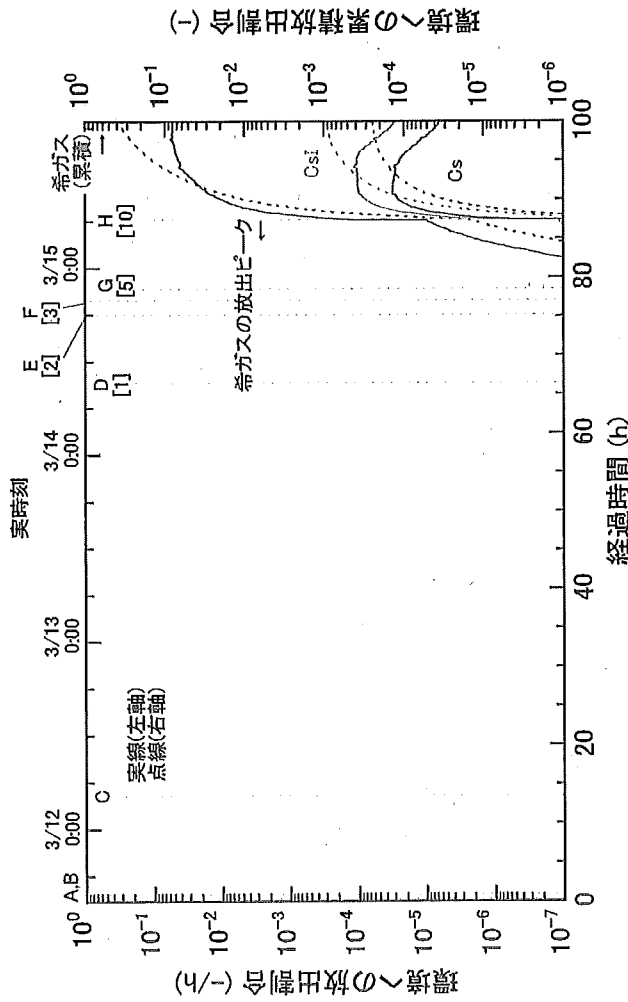


4.2.2 環境への放射性物質放出(S/C気相部漏えい仮定)

