

今後の研究展開

超過外力と複合災害に対する 危機管理

危機管理技術研究センター
河川研究部

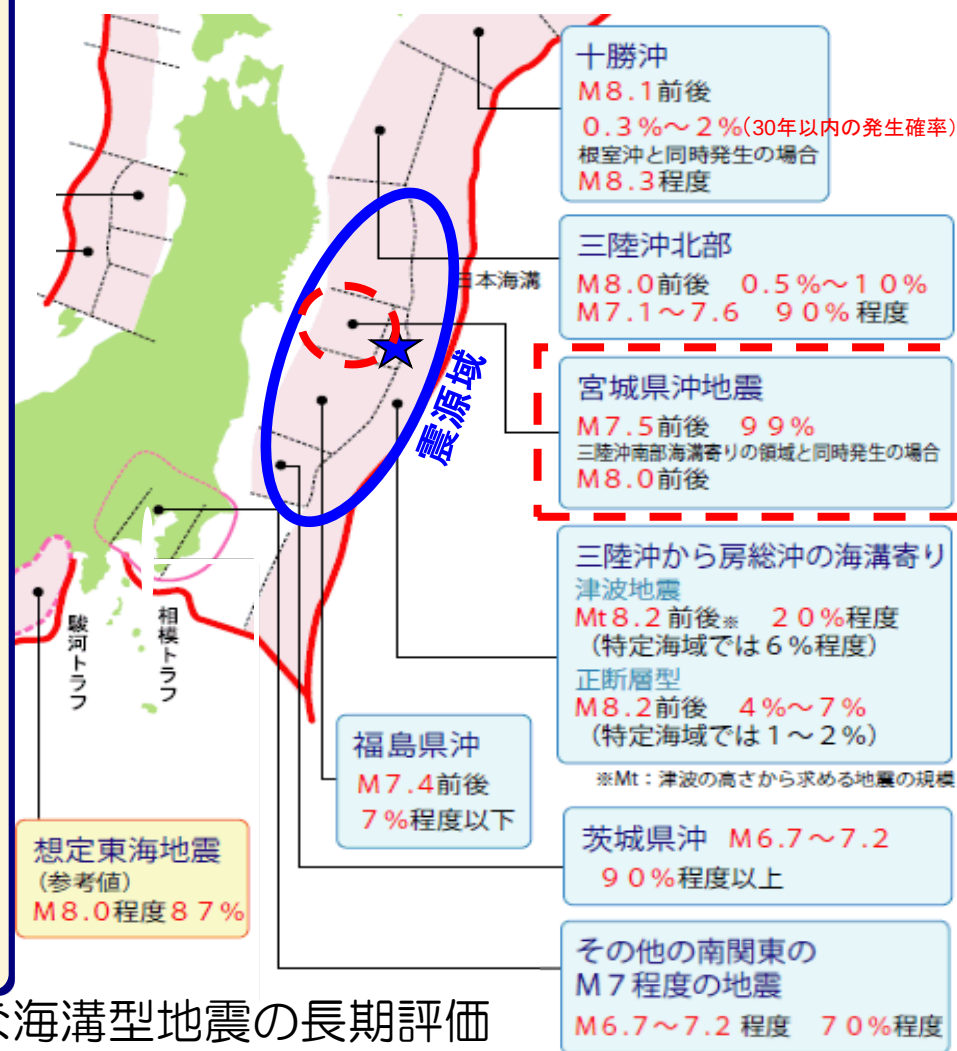
東北地方太平洋沖地震の特徴

○プレート境界（海溝）型地震
（内陸直下の活断層地震とは様相が大きく相違）

○極めて大きな地震断層
（断層：長さ約500km、幅約200km）

- ・マグニチュード9.0
- ・長時間継続した強震動
- ・大津波の発生
（最大浸水高約40m）
- ・多数かつ規模の大きい余震

○従来の想定宮城県沖地震を大きく越える断層面
（三陸沖南部～宮城県沖～房総沖）



主な海溝型地震の長期評価
（2011.1.11現在、地震調査研究推進本部による）

激甚な被害と災害の複合化・複雑化

○大津波による激甚な災害

- ・従来の想定を大幅に超える浸水範囲
- ・2万人にも及ぶ死者・行方不明者
- ・生活基盤・ライフラインの激甚被害
- ・広域・多発災害（北海道～東北～関東）
- ・最大40万人を超える避難所生活者
- ・産業（農業・漁業、サプライチェーン）への大打撃
- ・広域的な液状化被害
- ・危険物質を扱う施設の被害と影響

○災害の複合化

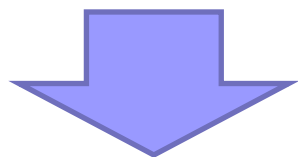
- ・最大1.2mの地盤沈降：高潮浸水被害
- ・防災施設の被害による洪水被害危険度の増大（台風15号による復旧堤防の決壊被害）

津波による浸水範囲
（国土地理院による）



震災から見えた課題・教訓

- ◆想定を超える大津波と強震動による激甚かつ広域的な災害の発生
- ◆さらに引き続いて発生した台風12号・15号等による洪水・土砂災害による災害の重畳化



課題・教訓

- 従来の経験や想定を大きく超える規模の自然災害に対する備え
- 地震・津波・洪水・地すべりなどが複合的に発生する災害の重畳化に対する備え

東日本大震災以降の防災・減災のあり方（各種提言等より）

◆中央防災会議専門調査会・学会等

「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」

- ①あらゆる可能性を考慮した**最大クラスの巨大な地震・津波を検討すべき**
- ②被害が想定よりも大きくなる可能性、**想定の不確定性の認識**
- ③南海トラフの海溝型地震や首都直下地震への防災対策に万全を期すべき
- ④3連動・時間差発生、**台風災害などとの複合に留意**

