

平成22年2月8日

原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ
「研究報告・募集説明会」

研究炉・ホットラボ等活用研究プログラム
平成20年度採択課題

広域連携ホットラボ利用による アクチノイド研究

研究代表者： 湊 和生（日本原子力研究開発機構）

連携機関代表者：

小無 健司（東北大学 金属材料研究所）

藤井 俊行（京都大学 原子炉実験所）

長崎 晋也（東京大学 大学院工学系研究科）

大鳥 範和（新潟大学 大学院 自然科学研究科）

アクチノイド研究の特徴・課題

アクチノイド元素は
 γ 線、 α 線、中性子を放出

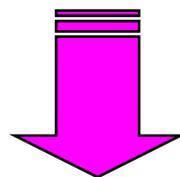
- ・ 特別な研究施設が必要
- ・ 実験に種々の制約

ホット実験には
固有の操作・管理が必要

遠隔・グローブ操作
安全管理

個々の施設には
限られた試験能力のみ

- ・ 実験装置
- ・ 実験試料



魅力ある研究環境の整備が必要

- 研究のより一層の活性化
- 若手研究員の人材育成



革新的核燃料サイクル技術の
技術開発基盤の確立のためには
アクチノイドの研究が不可欠

広域連携ホットラボ利用による アクチノイド研究

地球温暖化対策に貢献する原子力技術の研究・技術開発活動

基礎・基盤的な研究開発活動

インフラ整備の着実な推進

基礎・基盤研究のための
複数のホットラボ施設の広域連携

超ウラン元素(TRU)を含むアクチノイドの
広範な取り扱い

放射性廃棄物処分を含む
革新的核燃料サイクル技術
に関する基礎・基盤研究を実施

知的連携を図るため
研究ネットワークを整備
・研究活動の相互乗り入れ
・実験試料の相互移動

革新的原子力技術の
持続的な発展に貢献

広域連携活用するホットラボ施設

アクチノイド実験棟

東北大学金属材料研究所附属
量子エネルギー材料科学国際研究センター



アクチノイド利用実験室

京都大学原子炉実験所 ホットラボラトリ



NUCEF

日本原子力研究開発機構
東海研究開発センター
原子力科学研究所



AGF

日本原子力研究開発機構
大洗研究開発センター



我が国における、U、Th、超ウラン元素のNp、Pu、Am、Cmを広範に取り扱うことができる基礎・基盤研究のためのホットラボ施設群

