

JSME動力エネルギーシステム部門

原子力の安全規制の最適化に関する研究会シンポジウム

福島第一原発の事故の教訓と 世界最高水準の安全性確保への道

平成24年1月30日

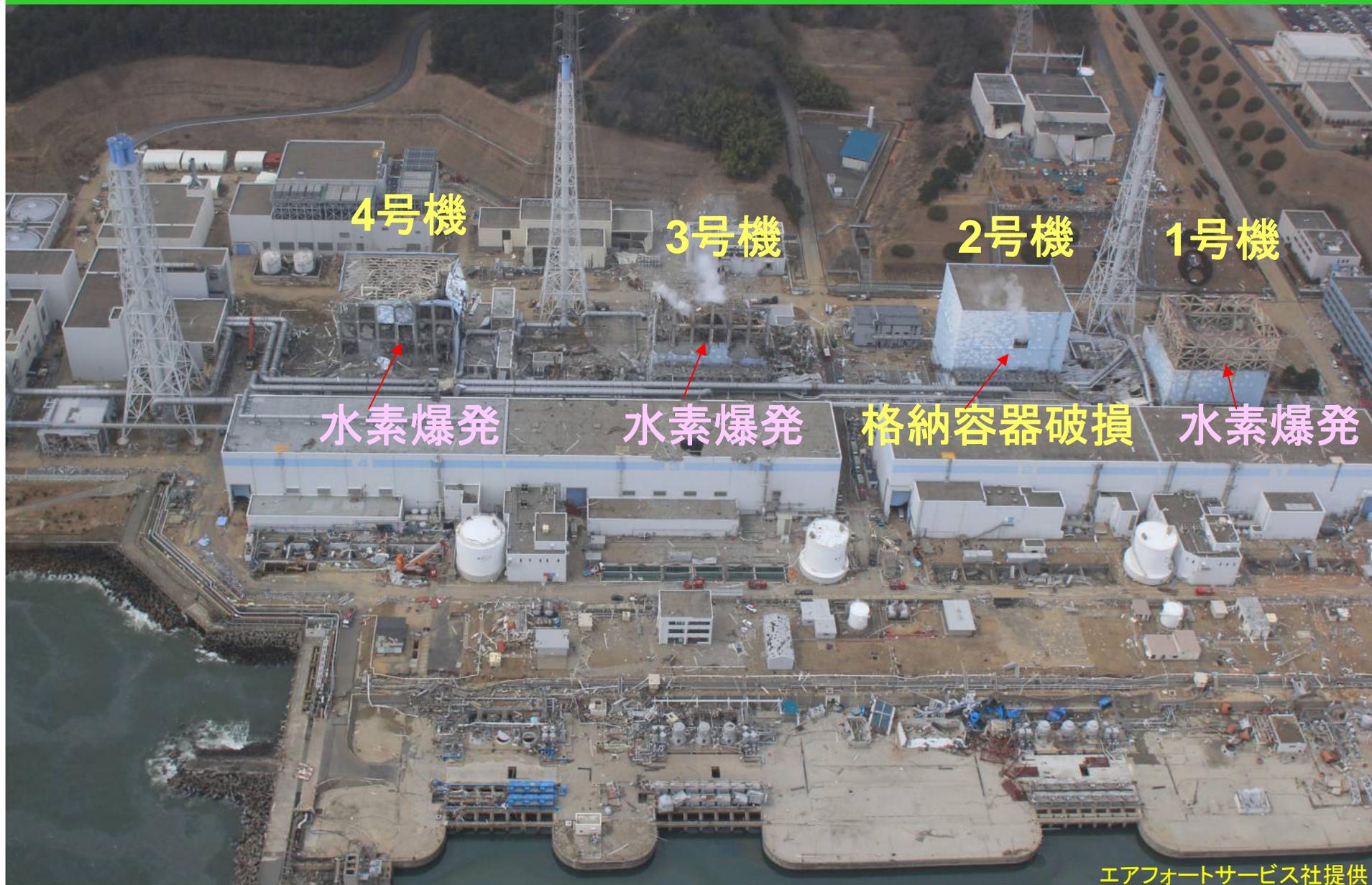
北海道大学 大学院 工学研究科

エネルギー環境システム専攻

教授 奈良林 直



水素爆発と格納容器破損

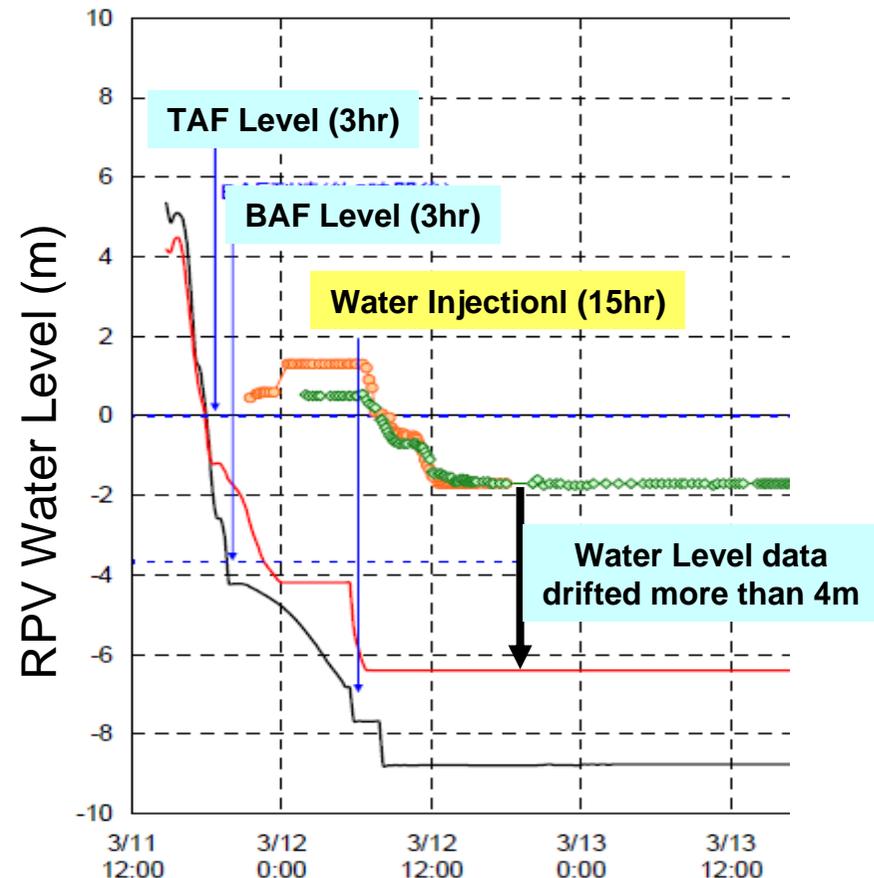
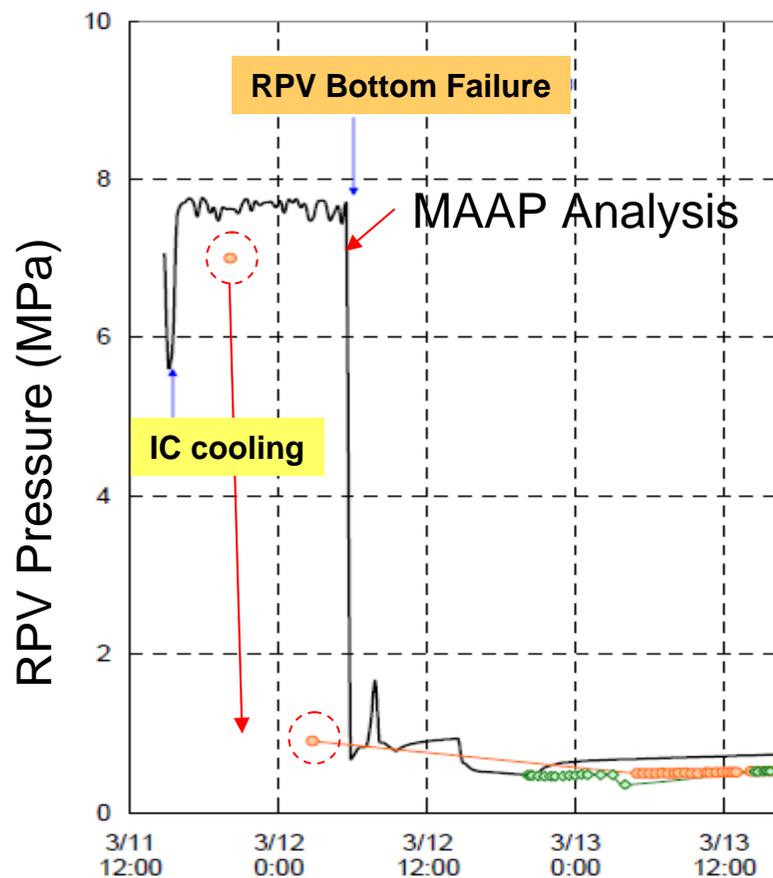


