

# 緊急事態への準備と対応に関する教訓

平成24年2月17日

日本原子力研究開発機構

安全研究センター

本間 俊充

## IAEA調査団報告(24 May- 2 June 2011)

結論6:よく組織された緊急時計画を有し対応で示されたが、**複雑な構造と組織は意思決定に遅れをもたらす**可能性がある。

結論7:献身的職員、作業者と柔軟な組織が効果的対応を可能にし、より大きな影響を防ぐことを可能にした。

結論8:公衆被ばくと健康モニタリングのフォローアップは有益であろう。

結論9:サイトでは効果的な被ばく管理が実施されたようである。

結論13:フォローアップ(**EPREV含む**)で、緊急時対応の教訓を詳細に調査すべき。

結論14:フォローアップで大規模放射線防護アプローチの教訓を見出すべき。

教訓11:**IAEA基準(GS-R-2等)**を使えば、緊急時対応をより効果的にする。

教訓12:長期の屋内退避は効果的でなく、**ICRPやIAEAのガイドラインで効果的な長期措置**が導入された。

教訓14:作業員がよく指導され、訓練されれば、SA時の放射線防護も効果的。

教訓15:放射線防護の現場作業員の訓練と演習には、福島の実験が有益。

# IAEA閣僚会議への政府報告書(H23年6月)

(第3の教訓のグループ)原子力災害への対応の強化

(16) 大規模な自然災害と原子力事故との**複合事態**への対応

➡ [脅威の評価では地震のような事態との組合せを考慮。GS-R-2(3.15)]

(17) 環境モニタリングの強化 ➡ 国が責任をもつ体制

-----

(18) 中央と現地の関係機関等の**役割の明確化**等

(20) 各国からの支援等への対応や国際社会への**情報提供の強化**

➡ JCO事故でも表面化した課題。責務の役割分担と調整は基本事項。

-----

(21) 放射性物質放出の影響の的確な把握・予測

● SPEEDIは放出源情報が得られなかったので、機能が果たせなかった ➡？

● 様々な試算結果は、活用されなかった ➡？

● SPEEDI結果は、当初段階から公表すべきであった。

(22) 原子力災害時の広域避難や放射線防護基準の明確化

(19) 事故に関するコミュニケーションの強化

➡ 大規模事故は起こりえないとして、怠ってきた

# 事故調査・検証委員会 中間報告(H23年12月26日)

## 3 事故発生後の政府諸機関の対応の問題点

- (1) 原子力災害現地対策本部の問題点(オフサイトセンター機能、権限委任)
- (2) 原子力災害対策本部の問題点(官邸内の対応、情報収集の問題点)
- (3) 残された課題(統合本部の設置)

## 5 被害の拡大を防止する対策の問題点

- (1) 初期モニタリングに関わる問題(複合災害への対策、職員教育)
- (2) SPEEDI活用上の問題点
  - 被ばく防止と避難対応に重要な役割を担っているが活用されなかった。
  - 放出源情報が得られず、本来の予測ができなかった。
  - 単位放出の結果が提供されていれば、より適切な避難経路、方向を選ぶことができたと思われる。
  - 諸機関がSPEEDI情報を広報するという発想を有していなかった。
- (3) 住民避難の意思決定と現場の混乱をめぐる問題(広域、弱者避難の課題)
- (4) 国民・国際社会への情報提供に関わる問題
- (5) その他の被害の拡大を防止する対策についての考察(スクリーニングレベルの引き上げ、校庭汚染の利用基準等)

## わが国の緊急時対応システム

- 1979年, 米国TMI事故: 原子力安全委員会が防災対策に係る専門的・技術的事項を記した防災指針をとりまとめる(1980年)。
- 1986年, 旧ソ連チェルノブイリ事故: 炉型の違いが強調され、緊急時対応システムに大きな影響を与えず。
- 1999年, JCO事故: 迅速な初動対応の確保。国と地方公共団体の連携の確保。国の緊急時対応体制の強化。原子力事業者の責務の明確化。



災対法及び炉規法の特別法として原災法を制定(1999年)

