

課題別委員会

「放射性核種による汚染に係る環境浄化の
基礎科学に関する委員会」

設置の経緯及び目的

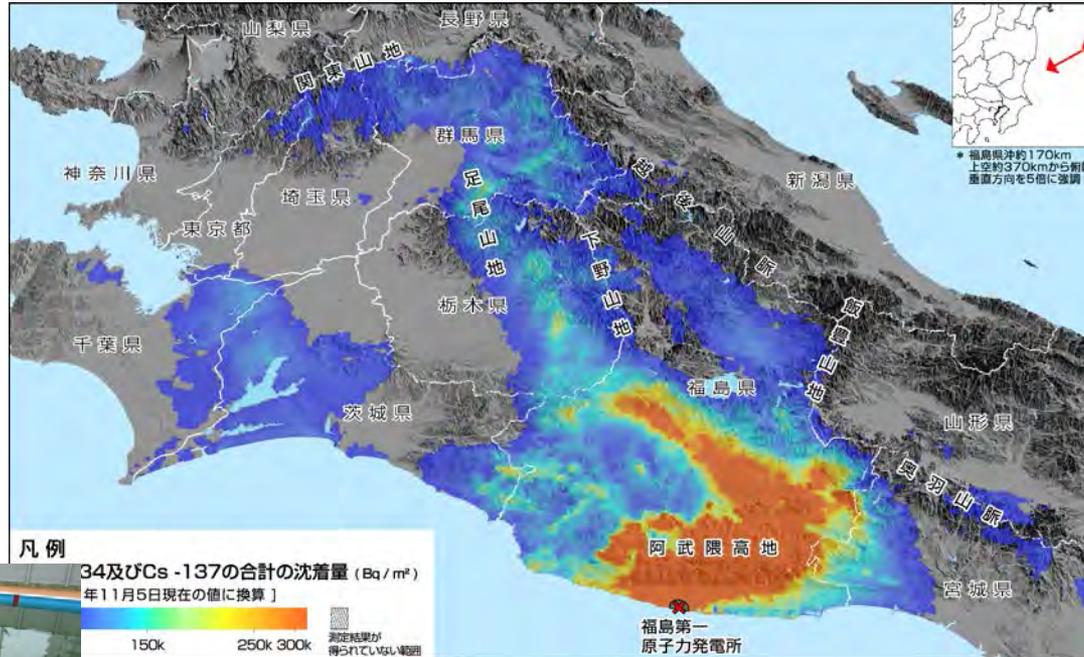
背景

核開発による負の遺産

- **Plutonium production complex**
- **$> 2 \times 10^8$ l of high level liquid waste**
- **2100 tons of spent nuclear fuel**
- **11 tons of plutonium**
- **750000 m³ of buried or stored solid waste**
- **10^{12} l of contaminated groundwater**

