

平成28年度終了課題研究成果報告会

研究課題番号: 3K143015

研究課題名:

震災に伴う人工資本・自然資本
ストックの損失と対策の評価

研究代表者名: 田畑智博

所 属: 神戸大学大学院人間発達環境学研究科

研究実施期間: 平成26年度～28年度

累積予算額: 70,719,000円



神戸大学



東京都市大学
TOKYO CITY UNIVERSITY



公立大学法人
富山県立大学



国立大学法人
北海道教育大学
HOKKAIDO UNIVERSITY OF EDUCATION

研究体制

1. 人工資本ロスストック発生量の推計モデルの開発

田畑智博(神戸大学 准教授)、大西暁生(東京都市大学 准教授)

研究協力者: 佐尾博志(東京都市大学 研究員、～平成28年3月)

2. 災害廃棄物のリサイクル・処理システムの構築方法の提案

田畑智博(神戸大学 准教授)、佐伯 孝(富山県立大学 講師)

研究協力者: 蔡 佩宜(神戸大学 研究員)

3. 自然資本ロスストック発生と管理方法の提案

佐藤真行(神戸大学 准教授)

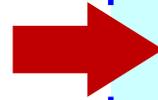
4. 災害廃棄物対策に関わる人的ネットワークの分析

川本清美(北海道教育大学 准教授)、大西暁生(東京都市大学 准教授)

研究協力者: 蔡 佩宜(神戸大学 研究員)

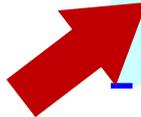
研究開発目的

1. 自然災害に伴い、都市に存在する人工資本・自然資本がどれくらい失われるか？
防災対策により損失をどれくらい抑制することができるか？



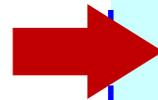
① (1)都市規模、人口等を考慮して、人工資本ストックの損失分を推計するための方法を提案すること
(2)発災による自然資本ストックの損失分を明らかにすること

2. 失われたストックのうち、自治体の収集対象となる災害廃棄物はどれくらいになるか？



② 自治体の災害廃棄物処理に係る対策を環境面・コスト面から評価するための方法を提案すること

3. 自治体が計画した災害廃棄物処理に係る対策を実行に移した場合、環境負荷、コストはどれくらいになるか？対策のフィジビリティを検討できるか？



本研究課題の主な成果

南海トラフ巨大地震を事例として、発災によるストックの損失～災害廃棄物の発生～処理に係る評価を一体的に捉えたケーススタディを実施した

都市構造、人口の将来変化等を考慮した人工資本ストック損失量の推計

発災に伴う自然資本ストック損失面積の推計

地震、津波等の被害

都市の人工資本・自然資本ストック

ストックの損失

防潮施設の災害廃棄物発生抑制対策の効果の推計

海洋への流出等

被災者、任意団体による撤去・搬入等への関与

災害廃棄物

自治体による撤去作業の負担に影響する可能性

仮置場
(搬入・選別)

処理・
リサイクル

自区内処理

広域処理

自治体の受入判断に影響する可能性

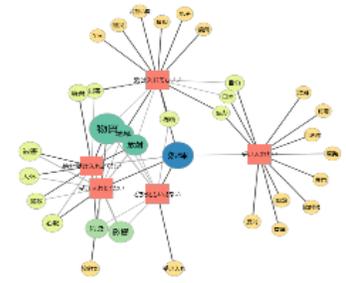
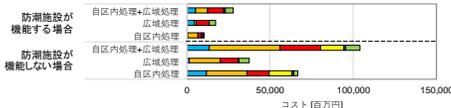
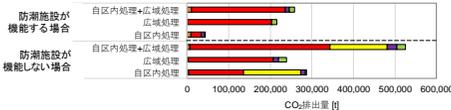
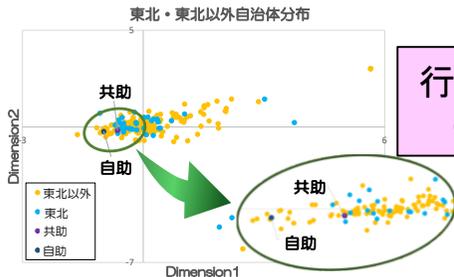
受入判断基準の構造化

