

既往の評価結果を用いた原子炉建屋内線量の考察（案）

2023年12月15日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

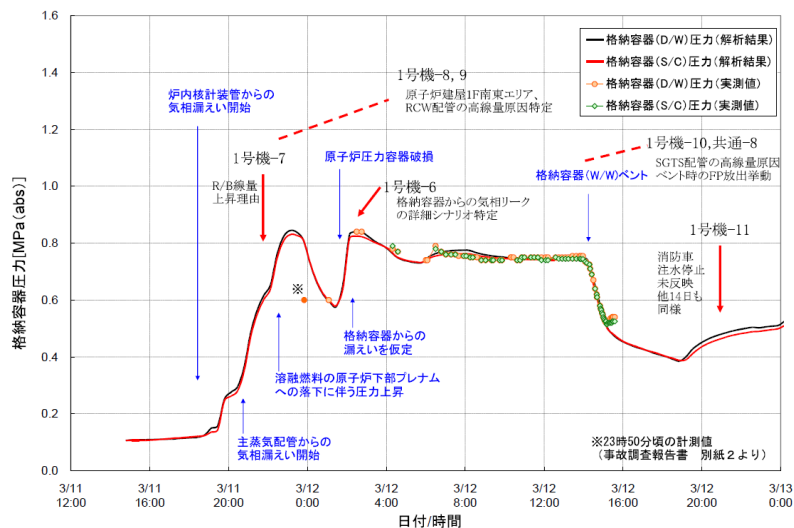
1. 概要

- 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、AM検討に際し実施した評価があり、第40回検討会(2023.10.30)にて言及
 - 「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
 - 評価条件は仮想的な条件を設定
 - ・ ソースターム：炉心に内蔵される希ガス(核種、内蔵量は許認可条件と同じ)の全量が事故発生と同時に格納容器内気相中に放出
 - ・ 格納容器漏洩率：設計漏洩率相当(LOCAの線量評価条件と同じ。BWR3~5で0.5%/d)
 - ・ 原子炉建屋の換気：通常換気系、SGTSは不作動を仮定
 - ・ 線量率評価：モニタ設置箇所の空間部容積と等価な半球のサブマージョンモデルで評価
 - 評価結果は事故発生後数時間で数百mSv/hに到達する結果(例えば1F1の1/2階で、事故発生5~6時間後に6~700mSv程度に到達)
- 但し比較対象としての制約がある(PCV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RPV高圧状態での破損回避の効果を確認するため、RPV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→炉水位低下→炉心損傷→水位BAF+10%でRPV急速減圧→RPV下部に溶融炉心落下→RPV破損
 - 事象初期のPCV圧力上昇はS/Cへの蒸気流入により、比較的緩慢にもたらされる

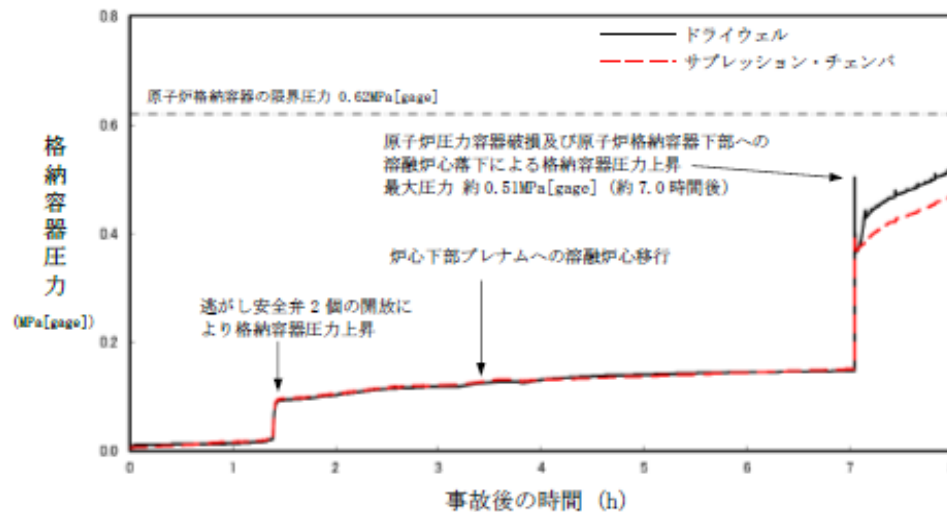
2. シナリオの比較

格納容器圧力

- K67では事象初期（RPV破損前）のPCV圧力上昇は最初SRVによる圧力制御、次いで急速減圧によるS/Cへの蒸気流入によりもたらされ、急速減圧(1.4h)によりPCV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 20時頃の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(1.4h)～RPV破損(7h)の時間帯が適切と考えられる