PCV漏えい箇所:S/C気相部

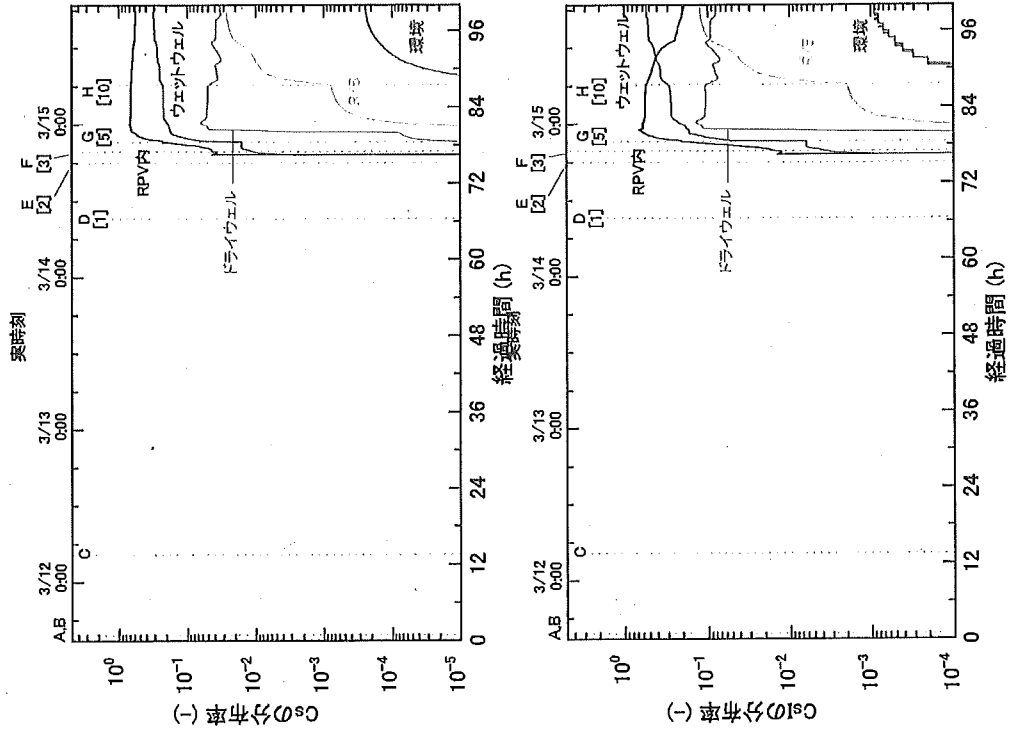
希ガスの放出挙動



・PCVの漏えい量が少ないため、漏えい開始時の環境への放出速度が遅い
 ・PCVの漏えい箇所をS/C気相部と仮定しているため放出量は少ない

約90時間で仮定したPCVの漏えい面積によって放出量は変化する

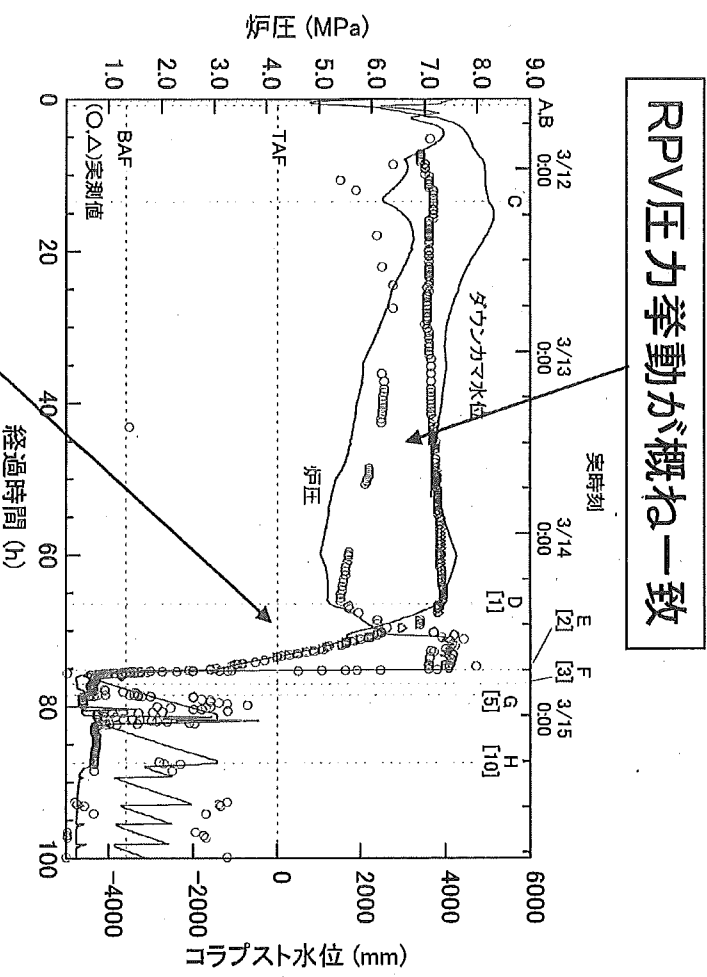
ヨウ素、セシウムの分布



ヨウ素、セシウムの放出量は、初期インベントリの0.1%未満

4.2.3 2号機の解析結果 (D/W気相部漏えい仮定)