◆政府の東日本大震災からの復興の基本方針

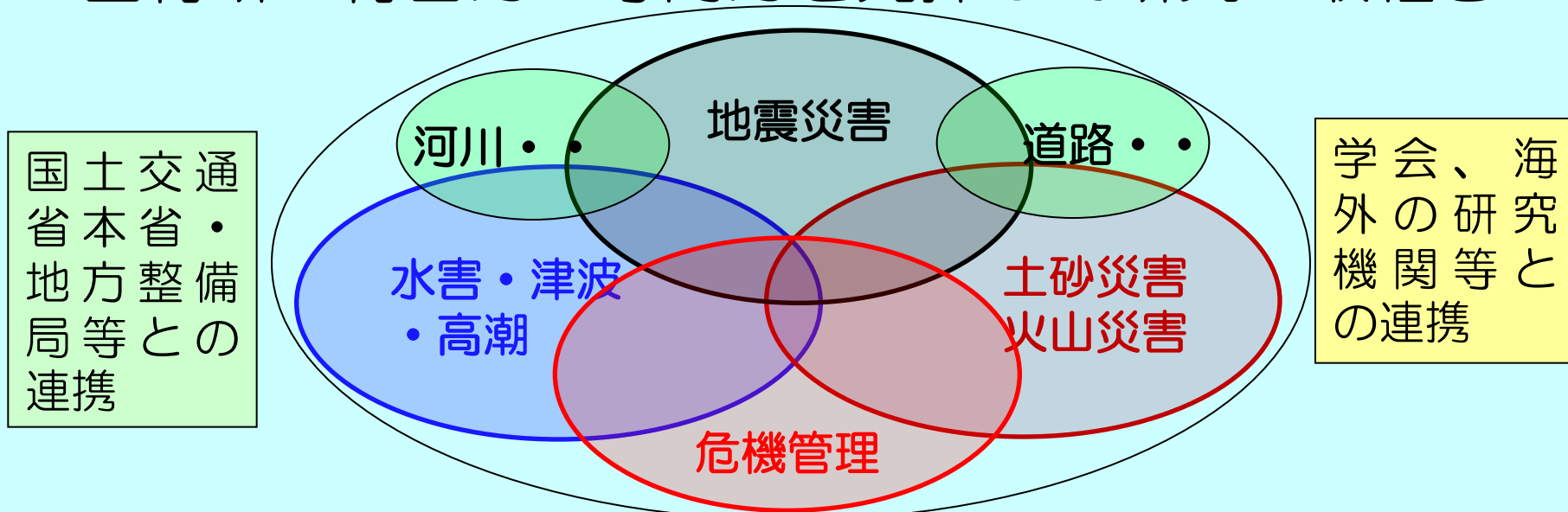
- ・災害に強い地域作り：「減災」の考え方に基づく**ハード・ソフト施策の総動員**
- ・大規模災害へ対応力を高めた国土基盤の構築
- ・靱性の高い多重防御

国土技術政策総合研究所のプロジェクト研究

ハード・ソフト対策を総動員した「減災」技術の構築に向けた国総研プロジェクト研究のスタート

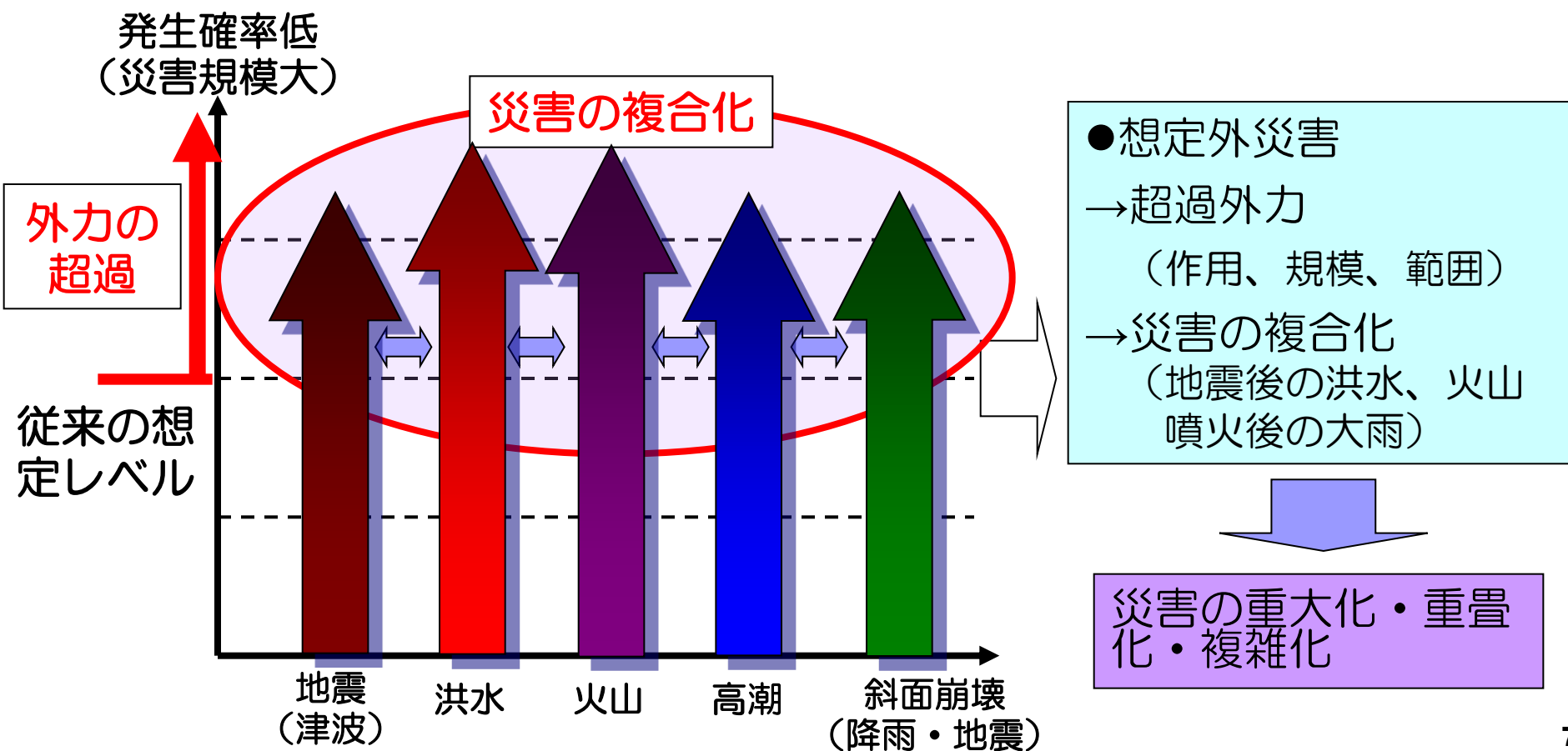
「超過外力と複合的自然災害に対する危機管理に関する研究」(平成24～26年)

