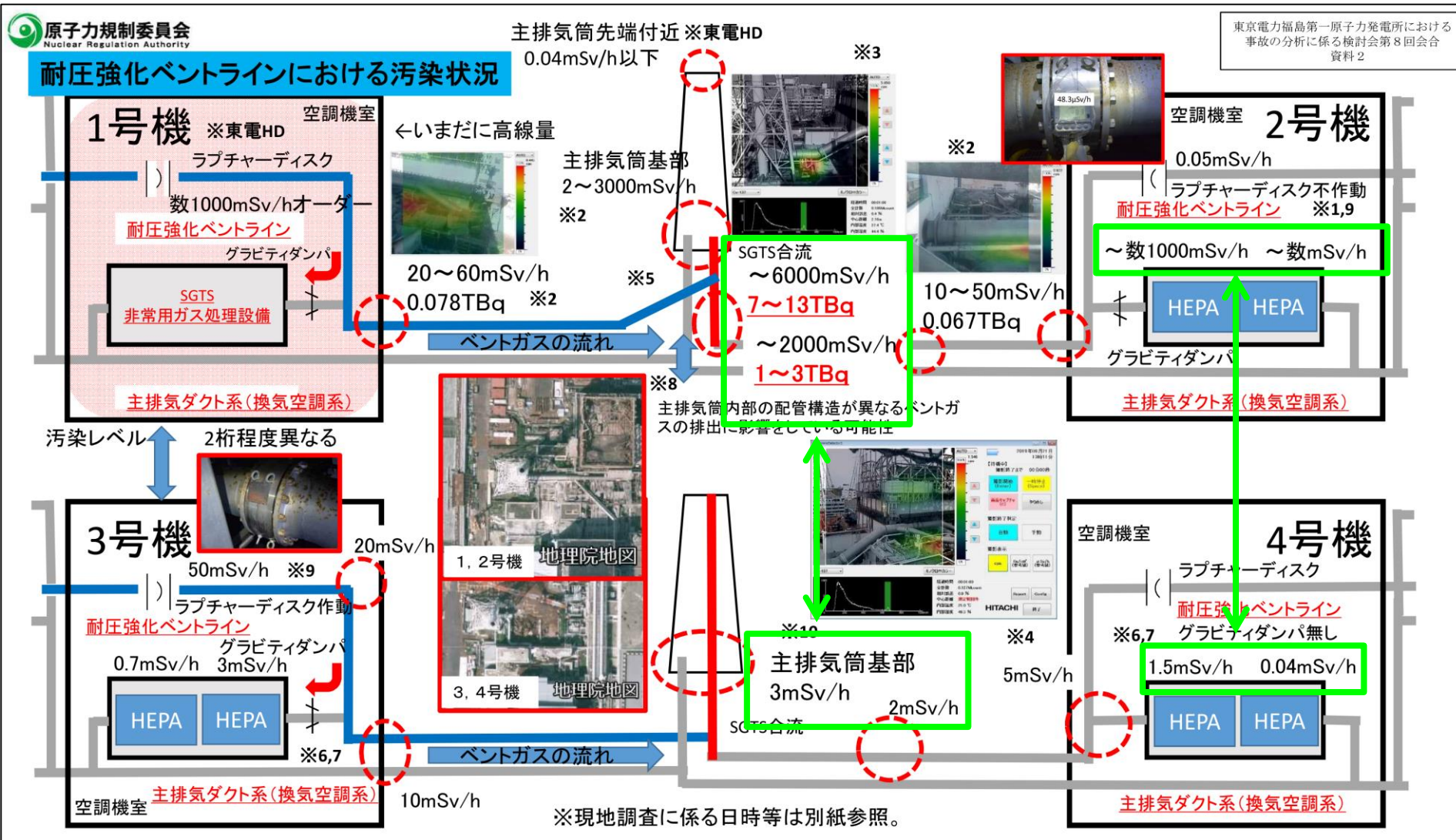


# 1,2号機及び3,4号機ベント配管の汚染に 関する解析等について(第2回)

東京電力福島第一原子力発電所事故対策室  
星 陽崇

# 耐圧強化ベントラインにおける汚染状況

1号機のベントラインは3号機のベントラインより線量が約2~3桁高い



※第8回会合資料から抜粋し、加筆

# 前回の真空破壊弁に関する評価の問題点

- 真空破壊弁において想定されるバイパス流量が既往の試験の適用範囲内か
- 圧力挙動に関する評価手法が適当でなかった(次項)
  - D/W圧力とS/C圧力の実測値の利用方法が不適切
  - また、解析ではPCVからの漏洩の仮定に強く依存
- ベントによる放出量の評価において考慮すべき事象が不十分
  - 非常に広い空間場(S/C気相部)でのCs濃度は一様と仮定
  - ベント時(急激な圧力低下)の流動状況において適当か
  - バイパス後、エアロゾルは瞬時に一様に拡散する想定
  - D/WからS/Cへ移行後、環境へ放出されずS/Cに残留するCs量への影響