エアフォートサービス社提供



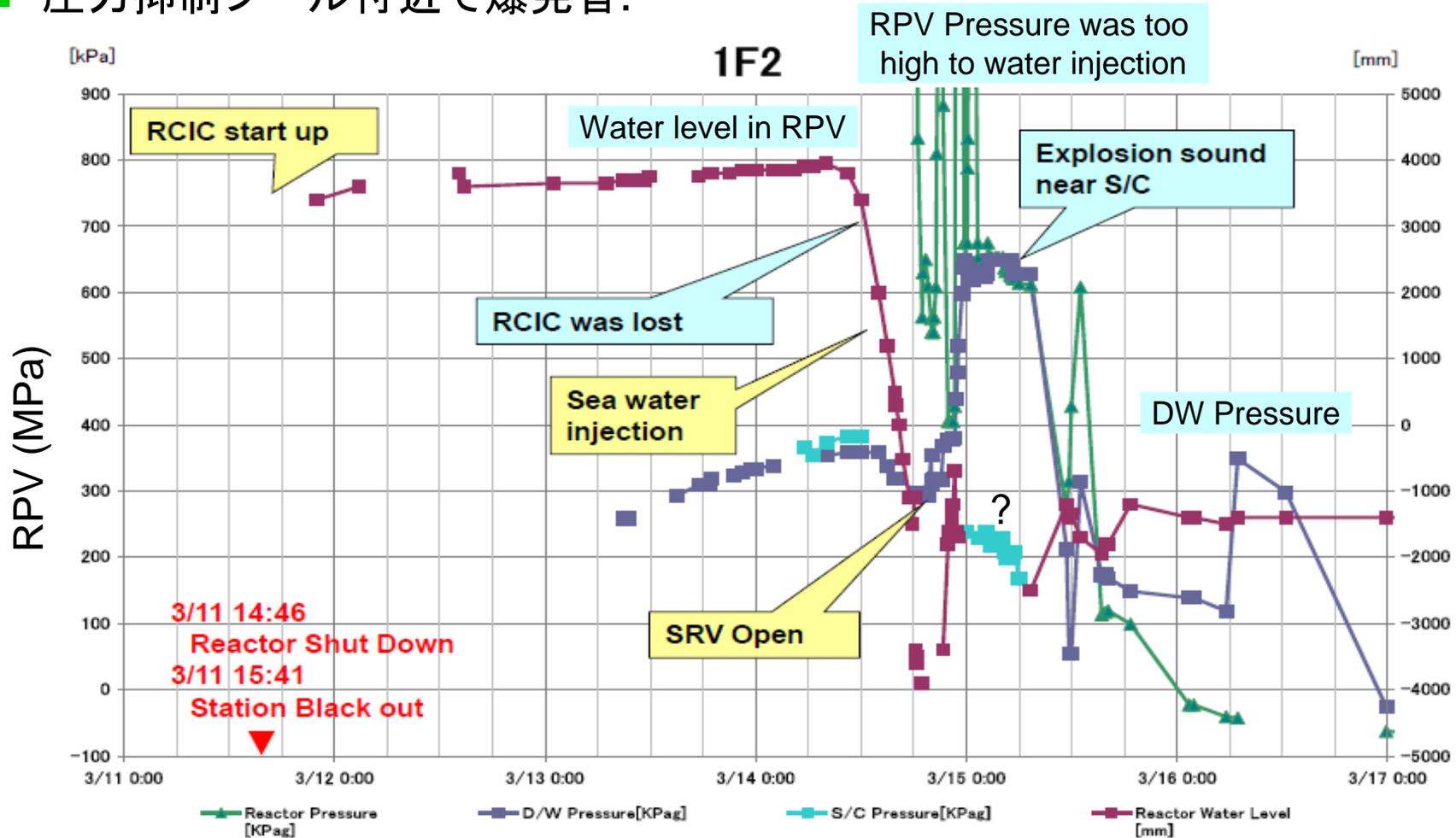
1号機の炉内圧力と水位

- 圧力容器の減圧は底部破損の前に開始された(SR弁の減圧は間に合わず)
これはTIPチューブ(SUS)の炉内での溶融による可能性大。
- 水位計のドリフトが発生した(基準水頭管に格納容器外から注水して復旧すべき)



2号機の炉内と格納容器圧力・水位

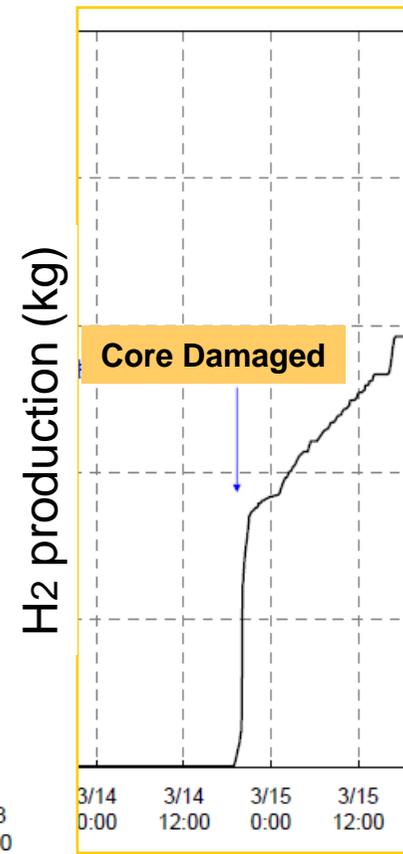
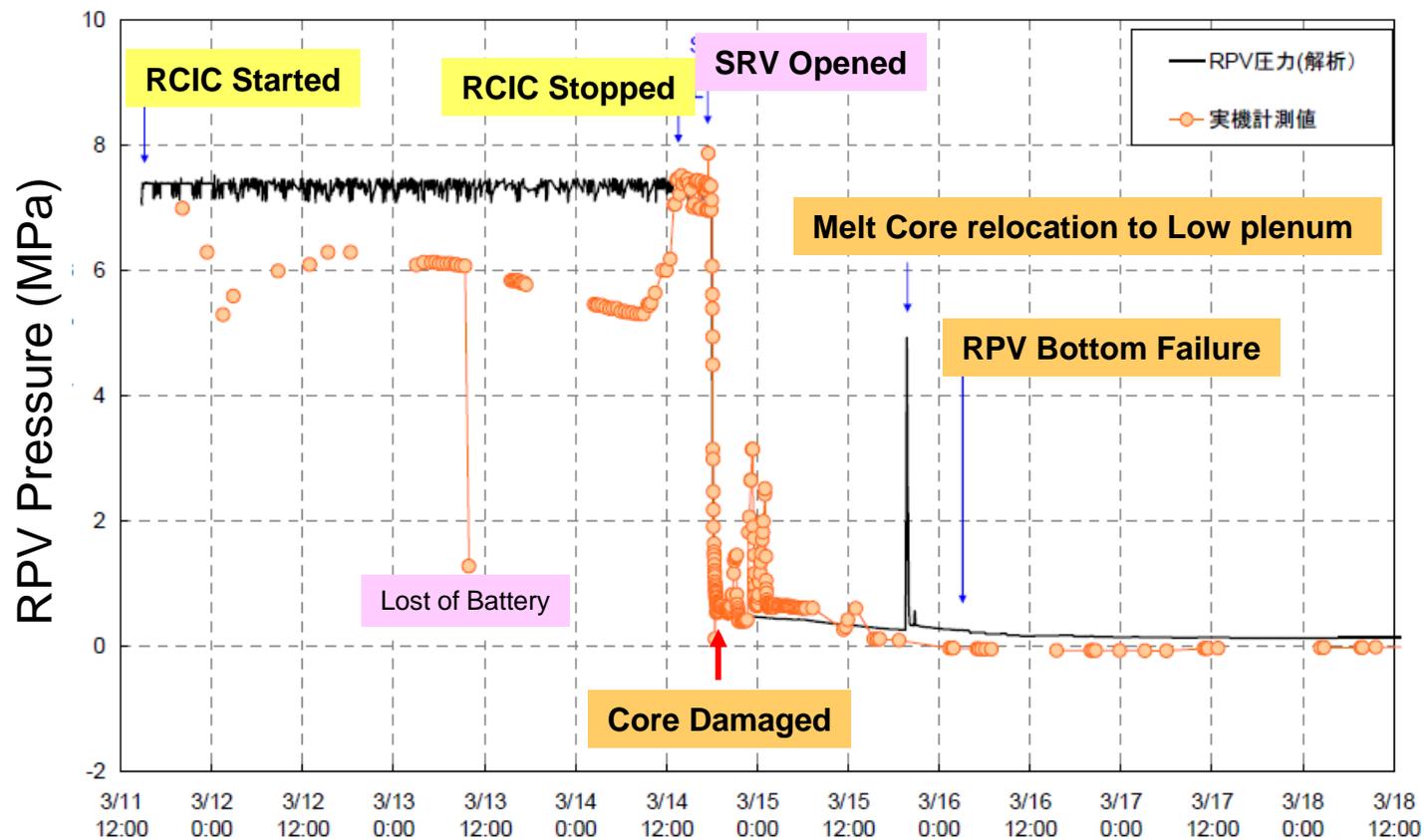
- RCIC注水停止後、格納容器(DW)圧力が急上昇した
- RCICがトリップ後、炉内水位が急低下.
- RPV圧力が高く、消防ポンプでは注水不能。
- 圧力抑制プール付近で爆発音.



