



国立研究開発法人  
日本原子力研究開発機構

# 教訓に学ぶ原子力防災と 保健物理・環境科学

日本原子力学会2023秋の大会@名古屋大学

原子力安全部会、保健物理・環境科学部会 合同セッション

保健物理の最新動向と原子力安全

日本原子力研究開発機構

緊急時支援研修センター/安全研究センター

嶋田和真

# 本学会の原子力防災対策の充実に 向けての提言

## 提言

1. 情報が少なく不確実さが大きい初期の危機管理段階では、事業者と地方公共団体が連携し、**施設の状態**に**あらかじめ決められた判断基準**に基づいて、**決められた手順で放射性物質の環境放出前に迅速に緊急防護措置**を実行していくスキームを確立するべきである。
2. SPEEDI などによる**放射性物質拡散解析情報**については、事故初期の避難などには活用できないなどの限界を理解したうえで、**その取扱い方法を明確化する**べきである。
3. 原子力防災に特有の放射能対策に関しては、すべての事故対応にあたる者が**放射線防護の原理と被ばく影響に対する知識を十分に持つようにするとともに対処能力を高める**べきである。

# 提言1の現状： 原子力災害対策指針における防災スキーム

- 原子力災害対策指針がIAEAの安全要件\*等の考え方に基づいて作成され、福島原発事故の教訓を反映しながら改定 \* GS-R-2

1. 重篤な確定的影響を回避するために、**施設の状態 (Emergency Action Level: EAL)**と**緊急事態区分**によって**予防的防護措置**を講じる
2. 放射性物質の環境放出後には主に確率的影響の発生を低減するために、線量率や環境媒体中の放射性物質の濃度など、**環境において計測可能な判断基準**である (**Operational Intervention Level: OIL**) に基づき**緊急防護措置**を講じる

本発表では、保健物理・環境科学部会と原子力安全部会が合同で議論・検討すると深まるであろう論点として**EAL**と**住民の避難**についてまとめる

# 原子力災害時のPAZ・UPZ内における行動

発電所からの距離



(~5km圏内)



(5~30km圏内)



【避難に支援が必要な人】



【その他の住民】



【すべての住民】

放射性物質の放出前

原子力発電所で緊急事態が発生した直後、  
放射性物質の放出がない場合  
(警戒事態)

**AL: Alert**

避難準備。

防災情報に注意して屋内で待機。  
この段階では子供を迎えに  
いくこともできる。  
(詳細は自治体の情報を確認)

防災情報に注意して屋内で待機。  
この段階では子供を迎えに  
いくこともできる。  
(詳細は自治体の情報を確認)

原子力発電所の緊急事態が進展し、  
放射性物質放出のおそれがある場合  
(施設敷地緊急事態)

**SE: Site area Emergency**

避難を開始。

避難準備。

屋内退避の準備。

原子力発電所の緊急事態がさらに進展し、  
放射性物質放出の可能性が高まった場合  
(全面緊急事態)

**GE: General Emergency**

避難所で待機。

避難を開始。

屋内退避。

原子力発電所の緊急事態がさらに進展し、  
放射性物質が放出された場合  
(全面緊急事態)

避難所で待機。

避難所で待機。

空間放射線量が  
500マイクロシーベルト/時を  
超えた場合、避難を開始。  
(20マイクロシーベルト/時で  
一時移転)

※詳細はお住まいの自治体からの情報を確認しましょう。 ※福島第一原子力発電所周辺の避難指示区域は、行動が異なります。

# 施設の状況とPAZ住民の避難

原子力災害時のPAZ・UPZ内における行動		
発電所からの距離	PAZ (~5km圏内)	
	【避難に支援が必要な人】	
原子力発電所で緊急事態が発生した直後、 放射性物質の放出がない場合 (警戒事態) <b>AL: Alert</b>	避難準備。 	防災情報に注意して屋内で待機。 この段階では子供を迎えに いくこともできる。 (詳細は自治体の情報を確認) 
原子力発電所の緊急事態が進展し、 放射性物質放出のおそれがある場合 (施設敷地緊急事態) <b>SE: Site area Emergency</b>	避難を開始。 	避難準備。 
原子力発電所の緊急事態がさらに進展し、 放射性物質放出の可能性が高まった場合 (全面緊急事態) <b>GE: General Emergency</b>	避難所で待機。 	避難を開始。 

