

## 減災・復興支援技術プロジェクトユニットの目的と活動

被災地支援・受援を効率化する組織と技術の研究を行う「組織」プロジェクトエリアでは、災害直後の被災状況に関する情報の迅速な収集と解析を「災害空間情報解析ユニット」が担い、**「減災・復興支援技術ユニット」**は、それらの情報を活用して、資源、人員の活用によって減災・復興を進める方法を明らかにするための「モデリング・計算・デザインの技術」を研究する。2020年度は、自然災害被害と復興時社会経済指標の統計解析、組織の災害時意思決定・行動の文献調査、災害リスクを踏まえたインフラマネジメントの研究、コロナ下での分散避難の実現方策の研究のほか、科研費の支援を受けた複数の共同研究を進めた。

## 自然災害による被害発生構造の統計的分析

### 非負値行列因子分解(NMF)による自然災害被害統計の構造分析<sup>4)</sup>

地域ごとの被害の発生パターンの違いは、ハザード、曝露資産分布、脆弱性の違いを反映しており、その理解は防災体制の検討のために役立つ可能性がある。

正規分布を前提とする従来の多変量解析に比べ、分布特性を歪めない非負値行列因子分解手法(Non-negative Matrix Factorization: NMF)を適用する。

$$X \approx V \cdot W + E$$

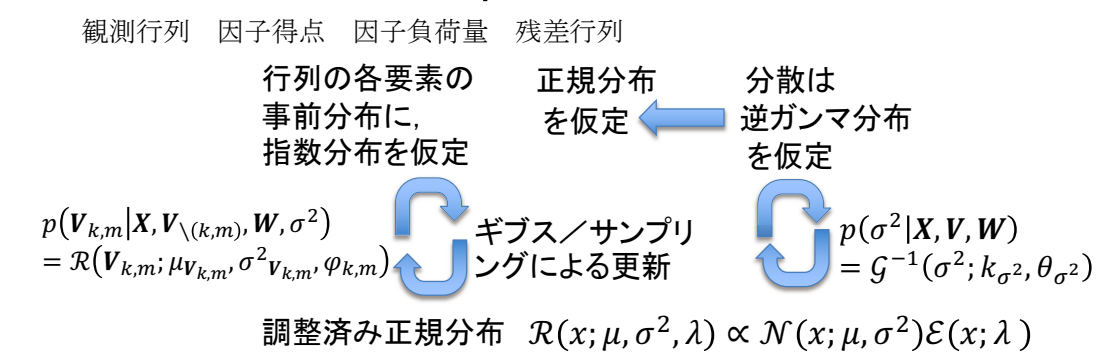


表1 年別都道府県別被害統計(2007-2018)

年	岩手	宮城	福島	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	新潟	富山	石川	福井	岐阜	愛知	三重	滋賀	京都	大阪	兵庫	奈良	和歌山	徳島	高松	香川	愛媛	高知	福岡	佐賀	熊本	鹿児島	沖縄	
2007	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

