

# 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 見解とりまとめ

平成28年3月30日

はじめに

東京電力福島第一原子力発電所事故（以下「東電福島事故」という。）の教訓、原子力緊急事態への準備・対応に関する国際基準の動向等を踏まえ、旧原子力安全委員会による「原子力施設等の防災対策について」に替えて、原子力規制委員会において「原子力災害対策指針」（平成24年10月。以下「新指針」という。）が新たに策定され、平成27年4月及び8月に全部改正された。

本作業委員会は、こうした動きが「原子力艦の原子力災害対策マニュアル」（平成16年8月。以下「現行マニュアル」という。）にどのような影響を与えるかを専門的・技術的に検証するため、昨年11月の設置以降5回にわたり委員会を開催し、審議を行ってきた。

検証に当たっては、原子力艦が寄港する自治体からのヒアリングを実施したほか、平成18年に米国から提示された「米国の原子力軍艦の安全性に関するファクトシート」（以下「ファクトシート」という。）の情報、IAEA（国際原子力機関）の原子力緊急事態への準備・対応に関する最新の国際基準等を参考とした。また、事務局において、米国への確認を含む必要な調査等を行った。

作業委員会で検証を行った主な論点は以下のとおりである。

1. 通報基準・緊急事態の判断基準
2. より早期に異常事態を覚知するための措置
3. 応急対応範囲等

作業委員会は、このうち、論点1と論点2については、「時系列に応じた防護措置」として、論点3については「応急対応範囲の検証」として整理し、それぞれ以下の通り見解を取りまとめた。

## 1. 時系列に応じた防護措置

### (1) 通報基準、緊急事態の判断基準について

- ・ 現行マニュアルにおいて、通報基準、緊急事態の判断基準は、それぞれ、政府における初動対応、住民避難・屋内退避等の防護措置を開始する目安と位置付け、以下のとおり規定している。

#### 通報基準

敷地境界付近の放射線量率として、1地点で10分以上1時間あたり5マイクロシーベルト以上を検出するか、あるいは2地点以上で1時間あたり5マイクロシーベルト以上を検出した場合

#### 緊急事態の判断基準

敷地境界付近の放射線量率として、1地点で10分以上1時間あたり100マイクロシーベルト以上を検出するか、あるいは2地点以上で1時間あたり100マイクロシーベルト以上を検出した場合

- ・ 一方、原子力災害対策特別措置法（以下「原災法」という。）が規制対象としている実用発電用原子炉については、原災法及び同法施行令、新指針において、施設敷地緊急事態の通報基準（原災法10条）については単に「 $5\mu\text{Sv/h}$ 」、原子力緊急事態発生時の判断基準（原災法15条）については「 $5\mu\text{Sv/h}$ （2地点以上又は10分間以上継続して検出された場合）」とされている。
- ・ 放射性物質が環境に放出された場合は、たとえその放出源がどのような施設であったとしても、放射性物質が人体に与える影響は同じであるため、原子力艦の場合と実用発電用原子炉の場合で同様の対応を取ることが合理的である。このため、新指針と同様、通報基準は「1時間あたり5マイクロシーベルト」、緊急事態の判断基準は「1時間あたり5マイクロシーベルト（2地点以上又は10分間以上継続して検出された場合）」とすべきである。

（なお、この点については、平成27年11月20日の中央防災会議主事会議において改訂済みである。）

この改訂により、時間的余裕を持つて的確な災害応急対策を行うことが可能となるものと考えられる。

なお、高齢者、障害者、乳幼児など避難の実施に時間がかかる要配慮者の避難については、新指針と同様に、より早期の準備開始、実施に留意する必要がある。

## (2) より早期に異常事態を覚知するための措置

上記(1)に加え、放射線被ばくによる確定的影響を回避し、確率的影響のリスクを最小限に抑えるためには、放射性物質の放出開始前から対応できるよう、また、放出後は迅速な防護措置を講じることができるよう、準備しておく必要がある。

