

# 日本原子力研究開発機構における 核変換技術に関する研究開発の現状について － 共通基盤技術（アクチノイド科学） －

---

- 実験設備・研究施設
- マイナーアクチノイド実験試料
- 基礎基盤データ
- 研究ネットワーク
- まとめ

平成20年12月19日

日本原子力研究開発機構

# 実験設備・研究施設 (1/2)

## 超ウラン元素取り扱い設備・施設の整備

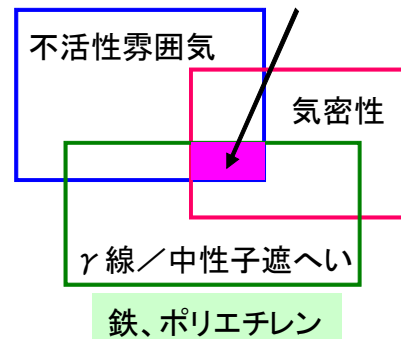
TRU高温化学モジュール  
(原子力機構・NUCEF内)

平成15年2月完成

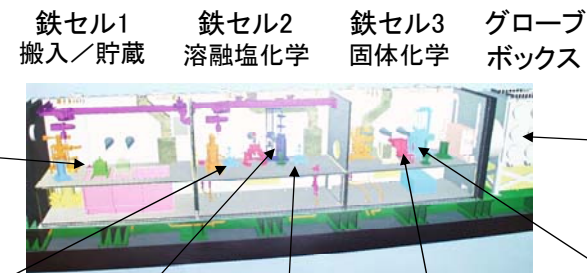
- 3基のホットセル(鉄+ポリエチレン遮へい)と1基のグローブボックス(含鉛アクリル遮へい)
- 高純度アルゴンガス雰囲気下で超ウラン元素の高温化学実験を実施できる
  - » Am-241、Am-243、Cm-244、Np-237
  - » Pu、U、使用済み燃料



TRU高温化学モジュール



塩化物調製装置



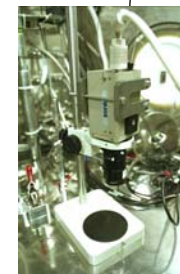
高温X線回折装置



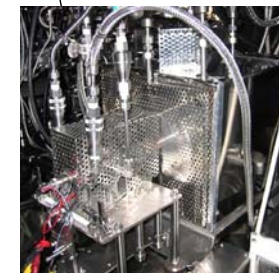
溶融塩電解槽



液体金属電極  
処理装置



試料観察装置



酸化還元反応  
測定装置



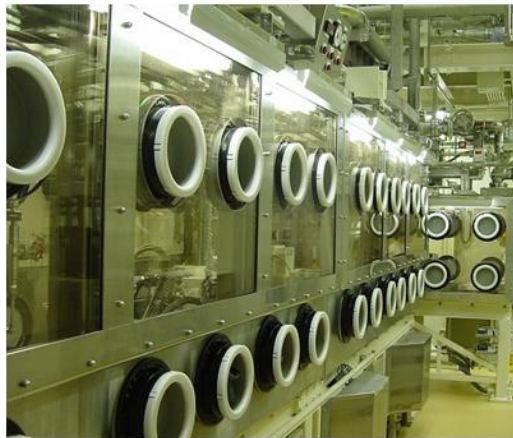
高温誘導加熱炉

# 実験設備・研究施設 (2/2)

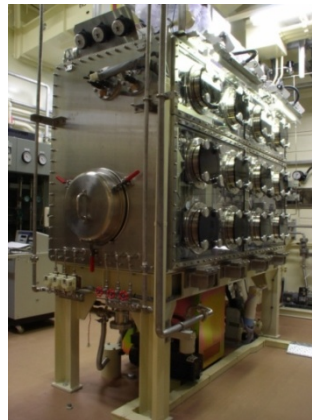
## 超ウラン元素取り扱い設備・施設の整備

超ウラン元素取り扱いグローブボックス  
(含鉛アクリル遮へい)

