

防専第15 - 3 - 2号

原子力安全委員会  
第15回原子力施設等防災専門部会  
平成19年4月24日

平成18年度原子力安全委員会委託事業

# 「緊急事態対応判断基準等に関する調査」について

日本原子力研究開発機構  
安全研究センター  
本間俊充

# 報告内容

- 長期的防護対策に係わる判断基準(介入レベル)
  - 移転
  - 飲食物摂取制限
- チェルノブイリ事故の長期的対策
- ICRP新勧告案における緊急、既存被ばく状況
- IAEAの安全ガイド案DS44
- まとめ

# 調査内容

## ● 目的

- 国際安全基準等に関する調査・分析を行うとともに、事故後の災害復旧に係る長期的対策に関して国際機関や諸外国における対応状況を調査し、課題について整理、検討する。

## ● 実施項目

- 国際安全基準等に関する調査
  - IAEAのDS-44およびその基礎となるTECDOC-1432に示される緊急事態判断等について、その概要を整理する。
  - IAEAのBSS改訂に伴う防災関連部分、国際放射線防護委員会(ICRP)の放射線防護に関する新勧告ドラフト版の緊急事態勧告に関する箇所を調査し、その概要を整理する。
- 長期的対策に関する課題の検討
  - 飲食物摂取制限、移転、汚染地域の除染等について、国際機関及び諸外国の実施基準の現状を調査、整理する。
  - チェルノブイリ事故で得られた長期的対策管理の経験を調査し、長期的対策を実施する上での課題について整理する。

# 介入の原則と長期的防護対策

- 介入の基本的考え方 (ICRP Publication 60)
  - 常に不利益を有するが、害より大きな益をもたらすべき (正当化)
  - 対策の形と規模及び期間は正味の便益を最大にするように最適化されるべき
  - 介入の必要性あるいは規模の決定に線量限度を適用しない
- 長期的防護対策
  - 飲食物摂取禁止及び食物連鎖に対する介入
    - 核種の経口摂取の制限
    - 食物連鎖への核種の取込み低減 (深部耕作、施肥、非汚染飼料の給餌等)
    - 代替食品の供給が必要。非汚染飼料の給餌などの予防措置は費用が小。
  - 移転
    - 地面沈着からの外部被ばく、再浮遊物質の吸入及び経口摂取の制限
    - 実行に伴うリスクは小さいが、財政的及び社会的費用が大。
  - 汚染地域の除染
    - 外部被ばく、再浮遊物質の吸入及び偶発的経口摂取の制限
    - 除染により地域活動再開が早められるが、広域であると多額の費用を要する

# 移転の介入レベル

- ICRP (Publication 63, 1991)
  - ほとんどいつでも正当化されるレベル: 平均回避実効線量約1Sv
  - 一般的最適化レベル: 月あたり約10mSv(5-15mSv)、回避集団線量と移転費用のバランスから算出
- IAEA (Safety Series 115: Basic Safety Standard, 1996)
  - ほとんどいつでも正当化されるレベル: 平均回避実効線量約1Sv
  - 一般的最適化レベル: 30mSv(最初の1ヶ月)、10mSv(以後の月あたり)、回避集団線量と移転費用のバランスから算出

国	介入レベル	出典
EC	IAEA BSS	費用便益解析 WG Article 31 of Euratom Treaty (1991)
イギリス	10 mSv/年以上: 短期移転を含む対策 1 Sv(生涯)以上: 長期移転を含むすべての対策	NRPB Documents of the NRPB 8(1). “Intervention for Recovery after Accident”, (1997) カテゴリー別の複数の復旧対策を勧告。
ドイツ	30 mSv/月 100 mSv/年	BMU “Basic Recommendations for Disaster Response in Areas Surrounding Nuclear Facilities”, (1999)
米国	2 rem(20mSv): 最初の年 0.5 rem(5mSv): 2年目以降 5 rem(50mSv): 50年間	EPA 400-R-92-001 “Manual of Protective Action Guides and Protective Actions for Nuclear incidents”, (1992)

