

# 1, 2号機トールラス室滞留水および 堆積物分析結果について

2013年8月29日  
東京電力株式会社



無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

## 1. 目的及び滞留水・堆積物採取状況

1

### 目的

1、2号機のトールラス室の滞留水および堆積物の基礎データを取得し、将来的な設備設置(循環冷却設備等)に向けた検討や格納容器調査・補修装置設計へのフィードバックおよびトールラス室への燃料デブリ拡散の有無を確認(試行)するため。

### 滞留水・堆積物採取状況

	1号機	2号機
採取日	H25.2.22	H25.4.12
滞留水 採取量	約250cc × 2 (採取容器表面線量: 水面下約1m 約0.7mSv/h 床面上約1m 約0.4mSv/h)	約500cc (採取容器表面線量: 水面下約1m 約0.1mSv/h)
滞留水・ 堆積物 採取量	約10cc (採取容器表面線量: 約4mSv/h)	約5cc (採取容器表面線量: 約0.1mSv/h)



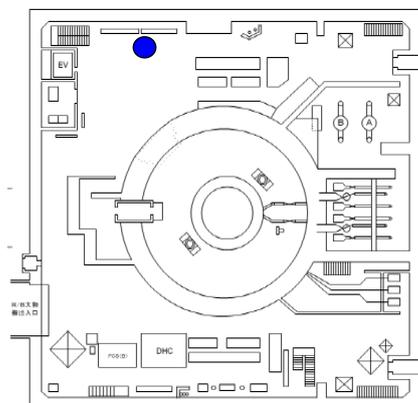
1号機で採取した  
滞留水・堆積物  
(約10cc)

## 2. 滞留水・堆積物採取箇所

2

1号機は建屋北西エリア北壁付近、2号機は建屋南側RHR (B) 熱交換器室の1階床を穿孔し、トラス室(地下階)の滞留水および堆積物を採取。

1号機採取位置(開口位置)

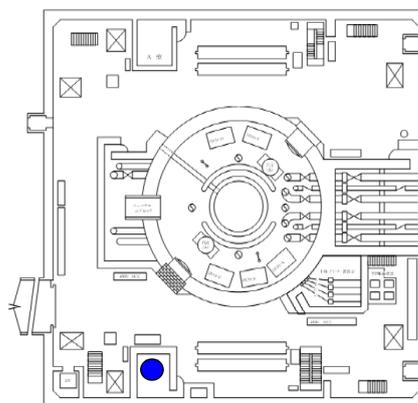


1号機原子炉建屋1階

滞留水採水高さ	水面下約1m及び 床上約1m
堆積物採取高さ	床面

滞留水水位: 地下1階床面より約5m

2号機採取位置(開口位置)



2号機原子炉建屋1階

滞留水採水高さ	水面下約1m
堆積物採取高さ	トラス室階段踊り 場上面

滞留水水位: 地下1階床面より約5m(圧力抑制室下部の最深部からは約6.5m)

### 3-1. 滞留水分析項目の調査目的

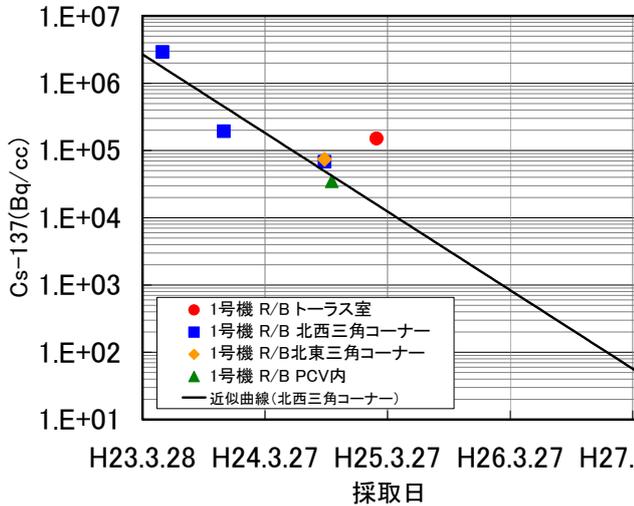
3

分析項目	目的
γ線核種分析 (Cs134、Cs137濃度等)	①滞留水の動向等を把握し、将来的な設備設置(循環冷却設備等)に向けた検討に活用。
全α放射能濃度	
全β放射能濃度	
Sr89、Sr90濃度	
トリチウム濃度	①滞留水の動向等を把握し、将来的な設備設置(循環冷却設備等)に向けた検討に活用。 ②RPV・PCVの長期健全性評価に活用
塩素イオン濃度	
pH	
導電率	

