ＩＳＳＮ　１８８０－０１１４
国総研プロジェクト研究報告第 64 号
令　和　２　年　２　月

国土技術政策総合研究所
プロジェクト研究報告

PROJECT RESEARCH REPORT of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.64　　February　2020

超過外力と複合的自然災害に対する危機管理に関する研究

Research on crisis management for excessive external forces and complex natural disasters

国土交通省　国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告　　Project Research Report of NILIM
第 64 号　　2020 年 2 月　　No.64　　February 2020

超過外力と複合的自然災害に対する危機管理に関する研究

運上　茂樹　(2012.4～2013.3)　*
日下部　毅明　(2013.4～2015.3)　**、***
齋藤　清志　(2015.4～2017.3)　***
服部　敦　(2012.4～2015.3)　****

Research on crisis management for excessive external forces and complex natural disasters

UNJOH Shigeki　(2012.4～2013.3)
KUSAKABE Takaaki　(2013.4～2015.3)
SAITO Kiyoshi　(2015.3～2017.3)
HATTORI Atsushi　(2012.4～2015.3)

概要

大規模な地震や豪雨など、将来発生が懸念される様々な災害に適切に対応するためには、これまで考慮されていない過度の外力や複雑な災害がもたらす影響を予め評価し、その影響を最小限に抑えるための対策を検討する必要がある。

本研究プロジェクトでは、過去の災害事例の特徴、被害状況とその波及構造、災害発生シナリオの構築方法、災害リスクと影響度の分析方法、超過外力への対策を整理し、大規模災害対策を担当する防災担当者を支援する「災害対策検討支援ツールキット」を開発した。また、地震や洪水など異なる災害が同時に発生する複合的自然災害への対策等について検討を行った。

ｷｰﾜｰﾄﾞ：地震、風水害、大規模災害、災害発生シナリオ、複合災害、災害対策検討支援

*　元危機管理技術研究センター地震災害研究官
**　元危機管理技術研究センター地震災害研究官
***　元道路交通研究部道路防災研究官
****　元河川研究部河川研究室長

Synopsis

In order to respond appropriately against forthcoming various disasters such as a large-scale earthquake, torrential rain, and their simultaneous occurrence, it is necessary to study effects of excessive external forces and complex disasters that have not been taken into account and investigate measures for minimizing these effects.

In this research project, various aspects of disasters and measures are investigated such as characteristics, damage situations, and their spreading structures of past disasters, a construction method of disaster scenarios, a disaster risk and influence analysis method, measures against excessive external force. Based on the results of these studies, we developed the “Discussion Support Tool Kit for Disaster Measures" that supports discussions among personals in charge of disaster measures in order to reach optimal measures against extreme events. Risk management for simultaneous disasters of earthquake and flooding is studied as well.

Key Words ：Earthquakes, wind and flood disaster, large-scale disasters, disaster scenarios, complex disasters, discussion support for disaster measures

執筆者一覧

担当分野	所属・役職	氏名	担当期間
プロジェクトリーダー	危機管理技術研究センター地震災害研究官	運上茂樹	2012.4～2013.3
	危機管理技術研究センター地震災害研究官	日下部毅明	2013.4～2014.3
	道路交通研究部道路防災研究官	日下部毅明	2014.4～2015.3
	道路交通研究部道路防災研究官	齋藤清志	2015.4～2017.3
	河川研究部河川研究室長	服部敦	2012.4～2015.3
超過外力を考慮した自然災害に対する危機管理に関する研究	土砂災害研究部深層崩壊対策研官	長井義樹	2014.4～2015.3
	防災・メンテナンス基盤研究センター 国土防災研究室長	松本幸司	2014.3～2016.3
	危機管理技術研究センター 地震防災研究室主任研究官	木村祐二	2012.4～2013.3
	地震防災研究室主任研究官	稲澤大志	2014.3～2016.3
	道路構造物研究部道路地震防災研究室長	片岡正次郎	2016.4～2018.3
	道路地震防災研究室主任研究官	今長信浩	2016.4～2018.3
	河川研究部水害研究室長	伊藤弘之	2016.4～2017.6
	河川研究部水害研究室主任研究官	山本　晶	2014.4～2015.3
複合災害に対する危機管理に関する研究	河川研究部河川研究室長	服部敦	2012.4～2015.3
	河川研究室主任研究官	福島雅紀	2012.4～2013.3
	河川研究室主任研究官	松浦達郎	2013.4～2015.3
	河川研究室主任研究官	板垣　修	2013.4～2015.3

超過外力と複合的自然災害に対する危機管理に関する研究　目次

第１章　研究の概要
１．１　研究の要旨・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１
１．２　研究の背景・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１
１．３　研究の体系と成果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２
１．４　研究実施体制・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２
１．５　研究成果の活用方針・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・３
１．６　現場での活用に向けて・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・３

第２章　超過外力を考慮した自然災害に対する危機管理に関する研究
２．１　研究の概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・４
２．２　超過外力と波及効果の分析・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・４
２．２．１　超過外力の概念・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・４
２．２．２　災害事例の整理・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・４
２．２．３　災害波及構造の整理・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１６
２．２．４　災害事例カタログ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１９
２．２．５　詳細な災害波及構造図の作成・・・・・・・・・・・・・・・・・２１

２．３　リスク評価手法の検討・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・８４
２．３．１　既存のリスク分析手法の概要・・・・・・・・・・・・・・・・・８４
２．３．２　特徴的な災害リスクの評価・・・・・・・・・・・・・・・・・・９４
２．３．３　評価手法のまとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１２９

２．４　災害リスク分析のケーススタディ・・・・・・・・・・・・・・・・１３４
２．４．１　ケーススタディにおける災害リスク分析のプロセス・・・・・・１３４
２．４．２　ケーススタディ（道路分野での災害リスクの分析）・・・・・・１４４
２．４．３　ケーススタディ（河川分野における災害リスクの分析）・・・・２０７
２．４．４　まとめと課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２１２

２．５　災害対策検討支援ツールの開発・・・・・・・・・・・・・・・・・２１４
２．５．１　災害対策検討支援ツールの開発概要・・・・・・・・・・・・・２１４
２．５．２　ツールキットの要件・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２１４
２．５．３　ツールキットの作成・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２１９
２．５．４　ツールキット各プロセスの具体的な作業内容・・・・・・・・・２２２
２．５．５　ツールキットの構成検討・・・・・・・・・・・・・・・・・・２２８
２．５．６　各ツールの作成・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２３０

２．６　ツールキットの試行と効果検証・・・・・・・・・・・・・・・・・２４３
２．６．１　国土技術政策総合研究所での試行・・・・・・・・・・・・・２４３
２．６．２　四国地方整備局での試行・・・・・・・・・・・・・・・・・２４７
２．６．３　試行から明らかになった課題と対応・・・・・・・・・・・・２５８

２．７　ツールキットの現場活用・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２５９
２．７．１　国土交通大学校危機管理研修におけるツールキットの活用・・・・２５９
２．７．２　茨城県土木部防災検討ワーキングチームにおける活用・・・・・・２６４

第３章　複合災害に対する危機管理に関する研究
３．１　研究の概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２７２
３．２　複合災害の概念・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２７２
３．３　地震と洪水の複合災害による被害試算と被害特性の分析・・・・・・・２７３
３．３．１　地震と洪水による複合災害対策検討の考え方・・・・・・・・・・２７３
３．３．２　複合災害時の被害の試算・分析の対象とした流域・地震・洪水・・２７３
３．３．３　地震による被害の想定・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２７６
３．３．４　洪水発生までの危機対応の想定・・・・・・・・・・・・・・・・２７９
３．３．５　複合災害による被害の試算と被害特性の分析・・・・・・・・・・２８１
３．３．６　複合災害時の被害低減対策の効果の試算・分析・・・・・・・・・２８３
３．３．７　得られた知見・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２８６
３．４　堤内地での対策を含む様々な被害低減対策による効果の特性の分析・・２８８
３．４．１　分析にあたっての基本的な考え方・・・・・・・・・・・・・・・２８８
３．４．２　検討方法及び対象とした外力・対策・・・・・・・・・・・・・・２８８
３．４．３　氾濫計算及び洪水による被害の試算結果・・・・・・・・・・・・２８９
３．４．４　得られた成果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２９２
３．４．５　まとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２９２

第４章　研究のまとめと今後の課題
４．１　研究のまとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２９６
４．２　今後の課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２９６

謝辞・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２９７

巻末資料
巻末資料１．災害事例カタログ
巻末資料２．災害対策検討支援ツールの活用ガイドライン
巻末資料３．災害対策検討支援ツール①簡易手順シート

第１章　研究の概要

１．１　研究の要旨

東北地方太平洋沖地震は、地震と直後に生起した津波により激甚かつ広域的・複合的な被害と影響を及ぼした。国土交通省では、震災の教訓を踏まえ最大クラスの巨大地震・津波や、地震と台風災害などの複合的自然災害に対して、減災の考え方に基づくハード・ソフト対策の検討を進めている。

これらの対策では、従来の想定を超える自然災害あるいは複数の災害が複合的に発生する場合においても、災害の影響を最小化する危機管理のあり方を検討し、防災に係る関係機関における活用が可能な施策を早急に展開する必要がある。

本研究は、既往の災害における事象等の進展および被害波及の状況の整理、自然災害の発生シナリオ（以下、「災害発生シナリオ」と記す。）構築手法の整理、複合的自然災害（以下、「複合災害」と記す。）に対する危機管理等に関する検討を行った。

さらに、それら成果を踏まえ、防災関係機関の担当者等が危機管理方策検討を行う手法を開発し、防災業務に携わる地方整備局、自治体等の担当者による試行評価を得ることにより、その有効性を確認した。以上の研究成果が危機管理関係機関における災害に対する備え、災害発生時の対応力向上の一助になることを期待する。

１．２　研究の背景

大規模地震災害をはじめとする低頻度大規模災害は経験することが少ないため、一旦遭遇した場合、大きな混乱を生じ適切な行動がとれない場合がある。国土交通省を始めとするインフラを管理する行政機関はそれらに備え、構造物の補強などの対策はもとより、各種防災訓練等を実施することにより対策を講じている。これら対策を講じる際に重要となる項目として、発生が想定される災害とそれによる被害、さらに被害により生じる社会的影響を想定して災害対策計画を立案しておくことが重要になる。2011 年に発生した東日本大震災の実体験を記録した「災害初動期指揮心得」においても、事前の備えの重要性をサブタイトルとして「備えたことしか、役には立たなかった」と強調している。ここでいう備えとは、構造物の耐災害性能の向上、例えば橋梁の耐震補強等の物理的なものと、災害時にどのように判断し行動すれば良いかというソフト的なものに分類される。

しかしながら、災害の内容、その被害波及と重大性、被害が社会経済に与える影響を考慮した対策検討をハード、ソフトの両面から総合的に行う手段が存在しなかった。本研究はこのような背景から実施したものである。

１．３　研究の体系と成果

最初に各種災害とその社会経済的影響を把握するため、過去の主要災害を対象に、その内容、発生した災害により被害がどのように拡大し住民生活等にどのような影響が発生したか、被害とその影響は相互にどのような関連を持っているかについて整理した。この主要成果は、２．２で述べる災害事例カタログとして整理した。

次に、国内外のリスク評価手法の事例収集・整理を行い、自然災害のリスク評価手法を検討した。この成果は２．４に記載する災害発生シナリオの構築手法として整理した。また各種災害の被害想定、被害の重大さと発生可能性からのリスク評価、被害に対する対策という一連の流れを検討する手法をとりまとめた。この成果は、２．５～２．７に記載する災害対策検討支援ツールキット（以下ツールキットと記す）としてとりまとめた。

さらに、規模や種類の異なる自然災害が同時に発生した場合の被害形態やそれに対応した危機管理形態についても検討を行った。この成果は第３章の複合災害に対する危機管理に関する研究として整理した。

１．４　研究実施体制

本研究は、道路、河川等に整備されたインフラ全般に対する検討が必要なこと、あらゆる災害に対して検討が必要なことから、図 1.4.1 に示す分野横断的な体制検討を構築した。

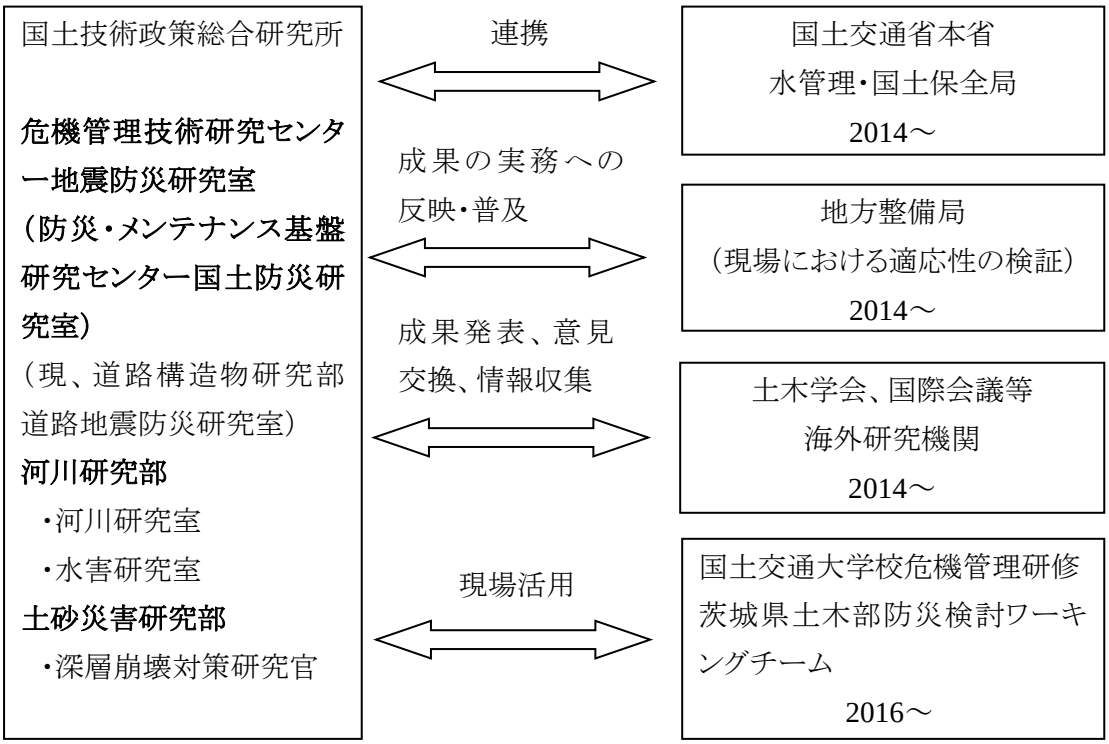


図 1.4.1　検討体制

１．５　研究成果の活用方針

本研究によって得られた成果は、大別して以下の２つの活用が想定される。

（１）災害対策検討手法への活用

行政関係者等が各種災害を対象に、自らが管理するインフラの被害を想定し、それが社会経済活動にどのような影響を与えるか、またそれらを踏まえ各インフラにどのような対策を行うべきかを検討するツールとして活用する。具体的には、地方整備局事務所、自治体出先機関等におけるツールキットを活用した管理対象インフラの災害対策検討が中心となる。

（２）防災教育への活用

行政関係者のみに留まらず、広く一般市民等を対象として防災意識の向上等に活用する。防災教育の際には災害事例カタログを用いた事例紹介、防災研修等ではツールキットを活用した災害発生時の対策検討などの活用が想定される。

１．６　現場での活用に向けて

本研究成果は、整備局事務所、自治体出先機関等、広くインフラを管理する行政において活用されることが基本となる。そのため、国総研が実施する出前講座のメニューとして登録するとともに、平成 28 年度より国土交通大学校における危機管理研修への組み込みを行った。平成 28 年度の活用実績を表 1.6.1 に示す。

表 1.6.1　現場での活用実績

日時	活用内容	対象者	対象人数
平成 28 年 9 月 5 日	埼玉県出前講座	埼玉県職員	約 30 名
平成 28 年 12 月 21 日	茨城県出前講座	茨城県職員	約 40 名
平成 28 年 12 月 7 日	国土交通大学校危機管理研修	国交省、自治体、独立行政法人職員	約 40 名

第２章　超過外力を考慮した自然災害に対する危機管理に関する研究

２．１　研究の概要

災害は想定した以上の力によって発生する場合や、性質の異なる外力等によって複合的に発生する場合がある。災害時の危機管理を検討する際、このような超過外力および複合的な外力によって生じる被害の様相と規模を適切に想定し対応を検討することが重要となる。

本研究では、被害の様相及び規模を想定する際の外力として、設計段階あるいは災害対応を検討した際に想定したものよりも大きな力が加わった場合を超過外力として定義した。具体的な例として、宮城県では宮城県沖地震と同程度の規模の地震被害を想定していたが、東日本大震災ではさらに広い範囲で震度 6 弱以上の揺れが発生し、津波についても想定を遙かに超える高さとなって発生した。このため、範囲および程度ともに想定を遙かに超える被害となった。

本章ではまず、超過外力によって発生する被害の特徴を明らかにするために、過去に発生した各災害に関する資料を収集・整理し、その被害波及構造、社会的影響等を分析した。その成果に基づいて超過外力によって発生する被害の構造を整理し、さらに、過去の災害について整理した結果を災害事例カタログとしてまとめた。次に、特徴的な被害を抽出し、そのリスクの重要度および影響度を評価する手法を検討した。その手法を用いて、国道事務所と河川事務所のリスク分析を行い、適用性を確認した上で、その結果を踏まえて災害対策検討支援ツールの開発・試行・現場活用を実施した。

２．２　超過外力と波及効果の分析

２．２．１　超過外力の概念

本研究において超過外力とは、設計あるいは災害対応を検討した際に想定を超える外力とした。具体的に超過外力が作用する場合の例として、被害想定等において想定した地震よりもさらに大きな規模の地震が発生した場合や、津波が想定した範囲や高さを超えた場合、液状化範囲が想定よりも拡大した場合などが挙げられる。被害が想定した範囲や規模よりも拡大することにより、事前に想定していた対策内容や能力では対応不能となるおそれがある。

２．２．２　災害事例の整理

超過外力を考慮した自然災害の危機管理に関する研究を進める第一段階として、過去の災害事例を収集した。下の（１）～（３）に示すとおり、対象とした災害は地震、火山、土砂、豪雨、高潮とし、国内外の歴史的大規模自然災害を対象とした。

収集した災害事例の災害規模と発生頻度を整理するとともに、その災害に起因して

個別イベントが発生し、被害が発生、拡大、進展、継続、複合化した様相、また、時代や社会構造の変化に伴って新たに発生した災害事象等に着目して分析、整理した。

また、災害の個別イベントとその結果として生じた被害によって、それらが地域社会に波及していく様子について、波及事象の個別イベントと影響規模とともに、それらのイベント間の関連性について時系列的に分析・整理した。抽出した災害名、災害種別、災害の概要等を表 2.2.1～表 2.2.5 に、各災害の超過外力、被害拡大の要因、発生頻度等を表 2.2.6～表 2.2.10 に示す。

（１）一般的に公表されている政府委員会資料、学協会調査等資料、本局・各事務所の発表資料、新聞出版社の被災記録等を収集し、事例の抽出の参考とした。

（２）「社会的な影響」、「外力と被害規模」、「長期的被害規模と影響」を考慮して事例の選定、文献・資料の収集を実施した。

（３）世界的・国内規模等でニュースになった事例、地震・津波、火山、風水害のそれぞれの外力と被害規模の大きな事例、被害と影響が長期間の事例を抽出した。

表 2.2.1　既往の大規模自然災害に関する資料収集整理の一覧(地震)

番号	分類	発生年	災害名	震源域	地震の規模	津波の規模	主な被害	影響その他	災害の特徴
1	地震・津波	869 年 7 月 9 日	貞観地震	日本海溝沿いの南北 200km、東西 50km（推定）	マグニチュード8.3～8.4 以上（推定）定）	仙台湾を中心に南北約 450km 沿岸で津波が内陸に津波 3～4km 遡上	・地震で建物倒壊・圧死、地割れ・埋没死 ・津波で溺死 1 千余人、原野・道路冠水、資産･収穫物全滅	「日本三代実録」に記載、朝廷は紀春枝を被災地に派遣、被災者救援、租税免除、死者埋葬、陸奥国修理府創設、朝廷盛んに祈願、夷俘の反乱恐れる	巨大地震のあとに、巨大津波が襲来
2	地震	887 年 8 月 22 日	南海－東海地震（仁和地震）	四国沖・紀伊水道沖（南海）および熊野灘から遠州灘（東海） 南海-東海連動地震	マグニチュード8.0～8.5（推定） 京都で震度 5 強（推定） 京都で揺れが 2 時間近く続く	―	・京都で建物倒壊多く、圧死者多数 ・津波が沿岸を襲い溺死者多数、特に摂津で津波の被害が大きかった	この地震により北八ヶ岳大月川の岩なだれが発生し、千曲川に堰止め湖が生じる 翌年 6 月 22 日にこの堰止め湖が決壊し、下流域が大洪水となった	南海-東海連動地震、山体崩壊で河道閉塞
3	地震・津波	1707 年 10 月 28 日	宝永地震	日本 東海道・南海道沖 北緯 33 度 12 分 0 秒 東経 135 度 54 分 0 秒	・M8.4～8.7 と推定 最大震度 : 震度 7（遠江袋井、三河野田、河内布施、土佐室津・宿毛大島）	最大 5～8m（26m との説も）伊豆・八丈島～九州の太平洋海岸 主な被災地 : 東海道～九州	・建物倒壊による圧死・生き埋めや津波による溺死で死者 5,000～20,000 人、倒壊家屋約 59,000 戸、流失家約 18,000 戸、山体崩壊・山崩れ、せき止め湖の形成、土地の隆起・沈降、液状化現象、津波襲来、堤防の決壊、橋梁の破壊、新田の荒廃・水没	米の収穫減・被災地の財政に支障、港損傷で太平洋側の海運不通、四国道後温泉で温泉の湧出停止（145 日間）、全国各地で諸物価が値上がり、2 ヶ月後富士山噴火、震災復興や新田荒廃で江戸幕府の急成長が停止	広範囲に激震と津波が襲来した歴史的大災害
4	地震	1858 年 4 月 9 日 （安政 5 年 2 月 26 日）	安政の大地震（飛越地震）	越中・飛騨国境（現在の富山・岐阜県境）の跡津川断層	・M7.0～7.1	―	・北陸地方、飛騨国（岐阜県）が被災 ･家屋倒壊･なだれなどによる死者 279 人、全壊家屋 323 戸、各所で山崩れの発生、各所で河道閉塞、山崩れにより道路・橋梁・用水路が決壊、田畑で隆起・沈降・地割れが発生、湯川・真川の堰き止め部の決壊、洪水による流出家屋 1600 戸以上、溺死者 140 人、用水埋没	越中街道が不通となる、飛騨地方での食糧不足（運送要路が断たれたため）田畑や用水路の損壊・稲の流出による損毛高 20,561 石 9 斗 4 升 9 合、救米支給、各所から穀物や救援金が送られる、震災以降常願寺川で水害・土砂災害 が頻発化、日本の砂防事業発祥	地震後、2 度の洪水が襲来した複合災害
5	地震	1948 年 6 月 28 日	福井地震	日本　福井県坂井郡丸岡町（現坂井市丸岡町）付近 北緯 36 度 10 分 18 秒 東経 136 度 17 分 24 秒	・マグニチュード（M）7.1 最大震度：震度 6（福井県福井市）	―	･福井県（特に福井市･坂井郡（現坂井市））が被災 ･建物倒壊･火災などにより死者 5,331 人、負傷者 21,359 人、全壊建物 34,258 戸【写真 1】、半壊建物 7,661 戸焼失建物 4,054 戸、福井市で 24 件の火災発生・延焼【写真 2】、基幹道路（国道 12 号線・県道）の損壊・不通、九頭竜川各橋落橋で南北交通分断、電車不通、福井放送局通信途絶、電話不通、停電、断水、水門・用水路・農具損壊、繊維工場の 6 割が罹災、中小企業の 7 割が罹災	117 億 6000 万円の農業被害、医療施設の大被害に伴う診療不能、1 ヶ月後の集中豪雨により被害拡大	激震が都市を襲来、建物倒壊・火災による被害大
6	地震・津波	1960 年 5 月 23 日 1960 年 5 月 23 日	チリ地震・津波	南米チリ沖 (南緯 38 度 17 分 24 秒、西経 73 度 3 分 0 秒)	モーメントマグニチュード Mw9.5 (20 世紀最大規模の巨大地震)	三陸沿岸で波高 5～6m、その他で 3～4m	・北海道南岸・三陸沿岸・志摩半島が甚大な被害、沖縄でも被害 ・北海道･青森･岩手･宮城･三重だけで総被害額 358 億円(参考：当時の一般会計総額 1 兆 6 千億円、国土保全費 520 億円)死者・行方不明 142 名、重傷者 872 名、家屋全壊約 1,500 戸、罹災世帯 3 万 2,049 戸（約 16 万名）下水道や排水溝からの浸水、上水道･電話網･海底敷設管の破壊、発電所の浸水被害(世界初)、石油・ガソ	日本国外で発生した遠隔地津波にも、津波警報・注意報を出すきっかけに	太平洋を渡ってきた前兆のない大津波

							リン流出、火災発生、毒物流出、貯木場からの木材流出、道路破壊・鉄道不通で交通寸断、筏･漁船が被害、田畑の埋没 529ha、道路損壊 177 ヶ所、橋梁流失 44 ヶ所、堤防決壊 124 ヶ所、鉄道被害 21 ヶ所、通信施設被害 1,714 ヶ所、船舶沈没・流失 1,130 隻、岸壁破損、港湾機能阻害、かき、のり、真珠養殖打撃		
7	地震	1994 年 1 月 17 日	米国ノースリッジ地震	エルクウッド通りの端､ベアド通りの東北緯 34.213 度、西経 118.537 度	・M6.7	―	･アメリカ合衆国カリフォルニア州ロサンゼルス市ノースリッジ地方で被災 ・建物倒壊による圧死・心臓発作などで死者 61 人、負傷者 9,000 人以上、大破建物 4,000 戸【写真 2】、家屋喪失者 22,000 人、被害総額約 3 兆円、水道管・ガス管破裂、火災発生、高架橋の落橋 7 箇所【写真 1】、高速道路不通、変電・開閉施設損傷による停電 82,000 世帯、送水管破損による断水 50,000 世帯、高圧管・供給管破損によるガスの供給停止 28,000 世帯	渋滞発生、ビジネスの自粛・時差出勤・在宅勤務の奨励、通勤時の相乗り呼びかけ・路上駐車自粛、学校休校、クライシス・カウンセリングの実施	都市機能麻痺による日常生活・経済への影響大
8	地震	1995 年（平成 7 年） 1 月 17 日	阪神・淡路大震災	日本 兵庫県 北淡町 北緯 34 度 35 分 54 秒 東経 135 度 2 分 6 秒	・マグニチュード（M）7.3	―	・主な被災地：近畿地方（特に大阪湾岸） ・建物倒壊などで死者 6,400 人、負傷者 43,700 人、全壊建物 105,000 戸、半壊建物約 144,000 戸、285 件の火災発生、焼損棟数 7,483 戸【写真 2】、瀬戸内海沿岸の液状化、378 箇所でがけ崩れ、電話 30 万回線が不通、260 万世帯で停電、ガス 42 万 5000 戸で配給停止､130 万戸で断水､鉄道 13 社･計 638 キロの区間で不通、高速道路崩壊・通行止め、国道 27 路線 36 区間で通行止め、農業 4100 施設･漁港 20 港･卸売 10 施設の損壊、工場の損壊	渋滞で救急消防到着の遅れ、交通網麻痺で生鮮食品の輸送停止・工場の操業停止、被災・客足減少により小売業で売り上げ減、部品供給停止による生産調整、施設損傷による農林業・漁業・海運被害	機能の集積した大都市を震度 7 の激震が直撃
9	地震	1999 年 9 月 21 日	台湾集集地震	台湾 南投県 集集鎮付近 北緯 23 度 46 分 19.2 秒 東経 120 度 58 分 55.2 秒	・モーメントマグニチュード(Mw)7.6 最大震度 : 震度 7（推定）（集集鎮）	―	・台湾が被災 ･建物倒壊による圧死などで死者 2,321 人、負傷者 8,722 人、全壊建物 40,845 戸、半壊建物 41,393 戸、2,400 ㎢・1 万件以上の斜面災害、51 件以上の火災発生、変電所・送電施設被害により 600 万世帯以上で停電、断層変位による橋梁の落橋、交通寸断、石岡ダムの崩壊、東勢王朝など観光施設の倒壊、総被害額約 2,920 億台湾ドル	停電で新竹地区ハイテク産業操業停止、半導体の価格上昇・各産業へ波及、台湾証券取引所休場、台湾株価大幅続落、短期失業者 19 万 4 千人と予測、製造業間接被害額 397 億台湾ドル、緊急命令（非常事態宣言）、頭社ダムの緊急放流	建物倒壊多数、特に断層上の構造物被害が甚大
10	地震・津波	2004 年 12 月 26 日	スマトラ島沖地震・津波	インドネシア共和国スマトラ島アチェ州沖の海溝型巨大地震（北緯 3 度 18 分 58 秒 東経 95 度 51 分 14 秒）	･マグニチュード 9.0（米国地質調査所発表）	平均で、津波高さ 10m 前後 (34m に達した場所あり）	･【地震・津波】インドネシアで被災 【津波】インド洋沿岸諸国の、タイ、マレーシア、ミャンマー、インド、スリランカ、バングラデシュ、モルディブ、アフリカ大陸(ケニア、タンザニア、セーシェル、ソマリア、マダガスカル、南アフリカ共和国)で被災	クリスマス休暇中の世界的な観光地を襲った津波により、欧米等海外の観光客が多数犠牲	インド洋沿岸等の 10 数か国に及ぶ被害、犠牲者は 20 数万人を超える

							・被災者は約 206 万人。死者・行方不明者数は約 23 万人、被害総額は 72 億ドル超(2005 年 2 月 22 日世界銀行発表)日本をはじめ欧米等海外からの観光客も多数犠牲、邦人の被害は、40 名死亡（タイで 28 名、スリランカで 12 名）		
11	地震	2008 年 5 月 12 日	四川大地震	中国 四川省 アバ・チベット族チャン族自治州 汶川県 北緯 31 度 01 分 5 秒 東経 103 度 36 分 5 秒	・Mw 7.9 , Ms8.0 最大震度：震度 6 弱相当と推定	―	・四川省アバ・チベット族チャン族自治州汶川県で被災 ・建物倒壊による圧死・生き埋めなどで死者 69,227 人、負傷者 374,640 人、行方不明者 17,939 人、倒壊建物 216,000 棟、損壊建物 415 万棟、土砂崩れ、せき止湖の形成、村落の埋没（北川県など）、7,444 棟の校舎が倒壊、学生死亡、複数のダムに亀裂、水道・電気・ガス等の損傷・麻痺、文書・古跡の被害	せき止め湖・ダム決壊の危機、せき止め湖下流住民に避難勧告、河道閉塞で強制排水を開始、一対一支援方案、がけ崩れで道路寸断、核関連研究施設での 2 次被害発生の懸念、感染症発生、五輪聖火リレーの簡素化	中国最大級の地震、倒壊・土砂による被害甚大
12	地震	2008 年 6 月 14 日	岩手・宮城内陸地震	日本 東北地方 岩手県 北緯 39 度 01.7 分 東経 140 度 52.8 分	・マグニチュード（M）7.2 最大震度：6 強（岩手県奥州市、宮城県栗原市）	―	・岩手県、宮城県で被災 ・土砂災害による生き埋めなどで 17 人死亡、6 人行方不明、家屋全壊 30 戸、土砂災害 48 件、15 箇所で河道閉塞、土砂災害による道路の崩落、地盤変位による祭畤大橋の落橋、振動による石淵ダムの変形、農業・林業・養殖業施設の損壊、5,550 戸で断水、2 万 2147 戸で停電、電話の一部不通・通信規制の実施、東北新幹線・電車運転停止	土砂災害により 25 箇所で交通規制、数ヶ村が道路寸断により孤立、緊急放水の実施、TEC-FORCE による現地調査、44 世帯に避難指示、土石流センサー等の監視・観測機器の設置、文化財の被害	震動よりも土砂災害による被害が大きい
13	地震・津波	2011 年 3 月 11 日	東北地方太平洋沖地震	三陸沖 （牡鹿半島の東南東約 130km 付近、北緯 38 度 6 分 12 秒 東経 142 度 51 分 36 秒） 深さ 24km	・M9.0（日本周辺における観測史上最大） 最大震度 7（宮城県栗原市）	波高 10m以上、最大遡上高 40m以上の巨大津波発生	・地震の揺れや液状化現象、地盤沈下、ダムの決壊などにより、北海道南岸から関東南部に至る広大な範囲で被害 発生し、各種ライフラインが寸断された。 また、地震によって波高 10m以上、最大遡上高 40m以上の巨大津波発生、 東北・関東地方の太平洋沿岸に壊滅的な被害をもたらした。震災による死者行方不明者約 19,000 人、建物全壊半壊 約 40 万戸、ピーク時の避難者約 40 万人、停電世帯約 800 万戸、断水世帯約 180 万戸、直接的な被害額 16 兆から 25 兆円	津波で全電源を失った福島第一原子力発電所の事故により大量の放射性物質が漏洩し、周辺一帯の福島県住民は長期の避難を強いられている。	地震のあとに巨大津波が襲来、更に原発事故が発生

表 2.2.2　既往の大規模自然災害に関する資料収集整理の一覧（火山）

番号	分類	発生年	災害名	火山	主な被害	影響その他	災害の特徴
14	火山噴火、溶岩流	864 年 6 月（貞観 6 年 5 月） ～866 年	富士山貞観噴火	富士山	・溶岩で建物倒壊・住民焼死	当時の朝廷が編纂した史書「日本三代実録」に富士山貞観噴火の記録 最近の地質学的研究から、富士五湖や青木ケ原溶岩がこの噴火で流出した大量の溶岩で形成されたものであることが判明 噴火のような、人に大きな災いをもたらす自然現象の原因を“祟り”と認識していた当時の朝廷は、神への陳謝を繰り返す	大量の溶岩流出で地勢も変化
15	火山噴火	1783 年 5 月 9 日 ～8 月 5 日	浅間山噴火	浅間山	・群馬県、長野県、埼玉県、栃木県、茨城県、千葉県で被災 ・死者：1,624 人、流失家屋：1,151 戸、焼失家屋 51 戸、倒壊家屋 130 戸余り	浅間山山麓から利根川流域中心に関東平野に甚大な被害	火砕流・岩屑なだれと大洪水による大災害
16	火山噴火、地震、山体崩壊、津波	1792 年 5 月 21 日 （寛政 4 年 4 月 1 日）	雲仙普賢岳噴火	雲仙普賢岳	・眉山の山体崩壊による岩屑なだれで死者約 5 千人、その後の津波で死者約 1 万人、家屋埋没・流失、田畑塩田損壊、山林損壊、家畜流死	島原で発生した岩屑なだれで対岸の肥後にも津波被害を与えたので、当時の人は「島原大変肥後迷惑」とこの災害を呼んだ	山体崩壊で大量土石が海に流入し、津波発生
17	火山噴火	1991 年 4 月 ～1991 年 8 月	ピナツボ火山	ピナツボ火山 フィリピン・ルソン島	・最大 800 人が死亡　　1991 年 6 月 15 日噴火の 9 時間で、約 10 万人が住居を失う　　全壊家屋は 8,000 戸を越え、73,000 戸が損傷。経済被害は 5 億ドル	1992 年と 1993 年に、地球全体が 0.5℃低下。噴火終了後も、台風や降雨で頻繁に洪水発生(二次災害)	20 世紀最大規模の大噴火、火山の噴火予測で多くの人命を救うが、同時発生の台風で被害拡大
18	火山噴火	2000 年 6 月 27 日 ～2005 年 2 月 1 日	三宅島噴火	三宅島・雄山	・道路被害、泥流被害、住宅（全壊～一部損壊 324 件）、ライフライン被害、空港閉鎖、地殻変動による地盤沈下、港湾被害、水道被害、ポンプ施設損傷、電柱倒壊、電線が流出・断線、橋破損、住宅が長期化避難で雨漏り、シロアリ被害、農作物被害、農地、牧場被害、ハウス倒壊、林業被害、水産業被害、漁業施設破損、塩害、観光業被害	長期避難によるストレス、避難先分散による情報収集が困難、収入大幅減による厳しい生計、生活保護世帯の増加	長期離島避難、帰島後も火山ガス災害続く
19	火山噴火、火山灰	2010 年 4 月 14 日 ～20 日	アイスランド火山噴火	アイルランドのエイヤフィヤトラヨークトル火山	・直接的死者はなし しかし、ヨーロッパ上空に広がった火山灰雲により航空機が飛行できず、ヨーロッパの主要空港が閉鎖された	ヨーロッパにおける航空運行の混乱により、経済・政治にも大きな影響を与えた	戦後最悪の航空運行の混乱を引き起こす
20	火山噴火	2011 年 1 月 26 日	霧島新燃岳噴火	霧島新燃岳	・降灰による交通障害・農産物被害、空振によるガラス等損壊、死者なし、負傷者 35 名	52 年ぶりの爆発的噴火、189 年ぶりのマグマ噴火、旅館ホテルのキャンセル 2 万件超	52 年ぶりの爆発的噴火で広範囲に降灰

表 2.2.3　既往の大規模自然災害に関する資料収集整理の一覧（土砂災害）

番号	分類	発生年	災害名	規模	主な被害	影響その他	災害の特徴
21	山体崩壊、土砂災害	1911 年 8 月 8 日	稗田山大崩壊	土砂が 6km の谷間を埋める	・土砂が 6km の谷間を埋める 生埋め死 26 人、田畑 70 余町歩損壊 姫川との合流部に河道閉塞 その後、一部決壊し、糸魚川市河口まで土砂被害	集団移転、流域の経済成り立たず 日本における 20 世紀最大級の土砂災害	山体崩壊でできた河道閉塞部が決壊し、下流域洪水
22	台風、深層崩壊、土砂災害	2009 年 8 月 3 日 ～8 月 8 日	台風 8 号 台湾深層崩壊	最大風速 40m/s、気圧 945kPa、累積降水量 3,004.5mm/3 日（阿里山） ：中南部で 2,600～2,800mm （3 日間）、389.5mm/3h、 577.5mm/12h、 715.5mm/12h、856mm/24h	・台湾南部で被災 ・死者行方不明者 758 人、停電 1,595,419 世帯、断水 769,159 世帯、避難者数 24,950 人、浸水世帯 14 万戸	高雄県小林村で洪水、土石流、深層崩壊、河道閉塞部決壊などが連続して起こる複合災害発生し、約 500 人が死亡	高強度の豪雨が広範囲に長時間継続
23	風水害、台風、豪雨、土砂災害、河道閉塞	【12 号】 2011 年 8 月 29 日 ～9 月 4 日 【15 号】 9 月 13 日 ～9 月 21 日	台風 12･15 号豪雨災害	【12 号】最大風速：25 m/s 最低気圧：970 hPa 日降水量（最大）：872.5 mm/日 【15 号】最大風速：45 m/s 最低気圧：940 hPa（戦後最大級の勢力） 日降水量（最大）：461 mm/日	【12 号】死者行方不明 98 人、負傷者 113 人、建物全壊 379 棟、半壊 3159 棟、床上浸水 5500 棟、床下浸水 16594 棟 【15 号】死者行方不明 19 人、負傷者 337 人、建物全壊 13 棟、半壊 287 棟、床上浸水 1801 棟、床下浸水 5071 棟	台風 12 号でできた奈良県と和歌山県の河道閉塞部で水位上昇し、決壊の危険性が高まり警戒	台風 12 号でできた河道閉塞部が 15 号の雨で決壊の危険

表 2.2.4　既往の大規模自然災害に関する資料収集整理の一覧（豪雨）

番号	分類	発生年	災害名	規模	主な被害	影響その他	災害の特徴
24	記録的な豪雨	2000 年 9 月 11 日 ～9 月 12 日	東海豪雨	名古屋の 9/11 の日降水量 428 ミリ（平年 9 月の月降水量の 2 倍） 名古屋の 9/11 と 9/12 の 2 日間の合計降水量 567 ミリ 静岡県、山梨県の広い地域で 2 日間の合計降水量が 200～400 ミリ 期間降水量は、宮川（三重県宮川村）で 1,090 ミリ、四国から東海地方で 800～1,000 ミリ	・愛知、三重、岐阜県の東海地方を中心に被災 ・建設省の試算によると,被害額は約 8,500 億円 [死傷者]死者・行方不明者 10 人、負傷者 115 人、約 61 万人に避難勧告 [建物被害等]全壊 31 棟、半壊 172 棟、一部損壊 305 棟、床上浸水 22,894 棟、床下浸水 46,943 棟、100 局の携帯電話基地局や岐阜県、三重県、長野県内 4 局の放送中継局が停波 約 32,500 戸が停電、約 5,700 戸にガスの供給支障 上水道は、全国で 3,386 戸が断水。下水道は愛知県で 41 か所が被災 農地 4,465 か所、農業用施設 3,207 か所、林地荒廃 1,058 か所、林道 4,468 か所、治山施設 48 か所、漁港施設 11 か所、漁業用施設 1 か所に被害、冠水等により農作物等被害		都市社会の豪雨災害に対する脆弱性を露呈
25	ハリケーン（暴風雨、高潮）	2005 年 8 月 25 日 ～8 月 29 日	米国ハリケーンカトリーナ	最大風速：78 m/s 最低気圧：902 hPa 総雨量（8/24～9/1）：ルイジアナで 376 mm、フロリダで 417 mm 最大カテゴリー：5	・フロリダ州、ルイジアナ州（特にニューオーリンズ市）、ミシシッピ州、アラバマ州で被災 ・死者 1,833 人、被害額 1,080 億ドル、運河堤防決壊、ニューオーリンズ市街地の 8 割水没、停電 270 万戸 50 万人以上が避難生活、避難所で食料･水不足、ニューオーリンズ市で略奪･無法地帯化、避難所で感染症多発、州外に再避難	非常事態宣言・大規模災害宣言、強制避難命令、湾岸地域の製油所が操業停止/減産、化学工場爆発、空港閉鎖、政府･州･市当局の間連携のまずさで被害拡大、高齢者や低所得者層の避難体制が不十分	政府･州･市当局間の不十分な連携で被害拡大
26	洪水	2011 年 10 月初め ～12 月 8 日	タイ洪水	降水量（6 月～9 月）：タイ北部チェンマイで 921 mm（平年比 134%）、タイの首都バンコクで 1251 mm（同 140%） ※インドシナ半島のほとんどの地点で平年の約 1.2 倍から 1.8 倍の降水量であった。	・チャオプラヤ川流域を中心にタイ中部　洪水発生工業団地は、7 工業団地。約 1000 社のうち日系企業約 500 社 ・2011 年 10～12 月期の国内総生産（GDP）成長率が前年同期比マイナス 9.0%に落ち込む　工業生産も 21.8%減と大きく落ち込んだ　　死者 815 名 (2012 年 1 月 20 日時点) 世界銀行の試算によれば、2011 年 12 月初旬の時点での被害・損失額は、1 兆 4,250 億バーツ(約 3 兆 6,000 億円)、必要な復興資金は、7,980 億バーツ(約 2 兆円)とされる	サプライチェーン寸断により、日本国内での工業生産にも深刻な影響	洪水の長期化、工業団地浸水で操業停止、サプライチェーン寸断により世界経済混乱
27	風水害（暴風雨、高潮）	2012 年 10 月 22 日 ～10 月 29 日	米国ハリケーンサンディ	最大風速：48.6 m/s 最低気圧：940 hPa 降水量：メリーランド州およびバージニア州極東部、デラウェア州南部、ニュージャージー州南部の広い地域で、総雨量 127 mm～178 mm、メリーランド州ベルビューでは最大 326 mm を記録	・カリブ海諸国、ニュージャージー州、ニューヨーク州（特に、ニューヨーク市）で被災 ・家屋倒壊･倒木･浸水などで死者 177 人(米国 106 人)、原発停止･電柱倒壊･電線切断などにより停電 800 万戸以上、ガソリン不足深刻、地下鉄･バス･鉄道運休、空港閉鎖･航空便運休、火災発生、ガスパイプライン発火、全米での被害額最大 500 億ドル(約 4 兆円)	非常事態宣言・大規模災害宣言、45 万人に避難指示、政府機関･国連本部･証券取引所･債権取引所閉鎖、学校休校、軍兵士 1 万人救助活動、停電地域に警察官増派、ガソリン配給制、カーシェアリング、公共交通料金無料、ニューヨークシティマラソン中止	大都市社会基盤の災害に対する脆弱性を露呈

表 2.2.5　既往の大規模自然災害に関する資料収集整理の一覧（高潮）

番号	分類	発生年	災害名	規模	主な被害	影響その他	災害の特徴
28	高潮による風水害	1959 年 9 月 26 日	伊勢湾台風	【台風 15 号】 台風の規模：上陸時中心気圧 929.5hPa，最大風速 50m/s，暴風半径 500km 降水量:愛知県名古屋市千種区で期間降水量（9 月 26 日から 9 月 27 日）104.2 mm、同じく三重県尾鷲市で、203.0 mm 高潮：3.55m (名古屋港)	・伊勢湾周辺地域　（犠牲者は全国 36 道府県）で被災し、そのうち 83%が愛知・三重両県に集中 ・水害に弱い低平地が、不十分な防災対策のまま市街化。そこへ観測史上最大の高潮が来襲 主な被害：死者 4,697 人、 行方不明者 401 人、負傷者 38,921 人、住家全壊 40,838 棟、半壊 113,052 棟、一部損壊 680,075 棟、床上浸水 157,858 棟、床下浸水 205,753 棟、流失・埋没・冠水 210,859ha、沈没・流失・破損 7,576 隻、道路浸水、鉄道不通、ライフライン不通、貯木地から木材流出	長期湛水化	未曾有の高潮が海抜ゼロメートル地域を襲う

表 2.2.6　各災害における超過外力（地震）

番号	災害分類	発生年	災害名称	超過外力だったもの	単独災害/複合災害	被害拡大の要因、復旧のボトルネックとなった事象	同規模災害の発生頻度
1	地震	869 年	貞観地震	地震・津波	複合災害：地震・津波	強い揺れに加え、巨大津波により被害が拡大した。	―
2		887 年	南海-東海（仁和）地震	地震・津波・河道閉塞部崩壊	複合災害：地震・津波・河道閉塞	河道閉塞形成後の降雨により湛水し、その後決壊したことにより被害が拡大した。	―
3		1707 年	宝永地震	地震・津波・富士山噴火	複合災害：地震・津波・山体崩壊・火山噴火	地震・津波発生から 2 ヶ月後の富士山噴火により、復興作業が停止し復旧に遅れが生じた。	南海トラフの地震 約 88 年に 1 回の頻度 【参考：地震調査研究推進本部事務局「今までに公表した活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧（2018 年 2 月 9 日公表）」】
4		1858 年	安政の大地震(飛越地震)	河道閉塞	複合災害：地震・土砂災害（河道閉塞・落石・土砂崩れ）・液状化	各地で河道閉塞が形成され、複数の河道閉塞部が決壊したため被害が拡大した。 また、この災害以降に水害や土砂災害が頻発するようになり、更なる被害拡大、復旧の遅れが発生した。	約 2300～2700 年に 1 回の頻度 【参考：地震調査研究推進本部事務局「今までに公表した活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧（2018 年 2 月 9 日公表）」】
5		1948 年	福井地震	地震	複合災害：地震・豪雨（洪水）・土砂災害（土砂崩れ・土石流）	交通網の寸断、断水により消火活動が遅れ、被害が拡大した。 また、地震発生から 1 ヶ月後の豪雨により土砂災害・洪水が発生し、被害の拡大、復旧の遅れが発生した。	―
6		1960 年	チリ地震・津波	津波	単独災害：津波 ※国内のみを対象	有感地震ではなく遠地地震であったため、津波警報の発令が遅れたことによる避難遅れで被害が拡大した。 また、世界初の発電所浸水により、復旧に遅れが生じた。	―
7		1994 年	米国　ノースリッジ地震	地震	単独災害：地震	交通網の寸断、ライフラインの停止による都市機能の低下によって被害が拡大した。	―
8		1995 年	阪神・淡路大震災	地震	単独災害：地震	想定を超える地震によりインフラ及びライフラインが壊滅的な被害を受けたため、被害の拡大、復旧の遅れにつながった。 また、瓦礫等による交通障害や断水等の消火用水不足により消火活動が遅れ、被害が拡大した。	約 1700～3500 年に 1 回の頻度 【参考：地震調査研究推進本部事務局「今までに公表した活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧（2018 年 2 月 9 日公表）」】
9		1999 年	台湾集集地震	地震・断層変位	複合災害：地震・断層変位・土砂災害（土砂崩れ）	大規模な断層変位により、道路施設、河川施設、住居等に甚大な被害を与えたため、被害の拡大、復旧の遅れが生じた。	―
10		2004 年	スマトラ島沖地震･津波	津波	複合災害：地震・津波	津波無警戒地域、津波警報国際ネットワークがない、マングローブの減少、避難勧告がなかったことによる避難遅れが被害を拡大させた。	―
11		2008 年	岩手・宮城内陸地震	土砂災害（山体崩壊）	複合災害：地震・土砂災害	交通網の寸断による集落の孤立化により、被害の拡大、復旧の遅れが河道閉塞部決壊の恐れや土砂災害発生の恐れなどの警戒状態が続き、復旧に遅れが生じた。	―
12		2008 年	四川大地震	地震	複合災害：地震・土砂災害	低い耐震基準と工事不備による建物損壊により、被害を拡大させた。 また、伝染病の流行やダム決壊の恐れなどによる度重なる避難勧告により、復旧の遅れが生じた。	―
13		2011 年	東北地方太平洋沖地震	地震・津波（・原子力発電所被災）	複合災害：地震・津波・液状化（・原子力発電所被災）	広範囲で想定外の地震、巨大津波が発生したためインフラ、ライフラインに甚大な被害を与えたことに加え、流失した瓦礫等による交通網寸断により、救急・復旧活動に遅れが生じた。 ※原子力発電所が被災したことにより、被害の拡大、復旧の遅れが生じた。	約 600 年に 1 回の頻度 【参考：地震調査研究推進本部事務局「今までに公表した活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧（2018 年 2 月 9 日公表）」】

表 2.2.7　各災害における超過外力（火山）

番号	災害分類	発生年	災害名称	超過外力だったもの	単独災害/複合災害	被害拡大の要因、復旧のボトルネックとなった事象	同規模災害の発生頻度
1	火山	864 年	富士山貞観噴火	溶岩	単独災害：火山噴火（溶岩、噴石、火山性地震）	大規模な溶岩流失により被害が拡大した。	－
2		1783 年	浅間山噴火	火砕流、泥流	複合災害：火山噴火（火砕流、噴石・降灰）、泥流・洪水	大規模な噴石、火山灰噴出、火砕流、岩屑なだれ、泥流が様々な組わせによって発生し、被害が拡大した。 （組み合わせについては災害事例カタログの「災害の特徴」に記載）	－
3		1792 年	雲仙普賢岳噴火	山体崩壊、津波	複合災害：山体崩壊、津波	大規模な山体崩壊に加え、土砂が海洋に流失したことにより発生した津波によって被害が拡大した。 また、大規模な地震や噴火活動後も強い余震や噴火が続いたため、復旧に遅れが生じた。	－
4		1991 年	ピナツボ火山	泥雨、噴石・降灰	複合災害：火山噴火、豪雨（台風）	大規模な噴火に加え、台風や集中豪雨による泥流被害、洪水によって被害が拡大した。 度重なる 2 次災害により、インフラやライフラインが被害を受けたため、復旧に遅れが生じた。	－
5		2000 年	三宅島噴火	火山ガス	単独災害：火山噴火（火砕流、噴石・降灰、火山ガス）	大規模な噴火後も火山ガスの噴出をはじめとする噴出物が止まらず、被害の拡大、復旧の遅れ、避難の長期化が発生した。	－
6		2010 年	アイスランド火山	火山灰	単独災害：火山噴火（火山灰）	大規模な火山噴火に加え、西～北西方向の風であったため、ヨーロッパ各地に火山灰煙が流れ、被害が拡大した。	－
7		2011 年	霧島新燃岳噴火	降灰	単独災害：火山噴火（降灰、空振、火砕流、溶岩流）	大規模な噴火が継続的に発生したため、被害が拡大した。また、噴出物の被害がなくとも、空振により被害が拡大した地域もあった。	52 年ぶりの爆発的噴火、189 年ぶりのマグマ噴火であった 【参考：気象庁｜霧島山 有史以降の火山活動】

表 2.2.8　各災害における超過外力（土砂災害）

番号	災害分類	発生年	災害名称	超過外力だったもの	単独災害/複合災害	被害拡大の要因、復旧のボトルネックとなった事象	同規模災害の発生頻度
1	土砂災害	1911 年	稗田山大崩壊	河道閉塞（山体崩壊）	単独災害：河道閉塞（山体崩壊）	発生要因が不明であったため、避難行動が遅れ被害が拡大した。また、河道閉塞の形成と決壊が繰り返されたため被害が拡大した。	－
2		2009 年	台風 8 号　台湾深層崩壊	深層崩壊、豪雨	複合災害：土砂災害（深層崩壊、河道閉塞、土石流）、洪水	高強度の豪雨が長時間継続し、複数の河道閉塞形成・決壊、深層崩壊の発生により被害が拡大した。 山間部などではインフラ施設が損壊したことにより、復旧に遅れが生じた。	－
3		2011 年	台風 12･15 号豪雨災害	土砂災害	複合災害：土砂災害（河道閉塞、土石流、地すべり、斜面崩壊）、豪雨、強風	台風 12 号による土砂災害や河道閉塞形成に加え、その後の台風 15 号によって更なる土砂災害の発生、河道閉塞部の決壊の恐れが高まったため、被害の拡大、復旧の遅れが生じた。	－

表 2.2.9　各災害における超過外力（豪雨）

番号	災害分類	発生年	災害名称	超過外力だったもの	単独災害/複合災害	被害拡大の要因、復旧のボトルネックとなった事象	同規模災害の発生頻度
1	豪雨	2000 年	東海豪雨（短期降雨）	豪雨	単独災害：豪雨（洪水） ※竜巻が発生したが、被害は小規模かつ限定的な地域であったため、豪雨による単独災害とした。	豪雨により、名古屋市周辺の河川において計画高水位を超える時間が長時間続いたため、被害が拡大した。 また、地形的に低地であったため、地下鉄や地下街への被害の拡大、復旧の遅れが生じた。	－
2		2005 年	米国　ハリケーン カトリーナ	豪雨、強風	複合災害：豪雨（洪水）、強風、高潮	沿岸低地での堤防工事の遅れ、支援・救援体制整備の遅れ、要援護者の避難遅れにより被害が拡大した。	－
3		2011 年	タイ洪水（長期降雨）	豪雨	単独災害：豪雨（洪水）	ダムの治水管理不備、洪水警戒態勢の不備により被害が拡大した。 また、標高差が小さい、海抜 0m 地帯が多いなどの地形条件により排水出来ず、被害が長期化、復旧の遅れが生じた。	－
4		2012 年	米国　ハリケーン サンディ	豪雨、強風	複合災害：豪雨（洪水）、強風、高潮	沿岸地域では、豪雨と強風に加え大規模な高潮が発生したため、被害が拡大した。 また、都市部のインフラ、ライフライン被害であったため、被害が拡大した。	－

表 2.2.10　各災害における超過外力（高潮）

番号	災害分類	発生年	災害名称	超過外力だったもの（規模・影響の大きい外力）	単独災害/複合災害	被害拡大の要因、復旧のボトルネックとなった事象	同規模災害の発生頻度
1	高潮	1959 年	伊勢湾台風	高潮	複合災害：高潮、豪雨・強風（台風）	高潮が発生しやすい地形及び低地、防災対策が不十分な市街地に観測史上最大の高潮と暴風・暴浪が来襲したため、被害が長期化し拡大したことに加え、復旧に遅れが生じた。	－

２．２．３　　災害波及構造の整理

収集した歴史的大規模自然災害に関する資料・文献より、各災害事例の外力規模、被害内容、各事象の社会への影響、国土交通省所管事業間の相互影響を下記のように整理した。結果は次の２．２．４で述べる災害事例カタログに反映した。

（１）整理の方針

整理は災害毎の概要、特徴、タイムライン、被害の波及、国土交通省が所管する事業における相互影響について A3 判 2 枚のカタログ形式とし、整理項目は（２）に記載した内容とした。ただし「東北地方太平洋沖地震」については、複数の外力により様々な被害事象が発生したため、外力ごとに波及図等を整理した。

（２）整理項目

１）災害の概要

「災害の種類（風水害、地震、津波等)」、「発生時期」、「災害規模（風速、震度、津波高等)」、「被災地」、「被害概要」、「社会への影響等」を簡潔に整理した。

２）災害の特徴

各災害において、特徴的な被害の概要等を図や写真を用いて整理した。

３）災害タイムライン

災害発生直後（風水害等に関しては、事象発生前から）から被害が収束する期間に、発生した外力とそれに伴う被害内容、各機関の災害対応や復興状況を時系列で一覧形式に整理した。

４）被害の波及図

各種外力により発生した被害、被害に対する対応や社会への影響（概要）等の個別イベントの発生と進展について波及図（樹形図）を用いて整理した。整理イメージを図 2.2.1 に示す。加えて、各波及事象において共通項目がある場合はカテゴライズし、次項目のブロック間波及図の参考資料となるように整理した。

５）ブロック間の波及図

「被害の波及図」を基に、発生イベントを各部門（道路・都市、河川、港湾、空港等)、各ブロック（道路：漂流物・構造物、河川：冠水・洪水リスク等）で分類し、各部門間、各ブロック間波及による被害の大規模化を整理した。整理イメージを図 2.2.2 に示す。

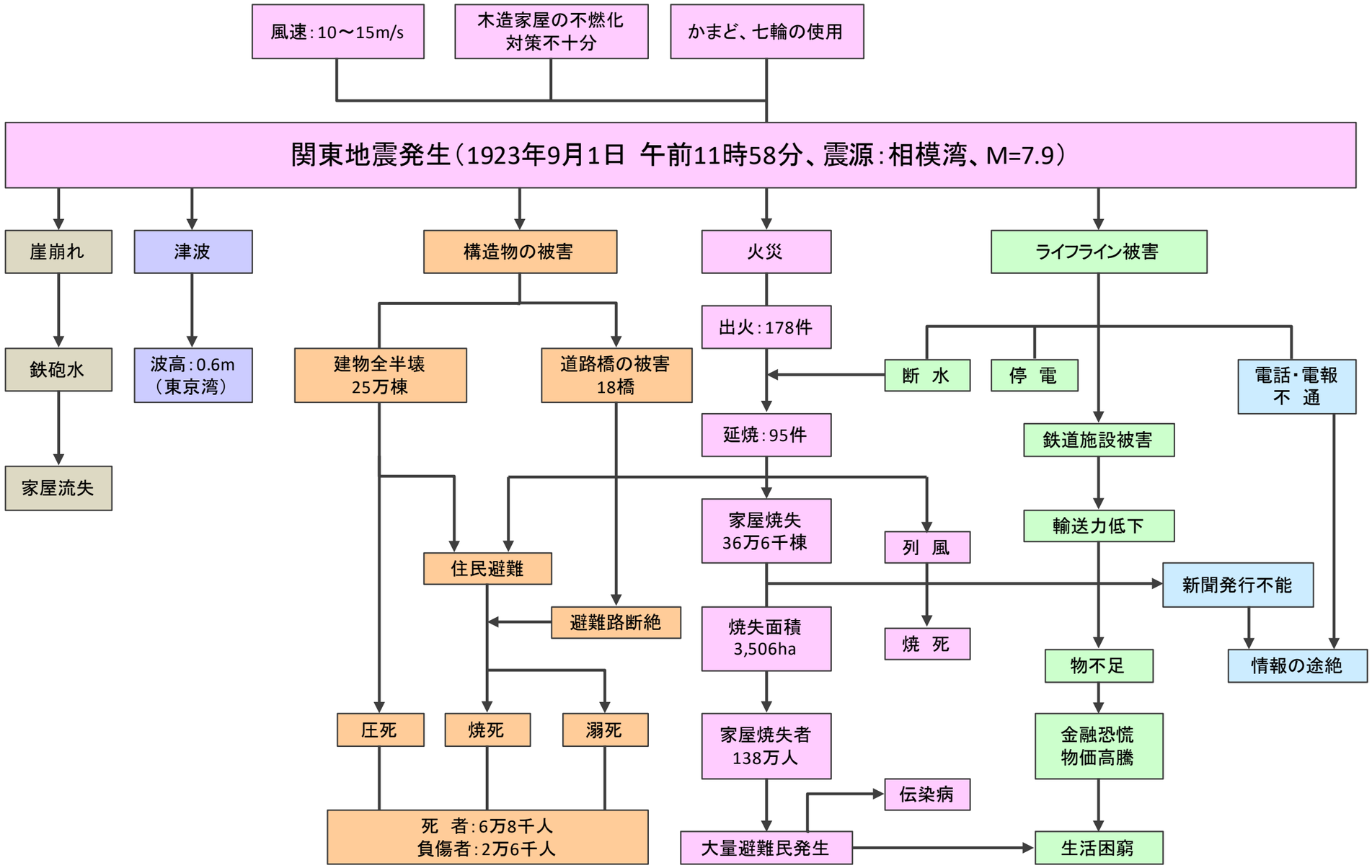


図 2.2.1　被害の波及図（参考例：関東地震）

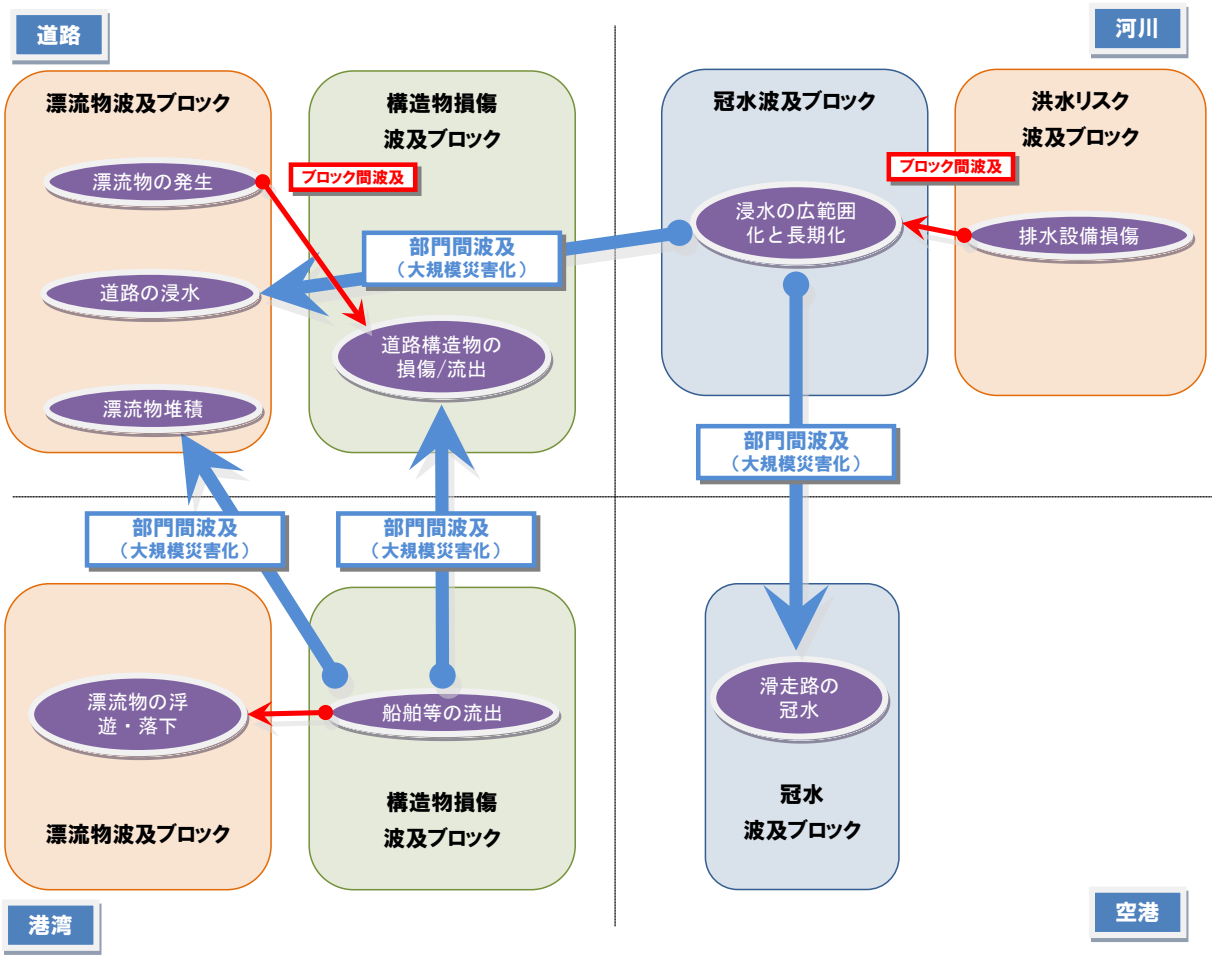


図 2.2.2　ブロック間波及と部門間波及による被害の大規模化（整理のイメージ）

２．２．４　災害事例カタログ

歴史的大規模自然災害の内容と被害波及構造、被害の波及とその社会的影響等をまとめた災害事例カタログを作成した。対象とする大規模自然災害としては地震、火山、土砂災害、豪雨、高潮とした。例として図 2.2.3 に阪神・淡路大震災の災害事例カタログ(部分)を、表 2.2.11 に整理した各災害事例カタログ一覧を示す。なお、災害事例カタログ（全体版）は巻末資料１として掲載した。

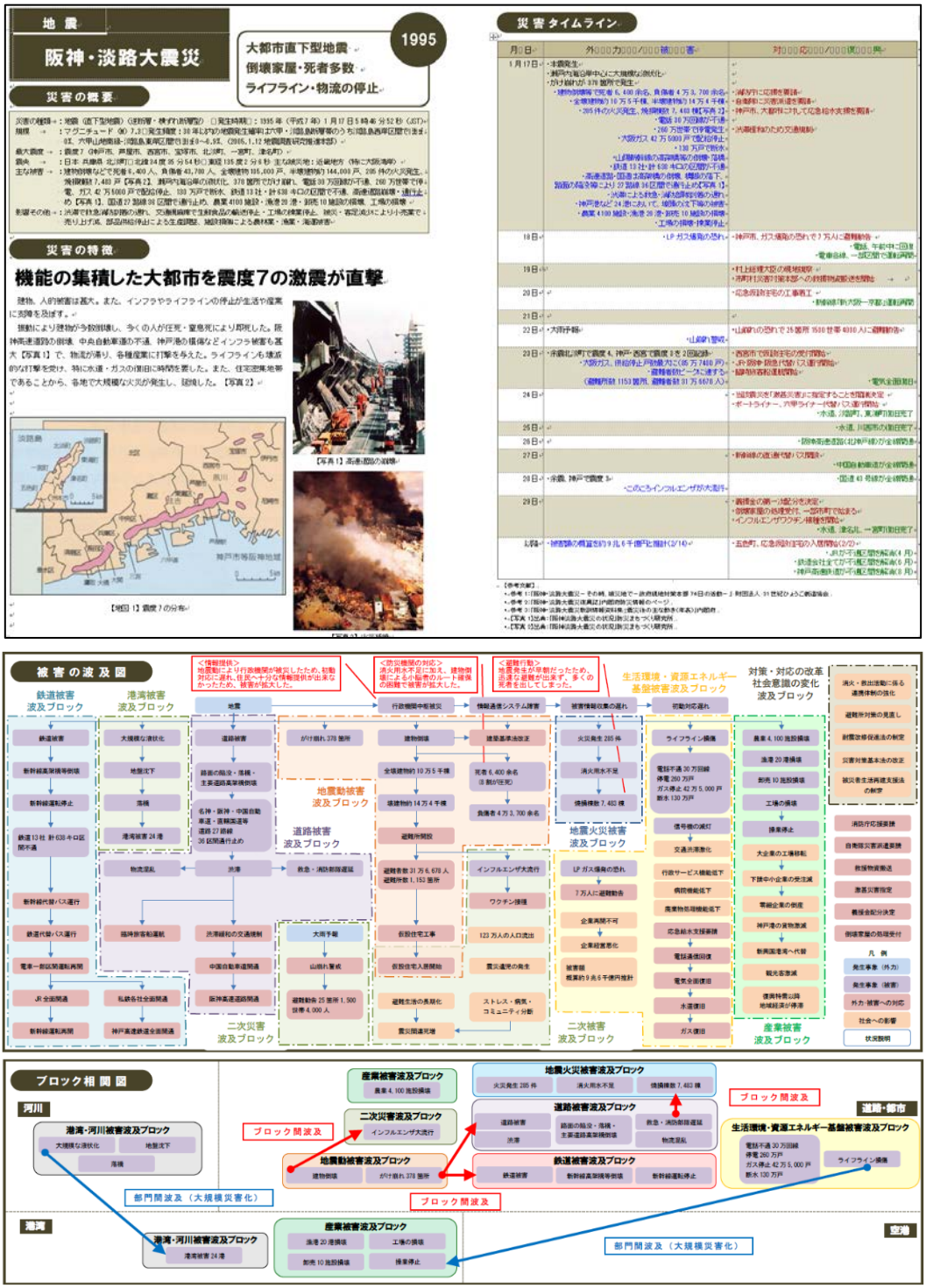


図 2.2.3　災害事例カタログ：阪神・淡路大震災（部分）

表 2.2.11　災害事例カタログ一覧

災害分類	番号	災害名称	発生年	資料番号
地震	1	貞観地震	869 年	資料.1
	2	南海-東海（仁和）地震	887 年	資料.2
	3	宝永地震	1707 年	資料.3
	4	安政の大地震(飛越地震)	1858 年	資料.4
	5	昭和南海地震	1946 年	資料.5
	6	福井地震	1948 年	資料.6
	7	チリ地震・津波	1960 年	資料.7
	8	米国　ノースリッジ地震	1994 年	資料.8
	9	阪神・淡路大震災	1995 年	資料.9
	10	台湾集集地震	1999 年	資料.10
	11	スマトラ島沖地震・津波	2004 年	資料.11
	12	新潟中越地震	2004 年	資料.12
	13	岩手宮城内陸地震	2008 年	資料.13
	14	四川大地震	2008 年	資料.14
	15	東北地方太平洋沖地震	2011 年	資料.15
	16	平成 28 年（2016 年）熊本地震	2016 年	資料 16
火山災害	1	富士山貞観噴火	864 年	資料.17
	2	浅間山噴火	1783 年	資料.18
	3	雲仙普賢岳噴火	1792 年	資料.19
	4	ネバドデルルイス火山噴火	1985 年	資料.20
	5	ピナツボ火山	1991 年	資料.21
	6	三宅島噴火	2000 年	資料.22
	7	アイスランド火山噴火	2010 年	資料.23
	8	霧島新燃岳噴火	2011 年	資料.24
土砂災害	1	稗田山大崩壊	1911 年	資料.25
	2	台風 8 号　台湾深層崩壊	2009 年	資料 26
	3	台風 12･15 号豪雨災害	2011 年	資料.27
豪雨	1	東海豪雨	2000 年	資料.28
	2	米国　ハリケーン カトリーナ	2005 年	資料.29
	3	タイ洪水	2011 年	資料.30
	4	平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨	2011 年	資料.31
	5	米国　ハリケーンサンディ	2012 年	資料.32
	6	平成 24 年 7 月九州北部豪雨	2012 年	資料.33
	7	台風 26 号豪雨災害	2013 年	資料.34
	8	台風 30 号豪雨災害	2013 年	資料.35
高潮	1	伊勢湾台風	1959 年	資料.36
豪雪	1	平成 26 年豪雪	2014 年	資料.37

２．２．５　詳細な災害波及構造図の作成

災害の波及構造をより緻密に分析し、これを一般化する目的で、地震、火山、豪雨の各災害を対象に災害構造を詳細に分析し図化した（図 2.2.4～2.2.48)。

図化に際しては、災害によって発生する自然現象（外力)、外力により生じた構造物の損傷などの物的被害、また物的被害により発生する基盤機能支障が、発災直後から 1 年以上にわたりどのように変化するかを具体的に整理した。さらに、基盤機能支障が生活や経済機能支障（直接、間接）にどのように波及するかについても整理した。整理に際して対象とした地域条件や考え方を以下に示す。

○ 地域条件

被害進展の整理において対象とする地域条件は「山間部」、「平地部」、「沿岸部」、「都市部」とし、それぞれの地域条件は以下のとおりとした。

① 山間部

標高が数百メートルを超え、周囲を山で囲われているような地域とする。また、交通機能や通信機能が都市部等と比較して発達しておらず、居住する上で不便な点が多く存在する。産業的にも農業等、独自に実施しているが小規模であり、高齢者の割合が高い地域が多い。

② 平地部

山間部と比較して標高は低く、起伏が少ない地域である。行政機関など政治・経済活動の中心となる地域ではないが、居住地域等が広がっている地域である。

③ 沿岸部

海岸線に沿って居住地域や工業地域が位置しており、標高は海抜とほぼ同じである地域である。平地部と同様に、行政機関が集中しているなど政治・経済活動の中心となる地域ではないが、港湾があるため貿易や漁業等産業が盛んな地域である。

④ 都市部

居住地域、商業地域、工業地域や行政機関が集中しており、政治・経済活動の中心となる地域とする。また、インフラ施設やライフライン施設が整備されており、交通機能や通信機能も発展している市域である。

都市部には、沿岸地域で都市化したケースや宅地造成等で土砂災害危険箇所が存在するケースなどもある。

○ 災害規模

災害事例カタログを基に、各災害の最大規模の外力を想定し、発生イベントや影響の継続時間の目安を設定した。

① イベントの進展・連関・被害の波及の影響と防災機関の対応等

各発生イベント、社会への影響に対して、想定される防災機関等の対応について整理した。（「重要度の高い波及構造」の分類整理につなげる。）

② 重要度の高い事象

甚大な被害を発生させる可能性のある事象や、防災機関の対応上、大きな支障を発生させるイベントについて重要度を設定した上で抽出し、整理を実施した。

※ 重要度については、「人命にかかわる事象・各地域の特徴的な事象・地域社会へ多大な影響を及ぼす事象・需要があり代替手段等がない事象」を重要度大、「甚大な被害、支障ではないが、広範囲で影響を及ぼす事象」を重要度中、「被害や支障の規模が小さい事象、影響が及ぶエリアが極めて限定的な事象」を重要度小とした。

③ 生じ得るイベントの整理

災害事例カタログを基に、各災害のイベントや波及事象を整理するが、実際に発生した事例以外に発生が予測されるイベントや波及事象を加えて整理した。

実際に発生した事例以外の整理については、本研究で抽出していない既往の災害事例や、文献やホームページで公表されている資料より網羅的に抽出した。整理に際しては、「各災害の外力」、「被害の事象」、「社会への影響」が時系列でどのように波及していくかがわかりやすいように樹形図で整理した。

上記条件を基に、地域条件に当てはまる各災害事例を災害事例カタログより抽出した。なお、抽出に際して、現在生じ得る発生イベントを整理するため、近年（1960 年以降）の災害のみを主に対象とした。抽出した結果を表 2.2.12 に示す。

以上を基に、地域条件ごとの各災害における被害の発生イベント及び事象の進展と連関について整理を行った。

表 2.2.12　地域条件ごとの 3 災害（地震、火山、豪雨）の代表事例

		災害名	地域条件			
			山間部	平地部	沿岸部	都市部
災害	地震	チリ地震・津波（1960 年）			○	
		米国ノースリッジ地震（1994 年）				○
		阪神・淡路大震災（1995 年）			○	○
		台湾集集地震（1999 年）	○			○
		スマトラ島沖地震・津波（2004 年）			○	
		岩手宮城内陸地震（2008 年）	○			
		東北地方太平洋沖地震（2011 年）		○	○	
	火山	ピナツボ火山噴火（1991 年）	○	○		○
		三宅島噴火（2000 年）	○		○	
		アイスランド火山噴火（2010 年）		○		○
		霧島新燃岳噴火（2011 年）		○		
	豪雨	東海豪雨（2000 年）	○	○		○
		米国 ハリケーン「カトリーナ」（2005 年）		○	○	○
		タイ洪水（2011 年）	○	○	○	○
		米国 ハリケーン「サンディ」（2012 年）		○	○	○

（1）地震災害による被害の発生イベント及び事象の進展と連関の整理

地域条件ごとに地震災害が発生した場合の被害の発生イベント及び事象の進展と連関について整理する。

1）地震災害による共通被害事象の整理

山間部、平地部、沿岸部、都市部のいずれの地域条件下でも地震動による被害は共通して発生し、「建物倒壊」、「建物倒壊による人的被害」が顕著になるとともに、超過外力である場合は「インフラ・ライフライン施設」の損壊も発生する。また、各地域条件下では山間部では土砂災害、沿岸部では津波などによる被害が顕著になるなど、各地域によって被害の特徴も変化してくる。図 2.2.4～図 2.2.6 に地震災害時に各地域で発生が想定される事象を網羅した樹形図を示す。

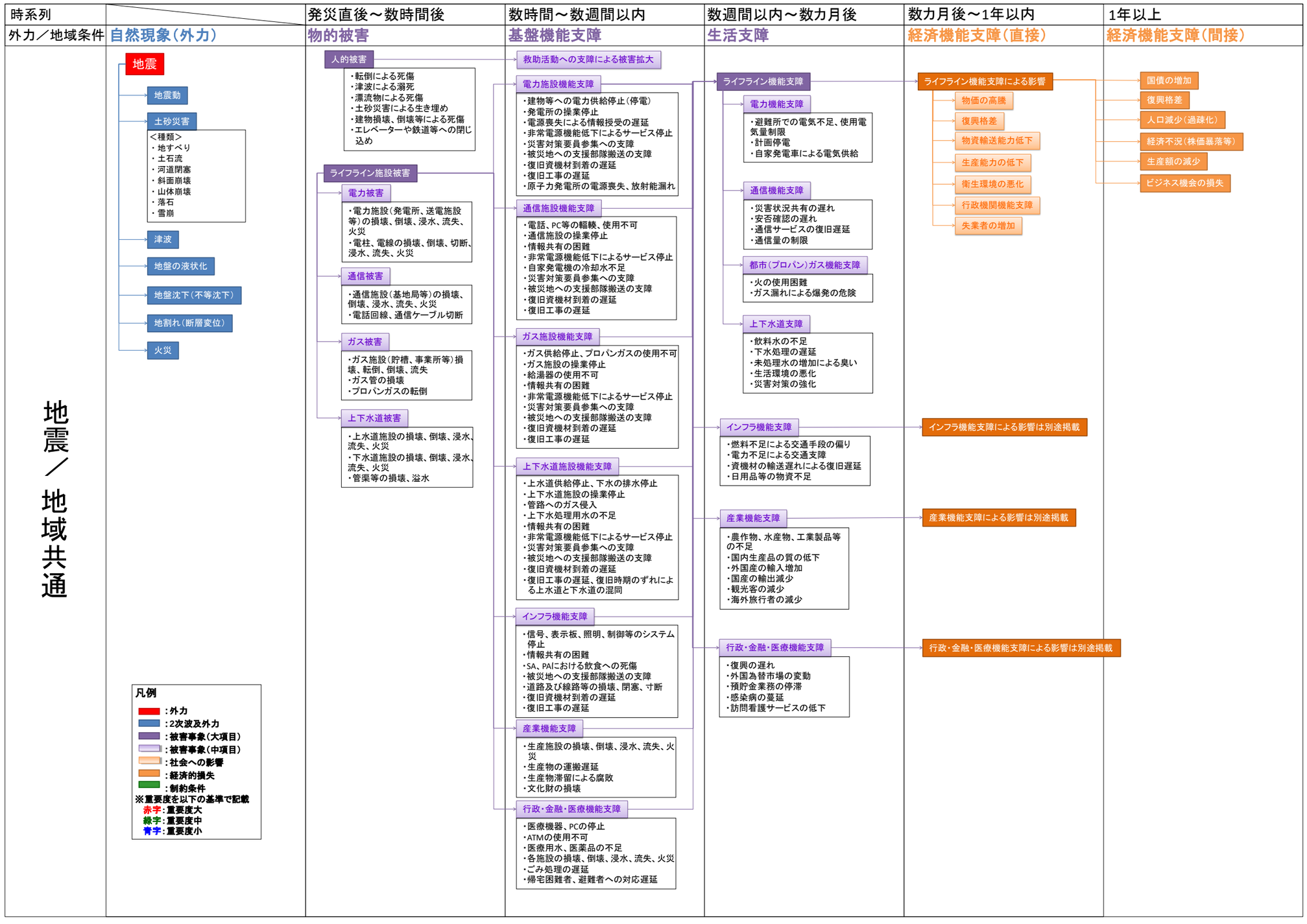


図 2.2.4　事象の進展と連関の樹形図（地震災害時に想定される事象）

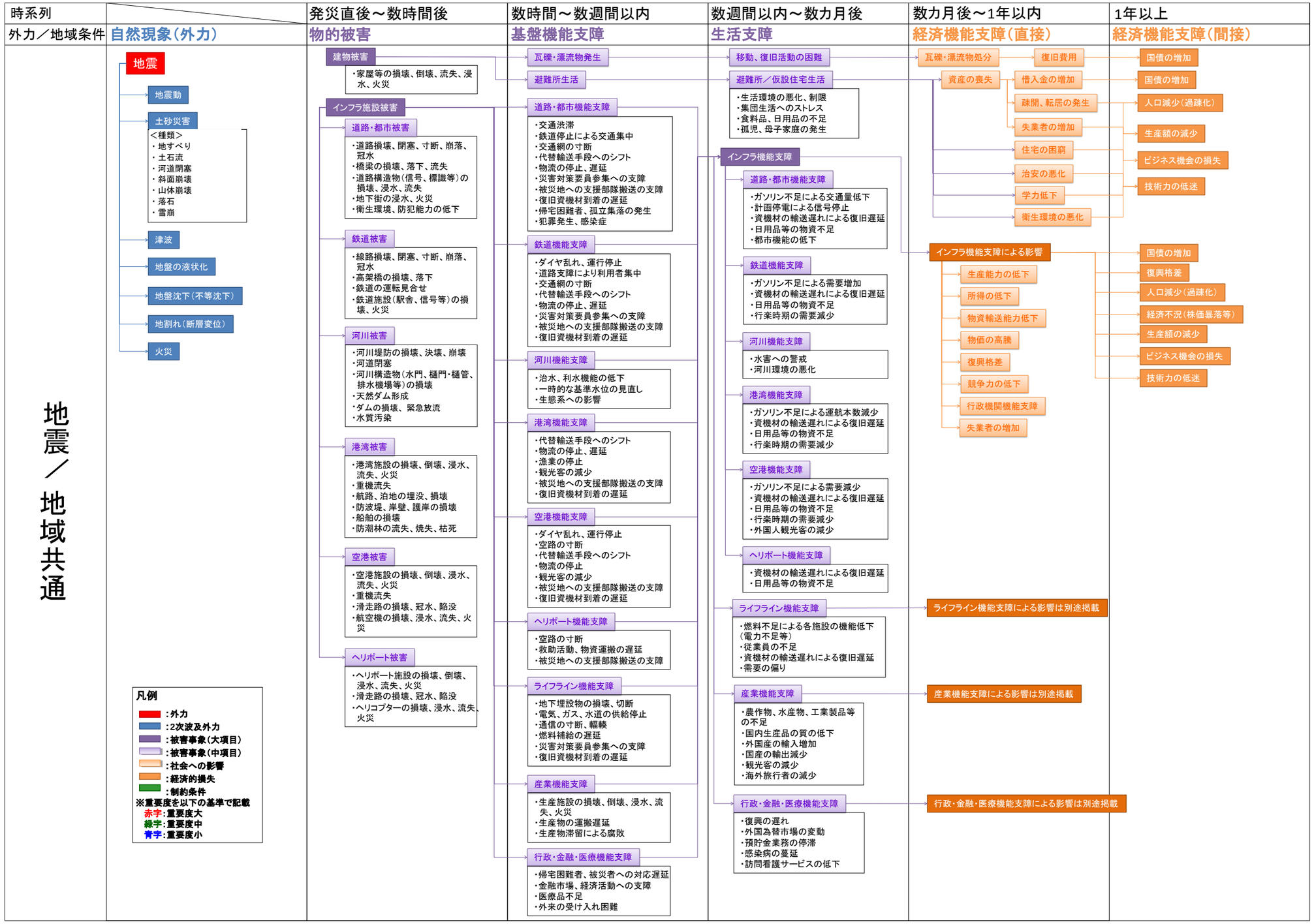


図 2.2.5　事象の進展と連関の樹形図（地震災害時に想定される事象）

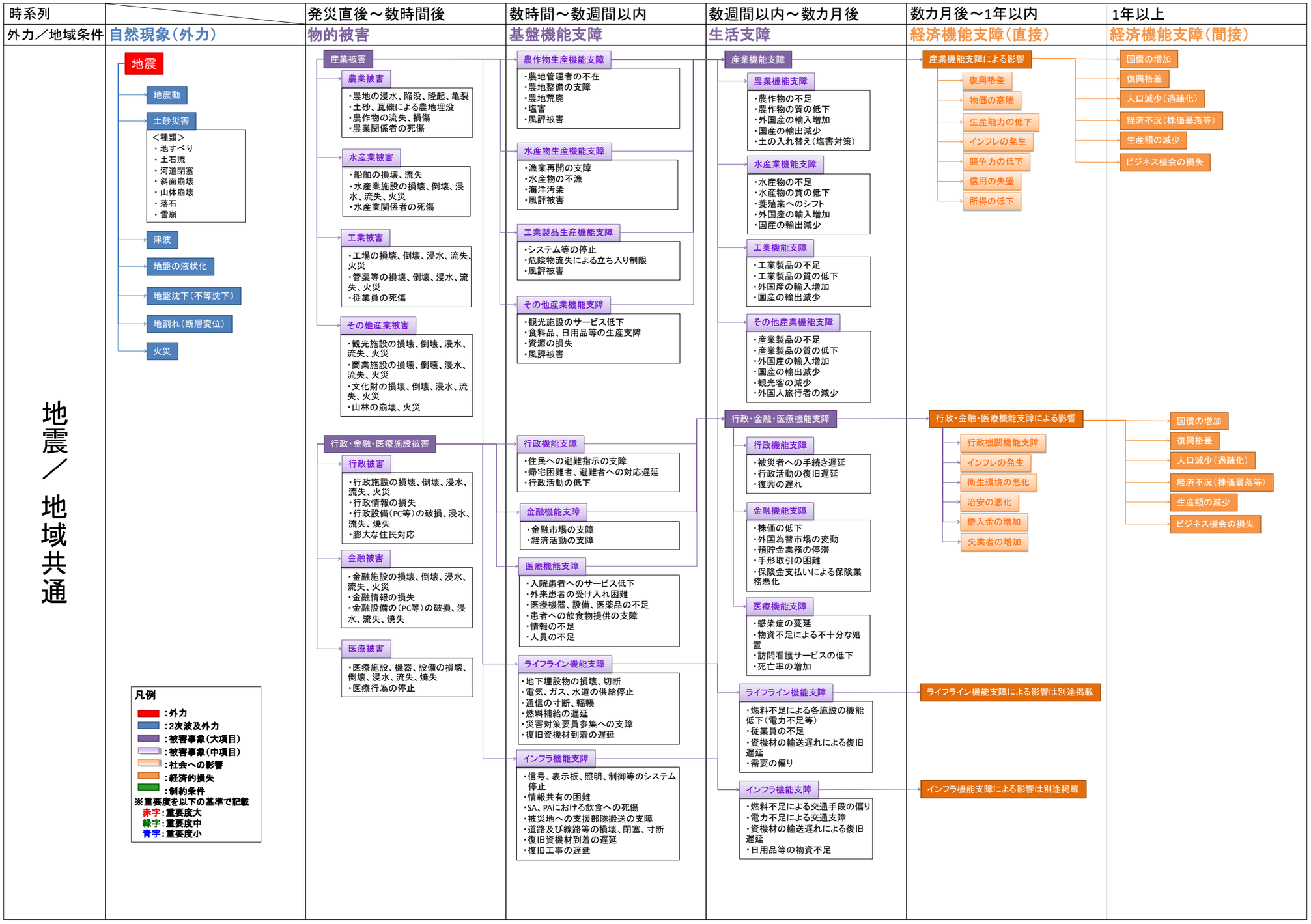


図 2.2.6　事象の進展と連関の樹形図（地震災害時に想定される事象）

２）地震災害による山間部の被害事象の整理

表 2.2.12 に示した「台湾集集地震」、「岩手・宮城内陸地震」の事例及び東北地方太平洋沖地震における地域社会への波及事象を参考に、山間部において地震災害が発生した場合の特徴的な事象等を表 2.2.13 に整理した。

表 2.2.13　特徴的な事象・支障・社会への影響（山間部）

物的被害	基盤機能支障	生活支障	社会への影響
○土砂災害による河道閉塞と閉塞部の一部流出 ○ヘリポート施設の損壊 ○地震断層によりダム崩壊、ダムに亀裂が入り緊急放流、ダム堤体の変形により緊急放流 ○農業関連施設の損壊 ○医療関連施設、機器の損壊	○土砂災害等による道路機能への支障（交通網寸断、物流停止等） ○孤立集落の発生 ○土砂災害、河道閉塞、ダム損壊による河川機能への支障（治水、利水機能の低下） ○ヘリポート機能への支障（救急活動の遅れ、物資運搬の停止等）	○住機能への支障（避難所、仮設住宅での生活） ○人の移動への支障（陸路、空路の移動の制約） ○日用品の不足	○短期失業者の増加、避難所生活者の増加 ○復興格差 ○生産額の減少

表 2.2.13 で整理した山間部において地震災害が発生した際の特徴的な発生事象等に加え、生じ得る事象等を考慮した被害の発生イベント及び事象の進展と連関の樹形図を図 2.2.7～図 2.2.9 に示す。山間部での地震災害時は、土砂災害による被害が特徴的かつ甚大な被害を及ぼす可能性が高く、特徴的な事象は、「河道閉塞」「孤立集落発生」、「ヘリポート被害」が挙げられる。また山間部では都市部等とは異なり、落橋や道路寸断などの交通ネットワーク遮断による孤立集落が発生する可能性がある。また、孤立集落が発生した場合、ヘリポートを活用した物資の運搬や救急活動を実施するが、ヘリポートが被災した場合、それら災害対応が困難となり、最悪の場合人的被害が発生する恐れがある。

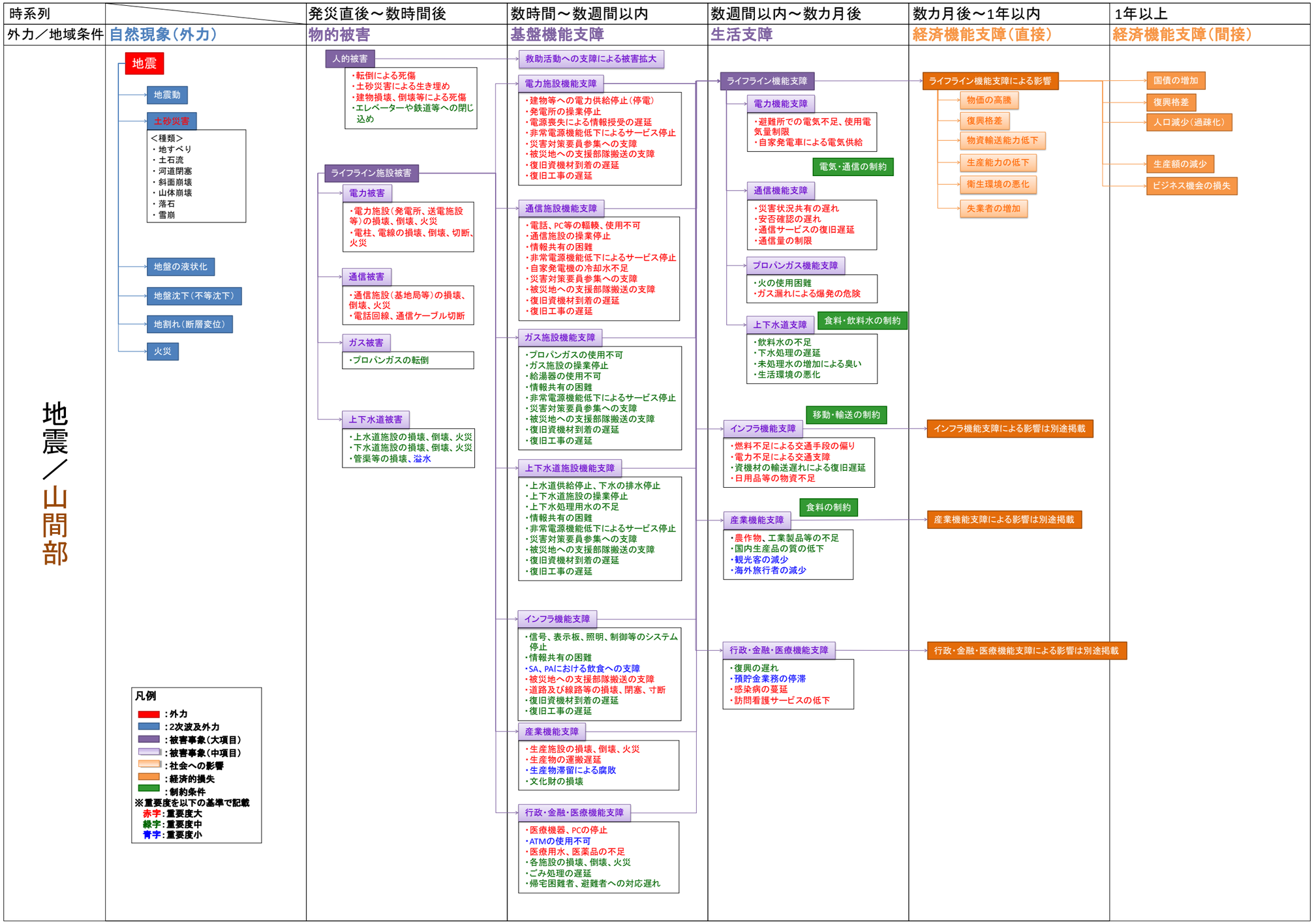


図 2.2.7　事象の進展と連関の樹形図（災害：地震　地域条件：山間部）

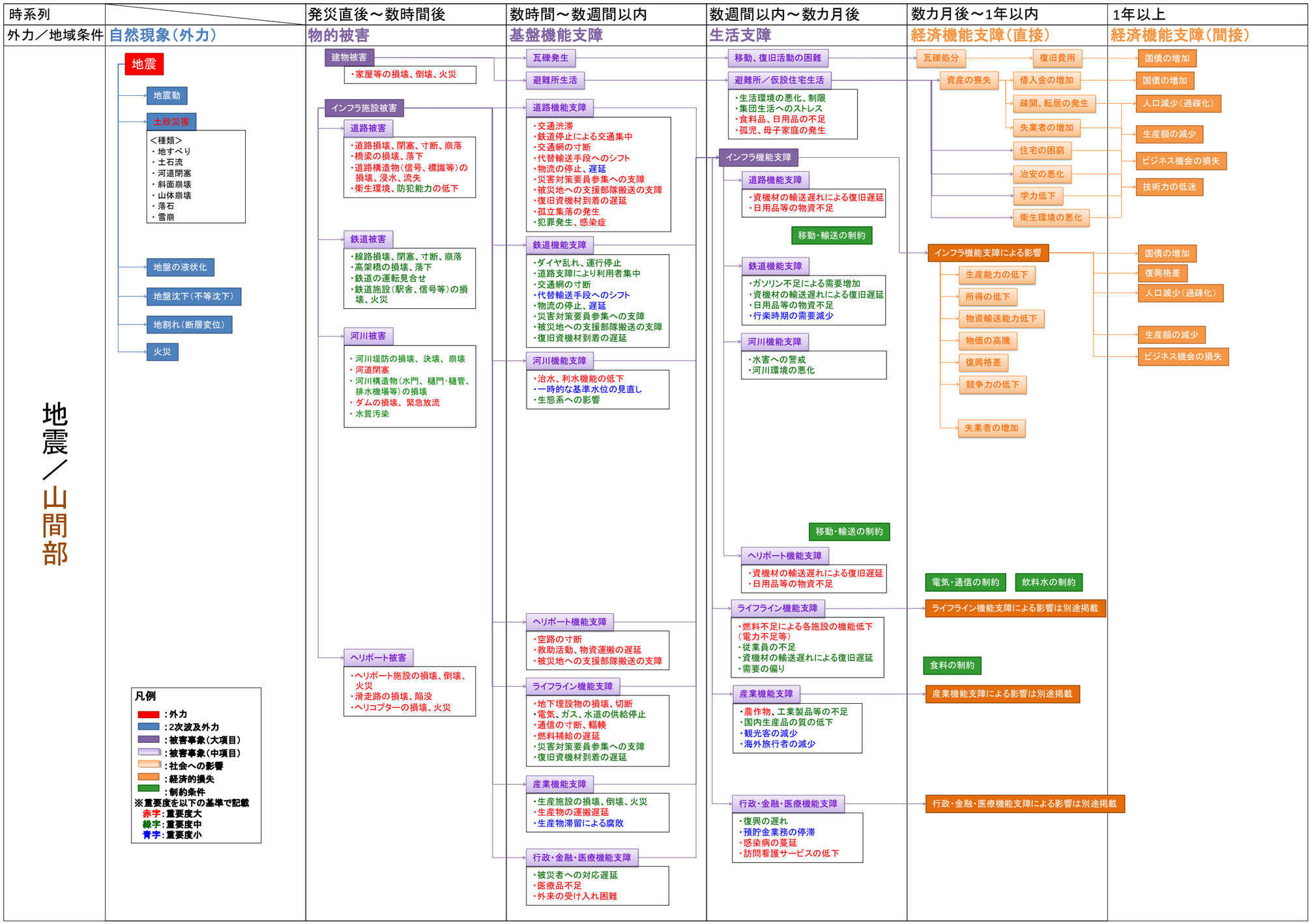


図 2.2.8　事象の進展と連関の樹形図（災害：地震　地域条件：山間部）

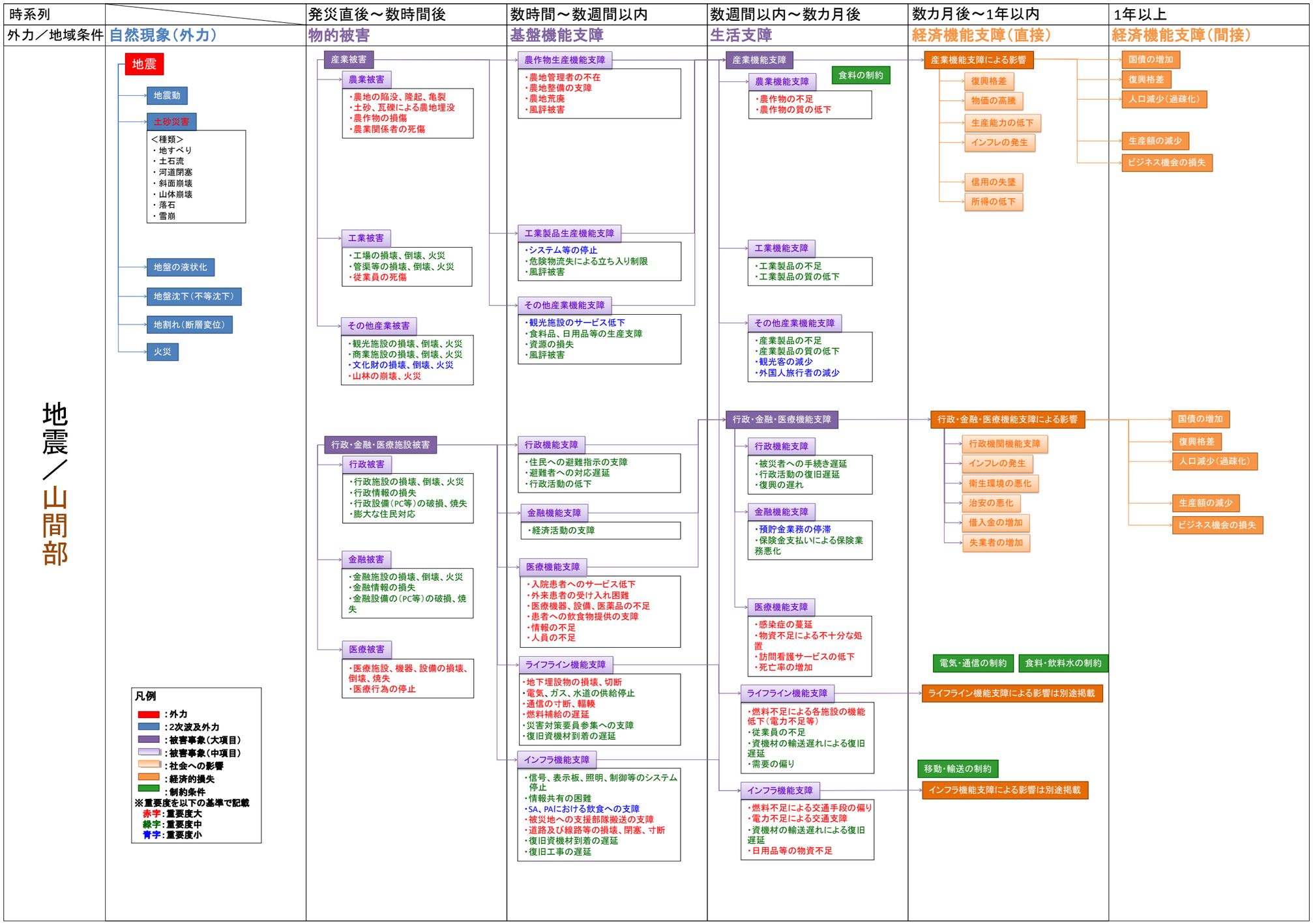


図 2.2.9　事象の進展と連関の樹形図（災害：地震　地域条件：山間部）

３）地震災害による平地部の被害事象の整理

表 2.2.12 に示した「東北地方太平洋沖地震」の事例を参考に、平地部において地震災害が発生した場合の特徴的な事象等を表 2.2.14 に整理した。

表 2.2.14　特徴的な事象・支障・社会への影響（平地部）

物的被害	基盤機能支障	生活支障	社会への影響
○湖沼等の埋め立て地の液状化 ○造成宅地盛土地盤の崩壊による建物倒壊 ○木造住宅密集地での大規模火災の発生 ○行政施設・設備の損壊等	○液状化、盛土地盤崩壊による道路・鉄道機能への支障（交通網寸断、物流停止等） ○大規模停電	○住機能への支障（避難所、仮設住宅での生活） ○住民の移転 ○人の移動への支障 ○日用品、医療品の不足	○保険会社等の経済的損失 ○人口減少

表 2.2.14 で整理した平地部において地震災害が発生した際の特徴的な発生事象等に加え、生じ得る事象等を考慮した被害の発生イベント及び事象の進展と連関の樹形図を図 2.2.10～図 2.2.12 に示す。

平地部での地震災害時は、地震動に加え埋め立て地や盛土地盤等の液状化が甚大な被害を及ぼす可能性が高く、特徴的な事象としては人口が多いことから建物等の倒壊による「住機能の支障」、「大規模な停電」などが挙げられる。平地部では住居等の建物が多く、生活に関する被害が最も影響すると考えられる。そのため、住機能の支障やライフライン施設の中でも特に電気、通信被害による支障を重要度が高い事象とした。ただし、東北地方太平洋沖地震では顕著な問題とはならなかったものの、人命に直結する衛生確保や火災発生を考えると、上水道被害による支障も重要度が高い事象として考慮する必要がある。

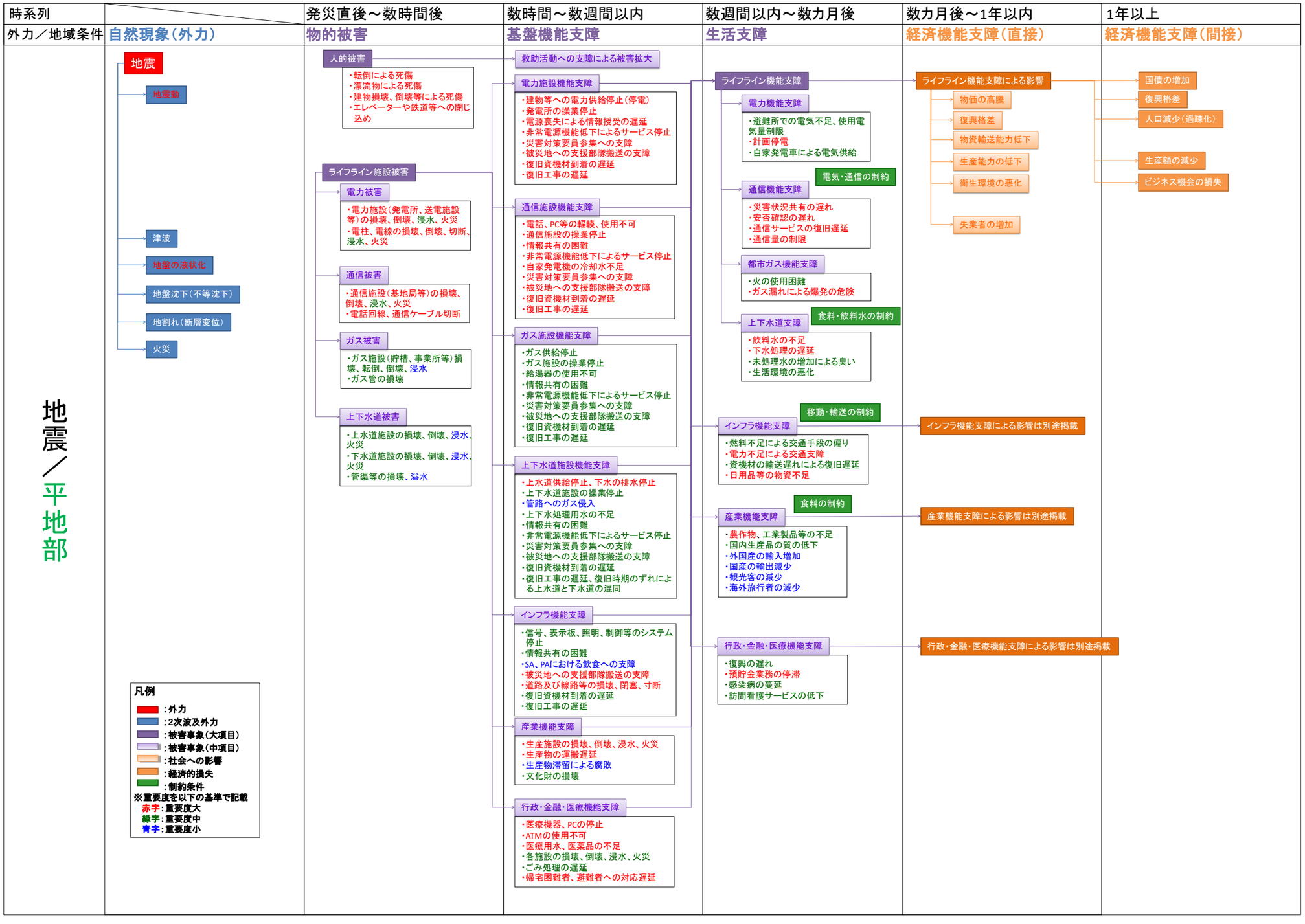


図 2.2.10　事象の進展と連関の樹形図（災害：地震　地域条件：平地部）

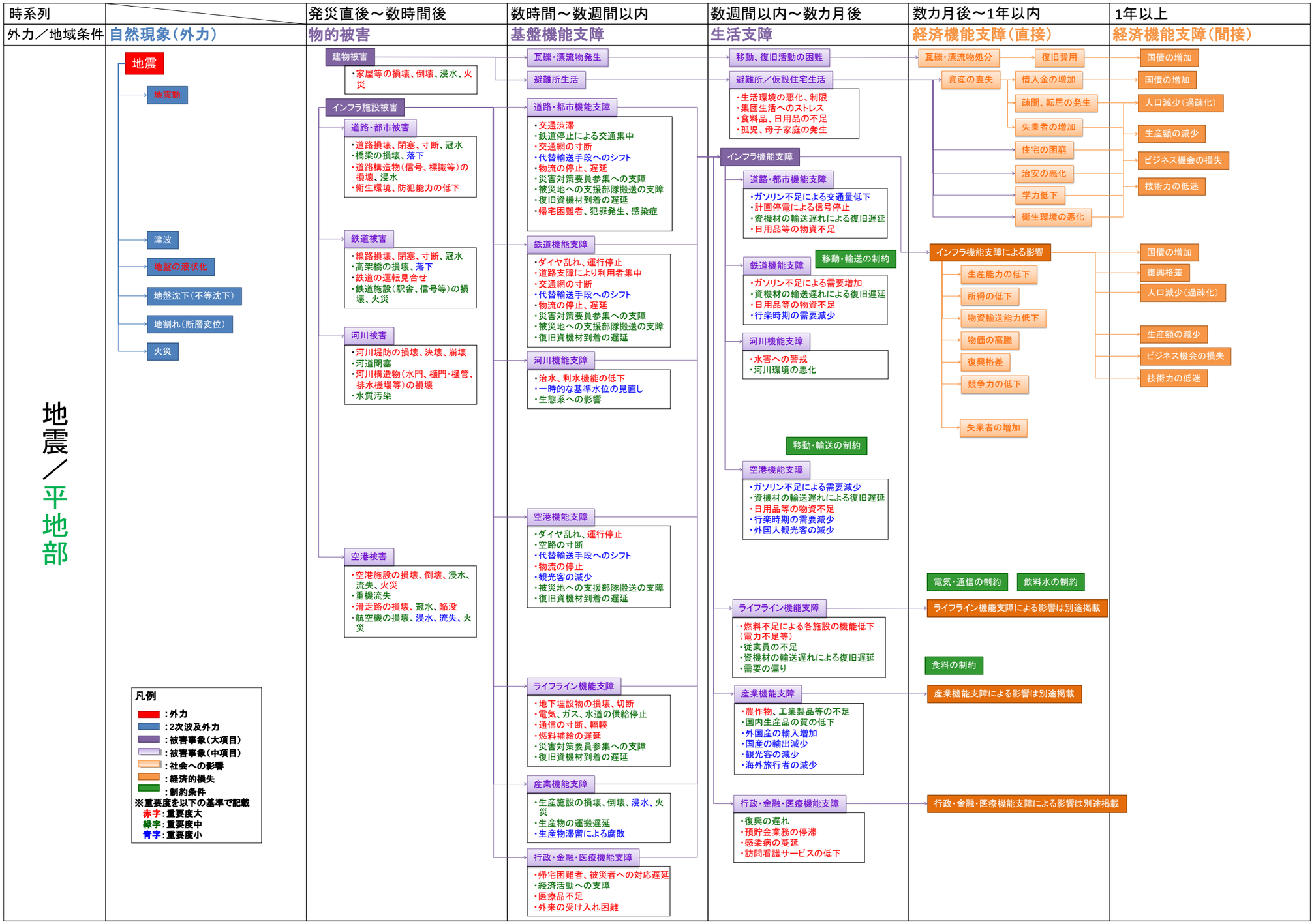


図 2.2.11　事象の進展と連関の樹形図（災害：地震　地域条件：平地部）

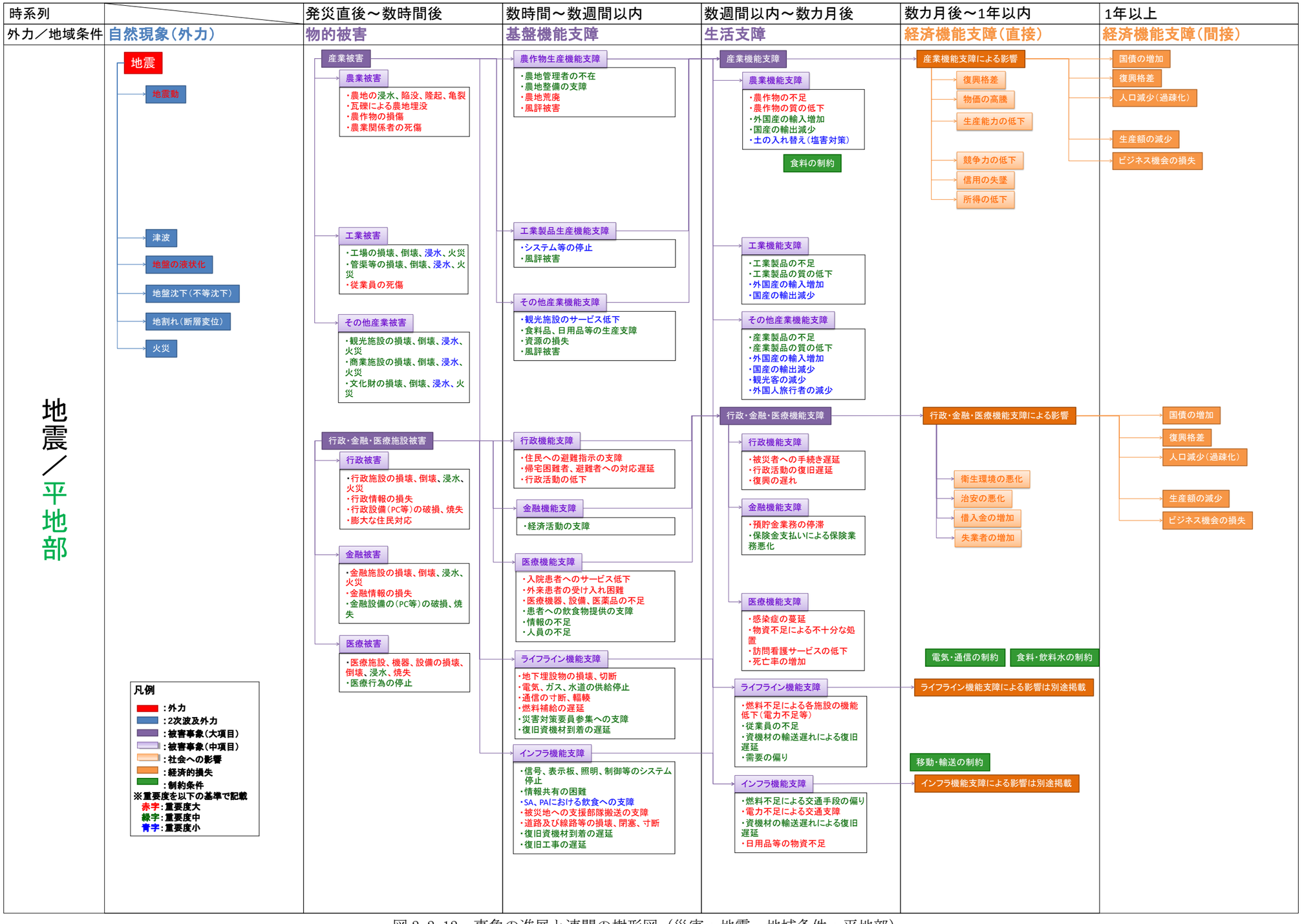


図 2.2.12　事象の進展と連関の樹形図（災害：地震　地域条件：平地部）

４）地震災害による沿岸部の被害事象の整理

表 2.2.12 に示した「チリ地震・津波」、「阪神・淡路大震災」、「スマトラ島沖地震・津波」、「東北地方太平洋沖地震」の事例を参考に、沿岸部において地震災害が発生した場合の特徴的な事象等を表 2.2.15 に整理した。

表 2.2.15　特徴的な事象・支障・社会への影響（沿岸部）

物的被害	基盤機能支障	生活支障	社会への影響
○海底敷設管の破壊 ○沿岸施設（原子力発電所等）の浸水被害 ○木材流出など漂流物の発生 ○筏や漁船被害、船舶沈没・流出 ○岸壁の損傷 ○養殖等の水産被害 ○井戸水被害 ○液状化による落橋、港湾被害 ○地盤沈下による道路・宅地の冠水	○津波による道路・鉄道機能への支障（冠水による交通網寸断、物流停止等） ○津波による河川機能への支障（治水、利水機能の低下） ○津波による空港機能への支障（空港施設や滑走路の浸水による航空機使用不可） ○港湾機能の阻害、海運被害 ※津波による広範囲でのライフライン・インフラ施設への被害が想定される	○住機能への支障（避難所、仮設住宅での生活） ○日用品の不足 ○風水害による河川氾濫の恐れ ○衛生環境の悪化、震災孤児の発生	○ビジネス機会の喪失 ○復興格差 ○生産額の減少 ○避難所生活の長期化

表 2.2.15 で整理した沿岸部において地震災害が発生した際の特徴的な発生事象等に加え、生じ得る事象等を考慮した被害の発生イベント及び事象の進展と連関の樹形図を図 2.2.13～図 2.2.15 に示す。沿岸部での地震災害時は、地震動による沿岸の埋め立て地における液状化や広範囲の津波が特徴的かつ甚大な被害を及ぼす可能性が高く、特徴的な事象は「各施設の浸水被害」、「港湾被害」、「水産業被害」などが挙げられる。特に沿岸部では津波の来襲が想定され、沿岸に位置する港湾施設の損壊や船舶の流出により、内陸部への漂流物で更なる被害拡大の恐れがある。また、沿岸部が都市化している地域もあるため、地震・津波の規模等によっては行政機関への多大な被害も想定される。

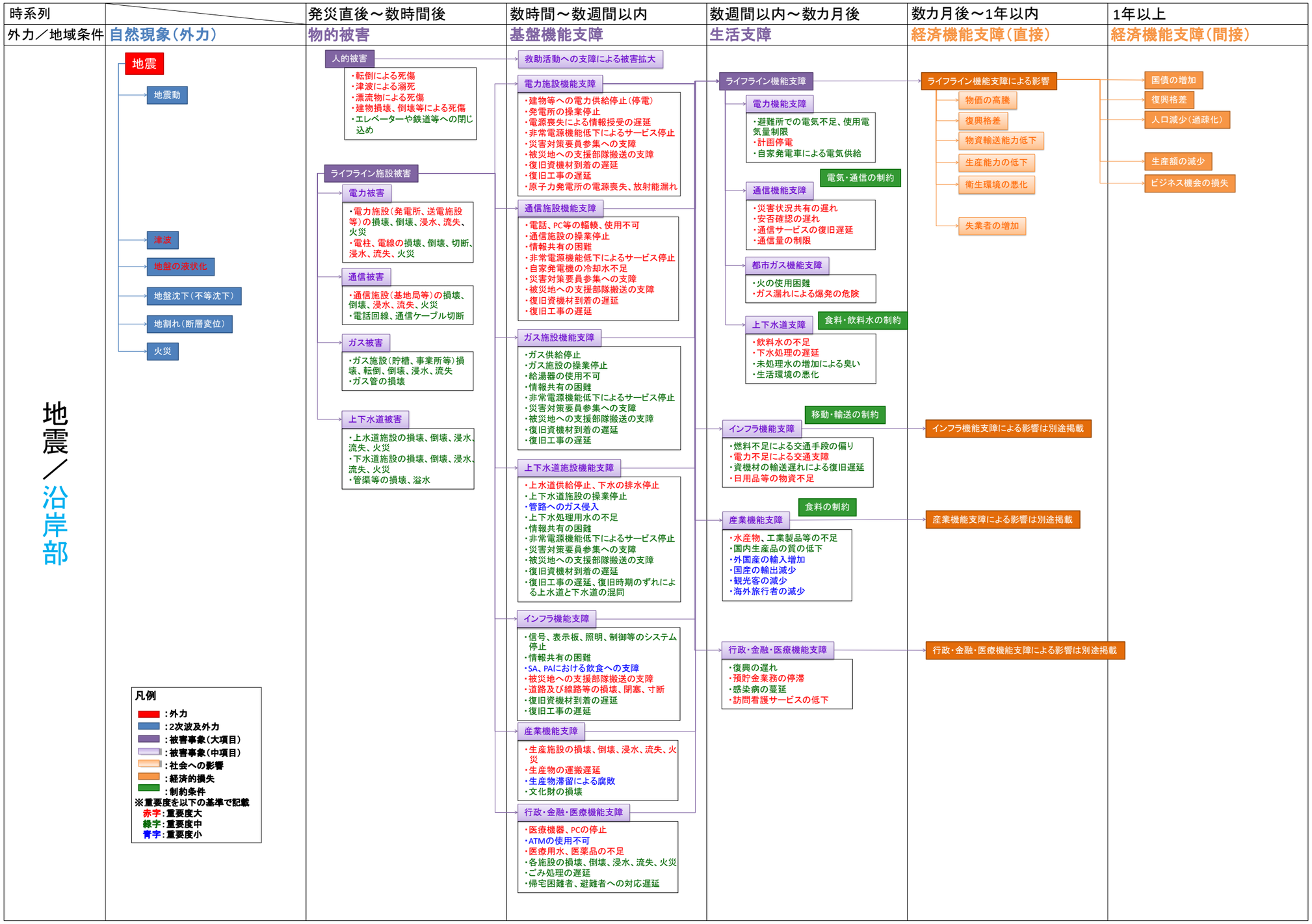


図 2.2.13　事象の進展と連関の樹形図（災害：地震　地域条件：沿岸部）

地震／沿岸部

時系列		発災直後～数時間後	数時間～数週間以内	数週間以内～数カ月後	数カ月後～1年以内	1年以上
外力／地域条件	自然現象（外力）	物的被害	基盤機能支障	生活支障	経済機能支障（直接）	経済機能支障（間接）

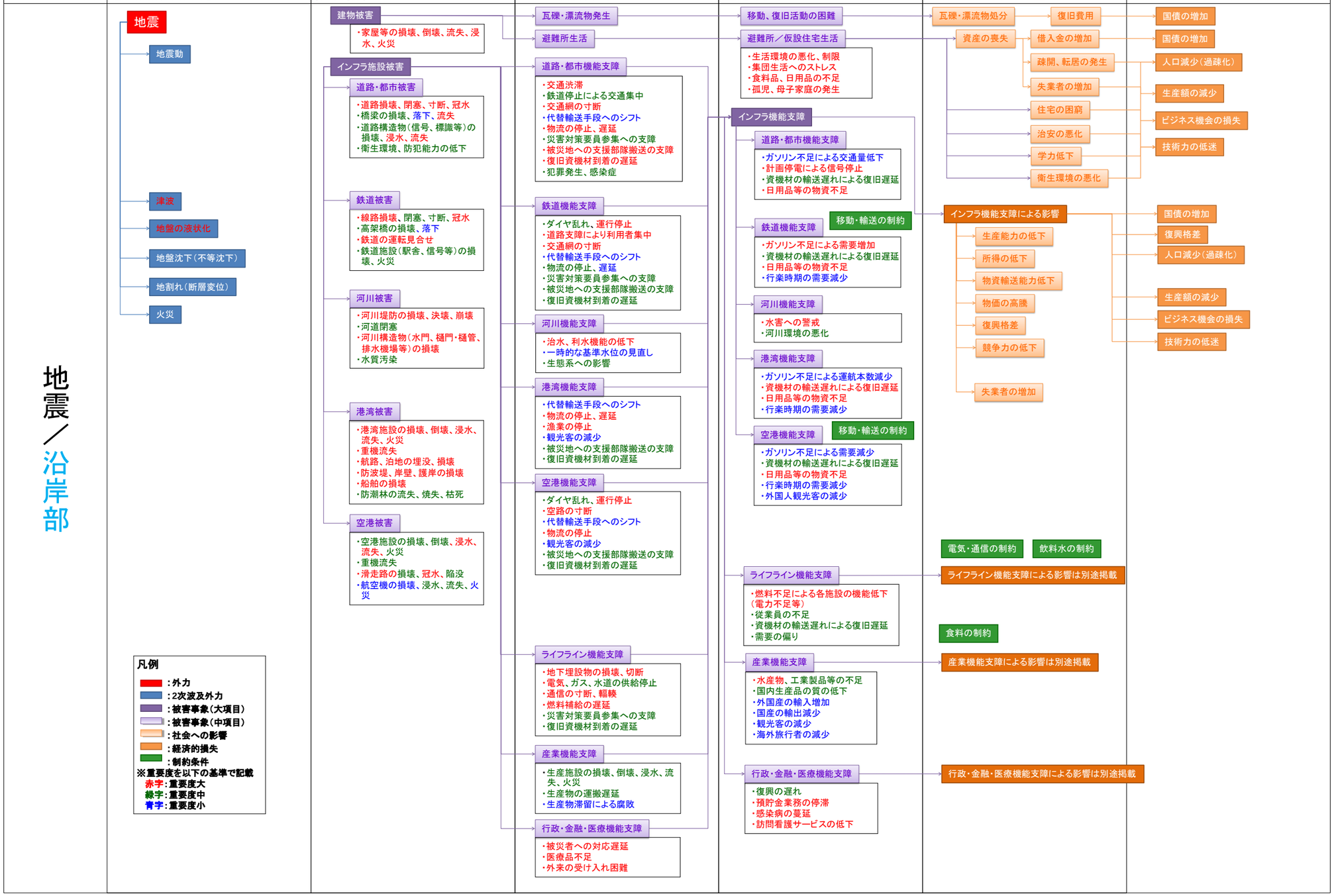


図 2.2.14　事象の進展と連関の樹形図（災害：地震　地域条件：沿岸部）

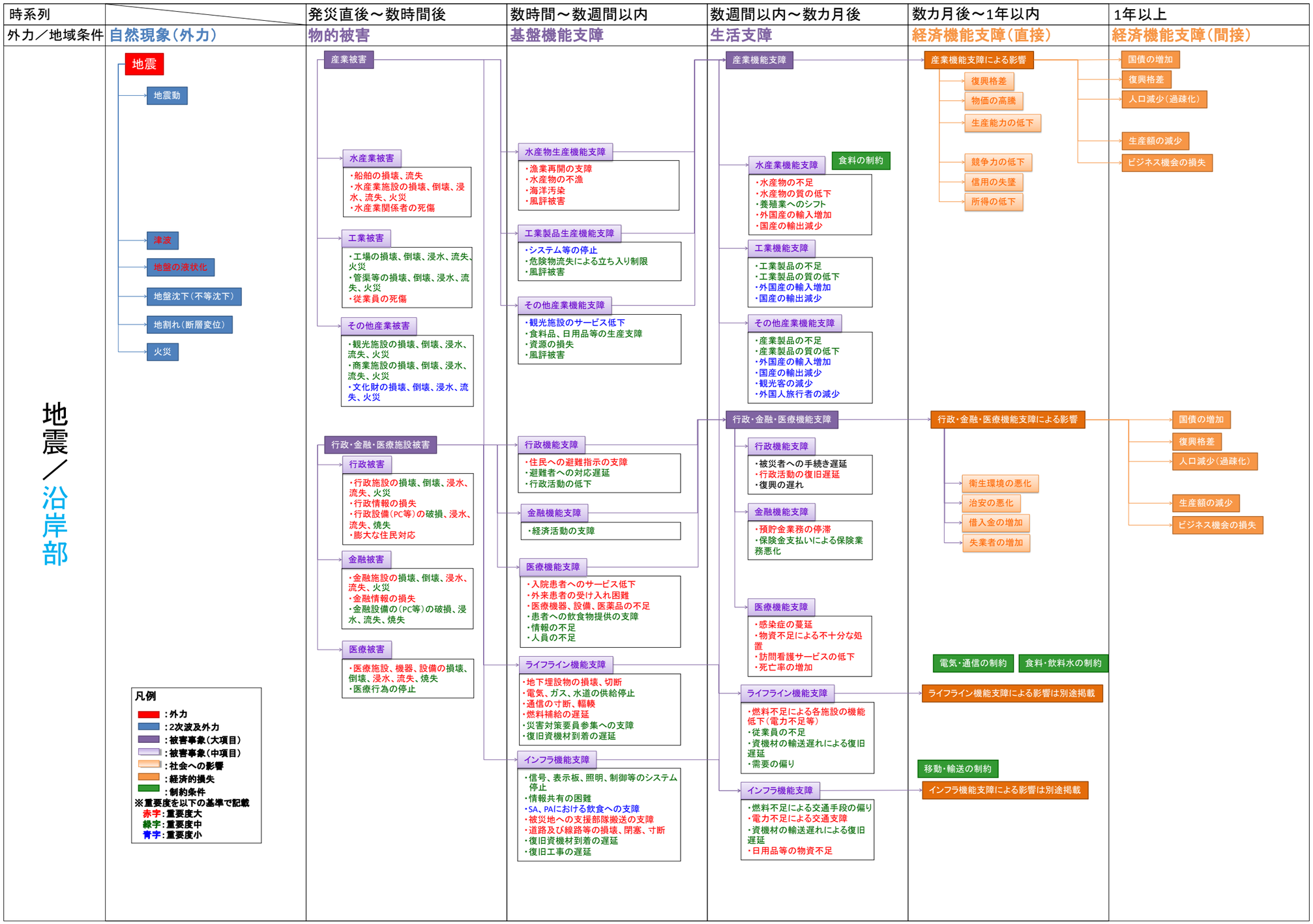


図 2.2.15　事象の進展と連関の樹形図（災害：地震　地域条件：沿岸部）

５）地震災害による都市部の被害事象の整理

表 2.2.12 に示した「米国ノースリッジ地震」、「阪神・淡路大震災」、「台湾集集地震」の事例及び東北地方太平洋沖地震における地域社会への波及事象を参考に、都市部において地震災害が発生した場合の特徴的な事象等について、表 2.2.16 に整理した。

表 2.2.16　特徴的な事象・支障・社会への影響（都市部）

物的被害	基盤機能支障	生活支障	社会への影響
○行政機関中枢、企業の被災 ○高層ビル等の損壊 ○高度医療設備を備えた医療施設の被災	○道路機能への支障（大規模な交通渋滞等） ○鉄道運行への支障（運転見合せ等） ○空港機能への支障（物資輸送の遅れ等） ○帰宅困難者の発生 ○大規模停電の発生 ○電話等の輻輳	○住機能への支障（避難所、仮設住宅での生活） ○渋滞による救急・消防部隊の到着遅れ ○交通網麻痺で生鮮食料品の輸送停止、物流混乱、工場の操業停止 ○日用品の不足 ○治安悪化、衛生環境の悪化	○復興に向けた国債の増加 ○都市機能麻痺による経済不況 ○停電による各産業・企業の業務停止 ○証券取引所休場、株価大幅続落 ○生産額の減少 ○部品供給停止による生産調整

表 2.2.16 で整理した都市部において地震災害が発生した際の特徴的な発生事象等に加え、生じ得る事象等を考慮した被害の発生イベント及び事象の進展と連関の樹形図を図 2.2.16～図 2.2.18 に示す。

都市部での地震災害時は、地震動による被害が特徴的かつ甚大な被害を及ぼす可能性が高く、特徴的な事象は「交通渋滞」、「ライフライン施設被害」、「行政機関機能支障」などが挙げられる。都市部では多くの人が居住や労働しており、交通網が停止してしまうと多くの帰宅困難者の発生が想定される。また、ライフラインの施設被害により、それら多くの帰宅困難者への安全の確保が困難な状況となり、行政が機能していない場合は各地で混乱が生ずると考えられ、重要度が高い事象とした。なお、ここでは数ヶ月後以降に顕在化する事象として整理した経済機能支障は、都市部では全般的に重大な影響を及ぼすものと考えられる。

地震／都市部

時系列		発災直後～数時間後	数時間～数週間以内	数週間以内～数カ月後	数カ月後～1年以内	1年以上
外力／地域条件	自然現象（外力）	物的被害	基盤機能支障	生活支障	経済機能支障（直接）	経済機能支障（間接）
	地震	人的被害 ・転倒による死傷 ・津波による溺死 ・漂流物による死傷 ・土砂災害による生き埋め ・建物損壊、倒壊等による死傷 ・エレベーターや鉄道等への閉じ込め	救助活動への支障による被害拡大			
	地震動	ライフライン施設被害	電力施設機能支障 ・建物等への電力供給停止（停電） ・電源喪失による情報授受の遅延 ・非常電源機能低下によるサービス停止 ・災害対策要員参集への支障 ・被災地への支援部隊搬送の支障 ・復旧資機材到着の遅延 ・復旧工事の遅延	ライフライン機能支障 電力機能支障 ・避難所での電気不足、使用電気量制限 ・計画停電 ・自家発電車による電気供給	ライフライン機能支障による影響 物価の高騰 復興格差 物資輸送能力低下 生産能力の低下 衛生環境の悪化 行政機関機能支障 失業者の増加	国債の増加 復興格差 人口減少（過疎化） 経済不況（株価暴落等） 生産額の減少 ビジネス機会の損失
	土砂災害 ＜種類＞ ・地すべり ・土石流 ・天然ダム形成 ・斜面崩壊 ・山体崩壊 ・落石 ・雪崩	電力被害 ・電力施設（送電施設等）の損壊、倒壊、浸水、流失、火災 ・電柱、電線の損壊、倒壊、切断、浸水、流失、火災	通信施設機能支障 ・電話、PC等の輻輳、使用不可 ・通信施設の操業停止 ・情報共有の困難 ・非常電源機能低下によるサービス停止 ・自家発電機の冷却水不足 ・災害対策要員参集への支障 ・被災地への支援部隊搬送の支障 ・復旧資機材到着の遅延 ・復旧工事の遅延	通信機能支障 電気・通信の制約 ・災害状況共有の遅れ ・安否確認の遅れ ・通信サービスの復旧遅延 ・通信量の制限		
	津波	通信被害 ・通信施設（基地局等）の損壊、倒壊、浸水、流失、火災 ・電話回線、通信ケーブル切断				
	地盤の液状化	ガス被害 ・ガス施設（貯槽、事業所等）損壊、転倒、倒壊、流失 ・ガス管の損壊	ガス施設機能支障 ・ガス供給停止 ・給湯器の使用不可 ・情報共有の困難 ・非常電源機能低下によるサービス停止 ・災害対策要員参集への支障 ・被災地への支援部隊搬送の支障 ・復旧資機材到着の遅延 ・復旧工事の遅延	都市ガス機能支障 ・火の使用困難 ・ガス漏れによる爆発の危険		
	地盤沈下（不等沈下）	上下水道被害 ・上水道施設の損壊、倒壊、浸水、流失、火災 ・下水道施設の損壊、倒壊、浸水、流失、火災 ・管渠等の損壊、溢水	上下水道施設機能支障 ・上水道供給停止、下水の排水停止 ・上下水道施設の操業停止 ・管路へのガス侵入 ・上下水処理用水の不足 ・情報共有の困難 ・非常電源機能低下によるサービス停止 ・災害対策要員参集への支障 ・被災地への支援部隊搬送の支障 ・復旧資機材到着の遅延 ・復旧工事の遅延、復旧時期のずれによる上水道と下水道の混同	上下水道支障 食料・飲料水の制約 ・飲料水の不足 ・下水処理の遅延 ・未処理水の増加による臭い ・生活環境の悪化		
	地割れ（断層変位）		インフラ機能支障 ・信号、表示板、照明、制御等のシステム停止 ・情報共有の困難 ・SA、PAにおける飲食への支障 ・被災地への支援部隊搬送の支障 ・道路及び線路等の損壊、閉塞、寸断 ・復旧資機材到着の遅延 ・復旧工事の遅延	インフラ機能支障 移動・輸送の制約 ・燃料不足による交通手段の偏り ・電力不足による交通支障 ・資機材の輸送遅れによる復旧遅延 ・日用品等の物資不足	インフラ機能支障による影響は別途掲載	
	火災		産業機能支障 ・生産施設の損壊、倒壊、浸水、流失、火災 ・生産物の運搬遅延 ・生産物滞留による腐敗 ・文化財の損壊	産業機能支障 食料の制約 ・水産物、工業製品等の不足 ・国内生産品の質の低下 ・外国産の輸入増加 ・国産の輸出減少 ・観光客の減少 ・海外旅行者の減少	産業機能支障による影響は別途掲載	
			行政・金融・医療機能支障 ・医療機器、PCの停止 ・ATMの使用不可 ・医療用水、医薬品の不足 ・各施設の損壊、倒壊、浸水、流失、火災 ・ごみ処理の遅延 ・帰宅困難者、避難者への対応遅延	行政・金融・医療機能支障 ・復興の遅れ ・外国為替市場の変動 ・預貯金業務の停滞 ・感染病の蔓延 ・訪問看護サービスの低下	行政・金融・医療機能支障による影響は別途掲載	

凡例
- ：外力
- ：2次波及外力
- ：被害事象（大項目）
- ：被害事象（中項目）
- ：社会への影響
- ：経済的損失
- ：制約条件

※重要度を以下の基準で記載
赤字：重要度大
緑字：重要度中
青字：重要度小

図 2.2.16　事象の進展と連関の樹形図（災害：地震　地域条件：都市部）

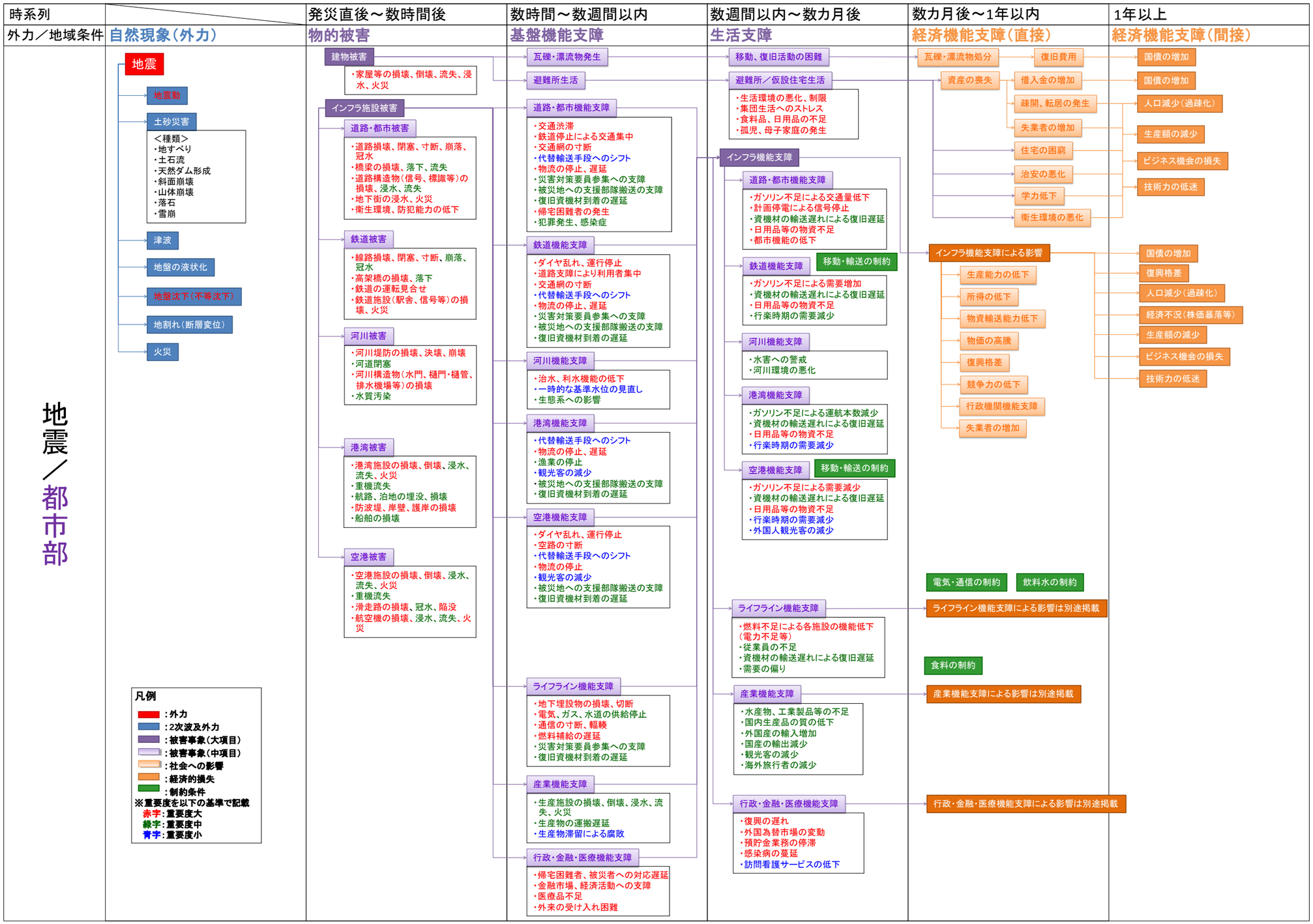


図 2.2.17　事象の進展と連関の樹形図（災害：地震　地域条件：都市部）

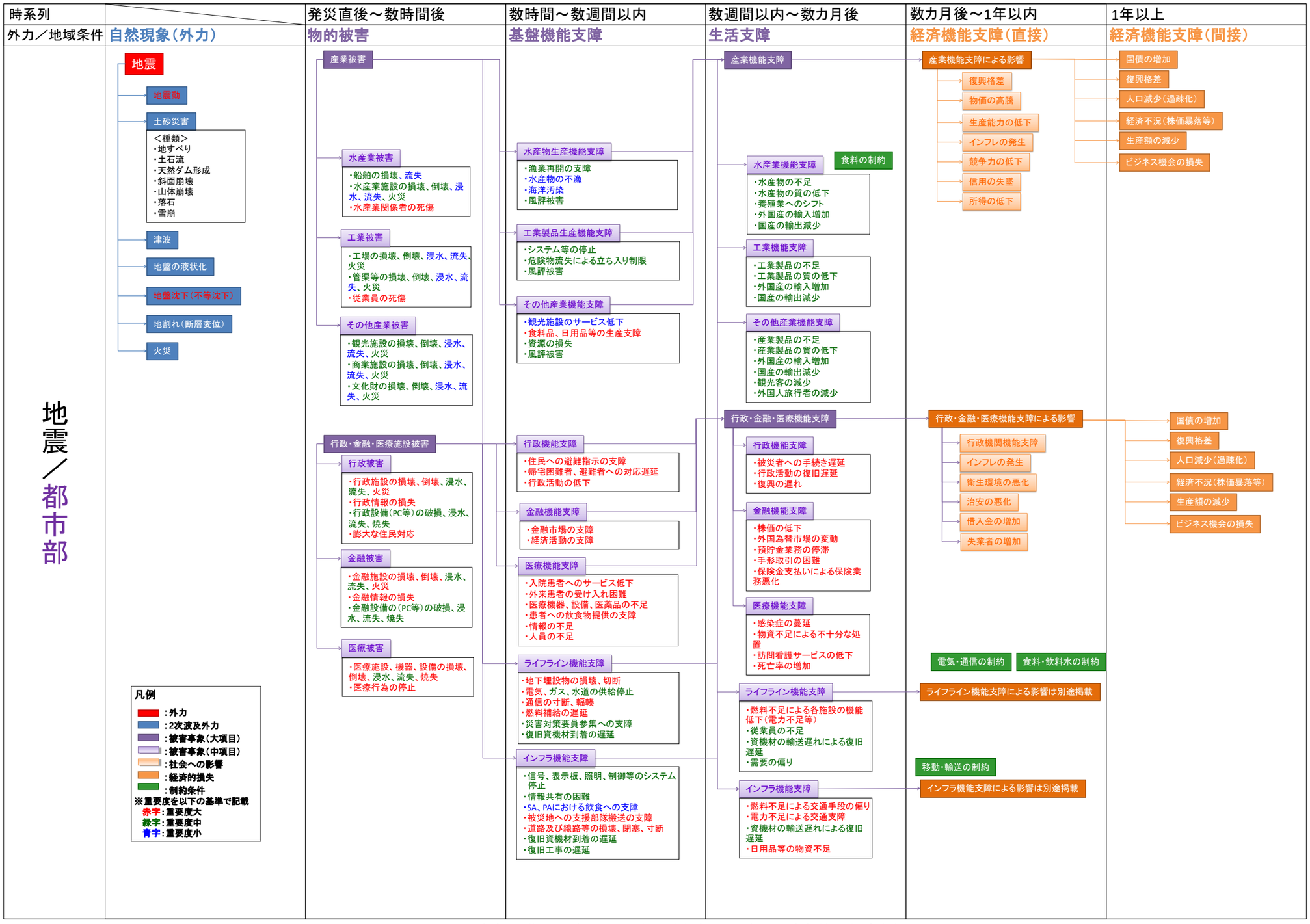


図 2.2.18　事象の進展と連関の樹形図（災害：地震　地域条件：都市部）

（２）火山災害による被害の発生イベント及び事象の進展と連関の整理

地域条件ごとに火山災害が発生した場合の被害の発生イベント及び事象の進展と連関について整理する。山間部、平地部、沿岸部、都市部のいずれの地域条件下でも火山灰や噴石等の噴出物による被害は共通して発生し、「建物倒壊」、「建物倒壊による人的被害」が顕著になるとともに、多量の火山灰が噴出されるた場合は「人体への健康被害」も発生する。

また、各地域条件下では山間部では土砂災害、多くの人口が集中する都市部や平地部では降灰による交通機能支障が顕著になるなど、各地域によって被害の特徴も変化してくる。

図 2.2.19～図 2.2.21 に火山災害時に想定される各地域で発生が想定される事象を網羅した樹形図を示す。

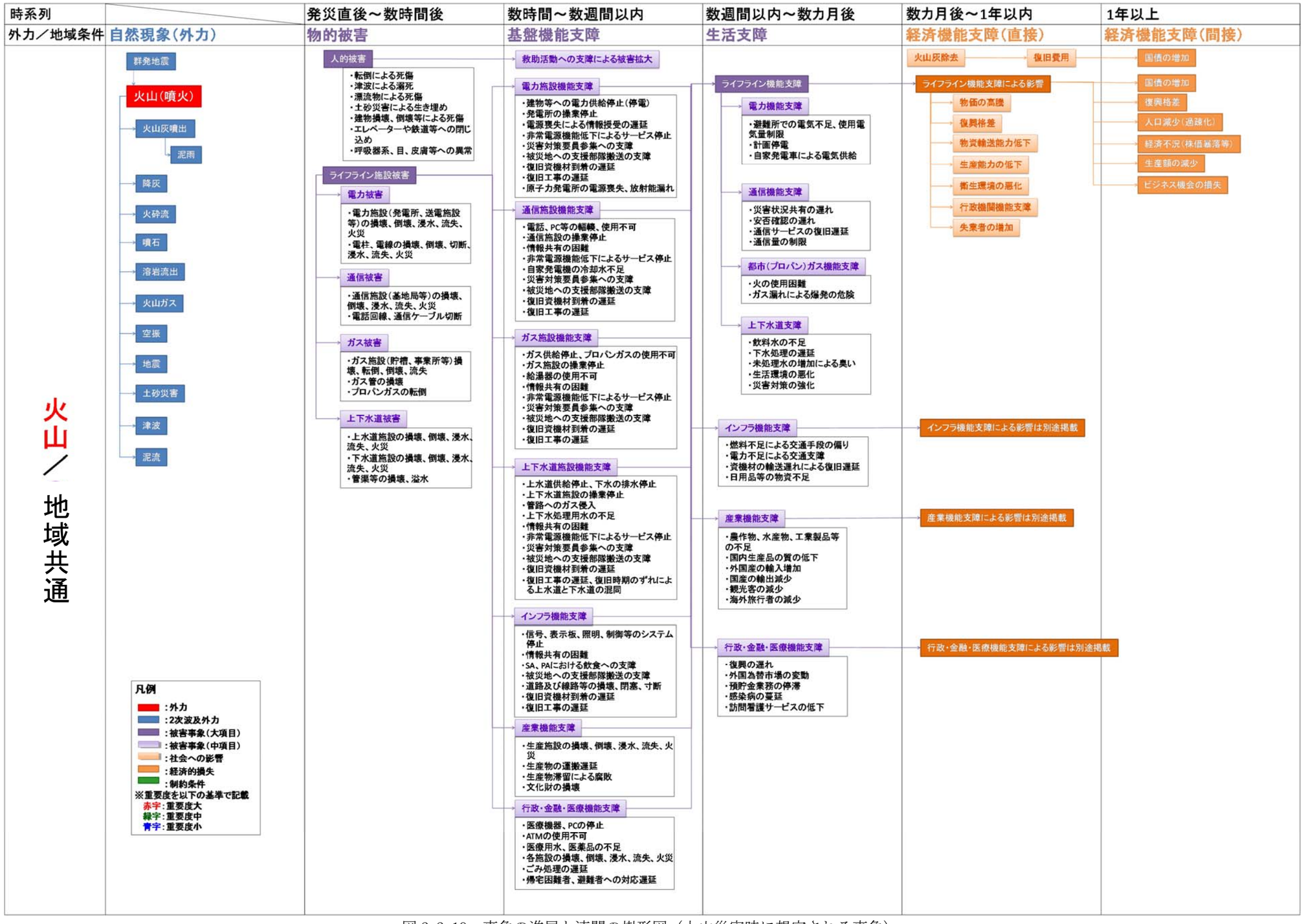


図 2.2.19　事象の進展と連関の樹形図（火山災害時に想定される事象）

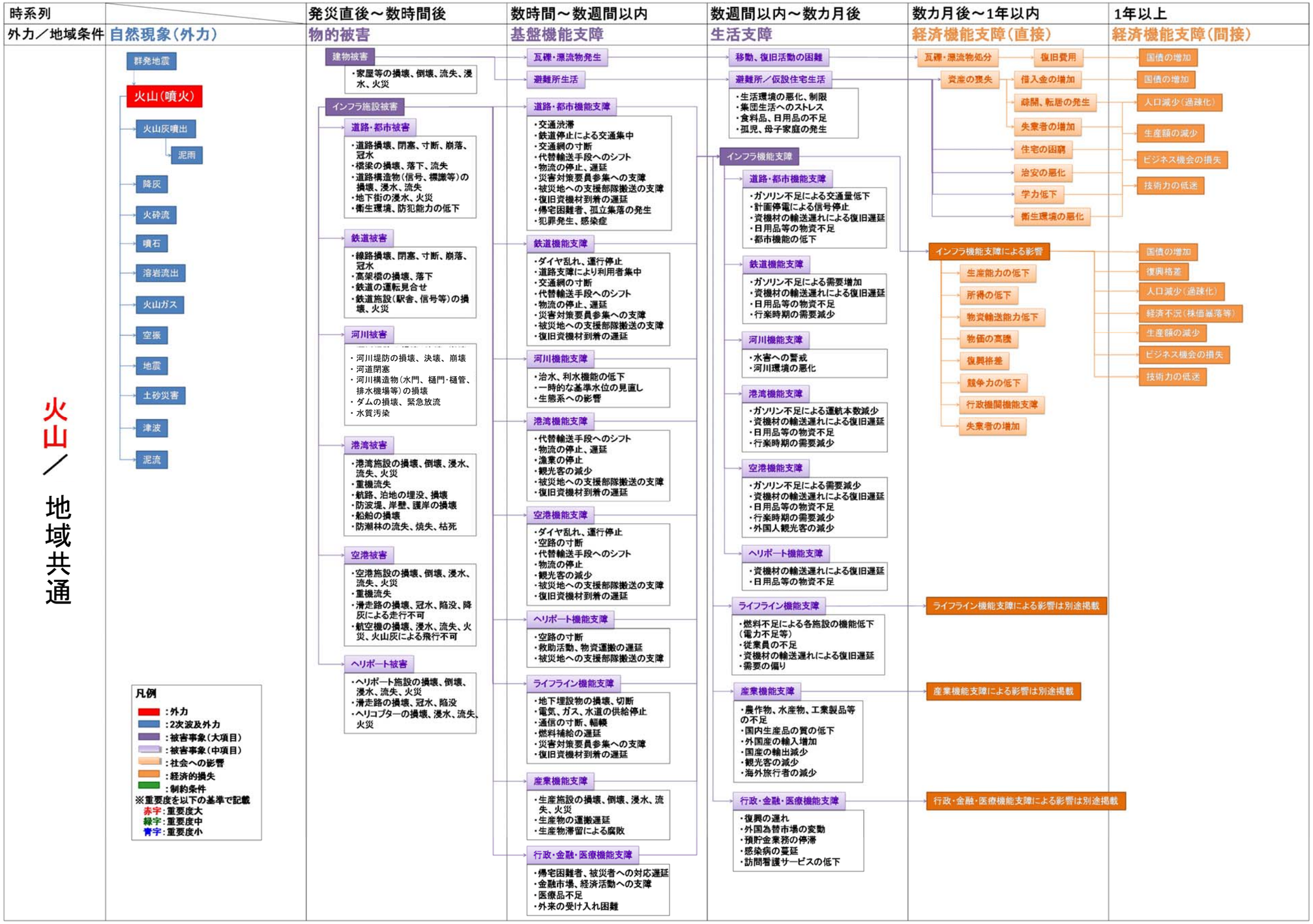


図 2.2.20　事象の進展と連関の樹形図（火山災害時に想定される事象）

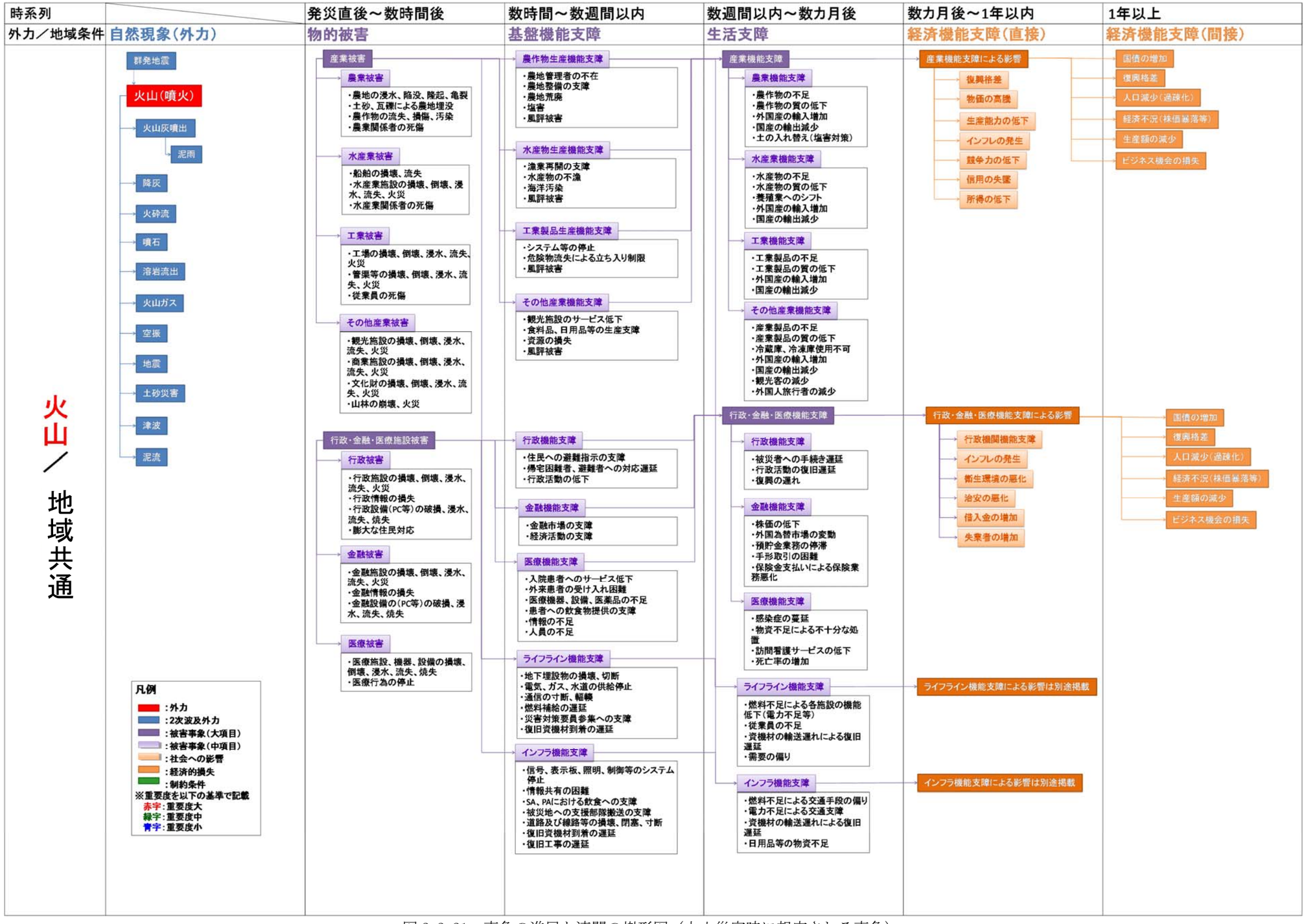


図 2.2.21　事象の進展と連関の樹形図（火山災害時に想定される事象）

１）火山災害による山間部の被害事象の整理

表 2.2.12 に示した「ピナツボ火山噴火」、「三宅島噴火」の事例を参考に、山間部において火山災害が発生した場合の特徴的な事象等について、表 2.2.17 に整理した。

表 2.2.17　特徴的な事象・支障・社会への影響（山間部）

物的被害	基盤機能支障	生活支障	社会への影響
○火砕物等による建物倒壊、森林被害、農作物被害、家畜被害 ○火山灰による航空機飛行制限 ○土砂災害、山体崩壊による建物損壊 ○噴石等による河道閉塞	○孤立集落の発生 ○溶岩や火砕物等による道路・鉄道機能への支障（交通網寸断、物流停止等） ○溶岩や火砕物等による河川機能への支障（治水機能の低下等） ○ヘリポート機能への支障（空路の寸断、物流の停止等） ○電柱倒壊等による停電の発生 ○高齢者等の要援護者へのサービス低下	○住機能への支障（避難所、仮設住宅での生活） ○火山ガスによる立ち入り制限 ○人の移動への支障 ○河川氾濫、河道閉塞部決壊の恐れ	○集落の過疎化（人口の減少、高齢化の進展）

表 2.2.17 で整理した山間部において火山災害が発生した際の特徴的な発生事象等に加え、生じ得る事象等を考慮した被害の発生イベント及び事象の進展と連関の樹形図を図 2.2.22～図 2.2.24 に示す。

山間部での火山災害時は、噴石や火砕流などの噴出物に加え、山体崩壊や斜面崩壊などの土砂災害による被害が特徴的かつ甚大な被害を及ぼす可能性が高く、特徴的な事象は「孤立集落発生」、「ヘリポート被害」、「河道閉塞」などが挙げられる。山間部では都市部等とは異なり、落橋や道路寸断などの交通ネットワーク遮断による孤立集落が発生する可能性がある。また、孤立集落が発生した場合、ヘリポートを活用した物資の運搬や救急活動を実施するが、ヘリポートが被災した場合、それら災害対応が困難となり、最悪の場合人的被害が発生する恐れがあるため、重要度が高い事象とした。

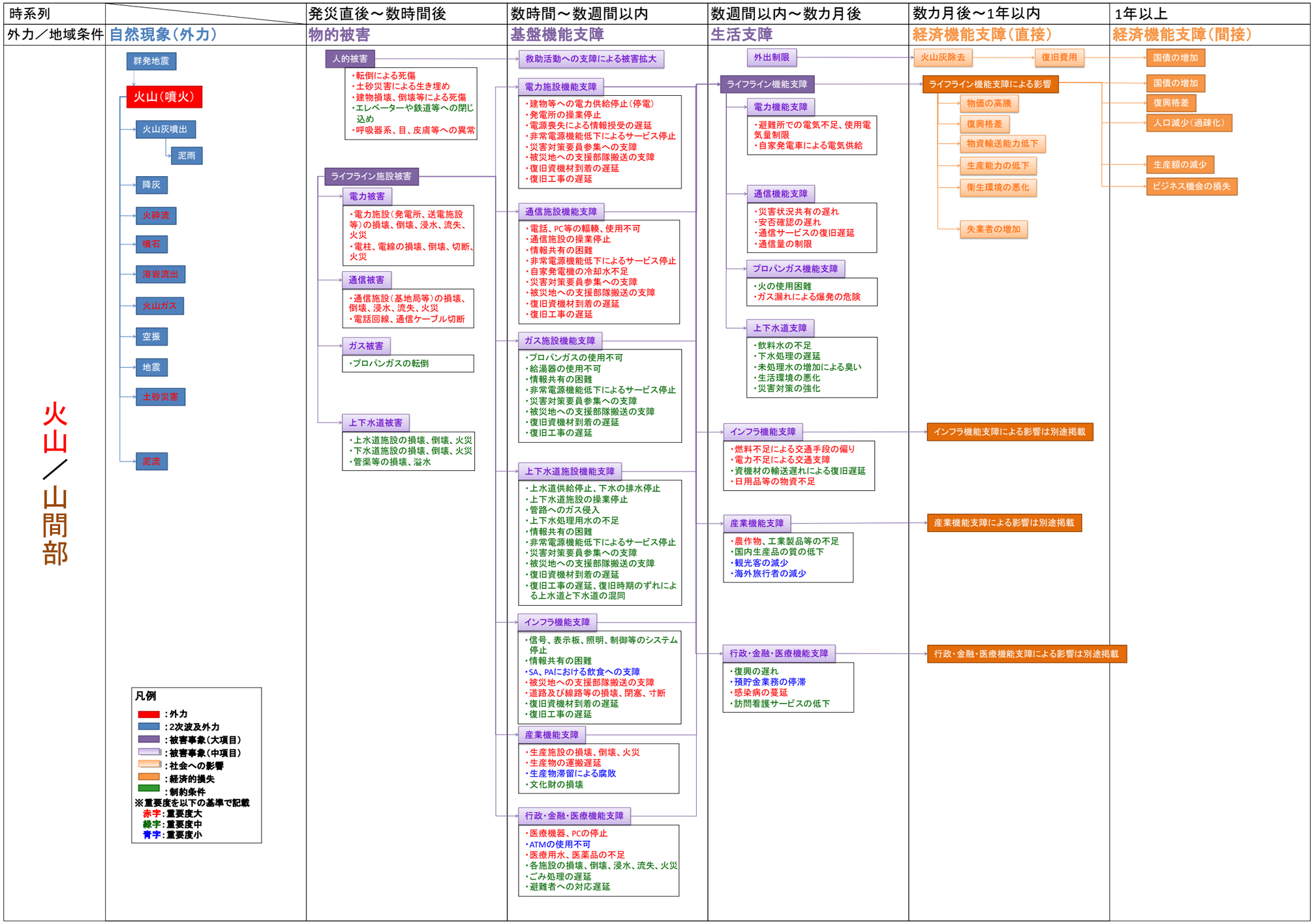


図 2.2.22　事象の進展と連関の樹形図（災害：火山　地域条件：山間部）

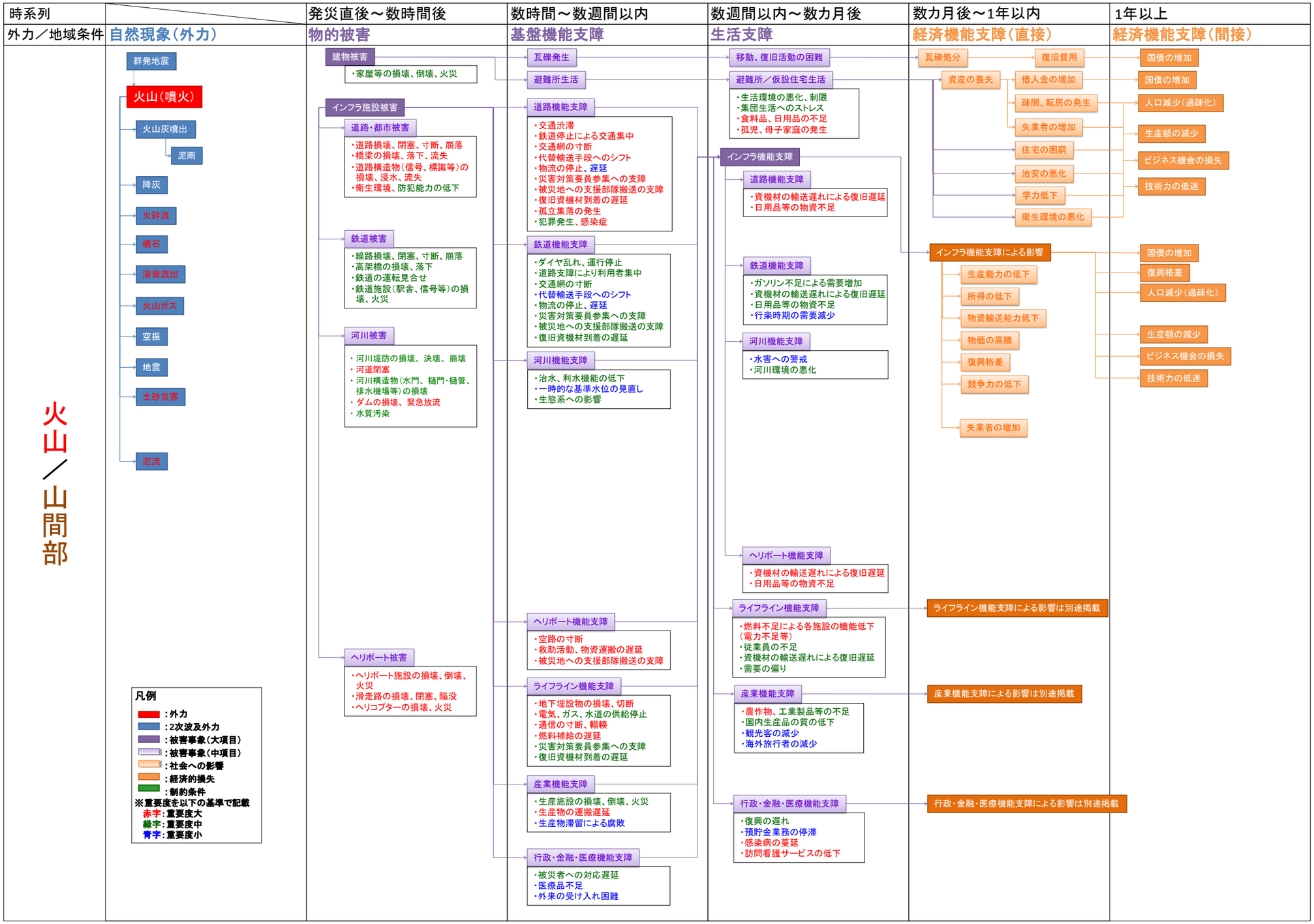


図 2.2.23　事象の進展と連関の樹形図（災害：火山　地域条件：山間部）

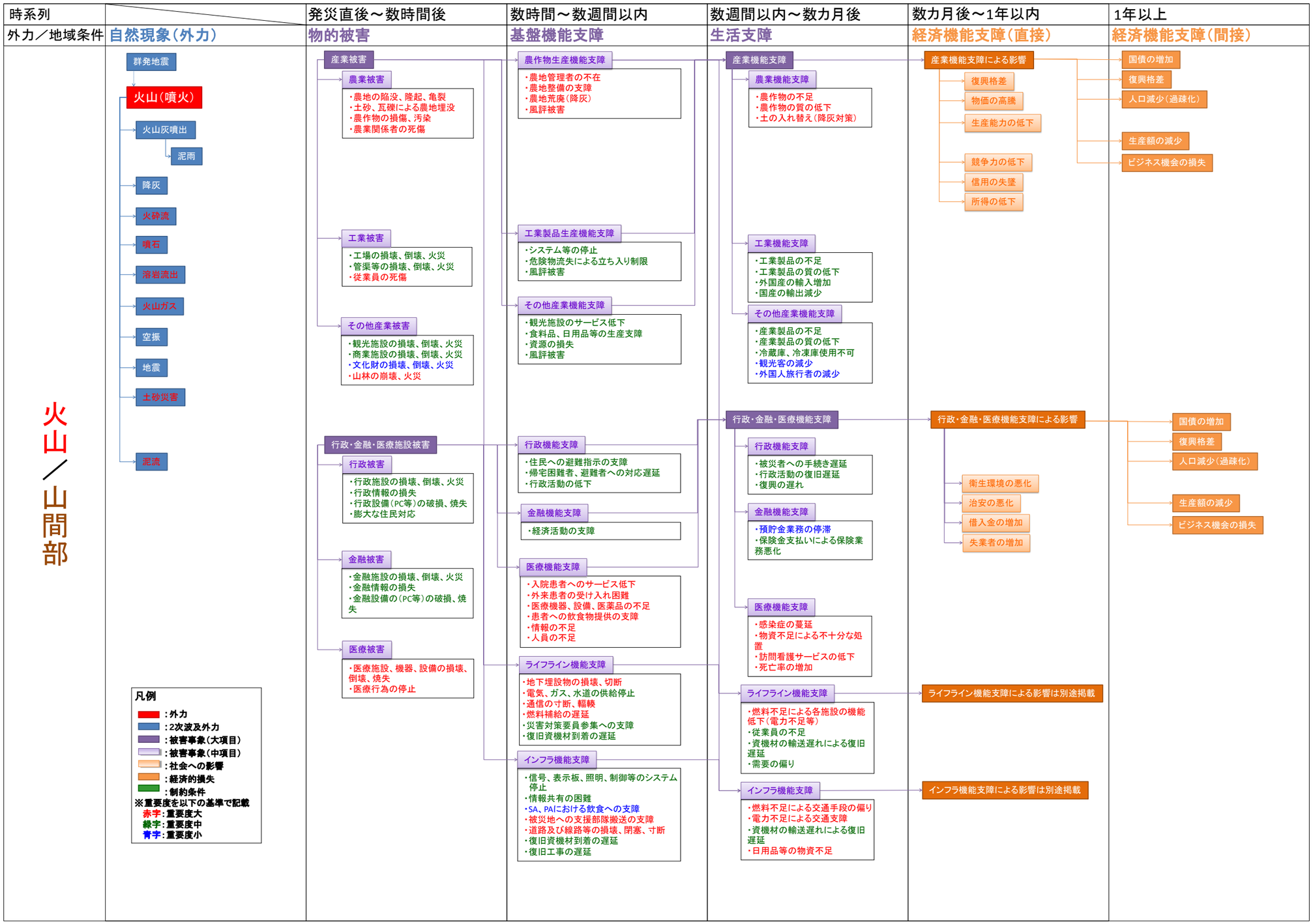


図 2.2.24　事象の進展と連関の樹形図（災害：火山　地域条件：山間部）

２）平地部

表 2.2.12 に示した「ピナツボ火山噴火」、「アイスランド火山噴火」、「霧島新燃岳噴火」の事例及び三宅島噴火における地域社会への波及事象を参考に、平地部において火山災害が発生した場合の特徴的な事象等について、表 2.2.18 に整理した。

表 2.2.18　特徴的な事象・支障・社会への影響（平地部）

物的被害	基盤機能支障	生活支障	社会への影響
○火山灰や泥雨の重さによる建物倒壊、死傷者 ○堆積した火砕物が原因で、降雨時に下流で泥流被害 ○空港施設、滑走路への降灰 ○降灰による農作物被害 ○電線、通信線の損傷	○道路・鉄道機能への支障（車両走行制限等） ○空港機能への支障（空路の寸断、物流の停止等） ○送電線断線による停電の発生 ○電話等の通信設備の使用不可	○住機能への支障（避難所、仮設住宅での生活） ○帰宅困難 ○人の移動への支障、外出制限 ○日用品の不足	○生産額の減少 ○ビジネス機会の損失 ○火山灰除去費用の増加

表 2.2.18 で整理した平地部において火山災害が発生した際の特徴的な発生事象等に加え、生じ得る事象等を考慮した被害の発生イベント及び事象の進展と連関の樹形図を図 2.2.25～図 2.2.27 に示す。平地部での火山災害時は、降灰や火山灰のよる泥雨、噴火規模によっては空振被害が特徴的かつ甚大な被害を及ぼす可能性が高く、特徴的な事象は、「建物被害」などが挙げられる。平地部では住居等の建物が多く、降灰等による建物崩壊、それに伴う死傷者等人的被害が発生するため、重要度が高い事象とした。また噴火規模によっては広範囲に降灰するとともに泥雨や空振による被害拡大、上流域での噴石等の堆積物が泥流となり下流域へ大きな被害が及ぶなどが想定される。

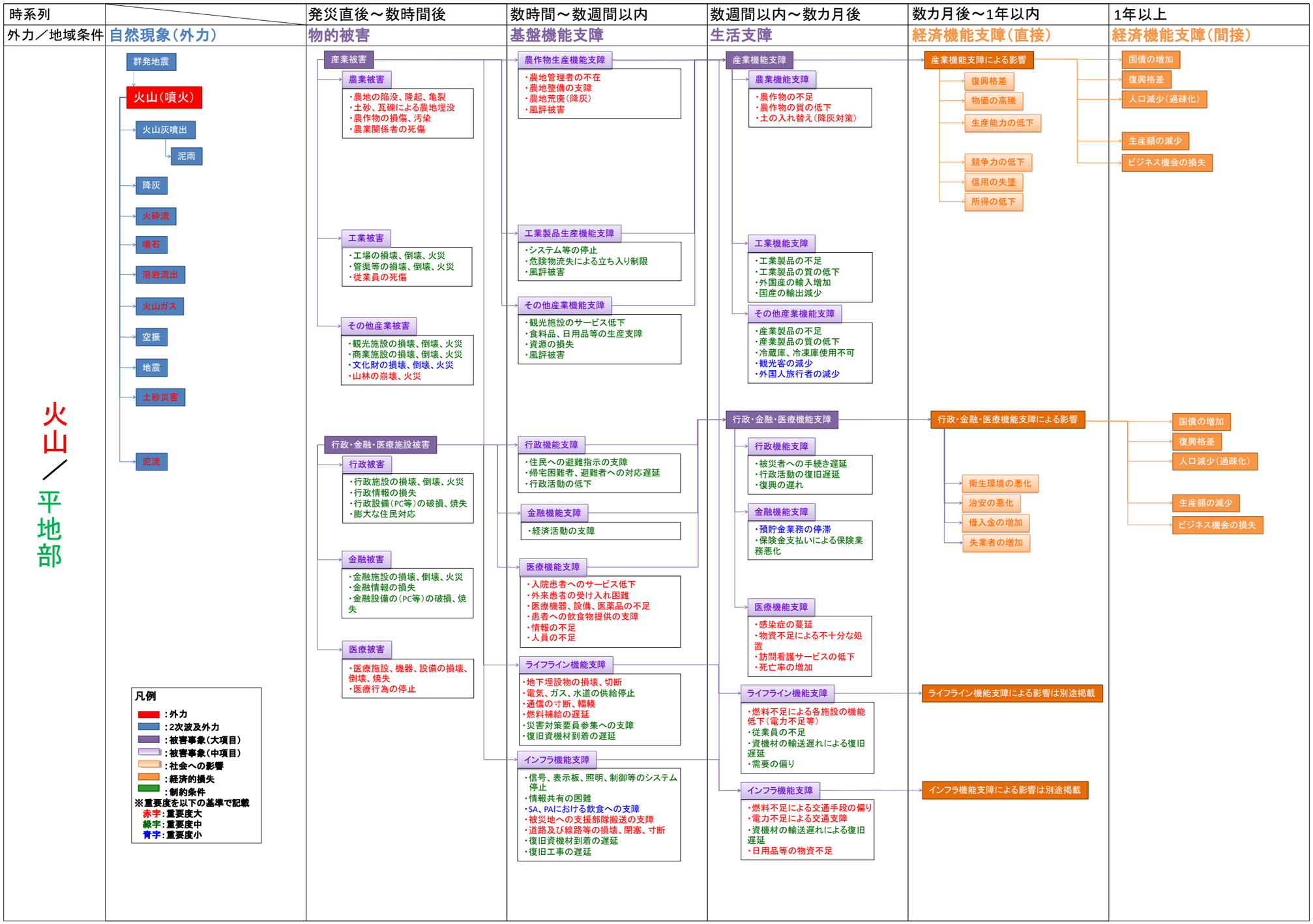


図 2.2.25　事象の進展と連関の樹形図（災害：火山　地域条件：平地部）

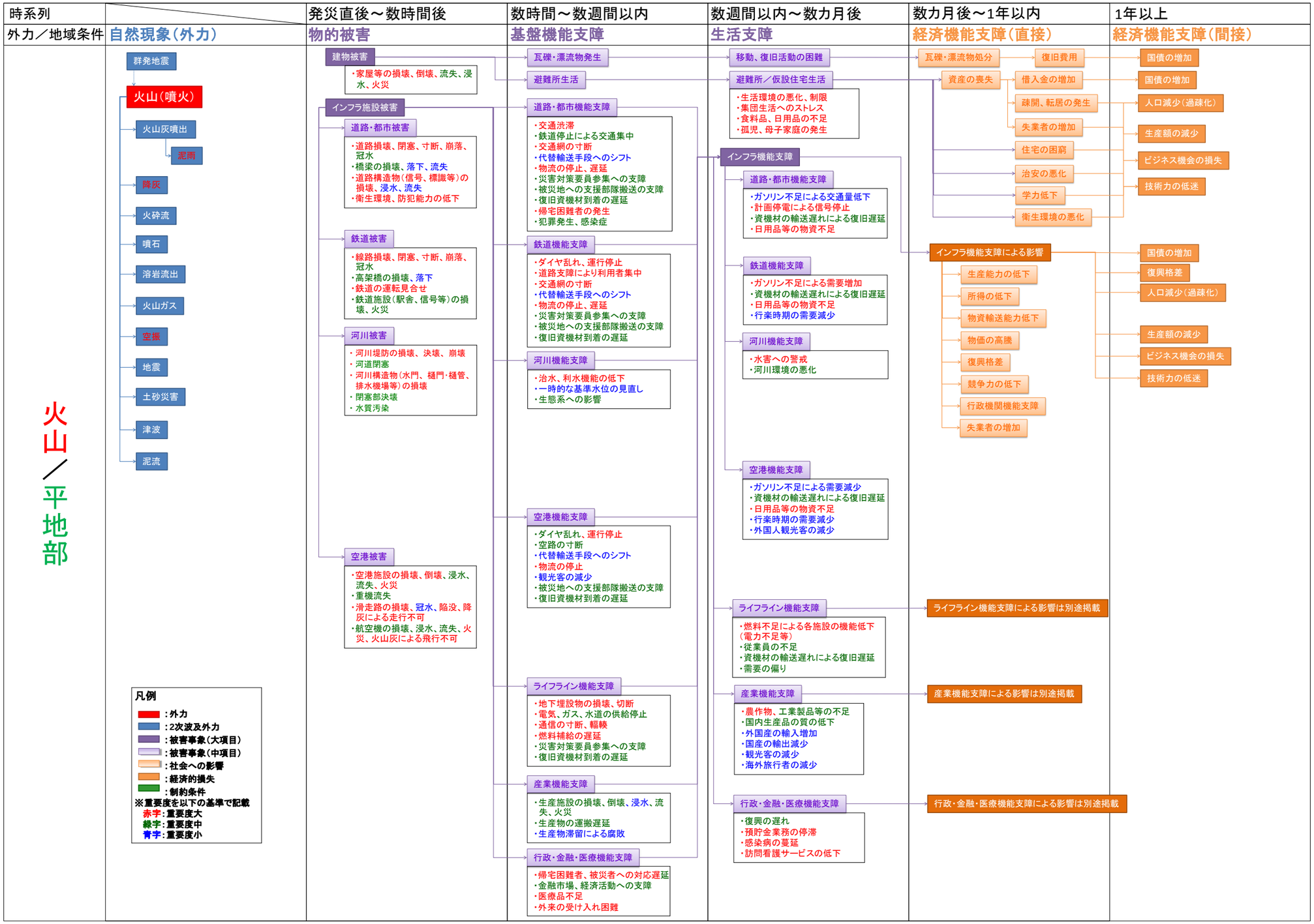


図 2.2.26　事象の進展と連関の樹形図（災害：火山　地域条件：平地部）

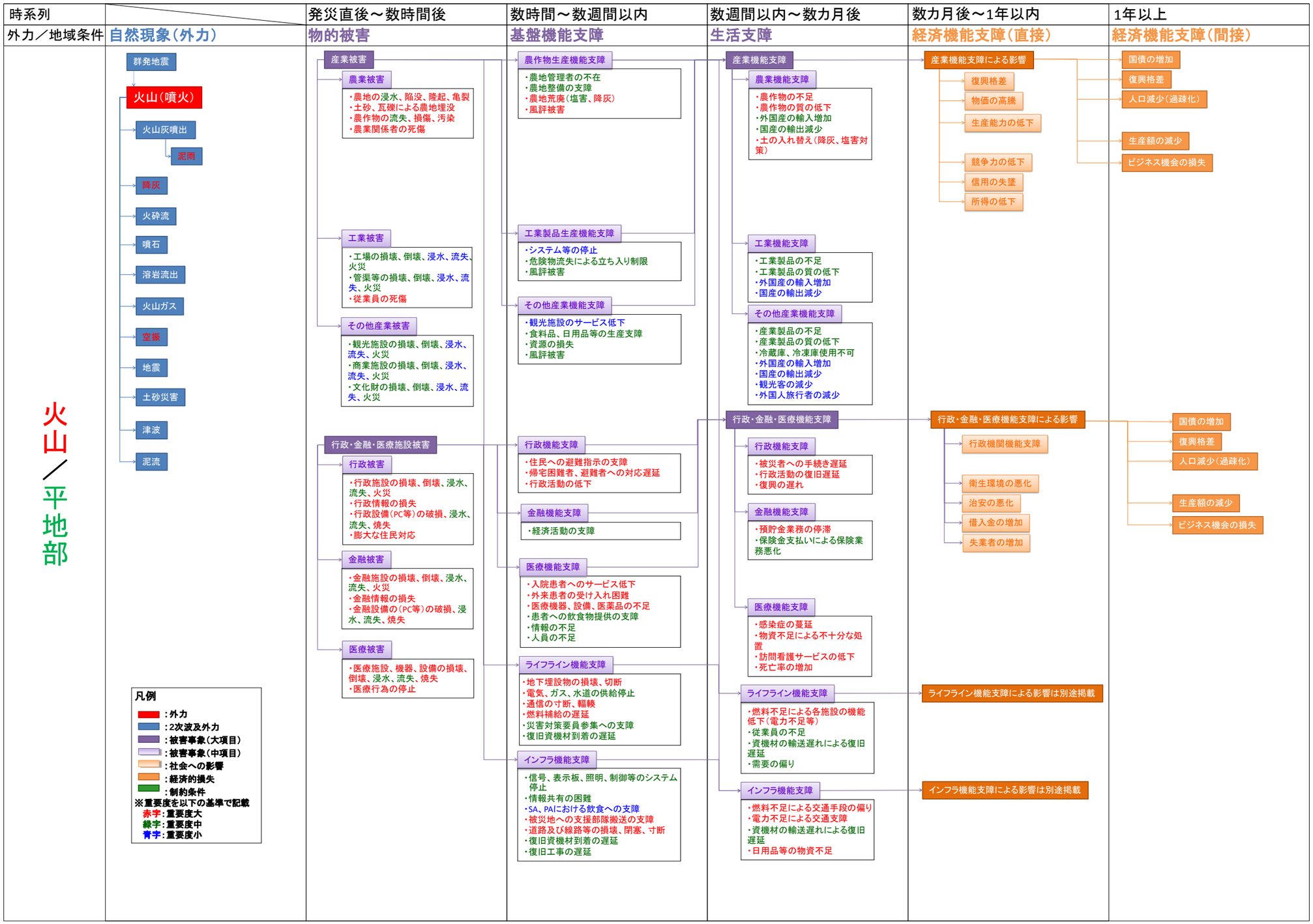


図 2.2.27　事象の進展と連関の樹形図（災害：火山　地域条件：平地部）

３）沿岸部

表 2.2.12 に示した「三宅島噴火」の事例を参考に、沿岸部において火山災害が発生した場合の特徴的な事象等について、表 2.2.19 に整理した。

表 2.2.19　特徴的な事象・支障・社会への影響（沿岸部）

物的被害	基盤機能支障	生活支障	社会への影響
○堆積した火砕物が原因で、降雨時に下流で泥流被害 ○転石による取水場被害 ○降灰で漁場の被害、漁業施設破損壊 ○大規模な山体崩壊等による海洋への土砂流出によって発生する津波被害	○津波による道路・鉄道機能への支障（道路の冠水、橋梁の流失等） ○津波による河川機能への支障（治水、利水機能の低下） ○津波による空港機能への支障（空港施設、滑走路の浸水等） ○水産業再開の長期化	○津波による住機能への支障（避難所、仮設住宅での生活） ○人の移動への支障 ○日用品の不足 ○津波による外水氾濫の恐れ	○生産額の減少 ○人口の減少、過疎化の進展 ○復興にむけた国債の増加

表 2.2.19 で整理した沿岸部において火山災害が発生した際の特徴的な発生事象等に加え、生じ得る事象等を考慮した被害の発生イベント及び事象の進展と連関の樹形図を図 2.2.28～図 2.2.30 に示す。

沿岸部での火山災害時は、降灰による被害と共に、大規模な山体崩壊等の土砂が海洋に流出した際などの津波が特徴的かつ甚大な被害を及ぼす可能性が高く、特徴的な事象は津波による「建物浸水」、「港湾施設、水産業被害」、「河川構造物等の損壊」などが挙げられる。沿岸部では降灰や泥流の影響により、漁業施設の損壊や漁場への直接的な被害（海洋汚染等）が発生し、水産業に甚大な被害を与える。また、津波が発生した場合は沿岸だけでなく、河川の河口近辺においても広範囲で被害も想定されるため、重要度が高い事象とした。