1F1事故進展



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
水位TAF	2011/3/11 18:00	3.5
炉心損傷	2011/3/11 18:40	4
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)

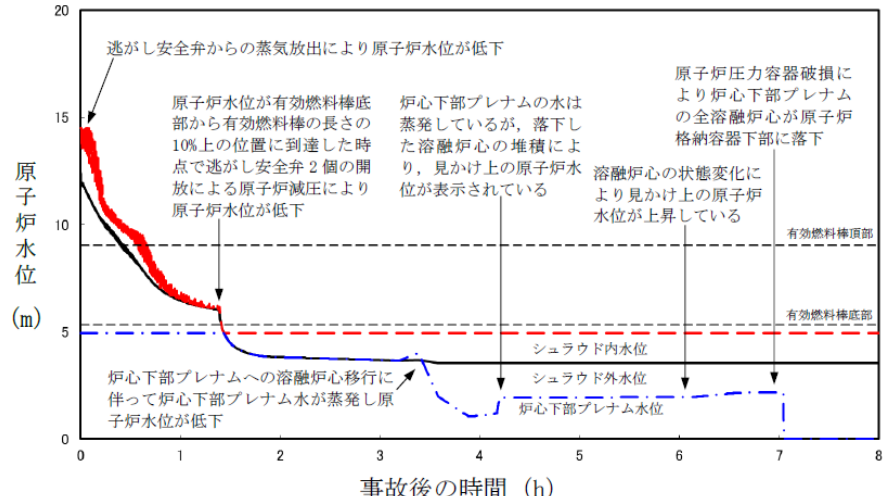
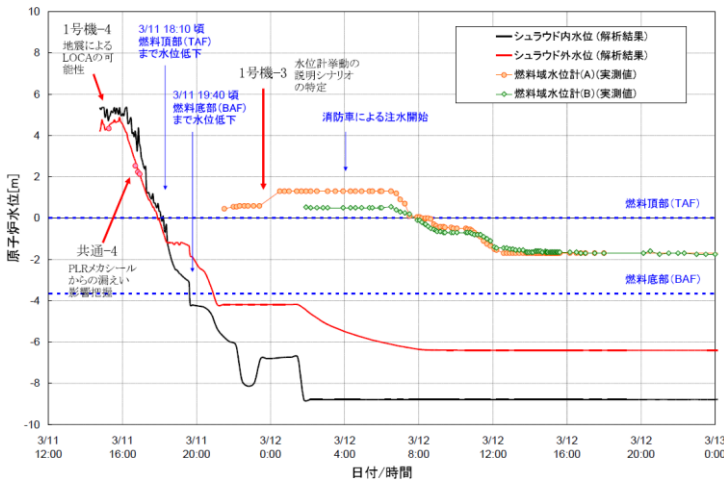
事象	経過時間(h)
原子炉停止 注水喪失	0
水位TAF	0.4
炉心損傷	1
急速減圧(水位BAF+10%)	1.4
RPV破損	7

