



斉藤研究室 / Saito Laboratory

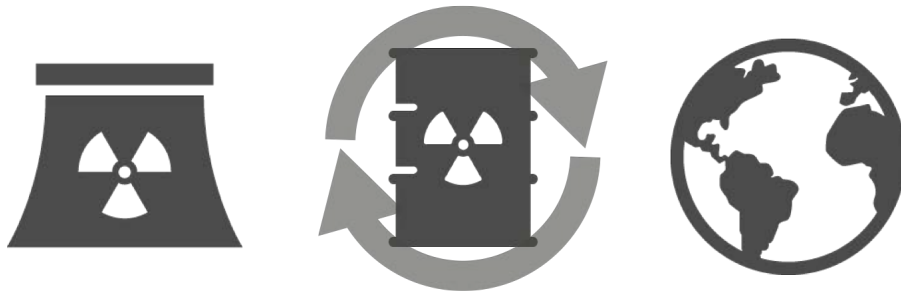
放射性核種や有害物質の環境動態研究
Geochemistry for nuclear waste disposal

放射性廃棄物処分 / Radioactive waste disposal

環境動態 / Environmental behavior

物理化学 / Physical chem.

地球化学 / Geochemistry



研究室では、エネルギー利用と地球界面の界面で発生する廃棄物問題に化学のアプローチから取り組んでいます。

We're tackling "waste problems" arising at the interface between energy use and earth environment in terms of chemistry

Members



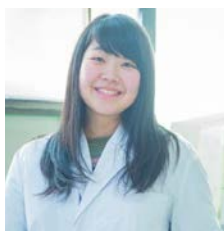
斉藤 拓巳/ Takumi SAITO
教授/ Professor
saito@n.t.u-tokyo.ac.jp



HOU, Linyi
D2
先新第三紀堆積岩中での核種の移行挙動/
Radionuclide transport in
Preneogene sedimentary
rocks



内海 晟/ Jo UTSUMI
B4
X線CTと深層学習を用いた先新第三紀堆積岩の特性評価/
Characterization of
preneogene sedimentary
rocks by X-ray and deep
learning



戸田賀奈子/ Kanako TODA
助教/ Research associate
ktoda@tokai.t.u-tokyo.ac.jp



LANG, Lang
M2
セメント系材料の固化性能評価/
Performance of solidification of
cementitious materials

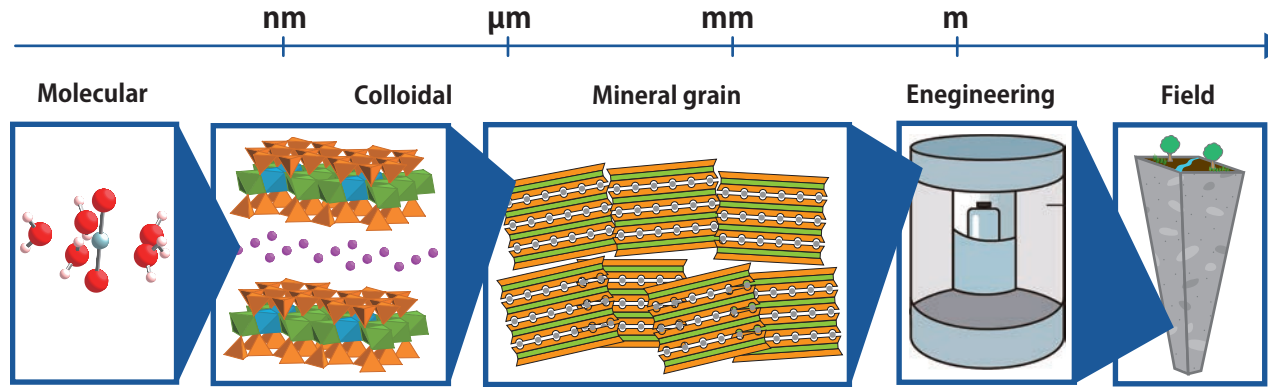


YILDIRIM, Anil Can
D2
ジオポリマーのイオン収着・拡散特性/
Ion sorption & diffusion of geopolymer



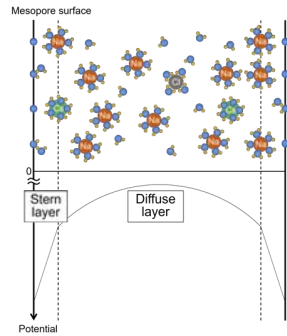
佐藤 颯人/ Hayato SATO
M1
深部地下天然有機物の分子的特徴/
Molecular characteristics of natural
organic matters in deep
underground