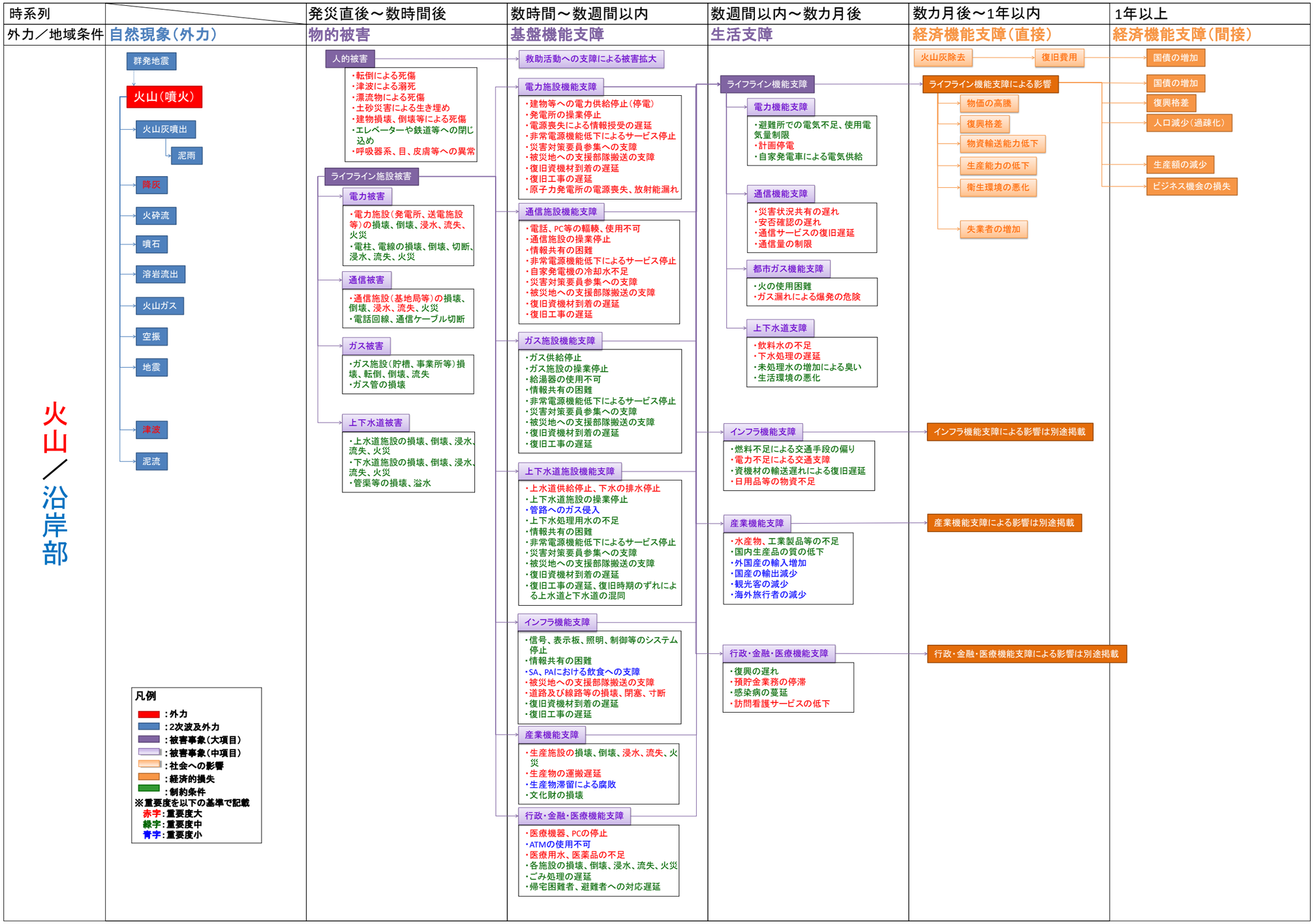


図 2.2.28　事象の進展と連関の樹形図（災害：火山　地域条件：沿岸部）

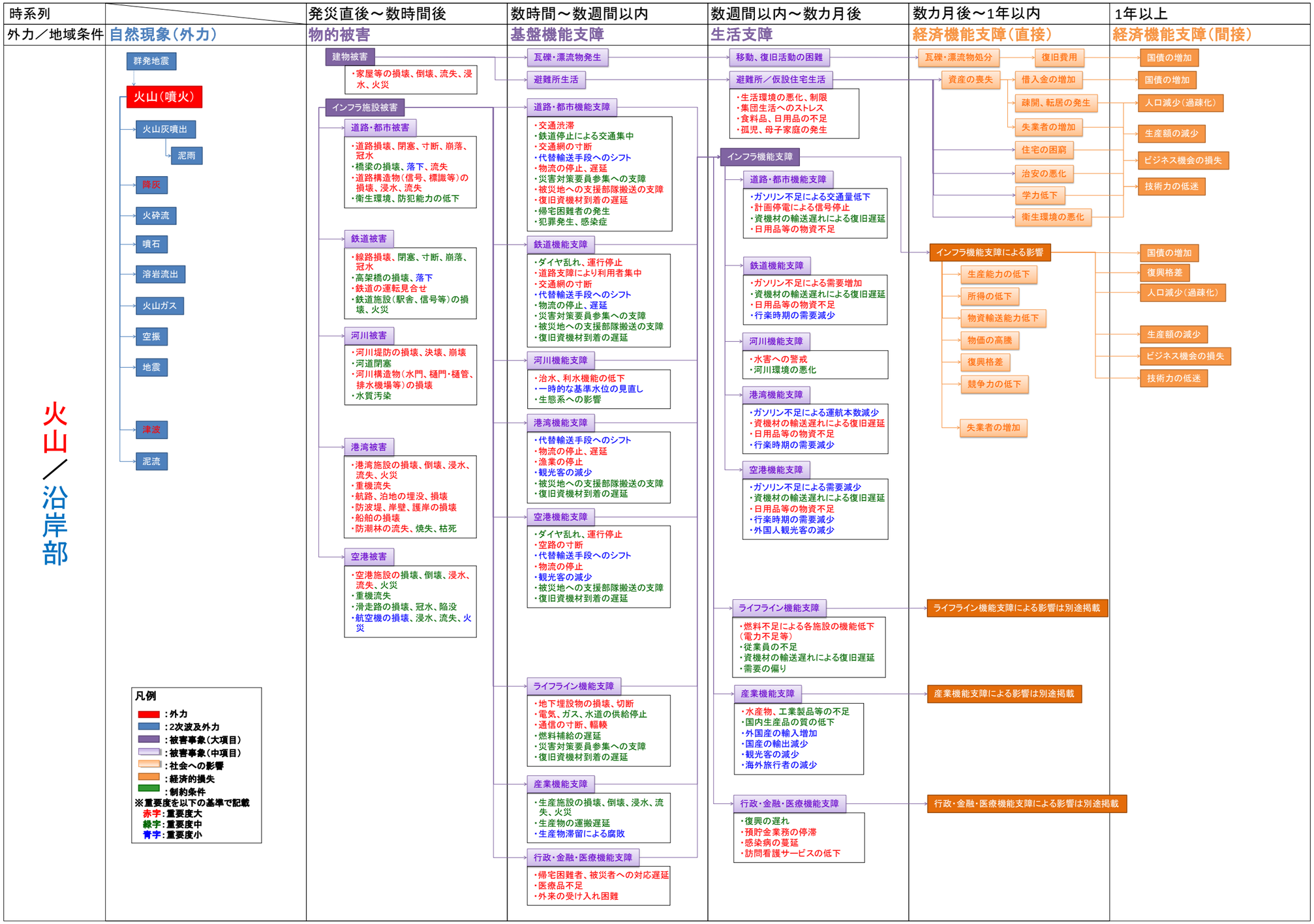


図 2.2.29　事象の進展と連関の樹形図（災害：火山　地域条件：沿岸部）

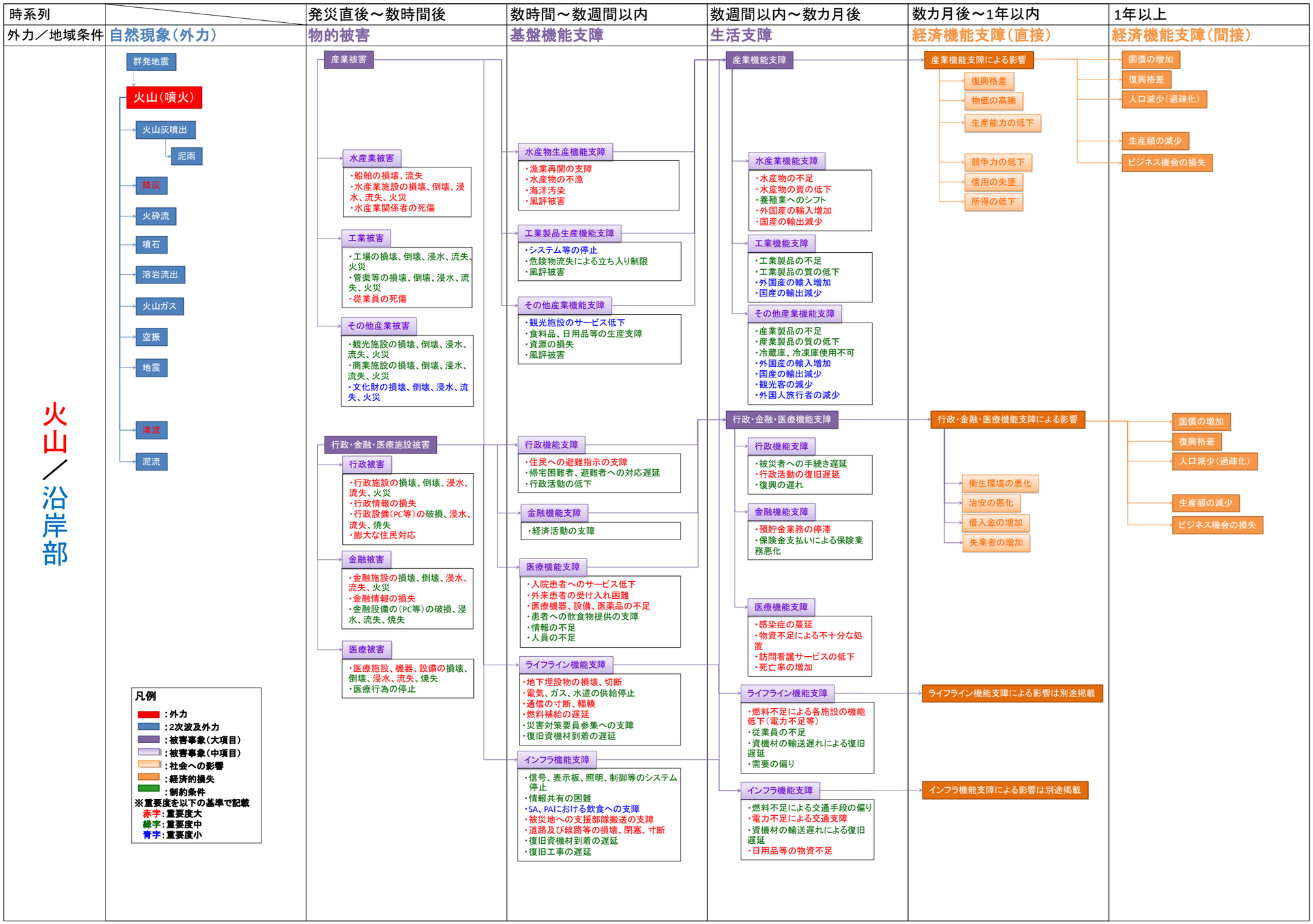


図 2.2.30　事象の進展と連関の樹形図（災害：火山　地域条件：沿岸部）

４）都市部

表 2.2.12 に示した「ピナツボ火山噴火」、「アイスランド火山噴火」の事例及び三宅島噴火における地域社会への波及事象を参考に、都市部において火山災害が発生した場合の特徴的な事象等を表 2.2.20 に整理した。

表 2.2.20　特徴的な事象・支障・社会への影響（都市部）

物的被害	基盤機能支障	生活支障	社会への影響
○降灰による建物被害、人体への健康被害 ○降灰による各ライフライン施設・設備の損壊 ○降灰による道路、河川等のインフラ施設・設備の損壊	○降灰による道路機能への支障（交通網寸断、物流停止等） ○降灰による鉄道運行への支障（運転の見合せ等） ○帰宅困難者の発生 ○降灰による空港機能への支障（空路の寸断、物流の停止等） ○降灰による漏電で停電の発生 ○行政活動の滞り	○住機能への支障（避難所、仮設住宅での生活） ○人の移動への支障 ○物流停止による日用品の不足 ○都市機能の低下	○復興に向けた国債の増加 ○都市機能麻痺による経済不況 ○停電による各産業・企業の業務停止 ○株価大幅続落 ○生産額の減少

表 2.2.20 で整理した都市部において火山災害が発生した際の特徴的な発生事象等に加え、生じ得る事象等を考慮した被害の発生イベント及び事象の進展と連関の樹形図を図 2.2.31～図 2.2.33 に示す。

都市部での火山災害時は、平地部と同様に降灰が特徴的かつ甚大な被害を及ぼす可能性が高く、特徴的な事象は「インフラ、ライフライン施設被害」、「帰宅困難者の発生」、「行政機関機能支障」が挙げられる。降灰や火山灰雲により、道路や鉄道、航空機が走行、運行できなくなるため、物流の停止や市民の移動に支障が生ずるとともに、ケーブルや管渠へも被害が及ぶため、ライフラインに関しても甚大な被害が想定される。また都市部には多くの企業等が集中しており、行政の被災により社会的、経済的混乱が想定されるため、重要度の高い事象とした。

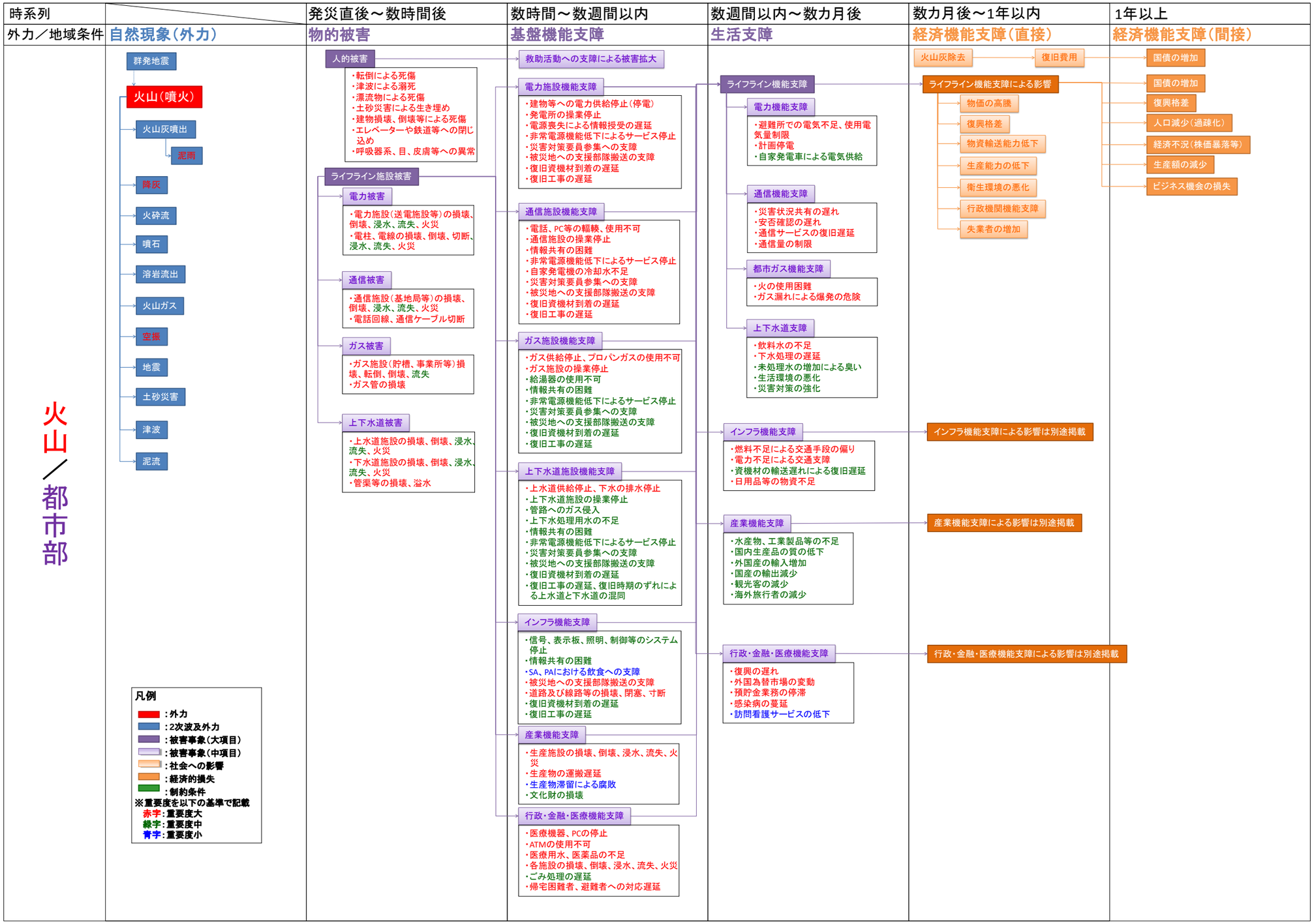


図 2.2.31　事象の進展と連関の樹形図（災害：火山　地域条件：都市部）

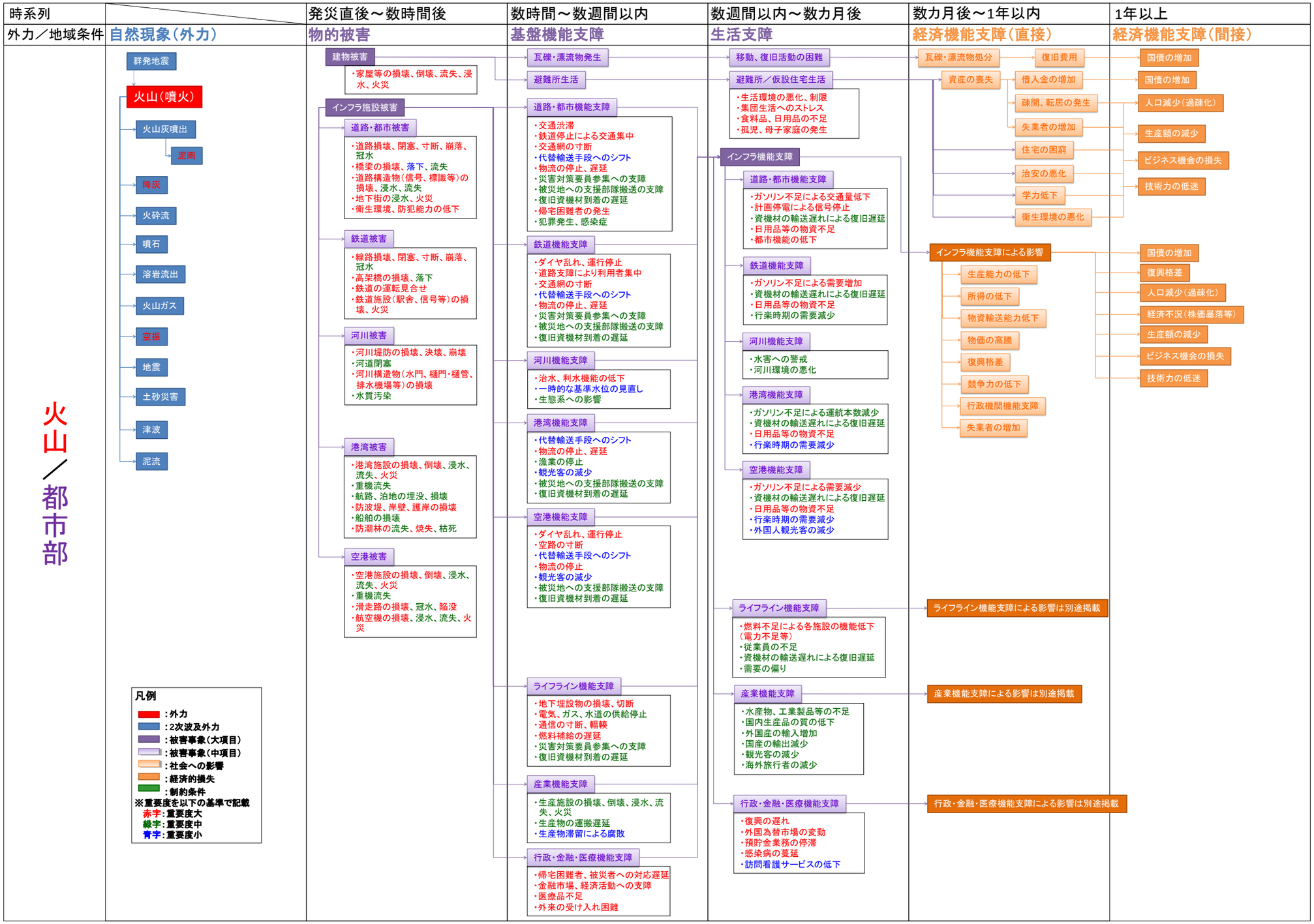


図 2.2.32　事象の進展と連関の樹形図（災害：火山　地域条件：都市部）

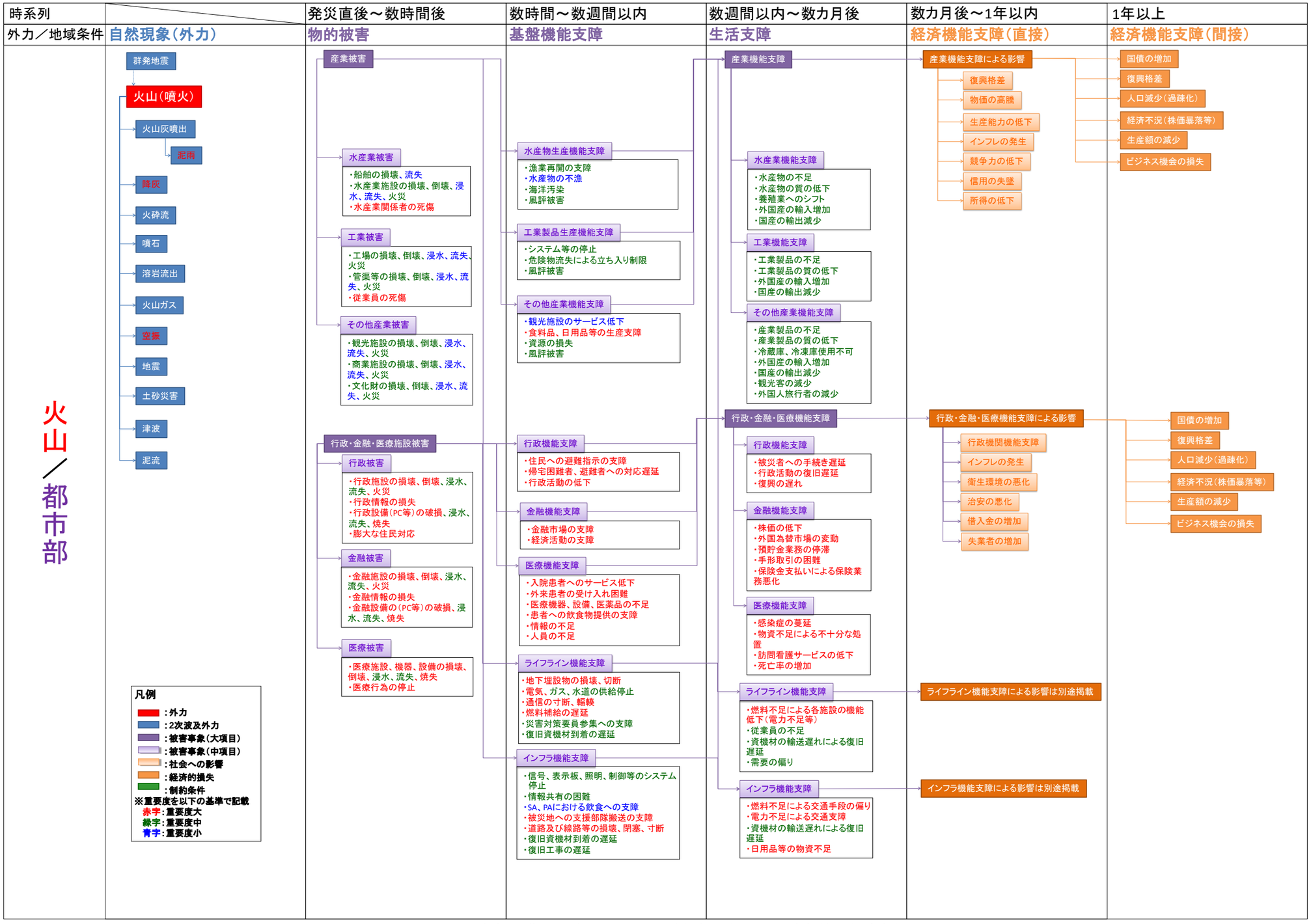


図 2.2.33　事象の進展と連関の樹形図（災害：火山　地域条件：都市部）

（３）豪雨災害による被害の発生イベント及び事象の進展と連関の整理

地域条件ごとに豪雨災害が発生した場合の被害の発生イベント及び事象の進展と連関について整理する。山間部、平地部、沿岸部、都市部のいずれの地域条件下でも多量の降雨による外水氾濫被害は共通して発生し、「建物浸水」、「洪水による人的被害」が顕著になるとともに、超過外力である場合は「インフラ・ライフライン機能低下」も発生する。

また、各地域条件下では山間部では降雨により地盤が緩み、土砂災害が発生し、都市部などでは地下街や地下鉄の浸水被害が顕著になるなど、各地域によって被害の特徴も変化してくる。図 2.2.34～図 2.2.36 に豪雨災害時に想定される各地域で発生が想定される事象を網羅した樹形図を示す。

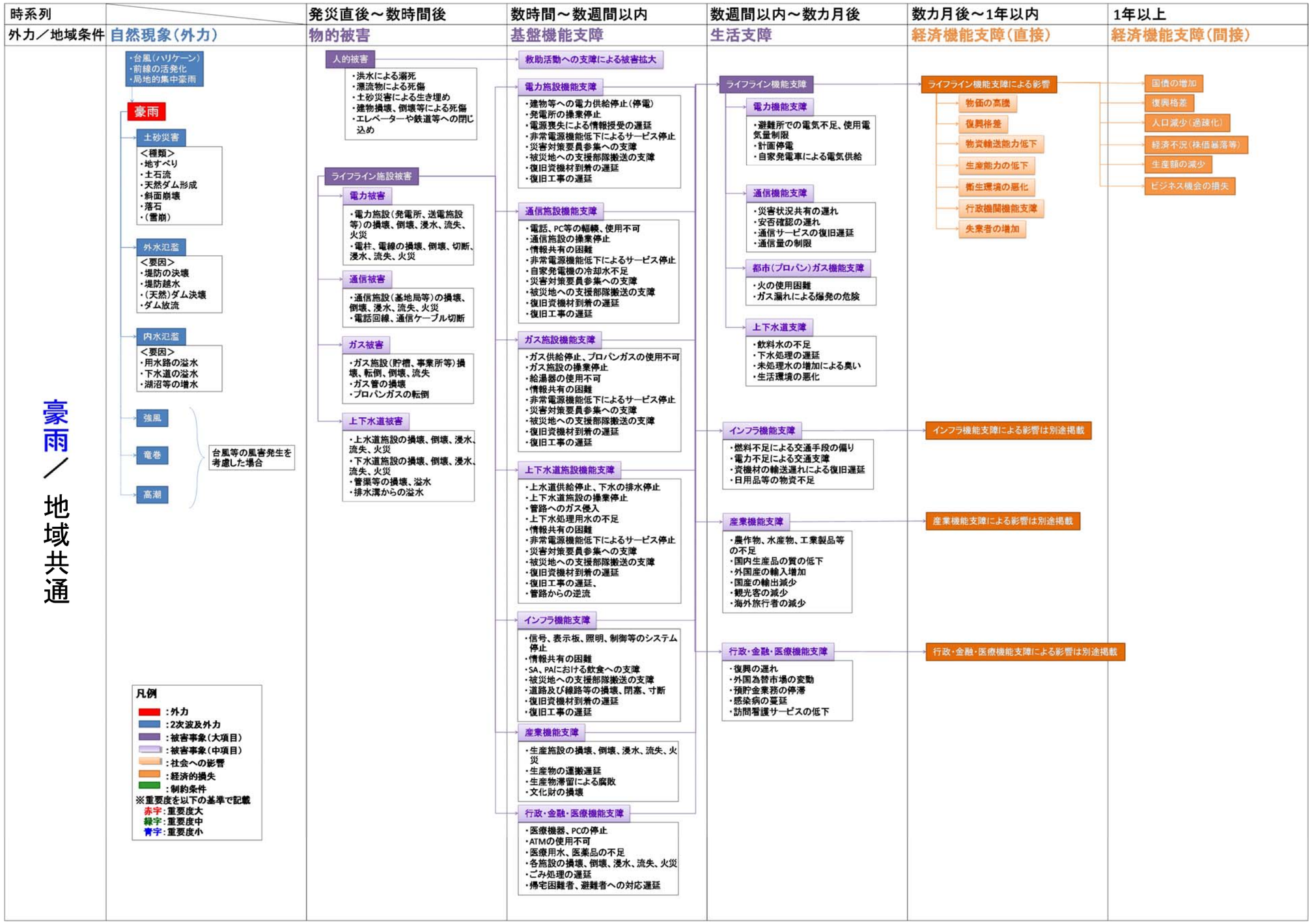


図 2.2.34　事象の進展と連関の樹形図（豪雨災害時に想定される事象）

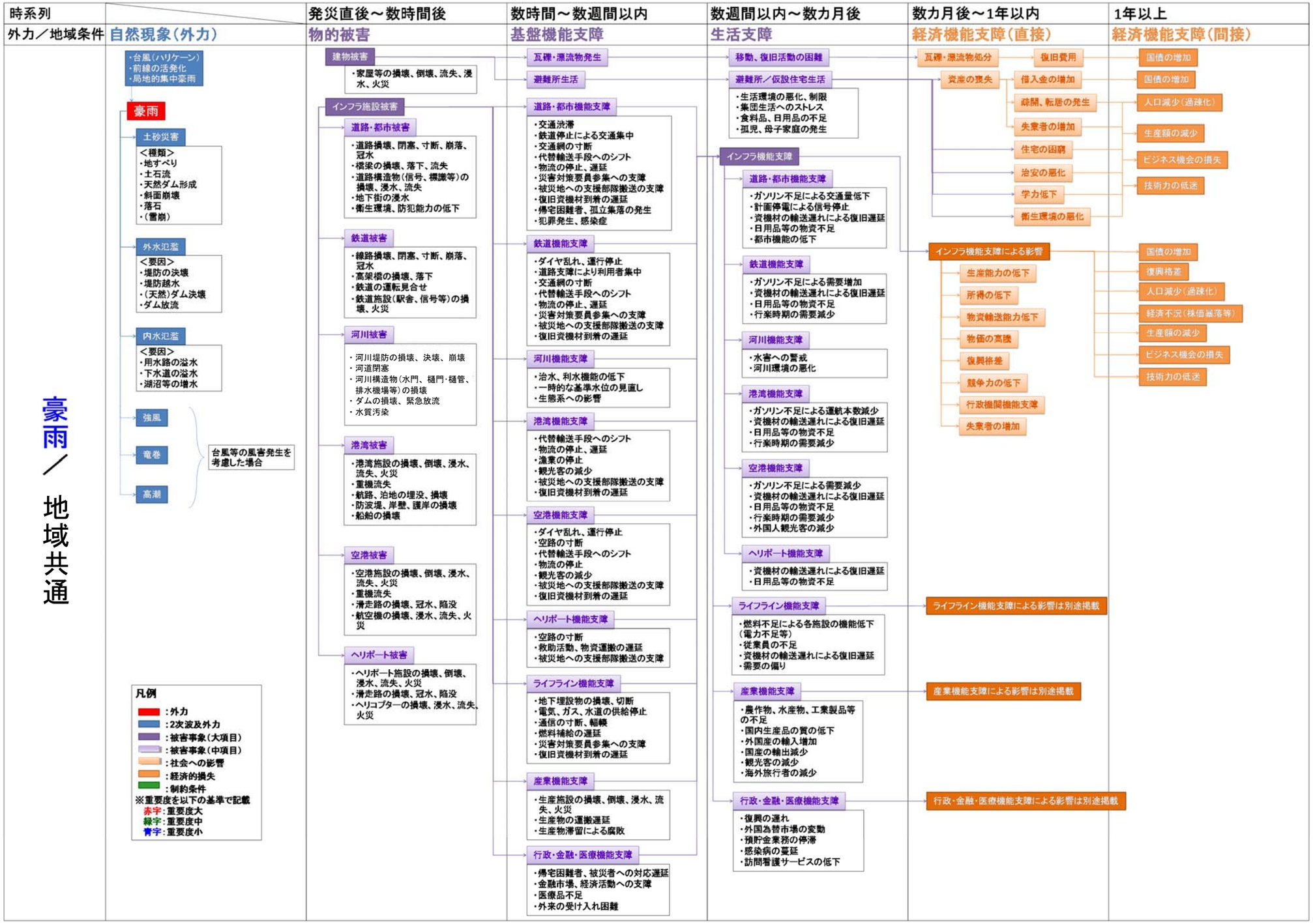


図 2.2.35　事象の進展と連関の樹形図（豪雨災害時に想定される事象）

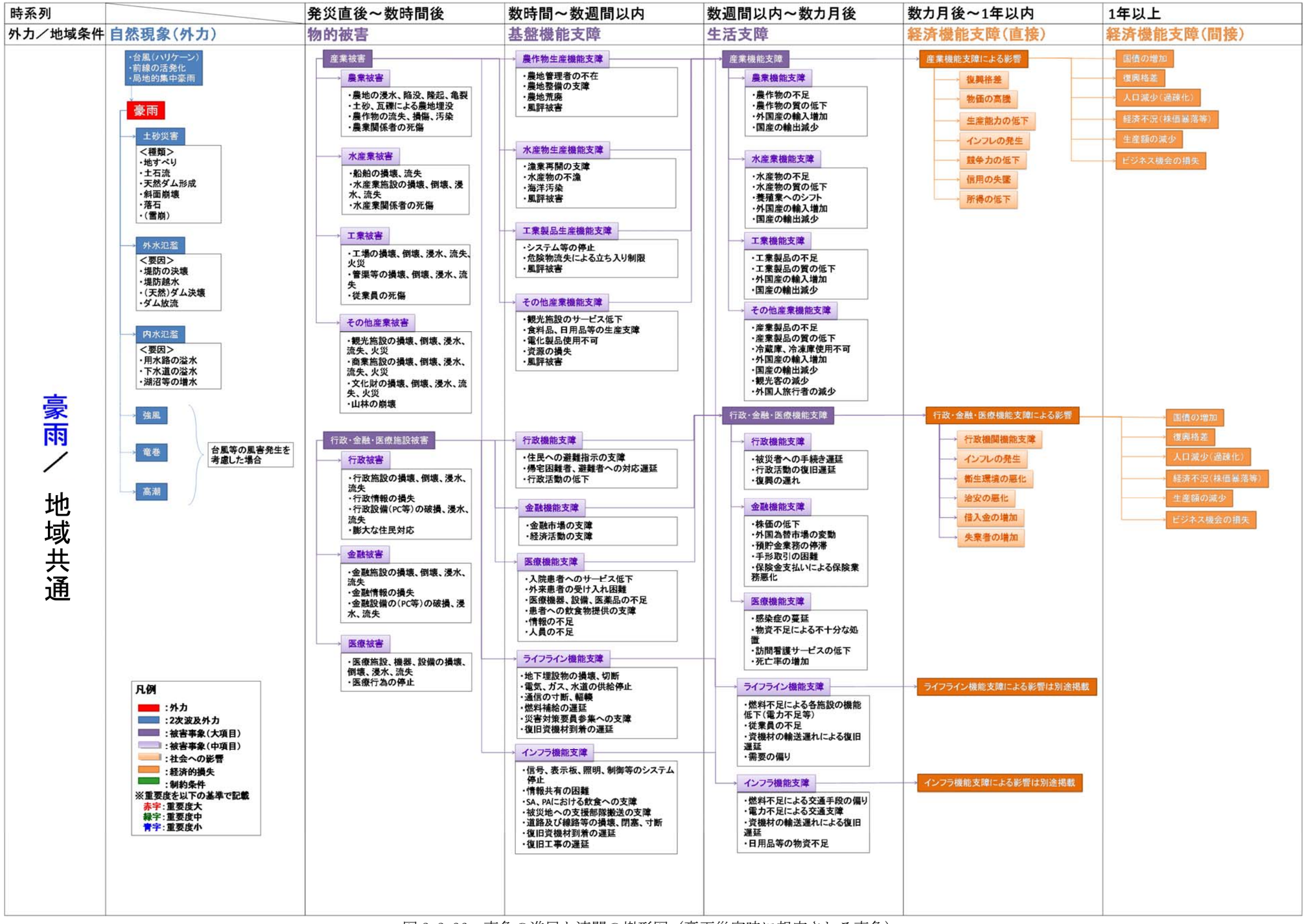


図 2.2.36　事象の進展と連関の樹形図（豪雨災害時に想定される事象）

１）豪雨災害による山間部の被害事象の整理

表 2.2.12 に示した「東海豪雨」、「タイ洪水」の事例を参考に、山間部において豪雨災害が発生した場合の特徴的な事象等を表 2.2.21 に整理した。

表 2.2.21　特徴的な事象・支障・社会への影響（山間部）

物的被害	基盤機能支障	生活支障	社会への影響
○土砂災害で家屋等の倒壊、生き埋め ○土砂災害による河道閉塞、閉塞部一部流出 ○ヘリポート施設の損壊 ○ダム崩壊・緊急放流 ○農業関連施設の損壊 ○医療関連施設、機器の損壊	○土砂災害による道路機能への支障（交通網寸断、物流停止等） ○土砂災害、河道閉塞、ダム損壊による河川機能への支障（治水、利水機能の低下） ○ヘリポート機能への支障（空路の寸断、物資運搬の停止等） ○孤立集落の発生	○住機能への支障（避難所、仮設住宅での生活） ○人の移動への支障 ○日用品・救援物資の不足 ○河川氾濫の恐れ	○短期失業者の増加、避難所生活者の増加 ○復興格差 ○生産額の減少

表 2.2.21 で整理した山間部において豪雨災害が発生した際の特徴的な発生事象等に加え、生じ得る事象等を考慮した被害の発生イベント及び事象の進展と連関の樹形図を図 2.2.37～図 2.2.39 に示す。

山間部での豪雨災害時は、短期集中降雨もしくは長期降雨が要因の土砂災害による被害が特徴的かつ甚大な被害を及ぼす可能性が高く、特徴的な事象は「河道閉塞」「孤立集落発生」、「ヘリポート被害」などが挙げられる。山間部では豪雨による土石流や地すべり等の土砂災害発生が最も懸念され、孤立集落の発生や河道閉塞・閉塞部の決壊、ヘリポート施設の損壊等へと波及するため、重要度が高い事象とした。

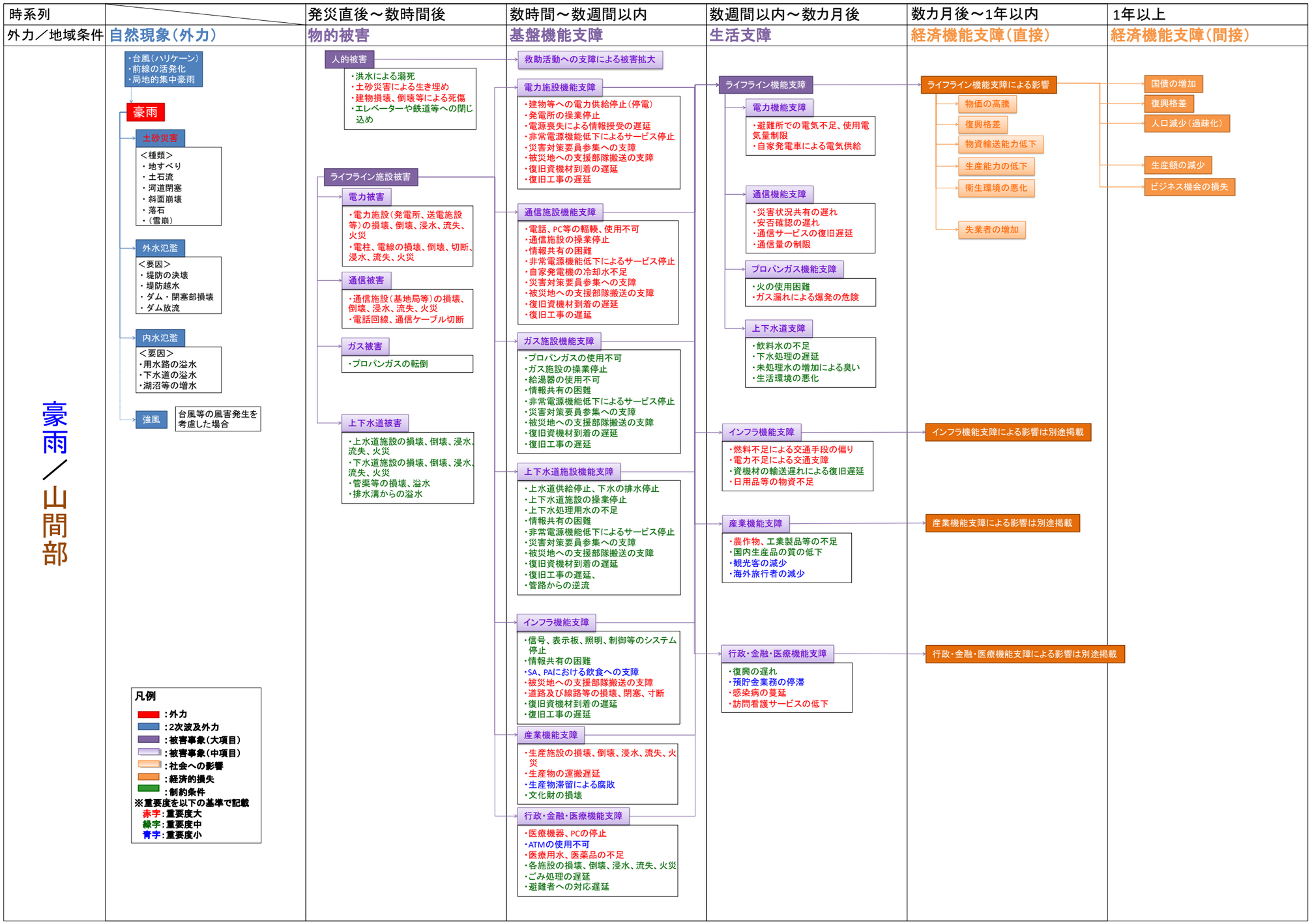


図 2.2.37　事象の進展と連関の樹形図（災害：豪雨　地域条件：山間部）

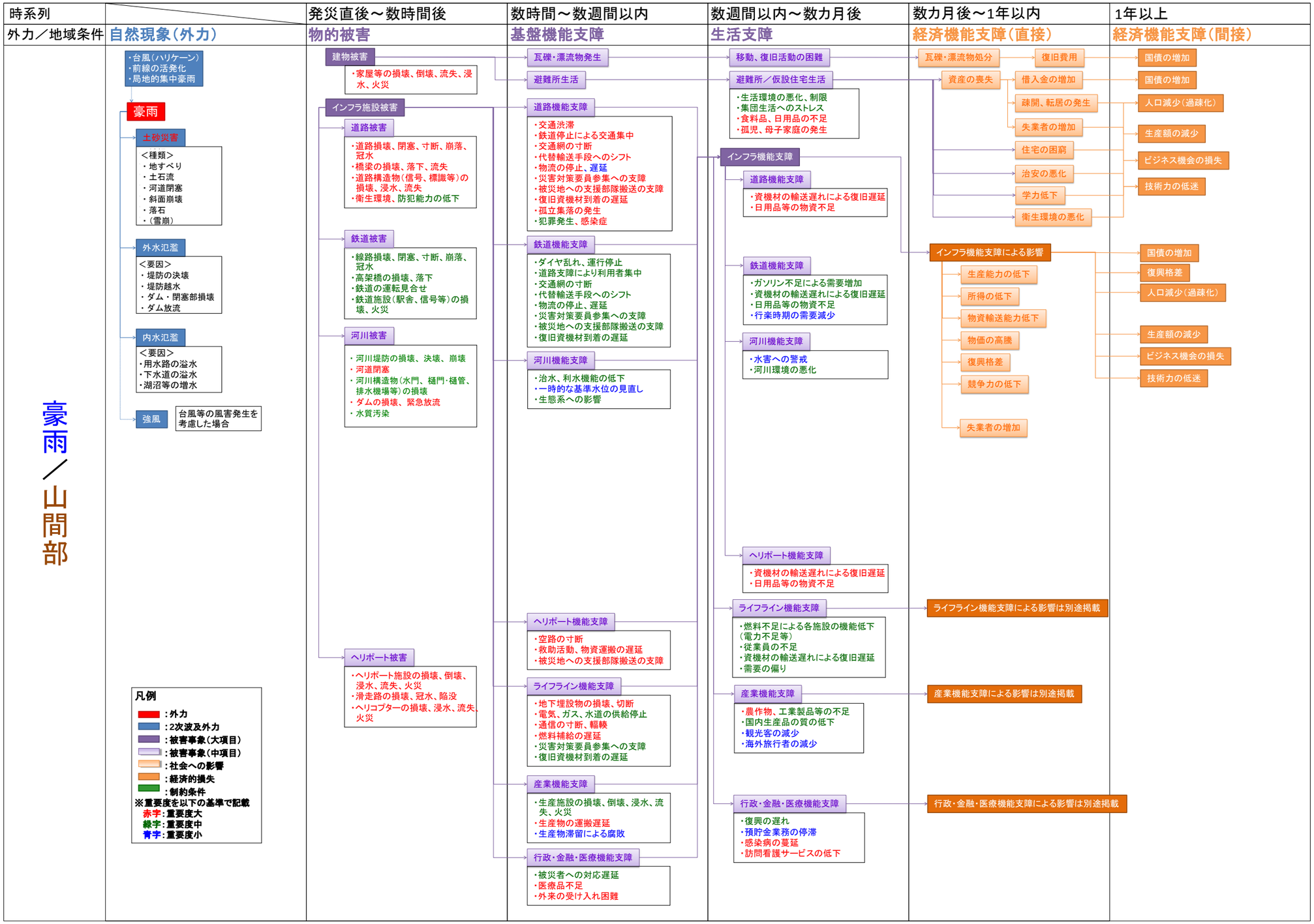


図 2.2.38　事象の進展と連関の樹形図（災害：豪雨　地域条件：山間部）

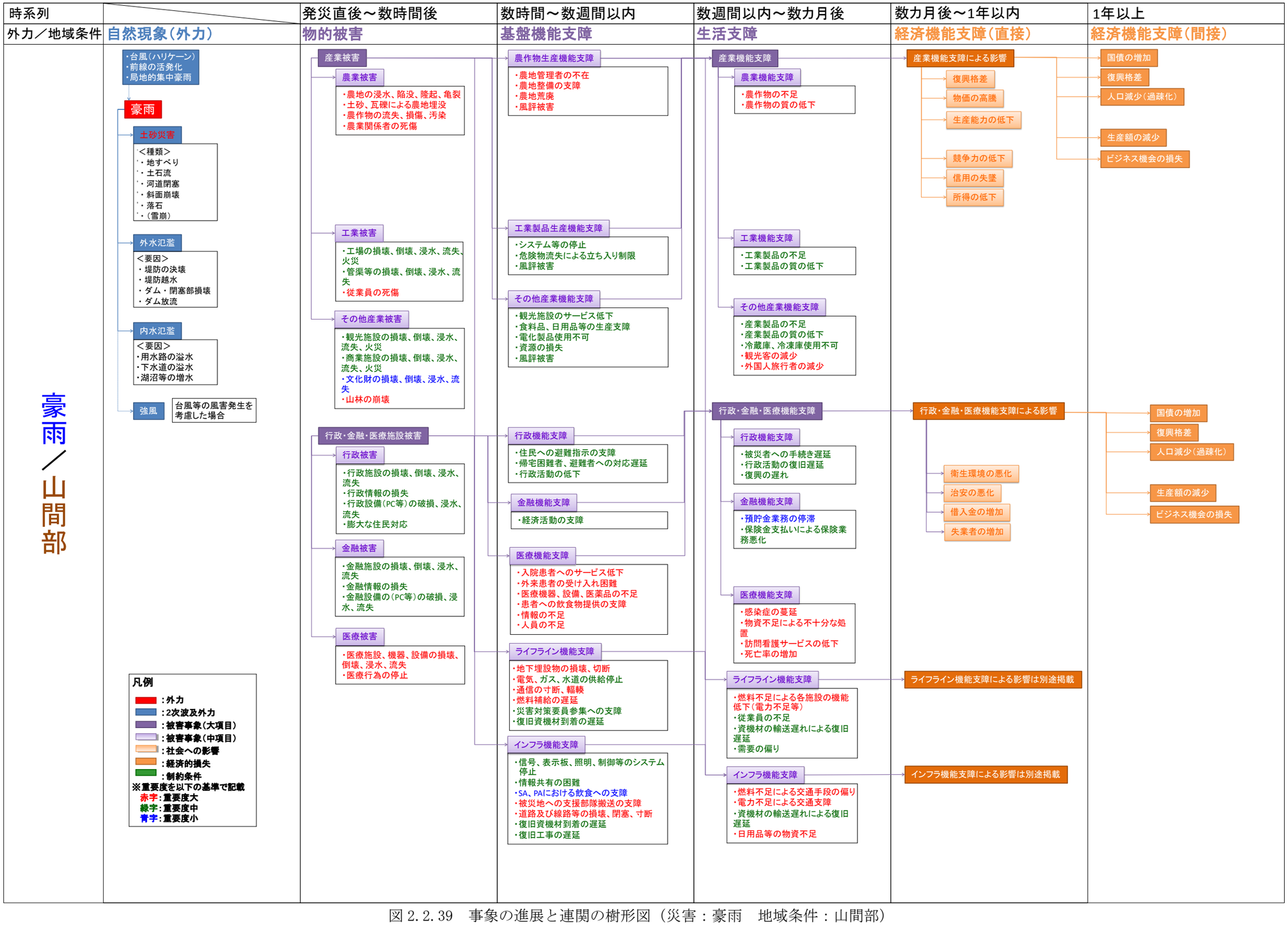


図 2.2.39　事象の進展と連関の樹形図（災害：豪雨　地域条件：山間部）

２）豪雨災害による平地部の被害事象の整理

表 2.2.12 に示した「東海豪雨」、「米国 ハリケーン「カトリーナ」」、「タイ洪水」、「米国 ハリケーン「サンディ」」の事例を参考に、平地部において豪雨災害が発生した場合の特徴的な事象等を表 2.2.22 に整理した。

表 2.2.22　特徴的な事象・支障・社会への影響（平地部）

物的被害	基盤機能支障	生活支障	社会への影響
○洪水による溺死、家屋の流失・浸水 ○道路浸水、冠水 ○堤防の破堤や溢水、管渠からの溢水 ○冠水等により農作物被害、家畜被害 ○行政施設・設備の浸水等	○冠水による道路・鉄道機能への支障（交通網寸断、物流停止等） ○河川機能への支障（治水、利水機能の低下） ○空港機能への支障（空港施設、滑走路の浸水等） ○広範囲での停電 ○行政、医療機能の低下	○住機能への支障（避難所、仮設住宅での生活） ○交通障害による帰宅困難 ○日用品の不足 ○衛生環境悪化による感染症の蔓延	○保険会社等の経済的損失 ○人口減少 ○工場等停止による生産額の減少

表 2.2.22 で整理した平地部において豪雨災害が発生した際の特徴的な発生事象等に加え、生じ得る事象等を考慮した被害の発生イベント及び事象の進展と連関の樹形図を図 2.2.40～図 2.2.42 に示す。

平地部での豪雨災害時は、河川の増水等による外水氾濫や内水氾濫による被害が特徴的かつ甚大な被害を及ぼす可能性が高く、特徴的な事象は洪水による「建物浸水」、「河川構造物の損壊」、「インフラ・ライフライン機能の低下」などが挙げられる。平地部では、家屋等の浸水被害が想定され、海抜 0m 以下の地域では排水に時間を要し、被害が長期化する恐れがある。そのためインフラ・ライフライン機能の低下が見込まれ、多くの住民へ被害が及ぶため重要度の高い事象とした。

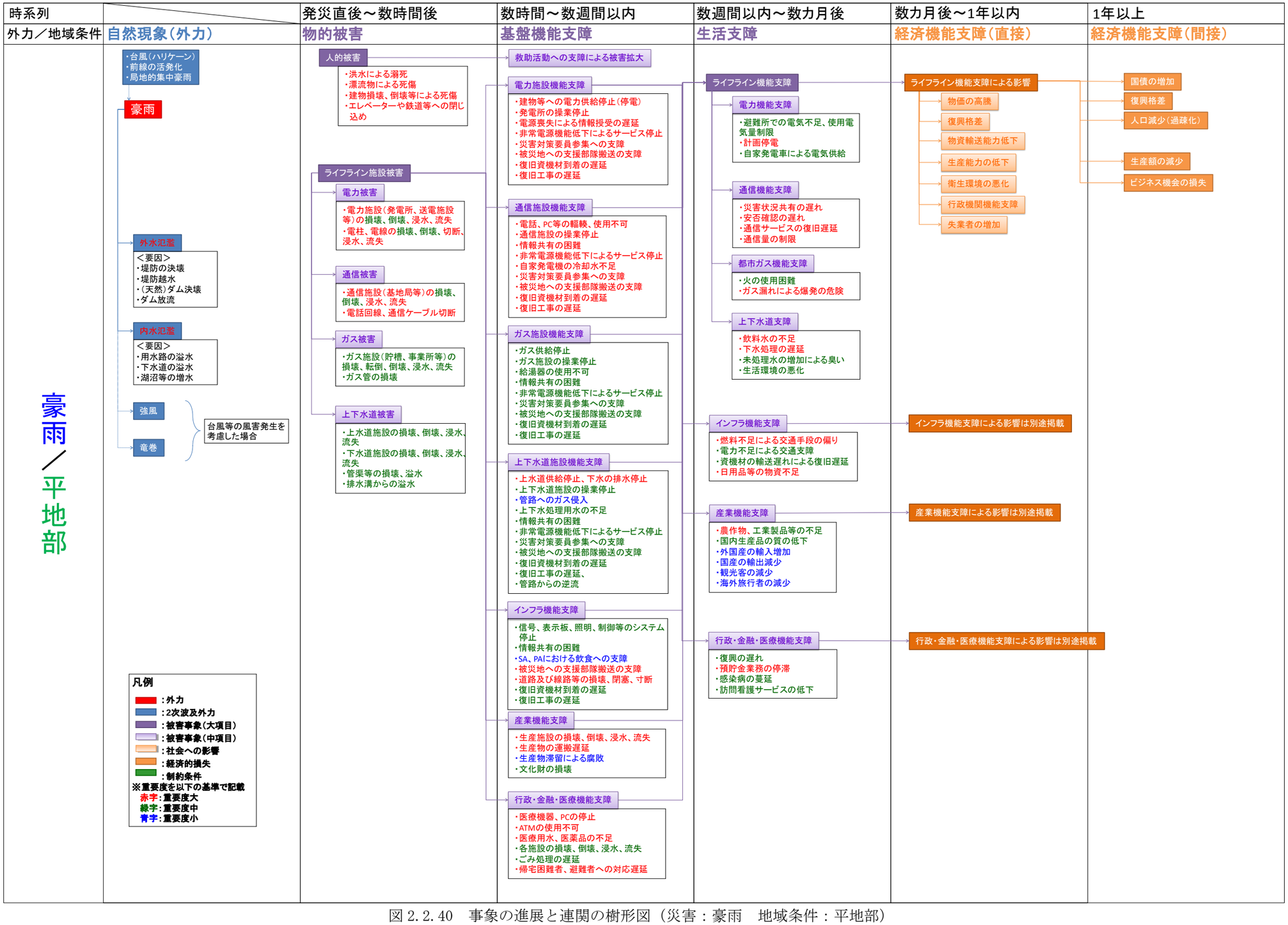


図 2.2.40　事象の進展と連関の樹形図（災害：豪雨　地域条件：平地部）

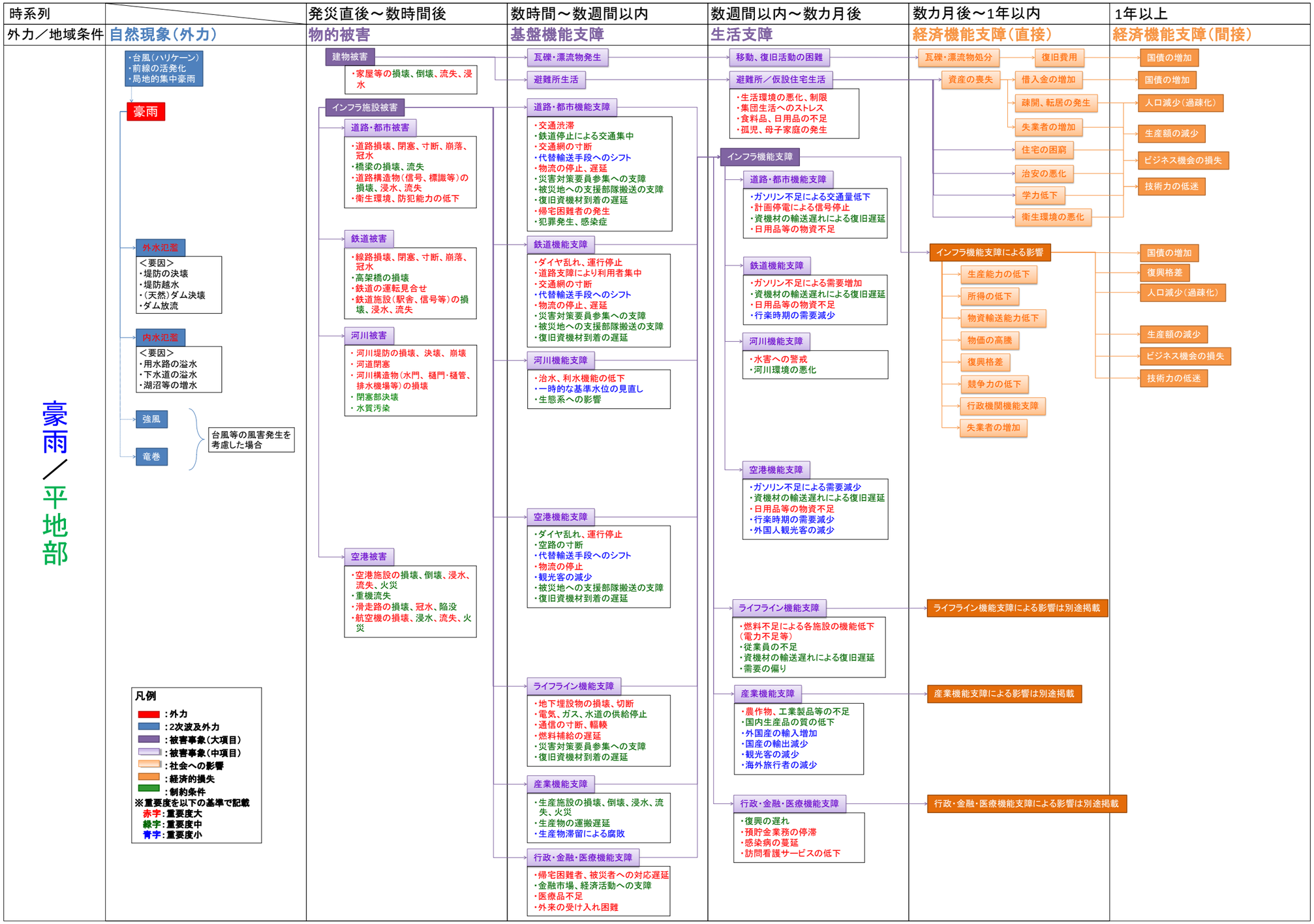


図 2.2.41　事象の進展と連関の樹形図（災害：豪雨　地域条件：平地部）

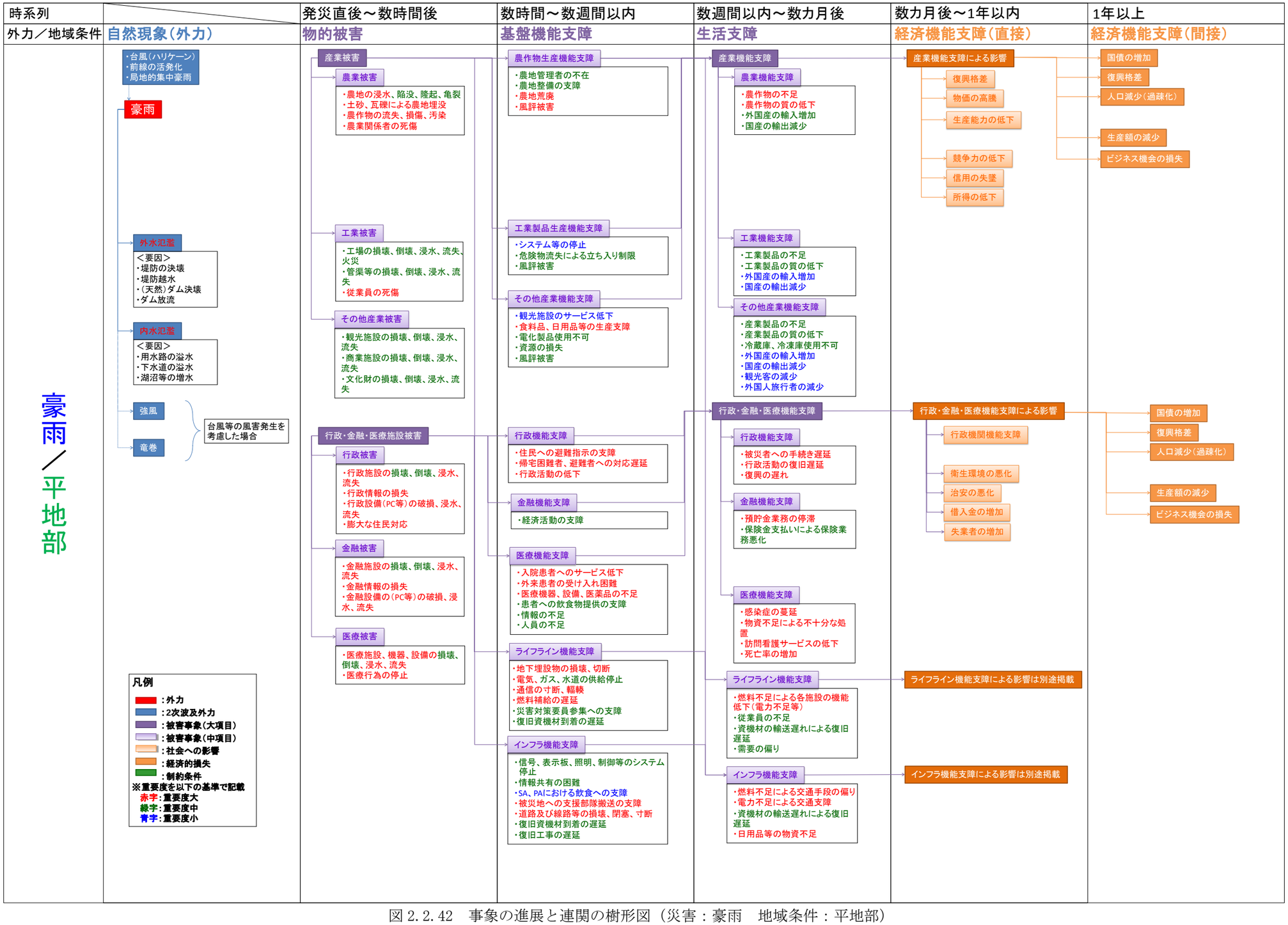


図 2.2.42　事象の進展と連関の樹形図（災害：豪雨　地域条件：平地部）

３）豪雨災害による沿岸部の被害事象の整理

表 2.2.12 に示した「米国 ハリケーン「カトリーナ」」、「タイ洪水」、「米国 ハリケーン「サンディ」」の事例及び東海豪雨における地域社会への波及事象を参考に、沿岸部において豪雨災害が発生した場合の特徴的な事象等を表 2.2.23 に整理した。

表 2.2.23　特徴的な事象・支障・社会への影響（沿岸部）

物的被害	基盤機能支障	生活支障	社会への影響
○沿岸施設（原子力発電所等）の浸水被害 ○木材流出など漂流物の発生 ○筏や漁船被害、船舶沈没・流出 ○高潮による沿岸部冠水	○高潮による道路・鉄道機能への支障（海岸道路。線路の冠水等） ○河川機能への支障（台風等による水位上昇） ○港湾機能の停止 ○高潮等による空港機能への支障（滑走路の冠水、強風等による離着陸不可等） ○発電所の浸水による停電の発生	○住機能への支障（避難所、仮設住宅での生活） ○人の移動への支障 ○日用品の不足 ○衛生環境の悪化	○ビジネス機会の喪失 ○復興格差 ○生産額の減少 ○避難所生活の長期化

表 2.2.23 で整理した沿岸部において豪雨災害が発生した際の特徴的な発生事象等に加え、生じ得る事象等を考慮した被害の発生イベント及び事象の進展と連関の樹形図を図 2.2.43～図 2.2.45 に示す。

沿岸部での豪雨災害時は、短期集中降雨や長期降雨の影響に加え、要因が台風等の場合は高潮が特徴的かつ甚大な被害を及ぼす可能性が高く、特徴的な事象は「建物等の浸水」「港湾被害」、「水産業、工業被害」などが挙げられる。豪雨が発生する要因に台風（ハリケーン）や低気圧が想定される。その場合、沿岸部では高潮が想定され、居住地域等では建物の浸水、港湾では貨物やコンテナの滞留や漁業被害、海岸線沿いの工業地帯では化学工場や製油所等で甚大な被害の発生が想定される。製油所等が被災した場合、全国的なガソリン不足が想定され、工場の操業や物資輸送に多大な影響が発生するため、重要度が高い事象とした。

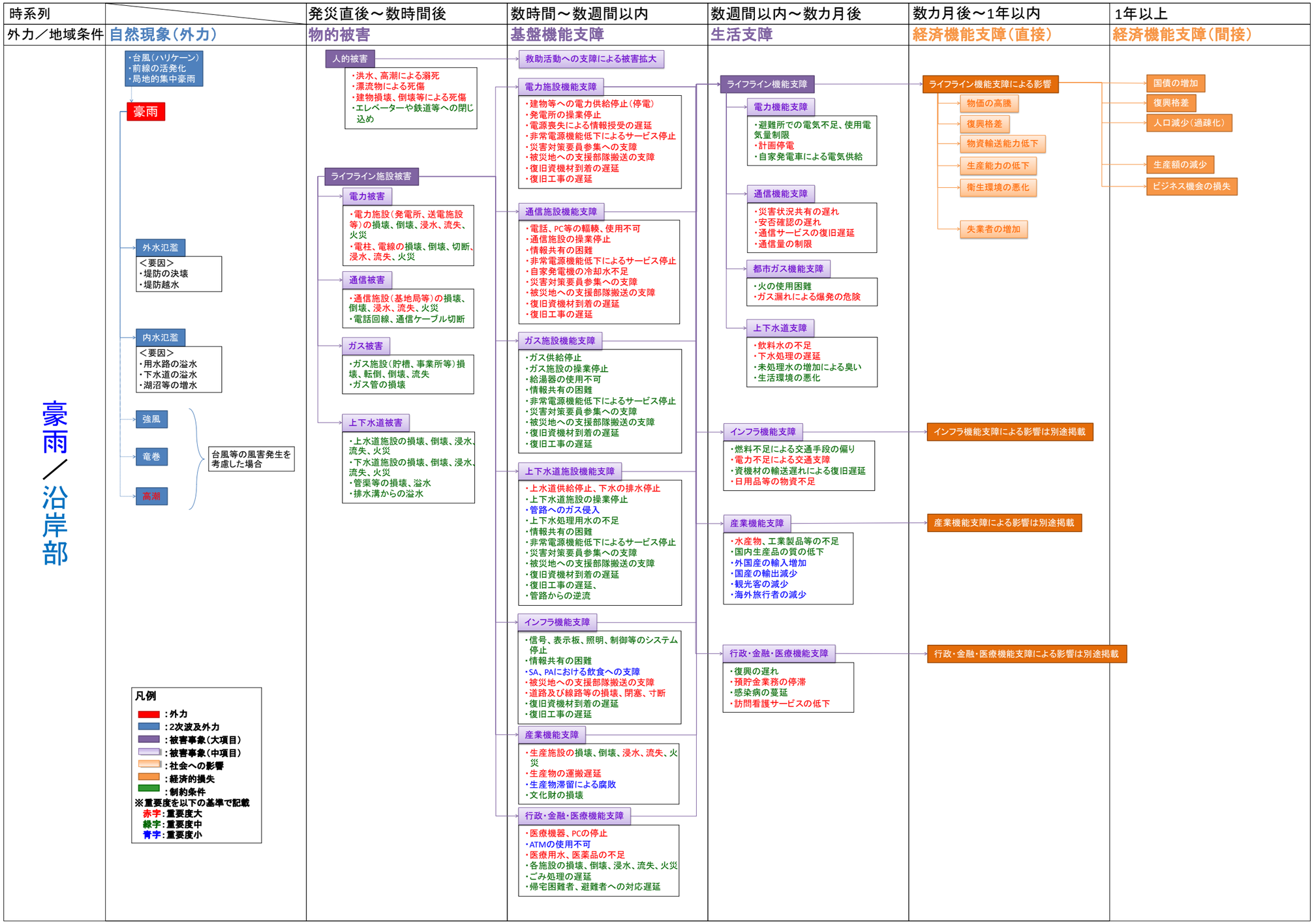


図 2.2.43　事象の進展と連関の樹形図（災害：豪雨　地域条件：沿岸部）

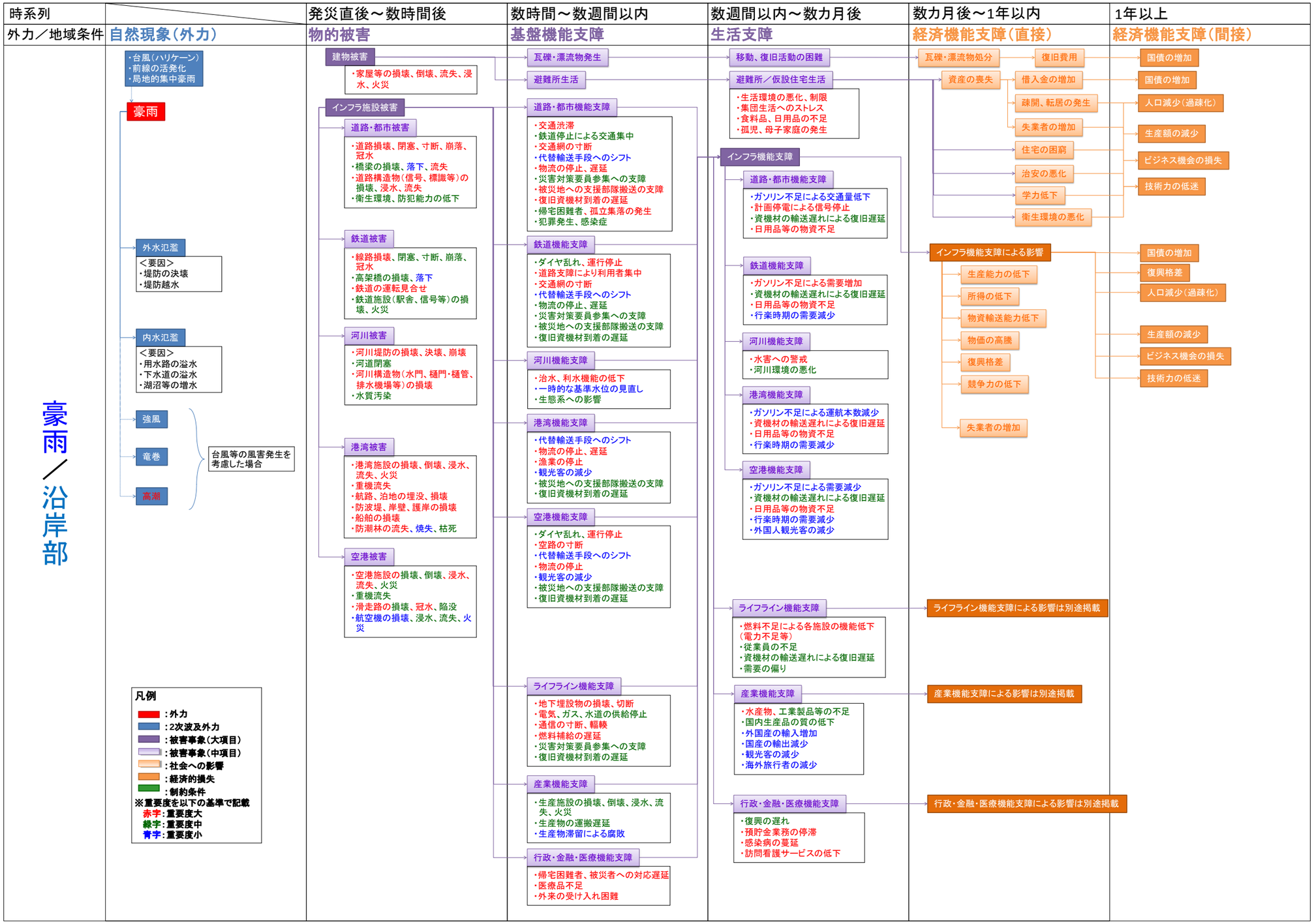


図 2.2.44　事象の進展と連関の樹形図（災害：豪雨　地域条件：沿岸部）

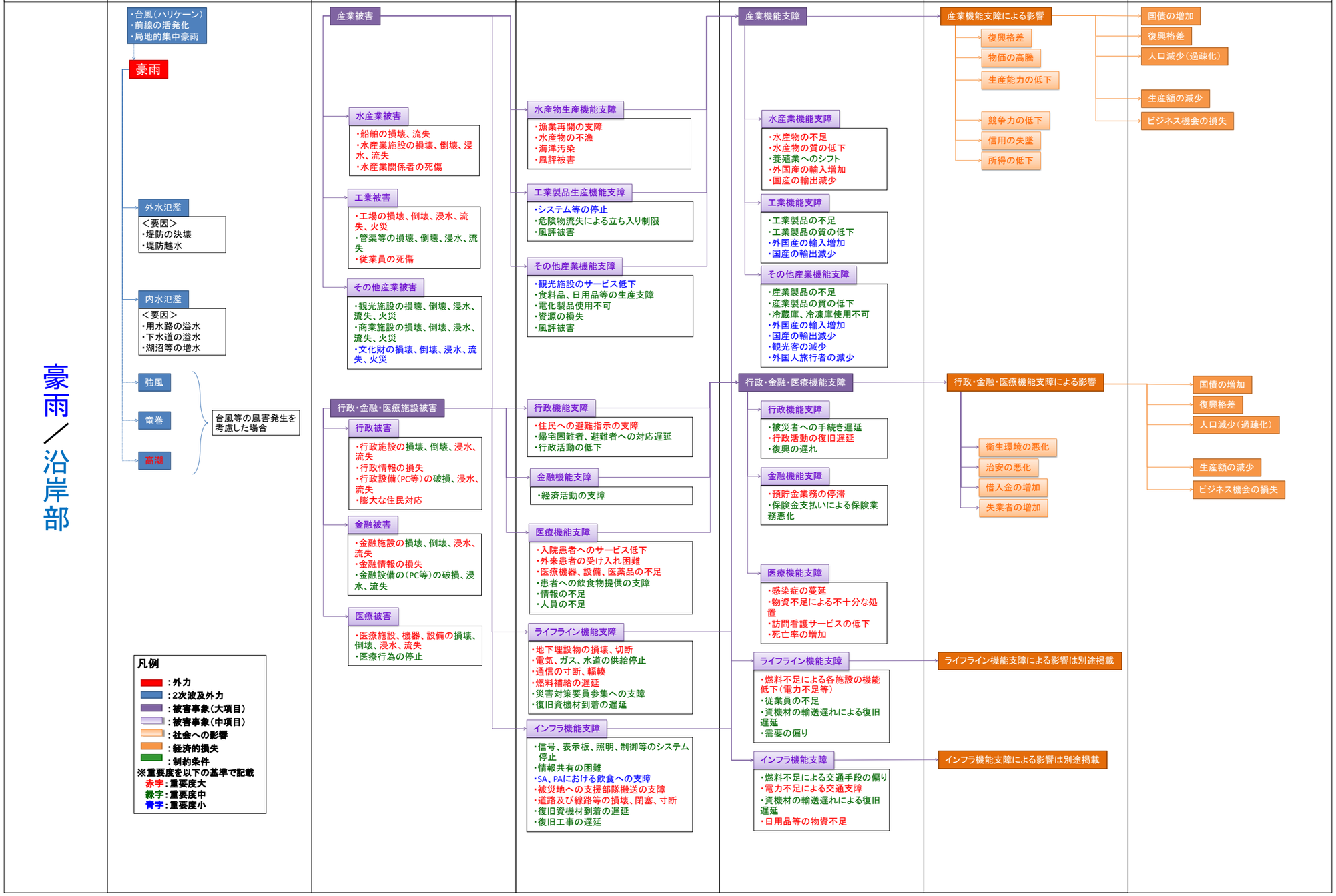


図 2.2.45　事象の進展と連関の樹形図（災害：豪雨　地域条件：沿岸部）

４）都市部

表 2.2.12 に示した「東海豪雨」、「米国 ハリケーン「カトリーナ」」、「タイ洪水」、「米国 ハリケーン「サンディ」」の事例を参考に、都市部において豪雨災害が発生した場合の特徴的な事象等を表 2.2.24 に整理した。

表 2.2.24　特徴的な事象・支障・社会への影響（都市部）

物的被害	基盤機能支障	生活支障	社会への影響
○行政機関中枢、企業の被災 ○地下鉄、地下街浸水 ○行政のパソコン浸水により避難指示遅れる ○突風による樹木、電柱の倒壊、送電線の断線	○浸水による道路機能への支障（交通網寸断、物流停止等） ○浸水による鉄道運行への支障（運転見合せ等） ○浸水による空港機能への支障（空路の寸断、物流の停止等） ○帰宅困難者の発生 ○大規模停電の発生 ○電話等の輻輳 ○行政機能の低下	○住機能への支障（避難所、仮設住宅での生活） ○渋滞・道路冠水による救急・消防部隊の到着遅れ ○人の移動への支障 ○日用品等物資の不足 ○治安悪化、衛生環境の悪化	○復興に向けた国債の増加 ○都市機能麻痺による経済不況 ○停電による各産業・企業の業務停止 ○証券取引所休場、株価大幅続落 ○生産額の減少 ○部品供給停止による生産調整

表 2.2.24 で整理した都市部において豪雨災害が発生した際の特徴的な発生事象等に加え、生じ得る事象等を考慮した被害の発生イベント及び事象の進展と連関の樹形図を図 2.2.46～図 2.2.48 に示す。

都市部での豪雨災害時は、排水不全による内水氾濫が特徴的かつ甚大な被害を及ぼす可能性が高く、特徴的な事象は「地下鉄・地下街の浸水」、「インフラ・ライフライン施設被害」、「帰宅困難者の発生」、「行政機能の低下」などが挙げられる。都市部には多くの地下鉄や地下街が存在し、排水しきれない水はすべて地下へ流出するため、甚大な被害をもたらす。また豪雨や強風による公共交通機関の混乱が発生し、それに伴う交通渋滞も発生するため、帰宅困難者が多く発生すると想定される。帰宅困難者や避難者にとって、ライフライン施設の被災による電気・ガス・水道等が使用できないことは生活していく上で重要な支障となる。加えてライフライン施設が被災した場合、行政機関も混乱し、本来の機能を果たすことが難しいケースも想定されるため、重要度が高い事象とした。

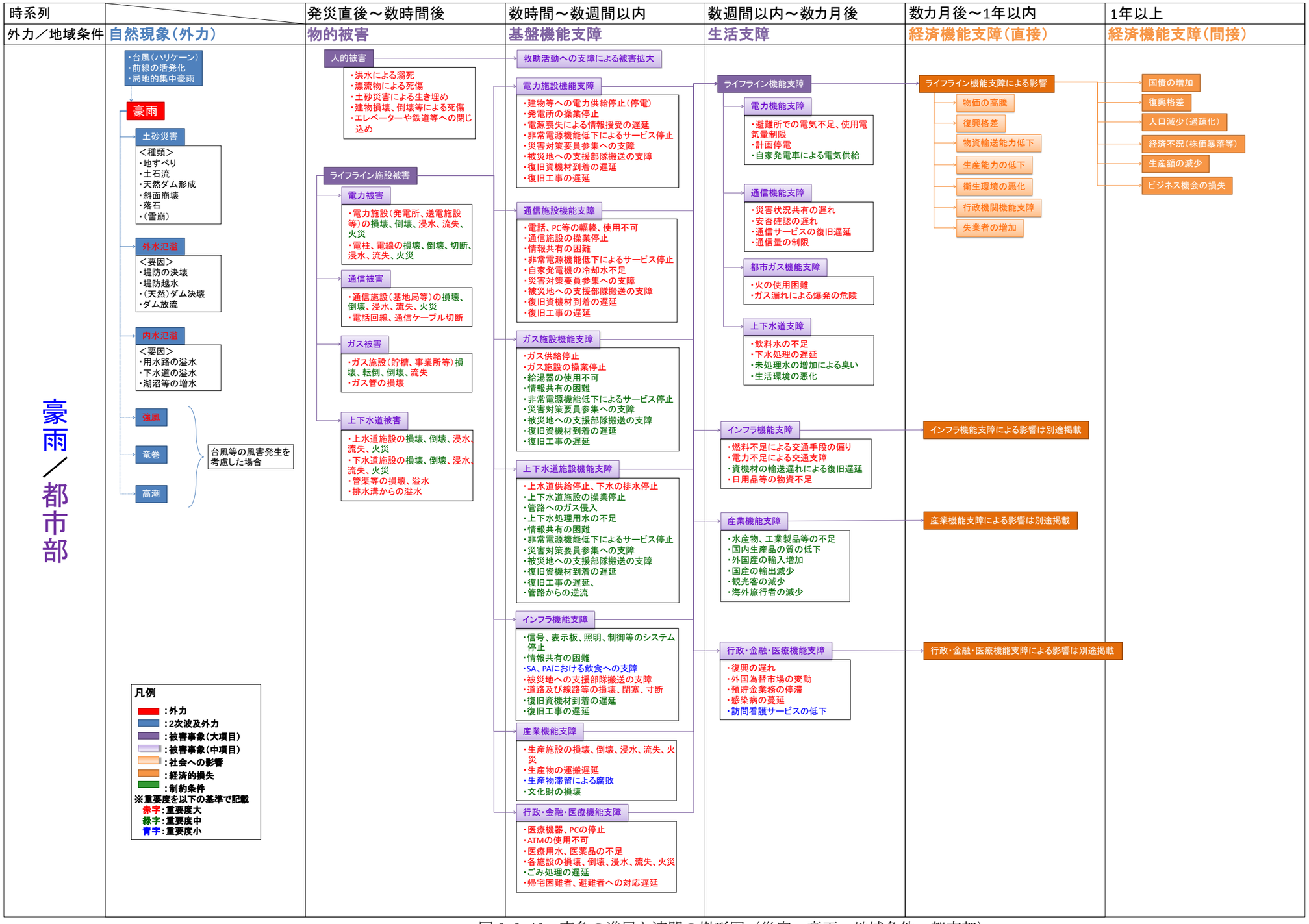


図 2.2.46　事象の進展と連関の樹形図（災害：豪雨　地域条件：都市部）

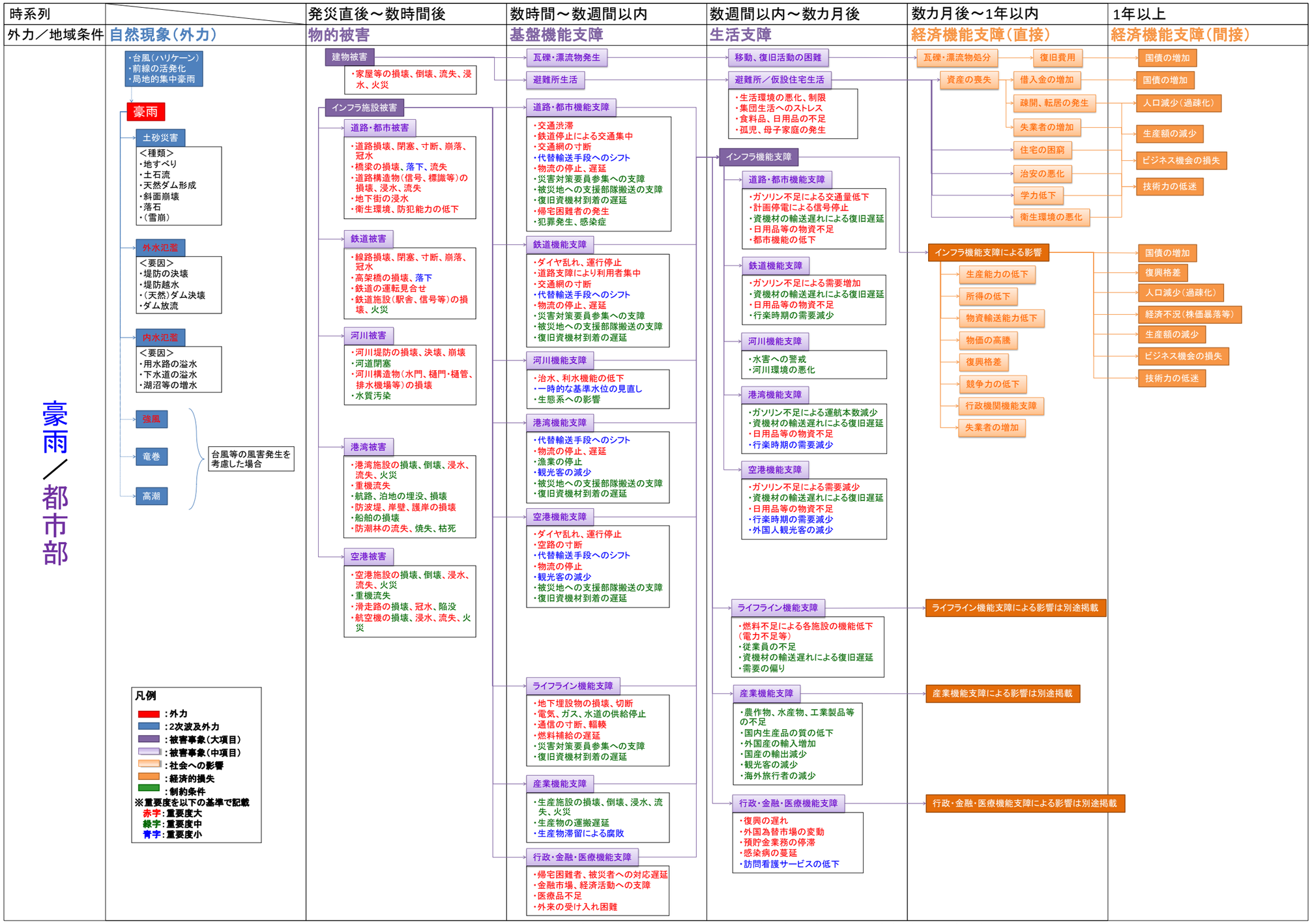


図 2.2.47　事象の進展と連関の樹形図（災害：豪雨　地域条件：都市部）

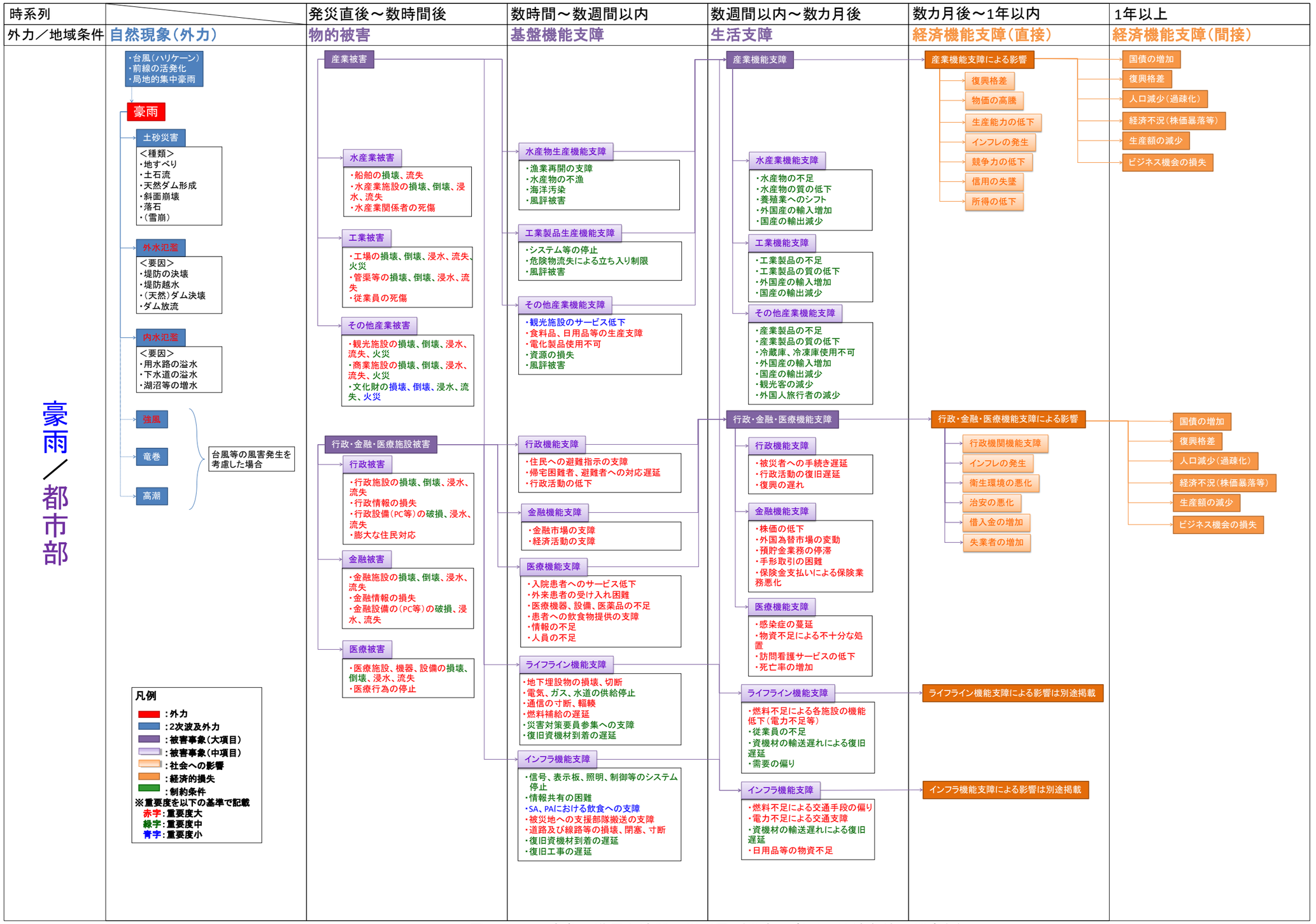


図 2.2.48　事象の進展と連関の樹形図（災害：豪雨　地域条件：都市部）

２．３　リスク評価手法の検討

２．３．１　既存のリスク分析手法の概要

（１）概要

２．２．５において、地域特性によって災害毎に生じる被害の発生イベントをリストアップした。それとともに、それぞれの事象の被害進展と連関を樹形図として整理することにより、災害波及構造を一般化した。

一方、災害対策を検討する際には、災害波及構造を想定するだけではなく、被害をリスクとして分析・評価し、評価に応じた優先度付けや対策の内容（投入すべきコスト、ソフト対策かハード対策かなど）を議論することになる。本項では想定された被害のリスクの重要度および影響度を評価する手法について検討を行った。

災害リスクの重要度・影響度の評価を実施するにあたり、まず既存のリスク分析手法から有効性が高いと思われる分析手法を収集するため、まずは全般的なリスク分析手法について、JIS-Q31010※を使用し事例収集を実施した。各手法の適用性を表 2.3.1 に、リスクレベルの設定で適用可能な手法（SA：推奨、A：適用可能）の概要を表 2.3.2(1)～表 2.3.2（4）に示す。

（２）各リスク分析手法の自然災害適用事例

（１）で整理を行ったリスク分析手法のうち、自然災害への適用事例数等の整理を表 2.3.3 に示す。さらに、自然災害の適用事例があったリスク分析手法について、表 2.3.4 に示す適用事例の記載内容に沿って地域性の考慮・災害外力種・定量的指標・リスクレベル設定の有無について整理し、有効な手法の検討を行った。整理結果を表 2.3.5 に示す。

リスク分析手法については課題に応じ適切に選択されうるものであるが、地域性考慮・災害外力種・定量的指標・リスクレベル設定について適用性があり、リスク発生の可能性および深刻さに関する分析結果から重要性を評価できるリスクマトリクス法が有効な手法と考え、２．４で後述するケーススタディおよび２．５で後述するツールキットの作成に用いる手法として選定した。表 2.3.6 にリスク分析手法の特徴を示す。

※日本工業標準調査会、JIS　リスクマネジメントーリスクアセスメント技法　JIS Q 31010、平成 24 年 4 月 20 日制定

表 2.3.1　各リスク分析手法の適用性

分析手法	結果（影響度）	発生確率	リスクレベル
ブレーンストーミング	NA	NA	NA
構造化又は半構造化インタビュー	NA	NA	NA
デルファイ法	NA	NA	NA
チェックリスト	NA	NA	NA
予備的ハザード分析（PHA）	NA	NA	NA
HAZOPスタディーズ	SA	A	A
ハザード分析及び必須管理点（HACCP）	SA	NA	NA
環境リスクアセスメント	SA	SA	SA
構造化“Whatif”技法（SWIFT）	SA	SA	SA
シナリオ分析	SA	A	A
事業影響度分析（BIA）	SA	A	A
根本原因分析（RCA）	SA	SA	SA
故障モード・影響解析（FMEA）	SA	SA	SA
故障の木解析（FTA）	NA	SA	A
事象の木解析（ETA）	SA	A	A
原因・結果分析	SA	SA	A
原因影響分析	SA	NA	NA
防護層解析（LOPA）	SA	A	A
決定木解析	SA	SA	A
人間信頼性分析（HRA）	SA	SA	SA
ちょう（蝶）ネクタイ分析	A	SA	SA
信頼性重視保全（RCM）	SA	SA	SA
スニーク回路解析（SCA）	NA	NA	NA
マルコフ解析	SA	NA	NA
モンテカルロシミュレーション	NA	NA	NA
ベイズ統計及びベイズネット	SA	NA	NA
FN曲線	SA	SA	A
リスク指標	SA	SA	A
リスクマトリックス	SA	SA	SA
費用／便益分析（CBA）	SA	A	A
多基準意思決定分析（MCDA）	SA	A	SA
SA は推奨，NA は適用不可，A は適用可能を表す。			

＊ハッチはリスクレベルの設定が適用不可（NA）となる分析手法

表 2.3.2(1)　各リスク分析手法の概要（SA:推奨，NA:適用不可，A:適用可能）

分析手法		HAZOP スタディーズ	環境リスク アセスメント	構造化"Whatif" 技法（SWIFT）	シナリオ分析	事業影響度 分析（BIA）
適用性	リスク特定	SA	SA	SA	SA	A
	結果（深刻さ）	SA	SA	SA	SA	SA
	発生確率	A	SA	SA	A	A
	リスクレベル	A	SA	SA	A	A
	リスク評価	A	SA	SA	A	A
	その他	リスクの原因	リスクの原因・経路	ー	結果の検討可	ー
情報の取得手段	リスク特定	専門家・実務者の意見	良質なデータ	参加者の意見（プロンプトリスト）	意思決定者・分析者の意見	ワークショップ等参加者
	結果（深刻さ）	〃	〃	〃	〃	〃
	発生確率	〃	〃	〃	〃	〃
	リスクレベル	〃	〃	〃	〃	〃
	リスク基準設定	〃	（不明）	〃	（不明）	（不明）
	リスク評価	〃	良質なデータ	〃	意思決定者・分析者の意見	ワークショップ等参加者
	リスク対応	〃	〃	〃	（不明）	〃
概要		計画中又は既存の製品・プロセス・手順・システムの構造化された系統的な調査を行い，人・機器・環境・組織の目的に対するリスクを特定する技法である（リスク対応策も）。設定の意図や動作条件の達成が妨げられるガイドワードを使用する。	様々な環境ハザードへの曝露の結果として，動物・植物・人に生じるリスクのアセスメントを網羅的に実施する。ハザードと影響対象，及び影響経路の分析し，危害の考えられる範囲及び性質の推定を行う。	ワークショップの参加者にリスクを特定するように促すために，一連の"プロンプト"語又は語句を用いて系統的にチームで行う調査である。システム，プラントアイテム，組織又は手順が，正常な運転及び行動からの逸脱によってどのように影響されるか調査する。	将来どのようになるかについての記述的モデル展開を行う分析手法である。考えられる将来の進展を検討し，その影響を調べることによって，リスクを特定するときに使用できる。変化の発生確率を予測することはできないが，結果を検討することができ，組織が予測可能な変化に対応するために必要となる長所及び回復力の育成を手助けする。	主要な中断リスクが組織の運営にどのように影響するかを分析し，運用管理するために必要な能力を特定及び定量化し、以下の合意を得る。 ①主要な事業プロセス・機能・組織に関する資源・相互依存性の特定・致命度 ②対応・運用管理能力に対する中断事象の影響 ③中断の影響を復旧させるのに必要な対応・運用管理能力
リスクの評価方法の概要		例えば、ガイドワードを当てはめ、調査によって好ましくない結果（深刻さ）が出そうな逸脱を特定するとともに、アンケート等で発生頻度を把握し、リスクマトリクスにあてはめて評価を行う。	試験等からハザードによる曝露の程度－反応曲線を導き出し深刻さを把握し、全ての経路からの影響を総合したときの特定の結果の発生確率を推定する。これらをリスクレベルとして算定し、リスク評価を行う。	ワークショップでの討議結果について、リスク，その原因・結果・想定する管理策を記述したものをチームで確認し記録する。	例えば、既存の情報から深刻さや発生確率を考慮したシナリオを作成し、目的に合った行動オプションとなっているか定性的に評価する。	例えば、敷設の復旧時間を指標とした事業継続性を評価する。
手法の特徴	発生確率深刻さ等	定性的	定性的	定性的	定性的	定性的
	リスクレベル（重大性）	不明（自然災害事例）	不明（自然災害事例）	不明（自然災害事例）	非客観的評価（自然災害事例）	非客観的評価（自然災害事例）
長所	利便性や管理のしやすさ			●ワークショップ参加者の準備するものが少ない。 ●少労力で，リスク一覧表・リスク対応計画を作成可		
	議論等促進					
短所	利便性や管理のしやすさ	●詳細な分析には，時間と費用がかかる。				
	議論等促進	●設計者の専門知識に頼りすぎて、問題を客観視できない事がある。				
	その他		●良質のデータが必要であるが，一般的に高レベルの不確かさが付きまとうことが多い。	●効率的に行うためには，経験があり，有能なファシリテータが必要。		

表 2.3.2(2)　各リスク分析手法の概要（SA:推奨，NA:適用不可，A:適用可能）

分析手法		根本原因分析（RCA）	故障モード・影響解析（FMEA）	故障の木解析（FTA）	事象の木解析（ETA）	原因・結果分析
適用性	リスク特定	NA	SA	A	A	A
	結果（深刻さ）	SA	SA	NA	SA	SA
	発生確率	SA	SA	SA	A	SA
	リスクレベル	SA	SA	A	A	A
	リスク評価	SA	SA	A	NA	A
	その他	リスクの原因	リスクの原因	リスクの原因・経路	―	リスクの原因
情報の取得手段	リスク特定	NA	対象のシステム・コンポーネント	データベース	データベース（他の分析結果）	データベース（他の分析結果）
	結果（深刻さ）	データベース 専門家の意見	〃	NA	データベース	データベース
	発生確率	〃	〃	データベース	〃	〃
	リスクレベル	〃	〃	〃	〃	〃
	リスク基準設定	（不明）	（不明）	（不明）	（不明）	（不明）
	リスク評価	データベース 専門家の意見	対象のシステム・コンポーネント	データベース	NA	データベース
	リスク対応	専門家の意見	〃	（不明）	データベース（他の分析結果）	データベース（他の分析結果）
概要		失敗又は損失から収集した全ての証拠を分析し、解決策の立案・勧告を行う。うまくいかない原因の評価は、はじめに明らかとなる物理的原因から，人に関係する原因を経て，最後に基礎をなすマネジメント又は根本原因へと進める	コンポーネント・システム・プロセスが，どのようにして設計の意図を満たすことに失敗するかを明らかにする技法で、以下を明確にする。 ①故障がシステムに与えるおそれのある影響 ②故障メカニズム③故障を回避する方法・故障のシステムへの影響の軽減方法	調査対象の望ましくない事象の原因となり得る要因を突き止め，分析するための技法。原因となる要素は演繹的に特定し，論理的に関係付け，原因となる要素と頂上事象との論理的関係を描き出した樹形図で図示。望ましくない事象に帰着する，コンポーネントのハードウェア故障，ヒューマンエラー又は他の関連事象を樹形図で明らかにする。	システムの動作・不動作に従って，起因事象に続く事象の相互排他的順序を表す。定性的にも定量的にも適用できる。木のように扇形に広げることによって，追加されるシステム，機能・防壁を考慮しながら，起因事象に対応して悪化・緩和する事象を表すことができる。	原因・結果解析は，FTAとETAとを組み合わせたものである。決定的事象から始めて，発生する可能性がある条件又は起因事象の結果を緩和するように設計したシステムの失敗を表す，はい／いいえ分岐ゲートの組合せによって結果を解析する。条件又は失敗の原因は，FTA によって解析する。
リスクの評価方法の概要		原因を特定するために、FMEAを用いることたがある。リスク評価方法はこれに準じる。	例えば、アンケートやデータベースより、発生頻度や深刻さの指標を設定し、指標値の平均を合計してリスクを評価する。	既存の情報に基づく発生確率よりリスクを評価する。	例えば、既存の情報に基づく発生確率と、別途算出した深刻さについて、リスクマトリクスにより、リスクを評価する。	例えば、既存の情報に基づく発生確率と、別途算出した深刻さについて、リスクマトリクスにより、リスクを評価する。
手法の特徴	発生確率深刻さ等	定性的	定量的	定量的	定量的	定量的
	リスクレベル（重大性）	不明（自然災害事例）	非客観的評価（自然災害事例）	非客観的評価（自然災害事例）	客観的評価（自然災害事例）	不明（自然災害事例）
長所	利便性や管理のしやすさ	●結果の文書化	●コンポーネントの故障モード・原因，システムへの影響を特定し，それを分かりやすく表示。	●図式表示のため、システム挙動・要因が簡単に理解できる	●事象の順序を図示できる。	
	議論等促進					
短所	利便性や管理のしやすさ		●適切に管理し，焦点を絞らない限り，調査は時間がかかり，コストがかさむものとなる。			
	議論等促進					
	その他		●単独故障モードの特定だけに使用可能で，複合故障モードの特定には使用できない。			

表 2.3.2(3)　各リスク分析手法の概要（SA:推奨，NA:適用不可，A:適用可能）

分析手法		防護層解析（LOPA）	決定木解析	人間信頼性分析（HRA）	蝶ネクタイ分析	信頼性重視保全（RCM）
適用性	リスク特定	A	NA	SA	NA	SA
	結果（深刻さ）	SA	SA	SA	A	SA
	発生確率	A	SA	SA	SA	SA
	リスクレベル	A	A	SA	SA	SA
	リスク評価	NA	A	A	A （具体的方法不明）	SA
	その他	リスクの原因	リスクの原因・経路	－	リスクの原因・経路	－
情報の取得手段	リスク特定	リスク基本情報 専門家の意見	NA	調査・評価者 データベース	NA	機器・システムと故障と結果情報
	結果（深刻さ）	〃	プロジェクト計画・結果・事象の情報	調査・評価者	リスク原因・結果・管理策の情報	〃
	発生確率	〃	〃	〃	〃	〃
	リスクレベル	〃	〃	〃	〃	〃
	リスク基準設定	〃	（不明）	（不明）	（不明）	〃
	リスク評価	NA	プロジェクト計画・結果・事象の情報	調査・評価者	（不明）	〃
	リスク対応	リスク基本情報 専門家の意見	（不明）	〃	〃	〃
概要		LOPA は，好ましくない事象・シナリオに付随するリスクの，半定量的算定方法である。リスクを抑制・緩和するための，十分な対策があるかどうかを解析する。原因・結果の対を選択し，好ましくない結果をもたらす原因を防ぐ防護層を特定する。防護がリスクを許容水準まで低減する上で適切かどうかを判定するために，大きさの等級計算を実施する。	プロジェクトリスクの管理及びその他の状況で使用し，不確かさがある場合に最善の行動方 針の選択を手助けする。図表示は，決定理由の意思疎通も手助けできる。起因事象で始まり，発生する事象・決定結果をモデル化する点でETA に似ている。	システム性能に及ぶ人の影響を取り扱い，システムに対するヒューマンエラーの影響の評価に用いることができる。生産性の妨げとなるエラーを浮き彫りにし，これらのエラー・その他の故障を，操作・運転要員，保全要員によって修復する方法の検討に資する情報を提供。	原因から結果までのリスクの経路を記述し，分析する簡易な図式方法である。事象の原因を分析するFTAの考え方と，結果を分析するETAとを組み合わせ，原因とリスクとの間，及びリスクと結果との間の防止管理・緩和・復旧策を図示。	あらゆる種類の機器に要求する，運転の安全性・アベイラビリティ・経済性を効率的かつ効果的に達成するように，故障の管理方針を明らかにする方法である。このプロセスを通じた作業の最終結果は，保全作業の実施又は運用の変更のような他の対策の必要性に関する決定である。
リスクの評価方法の概要		既存の情報から好ましくない結果（深刻さ）や頻度を把握し、発端原因の頻度・対策の失敗確率・条件確率を合わせて好ましくない結果の確率を等級別に算定し、リスク許容レベルと比較して評価を行う。	情報に基づき、事象・決定結果の深刻さや、樹形図の分岐における条件付き確率を算出。最善の決定経路は、経路上の全ての条件付き確率の積及び結果値によって算出した最大の期待値で評価する。	経験や知識からエラーを特定し、エラーを他のハードウェア・ソフトウェア・環境の事象と統合し、システム全体の失敗確率を算定する。どのエラーが信頼性やリスクと関連しているかを評価する。	情報に基づき、深刻さや発生確率を設定する。リスクの評価方法については不明。	保全を行わないときの各故障の頻度の推定をし、結果（深刻さ）は故障影響を定義することによって定める。故障頻度と結果を組み合わせたリスクマトリックスによってリスクレベルのカテゴリを定める。
手法の特徴	発生確率深刻さ等	定量的	定性的 半定量的 定量的	定性的	定性的 半定量的 定量的	定量的
	リスクレベル（重大性）	不明 （自然災害事例）	不明 （自然災害事例）	不明 （自然災害事例）	不明 （自然災害事例）	不明 （自然災害事例）
長所	利便性や管理のしやすさ		●決定に関する問題について明確な図表示が得られる。		●単純で理解しやすく，問題を明快に図表示できる。	
	議論等促進					
短所	利便性や管理のしやすさ					
	議論等促進					
	その他					

表 2.3.2(4)　各リスク分析手法の概要（SA:推奨，NA:適用不可，A:適用可能）

分析手法		FN曲線	リスク指標	リスクマトリックス	費用／便益分析（CBA）	多基準意思決定分析（MCDA）
適用性	リスク特定	A （具体的方法不明）	A	SA	A	A
	結果（深刻さ）	SA	SA	SA	SA	SA
	発生確率	SA	SA	SA	A	A
	リスクレベル	A	A	SA	A	SA
	リスク評価	SA	SA	A	A	A
	その他	－	－	－	－	－
情報の取得手段	リスク特定	（不明）	システム分析・記述結果の情報	結果と発生確率のマトリクス	費用・便益と不確実性情報	分析用選択肢・アンケート結果
	結果（深刻さ）	死者数発生確率やリスク分析結果	〃	〃	〃	〃
	発生確率	〃	〃	〃	〃	〃
	リスクレベル	〃	〃	〃	〃	〃
	リスク基準設定	（不明）	〃	〃	〃	〃
	リスク評価	死者数発生確率やリスク分析結果	〃	〃	〃	〃
	リスク対応	（不明）	（不明）	（不明）	〃	（不明）
概要		指定されたレベルの危害を指定の母集団に引き起こす事象の発生確率を図に表したものである。所定の数の死傷者が出る頻度を指すことが最も多い。FN 曲線は，母集団のN人以上の構成員が影響を受ける累積頻度を示す。	順序尺度を用いた採点方式を採用して導出する推定値であり，リスクの半定量的尺度である。リスク指標は，比較できるように類似の基準を用いて，一連のリスクを格付けして使用する。評点は，リスクの各構成要素（リスク源・範囲・影響）に付ける。	リスクレベル又はリスクの等級化を決めるために，結果の定性的又は半定量的等級化と起こりやすさを結合する手段である。マトリックスの形式及びそれに加える定義は，それを使用する状況に依存し，その状況に合った適切な仕組みを用いることが重要である。	最善の，又は最も利益がある選択肢を選択するために，予想総費用と予想総便益を比較検討するリスク評価に用いることができる。対象範囲に含まれる，全ステークホルダに及ぶ全ての費用及び便益の金銭的価値を総計し，費用及び便益が生じる異なる期間ごとに調整する。対応策に付随する正味現在価値がプラスであれば，普通，その対応策は行ったほうがよいことを意味する。	一連の選択肢の総合的価値を客観的かつ分かりやすく評価するために，様々な基準を使用する。一般に，全体の目標は，利用可能な選択肢の選好順序を定めることであり，分析は選択肢と基準とのマトリックスの作成を含む。基準は，順位付けかつ総計して，各選択肢の総合点数を出す。
リスクの評価方法の概要		死者数を横軸、発生確率を縦軸とし、既存の情報と予想されるリスクのグラフを比較し、リスクの評価をする。	情報から、対象システムと整合した深刻さや発生確率といった評点を算出し、これらを組合せた複合指標によりリスクを評価する。	例えば、既存の情報から、深刻さや発生確率を等級的に算出し、リスクマトリクスに当てはめてリスクを評価する。	予想総費用と予想総便益を比較し、正味現在価値の正負によって、対策の有効性を評価する。	アンケート結果から、選択肢（対策対象等）の選好順序を定め、優先順位を評価する。
手法の特徴	発生確率深刻さ等	定量的	半定量的 定量的	半定量的 定量的	半定量的 定量的	半定量的 定量的
	リスクレベル（重大性）	不明 （自然災害事例）	客観的評価 （自然災害事例）	客観的かつ 段階的評価 （自然災害事例）	客観的かつ 相対的順位評価 （自然災害事例）	客観的かつ 相対的順位評価 （自然災害事例）
長所	利便性や管理のしやすさ			●比較的使いやすい。	●意思決定の透明性が得られる。	
	議論等促進					
短所	利便性や管理のしやすさ			●マトリックスは状況に合わせて構成するため，様々な状況に適用できる共通システムの作成が難しい。 ●使い方が主観的で，評価者の違いが出やすい。		
	議論等促進					●偏見等の影響を受ける。
	その他					

表 2.3.3　各リスク分析手法の適用分野の整理

分析手法	自然災害への適用事例数	自然災害以外の主な適用分野
HAZOP スタディーズ		プラント、情報システム、医療
環境リスクアセスメント		環境
構造化“Whatif”		医療、環境
シナリオ分析	2	情報システム、環境、エネルギー、金融等
事業影響度分析	2	医療
根本原因分析		情報システム、医療
故障モード・影響解析	1	情報システム、機械
フォルトツリー解析	3	情報システム
イベントツリー解析	10	情報システム
原因・結果分析		医療、情報システム
防護層解析		
決定木解析		情報システム
人間信頼性分析		情報システム
蝶ネクタイ分析		
信頼性重視保全		下水道施設、エネルギー、医療
FN 曲線		機械
リスク指標	23	金融・経済、情報システム
リスクマトリクス	1	機械、情報システム、下水道施設
費用／便益分析	4	施設維持管理、農業、環境
多基準意思決定分析		環境、農業

表 2.3.4　適用事例の記載内容

分析手法	リスク分析手法
文献	事例となる文献
手法の概要	リスク分析手法の概要
利便性	リスクレベルの有無や、議論の深めやすさ
地域特性考慮	都市部・沿岸部・平地部・山間部の考慮有無
災害外力	地震・津波・洪水・火山等の対象とする災害外力
主な対象分野	道路等のインフラ、電気等のライフライン等の分野
対象項目・指標	人的・物的被害、基盤機能支障、生活支障、経済機能支障に関する項目
必要情報	リスク分析を行うにあたって必要となる情報
その他の分析手法適用事例	同じリスク分析手法で、異なる事例がある場合、その概要を記載

表 2.3.5　適用事例の一覧

分析手法	適用事例	利便性 [i]	地域特性 [ii]	災害外力 [iii]	主な対象分野	対象項目・指標 [iv]	必要情報
リスク マトリクス	TRANSIT （2004）[1)]	RL 設定有	具体的記述なし	気象災害、地震、津波、火事、斜面崩壊等	道路	死傷者、コスト等	人的被害や経済的被害の規模と発生確率
リスク指標	松下 （2002）[2)]	RL 設定有	都市部	地震	建物（情報流通ビル）	SRM（経済的被害）	TPC（施設の再調達額）、PML（最大予想損失額）
リスク指標	国交省 （2012）[3)]	RL 設定不明	流域	洪水	人的、医療、防災拠点施設、交通、ライフライン等	一般資産被害額、人的被害（想定死者数等）、経済被害、重要施設被害	降雨データ、流域・河川・氾濫域に関するデータ、人口・資産・重要施設等に関するデータ
シナリオ 分析	加藤 （2006）[4)]	RL 設定不明	都市部	カタストロフィックな災害	交通	運輸行政担当者の行動オプション	社会経済動向等に起因するマクロな不確実性、運輸行政担当者のマネジメント不可能な主体、各主体が他主体に対して期待している事項、マネジメント不可能な主体の認識
事業影響度 分析	副島 （2009）[5)]	RL 設定不明	都市部	地震	事業	事業継続性	関係施設・設備の耐震性能に基づく構造的・機能的被害予測結果、周辺のライフラインや交通網の被害によるリソース（物資・人材・情報など）の欠乏、復旧活動の遅延状況
故障モード・ 影響解析	本田 （2011）[6)]	RL 設定不明	具体的記述なし	火災（建物）	人（消防隊員）	人的被害	発生頻度・検出難易度・事故可能性に関するアンケート結果、重大性に関する事故種のヒヤリハットデータベース
フォルト ツリー解析	姥 （2007）[7)]	RL 設定不明	具体的記述なし	地震	医療	電源及び都市ガスに関する機能損失確率	電力・水・ガス・医療ガスの供給経路、各設備機器における最大応答絶対加速度、設計耐力中央値（設備機器のボルト）、最大層間変形角（配管・配線）、末端事象の損傷に関する対数標準偏差
イベント ツリー解析 ＋リスク マトリクス	消防庁 （2013）[8)]	RL 設定有 5	沿岸部	地震・津波	石油コンビナート	放射熱・爆風圧・フラッシュ火災・毒性ガス拡散による死傷者（人的被害）	確率的なリスク評価（施設データ、物性データ、気象データ、漏洩口、影響範囲内の居住者等の情報）、長周期地震動の評価（想定地震の予測波形、タンク種類・諸元、影響範囲内の居住者等の情報）、津波による災害の評価（津波浸水深予測・最大流速データ、タンク等諸元、内容液の比重、被災時の貯蔵率）、大規模災害の評価（施設の構造・強度、防災設備、周辺施設の状況、立地条件）
費用便益 分析	朱牟田 （1997）[9)]	RL 設定有 （優先度）	具体的記述なし	地震	電力	経済的被害	耐震補強コスト、企業損失コスト
多基準意思 決定分析	村地 （2007）[10)]	RL 設定有 （優先度）	具体的記述なし	地震	建物	建物耐震化の優先度合い	震源モデル、建物諸元

i　利便性：リスクレベル（RL）の設定有無

ii 地域特性：都市部・沿岸部・平地部・山間部等

iii 災害外力：地震・津波・洪水・火山・その他

iv 対象項目：人的・物的被害、基盤機能支障、生活支障、経済機能支障に関する項目

表 2.3.6　自然災害への適用事例のあったリスク分析手法の特徴

	シナリオ分析	事業影響度分析	故障モード・影響解析	フォルトツリー解析	イベントツリー解析	リスク指標	リスクマトリクス	費用／便益分析	多基準意思決定分析
リスク算定方法	様々な不確実性から可能性のあるシナリオを作成し、影響度や起こりやすさ、対策の善し悪しを定性的に評価する。	事業中断に関わる項目の指標を作成し、これを基にリスクを算定する。	標準業務プロセスにおけるエラーモードの危険度指標を作成し、これを基にリスクを算定する。	各事象の確率を特定し、起こりやすさを算定する。	各事象の確率を特定し、起こりやすさを算定する。	リスクに関連する項目で指標を作成し、これを基にリスクを算定する。	影響度と起こりやすさを算出し、影響度と起こりやすさでマトリクスを作成してリスクを算定する。	予想被害額と対策コストを算出し、これらを合計して最小コストから対策優先度を評価する。	リスクに関連する項目に重み付けを行い、これを基にリスクを算定する。
地域性考慮	【△】 市町村や任意のエリアを対象とするため、地域特性の分割が困難となる場合がある。	【○】 都市部・沿岸部・平地部・山間部に関わらず、全般的に適用可能。	【○】 都市部・沿岸部・平地部・山間部に関わらず、全般的に適用可能。	【○】 都市部・沿岸部・平地部・山間部に関わらず、全般的に適用可能。	【△】 沿岸部。	【○】 都市部・沿岸部・平地部・山間部に関わらず、全般的に適用可能。	【○】 都市部・沿岸部・平地部・山間部に関わらず、全般的に適用可能。	【○】 都市部・沿岸部・平地部・山間部に関わらず、全般的に適用可能。	【○】 都市部・沿岸部・平地部・山間部に関わらず、全般的に適用可能。
災害外力種	【○】 地震・津波・洪水等に関わらず、全般的に適用可能。	【△】 地震。	【△】 火災。	【△】 地震。	【△】 地震・津波。	【○】 地震、洪水。	【○】 地震・津波・洪水等に関わらず、全般的に適用可能。	【△】 地震。	【△】 地震。
定量的指標	【△】 定性的な指標を用いた手法である。	【○】 定量的な指標を用いた手法である。	【○】 定量的な指標を用いた手法である。	【○】 定量的な指標を用いた手法である。	【○】 定量的な指標を用いた手法である。	【○】 定量的な指標を用いた手法である。	【○】 定量的及び定性的な指標を用いた手法である。	【○】 定量的な指標を用いた手法である。	【△】 定性的な指標を用いた手法である。
リスクレベル	【△】 定性的であるため、評価者による結果のバラつきが懸念される。	【△】 リスクレベルの設定事例がなく、基準がはっきりしていないため、十分な客観性がない。	【△】 リスクレベルの設定事例がなく、基準がはっきりしていないため、十分な客観性がない。	【△】 リスクレベルの設定事例がなく、基準がはっきりしていないため、十分な客観性がない。	【○】 リスクレベルの設定事例があり客観性はあるが、確率算出が可能な項目のみの評価となる。	【○】 リスクレベルの設定事例があり客観性はあるが、リスクの有無のみで、段階的評価事例がない。	【◎】 リスクレベルが段階的に設定されている事例があり、客観性があるとともに、リスクの程度を把握することが可能。	【○】 リスクレベルの設定事例があり客観性はあるが、相対的なリスクの順位付けとなる。	【○】 リスクレベルの設定事例があり客観性はあるが、相対的なリスクの順位付けとなる。

◎：適用性が非常に高い、○：適用性が高い、△：適用性がある

-

２．３．２　特徴的な災害リスクの評価

（１）特徴的な災害リスクの重要度・影響評価

２．３．１で比較したリスク分析手法のうち、自然災害の重要度・影響度評価への適用可能性を有する５つの評価手法案を適用し、重要度・影響を評価した。５つの評価手法案とは（ア）Tamura(2013)[11]、（イ）Transit(2004)、（ウ）インフラ PFI(2010)[12]、（エ）Tamura(2013)+インフラ PFI(2010)、（オ）Transit(2004)+インフラ PFI(2010)であり、各方法の概要は２．３．２（４）に記載している。また、評価は特徴的な災害リスク（合計３２のリスク）を対象とした。ここで、特徴的な災害リスクとは、以下の観点を考慮して抽出したものである。

- 物的被害と支障を組合せて１つのリスクとした。
- 支障の種類の多い道路分野を対象とし、被害の影響が大きいと考えられる落橋、盛土・切土被害、道路寸断（断層変位）を対象とした。
- 生活支障は影響の大きい死亡や重傷等の人的被害を対象とした。
- 経済的支障は、評価手法案で取扱いのある復旧費用と迂回損失を対象とした。

合計３２のリスクを抽出した結果を表 2.3.7 に示す。また、特徴的な災害リスクの評価フローを図 2.3.1 に示す。

表 2.3.7　特徴的な災害リスク

物的被害	支障
落橋 リスク数：6	救急・救助活動遅延による死傷者の増加（生活支障） 火災による人的被害拡大（生活支障） 緊急物資の不足（生活支障） 飲料水・生活用水の不足（生活支障） 復旧費用（経済的支障） 迂回損失（経済的支障）
盛土被害 リスク数：6	救急・救助活動遅延による死傷者の増加（生活支障） 火災による人的被害拡大（生活支障） 緊急物資の不足（生活支障） 飲料水・生活用水の不足（生活支障） 復旧費用（経済的支障） 迂回損失（経済的支障）
切土被害 リスク数：6	救急・救助活動遅延による死傷者の増加（生活支障） 火災による人的被害拡大（生活支障） 緊急物資の不足（生活支障） 飲料水・生活用水の不足（生活支障） 復旧費用（経済的支障） 迂回損失（経済的支障）

盛土・切土 被害多数 リスク数：6	救急・救助活動遅延による死傷者の増加（生活支障） 火災による人的被害拡大（生活支障） 緊急物資の不足（生活支障） 飲料水・生活用水の不足（生活支障） 復旧費用（経済的支障） 迂回損失（経済的支障）
道路寸断 （断層変位） リスク数：8	救急・救助活動遅延による死傷者の増加（生活支障） 火災による人的被害拡大（生活支障） 緊急物資の不足（生活支障） 飲料水・生活用水の不足（生活支障） 外来患者の受入制限・不可（生活支障） 医薬品の不足（生活支障） 復旧費用（経済的支障） 迂回損失（経済的支障）

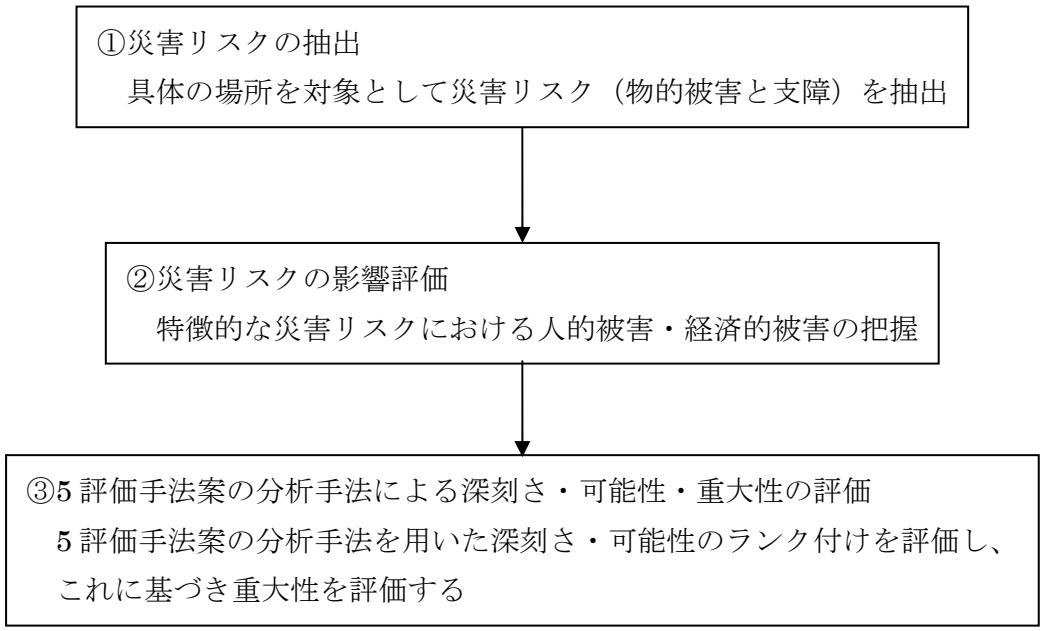


図 2.3.1　特徴的な災害リスクの評価フロー

（２）災害リスクの抽出

南海トラフ地震による深刻な被害が想定され、様々な災害リスクの検討が可能なＡ国道事務所の管内において、特徴的な災害リスクの発生が見込まれるエリアに着目し、災害リスクの抽出を行った。対象エリアを図 2.3.2 に、その特徴を表 2.3.8 に示す。

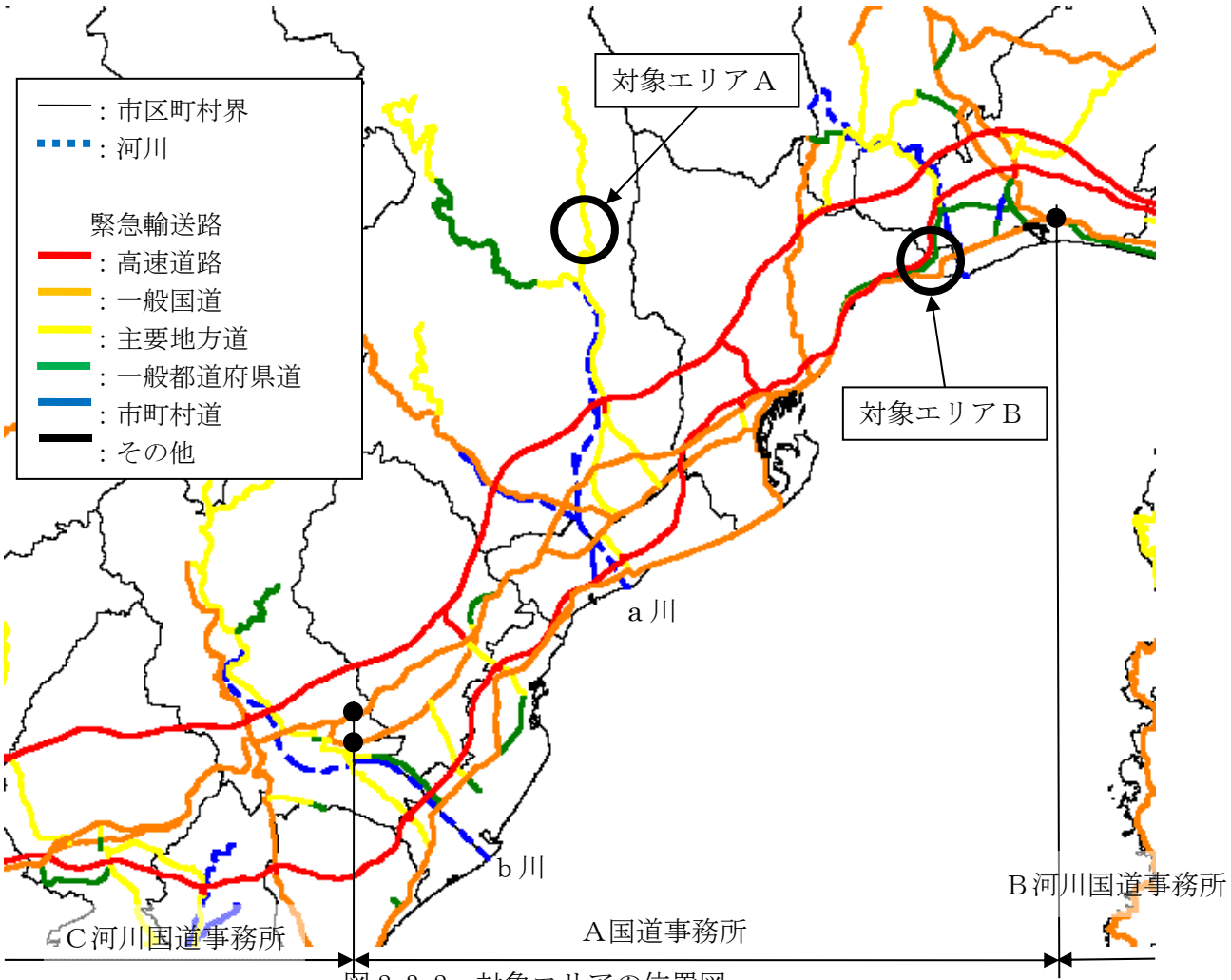


図 2.3.2　対象エリアの位置図

表 2.3.8　対象エリアの特徴

対象エリア	特徴
A	道路施設として橋・盛土・切土斜面があり、生活支障に関連する集落や学校等がある。
B	断層変位による道路寸断が想定され、生活支障に関連する学校・病院等がある。

１）対象エリアＡ

対象エリアＡの物的被害（道路施設被害）と学校等の位置を図 2.3.3 に示す。

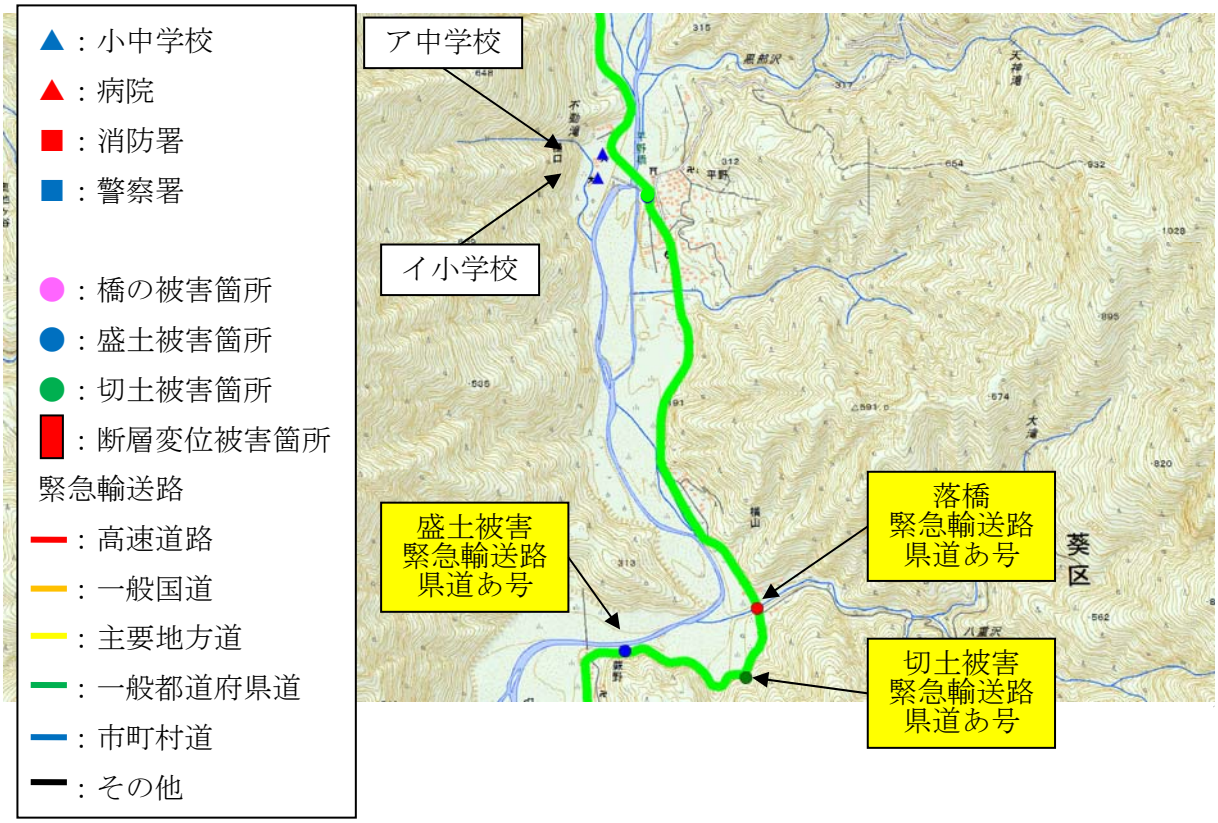


図 2.3.3　物的被害と学校等の位置（対象エリアＡ）

ここでは、落橋、盛土被害、切土被害、盛土・切土の多数被害が発生し、それぞれによって緊急輸送路が通行不可能になると想定した。物的被害と支障を組み合わせた災害リスクとその説明を表 2.3.9 に示す。

表 2.3.9　抽出した災害リスク（対象エリアA）

物的被害	支障	説明
落橋 盛土被害 切土被害 被害多数	緊急物資の不足	落橋、盛土被害、切土被害、盛土・切土の多数被害で緊急輸送路が通行不可能となり、避難所（ア中学校・イ小学校）への、緊急物資の運搬が停止し、避難者の緊急物資不足が想定される。
落橋 盛土被害 切土被害 被害多数	飲料水・生活用水の不足	落橋、盛土被害、切土被害、盛土・切土の多数被害で緊急輸送路が通行不可能となり、施設復旧が遅れ、給水車の遅延が発生し、生活者や避難者の飲料水・生活用水の不足が想定される。
落橋 盛土被害 切土被害 被害多数	救急・救助活動遅延による死傷者の増加	落橋、盛土被害、切土被害、盛土・切土の多数被害で緊急輸送路が通行不可能となり、病院への搬送等の救急・救助活動の遅延が発生し、死傷者の増加が想定される。
落橋 盛土被害 切土被害 被害多数	火災による人的被害拡大	落橋、盛土被害、切土被害、盛土・切土の多数被害で緊急輸送路が通行不可能となり、消火活動の遅れが発生し、火災による人的被害拡大が想定される。
落橋 盛土被害 切土被害 被害多数	経済的支障（復旧費用）	落橋、盛土被害、切土被害、盛土・切土の多数被害で緊急輸送路が通行不可能となり、これらの復旧費用が想定される。
落橋 盛土被害 切土被害 被害多数	経済的支障（迂回損失）	落橋、盛土被害、切土被害、盛土・切土の多数被害で緊急輸送路が通行不可能となり、迂回損失の発生が想定される。

2）対象エリアＢ

対象エリアＢの物的被害（道路施設被害）と学校等の位置を図 2.3.4 に示す。

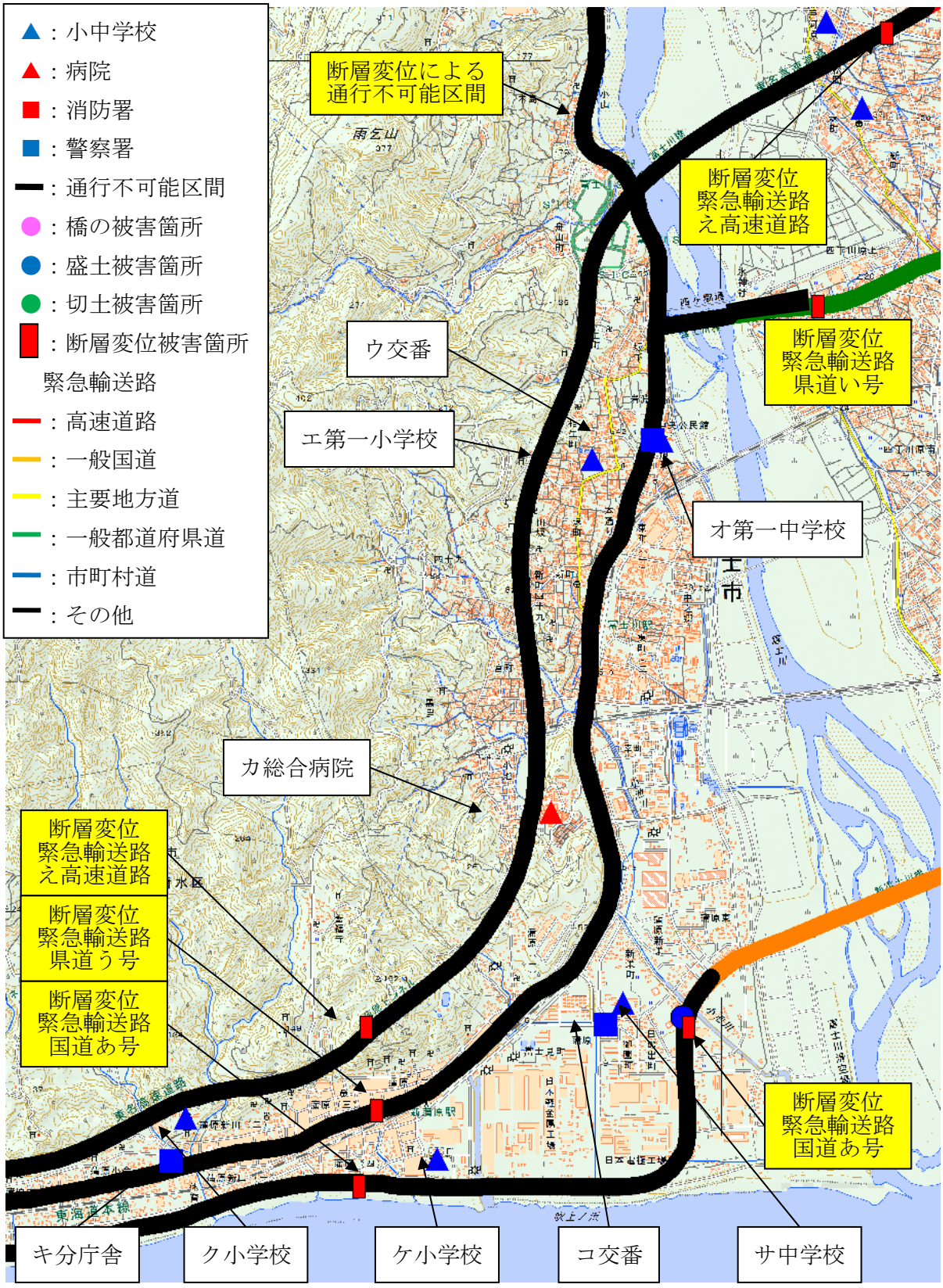


図 2.3.4　対象エリアＢの被害想定

ここでは、断層変位による道路寸断が発生し、緊急輸送路が通行不可能になると想定した。物的被害と支障を組み合わせた災害リスクとその説明を表 2.3.10 に示す。

表 2.3.10　抽出した災害リスク（対象エリアＢ）

物的被害	支障	説明
断層変位による道路寸断	緊急物資の不足	断層変位による道路寸断で緊急輸送路が通行不可能となり、避難所（小学校 3 箇所・中学校 2 箇所）への緊急物資の運搬が停止し、避難者の緊急物資不足が想定される。
	飲料水・生活用水の不足	断層変位による道路寸断で緊急輸送路が通行不可能となり、施設復旧が遅れ、給水車の遅延が発生し、生活者や避難者の飲料水・生活用水の不足が想定される。
	外来患者の受入制限（受入不可）	断層変位による道路寸断で緊急輸送路が通行不可能となり、共立蒲原総合病院の入院患者等の搬送が遅延し、外来患者の受入制限（受入不可）が想定される。
	医薬品の不足	断層変位による道路寸断で緊急輸送路が通行不可能となり、共立蒲原総合病院への医薬品の搬送が遅延し、医薬品の不足が想定される。
	救急活動遅延による死傷者の増加	断層変位による道路寸断で緊急輸送路が通行不可能となり、え高速道路、国道お号、県道う号や細街路等の被害に関連して、救急活動の遅延が発生し、死傷者の増加が想定される。
	火災による人的被害拡大	断層変位による道路寸断で緊急輸送路が通行不可能となり、国道お号、県道う号や細街路等の被害に関連して、消火活動の遅れが発生し、火災による人的被害拡大が想定される。
	経済的支障（復旧費用）	断層変位による道路寸断で緊急輸送路が通行不可能となり、復旧費用が想定される。
	経済的支障（迂回損失）	断層変位による道路寸断で緊急輸送路が通行不可能となり、迂回損失の発生が想定される。

（３）災害リスクの影響評価

特徴的な災害リスクを対象に、人的被害・経済的被害の把握を行った。なお、人的被害は定量的評価が困難であるため主観的に評価し、経済的被害のうち迂回損失は後述の通りネットワークを考慮して評価した。

１）人的被害の把握

各災害リスクの人的被害を把握するにあたり、物的被害の復旧期間と支障の影響開始期間を比較して支障の発生有無を確認し、人的被害の発生の有無および被害の内容を考察した（表 2.3.11(1)～(3)）。物的被害の復旧期間は表 2.3.12 を、支障の影響開始期間は表 2.3.13 を参照した。

次の（４）では人的被害として重傷者の発生を費用として評価するため、物資の不足等で病気になる人や症状が悪化する人も、ここでは「重傷者」と称する。

なお、盛土・切土の多数被害については、盛土・切土被害（亀裂・陥没等）が 6 箇所、切土被害（崩壊）が 1 箇所と想定した。

表 2.3.11(1)　人的被害の考察結果

物的被害	支障	支障の発生有無	人的被害
落橋	緊急物資の不足	落橋の復旧期間は 1 週間以上、避難所の備蓄量が 1 週間とし、**支障が発生する**とした。	緊急物資が不足すると、水や食料を十分に取ることのできない人が想定され、**多数の重傷者**が発生するとした。
盛土被害		盛土被害の復旧期間は数時間、避難所の備蓄量が 1 週間とし、**支障は発生しない**とした。	緊急物資は不足せず、**人的被害はない**とした。
切土被害		切土被害の復旧期間は 3 日、避難所の備蓄量が 1 週間とし、**支障は発生しない**とした。	緊急物資は不足せず、**人的被害はない**とした。
被害多数		盛土･切土の多数被害の復旧期間は 4 日間程度要し、避難所の備蓄量が 1 週間とし、**支障は発生しない**とした。	緊急物資は不足せず、**人的被害はない**とした。
断層変位による道路寸断		断層変位による道路寸断の復旧期間は、落橋と同様 1 週間以上、避難所の備蓄量が 1 週間とし、**支障が発生する**とした。	緊急物資が不足すると、水や食料を十分に取ることのできない人が想定され、**多数の重傷者**が発生するとした。

表 2.3.11(2)　人的被害の考察結果

物的被害	支障	支障の発生有無	人的被害
落橋	飲料水・生活用水の不足	落橋の復旧期間は 1 週間以上、家庭の備蓄量が 1 週間とし、**支障が発生する**とした。	飲料水を十分に取ることのできない人が想定され、**多数の重傷者**が発生するとした。
盛土被害		盛土被害の復旧期間は数時間、家庭の備蓄量が 1 週間とし、**支障は発生しない**とした。	飲料水は不足せず、**人的被害はない**とした。
切土被害		切土被害の復旧期間は3日、家庭の備蓄量が1週間とし、**支障は発生しない**とした。	飲料水は不足せず、**人的被害はない**とした。
被害多数		盛土・切土の多数被害の復旧期間は 4 日間程度、家庭の備蓄量が 1 週間とし、**支障は発生しない**とした。	飲料水は不足せず、**人的被害はない**とした。
断層変位による道路寸断		断層変位による道路寸断の復旧期間は、落橋と同様 1 週間以上､家庭の備蓄量が 1 週間とし、**支障が発生する**とした。	飲料水を十分に取ることのできない人が想定され、**多数の重傷者**が発生するとした。
	外来患者の受入制限（受入不可）	断層変位による道路寸断の復旧期間は、落橋と同様 1 週間以上、72 時間以内に治療が受けられないと、死者の発生可能性が高まるため、**支障が発生する**とした。	復旧前に治療が受けられないことが想定され、**死者が発生**するとした。
	医薬品の不足	断層変位による道路寸断の復旧期間は、落橋と同様 1 週間以上、72 時間以内に治療が受けられないと、死者の発生可能性が高まるため、**支障が発生する**とした。	復旧前に治療が受けられないことが想定され、**死者が発生**するとした。

表 2.3.11(3)　人的被害の考察結果

物的被害	支障	支障の発生有無	人的被害
落橋	救急活動遅延による死傷者の増加	落橋の復旧期間は 1 週間以上、72 時間以内に治療が受けられないと、死者の発生可能性が高まるため、**支障が発生する**とした。	復旧前に治療が受けられないことが想定され、**死者が発生**するとした。
盛土被害		盛土被害の復旧期間は数時間、72 時間以内に治療が受けるとし、**支障は発生しない**とした。	救急活動に影響はなく、**人的被害はない**とした。
切土被害		切土被害の復旧期間は 3 日、72 時間以内に治療が受けるとし、**支障は発生しない**とした。	救急活動に影響はなく、**人的被害はない**とした。
被害多数		盛土・切土の多数被害の復旧期間は 4 日間程度、72 時間以内に治療が受けられないと、死者の発生可能性が高まるため、**支障が発生する**とした。	復旧前に治療が受けられないことが想定され、**死者が発生**するとした。
断層変位による道路寸断		断層変位による道路寸断の復旧期間は、落橋と同様 1 週間以上、72 時間以内に治療が受けられないと、死者の発生可能性が高まるため、**支障が発生する**とした。	復旧前に治療が受けられないことが想定され、**死者が発生**するとした。
落橋	火災による人的被害拡大	落橋の復旧期間は 1 週間以上、数時間のうちに治療が行われないと死亡する可能性があるため、**支障が発生する**とした。	復旧前に治療が受けられないことが想定され、**死者が発生**するとした。
盛土被害		盛土被害の復旧期間は数時間、数時間のうちに治療が行われないと死亡する可能性があるため、**支障が発生する**とした。	復旧前に治療が受けられないことが想定され、**死者が発生**するとした。
切土被害		切土被害の復旧期間は 3 日、数時間のうちに治療が行われないと死亡する可能性があるため、**支障が発生する**とした。	復旧前に治療が受けられないことが想定され、**死者が発生**するとした。
被害多数		盛土・切土の多数被害の復旧期間は 4 日間程度、数時間のうちに治療が行われないと死亡する可能性があるため、**支障が発生する**とした。	復旧前に治療が受けられないことが想定され、**死者が発生**するとした。
断層変位による道路寸断		断層変位による道路寸断の復旧期間は、落橋と同様 1 週間以上、数時間のうちに治療が行われないと死亡する可能性があるため、**支障が発生する**とした。	復旧前に治療が受けられないことが想定され、**死者が発生**するとした。

表 2.3.12　標準的な復旧期間

被害形態		復旧期間		事例
		最短	最長	
切土盛土等	崩壊	３日以上	１年以上	伊豆大島近海地震 長野県西部地震 新潟県中越地震
	亀裂・陥没 段差・隆起	３時間	１ヶ月	宮城県沖地震 兵庫県南部地震 新潟県中越地震
	落石・斜面崩壊	３時間	１年以上	宮城県沖地震 新潟県中越地震
橋梁	落橋	１週間以上	１年以上	新潟地震 宮城県沖地震 兵庫県南部地震
	上部工の破損・傾斜・移動	３日	１年以上	兵庫県南部地震
	支承部の損傷	１日	１ヶ月	宮城県沖地震 兵庫県南部地震 福岡県西方沖地震
	橋脚・橋台・基礎の損傷	３日	１ヶ月	宮城県沖地震 兵庫県南部地震
	橋梁取付部の段差	３時間	１日以上	新潟地震 宮城県沖地震
トンネル	覆工コンクリートの崩落	１ヶ月以上	１ヶ月以上	新潟県中越地震 和南津トンネル
付帯施設	信号機等の被害	１日以上	３日以上	宮城県沖地震 兵庫県南部地震
占用沿道施設	占用施設の被害	３時間	３ヶ月	兵庫県南部地震
	沿道建築物からの落下物	１日	１週間	宮城県沖地震
	沿道建築物の倒壊	３日	１ヶ月	兵庫県南部地震
	塀・積石の倒壊	１日	１日	宮城県沖地震
	電柱・立木の傾斜・倒壊	１日	１日	宮城県沖地震
	道路上への桁落下	１週間	１ヶ月	兵庫県南部地震
その他	津波による浸水	３日以上	１ヶ月	新潟地震
	市街地火災	１日	３日以上	兵庫県南部地震
	津波漂流物	１日	１１日	東日本大震災[13) 14) 15)]

＊東日本大震災の事例を除いて、道路震災対策便覧（震前対策編）[16)]の図-2.3.1 より被害形態毎の復旧期間を記載

表 2.3.13　支障の影響開始期間と影響の内容

支障	説明	影響開始期間の分類	影響の内容
外来患者の受け入れ不可	**72 時間**以内に治療が受けられないと、**死者**の発生可能性が高まる	３日	死亡
医療品の不足	**72 時間**以内に治療が進められないと、**死者**の発生可能性が高まる		
介護サービス能力の低下	寝たきりの要介護者の場合、**72 時間**以内に食事等の介護がうけられないと**死亡**する可能性がある[i)]		
救急・救助活動の遅延による死傷者増加	**72 時間**以内に治療が受けられないと、**死者**の発生可能性が高まる		
火災による人的被害の拡大	火災で重傷を負った被害者は、**数時間**のうちに治療が行われないと**死亡**する可能性あり[ii)]	当日	死亡
食料品の不足	家庭等での**備蓄期間**（例えば 1 週間）までに復旧が間に合わないと、**重傷者**が発生する可能性がある。	１週間	重傷
日用品の不足	家庭等での**備蓄期間**（例えば 1 週間）までに復旧が間に合わないと、普段の生活をおくることができず、**重傷者**が発生の可能性あり[iii)]		
緊急物資の不足	避難所等での**備蓄期間**（例えば 1 週間）までに復旧が間に合わないと、**重傷者**が発生する可能性がある		
飲料水等の不足	家庭等での**備蓄期間**（例えば 1 週間）までに復旧が間に合わないと、**重傷者**が発生する可能性がある	３日	重傷
トイレの不足	**発災後 2～3 日**までに仮設トイレの需要が増大し、トイレが不足すると、衛生環境の悪化により精神的ダメージを受け、**重病者**の発生が危惧される[iv)]		
ごみ処分の遅延	**発災後 2～3 日**から悪臭などの問題が発生するおそれがあり、衛生環境の悪化により精神的ダメージを受け、**重病者**の発生が危惧される[v)]		

[i] 「平成２４年版防衛白書」によれば、発災から 72 時間が人命救助においてきわめて重要と考えられており、72 時間を超えると死者発生の可能性が高まると考えられる。

[ii] 一般的に、緊急車両の現場到着時間は 5～10 分、消火活動は数十分～数時間かかる。

[iii] 中央防災会議の「南海トラフ巨大地震の被害想定項目及び手法の概要」より、夏季の避難所、仮設住宅における暑さ対策で、対応すべき場所が膨大となり、人的・物的資源の両面から対応が遅れ、高齢者・乳幼児を中心に熱中症や脱水症状、食中毒が発生する。

[iv] 「A県第 4 次地震被害想定」によると、駿河トラフ・南海トラフ沿いで発生する地震の被害状況のイメージで、発災後 2～3 日までに仮設トイレの需要が増大し、既設トイレが通常どおり使えるようになるのは 1 ヶ月以上かかるとされている。この間、衛生環境の悪化により精神的ダメージを受け、重病者の発生が危惧される。

[v] A県第 4 次地震被害想定によると、駿河トラフ・南海トラフ沿いで発生する地震の被害状況のイメージで、発災後からまち中に回収しきれないごみが取り残されたり、生活ごみが不法に捨てられたりするおそれがあり、悪臭などの問題が発生するおそれがある。

２）経済的被害

経済的被害は、前節で選定した評価手法案で取扱いのある復旧費用と迂回損失を対象とした。

(a) 復旧費用

落橋、盛土被害、切土被害、断層変位による道路寸断の復旧費用を表 2.3.14 に示す。

表 2.3.14　道路施設被害の復旧費用

道路施設被害	復旧費用	説明
落橋	2.5 億円／桁	落橋の復旧費用は橋桁と支承の交換費用および仮橋設置費用とした。 橋桁と支承の交換費用として、庄司(1997)[17] の橋梁被災度 As・A における BOX 桁の RC 床版再構築・主桁再構築・伸縮部交換・免震沓交換の合計（2.4 億円）とした。 ・RC 床版再構築：880m^2×4.2 万/m^2＝3700 万円 ・主桁再構築：264tf×71.2 万/tf＝18800 万円 ・伸縮部交換：700 万円 ・免震沓交換：4 箇所×120 万円＝480 万円 仮橋設置費用は 1000 万円とした。
切土被害 （崩壊）	1.8 億円／箇所	切土被害（崩壊）の復旧費用は、近藤(2005)[18] における法面崩壊の被災金額（査定決定額）を箇所数で割った値とした。
盛土等被害 （亀裂･陥没等）	23 百万円／箇所	盛土等被害（亀裂・陥没等）の復旧費用は、近藤(2005)における路面亀裂の被災金額（査定決定額）を箇所数で割った値とした。
道路寸断 （断層変位）	2.5 億円／桁	落橋と同じとした。

(b) 迂回損失

迂回損失は、国土交通省の費用便益分析マニュアル[19]の走行時間短縮便益と走行経費減少便益を参考に算出した。算出方針を以下に示した。

- 通常経路と迂回経路の費用の差を算出
- 交通需要は通常時と災害時で変化しないと仮定
- 通常経路の交通量分の迂回損失のみ算定
- 道路交通センサスのタイプ別交通量を使用
- 迂回経路が無い場合は迂回損失の算出は行なわず、「迂回経路なし」とする

①通常経路と迂回経路の設定

対象エリアＡとＢの通常経路と迂回経路の概要を表2.3.15と図2.3.5に示す。

表 2.3.15　通常経路と迂回経路の概要

対象エリア	経路	路線等	距離
A	通常	県道あ号	－
	迂回	なし	－
B	通常	１IC－２IC（え高速道路）	27.4km
	迂回	①１IC－３IC（か道路・無料区間）	3.5km
		②３IC－４JCT－２IC （え東名～お高速道路）	32.9km

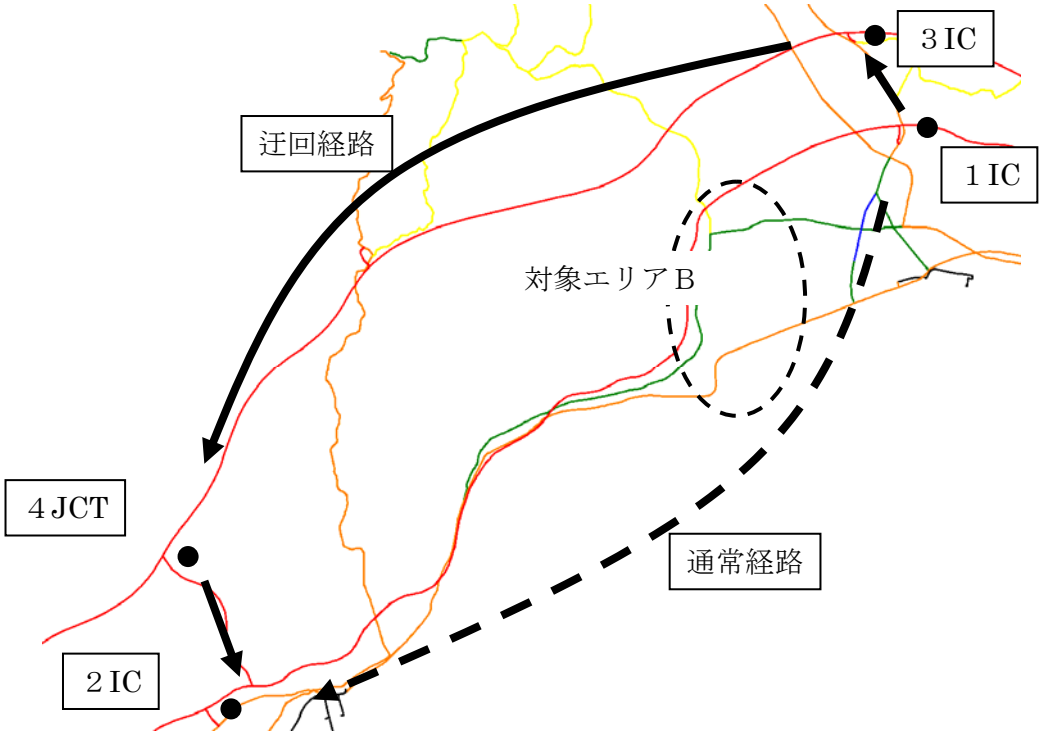


図 2.3.5　迂回経路の概要

②走行時間増加損失

走行時間増加損失は、走行時間短縮便益を参考に以下の算定式より算出した。

走行時間増加損失=BT_D－BT_N

BT_D：迂回経路の走行時間費用（円／年）

BT_N：通常経路の走行時間費用（円／年）

BT＝Q×T×α×365

BT：走行時間費用（円／年）

Q：車種毎の交通量（台／日）

T：走行時間（分）

α：車種毎の時間価値原単位（円／分・台）

1 週間で復旧したと仮定し、その間の対象エリアＢにおける走行時間費用を算出した（表 2.3.16）。用いたデータの説明を表 2.3.17 に示す。対象エリアＢの**走行時間増加損失は 1.1 億円**（＝0.45+3.62-3.01）となった。

表 2.3.16　走行時間増加損失の算定（対象エリアＢ）

	交通量(台/日)		距離	旅行速度	走行時間	時間価値原単位		走行時間費用(億円)		
	小型	大型	(km)	(km/h)	(分)	小型	大型	小型	大型	合計
通常経路	18,075	18,165	27.4	76.1	21.60	45.78	64.18	1.25	1.76	3.01
迂回経路-①	18,075	18,165	3.5	64.5	3.26	45.78	64.18	0.19	0.27	0.45
迂回経路-②	18,075	18,165	32.9	76.1	25.94	45.78	64.18	1.50	2.12	3.62

表 2.3.17　使用データの説明（対象エリアＢ）

分類		値	説明
交通量（台/日）	小型	18,075	通常経路の交通量として、道路交通センサス（H22）[20] の富士 IC～清水 IC の 24 時間平均交通量に、H25 の東名の交通量比率 52.4%（＝43.5/83 千台/日）[21] を乗じた。
	大型	18,165	
旅行速度（km/h）	通常	76.1	道路交通センサス・H22 の富士 IC～清水 IC における昼間 12 時間平均旅行速度を使用。
	迂回－①	64.5	道路交通センサス・H22 の国道 139 号（富士 IC～富士市・富士宮市境）における昼間 12 時間平均旅行速度を使用。
	迂回－②	76.1	通常経路と同様。
時間価値原単位（円/分・台）	小型	45.78	費用便益分析マニュアルの車種別の時間価値原単位のうち、乗用車類を使用。
	大型	64.18	費用便益分析マニュアルの車種別の時間価値原単位のうち、普通貨物車を使用。

③走行経費増加損失

走行経費増加損失は、走行経費減少便益を参考に以下の算定式より算出した。

走行経費増加損失=BR_D－BR_N

BR_D：迂回経路の走行経費（円／年）

BR_N：通常経路の走行経費（円／年）

$BR=Q\times L\times \beta \times 365$

BR：走行経費（円／年）

Q：車種毎の交通量（台／日）

L：リンクの延長（km）

β：車種毎の走行経費原単位（円／台・km）

1 週間で復旧したと仮定し、その間の対象エリアＢにおける走行経費を算出した（表 2.3.18）。用いたデータの説明を表 2.3.19 に示す。対象エリアＢの**走行経費増加損失は 0.5 億円**（＝0.23+1.61-1.34）となった。

表 2.3.18　走行時間増加損失の算定（対象エリアＢ）

	交通量(台/日)		距離	走行経費原単位		走行時間費用(億円)		
	小型	大型	(km)	小型	大型	小型	大型	合計
通常経路	18,075	18,165	27.4	10.03	28.52	0.35	0.99	1.34
迂回経路-①	18,075	18,165	3.5	16.92	33.75	0.07	0.15	0.23
迂回経路-②	18,075	18,165	32.9	10.03	28.52	0.42	1.19	1.61

表 2.3.19　使用データの説明（対象エリアＢ）

分類		値	説明
交通量（台/日）	小型	18,075	通常経路の交通量として、道路交通センサス（H22）の富士 IC～清水 IC の 24 時間平均交通量に、H25 の東名の交通量比率 52.4%を乗じた（同走行時間増加損失）。
	大型	18,165	
時間価値原単位（円/分・台）	高速小型	10.03	通常経路および迂回経路－②については、費用便益分析マニュアルの車種別の走行経費原単位のうち、高速・地域高規格の乗用車類（75km/h）を使用。
	高速大型	28.52	通常経路および迂回経路－②については、費用便益分析マニュアルの車種別の走行経費原単位のうち、高速・地域高規格の普通貨物（75km/h）を使用。
	一般道小型	16.92	迂回経路－①については、費用便益分析マニュアルの車種別の走行経費原単位のうち、一般道（平地）の乗用車類（60km/h）を使用。
	一般道大型	33.75	迂回経路－①については、費用便益分析マニュアルの車種別の走行経費原単位のうち、一般道（平地）の普通貨物（40km/h）を使用。

（４）深刻さ・可能性・重大性の評価

ここでは、リスクの深刻さ・可能性・重大性の評価について、5 つの評価手法案を適用し、各評価手法案が適する項目について重要度・影響を評価した。以下、評価手法案の概要を１）～５）に示す。

（ア）Tamura(2013)

災害リスクの深刻さに関して、道路やその利用者に関する、人的被害、復旧コスト、経済損失の評価

（イ）Transit(2004)

災害リスクの深刻さに関して、高速道路管理を目的として、危機と好機を対象とした、人的被害、マスコミの評価、環境、利害関係者の評価、費用、時間の評価

（ウ）インフラ PFI(2010)：災害リスクの深刻さに関して、道路事業の計画段階において、事業の費用等への影響の評価

（エ）Tamura(2013)+インフラ PFI(2010)

（ア）の復旧費用および経済損失の閾値について（ウ）の評価手法を適用する。

（オ）Transit(2004)+インフラ PFI(2010)

（イ）における費用ランクの閾値について（ウ）の評価手法を適用する。

1）評価手法案（ア）：Tamura(2013)

(a) 評価方法の概要

Tamura(2013)では、災害リスクの深刻さに関して、道路やその利用者に関する、人的被害、復旧コスト、経済損失（迂回コスト）を評価し、これらの評点の合計値を算出する。人的被害や復旧コストについては、対策による好機も評価対象とする。人的被害・復旧費用・経済損失のランク・評点を表 2.3.20 に示す。

表 2.3.20　深刻さのランク・評点（Tamura, 2013）

リスク	影響	評点	人的被害（死者数）	復旧コスト	経済損失
危機	大	10	≧1人	≧150百万円	≧150百万円 もしくは 迂回路なし
	中	5	＜1人	50～150百万円	50～150百万円
	小	1		＜50百万円	＜50百万円
無し	無し	0	0	0	0
好機	小	1		＜50百万円	
	中	5	＜1人	50～150百万円	
	大	10	≧1人	≧150百万円	

可能性に関しては、年間の発生確率で評価をする。地震はプレート活動の平均再帰期間、豪雨は道路閉鎖の基準雨量の超過確率を参考にする。可能性のランク・評点を表 2.3.21 に示す。

表 2.3.21　可能性のランク・評点（Tamura, 2013）

可能性	年間発生確率	評点
高	≧50%	10
中	10～50%	5
低	≦10%	1

重大性に関しては、影響の大きさと起こりやすさの評点を掛けあわせてリスク値を算出する。

(b) 評価結果

２．３．２（３）災害リスクの影響評価で把握した人的被害・経済的被害を、表 2.3.20 に基づいて深刻さの評価を行った。また、盛土被害（亀裂・陥没等）については、迂回損失の深刻さについては、「無・0」を設定した。

表 2.3.22　深刻さの評価：評価手法案（ア）

番号	物的被害	支障	人的被害		復旧コスト		経済損失		評点合計
			影響	評点	影響	評点	影響	評点	
1	落橋	緊急物資の不足	中	5	大	10	大	10	25
2	盛土被害	緊急物資の不足	無	0	小	1	無	0	1
3	切土被害	緊急物資の不足	無	0	大	10	大	10	20
4	被害多数	緊急物資の不足	無	0	大	10	大	10	20
5	道路寸断	緊急物資の不足	中	5	大	10	大	10	25
6	落橋	飲料水・生活用水の不足	中	5	大	10	大	10	25
7	盛土被害	飲料水・生活用水の不足	無	0	小	1	無	0	1
8	切土被害	飲料水・生活用水の不足	無	0	大	10	大	10	20
9	被害多数	飲料水・生活用水の不足	無	0	大	10	大	10	20
10	道路寸断	飲料水・生活用水の不足	中	5	大	10	大	10	25
11	道路寸断	外来患者の受入制限（受入不可）	大	10	大	10	大	10	30
12	道路寸断	医薬品の不足	大	10	大	10	大	10	30
13	落橋	救急活動遅延による死傷者増加	大	10	大	10	大	10	30
14	盛土被害	救急活動遅延による死傷者増加	無	0	小	1	無	0	1
15	切土被害	救急活動遅延による死傷者増加	無	0	大	10	大	10	20

16	被害多数	救急活動遅延による死傷者増加	大	10	大	10	大	10	30
17	道路寸断	救急活動遅延による死傷者増加	大	10	大	10	大	10	30
18	落橋	火災による人的被害拡大	大	10	大	10	大	10	30
19	盛土被害	火災による人的被害拡大	大	10	小	1	無	0	11
20	切土被害	火災による人的被害拡大	大	10	大	10	大	10	30
21	被害多数	火災による人的被害拡大	大	10	大	10	大	10	30
22	道路寸断	火災による人的被害拡大	大	10	大	10	大	10	30

可能性の評価を表 2.3.21 に基づき行った。評価結果を表 2.3.23 に示す。

表 2.3.23　可能性の評価：評価手法案（ア）

物的被害	可能性	評点	説明
落橋	低	1	落橋を引き起こすような地震・津波は 10 年に 1 度も発生しないため、可能性は「低」とした。
盛土被害	高	10	盛土被害（亀裂・陥没等）は毎年発生しているため、可能性は「高」とした。
切土被害	中	5	切土被害(崩壊)は数十年に 1 度の豪雨で発生すると考え、可能性は「中」とした。
被害多数	中	5	多数の盛土･切土被害は数十年に 1 度の豪雨で発生すると考え、可能性は「中」とした。
道路寸断	低	1	道路寸断を引き起こすような断層変位は 10 年に 1 度も発生しないため、可能性は「低」とした。

深刻さ（表 2.3.22）と可能性（表 2.3.23）の評価結果より、重大性の評価を行った。評価結果とリスク値を表 2.3.24 に示す。

表 2.3.24　重大性の評価：評価手法案（ア）

番号	物的被害	支障	深刻さ	可能性	リスク値
1	落橋	緊急物資の不足	25	1	25
2	盛土被害	緊急物資の不足	1	10	10
3	切土被害	緊急物資の不足	20	5	100
4	被害多数	緊急物資の不足	20	5	100
5	道路寸断	緊急物資の不足	25	1	25
6	落橋	飲料水・生活用水の不足	25	1	25
7	盛土被害	飲料水・生活用水の不足	1	10	10
8	切土被害	飲料水・生活用水の不足	20	5	100
9	被害多数	飲料水・生活用水の不足	20	5	100
10	道路寸断	飲料水・生活用水の不足	25	1	25
11	道路寸断	外来患者の受入制限（受入不可）	30	1	30
12	道路寸断	医薬品の不足	30	1	30
13	落橋	救急活動遅延による死傷者の増加	30	1	30
14	盛土被害	救急活動遅延による死傷者の増加	1	10	10
15	切土被害	救急活動遅延による死傷者の増加	20	5	100
16	被害多数	救急活動遅延による死傷者の増加	30	5	150
17	道路寸断	救急活動遅延による死傷者の増加	30	1	30
18	落橋	火災による人的被害拡大	30	1	30
19	盛土被害	火災による人的被害拡大	11	10	110
20	切土被害	火災による人的被害拡大	30	5	150
21	被害多数	火災による人的被害拡大	30	5	150
22	道路寸断	火災による人的被害拡大	30	1	30

２）評価手法案（イ）：Transit(2004)

(a) 評価方法の概要

Transit(2004)では、災害リスクの深刻さに関して、高速道路管理を目的として、危機と好機を対象とした、人的被害、マスコミの評価、環境、利害関係者の評価、費用、時間について評価を行う。人的被害・費用のランク・評点を表 2.3.25 に示す。

表 2.3.25　深刻さのランク・評点（Transit, 2004）

深刻さ		評点	人的被害	費用
危機	非常に大	100	多数の死者	+10億円
	大	70	数人の死者	+1～10億円
	中	40	多数の重傷者	+1000万～1億円
	小	10	数人の重傷者	+100～1000万円
	無視できる	1	重傷者ほぼ無し	+0～100万円
好機	無視できる	-1	負傷者の防止	-0～100万円
	小	-10	重傷者(少数)の防止	-100～1000万円
	中	-40	重傷者(多数)の防止	-1000万～1億円
	大	-70	死亡者(数名)の防止	-1～10億円
	非常に大	-100	死亡者(多数)の防止	-10億円

可能性に関しては、起こりやすさ（資産改善のような短期の活動）や頻度（アセットマネジメントやビジネスの長期の活動）から評価を行う。可能性のランク・評点を表 2.3.26 に示す。

表 2.3.26　可能性のランク・評点（Transit, 2004）

可能性	確率	頻度	記述	評点
多	＞50%	1 年に 1 度以上	危機が発生する。もしくは、 危機に関する知識が非常に貧弱な状態	5
普通	20～50%	1～5 年に 1 度	危機が発生するかもしれない。 危機に関する知識が貧弱な状態	4
少	10～20%	5～10 年に 1 度	危機が希に発生する。 危機に関する知識が中庸な状態	3
希	1～10%	10～50 年に 1 度	危機が極めて希に発生する。 危機に関する知識が良好な状態	2
希少	＜1%	50 年に 1 度以下	危機が例外的な状況で発生する可能性がある。 危機に関する知識が非常に良好な状態	1

重大性に関しては、深刻さと可能性の評点を掛けあわせてリスク値を算出する。

(b) 評価結果

２．３．２（３）災害リスクの影響評価で把握した人的被害・経済的被害を、表 2.3.25 に基づいて深刻さの評価を行った。なお、対象エリア A で迂回経路が無い場合の迂回損失の深刻さについては、「大・70」を設定した。また、盛土被害（亀裂・陥没等）については、迂回損失の深刻さについては、「無視・1」を設定した。

表 2.3.27　深刻さの評価：評価手法案（イ）

番号	物的被害	支障		深刻さ	
				影響	評点
1	落橋	人的被害	緊急物資の不足	中	40
2	盛土被害	人的被害	緊急物資の不足	無視	1
3	切土被害	人的被害	緊急物資の不足	無視	1
4	被害多数	人的被害	緊急物資の不足	無視	1
5	道路寸断	人的被害	緊急物資の不足	中	40
6	落橋	人的被害	飲料水・生活用水の不足	中	40
7	盛土被害	人的被害	飲料水・生活用水の不足	無視	1
8	切土被害	人的被害	飲料水・生活用水の不足	無視	1
9	被害多数	人的被害	飲料水・生活用水の不足	無視	1
10	道路寸断	人的被害	飲料水・生活用水の不足	中	40
11	道路寸断	人的被害	外来患者の受入制限（受入不可）	大	70
12	道路寸断	人的被害	医薬品の不足	大	70
13	落橋	人的被害	救急活動遅延による死傷者の増加	大	70
14	盛土被害	人的被害	救急活動遅延による死傷者の増加	無視	1
15	切土被害	人的被害	救急活動遅延による死傷者の増加	無視	1
16	被害多数	人的被害	救急活動遅延による死傷者の増加	大	70
17	道路寸断	人的被害	救急活動遅延による死傷者の増加	大	70
18	落橋	人的被害	火災による人的被害拡大	大	70
19	盛土被害	人的被害	火災による人的被害拡大	大	70
20	切土被害	人的被害	火災による人的被害拡大	大	70
21	被害多数	人的被害	火災による人的被害拡大	大	70
22	道路寸断	人的被害	火災による人的被害拡大	大	70
23	落橋	経済的被害	復旧費用	大	70
24	盛土被害	経済的被害	復旧費用	中	40
25	切土被害	経済的被害	復旧費用	大	70
26	被害多数	経済的被害	復旧費用	大	70
27	道路寸断	経済的被害	復旧費用	大	70
28	落橋	経済的被害	迂回損失	大	70
29	盛土被害	経済的被害	迂回損失	無視	1
30	切土被害	経済的被害	迂回損失	大	70
31	被害多数	経済的被害	迂回損失	大	70
32	道路寸断	経済的被害	迂回損失	大	70

可能性の評価を表 2.3.26 に基づき行った。評価結果を表 2.3.28 に示す。

表 2.3.28　可能性の評価：評価手法案（イ）

物的被害	可能性	評点	説明
落橋	希少	1	落橋を引き起こすような地震・津波は 50 年に 1 度も発生しないため、可能性は「希少」とした。
盛土被害	多	5	盛土被害（亀裂・陥没等）は毎年発　生しているため、可能性は「多」とした。
切土被害	希	2	切土被害（崩壊）は数十年に 1 度の豪雨で発生すると考え、可能性は「希」とした。
被害多数	希	2	多数の盛土・切土被害は数十年に 1 度の豪雨で発生すると考え、可能性は「希」とした。
道路寸断	希少	1	道路寸断を引き起こすような断層変位は 10 年に 1 度も発生しないため、可能性は「希少」とした。

深刻さ（表 2.3.27）と可能性（表 2.3.28）の評価結果より、重大性の評価を行った。評価結果とリスク値を表 2.3.29 に示す。

表 2.3.29　重大性の評価：評価手法案（イ）

番号	物的被害	支障	深刻さ	可能性	リスク値
1	落橋	緊急物資の不足	40	1	40
2	盛土被害	緊急物資の不足	1	5	5
3	切土被害	緊急物資の不足	1	2	2
4	被害多数	緊急物資の不足	1	2	2
5	道路寸断	緊急物資の不足	40	1	40
6	落橋	飲料水・生活用水の不足	40	1	40
7	盛土被害	飲料水・生活用水の不足	1	5	5
8	切土被害	飲料水・生活用水の不足	1	2	2
9	被害多数	飲料水・生活用水の不足	1	2	2
10	道路寸断	飲料水・生活用水の不足	40	1	40
11	断層変位	外来患者の受入制限（受入不可）	70	1	70
12	断層変位	医薬品の不足	70	1	70
13	落橋	救急活動遅延による死傷者の増加	70	1	70
14	盛土被害	救急活動遅延による死傷者の増加	1	5	5
15	切土被害	救急活動遅延による死傷者の増加	1	2	2
16	被害多数	救急活動遅延による死傷者の増加	70	2	140
17	道路寸断	救急活動遅延による死傷者の増加	70	1	70
18	落橋	火災による人的被害拡大	70	1	70
19	盛土被害	火災による人的被害拡大	70	5	350

20	切土被害	火災による人的被害拡大	70	2	140
21	被害多数	火災による人的被害拡大	70	2	140
22	道路寸断	火災による人的被害拡大	70	1	70
23	落橋	復旧費用	70	1	70
24	盛土被害	復旧費用	40	5	200
25	切土被害	復旧費用	70	2	140
26	被害多数	復旧費用	70	2	140
27	道路寸断	復旧費用	70	1	70
28	落橋	迂回損失	70	1	70
29	盛土被害	迂回損失	1	5	5
30	切土被害	迂回損失	70	2	140
31	被害多数	迂回損失	70	2	140
32	道路寸断	迂回損失	70	1	70

3）評価手法案（ウ）：インフラ PFI(2010)

(a) 評価方法の概要

インフラ PFI(2010)では、災害リスクの深刻さに関して、道路事業の計画段階において、事業の費用等への影響について評価を行う。費用への影響のランクを表 2.3.30 に示す。ここでは、ある国道事務所の事業費に対する割合でランク付けを行う。

表 2.3.30　深刻さのランク・評点（インフラ PFI, 2010）

ランク	費用への影響	費用への影響 （事業費の割合＊）	評点
高い	50百万円以上 （事業費の5%以上）	2.5億円以上 （事業費の5%以上）	3
中程度	10～50百万円 （事業費の2.5～5%）	1.3～2.5億円 （事業費の2.5～5%）	2
低い	10百万円未満 （事業費の2.5%未満）	1.3億円未満 （事業費の2.5%未満）	1

可能性に関しては、リスクが実際に影響を与えるものに発展するか否かの発生確率を評価する。可能性のランクを表 2.3.31 に示した。

表 2.3.31　可能性のランク・評点（インフラ PFI, 2010）

可能性	年間発生確率	評点
高い	20%以上	3
中程度	10～20%	2
低い	0～10%	1

重大性に関しては、事業を行うにあたって、より危険度の高いリスクから対策を考えていく必要がある。そのため、発生確率と影響度の２つの要素を考慮した「リスクランキングマトリックス」をもとにリスクの順位付けを行う。

(b) 評価結果

２．３．２（３）災害リスクの影響評価で把握した経済的被害を、表 2.3.30 に基づいて深刻さの評価を行った。なお、対象エリア A で迂回経路が無い場合の深刻さについては、「中程度」を設定した。また、盛土被害（亀裂・陥没等）については、迂回損失の深刻さについては、「低い」を設定した。

表 2.3.32　深刻さの評価：評価手法案（ウ）

番号	物的被害	支障	深刻さ	
1	落橋	復旧費用	高い	3
2	盛土被害	復旧費用	低い	1
3	切土被害	復旧費用	中程度	2
4	被害多数	復旧費用	高い	3
5	道路寸断	復旧費用	高い	3
6	落橋	迂回損失	高い	3
7	盛土被害	迂回損失	低い	1
8	切土被害	迂回損失	高い	3
9	被害多数	迂回損失	高い	3
10	道路寸断	迂回損失	中程度	2

可能性の評価を表 2.3.31 に基づき行った。評価結果を表 2.3.33 に示す。

表 2.3.33　可能性の評価：評価手法案（ウ）

物的被害	可能性	評点	説明
落橋	低い	1	落橋を引き起こすような地震・津波は 10 年に 1 度も発生しないため、可能性は「低い」とした。
盛土被害	高い	3	盛土被害（亀裂・陥没等）は毎年発生しているため、

物的被害	可能性	評点	説明
			可能性は「高い」とした。
切土被害	低い	1	切土被害（崩壊）は数十年に 1 度の豪雨で発生すると考え、可能性は「低い」とした。
被害多数	低い	1	多数の盛土・切土被害は数十年に 1 度の豪雨で発生すると考え、可能性は「低い」とした。
道路寸断	低い	1	道路寸断を引き起こすような断層変位は 10 年に 1 度も発生しないため、可能性は「低い」とした。

深刻さ（表 2.3.32）と可能性（表 2.3.33）の評価結果より、重大性の評価を行った。評価結果とリスク値を表 2.3.34 に示す。

表 2.3.34　重大性の評価：評価手法案（ウ）

番号	物的被害	支障	深刻さ	可能性	点数
1	落橋	復旧費用	3	1	3
2	盛土被害	復旧費用	1	3	3
3	切土被害	復旧費用	2	1	2
4	被害多数	復旧費用	3	1	3
5	道路寸断	復旧費用	3	1	3
6	落橋	迂回損失	3	1	3
7	盛土被害	迂回損失	1	3	3
8	切土被害	迂回損失	3	1	3
9	被害多数	迂回損失	3	1	3
10	道路寸断	迂回損失	2	1	2

4）評価手法案（エ）：Tamura(2013)＋インフラ PFI(2010)

(a) 評価方法の概要

Tamura(2013)における、復旧費用および経済損失のランクの閾値について、インフラ PFI(2010)の評価手法を適用する。ここでは、ある国道事務所の事業費に対す

る割合でランク付けを行う。人的被害・復旧費用・経済損失のランク・評点を表2.3.35に示した。

表2.3.35　深刻さのランク・評点（評価手法案（エ））

リスク	影響	人的被害（死者数）	復旧コスト（事業費の割合＊）	経済損失	評点
危機	大	≧1人	2.5億円以上（事業費の5%以上）	2.5億円以上（事業費の5%以上）もしくは迂回路なし	10
	中	＜1人	1.3～2.5億円以上（事業費の2.5～5%）	1.3～2.5億円以上（事業費の2.5～5%）	5
	小		1.3億円未満（事業費の2.5%未満）	1.3億円未満（事業費の2.5%未満）	1
無し	無し	0	0	0	0
好機	小		1.3億円未満（事業費の2.5%未満）		1
	中	＜1人	1.3～2.5億円以上（事業費の2.5～5%）		5
	大	≧1人	2.5億円以上（事業費の5%以上）		10

可能性に関しては、年間の発生確率で評価をする。地震はプレート活動の平均再帰期間、豪雨は道路閉鎖の基準雨量の超過確率を参考にする。可能性のランク・評点を表2.3.36に示した。

表2.3.36　可能性のランク・評点（評価手法案（エ））

可能性	年間発生確率	評点
高	≧50%	10
中	10～50%	5
低	≦10%	1

重大性に関しては、影響の大きさと起こりやすさの評点を掛けあわせてリスク値を算出する。

(b) 評価結果

２．３．２（３）災害リスクの影響評価で把握した人的被害・経済的被害を、表 2.3.35 に基づいて深刻さの評価を行った(表 2.3.37)。また、盛土被害（亀裂・陥没等）については、迂回損失の深刻さについては、「無・0」を設定した。

表 2.3.37　深刻さの評価：評価手法案（エ）

番号	物的被害	支障	人的被害		復旧コスト		経済損失		評点合計
			影響	評点	影響	評点	影響	評点	
1	落橋	緊急物資の不足	中	5	大	10	大	10	25
2	盛土被害	緊急物資の不足	無	0	小	1	無	0	1
3	切土被害	緊急物資の不足	無	0	中	5	大	10	15
4	被害多数	緊急物資の不足	無	0	大	10	大	10	20
5	道路寸断	緊急物資の不足	中	5	大	10	中	5	20
6	落橋	飲料水・生活用水の不足	中	5	大	10	大	10	25
7	盛土被害	飲料水・生活用水の不足	無	0	小	1	無	0	1
8	切土被害	飲料水・生活用水の不足	無	0	中	5	大	10	15
9	被害多数	飲料水・生活用水の不足	無	0	大	10	大	10	20
10	道路寸断	飲料水・生活用水の不足	中	5	大	10	中	5	20
11	道路寸断	外来患者の受入制限（受入不可）	大	10	大	10	大	10	30
12	道路寸断	医薬品の不足	大	10	大	10	大	10	30
13	落橋	救急活動遅延による死傷者の増加	大	10	大	10	大	10	30
14	盛土被害	救急活動遅延による死傷者の増加	無	0	小	1	無	0	1
15	切土被害	救急活動遅延による死傷者の増加	無	0	中	5	大	10	15
16	被害多数	救急活動遅延による死傷者の増加	大	10	大	10	大	10	30
17	道路寸断	救急活動遅延による死傷者の増加	大	10	大	10	中	5	25
18	落橋	火災による人的被害拡大	大	10	大	10	大	10	30
19	盛土被害	火災による人的被害拡大	大	10	小	1	無	0	11

20	切土被害	火災による人的被害拡大	大	10	中	5	大	10	25
21	被害多数	火災による人的被害拡大	大	10	大	10	大	10	30
22	道路寸断	火災による人的被害拡大	大	10	大	10	中	5	25

可能性の評価を表 2.3.36 に基づき行った。評価結果を表 2.3.38 に示す。

表 2.3.38　可能性の評価：評価手法案（エ）

物的被害	可能性	評点	説明
落橋	低	1	落橋を引き起こすような地震・津波は 10 年に 1 度も発生しないため、可能性は「低」とした。
盛土被害	高	10	盛土被害（亀裂・陥没等）は毎年発生しているため、可能性は「高」とした。
切土被害	中	5	切土被害（崩壊）は数十年に 1 度の豪雨で発生すると考え、可能性は「中」とした。
被害多数	中	5	多数の盛土・切土被害は数十年に 1 度の豪雨で発生すると考え、可能性は「中」とした。
道路寸断	低	1	道路寸断を引き起こすような断層変位は 10 年に 1 度も発生しないため、可能性は「低」とした。

深刻さ（表 2.3.37）と可能性（表 2.3.38）の評価結果より、重大性の評価を行った。評価結果とリスク値を表 2.3.39 に示す。

表 2.3.39　重大性の評価：評価手法案（エ）

番号	物的被害	支障	深刻さ	可能性	リスク値
1	落橋	緊急物資の不足	25	1	25
2	盛土被害	緊急物資の不足	1	10	10
3	切土被害	緊急物資の不足	15	5	75
4	被害多数	緊急物資の不足	20	5	100
5	道路寸断	緊急物資の不足	20	1	20
6	落橋	飲料水・生活用水の不足	25	1	25
7	盛土被害	飲料水・生活用水の不足	1	10	10
8	切土被害	飲料水・生活用水の不足	15	5	75

9	被害多数	飲料水・生活用水の不足	20	5	100
10	道路寸断	飲料水・生活用水の不足	20	1	20
11	道路寸断	外来患者の受入制限（受入不可）	30	1	30
12	道路寸断	医薬品の不足	30	1	30
13	落橋	救急活動遅延による死傷者の増加	30	1	30
14	盛土被害	救急活動遅延による死傷者の増加	1	10	10
15	切土被害	救急活動遅延による死傷者の増加	15	5	75
16	被害多数	救急活動遅延による死傷者の増加	30	5	150
17	道路寸断	救急活動遅延による死傷者の増加	25	1	25
18	落橋	火災による人的被害拡大	30	1	30
19	盛土被害	火災による人的被害拡大	11	10	110
20	切土被害	火災による人的被害拡大	25	5	125
21	被害多数	火災による人的被害拡大	30	5	150
22	道路寸断	火災による人的被害拡大	25	1	25

5）評価手法案（オ）：Transit(2004)＋インフラ PFI(2010)

(a) 評価方法の概要

Transit(2004)における、費用のランクの閾値について、インフラ PFI(2010)の評価手法を適用する。ここでは、ある国道事務所の事業費に対する割合でランク付けを行う。人的被害・費用のランク・評点を表 2.3.40 に示す。

表 2.3.40　深刻さのランク・評点（評価手法案（オ））

深刻さ		人的被害	費用 （事業費の割合＊）	評点
危機	非常に大	多数の死者		100
	大	数人の死者	2.5億円以上 （事業費の5%以上）	70
	中	多数の重傷者	1.3～2.5億円以上 （事業費の2.5～5%）	40
	小	数人の重傷者	1.3億円未満 （事業費の2.5%未満）	10
	無視できる	重傷者ほぼ無し		1
好機	無視できる	負傷者の防止		−1
	小	重傷者（少数）の防止	1.3億円未満 （事業費の2.5%未満）	−10
	中	重傷者（多数）の防止	1.3～2.5億円以上 （事業費の2.5～5%）	−40
	大	死亡者（数名）の防止	2.5億円以上 （事業費の5%以上）	−70
	非常に大	死亡者（多数）の防止		−100

可能性に関しては、起こりやすさ（資産改善のような短期の活動）や頻度（アセットマネジメントやビジネスの長期の活動）から評価を行う。可能性のランク・評点を表 2.3.41 に示した。

表 2.3.41　可能性のランク・評点（評価手法案（オ））

可能性	確率	頻度	記述	評点
多	＞50%	1 年に 1 度以上	危機が発生する。もしくは、 危機に関する知識が非常に貧弱な状態	5
普通	20～50%	1～5 年に 1 度	危機が発生するかもしれない。 危機に関する知識が貧弱な状態	4
少	10～20%	5～10 年 に 1 度	危機が希に発生する。 危機に関する知識が中庸な状態	3
希	1～10%	10～50 年 に 1 度	危機が極めて希に発生する。 危機に関する知識が良好な状態	2
希少	＜1%	50 年に 1 度以下	危機が例外的な状況で発生する可能性がある。 危機に関する知識が非常に良好な状態	1

重大性に関しては､深刻さと可能性の評点を掛けあわせてリスク値を算出する。

(b) 評価結果

２．３．２（３）災害リスクの影響評価で把握した人的被害・経済的被害を、表 2.3.40 に基づいて深刻さの評価を行った(表 2.3.42)。なお、対象エリア A で迂回経路が無い場合の迂回損失の深刻さについては、「大・70」を設定した。また、盛土被害（亀裂・陥没等）については、迂回損失の深刻さについては、「無視・1」を設定した。

表 2.3.42　深刻さの評価：評価手法案（オ）

番号	物的被害	支障		深刻さ	
				影響	評点
1	落橋	人的被害	緊急物資の不足	中	40
2	盛土被害	人的被害	緊急物資の不足	無視	1
3	切土被害	人的被害	緊急物資の不足	無視	1
4	被害多数	人的被害	緊急物資の不足	無視	1
5	道路寸断	人的被害	緊急物資の不足	中	40
6	落橋	人的被害	飲料水・生活用水の不足	中	40
7	盛土被害	人的被害	飲料水・生活用水の不足	無視	1
8	切土被害	人的被害	飲料水・生活用水の不足	無視	1
9	被害多数	人的被害	飲料水・生活用水の不足	無視	1
10	道路寸断	人的被害	飲料水・生活用水の不足	中	40
11	道路寸断	人的被害	外来患者の受入制限（受入不可）	大	70
12	道路寸断	人的被害	医薬品の不足	大	70
13	落橋	人的被害	救急活動遅延による死傷者の増加	大	70
14	盛土被害	人的被害	救急活動遅延による死傷者の増加	無視	1
15	切土被害	人的被害	救急活動遅延による死傷者の増加	無視	1
16	被害多数	人的被害	救急活動遅延による死傷者の増加	大	70
17	道路寸断	人的被害	救急活動遅延による死傷者の増加	大	70
18	落橋	人的被害	火災による人的被害拡大	大	70
19	盛土被害	人的被害	火災による人的被害拡大	大	70
20	切土被害	人的被害	火災による人的被害拡大	大	70
21	被害多数	人的被害	火災による人的被害拡大	大	70
22	道路寸断	人的被害	火災による人的被害拡大	大	70
23	落橋	経済的被害	復旧費用	大	70
24	盛土被害	経済的被害	復旧費用	小	10
25	切土被害	経済的被害	復旧費用	中	40
26	被害多数	経済的被害	復旧費用	大	70
27	道路寸断	経済的被害	復旧費用	大	70
28	落橋	経済的被害	迂回損失	大	70
29	盛土被害	経済的被害	迂回損失	無視	1

30	切土被害	経済的被害	迂回損失	大	70
31	被害多数	経済的被害	迂回損失	大	70
32	道路寸断	経済的被害	迂回損失	中	40

可能性の評価を表 2.3.41 に基づき行った。評価結果を表 2.3.43 に示す。

表 2.3.43　可能性の評価：評価手法案（オ）

物的被害	可能性	評点	説明
落橋	希少	1	落橋を引き起こすような地震・津波は 50 年に 1 度も発生しないため、可能性は「希少」とした。
盛土被害	多	5	盛土被害（亀裂・陥没等）は毎年発生しているため、可能性は「多」とした。
切土被害	希	2	切土被害(崩壊)は数十年に 1 度の豪雨で発生すると考え、可能性は「希」とした。
被害多数	希	2	多数の盛土･切土被害は数十年に 1 度の豪雨で発生すると考え、可能性は「希」とした。
道路寸断	希少	1	道路寸断を引き起こすような断層変位は 10 年に 1 度も発生しないため、可能性は「希少」とした。

深刻さ（表 2.3.42）と可能性（表 2.3.43）の評価結果より、重大性の評価を行った。評価結果とリスク値を表 2.3.44 に示す。

表 2.3.44　重大性の評価：評価手法案（オ）

番号	物的被害	支障	深刻さ	可能性	リスク値
1	落橋	緊急物資の不足	40	1	40
2	盛土被害	緊急物資の不足	1	5	5
3	切土被害	緊急物資の不足	1	2	2
4	被害多数	緊急物資の不足	1	2	2
5	道路寸断	緊急物資の不足	40	1	40
6	落橋	飲料水・生活用水の不足	40	1	40
7	盛土被害	飲料水・生活用水の不足	1	5	5
8	切土被害	飲料水・生活用水の不足	1	2	2
9	被害多数	飲料水・生活用水の不足	1	2	2
10	道路寸断	飲料水・生活用水の不足	40	1	40
11	道路寸断	外来患者の受入制限（受入不可）	70	1	70
12	道路寸断	医薬品の不足	70	1	70
13	落橋	救急活動遅延による死傷者の増加	70	1	70
14	盛土被害	救急活動遅延による死傷者の増加	1	5	5
15	切土被害	救急活動遅延による死傷者の増加	1	2	2

16	被害多数	救急活動遅延による死傷者の増加	70	2	140
17	道路寸断	救急活動遅延による死傷者の増加	70	1	70
18	落橋	火災による人的被害拡大	70	1	70
19	盛土被害	火災による人的被害拡大	70	5	350
20	切土被害	火災による人的被害拡大	70	2	140
21	被害多数	火災による人的被害拡大	70	2	140
22	道路寸断	火災による人的被害拡大	70	1	70
23	落橋	復旧費用	70	1	70
24	盛土被害	復旧費用	10	5	50
25	切土被害	復旧費用	40	2	80
26	被害多数	復旧費用	70	2	140
27	道路寸断	復旧費用	70	1	70
28	落橋	迂回損失	70	1	70
29	盛土被害	迂回損失	1	5	5
30	切土被害	迂回損失	70	2	140
31	被害多数	迂回損失	70	2	140
32	道路寸断	迂回損失	40	1	40

２．３．３　評価手法のまとめ

５評価手法案の評価結果について、リスク値に基づき「高リスク」「中リスク」「低リスク」に分類し、それぞれに該当する支障を整理した（表 2.3.45)。高リスクは取りうるリスク値の上位 3 分の 1、低リスクは下位 3 分の 1、その間を中リスクとして設定した。整理結果のまとめを以下に記載した。

- 高リスクにおいて、評価手法案（ウ）では人的被害を扱っていないため、該当する支障がなかった。
- 評価手法案（ア)・(イ)・(エ)・(オ）において、火災による人的被害拡大については、高リスクと評価された。また、評価手法案（ア)・(エ）においては、救急活動遅延による死傷者の増加も高リスクと評価された。
- 評価手法案（ア)・(イ)・(エ)・(オ）おいて、外来患者の受入制限や医薬品の不足については、中リスクと評価された。
- 上記以外のリスクについては、概ね中リスク～低リスクと評価された。

また、５評価手法案についての整理および評価結果に基づき、評価手法の特徴の整理を行った（表 2.3.46)。整理にあたっては、評価結果の妥当性等・被害の評価方法・ランク基準・評価結果の活用に着目した。

これらの観点から総合的に判断すると、「評価手法案（オ)：Transit(2004)＋インフラ PFI(2010)」が適用性の高い評価手法案と考えられる。従って、ケーススタディは、評価手法案（オ）を用いて実施した。

表 2.3.45　5評価手法案の評価結果の整理

リスク値		評価手法案	支障
高リスク	110 以上	（ア）	高リスク値があったのは、救急活動遅延による死傷者の増加、火災による人的被害拡大である。
	200 以上	（イ）	高リスク値があったのは、火災による人的被害拡大、復旧費用である。
	6 以上	（ウ）	なし
	110 以上	（エ）	高リスク値があったのは、救急活動遅延による死傷者の増加、火災による人的被害拡大である。
	200 以上	（オ）	高リスク値があったのは、火災による人的被害拡大である。
中リスク	30～100	（ア）	中リスク値があったのは、緊急物資の不足、飲料水の不足、外来患者の受入制限、医薬品の不足、救急活動遅延による死傷者の増加、火災による人的被害拡大である。
	40～160	（イ）	中リスク値があったのは、緊急物資の不足、飲料水の不足、外来患者の受入制限、医薬品の不足、救急活動遅延による死傷者の増加、火災による人的被害拡大、復旧費用、迂回損失である。
	3～4	（ウ）	中リスク値があったのは、復旧費用、迂回損失である。
	30～100	（エ）	中リスク値があったのは、緊急物資の不足、飲料水の不足、外来患者の受入制限、医薬品の不足、救急活動遅延による死傷者の増加、火災による人的被害拡大である。
	40～160	（オ）	中リスク値があったのは、緊急物資の不足、飲料水の不足、外来患者の受入制限、医薬品の不足、救急活動遅延による死傷者の増加、火災による人的被害拡大、復旧費用、迂回損失である。
低リスク	25 以下	（ア）	低リスク値があったのは、緊急物資の不足、飲料水の不足、救急活動遅延による死傷者の増加である。
	30 以下	（イ）	低リスク値があったのは、緊急物資の不足、飲料水の不足、救急活動遅延による死傷者の増加、迂回損失である。
	2 以下	（ウ）	低リスク値があったのは、復旧費用、迂回損失である。
	25 以下	（エ）	低リスク値があったのは、緊急物資の不足、飲料水の不足、救急活動遅延による死傷者の増加、火災による人的被害拡大である。
	30 以下	（オ）	低リスク値があったのは、緊急物資の不足、飲料水の不足、救急活動遅延による死傷者の増加、迂回損失である。

表 2.3.46　評価手法案の特徴の整理

	評価手法案（ア）	評価手法案（イ）	評価手法案（ウ）	評価手法案（エ）	評価手法案（オ）
評価結果の妥当性等	○ 物的被害や支障の内容に応じて、適切な評価を行うことができた。 但し、経済性の深刻さのランクについて、対象とする組織の規模が変わる場合、適用が不適切になる場合がある。	○ 物的被害や支障の内容に応じて、適切な評価を行うことができた。 但し、経済性の深刻さのランクについて、対象とする組織の規模が変わる場合、適用が不適切になる場合がある。	△ 重大性の評価では点数がかたまってしまい、優先度の高い物的被害や支障を把握することが難しかった。	◎ 物的被害や支障の内容に応じて、適切な評価を行うことができた。	◎ 物的被害や支障の内容に応じて、適切な評価を行うことができた。
被害の評価手法	○ 人的被害・経済的被害の評価が可能。	○ 人的被害・経済的被害の評価が可能。	△ 経済的被害の評価が可能。	○ 人的被害・経済的被害の評価が可能。	○ 人的被害・経済的被害の評価が可能。
ランク基準	○ 日本の高速道路を想定した被害のランク付けが可能。	○ 高速道路等を想定した被害のランク付けが可能。	◎ 事業費の割合に応じた被害のランク付けが可能。	◎ 事業費の割合に応じた被害のランク付けが可能。	◎ 事業費の割合に応じた被害のランク付けが可能。
評価結果の活用	○ 対策優先順位の評価が可能。	◎ 具体的な対策の方向性の評価が可能。	△ リスクの相対的な比較が可能。	○ 対策優先順位の評価が可能。	◎ 具体的な対策の方向性の評価が可能。

評価手法案（ア）：Tamura(2013)

評価手法案（イ）：Transit(2004)

評価手法案（ウ）：インフラ PFI(2010)

評価手法案（エ）：Tamura(2013)＋インフラ PFI(2010)

評価手法案（オ）：Transit(2004)＋インフラ PFI(2010)

◎：適用性が非常に高い、○：適用性が高い、△：適用性がある

参考文献

1) TRANSIT NEW ZEALAND: Risk Management Process Manual, 2004.
2) 松下 剛史・吉田 献一・奥田賢持・梅田眞吾・辻井泰人・村尾幸彦:情報流通ビルの地震リスクマネジメント,学術講演梗概集.構造系 (B-2),日本建築学会,2002 年 8 月,pp.71-72.
3) 国土交通省水管理・国土保全局:水害の被害指標分析の手引 (H25 試行版),2013 年 7 月.
4) 加藤浩徳・城山英明・中川善典:関係主体間の相互関係に着目した広域交通計画におけるシナリオ分析手法の提案,社会技術研究論文集 (4),2006 年,pp.94-106.
5) 副島紀代・目黒公郎:事業継続性の評価に基づく効果的な地震対策の選定手法,土木学会論文集 A1 (構造・地震工学),65 巻 1 号,2009 年,pp. 629-636.
6) 本田航・糸井川栄一・梅本通孝 : 信頼性解析技法を用いた消防活動時の事故未然防止に関する研究－残火処理を対象に－,日本火災学会論文集 61(1),2011 年,pp.1-10.
7) 姥聡実・加藤史郎・中澤祥二・平野健太:地震時の医療施設における機能維持に関する調査研究 (維持管理手法,建築経済・住宅問題),学術講演梗概集. F-1, 都市計画, 建築経済・住宅問題 (2007),2007 年,pp.1193-1194.
8) 消防庁消防庁特殊災害室:石油コンビナートの防災アセスメント指針,2013 年 3 月.
9) 朱牟田善治・当麻純一・石田勝彦:費用便益分析による変電設備の耐震補強計画法,地震工学研究発表会講演論文集 (24),1997 年,pp.1309-1312.
10) 村地由子・高橋雄司・浅野美次・中川太郎・谷垣正治:限界耐力計算法を利用した地震リスク分析に基づく既存建物の耐震改修優先順位の検討: その 1.手法および事例研究の概要(地震リスク:耐震改修への応用,構造 I),学術講演梗概集. B-1, 構造 I, 荷重・信頼性,応用力学・構造解析,基礎構造,シェル・立体構造・膜構造 (2007),2007 年,pp.79-80.
11) Tamura, K.:Development of a practical road disaster management system based on risk management techniques, Journal of JSCE, Vol.1, pp569-582, 2013
12) 社団法人土木学会建設マネジメント委員会インフラ PFI 研究小委員会:道路事業におけるリスクマネジメントマニュアル (Ver. 1.0)
13) 東北地方整備局道路部:東北地方太平洋沖地震により被災した主な道路関係施設の復旧状況（平成２３年４月６日現在）,
http://www.thr.mlit.go.jp/road/jisinkannrenjouhou_110311/fukkyuu/110406_fukkyuu.pdf
14) 仙台河川国道事務所:平成 23 年東日本大震災応急復旧状況（道路）,平成 24 年 10 月 1 日現在,
http://www.thr.mlit.go.jp/sendai/saigai/121001_douro_fukkyuu_jyoukyou.pdf
15) 「東日本大震災と道路」パネル展示,
http://www.thr.mlit.go.jp/road/jisinkannrenjouhou_110311/panel/
16) 道路震災対策便覧（震前対策編）平成 18 年度改訂版,社団法人日本道路協会
17) 庄司学・藤野陽三・阿部雅人:高架道路橋システムにおける地震時損傷配分の最適化の試み,土木学会論文集 No.563,I-39,pp79-94, 1997.4.