### 緊急時対応システムの特徴

- オフサイトの防護措置の意思決定が計算予測システムに過度に依存。

### 防災指針の課題

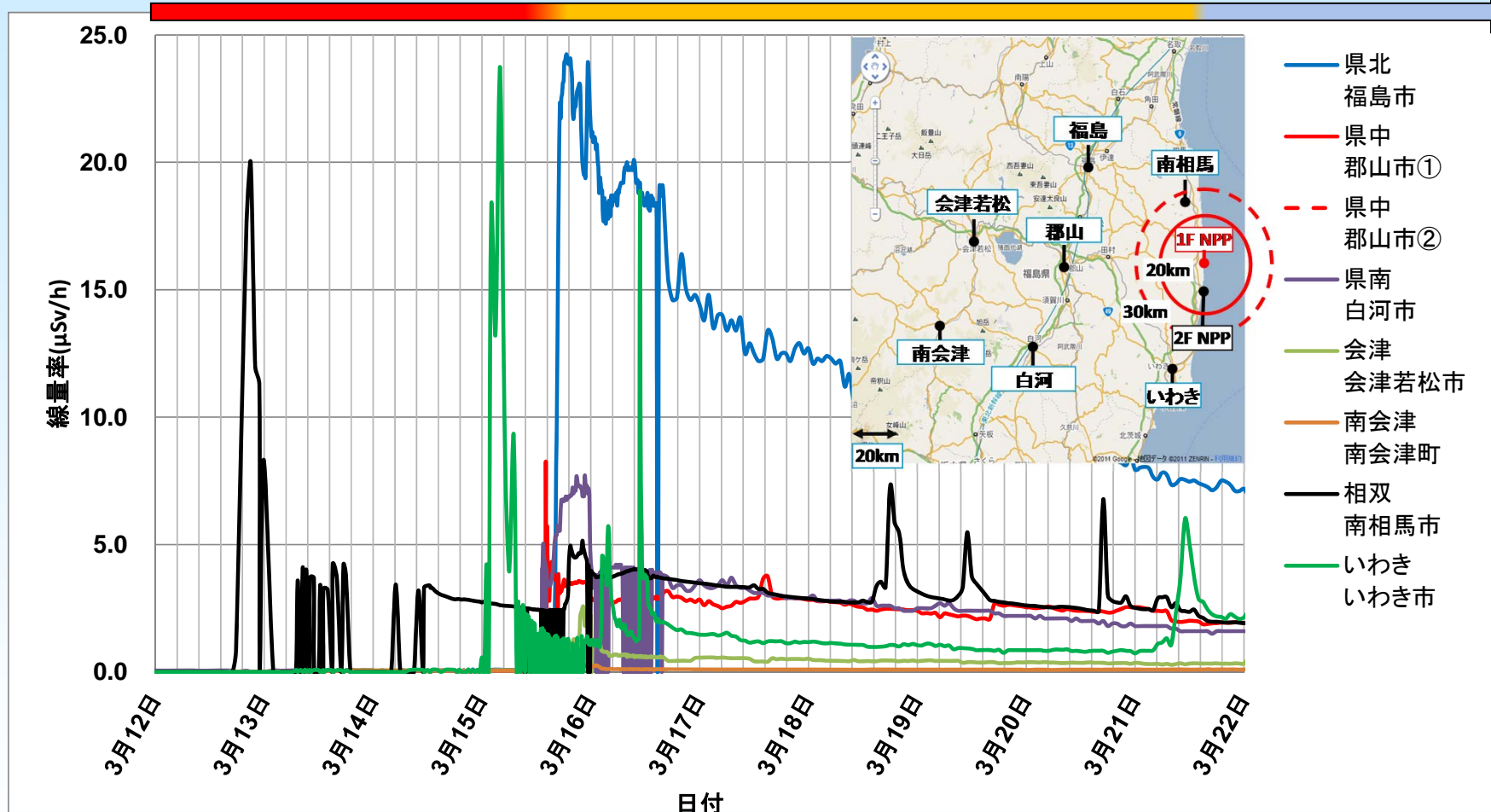
- 一時移転等の長期防護措置に係る判断基準や防護措置の解除の判断基準が示されていない。

# 放射線状況と対応する防護措置

① 予防的緊急防護措置  
(避難, 屋内退避)

② 緊急防護措置  
(飲食物に関する制限)

③ 早期防護措置  
(一時移転の準備)



➤ 12日の南相馬の線量率上昇は1号機D/Wからの漏えい、15日の未明から16日にかけて、いわき→白河→郡山→福島→南相馬→会津若松→いわきの順の線量率上昇は2号機の漏えい並びにS/Cの損傷と推定され、当時の風向と一致する。また、福島レベルが顕著に低減しないのは降水による湿性沈着の影響と考えられる。

# シビアアクシデント解析コードによるFP環境放出

## ● NISAおよびJNESによるシビアアクシデント解析コードMELCORを用いたクロスチェック解析結果

(「東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に係る1号機、2号機及び3号機の炉心の状態に関する評価について、平成23年6月6日、原子力安全・保安院」より)

### Unit 1

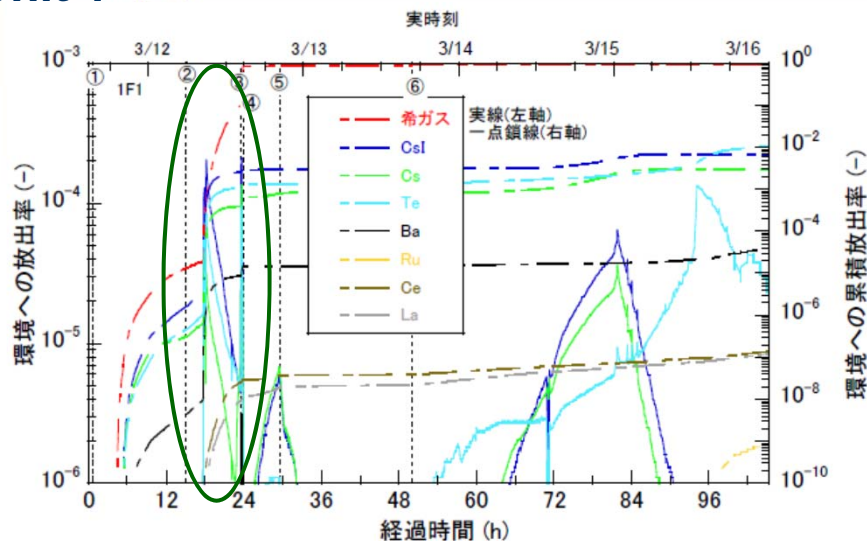


図 1-3-10 感度解析 2 での FP の環境への放出率(3/13)(1号機)