- 酸化物、金属、窒化物の燃料に関する実験
- 乾式再処理に係る溶融塩に関する実験



乾式再処理実験用  
原子力機構-電中研共同研究  
(原子力機構・CPF内)  
平成14年7月完成



熱物性測定用  
(原子力機構・WASTEF内)  
平成16年3月完成



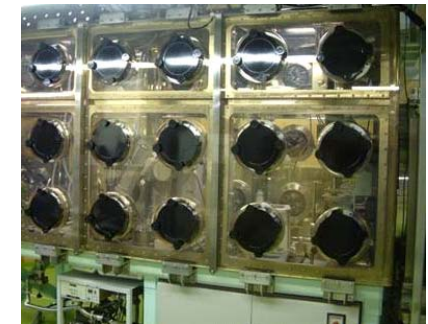
固体化学実験用  
(原子力機構・AGF内)  
平成18年12月完成



燃料物性測定用  
(原子力機構・AGF内)  
平成19年10月完成



金属燃料実験用  
原子力機構-電中研共同研究  
(原子力機構・燃料研究棟内)  
平成16年6月完成



固体/溶融塩化学実験用  
TRU高温化学モジュールの一部  
(原子力機構・NUCEF内)  
平成15年2月完成



# マイナーアクチノイド実験試料 (1/2)

## アメリシウム(Am)

- アメリシウム含有廃液からアメリシウムを分離・回収
  - » NUCEF(原子力機構)
  - » TODGA抽出剤を用いてアメリシウムを分離
  - » シュウ酸沈殿－蒸発乾固－ばい焼－酸化物として回収
  - » 純度 98～99.5%
- 実験試料として供給
  - » TRU高温化学モジュールでの実験に使用



シュウ酸沈殿、蒸発乾固後



ばい焼後(AmO<sub>2</sub>)



# マイナーアクチノイド実験試料 (2/2)

## ネプツニウム(Np)、キュリウム(Cm)

- ネプツニウム(Np-237、半減期:約214万年)

- » セラミックス系実験試料

- 酸化物を原料として窒化物、炭化物、塩化物等を調製
- 熱物性・熱力学研究、溶融塩化学研究

- » 合金・金属間化合物系実験試料

- 高純度Np金属調製技術(東北大金研)
- Np-Zr系、Np-Cd系状態図の研究(原子力機構－東北大共同研究)
- 超伝導化合物に関する先端基礎研究(原子力機構－東北大共同研究)



LiCl-KCl-NpCl<sub>3</sub>塩化物  
(NpCl<sub>3</sub>: 20wt%)

- キュリウム(Cm-244、半減期:約18.1年)

- » 原子力機構所有のCm-244

- 現状、Cm-244とPu-240の混合(Cm-244は半分以下)

