

# 既往の評価結果を用いた原子炉建屋内線量の考察

2023年12月25日

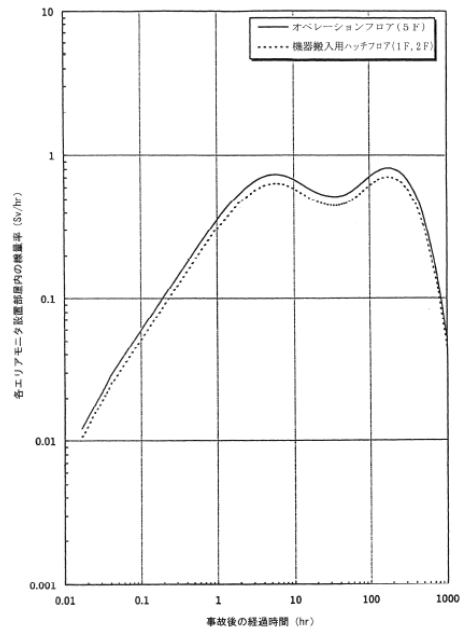
**TEPCO**

---

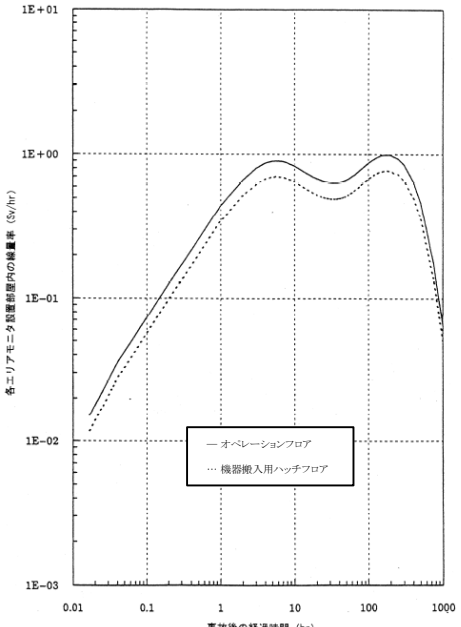
東京電力ホールディングス株式会社

- 1F1で3/11 21時頃にR/B内で線量上昇が確認されている
  - ごく短時間でAPDが0.8mSvを記録しており、時間10sとすると線量率が288mSv/h
- 原子炉建屋内線量の過去の評価例としてアクシデントマネジメント検討に際し実施した評価があり、第40回検討会(2023.10.30)で言及

- 「アクシデントマネジメントの手引き」(2003~2004年に各発電所で制定)の作成に併せ、SA時の格納容器漏洩に対する原子炉建屋内放射線エリアモニタの応答に関する情報を整理するため概略的な評価を実施
- 仮想的な評価条件に基づき評価
  - 炉心に内蔵される定格出力時相当の希ガスの全量(核種、内蔵量は許認可条件と同じ)が時刻0で格納容器内気相中に放出
  - 格納容器漏洩率は設計漏洩率相当(0.5%/日:LOCAの線量評価条件と同じ)
  - 原子炉建屋通常換気系、SGTSは不 작동
  - 線量率評価はモニタ設置箇所(空間部)容積と等価な半球のサブマージョンモデル
- 事故後早期(~数時間)で線量率が上昇する結果(右図)



1F1(BWR3/Mark-I)



1F3(BWR4/Mark-I)

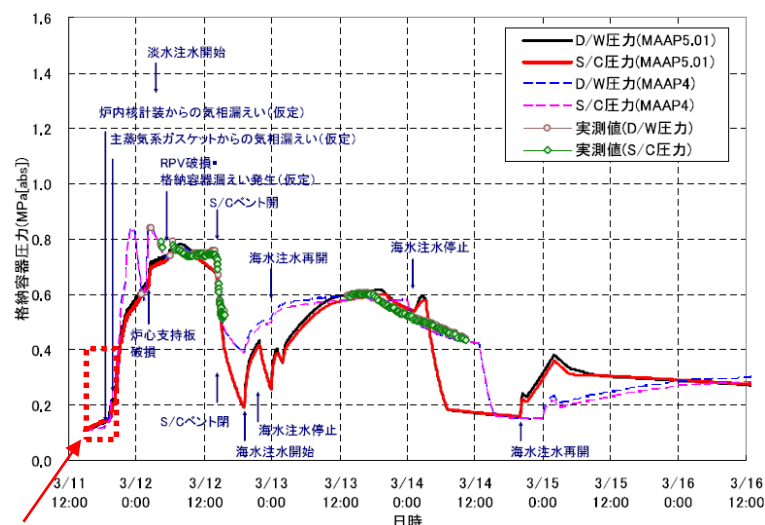
- 但し上記評価は比較対象としての制約がある(格納容器漏洩率の条件等)ことから、至近の評価結果(K67の新規制基準適合性審査で実施)を参照して考察を実施

