

平成28年2月26日

内閣府防災担当大臣 河野太郎殿

## 要 請 書

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

共同代表	呉 東	正 彦
同	新 倉	裕 史
同	小 林	麻 利 子
同	今 野	宏
同	三 影	憲 一

2月4日の原子力艦災害対策マニュアル見直し検討作業委員会で委員の試算として発表された避難を要するPAZも、防災重点範囲であるUPZも、10年以上前の時代遅れの防災範囲の計算と全く同じものとなっています。

これでは明らかに不当な、住民の安全よりも、米国への配慮を重視した、政治的なものと評価されざるをえないのではないのでしょうか。

このままでは、原発でPAZも、UPZも拡大されたのに、原子力空母では従前どおりという著しい二重の基準が維持されて、3キロ以遠に住む地元横須賀市民や、首都圏300万人の住民の安全は、防災対策なしに見殺しにされてしまい、到底住民や自治体の納得が得られるものではありません。

その最大の原因は、以下のとおり、原子力空母や、原子力発電所の事故についての実態を踏まえない諸条件の設定によるものと考えられます。各試算は、考え方のモデルを示したとは言えますが、原発でも防災範囲が拡大したように、原子力空母や、原子力発電所の事故についての実態を踏まえた条件の設定をしていけば、原子力空母でも同様に、科学的根拠をもって拡大されざるをえないものです。

そこで、原子力空母の母港である横須賀市に住む私達は、万一の原子力艦事故から、住民の安全を守るという死活的課題の実現のため、河野大臣、ご担当官及び作業委員会各委員に対して、以下の点について指摘、質問いたすとともに、それらを十分に再検討し、国民各層の意見や、私達の推薦する市民的立場の専門家の知見を聴取して、現在の防災マニュアルを見直し、最悪の事故を想定した、原発並のPAZ、UPZに拡大することを、緊急に強く求めるものです。

## 1、別紙試算1の問題点

(1)平成15年調査報告書(第3回配付参考資料2の技術資料1)は、平均出力25%で15年間運転、直前4日間は1日18時間は平均出力25% 6時間は100%の終了時点で事故発生という想定であったのに、試算1では、平均出力15%で25年間運転と一方的に低い出力に、しかも単純に平均出力で直前の稼働状態を無視してしまっていることは、全く逆方向の、大きな後退であり、防災対策の基本たる最悪の想定に反するものとして許されない。

①平成15年調査報告書の基礎となっている2000年のオーストラリア報告書(第3回配付参考資料2の添付資料3)でも、平均出力25%としている。さらに事故直前の4日間、100%出力というより厳しい運転条件としているのである。

② 甲状腺被曝量をもとに防災基準を考えているのだから、短寿命の放射性ヨウ素の炉内蓄積量の算定の上では、平均出力より、事故直前の出力が重視されねばならず、無視することは非科学的で、許されない。

③ 直前の運転出力状態も、横須賀への入港直前には、厚木基地との間で全艦載機を離発着させることは、公知の事実であり、平成15年調査報告書も『空母が出力100%で運転するような状況としては、搭載機を離陸させるために、風上に向かって全速力で運転する場合等が考えられる。』と書かれている。

また公開された原子力空母ジョージワシントンの航海日誌(第3回配付参考資料7の添付資料3)によれば、横須賀に寄港する2011年4月20日の前の18日、19日に、propulsion plant drillという稼働中の原子炉を緊急停止させ、10分後に再稼働させ、100%稼働とするドリルを行っていたことが、昨年明らかになった。

(2)平成15年調査報告書でも、試算1でも、原子炉1基の事故しか評価されていない。

しかし、原子力空母は600MW×2基の原子炉を積んでいる。

福島原発事故の実態から、近接した場所にある、さらに同一の推進システムの一部をなしている2基の原子炉が、地震や津波、あるいはミサイルや魚雷などによる攻撃という事態を原因として、同時に事故を起こすことは科学的に充分想定されるのだから、最悪の想定として、600MW×2基の原子炉が事故を起こすとの想定とせねばならない

(3)平成15年調査報告書でも、試算1でも、事故の形態を「冷却材喪失に伴う燃料損傷」としているが、

- ① 福島原発が東日本大震災による地震と津波で冷却不能となって、核燃料がメルトダウン、メルトスルー、水素爆発を起こしたように、原子力空母も地震と津波で冷却不能となって、核燃料がメルトダウン、メルトスルー、水素爆発を起こすことが十分に想定される。

福島原発事故では、核燃料のメルトダウン、メルトスルーによって、压力容器、格納容器を突き抜けて、地表のコンクリート構造体まで達し、地下まで達している可能性もあると言われている。（本要請書添付資料8）しかし原子力空母では、原子炉は艦底近くにあるが、最悪の事故の場合、メルトダウン、メルトスルーによって、原子炉下には鉄板のみで、原発のようなコンクリート構造体はないから、メルトスルーした高温の燃料は鉄のみの艦底を貫通しえ、浅い水面で爆発を起こして、飛散することが十分に想定される。

米国学術研究会議の研究（本要請書添付資料9）は、ニミッツ型原子力空母は艦底が脆弱であると指摘している。（かつて米国で、海上フロート式原発が計画されたが、各燃料の閉じ込め機能が弱いので、NRCは許可しなかったとのことである。）

- ② また原子力空母の原子炉と事故を起こした福島原発のマーク1型原子炉は、格納容器の容積が小さいので、水素爆発によって破壊されやすいという共通点があるとアメリカの原子炉専門家ゴードン・トンプソン（本要請書添付資料7）は指摘している。

また原子力空母の船体は開放された部分が多いから、二次的格納容器としての船体の閉じ込め機能は、多くを期待できない。

- ③ さらに戦闘艦に搭載された軍事的原子炉なのだから、有事の際に、原子力空母にミサイルや魚雷が命中すれば、稼働中の原子炉につき、非常用も含めた冷却機能が一瞬で失われると同時に、船体も破壊され閉じ込め機能が失われるという想定は、その軍事的機能や今日的情勢からして、当然になされねばならない。（米国学術研究会議の研究 本要請書添付資料9参照）

- ④ 従って原子力空母における漏洩率の設定は、ほぼ100%となりうるという最悪の想定がなされねばならないし、少なくとも福島原発事故を踏まえて、厳しい方向に設定されねばならない。

2003年の想定を全く変えずに一次格納容器からの漏洩率0・34%二次格納容

器からの漏洩率10%として原子炉内の死の灰の0.034%しか外部放出されないとするのは、この見直し作業委員会の存在意義を全く喪失させるものである。

- (4) 平成15年調査報告書でも、試算1でも、風速 1 m/S 大気安定度 F (安定) という気象条件の設定で試算している。平成15年調査報告書には、寄港地の実気象データが入手できなかったので、とあるが、横浜地方気象台による横須賀市の気象データは提供可能であるので、それ以外の気象条件での検討も求める。(本要請書添付資料10)

また福島原発事故の飯館村や中通り地方の放射能被害に見られるように、風下への死の灰の降下が集中する降雨時、降雪時という気象条件の試算もされたい。

- (5) 平成15年調査報告書では、実効線量について、避難ゾーンは50mSv以上、屋内退避ゾーンは10mSv以上を基準としていた。

ところが試算1は、平成15年調査報告書と、放射線量の算出の仕方は同様としながら、実効線量について屋内退避ゾーンは従前の10mSv以上ではなく、100mSv以上と10倍にしてしまっている。

これは明らかに、安全性を放棄する後退に他ならない。

なぜ、実効線量について屋内退避ゾーンは従前の10mSv以上としないのか。

(防災対策基準を5mSv/hとすることとの整合性が取れるのか?)

## 2、別紙試算2の問題点

- (1) 原子力空母の出力と運転条件については、1(1)と同様の問題点がある。

平成15年調査報告書では、平均出力25%で15年間運転、直前4日間は1日18時間は平均出力25%、6時間は100%の終了時点で事故発生という想定であったのに試算1では、平均出力15%で25年間運転と一方的に低い出力に、しかも単純に平均出力で直前の稼働状態を無視してしまっていることは、全く逆方向の、大きな後退であり、防災対策の基本たる最悪の想定に反するものとして許されない。

この直前の運転条件で放射性ヨウ素の炉内蓄積量を考えれば、原発の出力比の約50%となる。

- (特に、支配的核種を放射性ヨウ素とするのであれば、平均出力より、事故直前の出力が重視されねばならず、無視することは非科学的で、許されない。)

- (2) 放射性物質の炉内蓄積量比によって、対策範囲を比較するならば、放射性ヨウ素が支配的であるという限定をすべきでない。

福島原発事故の実態に照らし、長寿命の核種の影響は深刻である。

そして原子力空母の場合には、25年間連続運転をするのであるから、長寿命の核種の炉内蓄積量もまた、重視されねばならない。

そして、長寿命の核種の炉内蓄積量は原発の出力比(この場合4年運転)×平均出力の5倍以上とされねばならない。

- (3) 事故を起こす原子炉の数については、1(2)と同様に、2基同時に事故を起こしうると想定されねばならない。

- (4) 上記の3要素を考慮すると、原子力空母の場合、

- ①仮にヨウ素等の短寿命の核種とそれ以外の長寿命の核種との炉内蓄積量を2・1としても、原発との炉内蓄積量比は、

ヨウ素等                      長寿命核種

$$1200\text{MW}/3000\text{MW} \times (2/3 \times 50\% + 1/3 \times 25\% \times 5) = \underline{0.3}$$
となる。

- ②ヨウ素を重視して9・1としても、原発との炉内蓄積量比は、

$1200\text{MW}/3000\text{MW} \times (90\% \times 50\% + 10\% \times 25\% \times 5) = 0.23$ となる。

- (5) 漏洩率が過少であること、気象条件の設定、PAZやUPZの設定での実効線量や小児甲状腺等価線量の設定が高すぎる点については、1に指摘したのと同様である。
- (6) 即ち、上記の原子力空母の実態に則した条件を設定するだけで、炉内蓄積量比について、10倍の差が生じるのであり、少なくとも試算2の炉内蓄積量比の10倍の0.3として、PAZやUPZが算出されねばならない。
- (7) このような炉内蓄積量比によるUPZの算出方法で、原子力資料情報室の上沢千尋研究員は、10.5KMがUPZとされるべきであるという報告書を作成している。  
(本要請書添付資料6)
- (8) また、原子力規制委員会の原子力災害対策指針(第3回配付参考資料4)は40.41頁の『表4 実用発電用原子炉以外の原子力災害対策重点区域について』において、研究開発段階の原子炉及び試験研究用原子炉施設で熱出力が5万KW以上のものについてUPZを8-10kmと定めている。  
原子力空母も如何なる意味でも熱出力5万KW以上の原子炉である。  
従ってこのような人口密集地への原子力空母を受け入れた国の、地元住民への責任として、より安全側への事故想定と防災範囲の設定がなされねばならない。

3、以上について、添付の資料とともに、専門委員に私達、及び私達の推薦する専門家が説明する場を緊急にもっていただき、再検討なさることを求めます。

原発の原子力災害対策指針の策定作業には、委員会を公開して傍聴を許可し、市民的科学者や、市民の意見を聞く場が設けられ、パブリックコメントが行われたのですから同様に実施していただくことを求めます。

4、これまでの新聞報道等によっても、横須賀以外の神奈川県内の周辺自治体や、対岸の千葉県の自治体関係者、住民も、原子力艦の防災体制の不備について、重大な懸念を表明し、防災対策範囲の見直しを求めていますし、多数の報道機関や首都圏住民が、この見直し作業の成り行きに重大な関心をもっています。

福島原発事故を受けて原発は、それまでの防災範囲が、周辺5キロ以内が避難区域、30キロ以内が防災重点区域と拡大され、原子力空母の場合には、それと比較にならない多数の住民が周辺に居住しているのですから、同様に避難区域、防災重点区域が拡大されないと、市民の安全、安心は図れませんし、大きな批判を浴びることになりかねません。

この問題に重大な関心をもっている首都圏住民、周辺自治体、そして世論が納得のいくよう、この見直し検討委員会において、きちんと防災対策範囲の拡大の結論を出して頂くよう、強く求めるものです。

5、添付資料（1月12日付け要請書添付資料1ないし5に加えて）

添付資料6 上沢千尋報告書2

添付資料7 ゴードン・トンプソン報告書

添付資料8 福島原発1号機の核燃料 原子炉に核燃料なし。

添付資料9 ネプチューンペーパー（米国学術研究会議の研究）

添付資料10 横須賀の気象条件

## 原子力空母に対する防災計画の“不備”について

2013年3月22日

上澤千尋

原子力資料情報室

東京都新宿区住吉町 8-5 曙橋コーポ 2B

<http://cnic.jp>

現在、原子力航空母艦や原子力潜水艦（原子力艦）で放射能放出事故が起きた場合を想定しての災害対策計画は、中央防災会議によって定められた防災基本計画原子力災害対策編の第4章「原子力艦の原子力災害」により策定されることになっている。実際の計画策定にあたっては、「原子力艦災害検討委員会検討結果<sup>1</sup>」に示されている判断基準に基づき対象範囲を設定した結果、下の表1のようになっている。

表1 原子力艦に対する防災計画の策定範囲

対象となる原子力艦	原子力空母	原子力潜水艦
避難を計画する範囲	半径1km以内	半径0.5km以内
屋内避難を計画する範囲	半径1kmから 半径3kmまで	半径0.5kmから 半径1.2kmまで

福島第一原発事故後、2013年2月27日に改訂された「原子力災害対策指針<sup>2</sup>」に基づく「原子力発電所」の防災計画は次のような範囲（重点区域）を対象と定めている：

- ・ 放射線被曝による確定的影響（急性障害のこと）を避けるための避難措置を講ずる範囲（PAZ）として「原子力施設から概ね5km」
- ・ 放射線被曝による確率的影響（晩発性障害のこと）を最小限に抑えるため緊急時防護措置を

<sup>1</sup>原子力安全委員会、原子力艦の原子力災害における技術的検討事項、2003年12月17日、<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/senmon/shidai/kangaitask/kangaitask001/siryo2.pdf>

<sup>2</sup>原子力災害対策指針（2012年10月31日原子力規制委員会決定）（2013年2月27日全部改正）、[http://www.nsr.go.jp/activity/bousai/data/130227\\_saitaishishin.pdf](http://www.nsr.go.jp/activity/bousai/data/130227_saitaishishin.pdf)

準備する範囲（UPZ）として「原子力施設から概ね 30km」

- 放射能雲（ブルーム）通過時の被曝（放射性ヨウ素による甲状腺被曝など）を避けるための防護措置を実施する範囲（PPA）として「原子力施設から 30km 以遠」

PAZ がこれまでの避難を計画する範囲に相当し、UPZ が屋内避難を計画する範囲に相当するものと考えられる。

福島第一原発で放出された（いまも放出されつつある）放射性物質の量とその拡散状況を考えると、この改定範囲でも十分とは言えないが、原子力発電所に対する防災計画はこの指針に基づき改定が進められているが、原子力艦に対しては改定される気配すらない。

