

令和6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) 事業

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

令和7年3月

本報告書は、原子力規制委員会原子力規制庁からの委託により実施した業務の成果をとりまとめたものです。

本報告書に関する問い合わせは、原子力規制庁までお願いします。

まえがき

原子力災害時の防災計画の策定にあたっては、放出された放射性物質による影響を事前に評価するとともに、防災対策を実施することでどのくらいの被ばくを低減できるのかについても併せて評価しておく必要がある。レベル3PRAはこのような評価を行う方法の一つであり、国内においてもレベル3PRAのための解析コードとしてOSCAARの開発及び改良がおこなわれているところである。

このような背景を基に、日本原子力研究開発機構安全研究センターは、原子力規制庁長官官房技術基盤グループより原子力規制庁の原子力施設等防災対策等委託費による委託業務として、令和6年度「被ばく解析手法の整備」を受託した。本事業では、OSCAARコードに関する講習、OSCAARコードの検証及び修正・改良作業、OSCAARコードの公開に必要な作業として入力ファイルやGUI、後処理プログラムの変更を実施した。また、レベル3PRAや事故影響評価等に係る情報を収集・整理した。

目次

まえがき	i
目次	iii
表リスト	iv
図リスト	vi
1. 事業の概要	1
1.1. 目的	1
1.2. 範囲	1
2. OSCAARコードの整備	3
2.1. モデル解説書及びユーザーマニュアルの作成	3
2.1.1. モデル解説書の作成	3
2.1.2. ユーザーマニュアルの作成	4
2.2. OSCAARコードに関する講習の実施	5
2.2.1. 講習プログラム	5
2.2.2. 講習のまとめ	6
2.3. OSCAARコードの検証及び修正・改良	7
2.3.1. OSCAARコードの検証	7
2.3.2. OSCAARコードの修正・改良	38
2.4. コード公開に必要な作業の実施	49
2.4.1. 実施作業	49
2.4.2. 入力ファイルに関する変更	49
2.4.3. GUIに関する変更	54
2.4.4. 後処理プログラムに関する変更	61
2.4.5. GUIバージョンマニュアル	66
第2章の参考文献	67
3. OSCAARコードを用いた試計算	68
3.1. 防護措置の効果に係る感度解析	68
3.1.1. 屋内退避	70
3.1.2. 避難	100
第3章の参考文献	116
4. OSCAARコードの整備に関する情報収集	117
5. OSCAARコードの公開に向けて実施すべき事項と作業スケジュール	120
5.1. 公開に向けて実施すべき事項	120
5.2. 作業スケジュール表	121

表リスト

表 2.1	第1回講習カリキュラム	5
表 2.2	第2回講習カリキュラム	5
表 2.3	検証計算の基本計算条件	9
表 2.4	各滞在場所での被ばく低減係数	9
表 2.5	検証計算ケース	10
表 2.6	避難時のメッシュ内移動距離と滞在時間	11
表 2.7	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（標準出力ファイルとの比較全 ケース）	16
表 2.8	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（防護措置なし）	17
表 2.9	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（直接摂取被ばく）	18
表 2.10	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（経根摂取被ばく）	18
表 2.11	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（PAZ屋内退避）	19
表 2.12	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（UPZ屋内退避）	20
表 2.13	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（PAZ避難）	21
表 2.14	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（UPZ避難）	22
表 2.15	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（PAZ安定ヨウ素剤服用）	23
表 2.16	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（UPZ安定ヨウ素剤服用）	23
表 2.17	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（移転）	24
表 2.18	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・標準出力ファイル との比較全ケース）	25
表 2.19	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・防護措置なし）	26
表 2.20	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・直接摂取被ばく）	27
表 2.21	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・経根摂取被ばく）	27
表 2.22	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・PAZ屋内退避）	28
表 2.23	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・UPZ屋内退避）	29
表 2.24	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・PAZ避難） ...	30

表 2.25	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・UPZ避難） ...	31
表 2.26	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・PAZ安定ヨウ素剤服用）	32
表 2.27	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・UPZ安定ヨウ素剤服用）	32
表 2.28	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・移転）	33
表 2.29	OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（時系列出力ファイルとの比較）	36
表 2.30	I-131の時系列出力結果（防護措置なし）	37
表 2.31	計算条件（バージョン比較）	38
表 2.32	計算条件（放出継続時間の比較）	39
表 2.33	計算条件（サンプリング間隔の比較）	39
表 2.34	計算条件（シーケンス数の比較）	40
表 2.35	プログラム修正作業内容	44
表 2.36	自由書式化したパラメータリスト(1/2).....	52
表 2.37	所属サブグループの変更	53
表 2.38	年齢性別依存線量評価機能追加に伴い入力ファイルへ追加されるパラメータ	55
表 2.39	「吸入被ばく低減効果」タブから入力されるパラメータ	61
表 2.40	時系列データ可視化機能の設定ファイルの形式.....	63
表 3.1	被ばく低減係数.....	68
表 3.2	放出シナリオ（規制庁提供資料に基づく）	69
表 3.3	屋内退避ケース	71
表 3.4	PAZ屋内退避時の被ばく低減係数.....	71
表 3.5	日常生活時（夜間）の人口割合とUPZの木造退避割合	71
表 3.6	日常生活時（夜間）の被ばく低減係数	71
表 3.7	UPZ屋内退避時（夜間）の被ばく低減係数	71
表 3.8	屋内退避期間の感度解析ケース	72
表 3.9	建築年度分類の感度解析ケース	80
表 3.10	風速の感度解析ケース	81
表 3.11	安定ヨウ素剤モデルの計算ケース	86
表 3.12	安定ヨウ素剤投与時間の感度解析ケース	95
表 3.13	新旧避難モデルの計算ケース.....	100
表 3.14	避難経路、風向による感度解析	108
表 5.1	OSCAARコード公開までの作業スケジュール予定	121

図リスト

図 2.1	項目別理解度調査結果	6
図 2.2	講習時間の長さに関する回答結果	6
図 2.3	バージョン更新による1シーケンス当たりの平均計算時間比較	40
図 2.4	モジュールごとの1シーケンス当たりの計算時間割合	40
図 2.5	放出継続時間ごとの1シーケンスあたりの平均計算時間	41
図 2.6	サンプリング間隔ごとの1シーケンスあたりの平均計算時間	41
図 2.7	シーケンス数毎の1シーケンスあたりの平均計算時間	42
図 2.8	改良前のOSCAAR入力方式	50
図 2.9	改良後のOSCAAR入力方式	51
図 2.10	TableInfo.datの出力例	54
図 2.11	風速場ベクトルの表示例	55
図 2.12	「年齢及び性別依存」タブ	56
図 2.13	改修後の健康影響推定タブ	57
図 2.14	防護対策選択項目	58
図 2.15	UPZに関する入力項目	59
図 2.16	PAZに関する入力項目	59
図 2.17	避難に関する入力項目	59
図 2.18	被ばく低減係数タブ	60
図 2.19	時系列データ可視化機能に係るファイル関係図	63
図 2.20	「計算結果の図表出力」画面	64
図 2.21	「時間変化の出力」画面	64
図 2.22	OSCAAR.iniの内容	65
図 2.23	50%値及び95%値のシーケンス番号を追加した確率論評価結果の表 ..	66
図 3.1	クラウドシャイン実効線量（屋内退避期間7日、3日）	73
図 3.2	グラウンドシャイン実効線量（屋内退避期間7日、3日）	74
図 3.3	吸入実効線量（屋内退避期間7日、3日）	75
図 3.4	屋外滞在時に対するグラウンドシャイン実効線量比（屋内退避期間7日、3日）	76
図 3.5	屋外滞在時に対するクラウドシャイン実効線量比（屋内退避期間7日、3日）	77
図 3.6	屋外滞在時に対する吸入実効線量比（屋内退避期間7日、3日）	78
図 3.7	東海サイト北方向の距離と建蔽率との関係	79

図 3.8	吸入実効線量（建築年度分類による感度解析）	82
図 3.9	屋外滞在時に対する吸入実効線量比（建築年度分類による感度解析）	83
図 3.10	吸入実効線量（風速による感度解析）	84
図 3.11	屋外滞在時に対する吸入実効線量比（風速による感度解析）	85
図 3.12	吸入実効線量、吸入甲状腺等価線量（SH-a、安定ヨウ素剤）	87
図 3.13	吸入実効線量、吸入甲状腺等価線量（SH-b、安定ヨウ素剤）	88
図 3.14	吸入実効線量、吸入甲状腺等価線量（SH-c、安定ヨウ素剤）	89
図 3.15	吸入実効線量、甲状腺等価線量（IRF2、安定ヨウ素剤）	90
図 3.16	屋外滞在時に対する吸入実効線量、甲状腺等価線量比（SH-a、安定ヨウ素剤）	91
図 3.17	屋外滞在時に対する吸入実効線量、甲状腺等価線量比（SH-b、安定ヨウ素剤）	92
図 3.18	屋外滞在時に対する吸入実効線量、甲状腺等価線量比（SH-c、安定ヨウ素剤）	93
図 3.19	屋外滞在時に対する吸入実効線量、甲状腺等価線量比（IRF2、安定ヨウ素剤）	94
図 3.20	吸入甲状腺等価線量（安定ヨウ素剤投与時間の感度解析）	96
図 3.21	吸入実効線量（安定ヨウ素剤投与時間の感度解析）	97
図 3.22	屋外滞在時に対する吸入甲状腺等価線量比（安定ヨウ素剤投与時間の感度解析）	98
図 3.23	屋外滞在時に対する吸入実効線量比（安定ヨウ素剤投与時間の感度解析）	99
図 3.24	クラウドシャイン実効線量（避難新旧モデル）	102
図 3.25	グラウンドシャイン実効線量（避難新旧モデル）	103
図 3.26	吸入実効線量（避難新旧モデル）	104
図 3.27	屋外滞在時に対するクラウドシャイン実効線量比（避難新旧モデル）	105
図 3.28	屋外滞在時に対するグラウンドシャイン実効線量比（避難新旧モデル）	106
図 3.29	屋外滞在時に対する吸入実効線量比（避難新旧モデル）	107
図 3.30	放出方向の避難元メッシュからの避難経路	109
図 3.31	クラウドシャイン実効線量（避難経路、風向の感度解析）	110
図 3.32	グラウンドシャイン実効線量（避難経路、風向の感度解析）	111
図 3.33	吸入実効線量（避難経路、風向の感度解析）	112
図 3.34	屋外滞在時に対するクラウドシャイン実効線量比（避難経路、風向の感度解析）	113

図 3.35 屋外滞在時に対するグラウンドシャイン実効線量比（避難経路、風向の感度解析）	114
図 3.36 屋外滞在時に対する吸入実効線量比（避難経路、風向の感度解析） ..	115

1. 事業の概要

1.1. 目的

本事業は、重大事故の影響及び防護措置による影響低減効果を評価するため、確率論的環境影響評価コードOSCAAR（以下「OSCAARコード」という。）の整備及び試解析を実施するものである。

1.2. 範囲

1.1に記載した目的のもと、本事業では、以下の2項目における5つの作業を実施した。

1. OSCAARコードの整備

(1) モデル解説書及びユーザーマニュアルの作成

OSCAARコードで用いられている評価モデルを解説したモデル解説書を作成した。また、OSCAARコード解析に係る入力データの作成方法（入力パラメータの概要や制限を含む）、実行方法、出力データ等を記載したユーザーマニュアルを作成した。ユーザーマニュアルには、サンプル計算を含む。

(2) OSCAARコードに関する講習の実施

OSCAARコードに係る入力データの作成方法や実行方法等に係る規制庁職員向けの講習を実施した。講習は同じ規制庁職員（確率論的環境影響評価の経験あり）を対象として複数回実施することを想定し、最終的に講習受講者が自ら条件設定、入力の実行、解析実行、結果の整理及び基礎的な分析を実施できることを目的として実施した。

(3) OSCAARコードの検証及び修正・改良

OSCAARコードのモデルについて総合的な検証を行った。具体的には、機能の不整合の有無の確認、計算時間の高速化の可能性検討、入出力ファイルサイズ削減の検討等を行った。また、必要に応じてプログラムを修正・改良した。年度内の修正・改良が難しいものは、修正・改良が必要な項目を整理した。

(4) コード公開に必要な作業の実施

OSCAARコードの公開に必要な作業（GUI化、GUI版マニュアル作成等）を実施した。

2. OSCAARコードを用いた試計算

(1) 防護措置の効果に係る感度解析

防護措置モデルの違いが計算結果に与える影響を確認するための感度解析を行った。具体的には、OSCAARコード（周辺ツールを含む）が有する詳細な防護措置モデル（Johnsonモデルに基づく安定ヨウ素剤服用効果、時間変化を考慮した屋内退避防護係数、

OIL避難等）を用いた試解析を行うとともに、同じくOSCAARコードが有する簡易な従来型の防護措置モデルによる試解析を行い、解析結果を比較した。試解析には、規制庁が提供した複数のソースタームを用いた。

また、本事業の実施にあたり、確率論的環境影響評価に関連する会議に参加し、評価モデルの検討に関連する情報を入手した。

以下、本報告書では、第2章で「OSCAARコードの整備」、第3章で「OSCAARコードを用いた試計算」、第4章で「OSCAARコードの整備に関する情報収集」のそれぞれに関する成果を記載する。また、第5章には「OSCAARコードの公開に向けて実施すべき事項と作業スケジュール」を記載する。

2. OSCAARコードの整備

OSCAARコードの公開を念頭に、OSCAARコードに関する講習の実施、既存のマニュアル類の見直し及びGUIの修正を実施した。また、改めて現状のOSCAARコードの検証を行い、バグ等への対応を行った。

2.1. モデル解説書及びユーザーマニュアルの作成

2.1.1. モデル解説書の作成

既存のモデル解説書について、以下の点について加筆修正を行った。

- 2.2 早期被ばく線量評価モジュール (EARLY)
 - 全体の説明文を平易な文章に修正
 - ◇ 「放射性雲」を「放射性プルーム」に置き換え
 - ◇ 「パフからの直接線による外部被ばく」を「大気中の放射性核種からの外部被ばく」に置き換え
 - ◇ 「(1) サブマージョンによる外部被ばく」を「(1) 大気中の放射性核種からのクラウドシャイン」に置き換え
 - 使用している線量換算係数の説明を追加
 - ◇ 表2.2 1 内部被ばく線量係数の核種別吸収タイプを追加
 - 再浮遊粒子の吸入による被ばくの説明を追加
- 2.3 長期被ばく線量評価モジュール (CHRONIC)
 - 全体の説明文を平易な文章に修正
 - ◇ 「核種iの土壌からの除去因子」を「ウェザリング」に置き換え
 - ◇ 「ウェザリング」の説明として節の始めに以下を追加：「なお、日本原子力学会 (2018)は「地表面沈着した放射性物質の土壌中への移行, 降雨, 風などによる除去」をウェザリングと定義している。本マニュアルでもこの定義にならない、以下、ウェザリングと表現する。」
 - 英語表記の語句を日本語に変更
 - ◇ 「weathering」を「ウェザリング」に置き換え
 - ◇ 「濃縮係数 (concentration factor)」を「濃縮係数 (単位汚染密度あたりの放射能摂取量)」に置き換え
 - ◇ 「農作物あるいは牧草のProcessing Loss」を「農作物の流通に必要な処理等の過程における放射能の減少割合 (牧草も農作物に含めた)」に置き換え
 - 章立てを変更し、個人線量計算と集団線量計算を分けて記載
 - 再浮遊粒子の吸入による被ばくの説明を追加
- 2.4 防護対策による被ばく低減効果解析モジュール (PM)
 - 新しい防護措置モデルの説明を追加

2.1.2. ユーザーマニュアルの作成

既存ユーザーマニュアルについて、以下の点について加筆修正を行った。

- 2.2 各モジュールのモデルの概要
 - 削除済モデル（有限雲モデル）に関する記述の削除
- 3.3 ファイル環境
 - 防護措置移動場所データMAREA.DATを使用しないことを明記
 - 避難移動経路データ、避難速度データ、建蔽率データを追記
- 4.3 ADD（大気拡散・沈着解析）用入力パラメータ
 - 拡散パラメータを追加
 - 削除済モデル（有限雲モデル、G-factorモデル）に関する記載の削除
 - 早期防護措置実施地域の指定を削除（PMで記載）
- 4.5 EARLY（早期線量評価）用入力パラメータ
 - 呼吸率をダミー入力に変更したことを明記
 - 赤色骨髄の早期被ばく線量の出力を削除によりダミーに変更した旨追加
- 4.6 CHRONIC（長期線量評価）用入力パラメータ
 - 呼吸率をダミー入力に変更したことを明記
 - 英語表記の語句を日本語に変更
 - ☆ 「weathering」を「ウェザリング」に置き換え
 - ☆ 「cloud shielding factor」を「クラウドシャインの低減係数」に置き換え
 - ☆ 「ground shielding factor」を「グラウンドシャインの低減係数」に置き換え
 - ☆ 「inhalation and resuspension filtering factor」を「吸入被ばくの低減係数（フィルタリング係数）」に置き換え
- 4.7 PM（防護対策による被ばく低減効果解析）用入力パラメータ
 - 呼吸率、TEVA(2)、TEVA(3)のダミー入力を明記
 - コンクリート屋内退避→PAZの屋内退避に変更
 - 屋内退避→UPZの屋内退避に変更
- 6.1 OSCAARコードの実行方法、6.2 PostOSCAARプログラムの実行方法
 - 実行方法を改訂、追記

また、以降に示す今年度実施した修正についてもマニュアルを更新した。サンプル計算には屋内退避や避難の新しいモデルの計算も追加した。

2.2. OSCAARコードに関する講習の実施

2.2.1. 講習プログラム

OSCAARコードの使い方について講習を実施した。講習の日時と参加人数は以下の通りである。

- ・ 第1回目：令和6年9月18日（水）、4名
- ・ 第2回目：令和6年12月11日（水）、5名

第1回目はOSCAARコードを実行する上で必要な基本的な知識と操作方法、気象データの作成方法、ポスト処理の講義及び演習を実施した。第2回目は第1回目の講習を受けて、受講者がより深く知りたい箇所や要望等をヒアリングし、ポスト処理に関する復習、OSCAARコードにおける計算の流れに関する講義及び演習に加え、参加者が自由に質問できる時間を設けた。第1回及び第2回の講習カリキュラムをそれぞれ表 2.1と表 2.2に示す。

表 2.1 第1回講習カリキュラム

No.	時間	項目
1	10:00 ～ 10:05	開会
2	10:05 ～ 10:10	【講義】 OSCAAR コードシステムの概要
3	10:10 ～ 10:40	【講義】 気象データ作成支援プログラム gpv2osc の入力データについて
4	10:40 ～ 10:55	【演習】 gpv2osc の実行
5	10:55 ～ 11:05	休憩
6	11:05 ～ 11:45	【講義】 OSCAAR の標準入力ファイルについて
7	11:45 ～ 12:00	【演習】 OSCAAR の実行 (【演習】 gpv2osc の実行結果の確認)
8	12:00 ～ 13:00	昼休み
9	13:00 ～ 13:30	【講義】 OSCAAR の後処理プログラムの使用方法について
10	13:30 ～ 14:15	【実践課題 1】 PAZ の防護措置オプション
11	14:15 ～ 14:25	休憩
12	14:25 ～ 15:10	【実践課題 2】 UPZ の防護措置オプション
13	15:10 ～ 15:55	【実践課題 3】 事故シーケンスの変更
14	15:55 ～ 16:00	閉会

表 2.2 第2回講習カリキュラム

No.	時間	項目
1	10:30 ～ 10:35	開会
2	10:35 ～ 12:00	【講義及び演習】 PostOSCAAR の使用方法についての復習
3	12:00 ～ 13:00	昼休み
4	13:00 ～ 13:50	【講義】 OSCAAR コードの計算の流れについて
5	13:50 ～ 14:00	休憩
6	14:00 ～ 16:00	【演習】 参加者が用意した課題の実践及び補助（途中休憩あり）

		り)
7	16:00 ~ 16:05	閉会

2.2.2. 講習のまとめ

第一回と第二回の両講習に参加者を対象に、第二回講習後に参加者へアンケートを行い、理解度を調査した。調査結果を図 2.1に示す。いずれの項目においてもまあまあ理解できたが過半数であった。一部、気象データ作成については少しわかりにくかったと回答した参加者もいた。気象データ作成のテキスト等について改良を検討する。また、講習時間についての感想としては、図 2.2に示す通り、丁度良かったが多く、次いで少し短かったと回答した参加者もいた。

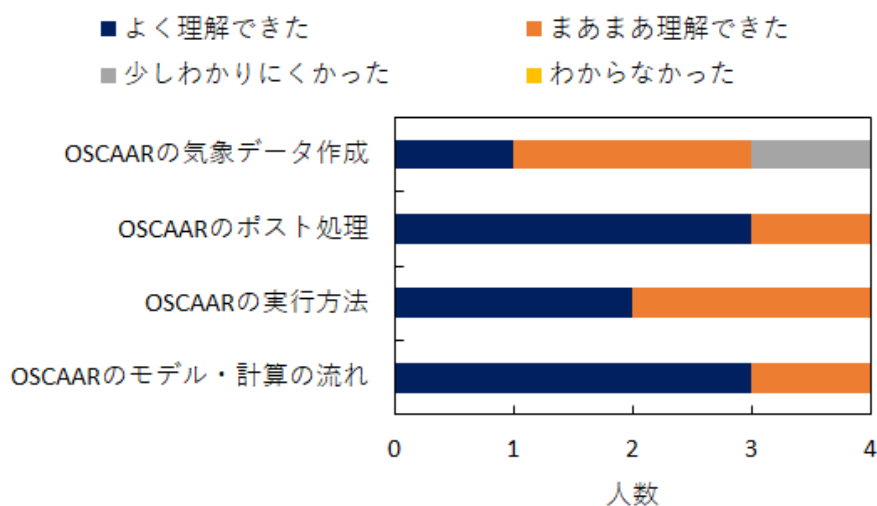


図 2.1 項目別理解度調査結果

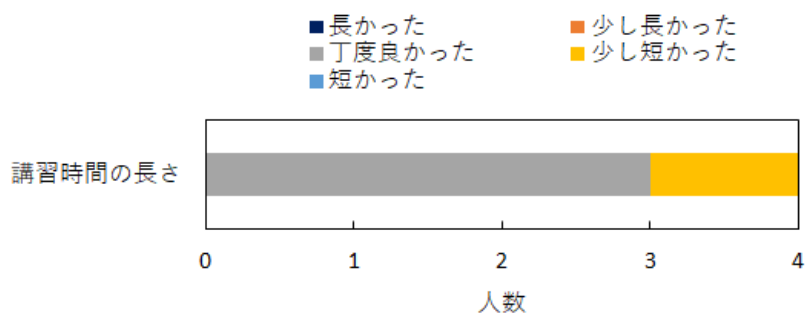


図 2.2 講習時間の長さに関する回答結果

2.3. OSCAARコードの検証及び修正・改良

2.3.1. OSCAARコードの検証

OSCAARコードによる計算結果が正しくモデルを反映しているか検証するため、防護措置ごとに手計算による計算結果とOSCAARコードにより得られた計算結果を比較した。

2.3.1.1. 検証条件

本検証計算では、成人男性に対する7日間積算線量及び1時間線量での比較を行う。基本的な評価条件を表 2.3に示す。評価対象とする地点は各防護措置範囲における最大被ばく線量地点とし、予備計算の結果、予防的防護措置を準備する区域（PAZ：Precautionary Action Zone）では放出点から北に1 kmのメッシュ（放出点に近いほうから2番目の0.5 km～1.5 km範囲）、緊急防護措置を準備する区域（UPZ：Urgent Protective Action Zone）では放出表点から北に5 kmのメッシュ（放出点に近いほうから6番目の4.5 km～5.5 km範囲）となった。屋外滞在時および木造建屋、コンクリート建屋へそれぞれ、屋内退避した場合の被ばく低減係数は表 2.4に示すとおりである。日常生活時及びUPZ屋内退避実施時の被ばく低減係数は、建屋ごとの低減係数を各建屋に存在する人口割合で重みづけ平均した値から設定した。表 2.4の事故直後の日常生活時（事故直後）の低減係数の計算に用いた人口割合は、通常、放出開始時刻が日中か夜間かによって異なるが、今回は一律に屋外滞在者の割合が0.1、木造家屋の滞在者の割合が0.2、コンクリート建屋の滞在者の割合が0.7と設定した。PAZ屋内退避は堅牢な建屋のみへ屋内退避としており、表 2.4の堅牢な施設の被ばく低減係数が用いられる。一方、UPZ屋内退避（人数割合考慮）の低減係数は、屋外滞在時、木造建屋、コンクリート建屋の被ばく低減係数に人口割合を乗じて足し合わせた重み付け平均を採用している。本計算に用いた人口割合は、日常生活時の人口割合（屋外：0.1、木造建屋：0.2、コンクリート建屋0.7）から、屋外滞在者は全員がコンクリート建屋に退避したと仮定し、木造建屋の滞在者の割合を0.2、コンクリート建屋の滞在者の割合を0.8とした。さらに防護措置終了後の通常生活における人口割合（表 2.4の日常生活時（長期評価））は、屋外滞在者の割合を0.1、木造家屋の滞在者の割合を0.7、コンクリート建屋の滞在者の割合を0.2とした。

食物由来の放射性物質の摂取については、地表面に沈着した放射性物質が付着した食品を摂取することによる被ばく（以下、「直接摂取被ばく」という。放射性物質が付着した牧草由来の被ばくを含む）と、経根吸収により食品に含まれた放射性物質を摂取することによる被ばく（以下、「経根摂取被ばく」という。）の2経路を対象とした。ただし、I-131は半減期が短く、土壤中を移動する間にほとんどが壊変してしまうため、経根吸収による摂取はないとみなした。また、食物摂取による被ばくは慢性摂取による被ばくであるため、1年ごとの被ばく量で比較した。本作業で対象とする食品は牛乳、乳製品、肉、穀物、根菜、葉菜の6種類とし、牛の食料である牧草、穀物、根菜及び葉菜は常時収穫可能な種類を想定した（OSCAARコードでは生育開始や収穫開始及び終了の時期を任意に設定可能）。

検証対象となる防護措置のケースを表 2.5に示す。ここでは防護措置をとらずに通常の生活を続けた場合、防護措置として屋内退避を実施した場合、避難を実施した場合、屋内退避に加えて安定ヨウ素剤を服用した場合、移転した場合を対象とした。防護措置を実施しない場合の被ばく線量は、屋外滞在時の被ばく線量に日常生活時の被ばく線量低減係数を乗じて求めた。屋内退避の場合、PAZでは全員が堅牢な施設に退避するものとし、屋内退避完了後は表中の堅牢な施設における線量低減係数を適用した。ただし放射性物質の放出後屋内退避を実施するケースでは、放出開始から退避完了までの時間を徒歩移動の時間とみなし、屋外滞在時の線量低減係数を適用した。避難の場合は、事故時に滞在しているメッシュからUPZ外側のメッシュ（放出源からの距離が27.5～35.0 kmとなる、放出源に近いほうから13番目のメッシュ）の30 km以遠の任意点へと避難するものとし、避難中の移動手段は自動車（平均時速10 km時）とした。表 2.6に、予備計算において最大濃度地点となった、放出源から近いほうから2番目のメッシュ滞在者の避難時の移動距離と滞在時間を示す。また、避難後はコンクリート建屋への退避するものとした。屋内退避中に安定ヨウ素剤を服用するケースでは、OSCAARコードが持つ安定ヨウ素剤の服用による甲状腺線量低減係数の計算モデル(JAEA-Research 2012-039)であるJohnsonモデル(J.R.Johnson (1981)) 及びCOSYMAモデル(J.A.Jones et al. (1996))の2種類のモデルについて、それぞれ検証した。各モデルの詳細は付録のモデル解説書に示している。

計算ケースのうち、表 2.5中の●で示した条件に対して、7日間積算の実効線量の検証ではCs-137、I-131、Pu-239の3核種の和を対象とし、1時間線量の検証ではCs-137を対象とした。甲状腺等価線量ではいずれの条件においてもI-131を対象とした。ただし、1時間線量の検証において防護措置を実施しない場合は、半減期による壊変の影響等についても把握するため、3核種それぞれで比較を行った。

比較するOSCAARコードの出力は7日間積算線量の場合は標準出力結果を用い、1時間線量の場合は時系列出力結果を用いた。また、食物摂取による被ばくについては、長期的な摂取による被ばくが対象となるため、1時間線量の検証は行わない。

なお、現状のOSCAARコードでは防護措置をとらずに通常の生活を続けた場合として防護措置を行わない場合、計算が正しく実行されない。そのため、防護措置として屋内退避を選択し、放出開始前に屋内退避期間を完了（屋内退避を解除）させることで、放出開始後は表 2.4の日常生活時（長期評価）の低減係数が適用されるよう設定した。

比較項目はクラウドシャイン実効線量、グラウンドシャイン実効線量、吸入被ばく実効線量、再浮遊吸入被ばく実効線量、吸入被ばく甲状腺等価線量、外部被ばく（クラウドシャインとグラウンドシャインの和）甲状腺等価線量とした。これまでOSCAARコードでは吸入被ばくの預託期間を早期被ばくの対象期間である7日間と設定して評価することが多かったが、現在は早期被ばくであっても預託期間を50年とするという考え方が一般的であることから、今回はOSCAARコードの標準出力のうち、7日間の被ばく線量に対して預託期間を7日とした場合及び50年とした場合の2パターンで比較した。

手計算における入力条件のうち、大気中濃度及び沈着量についてはOSCAARコードのADDモジュールからの1時間ごとの出力値を用い、さらに沈着量は対象時刻における壊変を考慮して累積の沈着量を算出した。計算に用いた半減期はOSCAARコードの付属ライブラリnuc87.datの値を用いた。

表 2.3 検証計算の基本計算条件

項目	設定
座標系	正距方位図法
対象施設	東海第二原子力発電所（緯度 36.46583°、経度 140.6067°）放出高 40 m
防護措置範囲	PAZ：対象施設から 10km 以内、UPZ：対象施設から 10～30 km
放出量	事故時の炉内インベントリは 3 核種（Cs-137、I-131、Pu-239）とも 100 PBq（1E+17 Bq）
気象条件	風向は南→北の一樣風、風速 2.5 m/s（高さ 10 m）、大気安定度 D（met ファイルにて設定）
評価点	32 方位分割時の PAZ、UPZ それぞれの最大濃度メッシュ
同心円メッシュの半径（km）	0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 7.0, 9.0, 12.5, 17.5, 22.5, 27.5, 35.0, 50.0

表 2.4 各滞在場所での被ばく低減係数

分類	滞在場所	被ばく低減係数		
		クラウドシャイン	グラウンドシャイン	吸入被ばく
入力値	屋外	1	0.7	1
	木造建屋	0.9	0.4	0.25
	コンクリート建屋 堅牢な施設	0.6	0.2	0.05
	自動車	0.88	0.73	1
入力値から計算	日常生活時 （事故直後）	0.7	0.29	0.185
	日常生活時 （長期評価）	0.7	0.29	0.185
	UPZ 屋内退避 （人数割合考慮）	0.66	0.24	0.090

表 2.5 検証計算ケース

No.	防護措置	実施 タイミン グ	対策 範囲	実効線量					甲状腺 等価線量	
				クラウド シャイン	グラウンド シャイン	吸入	再浮遊 吸入	食物 摂取※1	吸入	外部 CS+GS
1	なし	なし	全域	Cs-137 I-131 Pu-239	Cs-137 I-131 Pu-239	Cs-137 I-131 Pu-239	Cs-137 I-131 Pu-239	Cs-137 I-131 Pu-239	I-131	I-131
2	屋内退避	放出前か ら実施	PAZ	●※2	●	●	—※3	—	—	—
3			UPZ	●	●	●	—	—	—	—
4		放出6時 間後開始	PAZ	●	●	●	—	—	—	—
5			UPZ	●	●	●	—	—	—	—
6	避難	放出前 完了	PAZ	●	●	●	—	—	—	—
7			UPZ	●	●	●	—	—	—	—
8		放出時 避難開始	PAZ	●	●	●	—	—	—	—
9			UPZ	●	●	●	—	—	—	—
10	屋内退避 (放出前か ら実施) + 安定ヨウ 素剤服用	放出時 服用	PAZ	—	—	—	—	—	I-131	I-131
11			UPZ	—	—	—	—	—	I-131	I-131
12		放出6時 間後服用	PAZ	—	—	—	—	—	I-131	I-131
13			UPZ	—	—	—	—	—	I-131	I-131
14		放出6時 間前服用	PAZ	—	—	—	—	—	I-131	I-131
15	移転	放出6時 間後実施	PAZ	●	●	●	—	—	—	—

※1 食物摂取による被ばく線量については早期被ばくでの検証は行わず、長期被ばくのための検証を実施した。

※2 ●で示したセルは7日間積算の実効線量の検証ではCs-137、I-131、Pu-239の3核種の和を対象とし、1時間線量の検証ではCs-137を対象とした。

※3 記号"—"の箇所：対象外

表 2.6 避難時のメッシュ内移動距離と滞在時間
(放出源に近いほうから2番目のメッシュ滞在者の例)

滞在メッシュ番号 (距離メッシュ)	メッシュ内移動距離 (km)	メッシュ滞在時間(h) (移動速度 10 km/h)	滞在する時間区分 (h)
2	1.0	0.1	0～1
3	1.0	0.1	0～1
4	1.0	0.1	0～1
5	1.0	0.1	0～1
6	1.5	0.15	0～1
7	2.0	0.2	0～1
8	3.5	0.35	0～2
9	5.0	0.5	1～2
10	5.0	0.5	1～3
11	5.0	0.5	2～3
12	7.5	0.75	2～4
13	15.0	1.5	3～5※

※ 時間区分4～5時間の間に避難地点に到着

2.3.1.2. 早期被ばく期間（7日間）の積算線量に対する検証結果

OSCAARコードによる計算結果（標準出力ファイルの7日間積算線量）と手計算による計算結果を比較した結果を以下に示す。また、表 2.7に比較結果の一覧を示す。ただし、防護措置をとらない場合の食物摂取による被ばく線量については、他の計算ケースとは比較する被ばく経路が異なるため、表中に含まない。

(1) 防護措置なし

防護措置をとらない場合について、クラウドシャイン、グラウンドシャイン、内部被ばく、再浮遊吸入被ばくの手計算値とOSCAARコードの出力値との比を評価したところ、表 2.8の通り、ほぼ等しい値を示した。食物摂取による被ばくについては、表 2.9及び表 2.10に示す通り、直接摂取被ばくの場合も経根摂取被ばくの場合も両者はほぼ一致した。

(2) 防護措置実施

防護措置の実施時として、屋内退避、避難、屋内退避＋安定ヨウ素剤服用、移転の4パターンについて被ばく線量を比較した。

1) 屋内退避

PAZにおける屋内退避実施時の被ばく線量の比較結果を表 2.11に示す。またUPZにおける屋内退避実施時の被ばく線量の比較結果を表 2.12に示す。屋内退避時の7日間線量は、放出前から屋内退避を実施した場合、放出6時間後から屋内退避を実施した場合ともに、手計算値とOSCAARコードの標準出力ファイルの値がほぼ一致した。

2) 避難

PAZにおける避難実施時の被ばく線量の比較結果を表 2.13に示す。またUPZにおける避難実施時の被ばく線量の比較結果を表 2.14に示す。避難時の7日間線量は、放出前に防護措置範囲の全員がUPZ外に避難を完了した場合、手計算値とOSCAARコードの標準出力ファイルの値はほぼ一致した。一方、放出開始時に避難を開始した場合には3%以下の差がみられた。入力条件では、放出開始時に避難を開始し、放出開始から4～5時間後には、13メッシュ内を自動車で移動し、同時間内に避難先である13メッシュ外縁へと到達するよう設定している。手計算では放出開始から4～5時間後の期間の被ばく低減係数として、移動中を想定した自動車の被ばく低減係数と避難先到達後のコンクリート建屋への屋内退避の被ばく低減係数にそれぞれ所要時間割合を乗じた値を用いた。一方、OSCAARコードでは1時間値に対して適用できる低減係数は1つに限られるため、放出開始から4～5時間後は避難先に移動が完了しているとして、コンクリート建屋の被ばく低減係数が用いられている。そのため被ばく量に差が生じたものと考えられる。ただしこの差は3%以下に過ぎず、誤差範囲を考慮した場合には問題となる値ではないといえる。

3) 屋内退避+安定ヨウ素剤服用

PAZにおける安定ヨウ素剤服用時の被ばく線量の比較結果を表 2.15に示す。またUPZにおける安定ヨウ素剤服用時の被ばく線量の比較結果を表 2.16に示す。

ここでは安定ヨウ素剤服用モデルとして2種類のモデル（①Johnsonモデル、②COSYMAモデル）を用い、放出前に屋内退避を完了し、さらに安定ヨウ素剤を服用した場合の甲状腺等価線量を計算した。比較の結果、①Johnsonモデルによる低減効果を考慮した被ばく線量は、計算値とOSCAARコードの標準出力の値でおおむね等しくなった。②COSYMAモデルによる低減効果を考慮した被ばく線量は、放出開始以前に安定ヨウ素剤を服用した場合の7日間積算甲状腺等価線量は必ず0となるため、手計算値との比は算出できなかったが、放出開始6時間後に服用した場合の被ばく線量は両者でおおむね等しい値となった。

4) 移転

PAZにおける移転時の被ばく線量の比較結果を表 2.17に示す。OSCAARコードのPMモデルでは、移転は放出から7日後以降に実施することを前提に設計されており、

OSCAARコードの標準出力では、クラウドシャイン、グラウンドシャイン、吸入被ばく（7日間預託）は現状のプログラムの仕様上、7日間の滞在（低減係数は表 2.4の日常生活時（事故直後））後に移転を行う、という条件での計算結果が出力される。そのため、それぞれ手計算値とは大きく異なる値となった。ただし、吸入被ばく（50年預託）、再浮遊吸入被ばく（50年預託）の計算は他の被ばく計算とは異なる処理を行っており、指定した6時間後に移転を開始することが可能な設計となっていることから、手計算値とほぼ等しい値となった。クラウドシャイン、グラウンドシャイン、吸入被ばくの被ばく経路については、プログラムの修正が必要であり、現在修正作業中である。

2.3.1.3. 検証作業中に実施した不具合修正

本検証作業は、手計算による計算結果とOSCAARコードの計算を比較し、発見した不具合箇所は随時修正を行いながら進める形をとった。そこで本作業におけるコード修正の効果を理解するため、参考として作業開始時における実効線量の計算結果と手計算結果との比較を表 2.18～表 2.28に示す。なお、修正前の出力桁数は小数第一位までである。また、食物摂取については3核種合計値で示した。本検証作業中に実施した修正内容の詳細について以下に整理した。

- クラウドシャイン計算方法の統一

入力値となるOSCAARコードの大気中濃度の時系列出力及び地表面濃度の時系列出力は、2.3.1.1に示したように、ADDモジュールのPRINTサブグループの入力変数jprintで大気中濃度及び沈着量の出力を指定し、標準出力ファイルから取得した。このとき、同時にクラウドシャイン線量の計算結果を取得したところ、ADDモジュールで出力されるクラウドシャイン線量及びPMモジュールで計算される一部のクラウドシャイン線量は令和4年度以前に使用していた空気吸収線量から等価／実効線量への換算係数（以下、「G-factor」という。）を使用した計算方法によって算出されており（JAEA (2023)）、現在のEARLYモジュールで採用されている線量換算係数を使用した計算方法とは異なる値であった。そのため、今後はこれを出力できないように修正した。同様にPMモジュールでも一部でクラウドシャイン線量の計算にG-factorを用いた計算方法が用いられていたため、EARLYモジュールで用いている線量換算係数を使用した計算方法をとるよう修正し、すべてのクラウドシャイン計算方法を一致させた。合わせて、ADDモジュールでのクラウドシャインの計算部分はすべて削除した。

- 避難時の通過メッシュでの沈着量の処理修正

防護措置として避難を実施した場合、当初の計算ではグラウンドシャインにおいて手計算値に比べてOSCAARコードの出力値が大きかった。その差の原因について調査したところ、OSCAARコードのPMモジュールにおいて避難時に1時間以内に複数メッシュを通過す

る条件では、通過する全メッシュの沈着量の積算値からグラウンドシャインを算出していたことがわかった。そのため、今回の計算条件のように1時間に7つのメッシュを通過するような場合には、OSCAARコードの出力値が非常に大きくなる。そこで通過メッシュごとの沈着量に各メッシュに滞在した時間で重み付けを行い、その積算値からグラウンドシャインを計算するよう修正した。

