

緊急時の被ばく線量及び防護措置の効果の試算について

平成 26 年 5 月 28 日
原子力規制委員会

1. 趣旨・目的

原子力災害対策指針では、放射性物質の放出前に予防的防護措置を実施するための枠組や、事故の進展に応じて段階的避難等の追加的防護措置を実施するための枠組等、原子力防災体制の基本的考え方を示している。

原子力災害対策指針の考え方にに基づき、関係自治体において、各地域の実情を踏まえて、地域防災計画の策定等が進められているが、原子力災害の様態は、事故の規模や進展の状況等によって多様であり、実際の原子力災害時には、状況等に応じて、柔軟かつ適切な対応が求められる。

このため、関係自治体において、リスクに応じた合理的な準備や対応を行うための参考としていただくことを目的として、仮想的な事故における放出源からの距離に応じた被ばく線量と予防的防護措置による低減効果について、全体的な傾向を捉えていただくための試算を行った。

本試算では、セシウム 137 が 100 テラベクレル、その他核種がセシウム 137 と同じ割合で換算された量、さらに希ガス類が全量、環境中に放出されるような仮想的な事故を想定した。この想定は、東電福島第一原発事故を踏まえて強化された新規制基準への適合性を審査する上で「想定する格納容器破損モードに対して、Cs-137 の放出量が 100TBq を下回っていることを確認する」(注)とされていることを踏まえて設定したものである。

なお、本試算はこれ以上の規模の事故が起こらないことを意味しているものではない。

(注)『実用発電用原子炉に係る炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策の有効性評価に関する審査ガイド』より抜粋

2. 計算条件及び評価方法

- 想定する事故：放射性物質が環境に放出されるが、具体的な事故のシーケンスは設定せず、以下の条件で計算。
- 炉心内蔵量：80 万 kWe 級加圧水型軽水炉 (PWR) をモデル。
(事故直前まで定格熱出力 (2,652MWt) 比 102% の熱出力で 40,000 時間運転を継続したものととして算出。)
- 格納容器への放出割合：米国 NRC の NUREG-1465 から引用。
- 環境への放出割合：セシウム 137 の環境への放出量が 100 テラベクレルとなるように求めた係数を、NUREG-1465 から得られた各核種グループ (ヨウ素類等) の格納容器への放出割合に乗算して算出。
ただし、希ガス類については、全量が放出されると仮定。

- 炉停止から放出開始までの時間：12時間
- 環境中への放出継続時間：5時間（一定の割合で放出されると仮定。）
- 放出高さ：50m
- 大気中拡散・被ばく線量評価に使用した計算コード：OSCAAR
（独立行政法人日本原子力研究開発機構（JAEA）安全研究センターの協力を得て実施。）
- 気象条件：年間における1時間毎の気象データ（8,760通り）から248通りをサンプリング（茨城県東海地区）。
- 被ばく経路：外部被ばく（放射性プルーム、地表沈着によるもの）及び内部被ばく（吸入によるもの）
- 評価方法：環境中に放出された放射性物質の挙動は、放出後の気象条件によって影響を受けるため一定ではない。このため、本試算では、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（放射性物質の濃度）を昇順に並べたものの中間値及び95パーセント値（百分位数）を代表値として評価。換言すれば、95%値は、特殊な気象条件を除いた最大値といえる。

3. 試算結果から得られる示唆

今回の試算結果から得られる示唆は以下のとおり。（試算結果については別紙参照。）

（1）PAZにおける防護措置

- PAZでは、放射性物質の放出前に、予防的に避難を行うことが基本。
- ただし、予防的な避難を行うことによって、かえって健康リスクが高まるような要援護者については、無理な避難を行わず、屋内退避を行うとともに、適切に安定ヨウ素剤を服用することが合理的。
- なお、コンクリート構造物は、木造家屋よりも被ばく線量を低減させる効果があることが知られている。また、病院等のコンクリート建物に対して放射線防護機能を付加することで、より一層の低減効果を期待できる。