図1 ベイジアンNMFの計算手順

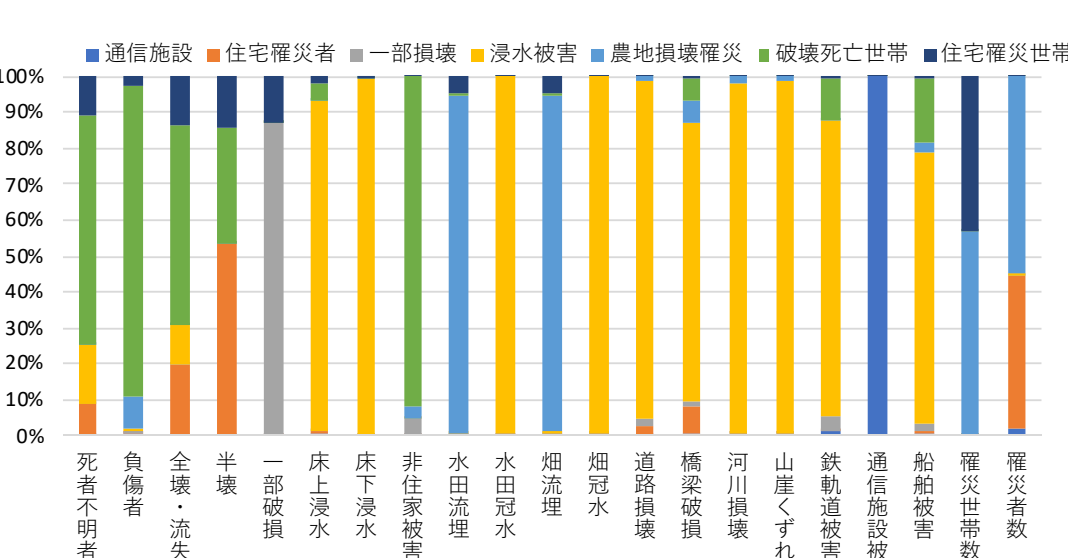
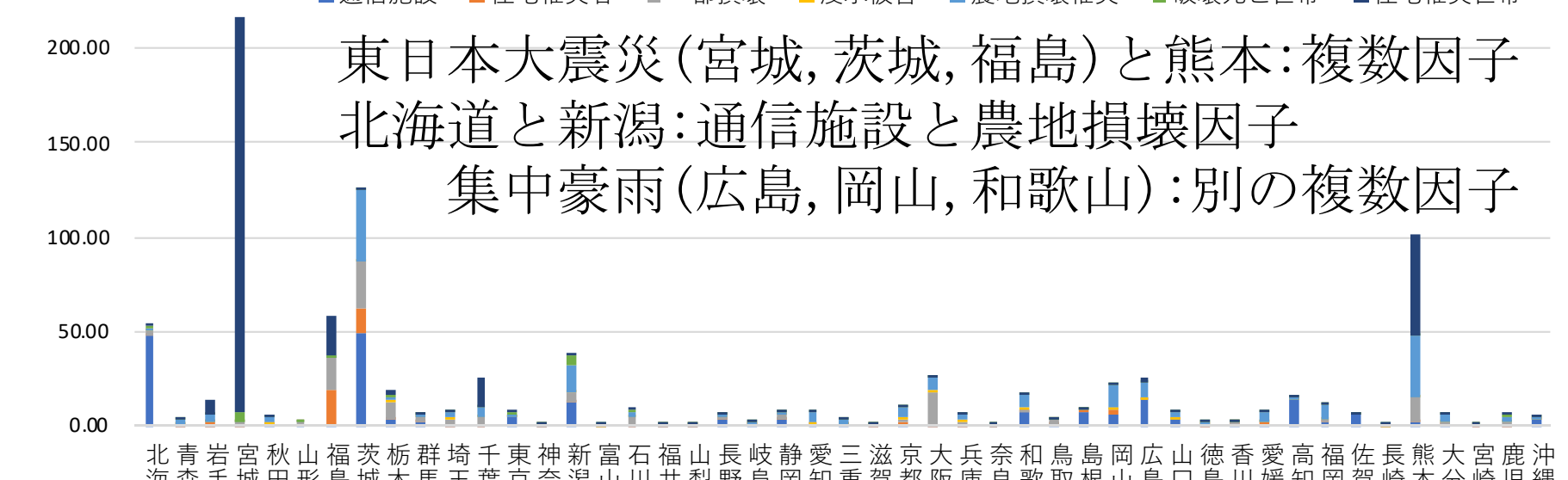


図2 因子数7の因子負荷量

図3 因子数7の都道府県別因子得点



【結果】小規模な災害ではハザード別に被害項目は異なる。災害が大規模になると、異なるハザードでも類似の被害項目に影響が現れる。→大規模災害対応は、ハザード共通での準備が有効。  
【課題】設定因子数により、抽出パターンが大きく異なり不安定。欠測値を持つ2011年岩手などで、明確なパターンが現れない。

## 災害リスクを考慮したインフラマネジメント

### 地震による破損リスクを考慮したインフラの更新計画の研究<sup>2)</sup>

この10年ほどで、数理的な点検・補修戦略決定モデルの研究が進んできた。老朽化に加えて、供用期間中の地震災害による施設の機能停止の可能性を考慮できるようなモデルを拡張し、国道橋梁のゴム支承の最適更新条件を計算した。