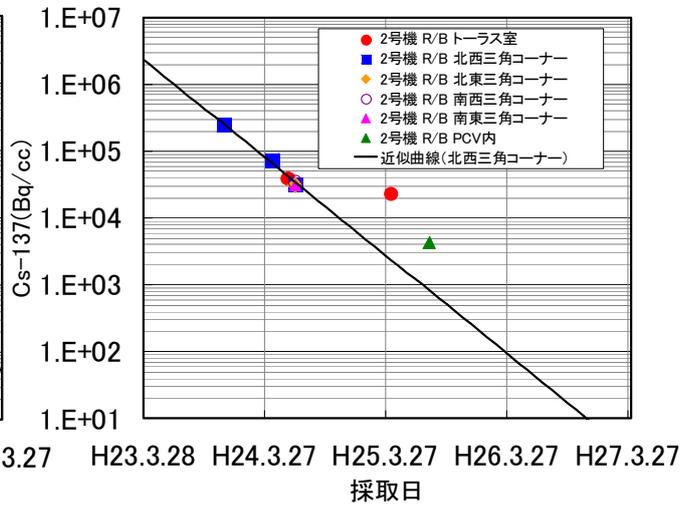
■これまでの1、2号機R/B内滞留水の採取で分析したことのあるCs137濃度、塩素濃度及びpHについて、変化の傾向を考察。  
※Cs134は半減期が約2年と短いため、半減期30年のCS137で考察

### 3-2. 滞留水測定結果－Cs137濃度

- 三角コーナー、トラス室、PCV内の滞留水について、Cs137濃度に若干のバラツキはあるものの著しい差は無い。
- 水処理設備の稼働により事故直後の $10^6$  (E+06) Bq/ccオーダーから $10^4 \sim 10^5$  (E+04～E+05) Bq/ccオーダー(2号機PCV内では $10^3$ オーダー)までCs137濃度が減少している。



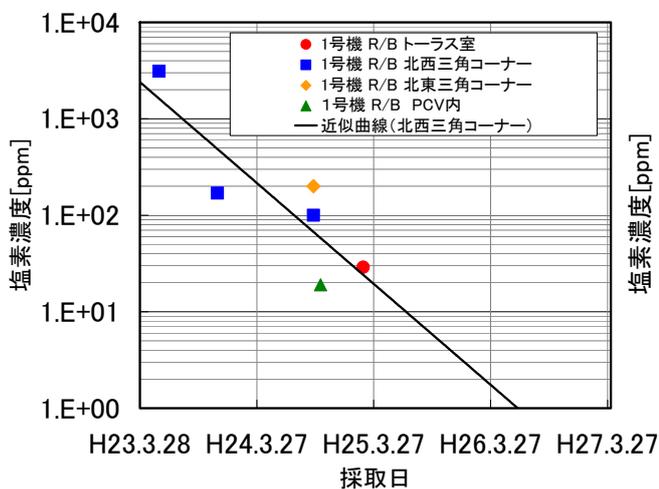
1号機R/B滞留水Cs137濃度



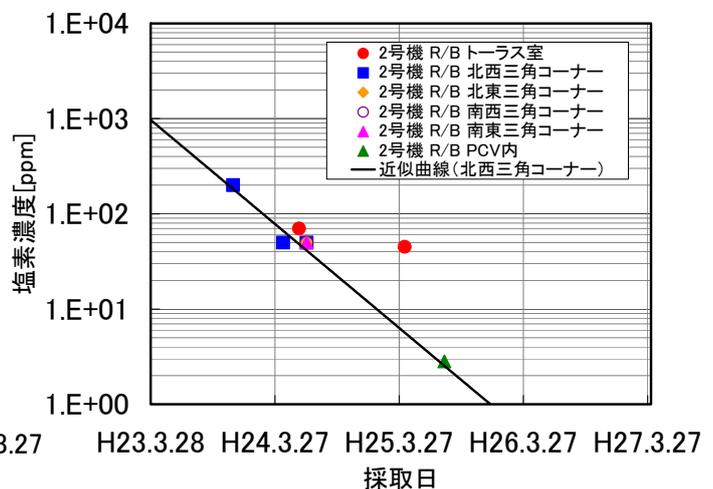
2号機R/B滞留水Cs137濃度

### 3-3. 滞留水測定結果－塩素濃度

- 三角コーナー、トラス室、PCV内の滞留水について、塩素濃度に若干のバラツキはあるものの著しい差は無い。
- 水処理設備の稼働により事故直後の $10^3$  (E+03) ppmオーダーから $10^1$  (E+01) ppmオーダー(2号機PCV内では $10^0$ オーダー)まで塩素濃度が減少している。
- 材料健全性(腐食環境)の観点からは、低い値に抑制されている。  
(参考:1F保安規定「水質管理」における塩化物イオン濃度基準値 100ppm以下)



