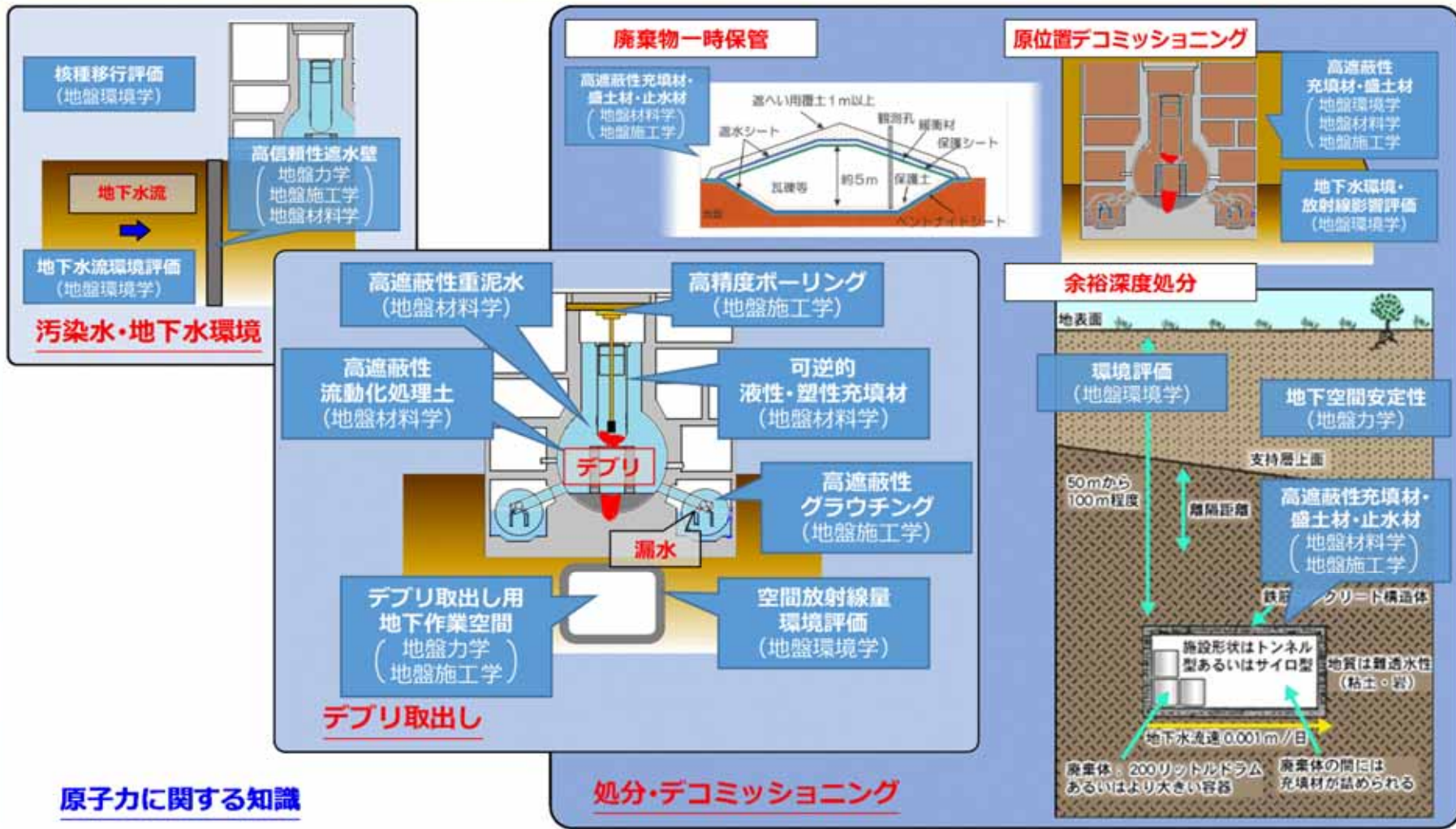


資料 03

早稲田大学における 廃炉地盤工学人材育成事例

廃炉地盤工学として、地盤工学技術が貢献できると考える廃止措置までの事象の例



個別基盤研究項目

■ 地下水の現況測定・将来予測

- 地下水・放射性物質の移行調査技術と地下水・放射性物質の流動解析技術による広域な現況評価と将来予測
- 多重バリアを含む高信頼性の地下水流遮断技術
- 自己診断機能付き遮水材を活用した汚染水保管施設

■ デブリ取り出し補助技術

- γ 線, 中性子線遮蔽性に優れた格納容器冠水材料.
- 格納容器の水漏れ箇所対応と空間放射線量減少ができる再掘削可能な原位置固化充填材料
- 液性と塑性に可逆的に変化できる新重泥水・泥土材料

■ 処分・デコミッションング

- 放射性廃棄物処分で開発してきた地盤工学技術を活用したデブリの地中処分と原子炉建屋デコミッションング技術の開発

個別基盤研究項目

■ 地下水の現況測定・将来予測

- 地下水・放射性物質の移行調査技術と地下水・放射性物質の流動解析技術による広域な現況評価と将来予測
- 多重バリアを含む高信頼性の地下水流遮断技術
- 自己診断機能付き遮水材を活用した汚染水保管施設

■ デブリ取出し補助技術

早稲田大学

- γ 線, 中性子線遮蔽性に優れた格納容器冠水材料.
- 格納容器の水漏れ箇所対応と空間放射線量減少ができる再掘削可能な原位置固化充填材料
- 液性と塑性に可逆的に変化できる新重泥水・泥土材料

