

平成 13 年度

平常時環境線量評価コード（ANDOSE-JINS）の保守
及び
事故時環境被ばく線量評価コード（EEDCDQ）の保守
に関する報告書

平成 14 年 3 月

（財）原子力発電技術機構

原子力安全解析所

本事業は、経済産業省資源エネルギー庁原子力安全・保安院からの委託
〔原子力発電施設等安全性実証解析（安全性実証解析）〕で実施したものです。

平常時環境線量評価コード（ANDOSE-JINS）の保守 及び事故時環境被ばく線量評価コード（EEDCDQ）の保守

要 旨

平常時環境線量評価コード（ANDOSE-JINS）は、発電用軽水型原子炉施設の安全審査に資する目的で整備され、現在までに多くのプラントを対象にクロスチェック解析及び実証解析に使用されている。また、ANDOSE-JINS コードを計算機環境の変化に対応し円滑に運用するため、パーソナルコンピュータ（PC）に移植し、入力データの作成、計算、計算結果及び評価情報の登録、編集、検索及びそれ等の出力する機能を有する統合型パソコンデータベースシステム ANDOSE-JINS/DBS を構築している。

平成 13 年 4 月、国際放射線防護委員会 Publication 60（1990 年勧告）の国内法規への取入れに伴い「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」が改訂された。本年度は、これを受けて ANDOSE-JINS コードを改良し、代表的なプラントを対象にサンプル解析を実施し、改良の妥当性を確認した。さらに、改良した ANDOSE-JINS コードを ANDOSE-JINS/DBS システムに組込むとともに、ANDOSE-JINS/DBS システムのデータベースを更新した。

事故時環境被ばく線量評価コード（EEDCDQ）は、発電用軽水型原子炉施設の安全審査に資するために、BWR 及び PWR プラントを対象に多くのクロスチェック解析及び実証解析に使用されている。

EEDCDQ コードについても、平成 13 年 4 月に国際放射線防護委員会 Publication 60（1990 年勧告）の国内法規への取入れに伴い「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」が改訂されたことを受けて、その改訂内容を反映するために EEDCDQ コードの炉心内蓄積量の I-131 等価量の計算モジュール、冷却材中の I-131 等価量の計算モジュール、環境へのよう素の I-131 等価放出量の計算モジュール及びよう素の吸入摂取による線量の計算モジュールを修正した。さらに、修正 EEDCDQ コードを用いて試解析を行い、各事故の解析が正しく行なわれることを確認した。

第 I 編 平常時環境線量評価コード（ANDOSE-JINS）の保守

目 次

1.序論.....	I-1-1
1.1 目的	I-1-1
1.2 実施内容	I-1-1
2.ANDOSE-JINS コードの改良・整備	I-2-1
2.1 線量評価指針の変更点の分析	I-2-1
2.2 ANDOSE-JINS コード修正箇所の抽出及び改良	I-2-1
3.改良コードの性能評価	I-3-1
3.1 計算条件	I-3-1
3.2 計算結果及び妥当性の検討	I-3-1
4.ANDOSE-JINS/DBS システムの改良・整備	I-4-1
4.1 ANDOSE-JINS/DBS システムの改良	I-4-1
4.1.1 データベース登録機能の改良	I-4-1
4.1.2 解析機能の改良	I-4-2
4.1.3 データベース検索機能の改良	I-4-3
4.1.4 解析書作成機能の改良	I-4-3
4.2 データの更新	I-4-3
4.3 改良後の ANDOSE-JINS/DBS システムの概要	I-4-3
5.結論	I-5-1
参考文献.....	I-参-1

表一覧

表 2.1	指針改訂に伴う用語変更	I-2-9
表 2.2	線量計算方法の変更内容	I-2-10
表 2.3	線量計算に使用するパラメータの変更内容	I-2-15
表 2.4	ANDOSE-JINS コードの修正内容及び修正箇所	I-2-16
表 2.5	改訂用語と対応サブルーチン	I-2-18
表 3.1	計算に使用したパラメータ一覧	I-3-7
表 3.2	計算に使用した排気筒有効高さ	I-3-7
表 3.3	計算に使用した風向別大気安定度別風速逆数総和	I-3-8
表 3.4	計算に使用した風向別出現頻度	I-3-8
表 3.5	希ガス γ 線による実効線量の指針改訂前後の計算結果	I-3-9
表 3.6	液体廃棄物中の放射性物質に起因する指針改訂前後の実効線量	I-3-10
表 3.7	液体廃棄物中に含まれる放射性物質に起因する実効線量への換算係数	I-3-11
表 3.8	気体廃棄物中の放射性よう素の実効線量の指針改訂前後の計算結果	I-3-12
表 3.9	気体廃棄物中に含まれる放射性よう素の吸入摂取による 実効線量の算出係数	I-3-13
表 3.10	気体廃棄物中に含まれる放射性よう素の経口摂取（葉菜、牛乳） による実効線量の算出係数	I-3-14
表 3.11	液体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量の指針改訂前後の計算結果	I-3-15
表 3.12	海藻類を摂取する場合の液体廃棄物中の放射性よう素に起因する 実効線量の算出係数	I-3-15
表 3.13	海藻類を摂取しない場合の液体廃棄物中の放射性よう素 に起因する実効線量の算出係数	I-3-16
表 3.14	気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性よう素を同時に摂取する場合 の実効線量の指針改訂前後の計算結果	I-3-16
表 3.15	気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性よう素を同時に摂取する場合 の実効線量の指針改訂前後の計算結果（海藻類を摂取する場合）	I-3-17

表 3.16	海藻類を摂取する場合の吸入摂取による放射性よう素に起因 する実効線量の算出係数（気体廃棄物と液体廃棄物の同時摂取）	I-3-18
表 3.17	海藻類を摂取する場合の経口摂取（葉菜、牛乳）による 放射性よう素に起因する実効線量の算出係数 （気体廃棄物と液体廃棄物の同時摂取）	I-3-19
表 3.18	実効線量の指針改訂前後の計算結果	I-3-20
表 4.1	各原子力発電所情報	I-4-7
表 4.2	ANDOSE-JINS/DBS システムに登録された申請書の一覧	I-4-7

図一覧

図 2.1	ANDOSE-JINS コードの構成及び計算手順	I-2-19
図 2.2	ANDOSE-JINS コードのサブルーチンツリー	I-2-21
図 2.3	実効線量の計算ルーチン FAC10 の計算の流れ	I-2-23
図 3.1	指針改訂による線量影響	I-3-21
図 4.1	ANDOSE-JINS/DBS システムの改良内容	I-4-8
図 4.2	ANDOSE-JINS/DBS システムの構成	I-4-9
図 4.3	ANDOSE-JINS/DBS システムのメイン画面	I-4-10

第Ⅱ編 事故時環境被ばく線量評価コード（EEDCDQ）の保守

目 次

1.序論.....	Ⅱ-1-1
1.1 目的.....	Ⅱ-1-1
1.2 実施内容	Ⅱ-1-1
2.EEDCDQ コードの修正	Ⅱ-2-1
2.1 指針改訂の内容	Ⅱ-2-1
2.2 コードの修正	Ⅱ-2-3
3.性能評価.....	Ⅱ-3-1
3.1 解析条件	Ⅱ-3-1
3.2 解析結果の評価	Ⅱ-3-1
4.結論.....	Ⅱ-4-1
参考文献.....	Ⅱ-参-1

表一覧

表 2.1	よう素の吸入摂取による実効線量の評価に使用する パラメータ等（各種事故評価）	II -2-5
表 2.2	よう素の吸入摂取による甲状腺に対する線量の評価に使用する パラメータ等（重大・仮想事故評価）	II -2-5
表 2.3	EEDCDQ コードのモジュールと機能	II -2-6
表 2.4	EEDCDQ コードの各計算モジュールとサブルーチン	II -2-7
表 2.5	I-131 等価量算出のための換算係数	II -2-7
表 3.1	BWR プラントの MS LB(各種事故)の解析条件	II -3-5
表 3.2	BWR プラントの LOCA(仮想事故)の解析条件	II -3-6
表 3.3	PWR プラントの SGTR(各種事故)の解析条件	II -3-7
表 3.4	PWR プラントの LOCA(仮想事故)の解析条件	II -3-8
表 3.5	MS LB 各種事故のよう素放出量及び実効線量（BWR）	II -3-9
表 3.6	LOCA 仮想事故のよう素放出量 及び甲状腺に対する線量（BWR）	II -3-9
表 3.7	SGTR 各種事故のよう素放出量及び実効線量（PWR）	II -3-10
表 3.8	LOCA 仮想事故のよう素放出量 及び甲状腺に対する線量（PWR）	II -3-10

図一覧

図 2.1	安全評価審査指針改訂内容及びコード修正内容	II -2-8
図 2.2	EEDCDQ コードのモジュールの全体構造	II -2-10
図 3.1	MSLB 各種事故の隔離弁閉止前のよう素による 実効線量の指針改訂前後の比 (BWR) (1/2)	II -3-11
図 3.1	MSLB 各種事故の隔離弁閉止後のよう素による 実効線量の指針改訂前後の比 (BWR) (2/2)	II -3-11
図 3.2	LOCA 仮想事故の甲状腺線量の指針改訂前後の比 (BWR)	II -3-12
図 3.3	SGTR 各種事故のよう素による実効線量 の指針改訂前後の比 (PWR)	II -3-13
図 3.4	LOCA 仮想事故の甲状腺線量の指針改訂前後の比 (PWR)	II -3-13

第 I 編

平常時環境線量評価コード（ANDOSE-JINS）の保守

1. 序論

1.1 目的

平常時環境線量評価コード（ANDOSE-JINS）は、発電用軽水型原子炉施設の安全審査に資する目的で整備され、平成元年度に保守が実施されて以来、現在までに多くのプラントを対象にクロスチェック解析及び実証解析に使用されている。平成 7 年度及び平成 9 年度では、ANDOSE-JINS コードを計算機環境の変化に対応し円滑に運用するため、パーソナルコンピュータ（PC）に移植し、また、ANDOSE-JINS コードを取込み、入力データの作成、計算、計算結果及び評価情報の登録、編集、検索及びそれ等の出力する機能を有する統合型パソコンデータベースシステム ANDOSE-JINS/DBS システムを構築^(参¹)した。

平成 13 年 4 月、国際放射線防護委員会 Publication 60（1990 年勧告）^(参²)の国内法規への取入れに伴い「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」（以下「線量評価指針」という。）^(参³)が改訂された。これを受けて本年度作業では、ANDOSE-JINS コードを改良し、代表的なプラントを対象にサンプル解析を実施して、改良したコードの妥当性を確認した。

さらに、改良した ANDOSE-JINS コードを取込み ANDOSE-JINS/DBS システムの改良・整備を行うとともに、ANDOSE-JINS/DBS システムのデータベースの更新を行った。

1.2 実施内容

本年度では、以下の項目に対応した。

(1) ANDOSE-JINS コードの改良・整備

以下の手順により「線量評価指針」の改訂内容を ANDOSE-JINS コードに反映した。

① 「線量評価指針」の変更点の分析

現在の ANDOSE-JINS コードを「線量評価指針」の改訂に対応させるため、改訂前と改訂後の「線量評価指針」の内容を比較・分析した。

② ANDOSE-JINS コードの改良部分の抽出

①の分析結果より、ANDOSE-JINS コード内の改良が必要なモジュールを抽出し、修正すべき箇所を決定した。

③ ANDOSE-JINS コードの改良

②の抽出結果に基づいて、関連するモジュールの共通ブロック領域及び解析モデルの修正と用語の変更を行い、ANDOSE-JINS コードを改良した。

(2) 改良コードの性能評価

(1)で改良した ANDOSE-JINS コードを用いて、代表的なプラントのサンプル解析を行い、コードの改訂前後の計算結果を比較し、本コードが「線量評価指針」の改訂内容を反映して適正に改良されていることを確認した。

(3) ANDOSE-JINS/DBS システムの改良・整備

(1)で改良した ANDOSE-JINS コードを ANDOSE-JINS/DBS システムへ取込み、平成元年指針及び平成 13 年指針に対応した解析ができるようオプション化するとともに、浜岡原子力発電所、志賀原子力発電所の申請書から必要なデータを抽出し ANDOSE-JINS/DBS システムのデータベースの更新を行った。また、ANDOSE-JINS/DBS システムを Windows 2000、Visual Basic 5.0 に対応するようにシステムを改良・整備した。

2. ANDOSE-JINS コードの改良・整備

「線量評価指針」の改訂前後の内容について比較検討し変更点を分析した。その結果より、改訂指針に対応させるために ANDOSE-JINS コードのモジュール構造を分析し、コードの改良部分を抽出し、ANDOSE-JINS コードの改良・整備を行った。

2.1 線量評価指針の変更点の分析

「線量評価指針」の改訂に伴い、用語や実効線量の計算式及び計算に用いられる換算係数等のパラメータの変更された。改訂前後の用語の変更を表 2.1 に、実効線量の計算方法の変更内容を表 2.2 に、実効線量の計算に使用するパラメータの変更内容を表 2.3 に示した。

用語以外の大きな変更は、表 2.2 に示すように「線量評価指針」の V 章の線量の計算の部分である。放射性よう素による実効線量の各経路からの計算は、年令補正係数を使用せず、表 2.3 に示すように甲状腺に対する比実効エネルギー、放射性よう素の吸入及び経口摂取における実効線量係数が成人、幼児、乳児の各々について設定された。

2.2 ANDOSE-JINS コードの修正箇所の抽出及び改良

ANDOSE-JINS コードの構成及び被ばく線量の計算手順は、図 2.1 に示すとおりである。ANDOSE-JINS コードは 131 個のサブルーチンからなり、機能別に以下の四つのモジュールに大別される。

- ・ 入力データ読み込みモジュール (DATAIN)
- ・ 各サイトからの放出量及び実効線量の計算モジュール (FAC10)
- ・ 各サイトからの実効線量の出力モジュール (FAC21)
- ・ 全サイトからの実効線量の出力モジュール (OUTPU1)

表 2.1、表 2.2 及び表 2.3 に示した改訂内容で、指針改訂に対応するためにコード内に記述された用語及び実効線量の計算の修正箇所の抽出を行った。表 2.4 に ANDOSE-JINS コードの修正内容及び修正箇所を示す。また、図 2.2 に ANDOSE-JINS コードの主なモジュールのサブルーチンツリー及び修正の必要なサブルーチンを示す。各々の実効線量の計算の修正について、以下に説明する。

(1) 放射性希ガス γ 線に起因する実効線量の計算

「放射性希ガス γ 線に起因する実効線量」の計算方法が、指針改訂前の (2.1) 式から (2.2) 式に改訂された。ただし、改訂指針では制動放射による損失割合として 1.0 ($g=0.0$) が与えら

れている。このため、改訂前後で計算結果は変わらない。

計算地点における空気カーマ率は、ANDOSE-JINS コードでは 3 重積分部分及び係数部分を別々のサブルーチンで計算し、最後に掛け合わせることで算出している。制動放射による損失割合 1-g をコード内の係数の計算部分に適用した。

「放射性希ガス γ 線に起因する実効線量」の計算で修正が必要なサブルーチンを図 2.2 及び図 2.3 に示した。

指針改訂前

$$D = K_1 \cdot E \cdot \mu a \int_0^\infty \int_{-\infty}^\infty \int_0^\infty \frac{e^{-\mu r}}{4\pi r^2} B(\mu r) \chi(x', y', z') dx' dy' dz' \text{ ----- (2.1)}$$

指針改訂後

$$D = K_1 \cdot E \cdot \frac{\mu a}{(1-g)} \int_0^\infty \int_{-\infty}^\infty \int_0^\infty \frac{e^{-\mu r}}{4\pi r^2} B(\mu r) \chi(x', y', z') dx' dy' dz' \text{ ----- (2.2)}$$

ここで、

D : 計算地点(x、y、0)における空気カーマ率 ($\mu\text{Gy/y}$)

K_1 : 空気カーマ率への換算係数 $(\frac{\text{dis} \cdot \text{g} \cdot \mu\text{Gy}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{h}})$

E : γ 線の実効エネルギー (MeV/dis)

μa : 空気に対する γ 線の真吸収係数 (m^{-1})

(1-g) : 制動放射による損失の補正 (-) g=0

μ : 空気に対する γ 線の全吸収係数 (m^{-1})

r : 放射性雲中の点(x'、y'、z')から計算地点(x、y、0)までの距離 (m)

$B(\mu r)$: 空気に対する γ 線の再生係数 (-)

$\chi(x', y', z')$: 放射性雲中の点(x'、y'、z')における濃度 (Bq/m^3)

(2) 液体廃棄物中に含まれる放射性物質に起因する実効線量の計算

「液体廃棄物中に含まれる放射性物質に起因する実効線量」の計算式は、指針改訂前後で変更点はない。しかし、核種の実効線量への換算係数の値が変更されているため、ANDOSE-JINS コードの DATA 文の登録内容を修正した。

「液体廃棄物中に含まれる放射性物質に起因する実効線量」の計算で、修正が必要なサブルーチンを図 2.2 及び図 2.3 に示した。

$$H_w = 365 \sum_i K_{wi} \cdot A_{wi} \text{ ----- (2.3)}$$

$$A_{wi} = C_{wi} \sum_k (CF)_{ik} \cdot W_k \cdot f_{mk} \cdot f_{ki} \text{-----} (2.4)$$

ここで、

H_w : 海産物を摂取した場合の年間の実効線量 ($\mu\text{Sv/y}$)

365 : 年間日数への換算係数 (d/y)

K_{wi} : 核種 i の実効線量係数 ($\mu\text{Sv/Bq}$)

A_{wi} : 核種 i の摂取率 (Bq/d)

C_{wi} : 海水中の核種 i の濃度 (Bq/cm³)

$(CF)_{ik}$: 核種 i の海産物 k に対する濃縮係数 (Bq/g)/(Bq/cm³)

W_k : 海産物 k の摂取量 (g/d)

f_{mk} : 海産物 k の市場希釈係数 (-)

f_{ki} : 海産物 k の採取から摂取までの核種 i の減衰比 (-)

$$f_{ki} = e^{-\frac{0.693}{T_{ri}} t_k} \quad (\text{海藻類以外の海産物に対して})$$

$$f_{ki} = \frac{3}{12} + \frac{T_{ri}}{0.693 \times 365} \left(1 - e^{-\frac{0.693}{T_{ri}} \times 365 \times \frac{3}{12}}\right) \quad (\text{海藻類に対して})$$

T_{ri} : 核種 i の物理的半減期 (d)

t_k : 海産物 (海藻類を除く) の採取から摂取までの期間 (d)

(3) 気体廃棄物に含まれる放射性よう素に起因する実効線量の計算

改訂指針に対応する修正箇所は、吸入、葉菜及び牛乳摂取による実効線量の計算部分である。各項目の修正内容について以下に示す。

① 放射性よう素における吸入摂取による実効線量の計算

指針改訂前では、「放射性よう素の核種の吸入摂取による実効線量係数 K_{Ii} 」は、成人、幼児、乳児の区別なく I-131、I-133 の各々について一つずつ与えられていたが、改訂指針では I-131、I-133 について成人、幼児、乳児に区別して与えられている。このため、実効線量係数のデータの登録内容を修正した。また、核種の摂取量の計算において、呼吸率 Ma の値を変更した。

指針改訂前

$$H_I = 365 \cdot \sum_i f_{Ii} \cdot K_{Ii} \cdot A_{Ii} \text{-----} (2.5)$$

指針改訂後

$$H_I = 365 \cdot \sum_i K_{Ii} \cdot A_{Ii} \text{ ----- (2.6)}$$

$$A_{Ii} = Ma \cdot \overline{x_i} \text{ ----- (2.7)}$$

ここで、

- H_I : 年間の実効線量 (μSv/y)
 365 : 年間日数への換算係数 (d/y)
 f_{Ii} : 核種 i の吸入摂取における年令補正係数
 K_{Ii} : 核種 i の吸入摂取による実効線量係数 (μSv/Bq)
 A_{Ii} : 核種 i の摂取率 (Bq/d)
 Ma : 呼吸率 (cm³/d)
 $\overline{x_i}$: 核種 i の年平均空気中濃度 (Bq/cm³)