- » Cm-244の精製

- 20年度に予備実験、21-22年度に実施予定

- » Cmの基礎実験試料として供給計画

- 京大炉ホットラボでの実験
- 原子力機構NUCEF、WASTEFでの実験

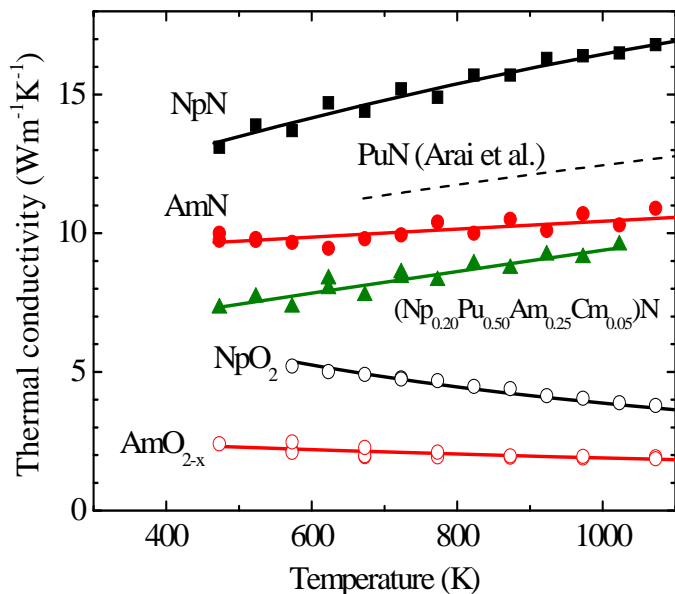


(Cm<sub>0.32</sub>Pu<sub>0.68</sub>)O<sub>1.93</sub> 焼結体

# 基礎基盤データ (1/5)

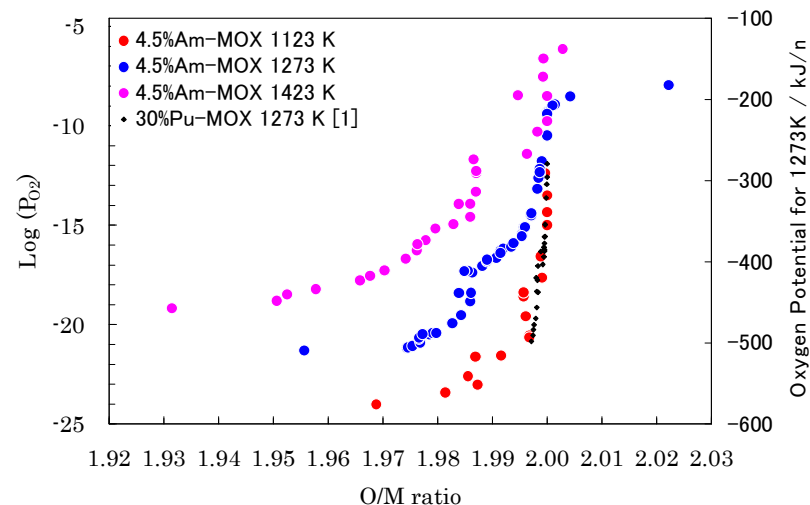
## マイナーアクチノイド(MA)化合物の物性測定評価

- 特定の燃料組成にとらわれずに、自ら調製した試料を用いて幅広くMA化合物の物性を測定評価
  - » MA酸化物、窒化物の比熱容量、熱拡散率、熱伝導率
  - » MA酸化物の酸素ポテンシャル

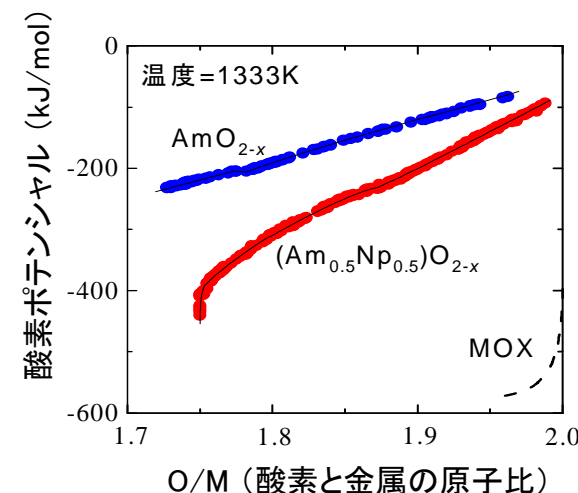


AmN試料  
(直径3mm)

MA酸化物、窒化物の熱伝導率の温度依存性



Am-MOXの酸素ポテンシャルのO/M依存性

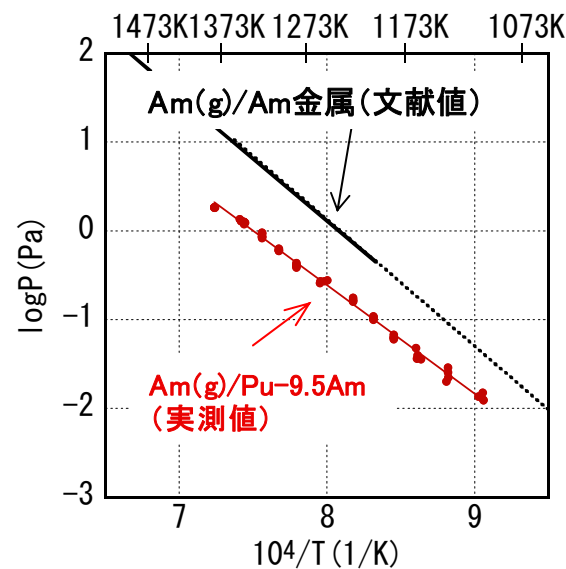
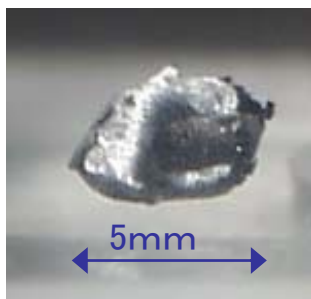
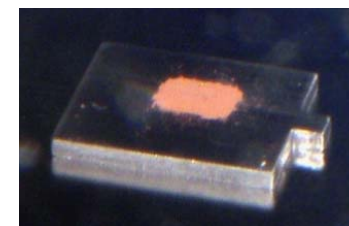