国総研の総合力・専門力を発揮して研究に取り組む



本研究の目的

従来十分に考慮されてこなかった超過外力と複合的自然災害（想定外災害）の発生とその影響を明らかにし、想定外災害に対する危機管理対策を提案



研究課題

1. 超過外力と複合的自然災害の事例収集と 災害事象の整理分析

- 歴史的災害を含む災害時の被害の進展状況について調査
- 災害時の個別イベントの発生と進展、生じうる被害と波及構造を分析

2. 超過外力と複合的自然災害の災害発生シナリオ の構築手法とリスク・影響度評価

- 災害の種類と地域特性に応じた災害発生シナリオの構築手法の作成
- モデル地域を対象としたシナリオの試作と災害リスクと影響度の分析

研究課題

3. 超過外力と複合的自然災害（洪水に着目）に対する危機管理方策と防災施設の整備・管理の検討

- ・ 減災に向けた効果の高いハード・ソフトを含めた多段階の対策メニューの検討
- ・ 災害の影響を最小化する危機管理方策と、その機能を効率的かつ持続的に発揮させるために基幹となる防災施設の整備のあり方を検討
- ・ モデル地域への適用による対策メニューの効果の評価シミュレーション

研究課題 1：災害事例の収集と整理分析

◆ 科学的知見に基づく歴史的事象の分析

【既往実績アプローチ】

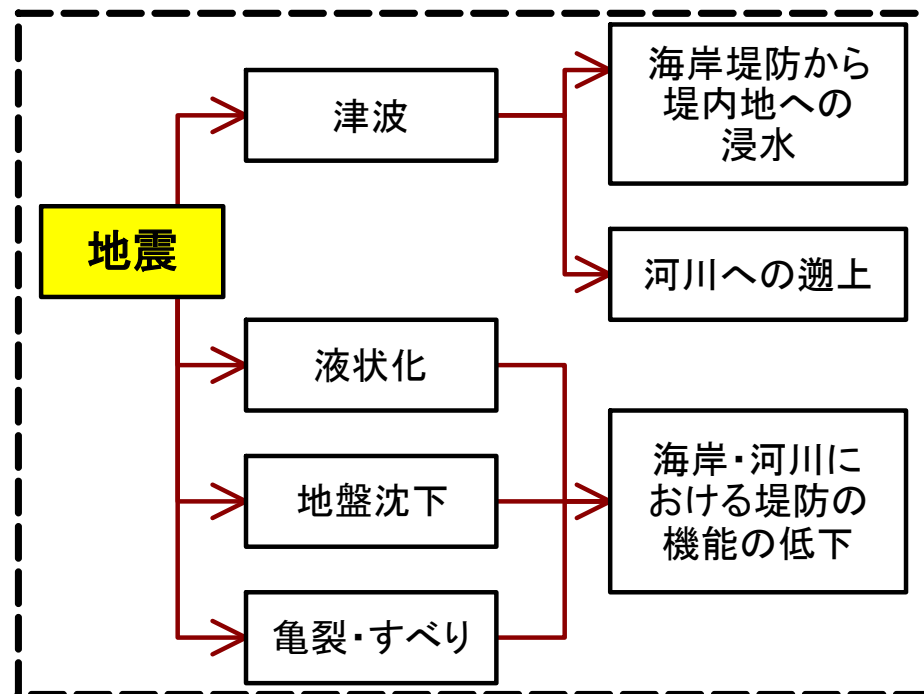
◆ 災害要因の生起メカニズムに基づく「考える」発生状況の予測

