

# 災害廃棄物分別土砂・篩下残渣の物性評価と、 戦略的有効利用に向けた基準化

課題番号: 3K133003  
研究実施期間: 平成25～27年度  
累積予算額: 43,222,000円

京都大学大学院地球環境学堂 勝見 武

## 研究分担者

大河原正文(岩手大)、佐々木秀幸(岩手県)、今西 肇(東北工大)、  
風間基樹(東北大)、遠藤和人(国環研)、肴倉宏史(国環研)、  
保高徹生(産総研)、小峯秀雄(早大/前茨城大)、加藤雅彦(明大/  
前岐阜大)、中野正樹(名大)、乾 徹(京大)、高井敦史(京大)、  
西村伸一(岡山大)、山中 稔(香川大)、小竹 望(香川高専)、  
佐藤研一(福岡大)、大嶺 聖(長崎大)

# 研究の背景 — 東日本大震災の災害廃棄物処理

- ✓ 津波堆積物も含めて約3000万トンの混合状態の廃棄物が処理された。
  - 1/3以上を土砂が占めていた。
  - 選別処理によって得られた**分別土砂の復興資材への活用**が求められた。
- ✓ 復興資材として利用できるか判断が難しい分別土砂・篩下残渣があった。
  - 現場ごとに**異なる処理手法**が行われ、多様な物性の処理物が排出された。
  - 地域によって、もともとの材料(**土砂物性、仮置き状態**等)も異なっていた。
  - 南海トラフ地震など**将来の災害時**にも、分別土砂の取り扱いが問題となりうる。



分別土砂  
(復興資材として利用)



木くずが残った分別土砂・篩下残渣  
(復興資材として利用?)

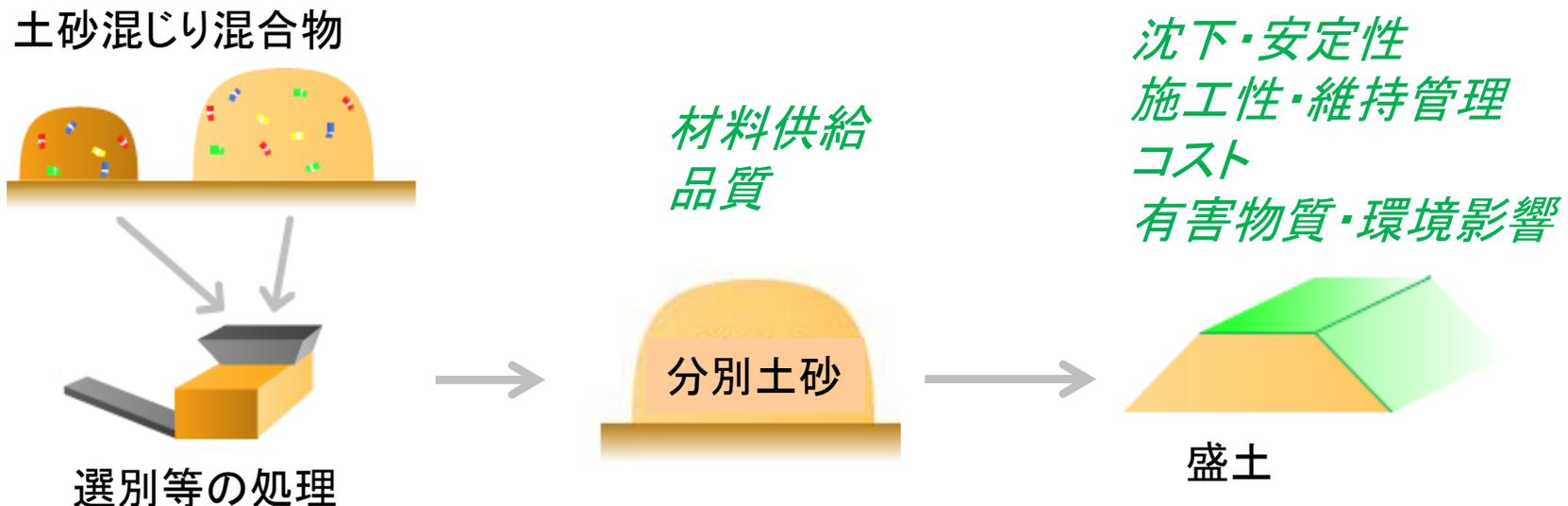
# 研究開発目的と内容

## 研究開発目的

土砂分の復興資材としての戦略的な再資源化・有効利用をさらに推し進めるべく、**分別土砂・篩下残渣の物性を明らかにするとともに、将来に向けての科学的・技術的知見の体系化を行う。**

## 研究内容

- ① 復興資材の要求品質と分別土砂の特性評価
- ② 分別土砂の品質決定要因の解明
- ③ 処理技術の俯瞰的評価とマニュアル化



# 研究体制(専門分野)と役割

## 地盤環境工学

勝見 武	京都大学／教授	研究総括 ①②③
小峯 秀雄	早稲田大学／教授	①
保高 徹生	産業技術総合研究所 ／主任研究員	②③
加藤 雅彦	明治大学／講師	①
乾 徹	京都大学／准教授	②③
高井 敦史	京都大学／助教	① ③