# 飲食物摂取制限の介入レベル

- 国際食品規格委員会(Codex Alimentation Commission, 1989)
  - 食品\*:核種1:1,000Bq/kg、核種2:100Bq/kg、核種3:10Bq/kg
  - 牛乳、乳児食、飲料水\*\*:核種1:1,000Bq/kg、核種2:100Bq/kg、核種3:1Bq/kg
  - 濃度レベル = 参考線量レベル(5mSv)/(摂取量(550kg) × 単位摂取あたりの線量)
  - ✓ 核種グループ1( Sr-89、Ru-103、Ru-106、I-131\*、Cs-134、Cs-137 ):  $10^{-8}$  (Sv/Bq)
  - ✓ 核種グループ2( Sr-90、I-131\*\* ):  $10^{-7}$  (Sv/Bq)
  - ✓ 核種グループ3( Pu-238、Pu-239、Pu-240、Pu-242、Am-241 ):  $10^{-6}$  (Sv/Bq)
- ICRP (Publication 63, 1991)
  - ほとんどいつでも正当化されるレベル: 年回避実効線量10mSv(1食品あたり)
  - 一般的最適化レベル: 1,000-10,000Bq/kg( / ), 10-100Bq/kg( )

国	介入レベル	出典
日本	飲料水、牛乳・乳製品:ヨウ素:300Bq/kg、セシウム:200Bq/kg、ウラン:20Bq/kg、プルトニウム及びアルファ核種:1Bq/kg 野菜等、その他:ヨウ素:2000Bq/kg、セシウム:500Bq/kg、ウラン:100Bq/kg、プルトニウム及びアルファ核種:10Bq/kg	● 防災指針
EC	食品の場合* Sr:125Bq/kg、ヨウ素:500Bq/kg、核種:20Bq/kg、半減期10日以上の核種(Cs-134、Cs-137等):1,000Bq/kg:	● EC Council Regulation (Euratom) No.3954/87 of 22/12/1987
米国	0.5rem(5mSv):預託実効線量、または5rem(50mSv):預託等価線量 Sr-90:160Bq/kg、I-131:170Bq/kg、Cs-134+Cs-137:1,200Bq/kg	● EPA 400-R-92-001 (1992) ● FDA (1998)

# チェルノブイリ事故の長期的対策

- 移転の判断には、暫定許容線量レベル(TPL)、地表汚染レベル、生涯線量限度など様々な概念と判断基準が採用された。
- 事故初期には、TPLが定められ、1986年:100mSv(外部50mSv、内部50mSv)、1987年:30mSv、1988年:25mSv、1989年:25mSv。
- $^{137}\text{Cs}$ の地表汚染レベルは、当初から補償などの基準として、15 Ci/km<sup>2</sup> (555 kBq/m<sup>2</sup>)以上が嚴重制限区域、5 ~ 15 Ci/km<sup>2</sup> (185 ~ 555 kBq/m<sup>2</sup>)は制限区域と指定された。(SCZ:8万5千人(1986)、11万2千人(1988))
- 1988年、国家放射線防護委員会(NCRP)がLDL:350mSvを定め、1990年から、このレベル以下の地域はいかなる制限も課さないことを推奨したが、政治家、マスコミ等の批判により1990年4月最高会議はLDLを不採用とした。
- 1989年、牛乳濃度が370Bq/L超の領域も社会保護措置(36万人)
- 科学アカデミーにより1991年からは年実効線量の判断基準、すなわち1mSv以下では何の措置も取らないが、1mSvを超える場合5mSv以下となるよう防護措置を実施することとなった。
- 1991年以降
  - 1 Ci/km<sup>2</sup> (37 kBq/m<sup>2</sup>)<又は1 mSv(1991年)<: 対策区域(150万人(1991)、270万人(1993))
  - 5 ~ 15 Ci/km<sup>2</sup> (185 ~ 555 kBq/m<sup>2</sup>): 移転の権利区域
  - 15 Ci/km<sup>2</sup> (555 kBq/m<sup>2</sup>)<: 移転区域
  - 40 Ci/km<sup>2</sup> (1480 kBq/m<sup>2</sup>)又は年5 mSv以上: 強制移転区域