2号機のAM迅速注水の失敗

- RCIC停止後の迅速な注水に失敗し2号機は炉心損傷と水素発生開始.
- 高吐出圧のポンプが必要(電源車が高台に設置されているので動作可能)

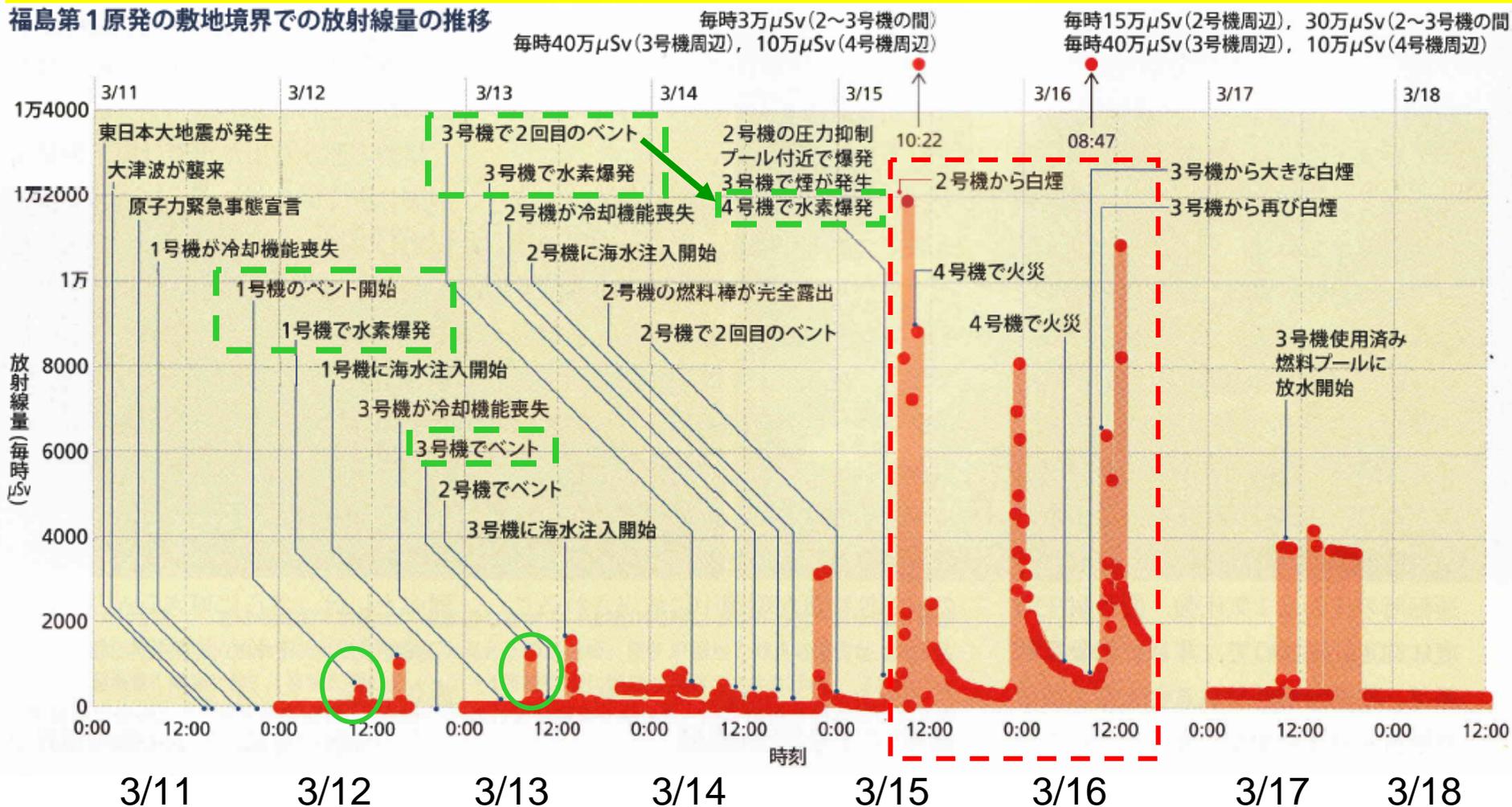
Unit #2 RPV Pressure Trend



格納容器の損傷後に放射線量率急増

- 2号機の圧力抑制室の爆発音以降の放射線量率が急増
- ベントが水素爆発の原因(4号機その他、1号機・3号機でも?)

