

2024年度 第三者検証委員会 他コードとの比較について (第 1 回)

2024年10月29日
日本原子力発電株式会社

1. 背景（これまでの経緯）

1. 背景(これまでの経緯)

【背景(1/2)】

- ・ 今回評価に用いた拡散シミュレーションで使用したR-Cubicについて、2022年度の検証委員会で計算モデルやMACCS2との比較結果等を説明した。【参考①, ②参照】
- ・ 委員会での質疑応答の結果、検証報告書で「拡散モデル、地表沈着濃度の計算、空間線量率の計算は妥当」と評価された一方で、「R-Cubicの信頼性を評価するうえで比較結果の評価・分析を追加することが望ましい」との見解が示されている。

＜令和4年度空間線量率等評価結果に係る検証結果報告書から抜粋＞

3.検証項目3ー「システム・解析コードの信頼性」

論点3.1 公衆防護措置範囲迅速予測システムの解析評価方法は、拡散解析として妥当なものか。

検証3.1 公衆防護措置範囲迅速予測システム(R-Cubic)について、その特徴や、計算モデルの信頼性に関して、①使用している拡散モデル(パフモデル)、②地表沈着濃度の計算、③空間線量率の計算、④防護措置範囲の評価について説明がなされた。加えて、なるべく同じ計算条件下で実施された拡散コードMACCS2との比較計算の結果が示された。【資料2-1全体、資料3-2P15～、資料5】

見解 公衆防護措置範囲迅速予測システム(R-Cubic)は、米国NRCが開発したRASCALコードを参考にINSS及びJANUSが共同開発したものである。今回の拡散シミュレーションに必要な、放射性物質の拡散後の地表沈着とそれによる空間線量率の分布を経時変化で評価し地図上に表示する機能を有している。計算モデルの信頼性に関しては次の点を確認した。①拡散モデルでは、今回の評価に適用可能なパフモデルが使用されている。②地表沈着濃度の計算では、文献値に基づくデータが用いられ乾着及び降雨影響を考慮した湿着が考慮され、③空間線量率の計算では、文献値に基づき地表沈着濃度から空間線量率が計算されており妥当といえる。
また、なるべく同じ計算条件下で実施された拡散コードMACCS2による計算結果との比較が実施された。R-Cubicの信頼性を評価するうえで比較結果の評価・分析を追加することが望ましい。
福島第一原子力発電所事故の測定値を対象にするベンチマークについては、事故当時の実測値には不明確な点もあり、精度良い推定は困難と言える。

1. 背景(これまでの経緯)

【背景(2/2)】

- 2022年度の検証結果を踏まえ、茨城県から当社に対し、R-CubicとSPEEDIとの比較検討を含む依頼文書が発出された。
- 本件について、2023年度の検証委員会で議論を行った結果、原子力防災に関わる各種評価コードに詳しい日本原子力研究開発機構(JAEA)にもご意見をいただきつつ、対応を検討することとなったが、2023年度の検証委員会では対応が完了しなかった。
- 今回、JAEAとの意見交換を踏まえ、対応方針・具体的な実施事項を取り纏めた。

<これまでの検証委員会で頂いた関連するご意見>

- やっぱこの R-Cubic の信頼性の検証が一番のポイントだと思うんです。例えば 15 ページにまとめてある信頼性のところで、基本的に評価手法は具体的であり、表としては問題ないんですが、更に検証ができるかというのが根拠になると思うんです。この R-Cubic はもしかしたら NRC の RASCAL というのを元に開発されたのか、わからないんですけども、例えばこのコードそのものを検証しては、例えば RASCAL の結果と比較するとか、それが検証の一つの方法であり。もう一つは、実際の実験データはありませんが、例えば今回福島事故のデータを使って検証するのはいかがでしょうか。
- 原子力機構ではSPEEDI というソフトを開発しております。昔から、やはり同じ議論になって、本当に信頼性があるのか、福島事故の以前に、三宅島の火山灰が飛んでくる事象をシミュレーションしてよく一致しておりました。福島の事故があったので、そういうデータを使って、R-Cubic もやはり 実証するっていうのは検証する上で重要です。日本原電は研究開発してるわけじゃないので、そういうことまでやれるかはわかりませんが、そこまですると、やはり信頼性が高まるんじゃないかと。ただの計算結果だけでは、と言われたときに反論できるようにしておかないと、やはり説得力がありませんから。
- どちらが良いかということは一概に言えませんが、結論からしますと、どちらも一長一短はあります。ただし原子炉での事故推移までで考えられているということは、若干今回の評価の方が信頼性高いのかなということですけど。私が言いたいのはですね、資料の19ページですね、このSPEEDIと書いてありますけれども、同等な結果が得られるとは限らないということではありますが、私がちょっと調べた限りでも、やはり同じような結果にならないんじゃないかなと。ただし、どちらが信頼されるか、信頼かというのはいろいろ議論して進むべきではないかなと。