①IC 停止、②PCV リーク(仮定)、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

### Unit 2

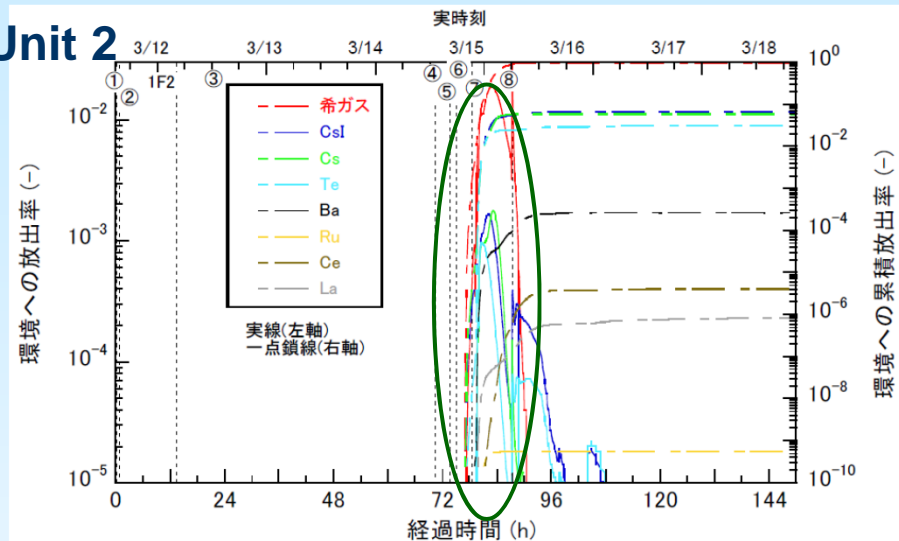


図 2-2-10 事業者解析 2 での FP 放出割合(2/2)(2号機)

①RCIC 手動起動、②全交流電源喪失、③RCIC 水源を CST から S/C に切り替え、④RCIC 作動停止、⑤海水注水作業開始、⑥RPV 圧力低下確認、⑦S/R2 弁開、⑧衝撃音

### Unit 3

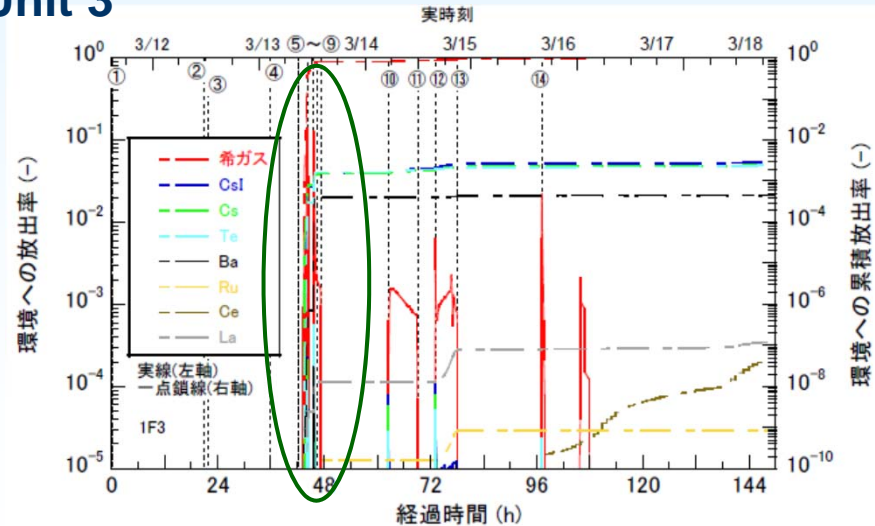
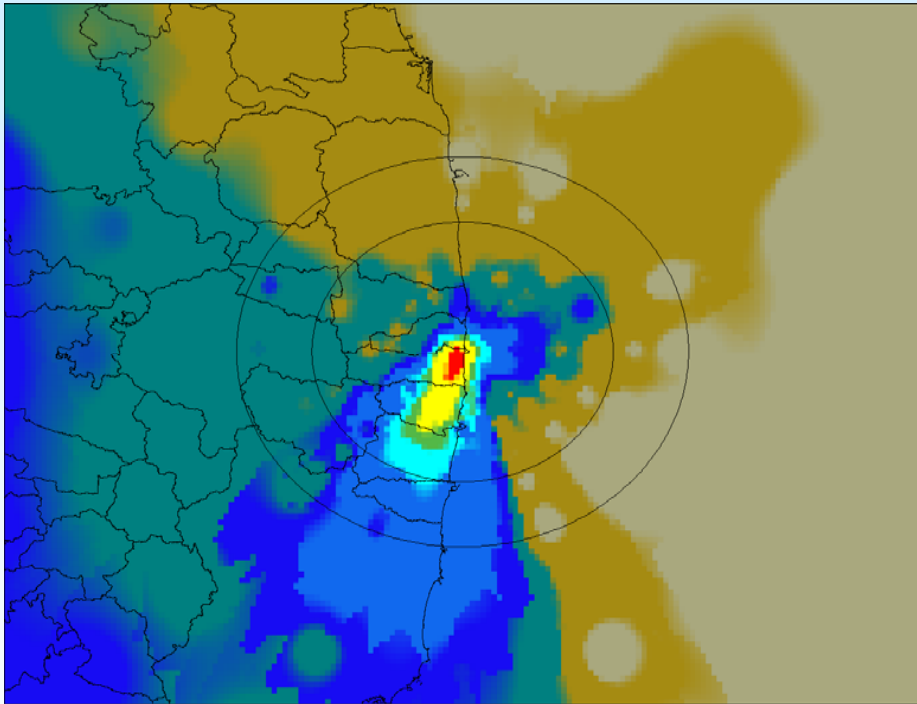