そのため、以下のような措置を講じるべきである。

### ①地震発生時等の安全確認

- ・新指針では、原子炉施設等立地道府県において震度6弱以上の地震が観測された場合又は沿岸部において大津波警報が発令された場合を警戒事態とし、原子力事業者から国への連絡を義務付けている。原子力艦寄港地の県において同様の事態が発生した場合も、原子炉の異常の有無等を確認する規定をマニュアルに位置付けるべきである。

### ②情報収集

- ・現行マニュアルにおいては、原子力艦に原子力災害が発生した場合、外国政府から情報を収集することとされているが、情報収集項目が「Ⅲ. 警戒態勢」と「Ⅴ. 災害応急対策への実施」の2箇所に分かれた記載となっており、原子力災害発生後のどの時点で情報収集を行うことになるのかが必ずしも明確ではない。何らかの異常事態が発生した場合には、より早期に各種情報を収集し、対策に着手することが望ましいことから、直ちに情報収集を開始するようマニュアル上も明確にすべきである。
- ・また、情報収集項目の内容についても、その後の対策の検討に必要な

な情報を遺漏なく収集できるよう、情報収集項目をあらかじめ明確化するとともに、新たに「自力航行（移動）の可否」の項目を追加すべきである。さらに、情報収集の様式を定めておくなど、その後の政府内での情報共有も含め、迅速な対応が取れるようにすべきである。

- ・なお、現行マニュアルでは、原子力艦の原子力災害の発生の恐れがある場合等の通報及び連絡の経路について、4つの場合を明記しているが、どこが通報主体であるのかが必ずしも明確ではない。我が国に寄港する原子力艦（空母、潜水艦）は、すべて米国の海軍所屬であるため、通報主体として「米国」を明記すべきである。

### ③原子力艦の移動

- ・原子力艦が移動可能であるという事実は、ファクトシートにも明記されているとおり、陸上の原子力関連施設にはない安全面での特色であると言える。仮に放射性物質の環境への放出が避けられない事態が発生したとしても、敷地外の市街地において、通報基準、緊急事態の判断基準、さらには新指針がO I L 2として定めている一時移転の基準を超えて高い線量率になることを防ぐためには、放出源となる原子力艦自体を早い段階で移動することが有効である。
- ・このため、事故発生時には、直ちに原子力艦の移動に関する協議を米国政府との間で開始する旨を、マニュアル上も明確にすべきである。

### (3) 放射性物質放出後の防護措置

- ・放射性物質放出以降の防護措置（一時移転等）についても、前述（1）と同様の観点から、新指針が定めるO I Lを参考にして対応すべきであり、その旨をマニュアル上も明確にすべきである。
- ・さらに、安定ヨウ素剤については、新指針と同様に、P A Zに相当する範囲においては住民への事前配布、U P Zに相当する範囲にお