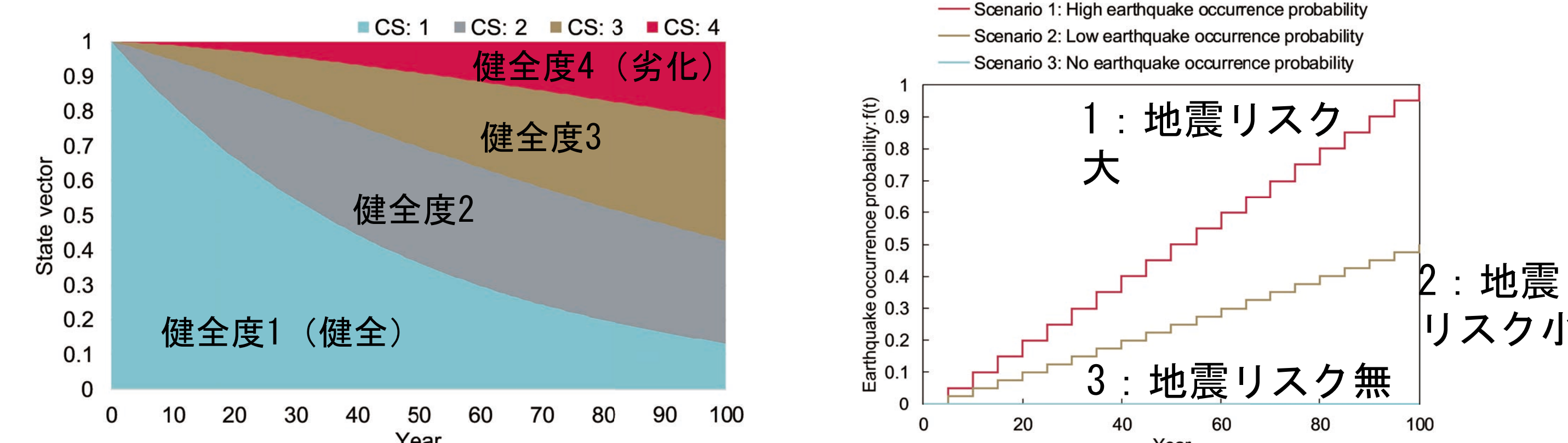


図1 経年劣化による健全度変化の想定 図2 経過年数による地震発生確率の想定

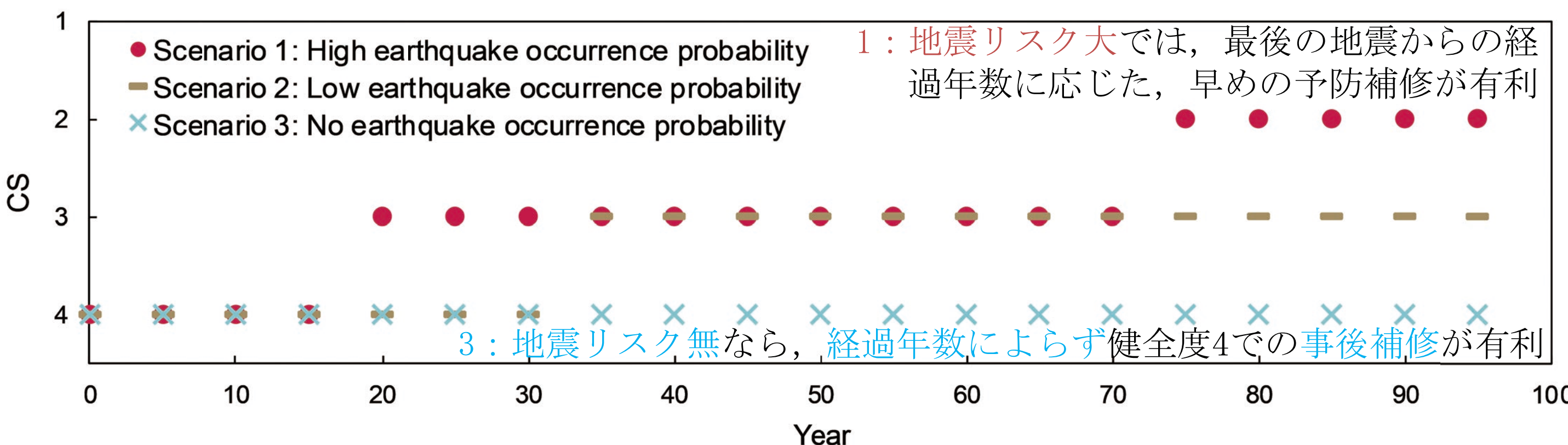


図3 最適更新施策の計算結果(最終地震からの経過年数と補修を行う健全度レベル)

