

原子力艦の原子力災害対策マニュアル検証に係る 作業委員会(第3回)

日時：平成28年2月4日(木) 13:00~15:00

場所：中央合同庁舎8号館3階災害対策本部会議室

議事次第

1. 開 会
2. 挨拶
3. 議 題

(1) 応急対応範囲について

ア 応急対応範囲の評価条件

イ 試算結果

(ア) 試算1

(イ) 試算2

(2) その他

ア 佐世保市要望資料

イ 原子力空母母港化の是非を問う住民投票を成功させる会資料

【配布資料】

- ・資料1 委員等名簿
- ・資料2 検証すべき論点(12/11修正案)
- ・資料3 原子力艦の原子力事故について考慮すべき要因
- ・資料4 応急対応範囲の評価条件(案)
- ・資料5 試算1 災害時の環境影響評価
- ・資料6 試算2 商用原子力発電所のPAZ及びUPZの原子力艦災害への適用
- ・参考資料1 原子力艦の原子力災害対策マニュアル(平成27年11月)
- ・参考資料2 原子力艦の原子力災害対策に係る技術的検討に関する調査報告書(平成15年3月)
- ・参考資料3 合衆国原子力軍艦の安全性に関するファクトシート(平成18年11月)
- ・参考資料4 原子力災害対策指針(平成24年10月策定、平成27年8月全部改正)
- ・参考資料5 IAEA GSR Part 7(平成27年11月)
- ・参考資料6 佐世保市要望資料
- ・参考資料7 原子力空母母港化の是非を問う住民投票を成功させる会資料

委員等名簿

【有識者】

遠藤 寛 一般財団法人電力中央研究所研究アドバイザー、
九州大学客員教授

下吉 拓治 公益財団法人原子力安全技術センター参事

本間 俊充 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構安全研究センター長

丸山 結 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構安全研究センター
リスク評価研究ディビジョン長

横山 邦彦 公立松任石川中央病院 PET センター長・副院長

【関係省庁】

内閣府大臣官房審議官（防災担当）

内閣官房内閣参事官（事態対処・危機管理担当）

内閣府政策統括官（防災担当）付参事官（災害緊急事態対処担当）

内閣府政策統括官（防災担当）付参事官（防災計画担当）

内閣府政策統括官（原子力防災担当）付参事官（総括担当）

警察庁警備局警備課特殊警備対策官

総務省消防庁予防課特殊災害室長

外務省北米局日米地位協定室長

海上保安庁警備救難部環境防災課長

原子力規制庁長官官房放射線防護グループ監視情報課放射線環境対策室長

防衛省地方協力局補償課長

防衛省統合幕僚監部参事官付政策調整官

【自治体オブザーバー出席者】

横須賀市 市民安全部危機管理課長 小貫 和昭

検証すべき論点（12/11 修正案）

1. 通報基準・緊急事態の判断基準

改定済み

2. より早期に異常事態を覚知するための措置

事業用発電所等については、原子力災害対策指針（以下「新指針」）に基づき、国は、施設の状況等について事業者から通報を受けることになっている。

原子力艦についても、原子力災害の発生のおそれがある場合又は発生した場合に、米国政府からその状況に関して通報を受けることを明確化すべきではないか。

一方、上記通報を受けた場合（モニタリング値が通報基準に達した場合を含む）、日本政府として速やかに情報収集を行うべきこと、収集すべき情報の内容などについて明確化しておくべきではないか。

3. 応急対応範囲等

新指針では、事業用発電所の予防的防護措置を準備する区域（PAZ）、緊急時防護措置を準備する区域（UPZ）について、それぞれ原子力施設から「概ね半径 5km」、「概ね 30km」を目安とするとしている。

原子力艦の応急対応範囲（現行；原子力空母の場合、半径 1km 以内、3 km 以内）についてはどのように対応すべきか。

また、新指針では、PAZ 内における安定ヨウ素剤の事前配布など PAZ・UPZ における時系列に応じた防護措置を定めている。原子力艦についてはどのように対応すべきか。

