

光を活用！ ～新しい使用済み核燃料リサイクル技術の開発～

東京工業大学科学技術創成研究院ゼロカーボンエネルギー研究所
鷹尾 康一郎

研究の必要性など

使用済み核燃料再処理

原子力：産業基盤・国民生活の根幹を支えるベース
ロード電源、ゼロカーボンエネルギー需要
使用済み核燃料：95%以上がウラン等の核燃料物質
→ 核燃料リサイクル技術の開発

【使用済み核燃料に含まれる成分】

核燃料物質（ウラン等）

不純物
核分裂生成物 (FP)
マイナーアクチノイド (MA)

本研究の創意性など

核燃料リサイクル基本概念の転換

従来技術：“不純物から核燃料物質を回収”
本提案：“核燃料物質から不純物を取り除く”
→ プロセスの簡略化・省エネ化

炭酸塩水溶液：ウラン等核燃料物質は可溶
不純物の多くは不溶 } 簡易分離可能

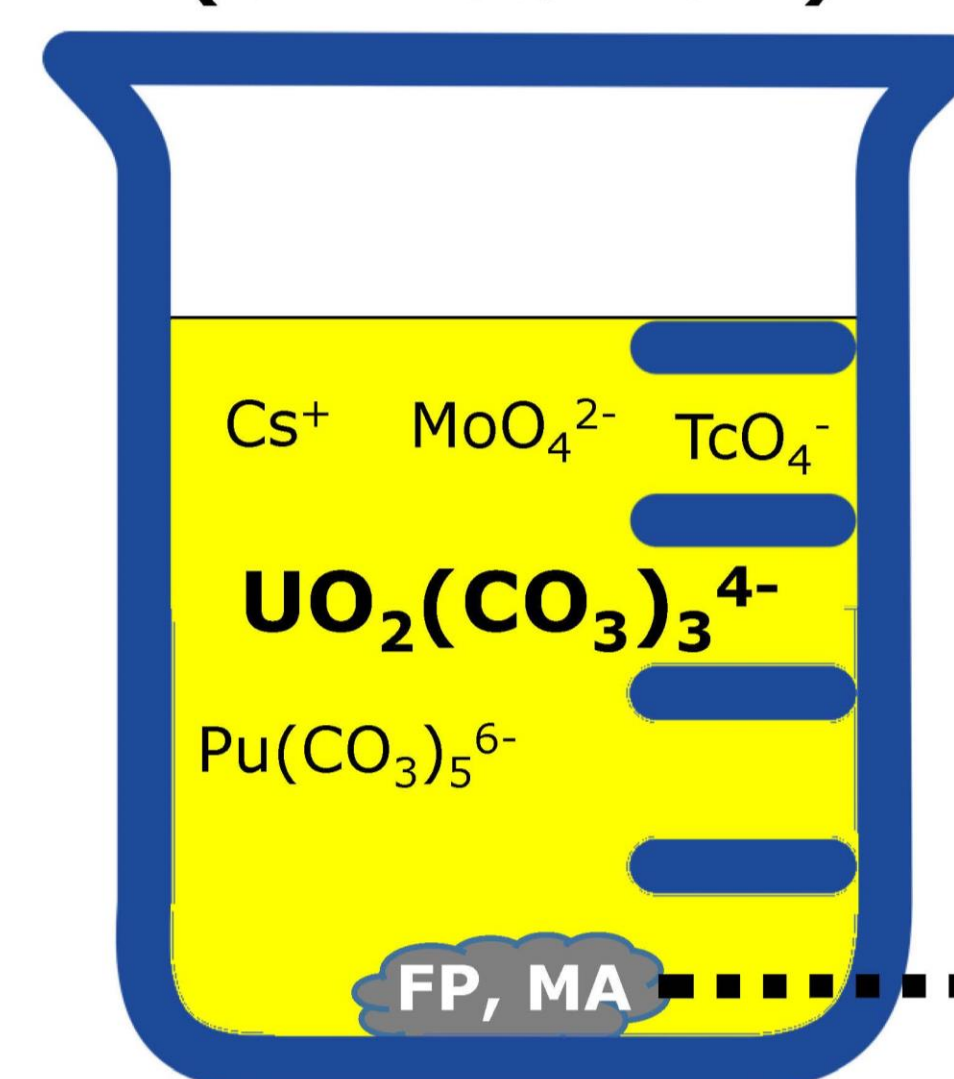
炭酸塩水溶液からのウラン等核燃料物質回収技術

- ・ 既存技術の延長… 開発の余地あり
- ・ 本研究で開発 ←ウランの光反応性を活用

本研究の概要

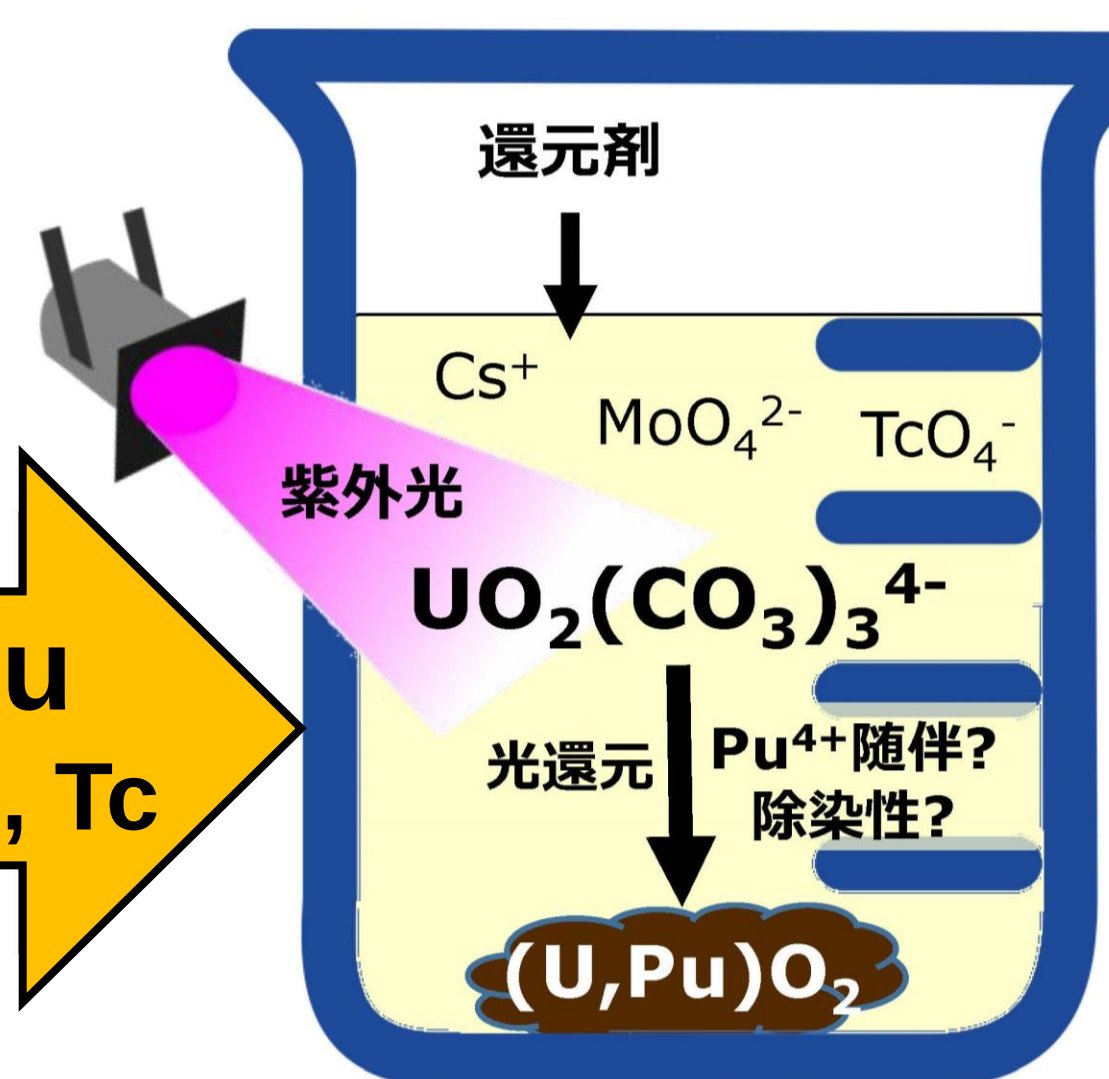
ウランの光反応性を活用した
炭酸系簡易再処理技術基盤
研究として、炭酸系再処理に
おける新規核燃料物質簡易
回収技術基本原理を構築