# 飲食物摂取制限レベルの変遷

- 1986年5月6日に、健康省は子供の甲状腺線量を300mSvに制限するための食品中のI-131に対する暫定許容レベル(TPL)を承認。
- 1986年5月30日に、内部被ばく線量を50mSvに制限するように食品中の全てのベータ放出体に対するTPLを設定。
- 1988年及び1991年に内部被ばく線量を各々8mSv、5mSvに制限するように食品中のセシウムに対するTPLを設定。

表: 食品中のセシウムの対策レベル(Bq/kg)

	Codex	EC*	USSR, TPL			ベラルーシ	ロシア	ウクライナ
	1989	1986	1986	1988	1991	1999	2001	1997
牛乳	1000	370	370	370	370	100	100	100
幼児食	1000	370	-	370	185	37	40-60	40
乳製品	1000	600	3700	370-1850	370-1850	50-200	100-500	100
肉	1000	600	3700	1850-3000	740	180-500	160	200
野菜	1000	600	3700	740	600	40-100	40-120	40-70
パン	1000	600	370	370	370	40	40-60	20

\*チェルノブイリ事故に起因した輸入食品に対する対策レベル

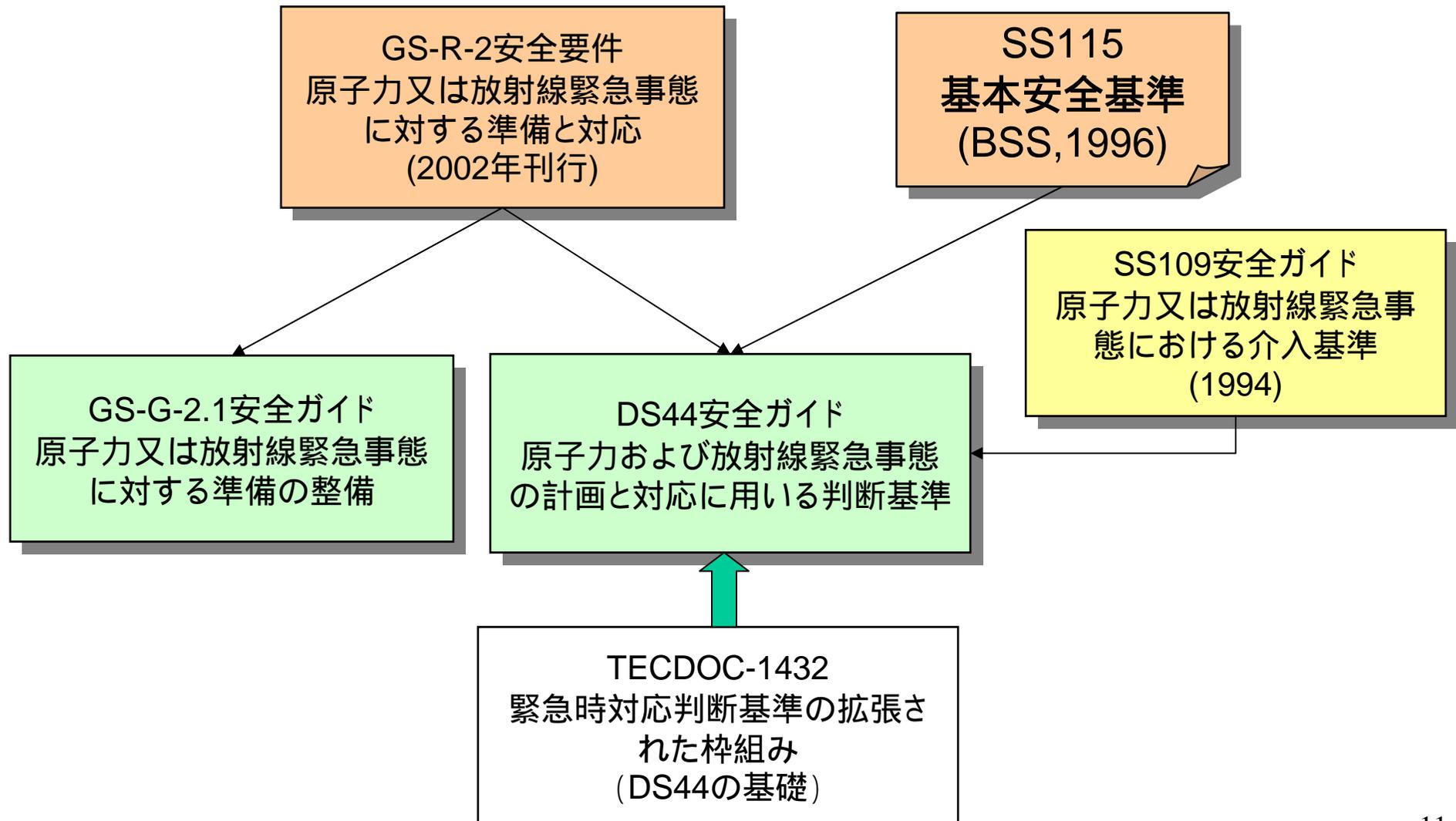
# ICRP新勧告案における緊急被ばく及び 既存被ばく状況の管理の考え方

- 個人レベルでの防護の目的
  - 緊急時作業員、敷地外支援提供者(消防士、第一対応者)及び公衆における確定的影響の防止
  - 作業員及び公衆における実施可能な範囲での確率的影響の防止
  - 実施可能な範囲での通常の状態への復帰への準備
- 正当化、最適化の原則は適用するが、計画された被ばく状況の線量限度は適用されない
- 参考レベルの使用
  - 残留線量がこれ以下にならない防護戦略は、計画段階で除外される
  - 緊急事態時(対応段階)には、防護戦略の効果を評価するための水準
  - 線量関連以外の社会・経済的な影響も考慮
- 緊急時計画は多段階からなる繰り返しの作業
  - 評価、計画策定、資源配分、訓練、演習、監査、改定

