

原子力総合シンポジウム

ALPS処理水の海洋放出の影響評価と課題

東京大学名誉教授・特任教授
元原子力委員会委員
福島国際研究教育機構監事

中西友子

【福島放射性汚染についての活動】

2011年から13年間、東大農学部の教員グループリーダーとして、継続的に福島現場での汚染調査研究を行い成果を公表。

- ・ 成書として6冊出版、
内、4冊はSpringerからのオープンアクセス本
50万回に及ぶアクセス数があった。
- ・ 報告会は16回にわたり開催した。

前提：勿論、事故が起こった後の議論が重要ですが、

コメント（これからの試み）

処理水について、学術会議からの議論なので、サイエンス面、処理の化学的方法を掘り下げていけないか。

「放射性汚染物」を「資源」と考える可能性の探索

大切なことは放射化学技術：RIのハンドリング

使用済燃料棒の処理にも繋がらないか

F1汚染水の化学処理

化学的に分離して高レベル廃棄物の分離

どの位知られているでしょうか。
Srは 10^{-5} に

多核種除去設備（ALPS）処理

タンク
第一処理

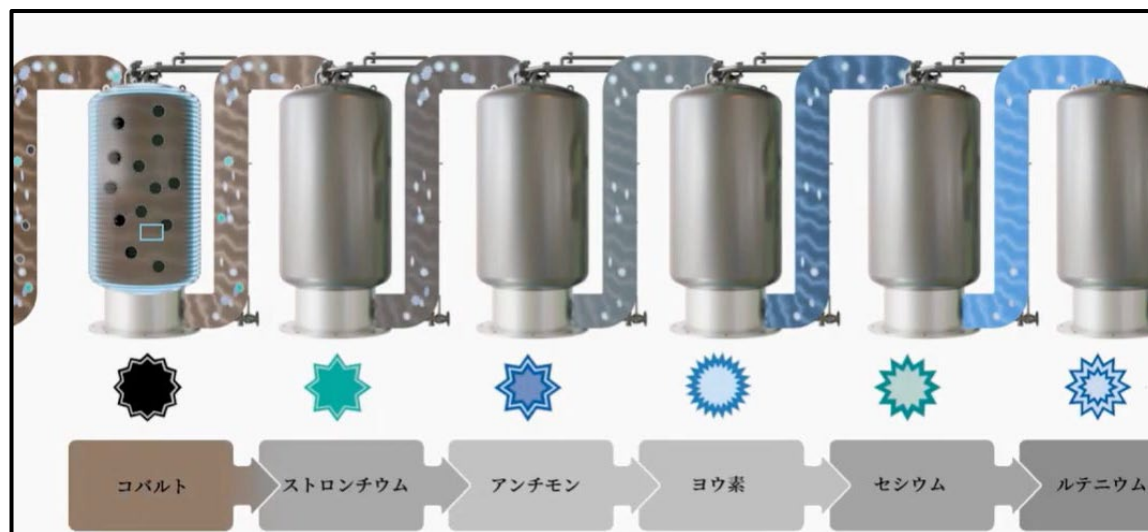
鉄共沈

Co、Mn除去

第二処理

炭酸塩共沈

Ca、Mg除去



使用済の塔に濃縮される放射性核種利用への可能性は？

トリチウム分離技術

1. 水ートリチウム水 蒸留法
2. 電解／水素ートリチウム蒸留
3. 電解／同位体交換
4. 吸着・脱着法
5. 氷結晶法
6. 多孔質フィルター法

核融合の
原料は？

	沸点(度)	氷点(度)	重量/水 1 トン (g)
水	100	0	—
重水	101. 42	3. 82	160
トリチウム水	101. 51	4. 48	$3. 1 \times 10^{-15}$ (1Bq/L仮定)

コストの概算

電解CECE（水蒸留法と組み合わせ）	2,270 億円
蒸留	5,160 億円
電解トリチウム蒸留法	1,400 億円

前提条件

1. 処理量 1 5 0 万トン
2. 処理時間 1 0 年間
3. 原水濃度 1 0 0 万ベクレル／L
4. 放出水濃度 1,0 0 0 ベクレル／L (WHO基準 1 万ベクレル／L の 1／1 0)
5. 貯蔵水濃度 1 0 億ベクレル／L