背景

福島事故による広域汚染



居住区
の
除染作業



汚染したプールの
除染



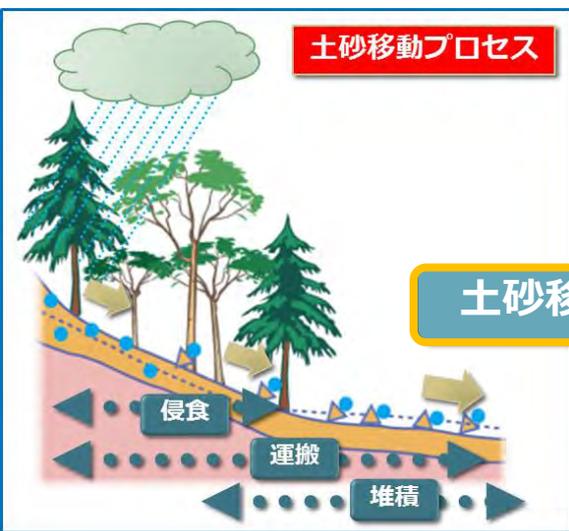
高度な
除染技術

before after



現象論モデルを用いた水流等移動経路における放射性物質移動量の定量的予測

放射性物質の移動経路



放射性物質の移動予測モデル

森林内での化学種毎の放射性物質流出・流入挙動予測

- 森林内での作業従事時の外部被ばく線量変化評価
- 森林内での放射性物質循環挙動評価に活用

環境水への化学種毎の放射性物質流入挙動予測

- 水の摂取による内部被ばく線量変化評価
- 作物・水産物中放射性物質濃度の評価に活用

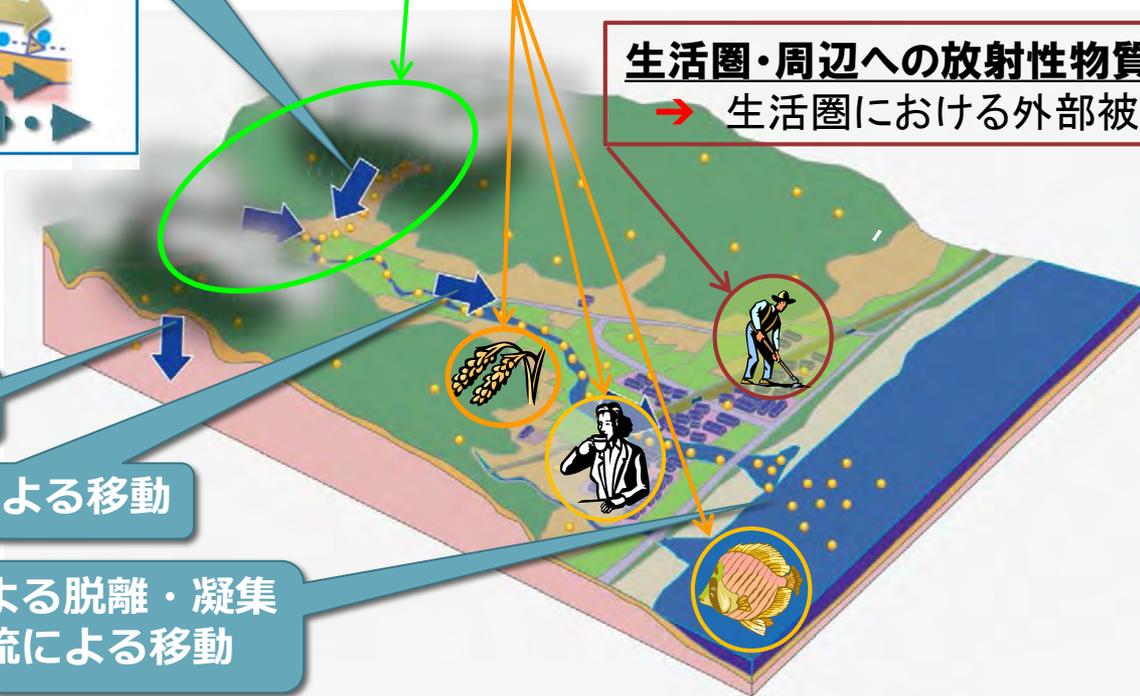
生活圏・周辺への放射性物質流入挙動予測

- 生活圏における外部被ばく線量変化評価

地下への移流

河川水流による移動

塩による脱離・凝集
海流による移動



森林-河川-海域の移行予測の例(福島)



出典: 1) 原子力規制庁委託事業「平成25年度東京電力(株)福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の長期的影響把握手法の確立」事業 成果報告書。