

# 緊急時計画の実効性向上に向けた 原子力防災研究

確率論的安全評価(PSA)手法を用いた緊急時計画とその実現可能性の検討

高原 省五  
日本原子力研究開発機構  
安全研究センター サイクル施設等安全研究ユニット  
リスク評価・防災研究グループ



- ◆研究の背景
- ◆PSA手法を用いた合理的な防護対策の検討
- ◆社会基盤の整備状況に関する研究
- ◆原子力防護対策に対する住民の理解
- ◆まとめ

## ◆重点安全研究計画

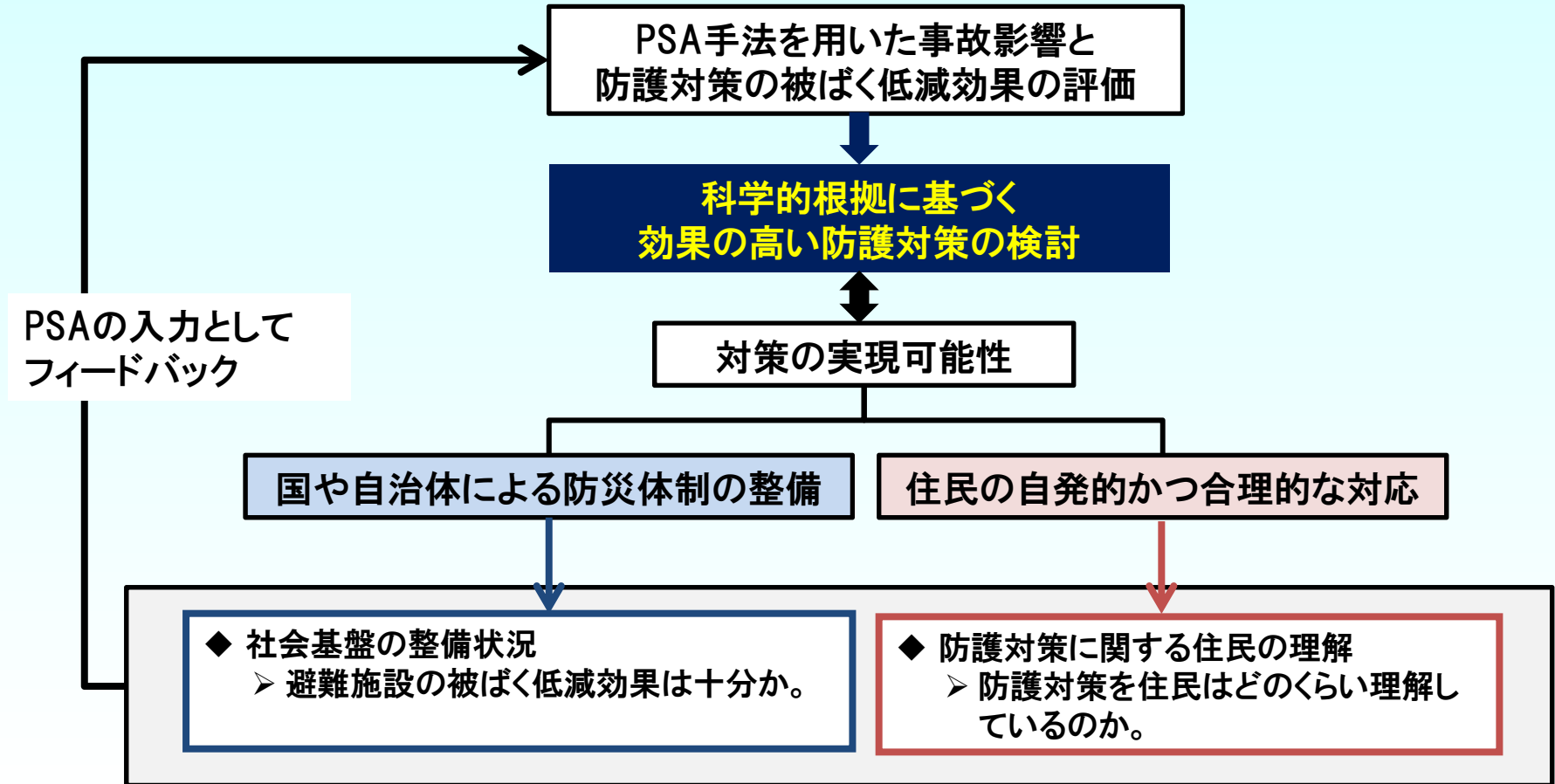
- 防災指針の見直し、地域防災計画策定への技術的支援研究を通じて、**国や地方公共団体における原子力防災対策の実効性向上に役立てる**(H22-)。