MA酸化物の酸素ポテンシャルのO/M依存性

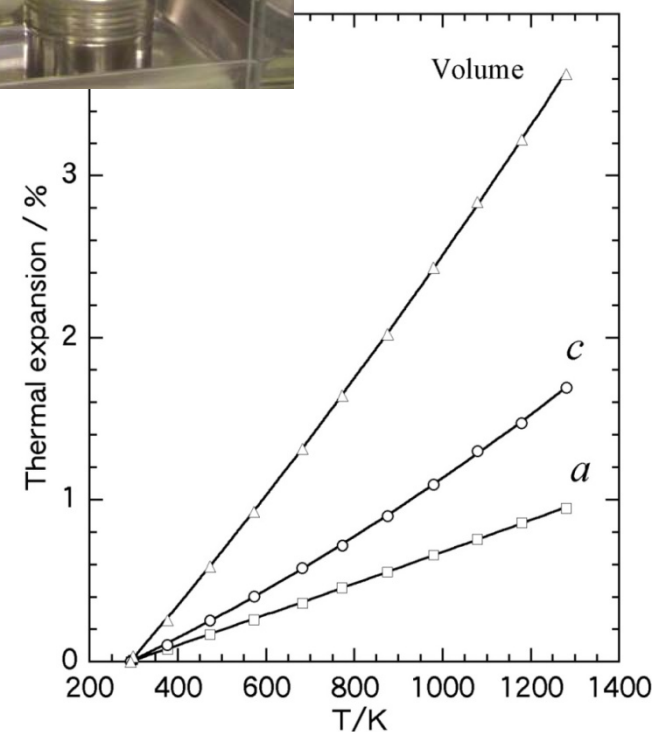
# 基礎基盤データ (2/5)

## マイナーアクチノイド(MA)化合物の物性測定評価

- 特定の燃料組成にとらわれずに、自ら調製した試料を用いて幅広くMA化合物の物性を測定評価
  - » MA酸化物、窒化物の熱膨張
  - » MA合金の蒸気圧測定、状態図測定



Pu-9.5at%Am合金の外観とAm(g)蒸気圧測定結果



MA酸化物( $\text{Am}_2\text{O}_3$ )の熱膨張

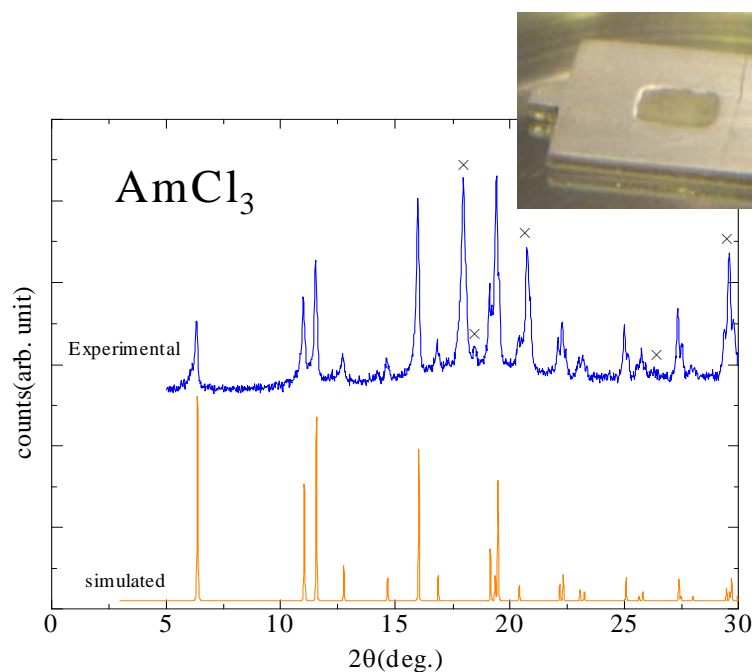
# 基礎基盤データ (3/5)