## 廃棄物工学

佐々木 秀幸	岩手県／特命課長	①②③
遠藤 和人	国立環境研究所／主 任研究員	① ③
肴倉 宏史	国立環境研究所／主 任研究員	① ③

## 防災地盤工学

風間 基樹	東北大学／教授	①②③
大河原 正文	岩手大学／准教授	①②③
山中 稔	香川大学／准教授	①

## 地盤施工学

今西 肇	東北工業大学／教授	①②③
小竹 望	香川高等専門学校／ 教授	①
佐藤 研一	福岡大学／教授	① ③

## 地盤力学

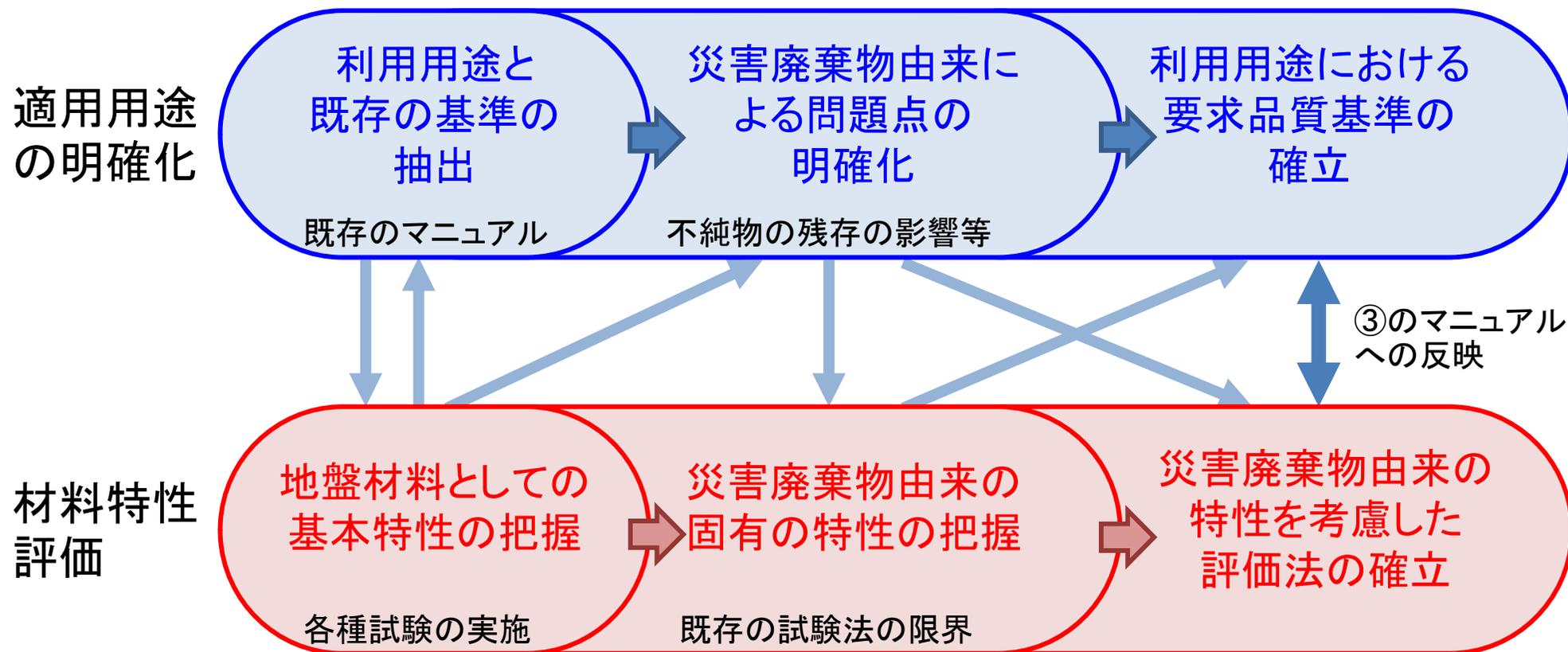
大嶺 聖	長崎大学／教授	① ③
西村 伸一	岡山大学／教授	①
中野 正樹	名古屋大学／教授	①

主な担当を「青字」で示した。

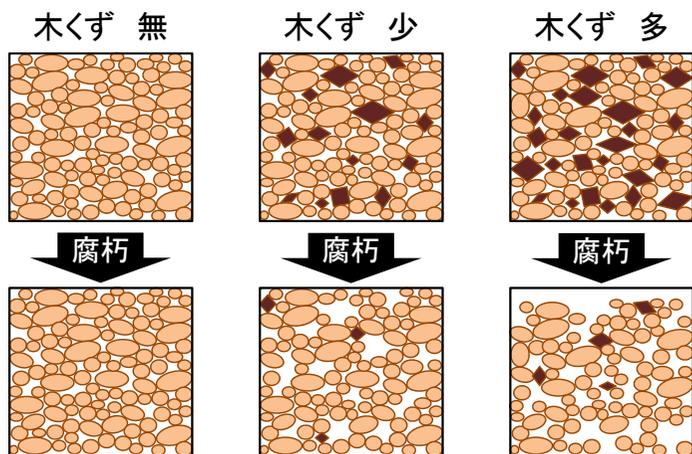
# ① 復興資材の要求品質と分別土砂の特性評価 目標と内容

## 達成目標

分別土砂の具体的な適用用途を抽出し、用途毎の**要求品質の明確化**を図る。室内試験を通じて、分別土砂の**組成や材料特性を明らかにする**。それらを統合的に整理し、用途に応じた**適用基準の策定**を目指す。