## ◆原子力防災の現状と最近の動向

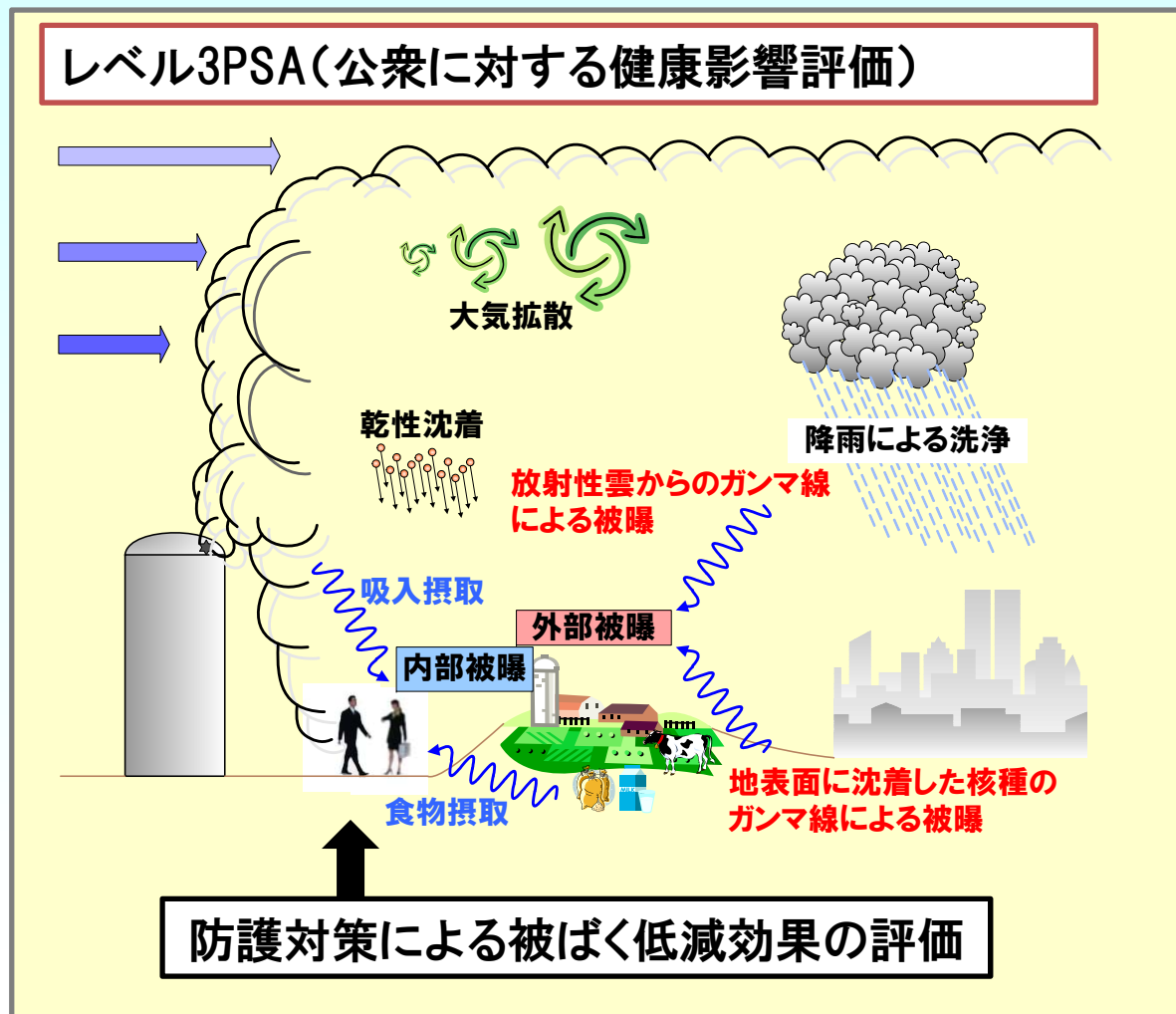
- JCO事故後、原災法等の法的な整備、またオフサイトセンター等の施設の充実化が図られてきた。
- 国際的にはICRPやIAEAにおいて、緊急事態に対する準備と対応の考え方に大きな変革が進み、具体的な防護目標を効果的に達成するための**事前計画の重要性が強調されている**。
- 具体的な地域防災計画の策定と実施に役立つガイダンス等の技術的情報が必要。

# PSA手法を用いたより効果的な緊急時計画の検討

- ◆ 効果的な防護対策とはどのようなものか？
- ◆ 効果的な防護対策を現実に実行することは可能か？

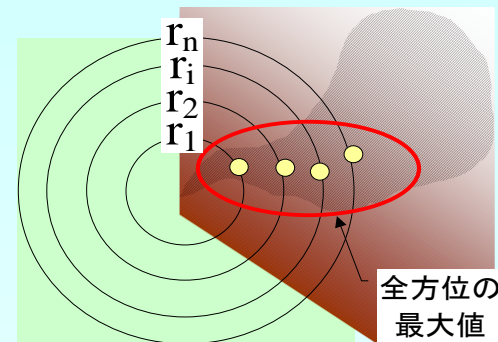


- ◆ 施設内での事故の発生から、放射性物質が放出され、環境中を移行して被ばくにいたるまでの一連のプロセスを評価



## ◆ レベル3PSAコードOSCAARによる事故影響評価

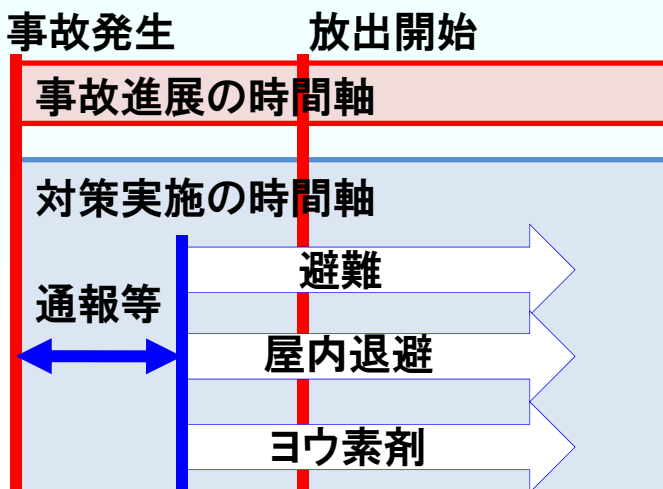
- 対象サイト : 東海サイト
- 気象条件 : 248の気象条件(ビンサンプリング)
- 被ばく経路: 外部被ばく(放射性雲、沈着核種)、吸入による内部被ばく
- 被ばく期間: 1週間
- 各気象条件について各距離での最大値を評価、気象条件の発生頻度を用いて期待値を算出
- ソースターム情報(ヨウ素の放出量、放出開始時間)