とくに、原子力空母には、熱出力にして 60 万 kW の原子炉が 2 基搭載されている（全体で電気出力 40 万 kW の原子力発電所に相当）と推定されるにもかかわらず、原子力発電所に比べて、あまりにもせまい範囲しか防災計画の策定対象としていない。商業用でない発電用の原子炉施設や研究開発段階の原子炉施設であっても、熱出力が 5 万 kW 以上のものであれば、重点区域（UPZ）を 8～10km としている。このことからしても、原子力空母の対策がいかに軽んじられているかわかる。

こういうことが起きている大きな理由のひとつに「原子力艦災害技術検討委員会検討結果」（検討結果）における事故想定が甘いことにあると考えられる。以下に具体的に問題点を指摘する。

## 1. 「原子力艦災害技術検討委員会検討結果」における事故想定の問題点

(1) ジョージ・ワシントンに代表されるニミッツ級の原子力空母は、熱出力 60 万 kW の原子炉を 2 基搭載しているとみられるが、そのうち 1 基でのみ事故が発生すると仮定することにより、事故が起きたときに環境中に放出される放射性物質の総量が過小に見積もられている。

これは、地震や火災など、同時に 2 基で事故が発生する可能性を無視しており、単純に考えても放出量を 2 分の 1 程度に過小評価している危険性がある。福島第一原発においては、3 基の原子炉が次々に冷却機能を失い炉心燃料が熔融した。複数の原子炉が破壊される事故が起こることをしっかりと想定すべきで

ある。

(2) どれだけの出力でどれだけの時間運転したかによって、原子炉内に貯まる放射能の種類と量が概ね決まる。空母の原子炉の運転条件を、平均出力 25%で 15 年間、事故直前の 4 日間は 25%で 18 時間、100%で 6 時間と仮定しているのだが、実際には 20 年の運転（実績）を経過していること、および、事故直前の条件として 4 日間 100%出力（オーストラリア放射線防護・原子力安全局による報告書<sup>3</sup>）という条件が想定されるケースがあることに比べて、いずれも過小な見積もりになっている。

(3) 事故の形態として、「冷却材喪失に伴う燃料損傷」を仮定しているが、炉心全体にわたる大規模な燃料熔融、および、原子炉容器の破壊を想定していないなど、チェルノブイリ原発や福島第一原発での状況を反映していない甘い想定である。

表 2 事故時の原子力空母から環境中への放射能の漏えい率の想定

事故発生からの時間	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%/日 (容積)	0.17%/日 (容積)
二次格納容器からの漏えい率	10%/日 (容積)	5%/日 (容積)
原子炉からの トータルの漏えい率	0.034%/日 (容積)	0.0085%/日 (容積)

(4) 艦内にある隔壁にまで放射能の閉じ込め機能があることを認定し、事故発生以降も「二次格納容器」として機能すると仮定している。これについても、格納容器ならびに、二次格納容器（原子力発電所の原子炉建屋に相当）としての船体そのものが、水素爆発・水蒸気爆発、あるいは、熔融燃料の貫通（メルトスルー）などによって破損してしまう可能性があること無視し、環境への放出量を過小に評価している。また、これにともなって、原子炉から環境中への放射能の漏えい率を 0.0085～0.034%/日と、非常に小さく想定していることが大き

<sup>3</sup> Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, *The 2000 Ref Assess the Suitability of Australian Ports for Visits by Nuclear Powered Warships*, RB-NPW-66/00, December 2000,  
[http://www.arpansa.gov.au/pubs/RadiationProtection/ref\\_acc.pdf](http://www.arpansa.gov.au/pubs/RadiationProtection/ref_acc.pdf)

な過小評価の原因になっている（通常時の原子力発電所の原子炉格納容器からの漏えい率は、PWR の場合 0.1%/日、BWR の場合 0.5%/日である）。漏えい率の想定の問題というよりも、格納容器が破壊されずに健全であることを何の疑問も抱かずに仮定していることが問題である。

## 2. 原子力規制庁の「拡散シミュレーションの試算結果」に基づく原子力空母の防災範囲

原子力規制庁は 2012 年 10 月、地域防災計画を策定するにあたり、重点地域の決定の参考とすべき情報として「拡散シミュレーションの試算結果」を公表した<sup>4</sup>。公表後、気象データの方位に関する情報や市町村名などにいくつもの間違いが見つかり、現在は修正版が公表されている<sup>5</sup>。

この試算は、各原子力発電所において福島第一原発事故相当の事故が起きたとき、放出され拡散された放射能によって周辺住民がどれだけの線量の被曝をするか計算したものである。計算のパターンとしては、(a)福島第一 1～3 号炉と同じ量の放出量を想定したケースと (b)各原子力発電所の総出力に応じて (a)の放出量を調整したケースがある。福島第一 1～3 号炉からの総放出量としては、日本政府が国際原子力機関 (IAEA) に 2011 年 6 月に報告したヨウ素 131 換算値 77 万テラベクレル (兆ベクレル) の値を仮定している。

「拡散シミュレーションの試算結果」での事故の状況としては、放出継続時間を 10 時間、放出高さを地上 0 メートルを仮定し、各原発サイトの気象データを織り込んで、急性外部被曝の指標として事故後 10 時間の赤色骨髄の線量と、晩発性障害の指標として事故後 7 日間の実効線量を計算している。計算には米国サンディア国立研究所が開発した MACCS2 という計算ソフトを使っている。赤色骨髄の線量で 1 シーベルト (グレイ) になる距離までが PAZ の範囲を決めるための参考値 (めやす値) とし、全身に対する実効線量 100 ミリシーベルトになる距離までが UPZ の範囲を決めるための参考値 (めやす値) とすることが、原子力規制庁によって説明されている。結果のまとめを試算結果から引用して

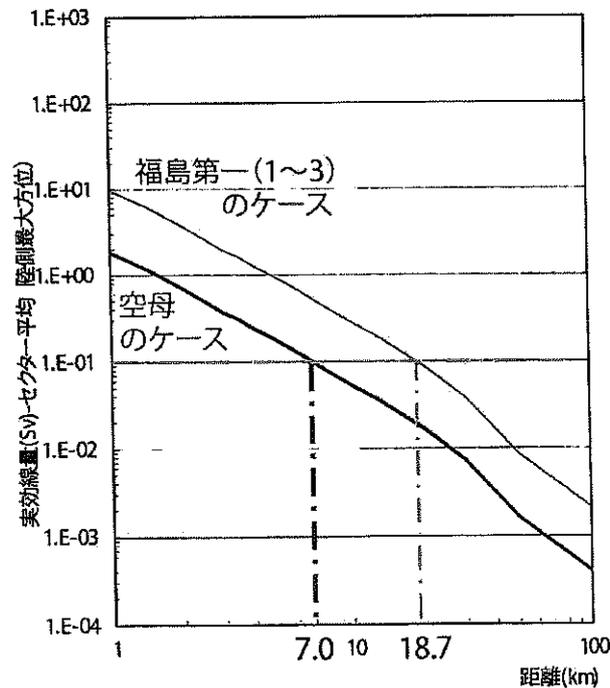
<sup>4</sup>放射性物質の拡散シミュレーションの試算結果について、  
[http://www.nsr.go.jp/committee/kisei/data/0007\\_04.pdf](http://www.nsr.go.jp/committee/kisei/data/0007_04.pdf)

<sup>5</sup>拡散シミュレーションの試算結果 (修正)、  
[http://www.nsr.go.jp/activity/bousai/data/kakusan\\_simulation.pdf](http://www.nsr.go.jp/activity/bousai/data/kakusan_simulation.pdf)

参考資料として添付する。

この決め方についてはいくつも問題がある。福島第一原発事故の現実認識として放出放射能の量の見積もりが過小であることと気象条件として降雨・降雪などの考慮がたりないこと、福島第一原発事故以上の事故は起きないかのように考えていること、また、実効線量が100ミリシーベルト以下の場合にあたかも晩発性障害が発症しないかのような考え方に立っていることなど、いろいろ問題はある。ここでは、原子力空母の防災対策の範囲UPZの設定について、上記の(b)の方法によって考えてみる。「参考資料」に示した結果のうち、福島第一原発をもとにしたケース、および、横須賀からもっとも近く、気象条件も比較的にしていると思われる浜岡原発をもとにしたケースについて考える。

図1 原子力空母の事故における実効線量の広がり  
(福島第一原発の気象条件による計算結果をもとにしたケース)



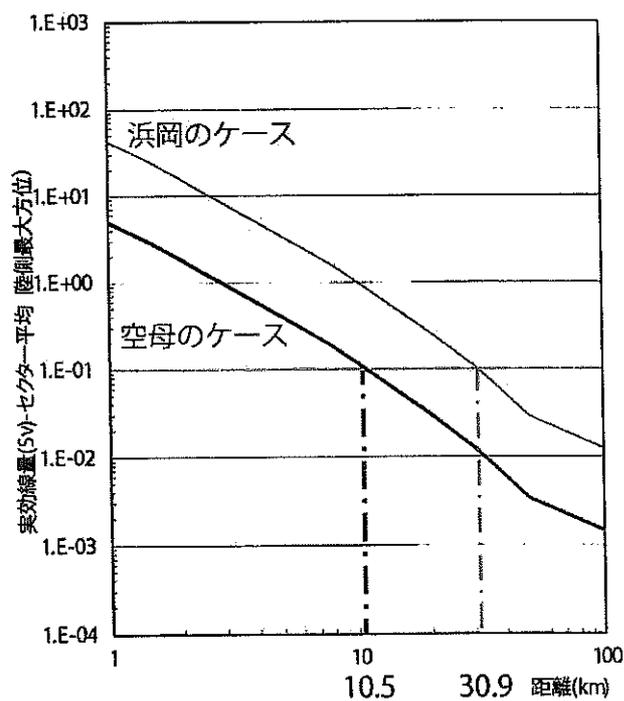
原子力空母を電気出力40万キロワットの原子炉1基を搭載したものと近似して、福島第一原発の計算結果をもとに実効線量を計算し、実効線量が100ミリ

シーベルトとなる距離を算出した結果を図に示す（出力の比は、原子力空母：福島第一=40万：(46万+78.4万+78.4万)）。

このケースでは、実効線量 100 ミリシーベルトの距離は、空母がある地点から 7.0 キロメートルにまで及ぶことがわかる。つまり、このケースでの UPZ の範囲は 7.0 キロメートル以上が必要ということになる。

次に、浜岡原発の計算結果をもとに、同様に実効線量を計算し、実効線量が 100 ミリシーベルトとなる距離を算出し、次の図に示す（出力の比は、原子力空母：浜岡原発=40万：(110万+113.7万+138万)）。

図 2 原子力空母の事故における実効線量の広がり  
(浜岡原発の気象条件による計算結果をもとにしたケース)



このケースでは、実効線量 100 ミリシーベルトの距離は、空母がある地点から 10.5 キロメートルにまで及ぶことがわかる。つまり、このケースでの UPZ の範囲は 10.5 キロメートル以上が必要ということになる。

「拡散シミュレーションの試算結果」をもとに、福島第一と浜岡という2つの地点における気象条件を考慮して検討した結果、原子力空母の防災計画について、計画策定の際にUPZとして対象とすべき範囲は少なくとも10.5キロメートルは必要だと考えられる。

### 3. まとめ

原子力空母は原子力発電所を同等の危険性を有しているにもかかわらず、災害時の対策についての現状には大きな不備がある。

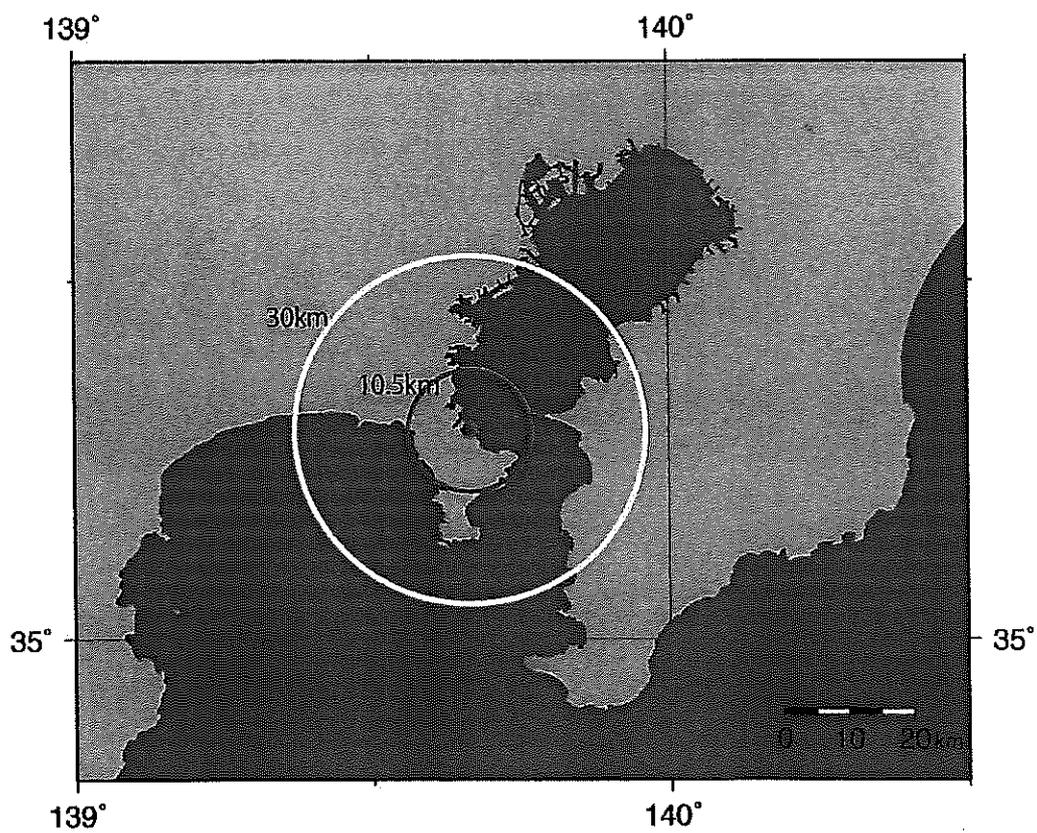
地震や火災など、同時に複数の施設が破壊される災害に対して、原子力空母が原子力発電所より耐性があるという根拠はない。

2011年3月に福島第一原発で放射能が大量に放出される事故が起きたが、これ以上の事故が起きないという保証はない。筆者が以前に実施した原子力空母に対する事故災害シミュレーションの結果では、事故によって引き起こされる外部被曝と内部被曝をあわせた長期的な線量として、実効線量50ミリシーベルトの被曝をする範囲が原子力空母から165kmの地点まで及びうることを示した。本来ならば、この範囲まで何らかの原子力防災対策上の措置を講じるべきであると考えられる。