- シナリオとして、1F1の事故過程に比較的事象進展が似ているTQUV(高圧・低圧注水失敗)を選定→SA有効性評価(格納容器直接加熱)で急速減圧による原子炉高圧状態での破損回避の効果を確認するため、原子炉圧力容器破損まで原子炉への無注水状態を仮定して評価
- シナリオ概要は、炉心への高圧・低圧注水に失敗→原子炉水位低下→炉心損傷→原子炉水位BAF+10%で原子炉急速減圧→圧力容器下部に溶融炉心落下→圧力容器破損
- 事象初期の格納容器圧力上昇は、サブプレッションプールへの蒸気流入により比較的緩慢にもたらされる

## 2. シナリオの比較

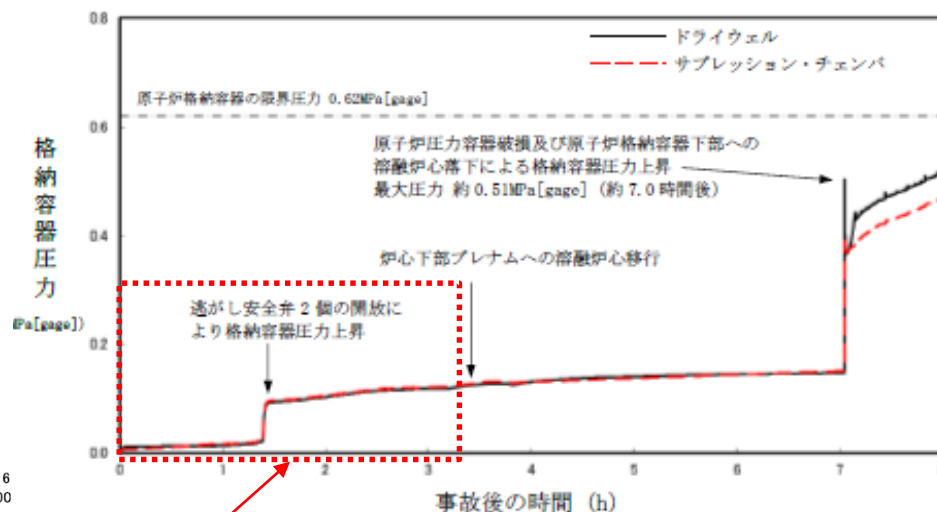
### 格納容器圧力

- K67有効性評価(TQUV)では、事象初期(圧力容器破損前)の格納容器圧力上昇は最初逃し安全弁(SRV)による圧力制御、次いで急速減圧(SRV手動開放)によるS/Cへの蒸気流入によりもたらされ、急速減圧(事故後1.4時間)により格納容器圧力が0.15MPa[gage]程度まで上昇
- 一方、1F1の事故進展解析による推定では、PCV圧力0.15MPa[gage]は3/11夕刻のPCV圧力に相当  
→ 1F1の線量上昇確認時刻(3/11 21時頃)とのK67線量評価結果の比較対象として、急速減圧後の時間帯が相当と考えられる



囲みの横方向は原子炉停止～線量観測時刻  
縦方向は0-0.3MPa[gage]の範囲

### 1F1事故進展



囲みの横方向は原子炉停止～事故後3.3時間  
(K67の炉心損傷時刻(事故後1時間)+ 1F1の  
炉心損傷～線量観測時刻の差(約2.3時間))  
縦方向は0-0.3MPa[gage]の範囲

### K67有効性評価(TQUV)

### 主な事象の発生時刻

- 原子炉停止後の経過時間等に起因する進展速度の相違はあるものの、事象進展はほぼ同様の推移

1F1事故進展(評価を含む)

事象	時刻	経過時間(h)
原子炉停止	2011/3/11 14:46	0
冷却停止	2011/3/11 15:37	1
原子炉水位TAF	2011/3/11 18:00	3.5
炉心損傷	2011/3/11 18:40	4
原子炉水位BAF	2011/3/11 20:20	5.5
RPV破損	2011/3/12 5:40	15