② 放射性よう素における経口摂取による実効線量の計算

指針改訂前では、「放射性よう素の核種の経口摂取（葉菜及び牛乳摂取）による実効線量係数 K_{Ti} 」は、成人、幼児、乳児の区別なく I-131、I-133 の各々について一つずつ与えられていたが、改訂指針では I-131、I-133 について成人、幼児、乳児に区別して与えられている。このため、実効線量係数データの登録内容を修正した。

指針改訂前

$$H_V = 365 \cdot \sum_i f_{Ti} \cdot K_{Ti} \cdot A_{Vi} \text{ ----- (2.8)}$$

指針改訂後

$$H_V = 365 \cdot \sum_i K_{Ti} \cdot A_{Vi} \text{ ----- (2.9)}$$

ここで、

- H_V : 年間の実効線量 (μSv/y)
 365 : 年間日数への換算係数 (d/y)
 f_{Ti} : 核種 i の経口摂取における年令補正係数
 K_{Ti} : 核種 i の経口摂取による実効線量係数 (μSv/Bq)
 A_{Vi} : 核種 i の摂取率 (Bq/d)

「気体廃棄物に含まれる放射性よう素に起因する実効線量」の計算で、修正が必要なサブルーチンを図 2.2 及び図 2.3 に示した。

(4) 液体廃棄物中に含まれる放射性よう素による実効線量の計算

① 海藻類を摂取する場合

「海藻類を摂取する場合の液体廃棄物中に含まれる放射性よう素による実効線量」の計算では、実効線量への換算係数 K_3 の値が変更された。さらに、甲状腺質量における年令補正係数 f_c は考慮せず、甲状腺に対する比実効エネルギー $(SEE)_i$ は成人、幼児、乳児の区別なく I-131、I-133 の各々について一つずつ与えられていたが、改訂指針では I-131、I-133 について成人、幼児、乳児に区別して与えられている。

そのため、改訂指針に対応する「海藻類を摂取する場合」の修正箇所は、年令の「D0 ループ」及び核種の「D0 ループ」内の実効線量の計算部分で、換算係数を格納した変数の配列の大きさ及び換算係数のデータを修正した。甲状腺中の安定よう素量 q_s 、甲状腺比放射能の減衰係数 f_{si} についても変更されたため、この該当部分を修正した。

「海藻類を摂取する場合の液体廃棄物に含まれる放射性よう素に起因する実効線量」の計算で、修正の必要なサブルーチンを図 2.2 及び図 2.3 に示した。

指針改訂前

$$H_{WT} = f_c \cdot K_3 \cdot \sum_i \frac{A_{Wi}}{A_s} \cdot q_s \cdot (SEE)_i \cdot f_{si} \text{ ----- (2.10)}$$

指針改訂後

$$H_{WT} = K_3 \cdot \sum_i \frac{A_{Wi}}{A_s} \cdot q_s \cdot (SEE)_i \cdot f_{si} \text{ ----- (2.11)}$$

ここで、

H_{WT}	: 海産物を摂取した場合の年間の実効線量 ($\mu\text{Sv/y}$)
K_3	: 実効線量への換算係数 $(\frac{\text{dis} \cdot \text{g} \cdot \mu\text{Sv}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{y}})$
f_c	: 甲状腺質量における年令補正係数
A_{Wi}	: 核種 i の摂取率 (Bq/d)
A_s	: 安定よう素の摂取率 (g/d)
q_s	: 甲状腺中の安定よう素量 (g)
$(SEE)_i$	: 核種 i の甲状腺に対する比実効エネルギー $(\frac{\text{MeV}}{\text{g} \cdot \text{dis}})$
f_{si}	: 核種 i の甲状腺中比放射能の減衰係数 (-)

② 海藻類を摂取しない場合

「海藻類を摂取しない場合の液体廃棄物中に含まれる放射性よう素による実効線量」の

計算においては、核種 i の経口摂取による実効線量係数 K_{Ti} は、成人、幼児、乳児の区別なく I-131、I-133 の各々について一つずつ与えられていたが、改訂指針では I-131、I-133 について成人、幼児、乳児に区別して与えられている。さらに、経口摂取における年令補正係数 f_{Ti} は、改訂後は考慮しない。そのため、これらを格納した変数の配列の大きさ及び実効線量係数のデータの登録内容を修正した。

「海藻類を摂取しない場合の液体廃棄物に含まれる放射性よう素に起因する実効線量」の修正が必要なサブルーチンを図 2.2 及び図 2.3 に示した。

指針改訂前

$$H_F = 365 \cdot \sum_i f_{Ti} \cdot K_{Ti} \cdot A_{Fi} \text{ ----- (2.12)}$$

指針改訂後

$$H_F = 365 \cdot \sum_i K_{Ti} \cdot A_{Fi} \text{ ----- (2.13)}$$

ここで、

H_F : 海産物（海藻類を除く）を摂取した場合の年間の実効線量
($\mu\text{Sv/y}$)

365 : 年向日数への換算係数 (d/y)

f_{Ti} : 核種 i の経口摂取における年令補正係数

K_{Ti} : 核種 i の経口摂取による実効線量係数 ($\mu\text{Sv/Bq}$)

A_{Fi} : 核種 i の摂取率 (Bq/d)

(5) 気体廃棄物中及び液体廃棄物中に含まれる放射性よう素を同時に摂取する場合の実効線量の計算

① 海藻類を摂取する場合

「海藻類を摂取する場合の実効線量」は、吸入摂取率に係数を掛けたものと経口摂取率の和である。(2.14)式を(2.10)式と同様に修正し、さらに、摂取率の和を求める際の吸入摂取率の係数を 0.63 から 0.90 に変更した。

「海藻類を摂取する場合の気体廃棄物中及び液体廃棄物中に含まれる放射性よう素を同時に摂取する場合の気体廃棄物中の放射性よう素による実効線量」の計算で、修正が必要なサブルーチンを図 2.2 及び図 2.3 に示した。

指針改訂前

$$H_T = f_c \cdot K_3 \cdot \sum_i \frac{A_i}{A_s} \cdot q_s \cdot (SEE)_i \cdot f_{si} \text{ ----- (2.14)}$$

$$A_i = 0.63 \cdot A_{li} + A_{vi} + A_{mi} + A_{wi} \text{ ----- (2.15)}$$

指針改訂後

$$H_T = K_3 \cdot \sum_i \frac{A_i}{A_s} \cdot q_s \cdot (SEE)_i \cdot f_{si} \text{ ----- (2.16)}$$

$$A_i = 0.90 \cdot A_{li} + A_{vi} + A_{mi} + A_{wi} \text{ ----- (2.17)}$$

ここで、

- H_r : 年間の実効線量 ($\mu\text{Sv/y}$)
 K_3 : 実効線量への換算係数 ($\frac{\text{dis} \cdot \text{g} \cdot \mu\text{Sv}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{y}}$)
 f_c : 甲状腺質量における年令補正係数
 A_i : 核種 i の摂取率 (Bq/d)
 A_s : 安定よう素の摂取率 (Bq/d)
 f_{si} : 核種 i の甲状腺中比放射能の減衰係数
 q_s : 甲状腺の安定よう素量 (g)
 $(SEE)_i$: 核種 i の甲状腺に対する比実効エネルギー ($\frac{\text{MeV}}{\text{g} \cdot \text{dis}}$)

② 海藻類を摂取しない場合

「海藻類を摂取しない場合の実効線量」は、「気体廃棄物の吸入摂取による放射性よう素の実効線量」と「経口摂取による実効線量及び海藻類を摂取しない場合の液体廃棄物中の放射性よう素による実効線量」の和である。よって、「気体廃棄物中の放射性よう素による実効線量及び海藻類を摂取しない場合の液体廃棄物中の放射性よう素による実効線量」の計算と同様に修正した。

「海藻類を摂取しない場合の気体廃棄物中及び液体廃棄物中に含まれる放射性よう素を同時に摂取する場合の実効線量」の計算で、修正が必要なサブルーチンを図 2.2 及び図 2.3 に示した。

指針改訂前

$$H_{TF} = 365 \cdot \sum_i \{f_{li} \cdot K_{li} \cdot A_{li} + f_{Ti} \cdot K_{Ti} (A_{vi} + A_{mi} + A_{fi})\} \text{ ----- (2.18)}$$

指針改訂後

$$H_{TF} = 365 \cdot \sum_i \{K_{Ii} \cdot A_{Ii} + K_{Ti} (A_{Vi} + A_{Mi} + A_{Fi})\} \text{ ----- (2.19)}$$

ここで、

H_{TF} : 年間の実効線量 (μSv/y)

365 : 年間の日数への換算係数 (d/y)

f_{Ii} 、 f_{Ti} : 核種 i の吸入及び経口摂取における年令補正係数

K_{Ii} : 核種 i の吸入摂取による実効線量係数 (μSv/Bq)

K_{Ti} : 核種 i の経口摂取による実効線量係数 (μSv/Bq)

(6) 用語の変更について

指針改訂により、表 2.1 に示す用語が変更されている。よって、ANDOSE-JINS コード内の用語を変更後の用語に置き換える修正を行った。修正を行ったサブルーチンを表 2.5 に示す。

表 2.1 指針改訂に伴う用語変更

改訂前	改訂後
線量当量	線量
呼吸摂取	吸入摂取
実効線量当量	実効線量
空気吸収線量率	空気カーマ率
空気吸収線量	空気カーマ
しゃへい	遮へい
組織（皮膚、甲状腺、等）線量当量	組織（皮膚、甲状腺、等）の等価線量
線量当量限度	線量限度

表 2.2 線量計算方法の変更内容 (1/5)

(左欄：改訂前、右欄：改訂後)

V. 線量の計算 2. 実効線量の計算 2.1 放射性希ガスのガンマ線に起因する実効線量 2.1.1 計算地点における空気カーマ率の計算	
$D = K_1 \cdot E \cdot \mu a \int_0^\infty \int_{-\infty}^\infty \int_0^\infty \frac{e^{-\mu r}}{4\pi r^2} B(\mu r) \chi(x', y', z') dx' dy' dz'$ ただし、$\mu a, \mu, \alpha, \beta, \gamma$ については、0.5MeV のガンマ線に対する値を用い、以下のとおりとする。 $\mu a = 3.84 \times 10^{-3} (\text{m}^{-1})$, $\mu = 1.05 \times 10^{-2} (\text{m}^{-1})$ $\alpha = 1.000$, $\beta = 0.4492$, $\gamma = 0.0038$	$D = K_1 \cdot E \cdot \frac{\mu a}{(1-g)} \int_0^\infty \int_{-\infty}^\infty \int_0^\infty \frac{e^{-\mu r}}{4\pi r^2} B(\mu r) \chi(x', y', z') dx' dy' dz'$ (1-g)：制動放射による損失の割合 ただし、$\mu a, \mu, \alpha, \beta, \gamma, (1-g)$ については、0.5MeV のガンマ線に対する値を用い、以下のとおりとする。 $\mu a = 3.84 \times 10^{-3} (\text{m}^{-1})$, $\mu = 1.05 \times 10^{-2} (\text{m}^{-1})$ $\alpha = 1.000$, $\beta = 0.4492$, $\gamma = 0.0038$ $(1-g) = 1.0$
2.3 放射性よう素に起因する実効線量の計算 2.3.1 気体廃棄物中に含まれる放射性よう素に起因する実効線量 (1) 吸入摂取による実効線量	
$H_I = 365 \cdot \sum_i f_{Ii} \cdot K_{Ii} \cdot A_{Ii}$ f_{Ii}：核種 i の呼吸摂取における年令補正係数	$H_I = 365 \cdot \sum_i K_{Ii} \cdot A_{Ii}$
(2) 葉菜摂取による実効線量	
$H_V = 365 \cdot \sum_i f_{Vi} \cdot K_{Vi} \cdot A_{Vi}$ f_{Vi}：核種 i の呼吸摂取における年令補正係数	$H_V = 365 \cdot \sum_i K_{Vi} \cdot A_{Vi}$
(3) 牛乳摂取による実効線量	
$H_M = 365 \cdot \sum_i f_{Mi} \cdot K_{Mi} \cdot A_{Mi}$ f_{Mi}：核種 i の呼吸摂取における年令補正係数	$H_M = 365 \cdot \sum_i K_{Mi} \cdot A_{Mi}$

表 2.2 線量計算方法の変更内容 (2/5)

(左欄：改訂前、右欄：改訂後)

2.3.2 液体廃棄物中に含まれる放射性よう素に起因する実効線量	
(1) 海藻類を摂取する場合	
$H_{WT} = f_c \cdot K_3 \cdot \sum_i \frac{A_{wi}}{A_s} \cdot q_s \cdot (SEE)_i \cdot f_{Si}$ f_c ：甲状腺質量による年令補正係数	$H_{WT} = K_3 \cdot \sum_i \frac{A_{wi}}{A_s} \cdot q_s \cdot (SEE)_i \cdot f_{Si}$
(2) 海藻類を摂取しない場合	
$H_F = 365 \cdot \sum_i f_{Ti} \cdot K_{li} \cdot A_{Fi}$ f_{Ti} ：核種 i の経口摂取における年令補正係数	$H_F = 365 \cdot \sum_i K_{li} \cdot A_{Fi}$
2.3.3 気体廃棄物中及び液体廃棄物中に含まれる放射性よう素を同時に摂取する場合の実効線量	
(1) 海藻類を摂取する場合	
$H_T = f_c \cdot K_3 \cdot \sum_i \frac{A_i}{A_s} \cdot q_s \cdot (SEE)_i \cdot f_{Si}$ $A_i = 0.63 \cdot A_{li} + A_{vi} + A_{mi} + A_{wi}$ f_c ：甲状腺質量における年令補正係数	$H_T = K_3 \cdot \sum_i \frac{A_i}{A_s} \cdot q_s \cdot (SEE)_i \cdot f_{Si}$ $A_i = 0.90 \cdot A_{li} + A_{vi} + A_{mi} + A_{wi}$
(2) 海藻類を摂取しない場合	
$H_{TF} = 365 \cdot \sum_i \{f_{li} \cdot K_{li} \cdot A_{li} + f_{Ti} \cdot K_{Ti} (A_{vi} + A_{mi} + A_{Fi})\}$ F_{li} ：核種 i の呼吸摂取における年令補正係数 f_{Ti} ：核種 i の経口摂取における年令補正係数	$H_{TF} = 365 \cdot \sum_i \{K_{li} \cdot A_{li} + K_{Ti} (A_{vi} + A_{mi} + A_{Fi})\}$
別記 3. 幼児及び乳児についての海産物 k の摂取量、甲状腺中の安定よう素量及び甲状腺中比放射の減衰係数は、次のとおりとする。	
(2) 甲状腺中の安定よう素量	
幼児及び乳児について、それぞれ成人の 1/5 及び 1/10 とする。	幼児及び乳児について、それぞれ成人の 1/5.8 及び 1/16 とする。
(3) 甲状腺中比放射能の減衰係数	
幼児及び乳児は、I-131 及び I-133 に対してそれぞれ 0.3 及び 0.05 とする。	幼児は、I-131 及び I-133 に対してそれぞれ 0.3 及び 0.04 とする。乳児は、I-131 及び I-133 に対してそれぞれ 0.4 及び 0.07 とする。

表 2.2 線量計算方法の変更内容 (3/5)

(左欄：改訂前、右欄：改訂後)

解説Ⅱ. 線量評価の範囲	
	また、ベータ線による実効線量については、その寄与はガンマ線に比べ小さいことから、線量評価の対象としなくても、指針の目的を十分達成するものとする。
解説Ⅵ. 気体廃棄物中に含まれる放射性物質による実効線量の計算 2. 放射性希ガスによる実効線量の計算	
$E_{\gamma eff_j} = \sum_{i=1}^{N_{\gamma}} E_{\gamma_i} \cdot f_{\gamma_i}$ ここで、N_{γ}：核種 i の γ 線（特性 X 線を含む）の本数	$E_{\gamma eff_j} = \sum_{i=1}^{N_{\gamma}} E_{\gamma_i} \cdot f_{\gamma_i}$ ここで、N_{γ}：核種 j の γ 線（特性 X 線を含む）の本数
K_2：空気吸収線量から実効線量当量への換算係数 評価の対象となる希ガス核種のガンマ線エネルギーが 2MeV 以下であることを考慮して、ICRP Publication 51 に示されている等方照射における単位照射線量あたりの実効線量当量 7.0×10^{-3} (Sv/R) を用いて $K_2 = 7.0 \times 10^{-3} \left(\frac{\text{Sv}}{\text{R}} \right) \times \frac{1}{8.7 \times 10^{-3}} \left(\frac{\text{R}}{\text{Gy}} \right) = 0.8 \left(\frac{\text{Sv}}{\text{Gy}} \right)$ を採用した。	(1-g)：制動放射による損失の割合。γ 線のエネルギーが 0.5MeV の場合 1 (ICRU Report 47) K_2：空気カーマから実効線量への換算係数 評価の対象となる希ガス核種のガンマ線エネルギーが 2MeV 以下であることを考慮して、ICRP Publication 74 に示されている等方照射における自由空气中単位空気カーマ当たりの実効線量 0.8 (Sv/Gy) を採用した。
解説Ⅷ. 放射性よう素による実効線量の計算 1. 概要 1.3 陸上食物の摂取による実効線量の計算	
(2) . . . このため、指針 V 章 (6) 式の換算係数 K_{Ti} については、ICRP Publication 30 にもとづく計算モデルの f_w を 0.2 として補正して計算した値を使用することとした。 また、K_{Ti} は成人に相当する換算係数であるため、年令別の線量当量は年令補正係数 f_{Ti} を乗じて計算するが、f_{Ti} としては、ISH-Heft の文献に示された幼児（5 才）及び乳児（1 才）に対する線量当量換算係数と成人に対する線量当量換算係数の比を使用することとした。	(2) . . . このため、指針 V 章 (6) 式の実効線量係数 K_{Ti} については、ICRP Publication 72 などに基づく計算モデルの f_w を 0.2 として補正して計算した値を使用することとした。また、幼児については 5 才、乳児については 3 か月の換算係数を採用した。

表 2.2 線量計算方法の変更内容 (4/5)

(左欄：改訂前、右欄：改訂後)

2. 陸上食物摂取及び吸入摂取による実効線量の計算 2.3 線量計算に用いるパラメータ (1) 吸入摂取の場合	
また、 K_{li} は成人に相当する換算係数であるため、年令別の線量当量は年令補正係数 f_{li} を乗じて計算するが、 f_{li} としては、ISH-Heft の文献 ¹⁷⁾ に示された幼児（5才）及び乳児（1才）に対する線量当量換算係数と成人に対する線量当量換算係数の比を使用することとした。	また、幼児については5才児、乳児については3か月児の呼吸率及び実効線量係数を採用した。なお、乳児については牛乳摂取の経路がない等吸入摂取の線量寄与が大きい場合には、1才児の実効線量係数を使用した方が3か月児の実効線量係数等を使用した場合よりも線量は大きくなるが、その差はわずかであるため指針では3か月児の実効線量係数等を使用することとした。
3. 海産物摂取による実効線量当量の計算 3.2 甲状腺に対する比実効エネルギー	
年令補正係数は、幼児及び乳児の甲状腺質量（それぞれ4g及2g）と成人の甲状腺質量（20g）の逆比を使用した。	甲状腺に対する比実効エネルギーは、ORNLのプログラムにより計算した値を採用した。
3.3 甲状腺中の安定よう素量 (q_s)	
甲状腺中の安定よう素量は、ICRP Task Groupが定義したReference Manの値を採用した。	成人の甲状腺中の安定よう素量は、ICRP Task Groupが定義したReference Manの値を採用した。幼児及び乳児については、ICRP Publication 56に記載されている甲状腺質量（それぞれ3.45g及び1.29g）と成人の甲状腺質量（20g）の比から評価することとした。
3.4 甲状腺中比放射能の減衰係数 (f_s)	
指針V章の(8)式では、年令に依存する部分は、 $f_c \cdot q_s \cdot f_s$ である。 このうち q_s は甲状腺質量に比例し、従って $f_c \cdot q_s$ の幼児に対する値は、成人に対する値と同程度であると考える。 幼児や乳児の甲状腺中のよう素の生物学的半減期は成人のものより小さいので、年令別生物学的半減期を考慮し、幼児及び乳児に対する f_s は、ともにI-131に対し0.3、I-133に対して0.05とした。	幼児や乳児の甲状腺中のよう素の生物学的半減期は成人のものより小さいので、年令別生物学的半減期を考慮し、幼児及び乳児に対する f_s は、I-131に対し0.3及び0.4、I-133に対して0.04及び0.07とする。