【予測的アプローチ】

◆ 災害の波及構造の分析

樹形図を用いて時系列的にイベント間の関連を明確にしつつ、超過外力と複合災害の進展を波及構造も含めて分析

- 経験のない災害現象・複合現象に対する洞察力
- 現象の理解に基づく柔軟性に富む災害対応の基礎



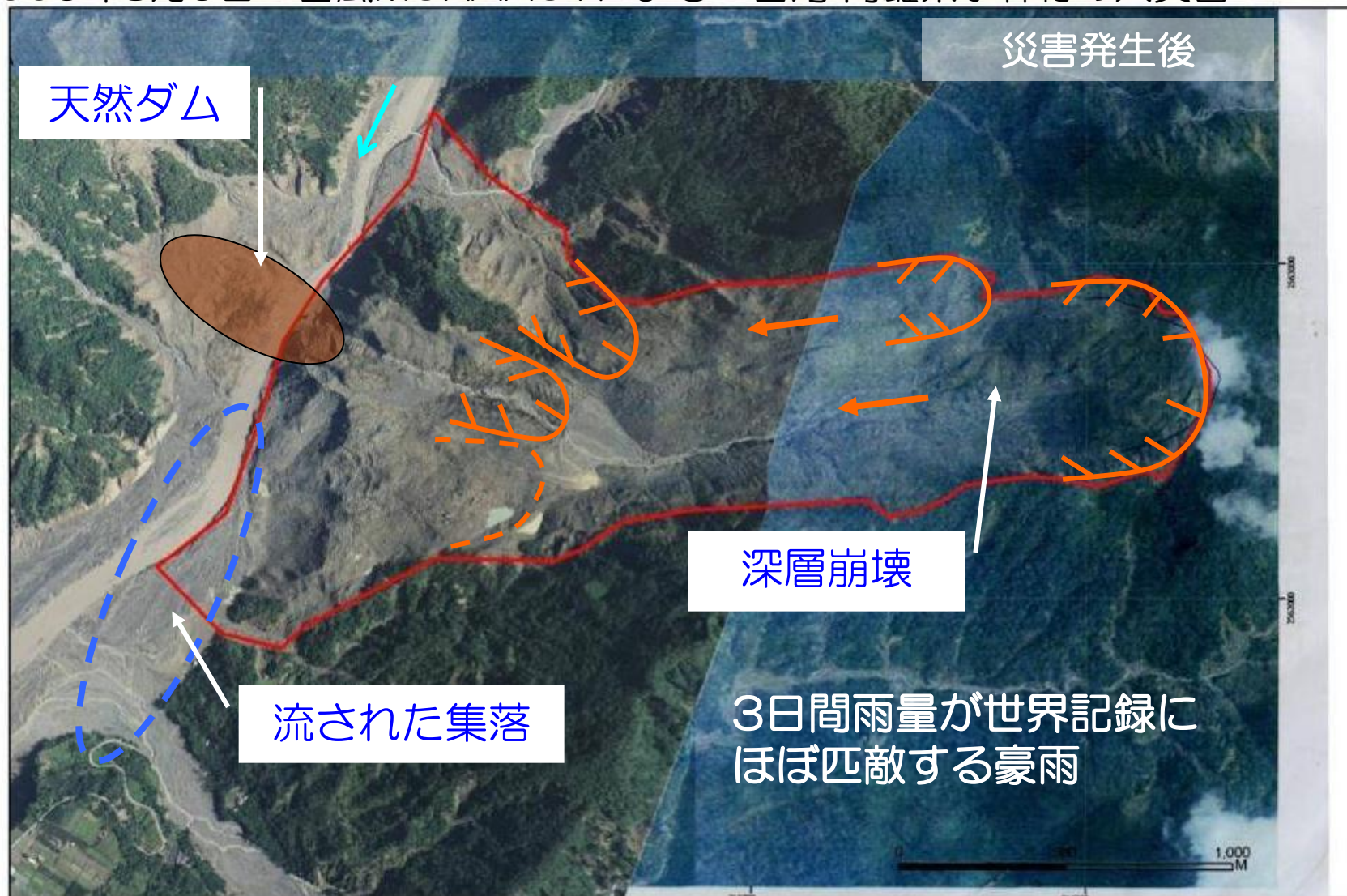
超過外力による災害（地震）

1. 1994年米国ノースリッジ地震
1995年兵庫県南部地震
→ 過去に記録されていない強い地震動
2. 1999年トルココジャエリ地震
1999年台湾集集地震
→ 10m規模の極めて大きな地表断層
3. 2004年スマトラ島沖地震
→ 30m規模の大津波
4. 2008年岩手宮城内陸地震
→ 極めて大規模斜面崩壊
5. 2008年中国四川省地震
2010年チリ地震
→ M8～9級の大規模地震（広域影響）
6. 2011年東北地方太平洋沖地震
→ M9の大規模地震と想定を超える津波



複合災害（降雨による土砂災害と洪水）

2009年8月9日 台風MORAKOTによる 台湾 高雄県小林村の大災害

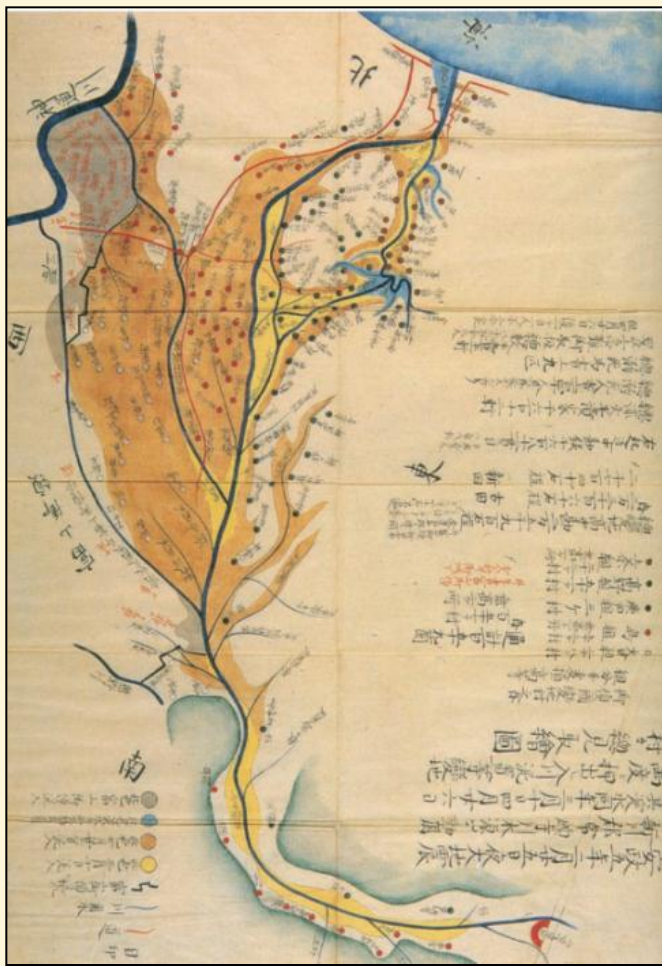


幅約800m・長さ約2.5kmの深層崩壊発生、高さ約50mの天然ダム形成・決壊

死者500人以上

歴史的な複合災害

地震・洪水



安政の大地震
(1858年)