1号機R/B滞留水塩素濃度

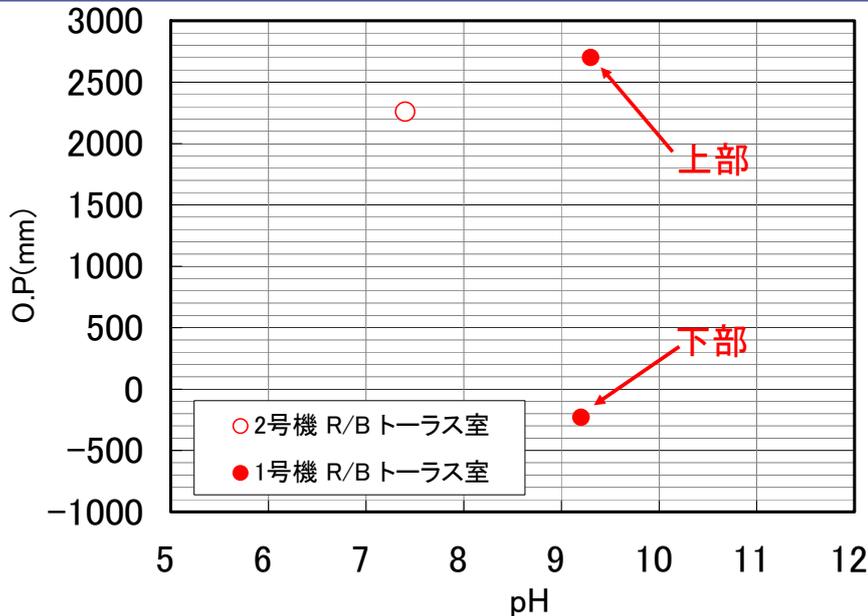


2号機R/B滞留水塩素濃度

### 3-4. 滞留水測定結果－ pH

6

- 1号機トーラス室滞留水は、上部・下部で水質の相違は殆ど確認されず、2号機のpH7.4(ほぼ中性)に比べて若干高めのpH9.2～9.3(弱アルカリ性)を示した。
- 1・2号機の水質が相違している原因の特定は困難であるが、現状の水質であれば、金属材料(炭素鋼、ステンレス鋼)の腐食が著しく促進される状態にはないと推定(参考資料⑥参照)。



### 3-5. 滞留水考察結果のまとめ

7

#### ■ Cs137濃度(γ核種)、塩素濃度

いずれも、水処理設備の稼働により事故直後からは濃度が減少していることを確認。塩素濃度については、材料健全性(腐食環境)の観点からは、低い値に抑制されている。

#### ■ pH

現状の水質(pH値7～9前後)であれば、金属材料(炭素鋼、ステンレス鋼)の腐食が著しく促進される状態にはないと推定。

➡引き続き、滞留水採取時に分析による水質データの拡充を行い、変化傾向を確認していく。

滞留水とともに採取した堆積物について、**トラス室への燃料デブリ拡散有無の判定を目的として、以下の  $\gamma$  線核種に着目した定性分析を実施。**

核種	生成由来
Am241	Pu241の娘核種
Ce144	核分裂生成物(代表的なランタニド核種)

### $\gamma$ 線測定核種選定理由

- 核燃料物質(U、Pu)はガンマ線をほとんど放出しないため、直接測定することが困難であること。
- 燃料デブリ中において核燃料物質と近い挙動を示すと考えられる上記の  $\gamma$  線放出核種を指標として測定することにより、間接的に核燃料物質の存在を確認できる可能性があること。