# 前回資料の訂正

## D/WとW/Wの圧力差 (バイパスあり)

1号機

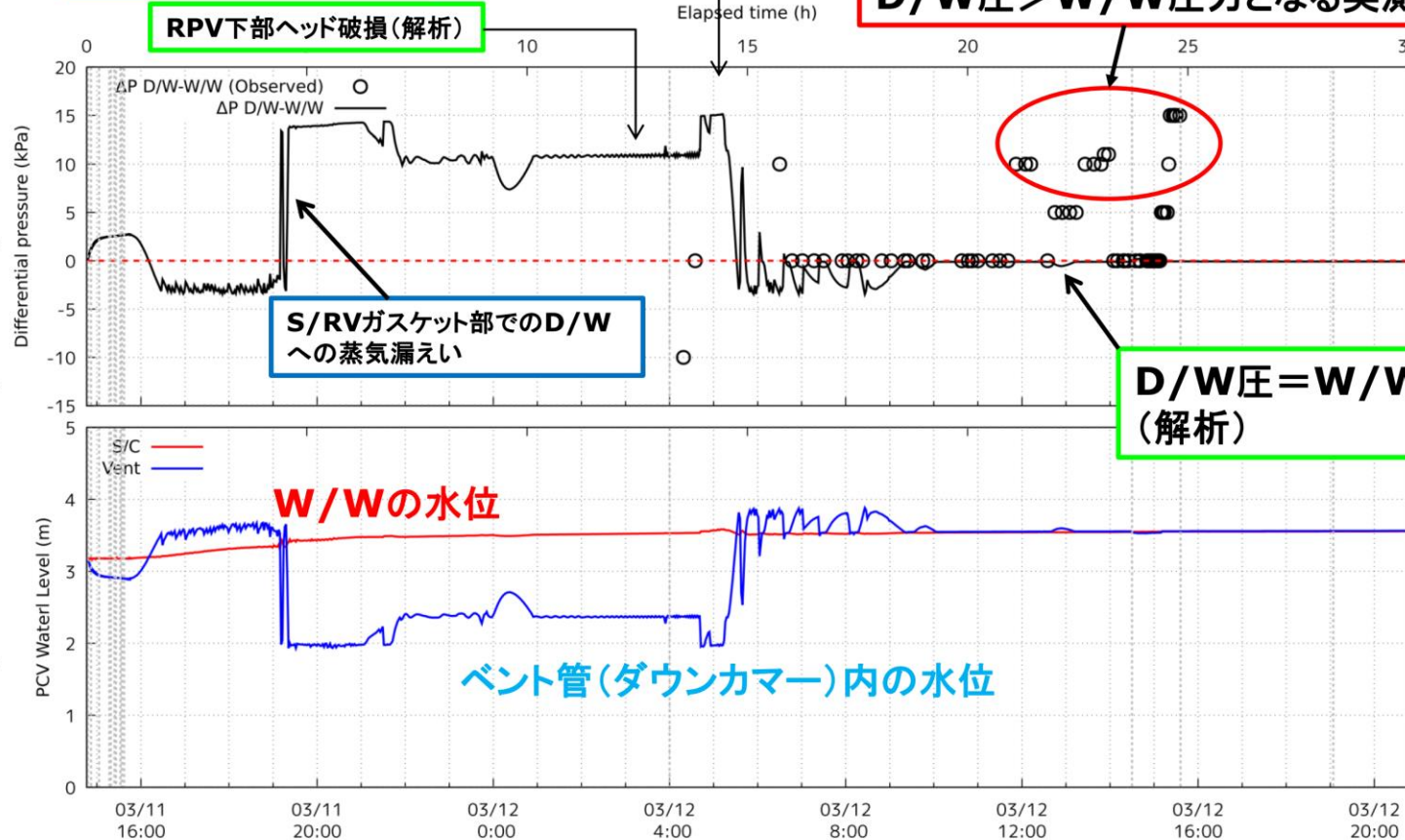
真空破壊弁にバイパス(1 cm<sup>2</sup>→約100 cm<sup>2</sup>;D/W温度の上昇に伴い拡大\*)を仮定