2) Yoshimura, K. et al., J. Environ. Radioact., 139, pp.362-369(2015)。3) 錦織ほか, 日本森林学会誌, 97, 63-69 (2015)。4) Kitamura, A. et al., Anthropocene, vol.5, pp.22-31(2014)。5) 農林水産省東北農政局「大柿ダムの放射性セシウム調査結果について」(平成26年9月18日)。6) Kurikami, H. et al., J. Environ. Radioact., 137, pp10-17(2014)。7) 放射線量等分布マップ拡大サイト/電子国土、

問題点

- 時間スケール
過去70年、今後50年先においても存在する。
- 空間スケール
数千kmに渡る規模。広域における予測。
- 複雑性
異なる媒体中を広域にわたり移行（森林、土壌、河川、海洋）。
長期間で広域における挙動を予測することは困難。長期的な測定が必要となる。

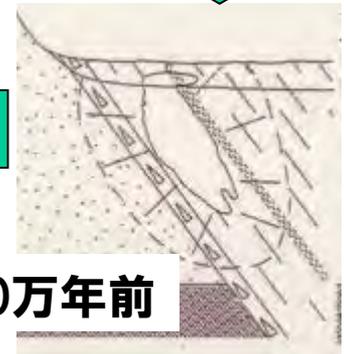
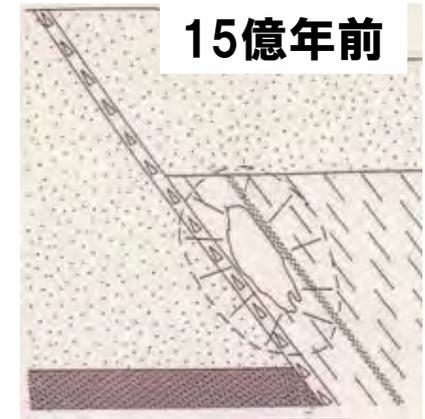
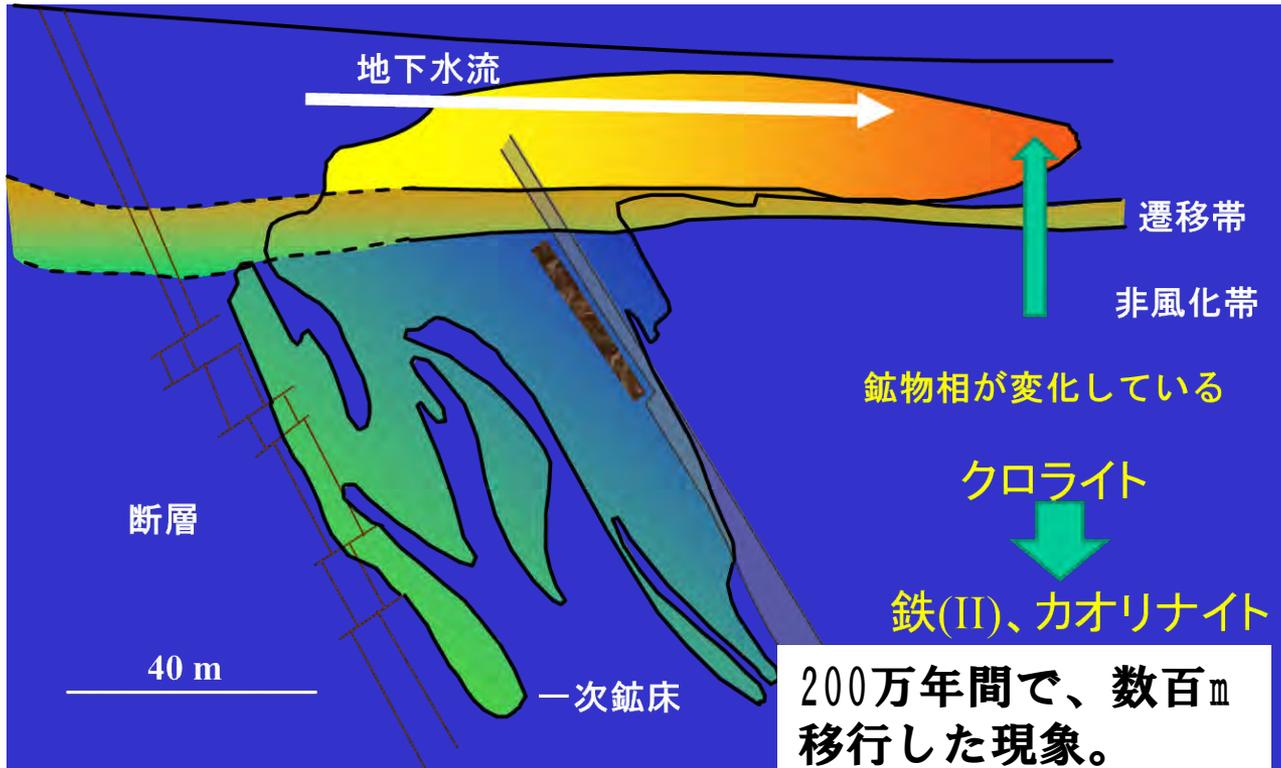
各国がそれぞれの裁量で、環境修復や移行予測を行っている。