## 4-2. $\gamma$ 線測定装置測定状況



$\gamma$  線測定装置



滞留水・堆積物サンプリング容器

コリメータ

滞留水・堆積物サンプリング容器および測定コリメータ設置状況

## 分析結果(着目核種)

核種	1号機	2号機
Am241	×	×
Ce144	○	○

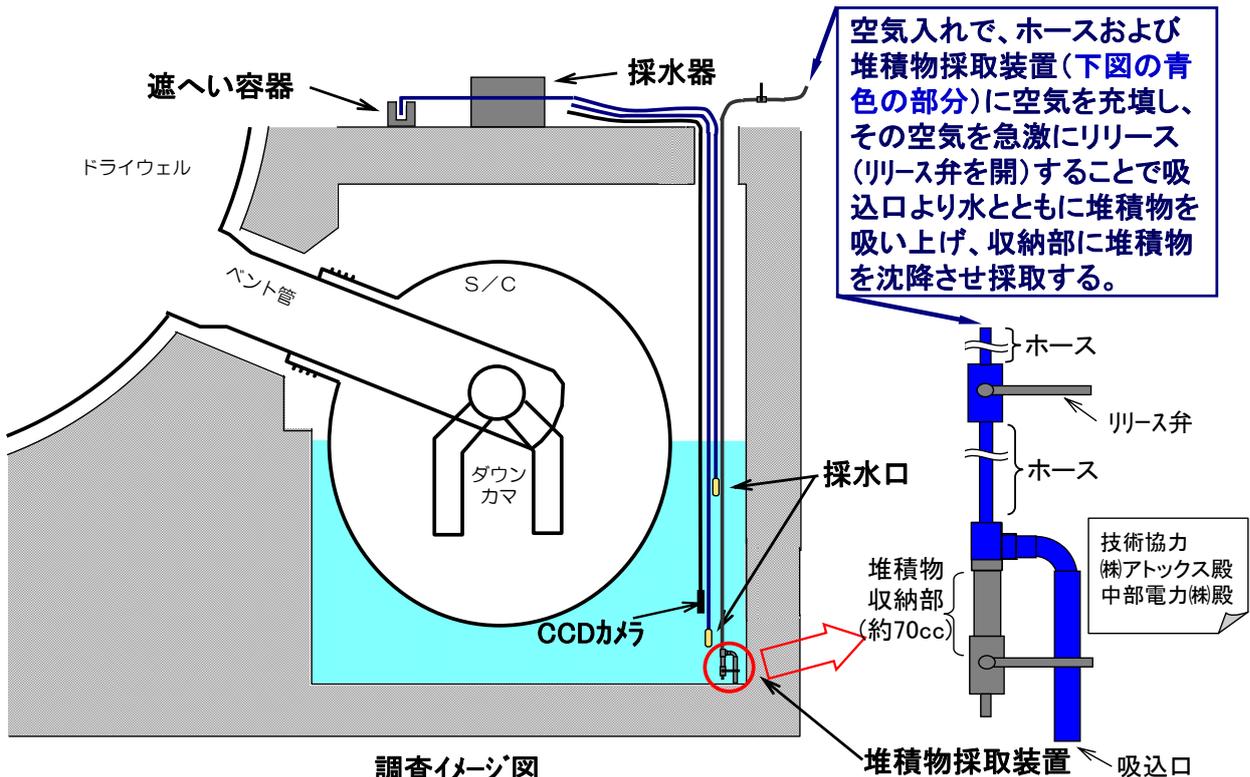
○…ピークを検出  
 ×…ピークを未検出

## まとめ

- 1号機、2号機のサンプルとも Am241が検出されなかったことから、核燃料物質が存在していたとしても微量であるものと推定。
- なお、Ce144はPCVガスのドレンからも検出されており、何らかの経路で燃料から放出されたものと考えられる。

# 【参考①】滞留水・堆積物採取方法

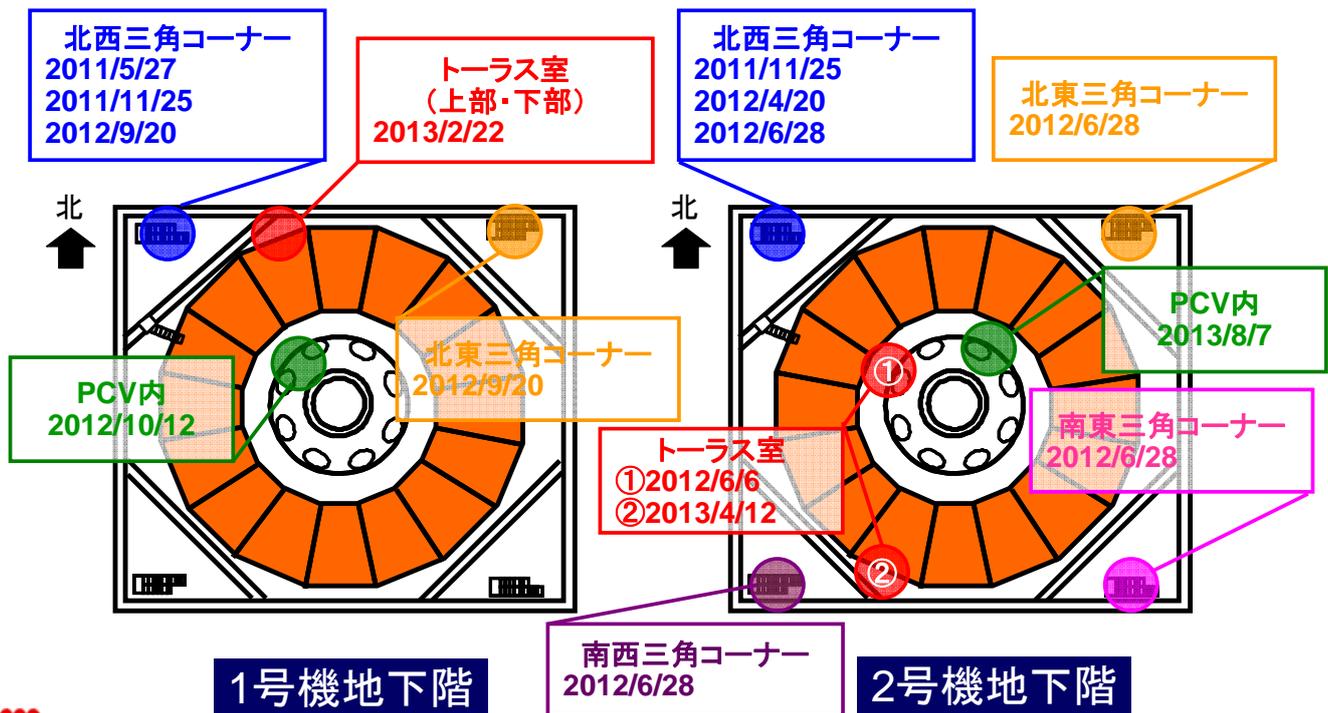
φ300の穴より、CCDカメラ、滞留水採水用ホース、堆積物採取装置を挿入し調査する。