## マイナーアクチノイドの熔融塩中の挙動測定評価

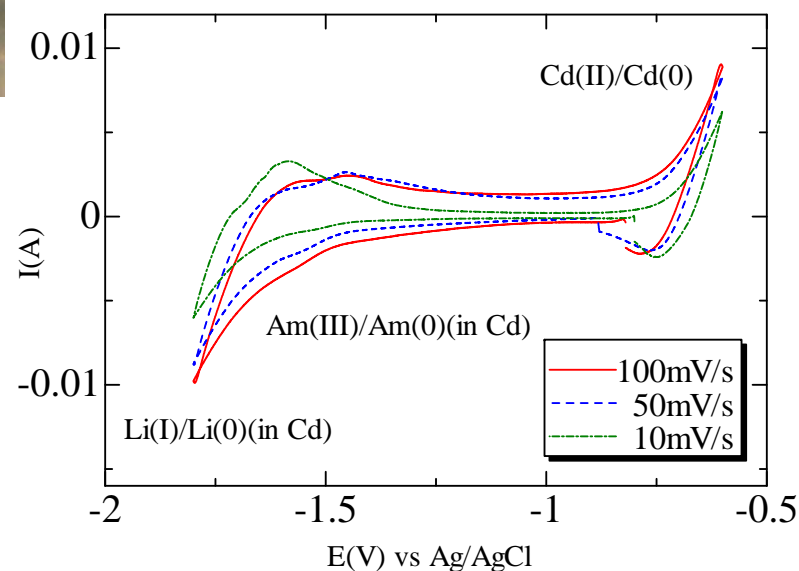
- 乾式再処理の基礎となるMAの熔融塩中の挙動を測定評価
  - » アメリシウム塩化物の調製
  - » アメリシウム挙動の電気化学的測定



TRU高温化学モジュール  
の熔融塩電解槽



腐食性ガス( $\text{Cl}_2$ 、 $\text{HCl}$ )を用いずに  
アメリシウム塩化物を調製



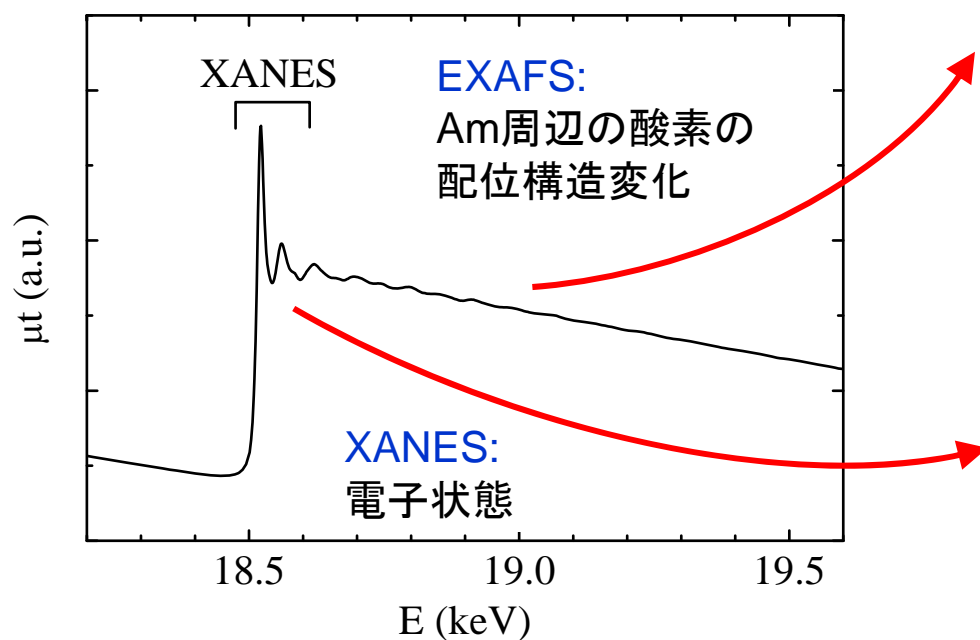
液体Cd陰極を用いた $\text{LiCl-KCl-AmCl}_3$ の  
サイクリックボルタモグラム