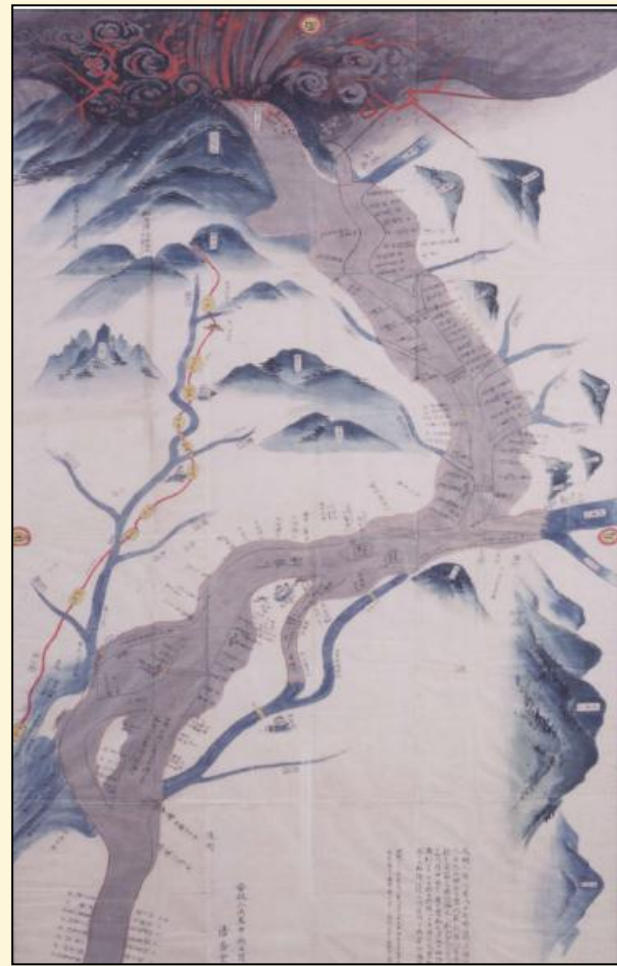
大鷲山・小鷲山の大崩壊
→ 4億 m^3 の土砂堆積
→ 天然ダム形成
→ 余震で決壊
→ 洪水氾濫

天明の大噴火
(1783年)

浅間山で火砕流発生
→ 吾妻川に天然ダム
→ 天然ダムの決壊
→ 泥流の発生
→ 1786年洪水(利根川)
(1000人を超える死者)