炉圧及びび水位

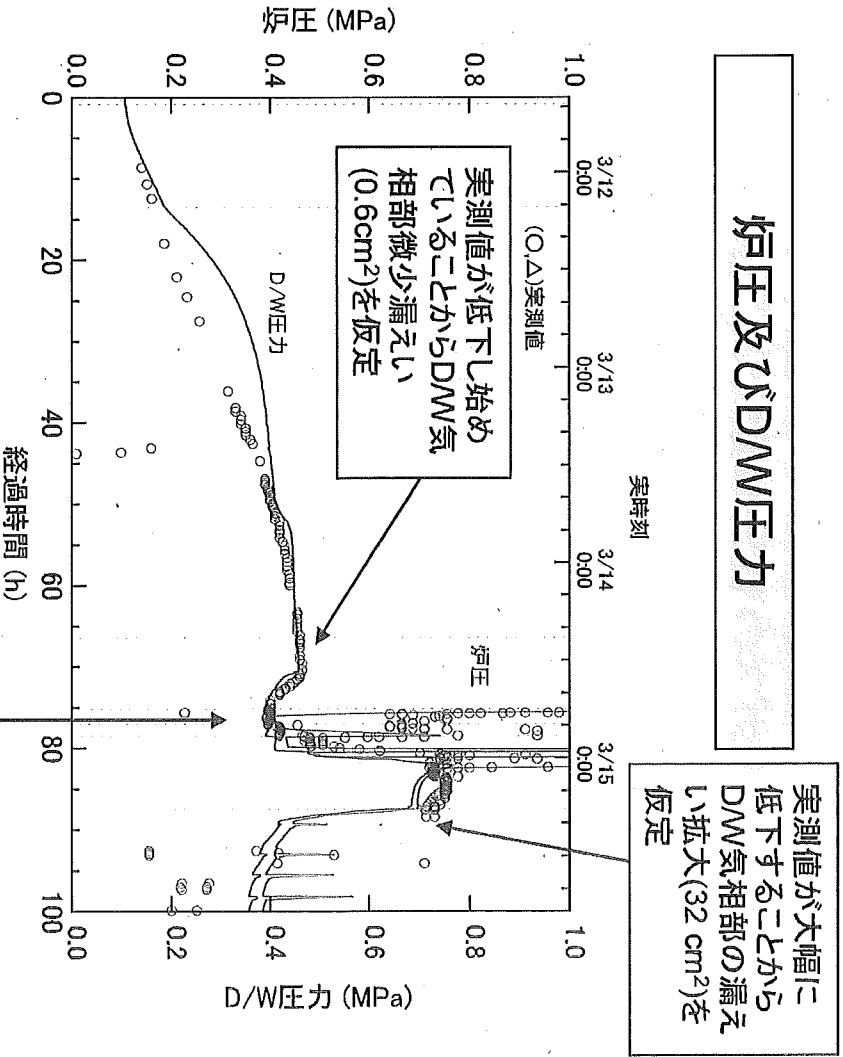


RPV圧力挙動が概ね一致

RCICの注水量はTAFを切る時間が一致するように調整

A: RCIC手動起動, B: 全交流電源喪失, C: RCIC水源をCSTからS/Cに切り替え, D[1]: RCIC作動停止, E[2]: S/R1弁開, F[3]: 海水注水, G[5]: S/R2弁開, H[10]: 異音発生

炉圧及びD/W圧力



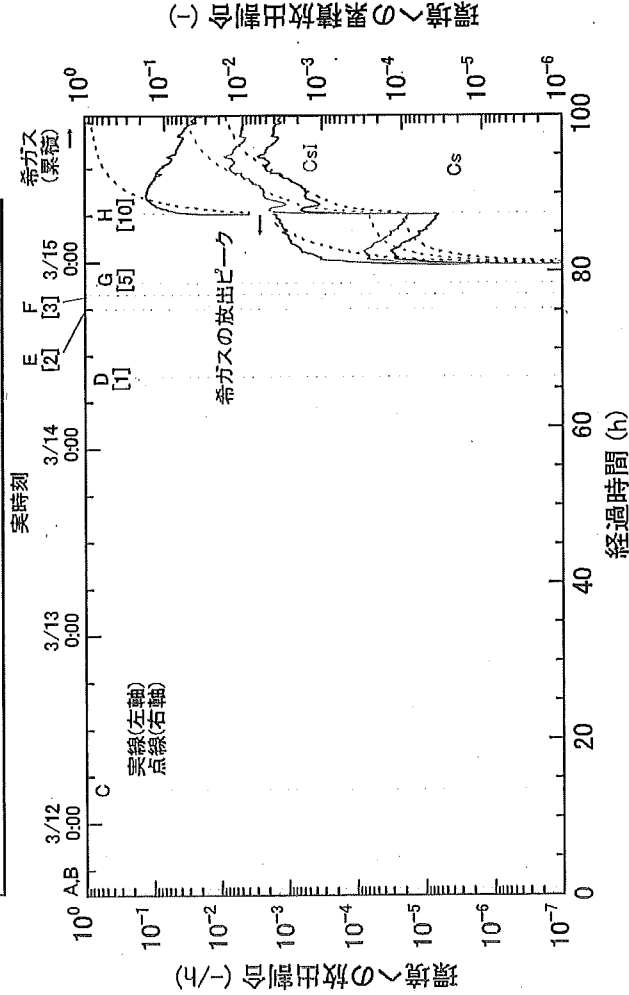
温度成層化を仮定しているため、S/C下部でS/R弁の開放により放出された蒸気が凝縮され、D/W圧力はほとんど上昇していない