1. 背景(これまでの経緯) 【参考①】

2022年度検証委員会 第2回資料より抜粋

3. 今回の評価におけるR-Cubicの信頼性



- R-Cubicの拡散評価機能について、今回の要請に基づく評価への信頼性についてまとめる。

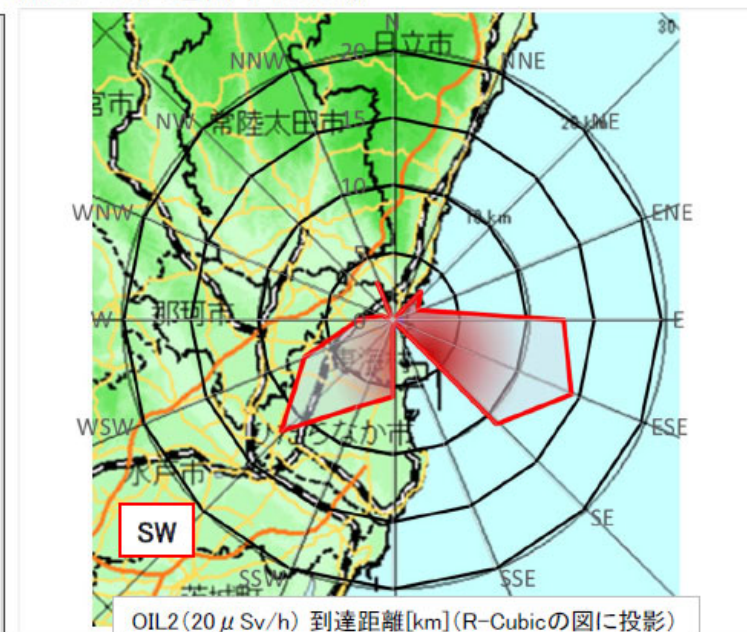
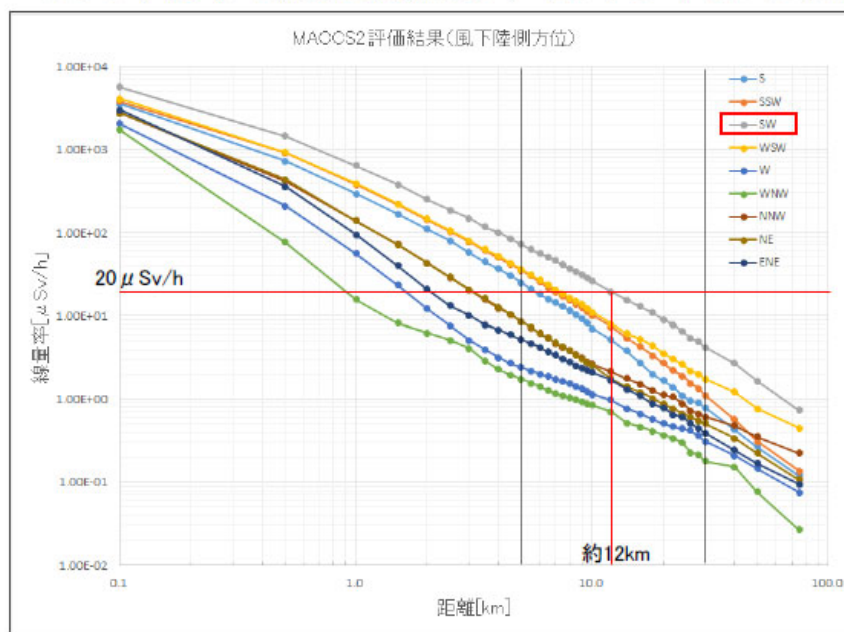
項 目	評価手法等の妥当性	信頼性
拡散評価手法 (拡散モデル)	風場の時間変化や地形情報を考慮した評価を行うのに適したパフモデルが使用できる。一般的な環境アセスメントでも使用されている計算手法用いており問題ない。	○
地表沈着濃度の計算	文献値に基づき、乾着及び降雨の影響を踏まえた沈着量(湿着)の計算がされており問題ない。	○
空間線量率の計算	文献値に基づき、地表沈着濃度から空間線量率に換算しており問題ない。	○
防護措置範囲の評価	原子力災害対策指針の値に基づき、空間線量率の評価値から該当する範囲を図示しており問題ない。	○

以上より、今回の要請に基づく評価における、R-Cubic(拡散評価機能)の信頼性が確認できたものとする。

3. その他評価結果(参考):②他コードによる評価結果の例



- ソースタームは、今回の拡散シミュレーションと同等、放出継続時間を1時間、気象データは2020年度(1年間)を使用し、グランドシャインの方位別97%値を評価した。



- 通常MACCS2では、ユーザが指定した24時間以上168時間までの、プルーム到達から一定期間における距離別の積算線量を評価するが、今回は入力データの設定を工夫することにより求めた23時間後と24時間後の積算線量の差分から、放出から24時間後における疑似的な空間線量率として算出した。
- 空間線量率が $20 \mu\text{Sv/h}$ を超える距離が最大となる方位(陸側)は南西であり、その距離は約12kmであった。
- 今回実施したR-Cubicによる評価では、一定の気象条件に基づいたデータの抽出を行うことにより、防護措置範囲が最大到達距離が30km程度となるようなより厳しい気象条件を選択できていたものとする。

2. 対応方針

2. 対応方針

これまでの経緯を踏まえ、コード間比較の方針を以下のように設定した。

【コード間比較の方針】

- ① 他機関にて検証された他コードとの比較を行うことにより、R-Cubicの信頼性の確認を行う
- ② 差分に対する分析・考察等を通じて、R-Cubicの評価上の特徴を把握する

・ R-Cubicの概要

R-Cubicの概要(2022年度検証委員会 第2回資料より抜粋)

名称	R3(R-Cubic) (Radioactive Release, Radiation Dose and Radiological Protection Area Prediction System)
開発者	株式会社 原子力安全システム研究所(INSS)および日本エヌ・ユー・エス株式会社(JANUS)の2社による共同開発 (拡散予測に関しては米国NRCが使用しているシステムを参考に開発)
機能※	放出量及び気象の経時変化に基づき、放射性物質の拡散を模擬する。 拡散状況から、特定地点における時系列の空間線量率等を評価する。
特徴	一般的なWindows PCにおいて動作し、簡便な操作で評価可能
用途例	原子力施設における防災訓練における線量予測評価等

※: 放出量評価機能も有するが今回の評価では使用していない。

・ 今回の拡散シミュレーションにおいて使用した主な設定等

評価モデル	<u>パフモデル(3次元移流拡散モデル)</u>
周辺地形情報	「国土地理院発行 数値地図50mメッシュ(標高)」から <u>評価モデル用の地形データ</u> に変換
評価範囲	<u>80km × 80km</u> (東海第二発電所を中心とした半径40km範囲を含むR-Cubicの設定において使用可能な地図範囲)
放出地点	原子炉建屋、地上放出
気象データ	東海第二発電所の観測値(2020年度)
評価期間	放射性物質の放出開始から24時間後 (原子力災害対策指針で、OIL2は「1日以内を目途に区域を特定する」とされていることを踏まえて設定)
対象核種	セシウム、ヨウ素等の合計54核種(<u>地表面からの線量率に寄与する核種</u>)
評価項目	防護措置範囲(グランドシャインによる空間線量率がOIL1, 2の基準を上回る範囲)

50 × 50の評価領域に分割し、
領域メッシュ(1.6km × 1.6km) 毎に線量率等を計算

2. 対応方針

＜特記事項＞

- 茨城県に提出した拡散シミュレーションでは、R-Cubicの使用を前提に、事故条件及びソースタームの設定上の保守性を考慮した上で、防護措置範囲が最大となると見込まれる結果を提示している。

事故条件上の保守性

(可搬型設備のみでの対応としていること、フィルタベントに期待できない想定に加え、可搬型設備の時間遅れや注水先の限定)

2022年度検証委員会(第1回)の資料より抜粋

②可搬型設備による注水先の想定

可搬型設備による注水開始を原子炉圧力容器後と設定して放出量評価を実施したところ、放出量が抑制されることが判明したため、新たに可搬型設備による注水先を格納容器に限定する（原子炉注水なし）ことで、放出量を多くすることとした。

圧力容器破損なしケース	
条件	・初期注水の継続時間：0時間 ・注水の中断時間：約3時間後（170分）
結果	・炉心損傷時間：約0.6時間 ・圧力容器破損：なし

Cs-137放出量
<1TBq

避難・一時移転の範囲は30kmに達しない

＜共通のな条件＞

- ・ 検討段階における感度解析であり、最終的な評価結果とは異なる
- ・ 可搬型設備による代替格納容器スプレイは、サブプレッション・プール水位が停止基準（通常水位+6.5m）に達した時点で停止する
- ・ 解析期間は7日間