（2）UPZにおける防護措置

- UPZでは、放射性物質の放出前に、予防的に屋内退避を中心に行うことが合理的。

（3）放射性プルーム通過時の防護措置

- 放射性プルームが通過する時に屋外で行動するとかえって被ばくが増すおそれがあるので、屋内に退避することにより、放射性プルームの通過時に受ける線量を相当程度低減することができる。

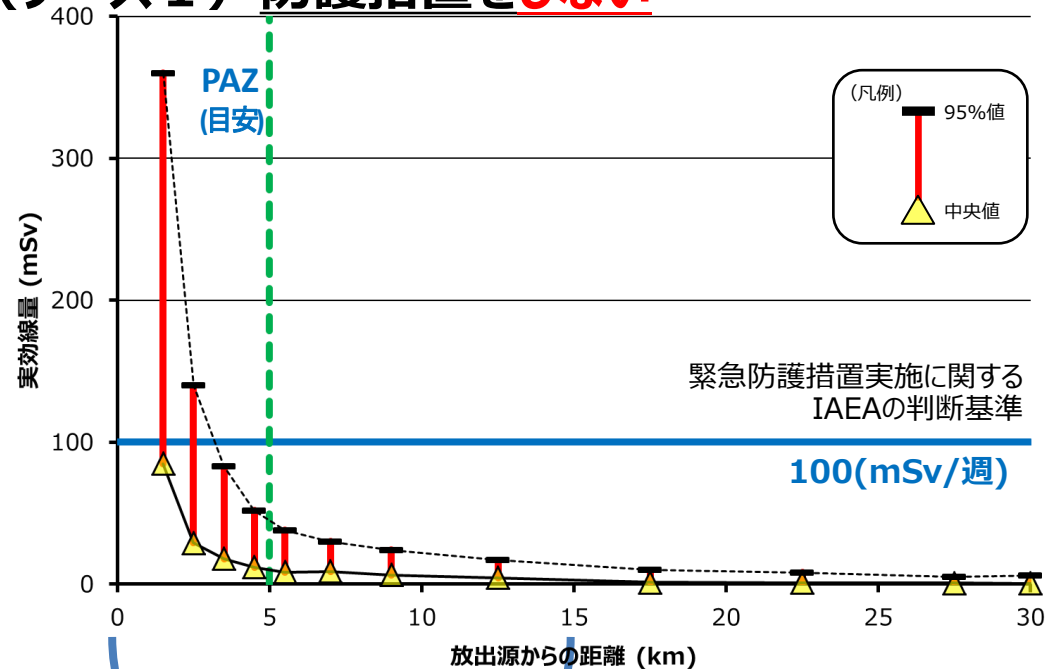
表-1 環境への放出割合

核種G	核種	環境への放出割合 (炉心内蔵量 に対して)
希ガス類	Kr-85, Kr-85m, Kr-87, Kr-88, Xe-133, Xe-135	1
ヨウ素類	I-131, I-132, I-133, I-134, I-135	3.00E-4 ^{*1}
Cs類	Rb-86, Cs-134, Cs-136, Cs-137	3.00E-4
Te類	Sb-127, Sb-129, Te-127, Te-127m, Te-129, Te-129m, Te-131m, Te-132	1.22E-4
Sr類	Sr-89, Sr-90, Sr-91, Ba-140	4.80E-5
Ru類	Co-58, Co-60, Mo-99, Tc-99m, Ru-103, Ru-105, Ru-106, Rh-105	2.00E-6
Ce類及びLa類	Y-90, Y-91, Zr-95, Zr-97, Nb-95, La-140, Ce-141, Ce-143, Ce-144, Pr-143, Nd-147, Np-239, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-241, Am-241, Cm-242, Cm-244	2.20E-6 ^{*2}