- 地表面沈着量の放射壊変の重複修正

OSCAARコードでグラウンドシャイン及び再浮遊吸入被ばくの計算に用いる地表面の沈着量はADDモジュールで計算される。ただし、ADDモジュール、EARLYモジュール、PMモジュールにおける計算値もしくは計算で使用される沈着量を確認したところ、沈着した放射性物質の放射壊変の計算は複数のモジュールにおいて重複して実施されており、モジュールによっては沈着量が過小評価となっていたことがわかった。そこでADDモジュールのサブルーチンLspuffにおいて、変数xtotaldepの計算において放射壊変の計算処理部分を削除し、放射壊変は線量計算処理とともに実施するように修正した。なお、本作業では早期被ばく期間のみを対象に検証しているため、xtotaldepの修正については今後長期被ばく等における出力値に対しても十分な検証を行う必要がある。

- 地表面沈着量の取り扱いの変更

OSCAARコードの扱う地表面の沈着量は、ADDモジュールで算出するADDの計算期間での総沈着量と、1時間ごとの沈着量の積算値の2種類があり、現状ではEARLYモジュール及びPMモジュールの一部では総沈着量を用い、PMモジュールで時系列出力に対応する処理では、1時間ごとの積算沈着量を用いるよう使い分けられている。ただし、総沈着量はADDモジュールで算出する計算期間（プルームの通過により1時間ごとに沈着量が増加していく期間）において常に全期間における合計沈着量が適用されるため、1時間ごとの積算沈着量に比べて過大となる。

防護措置を実施した場合、PMモジュールではサブルーチンcalgroundshine_shield及びcalgroundshine_stdoutにおいて、それぞれ沈着量として1時間ごとの積算値または総沈着量を用いて被ばく線量を計算する。しかし総沈着量は上述のように1時間ごとの積算沈着量に比べて大きいこと、また現コードではあえて2種類の沈着量を使い分ける必要がないことから、今回、サブルーチンcalgroundshine_shieldにおいて1時間ごとの積算沈着量から被ばく線量を求める処理に一本化し、防護措置実施時におけるグラウンドシャインの過大評価を解消した。

- 安定ヨウ素剤服用時の7日摂取50年預託時の出力修正

PMモジュールにおいて安定ヨウ素剤服用時の処理を行うサブルーチンchgaddでは、7日摂取・50年預託時の被ばく線量の計算において、計算期間（通常7日間）における吸入被

ばく線量に対して、安定ヨウ素剤服用による低減係数を必要以上に繰り返し乗じており、安定ヨウ素剤服用時の吸入被ばく線量が極端に小さな値を示していた。そこで1時間ごとの吸入被ばく線量に対してその時点での安定ヨウ素剤服用時の低減係数を乗じるよう修正したところ、正しい低減係数を乗じた結果が出力されることが確認できた。

- 移転の実施タイミングの変更

現状のOSCAARコードでは、防護措置として移転を実施する場合、その低減効果は長期被ばくに対してのみ適用する設計となっており、早期被ばくの計算期間において移転を実施するよう入力した場合でも、早期被ばく期間ではその効果が考慮されなかった。今回、試験的にサブルーチン**Evacuation**における移転開始時間の判定タイミングを修正し、早期被ばく期間においても吸入被ばく（50年預託）において低減効果を考慮できるようになった。

表 2.7 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（標準出力ファイルとの比較全ケース）

防護措置	実施 タイミング	実施 範囲	実効線量 (Cs-137, I-131, Pu-239)				甲状腺等価線量 (I-131)		
			クラウド シャイン	グラウン ドシャイ ン	吸入 (50年預 託)	再浮遊 吸入 (50年預 託)	吸入①※1 (50年預 託)	吸入② (50年預 託)	外部 被ばく
なし	なし	全城	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
屋内退避	放出前から 実施	PAZ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—※2	1.00
		UPZ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	1.00
	放出6時間 後開始	PAZ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	1.00
		UPZ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	1.00
避難	放出前完了	PAZ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	1.00
		UPZ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	1.00
	放出時 避難開始	PAZ	1.01	1.00	1.03	1.01	1.03	—	1.01
		UPZ	1.01	1.00	1.03	1.01	1.03	—	1.01
屋内退避 (放出前から 実施) + 安定ヨウ素剤 服用	放出時服用	PAZ	—	—	—	—	1.00	—	1.00
		UPZ	—	—	—	—	1.00	—	1.00
	放出6時間 後服用	PAZ	—	—	—	—	1.00	1.00	1.00
		UPZ	—	—	—	—	1.00	1.00	1.00
	放出6時間 前服用	PAZ	—	—	—	—	1.00	—	1.00
移転	放出6時間 後実施	PAZ	0.49	0.01	1.00	1.00	—	—	—

※1 甲状腺等価線量の吸入被ばくは、①が服用なしまたは安定ヨウ素剤服用時にJohnsonモデルを適用した場合の計算結果、②が安定ヨウ素剤服用時にCOSYMAモデルを適用した場合の計算結果を示す。

※2 記号"—"の箇所：比較対象外

表 2.8 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（防護措置なし）

防護措置なし	実施 範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)						甲状腺等価線量(I-131)		
		クラウド シャイン	グラウンド シャイン	吸入 (7 日 預託)	吸入 (50 年 預託)	再浮遊吸入 (7 日 預託)	再浮遊吸入 (50 年 預託)	吸入 (7 日 預託)	吸入 (50 年 預託)	外部 被ばく
手計算値 (Sv/7d)	全域	4.57E-02	2.64E-01	8.01E+01	1.67E+03	4.50E-02	9.40E-01	6.84E+00	1.48E+01	1.03E-01
OSC 標準出力(Sv/7d)		4.57E-02	2.64E-01	8.01E+01	1.67E+03	4.50E-02	9.40E-01	6.85E+00	1.48E+01	1.03E-01
計算値/出力値		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

※OSC標準出力とは、OSCAARコードの標準出力ファイルの出力値を指す。以下の表も同様。

表 2.9 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（直接摂取被ばく）

経過年数	手計算値 / OSCAAR 標準出力値					
	牛乳	乳製品	肉	穀物	根菜	葉菜
0 - 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1 - 2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2 - 3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3 - 4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4 - 5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

表 2.10 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（経根摂取被ばく）

経過年数	手計算値 / OSCAAR 標準出力値					
	牛乳	乳製品	肉	穀物	根菜	葉菜
0 - 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1 - 2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2 - 3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3 - 4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4 - 5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

19

[illegible][illegible]

表 2.12 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比 (UPZ屋内退避)

[illegible][illegible]

表 2.13 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比 (PAZ避難)

避難 (放出前完了)	実施 範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)						甲状腺等価線量(I-131)		
		クラウド シャイン	グラウンド シャイン	吸入 (7 日預託)	吸入 (50 年預託)	再浮遊吸入 (7 日預託)	再浮遊吸入 (50 年預託)	吸入 (7 日預託)	吸入 (50 年預託)	外部 被ばく
手計算値 (Sv/7d)	PAZ	4.36E-04	1.81E-03	1.91E-01	3.97E+00	1.06E-04	2.20E-03	1.61E-02	3.48E-02	7.60E-04
OSC 標準出力(Sv/7d)		4.36E-04	1.81E-03	1.91E-01	3.97E+00	1.06E-04	2.20E-03	1.61E-02	3.48E-02	7.59E-04
計算値/出力値		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

避難 (放出後避難開始、5 時間後完了)	実施 範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)						甲状腺等価線量(I-131)		
		クラウド シャイン	グラウンド シャイン	吸入 (7 日預託)	吸入 (50 年預託)	再浮遊吸入 (7 日預託)	再浮遊吸入 (50 年預託)	吸入 (7 日預託)	吸入 (50 年預託)	外部 被ばく
手計算値 (Sv/7d)	PAZ	2.16E-03	1.95E-03	1.10E+01	2.30E+02	1.51E-04	3.14E-03	9.42E-01	2.03E+00	1.61E-03
OSC 標準出力(Sv/7d)		2.14E-03	1.94E-03	1.07E+01	2.24E+02	1.48E-04	3.08E-03	9.16E-01	1.98E+00	1.60E-03
計算値/出力値		1.01	1.00	1.03	1.03	1.02	1.02	1.03	1.03	1.01

表 2.14 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比 (UPZ避難)

避難 (放出前完了)	実施 範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)						甲状腺等価線量(I-131)		
		クラウド シャイン	グラウンド シャイン	吸入 (7 日 預託)	吸入 (50 年 預託)	再浮遊吸入 (7 日 預託)	再浮遊吸入 (50 年 預託)	吸入 (7 日 預託)	吸入 (50 年 預託)	外部 被ばく
手計算値 (Sv/7d)	UPZ	4.36E-04	1.81E-03	1.91E-01	3.97E+00	1.06E-04	2.20E-03	1.61E-02	3.48E-02	7.60E-04
OSC 標準出力(Sv/7d)		4.36E-04	1.81E-03	1.91E-01	3.97E+00	1.06E-04	2.20E-03	1.61E-02	3.48E-02	7.59E-04
計算値/出力値		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

避難 (放出後避難開始、5 時間後完了)	実施 範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)						甲状腺等価線量(I-131)		
		クラウド シャイン	グラウンド シャイン	吸入 (7 日 預託)	吸入 (50 年 預託)	再浮遊吸入 (7 日 預託)	再浮遊吸入 (50 年 預託)	吸入 (7 日 預託)	吸入 (50 年 預託)	外部 被ばく
手計算値 (Sv/7d)	UPZ	1.14E-03	1.87E-03	4.86E+00	1.01E+02	1.25E-04	2.61E-03	5.24E-04	8.94E-01	1.11E-03
OSC 標準出力(Sv/7d)		1.13E-03	1.86E-03	4.70E+00	9.80E+01	1.23E-04	2.57E-03	4.00E-01	8.64E-01	1.10E-03
計算値/出力値		1.01	1.00	1.03	1.03	1.01	1.01	1.03	1.03	1.01

表 2.15 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（PAZ安定ヨウ素剤服用）

屋内退避（放出前から実施） ＋ 安定ヨウ素剤服用		実施 範囲	甲状腺等価線量(I-131)			
			吸入 (7 日預託)		吸入 (50 年預託)	
			モデル①※1	モデル②	モデル①	モデル②
放出 6 時間 前服用	手計算値 (Sv/7d)	PAZ	2.47E-02	0.00E+00	5.34E-02	0.00E+00
	OSC 標準出力(Sv/7d)		2.47E-02	0.00E+00	5.34E-02	0.00E+00
	計算値/出力値		1.00	—※2	1.00	—
放出時服用	手計算値 (Sv/7d)		1.64E-02	0.00E+00	3.54E-02	0.00E+00
	OSC 標準出力(Sv/7d)		1.64E-02	0.00E+00	3.54E-02	0.00E+00
	計算値/出力値		1.00	—	1.00	—
放出後 6 時 間後服用	手計算値 (Sv/7d)		1.57E-01	2.53E-01	3.39E-01	5.47E-01
	OSC 標準出力(Sv/7d)		1.57E-01	2.53E-01	3.39E-01	5.47E-01
	計算値/出力値		1.00	1.00	1.00	1.00

※1 モデル①はJohnsonモデル、モデル②はCOSYMAモデルによる計算結果を示す。

※2 記号"—"の箇所：0の除算のため計算不可

表 2.16 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（UPZ安定ヨウ素剤服用）

屋内退避（放出前から実施） ＋ 安定ヨウ素剤服用		実施 範囲	甲状腺等価線量(I-131)			
			吸入 (7 日預託)		吸入 (50 年預託)	
			モデル①※1	モデル②	モデル①	モデル②
放出 6 時間 前服用	手計算値 (Sv/7d)	UPZ	8.47E-03	0.00E+00	1.83E-02	0.00E+00
	OSC 標準出力(Sv/7d)		8.47E-03	0.00E+00	1.83E-02	0.00E+00
	計算値/出力値		1.00	—※2	1.00	—
放出時服用	手計算値 (Sv/7d)		5.61E-03	0.00E+00	1.21E-02	0.00E+00
	OSC 標準出力(Sv/7d)		5.61E-03	0.00E+00	1.21E-02	0.00E+00
	計算値/出力値		1.00	—	1.00	—
放出後 6 時 間後服用	手計算値 (Sv/7d)		5.38E-02	8.68E-02	1.16E-01	1.88E-01
	OSC 標準出力(Sv/7d)		5.38E-02	8.69E-02	1.16E-01	1.88E-01
	計算値/出力値		1.00	1.00	1.00	1.00

※1 モデル①はJohnsonモデル、モデル②はCOSYMAモデルによる計算結果を示す。

※2 記号"—"の箇所：0の除算のため計算不可

表 2.17 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（移転）

移転（放出 6 時間後実施）	実施 範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)					
		クラウド シャイン	グラウンド シャイン	吸入 (7 日預託)	吸入 (50 年預託)	再浮遊吸入 (7 日預託)	再浮遊吸入 (50 年預託)
手計算値 (Sv/7d)	PAZ	2.26E-02	2.78E-03	3.12E+01	6.50E+02	3.93E-04	8.18E-03
OSC 標準出力(Sv/7d)		4.57E-02	2.71E-01	8.01E+01	6.50E+0	9.62E-01	8.19E-03
計算値/出力値		0.49	0.01	0.39	1.00	4.08E-04	1.00

表 2.18 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・標準出力ファイルとの比較全ケース）

防護措置	実施 タイミング	実施 範囲	実効線量 (Cs-137, I-131, Pu-239)				甲状腺等価線量 (I-131)	
			クラウド シャイン	グラウンド シャイン	吸入 (50 年預託)	再浮遊 吸入 (50 年預託)	吸入①※1 (50 年預託)	吸入② (50 年預託)
なし		全域	0.97	1.10	1.04	1.02	—※2	—
屋内退避	放出前から 実施	PAZ	0.98	1.13	1.01	1.03	—	—
		UPZ	0.98	1.11	1.03	1.03	—	—
	放出 6 時間 後開始	PAZ	0.98	1.08	1.01	1.03	—	—
		UPZ	0.98	1.06	1.03	1.02	—	—
避難	放出前 完了	PAZ	0.99	1.13	1.02	1.00	—	—
		UPZ	0.99	1.13	1.02	1.00	—	—
	放出時 避難開始	PAZ	0.98	0.24	1.05	1.05	—	—
		UPZ	1.03	0.60	1.06	1.04	—	—
屋内退避（放 出前） + 安定ヨウ素剤 服用	放出時服用	PAZ	—	—	—	—	1.2E-04	—
		UPZ	—	—	—	—	1.2E-04	—
	放出 6 時間 後服用	PAZ	—	—	—	—	1.2E-03	1.9E-03
		UPZ	—	—	—	—	1.2E-03	1.9E-03
	放出 6 時間 前服用	PAZ	—	—	—	—	1.8E-04	—
移転	放出 6 時間 後実施	PAZ	0.49	0.01	—	—	—	—

※1 安定ヨウ素剤服用時の甲状腺等価線量の吸入被ばくは、①Johnsonモデルによる計算結果、②COSYMAモデルによる計算結果を示す。

※2 記号"—"の箇所：比較対象外

表 2.19 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・防護措置なし）

防護措置なし	実施範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)					
		クラウド シャイン	グラウンド シャイン	吸入 (7 日預託)	吸入 (50 年預託)	再浮遊吸入 (7 日預託)	再浮遊吸入 (50 年預託)
手計算値 (Sv/7d)	全域	4.57E-02	2.64E-01	8.01E+01	1.67E+03	4.50E-02	9.40E-01
OSC 標準出力(Sv/7d)		4.7E-02	2.4E-01	7.8E+01	1.6E+03	4.4E-02	9.2E-01
計算値/出力値		0.97	1.10	1.03	1.04	1.02	1.02

表 2.20 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・直接摂取被ばく）

経過年数	手計算値 / OSC 標準出力値					
	牛乳	乳製品	肉	穀物	根菜	葉菜
0 - 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1 - 2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2 - 3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3 - 4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4 - 5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

表 2.21 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・経根摂取被ばく）

経過年数	手計算値 / OSC 標準出力値					
	牛乳	乳製品	肉	穀物	根菜	葉菜
0 - 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1 - 2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2 - 3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3 - 4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4 - 5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

表 2.22 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・PAZ屋内退避）

屋内退避（放出前から実施）	実施範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)					
		クラウドシャイン	グラウンドシャイン	吸入 (7 日預託)	吸入 (50 年預託)	再浮遊吸入 (7 日預託)	再浮遊吸入 (50 年預託)
手計算値 (Sv/7d)	PAZ	3.22E-02	1.35E-01	1.40E+01	2.93E+02	7.90E-03	1.65E-01
OSC 標準出力(Sv/7d)		3.3E-02	1.2E-01	1.4E+01	2.9E+02	7.7E-03	1.6E-01
計算値/出力値		0.98	1.13	1.00	1.01	1.03	1.03

屋内退避（放出後 6 時間後開始）	実施範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)					
		クラウドシャイン	グラウンドシャイン	吸入 (7 日預託)	吸入 (50 年預託)	再浮遊吸入 (7 日預託)	再浮遊吸入 (50 年預託)
手計算値 (Sv/7d)	PAZ	4.51E-02	1.40E-01	1.74E+02	3.63E+03	9.92E-03	2.07E-01
OSC 標準出力(Sv/7d)		4.6E-02	1.3E-01	1.7E+02	3.6E+03	9.7E-03	2.0E-01
計算値/出力値		0.98	1.08	1.02	1.01	1.02	1.03

表 2.23 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・UPZ屋内退避）

屋内退避（放出前から実施）	実施範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)					
		クラウドシャイン	グラウンドシャイン	吸入 (7 日預託)	吸入 (50 年預託)	再浮遊吸入 (7 日預託)	再浮遊吸入 (50 年預託)
手計算値 (Sv/7d)	UPZ	6.76E-03	3.10E-02	4.82E+00	1.01E+02	2.71E-03	5.67E-02
OSC 標準出力(Sv/7d)		6.9E-03	2.8E-02	4.7E+00	9.8E+01	2.7E-03	5.5E-02
計算値/出力値		0.98	1.11	1.03	1.03	1.01	1.03

屋内退避（放出 6 時間後開始）	実施範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)					
		クラウドシャイン	グラウンドシャイン	吸入 (7 日預託)	吸入 (50 年預託)	再浮遊吸入 (7 日預託)	再浮遊吸入 (50 年預託)
手計算値 (Sv/7d)	UPZ	8.85E-03	3.18E-02	3.41E+01	7.11E+02	3.08E-03	6.43E-02
OSC 標準出力(Sv/7d)		9.0E-03	3.0E-02	3.3E+01	6.9E+02	3.0E-03	6.3E-02
計算値/出力値		0.98	1.06	1.03	1.03	1.03	1.02

表 2.24 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・PAZ避難）

避難（放出前完了）	実施範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)					
		クラウド シャイン	グラウンド シャイン	吸入 (7 日預託)	吸入 (50 年預託)	再浮遊吸入 (7 日預託)	再浮遊吸入 (50 年預託)
手計算値 (Sv/7d)	PAZ	4.36E-04	1.81E-03	1.91E-01	3.97E+00	1.06E-04	2.20E-03
OSC 標準出力(Sv/7d)		4.4E-04	1.6E-03	1.9E-01	3.9E+00	1.0E-04	2.2E-03
計算値/出力値		0.99	1.13	1.00	1.02	1.06	1.00

避難（放出後避難開始、5 時間後完了）	実施範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)					
		クラウド シャイン	グラウンド シャイン	吸入 (7 日預託)	吸入 (50 年預託)	再浮遊吸入 (7 日預託)	再浮遊吸入 (50 年預託)
手計算値 (Sv/7d)	PAZ	2.16E-03	1.95E-03	1.10E+01	2.30E+02	1.51E-04	3.14E-03
OSC 標準出力(Sv/7d)		2.2E-03	8.1E-03	1.0E+01	2.2E+02	1.4E-04	3.0E-03
計算値/出力値		0.98	0.24	1.10	1.05	1.08	1.05

表 2.25 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・UPZ避難）

避難（放出前完了）	実施範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)					
		クラウドシャイン	グラウンドシャイン	吸入 (7 日預託)	吸入 (50 年預託)	再浮遊吸入 (7 日預託)	再浮遊吸入 (50 年預託)
手計算値 (Sv/7d)	UPZ	4.36E-04	1.81E-03	1.91E-01	3.97E+00	1.06E-04	2.20E-03
OSC 標準出力(Sv/7d)		4.4E-04	1.6E-03	1.9E-01	3.9E+00	1.0E-04	2.2E-03
計算値/出力値		0.99	1.13	1.00	1.02	1.06	1.00

避難（放出後避難開始、5 時間後完了）	実施範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)					
		クラウドシャイン	グラウンドシャイン	吸入 (7 日預託)	吸入 (50 年預託)	再浮遊吸入 (7 日預託)	再浮遊吸入 (50 年預託)
手計算値 (Sv/7d)	UPZ	1.14E-03	1.87E-03	4.86E+00	1.01E+02	1.25E-04	2.61E-03
OSC 標準出力(Sv/7d)		1.1E-03	3.1E-03	4.6E+00	9.6E+01	1.2E-04	2.5E-03
計算値/出力値		1.03	0.60	1.06	1.06	1.04	1.04

表 2.26 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・PAZ安定ヨウ素剤服用）

屋内退避（放出前） + 安定ヨウ素剤服用		実施 範囲	甲状腺等価線量(I-131)			
			吸入 (7 日預託)		吸入 (50 年預託)	
			モデル①※1	モデル②	モデル①	モデル②
放出 6 時間 前服用	手計算値 (Sv/7d)	PAZ	2.47E-02	0.00E+00	5.34E-02	0.00E+00
	OSC 標準出力(Sv/7d)		1.4E+01	1.4E+01	2.9E+02	2.9E+02
	計算値/出力値		1.8E-03	—※2	1.8E-04	—
放出時服用	手計算値 (Sv/7d)		1.64E-02	0.00E+00	3.54E-02	0.00E+00
	OSC 標準出力(Sv/7d)		1.4E+01	1.4E+01	2.9E+02	2.9E+02
	計算値/出力値		1.2E-03	—	1.2E-04	—
放出後 6 時 間後服用	手計算値 (Sv/7d)		1.57E-01	2.53E-01	3.39E-01	5.47E-01
	OSC 標準出力(Sv/7d)		1.4E+01	1.4E+01	2.9E+02	2.9E+02
	計算値/出力値		1.1E-02	1.8E-02	1.2E-03	1.9E-03

※1 モデル①はJohnsonモデル、モデル②はCOSYMAモデルによる計算結果を示す。

※2 記号"—"の箇所：0の除算のため計算不可

表 2.27 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・UPZ安定ヨウ素剤服用）

屋内退避（放出前） + 安定ヨウ素剤服用		実施 範囲	甲状腺等価線量(I-131)			
			吸入 (7 日預託)		吸入 (50 年預託)	
			モデル①※1	モデル②	モデル①	モデル②
放出 6 時間 前服用	手計算値 (Sv/7d)	UPZ	8.47E-03	0.00E+00	1.83E-02	0.00E+00
	OSC 標準出力(Sv/7d)		4.7E+00	1.5E+01	9.8E+01	2.0E+02
	計算値/出力値		1.8E-03	—※2	1.9E-04	—
放出時服用	手計算値 (Sv/7d)		5.61E-03	0.00E+00	1.21E-02	0.00E+00
	OSC 標準出力(Sv/7d)		4.7E+00	4.7E+00	9.8E+01	9.8E+01
	計算値/出力値		1.2E-03	—	1.2E-04	—
放出後 6 時 間後服用	手計算値 (Sv/7d)		5.38E-02	8.68E-02	1.16E-01	1.88E-01
	OSC 標準出力(Sv/7d)		4.7E+00	4.7E+00	9.8E+01	9.8E+01
	計算値/出力値		1.1E-02	1.8E-02	1.2E-03	1.9E-03

※1 モデル①はJohnsonモデル、モデル②はCOSYMAモデルによる計算結果を示す。

※2 記号"—"の箇所：0の除算のため計算不可

表 2.28 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（修正前・移転）

移転（放出 6 時間後実施）	実施範囲	実効線量(Cs-137, I-131, Pu-239)					
		クラウドシャイン	グラウンドシャイン	吸入 (7 日預託)	吸入 (50 年預託)	再浮遊吸入 (7 日預託)	再浮遊吸入 (50 年預託)
手計算値 (Sv/7d)	PAZ	2.26E-02	2.78E-03	3.12E+01	6.50E+02	3.93E-04	8.18E-03
OSC 標準出力(Sv/7d)		4.6E-02	2.4E-01	8.0E+01	0.0E+00	9.6E-01	0.0E+00
計算値/出力値		0.49	0.01	0.39	—	0.00	—

※ 記号"—"の箇所：0の除算のため計算不可

2.3.1.4. 1時間積算線量に対する検証結果

OSCAARコードのテキスト形式出力ファイルには、従前からの標準出力ファイル（拡張子.out）と、令和3年度に新たに追加された、1時間ごとの時系列出力ファイルがある。ここまで標準出力ファイルを対象に検証作業を進めてきたが、さらに詳細な検証を行うため、時系列出力ファイルを対象に、手計算値との詳細比較を行った。2.3.1.2にまとめた検証計算結果では、ほとんどのケースで手計算値とOSCAARコードの標準出力ファイルの出力値の比は1.00となったことから、ここでは手計算値を基準に、大気中積算濃度はその相対誤差、地表面沈着量と実効線量及び甲状腺等価線量は時系列出力における相対誤差の最大値を示すものとした。相対誤差の計算式を以下に示す。

$$\text{相対誤差(\%)} = \left| \frac{\text{OSCAARコードの1時間出力値} - \text{手計算値}}{\text{手計算値}} \right| \times 100$$

時系列出力ファイルでは、吸入被ばく、再浮遊吸入被ばくともに預託期間は50年に固定されているため、吸入被ばくの預託期間を50年とした場合のみを対象とした。比較結果を表 2.29に示す。表中の相対誤差は有効数字を2桁とし、さらに小数第二位以下は四捨五入した。

なお、時系列出力ファイルに関しては、安定ヨウ素剤服用時の計算結果の出力部分はまだ実装されていないため、現状では安定ヨウ素剤を服用していない場合の結果が出力される。そのため、ここでは防護措置として屋内退避と安定ヨウ素剤服用を実施したケースは対象から除外した。

(1) 防護措置なし

防護措置を講じない場合として、Cs-137、I-131、Pu-239についてそれぞれ手計算値との比較を行ったところ、ほとんどのケースで相対誤差は0.2%以下となった。しかしI-131の再浮遊吸入（50年預託）の実効線量の相対誤差は最大で44%と大きく、また時間経過とともに増大する傾向がみられた。例えば表 2.30に示すように、放出開始から1時間目は相対誤差0.15%であったのに対し、168時間目は44%となっていた。I-131以外の核種では同様の傾向はみられなかったことから、手計算値とOSCAARコードの時系列出力ファイルとの間で壊変の処理に違いがあり、特に半減期の短いI-131において顕著な違いとして現れたものと推察される。

(2) 防護措置実施

1) 屋内退避

PAZ及びUPZにおける屋内退避実施時の被ばく線量は、放出前に屋内退避を完了した場合、放出6時間後に屋内退避を完了した場合ともに、手計算値と時系列出力ファイルではほぼ一致した。

2) 避難

2.3.1.2で示したように、入力条件では、放出開始時に避難を開始し、放出開始から4～5時間後には、13メッシュ内を自動車で移動し、同時間内に避難先である13メッシュ外縁へと到達するよう設定している。手計算値では放出開始から4～5時間後の期間の被ばく低減係数として、移動中を想定した自動車の被ばく低減係数と避難先到達後のコンクリート建屋への屋内退避の被ばく低減係数にそれぞれ所要時間割合を乗じた値を用いた。一方、OSCAARコードでは1時間値に対して適用できる低減係数は1つに限られるため、放出開始から4～5時間後は避難先に移動が完了しているとして、コンクリート建屋の被ばく低減係数が用いられている。そのため被ばく量に差が生じたものと考えられる。ただしこのような差異が生じるケースは、今回のように避難の開始時または到着時の1時間以内に複数の低減係数を適用する必要がある場合に限られ、それ以外の時間帯の低減係数の相対誤差の最大値は0.05%となった。

3) 移転

放出開始から6時間後に移転する条件を設定した場合、手計算値では被ばく線量は6時間以内の被ばく由来のみとし、移転後の被ばく線量を0とみなして計算を行った。OSCAARコードの時系列出力値は、グラウンドシャインは6時間後以降の被ばく線量は移転を反映して全て0となったが、クラウドシャイン、吸入被ばく、再浮遊吸入被ばく線量は、移転せずに滞在を継続した値を示し、手計算値に比べて最大54%の相対誤差が見られた。2.3.1.2でも示したように、移転については経路により処理内容が異なっており、現状では防護措置として168時間以内での移転を正しく計算できていない。現在修正作業中である。

表 2.29 OSCAAR計算結果に対する手計算結果の比（時系列出力ファイルとの比較）

防護措置	実施 タイミング	実施 範囲	対象核種	実効線量の相対誤差(%)				甲状腺等価線量の相対誤差(%)	
				クラウド シャイン	グラウンド シャイン	吸入 (50年預託)	再浮遊 吸入 (50年預託)	吸入 (50年預託)	外部被ばく
なし	なし	全域	Cs-137	0.03	0.07	0.02	0.06	—	—
			I-131	0.03	0.17	0.01	44	0.01	0.16
			Pu-239	0.04	0.04	0.04	0.05	—	—
屋内退避	放出前から実施	PAZ	Cs-137	0.03	0.04	0.02	0.06	—	—
		UPZ	Cs-137	0.01	0.04	0.00	0.02	—	—
	放出 6 時間後開始	PAZ	Cs-137	0.03	0.06	0.05	0.03	—	—
		UPZ	Cs-137	0.01	0.04	0.00	0.03	—	—
避難	放出前完了	PAZ	Cs-137	0.04	0.02	0.02	0.03	—	—
		UPZ	Cs-137	0.04	0.02	0.02	0.03	—	—
	放出時開始	PAZ	Cs-137	28	69	94	94	—	—
		UPZ	Cs-137	17	54	90	90	—	—
	放出時開始 (到着時間帯以外)	PAZ	Cs-137	0.02	0.01	0.02	0.03	—	—
		UPZ	Cs-137	0.05	0.02	0.02	0.03	—	—
移転	放出 6 時間後実施	PAZ	Cs-137	21	0.03	54	54	—	—

※ 地表面沈着量、実効線量及び甲状腺等価線量は時系列出力との相対誤差の最大値を示す。□記号"—"の箇所：比較対象外

表 2.30 I-131の時系列出力結果（防護措置なし）

経過時間 (h)	再浮遊吸入(50年預託)		
	手計算値(Sv/h)	OSC 時系列出力(Sv/h)	相対誤差(%)
1	2.68E-07	2.68E-07	0.15
2	5.33E-07	5.32E-07	0.15
3	7.96E-07	7.93E-07	0.33
4	1.06E-06	1.05E-06	0.52
5	1.32E-06	1.31E-06	0.70
6	1.57E-06	1.56E-06	0.88
7	1.83E-06	1.81E-06	1.05
8	2.08E-06	2.05E-06	1.23
9	2.33E-06	2.30E-06	1.40
10	2.58E-06	2.54E-06	1.58
11	2.57E-06	2.52E-06	1.92
12	2.56E-06	2.50E-06	2.30
13	2.55E-06	2.48E-06	2.64
14	2.53E-06	2.46E-06	2.99
15	2.52E-06	2.44E-06	3.34
16	2.51E-06	2.42E-06	3.66
(中略)			
160	1.39E-06	7.99E-07	42.49
161	1.38E-06	7.93E-07	42.70
162	1.38E-06	7.87E-07	42.90
163	1.37E-06	7.81E-07	43.10
164	1.37E-06	7.75E-07	43.31
165	1.36E-06	7.69E-07	43.52
166	1.36E-06	7.63E-07	43.72
167	1.35E-06	7.57E-07	43.91
168	1.34E-06	7.51E-07	44.11

2.3.2. OSCAARコードの修正・改良

2.3.2.1. 計算時間の高速化の可能性検討

(1) 計算時間の分析

OSCAARコードの実行時間短縮方法について検討するため、モジュールごとの計算時間を分析した。

➤ 最新バージョンでの計算時間分析

現在の最新バージョンである OSCAAR2024 であり、OSCAAR2021 バージョンからのモデル変更点は以下の通りである。

- 避難経路を考慮した避難モデルへの変更
- 風速・建蔽率依存吸入被ばく低減係数
- 放出開始から 1 時間ごとの被ばく線量を考慮した防護対策実施時の線量評価
- 年齢・性別依存の線量評価及び健康影響推定機能の取入れ（CHRONIC 及び健康影響の評価ステップを、10 年ごとから 1 年ごとに変更）

表 2.31 に示す条件にて、OSCAAR2024 および OSCAAR2021 による計算実行時間解析を行った結果を図 2.3 に示す。1 シーケンス当たりの実行時間は OSCAAR2024 で 46.6 秒、OSCAAR2021 で 12.3 秒であり、モデル変更等の更新によってシーケンス当たりの実行時間が約 3.8 倍になった。この理由として、1 時間ごとの被ばく線量を考慮した防護対策実施時の線量評価モデルと健康影響評価の評価ステップを 10 年ごとから 1 年ごとに変更したことによる影響が大きいと考えられる。

OSCAAR2024 の解析結果について、モジュールごとの計算時間を比較（図 2.4）すると、PM が全体の 89%、次いで CHRONIC が 12%を占めていた。

表 2.31 計算条件（バージョン比較）

項目	数値
核種数	59
シーケンス数	250
サンプリング間隔（分）	60
放出継続時間	7

➤ 放出継続時間による影響

放出継続時間が計算時間に及ぼす影響について検証するため、表 2.32 に示す計算条件にて計算時間の分析を行った。放出継続時間ごとの平均計算時間を図 2.5 に示す。放出継続時間が 1 時間、7 時間、24 時間と増大するに従い、1 シーケンス当たりの計算時間は 43.5 秒、46.6 秒、50.5 秒とわずかに増加しており、主に ADD モジ

ュールの計算時間の増大が影響していることが分かった。ADDモジュールのみの計算時間に着目すると、放出継続時間が1時間の場合に対し、放出継続時間7時間の場合は3.6倍、24時間の場合は8.9倍となった。しかし、放出継続時間が1時間から24時間に増加しても、1シーケンス全体の計算時間としては16.2%程度の増大に留まった。放出継続時間1時間、7時間、24時間の結果を外挿すると、放出継続時間が3日、7日、15日、30日とした場合、計算に要する時間はそれぞれ6.5日、9.3日、14.3日、25.5日と想定される。

表 2.32 計算条件（放出継続時間の比較）

項目	数値
核種数	59
シーケンス数	500
サンプリング間隔（分）	60
放出継続時間	1, 7, 24

➤ サンプルング間隔による影響

パフのサンプリング間隔が計算時間に及ぼす影響を検証するため、表 2.33 に示す計算条件にて計算時間の分析を行った。サンプリング間隔ごとの計算時間を図 2.6 に示す。サンプリング間隔が15分、30分、60分と増大するに従い、計算時間は52.5秒、47.1秒、46.6秒と減少した。ADDのみの計算時間に着目すると、サンプリング間隔が60分の場合に対して、15分の場合の計算時間は約11.1倍となった。ADDモジュールのほかに、PMモジュールの計算時間は1.4倍となった。全体の計算時間に対して、ADDモジュールの占める割合は大きくないが、PMモジュールの影響が大きく、全体の計算時間への影響は約12.6%の増大となった。

表 2.33 計算条件（サンプリング間隔の比較）

項目	数値
核種数	59
シーケンス数	500
サンプリング間隔（分）	15, 30, 60
放出継続時間	7

➤ シーケンス数による影響

シーケンス数が計算時間に及ぼす影響について検証するため、表 2.34 に示す計算条件にて計算時間の分析を行った。放出継続時間ごとの1シーケンス当たり平均計算時間を図 2.7 に示す。シーケンス数によらず、すべての条件で46秒前後の値を示

した。

表 2.34 計算条件（シーケンス数の比較）

項目	数値
核種数	59
シーケンス数	250, 500,1000,2000
サンプリング間隔（分）	60
放出継続時間	7

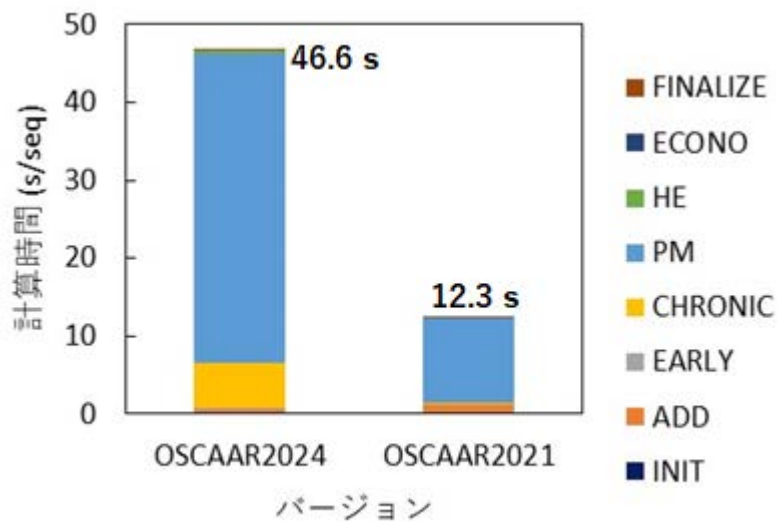


図 2.3 バージョン更新による1シーケンス当たりの平均計算時間比較

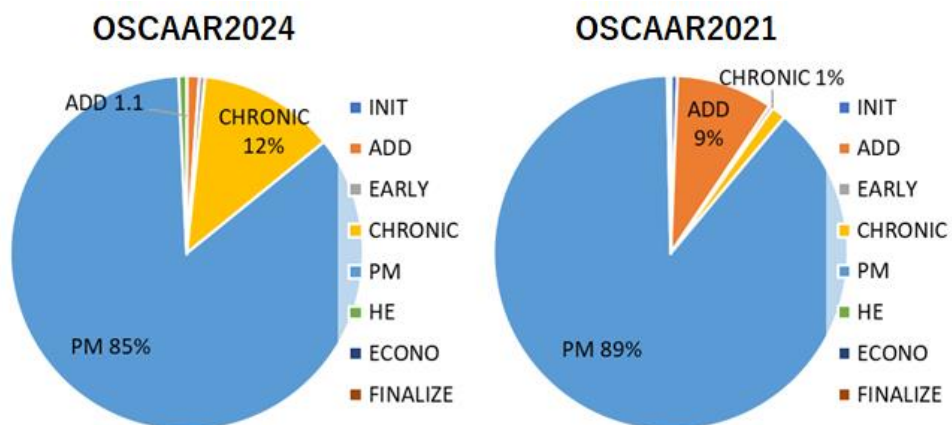


図 2.4 モジュールごとの1シーケンス当たりの計算時間割合

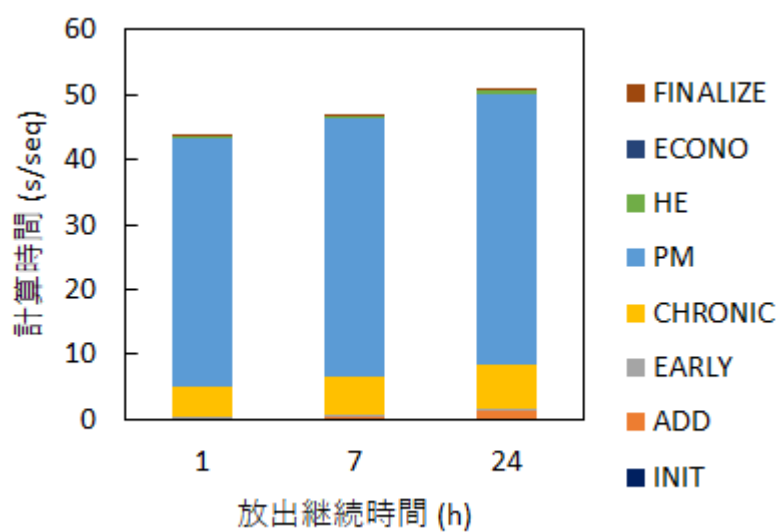


図 2.5 放出継続時間ごとの1シーケンスあたりの平均計算時間

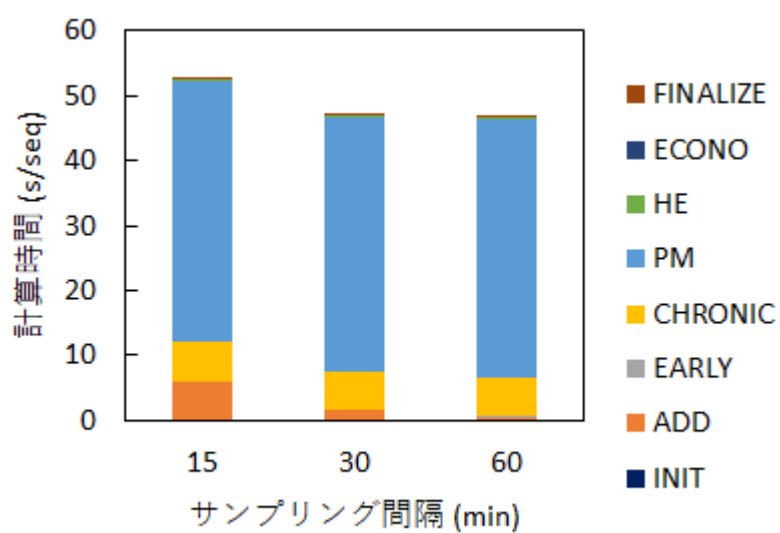


図 2.6 サンプリング間隔ごとの1シーケンスあたりの平均計算時間

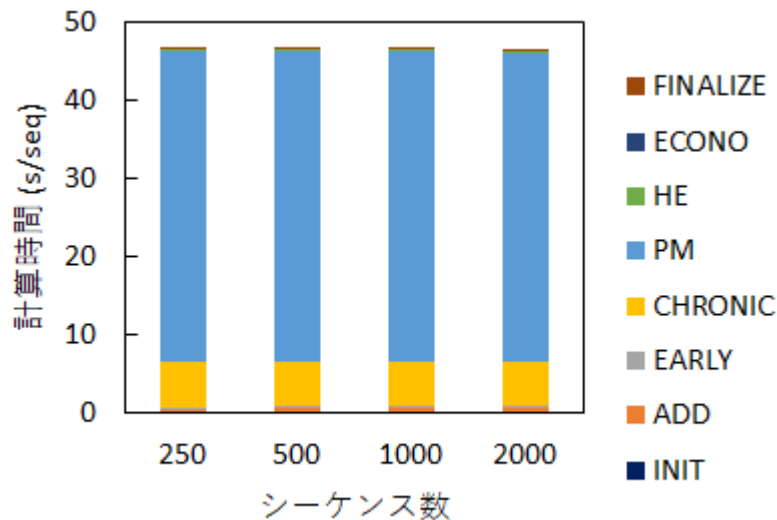


図 2.7 シーケンス数毎の1シーケンスあたりの平均計算時間

(2) 気象シーケンス計算の並列化

先述の(1)項で示した通り、PMモジュールとCHRONICモジュールにおける計算負荷が高いことがわかった。

1シーケンスの計算は数分程度であるが、多数シーケンスを実行する場合はシーケンス数によって計算時間は長くなる。例えば、(1) 項の表 2.31で示した計算条件で8760シーケンス実行する場合を考えると、1シーケンス46.6秒要するので、単純計算では4.7日程を要する。ここに、ファイルの書き込みやメモリの負荷等による影響が加わると全ての処理の終了時間は1週間程度が見込まれる。さらに、放出継続時間を長くすると、処理時間はさらに増大する。

