

原子力災害時の屋内退避の運用に関する 検討チーム会合報告書

令和 7 年 3 月 28 日

原子力規制委員会
原子力災害時の屋内退避の運用に関する検討チーム

目次

1. はじめに	3
(1) 屋内退避とは	3
(2) 屋内退避の運用に関する課題	3
(3) 検討チームの設置に至る経緯	3
(4) 検討チームにおける議論の経緯	4
2. 検討チームにおける議論の範囲	4
(1) 屋内退避に関する議論の前提についての原子力規制委員会の結論	4
ア 防護措置の考え方	4
イ 複合災害への対応	5
(2) 原子力規制委員会から検討チームに示された検討事項	6
(3) 検討チームにおいて議論した事項	6
ア 屋内退避の位置付け、目的及び効果	6
イ 屋内退避の開始時期及び対象範囲の在り方	6
ウ 屋内退避の解除又は避難への切替えに至る判断	7
エ 屋内退避の継続中に発生する諸課題への対応	7
3. 屋内退避の位置付け、目的及び効果	7
(1) 原災指針における防護措置の基本的な考え方	7
(2) 防護措置の中での屋内退避の位置付け	7
(3) 屋内退避の目的	8
(4) 屋内退避の効果	8
4. 屋内退避の開始時期及び対象範囲の在り方	8
(1) 重大事故等対策が奏功していると判断できる原子炉施設の状態	8
(2) 屋内退避の開始時期及び対象範囲	9
ア 全面緊急事態の時点での UPZ 全域での屋内退避の必要性	9
イ 緊急時活動レベル (EAL) の見直しの検討	9
(3) 重大事故等対策が奏功する場合の被ばく線量	9
ア OSCAAR コードを用いた被ばく線量シミュレーションの実施	9
イ シミュレーションの結果	10
5. 屋内退避の解除又は避難への切替えに至る判断	10
(1) 屋内退避の解除	11
ア 重大事故等対策が奏功している場合の屋内退避の解除要件	11
a 原子炉施設の状態に関する要件	11
b 放射性物質の存在に関する要件	11
イ 重大事故等対策が奏功しなかった場合の屋内退避の解除要件	12
ウ 屋内退避の解除後の留意事項等	12
(2) 屋内退避を継続できるかを判断するタイミングの目安	13
ア タイミングの目安の考え方	13

イ 原子炉施設の状態から見たタイミングの目安	13
ウ 屋内退避中の生活の維持とタイミングの目安	13
a 物資の要素から設定するタイミングの目安	13
b 屋内退避を継続できるかの判断	14
エ タイミングの目安経過後の考慮事項	14
a 物資の供給・備蓄	14
b 人的な支援	15
(3) 屋内退避から避難への切替え	15
ア 避難への切替えの判断の考え方	15
a 考慮すべき要素	15
b 判断の主体及び手順	15
イ 避難行動に当たっての考慮事項	16
6. 屋内退避の継続中に発生する諸課題への対応	16
(1) 屋内退避中の一時的な外出	16
ア 一時的な外出の考え方	16
イ 住民が自らの生活を維持するための外出	16
ウ 屋内退避中の生活を支えるライフライン管理者・民間事業者の活動としての外出	17
エ 一時的な外出を控える旨の注意喚起	17
(2) 屋内退避中の情報提供の在り方	18
7. おわりに ー検討結果の実現に向けてー	18
用語解説	20
(参考資料1) 被ばく線量シミュレーションの解析条件、解析結果及び考察	
(参考資料2) 原子力災害時の屋内退避の運用に関する検討チーム会合名簿	

1. はじめに

(1) 屋内退避とは

原子力災害対策を円滑に実施するために原子力規制委員会が定める原子力災害対策指針（以下「原災指針」という。）は、原子力災害時に住民等が比較的容易に被ばくの低減を図ることができる対策として、屋内退避をUPZにおける主要な防護措置として定めている。

具体的には、原子炉施設が全面緊急事態となった場合、PAZ（Precautionary Action Zone、予防的防護措置を準備する区域）と呼ばれる原子炉施設からおおむね半径5 km 圏内では放射性物質の放出前の段階から予防的に避難をすることとし、UPZ（Urgent Protective Action Planning Zone、緊急防護措置を準備する区域）と呼ばれる原子炉施設からおおむね半径5～30km 圏内では屋内退避を実施することとしている。

(2) 屋内退避の運用に関する課題

屋内退避は、主にプルーム¹からの被ばくの低減を目的とする防護措置であることから、屋内退避を効果的に運用するためには、放射性物質が放出されるタイミングにおいて確実に屋内退避を実施する必要がある。また、屋内退避は長期にわたる継続が困難であることから、恒久的な措置ではなく、いずれかのタイミングで解除や避難への切替えを判断しなければならない。このように、屋内退避はその開始や終了のタイミングの判断が重要となるものである。

そのような屋内退避の特性を背景として、屋内退避の開始時期及び対象範囲、解除や避難への切替えの判断など、屋内退避の運用に関する課題がかねてより存在していた。

(3) 検討チームの設置に至る経緯

(2) で挙げられた課題など屋内退避の運用に関する論点について検討を行うことを目的として、以下の経緯を経て、「原子力災害時の屋内退避の運用に関する検討チーム」（以下「検討チーム」という。）が設置された。

令和6年1月13日 女川地域における原子力規制委員会委員と地元自治体との意見交換

- ・女川地域の地元自治体が、屋内退避の実施継続期間や解除要件が定まっていないこと等の課題を原子力規制委員会委員に提起した。

令和6年1月17日 令和5年度第59回原子力規制委員会

- ・女川地域の地元自治体との意見交換で提起された屋内退避の課題及び令和6年能登半島地震の状況から見た複合災害時の屋内退避の対応について委員間討議を行い、その結果を踏まえて屋内退避に関する論点を整理するよう原子力規制庁に指示した。

令和6年2月14日 令和5年度第64回原子力規制委員会

- ・屋内退避の効果的な運用を検討するに当たっての共通の認識及び屋内退避についての今後の論点を整理した。

令和6年3月27日 令和5年度第73回原子力規制委員会

- ・検討チームを設置するとともに、検討チームにおける検討事項を整理した。

¹ 気体状のクリプトンやキセノン等の放射性希ガス、揮発性の放射性ヨウ素、気体中に浮遊する微粒子等を含んだ空気の一団。

(4) 検討チームにおける議論の経緯

検討チームは、令和6年4月以降、計9回の検討チーム会合を開催し、屋内退避の効果的な運用に関する検討を行ってきた。なお、本報告書の取りまとめに当たっては、第6回会合の後に報告書に記載して欲しい事項について、第8回会合の後に報告書（案）の内容についての計2回、PAZ 又は UPZ を有する関係自治体への意見照会を実施している。

令和6年4月22日	第1回	・原災指針上の屋内退避の考え方を確認 ・今後の検討チームの進め方について議論
令和6年5月20日	第2回	・屋内退避の対象範囲及び実施期間の検討に当たって想定すべき 事態進展の様態を検討 ・想定する事態進展の様態に対する解析条件について検討
令和6年6月28日	第3回	・屋内退避についての判断に当たって検討すべき論点の整理
令和6年8月26日	第4回	・オンサイト側の論点の検討（重大事故等対策が奏功する場合等 の原子炉施設の状態に基づく屋内退避の判断）
令和6年9月30日	第5回	・重大事故等対策が奏功する場合の被ばく線量シミュレーション の解析結果に基づいて議論 ・オフサイト側の論点の検討（屋内退避の解除、避難への切替え の判断に当たって考慮する事項等）
令和6年10月18日	第6回	・第5回会合までの検討状況の中間まとめの議論・決定
令和6年11月12日	第7回	・第5・6回会合で残された課題について議論
令和7年2月5日	第8回	・報告書（案）の議論
令和7年3月28日	第9回	・報告書の決定

2. 検討チームにおける議論の範囲

(1) 屋内退避に関する議論の前提についての原子力規制委員会の結論

令和5年度第64回原子力規制委員会（令和6年2月14日）において、屋内退避について議論する上で共通の認識となる論点（防護措置の考え方及び複合災害への対応）について委員間討議が行われ、次の結論が導かれた。

ア 防護措置の考え方

【結論】

避難行動に伴う健康リスクの増大を踏まえると、避難により被ばく線量の低減のみを目指すのではなく、避難と屋内退避等を適切に組み合わせ、被ばく線量の低減と被ばく以外の健康等への影響を抑えることの双方を目指すべきであり、原災指針におけるそのような防護措置の考え方は有効である。

【解説】

そもそも屋内退避という防護措置は有効なのかという問いがある。すなわち、一定の被ばくを許容する屋内退避より、被ばくを避けるために避難すればよいのではないかという問いである。

避難と屋内退避等を適切に組み合わせる防護措置の考え方は有効であるとする原子力規制委員会の結論の根拠は、東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故（以下「東電福島第一原発事故」という。）では、被ばくに伴う急性の健康影響が報告されていない²のに対し、避難計画や資機材等に係る準備不足等により、避難行動に伴う多くの災害関連死が発生したという教訓等がある³ことにある。

したがって、被ばくによるリスクと、被ばく以外の健康等へのリスクを比較考量して、最適な防護措置を判断することが重要となる。被ばく以外の健康等へのリスクには、自然災害による被害、避難行動の心身への負担等があり、直接的に生命にも関わる重大なリスクであると言える。

イ 複合災害への対応

【結論】

原災指針は複合災害にも対応できる基本的な考え方を示しており、複合災害への対応に関して原災指針の考え方を変更する必要はない。

【解説】

自然災害と原子力災害が同時に発生する複合災害に対しても原災指針は対応できるのかという問いがある。すなわち、屋内退避に関して言えば、家屋が倒壊すれば屋内退避はできないのではないかという問いである。

原災指針は複合災害にも対応できるとする原子力規制委員会の結論の根拠は、避難や屋内退避は被ばくを低減するための手段であり、その実施に当たっては、被ばくを直接の要因としない健康等への影響も抑えるという基本的な考え方が原災指針に示されていることにある。

この考え方は、防災基本計画に示されている、複合災害の際には人命の安全を第一とし、自然災害による人命への直接的なリスクが極めて高い場合等には、自然災害に対する避難行動をとり、自然災害に対する安全が確保された後、原子力災害に対する避難行動をとることを基本とするという考え方とも整合するものである。

これを踏まえ、原子力災害時には自然災害に対する安全の確保を優先するという基本的な考え方の下で、自宅での屋内退避ができない場合は近隣の指定避難所等での屋内退避を行い、地震による倒壊等の理由で指定避難所等での屋内退避も難しい場合には、UPZ 外への避難をすることとなる。

² なお、急性ではない晩発性の健康影響（白血病や甲状腺がんの増加）も起こるとは予測されていない。例えば、原子放射線の影響に関する国連科学委員会「UNSCEAR 2020 年/2021 年報告書」（[unscear.org/unscear/uploads/documents/unscear-reports/UNSCEAR_2020_21_Report_Vol._II_JAPANESE.pdf](https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/unscear-reports/UNSCEAR_2020_21_Report_Vol._II_JAPANESE.pdf)）では、「本委員会の更新した統計的検出力の分析では、考慮したいかなる年齢層においても、放射線被ばくから推測が可能な甲状腺がんの過剰リスクはおそらく識別できない可能性がないだろうと示唆されている」等との記載がある。

³ 一方で、避難により被ばくを低減できたことも事実である。例えば、上記と同じ「UNSCEAR 2020 年/2021 年報告書」では、「本委員会は、自治体の避難によって、成人の実効線量を最大で約 40mSv、幼児の甲状腺吸収線量を最大で約 500mGy の被ばくを回避できたと推定した」等との記載がある。そのように避難行動が災害関連死の発生と被ばくの低減という両面の影響を生んだこと等を踏まえて、原災指針中の防護措置は策定されている。

（２）原子力規制委員会から検討チームに示された検討事項

（１）で挙げた２つの結論を前提とし、令和５年度第７３回原子力規制委員会（令和６年３月２７日）において、検討チームでは以下について検討することを想定している旨が示された。