- AL~SE
  - 避難行動要支援者は避難準備を完了できるか？
- SE~GE
  - 避難行動要支援者は避難を完了できるか？
  - 住民は避難準備を完了できるか？
- GE~放射性物質の放出
  - 住民は避難を完了できるか？

こんな時どうする？原子力シミュレーション, 日本原子力文化財団

**施設の状況間の時間裕度の目安と  
PAZ住民の避難準備・完了時間の推定値を比較して  
避難対策の効果等を検討する必要があるのではないか？**

# EALの一例 (BWR)

AL	SE	GE
原子炉の運転中に保安規定で定められた数値を超える原子炉冷却材の漏えいが起こり、定められた時間内に定められた措置を実施できないこと、又は原子炉の運転中に非常用炉心冷却装置の作動を必要とする <b>原子炉冷却材の漏えいが発生</b> すること。	原子炉の運転中に非常用炉心冷却装置の作動を必要とする <b>原子炉冷却材の漏えいが発生</b> した場合において、非常用炉心冷却装置等のうち当該原子炉へ <b>高圧又は低圧で注水するものいずれかによる注水</b> が直ちにできないこと。	原子炉の運転中に非常用炉心冷却装置の作動を必要とする <b>原子炉冷却材の漏えいが発生</b> した場合において、 <b>全ての非常用炉心冷却装置等による注水</b> が直ちにできないこと。
<b>全ての非常用交流母線からの電気の供給が停止</b> すること、又は外部電源喪失が3時間以上継続すること。	全ての非常用交流母線からの電気の供給が停止し、かつ、 <b>その状態が30分間以上継続</b> すること。	全ての非常用交流母線からの電気の供給が停止し、かつ、 <b>その状態が1時間以上継続</b> すること。

原子力災害対策指針(2021)

# 避難準備時間の一例

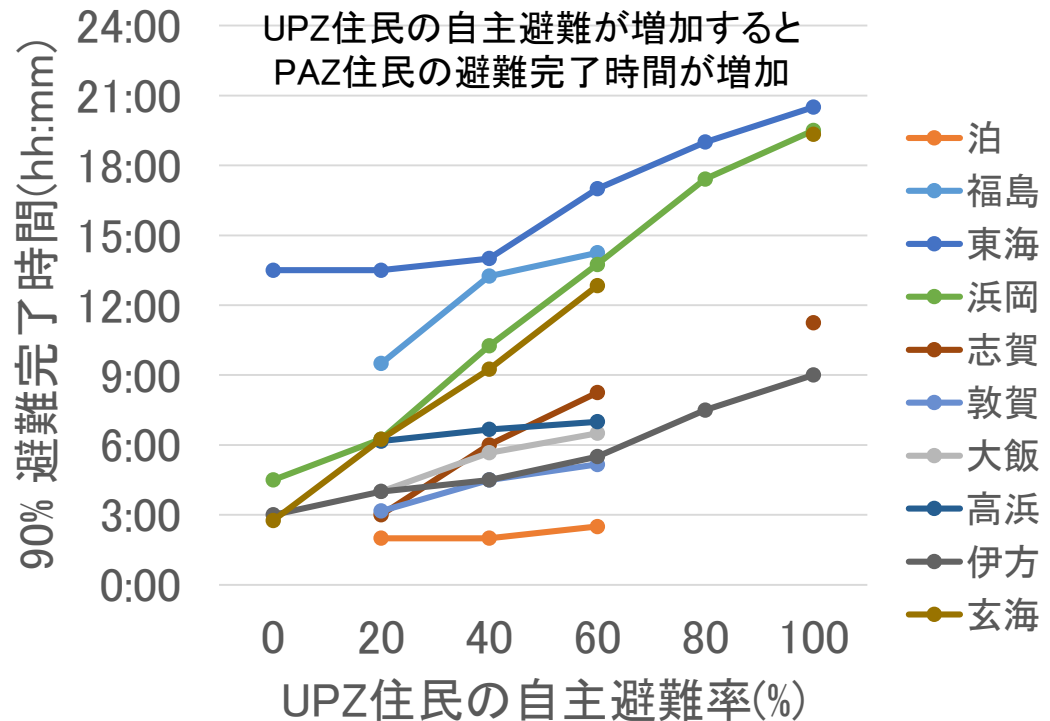
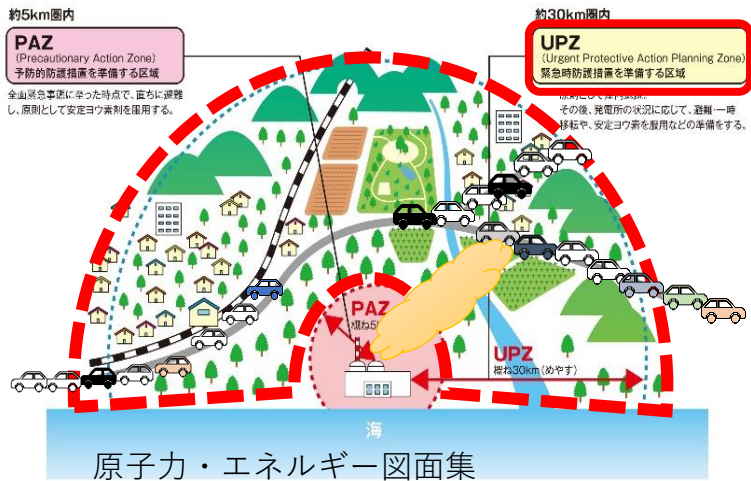
- 米国では住民の**避難時間推計**を実施するために、住民への電話調査を実施して**避難準備時間**を取得
  - 勤務者を含まない場合の準備時間は最頻値が60分以下、勤務者を含む場合の最頻値は60分以上

