

原子力発電所に係る防災対策を重点的に充実すべき地域 に関する考え方

平成23年11月1日
原子力施設等防災専門部会
防災指針検討ワーキンググループ

はじめに

福島第一原子力発電所の事故は、発生から半年以上が経過しているが、まだ終息には時間を要する。一方、今回の事故を踏まえ、原子力発電所周辺地域のより現実的な防災対策を早期に講じる必要があること等から、これまでに明らかとなった教訓等を踏まえ、「原子力施設等の防災対策について（以下、防災指針）」に反映させる事項の検討に当たっては、「防災対策を重点的に充実すべき地域」に関する考え方を早急にとりまとめることが求められている。

このため、本来であれば、事故原因の分析と対策の検討、教訓の洗い出しを経た後に指針等の見直しを行うことが適切であるが、現時点で得られた事故の教訓、国際基準等（解説1）を踏まえ、これらを早急に反映するため、原子力発電所を対象に「防災対策を重点的に充実すべき地域」に関する考え方について、一定の整理を行った。なお、その他の施設については、今後検討していくこととする。

1. 防災対策を重点的に充実すべき地域の考え方について

原子力防災の前提として、異常の発生を防止すること、異常が発生した場合には早期に検知して事故に至らないよう異常の拡大を防止すること、事故が発生した場合にもその拡大を防止し影響を軽減することが必要であり、第一に、施設の安全対策を徹底して強化することが不可欠である。その上で、発生確率が小さくても発生した場合には損害が極めて大きい大量の放射性物質の放出を伴う原子力緊急事態において、周辺住民の健康・財産等を防護するため、危機管理の観点から緊急時において迅速で効果的な防護措置が講じられるよう実効性のある防災計画を策定する必要がある。

（1）防護措置実施の考え方

原子力施設からの放射性物質又は放射線の異常な放出による周辺環境への影響の大きさ、影響を与えるまでの時間は、異常事態の態様、施設の特性、気象条件、周辺の環境条件、住民の居住状況等により異なり、発生した具体的事態に応じて臨機応変に対処する必要がある。周辺住民等の被ばくを低減するための防護措置を短期間に効率良く行うためには、あらかじめ異常事態の発生を仮定し、施設の特性等を踏まえて、その影響の及ぶ可能性のある地域として「防災対策を重点的に充実すべき地域」を定めておき、そこに重点を置いて予め緊急事態に対する準備をしておくことが重要である。

東京電力福島第一原子力発電所の事故においては、事故が急速に進展したため迅速

な対応が求められた。防護措置の実施に当たっては、これまでは予測的な手法に基づく意思決定を行うこととしてきたが、今後は、事故の不確実性や急速に進展する事故の可能性、国際基準等を踏まえ、主として緊急事態の区分と区分決定のための施設における判断基準（緊急時活動レベル（EAL：Emergency Action Level）及び環境における計測可能な判断基準（運用上の介入レベル（OIL：Operational Intervention Level））に基づき迅速な判断ができるような意思決定手順を構築する必要がある。そのためには、まず、国において緊急事態区分を設定し、それに沿って事業者が各原子力発電所で発生し得る異常や事故を分類、整理して区分決定のための EAL を具体的に定めるとともに、緊急時においては、事業者が迅速に緊急事態区分を決定するといった枠組みを新たに整備する。緊急事態の初期段階では緊急事態区分に基づき放射性物質の環境放出以前に施設周辺において避難等の予防的防護措置を実施するとともに、初期段階以降では、環境モニタリング等の結果を踏まえ、OILに基づき屋内退避、避難、安定ヨウ素剤の予防服用等の措置を行うなど、時間的進展を考慮に入れて、緊急防護措置等を決定する仕組み（フロー図）を構築する。（解説 2）

（2）防災対策を重点的に充実すべき事項

原子力施設において、放射性物質又は放射線の異常な放出が発生した場合、緊急に講ずべき応急対策は、周辺住民等の被ばくを低減するための防護措置である。

このため、緊急時において迅速で効果的な防護措置が講じられるよう予め整備すべき事項の主な例は、以下のとおりである。

〔計画段階で整備・準備しておくべき事項〕

- ・ 周辺住民等への迅速な情報連絡の手段
- ・ 緊急時モニタリング体制及び実施手順
- ・ 原子力防災に特有な資機材等
- ・ EAL、OIL 等の判断・評価基準
- ・ 住民のスクリーニングと除染の手順等
- ・ 安定ヨウ素剤の配布、服用の手順等
- ・ 屋内退避・避難等の実施方法の周知、手順等
- ・ 避難経路及び場所の明示等・飲食物摂取制限の手順等

また、緊急時において周辺住民等の被ばくを低減するための防護措置を講じるに当たって必要な事項は以下のとおりである。

〔緊急事態への対応段階で必要な事項〕

- ・ 周辺住民、関係機関等への迅速な情報連絡（事故情報、気象情報、道路情報等）
- ・ 関係機関間の情報共有
- ・ 避難、屋内退避、立ち入り制限
- ・ 安定ヨウ素剤の配布、服用の指示
- ・ 避難住民のスクリーニングと除染
- ・ 避難住民の介護、特別な配慮が必要な施設（病院等）への注意喚起
- ・ 航空、水上、道路及び鉄道交通への誘導と制限
- ・ 緊急時作業員の放射線防護のための適切な措置の実施
- ・ 飲食物の摂取制限、水、飲食物の供給確保

(3) 防災対策を重点的に充実すべき地域の内容

原子力発電所に係る防災対策を重点的に充実すべき地域については、緊急事態発生
の初期段階で実施する防護措置の準備のために、本地域内に、これまでのいわゆる緊
急時計画区域（EPZ：Emergency Planning Zone）に代えて、以下の区域を設ける。
特に施設に近い区域に重点を置きつつ、施設からの距離、周辺環境条件、気象、人口
分布等を勘案して、区域に応じた適切な防護措置を迅速に実施できるよう事前に準備
しておくことが必要である。

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

東京電力福島第一原子力発電所の事故においては、事故が急速に進展したた
め迅速な対応が求められた。急速に進展する事故を考慮し、重篤な確定的影響
等を回避するため、緊急事態区分に基づき、直ちに避難を実施するなど、放射
性物質の環境への放出前の予防的防護措置（避難等）を準備する区域（PAZ）
を設ける。緊急時において予防的防護措置を確実に実施するためには、施設の
状態に基づいて緊急事態区分を迅速に決定するための緊急時活動レベル（EAL）
を予め策定するとともに、緊急時においては PAZ 内の住民等に迅速に通報す
るシステムを確立しなければならない。また、放射性物質の放出状況等を把握
するため、自然災害にも頑健性を有し、自動でリアルタイムに環境放射線等を
測定し、データを伝送することが可能な設備の設置など人力を介さない環境放
射線モニタリング体制を整備する。

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

国際基準等に従って、確率的影響を実行可能な限り回避するため、環境モニ
タリング等の結果を踏まえた運用上の介入レベル（OIL）、緊急時活動レベル
（EAL）等に基づき避難、屋内退避、安定ヨウ素剤の予防服用等を準備する区
域（UPZ）を設ける。OIL は、IAEA の国際基準等を参考に国が予め設定して
おく必要がある。また、OIL に基づく判断を行うため、環境モニタリングを行
う体制を整備するとともに、緊急防護措置を迅速かつ実効的に実施できる準備
を確立しなければならない。この際、当該地域における人口分布や社会環境条
件（道路網等）を勘案し、必要に応じて段階的な避難を実施できるよう計画を
策定することが重要である。

(4) プルーム通過時の被ばくを避けるための防護措置

東京電力福島第一原子力発電所の事故においては、放射性物質を含んだプルーム
（気体状あるいは粒子状の物質を含んだ空気の一団）が広範囲に拡散した。UPZ の
外においても、事故発生時の初期段階では放出された放射性核種のうちプルーム通過
時の放射性ヨウ素の吸入等による甲状腺被ばくの影響が想定される。プルームによる
甲状腺被ばくの影響は、屋内に退避することにより相当程度低減することから、この
場合の防護措置は、自宅内への屋内退避が中心になると考えられる。また、必要に応
じて、安定ヨウ素剤の服用、飲食物の摂取制限も考慮する必要がある。プルームによ