■ 処分・デコミッションング

- 放射性廃棄物処分で開発してきた地盤工学技術を活用したデブリの地中処分と原子炉建屋デコミッションング技術の開発

個別基盤研究項目

■ 地下水の現況測定・将来予測

- 地下水・放射性物質の移行調査技術と地下水・放射性物質の流動解析技術による広域な現況評価と将来予測
- 多重バリアを含む高信頼性の地下水流遮断技術
- 自己診断機能付き遮水材を活用した汚染水保管施設

■ デブリ取出し補助技術

早稲田大学

- γ 線、中性子線遮蔽性に優れた格納容器冠水材料
- 格納容器の水漏れ防止対策と空間放射線量減少ができる再掘削可能な原位置固化充填材料
- 液性と塑性に可逆的に変化できる新重泥水・泥土材料

■ 処分・デコミッション

- 放射性廃棄物処分で開発してきた地盤工学技術を活用したデブリの地中処分と原子炉建屋デコミッション技術の開発

地盤材料学
地盤施工学

②デブリ取出し

燃料デブリ取出し補助における 地盤工学的技術

デブリ取出し
地盤材料学
地盤施工学
地盤環境学

高遮蔽性
重泥水
(地盤材料学)

高精度
ボーリング
(地盤施工学)

可逆的
液性・塑性充填材
(地盤材料学)

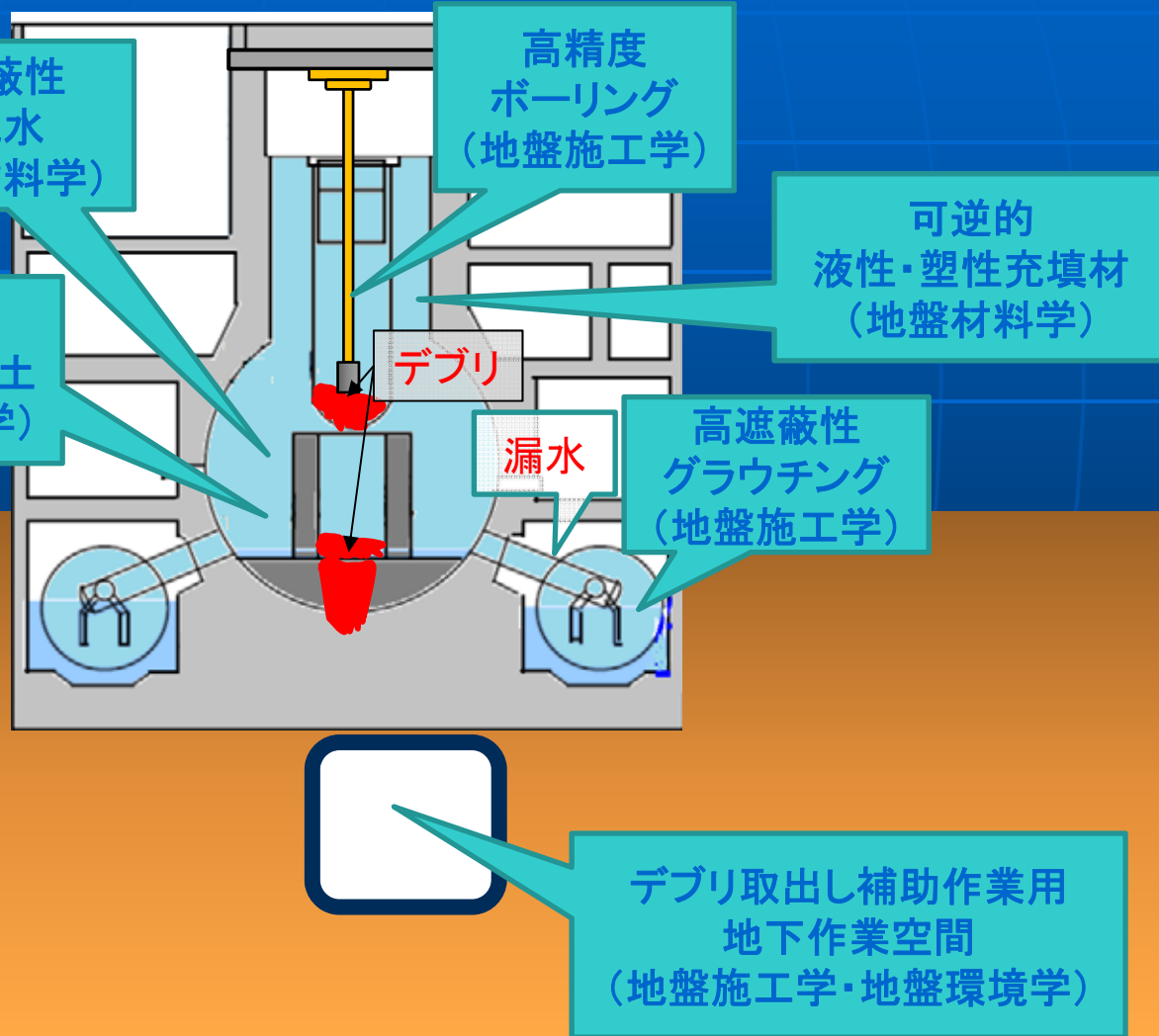
高遮蔽性
流動化処理土
(地盤材料学)