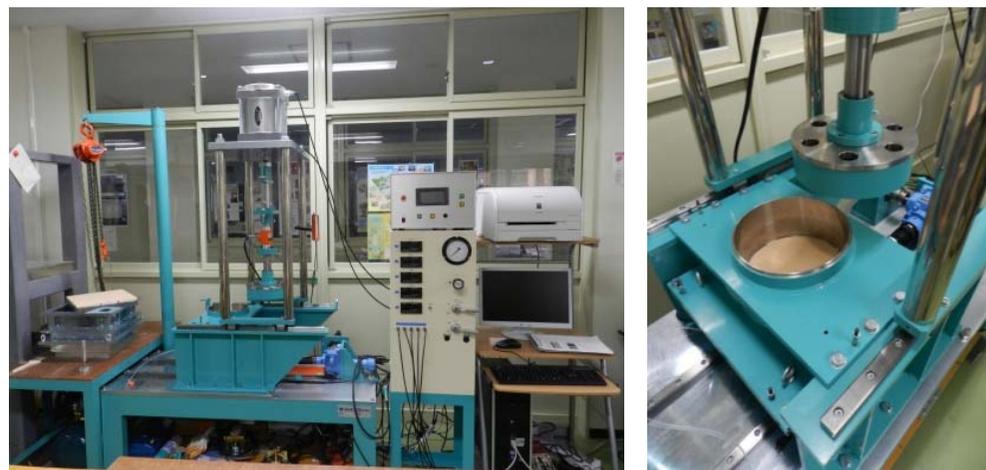


# ① 復興資材の要求品質と分別土砂の特性評価 研究内容の例



高 ← 土構造物としての安定性 → 低

混入木くずの腐朽を考慮した力学特性評価  
(京大、名大、東北大、東北工大、福岡大)



大型試験装置を用いた力学特性評価  
(香川大、香川高専)



分別土砂を用いた試験施工盛土の動態観測  
(国環研、岩手県、岩手大)



植生基盤としての適用性評価  
(岡山大、明治大)

# ① 復興資材の要求品質と分別土砂の特性評価 研究内容と成果

課題(大分類)	課題(小分類)と主な成果・進捗	主な実施機関
<b>地盤材料としての基本特性の把握</b> (分別土砂とはどのような特性をもった土なのか?)	<b>土工材としての強度変形特性の評価</b>	京大、東北大、岩手大
	<b>農地や植栽基盤としての適性の評価</b>	岡山大、岐阜大(明治大)
	<b>現地パイロット試験の実施</b>	国環研、岩手県
	<b>固化材添加や微生物処理等による改質効果の確認</b>	長崎大、東北大、茨城大(早大)
<b>災害廃棄物由来の固有の特性の把握</b> (分別土砂の試験に、従来の土質試験を適用できるのか?)	<b>土粒子密度と粒度</b> は、粒径による組成の違いを考慮した結果の解釈を行う。	東北工大
	<b>含水比</b> は、材料のばらつきを考慮したサンプリングを行う。	福岡大
	<b>強度試験</b> は、木くず等の混入を考慮できる試験体・装置を用いる。	名大、香川大、香川高専
	<b>残存した木くずの評価法</b> として、分別試験と350°C強熱減量試験が考えられる。	国環研、名大、京大

上記の成果を踏まえ、「災害廃棄物分別土砂」としての特性を考慮した試験スキームの確立を目指しつつ、適用用途(海岸堤防、公園盛土、道路盛土、宅地造成など)ごとの利用可能性・適性・優先順位を議論

## ② 分別土砂の品質決定要因の解明 目標と内容

### 達成目標

アウトプットとして排出される分別土砂の品質決定に重要な処理工程を明らかにする。

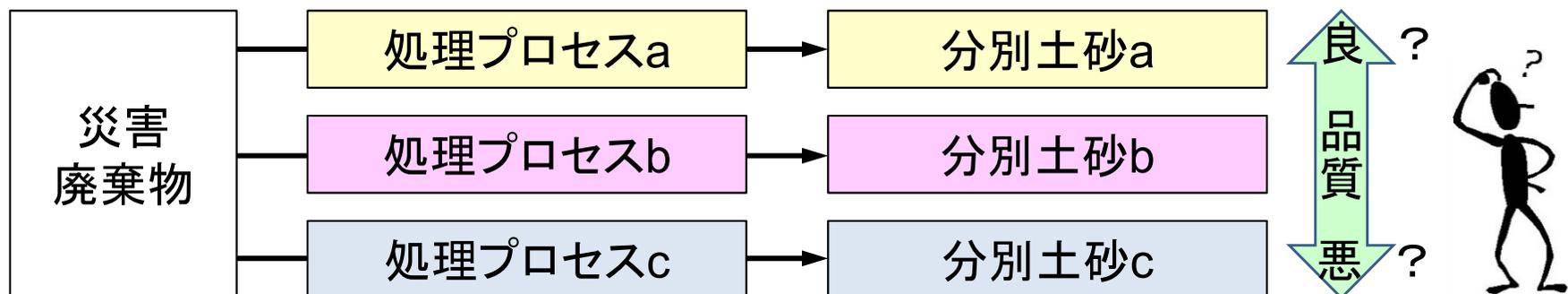
### 実施内容

#### (1) 処理計画・システムの資料整理

- 現在現場ごとに異なる考え方のもと、各々の創意工夫により様々な処理設備・プロセスが導入されている。各現場の協力を受けながら、処理計画等の資料に基づき俯瞰的に全体のデータを集約する。