る被ばくを回避する防護措置は、施設の EAL や OIL の基準、放射性物質の拡散状況の推定等に基づいて実施されるが、住民への情報提供、周知体制の整備、安定ヨウ素剤の備蓄などの計画を予め策定する必要がある。本防護措置については、今後、さらに検討していくことが必要である。

(5) 環境放射線モニタリング

今後主として計測可能な判断基準等に基づき避難、屋内退避、安定ヨウ素剤の予防服用等の防護措置を実施するためには、その根拠となるデータを提供する環境放射線モニタリングが極めて重要である。緊急防護措置を準備する区域 (UPZ) 内においては、迅速に環境放射線モニタリングを行うための施設・設備、体制を整備する必要がある。また、UPZ の外においても、放射性物質の拡散状況の把握等が重要であること、飲食物等の汚染はかなりの広範囲に及ぶ可能性も考えられること等から、広域的な環境放射線モニタリング体制を整備することが必要である。広域的な環境放射線モニタリングは、国が主体的な役割を担うことが期待される。なお、飲食物摂取制限は、環境モニタリングの結果を踏まえて速やかに実施することが重要である。

2. 防災対策を重点的に充実すべき地域の当面のめやすについて

原子力発電所における防災対策を重点的に充実すべき地域の当面のめやすについては、以下のとおりとする (解説3)。なお、今後、福島第一原子力発電所事故に関する調査の進展により、新たな知見が得られることが想定される。また、原子力発電所において新たな安全対策・技術を採用することにより、放射性核種の放出量の低減も期待される。したがって、本めやすは、指針に関する今後の検討、事故調査の結果、安全対策・技術の採用状況等を踏まえ、適宜見直すこととする。

1) 予防的防護措置を準備する区域 (PAZ)

原子力安全委員会の PAZ の範囲に関する委託研究による確率論的手法に基づく PAZ の検討の結果、PAZ の範囲となる確定的影響を防止するための防護指標を超える距離は、原子力施設から概ね 3 km 以内に収まっていること、IAEA の国際基準において、PAZ の最大半径は原子力施設から 3~5 km の間で設定すること (5 km が推奨) としていることを踏まえ、この区域の範囲のめやすを「原子力施設から概ね 5 km」とする。

2) 緊急時防護措置を準備する区域 (UPZ)

東京電力福島第一原子力発電所事故においては、IAEA の定める即時避難又は堅固な建物への屋内退避の OIL (1,000 μ Sv/h) 以上となる地点は、概ね原子力発電所の敷地内になっており、IAEA の定める一時的移転の OIL (100 μ Sv/h) 以上となる地点は、原子力施設から概ね 30 km 以内になっている。また、本ワーキンググループにおいて検討したシビアアクシデント時のソースターム評価とそれに基づく線量評価によれば、IAEA の新たな安全基準文書で示された判断基準を用いると、避難及び屋内退避を必要とする範囲は原子力施設か

ら概ね 10 km 以内、安定ヨウ素剤予防服用を必要とする範囲は原子力施設から概ね 30 km程度となっている。さらに、IAEA の国際基準において UPZ の最大半径は原子力施設から 5~30 kmの間で設定することとしている。以上を踏まえ、この区域の範囲のめやすを「原子力施設から概ね 30 km」とする。

上記に示した PAZ のめやすである 5 kmについては、確率論的手法に基づく検討の結果得られた範囲の 3 kmに対して、ある程度の裕度を有している。UPZ のめやすについては、福島第一原子力発電所事故における検証結果、IAEA の国際基準等を参考に提示しているが、防災対策を重点的に充実すべき地域のめやすについては、シビアアクシデント対策に係る指針の見直し等を踏まえ、主として参照とすべき事故の規模を今後さらに検討し、迅速で実効的な防護措置が講じることができるよう緊急事態に対する準備を継続的に改善していくことが必要である。

3. プルーム通過時の被ばくを避けるための防護措置について

東京電力福島第一原子力発電所の事故においては、プルームの放射性ヨウ素の吸入による甲状腺等価線量は、IAEA の安定ヨウ素剤予防服用の新たな判断基準を用いると、その範囲が原子力施設から概ね 50 kmに及んだ可能性がある（解説 4）。今後、これを参考として、国において、プルーム通過時の被ばくを避けるための防護措置を実施する地域（PPA：Plume Protection Planning Area）における具体的な対応を検討していく必要がある。

4. 留意事項について

防災対策を確実に実施する上では、実施機関の役割、責任を明確に決定することが必要である。

原子力施設の安全を確保する一義的な責任は事業者にあり、事業者において事故を起こさないよう努力することが何よりも重要であるが、事故は起こるものと想定して、事故の拡大防止、影響緩和のための準備を予めしておくことが必要である。その上で、地域防災計画の策定に際しても、事業者は積極的に協力することが必要である。

地域防災計画等の策定においては、対象とする原子力施設ごとに、防災対策を重点的に充実すべき地域のめやすを踏まえ、施設の特性、行政区画、地勢等地域に固有の自然的、社会的周辺状況等を勘案し、具体的な地域を定める必要がある。なお、原子力発電所事故による周辺環境への影響の大きさ、影響を与えるまでの時間は、異常事態の態様、施設の特性、気象条件、周辺の地形、住民の居住状況等により異なることから、将来的には、原子力発電所毎に、防災対策を重点的に充実すべき地域を詳細に検討していくことが望ましい。防災対策を重点的に充実すべき地域が複数の道府県に跨るなど広範囲に及ぶことが考えられることから、国等による防災対策の検討、実施、調整等を図ることが必要である。

地域防災計画等については、住民避難等の実効性も含めて検証し、十分な調査、検討を行った上で策定することが必要である。地域防災計画等の策定に当たっては、迅速かつ確実な避難が可能となるよう、予め避難時間を見積もった上で、段階的な避難

など具体的な避難計画を策定することが重要である。また、避難区域外の人々が自主的に避難することにより、本来避難すべき人々の避難を妨げることが無いよう対策を採ることが必要である。さらに、避難を確実にするためには、法規制や補償措置などを設定することも検討することが考えられる。また、プルーム通過時の甲状腺被ばくを低減するための実効的な安定ヨウ素剤の服用方法を確立する必要がある。

緊急防護措置を効率的、効果的に実施するためには、地域防災計画等を立案する際に、関連する地元の自治体・住民等が関与できる枠組みを構築し、その決定プロセスへの参加を確保することが重要である。これによって、実施する防護措置についても理解が深まるとともに、地域の実情が反映されることから、その実効性が向上するとともに、円滑に実施されることが期待される。

解説1 IAEA等の国際基準の動向について

(1) IAEAにおける緊急事態の準備と対応の基本的考え方

IAEAの安全要件GS-R-2(2002)「原子力又は放射線緊急事態に対する準備と対応」に示された緊急事態に対する準備と対応の基本的要件から、緊急事態における計画段階と対応段階の手順をまとめると図1のようになる。

計画段階においては、まず脅威区分に従って脅威の評価が行われる。事業者は緊急事態を同定するため、緊急事態区分(分類)とその判断基準として、施設に関連してあらかじめ定義された緊急時活動レベル(EAL: Emergency Action Level)を整備する。原子力発電所のような脅威区分1の施設に対しては、①重篤な確定的影響のリスクを実質的に低減するため、予防的措置範囲(PAZ: Precautionary Action Zone)を設けて、施設の条件によって決まる緊急事態区分に基づいて、放射性物質の放出以前又は放出開始直後に予防的防護措置が講じられるよう整備を行う。また、②国際基準に従って線量を回避するため、緊急防護措置計画範囲(UPZ: Urgent Protective action Planning Zone)を設けて、迅速に緊急防護措置が講じられるよう整備を行う。

対応段階においては、まずEALに基づき緊急事態区分を決定し、最も厳しい全面的緊急事態(General Emergency)等の場合にはPAZ内で放射性物質の放出前又は放出開始直後、直ちに避難等の予防的防護措置を実施する。また、UPZ内では、環境モニタリングの測定値を基に、線量率や環境媒体中の放射能濃度といった測定可能な量で定義された実用上の介入レベル(OIL: Operational Intervention Level)を用いて、屋内退避、避難、安定ヨウ素剤の予防服用等の各種の防護措置を実施することとしている。

