

廃炉地盤工学委員会・活動概要

福島第一原子力発電所構内
環境評価・デブリ取出しから廃炉までを想定した
地盤工学的新技術開発と
人材育成プログラム

平成29年7月13日

地盤工学会

早稲田大学，千葉工業大学



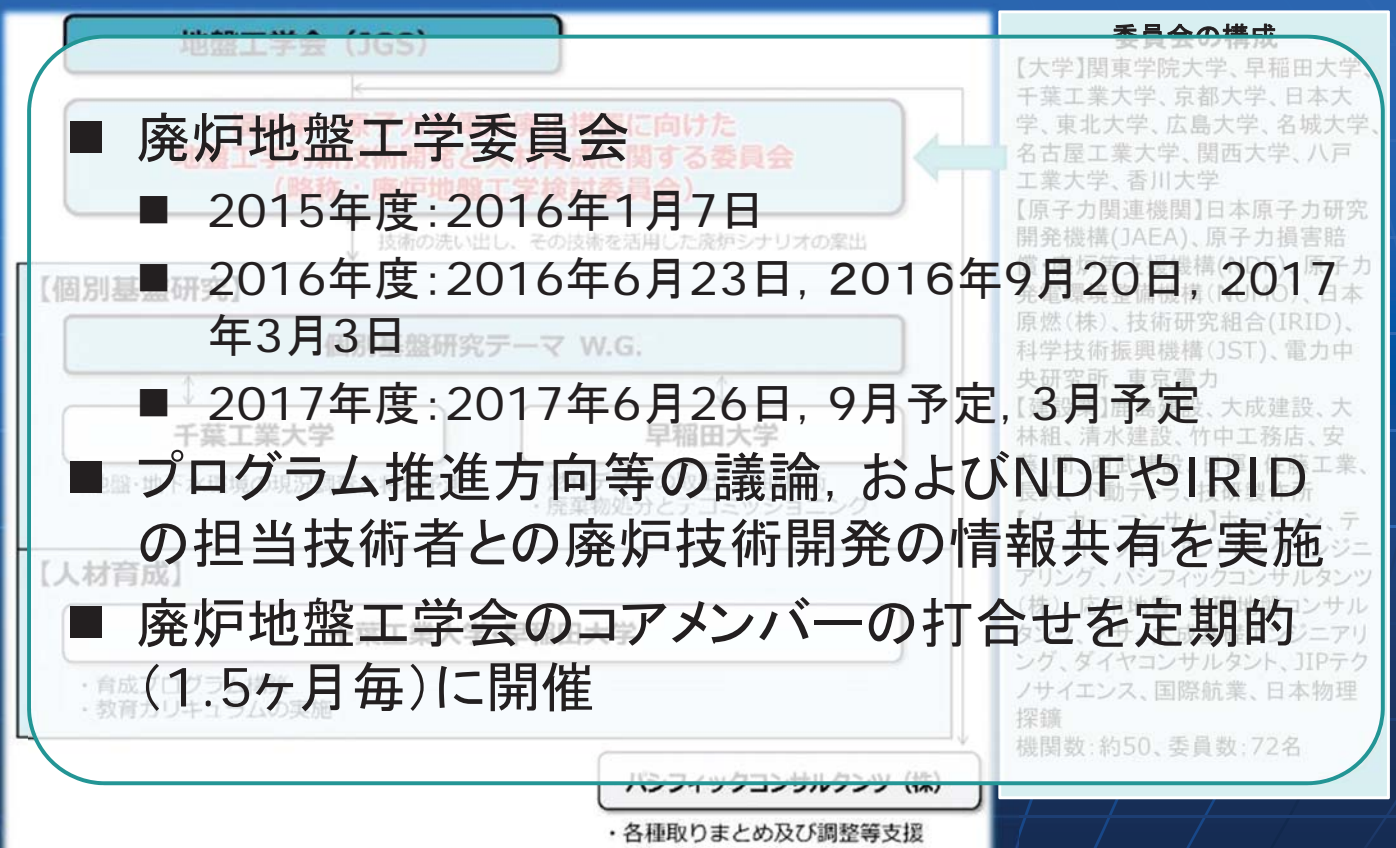
内容

- 文科省プロジェクト・地盤工学会の研究概要
- 文科省プロジェクト・早稲田大学の研究概要
- 文科省プロジェクト・千葉工業大学の研究概要

文科省プロジェクト・ 地盤工学会担当分の概要

- 廃炉地盤工学研究体制の構築
- 廃炉地盤工学の構築
- 廃炉プロセス技術シナリオの評価
- 廃炉地盤工学教育システムの構築
- 廃炉地盤工学に関する認知度の向上と技術の集約体制の構築