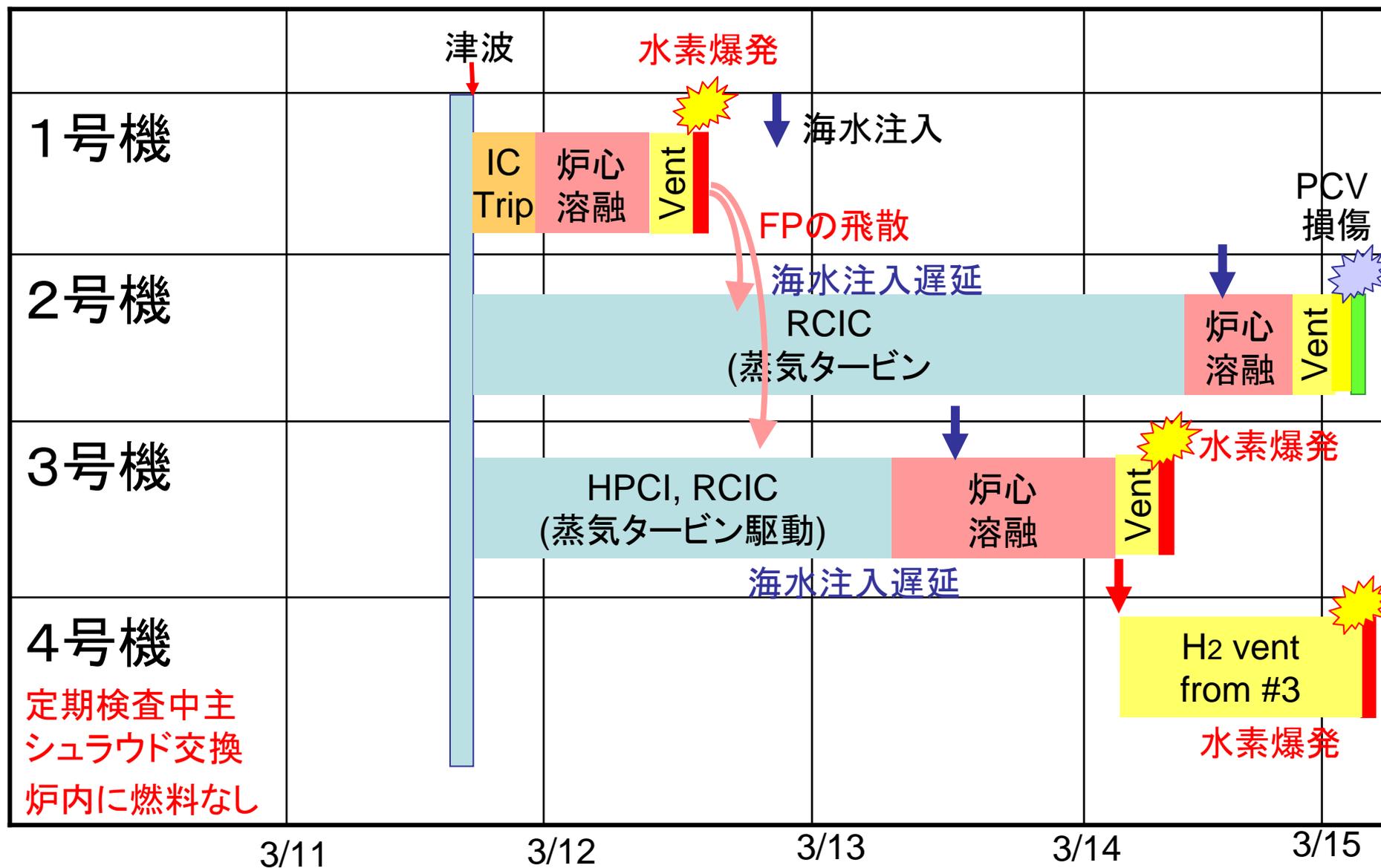
福島第1原発の敷地境界での放射線量の推移



日経サイエンス7月号より

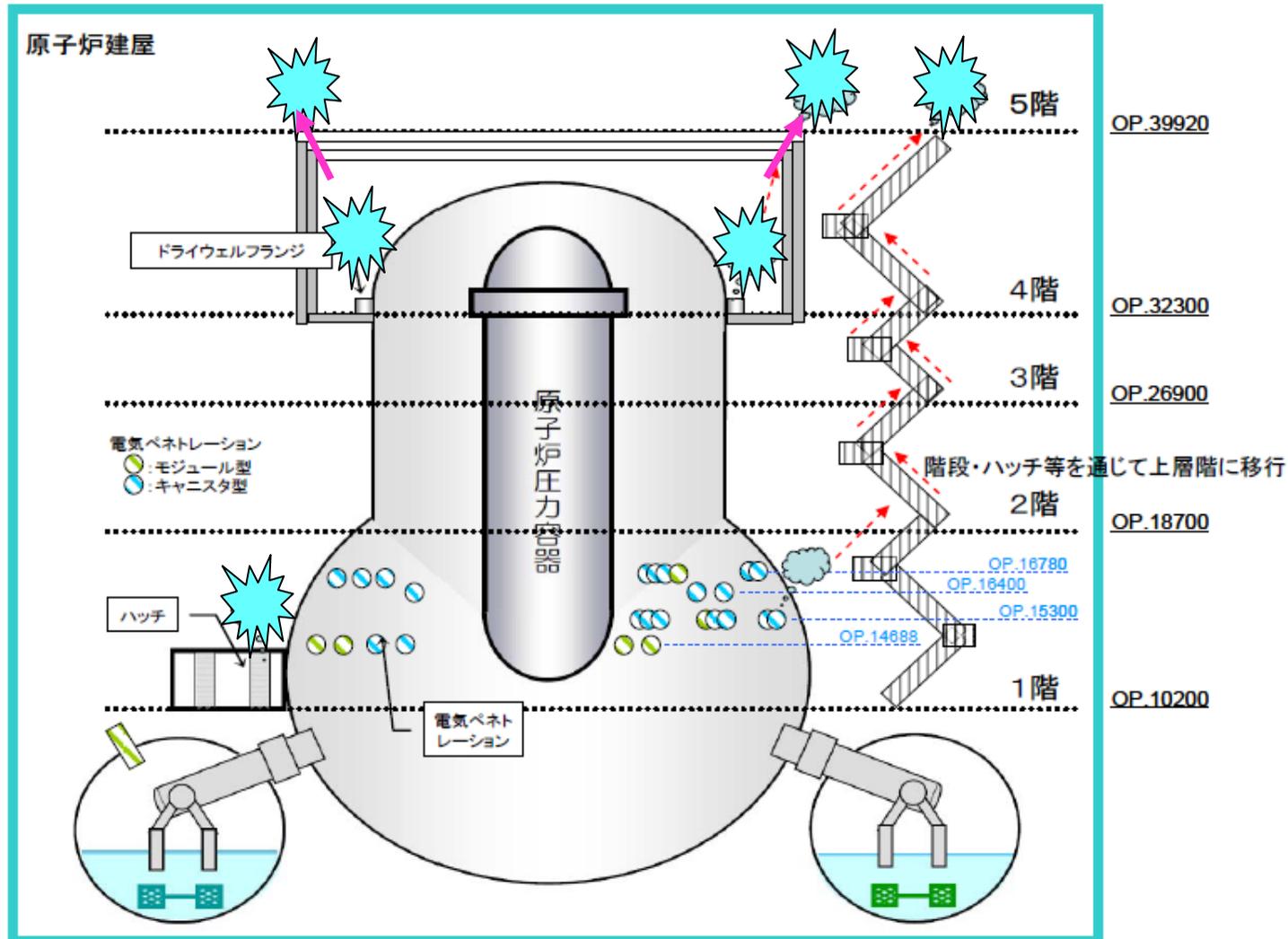


福島第一発電所過酷事故の連鎖



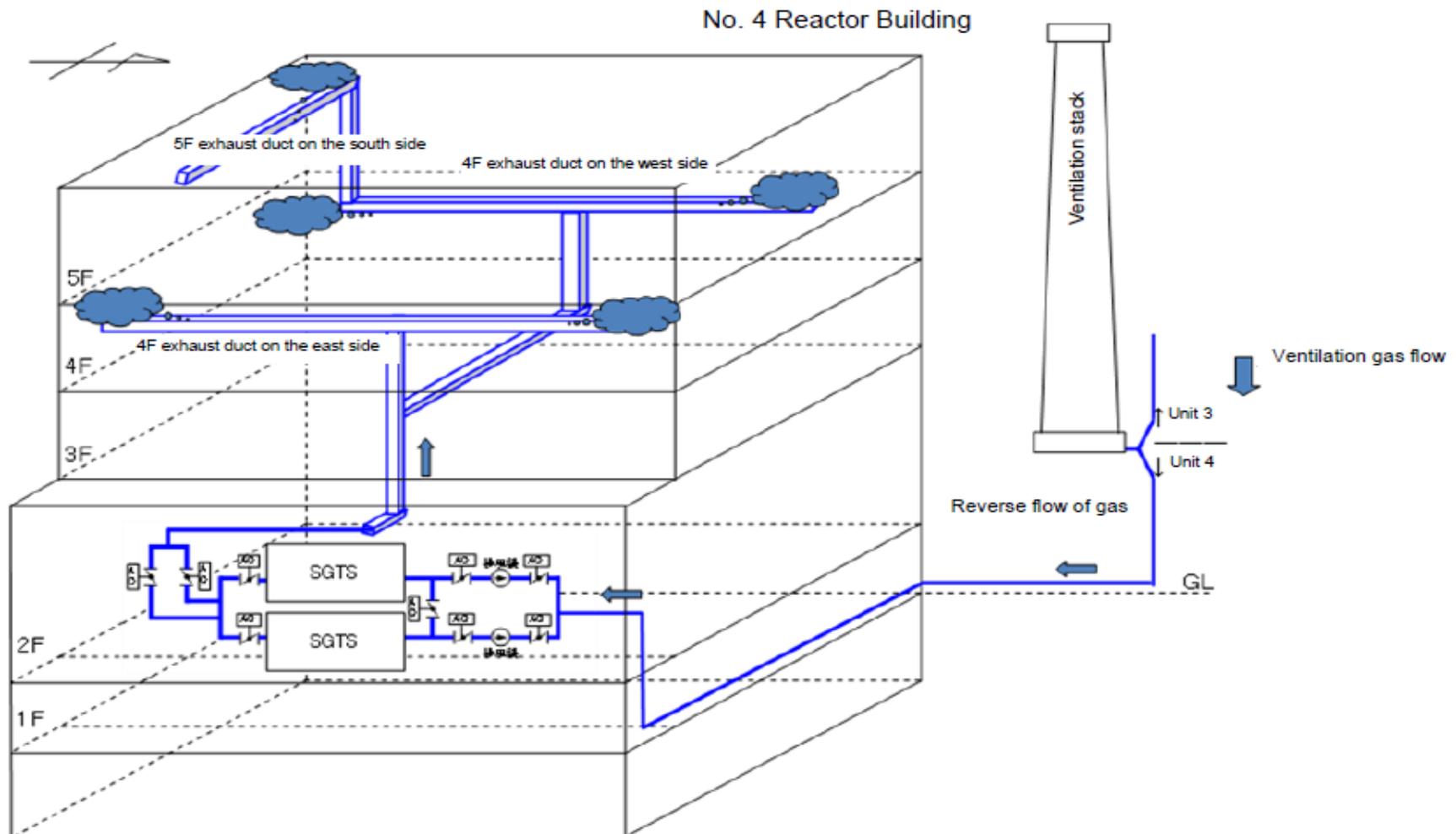
格納容器からの水素リーク箇所

■ 格納容器頂部フランジや機器ハッチから漏洩



4号機の原子炉建屋の水素侵入経路

- 4号機は定期検査中で炉内には燃料が無かった
- 3号機の水素が4号機のSGTSを逆流して建屋に流入

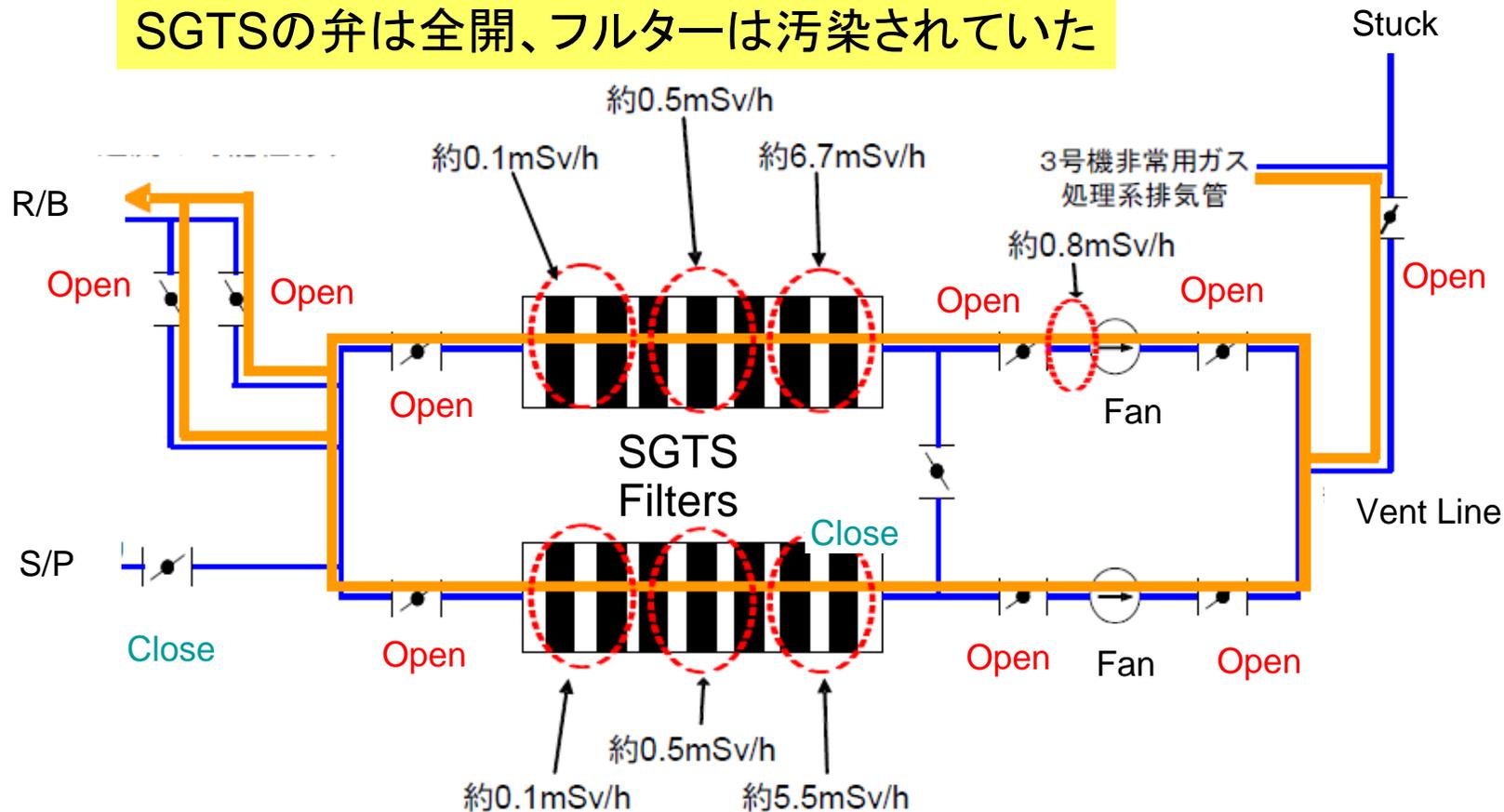


4号機のSGTSフィルタの汚染調査結果

Aug. 25, 2011
TEPCO

福島第一発電所4号機