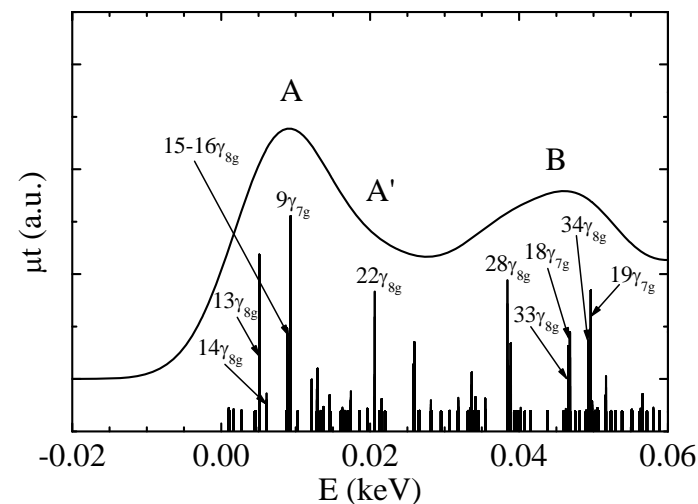
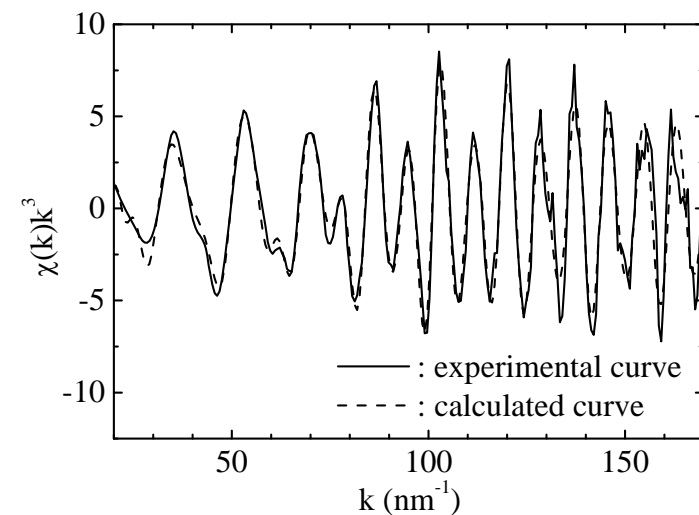
# 基礎基盤データ (4/5)

## マイナーアクチノイド(MA)化合物の電子構造物性

- 放射光を利用したMA化合物の電子構造解析
  - » アメリシウム酸化物の放射光XAFS測定
  - » アメリシウム-ウラン酸化物の放射光XAFS測定実施中



$\text{AmO}_2$  のXAFS(X線吸収微細構造) スペクトル



# 基礎基盤データ (5/5)

## マイナーアクチノイド(MA)化合物の電子構造物性

- 核磁気共鳴(NMR)法を利用したMA化合物の電子構造解析
  - » ネプツニウム酸化物のNMR測定
  - » アメリシウム酸化物、アメリシウム-ウラン酸化物のNMR測定を計画



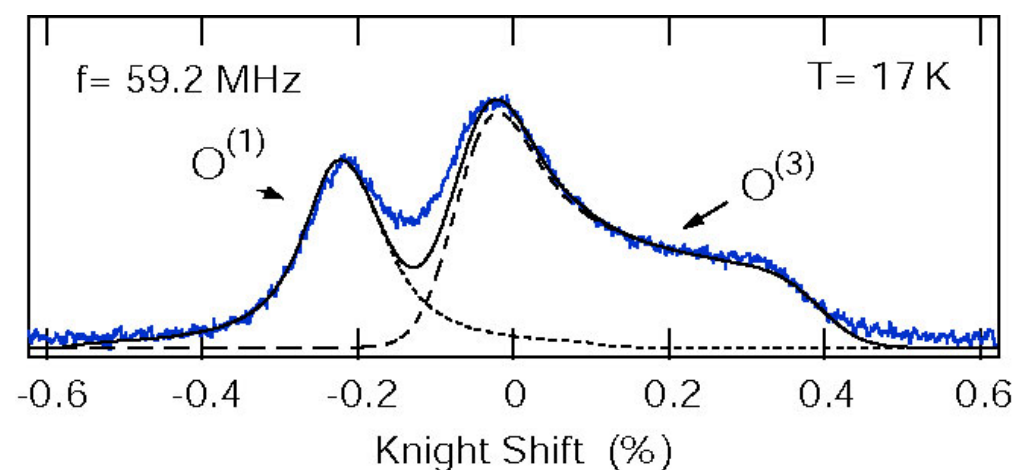
$\text{Np}^{17}\text{O}_2$  の調製



$\text{NpO}_2$   
(出発物質)