そこで、最も効果的な計算時間短縮方法の一つとして、並列処理によるシーケンスの分散が考えられる。近年、販売されているコンピュータはマルチCPUやマルチスレッドを搭載しており、並列化が可能である。並列化を行うにあたり、メモリ、変数の取り扱い、ファイルからの読み出し・書き込みの競合やデータの集約等の課題があるため、検討が必要である。

現在のOSCAARコードでは、1シーケンス当たり約2GB程度のメモリの占有が生じている。並列化する場合は、並列数に応じてこれが倍増するため、コード内でのメモリの節約方法を検討する必要がある。

計算で使用するいくつかのパラメータおよび計算結果はグローバル変数として取り扱っている。OpenMPで並列化する場合はグローバル変数を使用しないようにコードを修正する必要がある。以上の様に、並列化については、多方面での検討が必要となる。

(3) 計算機能の制限

現状のOSCAARコードでは、例えば、ユーザーが必要な計算がEARLYモジュールまでであっても、CHRONICモジュール、PMモジュール、HEモジュール、ECONOモジュールの全ループを一旦経るルートで計算がされている。そのため、不要な計算に必要なパラメータの読み込みも含めた時間ロスが生じている。このような不要な計算を削減するため、必要のない計算モジュールをスキップして計算を終了する様に改良することによって、計算時間の短縮が見込める。

2.3.2.2. 入出力ファイルサイズ削減の検討

入出力ファイルサイズ削減に関して、有効であると考えられる方法 (1)～(3)を挙げる。

(1) 出力ファイルの様式

現行OSCAARコードでは、末尾が.outの出力ファイルにインプットエコー、中間データ、計算結果がテキスト形式で出力されている。確率論的解析のために複数シーケンスを計算する場合は、中間データと計算結果がインプットエコーの後に計算シーケンス分書き足される形となる。例えば、8760通りの計算を行った場合、ファイルの容量が大きく、テキストエディタによっては開くことができないだけでなく、データの確認の際に見たいデータがどこにあるか探す手間が膨大になる。例えば、59核種、放出継続時間7時間、サンプリング間隔60分、気象シーケンス500通りの条件で計算した場合、出力ファイルサイズは3.76 GBとなる。また、同じ条件で1時間値を出力した場合は時系列データファイルが合計で12.6 GBとなる。そこで、以下のように出力ファイル様式を変更することを考えた。ただし、以下の変更を行うと、現行のポスト処理ソフトが使用できなくなるため、ポスト処理ソフトの改修や新規製作が必要となる。

- インプットエコーのみファイル出力
- インプットエコーに不要なコメントをプリントしない
- 計算結果は別ファイルとして、項目ごともしくはシーケンスごとに分ける
- 計算結果果出力ファイルのバイナリ化（複数シーケンスの場合）
- ユーザーがSな計算結果のみ出力する

(2) 不要モジュールの入力パラメータ削減

現行OSCAARコードでは、プログラム上、ADDからHE、ECONOまで全てのモジュールを経由しており、ユーザーが計算を必要としていないモジュールも実行している。そのため、ユーザーが計算を必要としないモジュールの入力パラメータも入力ファイルに何らかの値を記載しなくてはならない。そこで、計算の必要のないモジュールに関する入力パラメータを記載しないようにプログラムを変更し、入力ファイルの簡略化やサイズ削減が可能と考える。ただし、現行OSCAARコードはパラメータが様々なモジュールで使用され

ている場合があり、パラメータを入力ファイルに記載しないことによる影響を確認しながら改良を進める必要がある。また、少数ではあるが、入力ファイルには計算上使用しないがプログラムの都合上読みこむ必要のあるダミーデータがいくつか存在する。ダミーデータのような不要なパラメータは容量削減には大きく貢献しないが、ユーザーが混乱しないように削除しておくべきである。

(3) 同意味出力の削除

現行OSCAARコードでは、同意味項目の計算結果が出力される場合が散見する。例えば、7日間積算線量はEARLYモジュールとPMモジュールの両方で出力することができる。このような出力はPMモジュールの変数*iout*等のオプション選択で表示・非表示を選択することができるが、ユーザーの混乱を招くことが懸念されるとともに、コードの改良等の作業の際にバグの発生につながることを考えられる。同意味を持つ計算結果を複数出力しないように、整理する必要がある、これによって、出力データの削減だけではなくユーザーが理解しやすい出力を提供できるようになると考える。また、出力テーブルのタイトルも現在、わかりにくい状況になっている（例えば、再浮遊被ばく線量の摂取期間と預託期間の表示が混同しやすくなっている）ため、この点についても改善する必要があると考える。

2.3.2.3. プログラムの修正箇所

修正箇所の一覧を表 2.35に示す。

表 2.35 プログラム修正作業内容

種別	モジュール	ファイル名 (.f90)	内容
不要な変数 削除	CHRONIC	calrd ground resusp ptamod_m_chrodf	-
不要な変数 削除	EARLY	early	-
修正	ADD	Lspuff	ADD の PRINT グループの入力変数 <i>nprint</i> を上限値に設定した場合、 <i>ltime</i> 配列がオーバーフローする事象に対応
修正	PM	imput_pm	PM の 3 種類の防護措置における入力値の大小関係に関するエラー処理の内容を修正 (<i>csdist</i> と <i>shdist</i> 、 <i>dshe</i> と <i>dcsh</i> と <i>deva</i>)
軽微な変更	CHRONIC	fxresp	再浮遊の計算式 <i>fxresp</i> の計算式に三次項追加
不要な変数 削除	EARLY/CHRONIC (Modules)	module_resus	use only の追加
不要な変数 削除	EARLY	early	use only の追加
不要なファイル 削除	(Modules)	ptamod_m_dforg	全コメントになっているため除外

修正	EARLY	early	変数 xtotalcon の配列変数の文字の順序が逆になっていたため修正
不要な変数 削除	PM	calFiod calgrd chgadd edose_ncm Evacuation pmresu rd1hdt rdcdos rdpadt setbnd setbnd_c setiso table_FTdos tbinf wedose	use only の追加
不要なファ イル削除	PM	calfac calfacp	module m_pmfac と module m_pm_sf を使う
不要な変数 削除	ADD	convrt diagno gamegi polcat recep sigmat sttime weber Lspuff CKPOUT chkinp_add	組み込み関数と同じ名前の変数
不要な変数 削除	CHRONIC	cfrmea cfrmil cfrveg expmin grazed grazeu	組み込み関数と同じ名前の変数
不要な変数 削除	ECONO	total1	組み込み関数と同じ名前の変数
不要な変数 削除	PM	pmresu wcdose	組み込み関数と同じ名前の変数
不要な変数 削除	全体	Advec BINMET Driver Sllib Wind	組み込み関数と同じ名前の変数
処理変更	PM	cald7d	do ループの簡略化
修正	PM	Evacuation pm	避難の配列エラーに対処
修正	PM	chgadd	iout(29) == 1 のときの RECEPTOR POINT 出力の距離単位修正
修正	PM	ptamod_m_pm_sf Evacuation	被ばく低減係数の出力修正

修正	PM	ptamod_m_ckmanr ptamod_m_totald edose_ncm rdcdos wrdsos\$	早期再浮遊被ばく追加による配列数の修正
大規模な変更	ADD,PM	Lspuff getwind mod_reductionfactor	風速、建蔽率依存の吸入被ばく低減係数の算出モデルの追加
修正	PM	Evacuation	移転開始時間の判定を修正 ※ まだ chgadd などが 2018 から未修正
処理変更	PM	rd1hdt	クラウドシャイン被ばく線量換算係数を EARLY と同様に変更
不要なファイル削除	ADD/module	rgfact ptamod_m_edose	gfactor、cloud 吸収線量廃止
大規模な変更	ADD/PM	releas calextdose init_array Lspuff out_integdt post_lspuff post_lspuff1h ptamod_m_dosev\$ rd1hdt Driver fopen	
処理変更	PM	input_pm ptamod_m_pmfac cal7d chgadd rd1hdt table_Ftdos	安定ヨウ素剤低減係数の出力を修正。安定ヨウ素剤に関する部分の整理。
不要なファイル削除	PM	calFiod	
軽微な変更	PM/EARLY/ module	module_resus ptamod_m_ckmanr ptamod_m_pm_sf calgrd rdpadt setiso early	インデント、コメントの整理 goto 文の廃止。改行修正。
軽微な変更	ECONO	ECONO モジュール全般及び input_econo	パラメータ、計算結果を格納する変数、配列を種類別に構造体変数化 最下層サブルーチンにおけるパラメータ、計算結果のモジュール参照をやめて、ローカル変数化する。
軽微な変更	HE	module hefunction	異なる関数で、同じ処理が行われている部分が複数存在したので、整理した。また、処理の内容に合わせたサブルーチン名に変更する。

修正	HE	earlyt risk_allage life_epa	早期の罹患リスクにおいて、ハザード関数からリスクの計算手順が正しく行われていないので、修正する。 早期リスクの補正係数の用い方に疑義がある。 寿命損失は、被ばく時年齢対応が未完成のため対応させる。被ばく時間の合計処理が正しくないなので、修正する。 (遺伝的影響は、見直しは行わない)
修正	ECONO	lf	配列 iflg の配列サイズが、実引数と仮引数で異なっていたため、正しく計算が行われていなかった。修正した。
修正	CHRONIC/PM (Input)	input_chronic input_pm	呼吸率の変数は module AGE_GENDER で定義した値が使われており、使用されていない EARLY、CHRONIC、PM モジュールの入力値を標準出力への Input エコーから削除（入力は読み込み変数の順番と数の制約から必要）
修正	PM	calgrd	避難時に通過したメッシュの沈着量がすべて積算されるバグを修正
修正	PM	calgrd	避難時のグラウンドシャインが最終通過メッシュのみの値となっていたため変更（前回修正時のバグ）
修正	ADD	lspuff	沈着量の壊変考慮が二重になっていたため 7 日間の積算沈着量 xtotaldep の放射壊変処理を削除
修正	PM	chgadd	50 年預託、安定ヨウ素剤の修正
処理変更	PM	calgrd chgadd	防護措置の実施時にグラウンドシャインの計算に使う沈着量を 7 日間積算値から 1 時間値に変更。サブルーチン calgroundshine_stdout を削除し calgroundshine_shield に統一。
大規模な変更	EARLY	input_early early depAgeGen ptamod_m_inptel	Early モジュールでの赤色骨髄の早期被ばく線量出力は不要のため削除。 関連して不要となった入力ファイルの EARLY_INPUT の DIROUT サブグループの読み込み部分を削除（入力ファイル中に DIROUT サブグループが存在しても読み飛ばすため問題はない）。

2.3.2.4. プログラムの修正・改良が必要な箇所の検討

以上の作業を行った上で、今後作業が必要と考えられる箇所を以下に記載する。

- 移転モデル計算プログラムの修正

- 必要な計算モジュールに制限して実行する機能の追加
- ダミーデータ等の不要な入力パラメータの読込部分の削除
- 類似出力ファイルの削減
- 標準出力ファイルへの出力値と時系列出力ファイルへの出力値を計算する処理の統一
- **EARLY**モジュールにおける再浮遊吸入被ばくの計算機能の再検討
- 防護措置なしの時系列データの計算を**PM**モジュールから**EARLY**モジュールに移行
- 安定ヨウ素剤低減係数を時系列データ出力に適用
- 年齢別の安定ヨウ素剤低減係数を適用

2.4. コード公開に必要な作業の実施

2.4.1. 実施作業

OSCAARコード公開にあたり、昨年度までに導入したモデルへの対応・組込及びユーザーが使いやすさを向上させるため、以降の2.4.2～2.4.4の作業を実施した。

2.4.2. 入力ファイルに関する変更

(1) 解析パラメータをモジュールごとのファイルで指定

現在のOSCAARコードでは、各モジュールでの計算に必要なパラメータを一つのファイルで指定している。そのため、入力ファイルの行数が長く、確認のための閲覧やパラメータ変更を行う際に対象となるパラメータを見つけにくい状態となっている。そこで、入力ファイルをモジュール単位ごとに分けて、各ファイルのパラメータを指定できるようにした。この修正によって、見やすくなるため、パラメータの修正作業がより容易になることが期待できる。

現行の入力方式を図 2.8に示す。ユーザーの作成した入力ファイル`sample.inp`をバッチファイル処理で`oscaar.inp`に転写し、サブルーチン`dtlist100`で`oscaar.inp`のコメント行を削除した`oscaar@.inp`を作成してOSCAARコードの入力処理を行うサブルーチン`input_all`に入力される。この流れを図 2.9のように修正した。まず、バッチファイル処理で`sample.inp`を`pre_oscaar.inp`に転写し、新たに作成した`makeINfile`に入力する。`makeINfile`では、`pre_oscaar.inp`を1行ずつ読みこみ、`oscaar.inp`に転写していくが、読みこんだ行に「FILE」フラグがある場合はフラグに続くファイル名パスを読み、そのファイルパスの示す外部ファイルの内容を`oscaar.inp`に転写する。`oscaar.inp`は現行方式と同様に処理される。

この機能追加によって、現行OSCAARコードの入力ファイルのような1ファイルに全パラメータが記載されている形式とモジュールごとに分割した外部ファイルのいずれも利用することが可能となった。

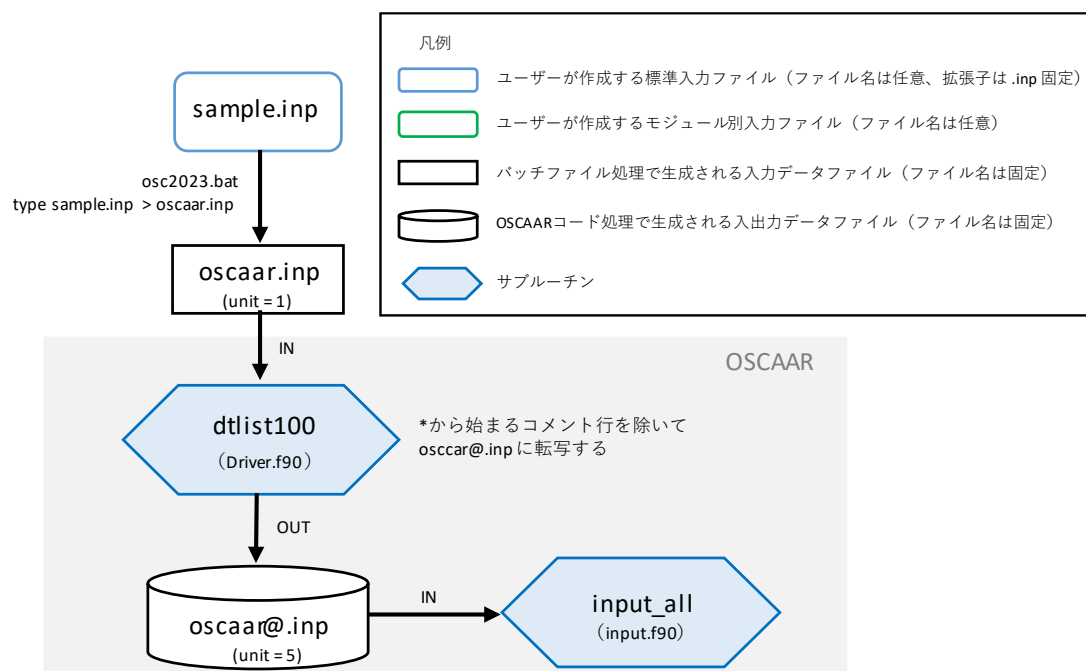


図 2.8 改良前のOSCAAR入力方式

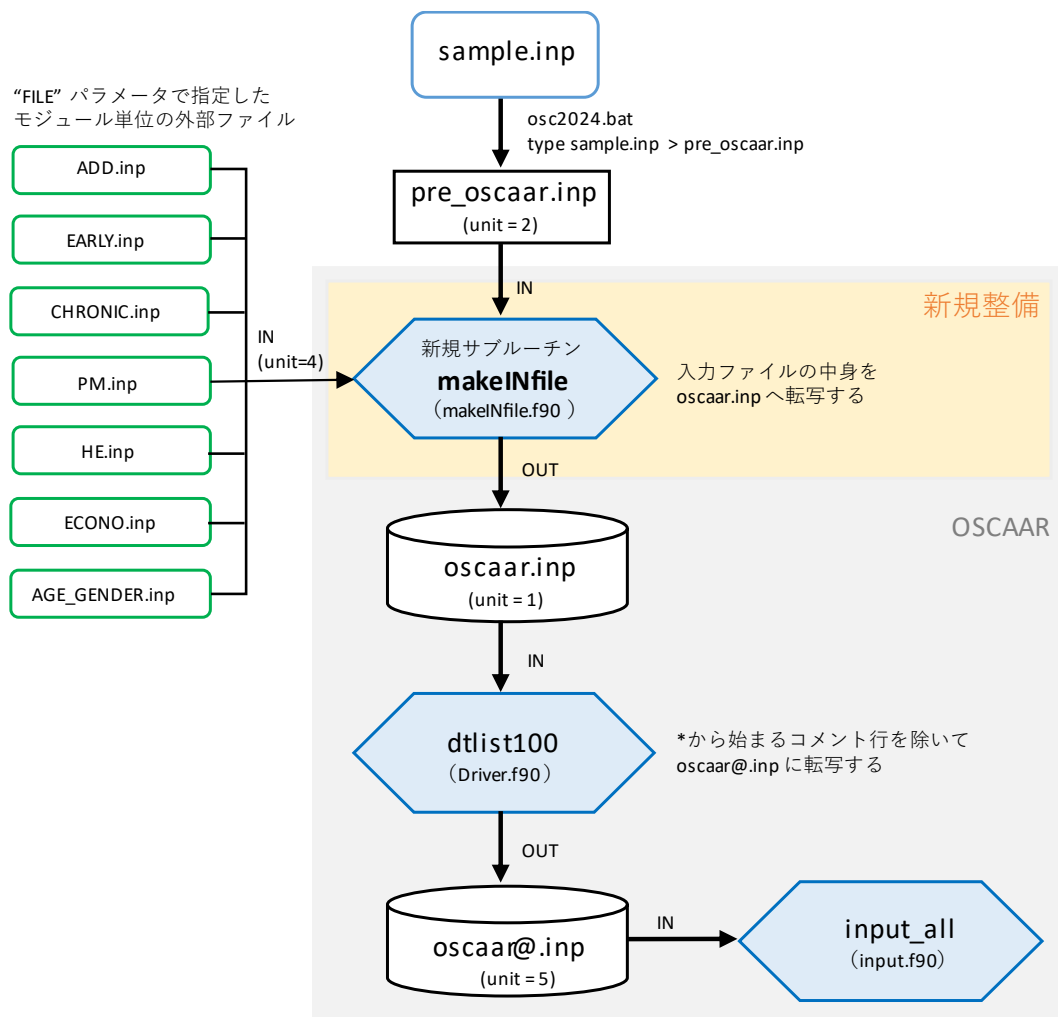


図 2.9 改良後のOSCAAR入力方式

(2) 自由書式化

現行OSCAARコードでは、入力パラメータ読込書式の一部が固定書式となっており、誤入力によるエラー発生の原因となり、ユーザーの使いやすさを妨げることが懸念される。そのため、固定書式部分を自由書式化する修正を行った。対象となる固定書式での設定が必要なパラメータは表 2.36の通りである。加えて、PMモジュールのサブグループ名「WARNING TIME」と「DOSE BAND」、臓器名の「ST WALL」と「R MARROW」等の文字列中にスペースを含むものは、自由書式ではスペースを入力項目の区切りとするため、PMモジュールのサブグループ名についてはスペース部分をアンダーバーに入替え「WARNING_TIME」と「DOSE_BAND」の様に記載する様に変更した。臓器名は「'」もしくは「"」で囲み、「ST WALL」のように記載する様に変更した。

表 2.36 自由書式化したパラメータリスト(1/2)

モジュール	Card	Format (変更前)	Name	Description
全サブルー チン共通	*	A15	TERM	モジュールの入力開始を示す文字列 ADD_INPUT、EARLY_INPUT CHRONIC_INPUT、PM_INPUT HE_INPUT、ECONO_INPUT AGE_GENDER
	*	A15	SUBGPN	サブグループ名 文字列内にスペースを含むサブグループ名は、スペースをアンダーバーに変更することで対応した
	*	A15	TERM	モジュールの入力終了を示す文字列 END (AGE_GENDER モジュールは除く)
ADD	5	I 3 A 8 I 1 I 2 I 2 I 3 F4.2 D10.3 D10.3 D10.3 D10.3 D10.3	NUCNO(I,N) NAME(I,N) ialpha_in(I,N) IGRP(I,N) NDAU(I,N) IPAR(I,N) BRAT(I,N) SACT(I,N) HALF(I,N) VD(I,N) RLAM1(I,N) RLAM2(I,N)	親核種の番号 核種名 α 核種設定フラグ 核種の放出分類 娘核種の個数 親核種の番号(親核種がリストにある場合) 分岐比(娘核種) 事故発生時のインベントリ (Bq) 半減期 (日) 沈着速度 (m/s) 洗浄係数パラメータa (hr/mm/s) 洗浄係数パラメータb (-)
	9	A10	LNAME(L)	放出分類名
	15	整数 A30	ITOPO site_name	移流格子点の標高データの設定オプション サイト名(最大半角30文字)

表 2.36 自由書式化したパラメータリスト(2/2)

モジュール	Card	Format (変更前)	Name	Description
EARLY	4	A10	AEORG(I)	対象とする臓器の数 (最大22)
CHRONIC	4	7(A8,2X)	ORGAN(I)	評価する臓器
	9	A8	NUCLID(1,J)	groundshine による線量を評価する核種名
	13	A8	NUCLID(2,J)	再浮遊した核種の吸入による線量を評価する核種名

	17	A8	PATH(1,K)	被ばく経路3で考慮する食物名
	18	A8	NUCLID(3,j)	被ばく経路3で評価する核種名
	22	A8	PATH(2,K)	被ばく経路4で考慮する食物名
	23	A8	NUCLID(4,j)	根からの吸収によって汚染された食物の摂取による線量を評価する核種名
HE	22	A4	NEN_DATA	人口動態に関するデータの年

(3) 所属サブグループの変更

防護措置に関するパラメータを指定するPMモジュール内で指定する表 2.37に示す4パラメータについて、堅牢な屋内退避施設の被ばく低減効果に関するパラメータであるため、本来はCONC.SHELTERINGのサブグループに記載するのが相応しいが、現行OSCAARコードではSHELTERINGの中に記載されており、ユーザーの混乱を招く懸念がある。そこで、記載箇所をCONC.SHELTERING内に変更した。

表 2.37 所属サブグループの変更

Card	Name	Description
(変更前) 3-4	sf_shelt_paz(1)	<堅牢な退避施設の被ばく低減係数> 放射性雲からの外部被ばくの遮蔽係数 地表面からの外部被ばくの遮蔽係数 吸入による内部被ばくのフィルタ係数 再浮遊物質の吸入による内部被ばくの換気係数
	sf_shelt_paz(2)	
(変更後) 4-3	sf_shelt_paz(3)	
	sf_shelt_paz(4)	

(4) 入力ファイルテンプレートのコメントの充実化

入力パラメータにどのような値を入力すれば良いか、ユーザーに理解しやすくするため、入力ファイルテンプレートのコメント欄を新たに作成するマニュアルに従い、変更・充実を行った。具体的には、パラメータの説明の充実と単位の記載等である。

(5) PostOSCAAR解析用テーブルリストの出力

OSCAARコードで計算された結果は後処理プログラムであるPostOSCAARで統計処理を行う。PostOSCAARにおける統計処理の際、OSCAARコードの出力ファイルに出力されている計算結果ごとにデータ番号が割り振られており、それを指定する必要がある。しかし、OSCAARコードで計算する際の出力オプションの違い等によって、被ばく経路や年齢性別、預託期間等が同一条件の出力のデータ番号が変わってしまう。そのため、現行のPostOSCAARではコマンドプロンプト上に解析可能な出力とデータ番号のリストを表示する機能があるが、使いやすさに問題がある。そこで、OSCAARコードにおける計算完了時

にデータ番号リストをテキストファイル (TableInfo.dat) として図 2.10のように出力する機能を追加した。

```

1 TABLE A 1-1- 1(#RELEASE POINT= 1) ** ATMOSPHERIC CONCENTRATION (SEC*Bq/CUB.METERS)
2 TABLE A 1-2- 1(#RELEASE POINT= 1) ** DEPOSITION ON THE GROUND (Ba/SQURE METERS)
3 TABLE A 1-1- 1 ** TOTAL ATMOSPHERIC CONCENTRATION (SEC*Bq/CUB.METERS)
4 TABLE A 1-2- 1 ** TOTAL DEPOSITION ON THE GROUND (Ba/SQURE METERS)
5 TABLE 3 ** EARLY 7DAYS EFF.DOSE DOSE (SV) ** (CLOUD(G)+GROUND(7DAY)+INHALATION+RESUSPENSION(50Y))
6 TABLE 3-1 ** EARLY 1DAY EFF.DOSE DOSE (SV) ** (CLOUD(G)+GROUND(1DAY)+INHALATION+RESUSPENSION(1D))
7 TABLE 3-2 ** EARLY 7DAYS EFF.DOSE DOSE (SV) ** (CLOUD(G)+GROUND(7DAY)+INHALATION+RESUSPENSION(7D))
8 TABLE 3T ** EARLY 7DAYS THYROID DOSE (SV) ** INHALATION+RESUSPENSION(50Y)
9 TABLE 3H ** AMBIENT DOSE (microSv/h) **
10 TABLE 4-1 ** PM(EARLY) CLOUD(G) DOSE (SV) ** EFF.DOSE (gender: 1, age: 20)
11 TABLE 4-2 ** PM(EARLY) GROUND DOSE (SV) ** EFF.DOSE (INTEGRATED TO 1 YEAR) (gender: 1, age: 20)
12 TABLE 4-3 ** PM(EARLY) INHALATION DOSE (SV) ** EFF.DOSE (INTEGRATED TO INFINITE) (gender: 1, age: 20)
13 TABLE 4-4 ** PM(EARLY) RESUS DOSE (SV) ** EFF.DOSE (INTEGRATED TO INFINITE) (gender: 1, age: 20)
14 TABLE 4-5 ** PM(EARLY) GROUND DOSE (SV) ** EFF.DOSE (INTEGRATED TO 1 DAY) (gender: 1, age: 20)
15 TABLE 4-6 ** PM(EARLY) INHALATION DOSE (SV) ** EFF.DOSE (INTEGRATED TO 1 DAY) (gender: 1, age: 20)
16 TABLE 4-7 ** PM(EARLY) RESUS DOSE (SV) ** EFF.DOSE (INTEGRATED TO 1 DAY) (gender: 1, age: 20)
17 TABLE 4a-1 ** PM(EARLY) CLOUD(G) DOSE (SV) ** R.MARROW (INTEGRATED TO 7 DAYS) (gender: 1, age: 20)
18 TABLE 4a-1-2 ** PM(EARLY) CLOUD(G) DOSE (SV) ** THYROID (INTEGRATED TO 7 DAYS) (gender: 1, age: 20)
19 TABLE 4a-1-3 ** PM(EARLY) CLOUD(G) DOSE (SV) ** EFF.DOSE (INTEGRATED TO 7 DAYS) (gender: 1, age: 20)
20 TABLE 4a-2-1 ** PM(EARLY) GROUND DOSE (SV) ** R.MARROW (INTEGRATED TO 7 DAYS) (gender: 1, age: 20)
21 TABLE 4a-2-2 ** PM(EARLY) GROUND DOSE (SV) ** THYROID (INTEGRATED TO 7 DAYS) (gender: 1, age: 20)
22 TABLE 4a-2-3 ** PM(EARLY) GROUND DOSE (SV) ** EFF.DOSE (INTEGRATED TO 7 DAYS) (gender: 1, age: 20)
23 TABLE 4a-3-1 ** PM(EARLY) INHALATION DOSE (SV) ** R.MARROW (INTEGRATED TO 7 DAYS) (gender: 1, age: 20)
24 TABLE 4a-3-2 ** PM(EARLY) INHALATION DOSE (SV) ** THYROID (INTEGRATED TO 7 DAYS) (gender: 1, age: 20)
25 TABLE 4a-3-3 ** PM(EARLY) INHALATION DOSE (SV) ** EFF.DOSE (INTEGRATED TO 7 DAYS) (gender: 1, age: 20)
26 TABLE 4a-4-1 ** PM(EARLY) RESUS DOSE (SV) ** R.MARROW (INTEGRATED TO 7 DAYS) (gender: 1, age: 20)
27 TABLE 4a-4-2 ** PM(EARLY) RESUS DOSE (SV) ** THYROID (INTEGRATED TO 7 DAYS) (gender: 1, age: 20)
28 TABLE 4a-4-3 ** PM(EARLY) RESUS DOSE (SV) ** EFF.DOSE (INTEGRATED TO 7 DAYS) (gender: 1, age: 20)
29 TABLE 4a-5-1 ** PM(EARLY) TOTAL DOSE (SV) ** R.MARROW (INTEGRATED TO 7 DAYS) (gender: 1, age: 20)
30 TABLE 4a-5-2 ** PM(EARLY) TOTAL DOSE (SV) ** THYROID (INTEGRATED TO 7 DAYS) (gender: 1, age: 20)
31 TABLE 4a-5-3 ** PM(EARLY) TOTAL DOSE (SV) ** EFF.DOSE (INTEGRATED TO 7 DAYS) (gender: 1, age: 20)
32 TABLE 4a-6-1 ** PM(EARLY) INHALATION DOSE (SV) ** R.MARROW (INTEGRATED TO 7 DAYS USING 50 YEARS COMMITTED DOSE COEFFICIENT) (gender: 1, age: 20)
33 TABLE 4a-6-2 ** PM(EARLY) INHALATION DOSE (SV) ** THYROID (INTEGRATED TO 7 DAYS USING 50 YEARS COMMITTED DOSE COEFFICIENT) (gender: 1, age: 20)
34 TABLE 4a-6-3 ** PM(EARLY) INHALATION DOSE (SV) ** EFF.DOSE (INTEGRATED TO 7 DAYS USING 50 YEARS COMMITTED DOSE COEFFICIENT) (gender: 1, age: 20)
35 TABLE 4a-7-1 ** PM(EARLY) RESUS DOSE (SV) ** R.MARROW (INTEGRATED TO 7 DAYS USING 50 YEARS COMMITTED DOSE COEFFICIENT) (gender: 1, age: 20)
36 TABLE 4a-7-2 ** PM(EARLY) RESUS DOSE (SV) ** THYROID (INTEGRATED TO 7 DAYS USING 50 YEARS COMMITTED DOSE COEFFICIENT) (gender: 1, age: 20)
37 TABLE 4a-7-3 ** PM(EARLY) RESUS DOSE (SV) ** EFF.DOSE (INTEGRATED TO 7 DAYS USING 50 YEARS COMMITTED DOSE COEFFICIENT) (gender: 1, age: 20)
38 TABLE 4a-8-1 ** PM(EARLY) TOTAL DOSE (SV) ** R.MARROW(CLOUD+GROUND(7DAYS)+INH+RESUS(7d-50YEARS)) (gender: 1, age: 20)
39 TABLE 4a-8-2 ** PM(EARLY) TOTAL DOSE (SV) ** THYROID (CLOUD+GROUND(7DAYS)+INH+RESUS(7d-50YEARS)) (gender: 1, age: 20)
40 TABLE 4a-8-3 ** PM(EARLY) TOTAL DOSE (SV) ** EFF.DOSE(CLOUD+GROUND(7DAYS)+INH+RESUS(7d-50YEARS)) (gender: 1, age: 20)
41 TABLE 5-1 ** PM(EARLY) EFFECTIVE DOSE (SV) ** CLOUD(G) (gender: 1, age: 20)
42 TABLE 5-2 ** PM(EARLY) EFFECTIVE DOSE (SV) ** GROUND (INTEGRATED TO 1 YEAR) (gender: 1, age: 20)
43 TABLE 5-3 ** PM(EARLY) EFFECTIVE DOSE (SV) ** INHALATION (INTEGRATED TO INFINITE) (gender: 1, age: 20)
44 TABLE 5-4 ** PM(EARLY) EFFECTIVE DOSE (SV) ** RESUS (INTEGRATED TO INFINITE) (gender: 1, age: 20)
45 TABLE 5-5 ** PM(EARLY) EFFECTIVE DOSE (SV) ** INHALATION (INTEGRATED TO 50 YEARS) (gender: 1, age: 20)
46 TABLE 5-6 ** PM(EARLY) EFFECTIVE DOSE (SV) ** RESUS (INTEGRATED TO 50 YEARS) (gender: 1, age: 20)
47 TABLE 6 ** PM 7 DAYS DOSE (SV) ** (CLOUD(G)+GROUND(7DAY)+INH+RESUS(50Y)) (gender: 1, age: 20)
48 TABLE 9-1 ** CHRONIC (GROUND+RESUSPENSION) ** << RELOCATION DOSE = 10 mSv , RETURN DOSE = 3 mSv >> 1 YEAR
49 TABLE 9-2 ** CHRONIC (GROUND+RESUSPENSION) ** << RELOCATION DOSE = 10 mSv , RETURN DOSE = 3 mSv >> 10 YEAR
50 TABLE 9-3 ** CHRONIC (GROUND+RESUSPENSION) ** << RELOCATION DOSE = 10 mSv , RETURN DOSE = 3 mSv >> 20 YEAR
51 TABLE R-11-20 risk of early death (gender: 1 age: 20)
52 TABLE R-12-20 risk of early morbidity (gender: 1 age: 20)
53 TABLE R-16-20 risk of fatal cancer (gender: 1 age: 20)
54 TABLE R-17-20 risk of somatic morbidity (gender: 1 age: 20)
55 TABLE R-18-20 risk of fatal cancer(THYROID) (gender: 1 age: 20)
56 TABLE R-19-20 risk of somatic morbidity(THYROID) (gender: 1 age: 20)

```

図 2.10 TableInfo.datの出力例

2.4.3. GUIに関する変更

(1) 正距方位図法で作成された風速場データの可視化

現在のOSCAAR Code Package (ver.1.6.1) では、風速場ベクトルの可視化機能はアンファインメッシュで作成された気象データのみに対応しており、正距方位図法で作成された気象データには対応していなかった。そこで、正距方位図法で作成された気象データも可能にするため、プログラムの更新を実施した。図 2.11のように表示することができるようになった。

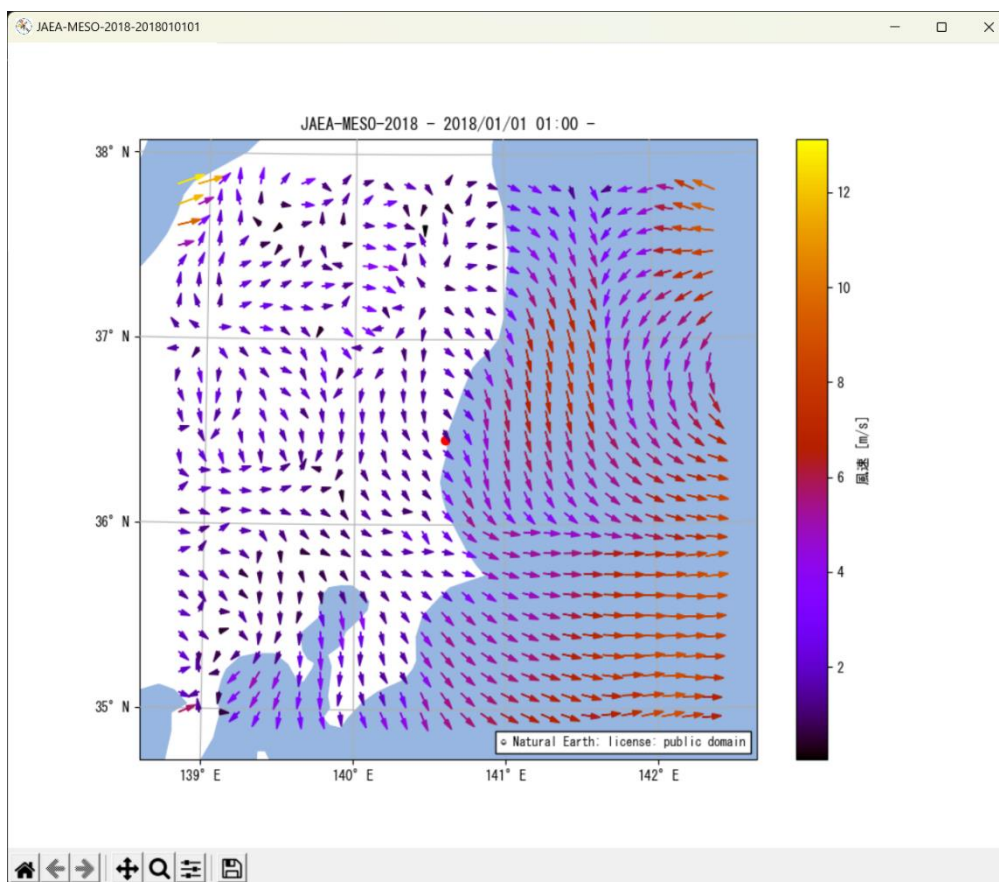


図 2.11 風速場ベクトルの表示例

(2) 年齢性別依存の線量評価用のパラメータ設定機能の追加

年齢依存及び性別の線量評価及び健康リスク評価機能がOSCAARコードに新たに追加されたことに伴い、評価に必要なパラメータを入力ファイルに設定できるようにGUIの機能を追加した。追加されるパラメータは表 2.38の通りである。

GUI上のタブキャプションは図 2.12に示す「年齢及び性別依存」とし、画面上で入力されたデータは標準出力ファイルにAGE_GENDERグループとして出力する。

表 2.38 年齢性別依存線量評価機能追加に伴い入力ファイルへ追加されるパラメータ

No.	Columns	Format	Name	Description
1	1-10	A15	term	AGE_GENDER (入力パラメータの始まりを示す)
2	1-100	整数	nc_gen	計算する性別数
		整数	nc_acc_age	計算する事故時の年齢の数
3	1-100	整数	id_gen (1:nc_gen)	計算する性別の番号 1 : 男性 2 : 女性