解析ではD/Wヘッドフランジからの漏洩が発生

D/W圧 > W/W圧力となる実測値

D/WとW/Wの圧力差

W/Wの水位



RPV下部ヘッド破損(解析)

S/RVガスケット部でのD/Wへの蒸気漏えい

D/W圧 = W/W圧力 (解析)

W/Wの水位

ベント管(ダウンカマー)内の水位

※第10回会合資料から抜粋し、黄色の網掛部を加筆。同資料のスライド8に示すバイパス面積も、同様にD/W温度の上昇に伴い拡大。

# 今回の報告内容

- 国際共同プロジェクトでの解析に基づくベントによるCs-137放出量の考察
- 福島第二原子力発電所1号機における真空破壊弁ガasket脱落の状況
- 大規模なバイパスが生じた場合の放出量への影響について
  - 既往の実験的知見の範囲(小規模なバイパス)を超える場合
- 今後の検討内容



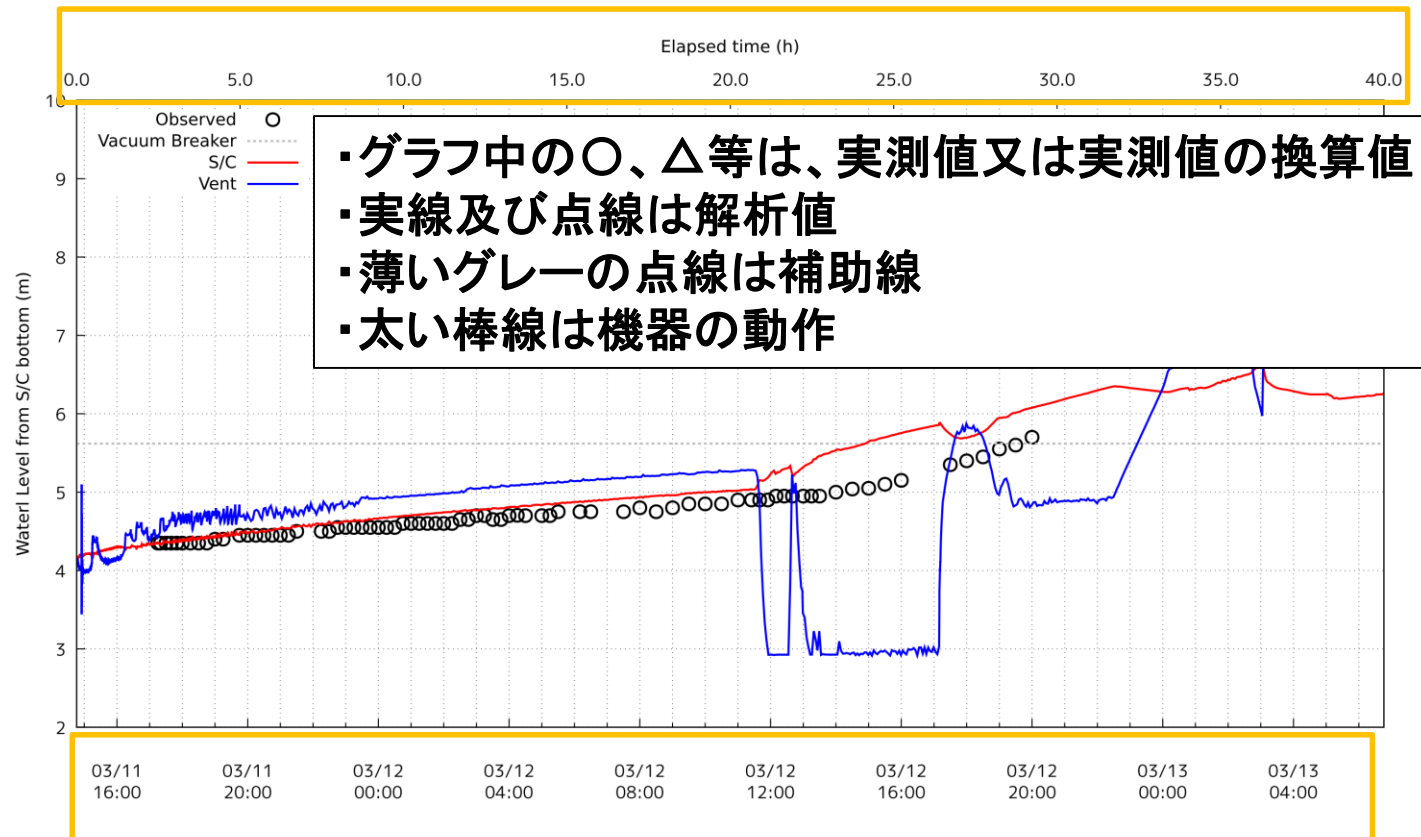
# 本資料での表記方法

赤色の枠は運転実績、  
既往の実験結果等

青色の枠は、解析及び  
検討に用いた仮定

緑色の枠は、検討の結  
果導かれた考察

グラフ上側の横軸は地震発生からの経過時間

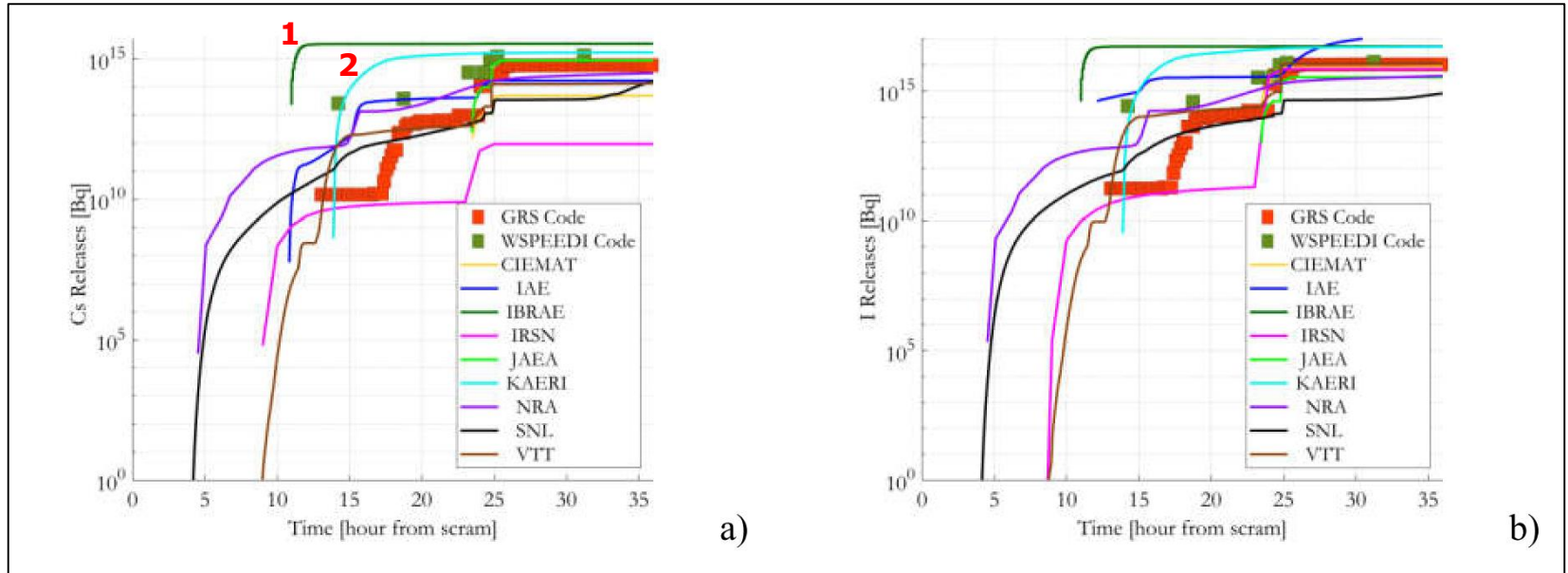


グラフ下側の横軸は日時

# OECD/NEA BSAF2での評価

## 1号機

参考文献  
に加筆



- 標記ベンチマーク解析では、1号機における環境へのCs放出量は $6 \times 10^{13}$  Bq ~  $5 \times 10^{15}$  Bqと評価されている
  - 上記はCs元素の放出量であるため、Cs-137としては約1/2の30 TBq ~ 2500 TBqに相当する
  - 図中の1と2のケースは主たる放出がベントではなく、PCVからの漏洩と推定されるため、除外すると、概ね100 TBq程度の放出量

# OECD/NEA BSAF2の結果に基づく評価

- 前項に示したように、1号機のベントによるCs-137の放出量は概ね100 TBq程度と考えられる
- UNSCAREによる評価量(Cs-137: 150 TBq)<sup>1</sup>と比較しうる範囲にある
- 真空破壊弁においてバイパスが生じなくとも、ベントによって相当量のCs-137が放出されたと考えられる
  - 真空破壊弁にバイパスが生じた場合でも、その寄与は数十TBq程度と推察される
- したがって、真空破壊弁でのバイパスは、3号機の耐圧強化ベントラインと比較して、1号機の耐圧強化ベントラインの線量が高いことの主たる要因とは考え難い