- ・ 屋内退避の対象範囲及び実施期間
- ・ 上記の対象範囲及び実施期間の検討に当たって想定する事態進展の様態
- ・ 屋内退避の解除又は避難や一時移転への切替えを判断するに当たって考慮する事項

なお、事態進展の様態の検討に当たっては、平成３０年１０月１７日の原子力規制委員会の見解「原子力災害事前対策の策定において参照すべき線量のめやすについて」にあるとおり、事故等について極端な場合を想定することは、放射線対策に偏重した緊急時計画の策定につながり、避難行動等、防護対策の弊害を拡大する可能性があるという見解を踏まえる必要がある、との考え方が示されている。

（３）検討チームにおいて議論した事項

検討チームは、（１）及び（２）で示された原子力規制委員会の結論を踏まえ、自然災害との複合災害を念頭に置きつつ、主に以下の点について議論を行った。

ア 屋内退避の位置付け、目的及び効果

屋内退避の運用について議論する土台として、原災指針における防護措置の考え方とその中での屋内退避の位置付け、屋内退避の被ばくを低減する目的・効果について改めて確認し、共通認識の形成を図った。（「３．屋内退避の位置付け、目的及び効果」参照）

イ 屋内退避の開始時期及び対象範囲の在り方

現行の原災指針に定められているように、全面緊急事態の時点でUPZ全域での屋内退避を実施すべきか、あるいは長期にわたる継続が困難な屋内退避を必要最小限なものにすべきかという観点から、屋内退避の開始タイミングを全面緊急事態の時点から遅らせることや屋内退避を実施する対象地域をUPZ全域から絞ることができないかについて、検討を行うこととした。（「４．屋内退避の開始時期及び対象範囲の在り方」参照）

なお、東電福島第一原発事故の教訓を踏まえて策定された新規規制基準では、著しい炉心損傷を防止するための対策に加えて、万一その対策が機能を喪失して重大事故に至った場合でも、格納容器が破損することを防止するための対策（以下「重大事故等対策」という。）を義務付けている。

著しい炉心損傷が生じれば放射性物質が環境中に漏えいし、格納容器が破損すればさらに環境中に大量に放出されることから、重大事故等対策は、大量の放射性物質が環境中に放出される事態を防止するための対策と言える。

この重大事故等対策が導入されたことで、全面緊急事態に相当する事象が発生したとしても、それらが奏功して放射性物質の放出が少なく抑えられる可能性が相当程度考えられるようになった。つまり、重大事故等対策が奏功すると、現実の放射性物質の放出の規模は、原災指針が想定している大量に放出される場合より小さくなると考えられる。

そこで、重大事故等対策が奏功する場合を想定して、以下の点について検討を行った。

- ・ 重大事故等対策が奏功したと判断できる原子炉施設の状態はどのようなものか
- ・ 重大事故等対策が奏功したとの判断を全面緊急事態に至った時点でできる可能性はあるか

- ・ 重大事故等対策が奏功した場合の被ばく線量はどうか

ウ 屋内退避の解除又は避難への切替えに至る判断

屋内退避が指示された後、どのような場合に解除又は避難への切替えを判断するのかという要件について検討を行った。（「5. 屋内退避の解除又は避難への切替えに至る判断」参照）

解除については、イと同様に重大事故等対策が奏功したと判断できる基準がポイントになるが、それに加えて、ブルームの状況も解除を判断する要素となる。避難への切替えについては、屋内退避中の生活を維持できるかが判断の要素となる。

また、屋内退避は長期にわたる継続が困難と考えられる中で、屋内退避を一定期間継続後、その後も継続できるかどうかを判断するタイミングの目安についても検討した。

エ 屋内退避の継続中に発生する諸課題への対応

その他、屋内退避の継続中に発生する次の課題について検討を行った。（「6. 屋内退避の継続中に発生する諸課題への対応」参照。）

- ・ 屋内退避中に、どの程度の外出をすることまで認められるのか
- ・ 屋内退避中の情報提供はどうあるべきか

3. 屋内退避の位置付け、目的及び効果

（1）原災指針における防護措置の基本的な考え方

原災指針の目的は、「緊急事態における原子力施設周辺の住民等に対する放射線の重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するための防護措置を確実なものとするにある」とされている。

この目的を踏まえ、しきい線量⁴を超える大きな線量を被ばくした場合に発症する可能性がある重篤な急性障害等の確定的影響を「回避し又は最小化」するために、そのようなおそれのある原子炉施設の近傍に位置する地域では、避難等の防護措置を講じることとなる。

また、しきい線量はないが線量の増加に伴って長期的にがんなどの発生確率が少しずつ増すと考えられている確率的影響のリスクに対しては、これをできる限り「低減」するために、原子炉施設から比較的距離がある地域では、確率的影響のリスクに対して十分な低減効果を有する屋内退避等の防護措置を講じることとなる。

なお、これらの防護措置を実施する場合にも、2.（1）アで述べたとおり、被ばく線量を合理的に達成できる限り低くすると同時に、被ばくを直接の要因としない健康等への影響も抑えることが必要であるという原災指針の基本的な考え方を踏まえ、被ばくによるリスクと、被ばく以外の健康等へのリスクを比較考量して、最適な防護措置を判断することが重要となる。

（2）防護措置の中での屋内退避の位置付け

そのような考え方が、原子炉施設が全面緊急事態に至った際、原子炉施設からおおむね半径5km圏内のPAZは予防的に避難をする一方で、原子炉施設からおおむね半径5～30km圏内のUPZは屋内退避

⁴ 被ばくによる急性的な影響が現れる最低の線量をいい、同じ線量を多数の人が被ばくしたとき、全体の1%の人に症状が現れる線量である。特異的に感受性が高い個人を除いて、しきい線量を超える被ばくがない限り発症することはないという値。

を実施するという原災指針の防護措置の内容に反映されている。

すなわち、重篤な急性障害等の確定的影響が起きるリスクがある PAZ では、その回避又は最小化のため、最大限の措置としての避難を行うものである。一方で、長期的にがんなどの発生確率が少しずつ増すという確率的影響のリスクがあるにとどまる UPZ では、避難行動に伴う健康リスクの増大を踏まえ、避難により被ばく線量の低減のみを目指すのではなく、確率的影響のリスクの低減のため、外部被ばくと内部被ばくに対して一定の低減効果を有する防護措置としての屋内退避を行うものである。

（３）屋内退避の目的

原子炉施設で事故が発生し、放射性物質が空気中に放出されると、放射性物質を含むプルームが風下方向に拡散し、プルームが到来する地域にいる住民等に放射線による被ばくが生じる。一方で、一旦プルームが到来した地域でも、プルームが風下方向に通過した後は空間放射線量率は大きく下がる^５。

したがって、そのプルームが通過するタイミングで被ばく線量を下げる対策を講じることが重要であり、屋内退避とは、主にそのプルーム通過時の被ばくの低減を目的とするものである。反対に、プルームが通過してその地域に存在しなくなっている時点では、もはやプルームに対する防護措置である屋内退避を継続する必要性は乏しい。

（４）屋内退避の効果

屋内退避には、プルームに含まれる放射性物質の吸入による内部被ばくと、プルームからの直接的な放射線や沈着した放射性物質からの外部被ばくの両方を低減する効果がある。

すなわち、内部被ばくは、建物の気密性により放射性物質の建物内への侵入が抑制されることで低減される。また、外部被ばくは、建物の屋根や壁の遮へい効果により放射線が遮られることで低減される。

４．屋内退避の開始時期及び対象範囲の在り方

２．（３）イで述べたように、全面緊急事態に至った時点で UPZ 全域での屋内退避を実施するという現行の運用方針を見直すべきか、という課題がある。

検討チームでは、重大事故等対策が奏功した場合に、屋内退避の開始タイミングを全面緊急事態の時点から遅らせることや、屋内退避を実施する対象地域を UPZ 全域から絞ることができないかなど、屋内退避の開始時期及び対象範囲の在り方について検討した。

（１）重大事故等対策が奏功していると判断できる原子炉施設の状態

重大事故等対策が奏功していると判断できる原子炉施設の状態について、著しい炉心損傷を防止する対策が奏功する場合及び（著しい炉心損傷は生じても）格納容器の破損を防止する対策が奏功する場合という２つの判断に分けて、次のように整理した。

なお、これらの判断は、原子炉が確実に停止され、かつ、原子炉の状態が確実に把握でき、さらに事業者から国に情報共有されていることが前提となる。

^５ 降雨等により湿性沈着がある場合には、空間放射線量率が大きく下がらない可能性もあることに留意する必要がある。

・炉心損傷防止対策が奏功する場合（著しい炉心損傷が防止できると見込まれる場合）

- ①注水機能及び除熱機能が複数系統確保されていること（必要に応じて使用済燃料プール（SFP）への注水も可能であること）
- ②サポート系（電源、水源等）が複数系統確保されていること
- ③プラントパラメータのトレンドとして炉心の冠水維持及び原子炉水位の安定、原子炉・格納容器の温度・圧力が安定又は低下傾向にあること

・格納容器破損防止対策が奏功する場合（著しい炉心損傷は生じるものの格納容器の破損が防止できると見込まれる場合）

- ①注水機能及び除熱機能が複数系統確保されていること⁶（必要に応じて SFP への注水も可能であること）
- ②サポート系（電源、水源等）が複数系統確保されていること
- ③プラントパラメータのトレンドとして格納容器の温度・圧力が安定又は低下傾向にあること
- ④原子炉建屋の水素濃度が 2%以下で安定又は低下傾向にあること
- ⑤外部支援が確保（見込みを含む）されていること

（２）屋内退避の開始時期及び対象範囲

ア 全面緊急事態の時点での UPZ 全域での屋内退避の必要性

（１）で整理した要件を満たすかを判断するに当たり、重大事故等対策の一部はその実施までに設備の準備を要し、また、原子炉施設の状態が安定化するまでには時間を要する。そのため、全面緊急事態に至ったと判断する時点で、（１）で示した原子炉施設の状態を満たし、重大事故等対策が奏功していると判断することは現実には困難である。

したがって、屋内退避の開始時期や対象範囲については、従前のとおり、全面緊急事態に至った時点において UPZ 全域で屋内退避を実施する必要がある。

イ 緊急時活動レベル（EAL）の見直しの検討

全面緊急事態の判断は、緊急事態のレベルについて迅速な判断が可能となるよう、緊急時活動レベル（Emergency Action Level。以下「EAL」という。）という原子炉施設の状態に関する数値等で機械的に判断できる基準に基づき行われているが、現行の EAL には、同じ全面緊急事態に該当する基準でも放射性物質の放出の有無等の深刻度に差がある等の課題が指摘されている。

原子力規制庁からは、検討チームとは別の場で EAL の見直しについて検討を行うとの方針が示された。

（３）重大事故等対策が奏功する場合の被ばく線量

ア OSCAAR コードを用いた被ばく線量シミュレーションの実施

重大事故等対策が奏功する場合の距離別の被ばく線量の概略を把握するため、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA）が開発した OSCAAR（Off-Site Consequence Analysis code for Atmospheric Release in Reactor Accident）コードを用いて、被ばく線量のシミュレーションを実施した。

⁶ 溶融炉心とコンクリートの相互作用（MCCI）防止のための格納容器下部への注水を含む。

- ・ ケース 1（炉心損傷防止ケース）：炉心損傷防止対策（炉心への注水及び除熱など）が奏功し、著しい炉心損傷が生じないケース
- ・ ケース 2（漏えいケース）：著しい炉心損傷が生じるものの、格納容器破損防止対策（格納容器内の冷却及び除熱）が奏功し、格納容器が破損せず、格納容器圧力に応じた放射性物質の漏えいが生じるケース
- ・ ケース 3（ベントケース）：著しい炉心損傷が生じるものの、格納容器破損防止対策（フィルタベント）が奏功し、格納容器が破損せず、フィルタベントを通じた放射性物質の放出が生じるケース