2. シナリオの比較

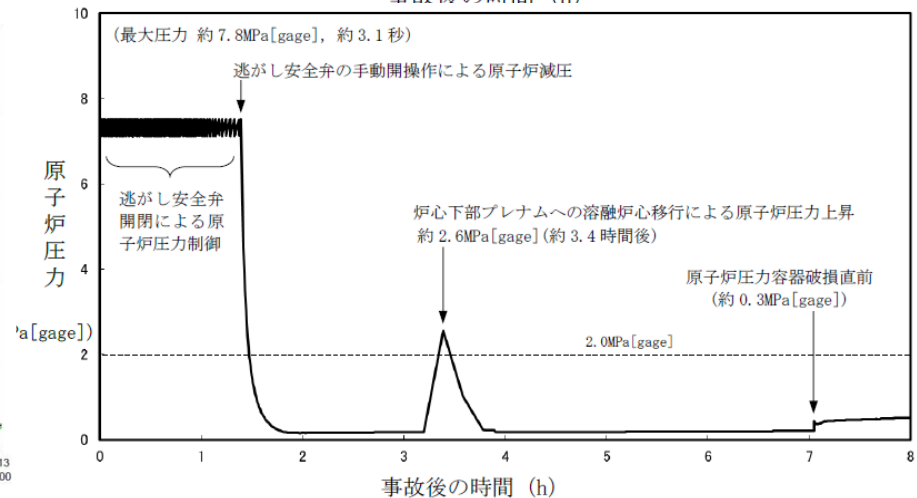
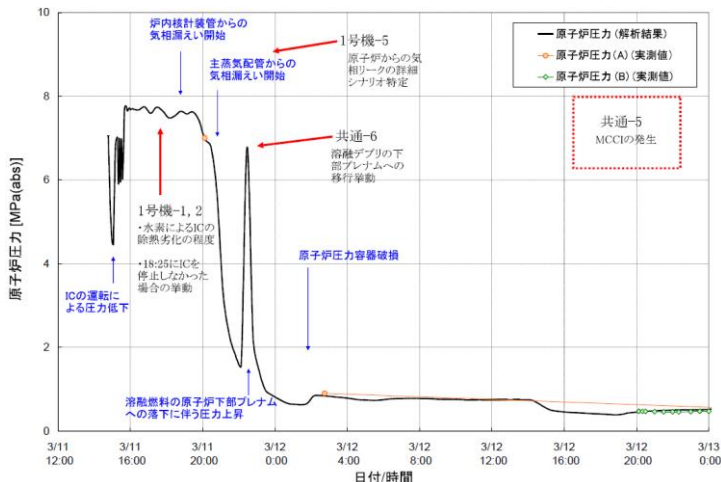
原子炉水位・圧力

- 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

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

- PCV内への放射性物質放出は事故シナリオ(TQUV)に基づきMAAPにて評価
- PCVから原子炉区域への放出はPCV漏洩を考慮し、PCV漏洩率は設計漏洩率相当（設計圧力・温度で漏洩率0.5%/d）に対し事故条件（PCV圧力、温度）を考慮して設定
- PCV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
- 原子炉区域内の放射性物質の減少は減衰のみを考慮し、原子炉区域外への放出は考慮せず
- 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にて評価

3. 既往の評価結果を用いた原子炉区域内の線量評価

評価結果

K67有効性評価(TQUV)