受け入れ地域の住民意思

行政の期待と住民の意識の調査

環境負荷・コスト

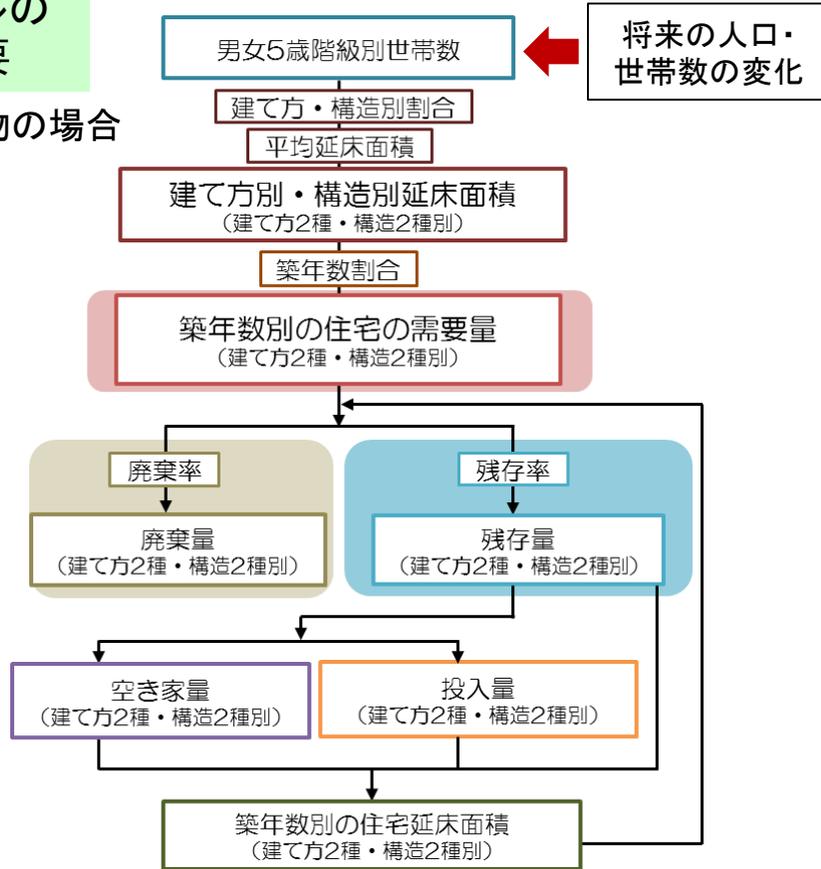
LCA・LCCを利用した対策の評価、課題の抽出



①都市構造、人口の将来変化等を考慮して、各種自治体における人工資本ストックの損失量の推計に適用できる汎用的なモデルを構築した

モデルの概要

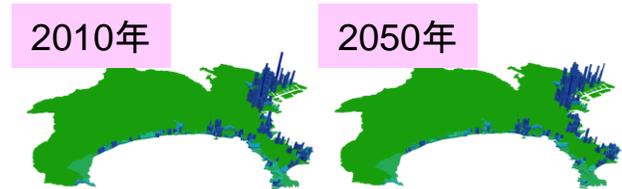
※建築物の場合



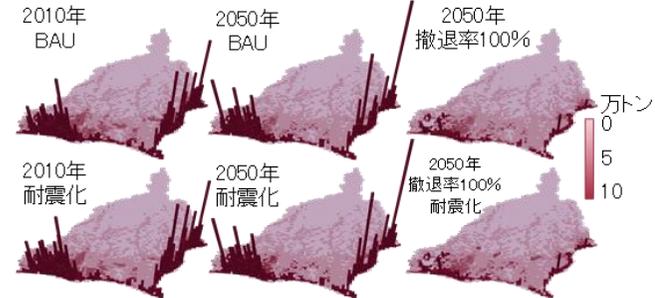
各都市でのモデルの適用

※自治体の地震・津波ハザードマップと重ね合わせることで、発災による建物の損失量を推計した
 ※建物耐震化や沿岸部からの撤退による損失の抑制効果を試算した

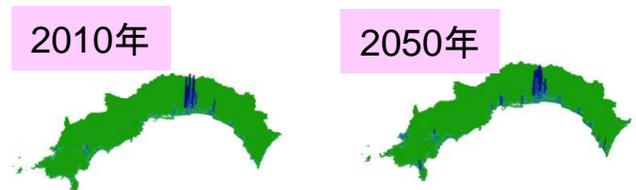
神奈川県
(津波)



静岡県西部
(地震+津波)



高知県
(津波)



発災に伴う人工資本ストックの損失量の現状把握や将来推計に貢献できる基礎的知見を得た

②防潮施設に着目して、人工資本ストックの損失を抑制する対策の効果を試算することができた

三重県でのケーススタディ

- 防潮施設が**機能する**場合・・・防潮施設が地震によって被害を受けず、本来の役目をはたすと仮定した場合
 - 防潮施設が**機能しない**場合・・・防潮施設が地震によって崩壊し本来の機能が発揮されない場合
- ※三重県防災対策部より引用