IAEAのこの基本的考え方は、過去の事故の経験から、事故初期には正確な情報は非常に限られており、主要な放出の開始時期、その大きさ及び継続時間、オフサイトの影響を初期段階で予測することは不可能であること、住民の防護には迅速さが求められることから、事故の際には貴重な時間を浪費しないため準備段階で予め決められた明確な戦略と測定可能な判断基準、権限によって防護措置が講じられなければならないというものである。

緊急事態の準備と対応の基本的な考え方

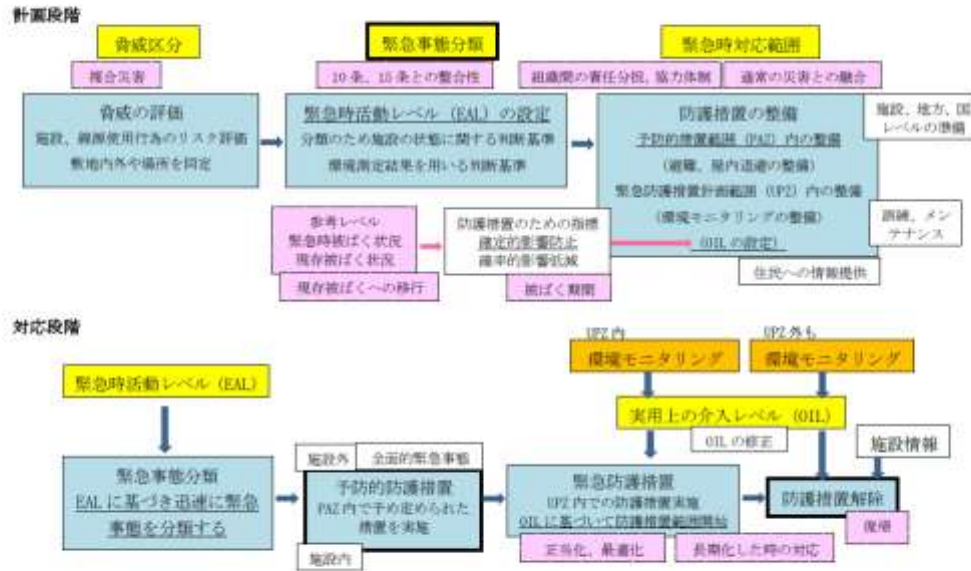


図1 IAEA安全要件における緊急事態に対する準備と対応の基本的考え方
 (出典：防災指針検討ワーキンググループ（第2回会合）配付資料 防WG第2-10号)

(2) PAZとUPZの提案範囲について

IAEAの安全指針GS-G-2.1(2007)「原子力又は放射線緊急事態に対する準備の整備」によれば、表1に示すように熱出力100万kW以上の実用発電炉におけるPAZ及びUPZの範囲として、PAZ: 3~5km(5kmを推奨)、UPZ: 5~30kmが提案されている。また、各々範囲の提案は工学的判断に拠ったとして、表2に示すような説明がなされている。

表 1 PAZ と UPZ の提案範囲

施設	PAZ の半径 ^{注 1,2,3}	UPZ の半径 ^{注 1,4}
脅威区分Ⅰの施設		
出力 >1000MW(th)	3~5km	5~30km ^{注 5}
出力 100~1000MW(th)	0.5~3km	5~30km ^{注 5}
A/D ₂ >=10 ⁵ ^{注 6}	3~5km	5~30km ^{注 5}
A/D ₂ >=10 ⁴ ~10 ⁵ ^{注 6}	0.5~3km	5~30km ^{注 5}
脅威区分Ⅱの施設		
出力 10~100MW(th)	設定しない	0.5~5km
出力 2~10MW(th)		0.5km
A/D ₂ >=10 ³ ~10 ⁴ ^{注 6}		0.5~5km
A/D ₂ >=10 ² ~10 ³ ^{注 6}		0.5km
サイト境界の 500m 以内にある核分裂性物質 ^{注 7}		0.5~1km

注 1 半径は、区域の境界を設定しなければならない施設からのおおよその距離である。適用に際して、2 倍以上に変化しても差し支えない。詳細な安全解析により実証される場合には様々な距離が用いられる。

注 2 提案された半径は、骨髄や肺への重篤な被ばく（2 日間）により生命を脅かす線量レベルに達するおおよその距離である。最大半径 5 km が推奨される。原子力緊急事態で用いられるソースタームは、オフサイトで重篤な確定的影響を及ぼすかもしれないような低い可能性の事故を想定している。

注 3 半径は RASCAL3.0 の計算モデルで行った計算を基に選択した。計算にあたり、平均的な気象条件、無降雨、地表面放出、グラウンドシャインによる 48 時間の被ばくを仮定する。48 時間、外にいた人の被ばく線量の中央値を計算する。

注 4 提案された半径は、吸入・クラウドシャイン・グラウンドシャインによる実効線量の 48 時間での合計が避難に対する一般的介入レベル（GIL）の 1~10 倍を超えないおおよその距離である。

注 5 5~30km の中間の距離は、サイト特有の解析によって支持されれば、妥当と考えられる。

注 6 インベントリーの 10% が大気に放出されたものである。

注 7 半径 500m は、避難の GIL を超える距離である。臨界物質（核分裂物質）を所蔵する建屋は、十分な遮へいがなく、臨界により 10¹⁹ 回の核分裂が起こるとの仮定に基づく。これは、ガンマ線と中性子線からの外部被ばくによる線量で、RASCAL3.0 の計算モデルを用いて計算したものである。

（出典：IAEA GS-G-2.1 Appendix II TABLE8.）

表2 オフサイト区域の対応範囲（付属書Ⅱ）

区域の種類	PAZ	UPZ	
目的	確定的影響の防止又は低減	線量の回避	
実施時期	放出前又は放出直後	放出後数時間以内	
対策	屋内退避、避難	環境モニタリング、避難所の設置	
脅威区分	I（原子力発電所等）	I（原子力発電所等）	II（研究炉等）
半径	0.5～5km	5～30km	0.5～5km
範囲の根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・放出前又は放出直後にこの範囲内で講じる緊急防護措置により早期致死を超える線量を回避でき、また一般的介入レベル（GIL）を超える線量を防止 ・チェルノブイリ事故ではこのような距離で数時間以内に死亡するおそれのある線量率が測定された。 ・PAZの最大半径は、次の理由により5kmと仮定する。 －最も重大な緊急事態を除いて早期致死が想定される距離の限界。 －オンサイトでの線量に比べて1/10に低減する。 －この距離を超えた場所では緊急防護活動が正当化されることは、まず、ありえない。 －放出前又は放出直後に屋内退避や避難が速やかに行える実用上限界の距離と考えられる。 －これよりも大きな半径で予備的な緊急事態措置を実施すると、サイト近傍の人々への緊急防護活動の有効性が減少すると考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所を想定した最も重大な緊急事態の場合に早期死亡のリスクを大きく低減するため、数時間又は数時間以内にホットスポットを特定し、避難するためにモニタリングを行う必要のある半径。 ・このような半径では、放出による濃度はPAZ境界での濃度に比べておおよそ1/10に低減する。 ・この距離は、対策拡大のための十分な基盤となる。 ・5～30kmの距離は、数時間以内にモニタリングを実施して適切な緊急防護活動を行う実用上の限界と考えられる。 ・平均的な気象条件でこの半径を超える場所では、ほとんどの重大な緊急事態に対して、個人の総実効線量が避難のための緊急防護措置のGILを超えることはない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・大気中への放出 －平均的な気象条件でUPZを超える場所では、最も重大な緊急事態についてのみ、個人の総実効線量が避難のための緊急防護措置GILを超える。 －この半径内における準備は、必要な場合、範囲外部において有効な緊急防護措置を実施するための十分な基盤になる。 －建物が原因となる航跡効果（wake effects）を考慮して、最も小さい半径として0.5kmが選択された。 ・臨界状態にある核分裂性物質 －臨界による放射線リスクは、γ線及び中性子線からの外部被ばくがほとんどの原因となる。 －この半径を超えると、ほとんどの臨界事故では、個人に対する実効線量は避難の緊急防護措置のGILを超えない。 －過去の臨界事故によるオフサイトでの線量は、0.5～1kmを超える緊急防護措置を正当化しない。

