

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、国内外の歴史的な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 集集镇 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)(集集镇)	—	・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、2,400km ² ・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、地盤変位による祭時大橋の落橋、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、富士五湖や青木ヶ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	アイス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（平成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（平成比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成の約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	<p>【台風15号】</p> <p>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</p> <p>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）104.2mm、同じく三重県尾鷲市で、203.0mm</p> <p>高潮：3.55m(名古屋港)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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 <p>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</p>	長期湛水化	未曾有の高潮が海拔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、泥流が様々な組み合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、復旧が遅れが生じた。	—
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、復旧が遅れが生じた。	—
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、復旧が遅れが生じた。	—
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、海拔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

収集した歴史的な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リ化し、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。

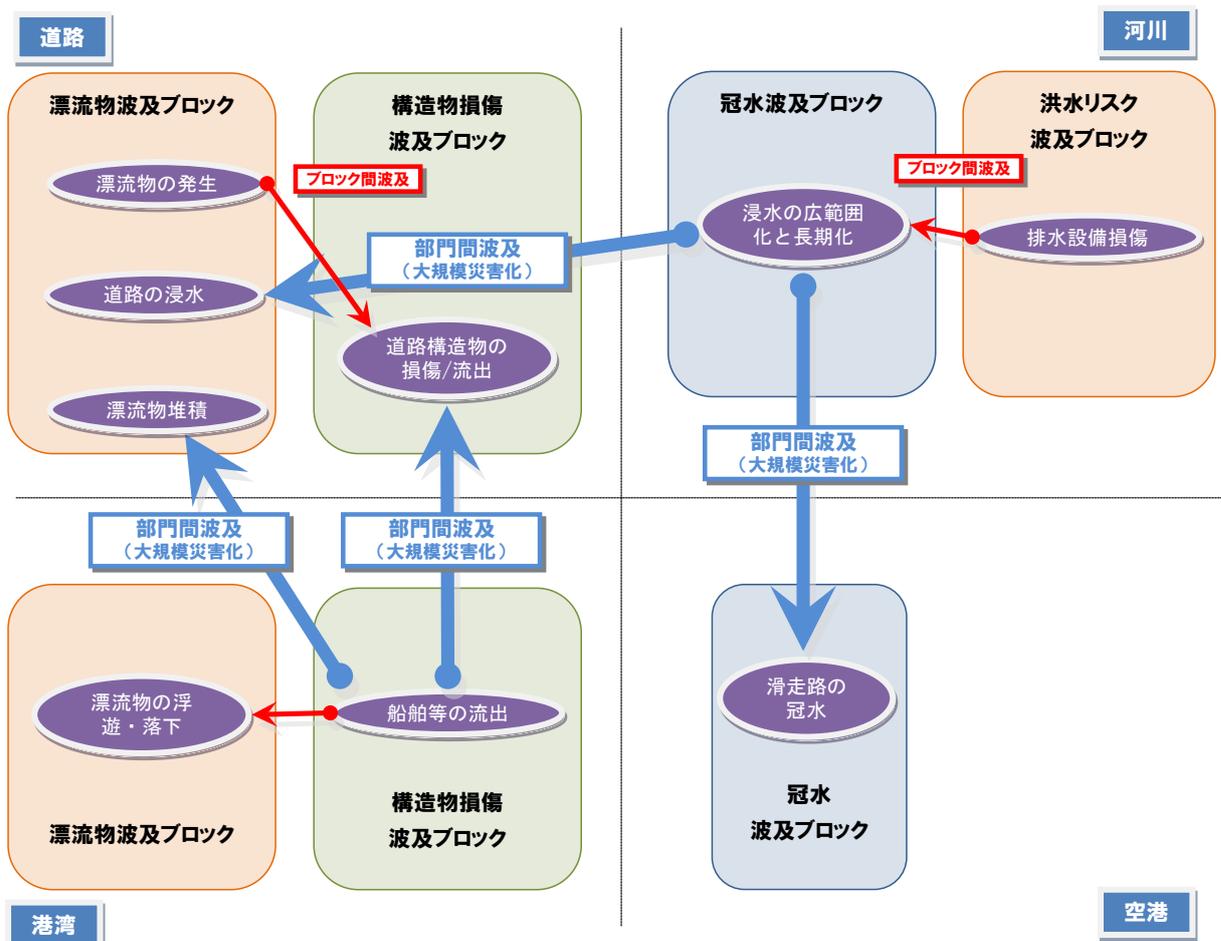


図 2.2.2 ブロック間波及と部門間波及による被害の大規模化 (整理のイメージ)

2. 2. 4 災害事例カタログ

歴史的な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。

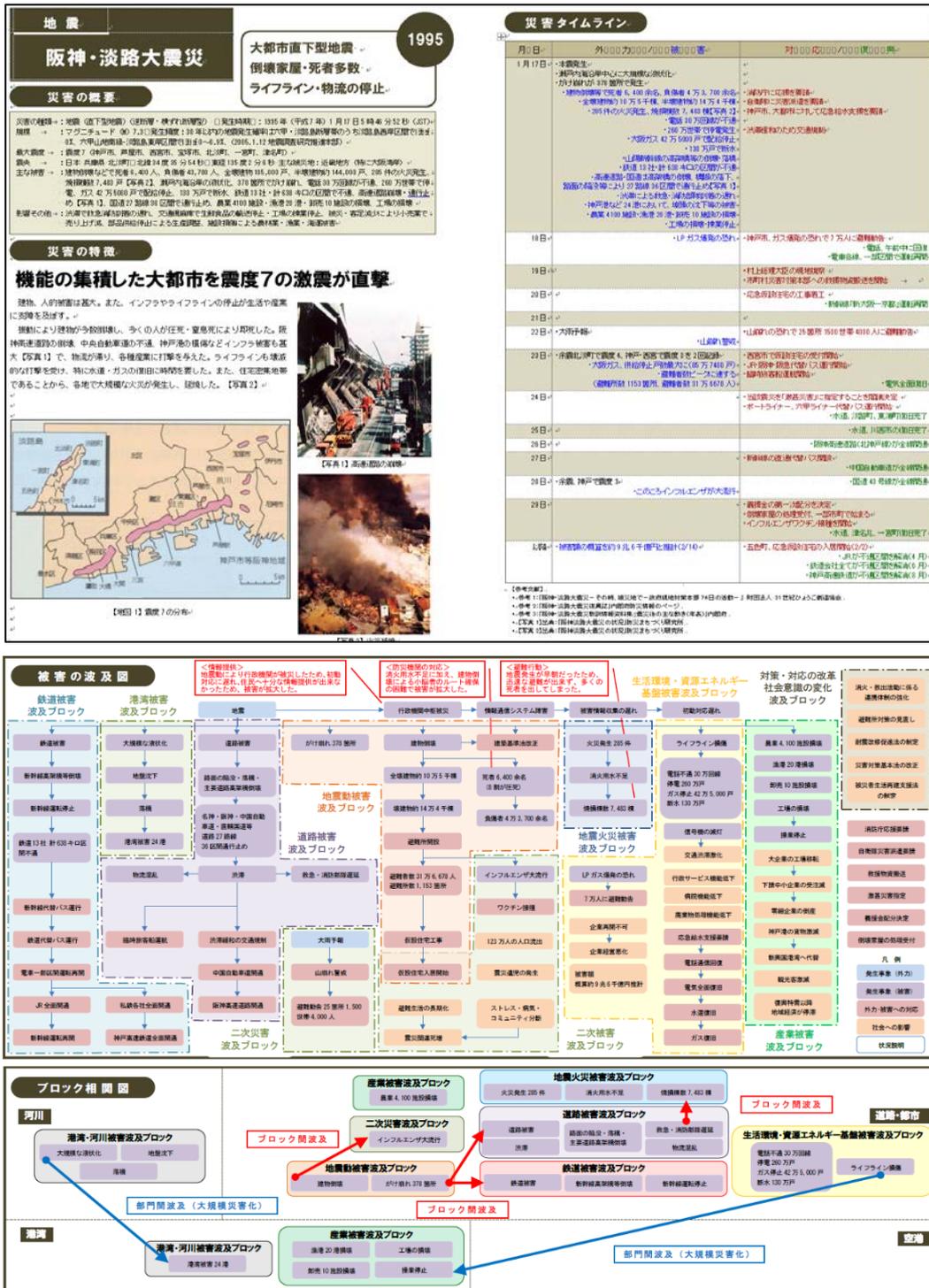


図 2.2.3 災害事例カタログ：阪神・淡路大震災（部分）

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、標高は海拔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。

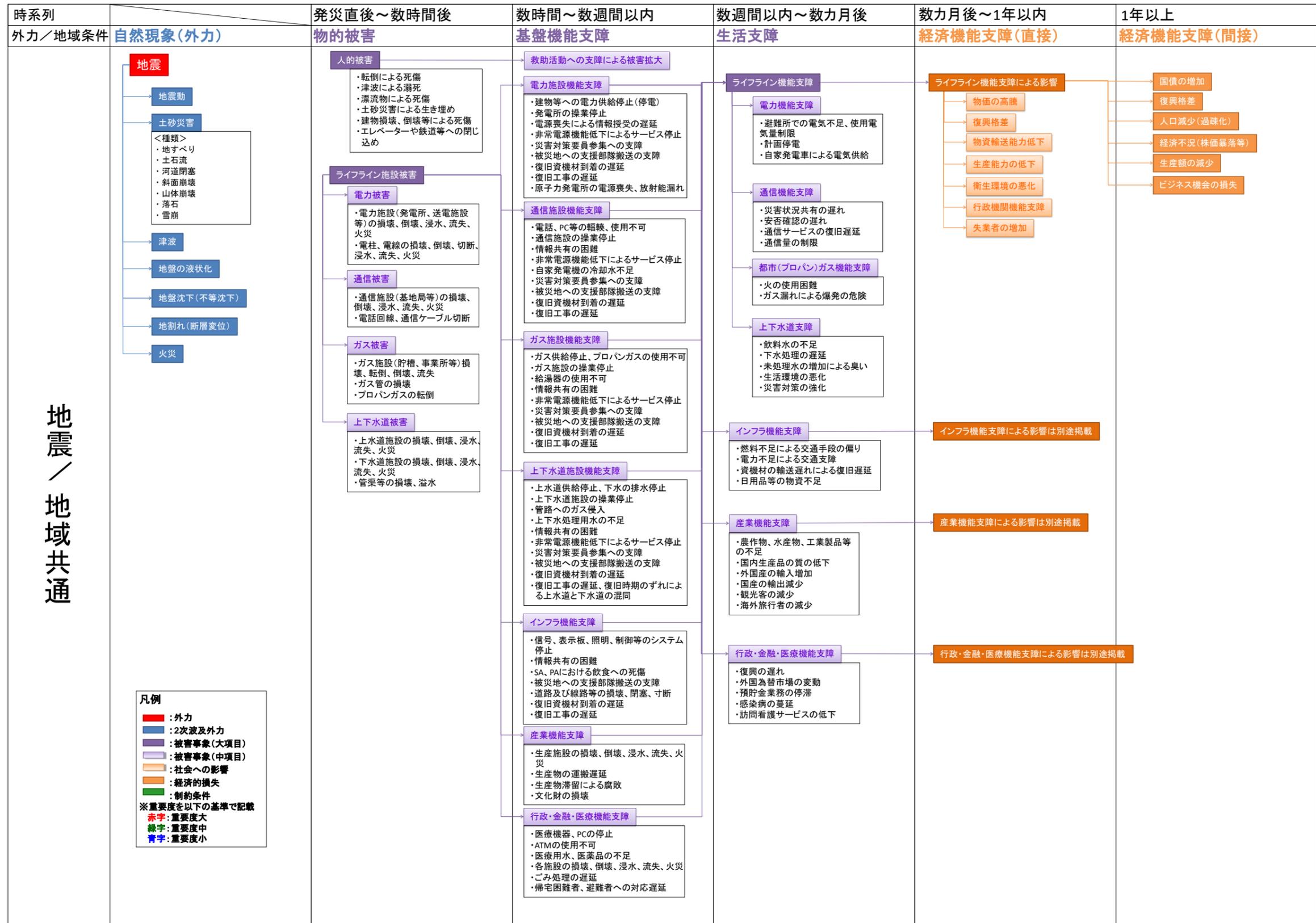


図 2.2.4 事象の進展と連関の樹形図(地震災害時に想定される事象)

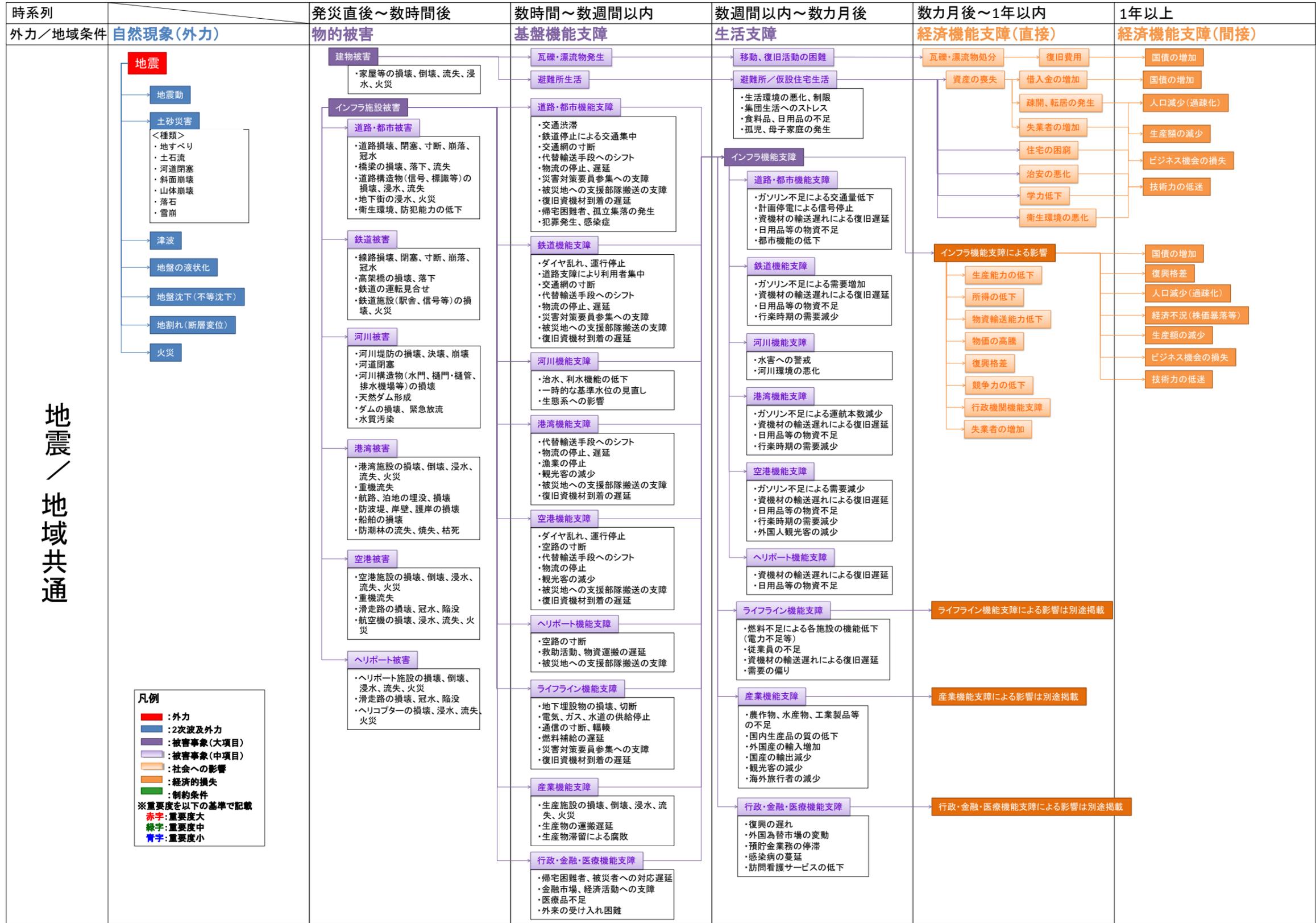


図 2.2.5 事象の進展と連関の樹形図(地震災害時に想定される事象)

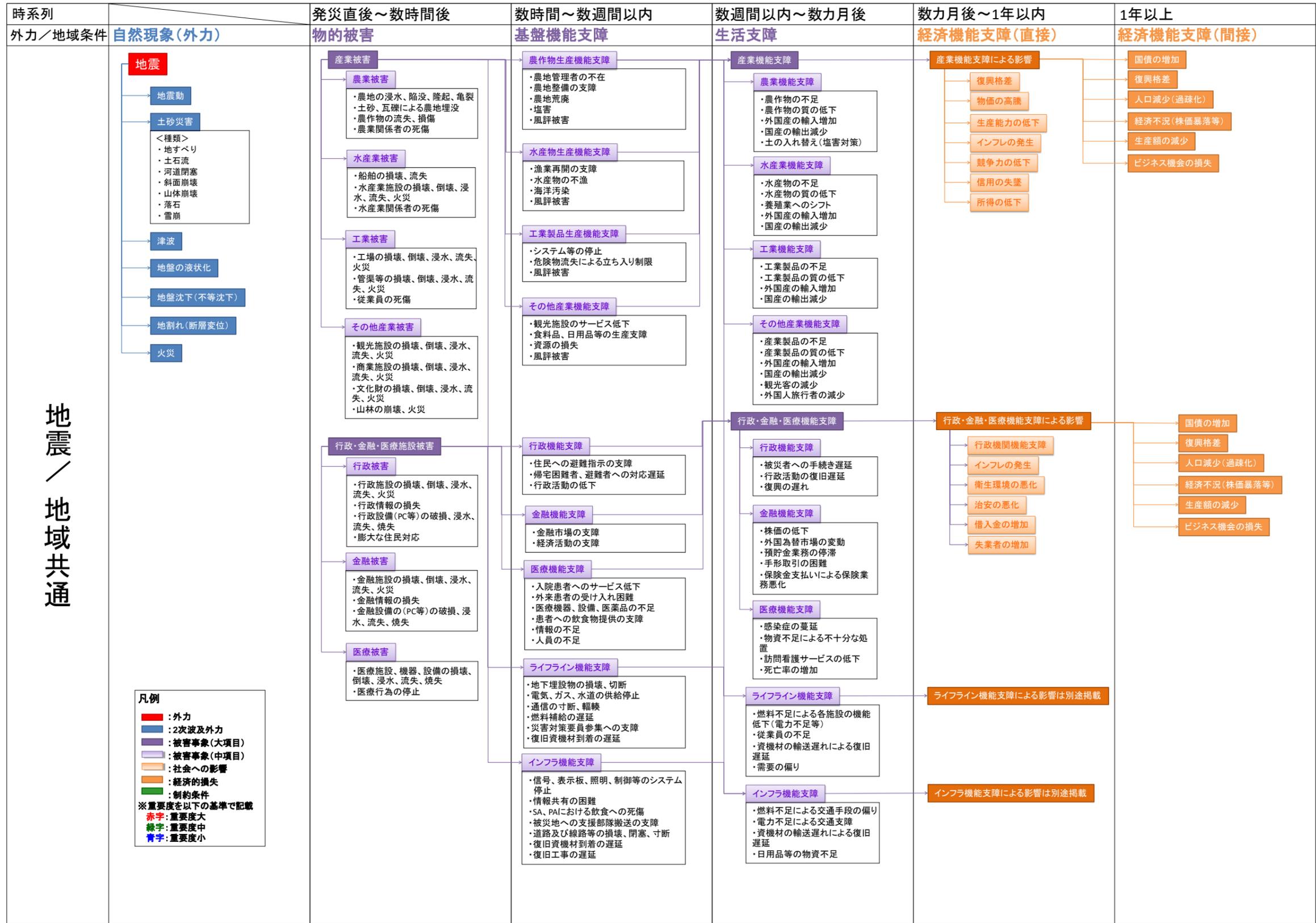


図 2.2.6 事象の進展と連関の樹形図(地震災害時に想定される事象)

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
<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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） 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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。

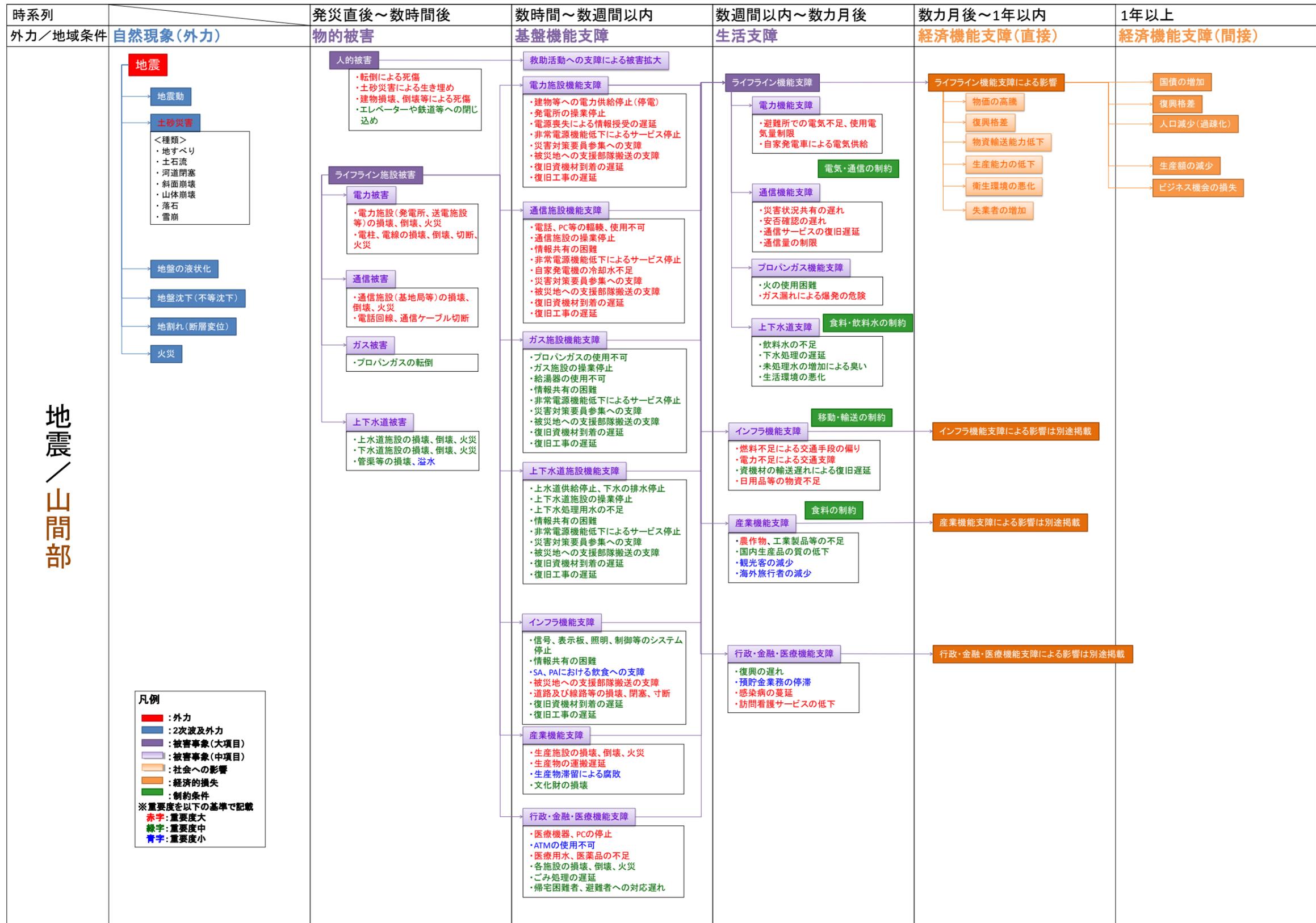


図 2.2.7 事象の進展と関連の樹形図 (災害:地震 地域条件:山間部)