- 修復に要するコスト
米国 60億ドル/年(日本も同程度)
全体で5000億ドル以上を要する。

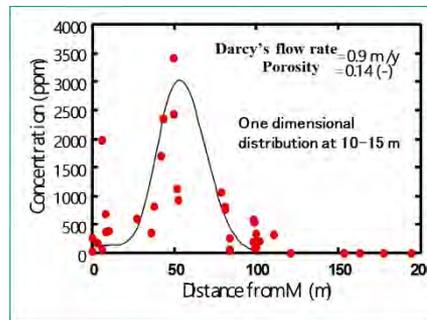
国際的な協力の重要性

オーストラリア、クンガラウラン鉱床の例

(日、豪、英、米、韓によるOECD/NEAプロジェクト)



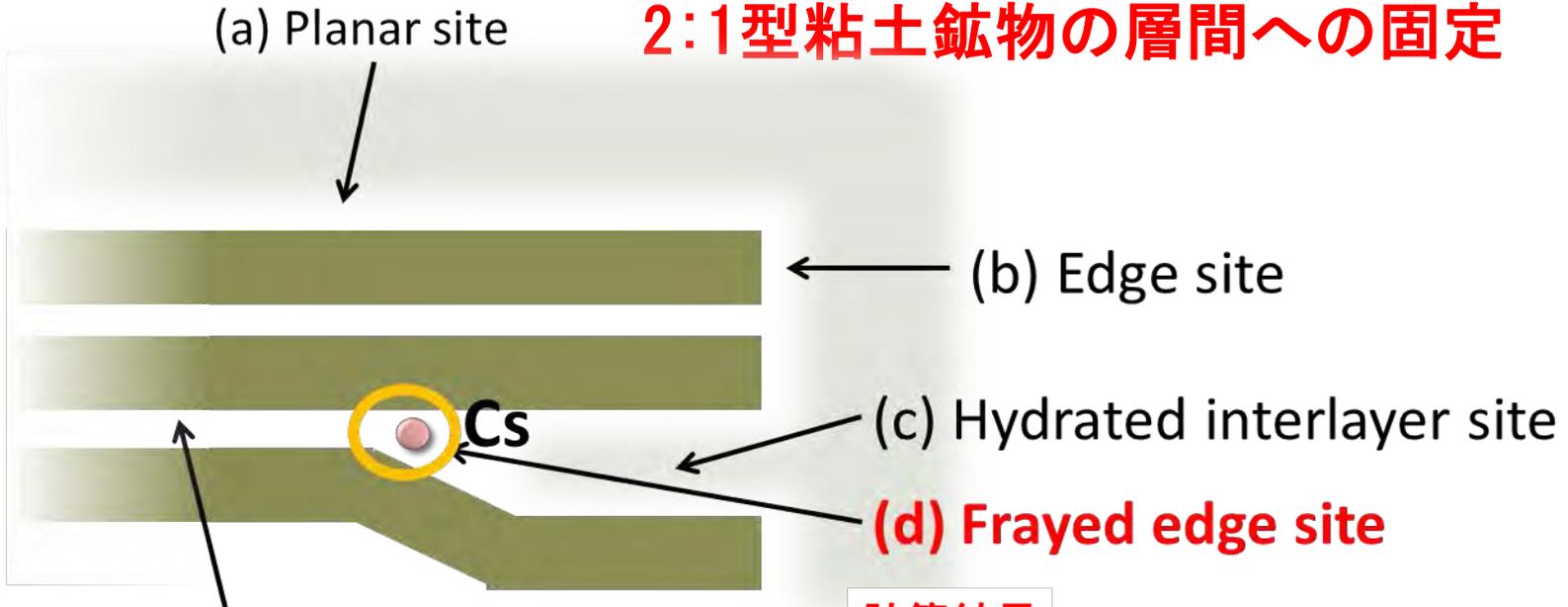
地層中移行モデルによる
放射性核種の長期的な移行
予測の妥当性検討



移行モデルによる濃度
分布が実際の分布とほぼ
一致。

放射性Csの移行を支配する反応 (計算科学者の参画)