使用済み核燃料の溶解・分離
(既に基本原理確立)



多くのFP, MAが不溶性炭酸塩
もしくは(水)酸化物形成
→ 溶解と同時に粗精製達成

【本研究】
光化学反応による核燃料簡易回収



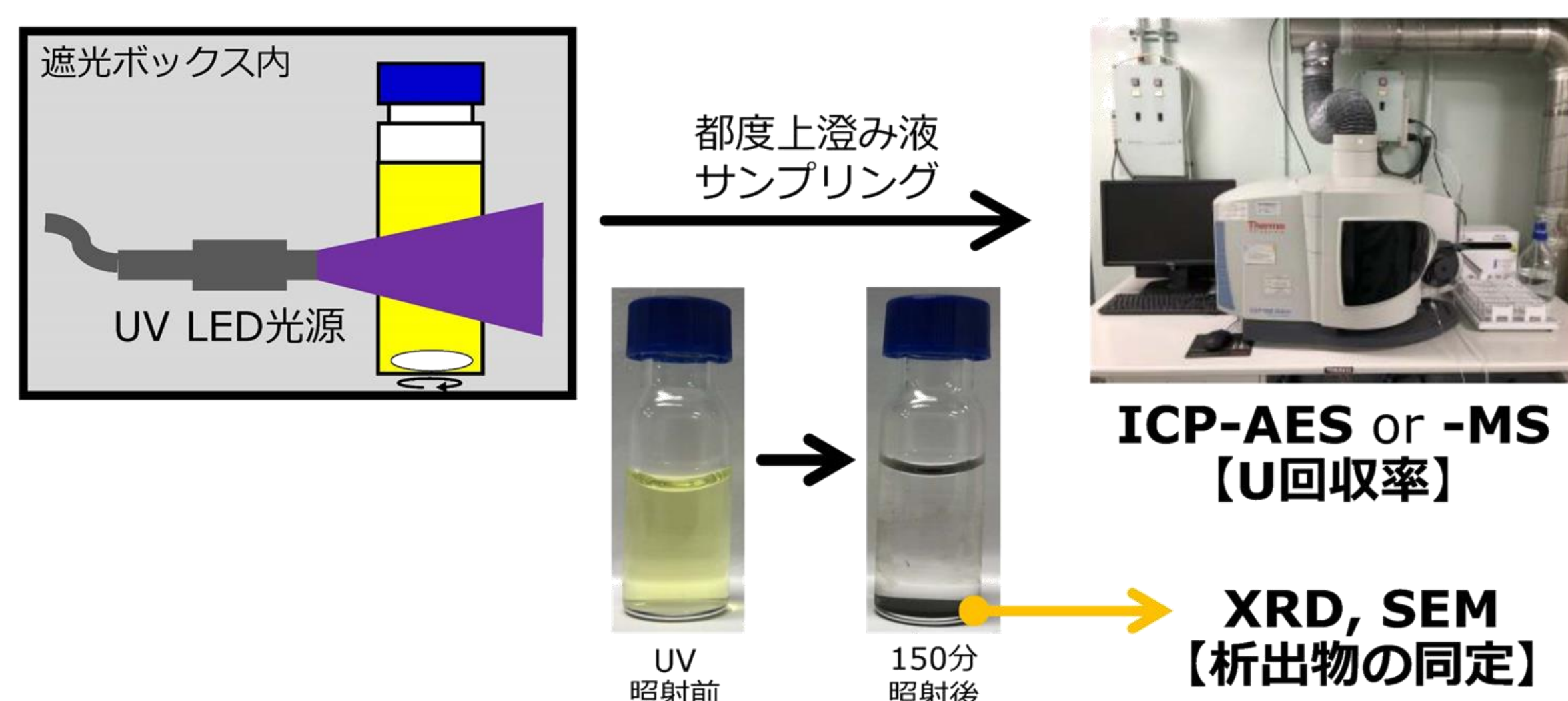
【検討内容】

- (1) 光化学的核燃料回収の実証
 - ・ U回収効率, 反応速度, 可溶性FP除染性