研究体制の構築

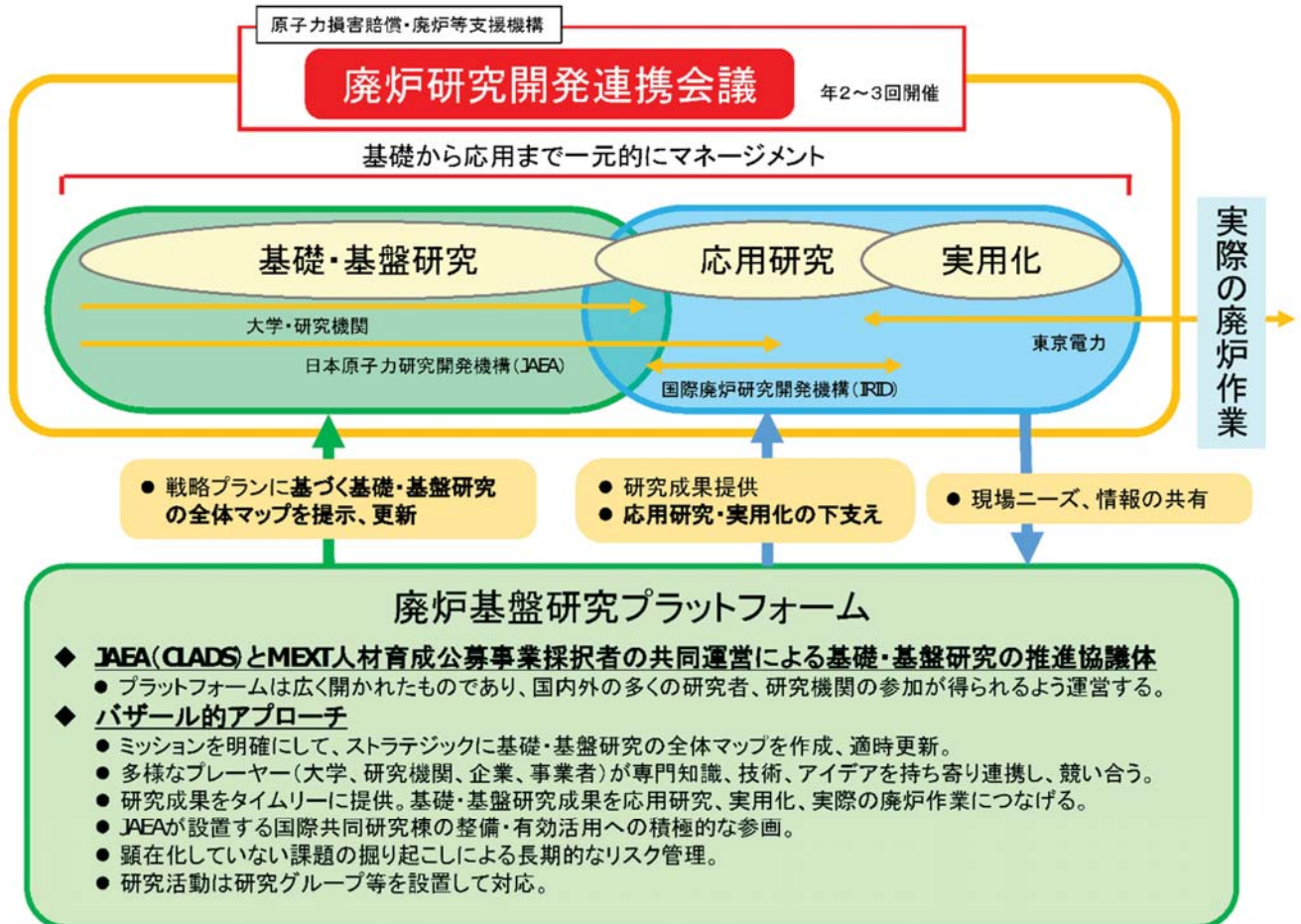


廃炉地盤工学創設の目的（1）

- 廃炉技術の明日を担う**地盤関連技術者の教育内容**を整備する。
- 廃炉に関連するプロセスや技術の要求性能（使われ方）を明確にすることにより、**新技術を提案**しやすくする。
- 廃炉に貢献する地盤関連技術の位置付けを明確にすることにより、**技術のアピール**や**相互関連**をしやすくする。
- 検討した廃炉関連の地盤技術は**廃炉基盤研究プラットフォーム**等を通じて廃炉事業者や官庁への展開をおこなう。



廃炉基盤研究プラットフォームの位置付け



廃炉地盤工学創設の目的（2）

- 廃炉技術に関して原子力分野と地盤工学分野をつなぐ橋渡しとする。

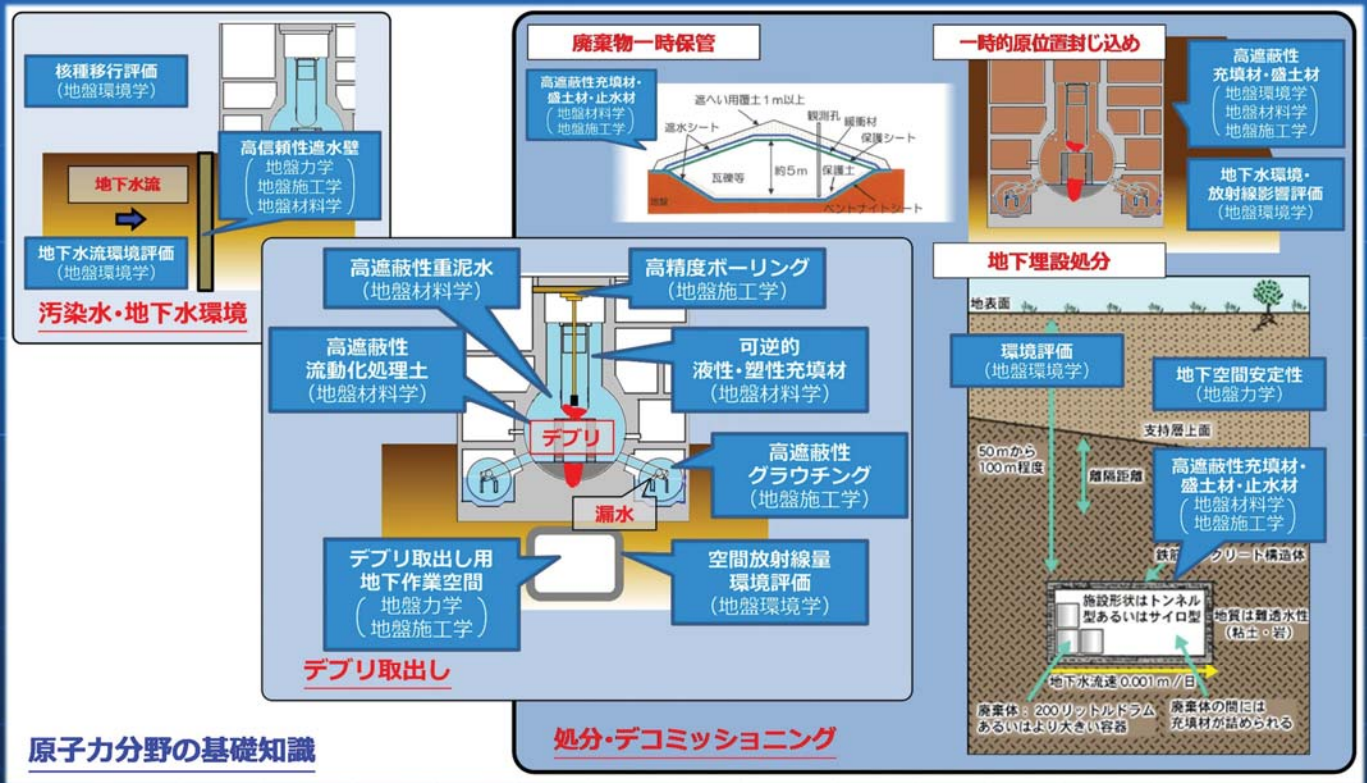


- 地盤工学的技術が原子力(廃炉)分野へ入っていく入り口。
- 原子力(廃炉)関係者が地盤工学的技術を知る窓口。
- 原子力(廃炉)と地盤工学相互の見える化(何が必要か, 何ができるか)を促進。

廃炉地盤工学創設の目的（3）

- **何ができるか**：地盤工学的技術を廃炉技術の観点から再評価。
 - 作業空間改善のための空間放射線量の低減
 - 周辺環境の防護のための放射能汚染物質の拡散防止
 - 廃止措置に関連する他分野技術の活用容易化のための補助
- **何が必要か**：廃止過程を時間軸で区分し、地盤工学的技術を位置付け。
 - 原子力発電所建屋周辺の汚染水・地下水環境の制御
 - デブリの取出し（補助）
 - 処理・処分・デコミッショニング

廃炉地盤工学の貢献できる 「廃止措置」の事象の例



学問的位置付けの必要性

- 廃炉に貢献する地盤工学的技術の立場を確立するためには学問的な位置付けが必要（**技術の伝承，活用可能技術の拡大**）。
- 40年かかるといわれている事故原発の廃炉期間は**学問の寿命**としては長くはない。（短期的なもので後継者が育つか・続くか？）
- まず、**学問的な流れを構築し，その活用の場面の一つとして事故原発の廃炉を捉えることが必要。**
- **通常の廃炉（事故原発以外の廃炉）**を含むか否かは学問の流れの中で見えてくる。