金属Np



$\text{NpO}_2$  の  $^{17}\text{O}$ -NMR スペクトル

# 研究ネットワーク (1/3)

## アクチノイド研究の特徴と課題

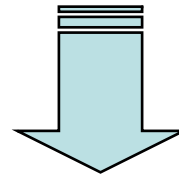
アクチノイド元素は  
 $\gamma$ 線、 $\alpha$ 線、中性子を放出

- ・ 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

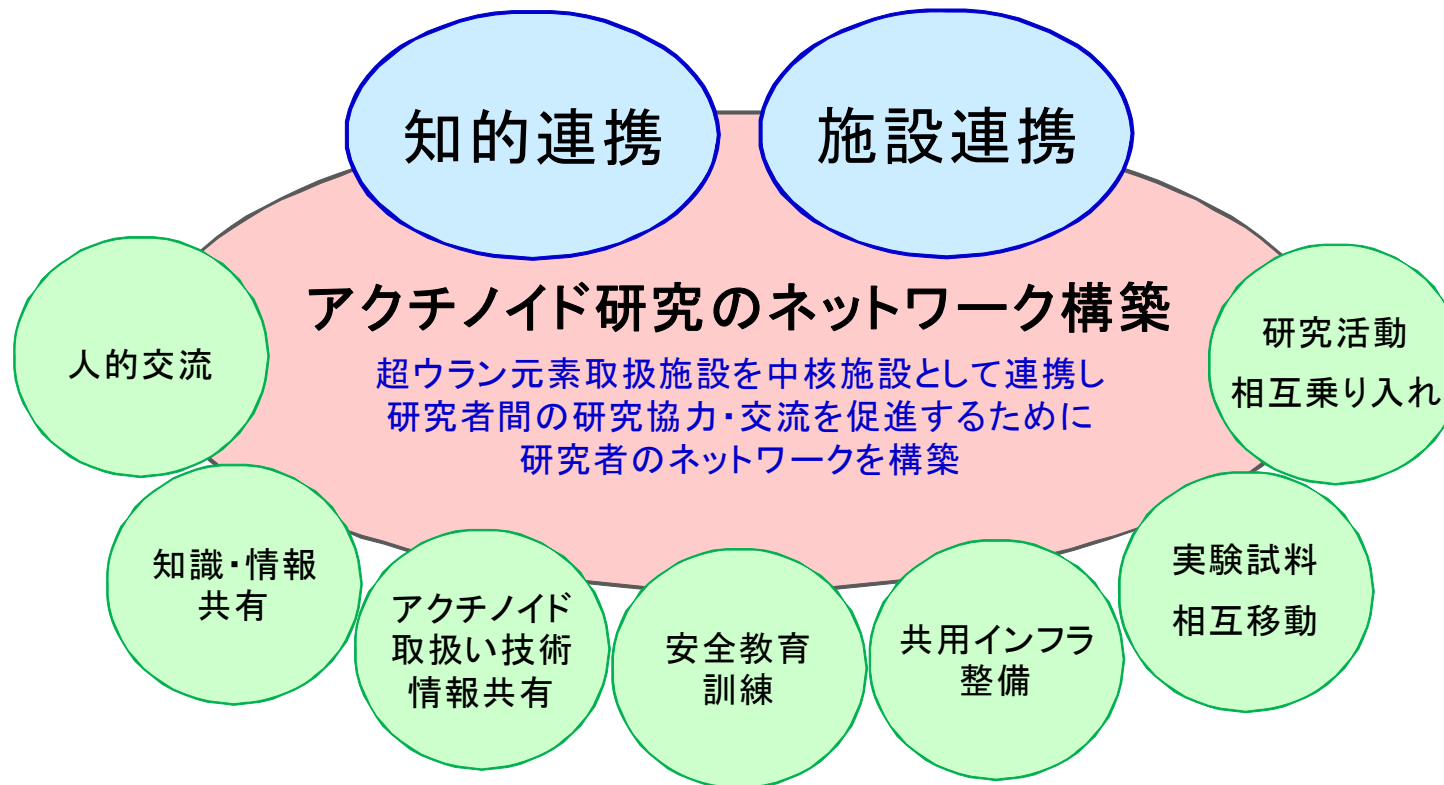
革新的核燃料サイクル技術の  
技術開発基盤の確立のためには  
アクチノイドの研究が不可欠