表 2.2 線量計算方法の変更内容 (5/5)

(左欄：改訂前、右欄：改訂後)

3.5 比放射能における実効線量への換算係数 (K_3)	
$K_3 = 1.0 \left(\frac{dis}{s \cdot Bq} \right) \times 1.6 \times 10^{-6} \left(\frac{erg}{MeV} \right) \times 10^{-4} \left(\frac{g \cdot Gy}{erg} \right) \times 1.0 \left(\frac{Sv}{Gy} \right)$ $\times 10^6 \left(\frac{\mu Sv}{Sv} \right) \times 0.03 \left(\frac{\text{実効線量当量(Sv)}}{\text{甲状腺線量当量(Sv)}} \right) \times 3.156 \times 10^7 \left(\frac{s}{y} \right)$ $= 1.51 \times 10^2 \left(\frac{dis \cdot g \cdot \mu Sv}{MeV \cdot Bq \cdot y} \right)$	$K_3 = 1.0 \left(\frac{dis}{s \cdot Bq} \right) \times 1.6 \times 10^{-6} \left(\frac{erg}{MeV} \right) \times 10^{-4} \left(\frac{g \cdot Gy}{erg} \right) \times 1.0 \left(\frac{Sv}{Gy} \right)$ $\times 10^6 \left(\frac{\mu Sv}{Sv} \right) \times 0.05 \left(\frac{\text{実効線量(Sv)}}{\text{甲状腺の等価線量(Sv)}} \right) \times 3.154 \times 10^7 \left(\frac{s}{y} \right)$ $= 2.52 \times 10^2 \left(\frac{dis \cdot g \cdot \mu Sv}{MeV \cdot Bq \cdot y} \right)$
4. 呼吸、葉菜、牛乳及び海産物の前摂取による実効線量の計算	
4.1 放射性よう素の1日摂取量 (A_i 、 A_{TFI})	
・・・比放射能法を用いる場合においては、呼吸摂取した安定よう素が体液に達する割合は ICRP Publication 30 の肺モデルに基づき 0.63 とした。・・・	・・・比放射能法を用いる場合においては、吸入摂取した安定よう素が体液に達する割合は ICRP Publication 66 の肺モデルに基づき 0.90 とした。・・・

表 2.3 線量計算に使用するパラメータの変更内容

パラメータ	記号	単位	改訂前	改訂後
空気カーマ率への換算係数 (空気吸収線量率への換算係数)	K_1	$\text{dis} \cdot \text{m}^3 \cdot \mu\text{Gy} / \text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{h}$	4.46×10^{-4}	4.46×10^{-4}
空気カーマから実効線量への換算係数 (空気吸収線量から実効線量当量への換算係数)	K_2	$\mu\text{Sv} / \mu\text{Gy}$	0.8	0.8
実効線量への換算係数 (実効線量当量への換算係数)	K_3	$\text{dis} \cdot \text{g} \cdot \mu\text{Sv} / \text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{y}$	1.51×10^2	2.52×10^2
甲状腺に対する比実効エネルギー	$(\text{SEE})_i$	$\text{MeV} / \text{g} \cdot \text{dis}$	全ての世代： I-131：0.01 I-133：0.022	成人：I-131 0.010 ：I-133 0.022 幼児：I-131 0.058 ：I-133 0.12 乳児：I-131 0.15 ：I-133 0.33
呼吸率	M_a	cm^3 / d	成人 2.3×10^7 幼児 8×10^6 乳児 4×10^6	成人 2.22×10^7 幼児 8.72×10^6 乳児 2.86×10^6
甲状腺中の安定ヨウ素量	q_s	g	成人 1.2×10^{-2} 幼児及び乳児について、それぞれ成人の 1/5, 1/10	成人 1.2×10^{-2} 幼児及び乳児について、それぞれ成人の 1/5.8, 1/16
甲状腺中比放射能の減衰係数	f_{si}	—	成人：I-131 0.1 I-133 0.01 幼児：I-131 0.3 I-133 0.05 乳児：I-131 0.3 I-133 0.05	成人：I-131 0.1 I-133 0.01 幼児：I-131 0.3 I-133 0.04 乳児：I-131 0.4 I-133 0.07
液体廃棄物中に含まれる核種 i の 実効線量係数	K_{wi}	$\mu\text{Sv} / \text{Bq}$	^3H 1.7×10^{-5} ^{51}Cr 3.6×10^{-5} ^{54}Mn 7.3×10^{-4} ^{59}Fe 1.8×10^{-3} ^{58}Co 9.4×10^{-4} ^{60}Co 7.0×10^{-3} ^{89}Sr 2.3×10^{-3} ^{90}Sr 3.6×10^{-2} ^{134}Cs 2.0×10^{-2} ^{137}Cs 1.4×10^{-2}	^3H 1.8×10^{-5} ^{51}Cr 3.8×10^{-5} ^{54}Mn 7.1×10^{-4} ^{59}Fe 1.8×10^{-3} ^{58}Co 7.4×10^{-4} ^{60}Co 3.4×10^{-3} ^{89}Sr 2.6×10^{-3} ^{90}Sr 2.8×10^{-2} ^{134}Cs 1.9×10^{-2} ^{137}Cs 1.3×10^{-2}
放射性ヨウ素の核種 i の吸入摂取 による実効線量係数	K_{li}	$\mu\text{Sv} / \text{Bq}$	I-131 5.3×10^{-3} I-133 9.8×10^{-4}	成人：I-131 1.5×10^{-2} ：I-133 2.9×10^{-3} 幼児：I-131 6.9×10^{-2} ：I-133 1.6×10^{-2} 乳児：I-131 1.3×10^{-1} ：I-133 3.5×10^{-2}
放射性ヨウ素の核種 i の経口摂取 による実効線量係数	K_{Ti}	$\mu\text{Sv} / \text{Bq}$	I-131 8.7×10^{-3} I-133 1.7×10^{-3}	成人：I-131 1.6×10^{-2} I-133 3.1×10^{-3} 幼児：I-131 7.5×10^{-2} I-133 1.7×10^{-2} 乳児：I-131 1.4×10^{-1} I-133 3.8×10^{-2}

表 2.4 ANDOSE-JINS コードの修正内容及び修正箇所(1/2)

修正箇所	修正前		修正後		修正 サブルーチン	対象変数
用語	実効線量当量		実効線量		DOSPR1 DOSPR2 DOSPR3 EFPRT1 EFPRT2 LIQ001 LIQ002 OUTSEP TRDPR1 TRDPR2	
	線量当量		線量		BLKDTA000 DISCON DOSPR3	
	呼吸		吸入		CNCPR1 OUTSEP TRDPR1 TRDPR2	
空気カーマ率の計算 制動放射による損失の割合：(1-g)	-		(1-g)=1.0 の係数を記述		DOSFUN DOSRAT	RADLOSS
実効線量への換算係数 K3	1.51×10^2		2.52×10^2		BLKDATA000	K3
甲状腺質量における年齢補正係数	成人 1 幼児 5 乳児 10		すべて 1.0		BLKDATA000	FC(3)
甲状腺に対する比 実効エネルギー	I-131 : 0.01 I-133 : 0.022		成人 : I-131 0.010 : I-133 0.022 幼児 : I-131 0.058 : I-133 0.12 乳児 : I-131 0.15 : I-133 0.33		BLKDATA000 DGASPL DGASSD DLQTBDD DLQTYA DLQTYD	ESS(2) → ESS(2,3)
呼吸率	成人 2.3×10^7 幼児 8×10^6 乳児 4×10^6		成人 2.22×10^7 幼児 8.72×10^6 乳児 2.86×10^6		BLKDATA000	MA(3)
液体廃棄物中に含まれる核種 i の実効線量への換算係数	^3H 1.7×10^{-5} ^{51}Cr 3.6×10^{-5} ^{54}Mn 7.3×10^{-4} ^{59}Fe 1.8×10^{-3} ^{58}Co 9.4×10^{-4} ^{60}Co 7.0×10^{-3} ^{89}Sr 2.3×10^{-3} ^{90}Sr 3.6×10^{-2} ^{134}Cs 2.0×10^{-2} ^{137}Cs 1.4×10^{-2}		^3H 1.8×10^{-5} ^{51}Cr 3.8×10^{-5} ^{54}Mn 7.1×10^{-4} ^{59}Fe 1.8×10^{-3} ^{58}Co 7.4×10^{-4} ^{60}Co 3.4×10^{-3} ^{89}Sr 2.6×10^{-3} ^{90}Sr 2.8×10^{-2} ^{134}Cs 1.9×10^{-2} ^{137}Cs 1.3×10^{-2}		BLKDATA000	CKW(12)の CKW(1)～CKW(7) 及び CKW(9)～CKW(11)

表 2.4 ANDOSE-JINS コードの修正内容及び修正箇所(2/2)

修正箇所	修正前	修正後	修正 サブルーチン	対象変数等
放射性よう素に おける核種iの吸 入摂取による実 効線量への換 算係数	I-131 5.3×10^{-3} I-133 9.8×10^{-4}	成人：I-131 1.5×10^{-2} I-133 2.9×10^{-3} 幼児：I-131 6.9×10^{-2} I-133 1.6×10^{-2} 乳児：I-131 1.3×10^{-1} I-133 3.5×10^{-2}	BLKDATA000 DGASPL DGASSD DLQTBD DLQTYA DLQTYD	CKI(2) → CKI(2,3)
放射性よう素に おける核種iへの 経口摂取による 実効線量への換 算係数	I-131 8.7×10^{-3} I-133 1.7×10^{-3}	成人：I-131 1.6×10^{-2} I-133 3.1×10^{-3} 幼児：I-131 7.5×10^{-2} I-133 1.7×10^{-2} 乳児：I-131 1.4×10^{-1} I-133 3.8×10^{-2}	BLKDATA000 DGASPL DGASSD DLQTBD DLQTYA DLQTYD	CKT(2) → CKT(2,3)
甲状腺中の安定 よう素量	成人： 1.2×10^{-2} 幼児：成人の 1/5 乳児：I 成人の 1/10	成人： 1.2×10^{-2} 幼児：成人の 1/5.8 乳児：I 成人の 1/16	BLKDATA000	QS(3)
甲状腺中比放射 能の減衰係数	成人：I-131 0.1 I-133 0.01 幼児：I-131 0.3 I-133 0.05 乳児：I-131 0.3 I-133 0.05	成人：I-131 0.1 I-133 0.01 幼児：I-131 0.3 I-133 0.04 乳児：I-131 0.4 I-133 0.07	BLKDATA000	FS(2.3)
吸入摂取した安 定よう素が体液 に達する割合	0.63	0.90	DGASPL	

表 2.5 改訂用語と対応サブルーチン

改訂前の用語	改訂後の用語	修正するサブルーチン
線量当量	線量	BLOCK DATA DISCON DOSPR3
実効線量当量	実効線量	DOSPR1 DOSPR2 DOSPR3 EFPRT1 EFPRT2 LIQ001 LIQ002 OUTSEP TRDPR1 TRDPR2
呼吸摂取	吸入摂取	CNCPRT OUTSEP TRDPR1 TRDPR2

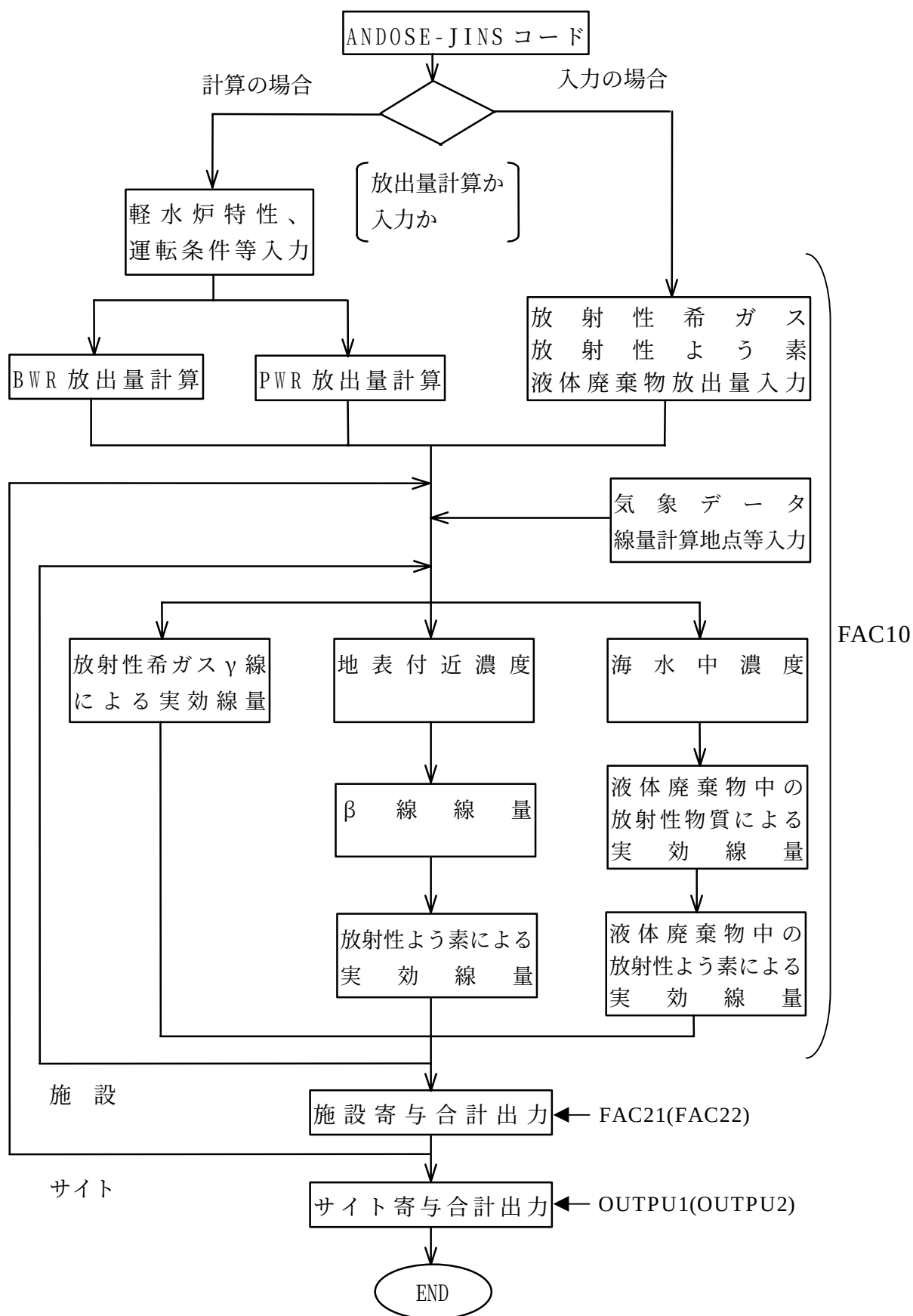


図 2.1 ANDOSE-JINS コードの構成及び計算手順(2/2)

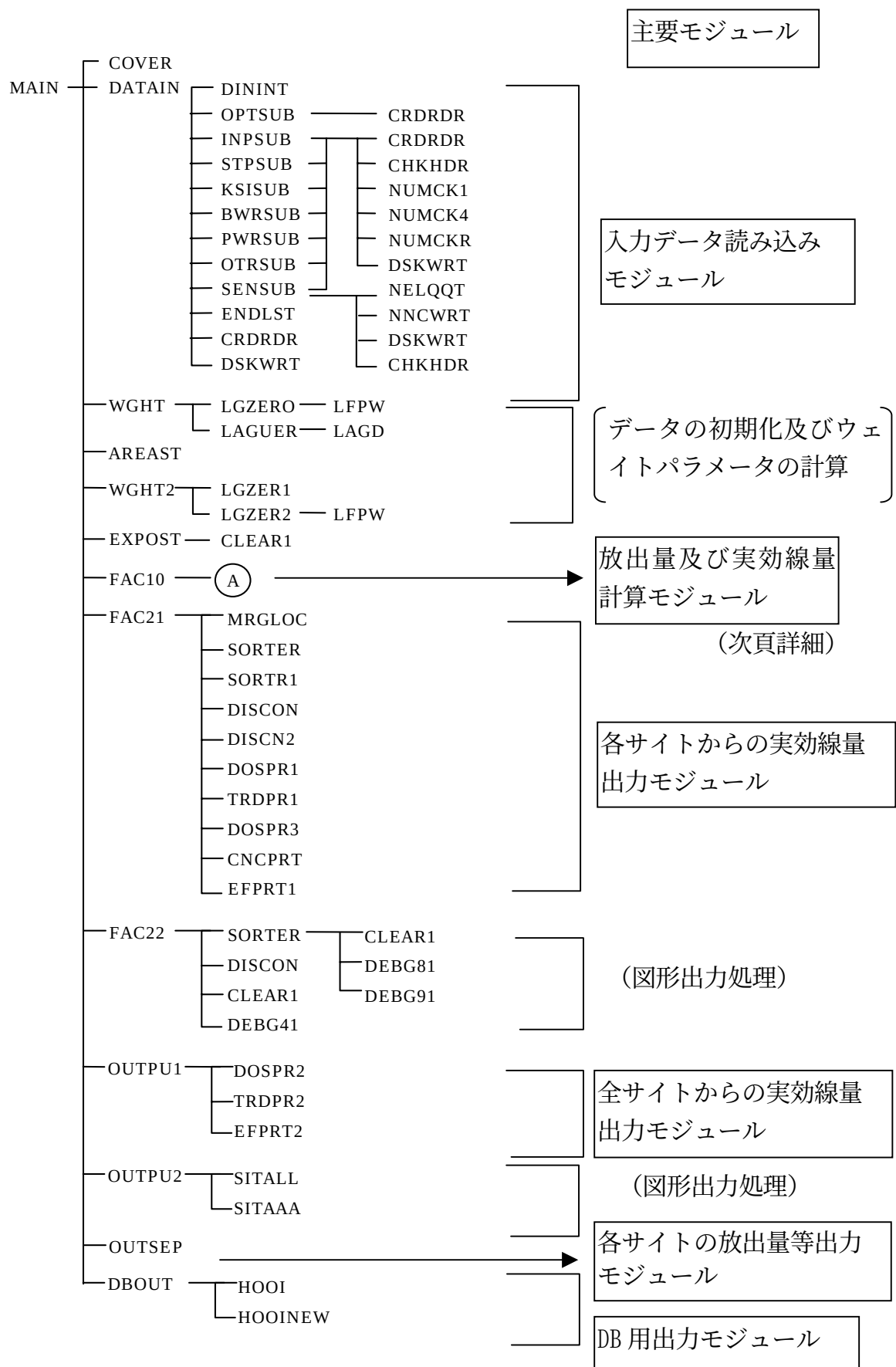


図 2.2 ANDOSE-JINS コードのサブルーチンツリー (1/2)