# ICRPの緊急及び既存被ばく状況の 参考レベル

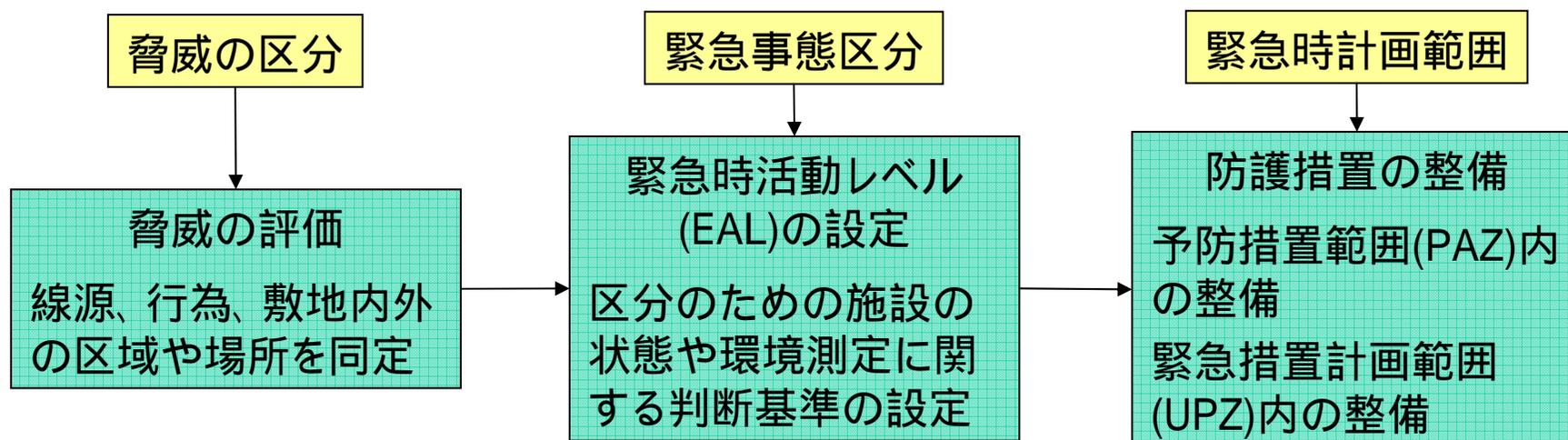
緊急被ばく状況		
	介入レベル(ICRP63)	参考レベル(ICRP新勧告案)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 食品</li> <li>- 屋内退避</li> <li>- 避難</li> <li>- 安定ヨウ素剤配布</li> <li>- 移転</li> </ul>	10 mSv/年 5-50 mSv 50-500 mSv/日 50-500 mSv (甲状腺) 1000 mSv	状況に応じて、 20 から 100 mSv/年の間で 選択されるべき
既存被ばく状況		
	一般参考レベル(ICRP82)	参考レベル(ICRP新勧告案)
NORM、バックグラウンド、残留放射能 長期被ばくに対する介入 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 正当とされそうにない</li> <li>- 正当とされる</li> <li>- ほとんどいつでも正当とされる</li> </ul>	< ~ 10 mSv/年 > ~ 10 mSv/年 100 mSv/年ぐらい	状況に応じて、 1 から 20 mSv/年の間で 選択されるべき