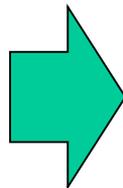
2:1型粘土鉱物の層間への固定



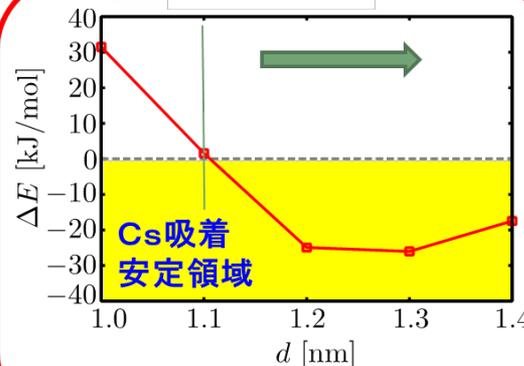
第一原理計算

電子状態構造計算

(JAEA, 町田Gr)



計算結果



層間距離が
1.1nm以上で
Cs吸着が発生

広域で長期間、基礎過程が複雑に関与する環境問題の解決に « big-science » の手法を適用

- ・ 一機関、一国では負担の大きい研究対象を対処できるレベルに分割して、それぞれに割り振って、全体として目的を達成させる。
- ・ 国際宇宙開発、ヒトゲノム解析、海洋生物調査
1000-10000人の研究者が百以上の研究機関、数十の国から参加。

環境修復に関する国際協力の取り組み

使命:

問題解決を目指した先端研究、様々な空間スケールの観測、デモンストレーションと情報交換、放射性核種汚染から一般環境修復への展開、農業、人体への影響評価や社会学等を発展させる。

研究

他分野にまたがる革新的な科学の推進

- ・物理、化学、生物、数学、社会学の学際的研究の推進
- ・ステークホルダーとの対話
- ・修復戦略の開発に係わる関心事の数多性

人材育成と枠組み作り:

他分野への応用可能技術による学際的分野をまたいだ包括的な取り組み

国際的人的およびプロジェクトの交流

学生の学際分野の経験

修復に関する疑問などとの長期的な対応

経緯

2015年 8月 Grambow SUBATECH所長を中心に素案を作成。

2015年 9月 Santa Feにおいて欧州、米国、日本の関係者が合議し、米国でも核遺産廃棄物に係わる科学が重要となっていることを紹介された。

2016年 2月 JAEAで開催された黎明研究で、環境浄化の基礎科学に関する提案と討議を行う。日本学術会議からは、巽和行連携会員が出席する。

2016年5月 Grambow所長が、ICSUで説明。

2016年9月 ICSUのフランスリエゾンであるMarie Lise Chanin博士から、大西会長宛環境浄化の基礎科学に関する討議の要請があった。

2016年9月 フランス学術会議が主催する“World Science Day”で花木副会長とGrambow所長が会合を持つ。

2016年9月 学術会議幹事会において課題別委員会の設置が承認される。

2016年 月 フランス科学アカデミーがICSUへ公式の手紙を準備中。

ICSUで審議されれば、日本、フランスに審議依頼が来る予定。

Science facing nuclear legacy

Towards an international approach for a scientific basis for decommissioning, waste management and decontamination

理解と創成

放射性廃棄物や環境浄化に関する基礎科学の重要性

移行現象などの理解は、核種移行による環境影響評価と浄化の観点から重要。

一方、他の分野の研究者の参画により基礎科学的な観点から研究が行われている。

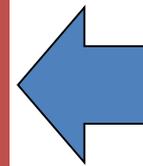
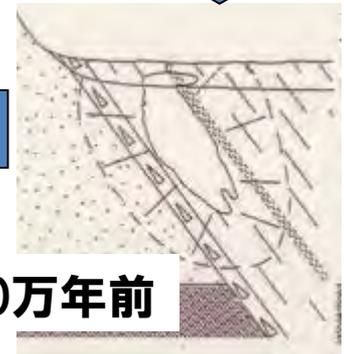
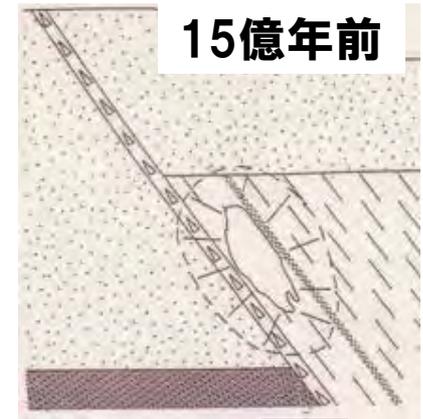
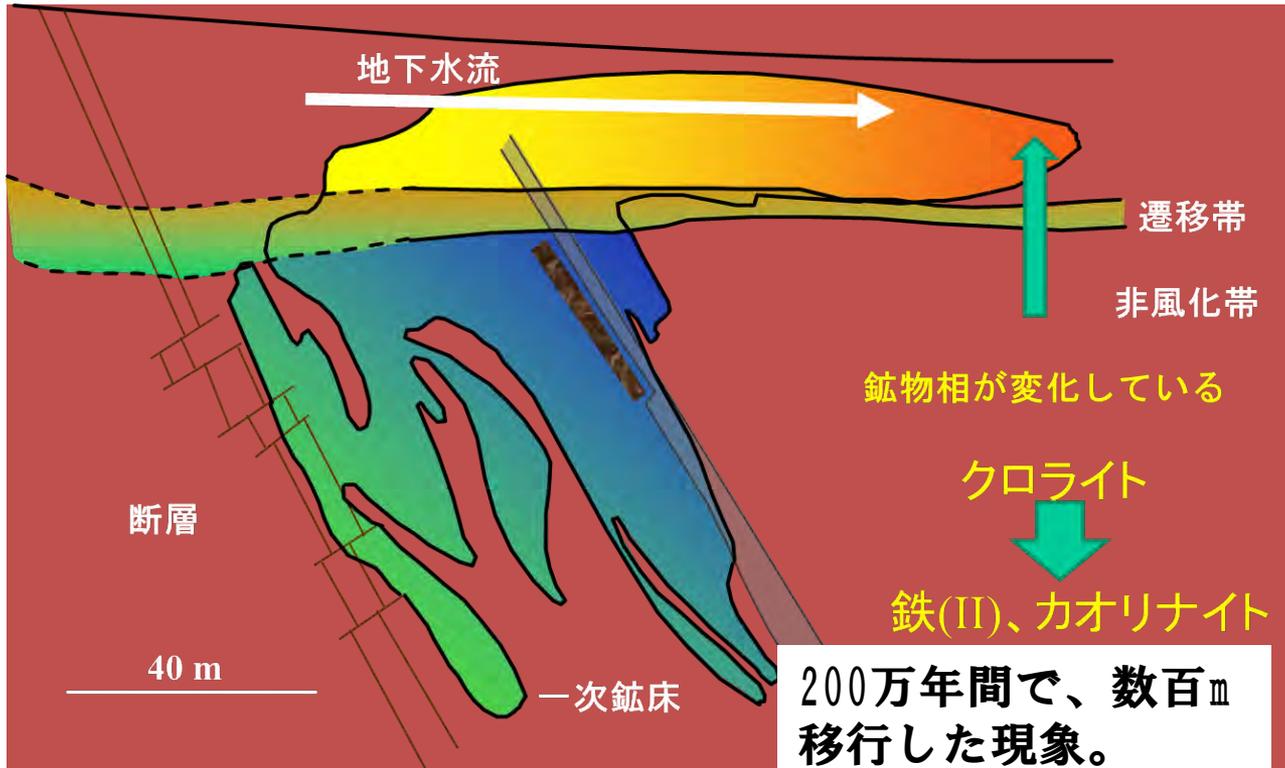