Research in Saito laboratory at glance

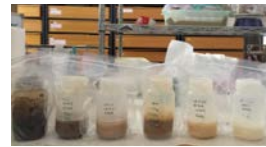


微小空隙内部の吸着・拡散現象
Chemistry in confined space

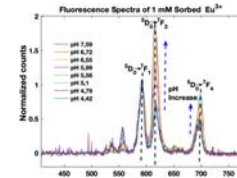
微小空隙の電位プロファイルとイオンの分布



ジオポリマー/セメント/粘土のバリア特性
Chemistry of geopolymer/cement/clay

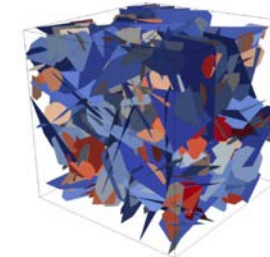


ジオポリマーサンプル



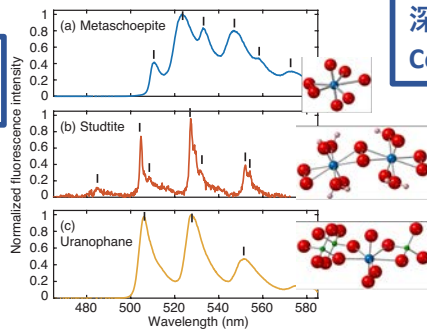
セメント系材料への有機物の影響 ジオポリマーと金属イオンとの相互作用評価

深部地下環境中の核種輸送シミュレーション
Radionuclide transport simulation



結晶質岩を対象にした亀裂ネットワークモデル

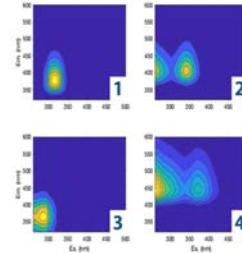
燃料デブリの変質現象
Chemistry of fuel debris



深部地下環境中のコロイド・有機物・岩石
Colloid, organic matters, and rocks in deep underground



地下研におけるサンプリングの様子



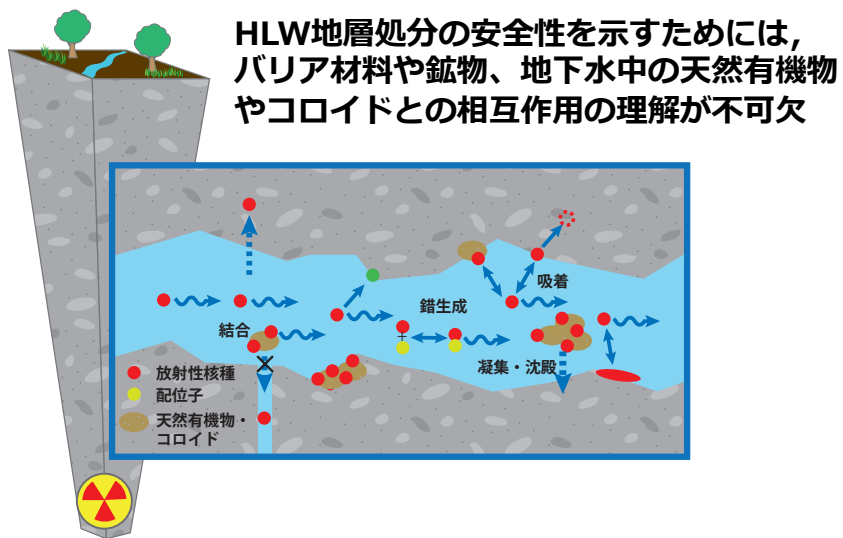
放射性Csの環境動態
Environmental behaviors of Cs



福島県河川での環境サンプリング

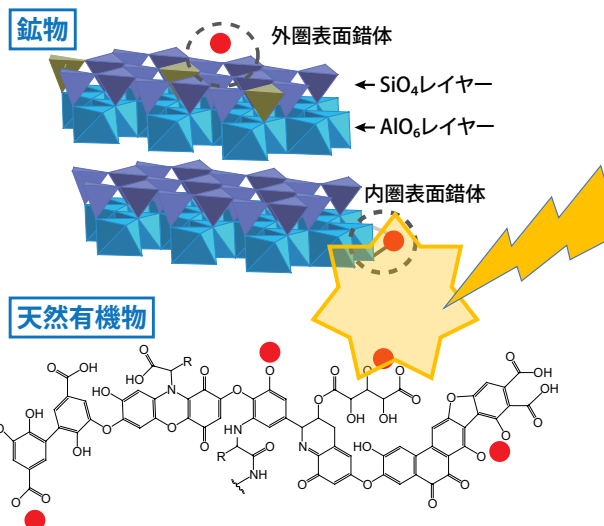
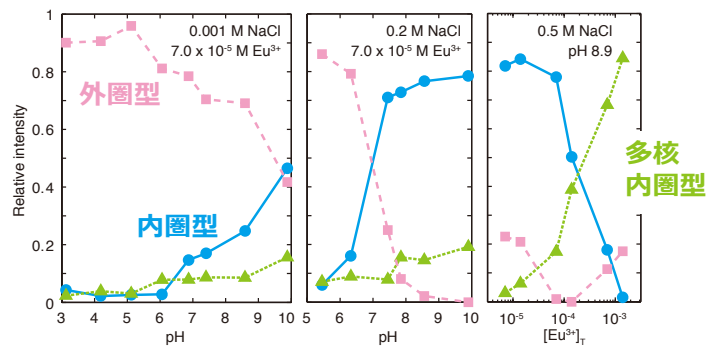
金属イオンと地下環境構成成分との相互作用研究

齊藤



Eu³⁺/カオリナイト吸着系

レーザー分光と多変量解析を組み合わせることで、吸着系における化学種分布を解明



X線, 短パルスレーザーを用いた化学形態分析

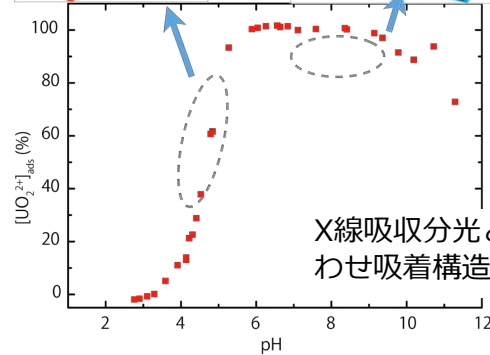
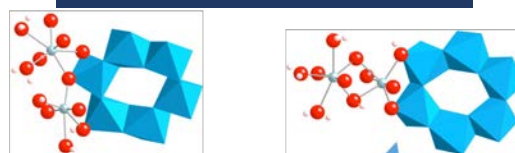