小 放出の規模 大

炉心の状態	格納容器 の状態	放出の形態	著しい炉心損傷 の防止に奏功	格納容器の破損 防止に奏功	格納容器 破損
著しい損傷 なし	健全	漏えい	ケース 1	－	－
		漏えい＋フィルタベント	ケース 1	－	－
著しい損傷 あり	健全	漏えい	－	ケース 2	－
		漏えい＋フィルタベント	－	ケース 3	－
	破損	大規模放出	－	－	※

【図 1 被ばく線量シミュレーション実施に当たって分類した3ケースの概要】

シミュレーションの結果、以下の点が明らかとなった。(参考資料1「被ばく線量シミュレーションの解析条件、解析結果及び考察」参照)

- ・ 仮に屋内退避を実施せず一週間屋外に滞在した場合であっても、UPZ 全域において、その一週間の積算被ばく線量は、緊急防護措置に関する IAEA 基準⁷と比較しても十分に低くなる蓋然性が高い。
- ・ 沈着する放射性核種の量が少ないため、沈着した放射性核種による長期にわたっての追加的な被ばく線量も低くなる蓋然性が高い。

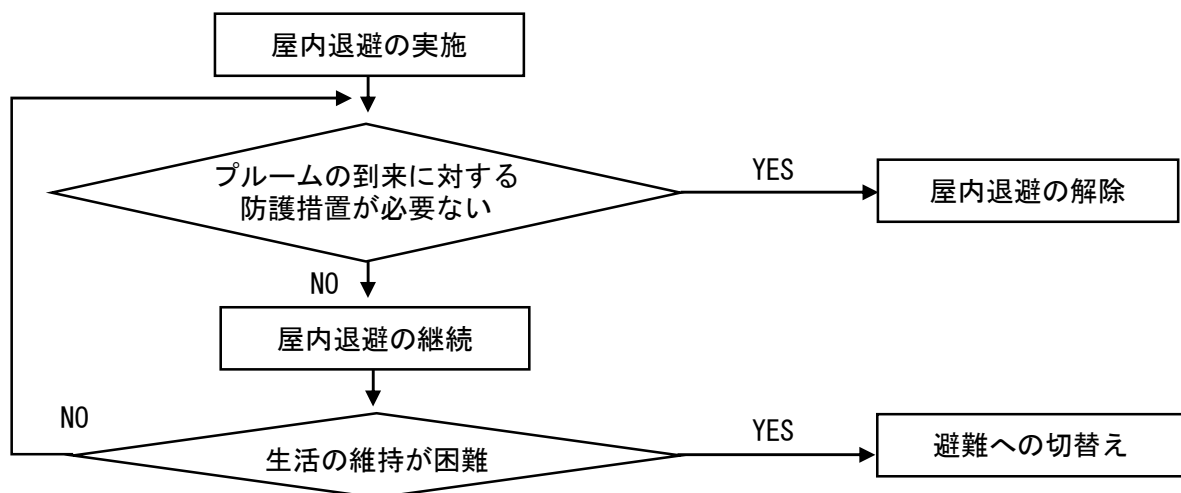
屋内退避実施後には、屋内退避の解除又は避難への切替えという2つの道がある。(OIL 2による一時

10

移転等によって結果的に屋内退避が終了する場合もあるが、それは屋内退避から一時移転等の他の防護措置に切り替えるものである。）

つまり、屋内退避の実施後には、プルームの到来に対する防護措置の必要がなくなった場合は屋内退避を解除し、一方、プルームが到来する可能性等により引き続き防護措置の必要がある場合は生活の維持が可能となるよう物資の供給等を行うことにより屋内退避を継続することが基本としつつ、生活の維持が困難と判断されれば屋内退避から避難に切り替える。しかしながら、避難は住民等への様々な負担を伴うため、その判断は慎重に行うべきものである。（図2）

検討チームでは、屋内退避実施後の解除及び避難への切替えの判断の要件を検討した。また、屋内退避は長期的に続けられないと考えられる中で、屋内退避を一定期間継続後、その後も継続できるかどうかを判断するタイミングの目安についても検討した。



【図2 屋内退避の解除又は避難への切替えに至るフロー】

（１）屋内退避の解除

屋内退避は、主にプルームからの被ばくの低減を目的とする防護措置であることから、原子炉施設から新たなプルームが到来する可能性がないこと、かつ、既に放出されたプルームが滞留していないことが確認できれば、屋内退避の必要がなくなるため、屋内退避を解除できる。

したがって、屋内退避を解除するためには、上記を確認するための原子炉施設の状態に関する要件及び放射性物質の存在に関する要件の両方を満たす必要がある。

ア 重大事故等対策が奏功している場合の屋内退避の解除要件

a 原子炉施設の状態に関する要件

4.（１）において整理した、重大事故等対策が奏功していると判断できる原子炉施設の状態が継続すれば、UPZでの屋内退避が必要となるような放射性物質の放出はないものと判断できる。

そのため、その4.（１）で整理した要件を満たすことを、屋内退避の解除についての、原子炉施設の状態に関する要件とする。

b 放射性物質の存在に関する要件

原子炉施設において重大事故等対策が奏功したと判断できる状態になっても、それ以前に格納

容器からの漏えいやベントにより環境中に放出された放射性物質がプルームとして滞留している地域では、引き続き屋内退避が必要である。そのため、プルームが滞留していないことを、屋内退避の解除についての、放射性物質の存在に関する要件とする。

この場合において、その地域にプルームが滞留していないことの確認は、緊急時モニタリング⁸の方法のうち、空間放射線量率及び大気中の放射性物質の濃度から判断することとする。

空間放射線量率については、プルーム到来に伴い一時的に上昇した後に、プルーム通過後は低下し安定していることを確認することとする。大気中の放射性物質の濃度については、プルームの通過後に放射性物質が大気中に有意に存在していないこと、すなわち大気モニタの検出下限値未満（N/D）であることを確認することとする。

イ 重大事故等対策が奏功しなかった場合の屋内退避の解除要件

重大事故等対策が奏功せず、大規模な放射性物質の放出に至った場合も、屋内退避を解除するためには、原子炉施設の状態に関する要件及び放射性物質の存在に関する要件の両方を満たす必要がある。すなわち、原子炉施設の安定化に向けた復旧策が講じられて原子炉施設の状態が安定し、その後に UPZ での屋内退避が必要となるような放射性物質の放出はないものと判断できる状態になり、かつ、上記ア b の要件を満たし、プルームが滞留していないことを確認できれば、屋内退避を解除できる。

そのような場合の原子炉施設の状態に関する要件⁹を、以下のように整理する。

- ① 未臨界が維持されていること
- ② 損傷炉心の冷却が確保されていること
- ③ 使用済燃料プールの冷却が確保されていること
- ④ プラントパラメータのトレンドとして格納容器の圧力が低下又は安定傾向にあること

ウ 屋内退避の解除後の留意事項等

屋内退避は主にプルームからの被ばくの低減を目的とする防護措置である一方、一時移転は地表面等に沈着した放射性物質からの被ばくの影響をできる限り低減することを目的とする防護措置であり、両者は防護の対象とするものが異なる。そのため、屋内退避の解除要件を満たす場合にも、地表面等に沈着した放射性物質により、 $20\mu\text{Sv/h}$ を超える空間放射線量率が測定される場合には OIL 2 に基づく一時移転が必要となる可能性がある。また、 $0.5\mu\text{Sv/h}$ を超える空間放射線量率が測定される場合には OIL 6 に基づく飲食物の摂取制限が必要となる可能性がある。したがって、屋内退避の解除と同時に、一時移転等の別の防護措置が必要となる可能性もあることに留意が必要である。このように、屋内退避の解除後は、その他の放射線防護の観点からの留意点があるほか、PAZ の

⁸ プルームが滞留していないことの確認は、「緊急時モニタリングについて（原子力災害対策指針補足参考資料）（平成 26 年 1 月 29 日策定（令和 6 年 3 月 21 日一部改正（最終））、原子力規制庁監視情報課）」で定める全面緊急事態に実施する緊急時モニタリングのうち、「OIL に基づく防護措置の実施の判断材料の提供のためのモニタリング」及び「住民等と環境への放射線影響の評価材料の提供のためのモニタリング」において実施する。

⁹ 原子炉建屋等において水素爆発が発生し、建屋が激しく損傷している場合、火災の発生等に伴い、建屋に一旦沈着していた大量の放射性物質が再浮遊すること等により拡散する可能性があることなど、事故の進展や施設の状態（注水等の復旧策の信頼性や、長期的な原子炉施設の安定状態の維持のための格納容器の不活性化や除熱の状況等）に留意して総合的に判断すべきである。

避難指示解除の在り方等が課題となる。

これらについては、原災指針において「緊急時被ばく状況から現存被ばく状況・計画的被ばく状況への移行に関する考え方」が検討課題として挙げられており、原子力規制庁において検討チームとは別の場で検討を行うこととされている。

(2) 屋内退避を継続できるかを判断するタイミングの目安

ア タイミングの目安の考え方

屋内退避中は、主にブルームからの被ばくを避けるために屋内に留まることが原則であるが、物的な面での生活の維持や精神的なストレス等の観点から、屋内退避を長期にわたって継続することは難しいと考えられる。

原子炉施設が全面緊急事態に至り屋内退避が実施され、屋内退避の解除ができない段階では、原子炉施設の状態及び屋内退避中の生活を維持できるかという観点から屋内退避を継続できるかを判断することとなる。

特に、屋内退避を継続できるかを判断する基準は、図2にあるように、屋内退避を実施している状態での生活を維持できるかが重要である。すなわち、生活を維持できるのであれば屋内退避を継続し、維持できないのであれば避難に切り替えることとなる。生活を維持できるかという判断には、食料や飲料水、生活必需品等の物資、電気・ガス・上下水道・通信等のライフライン、屋内退避中のストレスなど様々な要素が関係する。

したがって、屋内退避を継続できるかを判断するに当たっては、屋内退避の開始後一定期間は原則として生活を維持できるものとした上で、その後も継続できるかどうかを日々判断していく運用とすることが適当である。

そのような屋内退避を継続できるかを判断する最初のタイミングの目安については、原子炉施設の状態を前提に、最も基本的で必要不可欠な生活の条件である、食料等の物資という要素から設定することとする。

イ 原子炉施設の状態から見たタイミングの目安

重大事故等対策が奏功する場合にも、それらが奏功したと判断する、すなわちプラントパラメータが安定するなど屋内退避を解除できる原子炉施設の状態であることを確認するためには、数時間や1日程度では困難であり、数日程度は必要になると考えられる。

したがって、屋内退避の開始後は、数日程度は屋内退避の解除の判断はできないことを前提とする必要がある。

ウ 屋内退避中の生活の維持とタイミングの目安

a 物資の要素から設定するタイミングの目安

屋内退避の実施に当たっては、生活を維持するための食料や飲料水、生活必需品等の物資が、最も基本的で必要不可欠なものである。その際、まずは自宅等に備蓄している物資を消費し、備蓄している物資を消費した後は追加的に供給される物資を消費することとなる。

したがって、様々な事情により国や地方自治体から追加的に供給される物資がすぐに手元に届かないことを想定して、備蓄している物資で何日間の生活を維持できるかが屋内退避を継続できるかどうかを判断するタイミングの一つの目安となり得る。

そこで、災害対策基本法に基づき中央防災会議が策定する防災基本計画において、国・地方自治体等は最低３日間、推奨１週間分の食料や飲料水、生活必需品等の備蓄について普及啓発を図るものとされていること等を踏まえ、屋内退避の開始から３日後を、屋内退避を継続できるかを判断する最初のタイミングの一つの目安とする。

なお、国が行うプッシュ型支援が遅くとも発災後３日目までに物資が被災都道府県に届くよう調整するものとされているように、発災から３日間は家庭等の備蓄や被災地方自治体における備蓄で対応することは想定されているものと考えられる¹⁰。

b 屋内退避を継続できるかの判断

屋内退避の開始から３日後のタイミング以降も、国や地方自治体からの物資の供給（プッシュ型支援も含む）、人的支援、ライフラインの被害状況、プルームが長時間又は繰り返し到来したかの状況等を踏まえて生活の維持が可能な状況にあれば、更に屋内退避を継続することが基本である。そのためには、国や地方自治体から物資を追加的に供給することが最も重要となる。（後記エ a 参照。）