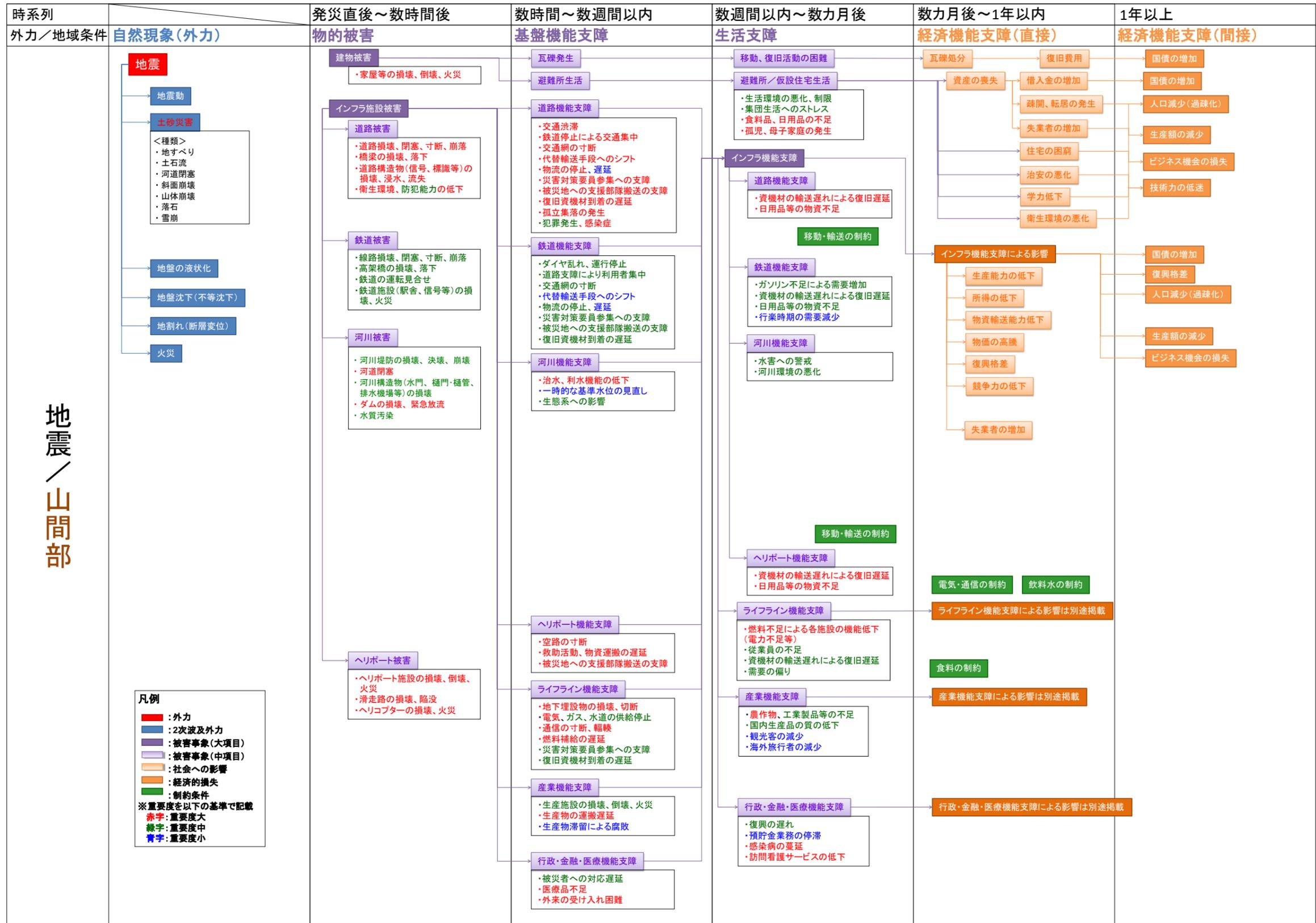


図 2.2.8 事象の進展と関連の樹形図 (災害: 地震 地域条件: 山間部)

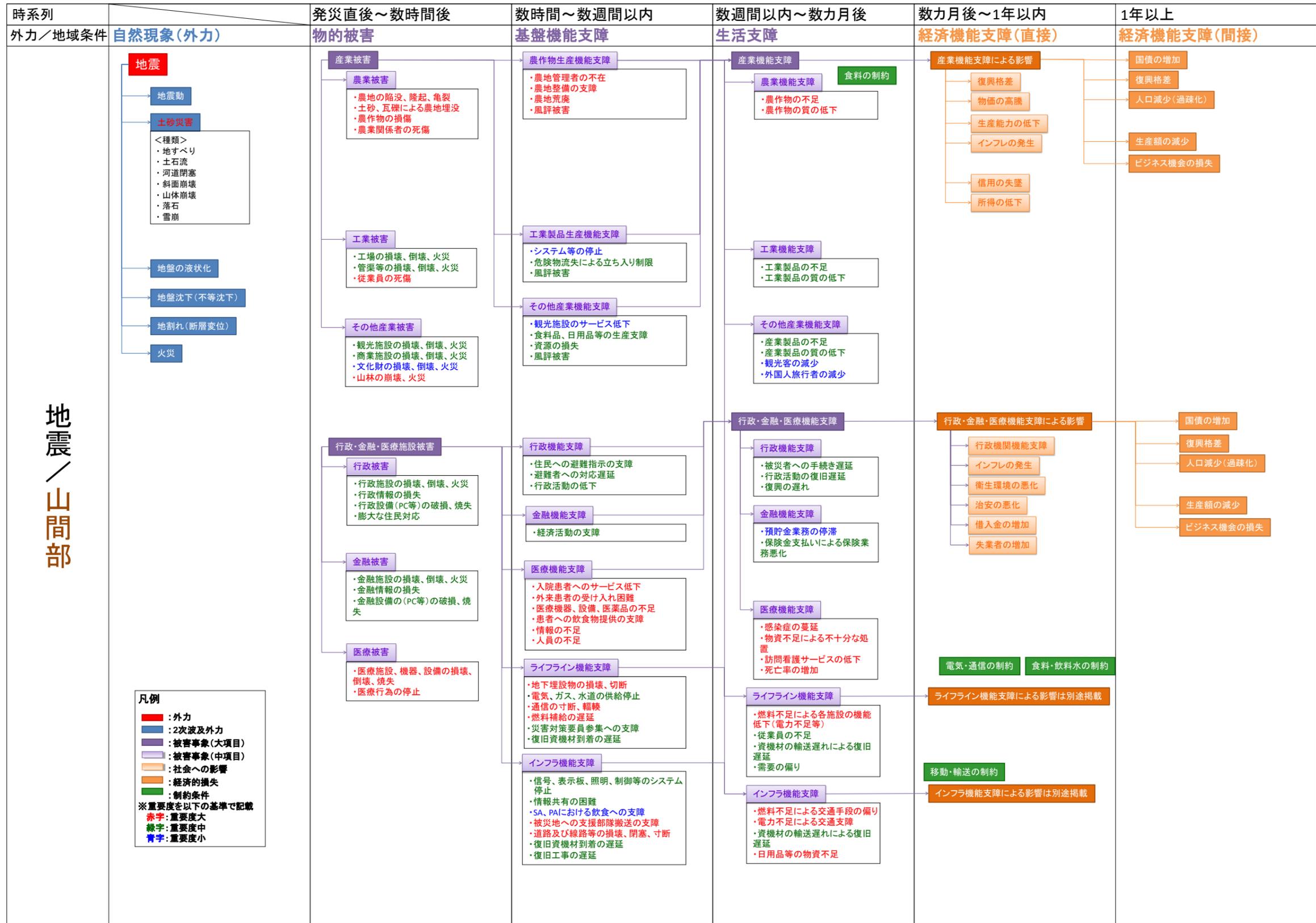


図 2.2.9 事象の進展と関連の樹形図 (災害:地震 地域条件:山間部)

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
<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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。

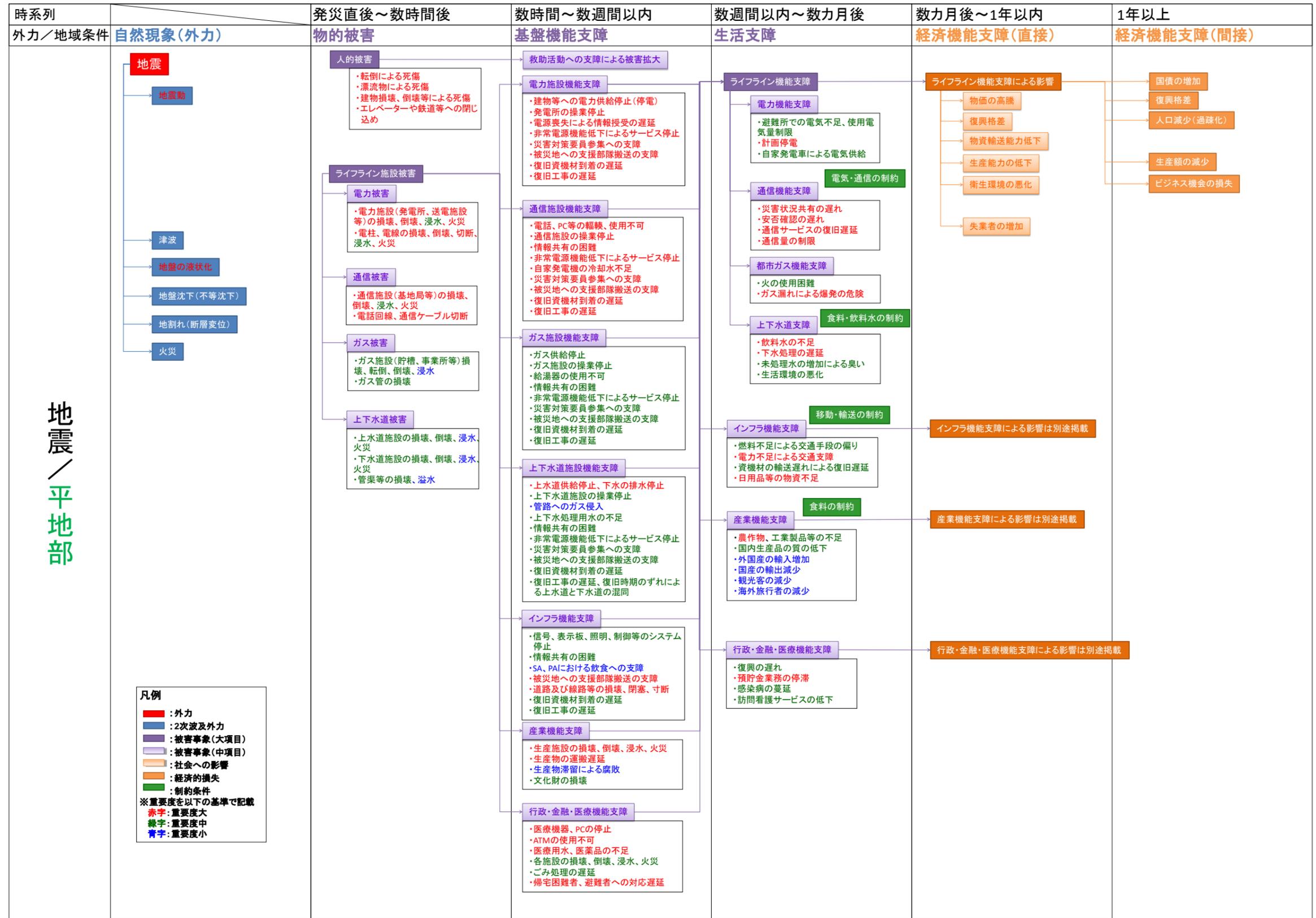


図 2.2.10 事象の進展と関連の樹形図 (災害: 地震 地域条件: 平地面部)

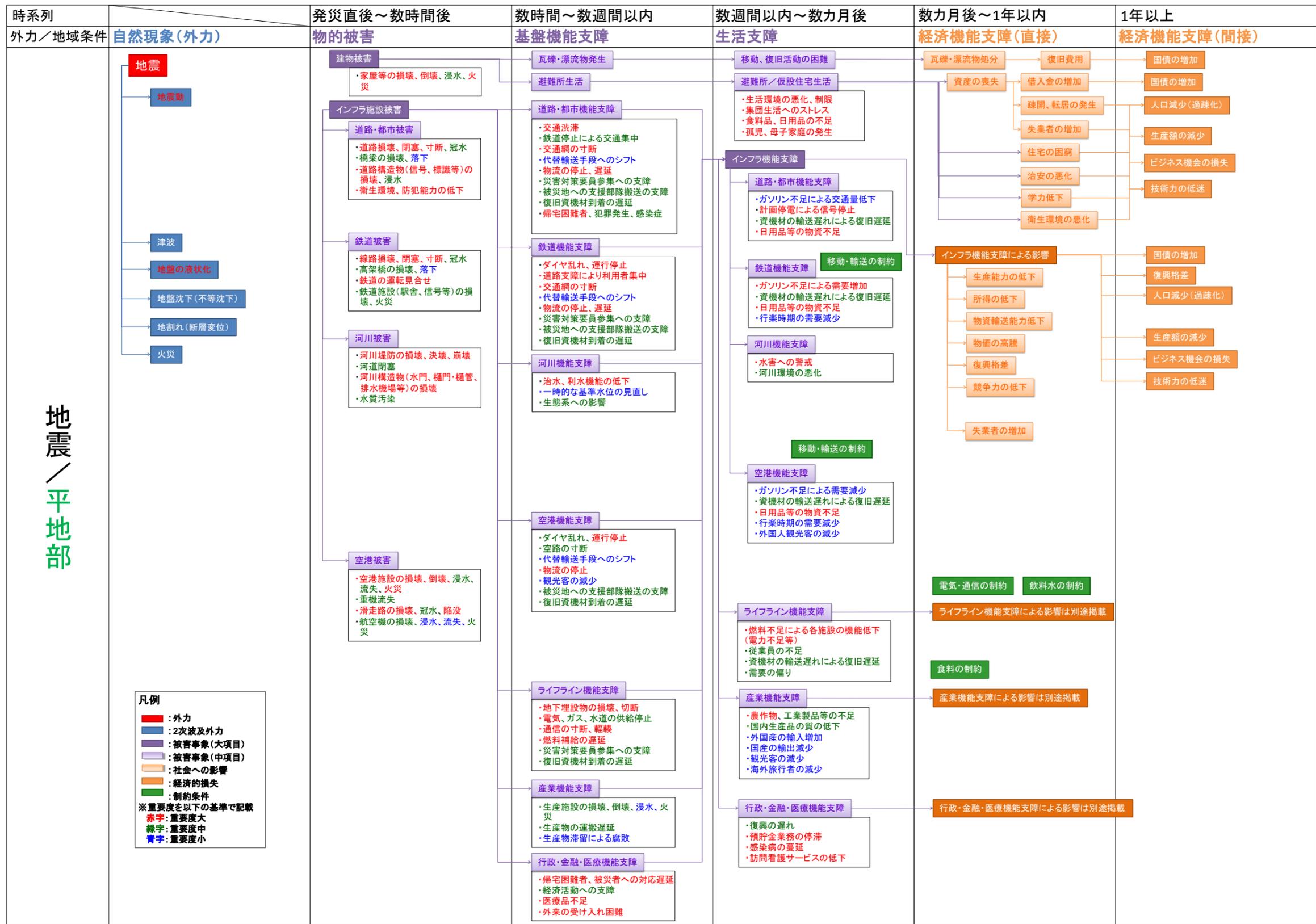


図 2.2.11 事象の進展と連関の樹形図 (災害:地震 地域条件:平地部)

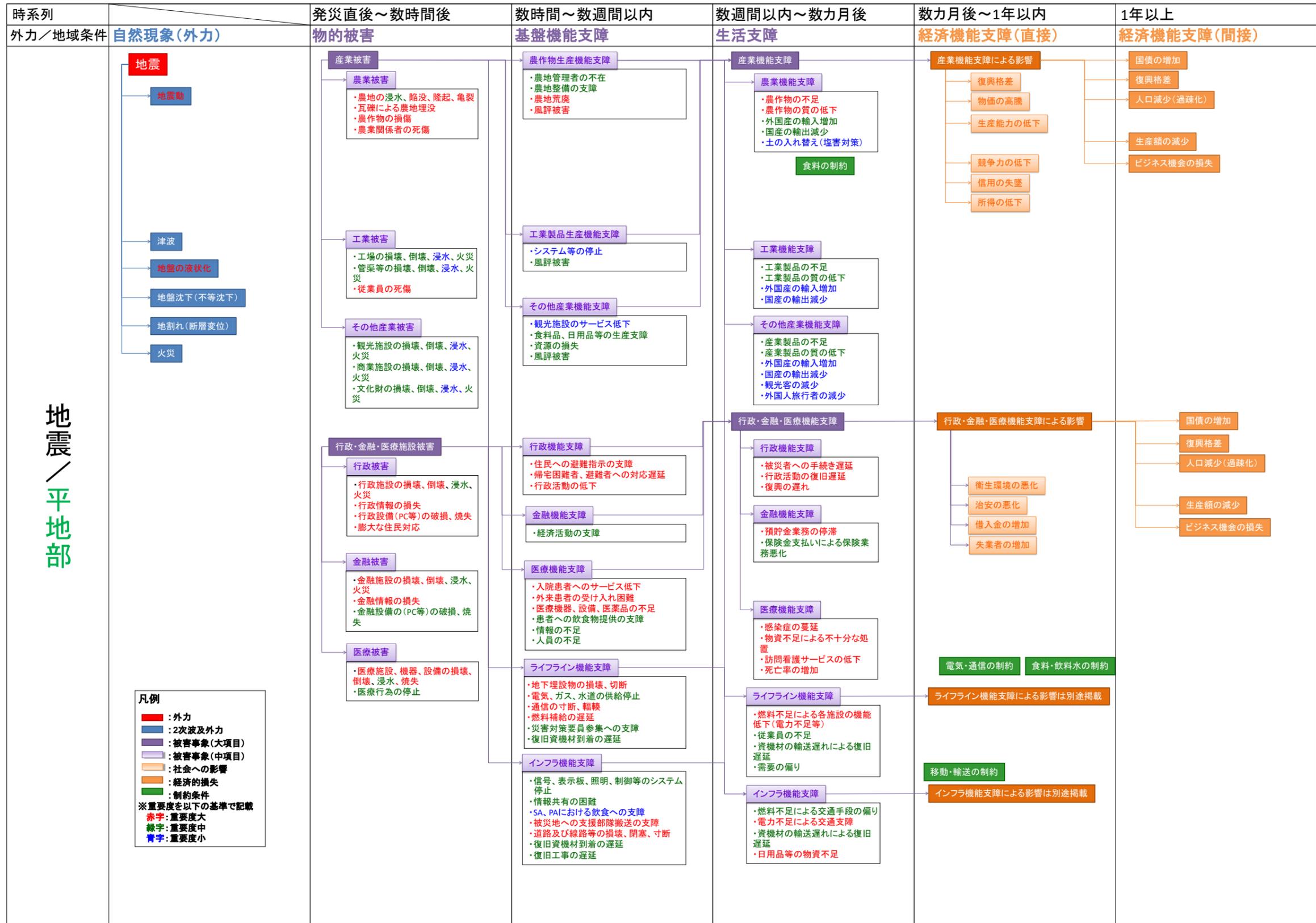


図 2. 2. 12 事象の進展と連関の樹形図 (災害：地震 地域条件：平地部)

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
<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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。

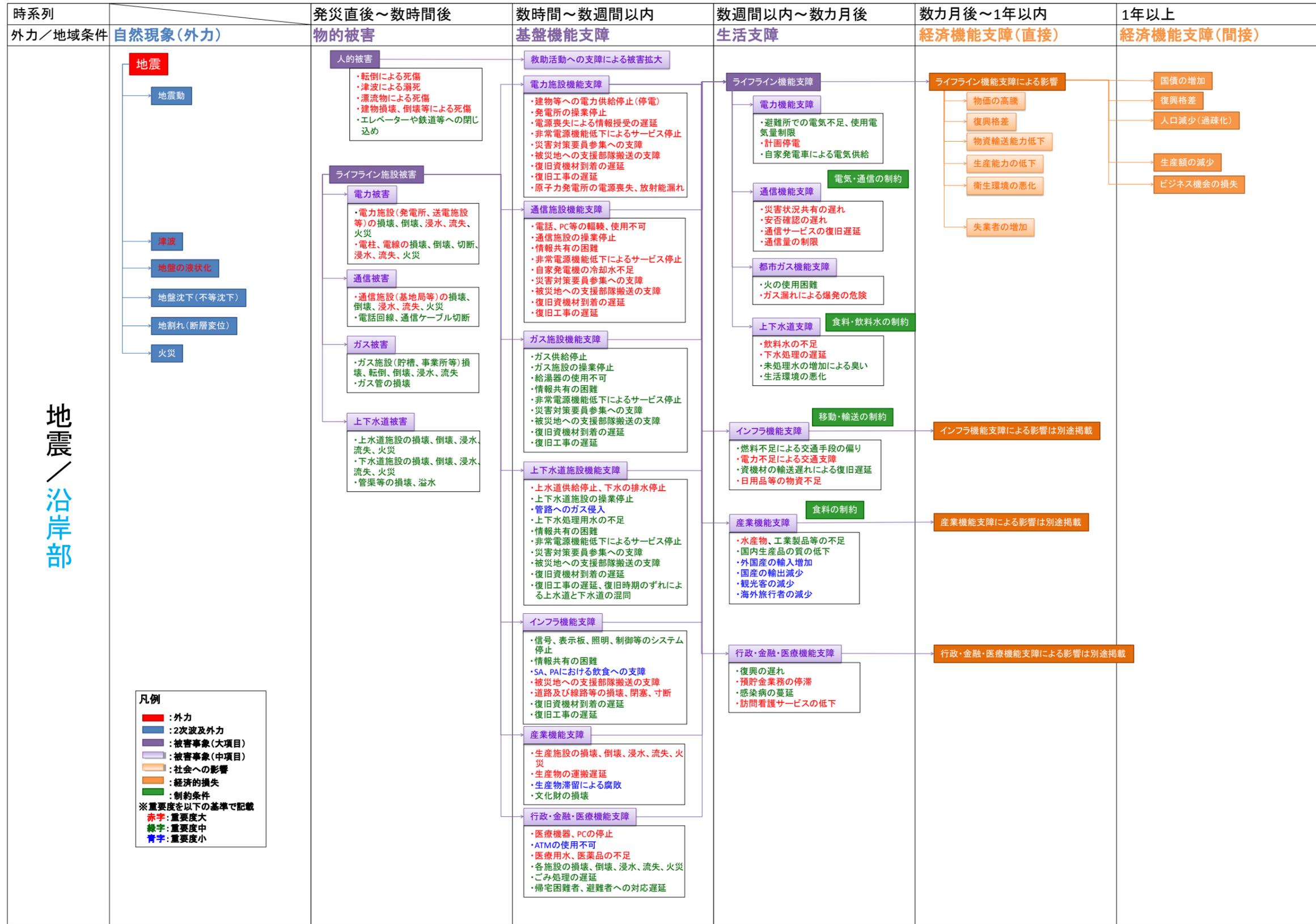


図 2. 2. 13 事象の進展と関連の樹形図 (災害: 地震 地域条件: 沿岸部)