多変量解析*
量子化学計算



化学種分布の解明

UO₂²⁺/ギブサイト吸着系



X線吸収分光とDFT計算を組み合わせ吸着構造の変化を解明

*多変量解析を用いた化学種分布評価

TRLFS Data

$X(x_{i,j,k})$

conc

time

wavelength

a_1

c_1

a_n

c_n

b_1

b_n

Speciation

A

Concentration

B

Spectra

C

Decay

深部地下環境を対象にした元素の動態研究

齊藤

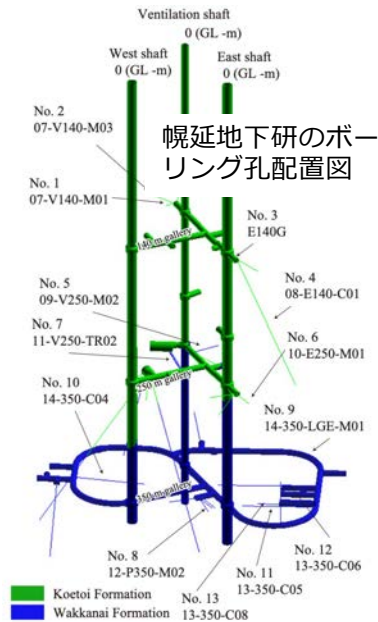
HLW地層処分の超長期性, 実環境の多様性, 不均質性の点から, 深部地下研究所 (URL) の活用が有効.

- ・ サイズ分画と質量分析による動態評価
- ・ 深部地下の天然有機物の特性評価
- ・ 蛍光分光と多変量解析を組み合わせた深部地下の天然有機物の起源と反応性評価

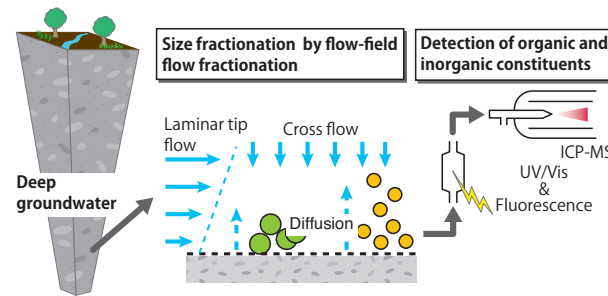
実際の地下環境中での元素の動態の理解に繋げる



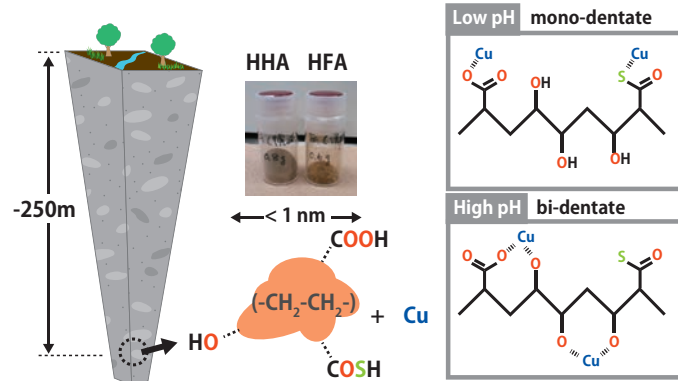
瑞浪地下研の様子



サイズ分画と質量分析による動態評価

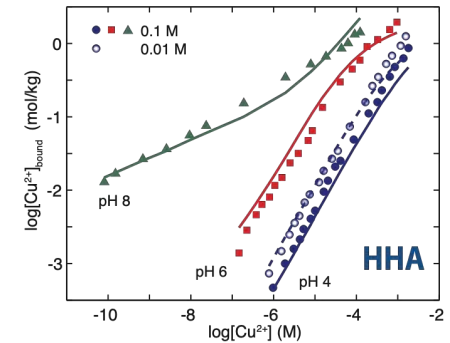
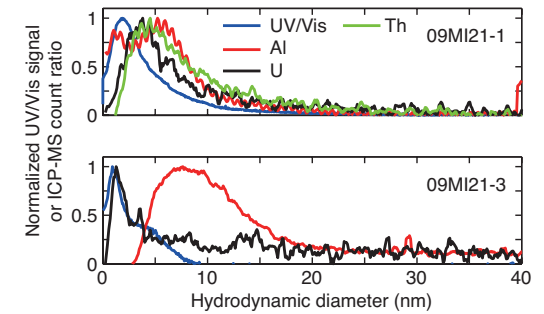


深部地下の天然有機物の特性評価



深部地下水より天然有機物を抽出。
深部地下の天然有機物の物理化学特性や金属イオンとの反応性を詳細に評価した初の例。

流動場分画法と質量分析を組み合わせ、地下水中で元素の移動媒体 (キャリア) になる有機物, コロイドを明らかにした。



研究テーマ例

1. 放射性廃棄物の安定化と処分

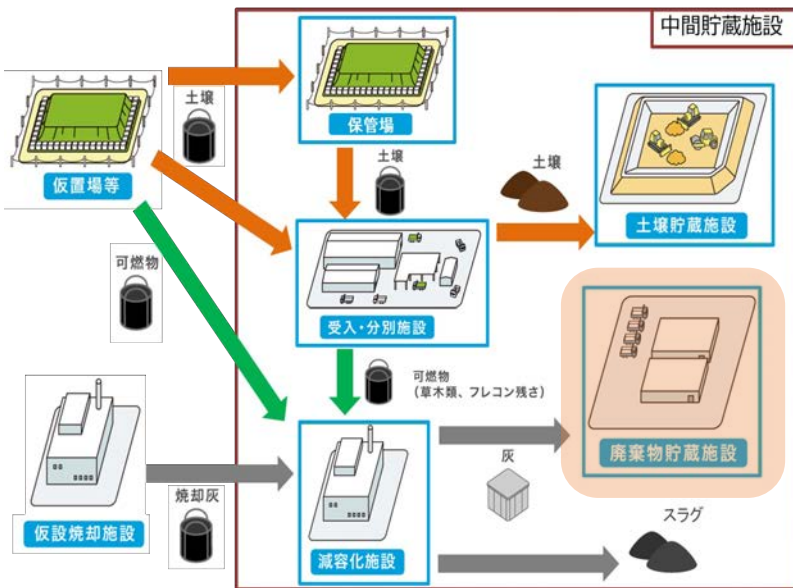
福島中間貯蔵施設の飛灰減容化により発生した廃棄物の安定固型化体のCs長期溶出性評価