革新的核燃料サイクル技術の研究開発には超ウラン元素 (TRU) の取り扱いが必須

ホットラボ施設の連携によるアクチノイド研究 革新的核燃料サイクル技術に関する基礎・基盤研究

核燃料、再処理、地層処分に係る基礎・基盤的な研究

アクチノイドの 固体物性に関する研究

アクチノイド化合物の
物性・電子構造
計算科学

最先端のナノ解析手法
核磁気共鳴(NMR)測定

アクチノイドの 溶液化学に関する研究

電解質溶液中の
アクチノイドイオンや
錯体の化学挙動

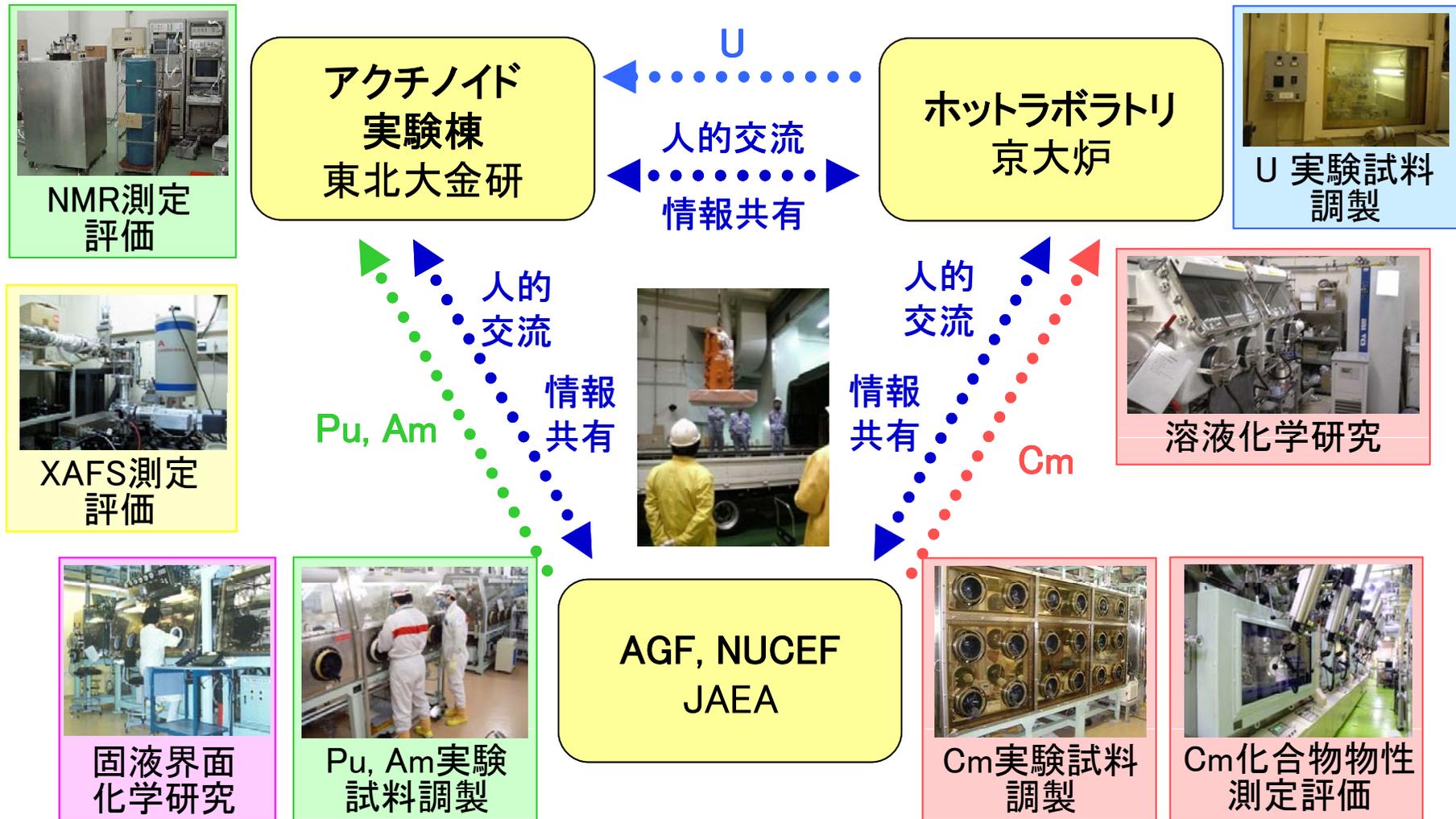
広域連携ホットラボ施設の特長
超ウラン元素(TRU)を用いた実験

先端的な分光学的実験手法
放射光XAFS(X線吸収微細構造)測定

アクチノイドの 固液界面に関する研究

処分リスク定量化の
ための地下環境
超ウラン元素化学

ホットラボ施設の連携によるアクチノイド研究 単独の施設では成し得ない新たな研究領域へ展開



① アクチノイドの固体物性に関する研究 (1/2)

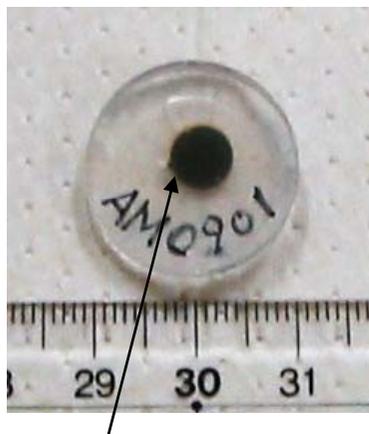
- ・ アクチノイド化合物の電子論的理解が進めば経験パラメータを用いない物性予測の精度を高めることができ、核燃料、核燃料サイクル関連技術の効率的開発が可能

Am化合物のXAFS測定

- ・ AmO_{2-x} の試料調製、XAFS測定



XAFS測定ビームライン



AmO_{2-x} 試料

アクチノイド化合物のNMR測定

- ・ 高温NMR測定装置の開発
- ・ $(\text{Pu}_{1-x}\text{Am}_x)\text{O}_2$ の試料調製、 ^{17}O -NMR測定



高温NMR測定装置の組立て

① アクチノイドの固体物性に関する研究 (2/2)

Cm化合物の物性測定評価

- ・ Cm-Pu混合酸化物原料からイオン交換法によりCm分離回収
- ・ それを原料としてCm窒化物を合成し、格子定数、熱膨張率、高温相状態などの物性を測定

Cm含有酸化物の溶解

核種	重量%
Cm-244	19.0
Cm-245	0.8
Cm-246	1.0
Pu-238	0.1
Pu-240	77.9
Am-241	0.0
Am-243	1.2

アクチノイド分析結果
(α 線及び γ 線測定)