表：米国の原子力発電所周辺住民の避難準備時間分布の一例

原子力発電所	勤務者を含む 住民の避難準備時間分布 (分)		勤務者を含まない 住民の避難準備時間分布 (分)	
	最頻値	最大値	最頻値	最大値
Arkansas	60-75	210	30-45	165
Beaver Valley	90-120	270	45-60	210
Bell Bend	75-90	240	30-45	180
Brunswick	75-105	330	45-60	300
Brunswick	75-105	330	45-60	330
Catawba	75-105	270	45-60	240

嶋田和真、高原省五 JAEA-Review 2021-013”原子力災害対策重点区域に対する避難時間推計の日米の比較分析” (2021)

# PAZ住民の避難と UPZ住民の自主避難率



嶋田和真、高原省五 JAEA-Review 2021-013”原子力災害対策重点区域に対する避難時間推計の日米の比較分析” (2021)

「GE～放射性物質の放出」の時間裕度と避難完了時間を比較することで、自主避難率をどの程度抑える必要があるか等、定量的な議論が可能



# ここまでのまとめと論点

- 重篤な確定的影響を回避するために、**EALと緊急事態区分**によって**PAZ住民の避難**を実施(原子力災害対策指針)
- EALに**施設の状況間の時間裕度**を明示した項目は少ない
  - 非常用交流母線からの電源供給停止: AL~SE, SE~GE  $\geq 30$ 分
- 米国では住民の避難準備時間を取得
  - 最頻値: 60分以下(勤務者含まず)、60分以上(勤務者含む)
- **「GE~放射性物質の放出」の時間裕度とPAZ住民の避難完了時間**を比較することで住民の避難対策を定量的に議論できるのではないか？
- **論点**: 事故進展解析の知見として得られるオンサイトのEAL及び緊急事態区分、放射性物質の放出のタイミングと、オフサイトの住民の避難準備・完了時間を比較することによる防護対策効果の検討