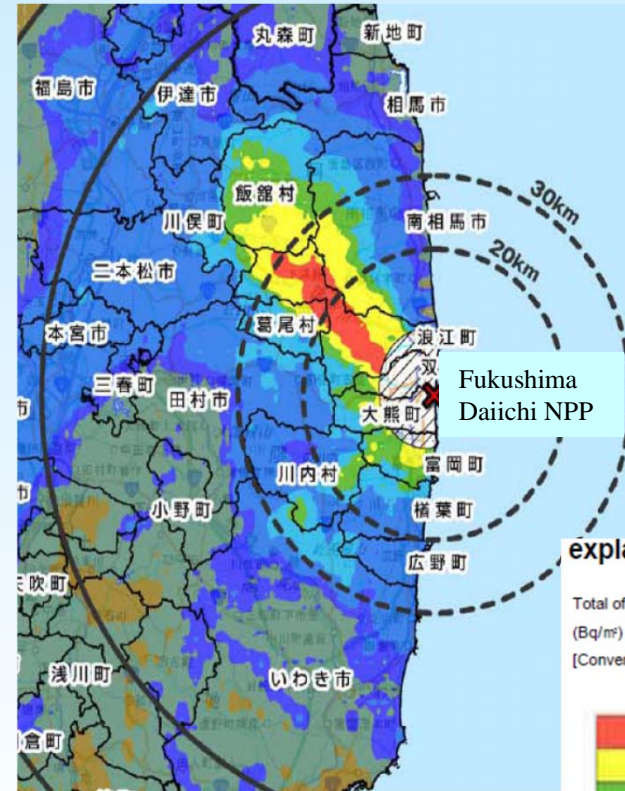
図 3-2-10 事業者解析 2 での FP の環境放出率(2/2)(3号機)

①RCIC 手動起動②RCIC 作動停止③HPCI 起動④HPCI 停止⑤S/R 弁開⑥PCV ベント開⑦淡水注入開始⑧PCV ベント閉⑨海水注水⑩~⑭PCV ベント開⇄PCV ベント閉

# ソースターム解析に基づく汚染分布計算と モニタリング結果



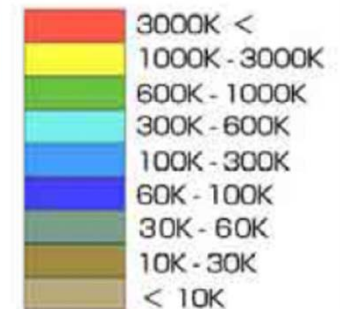
ソースターム情報に基づくLevel 3 PSAコード  
(OSCAAR)によるCs-137汚染解析



航空機モニタリングに  
基づくCs-137汚染分布

## explanatory note

Total of accumulative amount of Cs-137  
(Bq/m<sup>2</sup>)  
[Converted into the value as of July 2]



Areas where readings  
were not obtained

- ◆ この相違は、主に放出のタイミング、大きさ及び拡散沈着予測の不確実さに起因し、モデル計算予測モデルに基づく防護措置勧告の困難さを示している



## 緊急防護措置の戦略と課題

- 防災訓練においては、緊急防護措置の勧告は計算機予測システム(ERRS, SPEEDI)によるリアルタイム線量予測結果と介入レベルに基づいて決定。
- 福島事故においては、国は施設の状態(原子炉冷却不能、格納容器圧力上昇、複数基の同時災害のリスク)に基づいて、避難(3km, 10km, 20km)、屋内退避(20-30km)を実施。

### **ICRP Publication 109 (2009)**

- 緊急防護措置を実施するために、リアルタイムで詳細な被ばく評価を行う時間はない。したがって、予め一貫した判断基準を決め、その基準に基づいて、緊急時に防護措置を開始するための適切な“トリガー”を導いておく必要がある(9項)。