圧力容器破損ありケース(原子炉注水あり)

- ・初期注水の継続時間: 0時間
- ・注水の中断時間: 圧力容器破損後

炉心損傷時間: 約0.6時間

圧力容器破損: 約4.5時間

Cs-137放出量
< 1TBq

避難・一時移転の範囲は30kmに達しない

圧力容器破損ありケース(原子炉注水~~なし~~)

- ・初期注水の継続時間: 0時間
- ・注水の中断時間: 圧力容器破損後

- ・炉心損傷時間: 約0.6時間
- ・圧力容器破損: 約4.5時間

Cs-137放出量
> 100TBq

厳しい気象条件との組合せを考慮した場合に
避難・一時移転の範囲が30km周辺に到達

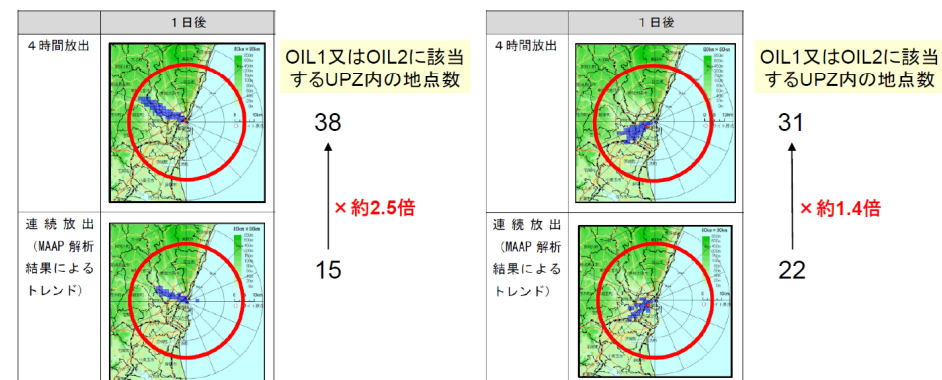
ソースターム設定上の保守性

(7日間積算の放出量を4時間で放出すると設定)

2023年度検証委員会(第3回)の資料より抜粋

シミュレーションⅡにおけるソースチーム設定の保守性

- 7日間積算の放出量を4時間で放出すると設定としたことにより、避難・一時移転の対象範囲(R-Cubic上の地点数)は有意に増加している
 - 常陸太田方面: 約2.5倍
 - 水戸方面 : 約1.4倍
- その他の保守性として、放射性物質の原子炉建屋等での放射性物質の沈着、放水砲による叩き落とし効果を考慮していないこと等が挙げられる



【本資料は、茨城県からの要請に応えるために一定の条件を置いて実施した拡散シミュレーションに関する情報を含んでいます。 委員会関係者限り 無断複製・転載禁止 日本原子力発電株式会社

【7】

2. 対応方針 比較コードの候補

- コード間比較は、原子力防災に関わる各種評価コードに詳しい日本原子力研究開発機構（JAEA）にご意見をいただきつつ、検討を進めており、比較コードとしてSPEEDI/W-SPEEDI、RAMS/HYPACT、OSCAARが候補となっている。
- 各コードの概要は下表のとおり。

名称	SPEEDI/W-SPEEDI	RAMS/HYPACT	OSCAAR
評価特性	決定論的評価コード	決定論的評価コード	確率論的評価コード (決定論的評価も可能)
開発者	JAEA(国立研究開発法人)	コロラド州立大学(大学)及び 民間企業(民間)	JAEA(国立研究開発法人)
開発経緯	・TMI事故を契機として発電所の事故状況、数値予報データとAMeDASによる気象条件等から、防護措置が必要と見込まれる範囲を予測するために開発された。(SPEEDI) ・その後、世界の任意地点での原子力事故に対応できるようアップデートされた。(W-SPEEDI)	・雲を解析するモデルと、大気に対し地表面の特性が与える影響を解析するためのモデルを統合し開発された。(RAMS) ・気象解析モデル(RAMS)と粒子移送モデル(HYPACT)を組合わせて使用される。	・レベル3PRA手法(確率論的リスク評価のうち事故時の環境影響、健康影響、経済影響を評価する手法)を確立するために開発された。
備考	・地方自治体による拡散評価での使用実績あり	・地方自治体による拡散評価での使用実績あり	・原子力規制庁による屋内退避効果の検証などに活用

2. 対応方針 比較方法の候補

- 拡散シミュレーションの評価手法は、特定日時の気象条件を用いる決定論的評価と複数の気象条件を対象に評価を行い、結果を統計的に処理する確率論的評価に大別される。
- コード比較を行うにあたり、どの手法を採用するかによって、アウトプットのイメージが異なる。以下に示す候補1～3について、検証委員会でのコメントを踏まえて検討を進めていく。
- いずれの比較についても一長一短があり、柔軟に対応を検討できるよう、決定論的評価・確率論的評価を実施可能なOSCAARを用いて比較を行う。