技術の属性と学問単元

■ 地盤力学

原子炉廃止措置での各段階で生じる構造物および地盤の形態変化について、**地震等に対する安定性**を検討するための技術群。

■ 地盤環境学

廃止措置過程において必要な地盤内（地下水，地下空洞等）の**放射線環境を予測・評価・改善**するための技術群。

■ 地盤材料学

廃止措置に有効な**地盤系材料（ボーリング補助液，止水材，グラウト材，覆土材料等）を開発・改良**する技術群。

■ 地盤施工学

廃止措置における環境的・構造的条件を考慮して、**最適な工法・材料を選択し，廃止措置過程を実体化**させるための技術群。

技術マップ（技術の顕在化）

	汚染水・地下水環境	デブリ取出し	デコミッショニング
地盤力学	<ul style="list-style-type: none"> 汚染水貯留施設の安定性評価 遮水壁設置地盤の地震時安定性評価 	<ul style="list-style-type: none"> 原子力建屋下部の放射線漏洩防止処置のための地下基地の安定性評価 	<ul style="list-style-type: none"> デコミッショニングの段階に沿った地盤・建屋系の地震時安定性評価
地盤環境学	<ul style="list-style-type: none"> 原子力建屋周囲の時間的変化に対応した地下水・核種拡散シミュレーション 	<ul style="list-style-type: none"> 上記地下基地の空間放射線量の環境評価 	<ul style="list-style-type: none"> デコミッショニング段階に沿った建屋周囲の地下水環境・放射線環境予測と評価 余裕深度処分対応の地下水環境評価
地盤材料学	<ul style="list-style-type: none"> 汚染水貯留プールに適用可能な高性能止水材料の開発 遮水壁の信頼性を高める高性能遮水壁材料の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 空間放射線量を低減する高遮蔽性重泥水の開発 デブリ視認可能な可視性重泥水の開発 格納容器水漏れ箇所対応可能な高遮蔽性固化泥水の開発 デブリ一時的封込め対応可能な可逆的液性・塑性（高遮蔽性）充填材の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 瓦礫・伐採材保管に適した高遮蔽性覆土材料と止水材料の開発 余裕深度処分に対応した廃棄物空間充填材料の開発 原位置デコミッショニングに対応できる格納容器用高遮蔽性充填材料の開発 原位置デコミッショニングで建屋全体を覆う高遮蔽性盛土材料の開発
地盤施工学	<ul style="list-style-type: none"> 地下水の流入を止める信頼性の高い遮水壁の構築工法 輻輳する地下構造物に対応できる遮水壁構築工法 汚染水プールに敷設する自己診断機能付き遮水幕工法 	<ul style="list-style-type: none"> デブリ取出しのための高精度ボーリング工法 上記地下基地の構築工法 格納容器水漏れ箇所封鎖のための高遮蔽性グラウティング工法 	<ul style="list-style-type: none"> 信頼性の高い瓦礫・伐採材の保管施設構築工法 余裕深度施設の構築工法 原位置デコミッショニングでの格納容器用高遮蔽性充填工法 同上での建屋全体の鋼製外殻による封込め工法

技術マップ（技術の顕在化）

	汚染水・地下水環境	デブリ取出し	デコミッショニング
地盤力学	<ul style="list-style-type: none"> 汚染水貯留施設の安定性評価 遮水壁設置地盤の地震時安定性評価 	<ul style="list-style-type: none"> 原子力建屋下部の放射線漏洩防止処置のための地下基地の安定性評価 	<ul style="list-style-type: none"> デコミッショニングの段階に沿った地盤・地盤系の地震時安定性評価
地盤環境学	<ul style="list-style-type: none"> 原子力建屋周囲の時間的変化に対応した地下水・核種拡散シミュレーション 	<ul style="list-style-type: none"> 上記地下基地の空間放射線量の環境評価 	<ul style="list-style-type: none"> デコミッショニング段階に沿った建屋周囲の地下水環境・放射線環境予測と評価 余裕深度処分対応の地下水環境評価
地盤材料学	<ul style="list-style-type: none"> 汚染水貯留プールに適用可能な高性能止水材料の開発 遮水壁の信頼性を高める高性能遮水壁材料の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 空間放射線量を低減する高遮蔽性重泥水の開発 デブリ視認可能な可視性重泥水の開発 格納容器水漏れ箇所対応可能な高遮蔽性固化剤の開発 デブリ一時的封込め対応可能な可逆的液性・塑性（高遮蔽性）充填材の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 瓦礫・伐採材保管に適した高遮蔽性覆土材料と止水材料の開発 余裕深度処分に対応した廃棄物空間充填材料の開発 原位置デコミッショニングに対応できる格納容器用高遮蔽性充填材料の開発 原位置デコミッショニングで建屋全体を覆う高遮蔽性盛土材料の開発
地盤施工学	<ul style="list-style-type: none"> 地下水の流入を止める信頼性の高い遮水壁の構築工法 輻輳する地下構造物に対応できる遮水壁構築工法 汚染水プールに敷設する自己診断機能付き遮水幕工法 	<ul style="list-style-type: none"> デブリ取出しのための高精度ボーリング工法 上記地下基地の構築工法 格納容器水漏れ箇所封鎖のための高遮蔽性グラウチング工法 	<ul style="list-style-type: none"> 信頼性の高い瓦礫・伐採材の保管施設構築工法 余裕深度施設の構築工法 原位置デコミッショニングでの格納容器用高遮蔽性充填工法 同上での建屋全体の鋼製外殻による封込め工法

汚染水地下水環境制御

デブリ取出し補助

処置・処分・デコミッショニング

技術マップ（技術の顕在化）

	汚染水・地下水環境	デブリ取出し	デコミッショニング
地盤力学	<p style="color: red; font-weight: bold; text-align: center;">地盤力学（構造物・地盤の安定性評価）</p>		
地盤環境学	<p style="color: red; font-weight: bold; text-align: center;">地盤環境学（地下水・地下空間の環境評価）</p>		
地盤材料学	<p style="color: red; font-weight: bold; text-align: center;">地盤材料学（地盤系材料の評価、開発）</p>		
地盤施工学	<p style="color: red; font-weight: bold; text-align: center;">地盤施工学（地盤系施工技術のマネジメントと評価・改良）</p>		

技術マップ (rev.08.01抜粋)

廃炉地盤工学における技術マップ (rev.08.1) -1/4
 廃炉地盤工学における技術マップ (rev.08.1) -2/4
 廃炉地盤工学における技術マップ (rev.08.1) -3/4
 廃炉地盤工学における技術マップ (rev.08.1) -4/4

分類	(A) 汚染水・地下水環境・除染技術	(B) 燃料デブリ取出し技術	(C) 処置・処分・デコミッションング
必要と想定される技術	<ul style="list-style-type: none"> 地下水の流入を止める信頼性の高い遮水壁の構築工法 複雑する地下埋設物に対応できる遮水壁構築工法 汚染水プールに敷設する自己診断機能付き遮水幕工法 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料デブリ取出しのための高精度ボーリング工法 燃料デブリ取出し時における地下基地の構築工法 格納容器水漏れ箇所封鎖のための高遮断性グラウト工法 使用済燃料及び燃料デブリ取出し時における燃料建屋内の除染技術 	<ul style="list-style-type: none"> 地下埋設処分施設の構築工法 高い放射能レベルの固形廃棄物・使用済み燃料等の処分技術 安定的な埋込み・運搬に対応できる格納容器用高遮断性充填工法 建屋全体の中詰めベントナイトを併用した鋼製外殻による封じ込め工法 瓦礫・鉄屑材の保形施設構築技術 汚染土壌の微小化のための減容技術 地産産物の浄化/回収技術 親業利用の想定に応じた地盤改良・埋立て技術
工程内容	<ul style="list-style-type: none"> 「フロント安定状態の維持・管理 (原子炉の冷却)」 冷却、閉じ込め、安全設備の維持・信頼性向上など 「汚染水処理」 汚染水浄化・地下水汲み上げ など 	<ul style="list-style-type: none"> 「炉内・燃料デブリの状況把握」 実機調査による推定 (RPV-PCV) 「燃料デブリ取出し工法実現性検討」 燃料デブリ取出し機器・装置の開発、燃料デブリのアクセラート構築、労働安全の確保 「燃料デブリの取出し (フロント安定状態の維持・管理)」 安全設備の維持・信頼性向上 など 	<ul style="list-style-type: none"> 「貯蔵 (保管・管理)」 固形廃棄物の保管管理 (保管管理計画) 「処置・処分」 固形廃棄物の処理・処分 (処理及び処分方策に関する検討) など
④ 地盤施工学	<p>《4-A-01》 ねじり-バリアを利用した信頼性の高い瓦礫・伐採材の保管施設構築工法 / 早稲田大</p> <p>《4-A-06》 自在8-リクを用いた地盤改良工法 (CURVEX) / 鹿島建設</p> <p>ほか 18件</p>	<p>《4-B-05》 代替工法のための燃料デブリの切削・集塵技術 / 大成建設</p> <p>《4-B-09》 3D 計測を用いた除染設備の遠隔作業の効率化 / 清水建設</p> <p>ほか 6件</p>	<p>《4-C-02》 広域な海面を利用できる海面処分場の建設工法 / 広島大</p> <p>《4-C-21》 森林化した二重遮水-1内の真空圧より漏水箇所を特定し、急速補修する T&OH 377 / 南大林組</p> <p>ほか 19件</p>