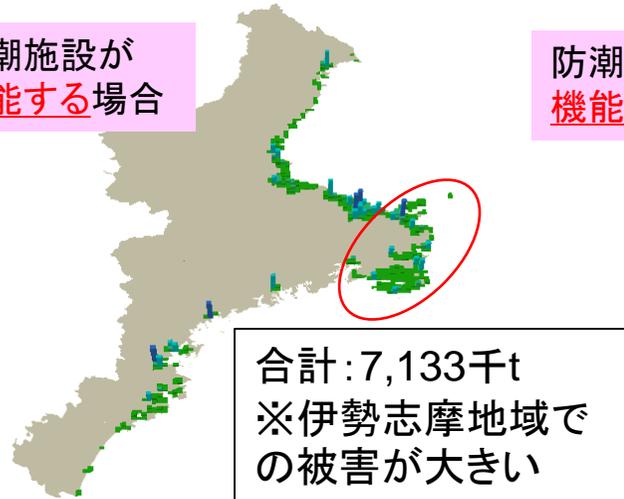
津波被害による建築物の損失量の推計

※住宅、商業施設、医療施設等の棟数、建築面積と津波ハザードマップをもとにした被害率を乗じて推計する

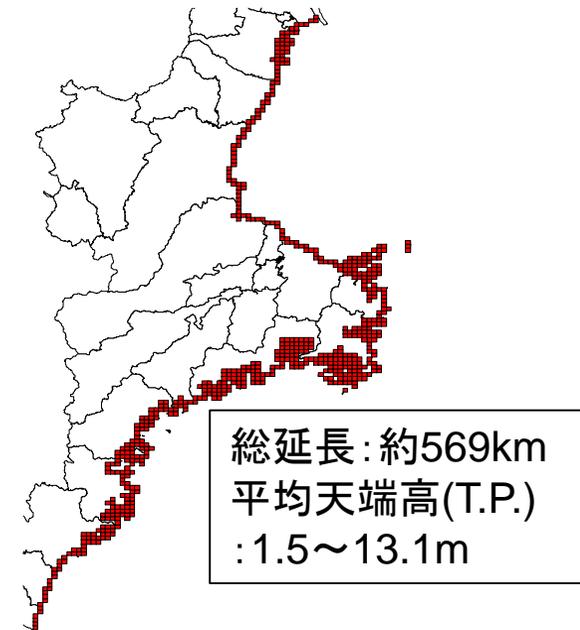
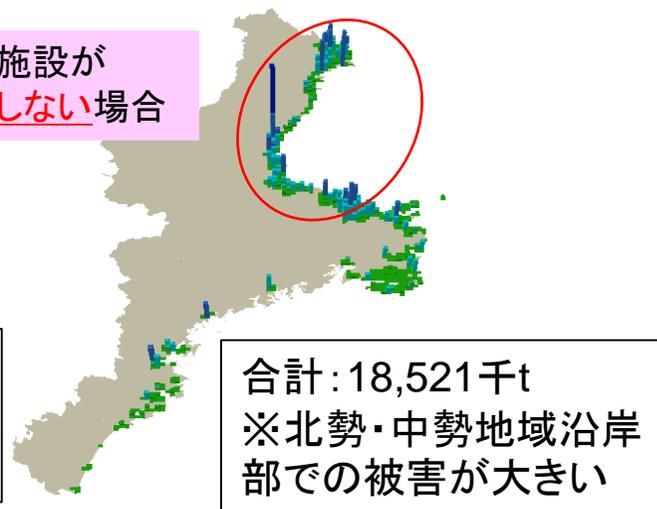
改修を必要とする防潮堤

※平成27年三重県海岸保全基本計画より

防潮施設が
機能する場合



防潮施設が
機能しない場合



防潮施設の改修は、生命、地域住民の財産保護だけでなく、建築物の損失抑制の観点からも重要な対策となりえることを明らかにした

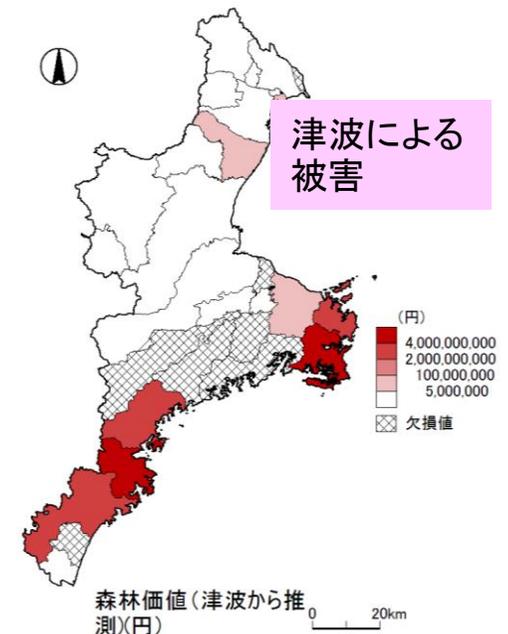
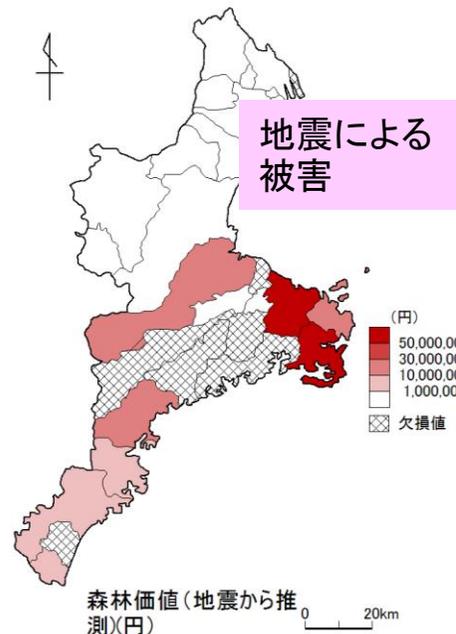
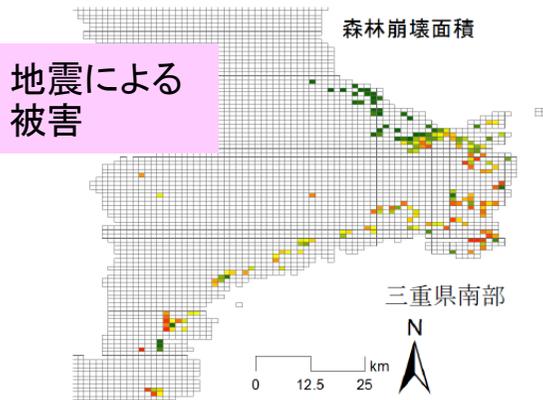
③発災に伴う自然資本ストックの損失面積と機能の喪失に伴う価値を算出した