## 東日本大震災後の復興事業の定量評価

### 都道府県別の社会経済指標の経年変化の分析<sup>5)</sup>

都道府県別の社会増減率の傾向は震災前後で大きく変化していない。その原因の一つに、復興事業の効果が量の回復にとどまり、質の向上につながっていなかったことがあると推測して、都道府県別のマクロ指標により量と質の経年変化を確認した。

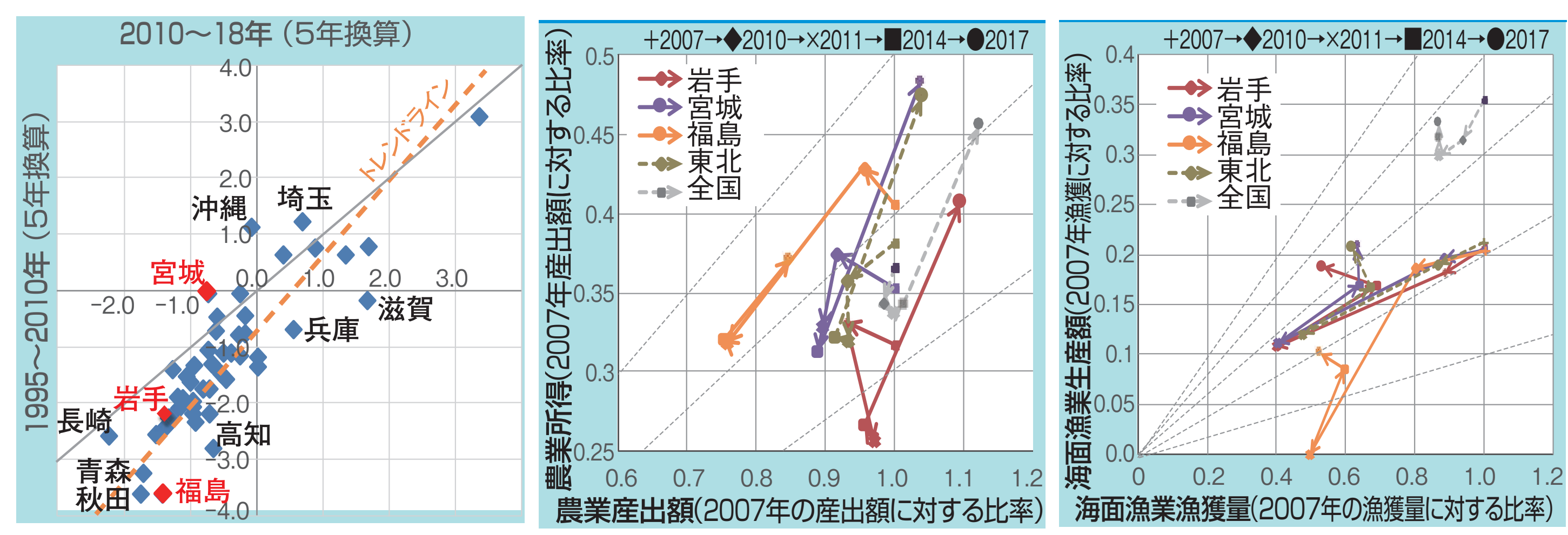


図1 人口社会増減率の変化 図2 農業産出額と所得額 図3 海面漁業漁獲量と生産額

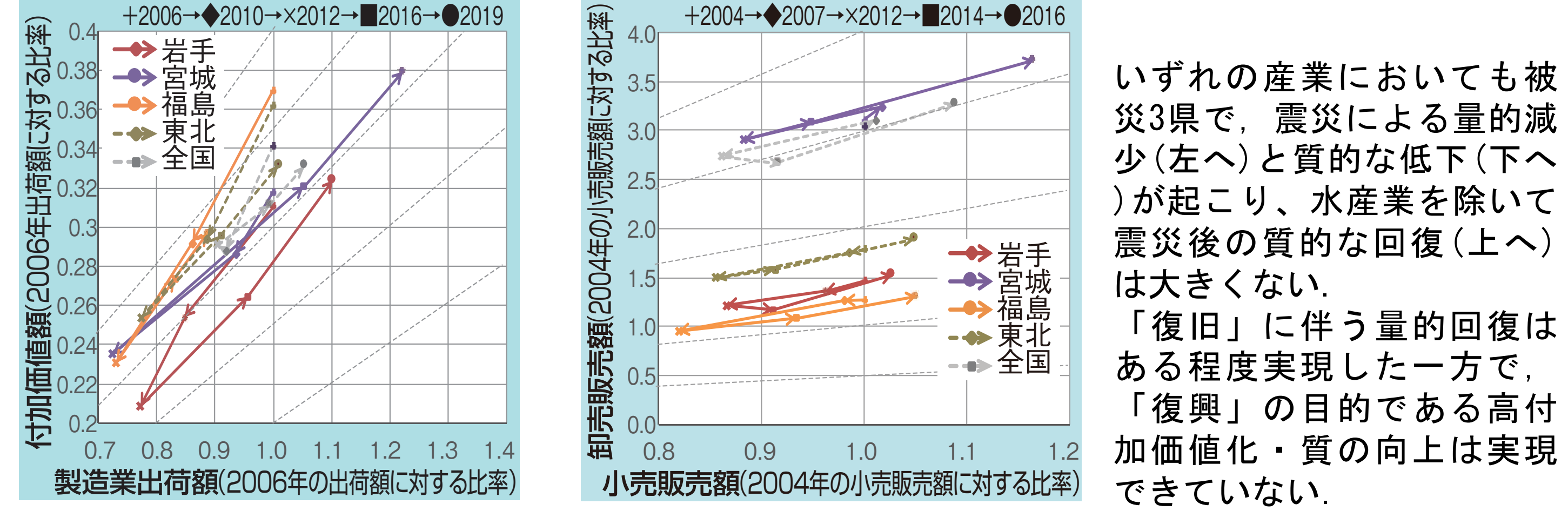


図4 製造業出荷額と付加価値額 図5 小売業と卸売業の販売額

いずれの産業においても被災3県で、震災による量的減少(左へ)と質的な低下(下へ)が起こり、水産業を除いて震災後の質的な回復(上へ)は大きくない。「復旧」に伴う量的回復はある程度実現した一方で、「復興」の目的である高付加価値化・質の向上は実現できていない。

## コロナ下での分散避難の実現方法に関する研究

### 感染症リスク下の水害避難先事前予約制度に関する研究<sup>6)</sup>

分散避難を促進する上では三密状態発生への不安を払拭する必要がある。そこで、浸水想定区域や土砂災害危険区域内の住民の避難先を、利用経験のある近隣施設(宿泊施設、知人宅を含む)から選んで事前予約しておく社会システムの機能を検討した。