原子力艦の原子力事故について考慮すべき要因

内部事象

- (1) 原子炉システム

外部事象

- (1) 自然災害
 - ・ 地震
 - ・ 津波
 - ・ 大型台風
- (2) 艦内火災
- (3) 外部電源の喪失

地震発生時の横須賀港の津波

別添

	首都直下	南海トラフの巨大地震
地震の規模	M7クラス	M9クラス
発生頻度	今後30年間に 約70%	発生頻度が極めて低い
津波	東京湾内は1m以下	東京湾内は3m以下 横須賀港寄港 地点周辺は最大約2.4m

応急対応範囲の評価条件（案）

1 炉内蓄積量の算出条件

(1) 原子力艦の原子炉の熱出力

ア 原子力空母：(Nimitz 級) 600MW

イ 原子力潜水艦：
(Los Angeles 級) 160MW

(2) 原子炉の運転条件

ア 運転期間 最長 25 年

イ 平均出力 15%以下

2 応急対応範囲の試算

(1) 試算 1：H15 調査報告書モデルによる環境影響評価

H15 年の事故想定を用いて、放射性核種 59 種の漏えいによる環境影響評価を IAEA の判断基準 (GSR Part7) を用いて行う。

(2) 試算 2：商用原子力発電所の PAZ、UPZ の原子力艦災害への適用

原子力艦の原子炉と商用原子力発電所の原子炉の熱出力の違いを根拠とし、ガウス拡散式によるスケーリングで原子力艦災害時の PAZ 及び UPZ に相当する距離を推定する。

(参考) GSR (General Safety Requirement) part7 (IAEA, H27.11) (抜粋)

○緊急時に重篤な確定的影響を回避・最小化するための防護措置その他の対応が期待される短期間の線量に係る包括的判断基準

急性外部被ばく (10 時間以内)

赤色骨髄 1 Gy

急性内部被ばく

胎児 1 Gy

○緊急時に確率的影響のリスクを低減するための防護措置その他の対応に係る包括的判断基準

以下の基準を超える予測線量 (最初の 7 日間) の場合、緊急防護措置を実施

実効線量 100 mSv

甲状腺等価線量 50 mSv

(参考) H15 調査報告書モデル詳細

1 原子炉の運転条件

- (1) 平均出力 25%で 15 年間運転 (その間は燃料取替えを行わない)
- (2) 事故発生直前 4 日間は、1 日のうち 18 時間は平均出力 25%、6 時間は出力 100%で運転し、最後の出力 100%運転での 6 時間運転が終了した時点で事故が発生

2 環境への放出量の算出条件

- (1) 原子炉から格納容器への放出割合 (同位体含む 59 核種)

核種	漏えい率%	核種	漏えい率%
Xe, Kr	100	Ru	2
I [*] , Br	50	Mo, Tc, Rh	1
Cs, Rb	30	Ce, La, Pr, Y	1
Te, Sb	15	Nb, Zr	1
Ba, Sr	5		

※I の組成 : 無機ヨウ素 98%、有機ヨウ素 2%

- (2) 減衰に係る定数の扱い

ア 沈着効果

格納容器内での沈着速度 : 3.0×10^{-5} m/s

表面積と容積の比 : 1.2

ただし、ヨウ素の沈着については無機ヨウ素のみ考慮

イ 漏えい率

	~ 3 時間まで	3 時間以降
一次格納容器からの漏えい率	0.34%VPD	0.17%VPD
二次格納容器からの漏えい率	10%VPD	5%VPD

- (3) 放出率の計算

ア 格納容器から環境への放出時間

最初の 3 時間、3 時間経過以降 30 日間まで

イ 実効放出継続時間

24 時間

3 気象条件

放出高さ	地上放出
大気安定度	F
風速	1 m/s
同一風向継続時間	6 時間

試算1 災害時の環境影響評価

2016年2月4日

日本原子力研究開発機構
安全研究センター
本間俊充

目的

- これまでの原子力艦の原子力災害対策に係る技術的検討を踏まえて、H15調査報告書で検討された事故想定による放射性物質の放出に伴う応急対応範囲を検討する。
- 検討に際しては、国際原子力機関(IAEA)安全要件文書(GSR Part 7, 2015)による防護措置範囲(PAZ, UPZ)を対象とする。