新しい研究領域の創成

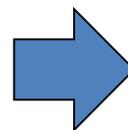
問題解決に向けた基礎科学の重要性

オーストラリア、クンガラウラン鉱床の例

(日、豪、英、米、韓によるOECD/NEAプロジェクト)



素過程
の解明



ミク
ロン
スケー
での反
応が
重要

鉱物化の重要性

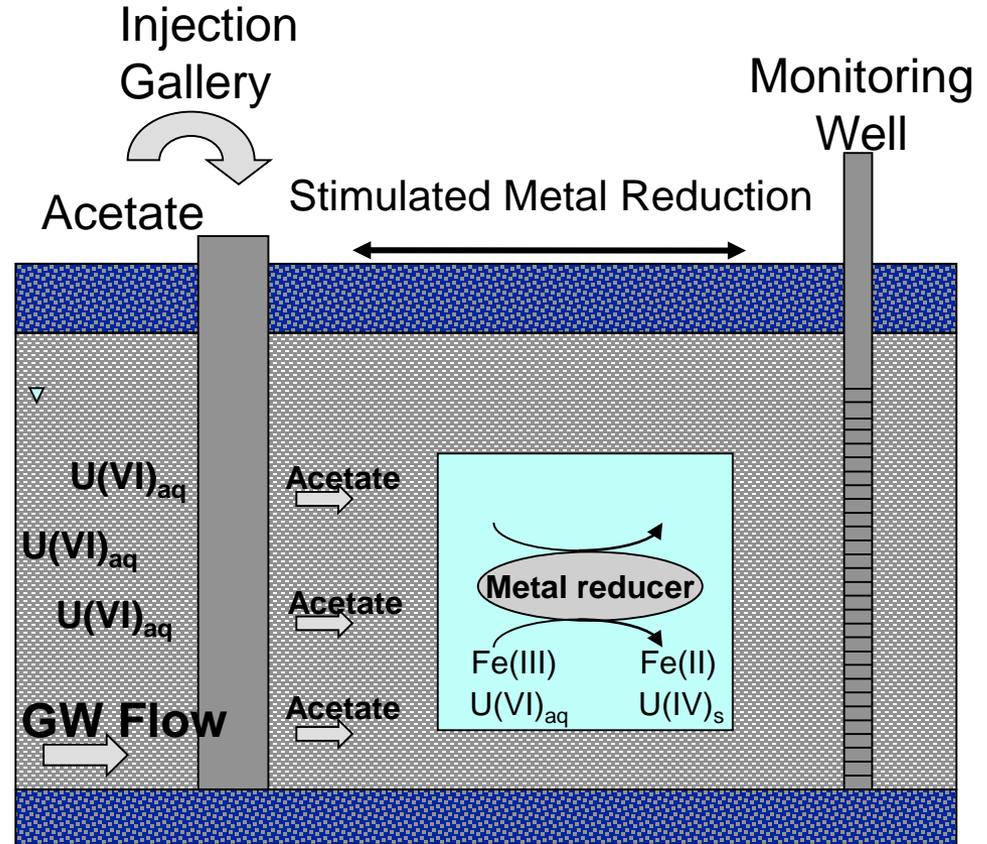
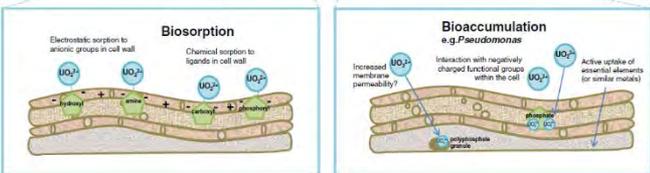
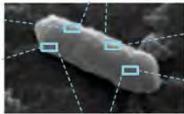
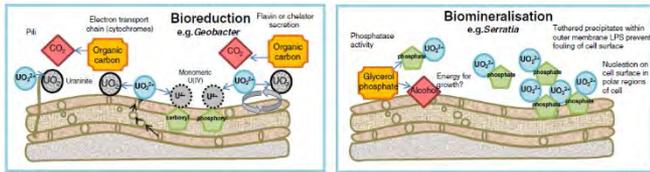
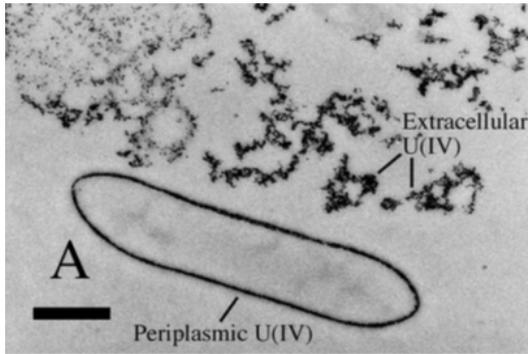