*1:ヨウ素については、3.00E-04の放出割合のうち、5%が有機ヨウ素として、95%が無機ヨウ素として環境に放出されると仮定。

*2: OSCAARコードではCe類とLa類の環境への放出割合を区別していないため、今回の計算では、放出割合の大きいCe類の値を双方に用いると仮定した(Ce類; 2.20E-6、La類; 2.08E-6)。

(ケース 1) 防護措置をしない



緊急防護措置実施に関する IAEAの判断基準
100(mSv/週)

PAZ (目安)

- PAZでは、放出源に近い地点でIAEA基準を上回る。
- UPZでは、全地点でIAEA基準を下回る。

(参考) 屋内退避の効果

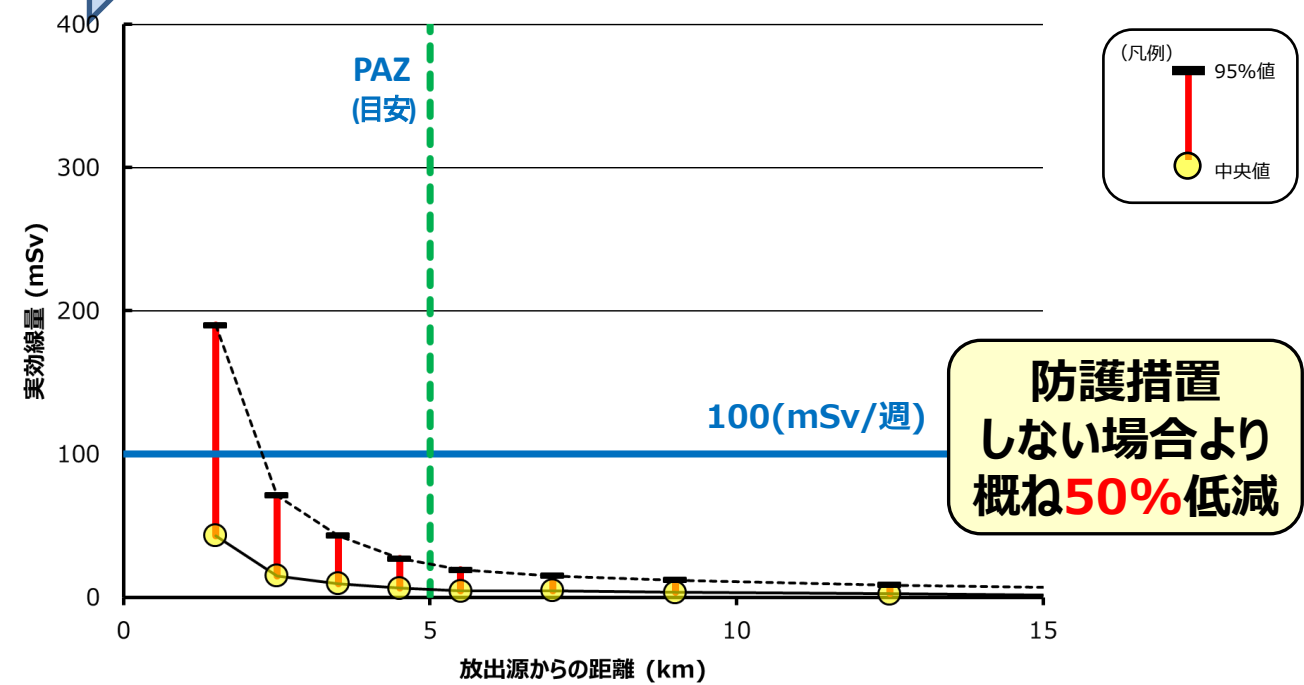
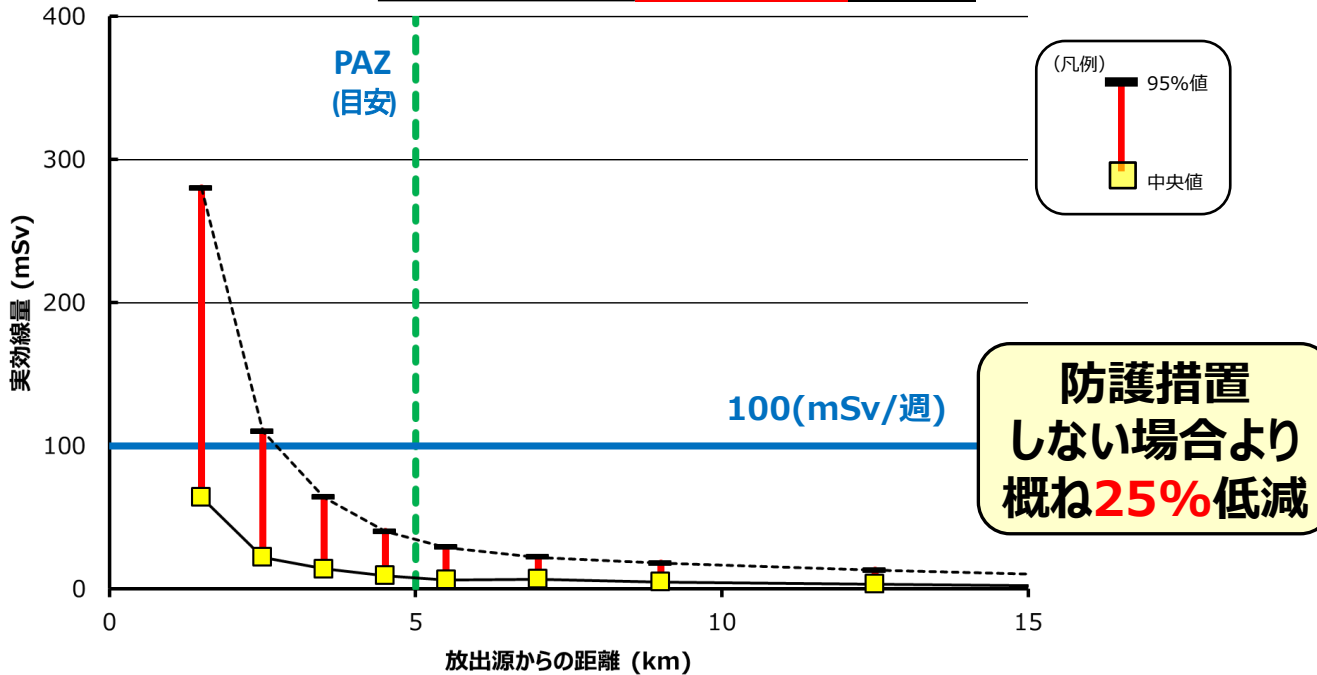
防護措置	遮へい効果 * 1	密閉効果 * 2
木造家屋への退避	○放射性プルームからのγ線等の影響に対して10%低減 ○周辺環境中の沈着核種からのγ線等の影響に対して60%低減	○放射性プルーム中の放射性物質を呼吸により摂取する影響に対して75%低減
石造りの建物への退避	○放射性プルームからのγ線等の影響に対して40%低減 ○周辺環境中の沈着核種からのγ線等の影響に対して80%低減	○放射性プルーム中の放射性物質を呼吸により摂取する影響に対して95%低減