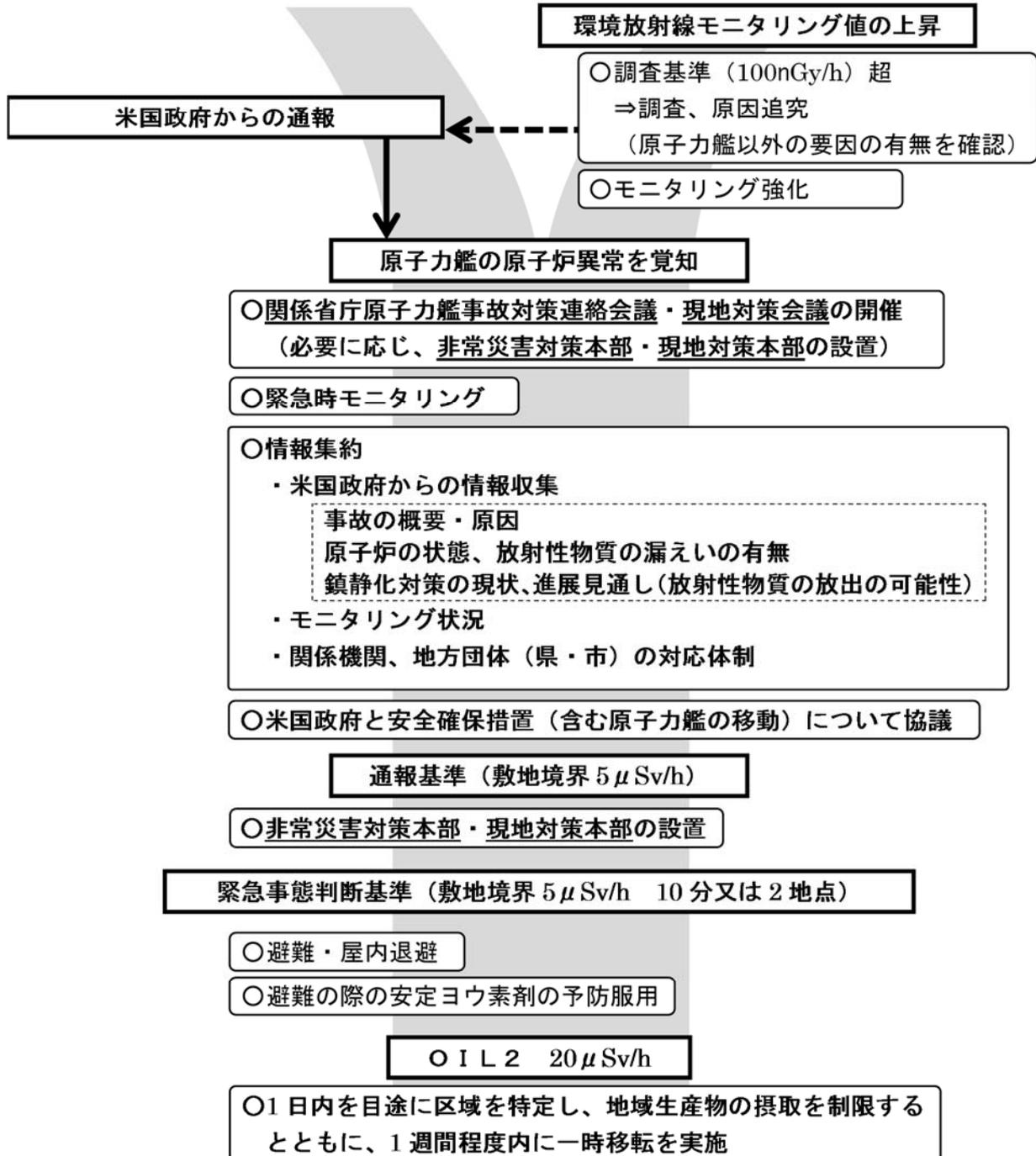
いては避難等に併せた服用が行えるよう、体制を整備することが望ましい。

#### (4) 時系列に応じた対応のイメージ

以上のような原子力艦の原子力災害時の緊急事態応急対策を、時系列（タイムライン）として例示すると次頁のようになる。防災対策においては、タイムラインを意識してフェーズに応じた対応を行うことが重要であり、現行マニュアルについてはこのような観点から必要な見直しを行うべきである。

## 原子力艦の原子力災害発生時の緊急事態応急対策イメージ (線量基準 (敷地境界 $5\mu\text{Sv/h}$ ) 検出前に米国からの通報があった場合)

(震度 6 弱以上の地震、大津波警報発令の場合、米国政府に対応状況を確認)



## 2. 応急対応範囲の検証

現行マニュアルは、応急対応範囲（原子力艦による原子力災害が発生した場合、放出源情報等が十分に得られない状況下で屋内退避若しくはコンクリート屋内退避あるいは避難を実施する範囲）として、以下の通り定めている。これについて検証を進める。

	原子力空母	原子力潜水艦
コンクリート屋内退避又は避難を実施する範囲	半径 1km 以内	半径 0.5km 以内
屋内退避を実施する範囲	半径 1km と 3km で囲まれる範囲	半径 0.5km と 1.2km で囲まれる範囲

### (1) 原子力災害対策指針が定める原子力災害対策重点区域

- ・新指針は、実用発電用原子炉の原子力災害重点対策区域について、国際基準や東電福島事故の教訓等を踏まえ、以下の通り定めている。

#### 予防的防護措置を準備する区域

(PAZ:Precautionary Action Zone)