三重県での森林資源を対象としたケーススタディ

※森林資源面積に地震・津波ハザードマップをもとにした被害率を乗じて推計する

地域住民へのアンケート調査に基づく、森林資源の機能喪失に伴う価値の算出

※森林資源が持つ機能・・・防災、景観維持等



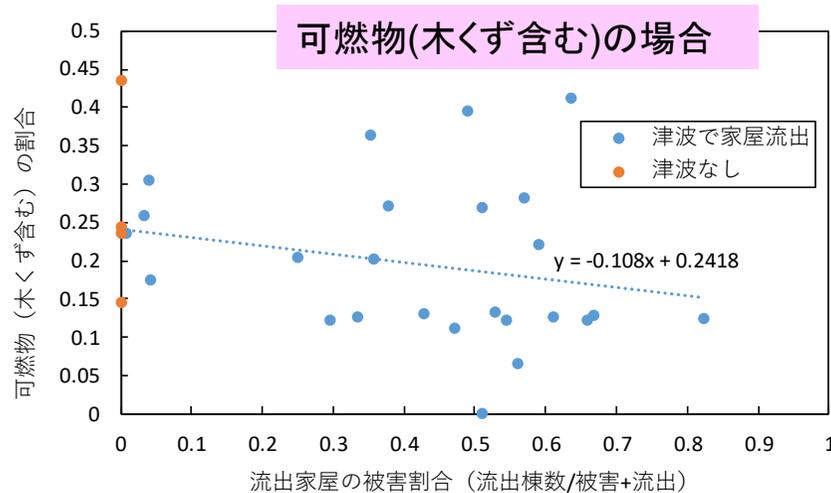
森林資源の損失量は、県の森林面積の約**2.2%**に相当する ※東日本大震災では、宮城県で0.1%

発災に伴う森林資源の損失量および喪失価値の現状把握を実施することの重要性を示すための基礎的知見を得た

④人工資本ストックの損失量のうち、自治体の収集・処理対象となる災害廃棄物量を推計した

※人工資本ストックの損失分から海洋流出等により収集できない分を除外した分を、自治体が収集・処理対象とする災害廃棄物量として定義する

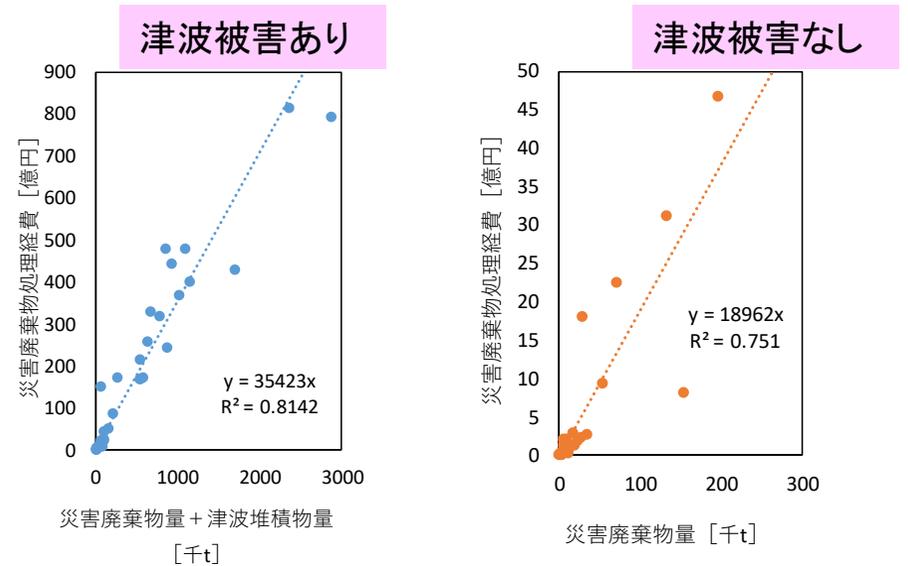
東日本大震災の被災自治体における、流出家屋と自治体による収集量との関係性の調査



東日本大震災の事例では、**可燃物の約50%**が外洋に流出した可能性がある

※2011年和歌山県豪雨では、発生した災害廃棄物のうち、自治体収集量は約60~70%だった可能性がある(鶴巻, 2016)