# 研究ネットワーク (2/3)

## アクチノイド研究のネットワーク構築

- 日本アクチノイドネットワーク(J-ACTINET)の設立
  - » 平成20年3月に、8大学、原子力機構、電中研が発起人(事務局:東北大)
  - » 原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブに採択された「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:原子力機構)を開始(平成20年10月)
  - » 研究交流会J-ACTINET2008を開催(平成20年10月)

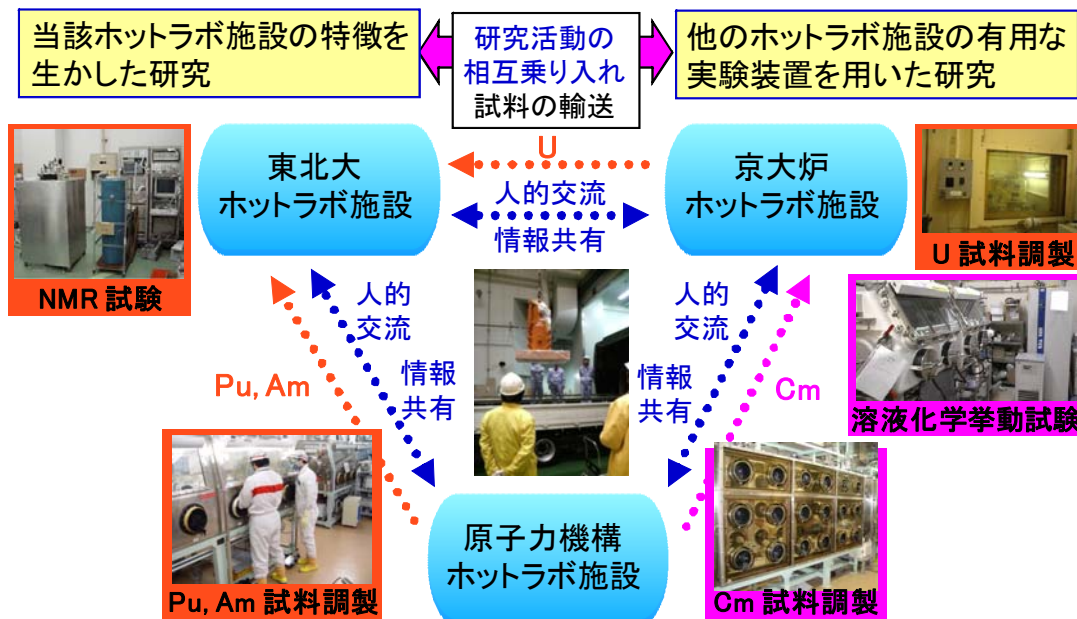




# 研究ネットワーク (3/3)

## 広域連携ホットラボ利用によるアクチノイド研究

### 超ウラン元素取り扱いホットラボ 施設の広域連携



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)

# まとめ

---

- 平成12年以降、複数の超ウラン元素取り扱い設備・施設を整備し、それまで実施できなかった、アメリシウムを始めとするマイナーアクチノイドを含有した酸化物、金属、窒化物、ならびに溶融塩に関して、基礎物性データを取得してきた。
- これらの基礎的実験では、マイナーアクチノイドの取扱量は数10 mg から1 g程度である。実験に用いるマイナーアクチノイドは、外国からの輸入に依存しているが、一部は自ら分離して実験に供給した。
- 将来的には燃料集合体を製造できる施設が必要になるであろうが、現状では、それに向けて、ペレット製造レベルの実験で基礎基盤データの取得・拡充が必要であるとともに、自前でマイナーアクチノイドを供給する体制が必要である。
- 分離変換技術の開発を支えるアクチノイドの研究のより一層の活性化と若手研究員の人材育成のためには、現在ある超ウラン元素取り扱い設備・施設の連携と人的交流をとおした知的連携が必要である。