 - ・ 回収物の組成・性状
 - ・ 反応条件最適化
 - ・ Puの挙動予測
- (2) 光化学的核燃料回収メカニズムの解明
 - ・ 量子化学計算(構造最適化, 振動数計算)
 - ・ 反応経路探索
 - ・ メカニズム解明

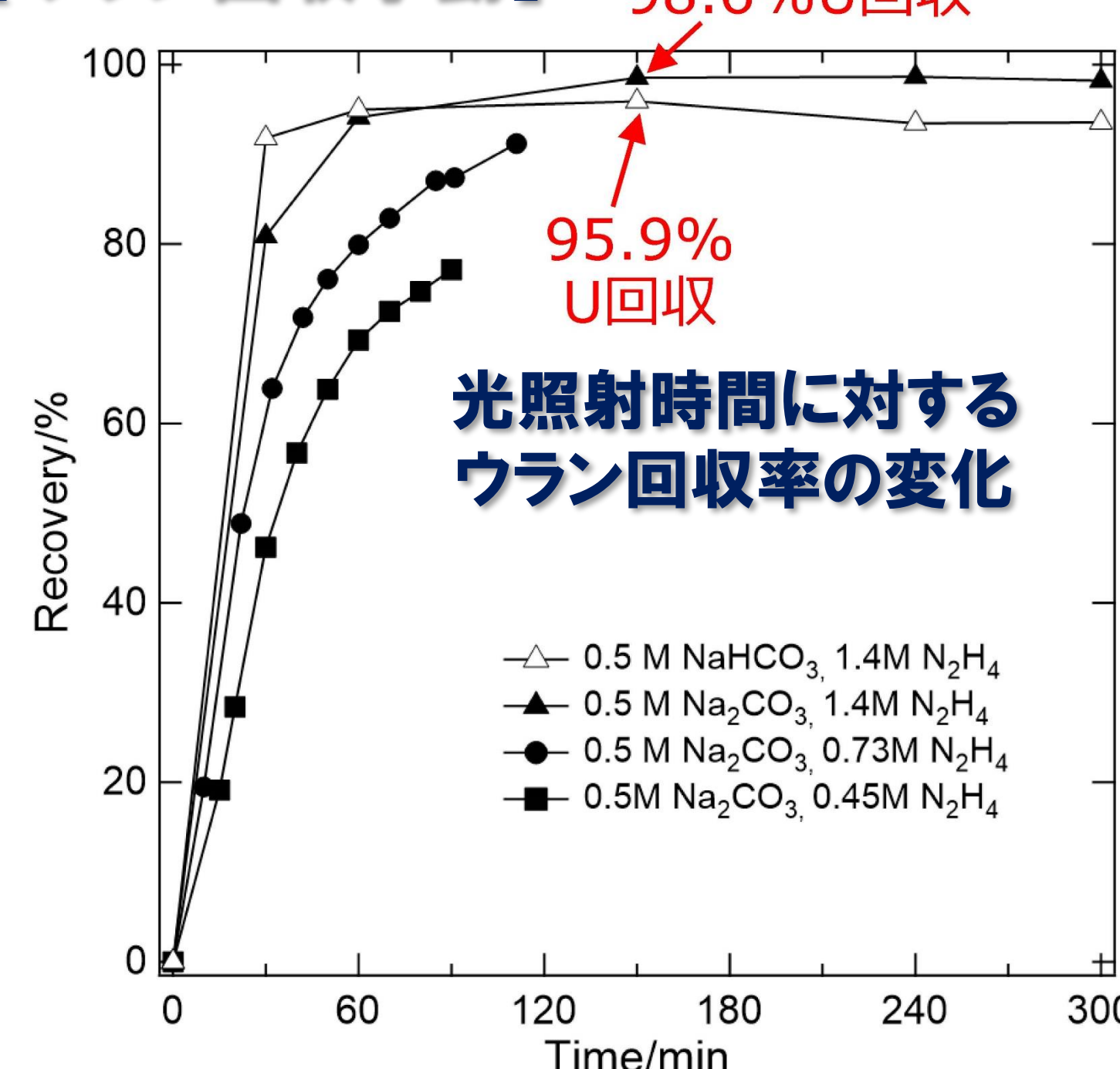
ウラン(VI)の光化学的反応性を活用
→ 核燃料簡易回収,
プロセス簡略化, 廃棄物量低減