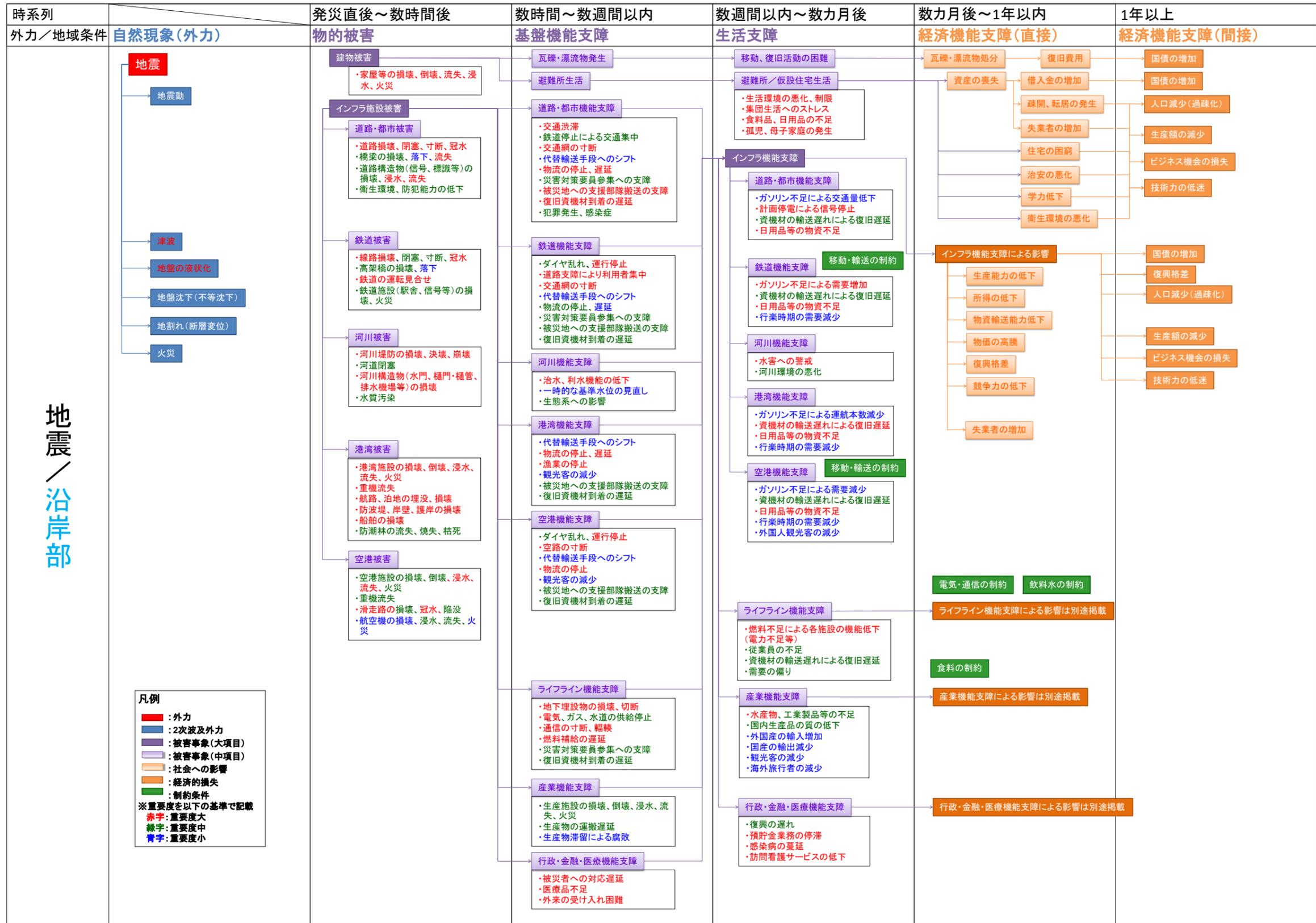


図 2.2.14 事象の進展と連関の樹形図 (災害:地震 地域条件:沿岸部)

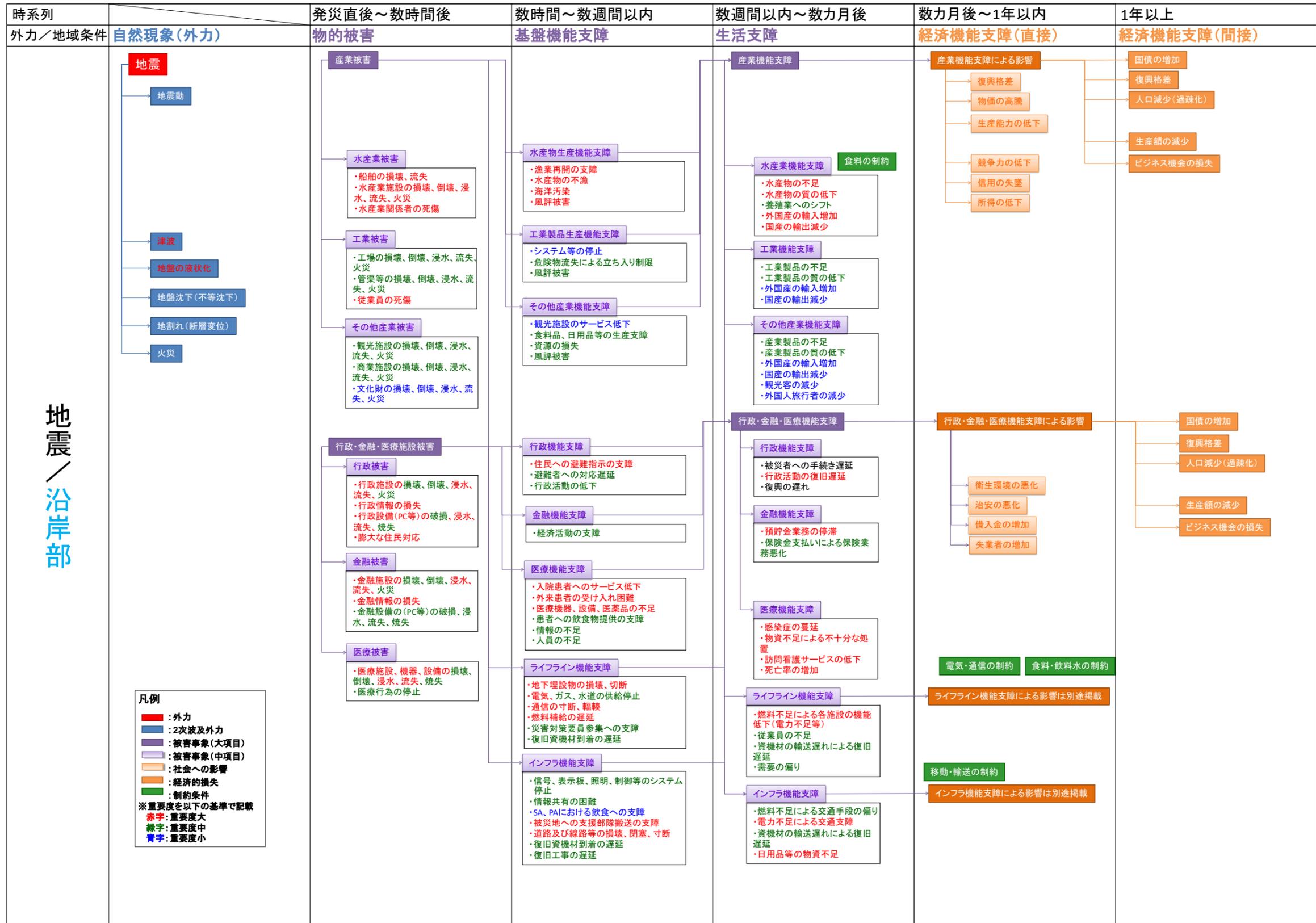


図 2. 2. 15 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 地震 地域条件: 沿岸部)

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
<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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。

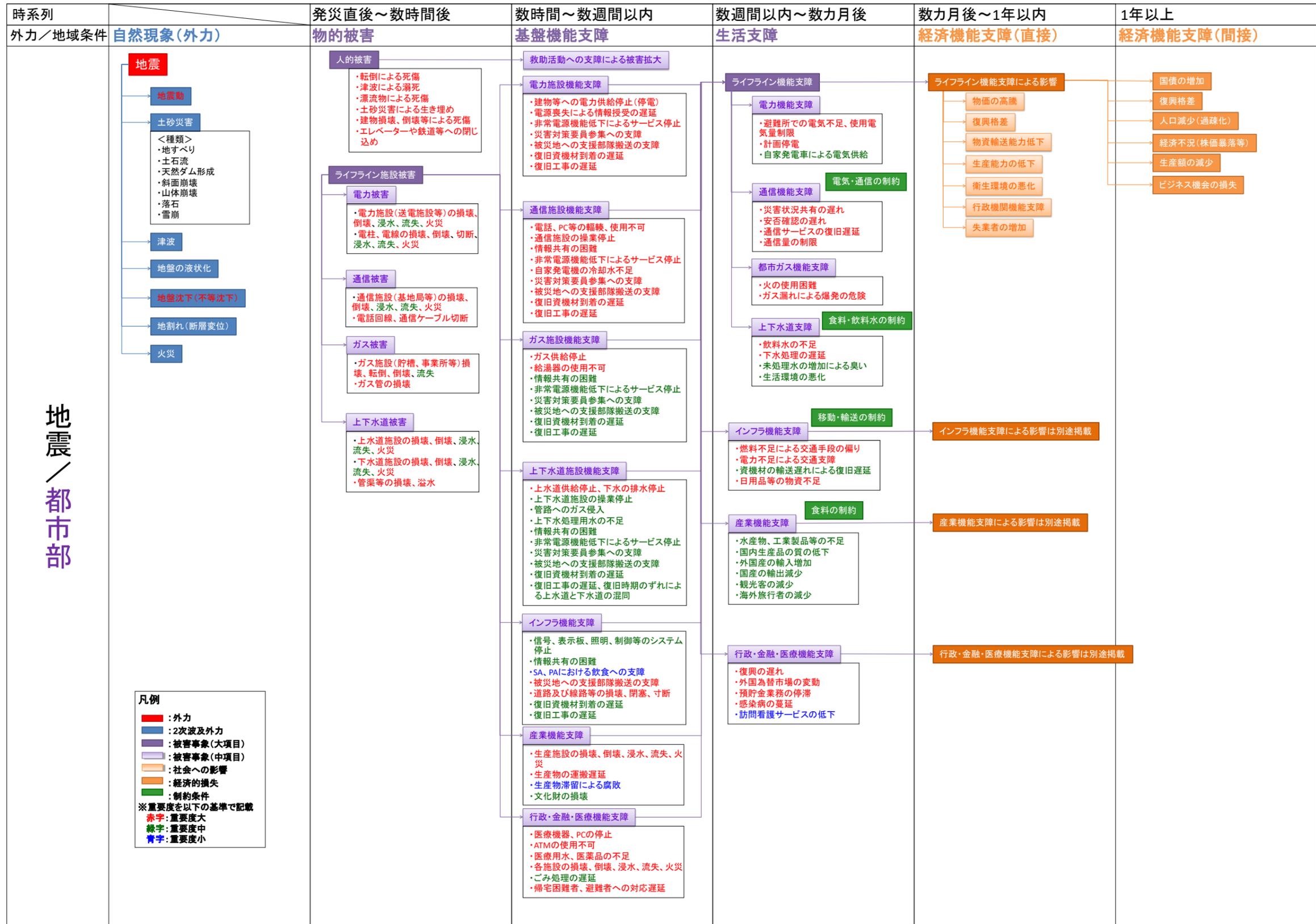


図 2.2.16 事象の進展と連関の樹形図 (災害:地震 地域条件:都市部)

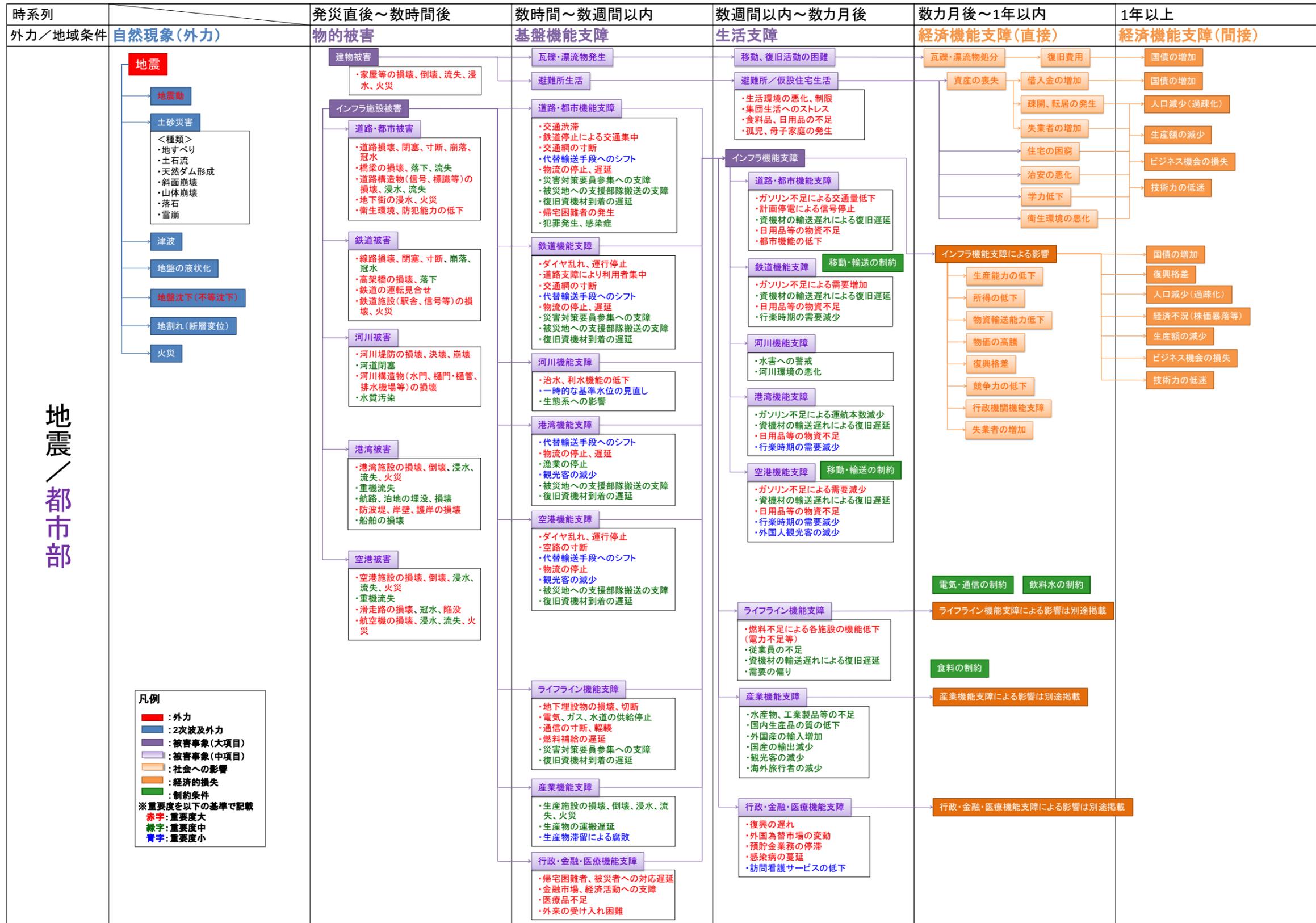


図 2. 2. 17 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 地震 地域条件: 都市部)

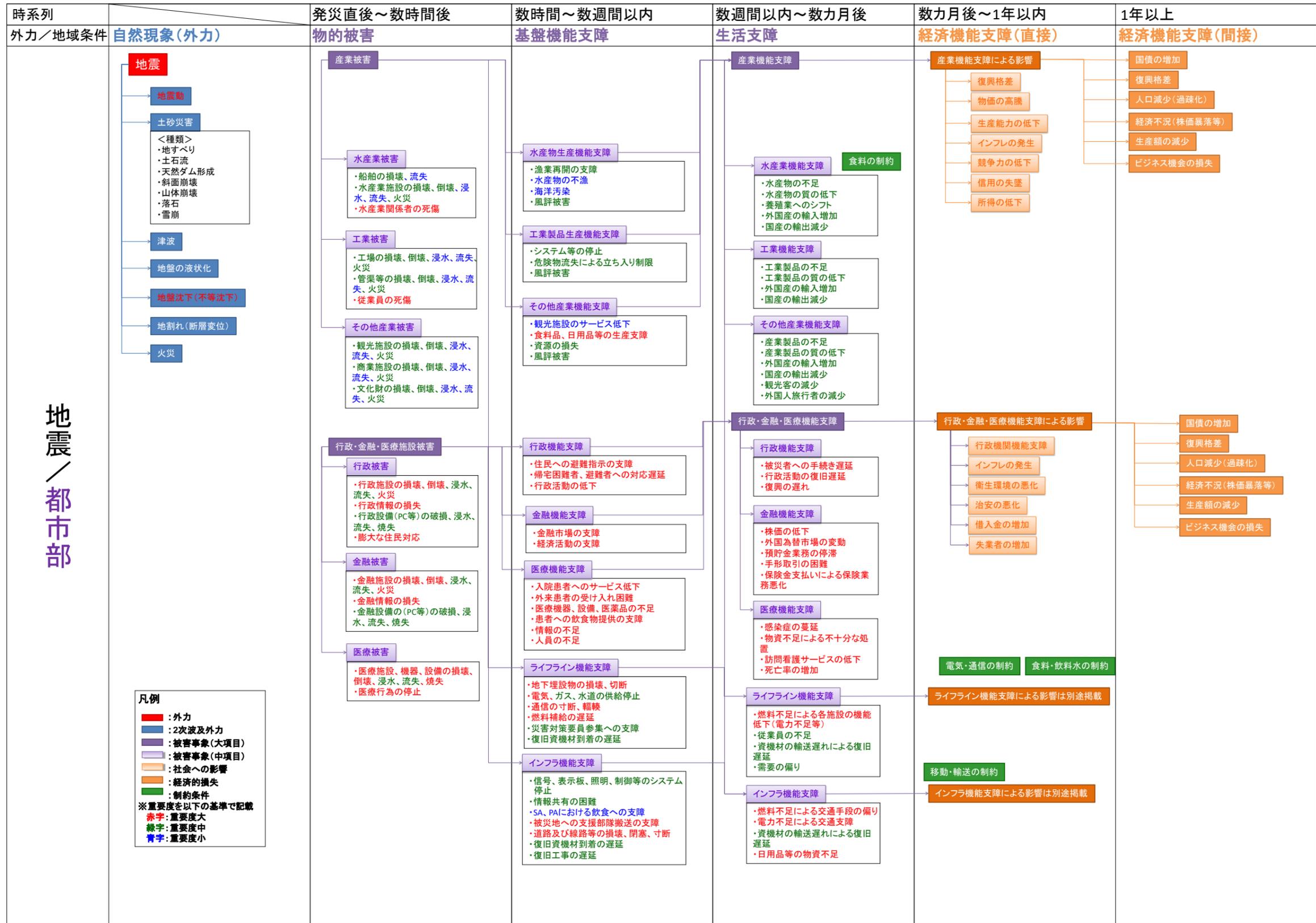


図 2. 2. 18 事象の進展と連関の樹形図 (災害:地震 地域条件:都市部)

(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。

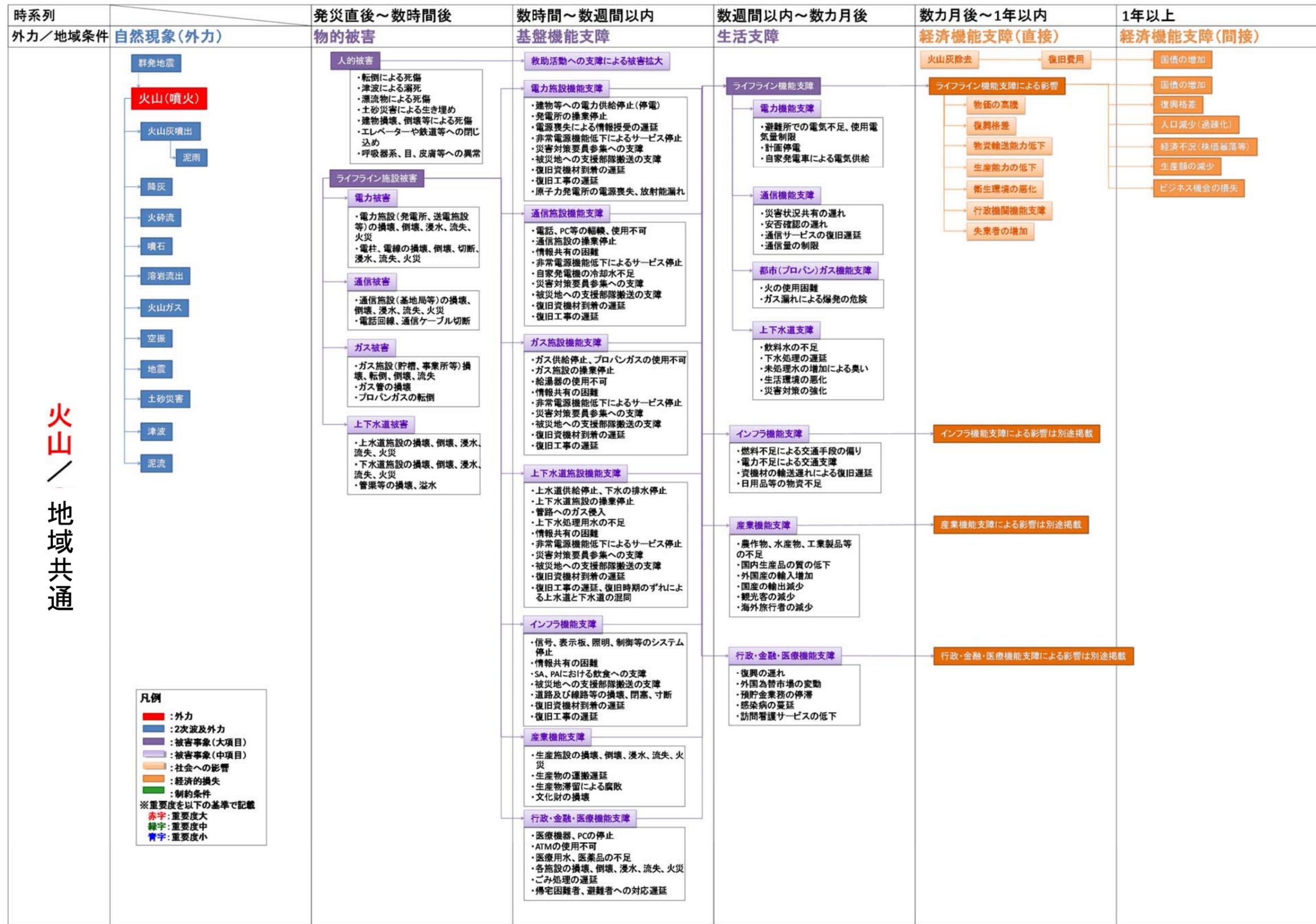


図 2.2.19 事象の進展と連関の樹形図(火山災害時に想定される事象)