## ◆ 避難、屋内退避、安定ヨウ素剤による被ばく低減効果を評価

- 屋内退避      ⇔      放射性物質の放出前後に対策を実施した場合の低減効果を観察
- 避難
- 安定ヨウ素剤      ⇔      放射性核種の体内挙動を考慮したモデルを利用して甲状腺線量に対する低減効果の時間依存性を反映

## ◆ 事故進展の早さと規模に応じて効果的な対策を検討



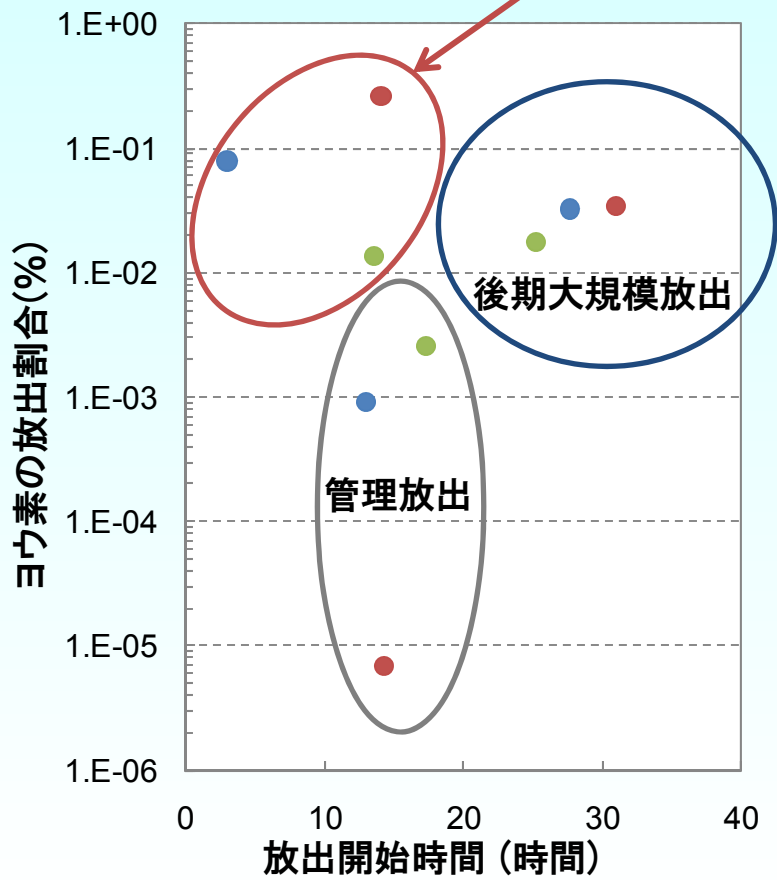
- 個々の措置による被ばく低減効果は、事故進展と措置の導入のタイミングで異なる。
- 戦略の被ばく低減効果は、事故シナリオ、対策のタイミング、組み合わせに応じて多様。