PAZ: 予防措置範囲(precautionary action zone)

- 敷地外の重篤な確定的健康影響を回避又は最小にするために、原子力又は放射線の緊急事態の発生時に緊急防護措置を実施する取り決めが作成されている施設周辺の区域。この区域内の防護措置は、施設のその時の状態に基づいて、放射性物質の放出又は被ばくの前、又は直後に実施されることになる。

UPZ: 緊急防護措置計画範囲(urgent protective action planning zone)

- 原子力又は放射線の緊急事態の発生時に、国際基準に従って敷地外の線量を回避するため、緊急防護措置を講じるための整備をしておく施設周辺の区域。この区域内の防護措置は、環境モニタリング、又は適宜、施設の状態に基づいて講じることになる。

応急対応範囲の判断基準

範囲	回避すべき放射線影響	防護量	判断基準	考慮すべき被ばく経路		
				吸入	クラウドシャイン	グランドシャイン
PAZ	重篤な確定的影響	AD(赤色骨髄)	1 Gy	X	X	1日
		AD(胎児, 吸入)	1 Gy	X		
UPZ	確率的影響	E(実効線量)	100 mSv	X	(X)	(7日)
		H(小児, 甲状腺等価線量)	50 mSv	X	(X)	(7日)

2

評価条件

1. 原子炉の運転条件

原子炉600 MWth, 平均出力15%で25年間運行で、放射性核種の炉内蓄積量を算定

2. 格納容器への放出割合(59核種)