# IAEAの緊急事態準備・対応に関する文書

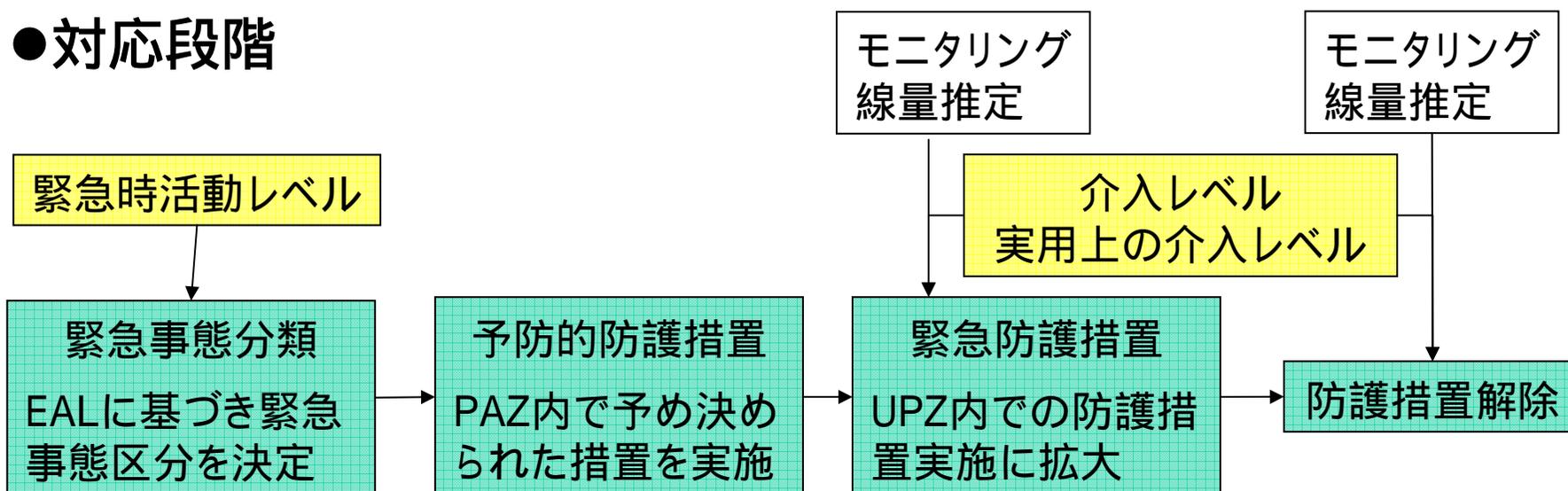


# 緊急事態準備の基本的考え方

## ●計画段階



## ●対応段階



# 安全ガイド案DS44

## ● 目的

- 以下の緊急事態対応の目的を満足するため、意思決定に必要な実用上の判断レベルの基礎となる完全で首尾一貫した一般参考レベル(GRL)を提示する
  - 過去の緊急事態から得られた教訓に対処し
  - 緊急事態に対する準備と対応についての要件に対処し
  - 放射線防護原則を適用するための整合性のある基盤を示すとともに、防護措置、並びに緊急事態対応の全局面における緊急状態の想定範囲についての洞察を提示する。
- 公衆及び関係者に、放射線の被ばくによる健康リスクについて、共通の言葉で説明を行なうための基盤を示すとともに、既知のリスクと見合った対応を行なうための基盤を提示する

## ● 対象範囲

- 公衆及び緊急作業者に対する防護措置の実用上の判断基準(EAL及びOIL)策定に必要なGRL
- 意思決定プロセスは社会的、心理的要素も考慮するが、放射線防護に重点を置く
- 平易な言葉で放射線防護の指針の根拠を説明する

# 緊急事態における防護活動の体系

被ばくによって生じる可能性のある健康影響	防護および他の活動の実施に対する線量評価の基礎		
	予測線量	回避可能線量	受けた線量
重篤な確定的健康影響	厳しい条件下でさえ、重篤な確定的健康影響を防止するための予防的緊急防護活動 (表 2 区分 A)	適用不可	重篤な確定的健康影響を検知し、処置するため；確率的健康影響を検知し、処置するため、及び包括的な心理カウンセリングを提供するための正当とされた医療活動 (表 3 区分 A)
確率的健康影響の高い個人リスク/増加が検知可	適用不可	確率的健康影響のリスクを合理的に低減するための緊急及び長期の防護活動 (表 2 区分 B 及び C)	確率的健康影響を検知し、処置するための正当とされる医療活動。助言及び基礎的カウンセリング (表 3 区分 B)
確率的健康影響の増加が検知不可			防護活動及び他の活動が不必要
検出不可能な健康影響で、線量が自然放射線レベルの範囲内	防護活動及び他の介入活動の停止 (表 2 区分 D)	適用不可	防護活動及び他の介入活動の停止

# 緊急事態対応の二次的判断基準

- 防護対策実施のためにGRLに代わる実用上のレベルを設定
  - 実用上の介入レベル(OIL): 野外や実験室での測定。空間線量率や試料濃度など。
  - 緊急活動レベル(EAL): 施設の異常状態など。