東電ではALPS処理水からのトリチウム分離技術を
募集中：まだ改良の余地があるのでは。

多核種分離技術の応用から
放射性廃棄物から有用元素を取出すことは可能。

ALPS塔に分離された放射性元素の回収の可能性？

高レベル廃棄物への科学技術が寄与できる
新しい可能性を考えてみたい。

工業原料、放射性医薬品の原料など・・

どういう展望が技術として寄与できるのか

使用済ウラン燃料棒の例

1F汚染物質の元は燃料棒

- ① 燃やした結果、何がどの位できて、どの位溜るのか。
- ② リサイクルできる金属元素は何がどの位生成すると見込まれる（または既にある）のか。

ORIGEN-2 Ver.2.1の計算結果。
棒グラフ中の数字の単位はkg。
(四捨五入の関係で合計があわない場合がある)

使用後、何がどの位できて、今どの位溜まっているのか。

元素	使用済燃料1トン当たりの元素重量(kg)
Se	0.07
Br	0.03
Kr	0.5
Rb	0.5
Sr	1.1
Y	0.6
Zr	4.8
Nb	2.4
Mo	4.5
Tc	1.1
Ru	3.0
Rh	0.6
Pd	2.0
Ag	0.1
Cd	0.1
Sn	0.07
Sb	0.01
Te	0.6
I	0.3

元素	使用済燃料1トン当たりの元素重量(kg)
Xe	7.2
Cs	3.5
Ba	2.2
La	1.6
Ce	3.3
Pr	1.5
Nd	5.5
Pm	0.06
Sm	1.1
Eu	0.2
Gd	0.2
Se	0.07
FP Total	46.3
U	941.3
Np	0.6
Pu	11.1
Am	0.6
Cm	0.06
Actinide Total	953.6

利用の主目的		主な核種(半減期)	主な利用分野と利用の可能性分野
放射線源	ガンマ線	^{137}Cs (30.0年)	照射線源、厚さ測定、液面測定、密度測定、ガンマ線透過診断、バルブ開閉機器、機器校正用線源
		^{241}Am (432年)	厚さ測定、密度測定、ガンマ線透過診断、絶縁ガス密度測定、蛍光X線分析、硫黄濃度測定
	ベータ線	^{90}Sr (29.1年)	厚さ測定、膜厚測定、静電気除去、たばこ量目計
		^{147}Pm (2.62年)	グローランプ、夜光時計、メタルハライドランプ、ネオンランプ、高電圧防護装置、粒状浮遊物測定、厚さ計
	アルファ線	^{241}Am (432年)	煙感知器、微風速計、湿度計、集電式電位測定器、エアロゾル中和器、レーダ受信部、有害ガス検知器
	中性子線	$^{241}\text{Am-Be}$	中性子ラジオグラフィ、水分測定、石油資源探査
熱源	ベータ線	^{90}Sr (29.1年)	寒冷地熱源、原子力電池
照射ターゲット		^{237}Np (2.14×10^6 年)→ ^{238}Pu (87.7年)	熱源、原子力電池(宇宙用電源)
		$^{241}\text{Am} \rightarrow ^{238}\text{Pu}$	
		^{244}Cm (18.1年)→ ^{252}Cf (2.65年)	水分計、石油探査機器、放射化分析装置、中性子ラジオグラフィ、がん治療用線源
		^{99}Tc (2.13×10^5 年)→ ^{100}Ru (安定)	安定な白金族元素としての利用
希少元素		Ru	原子力施設内での利用、或いは、30-50年冷却後に安定な白金族元素として利用
		Rh	
		Pd (^{107}Pd (6.50×10^6 年))	原子力施設内での利用、核融合分野での利用
人工元素		^{99}Tc (2.13×10^5 年)	天然には得られない人工の元素としての利用
安定濃縮同位体		$^{90}\text{Sr} \rightarrow ^{90}\text{Zr}$ (安定)	崩壊生成物で、濃縮度の極めて高い安定同位体としての利用
		$^{137}\text{Cs} \rightarrow ^{137}\text{Ba}$ (安定)	

放射性核種の有用性から夢を

(以下の方々に謝意を表します)

大井川 宏之 氏 (JAEA)

久保田 益充 氏 (JAEA OB)

田 中 貢 氏 (JAEA OB)

おわり

参 考

【福島調査研究成果】

☆ Springerからオープンアクセス本、4冊を出版

“Agricultural Implications of Fukushima Nuclear Accident”

2013, 2016, 2019, 2022 年 (Nakanishi, T. M. ed.)

(ダウンロード : 211,000; 150,000; 102,000; 28,000回)

☆ NHKブックスから 2 冊を出版 (中西友子著)

土壤汚染 (2013)

フクシマ 土壤汚染の10年 (2021)

☆ 報告会 (一般の方へ) 1 6 回 (東大農学部HP)

【放射線・放射性同位元素の有用性紹介】

☆ 日経サイエンス (中西友子著)

地球を救う植物のすごい知恵(2025)