希ガス:100%、ヨウ素:50%(無機ヨウ素:98%、有機ヨウ素:2%)、その他

3. 格納容器内の沈着効果

H15報告書による

4. 環境への漏えい

最初の3時間と、以後30日間の漏えい率を仮定

5. その他

実効放出継続時間:24時間、同一風向継続時間:6時間

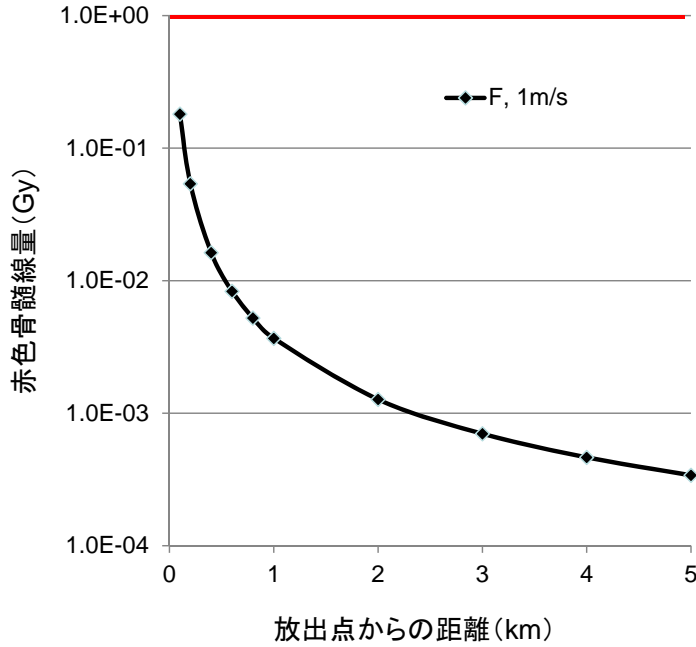
地上放出、大気安定度:F、風速:1 m/s

3

PAZの検討

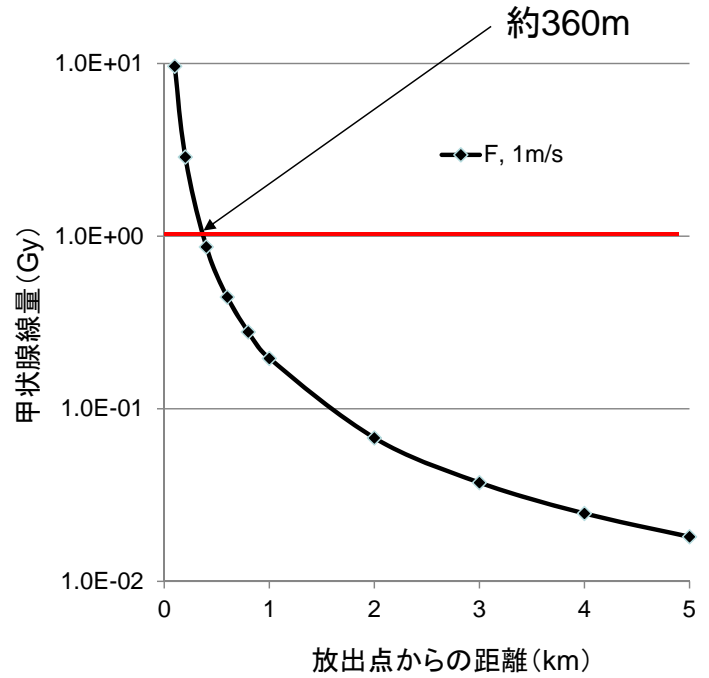
判断基準: 1 Gy (赤色骨髓線量)

被ばく経路: クラウド+グラウンド(1日)
+ 吸入(50年預託)



判断基準: 1 Gy (胎児)

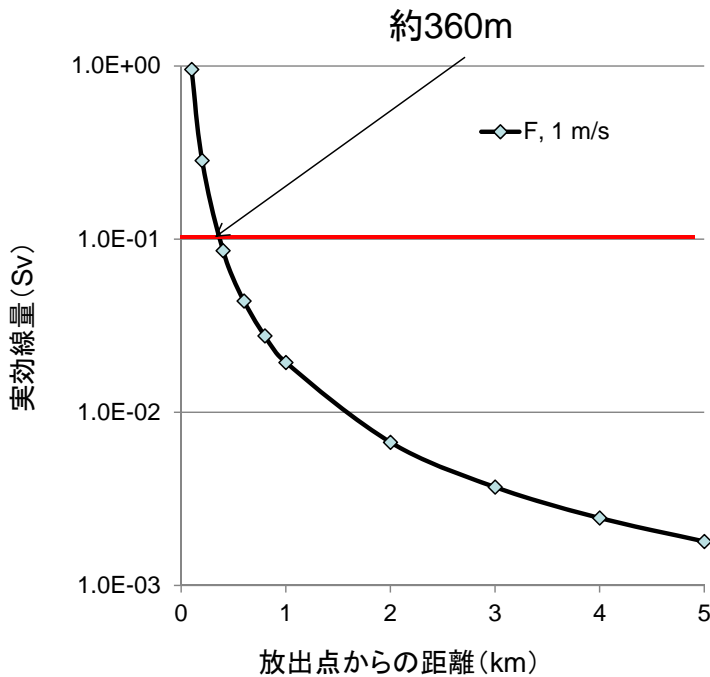
被ばく経路: 吸入(50年預託)



UPZの検討

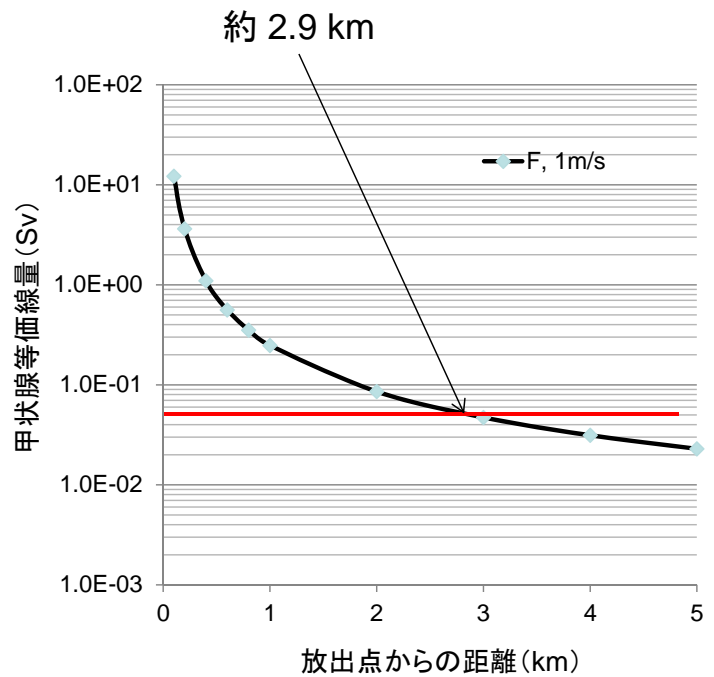
判断基準: 100 mSv (実効線量)