汚染の状況	OIL	防護活動
放出プルームによる空間線量率*	>1 mSv/h	避難又はシェルターへの退避
	>0.1 mSv/h	安定ヨウ素剤の服用。屋内退避。
地表面沈着	>1 mSv/h	避難又はシェルターへの退避
	>100 $\mu$ Sv/h: 地表からの高さ1m >1,000Bq/cm <sup>2</sup> : / >100Bq/cm <sup>2</sup> :	一時的な移転を実施し、放射線緊急事態における閉鎖区域境界の設定
	>1 $\mu$ Sv/h	代替品が利用可能なら、汚染食品や牛乳の評価が行われるまで代替品で置換
	>1kBq/m <sup>2</sup> : / >100Bq/m <sup>2</sup> :	
皮膚や衣類の汚染	>1 $\mu$ Sv/h: 距離10cm >10,000Bq/cm <sup>2</sup> : / >1,000Bq/cm <sup>2</sup> :	除染と登録の実施
機器や車輛の汚染	1~10 $\mu$ Sv/h: 距離10cm	対応活動のみ使用
	10~100 $\mu$ Sv/h: 距離10cm	重要な対応活動のみ使用
	> 100 $\mu$ Sv/h: 距離10cm	隔離し、許可が得られた場合のみ使用

\* 炉心の深刻な損傷及びフィルターなしの放出を仮定。

# まとめ

- 長期的防護対策の判断基準の現状
  - 長期的な防護対策として国際機関及び主要国の移転及び飲食摂取制限に関する判断基準を整理した。
  - 移転に関しては、国際機関の定める費用便益解析による一般的介入レベルを採用している例が多い。
  - 飲食物摂取制限レベルについては、国際的な調和が望まれる。
- 国際機関における緊急事態関連の考え方
  - ICRP新勧告案に示された緊急被ばく状況と既存被ばく状況の短期及び長期の防護の考え方の議論は現在進行中であり、注目していく必要がある。
  - 検討中のIAEAのDS44においても、現行のBSSの判断基準の改定もしくは拡張が検討されており、フォローしていく必要がある。

参考

表2 原子力又は放射線の緊急事態時の防護活動に対する一般参考レベル

一般参考レベル(GRL)	防護活動あるいは他の活動の例
<b>(区分 A)</b>	
<b>(重大なリスクに対する)予測線量が区分 A の GRL に近づいた場合：</b> (ほとんど如何なる状況においても) 重篤な確定的健康影響を防止するための予防的緊急防護活動を実施	
<b>外部短時間被ばく (10 時間未満)</b> <i>AD</i> <sub>Torso</sub> <sup>(a)</sup> : 1 Gy-Eq <i>AD</i> <sub>Foetus</sub> : 0.1 Gy-Eq <i>AD</i> <sub>Tissue</sub> : 25 Gy-Eq (深部 0.5cm) <sup>(b)</sup> <i>AD</i> <sub>Skin</sub> : 10 Gy-Eq (600cm <sup>2</sup> ) <sup>(c)</sup> <b>急性摂取による内部被ばく ( =30 日間<sup>(d)</sup> )</b> <i>AD</i> ( ) <sub>Red marrow</sub> : 0.2 Gy-Eq(アクチニド摂取) :2 Gy-Eq(アクチニド以外) <i>AD</i> ( ) <sub>Thyroid</sub> : 2 Gy-Eq <i>AD</i> ( ) <sub>Ling</sub> <sup>(e)</sup> : 30 Gy-Eq <i>AD</i> ( ) <sub>Colon</sub> : 20 Gy-Eq <i>AD</i> ( ) <sub>Foetus</sub> <sup>(f)</sup> : 0.1 Gy-Eq	(困難な状況下においても) 参考レベル以下に線量を保つための予防的緊急防護活動、公衆への情報提供及び警告、緊急除染
<b>(区分 B)</b>	
<b>区分 B の GRL を超える回避可能線量：</b> 確率的健康影響のリスクを合理的に低減するための緊急防護活動を実施	
<i>H</i> <sub>Thyroid</sub> 50 mSv(数日)	ヨウ素予防 <sup>(i)</sup>
<i>E</i> <sub>Total</sub> 100 mSv(数日) <sup>(g)</sup>	屋内退避、避難、除染 <sup>(h)</sup> 、食物、ミルク及び水の摂取制限、汚染管理、公衆への保証 <sup>(j)</sup>
<i>H</i> <sub>any organ</sub> 100 mSv(数日) <sup>(g)</sup>	
<b>(区分 C)</b>	
<b>区分 C の GRL を超える回避可能線量：</b> 確率的健康影響のリスクを合理的に低減するための長期防護活動を実施	
<i>E</i> <sub>Total</sub> 10 mSv(数ヶ月)	食物、ミルク及び水 <sup>(k)</sup> の代替、一時移転、公衆への保証 <sup>(j)</sup>
<i>H</i> <sub>any organ</sub> 100 mSv(数ヶ月)	
<b>(区分 D)</b>	
<b>区分 D の GRL 以下の予測線量又は受けた線量：</b> 防護及びその他の活動の停止	
<i>E</i> <sub>Total</sub> 10 mSv(年) <sup>(l)</sup>	限定された領域/物品の除染、限定された食物、牛乳及び水の摂取制限、公衆への情報提供のような過度の困難を伴わない場合を除き、防護活動は一切実施しない
<i>H</i> <sub>any organ</sub> 100 mSv(年)	