4	1-100	整数	acc_age (1:nc_acc_age)	計算する事故時の年齢
5	1-100	実数	br_early (1:6,1:2)	早期影響で使用する性別・年齢グループ別の呼吸率 (m ³ /s) ※1
6	1-100	実数	br_chronic (1:6,1:2)	長期影響で使用する性別・年齢グループ別の呼吸率 (m ³ /year) ※1
7	1-100	実数	cr (1:6,1:2,1:6)	性別・年齢グループ別の農畜産物の摂取率 (牛乳 : L/day、牛乳以外 : kg/day) ※2
8	1-100	整数	gen_7day_dose	この項目で指定した性別・事故時の年齢に対する線量を防護措置実施の判定に使用する
		整数	age_7day_dose	
9	1-100	整数	gen_out	この項目で指定した性別・事故時の年齢に対する線量のテーブルを出力する。 ただし、gen_out<0 のとき、すべて出力しない、gen_out=0 のとき、すべての性別・事故時の年齢について出力する。
		整数	age_out	

※1 : 3 か月、1 歳、5 歳、10 歳、15 歳、成人の 6 グループ分の値を男性、女性の順に 2 セット入力する。
 ※2 : ※1 と同じ入力順のパラメータセットを、CHRONIC モジュールで定義された農畜産物の順番で 6 セット入力する。

OSCAR入力データの作成 - example.inp

ファイル(F) ツール(T) ヘルプ(H)

計算制御: 防護対策あり

大気拡散・沈着計算

補正線量計算

補正低減効果解析

健康影響推定

経済損失推定

閉じる

Groundshine 年齢及び性別依存 再浮遊核種吸入 食物の流通 食物摂取(直接沈着) 食物摂取(経根吸収) 計算結果出力

計算する性別
☒ 男性 ☒ 女性

計算する事故時の年齢
 10 + 追加
 20
 0
 5
 10 - 削除

防護対策の判定対象
☒ 男性 ☐ 女性
 事故時の年齢: 20

早期影響で使用する呼吸率(m³/s)

	3ヶ月	1歳	5歳	10歳	15歳	成人
男性	3.24e-5	5.90e-5	1.02e-4	1.76e-4	2.33e-4	2.66e-4
女性	3.24e-5	5.90e-5	1.02e-4	1.76e-4	1.84e-4	2.11e-4

長期影響で使用する呼吸率(m³/year)

	3ヶ月	1歳	5歳	10歳	15歳	成人
男性	1000	1900	3200	5500	7300	8400
女性	1000	1900	3200	5500	5800	6600

畜産物の摂取率

牛乳

	3ヶ月	1歳	5歳	10歳	15歳	成人
男性	0.015	0.044	0.083	0.14	0.25	0.32
女性	0.015	0.044	0.083	0.14	0.23	0.26

線量テーブルへの出力対象
☐ 男性 ☐ 女性 ☒ 全性別・年齢について出力する ☐ 出力しない
 事故時の年齢: 20

図 2.12 「年齢及び性別依存」タブ

(3) 健康リスク評価の出力選択項目の追加

健康影響推定画面における「リスク計算オプション」へ、以下の2項目を追加した（図2.13）。

- ・甲状腺の発性がん死亡リスク
- ・がん罹患リスク

また、標準出力ファイルのHE_INPUTグループの入力項目について、上記の項目のチェックボックスに対応してオンの場合は1を、オフの場合は0を出力するように改修作業を実施した。

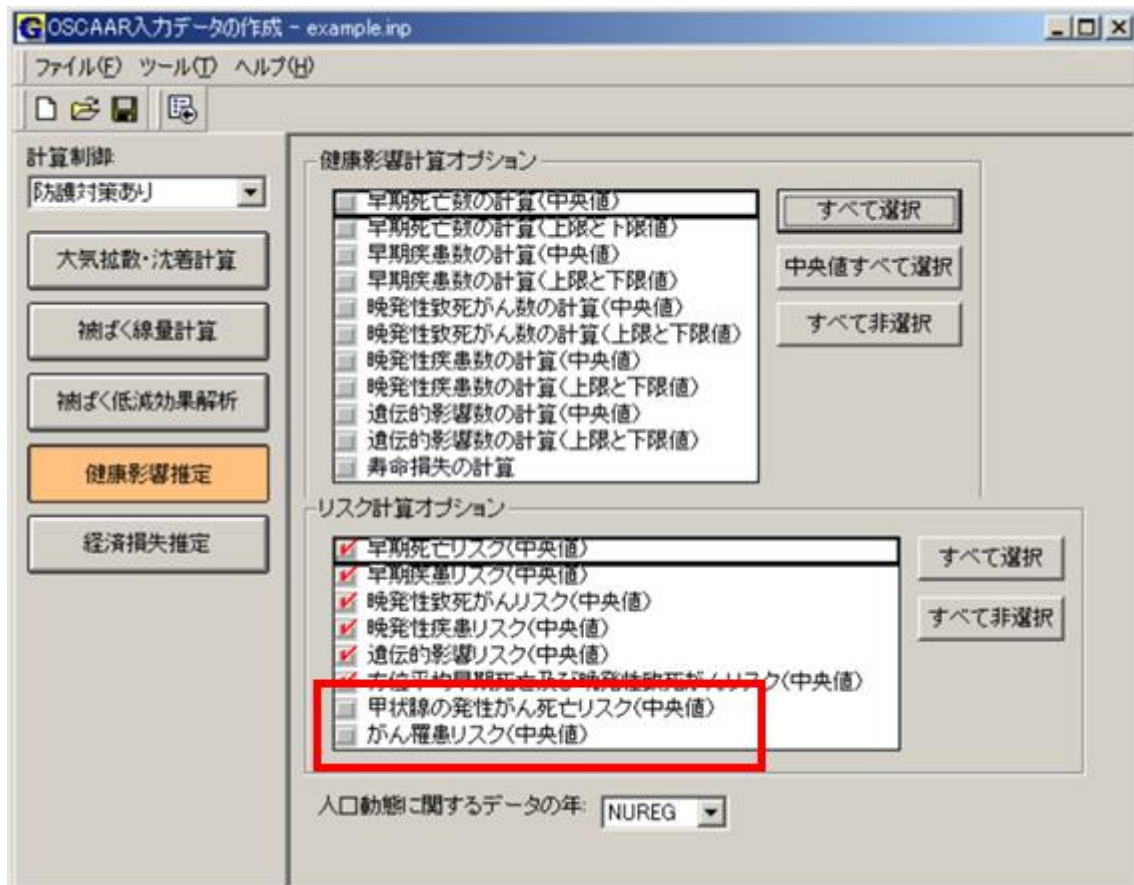


図 2.13 改修後の健康影響推定タブ

(4) 防護措置モデル改良に伴う改修

① 「対策実施範囲・推移」タブ

- 「防護対策」とキャプションがついているドロップダウンリストの項目について、「屋内退避」、「コンクリート屋内退避」、「避難」、「移転」の4項目をそれぞれ「UPZ」、「PAZ」、「避難」、「移転」の4項目に変更した（図

2.14)。

- 「UPZ」画面における「屋内退避」に関して、「実施しない」を選択した場合に入力不要項目を編集できないようにグレーアウトするように変更した。また、「避難」について、OILにより実施判断する場合の空間線量値の単位 ($\mu\text{Sv/h}$) を表示するようにした (図 2.15)。
- 「PAZ」画面についても「UPZ」画面と同様に、入力不要項目のグレーアウト処理や表示項目の整理を行った (図 2.16)。
- 現行GUI上の「避難」画面における「避難場所への移動中の被ばく低減係数」を、「被ばく低減係数」タブへ移動した。また、新規入力項目である「基本とする移動速度 (km/h)」、「速度の倍率」を追加した (図 2.17)。現行GUI上で表示されていた「コンクリート屋内退避及び避難を実施しない集団の割合」等の項目は「PAZ」タブ、「UPZ」タブに移動している。

② 「被ばく低減効果」タブ

- 「被ばく低減効果」タブ (図 2.18) 中の「被ばく低減係数」のリストに、「堅牢な退避施設」と、「避難場所への移動中」の被ばく低減係数を追加した。また、「屋外滞在者が木造建屋に滞在する割合」の入力欄を追加した。

③ 「吸入被ばく低減効果」タブの追加

- 新に導入された、建蔽率、風速依存吸入被ばく低減係数算出モデル (以降、IRF モデルと呼ぶ) に対応するため、「吸入被ばく低減効果」タブを追加し、表 2.39 に示す各入力項目を設定するために適切な入力コンポーネント (テキストボックスやラジオボタン等) を配置した。

④ その他



図 2.14 防護対策選択項目

防護対策: **UPZ**

屋内退避

☐ 実施しない

☒ 実施する

☐ 線量制限により実施

0.050 (Sv)

避難

☐ 実施しない

☒ 実施する

☐ 線量制限により実施

☐ OILにより実施

0.050 Sv

放出点からの距離: 30.00 (km)

指示に要する時間: 1.00 (h)

屋内退避完了に要する時間: 1.00 (h)

屋内退避の実施期間: 48.00 (h)

避難の実施期間: 168.00 (h)

安定ヨウ素剤の投与

☐ 実施しない

☒ 実施する

介入レベル: 0.050 (Sv)

投与開始時間: 40.00 (h)

図 2.15 UPZに関する入力項目

防護対策: **PAZ**

☐ 実施しない

☒ 避難を実施

☐ 堅牢な施設への屋内退避を実施

☒ 避難または屋内退避を線量制限により実施

0.100 (Sv)

放出点からの距離: 10.00 (km)

指示に要する時間: 1.00 (h)

屋内退避完了に要する時間: 1.00 (h)

屋内退避および避難の実施期間: 48.00 (h)

屋内退避及び避難を実施しない集団の割合: 0.005 (-)

安定ヨウ素剤の投与

☐ 実施しない

☒ 実施する

介入レベル: 0.050 (Sv)

投与開始時間: 2.00 (h)

図 2.16 PAZに関する入力項目

「被ばく低減係数」タブへ移動

防護対策: **避難**

☐ 実施しない

☒ 実施する

☐ 線量制限により実施

0.050 (Sv)

放出点からの距離: 10.00 (km)

指示までの時間: 50.00 (h)

完了時間: 1.00 (h)

実施期間: 168.00 (h)

コンクリート屋内退避及び避難を実施しない集団の割合: 0.005 (-)

避難場所へ移動中の被ばく低減係数

放射線雲: 1.000

地表面: 0.500

吸入: 0.500

↓

新規追加項目

防護対策: **避難**

避難を実施する

基本とする移動速度: 5.00 (km/h)

移動メッシュデータファイルの数: 13

速度の倍率

1	1.00
2	1.00
3	1.00
4	1.00
5	1.00
6	1.00
7	1.00

図 2.17 避難に関する入力項目

OSCAAR入力データの作成 - sample.inp

ファイル(F) ツール(T) ヘルプ(H)

計算制御
 [防護対策あり] ▼
 大気拉数・沈着計算
 被ばく線量計算
 被ばく低減効果解析
 健康影響推定
 経済損失推定
 閉じる

被ばく低減係数 | 吸入被ばく低減効果 | 対策実施範囲・推移 | 食物摂取制限実施条件 | Dose Band出力条件 | 計算結果出力

①通常生活における滞在時間割合(%)

屋外: 10.00
 自宅(一般木造建屋): 70.00
 学校・オフィス(コンクリート建屋): 20.00
 ※合計値が100となるように設定します

通常生活における人口割合(%)

②昼間 ③夜間
 屋外: 20.00 10.00
 自宅(一般木造建屋): 10.00 80.00
 学校・オフィス(コンクリート建屋): 70.00 10.00
 ※昼間・夜間の合計値がそれぞれ100となるように設定します

昼夜時刻を設定
 昼 8 時～18 時
 夜 18 時～8 時

被ばく低減係数(-)

	放射性雲	地表面	吸入	再浮遊物質の吸入
一般木造建屋	0.90000	0.40000	0.50000	0.50000
コンクリート建屋	0.80000	0.20000	0.50000	0.50000
PAZ内の屋内避難施設	0.10	0.10	0.10	0.10
避難場所への移動中	0.80	0.70	1.00	

地表面からの外部被ばくの Location factor
 屋外: 0.700 (-)

通常生活における被ばく低減係数(-)

	放射性雲	地表面	吸入	再浮遊物質の吸入
①滞在時間割合により算出した被ばく低減係数	0.89000	0.39000	0.55000	0.55000
②昼の人口割合により算出した被ばく低減係数	0.85000	0.32000	0.60000	0.60000
③夜の人口割合により算出した被ばく低減係数	0.90000	0.41000	0.55000	0.55000

屋外滞在者が木造建屋に滞在する割合: 60.000 (%)

図 2.18 被ばく低減係数タブ

表 2.39 「吸入被ばく低減効果」タブから入力されるパラメータ

Card	Format	Name	Description
11	A15	SUBGPN(10)	サブグループ名 (IRFMODEL)
11-1	整数	irfmodel	吸入被ばく低減効果算出モデルの選択 0 : FLFAC(1), FLFAC(2), SFFACS(3), SFFACS(4)をパラメータとして使用 1 : 風速及び建蔽率依存吸入被ばく低減効果算出モデルを使用
11-2	整数	ileak	補正係数及び風速一定条件における RF 及び補正係数使用時における建築年度分類選択 1 : 1980 年以前 2 : 1981 年～1992 年 3 : 1993 年以降
11-3	実数	icomp(1:3)	「ガス状元素」、「粒子状元素（無機ヨウ素を含む）」、「有機ヨウ素」の順に、PARTICLE サブグループで定義される粒径分類との対応関係を定義する。 (例 1) PARTICLE サブグループにおいて、NPGRP=3 であり、「ガス状」、「有機ヨウ素」、「粒子状元素」の順に粒径分類が定義されている場合は、「1 3 2」と指定する。 なお、PATICLE サブグループで粒径分類が定義されていない場合は、0 を指定する (例 2) PARTICLE サブグループにおいて、NPGRP=1 で粒子状元素のみ定義されている場合「0 1 0」と指定する。
11-4	整数	isfnucout	風速変動条件の被ばく低減係数を出力する核種番号
11	A8	AA	PM の入力データの終わりを示す 'END'を読み込む

2.4.4. 後処理プログラムに関する変更

新たにOSCAARコードに追加された時系列データ出力及び年齢性別依存データ出力を後処理プログラムで解析するための作業を実施した。

(1) 時系列データ可視化処理

追加した時系列データ可視化機能に関連するファイル関係図を図 2.19に示す。時系列データ可視化処理の流れは以下①～②の通りである。

① 設定ファイルの出力

時系列データ可視化処理に必要な情報を収録した設定ファイル (TimeSeriesGraph_GUI.inp) を出力する。設定ファイルに出力する情報は表 2.40の通りである。

② 時系列グラフ作成マクロの起動

作成した時系列グラフ作成マクロを起動する。

(2) 出力制御GUIの変更・追加

「計算結果出力」画面に、「時間変化出力」画面へ遷移するボタン（ボタンのキャプションが「時間変化グラフ」であるボタン）を追加した（図 2.20）。また、時間変化出力の設定ファイルの情報を制御する画面（「時間変化出力」画面）を追加し（図 2.21）、その内容が前述の設定ファイルに書き込まれる機能を追加した。

(3) 後処理プログラムの拡張

OSCAARコードに新たに追加された年齢性別依存データ出力データの統計解析に対応するため、PostOSCAARの機能拡張作業を行った。解析対象データの絞り込みを効率的に行うため、初期設定用ファイルであるPostOSCAAR.iniの様式を更新し、年齢と性別の項目を追加した（図 2.22）。

(4) 確率論的評価結果の表におけるシーケンス番号の追加

現行のコードパッケージでは、可視化の対象とするシーケンス番号を確認する方法として、確率論的評価の図表出力機能により出力される表があるが、現状では最大値のシーケンス番号のみが出力されている。そこで、50%値及び95%値のシーケンス番号を表に出力するようにした（図 2.23）。

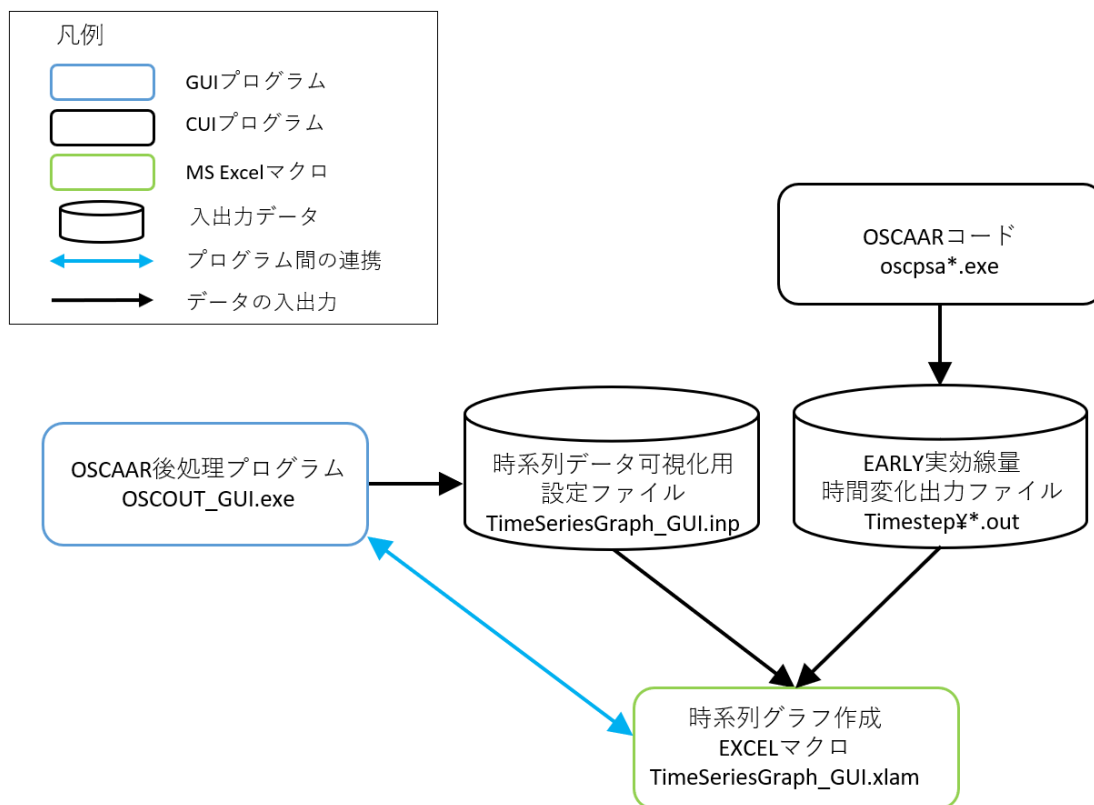


図 2.19 時系列データ可視化機能に係るファイル関係図

表 2.40 時系列データ可視化機能の設定ファイルの形式

No.	項目名	型	備考
1	計算ケース名	文字	内部情報より取得
2	評価距離番号の総数	整数	内部情報より取得 OSCAAR 入力ファイルにおける NDIST
3	可視化対象のシーケンス番号	整数	GUI 画面で選択
4	可視化対象のメッシュ方位番号	整数	GUI 画面で選択
5	可視化対象のメッシュ距離番号	整数	GUI 画面で選択
6	空間線量率出力フラグ	整数	GUI 画面で選択 0 : 出力しない、1 : 出力する
7	可視化対象の被ばく経路数	整数	No.8 の選択数より取得。値は 0~4
8	可視化対象の被ばく経路の名称	文字	GUI 画面で選択（複数選択可） クラウドシャイン、グラウンドシャイン、 吸入、再浮遊吸入の最大 4 種類

計算結果の図表出力

サイト・ファイル情報

ファイル名: sample

サイト情報:

サイト名称: 東海発電所2号炉
 サイト略称: TOKAI
 緯 度: 36度27分57.00秒
 経 度: 140度36分24.00秒

コメント:

R6公開版出力テストインプット

図表作成

決定論的評価(D) 確率論的評価(P) 時間変化グラフ(I)

☐ 終了する際にExcelも自動で閉じる(保存していない図表は失われます)

計算結果出力プログラム Ver1.4.0

終了(X)

図 2.20 「計算結果の図表出力」画面

時間変化の出力

シーケンス番号:

方位番号:

距離番号:

☐ 空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$):

早期影響の実効線量 (Sv)

☐ クラウドシャイン ☐ 吸入
☐ グランドシャイン ☐ 再浮遊吸入

時間変化グラフ出力

図 2.21 「時間変化の出力」画面

```

##-----
## category, key1, key2, sup_option, title, y_axis, unit, sheet_name
##-----
## category : (Character*2), GUIの選択画面の記号
## key1 : (Character*10), タイトル検索情報1
## key2 : (Character*10), タイトル検索情報2(AND検索) 空文字なら対象としない
## key3 : (Character*25), タイトル検索情報3(AND検索) 空文字なら対象としない
## sup_option : (Int), key1の文字列後の数字の選択 (=0: なし, =1: 核種番号, =2: 早期臓器番号, =3: 長期臓器番号)
## title : (Character*80), Excelの表、グラフのタイトル
## y_axis : (Character*12), ExcelグラフのY軸ラベル
## unit : (Character*10), Excelの表、グラフの数値の単位
## sheet_name : (Character*44), Excelのシート名 (31文字上限のため、核種名、臓器名8文字+区切り1文字を引いて全角半角問わず22文字まで)
##-----
A1 "A 1-1-" "TOTAL" "" 1 "大気中積算濃度" "大気中積算濃度" "sec*Bq/m3" "大気中積算濃度"
A2 "A 1-2-" "TOTAL" "" 1 "地表沈着量" "地表沈着量" "Bq/m2" "地表沈着量"
B1 "4a-1-" "PMx(EARLY)" "(gender: 1, age: 20)" 2 "早期・クラウドシャイン線量 (対策に従わない集団)" "被ばく線量" "Sv" "早期CLD(従わない集団)"
B1 "4a-2-" "PMx(EARLY)" "(gender: 1, age: 20)" 2 "早期・クラウドシャイン線量 (対策に従わない集団)" "被ばく線量" "Sv" "早期GRD(従わない集団)"
B1 "4a-3-" "PMx(EARLY)" "(gender: 1, age: 20)" 2 "早期・呼吸摂取による内部被ばく線量 (対策に従わない集団)" "被ばく線量" "Sv" "早期INH(従わない集団)"
B1 "4a-4-" "PMx(EARLY)" "(gender: 1, age: 20)" 2 "早期・再浮遊核種の呼吸摂取による内部被ばく線量 (対策に従わない集団)" "被ばく線量" "Sv" "早期RES(従わない集団)"
B1 "4a-5-" "PMx(EARLY)" "(gender: 1, age: 20)" 2 "早期被ばく線量 (対策に従わない集団)" "被ばく線量" "Sv" "早期TOTAL(従わない集団)"
B1 "4a-1-" "PM(EARLY)" "(gender: 1, age: 20)" 2 "早期・クラウドシャイン線量" "被ばく線量" "Sv" "早期CLD"
B1 "4a-2-" "PM(EARLY)" "(gender: 1, age: 20)" 2 "早期・クラウドシャイン線量" "被ばく線量" "Sv" "早期GRD"
B1 "4a-3-" "PM(EARLY)" "(gender: 1, age: 20)" 2 "早期・呼吸摂取による内部被ばく線量" "被ばく線量" "Sv" "早期INH"
B1 "4a-4-" "PM(EARLY)" "(gender: 1, age: 20)" 2 "早期・再浮遊核種の呼吸摂取による内部被ばく線量" "被ばく線量" "Sv" "早期RES"
B1 "4a-5-" "PM(EARLY)" "(gender: 1, age: 20)" 2 "早期被ばく線量" "被ばく線量" "Sv" "早期TOTAL"
B2 "8a-1-" "" "(gender: 1, age: 20)" 3 "長期・クラウドシャイン線量" "被ばく線量" "Sv" "長期GRD"
B2 "8a-2-" "" "(gender: 1, age: 20)" 3 "長期・再浮遊核種の呼吸摂取による内部被ばく線量" "被ばく線量" "Sv" "長期RES"
B2 "8a-3-" "" "(gender: 1, age: 20)" 3 "長期・直接沈着によって汚染された食物摂取による内部被ばく線量" "被ばく線量" "Sv" "長期DIRECT"
B2 "8a-4-" "" "(gender: 1, age: 20)" 3 "長期・経根吸収によって汚染された食物摂取による内部被ばく線量" "被ばく線量" "Sv" "長期ROOT"
B2 "8a-5-" "" "(gender: 1, age: 20)" 3 "長期被ばく線量" "被ばく線量" "Sv" "長期TOTAL"
C1 "R-11-20" "" "" 0 "早期健康影響の個人リスク・早期死亡" "リスク" "-" "早期死亡リスク"
C1 "R-12-20" "" "" 0 "早期健康影響の個人リスク・早期疾患" "リスク" "-" "早期疾患リスク"
C2 "R-16-20" "" "" 0 "長期健康影響の個人リスク・晩発性致死がん" "リスク" "-" "晩発性致死がん"
C2 "R-17-20" "" "" 0 "長期健康影響の個人リスク・晩発性疾患" "リスク" "-" "晩発性疾患"
C2 "R-18-20" "" "" 0 "長期健康影響の個人リスク・晩発性致死がん(甲状腺)" "リスク" "-" "晩発性致死がん(甲状腺)"
C2 "R-19-20" "" "" 0 "長期健康影響の個人リスク・晩発性疾患(甲状腺)" "リスク" "-" "晩発性疾患(甲状腺)"

```

図 2.22 OSCAAR.iniの内容

大気中核算濃度 核種:CS-137 (方位平均値)														
単位:sec*Bq/m3														
距離(km)	期待値	5%値	50%値	90%値	95%値	99%値	99.9%値	最小値	最大値	50%値の シーケン ス番号	95%値の シーケン ス番号	最大値の シーケン ス番号	影響0の確 率	期待値以 上の確率
5.00E-01	2.23E+09		2.92E+07	8.24E+09	1.23E+10	2.05E+10	2.96E+10		2.96E+10	189	127	196	1.05E-01	2.76E-01
1.50E+00	1.50E+09	1.35E+08	1.41E+09	2.61E+09	3.17E+09	5.16E+09	5.59E+09	2.26E+06	5.59E+09	74	66	72		4.58E-01
2.50E+00	8.19E+08	2.28E+08	6.59E+08	1.36E+09	1.68E+09	5.17E+09	5.82E+09	1.33E+06	5.82E+09	186	59	156		4.14E-01
3.50E+00	5.66E+08	1.70E+08	4.46E+08	9.27E+08	1.15E+09	3.61E+09	6.35E+09	9.53E+07	6.35E+09	155	60	194		3.33E-01
4.50E+00	3.87E+08	1.28E+08	3.06E+08	6.99E+08	8.71E+08	1.87E+09	3.02E+09	3.77E+07	3.02E+09	168	54	194		3.70E-01
5.50E+00	2.98E+08	8.64E+07	2.24E+08	5.50E+08	6.96E+08	1.50E+09	2.46E+09	5.29E+07	2.46E+09	91	54	194		3.37E-01
7.00E+00	2.10E+08	6.67E+07	1.57E+08	4.00E+08	5.22E+08	6.49E+08	1.43E+09	3.05E+07	1.43E+09	45	14	194		3.60E-01
9.00E+00	1.54E+08	4.15E+07	1.08E+08	3.11E+08	4.19E+08	7.53E+08	9.22E+08	1.62E+07	9.22E+08	69	107	194		3.46E-01
1.25E+01	1.01E+08	2.30E+07	6.86E+07	2.35E+08	2.85E+08	4.21E+08	6.60E+08	5.01E+06	6.60E+08	91	150	130		3.21E-01
1.75E+01	6.26E+07	1.50E+07	4.01E+07	1.25E+08	1.89E+08	4.74E+08	4.75E+08	2.88E+06	4.75E+08	94	14	158		3.32E-01
2.25E+01	4.43E+07	8.54E+06	2.96E+07	9.04E+07	1.36E+08	2.69E+08	3.16E+08	2.25E+06	3.16E+08	81	48	116		3.19E-01
2.75E+01	3.14E+07	5.93E+06	2.36E+07	7.10E+07	1.02E+08	1.53E+08	1.74E+08	1.78E+06	1.74E+08	196	12	158		3.49E-01
3.00E+01	2.67E+07	4.77E+06	1.91E+07	6.23E+07	7.94E+07	1.14E+08	2.58E+08	1.61E+06	2.58E+08	146	92	158		3.37E-01
5.00E+01	1.08E+07	1.74E+06	7.00E+06	2.38E+07	3.05E+07	8.00E+07	1.12E+08	3.23E+05	1.12E+08	32	170	41		3.32E-01
7.00E+01	5.96E+06	9.65E+05	4.23E+06	1.41E+07	1.95E+07	3.25E+07	3.44E+07	4.65E+04	3.44E+07	68	39	43		3.55E-01
9.00E+01	4.05E+06	5.23E+05	2.26E+06	1.01E+07	1.48E+07	2.21E+07	2.65E+07	9.85E+03	2.65E+07	185	93	43		3.12E-01
1.25E+02	1.81E+06	2.22E+05	1.23E+06	4.17E+06	4.67E+06	1.20E+07	1.58E+07	4.28E+02	1.58E+07	82	94	39		3.25E-01
1.75E+02	9.33E+05	7.32E+04	6.66E+05	2.14E+06	2.52E+06	5.06E+06	5.56E+06	1.77E+02	5.56E+06	190	153	11		3.40E-01
2.50E+02	4.59E+05	9.12E+03	3.20E+05	9.94E+05	1.45E+06	2.21E+06	2.75E+06	2.07E+01	2.75E+06	116	109	87		3.10E-01
3.50E+02	2.21E+05	1.10E+03	1.69E+05	4.90E+05	6.69E+05	1.38E+06	1.63E+06	1.32E+00	1.63E+06	83	99	142		3.29E-01
5.00E+02	1.01E+05	5.97E+01	7.31E+04	2.45E+05	4.28E+05	5.70E+05	7.10E+05	5.26E-03	7.10E+05	193	33	118		3.27E-01
7.00E+02	4.50E+04	2.21E+00	2.23E+04	1.21E+05	1.73E+05	2.77E+05	3.45E+05	8.36E-05	3.45E+05	38	24	109		3.61E-01
9.00E+02	2.14E+04	1.40E-01	4.75E+03	6.70E+04	8.72E+04	1.64E+05	2.92E+05	1.05E-06	2.92E+05	21	88	129		3.32E-01
1.25E+03	2.34E+03		1.19E+01	6.87E+03	1.34E+04	4.47E+04	5.52E+04		5.52E+04	129	132	19	8.50E-02	1.62E-01
1.75E+03	9.96E+01		5.42E-07	2.58E+01	3.17E+02	3.65E+03	5.74E+03		5.74E+03	123	43	132	4.60E-01	7.27E-02

図 2.23 50%値及び95%値のシーケンス番号を追加した確率論評価結果の表

2.4.5. GUIバージョンマニュアル

今年度実施したGUIの改修に伴い変更された箇所について、マニュアルを更新した。

第2章の参考文献

- JAEA. (2016). 平成27年度原子力規制庁委託業務結果報告書「原子力施設等防災対策等委託費(防護措置の実効性向上に関する調査研究)事業」.
- JAEA. (2017). 平成28年度原子力規制庁委託業務結果報告書「原子力施設等防災対策等委託費(防護措置の実効性向上に関する調査研究)事業」.
- JAEA. (2018). 平成29年度原子力規制庁委託業務結果報告書「原子力施設等防災対策等委託費(防護措置の実効性向上に関する調査研究)事業」.
- JAEA. (2019). 平成30年度原子力規制庁委託業務結果報告書「原子力施設等防災対策等委託費(防護措置の実効性向上に関する調査研究)事業」.
- JAEA. (2020). 平成31年度原子力規制庁委託業務結果報告書「原子力施設等防災対策等委託費(防護措置の実効性向上に関する調査研究)事業」.
- JAEA. (2021). 令和2年度原子力規制庁委託業務結果報告書「原子力施設等防災対策等委託費(防護措置の実効性向上に関する調査研究)事業」.
- JAEA. (2023). 令和4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)事業」.
- JAEA. (2024). 令和5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)事業」.
- J. A. Jones, P. A. Mansfield, and S. M. Haywood, I. Hsemann, C. Steinhauer, J. Ehrhardt and D. Faude (1996), PC Cosyma (Version 2): An accident consequence assessment package for use on a PC, radiation protection, Final report, Directorate-General Science, Research and Development, EUR 16239 EN.
- J. R. Johnson (1981). Radioiodine Dosimetry, Johnson J. R., Journal of Radioanalytical Chemistry, 65, 223-238.
- 木村仁宣, 高原省五, 本間俊充 (2012), 安定ヨウ素剤服用による甲状腺被ばく低減効果の評価手法の開発, JAEA-Research 2012-039.

3. OSCAARコードを用いた試計算

第3章では、防護措置モデルの違いが計算結果に与える影響を確認するための感度解析を行う。

3.1. 防護措置の効果に係る感度解析

表 3.1に示す被ばく低減係数を使用する。日常生活時（長期）の滞在割合は100%屋外とする。表 3.2に示す放出シナリオを使用する。原子力規制庁より提供された放出割合データをOSCAAR入力に適応するように核種グループを調整した。気象条件は一定とする(istart=1)。風速が1.8m/s、風向が南（北に放出）を標準ケースとする。

結果はすべて7日間積算線量（吸入被ばくの預託期間は50年）を方位最大値で示す。また、屋外滞在時の線量に対する比をとった結果も示す。

本試計算では、クラウドシャイン、グラウンドシャイン、吸入被ばくの3経路に対する実効線量と吸入被ばくと再浮遊による吸入被ばくによる甲状腺等価線量を用いて評価を行った。各評価線量とOSCAAR出力のテーブル番号の対応は以下の通りである。

- 実効線量
 - クラウドシャイン TABLE 4a-1-3
 - グラウンドシャイン TABLE 4a-2-3
 - 吸入（50年預託）TABLE 4a-6-3
- 甲状腺等価線量（屋内退避＋安定ヨウ素剤ケースのみ確認）
 - 吸入＋再浮遊（50年預託） 日常生活（昼夜別）TABLE 3T
 - 吸入（50年預託）TABLE 4a-6-2

表 3.1 被ばく低減係数

状況	クラウド	グラウンド	吸入
屋外	1	1	1
木造 ^{※1}	0.9	0.4	0.25
コンクリート建屋 ^{※1}	0.6	0.2	0.05
自動車 ^{※2}	0.88	0.73	1

※1（原子力規制委員会, 2014）

※2 クラウドシャイン、グラウンドシャイン被ばく低減係数は、(S. Takahara et. al., 2018) より最も保守的な値を採用する。吸入被ばく低減係数は保守的に1とする。

表 3.2 放出シナリオ（規制庁提供資料に基づく）

条件①

環境評価の条件	風速	大気安定度	放出高さ	降雨	被ばく継続
パラメータ	1.8m/s	D	0m	なし	7 日

条件② 放出割合/放出開始時間

Seq.	Kr	Xe	I _{有機}	I _{無機}	I _{エアロゾル}	Cs	Te	Sr	Ru	Ba	Sb	Y	Mo	La	Ce	Np
B2018_PhA_S1H2E1F_48	0.017	0.017	6E-06	4E-06	8E-05	6E-05	8.0E-05	1.2E-05	0.0E+00	1.2E-05	8.0E-05	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
B2018_PhB_S1H2E1F_48	0.957	0.957	0.0006	0.0004	0.0071	0.0047	6.1E-03	9.2E-05	1.2E-04	9.2E-05	6.1E-03	3.0E-09	1.6E-03	3.0E-09	3.0E-09	3.0E-09
B2018_PhB_S1H2E1V_24	0.957	0.957	1E-05	4E-06	7E-06	5E-06	6.1E-06	9.2E-08	1.2E-07	9.2E-08	6.1E-06	3.0E-12	1.6E-06	3.0E-12	3.0E-12	3.0E-12

※ OSCAARの核種グループに対応させる。I_{無機}とI_{エアロゾル}を足したものを無機ヨウ素とする。JAERI-Research-2000-060ではMoはRu類に分類しているが、ここでは他のRu類と放出割合が異なるため9つ目のグループを追加してMoのみを分類する。

条件②放出割合/放出開始時間（OSCAARの入力に対応するためグループを調整）

	放出時間 (hr)	希ガス	有機ヨウ素	無機ヨウ素	Cs-Rb 類	Te-Sb 類	Sr-Ba 類	Ru 類	La 類	Mo
B2018_PhA_S1H2E1F_48	48	1.700E-02	6.000E-06	7.988E-05	6.000E-05	8.000E-05	1.200E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
B2018_PhB_S1H2E1F_48	48	9.570E-01	5.610E-04	7.469E-03	4.660E-03	6.080E-03	9.200E-05	1.200E-04	3.000E-09	1.600E-03
B2018_PhB_S1H2E1V_24	24	9.570E-01	1.122E-05	1.073E-05	4.660E-06	6.080E-06	9.200E-08	1.200E-07	3.000E-12	1.600E-06

シナリオの説明

B2018_PhA_S1H2E1F_48	炉心状態がギャップ放出程度(PhA)であり、スプレイ(S1)が2～12 時間継続(H2)し、48 時間で格納容器破損(F)にいたり 1 時間で全量放出(E1)する
B2018_PhB_S1H2E1F_48	炉心状態が炉心損傷状態(PhB)であり、スプレイ(S1)が2～12 時間継続(H2)し、48 時間で格納容器破損(F)にいたり 1 時間で全量放出(E1)する
B2018_PhB_S1H2E1V_24	炉心状態が炉心損傷状態(PhB)であり、スプレイ(S1)が2～12 時間継続(H2)し、24 時間でベント(V)にいたり 1 時間で全量放出(E1)する

3.1.1. 屋内退避

放出開始時点でPAZ及びUPZの屋内退避が完了しているものとして、表 3.3に示す4ケースで計算する。

新たにOSCAARコードに組み込んだIRFモデルでは、建蔽率と風速による吸入被ばく線量低減係数の変化を考慮したモデル（Hirouchi et al., 2021; JAEA, 2016; 2017; 2018; 2019; 2020; 2021）であらかじめ計算された値を収録したライブラリを使用する。IRFモデルの詳細については、3.1.1.2項にて説明する。

ここでは、以下の条件で計算する。

- 建蔽率：東海サイト
- 建築年度分類：1981年～1992年（3.1.1.2で感度解析）
- 屋内退避時の吸入被ばく以外についてはSH-cと同様とする

IRFモデル以外については以下のように設定する。

PAZの屋内退避施設の被ばく低減係数は表 3.4のように、ケースごとに木造またはコンクリート建屋の被ばく低減係数を設定した。

UPZの屋内退避時の被ばく低減係数は、主たる放出時間における日常生活の滞在割合と木造への退避割合に基づき計算される。主たる放出時間を夜間として、ケースごとに滞在割合と木造への退避割合を表 3.5のように設定した。このとき、日常生活時の被ばく低減係数は表 3.6のようになり、UPZ屋内退避時の被ばく低減係数は表 3.7のようになる。

表 3.3 屋内退避ケース

SH-a	木造
SH-b	コンクリート
SH-c	PAZ:コンクリート、UPZ:木造とコンクリート
IRF(吸入)	建蔽率、風速依存吸入被ばく低減係数算出モデル

表 3.4 PAZ屋内退避時の被ばく低減係数

計算 ケース	PAZ 屋内退避	sf_shelt_paz(入力値)		
		クラウド	グラウンド	吸入
SH-a	木造	0.9	0.4	0.25
SH-b	コンクリート	0.6	0.2	0.05
SH-c	コンクリート	0.6	0.2	0.05

表 3.5 日常生活時（夜間）の人口割合とUPZの木造退避割合

計算 ケース	屋外	木造	コンクリート	屋外から木造退避
	pop_out(2)	pop_in1(2)	pop_in2(2)	ratio_wooden
SH-a	0	1	0	1
SH-b	0	0	1	0
SH-c	0.1	0.8	0.1	0.6

※ UPZの屋外滞在者のうち、ratio_woodenが木造に屋内退避し、残りがコンクリート建屋に屋内退避する。

表 3.6 日常生活時（夜間）の被ばく低減係数

計算 ケース	日常生活(夜間)	sf_normal		
		クラウド	グラウンド	吸入
SH-a	木造	0.9	0.4	0.25
SH-b	コンクリート	0.6	0.2	0.05
SH-c	木造+コンクリート	0.88	0.44	0.305

表 3.7 UPZ屋内退避時（夜間）の被ばく低減係数

計算 ケース	UPZ 屋内退避 (夜間)	sf_shelt_upz		
		クラウド	グラウンド	吸入
SH-a	木造	0.9	0.4	0.25
SH-b	コンクリート	0.6	0.2	0.05
SH-c	木造+コンクリート	0.858	0.372	0.222