東日本大震災の被災自治体における、津波被害の有無による災害廃棄物処理経費の調査

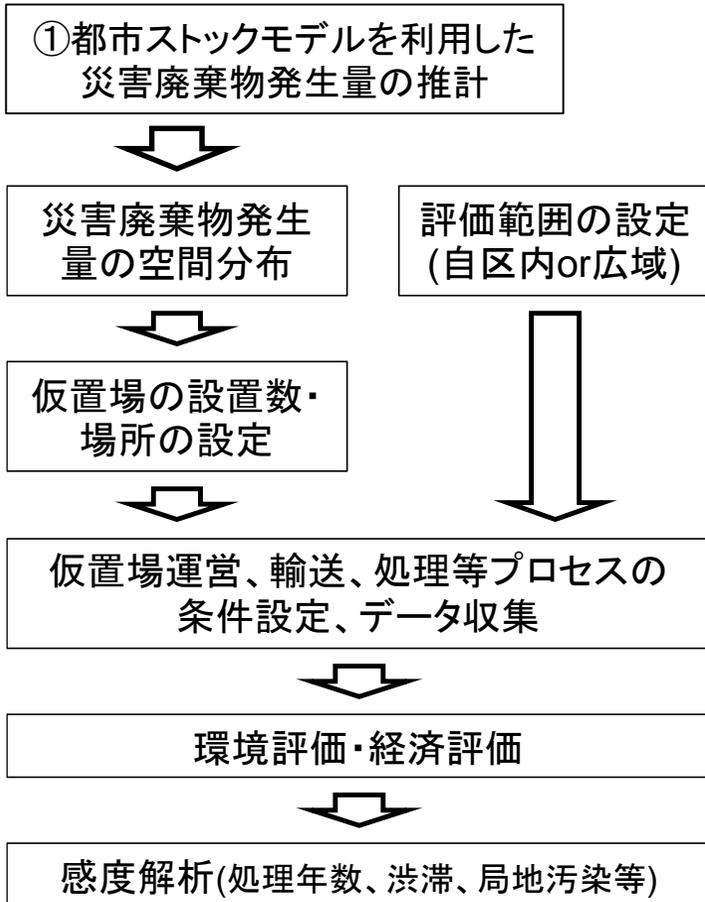


処理経費は津波被害ありで3.5万円/t、なしで1.9万円/tとなり、津波被害による処理経費の増加がみられた
 ※阪神・淡路大震災は約2.2万円/t、中越地震は約3.3万円/t

津波被害の有無を考慮した、災害廃棄物の収集量や処理経費の推計に貢献できる基礎的知見を得た

⑤各種自治体で災害廃棄物処理に関する対策の環境的・経済的評価を実施できる汎用的な方法を構築した

LCA・LCCの実施フロー



環境負荷・コスト原単位の整理



※ストーカ炉のCO₂排出原単位の比較

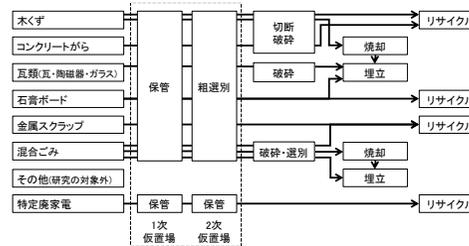
54.8[t-CO₂/t]
 ※田畑ら(2011)による全国
 平均値、全連、ごみ発電なし

169~393[t-CO₂/t]
 ※東日本大震災での聞き
 取り調査をもとに算出

津波を浴びた可燃物は、ごみに比べて発熱量が低くて灰分が多いことが、CO₂排出原単位増加の一因であると考えられる

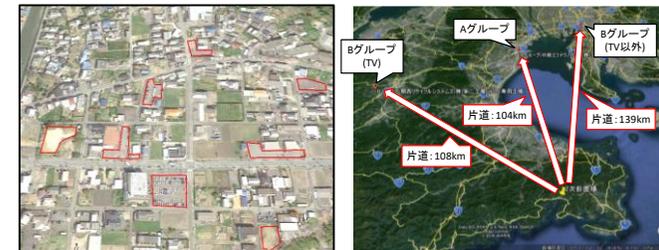
各都市での評価方法の適用

熊本県(熊本地震)



出典:熊本県災害廃棄物処理実行計画-第1版-(2016)より作成

三重県南伊勢町(南海トラフ巨大地震)



LCA・LCCを災害廃棄物処理に応用した方法を提案し、自治体における災害廃棄物処理に関する対策の事前評価に利用するための基礎的知見を得た

⑥災害廃棄物処理の評価方法を用いて、自治体の災害廃棄物処理に関する対策のフィジビリティを評価した

三重県でのケーススタディ

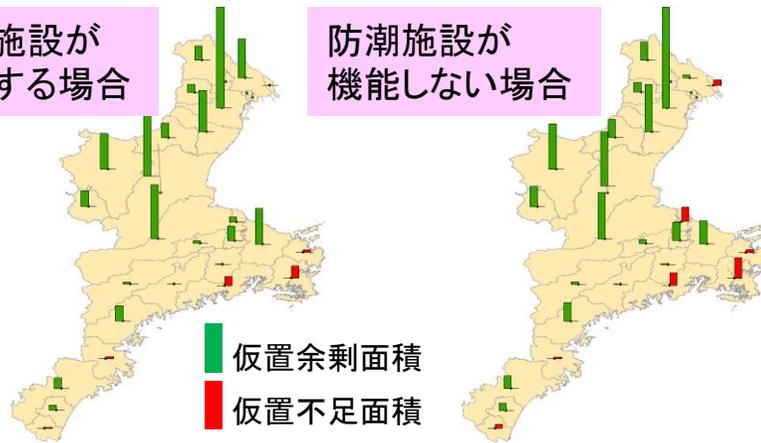
※三重県災害廃棄物処理計画(2015)を参考にし、処理期間を3年と設定し、県内で自区内もしくは広域による処理を行うと想定する