※表内に整理された技術が貢献可能と予想される中長期ロードマップや技術マップ等に示された作業・工程

技術マップのデータベース化について

提供頂いた技術情報について、技術マップへの位置付けを行うと共に、データベース化を念頭におきつつ、以下の情報項目に基づき整理。

【情報項目】

技術名称・技術保有 (社名) ・技術分類・概要・適用性・出典・備考

適用性① : 技術段階 (開発レベル)
 適用性② : 1Fでの実績

提供頂いた技術情報



HPにおける
公開資料



リーフレット



論文

...
e.t.c.

情報項目
に基づき
整理・集約

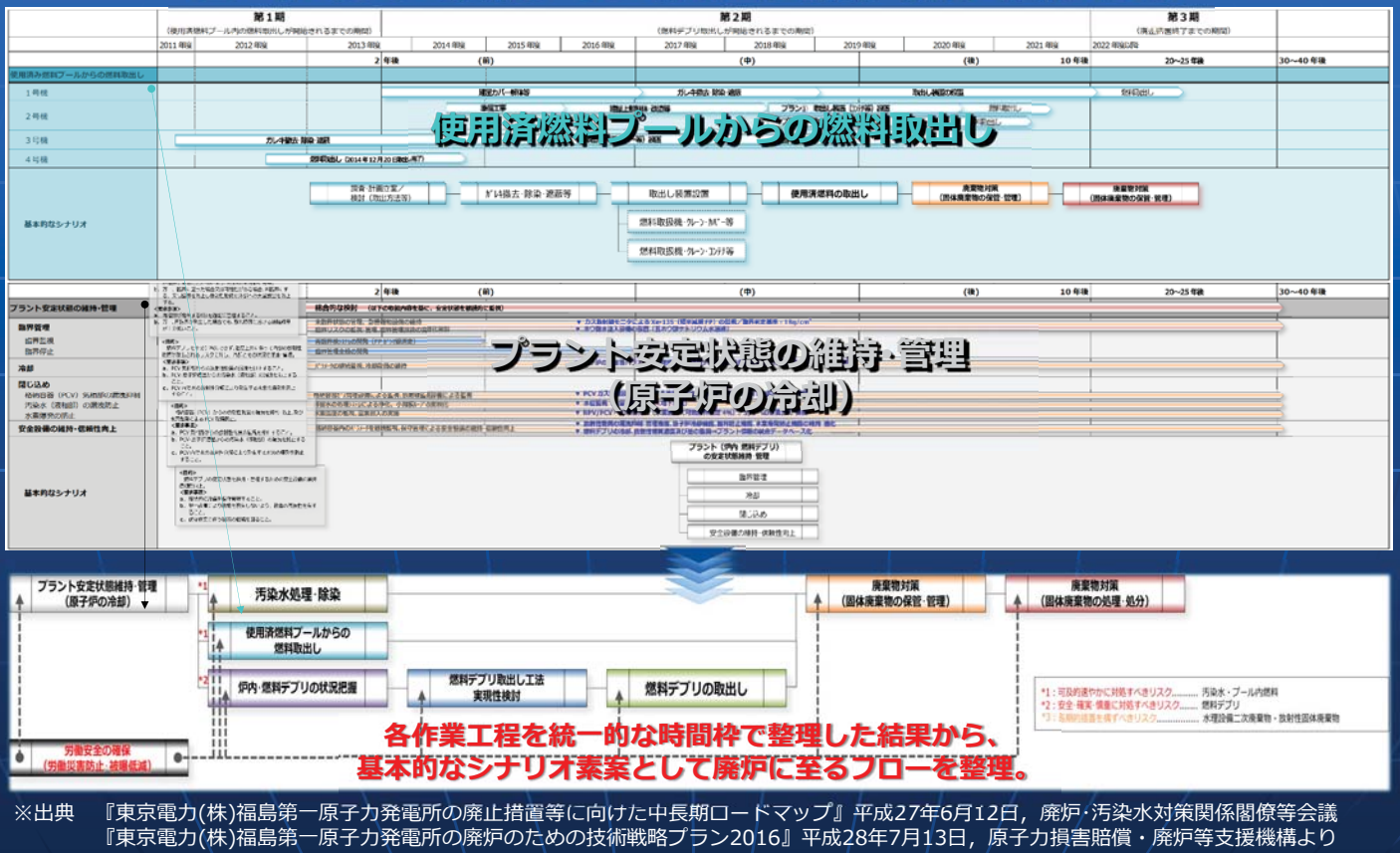
	(A) 汚染水・地下水環境・除染技術	(B) 燃料デブリ取出し技術	(C) 処置・処分・デコミッションング
① 地盤力学	①A	①B	①C
② 地盤環境学	②A	②B	②C
③ 地盤材料学	③A	③B	③C
④ 地盤施工学	④A	④B	④C

技術名称	発行者	No.	発行年	適用性①	適用性②	備考
コンクリートの地盤地盤環境学 (RPE 5.1.1)	東京大学	28-01	2011	○	○	フロントの掘削作業を行うための基礎となる技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物に起因する地下水環境学 (RPE 5.1.2)	東京大学	28-02	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.3)	東京大学	28-03	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.4)	東京大学	28-04	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.5)	東京大学	28-05	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.6)	東京大学	28-06	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.7)	東京大学	28-07	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.8)	東京大学	28-08	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.9)	東京大学	28-09	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.10)	東京大学	28-10	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.11)	東京大学	28-11	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.12)	東京大学	28-12	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.13)	東京大学	28-13	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.14)	東京大学	28-14	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.15)	東京大学	28-15	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.16)	東京大学	28-16	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.17)	東京大学	28-17	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.18)	東京大学	28-18	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.19)	東京大学	28-19	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.20)	東京大学	28-20	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.21)	東京大学	28-21	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.22)	東京大学	28-22	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.23)	東京大学	28-23	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.24)	東京大学	28-24	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.25)	東京大学	28-25	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.26)	東京大学	28-26	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.27)	東京大学	28-27	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.28)	東京大学	28-28	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.29)	東京大学	28-29	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。
地下埋設物の位置・形状・材質等の把握 (RPE 5.1.30)	東京大学	28-30	2011	○	○	地下埋設物の位置・形状・材質等の把握は、汚染水の挙動予測や遮水壁の設計に不可欠な技術として、中長期ロードマップに示された作業・工程に貢献可能と想定される。

技術メニューDB (案) 抜粋
 廃炉の様々な場面で寄与可能な地盤工学関連技術として、
 87の技術を整理

■ 中長期ロードマップ及び技術プランに基づく 基本的なシナリオ構成

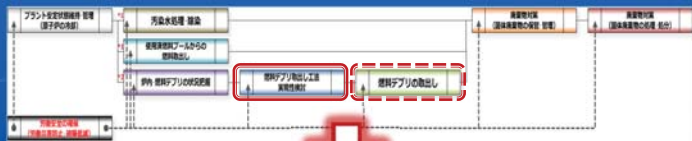
ロードマップ・技術プラン等の整理結果（抜粋－継続整理中）



超重泥水を活用したデブリの取出し (シナリオ)