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を回避するため、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。原子力施設から概ね半径 5 km。

#### 緊急時防護措置を準備する区域

(UPZ:Urgent Protective Action Planning Zone)

確率的影響のリスクを最小限に抑えるため、緊急時防護措置を準備する区域。原子力施設から概ね半径 30 km。

- ・原子力艦の原子力災害の場合には、原子力施設の状況に基づいた対応（EAL）は適用されないが、発災直後、緊急事態応急対策として、避難、屋内退避等の防護措置を迅速に行うため、PAZ、UP

Zの考え方を参考とすることは、防護措置を準備しておく上で有効である。

## (2) 原子力艦の原子炉の特性等

- ・新指針やその参考とされた国際基準において、PAZ、UPZは、施設の特性等を踏まえ、その影響の及ぶ区域を定めることとされている。原子力艦の原子炉の特性等について、以下検討する。
- ・まず、昨年11月に定められたIAEAの原子力緊急事態への準備・対応に関する新たな安全要件（GSR part7、2015.11）においては、原子力艦の原子炉は、実用発電用原子炉とは異なる（1ランク低い）危険度評価のカテゴリーに位置付けられている。
- ・また、諸外国の応急対応範囲に相当する範囲がどの程度であるのかについて、事務局において調査したところ、いずれの国においても、現行マニュアルが定める我が国の応急対応範囲より狭い、若しくはほぼ同等の範囲であった。なお、米国においては、国内の原子力艦の母港や原子力艦が置かれているいかなる港においても、屋内退避、避難、又は安定ヨウ素剤の配布といった公衆の防護措置のための原子力艦に特定した計画は、公衆の安全のために必要とされないため、存在しないとのことであった。
- ・作業委員会では、我が国特有の事情としての寄港地における地震、津波等の影響や、想定される事故発生要因（外部電源喪失等）、また原子力艦の燃料特性についても議論を行ったが、原子力艦の原子炉が、実用発電用原子炉の場合と比べて特に脆弱であるという事情は認められなかった。
- ・一方で、前述のとおり、原子力艦は移動可能であるという特色を有しており、この点は安全サイドに評価することができる。
- ・原子力艦のPAZ、UPZに相当する範囲の検討に当たっては、こ

これらの原子力艦の原子炉の特性等を踏まえ、具体的な検討を行う必要がある。

### (3) 原子力艦のPAZ、UPZに相当する範囲の検討

#### ①試算の考え方

- ・ 実用発電用原子炉においても、原子力艦の原子炉においても、事故の態様、規模は様々なものが考えられるが、どのような事故であれ、同種・同規模の事故であれば、環境中に放出された放射性物質の影響の大きさ（影響が及ぶ範囲）は、原子炉の潜在的危険性、すなわち放射性物質の炉内蓄積量（インベントリ）によって決まると考えられる。
- ・ このため、東電福島事故との比較で、原子力艦の事故時の影響の大きさをインベントリで評価することとした。これは、東電福島事故が、津波という共通要因事象で複数基事故が発生した初めての事象であって、実用発電用原子炉のPAZ、UPZがこれを踏まえて策定されたことを考慮したものである。
- ・ インベントリとしては、事故発生時における放射性ヨウ素（I-131, I-132, I-133, I-134, I-135）を対象に検討することとした。対象とする核種として放射性ヨウ素を選定したのは、応急対応範囲を決定するに当たっては、放射性ヨウ素による甲状腺被ばくの影響が支配的であるためである。セシウムなど他の核種の影響も考えられるが、放射性物質放出直後の応急対策のための範囲の決定に寄与するものではない。
- ・ 試算手法としては、ガウスプルームモデルに基づくスケーリングを採用した。この手法では、ある地点の特定の放射性物質の濃度を相対濃度と放出率に分解し、ガウスプルームモデルにより相対濃度の分布を算出する。これを用いて、実用発電用原子炉のPAZ（概ね半径5 km）、UPZ（概ね半径30 km）に相当する放射性物質の濃度は、原子力艦の場合はどれくらいの距離において