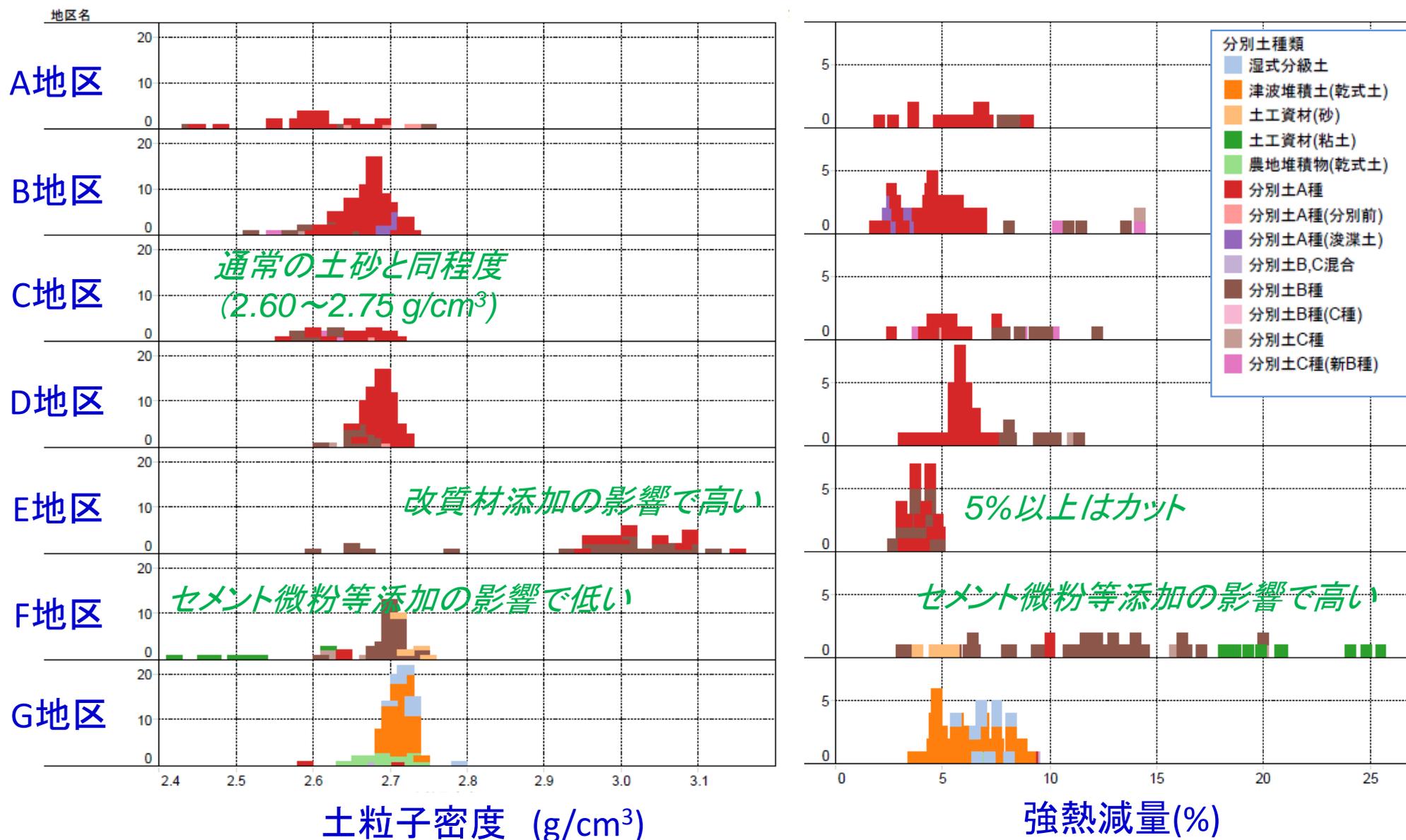
#### (2) 分別土砂の品質決定に重要な因子の解明

- 分別土砂の特性化結果と併せ処理システムとアウトプットの品質との関連性を精査する。



## ② 分別土砂の品質決定要因の解明

# 分別土砂のデータの例 — 土粒子密度と強熱減量



- ✓ 「岩手県復興資材活用マニュアル」に基づき取得された分別土砂試料のデータを総括
- ✓ 分別土砂の品質に及ぼす影響因子(特に処理手法)を議論

## ② 分別土砂の品質決定要因の解明

# 災害廃棄物統合管理システムにより蓄積されたデータの解析

ICT(情報通信技術)により得られた実績データの解析を実施した。

延べ240,000回の運搬について、下記の情報を収集し、クラウドコンピュータ環境に蓄積

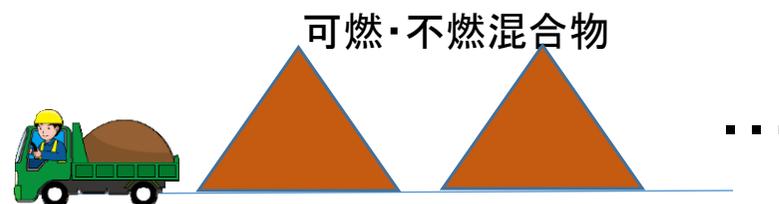
- 車両ID
- 廃棄物種類・質量
- 搬出地、搬入地、日時
- 運搬ルート・距離 など