SGTSの弁は全開、フィルターは汚染されていた



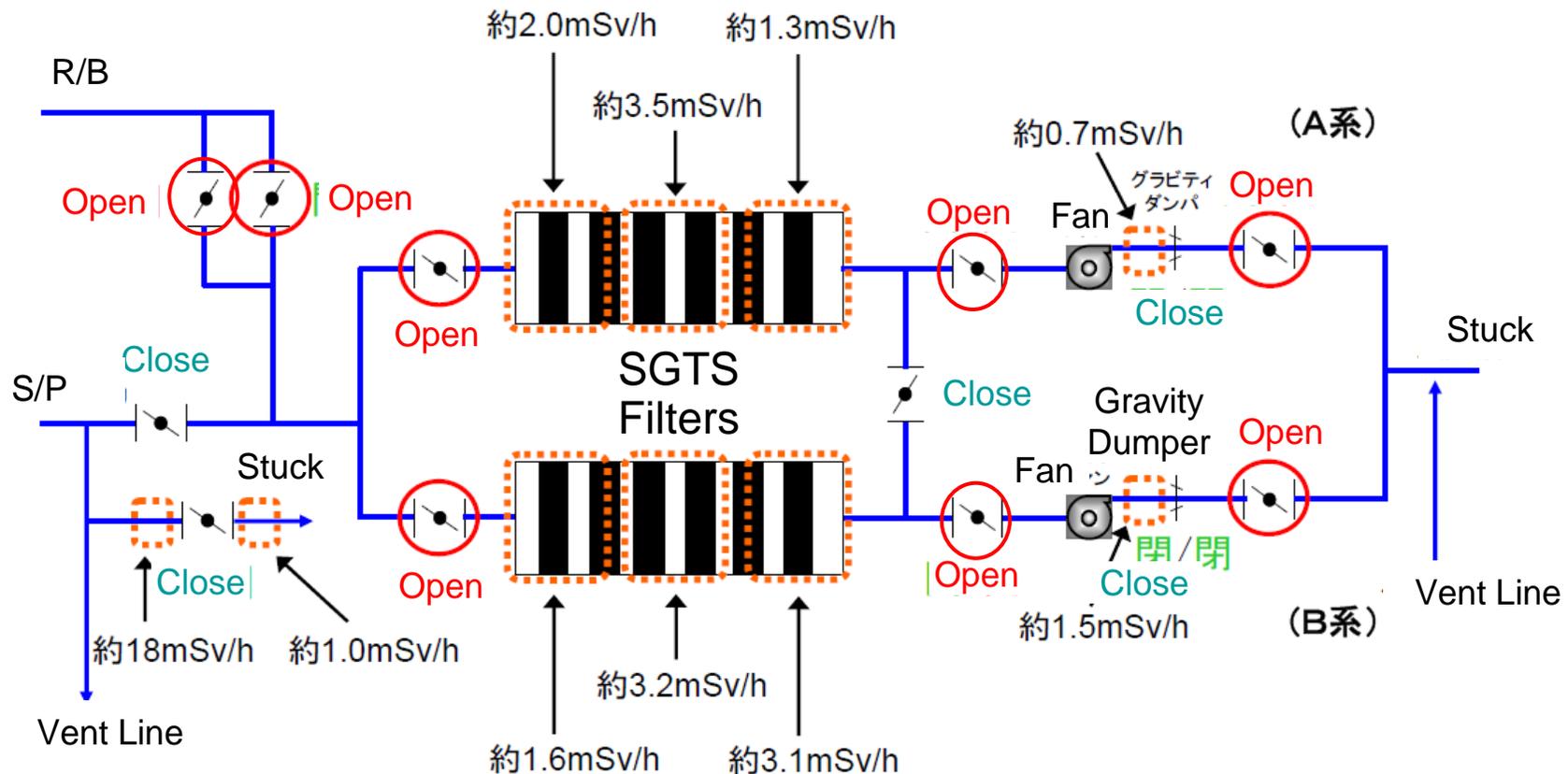
■ SGTSのフィルタの汚染は3号機から4号機に水素が流入した証拠

3号機のSGTSフィルタの汚染調査結果

Dec. 26, 2011
TEPCO

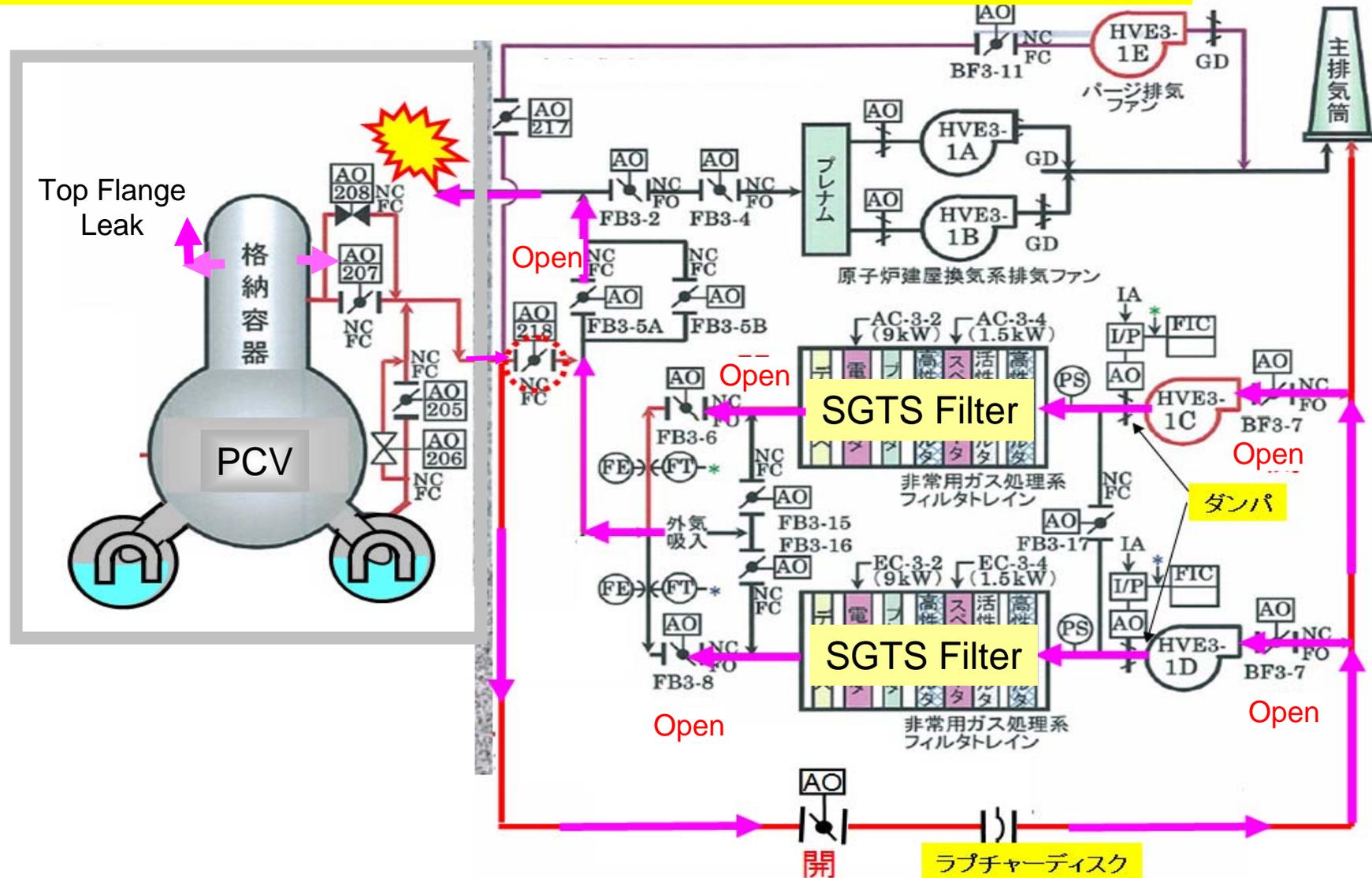
福島第一発電所3号機

SGTSの弁は全開、フィルターが汚染されていた



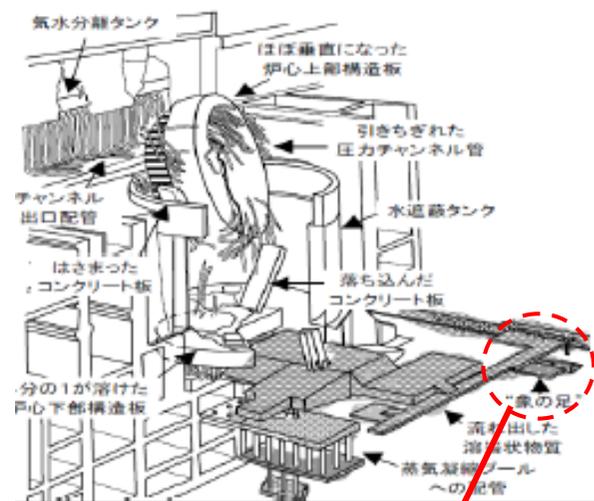
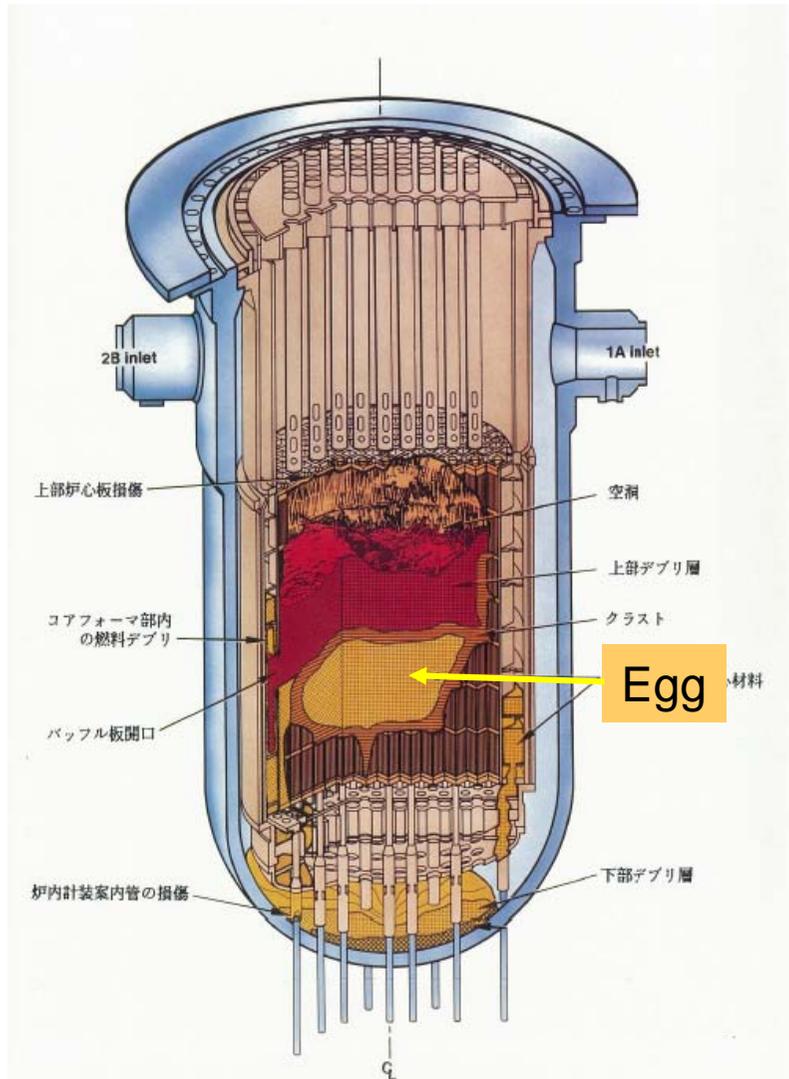
ベントが水素供給と自爆の原因？

フェイルオープン時のSGTSの弁が水素とFPを原子炉建屋に供給



恐竜の卵と象の足