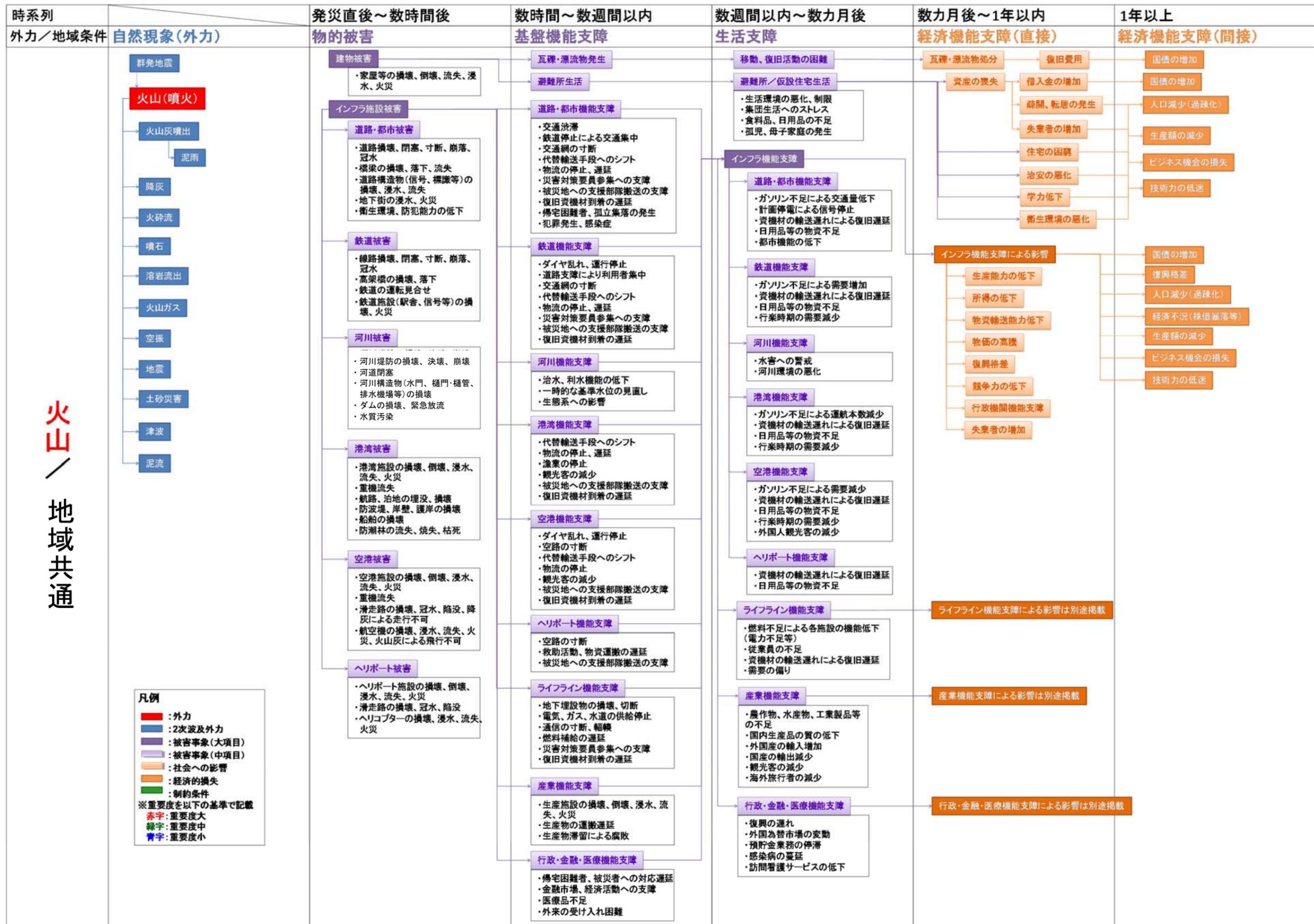


図 2.2.20 事象の進展と連関の樹形図(火山災害時に想定される事象)

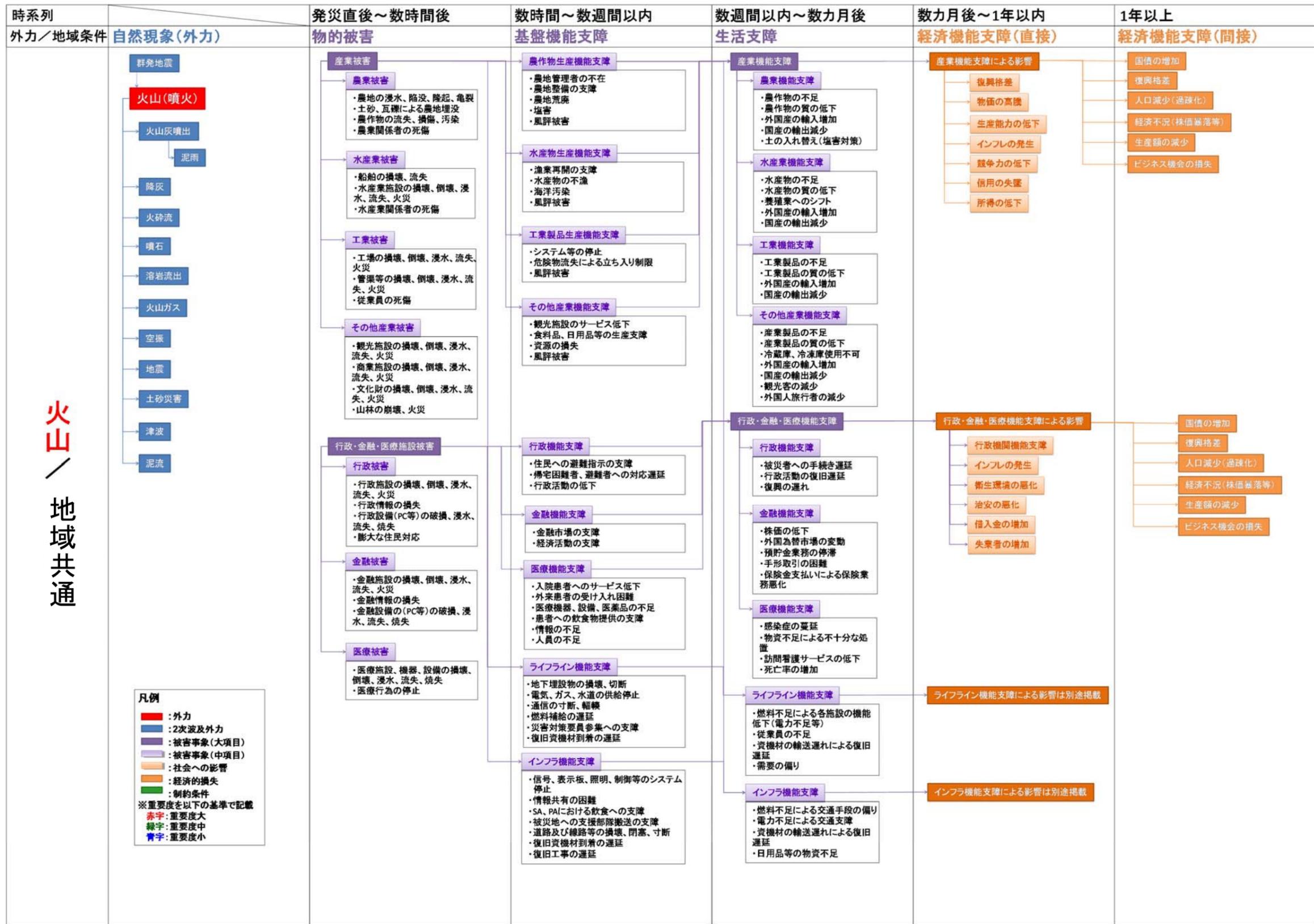


図 2.2.21 事象の進展と連関の樹形図(火山災害時に想定される事象)

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
<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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。

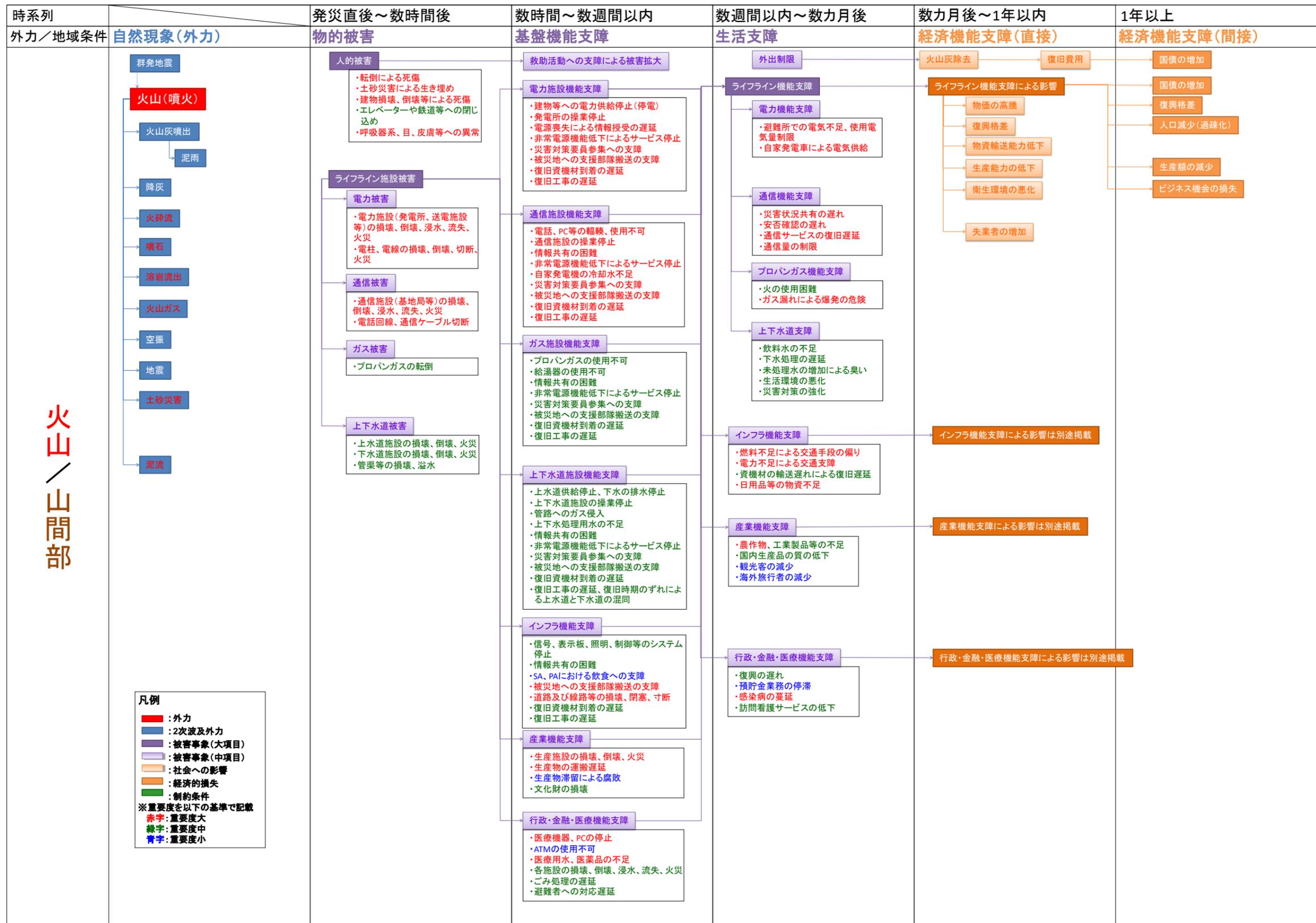


図 2. 2. 22 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 火山 地域条件: 山間部)

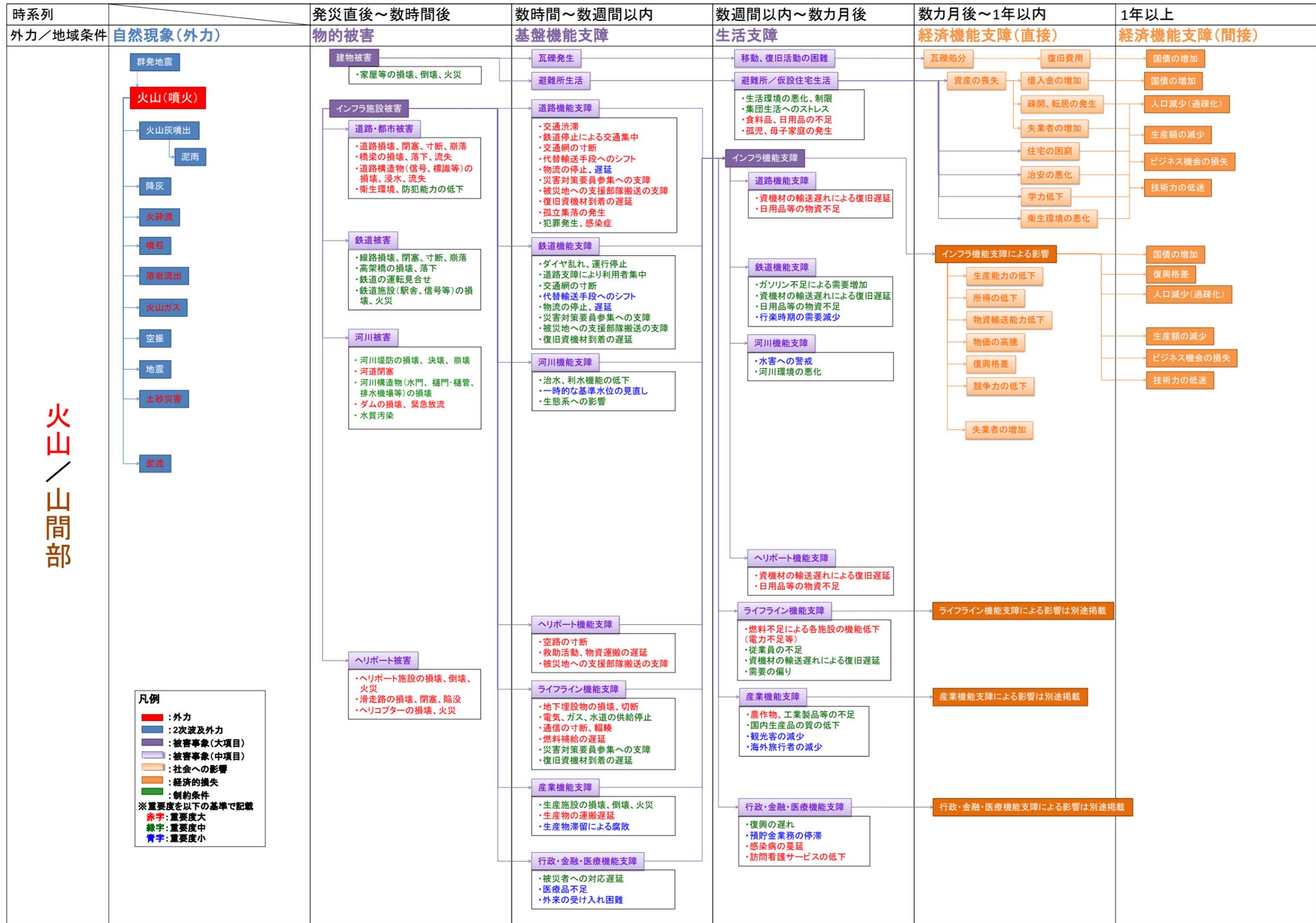


図 2. 2. 23 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 火山 地域条件: 山間部)

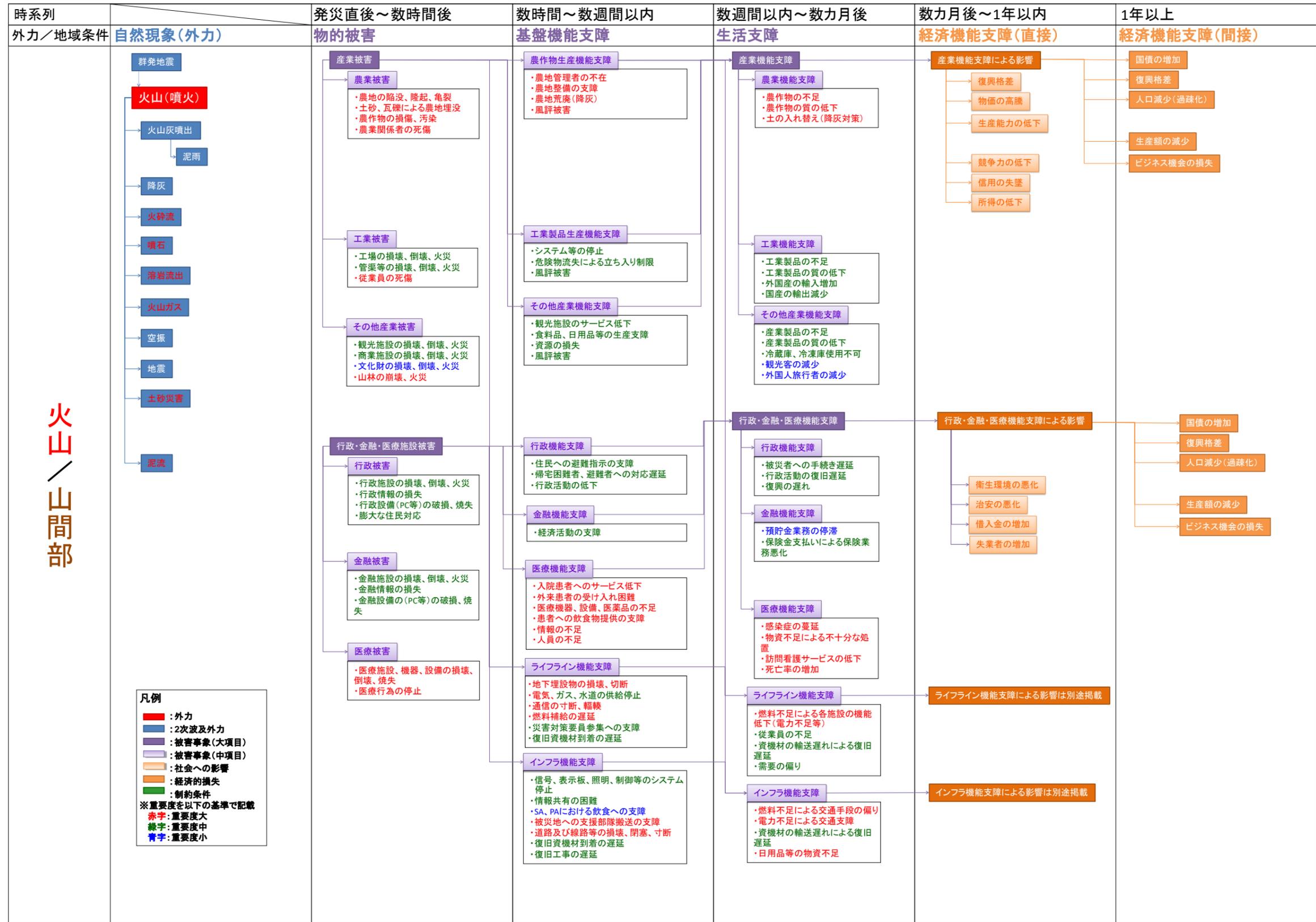


図 2.2.24 事象の進展と連関の樹形図(災害:火山 地域条件:山間部)

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
<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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、降灰や火山灰による泥雨、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。