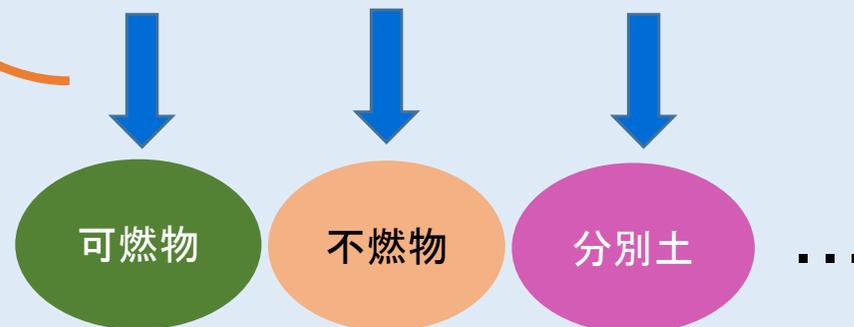
データ分析ソフト“Tableau”による評価および「見える化」

### 災害廃棄物処理の流れ (岩手県山田町)

#### 一次仮置場



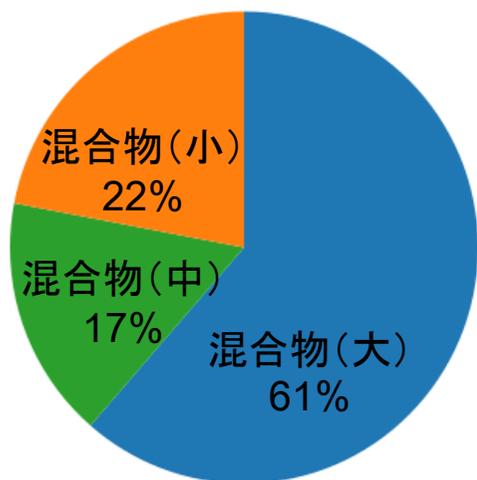
#### 二次仮置場 — 高度選別処理



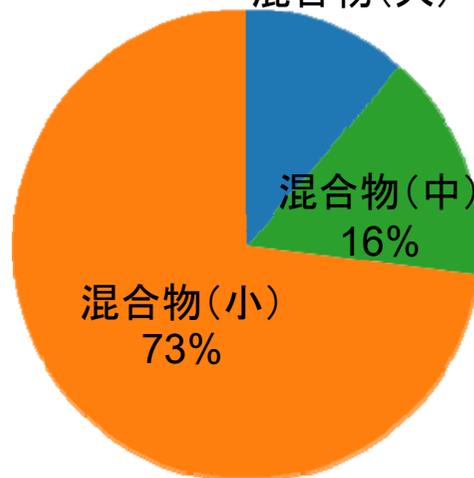
## ② 分別土砂の品質決定要因の解明

### 高度選別処理前後の廃棄物種類の割合

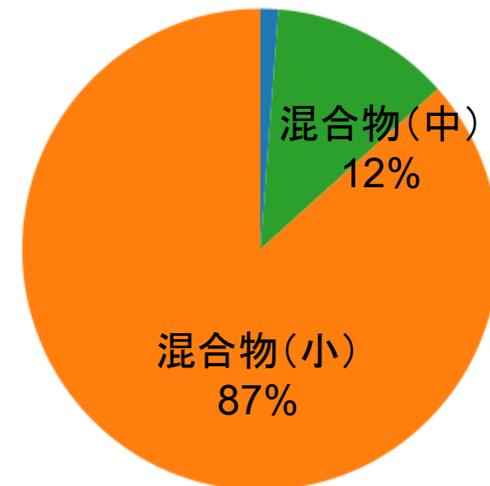
高度選別前



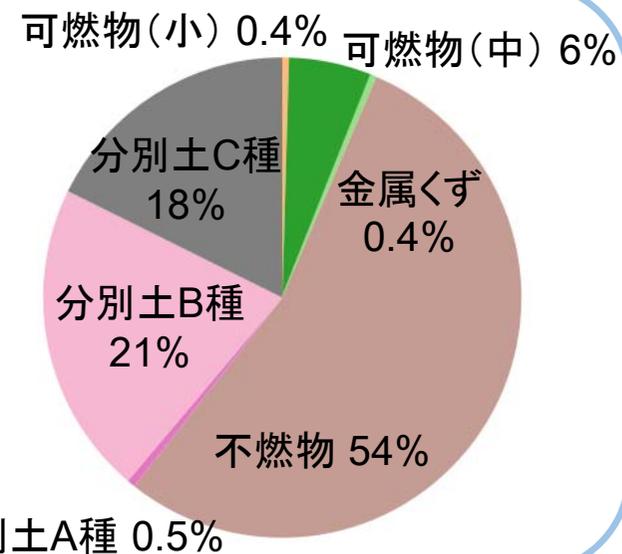
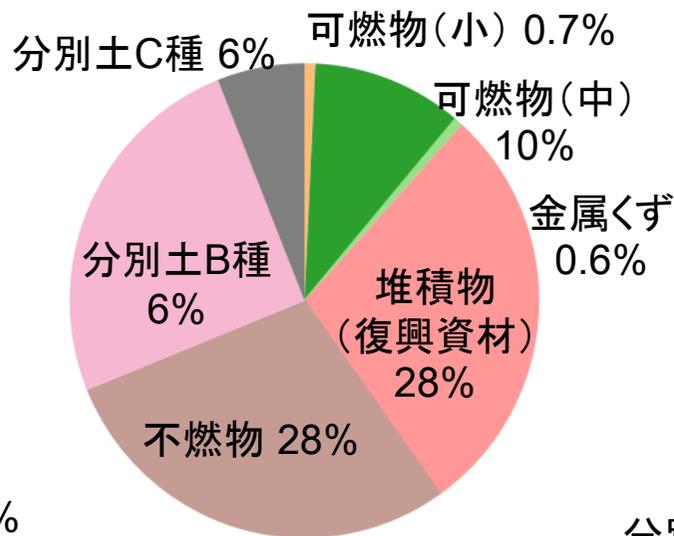
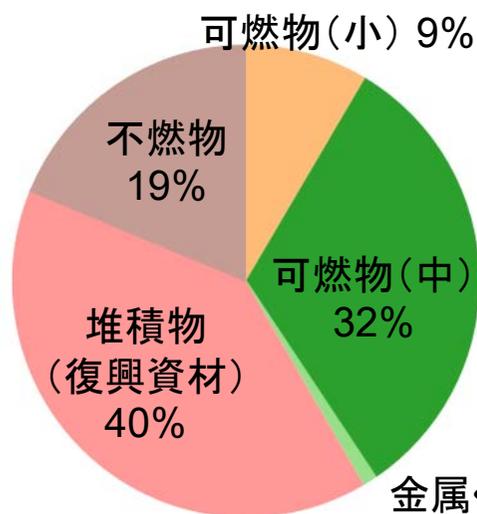
混合物(大) 11%



混合物(大) 1%



高度選別後



初期 (2012.1～2012.9)

中期 (2012.10～2013.6)