TMI-2: Large Egg in core Chernobyl: Elephant's Leg



チェルノブイリと福島汚染状況の比較

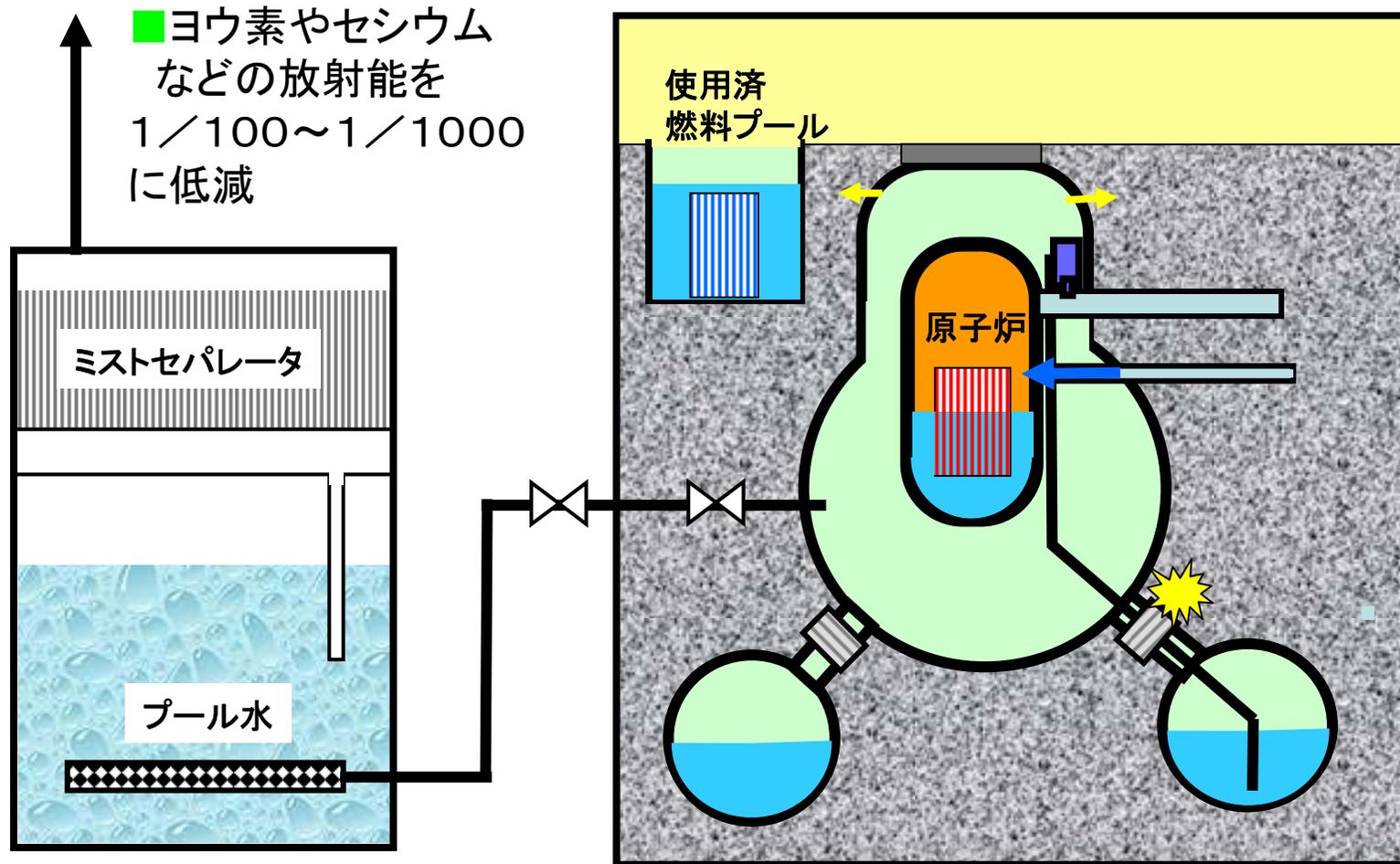


Released FP		
	Cher-nobyl	Fuku-shima
Cs,I	1	1/13
Total	1	1/50

Core thermal output		
TMI-2	Cher-nobyl	Fuku-shima
1	100	~0.01

抜本的改善①フィルター付きベント

■チェルノブイリ事故の教訓:「例え事故が起こっても地元には迷惑をかけません」
(フランス、ドイツ、スイス、フィンランド、ノルウェイの多くの原発に設置)



フランスのショー発電所



フィルター付ベント

スイスのライプシュタット発電所



FCVS (フィルター付格納容器ベントシステム)