出典)嶋本・高野・前田:安政大災害における加賀藩の災害情報と対応、立山カルデラ紀要、第9号、2008

火山・洪水



出典)浅間焼吾妻川利根川泥押絵図

研究課題2：超過外力と複合的自然災害の災害発生シナリオの構築手法とリスク・影響度評価

◆災害発生シナリオの構築手法

課題1での実災害の分析結果をもとに

①モデル地域を選定

- ・地域特性：山間部・平地部・沿岸部・都市部・流域等
- ・人口構成・産業等の社会構造

②地震、豪雨、火山等のレベルとそれらの複合によって、生じる現象・事象からシナリオを構築

◆リスク・影響度分析による災害の定量的分析

①起こり得る事象とそのリスク・影響度の大きさを分析

- ・指標：人的被害、直接・間接被害額

②ハード・ソフト対策による減災効果も評価できる分析

災害発生シナリオで考慮すべき波及構造の洗い出し

地震による施設被害の波及の例

施設の被害

- ・ 斜面崩壊
- ・ 橋梁損傷
- ・ 信号機損傷
- ・

機能低下

- ・ 通行機能障害
- ・ 交通制御機能障害
- ・

一次波及被害

- ・ 避難障害
- ・ 緊急車の通行障害
- ・

二次波及被害

- ・ 災害復旧活動遅延
- ・ 救援物資不足
- ・ 食料品・生活必需品不足
- ・ 生産流通機能障害
- ・

水害による浸水拡大と波及の例

- ・ 地下空間への浸水
- ・ 地下空間からの逃げ遅れ
- ・ 停電等、ビルの機能麻痺など



地域全体に
波及

災害のリスク・影響度評価

◆リスク評価指標（人的被害）

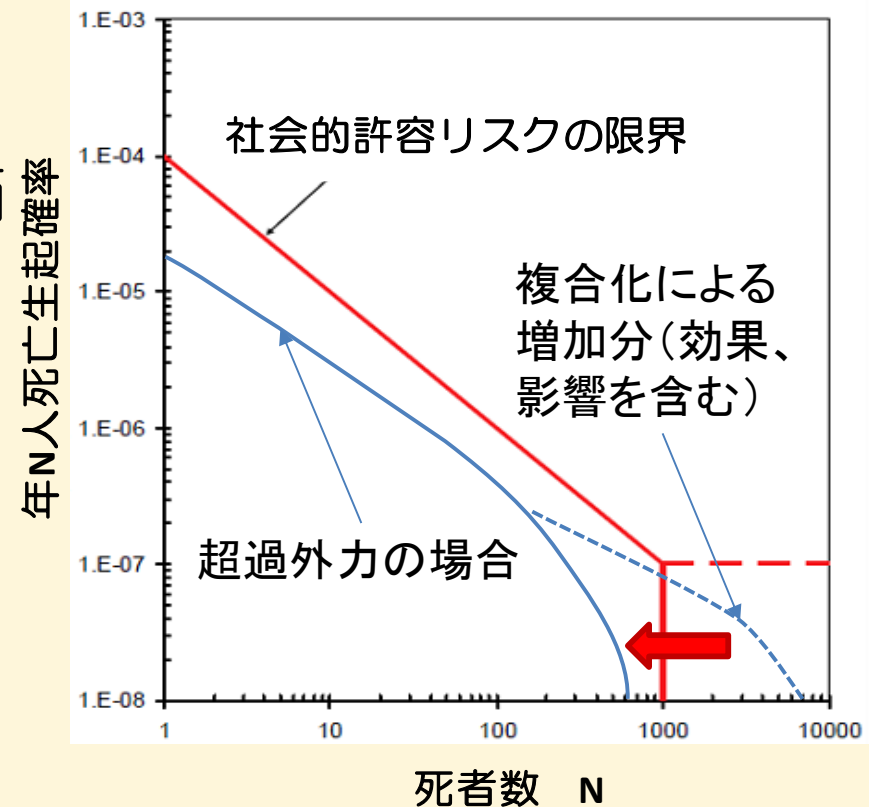
- ・ 超過外力・複合災害に対して、人的被害の変化を定量的に評価

◆影響度評価指標 （直接・間接被害額）

- ・ 影響度指標IE：

$$\begin{aligned} IE &= \beta_1 \text{（施設整備）} \\ &+ \beta_2 \text{（対策）} \\ &+ \beta_3 \text{（被害(直接・間接))} \\ &+ \beta_4 \text{（補修＋再構築）} \\ &+ \beta_5 \text{（その他の影響）} \end{aligned}$$

- ・ 施設整備・対策のレベル、復旧・復興対応に要する継続時間の影響の変化も考慮



出典) Interim Tolerable Risk Guidelines for US Army Corps of Engineers Dams, USSD Conference 2009に加筆