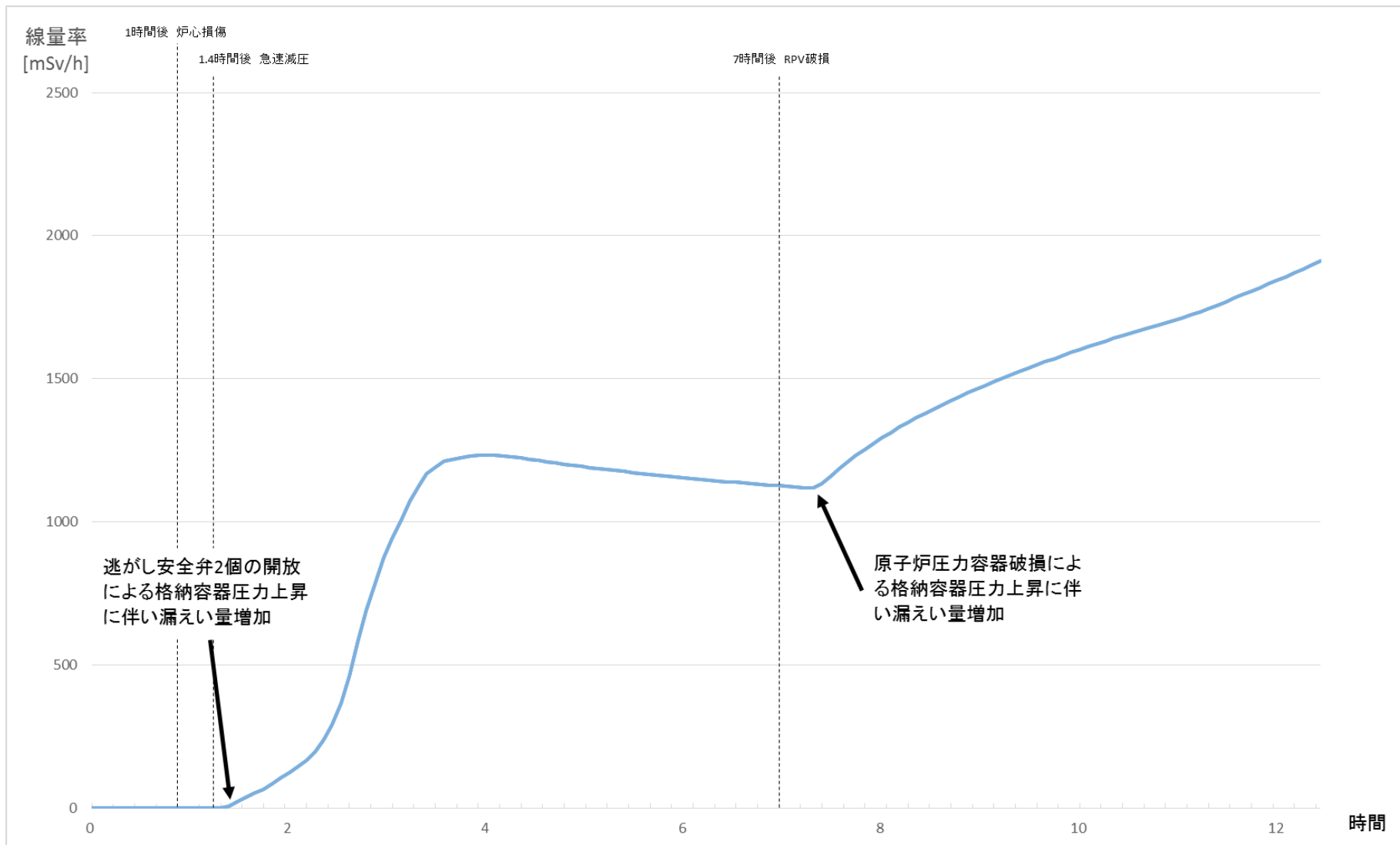
事象	経過時間(h)	原子炉格納容器圧力 (kPa)		原子炉区域内線量 (mSv/h)
原子炉停止 注水喪失	0	5.2		—
水位TAF	0.4	9.0		—
炉心損傷	1	15.7		—
急速減圧 (水位BAF+10%)	1.4	減圧前	25	約 9.3×10^{-1}
		減圧5分後	95	約 2.3×10^1
RPV破損	7	150		約 1.2×10^3

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 1.2×10^3

3. 既往の評価結果を用いた原子炉区域内の線量評価

評価結果（事故後の経過に伴う推移）



結果の考察

- K67のTQUVシナリオでは原子炉急速減圧開始前の格納容器圧力は低く、原子炉建屋内線量も低い
- RPVが破損する事故発生7時間後には、格納容器圧力が「150kPa(約0.5Pd)」まで上昇し、原子炉建屋内線量も「 1.2×10^3 mSv/h」まで上昇すると評価
- 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0.8mSv(288mSv/h想定)」を、炉心損傷からの経過時間(2.3時間後)でK67評価と比較
- 1F-1の「288mSv/h想定」に対し、K67評価では「 1.2×10^3 mSv/h」
- K67の評価の方が高い結果となっているが、これは評価の条件として「PCV漏洩率を設計漏洩率ベースでPCV圧力条件による可変」としていることが考えられる。

- 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
- 事象進展の細かな相違、評価条件の相違から直接的な比較は困難であるが、PCV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