18) 近藤友成:新潟県中越大震災の道路被害の概要と復旧・復興の取り組み, 北陸地方整備局管内技術研究会, 2005.9.
19) 国土交通省道路局都市・地域整備局:費用便益分析マニュアル, http://www.mlit.go.jp/road/ir/hyouka/plcy/kijun/bin-ekiH20_11.pdf
20) 平成 22 年度道路交通センサス, http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/
21) 新東名(静岡県)インパクト調整会議:平均交通量の変化, http://www.shintomei-shizuoka.net/oneyear/01.pdf

２．４　災害リスク分析のケーススタディ

２．３の検討で進めてきたリスク分析手法を用いて、災害リスクの評価を概ね網羅的に実施し、その適用性を確認した。災害リスクは、A国道事務所、D河川事務所の管内を含む、道路・河川分野を対象とした。A国道事務所の一部地域（後述の注目エリアZ）では、事例として超過外力無しと有りのケースを考慮した。

２．４．１　ケーススタディにおける災害リスク分析のプロセス

２．３の検討を踏まえて、ケーススタディにおける災害リスクの分析プロセスを以下に記載した。リスク分析のプロセスを図 2.4.1 に示す。また、図に記載した各項目を、これ以降に記載した。

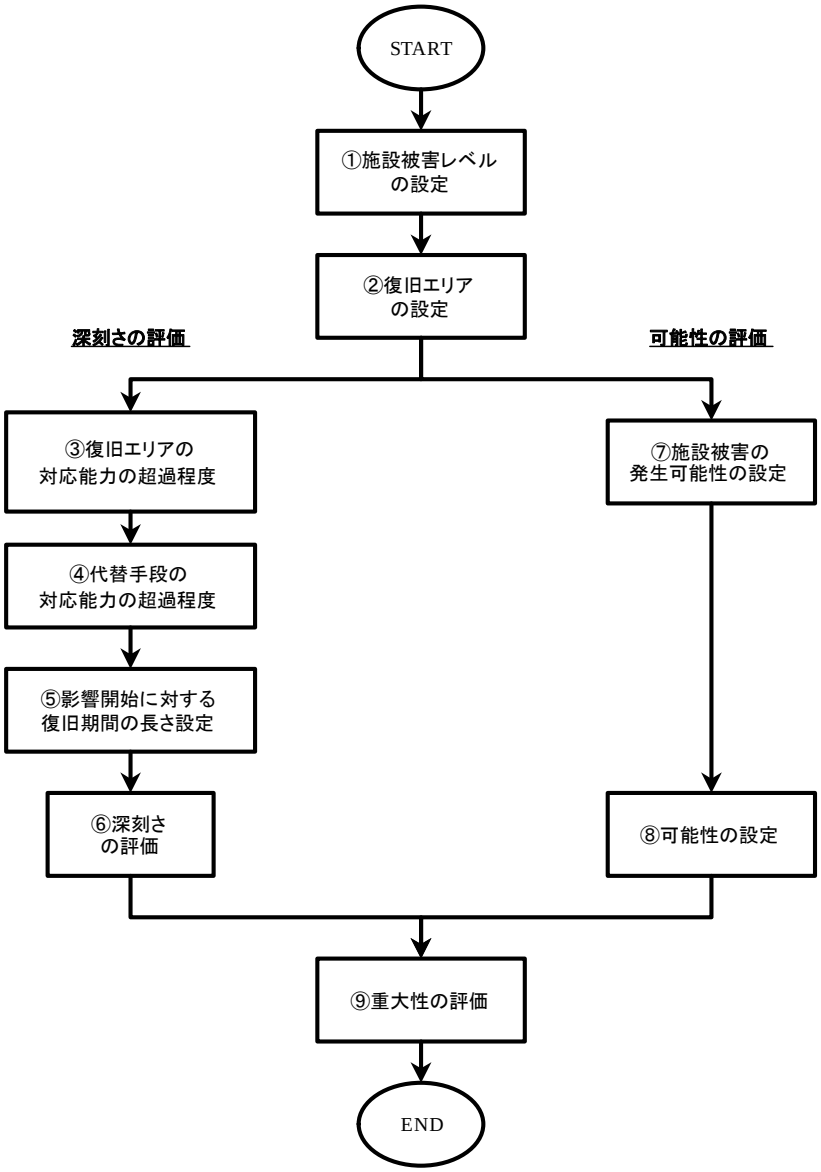


図 2.4.1　リスク分析のプロセス

（1）施設被害レベルの設定

被害が想定される施設について、被害レベルの設定を行う。施設の被害レベルを表 2.4.1 に示す。設定が難しい場合は、表 2.4.2（道路分野）、表 2.4.3（堤防）を参考に施設に被害を与えるレベルを設定する。

表 2.4.1　施設の被害レベル

被害レベル	説明
大	施設に大きな被害が生じる
中	施設に中程度の被害が生じる
小	施設に小さな被害が生じる

表 2.4.2　被災度判定チャート（道路分野）

■橋梁の被災度判定チャート

震度	S55 道示より前	S55 道示～H8 道示より前	H8 道示移行
震度 7	大	中	小
震度 6 強	大	小	（軽微）
震度 6 弱	中	（軽微）	（軽微）
	・宮城県沖地震で橋脚の被害多発。	・阪神淡路大震災で、大被害が発生。 ・橋脚主筋の段落し部が強化され弱点が大幅に改善。 ・3 ヶ年プログラムによる耐震補強済橋梁も含む。	・横拘束筋が強化された塑性変形性能が大幅に改善。 ・フルスペック対応による耐震補強済橋梁も含む。

■盛土の被災度判定チャート

震度	液状化危険度が高い（PL≧15）	その他
震度 7	中	小
震度 6 強	中	小
震度 6 弱	小	（軽微）
	地盤が液状化すると盛土に縦割れが起きて大きく沈下しやすい。	

震度	高盛土あり（高さ≧15m）	その他
震度 7	大	中
震度 6 強	大	中
震度 6 弱	中	小
	設計震度を超えると大被害を起こす危険あり。	山間部は腹付け盛土が多く、平地より滑りやすい。

■斜面の被災度判定チャート

震度	要対策箇所を対象
震度 7	大
震度 6 強	中
震度 6 弱	小

表 2.4.3　被災度判定チャート（堤防）

被災ランク	PL 値
A	１５以上
B	５～１５
C	５未満

（２）復旧エリアの設定

複数の物的被害で支障が発生する場合や、復旧対応の見込みを検討するため復旧エリアを設定する。

（３）復旧エリアにおける対応能力の超過程度の設定

復旧エリアに対して対応能力の超過程度を設定する（表 2.4.4）。対応能力の超過程度を設定する際には、標準的な復旧期間（堤防：表 2.4.5・道路分野：表 2.4.6 等）を参考にする。

表 2.4.4　対応能力の超過程度

超過程度	説明
超えない	対応能力を超えず、対応が可能と考えられる場合。
やや超える	対応能力をやや超えてしまい、望ましい対応が取れなくなる懸念がある場合。
大幅に超える	対応が不可能と考えられる場合。

表 2.4.5　過去の地震における緊急復旧に要した日数（堤防）[1)]

地震名	対象河川名	被害総延長（m）	被災日から復旧までの概ねの日数	主な工法
北海道南西沖地震(H5.7.12)	後志利別川、尻別川	8,915	9～10	盛土、土のう工
兵庫県南部地震(H7.1.17)	淀川、猪名川派川藻川	2,900	9～14	盛土、土のう工、シート張り
宮城県北部地震(H15.7.26)	鳴瀬川、吉田川	7,127	5～28	盛土および連節ﾌﾞﾛｯｸ張り
新潟県中越地震(H16.10.23)	信濃川	10,936	2～14	盛土、土のう工、シート張り

出典）平成15年度 河川管理施設等の技術基準に関する検討業務 報告書 H16.3 (財)国土開発技術研究センター
平成15年7月26日宮城県北部を震源とする地震記録(概要版) H17.3 国土交通省 東北地方整備局 北上川下流河川事務所
地震発生から復旧まで(信濃川河川事務所)H17.10
新潟県中越地震における信濃川河川事務所管内の被害状況と復旧方針(信濃川河川事務所)H17.6

表 2.4.6　標準的な復旧期間（道路分野）

被害形態		復旧期間		事例
		最短	最長	
切土盛土等	崩壊	３日以上	１年以上	伊豆大島近海地震 長野県西部地震 新潟県中越地震
	亀裂・陥没 段差・隆起	３時間	１ヶ月	宮城県沖地震 兵庫県南部地震 新潟県中越地震
	落石・斜面崩壊	３時間	１年以上	宮城県沖地震 新潟県中越地震
橋梁	落橋	１週間以上	１年以上	新潟地震 宮城県沖地震 兵庫県南部地震
	上部工の破損・傾斜・移動	３日	１年以上	兵庫県南部地震
	支承部の損傷	１日	１ヶ月	宮城県沖地震 兵庫県南部地震 福岡県西方沖地震
	橋脚・橋台・基礎の損傷	３日	１ヶ月	宮城県沖地震 兵庫県南部地震
	橋梁取付部の段差	３時間	１日以上	新潟地震 宮城県沖地震
トンネル	覆工コンクリートの崩落	１ヶ月以上	１ヶ月以上	新潟県中越地震 和南津トンネル
付帯施設	信号機等の被害	１日以上	３日以上	宮城県沖地震 兵庫県南部地震
占用沿道施設	占用施設の被害	３時間	３ヶ月	兵庫県南部地震
	沿道建築物からの落下物	１日	１週間	宮城県沖地震
	沿道建築物の倒壊	３日	１ヶ月	兵庫県南部地震
	塀・積石の倒壊	１日	１日	宮城県沖地震
	電柱・立木の傾斜・倒壊	１日	１日	宮城県沖地震
	道路上への桁落下	１週間	１ヶ月	兵庫県南部地震
その他	津波による浸水	３日以上	１ヶ月	新潟地震
	市街地火災	１日	３日以上	兵庫県南部地震
	津波漂流物	１日	１１日	東日本大震災[2) 3) 4)]

＊東日本大震災の事例を除いて、道路震災対策便覧（震前対策編）[5)] の図 2.3.1 より被害形態毎の復旧期間を記載

（4）代替手段の対応能力の超過程度

代替手段における対応能力の超過程度を、（3）の方法と同様に設定する。

表 2.4.7　支障の影響開始期間と影響の内容

支障	説明	影響開始期間の分類	影響の内容
外来患者の受け入れ不可	72 時間以内に治療が受けられないと、**死者の発生**可能性が高まる	3 日	死亡
医療品の不足	72 時間以内に治療が進められないと、**死者の発生**可能性が高まる		
介護サービス能力の低下	寝たきりの要介護者の場合、72 時間以内に食事等の介護がうけられないと**死亡**する可能性がある		
救急･救助活動の遅延による死傷者増加	72 時間以内に治療が受けられないと、**死者の発生**可能性が高まる		
火災による人的被害の拡大	火災で重傷を負った被害者は、数時間のうちに治療が行われないと**死亡**する可能性がある	当日	死亡
食料品の不足	家庭等での備蓄期間（例えば 1 週間）までに復旧が間に合わないと、**重傷者**が発生する可能性がある	1 週間	重傷
日用品の不足	家庭等での備蓄期間（例えば 1 週間）までに復旧が間に合わないと、普段の生活をおくることができず、**重傷者**が発生する可能性がある		
緊急物資の不足	避難所等での備蓄期間（例えば 1 週間）までに復旧が間に合わないと、**重傷者**が発生する可能性がある		
飲料水等の不足	家庭等での備蓄期間（例えば 1 週間）までに復旧が間に合わないと、**重傷者**が発生する可能性がある	3 日	重傷
トイレの不足	発災後 2～3 日までに仮設トイレの需要が増大し、トイレが不足すると、衛生環境の悪化により精神的ダメージを受け、**重病者**の発生が危惧される		
ごみ処分の遅延	発災後 2～3 日から悪臭などの問題が発生するおそれがあり、衛生環境の悪化により精神的ダメージを受け、**重病者**の発生が危惧される		

（５）影響開始期間に対する復旧期間の見込み

（３）、（４）で設定した対応能力の超過程度と支障の影響開始期間を参考に、支障の影響開始期間に対する復旧期間の見込みを表 2.4.8 に基づき設定する。

表 2.4.8　支障の影響開始期間に対する復旧期間の見込み

見込み
短いか同程度になる
長くなる
大幅に長くなる

（６）深刻さの設定

（５）で設定した影響開始期間に対する復旧期間の見込みに応じて、各支障の深刻さを設定する。対策による深刻さの緩和も考慮することができる。

●（５）で「短いか同程度になる」の場合は、深刻さ「無視できる」と設定。

●（５）で「長くなる」「大幅に長くなる」場合は、表 2.4.9 に基づき深刻さを設定。経済性に関しては、施設の復旧費用から設定（表 2.4.10～表 2.4.11）。

●状況を勘案して深刻さの補正を行う。表 2.4.12 に深刻さを補正する際の条件、補正内容、関連支障を記載。

表 2.4.9　深刻さのランク・評点

深刻さ		人的被害	道路分野の費用（事業費の割合＊）	河川分野の費用（事業費の割合＊＊）	評点
危機	非常に大	多数の死者			100
	大	数人の死者	2.5億円以上（事業費の5%以上）	1.6億円以上（事業費の5%以上）	70
	中	多数の重傷者	1.3～2.5億円以上（事業費の2.5～5%）	0.8～1.6億円以上（事業費の2.5～5%）	40
	小	数人の重傷者	1.3億円未満（事業費の2.5%未満）	0.8億円未満（事業費の2.5%未満）	10
	無視できる	重傷者ほぼ無し			1
好機	無視できる	負傷者の防止			−1
	小	重傷者（少数）の防止	1.3億円未満（事業費の2.5%未満）	0.8億円未満（事業費の2.5%未満）	−10
	中	重傷者（多数）の防止	1.3～2.5億円以上（事業費の2.5～5%）	0.8～1.6億円以上（事業費の2.5～5%）	−40
	大	死亡者（数名）の防止	2.5億円以上（事業費の5%以上）	1.6億円以上（事業費の5%以上）	−70
	非常に大	死亡者（多数）の防止			−100

※ある国道事務所の H26 道路改築関係の事業費（50 億円）

※※ある河川事務所の H26 河川関係の事業費（32 億円）

表 2.4.10　道路施設被害の復旧費用

道路施設被害	復旧費用	説明
落橋	2.5 億円／桁	落橋の復旧費用は橋桁と支承の交換費用および仮橋設置費用とした。 橋桁と支承の交換費用として、庄司(1997)[6] の橋梁被災度 As・A における BOX 桁の RC 床版再構築・主桁再構築・伸縮部交換・免震沓交換の合計（2.4 億円）とした。 ・RC 床版再構築：880m^2×4.2 万/m^2＝3700 万円 ・主桁再構築：264tf×71.2 万/tf＝18800 万円 ・伸縮部交換：700 万円 ・免震沓交換：4 箇所×120 万円＝480 万円 仮橋設置費用は 1000 万円とした。
切土被害（崩壊）	1.8 億円／箇所	切土被害（崩壊）の復旧費用は、近藤(2005)[7] における法面崩壊の被災金額（査定決定額）を箇所数で除した値とした。
盛土等被害（亀裂・陥没等）	23 百万円／箇所	盛土等被害（亀裂・陥没等）の復旧費用は、近藤(2005)における路面亀裂の被災金額(査定決定額)を箇所数で除した値とした。
道路寸断（断層変位）	2.5 億円／桁	落橋と同じとした。

表 2.4.11　堤防の復旧費用 [8]

	災害復旧予算（百万円）	災害採択区間（m）	単位延長あたりの災害復旧予算（百万円／m）
鳴瀬川河口部	5,600	3,620	1.5
北上川河口部	22,200	14,850	1.5
旧北上川河口部	8,500	7,460	1.1

表 2.4.12　深刻さの補正

条件	補正内容	関連支障
影響開始期間と比較して「大幅に長くなる」場合	深刻さを 1 段階引き上げる（死者・重傷者の増加が想定されない場合は引き上げない）	死者増加 ・外来患者の受け入れ不可 ・医療品の不足 ・介護サービス能力
		重傷者の増加 ・食料品の不足 ・緊急物資の不足 ・飲料水等の不足

（7）施設被害の発生可能性の設定

施設ごとに、表 2.4.13 に基づいて物的被害の発生可能性を設定する。確率の数値のイメージについては図 2.4.2 も参考とする。

表 2.4.13　可能性のランク・評点

可能性	確率	頻度	記述	評点
多	＞50%	1 年に 1 度以上	危機が発生する。もしくは、危機に関する知識が非常に貧弱な状態	5
普通	20～50%	1～5 年に 1 度	危機が発生するかもしれない。危機に関する知識が貧弱な状態	4
少	10～20%	5～10 年に 1 度	危機が希に発生する。危機に関する知識が中庸な状態	3
希	1～10%	10～50 年に 1 度	危機が極めて希に発生する。危機に関する知識が良好な状態	2
希少	＜1%	50 年に 1 度以下	危機が例外的な状況で発生する可能性がある。危機に関する知識が非常に良好な状態	1

（8）可能性の設定

以下に該当する場合は可能性を変更する。

条件	可能性の変更
発生可能性「少」以上かつ被害レベル「中」以上の施設が連続している場合	1 段階引き上げる
代替の手段や経路が複数考えられる場合	1 段階引き下げる
超過外力により発生すると想定される施設被害について考える場合	1 段階引き下げる

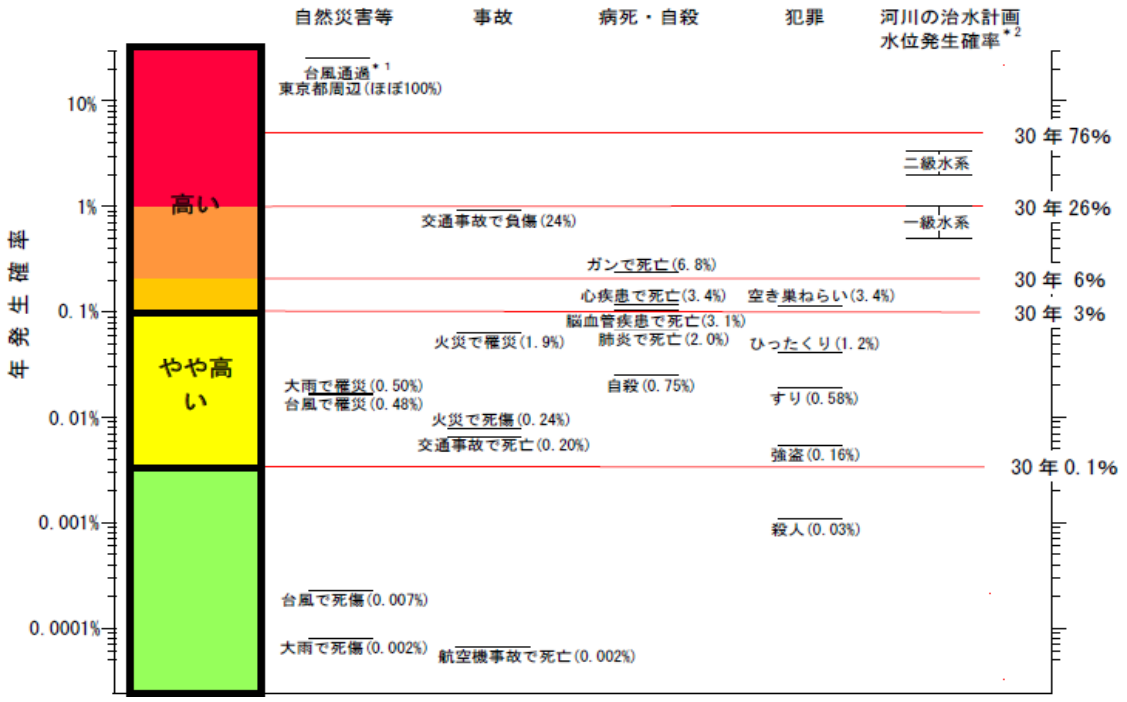


図 2.4.2　確率の数値のイメージ（年発生確率の比較、括弧内は 30 年発生確率）[9)]

（９）重大性の評価

支障の深刻さ及び物的被害の発生可能性を基に、被害による支障の重大性について評価する。重大性に関しては、深刻さと可能性の評点を掛けあわせてリスク値を算出するとともに、表 2.4.14 に示したリスクマトリクスを用いて評価を行う。なお、同表は対策の方向性についても記載している。

表 2.4.14　リスクマトリクス（括弧内はリスク値）

	深刻さ				
可能性	無視できる 1	小 10	中 40	大 70	非常に大 100
高い 5	能動的受入 (5)	能動的受入 (50)	回避 (200)	回避 (350)	回避 (500)
普通 4	能動的受入 (4)	能動的受入 (40)	回避 (160)	回避 (280)	回避 (400)
低い 3	受動的受入 (3)	能動的受入 (30)	能動的受入 か移転 (120)	回避 (210)	回避 (300)
少ない 2	受動的受入 (2)	能動的受入 か移転 (20)	能動的受入 か移転 (80)	回避か 移転 (140)	回避か 移転 (200)
希少 1	受動的受入 (1)	能動的受入 か移転 (10)	能動的受入 か移転 (40)	回避か 移転 (70)	回避か 移転 (100)

２．４．２　ケーススタディ（道路分野での災害リスクの分析）

Ａ国道事務所の管内を対象に、道路分野において、リスク分析を実施した。施設被害等抽出範囲を図 2.4.3 に示す。

Ａ県第 4 次地震被害想定を参考とし、施設の被害等の抽出、生活支障の抽出、災害発生シナリオの作成を行った後、リスク分析を実施する。

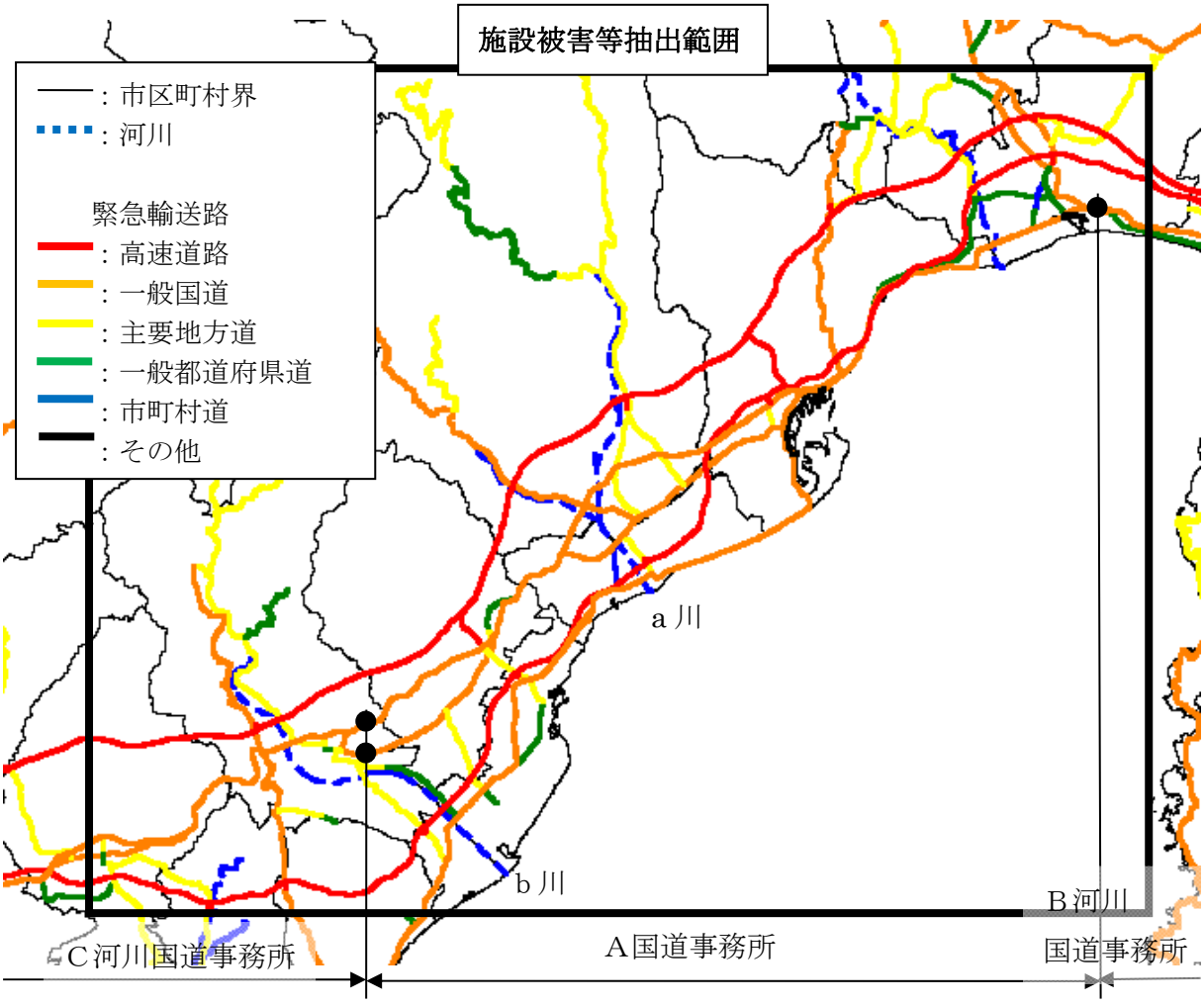


図 2.4.3　施設被害等抽出範囲

（１）施設の被害等の抽出

道路施設の被害等抽出にあたり、落橋・橋梁倒壊、盛土被害、切土被害、断層変位による道路寸断箇所と、これらによる通行不可能区間の抽出を行った。抽出方法の基本的な方針を以下に示した。

- 電子地形図 25000 に記載されている道路橋・盛土部のうち、対象地域の緊急輸送路について、各箇所を把握。

- Ａ県第 4 次地震被害想定結果を参考に、施設毎の被害箇所を抽出。
- 被害箇所に挟まれた区間のうち、緊急輸送路での代替路が無い区間を通行不可能区間として抽出。

なお、Ａ県第 4 次地震被害想定では、県内の緊急輸送路を対象に、地震発生時の緊急輸送路に係る通行支障を想定している。想定手法の概要を以下に、影響度ランクの設定を表 2.4.15 に、想定結果を図 2.4.4 に示す。

通行支障の想定手順
・過去の被災事例を基に、通行支障を引き起こす要因を設定
・要因別に被害による「影響度ランク」を設定
・要因別の影響度ランクの判定結果を基に、各区間の影響度ランクを総合判定

各要因のうち最も大きい影響度ランクを、当該路線の総合的な影響度ランクとする。

なお、区間設定の考え方は次のとおり。
・緊急輸送路ネットワークにおける結節点で区間を分割する。
・津波による影響を適切に表現するため、沿岸と内陸を結ぶ緊急輸送路については、浸水エリアから外れた内側で最も近い交差点（緊急輸送路に限らない）においても区間を分割する。

表 2.4.15　影響度ランクの設定

影響度ランク	被害規模	緊急輸送が可能なレベルの復旧に要する日数目安※1	被害のイメージ
AA	大	1 週間以上	橋梁の落橋、倒壊／地形の大変形等
A	中	3 日～1 週間	道路閉塞（建物、道路上工作物、津波堆積物）／橋梁の亀裂、損傷／地すべり／盛土、切土被害　等
B	小	当日～3 日	液状化被害／その他小規模な被害等
C	なし※2	－	－

※1　個別の被害に対して復旧に着手できた場合に復旧に要する日数の目安である。資機材、人員が不足する場合や、他の被害箇所を啓開しなければ被害箇所の復旧にあたれない場合等においては、路線全体の復旧により長期間を要する可能性がある。

※2　「影響度ランク C」は、緊急通行車両の通行は可能であるが、多少の被害は発生しており、一般車両の通行には支障がある状況も含む。

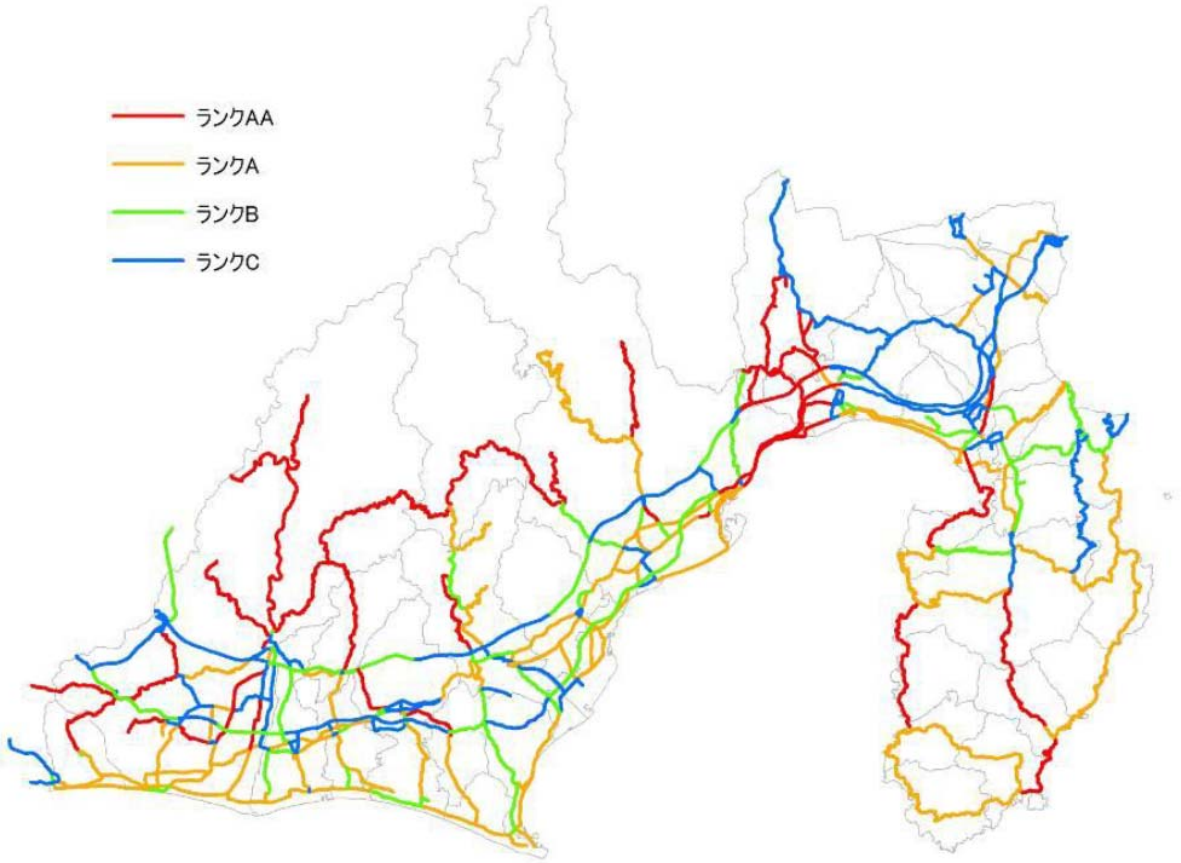


図 2.4.4　影響度ランクの想定結果

（道路／南海トラフ巨大地震　地震動：基本ケース、津波：ケース①）

1）橋の被害箇所の抽出

A県第 4 次地震被害想定において、揺れによる橋の被害に関して、通行支障を引き起こす要因及び影響度の判定基準（表 2.4.16）を設定している。

表 2.4.16　通行支障を引き起こす要因及び影響度の判定基準（橋）

要因	被害例	判定基準	影響度設定
揺れ （橋梁※1）	落橋、倒壊 亀裂、損傷	建設時に適用した耐震基準（道路橋示方書）により判定	震度 5 弱以上が想定された橋梁における、適用耐震基準 S55 年より古い→AA S55 年以降、H8 年より古い→A H8 年以降（耐震補強済みの橋梁含む）→C

※1　橋長 15m 以上の橋梁を対象とした（平成 26 年 3 月末見込み）

ここでは、影響度の AA の区間における、橋の被害箇所を抽出した。抽出にあたっての方針を以下に記載した。

- Ａ県の緊急輸送路における橋梁の耐震化は概ね完了しており、基本的に落橋や倒壊は発生しないと考えられる。
- 但し、富士川河口断層による道路の寸断が想定される区間以外において、AA の区間があった場合、落橋・倒壊による被害が発生したと考えた。
- 発生箇所は、区間内で結節点に最も近い橋を選定した。

また、Ａ県第 4 次地震被害想定において、津波により橋梁上部工が流出する等の被害が発生することも考えられるが、知見が少なく統計的に扱うことが難しいことから影響度判定の対象としていない。しかし、東日本大震災では、このような被害が発生していることから、被害として無視することができないと考えた。水面部を横断する橋において、上部工と接続する地面が浸水する場合、落橋の被害があると想定した。

落橋・橋梁倒壊の被害が想定される箇所を図 2.4.5 に示した。

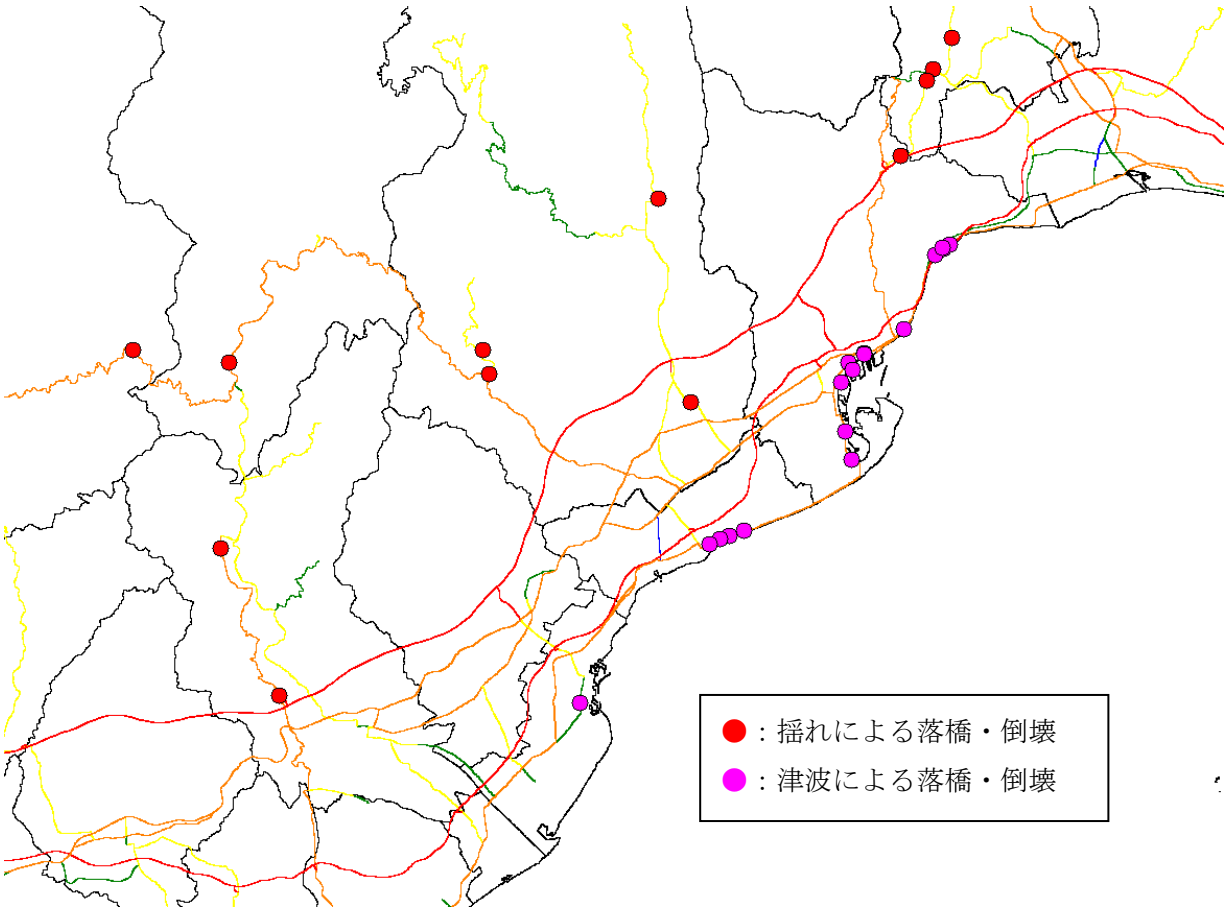


図 2.4.5　落橋・橋梁倒壊の被害が想定される箇所

２）盛土の被害箇所の抽出

Ａ県第 4 次地震被害想定において、揺れによる盛土の被害に関して、通行支障を引き起こす要因及び影響度の判定基準（表 2.4.17）を設定している。

表 2.4.17　通行支障を引き起こす要因及び影響度の判定基準（盛土等）

要因	被害例	判定基準	影響度設定
揺れ（その他の道路被害）	盛土や擁壁の被害等	道路防災総点検の各項目の対策状況により判定	震度 6 弱以上が想定された要対策箇所のうち、対策未了の箇所 盛土→A 擁壁→B

ここでは、影響度 A 以上の区間における、盛土の被害箇所を抽出した。抽出にあたっての方針を以下に記載した。

- 高速道路では対策完了していると考え、盛土被害は発生しないと考えた。
- 道路防災総点検（H18 年度）に基づく道路斜面等の対策箇所の進捗状況（平成 23 年度末現在）において、全国の対策必要箇所（約 107,500 箇所）のうち、対策完了箇所は約 42,800 箇所となっており、進捗率は約 4 割である。
- 区間毎の対策未了箇所も同程度と考え、影響度 A 以上の区間の盛土のうち、半数程度を間引きして抽出した。

盛土の被害が想定される箇所を図 2.4.6 に示す。

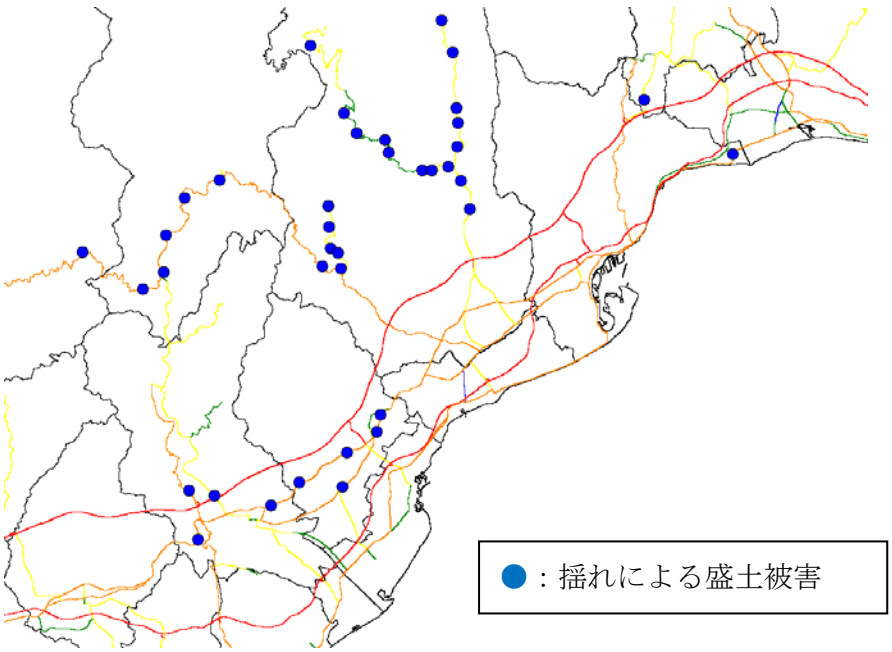


図 2.4.6　盛土の被害が想定される箇所

３）切土の被害箇所の抽出

Ａ県第 4 次地震被害想定における切土被害に関して、通行支障を引き起こす要因及び影響度の判定基準（表 2.4.18）を設定している。

表 2.4.18　通行支障を引き起こす要因及び影響度の判定基準（山・崖崩れ）

要因	被害例	判定基準	影響度設定
山・崖崩れ	道路周辺における崩壊、地すべり	道路防災総点検の当該項目の対策状況により判定 山・崖崩れの危険度ランクに応じて判定	【崩壊】 （道路防災総点検） 震度 6 弱以上が想定された要対策箇所のうち、対策未了の箇所 落石・崩壊→B 岩石崩壊→B （山・崖崩れ） 急傾斜地崩壊危険度ランク A→B 山腹崩壊危険度ランク A→B 【地すべり】 （道路防災総点検） 震度 6 弱以上が想定された要対策箇所のうち、対策未了の箇所 地すべり→A （山・崖崩れ） 地すべり危険度ランク A→A

ここでは、影響度 A 以上の区間における、切土の被害箇所を抽出した。抽出にあたっての方針を以下に記載した。

- 高速道路では対策完了していると考え、切土被害は発生しないと考えた。
- 道路防災総点検（H18 年度）に基づく道路斜面等の対策箇所の進捗状況（平成 23 年度末現在）において、全国の対策必要箇所（約 107,500 箇所）のうち、対策完了箇所は約 42,800 箇所となっており、進捗率は約 4 割である。
- 盛土被害と同様、区間毎の対策未了箇所も同程度と考え、影響度 A 以上の区間の切土のうち、半数程度を間引きして抽出した。

切土の被害が想定される箇所を図 2.4.7 に示す。

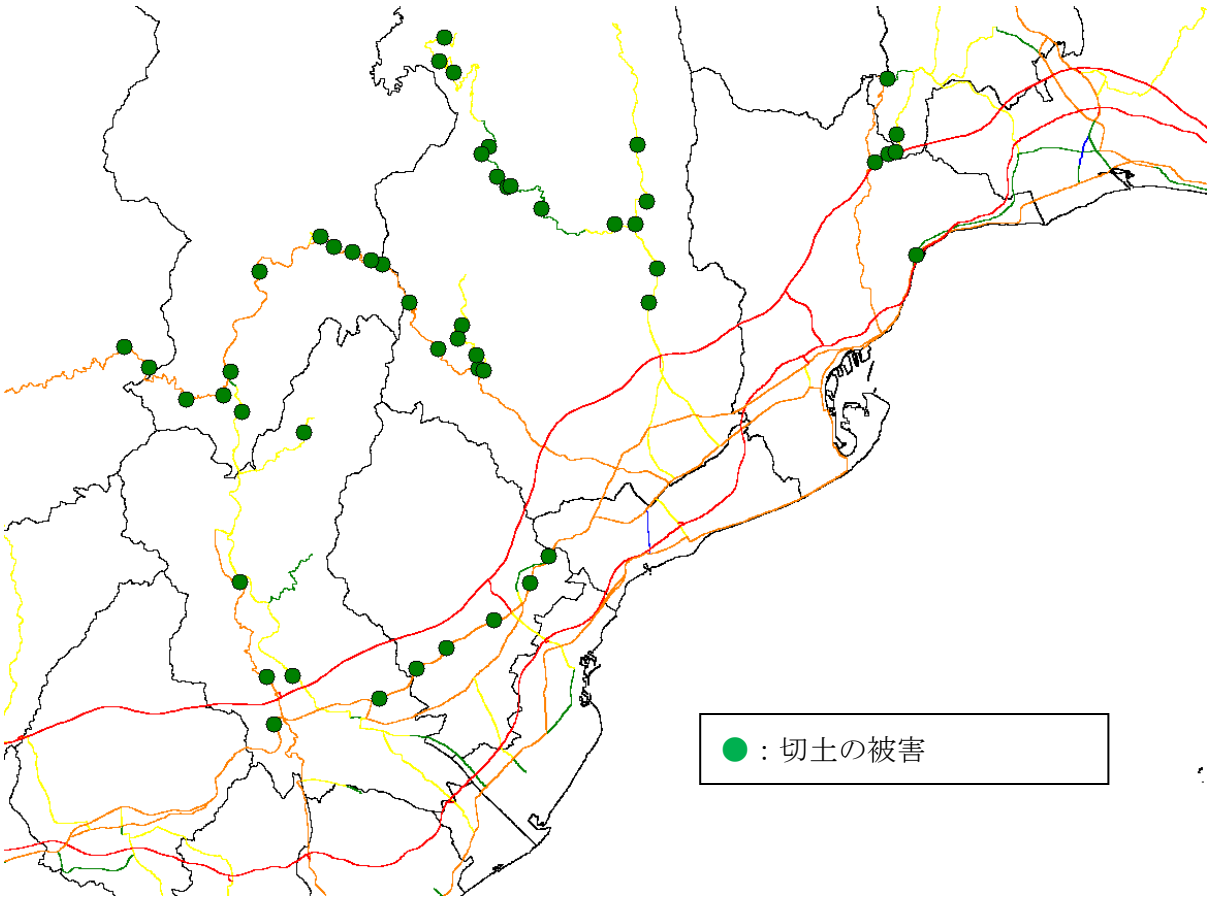


図 2.4.7　切土の被害が想定される箇所

4）断層変位による被害箇所の抽出

A県第 4 次地震被害想定において、断層変位による落橋、トンネルや道路の変状に関して、通行支障を引き起こす要因及び影響度の判定基準（表 2.4.19）を設定しており、対象となる断層は富士川河口断層帯である。

表 2.4.19　通行支障を引き起こす要因及び影響度の判定基準（断層変位）

要因	被害例	判定基準	影響度設定
断層変位	落橋、トンネルや道路の変状	地震調査研究推進本部の長期評価に基づき判定	変位あり→AA

富士川河口断層帯の断層位置と緊急輸送路が交差する箇所において、道路が寸断される被害があるとした。断層変位による道路寸断の被害が想定される箇所を図 2.4.8 に示す。



図 2.4.8　断層変位による道路寸断被害が想定される箇所

5）通行不可能区間の抽出

これまで抽出した橋の被害箇所、盛土の被害箇所、切土の被害箇所、断層変位による被害箇所によって、通行が不可能となる区間の抽出を行った。被害箇所に挟まれた区間のうち、緊急輸送路での代替路が無い区間を通行不可能区間として抽出した。結果を図 2.4.9 に示す。

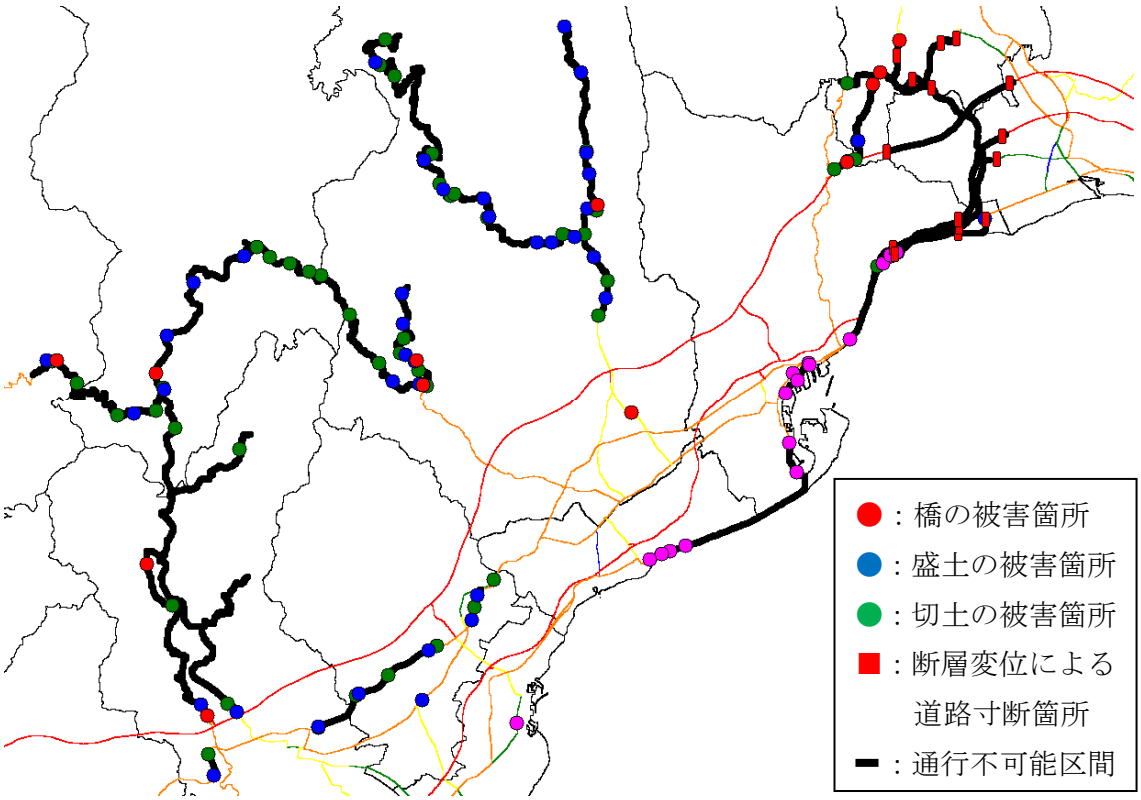


図 2.4.9　通行不可能区間

（２）　支障の抽出

通行不可能区間の発生が想定される箇所の周辺では、重大な支障の発生が懸念される。そこで、通行不可能区間近傍における生活支障の注目エリアを選定した。注目エリアの概要を表 2.4.20 に、位置を図 2.4.10 に示す。なお注目エリアＺでは、事前の想定を超える超過外力を考慮した分析が可能かどうかを検討する。

表 2.4.20　注目エリアの概要

注目エリア	概要
U	山間部において、緊急輸送路上に盛土や切土の被害多数。学校と消防署あり。避難所等に関する生活支障が想定される。
V	山間部において、緊急輸送路上に落橋の被害あり。学校あり。避難所に関する生活支障が想定される。
W	山間部において、緊急輸送路上に盛土や切土の被害あり。学校あり。避難所に関する生活支障が想定される。
X	沿岸部の津波浸水域において、緊急輸送路上に落橋の被害あり。学校・病院・消防署あり。避難所等に関する生活支障が想定される。
Y	沿岸部で断層変位による道路寸断や落橋で孤立化。学校・消防署あり。避難所等に関する生活支障が想定される。
Z	沿岸部で断層変位による道路寸断や落橋で孤立化。学校・病院あり。避難所等に関する生活支障が想定される。

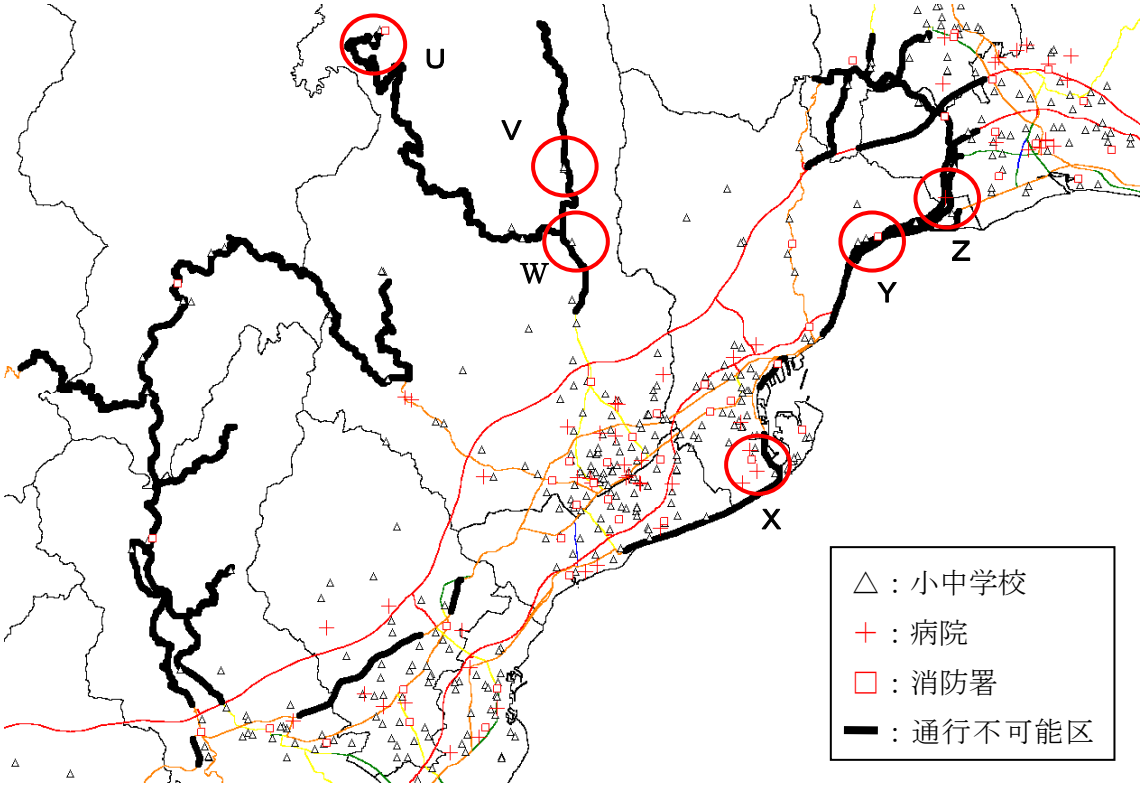


図 2.4.10　注目エリアの位置

1）注目エリアUにおける支障

注目エリアUでは、多数の盛土・切土被害によって長距離にわたる通行不可能区間の発生が想定される（図 2.4.11）。支障抽出範囲における施設被害の位置を図 2.4.12 に示す。なおここでは、落橋、盛土被害、切土被害をそれぞれ①、②、③の数字で表し、その場所を枝数字で示した。それらの表記は、後出（3）の図 2.4.25 等と共通である。

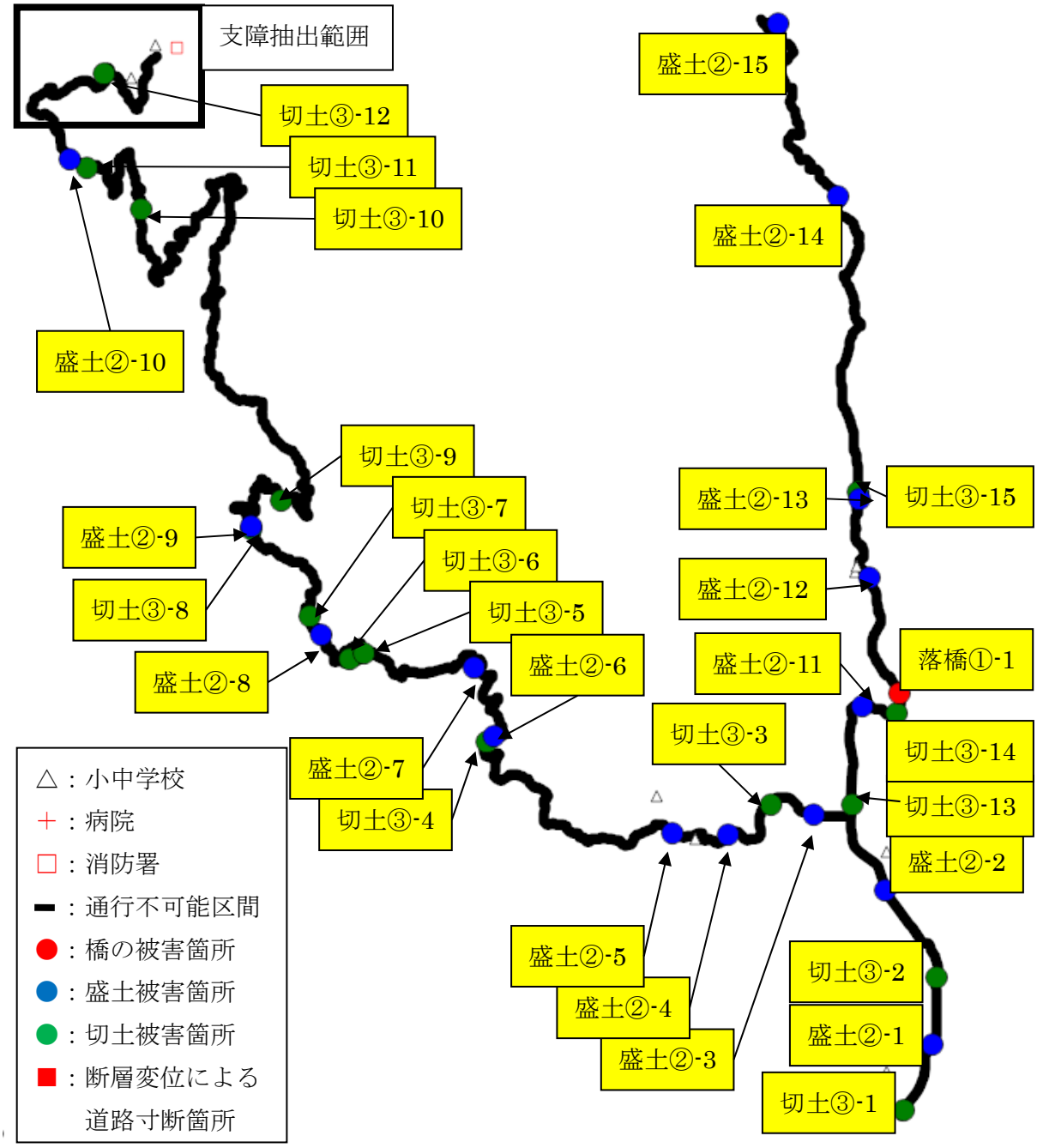


図 2.4.11　施設被害（注目エリアU）



図 2.4.12　支障抽出範囲における施設被害

施設の被害から発生する基盤的な機能支障として、表 2.4.21 の様な事項が想定される。

表 2.4.21　基盤機能支障（注目エリアU）

基盤的な機能支障	説明
通行不可	緊急輸送路（県道う号等）における盛土・切土被害により、全面通行不可となる箇所が想定される。
バスの運行停止	バス路線（県道う号）における盛土・切土被害により、バスの運航停止が想定される。
生活物資の運搬停止	緊急輸送路（県道う号等）における盛土・切土被害により、生活物資の運搬停止が想定される。
緊急物資の運搬停止	緊急輸送路（県道う号等）における盛土・切土被害により、緊急物資の運搬停止が想定される。
燃料の運搬停止	緊急輸送路（県道う号等）における盛土・切土被害により、燃料の運搬停止が想定される。
非常用電源の運搬遅延	対象地域において停電が発生。緊急輸送路（県道う号等）における盛土・切土被害により、非常用電源の運搬遅延が想定される。
衛星通信車の遅延	対象地域において通信障害が発生。緊急輸送路（県道う号等）における盛土・切土被害により、衛星通信車の遅延が想定される。
ガスの輸送遅延	対象地域においてガス停止が発生。緊急輸送路（県道う号等）における盛土・切土被害により、ガスの輸送遅延が想定される。
給水車の遅延	対象地域において断水が発生。緊急輸送路（県道う号等）における盛土・切土被害により、給水車の遅延が想定される。
仮設トイレの運搬遅延	対象地域において断水等が発生。緊急輸送路（県道う号等）における盛土･切土被害により、仮設トイレの運搬遅延が想定される。
救急活動の遅延	対象地域において建物倒壊等による負傷者が発生。緊急輸送路（県道う号等）における盛土・切土被害により、病院への搬送等の救急活動の遅延が想定される。

生活支障として想定される事項を表 2.4.22 に示す。

表 2.4.22　生活支障（注目エリアU）

生活支障	説明
孤立集落の発生	他の地域に繋がる道路が通行不可となり、集落が孤立することが想定される。
帰宅困難者の発生（登山客）	有名な山の登山口があり、登山客の帰宅困難の発生が想定される。
ごみ処分の遅延	集落外へのごみ処分場への道路が通行不可となり、ゴミ処分の遅延が想定される。
施設の復旧活動の遅延（道路・電力・通信・ガス・上水道・下水道）	市街地等に繋がる道路が通行不可となり、対象地域の道路やライフラインの施設復旧活動の遅延発生が想定される。
食料品の不足	生活物資の運搬が停止し、生活者の食料品不足が想定される。
日用品の不足	生活物資の運搬が停止し、生活者の日用品不足が想定される。
緊急物資の不足	避難所（ウ小学校・ウ中学校）への、緊急物資の運搬が停止し、避難者の緊急物資不足が想定される。
燃料の不足	燃料の運搬が停止し、生活者や避難者の燃料不足が想定される。
電力不足	施設復旧が遅れ、非常用電源の運搬遅延も発生し、生活者や避難者の電力不足が想定される。
通信設備の不足	施設復旧が遅れ、衛星通信車の遅延も発生し、生活者や避難者の通信設備の不足が想定される。
ガスの不足	施設復旧が遅れ、ガスの輸送遅延が発生し、生活者や避難者のガス不足が想定される。
飲料水・生活用水の不足	施設復旧が遅れ、給水車の遅延が発生し、生活者や避難者の飲料水・生活用水の不足が想定される。
トイレの不足	施設復旧が遅れ、仮設トイレの運搬遅延が発生し、避難者等のトイレ不足が想定される。
救急活動遅延による死傷者の増加	ウ出張所の救急車による病院への搬送等の救急活動の遅延が発生し、死傷者の増加が想定される。

2）注目エリアⅤにおける支障

注目エリアⅤでは、盛土・切土被害によって通行不可能区間の発生が想定される（図 2.4.13）。支障抽出範囲における施設被害の位置を図 2.4.14 に示す。

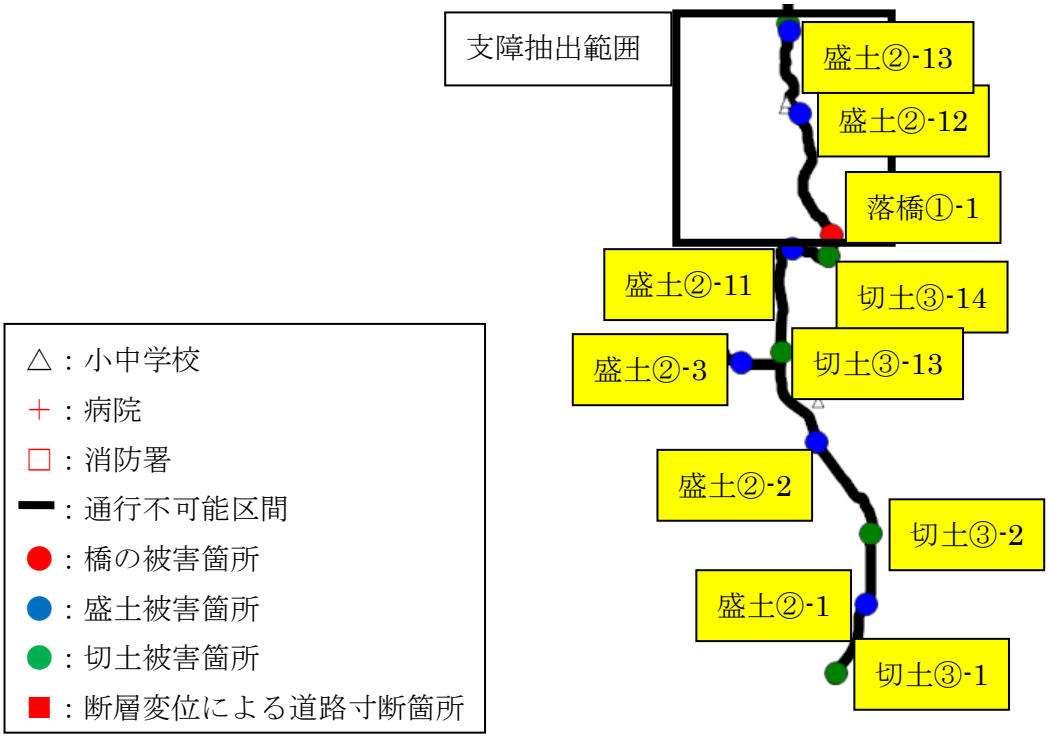


図 2.4.13　施設被害（注目エリアⅤ）

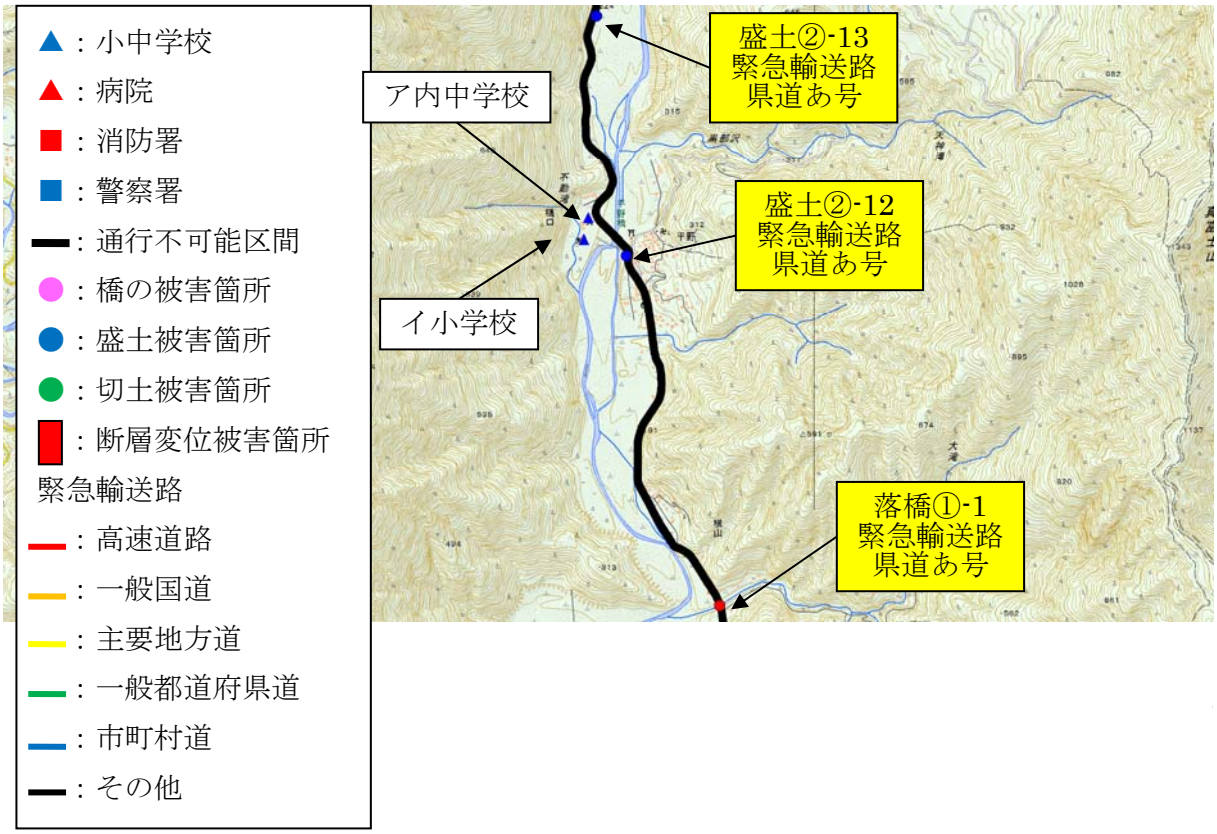


図 2.4.14　支障抽出範囲における施設被害

施設の被害から発生する基盤的な機能支障として、表 2.4.23 のような事項が想定される。

表 2.4.23　基盤機能支障（注目エリアⅤ）

基盤的な機能支障	説明
通行不可	県道あ号の落橋、盛土・切土被害により、通行不可となる箇所が想定される。
バスの運行停止	県道あ号の落橋、盛土・切土被害により、バスの運航停止が想定される。
生活物資の運搬停止	県道あ号の落橋、盛土・切土被害により、生活物資の運搬停止が想定される。
緊急物資の運搬停止	県道あ号の落橋、盛土・切土被害により、緊急物資の運搬停止が想定される。
燃料の運搬停止	県道あ号の落橋、盛土・切土被害により、燃料の運搬停止が想定される。
非常用電源の運搬遅延	対象地域において停電が発生。県道あ号の落橋、盛土・切土被害により、非常用電源の運搬遅延が想定される。
衛星通信車の遅延	対象地域において通信障害が発生。県道あ号の落橋、盛土・切土被害により、衛星通信車の遅延が想定される。
ガスの輸送遅延	対象地域においてガス停止が発生。県道あ号の落橋、盛土・切土被害により、ガスの輸送遅延が想定される。
給水車の遅延	対象地域において断水が発生。県道あ号の落橋、盛土・切土被害により、給水車の遅延が想定される。
仮設トイレの運搬遅延	対象地域において断水等が発生。県道あ号の落橋、盛土・切土被害により、仮設トイレの運搬遅延が想定される。
救急・救助活動の遅延	対象地域で建物倒壊等による負傷者が発生。県道あ号の落橋、盛土・切土被害により、病院への搬送等の救急活動の遅延が想定される。
消火活動の遅れ	対象地域で建物火災が発生。県道あ号の落橋、盛土・切土被害により、消火活動の遅れが想定される。

生活支障として想定される事項を表 2.4.24 に示した。

表 2.4.24　生活支障（注目エリアＶ）

生活支障	説明
孤立集落の発生	他の地域に繋がる道路が通行不可となり、集落が孤立することが想定される。
ごみ処分の遅延	他地域のごみ処分場への道路が通行不可となり、ゴミ処分の遅延が想定される。
施設の復旧活動の遅延（道路・電力・通信・ガス・上水道・下水道）	市街地等に繋がる道路が通行不可となり、対象地域の道路やライフラインの施設復旧活動の遅延発生が想定される。
食料品の不足	生活物資の運搬が停止し、生活者の食料品不足が想定される。
日用品の不足	生活物資の運搬が停止し、生活者の日用品不足が想定される。
緊急物資の不足	避難所（ア小学校・イ中学校）への、緊急物資の運搬が停止し、避難者の緊急物資不足が想定される。
燃料の不足	燃料の運搬が停止し、生活者や避難者の燃料不足が想定される。
電力不足	施設復旧が遅れ、非常用電源の運搬遅延も発生し、生活者や避難者の電力不足が想定される。
通信設備の不足	施設復旧が遅れ、衛星通信車の遅延も発生し、生活者や避難者の通信設備の不足が想定される。
ガスの不足	施設復旧が遅れ、ガスの輸送遅延が発生し、生活者や避難者のガス不足が想定される。
飲料水・生活用水の不足	施設復旧が遅れ、給水車の遅延が発生し、生活者や避難者の飲料水・生活用水の不足が想定される。
トイレの不足	施設復旧が遅れ、仮設トイレの運搬遅延が発生し、避難者等のトイレ不足が想定される。
救急・救助活動遅延による死傷者の増加	病院への搬送等の救急・救助活動の遅延が発生し、死傷者の増加が想定される。
火災による人的被害拡大	消火活動の遅れが発生し、火災による人的被害拡大が想定される。
家屋焼失	消火活動の遅れが発生し、家屋焼失が想定される。

3）注目エリアWにおける支障

注目エリアWでは、盛土・切土被害によって通行不可能区間の発生が想定される（図 2.4.15）。支障抽出範囲における施設被害の位置を図 2.4.16 に示す。

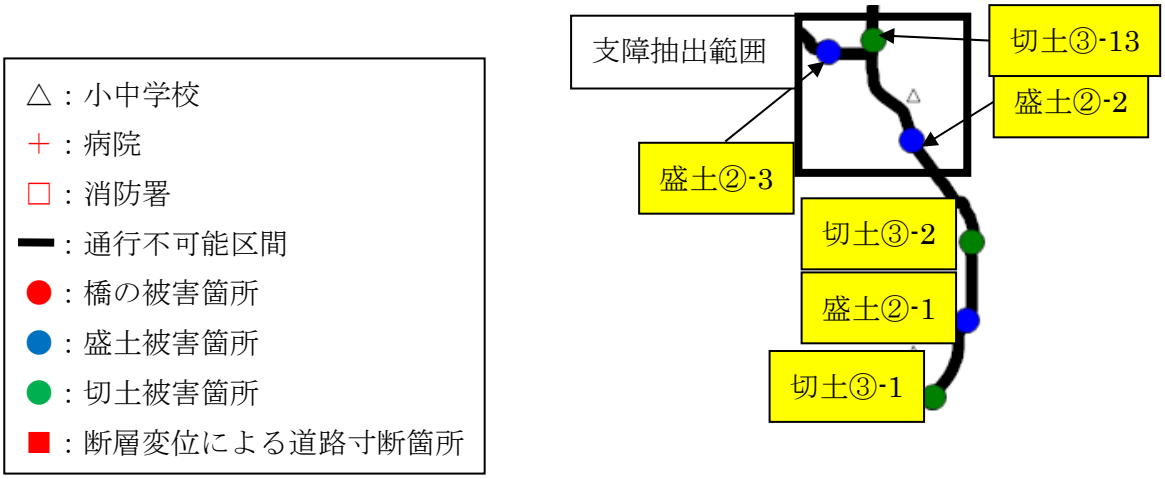


図 2.4.15　施設被害（注目エリアW）

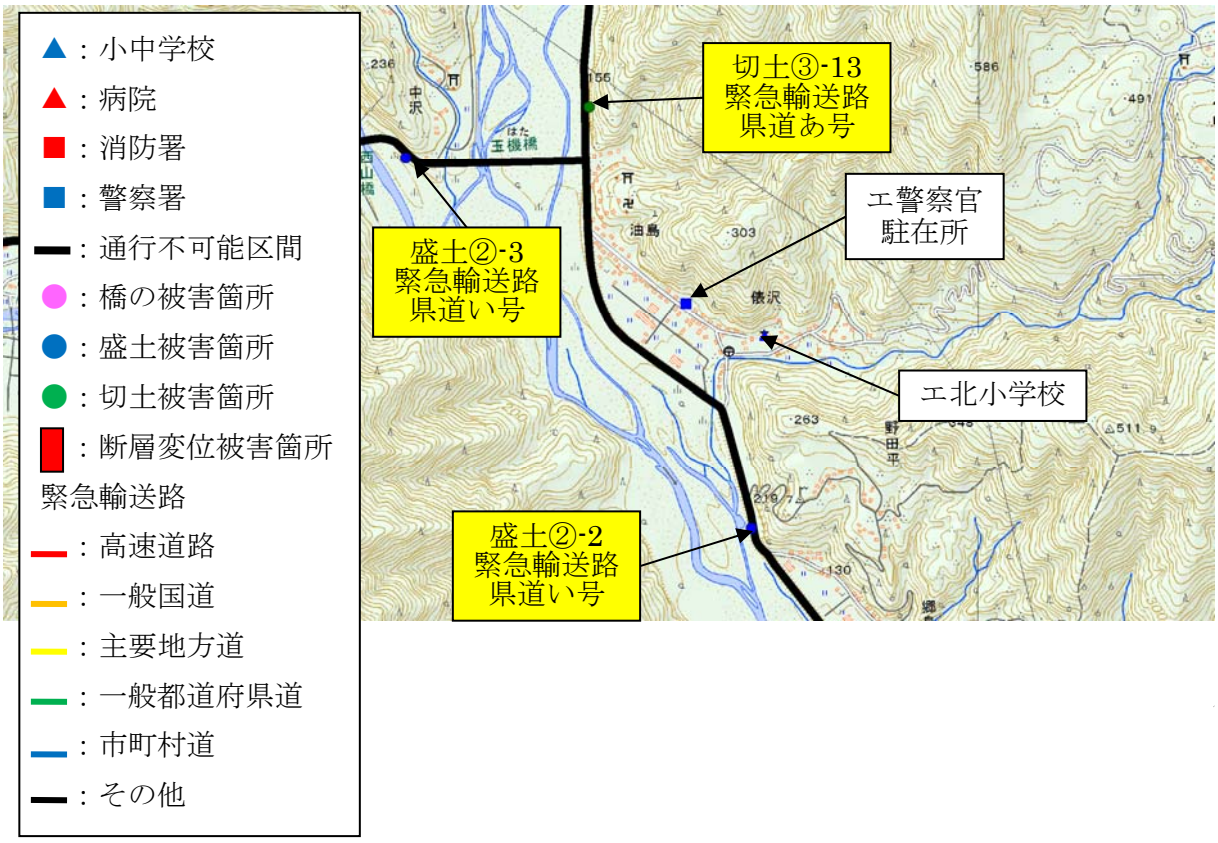


図 2.4.16　支障抽出範囲における施設被害

施設の被害から発生する基盤的な機能支障として、表 2.4.25 のような事項が想定される。

表 2.4.25 基盤機能支障（注目エリアW）

基盤的な機能支障	説明
通行不可	県道い号の盛土・切土被害により、通行不可となる箇所が想定される。
バスの運行停止	県道い号の盛土・切土被害により、バスの運航停止が想定される。
生活物資の運搬停止	県道い号の盛土・切土被害により、生活物資の運搬停止が想定される。
緊急物資の運搬停止	県道い号の盛土・切土被害により、緊急物資の運搬停止が想定される。
燃料の運搬停止	県道い号の盛土・切土被害により、燃料の運搬停止が想定される。
非常用電源の運搬遅延	対象地域において停電が発生。県道い号の盛土・切土被害により、非常用電源の運搬遅延が想定される。
衛星通信車の遅延	対象地域において通信障害が発生。県道い号の盛土・切土被害により、衛星通信車の遅延が想定される。
ガスの輸送遅延	対象地域においてガス停止が発生。県道い号の盛土・切土被害により、ガスの輸送遅延が想定される。
給水車の遅延	対象地域において断水が発生。県道い号の盛土・切土被害により、給水車の遅延が想定される。
仮設トイレの運搬遅延	対象地域において断水等が発生。県道い号の盛土・切土被害により、仮設トイレの運搬遅延が想定される。
救急・救助活動の遅延	対象地域で建物倒壊等による負傷者が発生。県道い号の盛土・切土被害により、病院への搬送等の救急活動の遅延が想定される。
消火活動の遅れ	対象地域で建物火災が発生。県道い号の盛土・切土被害により、消火活動の遅れが想定される。

生活支障として想定される事項を表 2.4.26 に示す。

表 2.4.26　生活支障（注目エリアW）

生活支障	説明
孤立集落の発生	他の地域に繋がる道路が通行不可となり、集落が孤立することが想定される。
ごみ処分の遅延	集落外のごみ処分場への道路が通行不可となり、ゴミ処分の遅延が想定される。
施設の復旧活動の遅延（道路・電力・通信・ガス・上水道・下水道）	市街地等に繋がる道路が通行不可となり、対象地域の道路やライフラインの施設復旧活動の遅延発生が想定される。
食料品の不足	生活物資の運搬が停止し、生活者の食料品不足が想定される。
日用品の不足	生活物資の運搬が停止し、生活者の日用品不足が想定される。
緊急物資の不足	避難所（エ小学校）への、緊急物資の運搬が停止し、避難者の緊急物資不足が想定される。
燃料の不足	燃料の運搬が停止し、生活者や避難者の燃料不足が想定される。
電力不足	施設復旧が遅れ、非常用電源の運搬遅延も発生し、生活者や避難者の電力不足が想定される。
通信設備の不足	施設復旧が遅れ、衛星通信車の遅延も発生し、生活者や避難者の通信設備の不足が想定される。
ガスの不足	施設復旧が遅れ、ガスの輸送遅延が発生し、生活者や避難者のガス不足が想定される。
飲料水・生活用水の不足	施設復旧が遅れ、給水車の遅延が発生し、生活者や避難者の飲料水・生活用水の不足が想定される。
トイレの不足	施設復旧が遅れ、仮設トイレの運搬遅延が発生し、避難者等のトイレ不足が想定される。
救急･救助活動遅延による死傷者の増加	病院への搬送等の救急・救助活動の遅延が発生し、死傷者の増加が想定される。
火災による人的被害拡大	消火活動の遅れが発生し、火災による人的被害拡大が想定される。
家屋焼失	消火活動の遅れが発生し、家屋焼失が想定される。

４）注目エリアＸにおける支障

注目エリアＸでは、津波による落橋で通行不可能区間の発生が想定される他、液状化による路面陥没、津波による路上漂流物の被害が想定される（図 2.4.17）。抽出範囲における施設被害の位置を図 2.4.18 に示す。

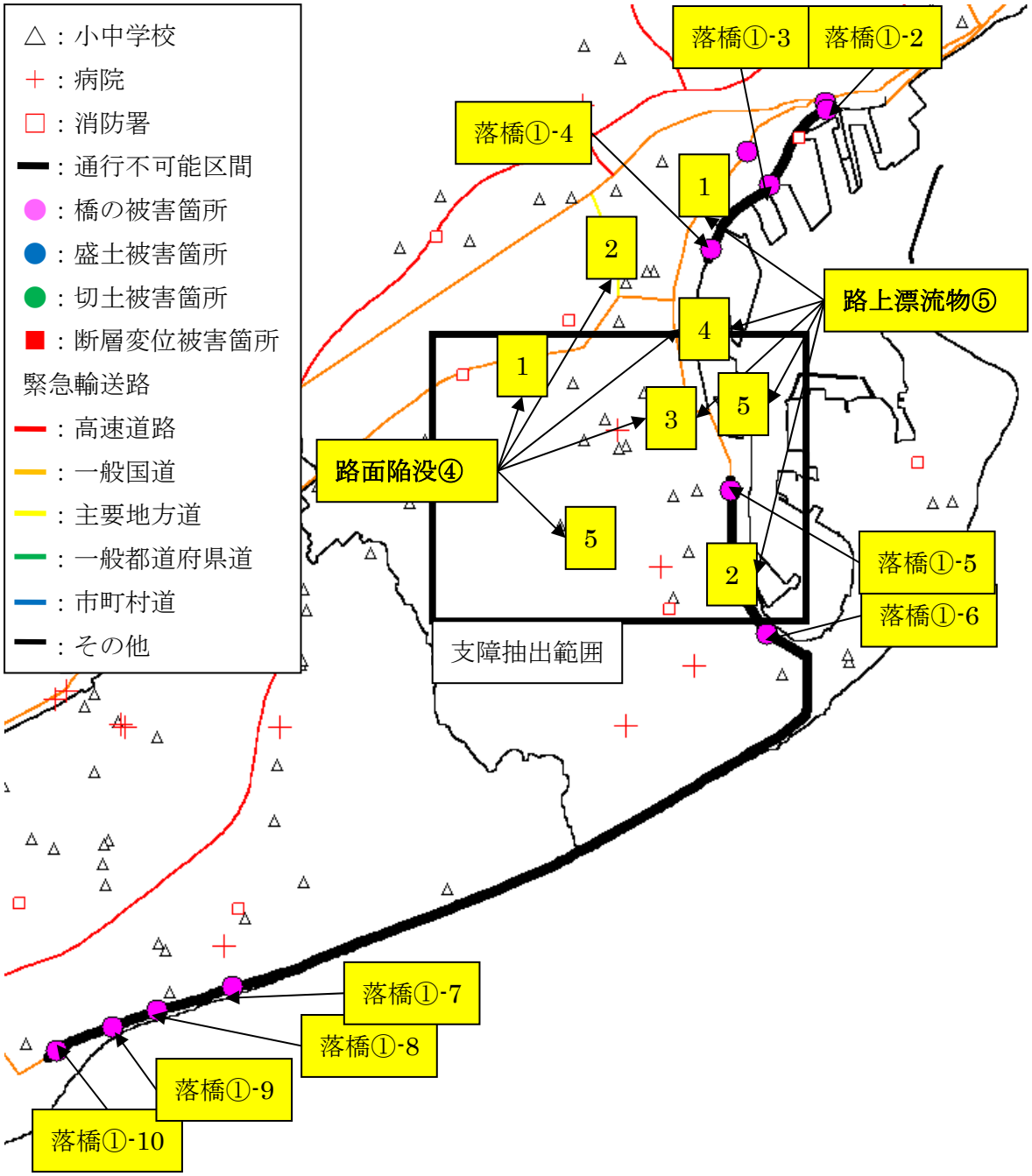


図 2.4.17　施設被害（注目エリアＸ）

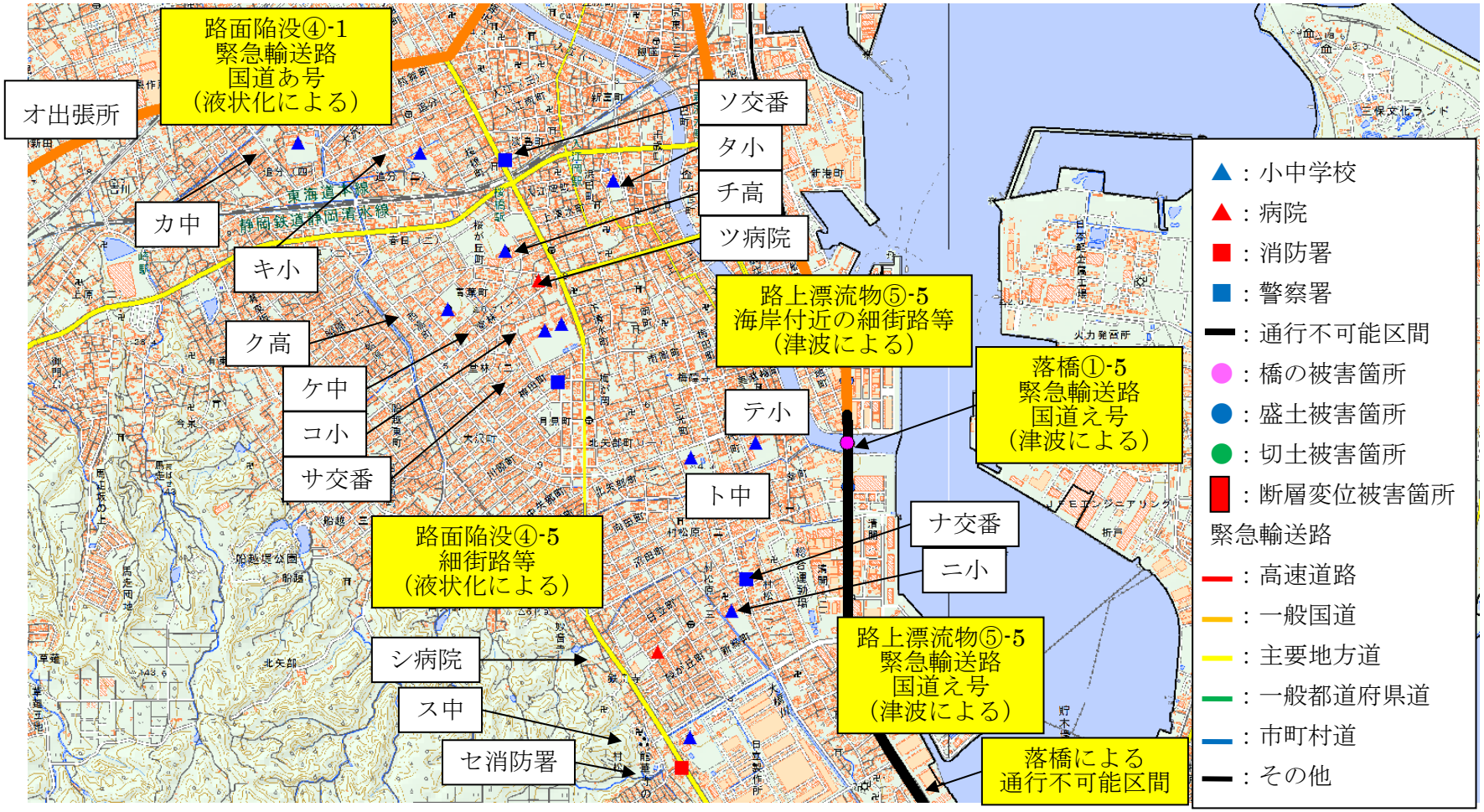


図 2.4.18　支障抽出範囲における施設被害

支障抽出範囲内において、施設の被害から発生する基盤的な機能支障として、表 2.4.27 のような事項が想定される。

表 2.4.27　基盤機能支障（注目エリアX）

基盤的な機能支障	説明
通行不可	国道え号では、津波による落橋や路上漂流物により、通行不可能区間の発生が想定される。また、海岸付近の細街路等でも、津波による路上漂流物によって、通行不可能となる箇所が想定される。
交通渋滞	国道あ号や細街路等では、路面の陥没等により、交通渋滞の発生が想定される。
バスの運行停止、遅延	国道え号では、津波による落橋や路上漂流物により、バスの運行停止および遅延が想定される。国道あ号や細街路等では、路面の陥没によりバスの運行遅延が想定される。また、海岸付近の細街路等でも、津波による路上漂流物によって、通行不可能となる箇所が想定される。
生活物資の運搬遅延	国道あ号や細街路等では、路面の陥没により生活物資の運搬遅延が想定される。
緊急物資の運搬遅延	国道あ号や細街路等では、路面の陥没により緊急物資の運搬遅延が想定される。
燃料の運搬遅延	国道あ号や細街路等では、路面の陥没により燃料の運搬遅延が想定される。
非常用電源の運搬遅延	対象地域において停電が発生。国道あ号や細街路等では、路面の陥没により、非常用電源の運搬遅延が想定される。
衛星通信車の遅延	対象地域において通信障害が発生。国道あ号や細街路等では、路面の陥没により、衛星通信車の遅延が想定される。
ガスの輸送遅延	対象地域においてガス停止が発生。国道あ号や細街路等では、路面の陥没により、ガスの輸送遅延が想定される。
給水車の遅延	対象地域において断水が発生。国道あ号や細街路等では、路面の陥没により、給水車の遅延が想定される。
仮設トイレの運搬遅延	対象地域において断水等が発生。国道あ号や細街路等では、路面の陥没により、仮設トイレの運搬遅延が想定される。
入院患者等の搬送遅延	国道あ号や細街路等では、路面の陥没により入院患者等の搬送遅延が想定される。
医薬品の運搬遅延	国道あ号や細街路等では、路面の陥没により医薬品の運搬遅延が想定される。
訪問介護サービスの遅延	国道あ号や細街路等では、路面の陥没により訪問介護サービスの遅延が想定される。
警察活動の遅延	細街路等では、路面の陥没により警察活動の遅延が想定される。
救急活動の遅延	対象地域において建物倒壊等による負傷者が発生。細街路等では、路面の陥没や路上漂流物により、病院への搬送等の救急活動の遅延が想定される。
消火活動の遅れ	対象地域において建物火災が発生。細街路等では、路面の陥没や路上漂流物により、消火活動の遅れが想定される。

生活支障として想定される事項を表 2.4.28 に示す。

表 2.4.28　生活支障（注目エリアX）

生活支障	説明
緊急物資の不足	国道あ号や細街路等の被害に関連して、緊急物資の運搬が遅延し、避難所（小学校 5 箇所・中学校 4 箇所・高校 2 箇所）への緊急物資不足が想定される。
外来患者の受入制限（受入不可）	国道あ号や細街路等の被害に関連して、ツ病院やシ病院の入院患者等の搬送が遅延し、外来患者の受入制限（受入不可）が想定される。
医薬品の不足	国道あ号や細街路等の被害に関連して、ツ病院やシ病院への医薬品の搬送が遅延し、医薬品の不足が想定される。
救急活動遅延による死傷者の増加	国道あ号や細街路等の被害に関連して、オ出張所・セ消防署からの救急活動の遅延が発生し、ソ病院やシ府病院への搬送が遅れ、死傷者の増加が想定される。
火災による人的被害拡大	国道あ号や細街路等の被害に関連して、オ出張所・セ消防署からの消火活動の遅れが発生し、火災による人的被害拡大が想定される。
家屋焼失	国道あ号や細街路等の被害に関連して、オ出張所・セ消防署からの消火活動の遅れが発生し、家屋焼失が想定される。

５）注目エリアＹにおける支障

注目エリアＹでは、津波による落橋や断層変位等で通行不可能区間の発生が想定される（図 2.4.19）。支障抽出範囲における施設被害の位置を図 2.4.20 に示した。

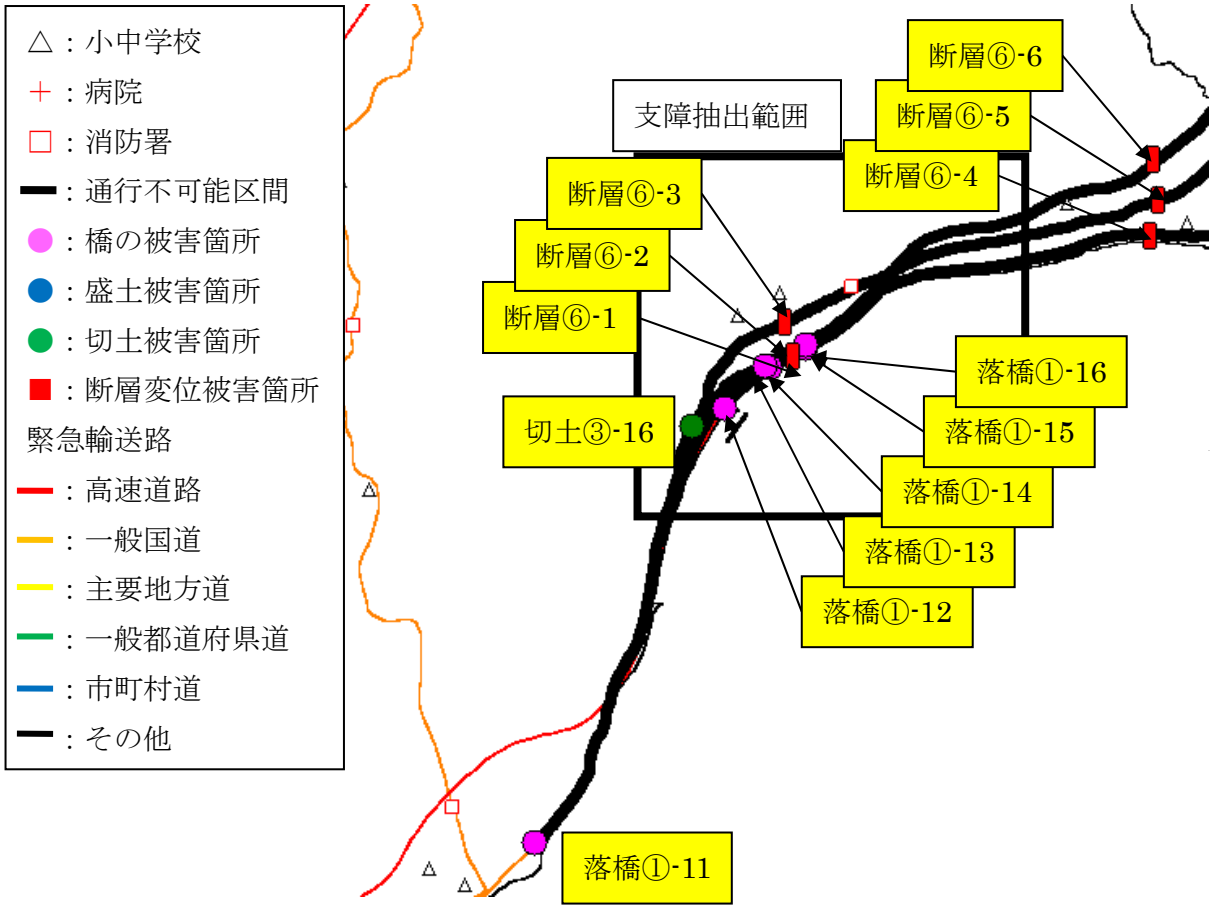


図 2.4.19　施設被害（注目エリアＹ）

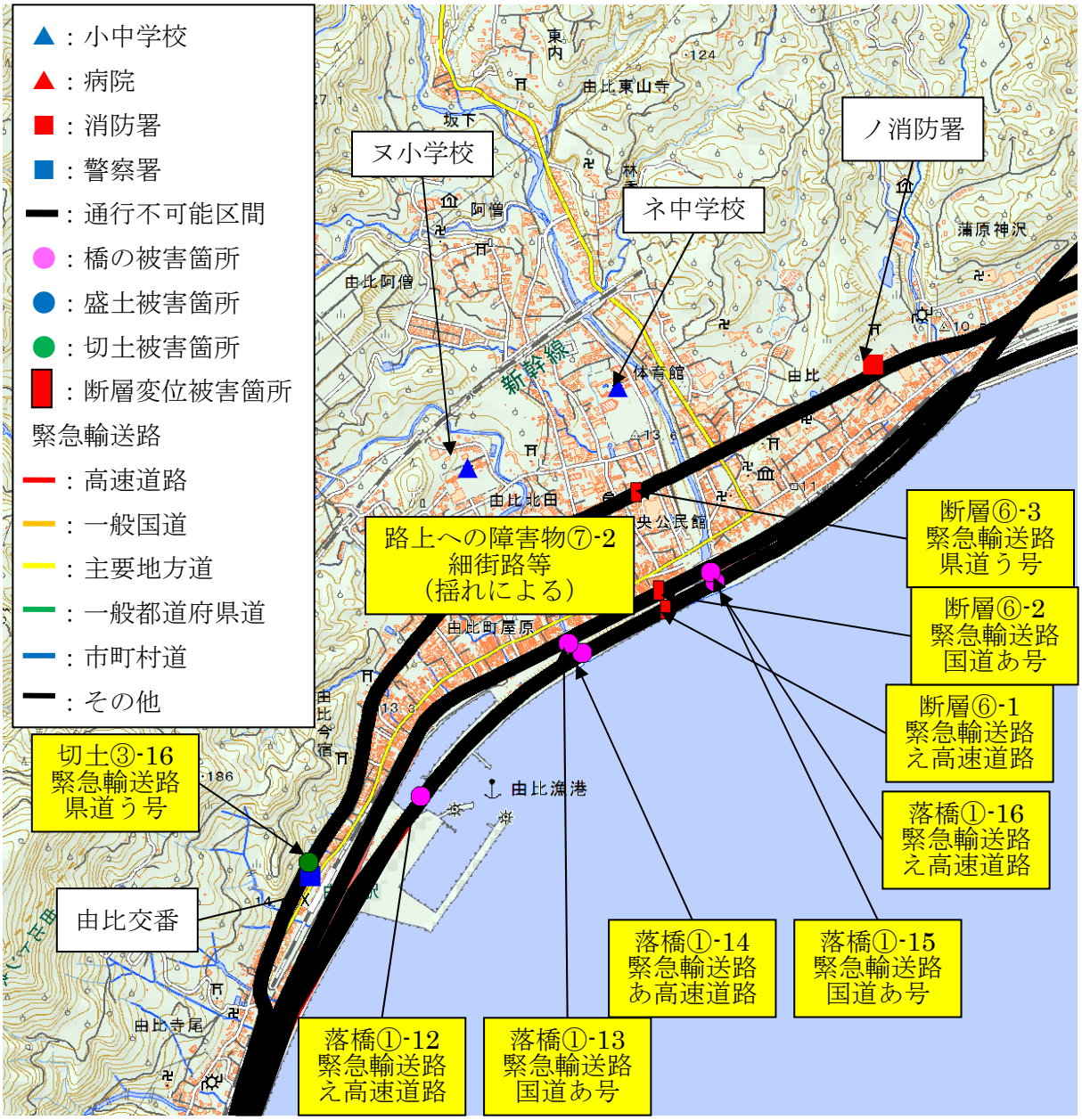


図 2.4.20　支障抽出範囲における施設被害

支障抽出範囲内において、施設の被害から発生する基盤的な機能支障として、表 2.4.29 のような事項が想定される。

表 2.4.29　基盤機能支障（注目エリアＹ）

基盤的な機能支障	説明
通行不可	え高速道路・国道あ号では、落橋・断層変位による道路寸断、県道 396 号では断層変位・切土被害により、通行不可能区間の発生が想定される。
バスの運行停止	東名高速道路では落橋・断層変位による道路寸断、県道う号では断層変位・切土被害による道路寸断で、バスの運行停止が想定される。
生活物資の運搬停止	東名高速道路・国道あ号では、落橋・断層変位による道路寸断、県道う号では断層変位により、生活物資の運搬遅延が想定される。
緊急物資の運搬停止	え高速道路・国道あ号では、落橋・断層変位による道路寸断、県道う号では断層変位により、緊急物資の運搬遅延が想定される。
燃料の運搬停止	え高速道路・国道あ号では、落橋・断層変位による道路寸断、県道う号では断層変位により、燃料の運搬遅延が想定される。
非常用電源の運搬遅延	対象地域において停電が発生。え高速道路・国道あ号では、落橋・断層変位による道路寸断、県道う号では断層変位により、非常用電源の運搬遅延が想定される。
衛星通信車の遅延	対象地域において通信障害が発生。え高速道路・国道あ号では、落橋・断層変位による道路寸断、県道う号では断層変位により、衛星通信車の遅延が想定される。
ガスの輸送遅延	対象地域においてガス停止が発生。え高速道路・国道あ号では、落橋・断層変位による道路寸断、県道う号では断層変位により、ガスの輸送遅延が想定される。
給水車の遅延	対象地域において断水が発生。え高速道路・国道あ号では、落橋・断層変位による道路寸断、県道う号では断層変位により、給水車の遅延が想定される。
仮設トイレの運搬遅延	対象地域において断水等が発生。え高速道路・国道あ号では、落橋・断層変位による道路寸断、県道う号では断層変位により、仮設トイレの運搬遅延が想定される。
訪問介護サービスの遅延	え高速道路・国道あ号では、落橋・断層変位による道路寸断、県道う号では断層変位、細街路等では、揺れによる路上の障害物により、訪問介護サービスの遅延が想定される。
警察活動の遅延	え高速道路・国道あ号では、落橋・断層変位による道路寸断、県道う号では断層変位、細街路等では、揺れによる路上の障害物により、警察活動の遅延が想定される。
救急活動の遅延	え高速道路・国道あ号では、落橋・断層変位による道路寸断、県道う号では断層変位、細街路等では、揺れによる路上の障害物により、病院への搬送等の救急活動の遅延が想定される。
消火活動の遅れ	対象地域において建物火災が発生。え高速道路・国道あ号では、落橋・断層変位による道路寸断、県道う号では断層変位、細街路等では、揺れによる路上の障害物により、消火活動の遅れが想定される。

生活支障として想定される事項を表 2.4.30 に示す。

表 2.4.30　生活支障（注目エリアＹ）

生活支障	説明
施設の復旧活動の遅延（道路・電力・通信・ガス・上水道・下水道）	他地域に繋がる道路が通行不可となり、対象地域の道路やライフラインの施設復旧活動の遅延発生が想定される。
食料品の不足	生活物資の運搬が停止し、生活者の食料品不足が想定される。
日用品の不足	生活物資の運搬が停止し、生活者の日用品不足が想定される。
緊急物資の不足	避難所（ヌ小学校・ヌ中学校）への、緊急物資の運搬が停止し、避難者の緊急物資不足が想定される。
燃料の不足	燃料の運搬が停止し、生活者や避難者の燃料不足が想定される。
電力不足	施設復旧が遅れ、非常用電源の運搬遅延も発生し、生活者や避難者の電力不足が想定される。
通信設備の不足	施設復旧が遅れ、衛星通信車の遅延も発生し、生活者や避難者の通信設備の不足が想定される。
ガスの不足	施設復旧が遅れ、ガスの輸送遅延が発生し、生活者や避難者のガス不足が想定される。
飲料水・生活用水の不足	施設復旧が遅れ、給水車の遅延が発生し、生活者や避難者の飲料水・生活用水の不足が想定される。
トイレの不足	施設復旧が遅れ、仮設トイレの運搬遅延が発生し、避難者等のトイレ不足が想定される。
救急活動遅延による死傷者の増加	え高速道路・国道あ号・県道う号・細街路等の被害に関連して、救急活動の遅延が発生し、死傷者の増加が想定される。
火災による人的被害拡大	え高速道路・国道あ号・県道う号・細街路等の被害に関連して、消火活動の遅れが発生し、火災による人的被害拡大が想定される。
家屋焼失	え速道路・あ号・県道う号・細街路等の被害に関連して、消火活動の遅れが発生し、家屋焼失が想定される。

6）注目エリアＺにおける支障（超過外力無し）

注目エリアＺ（超過外力無し）では、津波による落橋、盛土・切土被害で通行不可能区間の発生が想定される（図 2.4.21）。支障抽出範囲における施設被害の位置を図 2.4.22 に示した。

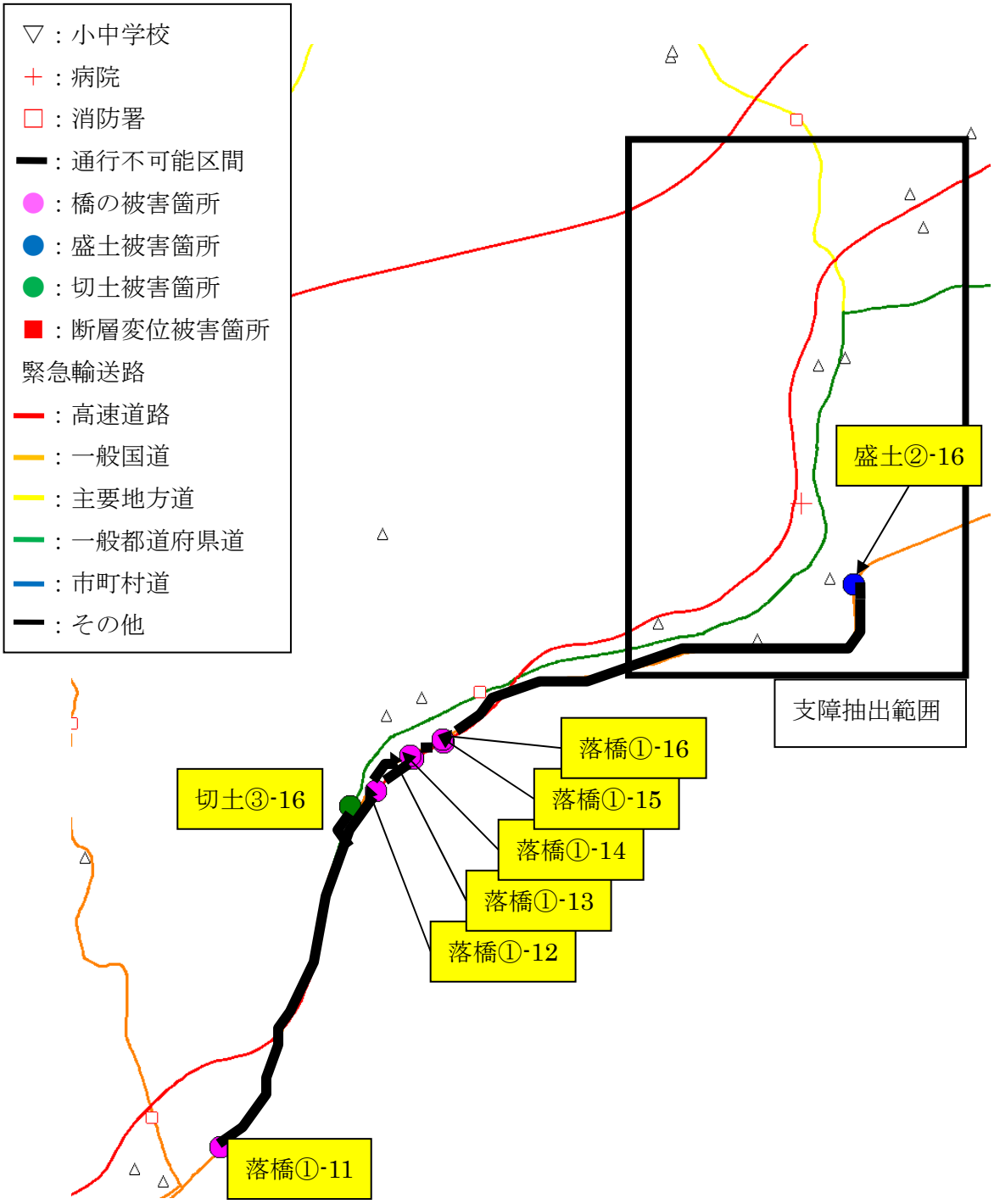


図 2.4.21　施設被害（注目エリアＺ）

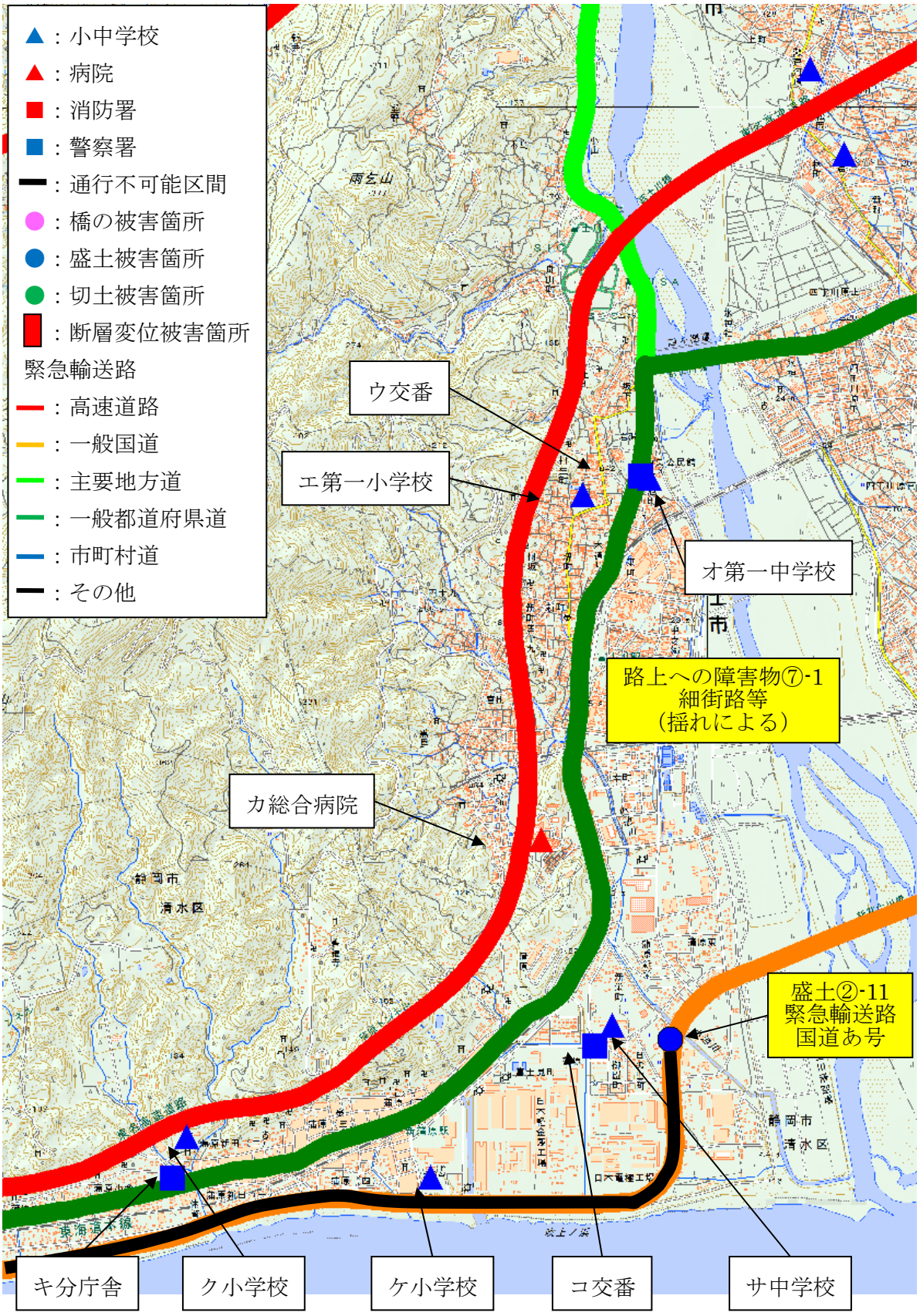


図 2.4.22　支障抽出範囲における施設被害

支障抽出範囲内において、施設の被害から発生する基盤的な機能支障として、表2.4.31のような事項が想定される。

表2.4.31　基盤機能支障（注目エリアZ）

基盤的な機能支障	説明
訪問介護サービスの遅延	細街路等では、揺れによる路上の障害物により、訪問介護サービスの遅延が想定される。
警察活動の遅延	細街路等では、揺れによる路上の障害物により、警察活動の遅延が想定される。
救急活動の遅延	対象地域において建物倒壊等による負傷者が発生。細街路等では、揺れによる路上の障害物により、病院への搬送等の救急活動の遅延が想定される。
消火活動の遅れ	対象地域において建物火災が発生。細街路等では、揺れによる路上の障害物により、消火活動の遅れが想定される。

生活支障として想定される事項を表2.4.32に示す。

表2.4.32　生活支障（注目エリアZ）

生活支障	説明
救急活動遅延による死傷者の増加	細街路等の被害に関連して、救急活動の遅延が発生し、死傷者の増加が想定される。
火災による人的被害拡大	細街路等の被害に関連して、消火活動の遅れが発生し、火災による人的被害拡大が想定される。
家屋焼失	細街路等の被害に関連して、消火活動の遅れが発生し、家屋焼失が想定される。

7）注目エリアＺ（超過外力有り）における支障

注目エリアＺ（超過外力有り）では、津波による落橋、断層変位による道路寸断、盛土被害や切土被害で通行不可能区間の発生が想定される（図 2.4.23）。支障抽出範囲における施設被害の位置を図 2.4.24 に示す。

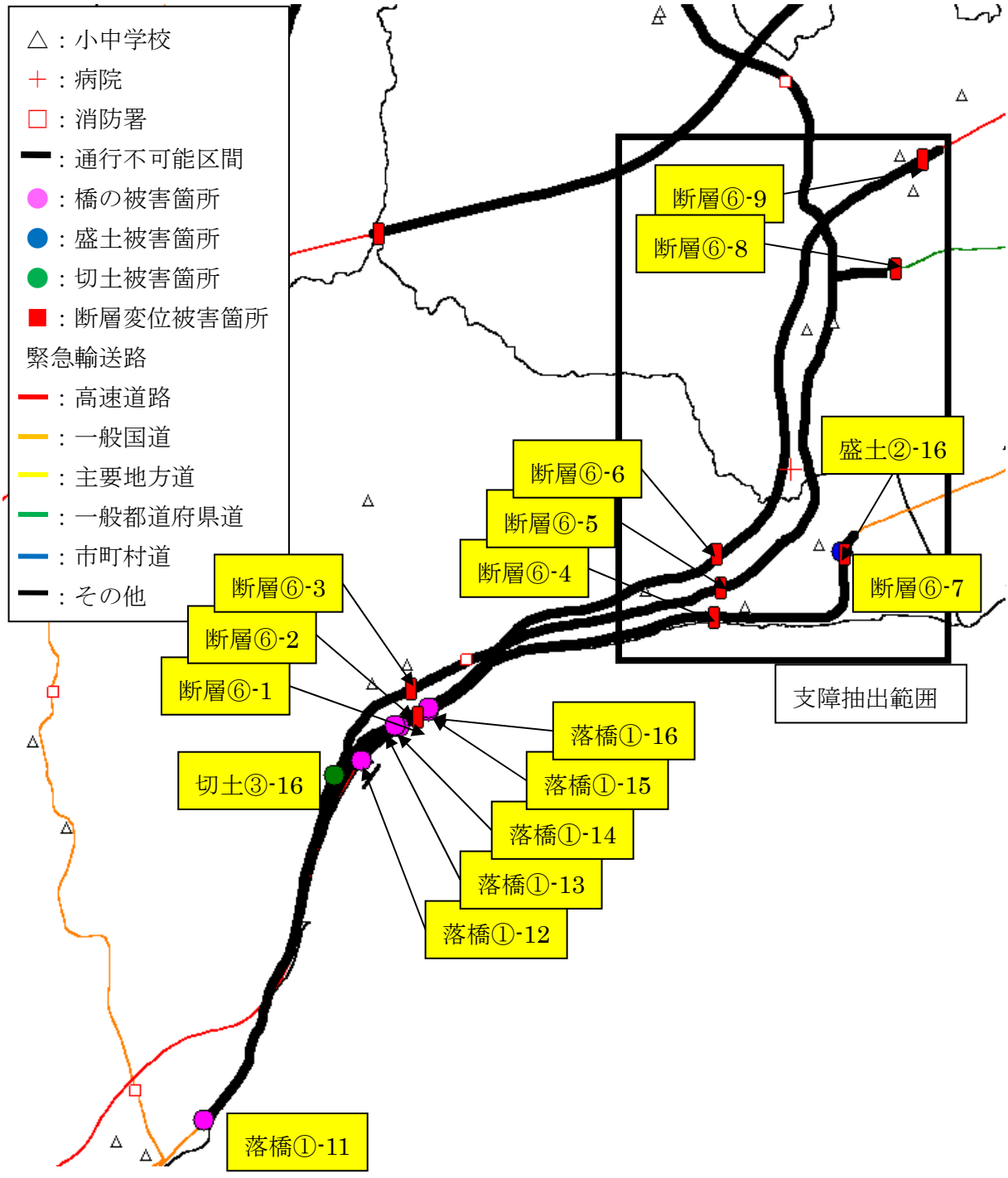


図 2.4.23　施設被害（注目エリアＺ）

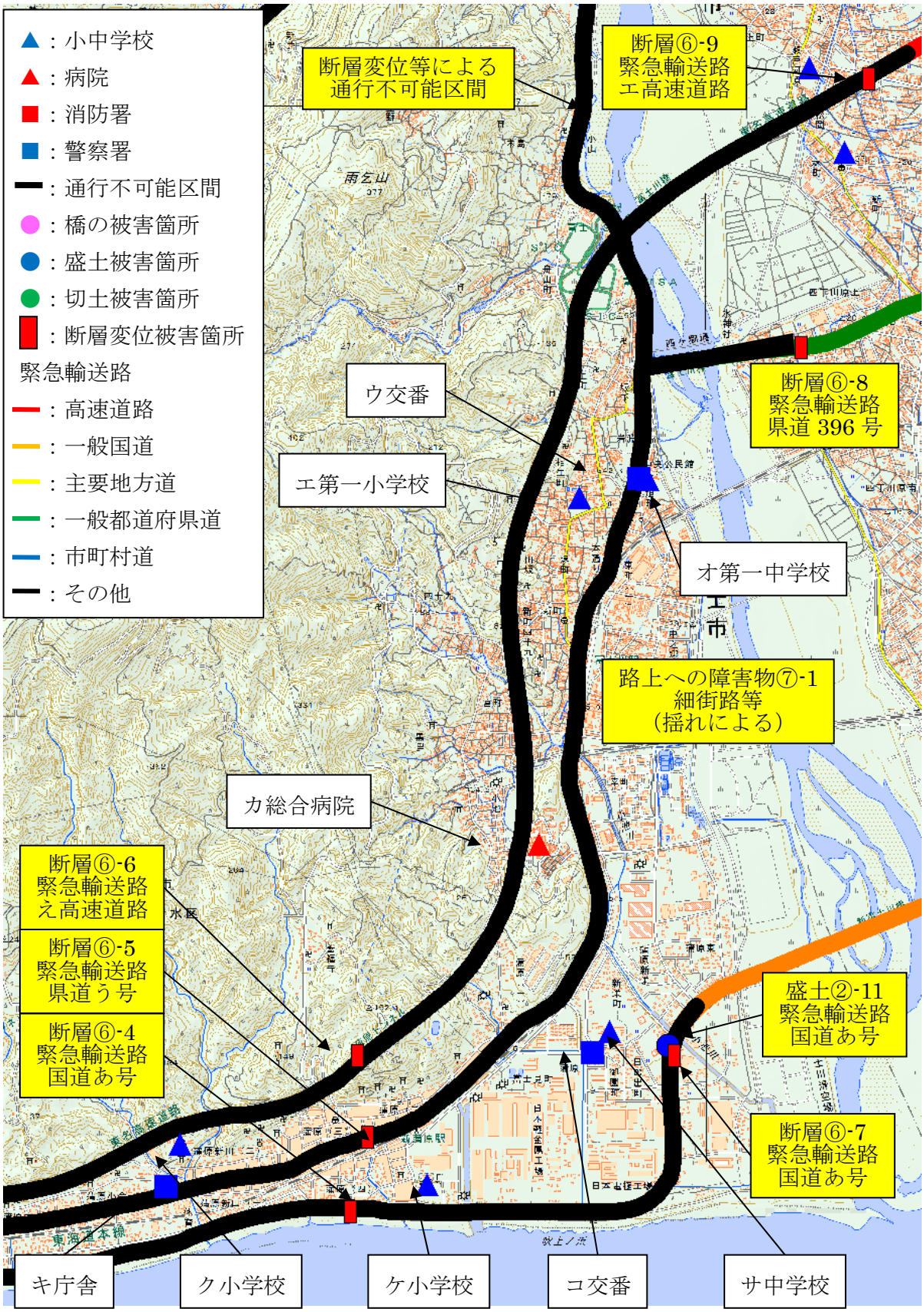


図 2.4.24　支障抽出範囲における施設被害

支障抽出範囲内において、施設の被害から発生する基盤的な機能支障として、表2.4.33のような事項が想定される。

表 2.4.33　基盤機能支障（注目エリアＺ）

基盤的な機能支障	説明
通行不可	え高速道路、国道あ号、県道う号等では、断層変位による道路寸断により、通行不可能区間の発生が想定される。
バスの運行停止	え高速道路、国道あ号、県道う号等では、断層変位による道路寸断により、バスの運行停止が想定される。
生活物資の運搬停止	え高速道路、国道あ号、県道う号等では、断層変位による道路寸断により、生活物資の運搬遅延が想定される。
緊急物資の運搬停止	え高速道路、国道あ号、県道う号等では、断層変位による道路寸断により、緊急物資の運搬遅延が想定される。
燃料の運搬停止	え高速道路、国道あ号、県道う号等では、断層変位による道路寸断により、燃料の運搬遅延が想定される。
非常用電源の運搬遅延	対象地域において停電が発生。え高速道路、国道あ号、県道う号等では、断層変位による道路寸断により、非常用電源の運搬遅延が想定される。
衛星通信車の遅延	対象地域において通信障害が発生。え高速道路、国道あ号、県道う号等では、断層変位による道路寸断により、衛星通信車の遅延が想定される。
ガスの輸送遅延	対象地域においてガス停止が発生。え高速道路、国道あ号、県道う号等では、断層変位による道路寸断により、ガスの輸送遅延が想定される。
給水車の遅延	対象地域において断水が発生。え高速道路、国道あ号、県道う号等では、断層変位による道路寸断により、給水車の遅延が想定される。
仮設トイレの運搬遅延	対象地域において断水等が発生。え高速道路、国道あ号、県道う号等では、断層変位による道路寸断により、仮設トイレの運搬遅延が想定される。
入院患者等の搬送遅延	え高速道路、国道あ号、県道う号等では、断層変位による道路寸断により、路面の陥没により入院患者等の搬送遅延が想定される。
医薬品の運搬遅延	え高速道路、国道あ号、県道う号等では、断層変位による道路寸断により、路面の陥没により医薬品の運搬遅延が想定される。
訪問介護サービスの遅延	細街路等では、揺れによる路上の障害物により、訪問介護サービスの遅延が想定される。
警察活動の遅延	細街路等では、揺れによる路上の障害物により、警察活動の遅延が想定される。
救急活動の遅延	対象地域において建物倒壊等による負傷者が発生。え高速道路、国道あ号、県道う号等では、断層変位による道路寸断、細街路等では、揺れによる路上の障害物により、病院への搬送等の救急活動の遅延が想定される。
消火活動の遅れ	対象地域において建物火災が発生。え高速道路、国道あ号、県道う号等では、断層変位による道路寸断、細街路等では、揺れによる路上の障害物により、消火活動の遅れが想定される。

生活支障として想定される事項を表 2.4.34 に示す。

表 2.4.34　生活支障（注目エリアＺ）

生活支障	説明
施設の復旧活動の遅延（道路・電力・通信・ガス・上水道・下水道）	他地域に繋がる道路が通行不可となり、対象地域の道路やライフラインの施設復旧活動の遅延発生が想定される。
食料品の不足	生活物資の運搬が停止し、生活者の食料品不足が想定される。
日用品の不足	生活物資の運搬が停止し、生活者の日用品不足が想定される。
緊急物資の不足	避難所（小学校 3 箇所・中学校 2 箇所）への緊急物資の運搬が停止し、避難者の緊急物資不足が想定される。
燃料の不足	燃料の運搬が停止し、生活者や避難者の燃料不足が想定される。
電力不足	施設復旧が遅れ、非常用電源の運搬遅延も発生し、生活者や避難者の電力不足が想定される。
通信設備の不足	施設復旧が遅れ、衛星通信車の遅延も発生し、生活者や避難者の通信設備の不足が想定される。
ガスの不足	施設復旧が遅れ、ガスの輸送遅延が発生し、生活者や避難者のガス不足が想定される。
飲料水・生活用水の不足	施設復旧が遅れ、給水車の遅延が発生し、生活者や避難者の飲料水・生活用水の不足が想定される。
トイレの不足	施設復旧が遅れ、仮設トイレの運搬遅延が発生し、避難者等のトイレ不足が想定される。
外来患者の受入制限（受入不可）	カ総合病院の入院患者等の搬送が遅延し、外来患者の受入制限（受入不可）が想定される。
医薬品の不足	カ総合病院への医薬品の搬送が遅延し、医薬品の不足が想定される。
救急活動遅延による死傷者の増加	え高速道路、国道あ号、県道う号や細街路等の被害に関連して、救急活動の遅延が発生し、死傷者の増加が想定される。
火災による人的被害拡大	国道あ号、県道う号や細街路等の被害に関連して、消火活動の遅れが発生し、火災による人的被害拡大が想定される。
家屋焼失	国道あ号、県道う号や細街路等の被害に関連して、消火活動の遅れが発生し、家屋焼失が想定される。

（３）　災害発生シナリオの作成

１）注目エリアＵにおける災害発生シナリオ

注目エリアＵにおける施設被害とその場所、基盤機能支障、生活支障に関する災害発生シナリオを、図 2.4.25 に示す。

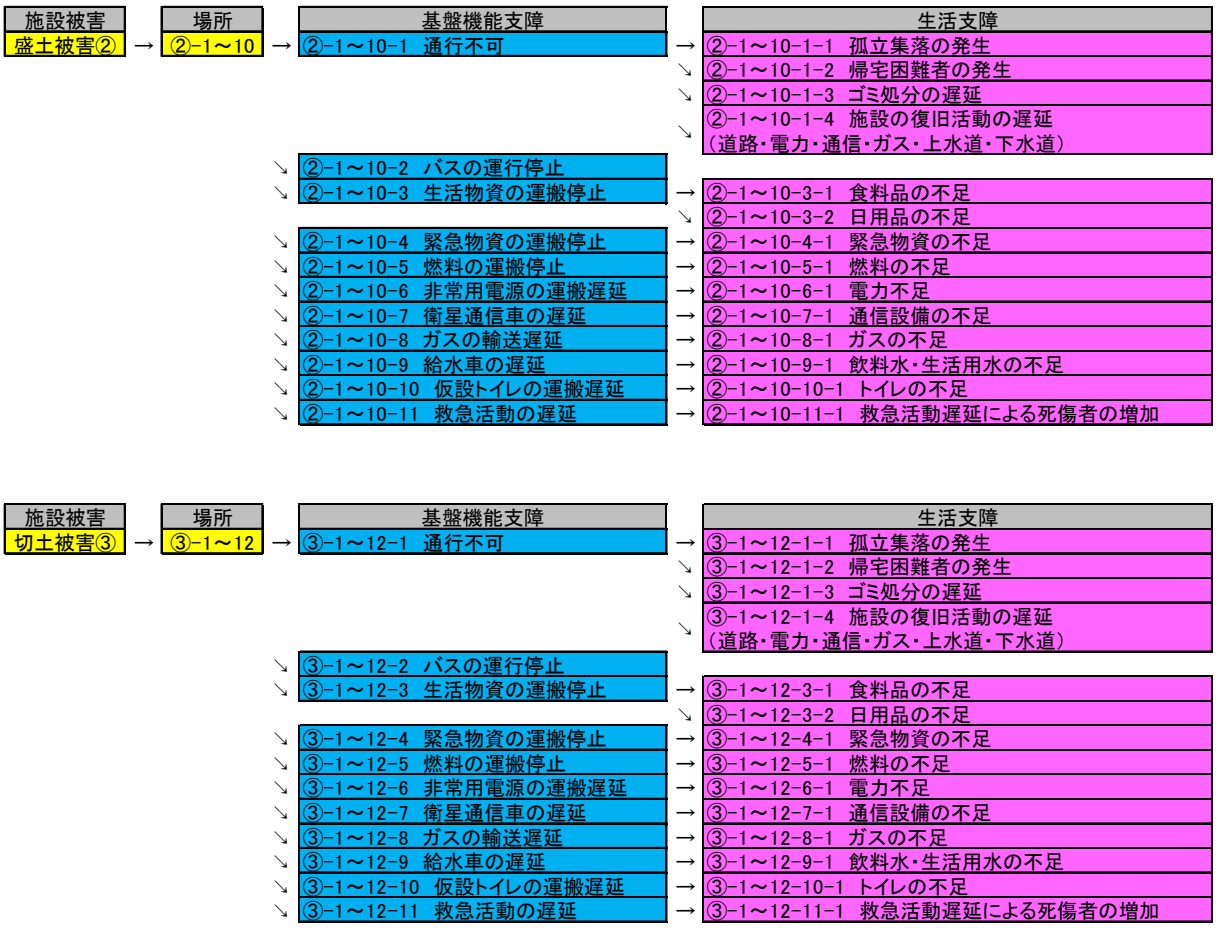


図 2.4.25　災害発生シナリオ（注目エリアＵ）

２）注目エリアⅤにおける災害発生シナリオ

注目エリアⅤにおける施設被害とその場所、基盤機能支障、生活支障に関する災害発生シナリオを、図 2.4.26 に示す。

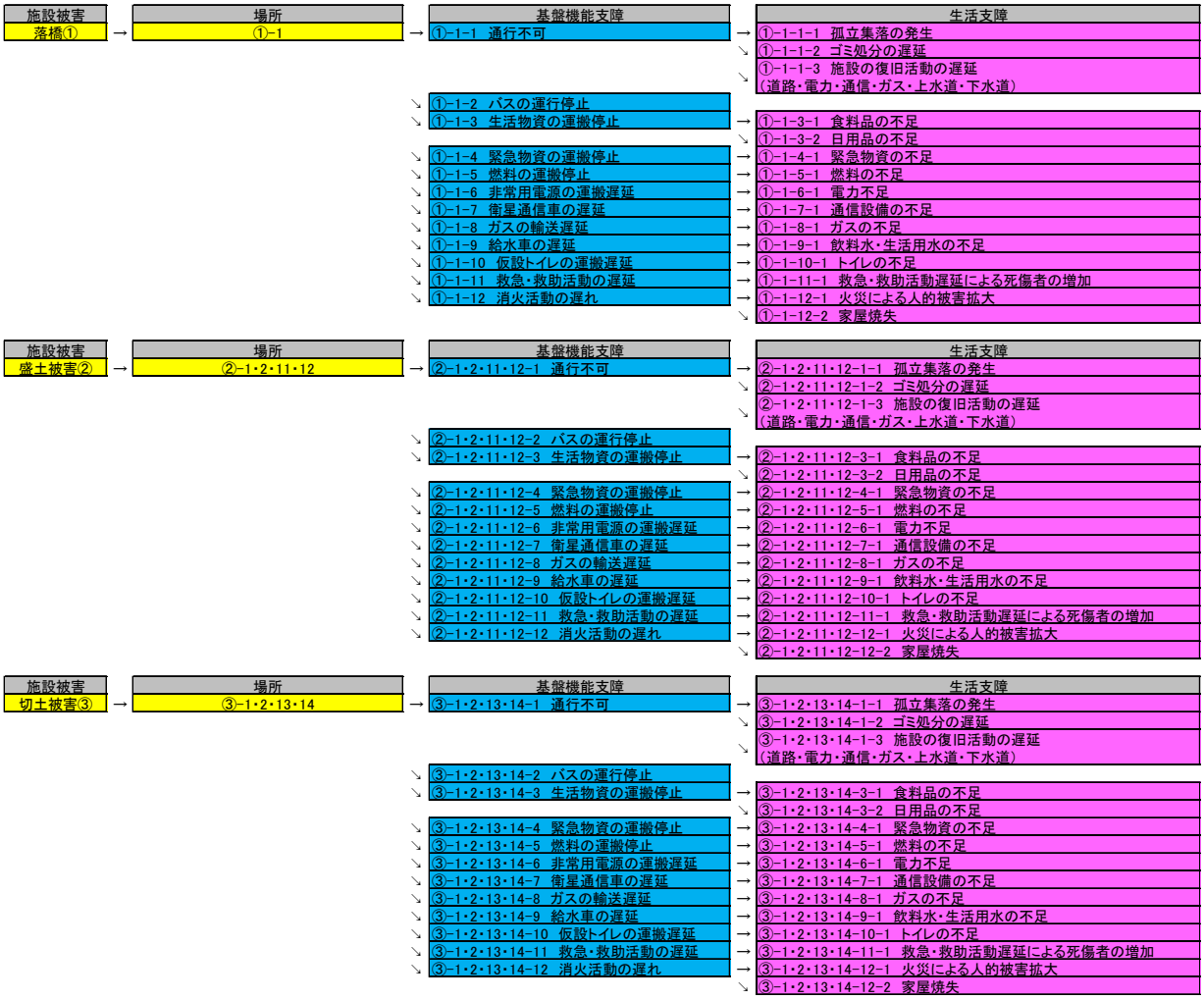


図 2.4.26　災害発生シナリオ（注目エリアⅤ）

３）注目エリアWにおける災害発生シナリオ

注目エリアWにおける施設被害とその場所、基盤機能支障、生活支障に関する災害発生シナリオを図 2.4.27 に示す。

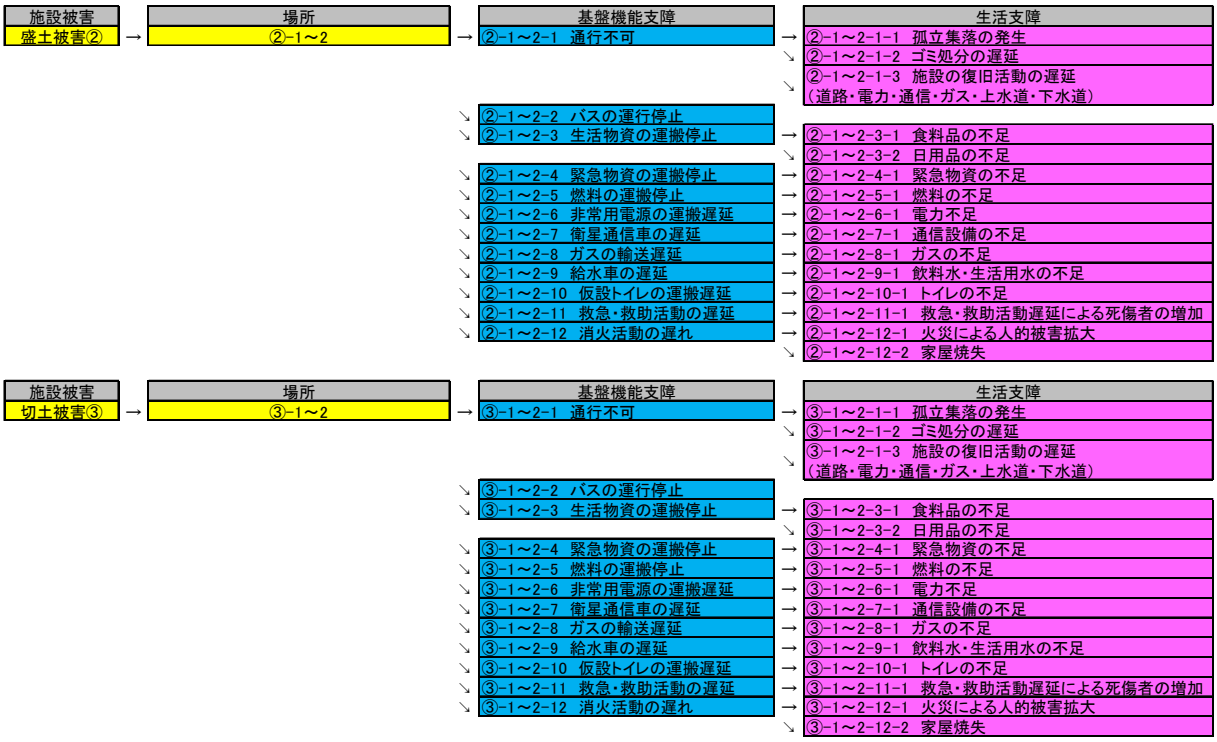


図 2.4.27　災害発生シナリオ（注目エリアW）

４）注目エリアＸにおける災害発生シナリオ

注目エリアＸにおける施設被害とその場所、基盤機能支障、生活支障に関する災害発生シナリオを図 2.4.28 に示す。

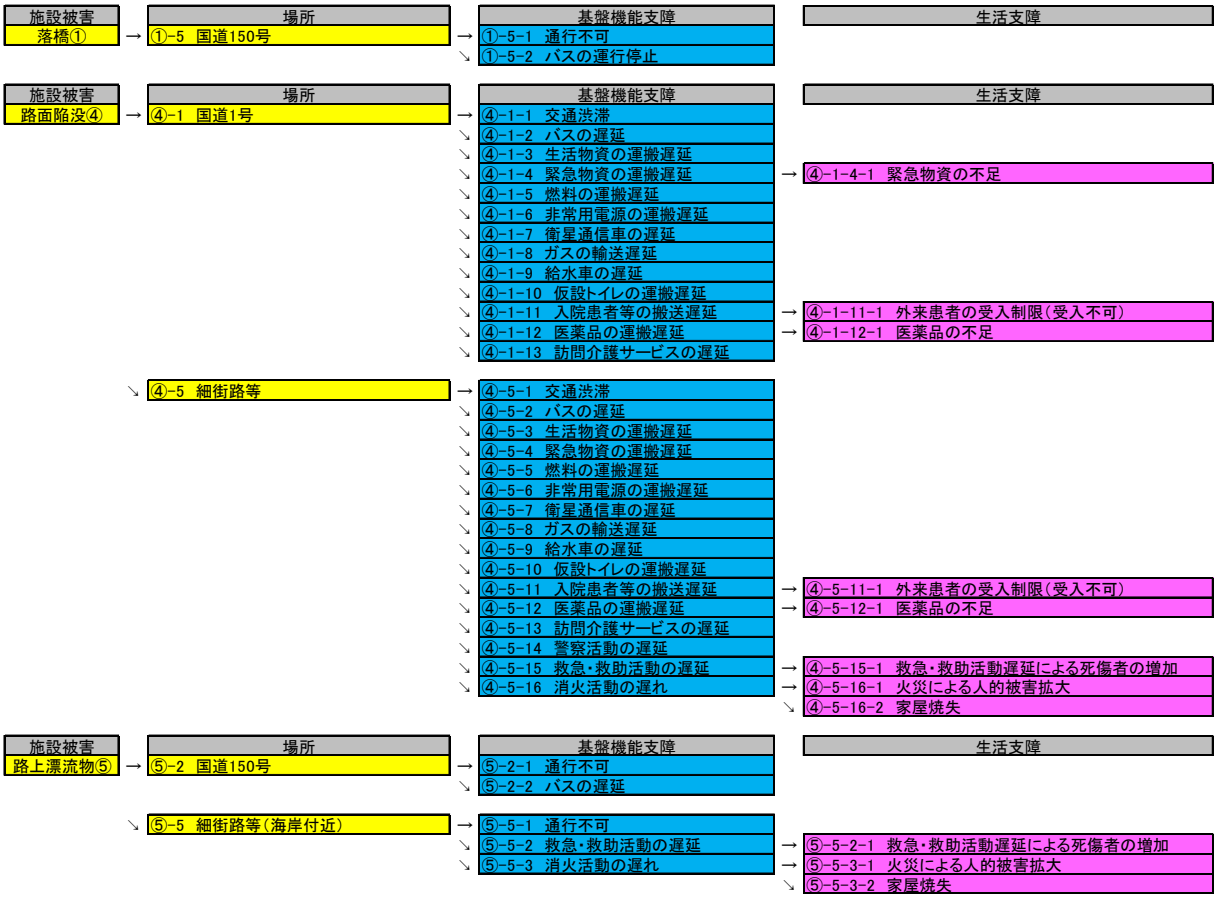


図 2.4.28　災害発生シナリオ（注目エリアＸ）

５）注目エリアＹにおける災害発生シナリオ

注目エリアＹにおける施設被害とその場所、基盤機能支障、生活支障に関する災害発生シナリオを図 2.4.29 に示す。

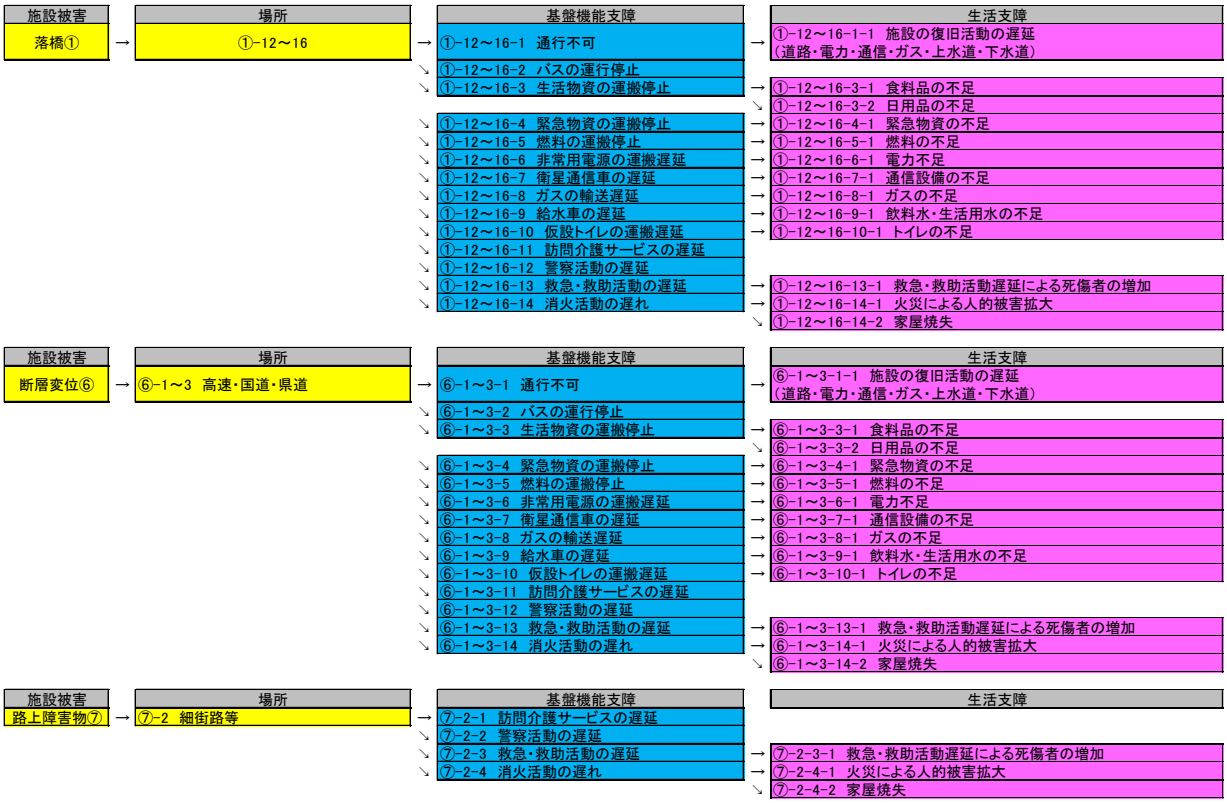


図 2.4.29　災害発生シナリオ（注目エリアＹ）

6）注目エリアＺ（超過外力無し）における災害発生シナリオ

注目エリアＺにおける施設被害とその場所、基盤機能支障、生活支障に関する災害発生シナリオを図 2.4.30 に示す。

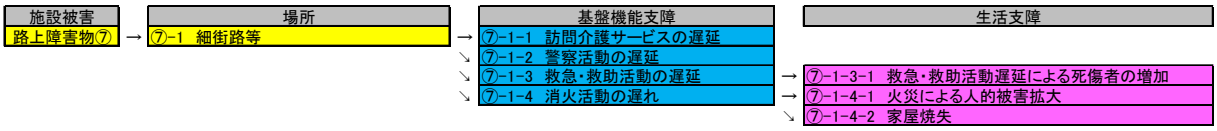


図 2.4.30　災害発生シナリオ（注目エリアＺ：超過外力無し）

7）注目エリアＺ（超過外力有り）における災害発生シナリオ

注目エリアＺにおける施設被害とその場所、基盤機能支障、生活支障に関する災害発生シナリオを図 2.4.31 に示す。

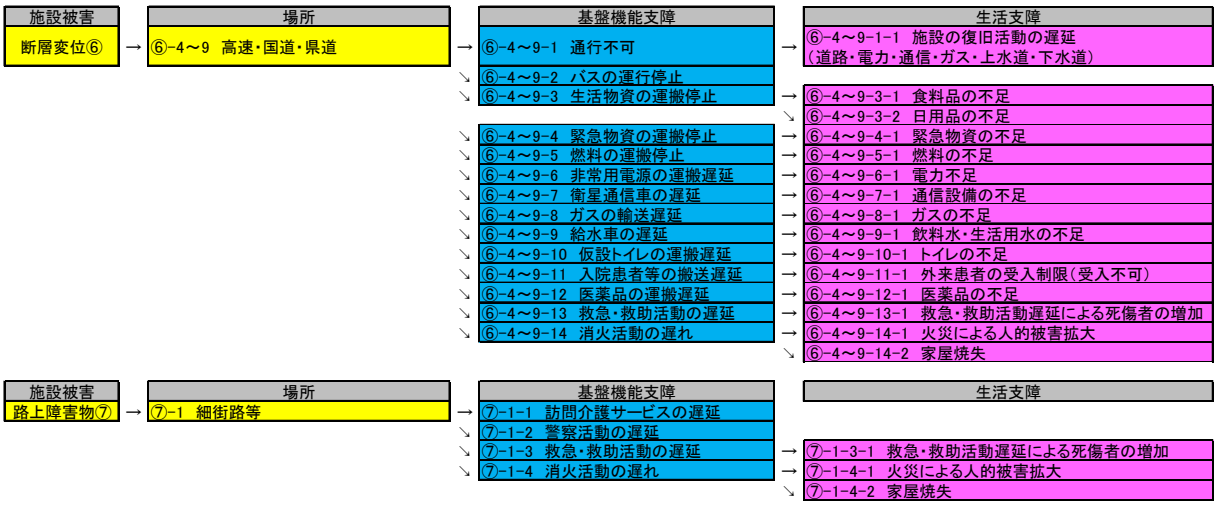


図 2.4.31　災害発生シナリオ（注目エリアＺ：超過外力有り）

（4）支障のリスク分析

1）注目エリアU

図 2.4.1 のフローに従ってリスク分析を行った。

(a) 被害レベルの設定および復旧エリアの設定

各施設の被害形態がどの程度となるかは、防災担当者の知見や施設毎の危険度等を参考に設定することが考えられるが、ここでは兵庫県南部地震の事例に基づき、被害形態毎の箇所数を推定した。表 2.4.35 に兵庫県南部地震の被害形態と通行止め箇所数を示す。このうち、盛土・切土被害に関連する被害形態は崩土の 13 箇所と路面損傷の 65 箇所であり、切土の崩壊に相当する崩土 13 箇所は、盛土・切土被害の 17%（=13÷78×100）に相当すると考えられる。注目エリアUにおける盛土・切土被害は 22 箇所であり、この 17%に相当する約 4 箇所で切土の崩壊が発生したと考え、残りの切土被害 8 箇所と盛土被害 10 箇所は路面損傷に該当すると考えた。注目エリアUにおける被害形態の推定結果を表 2.4.36 に示す。

被害レベルと復旧エリアを表 2.4.37 のとおり設定した。

表 2.4.35　兵庫県南部地震の被害形態と通行止め箇所数

被害形態	割合	箇所数
橋梁	39%	72
落石	6%	11
崩土	7%	13
家屋倒壊	12%	22
路面損傷	35%	65
合計	－	183

＊道路震災対策便覧（震前対策編）[10] の図 2.3.2 より被害形態毎の箇所数を算出

表 2.4.36　被害形態の推定結果（注目エリアU）

兵庫県南部地震			注目エリア		
被害形態	箇所数	割合	施設被害	被害形態	箇所数
崩土	13	17%	切土被害	崩壊	4
路面損傷	65	83%		路面損傷	8
			盛土被害	路面損傷	10
合計	78	100%	合計		22

表 2.4.37　被害レベルと復旧エリア（注目エリアU）

物的被害	場所	基盤機能支障	生活支障／経済支障	被害レベル	No.	復旧箇所・範囲
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-1 通行不可	②-1～10-1-3 ゴミ処分の遅延	小	①	県道60号
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-3 生活物資の運搬停止	②-1～10-3-1 食料品の不足	小	①	県道60号
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-3 生活物資の運搬停止	②-1～10-3-2 日用品の不足	小	①	県道60号
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-4 緊急物資の運搬停止	②-1～10-4-1 緊急物資の不足	小	①	県道60号
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-9 給水車の遅延	②-1～10-9-1 飲料水・生活用水の不足	小	①	県道60号
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-10 仮設トイレの運搬遅延	②-1～10-10-1 トイレの不足	小	①	県道60号
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-11 救急活動の遅延	②-1～10-11-1 救急活動遅延による死傷者の増加	小	①	県道60号
盛土被害②	②-1～10	－	②-1～10-12 復旧費用	小	①	県道60号
切土被害③	③-1～12	③-1～12-1 通行不可	③-1～12-1-3 ゴミ処分の遅延	小	①	県道60号
切土被害③	③-1～12	③-1～12-3 生活物資の運搬停止	③-1～12-3-1 食料品の不足	小	①	県道60号
切土被害③	③-1～12	③-1～12-3 生活物資の運搬停止	③-1～12-3-2 日用品の不足	小	①	県道60号
切土被害③	③-1～12	③-1～12-4 緊急物資の運搬停止	③-1～12-4-1 緊急物資の不足	小	①	県道60号
切土被害③	③-1～12	③-1～12-9 給水車の遅延	③-1～12-9-1 飲料水・生活用水の不足	小	①	県道60号
切土被害③	③-1～12	③-1～12-10 仮設トイレの運搬遅延	③-1～12-10-1 トイレの不足	小	①	県道60号
切土被害③	③-1～12	③-1～12-11 救急活動の遅延	③-1～12-11-1 救急活動遅延による死傷者の増加	小	①	県道60号
切土被害③	③-1～12	－	③-1～12-12 復旧費用	小	①	県道60号
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-1 通行不可	③-1～12-1-3 ゴミ処分の遅延	大	①	県道60号
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-3 生活物資の運搬停止	③-1～12-3-1 食料品の不足	大	①	県道60号
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-3 生活物資の運搬停止	③-1～12-3-2 日用品の不足	大	①	県道60号
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-4 緊急物資の運搬停止	③-1～12-4-1 緊急物資の不足	大	①	県道60号
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-9 給水車の遅延	③-1～12-9-1 飲料水・生活用水の不足	大	①	県道60号
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-10 仮設トイレの運搬遅延	③-1～12-10-1 トイレの不足	大	①	県道60号
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-11 救急活動の遅延	③-1～12-11-1 救急活動遅延による死傷者の増加	大	①	県道60号
切土崩壊③	③-1～12	－	③-1～12-12 復旧費用	大	①	県道60号

(b) 深刻さの評価

復旧エリアに対する対応能力の超過程度、復旧期間の見込みから支障の深刻さを評価した。評価結果を表 2.4.38 に示す。施設被害の数が非常に多いため、対応能力を大幅に超え、復旧期間を 2～3 週間後とした。迂回路は無く、影響開始期間に対する復旧期間の見込みは大幅に長くなると考えられる。

表 2.4.9 の深刻さのランクに基づき、人的被害の深刻さは表 2.4.12、経済的被害の深刻さは表 2.4.10、表 2.4.11 を参考に設定した。

表 2.4.38　深刻さの評価結果（注目エリアU）

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析								
			対応能力の超過見込み	（見直し）復旧期間	代替の内容	代替の復旧期間	生活支障の開始	影響開始期間に対する復旧期間の見込み	深刻さ（人命）	深刻さ（経済）	
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-1-3 ゴミ処分の遅延	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-3-1 食料品の不足	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-3-2 日用品の不足	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	小		小
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-4-1 緊急物資の不足	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-9-1 飲料水・生活用水の不足	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-10-1 トイレの不足	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-11-1 救急活動遅延による死傷者の増加	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	大		大
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-12 復旧費用	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし					小	小
切土被害③	③-1～12	③-1～12-1-3 ゴミ処分の遅延	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小
切土被害③	③-1～12	③-1～12-3-1 食料品の不足	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中
切土被害③	③-1～12	③-1～12-3-2 日用品の不足	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	小		小
切土被害③	③-1～12	③-1～12-4-1 緊急物資の不足	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中
切土被害③	③-1～12	③-1～12-9-1 飲料水・生活用水の不足	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中
切土被害③	③-1～12	③-1～12-10-1 トイレの不足	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小
切土被害③	③-1～12	③-1～12-11-1 救急活動遅延による死傷者の増加	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	大		大
切土被害③	③-1～12	③-1～12-12 復旧費用	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし					小	小
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-1-3 ゴミ処分の遅延	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-3-1 食料品の不足	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-3-2 日用品の不足	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	小		小
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-4-1 緊急物資の不足	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-9-1 飲料水・生活用水の不足	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-10-1 トイレの不足	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-11-1 救急活動遅延による死傷者の増加	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	大		大
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-12 復旧費用	大幅に超える	2～3週間後	迂回路なし					中	中

(c) 可能性の評価

各施設の物的被害の発生可能性について評価した。評価結果を表 2.4.39 に示す。

表 2.4.39　可能性の評価結果（注目エリアU）

物的被害	可能性	評点	説明
盛土等被害	多	5	盛土等被害（亀裂・陥没等）は毎年発生しているため、可能性は「多」とした。
切土崩壊	希	2	切土被害(崩壊)は数十年に 1 度の豪雨で発生すると考え、可能性は「希」とした。

(d) 重大性の評価

支障の深刻さ及び物的被害の発生可能性を基に、被害による支障の重大性について評価した。評価結果を表 2.4.40 に示した。また、リスク値に基づく対策の方向性についても記載した。また、リスクマトリクスを表 2.4.41 に示す。

表 2.4.40　支障の重大性の評価結果（注目エリアU）

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析			可能性の分析			重大性の分析結果	
			深刻さ（人命）	深刻さ（経済）	評点	可能性		評点	リスク値	対策の方向性
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-1-3 ゴミ処分の遅延	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-3-1 食料品の不足	中		中	40	多	多	5	200	回避
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-3-2 日用品の不足	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-4-1 緊急物資の不足	中		中	40	多	多	5	200	回避
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-9-1 飲料水・生活用水の不足	中		中	40	多	多	5	200	回避
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-10-1 トイレの不足	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-11-1 救急活動遅延による死傷者の増加	大		大	70	多	多	5	350	回避
盛土被害②	②-1～10	②-1～10-12 復旧費用		小	小	10	多	多	5	50	能動的受入
切土被害③	③-1～12	③-1～12-1-3 ゴミ処分の遅延	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
切土被害③	③-1～12	③-1～12-3-1 食料品の不足	中		中	40	多	多	5	200	回避
切土被害③	③-1～12	③-1～12-3-2 日用品の不足	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
切土被害③	③-1～12	③-1～12-4-1 緊急物資の不足	中		中	40	多	多	5	200	回避
切土被害③	③-1～12	③-1～12-9-1 飲料水・生活用水の不足	中		中	40	多	多	5	200	回避
切土被害③	③-1～12	③-1～12-10-1 トイレの不足	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
切土被害③	③-1～12	③-1～12-11-1 救急活動遅延による死傷者の増加	大		大	70	多	多	5	350	回避
切土被害③	③-1～12	③-1～12-12 復旧費用		小	小	10	多	多	5	50	能動的受入
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-1-3 ゴミ処分の遅延	小		小	10	希	希	2	20	能動的受入か移転
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-3-1 食料品の不足	中		中	40	希	希	2	80	能動的受入か移転
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-3-2 日用品の不足	小		小	10	希	希	2	20	能動的受入か移転
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-4-1 緊急物資の不足	中		中	40	希	希	2	80	能動的受入か移転
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-9-1 飲料水・生活用水の不足	中		中	40	希	希	2	80	能動的受入か移転
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-10-1 トイレの不足	小		小	10	希	希	2	20	能動的受入か移転
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-11-1 救急活動遅延による死傷者の増加	大		大	70	希	希	2	140	回避か移転
切土崩壊③	③-1～12	③-1～12-12 復旧費用		中	中	40	希	希	2	80	能動的受入か移転

表 2.4.41　リスクマトリクス（注目エリアU）

可能性						
	多		盛土被害②-1～10 ②-1～10-1-3　ゴミ処分の遅延 ②-1～10-3-2　日用品の不足 ②-1～10-10-1　トイレの不足 ②-1～10-12　復旧費用 切土被害③-1～12 ③-1～12-1-3　ゴミ処分の遅延 ③-1～12-3-2　日用品の不足 ③-1～12-10-1　トイレの不足 ③-1～12-12　復旧費用	盛土被害②-1～10 ②-1～10-3-1　食料品の不足 ②-1～10-4-1　緊急物資の不足 ②-1～10-9-1　飲料水・生活用水の不足 切土被害③-1～12 ③-1～12-3-1　食料品の不足 ③-1～12-4-1　緊急物資の不足 ③-1～12-9-1　飲料水・生活用水の不足	盛土被害②-1～10 ②-1～10-11-1　救急活動遅延による死傷者の増加 切土被害③-1～12 ③-1～12-11-1　救急活動遅延による死傷者の増加	
	普通					
	少					
	希		切土崩壊③-1～12 ③-1～12-1-3　ゴミ処分の遅延 ③-1～12-3-2　日用品の不足 ③-1～12-10-1　トイレの不足	切土崩壊③-1～12 ③-1～12-3-1　食料品の不足 ③-1～12-4-1　緊急物資の不足 ③-1～12-9-1　飲料水・生活用水の不足 ③-1～12-12　復旧費用	切土崩壊③-1～12 ③-1～12-11-1　救急活動遅延による死傷者の増加	
	希少					
		無視できる（極小）	小	中	大	非常に大
		深刻さ				

2）注目エリアⅤにおける重大性

図 2.4.1 のフローに従ってリスク分析を行った。

(a) 被害レベルの設定および復旧エリアの設定

注目エリアⅤにおける被害形態を表 2.4.42 に示す。また、被害レベルと復旧エリアを表 2.4.43 のとおり設定した。

表 2.4.42　被害形態（注目エリアⅤ）

施設被害	場所	被害形態	箇所数
落橋①	①－1	落橋	1
盛土被害②	②－1・2・11・12	亀裂・陥没等（路面損傷）	4
切土被害③	②－1・2・13・14	崩壊	1
		亀裂・陥没等（路面損傷）	3

表 2.4.43　被害レベルと復旧エリア（注目エリアⅤ）

物的被害	場所	基盤機能支障	生活支障／経済支障	被害レベル	No.	復旧箇所・範囲
落橋①	①-1	①-1-1 通行不可	①-1-1-2 ゴミ処分の遅延	大	②	県道29号
落橋①	①-1	①-1-3 生活物資の運搬停止	①-1-3-1 食料品の不足	大	②	県道29号
落橋①	①-1	①-1-3 生活物資の運搬停止	①-1-3-2 日用品の不足	大	②	県道29号
落橋①	①-1	①-1-4 緊急物資の運搬停止	①-1-4-1 緊急物資の不足	大	②	県道29号
落橋①	①-1	①-1-9 給水車の遅延	①-1-9-1 飲料水・生活用水の不足	大	②	県道29号
落橋①	①-1	①-1-10 仮設トイレの運搬遅延	①-1-10-1 トイレの不足	大	②	県道29号
落橋①	①-1	①-1-11 救急・救助活動の遅延	①-1-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大	②	県道29号
落橋①	①-1	①-1-12 消火活動の遅れ	①-1-12-1 火災による人的被害拡大	大	②	県道29号
落橋①	①-1	－	①-1-13-1 復旧費用	大	②	県道29号
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-1 通行不可	②-1・2・11・12-1-2 ゴミ処分の遅延	小	②	県道29号
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-3 生活物資の運搬停止	②-1・2・11・12-3-1 食料品の不足	小	②	県道29号
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-3 生活物資の運搬停止	②-1・2・11・12-3-2 日用品の不足	小	②	県道29号
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-4 緊急物資の運搬停止	②-1・2・11・12-4-1 緊急物資の不足	小	②	県道29号
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-9 給水車の遅延	②-1・2・11・12-9-1 飲料水・生活用水の不足	小	②	県道29号
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-10 仮設トイレの運搬遅延	②-1・2・11・12-10-1 トイレの不足	小	②	県道29号
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-11 救急・救助活動の遅延	②-1・2・11・12-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	小	②	県道29号
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-12 消火活動の遅れ	②-1・2・11・12-12-1 火災による人的被害拡大	小	②	県道29号
盛土被害②	②-1・2・11・12	－	②-1・2・11・12-13-1 復旧費用	小	②	県道29号
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-1 通行不可	③-1・2・13・14-1-2 ゴミ処分の遅延	小	②	県道29号
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3 生活物資の運搬停止	③-1・2・13・14-3-1 食料品の不足	小	②	県道29号
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3 生活物資の運搬停止	③-1・2・13・14-3-2 日用品の不足	小	②	県道29号
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-4 緊急物資の運搬停止	③-1・2・13・14-4-1 緊急物資の不足	小	②	県道29号
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-9 給水車の遅延	③-1・2・13・14-9-1 飲料水・生活用水の不足	小	②	県道29号
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-10 仮設トイレの運搬遅延	③-1・2・13・14-10-1 トイレの不足	小	②	県道29号
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-11 救急・救助活動の遅延	③-1・2・13・14-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	小	②	県道29号
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-12 消火活動の遅れ	③-1・2・13・14-12-1 火災による人的被害拡大	小	②	県道29号
切土被害③	③-1・2・13・14	－	③-1・2・13・14-13-1 復旧費用	小	②	県道29号
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-1 通行不可	③-1・2・13・14-1-2 ゴミ処分の遅延	大	②	県道29号
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3 生活物資の運搬停止	③-1・2・13・14-3-1 食料品の不足	大	②	県道29号
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3 生活物資の運搬停止	③-1・2・13・14-3-2 日用品の不足	大	②	県道29号
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-4 緊急物資の運搬停止	③-1・2・13・14-4-1 緊急物資の不足	大	②	県道29号
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-9 給水車の遅延	③-1・2・13・14-9-1 飲料水・生活用水の不足	大	②	県道29号
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-10 仮設トイレの運搬遅延	③-1・2・13・14-10-1 トイレの不足	大	②	県道29号
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-11 救急・救助活動の遅延	③-1・2・13・14-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大	②	県道29号
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-12 消火活動の遅れ	③-1・2・13・14-12-1 火災による人的被害拡大	大	②	県道29号
切土崩壊③	③-1・2・13・14	－	③-1・2・13・14-13-1 復旧費用	大	②	県道29号

(b) 深刻さの評価

復旧エリアに対する対応能力の超過程度、復旧期間の見込みから支障の深刻さを評価した。評価結果を表 2.4.44 に示す。施設被害の数が多いため、対応能力をやや超え、仮橋対応を含めた復旧期間を 2～3 週間後とした。迂回路は無く、影響開始期間に対する復旧期間の見込みは大幅に長くなると考えられる。

表 2.4.9 の深刻さのランクに基づき、人的被害の深刻さは表 2.4.12、経済的被害の深刻さは表 2.4.10、表 2.4.11 を参考に設定した。

表 2.4.44　深刻さの評価結果（注目エリアⅤ）

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析									
			対応能力の超過見込み	（見直し）復旧期間	代替の内容	代替の復旧期間	生活支障の開始	影響開始期間に対する復旧期間の見込み	深刻さ（人命）	深刻さ（経済）	評点	
落橋①	①-1	①-1-1-2 ゴミ処分の遅延	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小	10
落橋①	①-1	①-1-3-1 食料品の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
落橋①	①-1	①-1-3-2 日用品の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	小		小	10
落橋①	①-1	①-1-4-1 緊急物資の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
落橋①	①-1	①-1-9-1 飲料水・生活用水の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
落橋①	①-1	①-1-10-1 トイレの不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小	10
落橋①	①-1	①-1-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	大		大	70
落橋①	①-1	①-1-12-1 火災による人的被害拡大	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		12時間後	大幅に長くなる	大		大	70
落橋①	①-1	①-1-13-1 復旧費用	やや超える	2～3週間後	迂回路なし					大	大	70
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-1-2 ゴミ処分の遅延	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小	10
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-3-1 食料品の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-3-2 日用品の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	小		小	10
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-4-1 緊急物資の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-9-1 飲料水・生活用水の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-10-1 トイレの不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小	10
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	大		大	70
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-12-1 火災による人的被害拡大	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		12時間後	大幅に長くなる	大		大	70
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-13-1 復旧費用	やや超える	2～3週間後	迂回路なし					小	小	10
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-1-2 ゴミ処分の遅延	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小	10
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-1 食料品の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-2 日用品の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	小		小	10
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-4-1 緊急物資の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-9-1 飲料水・生活用水の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-10-1 トイレの不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小	10
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	大		大	70
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-12-1 火災による人的被害拡大	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		12時間後	大幅に長くなる	大		大	70
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-13-1 復旧費用	やや超える	2～3週間後	迂回路なし					小	小	10
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-1-2 ゴミ処分の遅延	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小	10
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-1 食料品の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-2 日用品の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	小		小	10
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-4-1 緊急物資の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-9-1 飲料水・生活用水の不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-10-1 トイレの不足	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小	10
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	大		大	70
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-12-1 火災による人的被害拡大	やや超える	2～3週間後	迂回路なし		12時間後	大幅に長くなる	大		大	70
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-13-1 復旧費用	やや超える	2～3週間後	迂回路なし					中	中	40

（c）可能性の評価

各施設の物的被害の発生可能性について評価した。評価結果を表 2.4.45 に示す。

表 2.4.45　可能性の評価結果（注目エリアⅤ）

物的被害	可能性	評点	説明
落橋	希少	1	落橋を引き起こすような地震・津波は 50 年に 1 度も発生しないため、可能性は「希少」とした。
盛土等被害	多	5	盛土等被害（亀裂・陥没等）は毎年発生しているため、可能性は「多」とした。
切土崩壊	希	2	切土被害（崩壊）は数十年に 1 度の豪雨で発生すると考え、可能性は「希」とした。

（d）重大性の評価

支障の深刻さ及び物的被害の発生可能性を基に、被害による支障の重大性について評価した。評価結果を表 2.4.46 に示す。また、リスク値に基づく対策の方向性についても記載した。また、リスクマトリクスを表 2.4.47 に示す。

表 2.4.46　支障の重大性の評価結果（注目エリアⅤ）

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析				可能性の分析			重大性の分析結果	
			深刻さ（人命）	深刻さ（経済）		評点	可能性		評点	リスク値	対策の方向性
落橋①	①-1	①-1-1-2　ゴミ処分の遅延	小		小	10	希少	希少	1	10	能動的受入か移転
落橋①	①-1	①-1-3-1　食料品の不足	中		中	40	希少	希少	1	40	能動的受入
落橋①	①-1	①-1-3-2　日用品の不足	小		小	10	希少	希少	1	10	能動的受入か移転
落橋①	①-1	①-1-4-1　緊急物資の不足	中		中	40	希少	希少	1	40	能動的受入
落橋①	①-1	①-1-9-1　飲料水・生活用水の不足	中		中	40	希少	希少	1	40	能動的受入
落橋①	①-1	①-1-10-1 トイレの不足	小		小	10	希少	希少	1	10	能動的受入か移転
落橋①	①-1	①-1-11-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大		大	70	希少	希少	1	70	回避か移転
落橋①	①-1	①-1-12-1　火災による人的被害拡大	大		大	70	希少	希少	1	70	回避か移転
落橋①	①-1	①-1-13-1　復旧費用		大	大	70	希少	希少	1	70	回避か移転
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-1-2　ゴミ処分の遅延	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-3-1　食料品の不足	中		中	40	多	多	5	200	回避
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-3-2　日用品の不足	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-4-1　緊急物資の不足	中		中	40	多	多	5	200	回避
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-9-1　飲料水・生活用水の不足	中		中	40	多	多	5	200	回避
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-10-1　トイレの不足	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-11-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大		大	70	多	多	5	350	回避
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-12-1　火災による人的被害拡大	大		大	70	多	多	5	350	回避
盛土被害②	②-1・2・11・12	②-1・2・11・12-13-1　復旧費用		小	小	10	多	多	5	50	能動的受入
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-1-2　ゴミ処分の遅延	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-1　食料品の不足	中		中	40	多	多	5	200	回避
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-2　日用品の不足	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-4-1　緊急物資の不足	中		中	40	多	多	5	200	回避
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-9-1　飲料水・生活用水の不足	中		中	40	多	多	5	200	回避
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-10-1　トイレの不足	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-11-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大		大	70	多	多	5	350	回避
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-12-1　火災による人的被害拡大	大		大	70	多	多	5	350	回避
切土被害③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-13-1　復旧費用		小	小	10	多	多	5	50	能動的受入
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-1-2　ゴミ処分の遅延	小		小	10	希	希	2	20	能動的受入か移転
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-1　食料品の不足	中		中	40	希	希	2	80	能動的受入か移転
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-2　日用品の不足	小		小	10	希	希	2	20	能動的受入か移転
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-4-1　緊急物資の不足	中		中	40	希	希	2	80	能動的受入か移転
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-9-1　飲料水・生活用水の不足	中		中	40	希	希	2	80	能動的受入か移転
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-10-1　トイレの不足	小		小	10	希	希	2	20	能動的受入か移転
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-11-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大		大	70	希	希	2	140	回避か移転
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-12-1　火災による人的被害拡大	大		大	70	希	希	2	140	回避か移転
切土崩壊③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-13-1　復旧費用		中	中	40	希	希	2	80	能動的受入か移転

表 2.4.47　リスクマトリクス（注目エリアⅤ）

可能性						
	多		盛土被害②-1・2・11・12 ②-1・2・11・12-1-2　ゴミ処分の遅延 ②-1・2・11・12-3-2　日用品の不足 ②-1・2・11・12-10-1　トイレの不足 ②-1・2・11・12-13-1　復旧費用 切土被害③-1・2・13・14 ③-1・2・13・14-1-2　ゴミ処分の遅延 ③-1・2・13・14-3-2　日用品の不足 ③-1・2・13・14-10-1　トイレの不足 ③-1・2・13・14-13-1　復旧費用	盛土被害②-1・2・11・12 ②-1・2・11・12-3-1　食料品の不足 ②-1・2・11・12-4-1　緊急物資の不足 ②-1・2・11・12-9-1　飲料水・生活用水の不足 切土被害③-1・2・13・14 ③-1・2・13・14-3-1　食料品の不足 ③-1・2・13・14-4-1　緊急物資の不足 ③-1・2・13・14-9-1　飲料水・生活用水の不足	盛土被害②-1・2・11・12 ②-1・2・11・12-11-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加 ②-1・2・11・12-12-1　火災による人的被害拡大 切土被害③-1・2・13・14 ③-1・2・13・14-11-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加 ③-1・2・13・14-12-1　火災による人的被害拡大	
	普通					
	少					
	希		切土崩壊③-1・2・13・14 ③-1・2・13・14-1-2　ゴミ処分の遅延 ③-1・2・13・14-3-2　日用品の不足 ③-1・2・13・14-10-1　トイレの不足	切土崩壊③-1・2・13・14 ③-1・2・13・14-3-1　食料品の不足 ③-1・2・13・14-4-1　緊急物資の不足 ③-1・2・13・14-9-1　飲料水・生活用水の不足 ③-1・2・13・14-13-1　復旧費用	切土崩壊③-1・2・13・14 ③-1・2・13・14-11-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加 ③-1・2・13・14-12-1　火災による人的被害拡大	
	希少		落橋①-1 ①-1-1-2　ゴミ処分の遅延 ①-1-3-2　日用品の不足 ①-1-10-1　トイレの不足	落橋①-1 ①-1-3-1　食料品の不足 ①-1-9-1　飲料水・生活用水の不足 ①-1-9-1　飲料水・生活用水の不足	落橋①-1 ①-1-11-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加 ①-1-12-1　火災による人的被害拡大 ①-1-13-1　復旧費用	
		無視できる（極小）	小	中	大	非常に大
		深刻さ				

3）注目エリアWにおける重大性

図 2.4.1 のフローに従ってリスク分析を行った。

(a) 被害レベルの設定および復旧エリアの設定

注目エリアWにおける被害形態を表 2.4.48 に示す。また、被害レベルと復旧エリアを表 2.4.49 のとおり設定した。

表 2.4.48　被害形態（注目エリアW）

施設被害	場所	被害形態	箇所数
盛土被害②	②－1～2	亀裂・陥没等（路面損傷）	2
切土被害③	③－1～2	崩壊	1
		亀裂・陥没等（路面損傷）	1

表 2.4.49　被害レベルと復旧エリア（注目エリアW）

物的被害	場所	基盤機能支障	生活支障／経済支障	被害レベル	No.	復旧箇所・範囲
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-1 通行不可	②-1～2-1-2 ゴミ処分の遅延	小	③	県道27号
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-3 生活物資の運搬停止	②-1～2-3-1 食料品の不足	小	③	県道27号
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-3 生活物資の運搬停止	②-1～2-3-2 日用品の不足	小	③	県道27号
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-4 緊急物資の運搬停止	②-1～2-4-1 緊急物資の不足	小	③	県道27号
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-9 給水車の遅延	②-1～2-9-1 飲料水・生活用水の不足	小	③	県道27号
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-10 仮設トイレの運搬遅延	②-1～2-10-1 トイレの不足	小	③	県道27号
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-11 救急・救助活動の遅延	②-1～2-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	小	③	県道27号
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-12 消火活動の遅れ	②-1～2-12-1 火災による人的被害拡大	小	③	県道27号
盛土被害②	②-1～2	－	②-1～2-13-1 復旧費用	小	③	県道27号
切土被害③	③-1～2	③-1～2-1 通行不可	③-1～2-1-2 ゴミ処分の遅延	小	③	県道27号
切土被害③	③-1～2	③-1～2-3 生活物資の運搬停止	③-1～2-3-1 食料品の不足	小	③	県道27号
切土被害③	③-1～2	③-1～2-3 生活物資の運搬停止	③-1～2-3-2 日用品の不足	小	③	県道27号
切土被害③	③-1～2	③-1～2-4 緊急物資の運搬停止	③-1～2-4-1 緊急物資の不足	小	③	県道27号
切土被害③	③-1～2	③-1～2-9 給水車の遅延	③-1～2-9-1 飲料水・生活用水の不足	小	③	県道27号
切土被害③	③-1～2	③-1～2-10 仮設トイレの運搬遅延	③-1～2-10-1 トイレの不足	小	③	県道27号
切土被害③	③-1～2	③-1～2-11 救急・救助活動の遅延	③-1～2-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	小	③	県道27号
切土被害③	③-1～2	③-1～2-12 消火活動の遅れ	③-1～2-12-1 火災による人的被害拡大	小	③	県道27号
切土被害③	③-1～2	－	③-1～2-13-1 復旧費用	小	③	県道27号
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-1 通行不可	③-1～2-1-2 ゴミ処分の遅延	大	③	県道27号
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-3 生活物資の運搬停止	③-1～2-3-1 食料品の不足	大	③	県道27号
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-3 生活物資の運搬停止	③-1～2-3-2 日用品の不足	大	③	県道27号
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-4 緊急物資の運搬停止	③-1～2-4-1 緊急物資の不足	大	③	県道27号
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-9 給水車の遅延	③-1～2-9-1 飲料水・生活用水の不足	大	③	県道27号
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-10 仮設トイレの運搬遅延	③-1～2-10-1 トイレの不足	大	③	県道27号
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-11 救急・救助活動の遅延	③-1～2-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大	③	県道27号
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-12 消火活動の遅れ	③-1～2-12-1 火災による人的被害拡大	大	③	県道27号
切土崩壊③	③-1～2	－	③-1～2-13-1 復旧費用	大	③	県道27号

(b) 深刻さの評価

復旧エリアに対する対応能力の超過程度、復旧期間の見込みから支障の深刻さを評価した。評価結果を表 2.4.50 に示す。複数の施設被害があるため、復旧期間を 5 日後とした。