• D/W圧力が階段状に上昇する傾向が一致。
• 高いD/W圧力が維持されている。

4.2.4 環境への放射性物質放出(D/W気相部漏えい仮定)

PCV漏えい箇所:D/W気相部

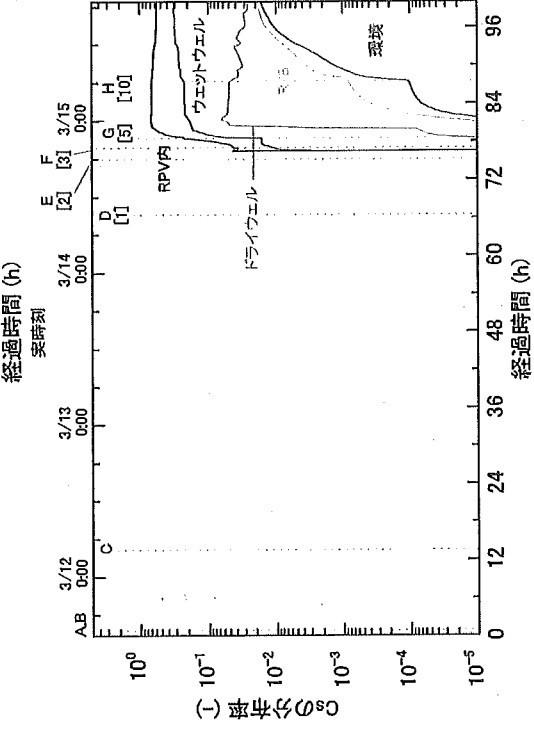
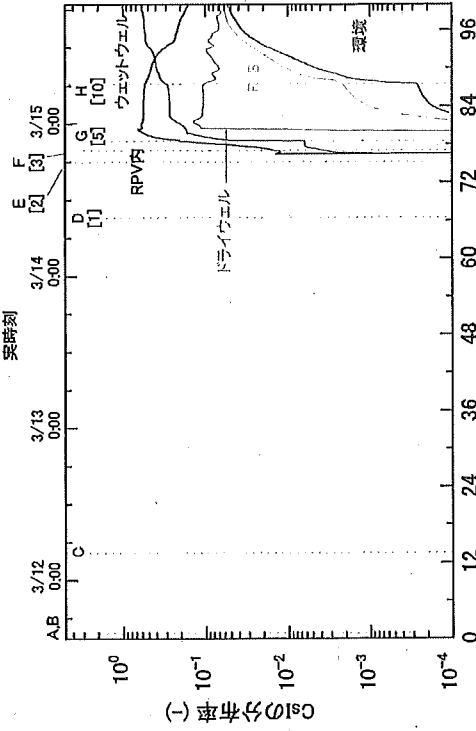
希ガスの放出挙動