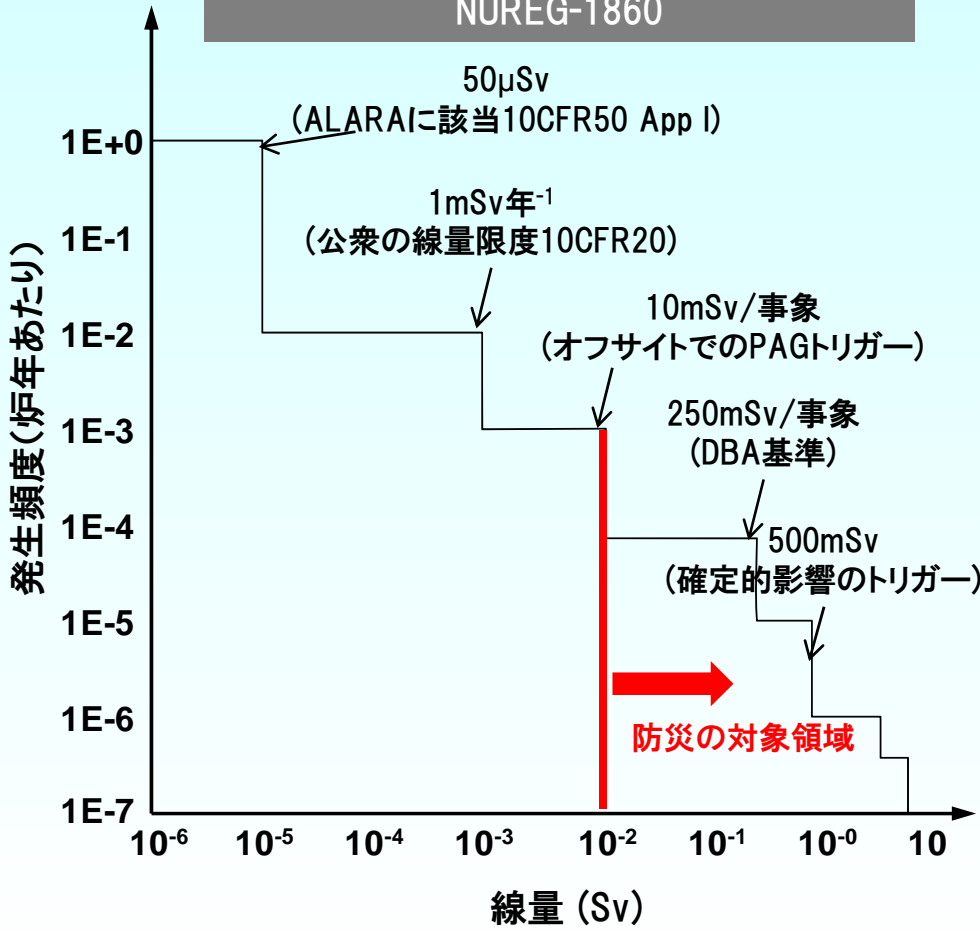
被ばく低減効果の高い戦略を事前に検討

事故進展が早く、大規模な放出が予想される場合に効果的な対策はどのようなものであろうか？

**早期大規模放出**  
 (放出開始3時間、継続時間1時間、ヨウ素放出割合約8%)

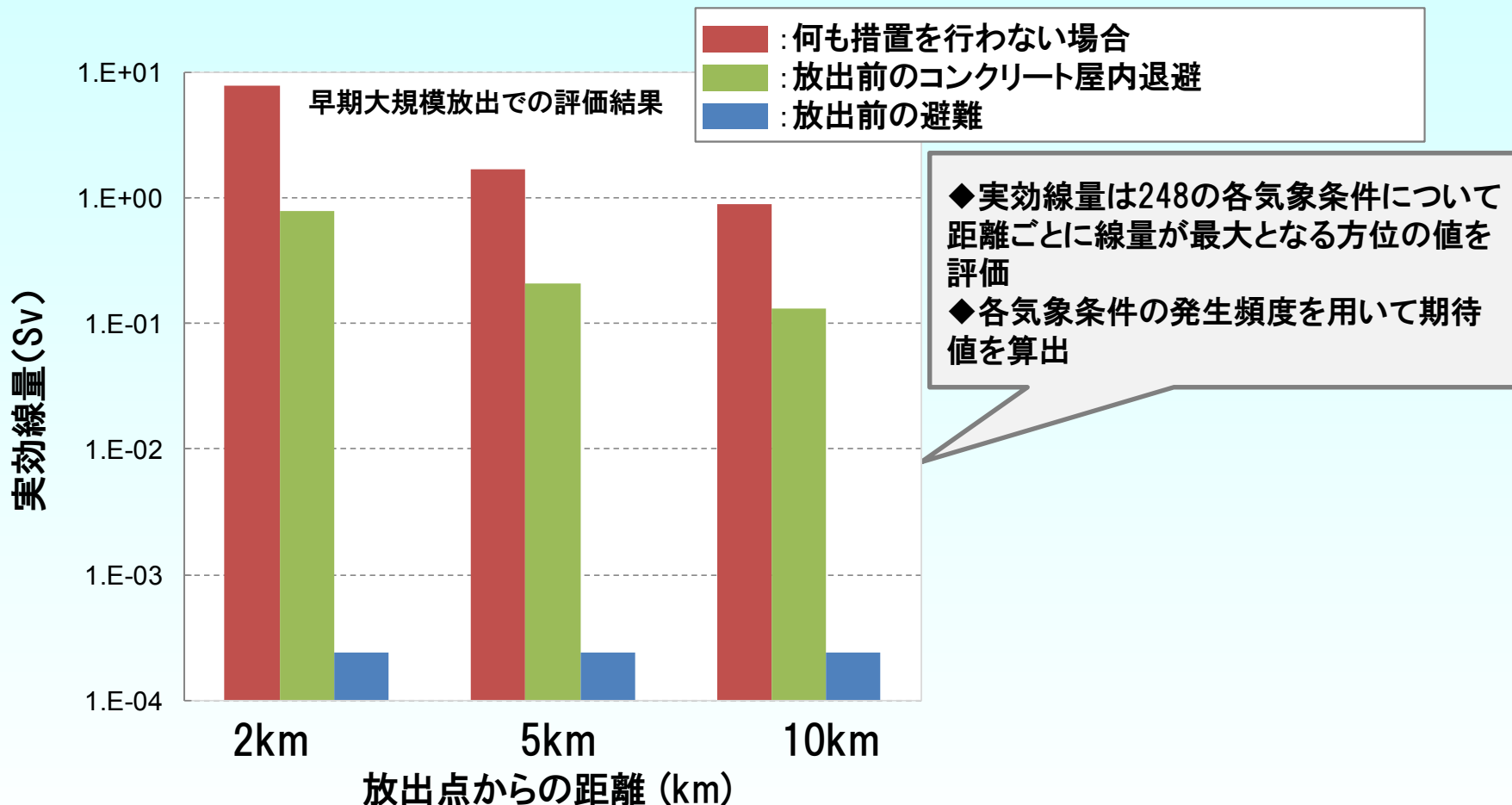


事故の発生頻度と影響の曲線とリスク基準  
 NUREG-1860



- 防護対策の策定においては、幅広い事故条件を考慮する。
- 今回の検討では、事故進展が早く、ヨウ素の放出量も大きなシナリオを選択。

## ◆実効線量の距離に対する分布

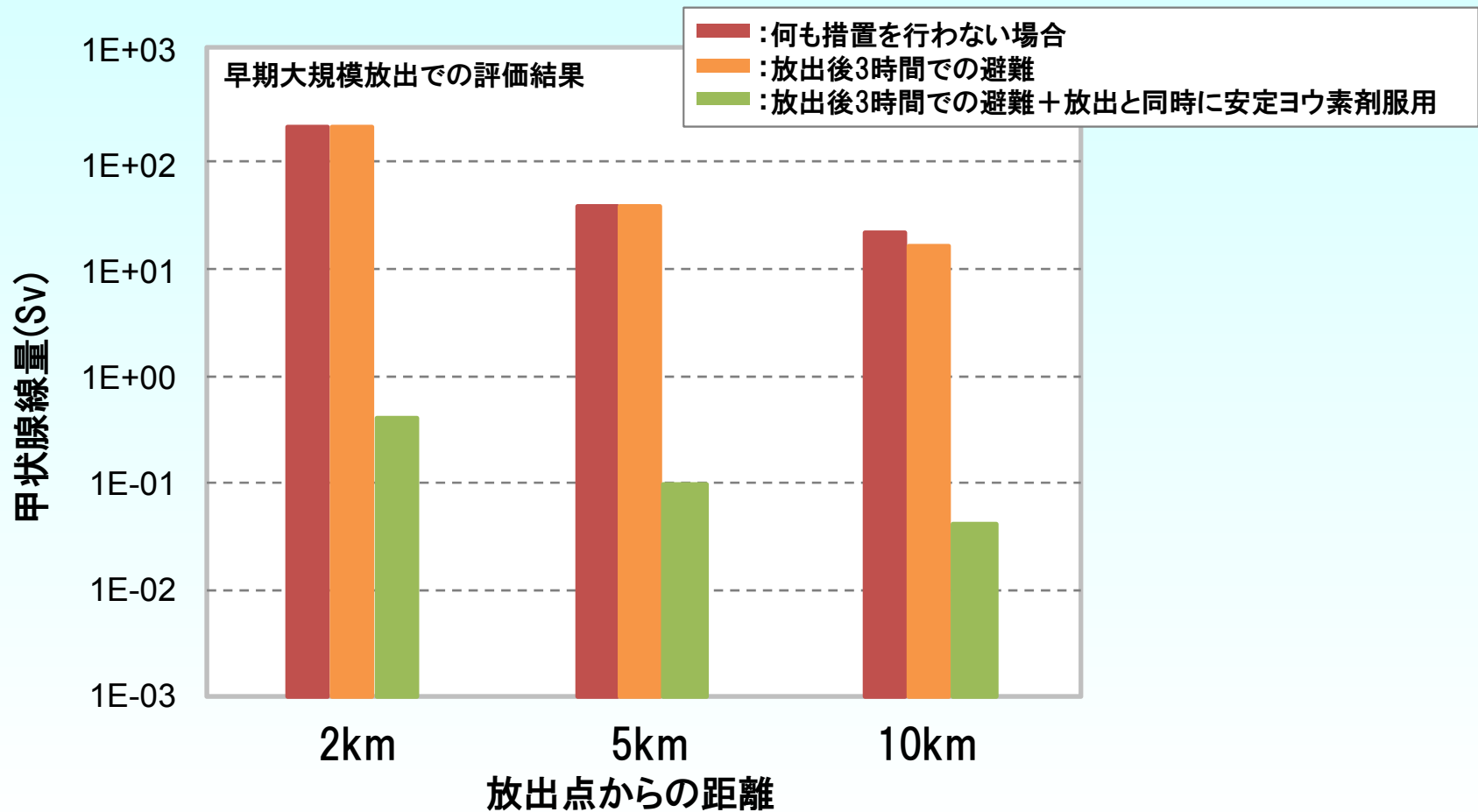


- 事故進展が早く、大規模な放出が予想される場合には、原子力発電所近傍の住民に対して、確定的影響を予防するために迅速な対応が必要となる。
- 放射性物質の環境中への放出以前に予防的に避難することで高い被ばく低減効果を期待できる。
- 原子力発電所近傍ではコンクリート屋内退避も有効な措置である。



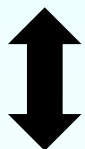
# 対策の被ばく低減効果(2)

- ◆安定ヨウ素剤の服用による甲状腺線量の低減効果を評価
- ◆ヨウ素の体内での挙動をJohnsonモデルで評価



➤ 避難が遅れた場合でも、迅速に安定ヨウ素剤を服用することで、効果的な甲状腺線量の被ばく低減を期待できる。

- ◆ 事故進展が早く、大規模な放出が予想される場合には、迅速な対応が必要
  - 放射性物質が環境中へ放出される以前に予防的に避難することで高い被ばく低減効果を期待できる。
  - 避難の時間的余裕がない場合：
    - ・ コンクリート屋内退避は有効な措置の一つである。
    - ・ 安定ヨウ素剤を迅速に服用することで、甲状腺線量を効果的に低減できる。