表 2.4.9 の深刻さのランクに基づき、人的被害の深刻さは表 2.4.12、経済的被害の深刻さは表 2.4.10、表 2.4.11 を参考に設定した。

表 2.4.50　深刻さの評価結果（注目エリアW）

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析									
			対応能力の超過見込み	（見直し）復旧期間	代替の内容	代替の復旧期間	生活支障の開始	影響開始期間に対する復旧期間の見込み	深刻さ（人命）	深刻さ（経済）	評点	
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-1-2 ゴミ処分の遅延	超えない	5日後	迂回路なし		3日後	長くなる	小		小	10
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-3-1 食料品の不足	超えない	5日後	迂回路なし		1週間後	短いか同程度になる	極小		極小	1
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-3-2 日用品の不足	超えない	5日後	迂回路なし		1週間後	短いか同程度になる	極小		極小	1
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-4-1 緊急物資の不足	超えない	5日後	迂回路なし		1週間後	短いか同程度になる	極小		極小	1
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-9-1 飲料水・生活用水の不足	超えない	5日後	迂回路なし		1週間後	短いか同程度になる	極小		極小	1
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-10-1 トイレの不足	超えない	5日後	迂回路なし		3日後	長くなる	小		小	10
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	超えない	5日後	迂回路なし		3日後	長くなる	大		大	70
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-12-1 火災による人的被害拡大	超えない	5日後	迂回路なし		12時間後	長くなる	大		大	70
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-13-1 復旧費用	超えない	5日後	迂回路なし					小	小	10
切土被害③	③-1～2	③-1～2-1-2 ゴミ処分の遅延	超えない	5日後	迂回路なし		3日後	長くなる	小		小	10
切土被害③	③-1～2	③-1～2-3-1 食料品の不足	超えない	5日後	迂回路なし		1週間後	短いか同程度になる	極小		極小	1
切土被害③	③-1～2	③-1～2-3-2 日用品の不足	超えない	5日後	迂回路なし		1週間後	短いか同程度になる	極小		極小	1
切土被害③	③-1～2	③-1～2-4-1 緊急物資の不足	超えない	5日後	迂回路なし		1週間後	短いか同程度になる	極小		極小	1
切土被害③	③-1～2	③-1～2-9-1 飲料水・生活用水の不足	超えない	5日後	迂回路なし		1週間後	短いか同程度になる	極小		極小	1
切土被害③	③-1～2	③-1～2-10-1 トイレの不足	超えない	5日後	迂回路なし		3日後	長くなる	小		小	10
切土被害③	③-1～2	③-1～2-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	超えない	5日後	迂回路なし		3日後	長くなる	大		大	70
切土被害③	③-1～2	③-1～2-12-1 火災による人的被害拡大	超えない	5日後	迂回路なし		12時間後	長くなる	大		大	70
切土被害③	③-1～2	③-1～2-13-1 復旧費用	超えない	5日後	迂回路なし					小	小	10
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-1-2 ゴミ処分の遅延	超えない	5日後	迂回路なし		3日後	長くなる	小		小	10
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-3-1 食料品の不足	超えない	5日後	迂回路なし		1週間後	短いか同程度になる	極小		極小	1
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-3-2 日用品の不足	超えない	5日後	迂回路なし		1週間後	短いか同程度になる	極小		極小	1
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-4-1 緊急物資の不足	超えない	5日後	迂回路なし		1週間後	短いか同程度になる	極小		極小	1
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-9-1 飲料水・生活用水の不足	超えない	5日後	迂回路なし		1週間後	短いか同程度になる	極小		極小	1
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-10-1 トイレの不足	超えない	5日後	迂回路なし		3日後	長くなる	小		小	10
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	超えない	5日後	迂回路なし		3日後	長くなる	大		大	70
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-12-1 火災による人的被害拡大	超えない	5日後	迂回路なし		12時間後	長くなる	大		大	70
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-13-1 復旧費用	超えない	5日後	迂回路なし					中	中	40

(c) 可能性の評価

各施設の物的被害の発生可能性について評価した。評価結果を表 2.4.51 に示した。

表 2.4.51　可能性の評価結果（注目エリアW）

物的被害	可能性	評点	説明
盛土等被害	多	5	盛土等被害（亀裂・陥没等）は毎年発生しているため、可能性は「多」とした。
切土崩壊	希	2	切土被害（崩壊）は数十年に 1 度の豪雨で発生すると考え、可能性は「希」とした。

(d) 重大性の評価

支障の深刻さ及び物的被害の発生可能性を基に、被害による支障の重大性について評価した。評価結果を表 2.4.52 に示す。また、リスク値に基づく対策の方向性についても記載した。また、リスクマトリクスを表 2.4.53 に示す。

表 2.4.52　支障の重大性の評価結果（注目エリアW）

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析				可能性の分析			重大性の分析結果	
			深刻さ（人命）	深刻さ（経済）		評点	可能性		評点	リスク値	対策の方向性
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-1-2 ゴミ処分の遅延	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-3-1 食料品の不足	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-3-2 日用品の不足	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-4-1 緊急物資の不足	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-9-1 飲料水・生活用水の不足	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-10-1 トイレの不足	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大		大	70	多	多	5	350	回避
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-12-1 火災による人的被害拡大	大		大	70	多	多	5	350	回避
盛土被害②	②-1～2	②-1～2-13-1 復旧費用		小	小	10	多	多	5	50	能動的受入
切土被害③	③-1～2	③-1～2-1-2 ゴミ処分の遅延	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
切土被害③	③-1～2	③-1～2-3-1 食料品の不足	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
切土被害③	③-1～2	③-1～2-3-2 日用品の不足	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
切土被害③	③-1～2	③-1～2-4-1 緊急物資の不足	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
切土被害③	③-1～2	③-1～2-9-1 飲料水・生活用水の不足	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
切土被害③	③-1～2	③-1～2-10-1 トイレの不足	小		小	10	多	多	5	50	能動的受入
切土被害③	③-1～2	③-1～2-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大		大	70	多	多	5	350	回避
切土被害③	③-1～2	③-1～2-12-1 火災による人的被害拡大	大		大	70	多	多	5	350	回避
切土被害③	③-1～2	③-1～2-13-1 復旧費用		小	小	10	多	多	5	50	能動的受入
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-1-2 ゴミ処分の遅延	小		小	10	希	希	2	20	能動的受入か移転
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-3-1 食料品の不足	極小		極小	1	希	希	2	2	受動的受入
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-3-2 日用品の不足	極小		極小	1	希	希	2	2	受動的受入
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-4-1 緊急物資の不足	極小		極小	1	希	希	2	2	受動的受入
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-9-1 飲料水・生活用水の不足	極小		極小	1	希	希	2	2	受動的受入
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-10-1 トイレの不足	小		小	10	希	希	2	20	能動的受入か移転
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大		大	70	希	希	2	140	回避か移転
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-12-1 火災による人的被害拡大	大		大	70	希	希	2	140	回避か移転
切土崩壊③	③-1～2	③-1～2-13-1 復旧費用		中	中	40	希	希	2	80	能動的受入か移転

表 2.4.53　リスクマトリクス（注目エリアW）

可能性	無視できる（極小）	小	中	大	非常に大
多	盛土被害②-1～2 ②-1～2-3-1 食料品の不足 ②-1～2-3-2 日用品の不足 ②-1～2-4-1 緊急物資の不足 ②-1～2-9-1 飲料水・生活用水の不足 切土被害③-1～2 ③-1～2-3-1 食料品の不足 ③-1～2-3-2 日用品の不足 ③-1～2-4-1 緊急物資の不足 ③-1～2-9-1 飲料水・生活用水の不足	盛土被害②-1～2 ②-1～2-1-2 ゴミ処分の遅延 ②-1～2-10-1 トイレの不足 ②-1～2-13-1 復旧費用 切土被害③-1～2 ③-1～2-1-2 ゴミ処分の遅延 ③-1～2-10-1 トイレの不足 ③-1～2-13-1 復旧費用		盛土被害②-1～2 ②-1～2-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加 ②-1～2-12-1 火災による人的被害拡大 切土被害③-1～2 ③-1～2-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加 ③-1～2-12-1 火災による人的被害拡大	
普通					
少					
希	切土崩壊③-1～2 ③-1～2-3-1 食料品の不足 ③-1～2-3-2 日用品の不足 ③-1～2-4-1 緊急物資の不足 ③-1～2-9-1 飲料水・生活用水の不足	切土崩壊③-1～2 ③-1～2-1-2 ゴミ処分の遅延 ③-1～2-10-1 トイレの不足	切土崩壊③-1～2 ③-1～2-13-1 復旧費用	切土崩壊③-1～2 ③-1～2-11-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加 ③-1～2-12-1 火災による人的被害拡大	
希少					
	深刻さ				

4）注目エリアXにおける重大性

図 2.4.1 のフローに従ってリスク分析を行った。

(a) 被害レベルの設定および復旧エリアの設定

注目エリアXにおける被害形態を表 2.4.54 に示す。また、被害レベルと復旧エリアを表 2.4.55 のとおり設定した。

表 2.4.54　被害形態（注目エリアX）

施設被害	場所	被害形態
路面陥没④	④－1（国道） ④－5（細街路）	亀裂・陥没等（路面損傷）
路上漂流物⑤	⑤－5（細街路：沿岸部）	津波漂流物

表 2.4.55　被害レベルと復旧エリア（注目エリアV）

物的被害	場所	基盤機能支障	生活支障／経済支障	被害レベル	No.	復旧箇所・範囲
路面陥没④	④-1	④-1-4　緊急物資の運搬遅延	④-1-4-1　緊急物資の不足	小	④	着目エリア④
路面陥没④	④-1	④-1-11　入院患者等の搬送遅延	④-1-11-1　外来患者の受入制限(受入不可)	小	④	着目エリア④
路面陥没④	④-1	④-1-12　医薬品の運搬遅延	④-1-12-1　医薬品の不足	小	④	着目エリア④
路面陥没④	④-5	④-5-4　緊急物資の運搬遅延	④-5-4-1　緊急物資の不足	小	④	着目エリア④
路面陥没④	④-5	④-5-11　入院患者等の搬送遅延	④-5-11-1　外来患者の受入制限(受入不可)	小	④	着目エリア④
路面陥没④	④-5	④-5-12　医薬品の運搬遅延	④-5-12-1　医薬品の不足	小	④	着目エリア④
路面陥没④	④-5	④-5-15　救急・救助活動の遅延	④-5-15-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	小	④	着目エリア④
路面陥没④	④-5	④-5-16　消火活動の遅れ	④-5-16-1　火災による人的被害拡大	小	④	着目エリア④
路面陥没④	④-5	ー	④-5-17-1　復旧費用	小	④	着目エリア④
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-2　救急・救助活動の遅延	⑤-5-2-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	小	④	着目エリア④
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-3　消火活動の遅れ	⑤-5-3-1　火災による人的被害拡大	小	④	着目エリア④
路上漂流物⑤	⑤-5	ー	⑤-5-4-1　復旧費用	小	④	着目エリア④

(b) 深刻さの評価

復旧エリアに対する対応能力の超過程度、復旧期間の見込みから支障の深刻さを評価した。評価結果を表 2.4.56 に示す。路面陥没や路上漂流物の対応は、緊急車両の通過を考えた場合、当日に終了すると考えた。

表 2.4.9 の深刻さのランクに基づき、人的被害の深刻さは表 2.4.12、経済的被害の深刻さは表 2.4.10、表 2.4.11 を参考に設定した。

表 2.4.56　深刻さの評価結果（注目エリアX）

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析									
			対応能力の超過見込み	(見直し)復旧期間	代替の内容	代替の復旧期間	生活支障の開始	影響開始期間に対する復旧期間の見込み	深刻さ(人命)	深刻さ(経済)	評点	
路面陥没④	④-1	④-1-4-1　緊急物資の不足	超えない	1日後			1週間後	短いか同程度になる	極小		極小	1
路面陥没④	④-1	④-1-11-1　外来患者の受入制限(受入不可)	超えない	1日後			3日後	短いか同程度になる	極小		極小	1
路面陥没④	④-1	④-1-12-1　医薬品の不足	超えない	1日後			3日後	短いか同程度になる	極小		極小	1
路面陥没④	④-5	④-5-4-1　緊急物資の不足	超えない	1日後			1週間後	短いか同程度になる	極小		極小	1
路面陥没④	④-5	④-5-11-1　外来患者の受入制限(受入不可)	超えない	1日後			3日後	短いか同程度になる	極小		極小	1
路面陥没④	④-5	④-5-12-1　医薬品の不足	超えない	1日後			3日後	短いか同程度になる	極小		極小	1
路面陥没④	④-5	④-5-15-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	超えない	1日後			3日後	短いか同程度になる	極小		極小	1
路面陥没④	④-5	④-5-16-1　火災による人的被害拡大	超えない	1日後			12時間後	長くなる	大		大	70
路面陥没④	④-5	④-5-17-1　復旧費用	超えない	1日後						小	小	10
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-2-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	超えない	1日後			3日後	短いか同程度になる	極小		極小	1
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-3-1　火災による人的被害拡大	超えない	1日後			12時間後	長くなる	大		大	70
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-4-1　復旧費用	超えない	1日後						小	小	10

(c) 可能性の評価

各施設の物的被害の発生可能性について評価した。評価結果を表 2.4.57 に示す。

表 2.4.57　可能性の評価結果（注目エリアX）

物的被害	可能性	評点	説明
路面陥没	多	5	液状化が心配される地域では、路面陥没が頻発するため、可能性は「多」とした。
路上漂流物	多	5	津波の被害地域では、路上漂流物の被害が頻発するため、可能性は「多」とした。

(d) 重大性の評価

支障の深刻さ及び物的被害の発生可能性を基に、被害による支障の重大性について評価した。評価結果を表 2.4.58 に示す。また、リスク値に基づく対策の方向性についても記載した。また、リスクマトリクスを表 2.4.59 に示す。

表 2.4.58　支障の重大性の評価結果（注目エリアX）

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析			可能性の分析			重大性の分析結果	
			深刻さ（人命）	深刻さ（経済）	評点	可能性		評点	リスク値	対策の方向性
路面陥没④	④-1	④-1-4-1　緊急物資の不足	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
路面陥没④	④-1	④-1-11-1　外来患者の受入制限（受入不可）	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
路面陥没④	④-1	④-1-12-1　医薬品の不足	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
路面陥没④	④-5	④-5-4-1　緊急物資の不足	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
路面陥没④	④-5	④-5-11-1　外来患者の受入制限（受入不可）	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
路面陥没④	④-5	④-5-12-1　医薬品の不足	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
路面陥没④	④-5	④-5-15-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
路面陥没④	④-5	④-5-16-1　火災による人的被害拡大	大		大	70	多	多	5	350	回避
路面陥没④	④-5	④-5-17-1　復旧費用		小	小	10	多	多	5	50	能動的受入
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-2-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-3-1　火災による人的被害拡大	大		大	70	多	多	5	350	回避
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-4-1　復旧費用		小	小	10	多	多	5	50	能動的受入

表 2.4.59　リスクマトリクス（注目エリアX）

可能性	無視できる（極小）	小	中	大	非常に大
多	路面陥没④-1 ④-1-4-1　緊急物資の不足 ④-1-11-1　外来患者の受入制限（受入不可） ④-1-12-1　医薬品の不足 路面陥没④-5 ④-5-4-1　緊急物資の不足 ④-5-11-1　外来患者の受入制限（受入不可） ④-5-12-1　医薬品の不足 ④-5-15-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加 路上漂流物⑤-5 ⑤-5-2-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	路面陥没④-5 ④-5-17-1　復旧費用 路上漂流物⑤-5 ⑤-5-4-1　復旧費用		路面陥没④-5 ④-5-16-1　火災による人的被害拡大 路上漂流物⑤-5 ⑤-5-3-1　火災による人的被害拡大	
普通					
少					
希					
希少					
	深刻さ				

5）注目エリアＹにおける重大性

図 2.4.1 のフローに従ってリスク分析を行った。

(a) 被害レベルの設定および復旧エリアの設定

注目エリアＹにおける被害形態を表 2.4.60 に示す。また、被害レベルと復旧エリアを表 2.4.61 のとおり設定した。

表 2.4.60　被害形態（注目エリアＹ）

施設被害	場所	被害形態	箇所数
落橋①	①－12～16	落橋	5
断層変位⑥	⑥－1～3	断層変位による道路寸断	3
路上障害物⑦	⑦－2（細街路）	電柱等の傾斜・倒壊	―

表 2.4.61　被害レベルと復旧エリア（注目エリアＹ）

物的被害	場所	基盤機能支障	生活支障／経済支障	被害レベル	No.	復旧箇所・範囲
落橋①	①-12～16	①-12～16-3 生活物資の運搬停止	①-12～16-3-1 食料品の不足	大	⑤	着目エリア⑤
落橋①	①-12～16	①-12～16-3 生活物資の運搬停止	①-12～16-3-2 日用品の不足	大	⑤	着目エリア⑤
落橋①	①-12～16	①-12～16-4 緊急物資の運搬停止	①-12～16-4-1 緊急物資の不足	大	⑤	着目エリア⑤
落橋①	①-12～16	①-12～16-9 給水車の遅延	①-12～16-9-1 飲料水・生活用水の不足	大	⑤	着目エリア⑤
落橋①	①-12～16	①-12～16-10 仮設トイレの運搬遅延	①-12～16-10-1 トイレの不足	大	⑤	着目エリア⑤
落橋①	①-12～16	①-12～16-13 救急・救助活動の遅延	①-12～16-13-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大	⑤	着目エリア⑤
落橋①	①-12～16	①-12～16-14 消火活動の遅れ	①-12～16-14-1 火災による人的被害拡大	大	⑤	着目エリア⑤
落橋①	①-12～16	―	①-12～16-17-1 復旧費用	大	⑤	着目エリア⑤
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-3 生活物資の運搬停止	⑥-1～3-3-1 食料品の不足	大	⑤	着目エリア⑤
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-3 生活物資の運搬停止	⑥-1～3-3-2 日用品の不足	大	⑤	着目エリア⑤
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-4 緊急物資の運搬停止	⑥-1～3-4-1 緊急物資の不足	大	⑤	着目エリア⑤
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-9 給水車の遅延	⑥-1～3-9-1 飲料水・生活用水の不足	大	⑤	着目エリア⑤
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-10 仮設トイレの運搬遅延	⑥-1～3-10-1 トイレの不足	大	⑤	着目エリア⑤
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-13 救急・救助活動の遅延	⑥-1～3-13-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大	⑤	着目エリア⑤
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-14 消火活動の遅れ	⑥-1～3-14-1 火災による人的被害拡大	大	⑤	着目エリア⑤
断層変位⑥	⑥-1～3	―	⑥-1～3-15-1 復旧費用	大	⑤	着目エリア⑤
路上障害物⑦	⑦-2	⑦-2-3 救急・救助活動の遅延	⑦-2-3-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	小	⑤	着目エリア⑤
路上障害物⑦	⑦-2	⑦-2-4 消火活動の遅れ	⑦-2-4-1 火災による人的被害拡大	小	⑤	着目エリア⑤
路上障害物⑦	⑦-2	―	⑦-2-5-1 復旧費用	小	⑤	着目エリア⑤

(b) 深刻さの評価

復旧エリアに対する対応能力の超過程度、復旧期間の見込みから支障の深刻さを評価した。評価結果を表 2.4.62 に示す。施設被害の数が非常に多いため、対応能力を大幅に超え、複数の仮橋対応を含めた復旧期間を 1 ヶ月後とした。迂回路は無く、影響開始期間に対する復旧期間の見込みは大幅に長くなると考えられる。

表 2.4.9 の深刻さのランクに基づき、人的被害の深刻さは表 2.4.12、経済的被害の深刻さは表 2.4.10、表 2.4.11 を参考に設定した。

表 2.4.62　深刻さの評価結果（注目エリアＹ）

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析									
			対応能力の超過見込み	（見直し）復旧期間	代替の内容	代替の復旧期間	生活支障の開始	影響開始期間に対する復旧期間の見込み	深刻さ（人命）	深刻さ（経済）		評点
落橋①	①-12～16	①-12～16-3-1　食料品の不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
落橋①	①-12～16	①-12～16-3-2　日用品の不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	小		小	10
落橋①	①-12～16	①-12～16-4-1　緊急物資の不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
落橋①	①-12～16	①-12～16-9-1　飲料水・生活用水の不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
落橋①	①-12～16	①-12～16-10-1　トイレの不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小	10
落橋①	①-12～16	①-12～16-13-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	大		大	70
落橋①	①-12～16	①-12～16-14-1　火災による人的被害拡大	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		12時間後	大幅に長くなる	大		大	70
落橋①	①-12～16	①-12～16-17-1　復旧費用	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし					大	大	70
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-3-1　食料品の不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-3-2　日用品の不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	小		小	10
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-4-1　緊急物資の不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-9-1　飲料水・生活用水の不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-10-1　トイレの不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小	10
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-13-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	大		大	70
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-14-1　火災による人的被害拡大	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		12時間後	大幅に長くなる	大		大	70
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-15-1　復旧費用	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし					大	大	70
路上障害物⑦	⑦-2	⑦-2-3-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	大		大	70
路上障害物⑦	⑦-2	⑦-2-4-1　火災による人的被害拡大	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		12時間後	大幅に長くなる	大		大	70
路上障害物⑦	⑦-2	⑦-2-5-1　復旧費用	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし					小	小	10

（c）可能性の評価

各施設の物的被害の発生可能性について評価した。評価結果を表 2.4.63 に示した。

表 2.4.63　可能性の評価結果（注目エリアＹ）

物的被害	可能性	評点	説明
落橋	希少	1	落橋を引き起こすような地震・津波は 50 年に 1 度も発生しないため、可能性は「希少」とした。
断層変位	希少	1	断層変位による道路寸断を引き起こすような地震は50年に 1 度も発生しないため、可能性は「希少」とした。
路上障害物	多	5	揺れの大きい地域では、電柱の傾斜等の路上障害物の被害が頻発するため、可能性は「多」とした。

(d) 重大性の評価

支障の深刻さ及び物的被害の発生可能性を基に、被害による支障の重大性について評価した。評価結果を表 2.4.64 に示す。また、リスク値に基づく対策の方向性についても記載した。また、リスクマトリクスを表 2.4.65 に示す。

表 2.4.64　支障の重大性の評価結果（注目エリアＹ）

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析				可能性の分析			重大性の分析結果	
			深刻さ（人命）	深刻さ（経済）		評点	可能性		評点	リスク値	対策の方向性
落橋①	①-12～16	①-12～16-3-1　食料品の不足	中		中	40	希少	希少	1	40	能動的受入
落橋①	①-12～16	①-12～16-3-2　日用品の不足	小		小	10	希少	希少	1	10	能動的受入か移転
落橋①	①-12～16	①-12～16-4-1　緊急物資の不足	中		中	40	希少	希少	1	40	能動的受入
落橋①	①-12～16	①-12～16-9-1　飲料水・生活用水の不足	中		中	40	希少	希少	1	40	能動的受入
落橋①	①-12～16	①-12～16-10-1　トイレの不足	小		小	10	希少	希少	1	10	能動的受入か移転
落橋①	①-12～16	①-12～16-13-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大		大	70	希少	希少	1	70	回避か移転
落橋①	①-12～16	①-12～16-14-1　火災による人的被害拡大	大		大	70	希少	希少	1	70	回避か移転
落橋①	①-12～16	①-12～16-17-1　復旧費用		大	大	70	希少	希少	1	70	回避か移転
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-3-1　食料品の不足	中		中	40	希少	希少	1	40	能動的受入
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-3-2　日用品の不足	小		小	10	希少	希少	1	10	能動的受入か移転
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-4-1　緊急物資の不足	中		中	40	希少	希少	1	40	能動的受入
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-9-1　飲料水・生活用水の不足	中		中	40	希少	希少	1	40	能動的受入
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-10-1　トイレの不足	小		小	10	希少	希少	1	10	能動的受入か移転
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-13-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大		大	70	希少	希少	1	70	回避か移転
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-14-1　火災による人的被害拡大	大		大	70	希少	希少	1	70	回避か移転
断層変位⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-15-1　復旧費用		大	大	70	希少	希少	1	70	回避か移転
路上障害物⑦	⑦-2	⑦-2-3-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大		大	70	多	多	5	350	回避
路上障害物⑦	⑦-2	⑦-2-4-1　火災による人的被害拡大	大		大	70	多	多	5	350	回避
路上障害物⑦	⑦-2	⑦-2-5-1　復旧費用		小	小	10	多	多	5	50	能動的受入

表 2.4.65　リスクマトリクス（注目エリアＹ）

可能性	無視できる（極小）	小	中	大	非常に大
多	路面陥没④-1 ④-1-4-1　緊急物資の不足 ④-1-11-1　外来患者の受入制限（受入不可） ④-1-12-1　医薬品の不足 路面陥没④-5 ④-5-4-1　緊急物資の不足 ④-5-11-1　外来患者の受入制限（受入不可） ④-5-12-1　医薬品の不足 ④-5-15-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加 路上漂流物⑤-5 ⑤-5-2-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	路面陥没④-5 ④-5-17-1　復旧費用 路上漂流物⑤-5 ⑤-5-4-1　復旧費用		路面陥没④-5 ④-5-16-1　火災による人的被害拡大 路上漂流物⑤-5 ⑤-5-3-1　火災による人的被害拡大	
普通					
少					
希					
希少					
	深刻さ				

6）注目エリアＺ（超過外力無し）における重大性

図 2.4.1 のフローに従ってリスク分析を行った。

(a) 被害レベルの設定および復旧エリアの設定

注目エリアＺにおける被害形態を表 2.4.66 に示す。また、被害レベルと復旧エリアを表 2.4.67 のとおり設定した。

表 2.4.66　被害形態（注目エリアＺ：超過外力無し）

施設被害	場所	被害形態	箇所数
路上障害物⑦	⑦－2（細街路）	電柱等の傾斜・倒壊	－

表 2.4.67　被害レベルと復旧エリア（注目エリアＺ：超過外力無し）

物的被害	場所	基盤機能支障	生活支障／経済支障	被害レベル	No.	復旧箇所・範囲
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-3　救急・救助活動の遅延	⑦-1-3-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	小	⑦	着目エリア⑥
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-4　消火活動の遅れ	⑦-1-4-1　火災による人的被害拡大	小	⑦	着目エリア⑥
路上障害物⑦	⑦-1	－	⑦-1-5-1　復旧費用	小	⑦	着目エリア⑥

(b) 深刻さの評価

復旧エリアに対する対応能力の超過程度、復旧期間の見込みから支障の深刻さを評価した。評価結果を表 2.4.68 に示す。

表 2.4.9 の深刻さのランクに基づき、人的被害の深刻さは表 2.4.12 を参考に設定した。

表 2.4.68　深刻さの評価結果（注目エリアＺ：超過外力無し）

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析									評点
			対応能力の超過見込み	（見直し）復旧期間	代替の内容	代替の復旧期間	生活支障の開始	影響開始期間に対する復旧期間の見込み	深刻さ（人命）	深刻さ（経済）		
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-3-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	超えない	1日後			3日後	短いか同程度になる	極小		極小	1
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-4-1　火災による人的被害拡大	超えない	1日後			12時間後	長くなる	大		大	70
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-5-1　復旧費用	超えない	1日後			12時間後	長くなる		小	小	10

(c) 可能性の評価

各施設の物的被害の発生可能性について評価した。評価結果を表 2.4.69 に示す。

表 2.4.69　可能性の評価結果（注目エリアＺ：超過外力無し）

物的被害	可能性	評点	説明
路上障害物	多	5	揺れの大きい地域では、電柱の傾斜等の路上障害物の被害が頻発するため、可能性は「多」とした。

(d) 重大性の評価

支障の深刻さ及び物的被害の発生可能性を基に、被害による支障の重大性について評価した。評価結果を表 2.4.70 に示す。また、リスク値に基づく対策の方向性についても記載した。また、リスクマトリクスを表 2.4.71 に示す。

表 2.4.70　支障の重大性の評価結果（注目エリアＺ：超過外力無し）

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析				可能性の分析			重大性の分析結果	
			深刻さ（人命）	深刻さ（経済）		評点	可能性		評点	リスク値	対策の方向性
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-3-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	極小		極小	1	多	多	5	5	能動的受入
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-4-1　火災による人的被害拡大	大		大	70	多	多	5	350	回避
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-5-1　復旧費用		小	小	10	多	多	5	50	能動的受入

表 2.4.71　リスクマトリクス（注目エリアＺ：超過外力無し）

可能性	無視できる（極小）	小	中	大	非常に大
多	路上障害物⑦-1 ⑦-1-3-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	路上障害物⑦-1 ⑦-1-5-1　復旧費用		路上障害物⑦-1 ⑦-1-4-1　火災による人的被害拡大	
普通					
少					
希					
希少					
	深刻さ				

7）注目エリアＺ（超過外力有り）における重大性

図 2.4.1 のフローに従ってリスク分析を行った。

(a) 被害レベルの設定および復旧エリアの設定

注目エリアＺにおける被害形態を表 2.4.72 に示す。また、被害レベルと復旧エリアを表 2.4.73 のとおり設定した。

表 2.4.72　被害形態（注目エリアＺ：超過外力有り）

施設被害	場所	被害形態	箇所数
落橋①	①－12～16	落橋	5
断層変位⑥	⑥－1～3	断層変位による道路寸断	3
路上障害物⑦	⑦－2（細街路）	電柱等の傾斜・倒壊	－

表 2.4.73　被害レベルと復旧エリア（注目エリアＺ：超過外力有り）

物的被害	場所	基盤機能支障	生活支障／経済支障	被害レベル	No.	復旧箇所・範囲
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-3 生活物資の運搬停止	⑥-4～9-3-1 食料品の不足	大	⑥	着目エリア⑥
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-3 生活物資の運搬停止	⑥-4～9-3-2 日用品の不足	大	⑥	着目エリア⑥
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-4 緊急物資の運搬停止	⑥-4～9-4-1 緊急物資の不足	大	⑥	着目エリア⑥
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-9 給水車の遅延	⑥-4～9-9-1 飲料水・生活用水の不足	大	⑥	着目エリア⑥
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-10 仮設トイレの運搬遅延	⑥-4～9-10-1 トイレの不足	大	⑥	着目エリア⑥
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-11 入院患者等の搬送遅延	⑥-4～9-11-1 外来患者の受入制限（受入不可）	大	⑥	着目エリア⑥
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-12 医薬品の運搬遅延	⑥-4～9-12-1 医薬品の不足	大	⑥	着目エリア⑥
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-13 救急・救助活動の遅延	⑥-4～9-13-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大	⑥	着目エリア⑥
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-14 消火活動の遅れ	⑥-4～9-14-1 火災による人的被害拡大	大	⑥	着目エリア⑥
断層変位⑥	⑥-4～9	－	⑥-4～9-15-1 復旧費用	大	⑥	着目エリア⑥
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-3 救急・救助活動の遅延	⑦-1-3-1 救急・救助活動遅延による死傷者の増加	小	⑥	着目エリア⑥
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-4 消火活動の遅れ	⑦-1-4-1 火災による人的被害拡大	小	⑥	着目エリア⑥
路上障害物⑦	⑦-1	－	⑦-1-5-1 復旧費用	小	⑥	着目エリア⑥

(b) 深刻さの評価

復旧エリアに対する対応能力の超過程度、復旧期間の見込みから支障の深刻さを評価した。評価結果を表 2.4.74 に示す。施設被害の数が非常に多いため、対応能力を大幅に超え、複数の仮橋対応を含めた復旧期間を 1 ヶ月後とした。迂回路は無く、影響開始期間に対する復旧期間の見込みは大幅に長くなると考えられる。

表 2.4.9 の深刻さのランクに基づき、人的被害の深刻さは表 2.4.12、経済的被害の深刻さは表 2.4.10、表 2.4.11 を参考に設定した。

表 2.4.74　深刻さの評価結果（注目エリアＺ：超過外力有り）

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析									
			対応能力の超過見込み	（見直し）復旧期間	代替の内容	代替の復旧期間	生活支障の開始	影響開始期間に対する復旧期間の見込み	深刻さ（人命）	深刻さ（経済）	評点	
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-3-1　食料品の不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-3-2　日用品の不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	小		小	10
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-4-1　緊急物資の不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-9-1　飲料水・生活用水の不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		1週間後	大幅に長くなる	中		中	40
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-10-1　トイレの不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	小		小	10
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-11-1　外来患者の受入制限（受入不可）	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	大		大	70
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-12-1　医薬品の不足	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	大		大	70
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-13-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	大		大	70
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-14-1　火災による人的被害拡大	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		12時間後	大幅に長くなる	大		大	70
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-15-1　復旧費用	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし					大	大	70
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-3-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		3日後	大幅に長くなる	大		大	70
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-4-1　火災による人的被害拡大	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし		12時間後	大幅に長くなる	大		大	70
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-5-1　復旧費用	大幅に超える	1カ月後	迂回路なし					小	小	10

（c）可能性の評価

各施設の物的被害の発生可能性について評価した。評価結果を表 2.4.75 に示す。

表 2.4.75　可能性の評価結果（注目エリアＺ：超過外力有り）

物的被害	可能性	評点	説明
断層変位	希少	1	断層変位による道路寸断を引き起こすような地震は 50 年に 1 度も発生しないため、可能性は「希少」とした。
路上障害物	多	5	揺れの大きい地域では、電柱の傾斜等の路上障害物の被害が頻発するため、可能性は「多」とした。

(d) 重大性の評価

支障の深刻さ及び物的被害の発生可能性を基に、被害による支障の重大性について評価した。評価結果を表 2.4.76 に示す。また、リスク値に基づく対策の方向性についても記載した。また、リスクマトリクスを表 2.4.77 に示す。

表 2.4.76　支障の重大性の評価結果（注目エリアＺ：超過外力有り）

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析				可能性の分析			重大性の分析結果	
			深刻さ（人命）	深刻さ（経済）		評点	可能性		評点	リスク値	対策の方向性
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-3-1　食料品の不足	中		中	40	希少	希少	1	40	能動的受入
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-3-2　日用品の不足	小		小	10	希少	希少	1	10	能動的受入か移転
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-4-1　緊急物資の不足	中		中	40	希少	希少	1	40	能動的受入
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-9-1　飲料水・生活用水の不足	中		中	40	希少	希少	1	40	能動的受入
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-10-1　トイレの不足	小		小	10	希少	希少	1	10	能動的受入か移転
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-11-1　外来患者の受入制限（受入不可）	大		大	70	希少	希少	1	70	回避か移転
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-12-1　医薬品の不足	大		大	70	希少	希少	1	70	回避か移転
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-13-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大		大	70	希少	希少	1	70	回避か移転
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-14-1　火災による人的被害拡大	大		大	70	希少	希少	1	70	回避か移転
断層変位⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-15-1　復旧費用		大	大	70	希少	希少	1	70	回避か移転
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-3-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加	大		大	70	多	多	5	350	回避
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-4-1　火災による人的被害拡大	大		大	70	多	多	5	350	回避
路上障害物⑦	⑦-1	⑦-1-5-1　復旧費用		小	小	10	多	多	5	50	能動的受入

表 2.4.77　リスクマトリクス（注目エリアＺ：超過外力有り）

可能性						
	多		路上障害物⑦-1 ⑦-1-5-1　復旧費用		路上障害物⑦-1 ⑦-1-3-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加 ⑦-1-4-1　火災による人的被害拡大	
	普通					
	少					
	希					
	希少		断層変位⑥-4～9 ⑥-4～9-3-2　日用品の不足 ⑥-4～9-10-1　トイレの不足	断層変位⑥-4～9 ⑥-4～9-3-1　食料品の不足 ⑥-4～9-4-1　緊急物資の不足 ⑥-4～9-9-1　飲料水・生活用水の不足	断層変位⑥-4～9 ⑥-4～9-11-1　外来患者の受入制限（受入不可） ⑥-4～9-12-1　医薬品の不足 ⑥-4～9-13-1　救急・救助活動遅延による死傷者の増加 ⑥-4～9-14-1　火災による人的被害拡大 ⑥-4～9-15-1　復旧費用	
		無視できる（極小）	小	中	大	非常に大
		深刻さ				

２．４．３　ケーススタディ（河川分野における災害リスクの分析）

Ｄ河川事務所の管内のうち、a 川水系の直轄（国管理）を対象に、河川分野において、リスク分析を実施する。

（１）施設の被害等の抽出

河川施設の被害等抽出にあたり、ある水防計画書の重要水防箇所・重要度 A を対象に抽出を行った。重要度 A は水防上もっとも重要な区間であり、洪水が堤防を越える恐れがある箇所、漏水・法崩れの対策が未施工の箇所等である。本検討では、河川施設が地震により被害を受け、その機能が果たされない場合のリスクを扱うこととし、無堤防区間等は除いた。抽出結果を表 2.4.78 に示す。

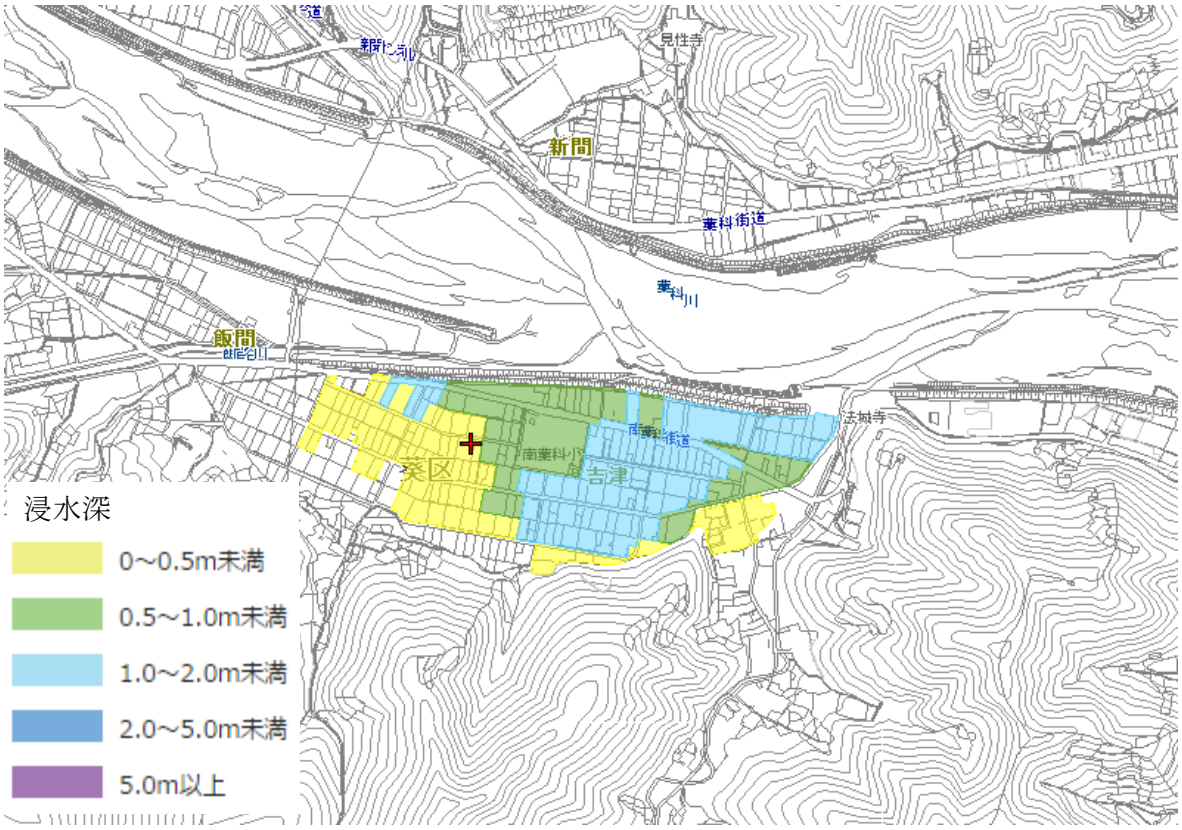
表 2.4.78　河川施設の危険箇所の抽出（Ｅ市水防計画書より抜粋）

河川名	場所		延長	注意理由
a 川	Ｅ市葵区カカ　発電所付近	右岸	160m	河積不足
b 川	Ｅ市葵区キキ　ククク橋下流	左岸	180m	洗掘の未施工
b 川	Ｅ市葵区ケケ　ｃ川合流部	右岸	280m	洗掘の未施工
b 川	Ｅ市葵区ココ　発電所	右岸	400m	断面・天端不足
b 川	E 市葵区ササ　シシ橋	右岸	220m	洗掘の未施工

（２）支障の抽出

支障の抽出にあたっては、ある市の防災情報マップの洪水ハザードマップを活用した。この浸水想定区域等は、平成 21 年 7 月時点の a 川及びｂ川の河道の整備状況を勘案して、洪水防御に関する計画の基本となる降雨である概ね１５０年に１回程度起こる大雨（12 時間雨量 383㎜）が降ったことによりａ川及びｂ川が氾濫した場合に想定される浸水の状況をシミュレーションにより求めたものである。

アア地区・イイ地区・ウウ地区ではほとんど浸水しない結果であった。また、エエ地区では浸水範囲に住居がなかったため、支障抽出エリアから除外した。オオ地区の洪水ハザードマップと施設被害位置を図 2.4.32 に示す。



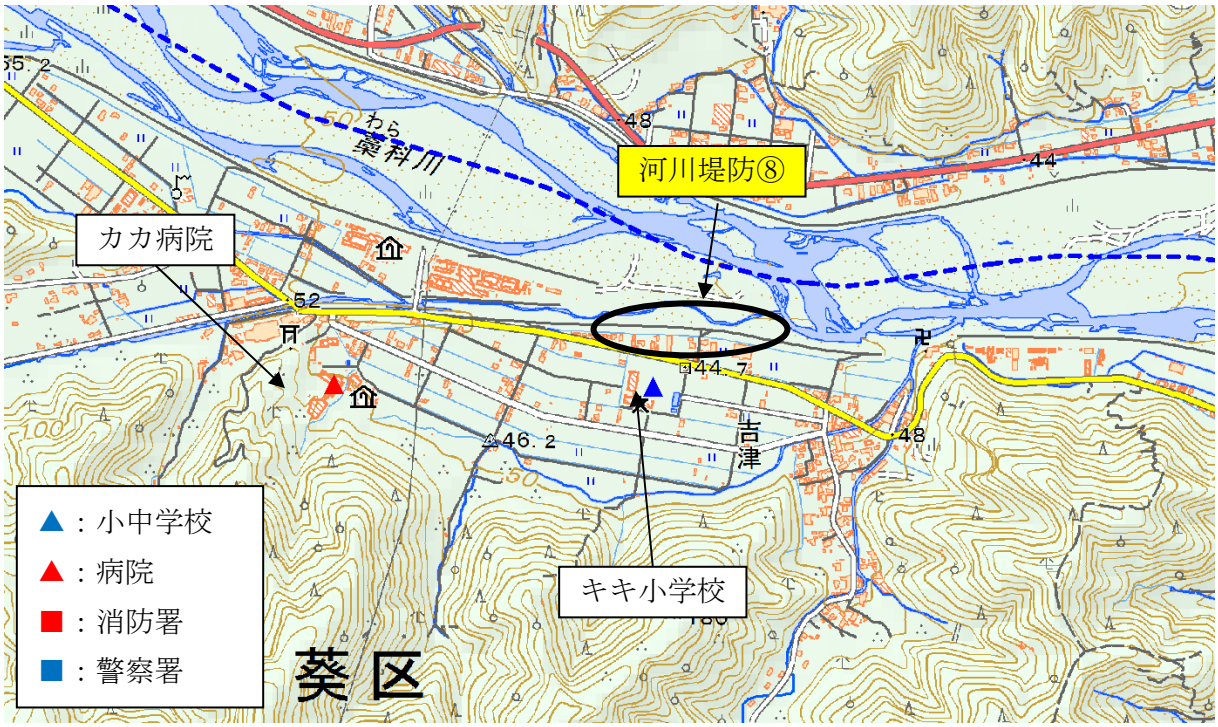


図 2.4.32　オオ地区における洪水ハザードマップと施設位置

施設の被害から発生する基盤的な機能支障として、表 2.4.79 のような事項が想定される。

表 2.4.79　基盤機能支障（オオ地区）

基盤的な機能支障	説明
河川堤防からの漏水	Ｅ市葵区オオ・ｃ川合流部の河川堤防において、漏水が想定される。

生活支障として想定される事項を表 2.4.80 に示す。

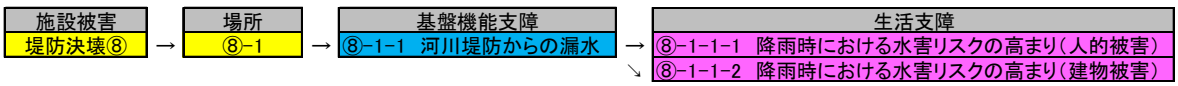
表 2.4.80　生活支障（オオ地区）

生活支障	説明
降雨時における水害リスクの高まり	河川堤防からの漏水により、吉津地区が浸水するリスクが発生し、人的被害や建物被害等が想定される。

（３）災害発生シナリオの作成

オオ地区における施設被害とその場所、基盤機能支障、生活支障に関する災害発生シナリオを、表 2.4.81 に示す。

表 2.4.81　災害発生シナリオ（オオ地区）



（４）支障のリスク分析

オオ地区におけるリスク分析を図 2.4.1 のフローに従って行った。

（５）被害レベルの設定および復旧エリアの設定

各施設の被害形態がどの程度となるかは、防災担当者の知見や施設毎の危険度等を参考に設定することが考えられるが、ここでは、洗掘の未施工箇所であり、大雨発生時に堤防が決壊するリスクが高いと考え、被害レベルを大とした。被害レベルと復旧エリアを表 2.4.82 のとおり設定した。

表 2.4.82　被害レベルと復旧エリア（オオ地区）

物的被害	場所	基盤機能支障	生活支障／経済支障	被害レベル	No.	復旧箇所・範囲
堤防決壊⑧	⑧-1	⑧-1-1　河川堤防からの漏水	⑧-1-1-1　降雨時における水害リスクの高まり（人的被害）	大	⑩	吉津
堤防決壊⑧	⑧-1	⑧-1-1　河川堤防からの漏水	⑧-1-1-3　復旧費用	大	⑩	吉津

（６）深刻さの評価

復旧エリアに対する対応能力の超過程度、復旧期間の見込みから支障の深刻さを評価した。一般的な堤防の復旧期間は 2 週間程度である。地震発生時に大雨が降っているという厳しい状況を仮定し、数時間後に洪水が発生すると想定した。

人的被害は、表 2.4.83 に基づき判定した。オオ地区では、浸水深 1.0～2.0m 未満に住宅が確認されるが、安全水位帯であるため、人的被害は発生しないとした。

表 2.4.83　浸水深に応じた死亡率 [11)]

	死亡率	浸水深
危険水位帯	91.75%	4.95m 以上（＝床高 0.45m+階高 2.7m＋1.8m）
準危険水位帯	12.00%	4.35～4.95m
安全水位帯	0.023%	4.35m 未満（＝床高 0.45m+階高 2.7m＋1.2m）

堤防の復旧費用については、表 2.4.11 より、単位延長あたりの復旧費用を 150 万円とし、これに当該河川堤防の延長（280m）を乗じて算出した（4.2 億円）。

表 2.4.9 の深刻さのランクに基づき評価した結果を表 2.4.84 に示す。

表 2.4.84　深刻さの評価結果（オオ地区）

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析									
			対応能力の超過見込み	（見直し）復旧期間	代替の内容	代替の復旧期間	生活支障の開始	影響開始期間に対する復旧期間の見込み	深刻さ（人命）	深刻さ（経済）	評点	
堤防決壊⑧	⑧-1	⑧-1-1-1　降雨時における水害リスクの高まり（人的被害）	超えない	2～3週間後			3時間後	大幅に長くなる	極小		極小	1
堤防決壊⑧	⑧-1	⑧-1-1-3　復旧費用	超えない	2～3週間後			3時間後	大幅に長くなる		大	大	70

（７）可能性の評価

各施設の物的被害の発生可能性について評価した。評価結果を表 2.4.85 に示す。

表 2.4.85　可能性の評価結果（注目エリアU）

物的被害	可能性	評点	説明
堤防決壊	希	2	堤防決壊は数十年に 1 度の豪雨で発生すると考え、可能性は「希」とした。

（8）重大性の評価

支障の深刻さ及び物的被害の発生可能性を基に、被害による支障の重大性について評価した。評価結果を表 2.4.86 に示す。リスク値に基づく対策の方向性についても記載した。また、リスクマトリクスを表 2.4.87 に示す。

表 2.4.86　深刻さと可能性の評価結果

物的被害	場所	生活支障／経済支障	深刻さの分析				可能性の分析			重大性の分析結果	
			深刻さ（人命）	深刻さ（経済）		評点	可能性		評点	リスク値	対策の方向性
堤防決壊⑧	⑧-1	⑧-1-1-1　降雨時における水害リスクの高まり（人的被害）	極小		極小	1	希	希	2	2	受動的受入
堤防決壊⑧	⑧-1	⑧-1-1-3　復旧費用		大	大	70	希	希	2	140	回避か移転

表 2.4.87　リスクマトリクス

可能性	無視できる（極小）	小	中	大	非常に大
多					
普通					
少					
希	堤防決壊⑧-1 ⑧-1-1-1　降雨時における水害リスクの高まり（人的被害）			堤防決壊⑧-1 ⑧-1-1-3　復旧費用	
希少					
	深刻さ				

２．４．４　まとめと課題

ケーススタディのまとめと課題を以下に記載した。

- 道路分野および河川分野（堤防被害）において、検討を進めてきたリスク分析手法を適用し、支障毎の重大性の評価が可能であることを確認した。
- 道路分野では、注目エリアＺの超過外力として「断層変位による道路寸断」も想定し、これから波及する支障について重大性の評価を行った。そして、検討を進めてきたリスク分析手法が適用可能であることを確認した。
- 沿岸部や山間部といった地域性の違いによる支障の違いとして、「外来患者の受入制限（受入不可)」「医薬品の不足」があった。但し、これらは緊急時の患者受入が想定される大きな医療施設（病院）を想定しており、このような施設が山間部より沿岸部の方に集中しているため、地域性の違いによる支障の違いが発生したと考えられる。
- その他の支障について、地域性の違いによって、重大性が大きく異なるということはなかった。

以上のケーススタディを通じ、道路および河川分野について、リスクを抽出しそれを評価する一連の検討プロセスが示された。他分野への適用性の確認という点では不十分ではあるが、適用の可能性は十分にあるものと考えられる。

そこで本研究では、ここまで得た知見を用い、現場において、リスクの抽出および評価を支援するツールキットを開発することとした。ツールキットの開発については次節に述べる。

参考文献

1) 第 2 回河川堤防耐震対策緊急検討委員会資料-4, http://www.jice.or.jp/sonota/t1/pdf/2306_shiryou4.pdf
2) 東北地方整備局道路部:東北地方太平洋沖地震により被災した主な道路関係施設の復旧状況（平成 23 年 4 月 6 日現在）, http://www.thr.mlit.go.jp/road/jisinkannrenjouhou_110311/fukkyuu/110406_fukkyuu.pdf
3) 仙台河川国道事務所:平成 23 年東日本大震災応急復旧状況（道路）, 平成 24 年 10 月 1 日現在, http://www.thr.mlit.go.jp/sendai/saigai/121001_douro_fukkyuu_jyoukyou.pdf

4) 「東日本大震災と道路」パネル展示,
http://www.thr.mlit.go.jp/road/jisinkannrenjouhou_110311/panel/
5) 道路震災対策便覧（震前対策編）平成 18 年度改訂版,社団法人日本道路協会
6) 庄司学・藤野陽三・阿部雅人:高架道路橋システムにおける地震時損傷配分の最適化の試み,土木学会論文集 No.563,I-39,pp79-94,1997.4.
7) 近藤友成:新潟県中越大震災の道路被害の概要と復旧・復興の取り組み,北陸地方整備局管内技術研究会,2005.9,
http://www.hrr.mlit.go.jp/library/happyoukai/h17/pdf/e/e_18.pdf
8) 国土交通省東北地方整備局:直轄河川河口部の災害復旧事業の実施について,
http://www.thr.mlit.go.jp/karyuu/taiheiyouokijisinn/fukkyuukoujikanren/120306kyokukisya.pdf
9) 地震調査研究推進本部地震調査委員会:「全国を概観した地震動予測地図」報告書, http://jishin.go.jp/main/chousa/05mar_yosokuchizu/index.htm
10) 道路震災対策便覧（震前対策編）平成 18 年度改訂版,社団法人日本道路協会.
11) 国土交通省水管理・国土保全局:水害の被害指標分析の手引（H25 試行版）,
http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/pdf/higaisihyou_h25.pdf

２．５　災害対策検討支援ツールの開発

２．５．１　災害対策検討支援ツールの開発概要

前節までの検討において、自然災害の特徴と被害の波及、それらが社会・経済活動にどのように影響を与えるかを整理、さらに、リスク分析の手法についても整理を行った。また、ケーススタディとして災害波及構造を考察しそこから抽出されたリスクについて分析・評価を行ってみた。リスクの分析・評価手法は事象および求める精度に応じて、方法が選択されるべきである。例えば被災の可能性を評価するにあたっては、緊急時に期待される役割が特に重要な路線において橋梁の被災リスクを構造計算によって厳密に評価する必要がある場合もあるが、路線の脆弱性を評価するためマクロに評価することでも十分な場合もある。そのため本研究では標準的または統一的なリスク評価手法をしていない。

一方、ここまでの検討結果を踏まえると、防災担当者等が災害による被害の様相を想定、それら被害から波及する支障の重大性を評価、支障の重大性を考慮した対策検討について、一連の流れを自ら行うことがより容易となる。本節では防災担当者等によるこの一連の検討を支援するために、本研究において開発した災害対策検討支援ツール（以下、ツールキットと称す）について示す。

２．５．２　ツールキットの要件

ツールキットの作成に先立ち、ツールキットの構成や個々のツールの具体的な機能、役割を検討するにあたって決めておく必要がある下記の項目を対象に、ツールキットが満たすべき要件を検討した。

- 対象者
- 形式
- 検討の範囲
- 検討の対象
- リスク特定の方法
- リスク分析の方法
- リスク評価の方法
- リスク対応の考え方

（１）対象者

各地域の防災力を向上するためには、各組織の防災担当者がその地域で想定される災害について自ら議論に参画して認識を深めることが重要であることから、ツールキットの対象者に関する要件は下記の通りとする。

- 市町村、都道府県、国土交通省等を含む防災関係機関の職員をツールキット利用の対象者として想定する。
- 異なる意見が出され且つ議論が進みやすい 4 人から 8 人程度の小グループで利用できるものとする。
- 小グループの検討結果、立場が異なる者の検討結果を活かすことができる。

（2）形式

幅広い機関の防災担当者を対象として想定するため、ツールキットは利用にあたって特殊な設備や技術を必要とせず、少人数のグループで議論をしながら検討を進めていけるよう下記を形式の要件とする。

- A1 サイズ等大判の紙の上で利用者がグループごとに議論できるものとする。
- グループでの議論を助けるツールとして整備するものは紙と電子のどちらも採用可能とする。
- 各利用者が手元に持っておき参照しながら議論に参加することを助けるツールは、議論をしながら参照しやすいサイズ（A3、A4 など）とする。
- 議論を助けるツールとして電子的なツールを含める場合には、一般的な表計算ソフト等利用可能なものとする。

（3）検討の範囲

防災担当者等が地域で想定される災害、想定を超える規模の災害（超過外力をもたらす災害）への認識を深めることおよびその災害への認識を各機関における対策に活用することを補助するため、ツールキットを用いた検討の範囲は下記の通りとする。

- 地域で想定される被害や支障により構成される災害発生シナリオの作成、災害発生シナリオに基づく影響の想定、想定される支障の重大性の評価、対策メニューの検討までをツールキットを用いた検討の範囲とする。
- 災害発生シナリオの作成においては超過外力を考慮に入れた検討を行えるものとする。
- 道路、河川、ライフライン等の重要インフラごとに被害の様相を整理できるものとする。
- 主な検討対象とする災害は、地震・津波災害、風水害、火山災害等とするが、道路雪害などにも応用可能な構造とする。

なお、上記の検討範囲を ISO31000 にて定義されているリスクアセスメントのプロセスに当てはめると表 2.5.1 に示す通りとなる。

表 2.5.1　検討範囲と ISO31000 のプロセスとの対応

ツールキットを用いた検討のプロセス	ISO31000 のリスクアセスメントのプロセス
a　災害発生シナリオの作成	リスク特定 （リスク源、影響を受ける領域、事象（周辺状況の変化を含む)、並びにこれらの原因及び起こり得る結果を特定すること）
b　災害発生シナリオに基づく重大性の分析	リスク分析 （(リスク特定で特定した）リスクの理解を深めること）
c　想定される支障の重大性の評価	リスク評価 （組織の状況を考慮して確定されたリスク基準と、リスク分析プロセスで発見されたリスクのレベルとの比較をすること）
d　対策の検討	リスク対応 （リスクを修正するために一つ以上の選択肢を選び出すこと及びそれらの選択肢を実践すること）

（4）検討の対象

地域で想定される被害や支障の抽出は被害とそれがもたらす社会的影響を考慮し、下記の区分を対象とする。

- 人
- 建物
- 大規模集客施設
- 地下街等の地下施設
- 道路
- 鉄道
- 河川
- 港湾
- 航空
- 電力
- 通信
- ガス
- 上水道
- 下水道
- 農業
- 水産業
- 林業
- 重化学工業
- 軽工業
- 行政
- 金融
- 医療

（5）リスク特定の方法

リスク特定は、リスクを発見、確認、記録するためのプロセスであることから、本ツールキットを用いた検討においては地域で想定される被害や支障を広く挙げ

られるよう留意する必要がある。一方で、リスク特定の過程における教育効果が求められることから、まずは防災担当者等が自ら考える機会を設ける必要がある。以上から、リスク特定には下記の方法を下記の順番で実施するものとする。

1）地図を用いたブレーンストーミング

- 地域で想定される被害や支障を挙げるにあたり正確さおよび完全性を高め、具体的な場所を想定しながら検討する

2）チェックリスト等の活用

- 過去の災害から得られた知見を活用し、ブレーンストーミングにおいては気付けなかった被害や支障を挙げられるようにする

（6）リスク分析の方法

リスク分析は、リスクの理解を深めるためのものであり、一般に、特定されたリスクの結果と発生確率とを組合せてレベルが決定される。

「特定されたリスクの結果」については、前述の「検討の対象」に示した多岐に渡る社会インフラ等のすべてに同じく適用できる必要があることから、定量的な指標の利用は難しい。本ツールキットを用いた検討では、地域で想定される被害や支障がどのように波及し影響していくかについて理解を深めることが重要であるため、指標を「影響の大きさ」として、災害による影響として重要な「人命への影響」と「社会経済への影響」の 2 つの観点について定性的に段階評価するものとする。

段階評価は、ツールキットの利用者が可能な限り簡易に判断できるよう 3 段階の評価とする。

＜影響の大きさの段階評価＞

■観点１：人命への影響

- 影響の大きさ　大：その支障が発生すると人命に直接関わる
- 影響の大きさ　中：その支障が発生すると傷病者が発生するなど人命に間接的に関わる
- 影響の大きさ　小：その支障が発生しても人命には影響ない

■観点２：社会経済への影響

- 影響の大きさ　大：その支障が発生すると大きな経済損失が発生する
- 影響の大きさ　中：その支障が発生する中規模の経済損失が発生する
- 影響の大きさ　小：その支障が発生しても経済損失は軽微なものにとどまる

「発生確率」についても、国内のあらゆる地域の自然災害を想定して前述の「検討の対象」に示した社会インフラ等への被害の発生確率を定量的に算出することは難しい。このため指標を「起こりやすさ」として、定性的に段階評価するものとす

る。「起こりやすさ」についてもツールキットの利用者が可能な限り簡易に判断できるよう 3 段階の評価とする。

＜起こりやすさの段階評価＞

- 起こりやすさ　大：地域で想定されている災害が発生した際には高確率で起こると想定される支障
- 起こりやすさ　中：地域で想定されている災害が発生した際に起こる可能性が高くはないがあると想定される支障
- 起こりやすさ　小：超過外力を想定した時に挙げた支障

前述の「影響の大きさ」と「起こりやすさ」の組合せたものを「重大性」として整理するものとする。「影響の大きさ」と「起こりやすさ」ともに定性的な段階評価をするため、「重大性」は 2 つの組合せの内容で決定する。「影響の大きさ」が大であり「起こりやすさ」も大である支障の「重大性」は高として、その反対に「影響の大きさ」が小であり「起こりやすさ」も小である支障の「重大性」は低とする。「影響の大きさ」と「起こりやすさ」で分析結果に差がある場合には、「影響の大きさ」の結果を重んじることを基本とする。重大性の考え方を表 2.5.2 に示す。これは、本ツールキットを用いた検討では災害時に発生が考えられる被害とその波及の様相をイメージして、その様相の持つ意味（影響の大きさ）を理解することがより重要であるためである。

リスクの分析は以上の通り一定の指標に基づいて一律に整理するものとする。

表 2.5.2　重大性の考え方

重大性		影響の大きさ		
		大	中	小
起こりやすさ	大	高	中	中
	中	高	中	低
	小	中	中	低

（7）リスク評価の方法

リスク評価は、リスク分析から得られる知見を用いて、それを組織のリスクの基準と照らし合わせて評価する。

検討を通じて抽出した支障から、より優先して対策すべきものを明らかとするため、災害によって生じる支障に対して自分たちの対応がどうあるべきかの目標を防災担当者等が自ら設定し、この目標も判断の基準として支障の重大性を評価するものとする。

具体的には、設定した目標と分析した結果である支障の「重大性」とを照らし合わせて見て、重大性を変更する必要がないか再確認する検討の過程を設けるものとする。

（8）リスク対応の考え方

リスク対応は一般的には、リスクを修正するために選択肢を選び出すことと、それらの選択肢を実施することである。

ツールキットを用いた検討では、災害時に発生が想定される支障への対策メニューを検討し、実施に移すことが該当する。事前に対策しておくべき点や災害時に取るべき対応策を対策メニューとして具体的に検討できるよう、下記に示す検討の観点をツールキットにおいて提示するものとする。

＜対策メニュー検討の観点＞

- 支障の発生を阻止する
- 支障のリスク源である被害の発生を阻止する

対策メニューの実施に向けて検討が中途半端な状況で終わらないよう、対策の実施に下記の事項を整理する工程を検討に含むものとする。なお、対策メニューは災害に関する対策事業であることを勘案して、難易度の段階評価の基準は下記の通りとする。

＜対策メニューに関する整理項目＞

- 対策の難易度：他の機関との調整や予算措置の必要性を踏まえた段階評価
- 対策の優先度：重大性が高い支障に対する対策は優先度も高いとすることを基本として難易度も考慮した段階評価
- 担当組織の設定：各組織の業務分掌を元に協議の上で決定

＜難易度の段階評価＞

- 難易度　高　：他機関との調整や相当の規模の予算措置が必要である
- 難易度　中　：多少の調整や予算措置の範囲で実施できる
- 難易度　低　：多少の工夫で日常業務に加えて実施できる

２．５．３　ツールキットの作成

前述の要件を踏まえて、防災担当者等が超過外力や複合災害を対象にした災害発生シナリオを構築、検討すべき災害の認識を深めることを支援するツールキットを作成した。まず始めに、ツールキットを用いた検討の流れを整理して、検討の流れを複数のプロセスに分割して各プロセスで行うべき検討作業を規定した。さらに、検討を補助するツールキットの構成および各ツールの詳細を検討した。

（1）ツールキットを用いた検討の流れ

ツールキットは、自分たちの地域で起こり得る災害について考慮すべき被害事象を整理し、それらに対する防災対策を考えるまでの一連の検討を補助することを目的としている。検討の大きな流れは下記のとおりであり、検討の終了までの成果として、対象地域の被害事象と被害事象から波及する支障、各支障の重大性、重大な支障への対策を得られることを目指す。ツールキットを用いた検討イメージを図2.5.1に示す。

① 災害によって地域で発生する被害の様相を、地図を見ながらイメージして整理
② 被害から波及する支障の重大性を評価
③ 重大な支障への対策を検討

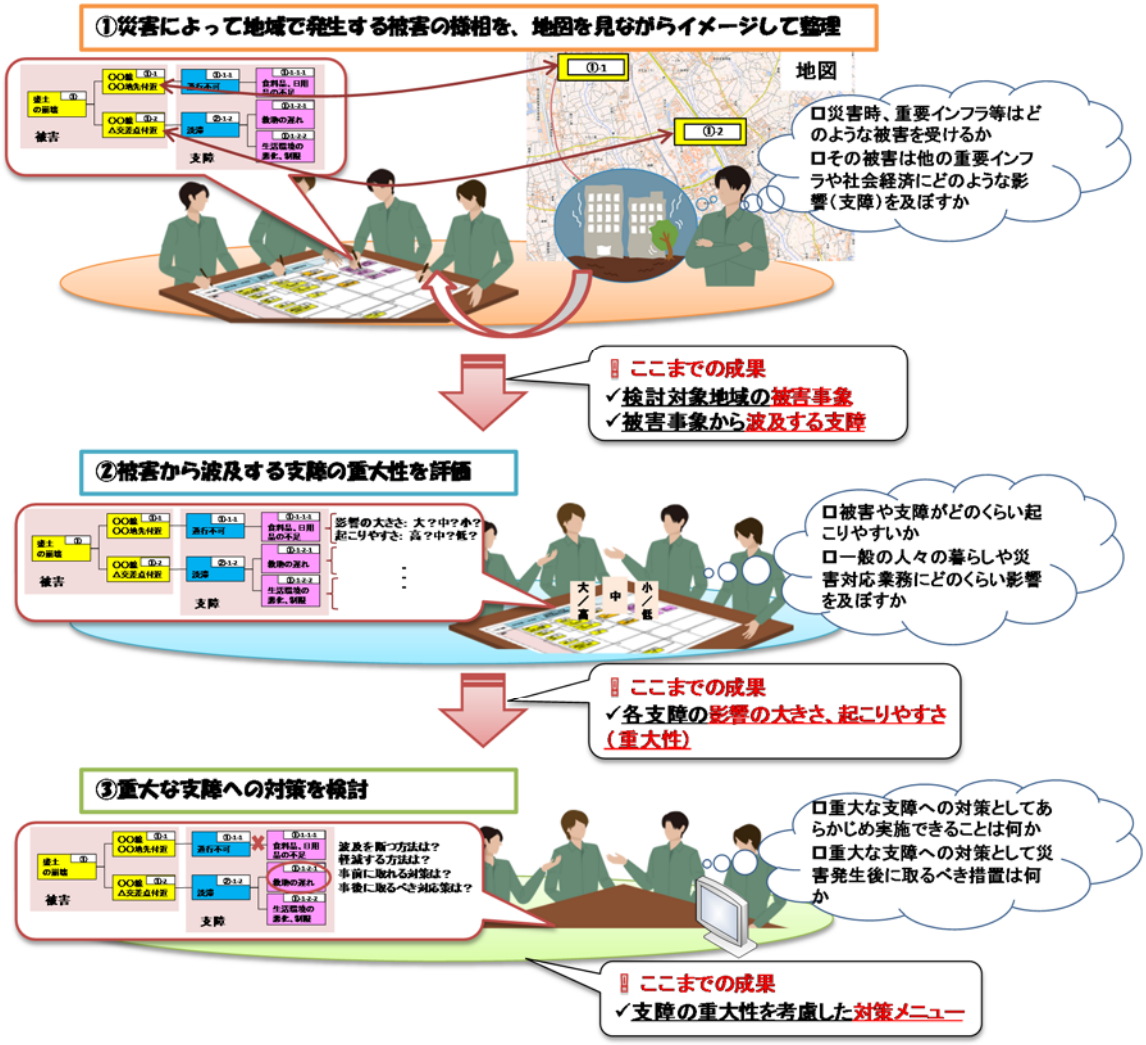


図2.5.1　ツールキットを用いた検討の流れ

（２）検討の流れのプロセスへの分割

実際に検討の作業をブレイクダウンするため、ツールキットを用いた検討の流れを図 2.5.2 に示すプロセスに分割した。



図 2.5.2　検討のプロセス

まず、プロセス 1～3 では、自分たちの地域で起こり得る災害によって発生する被害の様相を、どこでどのような被害が発生し、その被害はどのような支障に波及するかといった観点で地図を見ながらイメージする。イメージした被害とその波及はツリー形式の階層構造に当てはめて「災害発生シナリオ」として整理する。これにより、この後の分析や評価のプロセスに向けて被害の波及をわかりやすく可視化することができる。さらに、自分たちの地域で起こり得る災害として想定していなかった超過外力を対象として被害を検討する。想定外の事態への考慮を検討のプロセスに含めることで、あらゆる状況を想定した検討が可能となる。

次に、プロセス 4 および 5 では、プロセス 3 までで抽出した支障を対象に、それぞれの影響の大きさや起こりやすさに基づいて重大性を分析する。この重大性は、災害時の防災担当者としての対応目標も踏まえ改めて評価する。

最後に、プロセス 6 では各支障に対する対策のメニューと対策実施の優先度を検討する。以上のプロセスを通じて一連の検討を進める。

２．５．４　ツールキット各プロセスの具体的な作業内容

（１）検討開始準備

検討の準備として、検討にあたっての進行役と想定する災害を設定し、机の上と手元に必要なツールや資料等をそろえる。想定する災害については、どの種別の災害（地震・津波災害／風水害／火山災害）、どの規模の災害を前提に検討するか決めて、参加者間で共有する。検討開始時の各ツールキットの配置イメージを図2.5.3に示す。

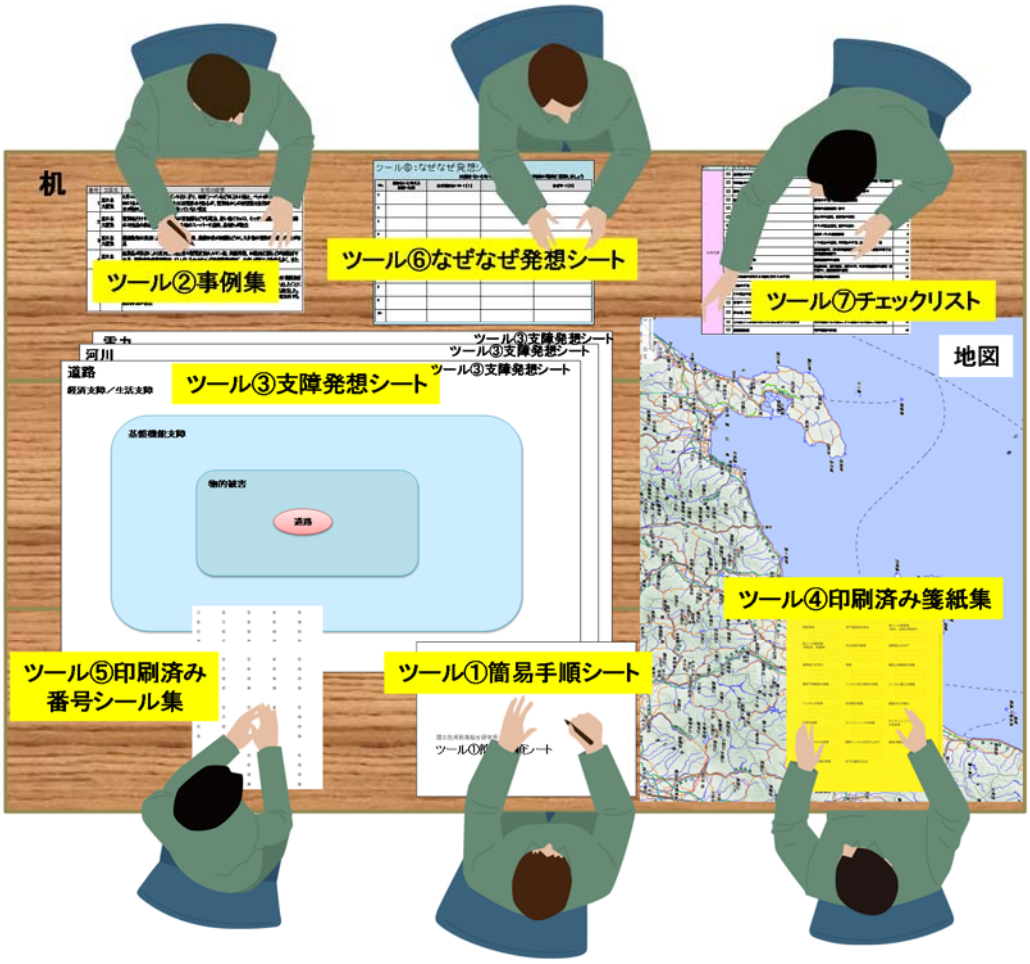


図 2.5.3　開始時の配置イメージ

（２）プロセス１：災害時の被害状況のイメージ

所管する地域でどのような被害や支障が発生するかを把握するため、参加者皆で思いつくままに意見を出し合い（ブレーンストーミング）、被害状況を発想する。まずは、災害をイメージして施設の被害を抽出する。次に、施設の被害から波及する「施設の持つ機能への支障（基盤機能支障）」や、そこから波及する「一般の人々の暮らしや社会経済への支障（生活・経済支障）」を抽出する。抽出は波及の様子を描きながら図 2.5.4 のように大判の用紙を用いて行う。

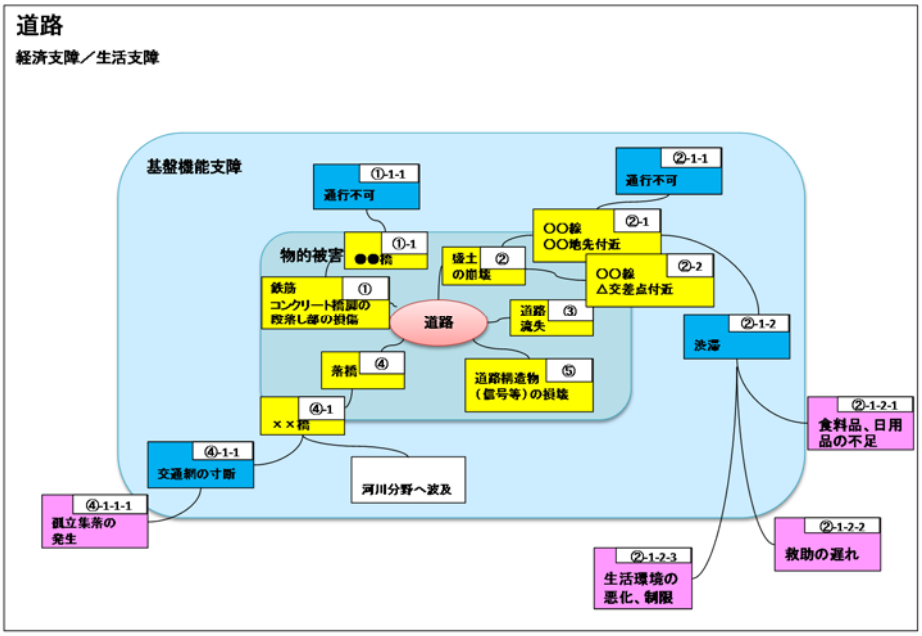


図 2.5.4　災害時の被害状況の抽出作業イメージ

上記の検討は道路、河川、鉄道、港湾などの分野ごとに行うが、他の分野へ影響を及ぼす被害や支障を明らかとするため、分野ごとの検討の成果を発表して全体で共有し、分野を超えた施設間の被害や支障を発想する。

（３）プロセス２：イメージした被害状況の整理

プロセス１で特定した被害や支障とその波及の様子を、順を追って見ることを容易とし、後のプロセスにおける検討に利用するため、「災害発生シナリオ」として表形式で整理する。整理作業のイメージを図 2.5.5 に示す。

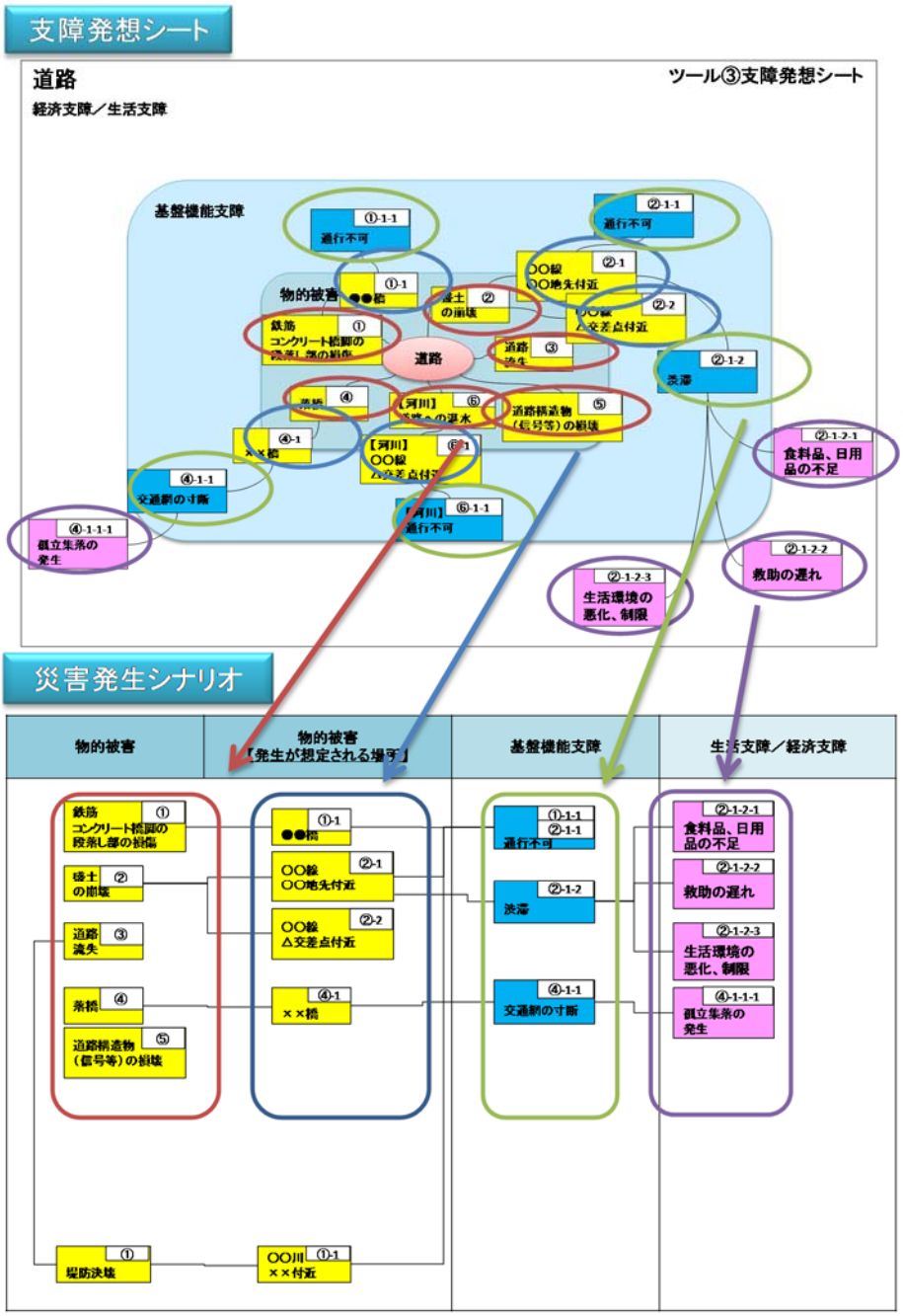


図 2.5.5　災害発生シナリオへの整理作業イメージ

（４）プロセス３：想定を超える規模の災害による被害状況のイメージ（超過外力の考慮）

プロセス２までの検討成果を踏まえて、過去の大規模災害の事例を参考に、様々な想定（もしくは、本検討のはじめに設定した外力）を超える外力について支障の見落としがないか確認する。思いつく被害があれば、災害発生シナリオに追加する。追加作業のイメージを図 2.5.6 に示す。

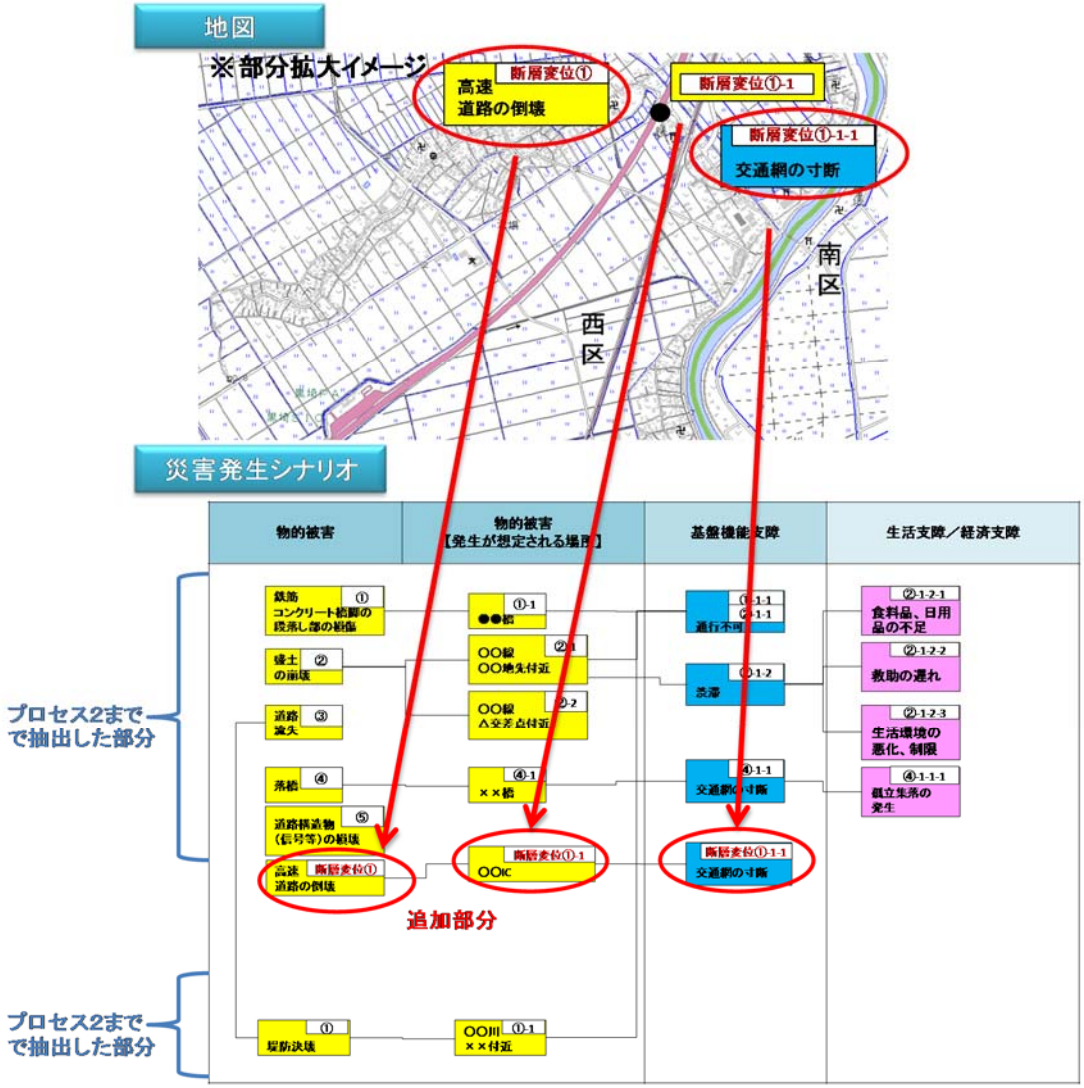


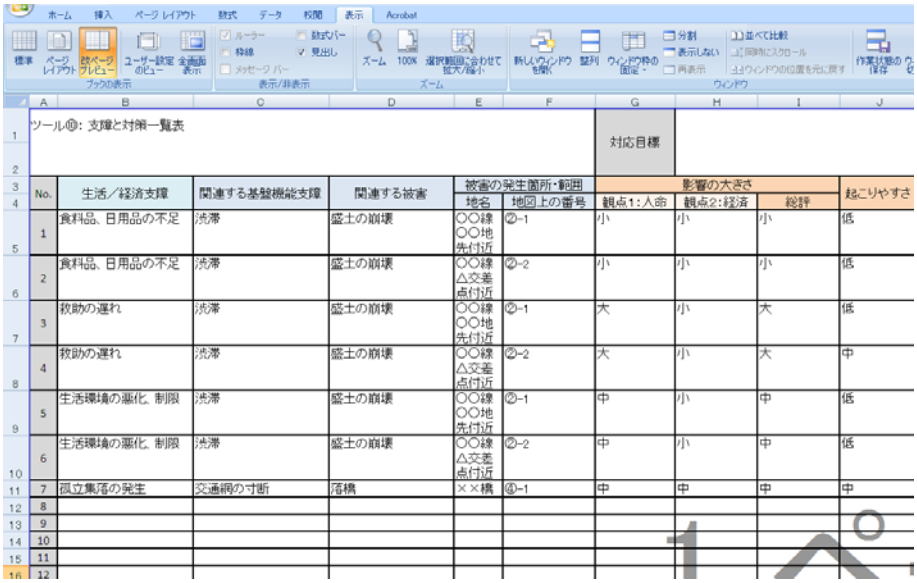
図 2.5.6　想定を超える規模の災害による被害の追加作業イメージ

（５）プロセス４：被害による支障の重大性の分析

これまでに整理した被害や支障への理解を深め、この後のプロセスで対策を検討する際の参考とするため、これまでのプロセスで整理した支障の重大性を一定の基準で一律に分析する。分析は、表 2.5.2 に示した重大性の考え方に基づき実施する。

被害の重大性は「影響の大きさ」と「起こりやすさ」の 2 点から整理する。発生した時の影響が大きく、かつ、起こりやすい支障は重大性「大」、その反対に発生した時の影響が小さく、かつ、起こりにくい支障は重大性「小」とする。考え方を下表に示す。

なお、各支障を一覧化して「影響の大きさ」と「起こりやすさ」を判断、記入するにあたっては、一覧化すべき支障の数が多いため作業の簡略化が必要なこと、分析や評価の結果を本検討が終了した後にも継続的に利用、管理可能とすることが望ましいことから、電子ファイルを用いる。具体的イメージを図 2.5.7 に示す。



ツール⑩: 支障と対策一覧表

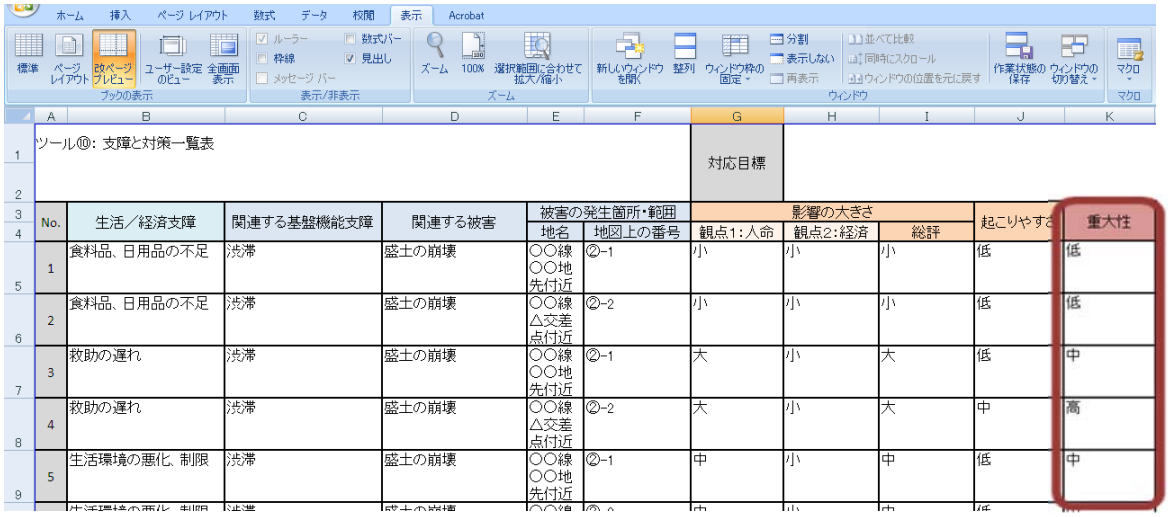
対応目標

No.	生活／経済支障	関連する基盤機能支障	関連する被害	被害の発生箇所・範囲		影響の大きさ			起こりやすさ
				地名	地図上の番号	観点1：人命	観点2：経済	総評	
1	食料品、日用品の不足	渋滞	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	②-1	小	小	小	低
2	食料品、日用品の不足	渋滞	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	②-2	小	小	小	低
3	救助の遅れ	渋滞	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	②-1	大	小	大	低
4	救助の遅れ	渋滞	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	②-2	大	小	大	中
5	生活環境の悪化、制限	渋滞	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	②-1	中	小	中	低
6	生活環境の悪化、制限	渋滞	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	②-2	中	小	中	低
7	孤立集落の発生	交通網の寸断	落橋	××橋	④-1	中	中	中	中
8									
9									
10									
11									
12									

図 2.5.7　一覧イメージ（部分）

（6）プロセス 5：支障の重大性の評価

プロセス 4 で一定の基準で一律に分析した重大性について、災害によって生じる支障に対して自分たちの対応がどうあるべきかの目標も判断の基準としながら再度確認、評価する。ここで、目標の達成を妨げる支障は重大だという判断をすることも可能である。分析結果として整理した重大性を変更する場合には図 2.5.8 の赤枠で囲んだ欄を編集する。



ツール⑩: 支障と対策一覧表

対応目標

No.	生活／経済支障	関連する基盤機能支障	関連する被害	被害の発生箇所・範囲		影響の大きさ			起こりやすさ	重大性
				地名	地図上の番号	観点1：人命	観点2：経済	総評		
1	食料品、日用品の不足	渋滞	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	②-1	小	小	小	低	低
2	食料品、日用品の不足	渋滞	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	②-2	小	小	小	低	低
3	救助の遅れ	渋滞	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	②-1	大	小	大	低	中
4	救助の遅れ	渋滞	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	②-2	大	小	大	中	高
5	生活環境の悪化、制限	渋滞	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	②-1	中	小	中	低	中

図 2.5.8　一覧編集箇所

（7）プロセス 6：支障への対策と優先度の検討

事前に対策しておくべき点や災害時に取るべき対応策を具体的に想定するため、これまでに整理して重大性の評価を行ってきた支障について、具体的な対策のメニューを検討する。

また、考えた対策のメニューについて、実現にあたっての難易度を判断し、重大性と難易度を考慮して優先度を整理する。また。どこがその対策メニューを行うか担当組織を設定する。これらを記入する一覧のイメージを図 2.5.9 に示す。

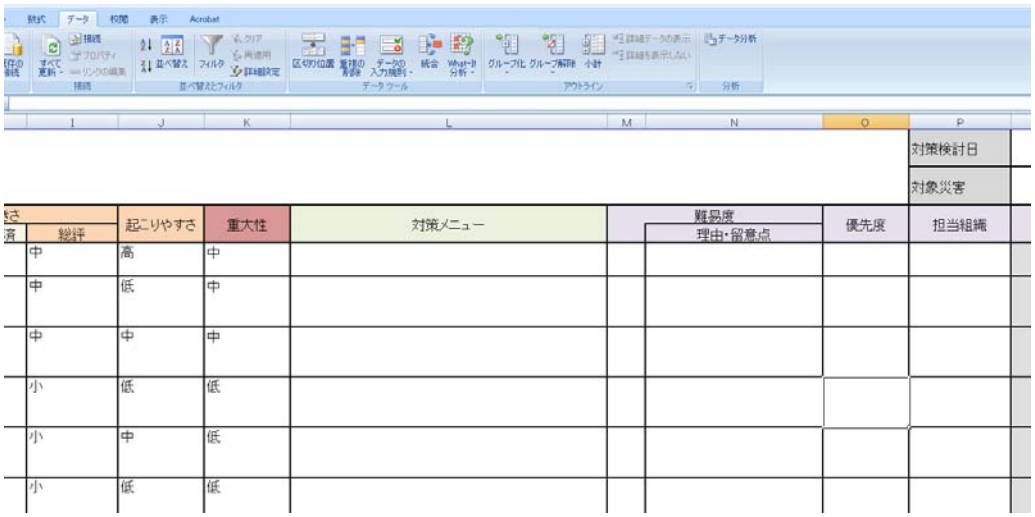


図 2.5.9　一覧イメージ（部分）

２．５．５　ツールキットの構成検討

前述の各プロセスを通じた検討を実施する際に活用する個々のツールとして、必要なものを検討した。検討した結果を、関連するプロセスやツールの主な役割とともに表 2.5.3 に示す。なお本ツールキットはリスク評価のルールを与える物ではなく、支援する物である。準備したツールの全てを必ず使う必要は無く（例えば印刷済み付箋紙、なぜなぜ発送シートなど)、検討を主催する者が必要に応じて選択する。

表 2.5.3　ツールキットを構成するツール

番号	ツール名	関連するプロセス	形式	サイズ	主な役割
①	簡易手順シート	1～6	紙	A3	● 各プロセスの検討手順を順番に示す
②	事例集	1、3	紙	A4	● 過去に起きた災害時の事例を検討の途中で参照できるようまとめて示す
③	支障発想シート	1、2	紙	A1	● 災害時に発生する被害を思いつくままに出し合う際の作業シートとなる ● 施設カテゴリ（道路、河川など）ごとに災害時の被害とそこから波及する支障を記載する ● 議論をしながら思いついたものを付箋で貼る
④	印刷済み付箋集	1、3	紙	33.9mm×70mm	● 「③支障発想シート」を用いた作業の簡略化 ● 想定される被害および支障の候補を示し、「③支障発想シート」に貼る
⑤	印刷済み番号シール集	1、3	紙	12mm×35mm	● 「③支障発想シート」を用いた作業の簡略化 ● 「③支障発想シート」に貼る付箋に番号を付ける
⑥	なぜなぜ発想シート	1、3	紙	A3	● 検討の過程で一度挙げたものの、途中からやはり発生しないと考えた被害などを対象に、なぜそう考えたかを記録する
⑦	チェックリスト	1、3	紙	A4	● 災害時の被害から波及する支障として挙げたものに重要な漏れがないか確認する
⑧	災害発生シナリオ	1、2、3、4	紙	A1	● 「③支障発想シート」に挙げた被害や支障を表形式で見やすく整理する
⑨	超過外力着眼点カード	3	紙	A4	● 想定を超える被害をおよぼす外力（超過外力）の被害を発想するきっかけを示す
⑩	支障と対策一覧表	4、5、6	電子	—	● 支障の重大性と優先度、対策を整理する
⑪	目標カード	5	紙	A4	● 支障の重大性を考えるにあたっての基準とするため、ツール利用者の災害対応上の目標を書いておく ● 書いた目標を利用者が検討の間に見られるよう机の上などに置いておく

２．５．６　各ツールの作成

ツールキットを構成する各ツールおよびその内容を以降に示す。

（１）①簡易手順シート

各プロセスの検討手順を順番に示すことを主な役割として、簡易手順シートを作成した。ツールの利用者がそれぞれ手元に持って、各プロセスでどのような作業をする必要があるのかを参照しながら検討を進められるよう、多くの情報を盛り込める一方で手元に置いておける A3 サイズで取りまとめた。①簡易手順シート（全体版）は巻末資料３として掲載した。

利用者に向けた検討の導入となるよう、冒頭に「ツールキットの概要」「全体の流れ」「開始準備」について記載した。該当部分を図 2.5.10 および図 2.5.11 に示す。「ツールキットの概要」にはツールキットの機能や適用範囲を示し、「全体の流れ」には各プロセスの概略と各プロセスを実施することで得られる成果物を示した。「開始準備」には利用者が検討に入る前に決めておくべきこと、準備しておくべきものを示した。

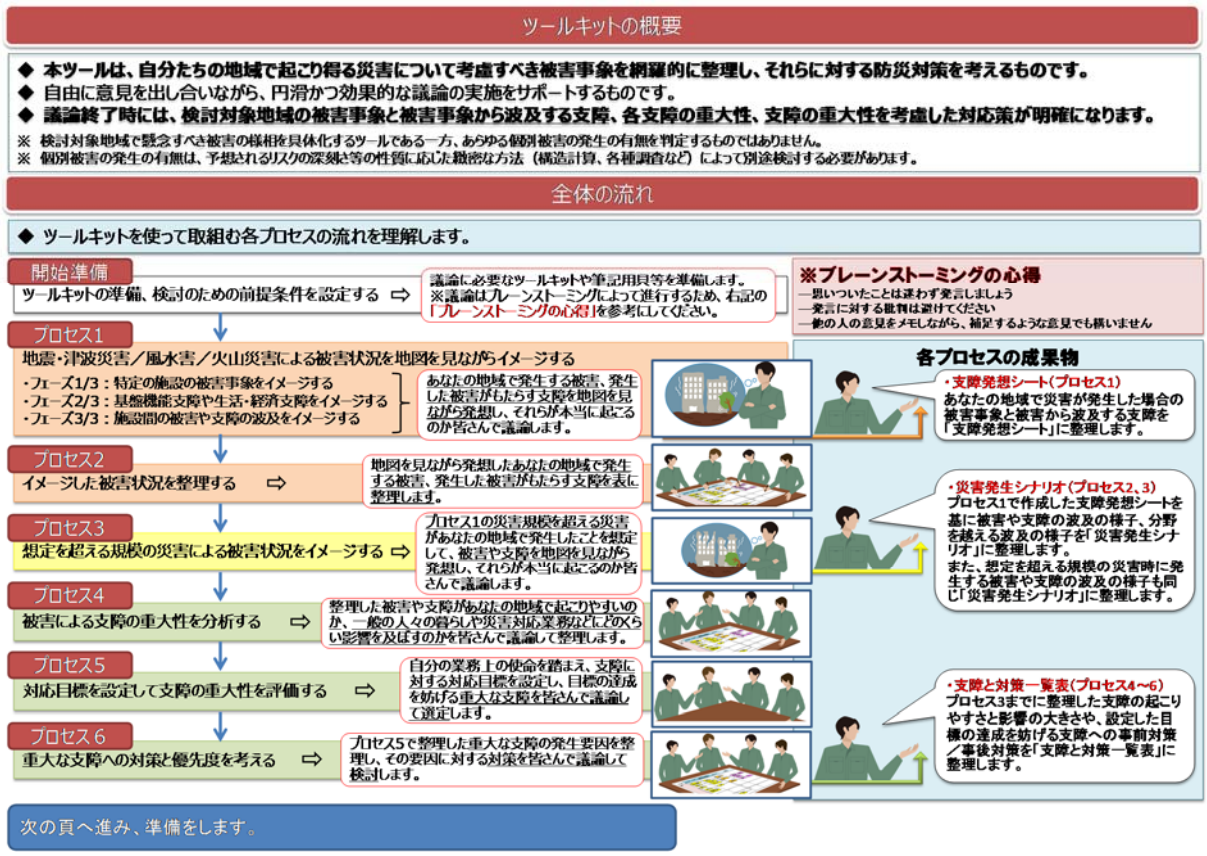


図 2.5.10　①簡易手順シート（ツールキットの概要、全体の流れ部分）



図 2.5.11　①簡易手順シート（開始準備部分）

各プロセスでは、必要に応じて下記を項目として設けて記載し、利用者が手順や方法を理解しながら検討作業を進められるよう、色分けや記載エリアの区分をするなどして見やすさの確保に努めた。各プロセスに関する説明部分のサンプルを図 2.5.12 に示す。

≪各プロセス部分の記載項目≫

- タイトル：　プロセスのタイトルを示す
- 実施時間の目安：　プロセスの検討にかける時間の目安を示す
- 概要：　プロセスにて実施する内容を示す
- 使用するツール：　プロセスにて使用するツールを示す
- 検討準備：　検討の準備が必要な場合に、必要な準備の具体的な内容を示す
- 手順：　検討の手順を示す
- 作業イメージ：　必要に応じて、「手順」の作業の実施のイメージを示す
- 記入欄：　必要に応じて、作業にて記入する様式の記入欄を示す
- 参考：　作業や検討における留意事項を参考として示す



図 2.5.12　①簡易手順シート（各プロセスに関する説明部分のサンプル）

（２）②事例集

プロセス 1 において利用者が災害時に発生する被害を思いつくままに出し合う際、実際の災害事例を参考に発想できるように②事例集を作成した。各利用者が①簡易手順シートとともに手元に置けるように A4 サイズとした。表 2.5.4 に②事例集例を示す。

②事例集は、プロセス 3 で超過外力によって考えられる被害や波及を検討する際にも活用できるよう、実際の超過外力による災害事例を整理した事例集も作成した。

実際の災害名

表 2.5.4　②事例集（地震・津波災害編のサンプル）

番号	災害名	支障の概要
1	東日本大震災	3月14日午前8時半現在、パンやおにぎり、即席ラーメンなど55万142個と、ペットボトル飲料水11万8912本が被災地へ輸送中または到着済みであるが、被災地からの要望量は食料が約213万食、飲料水が約94万本で、十分に行き渡っていない状況
2	東日本大震災	被災地だけでなく、被災地以外の首都圏などでも電池、使い捨てカイロ、キッチン用品、ベビー用品等の日用品の供給が間に合わず、各地のスーパーで品薄、品切れが発生
3	東日本大震災	備蓄物資の津波による流失、物流の麻痺、通信手段の制限などから大多数の被災地で緊急物資が不足
4	東日本大震災	医薬品が津波により流失し、降圧薬や副腎皮質ホルモン剤、向精神薬、血糖測定器などが避難所で不足。糖尿病治療薬を服用しているにもかかわらず栄養状態が悪く、めまいを訴える患者も多く、また胃腸炎、腹痛、便秘を訴える人が増加
5	東日本大震災	3月11日に発生した宮城県仙台市の石油コンビナート火災や、千葉県市原市のコスモ石油千葉製油所での火災など、太平洋沿岸にある各社の製油所や油槽所などの生産・供給拠点が機能停止したことにより、燃料の供給能力が低下し、道路の通行止めや通行不可により燃料の運搬遅延なども発生した。さらに、ガソリンの高騰、在庫不足を懸念したユーザーのガソリンスタンド殺到により、被災地以外でも燃料不足が発生
6	東日本大震災	上水道施設の機能停止により、被災地では飲料水が不足し、また道路閉塞や多数の避難所が開設されたため給水車の遅延や不足が発生。被災地以外では福島第一原子力発電所事故の影響により、健康被害を懸念した消費者によるペットボトル飲料水の買いだめが発生し、全国的に飲料水不足が発生。また、急激な需要の増加によりペットボトル容器やキャップなどの資材も不足し、それらによる飲料水の供給不足も発生
7	東日本大震災	約7000箇所以上の導管が被災し、10日間以上都市ガスの供給が停止したため、その間はカセットコンロ等で代用したが、入浴などの大量のお湯を必要とする場面ではガス不足が深刻
8	東日本大震災	岩手県、宮城県の避難所では災害用トイレ1基に対する避難者数が10～60人となっており、仮設トイレが長期にわたり不足。また、下水道施設も復旧しないため、下水処理も困難となり、衛生環境悪化に伴う健康被害も発生
9	東日本大震災	宮城県石巻市と南三陸町の避難所で、支給された布団や毛布、マットレスを、天日干しや洗濯ができないまま長期間使用していたため、汚れがひどくなったりカビやダニが発生。また避難所周辺ではハエや蚊が大量発生し、衛生環境が悪化
10	東日本大震災	地震及び津波により東京電力管内と東北電力管内の複数の発電所が停止し、供給電力が不足した。また、福島第一原子力発電所事故によって全国の原子力発電所の稼働率が15%まで低下したため、東京電力管内では計画停電を実施し、関西電力や九州電力では節電要請を実施
11	東日本大震災	漂流物等による道路閉塞により、東北3県の各避難所への衛星通信車運搬が遅延。
12	東日本大震災	東北3県の沿岸部では津波による大量のがれきが道路に堆積したため、車両による移動が困難。また、首都圏では鉄道の運行停止による道路利用者が増加し、3月11日の午後7時に都心部で渋滞のピークとなり、震災前の平均速度が22.7キロだった区間で4.2キロまで低下
13	東日本大震災	総合磐城共立病院では医療品が不足していたなどの理由により、外来の通常診療再開まで12日間要した。
14	東日本大震災	緊急通行車両確認標章交付まで6日要し、さらに道路規制が3月22日に解除されたため東北3県への現金輸送が出来ずに不足
15	東日本大震災	被災地ではごみ収集車の流失や燃料不足により、一般ごみの収集・焼却が実施不可。 被災地以外でも計画停電により清掃センターで焼却炉が使用できなくなる時間帯が発生するため、ごみ処理に制限が発生
16	東日本大震災	山形市では乗用車20台を確保できたが、燃料不足や日用品不足により、遠隔地の訪問介護サービスが困難
17	東日本大震災	常陸河川国道事務所ではハード対策として出水期までに被災した堤防を暫定復旧し、ソフト対策として洪水予報等における暫定基準水位の設定、重要水防箇所の見直し、河川情報の周知等を実施
18	岩手宮城内陸地震	岩手県、宮城県合わせて15 箇所で天然ダムが発生し、避難指示が宮城県栗原市で55 世帯131 人、避難勧告が岩手県一関市などで101 世帯274 人を対象に発令
19	東日本大震災	東北3県では沿岸部だけでなく、内陸部でも河川を遡上した津波が堤防を越え、堤内地の家屋等が浸水流失し、多くの住民が避難所での生活を実施
20	東日本大震災	東日本大震災以降の混乱が反映された直近のレギュラーガソリンの全国平均価格（3月22日時点）が151円20銭/Lとなり、2008年10月以来、2年5カ月ぶりの高値

（３）③支障発想シート

プロセス 1 において利用者が災害時に発生する被害を思いつくままに出し合う際の作業シートとなるよう、③支障発想シートを作成した。利用者がグループ全体で同時に見ながら議論と作業ができるよう、大判のサイズとした。なお、大判印刷が難しい場合には模造紙等にサインペン等で境界を書いて代替しても構わない。③支障発想シートは、連鎖ツリーの区分にあわせて下記の区分ごとに検討できるよう準備した。

≪区分≫

- 人
- 建物
- 大規模集客施設
- 地下街等の地下施設
- 道路
- 鉄道
- 河川
- 港湾
- 航空
- 電力
- 通信
- ガス
- 上水道
- 下水道
- 農業
- 水産業
- 林業
- 重化学工業
- 軽工業
- 行政
- 金融
- 医療

地図を見て自由に発想しながら考え付いた被害や支障を付箋で貼り、波及する部分は線で結んで表現するものである。見やすくするため、また、後述の「⑧災害発生シナリオ」に移す際に作業をしやすくするため、被害や支障を「人的/物的被害」「基盤機能支障」「経済支障/生活支障」に分けて記入するようゾーンを区切って誘導している。作成した③支障発想シートのサンプルを図 2.5.13 に示す。また、③支障発想シートへの付箋や波及の線の添付、記入イメージを図 2.5.14 に示す。

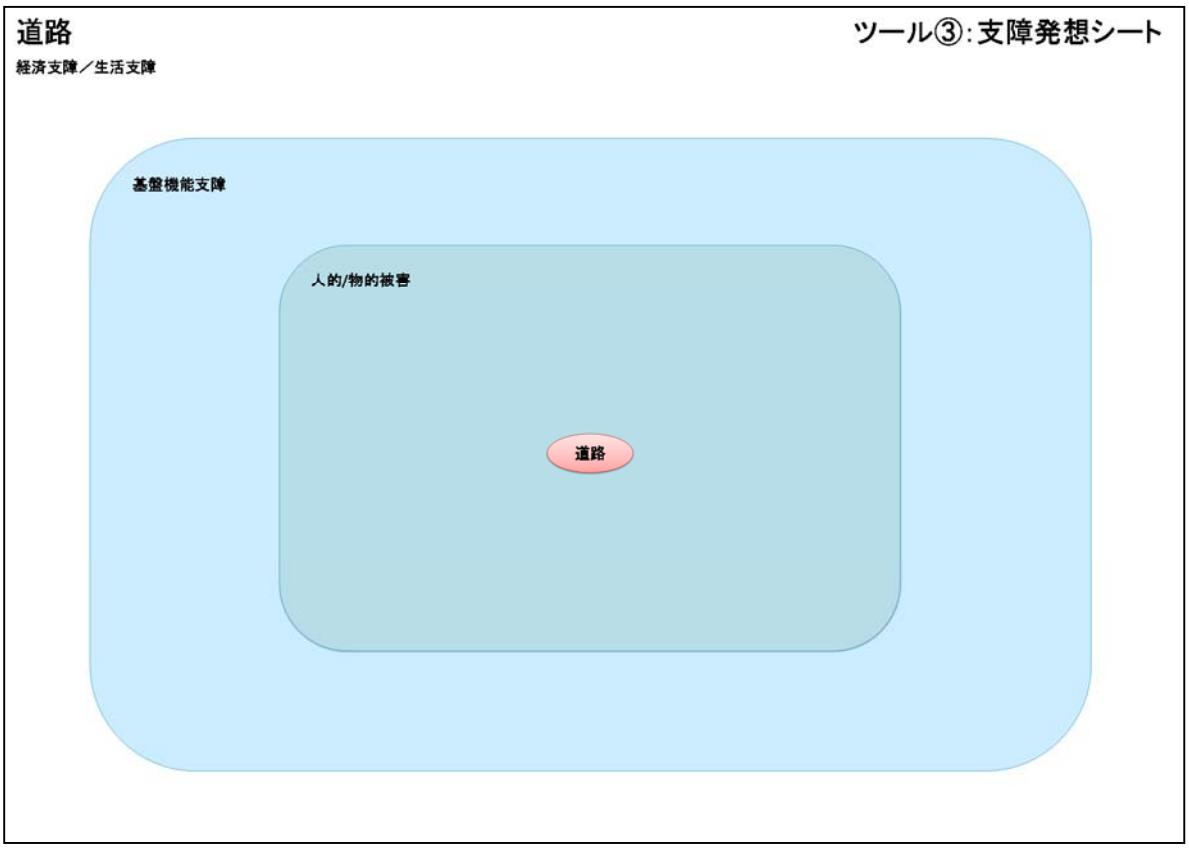


図 2.5.13　③支障発想シート（サンプル）

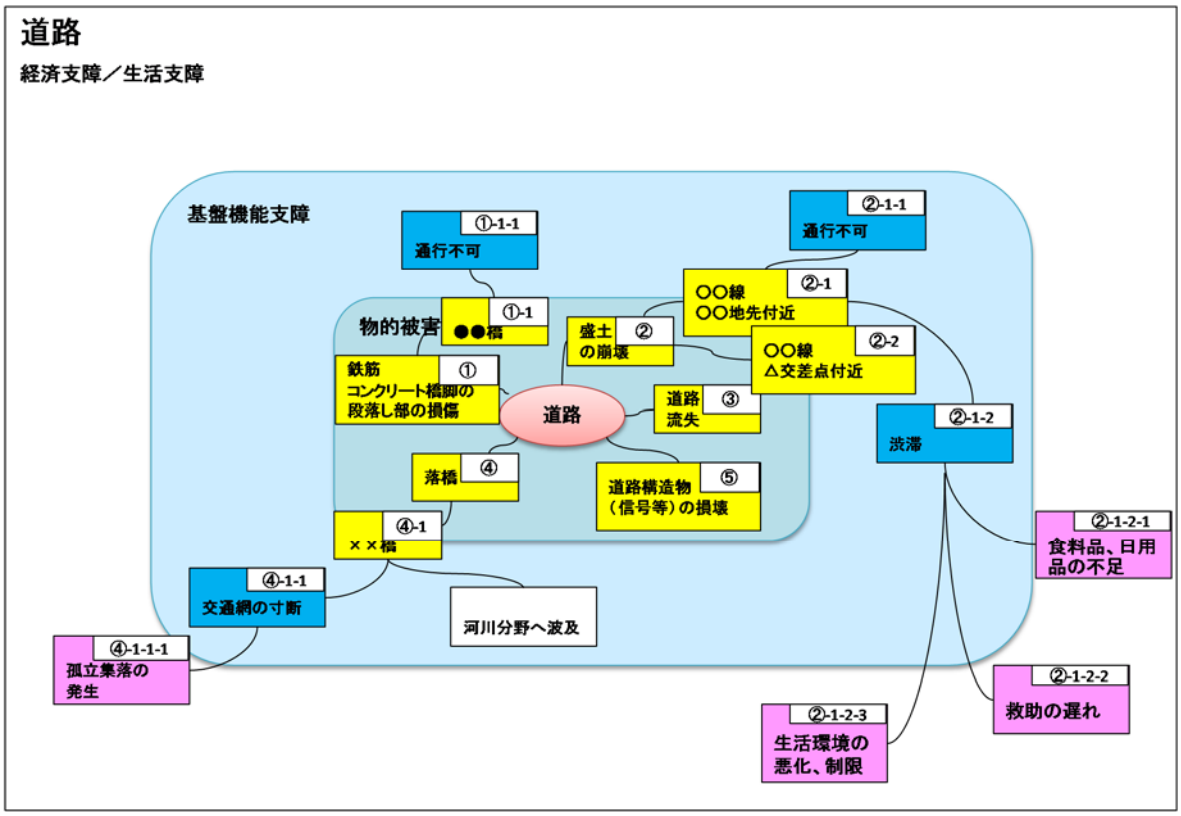


図 2.5.14　③支障発想シート記入イメージ

（４）④印刷済み付箋集

前述の「③支障発想シート」を用いた作業を簡略化するため、「④印刷済み付箋集」を作成した。名刺サイズ程度の付箋に過去の災害事例を基に想定される被害や支障を印刷して準備しておき、プロセス 1 での検討において被害や支障を考え付いた時に該当するものがこの付箋集にあればそれを利用する。手書きをする手間を減らすことで作業の負担軽減を目指した。また使わなかった付箋紙が本当に必要ないか、議論する動機を与えるチェックリストとしての役割も付与した。

印刷済み付箋のサンプルを図 2.5.15 に示す。「③支障発想シート」や「⑧災害発生シナリオ」に貼った際に区別をつけやすいよう、人的/物的被害は黄色、基盤機能支障は青色、経済支障/生活支障はピンク色の付箋を用いるよう定めた。また、付箋の右上には被害や支障の発生が想定される地図上の位置を示す番号のシールを添付する欄を設けた。

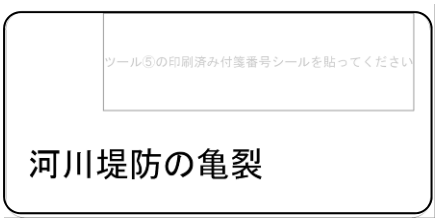


図 2.5.15　印刷済み付箋（サンプル）

（５）⑤印刷済み番号シール集

前述の「③支障発想シート」を用いた作業を簡略化するため、「⑤印刷済み番号シール集」を作成した。「③支障発想シート」に貼る前述の付箋に、施設被害とその施設被害が発生すると考えた地図上の位置とを示す番号を付ける際に利用する。手書きをする手間を減らすことで作業の負担軽減を目指した。

印刷済み番号シールのサンプルを図 2.5.16 に示す。1 つの施設被害項目に対して複数の場所が該当する時、丸数字の後ろにハイフンと枝番を付けていくよう定めた。



図 2.5.16　印刷済み番号シール（サンプル）

（６）⑥なぜなぜ発想シート

検討の過程で「③支障発想シート」に一度挙げた被害や支障を、途中からやはり発生しないと考えた場合や、他の参加者が挙げたものを発生しないと変更する場合に、改めて本当に発生しないと言えるか振り返りそれを記録するために作成した。

基本的に、発生する可能性があると考えられる被害や支障はすべて挙げていき、地域の被害の様相を理解することを目指すツールであるため、簡単に取り消してしまうことを防ぐことを意図している。

⑥なぜなぜ発想シートの記入イメージを図 2.5.17 に示す。起きないと考える被害や支障を左列に挙げ、それがなぜ起きないかを【１】に記載する。さらに、【１】に記載した内容がなぜそう言えるかを【２】に記載する。理由が複数挙げられる場合は行を分けて記載して、記載できるところまで繰り返す。

ツール⑦なぜなぜ発想シート

※起きないと考えた被害・支障について判断の理由を記録しましょう

No.	起きないと考える被害・支障	なぜ起きないか？【1】	なぜか？【2】	なぜか？【3】
1	ヘリポート施設の損壊	ヘリポート周辺に倒壊するような建物はなくいため	－	－
2		ヘリポートとして利用可能な公園周辺の地盤は盤石のため	H23 にヘリポートのとして利用可能な公園の地盤改良工事を実施したため	－
3	…			
4	…			
5				
6				
7				
8				
9				
10				

図 2.5.17　⑥なぜなぜ発想シート記入イメージ

（7）⑦チェックリスト

プロセス 1 で物的被害と基盤機能支障については④印刷済み付箋集をチェックリスト代わりとして事象を整理できるが、生活支障／経済支障については④印刷済み付箋集がないため、生活支障／経済支障を網羅的に整理でいるように⑦チェックリストを作成した。発想が尽きた際に⑦チェックリストを活用することで、イメージできなかった生活支障／経済支障を整理出来る。

⑦チェックリストは②事例集と関連付け、⑦チェックリストに挙がっている項目を②事例集で具体的な内容を確認することができる。表 2.5.5 に⑦チェックリスト事例を示す。

表 2.5.5　⑦チェックリスト

区分	✔	生活支障/経済支障	各支障の要因	事例集No.
生活支障	□	食料品の不足	燃料の不足、生活物資の運搬遅延・停止、郵便・宅配便の遅延	1
	□	日用品の不足	燃料の不足、生活物資の運搬遅延・停止、郵便・宅配便の遅延	2
	□	緊急物資の不足	燃料の不足、緊急物資の運搬遅延・停止	3
	□	医薬品の不足	燃料の不足、医薬品の運搬遅延	4
	□	燃料の不足	燃料の運搬遅延・停止	5
	□	飲料水・生活用水の不足	給水車の遅延、消費者の殺到	6
	□	ガスの不足	ガスの輸送遅延、復旧の遅れ	7
	□	トイレの不足	仮設トイレの運搬遅延	8
	□	衛生環境悪化	ごみ処分の遅延、日用品の不足、生活用水の不足	9
	□	電力不足	移動電源車、非常用電源設備調達の遅れ、複数の原子力発電所稼働停止	10
	□	通信設備の不足	衛星通信車の遅延	11
	□	人の移動制限	交通渋滞、通行規制、通行止め、公共交通機関の遅延・運行停止、警察活動の遅延	12
	□	外来急患の受け入れ制限（受け入れ不可）	医療品の運搬遅延	13
	□	現金の不足	現金輸送の遅延	14
	□	ごみ処分の遅延	通行止め、通行不可	15
	□	介護サービス能力の低下	訪問看護サービスの遅延	16
	□	出水期、降雨時における水害リスクの高まり	河川堤防からの漏水、河道閉塞、流路障害、堤内地の流量調節機能低下、堤外地への排水障害、流下能力の低下、ダムの貯水機能低下	17
	□	（天然）ダム決壊の恐れによる水害リスクの高まり	河川堤防からの漏水、ダム堤体からの漏水、河道閉塞	18
	□	避難所生活	河川堤防の決壊	19
経済支障	□	物価の高騰	食料品・日用品・燃料の不足	20
	□	復興格差	緊急物資の不足、行政機関機能支障	21
	□	物資輸送能力低下	燃料の不足	22
	□	生産能力低下	電力不足	23
	□	行政機関機能支障	電力・通信設備の不足	24
	□	失業者の増加	生産額の減少、雇用機会の喪失	25
	□	災害廃棄物等の処分にかかる費用増加	土木構造物、家屋等の施設倒壊、流失	26
	□	資産喪失	家屋の損傷・倒壊・浸水・流失・火災	27
	□	借入金の増加	生産額の減少、競争力の低下	28
	□	雇用機会の損失	生産額の減少	29
	□	住宅の困窮	借入金の増加、雇用機会の損失、失業者の増加	30
	□	治安悪化	物価の高騰、食料品・日用品・燃料の不足	31
	□	信用の失墜	生産能力低下、借入金の増加	32
	□	競争力の低下	生産能力低下	33
	□	所得の低下	失業者の増加、雇用機会の損失	34
	□	サプライチェーンの寸断	燃料・水・ガス・電力の不足	35
	□	国債の増加	災害廃棄物等の処分にかかる費用増加	36
	□	人口減少（過疎化）	復興格差、治安悪化、住宅の困窮	37
	□	経済不況（株価暴落等）	信用の失墜、競争力の低下	38
	□	生産額の減少	生産能力の低下	39

（8）⑧災害発生シナリオ

「③支障発想シート」に自由に挙げた被害や支障を連鎖ツリーと同じ構成の表形式で見やすく整理するための様式として「⑧災害発生シナリオ」を作成した。

図 2.5.18 に書き写し方を示すように、付箋を移動して、付箋同士を繋ぐ波及の線を書き写す。支障の重大性を分析する前に整理して、波及の様子を視覚的に捉えやすくすることを意図している。なお、大判印刷が難しい場合には模造紙等にサインペン等で境界を書いて代替しても構わない。

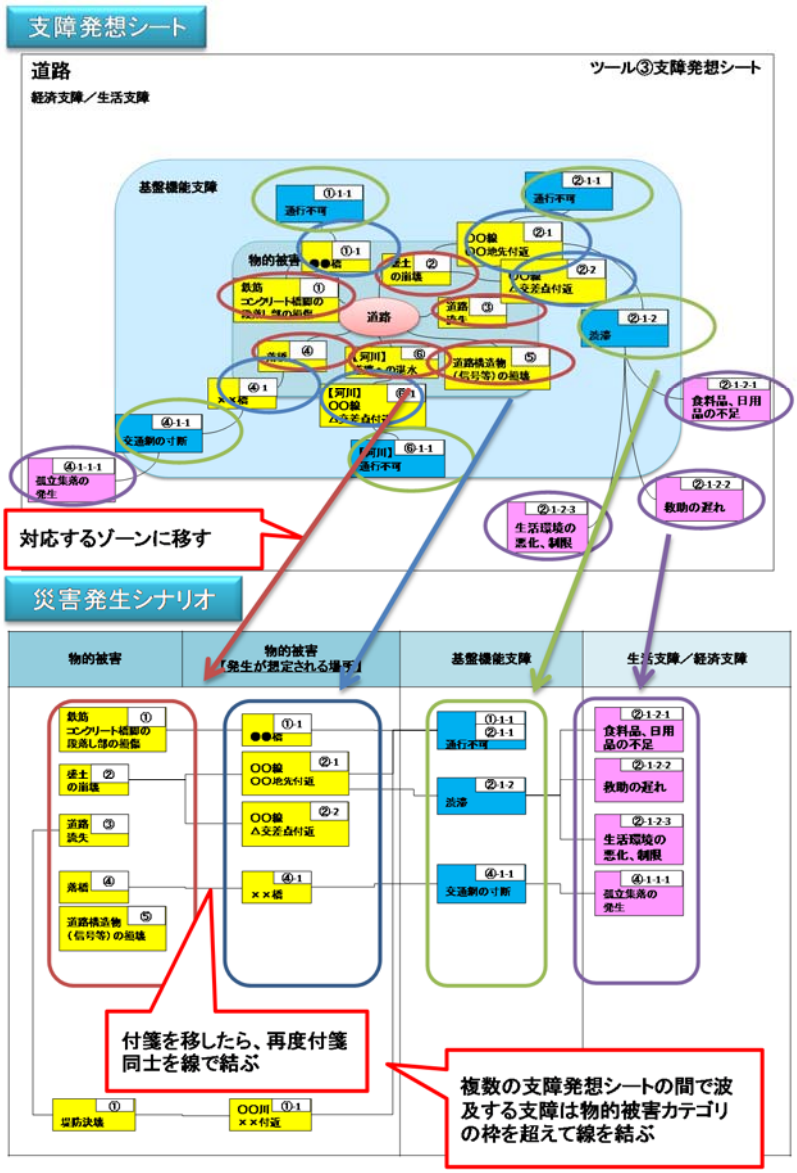


図 2.5.18　③支障発想シートから⑧災害発生シナリオへの書き写し方

（９）⑨超過外力着眼点カード

プロセス 3 で超過外力によって発生する被害事象や基盤機能支障を検討する際に、検討する上で着目すべき点や発想のポイントなどを整理した⑨超過外力着眼点カードを作成した。

各災害種別で想定される超過外力ごとの着眼点に加え、事前にツール利用者に準備いただいた参考資料の中で参考となるものを明示した。⑨超過外力着眼点カード事例を図 2.5.19 に示す。

超過外力主題カード（地震・津波災害）

被害や支障を検討する手順

◆下に示す着眼点と着想のポイントに従い、超過外力によって発生する事象を抽出し、被害や支障を考えます。
◆考えた被害はプロセス1と同じ色の付箋紙に書き、地図に貼ってゆきます。詳しくは手順書のプロセス3の手順2に従って下さい。

!?発生する災害のイメージがわからない!?
→チェックリスト（超過外力版）を参照して被害の例を見てみましょう

事象	着眼点	着想のポイント	検討の参考となる資料例
地震動	震度6強以上の強震地域拡大	震度6強以上のエリアだけでなく、震度5強や震度6弱の地域が仮に震度6強以上になったら？	想定震度分布図
地震動	地震動に強い箇所の被害	耐震補強した施設でも被害が発生したら？	—
津波	浸水被害の拡大、波力の増大	現状の浸水想定から例えば数百m内陸まで浸水域が広がったら？	津波浸水想定図
液状化	液状化範囲の拡大	液状化危険度の高い地域（PL＞15）だけでなく、やや高いとされる地域（5＜PL）も液状化したら？	液状化危険度分布図
地盤沈下（沈降）	地殻変動による地盤沈下量が増大	浸水シミュレーション等で想定されている地盤沈下範囲での沈下量が増えたら？	—
断層変位	想定外の断層での断層変位	主要な活断層だけでなく、それら以外の活断層で断層変位が発生したら？	活断層位置図
火災	延焼範囲の広域化	火災危険度等の高い地域だけでなく、低いとされる地域も火災が発生したら？	火災危険度図
土砂災害	想定外の範囲での土砂災害	土砂災害危険箇所として指定されている区域だけでなく、それら区域周辺の傾斜地も土砂災害が発生したら？	土砂災害危険箇所図

図 2.5.19　⑨超過外力着眼点カード（地震・津波災害編のサンプル）

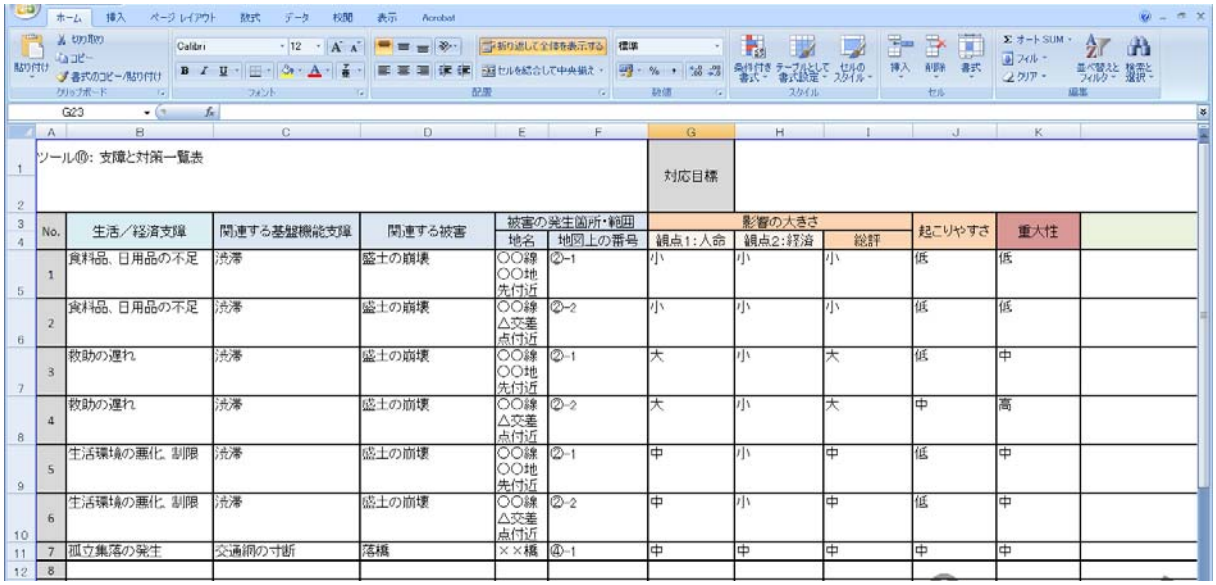
（１０）⑩支障と対策一覧表

「⑧災害発生シナリオ」の整理結果から被害や支障を決められた欄に入力することで、その後に、各支障の影響の大きさや起こりやすさを順番に考えて電子ファイル（エクセルファイル）上で選び、重大性評価の材料およびその先の対策の検討などに使えるよう作成した。

重大性の評価は、「⑩支障と対策一覧表」 で各支障の影響の大きさや起こりやすさを選択することで、下記の考え方に基づき自動で表示される。参加者の対応上の目標などを勘案して、この自動で表示される重大性を変更することも可能としている。重大性の評価までの記入イメージを図 2.5.20 に示す。

表 2.5.2　重大性評価の考え方（再掲）

重大性		影響の大きさ		
		大	中	小
起こりやすさ	大	高	中	中
	中	高	中	低
	小	中	中	低



ツール⑩：支障と対策一覧表

No.	生活／経済支障	関連する基盤機能支障	関連する被害	被害の発生箇所・範囲		影響の大きさ			起こりやすさ	重大性
				地名	地図上の番号	観点1：人命	観点2：経済	総評		
1	食料品、日用品の不足	渋滞	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	②-1	小	小	小	低	低
2	食料品、日用品の不足	渋滞	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	②-2	小	小	小	低	低
3	救助の遅れ	渋滞	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	②-1	大	小	大	低	中
4	救助の遅れ	渋滞	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	②-2	大	小	大	中	高
5	生活環境の悪化、制限	渋滞	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	②-1	中	小	中	低	中
6	生活環境の悪化、制限	渋滞	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	②-2	中	小	中	低	中
7	孤立集落の発生	交通網の寸断	落橋	××橋	④-1	中	中	中	中	中
8										

図 2.5.20　⑩支障と対策一覧表（重大性の評価記入イメージ）

さらに、同一の一覧の中で、各支障に対する対策のメニューを検討した結果を記入し、その対策の難易度などを考慮した上で優先度を決めて対策に用いることができるようにしている。

（１１）⑪目標カード

支障の重大性を考えるにあたってひとつの判断基準とするため、参加者の災害発生後の対応業務において重要なことを、災害対応上の目標として書くためのものとして作成した。目標は参加者それぞれが考えて、その後グループ内で共有して決めるものとした。

ここで設定した目標と、支障の重大性を照らし合わせて、重大性を変更する必要がないか再確認する手順を設けている。書いた目標は、参加者が検討の間に常に見られるよう机の上などに置いておく。図 2.5.21 に⑪目標カードの事例を示す。

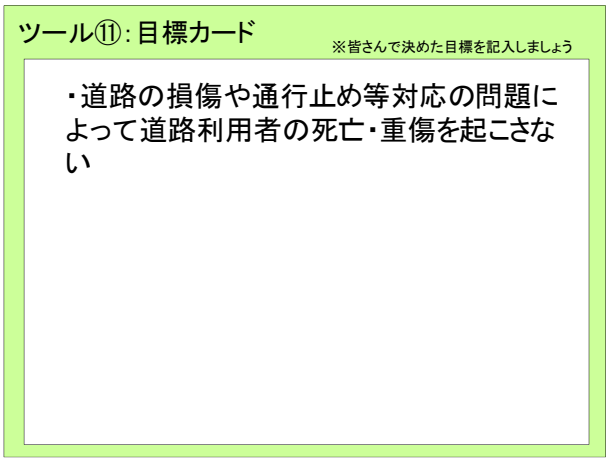


図 2.5.21　⑪目標カード記入イメージ

２．６　ツールキットの試行と効果検証

検討、作成したツールキットが実用的な効果を発揮できるように、国土交通省国土技術政策総合研究所および国土交通省四国地方整備局それぞれの防災関係者にツールキットの試行体験を頂き、実際に活用するに向けたご意見を頂いた。この試行体験の結果を踏まえて、ツールキットの活用のあり方を見直して前述の各ツールの作成に反映した。

２．６．１　国土技術政策総合研究所での試行

（１）試行概要

国土技術政策総合研究所で実施した試行の概要を下記に示す。参加者に対して、ツールキットによる検討プロセスのうち 1～4 のプロセスを対象に、ツールキットを活用して巨大地震における被害の様相について理解を深める過程を体験、その後、ツールキットの有効性や改善点に関する意見を聴取した。検討は、河川グループと道路グループの 2 班に分かれて試行した。試行状況を写真 2.6.1 に示す。

試行

１）日時、参加者等

- 日時：　平成 25 年 11 月 22 日（金）13：30～17：10
- 場所：　国土技術政策総合研究所　532 会議室
- 参加者：

（河川グループ）
危機管理技術センター　地震災害研究官
砂防研究室　室長
水害研究室　主任研究官
（地震グループ）
砂防研究室　主任研究官、部外研究員
地震防災研究室　主任研究官、主任研究官
（全体進行）
危機管理技術センター　地震災害研究官

- 目的：

ツールキットを活用して巨大地震における被害の様相について理解を深めること
ツールキットの有効性や改善点を検討すること

- プログラム：

時刻	内容
13:30～ 13:40	ワークショップ準備
13:40～ 16:40	ワークショップ開始（ツールキットを用いた議論）
(13:40～ 14:00)	プロセス-1：目標の共有　※注記
(14:00～ 14:40)	プロセス-2：リスク特定のためのブレーンストーミング （フェーズ 1/3）
(14:40～ 15:20)	プロセス-2：リスク特定のためのブレーンストーミング （フェーズ 2/3）
(15:20～ 15:50)	プロセス-2：リスク特定のためのブレーンストーミング （フェーズ 3/3）
(15:50～ 16:10)	プロセス-3：特定したリスクの整理
(16:10～ 16:40)	プロセス-4：想定を超える外力がもたらす災害リスクの考察
16:40～ 17:10	グループの検討状況の発表、ツールキットに関する意見交換 （ツールキットの有効性、改善点等について議論）

※注記：11 月 22 日の時点では、目標の設定をプロセス 1 として置いていた。
試行等での指摘を踏まえて最終的に支障の評価の前に置くこととした。

● 実施の様子



プロセス-1：目標の共有



プロセス-2：リスク特定のためのブレーンストーミング



プロセス-3：特定したリスクの整理



ツールキットに関する意見交換

写真 2.6.1　国土技術政策総合研究所での試行状況

意見交換および試行体験の間に出された意見、試行の様子を観察した結果をもとにツールキットの修正点を整理した。さらに、修正点に基づき、前述のツールキットを修正した。整理した修正点を表 2.6.1 に示す。

表 2.6.1　国土技術政策総合研究所での試行を踏まえた修正点

番号	分類	頂いた意見／観察結果	意見および観察結果の内容	修正有無	修正点（括弧のものは修正無とした理由）
1	議論の手順	意見	冒頭で設定した目標とプロセス-2 以降で実施する内容の関係性が不明瞭である。目標設定の理由がわからない。	有	目標は支障の重大性（影響の大きさ、起こりやすさ）を評価する前に設定することとして後ろに移動した。
2			冒頭や各プロセスでの説明が不足している。	有	議論にはファシリテータとして進行役を設けることとして、進行役の設定及び役割を「①簡易手順シート」の冒頭に記載した。
3			説明不足により、今自分が何をやっているのかが理解できないときがあった。		
4			各グループにファシリテータがいた方が良い。		
5			進行を妨げないツールの準備や配置を実施してほしい。	有	「印刷済み番号シール」が膨大な量となっていたため、「印刷済み番号シール」の枝番以降は利用者が自ら記入することとしてシールの総量を削減した。
6			番号シールはなくてもよい。		
7			プロセス-2 から南海トラフのような大きな地震災害を想定してしまうと、プロセス-4 の超過外力でどれほどの外力を想定すればよいかわからない。	無	（地域により超過外力の設定が難しいところもあるが、超過外力について改めて考慮してもらうプロセスはやはり重要であると判断して、ツールに変更は加えないこととした。）
8			超過外力の定義を明確にし、プロセス-2、4 のそれぞれの段階で想定する災害規模（前提条件など）を発表した上で議論を進めた方が良い。		
9			超過外力に関する検討をプロセスとして分離させて置く必要性から検討した方がいいのではないか。		
10			超過外力の定義は対象とする施設の種類によっても異なるのではないか。		
11			超過外力の定義等が不明確だとリスク評価との棲み分けが曖昧になるため、そうなるのであれば超過外力にこだわる必要はない。		
12			マインドマップと付箋集から発生する事象を整理し、地図を見てそれらがどこで起こるかを議論するより、最初に地図を見てどこで何が起こるかを議論し、マインドマップで整理する手順の方が良い。	有	「④印刷済み付箋集」はファシリテータが持っておき、ほかの参加者は、最初は見られない状態で意見を出すよう進行の仕方を改めた。
13			ブレスト時点で印刷済み付箋紙を利用することは、思考の阻害となってしまう。		
14			対象施設は限定するか、網羅的に事象を抽出できる方法を検討した方が良い。半日では議論が終わらない。	無	（検討に時間はかかるが地図を見て災害をイメージしながら検討して意見を出し合う過程が重要と判断して、ツールに変更は加えないこととした。）
15		観察結果	限られた時間内でブレストしようとした時に、「いいところで切り上げる」ためにどういった被害から優先的に挙げていくのか、時間がない場合には何が達成されたら切り上げるのかを決めておく必要がある。	無	（基本的には⑦チェックリストに掲載されている被害、支障が標準となるため、特別の対応は取らないこととした。進行役となる職員に進行方法や切り上げるタイミングを示す手引書を作成することなどを今後の課題とした。）
16	ツールの内容	意見	道路地図では施設の位置が分かりにくいため、帯図（1 万分の 1）を準備した方が良い。	有	ツールキットにおいて地図は利用者が準備するため、直接の対応はできないが、「①簡易手順シート」冒頭の準備物の記載をより詳細にした。
17			施設の位置がわかりやすい地図（管内図など）がほしい。		
18			付箋集の基盤機能支障に大規模迂回を入れるべきである。	無	（大規模迂回は支障ではなく、通行不可や孤立集落の発生が生じた際の対応措置であるため「④印刷済み付箋集」への追加はしないこととした。）
19			付箋集や番号シールがシートから剥がしにくく、付箋については貼りつけた後に剥がせない。通常利用しているスクエアタイプの付箋があれば足りる。	有	「④印刷済み付箋集」は作業の簡略化や発想の手助けに有効と考えるため無くさないこととした。「③支障発想シート」をコート紙ではなく通常の紙に印刷すると剥がれることを確認した。
20			グループごとに発表する箇所について、発表すべき内容を示した方がいい。	有	「①簡易手順シート」の当該部分を「発表のヒント」ではなく、「発表内容」として明確に示すこととした。
21		観察結果	道路など、事象が多くなるグループには、現在の③支障発想シートのエリアが小さい。	有	「③支障発想シート」の特に人的/物的被害のゾーンが狭かったため、拡大した。
22			地図への番号シール貼りとマインドマップ作成を同時に行う意味を明確にする必要がある。	有	「①簡易手順シート」に各作業の意味を記載した。

２．６．２　四国地方整備局での試行

（１）試行概要

四国地方整備局で実施した試行の概要を下記に示す。ツールキットを用いた検討プロセのすべてを対象に、ツールキットを活用して巨大地震における被害の様相について具体化する過程と、被災の様相に基づき対応の優先度を評価した上で対応策を検討する過程とを体験頂き、その後、ツールキットの有効性や改善点に関する意見を頂いた。また、意見交換に加えて、ツールキットに関するアンケート調査票を作成、配布し、ご意見等を頂いた。

試行

１）日時、参加者等

- 日時：　平成 25 年 12 月 24 日（火）13：30～17：00
- 場所：　四国地方整備局　13 階　1306 会議室
- 参加者：

（河川グループ）
四国地方整備局企画部　環境調整官
四国地方河川部　水災害予報センター長、河川管理課長
四国技術事務所　副所長、技術情報管理官
国総研危機管理技術研究センター水害研究室　主任研究官
（道路グループ）
四国地方整備局企画部　防災課長
四国地方道路部　道路管理課補佐、専門員
四国技術事務所　副所長、課長
国総研危機管理技術研究センター砂防研究室　主任研究官
（全体進行）
国総研地震防災研究室　主任研究官

- 目的：

開発中のツールキットを使って、巨大災害において考慮すべきリスクを抽出し災害の様相を理解した上で対策を検討する。さらに、ツールキットの有用性についてご意見を頂く。

- プログラム：

時刻	研究会項目	概要
13:00 ～ 13:10	挨拶・趣旨説明	研究会の目的等の説明
13:10 ～ 16:30	ワークショップ（ツールキットを用いた議論）	道路グループと河川グループに分かれる
13:10 ～ 13:20	ツールキットの概要・全体プロセスの説明	ツールキットの概要及び各プロセスの概要を説明
13:20 ～ 13:50	プロセス-1：災害時の被害状況のイメージ【フェーズ 1/3】	試行体験
13:50 ～ 14:20	プロセス-1：災害時の被害状況のイメージ【フェーズ 2/3】	
14:20 ～ 14:50	プロセス-1：災害時の被害状況のイメージ【フェーズ 3/3】	
14:50 ～ 15:10	プロセス-2：イメージした被害状況の整理	試行体験
15:10 ～ 15:30	プロセス-3：想定を超える規模の災害による被害状況のイメージ	試行体験
15:30 ～ 15:40	休憩	―
15:40 ～ 15:55	プロセス-4：被害による支障の重大性の分析	試行体験
15:55 ～ 16:05	プロセス-5：支障の重大性の評価	試行体験
16:05 ～ 16:20	プロセス-6：支障への対策と優先度の検討	試行体験
16:20 ～ 16:30	発表	全てのプロセスが終了した時点の成果物を基に、グループごとに発表
16:30 ～ 16:40	災害対応に関するフリーディスカッション	災害対応に関する意見交換
16:40 ～ 17:00	ツールキットに関する意見交換会	ツールキットの有効性、改善点等に関する意見交換

● 実施の様子



プロセス-1：災害時の被害状況のイメージ



プロセス-1：災害時の被害状況のイメージ



プロセス-2：イメージした被害状況の整理



プロセス-4：支障の重大性の分析



発表



意見交換

写真 2.6.2　四国地方整備局における試行状況

２）アンケート調査

アンケート調査票を図 2.6.1(1)、(2)に、アンケート回答を設問ごとに集計した結果を図 2.6.2(1)～(4)に示す。

設問用紙 1/2

◆ツールキットに関するアンケート調査票◆

【目的】
ツールキットの内容改善、ツールキットを活用した議論方法の改善に役立てることを目的として、感想をお聞きします。

【アンケート回答方法】
1）番号を○で囲むもの：　該当する番号に○を付けてください。
2）回答欄に記入するもの：　回答・意見等を回答欄に直接ご記入ください。

問1　貴所属名を回答ください。

1　四国地方整備局　道路部	2　四国地方整備局　河川部
3　四国地方整備局　企画部	4　四国技術事務所
5　国土技術政策総合研究所	

問2　本日の議論で参加したグループを回答ください。

1　道路	2　河川

問3　本ツールキットで支援するような、被害様相をイメージして防災対策を検討するプロセスは有効だと思いますか。

1　有効である	2　やや有効である	3　どちらでもない
4　やや有効ではない	5　有効ではない	

問4　プロセス-1～6のうち、防災対策を検討する上で有効であると感じたプロセスはどれですか（複数回答可）。

1　プロセス-1:被害状況のイメージ	2　プロセス-2:イメージした被害状況の整理
3　プロセス-3:想定を超える規模の災害による被害状況のイメージ	4　プロセス-4:被害による支障の重大性の分析
5　プロセス-5:支障の重大性の評価	6　プロセス-6:支障への対策と優先度の検討

問5　今回お示ししたツールキットはどの機関が使うと有効だと思いますか（複数回答可）。

1　国土交通省　地方整備局	2　国土交通省　事務所
3　都道府県	4　市町村

問6　防災関係機関（国、地方公共団体）が今回お示ししたツールキットを使う場合、どのような用途で使うと有効だと思いますか（複数回答可）。

1　防災に関する導入研修	2　定期的な研修・訓練
3　災害対策の検討	4　BCP 等防災計画の策定
5　その他（　　）	

図 2.6.1(1)　ツールキットに関するアンケート調査票

設問用紙　2/2

問7　ツールキットについてお聞きします。

1）改善すべき点がある作業がありましたら、理由とあわせて回答ください（複数回答可）。

1　付箋の貼り方　　2　番号シールの貼り方
3　「災害発生シナリオ」への書き写し方　　4　発表事項
5　その他（　　）
理由：

2）事例集（ツール②）について感じたことをお聞かせください（複数回答可）。

1　被害事象を整理する上で有効であった　　2　事例集から新たな発想が出来た
3　特に必要なかった
4　その他（　　）

3）印刷済み付箋集（ツール④）の有用性について感じたことをお聞かせください。（複数回答可）。

1　作業の省力化に有効だった　　2　物的被害や基盤機能支障を網羅的に挙げることに有効だった
3　特に必要なかった

4）チェックリスト（ツール⑦）で自分が発想できなかった事象を抽出できましたか。

1　抽出できた　　2　全て発想できたため不要であった

5）超過外力着眼点カード（ツール⑨）は議論する上で参考になりましたか。

1　参考になった　　2　参考にならなかった

問8　その他、ツールキットの改善すべき点などお気づきの点を自由にご記入ください。

アンケートは以上です。ご協力ありがとうございました。

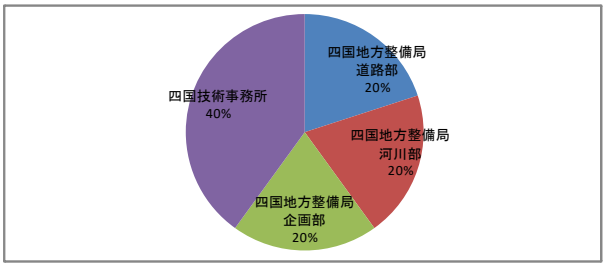
図 2.6.1(2)　ツールキットに関するアンケート調査票

ツールキットに関するアンケート調査結果

問1　貴所属名を回答ください。

有効回答数：10名

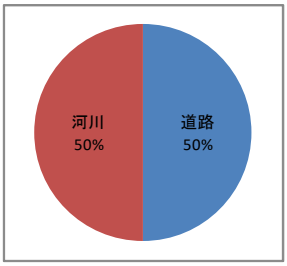
四国地方整備局　道路部	2
四国地方整備局　河川部	2
四国地方整備局　企画部	2
四国技術事務所	4



問2 本日の議論で参加したグループを回答ください。

有効回答数：10名

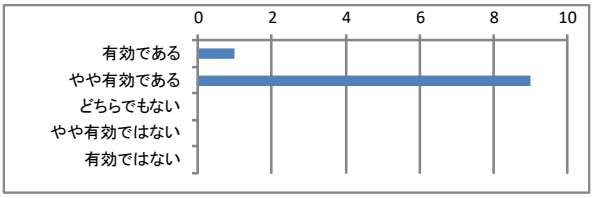
道路	5
河川	5



問3　本ツールキットで支援するような、被害様相をイメージして防災対策を検討するプロセスは有効だと思いますか。

有効回答数：10名

有効である	1
やや有効である	9
どちらでもない	0
やや有効ではない	0
有効ではない	0



問4　プロセス-1～6のうち、防災対策を検討する上で有効であると感じたプロセスはどれですか（複数回答可）。

有効回答数：10名

プロセス-1：被害状況のイメージ	5
プロセス-2：イメージした被害状況の整理	6
プロセス-3：想定を超える規模の災害による被害状況のイメージ	3
プロセス-4：被害による支障の重大性の分析	3
プロセス-5：支障の重大性の評価	3
プロセス-6：支障への対策と優先度の検討	4

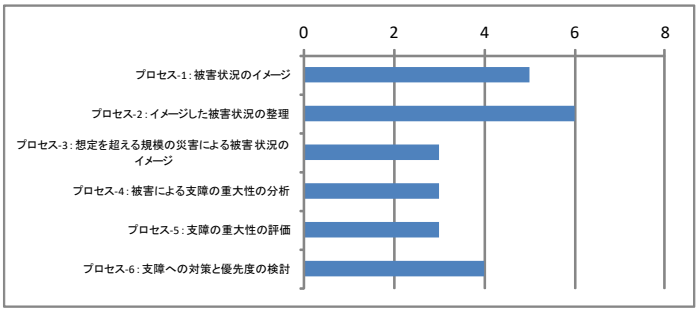
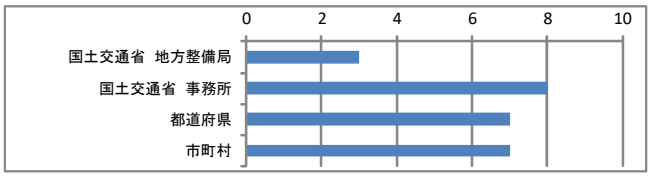


図 2.6.2(1)　ツールキットに関するアンケート調査結果

問5　今回お示ししたツールキットはどの機関が使うと有効だと思いますか（複数回答可）。

有効回答数：10名

国土交通省　地方整備局	3
国土交通省　事務所	8
都道府県	7
市町村	7

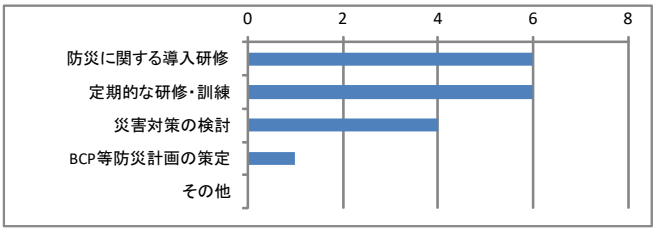


問6　防災関係機関（国、地方公共団体）が今回お示ししたツールキットを使う場合、
どのような用途で使うと有効だと思いますか（複数回答可）。

有効回答数：10名

防災に関する導入研修	6
定期的な研修・訓練	6
災害対策の検討	4
BCP等防災計画の策定	1
その他	0

【その他意見】
なし

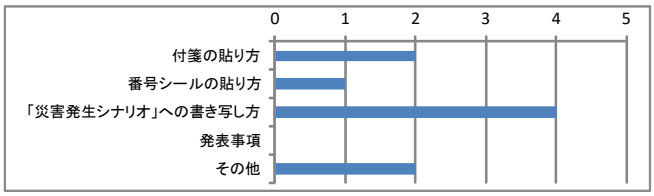


問7 ツールキットについてお聞きします。

1）改善すべき点がある作業がありましたら、理由とあわせて回答ください（複数回答可）。

有効回答数：7名

付箋の貼り方	2
番号シールの貼り方	1
「災害発生シナリオ」への書き写し方	4
発表事項	0
その他	2



「その他意見」
・被害想定を整理する段階では、被害の要因ごとに（地震動、津波、洪水など）、考えるプロセスと整理があれば、使いやすい。【四国技術事務所（河川）】
・パソコンで使用できる様にしてほしい。【四国地整　道路部（道路）】

「改善すべき点の理由」
●付箋の貼り方
・パソコン等利用での省力化【四国技術事務所（河川）】
・のりが強力すぎる。【四国地整　企画部（道路）】

●「災害発生シナリオ」への書き写し方
・項目が多くなるに従い、手作業での限界がある【四国技術事務所（道路）】
・付箋をはがすのに手間取っていた。【四国地整　道路部（道路）】
・移し替えの時、関連付けが不明確になり、まよう場面があったこと。【四国地整　河川部（河川）】

●回答未記載で理由（意見）のみ
・付箋貼り等アナログではなくデジタルキットで省力化を【四国技術事務所（道路）】

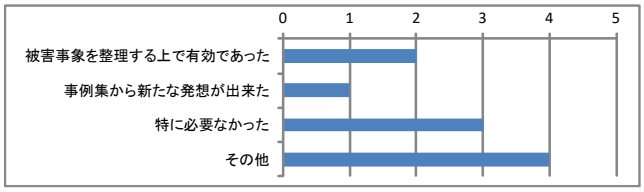
※番号シールの貼り方については理由の記載なし

図 2.6.2(2)　ツールキットに関するアンケート調査結果

2）事例集（ツール②）について感じたことをお聞かせください（複数回答可）。

有効回答数：10名

被害事象を整理する上で有効であった	2
事例集から新たな発想が出来た	1
特に必要なかった	3
その他	4

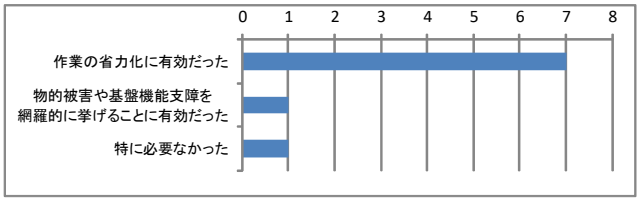


「その他意見」
・今回の作業に必要はなかったが、事例集としては参考になる【四国技術事務所（道路）】
・整備局としては、いろんな情報を収集・分析及び訓練しているので必要。【四国地整　河川部（河川）】
・未使用【四国地整　道路部、河川部】

3）印刷済み付箋集（ツール④）の有用性について感じたことをお聞かせください。（複数回答可）。

有効回答数：8名

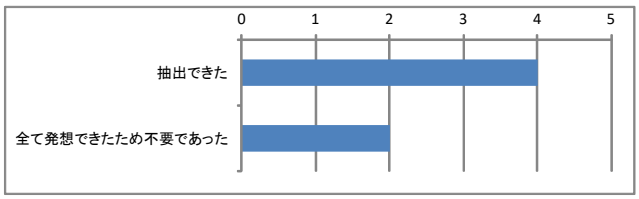
作業の省力化に有効だった	7
物的被害や基盤機能支障を網羅的に挙げることに有効だった	1
特に必要なかった	1



4）チェックリスト（ツール⑦）で自分が発想できなかった事象を抽出できましたか。

有効回答数：6名

抽出できた	4
全て発想できたため不要であった	2



5）超過外力着眼点カード（ツール⑨）は議論する上で参考になりましたか。

有効回答数：9名

参考になった	7
参考にならなかった	2

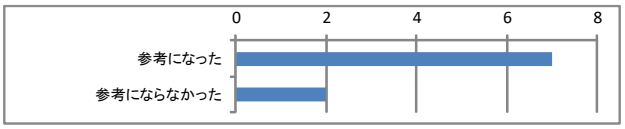


図 2.6.2(3)　ツールキットに関するアンケート調査結果

問8 その他、ツールキットの改善すべき点などお気づきの点を自由にご記入ください。

・被災状況を各団体で共有すれば、新たな災害予測が出てくるのではないか。【四国技術事務所（道路）】

・作業の省力化に有効だったが、省力化を。【四国技術事務所（道路）】

・事象を想定していく訓練としては一定有効に感じたが、必要なのは様々な事象が起っている中で、何処へどれだけの人、資機材を投入すべきか、対策本部が判断する事であり、そういった点では全般のシステムを通して、改善が必要と思います。（DIGなのかBCP、DCPなのか、あるいはすべてを網羅しようとしているのか？）【四国技術事務所（道路）】

・重大性の評価の考え方は、影響×起こりやすさで評価しているが、評価する時刻により異なると考えられるため、時間的要素も取り入れたらどうでしょうか。（例えば、発災後1日まで・3日まで・・・）【四国技術事務所（河川）】

・優先度の評価は、重大性×難易度で評価しているが、難易度は重みとしては大きくないと思います。（予算確保が難しいから、優先度が低いとは必ずしもならない。防災は必要なことは行うのが基本です。）【四国技術事務所（河川）】

・本ツールがあれば時間は短縮可能であるが、本人の気付きがなくなってしまい、演習後忘れてしまう恐れがある。【四国地整　企画部（道路）】

・前もって作っておくのではなく、書き入れることに意義があると思います。【四国地整　企画部（道路）】

・具体的点をいうと、ライフラインは復旧の時間が大幅に異なる為、分けておくべき。【四国地整　企画部（道路）】

・短期、長期の考え方を前もって明示しておくべき。【四国地整　企画部（道路）】

・ファシリテーターを養成するツールを検討してほしい。【四国地整　企画部（道路）】

・ツール⑩について：市町村の研修レベルであれば、現在のものでもよいが、実際の災害対策用として活用する場合は、影響の大きさ、起こりやすさ、重大性の定義付けをきちんとやり、なおかつ、評価段階の細分化や総合評価の判断手法をさらに検討する必要がある。【四国地整　企画部（河川）】

・作業を実際してみて、職員にツールキットとマニュアルを与えても、なかなか作業を行えるものではないというのが率直な感想です。ツールキットを活用するためには、まずは進行役（ファシリテーター）の育成が必須と思います。【四国地整　道路部（道路）】

図 2.6.2(4)　アンケート集計結果

3）ツールキットの修正点

意見交換および試行体験の間に頂いた意見、試行の様子を観察した結果、アンケート回答をもとに、ツールキットの修正点を整理した。さらに、修正点は前述のツールキットの作成に反映した。整理した修正点を表 2.6.2 及び表 2.6.3 に示す。

表 2.6.2　四国地方整備局での試行を踏まえた修正点（1/2）

番号	意見分類	指摘事項	修正有無	修正点（括弧のものは修正無とした理由）	①簡易手順シート該当箇所
1	意見交換	どういう使い方ができるものなのか、これを使ってどこまで議論ができるのかをきちんと示しておくといい。	有	ツールの使い方と議論可能な範囲はすでに記載しているため、目立つよう見た目に工夫を施した。	ツールキットの概要、全体の流れ
2	意見交換	手持ちで航空写真を持ってきた。そういったものもあると分かりやすいのではないか。	有	準備物として航空写真を追記した。	開始準備
3	意見交換	一度挙げた被害や支障を消す事態にはあまりならない。	無	（「ツール⑥⑥なぜなぜ発想シート」はリスク抽出のプロセスとして必要に応じて使えるよう備えておくべきであるため、残しておくこととした。）	プロセス 1
4	意見交換	議論に入る前に被害想定を丁寧に全体で確認しておく必要があるのではないか。	有	被害想定と前提条件（発災の時間帯や検討対象地域等）を共有するよう説明を追記した。	プロセス 1 中段
5	意見交換	被害想定は各班で共通の認識として持っておく必要がある。			
6	意見交換	議論をしながらひとつの結論に辿りつくものだと思っていたが、最初の議論で何による支障なのか明確に区分しながら議論しておかないとあとあと混乱する。	有	ブレーンストーンミングにより挙げた被害や支障を何に用いるのか、説明を追記した。	プロセス 1 中段
7	観察結果	波及図の整理方法について線がどうしても輻輳するため、整理してもわかりにくい。	有	⑧災害発生シナリオへの整理にあたり、付箋同士を結ぶ線の色を変えるなどしてわかりやすくするよう留意点として追記した	プロセス 2 中段
8	観察結果	③支障発想シートからの張り替え作業に代わるものがあるか再度検討する必要がある。（写真をとってそれを印刷して、というプロセスがあのような会議室で行うと再度執務室に戻って行うなど煩わしいもしくはそのような環境がなく対応できない場合もある）	有	デジタルカメラ等で撮影し、大型モニター等で映しながら作業する手順を追記した。	プロセス 2 中段
9	意見交換	影響の評価の仕方（特に経済面）があいまいで難しい。	無	（段階評価の段階数を増やしても、定性的な評価の難しさは変わらないと考えられること、経済面での影響度は地域により基準がことなると考えられることから、影響度評価の方法は変えないこととしたが、評価の仕方の改良は今後の課題とした。）	プロセス 4 中段
10	意見交換	影響の大きさや起こりやすさの評価段階が少なくて、優先度がつきにくい			
11	意見交換	同じ支障項目で、複数の生活/経済支障があるときは、評価判断が難しい			
12	意見交換	支障について、生活／経済支障の起こりやすさはどうしても基盤機能支障のそれに依存するため、バラで評価する意味はあまりない	有	評価の作業は生活／経済支障に着目して実施することとして、その際には波及元の基盤機能支障も考慮するよう方法を変更した。	プロセス 4 中段
13	意見交換	支障ごとではなく、施設ごとに影響の大きさや起こりやすさを考えた方しっくりくる	無	（同一施設に関する支障であっても支障の評価（影響の大きさ、起こりやすさ）は異なる場合も想定されることから、施設毎の評価とはせず、対策に活用する段階で施設毎に考えていくものとした。）	プロセス 4 中段、下段
14	アンケート	重大性の評価の考え方は、影響×起こりやすさで評価しているが、評価する時刻により異なると考えられるため、時間的要素も取り入れたらどうでしょうか。（例えば、発災後 1 日まで・3 日まで・・・）	無	（重大性は、時間がより経過した後に波及する影響も含めて考えてほしいことから、時間を区切ることはせず、影響の大きさが時間によって異なるという指摘については反映方法を考えることを今後の課題とした。）	プロセス 4 中段、下段
15	アンケート	短期、長期の考え方を前もって明示しておくべき。			【推定】 プロセス 4 中段、下段
16	アンケート	ツール⑩について：市町村の研修レベルであれば、現在のものでもよいが、実際の災害対策用として活用する場合は、影響の大きさ、起こりやすさ、重大性の定義付けをきちんとやり、なおかつ、評価段階の細分化や総合評価の判断手法をさらに検討する必要がある。	無	（各分野における詳細な評価は本ツールの対象外であるが、ツールにおけるリスク分析、評価のプロセスに関する今後の課題とした。）	プロセス 4～6
17	意見交換	目標を設定する際に、いつまでのことを目標として想定するのか（事前、発災直後、復旧期など）指定しておいた方がいいのではないか。	有	事後に関する目標であることを明記して、事後であればいずれのタイミングも対象となり得ることも示した。	プロセス 5 中段
18	意見交換	複数の施設被害から同じ支障に繋がるものは、総合的に考えられる工夫がほしい。（例えば、高知空港の浸水は、樋門の動きで軽減できる部分もあるが、そこを固めても堤防が壊れれば意味がない、など。）	有	対策の検討の際に総合的に見て検討することを留意点として追記した。	プロセス 6 上段
19	意見交換	対策メニューを考える際には、施設対策毎に整理（並び替え）して、考えることも必要	有	対策の検討の際に施設ごとに並び変えて検討することを留意点として追記した。	プロセス 6 上段

表 2.6.3　四国地方整備局での試行を踏まえた修正点（2/2）

番号	意見分類	指摘事項	修正有無	修正点（括弧のものは修正無とした理由）	手順シート 該当箇所
20	意見交換	対策は事前と事後との両方を考えることを明示した方がいい。	有	すでに記載しているため、より目立つよう工夫した。	プロセス 6 上段
21	意見交換	優先度はどの範囲（県？市町村？他分野？）まで考慮して行うべきか考える必要がある	有	優先度の検討部分に、他機関や他分野との関連も考慮するよう留意点として追記した。	プロセス 6 下段
22	観察結果	プロセス 6 を考える際には、重要度の高いものを中心に、分野間でのブレーンストーミングを行ったほうが良いと思われる（網羅的に支障を抽出後、効果的に被害を防ぐポイントを探る事が目的であり、重要度の高い支障は、多くの分野にまたがっていることがある）。対策メニューや難易度を踏まえて、単独分野で優先度を決めること難しい。	無	（重要な指摘であるが、ツールキットを用いた議論がさらに長時間となることが想定されるため今後の課題とした。）	プロセス 6 下段
23	意見交換	優先度を決める際には、タイムスケールを考える必要がある	無	（検討途中に設定した目標等も考慮して重大性、優先度を決めているため、横断的に考えてより優先すべきものを高く評価する方法に留めることとして、今後の課題とした。）	プロセス 6 下段
24	アンケート	優先度の評価は、重大性×難易度で評価しているが、難易度は重みとしては大きくないと思います。（予算確保が難しいから、優先度が低いとは必ずしもならない。防災は必要なことは行うのが基本です。）	無	（難易度を考慮して優先度を見直す機会を設けているものであり、難易度が大きくても優先度は高いままとすることも可能なため、対応しないこととした。）	プロセス 6 下段
25	意見交換	最初の紙の部分も電子化して貰えるといい。	無	（ツールキットの電子化は今後の課題とした。）	—
26	アンケート	付箋貼り等アナログではなくデジタルキットで省力化を			
27	アンケート	項目が多くなるに従い、手作業での限界がある			
28	アンケート	本ツールがあれば時間は短縮可能であるが、本人の気付きがなくなってしまい、演習後忘れてしまう恐れがある。具体的点をいうと、ライフラインは復旧の時間が大幅に異なる為、分けておくべき。	無	（ライフライン（電気、水道、ガス等）は道路、河川等とは別途検討することを想定しているため、対応の必要なしと判断した。）	—
29	意見交換	このままでは普及は難しい。コーディネーターを養成しなければならない。特に道路は、実践訓練しかしたことがなく、とっつきにくい。もう少しとっつきやすくして貰えたらよい。	無	（各機関の職員のみで利用できるよう、進行役向けの導入マニュアル等の作成を今後の課題として検討することとした。）	—
30	アンケート	被災状況を各団体で共有すれば、新たな災害予測が出てくるのではないか。	無	（ツールの活用方策案として承った。）	—
31	アンケート	事象を想定していく訓練としては一定有効に感じたが、必要なのは様々な事象が起っている中で、何処へどれだけの人、資機材を投入すべきか、対策本部が判断する事であり、そういった点では全般のシステムを通して、改善が必要と思います。（DIG なのか BCP、DCP なのか、あるいはすべてを網羅しようとしているのか？）	無	（災害発生後の対応の優先度検討をより詳細に実施する内容をツールに追加することは、今後の課題とした。）	—

２．６．３　試行から明らかになった課題と対応

国土技術政策総合研究所および四国地方整備局で実施した試行から、対応を検討すべき課題が明らかとなった。明らかとなった課題を表 2.6.4 に示す。

特に支障の重大性の評価や対策の優先度の検討は、グループでの議論の中で暫定的に検討して支障や被害に対する理解および対策の重要性の認識を深めてもらうことを目的に簡易なものを設定しているため、今後、災害対策に用いることを考えるにあたっては、更なる手法の検討や追加が必要と考えられる。

表 2.6.4　試行で抽出された課題

番号	課題	分類
1	ツールキットを用いた議論において、時間が限られている場合にも効果的な議論ができるよう、進行役となる職員に議論を切り上げるタイミング等や効果的な投げかけ方をレクチャーする仕組みが必要である。（国総研試行より）	進行役の育成
2	各防災関係機関の職員のみで利用できるよう、進行役向けの導入マニュアル等の作成や進行役の養成を進める必要がある。	
3	影響の大きさについて具体的な指標を設けるなどより判断しやすい方法の検討が必要である。（四国地整試行より）	支障の重大性の評価方法
4	影響の大きさの評価は災害発生後の時間進展に応じて変化することも想定されるため、時間の要素の反映方法を検討する必要がある。（四国地整試行より）	
5	実際の災害対策に活用する場合には、影響の大きさ、起こりやすさ、重大性の定義付けをさらに厳密なものとする必要がある。（四国地整試行より）	
6	道路や河川など単独の分野で優先度を決めるのみではなく、多分野や関係機関と議論した上で優先度を決めていくプロセスの検討が必要である。（四国地整試行より）	対策の優先度の検討方法
7	どこにどれだけの人や資機材を投入すべきかなど災害発生後の対応における優先度の検討をより詳細に実施できる手段をツールに追加することが望ましい。	
8	付箋を貼るなどの作業の省力化のため、電子ツールの導入の検討が求められる。（四国地整試行より）	ツールの電子化

これらの課題のうち、一部ツールの電子化を行うほか、プロセス４と５を一つにまとめる、説明を改善するなど試行の成果を踏まえた災害対策検討支援ツールを作成した。このツールの内容およびその活用手順を示した「災害対策検討支援ツールの活用ガイドライン」を本研究の完成版として巻末資料２に示す。

２．７　ツールキットの現場活用

ツールキットは、国土交通省や自治体関係者等の防災関係者が所属する機関で活用し、防災対策検討における効果の見極め、活用による更なる改良検討を行うことが重要となる。

本研究において構築したツールキットは、試行において、災害対策検討部分を中心に改良する余地は多々あるが、防災教育手法として一定の完成度を確保していると判断された。

そのため、実際の防災検討の場である国土交通大学校（以下、国交大と称す）が実施する「危機管理研修（平成２８年度呼称）」や茨城県防災検討ワーキングチームにおいて活用、評価を行った。なお、この研修は巻末資料２「災害対策検討支援ツールの活用ガイドライン」をもとに実施した。

２．７．１　国土交通大学校危機管理研修におけるツールキットの活用

（１）概要

国土交通大学校（以下国交大）が実施している危機管理研修は、自然災害等を対象とし、災害対策の基本、平常時の取り組み、発災後の対応方法、留意点等の知識の修得並びに情報収集能力及び状況判断力の向上を図る事等を目的に、約1週間の行程で実施する。対象は国交省、地方公共団体、独立行政法人等の職員で、災害発生時に第一線に立って対応を行う地方整備局事務所の出張所長、建設監督官、専門官、係長等である。

具体的な目標は下記1)～4)に示すとおりである。ツールキットは、主に3)及び4)に関する知見を得ることに対応している。

１）災害対策の基本、危機管理の基本等を含めた危機意識の醸成
２）自然災害等の対応経験者から、災害対応活動の要点・技術及び教訓等の修得
３）災害時の状況判断力の向上や予測情報・防災気象情報の利活用の修得
４）発生事象に対する対応能力の習得を図るための課題研究を実施

（２）危機管理研修へのツールキットの適用

危機管理研修は研修員に対して災害時の状況判断能力、災害対応能力などを効果的に向上させることを目標としている。従来の危機管理研修では、災害発生後を想

これらの課題のうち、一部ツールの電子化を行うほか、プロセス４と５を一つにまとめる、説明を改善するなど試行の成果を踏まえた災害対策検討支援ツールを作成した。このツールの内容およびその活用手順を示した「災害対策検討支援ツールの活用ガイドライン」を本研究の完成版として巻末資料２に示す。

２．７　ツールキットの現場活用

ツールキットは、国土交通省や自治体関係者等の防災関係者が所属する機関で活用し、防災対策検討における効果の見極め、活用による更なる改良検討を行うことが重要となる。

本研究において構築したツールキットは、試行において、災害対策検討部分を中心に改良する余地は多々あるが、防災教育手法として一定の完成度を確保していると判断された。

そのため、実際の防災検討の場である国土交通大学校（以下、国交大と称す）が実施する「危機管理研修（平成２８年度呼称）」や茨城県防災検討ワーキングチームにおいて活用、評価を行った。なお、この研修は巻末資料２「災害対策検討支援ツールの活用ガイドライン」をもとに実施した。

２．７．１　国土交通大学校危機管理研修におけるツールキットの活用

（１）概要

国土交通大学校（以下国交大）が実施している危機管理研修は、自然災害等を対象とし、災害対策の基本、平常時の取り組み、発災後の対応方法、留意点等の知識の修得並びに情報収集能力及び状況判断力の向上を図る事等を目的に、約1週間の行程で実施する。対象は国交省、地方公共団体、独立行政法人等の職員で、災害発生時に第一線に立って対応を行う地方整備局事務所の出張所長、建設監督官、専門官、係長等である。

具体的な目標は下記1)～4)に示すとおりである。ツールキットは、主に3)及び4)に関する知見を得ることに対応している。

１）災害対策の基本、危機管理の基本等を含めた危機意識の醸成
２）自然災害等の対応経験者から、災害対応活動の要点・技術及び教訓等の修得
３）災害時の状況判断力の向上や予測情報・防災気象情報の利活用の修得
４）発生事象に対する対応能力の習得を図るための課題研究を実施

（２）危機管理研修へのツールキットの適用

危機管理研修は研修員に対して災害時の状況判断能力、災害対応能力などを効果的に向上させることを目標としている。従来の危機管理研修では、災害発生後を想

定し個々のインフラが受ける被害に対する個別対応について、講師が座学により説明する知識伝授型が主体であった。一方、ツールキットを活用した研修では、インフラ全般について様々な視点や意見を踏まえた検討を研修員参加型で行うことが可能となる。この様にツールキットは、災害時の状況判断の向上、対応能力の習得等、危機管理研修の目標に適した手段の一つであると考えられる。

（3）演習に合わせたツールキットの構成変更

危機管理研修における演習は、すべてを約半日で実施する。そのため、研修の目標である発生事象に対する対応能力の習得を目標とし、その根幹部分となる災害シナリオの構築、リスク評価を中心に実施した。最も時間を要する対策検討については、対策目標の考え方、その根拠、それを実現するため必要となる事前準備、発災後の実施項目及び留意点の抽出を行うシナリオに変更した。また、演習は議論を進めやすい6～7名を1班とし、研修員の職務属性から河川、道路班に分類した。

演習では、ツールキットの概要説明後、各般毎に「災害シナリオの構築」までを検討する。その検討結果を河川、道路の代表班が発表し、それについて他班を交えた議論を行った。その後再び各般毎に「リスク評価」、「対策検討」を行い、結果を各班が発表したのち各班を交えた議論を行った。写真2.7.1に実施況を示す。



写真 2.7.1　実施状況

（4）演習用地図と対策目標の設定

ツールキットを活用した演習は国交省河川国道事務所や地方自治体土木事務所などでの実施を想定している。それらで実施する場合は、参加者自らが管理する施設の構造諸元、設置条件等について一定の知識を有しており、また管内図、管理平面図、各種構造物の管理諸元に関するデータ等も保有している事が前提となる。さらに、管理する施設の地形、周辺主要都市の状況、土地利用等についても同様である。

危機管理研修では、日本全国から研修員が参加しておりそれら参加者を適宜、振り分けて演習を実施する。そのため、前述のような施設の構造諸元や周辺状況に関する知識も有していない。そこで、実際の地域を基本とし、構造物等について一部架空情報を追記した地図を演習用地図として作成した。この地図には、周辺の土地利用や都市規模等についても追記している。また、限られた時間内で演習を実施するため道路は約50km四方を、河川は約5km程度を対象範囲とした。

演習は、検討地図範囲において震度6～7の地震が発生、6分後に2mの津波が発生するとの想定で行った。図2.7.1に想定した地域の地図を、図2.7.2に発災想定状況を示す。地域の地図は主要インフラ、公共施設の他に、災害対策立案の参考情報として、昼間人口動向を把握する平常時の人の動きも記載した。また、策検討を実施するため対策目標の考え方、その根拠、それを実現するに必要となる準備項目をそれぞれ記載するシートを作成した。図2.7.3にシートの一例を示す。



図 2.7.1　想定地域地図

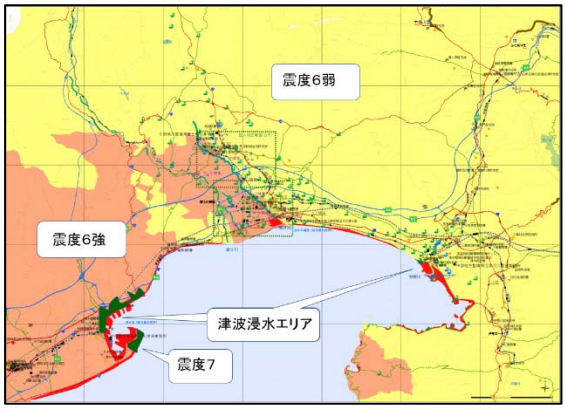


図 2.7.2　発災想定状況

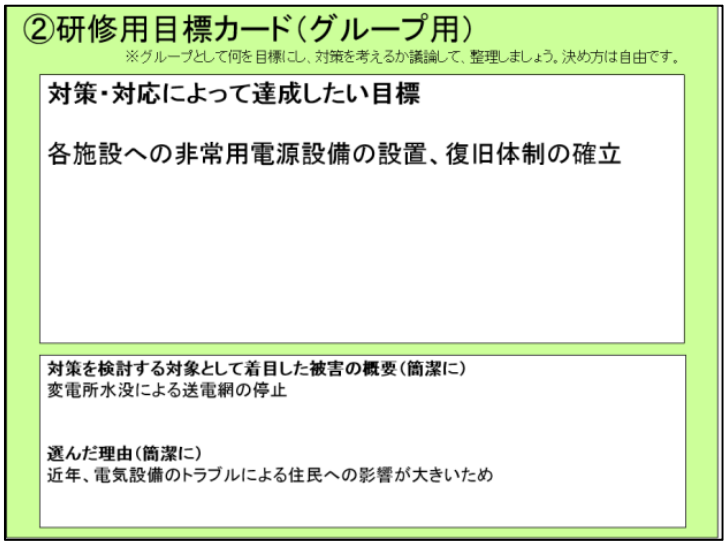


図 2.7.3　研修用目標カード例

表 2.7.1　各班が設定した対策目標と実施留意点

班	対策・対応目標	着目した被害状況	対策を選んだ理由	対策・対応実施の留意点		
				事前対策	発災時、発災後	共通事項
道路1	○国道ア号及び同道に接続するネットワークの早期啓開（暫定一車線）による迅速な救助、救援の実施	○路面変状、橋梁段差、津波漂着物等による国道1号の通行不能	○住民の避難、緊急車両の通行等を可能にする必要がある。	○予算と人員が必要 ○計画的な点検実施	○災害時緊急対応業者との事前の協定等 ○コンサル、専門家、業者等の連携、役割分担をあらかじめ定めておくこと ○余震時、津波第二派以降における安全確保応急資機材の備蓄 ○燃料の確保（備蓄、協定等）	○訓練、研修等の実施 ○地図、道路台帳、橋梁台帳等の準備
道路2	○a川とb川に挟まれた区間の幹線交通の確保（救援・物流・避難）	○家屋の倒壊、津波浸水、落橋	○震度の大きい地域で建物の被害が大きいと想定される ○川に挟まれた地区で落橋の影響が大きい ○工場、学校が集中しており、昼間人口が多い地域	○家屋の補強に関する制度の拡充が必要 ○施設の定期的な点検・補修が必要	○人手の確保、資機材の確保 ○正確な情報が必要	○予算の確保
河川1	○被災した堤防の早期復旧 ○天然ダムの解消 ○取水施設の復旧	○液状化による堤防断面の不足	○2次被害の防止（次回の出水に対する備え）	○地盤情報の取得 ○予算確保 ○技術開発（より安価の工法の検討）	○余震・津波等の発生時の運用ルールの設定	○資機材の搬入ルートの詳細調査
河川2	○各施設への非常用電源設備の設置、復旧体制の確立	○変電所水没による送電網の停止	○近年、電気設備のトラブルによる住民への影響が大きいため	○電力会社の協力が必要	○被害状況を確認して被害の規模に応じて職員を派遣する体制を構築	○リスクの低いところに変電所を建築する
河川3	○河川からの浸水被害をなくす ○土砂崩落・土砂災害	○津波の河川遡上時に樋門の閉門不能による浸水被害	○潤井川の周辺に、市役所や病院等の公共施設が張り付いているため	○浸水防止対策の優先順位を決める ○防災情報の共有（住民・関係機関等） ○災害対策予算の確保	○被災情報の共有・伝達災害対応の人員・体制の確保	○予算等無人化・自動化の技術開発、制度改正
河川4	○レベル1、レベル2津波を想定した津波対策 （ソフトとハード一体となった対策）	○津波による浸水被害 ○津波による樋門操作員の人命	○東日本大震災で樋門操作によって命を落とされた方が多い。 ○ソフト対策によって住民が避難出来るようにするべき。	○実績を調べ想定を立てる。 ○河川管理者・操作員・関係機関で議論を行い、共有する。	○閉められなかった樋門に対して課題が残る。	

（5）危機管理研修におけるツールキットの評価

ツールキットは試作段階において一部の整備局において試行評価を行っている。その結果、インフラ被害が社会経済活動に与える影響を考慮した視点が得られたこと等が有効との評価を得ている。しかし、河川、道路等属性の異なる複数の職員が参加する研修における有効性、ツールキットの効果、構成や具体的な活用場面等に関する評価は未実施であった。また、国土交通省職員以外による評価についても同様である。それらについて今回、国交大での演習を通して、評価を実施した。

1）災害対応能力向上への寄与に関する評価

対策検討において各班が目標として設定した項目を表2.7.1に示す。道路班は2班とも救助、救援を実施するために早期道路啓開の実施を目標としている部分は共通であるが、啓開実施範囲の設定は異なっていた。また、河川班においては、堤防施設の復旧による浸水被害の軽減を目標にした班が2班、津波対策を目標にした班が1班、電力の早期復旧を目標にした班が1班となっていた。電力の早期復旧を目標とした班は、東日本大震災を経験したメンバーがおり、その際の住民対応状況等からこの目標を設定したとの事であった。

この様に、同一の地域で発生する被害を想定、対策目標を検討した場合でも、研修員の所属する地域、過去の災害対応の技術的知見等により異なった結果になる。これらの成果を各班が発表、情報を共有することにより、研修参加者の災害対策検討における知見や視野を広げる効果を有していると考えられる。また、班で議論を行う事に

より災害発生～対策検討に至るまでの過程やその優先度等が理解可能となる効果も有している。この様に、ツールキットは、地域や担当の異なる複数の研修員に対して、災害時の状況判断、対応能力向上のための研修ツールの一つとして活用可能と判断される。

２）演習構成の評価

今回の演習では始めにツールキットの構成を説明し、実際の演習では災害シナリオの構築を中心に実施した。その結果、約9割の研修参加者がツールキットの概要について理解出来たと回答しており、行政の場においても活用可能と評価される。一方、「個々の対策検討が重要」との意見も見られ、特に「時間を増やしても対策検討を実施すべき」との意見が約半数の参加者に見られた。これについては、「限られた構造物に限定して対策検討の事例を例示する」等、演習の進め方に再考の余地がある。

３）有効性の評価

図2.7.4はツールキットの有効性の評価である。演習参加者の9割以上が災害対策において「効果はある」、「効果はあるが不十分」と回答しており、改良の余地は多々あるが、危機管理検討における有効な手段の一つであること示している。特に地図を活用した被害想定は、物的被害がイメージし易い、参加者間の情報共有が可能、管理する施設と周辺に存在する病院等の重要施設設の位置関係が把握可能なこと等が有効という意見があった。

４）活用容易性の評価

図2.7.5はツールキットの活用容易性の評価である。約3割弱の研修員が「使いにくい」との回答を行っており、改良の必要があることを示している。内容としては、災害シナリオの構築において被害具体化のレベル設定が不明との意見があった。ツールキットには、過去に発生した災害により発生した被害をリスト化した⑦チェックリス

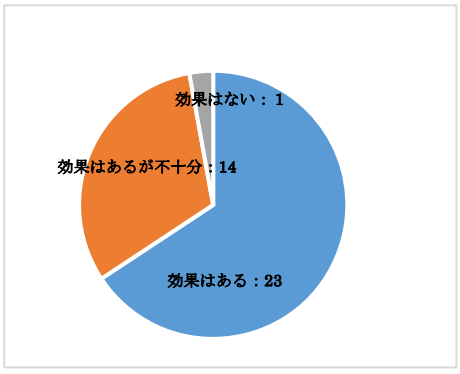


図 2.7.4　有効性評価

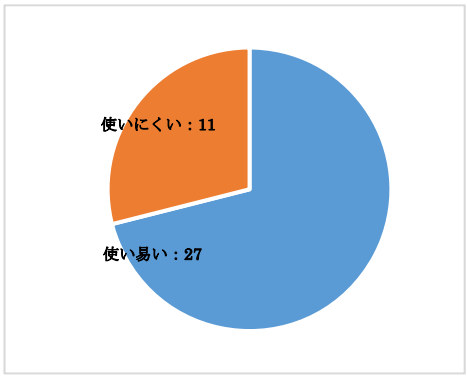


図 2.7.5　活用容易性評価

トがあり、この活用により想定した被害レベルを揃える事が可能である。この他、想定した地域の地勢や地物等、地域特性に関して理解出来ていないため検討にそれを反映しにくいこと等が挙げられている。さらに電子化可能なものは電子化した方が良いとの希望も出されている。ツールキットは本来、地方整備局河川国道事務所、自治体等土木関係事務所等での活用を前提とし開発されたものであり、活用者は一定の地域情報を有していると想定している。しかし、今回の様に全国から参加した研修員を対象とした場合は、研修に活用する想定地域の情報を事前に提供する等の工夫が必要である。また、検討を効率的に進めるため、道路の構造諸元が記載されたデジタル道路地図等、電子媒体の活用も考慮すべきである。

５）ツールキットの活用場面

「ツールキットが実際の行政の場でどのように活用可能か」との設問に対しては、「住民を含めた防災訓練、事務所職員への防災訓練、新規異動職員に対する施設や地域特性の把握、職員の育成・意識啓発等」、防災訓練への活用が挙げられていた。また、「事務所防災計画の立案、施設更新時の問題点の洗い出し、被災想定箇所と災害対策用機械のオペレーション、堤防決壊時の緊急シミュレーション、管理施設の諸問題の洗い出し、地域における潜在的危険箇所の把握、BCPの策定・修正、非災時の対策優先度等」、防災計画の立案に活用可能との意見が出された。

２．７．２　茨城県土木部防災検討ワーキングチームにおける活用

（１）概要

茨城県防災検討ワーキングチーム(以下、ＷＴとする)は茨城県下の土木事務所を対象として、災害対策、防災訓練等を実施している。ＷＴは県庁の防災・危機管理課、企画室、監理課、用地課、検査指導課を始め、県下に点在する土木事務所、工事事務所の技術系職員が参加している。このＷＴにおいて、ツールキットを活用し、災害シナリオの構築を中心とした演習を行った。

（２）ＷＴにおけるツールキットの適用

ＷＴに活用可能な時間は約3時間である。この時間配分において、ツーキットの全構成である災害シナリオの構築、リスク評価、対策検討を実施することは困難である。一方、２．７．１で記載した国交大研修参加者から、リスク評価、対策検討までの実施が必要との意見が多く出された。そのため、災害シナリオの構築を中心としつつ、リスク評価、対策検討については、一部事例について考え方を中心に説明を行った。

（３）実施内容と演習用地図

茨城県は東日本大震災において最大震度6強の揺れ、沿岸部を中心に津波が発生し、大きな被害が発生した地域の一つである。ＷＴに参加者においても体験者が含まれている。そのため、発災想定は、震度6強の地震とその6分後に2ｍの津波が到達するとの設定で行った。

また、地域は海岸部、平地、低湿地、丘陵部等の様々な地形を有し且つ耕作地、水田、住宅地、都市部など様々な土地利用を含む大洗町～水戸市街地までを含むエリアとした。図2.7.6に発災想定を記載した地図を、図2.7.7に演習用地図を示す。なお、ベースとなる地図は、関東地方整備局常陸河川国道事務所の管内図を用いた。

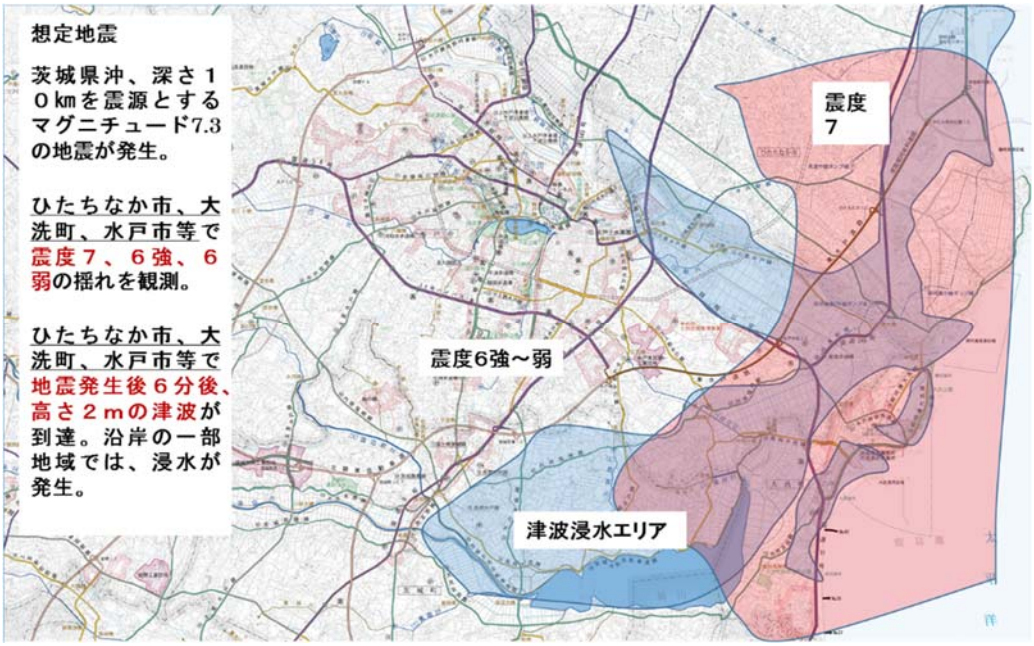


図 2.7.6 発災想定地図



図2.7.7　演習用地図

（４）ＷＴにおける演習の流れ

１）演習状況

ＷＴは約30人強の茨城県職員が参加した。この30人を職員の属性毎に道路、河川の各班（１班5～6名程度）に分けた。

はじめに、災害とツールキットの概要について30分程度で説明し、次に60分程度で想定した発災内容に従い各班毎に災害シナリオの構築を行った。構築した災害シナリオについて代表班が発表し、他の班は異なる知見等について補足説明を行った。