このことから、原子力空母に対しても、少なくとも、福島第一原発事故の現実の経験の上に立った原子力防災計画の策定が求められる。

具体的には、原子力防災計画の策定にあたって、前節の結果をみるならば、最低でも原子力空母から半径10.5kmをUPZとしてカバーする範囲であることが必要である。さらにいえば、原子力空母は商業用原子力発電所と同等の出力をもち、その原子炉の中には出力に相応した放射能を蓄積して運転しているのであるから、原子力防災指針を原子力空母に適用して、半径5kmをPAZ、半径30kmをUPZとすることを基本に考えて、計画策定に取り組むべきである。

図3 防災計画策定の重地域 (PAZ) として設定すべき範囲 (最低ライン)



サイト別のめやす線量を超える距離

単位: km

対象器官	めやす線量	陸側最大方位 (赤色骨髄/実効線量)		97%値 陸側方位別)		陸側最大方位 (赤色骨髄/実効線量)		97%値 陸側方位別)			
		出力比 <sup>(注4)</sup>	①福島第一原子力発電所(1~3号機) の放射線物質質量と同じと仮定	赤色骨髄 <sup>(注1)</sup>	実効線量 <sup>(注2)</sup>	1Sv <sup>(注3)</sup>	100mSv	赤色骨髄	実効線量	1Sv	100mSv
			①福島第一原子力発電所(1~3号機) の放射線物質質量と同じと仮定					②サイト出力に對して放射線物質質量と仮定			
泊	1.02		ESE/SE	0.3	19.6		ESE/SE	0.4	19.9		
東通	0.54		W/NW	0.6	17.9		NW/NW	0.3	13.6		
女川	1.07		E/E	0.6	17.7		E/E	0.6	18.3		
福島第二	2.17		N/S	0.8	22.3		N/S	1.5	32.5		
東海第二	0.54		SW/SW	0.5	18.4		SW/SW	0.2	13.0		
柏崎刈羽	4.05		E/E	0.9	21.5		E/E	2.4	40.2		
浜岡	1.78		E/E	1.1	23.8		E/E	1.7	30.9		
志賀	0.94		SE/SE	0.7	20.2		SE/SE	0.6	19.6		
敦賀	0.75		SSE/SSE	1.2	22.4		SSE/SSE	1.0	19.9		
美浜	0.82		SSW/S	0.7	20.1		SSW/S	0.6	18.2		
大飯	2.32		S/S	0.6	20.1		S/S	1.2	32.2		
高浜	1.67		SSE/SSE	1.0	23.6		SSE/SSE	1.6	29.7		
島根	1.31		SSE/SE	0.7	21.3		SSE/SE	0.9	24.2		
伊方	1		SSW/SSW	0.7	21.9		SSW/SSW	0.7	21.9		
玄海	1.71		NE/NE	0.7	21.3		NE/NE	1.1	27.4		
川内	0.88		N/N	0.6	22.5		N/N	0.5	21.1		
福島第一 <sup>(注5)</sup>			NNW/NNW	0.5	18.7		-	-	-		

注1:10時間の外部被ばくによる陸側最大方位のセクター平均線量に基づく

注2:7日間被ばくによる陸側最大方位のセクター平均線量に基づく

注3:外部被ばくによる赤色骨髄線量1Gy=1Svと仮定

注4:サイト総出力/1F1,2,3合算出力の比

注5:福島第一は、①福島第一原子力発電所(1~3号機)の放射線物質質量と同じと仮定した場合の解析

資源安全保障研究所

27 Ellsworth Avenue, Cambridge, Massachusetts 02139, USA

TEL 617-491-5177 FAX 617-491-6904

E-mail info@irss-usa.org

日本の横須賀の原子力空母母港化による放射能事故の危険性

ゴードン・R・トンプソン 著

2006年6月29日 作成

「原子力空母の横須賀母港問題を考える市民の会」への報告書

概要

横須賀港は、通常型空母キティホークの母港である。米海軍は、このキティホークを原子力空母と交代させることを計画している。この報告書では、事故または悪意ある行為による、原子力空母の原子炉の一方もしくは両方からの放射性物質の環境への放出の可能性と、横須賀および周辺地域の人々がこの放射能放出により被曝する可能性について論じている。同時に、被曝の危険性を軽減させるための選択肢も論じている。この報告書は2通りあり、要約報告書と、技術的報告書からなっている。

目次

第I部 報告書の要約

第II部 技術的報告書

II.1 序章

II.2 原子力空母の特徴

II.3 この報告書の射程範囲

II.4 空母の原子炉の炉心における放射性物質の内蔵量

II.5 炉心損傷事故の可能性の評価

II.6 炉心損傷後の放射性物質放出の可能性の評価

II.7 横須賀地域における放射能被曝の可能性

II.8 放射能事故の危険性軽減のための選択肢

II.9 総合的危険性評価と危険性軽減選択肢を得ること

II.10 結論

II.11 横須賀地域の住民から出されるべき質問

II.12 参考文献一覧

\*図表は技術的報告書用

## 第I部 報告書の要約

横須賀港は、通常型空母キティホークの母港である。米海軍は、このキティホークを、原子炉2基を動力源とするジョージワシントンと交代させることを計画している。ジョージワシントンのような原子力空母はCVNという頭文字で呼ばれている。

横須賀を原子力空母の母港にすることにより、現在は存在しない放射能事故の危険性が発生する。このリスクは、事故または悪意ある行為により、原子力空母の原子炉の一方もしくは両方から放射性物質が環境へ放出される可能性があるために生じる。放出された物質は、空気・水を経路として横須賀および周辺地域の住民に達し、住民が有害な放射線にさらされる可能性がある。実質的に放射性物質が放出される可能性はその他の危険に比べ低いとしても、放出が引き起こす結果は、それに比して重大である。

添付の技術的報告書では、横須賀を原子力空母の母港化することから生じる放射能リスクと、そのリスクを軽減するための複数の選択肢を検討している。この報告書の要約は、技術的報告書での主要な所見を、技術的詳細を除いてまとめている。その所見は以下の通りである。

1. 原子力空母の原子炉については、入手可能な公開情報が限られている。しかし物理学、工学の基本的知識と、商業用軽水炉（LWR）の既知の特徴から、原子力空母の原子炉の一般的特徴については、かなりのことは正確に推測することができる。世界で使われている商業用原子炉の大部分は、軽水炉である。
2. 原子炉の炉心には、様々な半減期の異なる多くの放射性同位元素が含まれている。この報告書では、日単位の半減期をもつ短寿命の放射性同位元素と、10年単位の半減期をもつ長寿命の放射性同位元素に注目する。重要な長寿命放射性同位元素はセシウム137で半減期は30年、1986年のチェルノブイリ原子炉事故による現場外での放射能被曝の主な原因となっている。
3. 原子力空母が停泊中は、船の両原子炉の炉心における短寿命放射性同位元素の内蔵量は商業用軽水炉の炉心における存在量の数パーセントにすぎない。一方、艦の就役期間中2つの原子炉の炉心内の長寿命放射性同位元素内蔵量は商業用軽水炉の内蔵量の約4分の1にまで達する。
4. 米海軍横須賀基地から10キロ以内の地域の人口は、日本国内の商業用原子炉から10キロ以内の周辺地域の人口を大幅に上回っている。この要因により、横須賀において原子力

空母がもたらす相対的放射能リスクは大きくなる。

5. 原子力空母の原子炉から放射性物質の放出を引き起こしうる事態はいくつかあるが、商業用軽水炉から放出が起きるときと同じ場合もあれば、海軍推進力原子炉に特有の事態もある。たとえば、原子力空母の原子炉は、地震により直接的に損傷は受けないが、商業用軽水炉は衝突、座礁、沈没などによる損傷は受けない。
6. 原子力空母の原子炉は商業用軽水炉よりも構造的に堅牢であるが、それによって、事故により、原子力空母の原子炉が重大な炉心損傷を受ける可能性が少なくなるわけではない。入手可能な証拠によれば、事故によって引き起こされる原子力空母の原子炉または商業用軽水炉の重大な炉心損傷の可能性は、政策上及び立案上の目的においては、約10,000原子炉・年につき1件であると言えることを示している。米海軍の原子炉は5,700原子炉・年の運行をしており、全世界における商業用原子炉は12,100原子炉・年を経ている。仮に原子力空母の原子炉で炉心損傷事故が起きた場合、放射性物質が大気中に放出される可能性は、ある種の商業用軽水炉（マーク I 型格納容器の沸騰水型原子炉）から放出される可能性と似ていると言える。
7. 原子力空母の原子炉も、商業用軽水炉も、内部要員により故意に破壊される可能性がある。故意による破壊行為によって、炉心の損傷と環境への放射性物質の放出が起きる可能性がある。故意による破壊行為が起きる可能性は、数量化することができない。
8. 原子力空母が横須賀港に停泊中、ボート爆弾、水中機雷、商業用航空機または航空機爆弾などの手段を用いて、亜国家集団から攻撃されるというシナリオも想定できる。決死の意図を持った巧妙な攻撃が加えられれば、放射性物質が環境に放出される可能性がある。もし、攻撃により、原子炉のある区画が浸水すれば、放射性物質は主として水経路から放出されることになる。2000年10月には、駆逐艦コールがアデン港でボート爆弾の攻撃を受け、重大な損傷を負った。横須賀港で原子力空母が攻撃される可能性は、数量化することができない。
9. この報告書の試算によると、原子力空母の原子炉から放射性ヨウ素同位元素が大気中に放出されると想定して、悪条件の天候を考えた場合、1キロ離れた風下にいる無防備な状態の大人の甲状腺は140シーベルト、10キロ離れていると17シーベルトの線量を浴びることになる。横須賀市の放射能緊急事態計画では、甲状腺線量が0.1シーベルトを超えると予想される場合は室内へ避難、0.5シーベルトを超えると予想される場合にはより防御効果の高い建造物内へ避難もしくは市外へ出ることを住民に呼びかけている。  
人が10シーベルト以上の甲状腺線量を受けると、その後甲状腺機能低下症や甲状腺ガン

を発症する確率が高い。

10. この報告書では、横須賀が原子力空母の母港となった場合に、放射能事故の危険性及び危険性を軽減するための4つの選択肢を提示している。これらの選択肢は、この報告書の範囲内で示しうるものより、さらにより詳細な分析をなすべきであろう。その選択肢とは、(1) 航空機を用いた原子力空母への攻撃の可能性を減らすために、日本の航空警備体制を強化する、(2) 機雷やボート爆弾を用いた原子力空母への攻撃の可能性を減らすために、横須賀港の港湾警備体制を強化する、(3) 横須賀および周辺地域における放射能緊急事態計画を強化する(4) 損傷した原子力空母を速やかに沖合に曳航するための待機能力を確立する、である。

もしキティホークが別の通常型空母と交代すれば、放射能事故の危険性は完全に回避できる。

11. 米海軍は、横須賀の原子力空母母港化に関する放射能リスクおよびリスク軽減のための選択肢について総合的アセスメントを行うことができるはずである。このアセスメントは、環境影響評価(EIS)を作成する一環として行うことが可能である。アセスメントにおいて、原子力空母の攻撃に対する具体的な脆弱性など、機密情報を扱う部分については、機密扱いの附録の中で記述すればよい。EISでリスク軽減の選択肢が取り上げる際には、キティホークの交代艦として通常型空母ジョン・F・ケネディを修理する可能性についても検討できるはずである。

12. もし米海軍が横須賀の原子力空母母港化にあたってEISを作成しない、またはEISで放射能リスクおよびリスク軽減のための選択肢についてアセスメントする部分を作成しない場合は、そのようなアセスメントを全米科学アカデミーに要求するよう、米国議会に請願することができる。もう一つの方法としては、日本の政府機関が、入手可能な公開情報を利用して、独自にアセスメントすることができるであろう。

## 第Ⅱ部 技術的報告書

### Ⅱ.1 序章

米海軍は、日本の横須賀港を、通常型空母キティホークの母港として使用している。海軍は2008年にキティホークを退役させ、交代にジョージ・ワシントンに横須賀に配備することを計画している。ジョージ・ワシントンは、ニミッツ級原子力空母（CVN）である。

この技術的報告書では、横須賀を原子力空母の母港化することによって生じる放射能事故の危険性を検討する。ここでは、「放射能事故の危険性」という言葉は、放射性物質が環境へ放出される可能性、およびその結果起きる人々の放射線被曝をさす。原子力空母の原子炉は大量の放射性物質を含むため、横須賀港に原子力空母が存在することにより、こうした可能性が生じることになる。この技術的報告書の主な所見は、技術的詳細を省き、添付の「報告書の要約」に示されている。

キティホークまたはその他の通常型空母は問題になるほど多量の放射性物質を含まない\*1ため、これらの空母の母港化により放射能リスクが生じることはない。過去に、米空母が核兵器を輸送し、核兵器に関与した事故（火災など）の際に放射性物質が放出される可能性が生じたこともあった。現在では、米軍の水上艦艇は核兵器を搭載していないと一般に認識されている。

原子力空母の原子炉は両方とも加圧水型原子炉（PWR）で炉心の制御・冷却に普通の水（軽水）が用いられる。この水は閉回路（一次冷却系）を循環し、沸騰することはない。一次冷却水の循環が炉心から熱を引き出し、この熱が蒸気発生器と呼ばれる、管と覆いでできた熱交換器を通じて二次冷却系に伝導される。二次冷却水は液体の状態で蒸気発生器に入り、蒸気となって排出される。この蒸気が、船のスクリューを駆動させるタービンを通過する\*2。

加圧水型原子炉は、商業用原子力発電所で最も一般的に使われているタイプの原子炉である。他に商業用原子力発電所で使われている同類の原子炉に、沸騰水型原子炉（BWR）がある。沸騰水型原子炉では、原子炉の制御・冷却に軽水が使われるが、この水は原子炉容器内で沸騰し、直接、高圧蒸気の流れを作り出す。商業用の加圧水型原子炉および沸騰水型原子炉の機能は、発電機と連結した蒸気タービンに蒸気の流れを送り込み、配電網に出力される電力を生み出すことである。加圧水型原子炉と沸騰水型原子炉は、制御と冷却の両方に軽水を使うことから、合わせて軽水炉（LWR）と呼ばれる。

海軍推進力用加圧水型原子炉と商業用軽水炉は、技術的に同じような歴史を経ており多くの特徴を共有するが、異なる点も数多い。特に違っているのは、技術的情報が公開され、入手可能かという点である。商業用軽水炉については、原子炉の設計上の特徴、格納容器の構造、支援システムについて述べた相当量の情報が公開され入手可能である。さらに、事故の際に軽水炉がどのような反応をするか、すでに分かっていることや予想されることについて、広範囲にわたる文献が出版されている。一方、現在の海軍推進力用加圧水型原子炉については、その設計上の特徴に関する情報の入手は限られており、事故の際の反応に関する文献はまったく出版されていないに等しい。