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, "UNSCEAR 2013 Report to the General Assembly with Scientific Annexes," 2014



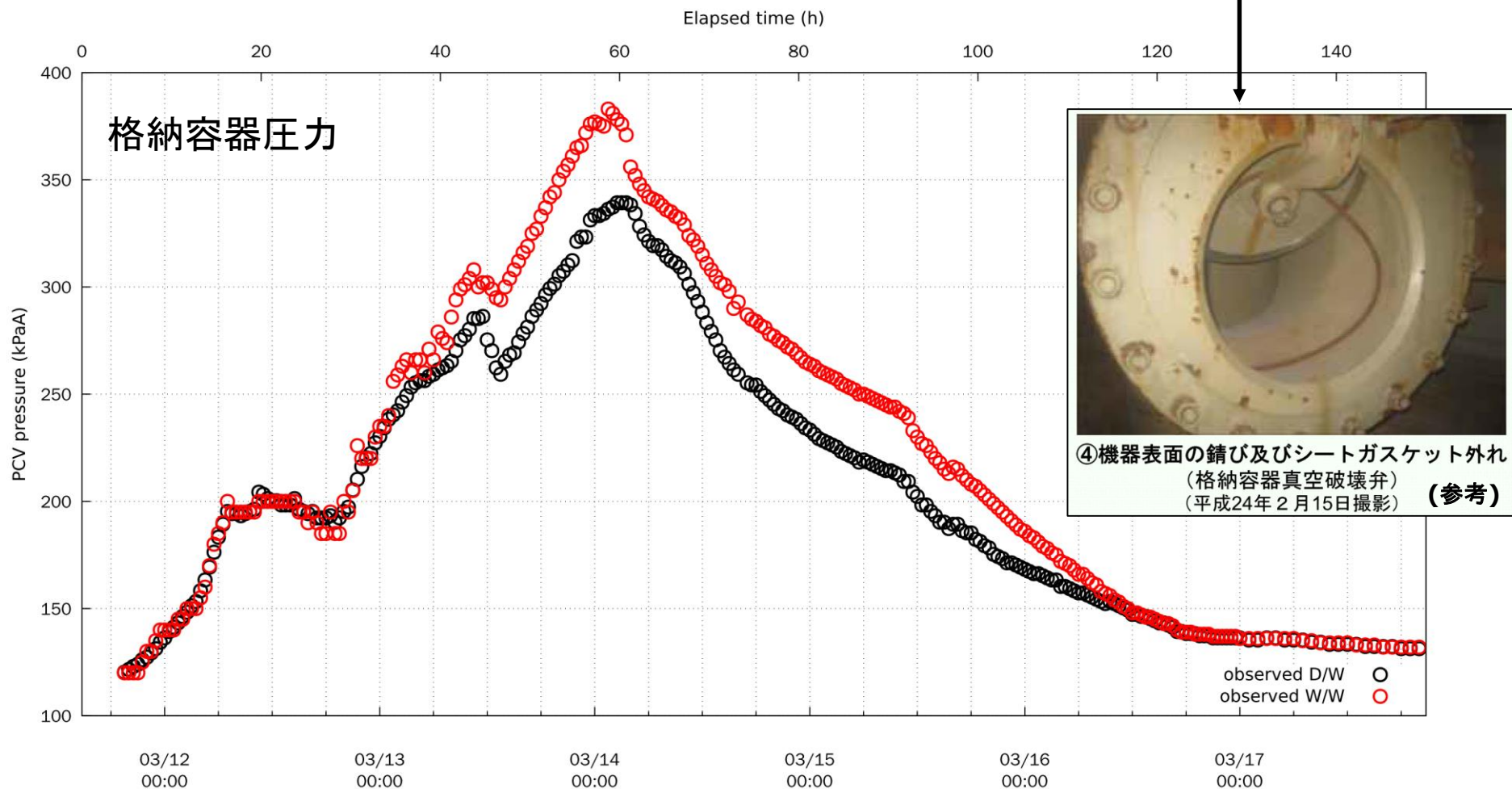
# 1号機真空破壊弁の機能喪失モード

- 前項で示したように、真空破壊弁でのバイパスは、1号機の耐圧強化ベントラインにおける高線量の主たる要因とは考え難い
- ただし、真空破壊弁でバイパスが生じたとすれば、その原因、放出量への寄与等について検討する必要がある
- 真空破壊弁でバイパスが生じた場合に、その原因、影響の大きさ等により対策が異なる
  - 過温破損の場合は、冷却手段の強化、下部ヘッド破損防止等
  - 機械的な機能喪失であれば、耐久性の向上等
  - 放出量増加の程度がW/Wベントの優位性に影響を与えるか

