

# トリウム燃料の再処理

— ThO<sub>2</sub>燃料の再処理の可能性 —

鈴木達也  
東京工業大学原子炉工学研究所

1

## Thの化学的性質

金属Th:濃塩酸、王水には良く溶ける。  
濃厚な硝酸には不動態化される(フッ素イオンの添加  
で可溶)

ThO<sub>2</sub>:高温の濃硫酸、及び0.05M HFを含む  
高温の硝酸中で溶解可能。

Th(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>:極めて水に可溶。

Th<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:水に可溶。ただし、放置すると水和物が沈殿。

ThCl<sub>4</sub>:水に可溶。

ThOCl<sub>2</sub>:水に可溶。ThCl<sub>4</sub>を水に溶かすことにより、生成する。

2

## 溶液中のThの化学

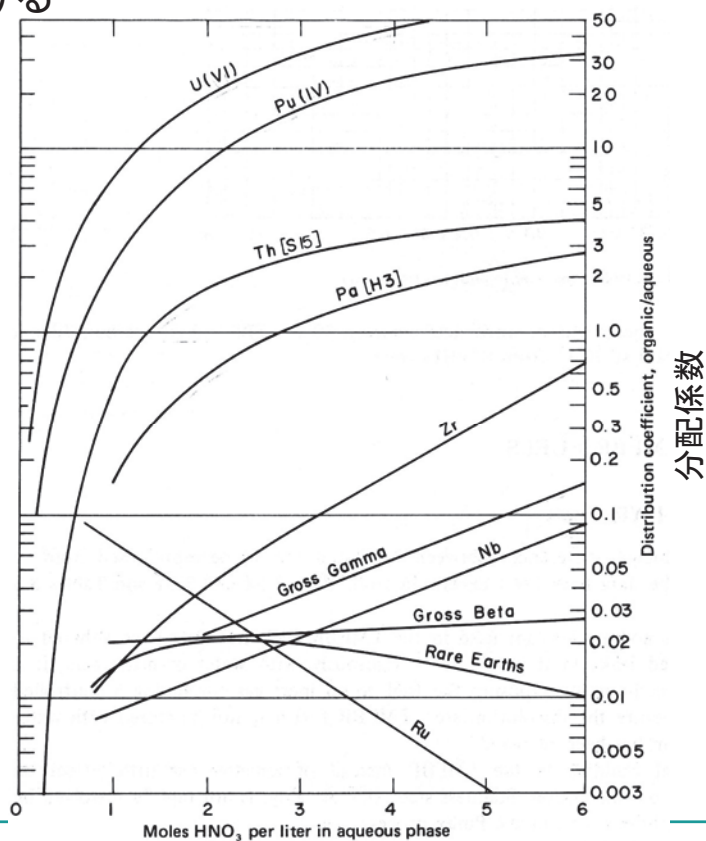
### 沈殿の生成について

- ・アルカリ 水酸化物  $\text{Th}(\text{OH})_4$  の沈殿
- ・過酸化水素の添加 過酸化トリウム  $\text{Th}_2\text{O}_7$  の沈殿
  - UとTh以外で沈殿するもの少ない
  - UとThを同時に得ることが出来る。
  - UとThの精製に利用できる。
- ・リン酸塩イオン 中性に近い硝酸、硫酸で  
オルトリン酸トリウム  $\text{Th}_3(\text{PO}_4)_4$  が沈殿
- ・フッ化物 フッ化物で沈殿  
(Alイオンで沈殿を抑えられる。)