（IAEA GS-G-2.1 Appendix IIに基づき原子力安全委員会事務局が作成）

(3) 防護措置及びその他の対応措置に対する包括的基準 (Generic Criteria)

IAEA の安全指針 GSG-2 (2011) 「原子力又は放射線緊急事態に対する準備と対応における使用のための判断基準」によれば、緊急事態では迅速な防護措置を実施するために実用上の基準(測定できる量又は観測値)を予め規定しておく必要がある。その運用上の介入レベル (OIL) を導出するための包括的な判断基準 (Generic Criteria) を 2 種示した。表 3 は、重篤な確定的影響を防止するために、いかなる状況においても迅速な防護措置を講じるための包括的判断基準である。また、表 4 は、すべての確定的影響を回避し、かつ確率的影響を受容可能なレベルまで低減するための防護措置を講じる際の包括的判断基準である。

表 3 重篤な確定的影響を防止するあるいは最小化するため、緊急事態のいかなる状況においても取り組まれると期待される防護措置及びその他の対応措置に対する包括的基準

包括的基準	防護措置あるいは他の措置の例
急性外部被ばく (10 時間未満) 赤色骨髄 ^{注1} : 1 Gy 胎児 : 0.1 Gy 体組織 ^{注2} : 25 Gy (深部 0.5cm) 皮膚 ^{注3} : 10 Gy (100cm ²)	線量が予測されたら、(困難な状況下においても) - 包括的基準以下に線量を保つための予防的緊急防護措置 - 公衆への情報提供及び警告 - 早期除染等の防護活動を予防的に行う。
急性摂取による内部被ばく ($\Delta=30$ 日間 ^{注4}) 赤色骨髄 : 0.2 Gy (原子番号 90 以上の核種 ^{注5}) 2 Gy (原子番号 89 以下の核種 ^{注5}) 甲状腺 : 2 Gy 肺 ^{注7} : 30 Gy 結腸 : 20 Gy 胎児 ^{注8} : 0.1 Gy	もし被ばくを受けたら、以下を実施 : - 迅速な医療診断、問診及び所要の処置 - 汚染管理 - 直ちに体内除染 ^{注6} (適用可能な場合) - 長期医療追跡調査の登録 - 包括的な心理カウンセリング

注 1 均一な放射場での強い透過性放射線の照射によって生じる赤色骨髄、肺、小腸、生殖腺、甲状腺、水晶体に対する外部被ばく。

注 2 (手やポケットに入れて携帯される放射源などとの) 接触により、組織の深さ 0.5cm で 100cm²にもたらされる線量。

注 3 線量は、表皮から 40mg/cm²の深度 (すなわち 0.5mm) で 100cm²の皮膚組織に対するものである。

注 4 AD(Δ)は、被ばくした人の 5%に健康影響を生じるような摂取量 (I_{05}) によって期間 Δ の間にもたらされる吸収線量を指す。

注 5 放射性核種の摂取量閾値の違いを考慮するため異なる基準を使用。

注 6 体内除染に対する一般的基準は、体内除染なしの予測線量に基づく。

注 7 本文書の目的上、「肺」とは、気道の肺胞-間質領域 (AI) を意味する。

注 8 子宮内での成長期間における吸収線量

(出典 : IAEA GSG-2 TABLE2.)

表4 確率的影響リスクを低減するための防護措置及びその他の対応措置に対する包括的基準

包括的基準	防護措置あるいは他の措置の例
以下の包括的基準を超える予測線量：緊急防護措置と他の対応措置を実施する	
H _{Thyroid} 50mSv（最初の7日間）	安定よう素剤予防服用
E 100mSv（最初の7日間） H _{Fetus} 100mSv（最初の7日間）	屋内退避、避難、除染、食物やミルク、水の摂取制限、汚染管理、公衆への安心
以下の包括的基準を超える予測線量：緊急時の早い段階で防護措置と他の対応措置を実施する。	
E 年 100mSv H _{Fetus} 100mSv（子宮内発育全期間）	一時的避難、除染、食物、ミルク及び水の代替、公衆への安心
以下の包括的基準を超えて受けた線量：放射線に起因する健康影響を検出し効率よく対処するため、長期医療対策を実施する。	
E 月 100mSv	（医療追跡調査の基礎としての）特定の放射線感受性の高い臓器の等価線量に基づくスクリーニング、カウンセリング
H _{Fetus} 100mSv（子宮内発育全期間）	個々の状況で告知に基づく決定を実施するためのカウンセリング

注：H_T臓器または組織 Tの等価線量；E-実効線量

（出典：IAEA GSG-2 TABLE3.）

（4）米国における緊急時計画区域（EPZ）と防護措置実施手順

米国では TMI 事故以後、原子力規制委員会（NRC）は原子力発電所周辺に 2 つの緊急時計画区域を設置することを求めた。1 つは主に避難と屋内退避を実施するプルーム被ばく経路に対する区域で、約 10 mile（約 16 km）、もう 1 つは食料や水の管理、家畜飼料の管理措置を行う食物摂取経路に対する区域で、約 50 mile（約 80 km）である。

過酷な炉心損傷を伴う事故の防護措置を決めるための指針は、「重大事故に伴う防護措置勧告基準（NUREG-0654, Supplement 3, 1996）」に示され、過酷事故のリスク評価の知見から発電所から約 2～5 mile（半径 2mile の円、風下 5mile の範囲）での早期避難が放射線防護の基本目標を達成できる最も有効な防護措置と位置づけている。本文書の改訂のための最新ドラフト版（2010）では、図 2 に示すようにサンディア国立研究所による防護活動勧告に関する研究結果から、避難時間推定（ETE）を考慮し、屋内退避、段階的避難、避難の障害の有無等を考慮した新たな防護措置のガイダンスが検討されている。

短期防護措置のガイダンス (NUREG-0654, Rev.1, Supplement 3 ドラフト, 2010)

- 2004年、NRCはこれまでの防護措置の実施方法に代わる別の方法について、検討を実施した(PAR研究、NUREG/CR6953 Vol.1)。
- その結果、NUREG-0654, Rev.1, Supp.3を見直す必要が生じた。
- 緊急時計画策定の際に評価しなければならない避難時間推定(ETE)が防護措置実施の上で考慮されている。

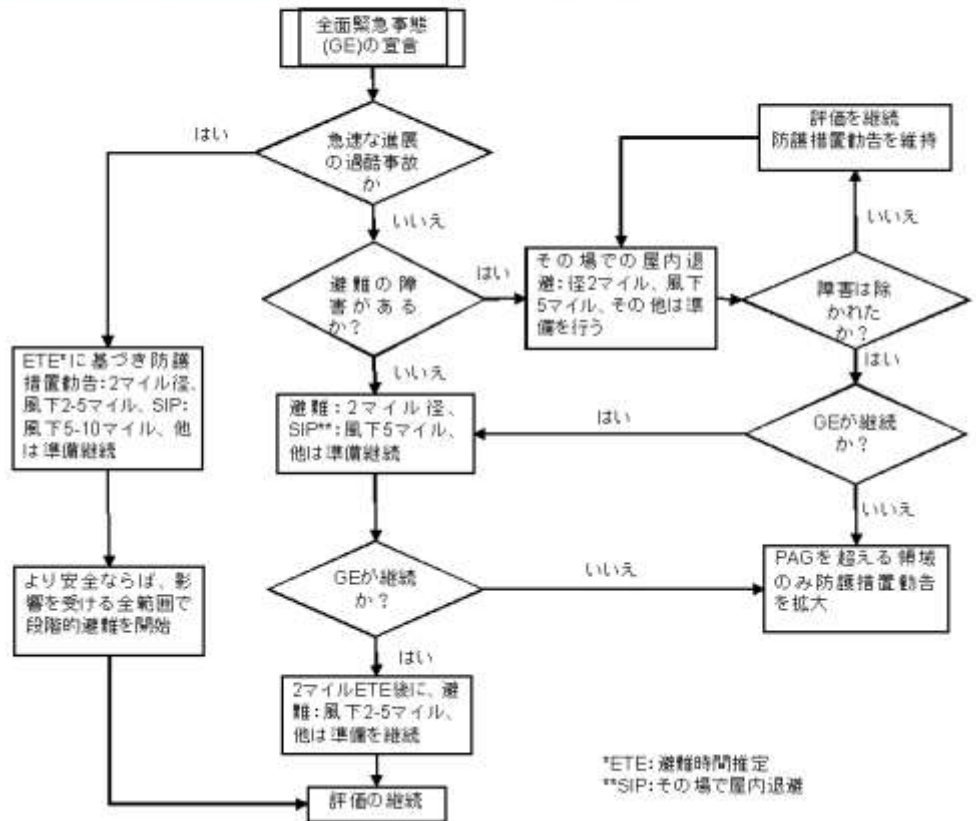


図2 米国 NRC で検討中の防護措置実施手順のフロー

(出典：防災指針検討ワーキンググループ（第3回会合）配付資料 防WG第3-4号)