K67有効性評価(TQUV)

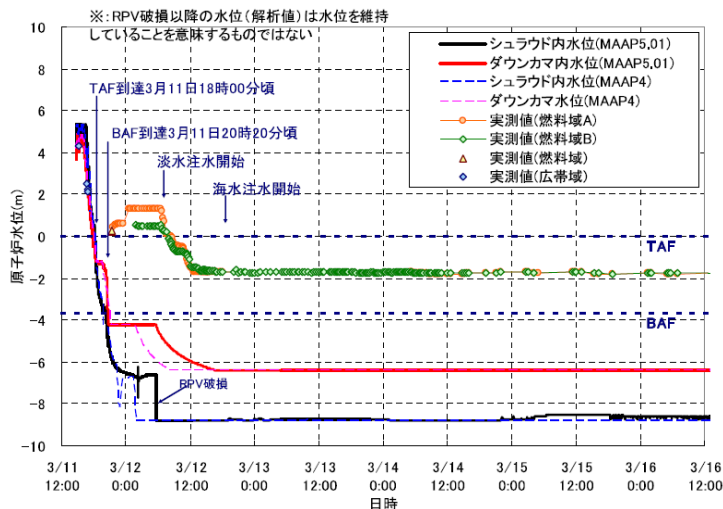
事象	経過時間(h)
原子炉停止 注水喪失	0
原子炉水位TAF	0.4
炉心損傷	1
急速減圧 (原子炉水位BAF+10%)	1.4
RPV破損	7