Cm分離



陰イオン交換法
による分離

分離操作後の Cm精製液



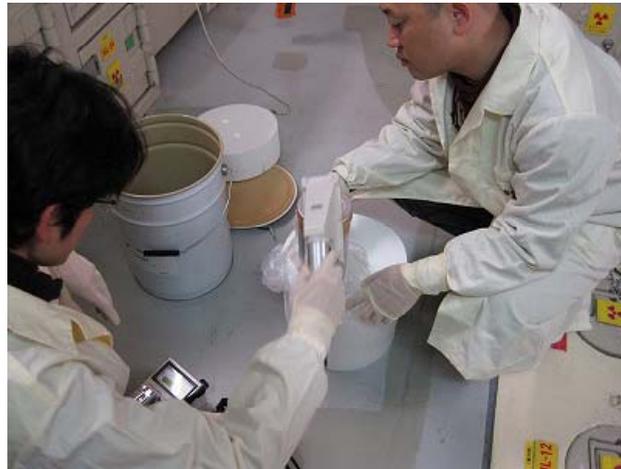
- ・ 原子力機構で分離回収したCm試料の一部を京大炉での実験に供給

② アクチノイドの溶液化学に関する研究 (1/2)

- 革新的核燃料サイクル技術の実現のためには再処理技術の基礎である化学分離において、各種液体中におけるアクチノイド元素に関する化学的諸特性や挙動を解明することが重要

電解質溶液中の
Am、Cmイオンの
化学挙動

- 原子力機構からのCm試料を京大炉で受入れ



梱包された
Cm試料

- 有機相としてPUREX溶媒を用いて、水和物溶融体中のAm、Cmイオンの挙動を、二相分配実験により研究

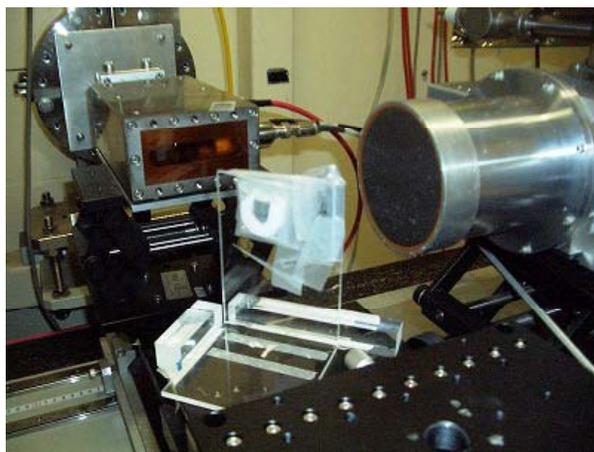


硝酸カルシウム水和物(左)、
硝酸カルシウム水和物溶融体(右)
(ウラン溶存)

② アクチノイドの溶液化学に関する研究 (2/2)

電解質溶液中の Thイオンの化学挙動

- ・ 各種のTh含有電解質溶液の調製
- ・ Thイオンの化学挙動をXAFS測定

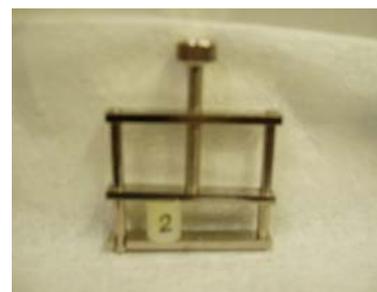


XAFS測定用試料(左)と測定装置(右)

電解質溶液中の Uの化学挙動



- ・ ウラン含有CaCl₂濃厚溶液の調製
- ・ Uの化学挙動を¹⁷O-NMR測定



NMR測定用試料(左)と測定装置(右)

③ アクチノイドの固液界面に関する研究

- ・ 高速炉・プルトニウム利用を含む次世代核燃料サイクルにおいては、放射性廃棄物処分などの環境リスクへの対応についてもサイクル全体を見渡して最適化された設計が不可欠

処分リスク定量化
のための地下環境
TRU化学

- ・ 雰囲気制御グローブボックス内で、pH等の化学条件を系統的に変化させながら、マグネタイト(Fe_3O_4)へのNp(V)の収着実験および分析



粘度計の
設置・調整



地質環境雰囲気制御のもとで
ウランや超ウラン元素を取り扱う
グローブボックス

本事業を実施して

- 研究ネットワークの構築
 - ≫ 研究活動の相互乗り入れ
 - ≫ 実験試料の相互移動
 - ≫ 固体と溶液の研究者の交流
- 魅力ある研究環境の整備
 - ≫ 先端実験装置の設置・整備
- それぞれのホットラボ施設が活性化
 - ≫ 当該ホットラボ施設の特徴を生かした研究
 - ≫ 他のホットラボ施設の有用な実験装置を用いた研究
 - ≫ 単独の施設では成し得ない新たな研究領域へ展開