### **IAEA 安全要件(GS-R-2, 2002), 安全指針(GSG-2, 2011)**

- 重篤な確定的影響を防止するため、施設の状態に基づいて放射性物質の放出以前の予防的緊急防護措置がとられる。
- GSG-2 には、緊急事態区分とその決定のための判断基準EAL(緊急時活動レベル)及びOIL(運用上の介入レベル)が例示されている。

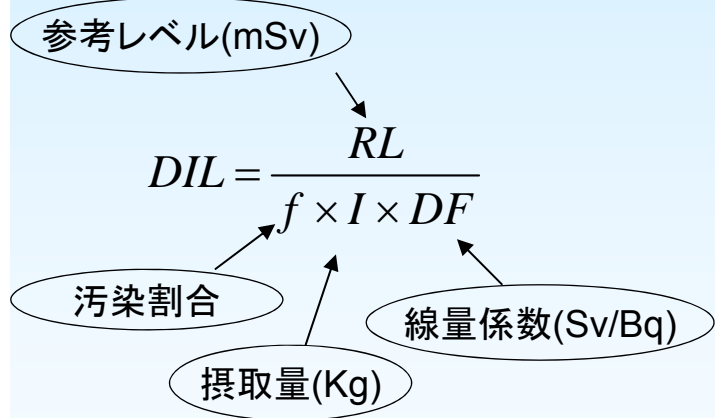
# 飲食物に対する防護戦略と課題

食品安全の問題は、住民にとって関心事(不安)であるとともに、風評被害をもたらす  
**初期段階**

- ヨウ素等の直接汚染からの摂取線量を回避するためには、迅速な対応が必要

➡ 地表沈着からの空間線量率等の実用上の介入レベル(OIL) (GSG-2)

**中期及び長期段階**



飲食物摂取制限レベルDIL (Bq/kg)

核種	対象	日本	米国	EU	CODEX
I-131	飲料水・乳製品	300	170	500	100
	食品	2000	170	2000	100
Cs	飲料水・乳製品	200	1200	1000	1000
	食品	500	1200	1250	1000

- 摂取制限の判断基準は、防護措置全体の最適化プロセスの中で検討すべき。

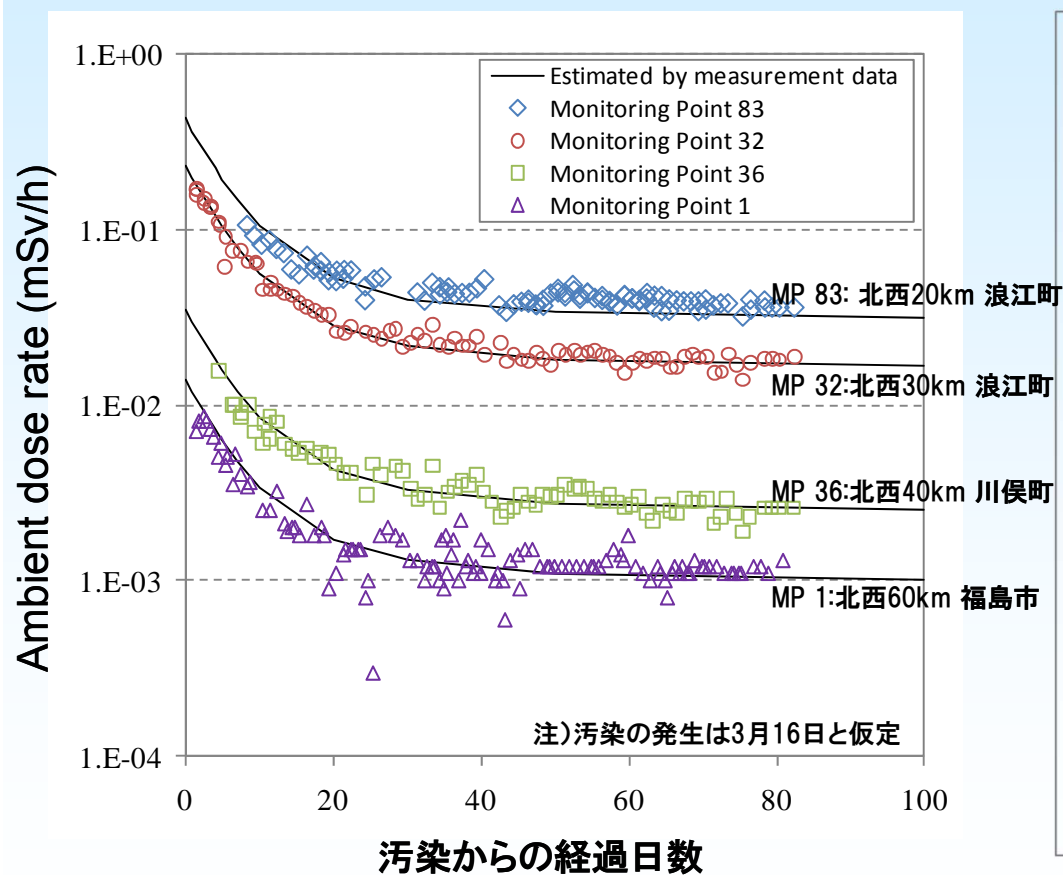
- 放射線影響と栄養供給の影響
- 参考レベルと全線量に対する経口摂取線量の寄与
- 食習慣(摂取量)及び汚染割合の現実的評価
- 国際基準との協調