## 2. シナリオの比較

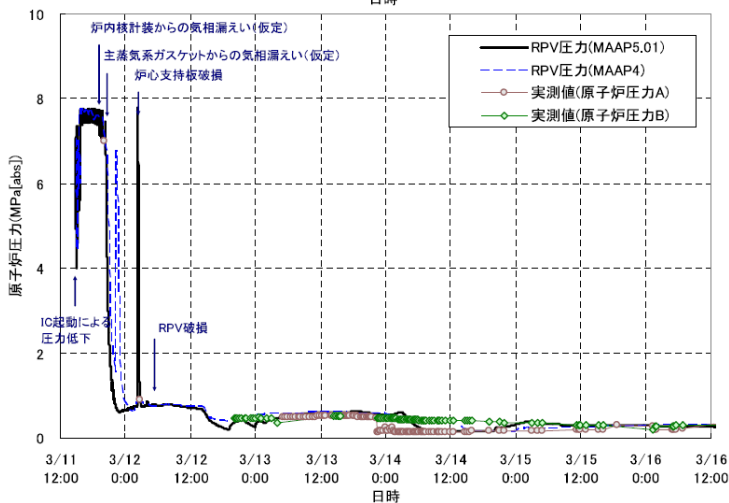
### 原子炉水位・圧力

- 原子炉水位、圧力についても、原子炉停止後の経過時間に起因する進展速度の相違はあるものの互いに似通った挙動

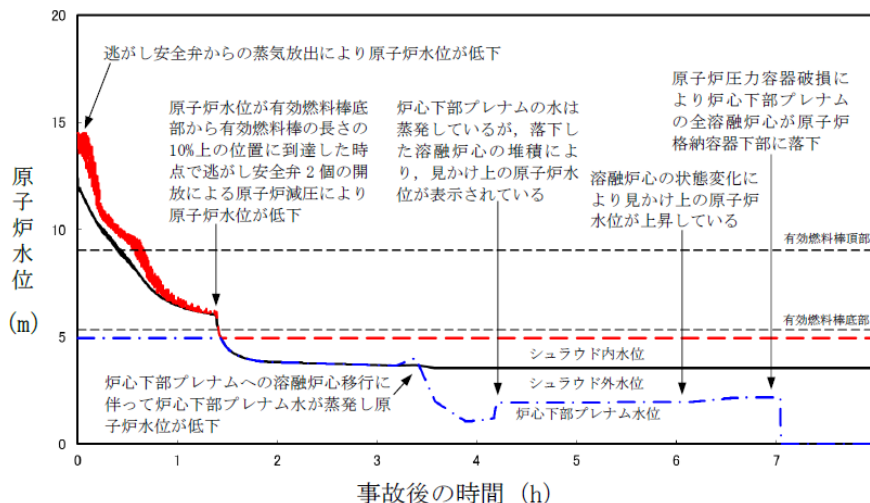
原子炉  
水位



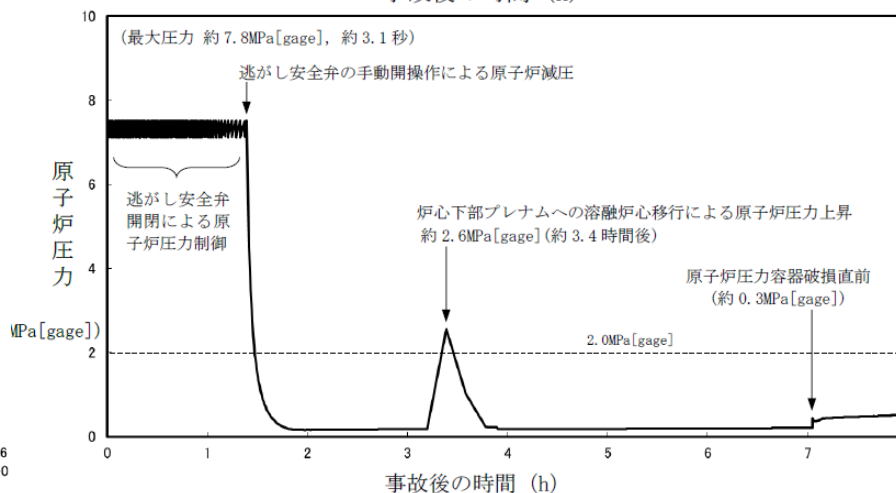
原子炉  
圧力



1F1事故進展



事故後の時間 (h)



事故後の時間 (h)

K67有効性評価(TQUV)

#### 評価条件

2.で説明したTQUVシナリオに基づく評価結果を使用

- 放射性物質として希ガス、よう素、粒子状物質を考慮
  - ・ インベントリはORIGEN評価結果に基づき、時刻0での原子炉停止を仮定
- 格納容器内への放射性物質放出割合、格納容器から原子炉区域への放射性物質流入割合は事故シナリオ(TQUV)に基づくMAAP解析結果等を使用
- 格納容器から原子炉区域への漏洩率は格納容器圧力に応じ変化
  - ・ MAAP解析上で開口面積を設定し、格納容器圧力に応じた漏洩率の変化を模擬（開口面積は0.9Pdで0.4%/日（1Pd以下の場合）、2Pdで1.3%/日（1～2Pdの場合）となるよう設定）
  - ・ 漏洩率は格納容器圧力の1/2乗に比例するモデリング
- 格納容器内、原子炉区域内での崩壊に基づく放射性物質の減衰を考慮
- 格納容器から原子炉区域に漏洩した放射性物質は、原子炉区域の空間に均一に分布すると仮定
- 線量評価は、原子炉区域の体積相当の半球を仮定したサブマージョンモデル