その後、リスク評価の考え方に基づき、リスク評価、対策目標の設定、各種対策検討までの一連の流れを説明した。写真2.7.2に演習実施状況を示す。



写真2.7.2　演習実施状況

２）リスク評価、対策目標の設定、各種対策検討事例提示

国交大研修において研修参加者からリスク評価、対策目標の設定、各種対策検討までの実施が望ましいとの評価を受けた。しかし、限られた時間で全てを実施することは困難であるため、予め、発災により茨城県が管理する道路がどの様な被害を受けるかを想定し一連の流れについて事例を示す方法で実施した。

①リスク評価事例

リスク評価は被害の深刻さと発生可能性の観点から行った。図2.7.8に事例で想定した被害、図2.7.9にリスクの大きさ（道路等被害の事例）、図2.7.10に発生可能性、図2.7.11にそれらをまとめた結果を示す。

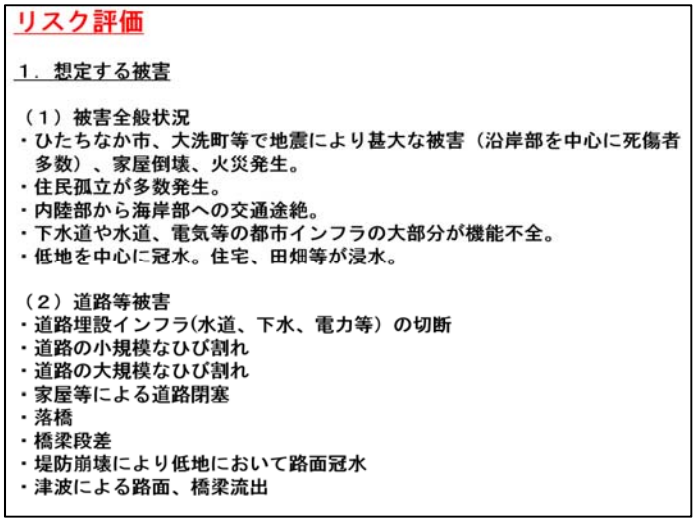


図 2.7.8　想定した被害

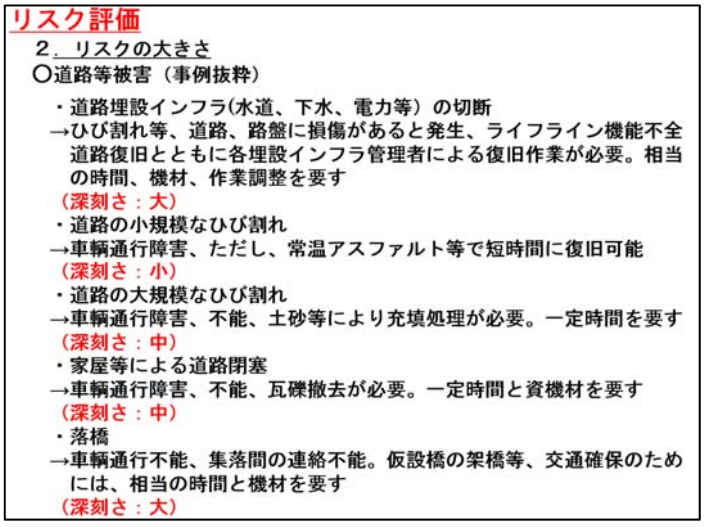


図 2.7.9　リスクの大きさ

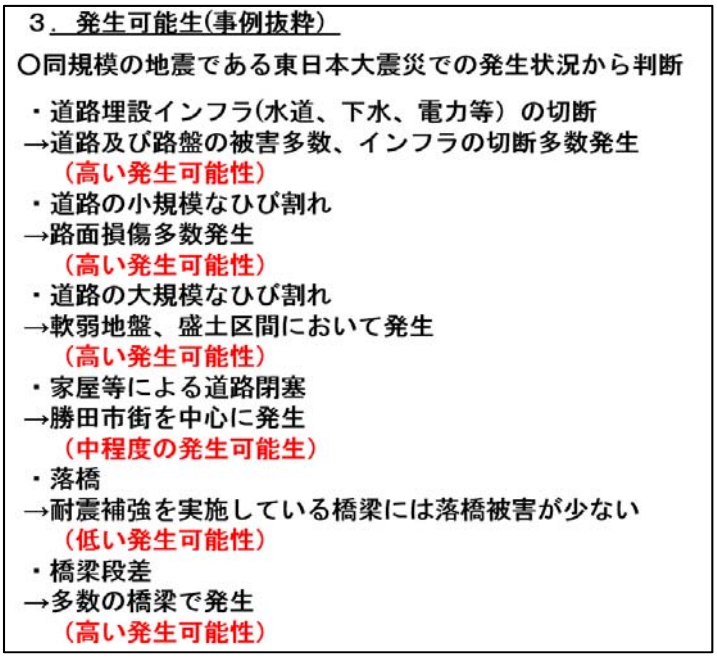


図 2.7.10　発生可能性

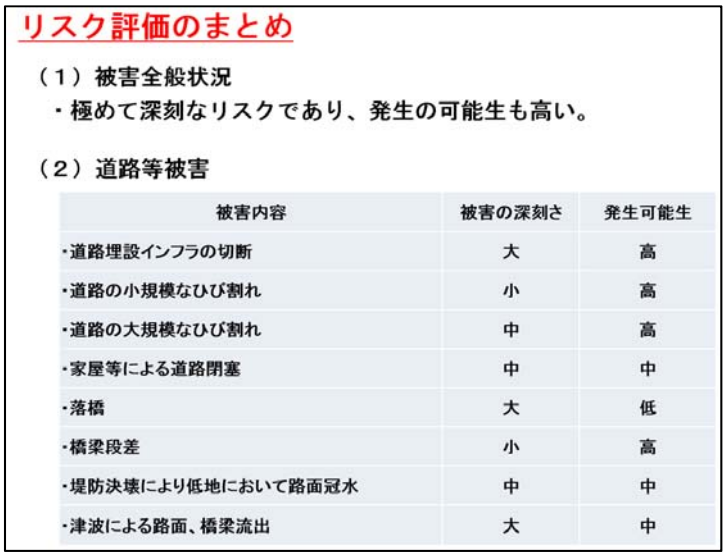


図 2.7.11　リスク評価のまとめ

②対策目標設定事例と対策検討事例

対策目標事例は、被害が大きいひたちなか市、大洗町への救援活動が必要と設定、そのためには、救援活動を実施するために海岸部へ向かう道路の早期啓開が必要との事例設定を行った。まら、対策検討の留意点として発災を想定した事前対策への留意が必要なこと、対策検討範囲は対策を実施することにより効果を発生する区間（エリア）で徹底することが重要であることを例示した。図2.7.12に目標の設定と対策検討の考え方、

図2.7.13に対策の具体的な対策項目の事例、図2.7.14に災害シナリオ及びリスク評価結果を考慮した対策検討結果事例を示す。

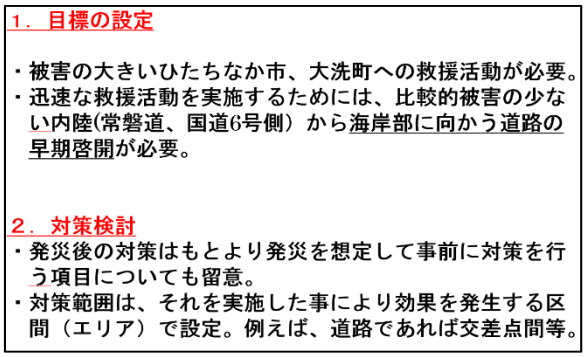


図2.7.12　目標設定と対策検討

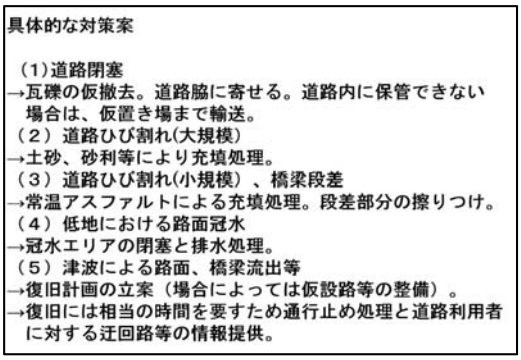


図2.7.13　具体的な対策項目事例

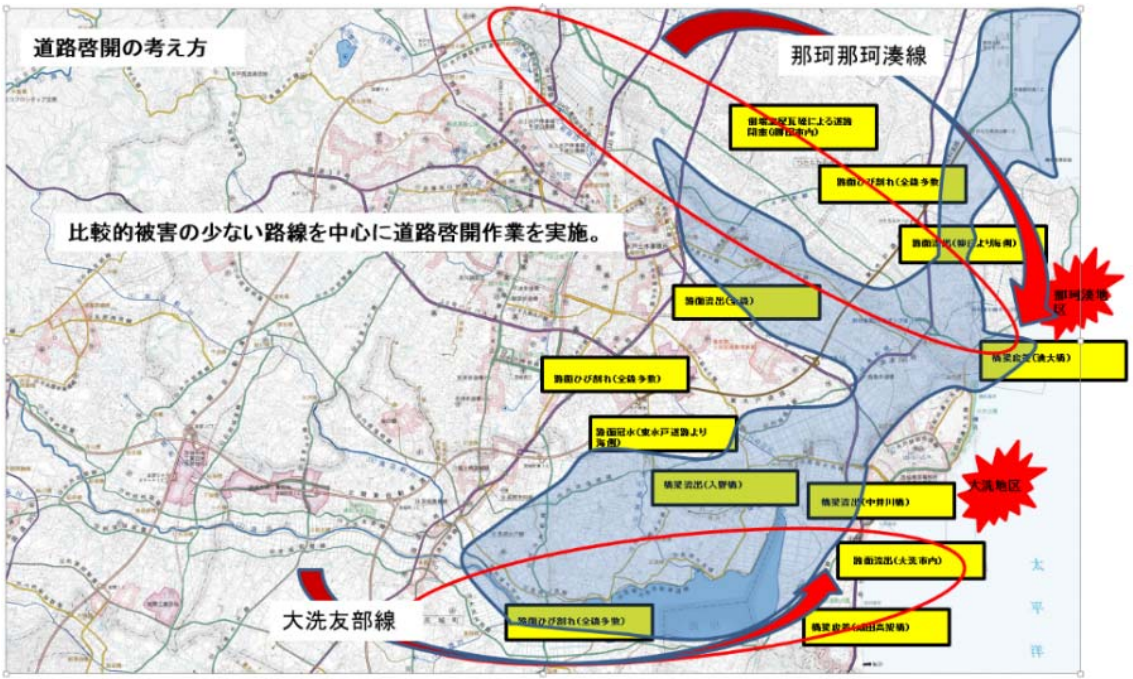


図2.7.14　対策検討結果事例

（5）WTにおけるツールキットの評価

1）有効性の評価と具体的項目

一連の演習終了後、WT参加者に対して、アンケートによりツールキットの有効性に関する調査を行った。図2.7.15はツールキットの有効性評価、①～⑱はその具体的な内容である。演習参加者の9割以上が「有効」と回答しており、また、災害対策における各種効果を挙げていることから、ツールキットが災害対策検討における有効な手段の一つであることを示している。

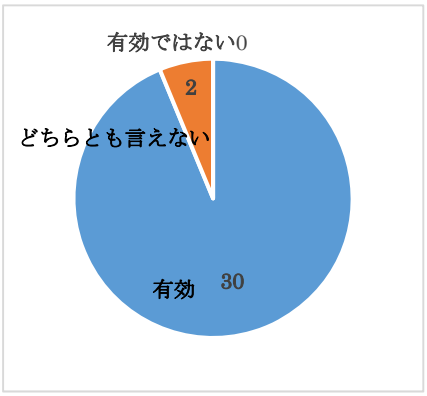


図2.7.15　WTにおける有効性評価

①公共土木施設の位置や地形状況が把握できるため具体的な対策を立てやすい。
②災害発生時のイメージがわかりやすい。
③同時に短時間で複数人の意見をまとめるのはよいと思う。
④実際の災害時にどのような対応をすべきか事前に想定できる。
⑤辺状況のことを考えながらの作業は、本番でも関わってくるため、非常に効果があると思う。
⑥低地など、気がつかなかった点に気づける。
⑦道路担当は河川の危険箇所を把握できる。また逆も同様。管内の重要施設を把握できる。全体を理解したことで、どこが重要なポイントになるのかが理解でき、災害の際にどのようなアプローチをすればよいのかが何となく分かると思う。
⑧付け足しや入れかえが簡単にできる形がよい。
⑨被災による生活への影響を整理できて良い。
⑩各施設がかかえるリスク等、所属職員間で共通認識をはかれる点、様々な視点で検討　できる点に効果があると感じた。
⑪災害地域の土地形用、重要施設を職員間で共有することが出来る。これにより、災害　発生直後の応急復旧活動がスムーズに行うことが出来る。
⑫地形等の状況を基に具体的に想定できる。
⑬想定外の自体が多く発生する中で、情報の整理に役立つと思う。
⑭地図を活用して「見える化」が図れるので、わかりやすい。
⑮具体的な対策案が、抽出しやすくなると思う。
⑯優先度がつけやすいため、初期の復旧への対応が迅速にいくと思う。
⑰地図とメモの文章を組み合わせることで、具体的な被災内容、状況を理解し、整理することが出来る。
⑱施設の重要度を加味することで、復旧の優先度を決定できること。

２）改良項目

①～④は改良が必要な具体的内容である。想定漏れへの対応や、作業を効率的に進めるための補助ツール、災害シナリオ構築、リスク評価、対策検討を限られた時間で実施する手法などが改良項目として挙げられており、今後の課題である。

①想定もれに対応できない

②番号の付け方の例とか項目とかの早見表みたいのがあれば参考になる。（⑦チェックリストよりさらに簡単なもの）

③全部体験しないと理解できないので、対策検討までを短時間で実施する「短縮版」を作成すると良い

④問題点・被災内容の提起のみではなく、対策について内容を考える欄があるとなお良い

３）ツールキットの活用場面

①～⑬は実際の業務における具体的な活用場面である。防災訓練や災害対策事前検討はもとより、管理における危険箇所の抽出、施設点検順序決定、他の管理者との役割分担確認、仮設住宅の建設用地候補地の選定など、幅広く災害対策業務に活用可能との項目が挙げられている。

①事務所での危険箇所等の抽出、共通理解

②管理施設の危険箇所想定

③ツールで抽出した被害想定を基にした施設点検

④防災関連の計画策定等

⑤地震による下水処理機能停止時における復旧施設の優先順序の決定

⑥事務所内での防災訓練・事前防災計画

⑦出水期前の安全点検

⑧防災訓練・ＢＣＰ計画策定等

⑨パトロール時の主な点検箇所の選定

⑩緊急輸送道路などの重点整備箇所の選定

⑪市町村の担当者と県の担当者が合同で作業して、緊急輸送道路が使えなかった時などのバックアップの機能を市町村にお願いすることが想定されるので互いの役割分担を認識する業務

⑫応急仮設住宅の建設候補地の選定

⑬防災訓練等被害を想定し、対策について考える職務

第 3 章　複合災害に対する危機管理に関する研究

３．１　研究の概要

東日本大震災は、従来の経験や想定を大きく超える規模の自然災害であり、堤防の沈下等、地震による被害を受けた直後に大津波が生じたことで被害は甚大なものとなった．この災害を契機として、低頻度・大規模災害に対して、事前に減災対策を立てておくことの重要性が強調された[1)2)3)]．こうした災害の１つとして、洪水と地震が同時もしくはほとんど間を置かずに連続して発生する複合災害が挙げられる。過去には、福井地震（1948 年）や新潟県中越地震（2004 年）のように、地震発生前後１カ月以内に豪雨が発生し被害を受けた事例も知られている[4)]。さらに今後、地球温暖化による各種気象の極端現象が出現しやすくなると、被災からの復旧・復興事業の優先順位を次の災害発生の危険性を考慮して決めるという新しい考え方も必要となってきている[5)]。

複合災害の被害低減策については、予め考え得る範囲においてシミュレーションをし、被害範囲及び被害規模の想定や各種対策の効果を事前に把握しておくことが重要である。実際に被災が生じた場合、可能な限り被害を低減するためには的確な対応とともに迅速な対応も求められる。事前に情報を把握・整理しておくことにより、その初動対応が異なることを認識する必要がある。本稿で示した手法等を活用した演習を実施し、事前に複合災害時の状況を把握しておくことは、若手現場職員等の危機管理能力向上に有効と考えられる。

自然災害が複合した際の被害は、先に生じる自然災害による防災施設・住家等の被災・復旧状況等によって、その後に生じる自然災害の被害が異なる特性を持っていると考えられる。複合災害に対する減災対策は、この特性を踏まえて検討する必要があるが、本特性を把握する手法や対策を決定する際の考え方は確立されておらず、複合災害対策の検討の課題となっている。以下で示す結果は、こうした課題を過去の被災事例等を通じて想定した上での試算結果であり、地震と洪水が重畳する一事例を対象としたケーススタディである。こうした点から、本手法は一般論には至っていないが、試算によって本手法の有効性を確認しており、複合災害に対する危機管理を検討する上での検討手順や結果の整理方法として参照されたい。

３．２　複合災害の概念

本研究ではまず、モデル河川を対象として、地震発生後に洪水が重畳する複合災害を想定し、被害の試算を行った。その結果から、洪水被害は地震により被害を受けた堤防の復旧状況に影響され、人的被害は復旧が進んでいない地震発生直後が最も大きく、復旧が進むほど減少する傾向を示した上で、一般的に最も被害が大きくなると考えられる地震直後の洪水のみを被害低減対策の対象とするのではなく、復旧期間に

も着目することが重要であることを指摘した。

次に、複合災害時の被害低減の観点を河川整備の計画検討時等に具体的に考慮することを目的として、複合災害時の被害特性分析手法をより幅広い複合災害ケースに適用し、被害低減対策ごとの被害低減効果について試算・分析し、被害低減対策検討上の留意点を抽出・整理した。

さらに、地震後の復旧状況を可能な限り具体的に想定した上で、地震と洪水の複合災害に対する対策の効果や特性について検討した。具体的には、既存の手法や結果を組み合わせて被害を試算するとともに、地震や洪水の単独発生時を想定した現実的に実施しうる防災・減災対策に対して地震と洪水を連続して作用させ、その際の人的被害を算定した。さらにその算定結果を、被害の規模と復旧に要する期間の短縮の 2 つの観点から分析し、複合災害対策を検討する際の留意点について抽出した。

なお、本項目は、参照文献 6)、7)、8) を本研究報告書の趣旨に鑑み、再構成したものである。

３．３　地震と洪水の複合災害による被害試算と被害特性の分析

３．３．１　地震と洪水による複合災害対策検討の考え方

地震発生に次いで洪水が生じる複合災害の場合、最初に発生した地震の規模によって河川構造物や堤内地での被害が異なり、その復旧に必要な日数も異なる。一般的に、地震の規模が大きければ被害も大きく復旧に必要な日数も長くなるため、その後の洪水被害が拡大しやすくなると考えられる。一方、地震直後のように復旧が進んでいない状態で洪水が発生した場合は被害がより大きくなる可能性がある。したがって複合災害時の被害低減対策を検討する際には、地震と洪水の規模に着目するだけでは不十分であり、復旧状況やそれらに関連する他の作業との相互作用等を如何にして試算に組み込むかが重要なポイントとなる。そこで、本研究では堤内地の住宅・道路・電気及び堤防等施設の復旧状況を時系列で整理し、各復旧状況に至るまでの経過日数と各復旧状況において洪水が発生した場合の被害を試算し、さらに、被害低減対策ごとの効果について試算・分析した。

本研究では、一級河川国土交通大臣直轄管理区間を念頭に設定した延長約60kmのモデル河川を対象として地震・洪水の規模及び両者の生起間隔を体系的に変化させるとともに、堤内地の被害が河川構造物の復旧工事に与える影響を過去の実績等から設定した上で、人的被害等と復旧に要する日数の試算を行った。なお、今回は地震被害として揺れによる被害を主な対象とし、津波や地盤沈下による被害は考慮していない。また、洪水時の高潮の同時生起についても考慮していない。

３．３．２　複合災害時の被害の試算・分析の対象とした流域・地震・洪水

今回検討対象としたモデル河川・氾濫区域（以下「モデル区域」）の概要を表3.3.1

に、地震発生後の経過によるモデル河川・区域の概況を表3.3.2に、モデル河川氾濫区域内の地盤高及び世帯数を図3.3.1示す。なお、表3.3.2中のⅠ～Ⅴは、後に示す図3.3.7における呼称である。モデル河川の特徴として、下流部は地盤高が低く浸水被害が生じやすい地域であること、地盤高が低い地域にも少なからず世帯が分布していること、右岸側と比較し左岸側に世帯が集中していることが挙げられる。なお下流右岸は山付き区間として設定している。

表3.3.1　モデル河川・区域の概況

流域の概要	幹川流路延長	約200km
	流域面積	約5,000km^2
氾濫域の概要	直轄管理区間	約60km
	氾濫区域面積	約600km^2
	河床勾配	1/500～1/5000程度
	氾濫区域内人口	約2,200,000人
	氾濫区域内資産	約69兆円
	土地利用形態	建物：29%、農地：37%、 河川等：14%、その他：20%

表3.3.2　地震発生後の経過によるモデル河川・区域の概況

地震発生後の経過	モデル河川・区域の概況	
地震発生直後	道路啓開前のため区域外への避難不可 堤防復旧は全く進んでいない	Ⅰ
道路啓開直後	主要道路は啓開、堤防復旧工事未着手	Ⅱ
堤防緊急復旧20%	左岸下流部10.0～23.2kにおいてHWL-1.6m まで緊急復旧が完了	Ⅲ
堤防緊急復旧50%	左岸下流部10.0～23.2kの緊急復旧が完了	Ⅳ
堤防緊急復旧完了	堤防の緊急復旧が完了	Ⅴ

地震による河川構造物や堤内地の被害（人的、建物）状況を想定するため、3つの規模の地震動を設定した（表3.3.3、図3.3.2）。南海トラフの巨大地震[9]及び東海・東南海・南海地震[10]をモデル河川に当てはめた際に想定される震度を参考とし、震度分布のメッシュサイズを250mに統一(250mよりも大きなメッシュについては250m毎に分割)した上で震度分布を設定した。以下、地震の規模の大きいものからE2（モデル区域での最大震度6.5）、E1’（同6.2）、E1（同5.8）と呼ぶ。

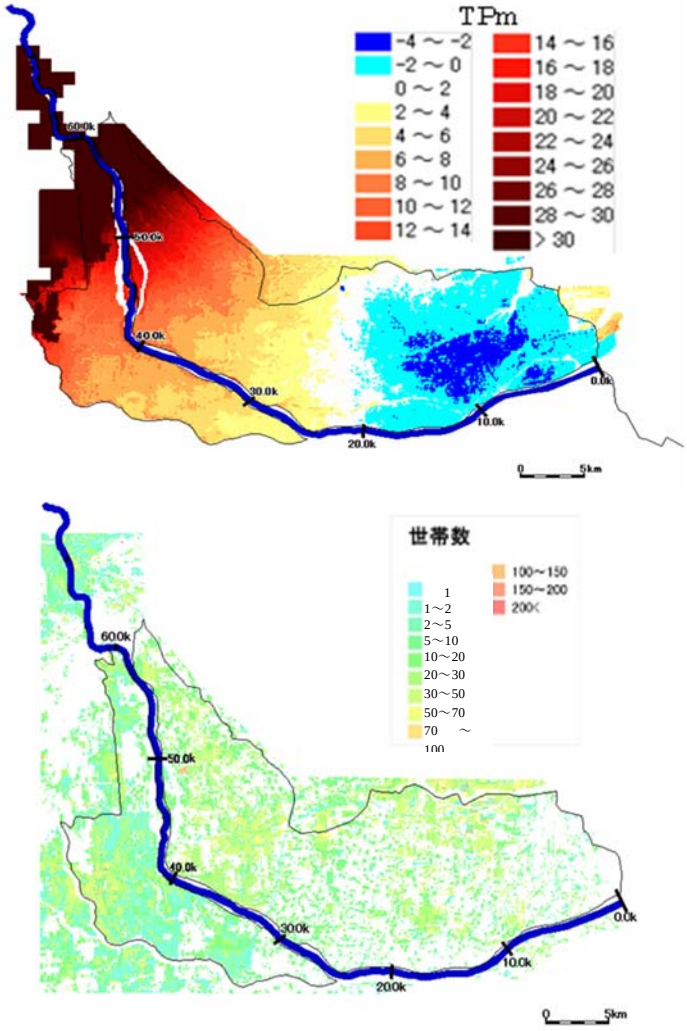


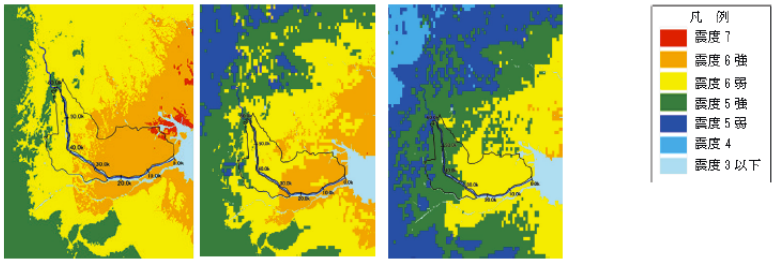
図3.3.1　モデル河川氾濫区域内の地盤高及び世帯数

洪水は、表 3.3.4 に示すとおり、モデル河川の流下能力規模の洪水（以下、「洪水規模 1」という）とそれを上回る規模（以下、「洪水規模 2」という）の 2 種類の洪水規模を設定した。モデル河川最上流端のピーク流量は、洪水規模 1 で概ね 8,000m^3/s、洪水規模 2 で概ね 15,000m^3/s とした。

洪水による被害については表3.3.2に示すとおりモデル区域内の避難状況や堤防の復旧状況が異なる時点に区分して各試算した。なお、地震により沈下した堤防の緊急復旧高はHWL(計画高水位)までとし､氾濫被害が相対的に大きい左岸下流部10～23.2km区間を優先的に復旧する設定とした。

表3.3.3　設定した地震動

本研究での呼称	参考とした地震	モデル河川区域における最大震度	設定方法
E2	南海トラフ巨大地震	6.5	発生確率が低く、甚大な被害が生じる最大クラスの地震動
E1’	E1及びE2の中間	6.2	E1及びE2の中間程度である地震動(東海・東南海・南海地震の震度＋0.4)
E1	東海・東南海・南海地震	5.8	堤防沈下は生じるが、堤内地の家屋倒壊は僅かである地震動



本研究での呼称	参考とした地震	モデル河川区域における最大震度	設定方法
E2	南海トラフ巨大地震	6.5	発生確率が低く、甚大な被害が生じる最大クラスの地震動
E1’	E1及びE2の中間	6.2	E1及びE2の中間程度である地震動（東海・東南海・南海地震の震度＋0.4）
E1	東海・東南海・南海地震	5.8	堤防沈下は生じるが、堤内地の家屋倒壊は僅かである地震動

図3.3.2　想定震度分布（左E2、中E1’、右E1）

表 3.3.4　設定した洪水流量

	想定する規模	流　量
洪水規模１	現況流下能力規模	概ね 8,000m^3/s
洪水規模２	現況流下能力を上回る規模	概ね 15,000m^3/s

３．３．３　地震による被害の想定

地震被害、その後の復旧状況及び洪水被害の想定フローを図3.3.3に示す。このフローにより、地震により発生する停電による避難情報の伝達困難な世帯数、道路被害、建物被害、人的被害を試算した結果を表3.3.5に示す。

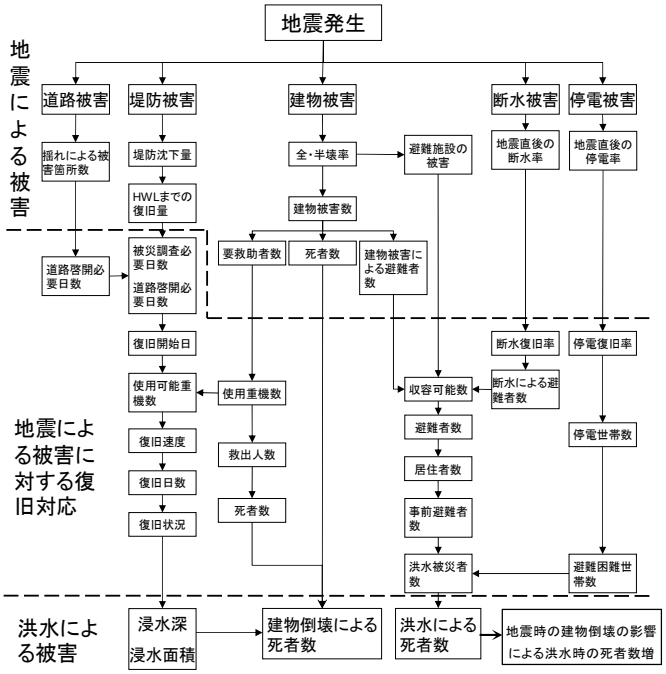


図 3.3.3　想定した地震の被害とその対応

表3.3.5　地震による被害試算結果

地震規模			E2	E1’	E1
モデル区域人口（人）			2,200,000		
モデル区域内世帯数（世帯）			780,000		
モデル区域内家屋数（戸）			580,000		
損壊家屋数（戸）	全壊家屋		57,000	21,000	420
	半壊家屋		220,000	120,000	1,800
	計		270,000	140,000	2,200
地震直後の停電世帯数（世帯）			730,000	680,000	360,000
家屋倒壊による人的被害（人）	死者		3,400	1,200	25
	要救助者		26,000	9,300	190
	救出人数		1,100	1,100	160
	救出時死者		25,000	8,300	30
地震による死者数（人）			28,000	9,500	55
地震直後の断水人口（人）※			1,700,000	1,700,000	1,200,000
家屋倒壊による避難者数（人）			240,000	84,000	1,500
断水による最大避難者数（人）			450,000	460,000	320,000
計（人）			690,000	550,000	320,000
避難所収容人数（人）	平常時収容可能人数		330,000		
	被災後収用可能人数		180,000	250,000	330,000
避難者数（人）	断水避難者ピーク時	区域内	180,000	250,000	320,000
		区域外	510,000	290,000	0
	断水解消後	区域内	180,000	84,000	1,500
		区域外	60,000	0	0
地震後自宅居住者（人）	断水避難者ピーク時		1,500,000	1,600,000	1,900,000
	断水解消後		1,900,000	2,100,000	2,200,000
地震による直接被害額（百億円）			2,600	1,700	19

※ 地震直後の断水人口は家屋倒壊による要救助者を除いた値。

（１）停電による避難情報の伝達困難な世帯数

東日本大震災時の実績[11]に基づき地震直後の震度別停電率を震度6弱以上:96%、震度5強:43%、震度5弱:22%、震度4:13%、震度3以下:0%とし、その後の経過日数に応じた復旧率を中央防災会議の南海トラフ巨大地震の被害想定手法（以下、南海トラフ想定手法）[12]を参考に想定（例 地震後1週間で復旧率90%）し、モデル区域内の停電世帯数（洪水時に避難行動をとれない人数）をメッシュ別に試算し洪水時避難率を低減した。今回停電率及び復旧日数を概略で設定したが、庄司ら[13]、Shoji et al.[14]がより詳細な設定手法を提案しており、今後同手法などを活用した精度向上が考えられる。

（２）道路啓開必要日数及び建物被害の推定

「中部版くしの歯作戦」[15]を参考にE2地震時の道路啓開必要日数を3日と設定し、南海トラフ想定手法を用いてモデル区域内に想定した緊急輸送道路の「震度別延長（km）」に「震度別道路延長当たり被災箇所数（箇所/km）」を掛けることにより地震規模毎の道路被災箇所数を想定し、E2時の道路被災箇所数との比率によりE1’を3日、E1は2日と設定した。なお、今回道路被災個所数を概略で設定したが、Shoji and Nakamura[16]などを参考に最新の知見を活用した設定を今後検討することが考えられる。

また南海トラフ想定手法を用いて地震規模ごとの全・半壊戸数を設定するとともに、設定した家屋の全・半壊率よりモデル区域内の避難施設の被災（使用不能）率を設定した。

（３）地震による人的被害の推定

メッシュごとの震度、建物構造別・建築年次別棟数から南海トラフ想定手法を参考に全壊・半壊（全半壊戸数比より）戸数を試算し、死者・要救助者数（自立脱出困難者数）及び避難者数を試算した（表3.3.5、死者数がより多くなる夜間（建物滞留率100%）に地震が発生した場合を採用）。なお要救助者の生存率については阪神・淡路大震災の実績[17]を参考に発生当日：75%、2日目：25%、3日目：15%、4日目以降：0%と設定した。避難者数は南海トラフ想定手法を参考に建物倒壊と断水によるものに分けて推定した。断水による避難者数は川上による手法（水道管は普通鋳鉄管とした）[18]から設定した。水道復旧率については都市部における水道事業者の事業継続計画[19]を参考に、発災後4日目までは被災調査等のため復旧率0%、復旧作業は5日目から開始し28日目に完了する（復旧率は復旧作業開始からの日数に一次比例）と想定した。断水による避難者数は断水生活困窮度に応じて時系列で変化し、避難施設の収容人数を超える避難者はモデル区域外へ避難するものとした。なお水道復旧に要する期間の設定についてはNagata et al.[20]など、

ライフライン停止を踏まえた避難者数設定については東京都[21]などを参考に今後改良することが考えられる。

（４）地震による堤防沈下量の推定

河川堤防の耐震点検マニュアルの簡易式[22]によって算定した200mごとの堤防沈下量を堤防耐震性能照査[23]結果により補正（プレート型地震動によるKh=0.4の場合の両沈下量の比から簡易式による沈下量を補正。堤防高の75%を沈下量の上限とした）し、地震規模ごとに堤防沈下量（右岸下流の山付き区間を除く）を設定した（図3.3.4）。左岸40kmより上流部において地震規模に応じた沈下量に若干差が生じているものの、それ以外の区間では顕著な差は認められなかった。

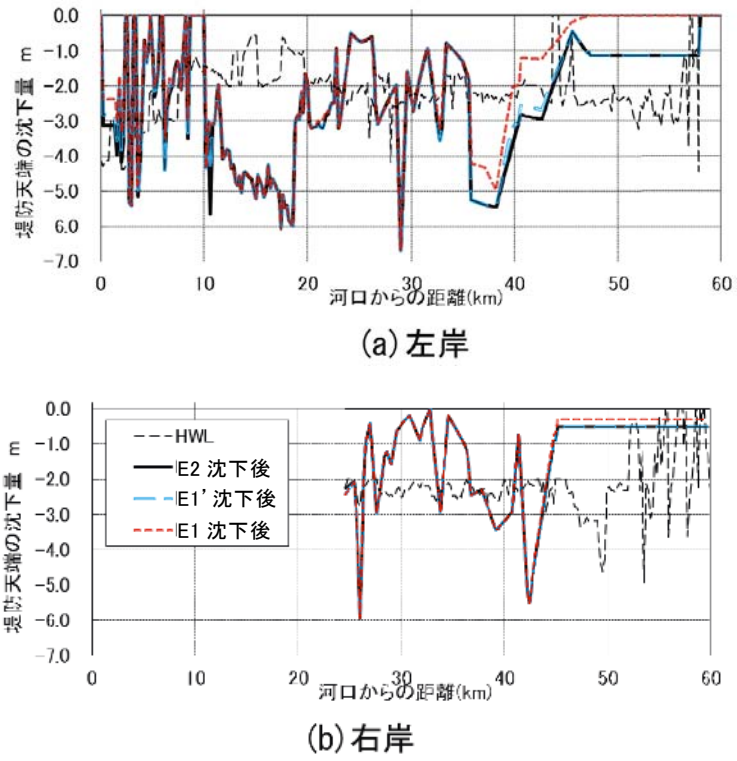


図3.3.4　堤防沈下状況設定縦断図

３．３．４　洪水発生までの危機対応の想定

（１）危機対応で使用可能な重機数の設定

危機対応で使用可能な重機数は、河川管理者と災害協定を締結している業者（以下「協定業者」）が所有しているものを対象として設定した。このうち、道路啓開前はモデル区域内に位置する協定業者のみを対象とし、道路啓開後はモデル区域を含む市町村内の協定業者まで対象を広げた。これら重機の救助作業と復旧工事での使用台数の割り振りについては東日本大震災における直轄管理河川

での緊急復旧工事の実績に基づき、バックホウ・ブルドーザは救助作業：復旧工事＝8：2、ダンプトラックは復旧工事開始後10日目までは同8：2、同11日目以降は3：7とした。なお、表-3.3.8に示す救助完了までに必要な日数が経過し、救助作業が完了した後はバックホウ・ブルドーザ・ダンプトラックともに同0：10とした（表3.3.6）。

表3.3.6　危機対応で使用可能な重機数の設定

消防機関人員*1	救助作業人員*2	救助隊編成		1名の救助に要する時間[24]		1日の作業時間
				木造家屋	非木造家屋	
5,900人	4,500人	5人	バックホウ1台*3	117分	252分	9時間

（2）建物被害に伴う救助作業の設定

救助作業は消防機関で対応すると想定し表3.3.7のとおり設定した。本試算の救助隊数は結果的に重機数に制限された。1日あたりの救助可能人数等を表3.3.8に示す。1日あたり救助可能人数は被災家屋の木造・非木造比率に応じて救助隊数を案分し算定している。

表3.3.7　救助作業の設定

	救助隊数	救助効率（人/隊・日）		1日当たり救助可能人数	救助完了までに必要な日数		
		木造	非木造		E2	E1’	E1
道路啓開前	228	4.6	2.1	933	23日	10日	1日
道路啓開後～緊急復旧工事開始前	447			1,832			
緊急復旧工事開始後	358			1,466			

*1 同規模の氾濫区域を持つ自治体の消防年報等から設定。

*2 救急隊員、通信指令要員等ほかの作業に従事する人員を考慮し消防機関人員の 75%とした。

*3 東日本大震災の聞き取り調査より。

表3.3.8　倒壊建物からの救助作業の設定

	バックホウ		ブルドーザ		ダンプトラック	
	復旧工事	協定業者所有	復旧工事	協定業者所有	復旧工事	協定業者所有
道路啓開前	0	228	0	51	0	200
道路啓開後～河川堤防復旧工事開始前	0	447	0	100	0	480
道路啓開後 復旧工事開始後10日目まで	89	447	20	100	96	480
復旧工事開始後11日目以降	89	447	20	100	336	480

（３）河川堤防の緊急復旧工事の設定

復旧工事は道路啓開後かつ堤防被災調査完了後に開始するものし、被災調査日数は東日本大震災や新潟県中越沖地震における1日あたりの調査実績等より規模に関わらず5日間と設定した。緊急復旧工事は24時間体制で実施するものとし、復旧に必要な土量と1日当たりの復旧量等を表3.3.9に示す。地震規模による堤防被害に大きな差がないにも関わらず復旧工事完了までの日数に差が出たのは、堤内地における救助作業の影響を受け、復旧工事速度に差が生じたためである。

表3.3.9　河川堤防の緊急復旧工事の設定

地震規模	復旧土量 (m^3)	1日あたりの復旧量(m^3)				地震発生から緊急復旧完了までの日数*
		10日目*迄	11～15日目	16～23日目	24日目以降	
E2	1,438,085	16,000	16,000	21,000	80,000	37
E1’	1,379,007	16,000	80,000	80,000	80,000	27
E1	1,132,027	80,000	80,000	80,000	－	20

＊ 堤防の被災調査に要する5日間を含む。

３．３．５　複合災害による被害の試算と被害特性の分析

氾濫計算は治水経済調査マニュアル（案）[25] に基づき河道内水位を逐次一次元計算し、任意の堤防断面で無害流量に相当する水位（堤防沈下後は沈下分だけ低く設定、ただし耐震性能照査水位（耐震性能の照査において考慮する外水位）及び破堤敷高を下回らないものとした）を河道内水位が超えた時点で破堤氾濫するものとし、氾濫原内で250mメッシュ二次元不定流計算によりメッシュ別最大浸水深を試算した。

洪水による直接被害額は次式によりメッシュ・資産種類ごとに試算した。

「直接被害額」＝「最大浸水深・資産種類に応じた被害率」×（「地震前の資産額」－「地震による資産被害額」）

表3.3.10　洪水時の死者数算定条件

地震による要救助者の浸水時の死亡判定	避難率は0%とし、1階床面から危険水位帯として判定
半壊家屋居住者の浸水時の死亡判定	年齢に関わらず上階へ避難ができないものとし、1階床上から安全水位帯、準危険水位帯、危険水位帯として判定
洪水時の避難行動	地震による避難者の洪水時避難率は100%、自宅残留者の避難率は40%、停電世帯の避難率は0%と設定

洪水による死者数は浸水深に応じて死亡率を設定するLIFESimモデルを参考にした手法[26] を踏まえ表3.3.10及び図3.3.5のとおり地震の影響を考慮した算定条件を設定し、次のとおりメッシュごとに試算した。

「死者数」＝「最大浸水深・建物損壊状況（全・半壊、その他）に応じた死亡率」×（「建物損壊状況別居住者数（避難者及び地震による死亡者を除く）」

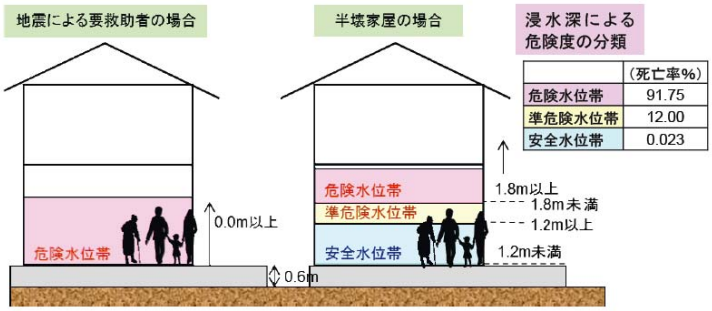
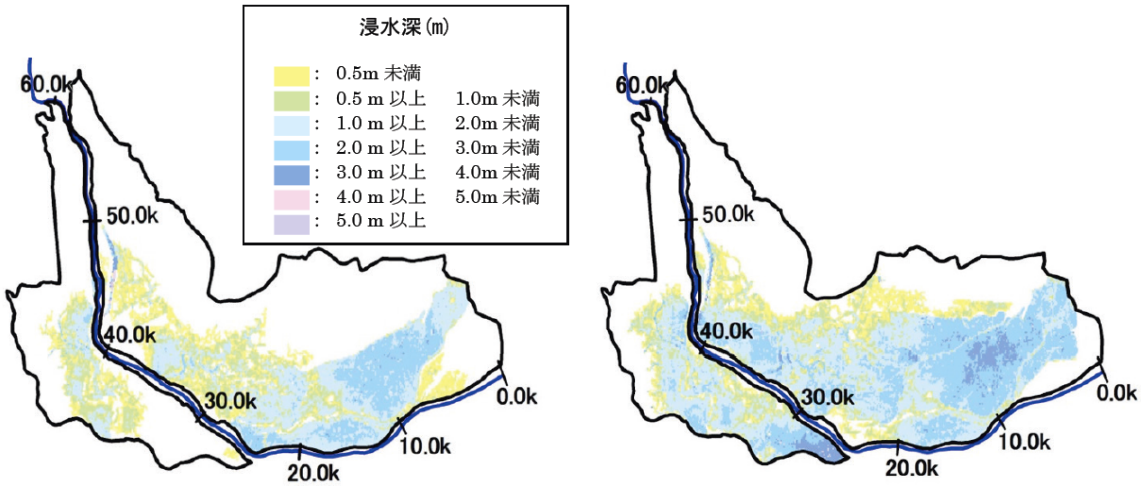


図3.3.5　地震による被害を考慮した洪水時死亡率の設定

（１）洪水氾濫計算結果

洪水氾濫計算結果例を図3.3.6に示す。洪水規模2について洪水単独の場合と堤防が最も沈下した状況であるE2地震直後の場合とを比較すると、後者は前者に比べ平均浸水深で約1.3倍、浸水面積で約1.5倍に増大し、堤防沈下の影響が明確に表れた。なお、地震規模ごとの堤防沈下量の差は小さかったため地震規模による浸水深・面積の差は顕著ではなかった。



(a)洪水規模2単独　　(b)E2地震直後洪水規模2

図3.3.6　氾濫シミュレーション結果

（２）洪水被害の試算と被害特性の分析

図3.3.7に地震発生から洪水発生までの日数とモデル区域内の居住者（避難せず自宅にいる住民）、堤防の復旧速度、洪水による死者数の関係を示す。洪水が単独で発生した場合の被害（洪水規模2で460人、洪水規模1で0人）と比較すると、複合化することで洪水被害が大きく増加している。

なお、1)で述べたとおり地震規模による氾濫状況に大きな差はないにも関わらず、E2とE1’地震後の洪水規模2による死者数に大きな差が生じている（地震直後の洪水でE2はE1’の約1.4倍）。これは表3.3.5に示したとおり全・半壊戸数でE2はE1’のほぼ2倍となっていることから建物被害の影響（地震による建物倒壊により要救助者の死亡率が増大すること、半壊建物における死亡率が上昇すること等）が大きいと推察される。

特に地震直後に洪水規模2が発生すると洪水による死者数は、表3.3.5に示した地震単独による死者数よりも大きくなる。一方、堤防の復旧が進むにつれて死者数は大きく減少し、復旧工事の進捗が被害低減に大きく寄与することがわかる。ただし、E2、E1’地震のいずれも20%復旧時よりも50%復旧時の方が洪水規模1、2による死者数が多くなった。これは、地震に伴う断水による避難者が、断水の解消とともに区域内の住居に戻ってきた結果、20%復旧時よりも50%復旧時の方が区域内人口が多くなったためである。

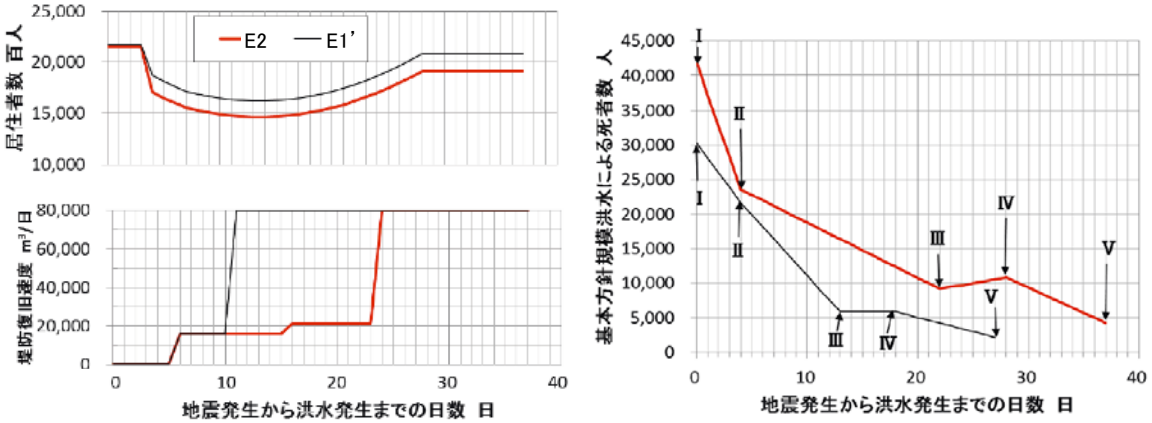


図3.3.7　地震から洪水までの日数と洪水規模2による死者数等との関係

３．３．６　複合災害時の被害低減対策の効果の試算・分析

下記4つの仮想的対策ケースを設定し、各被害低減効果を試算した。試算結果の比較・分析に当たっては、地震発生日から洪水発生日までの日数と洪水による被害との関係曲線（図3.3.7参照）を作成するとともに、同曲線と横軸との間に挟まれる面積（地震発生日から緊急復旧完了日まで）を「相対リスク」として次のとおり定義した。

相対リスク＝∫R(t)dt　（積分区間はt=0からt_eまで）

ここで、Rは死者数または洪水による直接被害額、tは地震発生から洪水発生までの日数、t_eは河川堤防の緊急復旧工事完了までに要する日数

R(t)は地震発生から洪水発生までの日数と洪水による被害との関係曲線を表し、これを日で積分した相対リスクは、後に示す図3.3.8、図3.3.9、図3.4.1、図3.4.2において、R(t)曲線と縦軸及び横軸に囲まれた部分の面積である。この値は、地震発生後の1日あたりの洪水の発生確率が一定であれば、地震後、河川堤防の緊急復旧工事完了までに発生する洪水被害の期待値に比例する。上記相対リスクに基づき「被害低減対策ごとの被害低減率」＝（{「対策なしの場合の相対リスク」－「対策実施の場合の相対リスク」}÷「対策なしの場合の相対リスク」）について分析した。

本項で、対策ケースは以下の4ケースを対象とした。

- 対策ケース1：河川堤防の緊急復旧を2週間で100%実施できる資機材（建設重機、堤防材料等）を備蓄しておく。
- 対策ケース2：同2週間で50%実施できる資機材を備蓄しておく。
- 対策ケース3：上記対策ケース2と同程度の費用（50年間）で堤防を耐震化する。
- 対策ケース4：上記対策ケース3と同様に堤防を耐震化するとともに「対策ケース1の費用と対策ケース3の費用の差」（50年間分）を上限として資機材の備蓄を行う。（堤防の耐震化費用と資機材の備蓄費用（50年間分）の合計は対策ケース1と同程度）

（１）地震の影響による洪水被害の変化

地震による河川管理施設、氾濫ブロック内の建物・道路等の被害は、その後発生する洪水被害に対して主に次の3つの影響を与えると考えられる。

① 堤防の沈下による洪水時の氾濫範囲・浸水深の増大による被害の増大。
② 氾濫ブロック内の住宅等が地震により損壊し、2階建て建物において2階へ避難できなくなること、地震後の停電により洪水時の避難情報等が伝達できなくなること等による洪水時の人的被害の増大。
③ 地震で建物等が損壊することによる資産の残存価値の低減に起因した、その後の洪水氾濫による浸水時の直接被害額の見かけ上の低減。

E2、E1’地震後に洪水規模2又は1が表3.3.2の各時点（Ⅲを除く）で生起した場合の洪水による死者数の試算結果を図3.3.8に、同洪水規模2が生起した場合の洪

水による直接被害額の試算結果を図3.3.9に示す。図3.3.8のとおり地震規模の増大に応じて洪水による死者数が増大している。これは、上述のa、bの影響が相対的に大きいためと考えられる。一方、図3.3.9の地震直後の洪水による直接被害額は地震規模の増大に対して減少している。これは上述のcの影響が相対的に大きくなったためと考えられる。

（２）資機材備蓄対策と耐震化対策による効果の違い

今回の試算上同程度の費用となる対策ケース2と3を比較すると、当然のことながら堤防の耐震化対策による洪水被害低減効果は地震発生直後から生じ、地震発生直後の洪水被害に大きな差が生じている（図3.3.8）。また、被害低減率を比較すると、例えばE2地震後の洪水規模2による死者数では、対策ケース2では46%であるのに対して、対策ケース3では72%と20ポイント以上大きくなった。複合災害時の被害低減対策について「耐震化対策による被害低減効果は備蓄対策よりも大きい」ことを本手法により確認することは、代替案の比較検討時に重要な場合があるものと考えられる。

（３）想定洪水規模の違いが被害低減効果に及ぼす影響

対策による被害低減効果は洪水規模により異なっている。例えば、図3.3.8の対策ケース3、4による死者数低減効果は一部の時点を除き現況流下能力規模洪水時よりも基本方針規模洪水時の方が大きい。被害低減率を比較すると、例えば対策ケース3におけるE1’地震後の洪水規模2による死者数では72%だが、同洪水規模1については60%と10ポイント以上の差が生じた。複合災害に関する被害低減対策の比較検討時には、複数の洪水規模を対象として被害低減効果を試算することが必要な場合があると考えられる。

（４）想定地震規模の違いが被害低減効果に及ぼす影響

地震規模により対策ケースごとの被害低減効果が異なっている。例えば、対策ケース2における洪水規模2による死者数の被害低減率は、E2地震について46%であるが、同E1’地震については21%しかない（図3.3.8）。これは、E2地震時に比べE1’地震時の氾濫ブロック内の家屋被害が相対的に少ない（表3.3.5）ことなどから、資材備蓄による復旧作業の早期化による被害低減効果が相対的に小さくなったためと考えられる。複合災害時の被害低減対策の比較検討時には、複数の規模の地震を対象に被害試算を行うことが必要な場合があると考えられる。

３．３．７　得られた知見

以上の検討から得られた主な知見は次のとおりである。

① 地震・洪水規模の変化が洪水被害に与える影響を死者数と直接被害額の2つの観点から図示した。洪水時の死者数は地震規模の増大により増加したが、同直接被害額は地震規模の増大により見掛け上、減少する場合があった。このため、複合災害対策の検討においては特性の異なる複数の被害指標の観点が重要と考えられる。

② 資機材備蓄対策と堤防等の耐震化対策の被害低減効果の特性を図示した。耐震化対策による被害低減効果は地震直後に大きいとともに、緊急復旧完了までの期間全体で見ても相対的に大きいことを示した。迅速な復旧が困難な地域特性等が認められる場合には特に耐震対策の優先順位を上げる必要性が高いと考えられる。

③ 想定地震・洪水規模の違いにより対策ごとの被害低減効果が異なることを図示した。特定の地震・洪水規模に対策の検討・分析を限定せずに、複数の地震・洪水規模を対象に被害試算・対策検討を行うことが重要と考えられる。

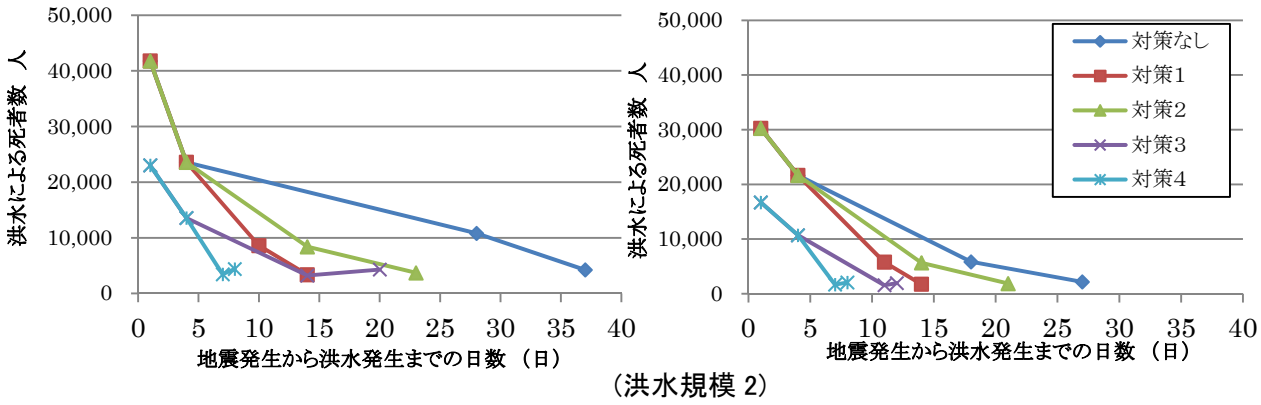


図 3.3.8　被害低減対策ごとの死者数低減効果（左　E2 地震　右：E1’地震）

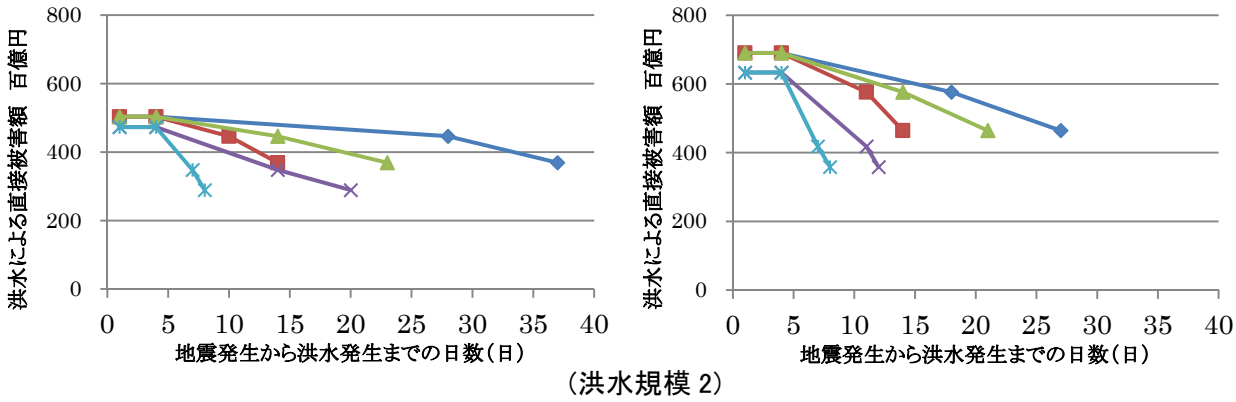


図 3.3.9　被害低減対策ごとの直接被害額低減効果（左　E2 地震　右：E1’地

３．４　堤内地での対策を含む様々な被害低減対策による効果の特性の分析

３．４．１　分析にあたっての基本的な考え方

河川整備を対象とした対策だけでなく、図 3.3.3 を参考に相互に関連すると考えられる河川以外の分野の対策も加え、より幅広い被害低減対策による複合災害時の被害低減特性についてさらに分析を行った。ここで、対策としては各単独災害を想定した対策を設定した。これは複合災害に特化した対策を実施することは整備労力の観点から制約があり難しいと考えたためである。現実的に実施される可能性のある単独災害を想定した対策に対して複合災害時の外力を作用させることにより、その際の被害低減効果を分析したものであり、一種のストレステストと言い換えてもよいだろう。

３．４．２　検討方法及び対象とした外力・対策

対象としたモデル河川や外力、被害試算の算定手法については、３．３と同様の設定とした。なお、地震後の洪水の発生時点については表 3.4.1 のとおり拡充した。

表3.4.1　設定した地震と洪水の生起間隔

発生タイミング	洪水発生時	道路啓開	地震による避難率
Ⅰ	地震発生直後	実施前	0%
Ⅱ	地震発生直後	実施前	40%
Ⅲ	地震発生直後	実施後	100%
Ⅳ	堤防復旧10%時点	実施後	100%
Ⅴ	堤防復旧20%時点	実施後	100%
Ⅵ	堤防復旧50%時点	実施後	100%
Ⅶ	堤防復旧100%時点	実施後	100%

各種対策は、３．３．６の検討を踏まえ、改めて以下の通り、想定した。

① 対策 0：現況（無対策時）

対策の効果を把握するため無対策の状況を設定した。

② 対策 1：流下能力向上

モデル河川では暫定堤区間を設定しており、これらを完成堤まで整備すると地震による沈下後の堤防高が対策 0 よりも確保され、復旧に要する期間及び氾濫流量も減ずることが想定される。そこで下流部の暫定堤区間を完成堤として整備する対策を設定した。

③ 対策 2：堤防の沈下対策

地震による堤防の沈下を抑制することにより、地震後の洪水による氾濫被害を抑制することができることに加え、復旧に要する資材の量も削減されると考え、下流部の堤防に対する沈下対策を選定した。なお、沈下対策を行った区

間は地震後も沈下が生じないものと設定した。

④ 対策 3：避難者の帰宅規制・誘導

地震時の一時避難者が断水復旧状況に応じて氾濫区域内の自宅に帰宅することで、洪水による人的被害が拡大する場合がある。そこで、一度避難した人の帰宅を規制することで、洪水による人的被害の拡大を抑制するため、本対応を選定した。

⑤ 対策 4：緊急復旧資機材の備蓄拡充

堤防の復旧速度は、復旧用資機材の量やそれを運搬するルートの確保等によっても左右される。また、資機材の備蓄がない条件では、重機は救助活動に優先され、救助活動終了後に堤防復旧工事に用いられることとなる。よって、事前に資機材の備蓄を拡充し、上記に左右されない体制を予め整えておくことで、堤防の復旧速度を早めることができると考え、本対策を選定した。

⑥ 対策 5：二線堤

洪水による浸水範囲を抑制することにより、被害を低減することができると考え、洪水被害が発生する区間の既存道路の一部を嵩上げ、二線堤とする設定とした。

⑦ 対策 6：堤内地の建物の耐震化

地震によって倒壊する建物を要因とする人的被害と要救助者の救出に要する重機の使用日数を低減させるため、耐震基準が改訂された 1981 年以前に建築された建物について、新耐震基準と同程度の耐震性を有する水準の耐震補強を実施するものと設定した。

⑧ 対策 7：道路啓開のための対策

地震発生後の救助・救援ルートを確保し、道路啓開に要する時間を短縮することで、堤防復旧に使用する機材を早期に割り当てることができると想定した。そこで、「避難道路沿線の建物の耐震化」と「電柱・電線の地中化」を道路啓開の早期解決の対策として設定した。

３．４．３　氾濫計算及び洪水による被害の試算結果

洪水による人的被害の結果の一例を図 3.4.1 に示す．人的被害については地震直後に洪水が発生した場合の対策 0 の条件下の被害を 1 として無次元化している。また、グラフ内で示されている対策毎のマーカーは、左から順に、表 3.4.1 で示した洪水発生タイミングを示している。

（１）単独災害を想定した対策の複合災害に対する効果

地震規模 E2、洪水規模 2 の条件下での洪水による人的被害は、程度の差はあるものの、いずれの生起間隔においても全ての対策ケースにおいて減少しており、地震規模 E1’、E1 においても同様の傾向が確認された。これは、地震や洪水の単

独発生時を想定して実施する対策が、複合災害時にも効果を発揮することを示すものである。また、対策によって被害の低減効果が顕著となる時期が異なっており、地震直後の洪水に対する低減効果が高い対策と地震発生から洪水発生までの期間が長くなるに伴って低減効果が高くなる対策に傾向が分かれる。前者については、堤防の沈下量を抑制するといった洪水に対する直接的な対策が該当する傾向にある。一方で、後者は、堤防の復旧期間の短縮によって効果が発揮される対策が該当する傾向にある。

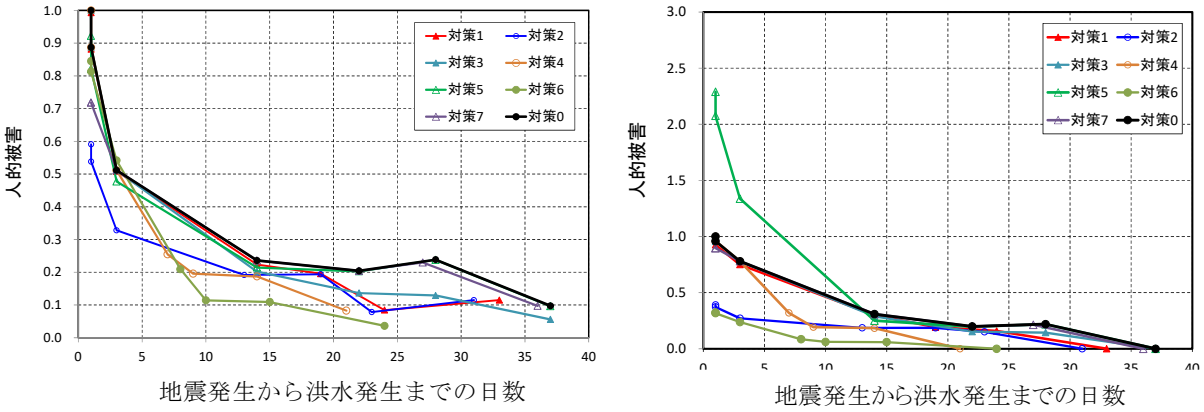


図 3.4.1　地震発生から洪水発生までの日数と人的被害との関係

（左図：地震：E2 規模，洪水：洪水規模 2，右図：地震：E2 規模，洪水：洪水規模 1）

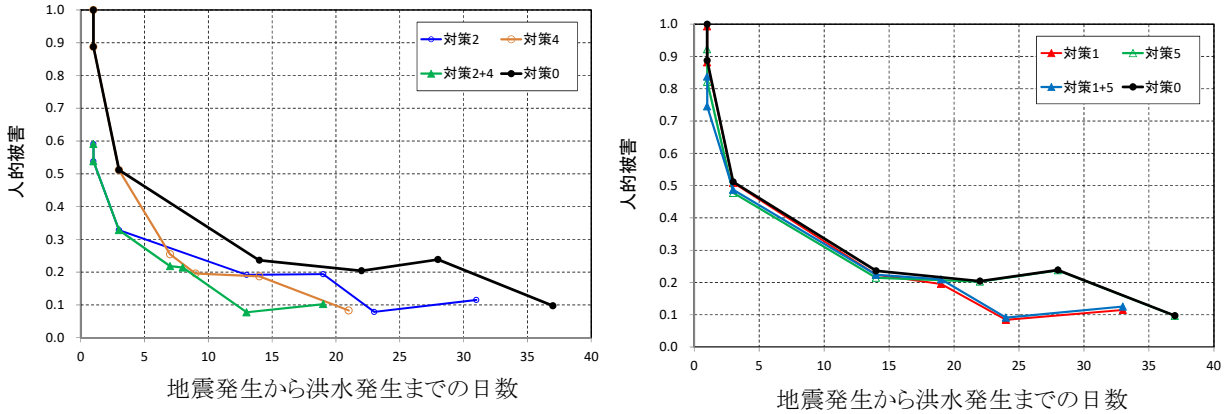


図3.4.2　地震発生から洪水発生までの日数と人的被害との関係

（地震：E2規模，洪水：洪水規模2）

（２）想定した対策効果とその付加効果

対策 6 は、洪水に対する直接的な対策ではないが、洪水に対する人的被害の低減効果が確認された。これは、家屋の倒壊が抑制され、家屋からの救助活動に要する労力が減少し、堤防復旧工事へ投入可能な重機が増えたことによる。その結

果、堤防の復旧工事の日数が短縮され、洪水による人的被害が低減したと推測される。これは、本来の効果に加えて、意図していない効果を発揮し、複合災害時の被害低減に寄与する場合があることを示すものである。一方で、対策 5 では、洪水規模 2 の条件下では被害が低減しているものの、洪水規模 1 の条件下では、地震発生直後の洪水において、無対策時に比べて人的被害が 2.3 倍に増加している。地震発生から約 14 日後に発生する洪水にてその被害は無対策を下回るが、上記までの期間は総じて無対策時よりも被害が大きくなっていることが確認できる。この要因として、今回の試算においては、対策 5 により二線堤と河川の間の浸水深が大きくなったことが挙げられる。場合によっては、二線堤の対策により浸水範囲は狭まるものの、その範囲の浸水深は無対策時と比べて大きくなる。その結果、浸水深の増大による人的被害の増加分が、二線堤によって非浸水域や浸水深が低下する範囲の人的被害を上回り、被害が増加したと考えられる。また、堤防の復旧に伴い氾濫流量が減るため、堤防復旧が 10%となる 14 日後の条件下においては、上記で示した浸水深が増減する範囲の人的被害数が逆転し、無対策時よりも被害が低減したと推測される。このように、対策によっては本来想定していた効果に加えて意図していない効果も発揮され、被害を低減させる効果と増加させる効果の両面を有する場合があることを認識しておく必要がある。

（3）各対策の組み合わせによる効果

図 3.4.2 は各種対策を組み合わせた際の人的被害の一例を示したものである。対策 2 及び 4 を設定することによって、各対策単独時よりも被害低減効果を発揮しているとともに、その効果は各対策を単純に足し合わせた結果とは異なることが確認できる。一方、対策 1 及び 5 を設定した条件下では、対策単独の場合と複数の対策を組み合わせた場合において効果はほぼ変わらない。また、洪水発生の時期によっては、組み合わせた場合の方が、被害が大きくなる場合があることも確認された。今回の試算のケースでは、被害の増加は、二線堤よりも上流部で生じた氾濫によって、二線堤と河川の間に氾濫水が集中し、浸水域あるいは浸水深が増加する範囲が拡大したためである。上記範囲における人的被害の増加分が、二線堤により非浸水域となる範囲の人的被害の減少分を上回ったため被害が増加したものと考えられる。これは、二線堤による対策が一律に被害を拡大するということではなく、各種対策の特性を把握した上で、対策の組み合わせを検討する必要があることを示唆している。

３．４．４　得られた成果

① 地震対策及び洪水対策を仮定した氾濫計算において、複合災害時においても人的被害が低減する結果が多くの条件で確認された。単独災害時を想定して実施する対策が複合災害時にも被害低減効果を発揮することが示唆された。

② 建物の耐震化によって家屋倒壊が減少し、同家屋からの救助活動負荷が減ることにより、堤防復旧工事に使用可能な重機が増え、河川堤防の復旧期間が短縮される等、対策によっては、本来想定していた効果に加えて意図していなかった効果が発揮され、被害の増減に影響することが示唆された。

③ 対策の組み合わせによって、その効果が重複することにより、より大きな低減効果を発揮する場合があることが示唆された。

④ 対策によっては被害が大きくなる場合がありうることから、対策を検討するにあたっては、対策の特性を十分に把握する必要があることが示唆された。

３．４．５　まとめ

本研究では、地震と洪水の過去の発生状況等を踏まえ、複雑な複合災害の発生メカニズムを単純化した上で、複合災害時の被害特性の体系的分析手法を提案した。具体的には、災害の規模・発生間隔を限定的ではあるものの体系的に変化させることにより地域特性を踏まえつつ被害発生特性及び各種被害低減対策による被害低減特性を把握・表示するものである。同手法をモデル河川に適用し、地震後に洪水が生起する複合災害を対象として死者数及び直接被害額の被害特性及び各種被害低減対策による被害低減効果について分析し、対策検討上の留意事項を抽出した。

現状において複合災害に特化した対策の検討・実施は費用対効果の観点から一般的とは言い難い場合が少なくないものと考えられるが、近年指摘される気候変動の影響等を踏まえると、本手法を用いて災害発生メカニズム、被害発生に係る地域特性を災害発生前に把握・理解しておくことは、若手職員の災害対応能力向上等の観点からも重要と考えられる。

参照文献

1) 中央防災会議:大規模地震防災・減災対策大綱(案), 2014.
2) 中央防災会議:防災基本計画, 2014.
3) 国土交通省:社会資本整備重点計画(素案),2012.
4) 中央防災会議:1948 福井地震、災害教訓の継承に関する専門調査会第 4 期報告書, 2011 年 3 月.
5) 河田惠昭:自然災害の新しい脅威と災害対応の課題、減災, Vol.3, 2008 年 5 月, pp.14-20.
6) 松浦達郎・板垣修・服部敦:地震と洪水の複合災害による被害試算と被害特性の分析, 河川技術論文集, 第 20 巻, 2014 年 6 月, pp.385-390.
7) 板垣修・松浦達郎・服部敦:地震と洪水の複合災害に係る被害低減対策効果の特性の分析, 第 14 回日本地震工学シンポジウム論文集, 2014 年 12 月.
8) 福原直樹・板垣修・松浦達郎・服部敦:地震と洪水の複合災害対策による被害低減効果の検討, 河川技術論文集, 第 21 巻, 2015 年 6 月, pp.449-454.
9) 中央防災会議:南海トラフ巨大地震対策について(最終報告)～南海トラフ巨大地震の地震像～, 2013 年 5 月.
10) 中央防災会議:東南海、南海地震の被害想定について, 東南海、南海地震等に関する専門調査会第 14 回資料, 2003 年 9 月.
11) 消防庁:東日本大震災記録集, 2013 年 3 月.
12) 中央防災会議:南海トラフ巨大地震の被害想定項目及び手法の概要, 2013 年 3 月.
13) 庄司学、高橋大、築地拓哉、那波悟志:2011 年東北地方太平洋沖地震における 1 都 5 県の停電分析, 土木学会論文集 A1, Vol.68, No.4, 2012 年 7 月, pp.Ⅰ1210-Ⅰ1223.
14) Gaku Shoji and Ayumi Toyota: Function of emergency road networks during the post-earthquake process of lifeline systems restoration, Journal of Disaster Research, Vol.7, No.2, 2012 年 2 月, pp.173-183.
15) 中部地方幹線道路協議会:平成 24 年度「中部版 くしの歯作戦」, 2013 年 5 月.
16) Gaku Shoji and Tomoharu Nakamura: Development of damage functions on road infrastructures subjected to extreme ground excitations by analyzing damage in the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, Journal of Disaster Research, Vol.9, No.2, 2014 年 3 月, pp.121-127.
17) 国土交通省近畿地方整備局:阪神・淡路大震災の経験に学ぶ, 2002 年 1 月.
18) 川上英二:震度、被害率、断水率の関係, 土木学会第 53 回年次学術講演会, 1998 年 10 月, pp.646-647.
19) 名古屋市上下水道局:事業継続計画地震対策編, 2012 年 3 月.
20) Shigeru Nagata, Kohei Kageyama, Kinya Yamamoto: An emergency restoration

model for water supply network damage due to earthquakes, Journal of Disaster Research, Vol.3, No.6, 2008年12月, pp.390-399.
21) 東京都防災会議:首都直下地震等による東京の被害想定報告書,2012 年 4 月,pp.3-67,3-70.
22) 国土交通省水管理・国土保全局治水課:レベル 2 地震動に対する河川堤防の耐震点検マニュアル, 17頁, 2012年2月.
23) 国土交通省水管理・国土保全局治水課:河川構造物の耐震性能照査指針・解説,2012年2月.
24) 岐阜県:岐阜県東海地震等被害対応シナリオ作成業務報告書, 2004年3月.
25) 国土交通省河川局:治水経済調査マニュアル(案), 2005年4月.
26) 国土交通省水管理・国土保全局:水害の被害指標分析の手引(H25 試行版),2013年7月,pp.23-25
27) 中部地方幹線道路協議会　道路管理防災・震災対策検討分科会：中部版くしの歯作戦 2014.

第４章　研究のまとめと今後の課題

４．１　研究のまとめ

本研究は第１章で記載したとおり、従来の想定を超える自然災害あるいは複数の災害が複合的に発生する場合においても、災害の影響を最小化する危機管理のあり方を検討し、防災に係る関係機関における活用を目指す事を目的として実施したものである。

そのため、既往の災害における事象等の進展および被害波及の状況の整理、自然災害の発生シナリオ構築手法の整理を行うとともに、防災関係機関の担当者等が危機管理方策検討を行う手法をツールキットとして開発を行い、防災業務に携わる地方整備局、自治体等の担当者による試行評価により、その有効性について確認した。また、複合災害に対する危機管理手法等に関する検討を行い、複合災害時の被害特性の体系的分析手法を提案してモデル河川に適用した。地震後に洪水が生起する複合災害を想定したケーススタディであり､各種の複合災害を想定した一般論にはなっていないが、複合災害に対する対策を検討する上での留意事項を抽出した。

４．２　今後の課題

ツールキットは、防災教育手法としては一定の完成度を有しており、国交大危機管理研修、茨城県防災検討ワーキングチームにおいて、様々な改良の必要はあるもののその有効性が確認された。また、様々な活用可能性に関する知見も得られた。

国土技術政策技術研究所では今後、ツールキットの更なる普及のため引き続き国交大研修や地方整備局技術事務所研修、自治体等を対象とした出前講座等において積極的な普及を図るとともに、もう一つの目的である災害対応検討ツールとしての活用及び活用から得られた機能改良についても積極的な検討を進める予定である。

複合災害に対する危機管理について、複合災害を見据えた対策は、費用対効果の観点から通常は実施されていない。一方で、近年指摘される気候変動の影響等を踏まえると、こうした手法を用いて災害発生メカニズム、被災発生に係る地域特性を把握しておくことは、災害担当職員の災害対応能力を向上する上でも重要であり、各種研修等を通じて、ここで得られた結果について発信していく予定である。

謝辞

第２章の研究では、ツールキットの試行・活用に際し四国地方整備局と茨城県土木部のご協力を得た。また、第３章の研究では、一般社団法人仙台建設業協会、宮城県解体工事業協同組合、東北地方整備局河川計画課、北陸地方整備局河川工事課・信濃川河川事務所のご協力により収集した東日本大震災、中越地震、中越沖地震後の復旧作業に関する資料を使わせていただいた。ここに改めて記して御礼申し上げる。

巻末資料１．災害事例カタログ

地 震 －1

貞 観 地 震

日本海溝沿いの巨大地震
巨大津波により死者千余人
陸奥国修理府を創設

869

災害の概要

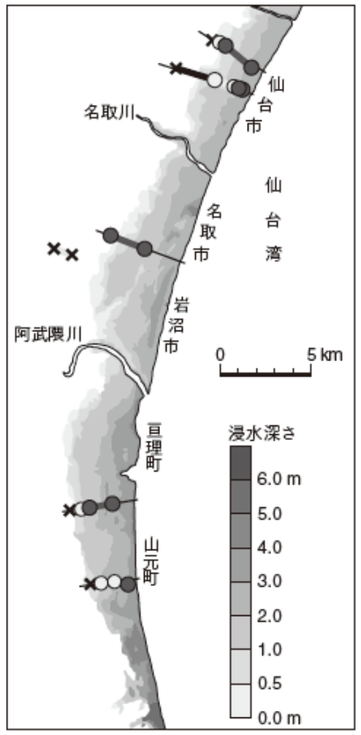
災害の種類　：地震・津波
発生時期　　：869 年 7 月 9 日（貞観 11 年 5 月 26 日）
震源域　　：日本海溝沿いの南北 200km、東西 50km（推定）
地震の規模　：マグニチュード 8.3～8.4 以上（推定）
津波の規模　：仙台湾を中心に南北約 450km 沿岸で津波が内陸に津波 3～4km 遡上
主な被害　　：地震で建物倒壊・圧死、地割れ・埋没死
　　津波で溺死 1 千余人、原野・道路冠水、資産･収穫物全滅
影響その他　：「日本三代実録」に記載、朝廷は紀春枝を被災地に派遣、被災者救援、租税免除、死者埋葬、陸奥国修理府創設、
　　朝廷盛んに祈願、夷俘の反乱恐れる

災害の特徴

巨大地震のあとに、巨大津波が襲来

869 年貞観地震は、内容および規模の面において 2011 年東北地方太平洋沖地震との類似性が指摘されている。すなわち、日本海溝沿いで巨大地震がまず発生し、次にその地震に起因する巨大津波が仙台湾を中心とする南北約 450km 沿岸に襲来した。津波は、内陸に 3～4km も遡上して被害を増大させた。地震で建物が倒壊し、人が圧死し、地割れが走り、人が埋没死した。その直後に津波が襲い、建物が流失し、人が溺死し、田畑や道路は冠水し、財産を流し去った。

当時の朝廷は、地震津波といった自然災害現象を“祟り”と捉えて神社に祈願を繰り返す一方、都から係官を現地に派遣し、死者を埋葬し、被災者を救援し、租税免除も施した。その間、余震が断続した。現地住民による朝廷への反乱を恐れながら、陸奥国修理府を設置して復興にあたり、地震約 10 年後には陸奥国の国力をほぼ回復していたものと思われる。



【地図】津波の浸水域


【写真 1】日本三代実録


【写真 2】現在の多賀城跡全景

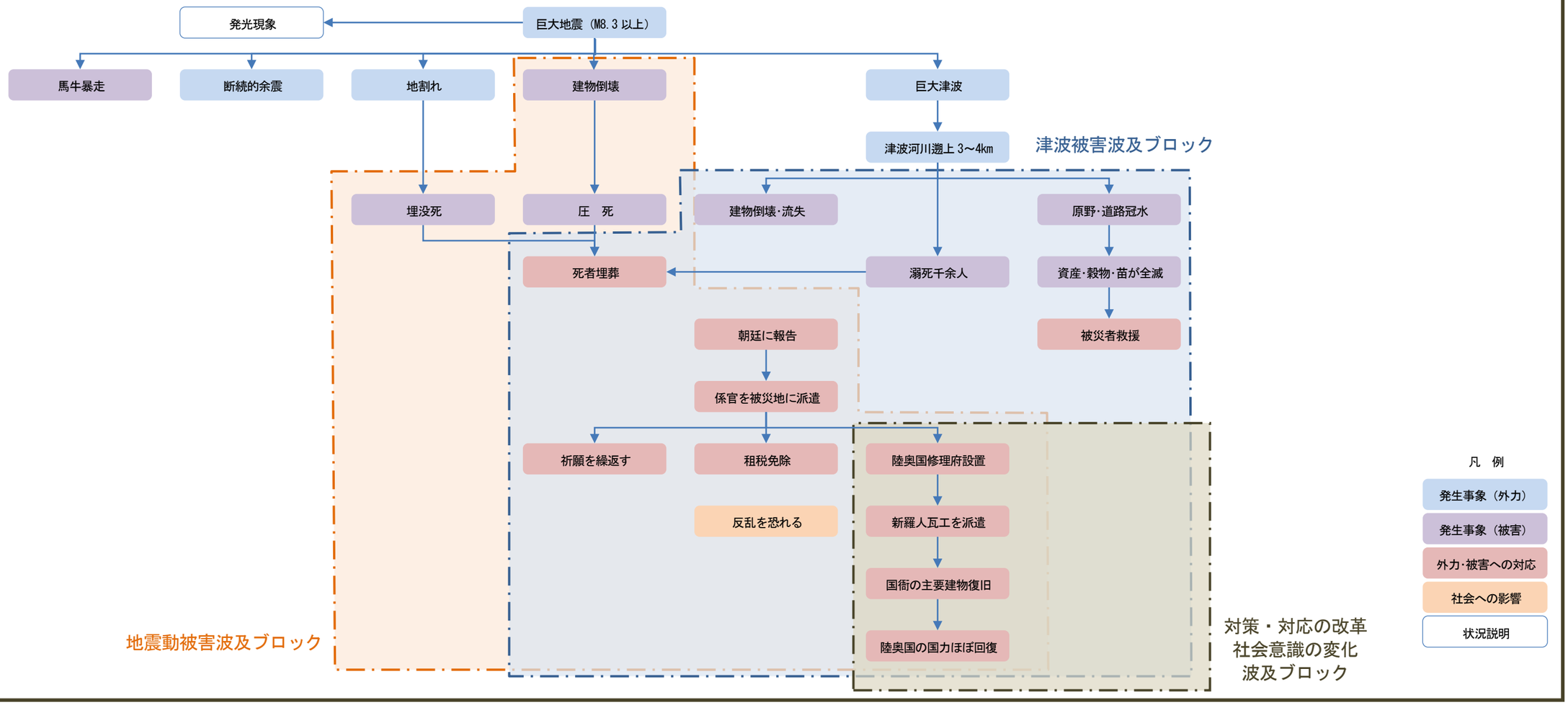
災害タイムライン

資料. 1

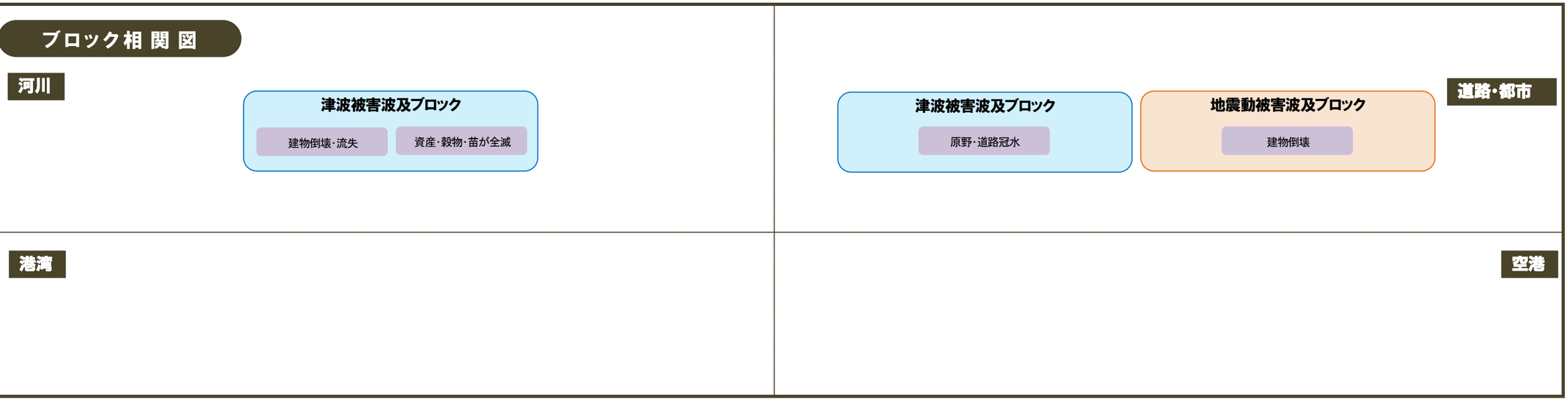
月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
869 年		
7 月 9 日	・陸奥国で巨大地震発生（M.8.3～8.4 以上）	
	・発光現象	
	・建物倒壊・圧死	
	・地割れ・埋没死	
	・馬牛暴走	
	・巨大津波発生	
	・三陸沿岸広範囲に内陸 3～4km 津波遡上	
	・原野・道路冠水	
	・陸奥国府多賀城で溺死千人程	
	・資産･穀物・苗が全滅	
	（仙台湾を中心に南北約 450km に及ぶ広範囲沿岸に被害）	
		・朝廷に報告
9 月 7 日		・朝廷、紀春枝を被災地に派遣
10 月 13 日		・死者埋葬 ・被災者救援 ・租税免除
		・陸奥国修理府設置
12 月 8 日		・地震の復興祈願
12 月 14 日	・陸奥国に余震	・夷俘の反乱が起きないよう伊勢神宮に祈願
12 月 17 日	・陸奥国に余震 ・新羅より海賊到来	・諸国の神社に祈願
12 月 29 日	・陸奥国に余震	・夷俘の反乱が起きないよう石清水八幡宮に祈願
870 年		
2 月 15 日	・陸奥国に余震	・夷俘の反乱が起きないよう各地の神社・陵に祈願
		・新羅人 10 名陸奥国に派遣して瓦造り
		・国衙の主要建物復旧
約 10 年後		・陸奥国の国力ほぼ回復

【参考文献】
- 参考 1:「日本三代実録」
- 参考 2:「貞観地震・津波からの陸奥国府多賀城の復興」 柳澤和明, NPO ゲートシティ多賀城 HP, 2011
- 参考 3:「平安の人々が見た巨大津波を再現する －西暦 869 年貞観津波－」 穴倉正展他, AFERC, August 2010
- 【写真 1】出典:東京国立博物館「地震研究と歴史資料」陳列品
- 【写真 2】出典:「貞観地震・津波からの陸奥国府多賀城の復興」

被害の波及図



ブロック相関図



地 震 −2

南海−東海(仁和)地震

887

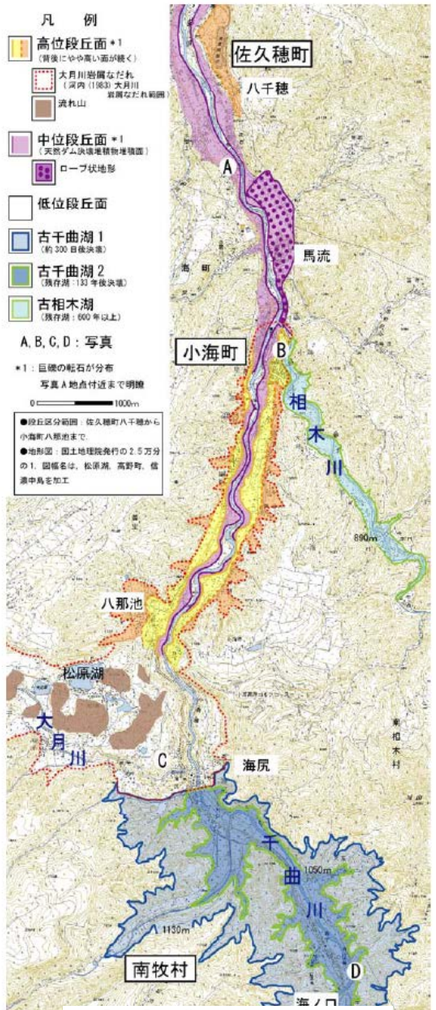
連動巨大地震
広域災害
堰き止め湖決壊し洪水

災害の概要

災害の種類　：地震・津波
発生時期　：887 年 8 月 22 日（仁和 3 年 7 月 30 日）
震源地　：四国沖・紀伊水道沖（南海）および熊野灘から遠州灘（東海）　南海−東海連動地震
地震の規模　：マグニチュード 8.0〜8.5（推定）　京都で震度 5 強（推定）　京都で揺れが 2 時間近く続く
主な被害　：京都で建物倒壊多く、圧死者多数
津波が沿岸を襲い溺死者多数、特に摂津で津波の被害が大きかった
影響その他　：この地震により北八ヶ岳大月川の岩なだれが発生し、千曲川に堰止め湖が生じる
翌年 6 月 22 日にこの堰止め湖が決壊し、下流域が大洪水となった

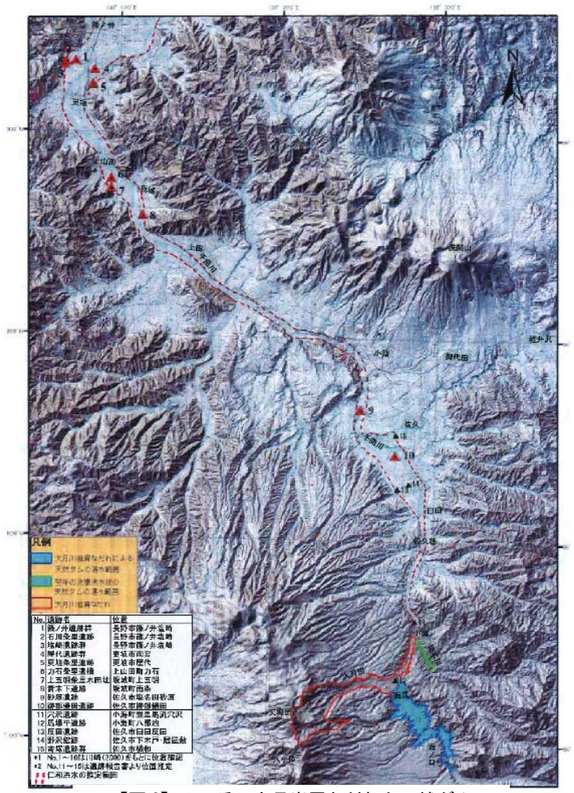
災害の特徴

南海−東海連動地震、山体崩壊で天然ダム形成



【図 1】千曲川上流の地形分類図

南海−東海（仁和）地震は、南海地震と東海地震が連動して発生した。この地震により、京都での建物倒壊による圧死、大阪湾での津波による溺死、土佐での条里水田の海中没、八ヶ岳の山体崩壊による天然ダムの形成等の災害が発生した。この天然ダムは、翌年、決壊して下流域に多数の死傷者を出した。

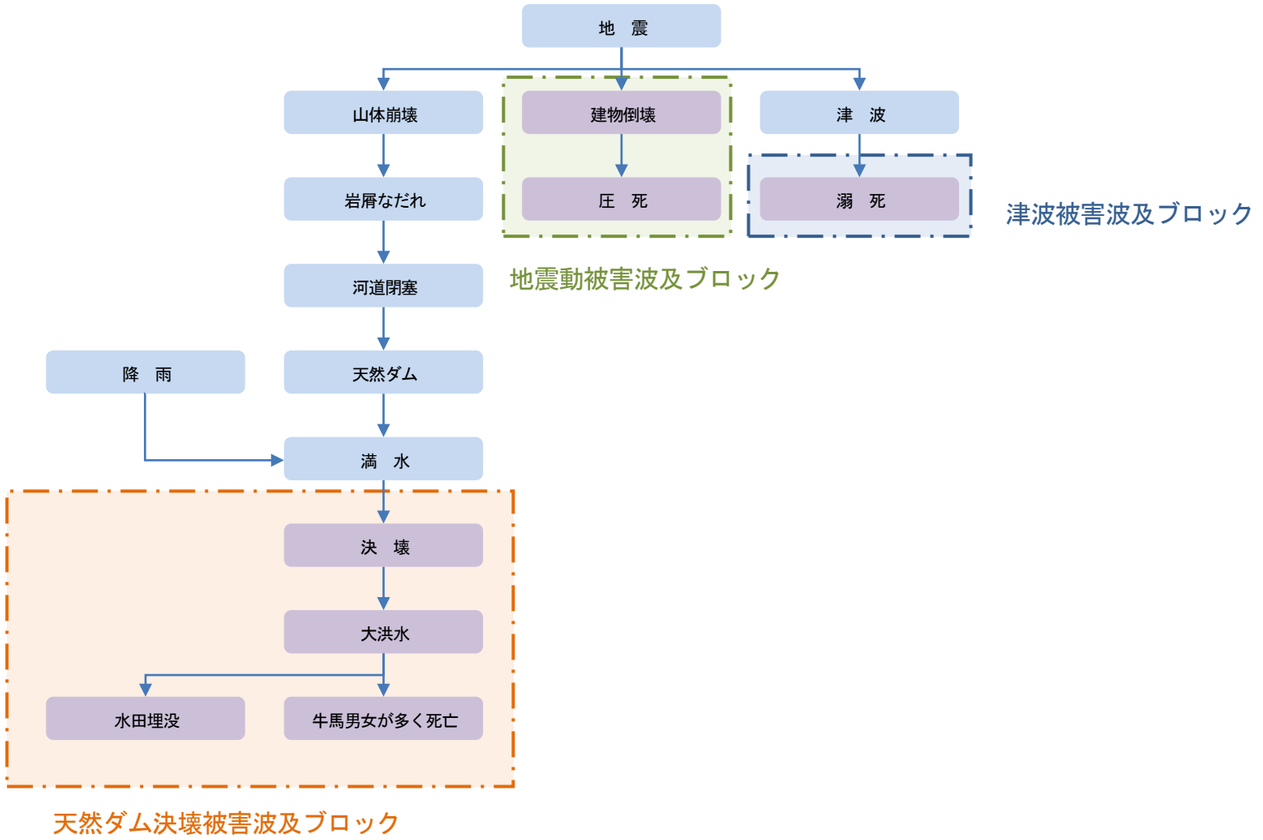


【図 2】八ヶ岳の大月岩屑なだれと天然ダム
（888 年の洪水氾濫を受けた遺跡の分布）

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
887 年 8 月 22 日	・南海・東海連動巨大地震	
	・広大な震源域　・地震被災は 30 余国	
	・広範囲で津波　大阪湾でも大津波　・溺死者多数	
	・大内裏の建物倒壊	
	・圧死者・頓死者多数	
	・八ヶ岳北部の天狗岳付近で山体崩壊 ・大量の崩壊物質が大月川沿いに岩屑なだれとなって流下 ・千曲川上流部を河道閉塞し、巨大な天然ダムを形成	
888 年 6 月 20 日	・千曲川の天然ダムは満水となり決壊 ・下流 100km以上の流域に大洪水被害 ・牛馬男女が多く死んだ ・広大な条里水田が埋没	

被害の波及図



凡　例

- 発生事象（外力）
- 発生事象（被害）
- 外力･被害への対応
- 社会への影響
- 状況説明

ブロック相関図

河川

天然ダム決壊被害波及ブロック

決　壊 | 大洪水 | 水田埋没

道路･都市

地震動被害波及ブロック

建物倒壊

港湾

空港

地 震 －3

宝 永 地 震

1707

日本最大級の地震
広範囲に激震・津波襲来
3連動地震と推測

災害の概要

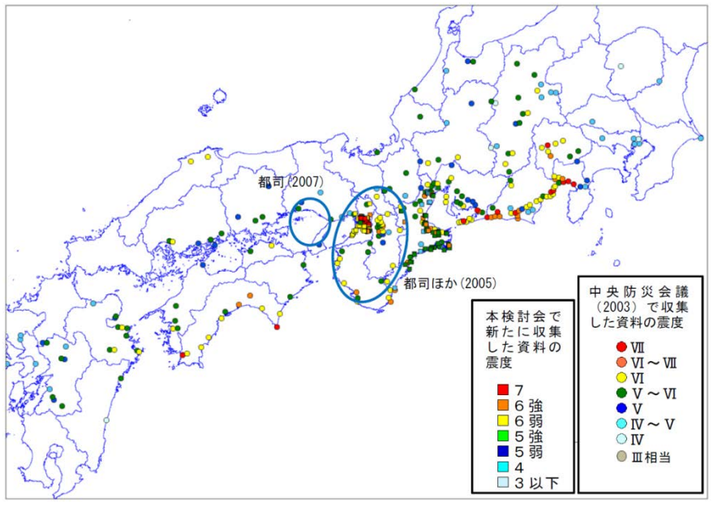
災害の種類　：地震（海溝型地震、逆断層型）
発生時期　　：1707 年 10 月 28 日（宝永 4 年 10 月 4 日）13～14 時（JST）
規模　　：M8.4～8.7 と推定　最大震度：震度 7（遠江袋井、三河野田、河内布施、土佐室津・宿毛大島）
発生頻度　　：30 年以内の発生確率　東海地震 87%、東南海地震 70%、南海地震 60%程度
震央　　：日本 東海道・南海道沖　北緯 33 度 12 分 0 秒　東経 135 度 54 分 0 秒
津波　　：最大 5～8m（26m との説も）伊豆・八丈島～九州の太平洋海岸　　主な被災地：東海道～九州
主な被害　　：建物倒壊による圧死・生き埋めや津波による溺死で死者 5,000～20,000 人、倒壊家屋約 59,000 戸、流失家約 18,000 戸、山体崩壊・山崩れ、せき止め湖の形成、土地の隆起・沈降、液状化現象、津波襲来【写真 1・2】、堤防の決壊、橋梁の破壊、新田の荒廃・水没
影響その他　　：米の収穫減・被災地の財政に支障、港損傷で太平洋側の海運不通、四国道後温泉で温泉の湧出停止（145 日間）、全国各地で諸物価が値上がり、2 ヶ月後富士山噴火、震災復興や新田荒廃で江戸幕府の急成長が停止

災害の特徴

広範囲に激震と津波が襲来した歴史的大災害

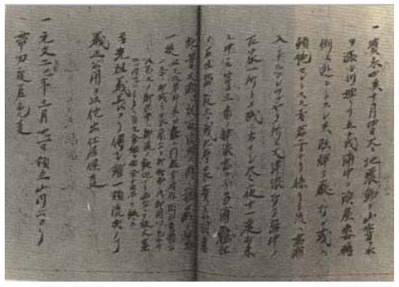
東海・東南海・南海地震が同時に発生した連動型地震と推定されている。

振動による被害、津波による被害ともに甚大で、被災地は東海道から九州までの広範囲にわたった。振動被害は特に近畿地方内陸部で大きく、津波被害は高知沿岸【写真 1・2】、紀伊半島から伊豆半島西岸で特に大きかった。また、地震発生から 49 日後に富士山が大爆発し、これらの災害を併せて「亥の大変」と呼ばれている。宝永地震を含むこの時期に多発した災害により、江戸幕府の急成長が停止したとも考えられている。



中央防災会議(2003)の震度分布に 2002 年以降の文献による震度分布（■）を加えたもの

【地図】宝永地震の震度分布


【写真 1】宝永地震の記録


【写真 2】宝永津浪溺死之塚

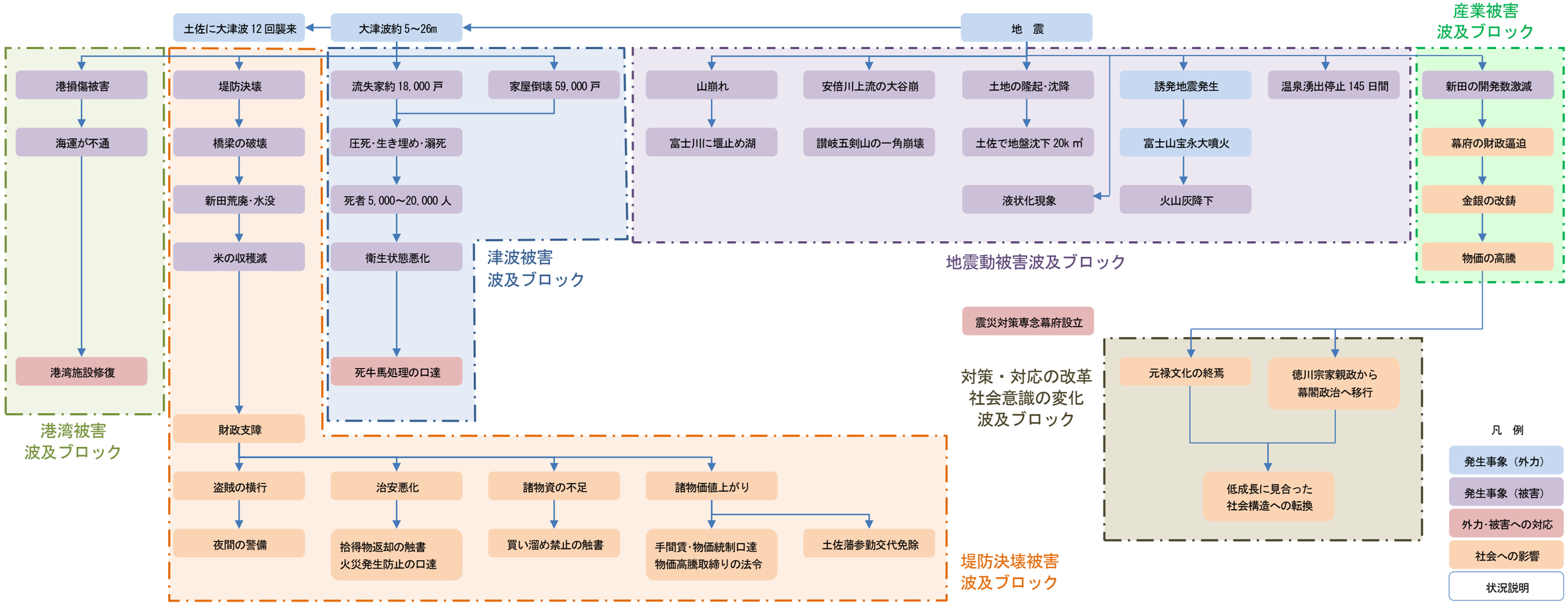
災害タイムライン

資料. 3

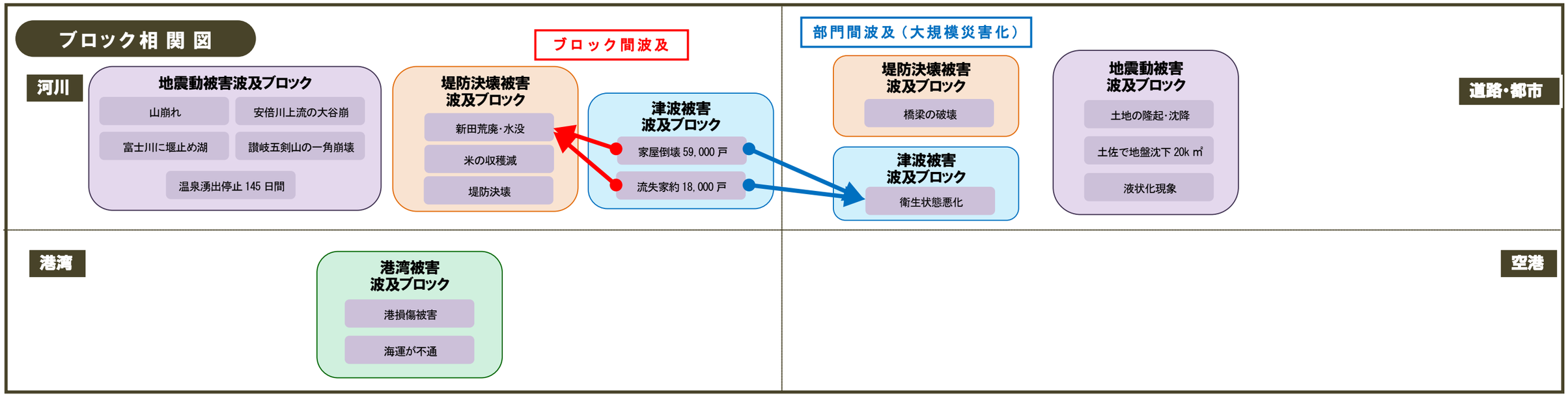
月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
10 月 28 日（旧暦 10 月 4 日）	・地震発生 ・山体崩壊・山崩れ （安倍川上流の大谷崩の大規模崩壊） （富士川が山崩れのためせき止め） （讃岐で、五剣山の一角が崩壊） ・せき止め湖の形成 ・土地の隆起・沈降 （土佐湾岸西部で約 20k ㎡に渡り最大 2m の地盤沈下） ・液状化現象 ・房総～九州の太平洋沿岸各地に津波襲来 ・建物倒壊による圧死・生き埋めや津波による溺死で死者 5,000～20,000 人 ・流失家約 18,000 戸、倒壊家屋約 59,000 戸 （大阪で倒壊家屋約 10,000 戸，死者約 3,000 人） （土佐湾に 5～8m、（26m との説も）の津波が襲来して、【写真 1・2】家屋流失 11,167 戸、死者 1,844 人） ・堤防の決壊 ・橋梁の破壊 ・新田の荒廃・水没 ・米の収穫減・被災地の財政に支障 ・港損傷により太平洋側の海運が不通 ・四国道後温泉で温泉の湧出停止（145 日間）	
29 日	・この日の夜までに土佐に大津波が 12 回襲来 ・盗賊の横行、治安悪化（大阪） ・被災地での諸物資の不足 ・全国各地で諸物価が値上がり	・不寝番による夜間の警備（大阪）
30 日		・物価高騰取締りの法令
31 日		・手間賃や物価の統制の口達（大阪）
11 月 1 日		
2 日		
3 日		・火災発生の防止の口達（大阪）
4 日		
5 日		
6 日		・震災対策専念幕府が大坂城代に暇を与える
～		
16 日		・拾得物の返却の触書（大阪）
17 日	・衛生状態の悪化	・死牛馬の処理の口達（大阪）
18 日		
19 日		・被害が甚大な土佐藩が参勤交代免除を認められる
20 日		・物価高騰防止のため「買い溜め禁止の触書」発行
21 日		
以降	・山口県で誘発地震の発生（11 月 21 日） ・富士山の噴火（12 月 16 日） ・江戸への火山灰降下（12 月 16 日）	・港湾施設の修復開始（11 月末） ・湾岸施設の修復完了（1708 年 4 月）

【参考文献】
- 参考 1：「宝永地震」防災システム研究所
- 参考 2：「宝永地震(1707)における大坂での震災対応」大谷大学
- 参考 3・【地図】：「南海トラフの巨大地震モデル検討会 中間とりまとめ 参考資料集」南海トラフの巨大地震モデル検討会
- 【写真 1】出典：「宝永の地震」高知県宿毛市
- 【写真 2】出典：「宝永 4 年の地震」四国災害アーカイブス

被害の波及図



ブロック相関図



地 震 －4

安政の大地震（飛越地震）

1858

天然ダムが2度決壊
地震と洪水の複合災害
砂防事業発祥地

災害の概要

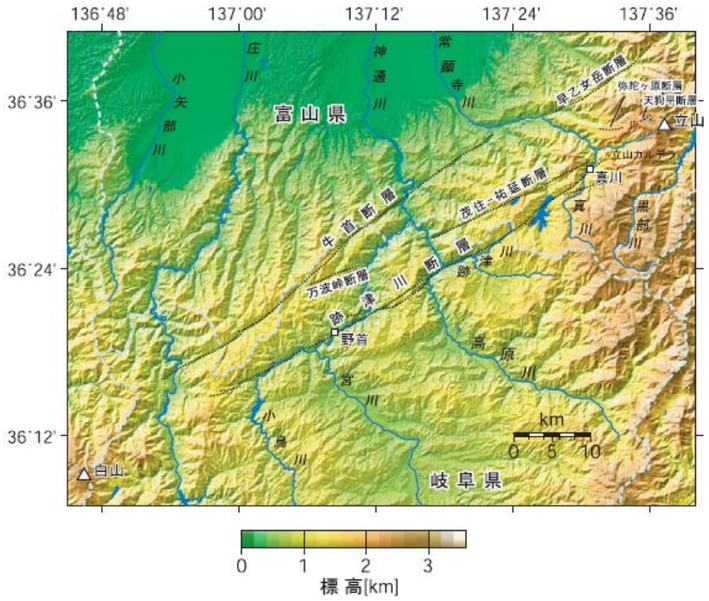
災害の種類　：地震（直下型地震）
発生時期　：1858 年 4 月 9 日（安政 5 年 2 月 26 日）午前 1 時頃
規模　：M7.0～7.1　　発生頻度：跡津川断層における今後 300 年以内の地震発生確率ほぼ 0%（地震調査委員会 2001 より）
震央　：越中・飛騨国境（現在の富山・岐阜県境）の跡津川断層
主な被災地　：北陸地方、飛騨国（岐阜県）
主な被害　：家屋倒壊・なだれなどによる死者 279 人、全壊家屋 323 戸、各所で山崩れの発生、各所で天然ダムの形成、山崩れにより道路・橋梁・用水路が決壊、田畑で隆起・沈降・地割れが発生、湯川・真川の堰き止め部の決壊【写真 1】、洪水による流出家屋 1600 戸以上、溺死者 140 人、用水埋没
影響その他　：越中街道が不通となる、飛騨地方での食糧不足（運送要路が断たれたため）田畑や用水路の損壊・稲の流出による損毛高 20,561 石 9 斗 4 升 9 合、救米支給、各所から穀物や救援金が送られる、震災以降常願寺川で水害・土砂災害が頻発化、日本の砂防事業発祥

災害の特徴

地震後、2度の洪水が襲来した複合災害

地震により、日本三大山岳崩壊の 1 つである「鳶山崩れ」が発生。洪水の原因となった。

地震による家屋の倒壊や土砂崩れで 300 人近くの人が亡くなった。また、立山連峰の南西にある大鳶山・小鳶山が大崩壊し、川をせき止めて多数の天然ダムが形成された。このダムが 2 週間後と 2 カ月後に決壊し下流域に大きな被害をもたらし 140 人が溺死した【写真 1】この災害以降、常願寺川では水害や土砂災害が頻発するようになり、1906 年に富山県が砂防事業を展開。常願寺川上流域は日本の砂防事業発祥の地となった。



【地図】跡津川断層帯の位置及びその周辺の地形



【写真 1】常願寺川非常洪水模様見取図



【写真 2】立山カルデラの全景

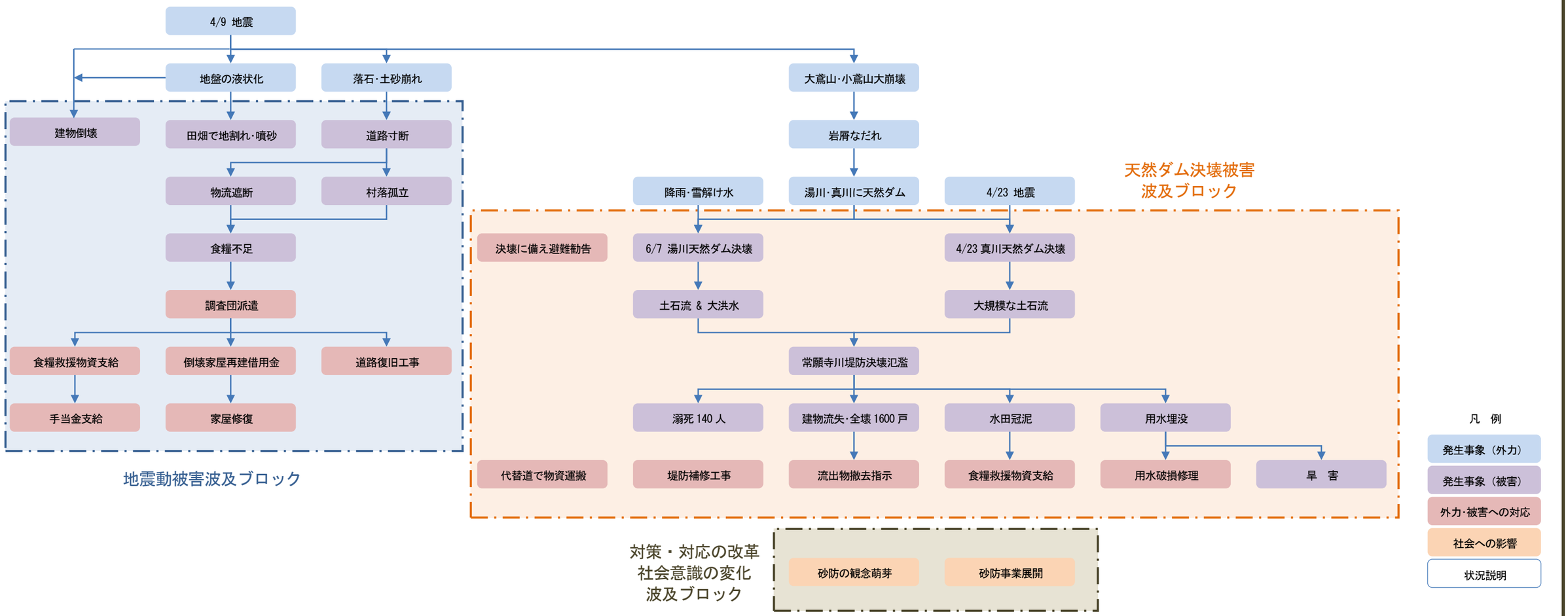
災害タイムライン

資料．4

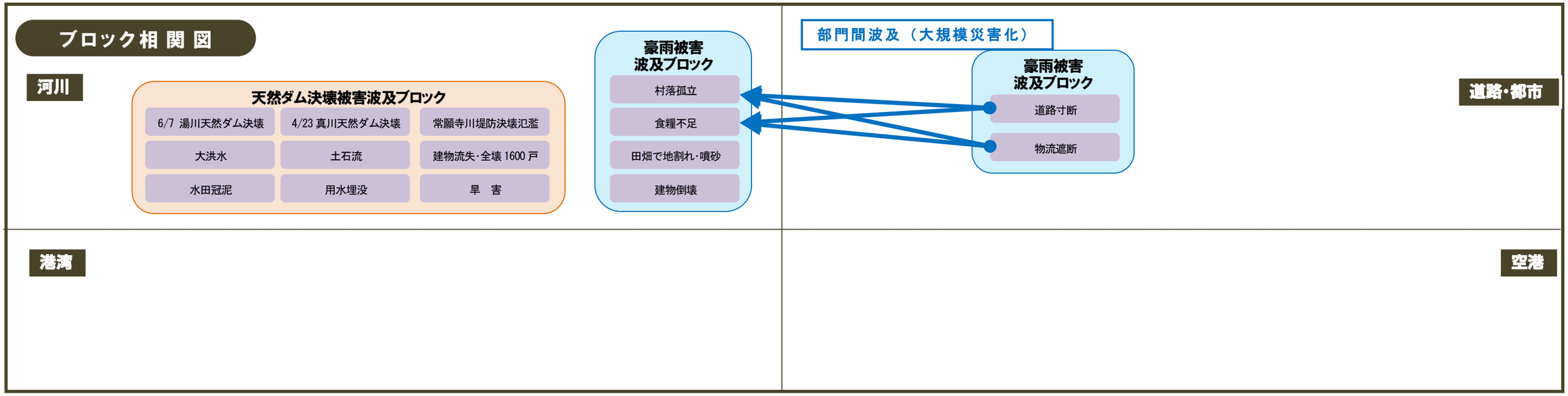
月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
4 月 9 日（旧暦 2 月 26 日）	・地震発生 ・40 回以上の余震 ・各所で山崩れの発生、天然ダムの形成 ・立山連峰の大鳶山・小鳶山の大崩壊 ・岩屑なだれ、立山カルデラ【写真 2】に 4．1 億㎥の土砂堆積 ・常願寺川上流の真川・湯川を堰き止め ・家屋の倒壊 （富山の死者 70 人、飛騨の死者 209 人・全壊家屋 323 戸） ・岩屑なだれが立山温泉を飲み込む（作業員 30 人死亡） ・山崩れにより道路・橋梁・用水路が決壊 ・越中街道が不通となる ・田畑で隆起・沈降・地割れが発生	
	・飛騨地方での食糧不足 （米、魚、塩など運送要路が断たれたため） ・常願寺川の下流部で、水量が激減	・十村役による蔵米などの被害確認 ・手附・手代・地役人の調査団を派遣 ・救米支給開始 ・各所から穀物や救援金が送られる ・家再建のための借用金を御郡所へ請願 ・幕府から震災復旧工費を借り受け ・家屋の修復・街道の仮修復開始 ・道路や用水路の復旧の応急修理 ・特に越中街道の復旧工事に早急に取り掛かる ・口留番所（取締場所）崩壊のため仮番所を設置
23 日（旧暦 3 月 10 日）	・信濃大町付近を震源とするM5.7 の地震の発生 ・湯川の堰き止め部の決壊 ・土石流が常願寺川右岸域を襲来 ・家屋の全壊・流出 250 戸、溺死者 5 人 ・用水埋没・損毛高 5,236 石 2 斗 5 升	・十村役が常願寺川右岸高野組の村民に避難を促す ・救米支給開始
	・用水埋没のため旱害発生	・破損堤防の修理開始 ・用水の破損修理・復旧作業開始 ・定検地奉行が堤防普請のための見分準備に入る ・改作奉行が変損田地状況の実地見分に入る
6 月 7 日（旧暦 4 月 26 日）	・真川のせき止め部決壊 ・大規模な土石流、洪水流が発生 ・常願寺川の扇状地氾濫・堤防の破壊 ・大洪水が富山平野を襲う【写真 1】 ・家屋の全壊・流出 1,362 戸、溺死者 135 人 ・植付苗の流出・損毛高 20,561 石 9 斗 4 升 9 合	・各十村役から御郡所へ被害の急報 ・救米支給開始
	・再洪水への懸念から田植えの可否が問題となる	・御奉行から十村役へ「死者・生存者の取り扱いについて緊急措置」「流出物等の始末方」が指示される ・苗の流出を受け、改作奉行から余剰苗の囲方が仰渡 ・290 棟余りの救小屋が設置される ・救米を補うため「難渋御貸米」129 石 533 が貸し渡される ・家再建諸入用として、銀 155 貫 195 匁を貸し渡される ・変地高 30%以上の村は諸役銀が免除される
以降	・大雨のたびに、大規模な土砂災害や洪水が発生	・街道普請が完了（同年 8 月） ・本格的な番所の修復開始（同年 8 月） ・富山県による砂防事業の展開（1906 年） ・国の直轄事業としての砂防事業の展開（1926 年）

【参考文献】
- 参考 1:「1858 飛越地震」内閣府中央防災会議（地図）
- 参考 2:「飛越地震 （1858 年 安政 5 年）」岐阜県
- 【写真 1】出典:「1858 飛越地震」内閣府中央防災会議
- 【写真 2】出典:「1858 飛越地震」内閣府中央防災会議

被害の波及図



ブロック相関図



地 震 －5

昭 和 南 海 地 震

1946

近畿～四国地方での激震
大規模な地殻変動
到達時間の早い津波

災害の概要

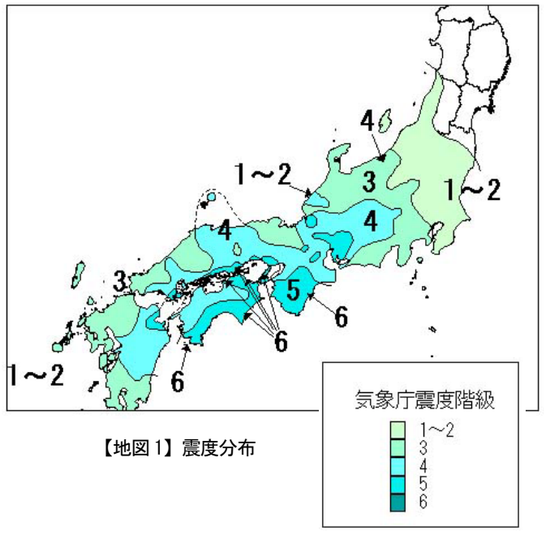
災害の種類　：地震、津波
発生時期　　：1946 年 12 月 21 日
震源地　　：紀伊半島沖（潮岬南方沖約 78km 付近、北緯 32 度 56.1 分 東経 135 度 50.9 分）深さ 24km
地震の規模　：M8.0　　最大震度 6（烈震）（委託観測所：西大寺、五郷、郡家、津田、下高瀬、野根、母島）
主な被害　　：地震の揺れ、地殻変動（地盤沈下、地盤上昇）、四国をはじめ、近畿、東海、九州で甚大な被害
地震によって波高 4m以上、波高 1m 以上の範囲が房総半島から九州までに及ぶ広域で津波発生、
津波はハワイやアメリカ西海岸にも達した。
高知県・徳島県・和歌山県を中心に死者・不明者 1330 名（高知県 679 名、和歌山県 269 名、徳島県 211 名）、
不明者 113 名、家屋全壊 11591 戸、半壊 23487 戸、流失 1451 戸、焼失 2598 戸。
影響その他　：波高は安政南海地震および宝永地震より小規模であったが、それでも甚大な被害を及ぼした。その要因として、
震後の第一波の到達時刻は安政南海地震や宝永地震より早く、約 10 分後には津波が到達していたとされる。

災害の特徴

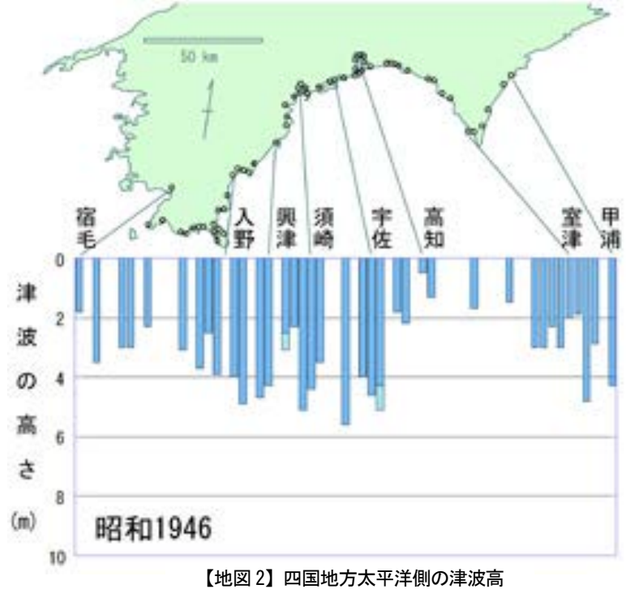
到達時間の早い津波による被害甚大

中央気象台（現・気象庁）の管轄する測候所で観測された各地の震度は最大 5（強震）であり、その範囲は四国をはじめ、紀伊半島・東海地方・北陸・境港・大分などと広い範囲に及んだ。北海道の森町では震度 1（微震）、浦河町でも震度 3（弱震）を記録した。また地殻変動も発生し、高知付近で田園 15 km2（高知市付近 9.3 km2、須崎および宿毛でそれぞれ 3.0 km2）が海面下に没し、水が引くまで半月程度かかった。

他の年代と比較して被害は小さかったものの、高知県・徳島県・和歌山県を中心に死者・不明者 1330 名にのぼった。要因としては、従来の南海地震等と比較して津波の到達時間が早く、約 10 分後には津波が到達していたとされる。また、外洋に面した海岸線だけでなく瀬戸内海の沿岸に於いても、堺 1.5m、呉、笠岡、洲本、宇部 1m などの津波を観測している。



【地図 1】震度分布



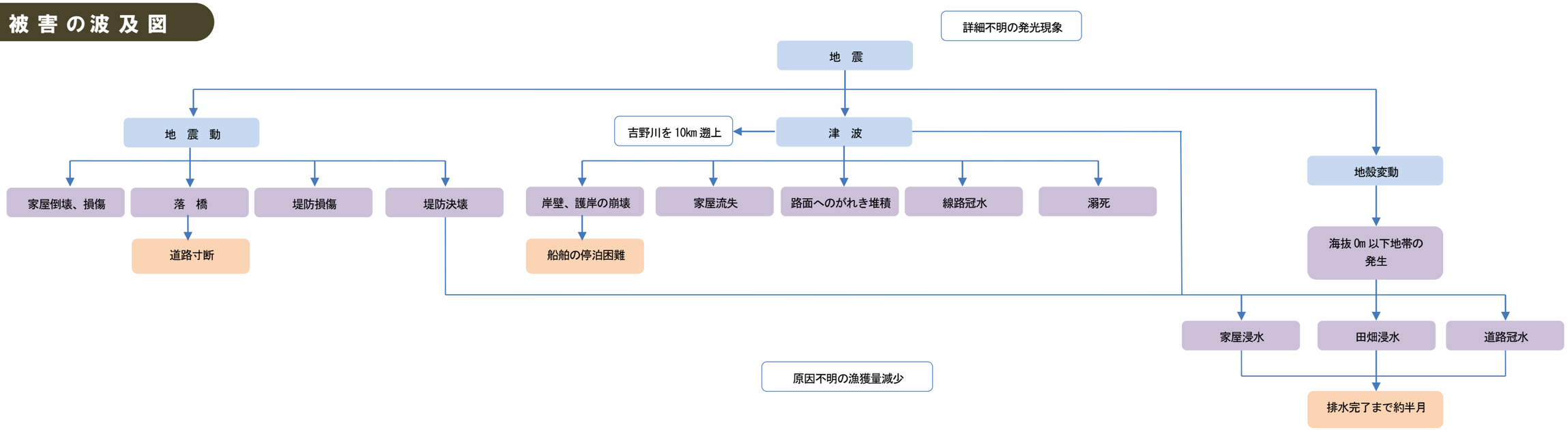
【地図 2】四国地方太平洋側の津波高

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
12 月 21 日	・地震発生(4 時 19 分) ・紀伊半島を中心に震度 5～6 を観測 ・室戸、紀伊半島では 1m 前後の地盤上昇 ・須崎、甲浦では 1m 前後の地盤沈下 ・房総半島から九州地方にかけて波高 1m 以上の津波襲来（最高潮位は串本町の 6.57m） ・死者・不明者 1330 名（高知県 679 名、和歌山県 269 名、徳島県 211 名）、不明者 113 名、 ・家屋全壊 11591 戸、半壊 23487 戸、流失 1451 戸、焼失 2598 戸 ・四万十川にかかる鉄橋 9 スパン中 6 スパン落下 ・高知市内の河川堤防 14 か所で被災、うち 11 箇所では決壊 ・沿岸地域での岸壁や護岸の崩壊、津波による流失 ・吉野川を津波が約 10km 遡上	
1947 年 1 月上旬		・地盤沈下エリアの排水完了

【参考文献】
- 参考 1、地図 1,2:「過去の南海地震の津波」 高知大学理学部災害科学コース 岡村土研 HP
- 参考 2:「1946 年昭和南海地震による高知市の河川堤防被害とその要因」
- 参考 3:「昭和 21 年 南海大地震調査報告 水路要報 増刊号」 第五管区海上保安本部 海洋情報部
- 参考 4:「昭和 21 年 12 月 21 日午前 4 時 19 分発生南海道地震の被害について」和歌山県 県土整備部

被害の波及図



凡　例

- 発生事象（外力）
- 発生事象（被害）
- 外力･被害への対応
- 社会への影響
- 状況説明

福 井 地 震

1948

都市直下型地震
建物倒壊・火災延焼
地震と豪雨の複合災害

災害の概要

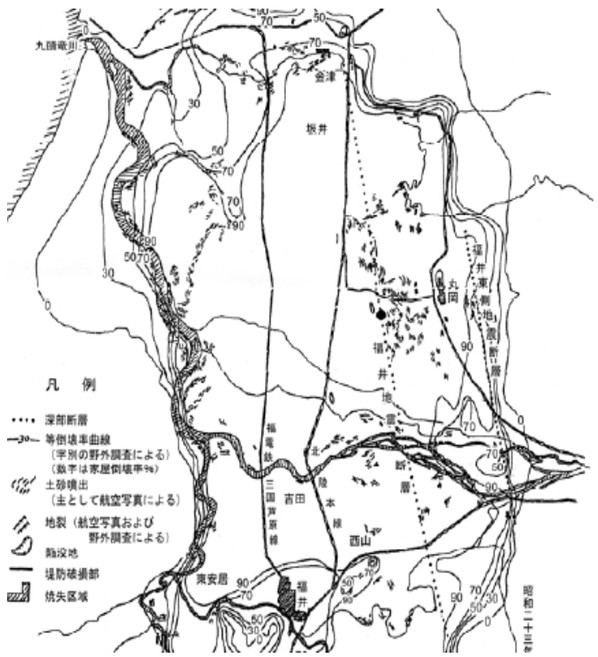
災害の種類　：地震（直下型地震）
発生時期　　：1948 年 6 月 28 日　16 時 13 分 29 秒（JST）
規模　　：マグニチュード（M）7.1　　最大震度：震度 6（福井県福井市）
発生頻度　　：福井平野東縁断層帯西部の発生確率は不明だが極めて低い（2009. 1.1 地震調査推進本部より）
震央　　：日本　福井県坂井郡丸岡町（現坂井市丸岡町）付近　北緯 36 度 10 分 18 秒　東経 136 度 17 分 24 秒
主な被災地　：福井県（特に福井市・坂井郡（現坂井市））
主な被害　　：建物倒壊・火災などにより死者 5,331 人、負傷者 21,359 人、全壊建物 34,258 戸【写真 1】、半壊建物 7,661 戸
焼失建物 4,054 戸、福井市で 24 件の火災発生・延焼【写真 2】、基幹道路（国道 12 号線・県道）の損壊・不通、
九頭竜川各橋落橋で南北交通分断、電車不通、福井放送局通信途絶、電話不通、停電、断水、水門・用水路・農具
損壊、繊維工場の 6 割が罹災、中小企業の 7 割が罹災
影響その他　：117 億 6000 万円の農業被害、医療施設の大被害に伴う診療不能、1 ヶ月後の集中豪雨により被害拡大

災害の特徴

激震が都市を襲来、建物倒壊・火災による被害大

激震が都市を襲い、建物倒壊・火災による被害が甚大であった。また、地震から 1 ヶ月後に集中豪雨が被災地を襲った複合災害である。

福井平野部での建物全壊率は 60%を超え、 全壊率 100%に達する集落も多数存在。福井市街地でも多くの建物が倒壊し【写真 2】、各所で火災が発生した【写真 1】。道路・橋梁の損壊による交通障害や断水など都市機能が停止したことで、消火活動に支障をきたし、延焼を招いた。また、地震から約 1 ヶ月後に発生した豪雨は振動により緩んだ大地に土砂崩れや土石流を引き起こし仮堤防を決壊させ、洪水をもたらした。



【地図】被災地・断層の位置


【写真 1】市街地延焼

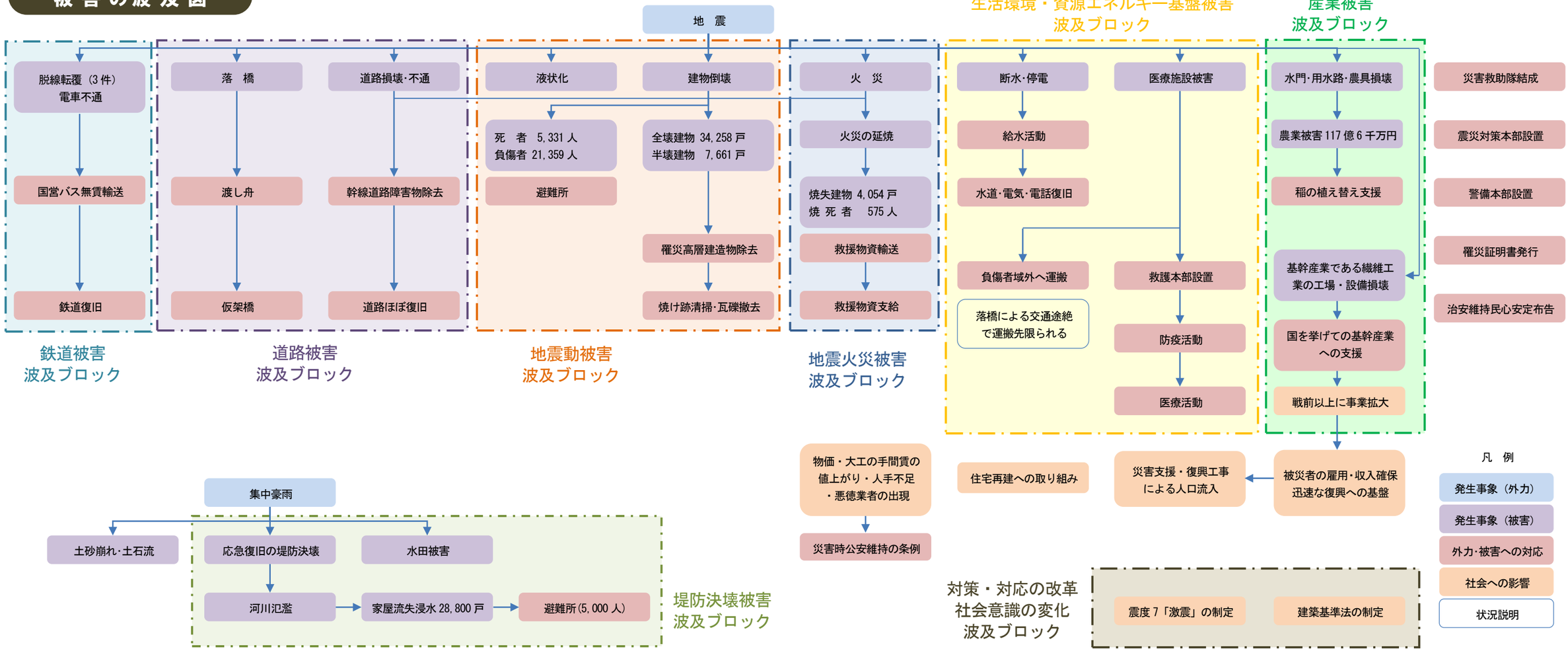

【写真 2】倒壊した大和百貨店

災害タイムライン

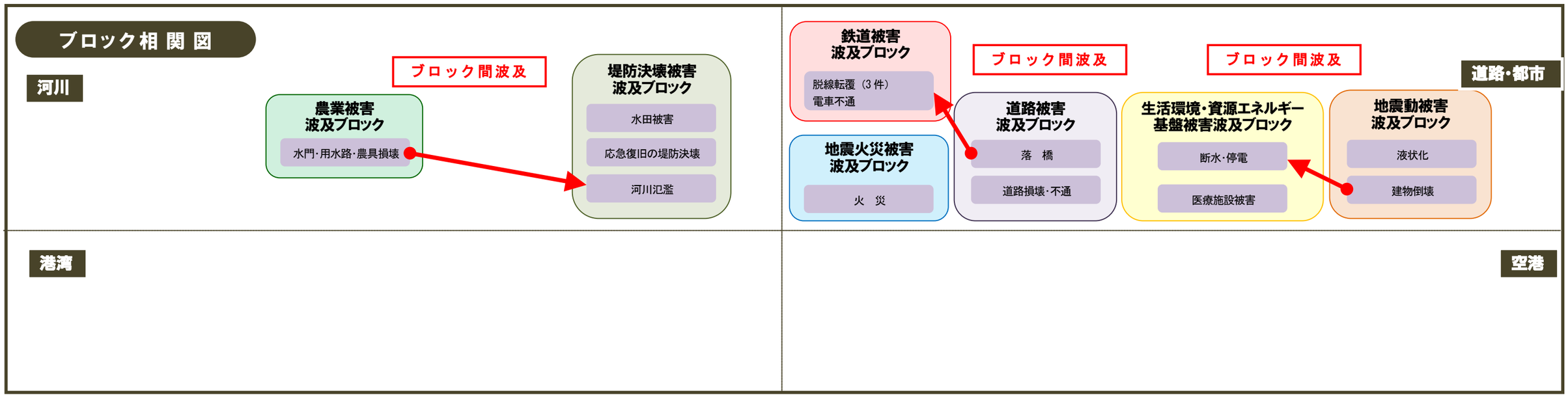
月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
6 月 28 日	・地震発生 ・河川流域で液状化発生 ・建物倒壊、火災により死者 5,331 人、負傷者 21,359 人 ・全壊建物 34,258 戸、半壊建物 7,661 戸・焼失建物 4,054 戸 （福井平野の家屋倒壊率 60%以上） （坂井郡の複数の農村で全壊率 100%） （大和百貨店などの高層建築物倒壊【写真 2】） （福井市だけで 24 件の火災発生・延焼【写真 1】） （満員の 3 映画館で 575 人が焼死） ・基幹道路（国道 12 号線・県道）の損壊による不通 ・九竜頭川に架かる各橋の落橋 ・電車不通、脱線転覆事故発生（3 件） ・医療施設の大被害に伴う診療不能 ・浸水により福井放送局通信途絶 ・停電・断水・	・福井県災害救助隊結成 ・県震災対策本部設置 ・県警備本部設置 ・避難所開設 ・武生以南および石動橋以北の鉄道復旧
29 日	・福井市で火災延焼続く、市街地のほとんどが焼失 ・九頭竜川の南北で交通分断状態続く ・新聞社第一報発信に苦慮（電話不通、印刷不可） ・水門・用水路・農具損壊 117 億 6000 万円の農業被害 ・繊維工場の 6 割が罹災 ・中小企業の 7 割が罹災	・炊き出し開始 、食品・日用品支給 ・救護本部設置 、防疫活動開始 ・救援物資輸送開始 ・情報活動方針決定（新聞ラジオ発表、市町村掲示板） ・給水活動開始（給水車、給水タンクなど） ・武生～福井間幹線道路の障害物除去 ・橋梁仮橋仮設着手 ・九頭竜川に渡し舟開始 ・福井～鯖江間国営バス無賃輸送開始
30 日	・デマ発生	・福井放送局復旧
31 日		・罹災証明書を発行
7 月 1 日		・「治安維持」「民心安定」の布告文掲示 ・日本赤十字の医療活動開始 ・重要電話（官庁、軍、駅、放送局など）開通 ・福井市の火災完全に鎮火
2 日		・焼跡清掃・瓦礫撤去開始
3 日		・稲の植え替え支援 ・銀行の一斉開店 ・官公庁に点灯
4 日		
5 日		・郵便の配達業務再開
6 日		・乳児用ミルクステーション設置 （福井市内 6 か所） ・福井まで列車開通
7 日		・市内罹災高層建造物の除去ほぼ完了 ・福井鉄道市内線の復旧 ・炊き出し終了
～		
23 日	・集中豪雨発生（山間部で 200 ミリ、平野部で 130 ミリ） ・山間部での土砂崩れ・土石流の発生 ・水田への集中豪雨による水害	・5,000 人が避難所へ入る ・九頭竜川に仮架橋が完成 ・北陸本線全線の運行再開
24 日	・応急工事済みの九頭竜川堤防の決壊・河川氾濫 ・2 万 8800 戸の家屋流出・浸水	・焼け跡清掃・瓦礫撤去終了
以降		・道路ほぼ復旧（8/5） ・各戸送電完了（8 月末） ・10 戸毎に水道復旧（10/10） ・電話復旧完了（11 月）

【参考文献】
- 参考 1・【写真 1、2】出典：「1948 福井地震」内閣府中央防災会議
- 参考 2：「CASE18 福井地震」データベースカンパニー日外アソシエーツ

被害の波及図



ブロック相関図



地震・津波 −7

チリ地震・津波

1960

海外地震で前兆なし
津波警報なし
地球裏側からの大津波

災害の概要

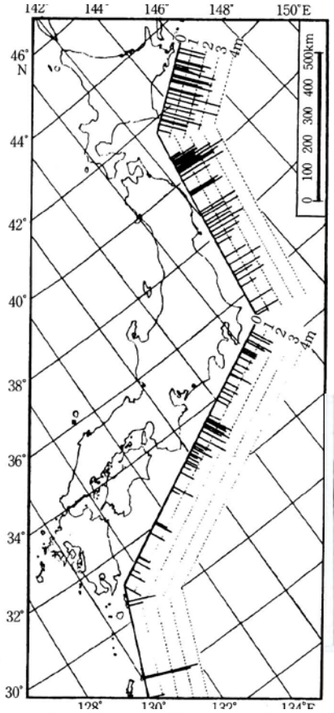
災害の種類　：津波災害　（遠地津波による）
地震発生時期：1960 年 5 月 23 日　15 時 11 分 14 秒（現地時間）　1960 年 5 月 23 日 4 時 11 分 14 秒（日本時間）
震源地　　：南米チリ沖　（南緯 38 度 17 分 24 秒、西経 73 度 3 分 0 秒）
震源深さ　　：33km
地震の規模　：モーメントマグニチュード　Mw9.5（20 世紀最大規模の巨大地震）
津波襲来時期：1960 年 5 月 24 日　午前 2 時頃から
津波襲来場所：日本の沿岸各地（北海道から沖縄までの太平洋沿岸）
北海道南岸・三陸沿岸・志摩半島が甚大な被害、沖縄でも被害
津波高さ　　：三陸沿岸で波高 5～6m、 その他で 3～4m
警報など　　：気象庁の津波警報発表は、津波の第 1 波が到達後に発表された
主な被害　　：北海道･青森･岩手･宮城･三重だけで総被害額 358 億円(参考：当時の一般会計総額 1 兆 6 千億円、国土保全費 520 億円)
死者・行方不明 142 名、重傷者 872 名、家屋全壊約 1,500 戸、罹災世帯 3 万 2,049 戸（約 16 万名）
下水道や排水溝からの浸水、上水道･電話網･海底敷設管の破壊、発電所の浸水被害(世界初)、石油・ガソリン流出、火災発生、毒物流出、貯木場からの木材流出、道路破壊・鉄道不通で交通寸断、筏･漁船が被害、田畑の埋没 529ha、道路損壊 177 ヶ所、橋梁流失 44 ヶ所、堤防決壊 124 ヶ所、鉄道被害 21 ヶ所、通信施設被害 1,714 ヶ所、船舶沈没・流失 1,130 隻、岸壁破損、港湾機能阻害、かき、のり、真珠養殖打撃
影響その他　：日本国外で発生した遠隔地津波にも、津波警報・注意報を出すきっかけに

災害の特徴

太平洋を渡ってきた前兆のない大津波

南米チリ巨大地震で発生した津波は、日本まで到達するとは予想されておらず、完全な不意打ちとして日本を襲った。地震発生翌日には、津波第１波が伊豆諸島に到達し、太平洋沿岸において最大波を記録した。特に、北海道、三陸沿岸、志摩半島が甚大な被害を受けた。津波を過去に経験した地域では、津波避難警報が発令されなくても避難し、死者を出さなかった例が各地に見られたが、津波無経験地域では避難が遅れ、多数の死者を出した。

津波沿岸部では、下水道を伝わっての浸水、世界初の発電所浸水など、都市化による災害脆弱性を露呈した。この災害後、気象庁は、日本国外で発生した遠隔地津波にも、津波警報・注意報を出すようになった。



【地図】日本沿岸でのチリ津波
（渡邊偉夫, 1998）（参考 4）


【写真 1】 東北電力八戸変電所付近


【写真 2】 陸前高田市
松原海岸近くの大船渡線の被害状況

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
1960 年		
5 月 23 日	・チリで地震発生（観測史上最大）	・気象庁、チリ地震津波把握 ・津波予想せず
5 月 23 日	・津波は 15 時間後にハワイ、23 時間後に日本に到達	
5 月 24 日	・津波第1波到達（最大の第 3 波到達 1 時間前） ・避難した区域では、被害最小限	・三重県、和歌山県、高知県で 一般住民が津波警告 →避難、浸水被害最小限
	・津波第 3 波到達 三陸沿岸で波高 5～6m, その他で 3～4m ・岩手県大船渡湾奥で、53 名の犠牲者	・岩手県大船渡湾奥で、危険通告 →避難せず
	・死者・行方不明 142 名、重傷者 872 名 ・家屋全壊約 1,500 戸、羅災世帯 3 万 2,049 戸（約 16 万名） ・交通網寸断（道路・鉄道）【写真 1】、港湾使用不可 ・ライフライン寸断、発電所浸水被害 【写真 2】 ・ガソリン・毒物・木材流出、火災発生 ・農業、漁業打撃	・4 時 59 分の津波予報（仙台管区気象台発）が最速 しかし、津波到達後 ・自衛隊緊急出動 ・岩手県災害救助隊本部を設置 ・災害救助法適用
津波後の対応		・漂流者、浸水域孤立者の救援 ・避難者への生活物資供給 →道路不通。供給は人力で 1 週間 ・消毒 ・がれき、堆積物の除去 ・港湾の復旧 ・道路、鉄道復旧 →復旧に 1 か月
5 月 26 日		・政府は総理府に「津波災害対策本部」を設置
6 月 2 日		・地方交付税の繰り上げ交付 （対象団体数は 31 市町村で、交付総額は 289,067 千円）
6 月 20 日		・「伊勢湾台風に準ずる特別立法」
6 月 27 日		・「昭和 35 年 5 月のチリ地震津波による災害を受けた地域における津波対策事業に関する特別措置法」 公布 ・高田松原海岸復旧工事完了
8 月 18 日		・「昭和 35 年 5 月のチリ地震津波による災害を受けた地域における津波対策事業に関する特別措置法」 制定
1961 年 11 月		・「チリ地震津波対策の事業計画」決定
津波へのハードによる対応		・高地移転、地盤嵩上げ、土地利用規制 ・区画整理、防潮堤、津波防潮堤、防潮林岸壁 ・護岸、津波水門

【参考文献】
- 参考 1：広報 ぼうさい ・第28回「1960 年（昭和 35 年）チリ地震津波」、No.57（2010 年 5 月号）
- 参考 2：広報 ぼうさい ・第29回「1960 年（昭和 35 年）チリ地震津波」、No.58（2010 年 7 月号）
- 参考 3：広報 ぼうさい ・第30回「1960 年（昭和 35 年）チリ地震津波」、No.59（2010 年 9 月号）
- 参考 4：災害教訓の継承に関する専門調査会報告書 1960 チリ地震津波
- 参考 5：災害史に学ぶ 海溝型地震・津波編
- 【写真 1】出典：広報 ぼうさい ・第29回「1960 年（昭和 35 年）チリ地震津波」、No.58（2010 年 7 月号）
- 【写真 2】出典：広報 ぼうさい ・第29回「1960 年（昭和 35 年）チリ地震津波」、No.58（2010 年 7 月号）

被害の波及図

チリで地震 → 津　波 → 15 時間後ハワイ到達 → 23 時間後日本到達 → 第 1 波津波到達 → 津波警告 → 避　難 → 浸水被害最小限

気象庁地震津波把握 → 日本津波予想せず

危険通告 → 避難せず → 犠牲者 53 名大船渡湾奥

第 3 波津波(最大)到達

三陸沿岸波高 5～6m

＜避難行動＞
津波被害の経験のない地域で避難遅れによる人的被害の拡大が発生した。

港湾被害 波及ブロック

港湾使用不可 → 港湾復旧

道路・鉄道被害 波及ブロック

道路･鉄道交通網寸断 → 道路不通 → 道路･鉄道復旧

津波被害 波及ブロック

ガソリン･毒物･木材流出 → 火災発生 → がれき･堆積物除去

家屋全壊約 1,500 戸 → 罹災世帯 32,049 戸 → 罹災約 16 万名 → 海岸復旧工事完了

死者･行方不明 142 名 → 重傷者 872 名 → 被災者救援 → 救援物資支給 → 消　毒

生活環境・資源エネルギー 基盤被害 波及ブロック

ライフライン損傷 → 水道、電気、ガス停止 → 水の供給、炊き出し

発電所浸水 → 下水道機能せず → 消毒及びし尿処理

産業被害波及ブロック

農業被害

水産業被害

地域工場被害

道路･鉄道交通網寸断による孤立

対策・対応の改革、社会意識の変化 波及ブロック

チリ 地震津波対策の事業計画決定

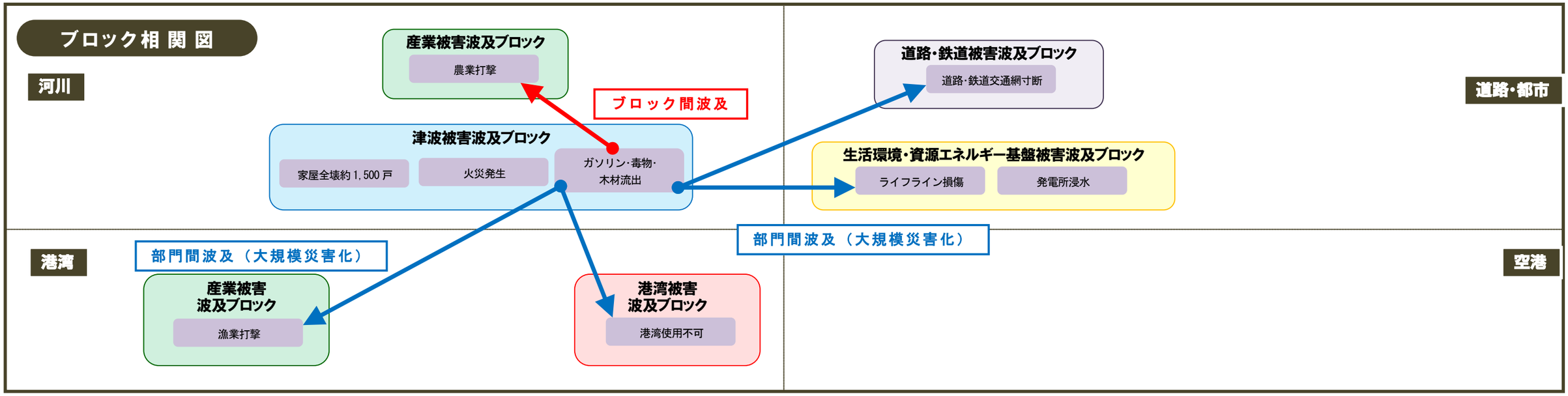
遠隔地津波でも津波警報・注意報

高地移転 / 津波防潮堤 / 土地利用規制 / 区画整理 / 防潮堤 / 防潮林岸壁 / 護　岸 / 地盤嵩上げ / 津波水門

津波災害対策本部設置
自衛隊緊急出動
災害救助隊本部設置
災害救助法適用
地方交付税交付
特別措置法公布･制定

凡　例
- 発生事象（外力）
- 発生事象（被害）
- 外力･被害への対応
- 社会への影響
- 状況説明

ブロック相関図



地 震 －8

米国 ノースリッジ地震

都市直下型地震
都市機能麻痺・経済損害
災害危機管理の成功例

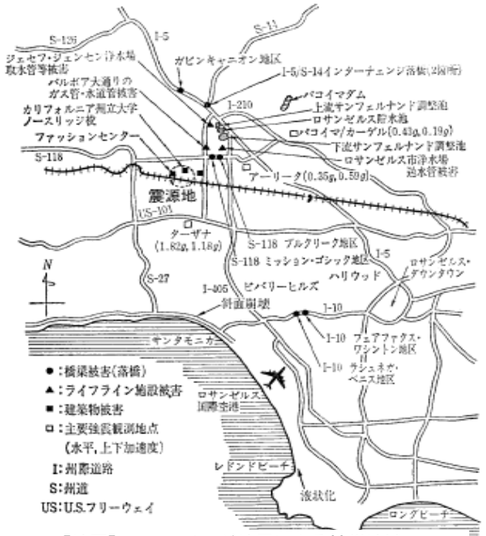
1994

災害の概要

災害の種類	：地震（都市直下型地震）
発生時期	：1994 年 1 月 17 日午前 4 時 30 分 55 秒（太平洋標準時）
地震規模	：M6.7　発生頻度：サンアンドレアス断層沿いで 30 年以内に 99%の確率で大地震が発生（2008.11.14 AFPBBNews より）
震央	：エルクウッド通りの端、ベアド通りの東北緯 34.213 度、西経 118.537 度
主な被災地	：アメリカ合衆国カリフォルニア州ロサンゼルス市ノースリッジ地方
主な被害	：建物倒壊による圧死・心臓発作などで死者 61 人、負傷者 9,000 人以上、大破建物 4,000 戸【写真 2】、家屋喪失者 22,000 人、被害総額約 3 兆円、水道管・ガス管破裂、火災発生、高架橋の落橋 7 箇所【写真 1】、高速道路不通、変電・開閉施設損傷による停電 82,000 世帯、送水管破損による断水 50,000 世帯、高圧管・供給管破損によるガスの供給停止 28,000 世帯
影響その他	：渋滞発生、ビジネスの自粛・時差出勤・在宅勤務の奨励、通勤時の相乗り呼びかけ・路上駐車自粛、学校休校、クライシス・カウンセリングの実施

災害の特徴

都市機能麻痺による日常生活・経済への影響大



【地図】ノースリッジ地震による被災地域

この地震で多くの建物が倒壊した【写真 2】。また、高架橋の損壊【写真 1】により高速道路が通行止めとなり交通網が麻痺した他、水道管やガス管も破損されライフラインが停止した。これら都市機能の麻痺が生活に与えた影響は大きく、被害総額は約 3 兆円にものぼった。

しかし、予め管理運用面での緊急対応体制を整え、災害時に被害を確認すべきポイント等を定めていたため、早期に被害概況を把握し地震発震後約 2 時間半で現地対策本部を開設することができ、初動体制の良さが評価された。また、FEMA・OES などの緊急対応組織の活躍、災害申請センターの被災地展開、迅速な被災者向けマニュアルの作成・配付、多面的な被災者救済策も高く評価され、災害管理成功事例と位置付けられている。

状況の違いはあるものの、1 年後に発生した兵庫県南部地震と比較されることも多く、大規模な大都市直下型地震の割に人的被害や混乱が少なかったと評価されている。


【写真 1】崩壊した商業施設

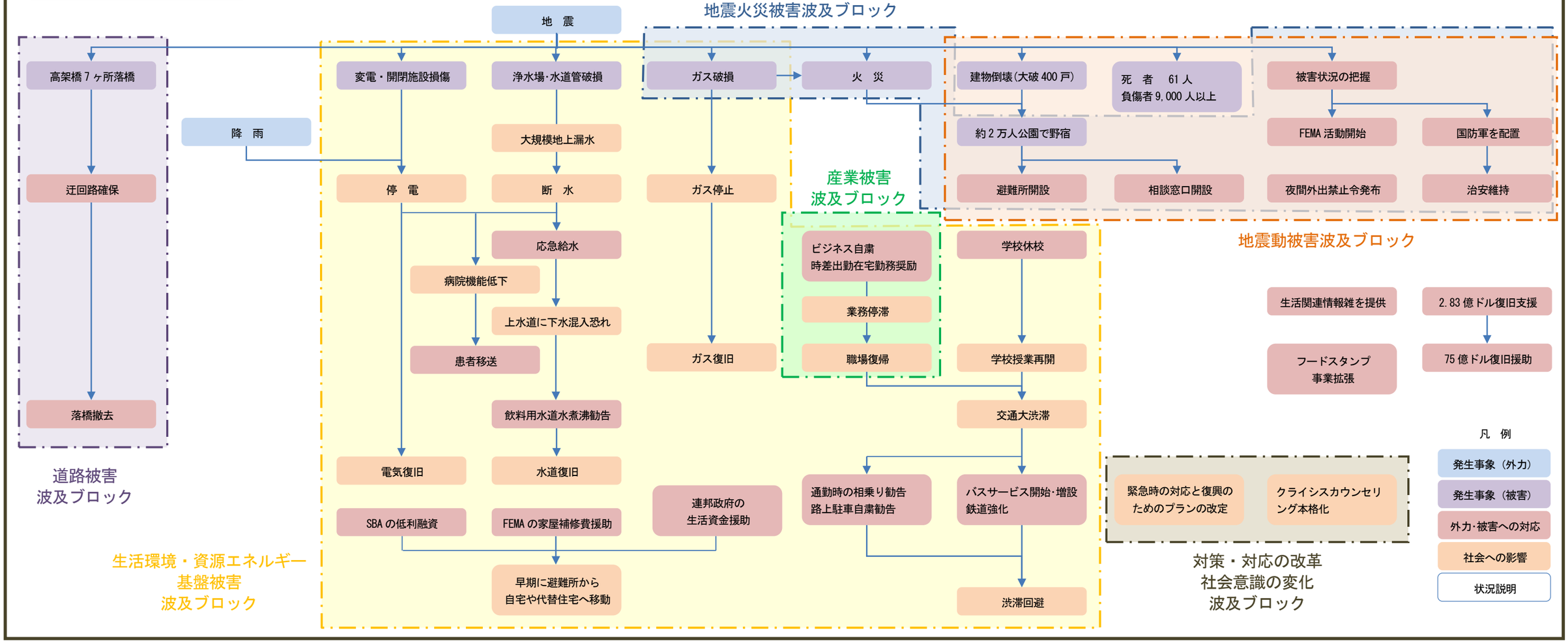

【写真 2】高架橋の損壊

災害タイムライン

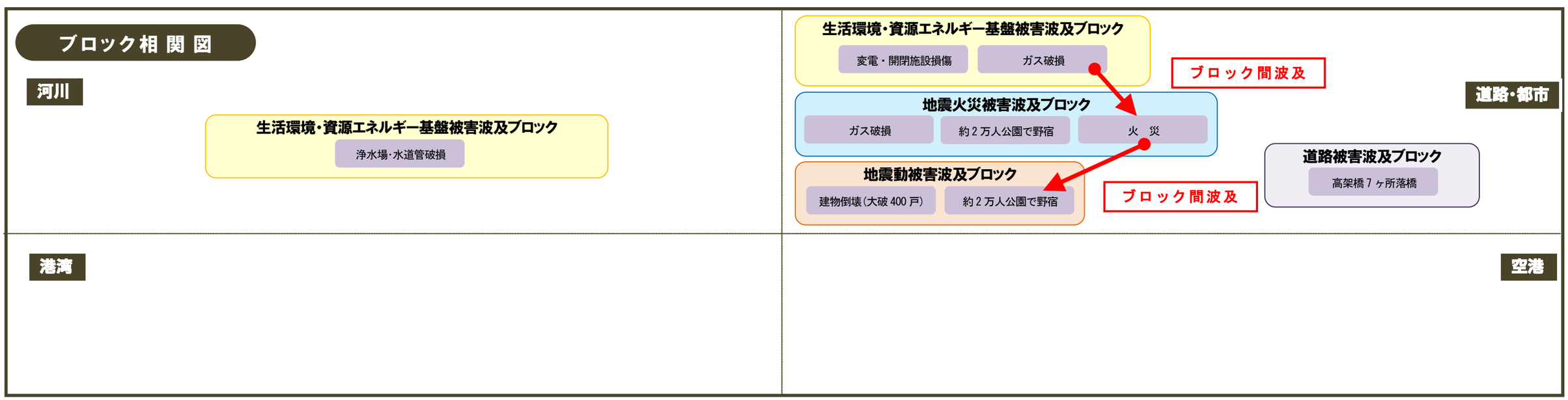
月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
1 月 17 日	・地震発生 ・建物倒壊【写真 2】 （大破建物 4,000 戸） ・死者 61 人、負傷者 9,000 人以上 （ノースリッジのアパート倒壊現場での死者 16 人） （心臓発作による死者 19 人） ・ガス管破裂などによる火災の発生 ・高速道路で高架橋が落橋(7 か所)【写真 1】 ・変電・開閉施設の損傷によりネバダから カナダのアルバータの広範囲で停電 ・ジョセフジョン線浄水場での送水管の破損による断水 ・高圧管・供給管の破損によるガスの供給停止 ・バルボア通りで水道管・ガス管破裂	・パトカー・ヘリコプターによる被害状況の把握 ・FEMA が活動開始 ・迂回路の確保 ・メトロリンク鉄道の強化 ・バスサービスの開始・増設 ・国防軍を配置して治安を維持 ・避難所の開設 ・被災者の相談窓口の開設 ・応急給水 ・夜間外出禁止令 ・ビジネスの自粛・時差出勤・在宅勤務の奨励 ・学校休校
18 日	・電力停止(82,000 世帯) ・水道の停止(50,000 世帯) ・ガスの停止(28,000 世帯) ・約 2 万人が公園で野宿 ・上水道に下水混入の恐れ	・交通局が落橋の撤去を開始 ・水道水を飲料する際の煮沸を勧告
19 日		
20 日		
21 日		・ロサンゼルスタイム誌で生活関連情報を掲載
22 日		・災害復旧のために政府が 2 億 8,300 万ドルを追加
23 日		・渋滞回避のため通勤時の相乗り・路上駐車自粛を呼びかけ
24 日	・降雨 ・雨でサンフェルナンドバレーの 4,800 世帯が新たに停電	・フードスタンプ事業の拡張 ・全体の 90%の学校で授業再開 ・電気の復旧
25 日	・学校再開・職場復帰で交通渋滞が震災後最悪となる	・クリントン大統領が総額 75 億ドルの援助を決定
26 日	・非常食を求める被災者が衝突。警察出動	・ガスの復旧 ・水道水煮沸勧告の解除
27 日		・落橋撤去の完了
28 日		
29 日		
30 日		
31 日		・水道の復旧
2 月 1 日		
2 日		・クライシス・カウンセリングの本格化
3 日		

【参考文献】
- 参考 1:「米国ノースリッジ地震被害速報」 建設省土木研究所地震防災部耐震研究室
- 参考 2:「1994 年ノースリッジ地震における都市機能被害と応急対応(構造・材料系)」金沢大学
- 参考 3:「ノースリッジ地震と阪神大震災から学ぶ交通システムの危機管理」名城大学都市情報学部、広島工業大学工学部
- 【写真 1、2】出典:「米国 ノースリッジ地震」ダイナミックデザイン

被害の波及図



ブロック相関図



地 震 －9

阪神・淡路大震災

1995

大都市直下型地震
倒壊家屋・死者多数
ライフライン・物流の停止

災害の概要

災害の種類	：地震（直下型地震）（逆断層・横ずれ断層型）　発生時期　：1995 年（平成 7 年）1 月 17 日 5 時 46 分 52 秒（JST）
規模	：マグニチュード（M）7.3　発生頻度：30 年以内の地震発生確率は六甲・淡路島断層帯のうち淡路島西岸区間でほぼ 0%、六甲山地南縁-淡路島東岸区間でほぼ 0～0.9%、（2005.1.12 地震調査研究推進本部）
最大震度	：震度 7（神戸市、芦屋市、西宮市、宝塚市、北淡町、一宮町、津名町）
震央	：日本 兵庫県 北淡町　北緯 34 度 35 分 54 秒　東経 135 度 2 分 6 秒 主な被災地：近畿地方（特に大阪湾岸）
主な被害	：建物倒壊などで死者 6,400 人、負傷者 43,700 人、全壊建物 105,000 戸、半壊建物約 144,000 戸、285 件の火災発生、焼損棟数 7,483 戸【写真 2】、瀬戸内海沿岸の液状化、378 箇所でがけ崩れ、電話 30 万回線が不通、260 万世帯で停電、ガス 42 万 5000 戸で配給停止、130 万戸で断水、鉄道 13 社・計 638 キロの区間で不通、高速道路崩壊・通行止め【写真 1】、国道 27 路線 36 区間で通行止め、農業 4100 施設・漁港 20 港・卸売 10 施設の損壊、工場の損壊
影響その他	：渋滞で救急消防到着の遅れ、交通網麻痺で生鮮食品の輸送停止・工場の操業停止、被災・客足減少により小売業で売り上げ減、部品供給停止による生産調整、施設損傷による農林業・漁業・海運被害

災害の特徴

機能の集積した大都市を震度7の激震が直撃

建物、人的被害は甚大。また、インフラやライフラインの停止が生活や産業に支障を及ぼす。

振動により建物が多数倒壊し、多くの人が圧死・窒息死により即死した。阪神高速道路の倒壊、中央自動車道の不通、神戸港の損傷などインフラ被害も甚大【写真 1】で、物流が滞り、各種産業に打撃を与えた。ライフラインも壊滅的な打撃を受け、特に水道・ガスの復旧に時間を要した。また、住宅密集地帯であることから、各地で大規模な火災が発生し、延焼した。【写真 2】



【地図 1】震度 7 の分布



【写真 1】高速道路の崩壊



【写真 2】火災延焼

災害タイムライン

資料．9

月 日	外　力　／　被　害	対　応　／　復　興
1 月 17 日	・本震発生 ・瀬戸内海沿岸中心に大規模な液状化 ・がけ崩れが 378 箇所で発生 ・建物倒壊等で死者 6,400 余名、負傷者 4 万 3,700 余名 ・全壊建物約 10 万 5 千棟、半壊建物約 14 万 4 千棟 ・285 件の火災発生、焼損棟数 7,483 棟【写真 2】 ・電話 30 万回線が不通 ・260 万世帯で停電発生 ・大阪ガス 42 万 5000 戸で配給停止 ・130 万戸で断水 ・山陽新幹線の高架橋等の倒壊・落橋 ・鉄道 13 社・計 638 キロの区間が不通 ・高速道路・国道は高架橋の倒壊、橋脚の落下、路面の陥没等により 27 路線 36 区間で通行止め【写真 1】 ・渋滞による救急・消防部隊到着の遅れ ・神戸港など 24 港において、埠頭の沈下等の被害 ・農業 4100 施設・漁港 20 港・卸売 10 施設の損壊 ・工場の損壊・操業停止	・消防庁に応援を要請 ・自衛隊に災害派遣を要請 ・神戸市、大都市に対して応急給水支援を要請 ・渋滞緩和のため交通規制
18 日	・LP ガス爆発の恐れ	・神戸市、ガス爆発の恐れで 7 万人に避難勧告 ・電話、午前中に回復 ・電車各線、一部区間で運転再開
19 日		・村上総理大臣の現地視察 ・市町村災害対策本部への救援物資搬送を開始
20 日		・応急仮設住宅の工事着工 ・新幹線「新大阪―京都」運転再開
21 日		
22 日	・大雨予報 ・山崩れ警戒	・山崩れの恐れで 25 箇所 1500 世帯 4000 人に避難勧告
23 日	・余震北淡町で震度 4、神戸・西宮で震度 3 を 2 回記録 ・大阪ガス、供給停止戸数最大に（85 万 7400 戸） ・避難者数ピークに達する （避難所数 1153 箇所、避難者数 31 万 6678 人）	・西宮市で仮設住宅の受付開始 ・JR・阪神・阪急代替バス運行開始 ・臨時旅客船運航開始 ・電気全面復旧
24 日		・当該震災を「激甚災害」に指定することを閣議決定 ・ポートライナー、六甲ライナー代替バス運行開始 ・水道、淡路町、東浦町復旧完了
25 日		・水道、川西市の復旧完了
26 日		・阪神高速道路（北神戸線）が全線開通
27 日		・新幹線の直通代替バス開設 ・中国自動車道が全線開通
28 日	・余震、神戸で震度 3 ・このころインフルエンザが大流行	・国道 43 号線が全線開通
29 日		・義援金の第一次配分を決定 ・倒壊家屋の処理受付、一部市町で始まる ・インフルエンザワクチン接種を開始 ・水道、津名兆、一宮町復旧完了
以降	・被害額の概算を約 9 兆 6 千億円と推計（2/14）	・五色町、応急仮設住宅の入居開始（2/2） ・JR が不通区間を解消（4 月） ・鉄道会社全てが不通区間を解消（6 月） ・神戸高速鉄道が不通区間を解消（8 月）

【参考文献】
- 参考 1:「阪神・淡路大震災－その時、被災地で－政府現地対策本部 74 日の活動－」財団法人 21 世紀ひょうご創造協会
- 参考 2:「阪神・淡路大震災復興誌」内閣府防災情報のページ
- 参考 3:「阪神・淡路大震災教訓情報資料集　震災後の主な動き（年表）」内閣府
- 【写真 1】出典:「阪神淡路大震災の状況」防災まちづくり研究所
- 【写真 2】出典:「阪神淡路大震災の状況」防災まちづくり研究所

被害の波及図

＜情報提供＞
地震動により行政機関が被災したため、初動対応に遅れ、住民へ十分な情報提供が出来なかったため、被害が拡大した。

＜防災機関の対応＞
消火用水不足に加え、建物倒壊による小脳者のルート確保の困難で被害が拡大した。

＜避難行動＞
地震発生が早朝だったため、迅速な避難が出来ず、多くの死者を出してしまった。

鉄道被害 波及ブロック

- 鉄道被害
- 新幹線高架橋等倒壊
- 新幹線運転停止
- 鉄道 13 社 計 638 キロ区間不通
- 新幹線代替バス運行
- 鉄道代替バス運行
- 電車一部区間運転再開
- JR 全面開通
- 私鉄各社全面開通
- 新幹線運転再開
- 神戸高速鉄道全面開通

港湾被害 波及ブロック

- 大規模な液状化
- 地盤沈下
- 落橋
- 港湾被害 24 港

二次災害 波及ブロック

- 物流混乱
- 臨時旅客船運航

地震

道路被害 波及ブロック

- 道路被害
- 路面の陥没・落橋・主要道路高架橋倒壊
- 名神・阪神・中国自動車道・直轄国道等 道路 27 路線 36 区間通行止め
- 渋滞
- 救急・消防部隊遅延
- 渋滞緩和の交通規制
- 中国自動車道開通
- 阪神高速道路開通

地震動被害 波及ブロック

- がけ崩れ 378 箇所
- 大雨予報
- 山崩れ警戒
- 避難勧告 25 箇所 1, 500 世帯 4, 000 人

行政機関中枢被災

情報通信システム障害

被害情報収集の遅れ

初動対応遅れ

- 建物倒壊
- 全壊建物約 10 万 5 千棟
- 壊建物約 14 万 4 千棟
- 避難所開設
- 避難者数 31 万 6, 678 人
- 避難所数 1, 153 箇所
- 仮設住宅工事
- 仮設住宅入居開始
- 避難生活の長期化
- 震災関連死増
- 建築基準法改正
- 死者 6, 400 余名 (8 割が圧死)
- 負傷者 4 万 3, 700 余名
- インフルエンザ大流行
- ワクチン接種
- 123 万人の人口流出
- 震災遺児の発生
- ストレス・病気・コミュニティ分断

地震火災被害 波及ブロック

- 火災発生 285 件
- 消火用水不足
- 焼損棟数 7, 483 棟
- LP ガス爆発の恐れ
- 7 万人に避難勧告
- 企業再開不可
- 企業経営悪化
- 被害額 概算約 9 兆 6 千億円推計

二次被害 波及ブロック

生活環境・資源エネルギー基盤被害波及ブロック

- ライフライン損傷
- 電話不通 30 万回線 停電 260 万戸 ガス停止 42 万 5, 000 戸 断水 130 万戸
- 信号機の滅灯
- 交通渋滞激化
- 行政サービス機能低下
- 病院機能低下
- 廃棄物処理機能低下
- 応急給水支援要請
- 電話通信回復
- 電気全面復旧
- 水道復旧
- ガス復旧

産業被害 波及ブロック

- 農業 4, 100 施設損壊
- 漁港 20 港損壊
- 卸売 10 施設損壊
- 工場の損壊
- 操業停止
- 大企業の工場移転
- 下請中小企業の受注減
- 零細企業の倒産
- 神戸港の貨物激減
- 新興国港湾へ代替
- 観光客激減
- 復興特需以降 地域経済が停滞

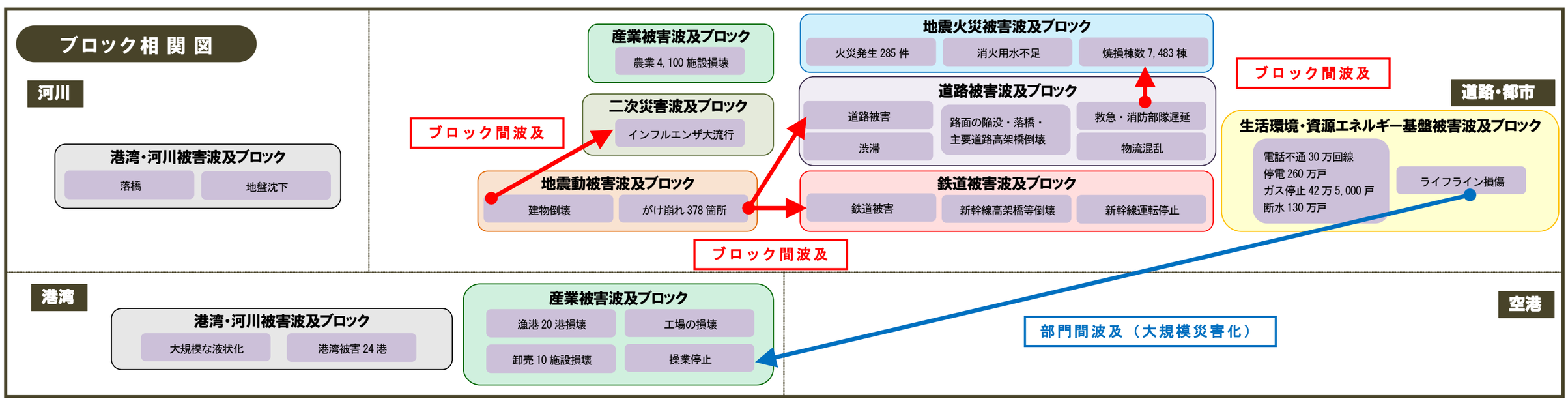
対策・対応の改革 社会意識の変化 波及ブロック

- 消火・救出活動に係る連携体制の強化
- 避難所対策の見直し
- 耐震改修促進法の制定
- 災害対策基本法の改正
- 被災者生活再建支援法の制定
- 消防庁応援要請
- 自衛隊災害派遣要請
- 救援物資搬送
- 激甚災害指定
- 義援金配分決定
- 倒壊家屋の処理受付

凡　例

- 発生事象（外力）
- 発生事象（被害）
- 外力・被害への対応
- 社会への影響
- 状況説明

ブロック相関図



地 震 －10

台湾集集地震

1999

大規模断層変位
構造物に甚大な被害
ハイテク産業の間接被害

災害の概要

災害の種類　：地震（プレート境界型または断層型地震）
発生時期　：1999 年 9 月 21 日 1 時 47 分 18 秒　（台湾時間）
規模　：モーメントマグニチュード(Mw)7.6　最大震度：震度 7（推定）（集集鎮）
発生頻度　：予測情報なし。車籠埔断層の 1 つ前の活動は 300 年以上前に生じたものと推定（活断層・地震研究センターより）
震央　：台湾 南投県 集集鎮付近　北緯 23 度 46 分 19.2 秒　東経 120 度 58 分 55.2 秒
主な被災地　：台湾
主な被害　：建物倒壊による圧死などで死者 2,321 人、負傷者 8,722 人、全壊建物 40,845 戸、半壊建物 41,393 戸、2,400 ㎢・1 万件以上の斜面災害、51 件以上の火災発生、変電所・送電施設被害により 600 万世帯以上で停電、断層変位による橋梁の落橋、交通寸断、石岡ダムの崩壊、東勢王朝など観光施設の倒壊、総被害額約 2,920 億台湾ドル
影響その他　：停電で新竹地区ハイテク産業操業停止、半導体の価格上昇・各産業へ波及、台湾証券取引所休場、台湾株価大幅続落、短期失業者 19 万 4 千人と予測、製造業間接被害額 397 億台湾ドル、緊急命令（非常事態宣言）、頭社ダムの緊急放流

災害の特徴

建物倒壊多数、特に断層上の構造物被害が甚大

約 80ｋｍに及ぶ地震断層が出現【写真 1】、最大で水平 11.1m 垂直 7.5m の断層変位が生じた。

激震と断層変位により大きな被害が出た。特に、断層の東側（上盤）山間部で被害が大きく、点在する集落は壊滅的な被害を受け、土砂崩れも各所で発生した。また、断層変位により断層の真上にあった橋梁・道路・家屋・ダム等の建造物が甚大な被害を受けた。【写真 2】その他、停電の長期化により、新竹地区でハイテク産業の操業が停止し、産業界に大きな損失をもたらした。



【地図】活動した車籠埔断層と
付近の都市の位置関係



【写真 1】トラック競技場に現れた地表地震断層



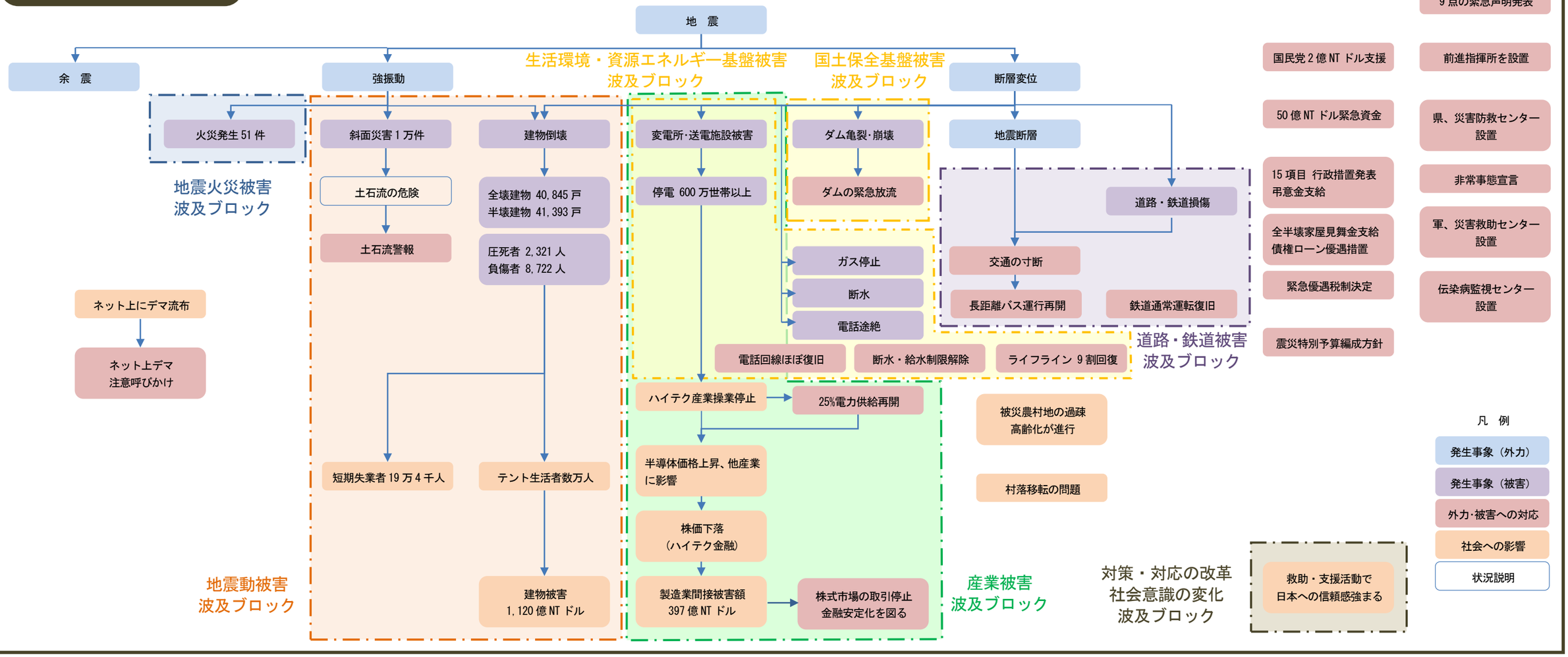
【写真 2】
一江橋（大平地区）の落橋

災害タイムライン

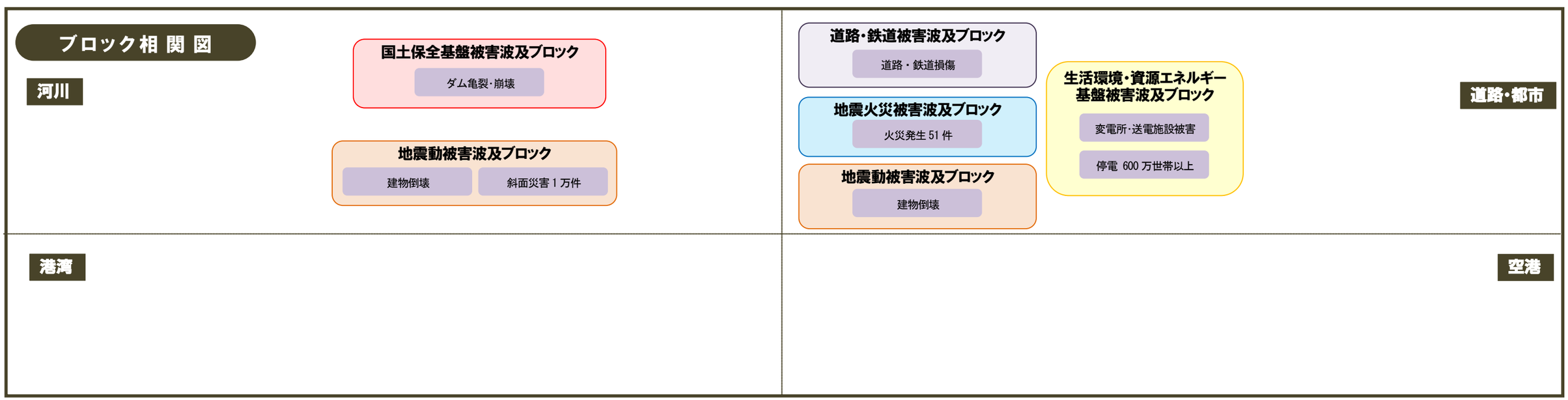
月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
9 月 21 日	・台湾中部で震度 6 の地震が発生 ・2,400 ㎢、1 万件以上の斜面災害 （九分二山や草嶺で 5,000 万㎥以上の崩壊体積） ・建物倒壊による圧死などで死者 2,321 人、負傷者 8,722 人 ・全壊建物 40,845 戸、半壊建物 41,393 戸 （台北市松山ホテル倒壊で 70 人が死亡） （共同住宅の東勢王朝の倒壊） ・台中県で 11 件、南投県で 40 数件の火災発生 ・中寮の変電所・送電施設被害で 600 万世帯以上で停電 ・長夷大橋・一江橋【写真 2】などが断層変位により落橋 ・石岡ダム（コンクリートダム）が地震断層によって崩壊 ・停電により北部新竹地区でハイテク産業操業停止 ・交通の寸断	・行政院長が「9 点の緊急声明」を発表 ・南投県に「前進指揮所」を設置 ・台中県で「災害防救センター」を成立 ・「15 項目の行政措置」を発表 （弔意金の支給、全半壊家屋見舞金の支給、既住住宅債権ローンの優遇措置など）
22 日	・午後までの余震回数 2500 回、うち M6 以上 6 回 ・台湾証券取引所休場 ・名勝地、日月たんの頭社ダムに亀裂 ・ネット上にデマ流布	・与党国民党、2 億 NT ドルの支援を発表 ・行政院、50 億 NT ドルの緊急資金の配分を決定 ・頭社ダムの緊急放流 ・ネット上のデマへの注意を呼びかけ
23 日	・震源地付近で土石流の危険 ・政府の震災対応に対する世論の批判強まる ・操業停止により半導体の価格上昇、各産業へ波及 ・工業損失総額 20 億 8900 万 NT ドル	・中部 5 県に土石流の警報を出す ・震災対策での緊急優遇税制、財政部が決定 ・台湾行政院、震災特別予算編成の方針を固める ・長距離バス運行再開 ・電話回線ほぼ復旧 ・新竹ハイテク団地で電力供給再開（平時の 25%）
24 日	・余震回数 5000 回を超す	・国民住宅を被災者に安価で分譲
25 日		・李総統、緊急命令（非常事態宣言）の発布・施行
26 日	・最大規模（M6.7）の余震 ・本震で被害を受けた建物が崩壊 ・5 人が死亡 60 数人が負傷	・国軍が災害救助センターを設置
27 日	・台湾株価大幅続落（ハイテクと金融が売られる）	・台湾証券取引所が株式の売買を再開 ・衛生署が伝染病防止の監視センターを設置
28 日		
29 日	・各工場の深夜稼働で夜間に停電招く	・断水・給水制限の解除
30 日	・余震回数が 1 万回に迫る ・短期失業者が 19 万 4 千人になるとの予測	・中小企業に対する 500 億 NT ドルの低利融資実施の提案
10 月 1 日		・鉄道（海線）が通常運転に復旧
2 日		
3 日		
4 日		
5 日		・ライフラインの 9 割が回復
～		
15 日	・テント生活者が依然として数万人存在	
16 日	・総被害額は約 2,920 億台湾ドル ・家屋の被害額が 1,120 億台湾ドルで最大 ・製造業の間接被害額は 397 億台湾ドル	

【参考文献】
- 参考 1:「台湾集集地震調査報告」損害保険料率算出機構
- 参考 2:「1999 年集集地震による山地災害とその後」京都大学防災研究所
- 参考 3:「台湾大地震」NNA.ASIA
- 【写真 1】出典:「台湾大地震（集集大地震）被害調査報告書」株式会社 建設企画コンサルタント
- 【写真 2】出典:「台湾大地震（集集大地震）被害調査報告書」株式会社 建設企画コンサルタント

被害の波及図



ブロック相関図



スマトラ島沖地震・津波

2004

津波の被害は過去最大
インド洋大津波で被害拡大
約23万人死者・行方不明者

災害の概要

災害の種類　：地震・津波
発生時期　：2004 年 12 月 26 日午前 7 時 58 分（日本時間午前 9 時 58 分）
震源地　：インドネシア共和国スマトラ島アチェ州沖の海溝型巨大地震（北緯 3 度 18 分 58 秒　東経 95 度 51 分 14 秒）
震源の深さ　：30km
地震の規模　：マグニチュード 9.0　（米国地質調査所発表）
破壊継続時間　：約 6 分
津波の規模　：平均で、津波高さ 10m 前後　（34m に達した場所あり）
被害地域　：【地震・津波】インドネシア　【津波】インド洋沿岸諸国の、タイ、マレーシア、ミャンマー、インド、スリランカ、バングラデシュ、モルディブ、アフリカ大陸(ケニア、タンザニア、セーシェル、ソマリア、マダガスカル、南アフリカ共和国)
主な被害　：被災者は約 206 万人。死者・行方不明者数は約 23 万人、被害総額は 72 億ドル超(2005 年 2 月 22 日世界銀行発表)
日本をはじめ欧米等海外からの観光客も多数犠牲、邦人の被害は、40 名死亡（タイで 28 名、 スリランカで 12 名）
影響その他　：クリスマス休暇中の世界的な観光地を襲った津波により、欧米等海外の観光客が多数犠牲

災害の特徴

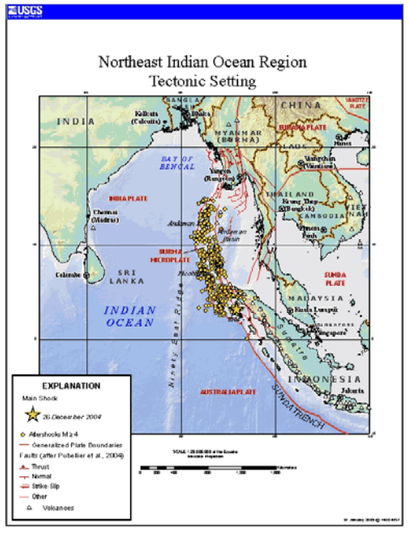
インド洋沿岸等の 10 数か国に及ぶ被害、犠牲者は 20 数万人を超える

インドネシア共和国スマトラ島アチェ州沖でマグニチュード 9.0 と推定される海溝型巨大地震が発生した。

地震により発生した大津波がインドネシアだけでなく、遠地津波として、タイ、マレーシア、インド、スリランカ、モルディブ、更には、遠くアフリカ大陸まで到達し、インド洋沿岸諸国に未曾有の被害をもたらした。