## 【参考②】R/B滞留水採取実績

12

■1/2号機R/B内の複数の箇所で滞留水の採取実績有り。



## 【参考③】1号機トラス室滞留水分析状況

13

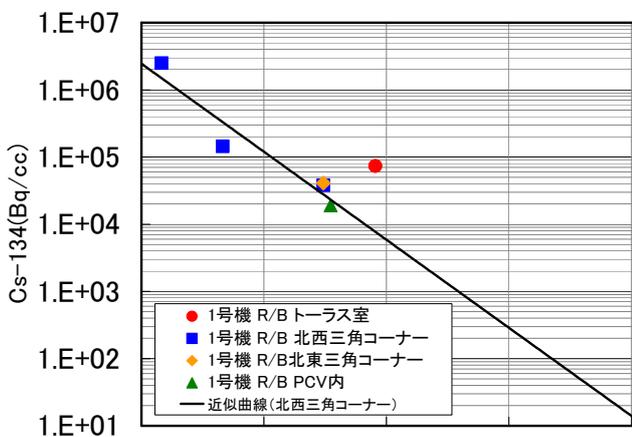
分析項目	採取日	水面下約1m	底面上約1m	参考:1号PCV滞留水
		H25.2.22	H25.2.22	H24.10.12
導電率[ $\mu$ S/cm]		153	155	88
pH		9.3	9.2	7.2
塩素イオン濃度[ppm]		29	29	19
Sr89 濃度 【Bq/cm <sup>3</sup> 】		<4.7E+03	<5.0E+03	<2.7E+03
Sr90 濃度 【Bq/cm <sup>3</sup> 】		5.3E+04	5.5E+04	7.2E+04
トリチウム濃度 【Bq/cm <sup>3</sup> 】		2.8E+03	2.5E+03	1.4E+03
CS134 濃度【Bq/cm <sup>3</sup> 】		7.4E+04	7.3E+04	1.9E+04
CS137 濃度【Bq/cm <sup>3</sup> 】		1.5E+05	1.5E+05	3.5E+04
全 $\beta$ 放射能濃度 【Bq/cm <sup>3</sup> 】		2.3E+05	2.6E+05	1.4E+05
全 $\alpha$ 放射能濃度 【Bq/cm <sup>3</sup> 】		<1.2E-02	<1.2E-02	<1.2E-02

# 【参考④】2号機トラス室滞留水分析状況

分析項目	採取日	参考:2号PCV滞留水	
		水面下約1m H25.4.12	H25.8.7
導電率[ $\mu$ S/cm]		205	25
pH		7.4	7.4
塩素イオン濃度[ppm]		45	2.8
Sr89 濃度[Bq/cm <sup>3</sup> ]		<1.1E+04	9月末分析完了予定
Sr90 濃度[Bq/cm <sup>3</sup> ]		9.7E+04	
トリチウム濃度[Bq/cm <sup>3</sup> ]		1.1E+03	6.8E+02
Cs134 濃度[Bq/cm <sup>3</sup> ]		1.3E+04	2.1E+03
Cs137 濃度[Bq/cm <sup>3</sup> ]		2.4E+04	4.3E+03
Co60 濃度[Bq/cm <sup>3</sup> ]		2.3E+01	2.8E+01
全 $\beta$ 放射能濃度[Bq/cm <sup>3</sup> ]		2.2E+05	1.0E+05
全 $\alpha$ 放射能濃度[Bq/cm <sup>3</sup> ]		<1.1E-02	<2.1E+00

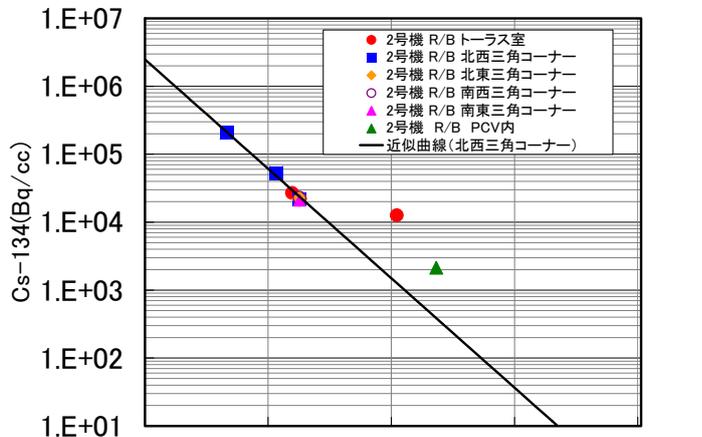
# 【参考⑤】Cs134濃度

■ 三角コーナー、トラス室、PCV内の滞留水について、Cs134濃度に若干のバラツキはあるものの著しい差は無い。  
 ■ 水処理設備の稼働により事故直後の $10^6$ (E+06)Bq/ccオーダーから $10^4$ (E+04)Bq/ccオーダー(2号機PCV内では $10^3$ オーダー)までCs134濃度が減少している。