厚労省提案

飲料水	10
ミルク	50
食品	100
乳児用	50

## 応急対策実施区域の変更

- 原子力安全委員会は、ICRP等の緊急時被ばく状況における放射線防護の考え方（20～100mSvのバンド内の参考レベル以下の最適化）を適用（原災法第20条第5項,4月11日）。



## IAEA Update Log(3月30日)

- IAEAの避難に対する実用上の介入レベル(OIL)の1つが飯舘村で超えているので、状況の慎重な評価を助言。
  - 3月18日から26日に採取された25 - 58kmの土壤中I-131とCs-137測定データから全沈着量を算定。
  - I-131:0.2 - 25 MBq/m<sup>2</sup>, Cs-137:0.02 - 3.7 MBq/m<sup>2</sup>
- IAEAは安全指針GSG-2の方法を、福島事故に適用。

	A) タイプ, B)判断基準, C)被ばく経路	線量率	地表沈着 I-131	地表沈着 Cs-137
OIL1	A) 避難のための沈着モニタリング B) 100mSv(7日) C) グランドシャイン, 再浮遊の吸入, 不用意な土壤摂取	200 $\mu$ Sv/h (地上1m)	<u>10 MBq/m<sup>2</sup></u>	5 MBq/m <sup>2</sup>
OIL2	A) 一時移転のための沈着モニタリング B) 100mSv(1年) C) グランドシャイン, 再浮遊の吸入, 不用意な土壤摂取	100 $\mu$ Sv/h (地上1m)	1 MBq/m <sup>2</sup>	1 MBq/m <sup>2</sup>

## 緊急時から現存被ばく状況への移行の課題

### 計画的避難区域 (緊急時被ばく状況)

- 半径20km以遠で事故発生から1年以内に積算線量が20mSvに達するおそれのある区域の住民は計画的に避難してもらう
- ALARA原則(合理的に達成可能な限り低く)を考慮して、20～100mSvの20mSvを選択。

屋内退避区域(20-30km) → 緊急時避難準備区域

### ICRP Publication 109

- 計画のすべての側面について、関連する利害関係者と話し合うことが必須。(g項)
- この移行は、異なる時期に異なった地理的位置で起こる可能性があるため、ある地域は緊急時被ばく状況として管理される一方、現存被ばく状況として管理される地域もある。移行の計画立案は、総合的な緊急事態への備えの一部。利害関係者が関与すべき。(X項)