(5) 東京電力福島第一原子力発電所事故から得られた EPZ に関する教訓等

- ・ 東京電力福島第一原子力発電所事故では、地震、津波などの外部事象を原因として、緊急事態が発生し、大量の放射性物質が放出された。
- ・ これまでの防災時に使用する設備は地震、津波における対する備えが不十分であったことを踏まえ、今後の防災対策については、地震、津波との複合災害も考慮した検討、実施が必要である。
- ・ これまでの防災対策においては、原子炉単基に限定した緊急事態が発生することを想定して計画を立てていたが、東京電力福島第一原子力発電所事故では、現実に複数基で短時間にほとんど同時に緊急事態となり、大量の放射性物質が放出された。さらに、複数の原子力発電所で放射性物質放出事故が同時に発生する可能性があった。今後の事故想定においては、複数基、複数発電所において同時に緊急事態が発生することを考慮し防災対策を検討、実施することが必要である。
- ・ 東京電力福島第一原子力発電所の事故は、急速に事故が進展したことから、迅速な対応が求められた。迅速な判断ができるような意思決定手順を構築することが必要である。
- ・ 避難指示は、3 km、10 km、20 kmと順次拡大され、結果的には発電所近傍から段階的に避難が実施された。なお、情報伝達等の問題が指摘されている。
- ・ 屋内退避は、IAEA の GS-R-2 でも 2 日間とされ、防災指針でも「長期にわたることが予想される場合には、(中略) 避難の実施も検討する必要がある」とされていたが、20~30km の地域では、屋内退避の期間が約 1 か月 (3 月 15 日~4 月 10 日) となった。
- ・ 事故の初期段階では、放射性ヨウ素が支配的であったが、ヨウ素 131 の半減期は 8 日と短く、セシウム 134 及びセシウム 137 の半減期は 2 年及び 30 年と長いため、事故の中期段階では、放射性セシウムが支配的な状況となった。放射性ヨウ素と放射性セシウムのそれぞれの特性、健康への影響が異なるため、これらを踏まえた対策を採る必要がある。

解説2 防護措置の実施の考え方

防災対策を重点的に充実すべき地域を定めるに当たっては、周辺住民の健康・財産等を防護するため、緊急事態において迅速に効果的な防護措置が講じられるよう、その実施手順を予め決めておく必要がある。事故の不確実性や急速に進展する事故の可能性等を踏まえると、現行の事故が発生してから事故の規模と被害の範囲を予測し、防護措置の内容を決定する意志決定方式に代えて、危機管理的アプローチ、即ち、事前計画の充実とその実施判断基準の作成等、緊急事態に対する準備とその対応の明確化を図った意志決定方式を適用する（IAEAの安全要件に準拠）。

緊急事態への対応については、図3に示すように事故発生初期の対応、中期の対応、復旧期の対応など、時間経過（タイムライン）毎に整理する必要がある。時間的要素を考慮し緊急防護措置等を決定する仕組み（フロー図；図4参照）を構築する。避難時間を予め見積もっておき、段階的な避難を実施するなど、実効性のある避難を計画する。

緊急事態に際しては、緊急事態の区分と区分決定のための施設における判断基準（緊急時活動レベル（EAL：Emergency Action Level）及び環境における計測可能な判断基準（運用上の介入レベル（OIL：Operational Intervention Level））に基づく意思決定手順を構築し、EALに応じて避難措置等の予防的防護措置を準備する区域（PAZ）、主としてOILに基づき防護措置を行う地域として、緊急時防護措置を準備する区域（UPZ）を予め決定して準備を行う。また、原子力発電所毎の炉特性、地形、気候、人口分布等を踏まえて防護措置を講じることが必要である。

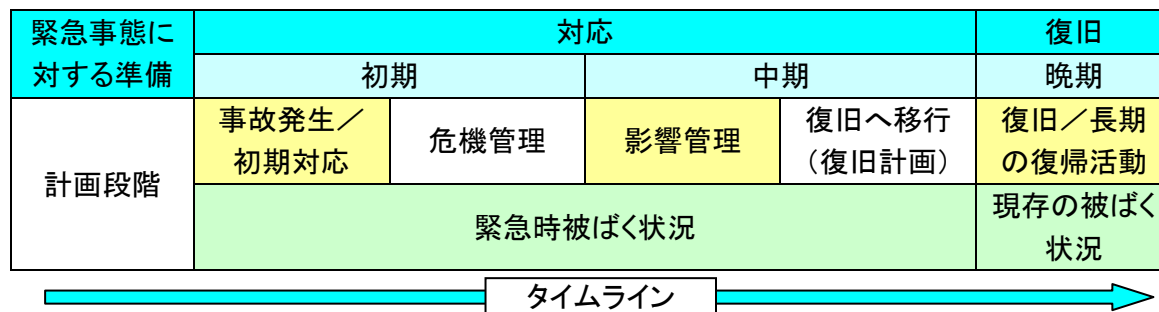


図3 緊急時管理のタイムライン

（出典：防災指針検討ワーキンググループ（第3回会合）配付資料 防WG第3-5-1号）

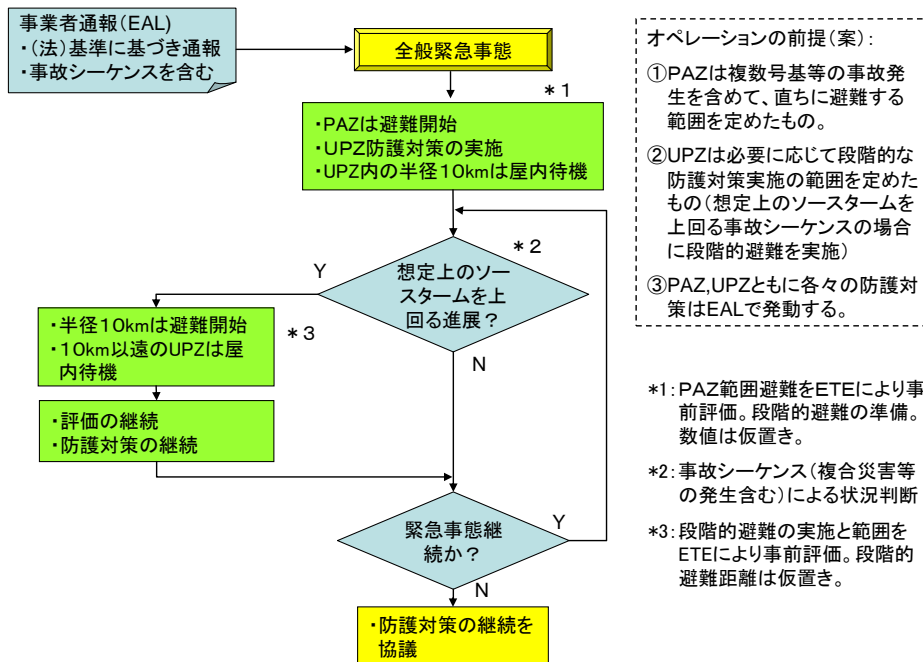


図4 緊急時初期対応意思決定フロー図 (イメージ)

(出典：防災指針検討ワーキンググループ (第5回会合) 配付資料 防WG第5-3号 一部修正)