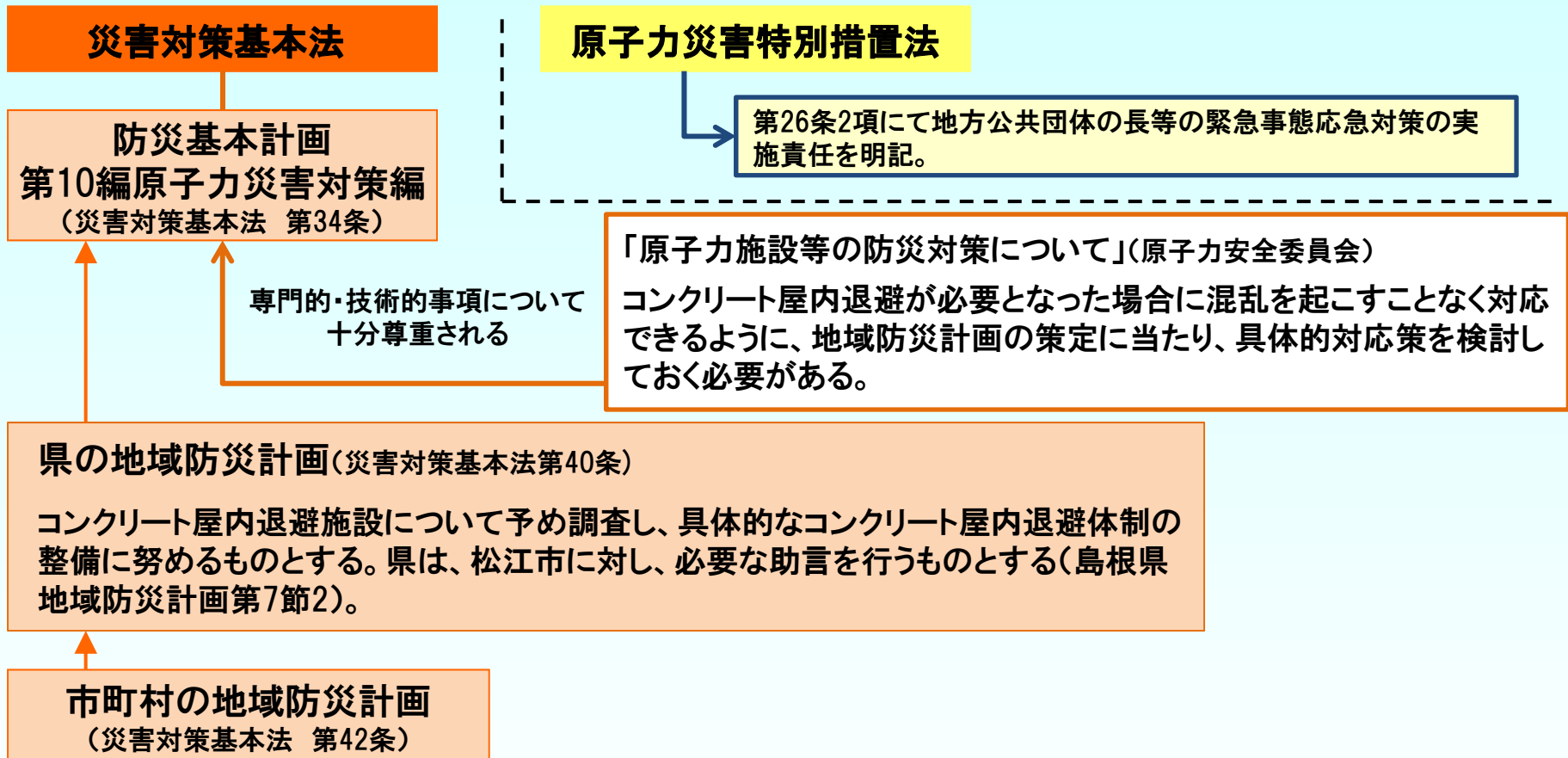


合理的な防護対策は現実に実行可能か？

- ◆ 社会基盤の整備状況
  - 避難施設の被ばく低減効果は十分か。

- ◆ 防護対策に関する住民の理解
  - 防護対策を住民はどのくらい理解しているのか。

◆地域防災計画におけるコンクリート屋内退避の整備に資する基礎資料を提供(島根県受託)



◆ 地域防災計画に記載されているコンクリート屋内退避について、避難施設の遮へい機能を調査

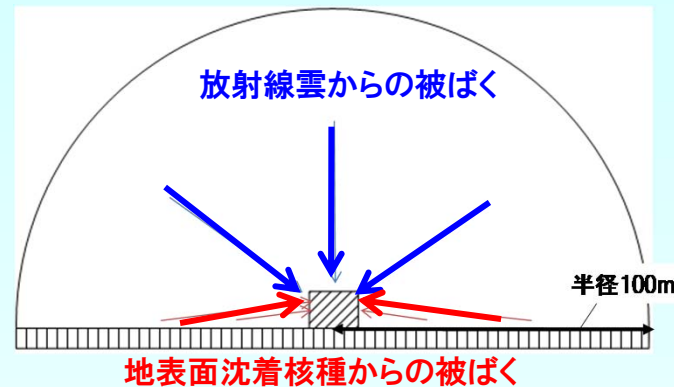
- 島根原子力発電所のEPZ圏内の避難施設22件
- 施設の構造:床面積、部屋高さ、窓面積
- 施設の材質:遮へい体の材質、厚さ