### 学校等の校舎、校庭等の利用判断 (現存被ばく状況)

- 文科省は1～20mSv/年の20mSvを最適化の出発点として選択(4月19日)。

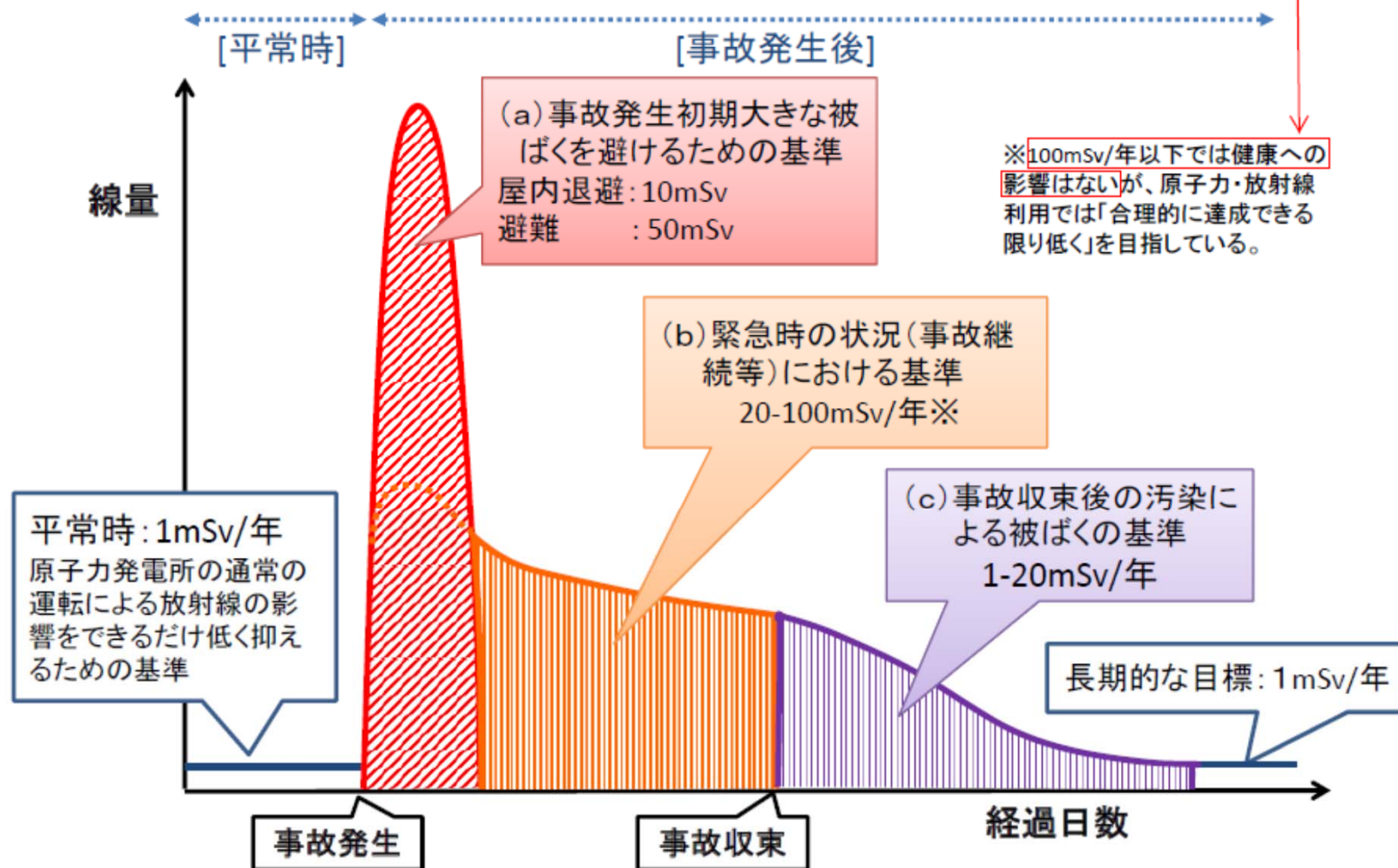
※事務局追記（平成23年10月26日）

資料中の「100mSv/年以下では健康への影響はない」という記述は正しくありません。

100mSv以下の放射線の健康への影響については、原子力安全委員会ホームページ「低線量放射線の健康影響について」（<http://www.nsc.go.jp/info/20110526.html>）をご参照ください。

原子力安全委員会

## 放射線防護の線量の基準の考え方



(原子力安全委員会記者ブリーフィング(2011.04.11)追加資料)

## 緊急事態への備えに関する教訓

1. 発生確率が非常に小さい事象も含め、すべての範囲の想定事象を考慮し、また、地震等の緊急事態との組み合わせを考慮した準備を整えておかねばならない。(GS-R-2, 3.15項相当)
2. 緊急防護措置と長期的防護措置の実施、及び通常生活への復帰まで含めた一貫した対応の考え方と判断基準を、準備段階において確立していなければならない。(GS-R-2, 3.2項相当)
3. 緊急防護措置の実施に当たっては、施設の状態に関する判断基準に基づいて、予防的防護措置が放射性物質の環境への放出以前に迅速に実施できるような準備を確立しなければならない。(GS-R-2, 4.20項相当)
4. ICRP2007年勧告及び関連する文書によって示された新たな放射線防護の概念については、緊急事態への備えと対応のため、より具体的な国際的ガイダンスが必要である。
5. ガイダンスは現実的な仮定に基づき、適用できる条件を明らかにし、かつ意思決定者や公衆に分かりやすい言葉で説明できるように予め準備しておくことが必要である。

# 早期防護措置の基本的考え方

シビアアクシデント研究の成果と過去の経験の分析に基づき基本戦略を設定。

## ● 確定的影響の防止

- 炉心損傷及び格納容器早期破損の場合のみ確定的影響発生の可能性。
- 炉心損傷は観察可能な条件によって予測可能だが、格納容器破損の予測は困難。
- 意思決定が必要なときに、放出量や線量の正確な予測は困難。
- 意思決定を改善することにならない情報を待つことは、貴重な時間の浪費。
- 炉心損傷の予測又は事実に基づいて活動を開始する明確な判断基準が必要。

## ● 確率的影響及び放射線以外の影響の低減

- 炉心損傷の場合のみ高い甲状腺線量。放出前なら安定ヨウ素剤の配布が有効。
- 早い段階での汚染食物摂取禁止で甲状腺がん回避が可能。
- 事故初期段階で、最適な線量回避の防護選択肢を比較する十分な余裕はない。
- 測定器に対応した実用上の介入レベルを予め決め、緊急時計画で整備。



# IAEAにおける早期防護措置戦略

## A) 予防的措置

- プラント近傍(3-5km)の住民は、主要な放出の前か直後に避難するか、堅固な建物に屋内退避すべき。さらに、屋内退避の住民には、主要な放出の前か直後に安定ヨウ素剤が配布されるべき。これらの決定は、プラントの状態に基づいてなされるべきで、放出を待ってはならない。
- 広範囲(300km以上)にわたる食物汚染の可能性による被曝を避けるため、主要な放出の前か直後に警告が発せられるべき。