2. 産業廃棄物の資源化

産業の副産物として発生する浚渫土-製鋼スラグの混合土の固化阻害メカニズムの解明

3. 準安定相と天然有機物の相互作用の解明

改良土・放射性廃棄物処分場の建設材料・重金属不溶化等における有機物-準安定相相互作用の理解に資する



1. 中間貯蔵施設の概略図(オレンジ部分の模擬廃棄物が研究対象)



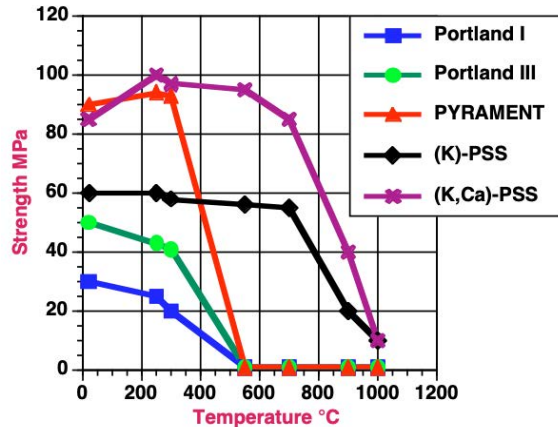
2. 浚渫土と製鋼スラグの現場混合



3. 中性子小角散乱の測定試料(上)とX線小角散乱の測定機器(下)

Radionuclide Immobilization Behaviors of Metakaolin Based Geopolymers

Yildirim



- Remarkable **Thermal Behaviour**
- **Fast Settling and hardening**
- Si:Al → identifies the property
- JAEA Points
Metakaolin Based Geopolymer

Objective :

Understand the Radionuclide immobilization of MKGP

For Nuclear Waste Immobilization

Sorption mechanism

Diffusion mechanism

Desorption radionuclides

Cs^+ / Sr^{2+} / Eu^{3+} / UO_2^{2+} / I^-

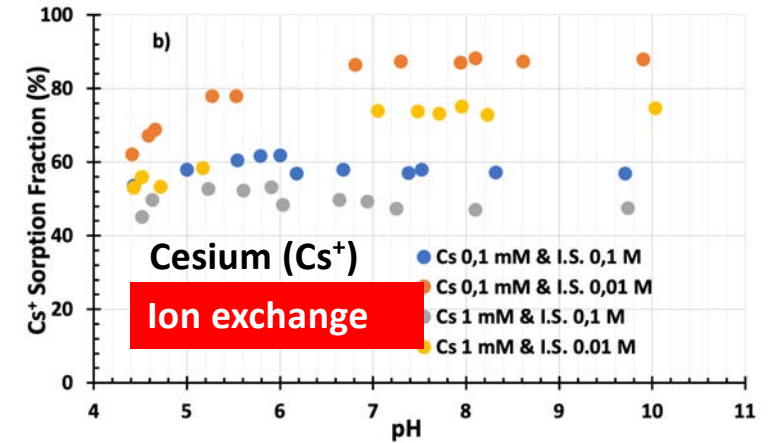
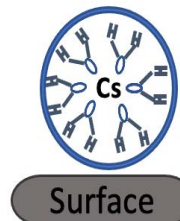
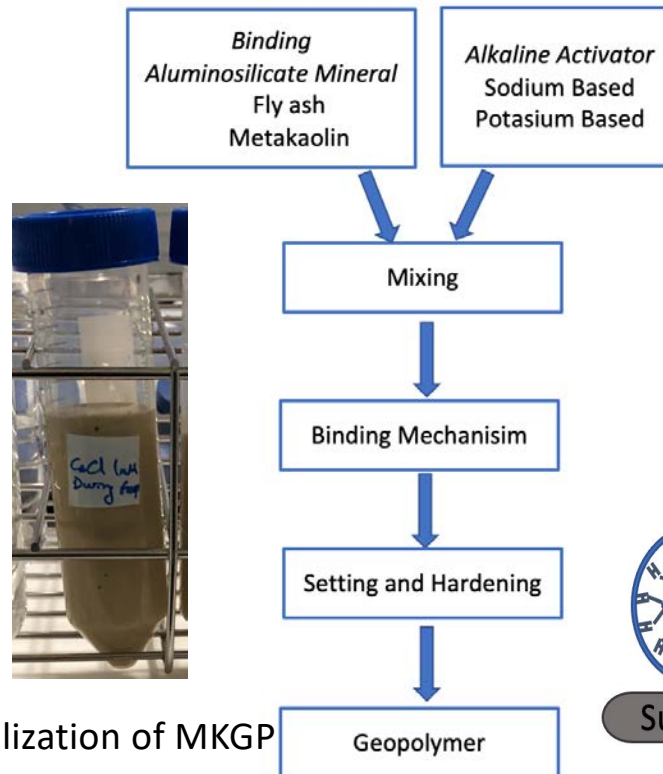
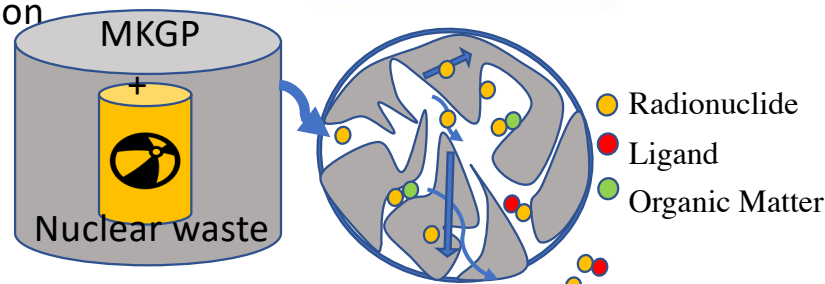
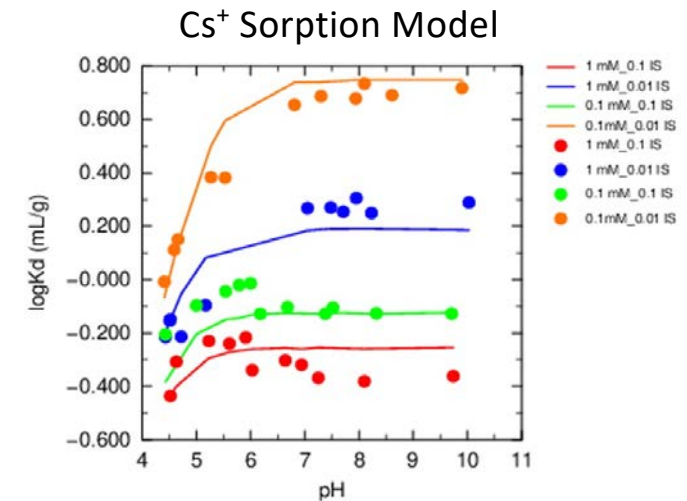