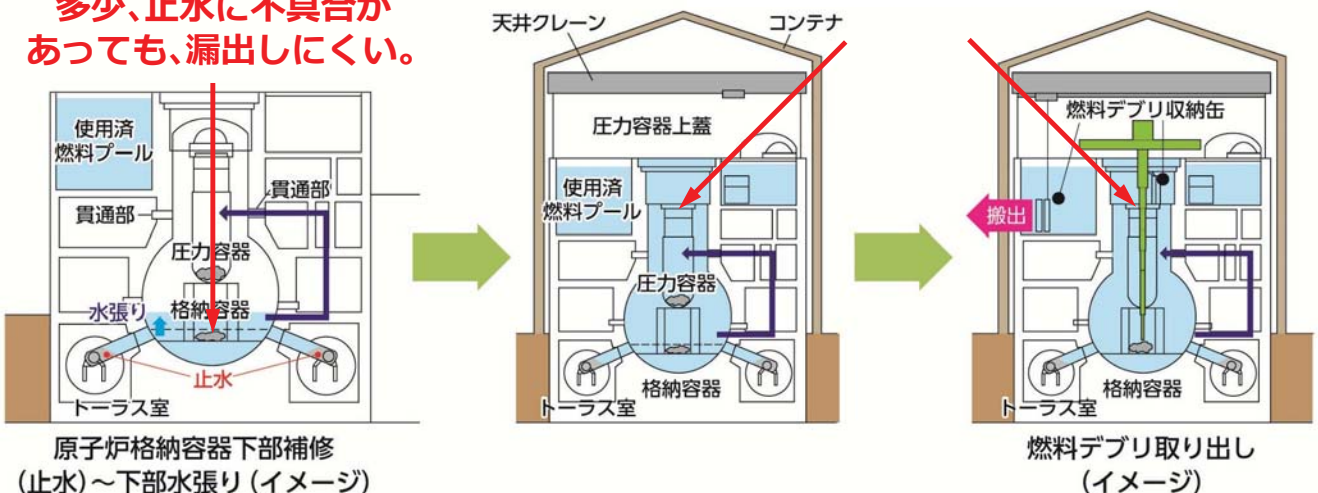
放射線遮蔽と遮水の両機能を有する高粘性泥水(超重泥水)には、有意な点がある！

IRIDや東京大学Grとのコラボ中



粘度を調整することにより、多少、漏出しても、冠水水位を高く維持しやすい。

多少、止水に不具合があっても、漏出しにくい。



廃炉地盤工学教育システムの構築

- 廃炉地盤工学を構成する学問單元ごとにシラバス構成要素を抽出。
 - **地盤力学** : 伝統的な地盤力学の講義、振動実験を含む模型地盤実験、静的および動的連成解析等の力学的数値解析等
 - **地盤環境学** : 地下水流動に関する講義、地下水流動の計測・評価・予測技術実習、各種地盤材料の空間放射線の遮蔽計測実験等
 - **地盤材料学** : 土壌化学・土壌物理学の講義、材料の配合実験、材料性能の評価技術実習、材料を用いた施工実験、材料の放射線遮蔽性能評価実験等
 - **地盤施工学** : 数値計画論、土木系計画論の講義、施工計画で用いるバーチャルシミュレーション技術の実習、現地での施工経験等
- 早稲田大学大学院の地盤工学特論B（秋学期）において廃炉地盤工学の授業を試行

廃炉地盤工学website

https://www.jiban.or.jp/haipro/

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

Google 検索 共有 詳細

MyWaseda 早大地盤研 Googleカレンダー ANAマイレージ JALマイレージ マイポケット 学術システム 地盤工学会誌 廃炉地盤工学

Top はじめに 主な研究・活動報告 研究開発成果の紹介 その他

検索

廃炉地盤工学

イベント

公益社団法人 地盤工学会 (英文)

17:38 2017/06/21

廃炉地盤工学HPについて

- ・本研究開発成果の発信、廃炉地盤工学の認知向上等を目的としたHPを構築中。
- ・地盤工学会HP (<https://www.jiban.or.jp/>) 内に構築。
- ・アドレス：<https://www.jiban.or.jp/hairo/>
- ・コンテンツは以下のとおり。

<トピックス一覧：TOPページ>

イベント・シンポジウム、学会における発表予定、及び関連会議の開催情報など閲覧者への連絡事項など

1. はじめに（廃炉地盤工学の紹介）

あいさつ、廃炉地盤工学とは？（背景・目的、目指すところ）

2. 主な研究・活動報告

2-1 廃炉PJ成果報告書

2-2 廃炉地盤工学委員会・議事録、写真、資料

2-3 シンポジウム・1F見学・セッション等の開催・参加報告

3. 研究開発成果の紹介

3-1 廃炉地盤工学を通じた人材育成プログラム（廃炉地盤工学とシラバス案）

3-2 廃炉プロセス技術シナリオ（中長期ロードマップ及び戦略プラン等から整理されたシナリオ(案)）

3-3 地下水移行や土・重泥水の放射線遮蔽実験、廃炉に寄与可能な地盤工学技術に関するデータベース(案)