* 1 出典: Planning For Off-site Response to Radiation Accidents in Nuclear Facilities (IAEA-TECDOC-225)
* 2 参考: 米国環境保護庁
※ 病院等のコンクリート構造物は、石造りの建物よりもさらに高い効果が期待できる。本試算では、石造りの低減効果を用いて、保守的に計算を行った。

防護措置をする場合の被ばく線量（全身）

(ケース 1-1) 木造家屋に屋内退避(2日間)

(ケース 1-2) コンクリート構造物に屋内退避(2日間)

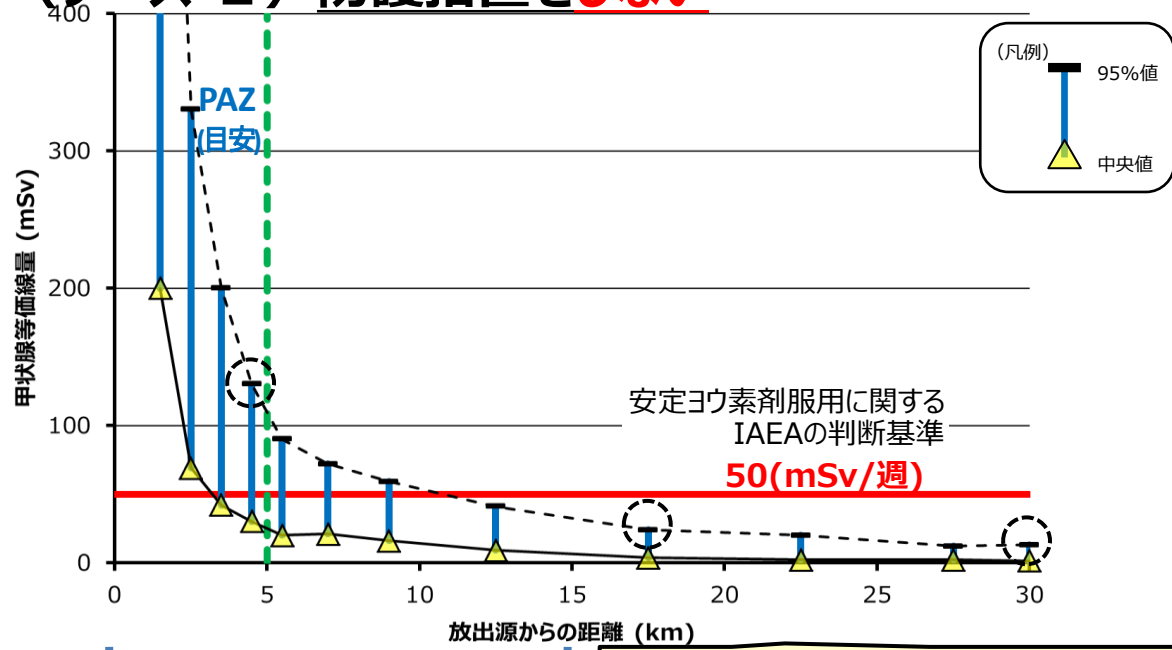


防護措置しない場合より
概ね25%低減

防護措置しない場合より
概ね50%低減

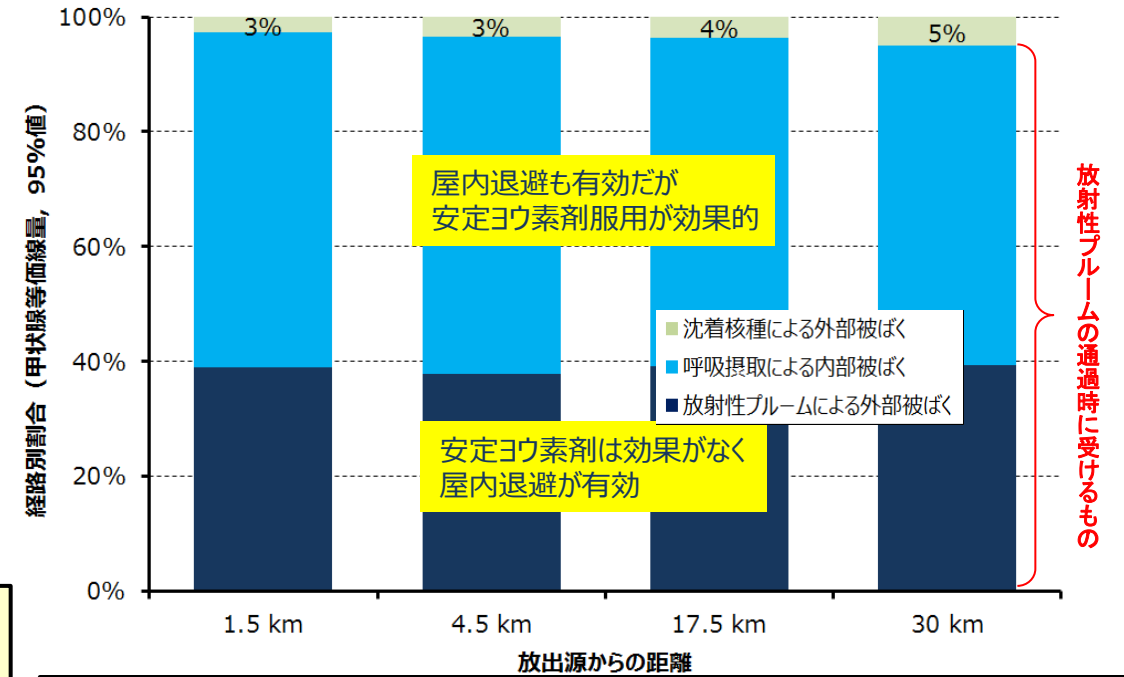
- 屋内退避は、被ばく線量を低減する。
- 木造家屋より、コンクリート構造物の方が低減効果が高い。