デブリ

漏水

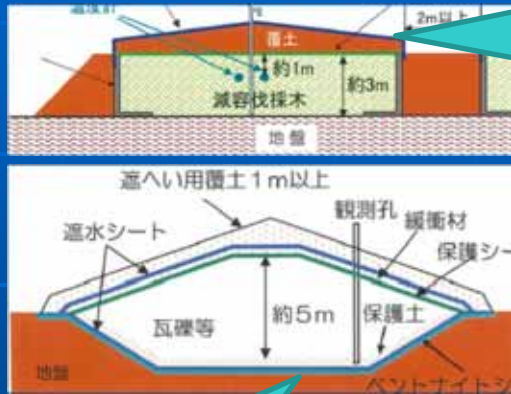
高遮蔽性
グラウチング
(地盤施工学)

デブリ取出し補助作業用
地下作業空間
(地盤施工学・地盤環境学)



③ 廃棄物・デコミッションング 廃棄物・デコミッションングにおける地盤工学技術

廃棄物一時保管



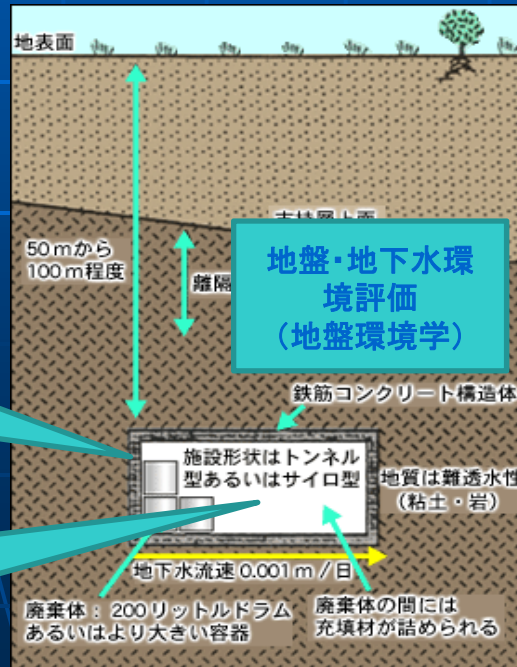
高遮蔽性覆土
(地盤材料学, 地盤施工学)

高性能止水材
(地盤材料学)

地下空間構築
(地盤力学, 地盤施工学)

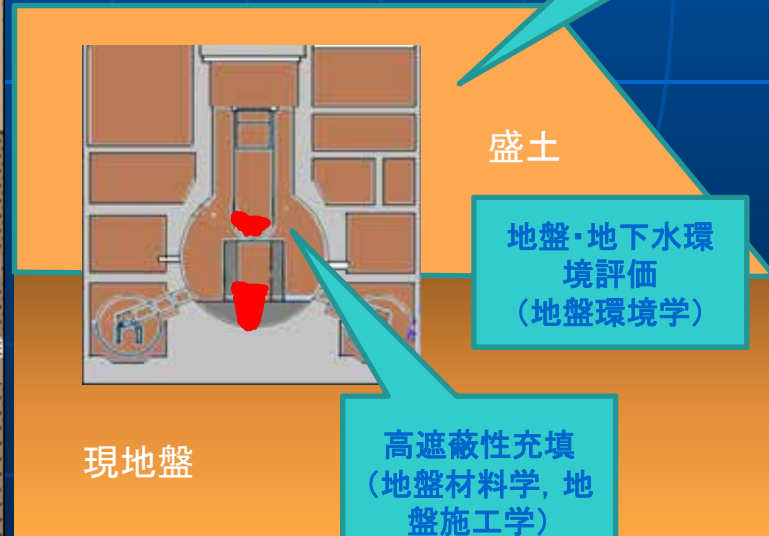
高遮蔽性充填
(地盤材料学, 地盤施工学)

地下埋設処分



地盤・地下水環境評価
(地盤環境学)

跡地利用・ 原位置での一次封じ込め



高遮蔽性盛土
(地盤材料学, 地盤施工学)