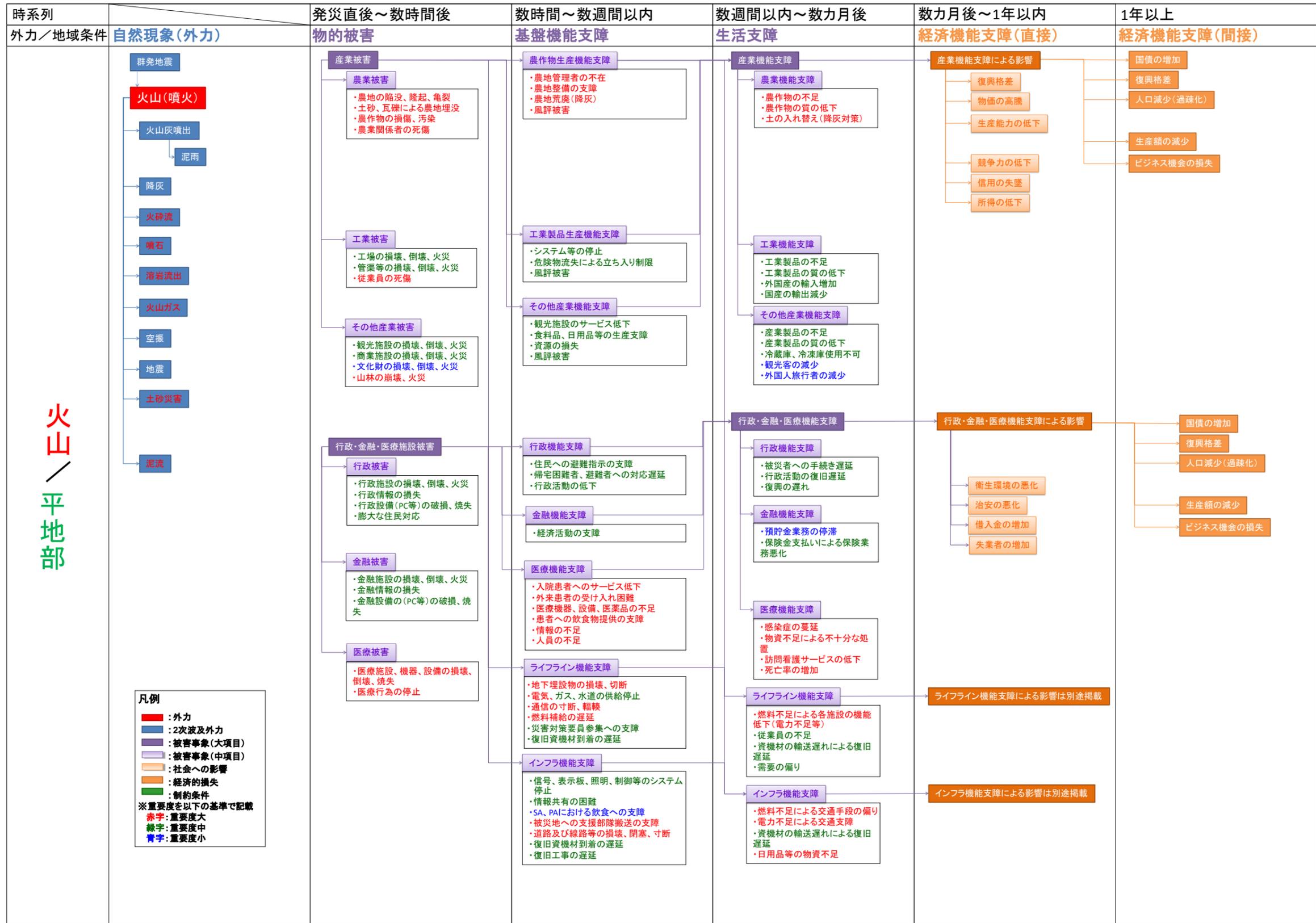


図 2. 2. 25 事象の進展と連関の樹形図 (災害：火山 地域条件：平地部)

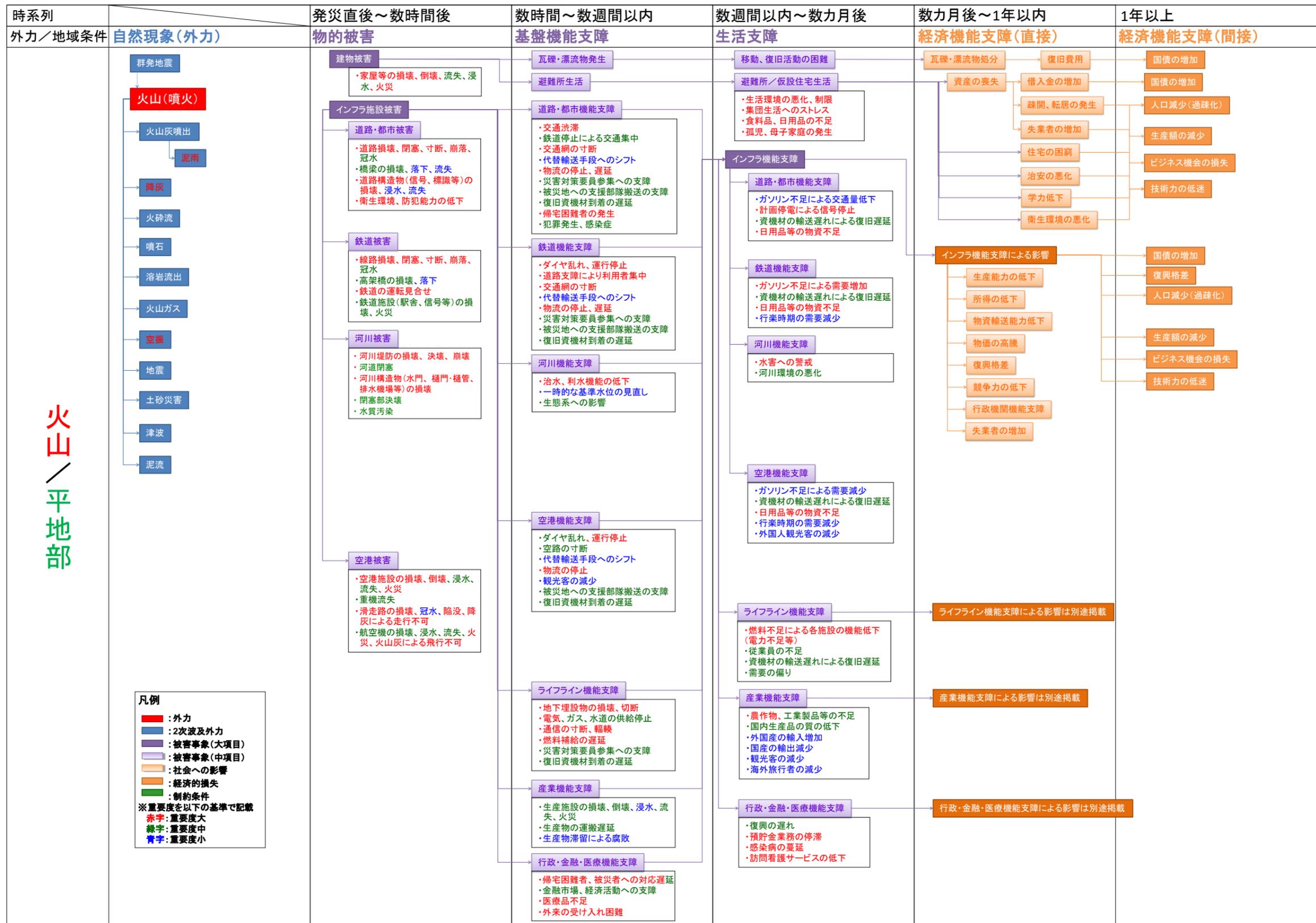


図 2.2.26 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 火山 地域条件: 平地部)

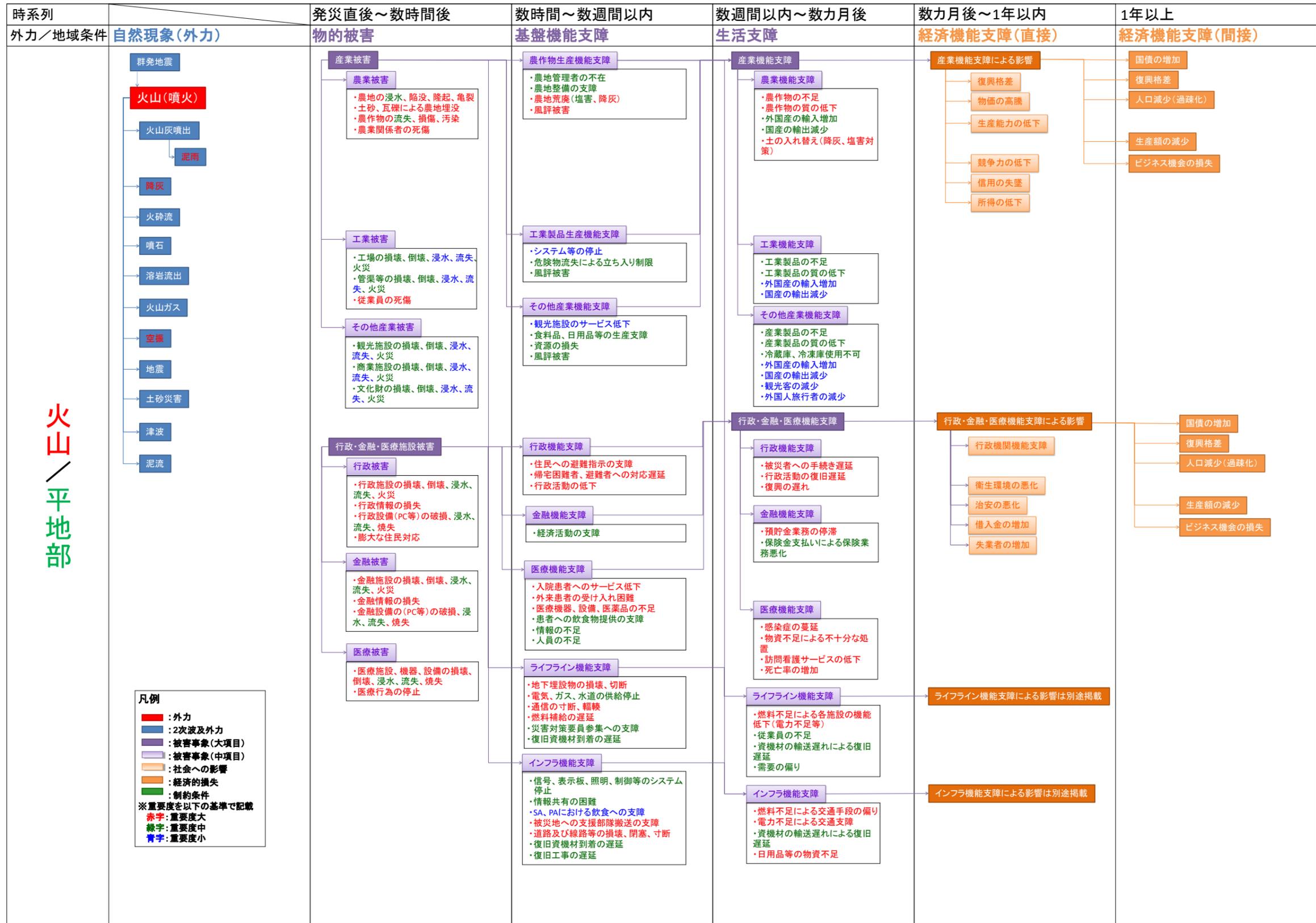


図 2.2.27 事象の進展と連関の樹形図(災害:火山 地域条件:平地部)

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
<ul style="list-style-type: none"> ○堆積した火砕物が原因で、降雨時 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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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。

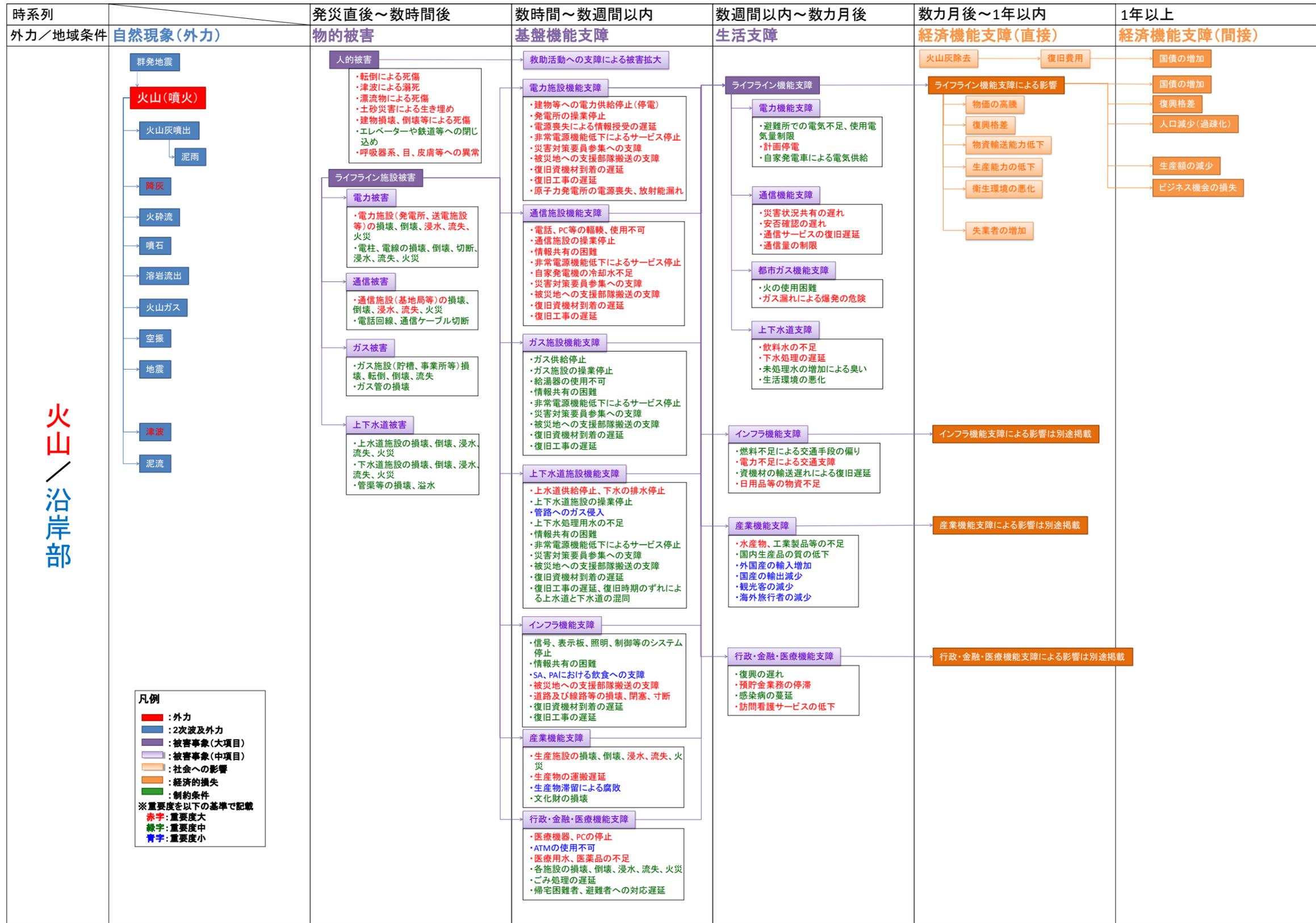


図 2. 2. 28 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 火山 地域条件: 沿岸部)

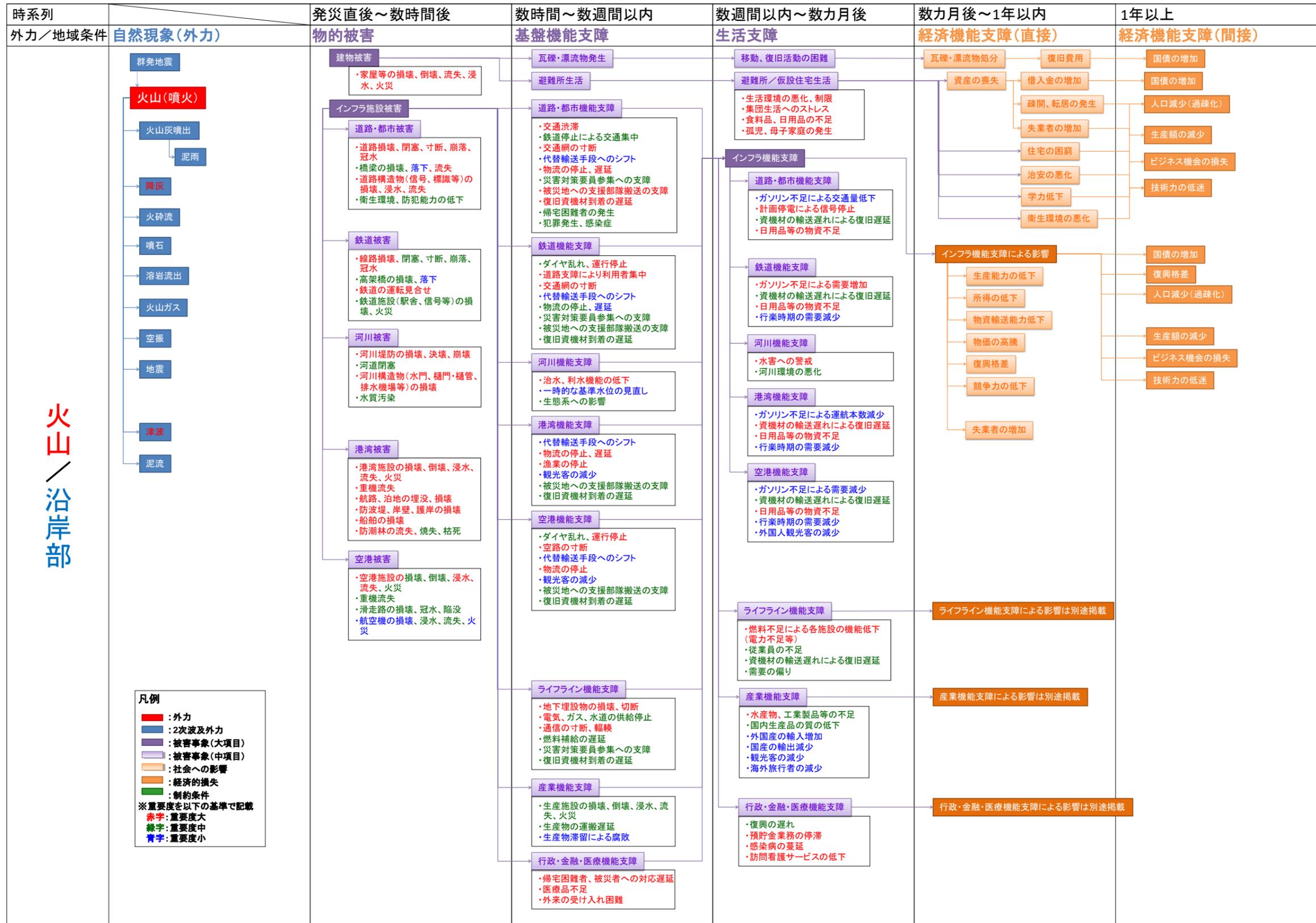


図 2. 2. 29 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 火山 地域条件: 沿岸部)

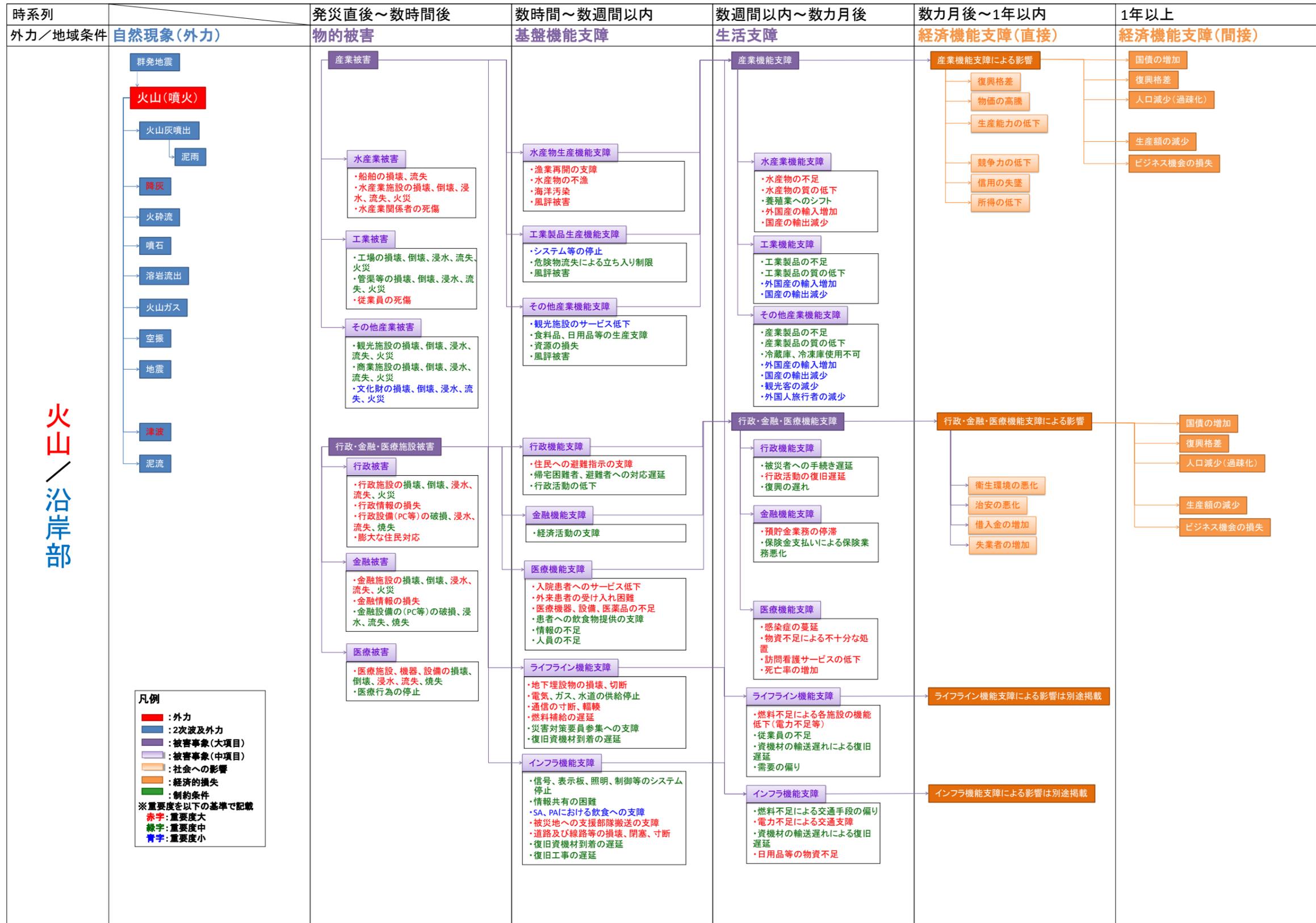


図 2. 2. 30 事象の進展と連関の樹形図 (災害：火山 地域条件：沿岸部)

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
<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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。