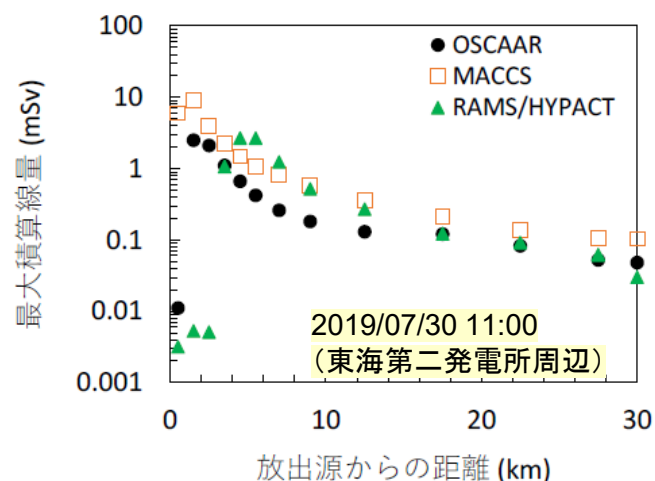
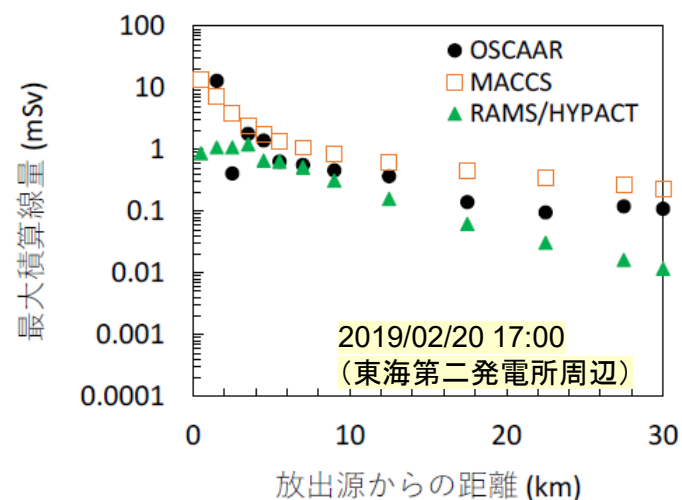
	候補1	候補2	候補3
概要	決定論的評価同士での比較	R-Cubicは決定論的評価、比較コードは確率論的評価	確率論的評価同士での比較※
気象条件 (R-Cubic)	気象条件② (水戸方面, 常陸太田方面)	気象条件② (水戸方面, 常陸太田方面)	確率論的評価 (2020年気象からランダムに選定)
気象条件 (比較コード)	気象条件② (水戸方面, 常陸太田方面)	確率論的評価 (2020年気象からランダムに選定)	確率論的評価 (2020年気象からランダムに選定)
アウトプット イメージ	- 距離vs空間線量率等での比較 - MAPでの比較	距離vs空間線量率等での比較	- 距離vs空間線量率等での比較 - 任意距離での空間線量率等に関する統計的な分析結果の比較
メリット	単一のケースをMAP上に示すことで、メッシュサイズの差はあるものの、平面的な評価結果の差を視覚的に捉えやすい。	- R-Cubicの気象条件②の結果と、OSCAARによる厳しい気象条件に対する評価値を比較することができる。 - 追加的な検討として、MACCS2(当社評価)の結果を提示できる可能性がある。	- 幅広い気象条件に対する評価が対象となっており、コードの持つ特性を総合的に確認しやすいと考えられる。 - 追加的な検討として、MACCS2(当社評価)の結果を提示できる可能性がある。
デメリット	気象条件の取扱いの違い※が支配的な差異要因となり、他の評価モデルに対する定量的な分析・考察が困難 ※コードごとに気象条件の入力方法が異なり、同じ気象条件を用いた評価は困難	R-Cubicの決定論的評価と、確率論的評価の幅を持った結果の間に生じる差異の定量的な考察・分析が困難	統計的に整理された結果同士の差を分かりやすく伝えるための工夫が必要

※2023年度と同様、R-Cubicで気象条件に対するランダムサンプリング評価を行う

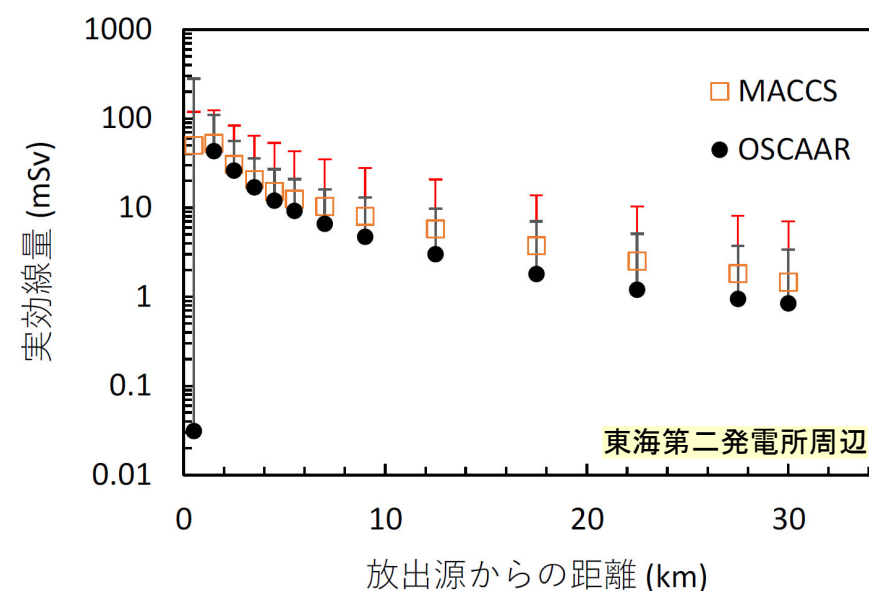
大気拡散コードに関するコード間比較(ベンチマーク)の例

「令和2年度原子力規制庁委託成果報告書 原子力施設等防災対策等委託費(被ばく解析手法の整備)に関する研究」より抜粋

決定論的評価同士の比較



確率論的評価同士の比較

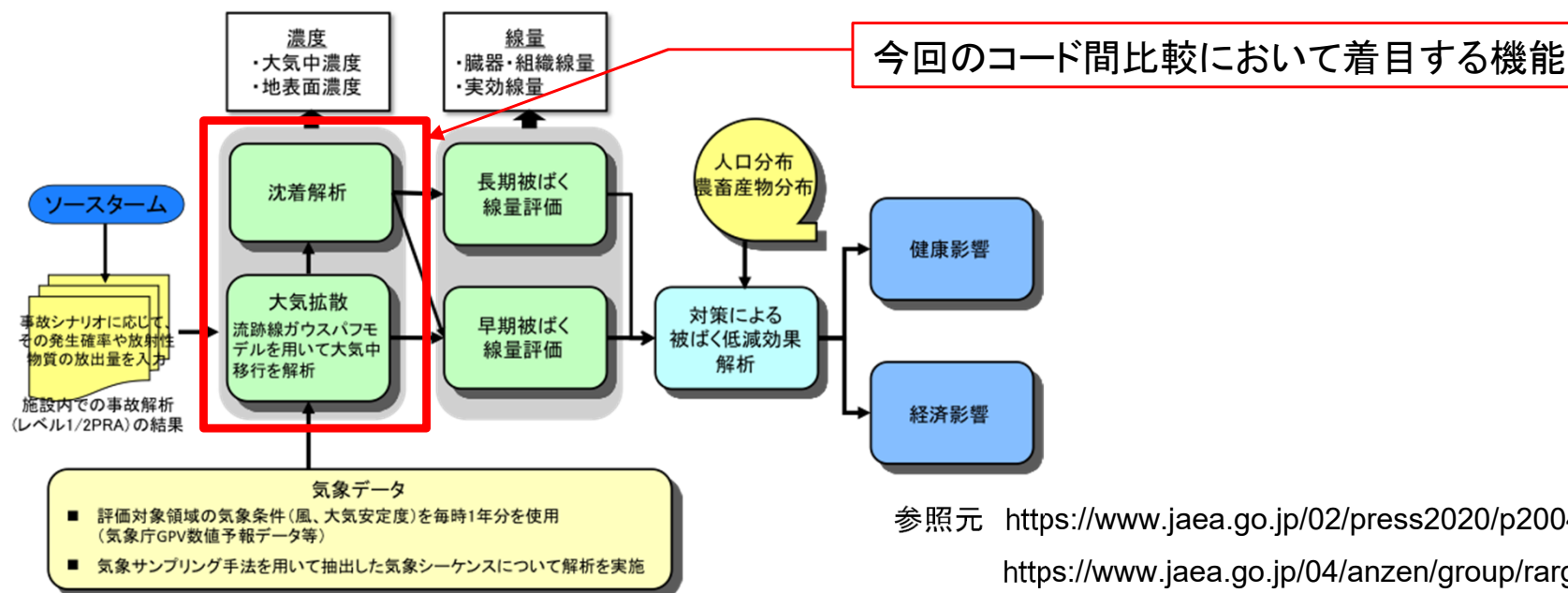


決定論的評価については、気象データの処理の差異が、放出点近傍、または放出点から遠方における結果の差異として現れるとの考察が示されている。

3. OSCAARについて

【OSCAAR (Off-Site Consequence Analysis code for Atmospheric Release in Reactor Accident)】