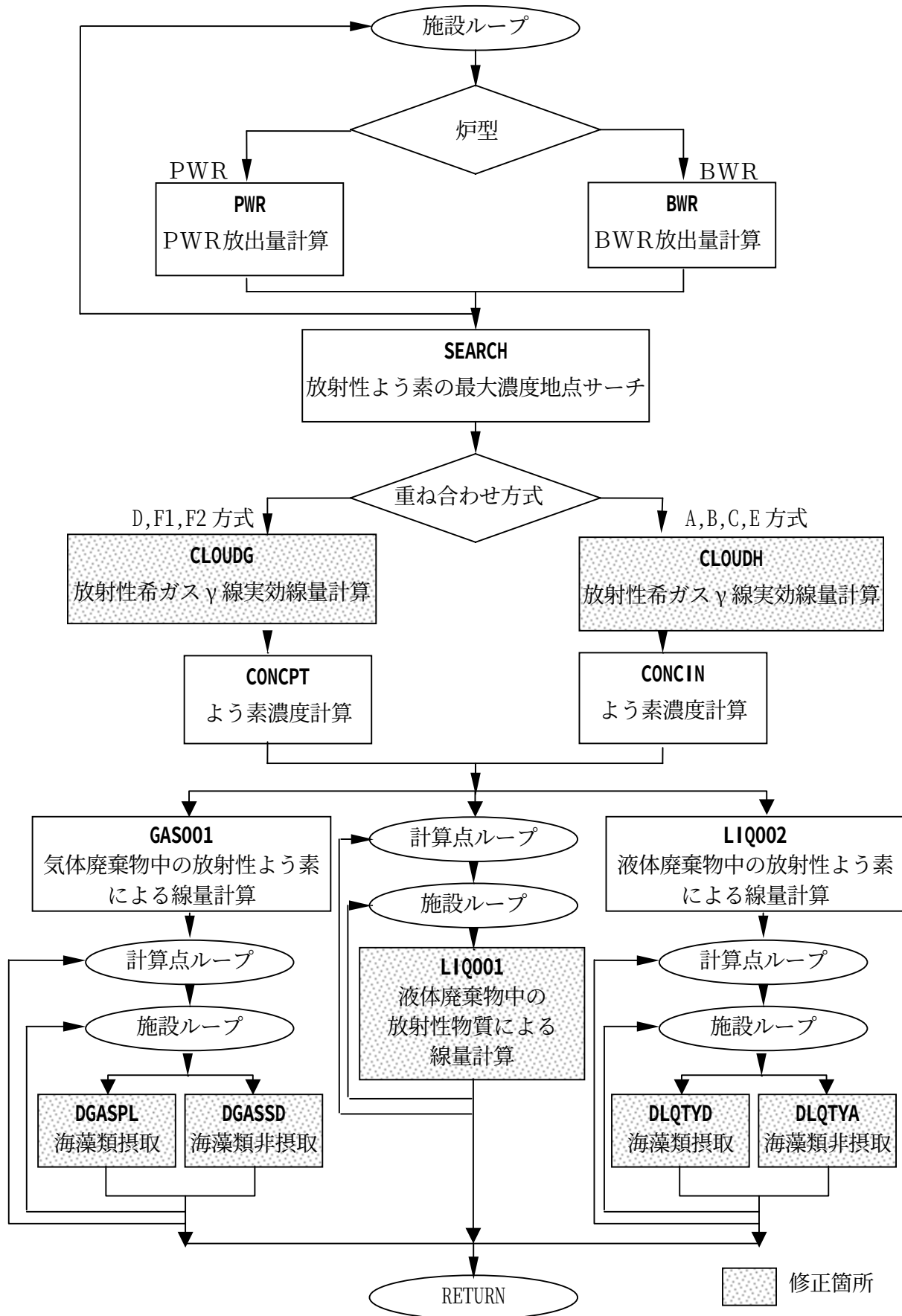


図 2.3 実効線量の計算ルーチン FAC10 の計算の流れ

3. 改良コードの性能評価

改良した ANDOSE-JINS コードの性能を評価するために、改良前後の ANDOSE-JINS コードを用いて、代表的なプラントのサンプル解析を実施し、両者の結果を比較・検討して、ANDOSE-JINS コードの改訂の妥当性を検証した。以下にサンプル解析の計算条件及び計算結果とその妥当性について検討した結果について示す。

3.1 計算条件

サンプル解析の計算条件は、高浜発電所の申請書と同一条件を使用した。サンプル解析の対象とした代表的なプラントは4基の加圧水型原子炉からなり、このうち、1号炉及び2号炉については窒素系（ガス減衰タンク）からの希ガスの放出を考慮する。3号炉及び4号炉について、これに加えて水素再結合ガス減衰タンクからの希ガスの放出を考慮している。サンプル解析は、これら4基からの放出量による線量を計算する。計算に使用したパラメータ及び気象データを表3.1～表3.4に示す。

3.2 計算結果及び妥当性の検討

「希ガス γ 線による実効線量」、「気体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量」、「気体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量」、「液体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量」、「気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性よう素を同時に摂取する場合の実効線量」の計算結果より、コードの改訂の妥当性を各実効線量について以下に検討した。妥当性の検討は、各実効線量の指針改訂による線量換算係数等の指針改訂前後の比と比較して一致することにより、コードの修正が正しく行われたことを確認した。

(1) 希ガス γ 線による実効線量

改訂前後の ANDOSE-JINS コードによる「希ガス γ 線による実効線量」の計算値と申請書記載値を比較して表3.5に示す。最大方位（南南東）における「希ガスの γ 線による実効線量」の計算結果は、改訂前後で一致しており妥当な計算結果である。

(2) 液体廃棄物中の放射性物質による実効線量

改訂前後の ANDOSE-JINS コードによる「液体廃棄物中の放射性物質による実効線量」の計算値を比較して表3.6に示す。

また、表3.6及び表3.7に示したとおり、ANDOSE-JINS コードによる改訂前後での実効線量の計算結果の比と指針改訂前後の換算係数の比が一致することから、「液体廃棄物中の放

放射性物質に起因する実効線量」の計算部分の修正は、正しく行われている。

なお、改訂後の計算結果は、改訂前の計算結果に比べ実効線量で約 20%小さくなる。これは、「液体廃棄物中の放射性物質の実効線量」への換算係数 K_{li} が変更されたことによる。実効線量への換算係数の指針改訂前後の値の比較は表 3.7 に示すとおりであり、「液体廃棄物中に含まれる放射性物質に起因する実効線量」は、Fe-59 以外の核種について変更され、特に Co-58 で約 21%、Co-60 で約 51%、Sr-90 で約 22%、指針改訂前と比べて小さく評価される。

(3) 気体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量

吸入摂取及び経口摂取（葉菜・牛乳摂取）による実効線量について以下に検討する。

① 吸入摂取による実効線量

改訂前後の ANDOSE-JINS コードによる「気体廃棄物中に含まれる放射性よう素に起因する吸入摂取による実効線量」の計算値を比較して表 3.8 に示す。

また、表 3.8 及び表 3.9 より、ANDOSE-JINS コードによる実効線量の計算結果の比と指針改訂前後の換算係数の比が一致することから、吸入摂取による実効線量の計算部分の修正は、正しく行われている。

なお、「気体廃棄物中に含まれる放射性よう素に起因する吸入摂取による実効線量」の計算は (2.6) 及び (2.7) 式を用いる。「気体廃棄物中に含まれる放射性よう素の吸入摂取による実効線量」の計算においては、指針改訂後では (2.6) 式に示すように、核種 i の年令補正係数 f_{li} は削除されている。また、呼吸率 M_a 、実効線量への換算係数 K_{li} についても変更された。表 3.9 に f_{li} 、 K_{li} 、 M_a の積の指針改訂前後の比較結果を示す。この表より、指針改訂前に比べて、成人は I-131 で約 2.7 倍、I-133 で約 2.9 倍、幼児については I-131、I-133 でそれぞれ約 3.3 倍、約 4.0 倍、乳児についてはそれぞれ約 2.2 倍、約 2.8 倍となり、「吸入摂取による放射性よう素に起因する実効線量」は、指針改訂前と比べて大きく評価される。

② 経口摂取（葉菜・牛乳摂取）による実効線量

改訂前後の ANDOSE-JINS コードによる「気体廃棄物中に含まれる放射性よう素に起因する経口摂取（葉菜・牛乳摂取）による実効線量」の計算値を比較して表 3.8 に示す。

また、表 3.8 及び表 3.10 より、実効線量の計算結果の比と指針改訂前後の換算係数の比が葉菜摂取、牛乳摂取それぞれについて一致していることから、「経口摂取（葉菜・牛乳摂取）による実効線量」の計算部分の修正は、正しく行われている。

なお、「気体廃棄物中に含まれる放射性よう素に起因する経口摂取（葉菜・牛乳摂取）

による実効線量」の計算は(2.9)式を用いる。指針改訂後では(2.8)式と(2.9)式に示すように、核種 i の年令補正係数 f_{Ti} は削除されている。また、実効線量への換算係数 K_{Ti} について変更がされた。表3.10に f_{Ti} 、 K_{Ti} の積の指針改訂前後の比較結果を示す。この表より、指針改訂前に比べて、成人はI-131及びI-133で約1.8倍、幼児についてはI-131、I-133でそれぞれ約2.1倍、約2.2倍、乳児についてはそれぞれ約1.9倍、約2.5倍となり、「吸入摂取による放射性よう素に起因する実効線量」と同様に、指針改訂前と比べて実効線量は、大きく評価される。

(4) 液体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量

改訂前後のANDOSE-JINSコードによる「液体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量」の計算値を比較して表3.11に示す。海藻類を摂取する場合及び海藻類を摂取しない場合について、以下に検討する。

① 海藻類を摂取する場合

改訂前後のANDOSE-JINSコードによる「海藻類を摂取する場合の液体廃棄物中に含まれる放射性よう素に起因する実効線量」の計算値の比較結果を表3.11に示す。

また、表3.11及び表3.12より、実効線量の計算結果の比と指針改訂前後の換算係数の比が一致していることから、「海藻類を摂取する場合の液体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量」の計算部分の修正は、正しく行われている。

なお、「海藻類を摂取する場合の液体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量」の計算は、(2.11)式を用いる。指針改訂により、 $(SEE)_i$ 、 K_3 、 q_s 、 f_{si} について変更がされ、また年令補正係数 f_c は削除されている。表3.12に $(SEE)_i$ 、 K_3 、 q_s 、 f_{si} 、 f_c の積の指針改訂前後の比較結果を示す。この表より指針改訂前に比べて、成人はI-131について約1.7倍、幼児についても約1.7倍、乳児については約2.1倍となり、「気体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量」と同様に、指針改訂前と比べて実効線量は大きく評価される。

② 海藻類を摂取しない場合

改訂前後のANDOSE-JINSコードによる「海藻類を摂取しない場合の液体廃棄物中に含まれる放射性よう素に起因する実効線量」の計算値の比較結果を表3.11に示す。

また、表3.11及び表3.13より、実効線量の計算結果の比と指針改訂前後の換算係数の比が一致していることから、「海藻類を摂取しない場合の液体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量」の計算部分の修正は、正しく行われている。

なお、「海藻類を摂取しない場合の液体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量」

の計算は (2.13) 式を用いる。指針改訂により、 K_{Ti} は変更され、また年令補正係数 f_{Ti} については削除されている。表 3.13 に K_{Ti} 、 f_{Ti} の積の指針改訂前後の比較結果を示す。この表より、指針改訂前に比べて、成人は I-131 について約 1.8 倍、幼児について約 2.1 倍、乳児については約 1.9 倍となり、「気体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量」と同様に、指針改訂前と比べて実効線量は大きく評価される。

(5) 気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性よう素を同時に摂取する場合の実効線量

改訂前後の ANDOSE-JINS コードによる「気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性よう素を同時に摂取する場合の実効線量」の計算値を比較して表 3.14 に示す。海藻類を摂取する場合及び海藻類を摂取しない場合について、以下に検討する。

① 海藻類を摂取する場合

「気体廃棄物中及び液体廃棄物中に含まれる放射性よう素を同時に摂取する場合の実効線量」の計算において、海藻類を摂取する場合の計算は、(2.16)及び式(2.17)式を用いる。(2.16)及び式(2.17)式より、核種 i の年間の実効線量 H_E^T は、以下のように展開される。

$$\begin{aligned}
 H_E^T = & 0.90 \cdot A_{Ii} \cdot \frac{K_3}{A_S} \cdot q_S \cdot (SEE)_i \cdot f_{Si} + A_{Vi} \cdot \frac{K_3}{A_S} \cdot q_S \cdot (SEE)_i \cdot f_{Si} \\
 & + A_{Mi} \cdot \frac{K_3}{A_S} \cdot q_S \cdot (SEE)_i \cdot f_{Si} + A_{Wi} \cdot \frac{K_3}{A_S} \cdot q_S \cdot (SEE)_i \cdot f_{Si}
 \end{aligned}
 \tag{3.1}$$

(3.1) 式の右辺の第1項は吸入摂取による実効線量、第2項は葉菜摂取による実効線量、第3項は牛乳摂取による実効線量、第4項は海藻類を摂取する場合の液体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量の和が、年間の実効線量である。

改訂指針は改訂前と比べて、第1項については表3.16から約2.0～2.6倍となっている。また、第2項及び第3項については表3.17から改訂前と比べて約1.3～2.2倍となっている。第4項については表3.12から改訂前と比べて約1.7～2.1倍である。これより、「海藻類を摂取する場合の放射性よう素に起因する実効線量」は、指針改訂前と比べて大きく評価される。

a. 吸入摂取による実効線量

「海藻類を摂取する場合の吸入摂取による放射性よう素に起因する実効線量」の計算値の比較結果を表3.14及び表3.15に示す。実効線量の計算結果の比の表3.15と指針改訂前後の換算係数の比の表3.16は一致しており、「海藻類を摂取する場合の気

体廃棄物中及び液体廃棄物中を同時摂取の吸入摂取による放射性よう素に起因する実効線量」の計算部分の修正は、正しく行われている。

b. 経口摂取（葉菜・牛乳摂取）による実効線量

「海藻類を摂取する場合の葉菜摂取及び牛乳摂取による放射性よう素に起因する実効線量」の計算値の比較結果を表 3.14 及び表 3.15 に示す。「葉菜・牛乳摂取による実効線量」の計算結果の比の表 3.15 と指針改訂前後の換算係数の比の表 3.17 は一致しており、「海藻類を摂取する場合の気体廃棄物中及び液体廃棄物中を同時摂取の経口摂取による放射性よう素に起因する実効線量」の計算部分の修正は、正しく行われている。

c. 液体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量

「海藻類を摂取する場合の気体廃棄物及び液体廃棄物の同時摂取による液体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量」は、表 3.11 に示した「海藻類を摂取する場合の液体廃棄物中に含まれる放射性よう素に起因する実効線量」の計算結果を用いる。したがって、(4)①のとおり改訂前後での実効線量の計算結果の比は一致しており、この線量計算部分の修正は、正しく行われている。

② 海藻類を摂取しない場合

「海藻類を摂取しない場合の気体廃棄物中及び液体廃棄物中に含まれる放射性よう素を同時摂取による実効線量」の計算は (2.19) 式を用いる。実効線量は、「気体廃棄物中に含まれる放射性よう素の経路別（吸入・葉菜・牛乳摂取）の実効線量」と「液体廃棄物中の放射性よう素の海藻類を摂取しない場合の実効線量」の和である。改訂前後の ANDOSE-JINS コードによる計算値及び比較結果は気体の吸入摂取、葉菜摂取及び牛乳摂取について表 3.8、液体廃棄物中の放射性よう素について表 3.11 の和で、表 3.14 となる。

したがって、「海藻類を摂取しない場合の気体廃棄物中及び液体廃棄物中に含まれる放射性よう素を同時摂取に起因する実効線量」は前項(3)①、②及び(4)の②より、この線量計算部分の修正は、正しく行われている。

なお、表 3.14 より改訂前に比べて成人、小児については約 2.0 倍、幼児については約 2.2 倍大きく評価される。

(6) 線量評価結果

改訂前後の ANDOSE-JINS コードによる 4 基からの年間の実効線量の指針改訂による影響について参考とした表 3.18 に示す。これより、指針改訂後の計算結果では改訂前と比べて、

放射性よう素に起因する実効線量については大きく、液体廃棄物中の放射性物質については小さくなり、被ばく経路の実効線量の合計では、図 3.1 に示すように指針改訂後の値は改訂前と比較してほとんど同じ結果となる。

表 3.1 計算に使用したパラメータ一覧

パラメータ名	単位	ユニット名			
		UNIT-1	UNIT-2	UNIT-3	UNIT-4
原子炉出力	MWt	2432	2432	2652	2652
年間運転時間	s	2.52E+07	2.52E+07	2.52E+07	2.52E+07
原子炉停止時換気間隔	d	29	29	29	29
体積制御タンクのパージ流量	cm ³ /s	0.0	0.0	333.0	333.0
格納容器内部空気浄化装置流量	m ³ /d	7.344E+05	7.344E+05	1.01E+06	1.01E+06
格納容器減圧時の換気量	m ³ /y	1.20E+05	1.20E+05	1.30E+05	1.30E+05
原子炉格納容器自由体積	m ³	6.95E+04	6.95E+04	6.74E+04	6.74E+04
1次冷却材保有量	g	1.85E+08	1.85E+08	1.86E+08	1.86E+08
浄化系脱塩塔流量	g/s	3750	3750	3750	3750
ほう酸回収系平均流量	g/s	133	133	121	121
抽出冷却材量	g/y	3.35E+09	3.35E+09	3.06E+09	3.06E+09
1次系ドレン量	g/y	3.00E+08	3.00E+08	3.00E+08	3.00E+08
燃料被覆管欠陥率	%	1	1	1	1
原子炉停止に伴うパージ回数	1/y	10	10	10	10
脱ガス回数	1/y	4	4	4	4
0,1 /脱ガス無/有/	-	0	0	1	1

表 3.2 計算に使用した排気筒有効高さ 単位 (m)

各炉心から見た方位	1号炉	2号炉	3号炉	4号炉
NNE	60	60	85	80
NE	100	95	100	95
ENE	75	90	85	90
E	75	80	75	75
ESE	55	55	90	100
SE	70	75	70	75
SSE	55	60	55	60
S	80	80	70	70
SSW	65	70	60	55
SW	70	65	45	45
WSW	85	80	65	65
W	140	140	65	60
WNW	105	105	100	100
NW	105	105	85	85
NNW	75	100	105	45
N	70	65	115	110

表 3.3 計算に使用した風向別大気安定度別風速逆数総和

単位：(s/m)

風向	風下方位	大 気 安 定 度					
		A	B	C	D	E	F
NNE	SSW	15.93	73.43	10.52	210.02	6.01	152.68
NE	SW	64.8	179.67	14.52	214.92	4.22	157.62
ENE	WSW	22.82	69.86	2.74	85.03	0.00	76.58
E	W	11.27	26.49	1.58	57.17	2.33	44.74
ESE	WNW	14.18	42.18	4.23	95.03	3.36	77.02
SE	NW	6.94	73.25	14.34	232.72	9.25	207.68
SSE	NNW	1.74	66.99	12.23	279.76	16.29	273.36
S	N	3.72	47.32	15.94	231.1	13.82	192.68
SSW	NNE	2.29	21.49	10.01	114.39	6.68	76.34
SW	NE	1.20	8.63	2.44	47.95	4.2	32.30
WSW	ENE	0	8.07	2.08	31.24	0.7	32.99
W	E	1.59	23.2	5.44	138.81	11.06	96.98
WNW	ESE	5.8	82.82	20.85	324.69	17.9	296.95
NW	SE	15.76	154.88	40.23	449.04	21.32	341.3
NNW	SSE	3.69	49.45	24.98	262.82	21.65	186.05
N	S	10.88	96.19	18.19	345.95	11.45	304.75

表 3.4 計算に使用した風向別出現頻度

風向	出現頻度(%)
NNE	4.7
NE	8.9
ENE	3.0
E	1.4
ESE	2.3
SE	5.6
SSE	6.6
S	6.3
SSW	4.1
SW	1.3
WSW	0.8
W	4.1
WNW	11.5
NW	20.0
NNW	10.8
N	8.8

表 3.5 希ガス γ 線による実効線量の指針改訂前後の計算結果

(1,2,3,4 号炉合算)