被ばく経路: クラウド+グラウンド(7日)
+ 吸入(50年預託)



判断基準: 50 mSv (小児甲状腺等価線量)

被ばく経路: クラウド+グラウンド(7日)
+ 吸入(50年預託)



まとめ

- PAZの範囲は、急性の赤色骨髄線量1Gyのしきい値を判断指標に用いると、厳しい気象条件(大気安定度F, 風速1m/s)のケースでも生じない。吸入による胎児の線量を指標にすると約360mとなった。
- UPZの範囲は、実効線量で100mSv(7日)の判断指標を用いると、厳しい気象条件(大気安定度F, 風速1m/s)のケースで約360mとなった。また、小児甲状腺等価線量で50mSvを指標にすると約2.9kmとなった。小児甲状腺等価線量への寄与は、吸入経路が支配的(約99%)で、放射性ヨウ素の吸入が主たる寄与(約88%)となった。

試算2 商用原子力発電所のPAZ及びUPZの 原子力艦災害への適用

平成28年2月4日

公益財団法人 原子力安全技術センター

下吉 拓治

1

原子力規制委員会から提示されている商用原子力発電所のPAZ及びUPZについて以下の仮定を置いて検討する

予防的防護措置を準備する区域 (PAZ: Precautionary Action Zone)

PAZとは、急速に進展する事故においても放射線被ばくによる確定的影響等を回避するため、EALに応じて、即時避難を実施する等、放射性物質の環境への放出前の段階から予防的に防護措置を準備する区域のことを指す。PAZの具体的な範囲については、IAEAの国際基準において、PAZの最大半径を原子力施設から3～5kmの間で設定すること(5kmを推奨)とされていること等を踏まえ、「原子力施設から概ね半径5km」を目安とする。

⇒ 確定的影響の発生が予測される範囲と仮定

緊急時防護措置を準備する区域 (UPZ: Urgent Protective Action Planning Zone)

UPZとは、確率的影響のリスクを最小限に抑えるため、EAL、OILに基づき、緊急時防護措置を準備する区域である。UPZの具体的な範囲については、IAEAの国際基準において、UPZの最大半径は原子力施設から5～30kmの間で設定されていること等を踏まえ、「原子力施設から概ね30km」を目安とする。

⇒ 確率的影響のリスクが許容レベル以上となると予測される範囲と仮定

2

(1) 検討の基本方針

原子力規制委員会から提示されている目安：

PAZ: 5km

UPZ: 30km

これらの目安となる距離を用い、ガウスプルームモデルに基づく「スケーリング」の手法で原子力艦災害における「応急対応範囲」を検討する。

PAZ及びUPZの概念が、「応急対応範囲」においては以下のものと対応すると仮定する。

PAZ→「避難を実施する範囲」

UPZ→「屋内退避を実施する範囲」

上記の内容を式で表現すると、以下の式を満足する距離Xを求めることになる。

$$\frac{\text{相対濃度}(X\text{km}) \times (\text{原子力艦事故時放出率})}{\text{相対濃度}(5\text{km}) \times (\text{商用原子力発電所事故時放出率})}$$