微生物による鉱物化

問題解決に向けた基礎科学の重要性

米国のウラン廃鉱山跡措置に関する研究

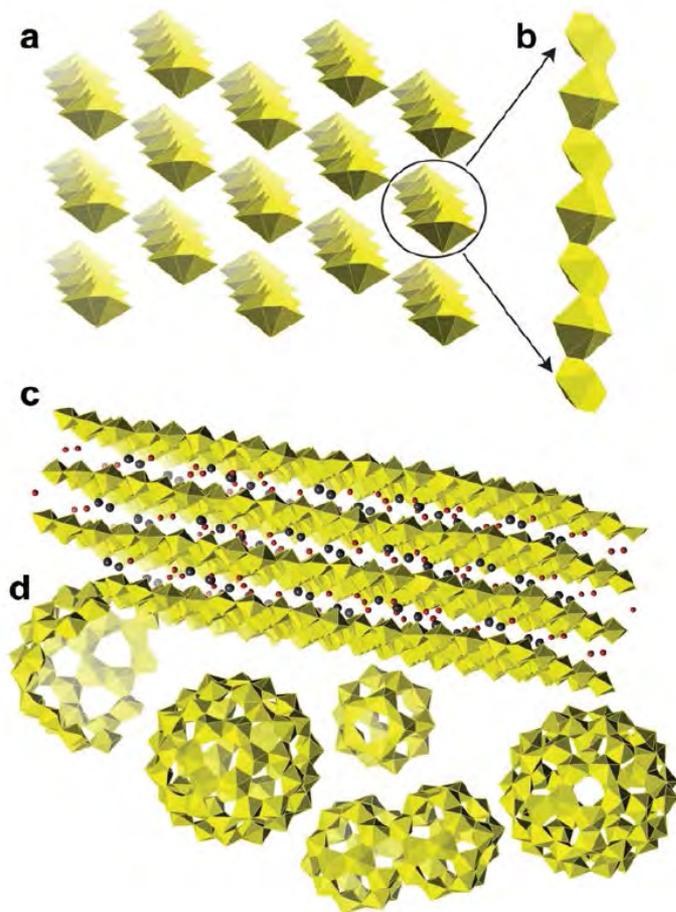
微生物によるU(VI)のU(IV)への還元



D. Lovley et al. (USA)

J. Lloyd (U. Manchester)

ウランを用いるフラーレンの生成

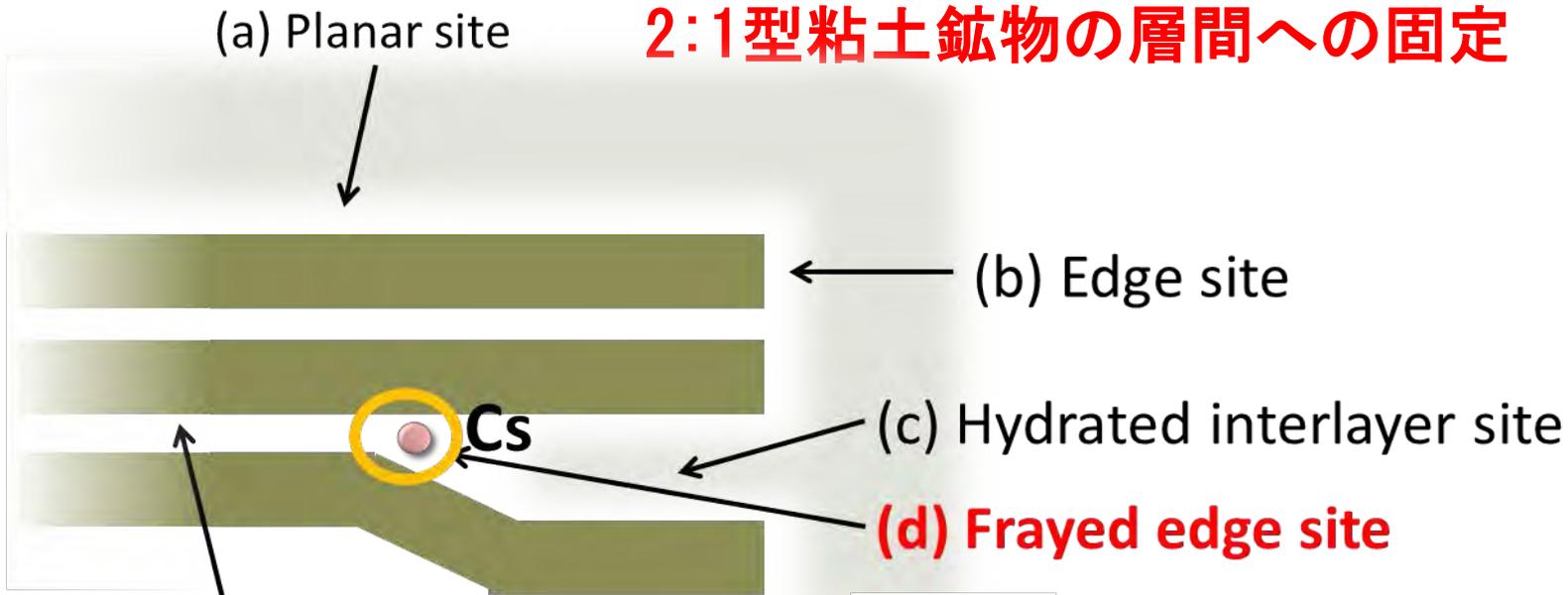


ウランなどのアクチノイドの
固化法、鉱物学的見地か
らの研究により、ウラニル
によるフラーレン構造(U-
60)を生成。

その後、ウランだけでなく
Puによるフラーレンが生成
された。

放射性Csの移行を支配する反応 (計算科学者の参画)

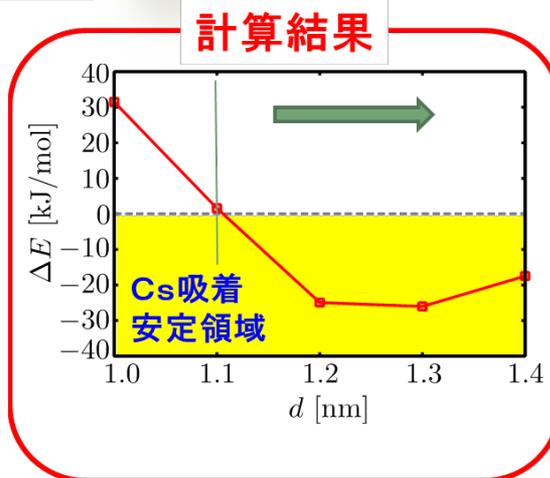
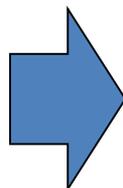
2:1型粘土鉱物の層間への固定



第一原理計算

電子状態構造計算

(JAEA, 町田Gr)