PCVの漏えい量が少なかったため、漏えい開始時の環境への放出速度が遅い
 PCVの漏えい箇所をD/W気相部と仮定しているため放出量は多い

約90時間で仮定したPCVの漏えい面積によって放出量は変化する

ヨウ素、セシウムの分布



初期インベントリに対する放出割合は、ヨウ素が約5%、セシウムが約2%

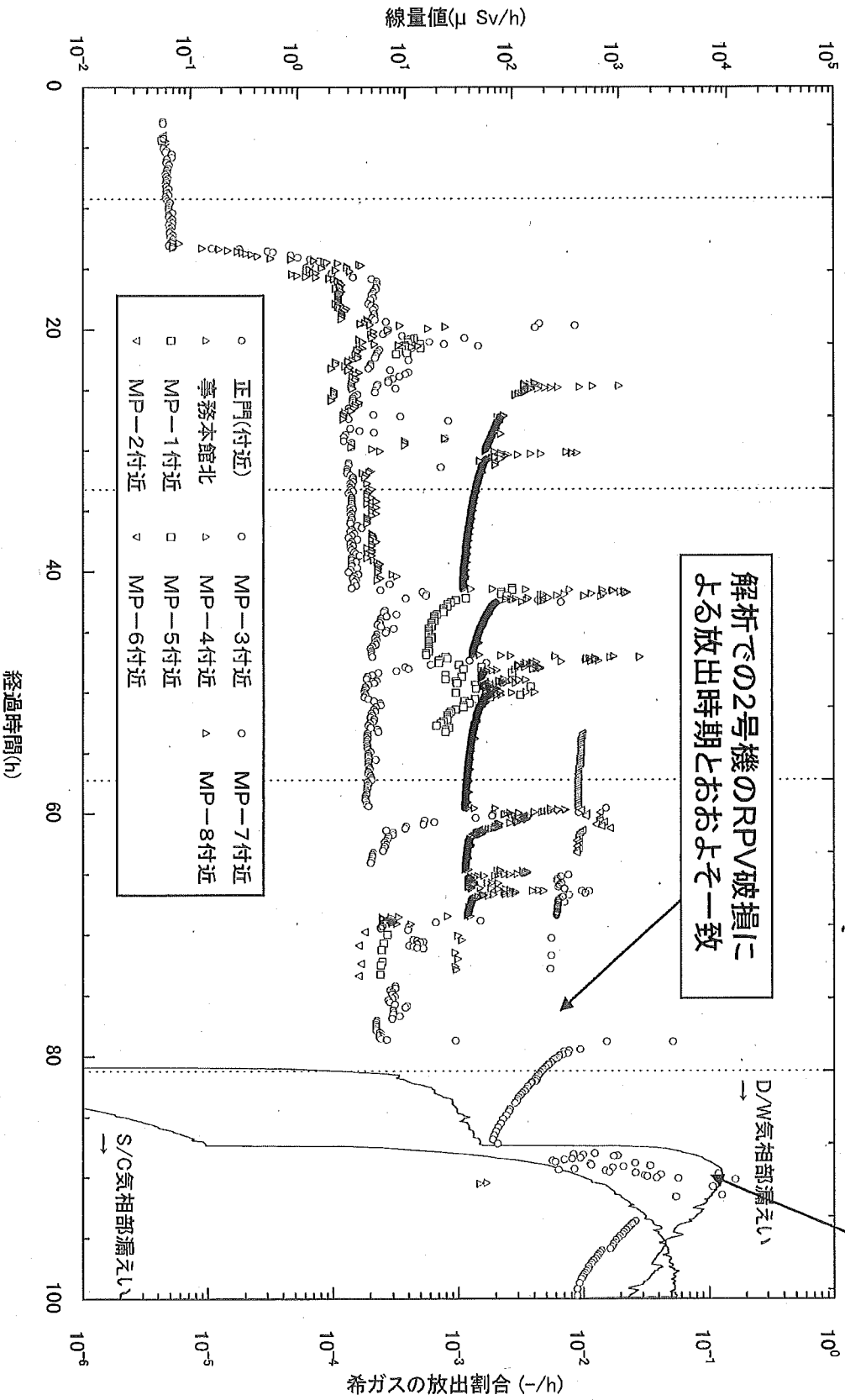
4.2.5 モニタリング値との比較

3/12
0:00

3/13
0:00

3/14
0:00

3/15
0:00



2号機のPCV圧力の測定値が欠損し、低下する時期とおおよそ一致

DMW気相部の漏えいを仮定した場合の希ガスの放出挙動の方がモニタリングと類似している

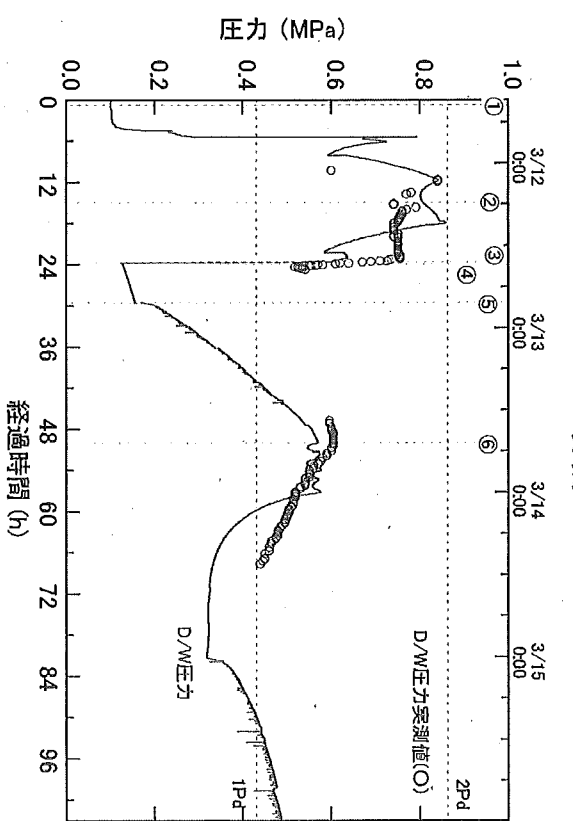
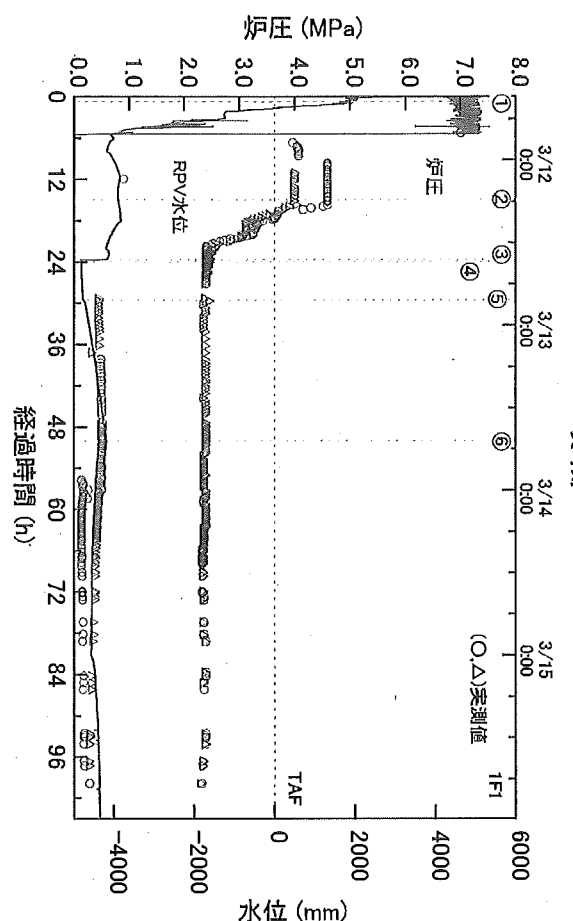
4.2.6 1F2プラント挙動のまとめ

- S/Cの温度成層化を考慮し、約90時間まではPCVバウンダリに大きな漏えいが無く、RCICからの排気熱量の一部が除熱されていると仮定すると、D/W圧力は概ね実測値と整合した。
- その結果、想定されるPCVの漏えい面積が小さくなり、約90時間までの環境への放出量は少なくなった。
- 環境への放射性物質放出タイミングは、D/Wでの漏えいを想定した結果の方が、よりモニタリング結果と整合した。
- PCVの漏えい箇所の変更に伴って放出量は変化するため、今後とも精査していく。

4.3 1号機のプラント挙動への影響

- 1号機は2, 3号機に比べ事象進展が早いこと、また、RCICと類似機構のHPCIは作動しなかったことから、S/C水の温度成層化が生じた可能性は低い
- ただし、RPV圧力が高い期間に設定圧の最も低い特定のS/R弁が連続して開いていたと考えられるため、S/R弁の連続開による局所的な水温上昇の効果については検討が必要
- 海水によるS/C外面冷却は無かったと推定される
- S/Cベント弁小弁の手動開操作のため、トーラス室へ入っているが、蒸気や湿度を確認したとの情報はない*