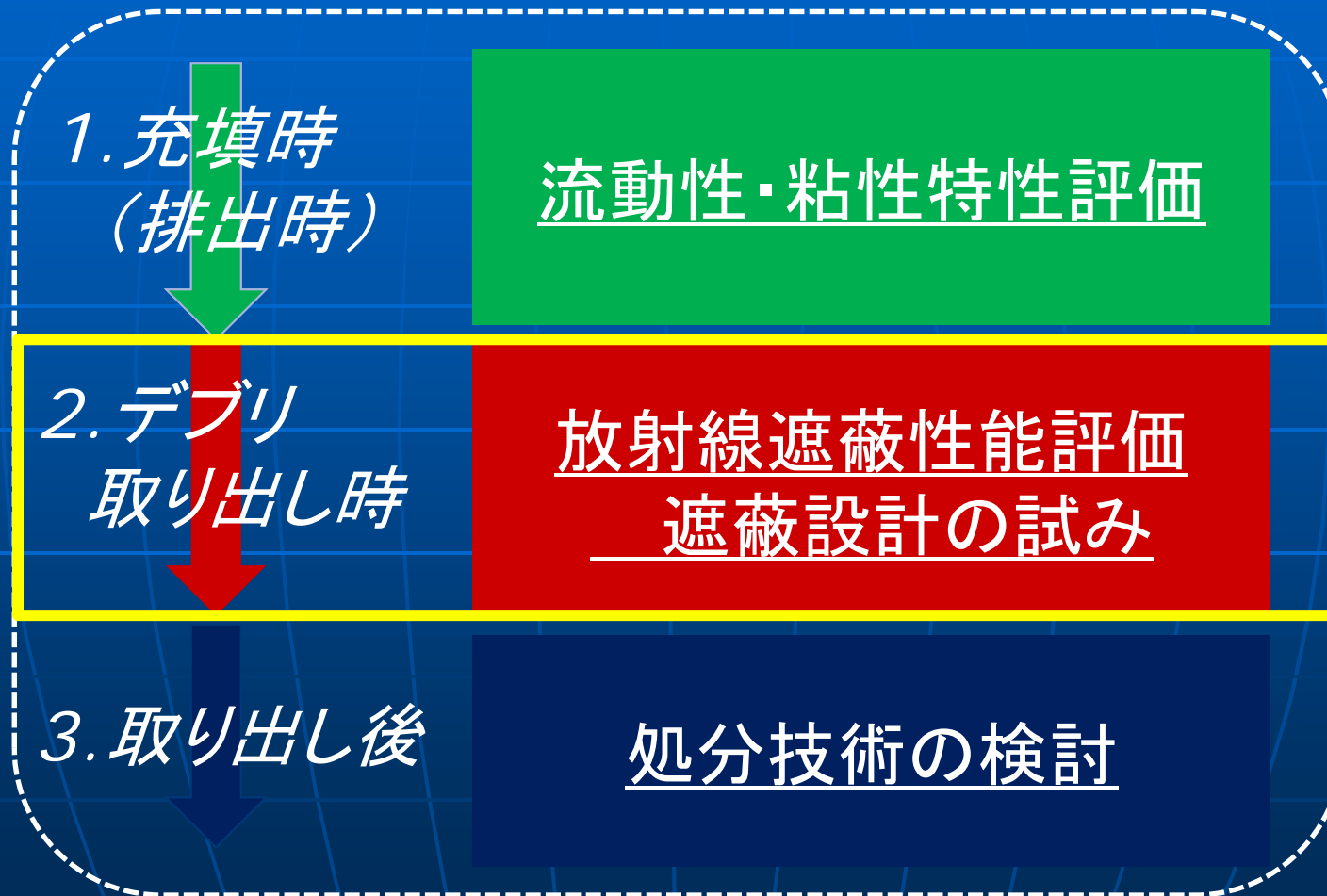
地盤・地下水環境評価
(地盤環境学)

高遮蔽性充填
(地盤材料学, 地盤施工学)



超重泥水の研究内容について
早稲田大学修士1年吉川絵麻が報告

超重泥水の研究内容報告

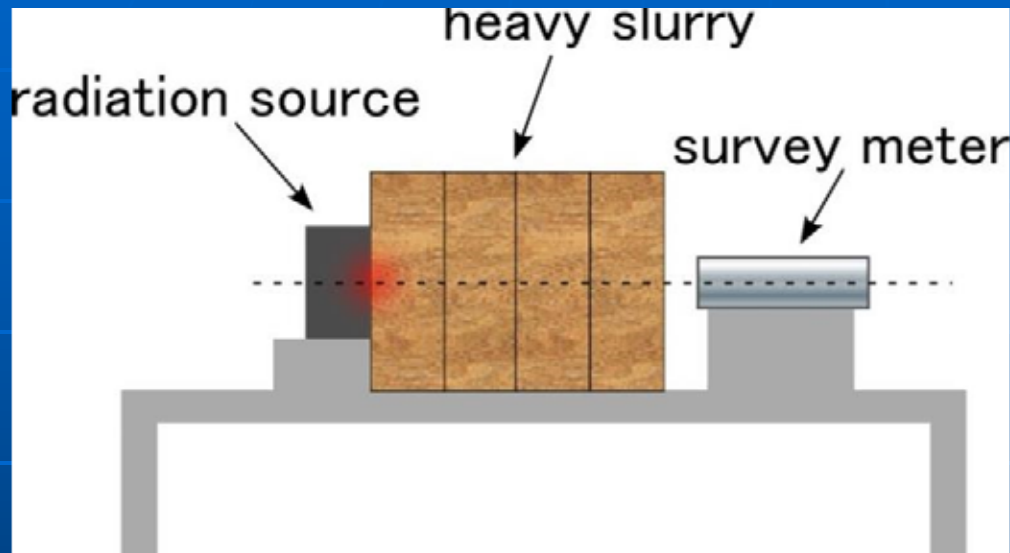


超重泥水の組成配合

種類	比重	流動性	分散	沈降防止	加重材
		水道水 (g)	ピロリン酸Na (g)	Na型ベントナイト (g)	バライト (g)
超重泥水A	2.5	100	0.2	7	400
超重泥水B	1.8	100	0.2	10	140
超重泥水C	1.1	100	0.2	12	10



実験方法



容器 (30 cm × 30 cm × 10 cm) を4個用意
厚さ: 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm に変化

各条件において、透過線量 ($\mu\text{Sv/h}$) を計測

結果の整理方法：放射線遮蔽性能

- ✓ バックグラウンド値の影響
- ✓ 線源の経年劣化



■ 放射線低減率 (100%で透過線量=0)

$$R_{rad} = (1 - R) \times 100 = \left(1 - \frac{N}{N_0}\right) \times 100$$

ここに, R_{rad} : 放射線低減率(%)