3.1.1.1. 屋内退避期間

表 3.8に示す屋内退避期間で計算した。

表 3.8 屋内退避期間の感度解析ケース

7d	7 日間屋内退避
3d	3 日間屋内退避

実効線量の計算結果を図 3.1～図 3.3に示す。また、図 3.4、図 3.5、図 3.6にそれぞれ、クラウドシャイン、グラウンドシャイン、吸入被ばくについて、屋外滞在時の実効線量に対する屋内退避時の被ばく線量比と放出源からの距離の関係を示す。

グラウンドシャインについては、7日間屋内退避した結果を見ると、SH-aは0.4、SH-bは0.2となり、表 3.4と表 3.6のグラウンドシャインの被ばく線量低減係数と一致した。SH-cはPAZでは0.2、UPZではクラウドシャインと同様に木造建屋とコンクリート建屋への滞在比による重み付け低減係数である0.372と一致した。3日間屋内退避した場合は屋内退避終了後に通常生活（屋外、木造建屋、コンクリート建屋の滞在比に応じた被ばく線量評価）となるため、屋内退避終了後4日分のグラウンドシャインの被ばく線量が足されるため、表 3.4と表 3.6に示す値よりもより大きくなる。

クラウドシャインについては、7日間屋内退避した結果を見ると、PAZとUPZ全てのエリアを木造建屋としたSH-aは線量比が0.9、全てのエリアをコンクリート建屋としたSH-bは線量比が0.6となり、表 3.4と表 3.6の被ばく線量低減係数に合致した。PAZがコンクリート建屋、UPZがコンクリート建屋と木造建屋の混在としたSH-cは距離5 km以内のPAZでは線量比が0.6、UPZでは線量比が0.858となり、木造建屋とコンクリート建屋への滞在比による重み付け低減係数の値と一致する。3日間屋内退避した場合も7日間屋内退避の場合と同様の結果となった。

吸入被ばく線量については、7日間屋内退避した結果を見ると、SH-aは0.25、SH-bは0.05となり、表 3.4と表 3.6の被ばく線量低減係数に合致した。SH-cは木造建屋とコンクリート建屋への滞在比による重み付け低減係数の値である0.222と合致した。新たに追加された吸入被ばく低減モデルである建蔽率・風速考慮モデルの評価では線量比は距離ごとに様々な値を示した。いずれのソースタームも4.5km地点で最小値を示し、4.5km以降から12.5kmまでは徐々に増加し、17.5km以降はほぼ一定の値を示していた。図 3.7はブルーム中心の通る放出点から北向きの距離と建蔽率の関係を示している。建蔽率は4.5km地点で最大値を示し、4.5kmから12.5kmまで徐々に減少し、17.5km以遠は1%以下であった。本評価は風向風速一定での評価のため、線量比の違いは建蔽率の違いであると結論付けられる。また、IRFモデルの吸入被ばく低減係数は核種によって異なる値となるため、放出シナリオによって被ばく線量比が異なる。3日間屋内退避した場合も7日間屋内退避の場合と同様の結果となった。

屋内退避期間が7日間のケースでは、屋外滞在時に対する実効線量の比は屋内退避の被ばく低減係数と一致した。

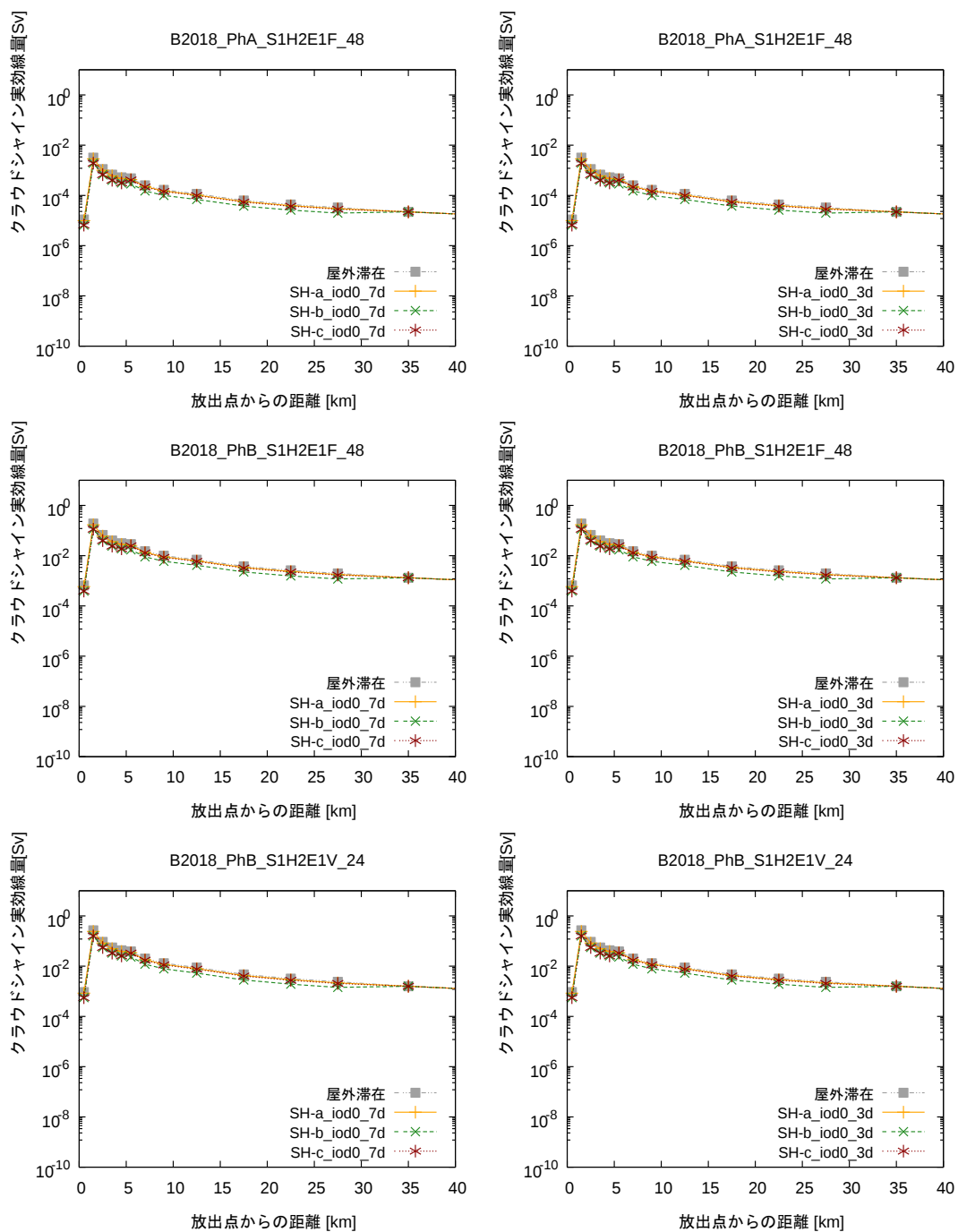


図 3.1 クラウドシャイン実効線量（屋内退避期間7日、3日）

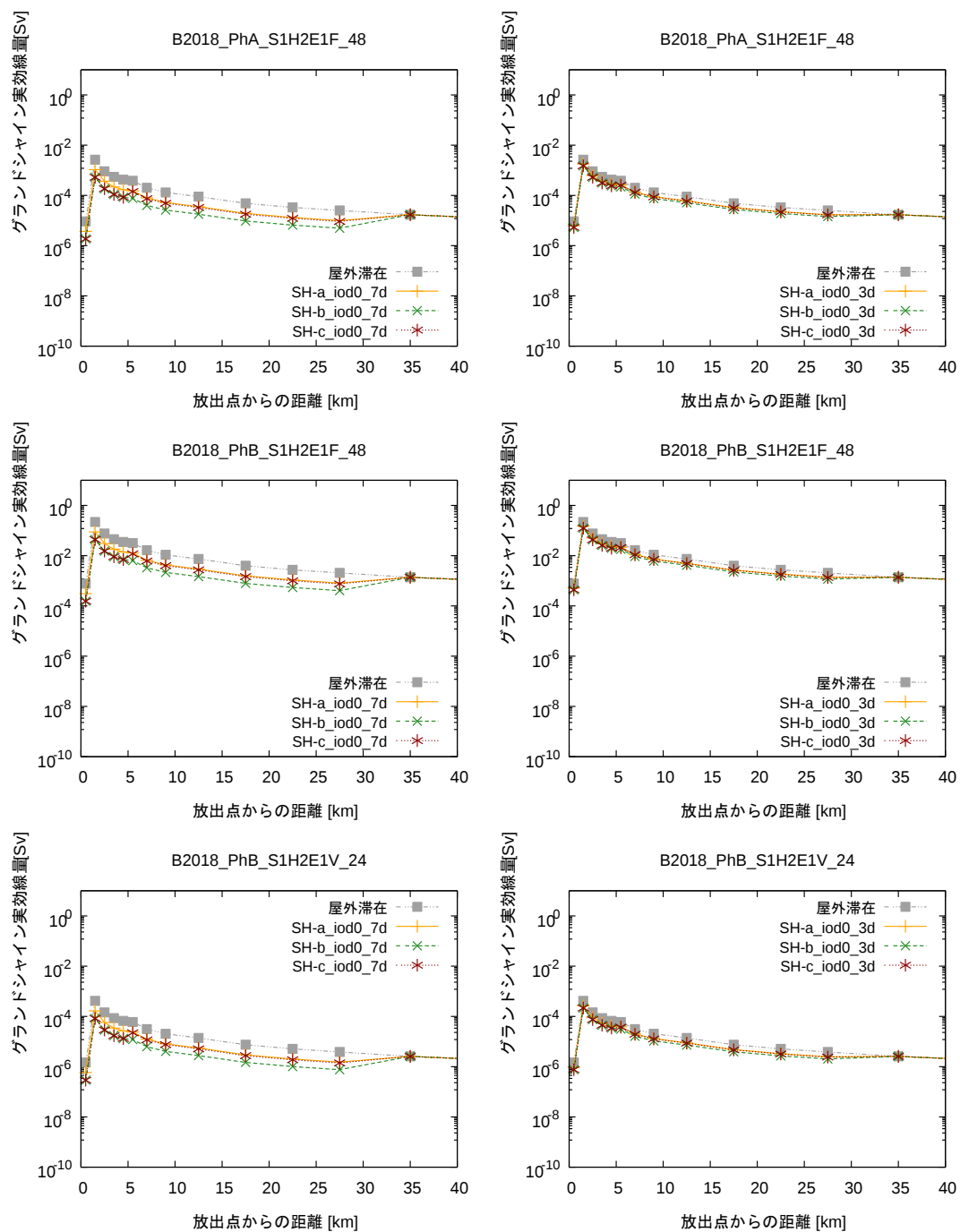


図 3.2 グラウンドシャイン実効線量（屋内退避期間7日、3日）

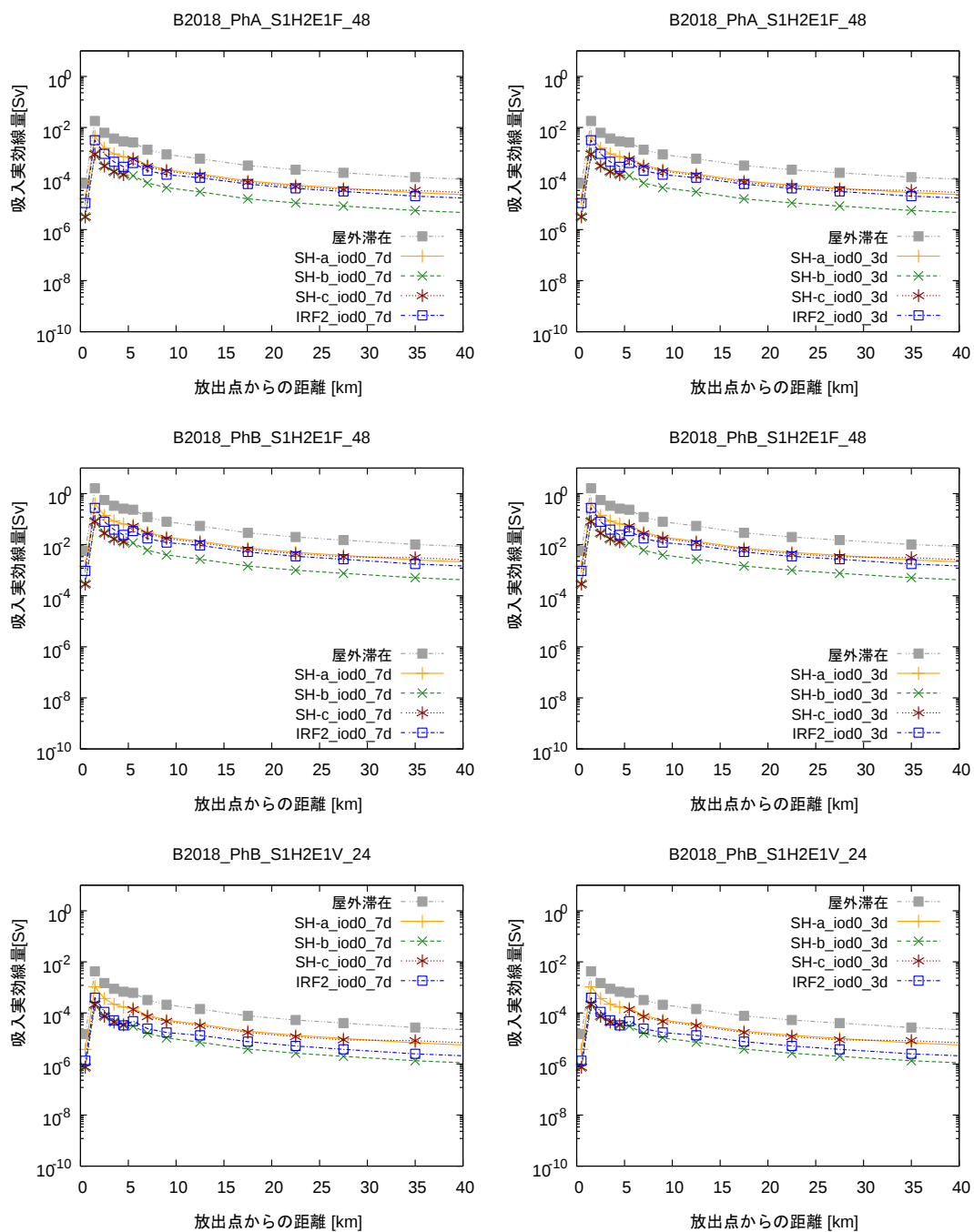


図 3.3 吸入実効線量（屋内退避期間7日、3日）

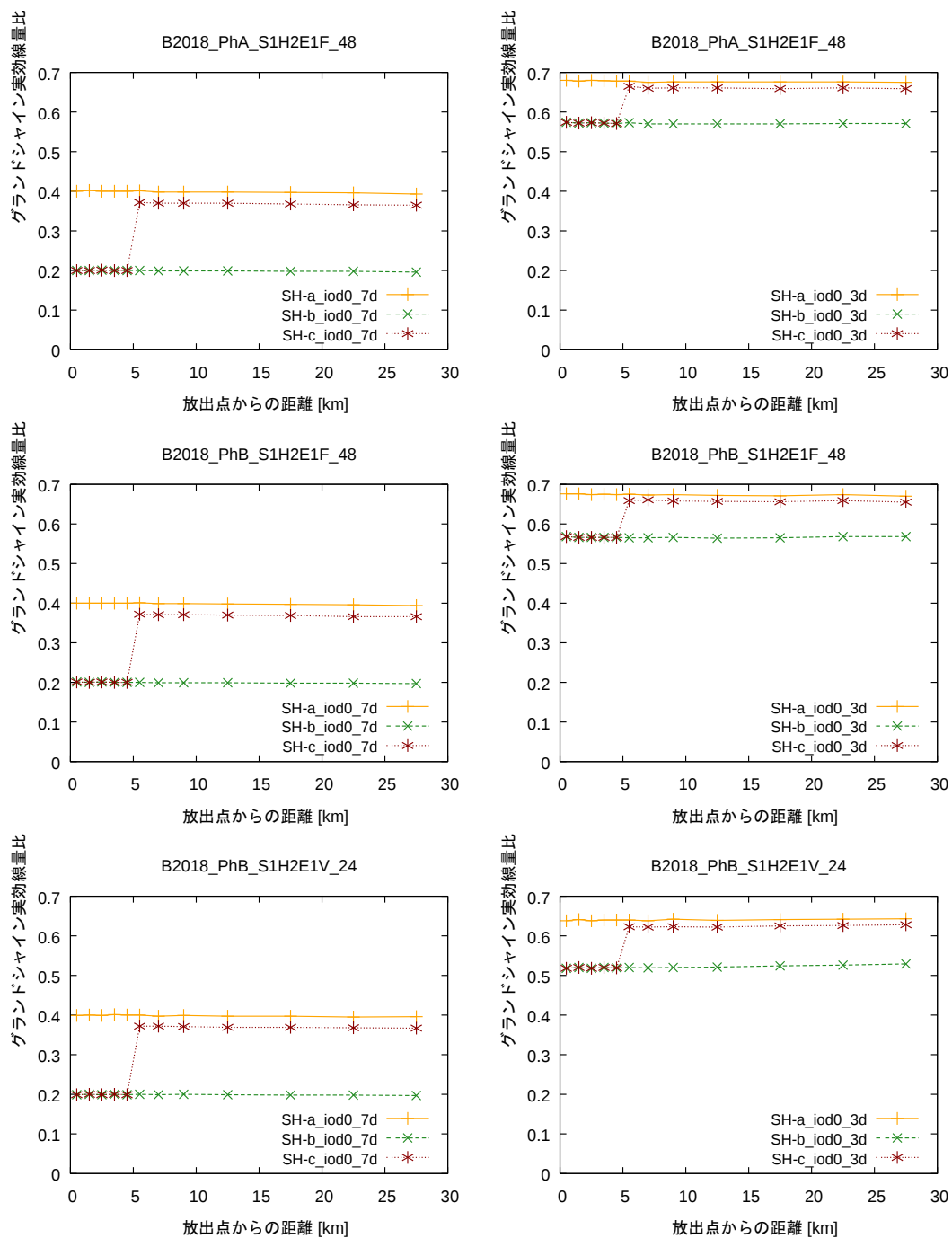


図 3.4 屋外滞在時に対するグラウンドシャイン実効線量比（屋内退避期間7日、3日）

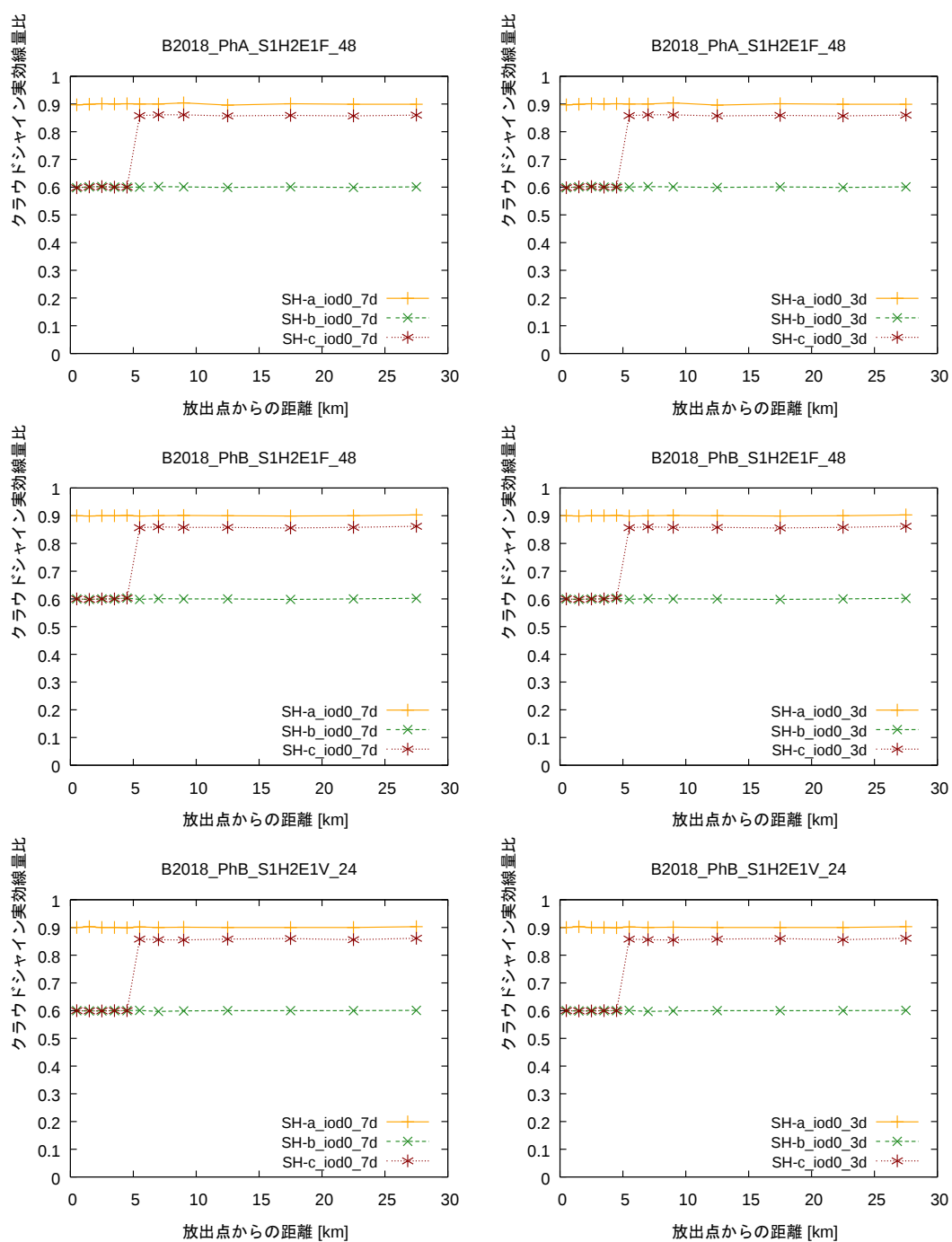


図 3.5 屋外滞在時に対するクラウドシャイン実効線量比（屋内退避期間7日、3日）

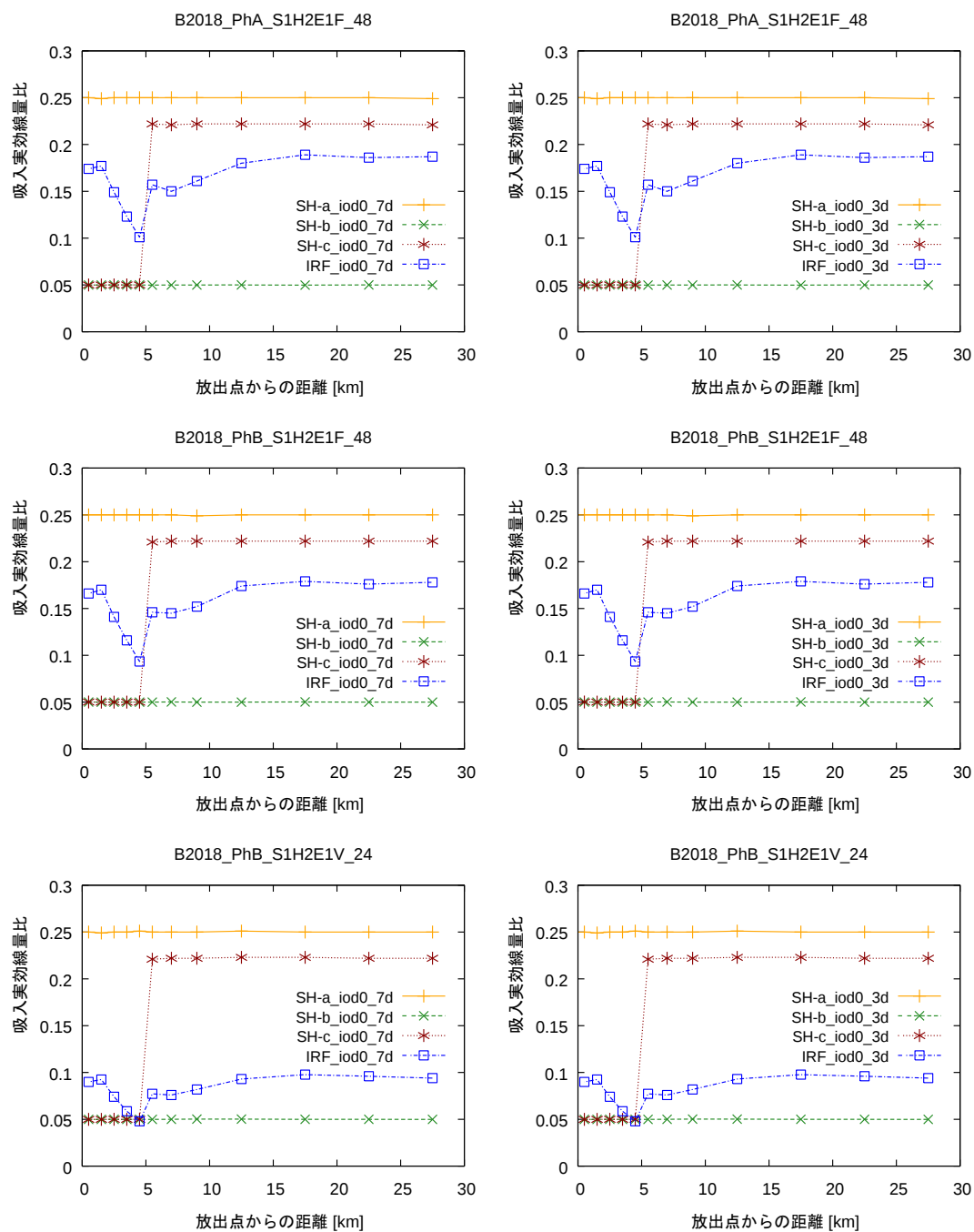


図 3.6 屋外滞在時に対する吸入実効線量比（屋内退避期間7日、3日）

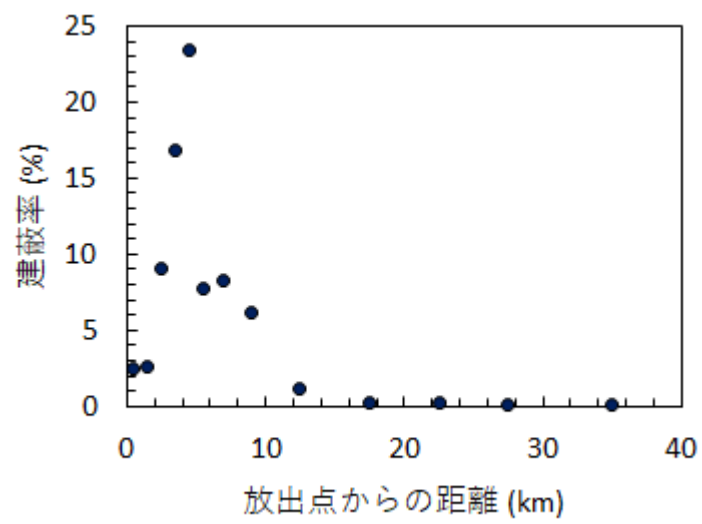


図 3.7 東海サイト北方向の距離と建蔽率との関係

3.1.1.2. 建蔽率、風速依存吸入被ばく低減係数算出モデル

IRFモデルでは、風速、屋内外の温度差、建蔽率¹及び隙間相当面積²を入力値として、先行研究（赤林他, 1994; 吉野他, 1987）に基づいて作成された以下の式を用いて算出された自然換気率を使用する。

$$\begin{aligned}\lambda_e(t) &= \exp(1.083b(t) - 3.2623) , \\ b(t) &= \ln Y(t) + 0.94 \ln S ,\end{aligned}\quad (3.1)$$

$Y(t)$: 定数

S : 隙間相当面積 ($\text{cm}^2 \text{ m}^{-2}$)

ここで、定数 $Y(t)$ は以下の式で算出される。

$$\begin{aligned}Y(t) &= (0.00005K^2 - 0.0037K + 0.079)U(t)^2 \\ &\quad + (0.0003K^2 - 0.0218K + 0.6111)U(t) \\ &\quad + \frac{\Delta T(20 - U(t))}{300} ,\end{aligned}\quad (3.2)$$

K : 建蔽率 (%)

$U(t)$: 時刻 t における地上高さ10 mの風速 (m s^{-1})

ΔT : 屋内外の温度差 ($^{\circ}\text{C}$)

(1) 建築年度分類

東海サイトの建蔽率を用いたIRFモデルにおいて表 3.9に示す建築年度分類で計算した。隙間相当面積は建屋が建築された年に依存しており、1980年以前の戸建住宅では $15 \text{ cm}^2 \text{ m}^{-2}$ 、1981年から1992年の戸建住宅では $5 \text{ cm}^2 \text{ m}^{-2}$ 、1993年以降の戸建住宅では $2 \text{ cm}^2 \text{ m}^{-2}$ 程度であることが報告されており（JAEA, 2016; 2017; 2018; 2019; 2020; 2021）、本事業でもそれらの値を利用した。

表 3.9 建築年度分類の感度解析ケース

	建築年度分類	隙間相当面積($\text{cm}^2 \text{ m}^{-2}$)
IRF1	1980 年以前	15
IRF2	1980 年以降 1992 年以下	5
IRF3	1993 年以降	2

吸入実効線量の計算結果を図 3.8に示す。屋外滞在時に対する吸入実効線量の比を図 3.9に示す。

建築年度が古いほど隙間相当面積が大きく、式（3.1）より自然換気率が大きくなるため、吸入被ばく線量が大きくなった。

¹ ここでの建蔽率は、ある区域内の面積（道路等を含む）に対するその区域内に存在する建物の占める割合であり、通常使われている建蔽率（土地面積に対する建築された建物面積の割合）とは異なる。

² 建物が持っている隙間を全て面積として集め、建物の床面積で規格化したもの。建物の気密性能を表す指標として利用されている。

(2) 風速

東海サイトの建蔽率を用いたIRFモデルにおいて表 3.10の風速で計算した。風速が変わると、屋外滞在時の被ばく線量も変化するため、それぞれの風速における屋外滞在時の線量も計算した。風速が速いほど、屋外滞在時の被ばく線量は小さくなる。

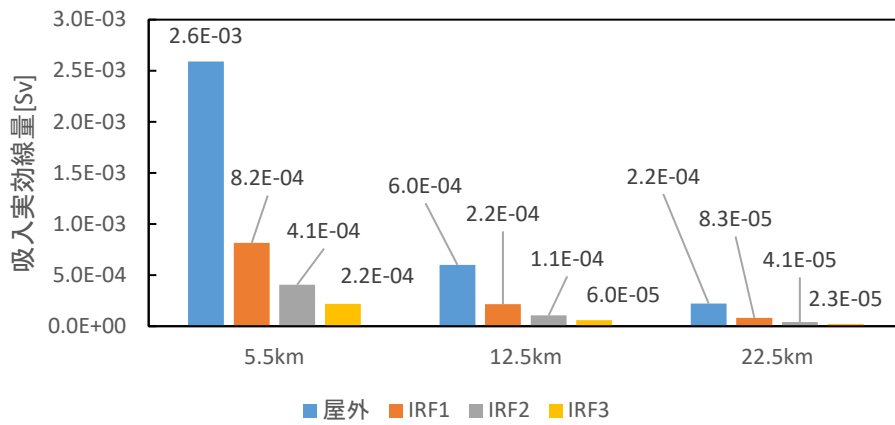
表 3.10 風速の感度解析ケース

	風速(m/s)
WS0.5	0.5
WS1	1
WS1.8	1.8
WS5	5
WS10	10

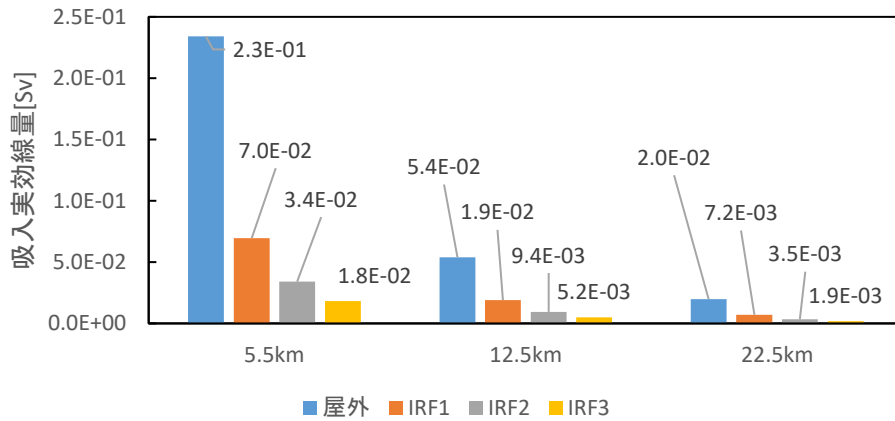
吸入実効線量の計算結果を図 3.10に示す。屋外滞在時に対する吸入実効線量の比を図 3.11に示す。

式 (3.1)、(3.2) より風速が速いほど自然換気率が大きくなるため、屋外滞在時に対する屋内退避時の線量比は大きくなった。

B2018_PhA_S1H2E1F_48



B2018_PhB_S1H2E1F_48



B2018_PhB_S1H2E1V_24

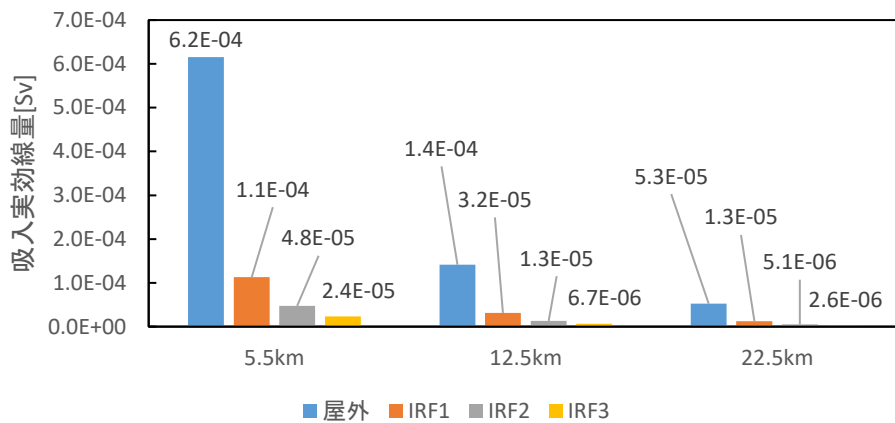


図 3.8 吸入実効線量（建築年度分類による感度解析）

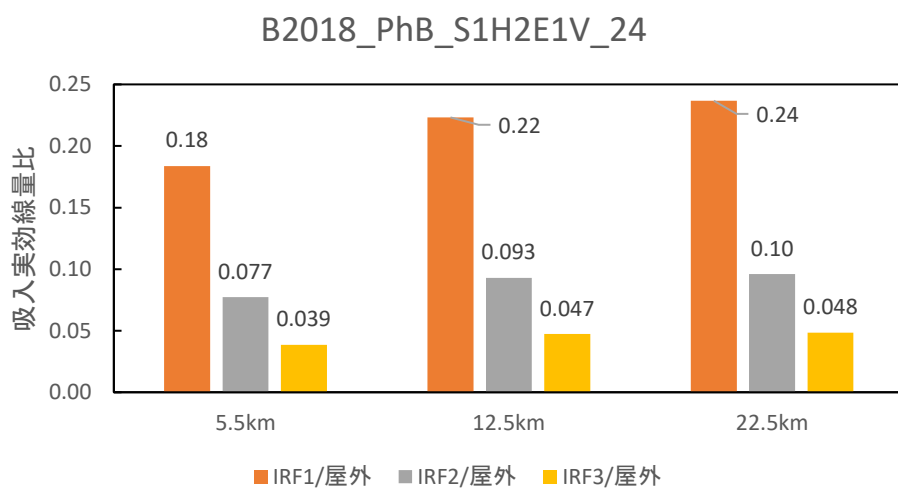
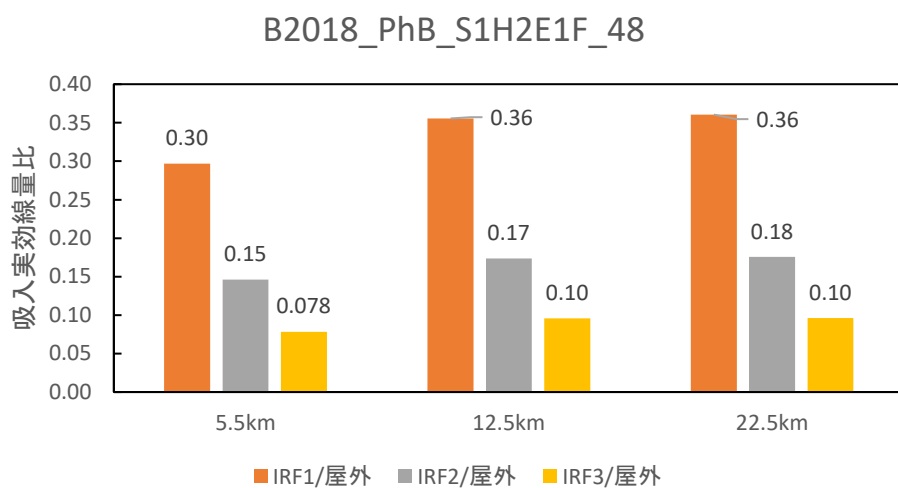
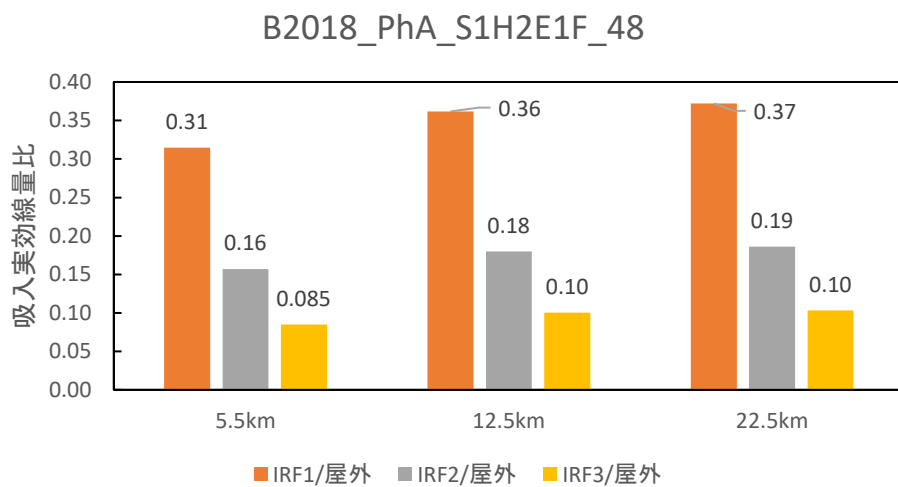


図 3.9 屋外滞在時に対する吸入実効線量比（建築年度分類による感度解析）

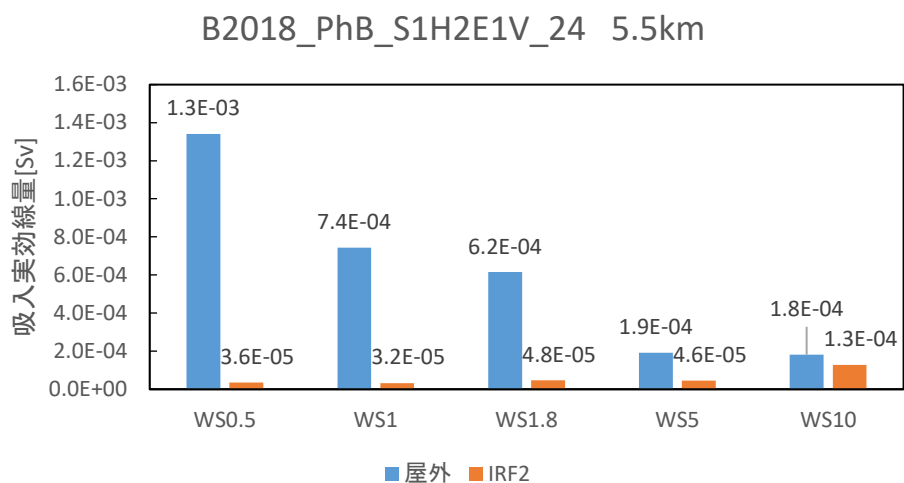
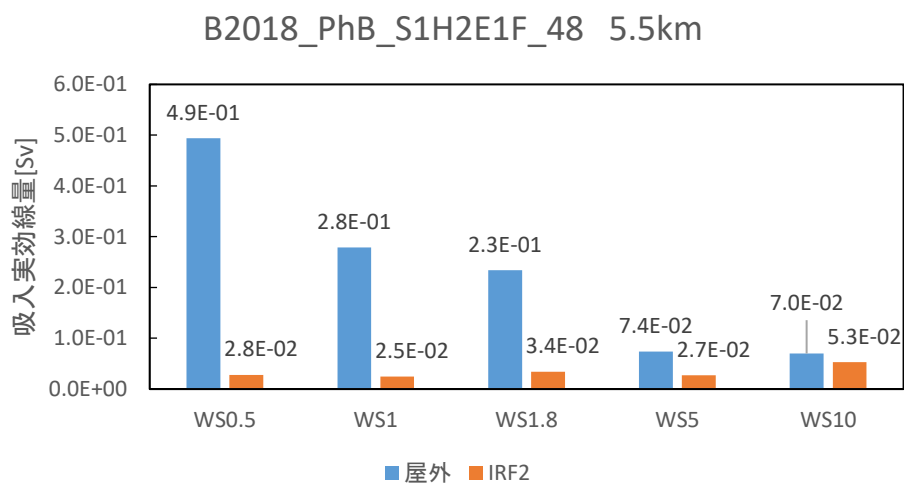
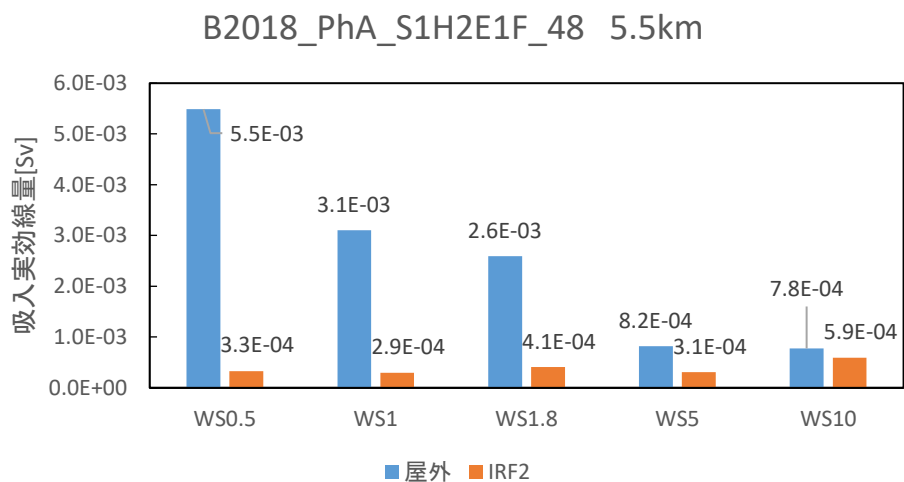