計測されるかを試算するものである。

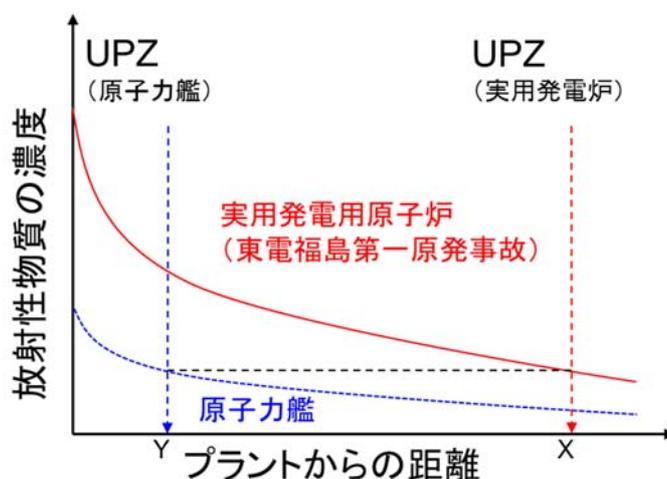


図 スケーリングの考え方

## ②試算の前提条件

- ・ 試算の前提条件は、以下のとおり設定した。

### ○実用発電用原子炉

東電福島原発1号機～3号機事故時における放射性ヨウ素のインベントリ

### ○原子力艦

下記運転条件における放射性ヨウ素のインベントリ

出力：平均15%（25年間運転）（ただし直前4日間は6時間100%運転、18時間15%運転とし、入港し接岸した時点で事故が発生し、直後に環境放出が始まると想定）

空母：600MW×2基、潜水艦：160MW×1基

### ○環境条件

大気安定度：F

風速：1m/s

- ・ 出力については、客観的に示されている事実を踏まえ、ファクトシートに「平均的な出力レベルは、最大出力の15%以下である」とされていること、また、ジョージ・ワシントンが23年目に日本に

寄港していたことを考慮し、25年間運転と厳しい条件を採用した。さらに、より安全サイドに評価するため、直前の100%運転を条件に追加し、さらに接岸直後に環境放出が始まるという想定とした。

- ・入港し接岸した時点で事故が発生し、直後に環境放出が始まるとの想定は、短半減期の放射性ヨウ素の崩壊を考慮しないという点で保守的な条件である。
- ・大気安定度Fに加え風速1m/sを想定したのは、大気が安定しており、風下方向における放射線の濃度が高くなる状況を想定した、最も厳しい条件での試算を実施するためである。
- ・これらの試算条件は、いずれも、ファクトシートや東電福島事故の最新の知見を踏まえて設定したものである。
- ・上記の条件で試算した場合、原子力空母の場合、PAZに相当する範囲は約640m、UPZに相当する範囲は約2800mとなった。また、原子力潜水艦については、それぞれ約190m、約760mとなった。(別紙)

#### (4) 応急対応範囲の検証結果

##### ①緊急事態応急対策のための応急対応範囲

- ・(1)～(3)の検討を踏まえると、発災直後の緊急事態応急対策のための応急対応範囲については、以下の通り考えられる。
- ・原子力空母の場合、新指針の「PAZに相当する範囲」すなわち「避難を実施する範囲」は半径1km、「UPZに相当する範囲」すなわち「屋内退避を実施する範囲」は半径3kmとすべきである。また、原子力潜水艦については、それぞれ0.5km、1.2kmとすべきである。
- ・また、新指針におけるPAZ、UPZで定められている範囲は「目

安」であり、「概ね」の半径を示している。実際に各自治体の地域防災計画において定められる避難・屋内退避等を実施する範囲は、地形や道路の有無等によって定められることを踏まえると、応急対応範囲についても、距離の表記については新指針と合わせ「概ね」とすることが適当である。