解説3 範囲のめやす

(1) 確率論的安全評価 (PSA) 手法に基づく PAZ の検討

平成 21 年度「発電用原子炉施設の災害時における予防的措置範囲 (PAZ) の調査 (内閣府受託報告書)」(日本原子力研究開発機構, 平成 22 年 3 月) では、BWR 及び PWR の代表プラントの内的事象に関する確率論的安全評価 (PSA) の情報を参考に、原子力機構の確率論的環境影響評価 (レベル 3PSA) コード OSCAAR を用いて PAZ のめやす範囲を検討した。

その結果、図 5 に示すように、様々な事故シーケンスに対し平均的な気象条件を仮定した場合、確定的影響を防止するための防護指標 (線量レベル) を超える線量となる範囲は、概ね 3 km 以内に収まっていることが明らかになった。

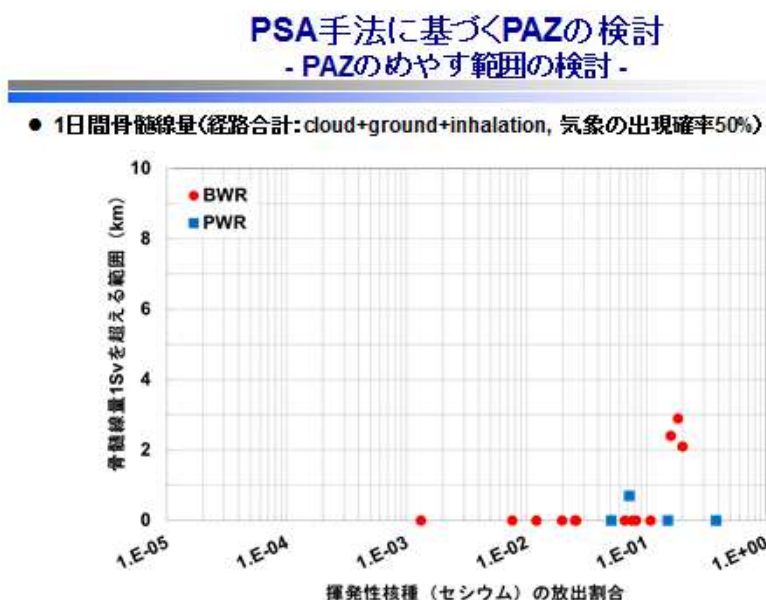


図 5 PAZ のめやす範囲の検討

(出典：防災指針検討ワーキンググループ (第 4 回会合) 配付資料 防 WG 第 4-1 号)

(2) 緊急時防護措置を準備する区域 (UPZ) の検討

1) 気象指針に基づく被ばく線量評価

福島第一原子力発電所のシビアアクシデントを踏まえて、PAZ の検討と同様に、確率論的安全評価 (PSA) で抽出されたシビアアクシデントのソースタームプロファイルから環境への放出が予想される放射性核種の放出量を検討した。ここでは、米国 NRC の更新ソースターム

(NUREG-1465) を定めた手法を適用して、シビアアクシデントの解析結果から、図 6 に示すように安全機能を考慮した代表的なソースタームを評価した (出力: 3578MWth, 54 核種を考慮)。

ここで想定したソースタームを仮定し、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」（気象指針）に示される想定事故時の被ばく計算に用いる大気中相対濃度 χ/Q 等を用いて被ばく線量評価を行い、IAEA の安全指針 GSG-2 に示される包括的判断基準に従って、各防護措置の UPZ 範囲を検討した。その結果、図 7 に示すように、屋内退避及び避難については、最大約 10km、安定ヨウ素剤予防配布については、最大約 30km の範囲となった。

まとめ

- 米国 NRC の更新ソースターム（NUREG-1465）を定めた手法を適用して、シビアアクシデントの解析結果から EPZ のソースタームを求めた。また、事故シーケンスは、LOCA で代表して良い。

放射性物質	ケースA	概数	安全機能の考慮
Xe	8.7×10^{-1}	1.0	1.0
I	5.7×10^{-2}	6×10^{-2}	6×10^{-3}
Cs	1.5×10^{-2}	2×10^{-2}	2×10^{-3}
Te	2.0×10^{-2}	2×10^{-2}	2×10^{-3}
Ba	1.4×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-4}
Ru	5.6×10^{-9}	6×10^{-9}	6×10^{-10}
Ce	1.9×10^{-6}	2×10^{-6}	2×10^{-7}
La	2.2×10^{-6}	3×10^{-6}	3×10^{-7}

図 6 UPZ 検討のためのソースターム

（出典：防災指針検討ワーキンググループ（第 5 回会合）配付資料 防 WG 第 5-2 号）

各防護措置の範囲(2)

- IAEA基準

防護措置	包括的判断基準	範囲(km)	備考
屋内退避、避難	実効線量 100mSv	9	放出高100m, 放出開始0h
		4	放出高100m, 放出開始4h
		10	放出高60m, 放出開始0h
		6	放出高60m, 放出開始4h
ヨウ素甲状腺ブロック	甲状腺等価線量 50mSv	29	放出高100m, 放出開始0h
		28	放出高100m, 放出開始4h
		30	放出高60m, 放出開始0h
		29	放出高60m, 放出開始4h

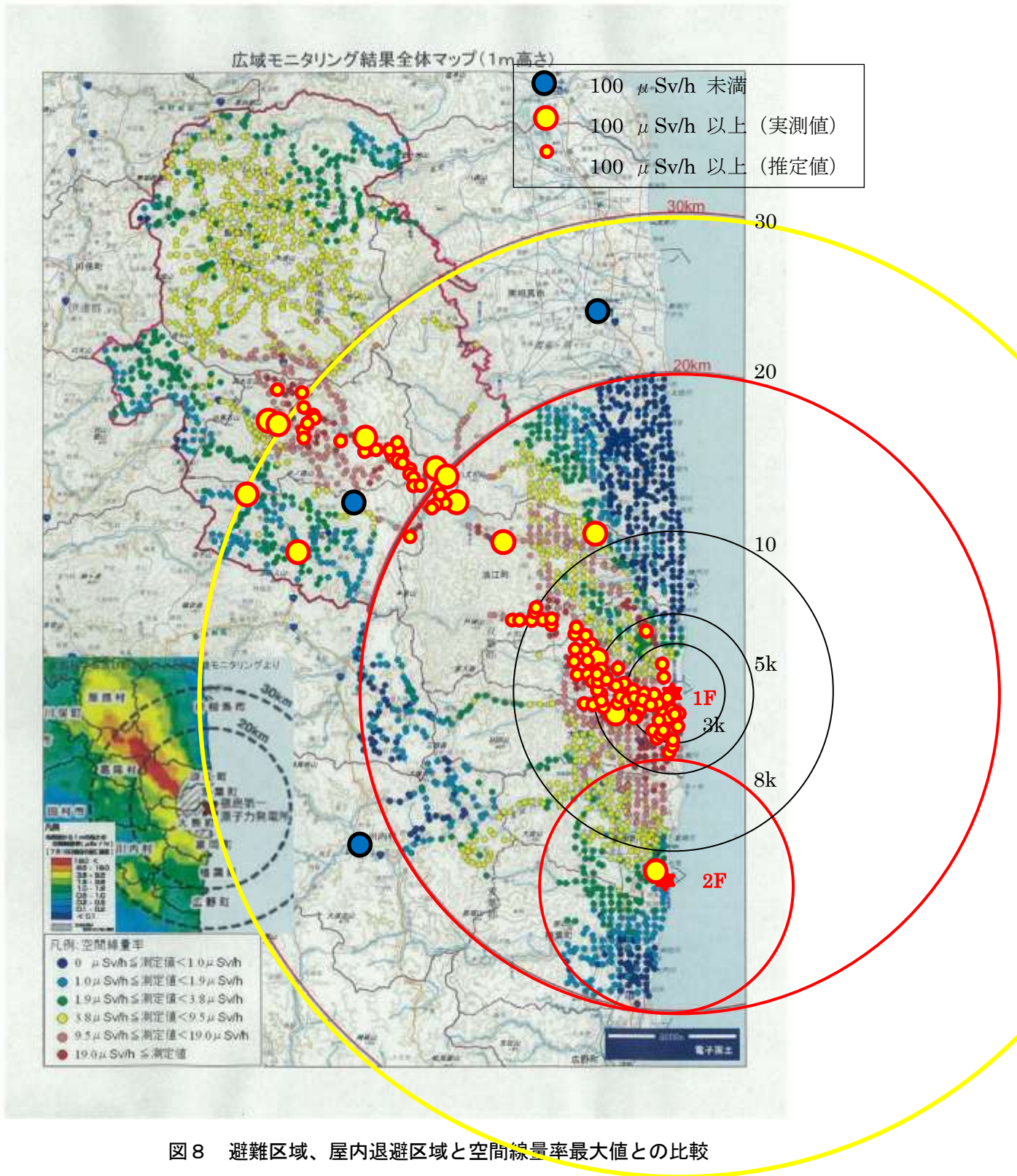
図7 IAEA 基準を用いた気象指針に基づく被ばく線量評価の結果

(出典：防災指針検討ワーキンググループ（第6回会合）配付資料 防WG第6-2号)