図 3.10 吸入実効線量（風速による感度解析）

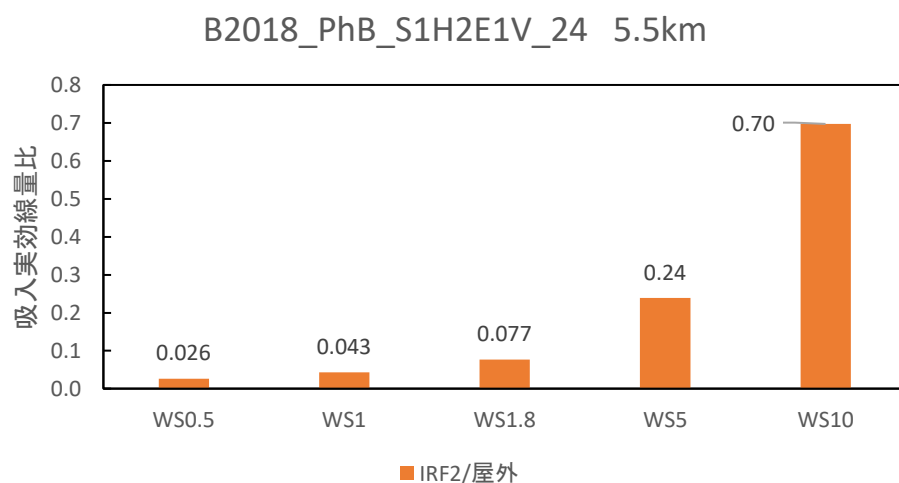
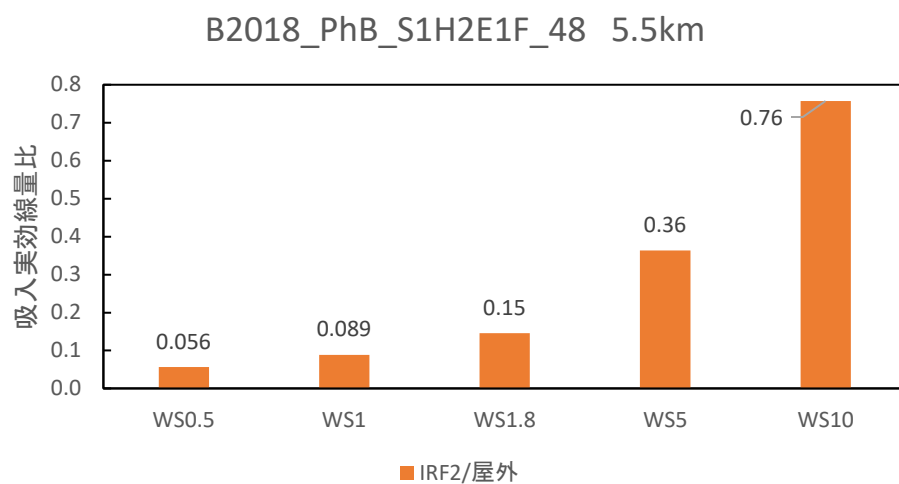
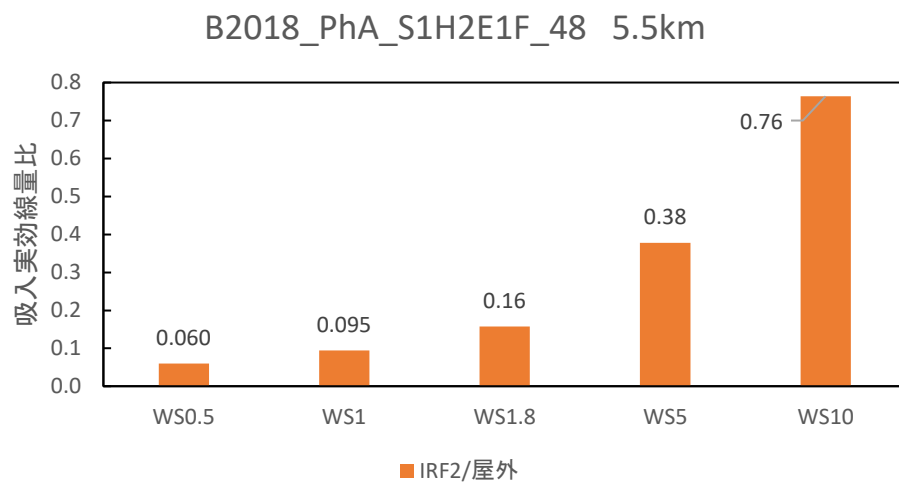


図 3.11 屋外滞在時に対する吸入実効線量比（風速による感度解析）

3.1.1.3. 安定ヨウ素剤（吸入被ばく）

(1) JohnsonモデルとCOSYMAモデル

OSCAARコードの安定ヨウ素剤の服用による甲状腺線量低減係数(JAEA-Research 2012-039)は、EUで開発されたCOSYMAコード(J.A.Jones et al.(1996))のモデルまたはヨウ素代謝モデル(J.R.Johnson(1981))に基づく。

COSYMAコードによる被ばく低減係数Fは、以下の式で示される。

$$F = 1 - e^{(-0.693(t+0.25)/4)} \quad (3.3)$$

ただし、 $t \leq -0.25$ のときは $F=0$ とする。ここでtは、安定ヨウ素剤を服用してから放射性ヨウ素を吸入するまでの時間(t)である。

ヨウ素代謝モデル（Johnsonモデル）を用いた被ばく低減係数は、I-131、132、133、134、135について、あらかじめ計算された値を収録したライブラリを使用する。

表 3.11に示すように屋内退避時に安定ヨウ素剤を投与する計算を2種類のモデルで実施し、屋内退避時に安定ヨウ素剤を投与しない場合と比較した。

表 3.11 安定ヨウ素剤モデルの計算ケース

iod0	安定ヨウ素剤なし
iod1	安定ヨウ素剤 1 (Johnson モデル)
iod2	安定ヨウ素剤 2 (COSYMA モデル)

吸入実効線量、吸入甲状腺等価線量の計算結果を図 3.12～図 3.15に示す。屋外滞在時に対する吸入実効線量、吸入甲状腺等価線量の比を図 3.16～図 3.19に示す。ここでは安定ヨウ素剤投与の介入レベルを0.05 (Sv)とし、OSCAARコードでTABLE 3Tとして出力される甲状腺等価線量（50年預託）がこれを超える場合に放出開始と同時に安定ヨウ素剤を投与する。安定ヨウ素剤を投与した場合の吸入被ばく線量はヨウ素以外の核種による被ばくが支配的になっていると考えられる。

現状のOSCAARコードではUPZの屋内退避時の滞在割合を木造100%（SH-a）やコンクリート100%（SH-b）にするには、日常生活（昼夜別）の滞在割合を変えなければならないが、それによって介入レベルの判定に使うTABLE 3Tの線量も変わってしまうため、安定ヨウ素剤投与が適用される範囲がケースによって異なっている。

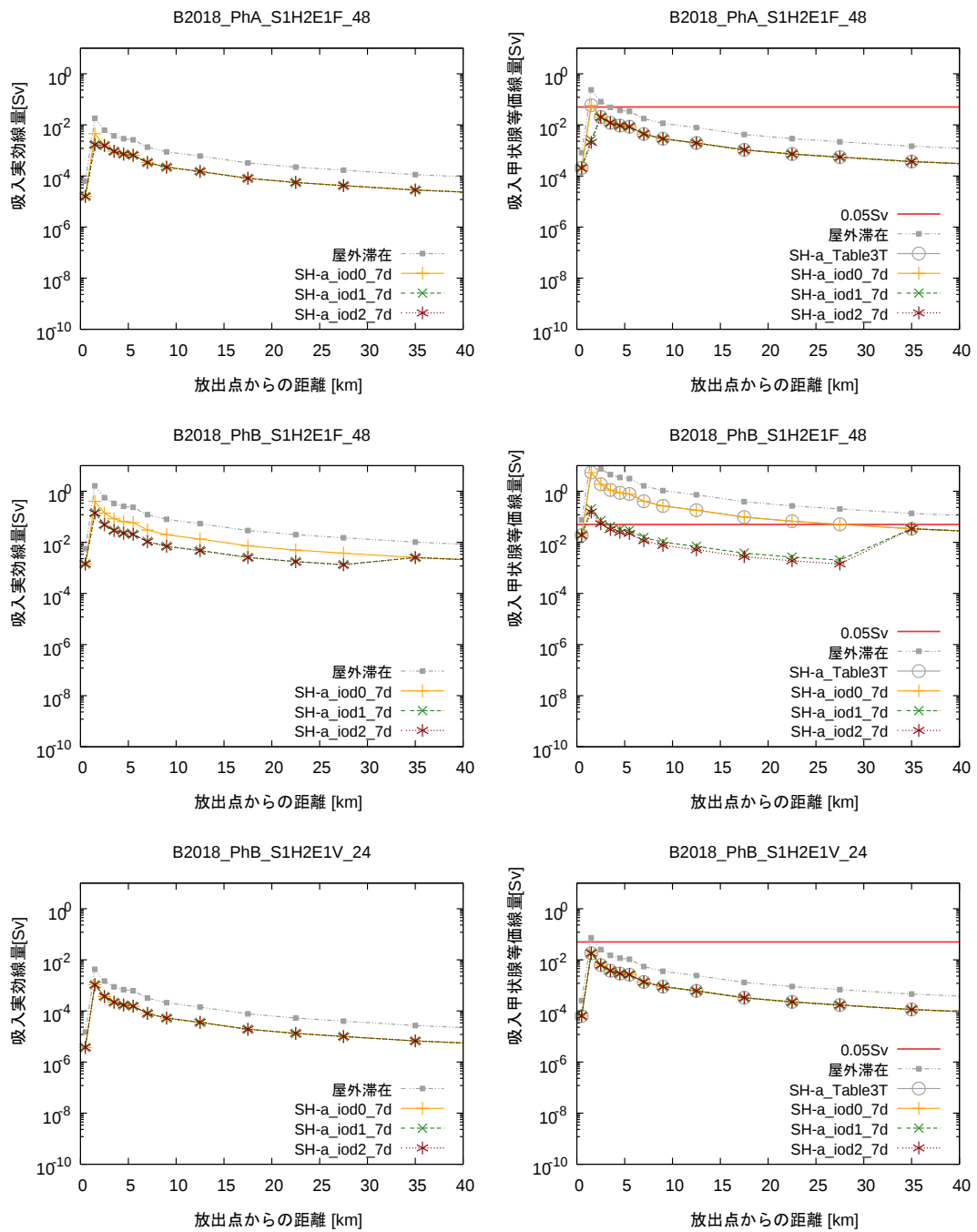


図 3.12 吸入実効線量、吸入甲状腺等価線量 (SH-a、安定ヨウ素剤)

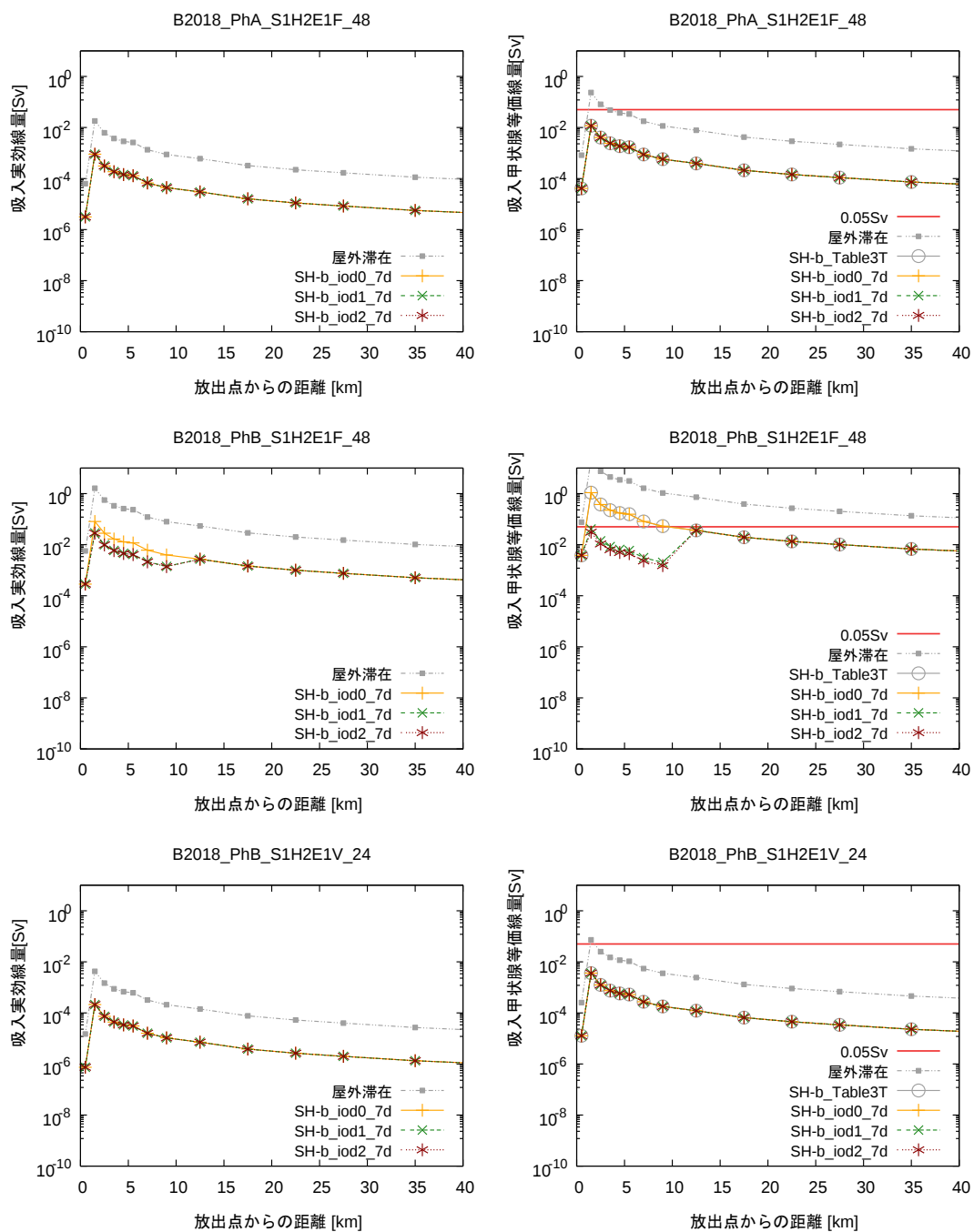


図 3.13 吸入実効線量、吸入甲状腺等価線量 (SH-b、安定ヨウ素剤)

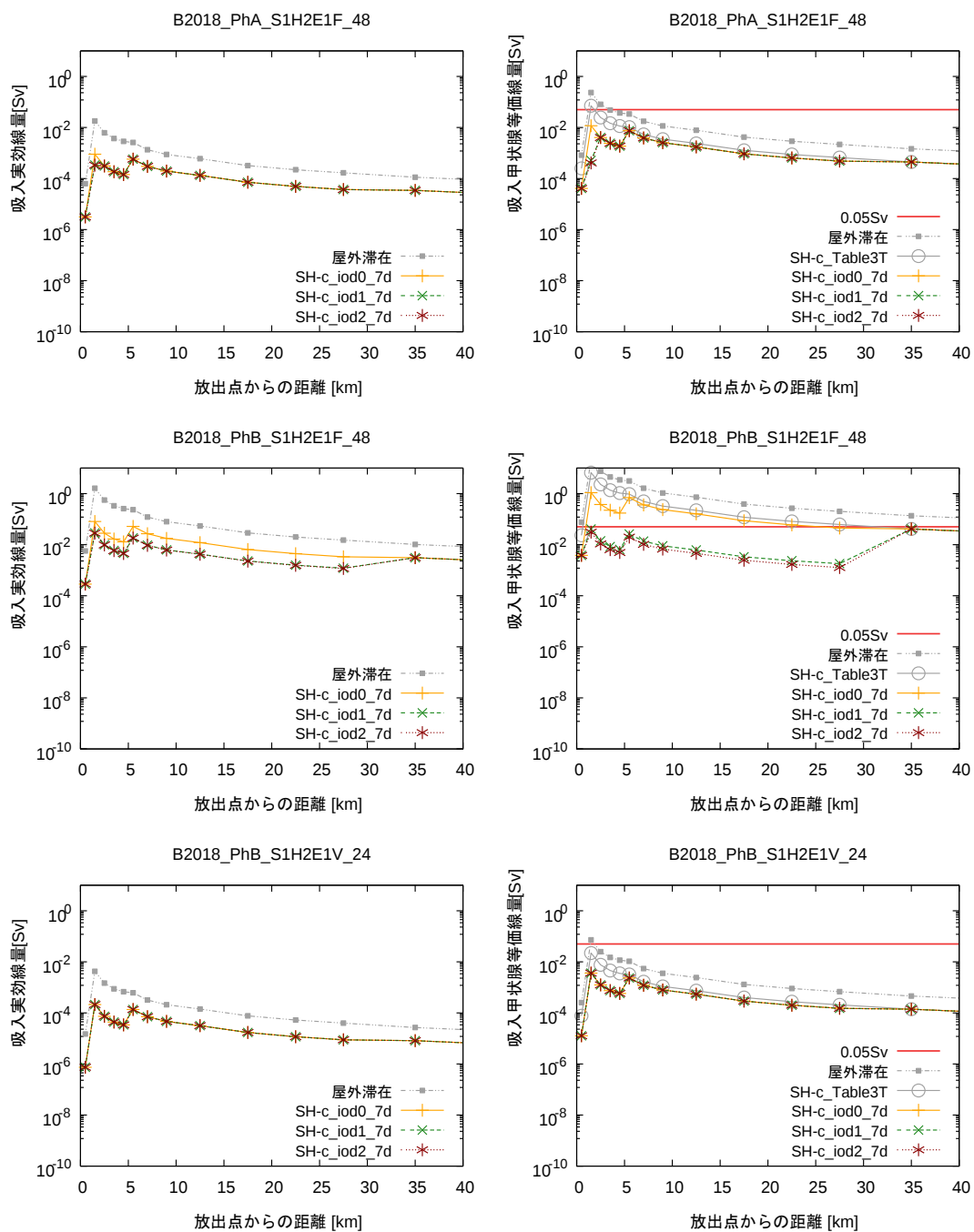


図 3.14 吸入実効線量、吸入甲状腺等価線量 (SH-c、安定ヨウ素剤)

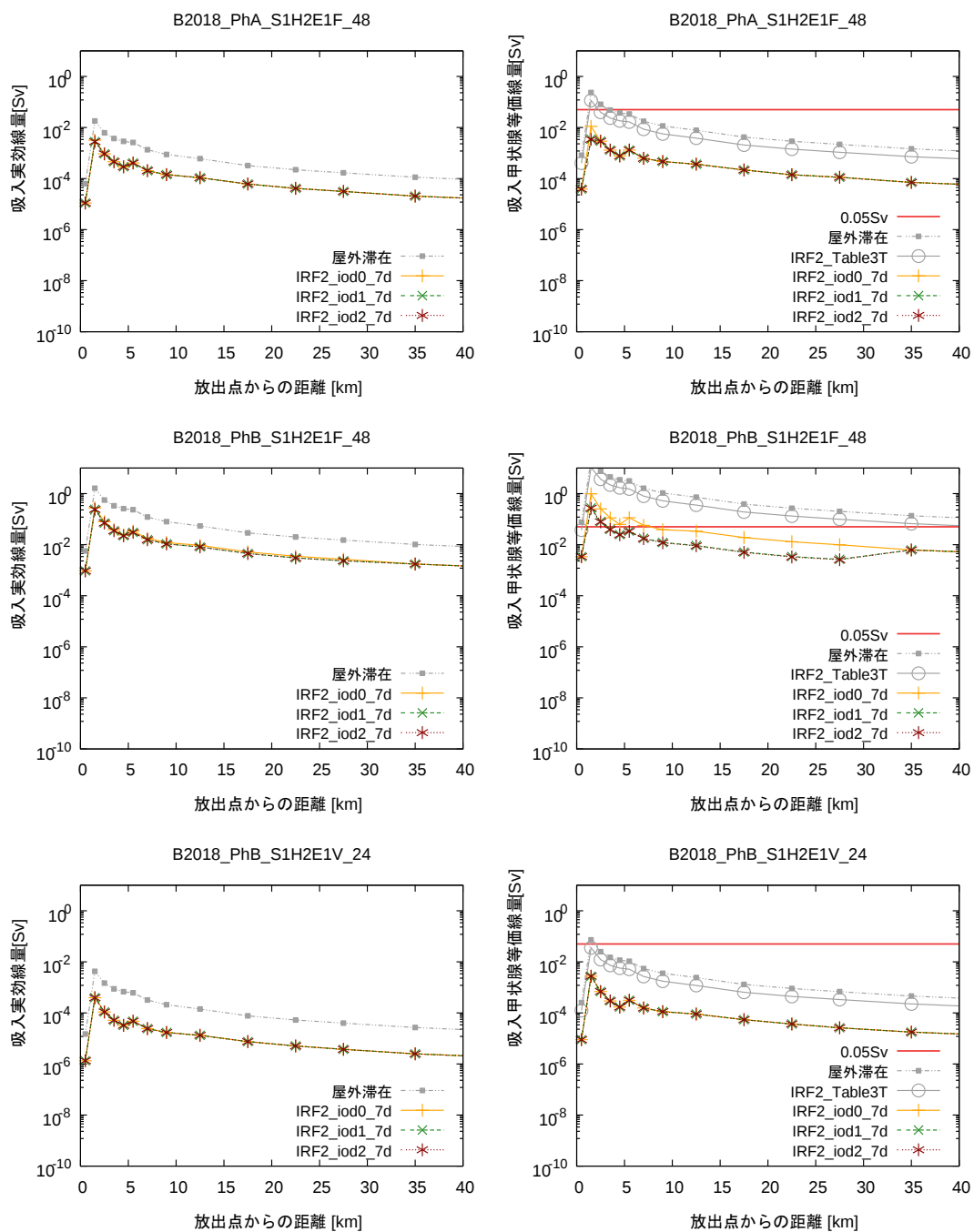


図 3.15 吸入実効線量、甲状腺等価線量 (IRF2、安定ヨウ素剤)

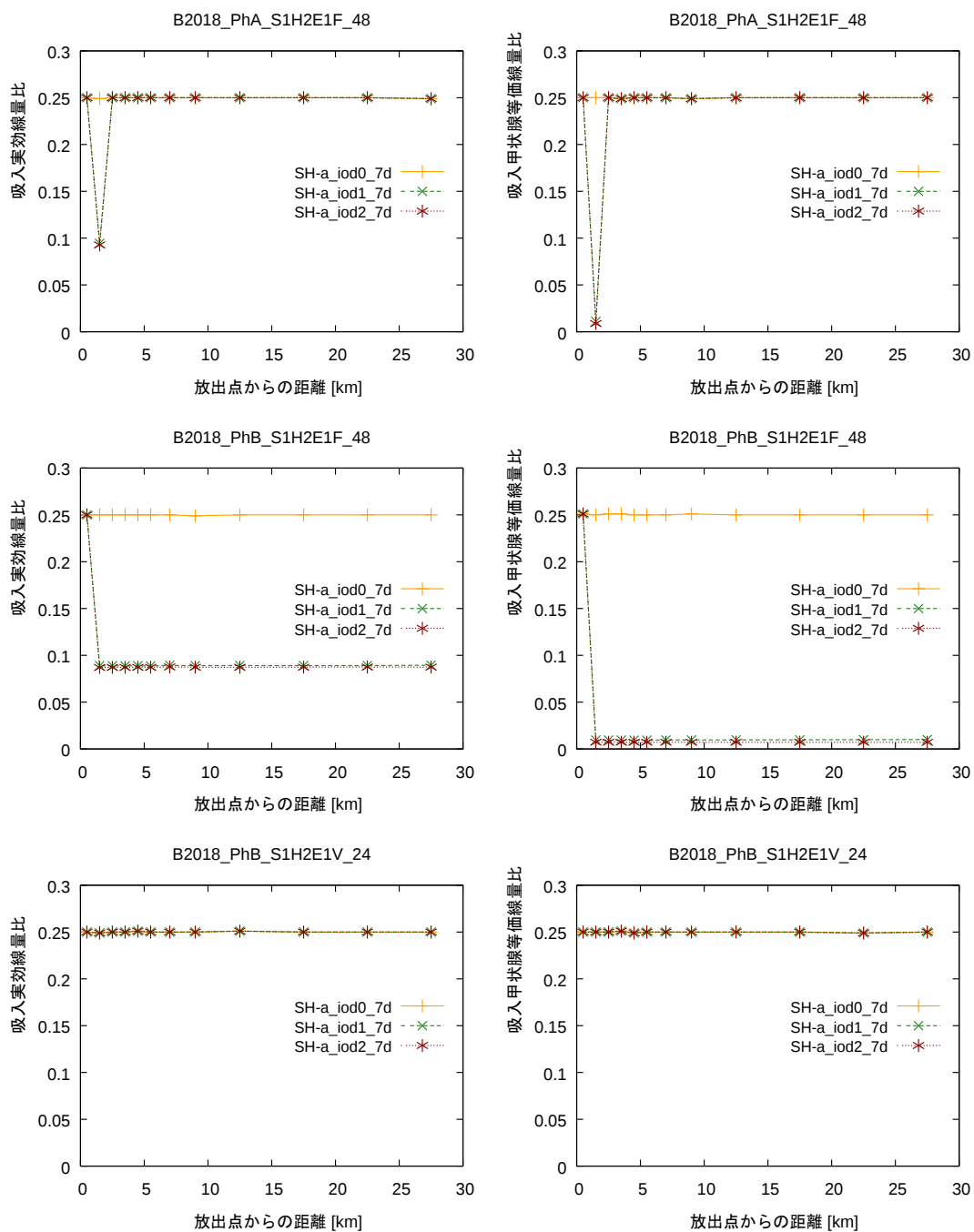


図 3.16 屋外滞在時に対する吸入実効線量、甲状腺等価線量比 (SH-a、安定ヨウ素剤)

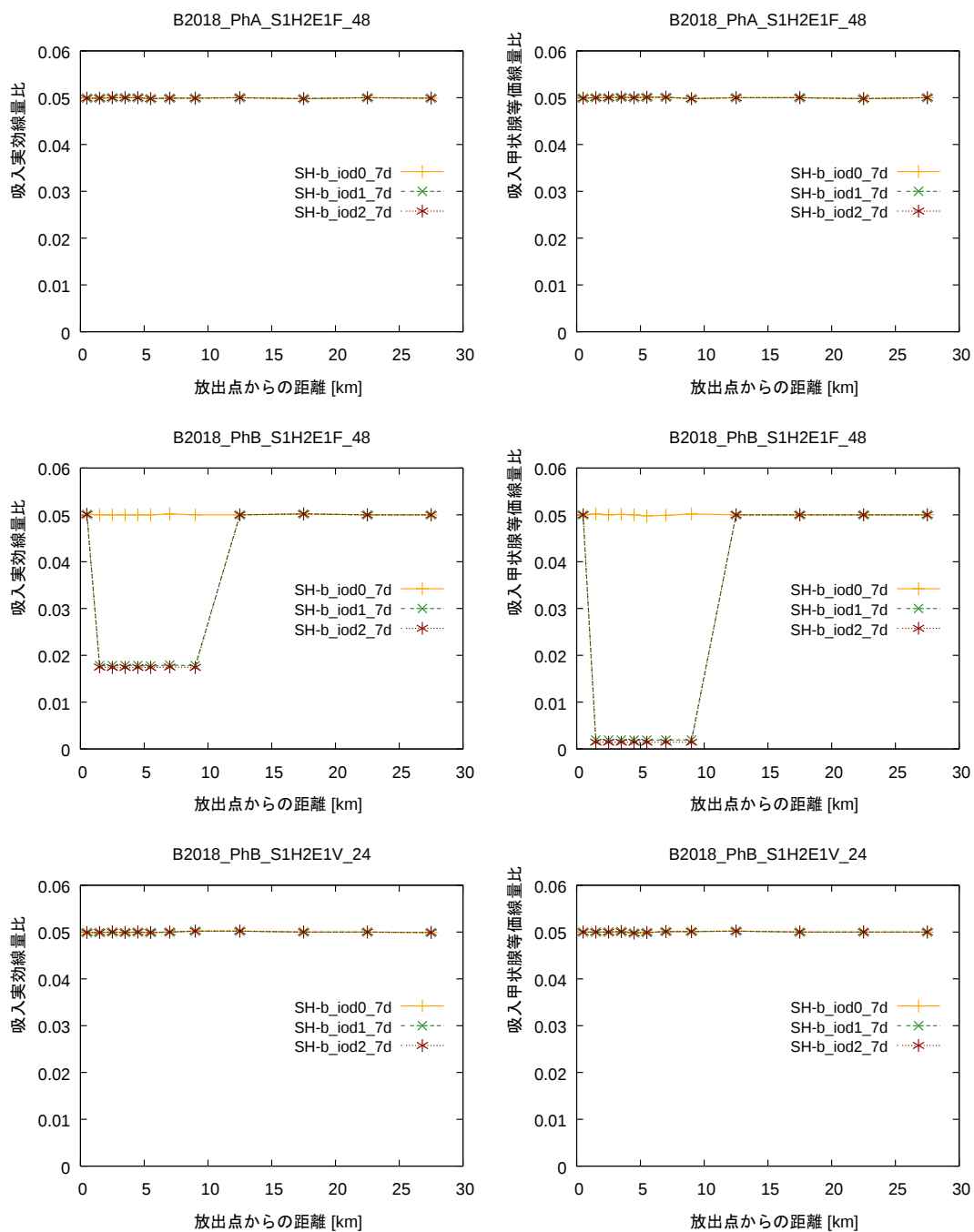


図 3.17 屋外滞在時に対する吸入実効線量、甲状腺等価線量比 (SH-b、安定ヨウ素剤)

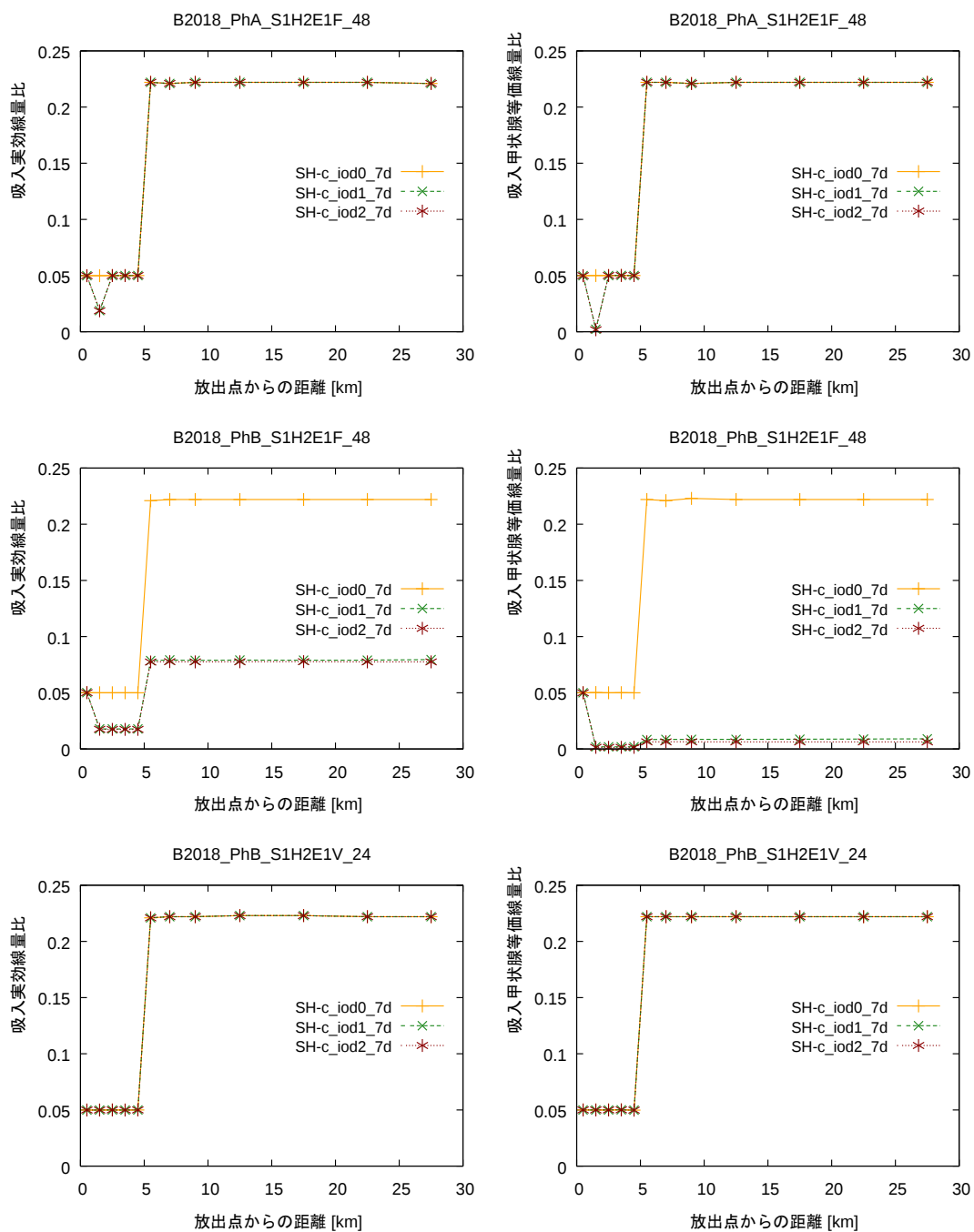


図 3.18 屋外滞在時に対する吸入実効線量、甲状腺等価線量比 (SH-c、安定ヨウ素剤)

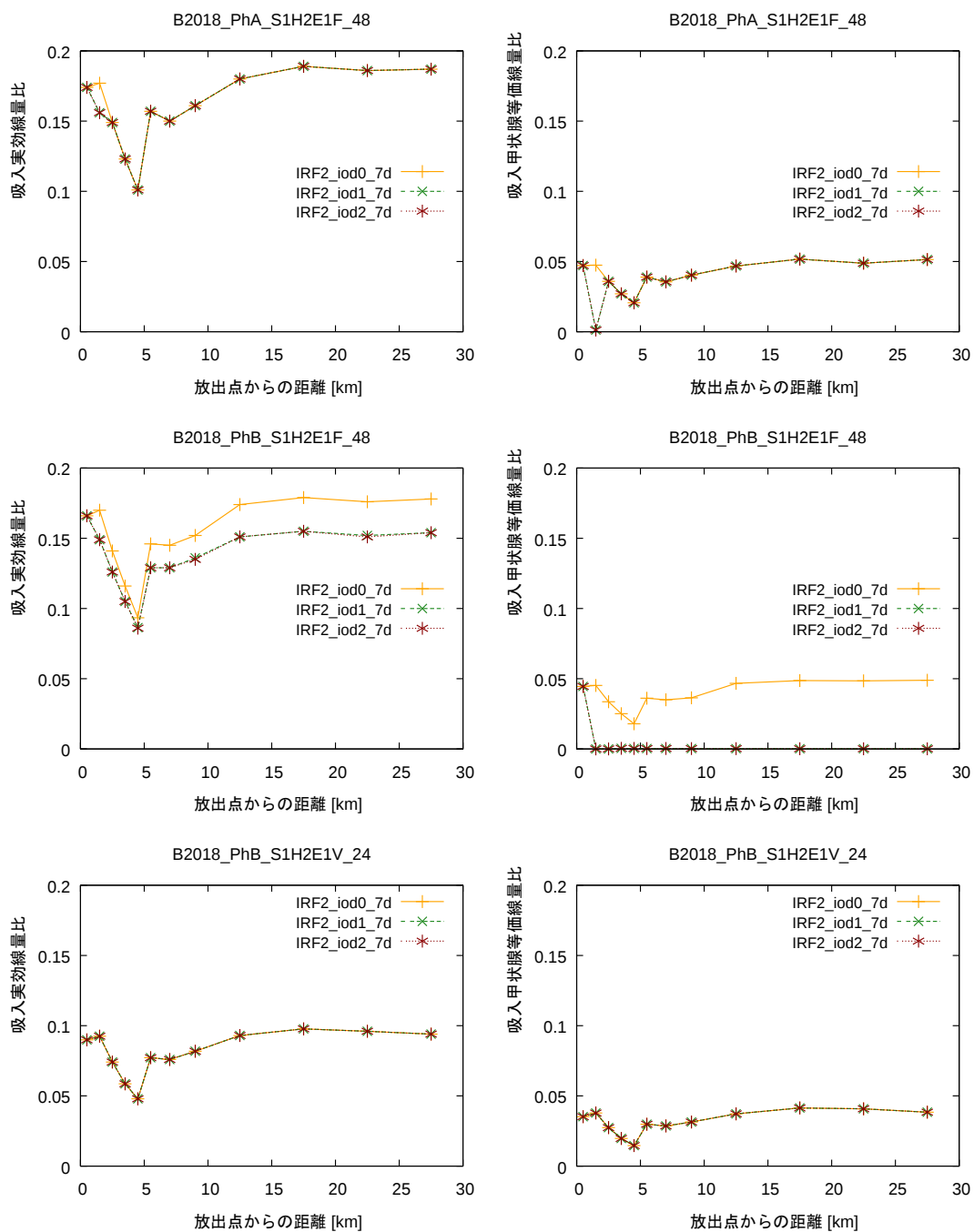


図 3.19 屋外滞在時に対する吸入実効線量、甲状腺等価線量比 (IRF2、安定ヨウ素剤)

(2) 安定ヨウ素剤投与時間

5.5km、12.5km、22.5km 地点において甲状腺等価線量が介入レベル 0.05 (Sv)を超える放出シナリオ B2018_PhB_S1H2E1F_48、被ばく低減係数 SH-a において、表 3.12 に示す安定ヨウ素剤投与時間で計算した。

