

ウラン選択性沈殿剤を用いたトリウム燃料簡易再処理技術基盤研究

1. 課題目標

次世代原子カシステム

- トリウム燃料サイクル
 - ウラン資源確保に潜在的課題(可採年数約100年, 資源獲得競争激化)
 - 持続可能な原子カシステム構築 ⇒ ウラン資源の枯渇より十分前に有望なオプションの確保
 - ²³²Th (100%): 核燃料親物質(²³³Uの生成)
 - 酸化燃料: 現行のU-Pu再処理路線との整合性・課題補充
 - 再処理技術の抜本的な技術改革が必要(cf. THOREX法, 1950's)
 - 想定される燃料形態: ThO₂, (U,Th)O₂, (Pu,Th)O₂

再処理プロセスの根幹となるU/Th分離手法の技術革新を図る

ウラン選択性沈殿剤を用いたトリウム燃料簡易再処理技術基盤の確立

cf. FBR燃料溶解液組成
 ◆ [U(VI)] = 1-1.5 M
 ◆ [Pu(IV)] = 0.14 M
 ◆ [HNO₃] = 3-5 M

トリウム燃料溶解液組成
 ◆ [U(VI)] = 10⁻²-10⁻¹ M
 ◆ [Th(IV)] = 1-1.5 M
 ◆ F⁻ (0.05 M), Al³⁺ (0.1 M)の存在

トリウム燃料に特化した再処理基盤技術開発の必要性

項目(1) ウラン沈殿の構造特性・溶解基礎物性の解明

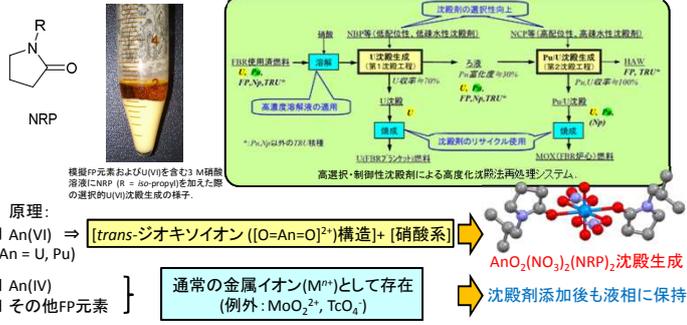
項目(2) U, Th沈殿挙動の解明

- 具体目標
 - A) 沈殿剤の開発: UO₂²⁺溶解度10⁻³ M以下かつTh⁴⁺の液相保持
 - B) 沈殿条件最適化: 給液調整時の硝酸濃度および沈殿剤の種類・添加量
- 最終目標: 沈殿法によるUO₂²⁺/Th⁴⁺相互分離の実証

3. 研究内容

使用済みFBR燃料に対する沈殿法再処理システム開発

N-アルキル-2-ピロリドン誘導体を用いたAn(VI)選択的沈殿分離技術開発
文部科学省原子カシステム研究開発事業「高選択・制御性沈殿剤による高度化沈殿法再処理システムの開発」(平成17-21年度)



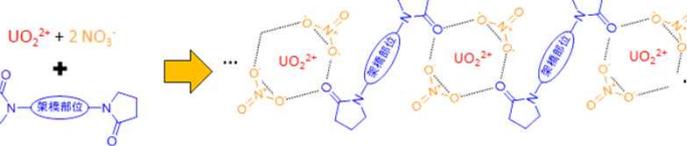
UO₂²⁺/Th⁴⁺分離 ⇒ トリウム燃料湿式簡易再処理技術へ適用

	必要条件	要求性能	従来解
#1	高U沈殿率	低U溶解度	高疎水性 結晶構造最適化
#2	U/Th選択性	Th ⁴⁺ 液相保持	低疎水性

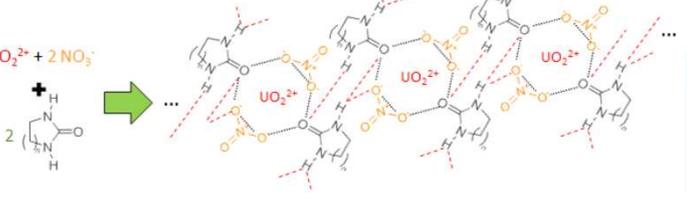
矛盾

錯体化学・結晶学的観点からの沈殿剤分子設計

● 架橋NRPによる不溶性1次元鎖ポリマー錯体形成



● 水素結合性cuによる錯体分子間水素結合ネットワーク形成



(U溶解度低減) + (低疎水性)を同時に達成

2. 研究実施体制



化学研究用分析機器を完備した東工大ホットラボ(核燃・RI)を活用

● これまでに得られている主な成果

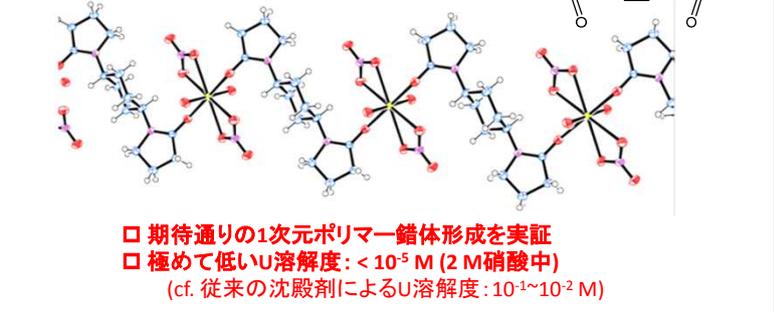
沈殿剤の合成および疎水性評価

R	1	2	3	4	5
総収率 =	69%	45%	52%	49%	52%
log P _{o/w} =	-0.93	-0.82	-0.33	+0.29	+0.61

R	6	7
総収率 =	56%	55%
log P _{o/w} =	-0.09	-0.09

□ 比較的良好な総収率
 □ 低log P_{o/w}: 低疎水性を達成 (cf. 従来型沈殿剤のlog P_{o/w}: +1から+2程度)

硝酸ウラン沈殿の構造特性および溶解度



● 事業実施計画

	H27	H28	H29
(1) ウラン沈殿の構造特性および溶解基礎物性	文献調査・沈殿剤合成・予備検討	硝酸ウラン沈殿の合成・キャラクターゼーション(1)	硝酸ウラン沈殿の合成・キャラクターゼーション(2)
(2) U, Th沈殿挙動	文献調査・予備検討	U沈殿試験 Th沈殿試験	Th-沈殿剤錯形成 U/Th相互分離