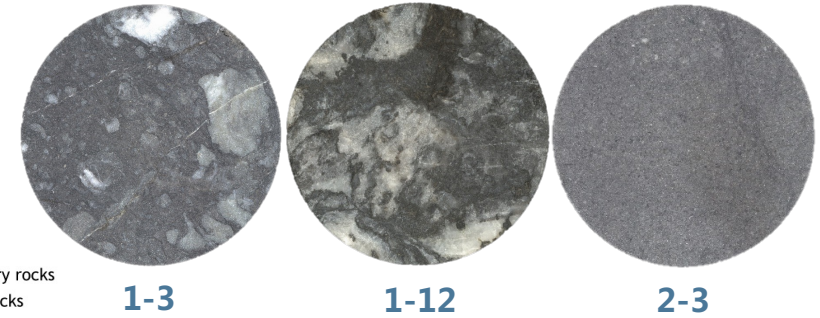
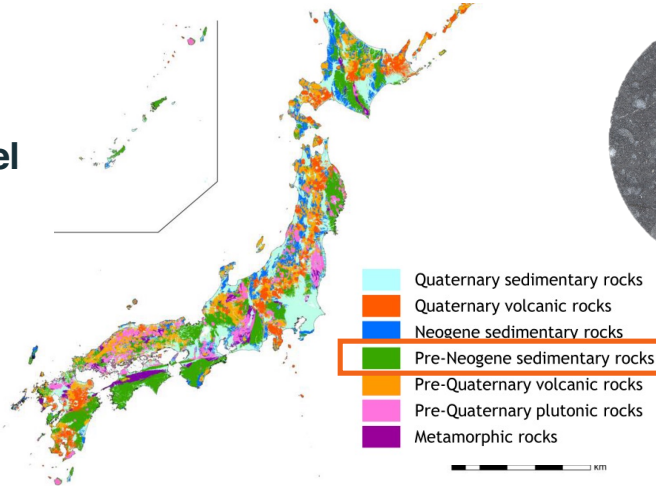
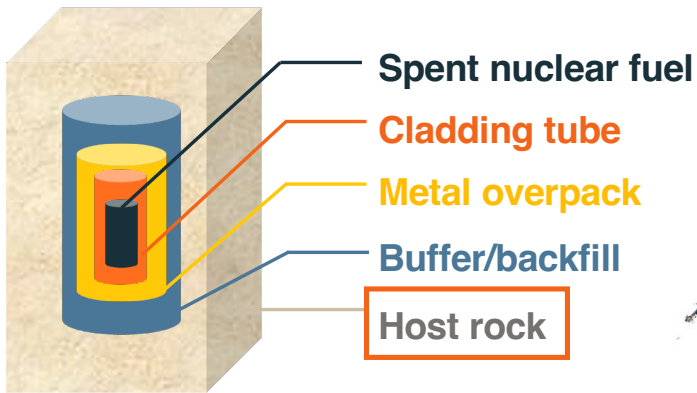
Fig. Sorption edge of Cs^+ on the Treated Na-MKGP and modelling results with 2SCNE/CE mechanism