3-4 超重泥水・各種覆土の放射線遮蔽性能評価

3-5 地下水環境等の解析・調査技術と予測技術の高度化

4. その他

4-1 関連用語集

4-2 福島第一原子力発電所事故の経緯概略

4-3 リンク

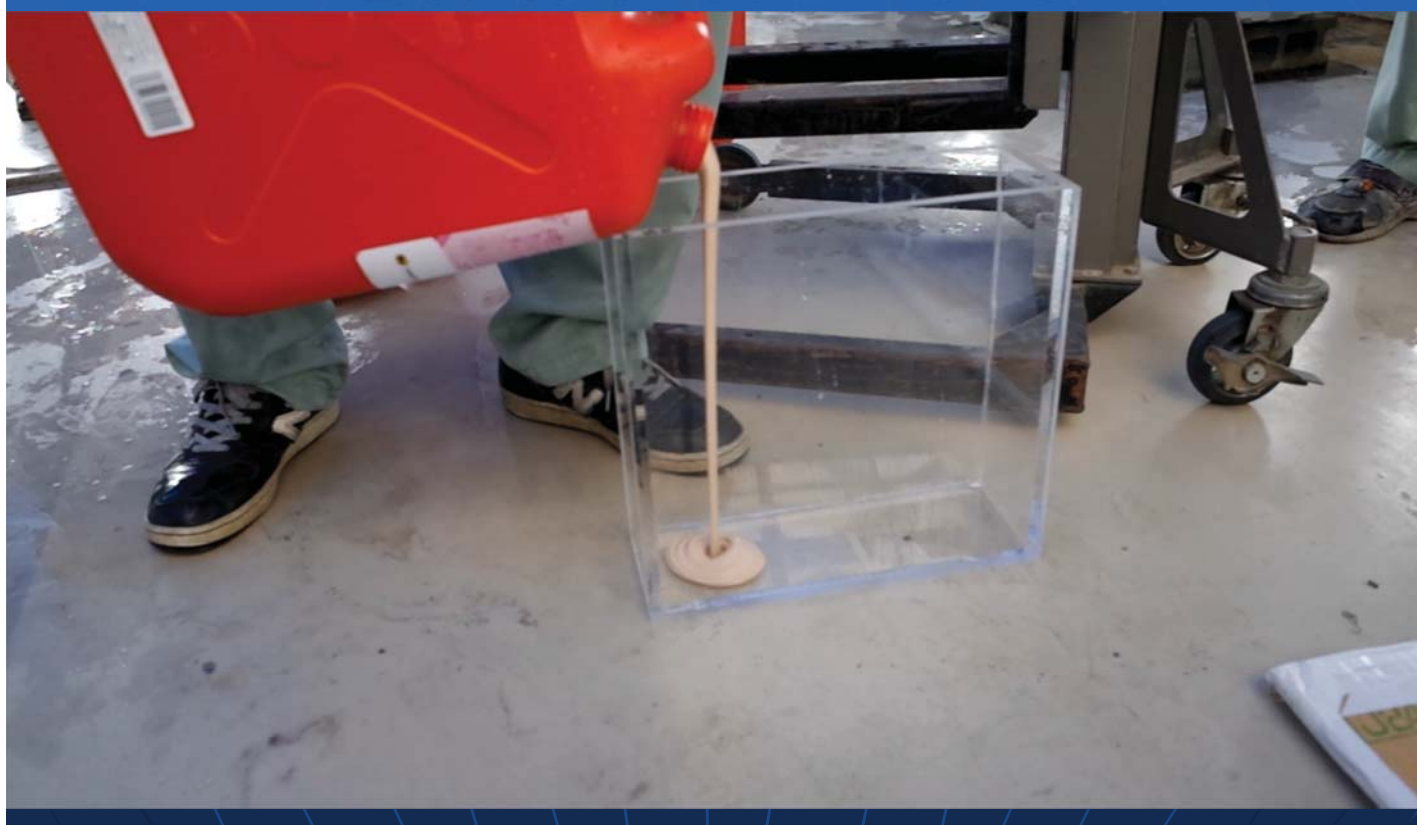
情報収集と情報発信

- 地盤工学会全国大会（2015年9月，2016年9月，2017年7月）において廃炉地盤工学委員会の特別セッションを開催。
- 廃炉地盤工学に関する講演会（2016年12月22日）を開催。
- GER2016（2016年11月，韓国ソウル大学）にて廃炉研究成果を発表。GER2017（2017年11月早稲田大学）にて発表予定
- IAEA会議（2016年5月マドリッド，2017年11月ウィーン）にて研究発表
- 土木学会全国大会（2016年9月，2017年9月）にて廃炉研究成果を発表
- NDEC-1, 2（2016年3月，2017年3月）にて研究発表
- 福島復興・廃炉推進に貢献する学協会連絡会の立上げに協力。
- 2016年11月30日に福島第一原子力発電所の視察を実施。
- 廃炉基盤研究プラットフォームに参画。

文科省プロジェクト・ 早稲田大学担当分の概要

- ガンマ線と中性子線両方の遮蔽性能を有する超重泥水
- 各種土質材料の放射線遮蔽特性調査
- 放射線遮蔽性能を有するセメント系固化処理土の開発
- 地盤工学特論Bによる人材育成事例

放射線遮蔽と遮水の両方の性能 を保有する超重泥水



放射線遮蔽実験



使用線源と検出器

検出放射線	線源	放射能 (MBq)	線量 ($\mu\text{Sv/h}$)	エネルギー (MeV)
ガンマ線	^{137}Cs	3.68	1.13	0.662
中性子線	^{252}Cf	1.067	5.18	1.406



ガンマ線
アロカ製TCS-172

高速～速中性子線
SRE製ANDES



全中性子線
アロカ製TPS-451C



熱中性子線
SRE製WARP

大学における人材育成

早稲田大学内講習会 放射線測定器の原理と取扱について

テキスト番号①

1

テキスト番号①

4

早大大学院・地盤工学特論B

講義スケジュール

日時	担当	内容	キーワード
2016/9/30 13:00~14:30	小峯先生 安衛研 吉川直孝	イントロダクション・講義計画・課題説明 Introduction, planning of lectures and explanation of subject	自己紹介 課題
2016/10/14 16:30~18:00	電中研 渡邊保貴	土の微視構造 Microstructure of soils	結晶 固相分析
2016/10/28 16:30~18:00	電中研 渡邊保貴	土中の固液反応 Reaction between solid and liquid phases in soils	化学平衡 反応速度
2016/11/1の週 (要調整) 16:30~18:00	大林組 渡邊康司	基礎構造物の設計① Design of foundation structure -Part 1-	基礎構造物 支持力

キーワード: 工事作業環境, 建屋基礎, 廃棄物対策

2016/11/25 16:30~18:00	電中研 渡邊保貴	廃棄物の地盤工学的利用における特殊性 Unusual characteristics of soil-like waste material	溶出 有機物
2016/12/2		流心構型実験手法	流心構型実験

2016/12/22の「廃炉地盤工学」講演会の内容を踏まえて、カリキュラムを随時更新

2017/1/13 16:30~18:00	安衛研 吉川	事例③ トンネルの崩壊災害 Case③ Labour accident due to collapse of tunnel	切羽
2017/1/20 16:30~18:00	安衛研 吉川	災害を減らすために What we can do for reducing labour accidents	労働災害
2017/1/27 14:45~18:00	大林組 渡邊康司 電中研 渡邊保貴	学生による課題発表(2コマ連続) Presentation of subject by students	廃炉に向けた課題と解決戦略