(ケース 2) 防護措置をしない



- PAZでは、**全地点**でIAEA基準を上回る。
- UPZでは、**遠方の地域**でIAEA基準を下回る。

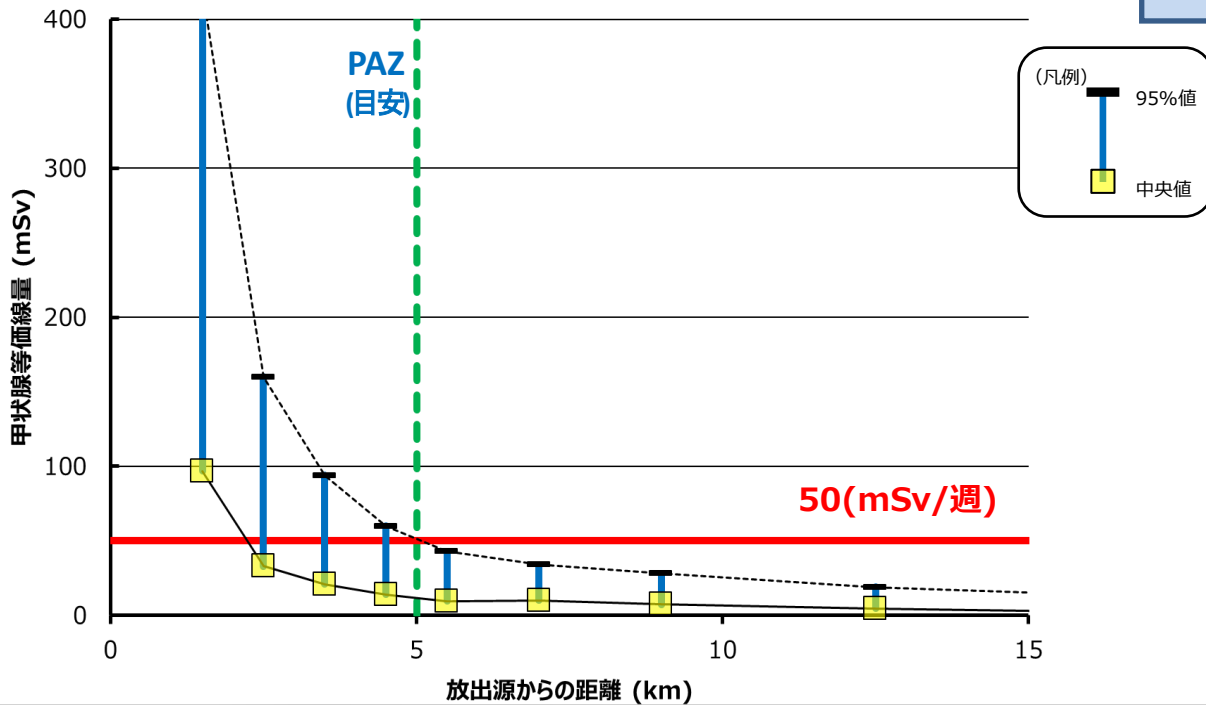
図 1. 被ばく線量の経路別割合 [95%値で比較]