- ・ なお、実際の事故発生時に影響が及ぶ範囲は、応急対応範囲より狭いことも広いこともある。このため、応急対応範囲の外であっても、新指針と同様に対処していくことをマニュアルに明記すべきである。
- ・ 加えて、病院や介護施設においては避難より屋内退避を優先することが必要な場合があり、この場合は、一般的に遮へい効果や建屋の気密性が比較的高いコンクリート建屋への屋内退避が有効であることに留意する必要がある。

## ②原子力艦の移動の影響

- ・ 発災した原子力艦が湾外に移動する場合に、沿岸自治体に与える影響については、現行マニュアル策定の際にも試算されており、発災艦が沖合を移動する場合であっても、岸边において避難や屋内退避等を行う必要性はないという結果であった。今回、スケーリングによる試算結果を踏まえ、改めて試算を行ったが、避難・屋内退避等の対応が必要なものとは認められなかった。なお、発災艦が移動中に事態が進展することも想定されるため、適切にモニタリングを実施すべきである。

おわりに

本見解を踏まえ、直ちに現行マニュアルの改訂を実施することが望ましい。その際には、関係自治体に対して、改訂の趣旨についての丁寧な説明が行われるべきである。

言うまでもなく、原子力艦の災害対策に当たり最も重視すべきは、寄港地の地域住民の安全・安心の確保である。改訂後のマニュアルの実効性の確保に向け、関係省庁が連携して迅速かつ適切な災害応急対策を実施できるよう、マニュアルを踏まえた防災訓練の実施に取り組むとともに、これを通じて、地域住民の理解を深めるよう努力されたい。

## スケーリングによる試算方法の特徴

- 原子力艦と実用発電用原子炉の潜在的な危険性を比較
  - 運転に伴う放射性物質の炉内蓄積量に基づく評価
  - 事故想定に依存しない評価が可能
  
- 原子力規制委員会のPAZ、UPZの目安となる距離と比較
  - 国際原子力機関(IAEA)の安全基準に規定されるPAZ、UPZの設定理由を考慮(GS-G-2.1、2007)
  - 福島事故の経験を反映

## 試算条件

- 比較対照としては、福島第1原子力発電所を選定(1～3号機)
  - 原子力規制委員会の目安が福島事故の影響を考慮している
  - 炉内蓄積量はJAEA - Data/Code2012-018を用いる
  
- 原子力艦について
  - 平均出力15%(25年間運転)に加え、入港前4日間における100%出力運転を考慮
    - 【100%出力で6時間運転し、その後は出力15%で18時間運転する】を4日間に渡って行うと想定
  - 入港し接岸した時点で事故が発生し、その直後に環境放出が始まると想定
  - 空母(600MW×2基)、潜水艦(160MW×1基)を想定
  
- 影響が支配的である放射性ヨウ素で炉内蓄積量を比較
  
- 大気安定度F、風速1m/s

## 事故時炉内蓄積量計算結果

	炉内蓄積量Bq	福島に対する炉内蓄積量の比 $\rho$
原子力空母	$3.4 \times 10^{17}$	0.045
原子力潜水艦	$4.5 \times 10^{16}$	0.0061
福島(1～3号機)	$7.5 \times 10^{18}$	1.0

- ① 放射性ヨウ素としては、I-131、I-132、I-133、I-134、I-135を考慮した。
- ② 炉内蓄積量は、胎児甲状腺吸収線量変換係数で重みづけを行いその和をとったものである。
- ③ 原子力空母の炉内蓄積量は2基分(600MW×2基)の値である。

## スケーリングの結果

### (1)スケーリングの式

相対濃度  $\chi/Q$ に関する以下の式を満足する距離を求める。

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

上式はPAZに対するものであり、5,000mを30,000mとすれば、UPZに対するものとなる。

### (2)スケーリングの結果

原子力規制委員会が目安として示すPAZ及びUPZの範囲を、スケーリングで原子力艦に適用した結果は以下の通りとなる。

	PAZに相当する範囲	UPZに相当する範囲
原子力空母	約640m	約2800m
原子力潜水艦	約190m	約760m

上表において、原子力空母は600MW×2基としての計算結果である。