N : 試料を充填した状態の透過線量

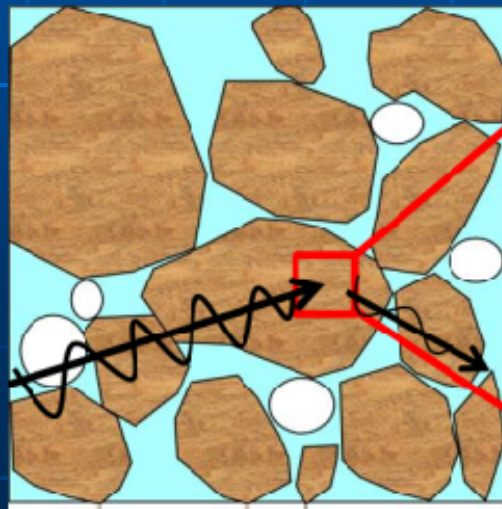
N_0 : 空容器のみの透過線量

結果の整理方法 (X軸) ガンマ線

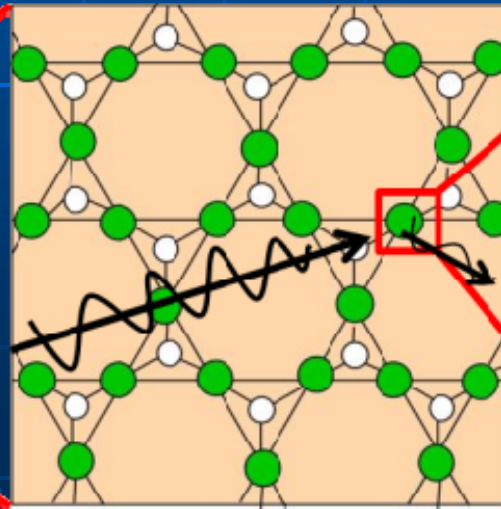
■ ガンマ線: 電磁波の一種

- ・電子との衝突 エネルギー減衰
- ・電子の存在度 湿潤密度

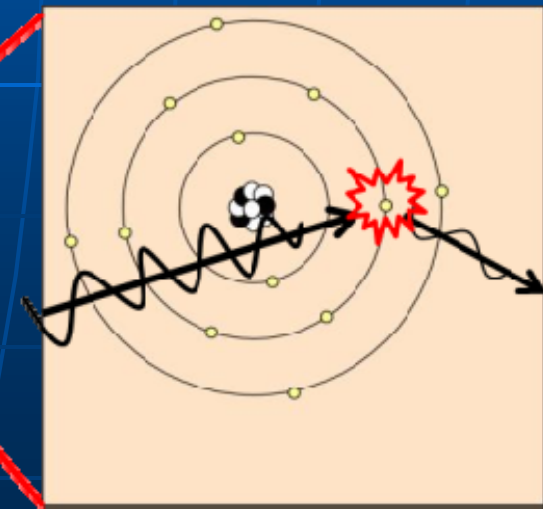
$$\rho_t = \frac{m}{V}$$