仮置場の過不足に関する調査

※都市公園、学校グラウンドを仮置場にする想定

防潮施設が機能する場合

防潮施設が機能しない場合

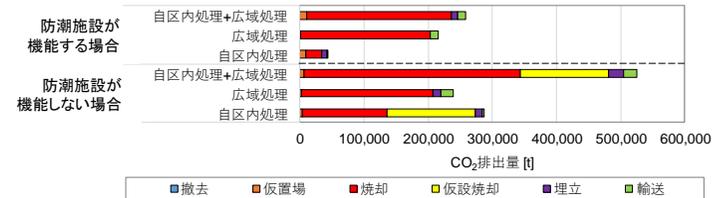


- 南部、沿岸部において仮置場が不足しており、北部や内陸部への**広域の輸送および処理が必須**となる
- 防潮施設が機能しない場合は、可燃物の処理に**仮設焼却施設の設置が必須**となる

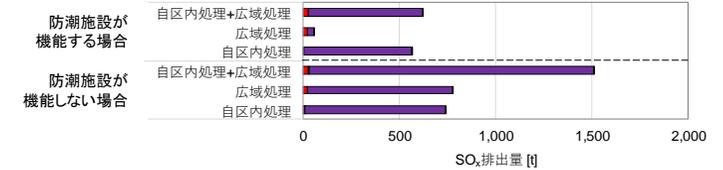
可燃物の処理に係る環境負荷(CO₂、SO_x)、コスト

※三重県災害廃棄物処理計画(2015)を参考にし、処理のシミュレーションを実施する

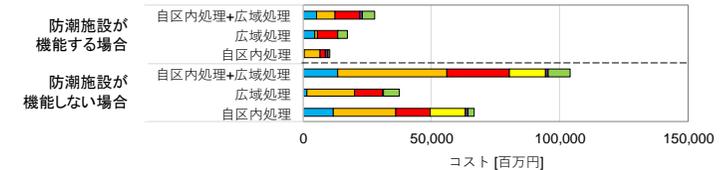
CO₂



SO_x



コスト



- 防潮施設の改修による災害廃棄物発生抑制は、仮設焼却に伴うCO₂、コストの抑制の観点からも重要である
- もし自治体が災害廃棄物の撤去を負担する場合、撤去に係るコスト(棒グラフの青色)は無視できない
- 処理に伴い県年間排出量の約10~26%のSO_xが排出される。地域大気汚染を考慮した対策の検討が必要