3

### TBP-硝酸溶液における U, Th, Pa等の 分配係数

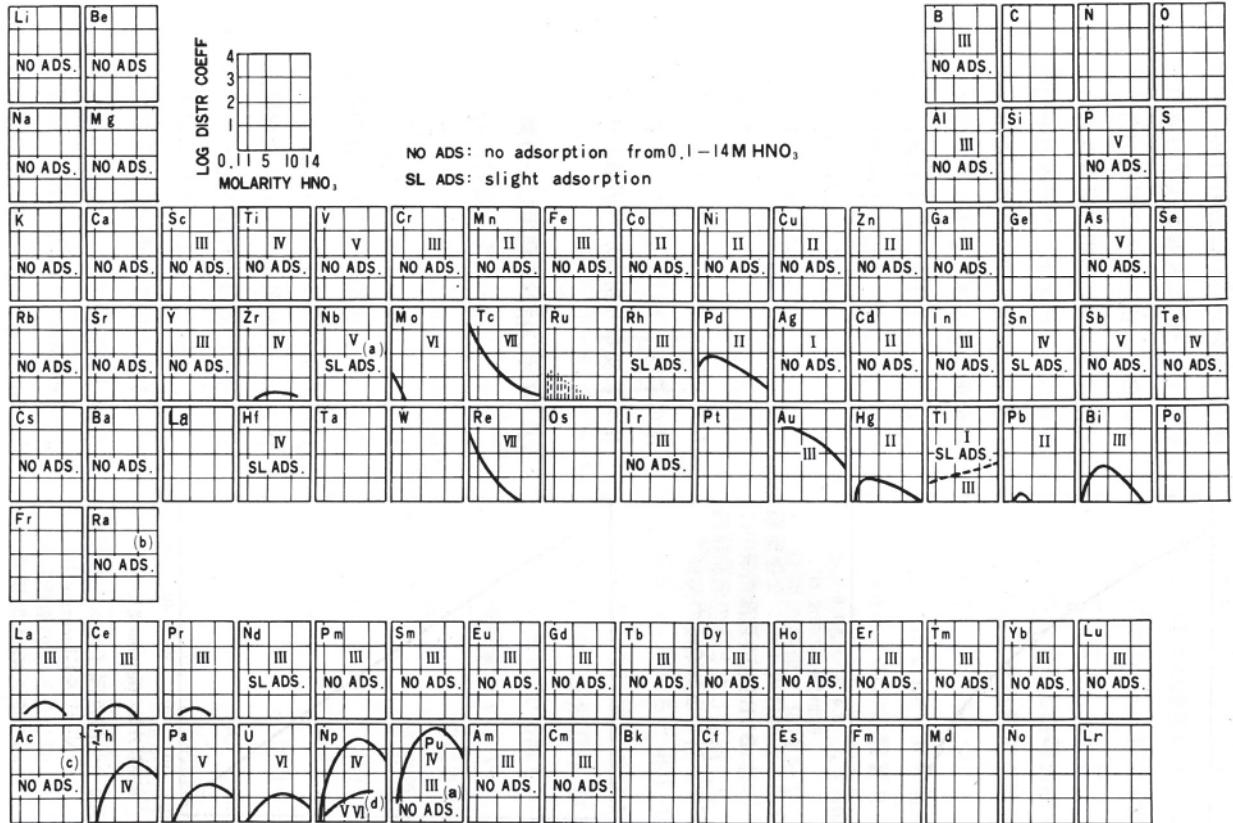
M. Benedict, "Nuclear  
Chemical Engineering, 2<sup>nd</sup>  
ed." McGraw-Hill (1981)