■ ベントの入念な準備がなされている

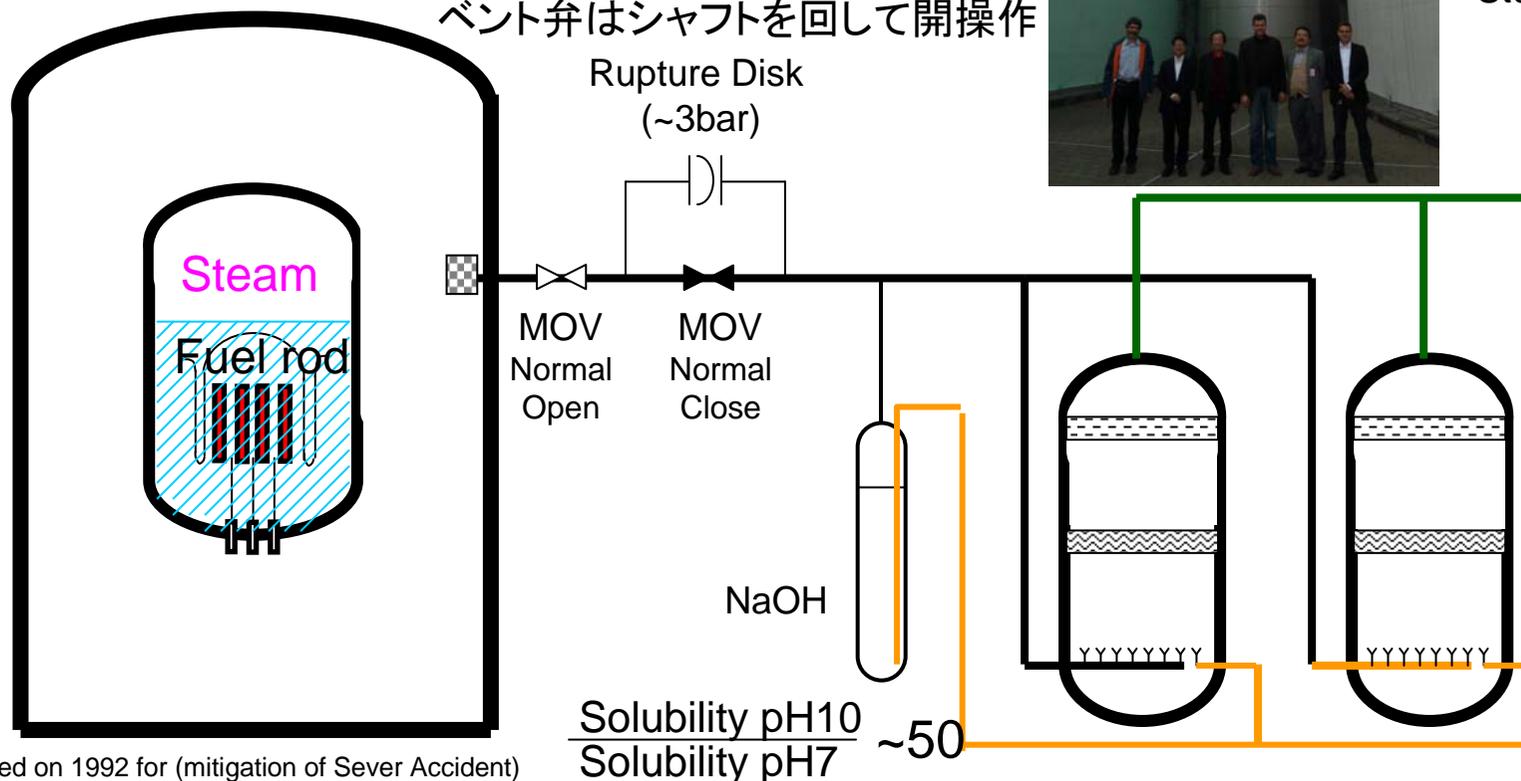


濾過係数: DF
 > 1000 エアロゾル
 > 100 I₂

Stuck

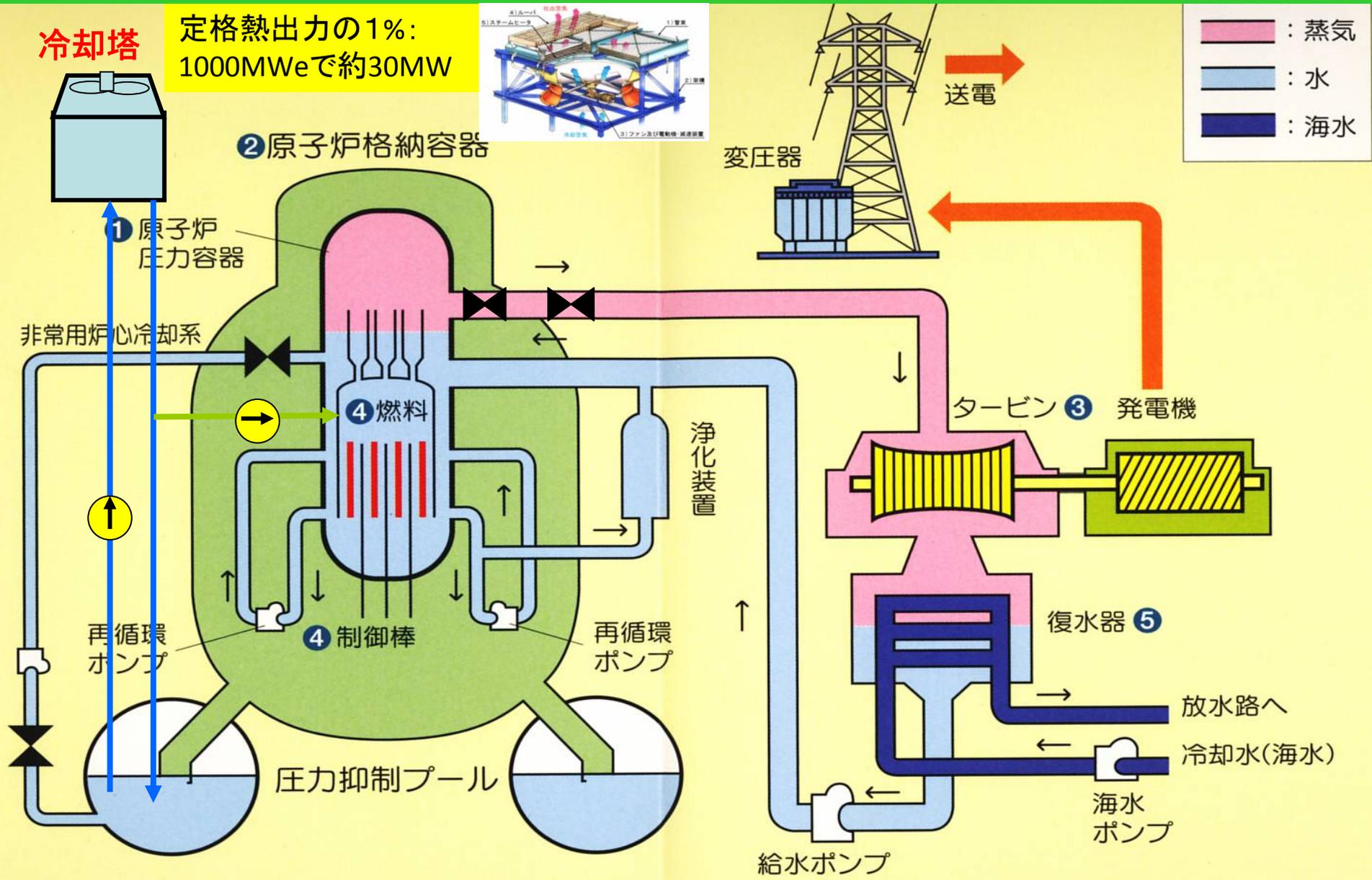


ベント弁はシャフトを回して開操作



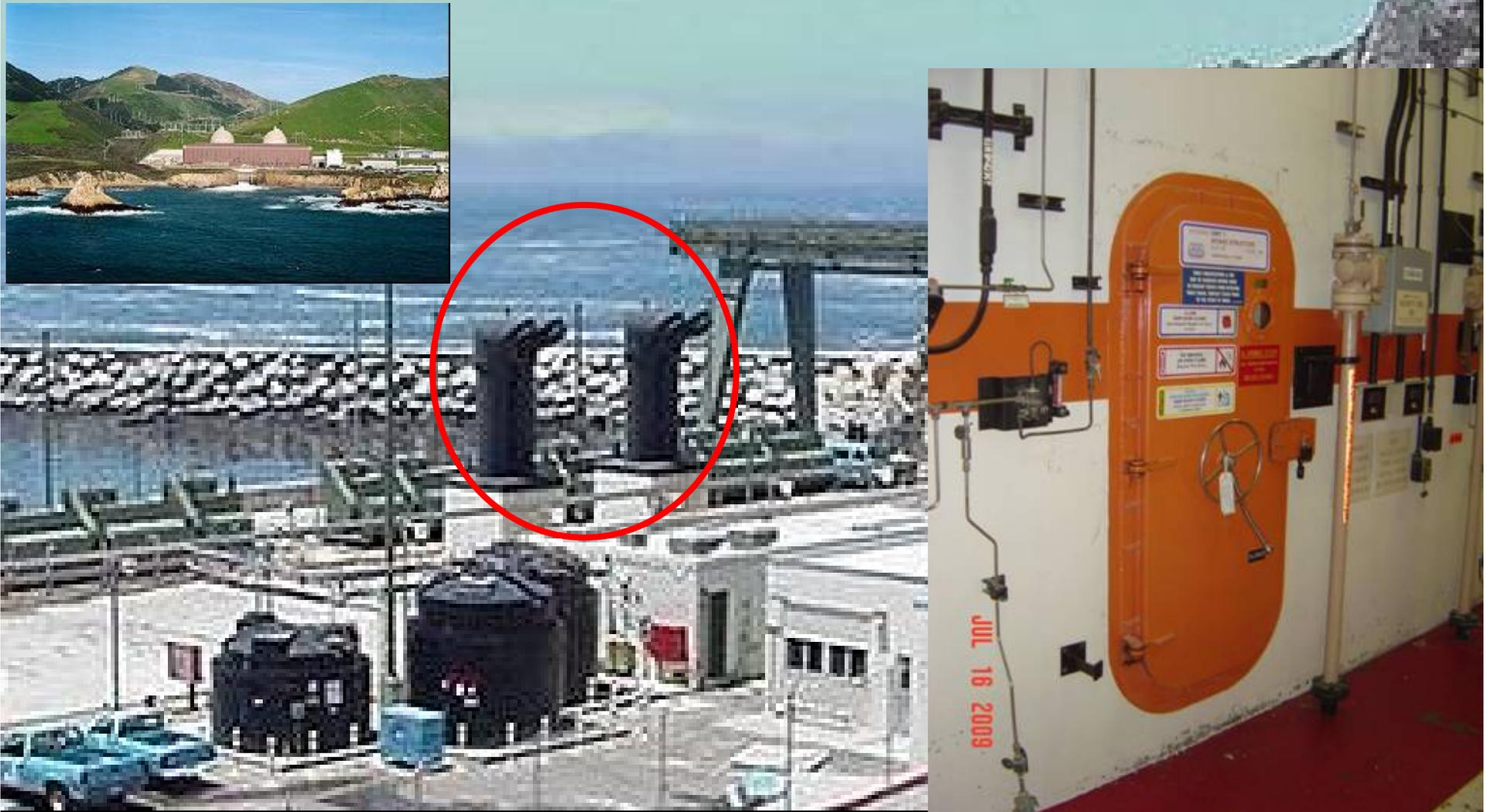
Backfitted on 1992 for (mitigation of Sever Accident)