# 機能喪失モードに関する2F1の状況との比較

2F1号機

類似の機械的機能喪失の場合、真空破壊弁のリミットスイッチ導通試験によって確認可能か



(参考) 東京電力株式会社、福島第二原子力発電所 原子炉格納容器内の目視点検結果、平成24年3月2日、  
[http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts\\_120302\\_04-j.pdf#page=3](http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_120302_04-j.pdf#page=3)

# 小規模バイパス時の挙動

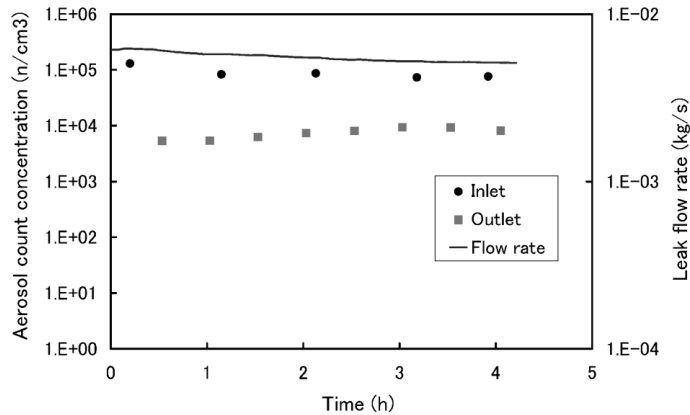


Fig. 4 Aerosol count concentration and leak flow rate in aerosol trapping test (Flange gasket; Groove & tongue gasket)

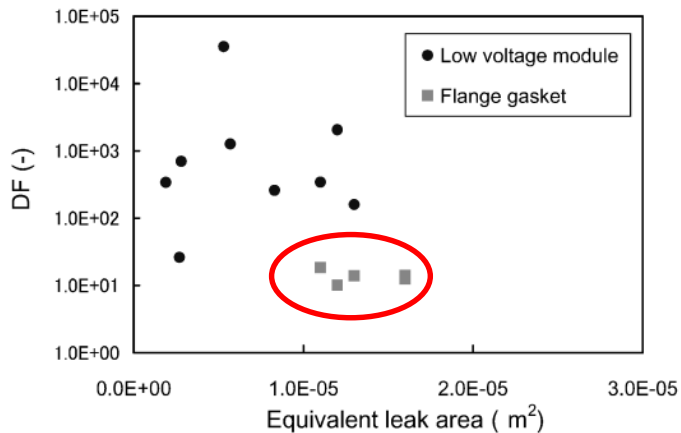


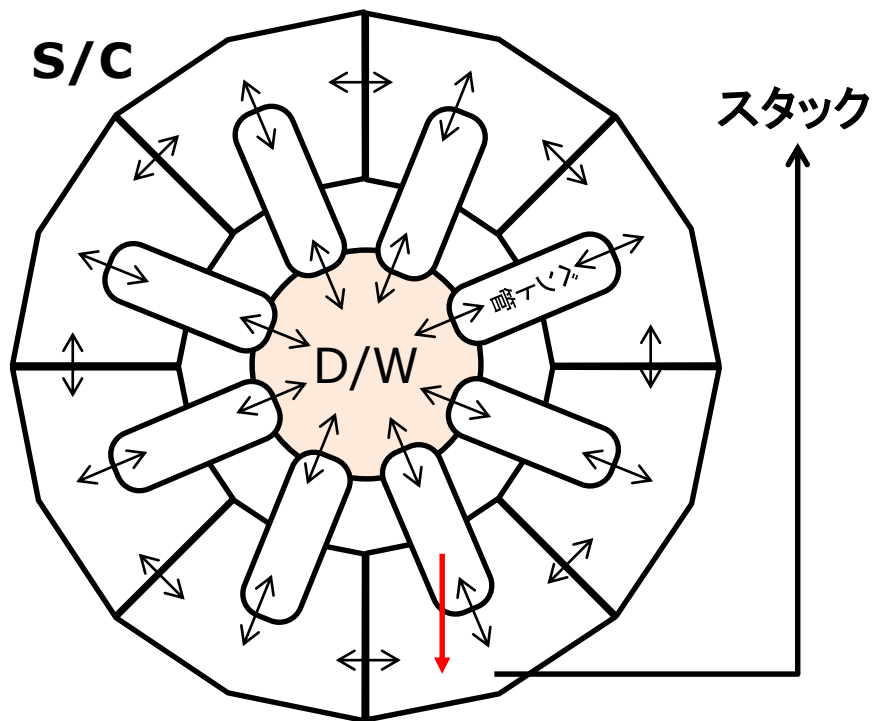
Fig. 15 Relationship between Overall DF and equivalent leak area