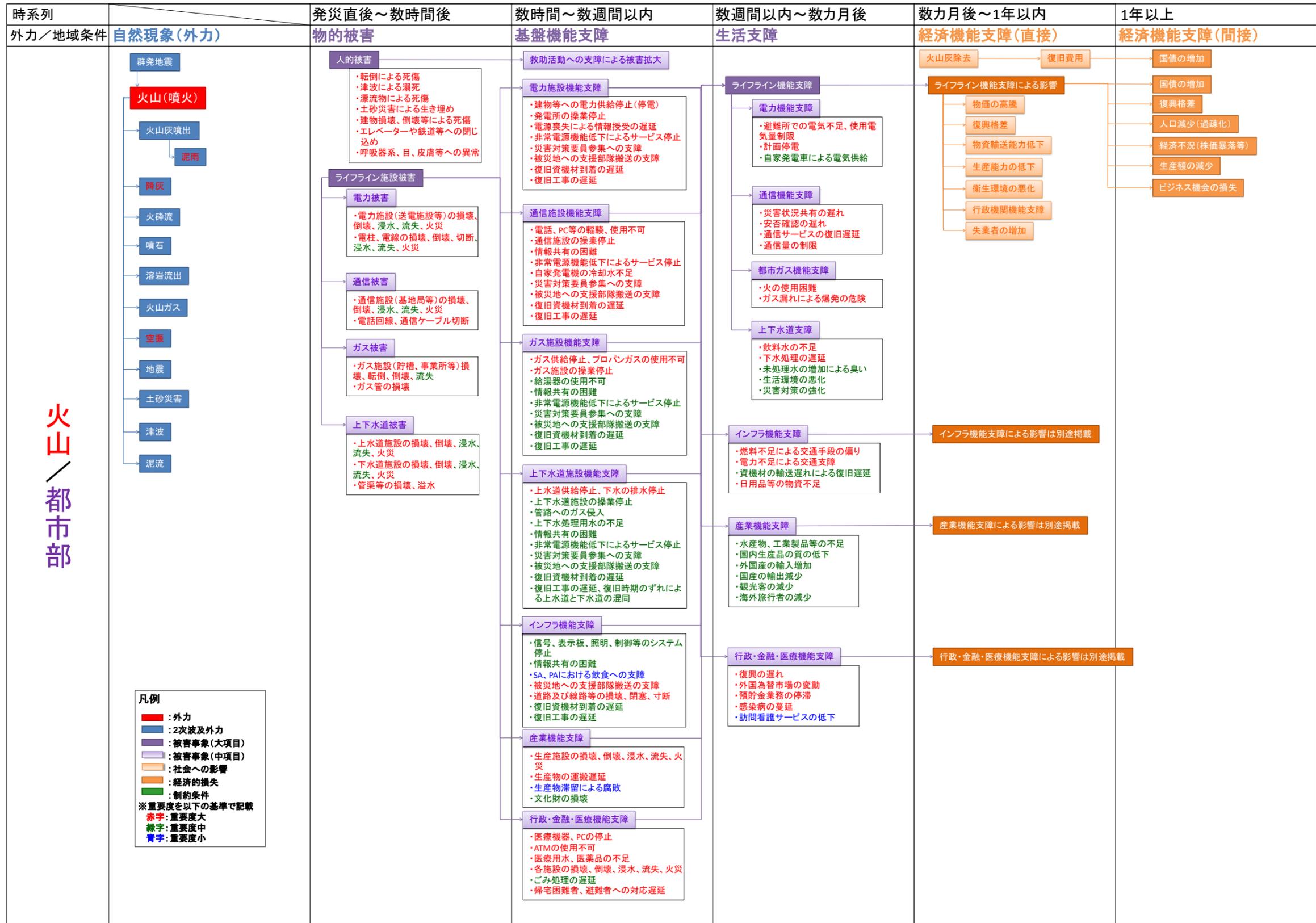


図 2. 2. 31 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 火山 地域条件: 都市部)

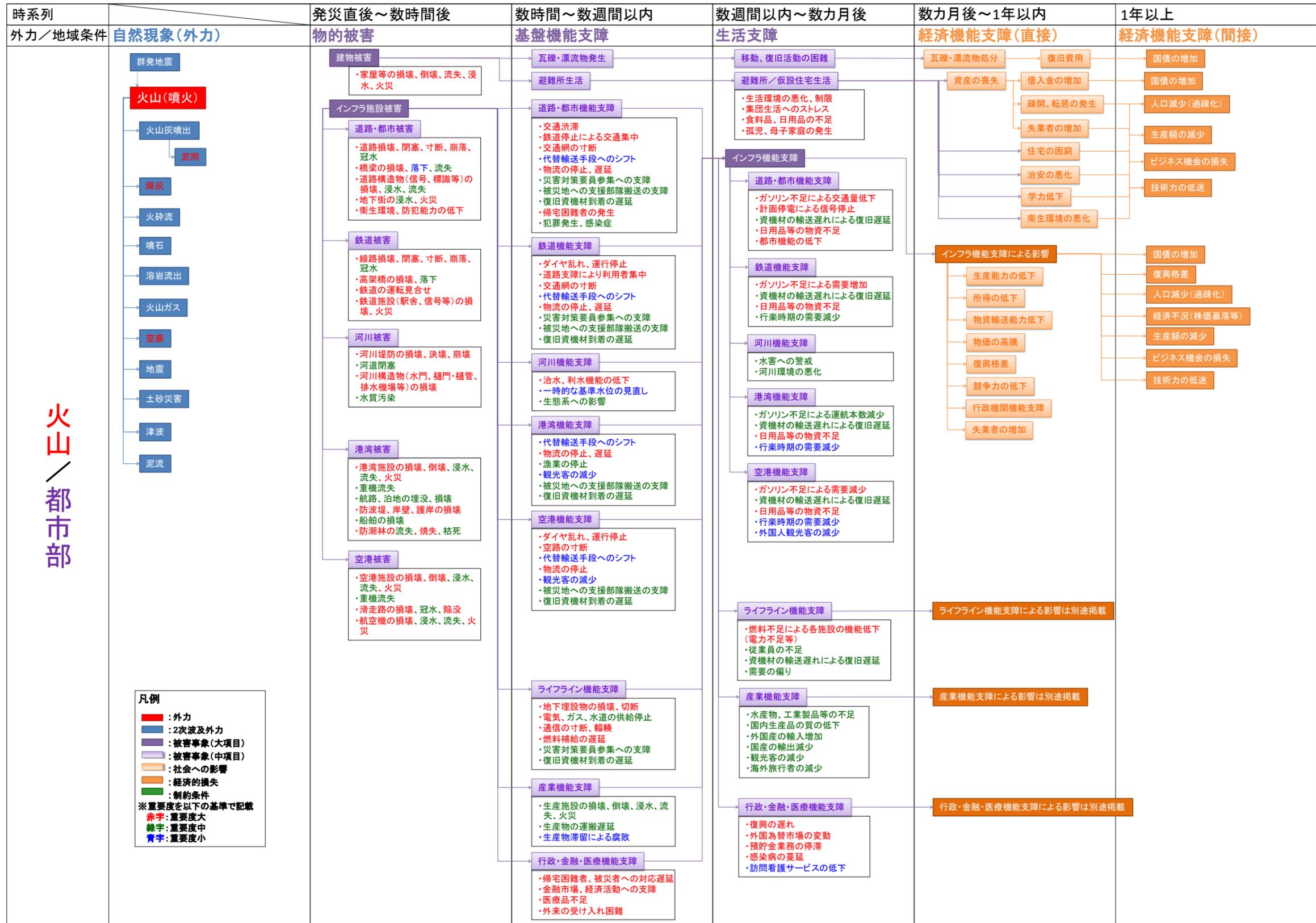


図 2. 2. 32 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 火山 地域条件: 都市部)

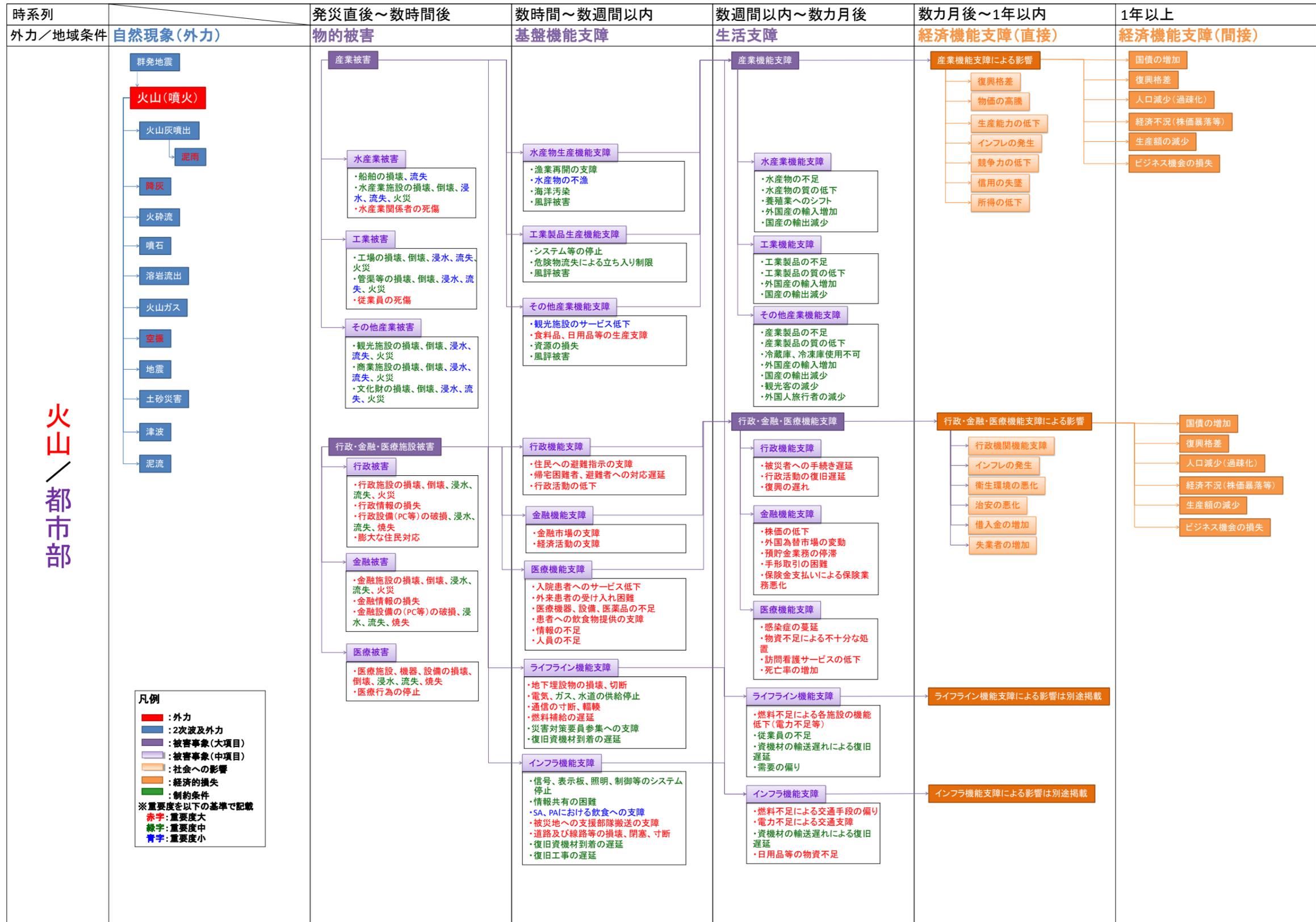


図 2. 2. 33 事象の進展と連関の樹形図 (災害：火山 地域条件：都市部)

(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。

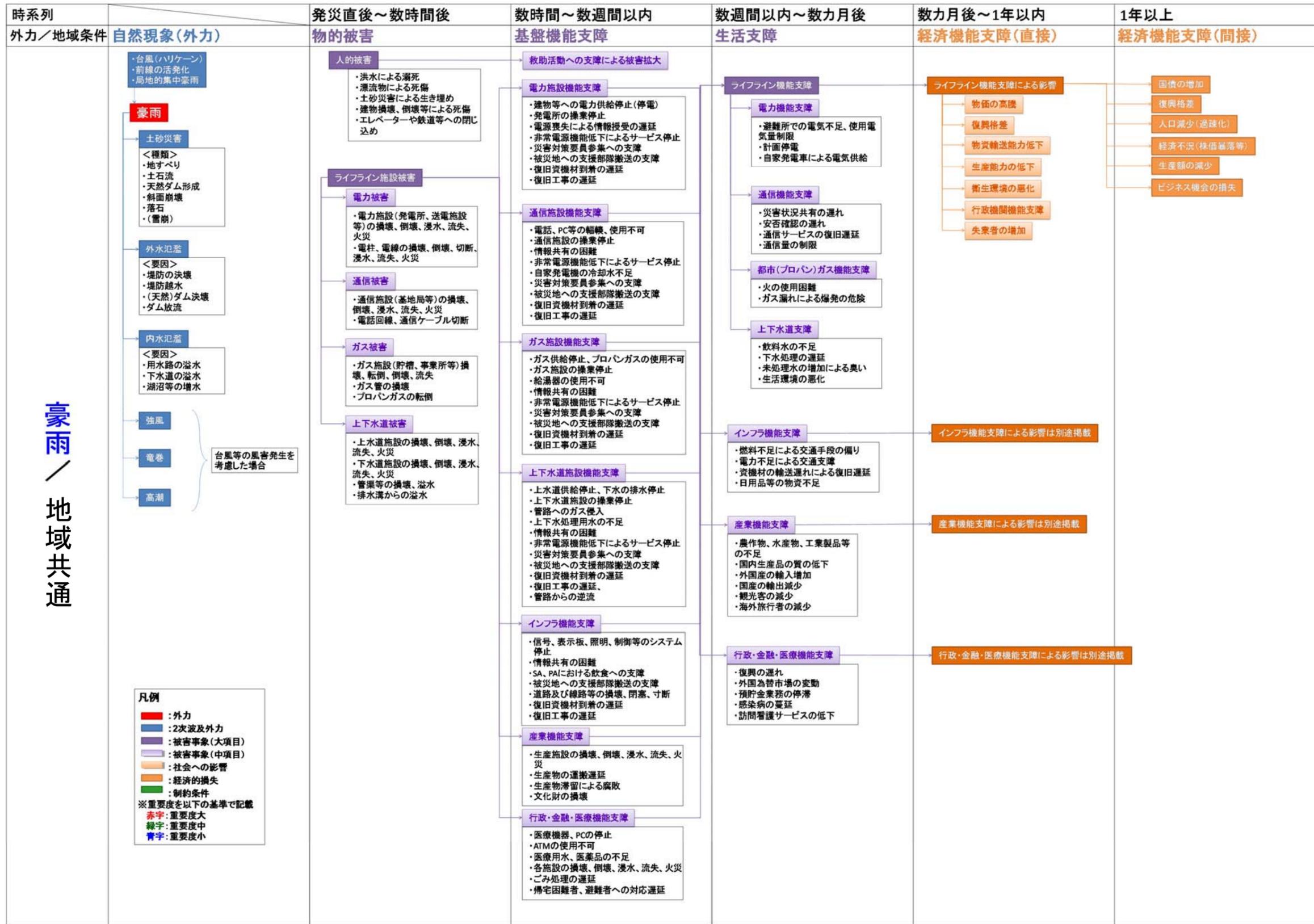


図 2.2.34 事象の進展と連関の樹形図(豪雨災害時に想定される事象)

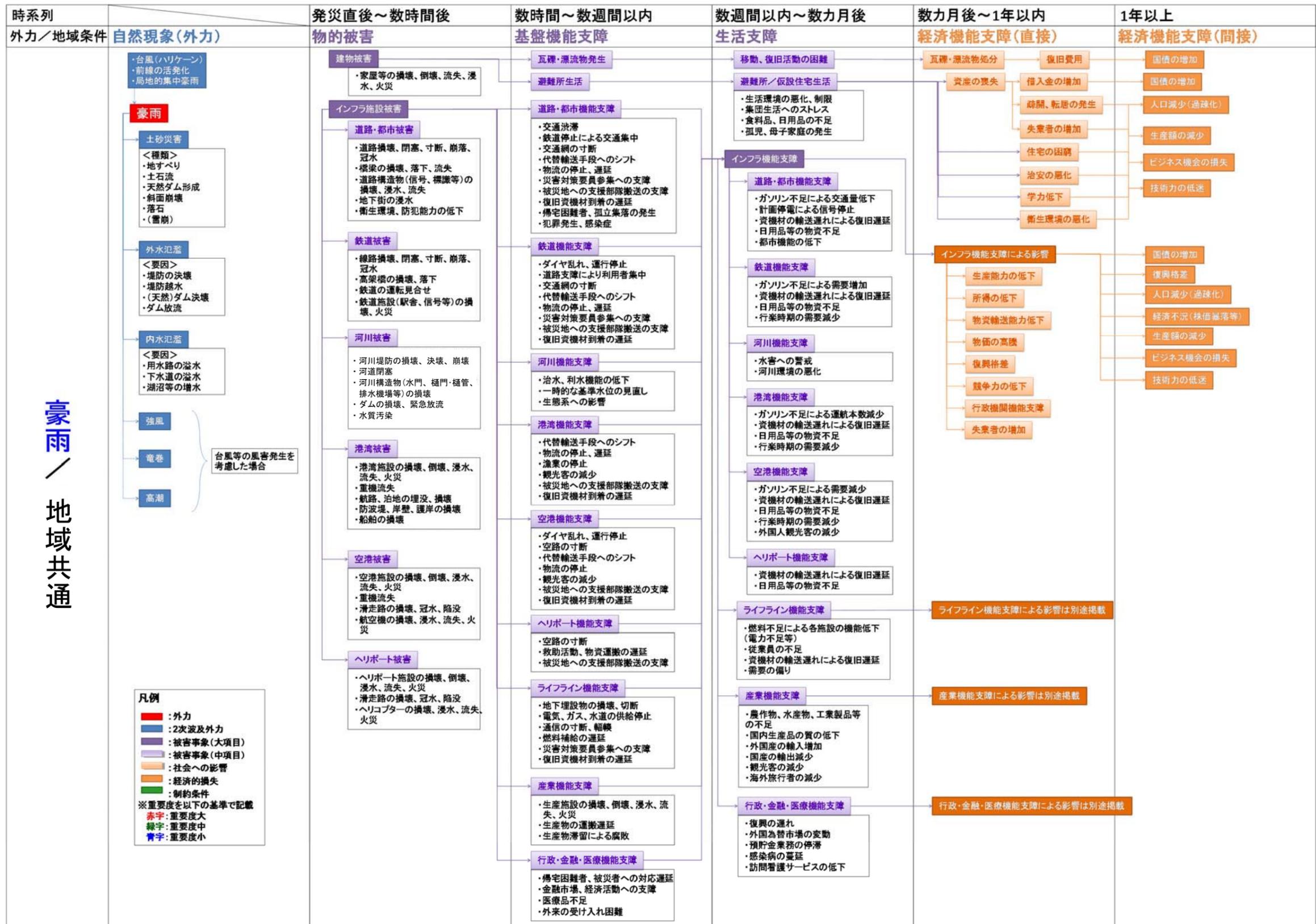


図 2. 2. 35 事象の進展と連関の樹形図 (豪雨災害時に想定される事象)

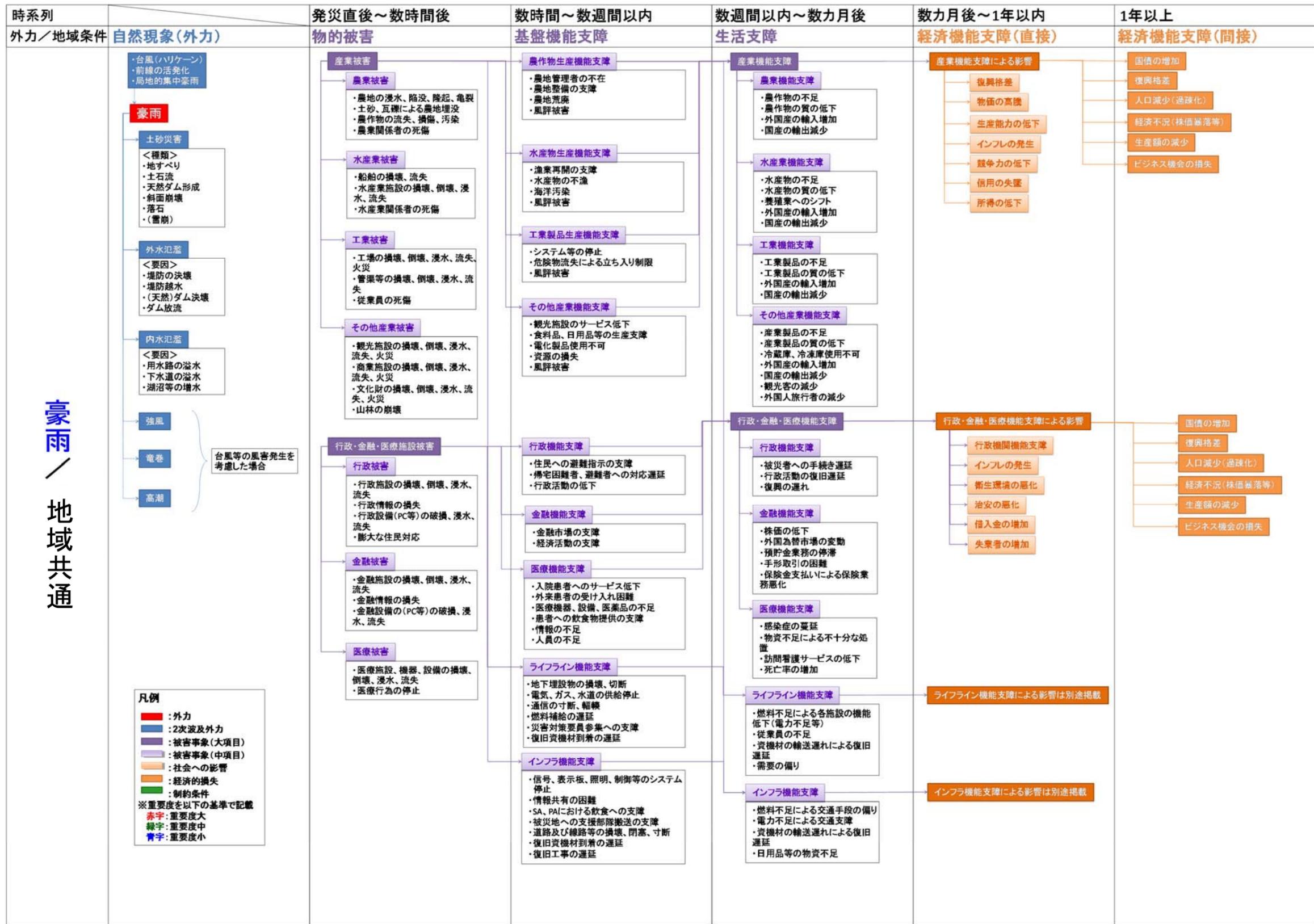


図 2. 2. 36 事象の進展と連関の樹形図 (豪雨災害時に想定される事象)

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
<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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。