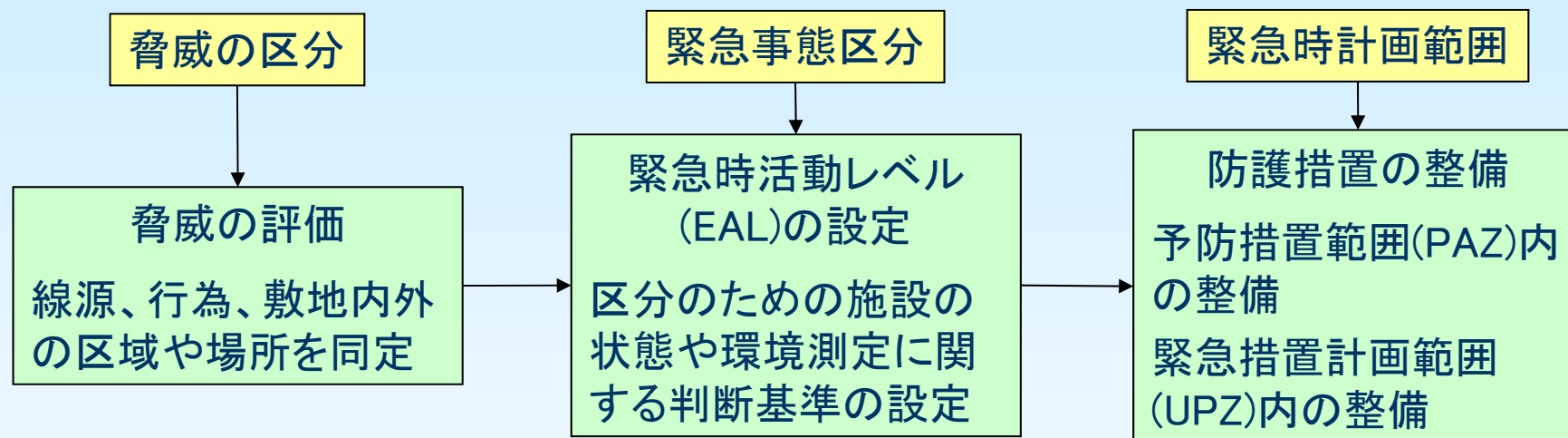
## B) 緊急防護措置

- 沈着による高線量率を避けるための迅速な避難を必要とする地域を特定するため、放射線モニタリングが放出後、早急に実施されるべき。モニタリングに基づく防護対策の決定は、予め決められたOIL(実用上の介入レベル)を用いて迅速になされるべき。

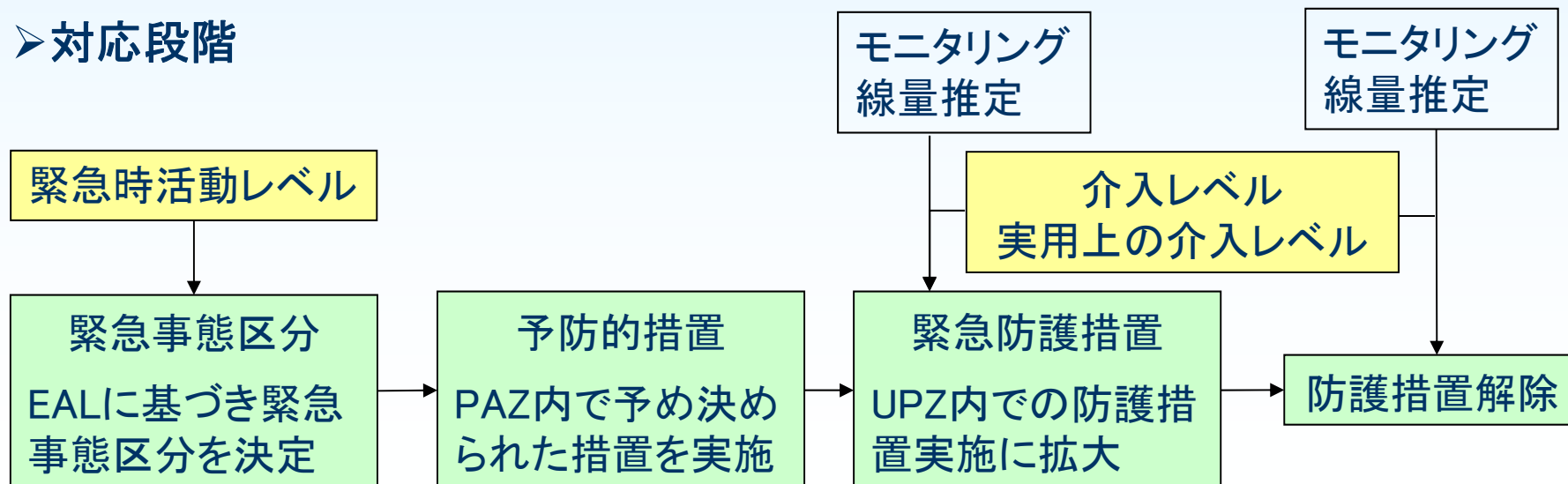
# 緊急事態準備と対応の基本的考え方

(IAEAや米国)

## ➤ 計画準備段階



## ➤ 対応段階



## まとめに代えて

- これまでの緊急時対応の失敗は、そのような緊急事態は起こりえないとして、準備段階での検討が十分でないことが主たる理由である。
- シビアアクシデントでも、人の健康被害は適切な防護措置によって回避が可能かもしれないが、環境(土地)汚染によって生活の基盤、社会の基盤が損なわれてしまう。