終盤 (2013.7～2014.3) 10

## ③ 処理技術の俯瞰的評価とマニュアル化 目標と内容

### 達成目標

将来起こりうる災害を見据え、復興資材として要求される品質レベルに応じた合理的な処理スキームを明らかにし体系化を図る。

### 実施内容

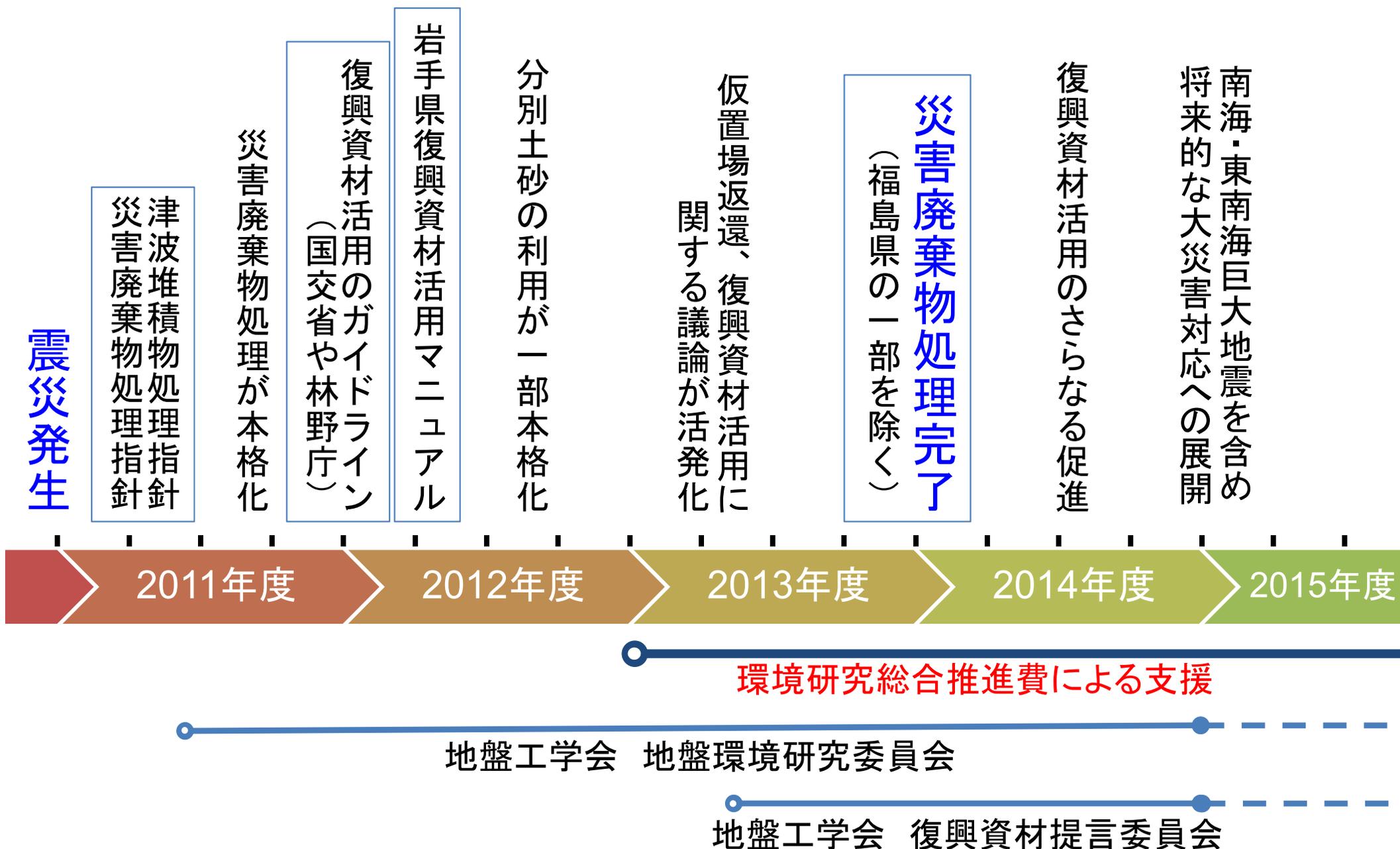
#### (1) 合理的な処理スキームの体系化

- 利用用途ごとの品質基準を踏まえ、利用用途に応じた処理レベルのあり方と、そのために導入すべき処理システム・実施体制を明らかにする。

#### (2) マニュアルとしての明文化

- 最終的なとりまとめとして、撤去、運搬、処理、適用といった各段階での対応策・対応方針や処理システム構築で考慮すべき事項を明らかにし、マニュアルとして明文化を目指す。

### ③ 処理技術の俯瞰的評価とマニュアル化 災害廃棄物処理・復興資材利用の経緯



## 復興事業における土砂の利用 — 当初の課題

分別された土砂について、復興資材としての活用が進められたが、当初は課題もあった。

- ✓ 廃棄物由来の材料を使うことへの躊躇。
- ✓ 自然由来のヒ素やフッ素等を含む可能性。
- ✓ 復興事業で発生する切土の有効利用の必要性。
- ✓ 土砂が不足している地域もある。
- ✓ 様々な復興事業・用途がある。さまざまな事業者が実施主体となっている。