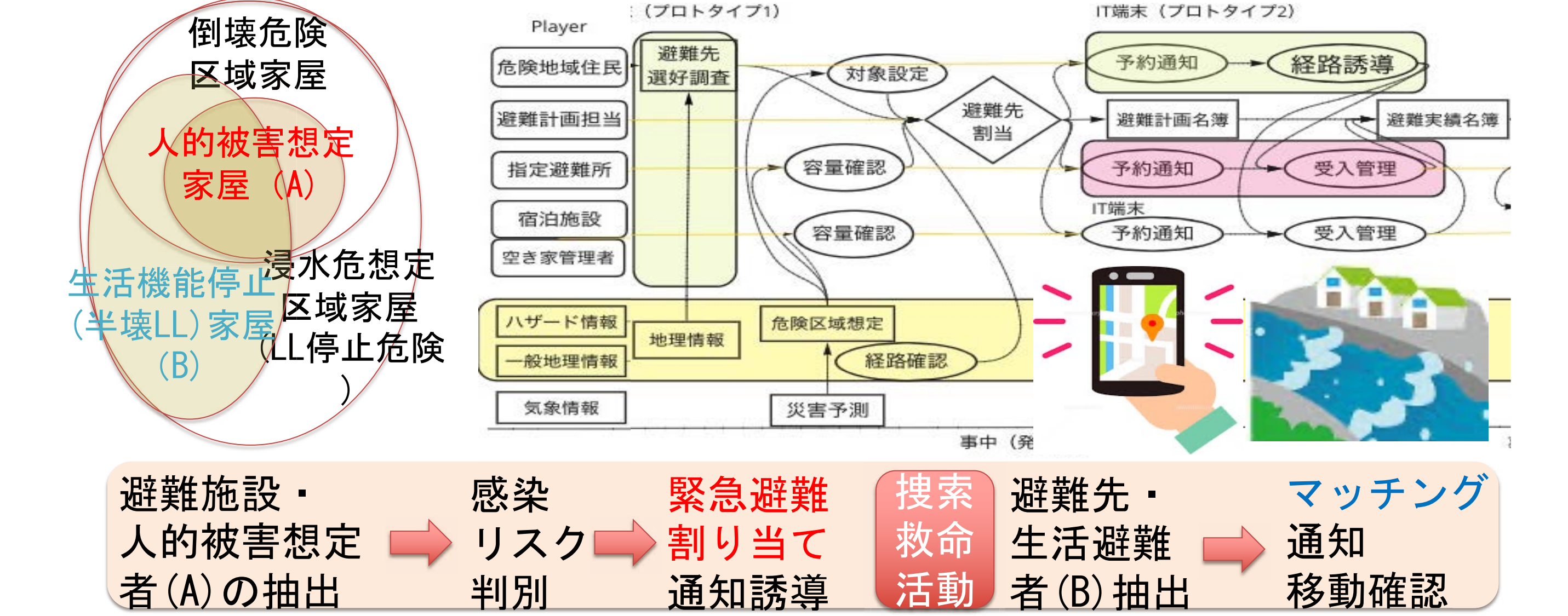


図 タイムラインに沿った感染症リスク考慮型分散避難システムの必要機能

・現状では不明確な、**危険回避の緊急避難(A)**と**不便回避の生活避難(B)**の区別が必要である。  
・過去水害の危険回避必要者数(A)から判断すれば、既存避難施設に宿泊施設の個室を加えて容量を確保し**健康状態確認に基づく2次計画問題による直前割り当て**が可能である。  
・**生活避難先(B)**を**検索救命終了後に事前希望に基づく既存のマッチング手法で割り当て**る。この際、空室や空き家を加えれば、避難距離の抑制と避難生活の困難回避につながる。

## 将来の災害に貢献できること

自然災害の発生時には、被害を免れた限られた施設や資源の制約の下で対応を取らざるを得ず、災害時の機能を考慮して公共施設などの配置・運用計画を作っていくことが求められる。本ユニットが開発する「モデリング、計算、デザインの技術」により、災害時の機能を確実に考慮できると考える。

## 2020年度の活動による成果

【査読論文】 1) 西脇千瀬, 奥村誠: 宮城県におけるチリ地震津波後の恒久対策の策定背景, 2021.4, 土木学会論文集 D3,76(5), pp. 1\_523-1\_529.  
2) Daijiro Mizutani: Optimal intervention policy of bridges considering earthquake occurrence probability increasing over time, The 7th International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering (IALCCE 2020), Shanghai, China, 2020.10  
3) Guru Prakash, Xian-Xun Yuan, Budhaditya Hazra and Daijiro Mizutani: Toward a big data based approach: A review on degradation models for prognosis of critical infrastructure, Journal of Nondestructive Evaluation, Diagnostics and Prognostics of Engineering Systems (JNDE), ASME, 4(2), 021005, 2020.11.

【参考論文】 4) 奥村誠・水谷大二郎: NMFによる自然災害被害統計の構造分析, 2020.11.15, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol.62, No.16-05, 7 pages.  
5) 奥村誠: 東日本大震災からの復興10年の成果と課題, 商工ジャーナル, 47(3), pp.14-17, 2021.3.  
6) 奥村誠: SPRINT手法を用いたCOVID-19下の人道支援の研究課題の検討, 2020.9.17, スケジュールシンポジウム2020講演概要集, 4 pages.  
7) 水谷大二郎: アセットマネジメント研究の最先端: 統計的劣化予測と維持管理施策最適化, 土木学会論文集D3, 76(5), L\_1-L\_19, 2021.4