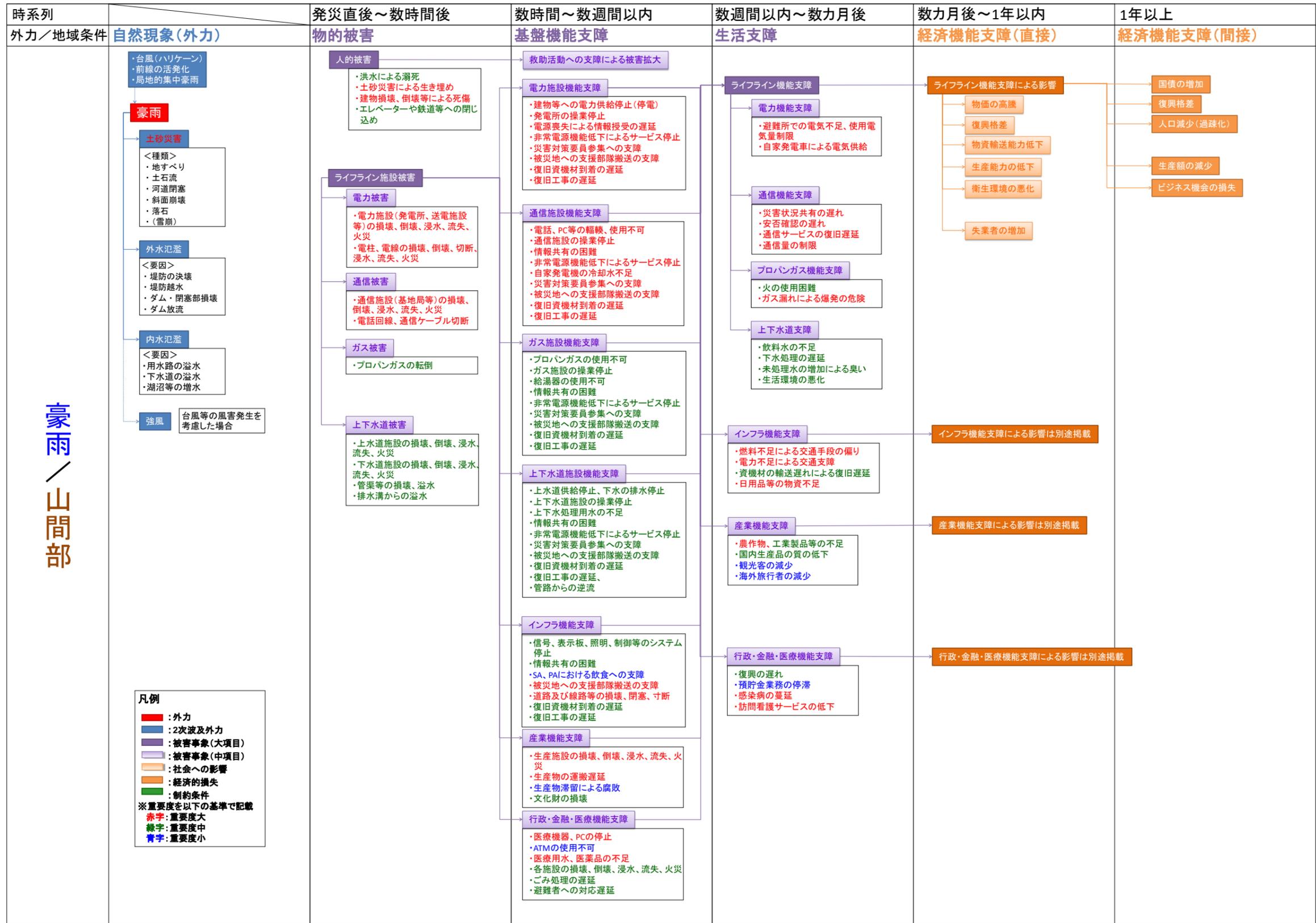


図 2. 2. 37 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 豪雨 地域条件: 山間部)

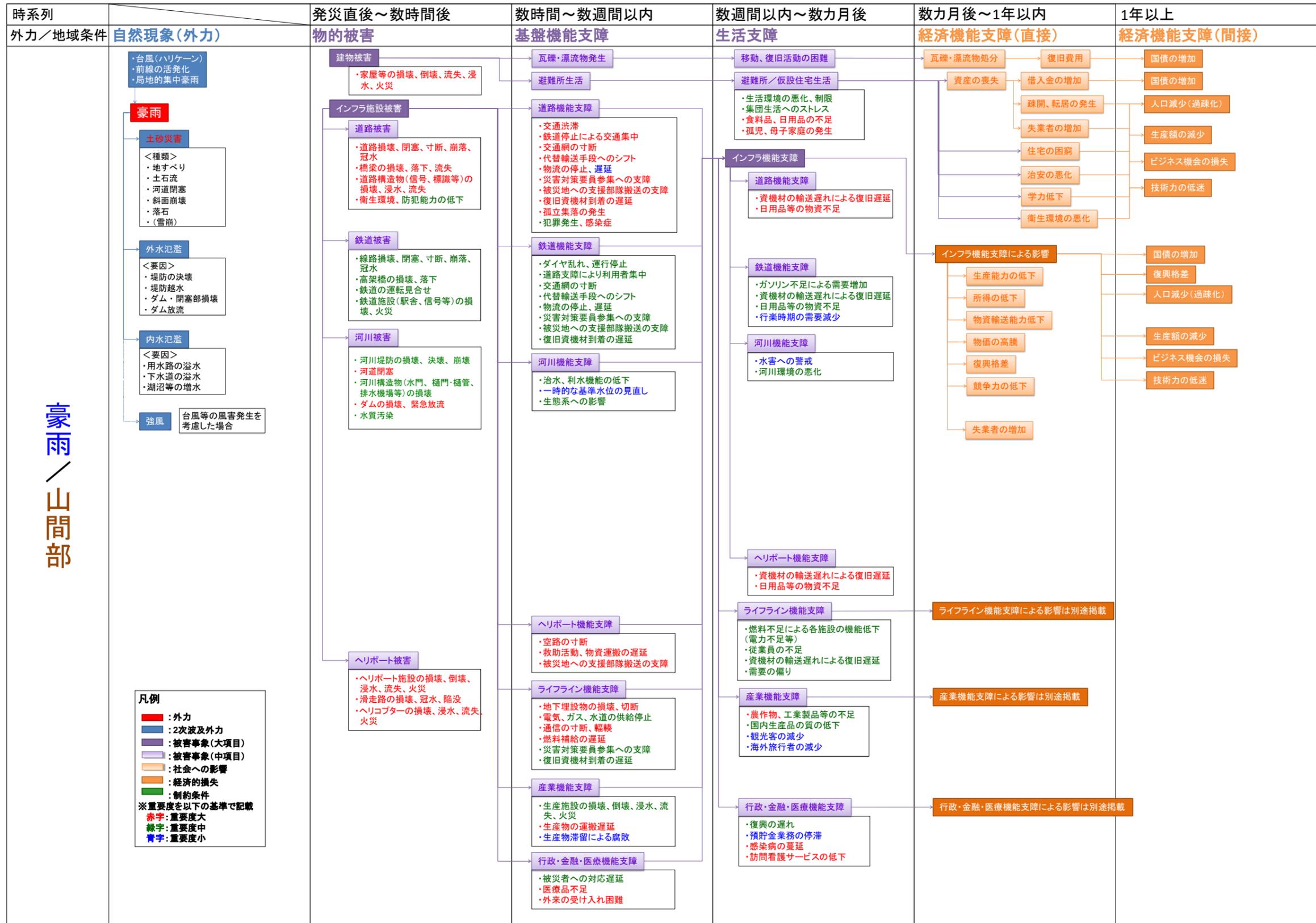


図 2. 2. 38 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 豪雨 地域条件: 山間部)

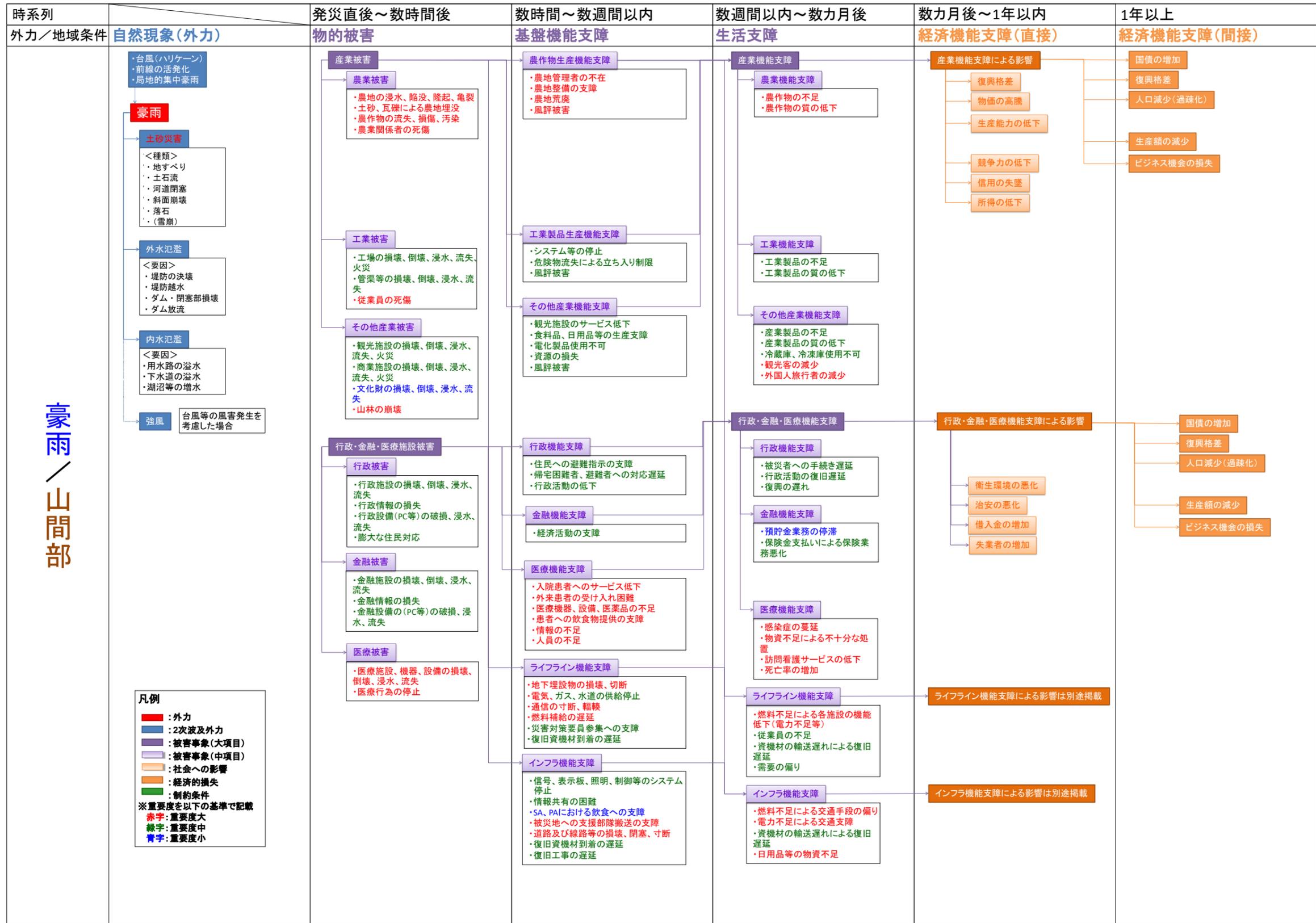


図 2. 2. 39 事象の進展と連関の樹形図 (災害：豪雨 地域条件：山間部)

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
<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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、海拔 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。

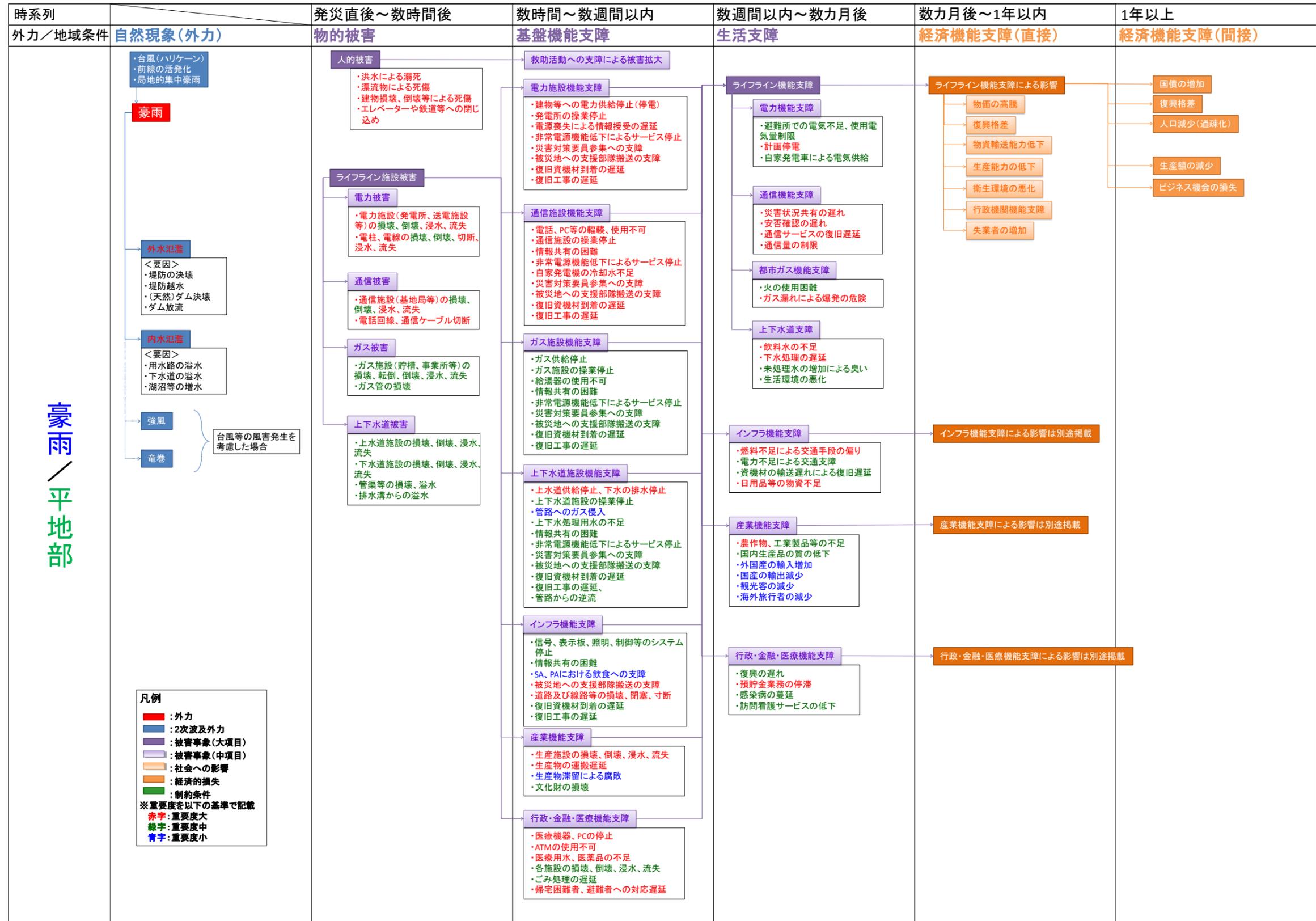


図 2. 2. 40 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 豪雨 地域条件: 平地部)

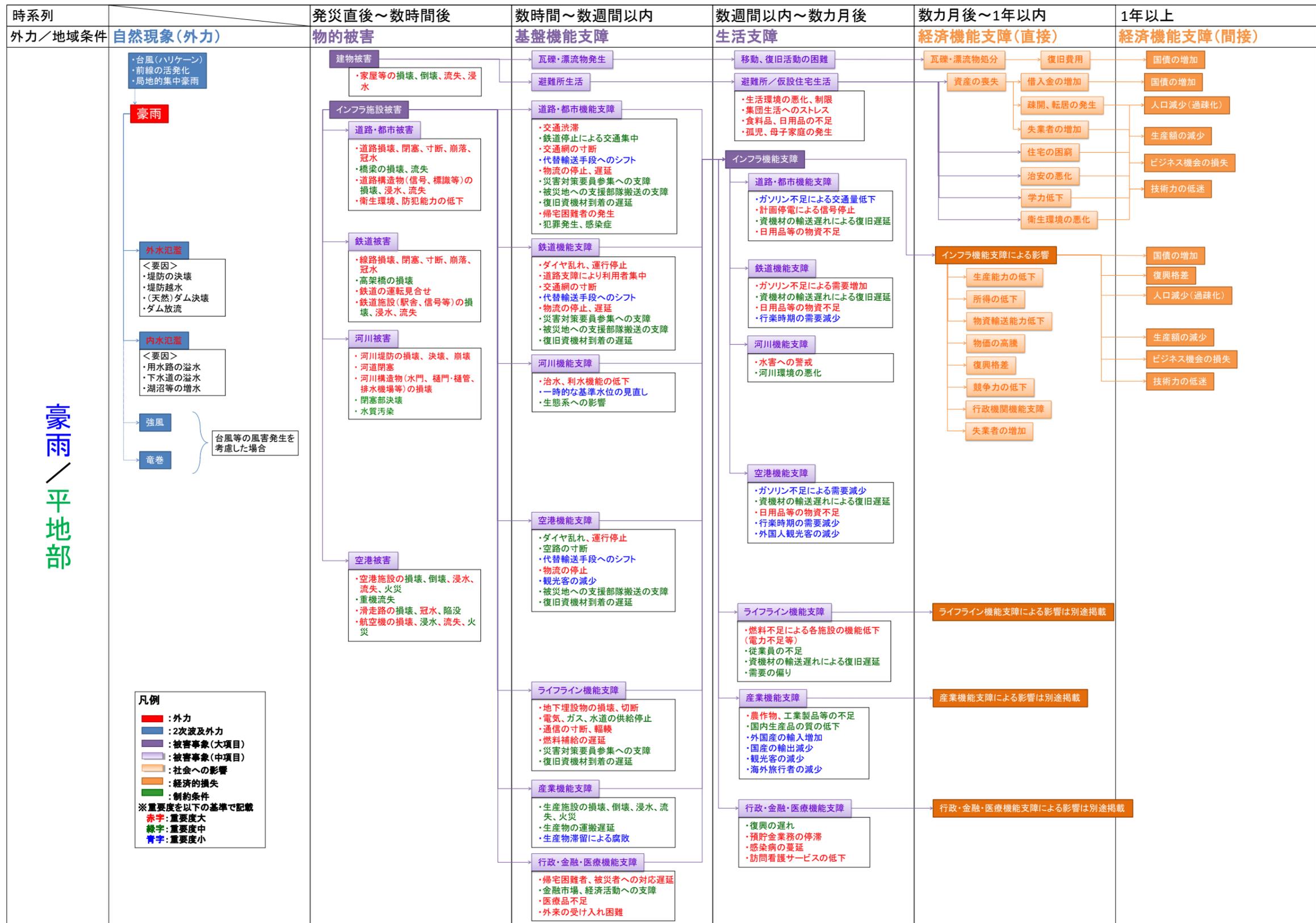


図 2. 2. 41 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 豪雨 地域条件: 平地部)

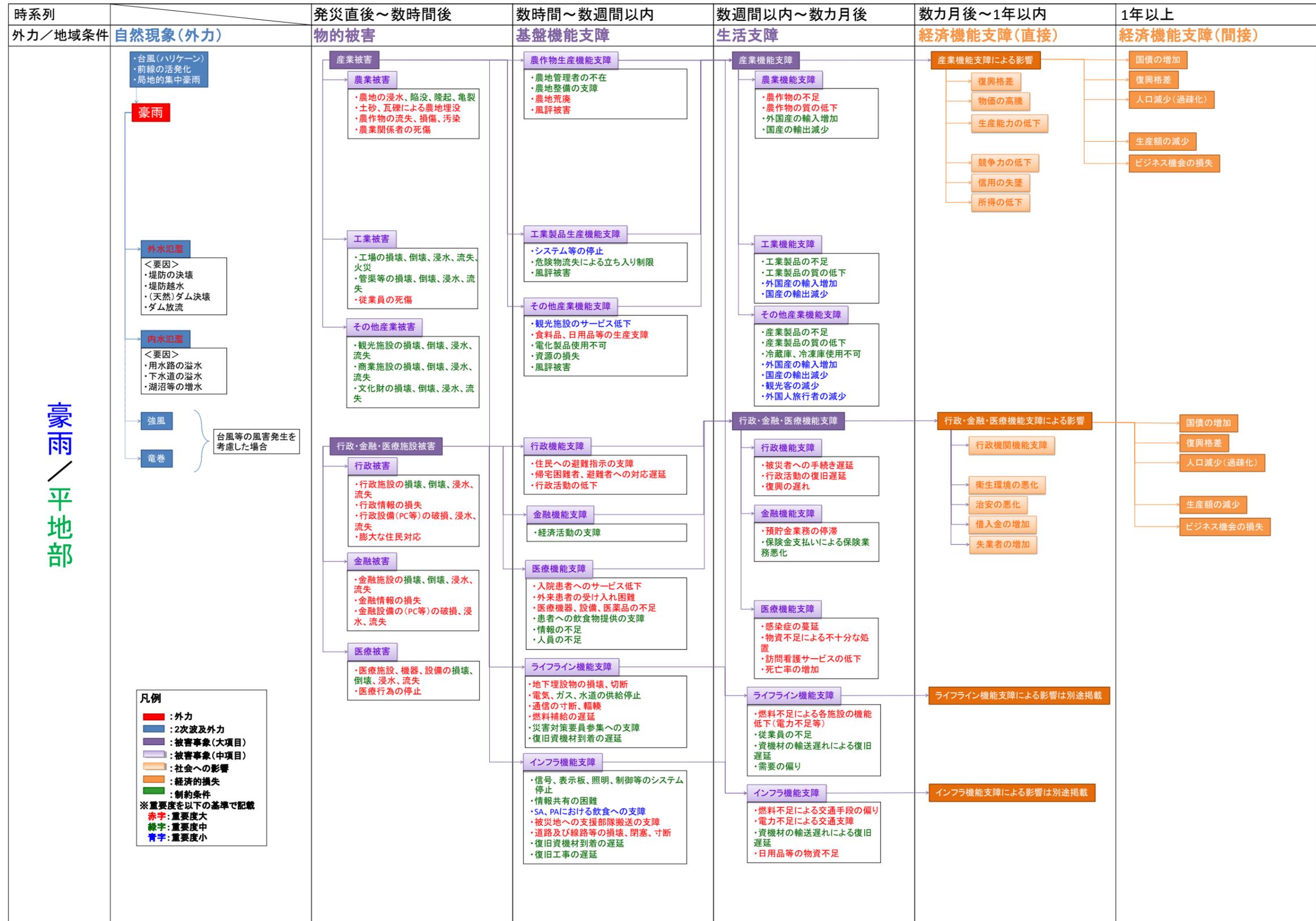


図 2. 2. 42 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 豪雨 地域条件: 平地部)

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
<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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。