地点	方位	角度 (度)	2号炉 からの 距離 (m)	計算値 ($\mu\text{Sv}/\text{y}$)		改訂前後の 計算結果の比 (改訂後/改訂前)
				改訂前	改訂後	
陸側 評価 値 点	SE	135.0	920	9.60E+00	9.60E+00	1.0
	SSE	157.5	830	1.10E+01	1.10E+01	1.0
	S	180.0	830	1.08E+01	1.08E+01	1.0
	SSW	202.5	950	8.47E+00	8.47E+00	1.0
	SW	225.0	880	1.03E+01	1.03E+01	1.0
	WSW	247.5	880	5.80E+00	5.80E+00	1.0
	W	270.0	900	2.81E+00	2.81E+00	1.0
	WNW	292.5	1170	3.44E+00	3.44E+00	1.0
	NW	315.0	1330	4.37E+00	4.37E+00	1.0
	NNW	337.5	1910	2.75E+00	2.75E+00	1.0
	N	0.0	890	4.90E+00	4.90E+00	1.0
	NNE	22.5	860	2.77E+00	2.77E+00	1.0
	NE	45.0	1000	1.04E+00	1.04E+00	1.0
参考 地 点	ENE	67.5	950	1.10E+00	1.10E+00	1.0
	E	90.0	580	5.66E+00	5.66E+00	1.0
	ESE	112.5	620	1.17E+01	1.17E+01	1.0



評価に用いる実効線量

表 3.6 液体廃棄物中の放射性物質に起因する実効線量の指針改訂前後の計算結果

核種	コードによる実効線量（μSv/y）				改訂前後の計算結果の比 （改訂後/改訂前）	
	改訂前		改訂後			
	1,2号炉	3,4号炉	1,2号炉	3,4号炉	1,2号炉	3,4号炉
Cr -51	1.13E-03	9.10E-04	1.19E-03	9.60E-04	1.06	1.06
Mn-54	2.24E-01	1.80E-01	2.18E-01	1.75E-01	0.97	0.97
Fe-59	7.02E-01	5.65E-01	7.02E-01	5.65E-01	1.00	1.00
Co-58	5.99E-02	4.82E-02	4.72E-02	3.80E-02	0.79	0.79
Co-60	8.71E-01	7.01E-01	4.23E-01	3.40E-01	0.49	0.49
Sr-89	2.42E-04	1.95E-04	2.73E-04	2.20E-04	1.13	1.13
Sr-90	2.73E-03	2.19E-03	2.12E-03	1.71E-03	0.78	0.78
Cs-134	3.01E-01	2.42E-01	2.86E-01	2.30E-01	0.95	0.95
Cs-137	3.19E-01	2.57E-01	2.96E-01	2.38E-01	0.93	0.93
H-3	7.04E-02	5.67E-02	7.46E-02	6.00E-02	1.06	1.06
合計	2.55E+00	2.05E+00	2.05E+00	1.65E+00	0.80	0.80



評価に用いる実効線量

表 3.7 液体廃棄物中に含まれる放射性物質に起因する
実効線量への換算係数

核種	実効線量への換算係数		改訂後/改訂前 (換算係数の比)
	指針改訂前	指針改訂後	
Cr-51	3.60E-05	3.80E-05	1.06
Mn-54	7.30E-04	7.10E-04	0.97
Fe-59	1.80E-03	1.80E-03	1.00
Co-58	9.40E-04	7.40E-04	0.79
Co-60	7.00E-03	3.40E-03	0.49
Sr-89	2.30E-03	2.60E-03	1.13
Sr-90	3.60E-02	2.80E-02	0.78
Cs-134	2.00E-02	1.90E-02	0.95
Cs-137	1.40E-02	1.30E-02	0.93
H-3	1.70E-05	1.80E-05	1.06

表 3.8 気体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量の指針改訂前後の計算結果（1,2,3,4 号炉合算）

年齢 グループ	摂取経路	実効線量（ $\mu\text{Sv/y}$ ）							
		I-131			I-133			合計	
		コードによる計算結果			コードによる計算結果			コードによる計算結果	
		改訂前	改訂後	改訂後/ 改訂前	改訂前	改訂後	改訂後/ 改訂前	改訂前	改訂後
成人	吸入	4.92E-02	1.34E-01	2.73	7.33E-03	2.09E-02	2.86	5.65E-02	1.55E-01
	葉菜	2.28E-01	4.20E-01	1.84	5.94E-03	1.08E-02	1.82	2.34E-01	4.30E-01
	牛乳	9.77E-03	1.80E-02	1.84	1.27E-04	2.32E-04	1.82	9.89E-03	1.82E-02
	合計	2.87E-01	5.72E-01		1.34E-02	3.20E-02		3.00E-01	6.04E-01
幼児	吸入	7.35E-02	2.43E-01	3.30	1.12E-02	4.53E-02	4.04	8.48E-02	2.88E-01
	葉菜	4.79E-01	9.83E-01	2.05	1.37E-02	2.97E-02	2.17	4.93E-01	1.01E+00
	牛乳	1.03E-01	2.11E-01	2.05	1.46E-03	3.18E-03	2.17	1.04E-01	2.14E-01
	合計	6.55E-01	1.44E+00		2.63E-02	7.82E-02		6.81E-01	1.52E+00
乳児	吸入	6.93E-02	1.50E-01	2.17	1.19E-02	3.25E-02	2.75	8.11E-02	1.83E-01
	葉菜	3.88E-01	7.34E-01	1.89	1.05E-02	2.66E-02	2.54	3.98E-01	7.61E-01
	牛乳	9.60E-02	1.82E-01	1.89	1.54E-04	3.91E-04	2.54	9.62E-02	1.82E-01
	合計	5.53E-01	1.07E+00		2.25E-02	5.95E-02		5.76E-01	1.13E+00

（評価位置）

摂取経路	核種	2号炉主排気筒からの距離(m)		方位		濃度（μBq/m ³ ）	
		コードによる計算結果		コードによる計算結果		コードによる計算結果	
		改訂前	改訂後	改訂前	改訂後	改訂前	改訂後
吸入及び葉菜	I-131	1,080		SSE		1.11E-03	
	I-133	1,080		SSE		8.90E-04	
牛乳	I-131	2,600		W		4.96E-05	
	I-133					4.46E-05	

表 3.9 気体廃棄物中に含まれる放射性よう素の吸入摂取による実効線量の算出係数

指針	核種	分類	吸入摂取における年令補正係数 f_{li}	吸入摂取による実効線量への換算係数 K_{li}	呼吸率 M_a	①×②×③	④（改訂後） /④（改訂前）
			①	②	③	④	
改訂前	I-131	成人	1.0	5.30E-03	2.30E+07	1.22E+05	
		幼児	4.3	5.30E-03	8.00E+06	1.82E+05	
		乳児	8.1	5.30E-03	4.00E+06	1.72E+05	
	I-133	成人	1.0	9.80E-04	2.30E+07	2.25E+04	
		幼児	4.4	9.80E-04	8.00E+06	3.45E+04	
		乳児	9.3	9.80E-04	4.00E+06	3.65E+04	
改訂後	I-131	成人	-	1.50E-02	2.22E+07	3.33E+05	2.73
		幼児	-	6.90E-02	8.72E+06	6.02E+05	3.30
		乳児	-	1.30E-01	2.86E+06	3.72E+05	2.17
	I-133	成人	-	2.90E-03	2.22E+07	6.44E+04	2.86
		幼児	-	1.60E-02	8.72E+06	1.40E+05	4.04
		乳児	-	3.50E-02	2.86E+06	1.00E+05	2.75

表 3.10 気体廃棄物中に含まれる放射性よう素の経口摂取（葉菜、牛乳）
による実効線量の算出係数

指針	核種	分類	経口摂取に における年 令補正係数 f_{Ti}	経口摂取によ る実効線量へ の換算係数 K_{Ti}	$① \times ②$	$③$ （改訂後） / $③$ （改訂前）
			①	②	③	
改訂前	I-131	成人	1.0	8.70E-03	8.70E-03	
		幼児	4.2	8.70E-03	3.65E-02	
		乳児	8.5	8.70E-03	7.40E-02	
	I-133	成人	1.0	1.70E-03	1.70E-03	
		幼児	4.6	1.70E-03	7.82E-03	
		乳児	8.8	1.70E-03	1.50E-02	
改訂後	I-131	成人	-	1.60E-02	1.60E-02	1.84
		幼児	-	7.50E-02	7.50E-02	2.05
		乳児	-	1.40E-01	1.40E-01	1.89
	I-133	成人	-	3.10E-03	3.10E-03	1.82
		幼児	-	1.70E-02	1.70E-02	2.17
		乳児	-	3.80E-02	3.80E-02	2.54

表 3.11 液体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量の指針改訂前後の計算結果

海藻類の摂取の有無	分類	実効線量 ($\mu\text{Sv/y}$)					
		1,2号炉			3,4号炉		
		コードによる計算結果			コードによる計算結果		
		改訂前	改訂後	改訂後/改訂前	改訂前	改訂後	改訂後/改訂前
摂取する	成人	4.63E-02	7.73E-02	1.67	3.73E-02	6.23E-02	1.67
	幼児	1.39E-01	2.32E-01	1.67	1.12E-01	1.87E-01	1.67
	乳児	1.39E-01	2.90E-01	2.09	1.12E-01	2.33E-01	2.09
摂取しない	成人	4.13E-02	7.60E-02	1.84	3.33E-02	6.12E-02	1.84
	幼児	8.67E-02	1.78E-01	2.05	6.98E-02	1.43E-01	2.05
	乳児	7.02E-02	1.33E-01	1.89	5.65E-02	1.07E-01	1.89

表 3.12 海藻類を摂取する場合の液体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量の算出係数

指針	実効線量への 換算係数 K_3	I-131の甲状腺に対する 比実効エネルギー (SEE) _i		甲状腺質量によ る年令補正係数 f_c	甲状腺中の安 定よう素量 q_s	甲状腺比放射 能の減衰係数 f_{si}	① × ② × ③ × ④ × ⑤	⑥ (改訂後) / ⑥ (改訂前)
	①	②		③	④	⑤	⑥	
改訂前	1.51E+02	I-131	成人	0.010	1.0	1.20E-02	0.10	1.81E-03
			幼児	0.010	5.0	2.40E-03	0.30	5.44E-03
			乳児	0.010	10.0	1.20E-03	0.30	5.44E-03
改訂後	2.52E+02	I-131	成人	0.010	-	1.20E-02	0.10	3.02E-03
			幼児	0.058	-	2.07E-03	0.30	9.07E-03
			乳児	0.150	-	7.50E-04	0.40	1.13E-02

表 3.13 海藻類を摂取しない場合の液体廃棄物中の放射性よう素に起因する実効線量の算出係数

指針	核種	分類	経口摂取による実効線量 への換算係数 K_{Ti}	経口摂取における年 令補正係数 f_{Ti}	①×②	③（改訂後） /③（改訂前）
			①	②	③	
改訂前	I-131	成人	8.70E-03	1.0	8.70E-03	
		幼児	8.70E-03	4.2	3.65E-02	
		乳児	8.70E-03	8.5	7.40E-02	
改訂後	I-131	成人	1.60E-02	-	1.60E-02	1.84
		幼児	7.50E-02	-	7.50E-02	2.05
		乳児	1.40E-01	-	1.40E-01	1.89

表 3.14 気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性よう素を同時に摂取する場合
の実効線量の指針改訂前後の計算結果（1,2,3,4号炉合算）

海藻類の摂取 の有無	分類	実効線量（ $\mu\text{Sv/y}$ ）		
		コードによる計算結果		
		改訂前	改訂後	改訂後/改訂前
摂取する	成人	6.77E-02	1.16E-01	1.71
	幼児	2.09E-01	3.56E-01	1.70
	乳児	2.13E-01	4.46E-01	2.09
摂取しない	成人	3.42E-01	6.80E-01	1.99
	幼児	7.68E-01	1.69E+00	2.20
	乳児	6.46E-01	1.26E+00	1.95

 評価に用いる実効線量

表 3.15 気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性よう素を同時に摂取する場合
の実効線量の指針改訂前後の計算結果（海藻類を摂取する場合）

(1,2,3,4 号炉合算)

年齢 グループ	摂取経路	実効線量（ $\mu\text{Sv/y}$ ）					
		I-131			I-133		
		コードによる計算結果			コードによる計算結果		
		改訂前	改訂後	改訂後/ 改訂前	改訂前	改訂後	改訂後/ 改訂前
成人	吸入	3.56E-03	8.19E-03	2.30	6.31E-04	1.45E-03	2.30
	葉菜	1.60E-02	2.67E-02	1.67	4.68E-04	7.81E-04	1.67
	牛乳	6.84E-04	1.14E-03	1.67	1.00E-05	1.68E-05	1.67
幼児	吸入	7.43E-03	1.93E-02	2.60	2.20E-03	4.29E-03	1.96
	葉菜	4.79E-02	8.00E-02	1.67	2.34E-03	2.94E-03	1.26
	牛乳	1.03E-02	1.71E-02	1.67	2.51E-04	3.15E-04	1.26
乳児	吸入	9.29E-03	1.98E-02	2.13	2.74E-03	6.14E-03	2.24
	葉菜	4.79E-02	8.00E-02	2.09	2.34E-03	5.13E-03	2.19
	牛乳	1.19E-02	2.48E-02	2.09	3.45E-05	7.56E-05	2.19

表 3.16 海藻類を摂取する場合の吸入摂取による放射性よう素に起因する実効線量の算出係数（気体廃棄物と液体廃棄物の同時摂取）

指針	核種	分類	甲状腺質量における年令補正係数 f_c	甲状腺中比放射能の減衰係数 f_s	実効線量への換算係数 K_3	甲状腺中の安定よう素量 q_s	核種iの甲状腺に対する比実効エネルギー $(SEE)_i$	呼吸率 M_a	A_{i1} に対する係数	①×②×③×④×⑤×⑥×⑦	⑧（改訂後）/⑧（改訂前）
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	
改訂前	I-131	成人	1	0.10	1.51E+02	1.20E-02	0.010	2.30E+07	0.63	2.63E+04	
		幼児	5	0.30	1.51E+02	2.40E-03	0.010	8.00E+06	0.63	2.74E+04	
		乳児	10	0.30	1.51E+02	1.20E-03	0.010	4.00E+06	0.63	1.37E+04	
	I-133	成人	1	0.01	1.51E+02	1.20E-02	0.022	2.30E+07	0.63	5.78E+03	
		幼児	5	0.05	1.51E+02	2.40E-03	0.022	8.00E+06	0.63	1.00E+04	
		乳児	10	0.05	1.51E+02	1.20E-03	0.022	4.00E+06	0.63	5.02E+03	
改訂後	I-131	成人	-	0.10	2.52E+02	1.20E-02	0.010	2.22E+07	0.90	6.04E+04	2.30
		幼児	-	0.30	2.52E+02	2.07E-03	0.058	8.72E+06	0.90	7.12E+04	2.60
		乳児	-	0.40	2.52E+02	7.50E-04	0.150	2.86E+06	0.90	2.92E+04	2.13
	I-133	成人	-	0.01	2.52E+02	1.20E-02	0.022	2.22E+07	0.90	1.33E+04	2.30
		幼児	-	0.04	2.52E+02	2.07E-03	0.120	8.72E+06	0.90	1.96E+04	1.96
		乳児	-	0.07	2.52E+02	7.50E-04	0.330	2.86E+06	0.90	1.12E+04	2.24

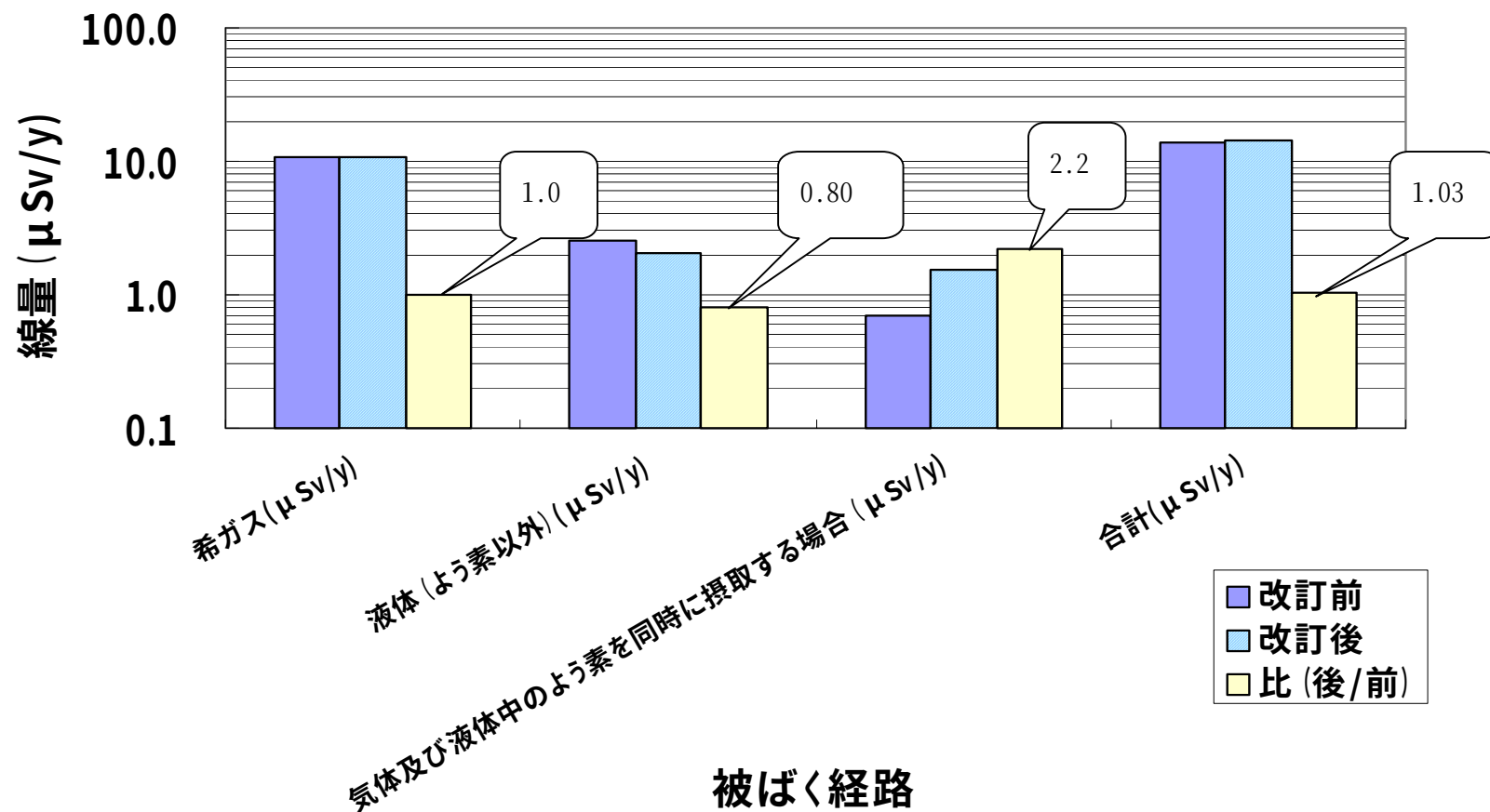
表 3.17 海藻類を摂取する場合の経口摂取（葉菜、牛乳）による放射性よう素に起因する実効線量の算出係数（気体廃棄物と液体廃棄物の同時摂取）