本評価方法を用いて、災害廃棄物処理に関する対策の実施効果の評価や課題の抽出に利用するための基礎的知見を得た

⑦災害廃棄物の撤去にかかる自治体負担を抑制するために、被災住民や任意団体による自助・共助が関与できるかを明らかにした

全国自治体へのアンケート調査に基づく、コミュニティ(地域の問題を主体的かつ協働して解決に導く力)と災害廃棄物撤去との関係性の評価

東日本大震災の被災自治体での調査

住民による災害廃棄物搬入量



自治会・町内会の加入率

相関係数R=0.61

任意団体への加入率が高い自治体ほど、災害廃棄物の撤去が円滑に進む可能性がある

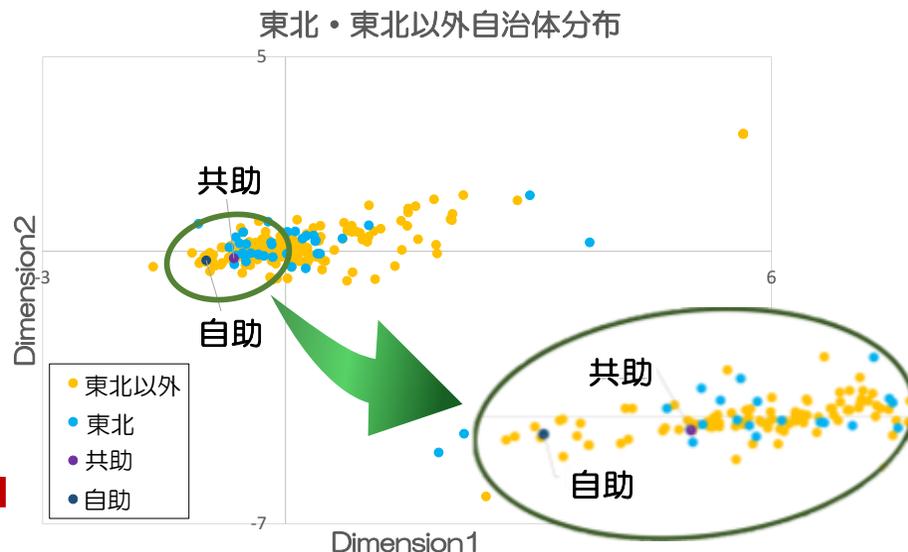
東日本大震災の被災住民に対する調査

地域コミュニティの向上に係る対策の検討が重要

若年層や高齢層男性は任意団体等との共助を志向するが、中年層は自助を志向する傾向がみられる

自治体がコミュニティに対して期待することの調査結果の相関分析

※相関分析・・・クロス集計結果を散布図で表現する解析手法



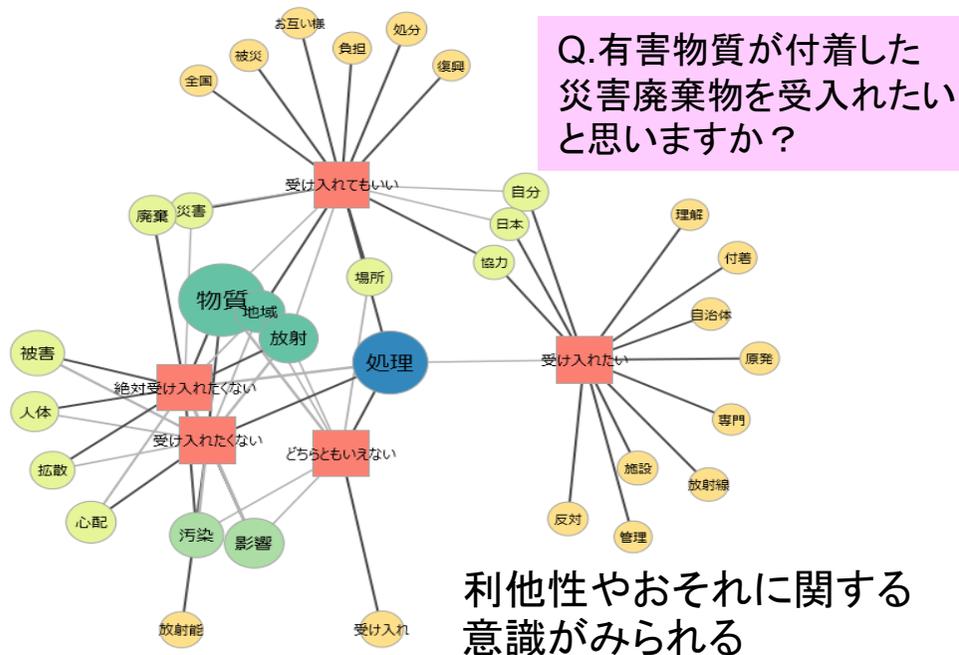
- 自治体はコミュニティの自助・共助に期待している
- 特に東北や阪神のような大きな震災を経験している自治体は、より共助に期待していることが伺える

特に発災直後の自治体による活動が困難な期間内に、自助・共助に基づく地域コミュニティと自治体との協力体制の構築を実施するための基礎的知見を得た

⑧災害廃棄物の広域処理を検討する際に、受入自治体が地域住民とリスクコミュニケーションを実施する際の判断材料を検討した

※災害廃棄物の広域処理は必須であるが、広域処理に伴う利点やリスク等を受入地域の住民に説明し、受入に関する合意形成を行う必要がある

三重県、兵庫県居住者へのアンケート調査に基づく、災害廃棄物の受入に対する住民意識の構造化



(自由回答)「量的に多くてもよいが、質的には拘るべき」、「原発関連以外なら良いと思う」等

受入に対する住民選考の調査

○受入に**プラス**に働く情報

- 分別の有無
- 受け入れる量

○受入に**マイナス**に働く情報

- 有害物質の混入の程度
- 処理に要する期間

- 「行政に対する信頼」、「災害廃棄物処理計画の策定」が、受入意思に影響する可能性がある
- 被災地での分別後の受け入れ、災害廃棄物の安全性に関する情報の公開が、合意形成のカギになる可能性がある

広域処理の受入自治体が住民とリスクコミュニケーションを実施する際の判断材料に利用できる基礎的知見を得た

研究成果を用いた、日本国民との科学・科学技術対話の活動(研究開始～プレゼン前日まで)

②地域の科学講座・市民講座での研究成果の講演

実施日	主催者名	講座名	開催地	参加者数	講演した「研究成果」、「参加者との対話の結果」等
H28.12.9	東京都市大学、東京大学生産技術研究所	都市大サロン	東京都	50名	・巨大地震における災害廃棄物発生量の把握と対策によるその軽減効果という成果につき講演。
H28.12.19	特定非営利法人ソーシャルデザインセンター 淡路大学コンソーシアム ひょうご神戸公益財団法人ひょうご科学技術協会	第4回サイエンスカフェ*SODA ／サイエンスカフェ ひょうご in 南あわじ	兵庫県	30名	・家庭における耐久消費財ストックの保有数量把握という成果につき講演。

④一般市民を対象としたシンポジウム、博覧会、展示場での研究成果の講演・説明

実施日	主催者名	シンポ名	開催地	参加者数	講演した「研究成果」、「参加者との対話の結果」等
H29.2.21	一般社団法人環境評価研究機構	環境評価に関する研究会	大阪府	20名	・自然資本ストックの経済評価という成果につき講演。

本課題の成果に係る「査読付」論文(国際誌・国内誌)の発表

執筆者名	発行年	論文タイトル	ジャーナル名等
Tabata, T., Saeki, T. <i>et al.</i>	2016 (in press)	Environmental and economic evaluation of pre-disaster plans for disaster waste management: Case study of Minami-Ise, Japan	Waste Management
田畑智博, 蔡佩宜 他	2017 (in press)	将来発生しうる災害廃棄物の広域処理受け入れに関する住民意識の分析	都市清掃