これによる被災者は約 206 万人。死者・行方不明者数は約 23 万人、被害総額は 68 億ドルを超えた。この津波では、世界的な観光地であるタイのプーケットなどにおいて、各国の住民のみならず、日本をはじめ欧米等海外からの観光客も多数犠牲となった。邦人の被害としては，40 名の死亡が確認された（タイで 28 名、スリランカで 12 名）。

発展途上国、政情不安地域のため、津波被害の全容がつかみにくい災害である。



【地図】スマトラ島沖地震分布震　（参考 6）

【表】被害状況（内閣府まとめ）2005 年 12 月時点（参考 1）

国名	死者・行方不明者（人）	被災者（概数・人）	被害額（概数・ドル）
インドネシア	167,736	600,000	45 億
スリランカ	35,322	516,159	16 億
インド	18,045	2,000,000	25 億 6,000 万
タイ	8,212	n/a	22 億
モルディブ	108	29,000	4 億 7,000 万
ミャンマー	61	10,000-15,000	n/a
マレーシア	75	n/a	n/a
ソマリア	289	44,000	n/a
タンザニア	13	n/a	n/a
セイシェル	2	1,500	n/a
バングラデシュ	2	n/a	n/a
ケニア	1	n/a	n/a
計	229,866	−	−



【写真】
ガレキとなった市街
（インドネシア）

災害タイムライン

資料．11

月　日	外　力　/　被　害	対　応　/　復　興
2004 年	・インド洋側は、津波無警戒地域 ・津波警報国際ネットワーク（津波早期警報システム）なし ・マングローブ減少(津波吸収なし)	
12 月 26 日	・(AM7:58)インドネシア　スマトラ沖地震(M9.0)発生 ・建物損壊、・ライフライン損傷、・道路被害	
12 月 26 日	・津波発生　インド洋沿岸諸国襲う(平均で高さ 10m) インドネシア以外は、遠地津波 ・避難勧告なし。避難遅れで、被害拡大 ・広域での津波、発展途上国、政情不安地あり →状況把握が困難 ・死者・行方不明者数は約 23 万人 ・邦人の死亡 40 名(タイで 28 名，スリランカで 12 名) ・被災者は約 206 万人 ・家屋流出、・道路被害、・鉄道被害、・橋被害 ・港湾被害、・空港被害、・燃料施設被害による汚染物流出 ・学校施設被害、・医療施設被害 ・流木、がれき発生 ・ライフライン損傷、井戸水被害 ・地方集落の孤立	・ハワイにある太平洋津波警報センター津波警報発令 →ディエゴガルシア島駐留米軍宛のみ。各国には告知のみ インド洋各国の地震・津波通報協定なしの為
津波以降	・治安悪化 ・衛生環境の悪化 ・震災孤児の発生 ・農業被害、・漁業被害、・観光客激減、・塩害	・各国が救援・復興支援 ・資金援助、支援物資供与、食糧援助 →国連、ユネスコ、赤十字、WHO、諸外国 ・現地での情報収集 ・土葬、火葬処分、ボランティアや各国の救援隊による防疫と医療活動で対応 ・道路復旧、港湾施設復旧 ・漁業活動支援、農業活動支援、 ・上水道、学校、医療機関、道路等の建設 ・コミュニティ復興支援 ・医療、食糧、テント、蚊帳の配布 ・住宅再建、水確保、生活支援 ・マングローブの植林、防災マップ作成
2005 年 2 月		・国連はクリントン前米国大統領を津波復興特使に任命 2005 年の 1 年間で、仮設住宅の建設、学校、主要インフラの復旧
2005 年 3 月		・インド洋でも津波警報国際ネットワークを構築 ・日本の気象庁がインド洋沿岸の希望国に津波情報を提供
2005 年 12 月		・クリントン特使、復興状況を報告。仮設住宅の建設、学校、主要なインフラを復旧したが、被害大きく初期段階の復旧
2006 年 12 月		・国連児童基金（UNICEF）と、被災国政府で、孤児の人数調査
2007 年 12 月		・インドネシアのアチェで 10 万軒目の復興住宅住民に引渡し
2008 年 11 月 12 日		・インドネシア、津波早期警報システムを稼働
2008 年 12 月		・莫大な援助金で繁栄する地域もある一方、荒れ果てたままの地域もある

【参考文献】
- 参考 1：内閣府　平成 18 年版 防災白書
- 参考 2：京都大学防災研究所年報 第 48 号 A 平成 17 年 4 月　スマトラ沖地震津波災害
- 参考 3：JICA スマトラ沖大地震・インド洋津波への対応
- 参考 4：広報ぼうさい 第 25 号 2005 年 1 月
- 参考 5：広報ぼうさい 第 26 号 2005 年 3 月
- 参考 6：日本赤十字 スマトラ島沖地震 活動軌跡
- 【写真】出典：広報ぼうさい 第 26 号 2005 年 3 月

被害の波及図

地　震

津　波

津波警報発令

＜情報提供＞
避難勧告を発令せず、住民や観光客の避難が遅れ、被害が拡大した。

道路・鉄道被害波及ブロック

- 道路･鉄道･橋被害
  - 地方集落孤立
    - 道路復旧

空港・港湾被害波及ブロック

- 空港･港湾被害
  - 港湾施設復旧

津波被害波及ブロック

- 建物損壊
  - 死者･不明者約 23 万人
    - 土葬･火葬処分
    - 被災者約 206 万人
      - 各国救援･復興支援
        - 生活支援
          - 仮設住宅の建設
            - 住宅再建
              - コミュニティ復興支援
                - マングローブ植林
                - 防災マップ作成
        - 資金援助
          - 学校･医療機関建設
        - 支援物資供与
- 家屋流出
  - 汚染物流出
    - 震災孤児発生
    - 治安悪化
    - 流木･がれき発生
      - 衛生環境悪化
        - 防　疫
          - 医療活動

生活環境・資源エネルギー基盤被害波及ブロック

- 学校･医療施設被害
- 燃料施設被害
- ライフライン損傷
  - 井戸水被害
    - 飲料水供給設備の設置
      - 水確保
  - 下水破損
    - 公衆衛生悪化
  - 電気停止

インフラ整備･復旧

産業被害波及ブロック

- 農業・漁業被害
  - 農業・漁業活動支援
- 観光業被害
  - 周辺国も観光打撃

二次被害波及ブロック

- 避難勧告なし
  - 被害拡大
    - 状況把握困難
    - 風評被害

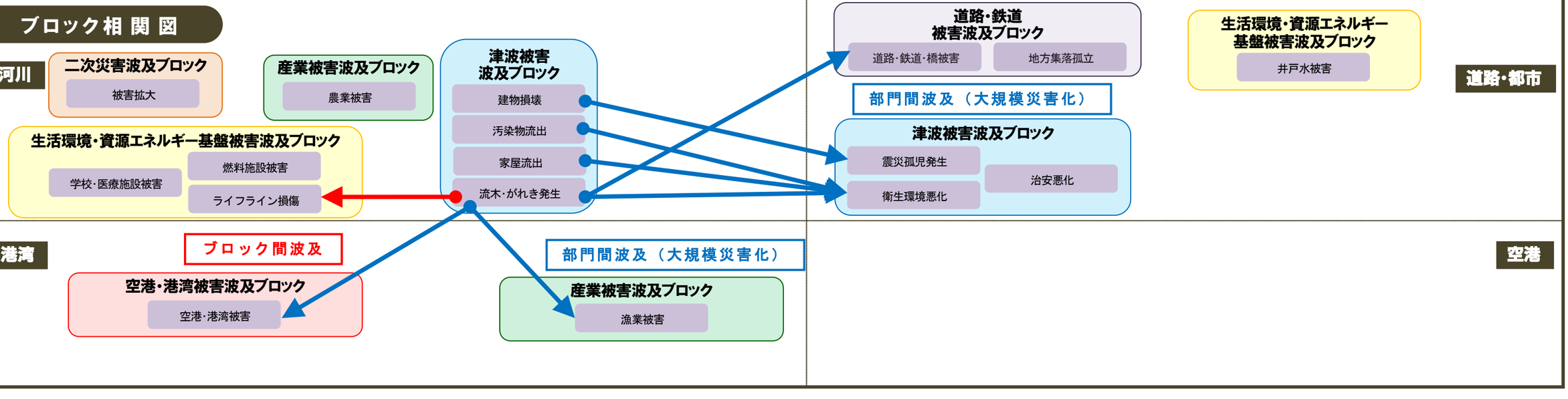
対策・対応の改革 社会意識の変化 波及ブロック

- 日本の気象庁がインド洋沿岸の国に津波情報
- 津波警報国際ネットワークを構築（インド洋）
- 地球規模の緊急救援活動（各国軍、国際機関、外国政府、NGO など）

凡　例

- 発生事象（外力）
- 発生事象（被害）
- 外力･被害への対応
- 社会への影響
- 状況説明

ブロック相関図



地 震 －12

新 潟 中 越 地 震

2004

土砂災害による被害
孤立集落の多数発生
複数回にわたる強い余震

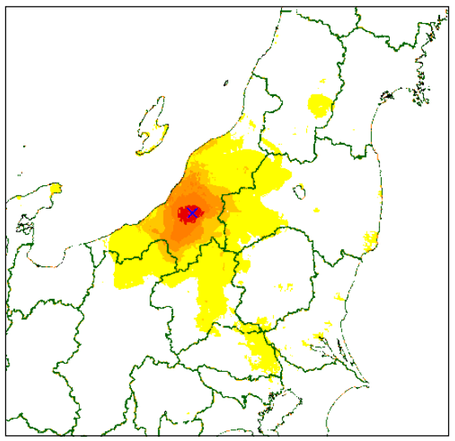
災害の概要

災害の種類　：直下型地震（逆断層型）　　発生時期　：2004 年 10 月 23 日（土）午後 5 時 56 分（JST）
規模　　：マグニチュード（M）6.8　　最大震度：7（新潟県川口町）
発生頻度　：未知の断層で発生（発生頻度不明）
震央　　：日本 新潟県　中越地方　北緯 37 度 17 分 30 秒　東経 138 度 52 分 0 秒
主な被災地　：新潟県　中越地方
主な被害　：家屋の倒壊、土砂災害による生き埋めなどで 68 人死亡、家屋全壊 3,175 戸、 61 箇所の村落で住民が孤立、
高速道路や国道、県道等多くの道路で通行止めが発生、新幹線が走行中に脱線、大規模な河道閉塞が発生
（寺野地区：天然ダムの高さが 31.1m、最大長 260m、最大幅 123m、堰き止め土砂量 30 万 m^3、最大湛水量 39 万 m^3、
東竹沢地区：天然ダムの高さが 31.5m、最大長 320m、最大幅 168m、堰き止め土砂量 66 万 m^3、最大湛水量 256 万 m^3）
土砂災害による断線や電柱等の支持物の倒壊などにより約 31 万戸で停電、約 6 万戸で都市ガス供給停止
全 40 市町村で約 13 万戸にわたり断水が発生

災害の特徴

複数箇所での土砂災害による甚大な被害

2004 年 10 月 23 日 PM17 時 56 分、新潟県中越地方の地下 13km を直下とする M6.8 の直下型地震（逆断層型）が発生した。震源域の新潟県川口町で震度７、小千谷市や小国町で震度６強を観測。地震発生から僅か 5 日間の間に、震度 5 以上の大きな余震が 14 回発生。幅（道路方向）240m、長さ（奥行き）140m、厚さ約 30m、推定崩壊土砂量 60 万 m3 の大規模な崩壊が発生するなど、震源域が信濃川による砂礫層という軟弱な地盤であったため、がけ崩れ（斜面崩壊）が約 1,660 ヶ所で同時に発生、崩壊土砂の総量は約 7,000 万 m3 と東京ドームの実に約 56 倍に達した。土砂災害による道路寸断等や山古志村芋川流域において 5 箇所の河道閉塞が発生するなど、山古志村や池ノ平など 61 ヶ所の村落で住民が孤立するなど、過去に例のない規模で孤立集落が発生した。



【地図】震度分布



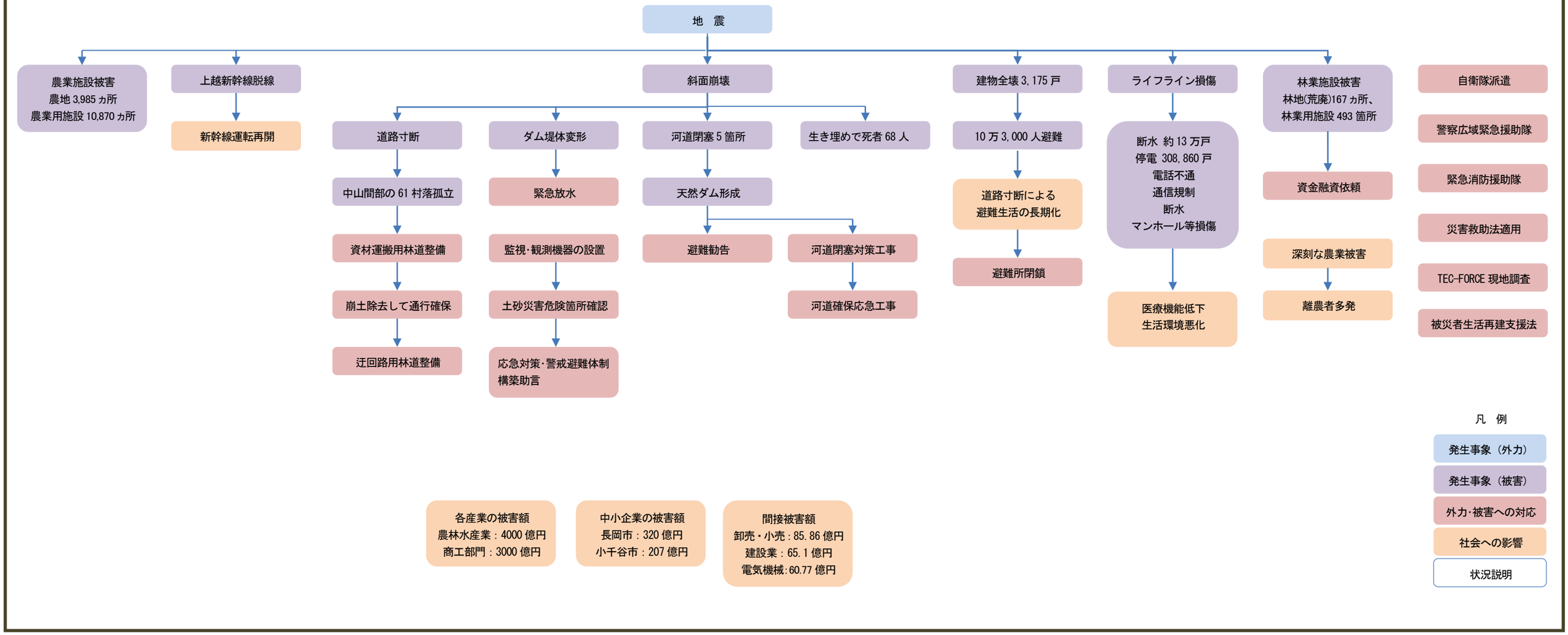
【写真】地震で崩落した道路

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
10 月 23 日	・地震発生（17 時 56 分） ・余震発生（18 時 11 分、34 分など震度 5 弱以上が 11 回） ・推定崩壊土砂量 60 万 m^3 の大規模な崩壊が発生 （1660 箇所で土砂崩壊し、崩壊土砂の総量 7000 万 m3） ・土砂災害による生き埋めなどで 68 人死亡、負傷者：4805 人 ・家屋全壊：3,175 戸、家屋半壊：13,810 戸、家屋損傷：105,682 戸 ・約 600 ヶ所の施設で約 10 万 3,000 人が避難生活 ・61 ヶ所の村落で住民が孤立 ・県管理の国道・県道は通行禁止区間が最大で 224 ヵ所 ・市町村道は約 2,200 ヵ所が被災 ・小千谷川口大和線の木沢トンネルで、トンネルセンターが 20～40cm 移動 ・上越新幹線の脱線 ・山古志村芋川流域において 5 箇所の河道閉塞が発生 ・堤防亀裂：147 箇所、堤防沈下：24 箇所、法面崩壊：3 箇所、水門等施設被害：11 箇所 ・全 40 市町村で約 13 万戸にわたり断水 ・約 308,860 戸で停電 ・電話の不通・通信輻輳の発生 ・約 56,800 戸で都市ガスの供給が停止	・各事務所等で非常体制 ・新潟県災害対策本部設置 ・ヘリコプター等による情報収集 ・ 川口町の一部に避難勧告 ・都市ガスの復旧（塩釜ガス、水沢ガス）
24 日～30 日	・余震発生（震度 5 弱以上が 4 回）	・関越自動車道の一部復旧 ・新潟県の要請で土砂災害対策緊急支援チームの派遣 ・土砂災害危険箇所等の緊急点検 ・河道閉塞箇所監視用の映像配信設備の設置及び映像配信 ・NPO 法人新潟県砂防ボランティア協会からの支援 ・芋川天然ダム緊急調査チームによる検討会 河川施設の応急復旧対策の実施 山古志村に避難勧告 ・長岡市三俵野地先堤防の緊急復旧工事完了
11 月 2 日		・北越急行運転再開
11 月 4 日	・余震発生（震度 5 強）	・約 9 割の主要地場産業の操業再開
11 月 5 日		・関越自動車道の一般通行止め解除
11 月 8 日	・余震発生（震度 5 強）	・関越自動車道の一般通行止め解除
11 月 28 日		・堀之内町で、約 100 世帯の全住民が参加する避難訓練
11 月 30 日		・国道 252 号の全線開通
12 月 4 日		・東竹沢地区の仮設排水管からの排水を開始
12 月 22 日		・避難所の閉鎖
12 月 27 日		・芋川の応急復旧工事完了
12 月 28 日		・上越新幹線全線で運転再開
H17 以降		・「新潟県中越大震災 復興ビジョン」策定 ・財団法人「新潟県中越大震災復興基金」設立
		・融雪災害警戒本部設置 ・「新潟県中越大震災復興計画」がまとまる

【参考文献】
- 参考 1、地図：「気象庁 HP」
- 参考 2、写真：「新潟県中越地震被害調査報告書」新潟県中越地震被害調査団
- 参考 3：「新潟県中越地震被害報告書」長岡技術科学大学
- 参考 4：「新潟中越地震　芋川河道閉塞対策」湯沢砂防事務所
- 参考 5：「新潟中越地震と土砂災害」新潟県土木部砂防課
- 参考 6：「新潟県中越地震の被災とそれからの復興」国土交通調査室

被害の波及図



各産業の被害額
農林水産業：4000 億円
商工部門：3000 億円

中小企業の被害額
長岡市：320 億円
小千谷市：207 億円

間接被害額
卸売・小売：85.86 億円
建設業：65.1 億円
電気機械:60.77 億円

地 震 －13

岩手宮城内陸地震

2008

土砂災害による被害
農林漁業被害大
2次災害への懸念

災害の概要

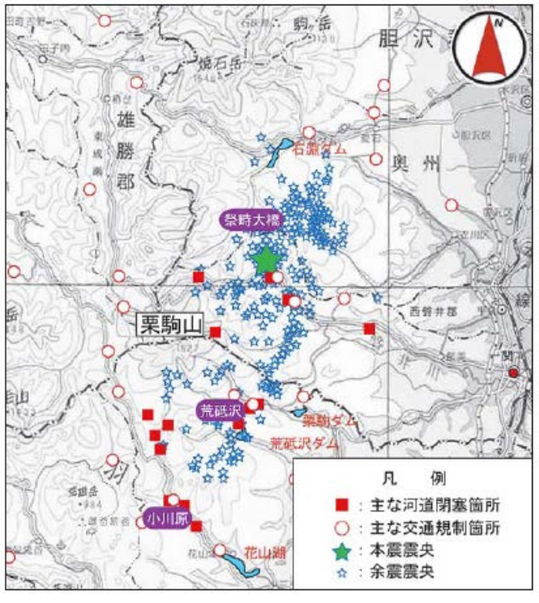
災害の種類　：直下型地震（逆断層型）　　発生時期　：2008 年 6 月 14 日（土）午前 8 時 43 分（JST）
規模　：マグニチュード（M）7.2　　最大震度：6 強（岩手県奥州市、宮城県栗原市）
発生頻度　：未知の断層で発生（発生頻度不明）
震央　：日本 東北地方 岩手県　北緯 39 度 01.7 分　東経 140 度 52.8 分
主な被災地　：岩手県、宮城県
主な被害　：土砂災害による生き埋めなどで 17 人死亡、6 人行方不明、家屋全壊 30 戸、土砂災害 48 件、15 箇所で河道閉塞、土砂災害による道路の崩落【写真 1】地盤変位による祭畤大橋の落橋【写真 2】、振動による石淵ダムの変形、農業・林業・養殖業施設の損壊、5,550 戸で断水、2 万 2147 戸で停電、電話の一部不通・通信規制の実施、東北新幹線・電車運転停止
影響その他　：土砂災害により 25 箇所で交通規制、数ヶ村が道路寸断により孤立、緊急放水の実施、TEC-FORCE による現地調査、44 世帯に避難指示、土石流センサー等の監視・観測機器の設置、文化財の被害

災害の特徴

土砂災害による被害が大きい

山体崩壊や、土砂崩れ、河道閉塞が相次いだ。一方で、建物倒壊などの被害は少ない。

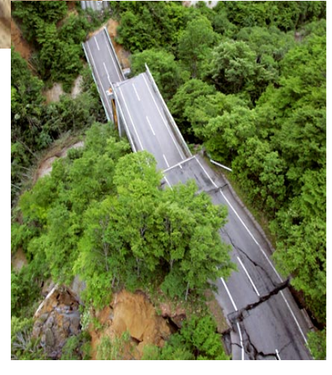
落石、土砂崩れ、土石流等の土砂災害が主な原因で 17 名の人が亡くなった。また、土砂災害による道路の通行止め【写真 1】や橋梁の損傷【写真 2】で交通路が遮断され孤立する集落が現われた他、農業・養殖・林業施設が損壊され農林漁業者の生活基盤が破壊された。せき止め湖の決壊や更なる土砂災害など、2 次災害に対する警戒も続いた。



【地図】主な被災の分布状況



【写真 1】
地震で崩落した道路



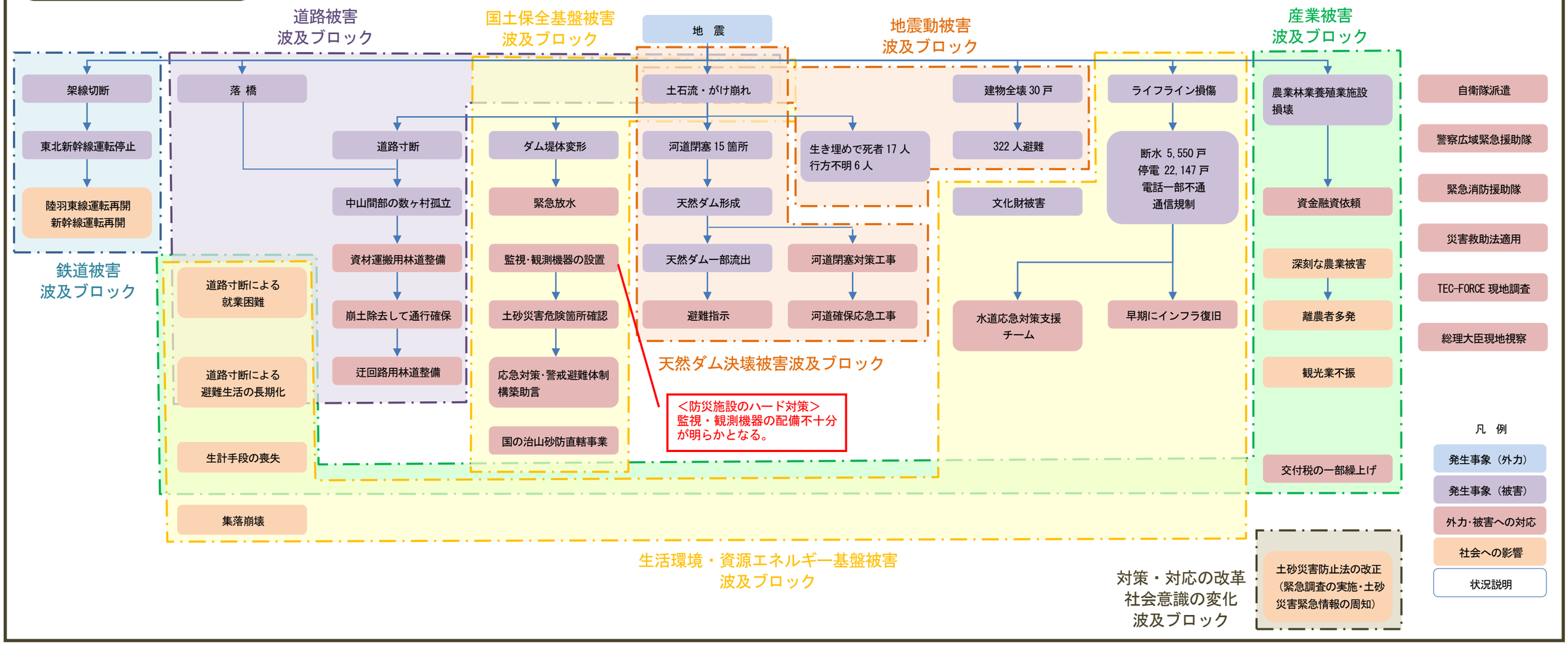
【写真 2】崩落した祭畤大橋

災害タイムライン

月 日	外　力 / 被　害	対　応 / 復　興
6 月 14 日	・地震発生 ・土石流・がけ崩れ等の土砂災害が 48 件発生 （荒砥沢の地すべりが最大で移動土塊量 7000 万 m3） ・土砂災害による生き埋めなどで 17 人死亡、6 人行方不明 ・家屋全壊 30 戸 ・土砂災害により 15 箇所で河道閉塞 ・土砂災害により県管理道路の 14 区間で通行止め【写真 1】 ・中山間部の数ヶ村が道路寸断により孤立 ・地盤変位による祭畤大橋の落橋【写真 2】 ・振動で石淵ダムの堤体が変形 ・農業・林業・養殖業施設の損壊 ・5,550 戸で断水 ・2 万 2147 戸で停電 ・電話の一部不通・通信規制の実施 ・架線切断により東北新幹線の仙台～八戸間運転停止 ・ホーム被災により陸羽東線 子牛田～新庄間運転停止	・自衛隊派遣 ・警察広域緊急援助隊の応援 ・緊急消防援助隊 の応援 ・被災地に災害救助法を適用 ・石淵ダムの貯水位を下げる緊急放水を開始 ・都市ガスの復旧（塩釜ガス、水沢ガス）
15 日	・中尊寺などで文化財の被害が報道される	・最大時 322 人が避難 ・TEC-FORCE（土砂災害危険箇所点検緊急支援チーム）による現地調査開始 ・都市ガスの復旧（仙台市営ガス） ・東北新幹線 ・陸羽東線運転再開
16 日		・水道応急対策支援チームを派遣 ・被害農林漁業者への資金融資等を金融機関に依頼
17 日		・宮城県栗原町で 44 世帯に避難指示が出される ・決壊の恐れの高い河道閉塞で対策工事を実施
18 日		・資材運搬路として、国有林林道を緊急整備 ・土石流センサー等の監視・観測機器の設置を開始 ・福田内閣総理大臣による現地調査
19 日	・応急対応が必要な土砂災害危険箇所 20 箇所を確認	・土砂災害危険箇所に対し、応急対策や警戒避難体制構築を助言
20 日		・河道確保に向けた応急工事開始
21 日	・天然ダムが一部流出 （・天然ダム流出による被害は特になし）	・孤立化集落への通行確保のため、崩土除去を実施
22 日		
23 日		・国による治山、砂防等の直轄事業開始 ・普通交付税の一部繰り上げ交付実施
24 日		・迂回路として利用するため、国有林林道を緊急整備

【参考文献】
- 参考 1：「岩手・宮城内陸地震の調査報告書概要」HRS 株式会社【地図】
- 参考 2：「平成 20 年（2008 年）岩手・宮城内陸地震について」内閣府
- 参考 3：「平成 20 年岩手・宮城内陸地震フォローアップ調査報告書」内閣府
- 【写真 1】出典：「平成 20 年度 広報ぼうさい緊急 REPORT 平成 20 年(2008 年) 岩手・宮城内陸地震が発生」内閣府防災情報のページ
- 【写真 2】出典：「平成 20 年度 広報ぼうさい緊急 REPORT 平成 20 年(2008 年) 岩手・宮城内陸地震が発生」内閣府防災情報のページ

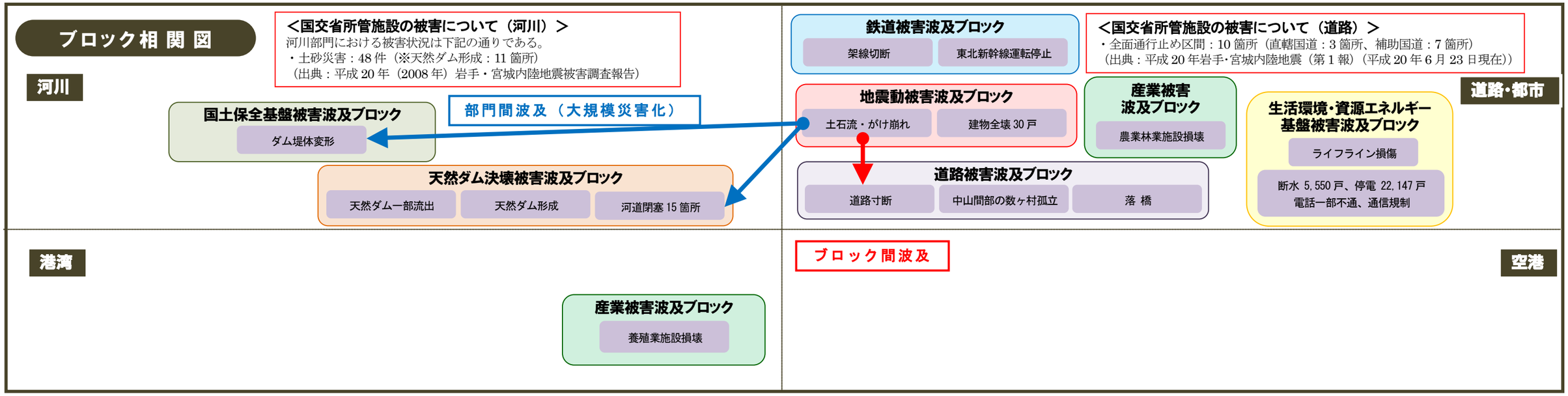
被害の波及図



ブロック相関図

＜国交省所管施設の被害について（河川）＞
河川部門における被害状況は下記の通りである。
・土砂災害：48 件（※天然ダム形成：11 箇所）
（出典：平成 20 年（2008 年）岩手・宮城内陸地震被害調査報告）

＜国交省所管施設の被害について（道路）＞
・全面通行止め区間：10 箇所（直轄国道：3 箇所、補助国道：7 箇所）
（出典：平成 20 年岩手･宮城内陸地震（第 1 報）（平成 20 年 6 月 23 日現在））



地 震 −14

四 川 大 地 震

2008

中国最大級の地震
建物倒壊・土砂災害
せき止め湖決壊の懸念

災害の概要

災害の種類　：地震（直下型、逆断層型）
発生時期　　：2008 年 5 月 12 日 14 時 28 分（現地時間 CST）
規模　　：Mw 7.9 , Ms8.0　最大震度：震度 6 弱相当と推定
発生頻度　：北京大教授らが今後 4000 年は発生しないと発表（ 2009.9.30 「Record China」より）
震央　　：中国 四川省 アバ・チベット族チャン族自治州 汶川県　北緯 31 度 01 分 5 秒東経 103 度 36 分 5 秒
主な被災地　：四川省アバ・チベット族チャン族自治州汶川県
主な被害　：建物倒壊による圧死・生き埋めなどで死者 69,227 人、負傷者 374,640 人、行方不明者 17,939 人、倒壊建物 216,000 棟、損壊建物 415 万棟、土砂崩れ、せき止湖の形成、村落の埋没（北川県など【写真 1】）、7,444 棟の校舎が倒壊、学生死亡、複数のダムに亀裂、水道・電気・ガス等の損傷・麻痺、文書・古跡の被害
影響その他　：せき止め湖・ダム決壊の危機、せき止め湖下流住民に避難勧告【写真 2】、天然ダムで強制排水を開始、一対一支援方案、がけ崩れで道路寸断、核関連研究施設での 2 次被害発生の懸念、感染症発生、五輪聖火リレーの簡素化

災害の特徴

中国最大級の地震、倒壊・土砂による被害甚大

地震後、せき止め湖・ダム決壊の恐れが高まり、住民が再三緊急避難した。

建物被害は甚大で、中でも学校校舎の倒壊が多く耐震基準の甘さと手抜き工事疑惑が指摘された。また、土砂災害による被害も大きく、がけ崩れにより村落全体が埋没した例もある。北川県の村落は壊滅的な被害を受け、伝染病や 2 次被害の恐れもあり町全体が封鎖される事態となった【写真 1】。震動により複数のダムに亀裂が生じ土砂崩れによりせき止め湖が形成され 2 次被害の危険が高まったため、ダムの緊急放流や下流域からの住民避難などの対策がとられた。【写真 2】



【地図】被災地域


【写真 1】
北川県での救助活動


【写真 2】ダム決壊に備え高台へ避難する人々

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
5 月 12 日	・地震発生 ・土砂崩れ・せき止め湖の形成 ・建物倒壊による圧死・生き埋めなどで死者 69,227 人、負傷者 374,640 人、行方不明者 17,939 人 ・倒壊建物 21 万 6 千棟、損壊建物 415 万棟 ・がけ崩れによる村落全体の埋没（北川県【写真 1】、汶川県映秀鎮など） ・7,444 棟の校舎が倒壊、学生が死亡、生き埋め ・汶川県の紫坪埔ダムなど複数のダムに亀裂 ・水道・電気・ガス等のライフラインの損傷・麻痺 ・各所でがけ崩れにより道路が寸断 ・綿陽市等の核関連研究施設での 2 次被害発生の懸念	・人民解放軍、人民武装警察部隊の被災地への投入 ・中国国務院に震災救助指揮本部を設置（救援、予報観測、医療衛生等各種チームを組織） ・温家宝首相が本部長に任命 ・温家宝首相が四川省に到着、陣頭指揮をとる
13 日	・北京五輪聖火リレーの続行に批判が殺到	・北京五輪聖火リレーの簡素化と開始前の黙祷を発表
14 日	・飲料水や食料の不足が深刻化	
15 日		
16 日		・日本の国際緊急援助隊が捜索救援活動を開始（青川県関庄鎮）
17 日	・せき止め湖決壊の恐れ高まる	・地元当局がせき止め湖下流住民に避難勧告 ・3 万人が避難
18 日	・食料・医薬品の輸送の難航 ・道路復旧の難航	・軍が輸送機やヘリコプターで救援物資を被災地に投下 ・一部で鉄道輸送が回復
19 日	・一部地域で電気・水の停止続く ・トイレの不足 ・衛生環境悪化の懸念	・軍幹部が「核施設には問題がなく、安全」と発表 ・一部で電気や水が回復
20 日	・雨によるせき止め湖、ダム決壊の危険 ・青川県で山体に亀裂確認、崩壊の危険 ・歴史的文書や青蓮故居など古跡の被害の報告	・青川県の住民 9000 人近くが避難
21 日	・水痘、A型肝炎、手足口病など感染症が発生	・伝染病、せき止め湖決壊への警戒から、四川省北川県中心部の町を封鎖
22 日		・日本の医療チームを成都市に派遣
23 日		・「復興再建総合計画」作成に着手 ・四川省長が 3 年以内の復興終了意向を示す
24 日	・富新第 2 小学校倒壊原因の説明を求め父母らが抗議	
25 日	・青川県付近を震源とするM6.4 の最大余震発生 ・余震で新たに 2 人死亡、480 人以上負傷 ・7 万 1300 軒の家屋が倒壊	・中国教育省が校舎の耐震基準を強化する方針を示す
26 日		
27 日		・この日までに約 69 万 8000 人が救助される（生埋めから救出された被災者は 6,521 人） ・北川県の唐家山天然ダムで強制排水を開始 ・天然ダム下流域からの住民 16 万人が避難
28 日		
以降	・上半期 GDP は昨年比 1.6 ポイント減の 10.3%と予測（7/2） ・直接的被害額約 8451 億元と推定（2011/7 /26）	・「四川大地震後の復興再建に関する条例」の公布（6/8） ・1 つの省が 1 つの被災県を支援する「一対一支援方案」を発表(6/11)

【参考文献】
- 参考 1:「中国・四川省大地震　注目記事アーカイブ」TRENDREADER
- 参考 2:「四川大地震今後 4000 年は起こらない、北京大教授らが発表―中国」RecordChina
- 参考 3:「日中友好新聞四川大地震被災地を視察」日本中国友好協会【地図】
- 【写真 1】出典:「四川大地震＜写真＞」朝日新聞
- 【写真 2】出典:「四川大地震＜写真＞」朝日新聞

被害の波及図

二次災害波及ブロック

余　震

死者 2 名負傷者 480 人
家屋倒壊 71,300 戸

青川県住民 9 千人避難

天然ダム決壊被害波及ブロック

土砂崩れ

天然ダム形成

天然ダム決壊の恐れ

避難勧告

3 万人避難

天然ダム強制排水開始

ダム下流 16 万人避難

がけ崩れ

降　雨

＜防災機関の対応＞
天然ダム決壊の恐れがあるため、迅速な救援活動や物資運搬が出来ない。

道路・鉄道被害波及ブロック

道路･鉄道寸断

道路復旧難航

食料･医薬品輸送難航

救援物資投下

一部鉄道輸送回復

地震動被害波及ブロック

地　震

建物倒壊 21 万 6 千棟損壊建物 415 万棟

死者 7 万人 不明 2 万人
負傷者 37 万人

捜索救援活動

日本国際緊急援助隊

約 69 万 8,000 人救助
生埋め救出者 6,521 人

生活環境・資源エネルギー基盤被害波及ブロック

ライフラインの
損傷･麻痺

一部地域停電・断水

トイレの不足

電気･水道一部回復

衛生環境悪化

感染症発生

町を封鎖

日本医療チーム派遣

直接的被害額
約 8,451 億元

校舎倒壊 7,444 棟

校舎耐震基準強化

復興再建の過程で
インフラを改善

災害復興対策

災害の再就職
短期間で住宅問題解消
等の成果

上半期 GDP10.3%

対策・対応の改革 社会意識の変化 波及ブロック

核関連研究施設の
2 次被害懸念

核施設安全宣言

歴史的文書･古跡被害

市民のボランティア
活動増

初めて海外からの救援
チームを受け入れ

公共施設の
耐震レベル向上

学校校舎の安全確認プロジェクトを実施

産業被害波及ブロック

工場被災・操業停止

交通規制・給油規制

部品供給困難

工業損失額大

事業所・店舗被災による
事業停止

サービス業損失額大

歴史的建造物・パンダ保護研究センター被災

観光業被害大

軍･警察を被災地投入

震災救助指揮本部設置

首相現地陣頭指揮

復興再建総合計画作成

復興再建に関する条例

一対一支援方案発表

凡　例

- 発生事象（外力）
- 発生事象（被害）
- 外力･被害への対応
- 社会への影響
- 状況説明

ブロック相関図

河川

港湾

道路･都市

空港

部門間波及（大規模災害化）

天然ダム決壊被害波及ブロック
- 天然ダム形成
- 土砂崩れ
- ダム下流 16 万人避難
- がけ崩れ

道路･鉄道被害波及ブロック
- 道路･鉄道寸断
- 道路復旧難航
- 食料･医薬品輸送難航

生活環境･資源エネルギー基盤被害波及ブロック
- 校舎倒壊 7,444 棟
- トイレの不足
- ライフラインの損傷･麻痺
- 衛生環境悪化
- 一部地域停電・断水
- 歴史的文書･古跡被害

地震動被害波及ブロック
- 建物倒壊 21 万 6 千棟
- 損壊建物 415 万棟

二次災害波及ブロック
- 死者 2 名負傷者 480 人
- 家屋倒壊 71,300 戸

地 震 －15

東北地方太平洋沖地震

2011

連動巨大地震
津波災害
広域災害

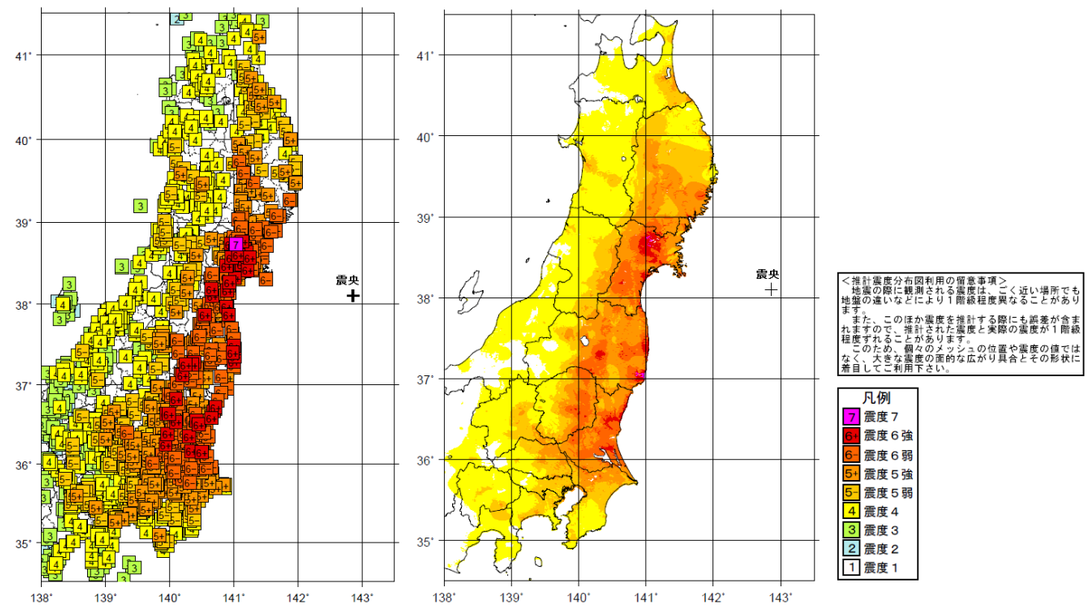
災害の概要

災害の種類　：地震、津波
発生時期　：2011 年 3 月 11 日
震源地　：三陸沖（牡鹿半島の東南東約 130km 付近、北緯 38 度 6 分 12 秒 東経 142 度 51 分 36 秒）深さ 24km
地震の規模　：M9.0（日本周辺における観測史上最大）　最大震度 7（宮城県栗原市）
主な被害　：地震の揺れや液状化現象、地盤沈下、ダムの決壊などにより、北海道南岸から関東南部に至る広大な範囲で被害発生し、各種ライフラインが寸断された。また、地震によって波高 10m以上、最大遡上高 40m以上の巨大津波発生、東北・関東地方の太平洋沿岸に壊滅的な被害をもたらした。震災による死者行方不明者約 19,000 人、建物全壊半壊約 40 万戸、ピーク時の避難者約 40 万人、停電世帯約 800 万戸、断水世帯約 180 万戸、直接的な被害額 16 兆から 25 兆円
影響その他　：津波で全電源を失った福島第一原子力発電所の事故により大量の放射性物質が漏洩し、周辺一帯の福島県住民は長期の避難を強いられている。

災害の特徴

地震のあとに巨大津波が襲来、更に原発事故が発生

最大震度 7 の強い揺れと国内観測史上最大の津波を伴い、東北・関東地方を中心とする広い範囲に甚大な被害をもたらした。また、福島第一原子力発電所が被災し、放射性物質が漏れ出す深刻な事態になった。被害は東北 3 県を中心に 1 都 1 道 20 県にも及び、死者行方不明約 1 万 9 千人、建物の全壊および半壊は約 40 万戸などと甚大であった。住宅、工場、店舗、農林水産施設、ガス、水道、道路、港湾、学校、病院などの資本ストックの被害額は約 16 兆 9 億円と推計されている。地震と津波に加え、福島第一原子力発電所の事故により放射性物質が流出して地震津波被災地を汚染し、災害の複雑さを増した。



【地図】東北地方太平洋沖地震の震度分布

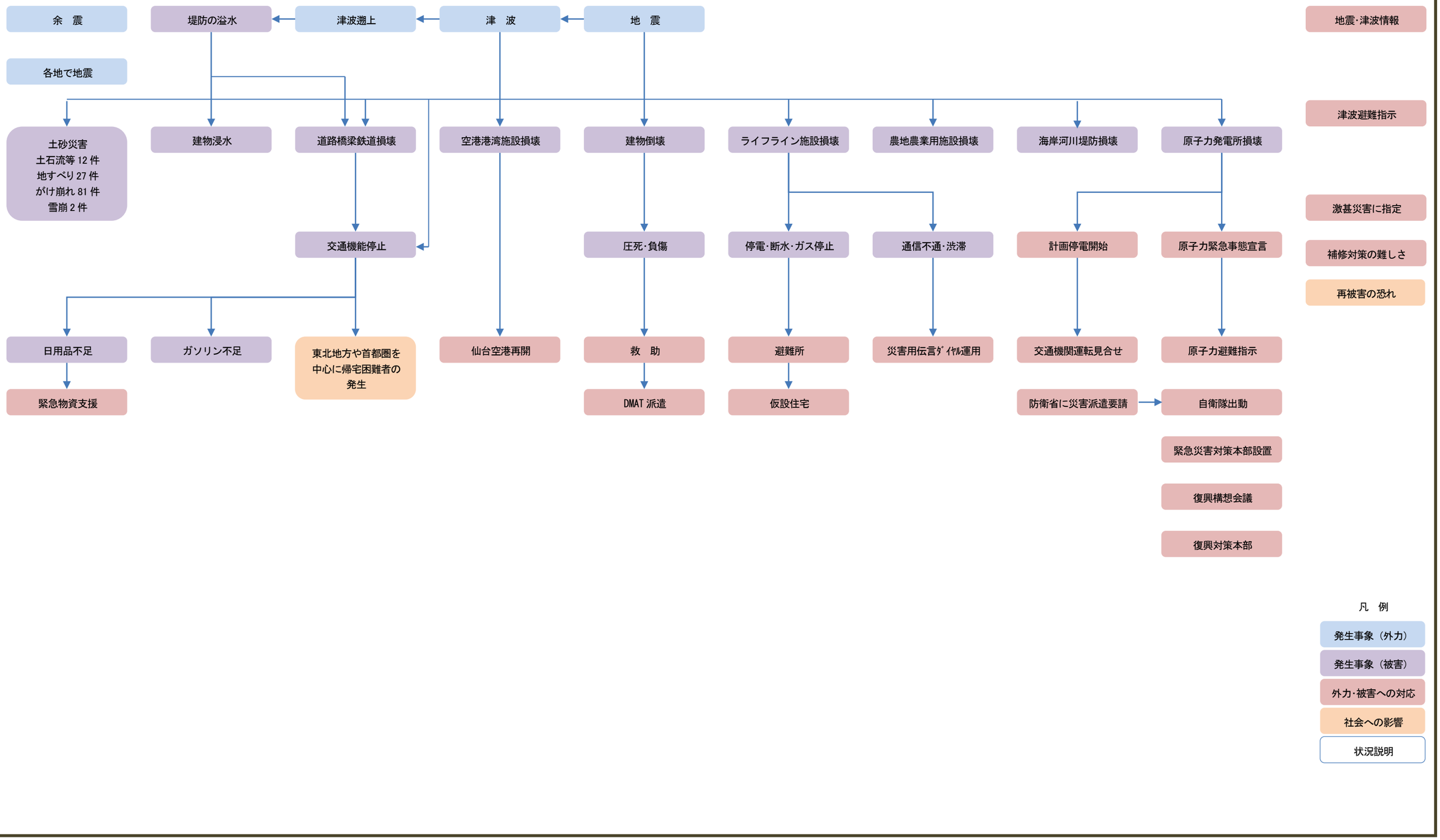
災害タイムライン

資料．15

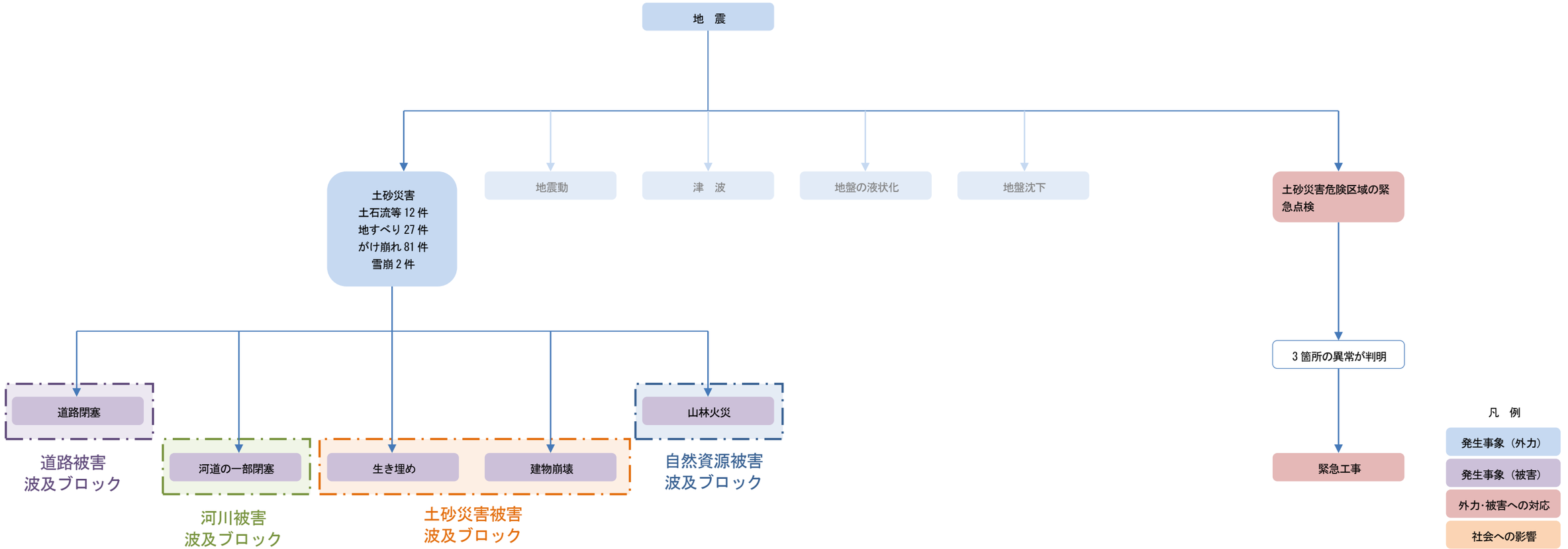
月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
2011 年		
3 月 11 日	・三陸沖を震源とする地震発生（M9.0） ・宮城県栗原市で震度 7 を観測 ・福島第 1・2 原発自動停止 ・10m 以上の津波到達 ・南三陸・大槌町役場が津波で損壊 ・福島第 1 原発が津波で全交流電源喪失 ・余震続く ・千葉県五井海岸のｺｽﾓ石油精油所から出火 ・仙台空港の滑走路が浸水 ・気仙沼市で火災発生、市全域に広がる ・東京で多数の帰宅困難者 ・700 万超世帯停電、鉄道麻痺、携帯電話サービス中断	・官邸対策室設置 ・大津波津波警報を発令 ・各省自治体が災害対策本部を設置 ・防衛省が大規模救援作戦を開始 ・岩手県・宮城県が自衛隊に災害派遣要請 ・東北自動車道全線通行止め ・福島県が自衛隊に災害派遣要請 ・気象庁が津波避難を呼びかけ ・茨城県が自衛隊に災害派遣要請 ・原子力緊急事態宣言発令 ・福島県が原発半径 2Km 以内の住民に避難要請 ・原発半径 3Km 以内の住民に避難指示
12 日	・福島第一原発 1 号機で爆発 ・国内工場の操業中止相次ぐ	・原発半径 10Km 以内の住民に避難指示 ・7 つの高速道路を「緊急交通路」に指定 ・原発半径 20Km 以内の住民に避難指示 ・上越・長野新幹線が運転再開
13 日	・宮古市周辺で山火事を発見	・米軍が救援活動 ・自衛隊の災害派遣を 10 万人態勢に拡大 ・計画停電の可能性を示唆
14 日	・福島第 1 原発 3 号機で爆発	・仙台市営地下鉄が運転再開
15 日		・原発半径 20～30km の住民に屋内退避指示
16 日		・埼玉県と山梨県で計画停電を開始
17 日		・12 都県で約 44 万人が避難所生活
18 日		・秋田新幹線が運転再開
22 日		・東北新幹線の盛岡－新青森間の運転再開
24 日		・東北・磐越自動車道の車両規制全面解除
4 月 6 日	・被災 3 県の建物がれき量は推定で 2,490 万ﾄﾝ	・JR 釜石線全線で運転再開
13 日		・仙台空港が再開
14 日		・復興構想会議が初会合
15 日		・東京ディズニーランドが営業再開
16 日		・仙台港で自動車の出荷始まる
29 日		・東北新幹線全線で運転再開
30 日	・死者 14,662 人、行方不明 11,019 人	・避難者 127,076 人
5 月 14 日		・浜岡原発が全面停止
15 日		・計画的避難区域からの集団避難始まる
31 日	・死者 15,281 人、行方不明 8,492 人	・避難者 102,271 人
6 月 3 日		・宮城県が震災復興計画を発表
16 日	・外国人旅行者は前年比 5～6 割減	
20 日		・東北地方の高速道路無料化（中型車以上）

【参考文献】
- 参考 1：「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）について」内閣府,2012
- 参考 2：「東日本大震災の概要」中央防災会議,2011
- 参考 3：「東日本大震災タイムライン」防災科学技術研究所,2012
- 【地図】「東北地方太平洋沖地震の震度分布」気象庁 HP

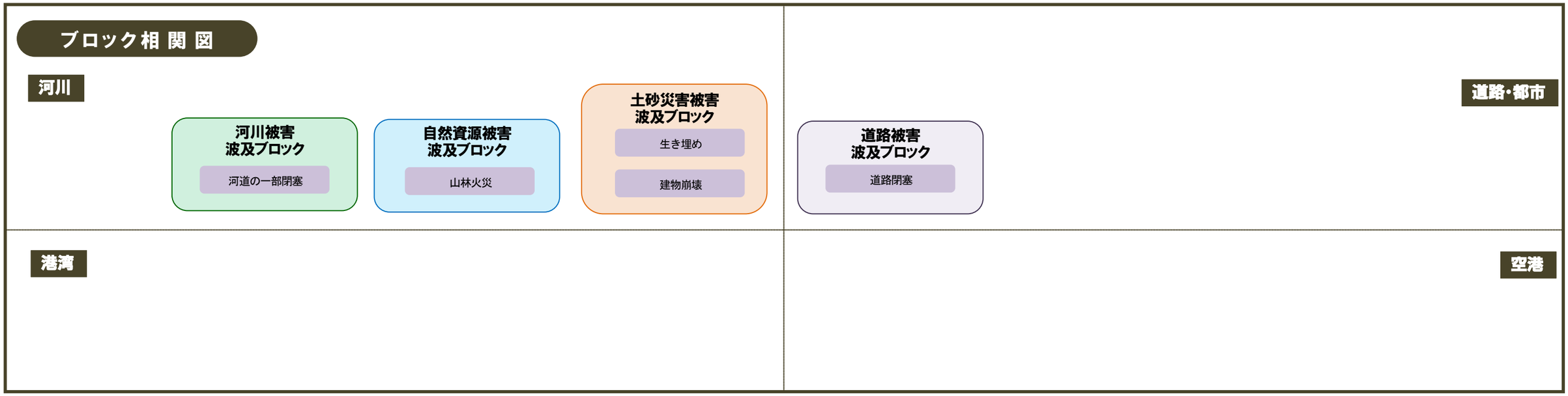
被 害 の 波 及 図(概要)


余　震
各地で地震
堤防の溢水
津波遡上
津　波
地　震
地震･津波情報
津波避難指示
激甚災害に指定
補修対策の難しさ
再被害の恐れ
土砂災害
土石流等 12 件
地すべり 27 件
がけ崩れ 81 件
雪崩 2 件
建物浸水
道路橋梁鉄道損壊
空港港湾施設損壊
建物倒壊
ライフライン施設損壊
農地農業用施設損壊
海岸河川堤防損壊
原子力発電所損壊
交通機能停止
圧死･負傷
停電･断水･ガス停止
通信不通･渋滞
計画停電開始
原子力緊急事態宣言
日用品不足
ガソリン不足
東北地方や首都圏を中心に帰宅困難者の発生
仙台空港再開
救　助
避難所
災害用伝言ﾀﾞｲﾔﾙ運用
交通機関運転見合せ
原子力避難指示
緊急物資支援
DMAT 派遣
仮設住宅
防衛省に災害派遣要請
自衛隊出動
緊急災害対策本部設置
復興構想会議
復興対策本部
凡　例
発生事象（外力）
発生事象（被害）
外力･被害への対応
社会への影響
状況説明

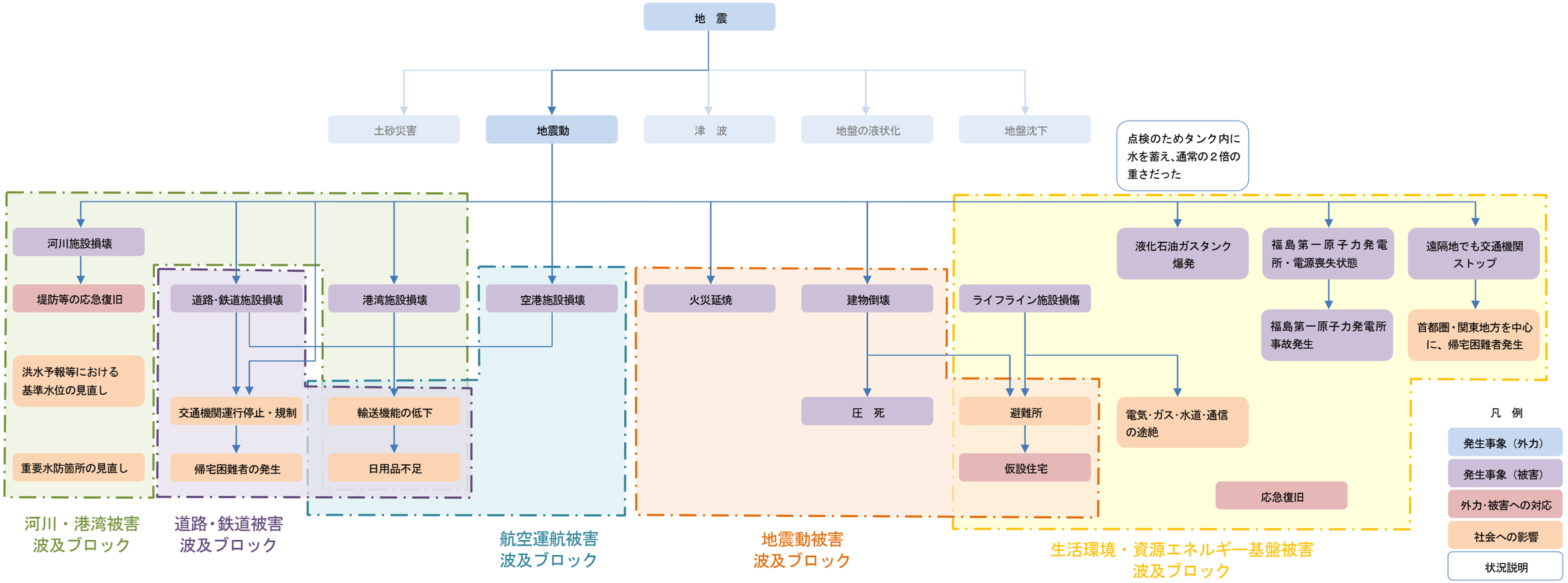
被害の波及図



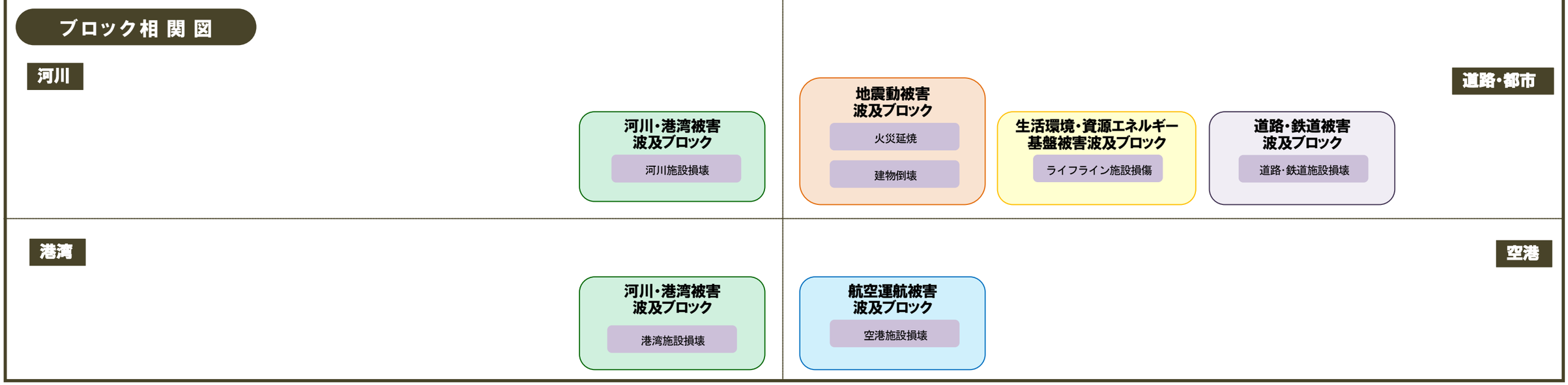
ブロック相関図



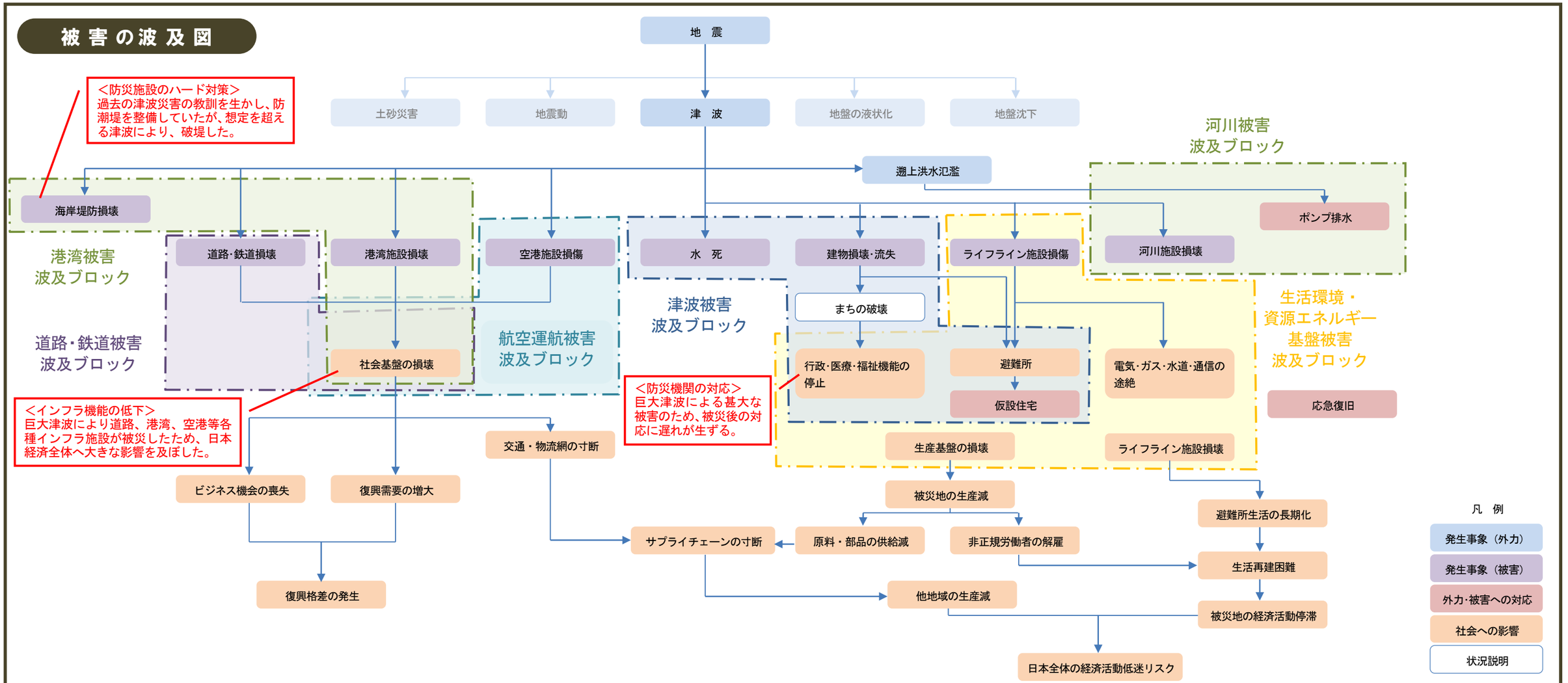
被害の波及図



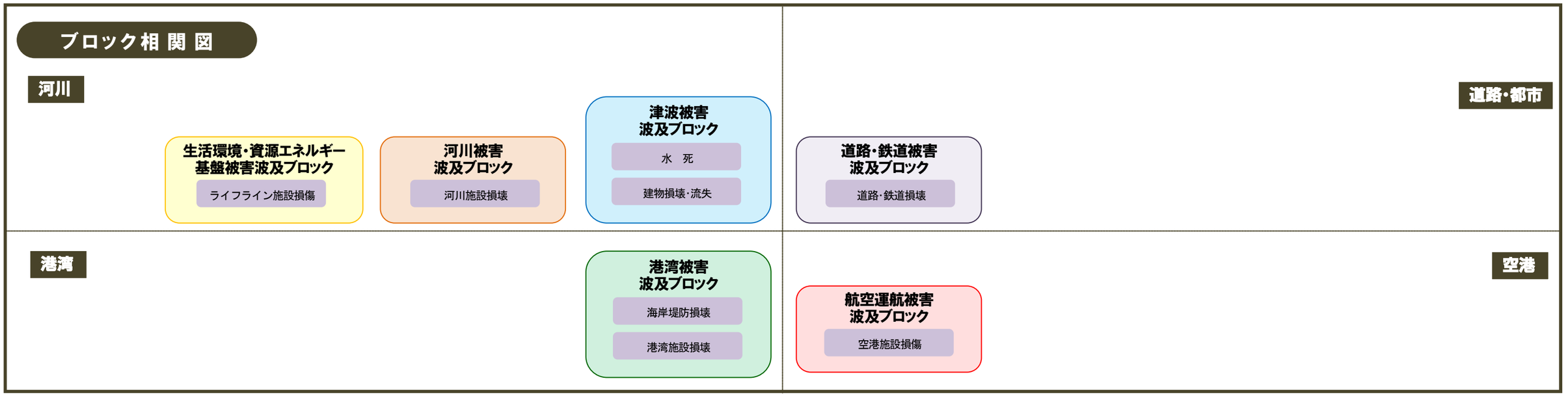
ブロック相関図



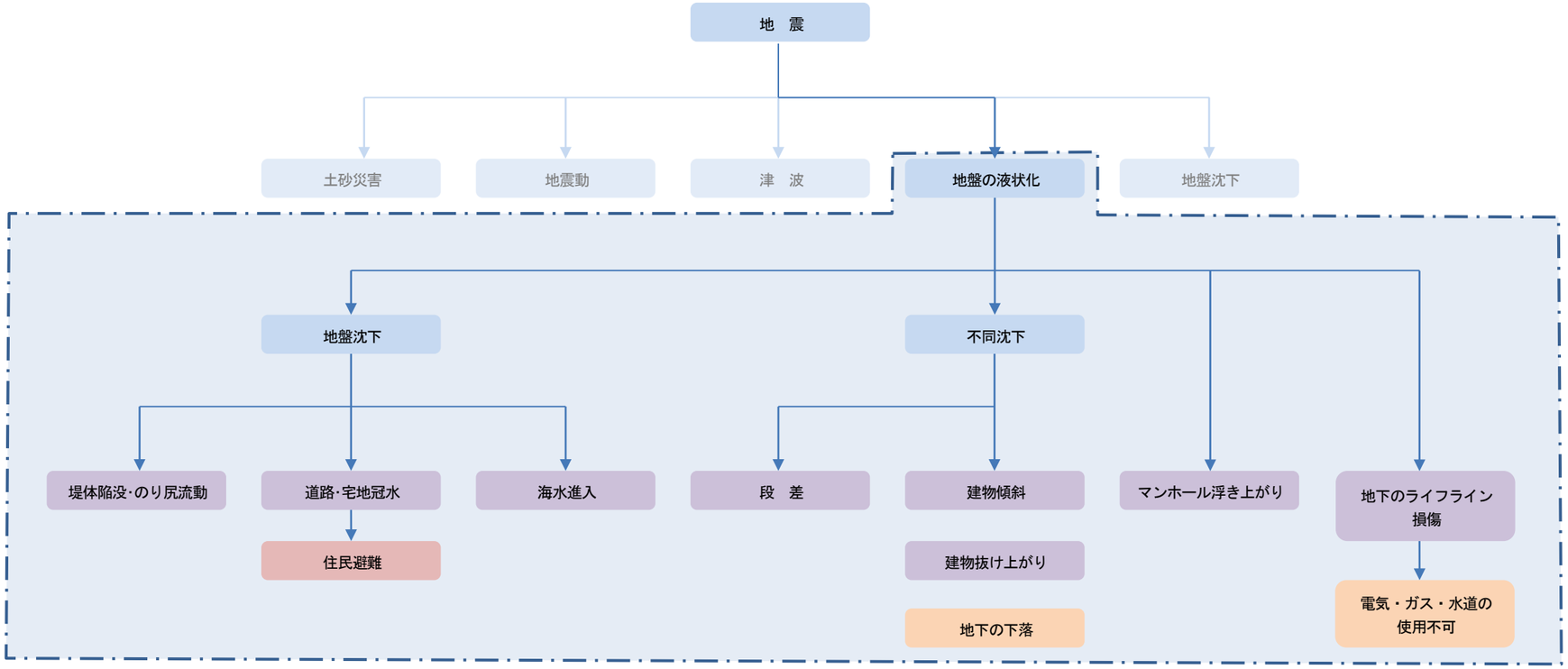
被害の波及図



ブロック相関図



被害の波及図



地盤の液状化被害波及ブロック

凡　例

- 発生事象（外力）
- 発生事象（被害）
- 外力･被害への対応
- 社会への影響
- 状況説明

ブロック相関図

河川

地盤の液状化被害波及ブロック
- 堤体陥没･のり尻流動

道路･都市

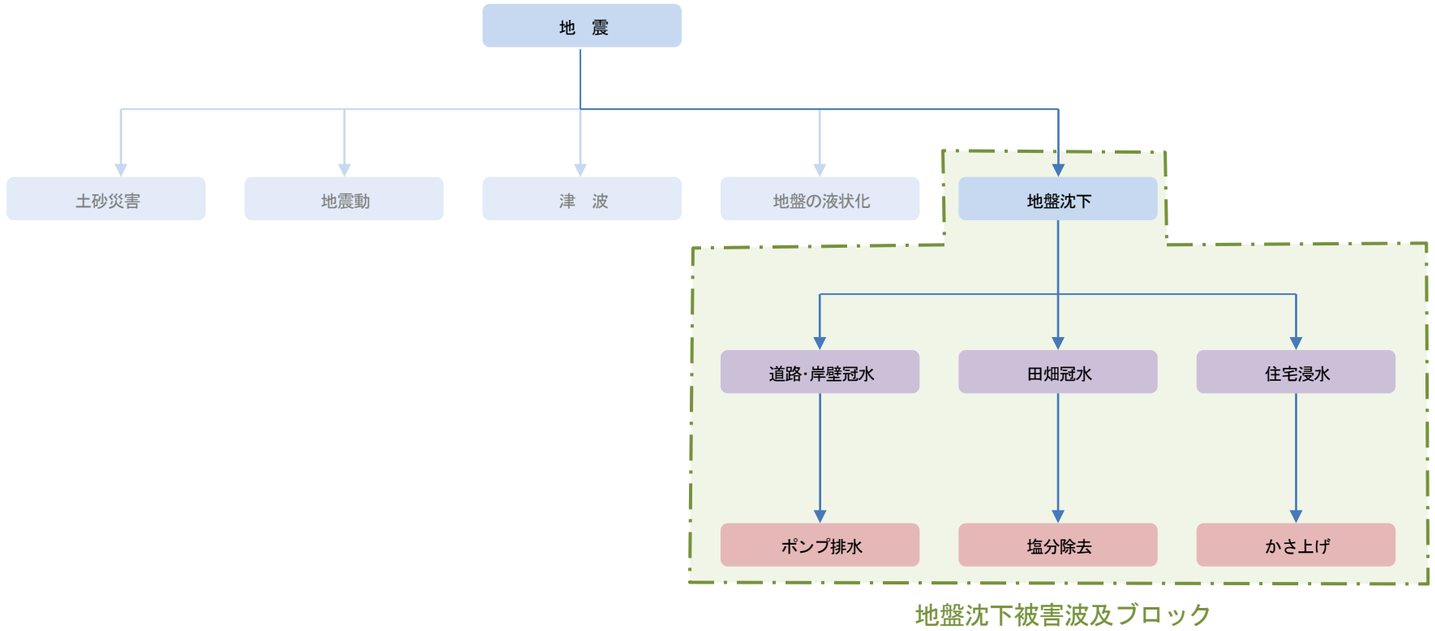
地盤の液状化被害波及ブロック
- 段　差
- 道路･宅地冠水
- 建物傾斜
- 建物抜け上がり
- マンホール浮き上がり

港湾

地盤の液状化被害波及ブロック
- 海水進入

空港

被害の波及図



地盤沈下被害波及ブロック

凡　例

- 発生事象（外力）
- 発生事象（被害）
- 外力･被害への対応
- 社会への影響
- 状況説明

ブロック相関図

河川

地盤沈下被害波及ブロック
- 道路冠水
- 田畑冠水
- 住宅浸水

道路･都市

港湾

地盤沈下被害波及ブロック
- 岸壁冠水

空港

ブロック相関図

河川

地盤の液状化被害波及ブロック（外力:地盤の液状化）
- 堤体陥没･のり尻流動

河川･港湾被害波及ブロック（外力:地震動）
- 河川施設損壊

河川被害波及ブロック（外力:土砂災害）
- 河道の一部閉塞

自然資源被害波及ブロック（外力:土砂災害）
- 山林火災

土砂災害被害波及ブロック（外力:土砂災害）
- 生き埋め
- 建物崩壊

ブロック間波及

「道路冠水」､「田畑浸水」､「住宅浸水」に波及

生活環境･資源エネルギー基盤被害波及ブロック（外力:津波）
- ライフライン施設損傷

河川被害波及ブロック（外力:津波）
- 河川施設損壊

部門間波及（大規模災害化）

地盤沈下被害波及ブロック（外力:地盤沈下）
- 道路冠水
- 田畑冠水
- 住宅浸水

道路･都市

地盤の液状化被害波及ブロック（外力:地盤の液状化）
- 段　差
- 道路･宅地冠水
- 建物傾斜
- 建物抜け上がり
- マンホール浮き上がり

地震動被害波及ブロック（外力:地震動）
- 火災延焼
- 建物倒壊

道路･鉄道被害波及ブロック（外力:地震動）
- 道路･鉄道施設損壊

生活環境･資源エネルギー基盤被害波及ブロック（外力:地震動）
- ライフライン施設損傷

道路被害波及ブロック（外力:土砂災害）
- 道路閉塞

道路･鉄道被害波及ブロック（外力:津波）
- 道路･鉄道損壊

津波被害波及ブロック（外力:津波）
- 建物損壊･流失

港湾

地盤の液状化被害波及ブロック（外力:地盤の液状化）
- 海水進入

河川･港湾被害波及ブロック（外力:地震動）
- 港湾施設損壊

ブロック間波及

地盤沈下被害波及ブロック（外力:地盤沈下）
- 岸壁冠水

港湾被害波及ブロック（外力:津波）
- 港湾施設損壊
- 海岸堤防損壊

空港

部門間波及（大規模災害化）

航空運航被害波及ブロック（外力:地震動）
- 空港施設損壊

航空運航被害波及ブロック（外力:津波）
- 空港施設損傷

部門間波及（大規模災害化）

平成 28 年(2016 年)熊本地震

2016

震度 7 の揺れが 2 回
倒壊家屋・土砂災害
避難所以外への避難多数発生

災害の概要

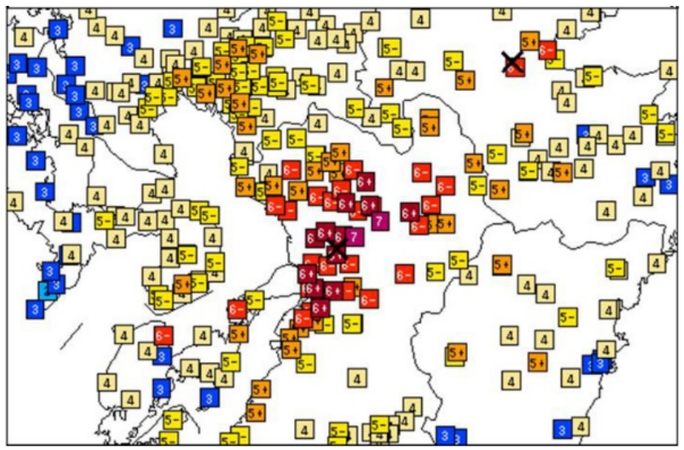
災害の種類　：地震（横ずれ断層型）
発生時期　：2016 年（平成 28 年）4 月 16 日 1 時 25 分（JST）
規模　：マグニチュード（M）7.3　発生頻度：30 年以内の地震発生確率は布田川断層帯のうち布田川区間でほぼ 0～0.9%、日奈久断層帯のうち高野－白旗区間で不明（2015.1.1 地震調査研究推進本部）
最大震度　：震度 7（熊本県益城町、西原村）
震央　：日本 熊本県 熊本地方　北緯 32 度 45.2 分　東経 130 度 45.7 分
主な被災地　：九州地方（特に熊本県、大分県）
主な被害　：一連の地震被害による多数の家屋倒壊、土砂災害等により死者 288 人、重軽傷者 2,753 人、住家全壊 8,697 棟、住家半壊 34,037 棟、住家一部破損 155,902 棟、15 件の火災発生、約 48 万戸が停電、約 10 万戸がガス配給停止、約 45 万戸が断水、空港・道路・鉄道等の交通インフラ被害、文化財への被害
影響その他　：インフラの被災による住民生活や中小企業、農林漁業や観光業等の経済活動に支障

災害の特徴

震度7の揺れが短期間に連続して同一地域を直撃

平成 28 年 4 月 14 日 21 時 26 分、熊本県熊本地方でマグニチュード 6.5 の地震が発生し、熊本県益城町で震度 7 を観測した。続く 4 月 16 日 1 時 25 分にもマグニチュード 7.3 の地震が発生し、益城町・西原村で震度 7 が観測された。この 2 回の激しい揺れが短期間に連続して発生したことで益城町・西原町を中心として熊本県から大分県にかけて甚大な被害が発生した。一連の地震被害による多数の家屋倒壊、土砂災害等により死者 288 人、重軽傷者 2,753 人、全壊、半壊及び一部損壊を合わせて約 20 万戸の住家が被災した。

なお、同一地域で震度 7 の揺れが 2 回観測されたのは、気象庁震度階級に「震度 7」が追加された昭和 24（1949）年以降初のことであり、この 2 回を含めて、震度 6 弱以上の地震が通算して 7 回発生した。



【地図】4 月 16 日 1 時 25 分に発生した地震の震度分布



【写真 1】被災した熊本城



【写真 2】阿蘇大橋地区の斜面崩壊

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
4 月 14 日	・最大震度 7 の前震発生 ・最大震度 6 弱の前震発生	・緊急地震速報の発表 ・緊急消防援助隊への応援要請 ・自衛隊への派遣要請 ・非常災害対策本部の設置 ・内閣府情報先遣チームを熊本県庁に派遣 ・熊本県における現地対策本部設置 ・熊本県内全 45 市町村に災害救助法の適用が決定
15 日	・最大震度 6 強の前震発生	・緊急地震速報の発表 ・非常災害現地対策本部を熊本県庁内に設置
16 日	・最大震度 7 の本震発生 ・最大震度 6 弱～6 強の余震発生（計 3 回） ・家屋倒壊、土砂災害等で死者 288 人、重軽傷者 2,753 人 ・全壊住家 8,697 棟、半壊住家 34,037 棟 ・15 件の火災発生 ・約 48 万戸で停電発生 ・約 10 万戸でガス配給停止 ・約 45 万戸で断水 ・約 1 万件の通信断発生 ・熊本城などの文化財への被害発生 ・高速道路 7 路線　599km 通行止め ・阿蘇大橋地区で大規模な斜面崩壊により、国道 57 号や国道 325 号が寸断 ・盛土崩壊や落石・岩盤崩壊等により、一般道路の約 200 箇所で通行止め発生	・緊急地震速報の発表 ・地震に伴う土砂災害警戒情報基準の暫定的な運用開始 ・地震に伴う大雨警報・注意報の暫定的な運用開始
17 日	・大雨予報 ・避難者数がピークに達する（避難者数 18 万 3,882 人、避難所数 855 箇所）	・被災者生活支援チームの立上げ ・避難所運営に関する各種ガイドラインを公表
18 日		・県道北外輪山大津線一般開放
19 日		・社会福祉協議会による災害ボランティアセンター設置開始
20 日		・電気全面復旧
22 日		・グリーンロード南阿蘇の大型車利用可能
25 日		・当該災害を激甚災害に指定
26 日		・熊本県内の全ての道の駅で営業再開
27 日		・九州新幹線全線運行再開
28 日		・当該災害を特定非常災害に指定
29 日		・西原村において応急仮設住宅の工事着工 ・九州道一般開放
30 日		・ガス全面復旧
以降	・豪雨発生（6 月 19 日～25 日） ・熊本県内の被害額を約 3.8 兆円と推計（9 月 14 日時点）	・高速道路全線一般開放（5 月 9 日） ・「大規模災害からの復興に関する法律」上の「非常災害」に指定（5 月 10 日） ・平成 28 年熊本県復旧・復興本部の設置（6 月 20 日） ・水道全面復旧（7 月 28 日） ・熊本県における災害対策本部の廃止（8 月 30 日） ・国の現地対策本部の廃止（9 月 16 日） ・全避難所が閉鎖（11 月 18 日）

【参考文献】
- 参考 1:「災害時地震報告　平成 28 年(2016 年)熊本地震」気象庁
- 参考 2:「平成 29 年版防災白書」内閣府
- 参考 3:「熊本県の概ね 3 カ月間の対応に関する検証報告」熊本県
- 参考 4:「熊本地震による被災及び復旧状況」国土交通省
- 【地図】出典:「災害時地震報告　平成 28 年(2016 年)熊本地震」気象庁
- 【写真 1】【写真 2】出典:広報誌「ぼうさい　第 83 号」内閣府

被害の波及図

地震

鉄道被害 波及ブロック

- 鉄道被害
  - 新幹線橋脚・橋台等損傷
    - 九州新幹線運転休止
      - 一部区間運転再開
        - 全面開通
  - トンネル・橋梁の損傷
    - JR 肥後本線・南阿蘇鉄道不通
      - JR 全面開通
        - 南阿蘇鉄道一部開通

空港・港湾被害 波及ブロック

- 空港・港湾被害
  - 阿蘇くまもと空港一時全便欠航
    - 旅客動線確保
      - 運航体制回復
  - 定期コンテナ航路・フェリー運休
    - 航路再開

道路被害 波及ブロック

- 道路被害
  - 路面の陥没・落橋・主要道路高架橋倒壊
    - 高速道路 7 路線　599km 通行止め
      一般道路の約 200 箇所で通行止め
  - 迂回路整備
    - 県道北外輪山大津線整備
      - グリーンロード南阿蘇整備
        - 阿蘇方面への通行確保
  - 九州道一般開放
    - 高速道路全線一般開放

地震火災被害 波及ブロック

- 火災発生 15 件
  - 建物焼損

地震動被害 波及ブロック

- 斜面崩壊
  - 死者 288 人
    重軽傷者 2,753 人
- 住家被害
  - 全壊 8,369 棟
    半壊 32,478 棟
    一部破損 146,382 棟
  - 避難所開設
    - 避難者数 18 万 3,882 人
      避難所数 855 箇所
    - 仮設住宅工事
      - 仮設住宅入居開始
- 大雨予報
  - 土砂災害警戒
- 避難生活の長期化
  - 震災関連死増
- ストレス・病気・コミュニティ分断
  - 震災関連死増

＜避難行動＞
自宅の軒先など避難所以外への避難や、駐車場・公園・グランド等での車中避難が発生し、頻発する地震活動の影響から避難所の開設期間は長期化した。

生活環境・資源エネルギー基盤被害 波及ブロック

- ライフライン損傷
  - 停電約 48 万戸
    ガス停止約 10 万戸
    断水約 45 万戸
    通信断約 1 万件
  - 通行止め
    交通渋滞
    - 配送遅滞
      - 行政サービス機能低下
      - 病院機能低下
      - 福祉サービス機能低下
      - 熊本県内被害額
        概算約 3 兆 8 千億円推計

二次被害 波及ブロック

- 応急給水支援要請
  - 電話通信回復
    - 電気全面復旧
      - ガス復旧
        - 水道復旧

産業被害 波及ブロック

- 農業被害
  - 法面崩壊や地割れ等 11,172 箇所確認
    施設被害
    農作物、家畜被害
- 林業被害
  - 山腹崩壊 398 箇所
    流木被害 104ha
    林道施設等の被害
- 水産業被害
  - 漁港の堤防・護岸破損 61 箇所
    養殖施設等の被害
- 文化財被害
- 卸売市場・工場の損壊
  - 操業停止
    - サプライチェーン寸断
- 商業施設
  営業休止・縮小
- 観光業被害

対策・対応の改革 社会意識の変化 波及ブロック

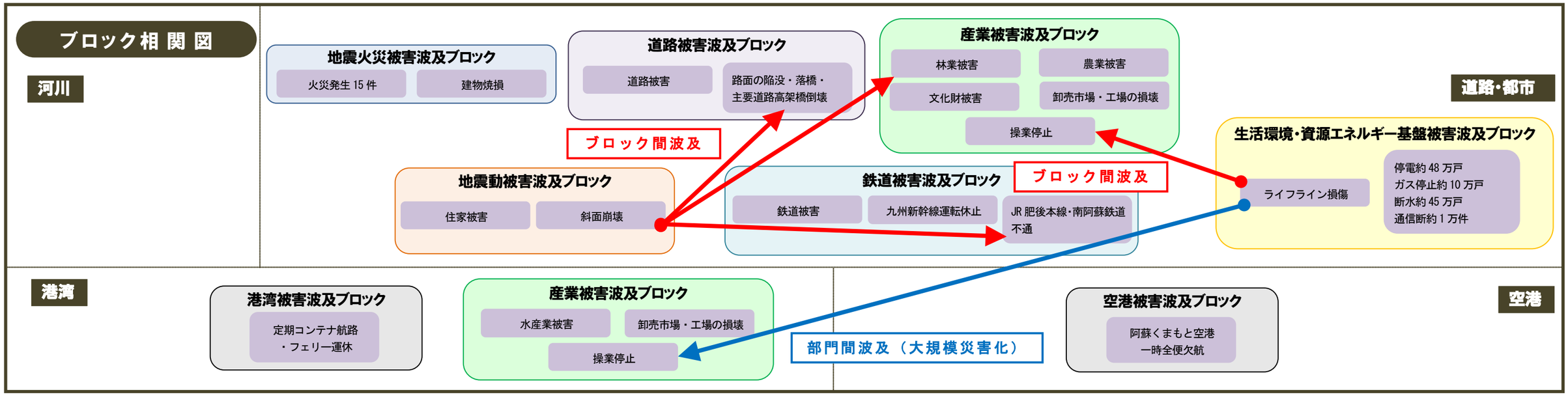
- 「大地震後の地震活動の見通しに関する情報のあり方」の検討
- ICT の活用（防災情報に関する官民連携）
- 「地方公共団体のための災害時受援体制に関するガイドライン」策定

- 消防庁応援要請
- 自衛隊災害派遣要請
- 救援物資搬送
- 激甚災害指定
- 義援金配分決定
- 倒壊家屋の処理受付

凡　例

- 発生事象（外力）
- 発生事象（被害）
- 外力・被害への対応
- 社会への影響
- 状況説明

ブロック相関図



火 山 －1

富士山貞観噴火

富士山噴火で最大規模
大量の溶岩流出
富士五湖の形成

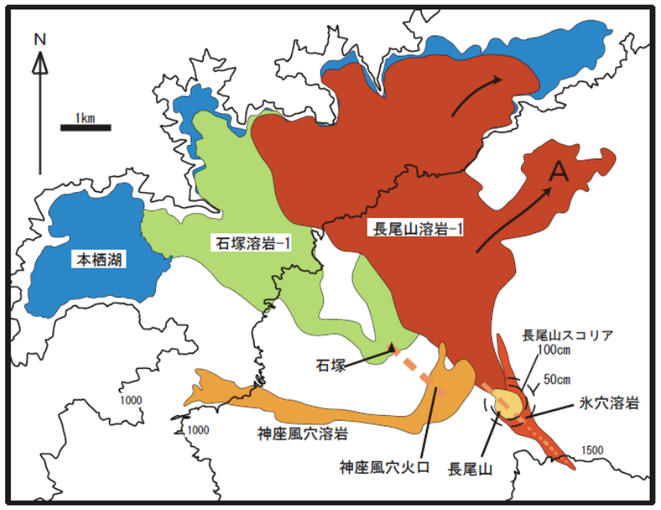
864～866

災害の概要

災害の種類　：火山噴火、溶岩流
発生時期　　：864 年 6 月（貞観 6 年 5 月）～866 年
火　山　　：富士山
主な被害　　：溶岩で建物倒壊・住民焼死
影響その他　：当時の朝廷が編纂した史書「日本三代実録」に富士山貞観噴火の記録
最近の地質学的研究から、富士五湖や青木ケ原溶岩がこの噴火で流出した大量の溶岩で形成されたものであることが判明
噴火のような、人に大きな災いをもたらす自然現象の原因を“祟り”と認識していた当時の朝廷は、神への陳謝を繰り返す

災害の特徴

大量の溶岩流出で地勢も変化



【地図】溶岩流の分布

富士山の噴火で大量の溶岩が流出し、富士五湖のうちの 3 湖（本栖湖・精進湖・西湖）および青木ケ原溶岩地形を形成し、周辺の地勢を大きく変えた。この溶岩流出により、樹木が焼け、建物が倒壊し、住民が焼死した。



【写真 1】青木ケ原溶岩



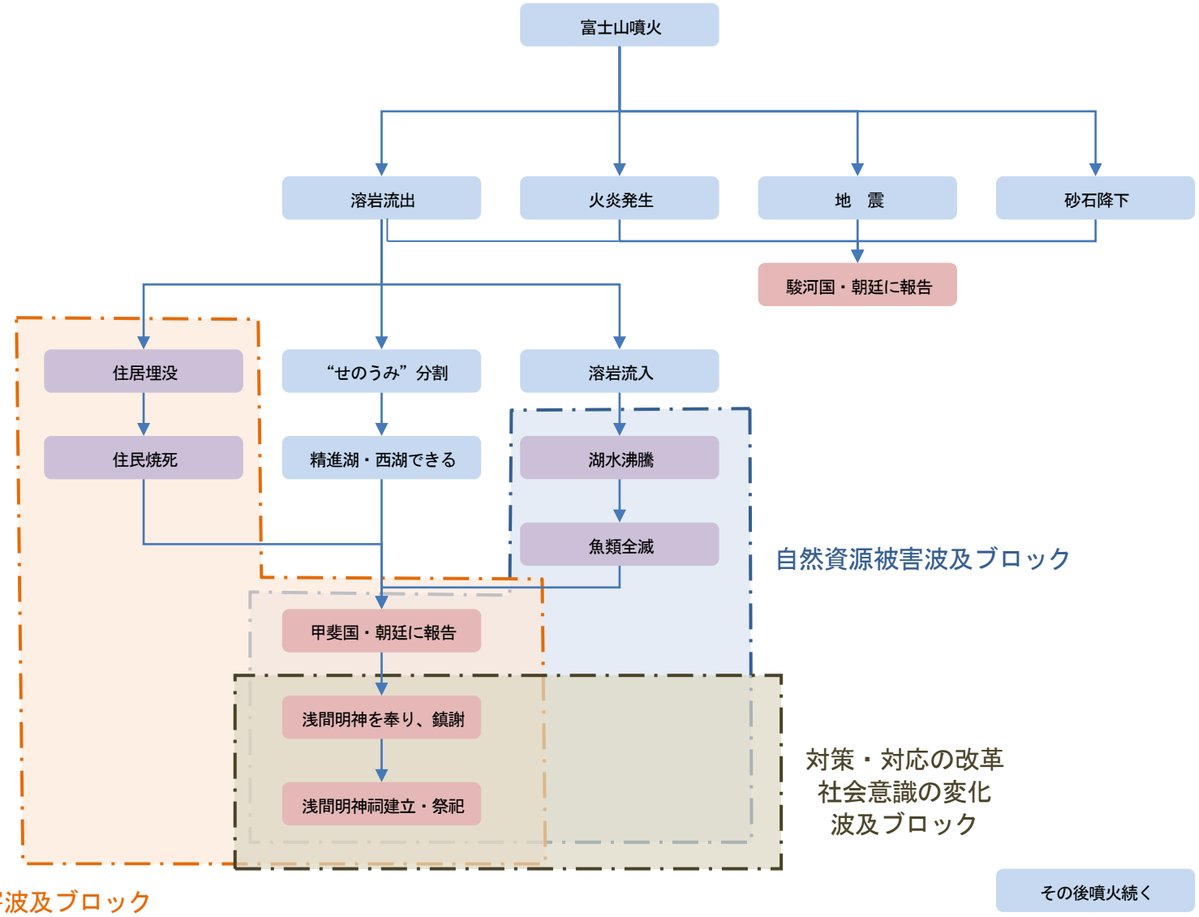
【写真 2】本栖湖に流れ込んだ溶岩

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
864 年		
6 月中旬	・富士山噴火	
	・火炎、天空高く立ちの昇る	
	・強地震三度発生	
	・大量の砂石降下	
	・富士山頂北西約 10km 斜面割れ目から溶岩流出	
	・溶岩は、全長約 20km、幅 2～3km の大きさで本栖湖へ	
7 月 2 日		・駿河国から朝廷に報告届く
	・本栖湖狭まり、“せのうみ”分割して精進湖・西湖できる	
	・溶岩で建物倒壊、住民焼死	
	・溶岩流入で湖水沸騰、魚類全滅	
8 月 22 日		・甲斐国から朝廷に報告届く
9 月 9 日		・朝廷、浅間明神を奉り、鎮謝
865 年		
12 月 30 日		・浅間明神の祠を建て、官社に列し、祭祀をおこなわせる勅を下す
	・その後も噴火続く	

【参考文献】
- 参考 1:「古記録と噴火堆積物からみた富士山貞観噴火の推移」,小山真人他,2001
- 参考 2:「富士山貞観噴火と青木ケ原溶岩」,高橋正樹他,2007
- 参考 3:「富士山貞観噴火・宝永噴火の推移」,小山真人,消防防災博物館 HP
- 【地図】出典:「溶岩流の分布」,小山真人
- 【写真 1】出典:「青木ケ原溶岩」,小山真人
- 【写真 2】出典:「本栖湖に流れ込んだ溶岩」,小山真人

被害の波及図



凡　例

- 発生事象（外力）
- 発生事象（被害）
- 外力･被害への対応
- 社会への影響
- 状況説明

ブロック相関図

河川

自然資源被害波及ブロック

- 湖水沸騰
- 魚類全滅

道路･都市

溶岩流出被害波及ブロック

- 住居埋没

港湾

空港

火 山 －2

浅 間 山 噴 火

1783

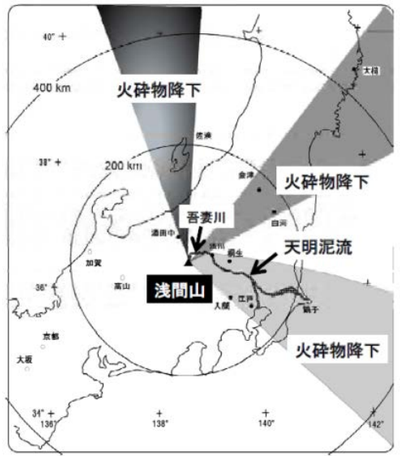
土砂が村を呑み込む
泥流が利根川流域村襲う
天明の大飢饉発生

災 害 の 概 要

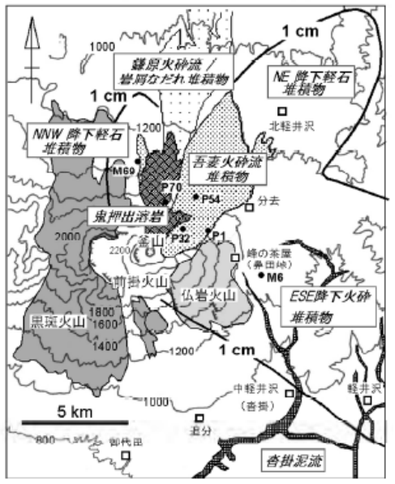
災害の種類　：火山噴火
発生時期　：1783 年 5 月 9 日～8 月 5 日
火山最盛期　：1783 年 8 月 3 日～8 月 5 日
火山所在地　：浅間山（群馬県吾妻郡嬬恋村/長野県北佐久郡軽井沢町・御代田町）
（北緯 36 度 24 分 23 秒、東経 138 度 31 分 23 秒）
主な被災地　：群馬県、長野県、埼玉県、栃木県、茨城県、千葉県
主な被害　：死者：1,624 人
流失家屋：1,151 戸、焼失家屋 51 戸、倒壊家屋 130 戸余り
影響その他　：浅間山山麓から利根川流域中心に関東平野に甚大な被害

災 害 の 特 徴

火砕流・岩屑なだれと大洪水による大災害



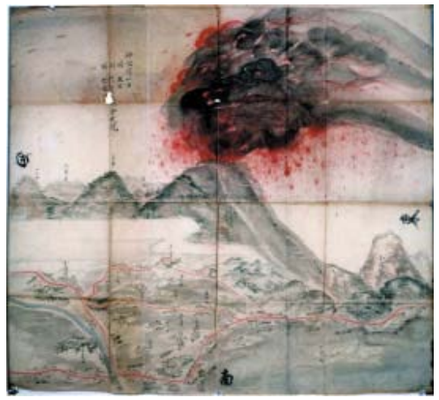
【地図 1】噴出物の到達範囲（広範囲）（参考 3）



【地図 2】噴火噴出物分布と代表的な露頭地点図（参考 3）

浅間山が噴火して、降下した火砕物により家屋の焼失や倒壊、用水の被害や交通遮断等が発生した。鎌原火砕流/岩屑なだれと、天明泥流により、浅間山北麓から利根川流域を中心とする関東平野に甚大な被害をもたらした。

火山噴火で発生した災害は、色々な種類の災害の組み合わせで起こった。①軽石や火山灰の降下、堆積による村、耕作地の荒廃。②吾妻火砕流による森林の破壊。③鎌原火砕流/岩屑なだれによる村落の破壊。④吾妻川・利根川流域に発生した頻繁な泥流、洪水による破壊である。特に、火山学的には、「鎌原火砕流/岩屑なだれ」という、複雑な噴火現象（大爆発に伴い、山頂火口から高温の溶岩の大きな塊が噴き上げられ、山の斜面をなだれが打って流下。裾野の緩斜面では、地表面を掘り起こすことで低温の土砂の流れに変わり、村を襲って破壊する現象）が観察された。この現象の発生メカニズムは、未だ究明されていない。過去、死者 1600 名の泥流、洪水を引き起こした現象なので、これらの発生頻度の把握や、予防措置の必要性がある。



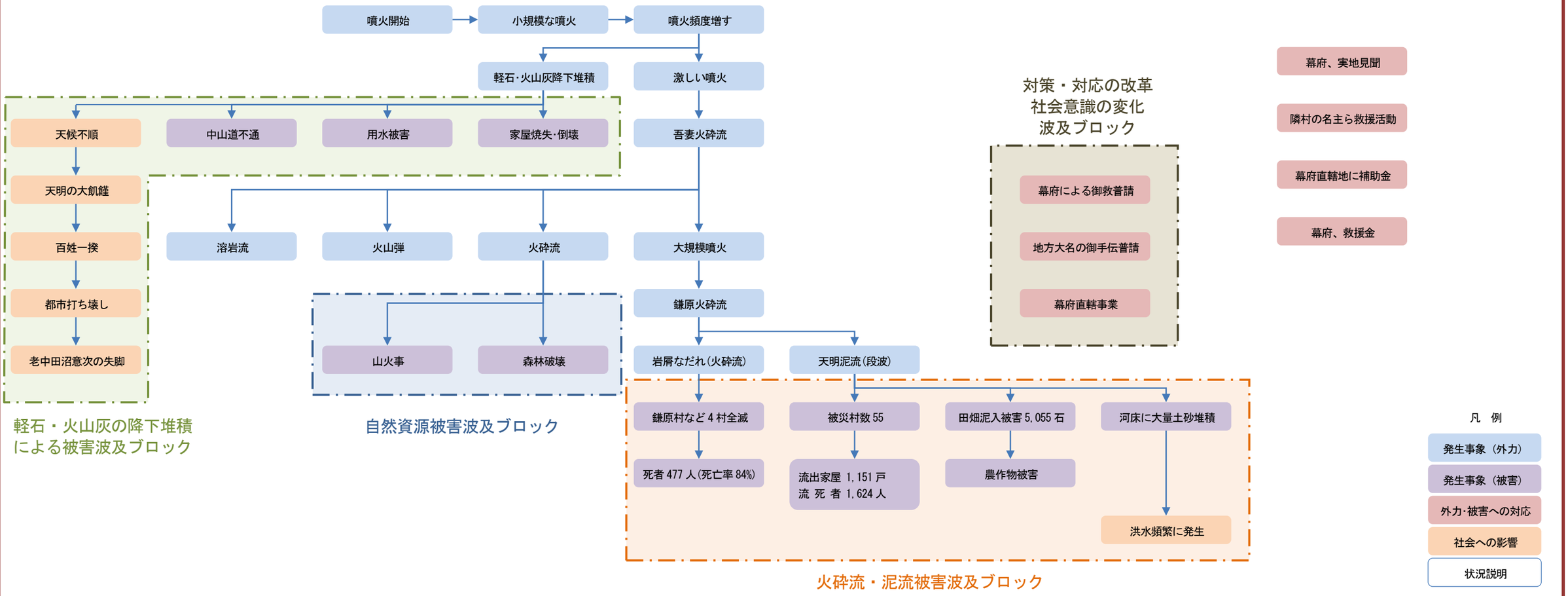
【写真】信濃国浅間山大焼之図

災 害 タイムライン

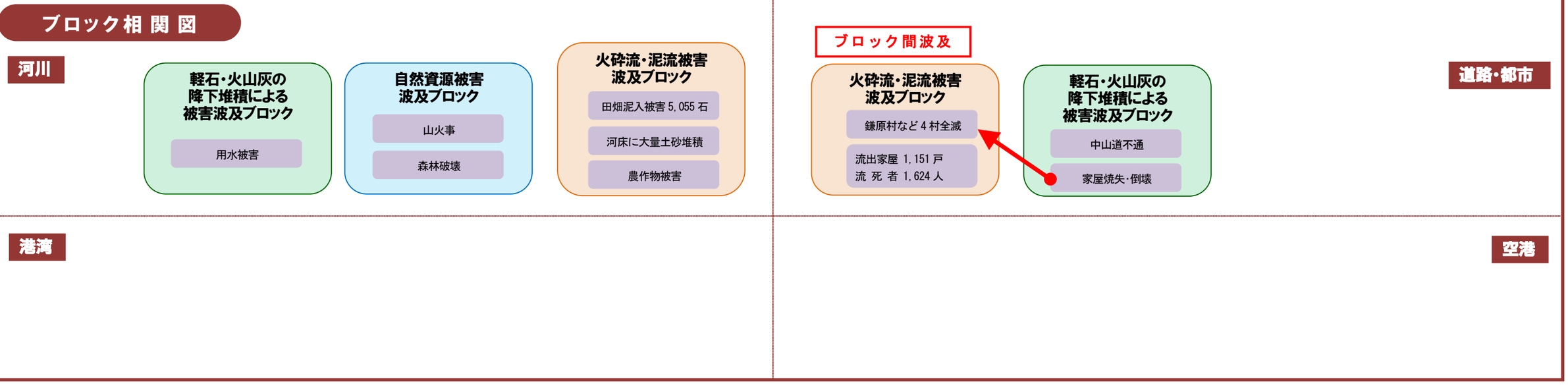
月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
1783 年		
5 月 9 日	・浅間山噴火開始 ・火砕物(軽石、火山灰など)少量降る	
～7 月中旬	・小規模な噴火	
7 月下旬～	・噴火頻度増す	
8 月 2 日	・激しい噴火開始 【写真】 ・火砕流発生	
8 月 4 日（15 時間続く）	・火山噴火が最大 ・振動 ・山鳴り（大音響） ・火砕流発生 ・溶岩流発生 ・吾妻火砕流 ・鎌原火砕流/岩屑なだれ発生 ・天明泥流発生 ・鎌原村埋没 ・北側村落の破壊で死者 477 人（死亡率 84%） ・吾妻川で、「天明泥流」発生 ・流死者　1,624 人、被災村数 55 ・流出家屋約 1,151 戸、田畑泥入被害 5,055 石 ・山火事 ・森林破壊 ・交通途絶 ・観光業（宿場町）被害 ・山崩れ ・家屋焼失・倒壊 ・用水被害 ・農作物被害（桑畑など） ・養蚕できない ・精神的不安・恐怖	
8 月 5 日	・降雨、泥雨 ・吾妻川・利根川の流域の泥流・洪水 ・家屋、樹木が破壊 ・死者約 1,500 名、破壊家屋は 1,000 軒	
	・川底浅くなる ・洪水が頻繁に発生 ・降雨のたび、泥流発生 ・利根川で水枯渇	
噴火すぐ		・近隣で救援（各地の有力者が私財なげうつ） ・生存者収容、被災地で食糧・諸道具を与える
		・鎌原村の全生存者（93 人）で家族再編
9 月		・江戸幕府、食糧代を鎌原村に渡す
10 月		・幕府が工事費用を負担する御救普請（おすくいぶしん） ・田畑 29 町余の再開発（1 町は 0.99ha、全荒廃地の 3 分の 1） ・道造り　総延長 4,287 間半（約 7,700m）
1784 年 2 月		・工事終了
	・天明の大飢饉 ・百姓一揆や都市打ち壊し ・老中田沼意次の失脚	

【参考文献】
- 参考 1：内閣府　広報ぼうさい No.35 P.16-17　過去の災害に学ぶ（第 9 回）天明 3 年（1783）浅間山噴火
- 参考 2：中央防災会議　災害史に学ぶ　火山編
- 参考 3：災害教訓の継承に関する専門調査会報告書　平成 18 年 3 月　1783 天明浅間山噴火
- 【写真】出典：内閣府　広報ぼうさい No.35 P.16-17　過去の災害に学ぶ（第 9 回）天明 3 年（1783）浅間山噴火

被害の波及図



ブロック相関図



火 山 −3

雲仙普賢岳噴火

1792

日本最大の火山災害
崩壊土石で津波発生
島原大変肥後迷惑

災害の概要

災害の種類　：火山噴火、地震、山体崩壊、津波
発生時期　　：1792 年 5 月 21 日（寛政 4 年 4 月 1 日）
火　山　　：雲仙普賢岳
主な被害　　：眉山の山体崩壊による岩屑なだれで死者約 5 千人、その後の津波で死者約 1 万人、家屋埋没・流失、田畑塩田損壊、山林損壊、家畜流死
影響その他　：島原で発生した岩屑なだれで対岸の肥後にも津波被害を与えたので、当時の人は「島原大変肥後迷惑」とこの災害を呼んだ

災害の特徴

山体崩壊で大量土石が海に流入し、津波発生

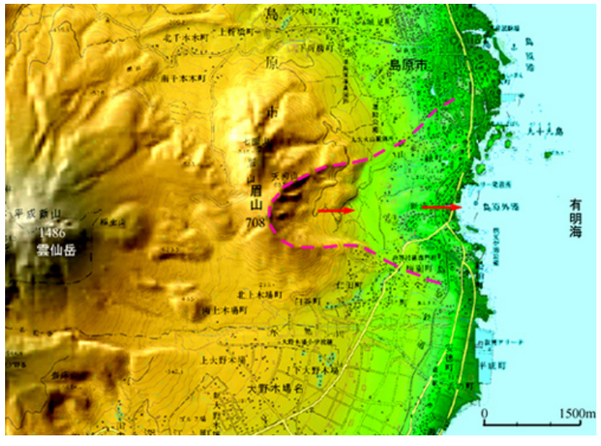
2 月から続いていた雲仙岳の火山性群発地震が収まりかけた 5 月 21 日、雲仙岳の東にある眉山の南側が大きく山体崩壊をおこし、3 億 4 千万㎥にもおよぶ大量の土砂が島原城下を通り有明海に流れ込んだ。この大量の土砂流入の衝撃で10m以上の高さの津波が発生し、島原側はもちろん、対岸の肥後天草側にも襲いかかった。

大量の土砂は海岸線を 870mも沖に進ませ、島原側で高さ 6～9m、肥後側で高さ 4～5mの津波があったといわれている。島原側の津波遡上高は 57mを超え、肥後側の津波遡上高は 22mにも達したといわれている。

この山体崩壊で約 5 千人、津波で約 1 万人の死者が出たと記録されている。



【写真 1】眉山と普賢岳



【地図】眉山の山体崩壊



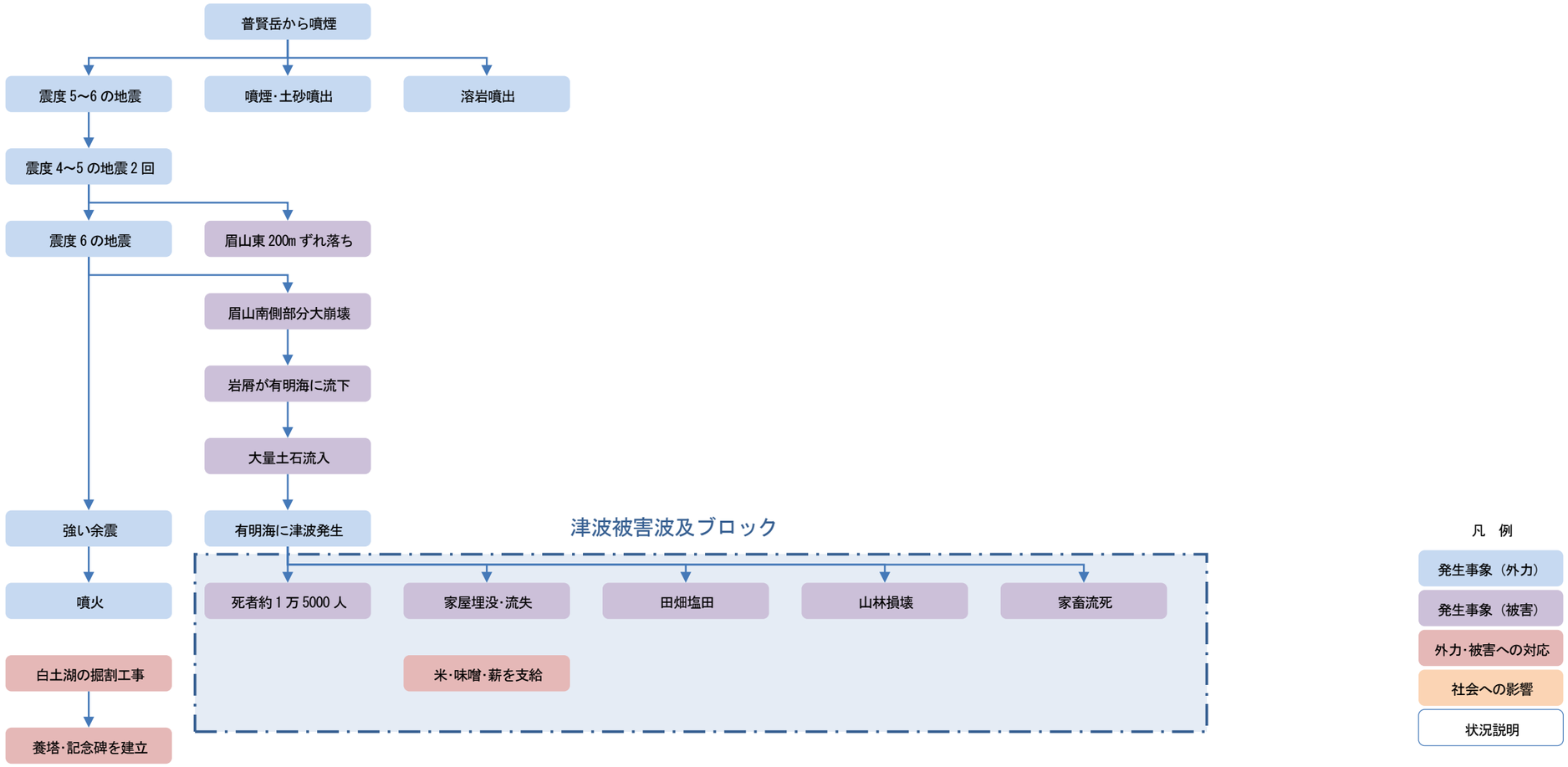
【写真 2】島原大変大地図

災害タイムライン

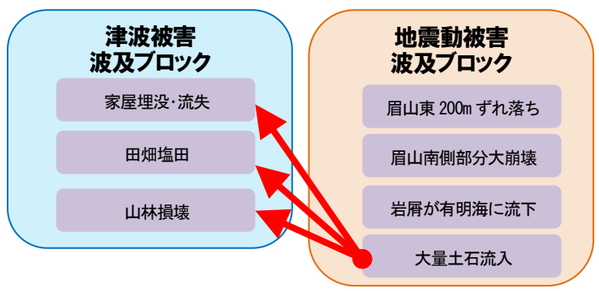
月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
2 月 3 日	・普賢岳から噴煙	
27 日	・噴煙･土砂噴出	
29 日	・溶岩噴出	
4 月 21 日	・島原で震度 5～6 の地震	
23 日	・震度 4～5 の地震 2 回	
29 日	・眉山東中腹で約 200m のずれ落ち	
5 月 21 日	・震度 6 の地震 ・眉山南側部分大崩壊　大量の岩屑が有明海に流下 ・大量土石の流入で有明海に津波発生 ・岩屑なだれと津波で死者約 1 万 5000 人 ・家屋埋没･流失 ・田畑塩田山林損壊 ・家畜流死	・佐賀鍋島支藩神代領では避難者に米･味噌･薪を支給
5 月 25 日	・強い地震	
6 月 14 日	・噴火勢いを増す	
11 月		・白土湖の掘割工事
		・被害各地で供養塔･記念碑を建立

【参考文献】
- 参考 1:「寛政 4 年雲仙岳噴火と眉山崩壊の被害」,菊池万雄,1980
- 参考 2:「島原四月朔地震（1792）と島原大変」,古賀省三他,歴史地震第 18 号,2003
- 参考 3:「山体崩壊による津波シミュレーション−1792 眉山−」,海洋情報部研究報告第 40 号,2004
- 【写真 1】出典：国土交通省九州地方整備局雲仙復興事務所 HP
- 【写真 2】出典：「島原大変大地図」,島原市立図書館松平文庫蔵
- 【地図】出典：「防災基礎講座災」HP,防災科学研究所自然災害情報室

被害の波及図



ブロック相関図



河川

道路･都市

港湾

ブロック間波及

空港

火 山 －4

ネバドデルルイス山噴火

1985

140 年ぶりの噴火活動
大量のラハール発生
世界最悪の人災による悲劇

災害の概要

災害の種類　：火山噴火、火砕流、泥流
発生場所　：コロンビア・ネバドデルルイス山（コロンビア　トリマ州ボゴタの西約 140km）
発生時期　：1984 年 11 月～1991 年
1984 年 11 月に火山性地震が頻発し始め、山頂のアレナス火口の噴気活動が活発化　1985 年 9 月 11 日に水蒸気爆発が発生し、泥流が 27km 流下したが、被害はなかった。同年 11 月 13 日の 15 時頃に噴火が始まり、同日 21 時頃には最高潮に達した。その際に山頂のアレナス火口から火砕流が発生し周辺の氷河を覆った。そのため大量の氷が溶けることによる泥流が発生し、山頂から 50km 離れたアルメロの町まで到達するなど、約 100km 流下した。
主な被害　：死者 23,000 人、負傷者 5,000 人、家屋の損壊 5,000 棟となり、20 世紀における火山噴火で 2 番目の被害規模
アルメロの街のみで死者 21,000 人に上った（アルメロの全人口：29,000 人）
影響その他　：噴火の復旧にあたり、コロンビアの国民総生産の約 20%に相当する 77 億ドルを要した

災害の特徴

知識不足と情報伝達不備による人的被害の拡大

1984 年 11 月、ネバドデルルイス山は約 140 年ぶりに噴火活動を開始。1985 年 9 月 11 日、水蒸気爆発によりラハールが発生して西側斜面を 27km 流下した。マニザレスという人口約 35 万人の都市があったが、水系が異なることもあり被害は受けなかった。同年 10 月 7 日にはハザードマップを地方自治体や関係諸機関に配布したが、噴火が一時沈静化していたことなどからほとんど評価されなかった。同年 11 月 13 日 15 時過ぎには本格的な噴火が発生し、21 時頃に最高潮に達した。噴火自体は「やや大規模（火山爆発指数 3）」という程度のものだったが、この際発生した火砕流により雪や氷が溶け、東側斜面に大量のラハールが発生した。ラハールの厚さは最大で 50m に及び、発生から 2 時間半で 100km 以上の距離を流下して麓のアルメロを直撃した。その被害は甚大で、人口 28,700 人の約 4 分の 3 にあたる 21,000 人が死亡した。これを含め噴火による被害は死者 23,000 人、負傷者 5,000 人、家屋の損壊 5,000 棟となり、20 世紀における火山噴火で 2 番目の被害者を出した。偽情報が多く流れ、市民のパニックを恐れた市長は避難指示を出さず、また当日は祭りのため近隣住民が多く駆けつけたこともあり、被害が拡大した。2008 年 2 月 12 日に UNESCO は国際惑星地球年の一環として、正確な知識の不足と情報伝達の不備による「世界最悪の人災による悲劇」のワースト 5 の一つとしてこの噴火災害を認定している。2001 年ごろまで、街は 60cm 以上の灰や残骸に覆われていた。



【地図 1】泥流の流下エリア



【地図 2】火災の流下エリア



【写真】泥流被害を受けたアルメロの状況

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
1984 年		
11 月	・火山性地震の頻発 ・山頂の噴気活動の活発化	
1985 年		
9 月 11 日	・水蒸気爆発発生 ・泥流の発生（27km 流下） ・人的被害、建物被害等なし	
10 月 7 日		・コロンビア国立地質鉱山研究所による ハザードマップの作成・公表 ・地方自治体や関係機関へのハザードマップ配布
11 月 6 日		・アメリカ地質調査所による火山性地震の専門家の現地派遣中止（コロンビア最高裁占拠事件による影響）
11 月 13 日	・15 時頃に本格的な噴火開始 ・21 時頃に噴火が最高潮（火山爆発指数 3） ・火砕流に伴う大量のラハール発生（厚さ：最大 50m） ・2 時間半で 100km 以上流下 ・山頂から 50km のアルメロを直撃し、21,000 人死亡 （全人口 28,700 人の約 73%） 噴火による被害は、死者 23,000 人、負傷者 5,000 人、家屋の損壊 5,000 棟	・市町によるラジオ放送（噴火の危険性はない等） ・アルメロの祭り ・北約 8km に市街地を移転
1991 年	・噴火活動の沈静	
2001 年	・アルメロの町が 60cm 以上の灰やがれき等に覆われている	・石や骨などの仮置き ・旧市街地を墓地として保全 ・1984 年時のコロンビアの国民総生産の約 20%にあたる 77 億ドルが費やされた

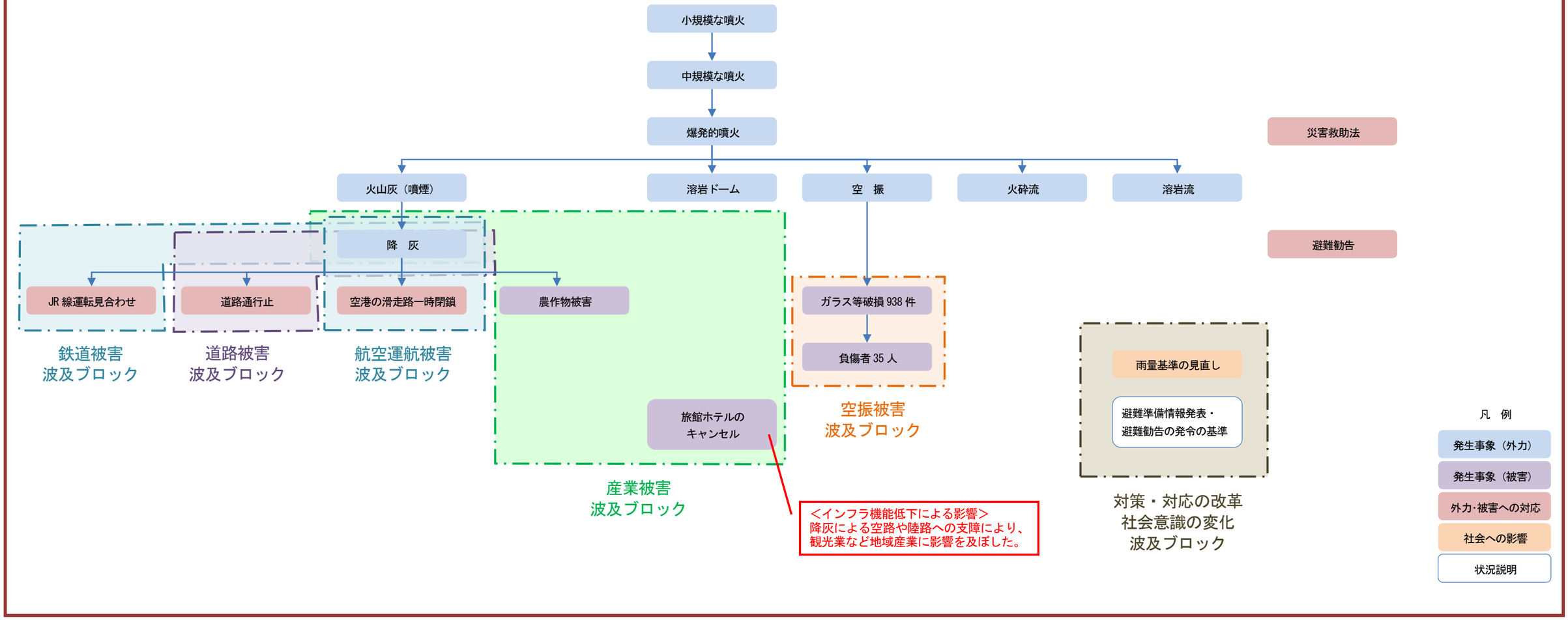
【参考文献】
- 参考 1、地図 1,2：コロンビア・ネバドデルルイス火山の 1985 年噴火
- 参考 2：失敗百選 ～ネバドデルルイス火山の泥流災害(1985)～
- 参考 3、写真：消防防災博物館：調べる－日本の火山・世界の火山－

表 1　火山爆発指数の目安

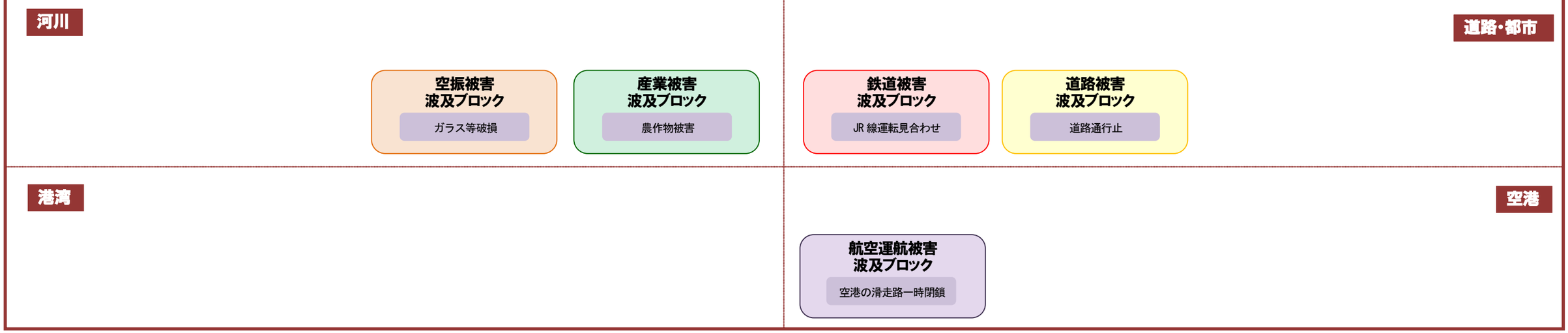
火山爆発指数	噴出物量	噴煙高さ	発生頻度	過去 1 万年間の発生数※
0	＜10,000m³	＜0.1km	ほぼ毎日	無数
1	＞10,000m³	0.1～1km	ほぼ毎日	無数
2	＞0.001km³	1～5km	ほぼ毎週	約 3,500
3	＞0.01km³	3～15km	ほぼ毎年	約 900
4	＞0.1km³	10～25km	≧10 年	約 300
5	＞1km³	＞25km	≧50 年	約 90
6	＞10km³		≧100 年	約 40
7	＞100km³		≧1,000 年	約 5
8	＞1,000km³		≧10,000 年	0

※1994 時点の発生数

被害の波及図



ブロック相関図



火 山 −5

ピ ナ ツ ボ 火 山

1991

20世紀最大級の噴火
同時発生の台風で被害拡大
噴火の影響で気温低下

災 害 の 概 要

災害の種類　：火山噴火
発生場所　：フィリピン・ルソン島（北緯 15 度 08 分 30 秒，東経 120 度 21 分 00 秒）
発生時期　：1991 年 4 月～1991 年 8 月
噴火が絶頂を迎えた 1991 年 6 月 15 日以降も、火山活動は非常に低レベルながら継続　1991 年 8 月まで火山灰の噴出が絶え間無く続き、散発的な噴出がさらに 1 ヵ月間続いた　低レベルの火山活動は、1992 年 7 月にカルデラ内で溶岩ドームが成長しはじめるまで続いた
主な被害　：最大 800 人が死亡　1991 年 6 月 15 日噴火の 9 時間で、約 10 万人が住居を失う　全壊家屋は 8,000 戸を越え、73,000 戸が損傷。経済被害は 5 億ドル
影響その他　：1992 年と 1993 年に、地球全体が 0.5℃低下。噴火終了後も、台風や降雨で頻繁に洪水発生（二次災害）
火山概要　：ピナツボ火山は、マニラの北西 90km に位置　ルソン島の西端に連なる火山列の一峰
1991 年に噴火する前は、大きな噴火の伝承記録なし　周辺の人々にもほとんど知られていない地味な火山だった
科学者の見積もりでは、1991 年以前の最後の噴火は、約 500 年前に起こったと推測
1991 年の噴火は、20 世紀における最大規模の大噴火
噴火前後で、標高が 1,745m → 1,486m と 300m 近く低くなる

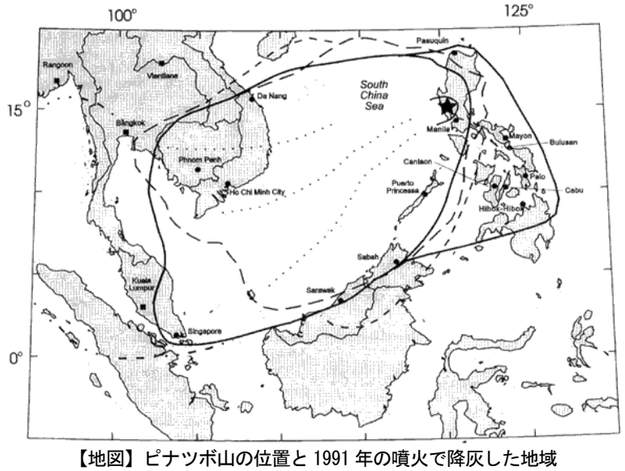
災 害 の 特 徴

20 世紀最大規模の大噴火、火山の噴火予測で多くの人命を救うが、同時発生の台風で被害拡大

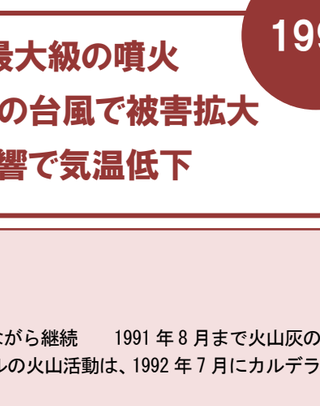
ピナツボ火山の大噴火で、噴石や火山灰が 150 キロ四方に飛散し、火山の標高は 300 メートル近く低下した。噴火に伴う微粒子の影響で、地球上の広い地域において、気温が 0.5 度下がった。

現在の活動レベルは、５段階のうち最も低い「１」。噴火により 16 キロ離れた米空軍基地が使用不可能となった。

火山噴火の予測による事前避難により、多くの人命を救ったが、噴火と同時期に発生した台風の為、被害が拡大した。火山噴火が収まったあとも、堆積した火砕物が原因で、降雨時に下流での泥流被害、河床上昇や河道閉塞による洪水被害といった二次災害を生んだ。



【地図】ピナツボ山の位置と 1991 年の噴火で降灰した地域
（参考 5）



【写真 1】ピナツボ火山爆発



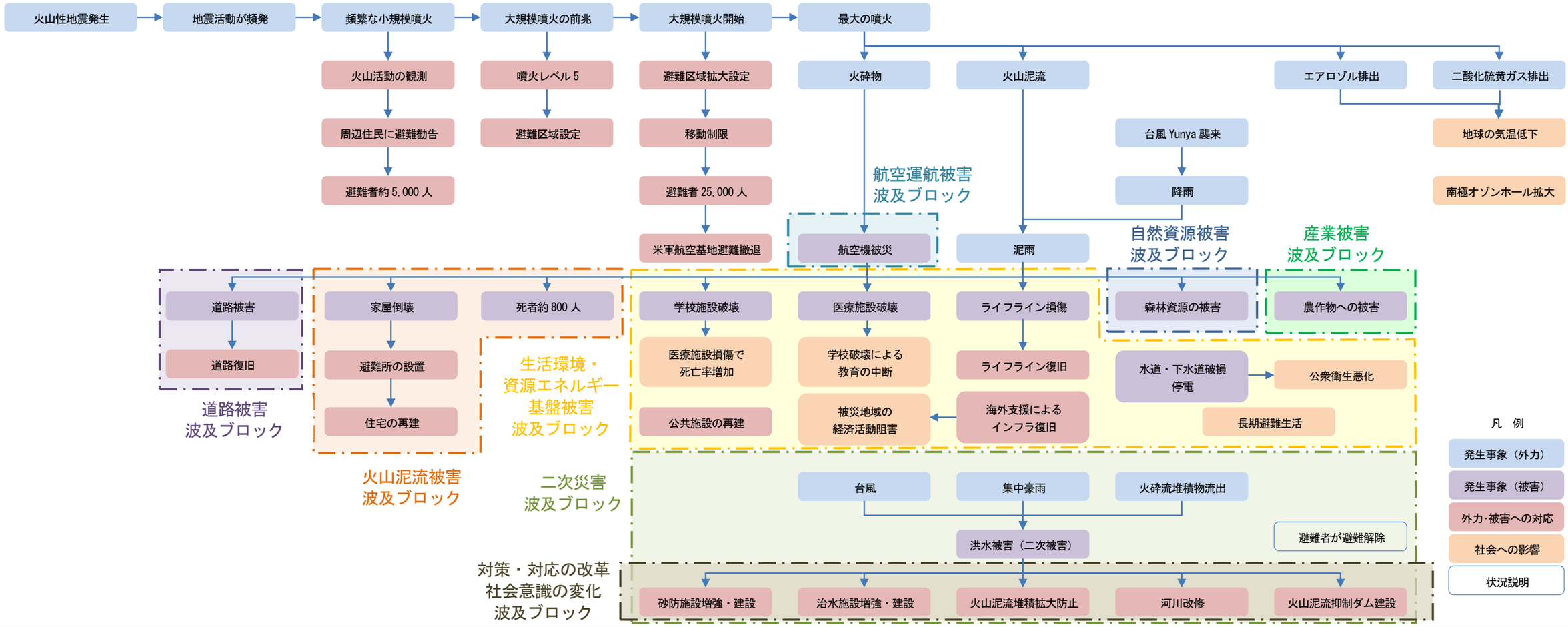
【写真 2】火砕流堆積物が土石流になって二次災害

災 害 タイムライン

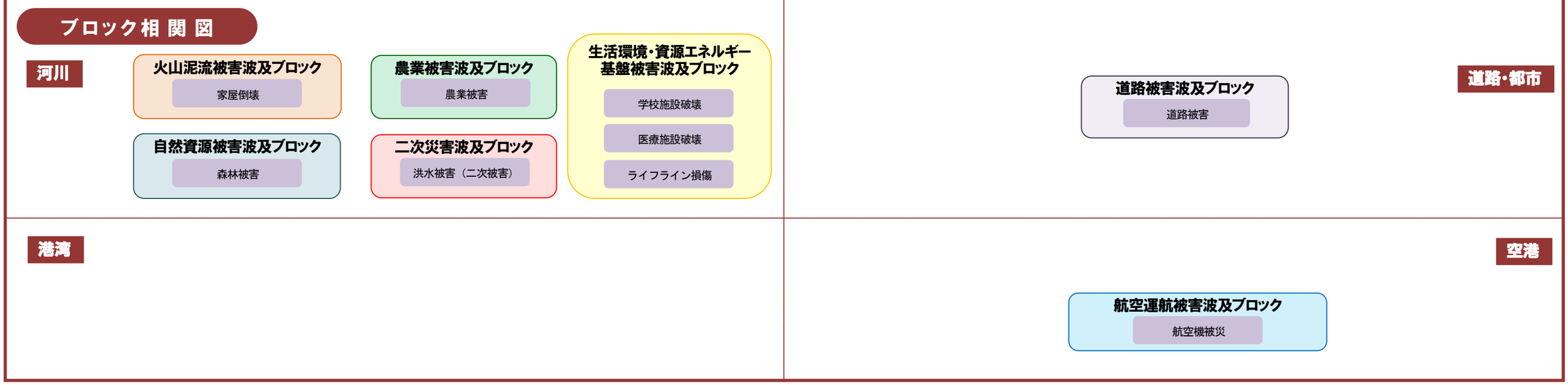
月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
1990 年 7 月	・火山性地震（マグニチュード 7.8）発生 北東ピナツボ地域の 100 キロ（62 マイル）	
1991 年 3 月 半ば	・火山性地震 ・地震によるストレス	
4 月 2 日	・小規模噴火 ・火砕物（火山灰など） ・村に火山灰飛来 ・水蒸気噴火繰り返す	・火山活動の観測
4 月 16 日頃	・地震、小噴火、空振が続く	・4 月後半に、約 5000 人が避難
6 月 5 日		・噴火レベル 3 発令。大噴火の可能性
6 月 7 日	・地震活動が増加	・溶岩ドームの押し出し確認。進行中の噴火の可能性
6 月 9 日	・大噴火開始【写真 1】 ・大量の火砕物（火山灰、軽石など） ・避難による不自由な生活 ・移動制限	・噴火レベル 5 の警告 ・避難区域設定（火山から 20 キロ（12.4 マイル）） ・25,000 人が避難
6 月 10 日		・東の麓にあるクラーク航空基地の米軍も避難。その後撤退 ・18,000 人（米軍と家族）が、スービック湾海軍基地に移送後、米国に帰国
6 月 12 日		・避難区域設定変更（火山から 30 キロ（18.6 マイル））
6 月 15 日	・最大の噴火 9 時間続く。 ・大量の火砕物（火山灰、軽石など） ・火山性地震 ・台風 Yunya 襲来→降雨 ・泥雨、火山泥流（火砕物と台風による降雨） ・建物倒壊 ・死者約 800 人 （水混じりの火山灰による建物倒壊や灰の重量による） ・航空機被災 ・エアロゾル、火山ガス（二酸化硫黄ガス）15～30 トンが排出 →・地球の気温低下に寄与 ・南極のオゾン層ホールが大きくなる（1992 年、1993 年）	・火山灰除去
噴火終了後（最大噴火は 6 月 15 日。それ以降も約1ヶ月噴火続く）	・降雨と、火砕物（火山灰、軽石など）の堆積 →泥流続く ・ライフライン損傷 ・道路被害 ・家屋倒壊 ・学校施設破壊 ・医療施設破壊 ・森林被害 ・農業被害 ・台風時、毎年、火砕流堆積物の流出（泥流）発生【写真 2】	・公共施設の再建 ・道路の復旧 ・砂防・治水施設の増強、建設 ・道路交通網の確保 ・火山泥流堆積域の拡大防止 ・河川改修
1993 年 10 月	・サコビア川上流はパッシグ川に河川争奪された。 集中豪雨で、下流での泥流被害、河床上昇や河道閉塞による洪水被害といった二次災害	・火山泥流抑制のダム建設
2007 年		・サンドポケット地域にいた約 8700 人の住人は火山泥流被害により避難していたが、元の土地に戻った

【参考文献】
- 参考 1：内閣府　過去の災害一覧
- 参考 2：消防防災博物館 ピナツボ火山 1991 年噴火（フィリピン）
- 参考 3：Mount Pinatubo Eruption
- 参考 4：Typhoon Yunya (1991)
- 参考 5：国際協力機構(JICA)によるピナツボ火山に関する事業評価資料
- 【写真 1】出典：Mount Pinatubo Eruption
- 【写真 2】出典：消防防災博物館 ピナツボ火山 1991 年噴火（フィリピン）

被害の波及図



ブロック相関図



三 宅 島 噴 火

三千余人の島民避難
避難生活 4年5か月
帰島後も火山と共生

2000

災害の概要

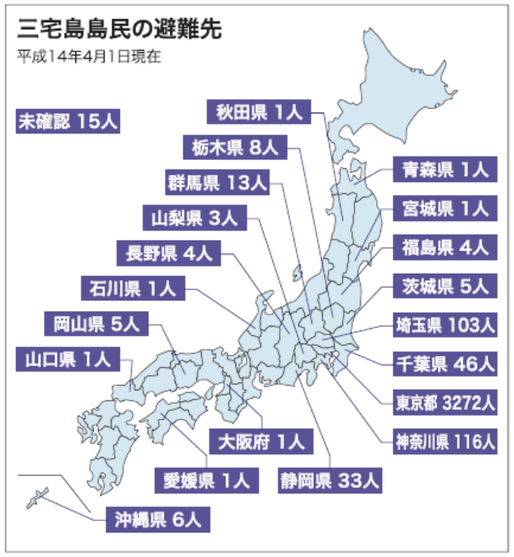
災害の種類　：火山噴火
火　山　　：三宅島・雄山
噴火状況　　：2000 年 6 月 27 日三宅島西方沖で海底噴火、7 月 8 日から雄山山頂で噴火開始、8 月 18 日山頂大噴火、噴煙は成層圏に達する、8 月 29 日低温火砕流発生、9 月から二酸化硫黄が主成分の火山ガス大量放出
島民避難　　：2000 年 9 月 2 日～2005 年 2 月 1 日　全島避難は、4 年 5 か月
帰島後　　：火山ガス噴出は止まらず、火山ガス高濃度地区は居住制限継続
主な被害　　：道路被害、泥流被害、住宅（全壊～一部損壊 324 件）、ライフライン被害、空港閉鎖、地殻変動による地盤沈下、港湾被害、水道被害、ポンプ施設損傷、電柱倒壊、電線が流出・断線、橋破損、住宅が長期化避難で雨漏り、シロアリ被害、農作物被害、農地、牧場被害、ハウス倒壊、林業被害、水産業被害、漁業施設破損、塩害、観光業被害
影響その他　：長期避難によるストレス、避難先分散による情報収集が困難、収入大幅減による厳しい生計、生活保護世帯の増加

災害の特徴

長期離島避難、帰島後も火山ガス災害続く

長期化した火山島の災害で、住民は長期離島による避難を強いられた。避難先が拡大したため、コミュニティー維持が課題となった。避難中は生活保護世帯が拡大するなど、経済的に厳しい世帯が急増した。長期避難に対応していなかった「被災者生活再建支援法」の見直しのきっかけとなる火山災害である。

帰島後も火山ガスが放出され、高濃度地区では立ち入り禁止の措置が取られている。火山との共生という現在進行形の火山災害である。



【地図】三宅島島民の避難先（日本全国にわたる）
（参考 1）



【写真 1】8 月 18 日の大噴火



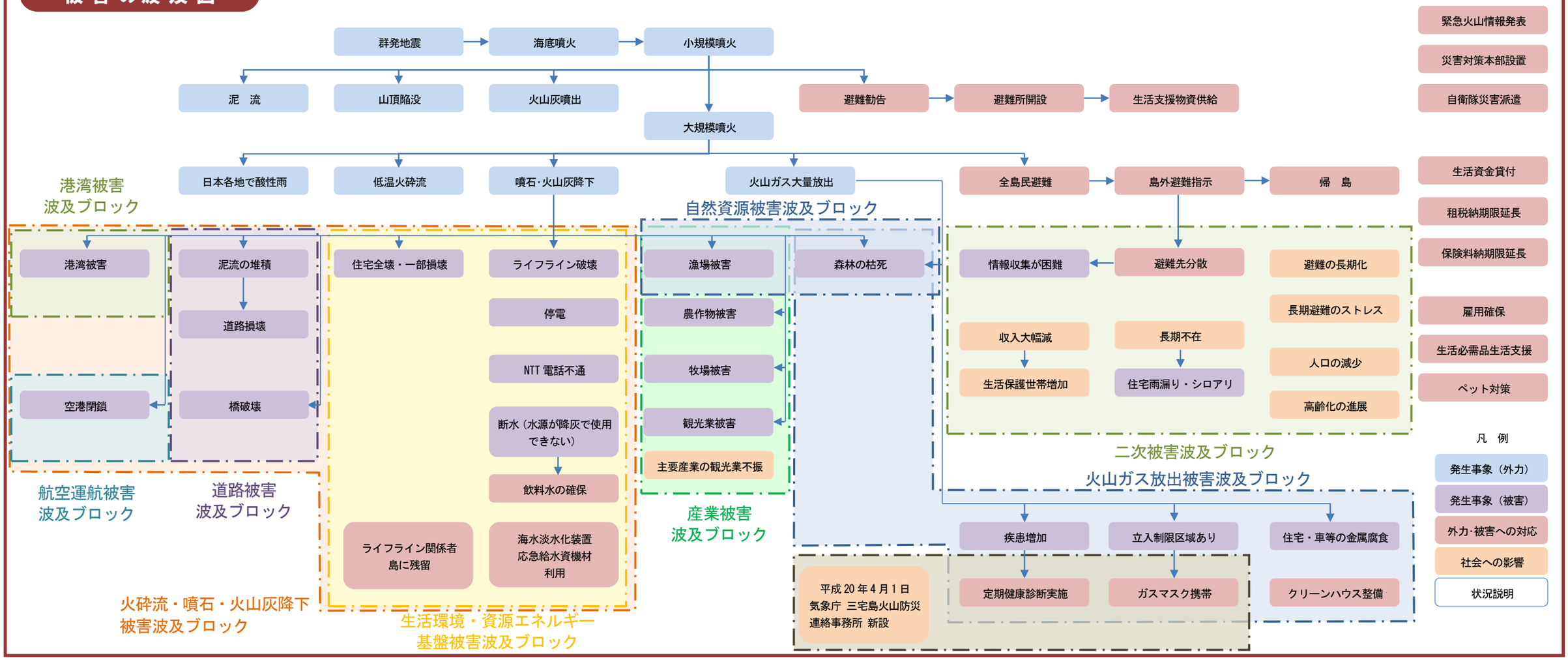
【写真 2】降灰後、大雨によって土石流発生

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
2000 年		
6 月 26 日	・夕方から群発地震	・気象庁が緊急火山情報を発表 ・三宅村災害対策本部設置（6 月 29 日で廃止、7 月 14 日に再設置）
6 月 27 日	・三宅島西方沖で海底噴火	・東京都災害対策本部設置（6 月 29 日で廃止） ・伊ヶ谷地区に避難勧告 ・生活支援物資等の供給、輸送開始
7 月 1 日	・震度 6 弱 ・がけ崩れ、死亡 1 名	・避難所開設 ・新島村で最大 413 名,神津島村で最大 918 名に対し避難指示や避難勧告
8 月 18 日	・噴煙高度十数 km の大規模噴火 【写真 1】 ・空振、火砕物（軽石、火山灰） ・低温火砕流発生	
8 月 29 日		・平成 12 年(2000 年)三宅島噴火及び新島・神津島近海地震非常災害対策本部を設置
8 月下旬	・二酸化硫黄が主成分の火山ガス大量放出	
9 月 2 日	・全島民避難開始	・島外避難指示発令
9 月 4 日	・全島民避難完了 （避難期間:4 年 5 か月）	・船に対策本部。災害活動実施。ライフライン等の維持を図る
住民不在中	・地震動 ・降灰 ・降雨、台風 ・長期不在 ・酸性雨 ・火山ガス ・土石流 【写真 2】 ・道路に被害 ・泥流被害 ・住宅（全壊～一部損壊 324 件）、道路、ライフラインを破壊 ・空港閉鎖、場周柵倒壊、航空灯火、電源施設劣化 ・地殻変動による地盤沈下 ・港湾被害 ・水道被害。ポンプ施設損傷 ・電柱 30 基倒壊、傾斜。67 カ所で電線が流出・断線 ・橋が破損 ・住宅。長期化避難で、雨漏り、シロアリ被害 ・農作物被害、農地、牧場被害、ハウス倒壊 ・林業、森林の枯死、林道崩壊、山腹崩落 ・水産業、漁場への降灰で被害、漁業施設破損 ・塩害 ・長期避難によるストレス ・避難先分散による情報収集が困難 ・収入大幅減による厳しい生計 ・住宅の屋根や車など、金属が腐食 ・住民の収入状況は、5 割以上の家庭で収入が減少 ・生活保護世帯の増加 ・観光業被害	・自衛隊の災害派遣。ライフラインの維持 ・避難生活場所として公営住宅を使用 ・被災者生活再建支援法第 2 条第 2 号の適用による支給 ・固定資産税・市民税の納期限延長 ・医療費について国保の納期限延長 ・「生活福祉資金」（東京都）、「三宅村噴火災害生活支援資金」（三宅村）による生活費貸し付け ・シロアリ駆除 ・緊急地域雇用特別交付金事業により、雇用確保 ・ペット対策。動物保護相談センター開設。里親探し ・生活支援（生活必需品の供与） ・2001 年 3 月　利子補給（災害発生前の借入債務について、国、都、村による利子補給） ・2003 年 2 月　都による「三宅村災害保護特別事業」生活保護と同等の経済的支援 ・2004 年 3 月 「居住安定支援制度」創設 ・都より、住宅修理・再建経費（最大 150 万円）の支援 ・火山ガス安全確保条例施行 ・総合的な火山観測体制の整備（14 箇所） ・避難施設（クリーンハウス）の整備 ・小・中学校施設、診療所等の復旧 ・避難施設（クリーンハウス）の整備 ・治山ダム、砂防ダム、都道、漁港の復旧・整備
2005 年 2 月 1 日		・避難指示解除 ・火山ガス安全確保条例施行 ・帰島
帰島後	・火山ガス噴出は止まらず ・火山ガスによる疾患増加 ・帰島後も、立ち入り制限区域あり ・ガスマスク携帯必要	・クリーンハウスの整備 ・火山ガス高濃度地区は居住制限継続 ・定期的な健康診断

【参考文献】
- 参考 1：平成 12 年(2000 年) 三宅島噴火災害の記録 ・参考 2：東京都防災 平成 12 年(2000 年)三宅島噴火災害誌 ・参考 3：平成 13 年版 防災白書
- 【写真 1】出典：平成 12 年（2000 年）三宅島噴火災害の記録 ・【写真 2】出典 平成 12 年（2000 年）三宅島噴火災害の記録

被害の波及図



ブロック相関図



火 山 －7

アイスランド火山噴火

2010

火山噴火
火山灰煙で航空便欠航

災害の概要

災害の種類　：火山噴火、火山灰
発生時期　　：2010 年 4 月 14 日～20 日
火　山　　：アイルランドのエイヤフィヤトラヨークトル火山
主な被害　　：直接的死者はなし
　　しかし、ヨーロッパ上空に広がった火山灰雲により航空機が飛行できず、ヨーロッパの主要空港が閉鎖された
影響その他　：ヨーロッパにおける航空運行の混乱により、経済・政治にも大きな影響を与えた

災害の特徴

戦後最悪の航空運行の混乱を引き起こす

このアイスランドの火山噴火は、その火山灰煙によってヨーロッパの約 30 カ国の空港を一時閉鎖に追い込み、経済的に大きな障害を与えた。噴火初期には火山灰煙は高さ 10ｋｍを超える灰煙柱を形成した。その時に西もしくは北西の風が吹いていたために火山灰煙はヨーロッパ各国に流れ、航空機の運行が不可能になる事態となった。数日後には火山灰煙の高さが 3～5ｋｍの高さまで減少したが、ヨーロッパの航空運行は戦後最悪の混乱を来たし、空港再開までに約一週間かかった。この間に世界全体の航空便の 29%が影響を受け、1 日当たり 120 万人の乗客に影響がおよんだ。利用客激減による航空会社・観光産業の損失、航空貨物の滞りによる部品調達の遅れやストックの枯渇、代替輸送確保の困難といった影響が現れた。加えて、各種国際会議の延期による政治的影響、株式・通貨・国債への影響、火山灰による健康不安など、影響は多岐にわたった。



【地図】火山灰の影響範囲



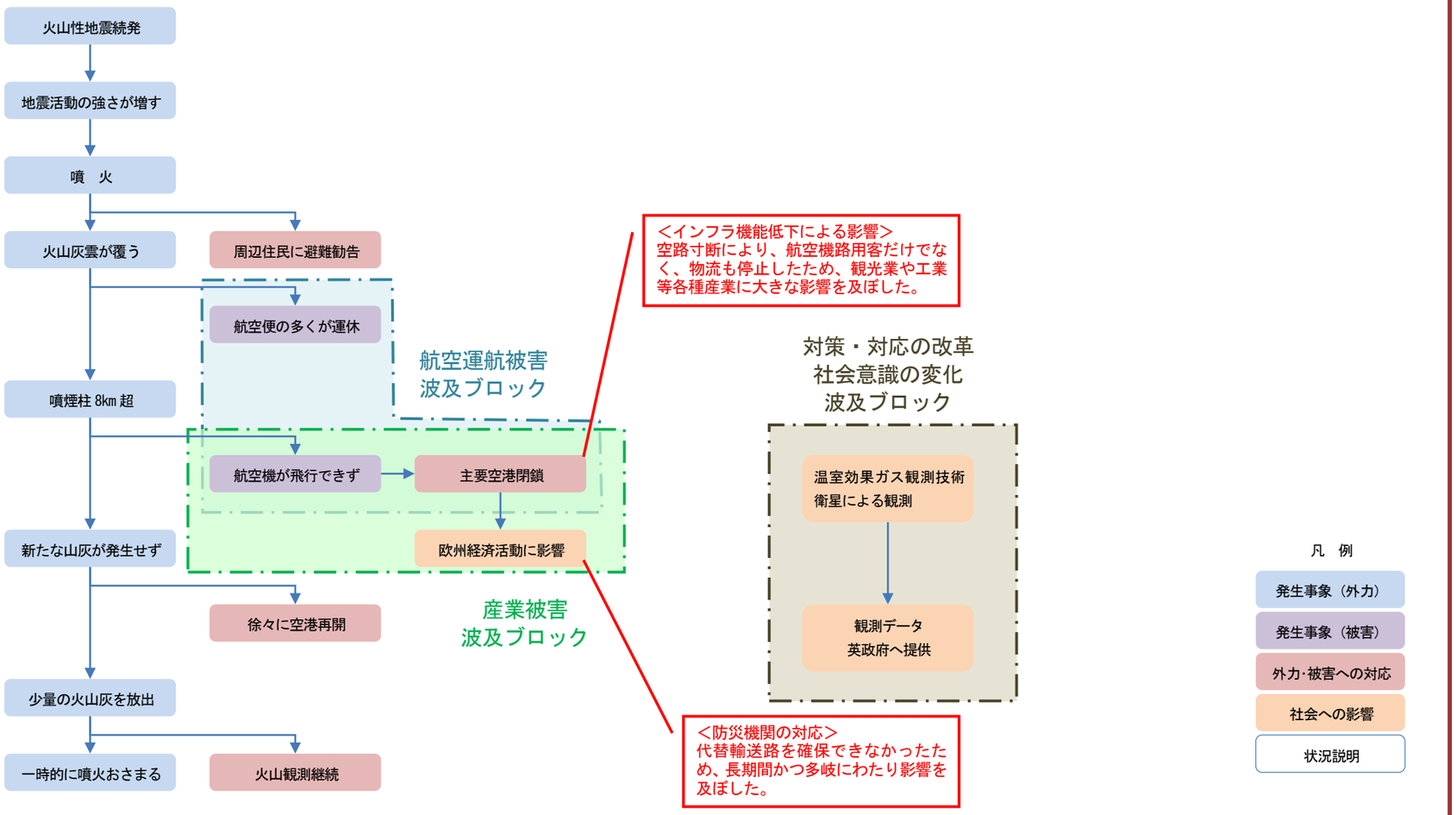
【写真 】
噴火の様子

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
2009 年末	・アイルランドのエイヤフィヤトラヨークトルの火山地帯で火山性地震が続発（数千回）	
2010 年		
3 月 20 日	・このときまでに徐々に地震活動の強さが増す	
4 月 14 日	・噴火が起こり始める	・周辺住民に避難勧告
15 日	・濃い火山灰雲が欧州を覆う	・航空便の多くが運休
～	・噴煙柱 8 キロメートルを超える ・航空機が飛行できず	・空港閉鎖
20 日		
5 月 21 日	・新たな火山灰が発生しない程度におさまる	・徐々に空港再開
6 月 6 日	・小さな新しい噴火口から少量の火山灰を放出 ・火山観測継続	
10 月	・一時的に、火山灰が発生しない程度に噴火はおさまっている	

【参考文献】
- 参考 1 :「アイスランド火山噴火と噴煙」,鈴木雄治郎,海洋研究開発機構,日本地質学会 HP
- 参考 2 :「アイスランド火山噴火の欧州各国物流・産業等への影響について」,JETRO,2010
- 参考 3 :「アイスランドの火山噴火と企業への影響」,㈱損保ジャパン・リスクマネジメント,2010
- 【地図】出典 :「アイスランドの氷河火山噴火（写真）、ヨーロッパ航空便に大きな影響。空港閉鎖も」ICELANDia
- 【写真 】出典 :アイスランド気象庁 HP

被害の波及図



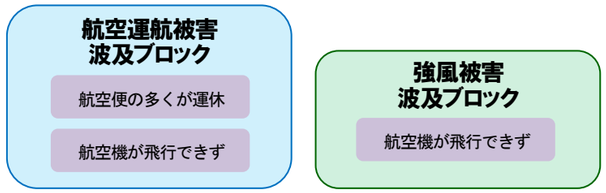
ブロック相関図

河川

道路･都市

港湾

空港



霧島新燃岳噴火

2011

52 年ぶりの爆発的噴火
降灰の影響
中規模災害

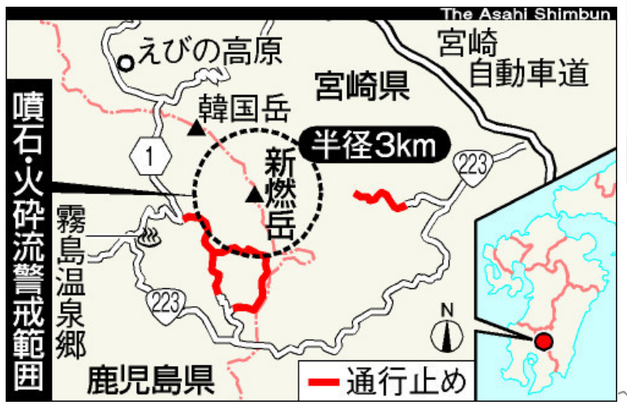
災害の概要

災害の種類　：火山噴火
発生時期　　：2011 年 1 月 26 日
火　山　　：霧島新燃岳
主な被害　　：降灰による交通障害・農産物被害、空振によるガラス等損壊、死者なし、負傷者 35 名
影響その他　：52 年ぶりの爆発的噴火、189 年ぶりのマグマ噴火、旅館ホテルのキャンセル 2 万件超

災害の特徴

52 年ぶりの爆発的噴火で広範囲に降灰

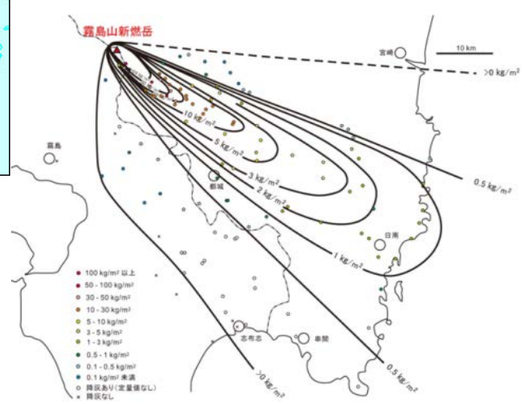
新燃岳で爆発的噴火が発生したのは、1959 年以来、52 年ぶりである。噴煙は火口縁上 3000mまで上がった。火砕流や溶岩流に加えて、直径 600m にも発達した火口内の溶岩ドームも観察され、被害の拡大が懸念された。その後の断続的な爆発的噴火により、南九州の広範囲に降灰があり、交通障害や農作物被害をもたらした。旅館ホテルのキャンセルが相次ぎ、地域経済に及ぼす影響は少なくなかった。



【図 1】新燃岳の位置図



【写真】噴火の様子



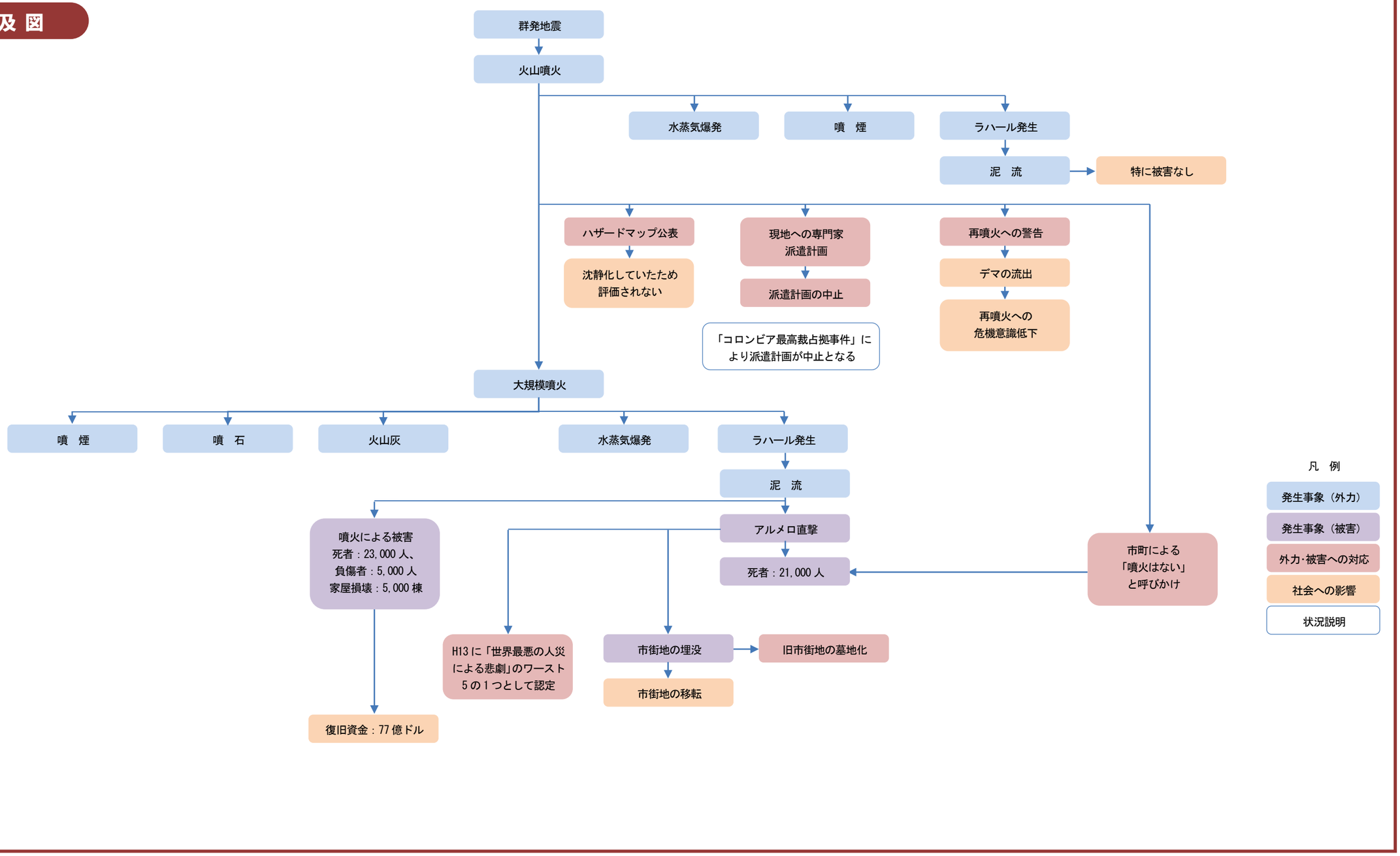
【図 2】噴出物の等重量線

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
2011 年		
1 月 19 日	・小規模な噴火	
26 日	・中規模な噴火	・火口周辺警報を発表「噴火警戒ﾚﾍﾞﾙ 3（入山規制）」
27 日	・爆発的な中規模噴火 ・3000m 上空まで噴煙（52 年ぶり） ・鹿児島県宮崎県で降灰を観測 ・九州の広い範囲で空振を感じる ・火口から 500～600m 火砕流	
28 日	・爆発的噴火（4） ・高速道路、降灰による通行止め ・降灰により国県道通行止め 6 区間 ・JR 吉豊線、降灰による運転見合わせ ・空港、火山灰除去のため滑走路等閉鎖 ・降灰により農作物に被害	
30 日		・避難勧告 513 世帯 1158 人（高原町） ・高原町に災害救助法を適用
2 月 1 日	・爆発的噴火（5） ・大きな噴石が 3km をこえて飛散	
2 日	・爆発的噴火（6） ・爆発的噴火（7） ・爆発的噴火（8） ・火口内の溶岩ドームが平坦に直径 600m に拡大	
3 日	・爆発的噴火（9）	
9 日	・噴火は断続的に	
10 日		・都城市に災害救助法を適用
11 日	・爆発的噴火（10）	
14 日	・爆発的噴火（11）	
17 日	・旅館ホテルのキャンセル約 2300 件	・避難勧告 1148 世帯 2523 人（都城市）
18 日	・爆発的噴火（12）	
3 月 1 日	・爆発的噴火（13）	
7 日	・負傷者 35 名 ・噴石・空振によるガラス破損等 938 件	

【参考文献】
- 参考 1：「霧島山（新燃岳）の噴火による被害状況について」内閣府
- 【図 1】出典：「新燃岳噴火から3カ月　梅雨に向けなお警戒　登山規制も」朝日新聞社
- 【図 2】出典：産業技術総合研究所「霧島山新燃岳の噴出量」
- 【写真】出典：防災科学技術研究所 HP

被害の波及図


群発地震
火山噴火
水蒸気爆発
噴　煙
ラハール発生
泥　流
特に被害なし
ハザードマップ公表
沈静化していたため
評価されない
現地への専門家
派遣計画
派遣計画の中止
「コロンビア最高裁占拠事件」に
より派遣計画が中止となる
再噴火への警告
デマの流出
再噴火への
危機意識低下
大規模噴火
噴　煙
噴　石
火山灰
水蒸気爆発
ラハール発生
泥　流
アルメロ直撃
死者：21,000 人
噴火による被害
死者：23,000 人、
負傷者：5,000 人
家屋損壊：5,000 棟
復旧資金：77 億ドル
H13 に「世界最悪の人災
による悲劇」のワースト
5 の 1 つとして認定
市街地の埋没
旧市街地の墓地化
市街地の移転
市町による
「噴火はない」
と呼びかけ
凡　例
発生事象（外力）
発生事象（被害）
外力･被害への対応
社会への影響
状況説明

土砂災害－1

稗田山大崩壊

1911

大規模な山体崩壊
日本三大崩れの一つ
本川合流点に天然ダム

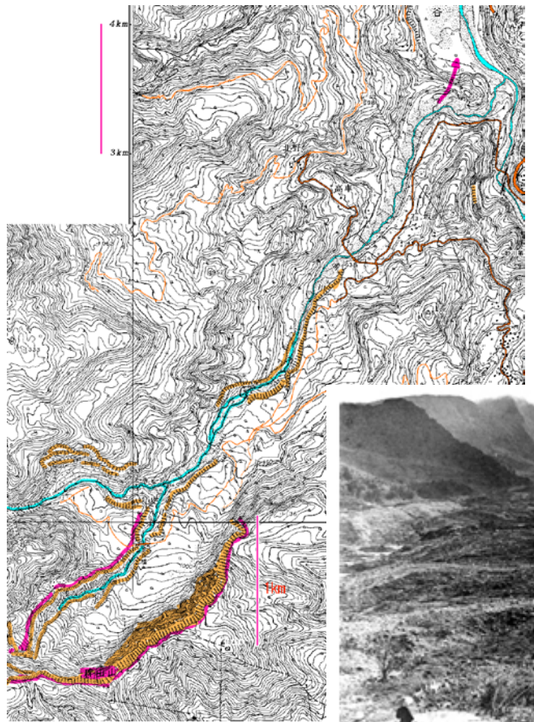
災害の概要

災害の種類　：山体崩壊、土砂災害
発生時期　　：1911 年 8 月 8 日
地　　点　　：長野県北安曇郡小谷村　稗田山
主な被害　　：土砂が 6km の谷間を埋める　生埋め死 26 人、田畑 70 余町歩損壊
　　姫川との合流部に天然ダム形成
　　その後、一部決壊し、糸魚川市河口まで土砂被害
影響その他　：集団移転、流域の経済成り立たず
　　日本における 20 世紀最大級の土砂災害

災害の特徴

山体崩壊でできた天然ダムが決壊し、下流域洪水

稗田山山頂北側斜面が突如として崩壊した。山体崩壊の直接的な要因は不明である。土砂は直下の渓谷（浦川）を埋め、姫川との合流点まで達し、そこに天然ダムを形成した。その後の降雨でこの天然ダムが決壊し、糸魚川市の河口まで大量の土砂が流出した。姫川沿いの多くの家が居住不能、田畑は耕作不能となり、河口付近の海域で魚が大量に死んだ。その後も、崩落と天然ダム決壊が繰り返され、集団移転する集落や一家離散する家が相次ぎ、流域の地域経済が成り立たなくなった。戦後、国の直轄砂防事業が実施されている。



【地図】稗田山周辺


【写真 1】山体崩壊地点（現在）


【写真 2】稗田山（正面奥）

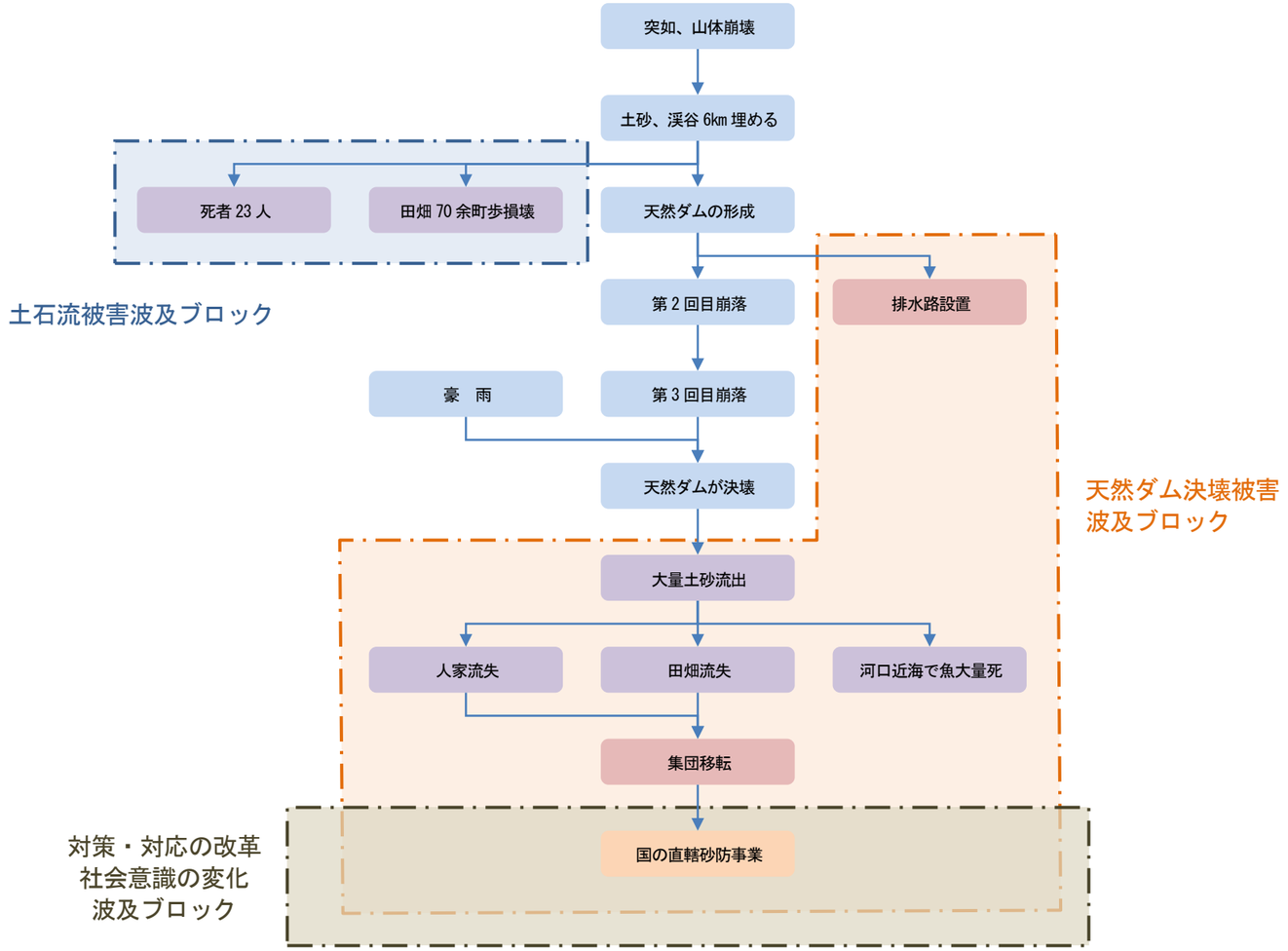

【写真 3】来馬集落の惨状

災害タイムライン

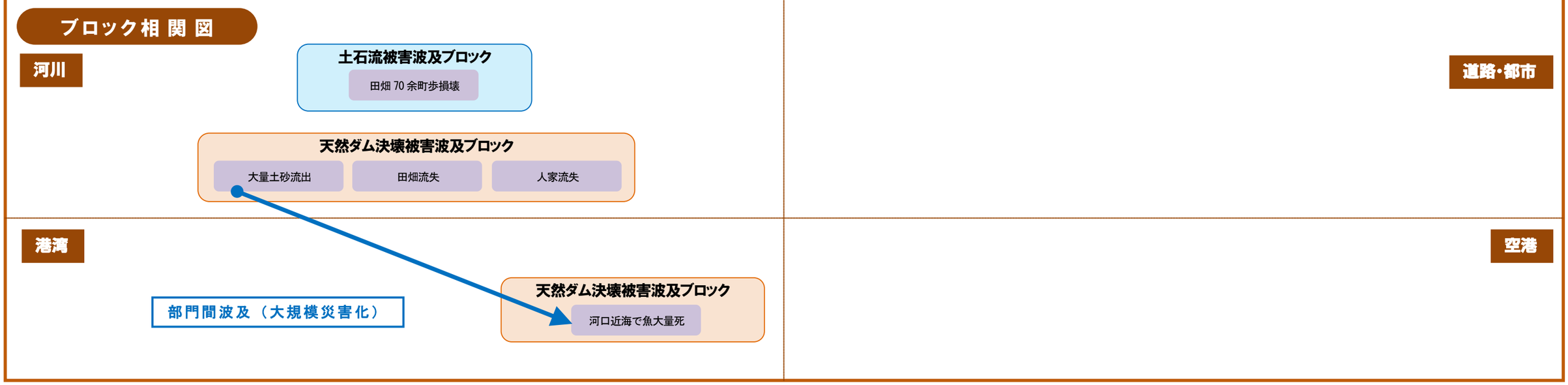
月　日	外　力　／　被　害	対　応　／　復　興
1911 年 8 月 8 日	・稗田山、突如、大崩壊 ・土砂、渓谷 6kmを埋める　・土石流で死者 23 人 ・田畑 70 余町歩損壊 ・姫川との合流部に天然ダム形成	
	・天然ダム湛水 ・ダム 3km 上流の下里瀬集落 43 戸浸水	
11 日		・住民が排水路掘削し、浸水を解除
1912 年		
4 月 26 日	・第 2 回目の崩落	
5 月　4 日	・第 3 回目の崩落	
7 月 21 日	・豪雨	
22 日	・天然ダムが決壊 ・大量土砂流出 ・人家流出 ・田畑流出	
	・河口近海で魚大量死 ・流域経済成り立たず	・集団移転
終戦後		・国の直轄砂防事業

【参考文献】
・ 参考 1:「来馬変遷三十八年史」松本宗順、昭和 23 年 1 月記
・ 参考 2:「稗田山崩壊:災害発生現場の空中写真と諸元表」防災科学研究所
・ 参考 3:「稗田山崩れ 100 年」稗田山崩れ 100 年事業実行委員会
・【写真 1】出典: 防災科学研究所、地すべり地形分布図データベース
・【写真 2】出典: 稗田山崩れ 100 年事業実行委員会
・【写真 3】出典: 稗田山崩れ 100 年事業実行委員会

被害の波及図



ブロック相関図



土砂災害 −2

台風 8 号 台湾深層崩壊

長時間高強度降雨
深層崩壊と天然ダム
複合土砂災害

2009

災害の概要

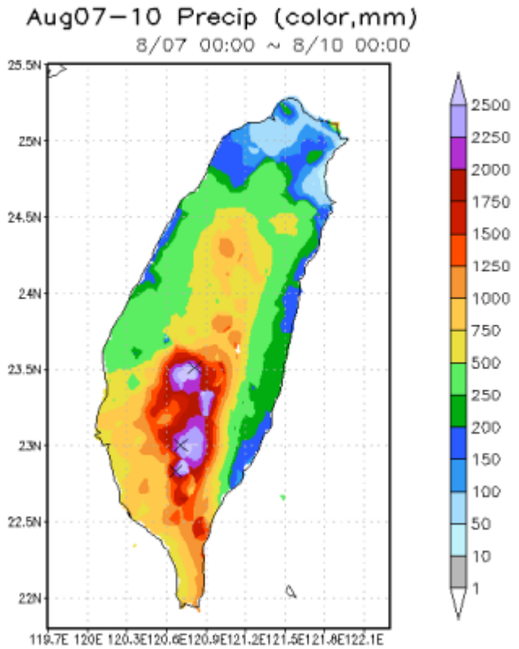
災害の種類　：台風、深層崩壊、土砂災害
発生時期　　：2009 年 8 月 3 日発生、8 月 7 日に台湾東部花蓮県に上陸、8 月 8 日北部花園県から海上へ抜ける
台風の規模　：最大風速 40m/s、気圧 945kPa、累積降水量 3,004.5mm/3 日（阿里山）　：中南部で 2,600～2,800mm（3 日間）、389.5mm/3h、577.5mm/12h、715.5mm/12h、856mm/24h
主な被災地　：台湾南部
主な被害　　：死者行方不明者 758 人、停電 1,595,419 世帯、断水 769,159 世帯、避難者数 24,950 人、浸水世帯 14 万戸
影響その他　：高雄県小林村で洪水、土石流、深層崩壊、天然ダム決壊などが連続して起こる複合災害発生し、約 500 人が死亡

災害の特徴

高強度の豪雨が広範囲に長時間継続

高強度の豪雨が広範囲に長時間継続し、極めて多量の降水量をもたらしたことが、深層崩壊も含めた複合土砂災害の原因となった。

台風 8 号の台湾通過にともない、3 日間で 2500mm を超える雨量を台湾中南部各地で記録した。そのため、山地部では斜面崩壊や土石流がいたるところで起こり、深層崩壊も多く見られ、16 個の天然ダムが形成された。天然ダムのいくつかは決壊し、下流域に洪水災害をもたらした。高雄県甲仙郷小林村では、小規模な土石流や浸水による被害から始まり、積算降雨量が限界に達した時に深層崩壊に襲われ、村が壊滅的な被害を受けた。



【地図】総雨量分布図



【写真 1】被災直後の小林村



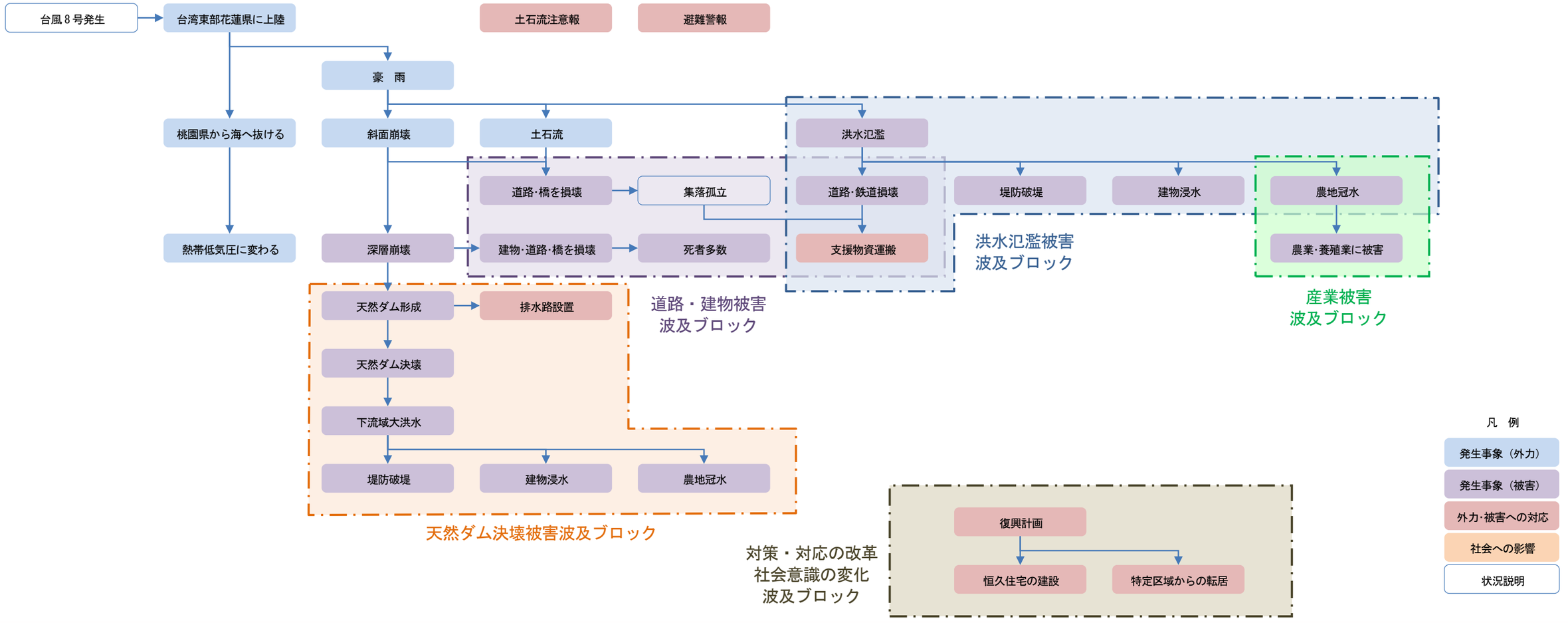
【写真 2】洪水の様子

災害タイムライン

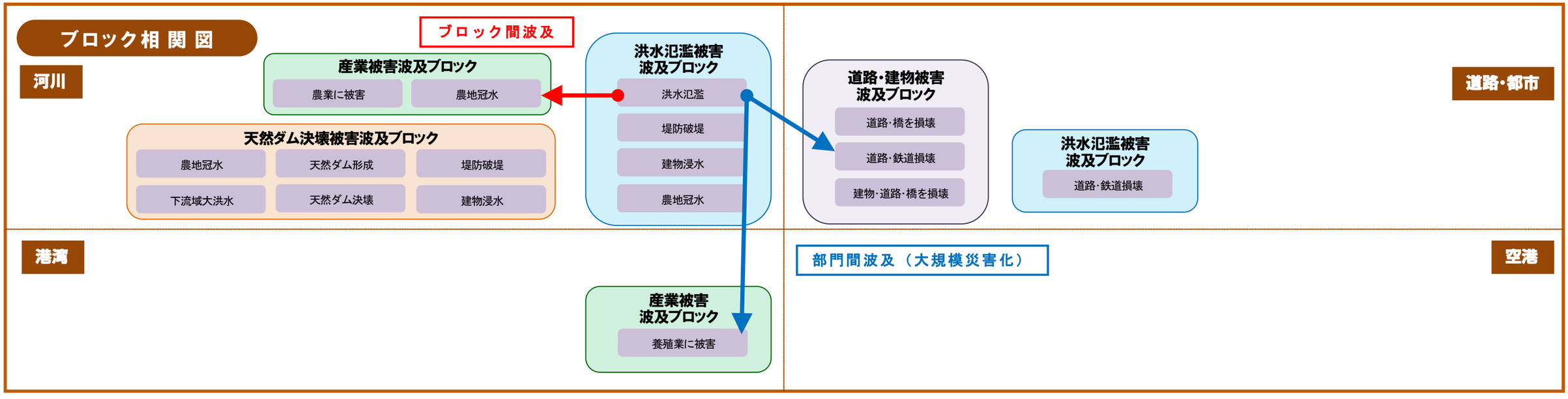
月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
8 月 4 日	・フィリピン東北海上で台風 8 号発生	
6 日	・断続的かつ猛烈な降雨	
7 日	・台湾東部、暴風雨圏に入る ・台湾東部の花蓮県に上陸 ・豪雨	・土石流注意報、避難警報
8 日	・北部の桃園県から台湾海峡へ抜ける ・豪雨 ・土石流　・橋流失（避難路なくなる）	
9 日	・台湾本島、暴風雨圏から脱する ・豪雨（積算雨量 2000mm 超） ・土石流　・被災橋梁 52 箇所 ・浸水 12 万 2 千戸 道路･鉄道損壊 ・農業･養殖業に被害 ・深層崩壊（深さ 40～50m） ・天然ダム形成 16 箇所 ・天然ダム決壊 9 箇所 ・洪水 ・堤防破堤 ・農地冠水 ・死者行方不明者 695 人	・裏山へ避難 ・支援物資運搬 ・排水路設置
10 日	・豪雨	
11 日	・熱帯低気圧に変わる	
		・復興計画 ・恒久住宅の建設 ・特定区域からの転居

【参考文献】
- 参考 1：「2009 年台風 MORAKOT による台湾水･土砂災害」,藤田正治,京都大学防災研究所,2009
- 参考 2：「2009 年 Morakot 台風による台湾の被害調査に対する災害緊急調査団報告書」,地盤工学会,2009
- 参考 3：「2009 年 8 月　台湾 88 水災に関する調査報告」,DRI 調査レポート No.24,2009
- 【地図】出典：台湾中央大学大気物理研究所
- 【写真 1】出典：台湾旧行政院新聞局
- 【写真 2】出典：自由時報HP

被害の波及図



ブロック相関図



土砂災害 −3

台風 12・15 号豪雨災害

2011

連続台風で長時間降雨
深層崩壊など土砂災害多数
天然ダムが決壊の危険

災害の概要

災害の種類　：風水害、台風、豪雨、土砂災害、天然ダム
発生時期　：【12 号】2011 年 8 月 29 日大型台風に発達、9 月 3 日高知県東部に上陸、岡山県南部に再上陸、4 日日本海に抜ける
　　【15 号】9 月 13 日台風に発達、9 月 21 日浜松市付近に上陸、東海･関東･東北地方を縦断、太平洋に抜ける
最大風速　：【12 号】　25 m/s　　【15 号】　45 m/s
最低気圧　：【12 号】　970 hPa　　【15 号】　940 hPa（戦後最大級の勢力）
降水量　：【12 号】三重県宮川で 24 時間降水量（8 月 30 日から 9 月 6 日までの最大値）872.5 mm（4 日 10 時 10 分まで）
　　【15 号】静岡県梅ヶ島で 24 時間降水量（9 月 15 日から 9 月 22 日までの最大値）461.0 mm（21 日 16 時 10 分まで）
主な被害　：【12 号】死者行方不明 98 人、負傷者 113 人、建物全壊 379 棟、半壊 3159 棟、床上浸水 5500 棟、床下浸水 16594 棟
　　【15 号】死者行方不明 19 人、負傷者 337 人、建物全壊 13 棟、半壊 287 棟、床上浸水 1801 棟、床下浸水 5071 棟
影響その他　：台風 12 号でできた奈良県と和歌山県の天然ダムで水位上昇し、決壊の危険性が高まり警戒

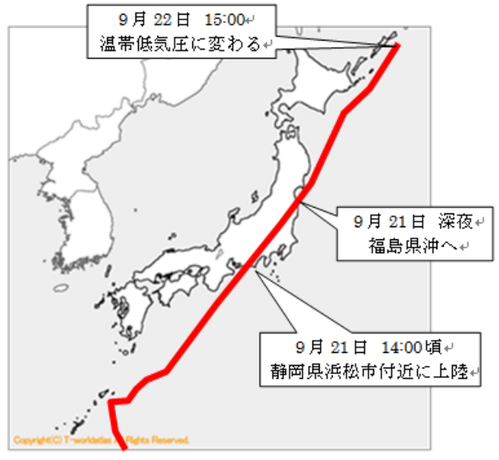
災害の特徴

台風 12 号でできた天然ダムが 15 号の雨で決壊の危険

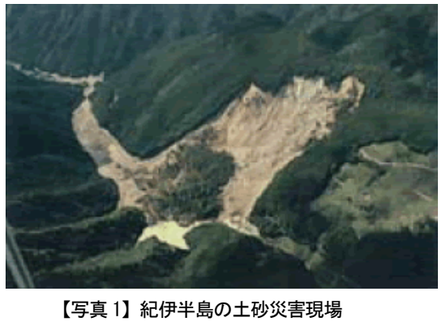
台風 12 号は、大型で動きが遅かったため長時間にわたり台風周辺の湿った空気が流れ込み、西日本から北日本にかけての広い範囲で大雨となった。紀伊半島では降水量が広い範囲で 1000mを超え、多くの土砂災害が発生した。この土砂災害によってできた多数の天然ダムが、15 号台風による大雨で決壊の可能性が増し、多くの住民が避難を余儀なくされた。