- ・ ソースタームを基に、様々な気象条件に対し、環境に放出された後に拡散・沈着した放射性物質から公衆が受ける被ばく線量，防護措置による被ばく低減効果を考慮した上で，それに起因する健康影響等を確率論的に評価する。また，特定の気象データを用いた決定論的な評価も可能となっている。
- ・ 確率論的事故影響評価コードの国際比較計算への参加，チェルノブイリ原子力発電所事故等で得られた環境中の実測データを基にした，被ばく評価上重要なI-131やCs-137の食物連鎖を含む生態圏における移行モデルに関する検証等を行っている。
- ・ 近年では，防災分野への適用研究として，様々な事故シナリオでの被ばく線量及び防護措置の実施による被ばく低減効果を評価することにより，地域防災計画策定のための技術的根拠として活用されている。



・ OSCAARコードに係る公開文献の例

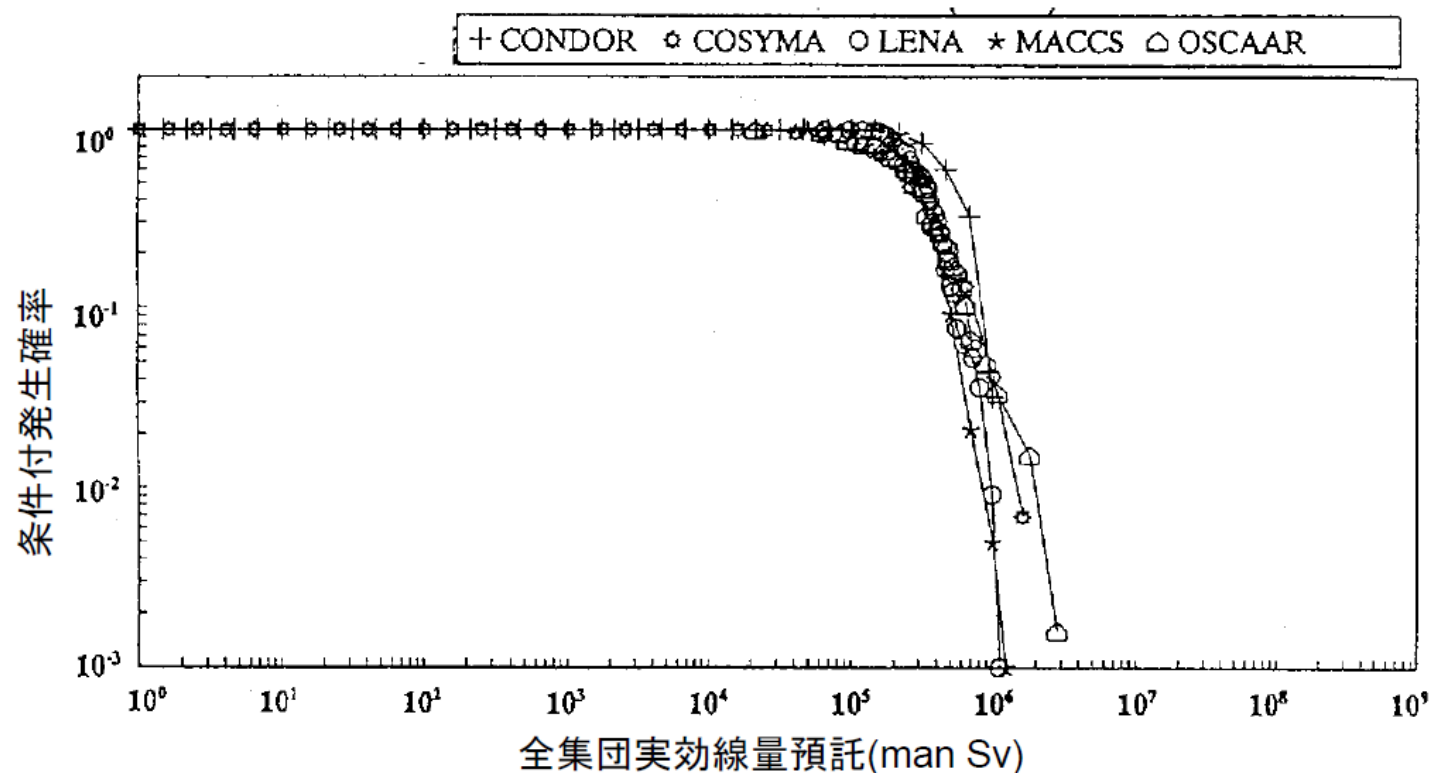
	文献(例)	概要
ベンチマーク等	BIOMASSテーマ2のハンフォード線量再構築シナリオに対するOSCAARコードの計算 (JAEA-Research 2000-049)	OSCAARをIAEA主催のBIOMASS計画のシナリオに適用した結果。 I-131の大気中拡散・沈着及び食物連鎖移行モデルを実測データを用いて検証した。
	《特集: 原研におけるチェルノブイリ研究協力》 II. 事故影響評価モデルの検証 (保健物理, 36 (4), 308～313 (2001))	・チェルノブイリ周辺の実環境で得られた測定データを用いて評価モデル及びモデルパラメータの検証を行った。 ・サイト近傍の早期被ばく線量の推定に関する OSCAAR の適用研究も実施した。
	令和2度原子力規制庁委託成果報告書 原子力施設等防災対策等委託費(被ばく解析手法の整備)に関する研究	・OSCAARの大気拡散・沈着解析モデル, 被ばく評価モデル及び防護措置解析モデルについて, モデルの改良の検討。OSCAARで用いる評価モデルを検討するため, 確率論的環境影響評価の実施に必要な項目を整理した。 ・OSCAARとMACCS2, OSCAARとRAMS/HYPACTのベンチマークを実施
使用実績	確率論的安全評価(PSA)手法に基づくPAZの検討(原子力安全委員会 防災指針検討ワーキンググループ(第4回会合)配付資料) 【活用例①参照】	BWR 及びPWR の代表プラントの内的事象に関する確率論的安全評価(PSA)の情報を参考にOSCAAR を用いてPAZ のめやす範囲を検討した。様々な事故シーケンスに対し平均的な気象条件を仮定した場合、確定的影響を防止するための防護指標(線量レベル)を超える線量となる範囲は、概ね3 km以内に収まる結果となった。
	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 【活用例②参照】	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することを目的として、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の全体的な傾向を捉えるための試算
	放射線防護対策を施した屋内退避施設における被ばく線量評価及び技術的知見の整備	様々な条件における屋内退避の効果を評価し、技術的知見を整備した。(平成29年度～平成31年度に実施した内閣府「原子力防災研究事業」において得られた成果であり、内閣府による「原子力災害発生時の防護措置—放射線防護対策が講じられた施設等への屋内退避—」に活用されている)
	原子力災害時の屋内退避の運用に関する検討チーム 【活用例③参照】	OSCAARによる拡散シミュレーションを実施し、重大事故等対策が奏功した場合には、UPZ全域で屋内退避を一斉解除できる程度に被ばく線量が低くなる蓋然性が高いことを確認