施設名	施設数	部屋数
教育施設	12	228
公共施設	7	42
体育館	3	11

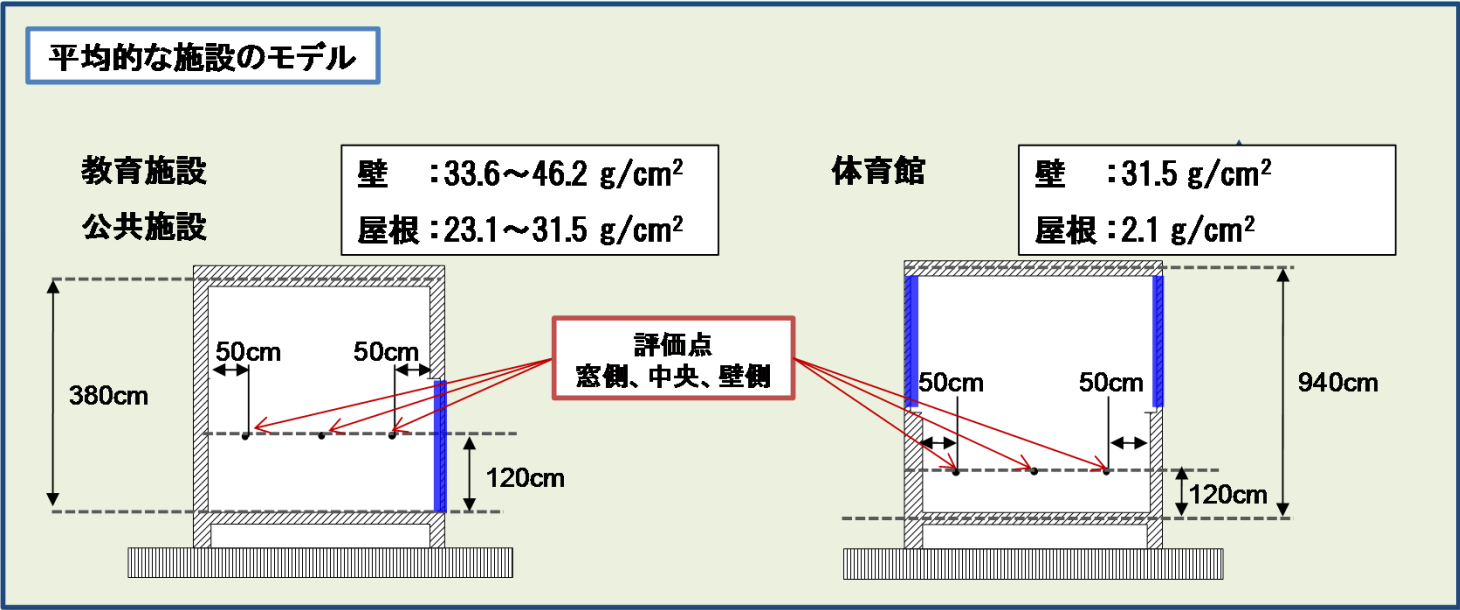
# 遮へい機能の計算体系

## ◆ モンテカルロコードMCNP5を用いて平均的な避難施設の遮へい機能を評価

- 設計図の調査に基づいて平均的な建屋のモデルを作成
- 放射性雲と地表沈着核種に対する遮へい機能を計算
- 遮へい機能を遮へい係数で評価



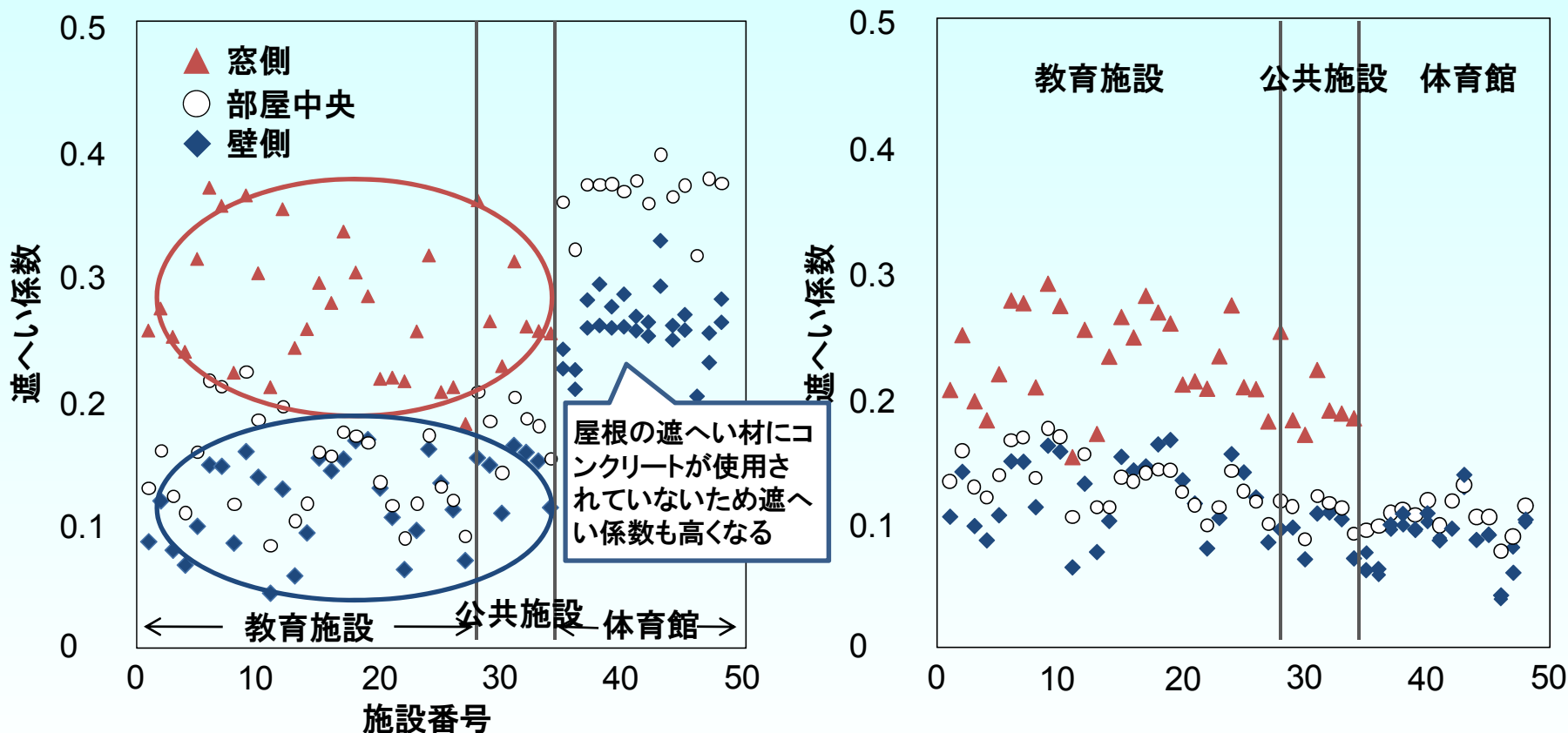
$$\text{遮へい係数} = \frac{\text{施設内での被ばく線量}}{\text{施設外での被ばく線量}}$$



- 避難施設には、構造と材質の観点から特徴がある(体育館の窓と屋根材)。
- 室内の位置の違いによる遮へい機能の違いを観察。

# 施設の遮へい機能

- ◆ 0.5MeVの光子に対する放射性雲 (左図)と沈着核種からの外部被ばくの低減(右図)
- ◆ 被ばく低減効果を遮へい係数で評価(施設内での被ばく線量/施設外での被ばく線量)