【地図 1】台風 12 号の進路



【地図 2】台風 15 号の進路



【写真 1】紀伊半島の土砂災害現場



【写真 2】狩野川方水路に大量の漂流物

災害タイムライン

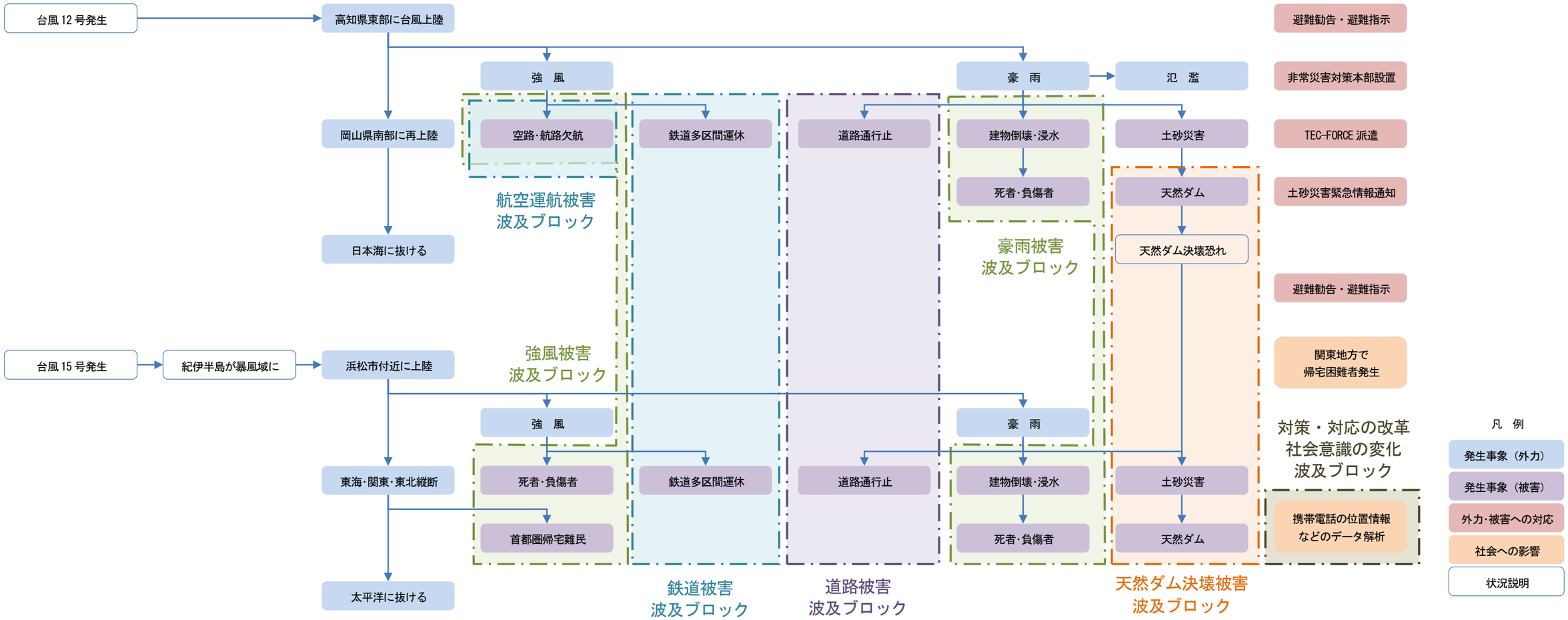
月　日	外　力　/　被　害	対　応　/　復　興
8 月 25 日	･マリアナ諸島付近で台風 12 号発生	
29 日	･台風 12 号、大型台風に	
9 月 1 日		･一部に避難勧告
2 日	･強風　･豪雨 ･鉄道多区間で運休 ･空路･航路で欠航相次ぐ ･道路各地で通行止め ･和歌山県で河川が氾濫 ･停電 350 世帯	･各地に避難指示 ･各地に避難勧告
3 日	･台風 12 号、高知県東部に上陸 ･和歌山県南地方で強い雨 ･各地で死者･建物全半壊･床上下浸水 ･各地で土石流･地すべり･がけ崩れ ･ 高速道路･国道･県道等多区間で通行止め ･鉄道多区間で運休 ･停電 17 万 8 千戸 ･台風 12 号、岡山県南部に再上陸	･土砂災害警戒情報を 245 市町村が発表 ･鳥取県、一部町に災害救助法を適用
4 日	･台風 12 号、日本海に抜ける ･断水 733 戸	･非常災害対策本部を設置
5 日	･台風 12 号、温帯低気圧に変わる ･和歌山県の孤立世帯 32 地区 2286 世帯 4996 人）	･国交省、TEC-FORCE 派遣
6 日		･国交省、土砂災害緊急情報を関係市町村に通知
7 日	･天然ダム 12 ヶ所 ･停電約 2 万 4 千戸 ･約 3 万 4 千回線に通信障害中 ･十津川村長殿発電所が水没	
8 日	･死者不明 108 人、住家全壊 41 棟、床上浸水 3825 棟 ･土石流等 58 ヶ所、地すべり 6 ヶ所、がけ崩れ 64 ヶ所	
9 日	･田畑の浸水、作物･養殖アユ･牛豚の流出 ･農地や水路の崩壊、林道･治山の被害	･関西電力、停電復旧作業続く
13 日	･日本の南海上で台風 15 号発生	
19 日	･台風 15 号、強い台風となる	
20 日	･非常に強い台風となる	
21 日	･紀伊半島が暴風域に ･台風 15 号、浜松市付近に上陸 ･台風 15 号、東海･関東･東北地方を縦断 ･首都圏では帰宅ラッシュ時と重なり、多数の帰宅難民 ･各地で死者･建物全半壊･床上下浸水	
22 日	･台風 15 号、太平洋に抜けるが強い勢力を保ったまま北上 ･北海道東部を暴風圏に巻き込む ･台風 15 号、千島近海で温帯低気圧に変わる ･土石流等 10 ヶ所、地すべり 4 ヶ所、がけ崩れ 60 ヶ所 ･天然ダム 17 ヶ所	･各地に避難指示 ･各地に避難勧告
	･死者不明 19 人、住家全壊 33 棟、床上浸水 2145 棟 ･土石流等 37 ヶ所、地すべり 23 ヶ所、がけ崩れ 134 ヶ所	
10 月 14 日		･激甚災害に指定

【参考文献】
- 参考 1:「平成 23 年台風第 12 号による被害状況等について」,内閣府,2011
- 参考 2:「平成 23 年台風第 15 号による被害状況等について」,内閣府,2011
- 参考3:【災害時気象速報】平成23年台風第12号による8月30日から9月5日にかけての大雨と暴風,気象庁,2011
- 【写真 1】出典:国土交通省近畿地方整備局
- 【写真 2】出典:伊豆の国市 HP

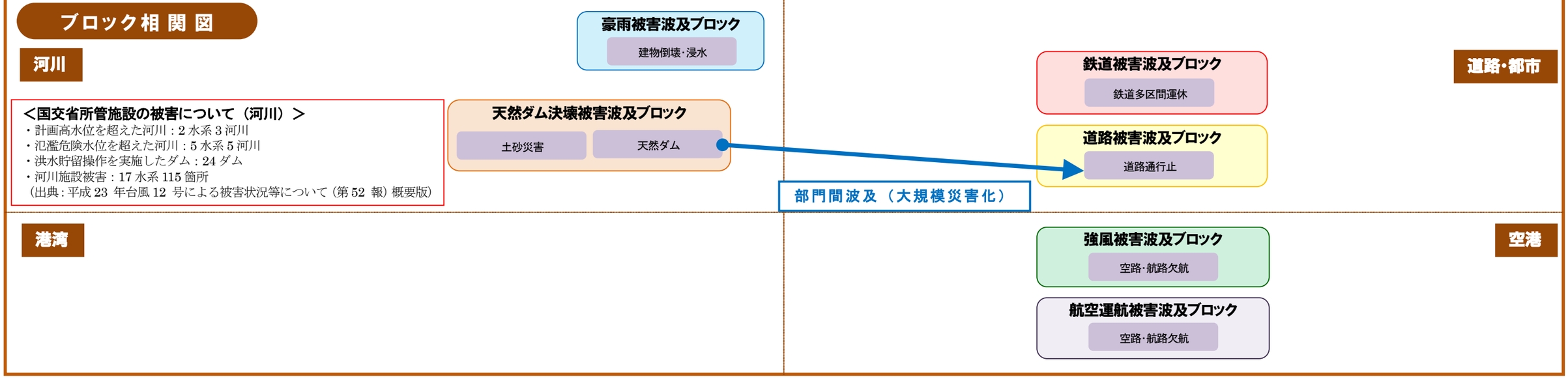
台風 強さの階級分け（気象庁）

階級	最大風速（10 分間平均）
強い	33m/s（64 ノット）以上～44m/s（85 ノット）未満
非常に強い	44m/s（85 ノット）以上～54m/s（105 ノット）未満
猛烈な	54m/s（105 ノット）以上

被害の波及図



ブロック相関図



豪 雨 －1

東 海 豪 雨

2000

新幹線・地下鉄混乱
地下街を直撃
都市部水害で大混乱

災害の概要

災害の種類　：記録的な豪雨
発生時期　：2000 年 9 月 11 日～9 月 12 日
降水量　：名古屋の 9/11 の日降水量 428 ミリ（平年 9 月の月降水量の 2 倍）
名古屋の 9/11 と 9/12 の 2 日間の合計降水量 567 ㎜
静岡県、山梨県の広い地域で 2 日間の合計降水量が 200～400 ㎜
期間降水量は、宮川（三重県宮川村）で 1,090 ㎜、四国から東海地方で 800～1,000 ㎜
被害地域　：愛知、三重、岐阜県の東海地方を中心
主な被害　：建設省の試算によると，被害額は約 8,500 億円
[死傷者]死者・行方不明者 10 人、負傷者 115 人、約 61 万人に避難勧告
[建物被害等]全壊 31 棟、半壊 172 棟、一部損壊 305 棟、床上浸水 22,894 棟、床下浸水 46,943 棟、100 局の携帯電話基地局や岐阜県、三重県、長野県内 4 局の放送中継局が停波
約 32,500 戸が停電、約 5,700 戸にガスの供給支障
上水道は、全国で 3,386 戸が断水。下水道は愛知県で 41 か所が被災
農地 4,465 か所、農業用施設 3,207 か所、林地荒廃 1,058 か所、林道 4,468 か所、治山施設 48 か所、漁港施設 11 か所、漁業用施設 1 か所に被害、冠水等により農作物等被害

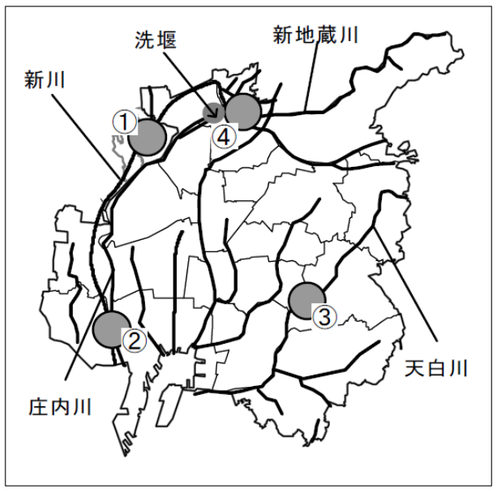
災害の特徴

都市社会の豪雨災害に対する脆弱性を露呈

東海地方に記録的豪雨（平年 9 月の月降水量の 2 倍）が発生。死者 10 名、負傷者 115 名、約 61 万に避難勧告がでる災害となった。治水施設の整備水準を大幅に上回る豪雨で、計画高水位を超える水位が長時間続いたため、都市部でも破堤や越水による外水氾濫が発生した。

車・鉄道（新幹線や在来線、地下鉄など）の交通網は大混乱して、名古屋市営地下鉄が 2 日間運休するなど、帰宅難民も多数発生した。電気・ガス・水道・電話・上下水道などのライフラインにも甚大な被害が発生した。

この災害を契機として、都市内河川の洪水予報のあり方が改めて問われると伴に、地下鉄や地下街の水害対策にも一石を投じる事となった。低地に発達した都市の、水害に対する脆弱性が浮き彫りとなる災害であった。



①新川　100m 破堤　②庄内川 200m 越水
③天白川越水　④新地蔵川越水

【地図】名古屋市周辺の河川と主な出水箇所（参考 3）



【写真 1】
新川の破堤箇所（上空より）



【写真 2】
浸水した家屋と車

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
2000 年		
9 月 2 日	・台風 14 号がマリアナ近海で発生	
9 月 7 日	・本州付近に前線停滞	
9 月 11 日～ 9 月 12 日	・前線の活動が活発 ・記録的な大雨（都市部への集中豪雨）	
9 月 11 日～ 9 月 12 日	・破堤（名古屋市内の新川が約 100 メートル）【写真 1】 ・堤防越水 13 か所（庄内川や天白川） ・内水水害（下水道などから水漏れ） ・土砂災害（全国で 123 件発生）、・がけ崩れ ・溢水、浸水、冠水 【写真 2】 ・土砂災害で生き埋め死亡 ・家屋倒壊 ・水死 ・愛知県やその近県の浸水家屋は 6 万棟 ・道路浸水、不通、（法面崩壊 124 か所,冠水 95 か所） ・バス、タクシー運休 ・自動車浸水 ・鉄道網混乱（在来線、私鉄で計 22 路線が運休） ・新幹線不通（降雨規制等により約 18 時間運行抑止） ・新幹線ダイヤの乱れ発生 （約 5 万人が車内に閉じ込められる） ・帰宅困難者発生 ・名古屋市営地下鉄が 2 日間運休 ・ライフライン（電気・ガス・水道・電話・上下水道など）被害 ・地下街の被害、・店舗浸水　商業施設営業停止 ・工場浸水、操業停止 ・行政のパソコン浸水→避難指示遅れる ・森林被害、・農業被害 ・竜巻発生 ・家屋の半壊・一部破損、倒木	・警察庁。愛知県警察等関係都府県警察では、被害情報の収集、救出救助、行方不明者の捜索,交通規制,被災地警戒等実施 （ヘリコプター派遣：最大時 6 機、延べ約 30 機） ・防衛庁。連絡要員の派遣、航空偵察等実施。9 月 11 日から 9 月 26 日まで、物資輸送、住民避難、給水・給食、塵埃輸送、防疫活動、道路啓開等の支援 （人員派遣：最大時約 1,800 名、延べ約 9,900 名、航空機派遣：最大時約 10 機、延べ約 140 機） ・文部省。臨時休校、授業の打ち切り ・厚生省。愛知県、岐阜県の 9 市 13 町に災害救助法を適用。避難所の設置、食品の供与等を支援 ・NTT。災害用伝言ダイヤルを運用 ・建設省。排水ポンプ車 20 台で、排水対策等を実施
9 月 13 日		・災害義援金の受入、被災中小企業に対する災害復旧資金融資の実施 ・激甚災害に指定 ・災害救助法は愛知県では 21 市町村に適用。 岐阜県では 1 町に適用 ・気象予警報全て解除、・鉄道正常運行
9 月 14 日		・連休中に、り災証明、市税減免申請の受付、相談対応の指示 ・災害復旧に関する補正予算の専決処分（手続き） ・道路上の土砂、ゴミ撤去着手 ・住宅の応急修理説明相談、受付、審査
9 月 18 日		・建設省。住宅金融公庫の災害復興住宅融資の受付を開始。河川激甚災害対策特別緊急事業実施
	・愛知県の被害金額は約 2,800 億 ・名古屋市内の浸水面積は約 110ｋ㎡（市の総面積の 1/3）	・NHK。放送受信料を免除
10 月 17 日		・公共事業等予備費約 200 億円のうち、約 21 億円を豪雨災害による河川等災害復旧事業等に使用
11 月 30 日		・名古屋市内避難所全て閉鎖

【参考文献】
- 参考 1：災害をもたらした気象事例　停滞前線、台風第 14・15・17 号　平成 12 年（2000 年）9 月 8 日～9 月 17 日
- 参考 2：内閣府　過去の災害一覧
- 参考 3：損害保険料率算出機構　平成 12 年 9 月の東海豪雨災害について
- 参考 4：損害保険料率算出機構　平成 12 年 9 月の東海豪雨災害について（地図と写真）
- 参考 4：平成 13 年版防災白書　平成 12 年秋雨前線と台風第 14 号に伴う大雨
- 参考 5：内閣府　2000 年（平成 12 年）東海豪雨
- 【写真 1】出典：損害保険料率算出機構　平成 12 年 9 月の東海豪雨災害について（地図と写真）
- 【写真 2】出典：損害保険料率算出機構　平成 12 年 9 月の東海豪雨災害について（地図と写真）

被害の波及図

＜情報提供・避難行動＞
避難指示が遅れたことにより、人的被害の発生など被害が拡大した。

台風発生
前線停滞
前線の活動活発化
集中豪雨
竜巻発生
気象予警報全解除

土砂災害
破堤
堤防越水 13 か所
内水水害
排水ポンプ停止による内水氾濫
家屋破損

竜巻被害
波及ブロック

溢水・浸水・冠水
行政のパソコン浸水
避難指示遅れる

生活環境・資源エネルギー基盤被害
波及ブロック

産業被害波及
ブロック

生き埋め死亡
家屋倒壊
森林被害
農業被害
ケーブル断線・通信被害

鉄道混乱・新幹線不通
約 110 万人に影響
地下鉄浸水
地下鉄 2 日間運休

鉄道被害
波及ブロック

道路浸水・冠水
道路不通
バス・タクシー運休
交通渋滞
交通規制

道路被害
波及ブロック

水死
浸水家屋 6 万棟
住民避難
避難所設置
地下街浸水
排水対策
防疫活動
臨時休校

浸水・冠水被害波及ブロック

ライフライン被害
水道断水
電気　停電
ガス　供給停止
新川沿いは、ライフラインが 2 日以上水没

店舗浸水・営業停止
事業資産の被害
営業停止による損失
被災地での生産減
他地域の部品供給減

工場浸水・操業停止
サプライチェーン途絶
被災地での部品供給減
他地域での生産減

自動車浸水

土砂災害被害
波及ブロック

交通・流通の麻痺
都市機能の低下
大量の災害ゴミ発生

対策・対応の改革
社会意識の変化波及ブロック

水防法改正
（H17.7 施行）
堤防強化、河道改修、
内水河川ポンプの増強
庄内川・新川の治水対策
（嵩上げなど）
遊水地の整備などによる貯留対策
雨水排除下水道の整備

激甚災害指定
災害救助法適用
災害復興住宅融資
市税減免
災害復旧資金融資
放送受信料免除
河川激甚災害対策特別緊急事業実施

凡　例
発生事象（外力）
発生事象（被害）
外力･被害への対応
社会への影響
状況説明

ブロック相関図

河川

土砂災害被害
波及ブロック
- 家屋倒壊
- 森林被害
- 農業被害

浸水･冠水被害
波及ブロック
- 水死
- 浸水家屋 6 万棟
- 地下街被害

ブロック間波及

産業被害
波及ブロック
- 店舗浸水・営業停止
- 工場浸水・操業停止

竜巻被害
波及ブロック
- 家屋破損

生活環境･資源エネルギー
基盤被害波及ブロック
- ライフライン被害

道路･都市

道路被害
波及ブロック
- 道路浸水・冠水
- 道路不通
- 自動車浸水
- バス・タクシー運休

鉄道被害
波及ブロック
- 鉄道混乱・新幹線不通
- 地下鉄 2 日間運休

港湾

空港

豪 雨 －2

米国 ハリケーンカトリーナ

2005

最大級ハリケーン
治安不全
行政間連携のまずさ

災害の概要

災害の種類　：ハリケーン（暴風雨、高潮）
発生時期　：2005 年 8 月 25 日ハリケーンに発達し、フロリダに上陸後メキシコ湾へ　29 日ルイジアナ州南部に再上陸
最大風速　：78 m/s　　最低気圧：902 hPa　　最大カテゴリー：5
降水量　：8 月 24 日～9 月 1 日の総雨量がルイジアナでは 376 mm、フロリダでは 417 mm
主な被災地　：フロリダ州、ルイジアナ州（特にニューオーリンズ市）、ミシシッピ州、アラバマ州
主な被害　：死者 1,833 人、被害額 1,080 億ドル、運河堤防決壊、ニューオーリンズ市街地の 8 割水没、停電 270 万戸
50 万人以上が避難生活、避難所で食料･水不足、ニューオーリンズ市で略奪･無法地帯化、避難所で感染症多発、州外に再避難
影響その他　：非常事態宣言・大規模災害宣言、強制避難命令、湾岸地域の製油所が操業停止/減産、化学工場爆発、空港閉鎖、

災害の特徴

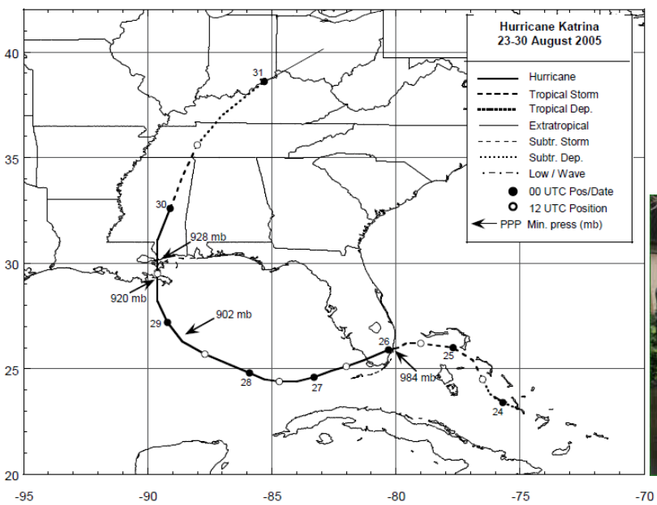
政府・州・市当局間の不十分な連携で被害拡大

堤防が決壊したニューオリンズでは、市の大部分が水没、メキシコ湾に集中する石油関連施設やパイプラインなども大きな被害を受けた。「カトリーナ」が過去最大級の勢力「カテゴリー５」（五段階の分類で最大）であったこと、沿岸低地での堤防工事の遅れ、政府・州・市当局間での支援要請の遅れや対応要請拒否などといった不十分な連携、高齢者や低所得者層の避難体制の不十分さなどが、被害を拡大した。

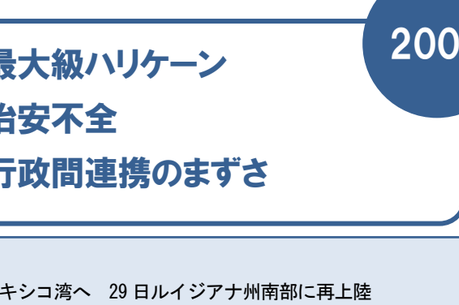
【表】ハリケーン・スケール

カテゴリー	中心気圧(hPa)	風速(m/h)	高潮(feet)
1	979 <	33 - 42	4 - 5
2	965 - 979	43 - 49	6 - 8
3	945 - 964	50 - 58	9 -12
4	920 - 944	59 - 69	13 -18
5	< 920	70 <	19 <

※ カテゴリー3 以上のものを大型ハリケーンと呼ぶ



【地図】ハリケーンカトリーナの進路



【写真 1】ニューオリンズ市内の浸水状況



【写真 2】避難所から避難する被災者

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
8 月 23 日	･バハマ南東で熱帯低気圧が発生	
24 日	･熱帯性暴風雨 カトリーナに発達	
25 日	･ハリケーンカトリーナに発達 ･カトリーナがフロリダに上陸後、メキシコ湾に抜ける	
26 日	･カトリーナがカテゴリー2 に発達	･LA･MS に非常事態宣言
27 日	･カトリーナがカテゴリー3 に発達	･N.O.に非常事態宣言･避難勧告
28 日	･カトリーナがカテゴリー5 に発達	･N.O.に強制避難命令 ･大統領が MS･AL に非常事態宣言、FL に連邦被害地帯宣言
29 日	･カトリーナが LA 南部に再上陸 ･高潮で N.O.の工業運河が増水 ･N.O.で冠水 ･N.O.で運河堤防決壊 ･1 万人が避難するスーパードームの屋根が破損 ･湾岸地域の製油所、操業停止/減産	･N.O.に洪水警報を発出 ･大統領が LA･MS･AL 各州に大規模災害宣言を発出
30 日	･MS で熱帯性暴風に減衰 ･N.O.の 8 割が水没 ･停電世帯が 270 万戸 ･N.O.市内で略奪	･残留 N.O.市民 5～10 万人に避難要請 ･運河決壊箇所の補修に失敗 ･国家緊急対応計画を適用
31 日	･カナダ南東部に達し、前線の一部となり消滅 ･避難所での食料･水が不足	･LA、ホテル･モーテルの緊急徴用命令 ･LA、避難･救援活動のバス徴用を発令 ･AL･FL･LA･MS が公衆衛生上危機的状況であると宣言 ･大統領、対策本部を設置 ･全 N.O.市民に避難命令 ･N.O.市警察官 1,500 人を救援活動から治安対策へ
9 月 1 日	･N.O.市内で暴行･略奪横行　無法地帯化	･不要不急のガソリン購入を控えるよう呼びかけ
2 日	･略奪相次ぐ ･N.O.の化学工場が爆発	･1･2 日は公共交通料金無料 ･LA、再度、避難･救援活動のバス徴用を発令 ･州兵、N.O.に到着 ･被災地救援費 105 億ドル緊急補正予算案可決 ･災害復旧センターを AL に設置
3 日	･避難所で 20 人以上が赤痢感染の疑い	
4 日		･スーパードームからの避難民移送完了 ･N.O.の決壊した堤防、補修完了 ･N.O.で排水作業本格化
5 日	･遺体収容が難航	
6 日	･50 万人以上が避難生活	･N.O.残留市民の強制排除を警察に指示
7 日	･避難所アストロドームで 150 人以上の感染症胃腸炎発生 ･老人ホームに置き去りにされ死亡した老人 32 人発見	
8 日	･この頃、被害に便乗した犯罪が横行 ･N.O.の病院で 14 人の遺体発見	･救援対策費 518 億円の補正予算が成立
9 日	･被災者登録、40 万世帯超す ･停電 72 万ヶ所 ･スーパードーム避難民 800～900 人、下痢･嘔吐の症状	
11 日		･N.O.の国際空港で貨物便の運行再開
12 日	･N.O.の医療センターで 47 人の遺体発見	
13 日		･N.O.の国際空港で民間定期便の運行再開

LA:ルイジアナ州、MS：ミシシッピ州、AL:アラバマ州、FL:フロリダ州、N.O.：ニューオリンズ市

【参考文献】
・ 参考 1：“The Federal Response to Hurricane Katrina” The White House, February 23,2006
・ 参考 2:「ハリケーンカトリーナによる広域災害に対する社会対応」林春男他, 2006 年 4 月
・ 参考 3:「ニューオリンズ周辺の気候・水文・土地環境と水災害に対する脆弱性の増大」大楽浩司他,2006 年 3 月
・【写真 1】出典:「平成 21 年版 防災白書」(http://www.bousai.go.jp/hakusho/h21/bousai2009/html/ph/ph006.htm)
・【写真 2】出典:「SAFETY JAPAN」(http:/www.nikkeibp.co.jp/sj/2/column/i/06/index1.html)

被害の波及図

熱帯低気圧が発生 → 熱帯性暴風雨に発達 → ハリケーンカトリーナに発達 → フロリダに上陸 → カテゴリー5 に発達 → ルイジアナ州に再上陸

強　風 / 高　潮 / 降　雨

＜防災機関の対応＞
機関間の連携不足により、被害が拡大した。

＜事前のハード対策＞
堤防工事の遅れによって被害が拡大した。

＜避難行動、事前のソフト対策＞
高齢者等の要援護者対策が不十分のため被害が拡大した。

非常事態宣言

大規模避難宣言 → 避難勧告 → 強制避難命令

国家緊急対応計画適用 → ホテル・モーテル緊急徴用命令 / バス徴用命令

大統領、対策本部設置

強風・高潮・降雨被害波及ブロック

生活環境・資源エネルギー基盤被害波及ブロック

工業運河が増水 → 運河堤防決壊 → 洪水氾濫

運河堤防決壊被害波及ブロック

運河決壊箇所補修失敗 → 決壊堤防補修 → 排水作業

スーパードーム屋根破損

被災世帯 40 万以上 → 避難生活 50 万人以上

停電 270 万戸

製油所操業停止/減産

化学工場が爆発

ガソリン不足 → ガソリン購入控を要請 → 公共交通料金無料

被害便乗犯罪が横行 → 治安不全 → 警察官を救援→治安 → 州兵、現地到着

避難所で食料水不足 → 避難民移送 → 残留市民を強制排除

避難所で感染症多数 → 公衆衛生危機的と宣言

置去り死亡老人 32 人 → 病院等で遺体 61 人 → 遺体収容が難航

二次被害波及ブロック

災害復旧センター設置

被災地救援費 105 億ドル

貧困者･非白人帰還困難

高学歴専門職の人増加

対策・対応の改革
社会意識の変化
波及ブロック

凡　例
- 発生事象（外力）
- 発生事象（被害）
- 外力･被害への対応
- 社会への影響
- 状況説明

ブロック相関図

河川

運河堤防決壊被害波及ブロック
- 運河堤防決壊
- 洪水氾濫

二次災害波及ブロック
- 避難所で食料水不足

強風･高潮･降雨被害波及ブロック
- 製油所操業停止/減産
- 運河堤防決壊
- 洪水氾濫
- スーパードーム屋根破損
- ガソリン不足
- 化学工場が爆発

生活環境･資源エネルギー基盤被害波及ブロック
- 停電 270 万戸
- ガソリン不足
- 製油所操業停止/減産
- 化学工場が爆発

部門間波及（大規模災害化）

道路･都市

二次災害波及ブロック
- 避難所で感染症多数
- 略奪横行、無法地帯化
- 被害便乗犯罪が横行

港湾

ブロック間波及

空港

豪 雨 −3

タ イ 洪 水

2011

7 工業団地が被害
日系企業約 500 社が浸水
サプライチェーン寸断で経済混乱

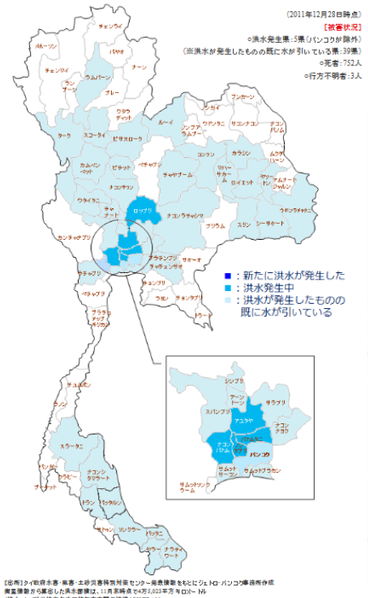
災害の概要

災害の種類　：洪水
発生時期　：2011 年 10 月初め～12 月 8 日　（工業団地の排水完了）
降水量　：6 月から 9 月までの 4 か月降水量は、タイ北部チェンマイで 921 ㎜（平年比 134%）、タイの首都バンコクで 1251 ㎜（同 140%）になるなど、インドシナ半島のほとんどの地点で平年の約 1.2 倍から 1.8 倍の多雨となった
主な被災地　：チャオプラヤ川流域を中心にタイ中部　洪水発生工業団地は、7 工業団地。約 1,000 社のうち日系企業約 500 社
主な被害　：2011 年 10～12 月期の国内総生産（GDP）成長率が前年同期比マイナス 9.0%に落ち込む　工業生産も 21.8%減と大きく落ち込んだ　　死者 815 名（2012 年 1 月 20 日時点）
世界銀行の試算によれば、2011 年 12 月初旬の時点での被害・損失額は、1 兆 4,250 億バーツ（約 3 兆 6,000 億円）、必要な復興資金は、7,980 億バーツ（約 2 兆円）とされる
影響その他　：サプライチェーン寸断により、日本国内での工業生産にも深刻な影響
タイの特徴　：雨季に雨量が増え、洪水が頻繁に発生する地域　熱帯雨林の減少で、保水能力が低下　大きな河川（メコン川、チャオプラヤ川）が多く、降雨時の下流に大量の雨が流れ込む　下流に広がるデルタ地域の高低差が小さく、排水がうまくいかないことから、洪水が発生すると被害が拡大、長期化しやすい

災害の特徴

洪水の長期化、工業団地浸水で操業停止、サプライチェーン寸断により世界経済混乱

2011 年 7 月頃から続いた 50 年に一度という降水量（例年の 1.4 倍）により、タイで大洪水が発生した。10 月には日系企業が入居する工業団地の浸水が相次ぎ、7 つの工業団地が浸水した。約 1000 社の工場が操業停止に追いこまれた。そのうち、日系企業は約 500 社。被災した工業団地が世界的な電子電機産業の集積地だったので、グローバル・サプライチェーンへの影響が大きく、日本経済にも大きな影響を及ぼした。タイ政府によるダムの治水管理の不備、洪水への警戒態勢などの不備も、被害拡大に影響を与えたと指摘されている。



【地図 1】タイの洪水被害県マップ（参考 1）



【地図 2】アユタヤ県およびバンコク近郊の工業団地地図（参考 1）



【写真】タイ中部の洪水被害

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
	タイの地形の特徴 ・ゆるやかな川の流れ ・海抜ゼロメートル地帯で、高低差小さい ・過去洪水被害発生地域	
2011 年 7 月中旬～	・豪雨、台風の大雨 ・満潮 ・高潮 ・ダム放水量の増加（10 月中旬） →・川の流量増加、洪水 ・河川の氾濫、土砂災害、冠水被害	
10 月 5 日	・アユタヤ県のサハ・ラタナナコン工業団地浸水 ・工場操業停止 ・約 138 万 km2 の農地及び 990 万頭の家畜が被害	
10 月 8 日	・堤防決壊 ・アユタヤ県のロジャナ工業団地で浸水 ・工場操業停止	
10 月 10 日	10 日までに全国で 269 人が死亡、約 240 万人が被災	・日本政府。国際協力機構（JICA）を通じてテントや浄水器など 3 千万円相当の支援物資
10 月 13 日	・タイ洪水被害は北部地域から中部地域に範囲拡大 【写真】 ・ハイテク工業団地が浸水	・日系政府系金融機関の金融制度設ける
10 月 15 日	・政府発表。77 都県中 61 県で洪水被害 ・バンパイン工業団地、ファクトリーランド工業団地が浸水	
10 月 17 日	・バンコク北郊外のナワナコン工業団地が浸水 ・バンコクも一部浸水 ・アユタヤの工業団地浸水。日経企業 420 社が冠水 ・多くが操業停止、サプライチェーン寸断 日本では、自動車、食糧中心に、日本への輸出懸念	
10 月 19 日	・ラピパット運河の堤防決壊 ・バンコク都計 50 区のうち 7 区洪水の危険	
10 月 20 日	・バンカディ工業団地が水没	
10 月 26 日	・ドンムアン空港北側で浸水。航空機運航中止	
10 月 27 日	・工場操業停止で港湾に貨物やコンテナが大量に滞留（物流停止）	・バンコク港（クロントイ港）、貨物・コンテナに関し、輸入側の取扱いを 27 日以降、全面停止 ・政府は 27～31 日までを特別に休日にし、市民に避難や防災対策促す
10 月 29 日	・スーパーなど、配送センターが稼働停止で食糧不足 ・有名な観光名所が被災。観光業打撃	・日系企業の工場で勤務していたタイ人従業員の日本での就労を認める
10 月 31 日	・首都北部で堤防決壊	・タイ政府、9,000 億バーツ規模の「ニュー・タイランド計画」を実施すると発表　GDP 総額の 8.9%
11 月 6 日	・11 月 6 日時点、死者数 506 名。行方不明者 2 名 ・洪水被害額は、GDP の 1.0～1.7%	
11 月中旬		・工場の排水開始
11 月 28 日	・南部で洪水発生	・中部以北の洪水は収束
12 月 8 日		・工業団地の排水完了
2012 年 1 月 20 日	・2012 年 1 月 20 日時点、死者数 815 名	
2012 年 3 月 6 日		・首都バンコク北部のドンムアン空港、運用を再開

【参考文献】
- 参考 1:日本貿易振興機構　特集:タイ洪水復興に関する情報
- 参考 2:共同通信社　タイ大洪水（ニュース特集）
- 参考 3:NKSJ リスクマネジメント　タイにおける洪水に概要と被害状況
- 参考 4:気象庁平成 23 年 10 月 12 日記者発表
- 【写真】出典:NKSJ リスクマネジメント　タイにおける洪水に概要と被害状況

被害の波及図

豪雨（50 年に一度）
台風の大雨
ダム放水量増加
洪水

タイの地形が原因
- 高低差小さい
- 海抜ゼロメートル地帯
- ゆるやかな川の流れ
- チャオプラヤ川に支流が合流

＜事前のハード対策＞
ダム管理者による治水管理の不備により被害が拡大した。

政府の対応の甘さが原因
- ダム　貯水量調整せず
- タイ政府洪水対策不備
- タイ政府の予測の甘さ

＜事前のソフト対策＞
政府の事前のソフト対策不備により被害が拡大した。

堤防決壊・越水
運河堤防決壊
土砂災害
冠水被害
溺死
死者約 200 人
被災者約 240 万人
農地 138 万ｋ㎡被害
農作物被害
工業団地浸水（7 箇所）
日経企業約 500 社冠水

堤防決壊被害
波及ブロック

産業被害
波及ブロック

対策・対応の改革
社会意識の変化
波及ブロック
- 治水管理事業
- サプライチェーンの災害リスクの軽減
- タイ政府の迅速かつ積極的な取組を各国が期待

洪水 数か月続く
バンコク一部浸水
空港浸水
港湾機能停止
輸入取扱全面停止
配送センター稼働停止
観光名所被災
観光業打撃
食糧不足
死者約 800 人
被害額 GDP の 1.0～1.7%
日本損害保険支払額
9,000 億円

港湾被害
波及ブロック

運河堤防決壊被害
波及ブロック

航空運航被害
波及ブロック

洪水終了
空港運用再開

工場操業停止（約千社）
工場排水開始
工場排水終了
排水検査
工場再稼働
サプライチェーン寸断
海外の自動車組み立て
被害調査
現地従業員
日本で就労許可
海外のエレクトロニクス産業（HDD）減産
操業停止中の機会損失による被害
設備・機械の修理
世界経済混乱

- 日系政府系金融機関金融制度設立
- 日本政府 3 千万円相当支援物資
- 防災対策促進
- 避難促進
- 5 日間特別休日
- GDP 総額の 8.9%長期洪水対策実施

凡　例
- 発生事象（外力）
- 発生事象（被害）
- 外力･被害への対応
- 社会への影響
- 状況説明

ブロック相関図

ブロック間波及

河川

運河堤防決壊被害波及ブロック
- 観光名所被災
- バンコク一部浸水

産業被害波及ブロック
- 堤防決壊・越水
- 工場操業停止（約千社）
- 工業団地浸水（7 箇所）
- 観光名所被災
- 日経企業約 500 社冠水
- 農地 138 万ｋ㎡被害

堤防決壊被害波及ブロック
- 冠水被害
- 溺死
- 土砂災害
- 農地 138 万ｋ㎡被害
- 堤防決壊・越水

部門間波及（大規模災害化）

堤防決壊
被害波及ブロック
- 冠水被害

道路･都市

港湾

運河堤防決壊被害
波及ブロック
- 港湾機能停止
- 輸入取扱全面停止
- 配送センター稼働停止

港湾被害
波及ブロック
- 港湾機能停止
- 輸入取扱全面停止
- 配送センター稼働停止

部門間波及（大規模災害化）

航空運航被害波及ブロック
- 空港浸水

運河堤防決壊被害波及ブロック
- 空港浸水

空港

豪 雨 －4

平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨

2011

短時間での記録的豪雨かつ長期間の継続的な降雨
表層崩壊による大規模土石流

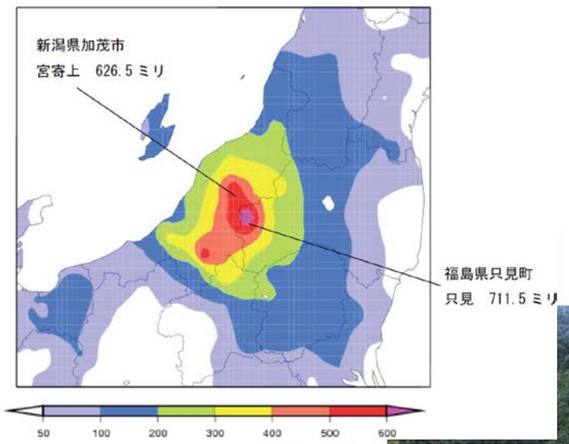
災害の概要

災害の種類　：豪雨、土砂災害
発生時期　：2012 年 7 月 28 日～31 日にかけて前線が朝鮮半島から北陸地方、関東甲信地方を通って日本の東にのび、停滞した。前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込み、新潟県から福島県会津にかけて次々と発達した雨雲が流れ込んだ。
降雨の規模　：新潟県中越地方、下越地方、福島県会津地方の 3 地域で集中豪雨が発生し、新潟県十日町市では 1 時間で 121㎜の雨量を観測するなど、各地で 100㎜/h 前後の雨量を観測。7 月 27 日～30 日までに、福島県南会津郡只見町で 711.5㎜を観測し、平年の月降水量の 2 倍以上（本災害の最大累積雨量）
主な被害　：死者 4 人、行方不明者 2 人、負傷者 13 人、建物全壊 73 棟、半壊 998 棟、床上浸水 1221 棟、床下浸水 7804 棟
影響その他　：新潟県の避難指示や避難勧告対象者は最大でそれぞれ、避難指示対象者：20,982 人（6,030 世帯）、避難勧告対象者：446,041 人（147,485 世帯）福島県の避難指示や避難勧告対象者は最大でそれぞれ、避難指示対象者：6,484 人（2,571 世帯）、避難勧告対象者：511 人（150 世帯）

災害の特徴

記録的豪雨による大規模土石流の発生

2012 年 7 月 28 日～7 月 31 日にかけて前線が発達し、新潟県から福島県にかけて局地的かつ長期的な豪雨が発生した。新潟県十日町市では 1 時間で 121㎜の雨量を観測するなど、各地で 100㎜/h 前後の雨量を観測した。また、7 月 27 日～30 日までに、福島県南会津郡只見町で 711.5㎜を観測し、平年の月降水量の 2 倍以上となるなど、長期的な降雨もあった。平成 16 年の同様の豪雨（平成 16 年 7 月新潟・福島豪雨）と本災害の気象庁アメダスの最大降水量のデータ（1 時間降水量、24 時間降水量、48 時間降水量）を比較すると、何れも前回の豪雨を上回る記録が観測された。そのため、中山間地域においては大規模土石流が発生するなど、インフラ及びライフライン施設に大きな被害が発生したが、人口が多い都市での発生ではなかったため、人的被害の拡大にはつながらなかった。



【地図】7 月 27 日～30 日における期間降水量分布図



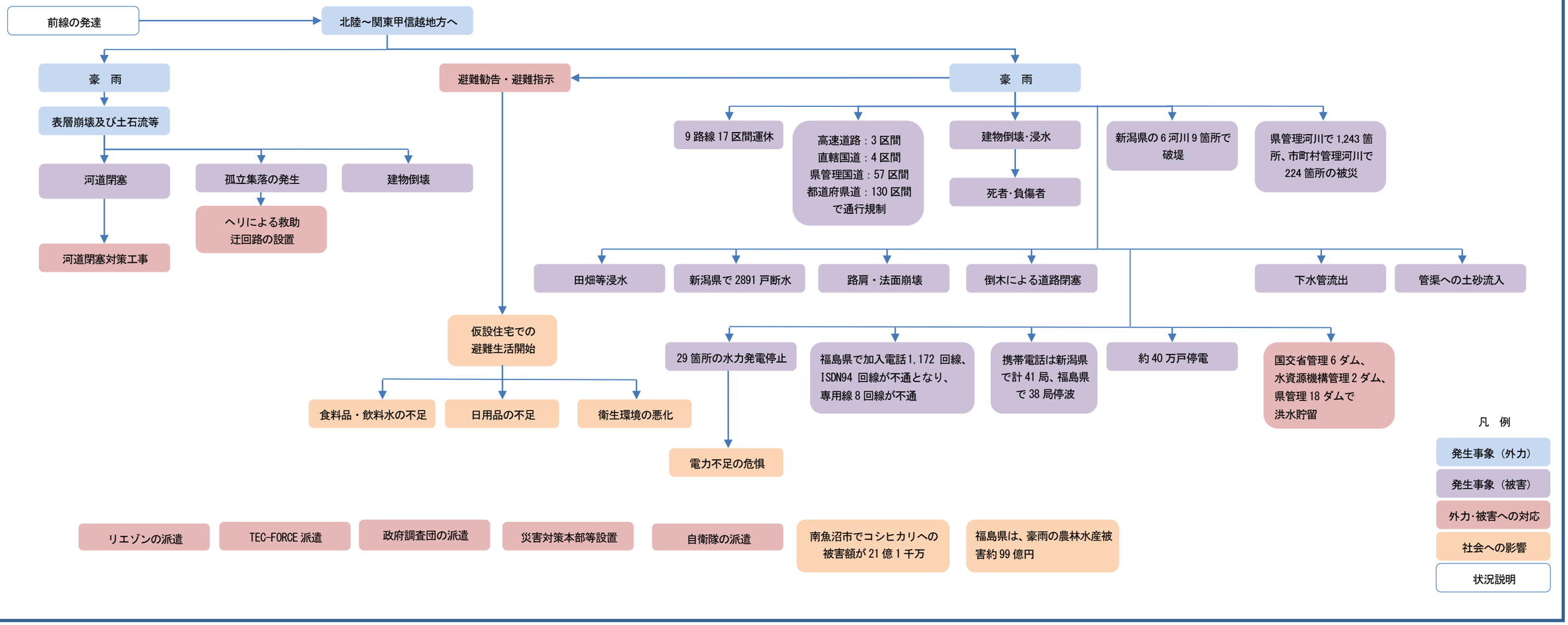
【写真】中の沢（三条市牛野尾）における土石流災害

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
7 月 27 日	・前線が発達し、新潟や福島を中心に降雨の発生	・福島県で災害対策本部設置
7 月 28 日	・断続的に 1 時間に 80mm を超える降雨の発生	・長岡市で大雨警報、洪水警報、土砂災害警戒情報の発表 ・TEC-FORCE の派遣開始
29 日		・福島県、新潟県で避難指示や避難勧告の発表 ・新潟県　避難指示対象者：20,982 人（6,030 世帯）、 避難勧告対象者：446,041 人（147,485 世帯） ・福島県　避難指示対象者：6,484 人（2,571 世帯）、 避難勧告対象者：511 人（150 世帯） ・新潟県消防相互応援協定に基づく応援 ・新潟県で豪雨災害対策本部の設置 ・リエゾンの派遣開始 ・災害援助法の適用
～31 日	・1 時間で 121mm の雨量を観測するなど、 各地で 100mm/h 前後の降雨 ・表層崩壊に伴う大規模土石流の発生 ・死者：4 人、行方不明者 2 人、負傷者 13 人 ・福島県で道路寸断により 547 人の孤立 ・家屋全壊：73 戸、家屋半壊：998 戸、 ・床上浸水：1,221 戸、床下浸水：7,804 戸 ・高速道路（3 区間）を事前に通行規制、 直轄国道は 4 区間、県管理国道は 57 区間、 都道府県道は 130 区間で通行止め ・羽越線や上越線など、9 路線 17 区間で運休 ・新潟県内で 6 河川 9 箇所で破堤が発生し、 県管理河川で 1,243 箇所、市町村管理河川で 224 箇所 ・東北電力管内で最大約 3 万戸が停電 ・固定電話は、福島県で加入電話 1,172 回線、 ISDN94 回線が不通となり、また専用線 8 回線が不通 ・携帯電話は新潟県で計 41 局、福島県で 38 局停波 ・新潟県全体で最大 2,891 戸で断水 ・十日町市の 5 地域で下水管の流出、管渠への土砂流入等	・国交省管理 6 ダム、水資源機構管理 2 ダム、 県管理 18 ダムで洪水貯留を実施 ・ヘリによる孤立者の救出、迂回路設定による孤立 ・大規模特殊災害時における広域航空消防応援実施要綱に基づく応援 ・新潟県に政府調査団派遣
8 月 2 日		・福島県に政府調査団派遣
9 日		・河道掘削による河道埋塞解消
11 日		・晒川の河道内土砂撤去
以降		・河川災害復旧等関連緊急事業の開始 ・河川等災害復旧助成事業の開始 ・被災者生活再建支援法を適用 ・激甚災害に指定

【参考文献】
・ 参考 1、地図：「平成 23 年7月新潟・福島豪雨」気象庁
・ 参考 2、写真：「平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨による土砂災害について（砂防と治水 208 号）」
・ 参考 3：「平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨への対応について」関東森林管理局　森林整備部　治山課
・ 参考 4：「平成 23 年 7 月 新潟・福島豪雨の特徴」東京海上日動火災保険株式会社
・ 参考 5：「平成23年7月新潟・福島豪雨（第10報）」消防庁
・ 参考 6：「平成23年7月新潟・福島豪雨による災害の特徴」牛山 素行、横幕 早季

被害の波及図


前線の発達
北陸～関東甲信越地方へ
豪　雨
表層崩壊及び土石流等
河道閉塞
孤立集落の発生
建物倒壊
河道閉塞対策工事
ヘリによる救助
迂回路の設置
避難勧告・避難指示
豪　雨
9 路線 17 区間運休
高速道路：3 区間
直轄国道：4 区間
県管理国道：57 区間
都道府県道：130 区間
で通行規制
建物倒壊・浸水
死者・負傷者
新潟県の 6 河川 9 箇所で
破堤
県管理河川で 1,243 箇
所、市町村管理河川で
224 箇所の被災
田畑等浸水
新潟県で 2891 戸断水
路肩・法面崩壊
倒木による道路閉塞
下水管流出
管渠への土砂流入
仮設住宅での
避難生活開始
食料品・飲料水の不足
日用品の不足
衛生環境の悪化
29 箇所の水力発電停止
電力不足の危惧
福島県で加入電話 1,172 回線、
ISDN94 回線が不通となり、
専用線 8 回線が不通
携帯電話は新潟県
で計 41 局、福島県
で 38 局停波
約 40 万戸停電
国交省管理 6 ダム、
水資源機構管理 2 ダム、
県管理 18 ダムで
洪水貯留
リエゾンの派遣
TEC-FORCE 派遣
政府調査団の派遣
災害対策本部等設置
自衛隊の派遣
南魚沼市でコシヒカリへの
被害額が 21 億 1 千万
福島県は、豪雨の農林水産被
害約 99 億円
凡　例
発生事象（外力）
発生事象（被害）
外力・被害への対応
社会への影響
状況説明

豪 雨 −5

米国 ハリケーンサンディ

2012

巨大ハリケーン
大都市直撃・大規模停電
高潮による広範囲の浸水

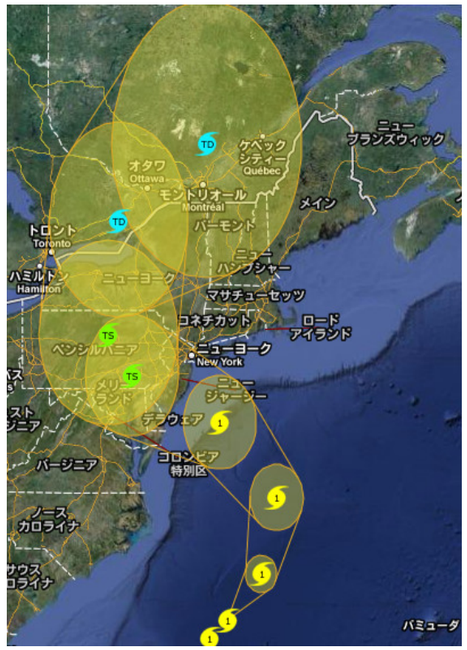
災害の概要

災害の種類　：風水害（暴風雨、高潮）
発生時期　：2012 年 10 月 22 日ハリケーンに　　温帯低気圧に変わった後、10 月 29 日米国北東部 NJ 州に上陸
最大風速　：48.6 m/s　　最低気圧：940 hPa
降水量　：メリーランド州およびバージニア州極東部、デラウェア州南部、ニュージャージー州南部の広い地域で、総雨量 127 ㎜から 178 ㎜、メリーランド州ベルビューでは最大 326 ㎜を記録
主な被災地　：カリブ海諸国、ニュージャージー州、ニューヨーク州（特に、ニューヨーク市）
主な被害　：家屋倒壊･倒木･浸水などで死者 177 人（米国 106 人）、原発停止･電柱倒壊･電線切断などにより停電 800 万戸以上、ガソリン不足深刻、地下鉄･バス･鉄道運休、空港閉鎖･航空便運休、火災発生、ガスパイプライン発火、全米での被害額最大 500 億ドル（約 4 兆円）
影響その他　：非常事態宣言・大規模災害宣言、45 万人に避難指示、政府機関･国連本部･証券取引所･債権取引所閉鎖、学校休校、軍兵士 1 万人救助活動、停電地域に警察官増派、ガソリン配給制、カーシェアリング、公共交通料金無料、ニューヨークシティマラソン中止

災害の特徴

事前準備・迅速復旧が評価された大規模風水害

ハリケーンサンディは、ニューヨーク市を代表とする米国東海岸の大都市を直撃した。強風による被害に加え、高潮および豪雨に起因する洪水氾濫による被害が甚大であった。樹木・電柱の倒壊および送配電線の断線により停電が発生し、浸水などによる他のライフライン施設の損傷により断水、都市ガス停止、通信機能の低下が起こった。大都市に発達した地下鉄、バス、鉄道が運休を余儀なくされ、自家用車の運転にも支障を来たし、住民の移動手段を奪った。空港・港湾業務も、強風・浸水により止まった。大都市に必須のこれら社会基盤の諸機能の停止により、連邦政府機関、国連本部、証券取引所、債権取引所、学校などが閉鎖され、ニューヨークシティマラソンも中止され、大都市の災害に対する脆弱性を露呈することになったが、連邦政府と各州政府の事前準備および迅速な復旧対応は上手く機能した事例として評価されている。



【地図】ハリケーンサンディの進路図


【写真 1】
沿岸地域での被災状況


【写真 2】
NYC の被災状況

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
2012 年		
10 月 19 日	・カリブ海で低気圧発生	
22 日	・熱帯低気圧に発達、サンディと命名	・米国立ハリケーンセンター　数日内に米国に接近すると予測
24 日	・ハリケーンに発達し、ジャマイカに上陸　（カテゴリー1）	
25 日	・キューバに上陸(カテゴリー2)	
28 日		・大統領 NY 等 6 州に「非常事態宣言」 ・NY、DW、NJ の約 45 万人に避難指示 ・地下鉄・バス・鉄道の運休指示
29 日	・温帯低気圧になり、NJ に上陸 ・高潮による浸水深 4.2m ・沿岸部で冠水被害拡大 ・原子力発電所停止/出力低下	・VA 等他の 5 州にも「非常事態宣言」 ・連邦政府機関が臨時閉庁 ・国連本部閉鎖 ・証券取引所・債権取引所閉鎖 ・航空便 7000 便がキャンセル ・電車・バスが運休 ・学校休校
30 日	・800 万戸以上停電 ・100 戸火災	・NH にも「非常事態宣言」 ・大統領 NY 等 3 州に「大規模災害宣言」 ・停電地域に警察官増員計画 ・国際空港閉鎖 ・NYC バス運行一部で再開
31 日	・ハリケーンサンディ消滅 ・NJ で天然ガスパイプライン発火 ・NY 一部で水道･電気･通信等のサービス停止	・交通渋滞緩和のためカーシェアー義務付け ・NYC 市営ﾊﾞｽ運行再開 ・証券取引所・債権取引所再開 ・空港一部再開
11 月 1 日		・1･2 日は公共交通料金無料 ・陸空軍兵士 1 万人救助活動 ・さらに空港一部再開
2 日	・死者全米で 106 人（他国含めると 177 人）	・NY シティマラソン中止決定 ・連邦裁判所再開
3 日		・RI に「大規模災害宣言」 ・NJ 州ガソリン配給制に ・NY 国立公園が再開
4 日	・NJ ガソリン不足深刻 ・全米の経済損失最大 500 億ドル ・停電で港湾業務に支障	・空港ほぼ正常運行 ・NY フェリーほぼ正常運行
26 日		・停電から復旧

NY:ニューヨーク州、NJ:ニュージャージー州、DW：デラウェア州、NH:ニューハンプシャー州、VA:バージニア州、RI：ロードアイランド州

ハリケーン・スケール

カテゴリー	中心気圧(hPa)	風速(m/h)	高潮(feet)
1	979 <	33 - 42	4 - 5
2	965 – 979	43 - 49	6 - 8
3	945 – 964	50 - 58	9 -12
4	920 – 944	59 – 69	13 -18
5	< 920	70 <	19 <

※ カテゴリー3 以上のものを大型ハリケーンと呼ぶ

【参考文献】
□ 参考 1:「トレンドリーダー災害ニュース DB:ハリケーンサンディ」 京都大学防災研究所
□ 参考 2:「ハリケーンサンディの概要と大規模水害対策」 NKSJ リスクマネジメント(株)
□ 参考 3:国立ハリケーンセンターHP(National Hurricane Center)
□ 【写真 1】出典:TechnoBuffalo(NEWS,November 3, 2012)
□ 【写真 2】出典:National Geographic DailyNews(October 31, 2012)

被害の波及図

カリブ海で低気圧発生 → 熱帯低気圧に発達 → ハリケーンに発達 → ジャマイカに上陸 → キューバに上陸 → 温帯低気圧になる → ハリケーン NJ に上陸

非常事態宣言 → 大規模災害宣言

数日内米国接近を予測

- 45 万人に避難指示
- 空港閉鎖 約 2 万便欠航
- 国連本部閉鎖
- 証券取引所閉鎖
- 学校休校
- 地下鉄バス鉄道運休

ハリケーン NJ に上陸

- 強　風
- 降　雨
- 高　潮
- 河川氾濫
- 浸水･冠水
- 火災 100 戸
- 建物損壊 30 万 5,000 棟 NY
- 電柱倒壊･電線切断
- ガスパイプライン発火
- 高潮による広範囲の浸水被害
- 溺　死
- 変電所停止
- 原発停止/出力低下
- 石油貯蔵施設破損
- 圧死･負傷
- 感電死
- 軍兵士 1 万人救助活動

強風・高潮・降雨被害波及ブロック

＜ライフライン及びインフラ施設の被災＞
停電や公共交通機関の被災により、住民の移動手段や物流に大きな影響を及ぼした。

生活環境・資源エネルギー基盤被害 波及ブロック

- 停電 800 万戸
- ライフライン サービス停止
- ガソリン配給
- カーシェア義務付け
- 公共交通料金無料

二次被害 波及ブロック

- 警察官増員配置
- NYC マラソン中止

港湾業務停滞

港湾被害 波及ブロック

経済損失 500 億ドル

凡　例

- 発生事象（外力）
- 発生事象（被害）
- 外力･被害への対応
- 社会への影響
- 状況説明

ブロック相関図

ブロック間波及

河川

天然ダム決壊被害波及ブロック

- 建物損壊 30 万 5,000 棟 NY
- 火災 100 戸
- 電柱倒壊･電線切断
- 石油貯蔵施設破損
- 変電所停止
- ガスパイプライン発火
- 原発停止/出力低下

生活環境･資源エネルギー基盤被害波及ブロック

- 変電所停止
- ガスパイプライン発火
- 原発停止/出力低下
- 石油貯蔵施設破損
- ライフラインサービス停止
- 停電 800 万戸
- ガソリン不足

道路･都市

港湾

部門間波及（大規模災害化）

強風被害 波及ブロック

- 停電 800 万戸
- 港湾業務停滞

空港

豪 雨 －6

平成 24 年 7 月九州北部豪雨

2012

短時間での記録的豪雨
同時多発的な水害
多数箇所での堤防決壊

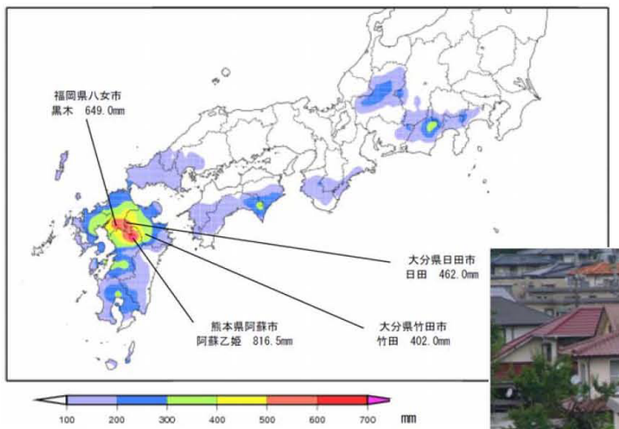
災害の概要

災害の種類　：豪雨
発生時期　：7 月 11 日～14 日にかけて九州北部を中心に発生し、熊本県では 12 日未明から朝にかけて、積乱雲が風上（西側）で繰り返し発生する「バックビルディング現象」により、熊本地方、菊池地方、阿蘇地方を中心に、記録的短時間大雨情報が幾度となく発表されるなど、雷を伴った猛烈な雨が降り続いた。
降雨の規模　：阿蘇乙姫（熊本県阿蘇市）で、5 時 53 分までの 1 時間に 108.0mm、5 時 00 分までの 3 時間に 288.5mm を観測（それぞれ観測史上 1 位の記録）12 日未明からわずか 5 時間の間に、平年の梅雨期の約半分の雨が降る記録的な大雨。また累積雨量も 816.5mm となり、本災害で最も降水量が多い。
主な被害　：福岡県、熊本県、大分県で死者：31 名、行方不明者：3 名、福岡県、熊本県、大分県、佐賀県で家屋全壊：280 戸、家屋半壊：1,918 戸、床上浸水：2,691 戸、床下浸水：7,844 戸
影響その他　：熊本県、大分県、福岡県で避難指示の発表

災害の特徴

「バックビルディング現象」による記録的豪雨

積乱雲が風上（西側）で繰り返し発生する「バックビルディング現象」により、熊本地方、菊池地方、阿蘇地方を中心に、記録的短時間大雨情報が複数回発表されるなど、猛烈な雨が降り続いた。阿蘇乙姫（熊本県阿蘇市）で、1 時間に 108.0mm、3 時間で 288.5mm を観測し、それぞれ観測史上 1 位（統計開始 1978 年）の記録となり、12 日未明からわずか 5 時間の間に、平年の梅雨期の約半分の雨が降る記録的な大雨となった。さらに八代（福岡県八代市）では 3 時間に 150.0mm を観測し、観測史上 1 位（統計開始 1976 年）の記録となった。これら豪雨により複数箇所での堤防決壊に伴う大規模な外水氾濫、多量の流木による流路障害が発生した。



【地図】7 月 11 日～14 日における期間降水量分布図

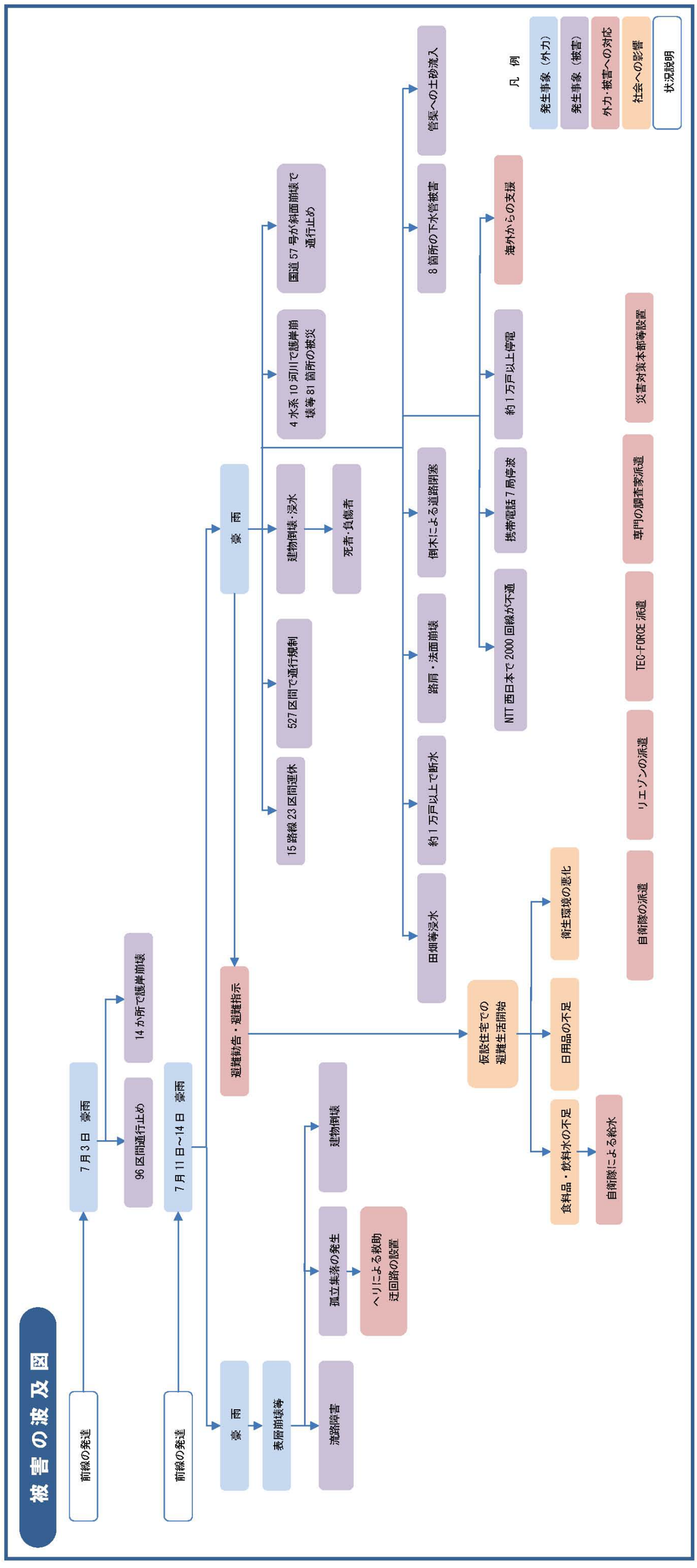
【写真】熊本県熊本市の被災状況



災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
7 月 3 日	・日最大時間雨量 91mm/h を記録する豪雨 ・96 区間が通行止め（補助国道：19 区間、県道：77 区間） ・白川水系白川、菊池川水系合志川等 2 水系 5 河川で護岸崩壊等 14 箇所において被害が発生	
7 月 11 日	・本州付近に停滞した梅雨前線による大雨の発生	
12 日	・12 日未明より朝にかけて 1 時間に 80mm を超える豪雨 ・福岡県、熊本県、大分県で死者：31 名、行方不明者：3 名 ・福岡県、熊本県、大分県、佐賀県で家屋全壊：280 戸、家屋半壊：1,918 戸、床上浸水：2,691 戸、床下浸水：7,844 戸 ・527 区間が通行止め（補助国道：79 区間、県道：448 区間） ・国道 57 号で斜面崩壊による通行止め ・4 事業者 15 路線 23 区間（九州地方のみ）で運転休止 ・豊肥本線など、4 路線 8 区間は 1 週間以上の運休 ・矢部川水系矢部川で堤防が決壊し、筑後川水系花月川等 4 水系 10 河川で護岸崩壊等 81 箇所において被害が発生 ・中国電力で最大約 200 戸、四国電力で最大約 50 戸、九州電力で最大約 10,000 戸停電が発生 ・NTT 西日本では、専用線 2 回線が不通 ・NTT ドコモの基地局 1 局（福岡県）が停波 ・大分県竹田市で 7 月 11 日以降、約 4,614 世帯で断水 ・熊本県で 9 市町村の 2,899 世帯で断水 ・福岡県の 5 市町で、約 3,564 戸で断水が発生 ・8 箇所の下水道管損傷等の被害が発生	・熊本県熊本市の白川が氾濫危険水位を超え、熊本市中央区、東区に避難指示発表 ・大分県竹田市の旧竹田市全域と豊後大野市の一部に避難指示発表 ・陸上自衛隊の派遣が決定 ・リエゾンの派遣 ・TEC-FORCE の派遣 ・NTT 西日本による災害用伝言ダイヤルの運用開始 ・災害救助法の適用決定 ・台湾より熊本、大分両県に見舞金 50 万円を寄贈 ・タイより、福岡、熊本、大分の 3 県に義捐金 500 万バーツ（約 1200 万円）の寄贈 ・中国より熊本県に約 2400 万円の寄贈を申し出
13 日		・大分県日田市の一部に避難指示発表 ・自衛隊による給水活動開始 ・生活再建支援金制度の適用が決定
14 日		・福岡県柳川市、八女市の一部、みやま市、筑後市の一部、朝倉市、うきは市の一部、大分県日田市の一部、玖珠町、佐賀県佐賀市の一部、熊本県阿蘇市に避難指示発表
15 日		・堤防研究の専門家らによる破堤箇所の調査
31 日		・激甚災害に指定
H24	・熊本港の航路に 25 万 m3 の土砂堆積が判明	

【参考文献】
・ 参考 1、地図：「平成 24 年 7 月九州北部豪雨」気象庁
・ 参考 2、写真：「平成 24 年 7 月九州北部豪雨災害調査団報告書」、土木学会九州北部豪雨災害調査団
・ 参考 3：「平成 24 年 7 月九州北部豪雨災害誌」八女消防本部
・ 参考 4：「九州北部豪雨（平成 24 年 7 月）における建設業の災害対応実態調査報告書」一般財団法人　建設業振興基金


被害の波及図
前線の発達
7月3日 豪雨
96区間通行止め
14か所で護岸崩壊
前線の発達
7月11日～14日 豪雨
豪雨
表層崩壊等
流路障害
孤立集落の発生
建物倒壊
ヘリによる救助
迂回路の設置
避難勧告・避難指示
仮設住宅での
避難生活開始
食料品・飲料水の不足
自衛隊による給水
日用品の不足
衛生環境の悪化
自衛隊の派遣
田畑等浸水
豪雨
15路線23区間運休
527区間で通行規制
建物倒壊・浸水
死者・負傷者
約1万戸以上で断水
路肩・法面崩壊
倒木による道路閉塞
NTT西日本で2000回線が不通
携帯電話7局停波
約1万戸以上停電
海外からの支援
4水系10河川で護岸崩壊等81箇所の被災
国道57号が斜面崩壊で通行止め
8箇所の下水管被害
管渠への土砂流入
リエゾンの派遣
TEC-FORCE派遣
専門の調査家派遣
災害対策本部等設置
凡 例
発生事象（外力）
発生事象（被害）
外力・被害への対応
社会への影響
状況説明

豪 雨 −7

台風 26 号豪雨災害

2013

短時間での記録的豪雨
表層崩壊による大規模土石流
行政の対応遅れ

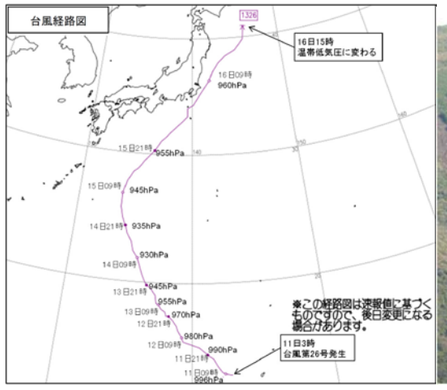
災害の概要

災害の種類　：風水害、台風、豪雨、土砂災害
発生時期　：2013 年 10 月 11 日 マリアナ諸島付近で発生、14 日に大型で非常に強い台風に発達、15 日には関東地方に接近・上陸する台風としては 10 年に 1 度の強い勢力となる、16 日明け方に伊豆諸島北部を通過、16 日 15 時に三陸沖に抜けて温帯低気圧に変わった
台風の規模　：最大風速 45 m/s、最低気圧 930 hPa、東京都大島町（伊豆大島）で 1 時間雨量 122.5㎜（16 日 3 時 53 分まで）、東京都大島町（伊豆大島）で 24 時間雨量 824㎜（16 日 8 時 20 分まで）
主な被害　：死者 39 人、行方不明者 4 人、負傷者 130 人、建物全壊 88 棟、半壊・一部破損 929 棟、床上浸水 1563 棟、床下浸水 4092 棟
影響その他　：9 県 33 市町村に避難勧告（39845 世帯、93110 人）・避難指示（16369 世帯、39915 人）を発表。東京都大島町（伊豆大島）では、大規模な土石流等によって 35 人の死者が発生した。

災害の特徴

記録的豪雨による大規模な表層崩壊の発生

台風 26 号は、関東地方に接近する台風としては 10 年に 1 度の強い勢力となり、東北、関東、東海地方に強風と大雨をもたらした。特に伊豆大島では 1 時間雨量が 120㎜ 以上、24 時間雨量が 824㎜ となるなど、過去に景観の無いような大雨となった。その影響により、大規模な表層崩壊に伴う土石流が発生し、被害は長さ約 1200m、範囲は約 114 万 ㎡ に及んだ。しかしながら、避難勧告が発表されなかったなど、行政対応に遅れが生じたことにより 35 名の死者が発生した。



【地図 1】台風 26 号の進路



【写真 1】伊豆大島の土石流現場



【写真 2】大島町の土砂氾濫の様子

災害タイムライン

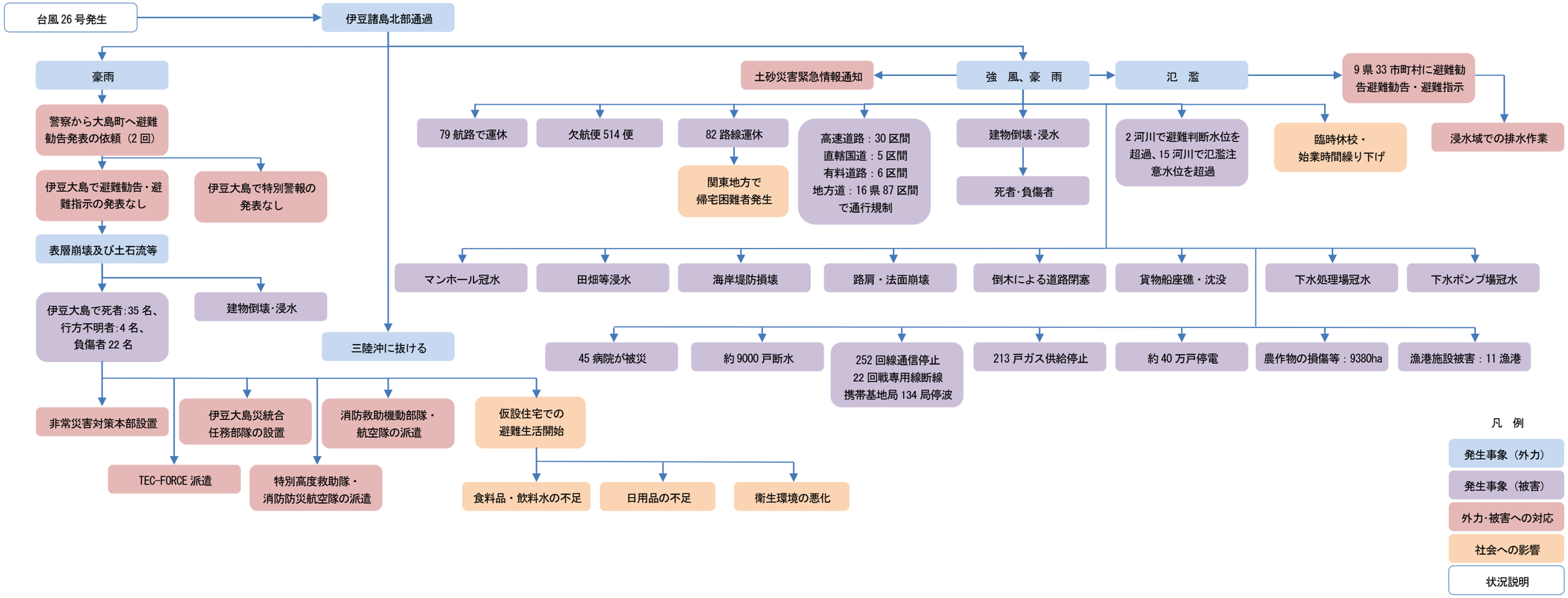
月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
10 月 11 日	・マリアナ諸島付近で台風 26 号発生	
14 日	・台風 26 号、大型台風に	
15 日	・強風及び豪雨 ・大雨警報発表	・一部に避難勧告
16 日	・土砂災害警戒情報発表　・31 事業者 82 路線で運休 ・土砂災害の発生　・高速道路 30 区間で通行規制 ・地方道が最大で 16 県 87 区間が通行止め ・2 水系、2 河川で避難判断水位を超過、13 水系、15 河川で氾濫注意水位を超過 ・堤防の損傷や堤防の決壊など 180 箇所 ・船舶は 65 事業者 79 航路で運休 ・死者:39 名、行方不明者:4 名、負傷者:130 名 （伊豆大島で死者:35 名、行方不明者:4 名、負傷者 22 名） ・建物全壊:88 棟、半壊・一部破損:929 棟、 ・床上浸水:1563 棟、床下浸水:4092 棟	・各地に避難指示 ・各地に避難勧告 ・伊豆大島では避難勧告なし（警察から大島町へ依頼あり） ・TEC-FORCE（リエゾン）の派遣 ・自衛隊の派遣
17 日		・国土技術政策総合研究所の調査開始（～18 日）
18 日		
19 日		
20 日		・伊豆大島災統合任務部隊を組織
21 日		
10 月 28 日		・大島復興支援　東京ボランティアセンターの設立
11 月 5 日		・激甚災害に指定
11 月 8 日		・陸上での捜索打ち切り
11 月 15 日		・自衛隊の撤退
11 月 22 日		・「伊豆大島土砂災害対策検討委員会（仮称）」の設置
12 月 17 日		・コンテナと船舶を使ったがれきの島外搬出 ・土砂災害復興基本方針の説明

【参考文献】
・ 参考 1:「平成 25 年台風第 26 号による被害状況等について（第 36 報）」,消防庁,2013
・ 参考 2、地図 1:「台風第 26 号による暴風・大雨」,気象庁,2013
・ 【写真 1、2】出典:台風 26 号による伊豆大島災害調査結果（国土技術政策総合研究所）

台風 強さの階級分け（気象庁）

階級	最大風速（10 分間平均）
強い	33m/s（64 ノット）以上～44m/s（85 ノット）未満
非常に強い	44m/s（85 ノット）以上～54m/s（105 ノット）未満
猛烈な	54m/s（105 ノット）以上

被害の波及図


台風 26 号発生
伊豆諸島北部通過
豪雨
警察から大島町へ避難勧告発表の依頼（2 回）
伊豆大島で避難勧告・避難指示の発表なし
伊豆大島で特別警報の発表なし
表層崩壊及び土石流等
伊豆大島で死者:35 名、行方不明者:4 名、負傷者 22 名
建物倒壊・浸水
三陸沖に抜ける
非常災害対策本部設置
伊豆大島災統合任務部隊の設置
消防救助機動部隊・航空隊の派遣
仮設住宅での避難生活開始
TEC-FORCE 派遣
特別高度救助隊・消防防災航空隊の派遣
食料品・飲料水の不足
日用品の不足
衛生環境の悪化
土砂災害緊急情報通知
強　風、豪　雨
氾　濫
9 県 33 市町村に避難勧告避難勧告・避難指示
浸水域での排水作業
79 航路で運休
欠航便 514 便
82 路線運休
関東地方で帰宅困難者発生
高速道路：30 区間
直轄国道：5 区間
有料道路：6 区間
地方道：16 県 87 区間
で通行規制
建物倒壊・浸水
死者・負傷者
2 河川で避難判断水位を超過、15 河川で氾濫注意水位を超過
臨時休校・始業時間繰り下げ
マンホール冠水
田畑等浸水
海岸堤防損壊
路肩・法面崩壊
倒木による道路閉塞
貨物船座礁・沈没
下水処理場冠水
下水ポンプ場冠水
45 病院が被災
約 9000 戸断水
252 回線通信停止
22 回戦専用線断線
携帯基地局 134 局停波
213 戸ガス供給停止
約 40 万戸停電
農作物の損傷等：9380ha
漁港施設被害：11 漁港
凡　例
発生事象（外力）
発生事象（被害）
外力・被害への対応
社会への影響
状況説明

豪 雨 －8

台風 30 号豪雨災害

2013

短時間での記録的豪雨
竜巻に匹敵する強風
局地的・長期的な高潮

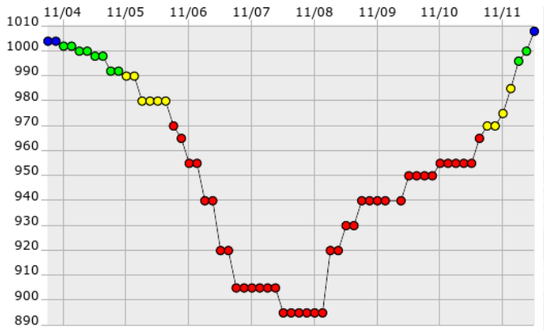
災害の概要

災害の種類　：風水害、台風、豪雨、高潮
発生時期　：2013 年 11 月 4 日 マリアナ諸島付近で発生、進路を西にフィリピンに向かって成長を続け、8 日早朝にフィリピンに上陸するころには中心気圧 895hPa にまで発達、8 日にフィリピン上陸後はサマール島からレイテ島、セブ島にかけてフィリピンを横断、11 日にベトナム北部を通過、中国華南地方まで達した後、勢力を弱め温帯低気圧へ変わった
台風の規模　：最大風速 87.5 m/s、最大瞬間風速 105 m/s、最低気圧 895 hPa、沿岸部で 5m 程度の高潮
主な被害　：死者 6201 人、行方不明者 1785 人、負傷者 28626 人、フィリピンのレイテ州は台風の進路にあった住宅や構造物の約 70～80%が全半壊、パラオではカヤンゲル島の住居や公共施設を含むほとんどの建物が全壊
影響その他　：ベトナムでは 13 の省と市の住民 858,579 人、231,822 世帯について避難が計画された。また、クアンガイ省では 128000 人の避難を実施

災害の特徴

世界の気象観測史上、最も強力な台風が上陸

台風 30 号は、世界の気象史上最も勢力の強い台風（過去に日本本土上陸時に最も気圧の低かった 1934 年の「室戸台風」（911.6hPa）を超え、最大風速、最大瞬間風速とも過去に上陸した台風の中で史上最強クラス）として上陸し、フィリピンのレイテ島をはじめとする多くの島で被害が発生した。竜巻に匹敵する強風に加え、沿岸部では 5m 前後の高潮が発生し、港湾に停泊していた貨物船や漁船が内陸部まで打ち上げられるなどの被害が発生した。



【図 1】台風 30 号の中心気圧時系列グラフ



【写真 1】レイテ島の街中



【写真 2】レイテ島の街中

災害タイムライン

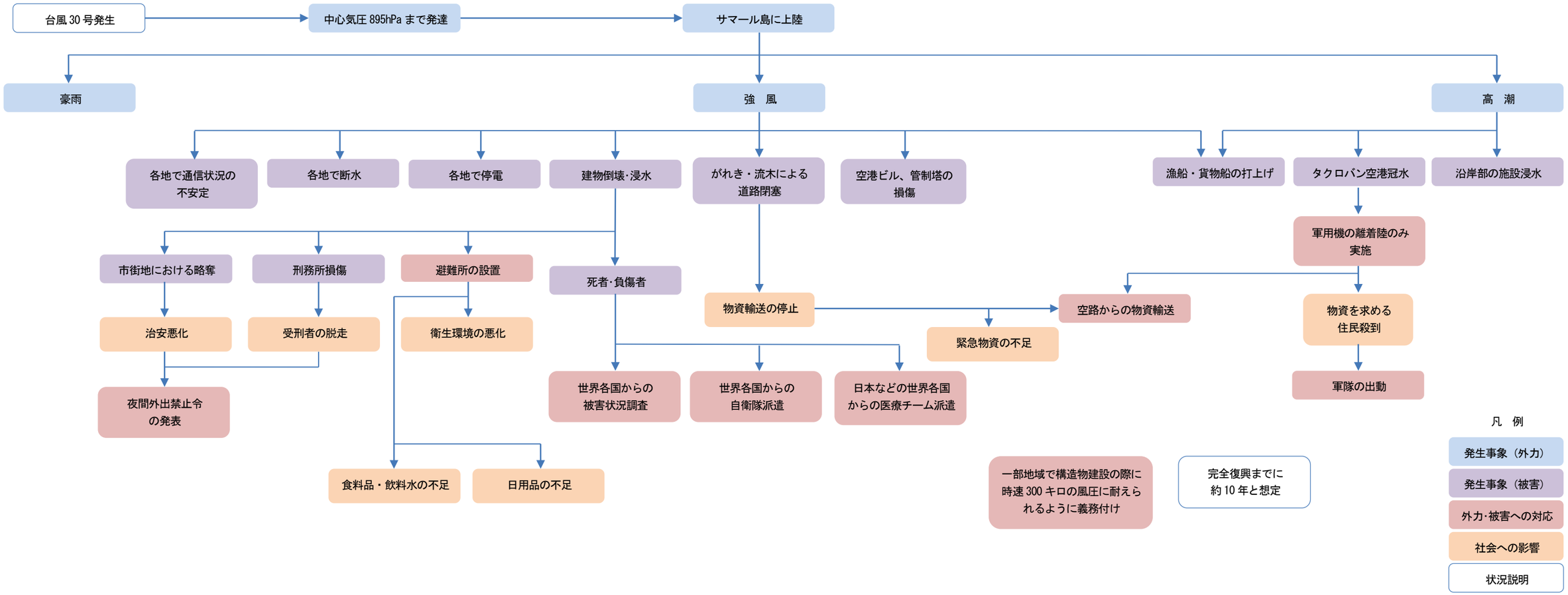
月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
11 月 4 日	・マリアナ諸島付近で台風 30 号発生	
8 日	中心気圧が 895 hPa に	・上陸前に 12 万 5000 人以上が施設などに避難し、数百万人が自宅で台風に備えた ・台風の進路にある学校の休校やフェリーの運休の他、地元漁師に船の係留を命じるなどの措置
	・サマール島に上陸し、時速 39 キロで北西へ	
～11 日	・竜巻に匹敵する強風 ・沿岸部で高潮 ・死者：6201 名、行方不明者：1785 名、負傷者：28626 名（フィリピンのみ） ・パラオではカヤンゲル島の住居や公共施設を含むほとんどの建物が全壊 ・フィリピンのレイテ州は台風の進路にあった住宅や構造物の約 70～80%が全半壊 ・がれき、流木による道路閉塞 ・幹線道路等の寸断 ・タクロバン空港の冠水、空港ビル及び管制塔の壊滅的な被害 ・貨物船や漁船の座礁や打上げ □レイテ島やボホール島等フィリピンを中心に広域での停電 □レイテ島では通信がつながりにくい状態が続く	・ベトナムでは 13 の省と市の住民 858,579 人、231,822 世帯について避難が計画 ・クアンガイ省では 128000 人の避難を実施 ・タクロバン空港を中心とした空輸による物資輸送 ・アキノ大統領視察
11 日	・ベトナム北部を通過 ・中国華南地方まで達した後、勢力を弱め温帯低気圧へ	・国家災害宣言を発出
		・日本より医療チーム要員を含む 50 名のうち 2 名がマニラ入り
12 日		・日本から 1000 万ドル（約 10 億円）の緊急無償資金協力
13 日		・医療チームの残り要員 48 名がマニラ入り ・上水道の復旧めどが立つも時間を要す
14 日以降		・セブ緊急対応ハブを開設、各国の医療派遣チームにより現地被災者対応
		・一部のスーパーマーケットやレストラン、ホテルも営業を再開 ・日本から追加で 2000 万ドル（約 20 億円）の緊急無償資金協力 ・徐々にライフラインの復旧 ・学校、商店の一部再開 ・仮設病院の設置
11 月 22 日		・本格的ながれき撤去開始
12 月 3 日	・871,718 世帯/4,015,123 名が屋外生活	

【参考文献】
・ 参考 1：「ASIAN RISK INFORMATION JOURNAL」,2013
・ 参考 2、写真 2：平成 25 年台風 30 号(Haiyan) フィリピン現地調査報告（速報）」,DRI,2013
・【図 1】出典：国立情報学研究所 HP（デジタル台風）
・【写真 1】出典：フィリピン直撃の台風、死者 6000 人超える、1800 人不明（CNN ニュース）

台風 強さの階級分け（気象庁）

階級	最大風速（10 分間平均）
強い	33m/s（64 ノット）以上～44m/s（85 ノット）未満
非常に強い	44m/s（85 ノット）以上～54m/s（105 ノット）未満
猛烈な	54m/s（105 ノット）以上

被害の波及図


台風 30 号発生
中心気圧 895hPa まで発達
サマール島に上陸
豪雨
強　風
高　潮
各地で通信状況の不安定
各地で断水
各地で停電
建物倒壊·浸水
がれき・流木による道路閉塞
空港ビル、管制塔の損傷
漁船・貨物船の打上げ
タクロバン空港冠水
沿岸部の施設浸水
軍用機の離着陸のみ実施
市街地における略奪
刑務所損傷
避難所の設置
死者·負傷者
物資輸送の停止
空路からの物資輸送
物資を求める住民殺到
緊急物資の不足
治安悪化
受刑者の脱走
衛生環境の悪化
世界各国からの被害状況調査
世界各国からの自衛隊派遣
日本などの世界各国からの医療チーム派遣
軍隊の出動
夜間外出禁止令の発表
食料品・飲料水の不足
日用品の不足
一部地域で構造物建設の際に時速 300 キロの風圧に耐えられるように義務付け
完全復興までに約 10 年と想定
凡　例
発生事象（外力）
発生事象（被害）
外力·被害への対応
社会への影響
状況説明

高 潮 －1

伊 勢 湾 台 風

1959

昭和の3大台風
高潮による被害顕著
高潮対策不備を襲われる

災害の概要

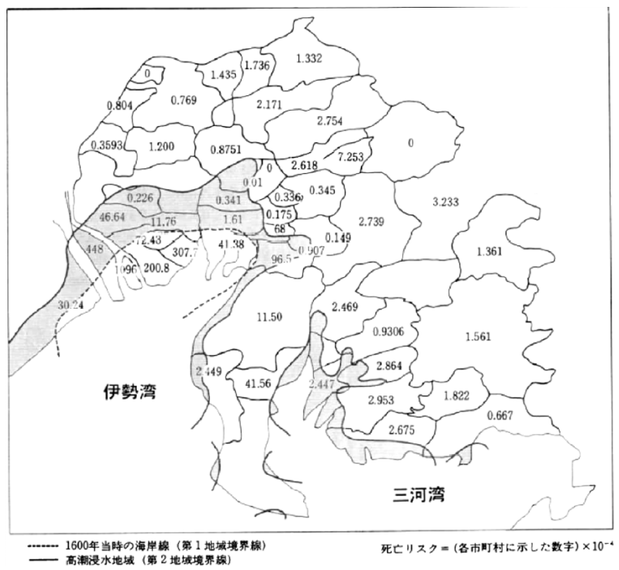
災害の種類　：高潮による風水害
発生時期　：1959 年 9 月 26 日　伊勢湾台風
台風の規模　：台風 15 号。上陸時中心気圧 929.5h Pa，最大風速 50m/s，暴風半径 500km
降水量　：愛知県名古屋市千種区で期間降水量（9 月 26 日から 9 月 27 日）104.2 ㎜、同じく三重県尾鷲市で、203.0 ㎜
高潮　：3.55m（名古屋港）
被害地域　：伊勢湾周辺地域　（犠牲者は全国 36 道府県）　83%が愛知・三重両県に集中
地域特徴　：水害に弱い低平地が、不十分な防災対策のまま市街化。そこへ観測史上最大の高潮が来襲
主な被害　：死者 4,697 人、　行方不明者 401 人、負傷者 38,921 人、住家全壊 40,838 棟、半壊 113,052 棟、
一部損壊 680,075 棟、床上浸水 157,858 棟、床下浸水 205,753 棟、流失・埋没・冠水 210,859ha、
沈没・流失・破損 7,576 隻、道路浸水、鉄道不通、ライフライン不通、貯木地から木材流出
影響その他　：長期湛水化

災害の特徴

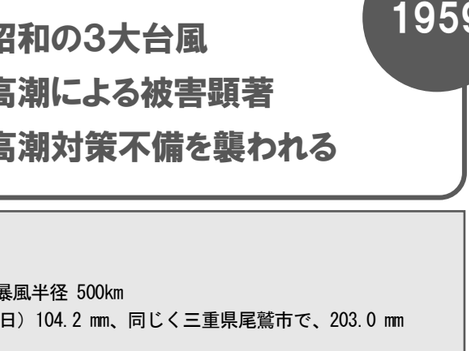
未曾有の高潮が海抜ゼロメートル地域を襲う

紀伊半島の南端・潮岬に上陸した台風 15 号は、60～70 kmの速度で紀伊半島を縦断。27 日にはいったん、日本海に抜けたものの、再び、東北地方に上陸した。伊勢湾岸の高潮により大災害を引き起こしたため、「伊勢湾台風」と命名された。「室戸台風」「枕崎台風」とあわせて昭和の３大台風と呼ばれている。

被害が大きかった伊勢湾周辺地域は、高潮が発生しやすい地形であり、水害に対して極めて脆弱な低平地だった。戦後の復興・発展の過程で、不十分な防災対策のまま市街化され、そこに観測史上最大の高潮が暴風・暴浪とともに来襲したことが、被災期間を長期化させる原因となった。この災害を契機に、高潮対策が大きく進展した。「災害対策基本法」制定の契機となるなど、防災対策の原点となる災害である。



【地図】湾奥部における人口１万人当たりに換算した死者・行方不明者数の市区町村別分布と第１、第２及び第３地域の関係（参考 3）



【写真 1】堤防の寸断で高潮氾濫の直撃を受け、跡形もなく流失した半田の住宅



【写真 2】湛水化した市街地

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
1959 年		
9 年 26 日	・伊勢湾台風　18 時過ぎに和歌山県潮岬に上陸	
	・21 時半頃名古屋市に最接近　満潮と重なる（夜間）	
	・防災により被害が小さい地域	・三重県楠町。高潮災害発生を予想、 水防団・消防団の待機出動の指示、 午後 3 時の避難命令の発令、伝達・誘導
	・警報遅れで被害拡大地域あり ・堤防決壊、浸水、道路冠水、鉄道不通 ・貯木地から木流出、家屋破損・流出【写真 1】 ・ライフライン停止 ・衛生状態悪化、埋立地で地盤崩落、山崩れ ・教育機関被災	・避難命令の発令が遅い →　避難遅れる。被害拡大
		・名古屋市災害対策本部設置 ・自衛隊に出動を要請 →　被災者救助、孤立被災者救助
		・避難所設置、治安対策 ・食料など支援物資供給 ・消毒、害虫駆除 ・教科書配布、避難先の学校入学、集団疎開で授業 ・道路、鉄道復旧 ・災害救助法による応急仮設住宅の建設及び住宅補修 ・住宅金融公庫による融資・貸付け、公営住宅の建設・補修 ・住宅復旧用資材の円滑な供給及び価格の安定、建築労働者対策などの推進 ・被災者に対する税等の減免、 ・生活資金・生業資金の貸付け、 ・手数料・料金等の減免及び猶予、 ・預貯金払い出しの特例措置 ・湛水の排水作業
10 月 13 日	・長期間の湛水化【写真 2】	・堤防の仮締切り・排水工事 →終了は翌年の 1960 年 4 月 19 日 ・湛水の排水作業 →更に 2 か月以上要する
11 月 21 日		・海岸堤防、鍋田干拓地を除き仮締切完了
1961 年		
11 月 15 日		・「災害対策基本法」公布
1964 年		・名古屋港高潮防波堤完成

【参考文献】
- 参考 1：広報　ぼうさい　・第20回「1959 年（昭和 34 年）伊勢湾台風」、No.47（2008 年 9 月号）
- 参考 2：広報　ぼうさい　・第21回「1959 年（昭和 34 年）伊勢湾台風」、No.48（2008 年 11 月号）
- 参考 3：災害教訓の継承に関する専門調査会報告書　1959 伊勢湾台風
- 参考 4：内閣府　災害史に学ぶ　風水害・火災編
- 【写真 1】出典：広報　ぼうさい　・第20回「1959 年（昭和 34 年）伊勢湾台風」、No.47（2008 年 9 月号）
- 【写真 2】出典：災害教訓の継承に関する専門調査会報告書　1959 伊勢湾台風

被害の波及図

台風、潮岬に上陸 → 名古屋市に接近 → 強　風

満　潮 → 高潮 3.55m ← 高　波

高潮警報
↓
避難命令の遅れ
↓
避難の遅れ

水防団消防団救援活動
自衛隊に救援出動要請
治安対策
食料など支援物資供給
消毒、害虫駆除
税･手数料等の減免
生活生業資金の貸付

凡　例
- 発生事象（外力）
- 発生事象（被害）
- 外力･被害への対応
- 社会への影響
- 状況説明

堤防決壊被害波及ブロック

海岸堤防 破堤
↓
低平地 高潮氾濫

- 建物損壊･流出 → 避難所の設置 → 応急仮設住宅の建設 → 恒久住宅の建設･補修
- 浸　水 → 湛水の長期化
  - → 堤防の締切工事 → 排水作業 → 高潮防波堤完成
  - → （長期湛水化による）長期避難生活
- 死者不明 5,098 人

鉄道被害波及ブロック

鉄道不通 → 鉄道復旧

道路被害波及ブロック

道路冠水 → 道路復旧

生活環境・資源エネルギー基盤被害波及ブロック

ライフライン損傷
- 通信網の途絶 → 被害概要つかめず → 学童など、近隣の府県に避難・疎開生活
- 水道、電気、ガス停止 → 長期避難生活 → ライフライン復旧
- 下水溢れる → 公衆衛生悪化

産業被害波及ブロック

貯木流出
- → 被害総額甚大
- → 工場群被災による供給の遅れ

対策・対応の改革 社会意識の変化 波及ブロック

- 気象観測技術向上
- 河川等のインフラ整備
- 高潮対策進む
- テレビ等による防災情報の伝達
- 警報等の防災気象情報の充実
- 災害対策基本法制定

ブロック相関図

河川

ブロック間波及

産業被害 波及ブロック
- 貯木流出

堤防決壊被害 波及ブロック
- 浸　水
- 湛水の長期化
- 建物損壊･流出

部門間波及（大規模災害化）

道路･都市

道路被害波及ブロック
- 道路冠水

鉄道被害波及ブロック
- 鉄道不通

生活環境･資源エネルギー基盤被害波及ブロック
- ライフライン損傷

港湾

道路被害 波及ブロック	産業被害 波及ブロック	鉄道被害 波及ブロック	生活環境･資源エネルギー基盤被害波及ブロック	堤防決壊被害 波及ブロック
海岸堤防 破堤	海岸堤防 破堤	海岸堤防 破堤	海岸堤防 破堤	海岸堤防 破堤
低平地 高潮氾濫	低平地 高潮氾濫	低平地 高潮氾濫	低平地 高潮氾濫	低平地 高潮氾濫

部門間波及（大規模災害化）

空港

「海岸堤防　破堤」、「低平地　高潮氾濫」については全部門に波及

雪 害 -1

平成 26 年豪雪

10 年に 1 度の寒波
首都圏を中心とした
豪雪地帯以外での記録的大雪

2014

災害の概要

災害の種類　：雪害
発生時期　：2014 年 2 月 14 日
降雪量　：河口湖（富士河口湖町）で最深積雪 143cm（観測史上 1 位）
甲府で最深積雪 115cm（観測史上 1 位）
千葉で最深積雪 33cm（観測史上 1 位）
東京（大手町）で最深積雪 27cm（観測史上 8 位）　※20 年ぶりの積雪 20cm 以上、45 年ぶりの積雪 25cm 以上
被害地域　：山梨県や群馬県、東京都など関東甲信越地方を中心とした西日本から東北地方にかけての広域
主な被害　：[人的被害（H26. 5. 30 時点）]死者 95 人、重傷者 592 人、軽傷者 1178 人
[建物被害等（H26. 5. 30 時点）]全壊 28 棟、半壊 40 棟、一部損壊 5872 棟、床上浸水 3 棟、床下浸水 49 棟
[ライフライン被害（H26. 3. 25 時点）]全国で約 310, 000 戸が停電、約 14, 000 戸で断水
影響その他　：成田国際空港周辺の交通手段（道路、鉄道）がすべて不通となり、2 日間アクセス出来ない状態が続いた。
山梨県では中央本線等の鉄道が運休、中央自動車道等の主要道路が通行止めとなり、ほぼ全域で孤立状態となった。

災害の特徴

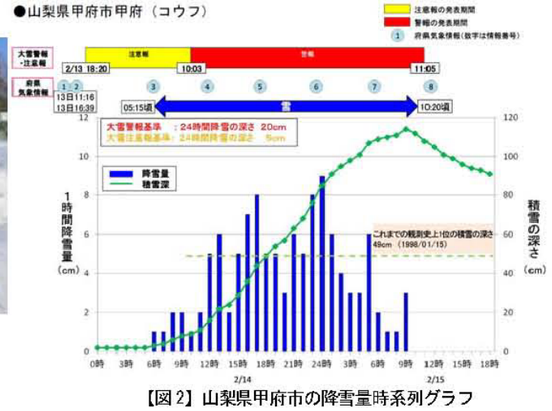
記録的大雪による交通網の寸断

2 月 4 日正午から 6 日にかけて冬型の気圧配置となり、下層寒気については「10 年に 1 度」の強い寒波が日本列島に流れ込み全国的に寒い日が続いた。最高気温 0℃未満の真冬日となった地点数は、5 日・6 日と 2 日連続で 400 地点を超えた。また、低気圧が急速に発達を続けたため 8 日、14 日と 2 週続けて広い範囲（関東・甲信・東北（主に福島県と宮城県）地方を中心）に大雪となった。双方とも冬型の気圧配置によるものではなく南岸低気圧が通過した影響で発生したものであり、上空の気温が低かったことから全国的に雨ではなく雪となった。 積雪量は関東平野部でも 30～80cm、甲信地方や、奥多摩、秩父、丹沢、箱根、静岡東部などの内陸部では 1m 以上に達し、山中湖村で最大時には積雪 187cm（国土交通省）を記録するなど、山間部では 2m 前後にまで達した。 気候の専門家で構成された気象庁の検討会は、今回の太平洋側における大雪やアメリカの寒波、イギリスの大雨について、30 年に 1 度の異常気象との見解を示している。

これら大雪により、山梨県では鉄道および主要道路が寸断され、多くの地域で孤立化した。千葉県においても成田空港へアクセスする陸路がすべて寸断されたため、2 日間孤立した。ライフラインにも大きな影響が発生し、全国で 31 万戸の停電や断水が発生した。都市ガス施設に大きな影響はなかったが、停電によるガス供給の停止が発生した。



【図 1】忍野村孤立住宅の除雪



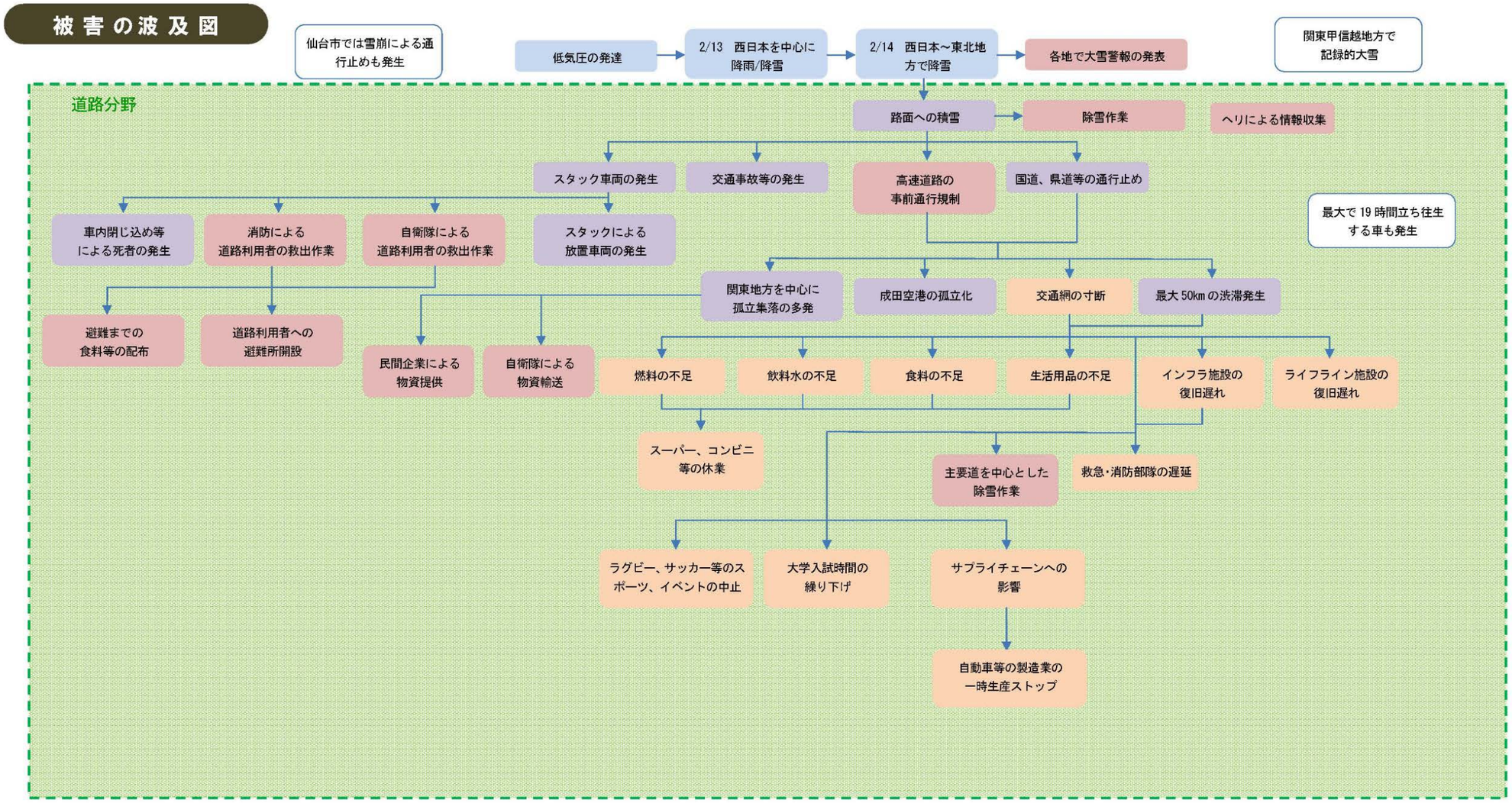
【図 2】山梨県甲府市の降雪量時系列グラフ

災害タイムライン

月 日	外 力 / 被 害	対 応 / 復 興
2 月 13 日	・沖縄の南海上で低気圧が発生 ・西日本では雨や雪が降り、山地を中心に積雪 ・北日本を中心に冬型の気圧配置となり近畿地方から北海道にかけての日本海側では降雪	・気象庁が大雪や暴風雪等に関する全般気象情報を発表（～16 日まで継続）
2 月 14 日	・西日本から東北地方にかけて降雨/降雪を記録 ・関東甲信地方では大雪となり、山梨県甲府市甲府などでは観測史上 1 位の値を超える積雪深を記録	・大雪等の対応に係る関係省庁災害警戒会議の開催 ・関係都道府県に対し、警戒態勢を強化すること、帰宅困難者対策に万全を期すこと等について警戒情報を発出
	・山梨県甲府市甲府で日降雪量が 83cm 【本災害の被害（主に 2/14～2/16）】 ・死者 95 人、重傷者 592 人、軽傷者 1178 人 ・全壊 28 棟、半壊 40 棟、一部損壊 5872 棟、床上浸水 3 棟、床下浸水 49 棟 ・埼玉県で最大 6 市町 29 地区 1,118 世帯が孤立 ・山梨県早川町では唯一の交通ルート（県道 37 号線）が通行止めとなり全町民が孤立 ・高速道路（14 区間）を事前に通行規制、直轄国道は 24 区間、補助国道は 1 区間、県管理国道は 48 区間で通行止めなど、全国で 338 区間の通行止め（2/18　5:00 時点） ・国道の通行止めによる孤立が 4 区間、地方道の通行止めによる孤立が 11 区間 ・中央線など、鉄道 9 事業者 16 路線 52 区間で運休 ・福島交通など、バス 32 事業者 64 路線で運休等が発生 ・東北電力管内約 16 万戸、中部電力管内 4.3 万戸など全国で約 31 万戸が停電 ・都市ガスに大きな被害はなし ・携帯電話は埼玉県で 2 局、新潟県・長野県で 1 局が停波 ・全国で最大 14,255 戸が断水	・関東地方各所で大雪警報の発表 ・道路上で立ち往生している道路利用者の救助、及び食料等の配布、一時避難所の開設
2 月 15 日		・関東地方整備局より山梨県へリエゾンを延べ 4 人・日、TEC-FORCE を 1 人長野県へリエゾンを延べ 3 人・日派遣し、自治体への必要な応援及び調整を実施 ・応急対策室長を長とする災害対策室を設置 ・自衛隊の派遣開始 ・長野県、群馬県、山梨県及び埼玉県は災害救助法の適用を決定
2 月 16 日		・内閣府が大雪等の被害に係る関係省庁災害対策会議開催
2 月 17 日		・国土交通省豪雪対策本部会議を開催 ・本省、関東地方整備局、国土技術総合研究所及び建築研究所より埼玉県富士見市へ専門家 5 人・日を派遣 ・鉄道等の随時復旧（運転本数を減らすなどの対応）
2 月 18 日		・政府非常災害対策本部を設置 ・大雪等被害に係る現地対策本部を山梨県に設置 ・気象庁が現地災害対策本部（山梨県）及び現地対策室（群馬県、埼玉県）に職員各 1 名を派遣 ・警察が雪害対策本部を設置 ・消防庁次長を長とする災害対策本部設置
2 月 19 日以降		・関東・北陸地方整備局より埼玉県秩父市へ TEC-FORCE を延べ 35 人・日派遣し、県道 210 号中津川三峯停車場線の除雪支援を実施。（その他随時 TEC-FORCE 等の応援を派遣） ・土木研究所より雪氷災害専門家を関東地方の各県へ派遣 ・2 月下旬以降より通行止め等が随時解消

【参考文献】
- 参考 1:「今冬期の大雪等にかかる被害状況について（第6～21報）」 国土交通省
- 参考 2:「今冬期の大雪等による被害状況等について（第 7～10 報）」 内閣府
- 参考 3:「平成 26 年 2 月 14 日から 16 日の大雪による被害状況等について（最終報）」 消防庁
- 図 1:「山梨県甲府市郊外における人命救助等に係る災害派遣（http://www.mod.go.jp/gsdf/news/dro/2014/20140215.html）」 陸上自衛隊
- 図 2:「災害時気象速報 発達した低気圧による 2 月 13 日から 2 月 19 日の大雪、暴風雪等」気象庁

被害の波及図



凡　例

- 発生事象（外力）
- 発生事象（被害）
- 外力･被害への対応
- 社会への影響
- 状況説明

被害の波及図

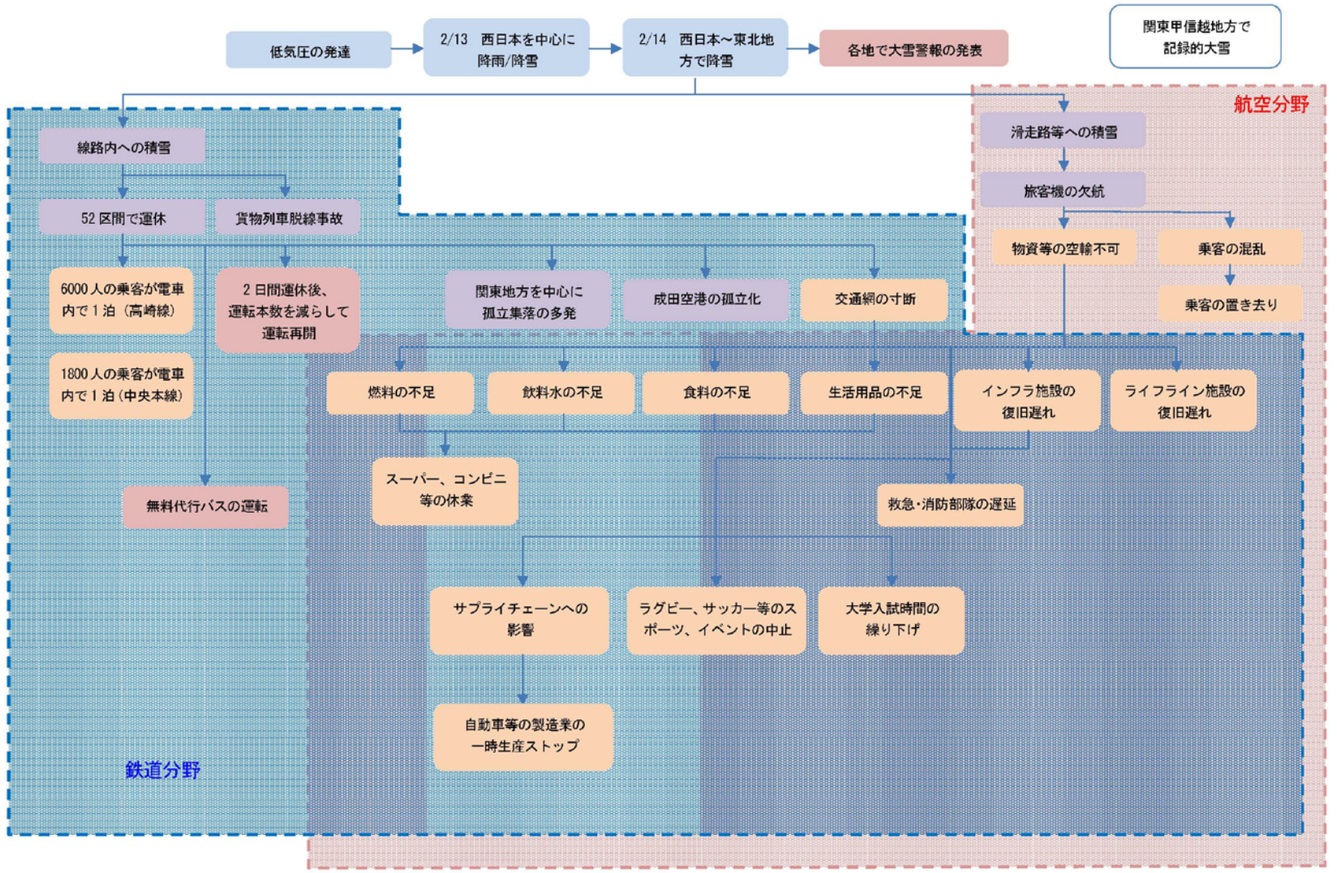


図 15　雪害：（2014 年）平成 26 年豪雪

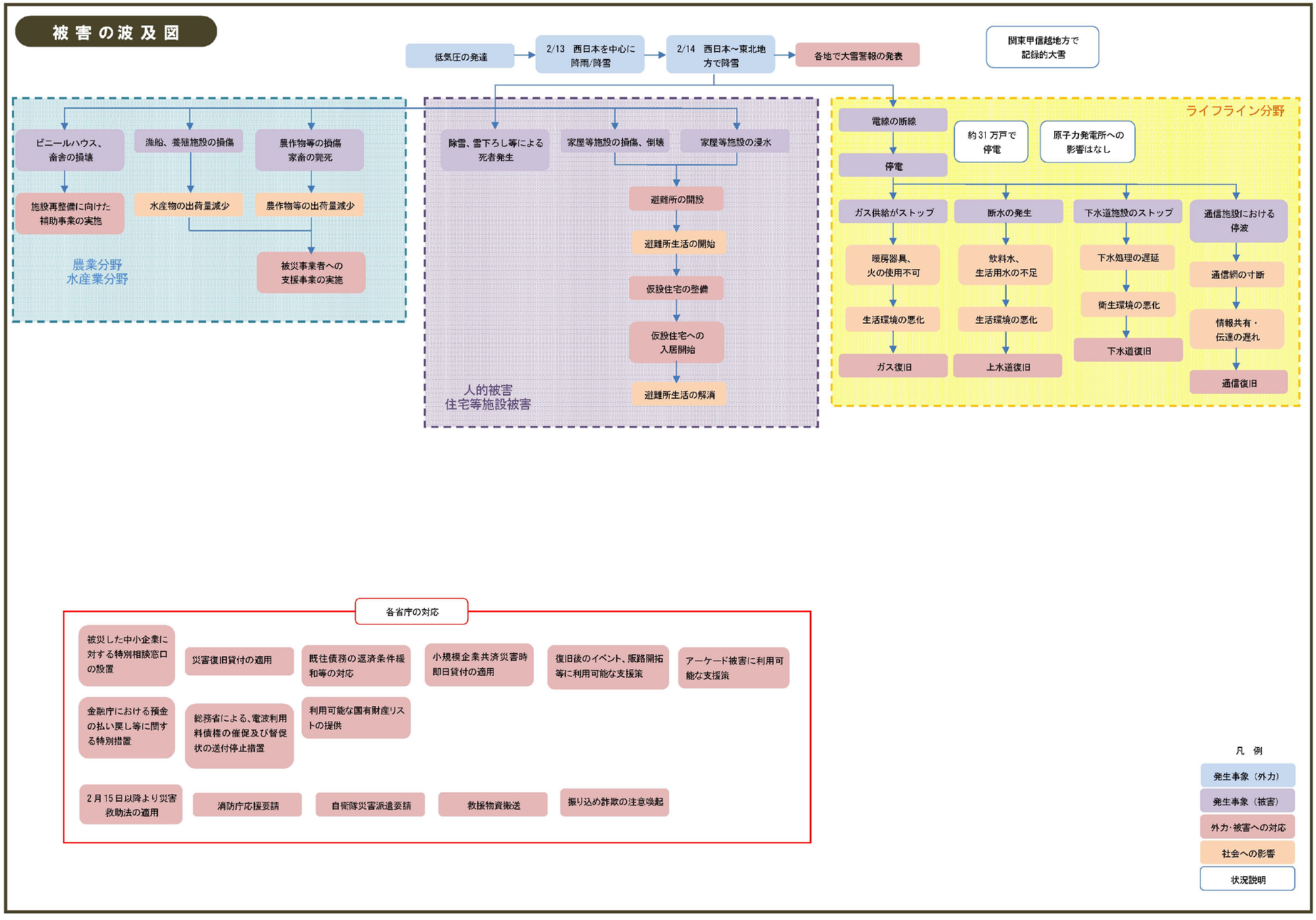


図 16　雪害：（2014 年）平成 26 年豪雪

巻末資料２.
災害対策検討支援ツールの活用ガイドライン

災害対策検討支援ツールの
活用ガイドライン

平成２７年２月

国土技術政策総合研究所

ー 目　次 ー

1. ガイドラインの構成と使い方.....1
1.1. ガイドラインの構成.....1
1.2. ガイドラインの使い方.....2
2. 災害対策検討支援ツールの紹介.....3
2.1. 災害対策検討支援ツールとは.....3
2.2. コーディネーターと参加者.....4
2.3. ツールキットのメリット.....5
3. ツールキットの内容.....7
3.1. ツールキットリスト.....7
3.2. 各ツールの概要.....8
4. ツールキットを用いた議論の進め方.....22
4.1. 大きな検討の流れ.....22
4.2. 検討の流れのプロセス区分.....24
4.3. 各プロセスの検討手順.....26
5. ワークショップの基本手順.....40
5.1. ワークショップの目的.....40
5.2. ワークショップにおける留意点.....40
5.3. ワークショップにおける事前準備.....41
5.4. ワークショップのスケジュール.....43
5.5. 議論における留意点.....44
6. 検討結果の活用方法.....46
6.1. ツールキットを活用して得られる結果.....46
6.2. 検討結果を踏まえ実施が望まれること.....47
7. ツールキットの活用事例.....49
8. FAQ.....54

1. ガイドラインの構成と使い方

1.1. ガイドラインの構成

- **第 1 章　本ガイドラインの構成と使い方**
  導入としてこのガイドラインの活用方法をご紹介します。

- **第 2 章　災害対策検討支援ツールの紹介**
  災害対策検討支援ツールの概要をご紹介するとともに、災害対策検討支援ツールによる防災対策を検討するメリットについてご紹介します。

- **第 3 章　災害対策検討支援ツールの内容**
  災害対策検討支援ツールを構成する各ツールの内容や使用目的、使い方等をご紹介します。

- **第 4 章　災害対策検討支援ツールを用いた議論の基本手順**
  災害対策検討支援ツールを用いた議論によって得られる結果や実際の検討プロセスの概要をご紹介します。

- **第 5 章　ワークショップの基本手順**
  ワークショップとして実際に災害対策検討支援ツールを用いて対象地域の被害様相や支障の分析・評価等を議論する際に、そのワークショップにおいて目的として掲げるべき事項やワークショップを開催する際の留意点、スケジュールをご紹介します。

- **第 6 章　検討結果の活用方法**
  災害対策検討支援ツールで対象地域の被害様相をイメージし、簡易的な手法による支障の分析・評価、災害対策の方針を整理した後に、それら検討結果をどのように活用していくかをご紹介します。

- **第 7 章　災害対策検討支援ツールの活用事例**

  これまでに災害対策検討支援ツールを活用してきた事例として、検討結果の一部等をご紹介します。

- **第 8 章　FAQ**

  災害対策検討支援ツールや災害対策検討支援ツールを用いた議論等について、これまでの試行において挙がった質問や想定される質問に対する回答をご紹介します。

- **第 9 章　付録**

  本ガイドライン及び災害対策検討支援ツールを活用した議論等の参考資料をご紹介します。

1.2. ガイドラインの使い方

本ガイドラインは、災害対策検討支援ツールの概要を理解いただくためにコーディネーターの方だけでなく、災害対策検討支援ツールを活用した議論に参加する方に通読していただくことをお勧めします。その後、みなさんで実際に災害対策検討支援ツールを活用して対象地域の被害様相の整理、重大な支障の分析・評価を実践してみて下さい。

コーディネーターの方は、特に第 4 章、第 5 章をよく読んで、災害対策検討支援ツールを活用した議論の手順等を理解していただき、ワークショップの準備や運営をおこなってください。

2. 災害対策検討支援ツールの紹介

2.1. 災害対策検討支援ツールとは

「災害対策検討支援ツール（以下、「ツールキット」とします。）」は地震災害や風水害等の自然災害を想定し、検討対象とした地域で起こり得る被害事象やそれらに対する防災対策について、自由に意見を出し合いながら議論を進め、検討を進める作業を支援します。




図 2-1　ツールキットを活用した議論の様子（平成 26 年度　浜松河川国道事務所で実施）

ツールキットでは、図のように対象地域における支障の特定からその支障が地域に与える影響を評価できると共に、それら支障に対する対策の考え方までを整理することが出来ます。さらに、結果に至るまでの検討プロセスも記録として残しておくことが出来ます。

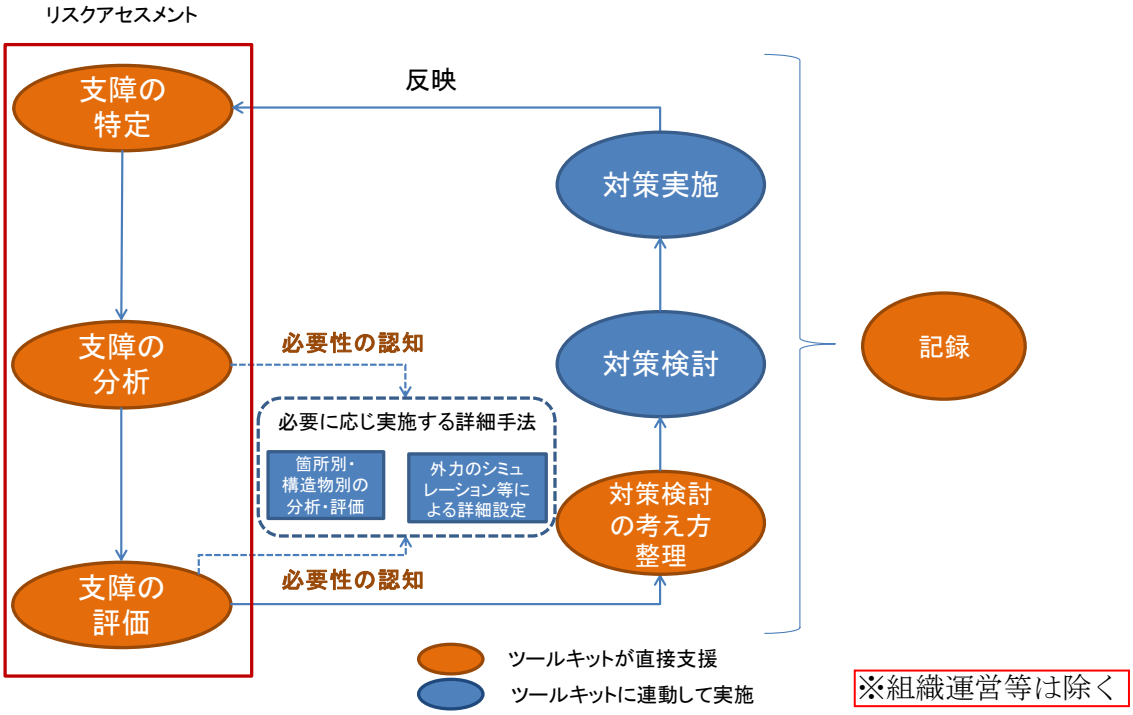


図 2-2　ツールキットを活用した災害対策検討（災害リスクマネジメント）の全体像

＜ツールキットで出来ること＞

- 様々な事態、想定外の事態などが発生する災害（地震・津波、風水害等）に対し、考慮すべき被害事象や被害から波及する支障を網羅的に整理出来ます。
- 整理した被害や支障に対して重要度を評価し、自分たちの地域において重大な影響を与える事象を発見できます。
- 重大な影響を与える事象に対して適切な対応・対策の方向性を検討する作業を支援することが出来ます。
- 単に重大な支障を特定して評価するだけでなく、得られた成果をそのまま支障の影響を低減する検討のプロセスに用いることを支援することが可能です。
- 対応・対策の検討に至るまでのブレーンストーミングの支援や円滑かつ効果的な議論の実施をサポートします。
- ツールを用いて検討した経過、成果は記録され対応・対策検討の継続的なレベルアップを支援します。

2.2. コーディネーターと参加者

ツールキットを活用した議論にはコーディネーターと参加者の２つの役割が存在します。それぞれの役割は以下の通りです。

役割	概要
コーディネーター	ツールキットを活用した議論の進行役となり、ツールキットで設定されている手順やツールに基づいて議論を進める。 コーディネーターは議論開始前（ワークショップ開始前）に事前に本ガイドラインを一読し、ツールキットを活用した議論の手順やツールの使い方等を把握していることが望ましい。
参加者	コーディネーターの進行に基づき、ツールキットを活用して議論を進める。 ※コーディネーターのように事前学習する必要はないが、事前学習していただくことによって円滑な議論が可能となる。

2.3. ツールキットのメリット

ツールキットは従来の防災対策の検討において、必ずしも検討対象となっていなかった想定以上の外力を考慮した検討や簡易的な手法による支障の重大性の分析・評価を行えるなど、多くのメリットがあります。

ツールキットを活用するメリットは次の 7 つが挙げられます。

＜ツールキットを利用するメリット＞

- 手順書に従い、ツールを使いながら検討すれば、多様な視点、経験・知識を有する関係者の意見を集約でき、見逃しの少ない被害様相を描けます。
- 事例を踏まえて作成された情報が用意されているため、参加者だけの思いつきだけではなく、過去の災害事例を踏まえ品質に優れた検討が可能になります。
- 想定外の事象にも目を配った検討が出来ます。
- 用意された手法に従って、想定される支障の重大性を評価できます。
- 関係者間の認識が強まり、情報を共有できます。
- 想定される被害や支障に対し、国際的標準レベルの検討ができます。
- 検討結果のみならず、結果に至るプロセスを保存することが可能です。

従来の災害対策の検討は、災害ごとに想定される被害や支障を検討し、それらから社会に与える影響が大きい重大な支障を抽出したり、被害想定を作成することによりハード対策、ソフト対策を検討していました。これらの方法では東日本大震災などの想定を超えるような外力が考慮されない被害様相を基に災害対策を検討しており、また支障の重大性は統一の評価指標で検討していないため、人の主観による評価のバラつきが発生する恐れもあります。

一方でツールキットを活用した検討の場合、想定を超えるような外力を考慮した被害の様相を整理することができるため、対象地域で発生する被害や支障を網羅的に整理することが出来ます。

更に、各事象の重大性についても評価指標をツール上で設けているため、人の主観によらない評価をすることが出来ます。

これら従来の災害対策の検討手順とツールキットによる災害対策の検討までの手順は次頁の図のようなイメージ表すことが出来ます。

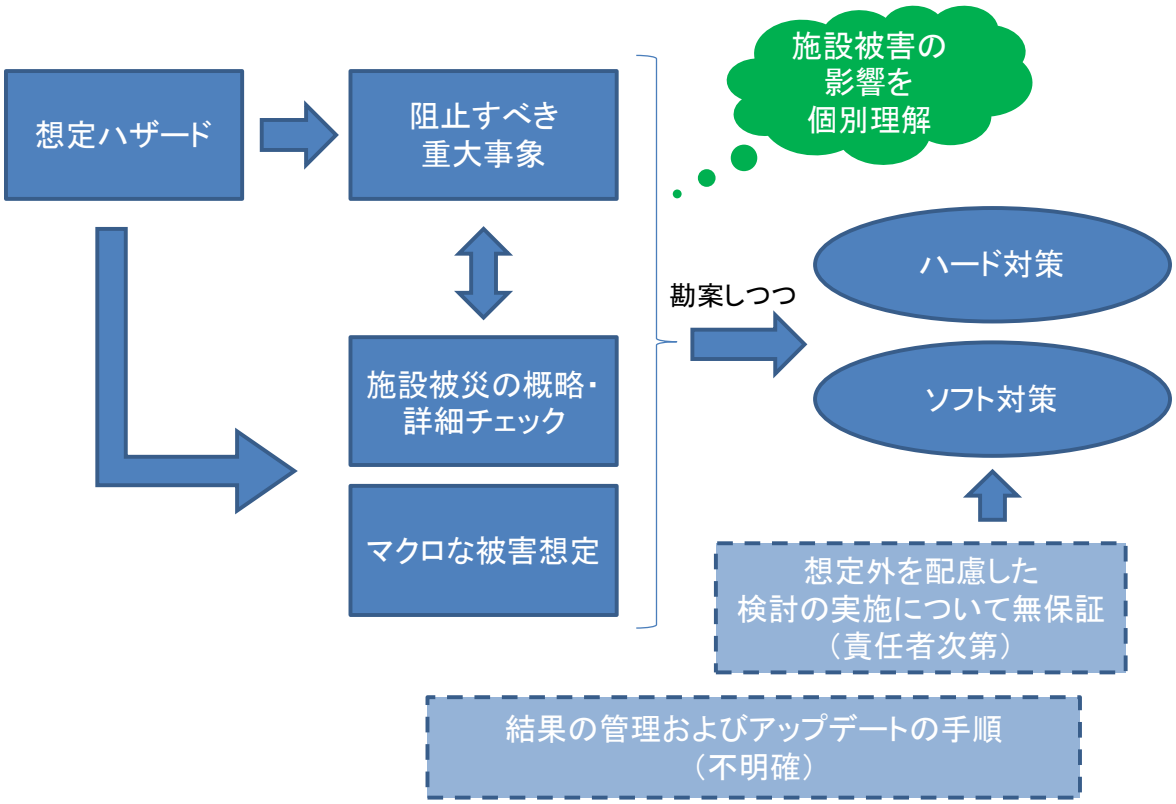


図 2-3　従来の災害対策の検討イメージ

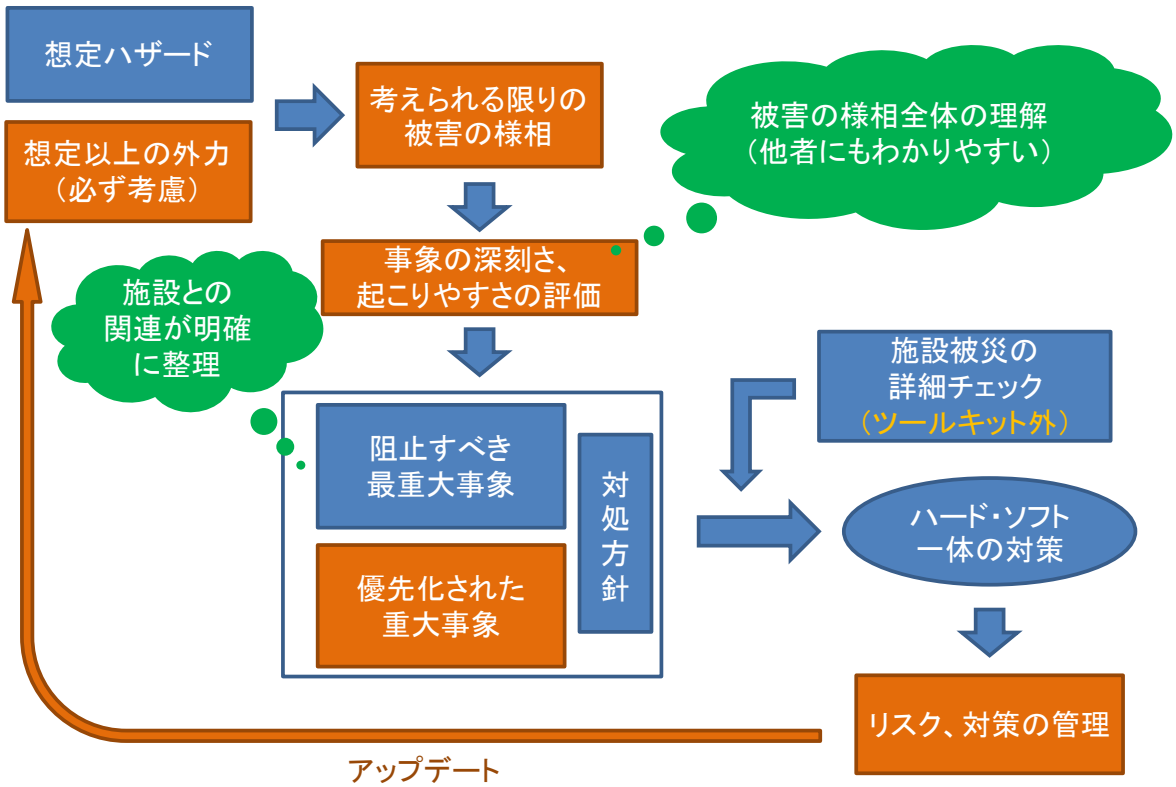


図 2-4　ツールキットを用いた災害対策の検討イメージ

3. ツールキットの内容

3.1. ツールキットリスト

ツールキットは表に示す紙、電子ファイル形式のもので構成されています。

ツールは皆さんに事前準備いただくものがありますので、使用する際は「5.3 ワークショップにおける事前準備」を参照して印刷等の準備をして使ってください。

表 3-1　ツールキットリスト

ツール番号	ツール名	形式	サイズ	主な役割
①	簡易手順シート	紙	A3	・ 各プロセスの検討手順を順番に示す
②	ツールキットの利用心得	紙	A4	・ ツールキットを用いた議論行う前に、議論参加者が留意すべき事項を示す
③	チェックリスト及び事例集	電子	－	・ チェックリストは災害時の被害から波及する支障として挙げたものに重要な漏れがないか確認する ・ 事例集は過去に起きた災害時の事例を検討の途中で参照できるようまとめて示す。
④	支障発想シート	紙 (電子)	－	・ 災害時に発生する被害を思いつくままに出し合う際の作業シートとなる ・ 施設カテゴリ（道路、河川など）ごとに災害時の被害とそこから波及する支障を記載する ・ 議論をしながら思いついたものを付箋で貼る
⑤	印刷済み付箋集	紙	33.9mm ×70mm	・ 「支障発想シート」を用いた作業の簡略化 ・ 想定される被害および支障の候補を示し、「支障発想シート」に貼る
⑥	印刷済み番号シール集	紙	12mm ×35mm	・ 「支障発想シート」を用いた作業の簡略化 ・ 「支障発想シート」に貼る付箋に番号を付ける
⑦	なぜなぜ発想シート	紙	A3	・ 検討の過程で一度挙げたものの、途中からやはり発生しないと考えた被害などを対象に、なぜそう考えたかを記録する
⑧	災害発生シナリオ	電子	－	・ 「支障発想シート」に挙げた被害や支障をExcel 上で表形式に見やすく整理する
⑨	超過外力着眼点カード	電子	－	・ 想定を超える被害をおよぼす外力（超過外力）の被害を発想するきっかけを示す
⑩	支障・重大性・対策一覧シート	電子	―	・ 支障の重大性と対策を整理する
⑪	目標カード	紙	A4	・ 支障の重大性を考えるにあたっての基準とするため、ツール利用者の災害対応上の目標を書いておく ・ 書いた目標を利用者が検討の間に見られるよう机の上などに置いておく

3.2. 各ツールの概要

(1)　ツール①：簡易手順シート

簡易手順シートは各プロセスの検討手順を順番に示しています。ツールの利用者がそれぞれ手元に持って、各プロセスでどのような作業をする必要があるのかを参照しながら検討を進められるよう、多くの情報を盛り込める一方で手元に置いておける A3 サイズとなっています。

利用者に向けた検討の導入となるよう、冒頭に「開始準備」について記載しています。「開始準備」には利用者が検討に入る前に決めておくべきこと、準備しておくべきものを示しています。簡易手順シートの「開始準備」部分は図のような構成になっています。



図 3-1　簡易手順シート（開始準備部分）

各プロセスでは、必要に応じて次の項目を設けており、利用者が手順や方法を理解しながら検討作業を進められるよう、色分けや記載エリアの区分をしています。各プロセスに関する説明部分は図のような構成になっています。

＜各プロセス部分の記載項目＞

- タイトル：プロセスのタイトルを示しています。
- 実施時間の目安：プロセスの検討にかける時間の目安を示しています。
- 概要：プロセスにて実施する内容を示しています。
- 使用するツール：プロセスにて使用するツールを示しています。
- 検討準備：検討の準備が必要な場合に必要な準備の具体的な内容を示しています。
- 手順：検討の手順を示しています。
- 作業イメージ：必要に応じて、「手順」の作業の実施のイメージを示しています。
- 記入欄：必要に応じて、作業にて記入する様式の記入欄を示しています。
- 参考：作業や検討における留意事項を参考として示しています。

※プロセスによっては上記記載項目がない場合があります。



図 3-2　簡易手順シート（各プロセスに関する説明部分のサンプル）

（2） ツール②：ツールキットの利用心得

ツールキットの利用心得は、ツールキットを利用した議論の参加者に対して、事前に確認・理解していただきたい事項を示しています。ツールキットの概要及び検討終了時の成果、議論中の留意事項、検討手順について示されており、コーディネーター含め、全ての参加者が議論開始前までに読むことを目的としています。

ツールキットの利用心得は図のような構成になっています。

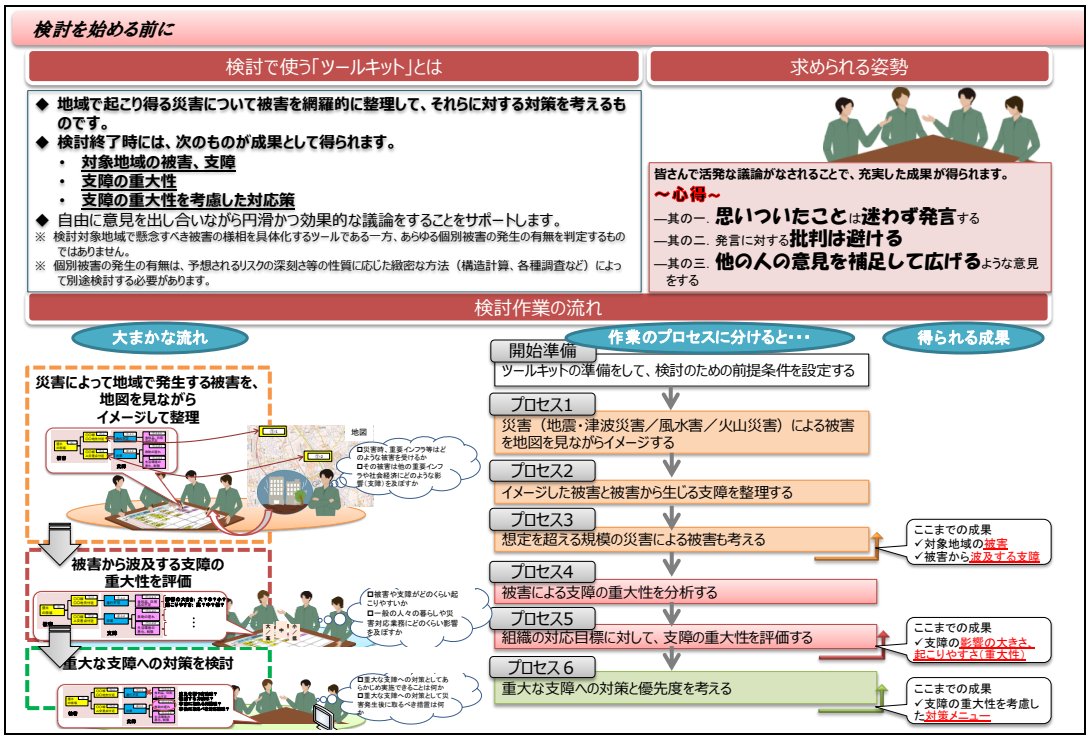


図 3-3 ツールキットの利用心得

(3)　ツール③：チェックリスト及び事例集

チェックリストは、物的被害、基盤機能支障、生活支障／経済支障の網羅的整理を支援するツールです。発想が尽きた際にチェックリストを活用することで、イメージできなかった被害や支障を整理出来ます。

チェックリストは事例集と同一ファイルで関連付けられており、チェックリストに挙がっている項目を事例集で具体的な内容を確認できるよう、各項目から参照すべき事例に直接ジャンプできるようリンクを設定しています。

事例集へリンク

表 3-2　チェックリスト

✔	区分	分野	深刻さ	物的被害／支障	各支障の要因	事例集No.※
☐	生活支障		小	用地不足による遺体安置場の不足	建物損傷、倒壊等による死傷等の人的被害	1
☐			大	瓦礫・漂流物発生	家屋等の建物被害	2
☐			中	用地不足による仮置き遅延	瓦礫・漂流物発生	3
☐			小	分別・撤去の遅延	瓦礫・漂流物発生	4
☐			小	応急建設住宅の建設用地が不足	家屋等の建物被害	5
☐			小	粉じん・アスベストの飛散、医療系廃棄物等の有害廃棄物処理における周辺環境の汚染	瓦礫・漂流物発生	6
☐			中	腐敗性廃棄物等による悪臭・害虫などの二次災害	瓦礫・漂流物発生	7
☐			中	感染症の蔓延	避難所生活	8
☐			大	帰宅困難者の発生	交通渋滞、通行規制、通行止め、公共交通機関の遅延・運行停止等	9
☐			大	食料品の不足	燃料の不足、生活物資の運搬遅延・停止、郵便・宅配便の遅延	10
☐			中	日用品の不足	燃料の不足、生活物資の運搬遅延・停止、郵便・宅配便の遅延	11
☐			大	緊急物資の不足	燃料の不足、緊急物資の運搬遅延・停止	12
☐			大	医薬品の不足	燃料の不足、医薬品の運搬遅延	13
☐			大	燃料の不足	燃料の運搬遅延・停止	14
☐			大	飲料水・生活用水の不足	給水車の遅延、消費者の殺到	15
☐			中	ガスの不足	ガスの輸送遅延、復旧の遅れ	16
☐			中	トイレの不足	仮設トイレの運搬遅延	17
☐			中	衛生環境悪化	ごみ処分の遅延、日用品の不足、生活用水の不足	18

事例集は、議論参加者が災害時に発生する被害を思いつくままに出し合う際、実際の災害事例を参考に発想することを支援するツールです。事例の概要に加え、各支障が対象地域に及ぼす影響の大きさを「深刻さ」として、5段階（多大・大・中・小・極小）で評価しています。

また、前述したとおりチェックリストと同一ファイルで関連付けられているため、事例確認後、元のチェックリストに戻ることが可能です。

なお、プロセス 3 で超過外力によって考えられる被害や波及を検討する際にも活用できるよう、実際の超過外力による災害事例を整理した事例集も含まれています。

実際の災害名

表 3-3　事例集（地震・津波災害編のサンプル）

番号	災害名	支障区分	深刻さ	支障の種別	支障の概要
1	東日本大震災	生活支障	小	用地不足による遺体安置場の不足	遺体安置所を総合体育館に開設し、さらに第二の遺体安置所として旧青果市場を開設したが、収容可能数を越え、公民館や炊き出しを実施している近辺に仮安置所を設置し、また、トラックの幌の中に安置していた
2	東日本大震災		大	瓦礫・漂流物発生	津波で破壊された家々や家財道具はがれきと化し、その量は岩手、宮城の両県で2000万トンを超す。岩手県で平年の11年分、宮城県は19年分に相当する膨大な廃棄物
3	東日本大震災		中	用地不足による仮置き遅延	約440万トン（推計）に上る福島県内の震災がれきの処理について、放射性物質を含むがれきの焼却が住民らの反対で滞っている上、がれきの大半を占めるコンクリート廃材などの不燃物の再利用が進まない
4	東日本大震災		小	分別・撤去の遅延	膨大ながれきの撤去に向けた分別及び撤去作業を実施したが、作業要員に対してがれきの量が膨大であるため、1.6haほどの瓦礫の山において80人で作業したが、ほとんど進まない状況
5	東日本大震災		小	応急建設住宅の建設用地が不足	福島県で県営と市町村営合わせて4890戸を13市町村程度に建設する予定だが、地価の上昇などが影響し、用地確保が困難な状況
6	東日本大震災		小	粉じん・アスベストの飛散、医療系廃棄物等の有害廃棄物処理	福島県内のがれきについては放射性物質を多く含んでいるため、焼却処分が出来ず、埋め立てによる処分が実施されるが、土壌汚染や地下水汚染への影響が懸念されている
7	東日本大震災		中	腐敗性廃棄物等による悪臭・害虫などの二次災害	陸前高田市の漁港内の冷凍倉庫が被災し、漁港内で腐敗した魚から悪臭及び害虫が発生
8	阪神・淡路大震災		中	感染症の蔓延	冬季の災害でかつ避難所で多くの住民が生活していたため、インフルエンザの発症が各地の避難所で確認され、ワクチン確保などの対応に追われる
9	東日本大震災		大	帰宅困難者の発生	東京都で約352万人、神奈川県で約67万人、千葉県で約52万人、埼玉県で約33万人、茨城県で南部を中心に約10万人、首都圏で合計515万人が当日自宅に帰れない帰宅困難者となった。地震発生時の外出者の約28%が当日中に帰宅できなかった
10	東日本大震災		大	食料品の不足	3月14日午前8時半現在、パンやおにぎり、即席ラーメンなど55万142個と、ペットボトル飲料水11万8912本が被災地へ輸送中または到着済みであるが、被災地からの要望量は食料が約213万食、飲料水が約94万本で、十分に行き渡っていない状況
11	東日本大震災		中	日用品の不足	被災地だけでなく、被災地以外の首都圏などでも電池、使い捨てカイロ、キッチン用品、ベビー用品等の日用品の供給が間に合わず、各地のスーパーで品薄、品切れが発生
12	東日本大震災		大	緊急物資の不足	備蓄物資の津波による流失、物流の麻痺、通信手段の制限などから大多数の被災地で緊急物資が不足
13	東日本大震災		大	医薬品の不足	医薬品が津波により流失し、降圧薬や副腎皮質ホルモン剤、向精神薬、血糖測定器などが避難所で不足。糖尿病治療薬を服用しているにもかかわらず栄養状態が悪く、めまいを訴える患者も多く、また胃腸炎、腹痛、便秘を訴える人が増加
14	東日本大震災		大	燃料の不足	3月11日に発生した宮城県仙台市の石油コンビナート火災や、千葉県市原市のコスモ石油千葉製油所での火災など、太平洋沿岸にある各社の製油所や油槽所などの生産・供給拠点が機能停止したことにより、燃料の供給能力が低下し、道路の通行止めや通行不可により燃料の運搬遅延なども発生した。さらに、ガソリンの高騰、在庫不足を懸念したユーザーのガソリンスタンド殺到により、被災地以外でも燃料不足が発生
15	東日本大震災		大	飲料水・生活用水の不足	上水道施設の機能停止により、被災地では飲料水が不足し、また道路閉塞や多数の避難所が開設されたため給水車の遅延や不足が発生。被災地以外では福島第一原子力発電所事故の影響により、健康被害を懸念した消費者によるペットボトル飲料水の買いだめが発生し、全国的に飲料水不足が発生。また、急激な需要の増加によりペットボトル容器やキャップなどの資材も不足し、それらによる飲料水の供給不足も発生
16	東日本大震災		中	ガスの不足	約7000箇所以上の導管が被災し、10日間以上都市ガスの供給が停止したため、その間はカセットコンロ等で代用したが、入浴などの大量のお湯を必要とする場面ではガス不足が深刻
17	東日本大震災		中	トイレの不足	岩手県、宮城県の避難所では災害用トイレ1基に対する避難者数が10～60人となっており、仮設トイレが長期にわたり不足。また、下水道施設も復旧しないため、下水処理も困難となり、衛生環境悪化に伴う健康被害も発生
18	東日本大震災		大	衛生環境悪化	宮城県石巻市と南三陸町の避難所で、支給された布団や毛布、マットレスを、天日干しや洗濯ができないまま長期間使用していたため、汚れがひどくなったりカビやダニが発生。また避難所周辺ではハエや蚊が大量発生し、衛

各支障の深刻さ

各支障の内容

(4) ツール④：支障発想シート

支障発想シートは、利用者が災害時に発生する被害を思いつくままに出し合う際の作業シートになっています。利用者がグループ全体で同時に見ながら議論と作業ができるよう、大判のサイズとなっています。なお、大判印刷が難しい場合には模造紙等にサインペン等で境界を書いて代替しても問題ありません。

支障発想シートは次の区分ごとに検討できるよう準備しています。

＜区分＞

- □ 人
- □ 建物
- □ 大規模集客施設
- □ 地下街等の地下施設
- □ 道路
- □ 鉄道
- □ 河川
- □ 港湾
- □ 航空
- □ 電力
- □ 通信
- □ ガス
- □ 上水道
- □ 下水道
- □ 農業
- □ 水産業
- □ 林業
- □ 重化学工業
- □ 軽工業
- □ 行政
- □ 金融
- □ 医療

次のページの図のように、地図を見て自由に発想しながら考え付いた被害や支障を付箋で貼り、波及する部分は線で結んで表現します。見やすくするため、また、後述の「災害発生シナリオ」を作成しやすいよう、被害や支障を「人的/物的被害」「基盤機能支障」「経済支障/生活支障」に分けて記入するようゾーンを区切っています。

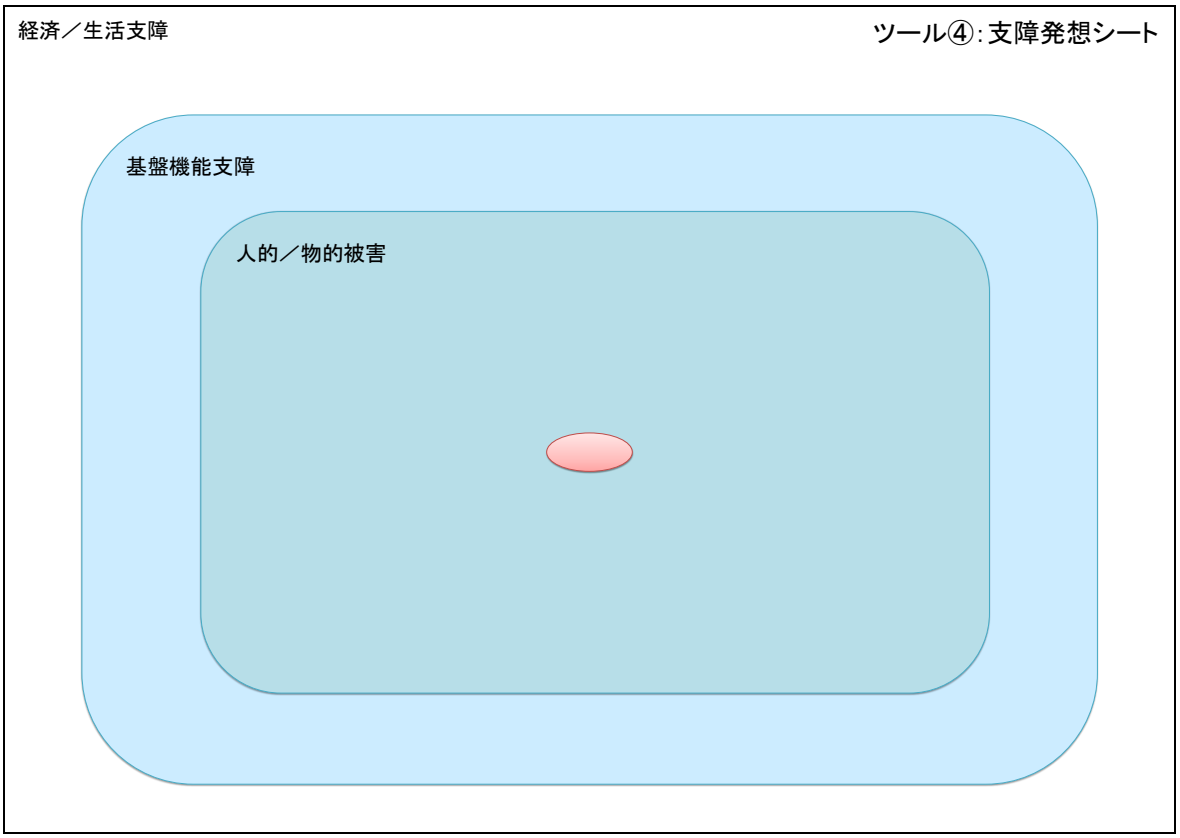


図 3-4　支障発想シート（サンプル）

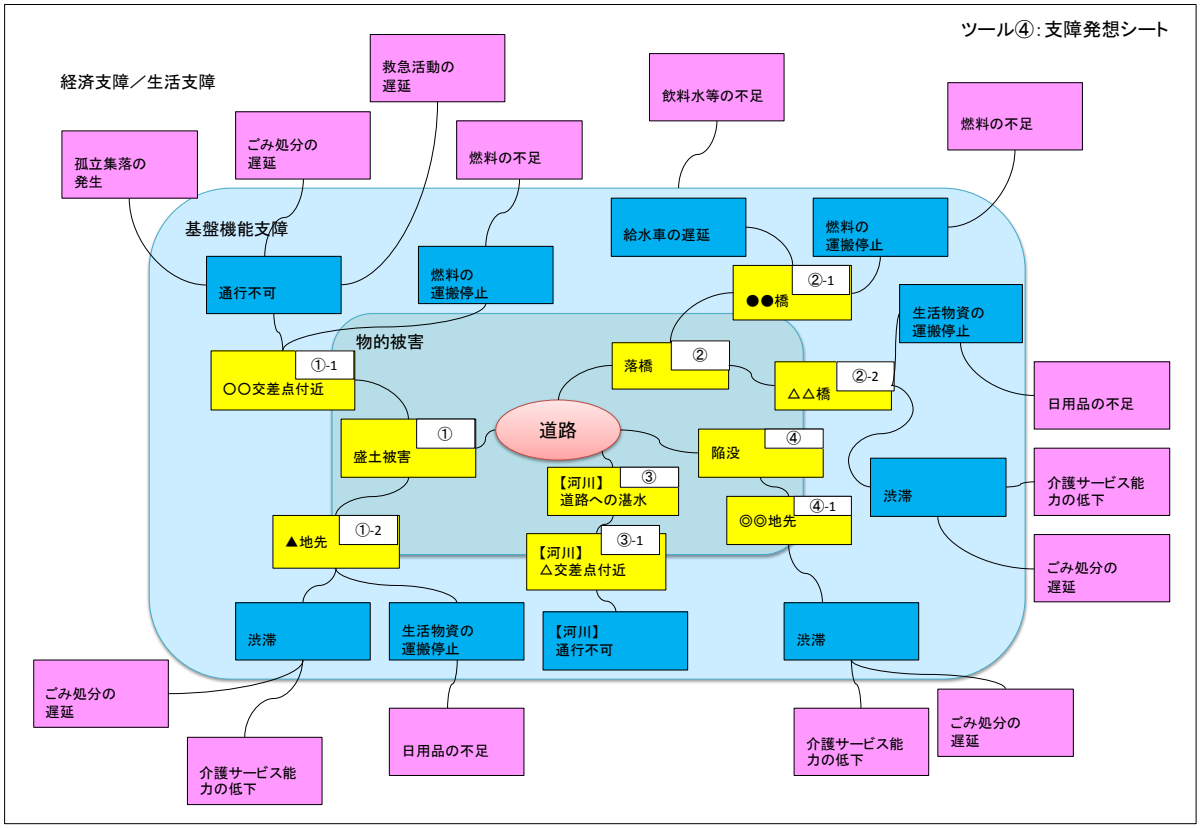


図 3-5　支障発想シート記入イメージ

なお、支障発想シートは電子ファイル上でも作成することが可能です。

「Frieve Editor」を活用することで前述した支障発想シートと同様の成果を作成することが出来ます。成果イメージについては図 3-6 に示します。

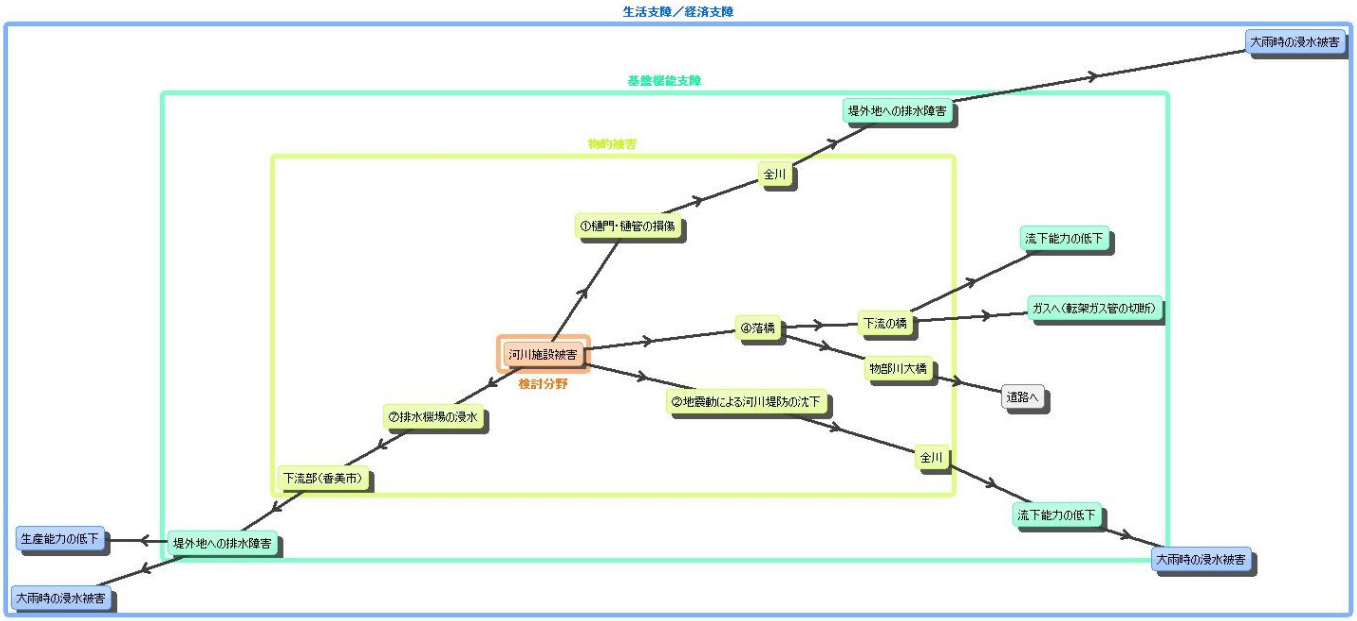


図 3-6　支障発想シート作成イメージ

(5)　ツール⑤：印刷済み付箋集

印刷済み付箋集は、前述の「支障発想シート」を用いた作業を簡略化するために、物的被害、基盤機能支障を対象として作成しています。付箋に想定される物的被害や基盤機能支障を印刷して準備しておき、支障発想シートを作成する際の被害や支障を考え付いた時に該当するものがこの付箋集にあれば、それを支障発想シートに貼っていきます。

印刷済み付箋は図のような構成になっています。「支障発想シート」や「災害発生シナリオ」に貼った際に区別をつけやすいよう、人的/物的被害は黄色、基盤機能支障は青色の付箋になっています。（経済支障/生活支障は、ピンク色の付箋に自ら記載する形式）また、付箋の右上には被害や支障の発生が想定される地図上の位置を示す番号のシールを添付する欄を設けています。

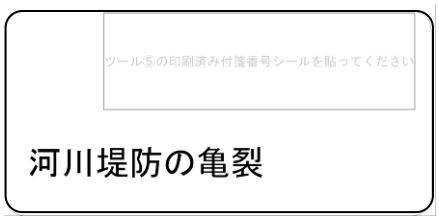


図 3-7　印刷済み付箋（サンプル）

※基盤機能支障の青色の印刷済み付箋集については、同一の基盤機能支障であっても波及する生活支障／経済支障が異なる場合があるので、複数シート準備するようにしてください。

(6)　ツール⑥：印刷済み番号シール集

印刷済み番号シール集は、前述の「支障発想シート」を用いた作業を簡略化するために作成しています。「支障発想シート」に貼る前述の付箋に、施設被害とその施設被害が発生すると考えた地図上の位置とを示す番号を付ける際に利用します。

印刷済み番号シールは図のような構成になっています。

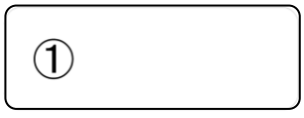


図 3-8　印刷済み番号シール（サンプル）

(7)　ツール⑦：なぜなぜ発想シート

なぜなぜ発想シートは、検討の過程で「支障発想シート」に一度挙げた被害や支障を、途中からやはり発生しないと考えた場合や、他の参加者が挙げたものを発生しないと変更する場合に、改めて本当に発生しないと言えるか振り返りそれを記録するために作成しています。

基本的に発生する可能性があると考えられる被害や支障はすべて挙げていき、地域の被害の様相を理解することを目指すツールであるため、簡単に取り消してしまうことを防ぐことを意図しています。

なぜなぜ発想シートは図のような構成になっています。起きないと考える被害や支障を左列に挙げ、それがなぜ起きないかを【１】に記載します。さらに、【１】に記載した内容がなぜそう言えるかを【２】に記載します。理由が複数挙げられる場合は行を分けて記載して、記載できるところまで繰り返して下さい。

ツール⑦なぜなぜ発想シート

※起きないと考えた被害･支障について判断の理由を記録しましょう

No.	起きないと考える被害･支障	なぜ起きないか？【1】	なぜか？【2】	なぜか？【3】
1	ヘリポート施設の損壊	ヘリポート周辺に倒壊するような建物はなくいため	―	―
2		ヘリポートとして利用可能な公園周辺の地盤は盤石のため	H23 にヘリポートのとして利用可能な公園の地盤改良工事を実施したため	―
3	…			
4	…			
5				
6				
7				
8				
9				
10				

図 3-9　なぜなぜ発想シート記入イメージ

(8)　ツール⑧：災害発生シナリオ

災害発生シナリオは「支障発想シート」に自由に挙げた被害や支障を樹形図のような表形式で見やすく整理するための様式になっています。

Excel の「Smart Art」機能を活用し、支障発想シートから検討分野、物的被害、基盤機能支障、生活支障／経済支障を打ち込んで作成します。災害発生シナリオは図のような構成になっています。

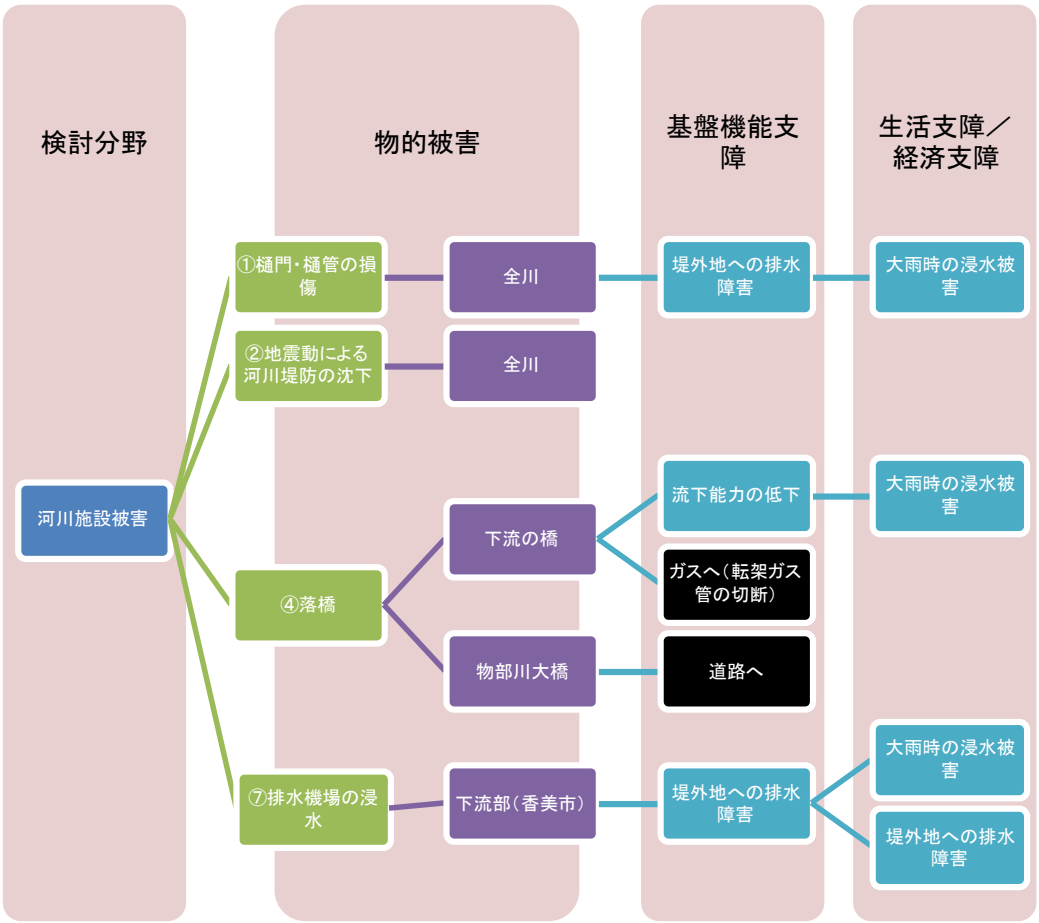
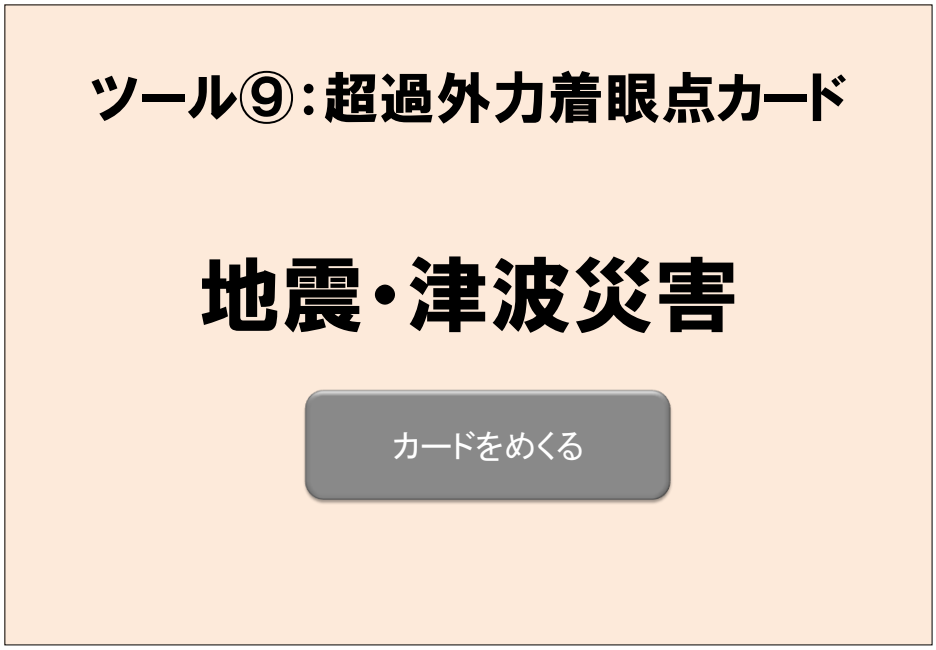


図 3-10　災害発生シナリオイメージ

（9） ツール⑨：超過外力着眼点カード

超過外力着眼点カードは、プロセス 3 で超過外力によって発生する被害事象や基盤機能支障の検討を支援するため、検討する上で着目すべき点や発想のポイントなどが整理され、Powerpoint で作成しています。

また各災害種別で想定される超過外力ごとの着眼点に加え、検討の参考となる資料（被害想定資料等）が明示されています。



超過外力主題カード（地震・津波災害）

被害や支障を検討する手順

◆下に示す着眼点と着想のポイントに従い、超過外力によって発生する事象を抽出し、被害や支障を考えます。
◆考えた被害はプロセス1と同じ色の付箋紙に書き、地図に貼ってゆきます。詳しくは手順書のプロセス3の手順2に従って下さい。

!?発生する災害のイメージがわからない!?
→チェックリスト（超過外力版）を参照して被害の例を見てみましょう

事象	着眼点	着想のポイント	検討の参考となる資料例
地震動	震度6強以上の強震地域拡大	震度6強以上のエリアだけでなく、震度5強や震度6弱の地域が仮に震度6強以上になったら？	想定震度分布図
地震動	地震動に強い箇所の被害	耐震補強した施設でも被害が発生したら？	—
津波	浸水被害の拡大、波力の増大	現状の浸水想定から例えば数百m内陸まで浸水域が広がったら？	津波浸水想定図
液状化	液状化範囲の拡大	液状化危険度の高い地域（PL＞15）だけでなく、やや高いとされる地域（5＜PL）も液状化したら？	液状化危険度分布図
地盤沈下（沈降）	地殻変動による地盤沈下量が増大	浸水シミュレーション等で想定されている地盤沈下範囲での沈下量が増えたら？	—
断層変位	想定外の断層での断層変位	主要な活断層だけでなく、それら以外の活断層で断層変位が発生したら？	活断層位置図
火災	延焼範囲の広域化	火災危険度等の高い地域だけでなく、低いとされる地域も火災が発生したら？	火災危険度図
土砂災害	想定外の範囲での土砂災害	土砂災害危険箇所として指定されている区域だけでなく、それら区域周辺の傾斜地も土砂災害が発生したら？	土砂災害危険箇所図

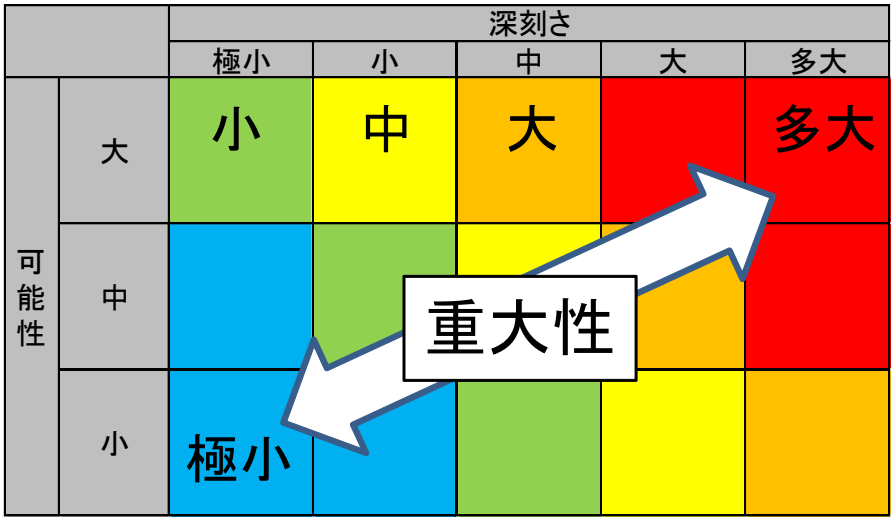
図 3-11　超過外力着眼点カード（地震・津波災害編のサンプル）

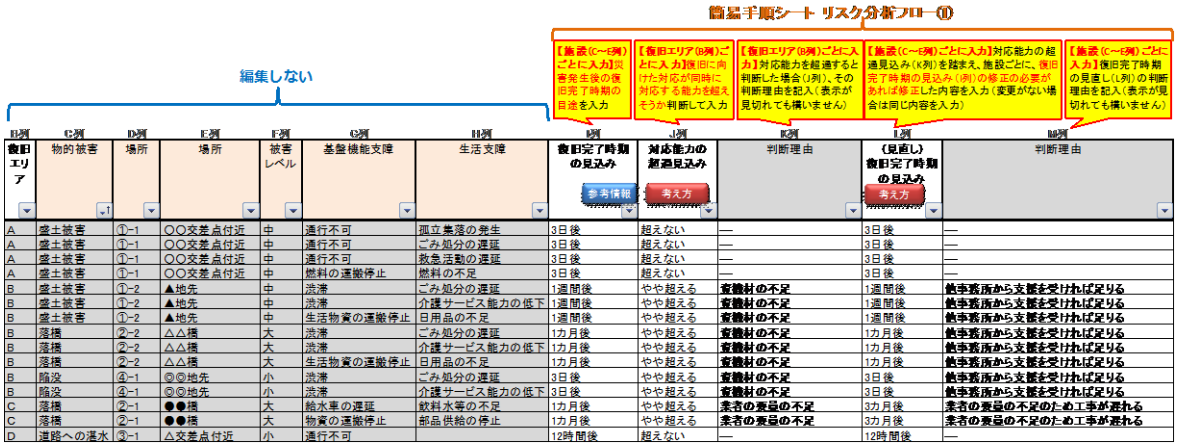
（10） ツール⑩：支障・重大性・対策一覧シート

支障・重大性・対策一覧シートは、「災害発生シナリオ」の整理結果から被害や支障を決められた欄に入力し、各支障の深刻さや物的被害の発生可能性を順番に考えて、支障の重大性評価を支援するツールになっています。さらに支障の重大性を基に、その後の対策メニューの検討を実施することも可能です。 重大性の評価は、各支障の深刻さや物的被害の発生可能性を評価することで、自動で決定されますが、参加者の対応上の目標などを勘案して、この自動で表示される重大性を変更することも可能としています。さらに、同一の一覧の中で、各支障に対する対策のメニューを検討した結果を記入し、その対策の難易度などを考慮した上で優先度を決めて対策に用いることができるようにしています。

重大性の評価の考え方は次の表、支障・重大性・対策一覧シートは図のように構成されています。

表 3-4　重大性評価の考え方





復旧エリア	物的被害	場所	場所	被害レベル	基盤機能支障	生活支障	復旧完了時期の見込み	対応能力の超過見込み	判断理由	(見直し)復旧完了時期の見込み	判断理由
A	盛土被害	①-1	○○交差点付近	中	通行不可	孤立集落の発生	3日後	超えない	—	3日後	—
A	盛土被害	①-1	○○交差点付近	中	通行不可	ごみ処分の遅延	3日後	超えない	—	3日後	—
A	盛土被害	①-1	○○交差点付近	中	通行不可	救急活動の遅延	3日後	超えない	—	3日後	—
A	盛土被害	①-1	○○交差点付近	中	燃料の運搬停止	燃料の不足	3日後	超えない	—	3日後	—
B	盛土被害	①-2	▲地先	中	渋滞	ごみ処分の遅延	1週間後	やや超える	資機材の不足	1週間後	供事務所から支援を受ければ足りる
B	盛土被害	①-2	▲地先	中	渋滞	介護サービス能力の低下	1週間後	やや超える	資機材の不足	1週間後	供事務所から支援を受ければ足りる
B	盛土被害	①-2	▲地先	中	生活物資の運搬停止	日用品の不足	1週間後	やや超える	資機材の不足	1週間後	供事務所から支援を受ければ足りる
B	落橋	②-2	△△橋	大	渋滞	ごみ処分の遅延	1カ月後	やや超える	資機材の不足	1カ月後	供事務所から支援を受ければ足りる
B	落橋	②-2	△△橋	大	渋滞	介護サービス能力の低下	1カ月後	やや超える	資機材の不足	1カ月後	供事務所から支援を受ければ足りる
B	落橋	②-2	△△橋	大	生活物資の運搬停止	日用品の不足	1カ月後	やや超える	資機材の不足	1カ月後	供事務所から支援を受ければ足りる
B	陥没	④-1	◎◎地先	小	渋滞	ごみ処分の遅延	3日後	やや超える	資機材の不足	3日後	供事務所から支援を受ければ足りる
B	陥没	④-1	◎◎地先	小	渋滞	介護サービス能力の低下	3日後	やや超える	資機材の不足	3日後	供事務所から支援を受ければ足りる
C	落橋	②-1	●●橋	大	給水車の遅延	飲料水等の不足	1カ月後	やや超える	業者の要員の不足	3カ月後	業者の要員の不足のため工事が遅れる
C	落橋	②-1	●●橋	大	物資の運搬停止	部品供給の停止	1カ月後	やや超える	業者の要員の不足	3カ月後	業者の要員の不足のため工事が遅れる
D	道路への漏水	③-1	△交差点付近	小	通行不可		12時間後	超えない	—	12時間後	—

図 3-12　支障・重大性・対策一覧シート（シート名：分析結果記録シート）

対応目標	・人的被害につながる支障を発生させない								対策検討日	2015年1月20日								参加者					
									対象災害	●●地震													
「災害発生シナリオ」から転記								検討して入力（プロセス4手順5）					編集しない							検討して入力（プロセス4）			
物的被害	場所	場所	基盤機能支障	生活支障	被害レベル	No.	復旧箇所・範囲	重大性極高	深刻さの分析							可能性の分析		重大性の分析結果	重大性の評価結果	対策メニュー	
									（見直し）復旧期間	代替の内容	代替の復旧期間	生活支障の開始	深刻さ（人命）	深刻さ（経済）		可能性				着目点	具体的な内容
盛土被害	①-1	○○交差点付近	通行不可	孤立集落の発生	中	A	●●地先～××地先		3日後	市道◎◎	3日後	12時間後	極小	極小	極小	大	中	極小	極小	結果の変更	・公共施設における備蓄を充実する ・家庭での食料、医薬品の備蓄を促す
盛土被害	①-1	○○交差点付近	通行不可	ごみ処分の遅延	中	A	●●地先～××地先		3日後	市道◎◎	3日後	3日後	極小	極小	極小	大	中	極小	極小	起こりやすさの変更	・盛土を補強する
盛土被害	①-1	○○交差点付近	通行不可	救急活動の遅延	中	A	●●地先～××地先		3日後	市道◎◎	3日後	3時間後	多大	小	多大	大	中	多大	多大	起こりやすさの変更	・拠点病院を当該地域に増やす
盛土被害	①-1	○○交差点付近	燃料の運搬停止	燃料の不足	中	A	●●地先～××地先		3日後	市道◎◎	3日後	3日後	極小	極小	極小	大	中	極小	極小	結果の変更	・燃料の備蓄をする
盛土被害	①-2	▲地先	渋滞	ごみ処分の遅延	中	B	◎◎三丁目		1週間後	県道●号	1週間後	1週間後	極小	極小	極小	中	小	極小	極小	…	
盛土被害	①-2	▲地先	渋滞	介護サービス能力の低下	中	B	◎◎三丁目		1週間後	県道●号	1週間後	12時間後	大	小	大	中	小	中	中		
盛土被害	①-2	▲地先	生活物資の運搬停止	日用品の不足	中	B	◎◎三丁目		1週間後	県道●号	1週間後	3日後	小	小	小	中	小	極小	極小		
落橋	②-2	△△橋	渋滞	ごみ処分の遅延	大	B	◎◎三丁目		1カ月後	県道●号	1週間後	1週間後	極小	極小	極小	小	小	極小	極小		
落橋	②-2	△△橋	渋滞	介護サービス能力の低下	大	B	◎◎三丁目		1カ月後	県道●号	1週間後	12時間後	大	小	大	小	小	中	中		
落橋	②-2	△△橋	生活物資の運搬停止	日用品の不足	大	B	◎◎三丁目		1カ月後	県道●号	1週間後	3日後	小	小	小	小	小	極小	極小		

図 3-13　支障・対策一覧表（シート名：支障と対策一覧）

（11）　ツール⑪：目標カード

目標カードは、支障の重大性を考えるにあたってひとつの判断基準とするため、参加者の災害発生後の対応業務において重要なことを、災害対応上の目標として書くためのものになっています。目標は議論参加者それぞれが考えて、その後グループ内で共有して決めることが望ましいです。

ここで設定した目標と、支障の重大性を照らし合わせて、重大性を変更する必要がないか再確認する手順も設けています。書いた目標は、参加者が検討の間に常に見られるよう机の上などに置いておくようにして下さい。

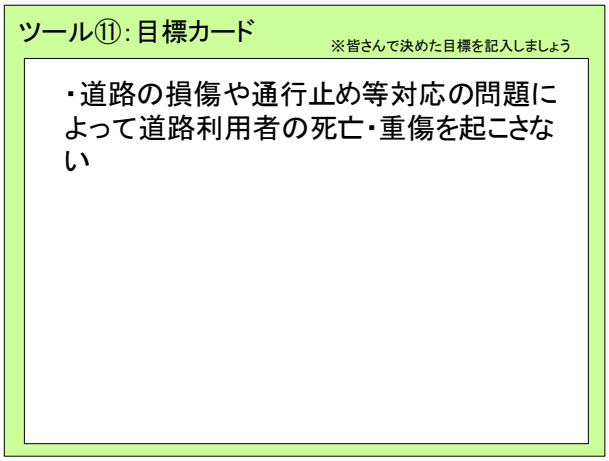


図 3-14　目標カード記入イメージ

4. ツールキットを用いた議論の進め方

4.1. 大きな検討の流れ

ツールキットを用いた検討の大きな流れは、図のように「被害の様相の整理」、「支障の重大性の評価」、「支障への対策検討」の 3 つのポイントに分類されています。

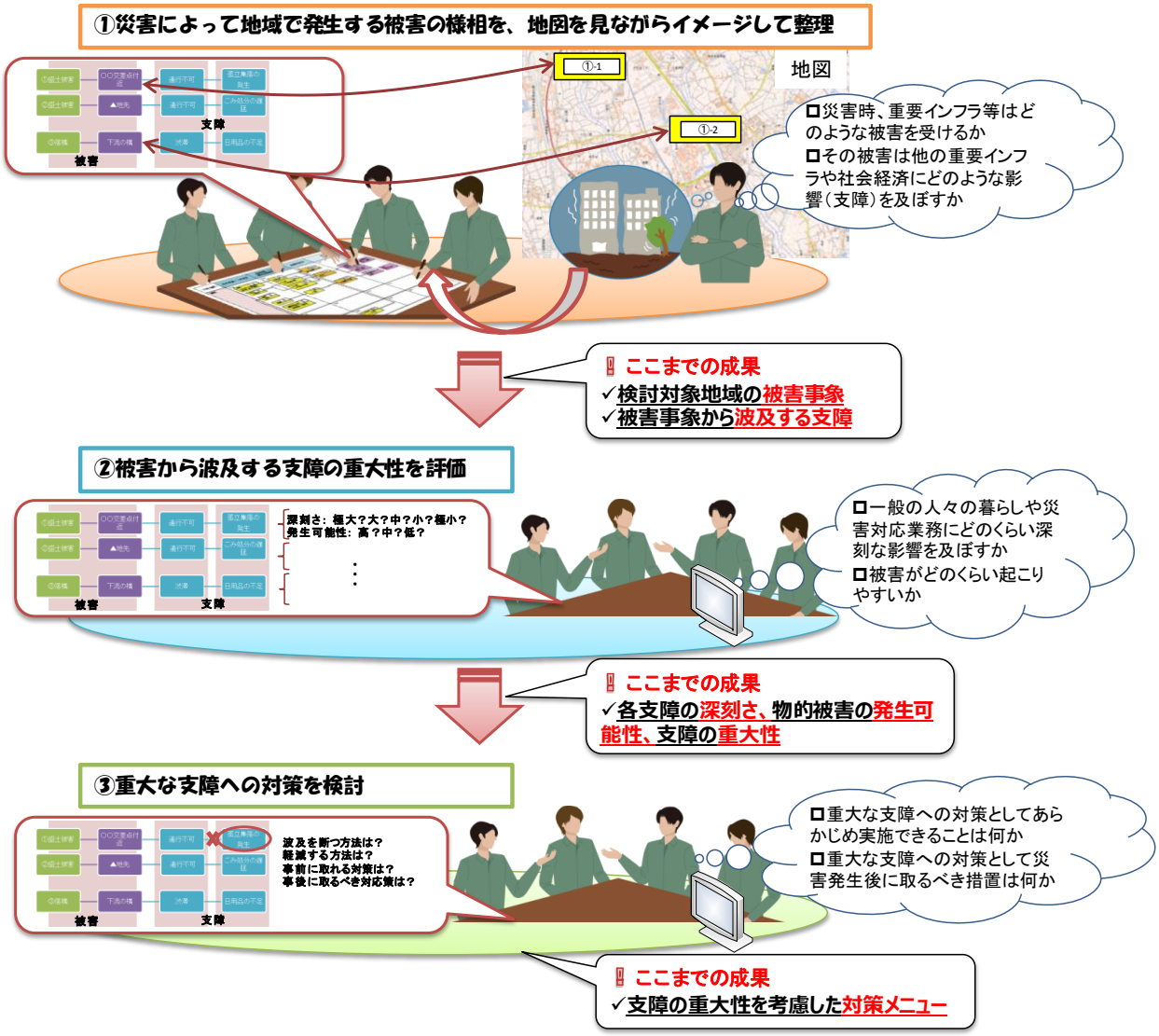


図 4-1　ツールキットを用いた検討の流れ

(1) 災害によって地域で発生する被害の様相を、地図を見ながらイメージして整理

事前に準備していただいた被害想定資料や地図を基に、対象地域で「どのような被害が発生するか？」、「その被害はインフラ施設や住民の生活、社会経済にどのような影響（支障）を及ぼすのか？」等を発生する場所をイメージしながら整理していきます。

ここでは「対象地域の被害事象」、「被害事象から波及する支障（基盤機能支障／生活支障／経済支障）」が成果として挙げることが出来ます。

(2) 被害から波及の支障の重大性を評価

支障を抽出することが出来たら、ここでは支障の重大性を検討します。重大性の評価は、「支障の深刻さ（人命、経済性）」、「物的被害の発生可能性」を検討指標とします。

ここでは整理した支障に対して、ツールキット上の指標（深刻さ、発生可能性）に基づいた「対象地域における各支障の重大性」を挙げることが出来ます。

(3) 重大な支障への対策を検討

支障の重大性を評価出来たら、対象地域において最も危惧すべき支障に対する対策メニューを検討します。重大な支障には、「事前対策をとるべき支障」、「発災後、迅速に対応すべき支障」に分類されます。

ここでは事前・事後にやるべき対策を皆さんで議論した上で、「重大な支障に対する対策メニュー」を挙げることが出来ます。

4.2. 検討の流れのプロセス区分

ツールキットを用いた議論の流れを 3 つのポイントに分けてご紹介しましたが、3 つのポイントをさらに細かいプロセスに分類すると以下の表及び図のようになります。

表 4-1　各ポイントにおけるプロセス概要

大きな検討の流れ	プロセス	プロセスの概要
災害によって地域で発生する被害の様相を、地図を見ながらイメージして整理	プロセス１	地震・津波災害／風水害／火山災害による被害状況を地図を見ながらイメージする
	プロセス２	イメージした被害状況を整理する
	プロセス３	想定を超える規模の災害による被害状況をイメージする
被害から波及の支障の重大性を評価	プロセス４	被害による支障の重大性を分析する
重大な支障への対策を検討	プロセス５	支障への対策と優先度を考える