- 既往の実験では、小規模のバイパス(流量約8 m<sup>3</sup>/h~18 m<sup>3</sup>/h)では、流体の漏えい量は徐々に減少傾向を示した
- また、バイパス部にはエアロゾルが沈着することが確認された

- 小規模のバイパスでは、バイパス部での沈着が生じ、その痕跡が残ると考えられる
- 約10の除染係数を考慮すると、環境への放出量に対する影響は軽微

# 大規模バイパス時の挙動

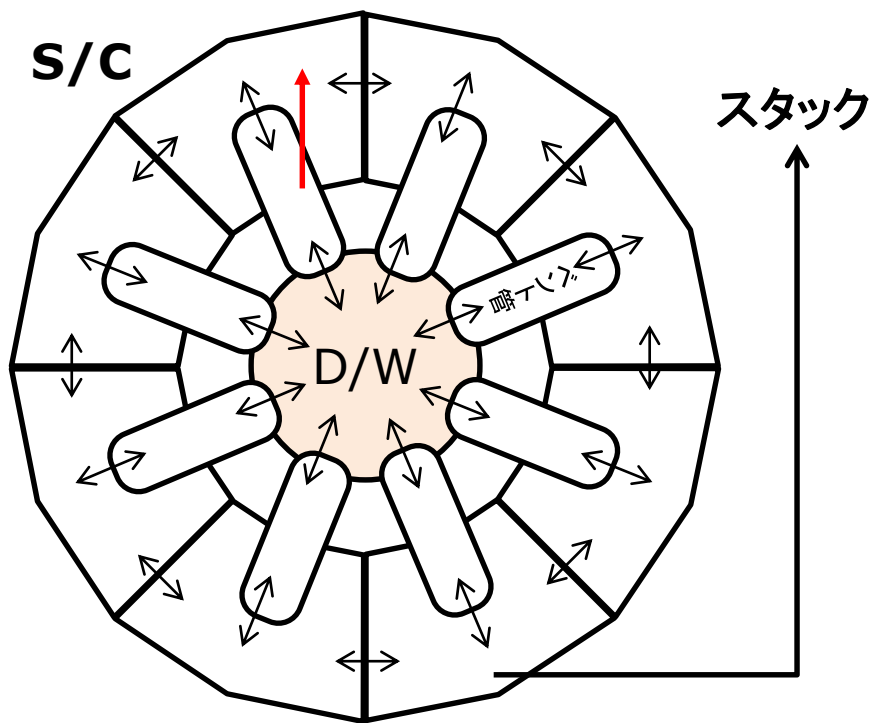
S/Cを8区画に分割  
真空破壊弁のバイパス場所を、耐圧強化  
ベントと同一区画に仮定