土質材料の様子



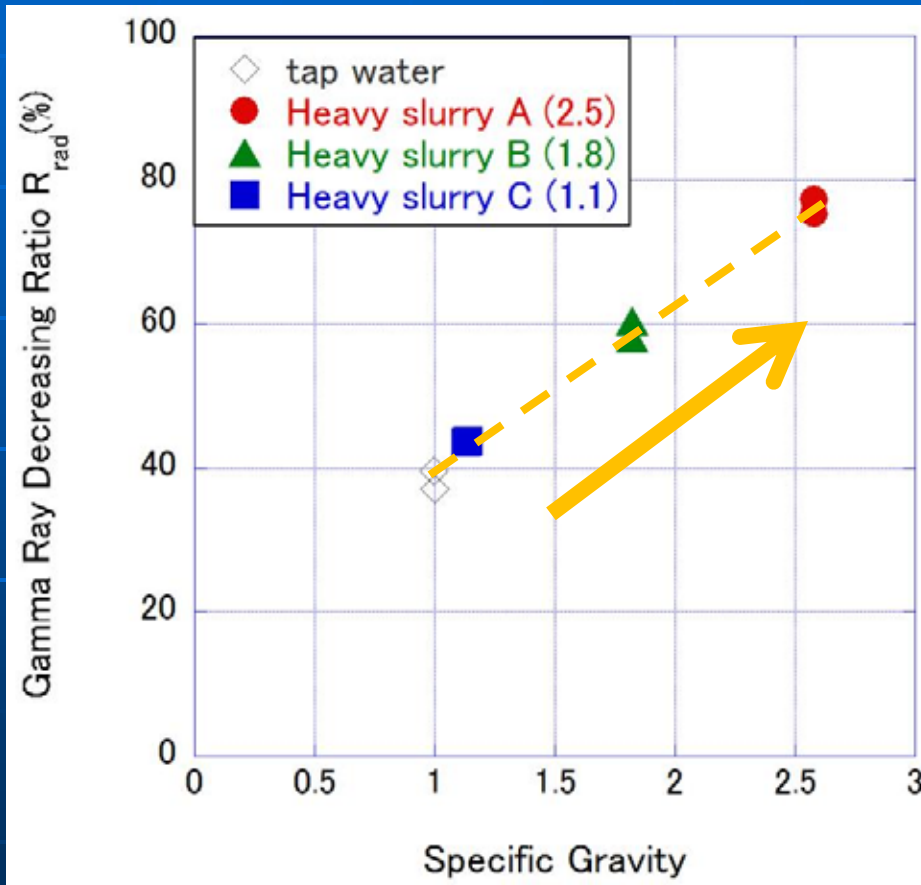
結晶格子の様子



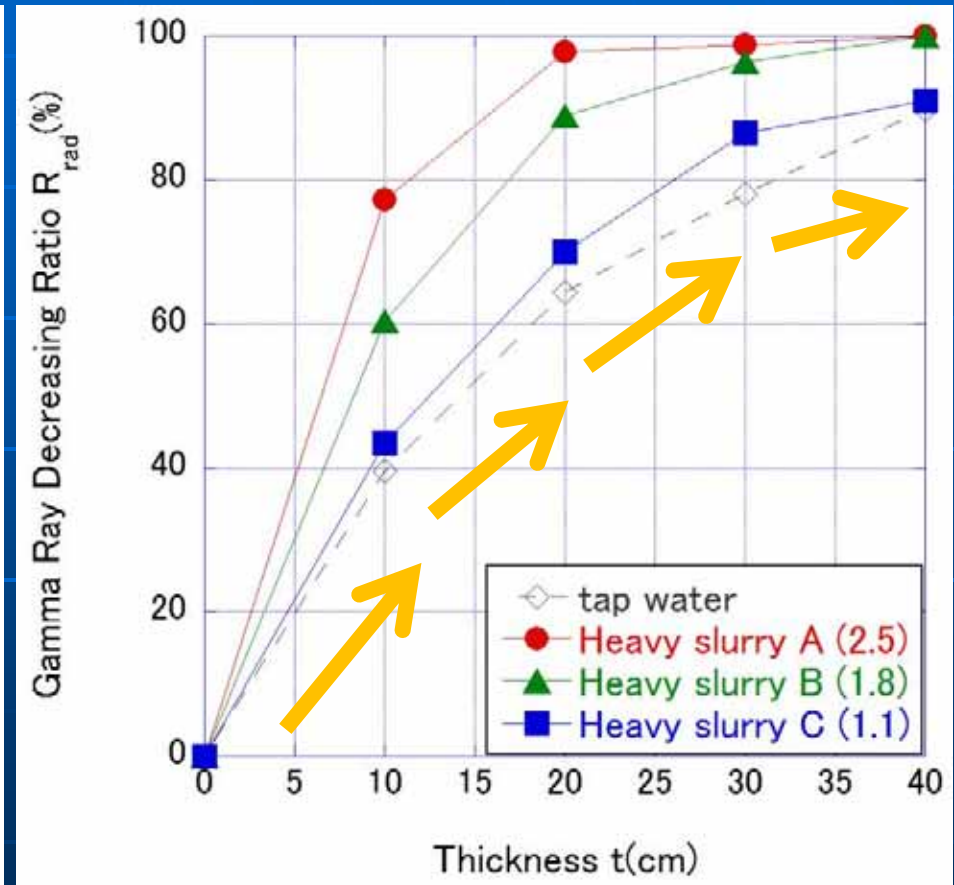
電子との衝突

ガンマ線遮蔽性能

遮蔽体厚さ10cmのデータ



厚さの変化に伴う測定結果



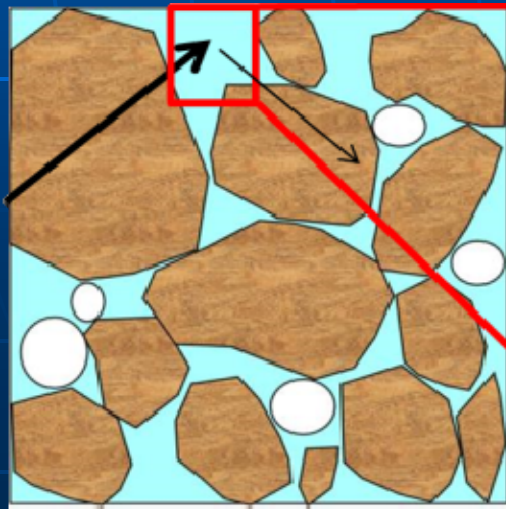
ガンマ線低減率は、超重泥水の湿潤密度(比重)に比例

結果の整理方法 (X軸)