# (参考)米国における 避難時間推計の活用

避難時間推計に基づき避難か屋内退避かを判断

## A: 段階的避難

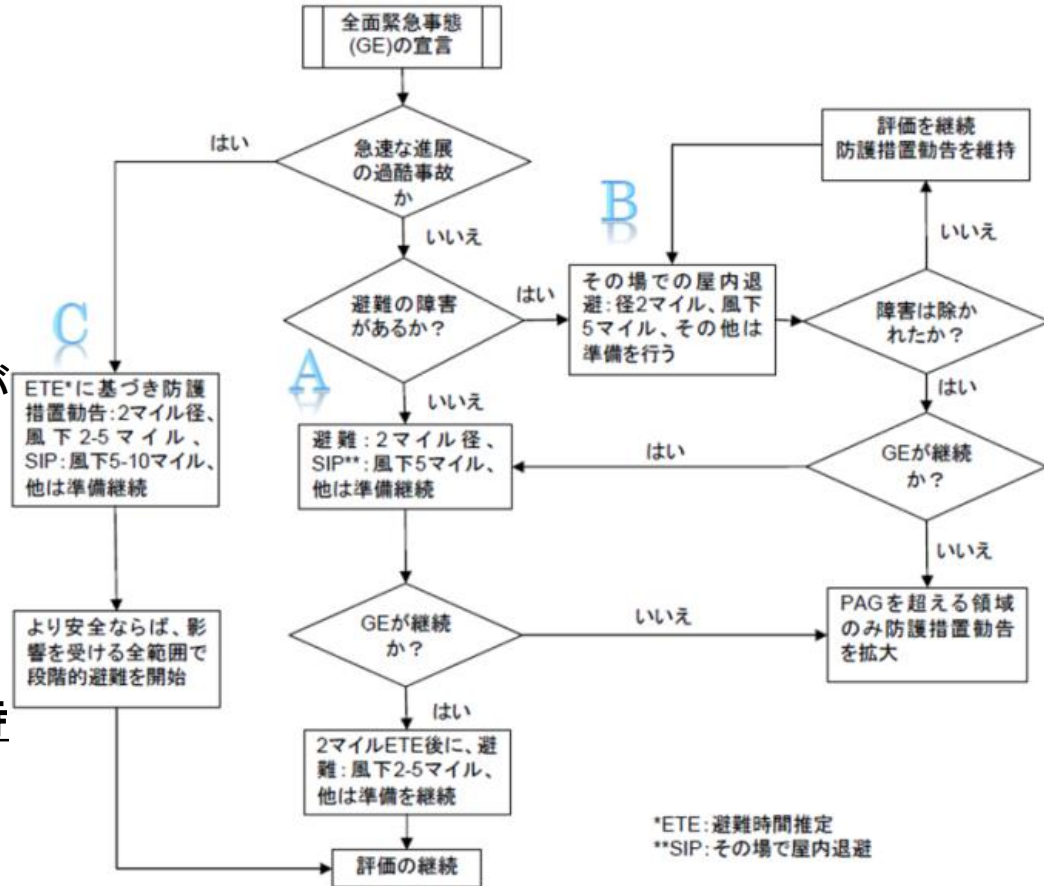
- 2マイル以内を即時避難

## B: 避難実施に障害があるケース

- 全エリアを一旦屋内退避
- 避難の障害が取り除かれたことが確認されたのち、避難開始
- テロ行為、悪天候等

## C: 事故進展が速いケース

- EPZ(10マイル以内)の避難完了時間が3時間未満で避難実施に障害がない限り避難を実施



NUREG-0654 Rev. 1補足文書3(2011年最終版)における  
全面緊急事態の防護措置フローダイアグラム

# (参考) 提言2の現状: 日本気象学会の提言

- **単位放出を仮定**して放射性プルームを予測
  - 「放射性プルームが向かってくることが予想される場合には、屋内に退避して放射性プルームをやり過ごし、風向きが変わり、濃度が低下することが予測されたときに、行動すべき。」
- **鉛直積算量**を用いて汚染の可能性のある雨が降る場所を予測
  - 「汚染された可能性のある雨で身体や衣服などを濡らさない、汚染された可能性のある飲料水の使用を止め製品の流通を止める、などの対策が可能である。汚染された可能性のある地域が数値モデルによって分かれば、機動的モニタリングを効率よく集中的に実施できる。」