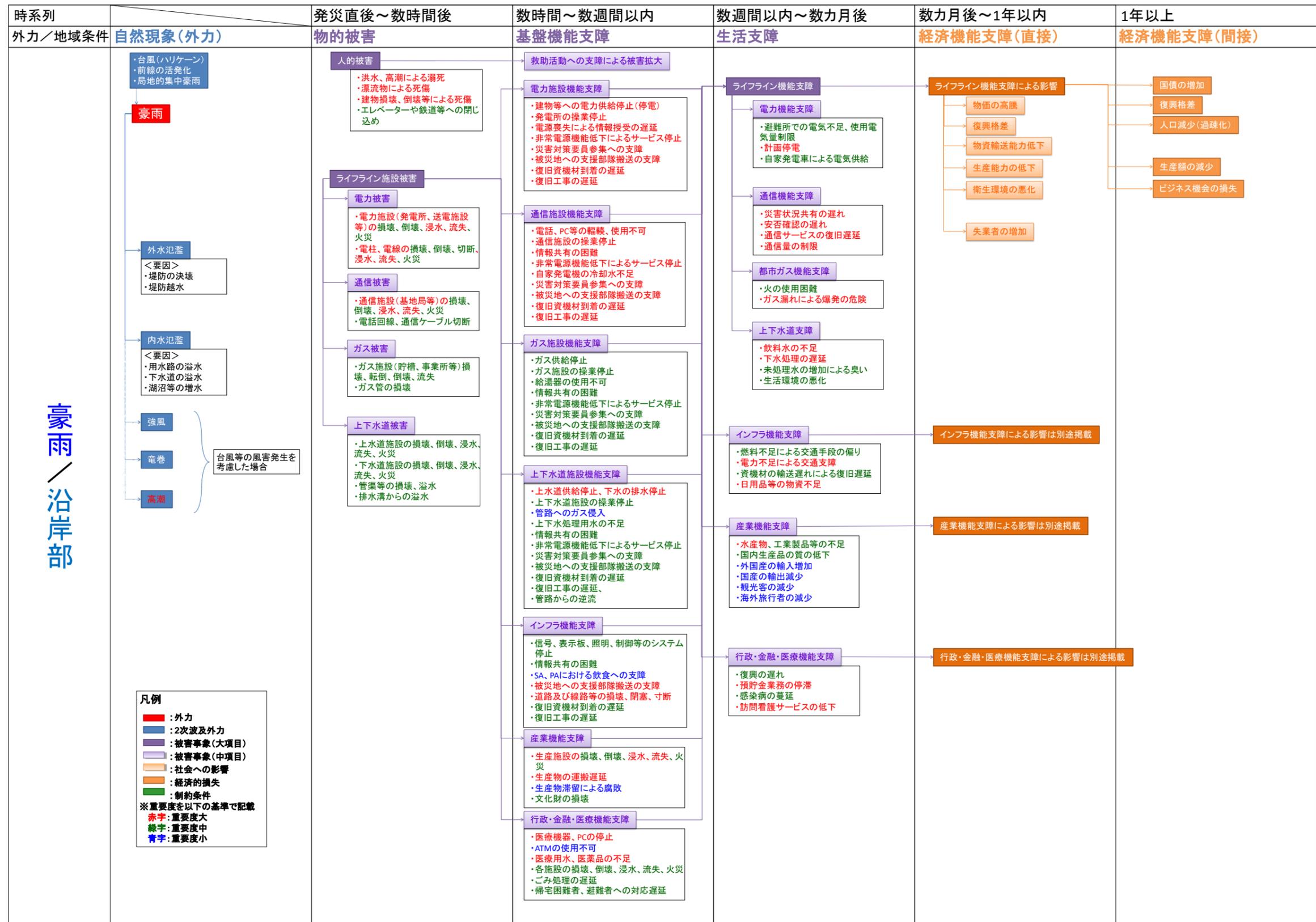


図 2. 2. 43 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 豪雨 地域条件: 沿岸部)

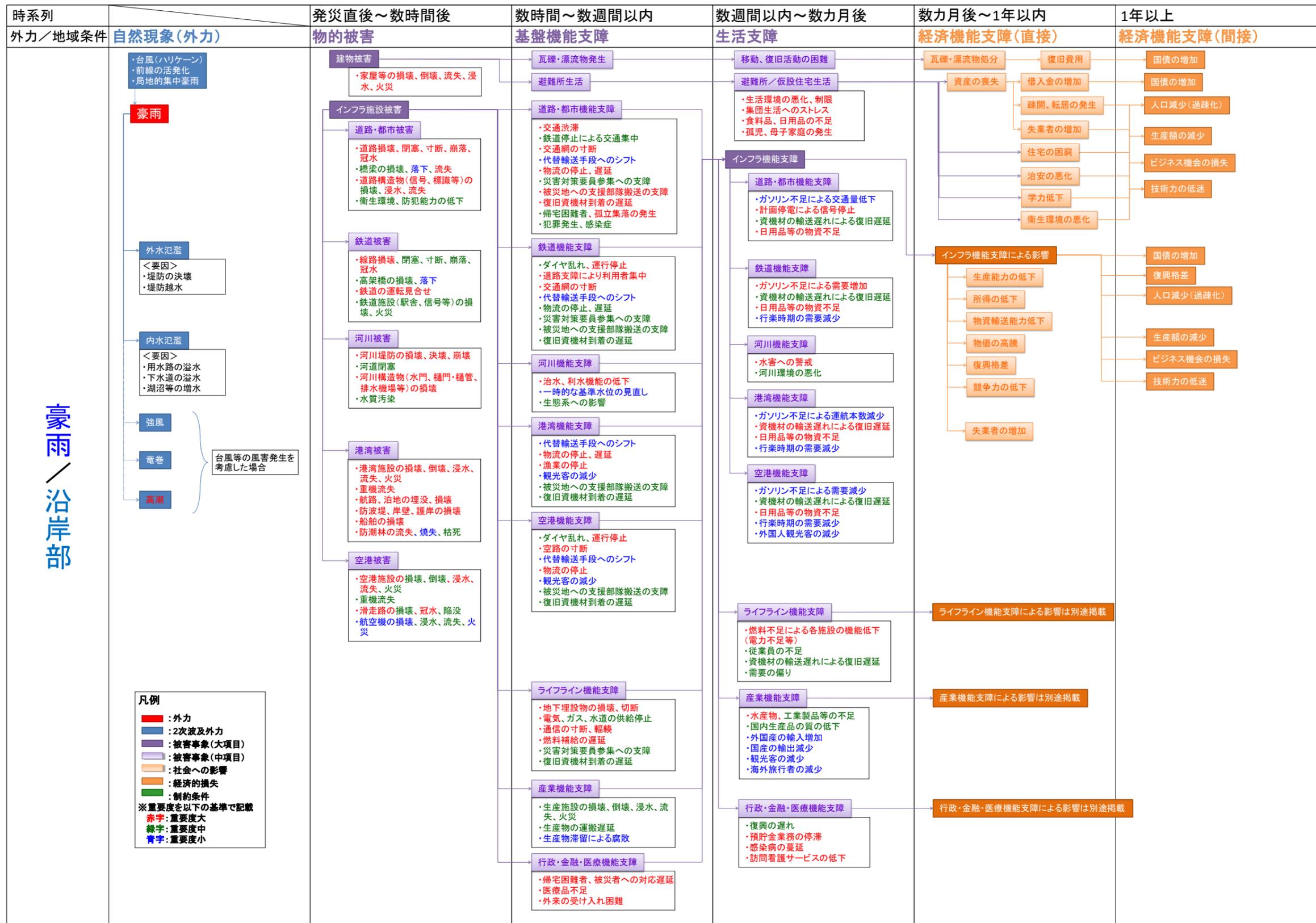


図 2.2.44 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 豪雨 地域条件: 沿岸部)

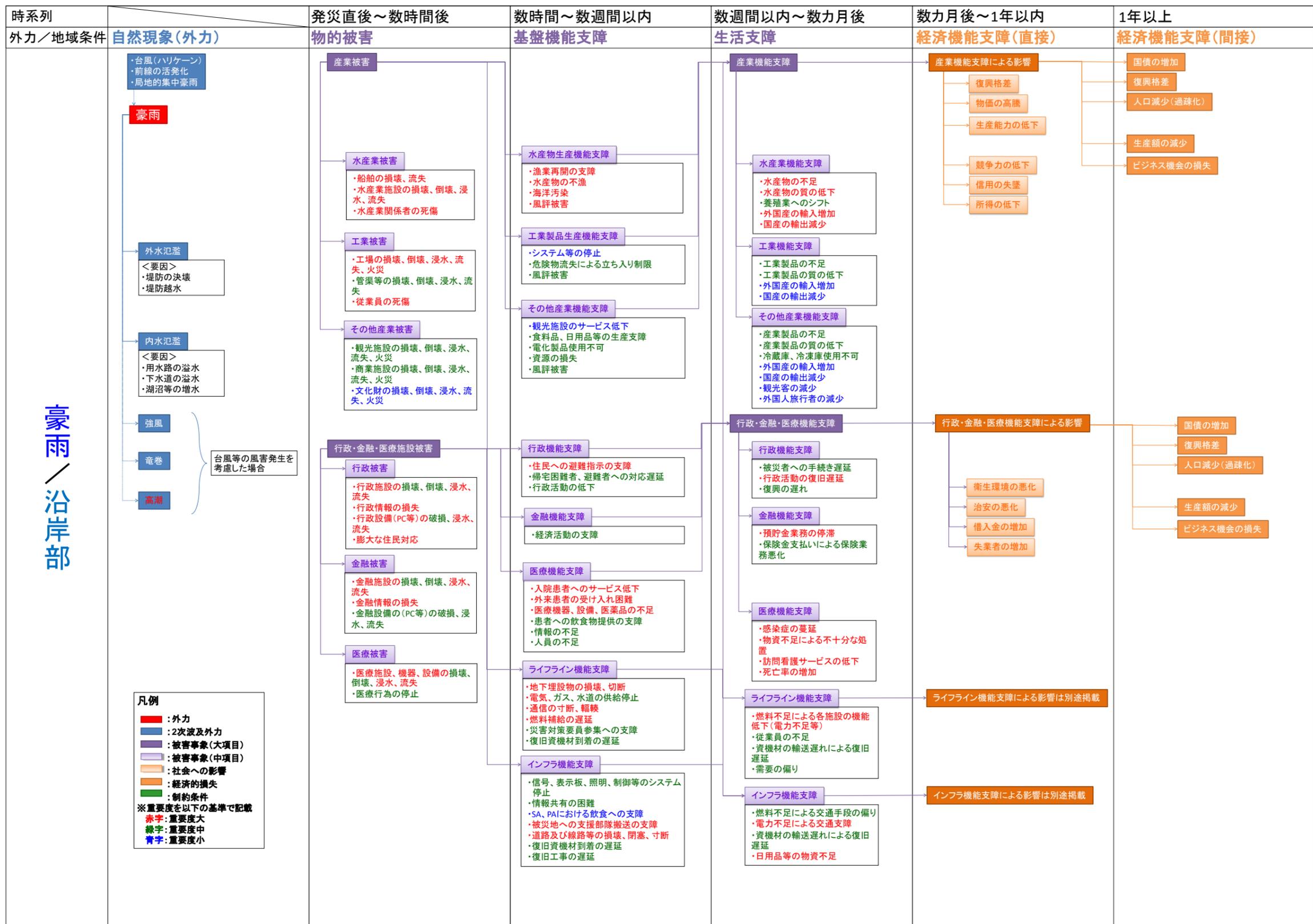


図 2. 2. 45 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 豪雨 地域条件: 沿岸部)

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
<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ○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。

豪雨／都市部

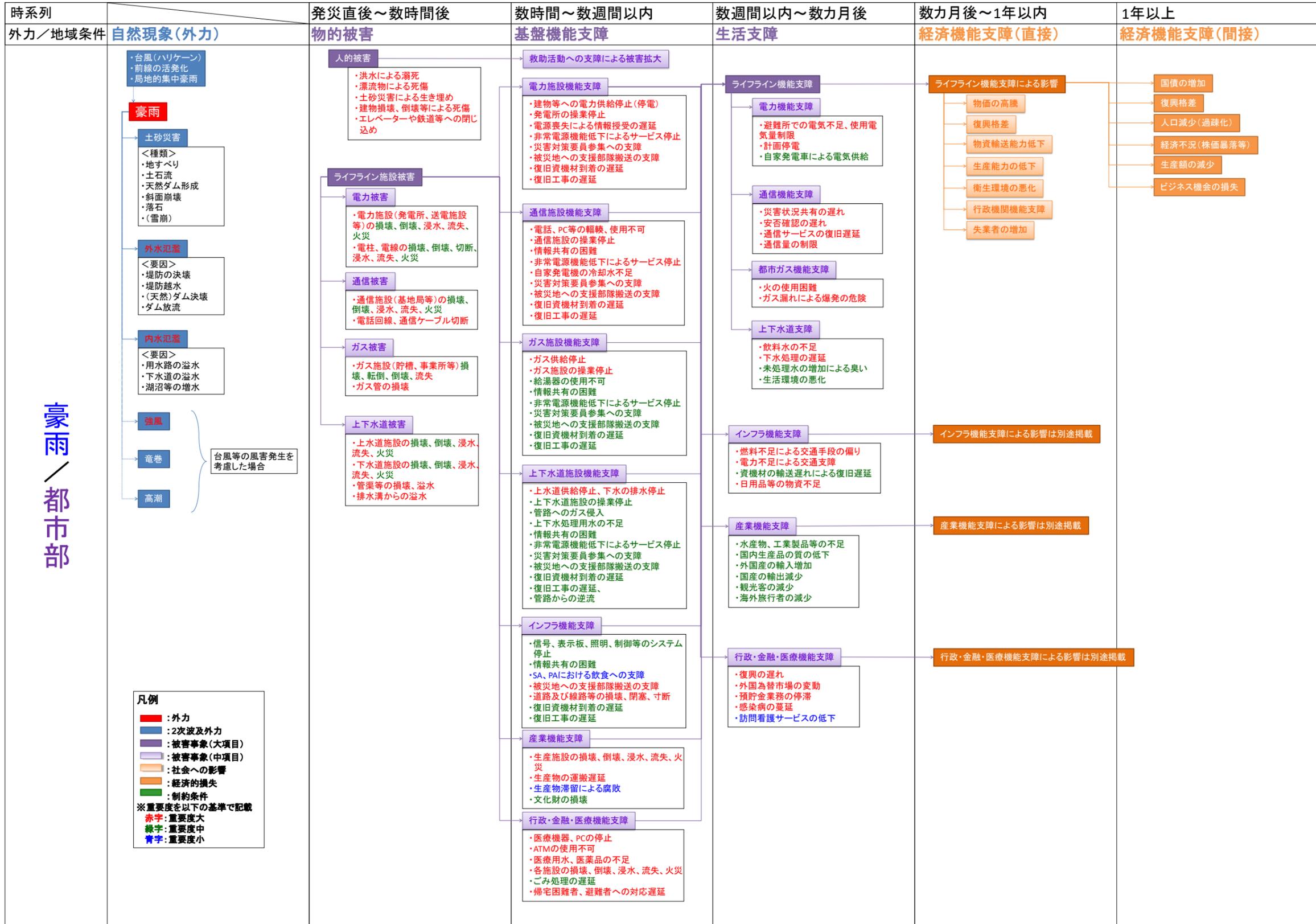


図 2.2.46 事象の進展と連関の樹形図(災害:豪雨 地域条件:都市部)

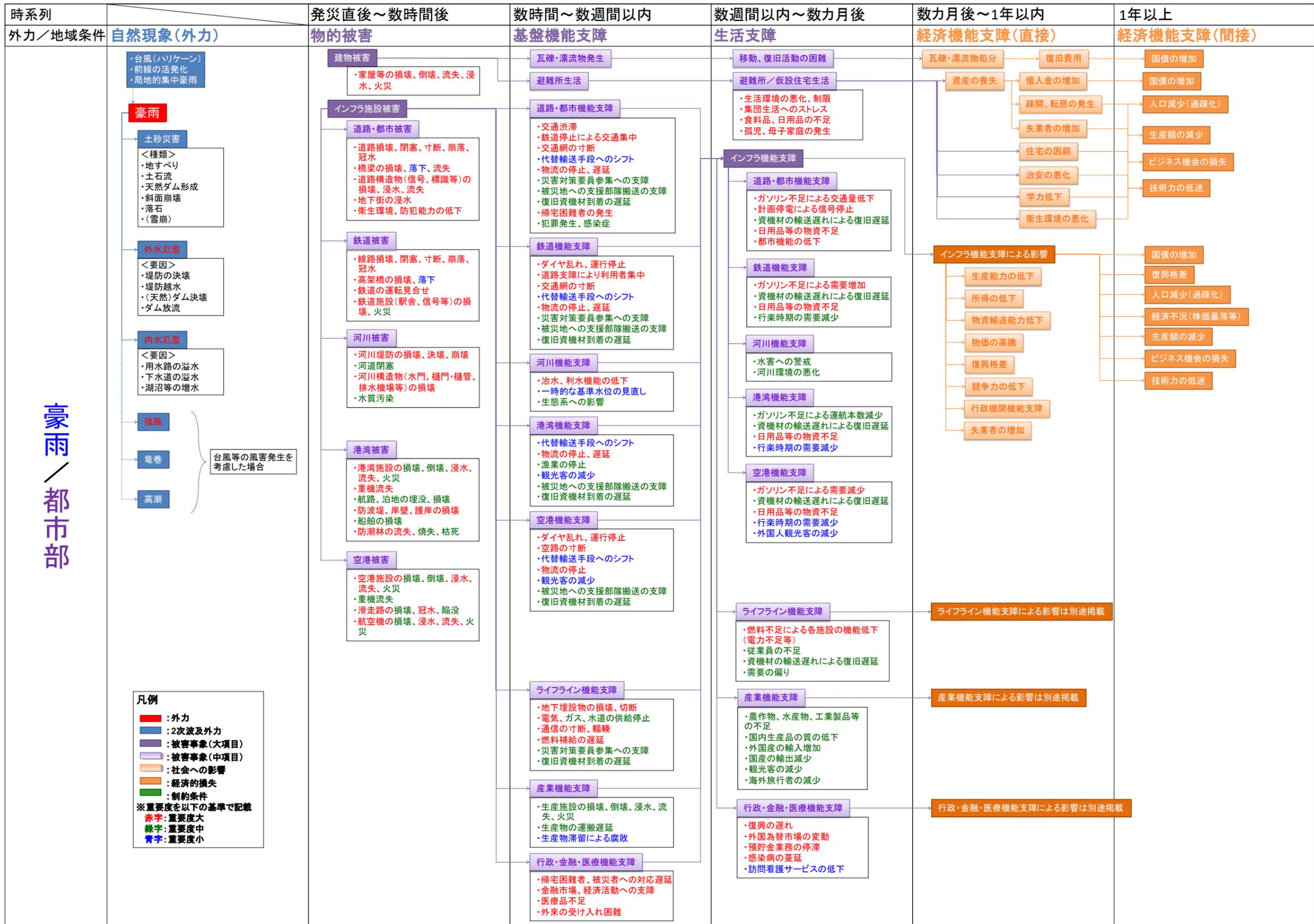


図 2.2.47 事象の進展と連関の樹形図(災害:豪雨 地域条件:都市部)

豪雨／都市部

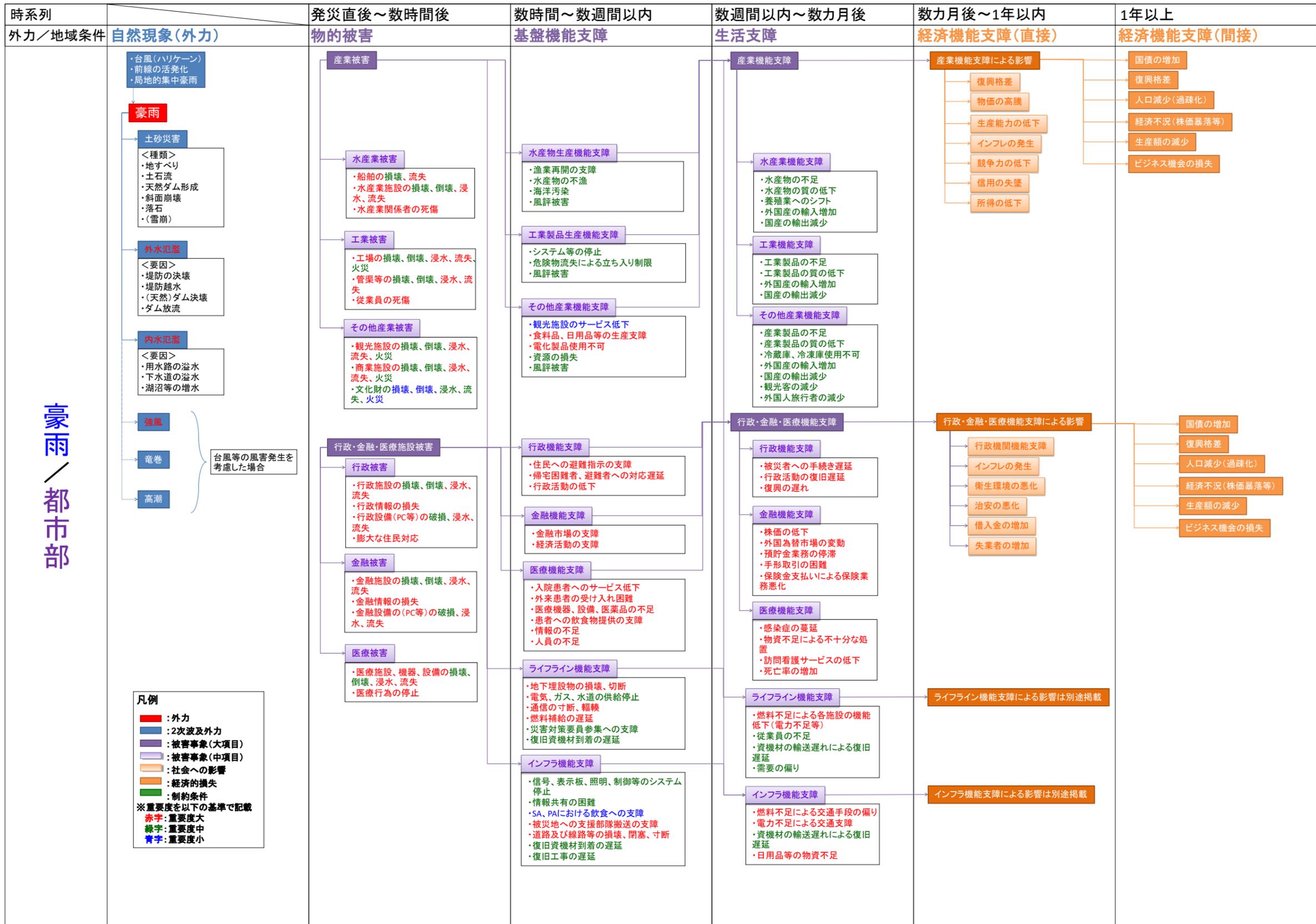


図 2. 2. 48 事象の進展と連関の樹形図 (災害: 豪雨 地域条件: 都市部)