抜本的改善②崩壊熱冷却系の追加



抜本的対策③津波対策

サンフランシスコのデュアボロキヤニオン発電所



日常生活と放射線

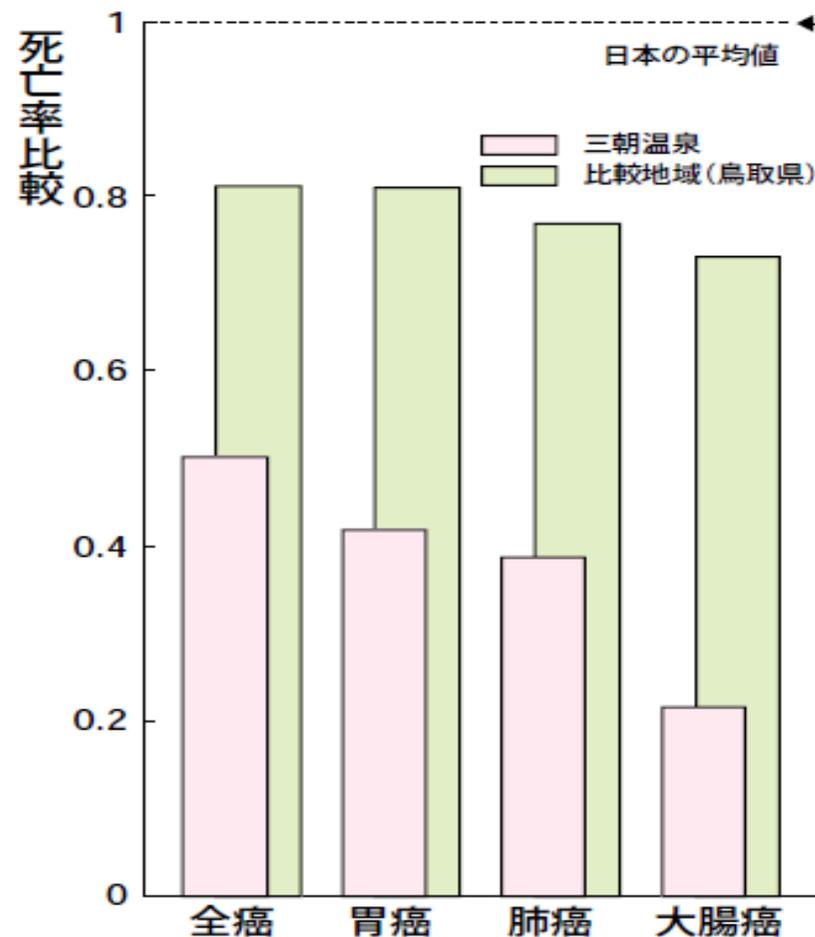
微量の放射能を食物から摂取していますが、微弱な放射線はガンを抑える効果があります

全ての食物は放射線を放出しています。

私たちはそれを毎日食べています。

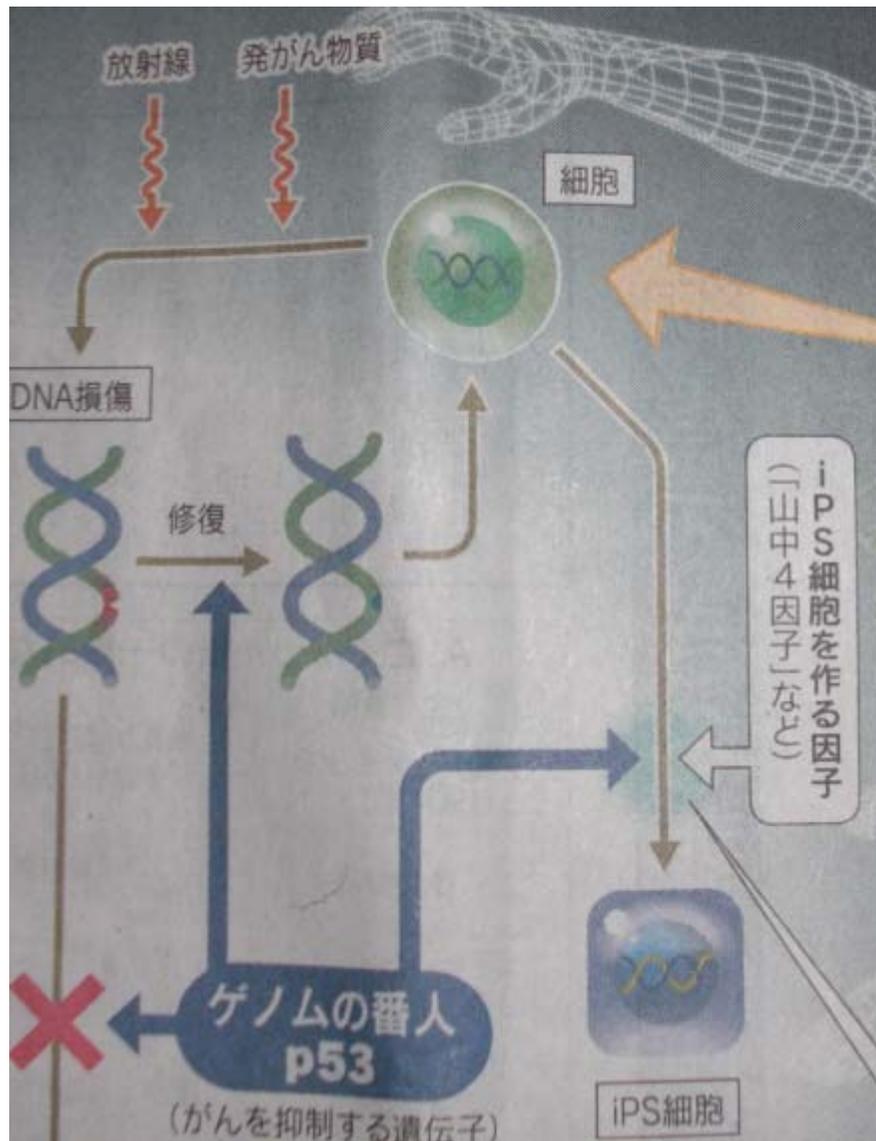
それぞれ、何か分かりますか？

ラドン温泉周辺住民のがんリスク



出典：「Japanese Journal of Cancer Research. 83.1.1992」

iPS細胞の研究で、癌の抑制作用解明が進展中



- p53遺伝子が「ゲノムの守護神」と呼ばれ、ガン細胞を抑制する遺伝子です。
- DNAの損傷があると遺伝子は修復したり、細胞を増殖させるp21遺伝子に働きかけ、ガン化を防止します。
- p53遺伝子が活性化されることで、ガン細胞の増殖が抑制されるのです。

p53 遺伝子

人では17番染色体上にあり、がん細胞ができるのを防ぐために働くがん抑制遺伝子。「ゲノム(全遺伝情報)の守護神」「ゲノムの番人」とも呼ばれる。人だけでなくマウスなど、種をこえて存在する重要な遺伝子。

まとめ

- 福島第1原発1～4号機の事故は、しっかりした事前検討や対策がなされていれば早期に収束できた。
- フランスやスイスでは米TMIやチェルノブイリ原発事故の教訓を活かして冷却源の強化やフィルタードベントを設置していた。
- SGTSと耐圧ベントラインを分離すべき
- 福島第一原発事故の教訓を活かして世界一の安全性を確保して、しっかり運転を！