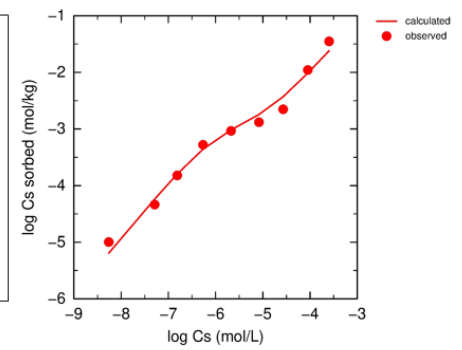
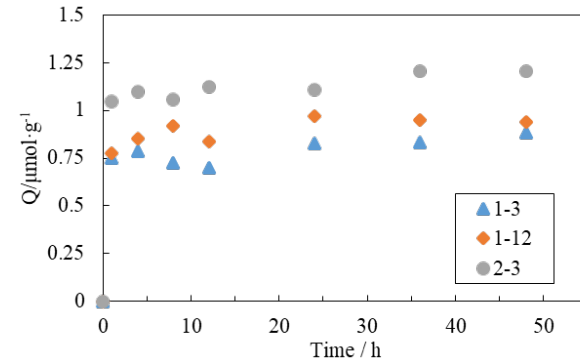
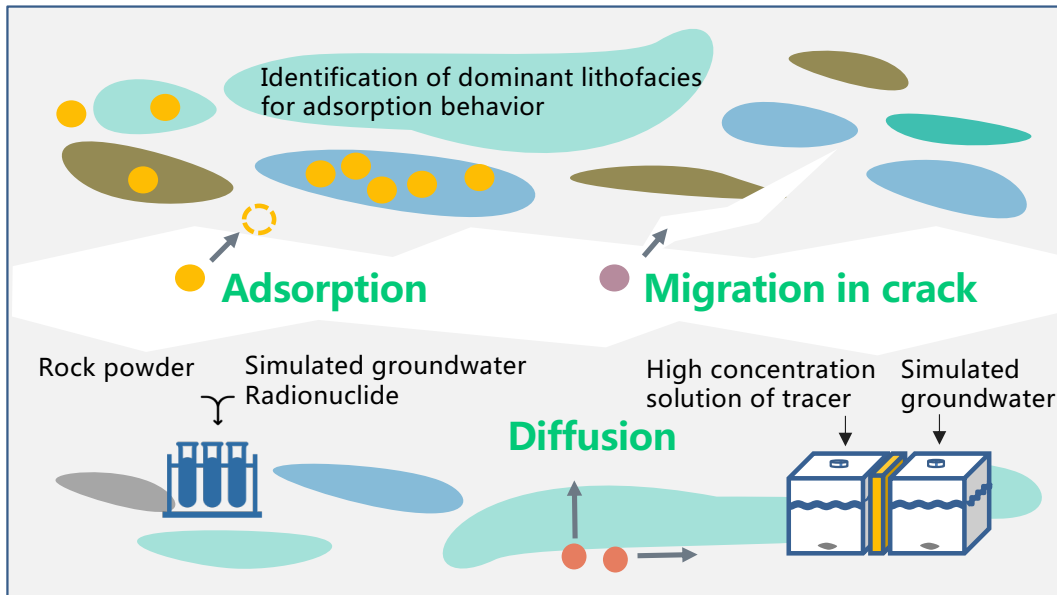
Adsorption and Diffusion Behavior of Radionuclides on a Pre-Neogene Sedimentary Rock

Hou

Deep Geological Disposal



Photos of Pre-Neogene Sedimentary Rock

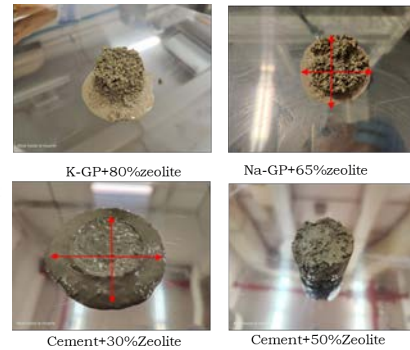


Revealing its barrier performance and provide an important reference for site selection and safety evaluation

Evaluation of long-term leaching behavior of Cs-stabilized waste forms arising at incineration facility in Interim Storage Site, Fukushima prefecture

Lang

Solidification and volume reduction processes

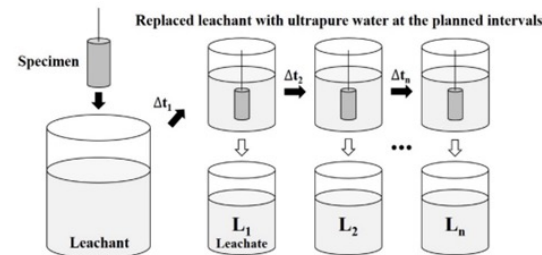


Slumpflow test



Unconfined Compressive Strengths (UCS) test

Leaching test (ANS16.1)



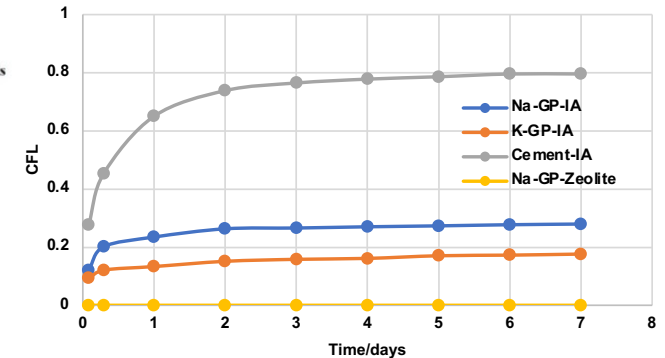
Leaching test process



K based Geopolymer Leaching sample in different sizes

Objective :

Evaluate leaching behavior of Cs bearing different waste forms and clarify the ideal leaching test method to evaluate the long-term leachability of Cs bearing solidified forms.



7-days Leaching test result for 4 kinds of solidification methods

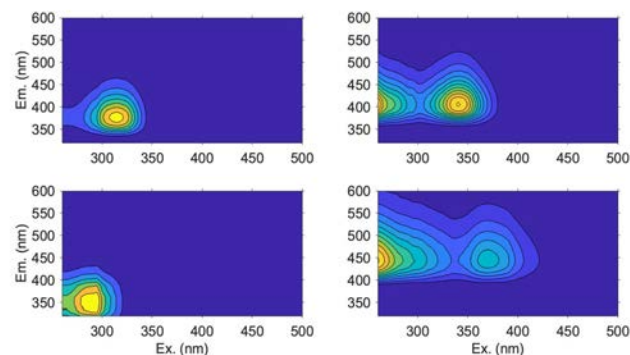
高レベル放射性廃棄物の地層処分における安全評価の信頼性向上を目指し、放射性核種と結合することによって放射性核種の挙動に影響を与える深部地下水中の天然有機物の特性を調査.