真空破壊弁で  
のバイパス

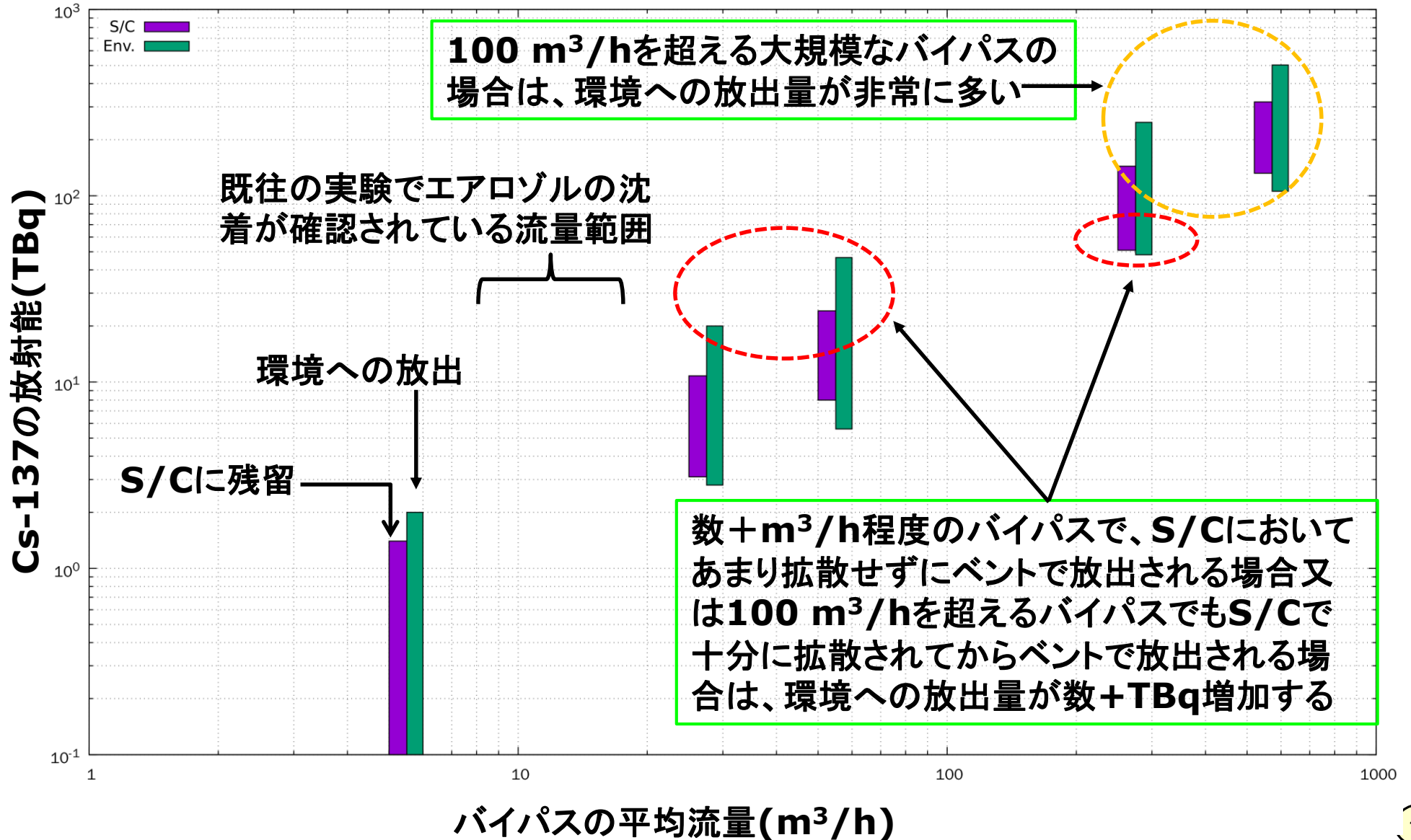
真空破壊弁のバイパス場所を、耐圧強化  
ベントと180° 反対側の区画に仮定

真空破壊弁で  
のバイパス



ベント実施期間(3月12日14:30~  
15:27)のみを対象に評価

# Cs-137の移行量(バイパスによる増加分)





# 真空破壊弁で大規模なバイパスが生じた場合

- 真空破壊弁において数十 $\text{m}^3/\text{h}$ 程度のバイパスが生じ、多量のCsが環境へ放出されたのであれば、
  - D/Wに存在した種々の核種、元素、化合物が随伴したのではないか
  - D/WではMCCIが生じていたと考えられるため、難揮発性元素、コンクリート等がエアロゾルに含まれていた可能性がある
  - 耐圧強化ベントライン、ドレイン水、SGTSフィルター等に沈着又は捕集されたのではないか

# ベントガス組成への痕跡

- 大規模なバイパスが生じ、ベントガスの線量上昇に大きな寄与があった場合は、D/Wで生じた現象の痕跡を確認できる可能性がある
- スタックドレイン水への混入
  - MCCIにより発生した難揮発性元素とCsとの比(例えば希土類元素: 解析ではCs-137とEu-152の放射能比が約1万倍であり、検知可能ではないか)
  - コンクリート成分の混入(Csと比較すると質量は十分大きいと考えられる。150 TBq分のCs-137の重量は約50 gであり、質量分析では非放射性同位体の分析が可能ではないか)
- また、SGTSフィルターにもCs以外の核種、元素、化合物等が捕集された可能性がある。

# 今後の予定

- 真空破壊弁のリミットスイッチ導通試験
  - 2F1で生じたガスケット脱落のような、機械的機能喪失が発生したかを確認できる可能性
  - 経年劣化の影響は確認が必要
- 1・2号共用スタック下部のドレイン水\*の分析
  - JAEA/安全研究センターにおいて分析予定
  - \*2016年9月に採取された試料