この報告書は、入手可能な公開情報のみに基づいて作成されている。著者は、海軍推進用原子炉に関する機密情報や個人が持っている情報を入手することはできない。そうした情報がないため、この報告書は工学や原子炉物理学の基本的知識と、公開され入手可能な商業用軽水炉に関する情報に基づいている。このような知識源がこの報告書を裏付け、強い確信と報告書内で述べられている警告を与えている。

原子力空母に関する放射能事故の危険性を検討するにあたっては、放射性物質が大気中に放出される確率およびその結果の両方を考慮しなくてはならない。「危険性」とは確率と結果を数値で表したものであると定義する人がいるが、そのような定義は単純すぎ、誤解を生んでしまう。危険性を伴う状況の多くがそうであるように、原子力空母の場合も、確率とその結果についてはかなりの不確実性がある。数値的な指標で完全に表すことも無理である。つまり、「危険性」という概念は、量的・質的情報両方を包括し、危険性のアセスメントには詳細な情報による審査 (informed judgment) が含まれなければならない。

危険性のアセスメントは、危険性分析家の任務のひとつである。同じように重要な二つ目の任務は、危険性を軽減させる選択肢を示し、明らかにすることだ。同様に重要な三つ目の任務は、二種類の情報を組み合わせ、危険性および危険性を軽減させる選択肢について分かりやすい全体的な図式を描いてみせることである。市民や政策決定者は、その図式を踏まえた上で、一定レベルの危険性を受け入れるかどうか、そして、どの危険性削減選択肢を選ぶのかを判断することができる。この報告書の目的は、原子力空母の母港化によって生じる放射能事故の危険性について、大まかにまず図式を提示することである。更に多くの時間と資金を投じれば、より完成度の高い図式ができあがるだろう。完全に詳細な図式を作成するためには、現在機密扱いとなっている情報を入手する手段が必要となる。

原子力空母の母港化に関する決定には、多くの検討事項が含まれ、その中には放射能事故の危険性も存在するが、検討事項はそれだけにとどまらない。関連問題を検討するための分析方法の一つに、環境影響評価書 (E I S) がある。環境影響評価書では、一連の影響

と影響軽減のための選択肢を検討することができ、立案方策およびその代替方策のメリットについて、総合的な図式を提示するのに役立つ。しかしながら、環境影響評価書では、通常、懸案されない要素もある。たとえば、横須賀の原子力空母母港化に関する決定をするには、日本・米国間の国家安全保障の観点から、原子力空母母港化のコストと利益を検討する必要がある。この報告書は、環境影響評価書で検討される影響の範囲を述べることは意図していない。同様に、この報告書は日米安全保障についても扱っていない。

この技術的報告書による提言は、目次で示している11の節と多くの図表から成り立っている。脚注で引用している文献は、II.12の参考文献一覧にある。

## II.2 原子力空母の特徴

ニミッツ級原子力空母のおおまかな特徴については、表II.2-1で示している。船に2基の原子炉と4本の推進シャフトが備わっている点に注目したい。シャフトはそれぞれ蒸気タービンによって動かされる。いずれの原子炉も4本のシャフトどれにでも蒸気を供給できると推測される。別の蒸気タービンにより、発電機が船に電力を供給している。<sup>\*3</sup>

表II.2-1を見ると、原子力空母は、シー・スパロー発射装置、ファランクス装備からなる比較的軽い兵器を搭載していることが分かる。船が沖合にいるときの第一次防衛は、航空機および随伴艦が行う。

表II.2-2では、原子力空母の推進用原子炉と商業用加圧水型原子炉の一部特徴が示されている。この表から分かるように、原子力空母の原子炉の設計上の特徴について入手可能な情報は、割合少ない。しかしながら、この二種類の原子炉は同じ物理的・工学的原理に従って作動しており、似たような材料を使用している。加圧水型原子炉を含む一連のタイプの原子炉については、広範囲な文献が出版されている。従って、原子力空母の原子炉のおおまかな特徴については、入手可能な公開情報に基づいて、かなり正確に推測することができる。

米海軍は、原子力空母の原子炉の平均出力レベルは、船の就役期間中を通じて、定格最大出力の15パーセント以下であるとしている。<sup>\*4</sup>この割合は、商業用原子炉の分野では原子炉稼働率と呼ばれている。商業用原子炉の所有者は原子炉稼働率を最大にする努力をし、その値は90パーセントを超えることもある。

原子力空母の原子炉は、船の就役期間中に一度だけ燃料補給すれば済むよう設計されている。例として、ニミッツは23年間就役して初めて燃料補給をした<sup>\*5</sup>。一方、商業用原子炉

は燃料補給のために定期的に停止され、現在一般的なのは18ヶ月間隔である。商業用原子炉は燃料補給をするごとに燃料部品の三分之一が新たなものと交換される。原子力空母の各原子炉の炉心は、燃料補給期間中にまるごと交換されると推定される。

商業用軽水炉と原子力空母の原子炉には両方とも安全システムが備わっており、一次系から冷却水が失われた場合は核分裂反応を停止させ、核分裂反応停止後には放射性物質の崩壊熱を取り去るようになっている。原子力空母の原子炉には、自然対流を利用した、受動的に作動する崩壊熱除去システムが装備されているとされる\*6。受動的に作動するという安全システムの特徴は望ましいが、原子力空母の原子炉に特有というわけではない。例えば商業用加圧水型原子炉では、一次系から冷却水が失われた場合はガス加圧型蓄圧器により炉心に冷却水が供給されるようになっている。

原子力空母の原子炉の区画室は、「船の中心部の、もっとも保護された部分」\*7にある。原子炉をタービンおよびスクリュウのシャフト近くに位置させ、原子炉主要部を船内の低い位置に置くために、これらの区画室は水面線に近いかそれより低い位置でなければならない。この原子炉区画室が商業用軽水炉の格納構造に比べて小さいのは、原子力空母の船体内部に多くの機能を収容しなくてはならないという特性ゆえである。実例を挙げると、原子力空母の食堂デッキは原子炉より20フィート（6メートル）上に位置する。\*8

## II.3 この報告書の射程範囲

II.1で述べたように、この報告書は環境影響評価書で検討されるであろう影響の範囲について扱うことは意図していない。日米安全保障といったさらに大きな問題についても触れていない。かわりに、この報告書には特定の限定された目的がある。横須賀を原子力空母の母港にすることにより生じる放射能事故の危険性について、大まかにまず図式を提示することである。

原子力空母に関する放射能事故の危険性を論じるにあたっては、原子力空母の原子炉の一方もしくは両方から放射性物質が放出される一連の事態について検討しなくてはならない。この報告書では、表II.3-1にある事態を検討している。同表にあるように、沖合で発生する事態については検討していない。また、国家間の戦争中に原子力空母が受ける攻撃についても検討していない。検討の対象となる事態は、大きく二種類に分かれる。一つ目は、人的ミス、設備故障、自然力（津波など）に起因する事態だ。二つ目は、故意もしくは（および）精神異常による行為に起因する事態である。

ここでは、原子力空母の原子炉炉心の放射性物質内蔵量と、その放射性物質の一部が放出

された後の放射能被曝の可能性を明らかにするための試算を行っている。この試算方法は意図的に単純にしてあり、基礎的物理学が分かる人なら誰でも簡単に再現できるようになっている。公開され入手可能なコンピュータコードを用いれば、より精緻な算出が可能である。そうした算出によって、原子力空母の原子炉からの放出により起こりうる放射能の影響について、より完全な見解が得られるであろうし、また、横須賀および周辺地域の緊急事態対応能力の強化を計画する場合は必ず必要になる作業でもある。

#### II.4 原子力空母の原子炉の放射性物質の内蔵量

原子炉を運転中は、さまざまな放射性同位元素が炉心で発生する。原子炉の設計や運転方式の特徴が分かれば、コンピュータコードを用いて各放射性同位元素の内蔵量を計算することができる。

ここでは、ウラニウム反応に関する基本的な情報を用いて、特定の放射性同位元素の内蔵量を手計算している。ここではそのために、ヨウ素元素およびセシウム元素の同位体を選んでいる。これらの元素は両方とも、原子炉にまつわる放射能の被害の主な原因であるがそれは、揮発性であるため損傷した原子炉燃料から大量に放出されるからである。ヨウ素の沸点はセ氏約180度、セシウムの沸点はセ氏約670度である。ここでは半減期が0.28日から8.0日の、三つのヨウ素同位体について試算している。これらは原子炉炉心にある短寿命放射性同位体の仲間を代表している。半減期が30年のセシウム同位体についても試算している。これは炉心にある長寿命放射性同位体の仲間を代表している。

表II.4-1には、定格出力の15パーセントである600メガワットで出力中の原子炉炉心にある特定のヨウ素同位体とセシウム同位体の内蔵量の試算が表されている。この出力レベルを用いるのは、原子力空母に二基ある原子炉の日常的な運転状態を想定するためである。表II-4-1ではまた、比較のために3,300メガワットで出力中の商業用軽水炉の炉心における同じ同位体の内蔵量を示してある。原子力空母の原子炉におけるセシウム137の内蔵量は、最終的には軽水炉の内蔵量の25パーセント近くにまで達することに注意したい。この結果は、原子力空母の原子炉が、燃料補給までの間に普通より長く運転を続けることを反映している。

沖にいる間、原子力空母は様々な速度で運行する。たとえば、原子力空母は風向きと反対に高速で方向転換することで航空機の離着陸をしやすくする。したがって、原子力空母の原子炉が最高出力かそれに近い出力レベルで運転される場合がある。そのような場合は、原子炉炉心の短寿命放射性同位体の内蔵量は大幅に上昇する。その後、原子炉の出力レベルが下がると、これらの内蔵量も徐々に減少する。この変化は、表II.4-2で示しており、

連続する三段階の原子炉の運転状態\*9を仮定している。

## II.5 炉心損傷事故の可能性の評価

原子炉の炉心にある放射性同位元素は通常、原子炉燃料内に密閉されている。こうした放射性同位元素の放出が起きるためには、燃料が、被覆が不完全になるほどの大きな損傷を受けなくてはならない。この報告書では、軽水により冷却・制御が行われている原子炉に焦点を当てている。そうした原子炉では、蒸発や漏出により一次冷却系から水がなくなると燃料が適切に冷却されなくなり、燃料損傷が起きることがある。そのような事態には、安全システムが作動して核分裂反応を停止させる。しかし、たとうまく反応を停止させることができたとしても、炉心には蓄積熱があり、放射性崩壊により熱が発生し続ける。緊急冷却システムがこの熱を吸収するようになっているが、システムが効果的に働かなければ燃料の温度は上昇する。セ氏1,000度付近では燃料内のジルコニウム金属が蒸気とともに熱反応を起こし始め、さらに熱を発生させる。燃料は最短10分以内に溶解し始める。燃料が溶解すると、原子炉容器内で下方へ流れていく。高濃度ウラン燃料を使用している原子力空母の原子炉のような炉では、この下降流によりウランが超臨界状態となり、核反応エネルギーの衝撃波を放出する反応の暴走状態が起きる可能性がある。

損傷した燃料から放出された放射性物質が、一次冷却系へ入る。その後、放射性物質は一次冷却系から格納容器（原子力空母の場合は区画室と表現される）へと放出されるか、またはバイパス経路を通じて隣接区画内部へもれる、もしくは直接環境へと放出されることになる。もし原子炉の格納容器が放射性物質をうまく封じ込められないと、その一部が空気または水を経路にして環境へ漏れ出す。炉心損傷事故の場合の環境への放出の可能性については、以下のII.6で検討している。

この数十年間に、原子炉の炉心損傷事故の確率と結果を査定するために、確率論的リスクアセスメント（PRA）と呼ばれる技法が発達してきた。商業用軽水炉については、確率論的リスクアセスメントに関する大量の文献が一般向けに出版されている\*10。表II.5-1は、そのような文献の研究結果を示している\*11。表は、米国原子力規制委員会のNUREG-1150研究論文の中で評価された、米国の5つの商業用軽水炉における重大な炉心損傷事故の可能性（頻度）である\*12。これらの推定値は、設備故障や人的ミスなど「内部」に起因する事態を検討して出したものである。地震などの「外部」に起因する事態については、別に検討されている。出版されている確率論的リスクアセスメントでは、故意や精神障害などが起因となる場合は検討されていない。

NUREG-1150の原典では、表II.5-1には次のような説明が加えられている。「確率論的リス

クアセスメントには不確実性もあるため（未検討の事態など）、 $1E-5$ [100,000分の1]炉・年以下という炉心損傷頻度については注意して考える必要がある。」中立的立場から確率的リスクアセスメント手法について行ったある調査によると、さらに大きな注意が必要だという。その調査では、確率的リスクアセスメントによる研究結果は、不確実性と不完全性がネックとなるとしている\*13。

2005年を通じて、全世界の商業用原子炉の運転暦は12,100原子炉・年に達した\*14。この期間中に、二回の炉心損傷事故が起きた。1979年のスリーマイル島、1986年のチェルノブイリ(ソ連)である。この経験と確率論的リスクアセスメントから、政策決定や立案の上では、事故による商業用軽水炉の重大な炉心損傷の確率は、約10,000原子炉・年に1件とされる。さらに、現時点で定量化はできないが、故意または精神障害による行為が商業用軽水炉に対してなされる可能性があり、それによって生じる確率というものもある。

原子力空母の原子炉において炉心損傷事故を引き起こす可能性のある事態は、表II.3-1に示してある。上記II.3で述べたように、この報告書で検討する事態は大きく二種類に分かれる。一つ目は、人的ミス、設備故障、自然力（津波など）に起因する事態だ。二つ目は、故意もしくは（および）精神異常による行為に起因する事態である。

原子力空母の原子炉の炉心損傷事故を招く可能性のある事故の種類は、商業用軽水炉の炉心を損傷する可能性のある事故の種類とは異なる。したがって、原子力空母において事故による炉心損傷が起きる確率は、そのようなタイプの原子炉に特化した確率論的リスクアセスメントを行って査定するべきである。そのような確率論的リスクアセスメントの研究論文は発表されたことはなく、また、そうした研究論文を作成することはこの報告書の目的範囲外である。艦の内部で起こりうる事故の一部については、商業用軽水炉に関する確率論的リスクアセスメントの研究結果を参考にすることはできる。しかし、原子力空母の原子炉ではスリーマイル島やチェルノブイリのような事故はまだ起きていない。米軍の原子力艦は、炉心事故なしで累積5,700原子炉・年運転していると言われる\*15。

産業事故および海難の歴史を見ると、原子力空母の運行中は、様々な事故が不可避免的に起きることが分かる\*16。原子力空母に起きたある事故が、この可能性を実証している。1988年8月、米空母ドワイト・D・アイゼンハワーはヴァージニア州ハンプトン・ローズで、貨物船ウルドゥリスと衝突した。衝突時ウルドゥリスは、正式に許可された、はっきり見える位置に停泊中であつた。ドワイト・D・アイゼンハワーは日中、好天のもとに入港し、3ノットで運行中に進路をそれてウルドゥリスに衝突した。ウルドゥリスはアイゼンハワーのフライトデッキ突出部に引っかかり1,000ヤード（900メートル）近く引きずられた。船は二隻とも喫水線より上部を損傷した\*17。