実施内容

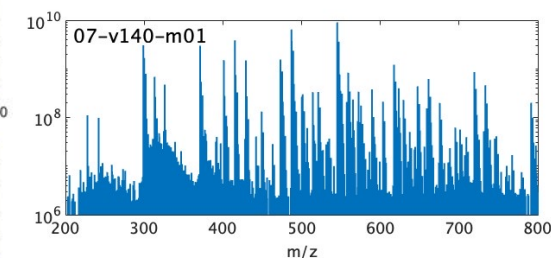
- 蛍光分析で得られる深部地下水中の天然有機物と金属イオン結合性
- 高分解能質量分析で得られる天然有機物の分子的特徴

2つのデータを関連づけることで金属イオンと結合する天然有機物成分の分子的特徴を評価.

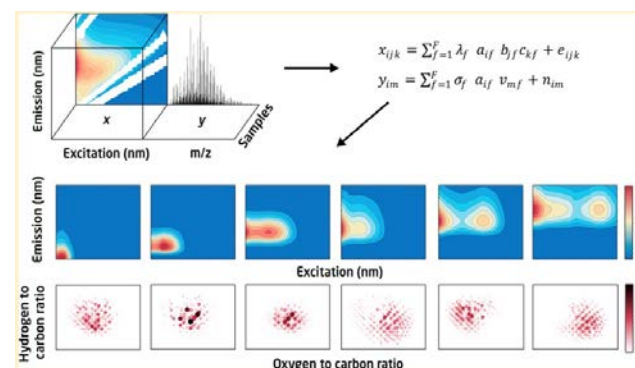
蛍光分析



高分解能質量分析



データ結合モデルの概念図¹⁾



1) Urban J. Wü nch ,Evrin Acar , Boris P. Koch. et al. analytical chemistry ,90 ,14188-14197 (2018).

微小な空隙における放射性核種の吸着に関する研究

室田
(graduated)

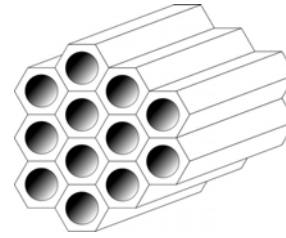
- 地下深部に埋設された放射性廃棄物からの放射性核種の移行評価
 - 地下水に溶けて岩石中の空隙を移動
 - 移動中に岩石表面に吸着することで移動が遅延される
- 地下深部の空隙は径が数nmと非常に小さいものがあるが、そのような小さな空隙表面への空隙はより大きな系と異なるのでは？
 - 微小な空隙中の水は氷のように束縛されていることが報告されている
 - 表面の曲率の影響が無視できなくなる

→微小な空隙における吸着反応の特殊性を調べる！

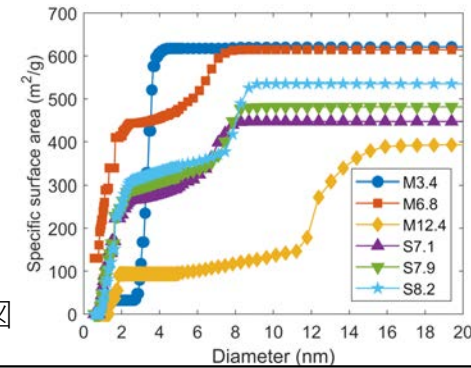
実際の岩石は複雑な空隙を持ち、調べにくい

→岩石の模擬物質として均質な空隙を持つシリカ（メソポーラスシリカ）を利用して各種試験を行う

試料の分析

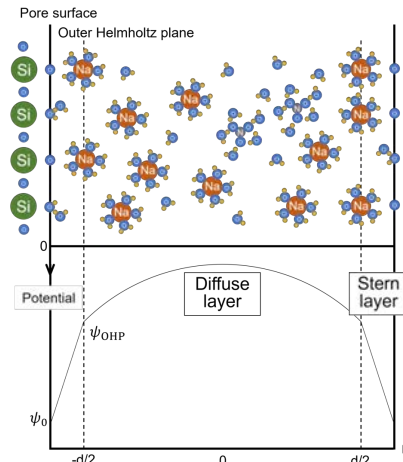


メソポーラスシリカの模式図



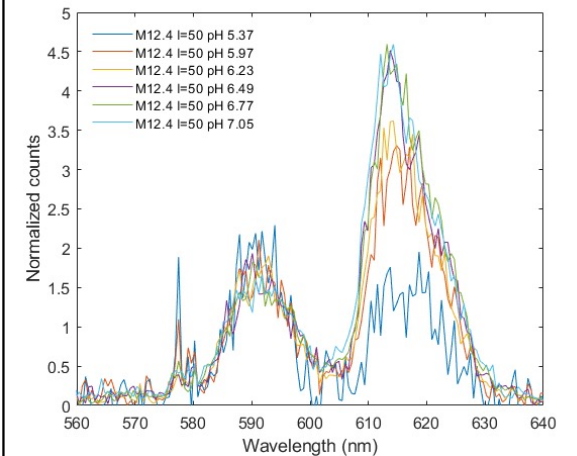
窒素ガス吸着量から求めた空隙のサイズ分布

吸着試験とモデルとの比較



モデルの前提となる微小な空隙中のイオンと電位の分布の概念図

イオンの吸着状態の分析



メソポーラスシリカに吸着したEuにレーザーを照射した際の蛍光スペクトルのpHによる変化

Applicability of Coastal Seabed Environments as a Potential Host Rock of HLW Disposal

Fairat
(graduated)