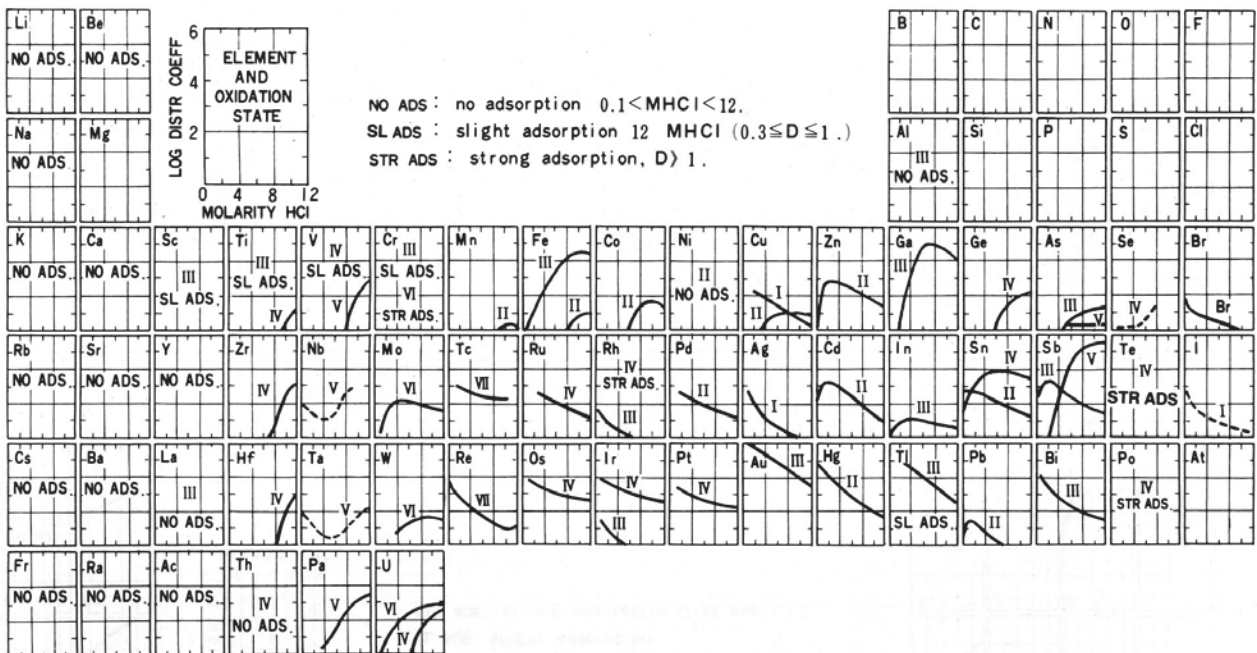
$\text{HNO}_3$ 濃度 / M

4

## 硝酸溶液中での各種元素の陰イオン交換樹脂への吸着特性



## 塩酸溶液中での各種元素の陰イオン交換樹脂への吸着特性



## Thの再処理について

Thは、一度溶液にさえすれば、沈殿、溶媒抽出、イオン交換など、様々な方法が適応でき、再処理が可能である。

酸化トリウムを再処理するための最も重要な点は、いかにして溶液にするかである。

### Thorex法

(Benedict, Nuclear Chemical Engineering に詳しく記載)

PUREX法と同様にTBPでU, Thを抽出

### Thorex法

硝酸アルミニウム添加

硝酸アルミニウムの役割: TBP抽出能を挙げるため

(Knolls & Oak Ridge)

### Acid-Thorex法

硝酸量を増やして硝酸アルミニウムに置き換える。

(Oak Ridge, 1950年代後半)

溶解:  $\text{ThO}_2$ - $\text{UO}_2$ 照射燃料 硝酸+フッ化水素酸

欠点: SUSやジルカロイを溶かす

硝酸アルミニウムの添加で保護

Oak Ridgeによると  $13\text{M HNO}_3 + 0.05\text{M HF} + 0.1\text{M Al}(\text{NO}_3)_3$

(問題点: 蒸気による腐食、ジルカロイの溶解、

$\text{ThO}_2$ の溶解速度が遅い)

## Th精製法

精製法は、再処理についても参考になる。

### 溶解法

- (1)加熱した濃厚水酸化ナトリウム溶液で溶解(アルカリ法)
- (2)熱濃硫酸による溶解

### 硫酸法からのトリウム精製

#### (1)シュウ酸沈殿法

NH<sub>4</sub>OHでpH1.5に調整。

シュウ酸ナトリウム(Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)+シュウ酸(H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)

↓

ThとREのシュウ酸塩の沈殿, Uとの分離(溶液) → 陰イオン交換  
でU回収

↓

硝酸溶解:TBP抽出  
ThとREの分離

9

### 硫酸法からのトリウム精製

#### (2)アミンによる溶媒抽出(Amex法)

硫酸溶液中の各種アミンを用いてUとThを精製

アミンの種類	アミンの例	分配係数		
		U(VI)	Th(IV)	Ce(III)
1級	1-(3-ethylphenyl)-4-ethyloctylamine	5-30	>20,000	10-20
	Di(tridecil)amine	80	>500	<0.1
2級	Bis(1-isobutyl-3,5-dimethylhexyl)amine	80-120	5-15	0.05
	Triisooctyl-amine	140	<0.03	<0.01

各種アミンを用い、抽出することにより、適当な比率でUとThを得ることが可能である。

10