なお、避難は住民等への負担が大きいこと等を踏まえ、避難への切替えの判断は慎重に行うべきものであり、屋内退避の開始から３日後のタイミングをもって、避難に切り替わる可能性が高いという誤解を生じさせない必要がある。

これらを踏まえると、原子力災害に際しての国の判断としては、屋内退避中の生活を維持する上で特段の事情がなければ３日間は屋内退避を継続できるものとした上で、３日後のタイミング以降は、物資の供給等により屋内退避を継続することを基本としつつ、継続できるかどうかを日々判断していく形で運用していくことが望ましい。

なお、自然災害と原子力災害が同時に起こる複合災害時には、自然災害の発災直後から自宅等に備蓄している物資の消費が開始され、原子炉施設が全面緊急事態に至り屋内退避が実施される時点では、屋内退避の継続可否が判断されるまでの３日分の備蓄が残っていない場合も想定される。そのため、複合災害の場合には、既に備蓄物資が消費され始めている可能性も考慮して、屋内退避を継続できるかを判断する必要がある。

エ タイミングの目安経過後の考慮事項

屋内退避の継続については、必要な支援がなければ住民の負担が増え、生命・身体へのリスクが発生するおそれがある。そのため、下記に示すとおり、屋内退避を継続するための物資の供給及び備蓄、人的な支援が重要となる。

a 物資の供給・備蓄

原子力災害対策として、国や地方自治体による物資の供給、地方自治体による物資の備蓄、民間企業との協定に基づく物資の供給等の体制が既に構築されており、３日間を超える屋内退避の継続に必要な追加的な物資の供給体制は用意されているが、引き続きその実効性の向上に向けて取り組む必要がある。

¹⁰ 内閣府「令和６年能登半島地震に係る検証チーム」令和６年６月 令和６年能登半島地震に係る災害応急対応の自主点検レポート（https://www.bousai.go.jp/updates/r60101notojishin/pdf/kensho_team_report.pdf）

また、3日間の生活の維持のためには各家庭に備蓄があることが重要であり、防災基本計画にあるとおり、原子力災害に限らない一般的な災害への備えとして、食料や飲料水、生活必需品等の備蓄についての普及啓発が更に進められる必要がある。

b 人的な支援

屋内退避中の生活の維持を考える上で、自力では生活を維持できない存在として医療・介護・福祉施設等の入院患者・入所者や在宅の要支援者等があり、それらの者に対して人的な支援の提供が継続されることが必要となる。

そのような人的な支援の継続と、その要員が不足する場合の外部からの人的支援については、原子力災害時だけでなく自然災害時においても残されている課題である。課題解決に向けた取組として、原子力規制庁からは、医療面での支援の提供に限ってのことではあるが、UPZ 内への原子力災害医療派遣チームの派遣を始めとする具体的な方策を検討しているところとの説明があった。

(3) 屋内退避から避難への切替え

ア 避難への切替えの判断の考え方

a 考慮すべき要素

既に述べてきたように、屋内退避実施後には屋内退避の解除と避難への切替えという2つの道がある。引き続きプルームの到来等に対する防護措置の必要がある場合には、生活の維持が可能となるよう物資の供給等により、自宅や近隣の指定避難所で屋内退避を継続することが基本となる。

一方、生活の維持が困難と判断されれば屋内退避から避難への切替えを検討することとなるが、避難は住民等への様々な負担を伴うため、その判断は慎重に行うべきものである。

その際、避難への切替えの判断、すなわち生活の維持が困難であることの判断について、あらかじめ一律に基準を定めることは難しく、様々な要素を考慮して総合的に判断せざるを得ない。その考慮すべき要素を網羅的に挙げることも難しいが、代表的なものとして以下のものが挙げられる。

- ・ 食料や飲料水、生活必需品等の物資の供給状況や人的支援の実施状況
- ・ ライフライン（電気・ガス・上下水道・通信等）の被害状況
- ・ プルームが長時間又は繰り返し到来したかの状況（長時間又は繰り返し到来することで、屋内への大気の流れにより被ばく低減効果が一定程度失われる）

なお、これらの要素は、UPZ 全域で共通なものではなく地域ごとに異なるものであることから、避難への切替えの判断も、一定の範囲の地域ごとに行う必要がある。

b 判断の主体及び手順

避難への切替えの判断に当たっては、地方自治体やライフライン事業者からの各地域の生活の維持の状況やライフラインの被災状況に関する情報提供、地方自治体からの避難への切替えに関する意見等を踏まえ、国が個々の地域ごとに避難への切替えを行うかを判断の上、指示することが適切である。

地方自治体からの情報提供については、地方自治体のマンパワーに限りがある緊急事態におい

て新たに情報の収集や整理・編集作業を求めるものではなく、その時点で地方自治体が有している情報を、既存の体制や連絡手段を活用して提供すること¹¹で、基本的には判断に当たって十分な情報が収集できるようにする必要がある。

イ 避難行動に当たっての考慮事項

屋内退避から避難への切替えを判断する場合には、実際の避難行動中における被ばくや負担を最小限にすることが重要である。具体的には、以下の事項を考慮することが考えられる。

- ・ 避難のタイミングを定めるに当たっては、原子炉施設の状態や緊急時モニタリングの結果等を考慮し、プルーム通過中の避難行動を避けること。
- ・ OIL による避難や一時移転について定めた既存の UPZ の避難計画を参考に、避難実施単位、避難手段、避難経路、避難先等を設定することで、円滑かつ迅速に避難を完了させること。
- ・ 避難行動によって健康リスクが高まる要配慮者については、安全に避難が実施できる準備が整ってから避難を実施すること。

6. 屋内退避の継続中に発生する諸課題への対応

(1) 屋内退避中の一時的な外出

ア 一時的な外出の考え方

屋内退避中は屋内に留まることが原則であるが、原災指針は、被ばく線量を合理的に達成できる限り低くすると同時に、被ばくを直接の要因としない健康等への影響も抑えることが必要であるとしている。

そのため、屋内退避中の生活の維持に最低限必要な一時的な外出は、屋内退避を継続する上で必要な行為であり、「屋内退避」という概念に含まれているものと整理することとした。つまり、屋内退避の指示が出ていても、そのような一時的な外出については、屋内退避の指示に反していることにはならない。

そのような、屋内退避の指示に反していることにならない一時的な外出の類型として、住民が自らの生活を維持するための外出と、屋内退避中の生活を支えるライフライン管理者・民間事業者の活動としての外出の2類型が考えられる。

なお、いずれの類型であっても、エにあるとおり国や地方自治体から一時的な外出を控えるようにとの注意喚起が急遽行われる可能性があることから、「一時的」の要素としては、外出している時間が短いことよりも、そのような注意喚起が出た際に屋内退避を行う場所に移動するまでの時間が短いことが重要と考えられる。

イ 住民が自らの生活を維持するための外出

屋内退避中は屋内に留まることが原則であるが、上記のとおり、屋内退避中の生活の維持に最低限必要な一時的な外出は、屋内退避を継続する上で必要な行為である。どのような外出が「生活の維持に最低限必要な外出」に当たるかは、個々の住民の生活環境等によって異なるため、その具体

¹¹ 統合原子力防災ネットワークの活用に加えて、自然災害で活用されている被災状況を把握する情報システム（SOBO-WEB）や支援物資の調達・輸送に関する情報を集約するシステム（物資調達・輸送調整等支援システム）の活用が考えられる。

的な範囲を一律かつ網羅的に示すことは困難であるが、少なくともこれに該当すると考えられる代表的な例を以下に挙げる。

- ・ 生活に必要な物資の調達のための外出
- ・ 生命に関わるような緊急性の高い医療を受けるための外出
- ・ 屋内退避場所で屋内退避を継続できる状態を維持するための外出（家屋の屋根や出入口の除雪等）
- ・ 自宅の近くで飼養する動物の世話のための外出

なお、屋内退避中の住民の外出についての考え方やさらなる具体例については、地方自治体からの整理すべき具体例に関する要望等も踏まえ、引き続き検討することが求められる。

ウ 屋内退避中の生活を支えるライフライン管理者・民間事業者の活動としての外出

屋内退避中の生活の維持に最低限必要となるライフライン管理者・民間事業者の活動は屋内退避が有効に機能するために重要なものであり、それらの者の活動は外出を伴うものであっても屋内退避中にも継続されることが必要と考えられる。

この類型の外出もイと同様に、具体的な範囲を一律かつ網羅的に示すことは困難であるが、少なくとも、物資輸送、避難経路等の啓開及び復旧、ライフラインの復旧、医療・介護のうち緊急性の高いものはこれに該当すると考えられる。

なお、これらの活動には、災害対策基本法及び原子力災害対策特別措置法に基づき、災害対応を実施する責務を有する指定公共機関、指定地方公共機関等が行うものや、原災指針が定める緊急事態応急対策に従事する者が行うものも含まれる。これらの者については、原災指針や防災基本計画等に示す放射線防護の考え方に沿って、放射線防護対策を行いつつ活動することとなる。

また、上に例示した活動以外にも、屋内退避中の生活の維持に最低限必要とまでは言えないものの、屋内退避が有効に機能するために有益な、屋内退避中の住民の生活を支える民間事業者の活動も、地域の状況によっては活動継続が期待される。そのような活動として、具体的には、食料や飲料水、燃料といった生活必需品の小売業等が考えられる。

上記のような民間事業者による屋内退避中の生活の維持に最低限必要な活動又は期待される活動に関しては、その性格に応じた考え方やさらなる具体例、活動が継続されるようにするための国や地方自治体の取組等について、地方自治体からの要望等も踏まえて引き続き検討することが求められる。

エ 一時的な外出を控える旨の注意喚起

全面緊急事態に至り屋内退避の指示が出たとしても、直ちに放射性物質が放出されるとは限らない。しかしながら、屋内退避の指示が出ている間は、放射性物質が放出される可能性が否定できないため、一時的な外出を行う場合には、放出のおそれがあることに留意する必要がある。

そこで、被ばく線量を合理的に達成できる限り低くする観点からは、フィルタベントによる放射性物質の放出が予定される場合などブルームが到来する可能性が高いという特別な情報があるタイミングでは、国や地方自治体は一時的な外出を控える旨の注意喚起をすることで、屋内退避を徹底させることが重要となる。

(2) 屋内退避中の情報提供の在り方

屋内退避中の住民に対しては、屋内退避の先行きをできるだけ見通せるようにすることが重要である。そのため、国や地方自治体は、以下の情報を積極的に発信する必要がある。

- ・ 今後の屋内退避の見通し（いつまで継続しそうか、いつ避難に切り替わりそうか等）
- ・ 原子炉施設の状態の見通し（屋内退避の解除要件を満たせそうか、それはいつか等）
- ・ 緊急時モニタリングの結果に関する情報
- ・ 生活の維持に関する状況（指定避難所等の開設状況、物資の供給状況、ライフラインや道路等の復旧状況、避難経路情報、UPZ 外の避難先の情報等）

なお、これらの情報が屋内退避中に国や地方自治体から住民まで確実に伝わるように、平時から情報提供の手段や内容について検討を進めることが重要である。

7. おわりに ー検討結果の実現に向けてー

検討チームでは、原災指針の考え方を前提として、東電福島第一原発事故後に新規制基準が導入されたことも踏まえて屋内退避という防護措置の効果的な運用の在り方について検討を行い、これまで原災指針等に原子力規制委員会としての判断について定めなかった、屋内退避の解除要件、継続を判断するタイミングの目安、避難への切替え、一時的な外出等について、具体的な運用をある程度明らかにすることができた。

今後、以下の事項に留意の上、本検討結果が、原子力規制委員会としての判断に係る屋内退避の運用の在り方がより分かりやすいものとなるよう原災指針や原子力災害対策マニュアル等に反映されることを期待する。