研究課題3：危機管理方策と防災施設の整備・管理の検討

◆超過外力に応じた対策メニューの考え方

- ・ハード・ソフト対策を組み合わせたマルチレベル災害対策の提案

◆マルチレベル（次の手の備え）

超過レベル1：施設のねばり・復旧で最小化可能レベル

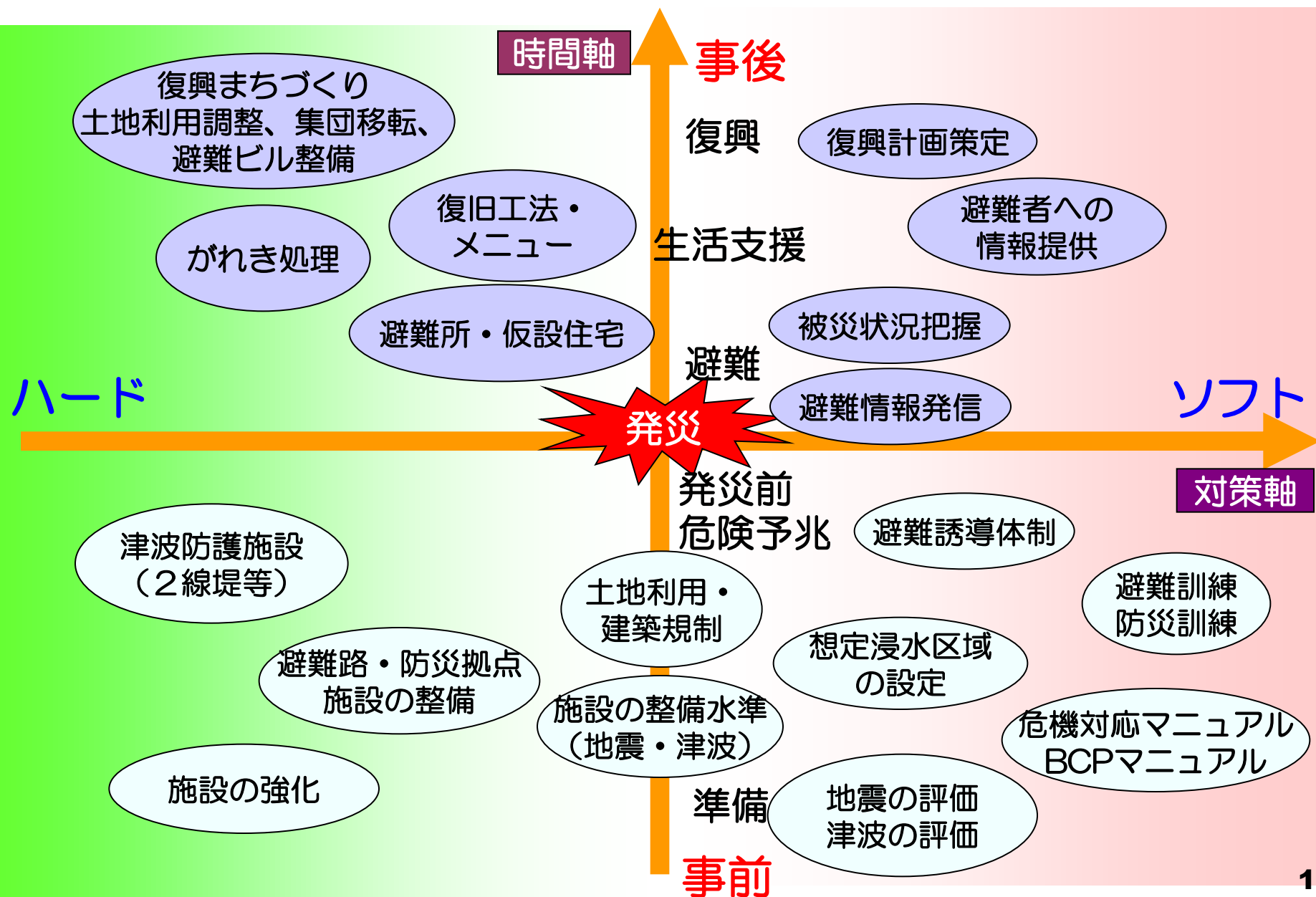
超過レベル2：波及の顕著化・影響の急激な増大レベル

超過レベル3：人命優先レベル（最悪シナリオ）

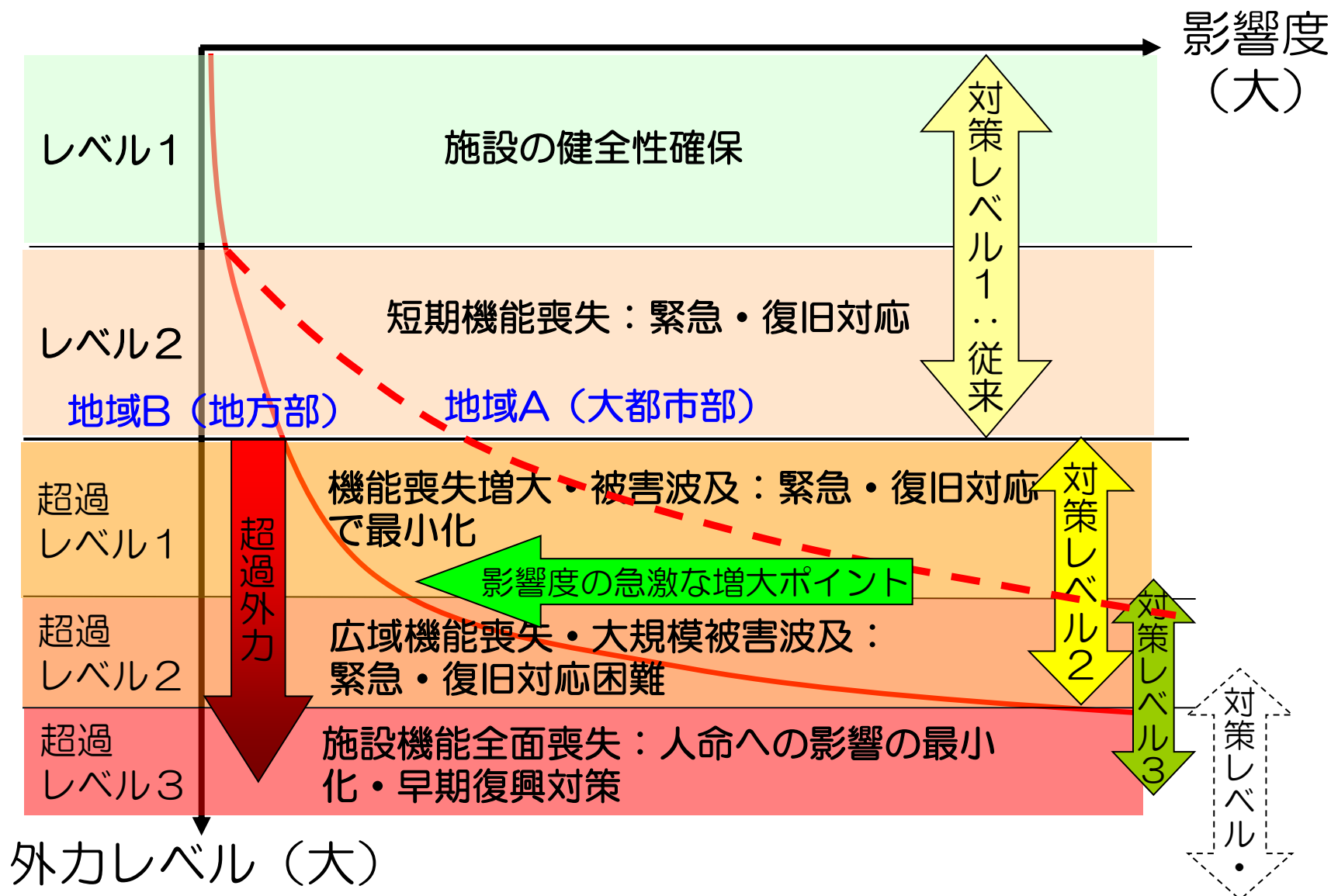
◆災害の超過レベル・複合化に対する基幹防災施設の整備・管理の考え方

◆モデル地域への適用シミュレーションと対策効果の評価

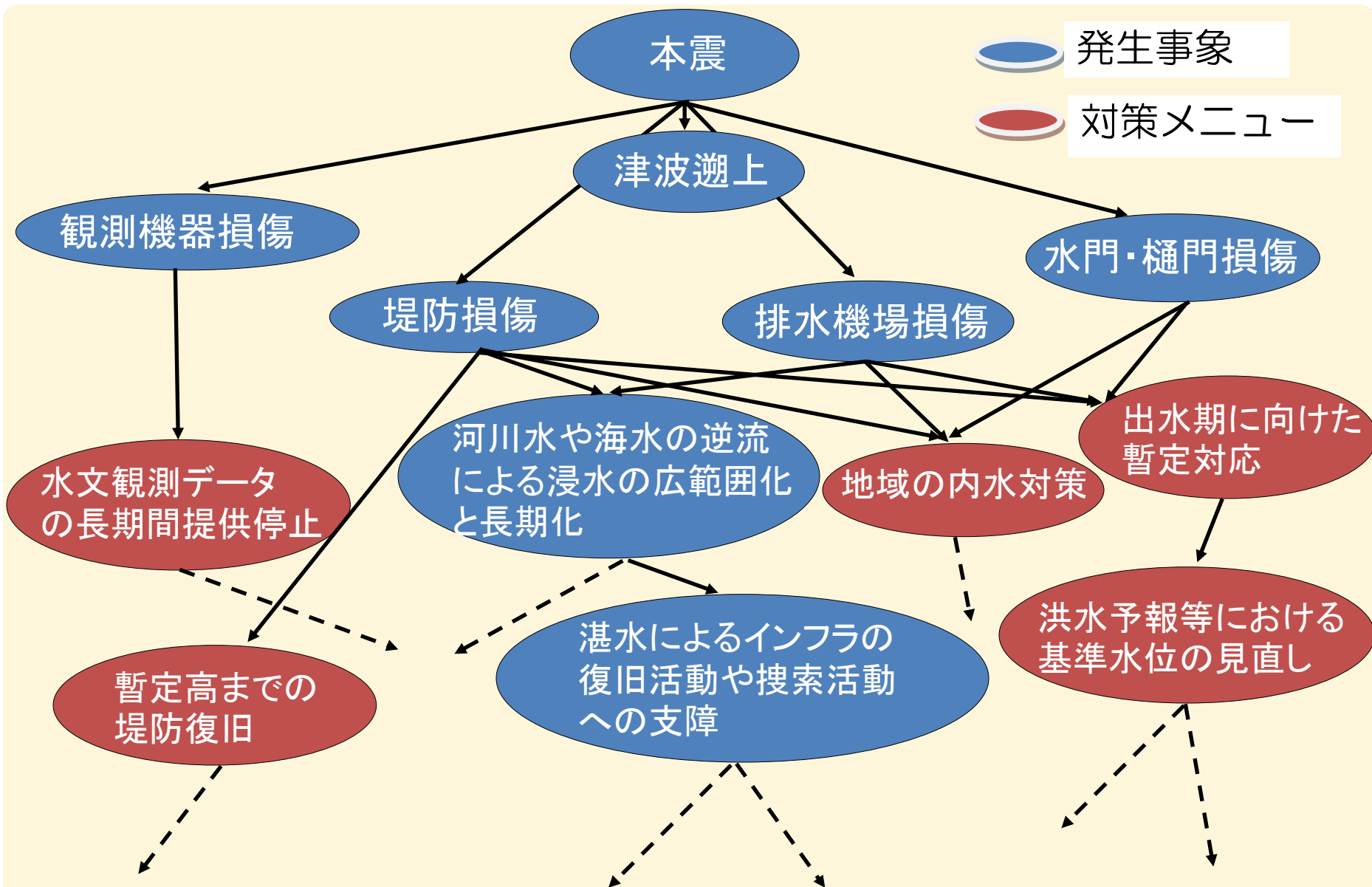
ハード・ソフト対策／事前・事後対策マトリックス



超過外力のレベルに応じたマルチレベル災害対策



災害の波及を遮断・軽減するための対策メニューの抽出

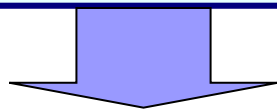


基幹防災施設整備・管理のあり方

◆ 超過外力・複合災害に対する
人的被害の変化を定量的に評価
（リスクカーブの設定）

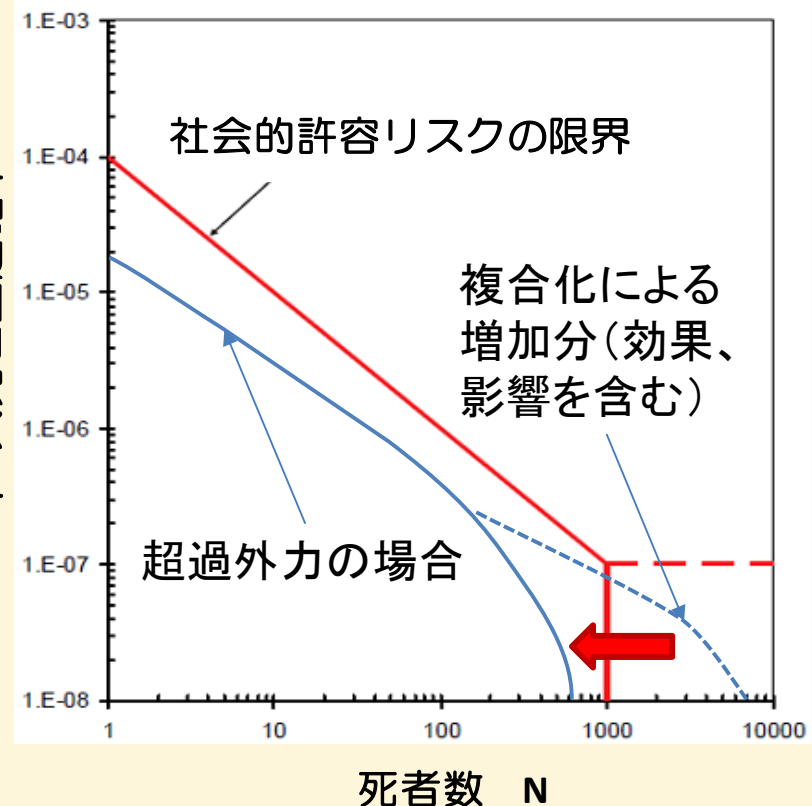
◆ 人的被害軽減に有効な対策メ
ニュー抽出

◆ 災害の影響を最小化する危機
管理方策



◆ リスク低減のキーとなる基幹防
災施設の機能を効率的かつ持続
的に発揮させる手法を提案

年N人死亡生起確率