採取日

1号機R/B滞留水Cs134濃度

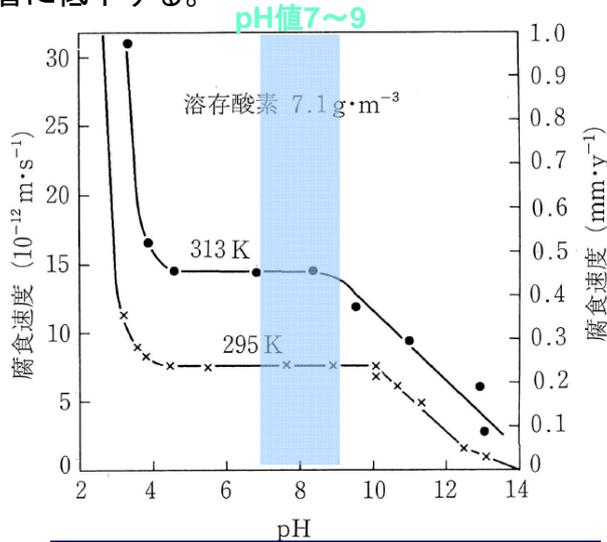


採取日

2号機R/B滞留水Cs134濃度

# 【参考⑥-1】炭素鋼の腐食に及ぼすpHの影響

- pH < 4の酸性域では水素イオン(H<sup>+</sup>)による大速度の全面腐食が起こる。
- 4 < pH < 10の領域では、水中の溶存酸素(O<sub>2</sub>)による全面腐食が起こる。腐食速度はO<sub>2</sub>の拡散速度に律速され、pHには依存しない。
- pH > 10のアルカリ性域では、材料表面に保護皮膜(不働態皮膜)が形成されるため、腐食速度が顕著に低下する。



注) 境界pHは、環境の酸化性や温度等に依存して若干変化するため、本図はあくまで目安

参考文献

- 1) G.W. Whitman, R.P. Russel, V.J. Altieri: *Ind. Eng. Chem.*, 16, 665 (1924).

図 軟水中での炭素鋼の腐食速度に及ぼすpHの影響<sup>1)</sup>



# 【参考⑥-2】ステンレス鋼の腐食に及ぼすpHの影響

- pHがアルカリ性化するほど、局部腐食発生限界線が右上方(高温、高Cl<sup>-</sup>側)に移行するため、局部腐食は起こりにくくなる。

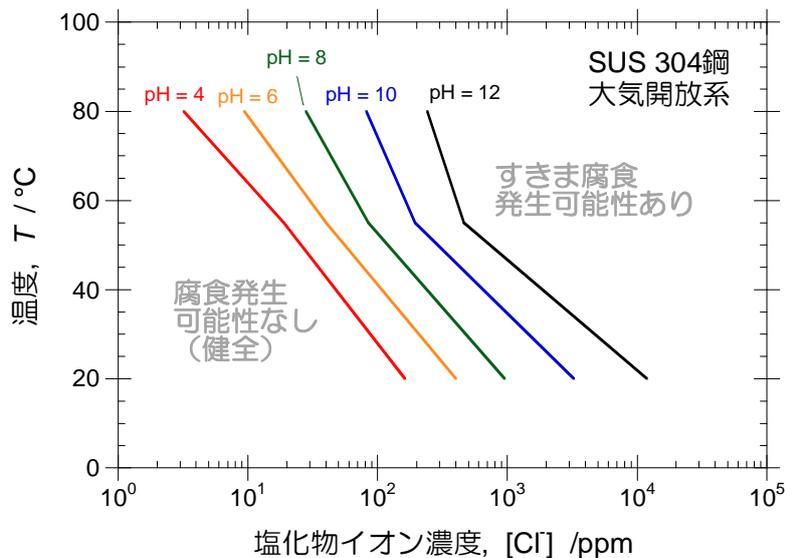


図 304ステンレス鋼のすきま腐食発生領域図のpH依存性(文献1及び2より作図)