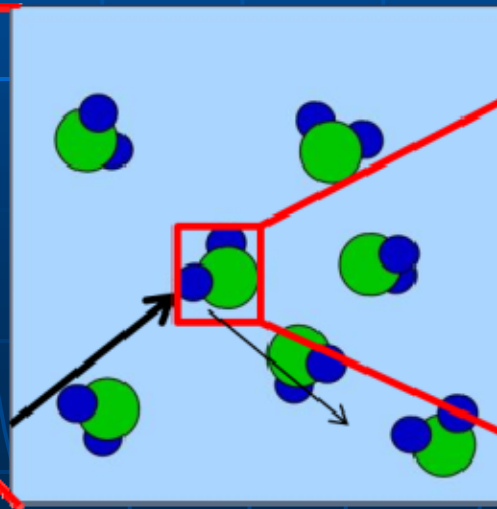
中性子線

- 中性子線 : 速度を持つ中性子粒子
 - ・物質の原子核との衝突 エネルギー減衰(運動量保存)
 - ・水素の存在割合 **体積含水率**

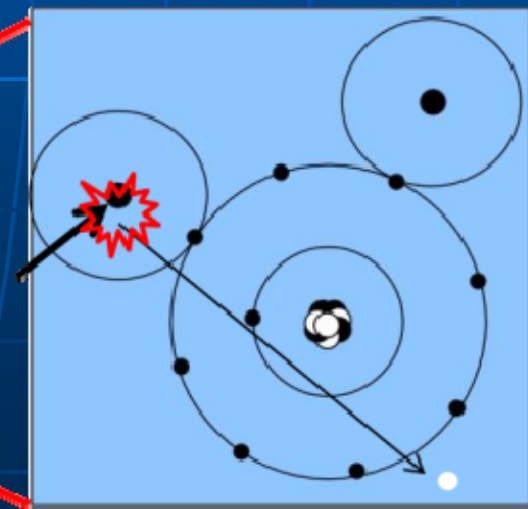
$$\theta = \rho_d \times w$$



土質材料の様子



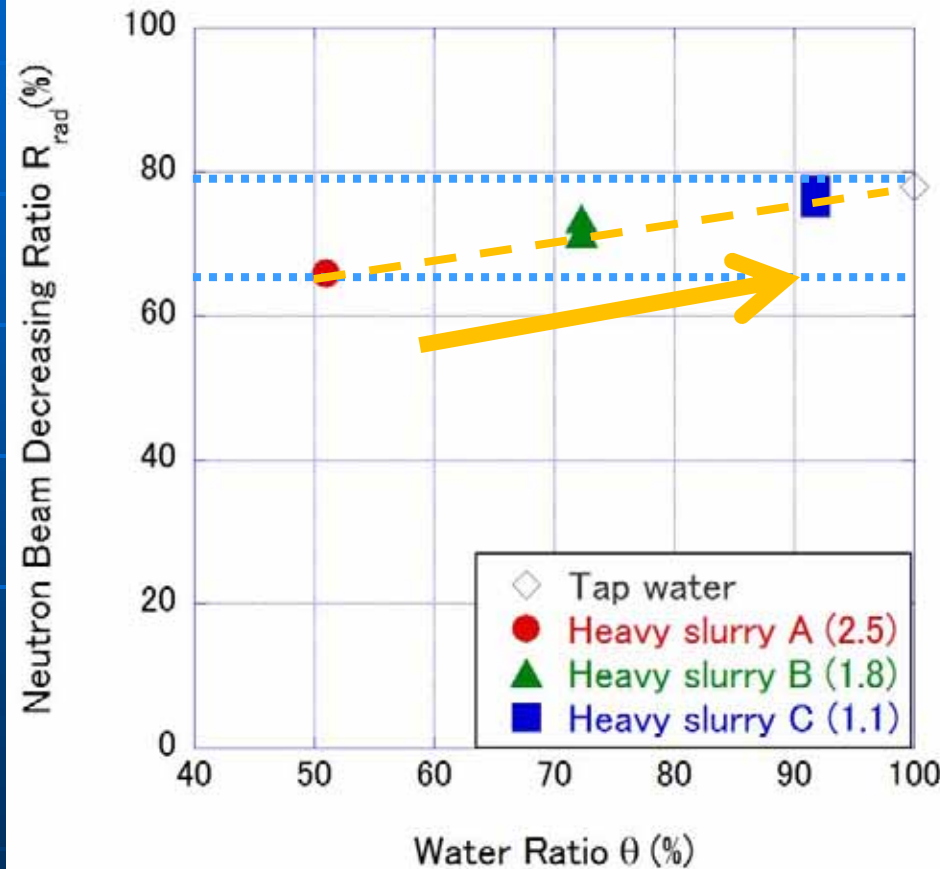
水分子の様子



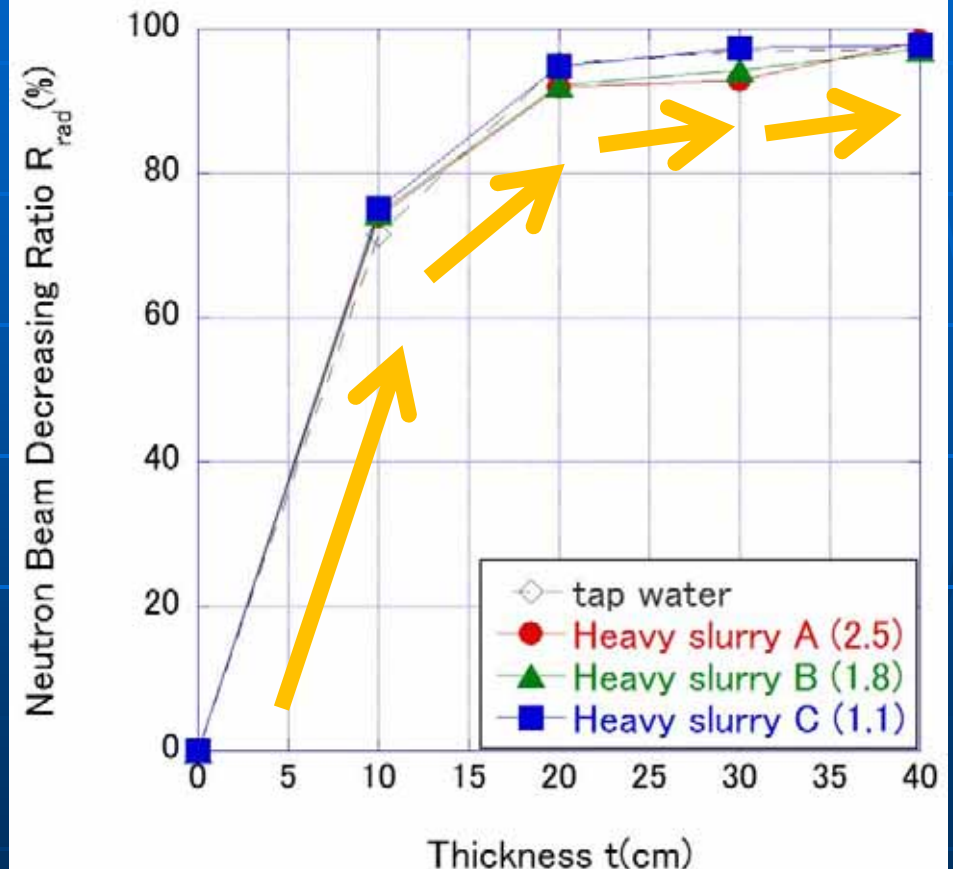
水素原子との衝突

中性子線遮蔽性能

遮蔽体厚さ10cmのデータ



厚さの変化に伴う測定結果



中性子線低減率は、超重泥水の体積含水率に依存



- 高比重
水よりも優れた
ガンマ線遮蔽性能
- 高含水
水と同等の
中性子線遮蔽性能