ベンチマーク例: NEA/CEC国際比較計算(1991-1994)

総合資源エネルギー調査会原子力の自主的安全性向上に関するWG 第3回会合「資料3 レベル3PSAの現状」(JAEA安全研究センター 本間俊充氏)より抜粋

- OECD/NEAとCECの共催で、1991-1994年に実施された。
- 参加コードの予測結果を比較し、相違の原因を明らかにすると共に、コードのQA(品質保証)に役立てることを主たる目的とした。
- コード間の評価結果の相違の程度は、評価項目で異なっていたが、一般的には数ファクター以内であった。主たる相違の原因は、モデル構造と採用された仮定の相違による。

(例)計算課題1
・ソースターム
放出開始時間:2時間
放出継続時間:1時間
放出高さ:10m
警告時間:1時間
放出比: Xe-Kr: 1.0, Org-I: 0.001, I:0.1, Cs-Rb: 0.1, Te-Sb: 0.1, Ba-Sr, Ru: 0.01, La: 0.001
・防護対策
屋内退避、避難、移転、食物摂取制限



活用例①: 確率論的安全評価(PSA)手法に基づくPAZの検討

解説 3-4 範囲のめやす

「原子力施設等の防災対策について」の見直しに関する考え方について 中間とりまとめ
(平成24年3月22日, 原子力安全委員会
原子力施設等防災専門部会 防災指針検討
ワーキンググループ)より抜粋

(1) 確率論的安全評価(PSA)手法に基づくPAZの検討

平成21年度「発電用原子炉施設の災害時における予防的措置範囲(PAZ)の調査(内閣府受託報告書)」(日本原子力研究開発機構, 平成22年3月)では、BWR及びPWRの代表プラントの内的事象に関する確率論的安全評価(PSA)の情報を参考に、原子力機構の確率論的環境影響評価(レベル3PSA)コードOSCAARを用いてPAZのめやす範囲を検討した。

その結果、図5に示すように、様々な事故シーケンスに対し平均的な気象条件を仮定した場合、確定的影響を防止するための防護指標(線量レベル)を超える線量となる範囲は、概ね3km以内に収まっていることが明らかになった。

 PSA手法に基づくPAZの検討
- PAZのめやす範囲の検討 -

- 1日間骨髄線量(経路合計: cloud+ground+inhalation, 気象の出現確率50%)

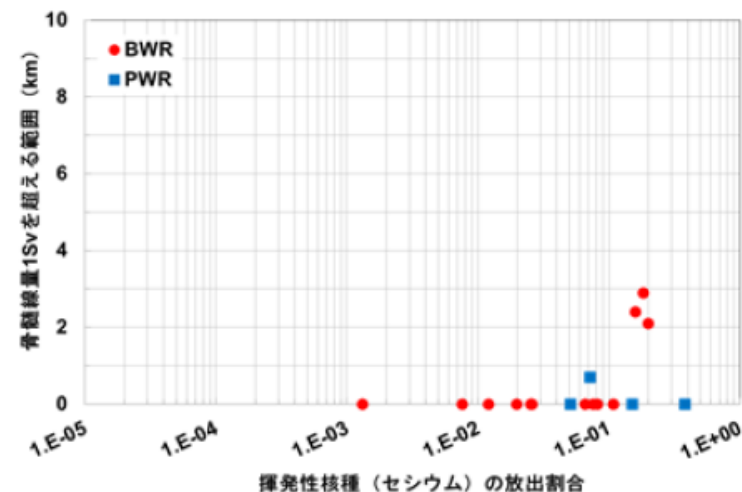
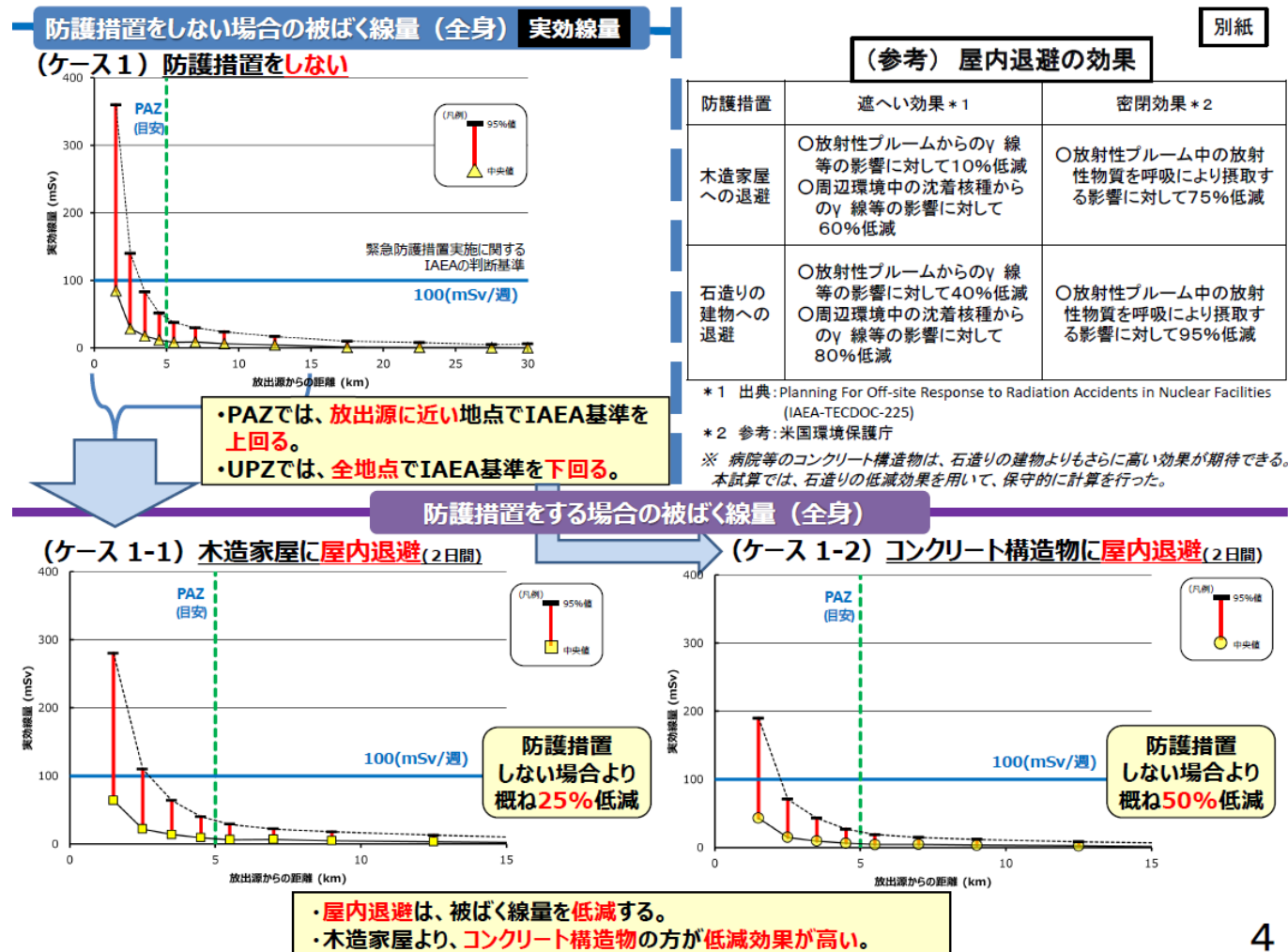