○緊急事態における柔軟な判断の必要性

検討チームでは、議論を分かりやすくするため、事態進展の様態、屋内退避の解除要件、その他様々な考慮事項について、代表的なケース等に絞り込んで議論を行ってきた。

検討チームの検討結果は基本的な考え方を示したものであるが、実際の緊急事態の姿は多種多様なものである。現実の原子力災害の発生時には、検討チームの検討結果の細部に縛られることなく、国民の生命及び身体の安全を確保するという観点に立ち返って、柔軟な判断が不可欠である。

○発電用原子炉施設以外についての屋内退避

検討チームでは、原子力災害の発生時に最も重大な影響を及ぼす原子力施設である発電用原子炉施設を想定して議論を行ってきた。

一方で、原災指針に基づく屋内退避は、試験研究用等原子炉施設、加工施設及び再処理施設についても行われることから、原災指針等への反映に当たっては、それらの施設にどのように適用するかを整理する必要がある。

○自然災害への対応との連携

原子力災害は、多くの場合は地震等の自然災害との複合災害の形で発生すると想定される。そのような複合災害の際には、人命の安全を第一とし、自然災害による人命への直接的なリスクが極めて高い場合等には、自然災害に対する避難行動をとり、自然災害に対する安全が確保された後、原子力災害に対する避難行動をとることを基本とするという考え方で対応することとなる。

また、複合災害時に屋内退避を効果的に運用するためには、食料や飲料水、生活必需品等の備蓄に関する普及啓発に加え、自宅等が倒壊した際に屋内退避場所となる指定避難所の耐震化、災害に強い避難経路の維持・整備など、自然災害に対して必要となる備えが十分になされていることが重要になる点が指摘された。

原子力災害対応を進める上では、政府全体で取り組まれているそのような自然災害への備えが更に強化されるとともに、原子力災害の特殊性を考慮しつつ、そのような自然災害対応の強化と独立した災害対策を講ずるのではなく、自然災害対応との連携を強化することが極めて重要である。

○屋内退避の運用に関する普及啓発

本報告書の内容を踏まえ、屋内退避の効果や屋内退避の運用に関する原子力規制委員会としての判断の考え方、原子力災害時における国や地方自治体、住民の対応等について、分かりやすく普及啓発することが必要である。

○その他本報告書で今後の課題として整理されたもの

本報告書において、その他以下の点が今後の課題として整理されており、これらの課題については関係機関等と連携して取組を進める必要がある。

- ・EALの見直し（４．（２）イ）
- ・緊急時被ばく状況から現存被ばく状況・計画的被ばく状況への移行に関する考え方の整理（５．（１）ウ）
- ・屋内退避中の人的な支援の継続とその要員が不足する場合の外部からの人的支援（５．（２）エ b）
- ・一時外出に関する考え方やさらなる具体例と国や地方自治体の取組等（６．（１）イ ウ）

用語解説

予防的防護措置を準備する区域（PAZ）：放射性物質の放出前から予防的に避難等を行う区域。原災指針では原子炉施設からおおむね半径 5 km 圏内に設定。

緊急防護措置を準備する区域（UPZ）：原子力災害時にまず屋内退避を実施し、放射性物質の放出後に必要に応じて追加的な防護措置を実施する区域。原災指針では原子炉施設からおおむね半径 30km 圏内に設定。

オンサイト：原子炉施設の敷地内側の領域。

オフサイト：原子炉施設の敷地外側の領域。

緊急時活動レベル（EAL）：原子炉施設の状態に応じて、3つの緊急事態区分（警戒事態、施設敷地緊急事態、全面緊急事態）のうち、どの区分に属するかを客観的に判断するための基準。

全面緊急事態（GE）：原子炉施設において公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象が生じ、防護措置を実施する必要がある段階のこと。

運用上の介入レベル（OIL）：放射性物質が環境中に放出された後に、追加的な防護措置を判断するための基準。その基準は、緊急時モニタリングで測定される空間放射線量率や環境試料中の放射性物質の濃度等で表される。

緊急時モニタリング：原子力災害時の環境中の放射線の状況の把握、OIL に基づく避難や一時移転等の実施の判断材料の提供等を行うため、原子炉施設周辺地域に設置されたモニタリングポスト等を用いて、空間放射線量率等を測定すること。

重大事故等対策：著しい炉心損傷を防止するための対策に加えて、著しい炉心損傷が生じても格納容器が破損することを防止するための対策のこと。一般的な事故進展の形態として、核分裂反応を止めたとしても反応生成物による崩壊熱が残り続けるため、原子炉容器の注水機能が失われると燃料が溶け始め、炉心損傷が発生することになるので、これを防止するために炉心損傷防止対策が実施される。炉心損傷が生じた場合には、格納容器内圧力が高くなることで最終的に格納容器が破損し、放射性物質が大規模に放出されることになるので、これを防止するために格納容器破損防止対策が実施される。

炉心損傷防止対策：著しい炉心損傷を防止するための注水や除熱を行うこと。例えば、高圧の代替注水ポンプを用いて原子炉への注水を行い、最終的に低圧の注水系によって原子炉への冷却を図る。その際、格納容器内に熱が移行するため、代替循環という手段を用いて格納容器内の除熱を行う。

格納容器破損防止対策：著しい炉心損傷が生じた場合に格納容器の破損を防止するための注水や除熱を行うこと。例えば、格納容器内の循環ができなくなった場合に、フィルタベントという設備を用いて、大気中への格納容器内の圧力の低減を図る。

フィルタベント：格納容器の過圧破損を防止するため、粒子状の放射性物質をフィルタで除去しつつ、圧力を逃がすための安全対策設備又はこれを稼働させて実施する安全対策のこと。フィルタベントを実施した場合は、粒子状の放射性物質の放出量は大幅に抑えられる。一方、希ガスはフィルタでは除去できないためそのまま放出され、拡散する。

被ばく線量シミュレーションの解析条件、解析結果 及び考察

日本原子力研究開発機構
安全研究センター

高原 省五



※第5回検討チーム(令和6年9月30日)資料1-2に、原子力規制庁が提示した解析条件を追加するとともに、解析結果及び考察について一部記載の適正化を行ったもの。

目 次

1. 原子力規制庁が設定した被ばく線量評価の解析条件.....2
2. 解析結果及び考察.....6



1. 原子力規制庁が設定した被ばく線量評価の解析条件(1/4)

OSCAARの解析条件は、事故進展及びソースターム以外は平成26年解析条件を原則用いるものとし、以下のとおりとする。

- ✓ 対象施設：特定の施設のものではなく、仮想の施設を想定する。
- ✓ 想定する事故：放出量が最も厳しい事象である以下の事故シーケンス及び格納容器破損モードとする。
 - 事故シーケンス
 - PWR/BWR：大破断LOCA時に、ECCS注水機能が喪失し、全交流電源も喪失する事故
 - 格納容器破損モード
 - PWR：格納容器過圧破損
 - BWR：格納容器過圧・過温破損
- ✓ 解析ケース：ケース2（漏えいケース）及びケース3（フィルタベントケース）における放出の形態は、炉型（PWR及びBWR）に応じて設定する。
 - ケースA（PWR漏えいケース）：格納容器再循環ユニットによる格納容器除熱を実施するケース（PWR）
 - ケースB（BWR漏えいケース）：代替循環冷却系による格納容器除熱を実施するケース（BWR）
 - ケースC（ベントケース）：格納容器過圧破損防止のためフィルタベントを実施するケース（建屋からの漏えいを含む）（BWR）



1. 原子力規制庁が設定した被ばく線量評価の解析条件(2/4)

- ✓ 放出量：各解析ケースにおいて現実に準備されている対策の効果を想定して仮想的な放出量を設定する。放出形態からみて放出は長期間にわたるが、原子炉停止から7日間に放出される量を対象とする。放出量の設定に当たっては、原子力事業者から施設ごとの 放出量（各解析ケースにおける核種グループごとの7日間積算値）を入手した上で、加重平均（電気出力100万kWで規格化）することで、仮想的な原子炉施設からの放出量を設定した。

<仮想的な原子炉施設からの放出量（7日間積算値）>

ケース	放出形態	希ガス類 (Bq)	有機ヨウ 素(Bq)	無機ヨウ 素(Bq)	Cs類 (Bq)	Te類 (Bq)	Ba類 (Bq)	Ru類 (Bq)	Ce類 (Bq)	La類 (Bq)
A	漏えい	5.8×10^{16}	1.5×10^{14}	1.1×10^{14}	5.7×10^{13}	2.9×10^{13}	2.0×10^{13}	2.5×10^{12}	4.1×10^{12}	2.8×10^{12}
B	漏えい	2.0×10^{17}	3.7×10^{11}	3.6×10^{13}	1.3×10^{12}	9.4×10^{11}	9.4×10^{11}	1.5×10^{11}	1.2×10^{11}	2.7×10^{10}
C	漏えい	6.5×10^{16}	3.6×10^{11}	3.5×10^{13}	1.4×10^{12}	1.1×10^{12}	1.0×10^{12}	1.7×10^{11}	1.3×10^{11}	2.9×10^{10}
	フィルタベント	6.3×10^{18}	2.1×10^{11}	1.4×10^{10}	2.5×10^9	1.9×10^9	1.7×10^9	3.3×10^8	2.3×10^8	5.3×10^7

注) 第2回検討チーム（令和6年5月20日）において、放出量の設定は現実に準備される対策の効果を想定するとしたことを踏まえ、PWR事業者からは、原子力規制委員会が新規規制基準適合性審査において確認したものから変更はないという回答がある一方で、BWR事業者から提出された放出量は、適合性審査で評価したものに加えて、自主対策設備を用いたヨウ素の形態変化の抑制といった効果を考慮した条件設定が行われている。



1. 原子力規制庁が設定した被ばく線量評価の解析条件(3/4)

- ✓ 放出開始時間： 原子力規制委員会が平成30年に示した「原子力災害事前対策の策定において参照すべき線量のめやす」において、事前対策において備えておくことが合理的であると考えられる事故の事態進展の前提を踏まえ、原子炉停止から24時間後とする。
- ✓ 放出継続時間及び放出高さ：
 - 放出継続時間は、その放出形態からみて長期間にわたるものではあるが、過去の研究事例を踏まえ、一定期間内に全量放出するという仮定をおき、以下の値を設定する。
 - 放出高さは、平成26年解析条件を用いて50mとする。

解析ケース	放出形態	放出継続時間(h)	放出高さ
A	漏えい	24	50m
B	漏えい	24	50m
C	漏えい	24	50m
	フィルタベント	12	50m

- ✓ 気象条件： 年間における1時間毎の気象データ（8760通り）から年間の気象条件を概ね再現できる248通りをサンプリングする（茨城県東海地区）。



1. 原子力規制庁が設定した被ばく線量評価の解析条件(4/4)