Introduction to Coastal Seabed Disposal

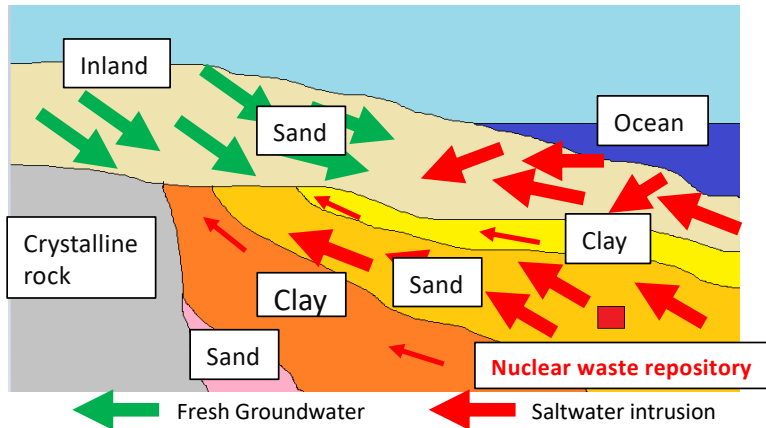
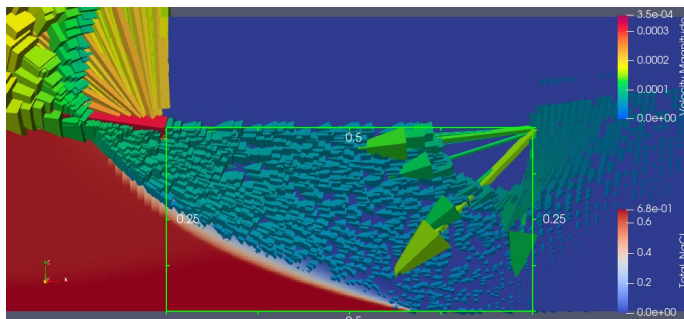


Fig. 1 Coastal Seabed Disposal

Objective

How change in chemistry under coastal seabed sediment affects the repository

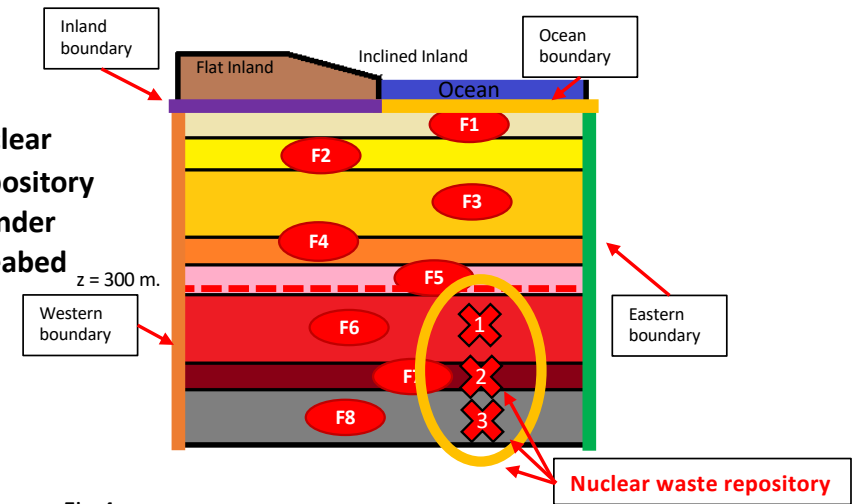
Fig. 2 Saltwater Intrusion Simulation



Simulation

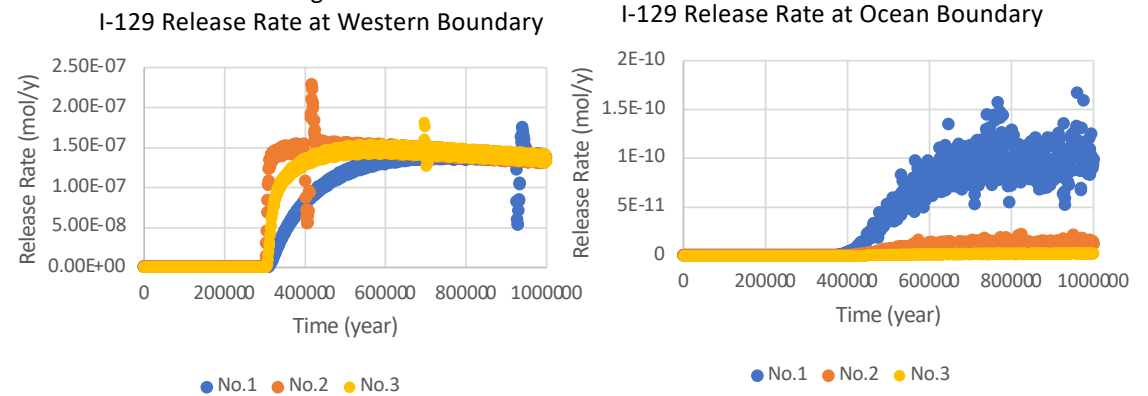
PFLOTRAN (A Massively Parallel Reactive FLOW and TRANsport Model) is used to simulate flow and transport in porous materials.

Fig. 3 Nuclear waste repository located under coastal seabed sediment



Result

Fig. 4



福島県環境中における¹³⁷Cs置換活性成分の評価

田中
(graduated)

- ◆ 1F事故により放出された放射性セシウムは、未だ森林環境中に手付かずの状態に残る。その一部は、動植物の利用や河川を通じた移動が懸念される。
- ◆ 本研究では、**DGT (Diffusive gradients in thin films)** を用いて、生体利用や水環境中でのセシウムの移動を担う、**置換活性成分**の評価を行う。
- ◆ 福島県において、DGTによるその場サンプリングを実施。置換活性成分と環境パラメータとの関係を調査。