図 解3-2 PAZのめやす範囲の検討

活用例②: 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(案) (平成26年5月28日, 原子力規制委員会)

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することを目的として, 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の全体的な傾向を捉えるための試算を実施



活用例③: 原子力災害時の屋内退避の運用に関する検討チーム

OSCAARによる拡散シミュレーションを実施し、重大事故等対策が奏功した場合には、UPZ全域で屋内退避を一斉解除できる程度に被ばく線量が低くなる蓋然性が高いことを確認

第2回(令和6年5月20日 資料2より)

2. 解析に用いる被ばく線量評価コードの概要

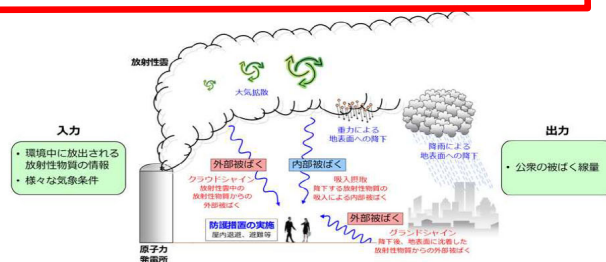
✓ 被ばく線量評価コードは、JAEAが開発した確率論的事故影響評価コードOSCAAR(オスカー)※を用いる。※OSCAAR: Off-Site Consequence Analysis code for Atmospheric Release in Reactor Accident

✓ OSCAARは原子力施設から放出される放射性物質の種類・量などを設定して、実際の気象状況を踏まえた拡散計算を行い、原子力施設からの距離ごとの被ばく線量の傾向を評価するもの。

✓ 原子力規制委員会は、原子力災害対策に係る過去の検討において、当該解析コードを用いた被ばく線量評価を複数回実施してきており、それらの実績を踏まえ、今回の検討においても引き続きその活用を図るものとする。

【OSCAARの特徴】

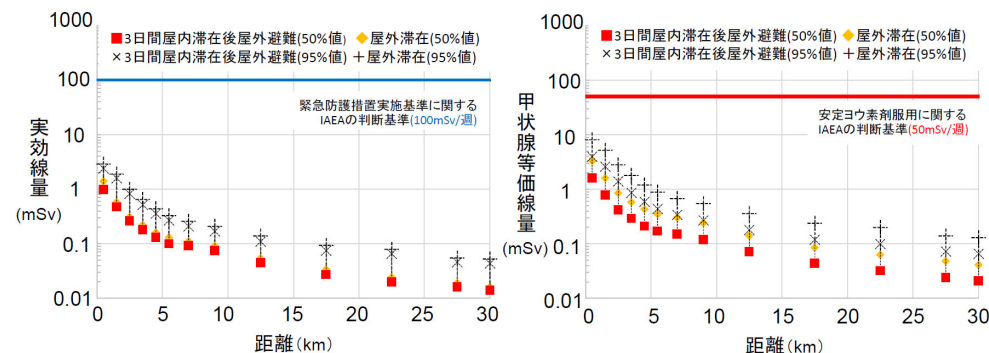
- 原子力施設の事故解析で得られた核種の放出源情報(ソースターム)をもとに、大気拡散・沈着解析、被ばく評価及び防護措置解析に関する一連の評価・解析手法を統合。
- 多様な事故条件及び気象条件を考慮することで、事故の影響を幅広く網羅的に評価することが可能。
- 出力として公衆の被ばく線量(距離ごとの実効線量等)を表示。



OSCAARによる事故影響評価手法の概要

第5回(令和6年9月30日)資料1-2より

ケースB
代替循環冷却系による格納容器除熱を実施するケース(BWR)



4.5km地点 ⁽¹⁾ の50%値における経路別の寄与割合	外部被ばく		内部被ばく
	放射線雲	沈着核種	吸入摂取
実効線量	88%	2%	10%
甲状腺等価線量	38%	1%	61%

(1) 経路別の寄与割合については距離に対する依存性がないため、代表して4.5 kmのものを記載

- ケースAと比べて、希ガス類の割合が大きくなり、ヨウ素やCs類の寄与が小さくなる。このため、吸入摂取の寄与割合が小さくなり、放射線雲からの外部被ばくの割合が大きくなる。
- 放射線雲からの寄与割合が大きくなるので、被ばく低減効果は、ケースAよりも低くなっている。

ケースB(漏えいケース)

著しい炉心損傷が生じるが、格納容器破損防止対策(格納容器内の冷却及び除熱)が奏功し、格納容器が破損せず、格納容器圧力に応じた放射性物質の漏えいが生じるケース

4. 評価例 (R-CubicとOSCAARの比較結果)

4. 評価例(R-CubicとOSCAARの比較)