参考文献

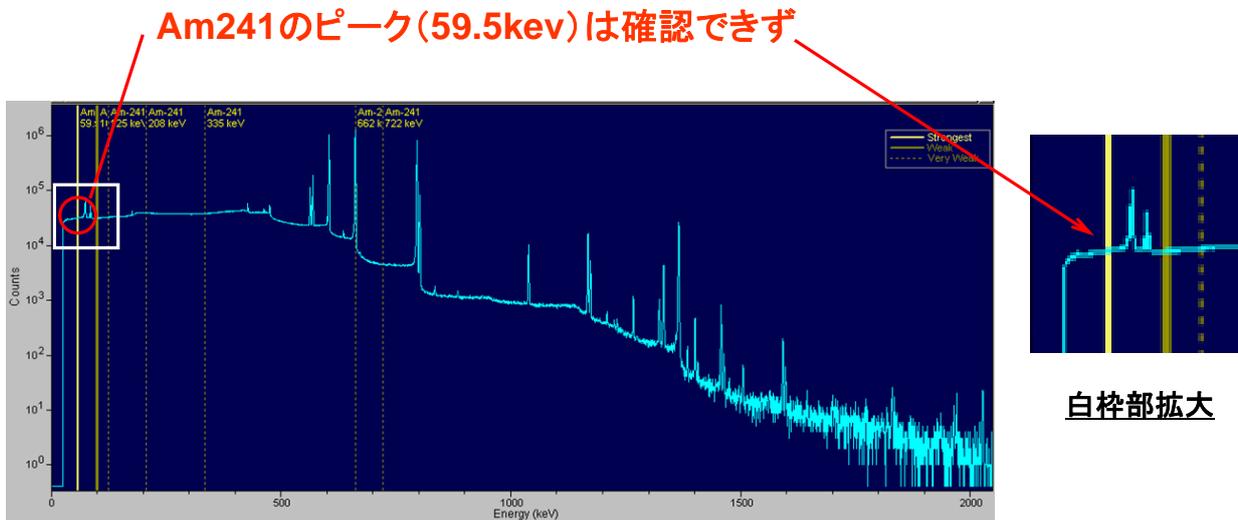
- 1) M. Akashi, G. Nakayama, T. Fukuda: CORROSION/98 Conf., NACE International, Paper No. 158 (1998).  
 2) T. Fukuda, M. Akashi: Proc. Nuclear Waste Packaging – FOCUS'91, ANS, p. 201 (1991).