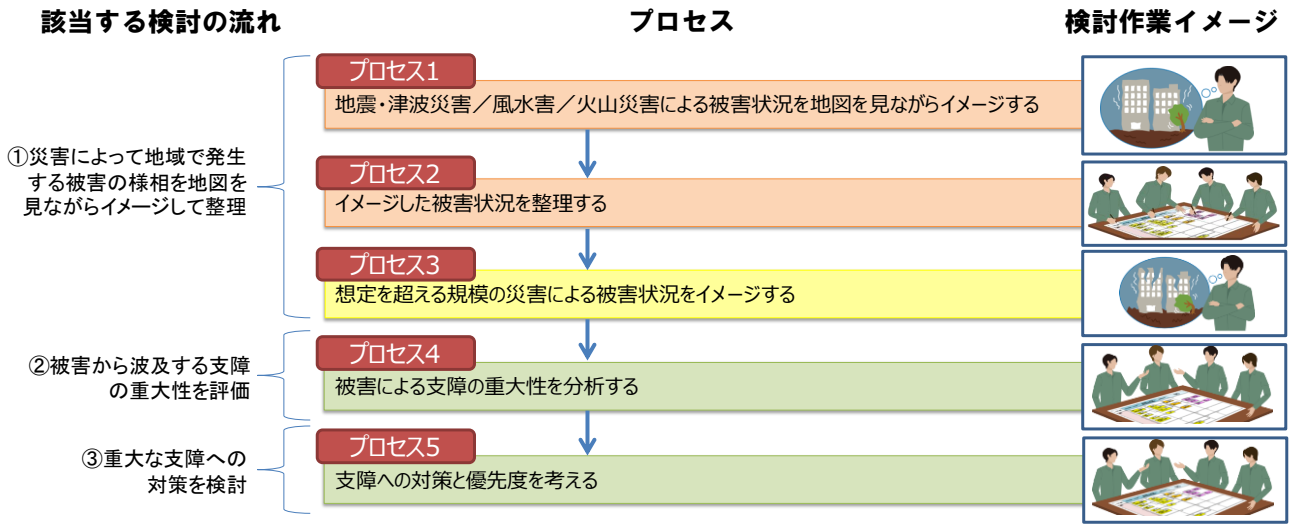


図 4-2　検討手順の流れのイメージ

(1) プロセス１

事前準備で設定した災害（地震・津波災害等）によって、対象地域でどのような被害や被害による支障がどこで発生するかを、被害想定資料や地図を見ながらイメージして整理します。整理する際はツール④の支障発想シートやツール⑤の印刷済み付箋集等を活用します。

(2) プロセス２

プロセス 1 で整理した被害や支障をツール⑧の災害発生シナリオを活用して整理していきます。Excel の「Smart Art」機能を活用して、対象地域で発生した被害がどのような支障へとつながるかを見やすく整理していきます。

(3) プロセス３

被害想定資料などで想定されていた災害規模を超える外力が対象地域で発生した場合、どこでどのような被害が発生するか、またそれら被害によってどのような支障が発生するかイメージして整理します。ここでは被害や支障の発送を支援するツール⑨の超過外力着眼点カードを活用します。

(4) プロセス４

想定を超える外力も考慮して抽出した支障がどの程度地域に影響を及ぼすのか（深刻さ）、またその支障は起こりやすいのか（発生可能性）をツール⑩の支障・重大性・対策一覧シートを活用して検討します。深刻さと発生可能性はそれぞれ 5 段階、3 段階で評価します。

(5) プロセス５

プロセス 4 で整理した重大な支障を基に、事前及び事後において対応すべき対策事項を検討します。さらに対策事項の取り組みやすさや重大な支障の内容を基に、対策の優先順位を検討します。

各プロセスの具体的な内容は、
P26 の「4.3 各プロセスの検討手順」でご紹介します。

4.3. 各プロセスの検討手順

(1)　プロセス１

ツールキット利用者が所管する地域で発生する被害や支障を網羅的に把握するため、参加者で思いつくままに意見を出し合い、被害状況を発想します。3 つのフェーズに分れており、段階的に被害様相の把握ができる様になっています。

1)　フェーズ１／３

物的被害として施設の被害を抽出します。用意した地図や被害想定資料を見ながら想定される被害や被害箇所をイメージし、支障発想シートを作成していきます。

作業手順は次の通りです。支障発想シートの作成例は次の図を参照して下さい。

【フェーズ１／３の作業手順】

① 地図を見ながら発生しそうな被害をイメージして印刷済み付箋集を支障発想シートに貼って下さい。

② 被害が発生すると思った箇所を地図に記入し、地図上に印刷済み番号シールを貼って下さい。

③ 被害が発生すると思った箇所の名称をブランクの付箋に書き、支障発想シートに貼って下さい。

※支障発想シートに出された物的被害のうち、疑問があるものは皆さんで議論して、不要と判断したら付箋に取り消し線を書いて消してください。なお消す際は、ツール⑦（なぜなぜ発想シート）を使って判断の理由を整理、記載して、検討の記録として残してください。

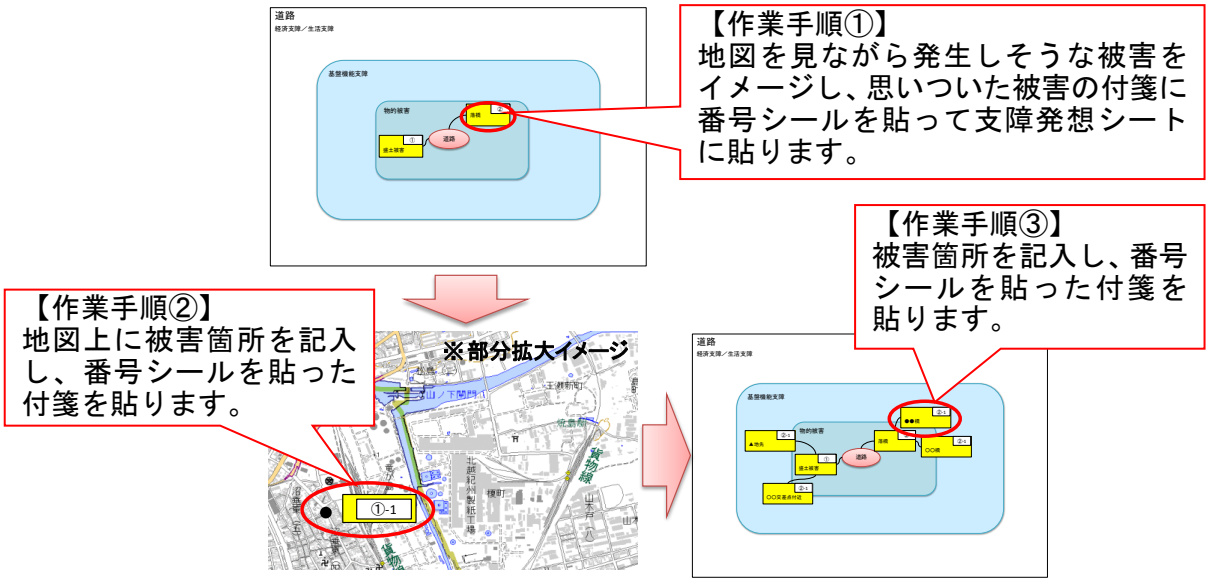


図 4-3　プロセス１（フェーズ１／３）の作業イメージ

2） フェーズ２／３

基盤機能支障として、物的被害から施設や構造物等が持つ基盤機能への支障を抽出します。さらに、基盤機能の支障から生じる人々の日常生活や経済活動に対する支障を抽出します。フェーズ１／３と同様に地図や被害想定資料を見ながら物的被害から波及する基盤機能支障、また基盤機能支障から波及する生活支障・経済支障をイメージしながら支障発想シートを作成していきます。なお、同一の生活支障、経済支障が複数の箇所で発生する場合には、付箋を新たに貼らずに、既に貼った付箋の番号等を直接「支障発想シート」に書き込んで頂いても構いません。

ここで抽出する生活支障・経済支障はプロセス４で評価する支障の重大性の評価に大きな影響を及ぼすため、それを念頭において抽出するようにしてください。

作業手順は次の通りです。また支障発想シートの作成イメージは次の図を参照して下さい。

【フェーズ２／３の作業手順】

① 地図を見ながら物的被害から生じる基盤機能の支障をイメージして印刷済み付箋集を支障発想シートに貼って下さい。

② 基盤機能の支障から生じる生活支障、経済支障をイメージして印刷済み付箋集を支障発想シートに貼って下さい。

※フェーズ１／３と同様に支障発想シートに出された基盤機能支障、生活支障・経済支障のうち、疑問があるものは皆さんで議論して、ツール⑦（なぜなぜ発想シート）を使って削除し、判断の理由を整理、記載して、検討の記録として残してください。

※ひと通り支障発想シートへの整理が出来たら、ツール③（チェックリスト及び事例集）を見て、忘れている生活支障や経済支障はないか議論して、抜けや漏れがあれば追加してください。チェックリストにあるけれど対象地域には当てはまらないと判断したものは、先ほどと同じくツール⑦（なぜなぜ発想シート）に判断の理由を検討の記録として残します

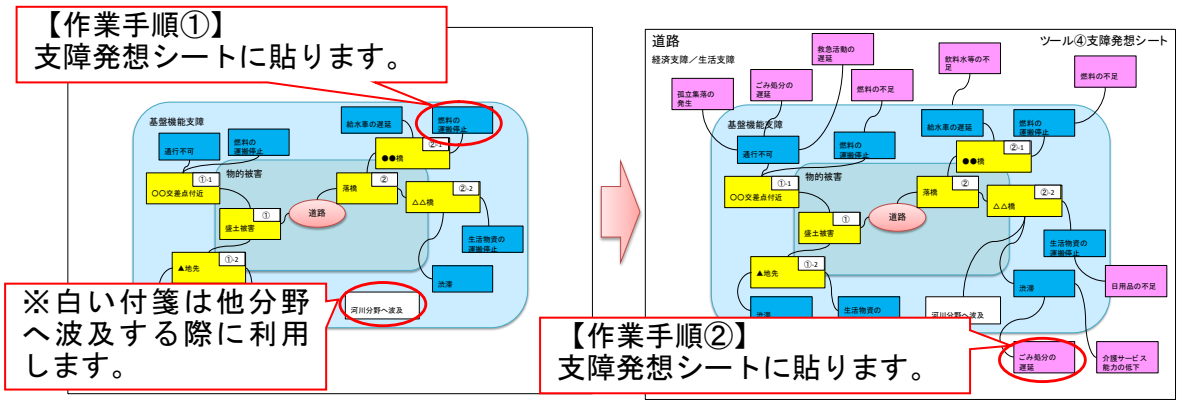


図 4-4　プロセス１（フェーズ２／３）の作業イメージ

3） フェーズ３／３

物的被害が他分野の施設に被害や支障を及ぼすか検討し、整理していきます。異なる施設や構造物間での影響を考えて先ほど整理した支障発想シートに反映していきます。さらにここまでに作成した支障発想シートの内容を他のグループと共有し、他分野から波及する物的被害や基盤機能支障、生活支障、経済支障を検討し、支障発想シートに反映します。

作業手順は次の通りです。また支障発想シートの作成イメージは次の図を参照して下さい。

【フェーズ３／３の作業手順】

① 物的被害が他分野の施設等に影響を及ぼす場合は、ブランク付箋に支障を記載して支障発想シートに貼って下さい。

② これまでに作成した支障発想シートをホワイトボード等に掲示して、他のグループと検討内容について共有します。

③ 共有後、他分野から波及する物的被害や基盤機能支障、生活支障、経済支障があるか議論し、適宜ブランク付箋に記載して支障発想シートに反映します。

※フェーズ１／３と同様に支障発想シートに出された他分野から波及する物的被害や基盤機能支障、生活支障・経済支障のうち、疑問があるものは皆さんで議論して、なぜなぜ発想シートを使って削除し、判断の理由を整理、記載して、検討の記録として残してください。

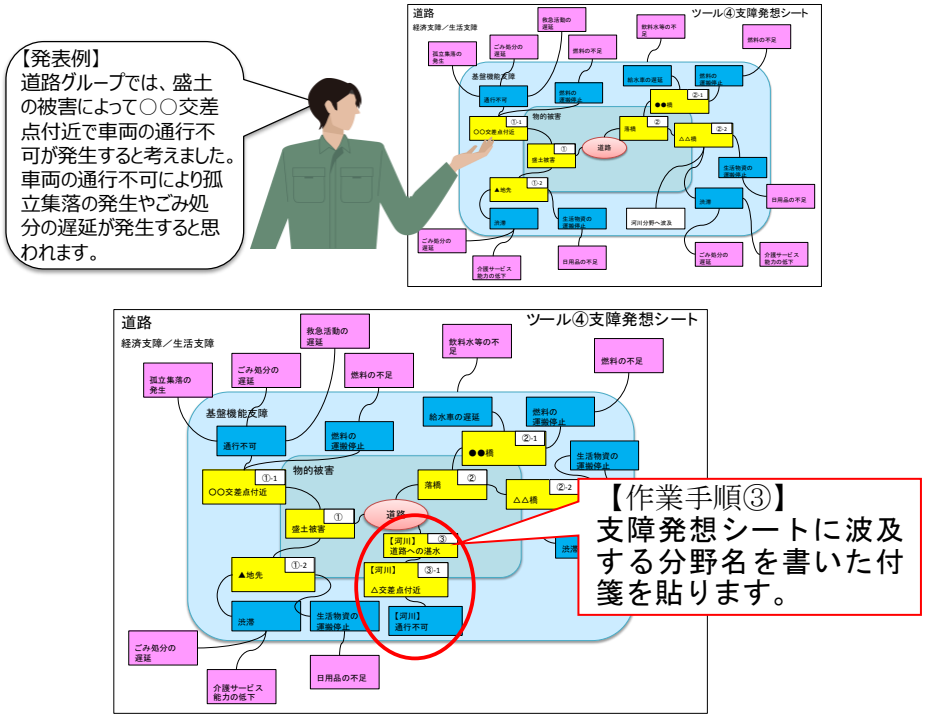


図 4-5　プロセス１（フェーズ３／３）の作業イメージ

(2)　プロセス２

プロセス１で整理した物的被害、基盤機能支障、生活支障・経済支障の波及の様子を検討の成果の様子として記録できるように電子ファイル上で表形式（災害発生シナリオ）に整理します。

作業手順は次の通りです。また災害発生シナリオの作成イメージは次の図を参照して下さい。

【プロセス２の作業手順】

① 災害発生シナリオのファイルをパソコンで開き、プロセス１で作成した支障発想シートに貼った付箋の内容を対応する被害、支障の枠に入力します。

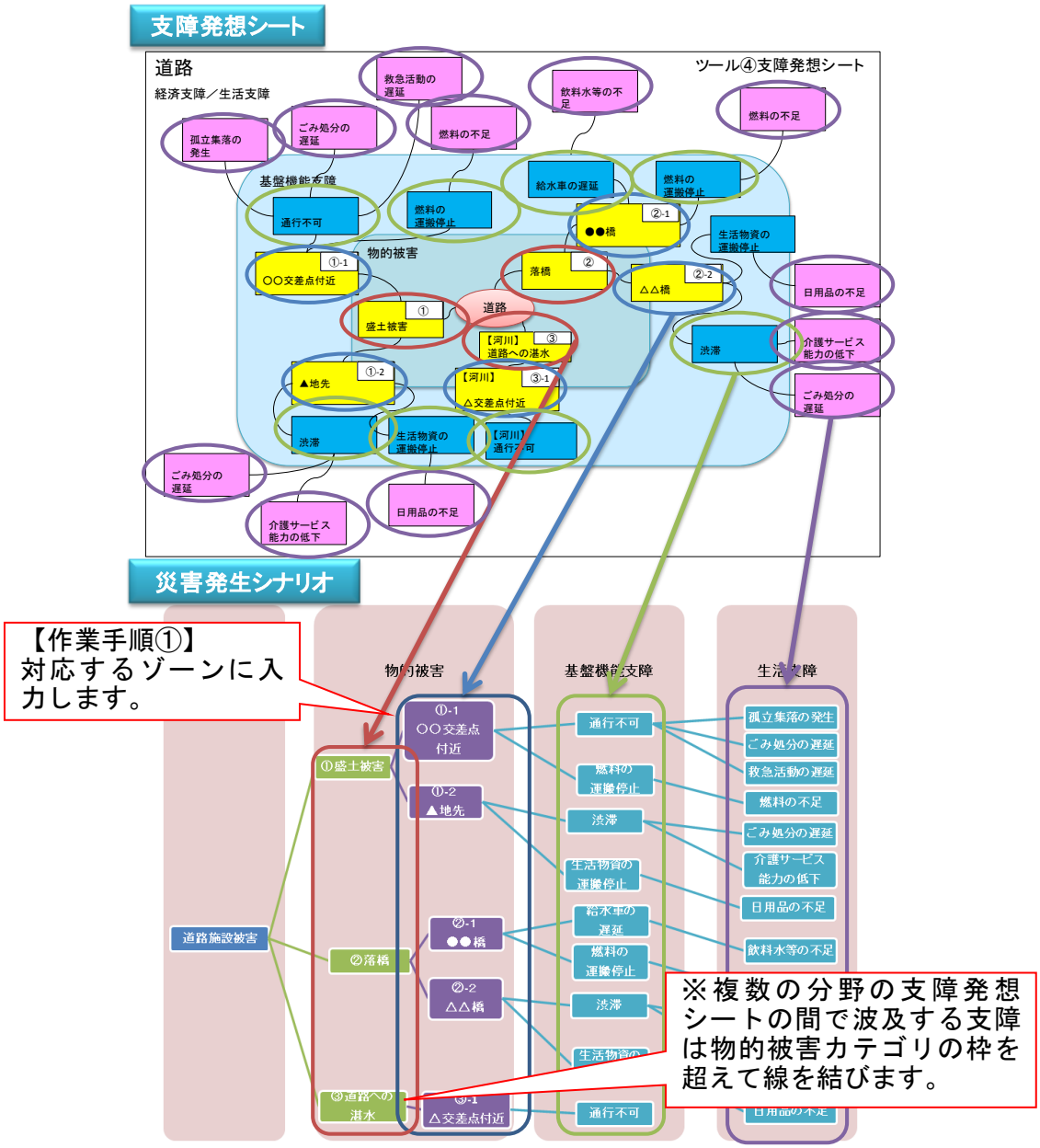


図 4-6　プロセス２の作業イメージ

(3)　プロセス３

過去の大規模災害の事例を参考に、様々な想定を超える外力について支障の見落としがないか確認します。

作業手順は次の通りです。また災害発生シナリオの作成イメージは次の図を参照して下さい。

【プロセス３の作業手順】

① ツール⑨の超過外力着眼点カードを開いて、裏面に記載されている着眼点を参照して検討を進めます。

② 超過外力着眼点カードに記載されている着眼点を基に思いついた被害を印刷済み付箋集から選択し、プロセス１で活用した地図上に貼ります。思いついた被害が付箋集にない場合はブランク付箋に書いて地図上に貼ります。

③ ②で思いついた被害が発生する箇所に印刷済み番号シールを貼ります。

④ 物的被害から波及する基盤機能支障、生活支障・経済支障も同様に地図上の付箋を貼って整理していきます。

⑤ 全ての付箋が張り終えた後に、地図上に貼った付箋の内容をプロセス２で作成した災害発生シナリオに入力します。

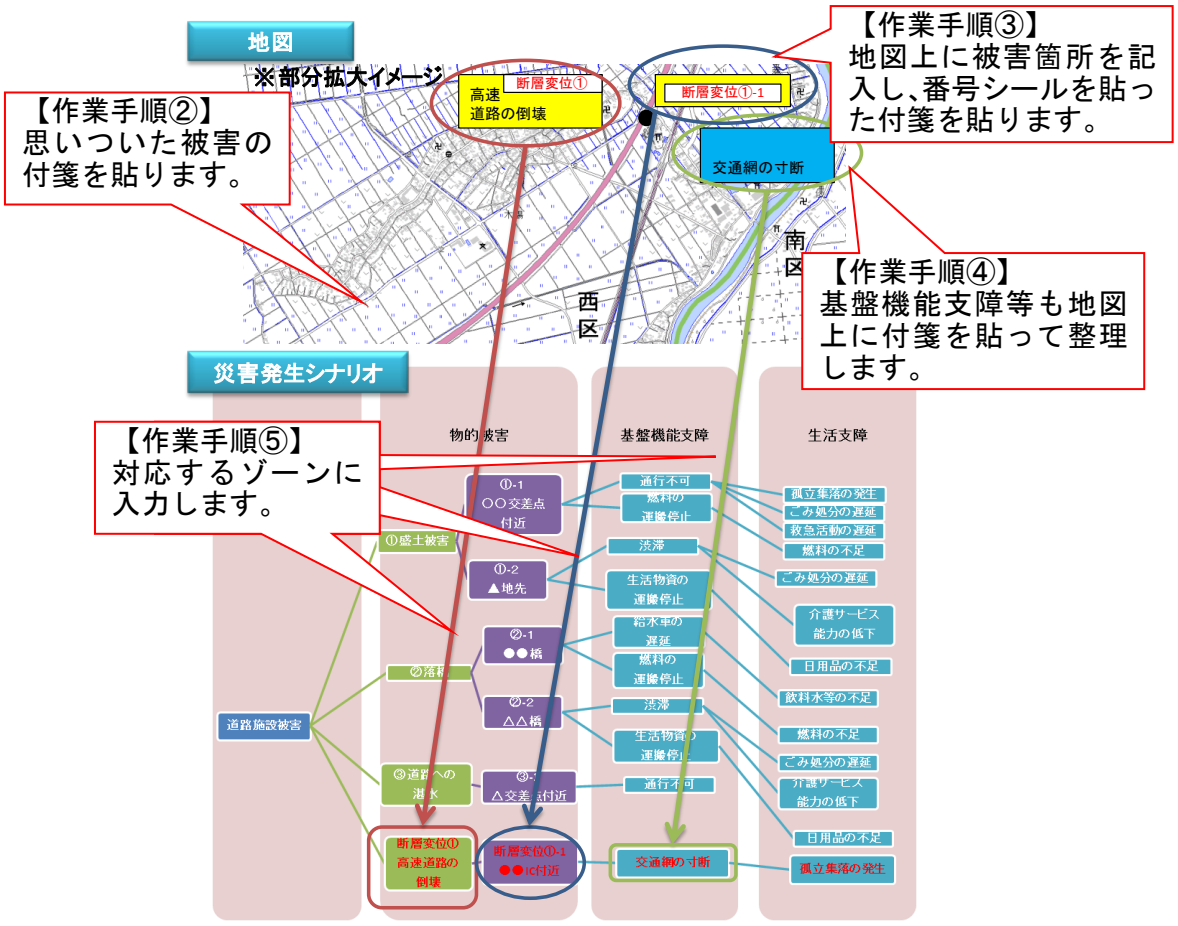


図 4-7　プロセス３の作業イメージ

（4） プロセス４

対象地域において優先して対応すべき支障を抽出するため、プロセス３までに整理した支障の重大性を考えます。支障の重大性は支障の深刻さと物的被害の発生可能性を基に評価します。

検討手順の全体像は次の通り、４つのフェーズで構成されています。また重大性の評価作業は次頁の通り、大きく７つのステップに分れています。

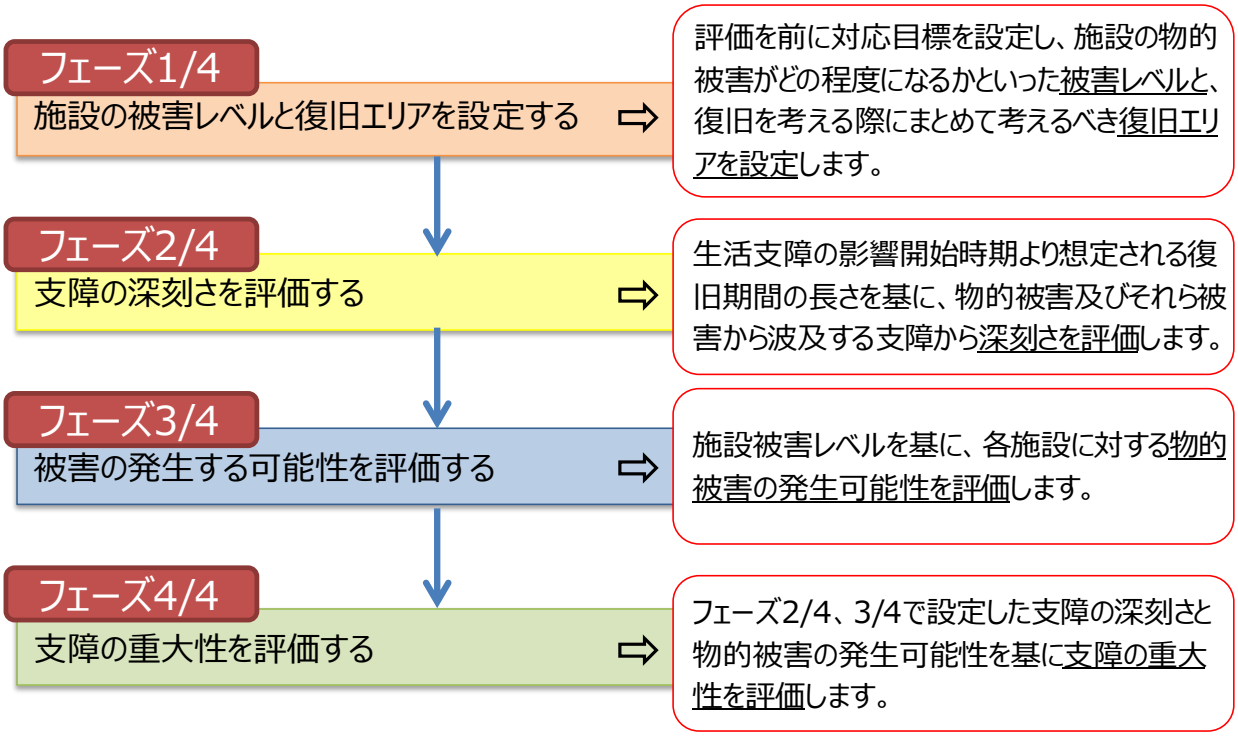


図 4-8　支障の重大性の検討手順

※ひと通り支障の重大性を設定することが出来たら、他の支障についてもフェーズ 2/4～4/4 を繰り返して、重大性を設定して下さい。

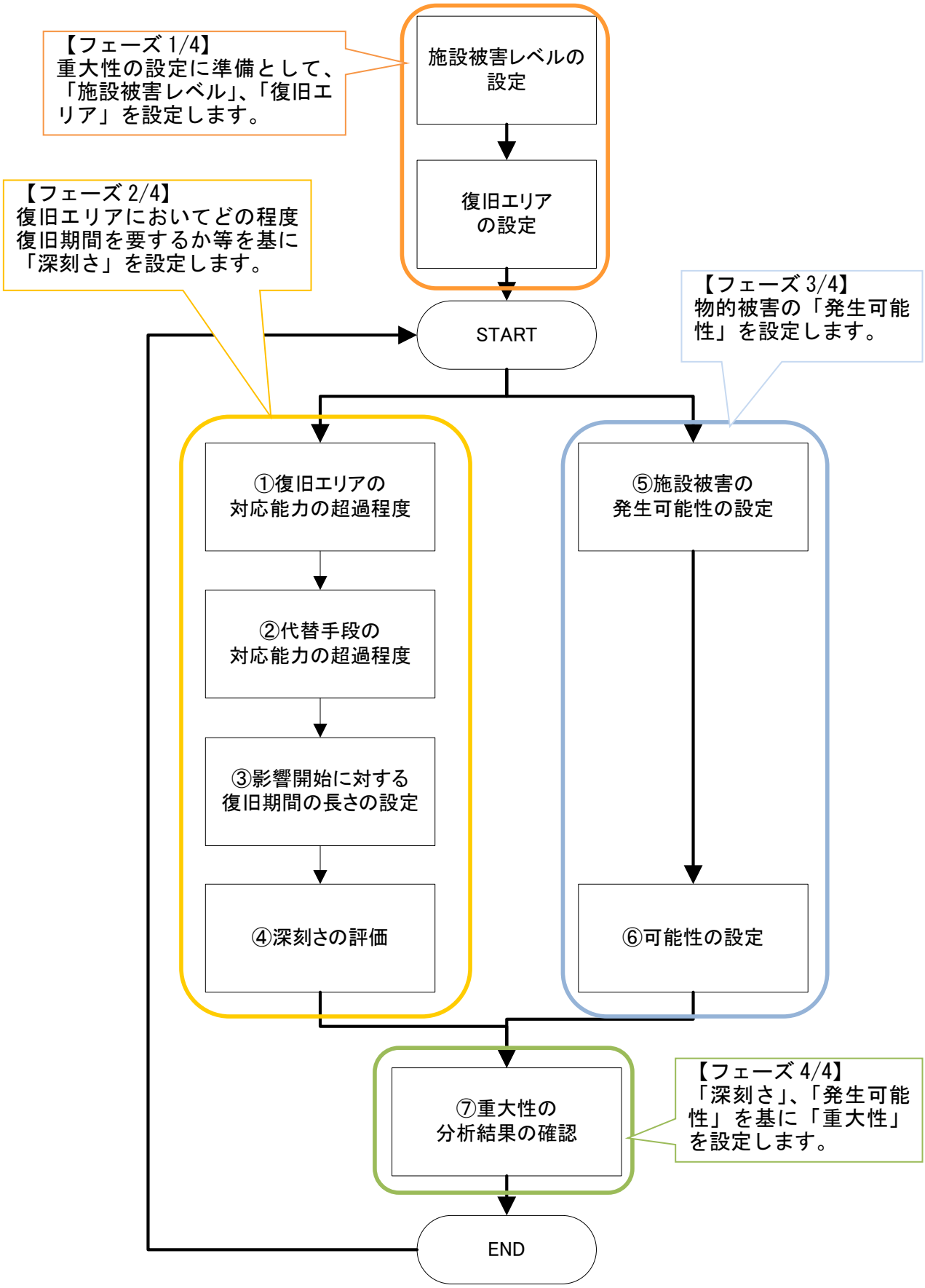


図 4-9　重大性評価フロー図

1） フェーズ１／４

支障の深刻さ、物的被害の発生可能性を評価するための準備作業を実施します。

作業手順は次の通りです。また災害発生シナリオから支障・重大性・対策一覧シートへの転記イメージ、施設被害レベルと復旧エリアの設定イメージは次の図を参照して下さい。

【フェーズ１／３の作業手順】

① プロセス３までに作成した災害発生シナリオからツール⑩の支障・重大性・対策一覧シートに各項目をコピー＆ペーストで入力します。

② ツール⑪の目標カードに災害発生後の対応業務において重要なことを対応の目標として記載し、併せて災害発生シナリオの内容を記入した支障・重大性・対策一覧シートの対応目標欄にも入力します。

③ 被災度判定チャート等を基に、物的被害によって各施設が機能を維持することが可能かどうかの被害レベルを検討し、支障・重大性・対策一覧シート入力します。

④ 地図を見ながら、一まとまりで評価する方が好ましい施設を復旧エリアとしてグループ化して地図上に示し、支障・重大性・対策一覧シートにも入力します。

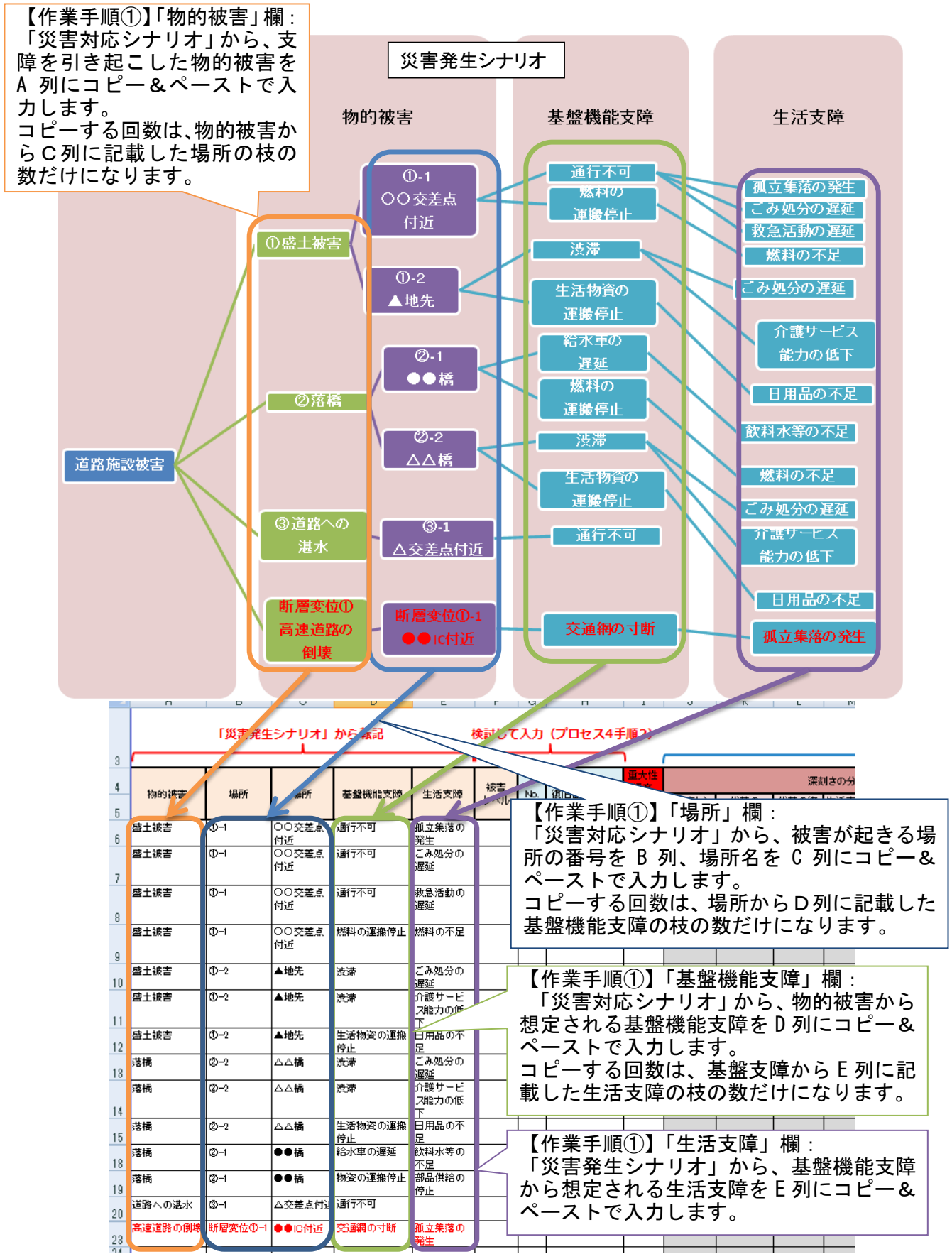


図 4-10　プロセス４（フェーズ１／４）の作業イメージ（手順①）

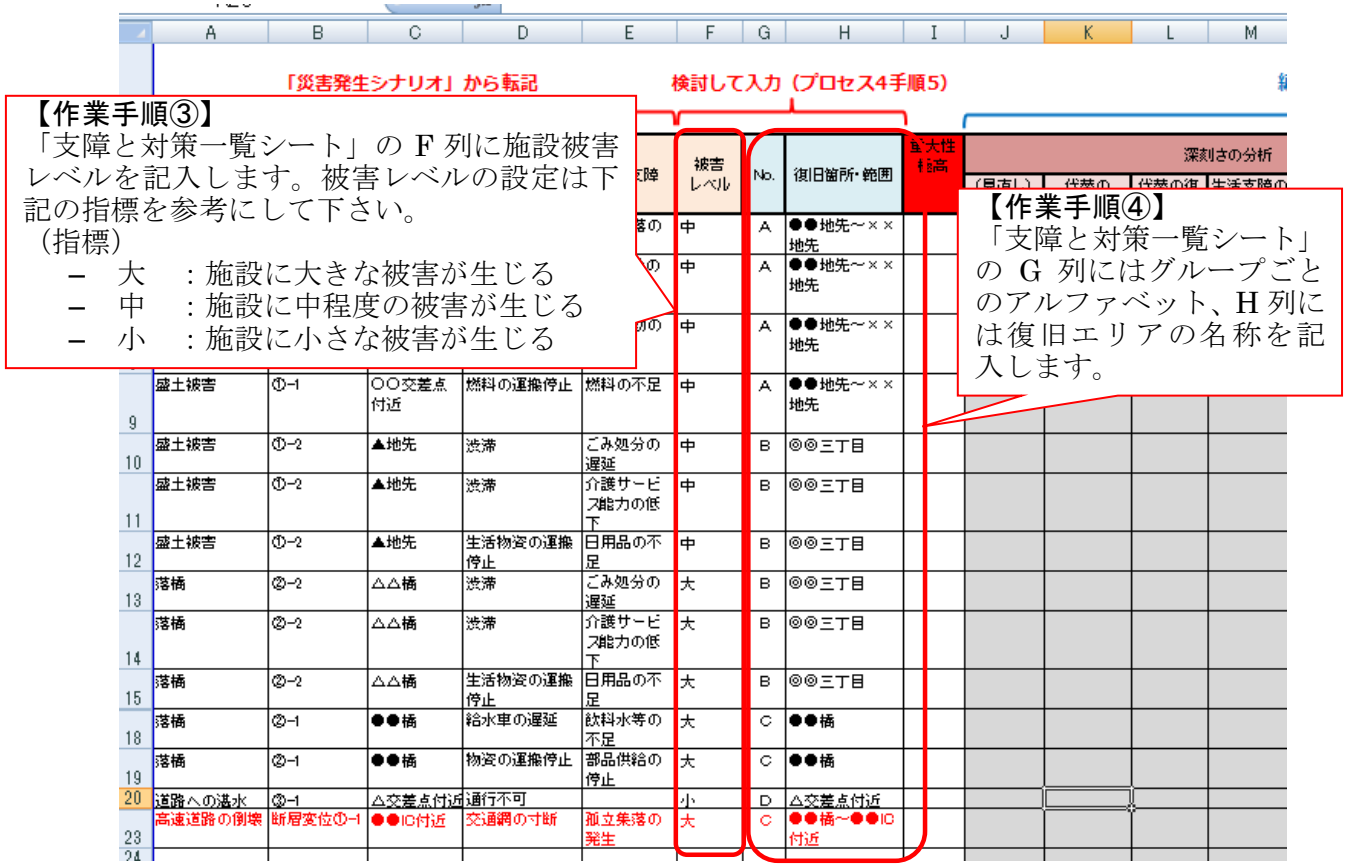


図 4-11　プロセス４（フェーズ１／４）の作業イメージ（手順③、④）

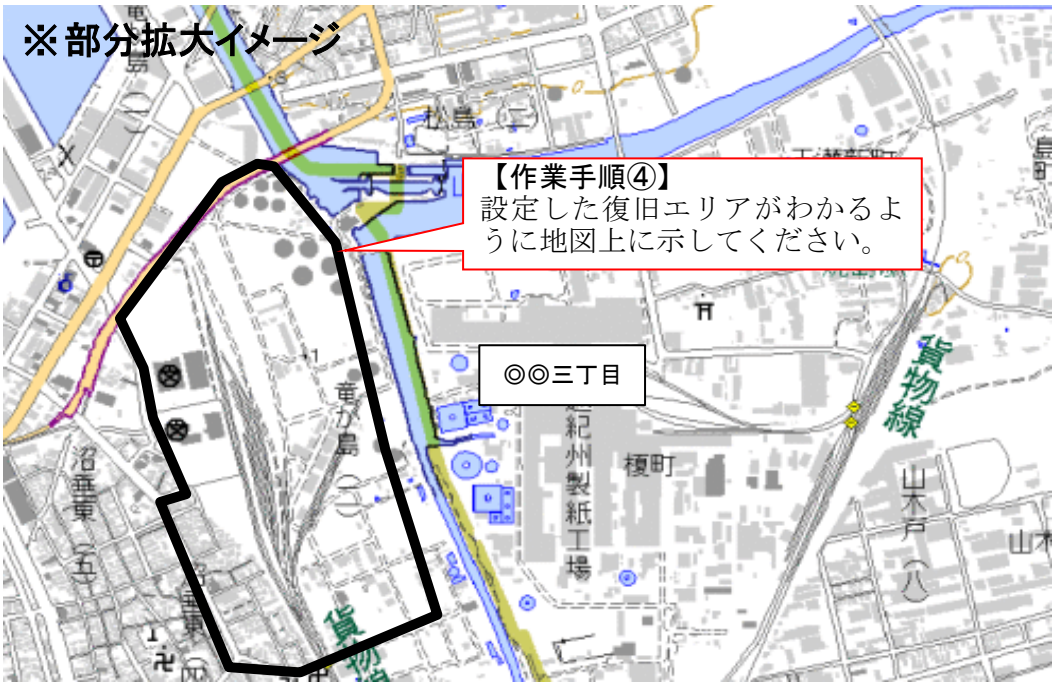


図 4-12　プロセス４（フェーズ１／４）の作業イメージ（手順④）

2） フェーズ２／４

復旧エリアに対する対応能力の超過程度、復旧期間の見込みから支障の深刻さを評価します。

作業手順は次の通りです。

【フェーズ２／４の作業手順】
① 支障・重大性・対策一覧シートの分析結果記録シートの黄色吹き出しに従って順番に議論を進め、検討した結果をシートに入力し、深刻さを評価します。

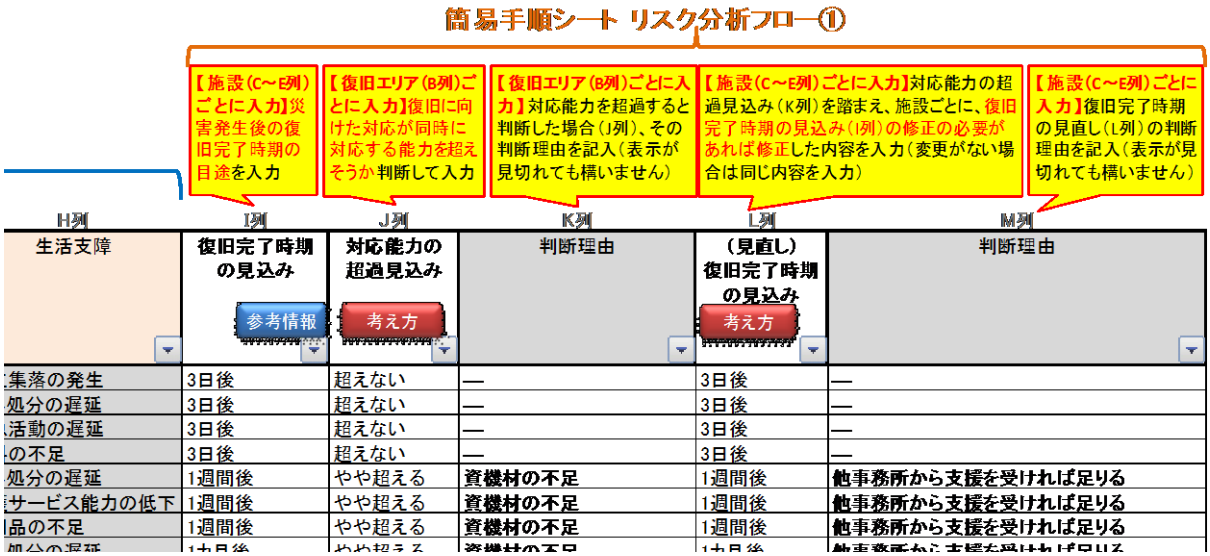


図 4-13　支障・重大性・対策一覧シートの分析結果記録シートイメージ

※黄色吹き出しの手順でわからない場合は、支障・重大性・対策一覧シートの「参考情報」、「考え方」を参考にして下さい

3） フェーズ３／４

被害レベルを基に各施設及び復旧エリアに対する物的被害の発生可能性について評価します。

作業手順は次の通りです。

【フェーズ３／４の作業手順】
① フェーズ２／４と同様に支障・重大性・対策一覧シートの分析結果記録シートの黄色吹き出しに従って順番に議論を進め、検討した結果をシートに入力し、物的被害の発生可能性を評価します。

※黄色吹き出しの手順でわからない場合は、支障・重大性・対策一覧シートの「参考情報」、「考え方」を参考にして下さい

4） フェーズ４／４

支障の深刻さ及び物的被害の発生可能性を基に、被害による支障の重大性について評価します。

作業手順は次の通りです。また支障・重大性・対策一覧シートの作成イメージは次の図を参照して下さい。

【フェーズ４／４の作業手順】

① フェーズ３／４、４／４で設定した深刻さ、発生可能性により自動的に重大性の評価結果が支障・重大性・対策一覧シートに表示されるので確認します。

② 自動評価された重大性について、フェーズ１／４で設定した対応目標や重大性の考え方に応じて、適宜深刻さを見直して下さい。

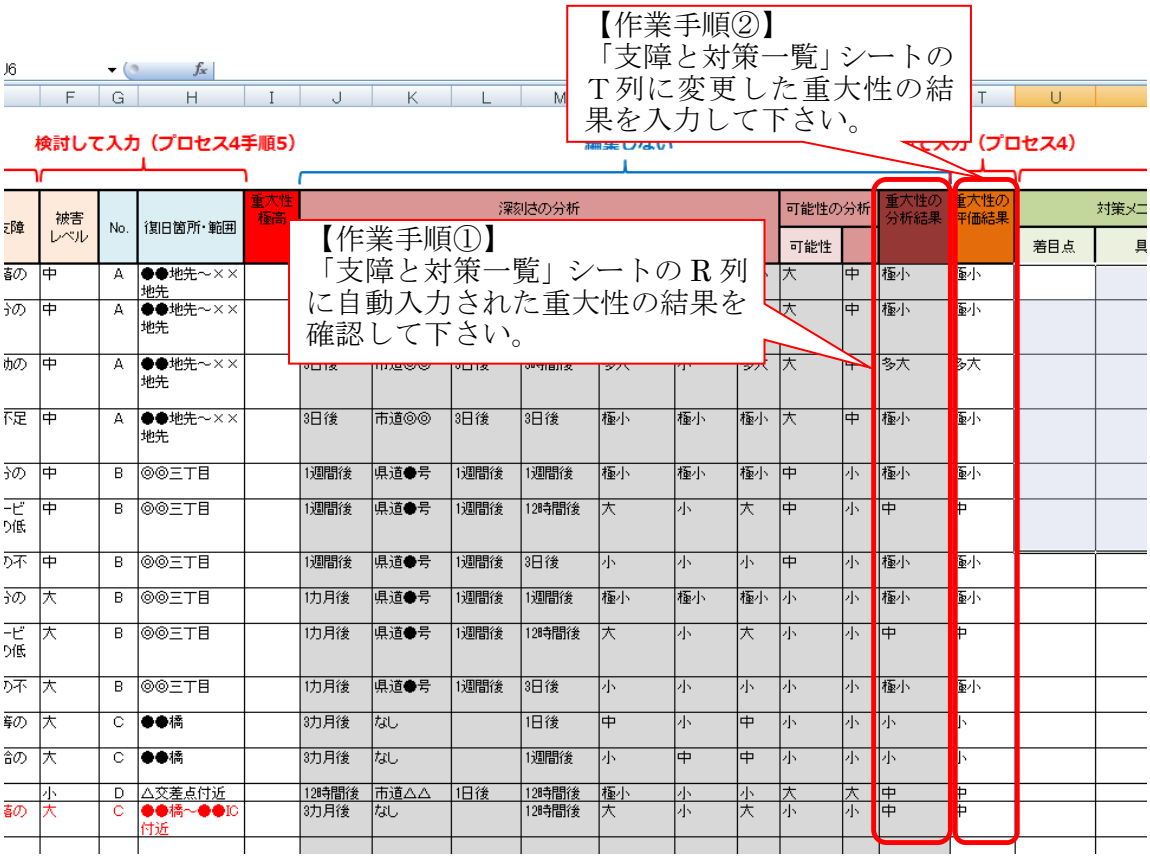


図 4-14　プロセス４（フェーズ４／４）の作業イメージ

(5)　プロセス５

事前に対策しておくべき点や災害時に取るべき対策を具体的に想定するため、各支障について具体的な対策メニューを検討して、対策の優先度を整理します。

プロセス５の作業手順は次の通りです。また支障・重大性・対策一覧シートの作成イメージは次の図を参照して下さい。

【プロセス５の作業手順】

① 各支障について、災害発生シナリオの支障の波及の様子と支障が生じる箇所を書き込んだ地図を見て、想定される対策のメニューを考えます。

② 挙げた対策メニューの着目点、具体的な内容を支障・重大性・対策一覧シートに入力します。その際、事前対策／事後対策がわかるように注記します。

③ 各対策メニューについて、対策の難易度を３段階（大・中・小）で検討し、支障・重大性・対策一覧シートに入力します。

④ プロセス４で設定した重大性と対策の難易度を考慮して、各対策の優先度を３段階（高・中・低）で検討し、支障・重大性・対策一覧シートに入力します。

⑤ 各対策メニューの担当組織を、各組織の業務分掌を考慮して設定し、支障・重大性・対策一覧シートに入力します。

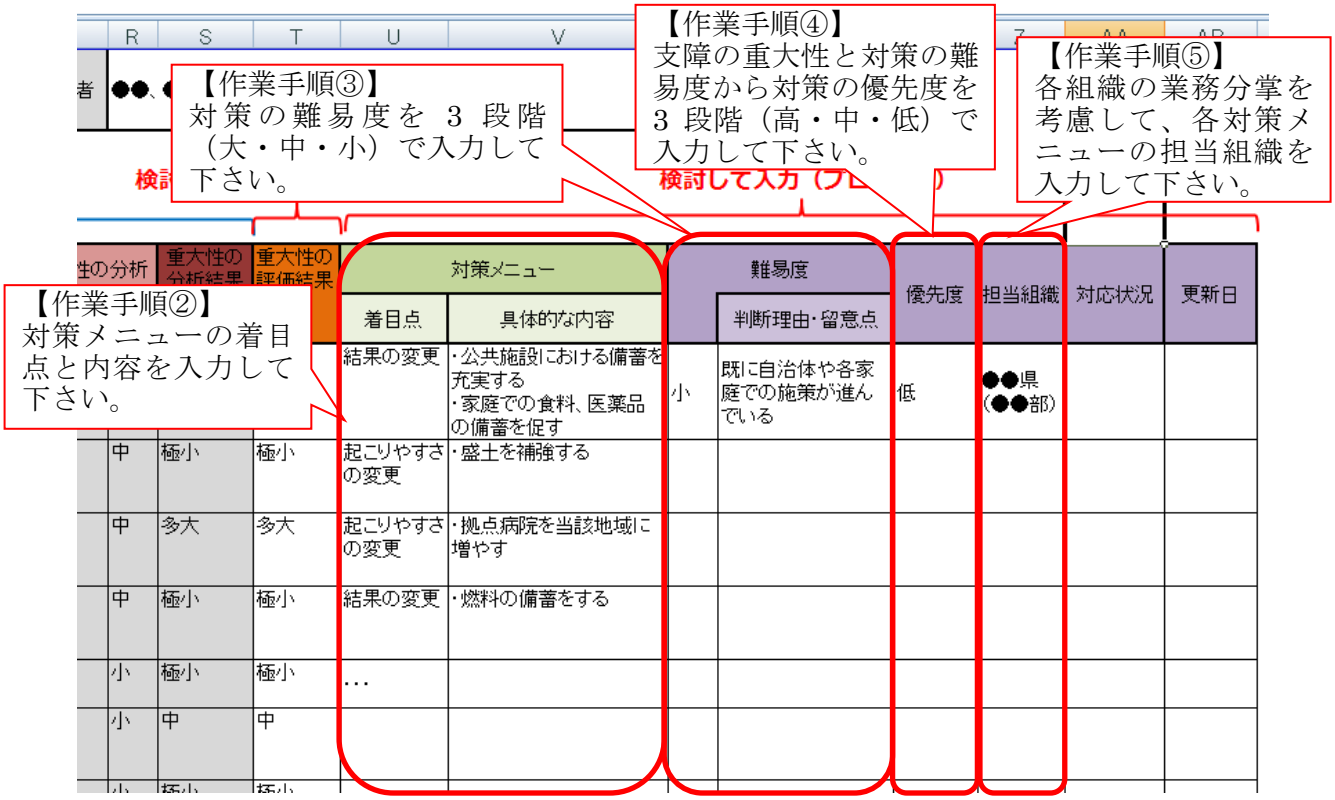


図 4-15　プロセス５の作業イメージ

※ツールキットを活用した議論後における各担当組織での対策状況の管理に、
支障・重大性・対策一覧に付属の個票をご使用ください。

No.	（一覧より自動入力）支障のNo
支障	（一覧より自動入力）支障の内容
最終更新日	個票の最終更新日を記入します
対応状況	支障に対する対応の状況を選択して入力します （発見、詳細検討指示、詳細検討中、詳細検討完了、対策中、対策完了、クローズのいずれか）
重大性	（一覧より自動入力）支障の重大性
難易度	（一覧より自動入力）対応の難易度
優先度	（一覧より自動入力）対応の優先度
関連する被害	（一覧より自動入力）支障の波及元である施設被害
被害の発生箇所・範囲	（一覧より自動入力）支障の波及元である施設被害の想定発生箇所・範囲
対策メニュー	（一覧より自動入力）支障に対する対策メニュー
詳細検討結果	支障に対する対策の詳細検討の結果を記入します
対策組織	対策を実際に担当する組織を記入します
対策期限	対策の期限を記入します
対策費用	対策に要した（もしくは必要と見積られる）費用を記入します
実際の対策内容	支障に対して実際に実施した対策の内容を記入します
対策の結果	対策に対する結果（支障をどの程度軽減できると期待できるかなど）を記入します
対策完了日	対策完了の日を記入します
関連する工事名・資料名	対策に関連する工事や資料の名称を記入します

図 4-16　各担当組織での対策状況の管理個票イメージ

5. ワークショップの基本手順

5.1. ワークショップの目的

次のようなことを参考に、事前にワークショップの目的を設定して下さい。

なお、下記に示す目的に加え、検討したい事項、参加者、参加者の防災知識のレベル等に応じて適宜変更することも可能です。

- ◆ ツールキットを活用して自らが管理する地域等の被害様相について具体化します。
- ◆ 被災の様相に基づき対応の重要性を評価、その上で対応策を検討します。
- ◆ 検討結果の議論を通じ、防災力向上のため今後必要となる取り組みについて議論します。なお関係機関等が参加している場合は、事前に調整すべき事項等を検討します。

5.2. ワークショップにおける留意点

ワークショップを実施する際は、次のようなことに留意して下さい。

(1) 目的、参加者等に応じた時間設定

簡易手順シートに各プロセスの目安作業時間が記載されていますが、議論の目的や参加者等に合わせ、ワークショップの際は適宜時間を調整して下さい。

(2) 事前準備の徹底

実施する議論のレベルによってはコーディネーターが必須になります。そのためコーディネーターを担当する方は、事前に「4.ツールキットを用いた議論の進め方」を参照して議論の流れを学習して下さい。また、「5.3 ワークショップにおける事前準備」を参照してツールキットには組み込まれていない地図等の準備や対象災害の設定なども忘れないようにして下さい。

5.3. ワークショップにおける事前準備

(1) 対象災害の設定

ツールキットを活用した議論を実施する前に、検討対象地域で想定される災害を事前に設定します。本ツールキットで対象とする災害は、**「地震・津波災害」**、**「風水害」**、**「火山災害」**です。これら 3 災害の中から事前に対象災害を設定してから議論を始めて下さい。

(2) 分野ごとに応じた必要な前提条件の設定

（1）で設定した対象災害に加え、河川分野など気象条件等（出水期、融雪期等）が被害や支障の抽出に影響を及ぼす場合、必要に応じて前提条件を適宜設定してから議論を始めて下さい。なお、設定した前提条件はグループ内だけでなく、同時に議論する他グループへの共有も行ってください。

(3) 簡易手順シートの事前確認

議論はファシリテータを中心に進めていただきますが、参加者についても事前に簡易手順シートを確認いただき、議論の流れ、ツールの使い方等について把握しておいていただくことが望ましいです。

(4) 検討に向けた準備物

検討を始める前に、ツールキット以外にも皆さんに準備していただきたいものがあります。次頁の表に従って必要なものを準備して下さい。その他、必要と思われるものは適宜準備して下さい。

ツール①、②は参加者分印刷して各自の手元に置いてください。ツール④～⑦、⑪は各班数分印刷して下さい。ツール③、⑧～⑩は電子ツールであるため印刷する必要はありませんが、ノート PC でいつでも操作できるよう準備して下さい。

なお、次頁に示した準備物に加え、地域特性等を示す資料（地域の土地利用、重要な資産の分布、種別ごとの施設一覧等）を準備することでより効果的かつ詳細な議論が可能になります。

(5) 被害、支障の抽出レベルの統一

物的被害、基盤機能支障、生活支障・経済支障を抽出する際は、印刷済み付箋集やチェックリストに記載されているレベルに合わせて頂くことを基本としていますが、より詳細（もしくは簡易）なレベルで抽出する場合は各グループの参加者で話し合って、抽出レベルの統一化を図ってください。

表 5-1　ツールキットを用いた議論における準備物

No.	準備物	備考
1	地図 （管内図、航空写真等）	地図に付箋を貼る、地図上にペンで書き込む等の作業により地図に印刷されている施設等の情報が見えなくなることを想定されますので、複数枚準備しておくことが望ましいです。 また、個別の施設を確認するためには 1/25000 程度の縮尺の地図を準備することが望ましいですが、検討範囲に応じて地図は選んでください。
2	被害想定図 （震度分布図、浸水想定図等）	選択した災害種別の被害想定資料をご用意ください。
3	地域特性等を示す資料 （地域の土地利用、重要な資産の分布、種別ごとの施設一覧等）	対象地域の地域特性がわかる資料をご用意ください。
4	油性ペン（黒・赤）	
5	ブランクの付箋 （黄色、水色、ピンク色、緑色、白色）	
6	ホワイトボード（磁石含む）	A1 版の紙の掲示が出来るサイズをご用意ください。
7	ノートパソコン	Excel、PowerPoint の使用が可能なノートパソコンをご用意ください。
8	大型モニター	ノートパソコンと接続するための RGB ケーブル等もご用意ください。
9	デジタルカメラ	必要に応じてビデオカメラもご用意ください。
10	簡易手順シート	ツール①
11	ツールキットの利用心得	ツール②
12	チェックリスト及び事例集	ツール③
13	支障発想シート	ツール④
14	印刷済み付箋集	ツール⑤
15	印刷済み番号シール集	ツール⑥
16	なぜなぜ発想シート	ツール⑦
17	災害発生シナリオ	ツール⑧
18	超過外力着眼点カード	ツール⑨
19	支障・重大性・対策一覧シート	ツール⑩
20	目標カード	ツール⑪

※上記を各グループで用意してください。

5.4. ワークショップのスケジュール

ワークショップのスケジュールは次の表を参考にして下さい。

なお、こちらは 1 日の研修で使用する場合のスケジュール例となりますので、各プロセスの時間や休憩のタイミング、実施するプロセスは目的等に応じて適宜調整して下さい。

表 5-2　ワークショップのスケジュール例

時刻	研究会項目	概要
9:00 ～ 9:20	**【事務局】**ワークショップ実施手順の説明	・状況設定および検討手順を説明します。
9:20 ～ 10:20	**【各班】**プロセス-1：災害時の被害状況のイメージ	・各班に分かれ、災害発生時に管内でどのような被害が発生するのか、また、発生した被害はどのような支障をもたらすのか、地図を見ながら発想し、整理します。
10:20 ～ 10:30	休憩（10 分間）	
10:30 ～ 11:00	**【全体】**発表	・班毎に、以下の点について発表します。 >発想した被害の様相 >他分野に波及が懸念される被害のうち、特に懸念する被害
11:00 ～ 12:00	**【各班】**プロセス-1：施設間への影響、 プロセス-2：イメージした被害状況の整理	・発表を受け、被害様相等の追加の有無を検討し、上記支障に追記します。 ・ここまでの被害や支障の波及の様子や分野を越える波及の様子を表に整理します。
12:00 ～ 13:00	休憩（60 分間）	
13:00 ～ 13:45	**【各班】**プロセス-3：想定を超える規模の災害による被害状況のイメージ	・設定した災害を超える規模の災害が発生したことを想定して、被害や支障を発想し、整理します。
13:45 ～ 14:30	**【各班】**プロセス-4：被害による支障の重大性の評価	・支障に対する対応目標を設定します。 ・上記整理結果について支障の発生頻度、影響の大きさを整理します。
14:30 ～ 14:40	休憩（10 分間）	
14:40 ～ 15:30	**【各班】**プロセス-4：被害による支障の重大性の評価	同上
15:30 ～ 16:20	**【各班】**プロセス-5：支障への対策と優先度の検討	・目標の達成を妨げる重大な支障を選定します。 ・重大な支障の発生要因等を踏まえ、対処方針を検討します。
16:20 ～ 16:30	休憩（10 分間）	
16:30 ～ 17:00	**【全体】**全体議論	・班毎に、各班における検討結果（災害対策における課題・目標、対処方針）を発表し、議論します。

5.5. 議論における留意点

ツールキットを活用した議論では、次のようなことに留意して下さい。

(1) 防災に関係する行政、技術について知識を有する者を想定したツール

自主的に災害対策の検討に関与すべき立場の者が、系統的、効率的に災害への対応・対策を検討するためのツールであるため、手順に機械的に従うのではなく、目的を十分に意識して活用して下さい。

(2) 手順書はルールブックではない

利用目的や参加者のとっさの意見に基づき、手順の順番を変更したり、重要な議題を挿入したりすることが良い場合は十分に想定されるため、参加者の合意は手順書に優先して下さい。ツールの改良も検討手順の省略等も自由に判断して下さい。

(3) コーディネーターは自前で事前に設定する

目的を十分に理解した参加者による検討であるため、コーディネーターは参加者の中から選ぶことが基本になります。これは目的に合わせ方法・手順を柔軟に修正して下さい。

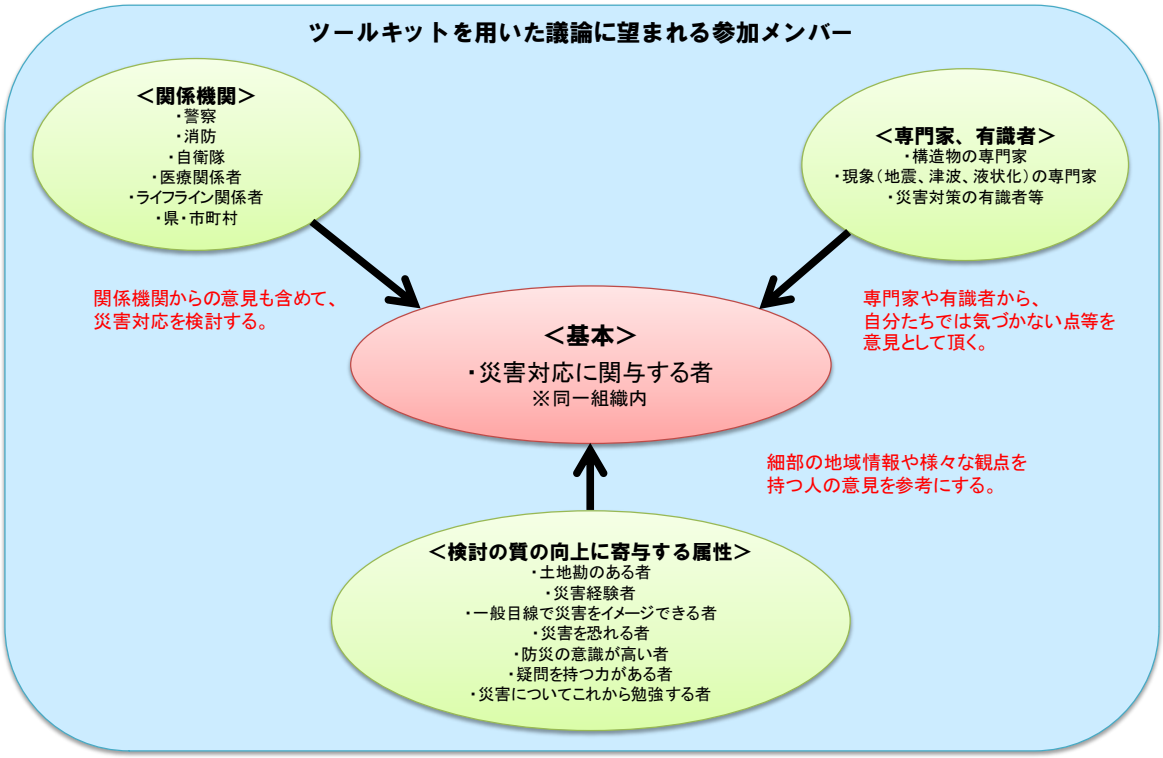
一方、コーディネーターがいることが望ましいのは、手法の基本を理解する研修や、住民向けの図上訓練に用いる場合になっています。

(4) 同一組織内の防災担当者に加え、関係機関や有識者等も参加した議論が望ましい

望ましいメンバー構成について次のページの図のような構成になっています。

参加者としては同じ組織内の各部門の防災担当者、災害対応のオペレーションに関与する部門の者、維持・保全の担当者等から選ぶのが基本です。これに直接関係の深い機関を代表する者、専門家等を適宜追加して下さい。

いずれの場合も、検討の妥当性を高めるためには、災害の対応・対策に関係しそうな分野・立場を代表する全ての者に意見を聞く場を設けることが望ましいです。



※基本組織は地方整備局を想定しています。

図 5-1　望ましいメンバー構成

6. 検討結果の活用方法

ツールキットを活用し、対象地域の被害様相や支障の重大性の分析・評価について一通り議論を終えた後にやるべきことをご紹介します。

6.1. ツールキットを活用して得られる結果

次の内容が、ツールキットを活用した議論で整理した結果となります。

- 懸念される災害によって発生する被害及び支障（基盤機能支障、生活支障、経済支障）を関連づけて整理できた。
- 支障について深刻度及び起こりやすさを評価し、これに基づいて支障の重大性を整理できた。
- 支障の重大性に基づいて、災害対策の方針や対策の実施優先順位を具体化した。
- 検討結果だけでなく、結果に至るプロセスを第三者にもトレース可能な形で図化・整理できた。

ツールキットでは災害対策メニューとその優先度を検討するまでが主な対象です。また、支障の重大性の分析・評価についても、簡易的な手法によるものであるため、この結果を踏まえ、さらに詳細な調査や分析をおこなうことも重要です。

次の「6.2 検討結果を踏まえ実施が望まれること」に、ツールキットを活用した議論（1 回目）を終えた後に実施することが望ましいことをご紹介します。

6.2. 検討結果を踏まえ実施が望まれること

ツールキットを活用した議論では、対象地域の被害様相を整理し、支障の重大性の分析・評価を行い、災害対策の検討方針を立てるところまで整理しました。対象地域の防災力・減災力向上には、より緻密な検討が必要になってきます。

(1) 詳細な防災計画の立案のために

ツールキットでは災害発生の可能性、影響について簡易な手法に基づいて評価しているため、対象地域の防災計画を立案していくために、被害の影響の重大性によっては定量的かつより精度の高い緻密な検討が必要になります。

今後実施すべき検討は、次の例を参考にして下さい。

【検討例① 橋梁の耐震補強計画の検討】

緊急活動のため、特に重要性の高い幹線道路の橋梁については、橋一つ一つの詳しいデータを収集整理し、地震によって発生する応力を評価した上で、被害程度および回復に要する時間を推定する。その上で落橋等深刻な被災が予測される橋梁等について耐震補強計画を立案することになる。

【検討例② ダムの決壊リスクの検討】

地震によるダムの決壊はリスクとしては容易に思いつくリスクである（特に超過外力に対してはリスクを容易に消去できない)。その一方、最新の設計基準に準拠し設計・施工したダムであれば通常の想定地震では、簡単に決壊するものではない。適用した設計基準、その際に想定した地震を踏まえて、なおもリスクへの対処について結論を出せない何らかの理由がある場合は、適宜委員会を開催し議論することも含め、より厳密な検討が必要となることは言うまでもない。

検討例のように、各施設の被災規模の検討や被害想定やその対策に対する議論の積み重ねを行うことにより、対象地域における詳細な防災計画を立案することが可能となり、防災力・減災力向上に資することに繋がります。

(2) 重大な支障の管理へ

ツールキットのプロセス 4、5 に示すような簡易的な重大性評価だけで検討を終わらせることなく、各支障に対して詳細な分析を行うことが望まれます。さらに詳細な分析を行う際は議論の成果を管理し、適宜更新していく必要があります。

支障の重大性評価及び重大な支障の管理（以下、リスク管理）は、次のような事項を参考にして下さい。

【支障の重大性評価、リスク管理に関する望ましい事項例】

- 各支障について、個別の建物の被災想定を踏まえるなど、より詳細な事象の影響を分析することで緻密な重大性評価を実施する。
- 重大な支障については、対策を実施して深刻さを緩和するなど、減災力を向上する。
- リスク管理として、支障を評価した上で、その処理を実践し記録しながら、常にその支障の影響を組織的に低減する取り組みを計画的に行う。
- リスク管理では、防災計画等を検討するため膨大な時間を費やして得た成果を実効性、及び対策効果を高めた防災計画の見直しに有効活用する。
- 防災担当者は、人事異動等によってメンバーが変わっても過去の検討成果を引き継ぎ、新たな発想や防災対策の取り組み状況等に応じた更新を実施し、防災計画を常に最新版として更新する。
- 本ツールを利用し、繰り返し支障の重大性評価のプロセスを担当者が経験し、その結果を過去の成果の更新に用いることによって、防災担当者はより効率的にリスク管理を行う。

例のように、より詳細な重大性評価を行うとともに、重大な支障として抽出された事象の影響を低減させるためのリスク管理を行うことで、防災力・減災力向上に資することに繋がります。

7. ツールキットの活用事例

ツールキットを活用した議論の成果物の例を示します。

これは、平成 27 年 1 月に浜松河川国道事務所でツールキットを活用した議論の成果物です。

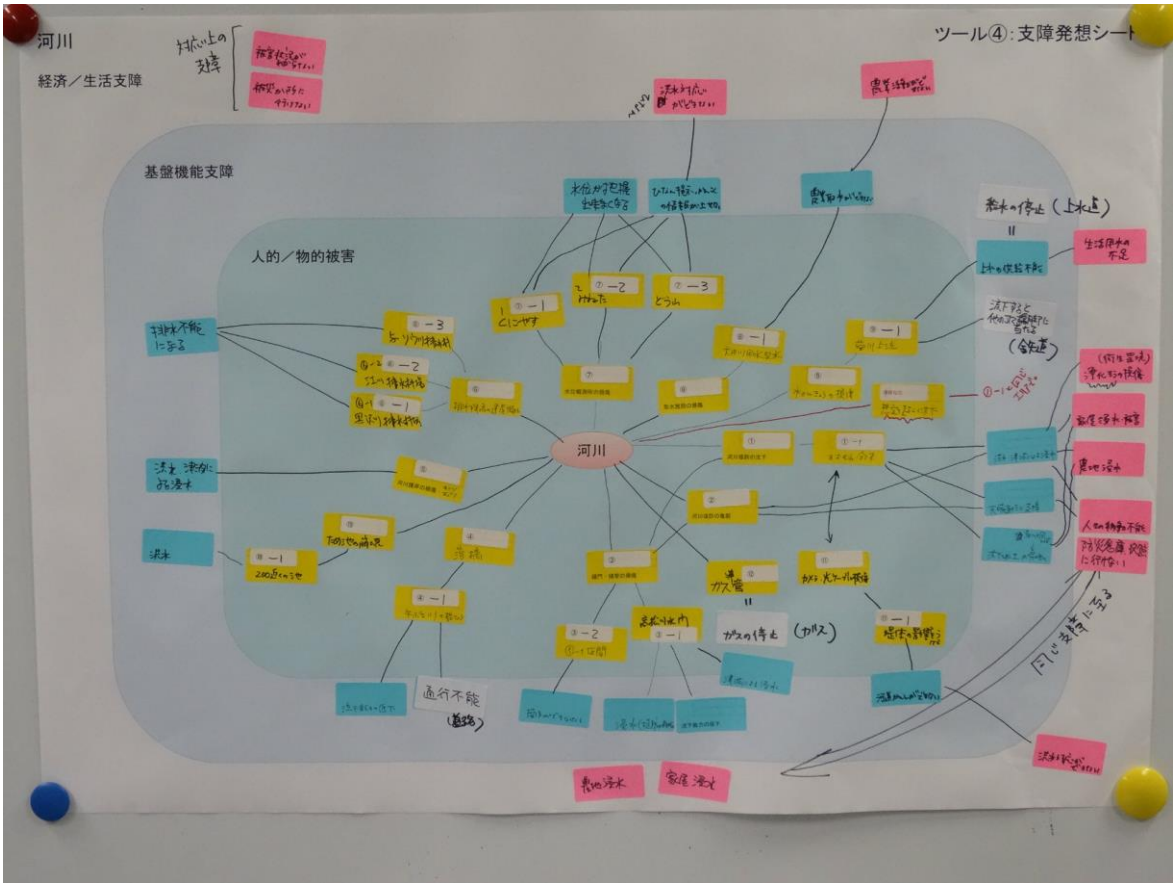


図 7-1　支障発想シート成果例（河川分野）

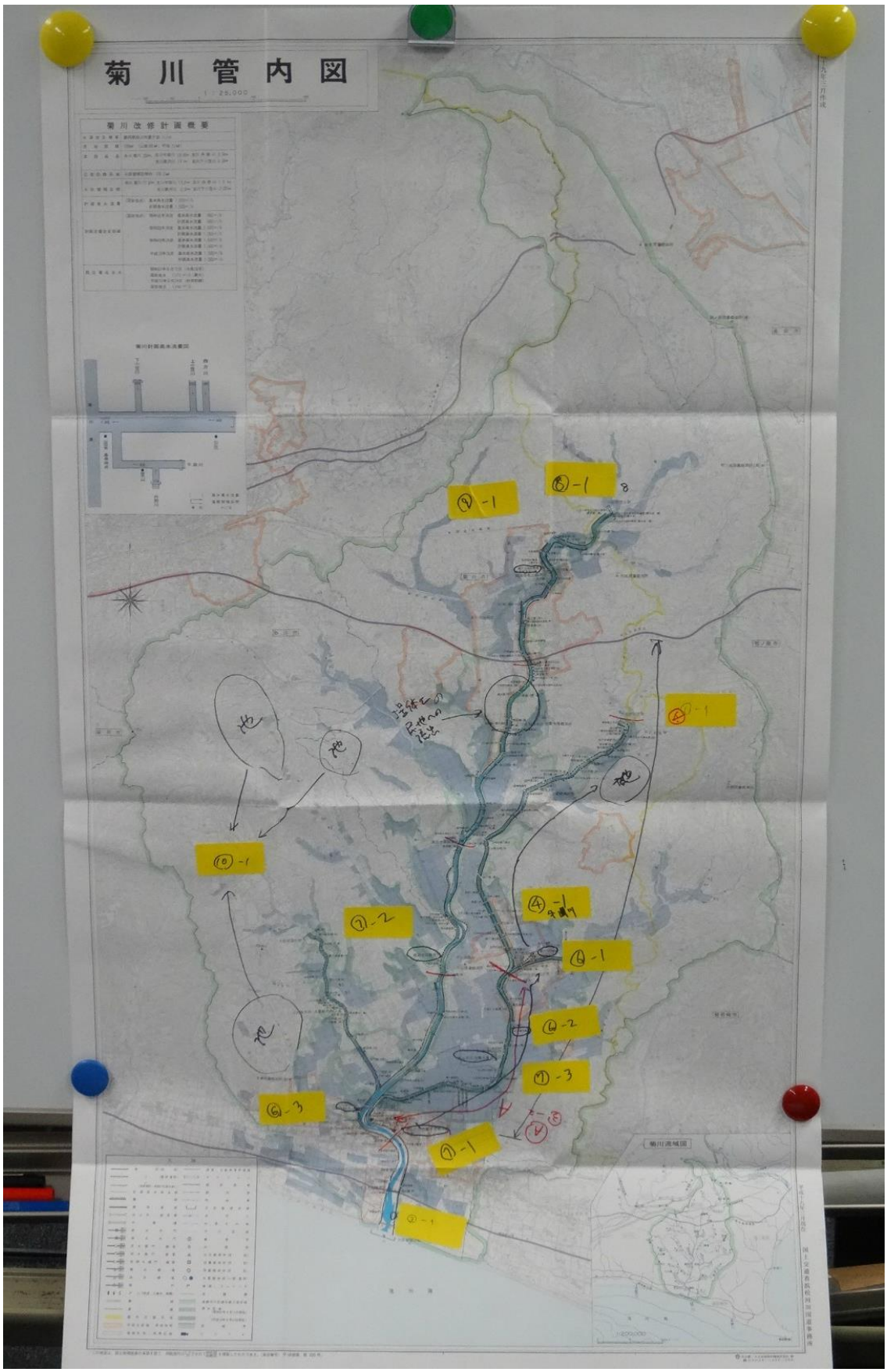


図 7-2　マップ成果例

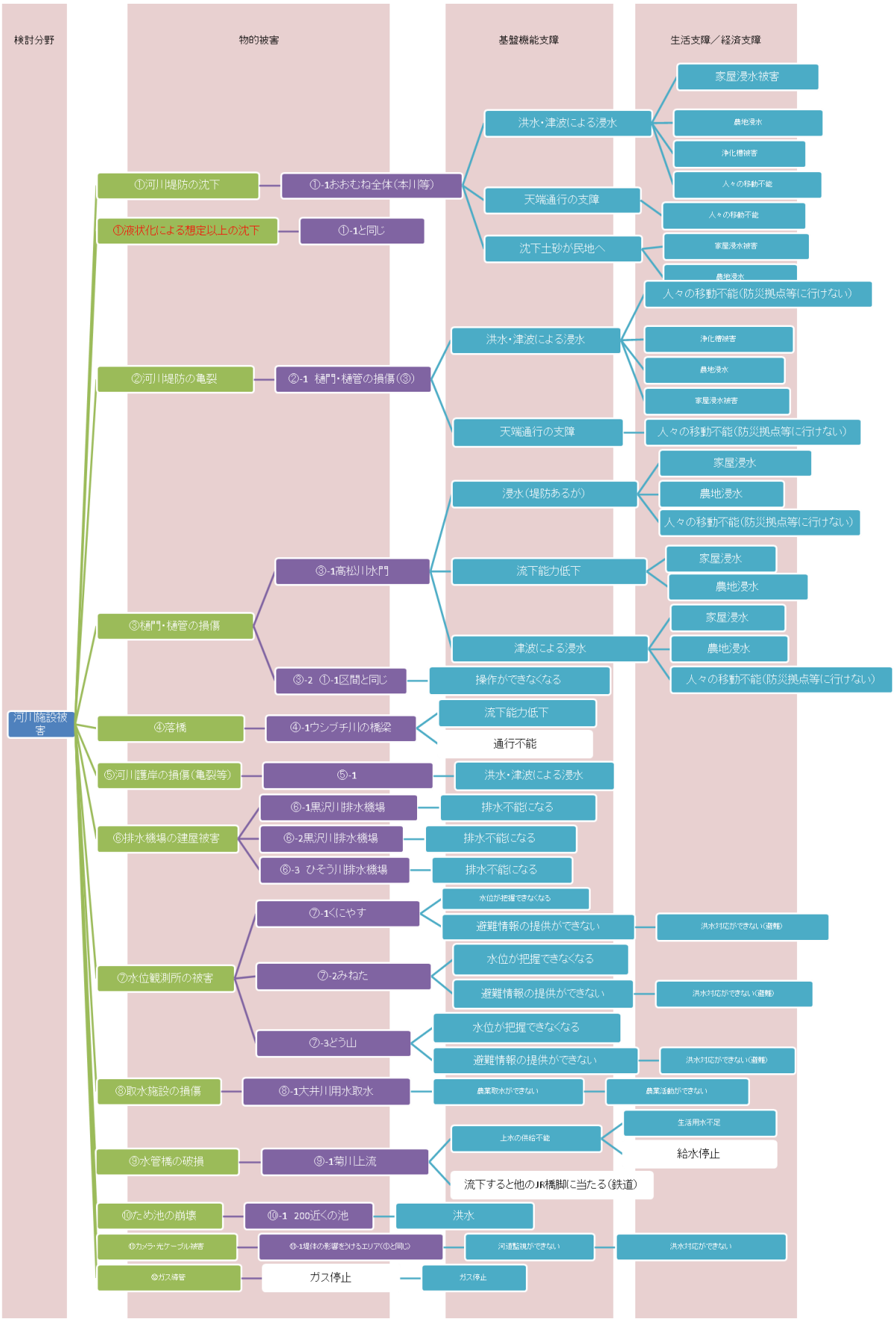


図 7-3　災害発生シナリオ成果例

表 7-1　支障・重大性・対策一覧シート成果例（支障と対策一覧）

簡易手順シート リスク分析フロー①　　フロー②

編集しない

B列	C列	D列	E列	F列	G列	H列	I列	J列	K列	L列	M列	N列	O列	
復旧エリア	物的被害	場所	場所	被害レベル	基盤機能支障	生活支障	復旧完了時期の見込み（参考情報）	対応能力の超過見込み（考え方）	判断理由	（見直し）復旧完了時期の見込み（考え方）	判断理由	代替となる経路・手段の具体的内容（考え方）	代替が使用可能となる時期の見込み	
1	①河川堤防の沈下		①-1おおむね全体（本川等）	大	洪水・津波による浸水	家屋浸水被害	1カ月後	大幅に超える	地元業者の対応力が足りない。機材を集める手も困難。	1カ月後	K列判断理由と同じ	なし		3
1	①河川堤防の沈下		①-1おおむね全体（本川等）	大	洪水・津波による浸水	農地浸水	1カ月後	大幅に超える	地元業者の対応力が足りない。機材を集める手も困難。	1カ月後	K列判断理由と同じ	なし		3
1	①河川堤防の沈下		①-1おおむね全体（本川等）	大	洪水・津波による浸水	浄化槽被害	1カ月後	大幅に超える	地元業者の対応力が足りない。機材を集める手も困難。	1カ月後	K列判断理由と同じ	なし		3
1	①河川堤防の沈下		①-1おおむね全体（本川等）	大	洪水・津波による浸水	人々の移動不能	1カ月後	大幅に超える	地元業者の対応力が足りない。機材を集める手も困難。	1カ月後	K列判断理由と同じ	なし		3
1	①河川堤防の沈下		①-1おおむね全体（本川等）	大	天端通行の支障	人々の移動不能	1カ月後	大幅に超える	地元業者の対応力が足りない。機材を集める手も困難。	1カ月後	K列判断理由と同じ	なし		3
1	①河川堤防の沈下		①-1おおむね全体（本川等）	大	沈下土砂が民地へ	家屋浸水被害	1カ月後	大幅に超える	地元業者の対応力が足りない。機材を集める手も困難。	1カ月後	K列判断理由と同じ	なし		3
1	①河川堤防の沈下		①-1おおむね全体（本川等）	大	沈下土砂が民地へ	農地浸水	1カ月後	大幅に超える	地元業者の対応力が足りない。機材を集める手も困難。	1カ月後	K列判断理由と同じ	なし		3
1	③樋門・樋管の損傷		③-2 ①-1区間と同じ	中	操作ができなくなる		1日後	大幅に超える	地元業者の対応力が足りない。機材を集める手も困難。	1週間後	K列判断理由と同じ	排水ポンプを持ってくる（数不足で一部のみ）	1日後	3

フロー③　　フロー④　　フロー⑤　　フロー⑥

P列	Q列	R列	S列	T列	U列	V列	W列	X列	Y列
生活支障の影響開始時期（参考情報）	生活支障の影響開始時期に対する復旧完了時期の見込み（もしくは代替が使用可能となる時期の見込み）の超過具合	深刻さ（人命）（考え方）	判断理由	深刻さ（経済）（考え方）	判断理由	深刻さ（考え方）	発生可能性（考え方）	判断理由	（見直し）発生可能性（考え方）
3時間後	長くなる	小	2階までの浸水は想定されず、死者の発生は想定されない。	中		中	中		中
3時間後	長くなる	極小		中		中	中		中
3時間後	長くなる	小	2階までの浸水は想定されず、死者の発生は想定されない。	小		小	中		中
3時間後	長くなる	極小				極小	中		中
3時間後	長くなる	極小				極小	中		中
3時間後	長くなる	小	2階までの浸水は想定されず、死者の発生は想定されない。	中		中	中		中
3時間後	長くなる	極小		中		中	中		中
3時間後	長くなる						中		中

表 7-2　支障・重大性・対策一覧シート成果例（分析結果記録シート）

対応目標	次の雨までに治水機能を確保する(数日間で) HWLまで復旧する 人が居住している所を優先する	対策検討日	2015年1月22日	参加者	浜松河川国道事務所：吉田(発表) 国土技術政策総合研究所：長井、神田 日本工営：伊藤、森田
		対象災害	南海トラフ地震		

「災害発生シナリオ」から転記　／　検討して入力（プロセス4手順5）　／　編集しない　／　検討して入力（プロセス4）　／　検討して入力（プロセス5）

物的被害	場所	場所	基盤機能支障	生活支障	被害レベル	No.	復旧箇所・範囲	重大性極高	深刻さの分析							可能性の分析		重大性の分析結果	重大性の評価結果	対策メニュー		難易度		優先度	担当組織	対応状況	更新日
									（見直し）復旧期間	代替の内容	代替の復旧期間	生活支障の開始	深刻さ（人命）	深刻さ（経済）		可能性				着目点	具体的な内容		判断理由・留意点				
①河川堤防の沈下		①-1おおむね全体(本川等)	洪水・津波による浸水	家屋浸水被害	大	1	支川の下流		1カ月後	なし		3時間後	小	中	中	中	中	中									
①河川堤防の沈下		①-1おおむね全体(本川等)	洪水・津波による浸水	農地浸水	大	1	支川の下流		1カ月後	なし		3時間後	極小	中	中	中	中	中									
①河川堤防の沈下		①-1おおむね全体(本川等)	洪水・津波による浸水	浄化槽被害	大	1	支川の下流		1カ月後	なし		3時間後	小	小	小	中	中	小									
①河川堤防の沈下		①-1おおむね全体(本川等)	洪水・津波による浸水	人々の移動不能	大	1	支川の下流		1カ月後	なし		3時間後	極小		極小	中	中	極小									
①河川堤防の沈下		①-1おおむね全体(本川等)	天端通行の支障	人々の移動不能	大	1	支川の下流		1カ月後	なし		3時間後	極小		極小	中	中	極小									
①河川堤防の沈下		①-1おおむね全体(本川等)	沈下土砂が民地へ	家屋浸水被害	大	1	支川の下流		1カ月後	なし		3時間後	小	中	中	中	中	中									
①河川堤防の沈下		①-1おおむね全体(本川等)	沈下土砂が民地へ	農地浸水	大	1	支川の下流		1カ月後	なし		3時間後	極小	中	中	中	中	中									

8. FAQ

ツールキット及びツールキットを活用した議論等についてよくある質問を次の表にまとめたので参考にして下さい。

表 8-1　FAQ

種別	質問	回答
ツールキットについて	・災害発生シナリオを作成する際に活用する「Smart Art」機能が対応する Excel のバージョンを教えて下さい。	「Smart Art」機能は Excel 2007 以上に対応しています。Excel 2003 以下には対応していません。
	・用意する付箋は黄色や青など、指定されている色以外でも問題ありませんか。	はい、問題ありません。 物的被害や基盤機能支障などの区分が分かれば他の色でも問題ありません。
	・一度挙げた被害や支障を消すことがあまりないため、なぜなぜ発想シートは活用しなくても問題ありませんか？	はい、問題ありません。 被害や事象を見直した際に、不要と思った場合に活用下さい。
	・支障発想シートの作成は、大判印刷したものに付箋集を貼る方法ではなく、「Frieve Editor」を活用する方法でも問題ありませんか？	はい、問題ありません。 ただし、地図上に被害の発生を想定した場所を落とす作業も併せておこなって下さい。
ツールを活用した議論について	・議論参加者の主体は自治体（県や市区町村）でも問題ないでしょうか？	はい、問題ありません。 議論の対象地域や参加者に合わせた検討プロセスを調整することにより、本ツールキットで議論することが可能です。
	・対象地域の被害想定は、各班で共通認識を持つ必要があるため、議論を行う前に確認する必要があるのではないでしょうか？	被害想定と前提条件（発災の時間帯や検討対象地域等）については事前に確認することが望ましいです。詳細は簡易手順シートを参照下さい。

巻末資料３．災害対策検討支援ツール①簡易手順シート

災害対策検討支援ツール

①簡易手順シート

開始準備

概要

◆ 議論を始めるため、進行役と想定する災害を設定し、机の上と手元に必要なツールや資料等をそろえます。

事前準備

前提条件を設定します（前日までに準備してください）

検討を進めるにあたり、どの種別の災害（地震・津波災害／風水害／火山災害）、どの規模の災害を前提に検討するか決めましょう。

皆さんで次のものを準備します。

- □ 地図（被害が想定される箇所などをおとせるものを用意ください。管内図、航空写真等）
- □ 被害想定図（検討の参考とします。「想定震度分布図」、「津波浸水想定図」等）
- ※ その他に地域の土地利用、重要な資産の分布、種別ごとの施設一覧があるとより効果的な議論が出来ます。

手順

議論の進行役を設定します

ツールキットを活用した議論を始めるにあたり、進行役を各グループで1名決めてください。進行役は各プロセスの目的や作業手順を簡易手順シートを基に説明し、議論の進行を補助します。

必要なものを準備します

ツールキットの他に皆さんで次のものを準備します。

- □ ボールペン（黒、赤）
- □ ブランクの付箋（黄色、水色、ピンク色、緑色、白色）
- □ ホワイトボード（磁石など含む、A1サイズの紙の掲示に用います）
- □ ノートパソコン・大型モニター・デジタルカメラ（各グループ1台）

準備したものを並べます

皆さんそれぞれの手元に次のものを持ちましょう。

- □ 簡易手順シート（本書）：ツール①
- □ ツールキットの利用心得：ツール②
- □ ボールペン（黒、赤）
- □ ブランクの付箋（黄色、水色、ピンク色、白色）

作業する机の上に次のものを並べましょう。皆さんで一緒に使います。
配置は右の図を参考にしてください。

- □ 支障発想シート：ツール④
- □ 印刷済み付箋集：ツール⑤
- □ 印刷済み番号シール集：ツール⑥
- □ なぜなぜ発想シート：ツール⑦
- □ 地図（複数枚準備ください）
- □ ノートパソコン

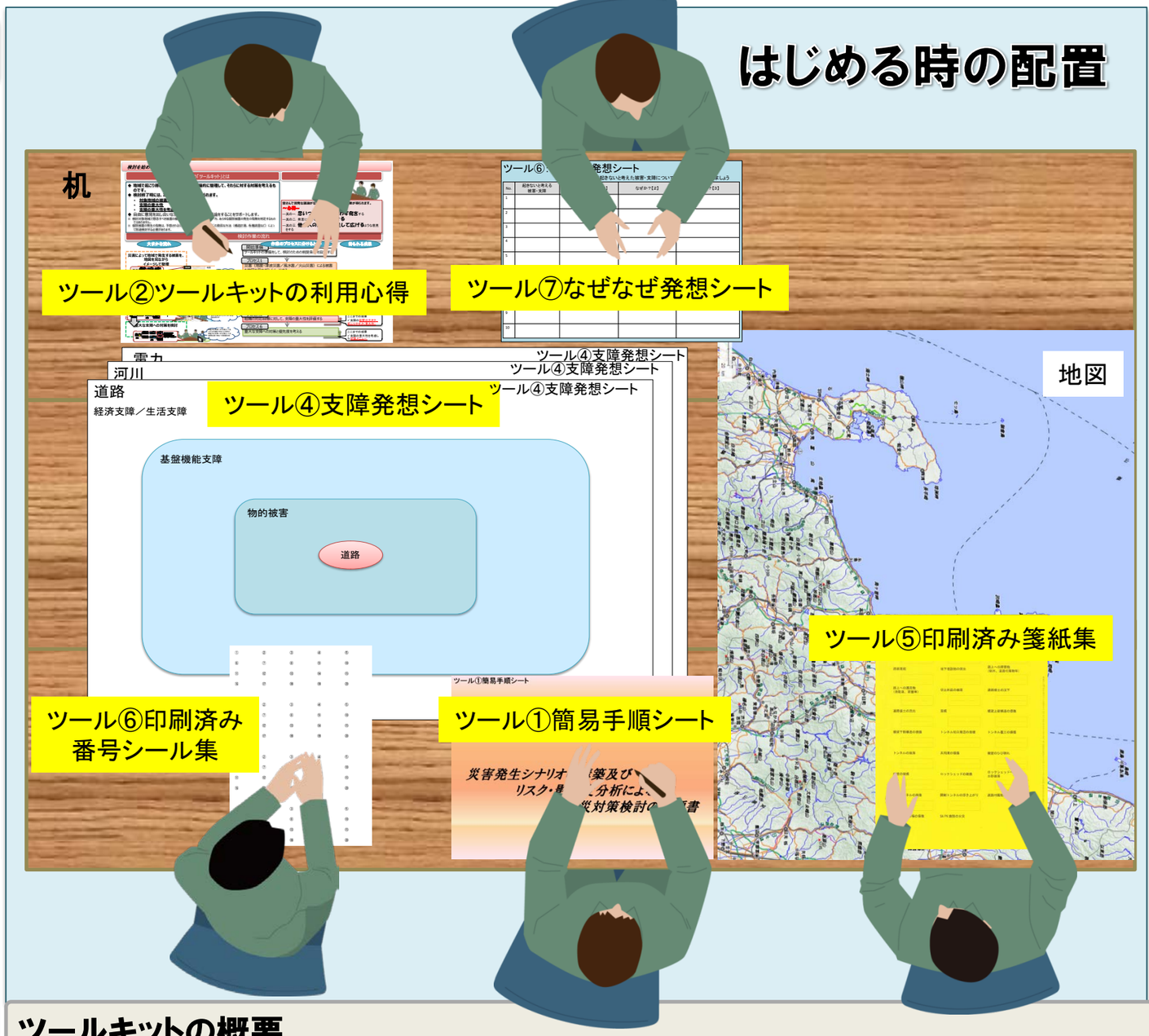


次のものはあとから使います。作業する机とは別の机などによけて置いておきましょう。

- □ チェックリスト及び事例集：ツール③
- □ 災害発生シナリオ：ツール⑧
- □ 超過外力着眼点カード：ツール⑨
- □ 支障・重大性・対策一覧シート：ツール⑩
- □ 目標カード：ツール⑪

皆さん準備は出来ましたか？では始めます。

はじめる時の配置



ツールキットの概要

各ツールの詳しい使い方は、それぞれが登場するプロセスのページで説明します。

- （ツール①）簡易手順シート【本書】：
  各プロセスの検討手順を順番に示すものです。
- （ツール②）ツールキットの利用心得：
  参加者が留意すべき事項をまとめたものです。
- （ツール③）チェックリスト及び事例集：
  チェックリストは被害や支障として挙げたものに重要な漏れがないか確認するためのものです。事例集は既往災害の事例をまとめたものです。
- （ツール④）支障発想シート：
  災害時に発生する被害を思いつくままに出し合うためのものです。思いついた被害を付箋で貼っていきます。
- （ツール⑤）印刷済み付箋集：
  被害が印刷されており「支障発想シート」に貼るものです。
- （ツール⑥）印刷済み番号シール集：
  「支障発想シート」に貼る付箋に番号を付けるものです。
- （ツール⑦）：なぜなぜ発想シート：
  検討の過程で、発生しないと考えた被害などを対象になぜそう考えたかを記録するものです。
- （ツール⑧）：災害発生シナリオ：
  「支障発想シート」に挙げた被害や支障を表形式で見やすく整理するためのものです。
- （ツール⑨）：超過外力着眼点カード：
  想定を超える被害をおよぼす外力（超過外力）の被害を発想するきっかけを示すものです。
- （ツール⑩）：支障・重大性・対策一覧シート：
  支障の重大性とその対策を整理するものです。
- （ツール⑪）目標カード：
  支障の重大性を考えるにあたっての基準とするため、皆さんの災害対応上の目標を書いておくためのものです。

プロセス－１：災害時の被害状況のイメージ

実施時間の目安：40分

概要

◆ あなたが所管する地域でどのような被害や支障が発生するかを網羅的に把握するため、皆さんで思いつくままに意見を出し合い（ブレーンストーミング）、被害状況を発想します。

使用するツール

ツール②～⑦（ツールキットの利用心得、チェックリスト及び事例集、支障発想シート、印刷済み付箋集、印刷済み番号シール集）

フェーズ1/3：特定の施設の被害事象を抽出する

◆ まずは災害をイメージし、施設の被害を抽出します。

検討準備

■**ツールキットの利用心得（ツール②）を読んで、全体の検討の流れを確認しましょう。**
■**検討対象の災害の被害想定、検討における条件（災害発生の季節（梅雨、台風、融雪期等）、時間帯（昼間、夜間等）、対象の地域等）を皆さんで確認し、以降のプロセスで互いの施設間の波及を検討するプロセスがありますので共通の認識として持ちましょう。**
■**あなたのグループで検討する分野を下記から選択して、選択した分野が中心に記載されている「支障発想シート（ツール④）」を準備します。**
― 道路、河川、鉄道、港湾、空港、ヘリポート、電力、通信、ガス、上下水道、農業、水産業、工業、金融、医療

手順

使う付箋：黄色　使う番号：被害＝①、②・・・　被害の場所＝①-1、①-2・・・

地域で発生する被害（施設や構造物の被害）を考えます

1

選択した分野について、どのような被害がどこで生じるか地図を見ながら自由にイメージします。思いついた被害を「印刷済み付箋集（ツール⑤）」から選び、「支障発想シート」に貼ります。
- 思いついた被害が印刷済み付箋集になければ黄色付箋紙に自分で記入して下さい。
- 想定した災害で起こり得る物的被害を挙げて下さい。

具体的な作業は以下を参考にしてください。

支障発想シートに貼る　**選んだ（作った）付箋を他の参加者にもわかるように「支障発想シート」に貼ります。**「印刷済み番号シール集（ツール⑥）」から被害の種類ごとに番号シールを選び、付箋の番号欄に貼ります。（作業イメージは右図の吹き出し①参照）

地図に貼る　**被害が起こると思った場所（複数可）を右上記載の参考②に従って地図に記入します。ブランクの付箋（黄色）に右上記載の参考③に従って枝番を加えた番号シールを貼り、そしてそれを地図に貼ります。（作業イメージは右図の吹き出し②参照）**

支障発想シートに貼る　**思いついた場所（複数可）の名称をブランクの付箋（黄色）に書きます。その付箋に地図上に貼ったものと同じ枝番の番号シールを貼り、そしてそれを「支障発想シート」にも貼ります。（作業イメージは右図の吹き出し③参照）**
以上の手順を、発想がつきるまで続けて下さい。



ここで挙げる被害は、あとのプロセスで対策を考える際の対象となります。
思いついた被害や発生する場所について、もしかしたら発生しないかもしれないと思った場合でも付箋は削除しないでください。出された意見はあとで皆さんで吟味します。

発想がつきたら・・・

― 「支障発想シート」に出された被害のうち、疑問があるものはここで議論して、不要と判断したら付箋に取り消し線を書いて消します。
― ここで消すものは、「なぜなぜ発想シート（ツール⑦）」を使って判断の理由を整理、記載して、検討の記録として残しておきます。

フェーズ1/3で、災害時に発生する特定施設の被害事象を挙げました。
次のフェーズ2/3では、基盤機能支障や生活・経済支障を考えます。

参考①：検討対象地域の設定方法について

―単独の分野で検討を進める場合は自分たちが管理施設やその周辺エリアを対象にしてください。
―複数分野で検討を進める場合は、可能な限り互いの分野が含まれるエリアを対象地域にすることで相互に影響する事象も検討もでき、効果的な議論が可能になります。

参考②：地図への記載方法

被害を思いついた場所を地図上に示します。描いた範囲の近傍に付箋を貼ります。

被害が点状に発生すると考えられる場合：●
例）橋脚の損傷、家屋の倒壊、堤防の破堤　など

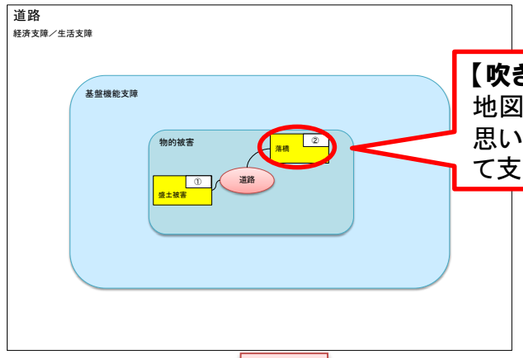
被害が線状に発生すると考えられる場合：
例）道路の流失、堤防の天端沈下　など

被害が面状に発生すると考えられる場合：
例）農地の冠水、住宅地の延焼、斜面崩壊　など

参考③：付箋への番号の付け方

―被害の種類ごとに番号付け⇒①、②、③
―同じ種類の被害で異なる場所には枝番：①の種類の被害であれば⇒①-1、①-2、①-3・・・とその被害について思いついた場所の数だけ番号を1,2,3・・・と増やし、印刷済み番号シールに書いてください。

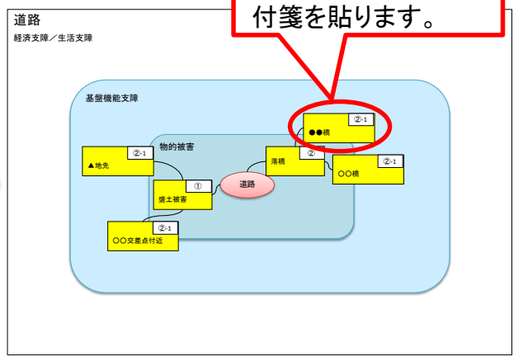
作業イメージ



【吹き出し①】
地図を見ながら発生しそうな被害をイメージし、思いついた被害の付箋に番号シールを貼って支障発想シートに貼ります。



【吹き出し②】
地図上に被害箇所を記入し、番号シールを貼った付箋を貼ります。



【吹き出し③】
被害箇所を記入し、番号シールを貼った付箋を貼ります。

プロセス－１：災害時の被害状況のイメージ

実施時間の目安：40分

フェーズ2/3：基盤機能支障や生活・経済支障をイメージする

◆ 施設の被害から波及する基盤機能支障やさらに生活・経済支障として生じる影響を抽出します。

手順

被害から波及する基盤的な機能の支障を考えます

使う付箋：青

2

フェーズ1/3で出した物的被害から、施設や構造物等が持つ基盤機能にどのような支障が生じるか地図を見ながらイメージします。思いついた支障を「印刷済み付箋集」から選び、「支障発想シート」に貼ります。

- 思いついた被害が印刷済み付箋集になければ青色付箋紙に自分で記入して下さい。

具体的な作業は以下を参考にしてください。

※このとき、特に重要な場所や施設の周辺については、グループで検討する分野（道路、河川、鉄道・・・）以外で起きる被害や支障があれば、別の色（緑など）の付箋で貼っていきます。

支障発想シートに貼る

フェーズ1/3と同じように、選んだ（作った）付箋を「支障発想シート」に貼ります。（作業イメージは右図の吹き出し④参照）

他分野の基盤機能に支障が生じると思われる場合は、ブランクの付箋（白色）にどこの分野に波及するのかを書いて支障発想シートに貼ります。（付箋のイメージは右図の吹き出し⑤参照）

- 具体的な基盤的な機能の支障を書く必要はありません。
- 印刷済み番号シールを付箋に貼る必要はありません。

以上の手順を、発想がつきるまで続けて下さい。

基盤的な機能の支障から波及する人々の生活の支障を考えます

使う付箋：ピンク

3

これまでに出した施設や構造物の基盤機能の支障から、人々の日常生活や経済活動にどのような支障が生じるかをイメージします。思いついた支障はピンク色付箋紙に自分で記入し、「支障発想シート」に貼ります。

具体的な作業は以下を参考にしてください。

支障発想シートに貼る

支障を記入した付箋を「支障発想シート」に貼ります。（作業イメージは右図の吹き出し⑥参照）

以上の手順を、発想がつきるまで続けて下さい。

※このとき同一の生活支障、経済支障が複数の箇所で発生する場合には、付箋を新たに貼らずに、既に貼った付箋の番号等を直接「支障発想シート（ツール④）」に書き込んでいただいても構いません。

発想がつきたら・・・

- 皆さんで「チェックリスト及び事例集（ツール③）」を見て、忘れている生活支障や経済支障はないか議論して、抜けや漏れがあれば追加しましょう。
- 「チェックリスト」にあるけれど皆さんの地域には当てはまらないと判断したものは、先ほどと同じく「なぜなぜ発想シート」に判断の理由を検討の記録として残します。

ひと通り議論が尽くされたら・・・

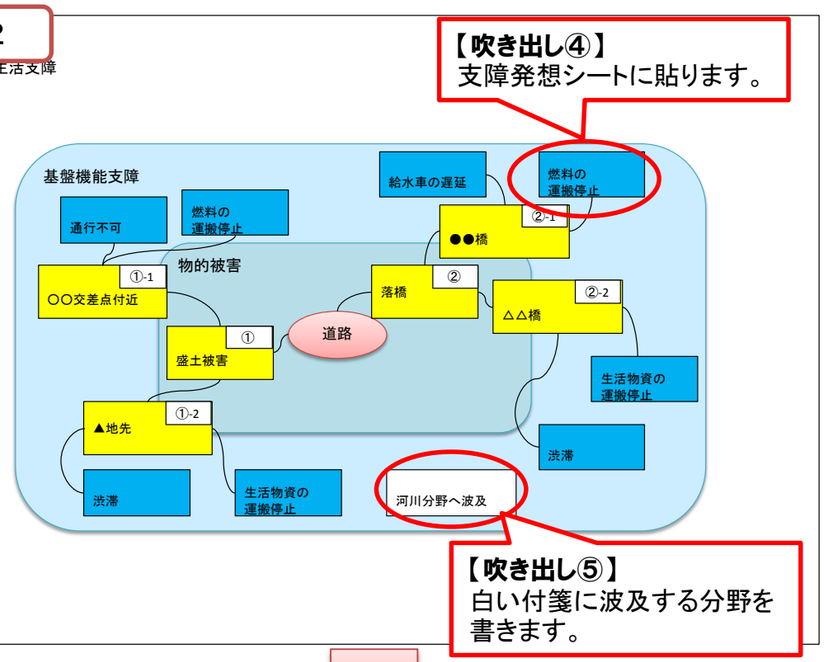
- 「印刷済み付箋集」に残っている物的被害等の発生有無を議論し、発生する可能性がある場合は「支障発想シート」に貼ってください。
- これまでに「支障発想シート」に出された支障のうち疑問があるものは先ほどと同じように議論して、不要と判断したら付箋に取り消し線を書いて消して、「なぜなぜ発想シート」に判断の理由を検討の記録として残します。

一番大変な作業がこれで終わりました。
次のフェーズ3/3では、今までの成果を発表して、分野を越えた施設間の被害や支障の波及を考えます。

作業イメージ

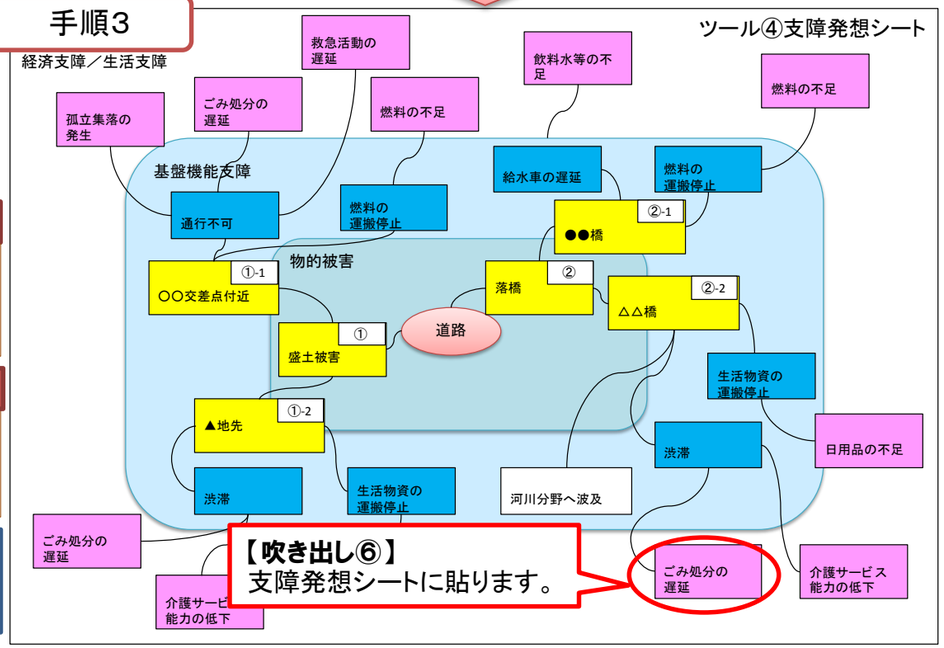
手順2

経済支障／生活支障



手順3

経済支障／生活支障



プロセス－１：災害時の被害状況のイメージ

実施時間の目安：30分

フェーズ3/3：施設間の被害や支障の波及をイメージする

◆ 他分野へ影響を及ぼす被害や支障を抽出するため、グループごとにイメージした成果を発表し、全体で共有します。さらに分野を越えた施設間の被害や支障を発想します。

手順

被害がほかに与える影響を考えます

災害時には、ある被害が他の施設等の被害を引き起こすことや、他の施設等の機能に支障をおよぼすこともあります。ここでは、異なる施設や構造物間での影響を考えて先ほど整理した「支障発想シート」に反映していきます。

（ほかに影響を与える例）

- 道路の路面損傷により、地下に埋設されていたガス管が破損する
- 停電により、ポンプが稼働しなくなり下水の利用が出来なくなる

4 発表する

手順1で付箋を貼った地図と手順3までに作成した「支障発想シート」をホワイトボードに貼り、右上記載の参考④を参考にグループごとに発表します。

- 自分のグループに関係する事象があればメモを取ってください。
- 発表後は質疑応答の時間を設け、疑問に思うことなどがあれば適宜質問をしてください。

5

全てのグループの発表が終わったら、**他分野から波及する物的被害や基盤機能支障／生活支障／経済支障を検討します。皆さんで議論して出たアイディアを付箋**（物的被害は黄色付箋、基盤機能支障は水色付箋、生活支障／経済支障はピンク色付箋）**に書き、それぞれの「支障発想シート」に追加します。**

右上記載の参考⑤の方法で作成した番号シールを付箋に貼り、それを「支障発想シート」に貼ります。（作業イメージは右図の吹き出し⑦参照）

- 思いついた被害や支障はどの分野から波及したかわかるように分野名を記入してください。

ひと通り議論が尽くされたら・・・

― これまでに「支障発想シート」に出されたもののうち疑問があるものは先ほどと同じように議論して、不要と判断したら付箋に取り消し線を書いて消して、「なぜなぜ発想シート」に判断の理由を検討の記録として残します。

参考④：発表内容

グループ内では気づかなかったことを議論するために、他のグループの支障発想シートを確認します。発表内容は以下の点を参考にしてください。

―物的被害の内容とそれらが発生する箇所
―物的被害によって生じる機能支障／経済支障／生活支障
―他分野へ波及する機能支障
―その他気づいた点

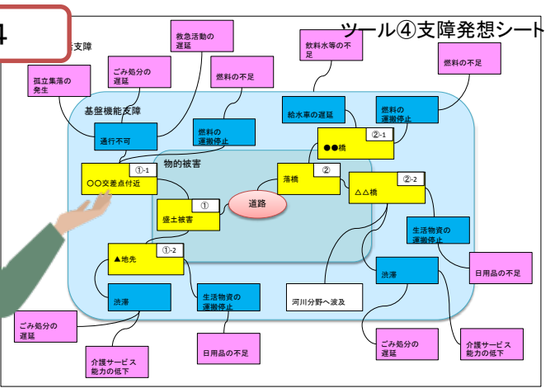
参考⑤：付箋への番号の付け方

―被害の種類ごとに番号付け⇒①、②、③
―同じ種類の被害で異なる場所には枝番：例①の種類の被害であれば⇒①-1、①-2、①-3・・・とその被害について思いついた場所の数だけの番号を1,2,3・・・と増やし、印刷済み番号シールに書いてください。

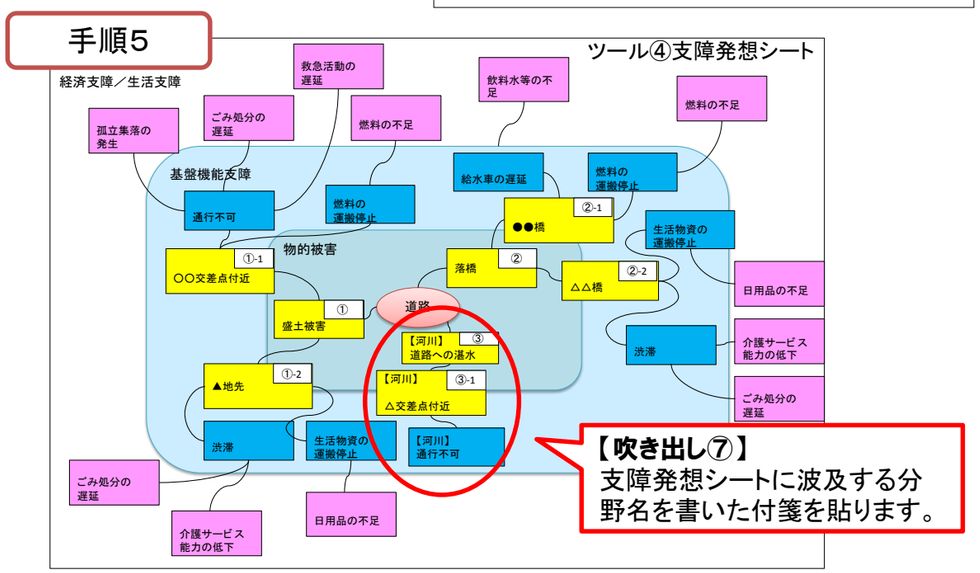
作業イメージ



手順4



手順5



リスクを特定するすべての作業がこれで終わりました。次はここまでに発想した結果を整理して記録として残していきます。

プロセス－２：イメージした被害状況の整理

実施時間の目安：20分

概要

◆ プロセス1で特定した被害や支障とその波及の様子を順を追って見ることを容易として検討の成果を後から利用する記録として残すため、表形式で整理します。

使用するツール

ツール⑧（災害発生シナリオ）

手順

特定したリスクとそれらの波及の様子を整理します

1

「災害発生シナリオ」（ツール⑧）のファイルをパソコンで開きます。地図はしばらく使いませんので別の机に移して構いません。

2

プロセス1で「支障発想シート」に貼った付箋の内容を、右記の参考①を参考に「災害発生シナリオ」の左の欄から順番に入力します。

付箋の内容を入力する際には、以下の点に気を付けましょう。

- 「支障発想シート」と「災害発生シナリオ」のそれぞれに、ゾーンの名前（物的被害、基盤機能支障等）が書かれていますので同じゾーンに入力します。（右図の吹き出し①参照）

※ワークショップ等での検討においては、プロセス４を参考に支障発想シート（ツール④）から直接、支障・重大性・対策一覧シート（ツール⑩）に転記して、災害発生シナリオ（ツール⑧）は最終的な成果品として、ワークショップ終了後に取りまとめていただいても構いません。

3

プロセス1で整理した複数の分野間で波及する支障は、「災害発生シナリオ」の対象施設の枠を超えて線を結びます。（右図の吹き出し②参照）

「支障発想シート」間で波及する支障を結ぶ際に、以下の例を参考にしてください。

- □ 河川堤防決壊による道路通行支障
- □ 鉄道の運転見合せによる交通渋滞

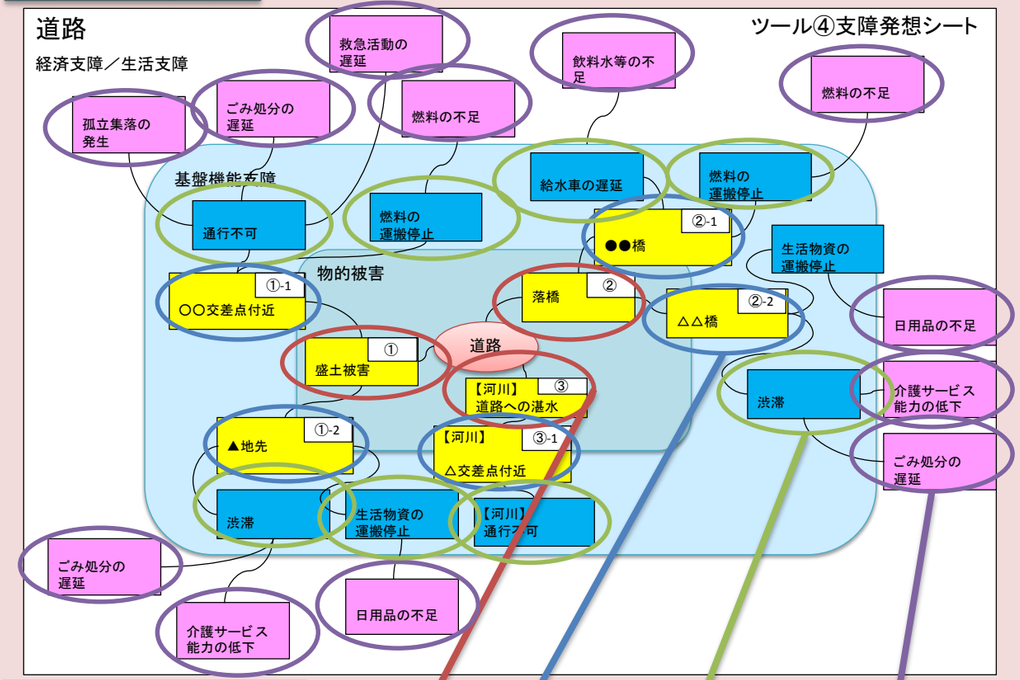
すべての付箋を移し、付箋同士を線で結んだら「災害発生シナリオ」の完成です。

成果物　完成した災害発生シナリオは検討の記録として残します。

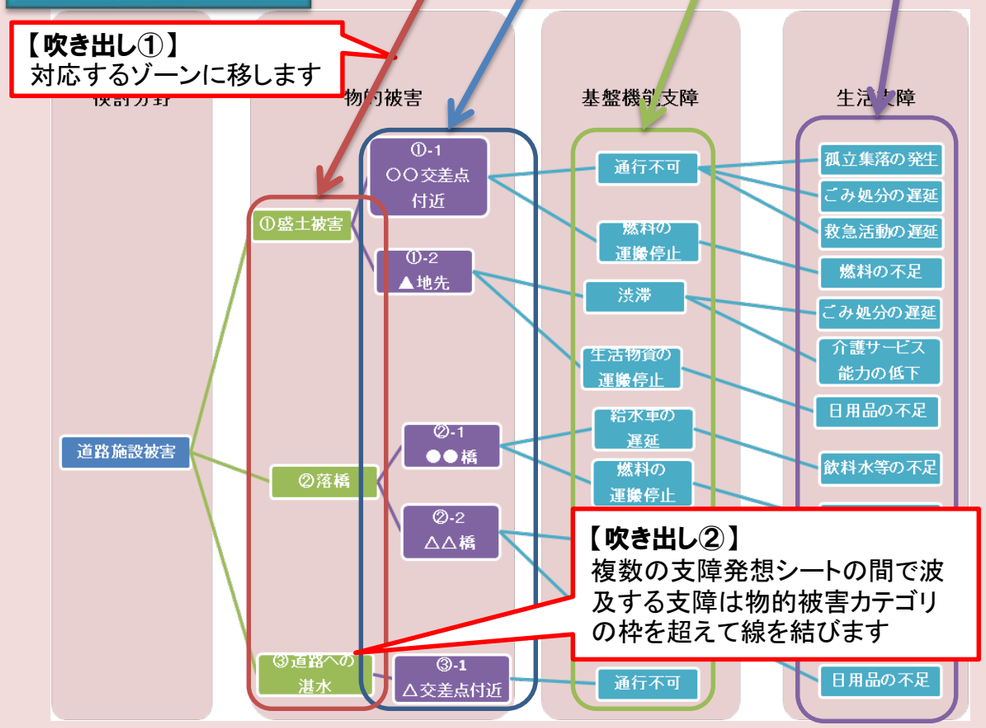
特定したリスクを整理できました。
次は、災害時に想定する規模を上回る外力（超過外力）が加わる場合の被害の様子の変化を考えて、リスクに関する理解を深めていきます。

参考①：支障発想シートから災害発生シナリオへの書き写し方

支障発想シート



災害発生シナリオ



プロセス－３：想定を超える規模の災害による被害状況のイメージ

実施時間の目安：30分

概要

◆ 過去の大規模災害の事例を参考に、様々な想定（もしくは、「本検討のはじめに設定した外力」）を超える外力について支障の見落としがないか確認します。

使用するツール

ツール③、⑤、⑥、⑧、⑨（チェックリスト及び事例集、印刷済み付箋集、印刷済み番号シール集、災害発生シナリオ、超過外力着眼点カード）

検討準備

災害時には、時に想定を超える大きさの外力がかかりさまざまな施設や構造物に予期せぬ被害が生じることがあります。ここで考える「想定を超える外力（超過外力）」は下記のようなものを想定します。

超過外力：過去に経験の無いような規模の外力、その事象の発生を想定していなかった場所での外力、設計・想定を超える規模の外力

たとえば地震災害の場合には次のような状況が挙げられます・・・

- ―地震動（東日本大震災規模（M9程度）など）
- ―液状化（東日本大震災規模の数県にわたる広範囲での発生）
- ―断層変位（台湾集集地震規模の数m規模の変位）
- ―土砂災害（宮城内陸地震規模の天然ダム形成や山体崩壊など）
- ―津波（東日本大震災規模（10m程度）など）
- ―地盤沈下（東日本大震災規模の数十cm～1m規模の沈下）
- ―火災（阪神・淡路大震災規模の木造密集地域での大規模火災）

手順

あなたの地域での想定を超える外力（超過外力）による被害を考えます

1 **検討の前提にしている災害（地震・津波災害／風水害／火山災害）の「超過外力着眼点カード（ツール⑨）」のファイルを開いてください。そしてカードをめくり、裏面に記載されている着眼点を参照して、検討を進めてください。**

2 **思いついた被害を「印刷済み付箋集」から選び、「印刷済み番号シール集」から事象別の番号（例：断層変位①）を選択して印刷済み付箋に貼り、それを地図上に貼ります。**「印刷済み付箋集」になければブランクの付箋（黄色）に記載してください。

3 **ブランクの付箋（黄色）に右上記載の参考①に従って枝番を増やした番号シールを貼り、地図上の被害が発生すると考えた箇所に貼ります。**
また被害から波及する基盤機能支障を印刷済み付箋集から選び、地図上に貼ります。「印刷済み付箋集」になければブランクの付箋（水色）に記載してください。
さらに生活支障／経済支障も検討し、ピンク色付箋に支障名を記載して、地図上に貼ります。

4 **検討が終了したら、再度相互に被害が波及しないか検討したうえで地図上に貼った付箋の内容を「災害発生シナリオ」に入力します。（作業イメージは吹き出し①参照）**
―プロセス２と同様に対応するゾーンに入力します。
―地図上に示した被害箇所の名称も入力します。（作業イメージは吹き出し②参照）
※プロセス２と同様に支障発想シート（ツール④）から直接、支障・重大性・対策一覧シート（ツール⑩）に転記して、災害発生シナリオ（ツール⑧）は最終的な成果品として、ワークショップ終了後に取りまとめていただいても構いません。

すべての付箋の内容を入力したら「災害発生シナリオ」の完成です。

成果物 完成した災害発生シナリオは検討の記録として残します。

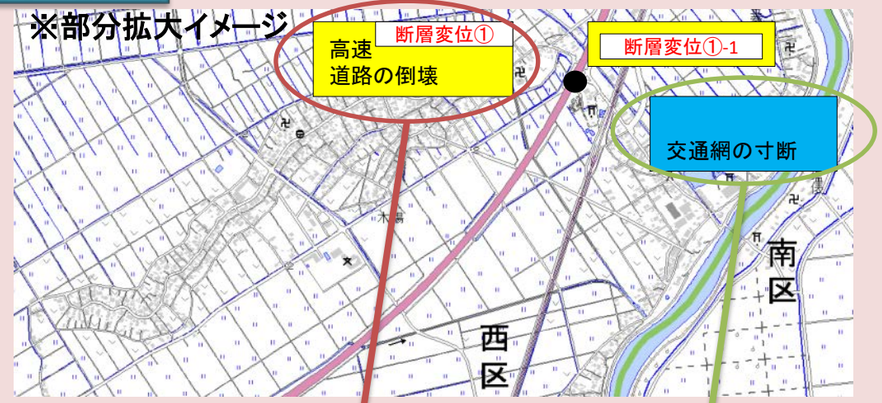
地域で想定を超える外力（超過外力）がもたらす災害リスクについて考察しました。
次からは、これまでに整理、特定した災害時のリスクを分析評価します。

参考①：付箋への番号の付け方

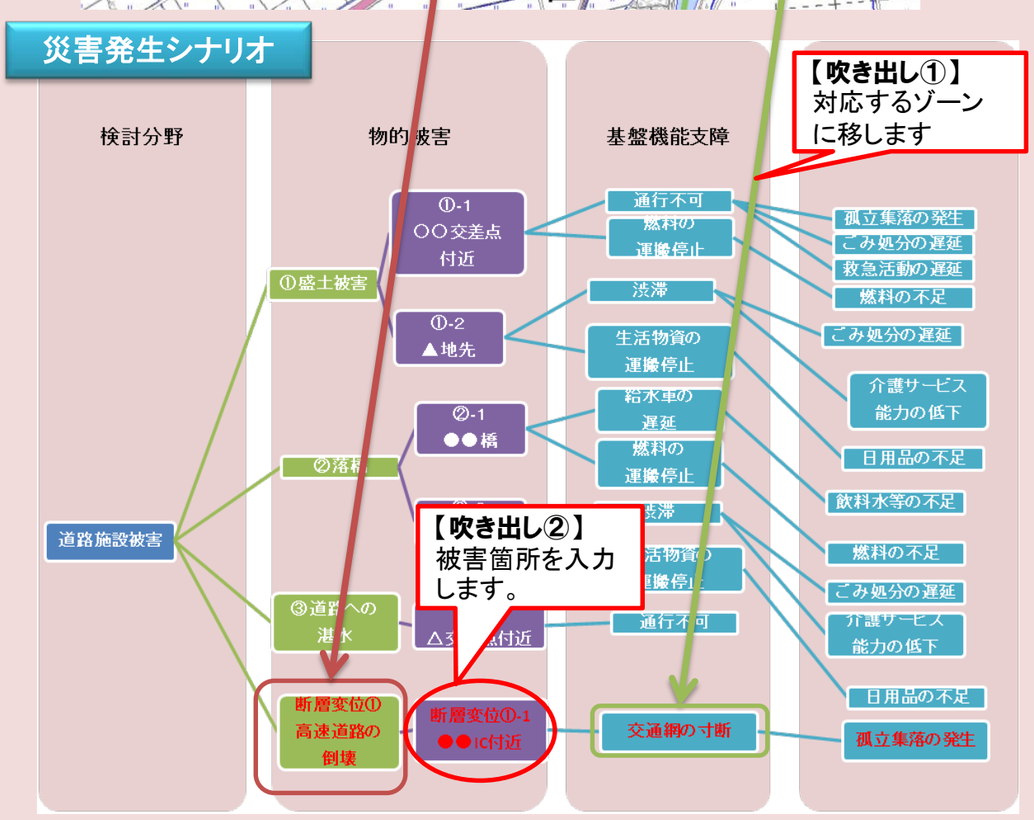
―被害の種類ごとに番号付け⇒断層変位①、断層変位②
―同じ種類の被害で異なる場所には枝番：①の種類の被害であれば⇒断層変位①-1、断層変位①-2、・・・とその被害について思いついた場所の数だけの番号を1,2,3・・・と増やし、印刷済み番号シールに書いてください。

参考②：地図から災害発生シナリオへの書き写し方

地図



災害発生シナリオ



プロセス－４：被害による支障の重大性の評価

実施時間の目安：60分

概要

- 優先して対応すべき支障の候補を挙げるため、これまでのプロセスで皆さんが整理した支障の**重大性**を考えます。
- 重大性は、支障の**深刻さ**と物的被害の**発生可能性**を基に評価します。**(参考①参照)**

使用するツール

ツール⑧、⑩、⑪（災害発生シナリオ、支障・重大性・対策一覧シート、目標カード）

支障の重大性の検討手順

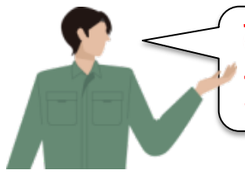
検討手順の全体像を紹介します。
下記に、各フェーズの解説を、参考①に評価作業の流れを示します。評価作業の全体の流れを理解してください。
（具体的な手順は次ページ以降に示します）

フェーズ1/4
施設の被害レベルと復旧エリアを設定する ⇨
評価を前に対応目標を設定し、施設の物的被害がどの程度になるかといった被害レベルと、復旧を考える際にまとめて考えるべき復旧エリアを設定します。

フェーズ2/4
支障の深刻さを評価する ⇨
生活支障の影響開始時期より想定される復旧期間の長さを基に、物的被害及びそれら被害から波及する支障から深刻さを評価します。

フェーズ3/4
被害の発生する可能性を評価する ⇨
施設被害レベルを基に、各施設に対する物的被害の発生可能性を評価します。

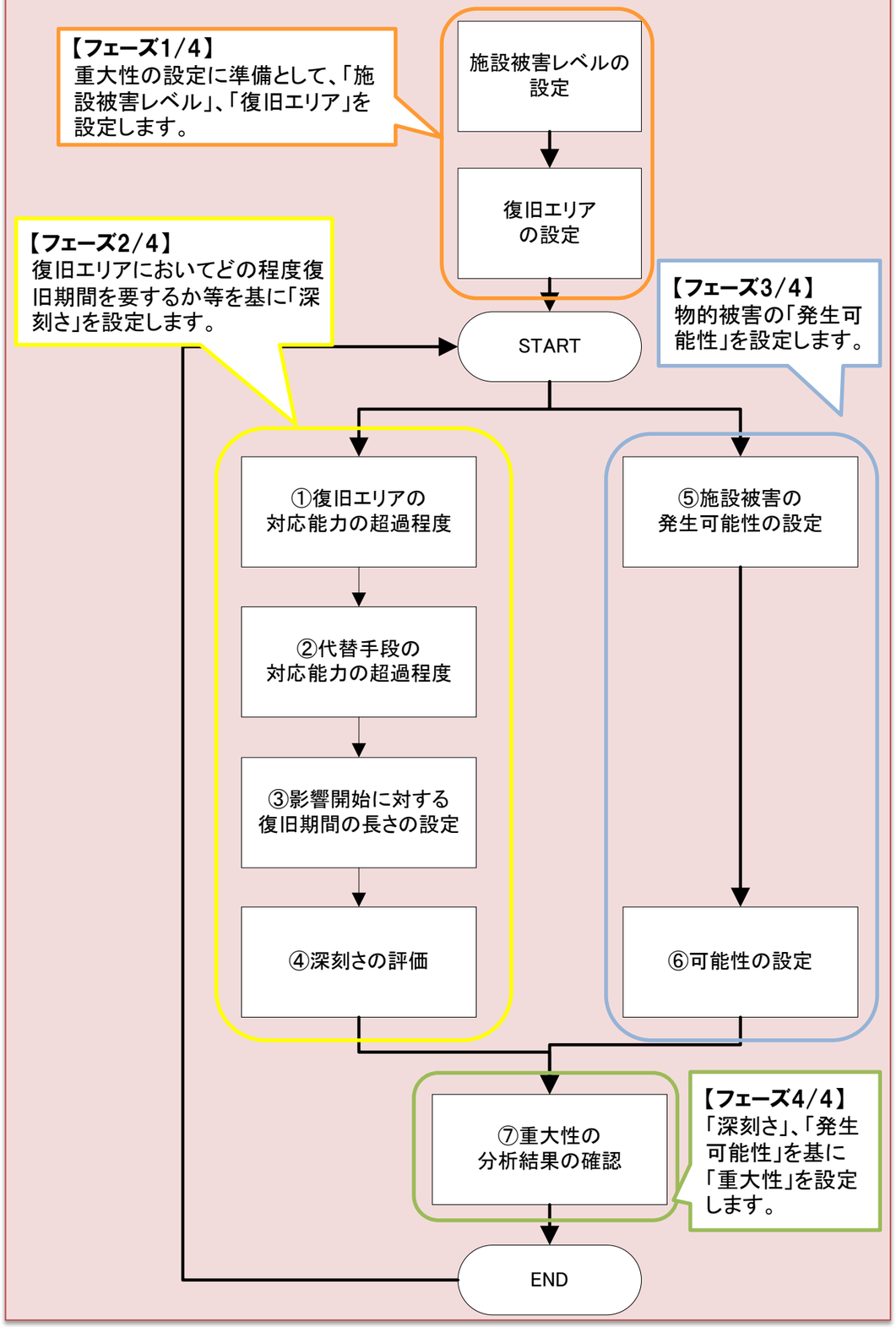
フェーズ4/4
支障の重大性を評価する ⇨
フェーズ2/4、3/4で設定した支障の深刻さと物的被害の発生可能性を基に支障の重大性を評価します。



ひと通り支障の重大性を設定することが出来たら、他の支障についてもフェーズ2/4～4/4を繰り返して、重大性を設定して下さい。

支障の重大性の検討手順の概要を理解しました。
次のフェーズ1/4から実際に検討を始めてみましょう。

参考①：重大性の評価作業の流れ（リスク分析フロー図）



プロセス－４：被害による支障の重大性の評価

実施時間の目安：60分

フェーズ1/4：施設の被害レベルと復旧エリアを設定する。

◆ まずは準備作業をします。
災害発生シナリオから支障・重大性・対策一覧シートにここまでの検討結果を整理します。

手順

机の上に地図を並べ、「災害発生シナリオ」（ツール⑧）、「支障・重大性・対策一覧シート」（ツール⑩）のファイルをパソコンで開きます。

支障を書き移します

1

災害発生シナリオから支障・重大性・対策一覧シートに各項目をコピー＆ペーストで入力します。
（右図の作業イメージの作業①～④を参照して下さい）

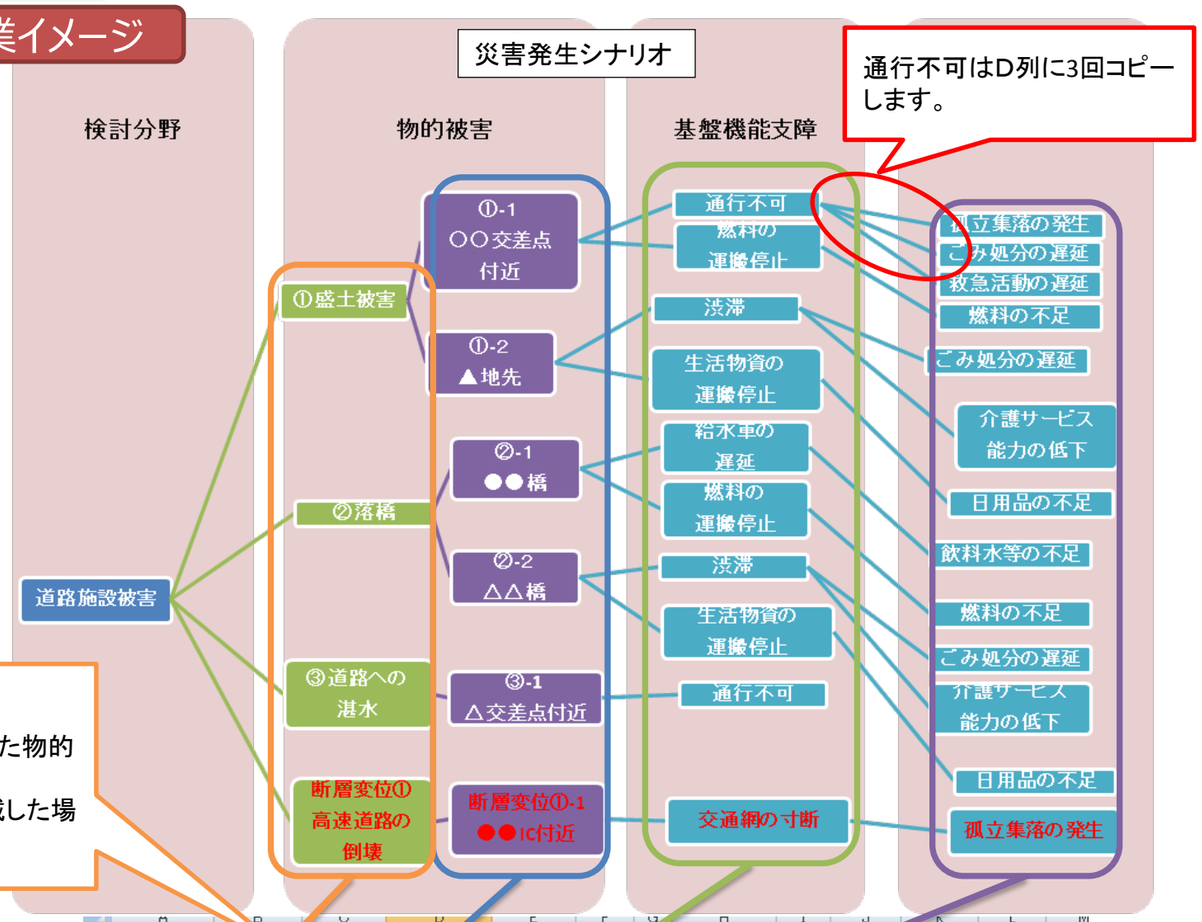
災害発生シナリオの内容を入力する際には、以下の点に気を付けましょう。

- 作業イメージ吹き出し中の作業番号順に作業を進めて下さい。
- 物的被害が発生すると思った箇所の枝番号についても忘れずに入力して下さい。

※プロセス２、３で災害発生シナリオ（ツール⑧）を作成せず、支障発想シート（ツール④）から直接、支障・重大性・対策一覧シート（ツール⑩）に転記した場合は、手順は不要になります。

支障・重大性・対策一覧シートに検討に必要な事項を入力できました。
次の手順2以降で対応目標の設定など重大性評価の準備をしましょう。

作業イメージ



【作業④】
「物的被害」欄：
「災害対応シナリオ」から、支障を引き起こした物的被害をA列にコピー＆ペーストで入力します。
コピーする回数は、物的被害からC列に記載した場所の枝の数だけになります。
（例：盛土被害、落橋）

【作業③】
「場所」欄：
「災害対応シナリオ」から、被害が起きる場所の番号をB列、場所名をC列にコピー＆ペーストで入力します。
コピーする回数は、場所からD列に記載した基盤機能支障の枝の数だけになります。
（例：○○交差点付近、○○橋）

「災害発生シナリオ」から転記　　検討して入力（プロセス4手順2）

	物的被害	場所	場所	基盤機能支障	生活支障	被害レベル	No.	重大性極高	深刻さの分 (見直し)	代替の	代替の復	生活支
5												
6	盛土被害	①-1	○○交差点付近	通行不可	孤立集落の発生							
7	盛土被害	①-1	○○交差点付近	通行不可	ごみ処分の遅延							
8	盛土被害	①-1	○○交差点付近	通行不可	救急活動の遅延							
9	盛土被害	①-1	○○交差点付近	燃料の運搬停止	燃料の不足							
10	盛土被害	①-2	▲地先	渋滞	ごみ処分の遅延							
11	盛土被害	①-2	▲地先	渋滞	介護サービス能力の低下							
12	盛土被害	①-2	▲地先	生活物資の運搬停止	日用品の不足							
13	落橋	②-2	△△橋	渋滞	ごみ処分の遅延							
14	落橋	②-2	△△橋	渋滞	介護サービス能力の低下							
15	落橋	②-2	△△橋	生活物資の運搬停止	日用品の不足							
18	落橋	②-1	●●橋	給水車の遅延	飲料水等の不足							
19	落橋	②-1	●●橋	物資の運搬停止	部品供給の停止							
20	道路への湛水	③-1	△交差点付近	通行不可								
23	高速道路の倒壊	断層変位①-1	●●IC付近	交通網の寸断	孤立集落の発生							

【作業②】
「基盤機能支障」欄：
「災害対応シナリオ」から、物的被害から想定される基盤機能支障をD列にコピー＆ペーストで入力します。
コピーする回数は、基盤支障からE列に記載した生活支障の枝の数だけになります。
（例：通行不可、渋滞）

【作業①】
「生活支障」欄：
「災害発生シナリオ」から、基盤機能支障から想定される生活支障をE列にコピー＆ペーストで入力します。
（例：孤立集落の発生、ごみ処分の遅延）

プロセス－４：被害による支障の重大性の評価

実施時間の目安：60分

対応の目標を設定します

2 **皆さんの災害発生後の対応業務において重要なことを対応の目標として設定します。**
業務上の使命を踏まえつつ、特に重要と考えられる対応の目標を考えます。災害発生後のいずれのタイミング（応急対応、復旧、復興）に関するものも対象となります。**考えた目標は手元にメモしておきます。（右記の参考②参照）**

3 **各個人で考えた対応目標をそれぞれ発表して、皆さんで共有します。**

4 **皆さんで共有した対応目標の中から、全体の目標を設定します。「目標カード」（ツール⑪）に記入して、皆さんの見えるところに置くとともに、「支障・重大性・対策一覧シート」の対応目標欄にも記入します。**（下図の作業イメージを参照して下さい）
- ここで設定する目標は、フェーズ2/4やプロセス5の支障に対する対策メニューの検討の際に活用することになります。

参考②：設定する目標の例

（地震・津波災害の場合）
- ◆道路の損傷や通行止め等対応の問題による道路利用者の死亡・重傷者をださない。
- ◆道路の閉塞によって救援活動、復旧活動に深刻な支障を与えない。
- ◆河川堤防の沈下によって救援活動、復旧活動に深刻な支障を与えない。
- ◆港湾施設の被害によって港湾を拠点とする物流への深刻な影響を与えない。
- ◆電気などのライフラインの迅速な復旧のため、電力会社の重要施設へのアクセスを早期に確保する。

（風水害の場合）
- ◆土砂災害によって孤立集落の状態を長期化させない。
- ◆河川施設の損傷によって堤内地に深刻な二次被害を起こさない。
- ◆災害対応上の問題で避難遅れなどによる犠牲者をださない。

（火山災害の場合）
- ◆降灰処理、通行止め等対応の問題による道路利用者や地域住民の死亡・重傷者をださない。
- ◆溶岩流に対する対応の問題による地域住民の死亡・重傷者をださない。
- ◆降灰後の土石流による流域住民の死亡・重傷者をださない。

作業イメージ

ツール⑪：目標カード

※皆さんで決めた目標を記入しましょう

人的被害につながる支障を発生させない

「目標カード」に記入した対応目標を「支障・重大性・対策一覧シート」の対応目標欄にも記入します。

対応目標	・人的被害につながる支障を発生させない	対策検討日	2015年1月20日
		対象災害	●●地震

「災害発生シナリオ」から転記　　検討して入力（プロセス4手順5）

物的被害	場所	場所	基盤機能支障	生活支障	被害レベル	No.	復旧箇所・範囲	重大性極高	深刻 (見直し)復旧期間	代替の内容	代替の復旧期間
盛土被害	①-1	○○交差点付近	通行不可	孤立集落の発生							
盛土被害	①-1	○○交差点付近	通行不可	ごみ処分の遅延							
盛土被害	①-1	○○交差点付近	通行不可	救急活動の遅延							
盛土被害	①-1	○○交差点付近	燃料の運搬停止	燃料の不足							
盛土被害	①-2	▲地先	渋滞	ごみ処分の遅延							
盛土被害	①-2	▲地先	渋滞	介護サービス能力の低下							
盛土被害	①-2	▲地先	生活物資の運搬停止	日用品の不足							
落橋	②-2	△△橋	渋滞	ごみ処分の遅延							
落橋	②-2	△△橋	渋滞	介護サービス能力の低下							
落橋	②-2	△△橋	生活物資の運搬停止	日用品の不足							
落橋	②-1	●●橋	給水車の遅延	飲料水等の不足							
落橋	②-1	●●橋	物資の運搬停止	部品供給の停止							
道路への湛水	③-1	△交差点付近	通行不可								
高速道路の倒壊	断層変位①-1	●●IC付近	交通網の寸断	孤立集落の発生							

対応目標を設定・入力できました。
次の手順5で、重大性の評価に必要な施設の被害レベルと復旧エリアを設定しましょう。

プロセス－４：被害による支障の重大性の評価

実施時間の目安：60分

施設被害レベルを検討します

5

物的被害について、その施設が機能を維持することができるかどうかの被害レベルを検討します。
（下図の作業イメージの作業①を参照して下さい）
「作業①」に示す指標で判断する事が難しい場合、**参考③の被災度判定チャート**を参考にしてみてください。

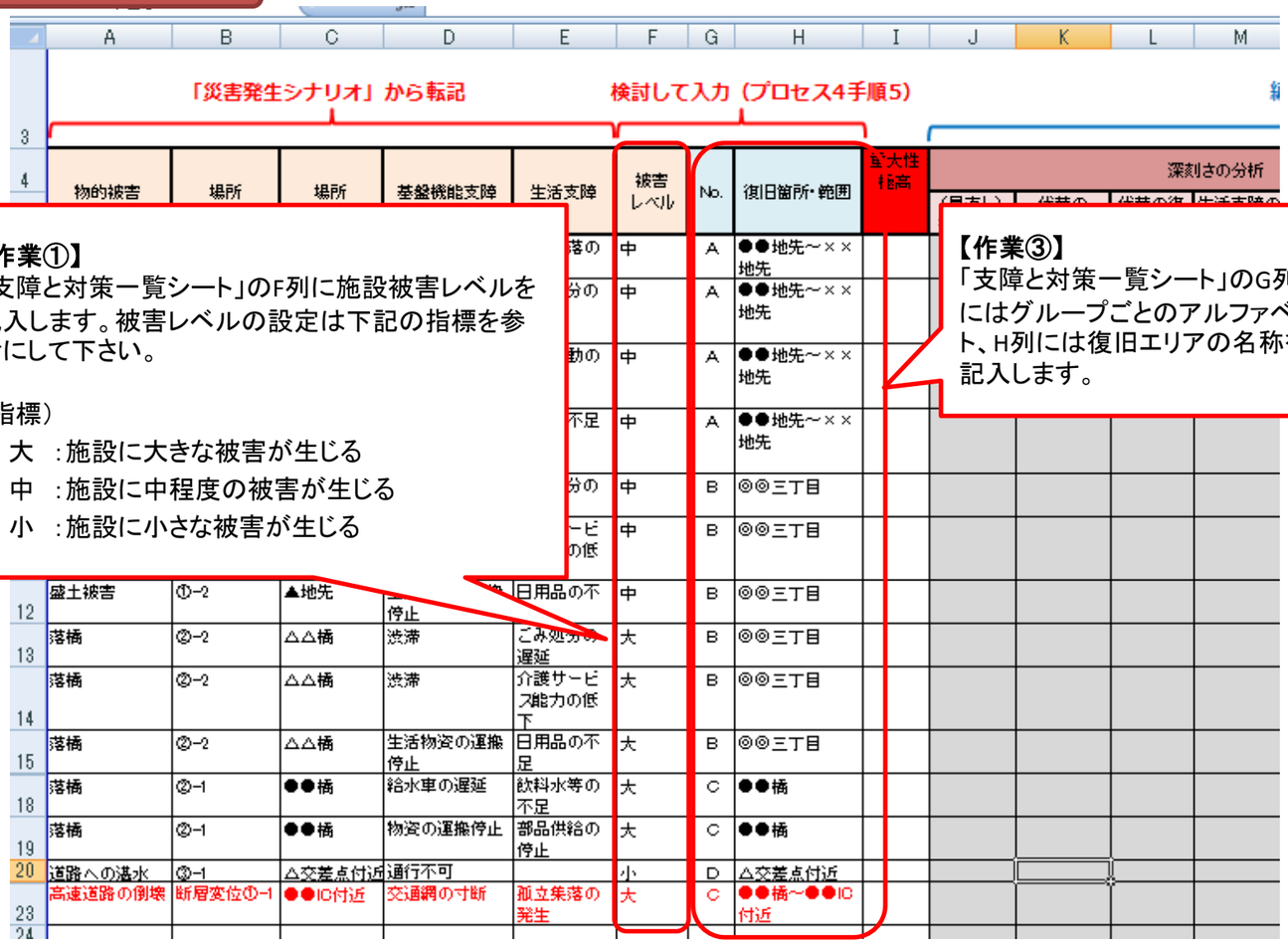
復旧エリアを設定します

6

地図を見ながら、一まとまりで評価する方が好ましい施設をグループ化して復旧エリアとして設定し、**参考④に従って地図上**に示してください。また、復旧エリアはグループごとにアルファベットを振ってください。復旧エリアと番号は以下に従って入力してください。（下図の作業イメージの作業②、③も参照して下さい）

- G列：グループごとに「A、B,C,・・・」と順番にアルファベットを振ってください。
- H列：グループ化した復旧エリアの名称（●●地先～●●地先、◎◎三丁目等）を入力してください。

作業イメージ



【作業①】
「支障と対策一覧シート」のF列に施設被害レベルを記入します。被害レベルの設定は下記の指標を参考にして下さい。

（指標）
- 大　：施設に大きな被害が生じる
- 中　：施設に中程度の被害が生じる
- 小　：施設に小さな被害が生じる

【作業③】
「支障と対策一覧シート」のG列にはグループごとのアルファベット、H列には復旧エリアの名称を記入します。

支障の重大性を評価する準備が出来ました。
次のフェーズ2/4以降で支障の深刻さ、物的被害の発生可能性を評価し、支障の重大性を評価します。

参考③：被災度判定チャート（例：橋梁、盛土、斜面、河川堤防の被災度判定チャート）

■橋梁の被災度判定チャート

震度	S55 道示より前	S55 道示～H8 道示より前	H8 道示移行
震度 7	大	中	小
震度 6 強	大	小	（軽微）
震度 6 弱	中	（軽微）	（軽微）
	・宮城県沖地震で橋脚の被害多発。	・阪神淡路大震災で、大被害が発生。 ・橋脚主筋の段落し部が強化され弱点が大幅に改善。 ・3ヶ年プログラムによる耐震補強済橋梁も含む。	・横拘束筋が強化された塑性変形性能が大幅に改善。 ・フルスペック対応による耐震補強済橋梁も含む。

■盛土の被災度判定チャート

震度	液状化危険度が高い（PL≧15）	その他
震度 7	中	小
震度 6 強	中	小
震度 6 弱	小	（軽微）
	地盤が液状化すると盛土に縦割れが起きて大きく沈下しやすい。	

震度	高盛土あり（高さ≧15m）	その他
震度 7	大	中
震度 6 強	大	中
震度 6 弱	中	小
	設計震度を超えると大被害を起こす危険あり。	山間部は腹付け盛土が多く、平地より滑りやすい。

■斜面の被災度判定チャート

震度	要対策箇所を対象
震度 7	大
震度 6 強	中
震度 6 弱	小

■河川堤防の被災度判定チャート

被災ランク	PL 値
大	15 以上
中	5 以上、15 未満
小	5 未満

参考④：復旧エリアの考え方と地図への記載方法

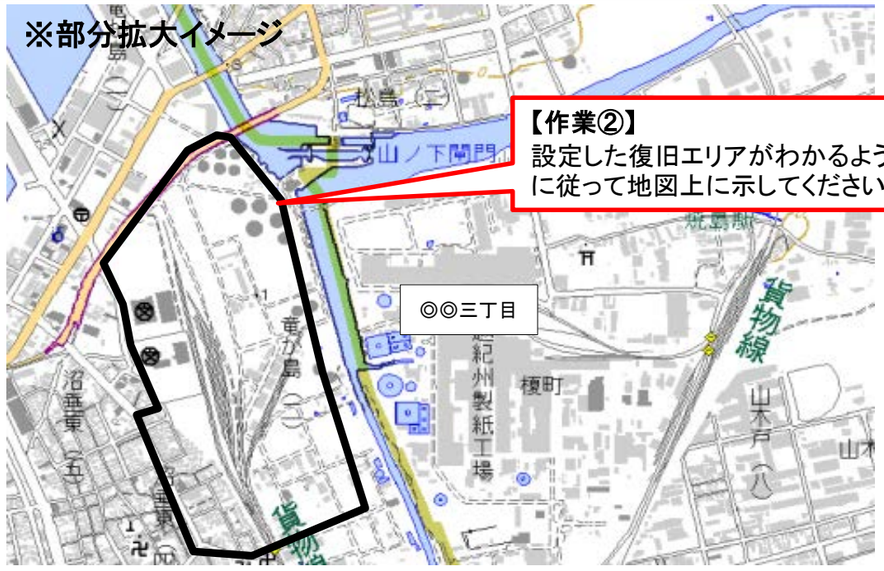
地図上に復旧エリアを「 ▭ 」で示して下さい。**復旧エリアは、復旧を考える際に同一に扱い復旧対策をすべきエリア**として、下記の例も参考にしてください。

―【道路など】重要拠点間を連絡する区間など

―【河川など】同一地域に影響を及ぼす樋門等施設を含む堤防の区間など

※個別に復旧対策を考えればよいものは復旧エリアとしてまとめず、1施設で1つの復旧エリアとして考えます。

※部分拡大イメージ



【作業②】
設定した復旧エリアがわかるように参考③に従って地図上に示してください。

プロセス－４：被害による支障の重大性の評価

実施時間の目安：60分

フェーズ2/4：支障の深刻さを評価する

◆ 復旧エリアに対する対応能力の超過程度、復旧期間の見込みから支障の深刻さを評価します。

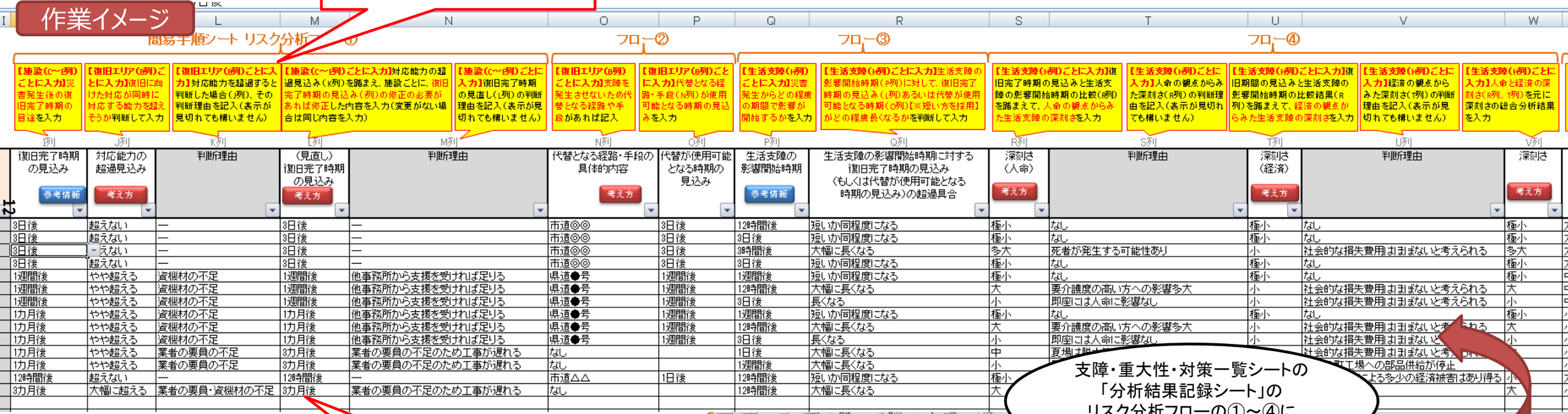
【深刻さの設定】 被害から波及する支障の深刻さを評価します

7

「支障・重大性・対策シート一覧」の分析結果記録シートの黄色吹き出しに従って順番に議論を進め、検討した結果をシートに入力して下さい。
黄色吹き出しの手順でわからない場合は、「参考情報」、「考え方」をクリックして、そこに記載されている内容を参考にして下さい。

左から順番に黄色吹き出しに従って各項目を検討して下さい。

作業イメージ



3日後	超えない	—	3日後	—	市道◎◎	3日後	12時間後	短い(同程度になる	極小	なし	極小	なし	極小	大
3日後	超えない	—	3日後	—	市道◎◎	3日後	3日後	短い(同程度になる	極小	なし	極小	なし	極小	大
3日後	えない	—	3日後	—	市道◎◎	3日後	3時間後	大幅に長くなる	多大	死者が発生する可能性あり	小	社会的な損失費用はほぼないと考えられる	多大	大
3日後	超えない	—	3日後	—	市道◎◎	3日後	3日後	短い(同程度になる	極小	なし	極小	なし	極小	大
1週間後	やや超える	資機材の不足	1週間後	他事務所から支援を受ければ足りる	県道●号	1週間後	1週間後	短い(同程度になる	極小	なし	極小	なし	極小	中
1週間後	やや超える	資機材の不足	1週間後	他事務所から支援を受ければ足りる	県道●号	1週間後	12時間後	大幅に長くなる	大	要介護度の高い方への影響多大	小	社会的な損失費用はほぼないと考えられる	大	中
1週間後	やや超える	資機材の不足	1週間後	他事務所から支援を受ければ足りる	県道●号	1週間後	3日後	長くなる	小	即座には人命に影響なし	小	社会的な損失費用はほぼないと考えられる	小	中
1カ月後	やや超える	資機材の不足	1カ月後	他事務所から支援を受ければ足りる	県道●号	1週間後	1週間後	短い(同程度になる	極小	なし	極小	なし	極小	中
1カ月後	やや超える	資機材の不足	1カ月後	他事務所から支援を受ければ足りる	県道●号	1週間後	12時間後	大幅に長くなる	大	要介護度の高い方への影響多大	小	社会的な損失費用はほぼないと考えられる	大	中
1カ月後	やや超える	資機材の不足	1カ月後	他事務所から支援を受ければ足りる	県道●号	1週間後	3日後	長くなる	小	即座には人命に影響なし	小	社会的な損失費用はほぼないと考えられる	小	中
1カ月後	やや超える	業者の要員の不足	3カ月後	業者の要員の不足のため工事が遅れる	なし		1日後	大幅に長くなる	中	夏場は脱水		社会的な損失費用はほぼないと考えられる		中
1カ月後	やや超える	業者の要員の不足	3カ月後	業者の要員の不足のため工事が遅れる	なし		1週間後	大幅に長くなる	小			工場への部品供給が停止		中
12時間後	超えない	—	12時間後	—	市道△△	1日後	12時間後	短い(同程度になる	極小			による多少の経済被害はあり得る	小	大
3カ月後	大幅に超える	業者の要員・資機材の不足	3カ月後	業者の要員の不足のため工事が遅れる	なし		12時間後	大幅に長くなる	大				大	中

※「復旧完了時期」は「応急復旧」について考えるようにして下さい。

支障・重大性・対策一覧シートの「分析結果記録シート」のリスク分析フローの①～④に該当する箇所を拡大



支障の深刻さを評価することが出来ました。
次のフェーズ3/4では物的被害の発生可能性について評価します。

プロセス－４：被害による支障の重大性の評価

実施時間の目安：60分

フェーズ3/4：被害の発生可能性を評価する

◆ 被害レベルを基に各施設及び復旧エリアに対する物的被害の発生可能性について評価します。

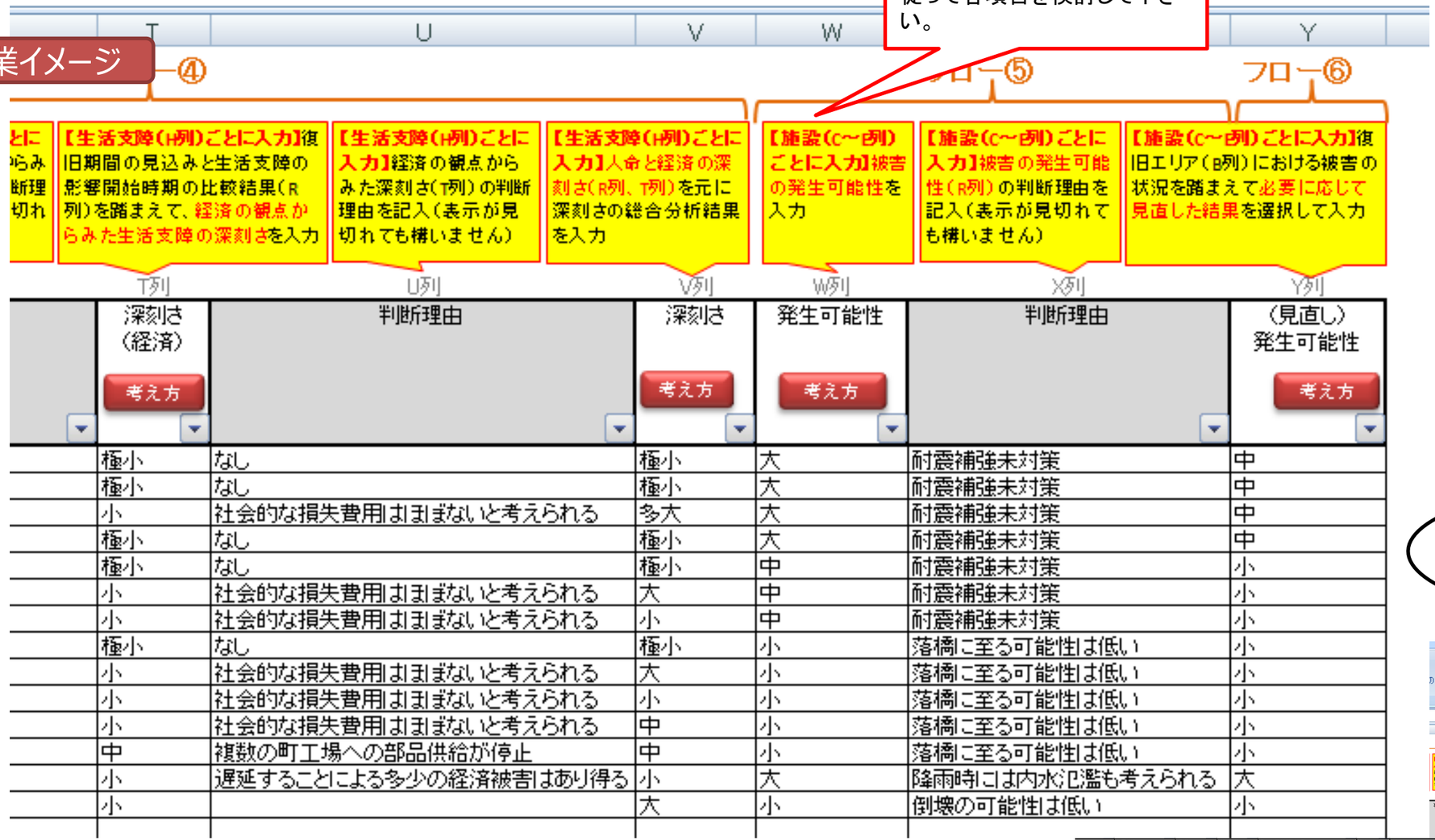
【発生可能性の設定】 被害の発生可能性を評価します

8

手順7と同様に**「支障・重大性・対策シート一覧」の分析結果記録シートの黄色吹き出し**に従って議論を進め、検討した内容を入力して下さい。
黄色吹き出しの手順でわからない場合は、「参考情報」、「考え方」を参考にして下さい。

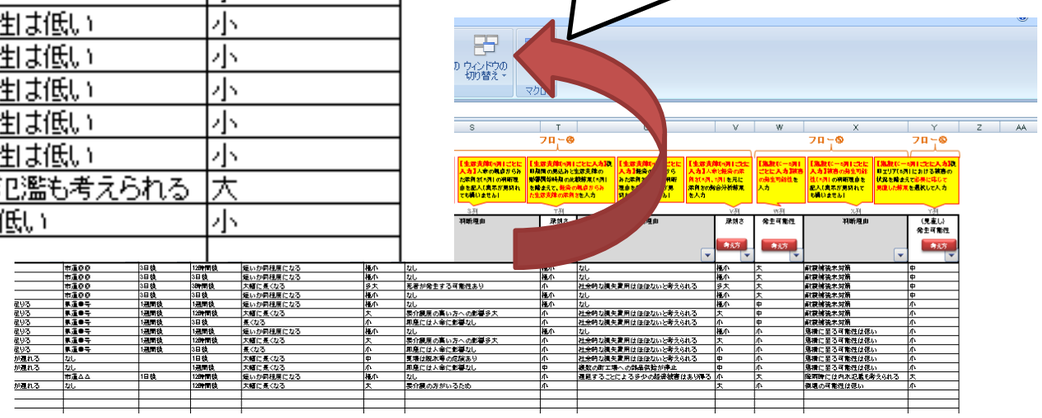
作業イメージ

左から順番に黄色吹き出しに従って各項目を検討して下さい。



	深刻さ（経済） 考え方	判断理由	深刻さ 考え方	発生可能性 考え方	判断理由	（見直し）発生可能性 考え方
	極小	なし	極小	大	耐震補強未対策	中
	極小	なし	極小	大	耐震補強未対策	中
	小	社会的な損失費用はほぼないと考えられる	多大	大	耐震補強未対策	中
	極小	なし	極小	大	耐震補強未対策	中
	極小	なし	極小	中	耐震補強未対策	小
	小	社会的な損失費用はほぼないと考えられる	大	中	耐震補強未対策	小
	小	社会的な損失費用はほぼないと考えられる	小	中	耐震補強未対策	小
	極小	なし	極小	小	落橋に至る可能性は低い	小
	小	社会的な損失費用はほぼないと考えられる	大	小	落橋に至る可能性は低い	小
	小	社会的な損失費用はほぼないと考えられる	小	小	落橋に至る可能性は低い	小
	小	社会的な損失費用はほぼないと考えられる	中	小	落橋に至る可能性は低い	小
	中	複数の町工場への部品供給が停止	中	小	落橋に至る可能性は低い	小
	小	遅延することによる多少の経済被害はあり得る	小	大	降雨時には内水氾濫も考えられる	大
	小		大	小	倒壊の可能性は低い	小

支障・重大性・対策一覧シートの「分析結果記録シート」について、リスク分析フローの⑤、⑥に該当する箇所を拡大



以上で物的被害の発生可能性について評価できました。
次のフェーズ4/4ではこれまで検討してきた支障の深刻さと物的被害の発生可能性を基に支障の重大性を評価します。

プロセス－４：被害による支障の重大性の評価

実施時間の目安：40分

フェーズ4/4：支障の重大性を評価する

◆ 支障の深刻さ及び物的被害の発生可能性を基に、被害による支障の重大性について評価します。

支障の重大性を評価します

9

深刻さと発生可能性を基に支障の重大性を評価します。

これまで支障・重大性・対策一覧シートの「分析結果記録シート」上で入力した結果は、「支障と対策一覧シート」に反映されています。「支障と対策一覧シート」のS列には、これまで評価してきた**深刻さと発生可能性に基づき参考⑤に示す標準のリスクマトリクスを基に、自動的に重大性の評価結果が表示**されます。
表示された支障の重大性を確認して下さい。（右図の作業イメージの作業①を参照して下さい）

支障の重大性を必要に応じて編集します

10

自動で表示される重大性について、必要に応じて変更し、変更した結果を「支障と対策一覧シート」のT列に入力します。（右図の作業イメージの作業②を参照して下さい）

変更の観点は下記のようなものが挙げられます。

- 皆さんの重大性に対する考え方（深刻さをより重く評価するなど）に応じて作成したリスクマトリクスを準備して、これを用いて重大性を見直してください。
- 当プロセスの手順2～4で設定した対応目標などに照らして、適宜重大性を見直してください。

すべての被害と支障を対象に、手順7～10を繰り返して、重大性を評価していきます。

以上で深刻さ、発生可能性を基に支障の重大性を評価できました。
プロセス5では、各支障に対する対策メニューやその優先度を検討します。

参考⑤：支障の重大性の考え方について

支障の重大性は支障の深刻さと物的被害の発生可能性から設定されますが、具体的な重大性の考え方はリスクマトリクスに従って評価されます。
深刻さが大きく、発生可能性が高いものについては重大性が高く、逆に深刻さが小さく、発生可能性が低いものについては重大性は低くなります。その間の評価については既往の災害実績等を基に設定されます。
具体的な評価指標となるリスクマトリクスは右図の通りです。

		深刻さ				
		極小	小	中	大	多大
可能性	大	小	中	大		多大
	中					
	小	極小				

重大性

図　リスクマトリクス

作業イメージ

【作業②】
「支障と対策一覧」シートのT列に変更した重大性の結果を入力して下さい。

検討して入力（プロセス4手順5）　編集しない　検討して入力（プロセス4）

支障	被害レベル	No.	復旧箇所・範囲	重大性極高	深刻さの分析							可能性の分析		重大性の分析結果	重大性の評価結果	対策メニ	
					（見直し）復旧期間	代替の内容	代替の復旧期間	生活支障の開始	深刻さ（人命）	深刻さ（経済）		可能性				着目点	具
者の	中	A	●●地先～××地先		3日後	市道◎◎	3日後	12時間後	極小	極小	極小	大	中	極小	極小		
うの	中	A	●●地先～××地先		3日後	市道◎◎	3日後	3日後	極小	極小	極小	大	中	極小	極小		
幼の	中	A	●●地先～××地先		3日後	市道◎◎	3日後	3時間後	多大	小	多大	大	中	多大	多大		
不足	中	A	●●地先～××地先		3日後	市道◎◎	3日後	3日後	極小	極小	極小	大	中	極小	極小		
うの	中	B	◎◎三丁目		1週間後	県道●号	1週間後	1週間後	極小	極小	極小	中	小	極小	極小		
ービり低	中	B	◎◎三丁目		1週間後	県道●号	1週間後	12時間後	大	小	大	中	小	中	中		
り不	中	B	◎◎三丁目		1週間後	県道●号	1週間後	3日後	小	小	小	中	小	極小	極小		
うの	大	B	◎◎三丁目		1カ月後	県道●号	1週間後	1週間後	極小	極小	極小	小	小	極小	極小		
ービり低	大	B	◎◎三丁目		1カ月後	県道●号	1週間後	12時間後	大	小	大	小	小	中	中		
り不	大	B	◎◎三丁目		1カ月後	県道●号	1週間後	3日後	小	小	小	小	小	極小	極小		
等の	大	C	●●橋		3カ月後	なし		1日後	中	小	中	小	小	小	小		
合の	大	C	●●橋		3カ月後	なし		1週間後	小	中	中	小	小	小	小		
	小	D	△交差点付近		12時間後								大	中	中		
者の	大	C	●●橋～●●IC付近		3カ月後								小	中	中		

【作業①】
「支障と対策一覧」シートのR列に自動入力された重大性の結果を確認して下さい。

プロセス－５：支障への対策と優先度の検討

実施時間の目安：60分

概要

◆ 事前に対策しておくべき点や災害時に取るべき対策を具体的に想定するため、各支障について具体的な対策メニューを検討して、対策の優先度を整理します。

使用するツール

ツール⑧、⑩（災害発生シナリオ、支障・重大性・対策一覧）

手順

支障への対策のメニューを検討します

1 **各支障について、「災害発生シナリオ」で支障の波及の仕方と、地図でその支障が生じると考えられる場所とを見ながら、対策のメニューを考えます。（「災害発生シナリオ」上の着目点は右記の参考①を、検討の視点は次頁の参考②を参照）**

2 **挙げた対策の着目点、視点、具体的な内容を、「支障・重大性・対策一覧」の「対策メニュー」欄に記載します。その際、あらかじめ実施しておく対策には冒頭に【事前】と、災害が発生した後に講じる対策には冒頭に【事後】と注記します。（記入欄は下図の手順２参照）**
ひとつの支障に対して複数の対策メニューを考えた場合には表の行を増やして（挿入して）記入します。

すべての支障を対象に手順１、２を繰り返して、対策メニューを出していきます。

記入欄

手順2

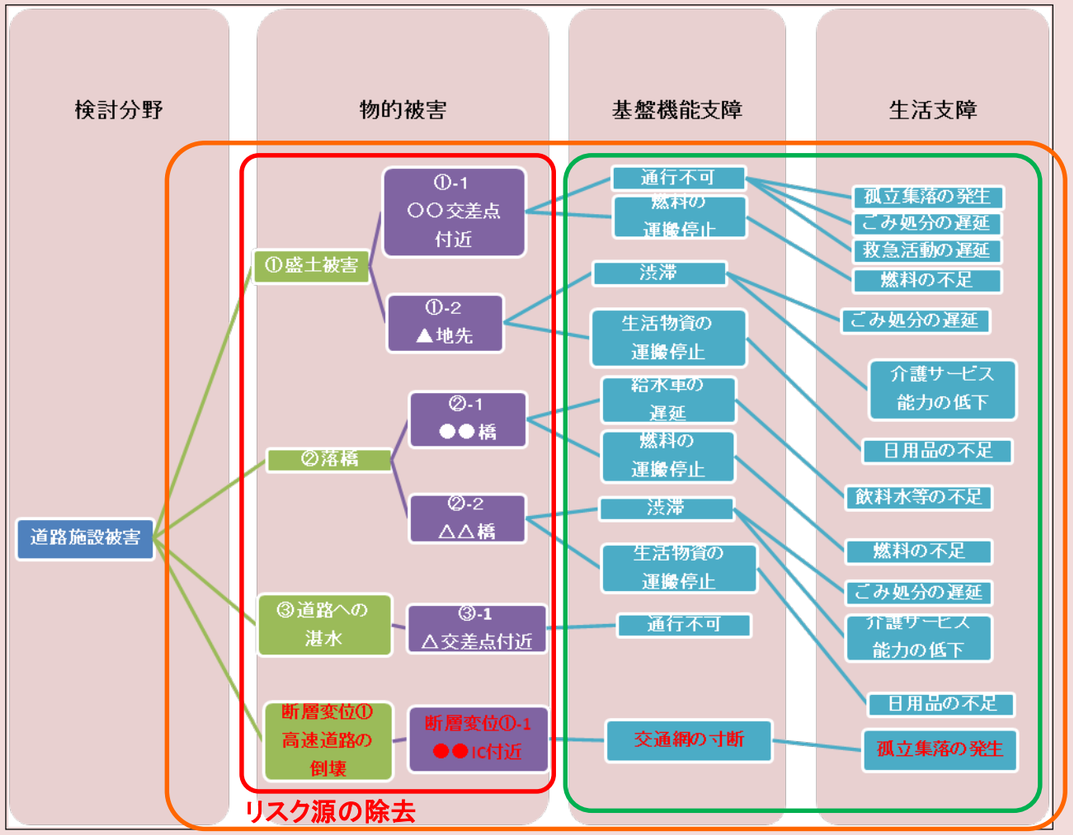
編集しない　検討して入力（プロセス4）　力（プロセス5）

深刻さの分析							可能性の分析		重大性の分析結果	重大性の評価結果	対策メニュー		難易度		優先度
(見直し)期日期間	代替の内容	代替の復旧期間	生活支障の開始	深刻さ（人命）	深刻さ（経済）		可能性				着目点	具体的な内容		判断理由・留意点	
日後	市道◎◎	3日後	12時間後	極小	極小	極小	大	中	極小	極小	結果の変更	・公共施設における備蓄を充実する ・家庭での食料、医薬品の備蓄を促す			
日後	市道◎◎	3日後	3日後	極小	極小	極小	大	中	極小	極小	起こりやすさの変更	・盛土を補強する			
日後	市道◎◎	3日後	3時間後	多大	小	多大	大	中	多大	多大	起こりやすさの変更	・拠点病院を当該地域に増やす			
日後	市道◎◎	3日後	3日後	極小	極小	極小	大	中	極小	極小	結果の変更	・燃料の備蓄をする			
週間後	県道●号	1週間後	1週間後	極小	極小	極小	中	小	極小	極小	…				
週間後	県道●号	1週間後	12時間後	大	小	大	中	小	中	中					

参考①：対策メニュー検討の着目点

皆さんの組織で事業化する、あるいは他の機関に対策を要請するなど実際に取組むことが考え得るものを挙げて下さい。対策メニューは、「災害発生シナリオ」で整理した波及の仕方の中で、下記の点に着目して考えます。

★リスク源の除去
★起こりやすさの変更
★結果の変更



■留意点

－複数の施設の被害や支障から、同一の生活／経済支障に繋がるものもあります。これらについては、複数施設への対策を総合的に考える必要があります。

－同一の施設について複数の被害や支障が考えられるものもあります。これらについては、複数の支障に対する備えとして考える必要があります。

プロセス－５：支障への対策と優先度の検討

参考②：対策メニュー検討の視点（１／３）

検討の視点を示します。これを参考に、具体的な対策メニューの内容を検討してください。

フェーズ	【着目点】視点	具体例
災害予防	【リスク源の除去】 被害を発生させないよう、特定の行動を回避させる	避難は原則徒歩によるものと規定する 避難勧告等の発令に際しては、できる限り日没までに避難が完了できるよう発令の時間帯に配慮する 夕方の明るい時間帯からの予防的避難をする 常に対策の想定を超える津波が襲ってくる可能性があるという認識を周知徹底する 海抜表示や誘導標識等の現地表示によって住民をはじめ一時的滞在者や観光客の避難への意識を高める取組みを推進する 建築物の倒壊・延焼の危険性、道路閉塞の可能性等を示すハザードマップを提供する 火災を認知してから避難行動を開始するのではなく、早めに避難場所等に避難する旨を周知する
	【リスク源の除去】 被害を発生させないよう、あらかじめ被害源を撤去する	重要路線に面する老朽化したブロック塀の撤去を要請する エレベータ内の閉じ込め防止技術の導入を促進する 地震時における出火防止対策として電気やガスの遮断技術の導入を促進する 地域の実情や将来像等を踏まえ、災害リスクに対応した土地利用計画を事前に策定する
	【起こりやすさの変更】 被害構造物が被害を受ける可能性を最小化するため、あらかじめ補強や防御設備の整備をする	家具を固定化する 住宅その他建築物の耐震化を促進する 公共施設等の耐震化を実施する ガラスの飛散防止を実施する 屋外転倒物・落下物の発生防止対策を実施する 土砂災害・地盤災害対策を実施する 海岸堤防等を整備する 液状化対策を実施する 長周期地震動等による石油コンビナート施設の被害の防止や低減のための対策を推進する 住宅用消化器、エアゾール式簡易消火具等の火災防止機器・器具を設置する 情報インフラ、ライフライン施設の耐震化・耐浪化・多重化等を進める　ほか
	【起こりやすさの変更】 人的な被害が出る可能性を最小化するため、あらかじめ支援の体制を整える	要援護者に配慮した災害時の連絡網の整備と支援体制の検討をする 火災の規模に応じ自らの安全が確保出来る範囲内で消火活動を行う自主防災組織の充実を図る 常備消防及び消防団を充実により、初期消防力の充実・向上を図る ヘリコプターの運用に関し、民間会社所有のものも含めた運用調整の枠組みを構築する
	【起こりやすさの変更／結果の変更】 生活に支障が出る可能性を最小化するため、あらかじめ物資や施設、手段を準備する	物資の調達・供給に関する災害時協定を締結する 食料、水、生活必需品等の物資を調達、備蓄する 大規模災害時の飲料水や生活雑用水を確保するための防災井戸を設置、保全、管理する 代替輸送、迂回、他の交通モードへの転換が可能となるよう代替性や相互アクセス性の向上を図る 停電時の非常用発電設備の整備や燃料の確保等を図る 災害拠点病院等への大量の重傷者の搬送について、一般車等を利用した搬送を検討する 応援部隊の活動拠点や災害廃棄物等の仮置場として利用可能スペースをリスト化し、随時情報を更新する
	【起こりやすさの変更／結果の変更】 経済支障の可能性を最小化するため、あらかじめ物資や施設、手段、対応計画を準備する	企業のBCP策定をサポートする 減災技術開発、リスクファイナンスを実施する 地域社会との連携による被害軽減の実現を図る
	【結果の変更】 構造物が壊れても生活に支障が生じないよう、代替の設備や手段を整備する	災害に強いアンカールートなどの高規格道路を整備する 情報伝達手段の多重化・多様化を図る

プロセス－５：支障への対策と優先度の検討

参考②：対策メニュー検討の視点（２／３）

検討の視点を示します。これを参考に、具体的な対策メニューの内容を検討してください。

フェーズ	【着目点】視点	具体例
災害応急対策	【リスク源の除去】 人的な被害を発生させないよう、安全な場所に人を移動させる	広域避難をさせる 広域連携による災害時帰宅支援ステーション等の帰宅困難者対策をする 一定の安全が確保された屋内に留まる避難行動を指示する 指定公共機関等に対する被災者の運送の要請による広域避難をする 要援護者に配慮した自主避難を可能とする 入山規制に伴い区域内の工事等を中止する 一斉徒歩帰宅を抑制する
	【リスク源の除去】 次の被害を発生させないよう、あらかじめ被害源を除去する	滑走路等を閉鎖して降灰を除去する 水源への降灰防止対策を行う 仮排水路設置、ポンプ排水、堰堤など緊急工事を実施する
	【起こりやすさの変更】 救助・救援等の応急対応が円滑に進むよう、体制を強化する	被災地外より起重機船団等を手配する 降灰作業車両のオペレータ不足を解消するために緊急操作作業講習会を実施する 降灰除去作業のため全国より国土交通省の車両を集結する 排水ポンプ車を集結させて作業を実施する 津波襲来後に出水期に向けた暫定対応を実施する CCTV画像（新設）やヘリテレ画像による監視を行う 土石流監視体制の強化のために土石流センサを新設設置する
	【起こりやすさの変更】 救助・救援等の応急対応が円滑に進むよう、他の機関に権限や所管がある対応を暫定的に行う	被災地外より起重機船団等を手配する 降灰作業車両のオペレータ不足を解消するために緊急操作作業講習会を実施する 降灰除去作業のため全国より国土交通省の車両を集結する 排水ポンプ車を集結させて作業を実施する 津波襲来後に出水期に向けた暫定対応を実施する
	【起こりやすさの変更】 救助・救援等の応急対応が円滑に進むよう、他の機関に権限や所管がある対応を暫定的に行う	運転者の不在時に道路管理者が車両を移動する 救助、救援活動の妨げとなる障害物の除去等を代行する 土石流災害に備え一部を直轄砂防を事業化する 避難雨量基準の見直しを実施する 市との連絡途絶や避難所の管理者の判断により住民が避難所を運営できるようにする
	【起こりやすさの変更】 救助・救援等の応急対応が円滑に進むよう、他の機関の対応を支援する	都道府県・国が要請等を待たず物資等を供給する ガソリンスタンド等の平常時は異なる目的で使用している施設を防災ステーションとして活用する TEC-FORCEの派遣などによる状況把握、助言を実施する ヘリコプター等により全体の被災状況の把握を行う
	【起こりやすさの変更】 被害が出る可能性を最小化するため、応急期に必要な情報提供や技術的な補助をする	正確な情報提供により適切な住民の行動を誘導する 緊急調査に基づき被害の想定される区域・時期の情報（土砂災害緊急情報）を市町村へ通知・一般へ周知する マスメディアと連携した情報提供を実施する
	【結果の変更】 生活や経済の支障が拡大しないよう、特定の事情を抱える被災者等について個別の対応をする	観光客向けの避難場所・物資を確保する 通行規制の制限付き解除を実施する 在宅避難者も考慮した物資供給をする

プロセス－５：支障への対策と優先度の検討

参考②：対策メニュー検討の視点（３／３）

検討の視点を示します。これを参考に、具体的な対策メニューの内容を検討してください。

フェーズ	【着目点】視点	具体例
災害復旧・復興	【リスク源の除去】 関連死等の二次的な被害を発生させないよう、特定の事情を抱える被災者にとっての危険を取り除く	避難所等でアレルギー対応食や病態別対応食を提供する 避難者が必要な福祉サービスや保健医療サービスを受けられるような支援体制の充実を図る
	【起こりやすさの変更】 復旧対応が円滑に進むよう、他の機関の対応を支援する	要請に基づき災害復旧事業を代行する 復興に向けた総合的な検討を実施する
	【結果の変更】 被災者の生活環境が早期に改善するよう、環境の整備や生活支援をする	避難の長期化に応じ入浴施設等の環境を整備する 被害を受けた者に対して被災者生活再建支援金を支給する 寒冷地であることを考慮して応急仮設住宅の資材を調達する 家屋の応急修理制度について速やかに周知し修理の促進を図る 一斉入浴が困難な高齢者や身体障害者等が安心して入浴できるよう移動入浴車等を手配するなど支援する 警察による警備体制の充実、警察や防犯ボランティアとの連携による警備体制の強化を図る
	【結果の変更】 被災者の生活に更なる不便が生じないよう、手続きの期限や内容を変更する	行政上の権利利益に係る満了日を延長する 被災者の各種申請等に係る諸手続を簡素化する
	【結果の変更】 生活の復興に向けた取組みが進むよう、経済的に補助する	引越経費や家財道具の購入経費を支給する 住宅再建の経費の支援金を支給する 速やかに仮設住宅を建設し、自宅再建のための支援を含めた援助・助成を行う
	【結果の変更】 経済支障が深刻化しないよう、生産活動に関する対応を支援する	ビニルハウスや畜舎の復旧活動を支援する ライフライン及びインフラを早期に確保する

プロセス－５：支障への対策と優先度の検討

実施時間の目安：60分

対策の難易度を検討します

3

各対策メニューについて考えた対策の難易度が下記のどれが当てはまるか考えます。考えた難易度を「支障・重大性・対策一覧」の「難易度」欄に高、中、低で記載します。「難易度」欄には判断した理由や留意点もあわせて記入します。**（記入欄は右図の手順3参照）**

（例）　―難易度　高　：他機関との調整や相当の規模の予算措置が必要である
　　―難易度　中　：多少の調整や予算措置の範囲で実施できる
　　―難易度　低　：多少の工夫で日常業務に加えて実施できる

対策の優先度を整理して担当組織を設定します

4

ここまでで評価した重要性と難易度を考慮して、各対策の優先度を、高、中、低で整理します。
重要性が高いものは優先度も高いとすることを基本として表にはあらかじめ入力されていますが、難易度が「高」の場合には、皆さんで話し合って優先度を下げることも考えます。また、他機関や他分野との関連を考慮して社会全体として優先すべきものであるかも踏まえて検討します。
整理した優先度に応じて「支障・重大性・対策一覧」の「優先度」欄を入力します。（記入欄は右図の手順4参照）

5

各対策メニューの担当組織を決めます。各組織の業務分掌をもとに皆さんで相談して決めます。決めた組織名を「支障と対策一覧表」の「担当組織」欄に記入します。他の機関に対策を依頼、要請する場合には、他機関の名称を記入して、（括弧）内にそれを連絡する内部の組織を記入します。**（記入欄は右図の手順5参照）**

各担当組織での対策状況の管理に、「支障・重大性・対策一覧」に付属の個票をご使用ください。

記入欄



重大な支障について具体的な対策のメニューを検討して、難易度を踏まえて対策の優先度を設定しました。
作成した支障と対策一覧表は対策実施状況の進捗管理に継続してご使用ください。

以上で、すべてのプロセスが終了しました。あなたの地域で発生する災害の様相はイメージできたでしょうか。
一連の検討は、発想の訓練として人事異動の後など定期的に繰り返し実施すると効果的です。

国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告
PROJECT RESEARCH REPORT of ＮＩＬＩＭ
Ｎｏ．64　　February 2020

編集・発行　©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは
〒305-0804　茨城県つくば市旭１番地
企画部研究評価・推進課　　TEL 029-864-2675