指針	核種	分類	甲状腺質量における年令補正係数 f_c	甲状腺中の比放射能の減衰係数 f_s	実効線量への換算係数 K_3	甲状腺中の安定よう素量 q_s	核種iの甲状腺に対する比実効エネルギー (SEE) _i	① × ② × ③ × ④ × ⑤	⑥（改訂後） /⑥（改訂前）
			①	②	③	④	⑤	⑥	
改訂前	I-131	成人	1	0.10	1.51E+02	1.20E-02	0.010	1.81E-03	
		幼児	5	0.30	1.51E+02	2.40E-03	0.010	5.44E-03	
		乳児	10	0.30	1.51E+02	1.20E-03	0.010	5.44E-03	
	I-133	成人	1	0.01	1.51E+02	1.20E-02	0.022	3.99E-04	
		幼児	5	0.05	1.51E+02	2.40E-03	0.022	1.99E-03	
		乳児	10	0.05	1.51E+02	1.20E-03	0.022	1.99E-03	
改訂後	I-131	成人	-	0.10	2.52E+02	1.20E-02	0.010	3.02E-03	1.67
		幼児	-	0.30	2.52E+02	2.07E-03	0.058	9.07E-03	1.67
		乳児	-	0.40	2.52E+02	7.50E-04	0.150	1.13E-02	2.09
	I-133	成人	-	0.01	2.52E+02	1.20E-02	0.022	6.65E-04	1.67
		幼児	-	0.04	2.52E+02	2.07E-03	0.120	2.50E-03	1.26
		乳児	-	0.07	2.52E+02	7.50E-04	0.330	4.37E-03	2.19

表 3.18 実効線量の指針改訂前後の計算結果

被ばく経路	実効線量（μSv/y）		改訂前後の 計算結果の比 （改訂後/改訂前）
	コードによる計算結果		
	改訂前	改訂後	
希ガス γ 線による実効線量	1.10E+01	1.10E+01	1.00
液体廃棄物中の放射性物質 に起因する実効線量	2.55E+00	2.05E+00	0.80
放射性よう素に起因する実効線量	7.68E-01	1.69E+00	2.20
合計	1.43E+01	1.47E+01	1.03

図3.1 指針改訂による線量影響



4. ANDOSE-JINS/DBS システムの改良・整備

図 4.1 及び図 4.2 に示す ANDOSE-JINS/DBS システムは、平成 9 年度に当所で構築し、平常運転時の環境線量評価データを収録したデータベースシステムである。ANDOSE-JINS/DBS システムの改良・整備では、改訂した ANDOSE-JINS コードの ANDOSE-JINS/DBS システムへの取込み及びこれに伴うシステムの改良及び浜岡原子力発電所、志賀原子力発電所のデータの追加・更新を行った。

4.1 ANDOSE-JINS/DBS システムの改良

ANDOSE-JINS/DBS システムは、平成元年度の「線量評価指針」に対応したシステム設計となっている。今年度作業においては、国際放射線防護委員会 Publication60 の国内法規への取入れに伴う「線量評価指針」の改訂に対応したシステムとするために、ANDOSE-JINS/DBS システムの改良を行った。図 4.1 に ANDOSE-JINS/DBS システムの改良した内容を示す。以下に、ANDOSE-JINS/DBS システムにおけるデータベース登録機能、解析機能、データベース検索機能、報告書作成機能及びメンテナンス機能の改良内容を具体的に示す。

なお、改良に際しては ANDOSE-JINS/DBS システムの動作環境は、以前の OS は Microsoft Windows 95、開発環境は Microsoft Visual Basic 4.0、データベースシステムは Microsoft Access 95、図表出力は Microsoft Excel 95、報告書作成は Microsoft Word 95 であったところ、Windows 2000、Microsoft Visual Basic 5.0 及び Microsoft Office 2000 の環境に移行した。

4.1.1 データベース登録機能の改良

データベース登録機能には、発電所及び申請書の「新規登録」、ANDOSE-JINS 入力データからシステムにデータを登録する「テキストファイル登録」、登録されているデータの変更を行う「データベース変更」、登録申請書のパラメータ一覧を表示する「パラメータ表作成」からなる。以下にデータベース登録機能の各項目についての改良内容を示す。

(1) 「新規登録」

改良前の ANDOSE-JINS/DBS システムでは、新規登録フォームで登録する申請書の指针对応状況として、旧指針（昭和 51 年指針）及び新指針（平成元年指針）の選択が可能であった。

「線量評価指針」の改訂に伴い、ANDOSE-JINS/DBS システムには昭和 51 年、平成元年及び平成 13 年の三つの指針のデータが登録されることになる。そのために、ANDOSE-JINS/DBS システムの新規登録フォームにおける指针对応状況として、平成元年指針及び平成 13 年指針の二つの指針を選択できるように修正を行った。これにより、今後 ANDOSE-JINS/DBS シス

テムに登録するデータは、平成元年指針及び平成 13 年指針に対応した申請書にも適用できるようになった。

(2) 「テキストファイル登録」

新規登録機能における改良点と同様に、「テキストファイル登録」においても、平成元年指針及び平成 13 年指針に対応可能とした。

(3) 「データベース変更」

「データベース変更」においては、平成元年指針及び平成 13 年指針対応の申請書データを変更可能とし、データの誤登録を防止するため、昭和 51 年指針に対応した申請書のデータ変更ができないようにした。

(4) 「パラメータ表作成」

「パラメータ表作成」においては、登録し、申請書のパラメータ表中の指針対応状況を区別できるように、昭和 51 年指針、平成元年指針及び平成 13 年指針と表示されるようにした。

4.1.2 解析機能の改良

ANDOSE-JINS/DBS システムの解析機能は、システムに登録されているデータから ANDOSE-JINS コードの入力データを作成する「入力データ作成」、ANDOSE-JINS コードによる計算を実行する「計算コード実行」、ANDOSE-JINS コードによる計算結果を解析値としてデータベースに登録する「計算結果登録」よりなる。図 4.1 及び以下に解析機能の改良内容について示す。

(1) 「入力データ作成」及び「計算コード実行」

改良前の ANDOSE-JINS/DBS システムでは、平成元年指針（新指針）に対応した入力データの作成、計算の実行が可能であった。しかし、ANDOSE-JINS コードの改訂により平成 13 年指針に対応した計算を可能とする必要があるため、平成元年指針用 ANDOSE-JINS コードと平成 13 年指針用 ANDOSE-JINS コードをシステムに組み込み、平成元年指針、平成 13 年指針に対応した計算実行を可能とした。

(2) 「計算結果登録」

「計算結果登録」では、「計算コード実行」において出力された平成元年指針、平成 13 年指針に対応した計算結果を登録可能とした。

4.1.3 データベース検索機能の改良

データベース検索機能は、ANDOSE-JINS/DBS システムに登録されている各申請書及び対応した計算結果データから、希ガス、よう素の放出量、よう素の空気中濃度、液体廃棄物の放出量及び実効線量を検索する「検索」と選択した申請書データ及び計算データの図表出力を行う「図表出力」の二つの機能よりなる。以下にデータベース検索機能の改良内容について示す。

(1) 「検索」

「検索」においては、昭和 51 年指針、平成元年指針及び平成 13 年指針に対応したデータの検索・表示を可能とした。

(2) 「図表出力」

「検索」と同様に、「図表出力」においても、昭和 51 年指針、平成元年指針及び平成 13 年指針に対応したデータの図・表の作成を可能とした。

4.1.4 解析書作成機能の改良

改良前の ANDOSE-JINS/DBS システムでは、平成元年度指針に対応した解析書のみ、作成が可能であった。今回の改良により基本的には、平成 13 年指針に対応した解析書が、作成できるように改良した。

4.2 データの更新

今回、浜岡原子力発電所及び志賀原子力発電所の設置許可（変更）申請書記載値をデータベースに登録した。各発電所の概要を表 4.1 に示す。また、データベースへ登録した各種パラメータを用いて ANDOSE-JINS コードの入力データを作成し、計算を実行し、データが正しく登録されたことを確認した。

4.3 改良後の ANDOSE-JINS/DBS システムの概要

改良した ANDOSE-JINS/DBS システムの構成を図 4.2 に示す。改良した ANDOSE-JINS/DBS システムは、Microsoft Access2000 を使用したデータベース、平常時環境線量計算コード ANDOSE-JINS、気象データ処理プログラム METPROC から構成される。機能的には、データベースの登録・編集や内容表示・印刷を行う機能、データベースから検索して評価結果を図表出力する機能、ANDOSE-JINS コードの入力データ作成・実行・計算結果登録機能及び解析書作成機能を有する。このシステムは、平成元年指针对応版と平成 13 年指针对応版の二つの ANDOSE-JINS コードを有しており、ユー

ザーの選択に応じて平成元年及び平成 13 年指針に対応した計算が可能である。ANDOSE-JINS/DBS システムの各機能は、図 4.3 に示すメイン画面に現れる以下の五つより構成される。

(1) データベース登録機能

GUI を用いて、データベースへのデータの新規登録及び変更を行う機能であり、次の四つの機能から成る。

① 新規登録

新たな申請書について、計算条件となるパラメータ及び評価結果の申請書記載値を登録する機能である。データの入力に際しては、既存の任意の申請書記載値を雛形として用いることができる。

② データベース変更

既存の申請書について、計算条件となるパラメータ及び評価結果の申請書記載値を編集する機能である。

③ テキストファイル登録

申請書記載の計算条件を、既に作成された ANDOSE-JINS コードの入力データ（テキストファイル）からデータベースに登録する機能である。

④ パラメータ表作成

任意に選択された申請書について、計算条件となるパラメータの一覧表を申請書記載値と報告書記載値とを比較して作表し、画面表示又は印刷する機能である。

(2) 解析機能

ANDOSE-JINS コードの入力データ作成、実行及び計算条件と計算結果の登録を行う。

① 入力データ作成

データベースに登録されたパラメータから ANDOSE-JINS コードの入力データを作成する機能である。風向別大気安定度別風速逆数の総和や風向別出現頻度のデータについては、METPROC プログラムを用いて計算するか申請書記載値を用いるかを選択することができる。実行ボタンをクリックして選択することで、ANDOSE-JINS 入力データが作成され、Windows 2000 付属の Notepad により表示される。表示された入力データはユーザーにより編集可能である。

② 計算コード実行

作成された入力データを用いて ANDOSE-JINS コードを PC 上で実行する。改良された ANDOSE-JINS/DBS システムでは、平成元年指针对応モジュールと平成 13 年指针对応モジュールでの計算が可能になっており、ユーザーは指针对応状況に応じてモジュールを選択することができる。

③ 計算結果の登録

ANDOSE-JINS コードの入力データの計算条件と、これに対応する計算結果ファイルに出力された計算結果を、データベースへ安解所解析値として登録する。

(3) データベース検索機能

データベース検索機能は、検索機能及び図表出力機能からなる。いずれも申請書名を炉型や申請書のバージョンで検索・抽出して、放出量や実効線量等の評価結果を表形式で表示あるいは図示する。

① 検索

検索機能は、申請書及び報告書に記載された評価結果及び計算結果を、申請書名を検索して表示する機能である。単一の申請書（発電所）について、申請書記載値と安解所解析値の対比を行う。

② 図表出力

図表作成機能は複数の申請書記載値又は安解所解析値を比較して図又は表に表示する機能である。

(4) 解析書作成機能

解析機能で得られた ANDOSE-JINS コードの計算結果と登録された申請書記載値とを比較して、解析書を作成する機能である。

(5) メンテナンス機能

システムへのユーザー登録及び登録されたデータの保守を行う機能である。

① ユーザー登録

データベースシステムを使用するユーザーの ID 番号（6 けたまでの数字）及びパスワード（8 文字までの英数字）を登録する機能である。

② 申請書削除

指定した発電所の申請書のデータ全部を削除する機能である。

③ 発電所削除

指定した発電所のデータ全部を削除する機能である。

ANDOSE-JINS コードの入力データは、データベースに記録されたデータから作成することができる。また、申請書ごとのデータベースに、申請書及び解析書に記載された放射性物質（希ガス、よう素、液体廃棄物）の放出量や摂取経路別の実効線量などの主要な結果も記録されている。システムのデータベースに登録された申請書の一覧を表 4.2 に示す。現在、国内 17 の原子力発電所に関する申請書の値が登録されている。

表 4.1 各原子力発電所情報

発電所及び申請書の設定		浜岡原子力発電所	志賀原子力発電所
発電所名		浜岡原子力発電所	志賀原子力発電所
所在地		静岡県小笠郡浜岡町佐倉	石川県羽咋郡志賀町赤住
電力会社		中部電力株式会社	北陸電力株式会社
申請書名		浜岡原子力発電所 (5号原子炉の増設)	志賀原子力発電所 (2号原子炉の増設)
申請年月	元号	平成	平成
	年	09	09
	月	04	05
指針の対応状況		平成元年指針	平成元年指針

表 4.2 ANDOSE-JINS/DBS システムに登録された申請書の一覧

No.	発電所名	申請書名	申請年月	指針対応	対象原子炉
1	東海第二発電所	東海第二発電所 完本	H3.6	昭和 51 年	1 号
2	女川原子力発電所	女川原子力発電所 (2 号炉完本) 女川原子力発電所 (3 号炉増設)	H3.8 H7.4	昭和 51 年 平成元年	1、2 号 1～3 号
3	福島第一原子力発電所	福島第一原子力発電所 (6 号炉完本)	H6.4	昭和 51 年	1～6 号
4	福島第二原子力発電所	福島第二原子力発電所 (4 号炉完本)	H5.2	昭和 51 年	1～4 号
5	柏崎刈羽原子力発電所	柏崎刈羽原子力発電所 (3 号及び 4 号炉完本) 柏崎刈羽原子力発電所 (6 号及び 7 号炉完本)	H6.9 H6.9	昭和 51 年 平成元年	1～5 号 1～7 号
6	浜岡原子力発電所	浜岡原子力発電所 (4 号原子炉の増設) 浜岡原子力発電所 (5 号原子炉の増設)	H4.9 H9.4	平成元年 平成元年	1～4 号 1～5 号
7	志賀原子力発電所 (旧能登)	志賀原子力発電所 (完本) 志賀原子力発電所 (2 号原子炉の増設)	H4.3 H9.5	昭和 51 年 平成元年	1 号 1、2 号
8	島根原子力発電所	島根原子力発電所 (2 号炉完本)	H6.7	昭和 51 年	1、2 号
9	敦賀発電所	敦賀発電所 (2 号炉) 完本	H6.8	平成元年	1、2 号
10	泊発電所	泊発電所 (1、2 号炉) 完本	H5.4	平成元年	1、2 号
11	美浜発電所	美浜発電所 3 号機 完本	H6.5	平成元年	1～3 号
12	高浜発電所	高浜発電所 (1 号及び 2 号原子炉施設の変更)	H2.1	平成元年	1～4 号
13	大飯発電所	大飯発電所 3、4 号機 完本	H3.9	平成元年	1～4 号
14	伊方発電所	伊方発電所 (3 号炉増設) 伊方発電所 (1 号、2 号及び 3 号原子炉施設の変更)	S61.3 H2.7	昭和 51 年 平成元年	1～3 号 1～3 号
15	玄海原子力発電所	玄海原子力発電所 (3、4 号炉完本)	H5.8	平成元年	1～4 号
16	川内原子力発電所	川内原子力発電所 (2 号炉増設)	H2.10	平成元年	1、2 号
17	東通原子力発電所	東通原子力発電所 (1 号炉)	H8.8	平成元年	1 号