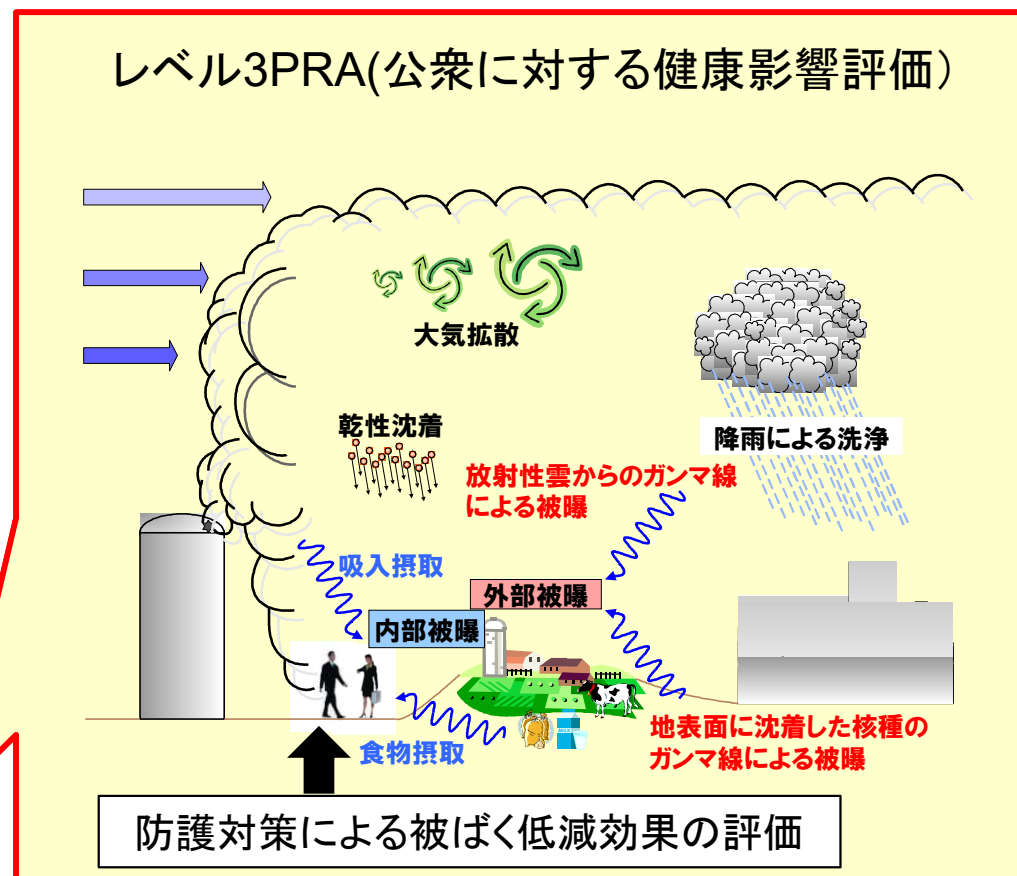
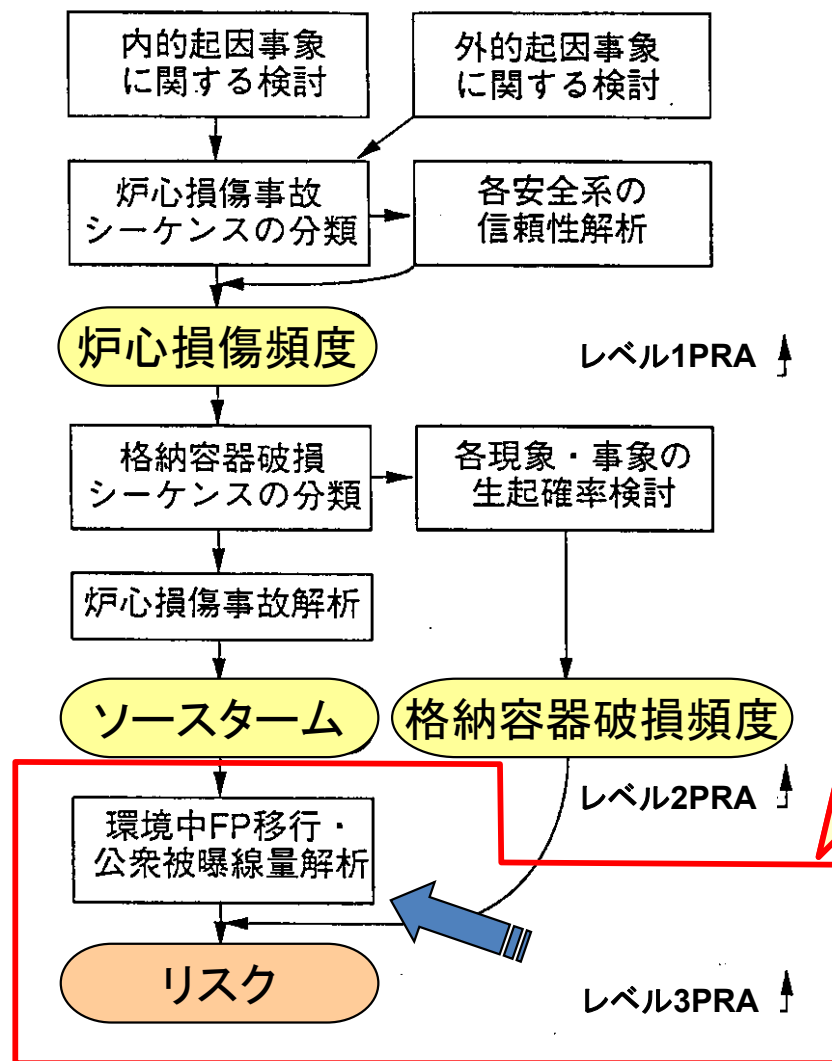
- ✓ 被ばく線量：原子炉停止から7日間での実効線量及び甲状腺等価線量を評価する。
- ✓ 被ばく経路：外部被ばく（放射性プルーム、沈着によるもの）及び内部被ばく（吸入によるもの）を対象とする。
- ✓ 防護措置の効果：
 - 屋内退避を実施しない場合（常に屋外に滞在）及び実施する場合（屋内退避（3日間）の後、避難に切替え）を評価する。
 - 屋内退避の期間は、防災基本計画（中央防災会議、令和5年5月）にある食料等の最低備蓄期間3日間を参照する。屋内退避の効果は、木造建屋とコンクリート建屋における場合を対象とする。
 - 屋内退避の開始時間は、全面緊急事態とする（解析上は保守的に原子炉停止と同時に全面緊急事態が判断されると仮定する）。
- ✓ 評価方法：年間の気象データからサンプリングされた気象条件に対して得られた結果（被ばく線量）を昇順に並べたものの中間値及び95%値を代表値として評価。

2. 解析結果及び考察

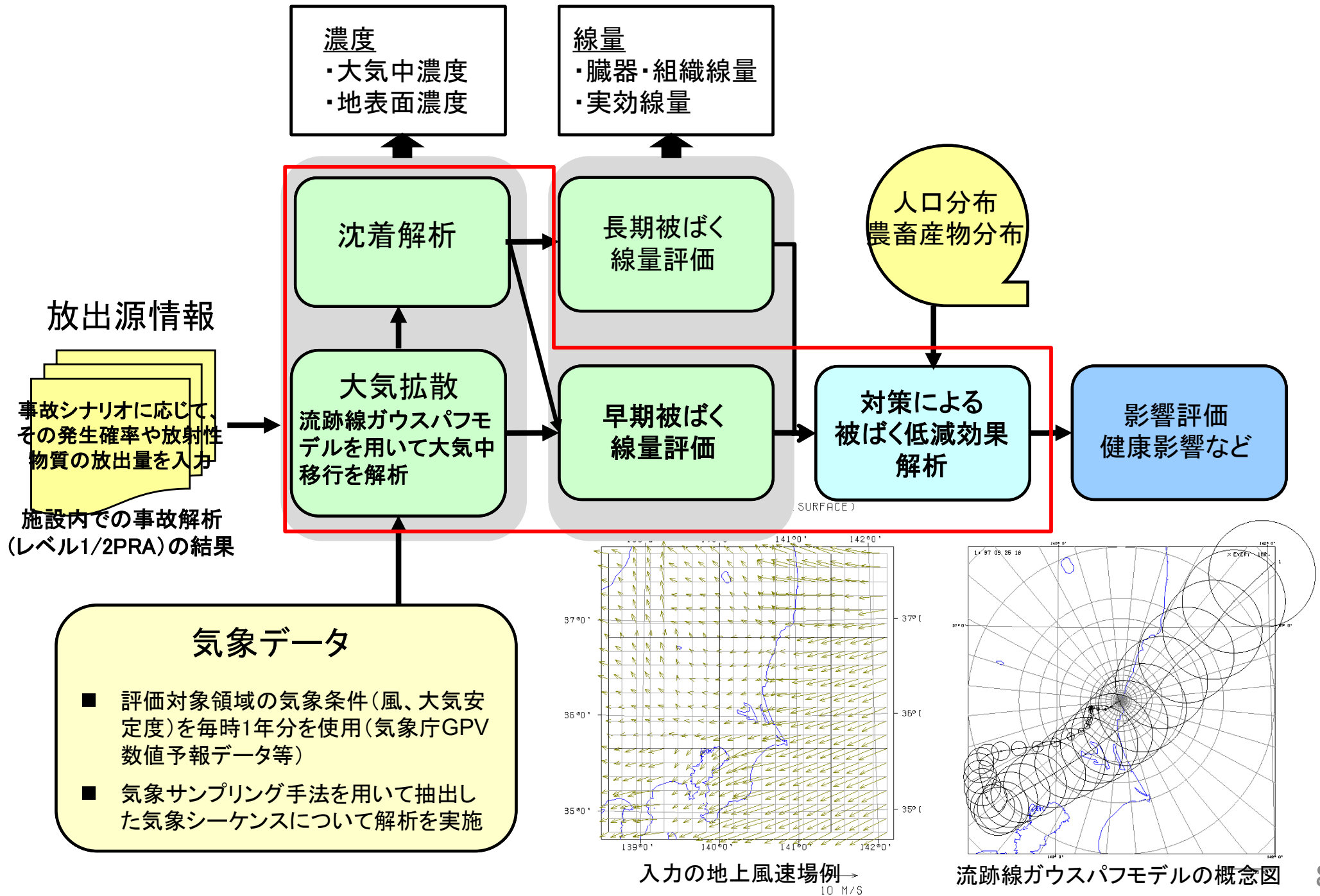
- PRA手法及びレベル3PRA手法の概要
- PRA手法を用いた被ばく線量の評価
- 解析結果のまとめ(考察)

確率論的リスク評価(PRA)手法

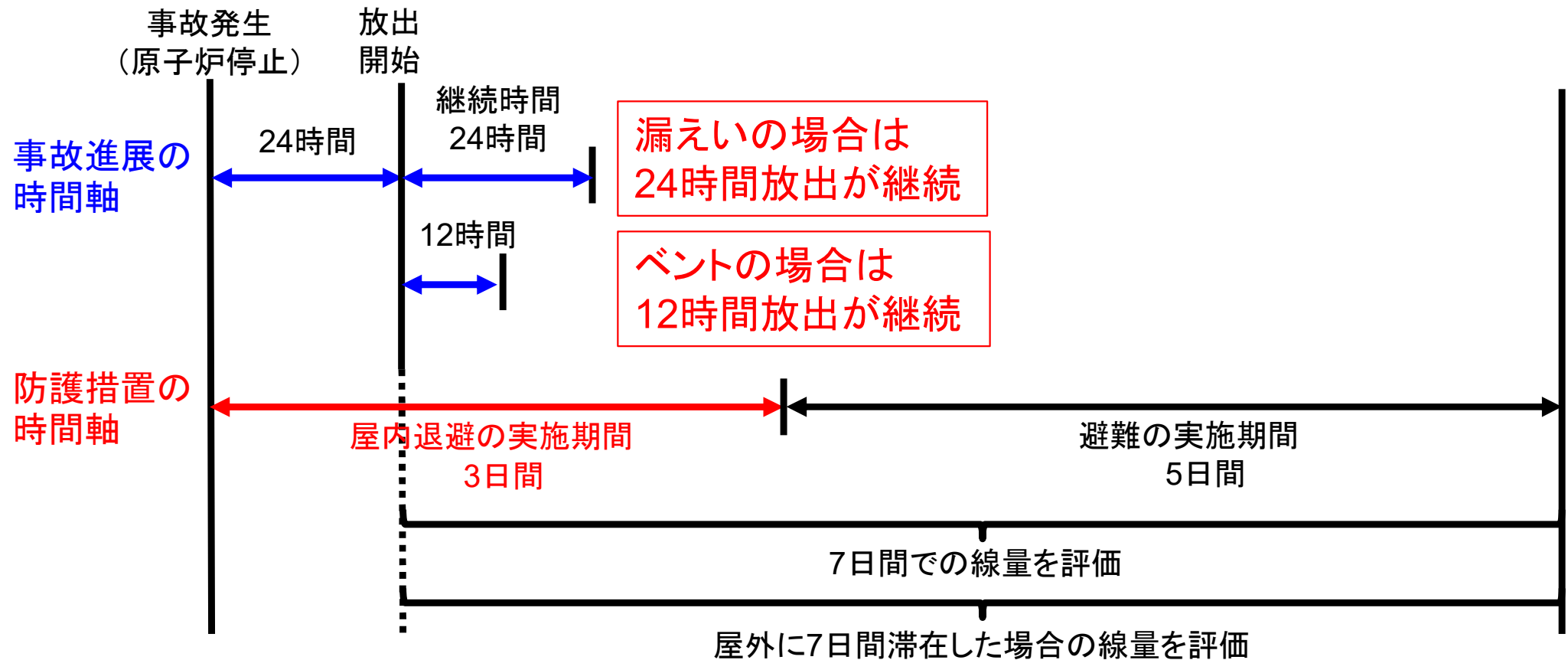
- ◆ 機器の故障などを発端として被害の発生に至る事象の組み合わせの連鎖である事象シーケンスを体系的に列挙し、その発生確率及びそれがもたらす影響を推定することにより、原子力施設等の安全性を総合的に評価する手法。