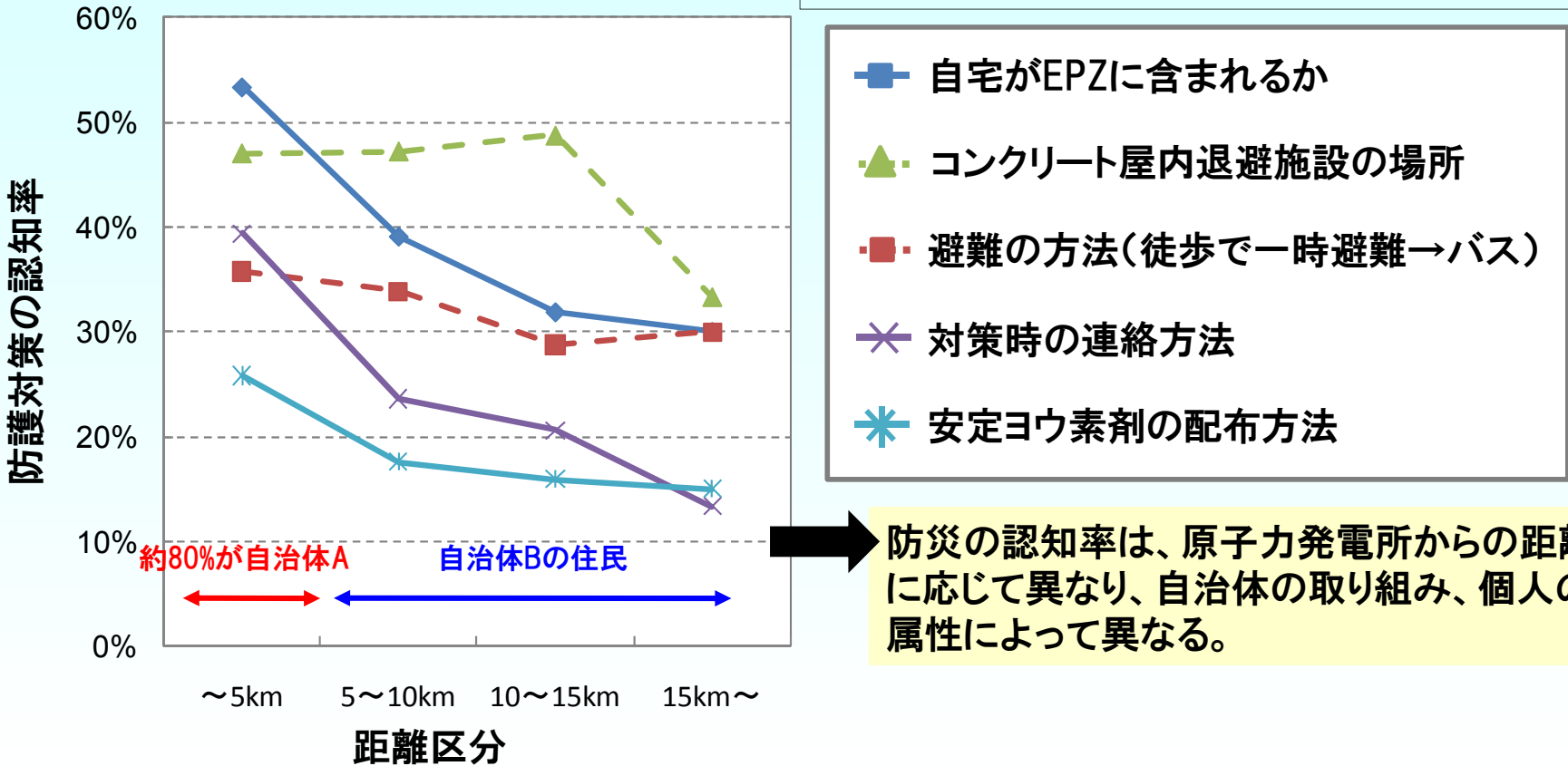


- 避難施設には構造や材質に応じて遮へい機能に特徴があり、被ばく経路にも応じて異なる。
- PSA手法を用いた評価にフィードバックし、より正確な評価を実施。
- 施設の被ばく低減効果は、遮へい機能だけでなく、密封機能にも影響を受けるのでさらなる研究が必要。

- ◆ 防護対策の認知率を調査
  - 2010年1月(N=827)にある一つの原子力発電所のEPZに含まれる自治体を対象にして実施
  - 防護対策を知っているか5段階で質問(「知っている」と「少しは知っている」の割合を集計)
- ◆ 認知率を原子力発電所からの距離と個人属性(年齢、職業、**リスク認知**)を説明変数として分析



Q: 事故が発生したときに自身の健康に影響が及ぶおそれがあると思うか?



➢ 防護対策の認知率や個人属性と、原子力災害時の住民行動との関係を分析し、より効果的な防災計画の策定に基礎情報を提供(例、避難時の自主的避難など)。

## まとめ

- ◆ **PSA手法を用いて合理的な防災計画を検討した。**
  - PSA手法を用いた検討の結果、事故の進展が早く、大規模な放出が発生する場合には、原子力発電所近傍の地域で確定的影響を防止するために、迅速な対策の実施が重要となる。
  
- ◆ **迅速な対応のために社会基盤の整備状況及び住民の防災意識について検討をすすめている。**
  - 迅速な避難を現実に実行するためには、社会基盤を事前に整備するとともに、防護対策に対する住民意識・防災リテラシーを醸成しながら、防災体制を整備しておくことが大切。

リスク評価技術を活用し、国や地方自治体からの視点に加え、対策の主体となる住民のみなさんの視点からも検討を行い、自発的で効果的な自助を促す公助のあり方について研究を進めていく予定。