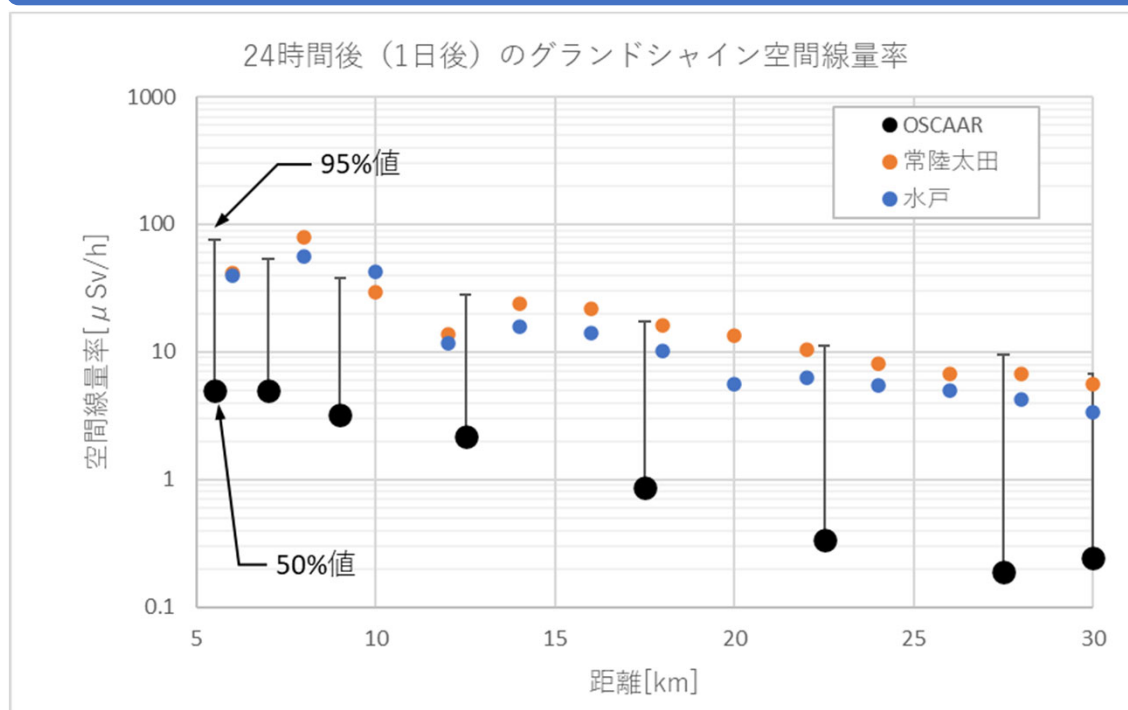
- 【候補2】に示した, R-Cubic(決定論的評価)とOSCAAR(確率論的評価)の比較を実施した。
- 以下の条件で比較を実施した。

項目	R-Cubic	OSCAAR(暫定)	補足
ソース ターム	【サンプルケース】 - Cs-137放出量100TBq相当(他核種はNUREG-1465の割合を参照) - 放出継続時間は5時間	同左	「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(案)」 (原子力規制委員会, 2014年5月28日)を参考に設定
気象条件	【決定論的評価】 茨城県へ提出した拡散シミュレーションの気象条件②(風向と降雨の継続時間が最大) - 水戸方面 2020年10月9日 14時～ - 常陸太田方面: 2020年4月18日 6時～	【確率論的評価】 2020年(2020年1月～2020年12月) - 放出点から半径10kmは発電所の観測値を使用 - 放出点から半径10km以遠はGPVデータからサイト位置での内外挿で与える	決定論的評価と確率論的評価の比較イメージを提示
評価結果	距離毎のグランドシャインによる空間線量率を比較する。		

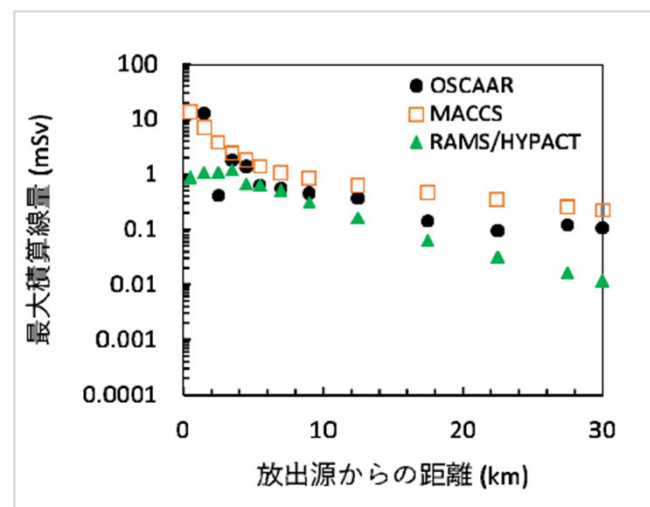
4. 評価例(R-CubicとOSCAARの比較)

R-CubicとOSCAARの比較結果について

- OSCAARでは、様々な気象条件に対して繰り返し計算した結果を取りまとめて統計処理する。これにより、距離毎に線量を昇順に並び替え、様々な気象条件において最も高い線量率を100%とした場合において、主に厳しい気象条件における値(95%値)、中央値となる平均的な気象条件における値(50%値)を示すことができる。(放出点から同じ距離でも気象条件の違いにより線量率に確率的な分布が生じることを示す。)
- 5km以遠において、OSCAARの95%値付近で推移し、概ね良い一致を示している。(気象条件②として抽出した気象条件が、年間の気象条件の中では空間線量率が大きくなる厳しい条件であることがわかる。)



今回の比較評価に類似したコード間比較の例



「令和2度原子力規制庁委託成果報告書 原子力施設等防災対策等委託費(被ばく解析手法の整備)に関する研究」より抜粋

OSCAAR, MACCS2, RAMS/HYPACTにより、ある条件における7日間積算線量を距離別に示した結果が公開されている。

- OSCAAR: 1日後被ばくのグランドシャイン線量から空間線量率の概算値を算出(全方位距離毎の50%値, 95%値)
- R-Cubic : 評価セルの距離と空間線量率の値を整理し、距離毎の最大値を抽出

5. まとめ

- これまでの第三者検証委員会での議論を踏まえ、R-Cubicが一般的に使用される拡散評価コードと概ね同等の性能を有することを確認するため、R-Cubicと他のコードとの比較における論点を整理した。

【コード間比較の方針】

他機関にて検証された他コードとの比較を行うことにより、R-Cubicの信頼性の確認を行う
差分に対する分析・考察等を通じて、R-Cubicの評価上の特徴を把握する

- サンプルケースによりR-CubicとOSCAARの比較評価を実施した。

【比較方法】

空間線量率により比較するため、それぞれのコードの出力結果を整理した。

- OSCAAR : 1日後被ばく線量(全方位距離毎の50%値, 95%値)を24時間で割り、空間線量率を概算
- R-Cubic : 評価セル毎の放出点からの距離と空間線量率の値を整理し、距離毎の最大値を抽出

【比較結果】

R-Cubicの結果について

- 5km以遠において、OSCAARの95%値と概ね良い一致を示している。

- 本日のご意見を踏まえ、評価内容を検討のうえ、次回以降に評価結果を提示する。