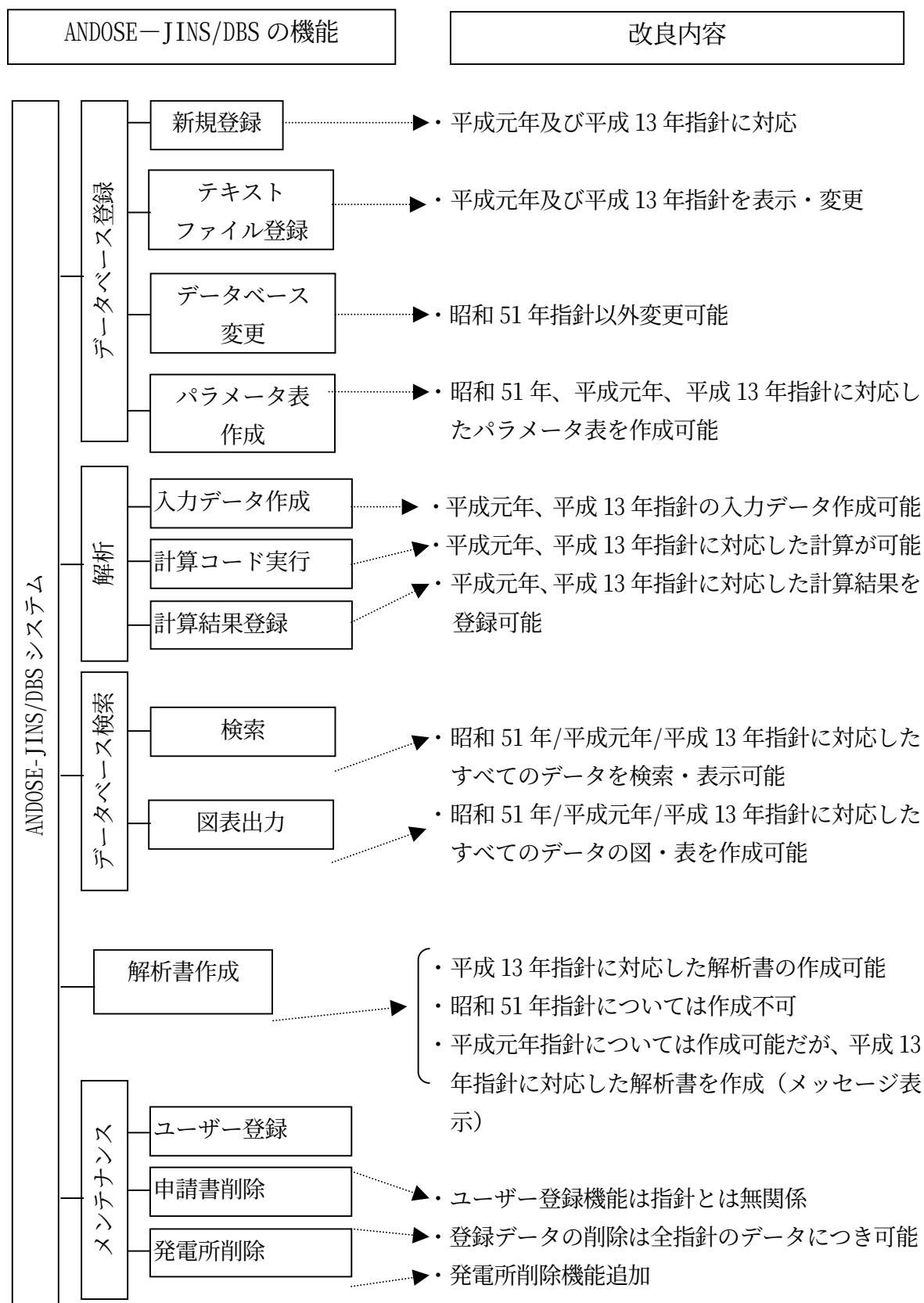


図 4.1 ANDOSE-JINS/DBS システムの改良内容

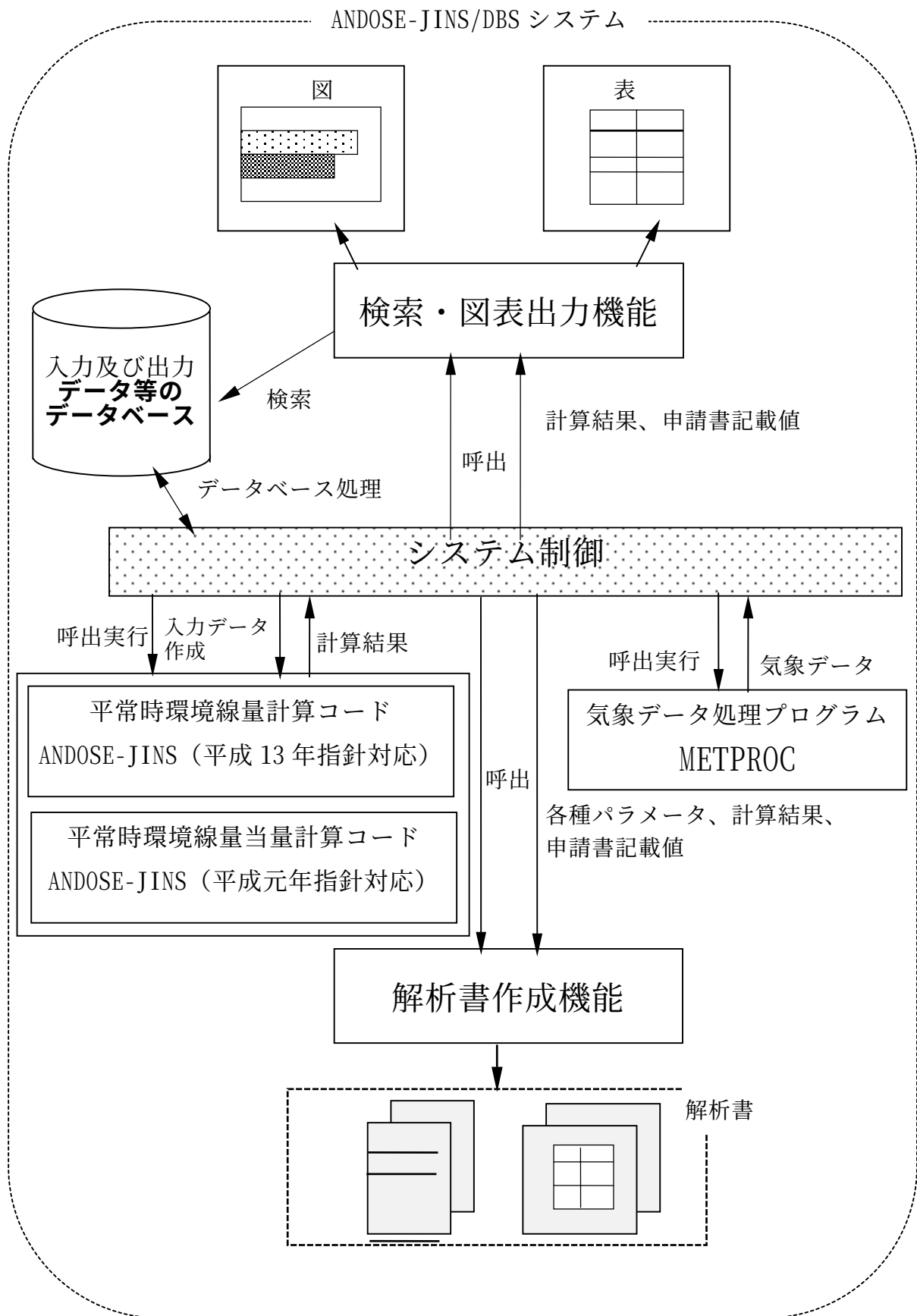


図 4.2 ANDOSE-JINS/DBS システムの構成



図 4.3 ANDOSE-JINS/DBS システムのメイン画面

5. 結論

平常時環境線量評価コード（ANDOSE-JINS）に対して、国際放射線防護委員会 Publication60 の国内法規への取入れに伴う「線量評価指針」の改訂に対応するため、ANDOSE-JINS コードの改良を行った。また、改良した ANDOSE-JINS コードを ANDOSE-JINS/DBS システムに取込み、ANDOSE-JINS/DBS システムの改良・整備を行った。

(1) ANDOSE-JINS コードの保守

改訂後の「線量評価指針」に対応できるように、「線量評価指針」改訂内容の検討、ANDOSE-JINS コード改良部分の抽出、ANDOSE-JINS コードの改良を行い、改良した ANDOSE-JINS コードの性能を評価した。

これにより、ANDOSE-JINS コードによる新しい「線量評価指針」に対応した平常時被ばく線量の計算が可能になった。

(2) ANDOSE-JINS/DBS システムの改良・整備

改良した ANDOSE-JINS コードを ANDOSE-JINS/DBS システムへ取込み、平成元年指針及び平成 13 年指針に対応した ANDOSE-JINS コードによる解析ができるように ANDOSE-JINS/DBS システムの改良・整備をするとともに、浜岡原子力発電所、志賀原子力発電所の申請書から必要なデータを抽出し ANDOSE-JINS/DB システムのデータベースの更新を行った。今回、二つ原子力発電所の申請書のデータを追加し、その結果、国内 17 の原子力発電所のデータベースが整備された。

参考文献

- (1) (財)原子力発電技術機構、”平成9年度 平常時環境線量当量評価コード(ANDOSE-JINS)の保守に関する報告書”、原子力安全解析所、INS/M97-34、(平成10年3月)
- (2) 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60 (1992)
- (3) 原子力安全委員会安全審査指針集、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」、原子力安全委員会ホームページ (<http://nsc.jst.go.jp/>)

第Ⅱ編

事故時環境被ばく線量評価コード（EEDCDQ）の保守

1.序 論

1.1 目 的

事故時環境被ばく線量評価コード(EEDCDQ)^(参¹)、^(参²)は、発電用軽水型原子炉施設の安全審査に資するために、現在まで原子力安全解析所(以下「当所」という。)の大型計算機を用いて沸騰水型原子炉(以下「BWR」という。)プラント及び加圧水型原子炉(以下「PWR」という。)プラントについて多くのクロスチェック解析及び実証解析に使用されてきた。過年度は、解析業務の効率化のためにパーソナルコンピュータ(以下「PC」という。)上で運用できるようにEEDCDQコードを整備するとともに、解析環境として、事故時の環境被ばく線量評価の国内BWRプラント29基及びPWRプラント23基についてのデータから入力データの作成とEEDCDQコードとの連携を取ってPCのWindows上で解析とその解析結果等の検索ができるEEDCDQコードシステムを構築した。その上で、今後、我が国の発電用軽水型原子炉施設に採用が予定されているMOX燃料装荷炉心に対しても、BWRプラントとPWRプラントの事故時の環境被ばく線量評価が行えるように改良・整備した。

本年度は、EEDCDQコードの保守作業として、平成13年4月に国際放射線防護委員会Publication 60(1990年勧告)^(参³)の国内法規への取入れに伴う「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」^(参⁴)(以下「安全評価審査指針」という。)の改訂が行われたことから、指針に適合した解析を可能とするためにEEDCDQコードの修正を行った。

1.2 実施内容

本年度では、以下に示す項目について作業を実施した。

(1) EEDCDQコードの修正

安全評価審査指針の改訂内容と改訂前の内容と比較検討を行い、現行のEEDCDQコードの構造分析の結果から、修正すべき箇所を抽出するとともに、修正方法を検討し、EEDCDQコードを修正した。

① 指針改訂の内容の検討

今回の指針改訂では、放出放射エネルギーの評価方法、各種事故の希ガスによる外部被ばくの実効線量の評価方法及び重大・仮想事故の全身に対しての線量の評価方法については、実質的な改訂はない。主な変更点は、(a)指針中で使用されている基本的な用語「線量当量」が「線量」に変更されたこと、(b)各種事故時のよう素の吸入摂取による実効線量の評価

方法が変更されたこと、(c)よう素の吸入摂取による線量計算の式とそこで使用される呼吸率及び線量換算係数等が変更されたこと、(d)「重大事故」及び「仮想事故」におけるよう素の吸入摂取による甲状腺に対する線量の評価方法、よう素の吸入摂取による線量計算の式とそこで使用される呼吸率及び線量換算係数が変更されたことである。

② コードの修正

①の指針改訂の内容を取込むため EEDCDQ コードの(a)炉心内蓄積量の I-131 等価量の計算のサブルーチン、(b)冷却材中の I-131 等価量の計算のサブルーチン、(c)環境へのよう素の I-131 等価放出量の計算のサブルーチン及び(d)よう素の吸入摂取による線量計算のサブルーチンを修正した。また、入力データ及び出力データの一部を追加・修正した。

(2) 性能評価

修正した EEDCDQ コードを用いて、代表的な BWR プラント及び PWR プラントを選定して、それぞれについて以下の事故事象の解析を実施した。

- ① BWR プラントの主蒸気管破断（各種事故）及び原子炉冷却材喪失（仮想事故）
- ② PWR プラントの蒸気発生器伝熱管破損（各種事故）及び原子炉冷却材喪失（仮想事故）

この解析による放出量及びそれに伴う被ばく線量の結果について、コードの修正前後の値を比較・検討して、コードの修正が妥当であることを確認した。

2. EEDCDQ コードの修正

安全評価審査指針の改訂内容を EEDCDQ コードに反映させるために、改訂指針の内容を検討し、その結果を踏まえて EEDCDQ コードの修正箇所を抽出するとともに、修正方法を検討して、EEDCDQ コードを修正した。

2.1 指針改訂の内容

今回の指針改訂では、放出放射エネルギーの評価方法、各種事故の外部被ばくの実効線量の評価方法及び重大・仮想事故の全身に対する線量の評価方法については、改訂はない。変更の内容は、以下に示すとおりである。

(1) 用語

指針中で使用されている以下の基本的な用語が変更された。

- ・「線量当量」が「線量」に変更された。
- ・「実効線量当量」が「実効線量」に変更された。
- ・「空気吸収線量」が「空気カーマ」に変更された。

(2) 内部被ばくの実効線量の評価

各種事故時の内部被ばくの実効線量の評価について、改訂指針では、以下のとおりの評価方法が示されている。

環境に放出されたよう素の吸入摂取による実効線量は、「気象指針」に従い、よう素の地表空気中の相対濃度及びよう素 131 等価量に基づいて次式により評価する。

なお、計算に用いるパラメータ等は、表 2.1 に示す小児（1 才）の値にすることが改訂指針に定められている。

$$\text{実効線量} = K_{\text{He}} \cdot M \cdot Q_e \cdot (\chi/Q) \cdots \cdots \cdots (2.1)$$

ここで、

K_{He} : I-131 の吸入摂取による小児の実効線量係数 (Sv/Bq)

M : 小児の呼吸率 (m^3/s)

Q_e : よう素の放出量 (I-131 等価量 Bq)

(χ/Q) : 相対濃度 (s/m^3)

呼吸率については、よう素の放出の状況及び継続時間に応じて選択するものとする。また、この場合の I-131 等価量 Q_e とは、I-131 の実効線量係数に対するよう素各同位体の実効線量係数の比を各同位体の量に乗じて合算したものであり、次式により計算する。

$$Q_e = \sum (KH_i / KHe) \cdot Q_i \dots\dots\dots (2.2)$$

ここで、

KH_i ：核種 i の吸入摂取による小児の実効線量係数 (Sv/Bq)

Q_i ：核種 i の放出量 (Bq)

改訂内容を改訂前の各種事故時の内部被ばくの実効線量の評価と比較して図 2.1 に示す。主な相違は、図 2.1 に示したとおり改訂前の第 1 の方法が消除され、第 2 の方法を用いることに限定され、さらに、成人の線量を求めてから小児への換算を行う方法が、直接小児の線量を求める方法に変更された。

したがって、よう素の吸入摂取による実効線量の計算式とそこで使用される呼吸率及び線量換算係数等が変更されたことになる。この変更された値を改訂前の値と比較して表 2.1 に示した。

(3) 甲状腺に対する線量の評価

改訂指針では、「重大事故」及び「仮想事故」における甲状腺に対する線量評価について、以下の評価方法が示されている。

環境に放出されたよう素の吸入摂取による甲状腺に対する線量は、「気象指針」に従い、よう素の地表空気中の相対濃度及び I-131 等価放出量に基づいて次式により評価する。

なお、指針では、計算に用いるパラメータ等は、指針の第 2 表に示す値のうち、「重大事故」の場合は小児 (1 才)、「仮想事故」の場合は成人の値にすることが定められている。

$$\text{甲状腺に対する線量} = KTe \cdot M \cdot Q_e \cdot (\chi / Q) \dots\dots\dots (2.3)$$

ここで、

KTe ：I-131 の吸入摂取による甲状腺の等価線量に係る線量係数

(小児の場合 3.2×10^{-6} Sv/Bq、成人の場合 3.9×10^{-7} Sv/Bq)

M ：呼吸率 (m^3/s)

Q_e ：よう素の放出量 (I-131 等価量 Bq)

(χ / Q) ：相対濃度 (s/m^3)

なお、呼吸率については、よう素の放出の状況及び継続時間に応じて選択するものとする。

また、この場合の I-131 等価量 Q_e とは、I-131 による甲状腺の等価線量に係る線量係数に対するよ

う素各同位体の線量係数の比を各同位体の量に乗じて合算したものであり、次式により計算する。

$$Q_e = \sum (K_{Ti}/K_{Te}) \cdot Q_i \dots\dots\dots (2.4)$$

ここで、

K_{Ti} ：核種 i の吸入摂取による甲状腺の等価線量に係る線量係数 (Sv/Bq)

Q_i ：核種 i の放出量 (Bq)

改訂内容を改訂前の「重大事故」及び「仮想事故」における甲状腺に対する線量の評価と比較して図 2.2 に示す。同図に示したとおり改訂前の第 1 の方法が削除され、第 2 の方法を用いることに限定され、さらに、成人の線量を求めてから小児への換算を行う方法が、直接小児の線量を求める方法に変更された。

したがって、よう素の吸入摂取による線量計算の式とそこで使用される呼吸率及び線量換算係数が変更されたことになる。この変更された値を改訂前の値と比較して表 2.2 に示した。

2.2 コードの修正

EEDCDQ コードのモジュール全体構造を図 2.2 に、EEDCDQ コードのモジュールと機能の関係を表 2.3 及び EEDCDQ コードの各計算モジュールとサブルーチンの関係を表 2.4 に示した。

指針改訂に伴って、修正が必要な EEDCDQ コードの主なサブルーチンは、炉心内蓄積量の I-131 等価量の計算のサブルーチン、冷却材中の I-131 等価量の計算のサブルーチン、環境へのよう素の I-131 等価放出量の計算のサブルーチン及びよう素の吸入摂取による線量計算のサブルーチンである。これらのサブルーチンについて、以下の修正を行った。

(1) 炉心内蓄積量、冷却材中及び放出量の I-131 等価量の計算のサブルーチンの修正

炉心内蓄積量、冷却材中及び放出量のよう素量の I-131 等価量は、よう素の各同位体の蓄積量に I-131 等価量算出のための換算係数を乗じて求める。各事故の I-131 等価量算出のための換算係数は、表 2.5 に示すように改訂前の値から変った。この改訂を反映するために、I-131 等価量の換算係数の修正を行った。

(2) 線量計算のサブルーチンの修正

よう素の吸入摂取による線量計算は、改訂前の指針では成人から小児への換算を行う手法を用いていたが、改訂では小児に対するよう素の吸入摂取による線量換算係数が定められた。また、そのときに使用される呼吸率も改訂された。

このため、以下の各事故に対する改訂内容を線量計算のサブルーチンに対して修正を行った。

- ① 「各種事故」のよう素の吸入摂取による実効線量の計算
 - ・ よう素の吸入摂取による実効線量の計算式の修正
 - ・ 呼吸率の変更
 - ・ よう素の吸入摂取による線量換算係数の変更
- ② 「重大事故」及び「仮想事故」におけるよう素の吸入摂取による甲状腺に対する線量の計算
 - ・ よう素の吸入摂取による甲状腺に対する線量の計算式の修正
 - ・ 呼吸率の変更
 - ・ よう素の吸入摂取による線量換算係数の変更

なお、上記(1)及び(2)修正に伴う入力データの追加・変更並び出力の変更を行った。

表 2.1 よう素の吸入摂取による実効線量の評価に使用するパラメータ等（各種事故評価）

パラメータ等	記号	単 位	数 値	
			改訂前	改訂後
核種 i の吸入摂取による小児の実効線量係数	KHi	mSv/Bq	(対応する数値はない。成人の値と小児への補正係数が与えられている。)	I-131 : 1.6×10^{-4} I-132 : 2.3×10^{-6} I-133 : 4.1×10^{-5} I-134 : 6.9×10^{-7} I-135 : 8.5×10^{-6}
小児の呼吸率	M	m ³ /h	0.5 (活動時)	0.31 (活動時)
		m ³ /d	8 (1 日平均)	5.16 (1 日平均)

表 2.2 よう素の吸入摂取による甲状腺に対する線量の評価に使用するパラメータ等（重大・仮想事故評価）

パラメータ等	記号	単 位		数 値	
				改訂前	改訂後
核種 i の吸入摂取による甲状腺の等価線量に係る線量係数	KTi	Sv/Bq	小児	(対応する数値はない。成人の値と小児への補正係数が与えられている。)	I-131 : 3.2×10^{-6} I-132 : 3.8×10^{-8} I-133 : 8.0×10^{-7} I-134 : 7.3×10^{-9} I-135 : 1.6×10^{-7}
			成人	I-131 : 2.9×10^{-7} I-132 : 1.7×10^{-9} I-133 : 4.9×10^{-8} I-134 : 2.9×10^{-10} I-135 : 8.5×10^{-9}	I-131 : 3.9×10^{-7} I-132 : 3.6×10^{-9} I-133 : 7.6×10^{-8} I-134 : 7.0×10^{-10} I-135 : 1.5×10^{-8}
呼吸率	M	m ³ /h		0.5 (小児活動時) 1.2 (成人活動時)	0.31 (小児活動時) 1.2 (成人活動時)
		m ³ /d		8 (小児 1 日平均) 23 (成人 1 日平均)	5.16 (小児 1 日平均) 22.2 (成人 1 日平均)

表 2.3 EEDCDQ コードのモジュールと機能

グループ	モジュール名	機 能
A	MA I N	処理全体の制御
	DATA I N	入力データの読み込みと、入力データ・ファイルの出力
B	I NVENT	F Pの炉心内蓄積量
C	LOCA	原子炉冷却材喪失時のF Pの環境への放出量
	MSLB	主蒸気管破断（BWR）時のF Pの環境への放出量
	SGTR	蒸気発生器伝熱管損傷（PWR）時のF Pの環境への放出量
	FHAB	燃料集合体落下（BWR）時のF Pの環境への放出量
	FHAP	燃料集合体落下（PWR）時のF Pの環境への放出量
	OGRB	気体廃棄物処理設備破損（BWR）時のF Pの環境への放出量
	OGRP	気体廃棄物処理設備破損（PWR）時のF Pの環境への放出量
	CRDA	制御棒落下（BWR）時のF Pの環境への放出量
	CRCPA	制御棒飛出（PWR）時のF Pの環境への放出量
D	CQDQ	実効放出継続時間による ・大気中相対濃度（ χ/Q ） ・大気中相対線量（ D/Q ）
E	DMSLB	主蒸気管破断時の飽和放射性雲による被ばく線量
	EDIT	設計基準事故、立地評価事故の放射性雲による ・よう素の吸入による線量 ・希ガスの γ 線による線量 ・希ガスの β 線による線量 ・計算結果の編集出力 ・計算結果の編集出力
	DINTEG	線量の人口積算値の計算

表 2.4 EEDCDQ コードの各計算モジュールとサブルーチン

	サブルーチン 識別名	内容 [モジュール名]
炉心内蓄積量計算	INVE	炉心内蓄積量計算モジュール[INVEN T]
事故時の環境への F P放出量計算	LOCA MSLB SGTR FHAB FHAP OGRB OGRP CRDA CRCP	原子炉冷却材喪失時 F.P. 環境への放出量計算モジュール[LOCA] 主蒸気管破断時 F.P. 環境への放出量計算モジュール[MSLB] 蒸気発生器伝熱管損傷時 F.P. 環境への放出量計算モジュール[SGTR] 燃料集合体落下時 F.P. 環境への放出量計算モジュール[FHAB] 燃料集合体落下時 F.P. 環境への放出量計算モジュール[FHAP] 気体廃棄物処理設備破損時 F.P. 環境への放出量計算モジュール[OGRB] 気体廃棄物処理設備破損時 F.P. 環境への放出量計算モジュール[OGRP] 制御棒落下時 F.P. 環境への放出量計算モジュール[CRDA] 制御棒飛出時 F.P. 環境への放出量計算モジュール[LOCA]
相対濃度，相対線 量計算	CQDQ	F.P.の大気中相対濃度・相対線量計算モジュール[CQDQ]
被ばく線量計算	DMSLB EDIT	MSLB 時の飽和放射性雲による被ばく線量計算モジュール[DMSLB] 線量計算モジュール[EDIT]
線量の人口積算値	DINTEG	線量の人口積算値計算モジュール[DINT]