表 3.12 安定ヨウ素剤投与時間の感度解析ケース

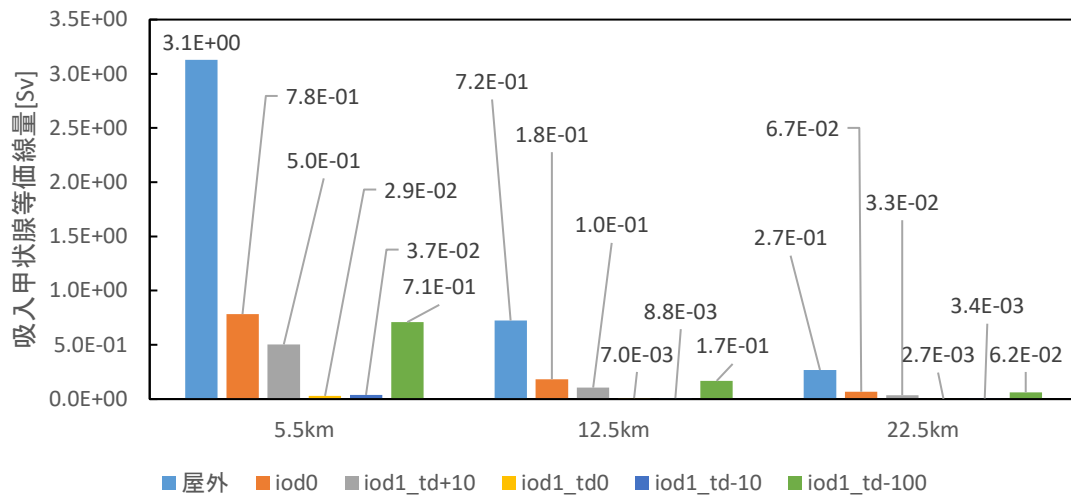
	投与時間
TD+10	放出開始 10 時間後
TD0	放出開始と同時
TD-10	放出開始 10 時間前
TD-100	放出開始 100 時間前

吸入甲状腺等価線量、吸入実効線量の計算結果を図 3.20、図 3.21 に示す。屋外滞在時に対する吸入甲状腺等価線量、吸入実効線量の比を図 3.22、を図 3.23 に示す。

放出開始から 10 時間後に投与したケースでは、Johnson モデルと COSYMA モデルのいずれでも、安定ヨウ素剤の投与が遅れることによって放出開始と同時に投与した場合よりも吸入被ばく線量が大きくなった。

放出開始より前に投与するケースでは、COSYMA モデルの結果は放出開始と同時に投与した場合と変わらないが、Johnson モデルでは投与から時間が経過することによって安定ヨウ素剤の効果が減少し吸入被ばく線量が大きくなった。

Johnsonモデル



COSYMAモデル

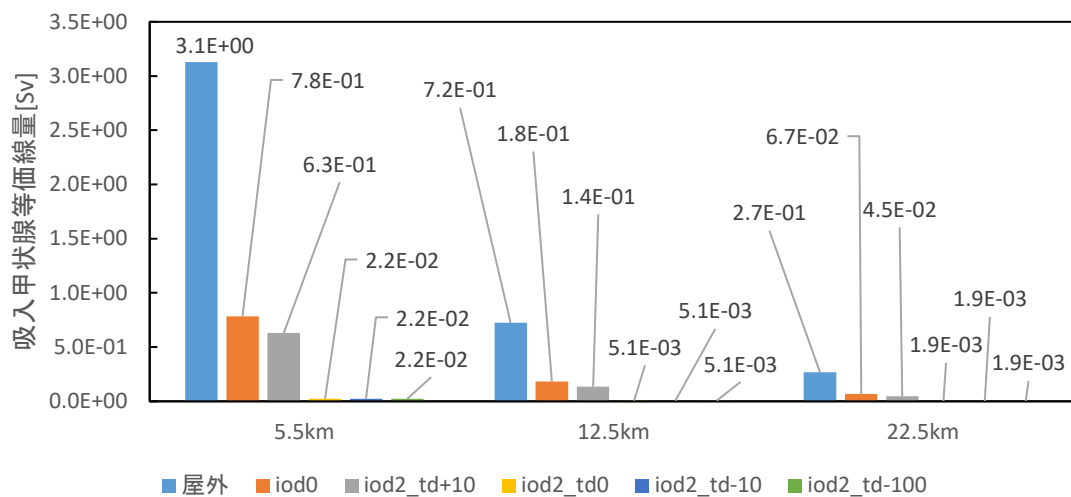
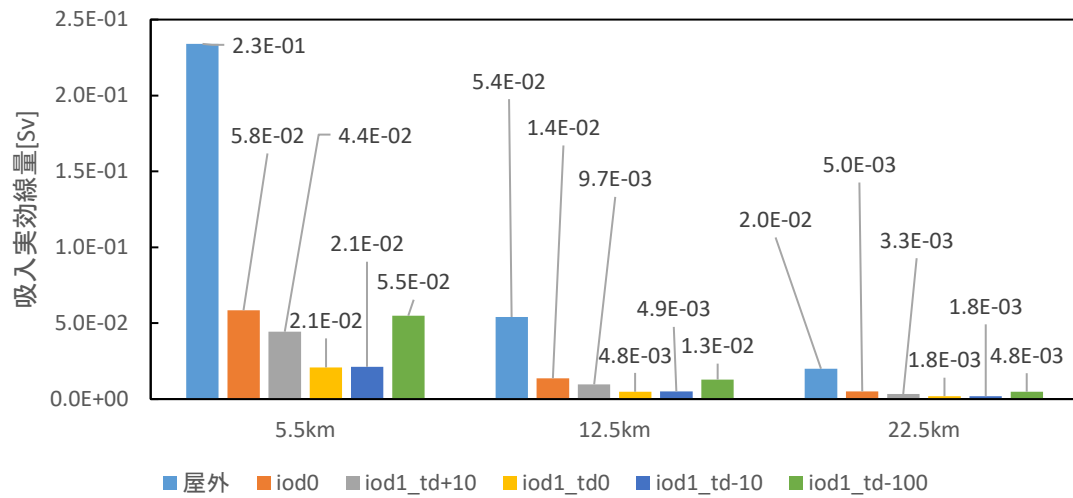


図 3.20 吸入甲状腺等価線量（安定ヨウ素剤投与時間の感度解析）

Johnsonモデル



COSYMAモデル

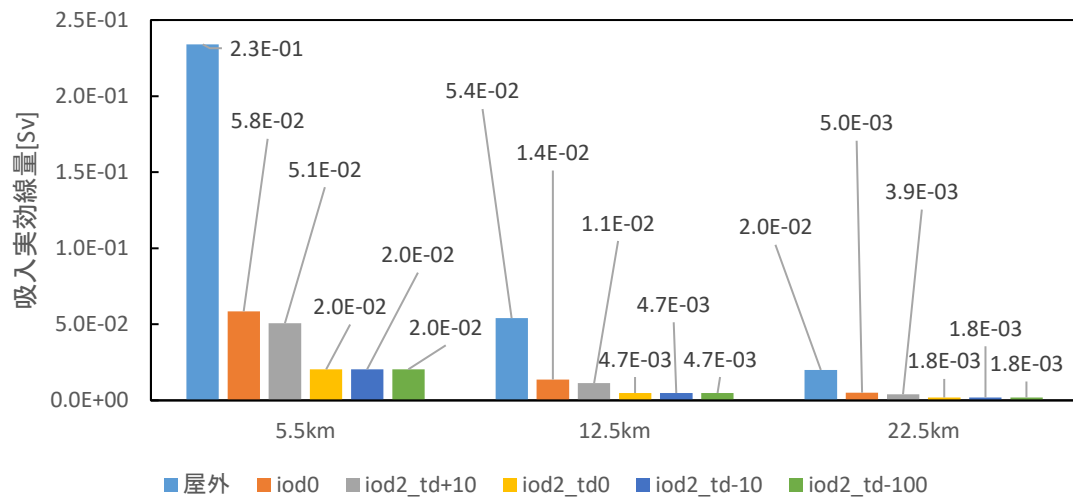


図 3.21 吸入実効線量（安定ヨウ素剤投与時間の感度解析）

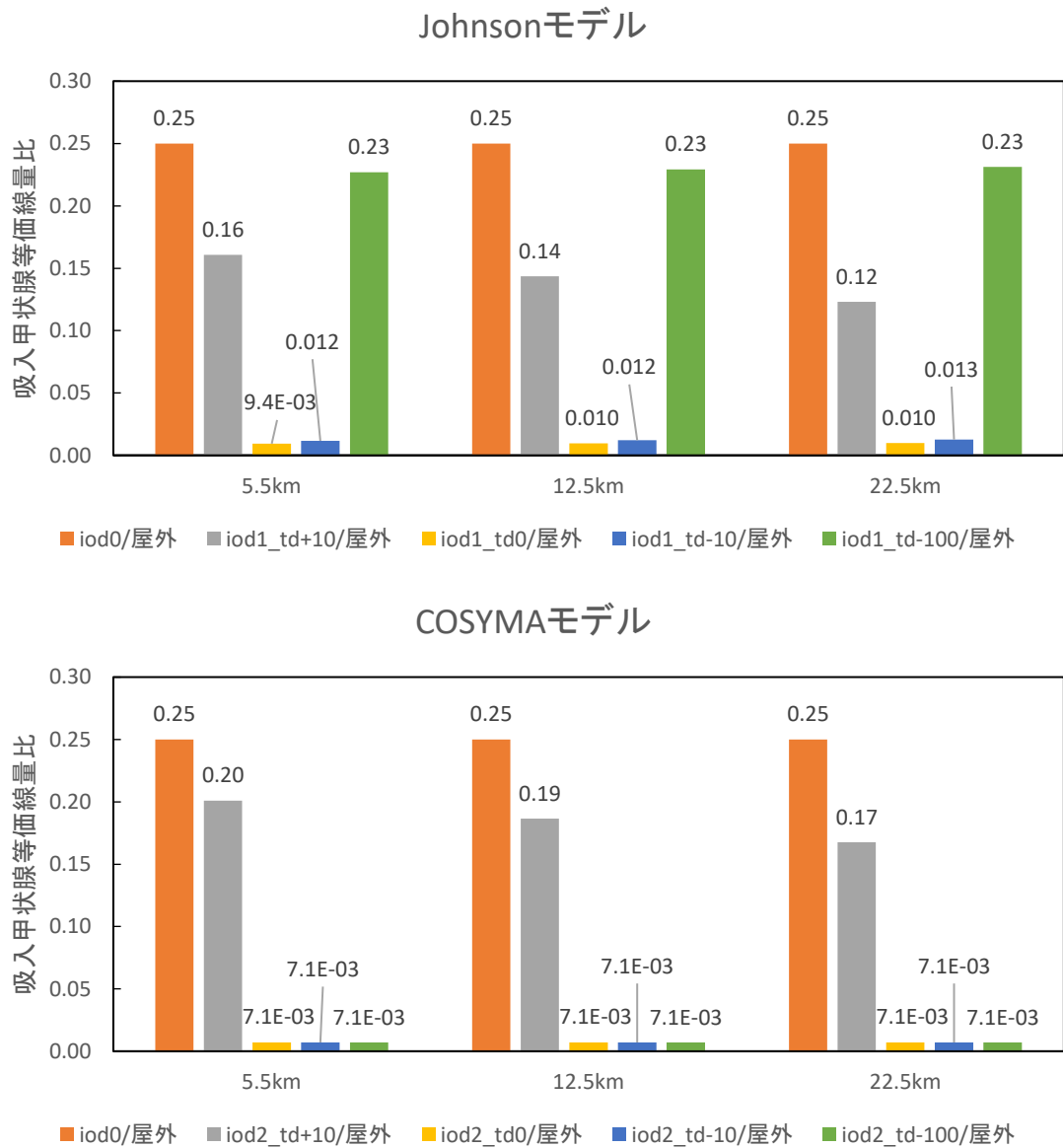
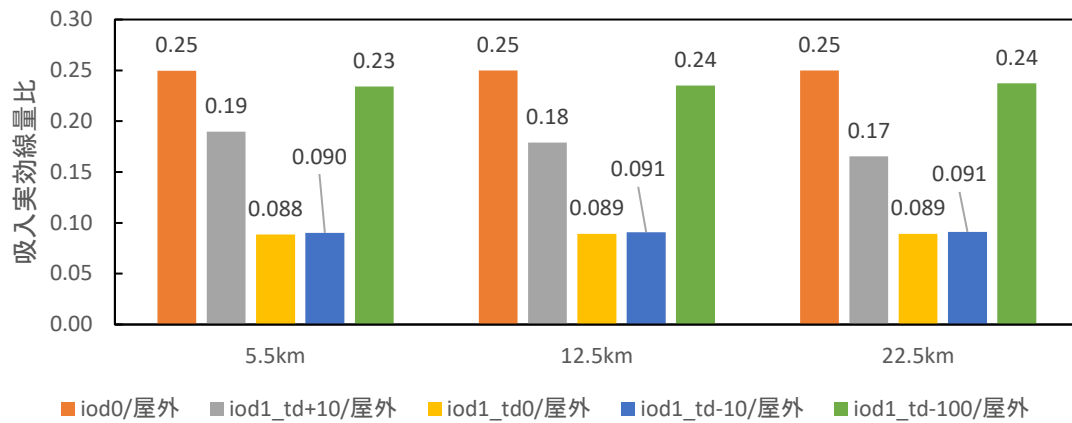


図 3.22 屋外滞在時に対する吸入甲状腺等価線量比（安定ヨウ素剤投与時間の感度解析）

Johnsonモデル



COSYMAモデル

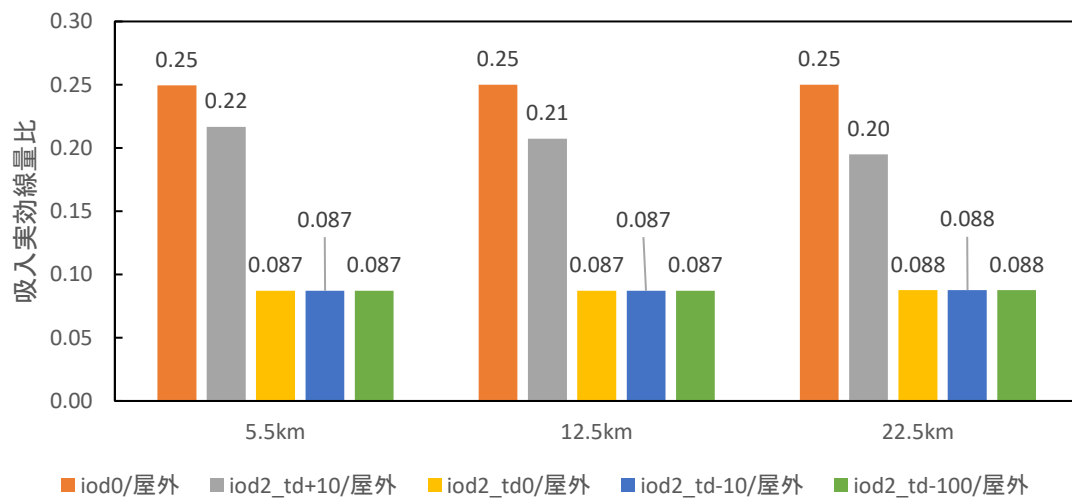


図 3.23 屋外滞在時に対する吸入実効線量比（安定ヨウ素剤投与時間の感度解析）

3.1.2. 避難

旧避難モデルのOSCAARコード（OSCAAR2018）では避難完了に要する時間を入力で指定し、避難場所データファイルで避難先メッシュを指定していた。移動経路データは実装していなかったため、避難の移動中は避難元メッシュの線量を参照していた。

現行の避難モデルのOSCAARコード（OSCAAR2023）では移動経路データと避難速度を考慮して計算する。

3.1.2.1. 新旧避難モデル

避難の移動中は自動車、避難完了後はコンクリート建屋の被ばく低減係数がそれぞれ適用される。本計算では表 3.1で示した被ばく低減係数を使用した。放出開始と同時にPAZ及びUPZ³の避難を開始し、避難完了後7日間避難を実施するものとして計算した。新旧のOSCAARコードで表 3.13に示す計算を実施した。

OSCAAR2023の計算における避難速度は5km/hとした。東海サイトの避難経路は茨城県広域避難計画に基づいて作成した避難経路データを使用した。直線避難及びOSCAAR2018の計算における避難先メッシュは避難元メッシュと同一方位の35km地点とした。

表 3.13 新旧避難モデルの計算ケース

OSCAAR2023	直線避難(テスト計算用移動データ)
	東海サイト避難経路
OSCAAR2018	1 時間避難
	10 時間避難

実効線量の計算結果を図 3.24～図 3.26に示す。元の位置における屋外滞在時に対する実効線量比を図 3.27～図 3.29に示す。最も放出点に近い0.5kmメッシュにおいては屋外滞在時の線量が遠くのメッシュよりも小さくなっているため、避難によって被ばく線量が増加し線量比が1を超える場合がある。

OSCAAR2018で避難完了に要する時間を1時間として計算したケースでは、元の位置の自動車内での被ばく線量と避難先のコンクリート建屋内における被ばく線量のうち大きい方が支配的になっていると考えられる。UPZ内9km以遠の被ばく線量は避難先のコンクリート建屋内における被ばく線量が支配的なため被ばく線量は同じ値になっている。屋外滞在時に対する線量比が、距離が遠いほど大きくなっているのは、元の位置における線量が距離が遠いほど小さくなるためである。

OSCAAR2018で避難完了に要する時間を10時間として計算したケースでは、元の位置の自動車内での被ばくが支配的になっていると考えられる。

OSCAAR2023で避難経路を直線としたケースでは、途中の移動を考慮した結果となっている。移動距離をOSCAARコードのメッシュサイズに基づいて設定したため、0.5km～5.5kmのメッシュでは移動距離が1kmであるのに対し、7kmのメッシュでは移動距離が1.5km、9kmのメッシュでは移動距離が2kmに増えている。このため避難の最初の1時間で元のメッシュに滞在する時間割合が大きくなり、線量比が大きくなった。それより遠くのメッシュは避難先での被ばくが支配的になっていると考えられる。

OSCAAR2023で東海サイトの避難経路を使用したケースでは、放出の方位（ここでは北）と避難経路の方位に依存するため、より線量が小さくなった（3.1.2.2で感度解析す

³ OSCAAR2018 においては避難対象範囲を 30km とし、コンクリート屋内退避を実施しないものとして設定した。

る)。

線量比については、放出シナリオによる違いは見られなかった。

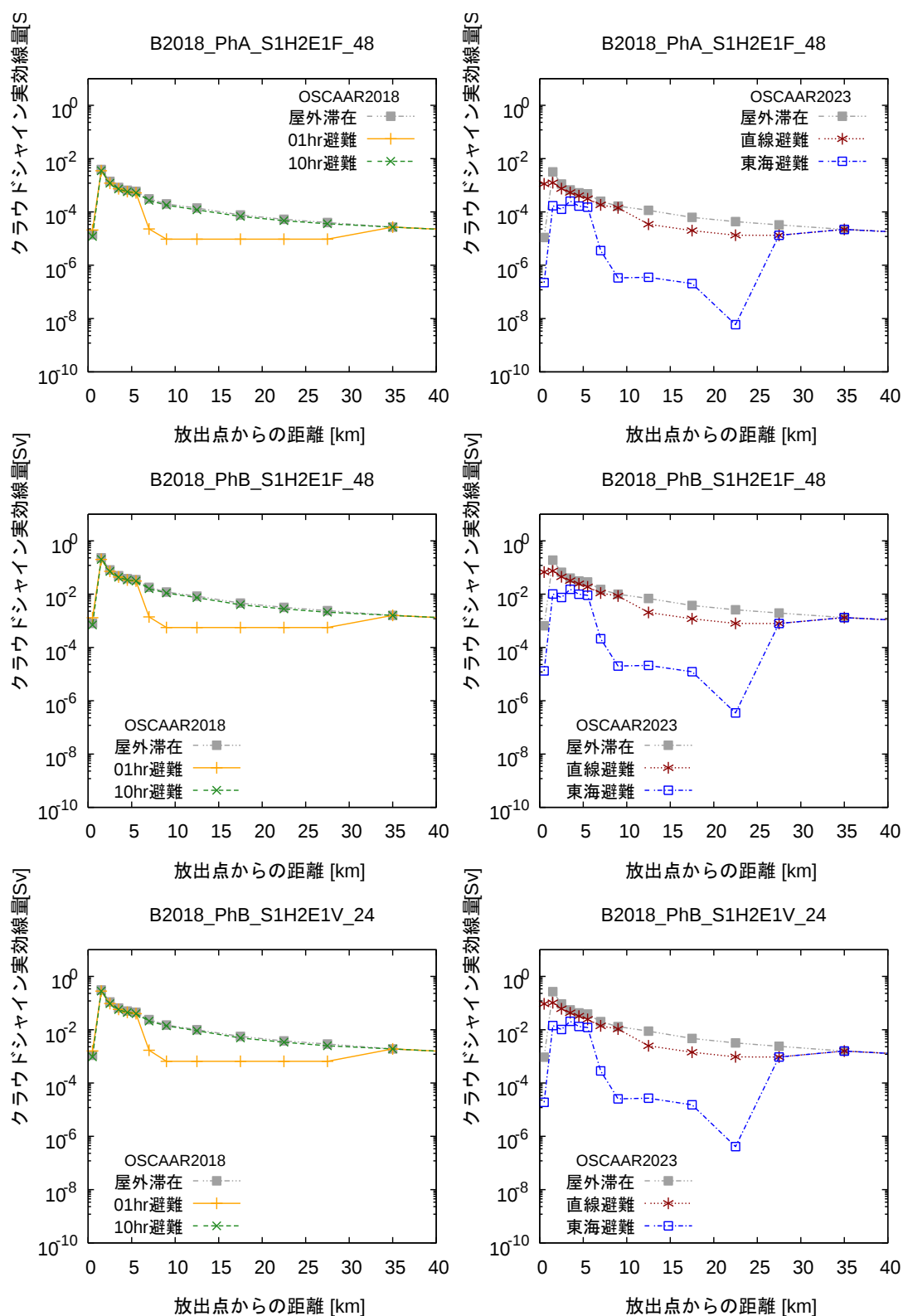


図 3.24 クラウドシャイン実効線量 (避難新旧モデル)

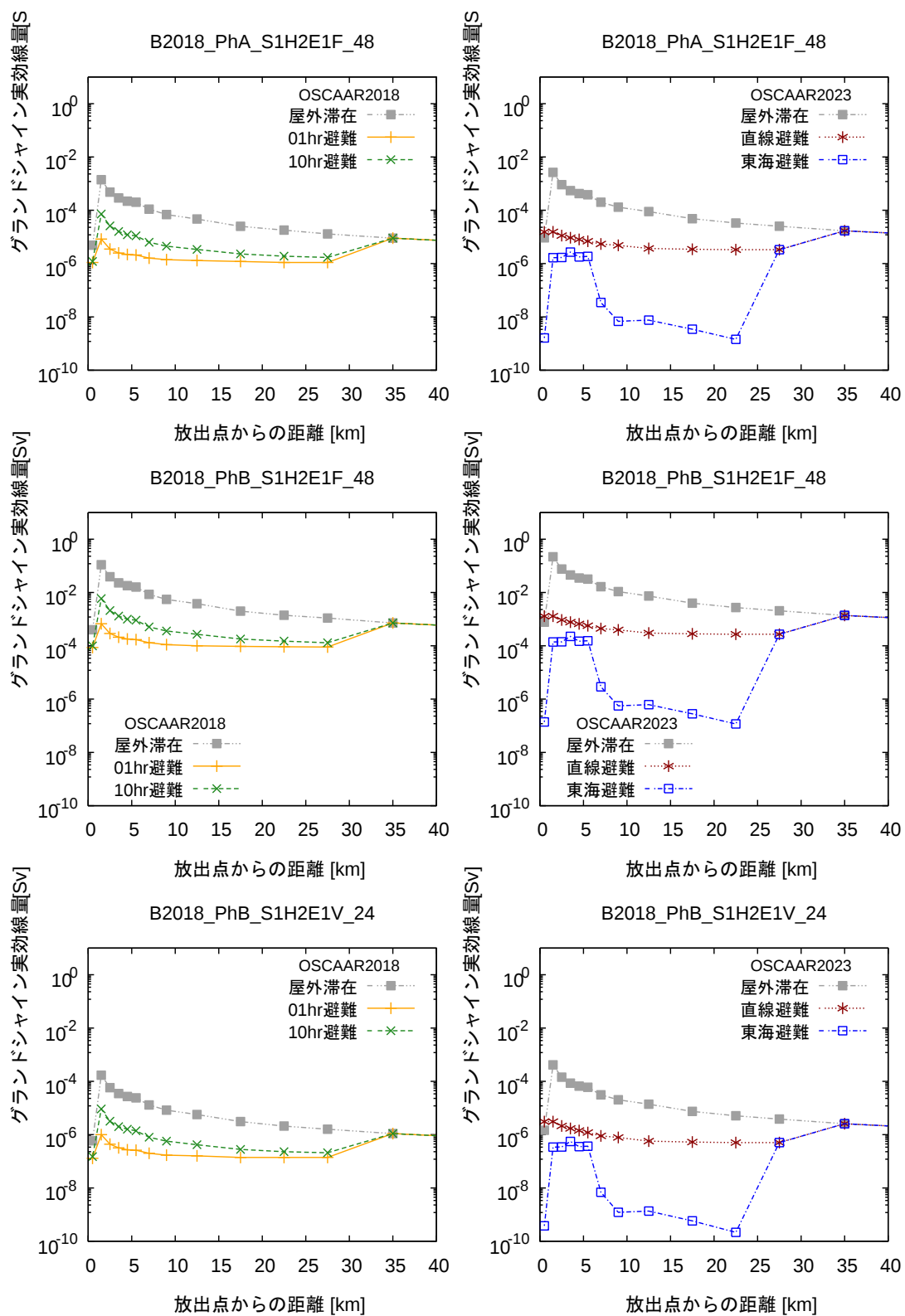


図 3.25 グラウンドシャイン実効線量 (避難新旧モデル)

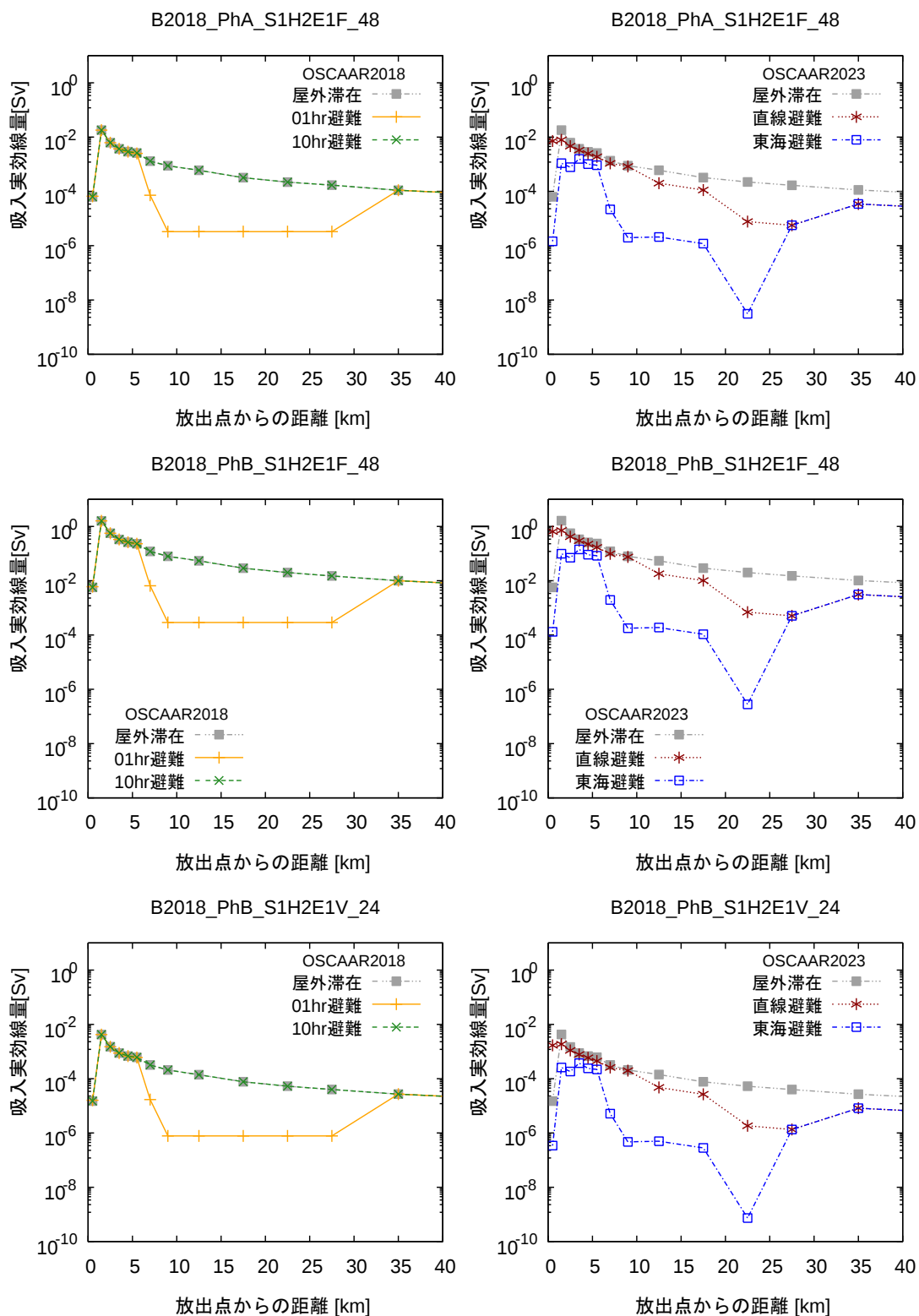


図 3.26 吸入実効線量 (避難新旧モデル)

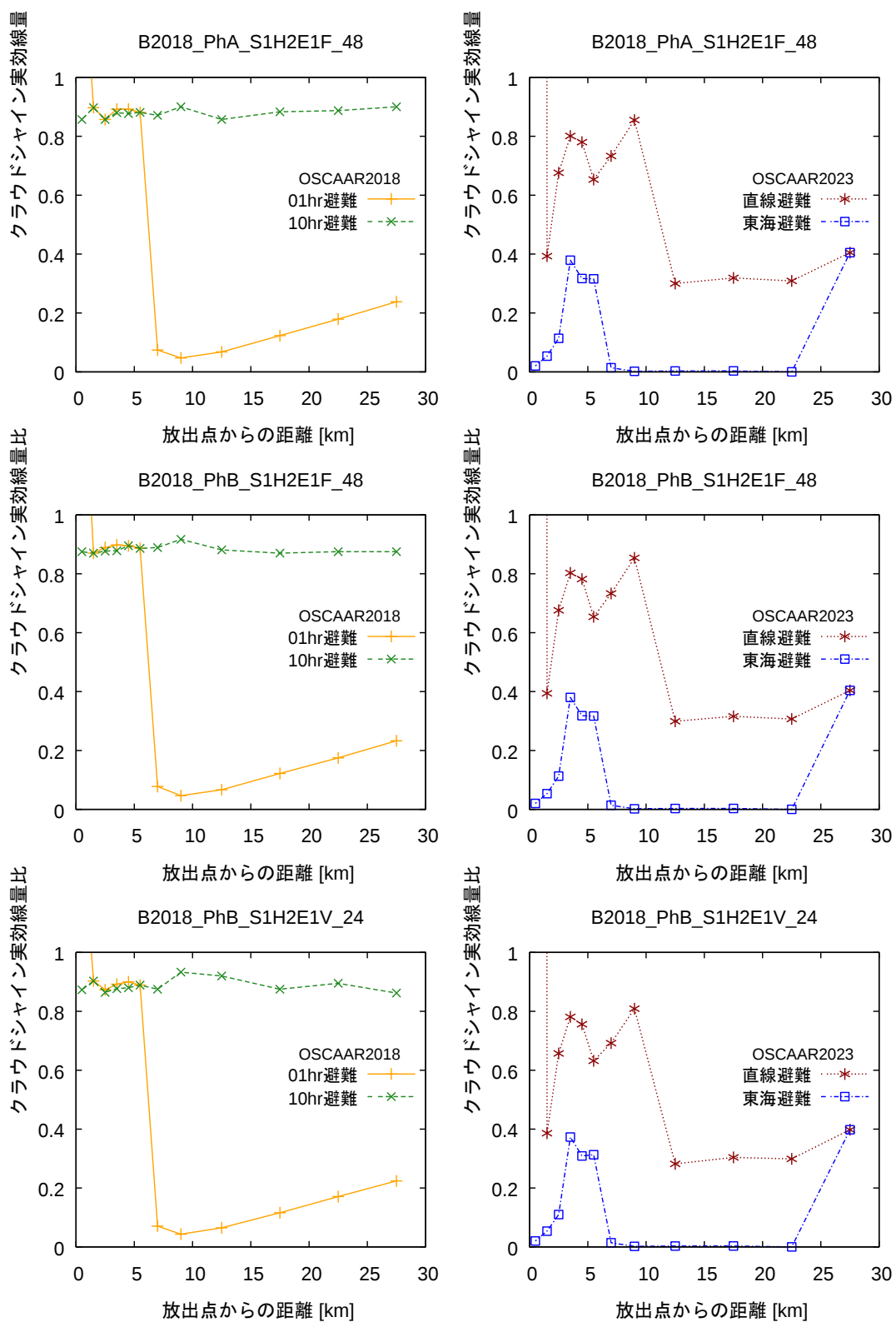


図 3.27 屋外滞在時に対するクラウドシャイン実効線量比（避難新旧モデル）

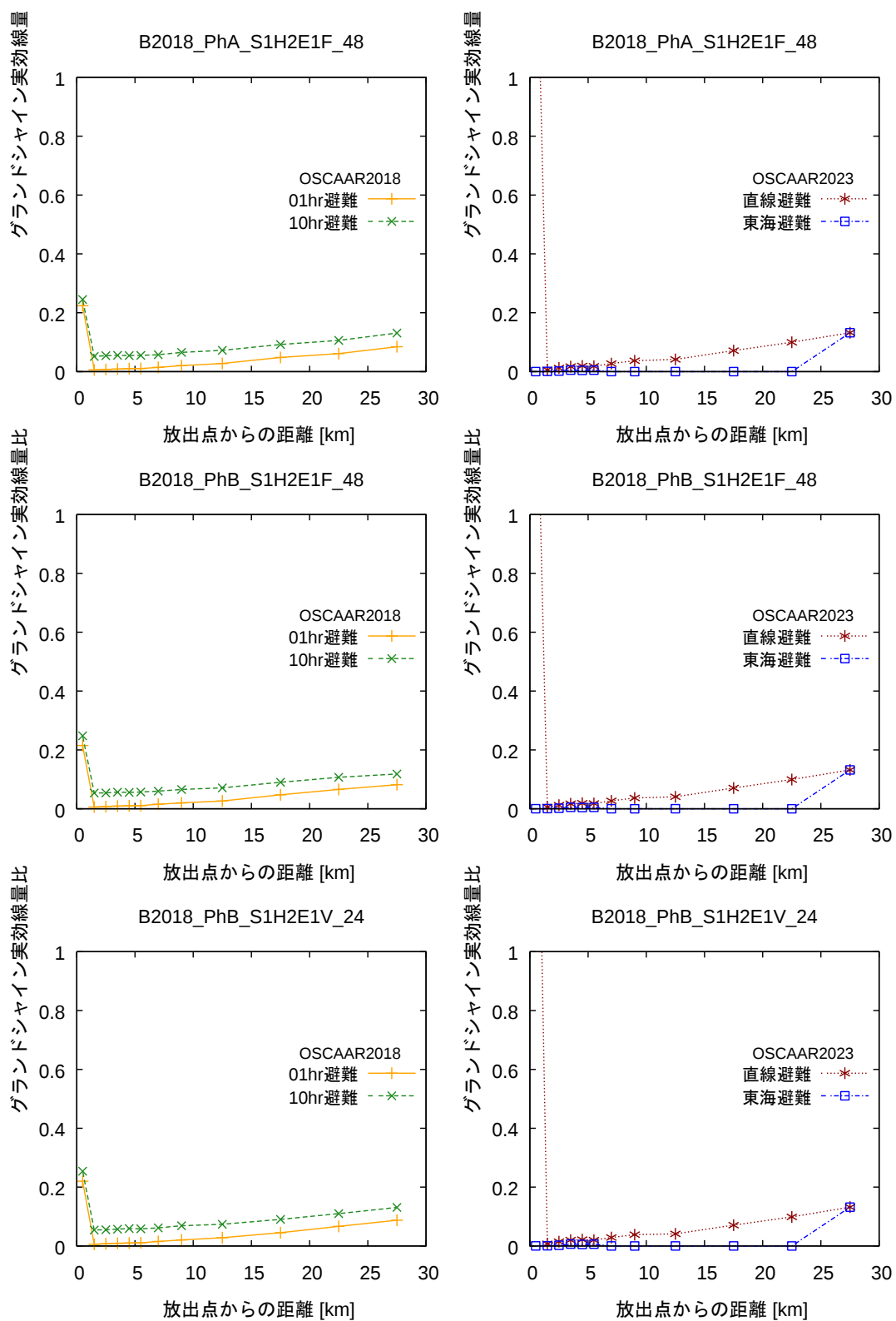


図 3.28 屋外滞在時に対するグラウンドシャイン実効線量比 (避難新旧モデル)

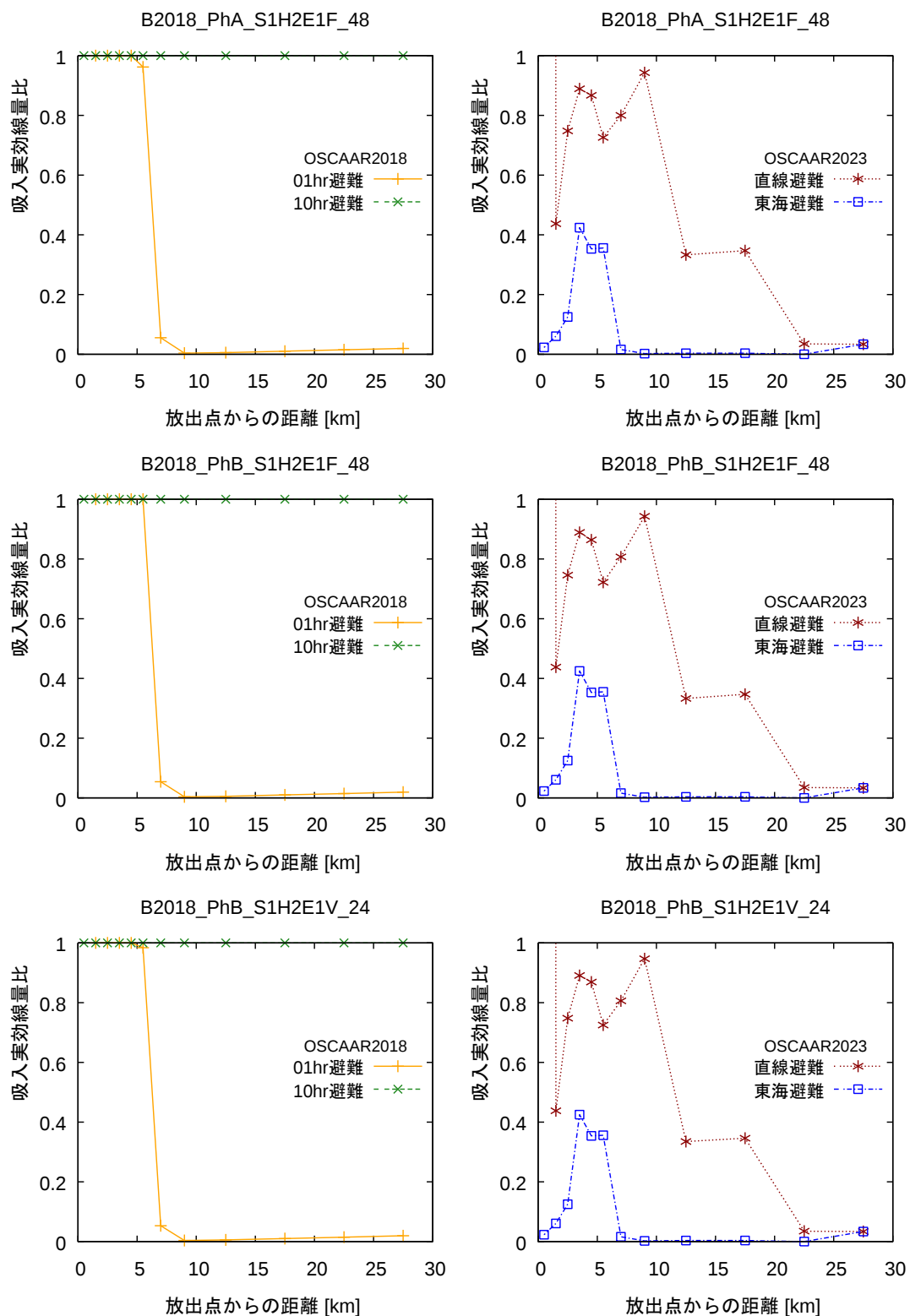


図 3.29 屋外滞在時に対する吸入実効線量比（避難新旧モデル）

3.1.2.2. 避難経路、風向

東海サイトの避難経路を使用したケースにおいて表 3.14に示す風向で計算した。

表 3.14 避難経路、風向による感度解析

	風向	放出方向メッシュ
DD1	北北東	23(南南西に放出)
DD4	東	17(西に放出)
DD8	南	9(北に放出)

※風向の方位番号は16方位で北北東から時計回り (E=4:S=8:W=12:N=16)
同心円メッシュの方位番号は32方位で東から反時計回り (E=1:N=9:W=17:S=25)