## 評価結果

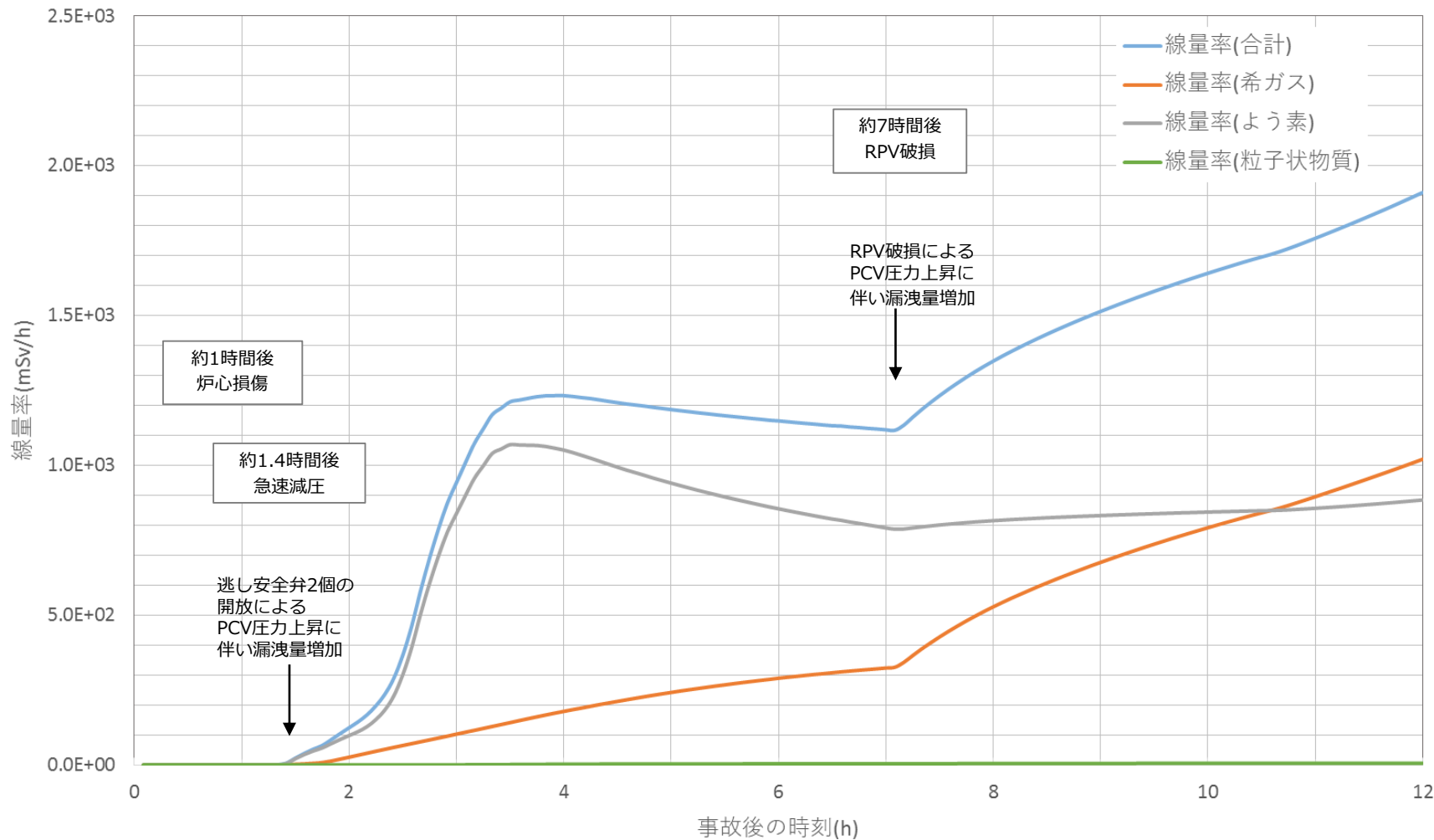
## K67有効性評価(TQUV)

事象	経過時間(h)	格納容器圧力(kPa)		原子炉区域内線量(mSv/h)
原子炉停止 注水喪失	0	5.2		—
水位TAF	0.4	9.0		—
炉心損傷	1	15.7		—
急速減圧 (水位BAF+10%)	1.4	減圧前	25	約 $9.3 \times 10^{-1}$
		減圧5分後	95	約 $2.3 \times 10^1$
RPV破損	7	150		約 $1.2 \times 10^3$

## 1F1

事象	日時	炉心損傷からの経過時間	現場線量(mSv/h)	K67評価(mSv/h)
炉心損傷	3/11 18:40	—	—	
原子炉建屋入域	3/11 21時頃	2.3	288想定	約 $1.2 \times 10^3$

#### 評価結果 (事故後の経過に伴う推移)





#### 結果の考察

- K67有効性評価(TQUV)に基づく評価結果として、
  - 原子炉急速減圧(事故後1.4時間)後に格納容器圧力が上昇し、それに伴い原子炉建屋内線量も上昇を開始
  - 事故後比較的早期に線量が増加し、1F1で3/11 21時頃に原子炉建屋内(二重扉内)で計測された「短時間で0.8mSv (288mSv/h想定)」に相当する経過として、炉心損傷からの経過時間(2.3時間)に基づき比較した時刻(事故発生後3.3時間)では約 $1.2 \times 10^3$  mSv/hの結果
- 1F1の計測結果との差異については事故進展に基づく要因、プラント条件に基づく要因、格納容器漏洩率設定に基づく要因等複数の要因が考えられる

- 1F1で3/11 21時頃にR/B内で線量上昇が確認された事象を踏まえ、検討に資する観点から、1F1の事象進展に比較的近い至近の評価結果（K67の新規制基準適合性審査で実施）を参照して考察を実施した
- 事象進展やプラント条件、評価条件の相違から直接的な比較は困難であるが、格納容器圧力が設計圧力以下の状況であり設計漏洩率相当の漏洩率であっても、事故条件を仮定すると、1F1で確認された高線量率に相当する原子炉建屋内の線量率が、K67の評価結果でも得られることが確認された