レベル3PRAコードOSCAARの構成



防護措置モデル



防護措置		外部被ばく 低減効果	吸入被ばく 低減効果	実施位置	実施期間
屋内退避	木造家屋	プルームに対して0.9 ⁽²⁾ 沈着核種に対して0.4 ⁽²⁾	除去効率0.25 ⁽³⁾	放出点から30kmま での各地点	事故発生直後から 3日間
	石造りの建物 ⁽¹⁾	プルームに対して0.6 ⁽²⁾ 沈着核種に対して0.2 ⁽²⁾	除去効率0.05 ⁽³⁾		
避難	1.0 (屋外避難を想定)		1.0 (屋外避難を想定)	30 km地点	3日間の屋内退避後 から5日間

(1) ブロック又はレンガ造りの1・2階建て住宅

(2) Burson, Z G. and Profio, A. E., Health Physics 33(4):p 287-299 (1977)、⁽³⁾米国環境保護庁, EPA 520/1-78-001A (1978)

大気中に放出された放射能

- 核種グループごとの放出量は、原子力規制庁から提供された値を利用した。
- 核種グループごとの放出量から個々の核種の放出量を計算する際には、H26年度の解析で使用した初期炉内内蔵量に対して、24時間減衰させた時点の核種組成を利用した。

✓ 核種グループ別の放出量(単位はテラベクレル(10^{12} Bq)で表示)

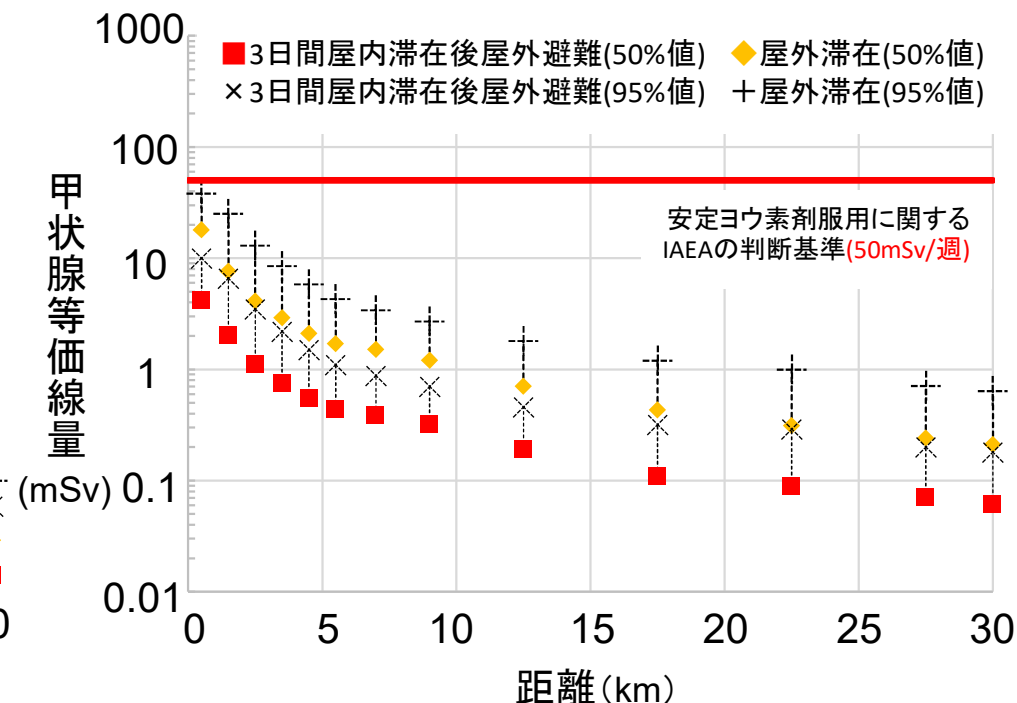
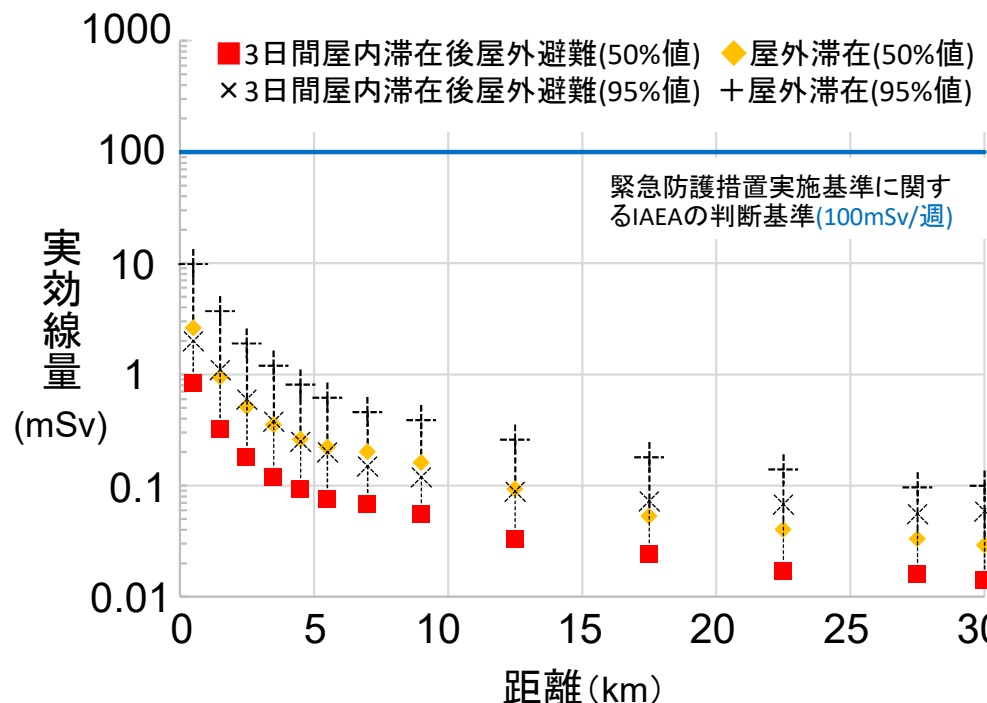
ケース	放出形態	希ガス類(TBq)	有機ヨウ素(TBq)	無機ヨウ素(TBq)	Cs類(TBq)	Te類(TBq)	Ba類(TBq)	Ru類(TBq)	Ce類(TBq)	La類(TBq)
A	漏えい	58000	150	110	57	29	20	2.5	4.1	2.8
B	漏えい	200000	0.37	36	1.3	0.94	0.94	0.15	0.12	0.027
C	漏えい	65000	0.36	35	1.4	1.1	1.0	0.17	0.13	0.029
	フィルタベント	6300000	0.21	0.014	0.0025	0.0019	0.0017	0.00033	0.00023	0.000053

✓ そのうち主要な核種の放出量(単位はテラベクレル(10^{12} Bq)で表示)

ケース	放出形態	Kr-88(TBq)	Xe-133(TBq)	有機I-131(TBq)	無機I-131(TBq)	Te-132(TBq)	Cs-137(TBq)
A	漏えい	60	54000	69	50	24	19
B	漏えい	210	190000	0.17	16	0.76	0.42
C	漏えい	67	61000	0.16	16	0.89	0.45
	フィルタベント	6500	5900000	0.096	0.0064	0.0015	0.00081

ケースA(PWR漏えいケース)

格納容器再循環ユニットによる格納容器除熱を実施するケース(PWR)

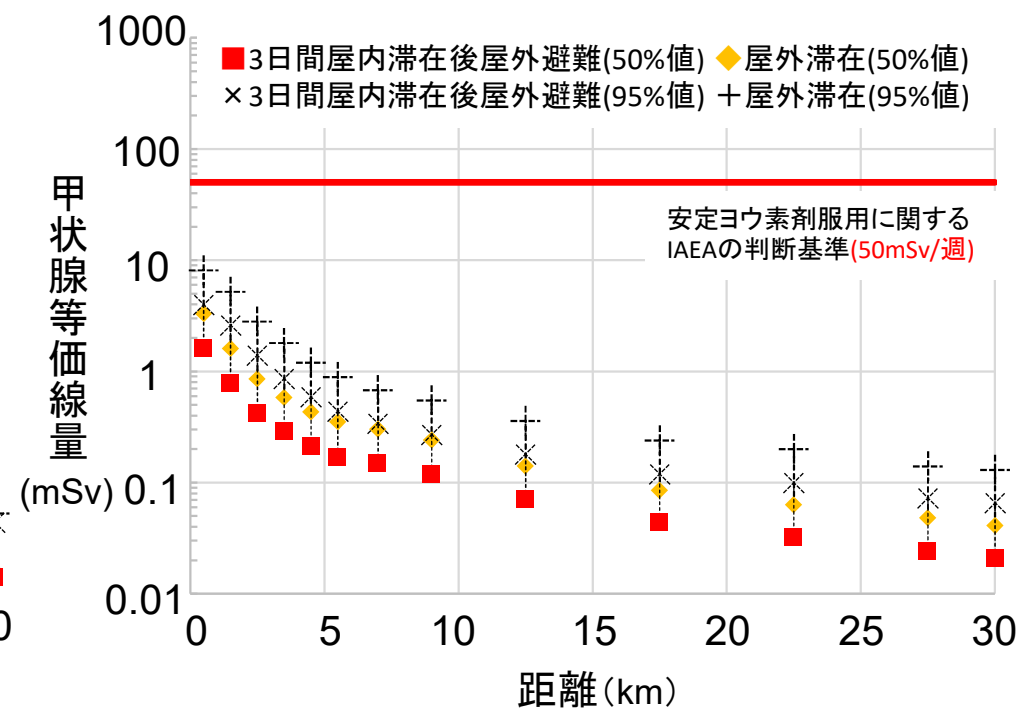
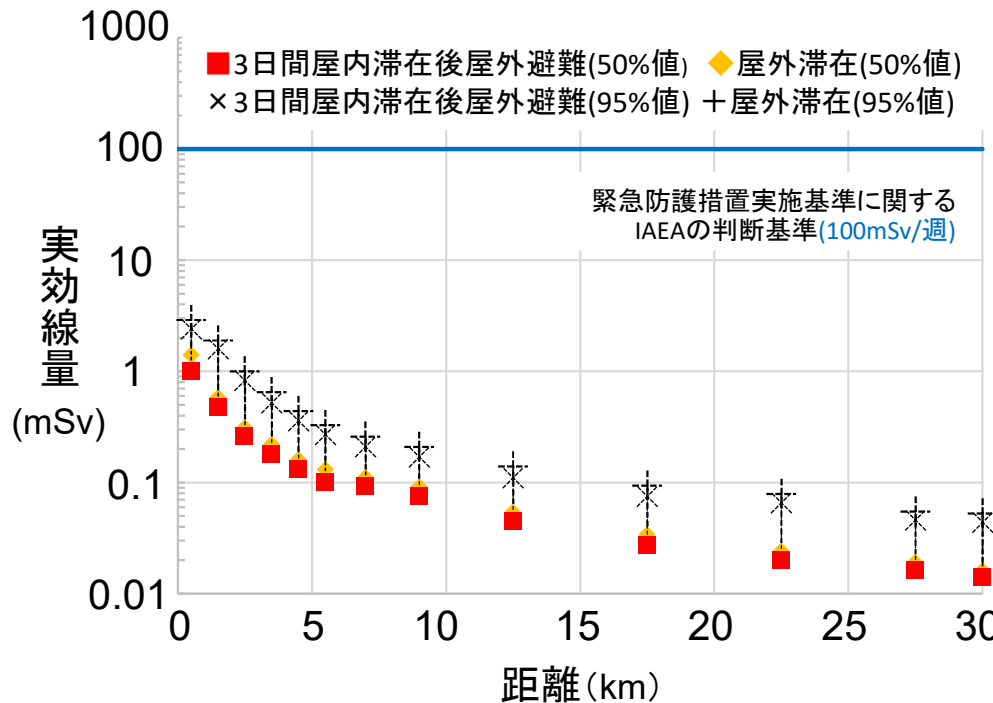