全体的に見て、政策決定や立案の上で、原子力空母の原子炉で炉心損傷事故が起きる確率を10,000分の1原子炉・年とするのは妥当である。しかしさらに故意または精神障害による行為が原子力空母の原子炉に損害を与える可能性があり、それが現時点で定量化はできないが、炉心損傷事故が起きる確率を増加させることとなる。

故意または精神障害による行為には、原子力空母の乗組員による破壊行為や亜国家集団による攻撃も含まれる。たとえば、1996年8月には、原子力潜水艦サン・ファンでは、艦の原子炉に電気を供給するケーブルが切断されていたことが判明したのち、水兵が一人除隊させられた。原子炉はその時点で停止させられた\*18。米軍および市民を標的とした亜国家集団による攻撃事件は数多くある。例としては、2000年10月には、アデン港で米軍駆逐艦コールが自爆ボート爆弾によって攻撃され、重大な損傷を負った。これは表II.5-1で示している。原子力空母への攻撃が起きるとすれば、攻撃に使われる兵器としてはボート爆弾、機雷、航空機からの爆弾、商業用航空機などが考えられる。表II.5-2の情報によって分かるように、攻撃には精巧な爆破装置が使用されると考えられる。

## II.6 炉心損傷後の放射性物質放出の可能性の評価

商業用軽水炉に関する確率的リスクアセスメントでは、炉心損傷事故において放射性物質の環境への放出が起きる可能性について多くの研究論文がある。これらの研究論文を裏づけるために実験が行われ、分析の助けとなる多くのコンピュータコードが開発されてきた。研究は通常、大気への放出の可能性に焦点を当てているが、水を経路とした放出の可能性についても分析が行われている。

1986年に起きたチェルノブイリでの原子炉事故は、商業用原子炉から実際に大量の放射性物質が放出された唯一の例である\*19。表II.6-1は、この事故の間に大気中へ放出されたヨウ素131とセシウム137の推定値である。セシウム137は、事故による現場外における放射能被曝の主な原因である。\*20

原子力空母の原子炉または商業用軽水炉における炉心損傷事故を仮定すると、放射性物質が環境へ放出される可能性は、原子炉および格納容器の設計上の様々な特徴に影響される。表II.6-2と表II.6-3では、そのいくつかの特徴を示している。完全な表を作るために原子力空母の原子炉についての数量的データを入手することはできないが、入手可能な情報から原子力空母の原子炉の数量的特徴を推測することはできる。

原子力空母の原子炉の炉心は、ウラニウムが高濃度であるため、比較的少量のウラニウム

しか必要としないが、この有効性は、燃料補給までのあいだ原子炉が長期に渡り運転を続けるという点を差し引いて考えるべきである。一方、原子力空母の原子炉炉心の構造が堅牢であるということは、普通より多くのジルコニウムが炉心に含まれていることを意味する。その結果、炉心崩壊の過程で水蒸気-ジルコニウム反応によって比較的大量の水素が発生すると思われる。原子力空母の原子炉の格納容器は、隙間部分が比較的少なく、おそらく金属製と考えられる。大量の水素と、格納容器の少ない隙間という組み合わせは、破壊的な水素爆発が起きる可能性が比較的高いということである。しかし、通常運転中、原子力空母の各原子炉の区画室を窒素のような不活性ガスで満たしておくことにより、この可能性は減少されると思われる。

概して、原子力空母の原子炉の損傷した炉心から環境に放射性物質が放出される可能性はマーク・型格納容器を用いた商業用沸騰水型原子炉のそれに近いと考えられる。表II. 6-1は、米原子力規制委員会の研究論文NUREG-1150の推定による、後者のタイプの原子炉からの放出の可能性を示している\*21。この表は、ドライウェル部分の初期破損を仮定して、大気中へ放出される可能性のある各種の放射性同位体グループの炉心内蔵量の推定割合を表している。多くの研究によると、炉心が損傷した場合に沸騰水型原子炉のマーク I 型格納容器で初期破損が起きる条件付確率は、50パーセント以上である\*22。

過去にされた議論では、原子炉の格納容器は炉心損傷が始まる前にはおおかた無傷であるという想定がされている\*23。事故や攻撃のシナリオの多くでは、原子炉格納容器は事態発生初期段階で破損し、放射性物質が環境に放出される直接的経路ができるとされる。緊急事態が発生した結果、格納容器（原子炉区画室）が浸水すれば、まず水経路から放出が起きるであろう。

## II. 7 横須賀地域における放射能被曝の可能性

前出のII. 3で述べたように、ここでは、原子力空母の原子炉炉心にある放射性物質の一部が放出された後に起きる放射能被曝の可能性を明らかにするための簡単な試算を行っている。公開され入手可能なコンピュータコードを用いれば、より精緻な試算が可能である。横須賀および周辺地域の緊急事態対応能力を強化しようとする場合、そうした試算は必ず必要となる。

表II. 7-1は、ここで行った試算の内容である。試算では、原子力空母の原子炉にあるヨウ素の10パーセントが大気中に放出されたと仮定している。この割合は、表II. 6-1で示した放出の推定割合と一致している。試算では悪条件の天候を仮定しているが、これは悪条件の天候だと大気圏のプルーム中心線で放射性物質が比較的高濃度になるからだ。

II. 7-1の表から分かるように、1キロ離れた風下では、無防備な状態の大人の甲状腺は140シーベルト、10キロでは17シーベルトの線量を浴びる。横須賀市の放射線緊急事態計画では、甲状腺線量が0.1シーベルトを超えると予想される場合は室内へ避難、0.5シーベルトを超えると予想される場合はより防御効果の高い建造物内へ避難もしくは市外へ避難することを住民に呼びかけている\*24。甲状腺への放射線照射が人体に与える影響として、甲状腺機能低下と甲状腺ガンの二つがあげられる。甲状腺機能低下の患者は、一生に渡り甲状腺ホルモンによる薬剤療法が必要となる。甲状腺ガンは普通、甲状腺を切除して治療し、患者はその後、一生に渡り甲状腺ホルモンによる薬剤療法が必要となる。米原子力規制委員会による事故の影響モデルであるMACCSは、次のように推定している。

(1) 甲状腺機能低下につながるかどうかの境目の線量は2シーベルトである。人口の50パーセントは、60シーベルトの線量で被災する。(2) 様々な線量を線形スケールリングすると10シーベルトの甲状腺線量を受けた人のうち7.2パーセントはその結果として甲状腺ガンを発症する。(3) 甲状腺ガンのうち10パーセントは死に至る\*25。

米海軍横須賀基地から10キロ以内地域の人口は、日本国内の商業用原子炉から同等の地域の人口を大幅に上回っている。朝日新聞によると、横須賀基地の周囲10キロ以内の人口は770,000人だが、日本国内にある商業用原子炉から同等の地域では、人口は245,000人以下であり、普通はこれよりずっと少ない\*26。この要因により、横須賀において原子力空母がもたらす放射能事故の危険性は相対的に大きくなる。

## II. 8 放射能事故の危険性を軽減するための選択肢

この報告書はこれまでに、米海軍が計画している横須賀の原子力空母母港化により生じる放射能事故の危険性について検討してきた。この危険性を回避もしくは軽減することのできる選択肢がある。表II. 8-1では主要な選択肢を要約してあり、以下の段落ではそれらについて簡単に検討していく。前出のII. 3でもこの報告書の範囲について述べているようにここでの議論は環境影響評価書に求められるような綿密な分析を目指すものではない。

通常型空母キティホークは、問題になるほど多量の放射性物質を含まないため、現時点では横須賀が空母の母港であることによって放射能事故の危険性は生じていない。キティホークが通常型空母ジョン・F・ケネディと交代すれば、状況は同じままである。しかし、米海軍はジョン・F・ケネディは老朽しすぎて使用に耐えないという。とりわけ、着艦用拘束制動装置、射出機、ボイラーが極端に老朽化しているという\*27。それならば艦のほかの部分には使用に耐えるのではないかという推論が可能だ。したがって、ジョン・F・ケネディの改修は可能であるとも言える。しかし米海軍は、改修の可能性に関する中立的アセス

メントを裏付けるための十分な情報を提供していない。

原子力空母に伴う放射能事故の危険性の大部分が、航空機・ボート爆弾・機雷などを用いた空母への攻撃に起因する。この危険性は、日本全国または横須賀港の保安体制を強化することによって軽減することができる。強化のためには様々な手段がある。どの手段についても、慎重なアセスメントが必要な利点とコストがある。しかし、攻撃の可能性は数量化できないため、そのアセスメントに確率分析を用いることはできない。その代わり政策決定者が詳細な情報による審査を行う必要があるだろう。

表II. 8-1で提示している選択肢の一つに、空母が横須賀へ入港する直前は原子炉を低出力で運転し、空母が入港する際の原子炉炉心における短寿命放射性同位元素の内蔵量を減らすという案がある。この選択肢は、二つの方法で港内における放射能事故の危険性を軽減することができる。まず、一時冷却系から水が失われた場合に原子炉燃料が溶融する可能性を軽減できる。次に、短寿命放射性同位元素が放出される可能性を軽減できる。短寿命放射性同位元素は、放射能による被害と崩壊熱の原因であるため、これら2つの効果の間には関連性がある。

このオプションは、理論上は実現可能であるが、原子力空母の運用上の必要条件を満たしながら同時に危険性を大幅に軽減することはできない。この二つの目的が相反するのは、短寿命放射性同位体が減少するまでに必要な時間が問題となるからである。表II. 8-1ではこの問題がグラフで表されている。たとえばこのグラフをもとに、600メガワットの原子炉が15パーセントの出力で一週間運転したと仮定する。さらに、崩壊熱の大きさが運転出力の1,000分の1以下（すなわち90キロワット以下）の場合は冷却水が失われたとしても原子炉燃料は溶融しないと考える。表II. 8-1によれば、崩壊熱の大きさがこの目安以下になるためには、原子炉は約一週間前に停止しなくてはならない。原子力空母が入港しようとしているときに高速で運行することがあれば、更なる遅れが生じるであろう。入港前に原子力空母の固定翼機を飛ばすために、そのような運用をすることが必要になるかもしれない。表II. 4-2で示したように、原子炉の短寿命放射性同位元素の内蔵量は、高出力で運転中に大きく上昇する。

横須賀および周辺地域における放射能緊急時の対応体制を強化することにより、リスクを軽減することもできる。この報告書では、現在存在するある緊急時対応方法に再検討を加えることはしない。しかし別の文献では横須賀の状況は大きな強化が可能だと指摘している\*28。原子力空母の原子炉へ影響を及ぼす事故が起きた際に、迅速かつ確実に地方自治体へ通知するシステムを米海軍が確立すれば、緊急時の対応に大きな助けとなるであろう。

表II. 8-1で提示しているオプションの最後は、損傷した原子力空母を速やかに沖合に牽引し、艦が横須賀港内に停泊中に放射性物質が放出される可能性を減らすという案である。この能力は、原子力空母が港内にいる間中、対応可能であることが求められるであろう。

## II. 9 総合的リスク評価と危険性軽減のための選択肢を得ること

前出のII. 1で論じたように、横須賀を原子力空母の母港化することに関する影響およびその影響を軽減する選択肢の範囲を検討する手段としては、環境影響評価書が適している。その環境影響評価書の一環として、米海軍は放射能事故の危険性および危険性軽減のための選択肢の総合的アセスメントを行うことができる。アセスメントにおいて、原子力空母の攻撃に対する具体的な脆弱性など、機密情報を扱っている部分については、機密扱いの環境影響評価書の付録の中で記述すればよい。

もし米海軍が横須賀を原子力空母の母港にするにあたって環境影響評価書を作成しない、または環境影響評価書で放射能事故の危険性および危険性軽減のための選択肢についてアセスメントする部分を作成しない場合は、そのようなアセスメントを全米科学アカデミーに要求するよう、米国議会に請願することができる。議会は原子力事故の危険性問題について、過去に何度もアカデミーに中立的アセスメントを依頼してきた。たとえば、アカデミーは議会の要請を受け、米国内の商業用原子炉から排出された使用済み燃料保管の危険性について中立的な調査を行ったことがある。この調査では、事故および故意の行為による危険性が検討された。その研究結果は、機密扱いの報告書とそうではない報告書とにまとめられた。

もう一つの方法としては、日本の政府機関が、入手可能な公開情報を利用して、独自にアセスメントすることも考えられる。この報告書は、機密情報を用いなくても、原子力空母の放射性事故の危険性に関する重要事項のアセスメントができるということを立証している。

\*1緊急灯や機材等に微量の放射性物質が含まれる場合もある。

\*2 海軍 1995年

\*3 海軍 1995年

\*4 大使館 2006年

\*5 ギーダ 1996年

\*6 大使館 2006年

\*7 大使館 2006年

- \*8 ギーダ 1996年
- \*9各ヨウ素同位体の放射能障害への相対的寄与率を表すために、表II. 4-2では危険指数を試算してある。この指数は、大気への放出に起因する放射能被曝を表すものではない。
- \*10例：米原子力規制委員会 1975年 米原子力規制委員会 1990年
- \*11表II. 5-1は、年間の炉心損傷頻度(可能性)を極小、中程度、5パーセントおよび95パーセントで推定している。
- \*12 米原子力規制委員会 1990年
- \*13 ハーシュほか 1989年
- \*14 2006年6月13日 国際原子力機関のウェブサイト<http://www.iaea.org>のデータより
- \*15 大使館 2006年 ギーダ 1996年
- \*16 ペロー 1984年 アーキンとハンドラー 1989年
- \*17 米国国家運輸安全委員会 1988年
- \*18 AP通信 1996年
- \*19 AP通信 1996年
- \*20 損傷したチェルノブイリ原子炉は、軽水で冷却され、黒鉛により制御されていた。
- \*21 米原子力規制委員会 1990年

## II. 10 結論

この報告書の主要な結論は以下のとおりである。

結論1. 原子力空母が港内に停泊中は、船の2基の原子炉のそれぞれの、炉心の短寿命放射性同位元素の内蔵量は商業用軽水炉の炉心の内蔵量の数パーセントである。したがってもし原子力空母と商業用軽水炉について周辺地域の人口分布と環境への放出条件が同じであるなら、原子力空母の原子炉によって生じる短期間の放射能被曝の可能性はより低いものとなる。

結論2. 原子力空母の原子炉が燃料補給まで長期にわたり運転を続けていると、原子炉炉心の長寿命放射性同位元素の内蔵量は、商業用軽水炉の存在量の25%近くまで達する。したがって、原子力空母の原子炉については、短期間の放射能被曝に関するリスクに比べ、長期間の被曝リスクのほうが実質的に大きい。長期間被曝の例としては、1986年のチェルノブイリ原発事故による現場外の放射能被曝のほとんどが、放射性同位元素セシウム137（半減期30年）によるものであることに留意したい。