*東京電力、「福島第一原子力発電所事故の初動対応について」、平成23年12月22日



5. 環境への放射性物質の放出量の推定

環境への放射性物質の放出量は、原子炉停止時に炉心に存在していた放射性物質の量に、事象進展解析で求まる放出割合をかけて推定する。

・原子炉停止時に炉心に存在していた放射性物質の量は、地震で停止するまでの直近の連続運転時間を踏まえて一般的な炉心での放射性物質の生成等をORIGEN2にて解析した結果を使用

・MELCORでの初期インベントリに対する放出割合の計算では減衰を考慮しないため、主要な10核種について下記のように減衰を考慮して放出量を算出
ある放射性核種Zが、時間tからt+Δtの間に放出される放出量 Q_t は

$$Q_t = A_t \times R_t$$

A_t : 核種Zの時刻tにおける放射能

R_t : 核種Zが属する元素群が時刻tからt+Δtの間に放出される割合として算出。

総放出量は時刻t=0から解析時間の範囲で Q_t を積分して算出。

5.1 環境への放射性物質の放出量の推定(1号機)

D/W気相部漏えい口
約35 cm²

元素群	初期インベントリに対する放出割合(-)
希ガス	9.5×10 ⁻¹
CsI	6.6×10 ⁻³
Cs	2.9×10 ⁻³
Te	1.1×10 ⁻²
Ba	4.0×10 ⁻⁵
Ru	9.0×10 ⁻¹⁰
Ce	1.4×10 ⁻⁷
La	1.2×10 ⁻⁷

核種	放出量 (Bq)
Xe-133	3.4×10 ¹⁸
I-131	1.2×10 ¹⁶
Cs-134	7.1×10 ¹⁴
Cs-137	5.9×10 ¹⁴
Sr-89	8.2×10 ¹³
Ba-140	1.3×10 ¹⁴
Te-132	2.5×10 ¹⁶
Ru-103	2.5×10 ⁰⁹
Pu-241	3.5×10 ¹⁰
Cm-242	1.1×10 ¹⁰

5.2 環境への放射性物質の放出量の推定(2号機)

初期インベントリに対する環境への放出割合

元素群	早期PCV漏えいを仮定した場合の放出割合*	S/P温度成層化を仮定した場合の放出割合	
	PCV上部 (約50 cm ²)**	S/C (約32 cm ²)**	PCV上部 (約32 cm ²)**
希ガス	9.6×10 ⁻¹	3.9×10 ⁻¹	8.6×10 ⁻¹
CsI	6.7×10 ⁻²	9.1×10 ⁻⁴	5.4×10 ⁻²
Cs	5.8×10 ⁻²	2.4×10 ⁻⁴	1.7×10 ⁻²
Te	3.0×10 ⁻²	3.8×10 ⁻⁴	2.1×10 ⁻²
Ba	2.6×10 ⁻⁴	7.4×10 ⁻⁶	6.8×10 ⁻⁴
Ru	5.4×10 ⁻¹⁰	1.2×10 ⁻¹¹	2.0×10 ⁻⁹
Ce	4.0×10 ⁻⁶	1.3×10 ⁻¹²	1.1×10 ⁻¹⁰
La	8.4×10 ⁻⁷	9.7×10 ⁻¹⁰	1.87×10 ⁻⁷

環境への放出量(Bq)

核種	早期PCV漏えいを仮定した場合*	S/P温度成層化を仮定した場合	
	PCV上部 (約50 cm ²)**	S/C (約32 cm ²)**	PCV上部 (約32 cm ²)**
Xe-133	3.5×10 ¹⁸	1.3×10 ¹⁸	3.0×10 ¹⁸
I-131	1.4×10 ¹⁷	1.8×10 ¹⁵	1.0×10 ¹⁷
Cs-134	1.6×10 ¹⁶	6.8×10 ¹³	4.5×10 ¹⁵
Cs-137	1.4×10 ¹⁶	6.0×10 ¹³	4.0×10 ¹⁵
Sr-89	6.8×10 ¹⁴	1.9×10 ¹³	1.7×10 ¹⁵
Ba-140	1.1×10 ¹⁵	3.1×10 ¹³	2.7×10 ¹⁵
Te-132	5.7×10 ¹⁶	6.6×10 ¹⁴	3.4×10 ¹⁶
Ru-103	1.8×10 ⁰⁹	4.0×10 ⁰⁷	6.4×10 ⁰⁹
Pu-241	1.2×10 ¹²	3.7×10 ⁰⁵	3.2×10 ⁰⁷
Gm-242	7.7×10 ¹⁰	9.0×10 ⁰⁷	1.6×10 ¹⁰