2) IAEA が定める OIL を用いた検討

環境モニタリングデータから、福島第一原子力発電所事故当初の周辺の空間放射線量率を求め、IAEA が定める OIL 等を用いて検討した。

その結果、IAEA の即時避難又は堅固な建物への屋内退避の OIL (1,000 μ Sv/h) を超えている測定値は 1F 敷地境界測定点のみである。また、一時的移転の OIL (100 μ Sv/h) を超えている測定値は 1F 周辺の半径約 5 km の範囲と北西方向に延びる帯状の範囲 (概ね 30 km) に限られている。(図 8)



(出典：防災指針検討ワーキンググループ（第5回会合）配付資料 防WG第5-1号)

(3) 防災対策を重点的に充実すべき地域の考え方のイメージ

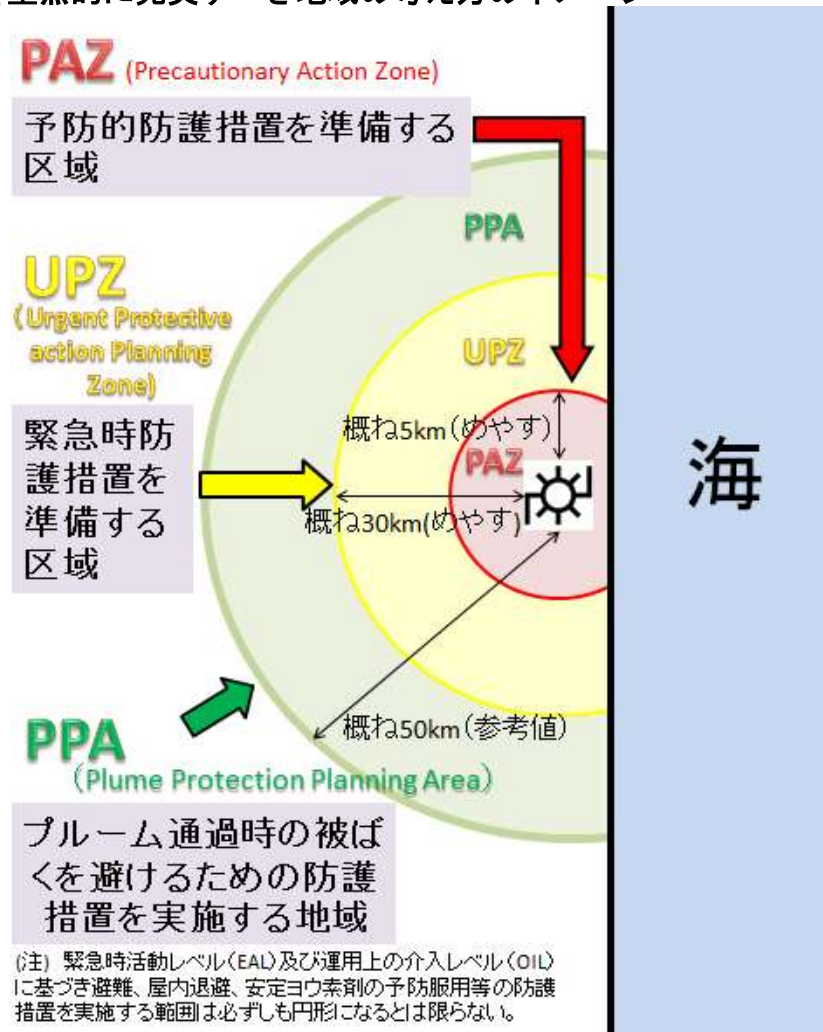


図9 防災対策を重点的に充実すべき地域の考え方のイメージ

(原子力安全委員会事務局作成)

○予防的防護措置を準備する区域 (PAZ : Precautionary Action Zone) : 概ね 5 km

急速に進展する事故を考慮し、重篤な確定的影響等を回避するため、緊急事態区分に基づき、直ちに避難を実施するなど、放射性物質の環境への放出前の予防的防護措置（避難等）を準備する区域

○緊急時防護措置を準備する区域 (UPZ : Urgent Protective action Planning Zone) : 概ね 30 km

国際基準等に従って、確率的影響を実行可能な限り回避するため、環境モニタリング等の結果を踏まえた運用上の介入レベル（OIL）、緊急時活動レベル（EAL）等に基づき避難、屋内退避、安定ヨウ素剤の予防服用等を準備する区域。

○プルーム通過時の被ばくを避けるための防護措置を実施する地域 (PPA : Plume Protection Planning Area) : 概ね 50 km (参考値)

放射性物質を含んだプルーム（気体状あるいは粒子状の物質を含んだ空気の一団）による被ばくの影響を避けるため、自宅への屋内退避等を中心とした防護措置を実施する地域。

※参考：ドイツにおいては、25～100km の範囲に安定ヨウ素剤が備蓄されており、必要に応じて州当局が配布する体制となっている。

解説4 プルーム被ばくに関する東京電力福島第一原子力発電所事故の例

環境中の放射性物質濃度の測定(ダストサンプリング)結果と発電所から測定点までの SPEEDI による拡散シミュレーションを組み合わせることによって、放出源情報を逆推定し、推定した放出源情報を SPEEDI の入力とすることによって、過去にさかのぼって施設周辺での放射性物質の空气中濃度や地表面沈着量の分布を求め、事故発生時点からの内部被ばく及び外部被ばくの積算線量を試算した。

その結果、図 10 に示すように、プルームの放射性ヨウ素の吸入による甲状腺等価線量は、IAEA の安全指針 GSG-2 の安定ヨウ素剤予防服用の判断基準 (50mSv) を用いると、その範囲が概ね 50 km に及んだ可能性がある。

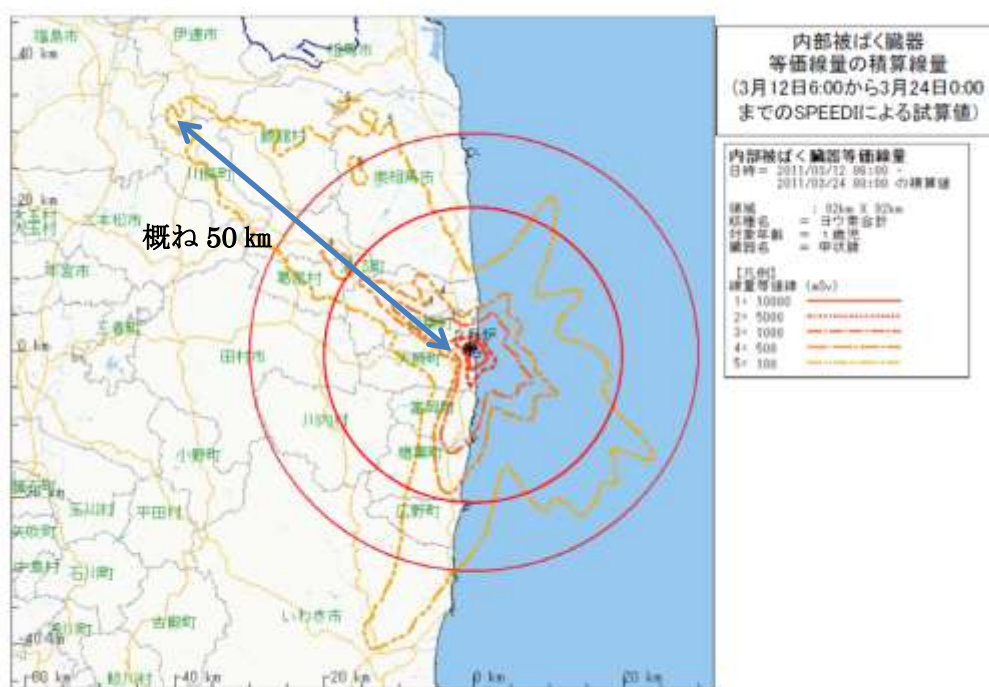


図 10 一歳児甲状腺の内部被ばく等価線量

(出典：文部科学省 緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム (SPEEDI) を活用した試算結果)