- ✓ 運搬や貯蔵のための費用もかかる。

個々の事業レベルではなく、地域全体で資材の活用について管理運営していくことが必要。

高台移転のための切土工事

仮置場で利用を待つ分別土

切土を平地に運搬する土砂用ベルトコンベヤ

<http://photo.sankei.jp.msn.com/essay/data/2014/03/24rikuzentakata/>

### ③ 処理技術の俯瞰的評価とマニュアル化

## 復興資材活用促進に関する取り組み・マニュアル化

#### 1. 災害からの復興における社会基盤整備への復興資材等の利用のあり方に関する提言

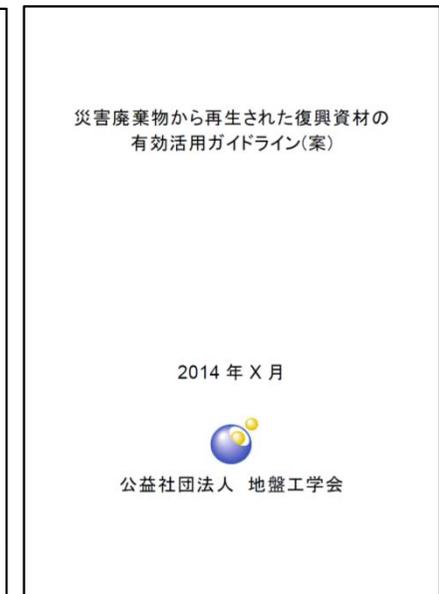
✓ 災害廃棄物再生資材の利用の促進とそのための課題・取り組みを整理

#### 2. 災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン

- ✓ 分別土砂の利用方法を技術的に整理
- ✓ 低濃度重金属等含有土について、管理しながら利用するスキームを提案
  - 建設発生土の問題にも展開可能
- ✓ 上記いずれも国立環境研究所受託の地盤工学会「復興資材提言委員会」による。
  - 本研究チームが主力メンバーとして参画
  - 岩手県、宮城県、福島県、復興庁、国土交通省、農林水産省、環境省等が参画
  - 学会HPにて無料公開