このとき放出方向の5.5km、12.5km、22.5kmメッシュからそれぞれ避難するときに使用する避難経路を図 3.30に示す。

実効線量の計算結果を図 3.31～図 3.33に示す。屋外滞在時に対する実効線量比を図 3.34～図 3.36に示す。

放出方位と異なる方位に避難する場所において線量が小さくなる。

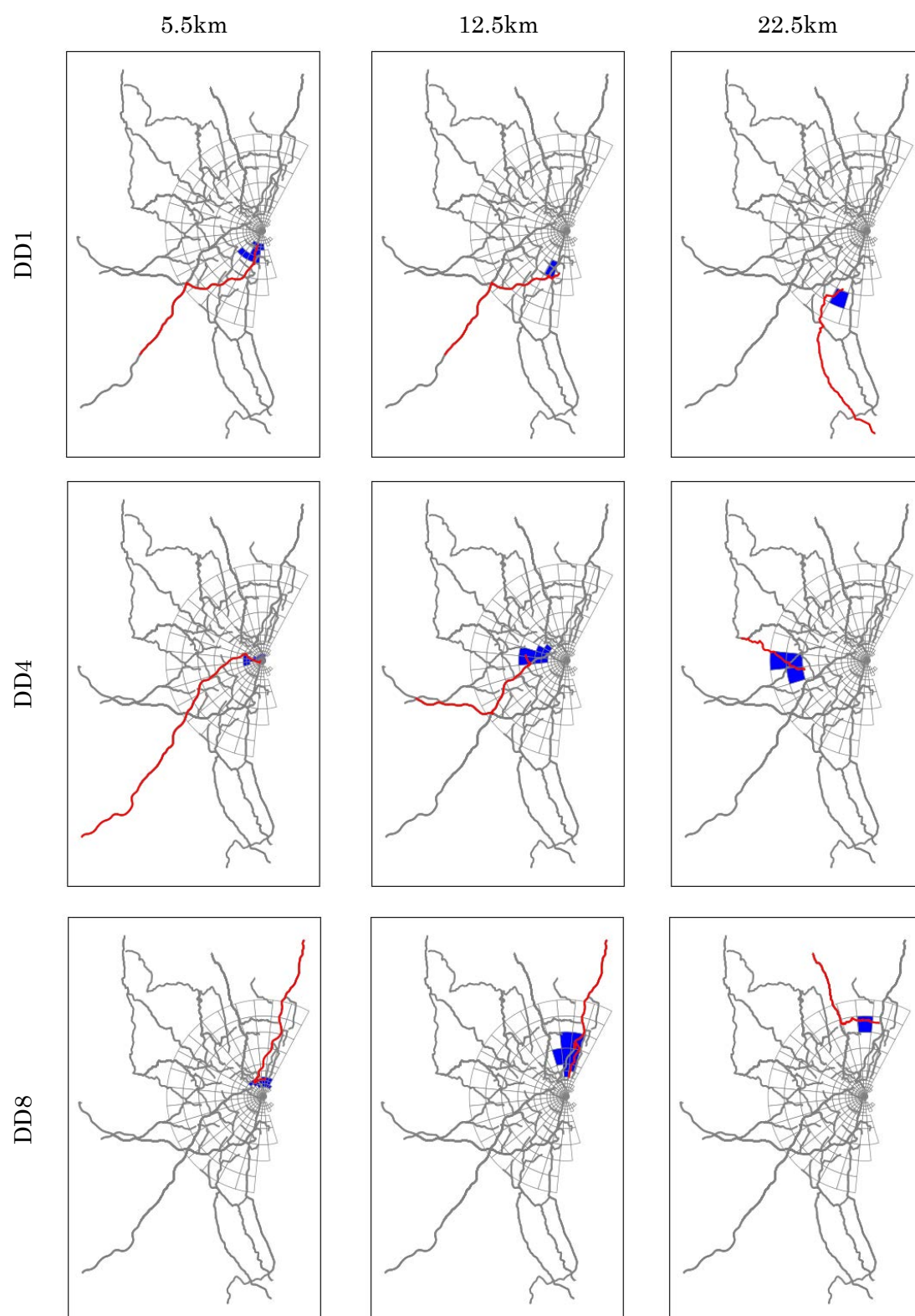
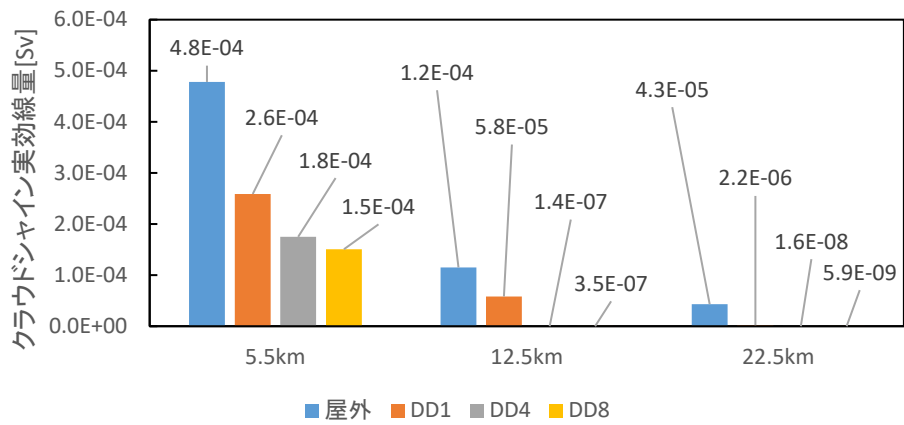
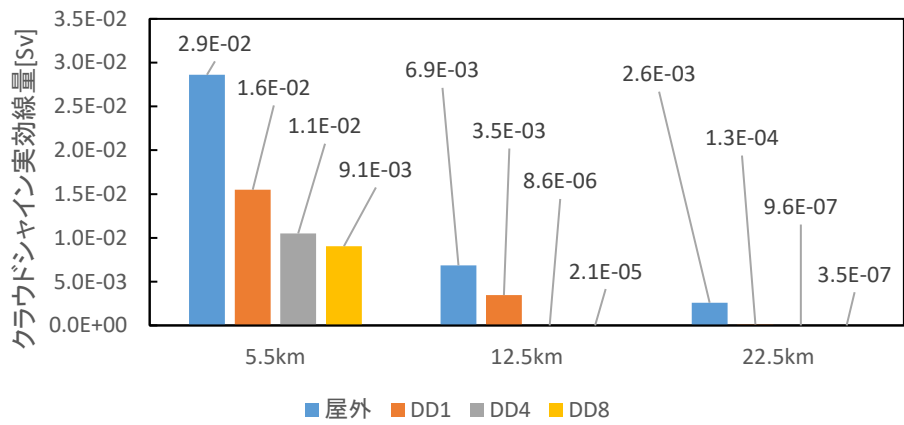


図 3.30 放出方向の避難元メッシュからの避難経路
 ※ それぞれ赤色で示した避難経路を使用する。

B2018_PhA_S1H2E1F_48



B2018_PhB_S1H2E1F_48



B2018_PhB_S1H2E1V_24

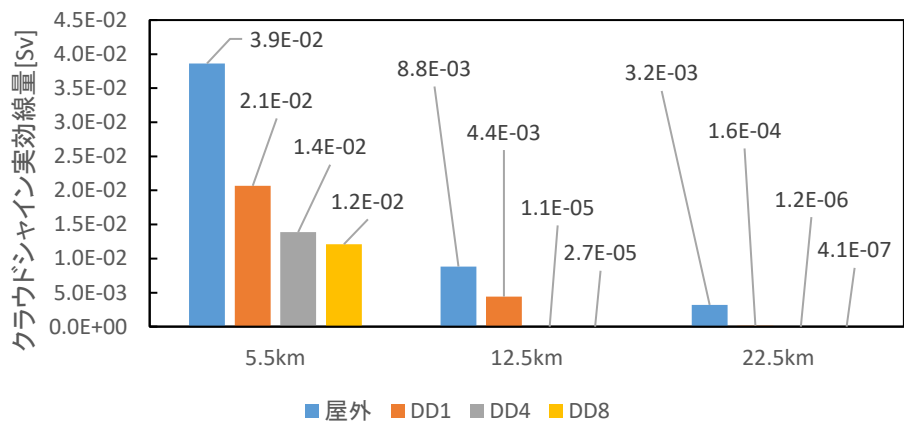


図 3.31 クラウドシャイン実効線量（避難経路、風向の感度解析）

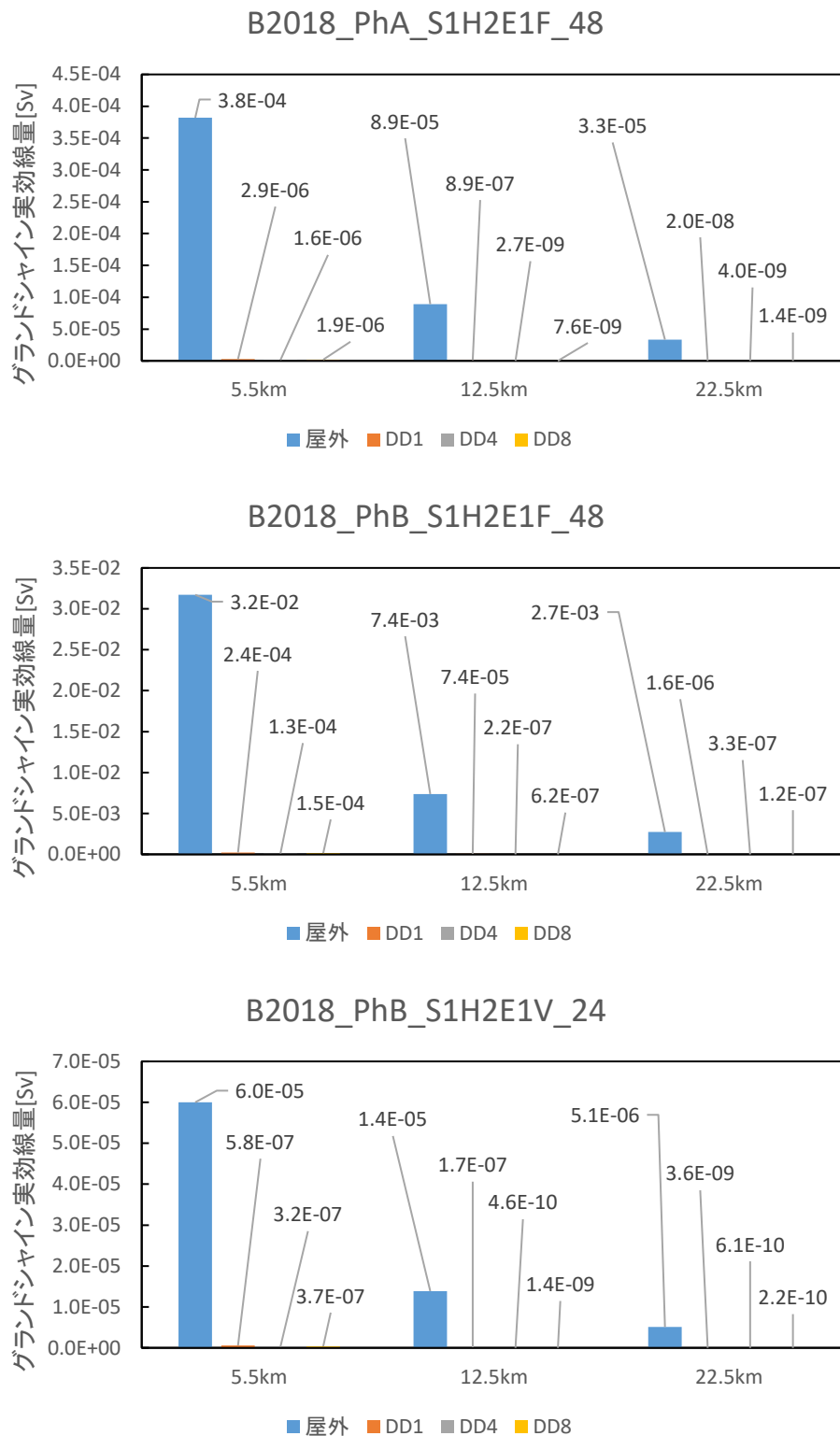
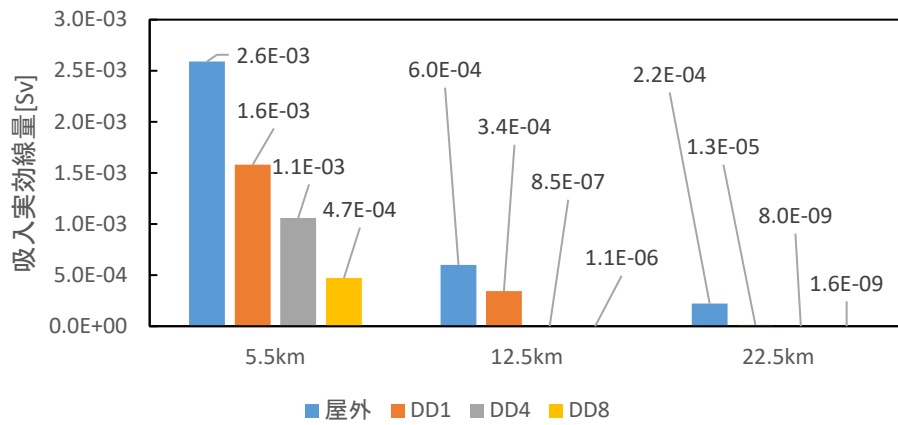
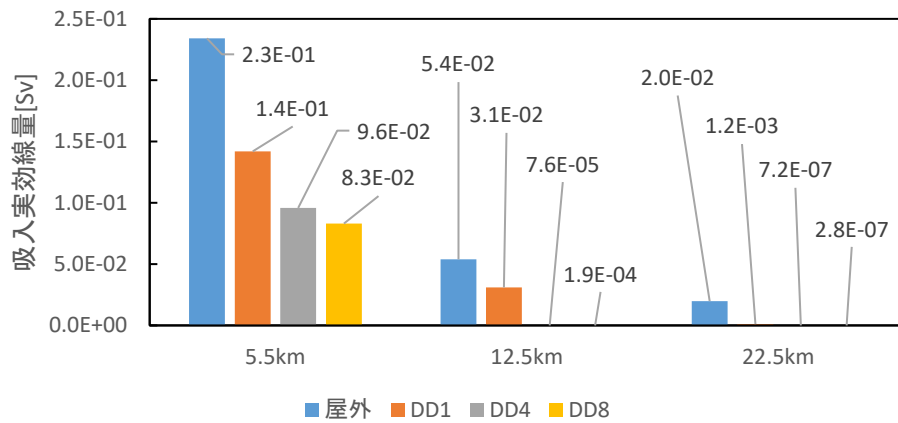


図 3.32 グラウンドシャイン実効線量（避難経路、風向の感度解析）

B2018_PhA_S1H2E1F_48



B2018_PhB_S1H2E1F_48



B2018_PhB_S1H2E1V_24

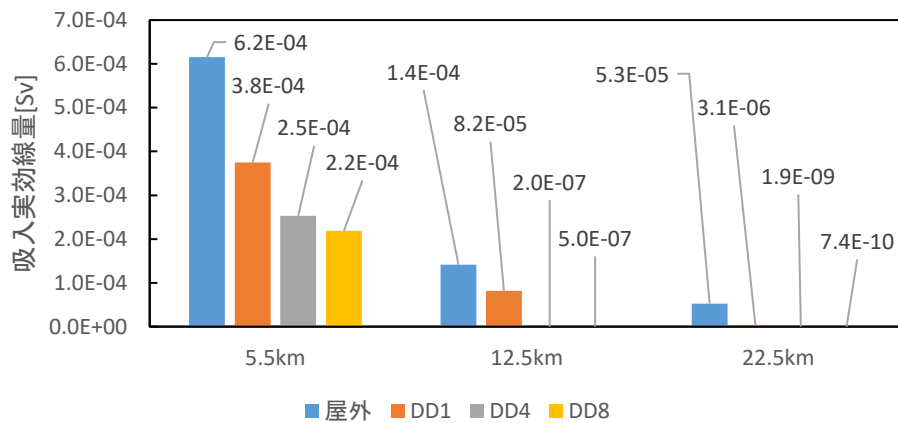


図 3.33 吸入実効線量（避難経路、風向の感度解析）

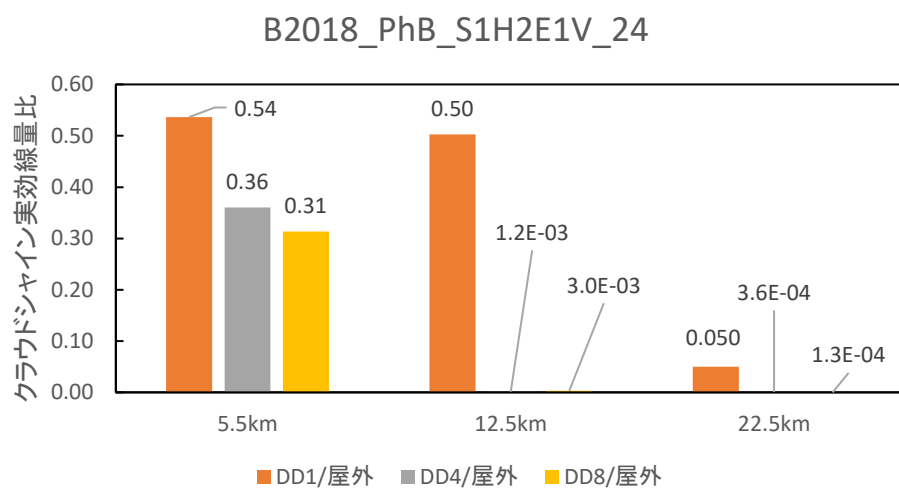
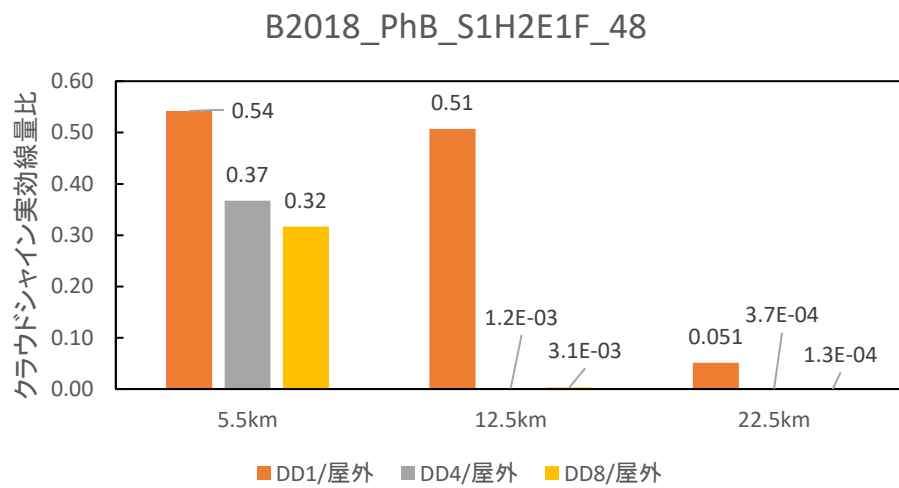
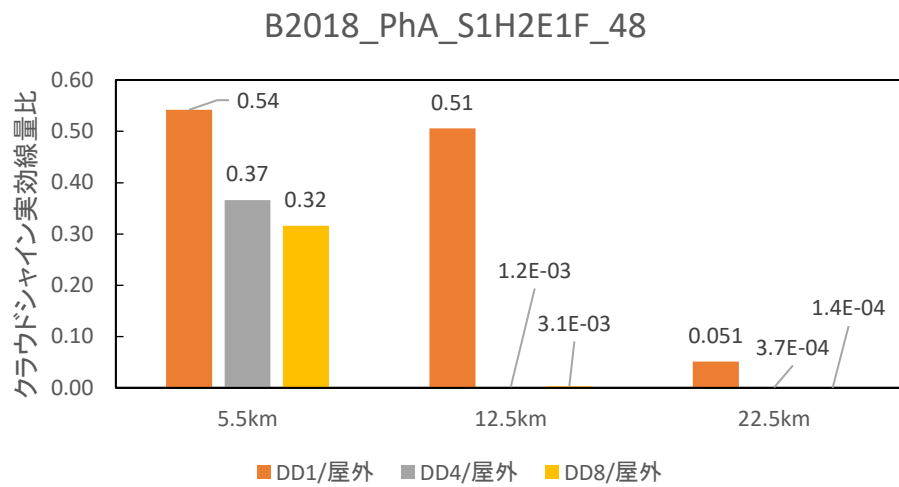


図 3.34 屋外滞在時に対するクラウドシャイン実効線量比（避難経路、風向の感度解析）

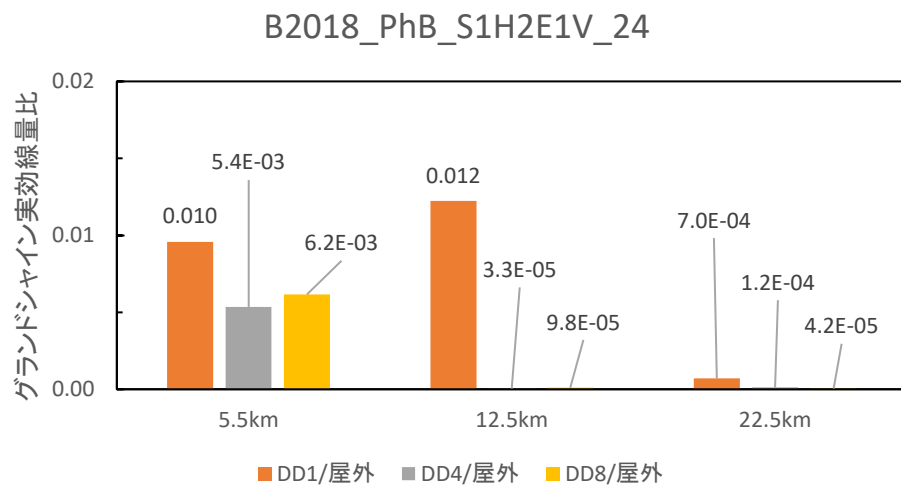
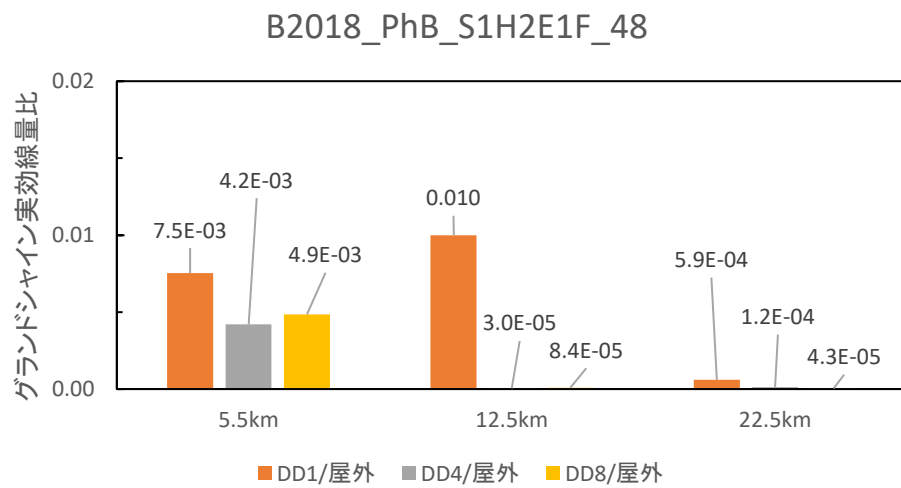
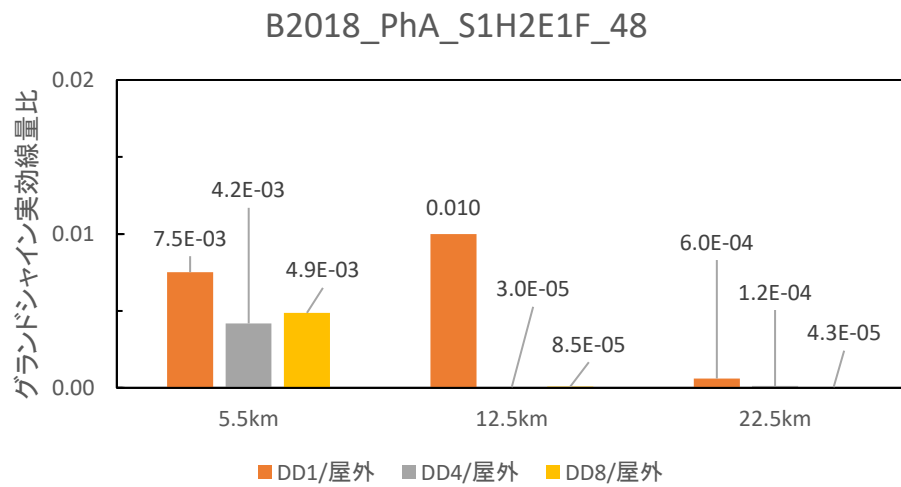


図 3.35 屋外滞在時に対するグラウンドシャイン実効線量比（避難経路、風向の感度解析）

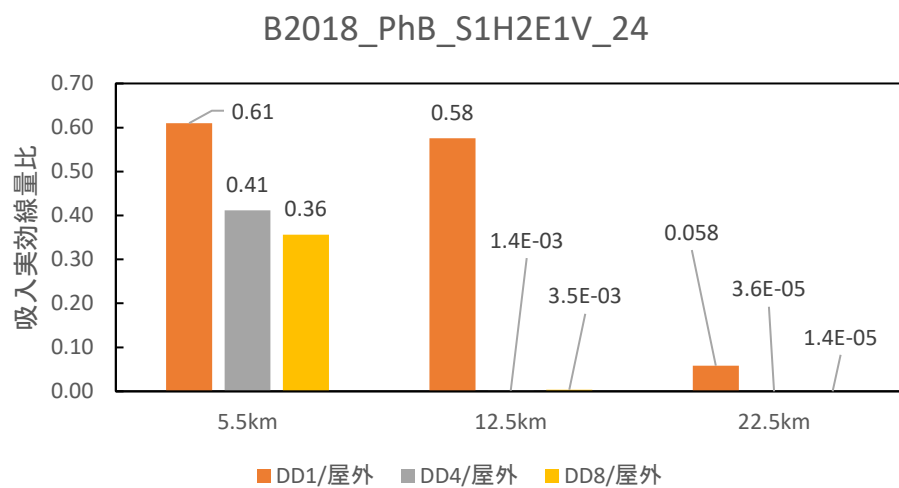
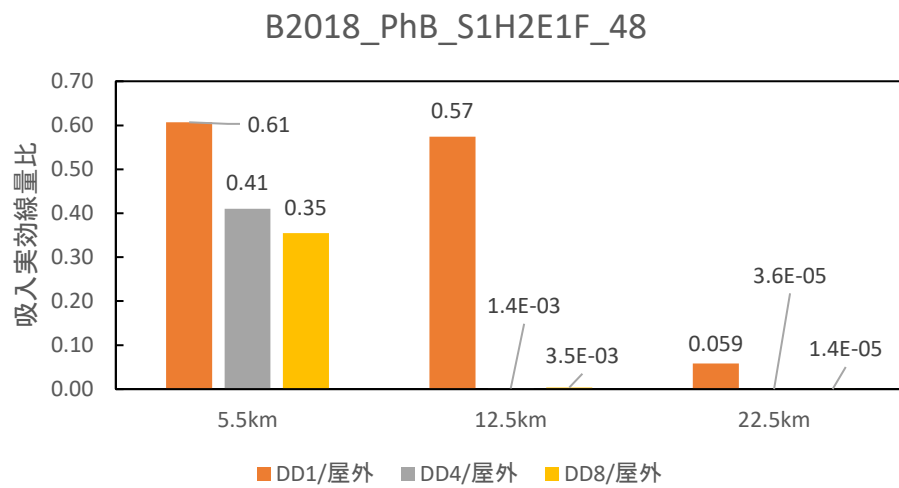
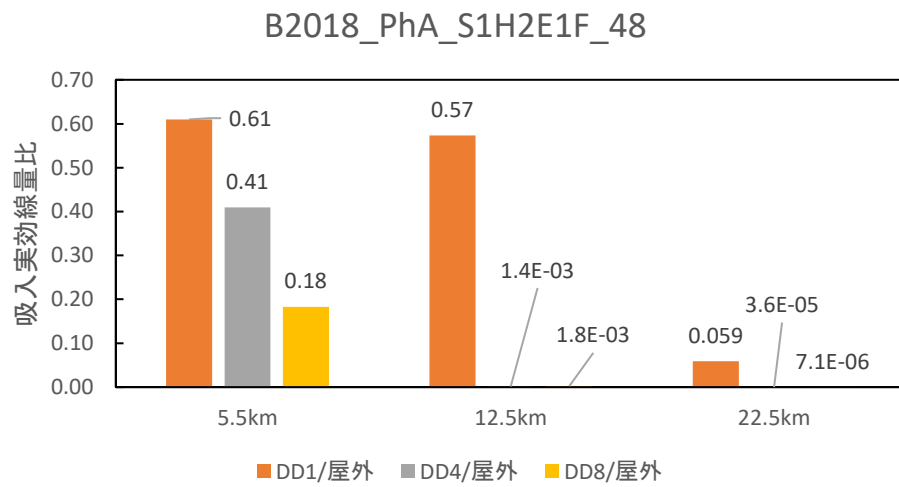


図 3.36 屋外滞在時に対する吸入実効線量比（避難経路、風向の感度解析）

第3章の参考文献

- Hirouchi, J., Takahara, S., Komagamine, H., Kato, N., Matsui, Y., Yoneda, M. (2021). Penetration factor and indoor deposition rate of elementary and particulate iodine in a Japanese house for assessing the effectiveness of sheltering for radiation exposures. *Journal of Radiological Protection* 41, S139–S149.
- JAEA. (2016). 平成27年度原子力規制庁委託業務結果報告書「原子力施設等防災対策等委託費(防護措置の実効性向上に関する調査研究)事業」.
- JAEA. (2017). 平成28年度原子力規制庁委託業務結果報告書「原子力施設等防災対策等委託費(防護措置の実効性向上に関する調査研究)事業」.
- JAEA. (2018). 平成29年度原子力規制庁委託業務結果報告書「原子力施設等防災対策等委託費(防護措置の実効性向上に関する調査研究)事業」.
- JAEA. (2019). 平成30年度原子力規制庁委託業務結果報告書「原子力施設等防災対策等委託費(防護措置の実効性向上に関する調査研究)事業」.
- JAEA. (2020). 平成31年度原子力規制庁委託業務結果報告書「原子力施設等防災対策等委託費(防護措置の実効性向上に関する調査研究)事業」.
- JAEA. (2021). 令和2年度原子力規制庁委託業務結果報告書「原子力施設等防災対策等委託費(防護措置の実効性向上に関する調査研究)事業」.
- JAEA. (2023). 令和4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) 事業」.
- JAEA. (2024). 令和5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) 事業」.
- J. A. Jones, P. A. Mansfield, and S. M. Haywood, I. Hsemann, C. Steinhauer, J. Ehrhardt and D. Faude (1996), PC Cosyma (Version 2): An accident consequence assessment package for use on a PC, radiation protection, Final report, Directorate-General Science, Research and Development, EUR 16239 EN.
- J. R. Johnson (1981). Radioiodine Dosimetry, Johnson J. R, *Journal of Radioanalytical Chemistry*, 65, 223-238.
- Takahara, S., Watanabe, M., Hirouchi, J., Iijima, M., Munakata, M. (2018). Dose-reduction effects of vehicles against gamma radiation in the case of a nuclear accident, *Health Physics*, 114 (1), 64–72.
- 赤林伸一, 村上周三, 水谷国男, 高倉秀一. (1994). 周辺に建物群のある独立住宅の風圧分布に関する風洞実験及び換気量予測その 1, *日本建築学会計画系論文集*, 456, pp17-27.
- 茨城県 (2023). 原子力災害に備えた茨城県広域避難計画 (平成 27 年 3 月策定、平成 31 年 3 月改定、令和 5 年 5 月改定) .
- 木村仁宣, 高原省五, 本間俊充 (2012), 安定ヨウ素剤服用による甲状腺被ばく低減効果の評価手法の開発, *JAEA-Research* 2012-039.
- 原子力規制委員会 (2014). 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.
- 本間 俊充, 石川 淳, 富田 賢一, 村松 健. (2000). 軽水炉モデルプラントの広範な事故シナリオに対する環境影響評価, *日本原子力研究所, JAERI-Research* 2000-060.

4. OSCAARコードの整備に関する情報収集

日時：2024年10月21日～25日

場所：US Nuclear Regulatory Commission, Bethesda

概要：2024年のMACCS User MeetingはRASCAL、VARSKIN等が含まれるRAMPプログラムのユーザー会議内で開催された。会議では、MACCSを含むRAMPプログラムで管理されているコードの概要、開発状況、ユーザーによる研究発表、講習が行われた。

スケジュール：

DAY 1 Monday, October 21, 2024 (All times are in ET)			
8:00 AM – 8:30 AM	Registration (Auditorium)		
8:30 AM – 11:30 AM	Symposium: Radiation Consequence Codes Used in a Regulatory Framework (Hybrid - NRC TWFN Auditorium)		
11:30 AM – 12:00 PM	Incident Response Tour (Optional - OWFN Lobby)		
12:00 PM – 1:00 PM	Lunch (on your own)		
1:00 PM – 5:00 PM	RASCAL Beginner (In person - Auditorium)	Clean Air Act Assessment Package – 1988 Overview (Hybrid - OWFN G05A and G05B)	
5:00 PM – 7:00 PM	Social Hour (in-person)		
DAY 2 Tuesday, October 22, 2024			
8:00 AM – 9:00 AM	Primer: SIERRA Overview (Hybrid - Auditorium)		
9:00 AM – 11:30 AM	Symposium: Codes Used in the Regulatory Framework (Hybrid - Auditorium)		
11:30 AM – 12:00 PM	Incident Response Tour (Optional - OWFN Lobby)		
12:00 PM – 1:00 PM	Lunch (on your own)		
1:00 PM – 5:00 PM	MACCS Workshop I (In person - Auditorium)	RASCAL Intermediate/Advanced (In person - OWFN G05A and G05B)	SIERRA ATD (Hybrid - OWFN 1 st Floor F23)
DAY 3 Wednesday, October 23, 2024			
8:00 AM – 9:00 AM	Primer: Overview of MELCOR Advanced Reactor Source Terms (Hybrid - Auditorium)		
9:00 AM – 12:00 PM	MACCS: Presentations I (Hybrid - Auditorium)	NRC Dose Overview (Hybrid - OWFN G05A and G05B)	
12:00 PM – 1:00 PM	Lunch (on your own) and International Luncheon (In person - OWFN G05A and G05B)		
1:00 PM – 5:00 PM	National Institute of Standards and Technology (NIST) Tour (Optional - OWFN Lobby)		
6:00 PM – 8:00 PM	No Host Dinner (Optional)		
DAY 4 Thursday, October 24, 2024			
8:00 AM – 9:00 AM	Primer: User Choice (Options: Artificial Intelligence at NRC Navigating Space Nuclear Safety; Health Risk Communication) (Auditorium)		
9:00 AM – 12:00 PM	MACCS Presentations II (Hybrid - Auditorium)	Dosimetry Symposium (VARSKIN, IMBA, PIMAL) (Hybrid - OWFN G05A and G05B)	RADTRAN (Hybrid - F23)
12:00 PM – 1:00 PM	Lunch (on your own)		
1:00 PM – 4:30 PM	MACCS Workshop II (In person - Auditorium)	Dosimetry Symposium (VARSKIN, IMBA, PIMAL) (Hybrid - OWFN G05A and G05B)	RAMP Open Code Discussion (In-person - F23)
4:30 PM – 5:00 PM	Closing Ceremony (Auditorium)		
DAY 5 Friday, October 25, 2024 (Optional Day Based on RAMP and MACCS Users' Needs)			
9:00 AM – 11:00 AM	RAMP and MACCS User Admin Meetings (Optional) • Optional Code Discussions (F23) • Optional RAMP Country to Country Meetings (F20) • Optional MACCS Meetings (OWFN G05A and G05B)		

(RAMP ホームページより転載、<https://ramp.nrc-gateway.gov/events/october-2024-user-group-meeting>)

情報収集：

MACCS4.2.0で追加された機能

- 移転のオプションに **TOTAL** と **AVOID** が追加され、合計線量と回避線量を起点に移転を開始するような計算が可能となった。
- MACCS の以前のバージョンでは、間接的な影響と回復の影響を合算し、間接費用カテゴリーに単一の値として表示していた。MACCS 4.2 では、間接費用と復興費用を分離し、両方の値を出力で個別に表示するようになった。
- MACCS バージョン 4.1 以前では、除染を行うかの決定は居住可能性基準を用いて行われていたが、MACCS 4.2 では、これらの決定は「クリーンアップ基準」と呼ばれる新しい基準に基づいて行われる。クリーンアップ基準変数として、**DECCRLT**（単位：Sv）は除染のための長期フェーズのクリーンアップ線量基準を定義し、**DECDPP**（単位：sec）は
 - 除染のための長期フェーズの線量予測期間を定義する。（除染の決定は、土地が除染を必要とするかどうかを決定する。また、除染後に人が戻れるかどうか、除染と追加の阻止策の組み合わせ後に人が戻れるかどうか、あるいは土地が使用禁止となるかどうかを決定する。）
 - 除染の費用対効果の判断プロセスに居住区域における除染の判断を行うように機能が拡大された。例えば、除染にかかる総費用が土地の収用費用を上回る場合、MACCS は土地の収用を宣言する。また、居住区域の封鎖も可能ではあるが、居住区域の除染コストは単なる清掃であり、清掃＋封鎖ではないため、封鎖区域よりも可能性は低くなる。
 - 核種数が上限 999 に増加した。
 - 皮膚線量換算係数の更新
 - 長期フェーズの居住可能線量基準を 2 フェーズ割り当てることができる機能が追加された。各フェーズの線量基準と期間を指定する。
 - ノードロックライセンスが廃止され、時限ライセンスに変更となった。

その他のRAMPコードの概要説明と講習：

- RAMP プログラムの仕組について説明
- RASCAL、CAP-88、SIERRA、NRCDOSE3、VARSKIN+、NRC-RADTRAN 等の MACCS 以外のコードの概要説明や講習が実施された。線量評価や大気拡散等重複する機能を持っているが、目的に応じて使い分けがされており、複数のコードとして整理されていることがわかった。
- ライセンスを取得していないコードに触れることができた。
- いずれのコードも GUI が非常にユーザーフレンドリーである印象を受けた。

MACCSプレゼンテーションとワークショップ：

- HYSPLIT についての紹介があり、質疑応答で米国以外の気象を用いた解析ができないかとの問いがあり、気象データの様式を米国のものと合わせる必要があり、工夫が必要との回答であった。
- 講習では version4.2.0 の新機能等含めて一般的な使い方に関する内容であった。
- MACCS に AOS と NAM12 の気象データを使った 2 種類の評価と結果の比較を行った研究の紹介があった。また、他の講演では、気象解析グリッドサイズの違いによる評価結果への影響も紹介されていた。
- 放射性プルーム移流中の化学形態・物理形態変化（例えば、X、XO、XOH の変化）を試験的に考慮するように MACCS を改造した例を紹介した講演があり、化学形態・物理形態変化を考慮した場合、被ばく線量が考慮しない場合よりも最大約 1 オー

ダー高くなることが示されていた。

ある事故シナリオに対する年齢性別ごとの線量やリスクの評価を行い、その差を示していた。甲状腺は年齢が低くなるほど影響が大きくなることなどが示されていた。

5. OSCAARコードの公開に向けて実施すべき事項と作業スケジュール

OSCAARコードを、令和7年度に公開予定である。公開に向けて実施すべき事項及びスケジュールを記載した工程表を作成した。

5.1. 公開に向けて実施すべき事項

5.1.1.1. OSCAAR コードの改良

令和6年度に実施したコード検証結果に基づき、プログラムを改良する。また、計算時間の高速化、ファイルサイズの削減を実現するための調査・検討を行う。プログラム改良作業を行う中で必要なGUIの改良も並行して実施する。

5.1.1.2. 公開版向けの OSCAAR コードのマニュアル類の作成

各モデルに対して、正しく計算が実施されているかの検証を実施する。今後のメンテナンスや使いやすさを念頭に置いて、不要な変数の削除等の整理が必要な個所については適宜実施する。

5.2. 作業スケジュール表

5.1節に記載した事項に対する作業スケジュール予定を以下の表 5.1に示す。令和7年度第4四半期までの公開を予定している。

表 5.1 OSCAARコード公開までの作業スケジュール予定

	令和7年度			
	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期
(1) OSCAAR コードの改良				
(2) 公開版向けの OSCAAR コードマニュアル類の作成				