*原子力安全に関するIAEA閣僚会議に対する日本国政府の報告書、JNES-RE-2011-0002記載の2号機に関する事業者解析2の結果
**主たる漏えい口

5.3 環境への放射性物質の放出量の推定(3号機)

初期インベントリに対する放出割合(-)

元素群	PCV漏えいが少ない場合*	PCV漏えいを仮定した場合 (今回の解析結果)
希ガス	9.9×10^{-1}	8.8×10^{-1}
CsI	3.0×10^{-3}	1.6×10^{-2}
Cs	2.7×10^{-3}	1.4×10^{-2}
Te	2.4×10^{-3}	1.5×10^{-2}
Ba	4.3×10^{-4}	1.8×10^{-4}
Ru	8.6×10^{-10}	9.1×10^{-9}
Ce	5.0×10^{-8}	9.2×10^{-10}
La	1.3×10^{-7}	6.6×10^{-7}

環境への放出量(Bq)

核種	PCV漏えいが少ない場合*	PCV漏えいを仮定した場合 (今回の解析結果)
Xe-133	4.4×10^{18}	3.5×10^{18}
I-131	7.0×10^{15}	3.8×10^{16}
Cs-134	8.2×10^{14}	4.3×10^{15}
Cs-137	7.1×10^{14}	3.7×10^{15}
Sr-89	1.2×10^{15}	5.0×10^{14}
Ba-140	1.9×10^{15}	8.0×10^{14}
Te-132	6.4×10^{15}	3.9×10^{16}
Ru-103	3.2×10^{09}	3.3×10^{10}
Pu-241	1.6×10^{10}	2.9×10^{08}
Cm-242	1.4×10^{10}	7.0×10^{10}

*原子力安全に関するIAEA関係会議に対する日本国政府の報告書、JNES-RE-2011-0002記載の3号機に関する感度解析2の結果

6. まとめ

- ・ 3号機及び2号機はRCICからの排出蒸気によってサプレッションプール水に温度成層化が生じたと仮定すると、D/W圧力の解析値は実測値と概ね整合した。1号機は事象の進展が早く、RCICと類似機構のHPCIも起動されていないことから同様の事象が生じた可能性は低いと考えられる。
 - 2号機ではRCICからの排熱の一部が除熱される必要有り
 - 温度成層化の詳細な解析は別途数値流体力学(CFD)を用いた計算が必要
- ・ 1, 3号機は、トーラス室に海水が流入したことを示唆する情報がなく、S/C外部冷却を考慮しない解析で概ね実測値と整合する。一方、2号機はトーラス室に海水が流入した情報があり、S/C外部冷却を考慮した解析の方が、D/W圧力挙動が実測値と整合した。
- ・ IAEA6月報告書では2号機のD/W漏えい面積が1, 3号機に比べて大きい仮定を用いていたことから、環境への放射性物質放出量が最も大きくなっていった。D/W漏えいを仮定した3号機の解析ではヨウ素・セシウムが約2%放出されている。
- ・ 放出量の評価はPCV漏えいの仮定(発生時間、漏えい箇所、面積)やベントの状況が大きく影響するため、各種情報を踏まえて精査していくことが必要。

解析条件の比較

添付

	1F1	1F2	1F2	1F3	1F3
解析実施時期	昨年6月	昨年6月	本報告	昨年6月	本報告
S/P温度成層化	×	×	○	×	○
S/C外部冷却	×	×	○	×	×
PCV漏えい箇所	DW気相部	DW気相部 S/C気相部	DW気相部 又は S/C気相部	漏えい無し	DW気相部
PCV漏えい面積 (cm ²)	7→35	DW: 50 S/C: 300	0.6→32	0	20
MCCI反応	○	○	×	○	×