結果を配合設計への適用

放射線が透過する際，衝突する可能性のある
電子/水分子の存在度を下記のように定義する。

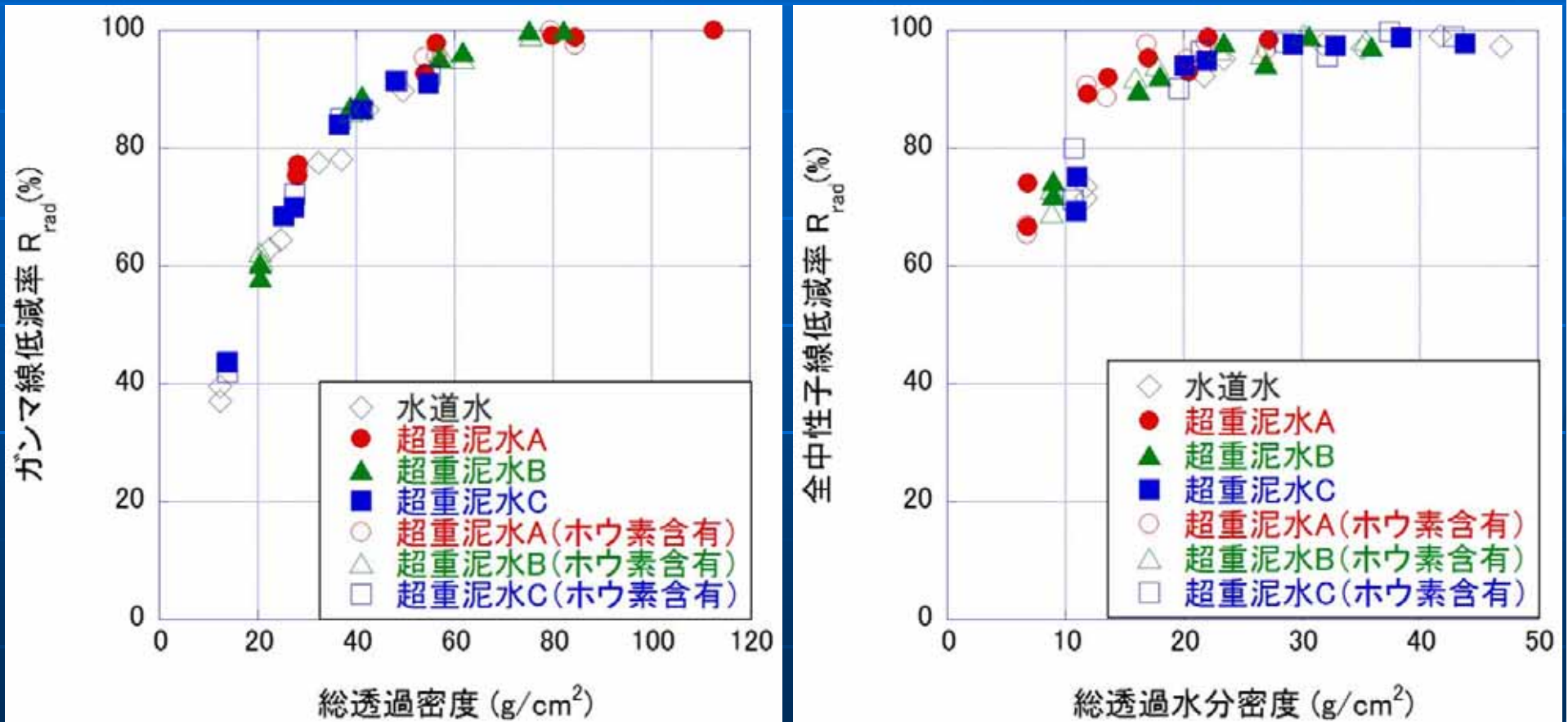
- 総透過密度 (g/cm²)

$$\sum \rho_t \times t$$

- 総透過水分密度 (g/cm²)

$$\sum \rho_m \times t = \sum \frac{\theta}{100} \times \rho_w \times t$$

各放射線低減率と 総透過密度/水分密度の関係



比較的一義的な関係を示す

以上の結果から、遮蔽設計への適用を試みる。

既知

- ・対象物の線量
- ・目標線量

遮蔽体厚さ

必要低減率 $R_{\text{rad}} \%$

総透過密度，総透過水分密度の関係より

算出

湿潤密度，体積含水率

配合設計への適用

ご清聴ありがとうございました