4.5km地点 ⁽¹⁾ の50%値における経路別の寄与割合	外部被ばく		内部被ばく
	プルーム	沈着核種	吸入摂取
実効線量	17%	17%	66%
甲状腺等価線量	2%	2%	96%

(1) 経路別の寄与割合については距離に対する依存性がないため、代表して4.5 kmのものを記載

- 他のケースと比べて、希ガス類に対する他の核種グループ(ヨウ素、Cs類、Te類等)の割合が高いため、吸入摂取や沈着核種からの寄与割合が大きい。
- 被ばく低減効果について、吸入摂取や沈着核種に対する被ばく低減効果が効いていることで、ケースBやケースCのようにプルームが支配的な状況と比べて、屋内退避の効果も比較的高くなっている。

ケースB（BWR漏えいケース） 代替循環冷却系による格納容器除熱を実施するケース（BWR）

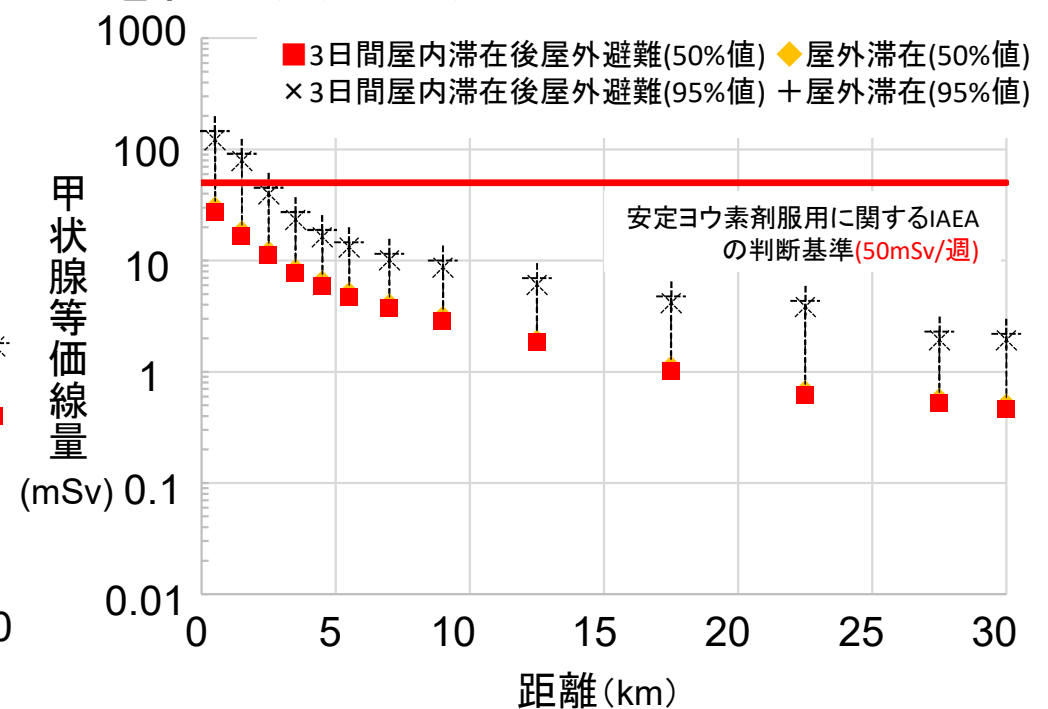
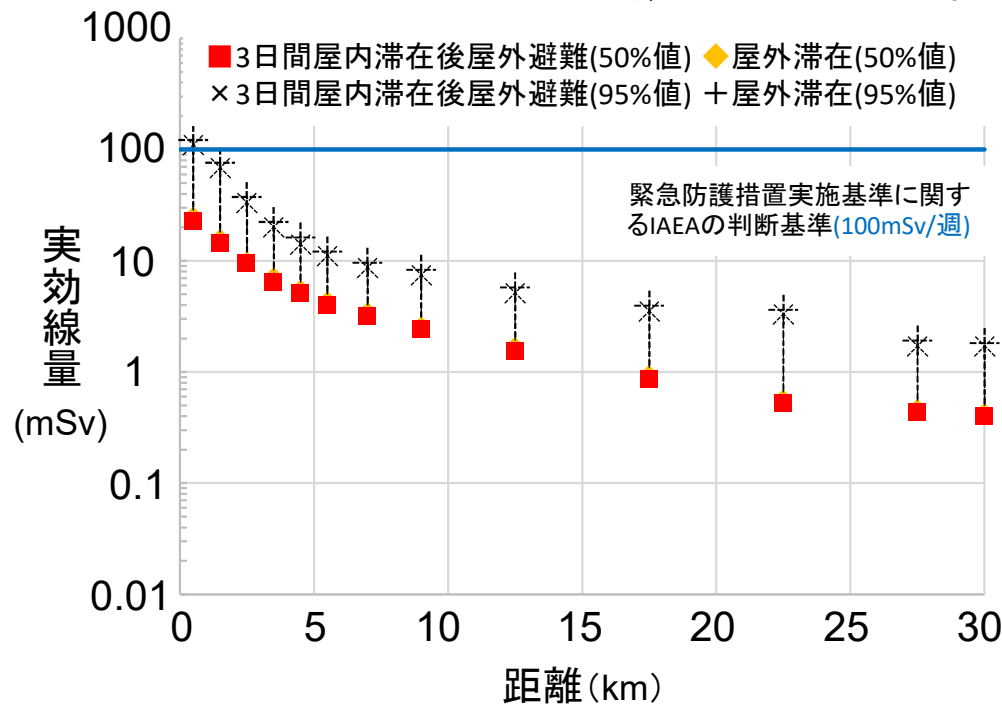


4.5km地点 ⁽¹⁾ の50%値における経路別の寄与割合	外部被ばく		内部被ばく
	プルーム	沈着核種	吸入摂取
実効線量	88%	2%	10%
甲状腺等価線量	38%	1%	61%

(1) 経路別の寄与割合については距離に対する依存性がないため、代表して4.5 kmのものを記載

- ケースAと比べて、希ガス類の割合が大きくなり、ヨウ素やCs類の寄与が小さくなる。このため、吸入摂取の寄与割合が小さくなり、プルームからの外部被ばくの割合が大きくなる。
- プルームからの寄与割合が大きくなるので、被ばく低減効果は、ケースAよりも比べて低くなっている。

ケースC（ベントケース） 格納容器過圧破損防止のためフィルタベントを実施するケース （建屋からの漏えいを含む）（BWR）



4.5km地点 ⁽¹⁾ の50%値における経路別の寄与割合	外部被ばく		内部被ばく
	プルーム	沈着核種	吸入摂取
実効線量	99%	1%未満	1%未満
甲状腺等価線量	96%	1%未満	4%

(1) 経路別の寄与割合については距離に対する依存性がないため、代表して4.5 kmのものを記載

- 他のケースと比べて、希ガス類の放出量が多く、ヨウ素やCs類と比べて多くの量が放出されている。経路別の寄与割合でもプルームからの外部被ばくがほぼ大部分を占める。
- プルームからの外部被ばくに対する被ばく低減係数は0.9であり、屋内退避をした場合でも、被ばくの低減は10%程度にとどまる。

解析結果のまとめ(考察)

- 今回の事故進展は、新規制基準に基づく重大事故等対策が奏功した結果である。
- 外部被ばく及び内部被ばくの双方を考慮し、実効線量と甲状腺等価線量を評価した。防護措置を何もしない場合と、木造家屋への屋内退避と避難を組合わせて実施した場合の線量を評価した。
 - ・ 木造よりコンクリート建屋の方が高い被ばく低減効果を見込むことができ、今回の結果よりも線量は低くなることから、原子力規制庁との協議の結果、コンクリート建屋に屋内退避した場合の解析は不要とした。
- IAEAの判断基準(実効線量 100 mSvと甲状腺等価線量 50 mSv)と比較すると、原子力発電所から数kmのPAZ内において、厳しい気象条件の際にこれらの基準を上回る可能性がある。一方で、UPZにおいては、全域でIAEAの基準を下回る線量となった。
- 事故進展に応じて、放出される核種の組成が変わるため、被ばくに対する各経路の寄与割合も変化する。
 - ・ ケースAは、希ガス類に対して、ヨウ素、Cs類、Te類などが他のケースよりも大きな割合で放出されている。この影響で、吸入摂取や沈着核種からの外部被ばくの寄与割合が比較的大きくなる。
 - ・ ケースBは、希ガス類の影響がケースAよりも大きくなる。このため、吸入摂取の寄与割合が小さくなり、プルームからの外部被ばくの割合が大きくなる。
 - ・ ケースCは、ケースAとは逆に、希ガス類がヨウ素やCs類と比べて多く放出されている。このため、被ばくへの寄与は、プルームからの外部被ばくが支配的となる。

原子力災害時の屋内退避の運用に関する検討チーム会合名簿

原子力規制委員会委員

伴	信彦	原子力規制委員会	委員
杉山	智之	原子力規制委員会	委員

原子力規制庁

児嶋	洋平	核物質・放射線総括審議官（放射線防護グループ長）
新田	晃	放射線防護企画課長（第1回～第3回）
黒川	陽一郎	放射線防護企画課長（第4回～第9回）
山本	哲也	放射線防護企画課 放射線防護技術調整官
加藤	隆行	放射線防護企画課 企画調査官
湯澤	正治	放射線防護企画課 課長補佐（第1回～第7回）
元光	邦彦	放射線防護企画課 原子力防災専門職
山本	千尋	放射線防護企画課 防護措置戦略係長（第6回～第9回）
本間	俊充	放射線防護企画課 技術参与
杉本	孝信	緊急事案対策室長
川崎	憲二	緊急事案対策室 企画調整官
星	陽崇	シビアアクシデント研究部門 上席技術研究調査官
鈴木	ちひろ	シビアアクシデント研究部門 副主任技術研究調査官
渡邊	桂一	実用炉審査部門 安全規制管理官（実用炉審査担当）
反町	幸之助	実用炉審査部門 管理官補佐

内閣府（原子力防災担当）

前田	光哉	官房審議官（原子力防災担当）（第1回～第3回）
吉田	大	参事官（企画・国際担当）（第4回～第9回）
根木	桂三	参事官（地域防災担当）（第1回～第3回）
長谷	弘道	参事官（地域防災担当）（第4回～第9回）

外部専門家（五十音順、敬称略）

栗原	治	量子科学技術研究開発機構 放射線医学研究所 計測・線量評価部長
高原	省五	日本原子力研究開発機構 原子力安全・防災研究所 安全研究センター 研究主席
坪倉	正治	福島県立医科大学 医学部 放射線健康管理学講座 主任教授
丸山	結	日本原子力研究開発機構 JAEAフェロー

自治体関係者

長谷部	洋	宮城県 復興・危機管理部 原子力安全対策課長
藤村	弘明	敦賀市 市民生活部 危機管理対策課長