3

(2) 評価条件

2-1) 原子炉の出力

原子力艦 空母

搭載された原子炉の熱出力を600MW、運転期間は25年でその間の平均出力は15%と仮定する。従って、平均的な運転をしている段階での出力は $600 \times 0.15 = 90\text{MW}$ となる。

商用原子力発電所

熱出力3000MWを想定し、出力100%で4年間運転した直後に事故が発生するものと仮定する。

2-2) 支配的核種

PAZ及びUPZの範囲を示す距離の評価では、放射性ヨウ素が支配的であるとす。

4

(3) スケーリングによる推定過程

3-1) 商用原子力発電所に対する原子力艦の原子炉の出力比・炉内蓄積量比

① 出力比(原子力艦は平均出力15%)

空母 0.03 (90MW/3000MW)

② 炉内蓄積量比

平均出力に基づく評価では、以下の関係が成り立つ。

(炉内蓄積量比) = (出力比)

注) 放射性ヨウ素等の短半減期核種について成立する。

5

3-2) スケーリングを行うための仮定

- ① 相対濃度は同一の関数と仮定する。
- ② 炉内蓄積量に対する放出量の割合は同じと仮定する。
- ③ 事故時の放出継続時間は同じと仮定する。

(原子力艦事故時放出率) = ρ × (商用原子発電所事故時放出率)

ρ = (出力比) = (炉内蓄積量比) = (事故時放出率比)

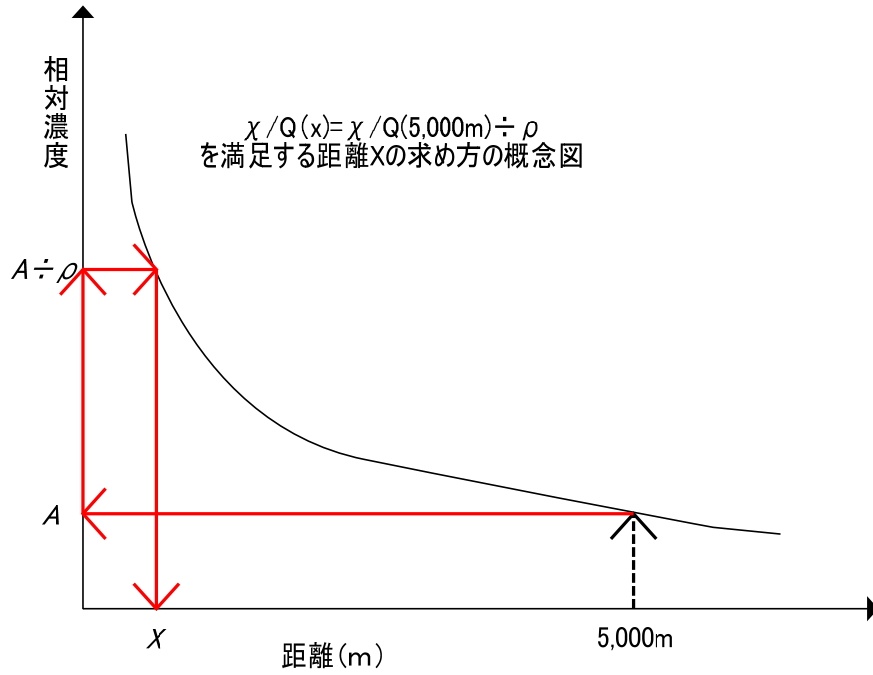
3-3) スケーリングの式

相対濃度(X) × (原子力艦事故時放出率)
= 相対濃度(5km) × (商用原子力発電所事故時放出率)

$$\chi_{npw}(x) = \frac{Q_{npw}}{\pi u \sigma_y \sigma_z(x)} = \chi/Q(x) \times Q_{npw} = \chi_{com}(5,000m) = \chi/Q(5,000m) \times Q_{com}$$

$$\chi/Q(x) = \chi/Q(5,000m) \times \frac{1}{\rho}$$

6



(4) スケーリングによる試算結果

	平均出力15%に対応する応急対応範囲	
	避難を実施する範囲	屋内退避を実施する範囲
原子力空母	497.7m	2147.7m