他12本。 以上は全て、脚注又は謝辞に「環境省」・「環境研究総合推進費」・「課題番号」を記載。

本課題の成果に係る「査読付論文に準ずる成果発表」論文の発表 又は 本の出版

執筆者名	発行年	タイトル	ジャーナル・出版社名等
佐藤真行, 馬奈木 俊介	2017	新国富論—インクルーシブな豊かさを測る—(馬奈木俊介編) 「森林の価値」	中央経済社, 近刊
大西暁生, 佐尾博 志他	2015	高知県における南海トラフ巨大地震に災害廃棄物量の発生量の推計	第43回環境システム 研究論文発表会講演 集, pp.171-178

他21本・冊。

マスコミ発表(プレスリリース、新聞掲載、TV出演、報道機関への情報提供等)

種類	年月	概要	その他特記事項(あれば)
雑誌	2016.11	週刊エコノミストにて、震災に伴う自然資本の損失額の算定方法とその対策を解説	

他0件。 以上は全て「環境省」・「環境研究総合推進費」・「課題番号」の掲載を情報提供先に依頼。

国内外における口頭発表(学会等)

学会等名称	年月	発表タイトル	その他特記事項(あれば)
環境科学会 2015年会	2015.9	将来の社会状況下における南海トラフ巨大地震による住宅地被害額の推計	最優秀発表賞(富士電機賞)受賞
第44回環境システム委員会 研究論文発表会	2016.10	災害廃棄物の広域処理に対する住民の選好評価とその要因分析	優秀ポスター発表賞受賞

他75件。 以上は全て「環境省」・「環境研究総合推進費」・「課題番号」を明示。

知的財産権

知的財産権の種類	概要(簡潔に)	その他特記事項(あれば)
なし		

他0件。

行政ニーズに即した 環境政策への貢献事例

概要(簡潔に)	その他特記事項(あれば)
三重県志摩市環境基本計画策定委員会において、成果の一つである災害廃棄物の発生量把握と対策を委員に説明	H28年度志摩市環境基本計画(2015)に災害廃棄物対策の検討が追加された
成果の一つである災害廃棄物処理の環境評価を三重県幹部に説明	

他6件。

行政ニーズに即した 今後の環境政策への貢献「見込み」

概要(簡潔に)	その他特記事項(あれば)
①自治体における将来の人口減少・住宅ストック等を考慮した人工資本ストック量の推計モデルは、発災に伴う人工資本ストックの損失量の現状把握や将来推計に貢献できる可能性がある。	
②自治体における将来の人口減少・住宅ストック等を考慮した人工資本ストック量の推計モデルは、津波被害地域からの撤退や耐震化等の対策による廃棄物発生抑制効果の試算に貢献できる可能性がある。	
③森林被害の推計モデルは、発災に伴う自然資本ストックの損失量および被害価値の現状把握に貢献できる可能性がある。	
④津波被害を考慮した災害廃棄物発生量の推計モデルは、被害の程度を考慮した災害廃棄物の収集量や処理経費の推計に貢献できる可能性がある。	
⑤災害廃棄物処理システムの環境的・経済的評価モデルは、地方公共団体の災害廃棄物処理計画の作成やフィジビリティの評価に貢献できる可能性がある。	
⑥防潮施設の改修有無による災害廃棄物発生量の推計結果は、災害廃棄物の発生抑制を考慮した防潮施設の改修計画に貢献できる可能性がある。	
⑦災害廃棄物の撤去・運搬に地域コミュニティが果たす役割の検討結果は、発災直後の自治体と地域コミュニティとの自助・共助による協力体制の構築方法の検討に貢献できる可能性がある。	
⑧広域処理受入地域の住民感情の評価は、広域処理の受入自治体が住民とリスクコミュニケーションを実施する際の情報提供に貢献できる可能性がある。	

その他特記事項（最大5項目程度）

概要（箇条書きで簡潔に）

【科学的意義】

- ① 都市に存在する住居ストックや人口等のデータをもとに、どの自治体でも人工資本ストックの損失量が推計できる汎用的な方法を提案した。本方法を用いて、人工資本ストックの損失量を推計するとともに、沿岸部の撤退による津波由来のストックの損失抑制等に係る対策を検討することが可能な基礎的知見を得た。
- ② 地域住民が考える森林資源の価値に関する調査を行うことで、発災に伴う森林被害の発生面積、被害金額を検討することが可能な基礎的知見を得た。
- ③ 津波に伴う災害廃棄物の外洋流出量を推計することで、津波被害を踏まえた災害廃棄物の発生量やその組成を検討することが可能な基礎的知見を得た。
- ④ LCA、LCCの各方法を応用し、災害廃棄物の撤去、輸送、処理を一つのシステムとして統合化し、環境面・経済面の評価が可能な方法を提案した。また、評価を実施するための汎用性のあるデータを整理した。本方法を用いることで、災害廃棄物処理を検討する際には特に都市域大気汚染への対応が必要であることを示した。
- ⑤ アンケート調査に基づき、災害廃棄物の収集・分別・運搬と社会関係資本の関係性を検討することが可能な基礎的知見を得た。
- ⑥ アンケート調査に基づき、広域処理の受入自治体に居住する住民が、どのような災害廃棄物であれば受入に前向きに検討するかを分析することが可能な基礎的知見を得た。

ご清聴ありがとうございました。