出典) Interim Tolerable Risk Guidelines for US
Army Corps of Engineers Dams, USSD Conference
2009に加筆

本研究の目標成果

◆課題

- ①歴史的事象を見据えた**想定外災害への危機管理対策**の立案手法とは？
- ②超過外力・複合災害に対する**靱性の高い**国土基盤の骨格となる**基幹防災施設**とは？

◆成果目標（対策メニュー・適用事例集等としてまとめ）

- ①災害発生シナリオの構築手法
- ②「減災」に向けたハード・ソフト対策メニュー
- ③シナリオ別の対策メニューと効果評価例



◆成果の活用

- ①東日本大震災の復旧・復興への応用
- ②南海トラフの3連動地震等を始めとして、今後の想定外災害も組込んだ減災施策への活用を目指す

おわりに：次年度からの研究の本格遂行に向けて

◆限界性能を超える想定外外力への備え

①想定外の枠を撤廃するために

- ・外力に対する施設の要求性能と限界性能、許容リスクの考え方
- ・計画論的視点：地域（ネットワーク等）の中で施設の種類・機能に応じた整備水準（コストをかけても防護すべき施設・機能）

②ハードの限界、ハードとソフトの組み合わせフレーム

③人命を守るための避難・ソフト面でレベルアップが必要な事項

④施設の機能確保、早期回復のために、適用可能な技術、様々な選択肢・アイディアの結集

- ・100点満点でなくても、機能喪失の確率を下げられる技術
- ・施設の早期機能回復への備え
- ・災害後の生活再建・支援のためのソフト面の備え



御静聴ありがとうございました