研究の成果

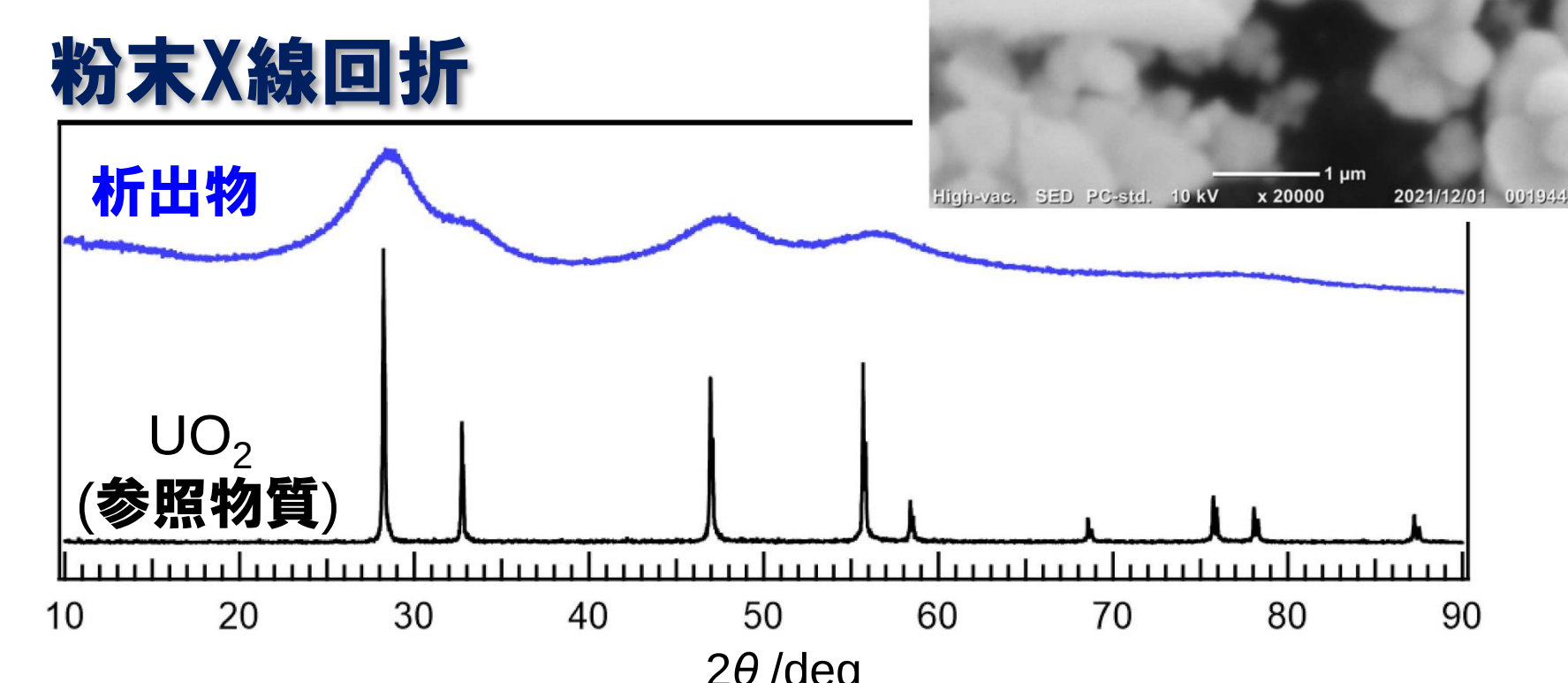
炭酸塩水溶液からのウラン回収の実証



【ウラン回収挙動】

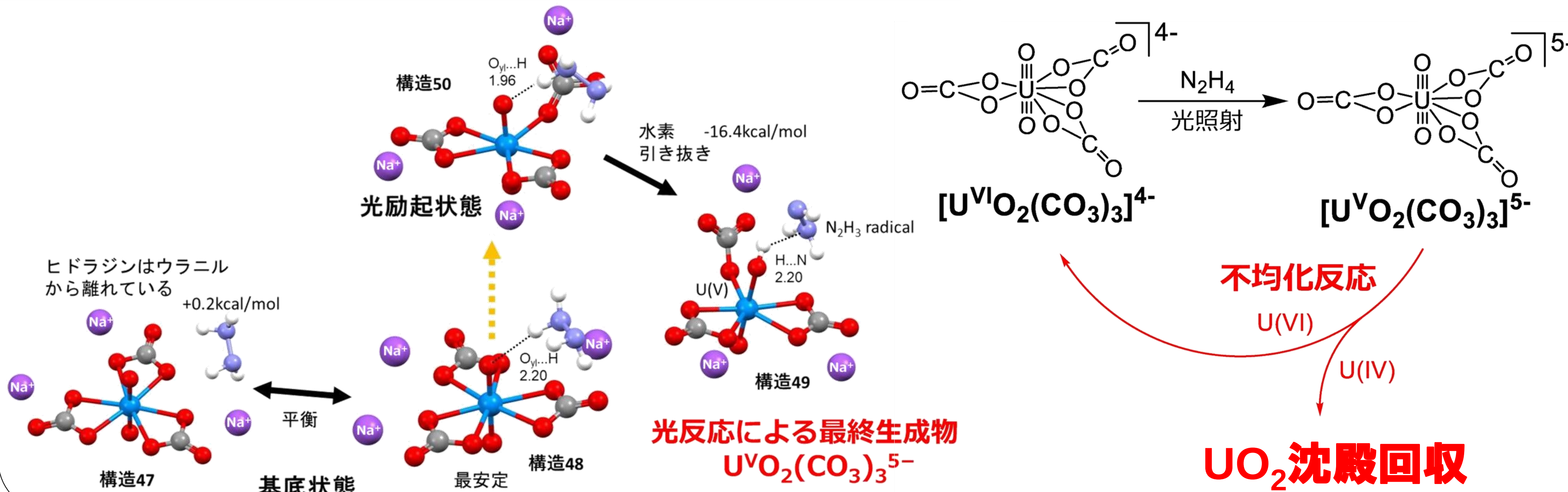


【析出物の分析】



光反応により二酸化ウラン (UO₂)
として回収できることを実証

東工大スパコンTSUBAME3.0を用いた反応メカニズムシミュレーション



研究のまとめ

□まとめ

- 光を用いた使用済み核燃料リサイクル技術新基本原理を構築
- よりシンプルかつクリーンな反応系

□今後の課題と展望

- リサイクル燃料組成の制御
- 更なる高純度化
- UO₂ナノ粒子合成技術への発展