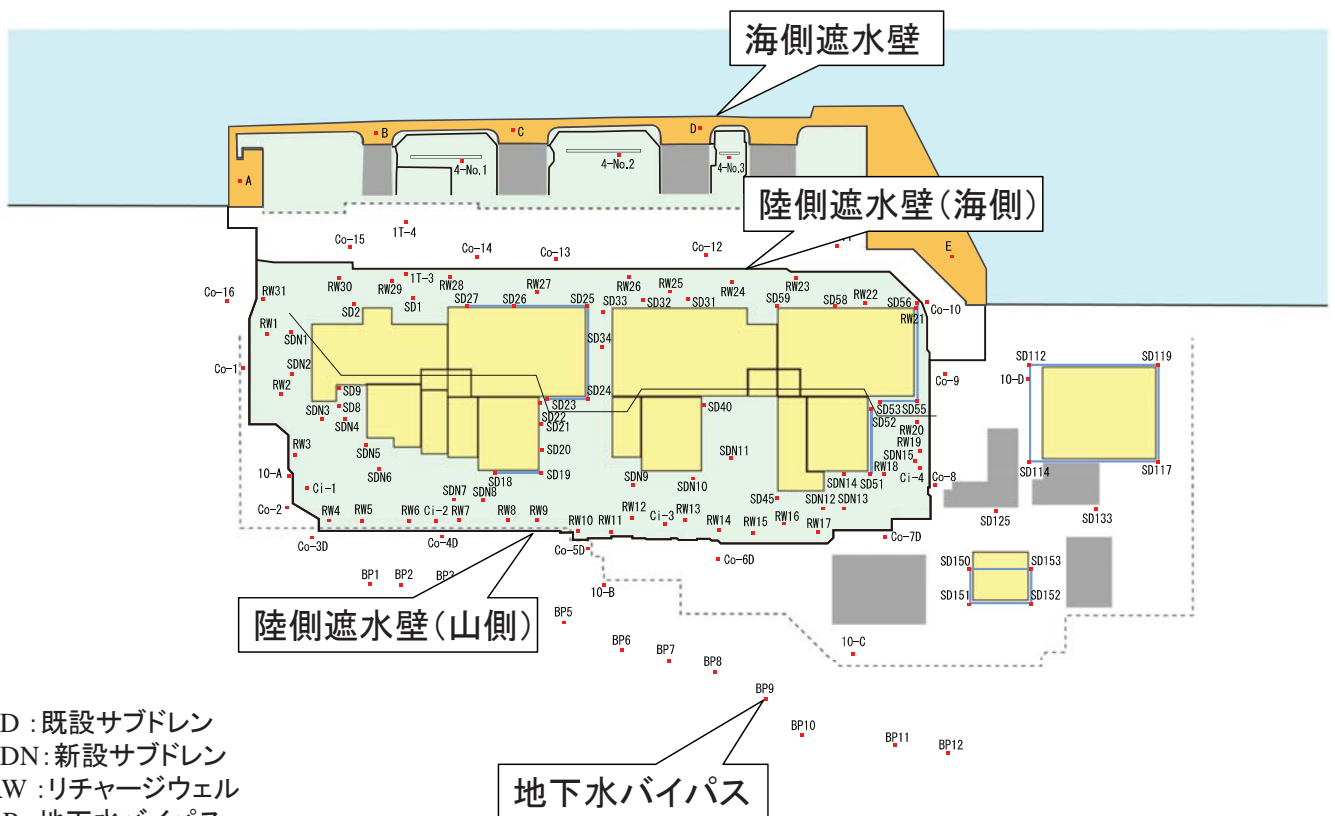
2016年度地盤工学特論B課題

- 福島第一原子力発電所の事故により、廃炉や広域的な環境回復が必要となった。作業環境などの制約の下、従来の知見では不足する場面もある。
- 数十年の長期にわたる取り組みとなるため、今ある技術に固執せず、今後の研究・技術開発が重要となる。
- 受講生は、講師3名の講義内容を踏まえ、以下の点を論理的に説明すること。
 - 1F廃炉に向けて着目した技術的課題
 - 課題の解決策(構造、環境、安全管理の観点を含めること)
 - 今後の研究・技術開発が必要な場合はその説明
- 講義14回目において廃炉に関する概要説明を行う予定。あらかじめ事故等の情報を収集しておくことが望ましく、東京電力のHPを参照してもらいたい。
- 講義15回目に各自7分間のプレゼンとディスカッションを行う。レポートはA4で1~2頁の分量とする。講師3名と受講生の分を印刷して持参すること。
- 成績評価は、出席(40%)、レポート(30%)、プレゼン(30%)とする。

文科省プロジェクト 千葉工業大学の研究概要

地下水の現況測定・将来予測

現在の地下水環境



- SD : 既設サブドレン
- SDN : 新設サブドレン
- RW : リチャージウェル
- BP : 地下水バイパス
- A~D : 砕石内ポンド
- 4-No.1~4-No.3 : 4m盤ウェルポイント

現在までの実施内容

① 室内土層実験による実流速の測定精度の検証

浸透模型水槽(土層実験水槽)を用い、地下水の流向流速計の計測精度を検証するとともに、色素トレーサー試験を実施し、実流速の推定方法を検討した。

② 実験井戸による現場試験

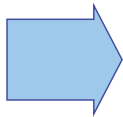
ボーリング孔2本を現場に設置し、流向・流速計で測定するとともに、単孔透水試験、孔間透水試験、土質試料の粒度分析も実施した。これら複数の試験から地盤の水理定数の整合性を、単孔式透水試験をシミュレーションすることにより検討した。

③ 浸透流解析・物質移行解析のための環境整備の構築

広域の概略地下水流動解析を実施するため、北は諸戸川、南は熊川、西は双葉断層で区切られた範囲の地盤モデルの作成し、領域分割法を用いた定常解析の速度向上を検討した。

① 室内土層実験による実流速の測定精度の検証

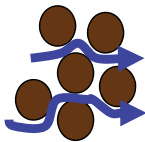
- ダルシー流速 v : 全断面が流通可能と仮定した時の流速



$$v = Q / A$$

A: 土と間隙の両方を合わせた面積

- 実流速 v' : 有効間隙のみが流通可能の時の流速



$$v' / v = n_e$$

n_e : 有効間隙率



～ 室内実験のまとめ ～

実験的アプローチ

トレーサー試験において、**間隙率よりも有効間隙率の方が大きく評価された。**

➡ トレーサー剤を観察した面がガラス面であったため、**土粒子部分とガラス面で間隙率が異なり**、正確な実流速が測定できなかった。

解析的アプローチ

移流分散解析は、比較的精度良く解析ができたと判断できる。

しかし、実験結果と解析結果では**分散の影響に違いが生じた。**

➡ 本解析では、トレーサー剤の移動距離を確認することが目的。そのため、**分散値を無視**していたことが要因である。

➡ また、解析結果で縦分散の影響が強く確認された要因には**離散化**による影響があると考えられる。

今後の課題

実流速の測定を、**測定環境が一様**となる方法で再度測定する必要がある。

② 実験井戸による現場試験

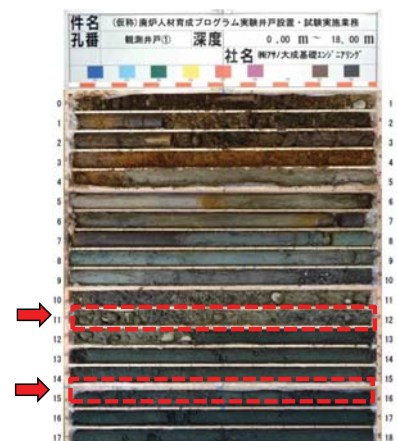
室内透水試験
原位置透水試験 ➡ 地下水環境を予測

しかし

地盤特性の不均質性や水理境界条件の設定によって、試験から確かな透水係数を得ることは困難な場合あり

原位置試験を対象とした浸透流解析から透水係数を導き、原位置試験の値と比較し、妥当性を評価

ボーリングコア



単孔式透水試験



～ 現場試験のまとめ ～

- 対象とした地盤の透水係数の値

近傍 : 入力値と解析値と整合性の良い

Cooper法から求めた透水係数が妥当である。

近傍～遠方: スラグ試験においてCooper-Jacob法から求めた
透水係数, 比貯留係数に近い値が妥当である。

		透水係数(m/sec)	比貯留係数(1/m)	
GL-11~12m	近傍	3.20×10^{-4}	2.22×10^{-7}	← スラグ試験
	近傍～遠方	2.00×10^{-3}	2.08×10^{-7}	← 孔間透水試験(揚水井)
GL-15~16m	近傍	9.71×10^{-4}	2.22×10^{-7}	← スラグ試験
	近傍～遠方	1.52×10^{-3}	8.04×10^{-5}	← 孔間透水試験(観測井)