**Csの共有結合
の可能性**



新しい配位化学

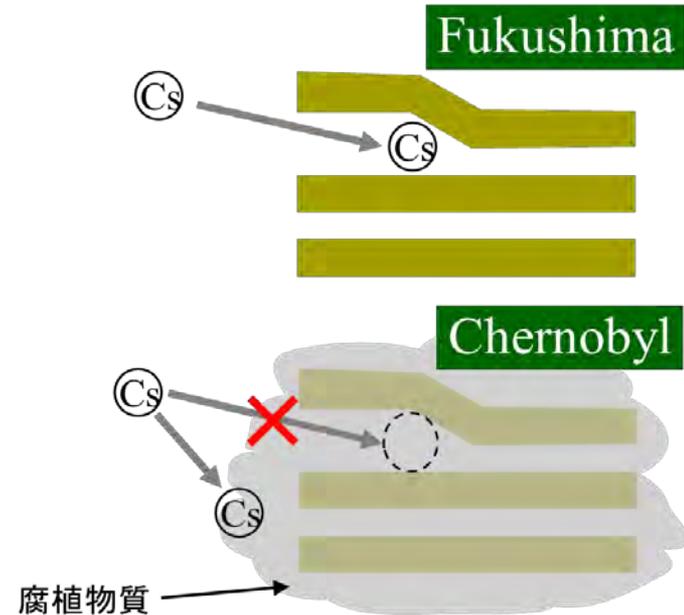
粘土鉱物と腐植物質が共存する系でのCs

先端的な放射光X線分光を駆使したCsの化学状態分析



Fukushimaでは、粘土鉱物へのCsの吸着が卓越し、放射性Csは懸濁粒子へ吸着態された状態で環境中を移行

Chernobyl(泥炭地)では、腐植物質(植物から生成する高分子有機酸)が粘土鉱物を被覆し、Csの吸着を阻害する結果、溶存Csの割合が増加



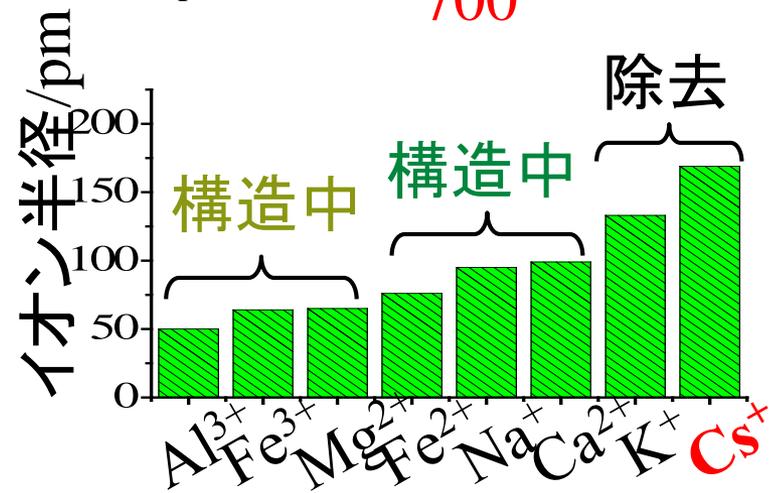
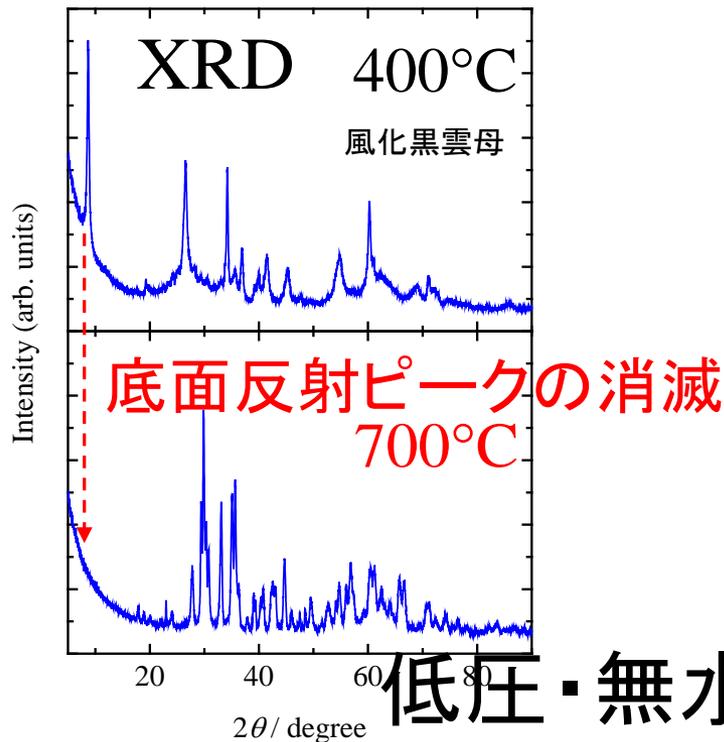
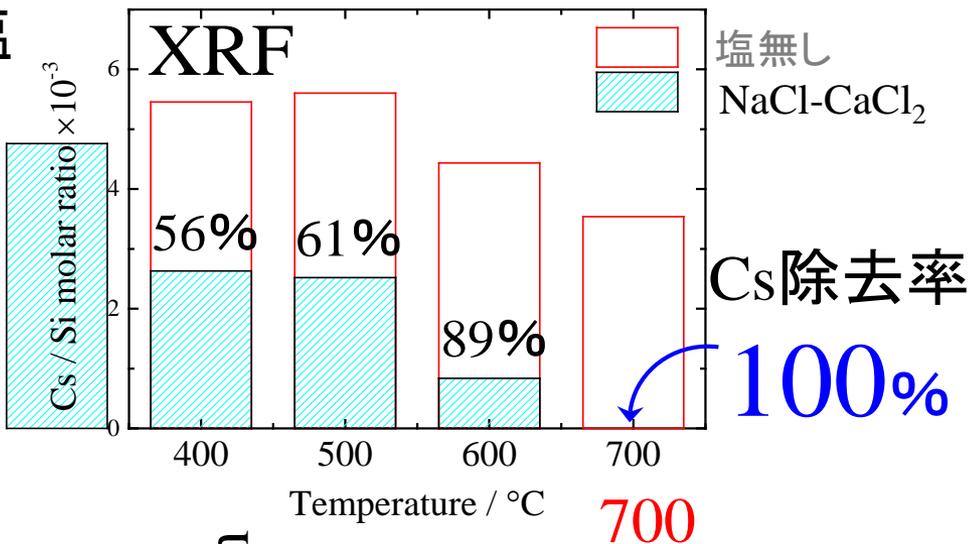
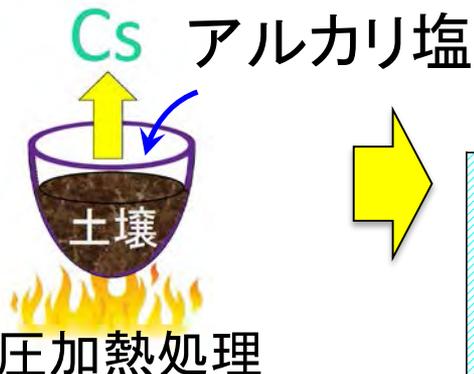
三元系における元素の挙動解明

Y. Takahashi

二元系から多元系への拡張による新規現象の発見

福島汚染土壌減容化を目指したセシウムフリー鉱化法の開発

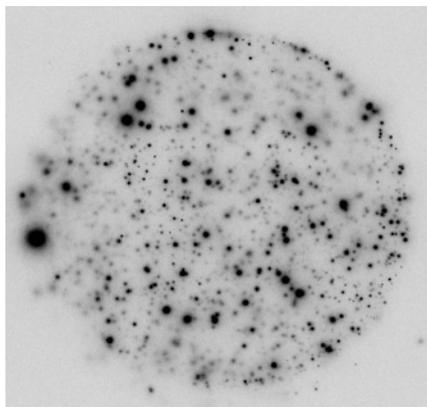
Shimoyama *et al.* Clay Science 18 (2014) 71.



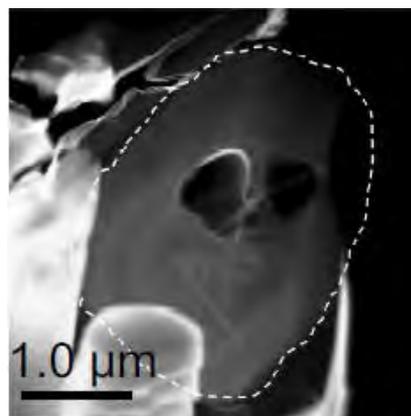
低圧・無水反応による新規処理・材料開発

人為起源エアロゾルの新規発生機構

事故後エアフィルターで
捕獲された放射性Cs



高分解TEMによる分析：
Csマイクロ粒子



粒子内には様々な構造の物質が存在することが分かってきた。

発生機構は？
新たな人為起源エアロゾル？

項目:

1. 背景
2. 世界の核遺産廃棄物と浄化に関する基礎科学
3. 福島における核種の長期的な移行予測に係わる基礎科学
4. 環境浄化に関する基礎研究がもたらすもの
—核種の環境挙動の理解と新学術の創成—