表3 原子力又は放射線の緊急事態時の医療管理に対する一般参考レベル

一般参考レベル(GRL)	防護活動あるいは他の活動の例
(区分 A)	
<p>受けた線量が区分 A の GRL に近づいた場合: 重篤な確定的健康影響を処置するための医療活動を実施</p>	
<p>外部短時間被ばく (10 時間未満)</p> <p><math>AD_{Torso}^{(a)}</math> : 1 Gy-Eq</p> <p><math>AD_{Foetus}</math> : 0.1 Gy-Eq</p> <p><math>AD_{Tissue}</math> : 25 Gy-Eq (深部 0.5cm)<sup>(b)</sup></p> <p><math>AD_{Skin}</math> : 10 Gy-Eq (600cm<sup>2</sup>)<sup>(c)</sup></p> <p>急性摂取による内部被ばく ( =30 日間<sup>(d)</sup>)</p> <p><math>AD( )_{Red\ marrow}</math> : 0.2 Gy-Eq(アクチニド摂取) :2 Gy-Eq(アクチニド以外)</p> <p><math>AD( )_{Thyroid}</math> : 2 Gy-Eq</p> <p><math>AD( )_{Ling}^{(e)}</math> : 30 Gy-Eq</p> <p><math>AD( )_{Colon}</math> : 20 Gy-Eq</p> <p><math>AD( )_{Foetus}^{(f)}</math> : 0.1 Gy-Eq</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 迅速な医療検査、診察および兆候による処置</li> <li>- 汚染管理</li> <li>- 迅速な除染<sup>(g)</sup>(適用可能な場合)</li> <li>- 長期医療追跡のための登録</li> <li>- 包括的心理カウンセリング</li> </ul>
(区分 B)	
<p>区分 B の GRL を超える受けた線量: 放射線誘発の健康影響を検知し効果的に処置するための長期医療活動を実施</p>	
<p><math>E_{Total}</math> 100 mSv(数ヶ月)</p>	<p>医療追跡のための登録の必要性を考慮するための特定臓器<sup>(h)</sup>に対する個人線量に基づくスクリーニング 基礎的カウンセリング</p>
<p><math>H_{Foetus}</math> 100 mSv(数ヶ月)</p>	<p>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</p>

(注) 表 2 及び表 3 については、本文 3.4 に以下の記載あり。

3.4. 表 2 と表 3 は、GRL の数値とそれらに対応する防護措置およびその他の措置を示す。これらの GRL は、一般的なガイダンスに過ぎず、これらの数値の 2 倍以内とされている国の基準は変更すべきでない。しかし、これらの数値と約 2 倍以上異なる国の基準は、特に、付属文書 に記載した平易な表現による説明を考慮しながら、慎重に再検討すべきである。これらの数値は参考文献 [ TECDOC-1492 ] に記載した数値を単純化したものである。単位の説明は付属資料 に示す。