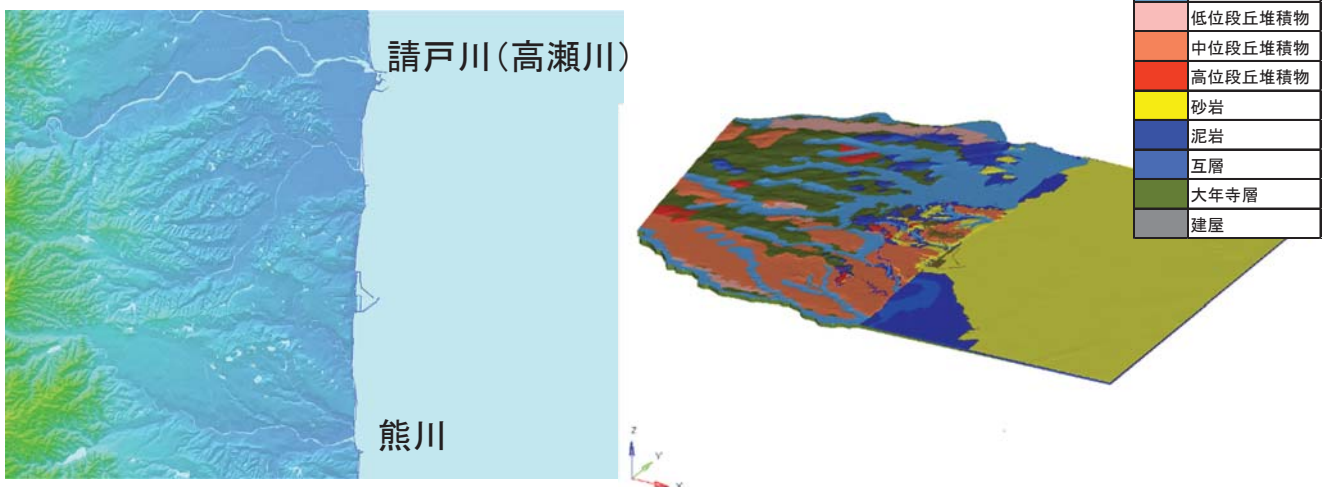
- Hvorslev法とCooper法を適用した透水係数の値で2～5倍程度の違いが生じた。

- 地盤の貯留性や透水性の異なる層状の水理構造の影響
- 対象とした地盤の透水性が高くスラグ試験での水位差が小さい
- 試験時間が短時間であった

そのため、要求精度によって評価手法を選定する必要がある。

③ 浸透流・物質移行解析のための環境整備の構築

広域地下水流動のシミュレーション



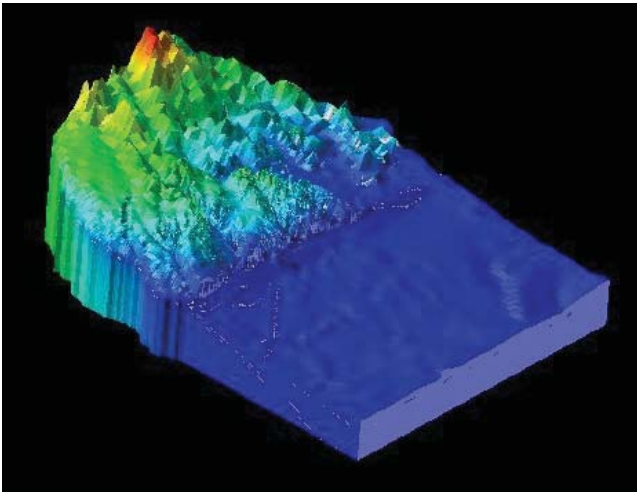
今年度は、このモデルで定常解析を行い、領域分割手法のライブラリーを導入した場合の計算速度の効率化を検証する。



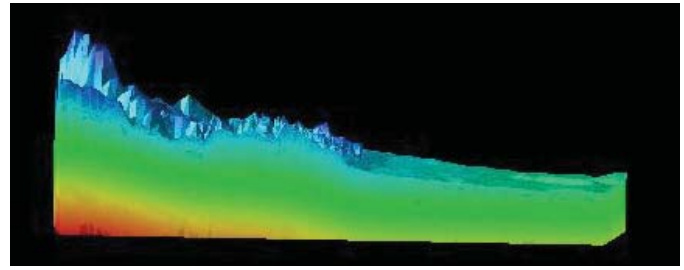
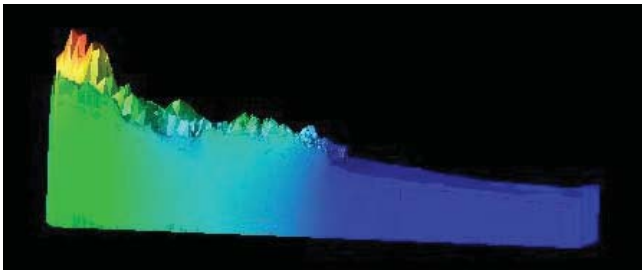
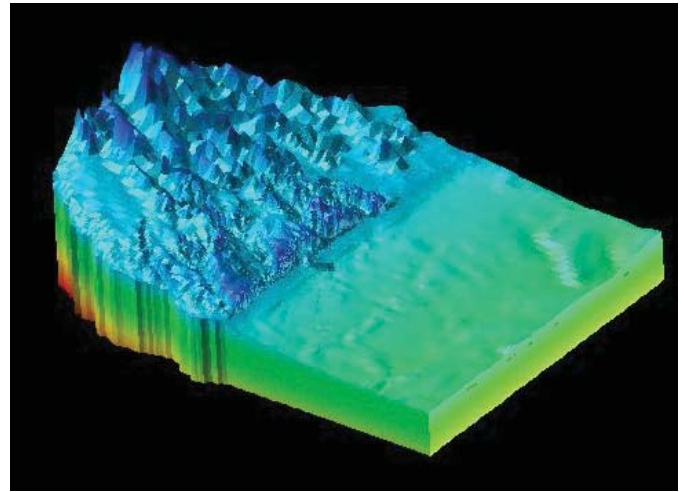
このモデルで、非定常解析の効率化を確認する。

～解析結果～

全水頭



圧力水頭



* 鉛直方向20倍

～速度向上のまとめ～

領域分割手法のDtransuへの適用

(節点数:3,097,006 要素数:6,247,805)

HPC-MW(地球シミュレータのライブラリー)では,

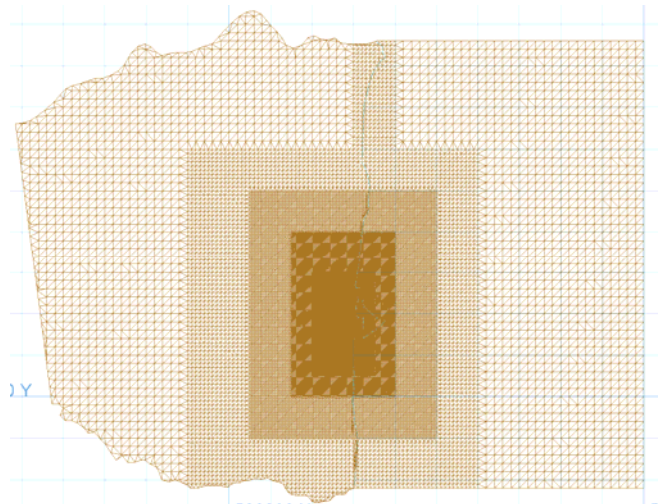
1CPU : 1.0 倍 (12,089sec)

4CPU : 2.6 倍 (4,610sec)

8CPU : 3.2 倍 (3,752sec)

OpenMP版では,

8CPU : 2.6 倍 (4,707sec)



➡ 浸透流解析では一定の速度向上効果が見られた。

千葉工大実施内容のまとめ

- ① 室内土層実験による流向流速計の測定精度の検証と実流速の測定を試みた。実流速の測定は、満足する結果が得られなかったため、来年度、別の方法で実施する。
- ② 現場実験井戸を2孔設置し、現場透水試験を実施した。試験結果と数値解析から水理特性の検討を行った。整合性のとれた透水係数と比貯留係数が設定できた。来年度はトレーサーによる実流速の測定を実施する。
- ③ 広域3次元数値解析モデルの作成し、領域分割法による計算速度向上を定常解析で実施した。速度向上は見られたが、非定常解析を行うには領域が広すぎるため、来年度はサイト周辺の非定常解析を実施するためのネスティングを検討する。

以上、紹介しました。

- 文科省プロジェクト・地盤工学会の研究概要
- 文科省プロジェクト・早稲田大学の研究概要
- 文科省プロジェクト・千葉工業大学の研究概要