結論3. 米海軍横須賀基地から半径10キロ以内の地域は、日本国内の商業用原子炉の周辺地域に比べて大幅に人口が大きい。この要因により、横須賀の原子力空母によって生じる放射能事故の危険性は、比較の上で大きいものとなる。

結論4. 原子力空母の原子炉から放射性物質が放出されうる事態はいくつかあるが、商業用軽水炉から放出が起きるときと同じ場合もあれば、海軍推進力原子炉に特有の事態もある。たとえば、原子力空母の原子炉は、地震により直接的に損傷は受けないが、商業用軽水炉は衝突、座礁、沈没などによる損傷は受けない。

結論5. 原子力空母の原子炉は商業用軽水炉よりも構造的に堅牢であるが、それによって事故により原子力空母の原子炉が重大な炉心損傷を受ける可能性が少なくなるわけではない。入手可能な証拠によれば、原子力空母の原子炉または商業用軽水炉の事故によって引き起こされる重大な炉心損傷の可能性は、政策・立案上の目的においては、約10,000原子炉・年に1件とされている。

結論6. 仮に原子力空母の原子炉で炉心損傷事故が起きた場合、放射性物質が大気中に放出される可能性は、マークI型格納容器をもった商業用沸騰水型原子炉から放出される可能性と類似している。その類似性の根拠は、両者とも、炉心容器が隙間の空間が少ないコンパクトな設計になっているという点にある。原子力空母の原子炉は、設計上の二つの点

により、炉心損傷事故に続いて格納容器が損傷する可能性が高い。第一に原子力空母の原子炉炉心は、比較的多くのジルコニウムを含んでおり、そのために格納容器内で水素爆発が起きやすい。第二に、原子力空母の原子炉は高濃度のウラニウムを含んでいる。したがって、燃料の溶融によりウラニウムが超臨界状態になる可能性があり、格納容器により多くの負担をかける反応の暴走を起こしやすい。

結論7. 原子力空母の原子炉も商業用軽水炉も、内部要員により故意に破壊される可能性がある。故意の破壊行為によって、炉心の損傷および（または）格納容器の破損が起きる可能性がある。故意による破壊行為が起きる可能性は、数量化することができない。

結論8. 原子力空母が横須賀港に停泊中、ボート爆弾、水中機雷、商業用航空機または航空機爆弾等の手段を用いて、亜国家集団から攻撃されるというシナリオも想定できる。決死の意図を持った巧妙な攻撃が加えられれば、同時に原子力空母の原子炉の格納容器および一次冷却水の回路が破壊されるとともに、原子炉の安全システムが作動不能になり、放射性物質は主として水経路から放出される可能性がある。もし攻撃により、原子炉のある区画が浸水すれば、放射性物質がまず海水を経由して放出されることになる。2000年10月には、駆逐艦コールがアデン港でボート爆弾の攻撃を受け、重大な損傷を被った。横須賀港で原子力空母が攻撃される可能性は、数量化することができない。

結論9. この報告書の試算によると、原子力空母の原子炉から放射性ヨウ素が大気中に放出されると想定して、悪条件の天候の場合で、1キロ離れた風下にいる無防備な状態の大人の甲状腺は140シーベルト、10キロ離れていると17シーベルトの放射線量を浴びることとなる。横須賀市の放射線緊急対応計画では、甲状腺線量が0.1シーベルトを超えると予想される場合は室内へ避難、0.5シーベルトを超えると予想される場合にはより防御効果の高い建造物内へ避難もしくは市外へ出ることを住民に呼びかけている。人が10シーベルト以上の甲状腺線量を受けると、その後甲状腺機能低下症や甲状腺ガンを発症する確率が高い。

結論10. この報告書では、横須賀が原子力空母の母港となった場合に放射能事故の危険性を軽減するための、実行可能性のある4つの選択肢を提示している。これらの選択肢は、この報告書の範囲内で示しうるものより、さらにより詳細な分析をなすべきであろう。その選択肢とは、（1）航空機を用いた原子力空母への攻撃の可能性を減らすために日本における航空警備体制を強化する（2）機雷やボート爆弾を用いた原子力空母への攻撃の可能性を減らすために、横須賀港の港湾警備体制を強化する（3）横須賀および周辺地域における放射能緊急事態計画を強化する（4）損傷した原子力空母を速やかに沖合に曳航する待機能力を確立するの4つである。

もしキティホークが別の通常型空母と交代すれば、放射能事故の危険性は完全に回避で

きる。

結論11. 米海軍は、横須賀の原子力空母母港化に関する放射能事故の危険性および危険性軽減のための選択肢について総合的アセスメントを行うことができるはずである。このアセスメントは、環境影響評価書（E I S）を作成する一環として行うことが可能である。アセスメントにおいて原子力空母の攻撃に対する具体的な脆弱性など、機密情報を扱う部分については、機密扱いの附録の中で記述すればよい。E I Sで危険性軽減の選択肢を取り上げる際には、キティホークの交代艦として通常型空母ジョン・F・ケネディを修理する可能性についても検討できるはずである。今日までのところ、海軍はこの可能性については限られた情報しか提供していない。

結論12. もし米海軍が横須賀を原子力空母の母港にするにあたってE I Sを作成しない、またはE I Sで放射能事故の危険性および危険性軽減のための選択肢についてアセスメントする部分を作成しない場合は、そのようなアセスメントを全米科学アカデミーに要求するよう、米国議会に請願することができる。もう一つの方法としては、日本の政府機関が入手可能な公開情報を利用して、独自にアセスメントすることができるであろう。

## II. 11 横須賀地域の住民からなされうべき質問

前出のII. 10において述べられた結論は、筆者一人による分析に基づくものである。横須賀および周辺地域の住民は、政府機関および日米の中立的専門家に質問することで、これらの結論を検証することができる。次のような質問が妥当と思われる。

Q1. 横須賀の原子力空母母港化に関する危険性および危険性軽減のための選択肢について米海軍は環境影響評価書の一部として、もしくは別途に総合的アセスメントを行うか？

Q2. もし米海軍がこのアセスメントを行わない場合、アメリカまたは日本の別の政府機関が行うか？

Q3. 原子力空母および日本国内の商業用原子炉の炉心内蔵放射エネルギーはどのようになっているか？

Q4. それらの炉心内蔵放射エネルギーの一部が環境に放出されると想定すると、放射能の影響はどのようなものか？

Q5. 緊急事態対応計画により、この放射能の影響が軽減される可能性はどの程度なのか？

Q.6 航空の保安および港の保安を強化することにより、原子力空母への攻撃可能性は低くなるのか？

Q7. 米海軍は損傷した原子力空母を沖合へ牽引するための緊急時対応能力を確立するか？

Q8. 横須賀の原子力空母母港化により生じる放射能事故の危険性を軽減するための他の選択肢はあるか？

## II.12 参考文献一覧

[ アルバレットその他 2003年]

Robert Alvarez, Jan Beyea, Klaus Janberg, Jungmin Kang, Ed Lyman, Allison Macfarlane, Gordon Thompson, Frank N. von Hippel 著 “合衆国における使用済原子炉用燃料の保管上の危険削減” “科学と世界の安全” 2003年2巻1-51頁

[ AP 通信 1996年]

AP通信、“捜査中任務を解任された潜水艦水兵”、サンディエゴ・ユニオン・トリビューン紙 1996年 8月23日 A-16 頁

[ アーキンとハンドラー 1989年]

William M. Arkin, Joshua Handler, “海軍の事故1945-1988”(ワシントンDC :グリーンピースと政策調査研究所 1989年6月)。

[ ブライアン 2006年]

Danielle Brian, 政府監視プロジェクト、米原子力規制委員会議長Nils J. Diazへの手紙2006年 2月22日

[ デイビス 1988年]

W. Jackson Davis, 日本の港に停泊する米海軍艦船上での核事故、(カリフォルニア州サンタクルス : 環境調査研究所、1988年 6月)。

[ デイリングハム 2003]

Gerald L. Dillingham, 米国会計検査院、米国上院の通商、科学、輸送に関する委員会での証言 “航空の安全性、2001年9月11日以降の進展と今後の課題” 2003年9月9日

[米エネルギー省, 1987年]

米エネルギー省、チェルノブイリ原子力発電所事故が健康、環境にもたらした重大な影響 DOE/ER-0332 (ワシントンDC: 米エネルギー省 1987年6月)

[大使館, 2006年]

在日米大使館の2006年4月17日付関連文書付記者発表：“米原子力艦船の安全性に関するファクトシート” 及び “在日米大使トーマス・シーファーが外務大臣麻生太郎と討議した記録”

[ ゴールディング他 1992 年]

Dominic Golding と他 6 著者 *核事故管理* (Boulder, コロラド州: Westview 出版 1992 年)

[ ギーダ 1996 年]

米海軍 Richard Guida のカリフォルニア州コロナド市議会への供述記録, 1996 年 4 月 9 日

[ ハネーツ 1983 年]

K. Hannerz, *軽水炉固有の安全性にむけて* (テネシー州オークリッジ: エネルギー分析研究所, 1983 年 2 月)。

[ ハート他、2002 年]

Gary Hart, Warren B. Rudman (共同議長), Stephan E. Flynn (プロジェクト主任) 及び特別チームメンバー、*アメリカ未だ態勢整わず～未だ危機のアメリカ: 外交諮問委員会後援の自主対策委員会のレポート* (ニューヨーク州ニューヨーク: 外交諮問委員会, 2002 年 10 月 25 日)

[ ハスキン他 1997 年]

F. E. Haskin, A. L. Camp 及び S. A. Hodge, *原子炉安全性の見通し NUREG/CR-6042 Rev1* (ワシントン, DC: 米原子力規制委員会, 1997 年 11 月)。

[ ハーシュ他 1989 年]

H. Hirsch 他 3 著者、IAEA の安全目標と、危険確率評価 (ドイツ ハノーバー: 環境保護研究と助言のための協議会 1989 年 8 月)

[ ジョウ他 1990 年]

H-N Jow 他 4 著者、*炉心溶融事故による結果のコードシステム (MACCS): モデル解説*, NUREG/C R-4691, 2 巻 (ワシントン, DC: 米原子力規制委員会 1990 年 2 月)

[ ミザーブ 2002 年]

Richard A. Meserve, “新しい世界の核の安全” *産業物理学者* 2002 年 10/11 月号 20-23 頁

[ ナショナル・アカデミー出版 2006 年]

商業用使用済核燃料保管の安全と保安に関する委員会、放射性廃棄物管理評議会、国立調査審議会、商業用使用済核燃料保管の安全と保安, *パブリックレポート* (ワシントン, DC:

ナショナル・アカデミー出版 2006 年) (この文書は2005年4月初公開)

[海軍 1995年]

米海軍、ニミッツ級空母1隻の母港化のためのサンディエゴ/コロナドにおける施設整備についての最終環境影響評価書 1995年

[米原子力規制委員会 2004年]

米原子力規制委員会、2001年9月11日以降我が国を守って NUREG/BR-0314(ワシントンDC:原子力規制委員会 2004年9月)。

[米原子力規制委員会 1990年]

米原子力規制委員会、深刻な事故の危険：原子力発電所5基の評価書NUREG-1150(ワシントンDC:原子力規制委員会、1990年12月)

[米原子力規制委員会 1975年]

米原子力規制委員会、WASH-1400原子炉の安全研究 NUREG-75/014 (ワシントンDC:原子力規制委員会 1975年10月)

[米国輸送安全委員会 1988年]

米国輸送安全委員会“船舶事故報告書：原子力空母D. アイゼンハワーによるスペインの積荷輸送船Urdulizへの衝突事故，バージニア州ハンプトンローズ，1988年8月29日”

[ペロー 1984年]

Charles Perrow, 通常事故 (ニューヨーク:Basic Books, 1984年)

[トンプソン 2004年]

Gordon Thompson, 資源安全保障研究所、マサチューセッツ州ケンブリッジ、申請番号 04-02-026に関するカリフォルニア州公益事業施設委員会での証言、2004年12月13日(この証言でサンオンフレ原発の2号炉と3号炉の防御を高める備えにつき指摘した。)

[トンプソン 2003年]

Gordon Thompson, 使用済み核燃料の粗雑な保管：米国本土の防衛で見過ごされている問題 (資源安全保障研究所、マサチューセッツ州ケンブリッジ2003年1月)

[ターナー 1991年]

Stansfield Turner, テロリズムと民主主義 (ボストン:Houghton Mifflin 社, 1991年)

[ ウォルターズ 2003年]

William Walters, “指向性爆弾概念の全体像”この論文は第11回ARL/USMA年次技術シンポジウム2003年11月5日7日で発表された。(このシンポジウムは米国陸軍士官学校の数学センターが後援し、米国陸軍調査研究所と米国陸軍士官学校が主催した。

[ ウェルズ 2006年]

Jim Wells, 米国政府説明責任事務所、米国下院、政府改革に関する委員会の国家安全、発生する脅威、国際関係の小委員会での証言“原子力発電所は保安性を格上げしたが原子力規制委員会は設計に起因する災害の恐れを改めるためその方法を改善する必要がある。”

2006年 4月 4日

表 II. 2-1

ニミッツ級航空母艦の特性抜粋

特性の型	データ
推進機関	原子炉 2 基; 4 軸
全長	333m
船体幅	41m; 飛行甲板幅 : 77m
排水量	88,000 トン 満載
速度	34.5+マイル/時 (55.5 +km/時)
兵装	NATO シースパローミサイル発射台 2 乃至 3 ファランクス装置 3 乃至 4
航空機	8 5 機

## 注

- (a) データは 2006 年 6 月 9 日、[www.navy.mil](http://www.navy.mil) にアクセスして得られた米海軍ファクトファイル。
- (b) シースパローはレーダー誘導、対空ミサイルで、航空機やミサイルの攻撃を迎撃するもの。全長 3.6m、重量 225kg、飛散弾頭 41kg を装備
- (c) ファランクス装置は毎分 4,500 回転しつつ 20mm のタングステン弾を発射する自動レーダ誘導機関銃で、航空機、ミサイル、ヘリコプター、小型船舶、浮遊機雷を迎撃するもの。

表 II.2-2

2種の加圧水型原子炉の特性抜粋：典型的商業用発電原子炉とニミッツ級空母推進原子炉

特性のタイプ	データ	
	典型的商業用加圧水型原子炉 (PWR) 4ループ ウェステイン グハウス社製	推進用原子炉 (空母毎に原子炉2基)
出力(熱出力。メガワット)	3,400メガワット	< 680メガワット
炉心寸法	直径 3.4m ; 全長 3.7m	?
炉心出力密度	98 kW/リットル	?
一次冷却水(軽水) の加 圧と温度	排出口で 15.5Mpa; 摂氏 325 度	?
ウラニウムの濃縮率 (新燃料)	4-5% のウラン 235	おそらく約 98% のウラン 235
ループ遮断弁の有無?	発電所により有無異なる	有り
一次冷却水循環ポンプ の軸が密封されている か?	有り	無し (モーターは閉じこめられてい る)
燃料形状	直径約 1.1cm 厚さ約 0.06cm のジルコニウム合金管の中に 酸化ウランのペレットが積み 重ねられている。	固体金属の燃料。おそらくジル コニウム合金のマトリックスに 高濃縮酸化ウラン粒子を埋め込 んだものをジルコニウム合金で 被覆した板状のもの。
一次冷却水の回路が全 て溶接されているか?	はい	はい
戦闘ショックに対する 設計は?	無し	有り(50 + g に耐える)
急速な出力増加に対す る設計は?	無し	有り(約 1 分で低出力から最大 出力まで増加出来る。)