注) 上記の積算線量は、24 時間屋外にいた場合を仮定している。日常的な生活のパターンとして、屋外 8 時間、屋内 16 時間を仮定すると、現実的な積算線量は、24 時間屋外の場合の半分 (8 時間+16 時間×1/4=12 時間) となる。したがって、上図の 100mSv のラインが現実的な積算線量 50mSv のものに相当すると考える。

(参考) 現行防災指針における EPZ 記載内容

第3章 防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲

3-1 地域の範囲の考え方

原子力施設において、放射性物質又は放射線の異常な放出が発生した場合、緊急に講ずべき応急対策は、周辺住民等の被ばくを低減するための防護措置である。

原子力施設からの放射性物質又は放射線の異常な放出による周辺環境への影響の大きさ、影響を与えるまでの時間は、異常事態の態様、施設の特性、気象条件、周辺の地形、住民の居住状況等により異なり、発生した具体的事態に応じて臨機応変に対処する必要がある。その際、限られた時間を有効に活用し、周辺住民等の被ばくを低減するための防護措置を短期間に効率良く行うためには、あらかじめ異常事態の発生を仮定し、施設の特性等を踏まえて、その影響の及ぶ可能性のある範囲を技術的見地から十分な余裕を持たせつつ「防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲」（以下「EPZ: Emergency Planning Zone」という。）を定めておき、そこに重点を置いて原子力防災に特有な対策を講じておくことが重要である。この範囲で実施しておくべき対策としては、例えば、周辺住民等への迅速な情報連絡手段の確保、緊急時モニタリング体制の整備、原子力防災に特有の資機材等の整備、屋内退避・避難等の方法の周知、避難経路及び場所の明示等が挙げられる。

原子力施設からの放射性物質又は放射線の影響は、放出源からの距離が増大するにつれ著しく減少することから、EPZをさらに拡大したとしても、それによって得られる効果は僅かなものとなる。また、EPZ内においても、施設からの距離に応じて、施設に近い区域に重点を置いて対策を講じておくことが重要である。

なお、放射性物質によって汚染された飲食物の摂取による内部被ばくの影響については、飲食物の流通形態によってはかなりの広範囲に及ぶ可能性も考えられるが、飲食物の摂取制限等の措置は、原子力施設からの放射線や放射性プルームによる被ばくへの対応措置とは異なって、かなりの時間的余裕を持って講ずることができるものと考えられる。

3-2 地域の範囲の選定

EPZのめやすは、原子力施設において十分な安全対策がなされているにもかかわらず、あえて技術的に起こり得ないような事態までを仮定し、十分な余裕を持って原子力施設からの距離を定めたものである。具体的には、施設の安全審査において現実には起こり得ないとされる仮想事故等の際の放出量を相当程度上回る放射性物質の量が放出されても、この範囲の外側では屋内退避や避難等の防護措置は必要がないこと等を確認し、また過去の重大な事故、例えば我が国のJCO事故や米国のTMI原子力発電所事故との関係も検討を行った。この結果、EPZのめやすとして、表1に示す各原子力事業所の種類に応じた距離を用いることを提案する。EPZのめやすについての技術的側面からの検討内容を、付属資料4に示す。

なお、このめやすは、原子力施設の特性を踏まえて類型化し、余裕を持って設定したものであるが、特徴ある施設条件等を有するものについては、必要に応じ、当委員会において個別に評価し、提案することとする。

表1 各原子力施設の種類ごとのEPZのめやす

施設の種類		EPZのめやすの距離（半径）
原子力発電所、研究開発段階にある原子炉施設及び50MWより大きい試験研究の用に供する原子炉施設		約8～10km
再処理施設		約5km
試験研究の用に供する原子炉施設（50MW以下）	熱出力 $\leq 1\text{kW}$	約50m
	$1\text{kW} < \text{熱出力} \leq 100\text{kW}$	約100m
	$100\text{kW} < \text{熱出力} \leq 10\text{MW}$	約500m
	$10\text{MW} < \text{熱出力} \leq 50\text{MW}$	約1500m
	特殊な施設条件等を有する施設	個別に決定（※1）
加工施設及び臨界量以上の核燃料物質を使用する使用施設	核燃料物質（質量管理、形状管理、幾何学的安全配置等による厳格な臨界防止策が講じられている状態で、静的に貯蔵されているものを除く。）を臨界量（※2）以上使用する施設であって、以下のいずれかの状況に該当するもの ・不定形状（溶液状、粉末状、気体状）、不定性状（物理的・化学的）で取り扱う施設 ・濃縮度5%以上のウランを取り扱う施設 ・プルトニウムを取り扱う施設	約500m
	それ以外の施設	約50m
廃棄物埋設施設及び廃棄物管理施設		約50m
使用済燃料中間貯蔵施設（※3）		約50m（※4）

※1：特殊な施設条件等を有する施設及びそのEPZのめやすの距離

日本原子力研究開発機構 JRR-4 約1000m

日本原子力研究開発機構 HTTR 約200m

日本原子力研究開発機構 FCA 約150m

東芝 NCA 約100m

※2：臨界量は、水反射体付き均一 UO_2F_2 又は $\text{Pu}(\text{NO}_3)_4$ 水溶液の最小推定臨界下限値から導出された量を用いる。

ウラン（濃縮度5%以上） $700\text{g}-^{235}\text{U}$

ウラン（濃縮度5%未満） $1200\text{g}-^{235}\text{U}$

プルトニウム $450\text{g}-^{239}\text{Pu}$

※3：事業所外運搬用の輸送容器である金属製乾式キャスクを貯蔵容器として用いた施設に限る。

※4：EPZのめやすの距離を約50メートルとする場合の施設からの距離の考え方については、金属キャスクを貯蔵する区域からの距離とする。

3-3 具体的な地域防災計画の策定等に当たっての留意点

地域防災計画（原子力災害対策編）を作成する範囲については、対象とする各原子力施設ごとにE P Zのめやすを踏まえ、行政区画、地勢等地域に固有の自然的、社会的周辺状況等を勘案し、ある程度の増減を考慮しながら、具体的な地域を定める必要がある。

事故の形態によっては、E P Zの外側であってもなんらかの対応が求められる場合も全くないとはいえないものの、その場合にもE P Z内における防災対策を充実しておくことによって、十分に対応できるものと考えられる。

E P Zのめやすは、十分に安全対策が講じられている原子力施設を対象に、あえて技術的に起こり得ないような事態までを仮定して、さらに、十分な余裕を持って示しているものであり、万一の緊急時の対応においても、その事態の影響の規模に応じE P Z内の一部の範囲において、あらかじめ準備された対策を重点的に講じることになると考えられる。したがって、平常時において安全であることはもちろん、日常生活になんら支障を及ぼすものではない。この点について原子力関係者が、周辺住民等の正しい理解が得られるよう適切な情報提供等に努めることが重要である。

また、原災法において、原子力事業者は防災業務計画を都道府県、立地市町村と協議し、都道府県は、関係周辺市町村の意見を聴くこととされているが、この場合、E P Z内の市町村の意見を聴くことがまず基本となると考えられる。

なお、施設のE P Zが原子力事業所の敷地に包含される場合、事業所外の対応としては、発生した事故の情報連絡、住民広報等の体制と周辺環境への影響の確認という観点も含めた、ある程度のモニタリング体制を講じておけば十分であると考えられる。