- 甲状腺が受ける被ばく線量は、放射性プルームの通過時に受けるものが大半。
- 主な被ばく経路は「呼吸摂取による内部被ばく」及び「放射性プルームによる外部被ばく」。「沈着核種による外部被ばく」の影響は小さい。

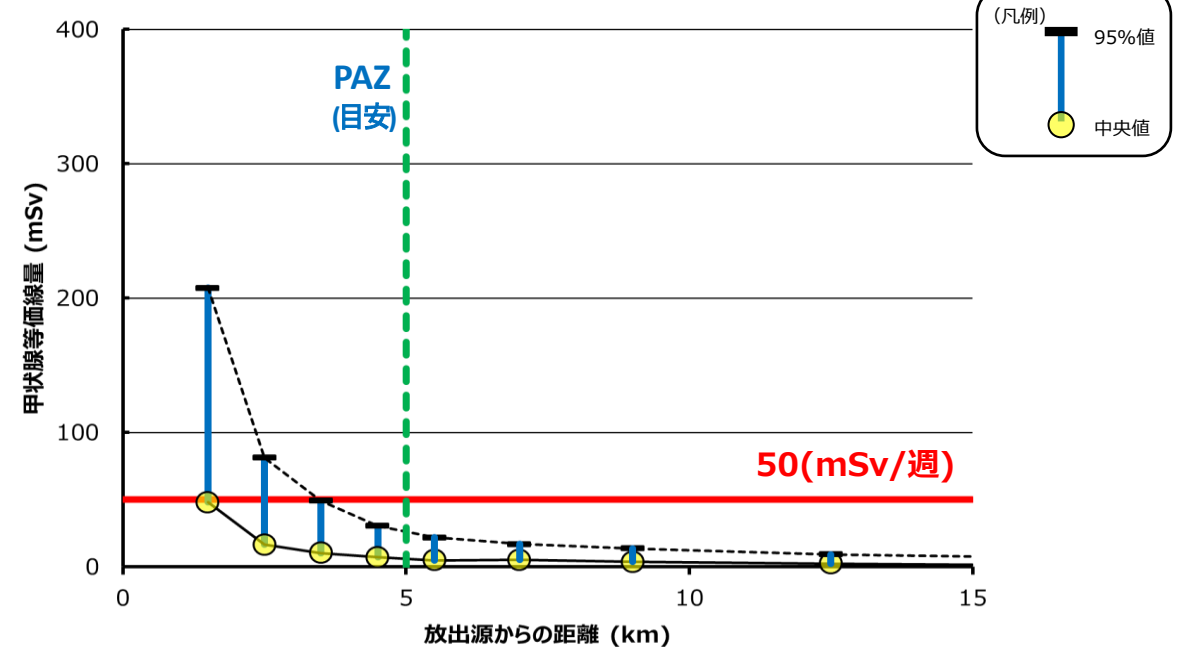
防護措置をする場合の被ばく線量（甲状腺）

(ケース 2-1) 木造家屋に屋内退避(2日間)



- PAZでは、屋内退避だけでは、**依然として**、IAEA基準を上回る地点がある。
- UPZでは、屋内退避により、**全地点**でIAEA基準を下回る。

(ケース 2-2) コンクリート構造物に屋内退避(2日間) + 安定ヨウ素剤の場合



- PAZでは、屋内退避と安定ヨウ素剤の併用で、IAEA基準を下回る。(放出源に近い地点以外。)