## 出典

- (a) 米大使館から日本政府へ渡された「米原子力艦船の安全性に関するファクトシート」  
2006年4月17日
- (b) Anthony V. Nero 「原子炉ガイドブック」カリフォルニア大学出版 1979
- (c) Jay R. Larson 「システム分析ガイドブック NUREG/CR-4041」, 米原子力規制委員会  
1985年11月
- (d) 米海軍 Richard Guida によるカリフォルニア州コロナド市評議会での供述記録 1996年  
4月9日
- (e) D.H. Gurinsky and S. Isserow, 「核燃料」は T. J. Thompson and J.G. Beckerly 編集に  
よる「原子炉安全性の技術」MIT 出版 1973 より。

表 II.3-1

原子力空母(CVN)の原子炉から環境への放射性物質放出につながる諸事象

事象のタイプ	このレポートでの検討の有無	
	海上の原子力空母	港湾内の原子力空母
国家間の戦争中の原子力空母への攻撃	いいえ	いいえ
亜国家集団による原子力空母への攻撃	いいえ	はい
原子力空母の要員による原子炉への破壊行為	いいえ	はい
人間の過失、装置の故障、破壊行為、テロ攻撃、台風や津波のような自然力による原子力空母の衝突（ドック又は他の船舶と）、座礁そして、もしくは沈没。	いいえ	はい
原子力空母内での人間の過失、装置の故障、浸水、火事そしてもしくは爆発による事故	いいえ	はい
原子力空母への大きな航空機による偶発的衝突の影響	いいえ	はい
原子力空母の付近での偶発的火事もしくは爆発 (例：タンカーからの液化天然ガスの流出)	いいえ	はい
原子炉が停止されているとき、陸上からの電力供給が途絶え、さらに同時に直接の有害な諸影響が原子力空母に発生する。	関連性なし	はい

## 注

- (a) このレポートの「亜国家集団」とは政府の武装組織ではない敵対的な組織をさす。
- (b) 原子力空母が事故や攻撃の影響を受けやすいのは一つに大量の航空燃料と航空機用弾薬を保有していることである。こうした物質にかかわる火事、爆発は艦船の原子炉に影響を与える可能性がある。

表 II.4-1

600 メガワットの原子炉、もしくは 3,300 メガワットの商業用軽水炉(LWR)の炉心内の放射性ヨウ素と放射性セシウムの内蔵量

各放射性同位元素 (半減期)	原子炉心内蔵量		
	600 メガワット原子炉の出力 15% 運 転状態		3,300 メガワット商業用 LWR の平衡運転状態
	10 年	20 年	
ヨウ素 131 (8.0 日)	2.4 MCi(メガキュ リー)	2.4MCi	87MCi
ヨウ素 133 (0. 88 日)	5.3MCi	5.3MCi	180MCi
ヨウ素 135 (0.28 日)	4.6MCi	4.6MCi	170MCi
セシウム-137 (30 年)	0.97MCi	1.7MCi	6.5MCi

## 注

- (a) 600 メガワットの原子炉については原子炉炉心の放射能内蔵量は、ウラン 235 の安定状態でのエネルギー発生率（一分裂につき、エネルギー出力 200MeV）を想定し、娘核種としての同位体の生成は無視し、核分裂収率をヨウ素 131 につき 3.1%、ヨウ素 133 につき 6.9%、ヨウ素 135 につき 6.1%、セシウム 137 につき 6.1%として計算されている。
- (b) 600 メガワットの原子炉の各ヨウ素の放射性同位元素の原子炉内内蔵量の計算については、出力 15%の状態、少なくとも各 5 半減期間、継続運転がなされたと想定している。600 メガワットの原子炉のセシウム 137 の原子炉内内蔵量の計算については、上記の期間、平均出力 15%の状態、運転がなされたと想定している。
- (c) 3300 メガワットの商業用軽水炉の原子炉内放射能内蔵量については、F・E・ハスキン他による“原子炉の安全性の将来、NUREG/CR-6042 改訂 1 版”米原子力規制委員会 1997年の表 5. 1-1 によっている。

表 II-4.2

下記の各原子炉運転段階における

600MWt 原子炉の炉心の放射性ヨウ素同位元素の内蔵量と危険度指数

各放射性同位元素 (半減期)	原子炉連続稼働の例示の段階ごとの原子炉内放射能内蔵量と危険度指数					
	段階 I の終わり (15%出力、連続稼働)		段階 II の終わり (90%出力、一日稼働)		段階 III の終わり (15%出力、一日稼働)	
	原子炉内放射能内蔵量	危険度指数	原子炉内放射能内蔵量	危険度指数	原子炉内放射能内蔵量	危険度指数
I-131 (8日間)	2.4MCi	3.1	3.3MCi	4.2	3.3MCi	4.2
I-133 (0.88日)	5.3MCi	8.6	19.6MCi	31.9	11.7MCi	19.1
I-135 (0.28日)	4.6MCi	11.6	25.9MCi	65.3	6.4MCi	16.1
		危険度指数 : 23.3		危険度指数 : 101.4		危険度指数 : 39.4

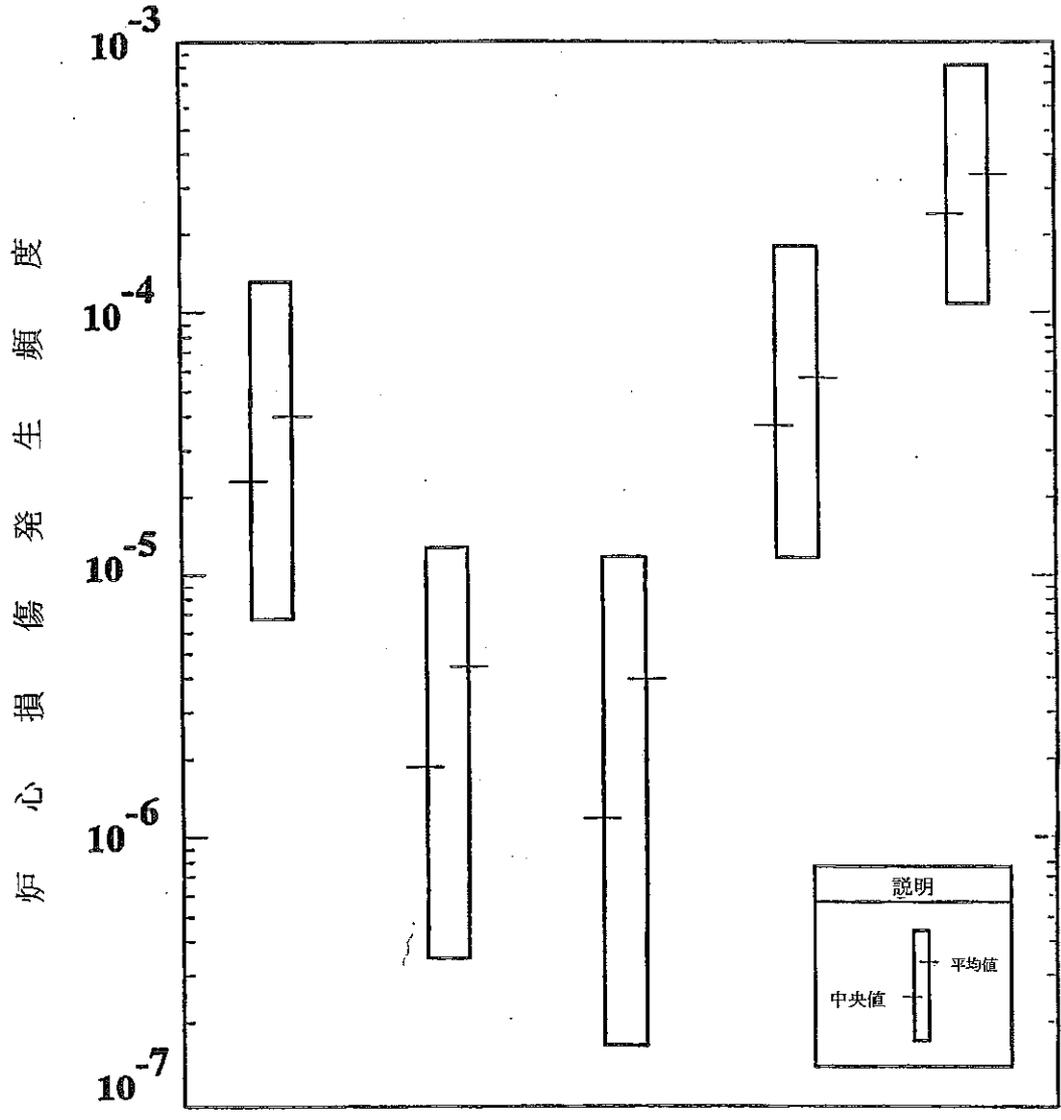
注意 :

- (a) 炉心の放射能内蔵量は、ウラン 235 の安定状態での熱中性子による核分裂 (1回の核分裂あたり 200MeV のエネルギーが発生すること) を仮定しており、その際の核分裂収率は、ヨウ素 131 ; 3.1%、ヨウ素 133 ; 6.9%、ヨウ素 135 ; 6.1%である。また、娘核種としての同位体の生成は無視している。
- (b) 炉心の放射能内蔵量は、一定の原子炉稼働の連続段階の総和であり、生成と崩壊をも考慮に入れている。
- (c) 原子炉稼働が 5 半減期より長く続く場合、連続稼働とみなされる。
- (d) 「危険度指数」の定義は、同位体の炉内放射能存在量が 1 平方キロ (百万平方メートル) の水平地表面に均一に放散されたとき、被曝した人が一日に受けるガンマ線による全身の外部被曝線量 (Sv) の合計。

被曝係数の出典 : 米原子力規制委員会「Reactor Safety Study, WASH-1400 (NUREG 75/104)、付録 VI の表 VI C-2」

図II-5.1

米国内5基の原発における炉年あたりの内部起因事象による炉心損傷発生率（米原子力規制委員会報告 NUREG-1150）



サリー ピーチボトム グランドガルフ セコイア ザイオン

表 III.5-1

2000年10月のミサイル駆逐艦コールに対する小型船自爆攻撃に関する抜粋情報

種 類	情 報
事故のあらまし	2000年10月12日、米海軍ミサイル駆逐艦コールはイエメンのアデン港で燃料補給中に小型船の自爆攻撃にあい、甚大な損傷を受けた。この襲撃で、コールの乗組員17名が死亡し、39名が負傷した。
コールの特徴	コールはアーレイ・バーク級の AEGIS ミサイル駆逐艦。全長154m、船幅18m。満載排水量は8,450トン。4基のガスタービンエンジンと2つのシャフトによって推進力を得ている。甲板の装甲は戦闘系統部と機械類設置部のあたりにとりつけられている。船体の隔壁は2枚のプレート構造になっていて、爆破片の進入を防いでいる。コールは攻撃からの防御能力をもっとも重要視して設計されている。
襲撃時	係留作業を9:30に終了。10:30、イエメンの契約業者による燃料補給開始。補給中、爆発物を積んだ二人乗りの小型船がコールに接近し、11:18ごろ、爆発した。
防衛状況	アデン港に停泊中、コールは警戒段階 Bravo にあった。Bravo には小型船による攻撃からの防衛対策が含まれている。(警戒段階：最低から最高の順は、Alpha (アルファ)、Bravo (ブラボー)、Charlie (チャーリー)、Delta (デルタ) である。)
損傷	爆発により、コールの船腹の水面上と水面下にわたり、6m x 12mの穴があった。コール船内にも重大な損傷があり、主機関室は浸水した。停電し、船内の通信装置はすべて作動不能となった。コールは、重量輸送荷船で米国に搬送され、修理が終わったあと、2002年、現場に復帰した。

出典：

- (a) Raphael Perl and Ronald O'Rourke, *Terrorist Attack on USS Cole: Background and Issues for Congress*, Congressional Research Service (2001年1月30日付け)
- (b) アメリカ海軍ファクトファイル (2006年6月12日に海軍のHP [www.navy.mil](http://www.navy.mil) を閲覧)
- (c) FAX Military Analysis Network のHP [www.fas.org](http://www.fas.org) (2006年6月12日に閲覧)

表 II.5-2

攻撃のための道具としての指向性爆弾の可能性

情報カテゴリ	カテゴリごとの情報
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 指向型爆弾は民用、軍用ともさまざまな使用方法があり、何十年にもわたって使用されている。</li> <li>・ 対戦車ミサイル破壊爆弾あるいは弾頭を人体につけて運ぶことも指向型爆弾の使用法のひとつである。</li> <li>・ 指向型爆弾の作成、使用には公的（政府からの）手助けや、機密情報入手する必要はない。</li> </ul>
第二次世界大戦での用途	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ドイツのMISTELは無人爆撃機の機首に搭載されるように設計されているが、知られているものとしては最大級の指向型爆弾。</li> <li>・ 日本はこれより小型の爆弾「サクラ」を、米国の軍艦に神風攻撃を行う際に使用している。</li> </ul>
最近の大型爆弾	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 米国政府内の研究所が、巡航ミサイルの機首に搭載するために開発。</li> <li>・ 出版された公開文献に説明されている（この場ではその文書の引用を自発的にひかえる。）</li> <li>・ 開発目的は、連繋弾頭の第1段階の仕事として、大きな石や厚いコンクリートを貫通すること。</li> <li>・ 構造は直径71cmで長さが72cmの円筒。</li> <li>・ 2002年11月のテストでは、硬い岩に直径25cm、深さ5.9mの穴をあけた。</li> <li>・ 重さ410kg。これは多くの通常飛行機が搭載できる重さである。</li> </ul>
輸送可能手段	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 通常航空機ビーチクラフトキングエア90は、最高990kgまでの搭載量を一時間460kmの速度で運ぶ。</li> <li>・ 中古のキングエア90は、米国国内で一台US\$400,000からUS\$1,000,000（¥480,000,000から¥1億2千万）で購入できる。</li> </ul>

出典：

ゴードン・トンプソン、Institute for Resource and Security Studies（資源安全保障研究所）、申請書番号04-04-026（2004年12月13日付）に関して、カリフォルニア州のPUC（Public Utilities Commission 公共施設委員会）に対して行った証言