上記1の表紙



左記2の表紙

環境省「大規模災害発生時における災害廃棄物対策検討委員会」WG座長として、災害廃棄物技術・システムに関する調査検討に参画

# 災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン

災害廃棄物から再生された復興資材の  
有効活用ガイドライン

2014年9月



公益社団法人 地盤工学会

## 第1章 総説

目的、基本的な考え方、用語、関連する法令と指針

## 第2章 共通事項

有効活用の範囲、有効活用の記録・保存〈トレーサビリティ〉、品質評価、ストックヤード活用の考え方、環境安全性、放射性物質の影響、検査頻度、その他留意すべき事項

## 第3章 用途と活用方法

海岸堤防、河川堤防、港湾施設、水面埋立、土地造成、道路盛土、鉄道盛土、農用地、海岸防災林、工作物の埋戻し材料、裏込め材

## 第4章 循環資材による復興資材の改良

循環資材の活用、環境安全性

## 第5章 モニタリング

モニタリングの基本的な考え方、施工時のモニタリング、施工後のモニタリング

### ③ 処理技術の俯瞰的評価とマニュアル化

## 有害物質による環境影響に関するモニタリングの考え方

No	材料履歴と環境分析結果				利用先 制限	施工後 モニタリング
	分別処理前 分析	他の材料 との混合	分別土砂の改質	分別・改質 処理後分析		
1	基準適合	無	無	基準適合	制限なし	不要
2	基準適合	無	無	分析なし	制限なし	不要
3	実施の有無 を問わない	有	無	基準適合	制限なし	不要
4	実施の有無 を問わない	有	有（不溶化を目的 としない改質 －石膏や石灰等 －に限る）	基準適合	制限なし	不要
5	基準超過	実施の有 無を問わ ない	有（不溶化を目的 とした改質－ キレート処理等 －を含む）	基準適合	制限なし	「緩やかなリスク 管理（レベル1）」 の考え方でモニ タリングを実施
6	基準超過／ 基準適合が 確認できてい ないもの	実施の有 無を問わ ない	実施の有無を問 わない	基準超過／ 基準適合が 確認できて いないもの	制限あり	「厳格なリスク管 理（レベル2）」の 考え方でモニタ リングを実施

「災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン」より

# 業績の概要

- ✓ 主な受賞\*
  - ✓ 土木学会特別表彰(委員会として)
  - ✓ 地盤工学会誌年間最優秀賞
  
- ✓ 国際会議基調講演\* 7件
  
- ✓ 依頼講演・講習会講師等\* ~26件
  
- ✓ 論文(査読あり) ~40編
  
- ✓ 学協会誌依頼原稿(総説・解説等)\* ~14編

\*印の項目は、研究代表者のみの件数

# 本研究により得られた主な成果

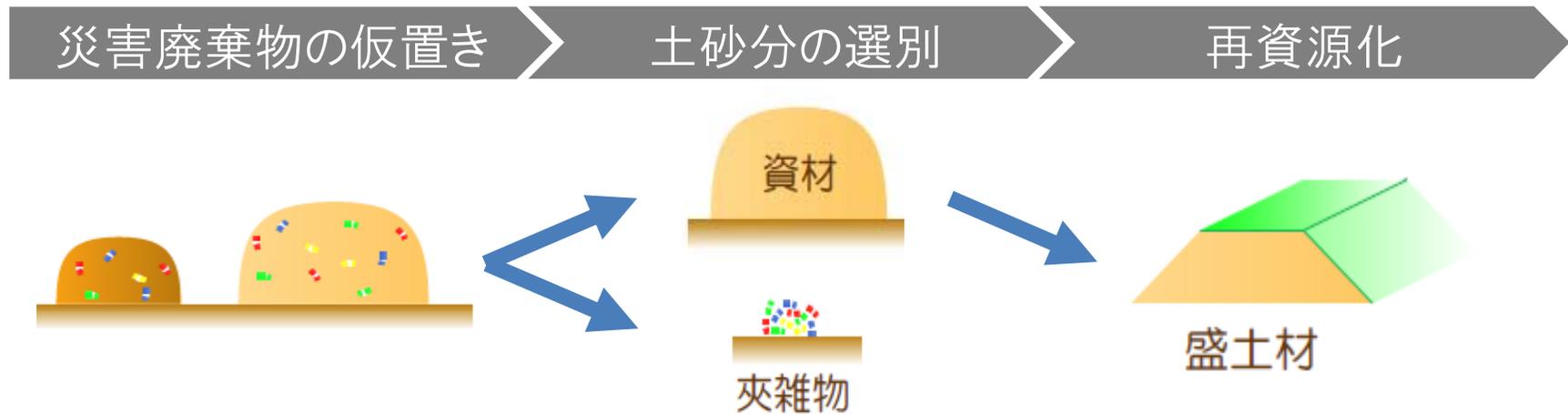
## 申請時の現地での課題と、本チームの取り組み

- (A) 分別土砂の特性に関する知見不足への対応(科学的意義)
  - 室内試験と現地盛土試験による特性・利用可能性解明
  - 特殊性を考慮した試験評価法の提案
- (B) 利用サイドの理解不足への対応(環境政策への貢献)
  - 行政担当者等との数次にわたる打合せ・技術支援
  - マニュアルの整備と、利用者を対象としたセミナー等の実施
- (C) ヒ素やフッ素など低濃度含有土砂への対応(環境政策への貢献)
  - 環境リスクを考慮した管理・利用方法の提案
  - 学会と連携したマニュアルの整備

## 将来の災害時における対応の参考となりうる知見の獲得ととりまとめ

- ✓ 分別土砂特有の物性評価と評価手法の提案
- ✓ 環境リスクを考慮した管理・利用の、他事業への展開
- ✓ 特性化(用語の定義、数量管理、品質評価)の重要性
- ✓ 復興事業との調和の重要性

# 本研究により得られた主な成果



## 科学的意義と社会・政策への貢献

1. 分別土砂の特性の  
解明

2. 分別土砂の試験  
法の提案

3. 分別土砂品質決  
定要因の解明

4. 災害廃棄物の処理と再資源化に関するマニュアルの策定

土の利活用促進による最終処分量の低減  
将来の災害における円滑な災害廃棄物処理の実現 に貢献