## 【参考⑦-1】1号機 Am241の確認結果

18

1号機の滞留水・堆積物の $\gamma$ 線測定結果では、Am241のピークは未確認。

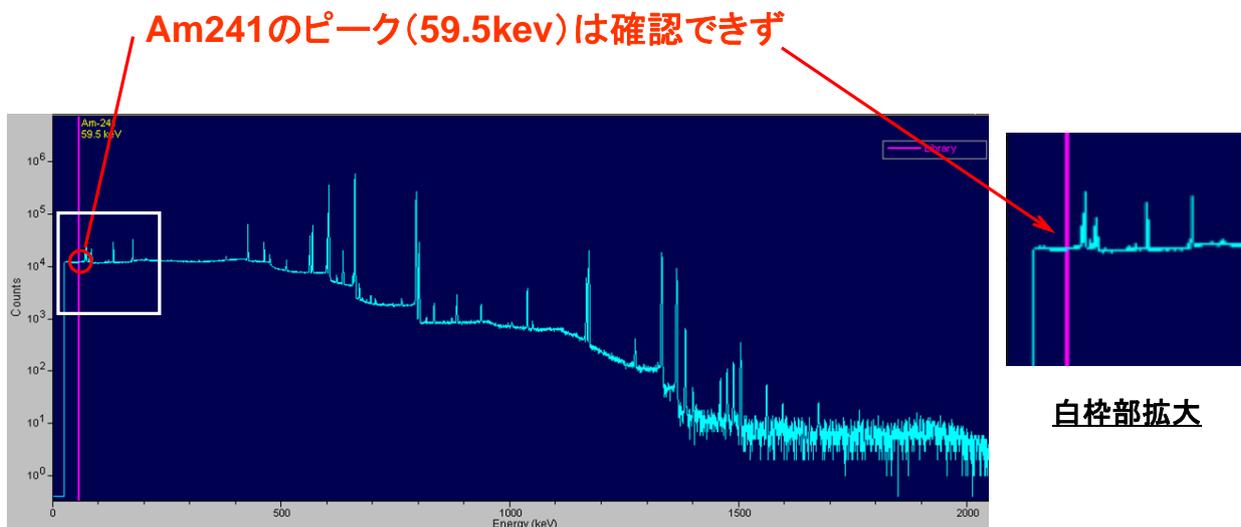


1号機の $\gamma$ 線測定結果

## 【参考⑦-2】2号機 Am241の確認結果

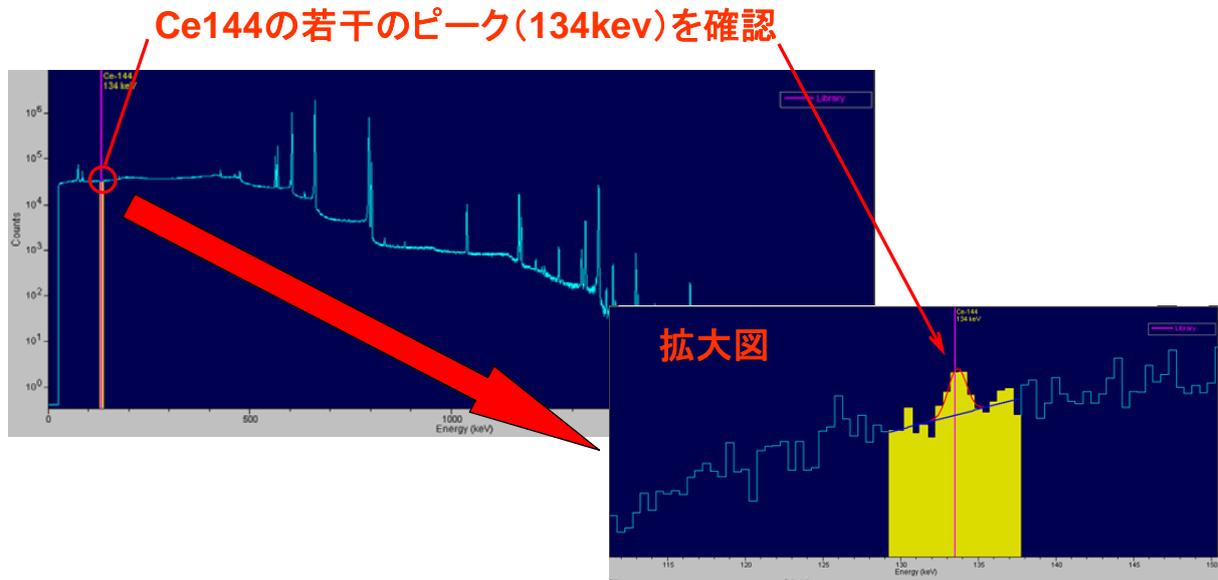
19

2号機においても、Am241のピークは未確認。



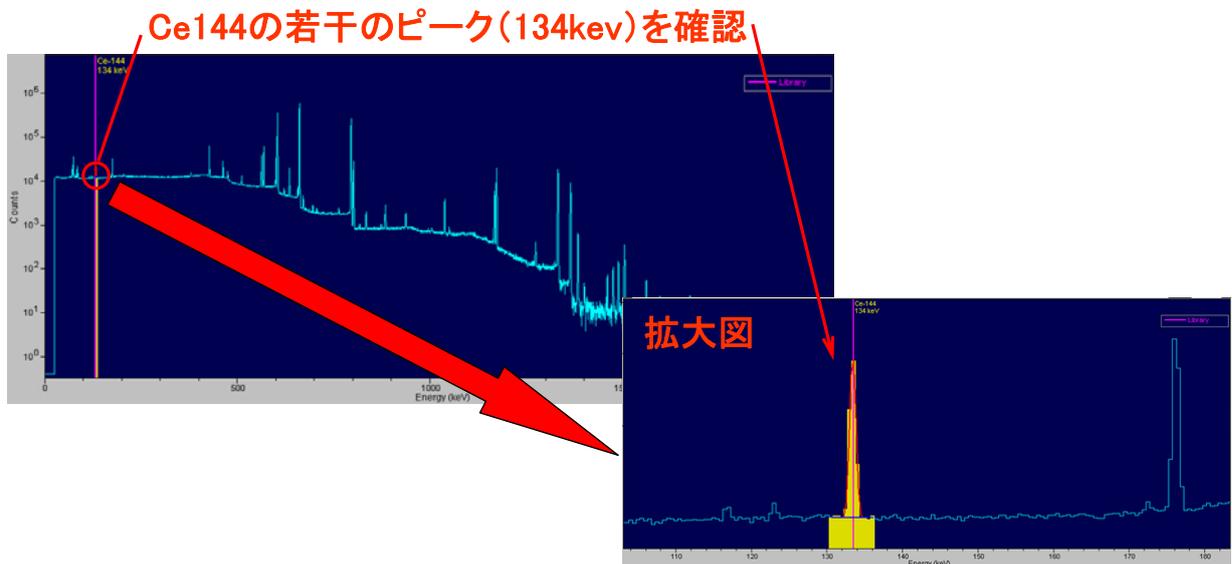
2号機の $\gamma$ 線測定結果

1号機の滞留水・堆積物の $\gamma$ 線測定の結果、Ce144は微量ながら若干のピークを確認。



1号機の $\gamma$ 線測定結果

2号機においても、Ce144はピークを確認。



2号機の $\gamma$ 線測定結果

## 分析結果(その他検出核種)

核種(半減期)	1号機	2号機	備考
<b>Eu154</b> (約8.6年)	×	○	ランタニドの一種
<b>Cs134</b> (約2.1年)	○	○	PCVガスドレンや水処理施設サンプルからも検出されている代表的核分裂生成物
<b>Cs137</b> (約30年)	○	○	
<b>Sb125</b> (約2.7年)	○	○	
<b>Ru106</b> (約370日)	×	○	
<b>Ag110m</b> (約252日)	○	○	
<b>Co60</b> (約5.3年)	○	○	PCVガスドレンや水処理施設サンプルからも検出されている代表的腐食生成物
<b>Mn54</b> (約310日)	○	○	

○…ピークを検出

×…ピークを未検出