図 II.6-1

ビーチボトム原発 (BWR) における早期格納容器ドライウエル破損をともなう炉心損傷事故時の放射性同位体ごとの大気中への放出量予測(米原子力規制委員会報告 NUREG-1150)

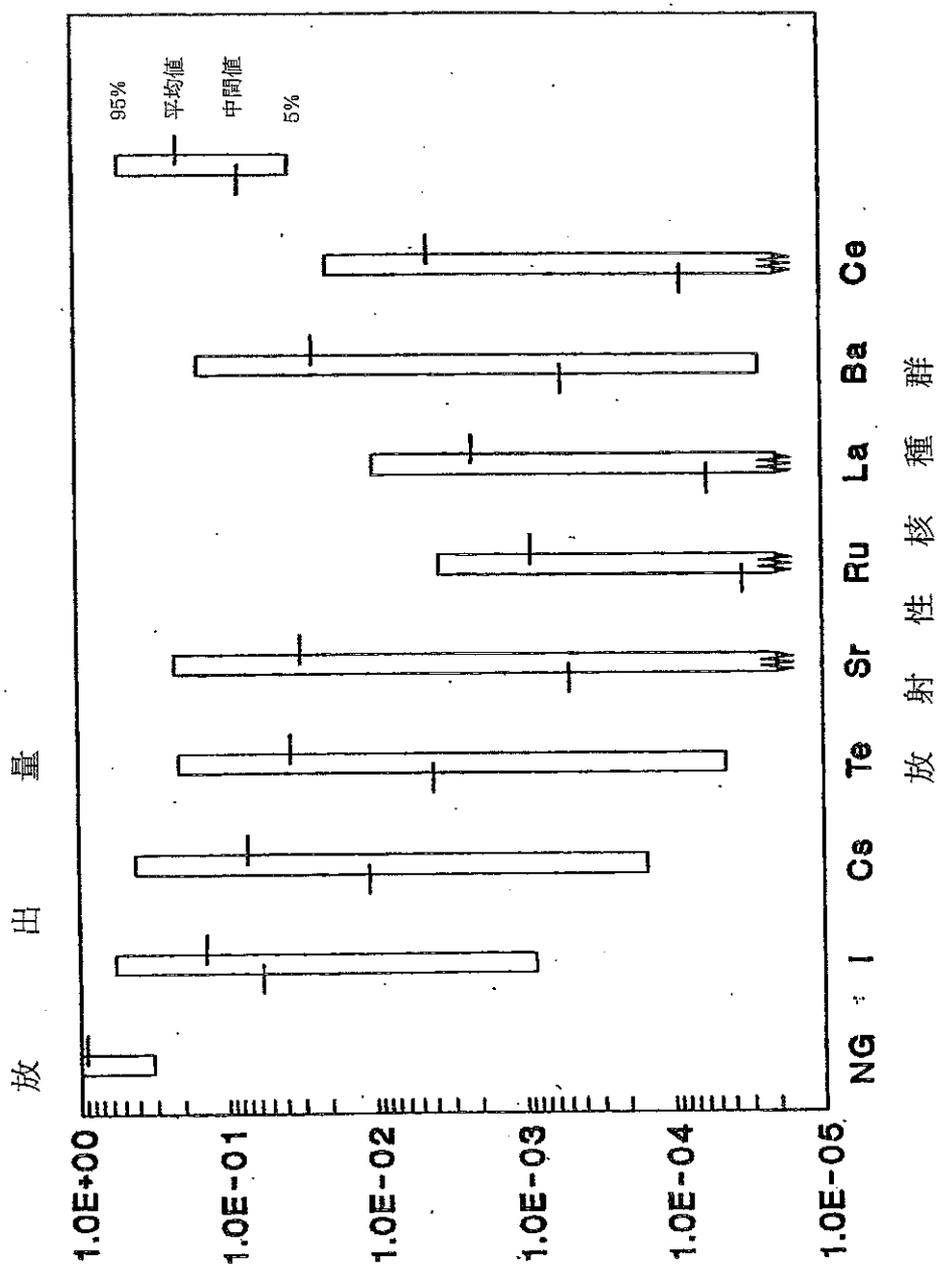


表 II.6-1

1986年のチェリノブイリ原子炉爆発事故で放出された放射性同位元素の想定量

放射性同位元素 半減期	大気中への放出	
	放出量(MCi)	炉心存在量との割合(%)
ヨウ素 131 (8日間)	45 +/- 5	55 +/- 5
セシウム 137 (30年)	2.3 +/- 0.7	33 +/- 10

出典

米原子力規制委員会 1997年11月 NUREG/CR-6042 修正第一版、*Perspective on Reactor Safety*, 5. 1-7表 F.E. Haskin et al.

表 II.6-2

重大な炉心損傷事故発生時における原子炉の挙動に影響を与える物質の（炉心）内蔵量

物質	物質の内蔵量率 (k g / 定格 MW t)		
	商業用加圧水型原子炉 (ザイオン)	商業用沸騰水型原子炉 (グランドガルフ)	ニミッツ級航空母 艦用の推進原子炉
原子炉冷却シス テム内の水	76.1	85.5	?
炉心の酸化ウラ ン	30.3	43.4	?
炉心のジルコニ ウム合金	6.2	20.7	?

## 注意

- (a) 商業用の加圧水型原子炉と沸騰水型原子炉のデータ： *The Source Term Debate*, Steven Sholly and Gordon Thompson, Union of Concerned Scientists 1986年1月発行
- (b) 水、酸化ウランおよびジルコニウム合金の存在量率は炉心損傷のきっかけと進行に影響する。ジルコニウム合金の内蔵量率は、ジルコニウム-水蒸気反応で生成される水素の量に関係し、格納容器が水素爆発によって破壊される可能性を左右する。

表 II.6-3

重大な炉心損傷事故発生時における構造強度に関する原子炉格納容器の主な特性

特 性	データ			
	大型の乾式格納容器を持つ PWR (ザイオン)	アイスコンデンサー型格納容器を持つ PWR (セコイア)	Mark I 型格納容器を持つ PWR (ピーチボトム)	ニミッツ級航空母艦用の推進原子炉
定格出力 (m <sup>3</sup> /MW t) に対する格納容器内の空き空間の比率	23.6	7.1 (格納容器の上部) 3.1 (格納容器の下部)	1.4 (ドライウェル) 1.0 (ウェットウェル)	?
格納容器内と外部の大气との設計上の圧力差 (バール)	3.2	0.8 (格納容器の上部) 0.8 (格納容器の下部)	3.9 (ドライウェル) 3.9 (ウェットウェル)	?

注意：

- (a) 商業用の加圧水型原子炉と沸騰水型原子炉のデータ： *The Source Term Debate*, Steven Sholly and Gordon Thompson, Union of Concerned Scientists 1986年1月発行
- (b) ザイオン、セコイア、ピーチボトムの各原子力発電所は、一次冷却系の破損で放出した蒸気のエネルギーを吸収する方法として3種類の設計を提示している。ザイオン発電所では、蒸気は大きな乾燥した室に入る。(事故の後、水は室の中に噴霧拡散される。) セコイア発電所では、氷の破片で満たされたかごのなかを蒸気が通り、復水される。ピーチボトムの発電所では、蒸気はウェットウェル (サブプレッションプール) 内の多量の水を通り抜けて復水される。

表 II.7-1

大気中に放射性ヨウ素を放出した前提で、放出場所から直接の風下に位置する無防備の大人の甲状腺に吸収される予想放射線量（大気安定性は「F」、風速は毎秒1mの条件）

ヨウ素同位元素 (半減期)	原子炉炉心の内蔵量	予想される大気中に放出された炉心内蔵量の割合	甲状腺の吸収量 (Sv)	
			1 km地点 ( $X/Q=1.5 \times 10^{-4}$ 秒/立方メートル)	10 km地点 ( $X/Q=1.8 \times 10^{-5}$ 秒/立方メートル)
ヨウ素 131 (8日間)	2.4 MCi	0.1	99.0	11.9
ヨウ素 133 (8.8日)	5.3 Mci	0.1	35.8	4.3
ヨウ素 135 (2.8日)	4.6 MCi	0.1	7.6	0.9
			総被曝量： 142.4Sv	総被曝量： 17.1Sv

注意：

- (a) 原子炉炉心放射能内蔵量は、600MWtの原子炉が出力15%で、少なくとも5半減期、連続稼動したことを想定して計算されている。
- (b) 1kmと10km地点での放射性プルームの相対濃度 ( $X/Q$ ) は、米原子力規制委員会発行の規制手引き1.145 (1983年2月) の1.3.1章に記載されている方法で計算されている。この計算方法では、建物エリア (A) の広さを10,000平方メートルとし、沈着と放射能崩壊は考慮していない。
- (c) 呼吸量は、毎秒 $2.5 \times 10^{-4}$ 立方メートルを仮定。
- (d) 吸収係数 (甲状腺に吸収された量。吸い込んだCi (キューリー) に対するSv) は、アメリカ合衆国原子力規制委員会発行の *Reactor Safety Study WASH-1400 (NUREG 75/014)*、1975年10月、の付録VIの表VI D-2から得ている。具体的な係数は、ヨウ素131は11,000、ヨウ素133は1,800、ヨウ素135は440である。
- (e) 計算では、線量と放出時間との間には関係はない。この方法は、放出時間が最長2時間まで有効である。
- (f) 放射性プルームの前方部は、17分で1km進み、2.8時間で10km進む。
- (g) 10km以上については、さらに高度な計算方式を必要とする。

図 II.8-1

核分裂反応の原子炉で、異なる稼働時間ごとの運転停止後の出力と停止前の出力の対比  
 (NUREG/CR-6042 修正第一版)

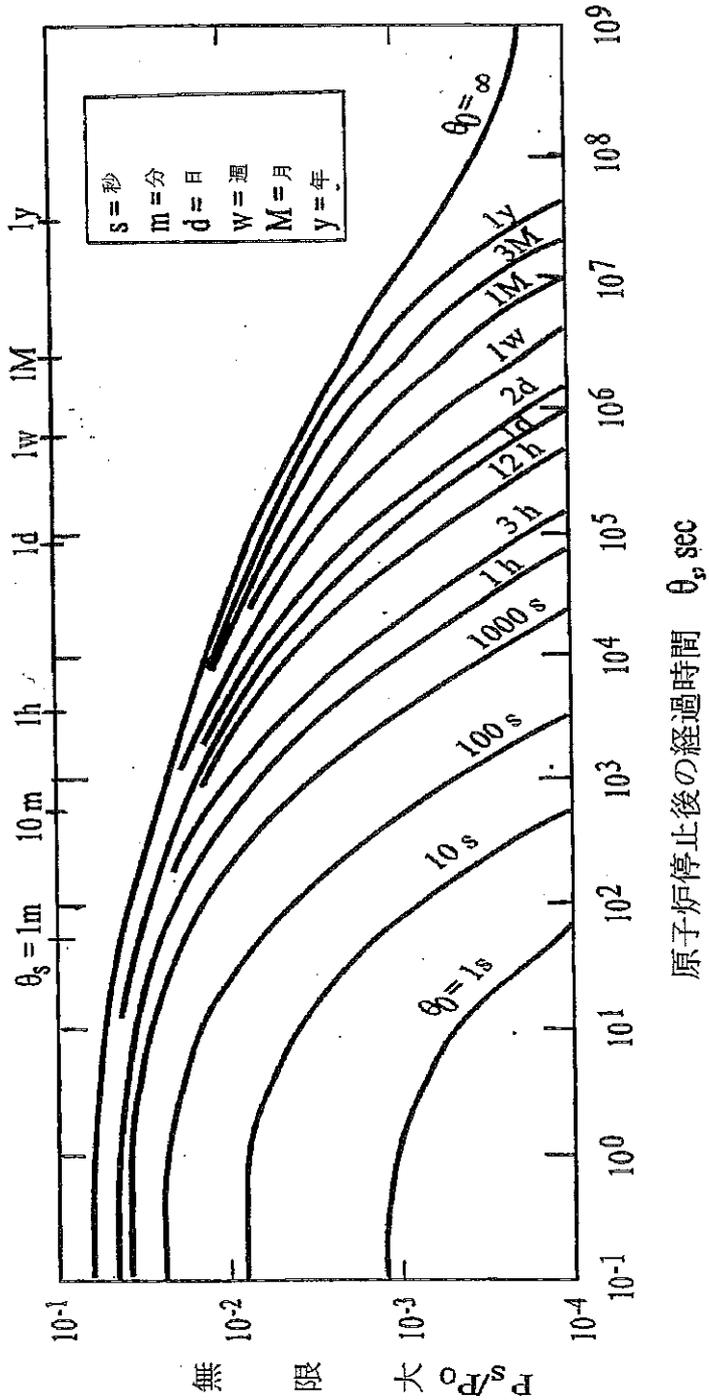


表 II.8-1

原子力空母が横須賀港を母港とすることに起因する放射能事故の危険性に対する下記の選択肢の影響

選択肢	放射能事故の危険性に対する各選択肢の影響	コメント
通常型空母キティホークまたはジョンFケネディの母港化	現状維持。 放射能事故の危険性はなし。	キティ・ホークは2008年に退役する。アメリカ海軍は、JFK は老朽化が激しく、使い物にならないと説明している。
原子力空母ジョージ・ワシントンの母港とする	提案中。 基本的に放射能事故の危険が存在する。	ジョージ・ワシントンが横須賀港に到着するのは2008年を予定されている。
航空面での保安体制を強化	航空機による原子力空母攻撃の可能性の低下。	航空機による攻撃の確率を明確な数字で示すことができないため、航空面での保安強化による費用対効果について判断が必要とされる。
横須賀港の防衛保安体制を強化	機雷あるいは小型船による原子力空母襲撃の可能性の低下。	機雷あるいは小型船による攻撃の確率を明確な数字で示すことができないため、港湾面での保安強化による費用対効果について判断が必要とされる。
横須賀港に入港前に原子力空母の原子炉を、ある一定の時間、できるだけ低出力で稼働する。	冷却水が喪失しても炉心溶融の可能性は低い。短寿命放射性同位元素の炉心存在量が低減、	結果として、危険度が大きく低下するが、原子力空母の作戦上の要求と両立するものでない。
横須賀とその周辺地域での原子炉事故緊急対策計画の強化。	大気中に短寿命同位元素が放出された場合、人体がそれにさらされることが軽減される。長寿命同位元素（たとえば、セシウム137）による土壌汚染には影響しない。	放射能放出発生後、10kmまでとそれ以上の地域で、屋内待避、避難、ヨウ素剤摂取をすみやかに、迅速に行うことが必要とされる。
損傷した原子力空母を迅速に沖合に曳航できる緊急時	事故や攻撃後の港内での放出の可能性が低下	曳航が的確にできるためには、実際に訓練してみることが必要だろう。ま

対応能力の確立。		た、原子力空母が港に停泊している間、いつでも行えるよう用意していることも必要。
----------	--	---

注意：

選択肢のそれぞれにはさらに細かい検討が必要であり、環境影響評価書で検討することができよう。