表 2.5 I-131 等価量算出のための換算係数

よう素の 核種	改訂前の換算係数 (成人)	改訂後の換算係数		
		各種事故 (実効線量(小児))	重大事故 (甲状腺線量(小児))	仮想事故 (甲状腺線量(成人))
I-131	1.0	1.0	1.0	1.0
I-132	5.86E-03	2.473E-02	1.188E-02	9.231E-03
I-133	1.69E-01	2.563E-01	2.500E-01	1.949E-01
I-134	1.00E-03	4.313E-03	2.281E-03	1.795E-03
I-135	2.93E-02	5.313E-02	5.000E-02	3.846E-02

安全評価審査指針改訂内容及びコード修正内容

用語

実効線量当量

線量当量



実効線量

線量

- 内部被ばくによる実効線量（各種事故）

第1の方法

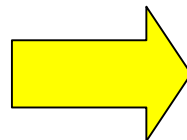
$$\text{実効線量当量} = \sum f_i \cdot KH_i \cdot M \cdot Q_i \cdot (\chi/Q)$$

ここで、
 f_i ：核種 i の成人から小児への補正係数
 KH_i ：よう素核種 i の吸入摂取による成人の実効線量係数
 M ：小児の呼吸率
 Q_i ：よう素核種 i の放出量
 (χ/Q) ：相対濃度

第2の方法

$$\text{実効線量当量} = f \cdot KH_e \cdot M \cdot Q_e \cdot (\chi/Q)$$

ここで、
 f ：成人から小児への補正係数(=2)
 KH_e ：I-131 の吸入摂取による成人の実効線量係数
 (=8.8×10⁻⁶mSv/Bq)
 M ：成人の呼吸率
 (=活動時 1.2m³/h、1 日平均 23m³/d)
 Q_e ：よう素の放出量 (I-131 等価量)
 (χ/Q) ：相対濃度



OUTPUT のタイトルの修正

EEDCDQ コードの 計算式及び
 (換算係数、呼吸率) データの修正

$$\text{実効線量} = KH_e \cdot M \cdot Q_e \cdot (\chi/Q)$$

ここで、
 KH_e ：I-131 の吸入摂取による
 小児の実効線量係数
 M ：小児の呼吸率
 Q_e ：よう素の放出量 (I-131 等価量)
 (χ/Q) ：相対濃度

図 2.1 安全評価審査指針改訂内容及びコード修正内容(1/2)

● 甲状腺に対する線量（重大・仮想事故）

第1の方法

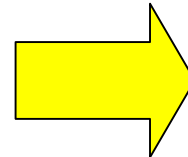
$$\text{線量} = \sum f_i \cdot K T_i \cdot M \cdot Q_i \cdot (\chi/Q)$$

ここで、 f_i ：核種 i の成人から小児への補正係数
（仮想事故では不用）
 $K T_i$ ：よう素核種 i の吸入摂取による成人の
甲状腺線量への換算係数
 M ：呼吸率
 Q_i ：よう素核種 i の放出量
 (χ/Q) ：相対濃度

第2の方法

$$\text{線量} = f \cdot K T_e \cdot M \cdot Q_e \cdot (\chi/Q)$$

ここで、 f ：成人から小児への補正係数(=2)
（仮想事故では不用）
 $K T_e$ ：I-131 の吸入摂取による成人の
甲状腺線量への換算係数
（ $=2.9 \times 10^{-7} \text{Sv/Bq}$ ）
 M ：成人の呼吸率
（=活動時 $1.2 \text{m}^3/\text{h}$ 、1 日平均 $23 \text{m}^3/\text{d}$ ）
 Q_e ：よう素の放出量（I-131 等価量）
 (χ/Q) ：相対濃度



EEDCDQ コードの 計算式及び
（換算係数、呼吸率）データの修正

$$\text{線量} = K T_e \cdot M \cdot Q_e \cdot (\chi/Q)$$

ここで、 $K T_e$ ：I-131 の吸入摂取による甲状腺の
等価線量に係る線量係数
（小児の場合 $3.2 \times 10^{-6} \text{Sv/Bq}$ 、
成人の場合 $3.9 \times 10^{-7} \text{Sv/Bq}$ ）
 M ：呼吸率
 Q_e ：よう素の放出量（I-131 等価量）
 (χ/Q) ：相対濃度

参考文献

- 1) Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part 4 Inhalation Dose Coefficients,
ICRP Publication 71 (1995)

図 2.1 安全評価審査指針改訂内容及びコード修正内容(2/2)

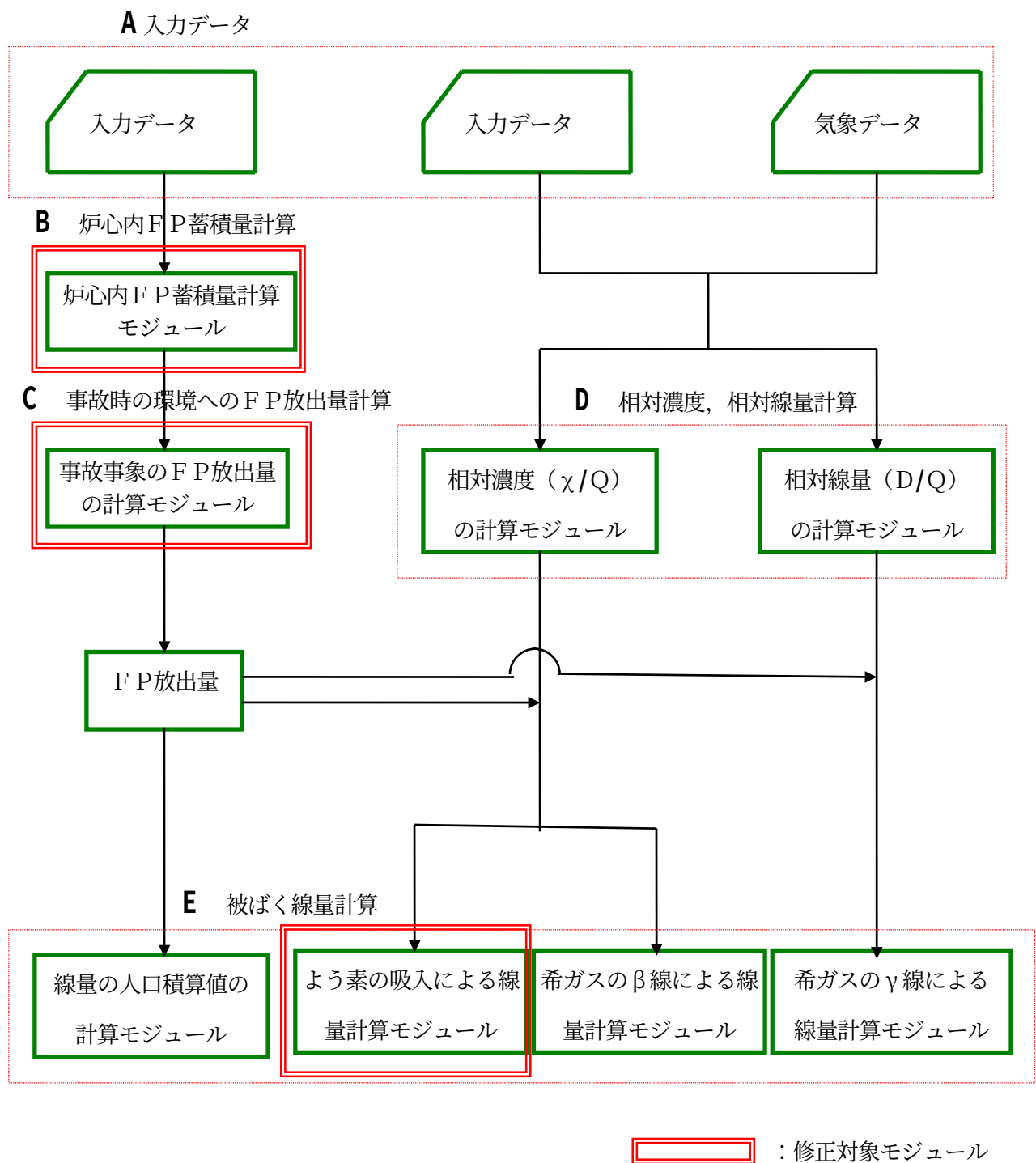


図 2.2 EEDCDQ コードのモジュール全体構造

3. 性能評価

我が国の代表的な BWR プラント及び PWR プラントを対象にして、修正した EEDCDQ コードを用いて事象を解析し、その結果を検討することにより、修正した EEDCDQ コードが所期の機能を達成していることを確認した。

3.1 解析条件

(1) BWR プラントの解析事象

- ① 主蒸気管破断（以下「MSLB」という。）（各種事故）
- ② 原子炉冷却材喪失（以下「LOCA」という。）（仮想事故）

(2) PWR プラントの解析事象

- ① 蒸気発生器伝熱管破損（以下「SGTR」という。）（各種事故）
- ② 原子炉冷却材喪失（仮想事故）

これらの事象の主な解析条件を、BWR プラントについては表 3.1 及び表 3.2 に、PWR プラントについては表 3.3 及び表 3.4 に示した。

3.2 解析結果の評価

BWR プラントの解析結果を表 3.5 及び表 3.6 に、PWR プラントの解析結果を表 3.7 及び表 3.8 にまとめて示した。コード修正前後の放出量及び被ばく線量の解析結果の値を比較することによって、コード修正の妥当性を確認した。

(1) BWR プラント

① 放出量

事故に伴う環境への放射性物質の核種別放出量の解析結果は、表 3.5 及び表 3.6 に示すとおり指針に変更がないため、コードの修正前後の解析結果の数値に差はない。

ただし、環境へのもや素の I-131 等価放出量は、表 2.5 に示したとおり I-131 等価量を算出するための換算係数に変更になったことから、コードの修正前後の解析結果の数値に差が生じる。表 3.5 及び表 3.6 に示すよう素の各同位体の I-131 等価量の結果は、換算係数の比になっており、これよりこの部分のコードの修正の妥当性が確認された。

なお、指針改訂に伴う環境へのもや素の I-131 等価放出量の影響の程度は、以下のとおりである。

a. MSLB 各種事故の場合

環境へのよう素放出量 (I-131 等価量) の影響の程度は、主蒸気隔離弁閉止前は I-133 等の短半減期核種 (I-131 以外) の影響が大きく 43%増加し、主蒸気隔離弁閉止後は I-133 等の短半減期核種 (I-131 以外) の影響が小さく、16%増加する。

b. LOCA 仮想事故の場合

環境へのよう素放出量 (I-131 等価量) の影響の程度は、半減期の長い I-131 の放出量が 90%以上を占めているため、I-131 等価量の換算係数の変更の影響は小さく、0.3%増加する。

② 被ばく線量

放射性物質の放出量に伴う被ばく線量は、 γ 線による全身線量の解析方法に変更がないため、結果に影響はない。よう素による被ばく線量は、環境へのよう素の I-131 等価放出量、呼吸率及び線量換算係数の変更により、解析結果が影響を受ける。以下のとおり各事故のよう素による被ばく線量の影響の大きさを検討することで、結果の妥当性を確認した。

a. MSLB 各種事故の実効線量

表 3.5 に示す MSLB 各種事故時の実効線量の結果は、主蒸気隔離弁閉止前のよう素の放出に伴う内部被ばくの実効線量が 3.37 倍増加し、主蒸気隔離弁閉止後は 2.7 倍増加となっている。

この増加結果は、以下の理由から妥当である。指針改訂前では、線量換算係数が 8.8×10^{-6} mSv/Bq、成人の呼吸率が $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$ 、成人から小児への換算係数 2 を用いていたが、改訂指針では線量換算係数が 1.6×10^{-4} mSv/Bq、小児の呼吸率 $0.31 \text{ m}^3/\text{h}$ に変更されたこと及び主蒸気隔離弁閉止前の I-131 等価放出量比の計算結果が 1.43 倍増加したことから、(3.1)、(3.2)式及び図 3.1 より内部被ばくの実効線量の比は主蒸気隔離弁閉止前は 3.37 倍となり、EEDCDQ コードの計算結果と一致する。また、主蒸気隔離弁閉止後の I-131 等価放出量比の計算結果が 1.16 倍増加したことから主蒸気隔離弁閉止後は 2.7 倍となり、EEDCDQ コードの計算結果と一致する。

主蒸気隔離弁閉止前：

$$(1.43 \times 0.31 \text{ m}^3/\text{h} \times 1.6 \times 10^{-4} \text{ mSv/Bq}) / (1.2 \text{ m}^3/\text{h} \times 8.8 \times 10^{-6} \text{ mSv/Bq} \times 2) \\ = 3.37 \dots \dots \dots (3.1)$$

主蒸気隔離弁閉止後：

$$(1.16 \times 0.31 \text{ m}^3/\text{h} \times 1.6 \times 10^{-4} \text{ mSv/Bq}) / (1.2 \text{ m}^3/\text{h} \times 8.8 \times 10^{-6} \text{ mSv/Bq} \times 2) \\ = 2.7 \dots \dots \dots (3.2)$$

b. LOCA 仮想事故の甲状腺に対する線量

表 3.6 に示す LOCA 仮想事故時の甲状腺に対する線量の結果は、コードの修正前後の比は 1.3 倍増加となっている。

この増加結果は、指針改訂前では、線量換算係数が $2.9 \times 10^{-7} \text{ Sv/Bq}$ 、成人の呼吸率が $23 \text{ m}^3/\text{d}$ を用いていたが、改訂指針では線量換算係数が $3.9 \times 10^{-7} \text{ Sv/Bq}$ 、成人の呼吸率が $22.2 \text{ m}^3/\text{d}$ に変更されたこと及び I-131 等価放出量の計算結果が 1.003 倍増加したことから、(3.3)式及び図 3.2 より甲状腺に対する線量の比は 1.3 倍となり、EEDCDQ コードの計算結果と一致する。

$$(1.003 \times 22.2 \text{ m}^3/\text{d} \times 3.9 \times 10^{-7} \text{ Sv/Bq}) / (23 \text{ m}^3/\text{d} \times 2.9 \times 10^{-7} \text{ Sv/Bq}) \\ = 1.3 \dots \dots \dots (3.3)$$

(2) PWR プラント

① 放出量

BWR プラントと同様に、事故時に伴う環境への放射性物質の核種別放出量の解析結果は、表 3.7 及び表 3.8 に示すように指針に変更がないため、コード修正前後で解析結果の数値の差はない。

ただし、環境へのような素の I-131 等価放出量は、表 2.5 に示したとおり I-131 等価量算出のための換算係数に変更になったため、コードの修正前後の解析結果の数値に差が生じる。表 3.7 及び表 3.8 に示すような素の各同位体の I-131 等価量の結果は、換算係数の比になっており、これによりこの部分のコード修正の妥当性が確認された。

なお、指針改訂に伴う環境へのような素の I-131 等価放出量の影響の程度は、以下のとおりである。

a. SGTR 各種事故の場合

環境へのような素放出量 (I-131 等価量) の影響の程度は、I-131 が 13%程度で I-133 等の I-131 以外の短半減期核種の影響を含めると、18%増加する。

b. LOCA 仮想事故の場合

環境へのような素放出量 (I-131 等価量) の影響の程度は、半減期の長い I-131 の放出量が 90%以上を占めているため、I-131 等価量の換算係数の変更の影響は小さく、1%増加する。

② 被ばく線量

放射性物質の放出量に伴う被ばく線量は、 γ 線による全身線量の計算に変更がないことから、結果の影響はない。よう素による被ばく線量は、環境へのよう素の I-131 等価放出量、呼吸率及び線量換算係数の変更により、解析結果に影響を及ぼす。各事故のよう素による被ばく線量の影響及び結果の妥当性を、以下のとおり確認した。

a. SGTR 各種事故の実効線量

表 3.7 に示す SGTR 各種事故時のよう素による内部被ばくの実効線量の結果は、コード修正前後の比は 2.8 倍増加となっている。

この増加結果は、指針改訂前では、線量換算係数が 8.8×10^{-6} mSv/Bq、成人の呼吸率が $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$ 、成人から小児への換算係数 2 を用いていたが、改訂指針では線量換算係数が 1.6×10^{-4} mSv/Bq、小児の呼吸率が $0.31 \text{ m}^3/\text{h}$ に変更されたこと及び I-131 等価放出量が 1.18 倍増加したことから、(3.4)式及び図 3.3 より内部被ばくの実効線量の比は 2.8 倍となり、EEDCDQ コードの計算結果と一致する。

$$\begin{aligned} & (1.18 \times 0.31 \text{ m}^3/\text{h} \times 1.6 \times 10^{-4} \text{ mSv/Bq}) / (1.2 \text{ m}^3/\text{h} \times 8.8 \times 10^{-6} \text{ mSv/Bq} \times 2) \\ & = 2.8 \dots\dots\dots (3.4) \end{aligned}$$

なお、 γ 線による外部被ばくは変更ないが、外部被ばくの実効線量とよう素による内部被ばくの実効線量の合算値は、方位によって相違し修正前後の比は 1.1～1.3 倍増加する。

b. LOCA 仮想事故の甲状腺に対する線量

表 3.8 に示す LOCA 仮想事故時の甲状腺に対する線量の結果は、コードの修正前後の比は 1.31 倍増加となっている。

この増加結果は、指針改訂前では、線量換算係数が 2.9×10^{-7} Sv/Bq、成人の呼吸率が $23 \text{ m}^3/\text{d}$ を用いていたが、改訂指針では線量換算係数が 3.9×10^{-7} Sv/Bq、成人の呼吸率が $22.2 \text{ m}^3/\text{d}$ に変更されたこと及び I-131 等価放出量が 1.01 倍増加したことから、(3.5)式及び図 3.4 より甲状腺に対する線量の比は 1.31 倍となり、EEDCDQ コードの計算結果と一致する。

$$\begin{aligned} & (1.01 \times 22.2 \text{ m}^3/\text{d} \times 3.9 \times 10^{-7} \text{ Sv/Bq}) / (23 \text{ m}^3/\text{d} \times 2.9 \times 10^{-7} \text{ Sv/Bq}) \\ & = 1.31 \dots\dots\dots (3.5) \end{aligned}$$

表 3.1 BWR プラントの MSLB(各種事故)の解析条件

データ名	内 容	単位	入力値
POWER	原子炉熱出力	MWt	4005.0
TOP	原子炉の運転時間	d	1000.0
ORGFRC	全よう素中の有機よう素の割合	—	0.04
NCYCLE	炉心燃焼サイクル数	—	3
CWII	I-131 の最大許容濃度	Bq/g	1.258×10^3
FC	浄化系流量	g/s	2.12×10^4
FS	主蒸気流量	g/s	2.12×10^6
CM	冷却材保有量	g	2.96×10^8
DF	浄化系の除染係数	—	希ガス：0.0 よう素：10.0
CF	主蒸気中への移行割合	—	希ガス：0.0 よう素：0.02
F	タービン建屋での除去割合		無機よう素：0.50
QFII	追加放出される I-131 の全量	Bq	3.7×10^{13}
AC	希ガス量のよう素量に対する割合	—	2.0
TS	主蒸気隔離弁閉鎖時間	s	5.0
TF	事象終了時間	h	24.0
PRO	隔離弁閉鎖直後の炉内圧力	kg/cm ² ・g	80.8
RVO	閉鎖直後の隔離弁の蒸気漏洩率	/d	0.3
SS	気相中と液相中のハロゲン濃度比	—	0.02
HP	液相中への追加放出よう素のうち有機よう素の占める割合	—	0.04
GP	液相中への追加放出有機よう素の気相中への移行割合	—	0.1
CR	液相中 FP が気相中にキャリーオーバーされる割合	—	0.02
F2	主蒸気隔離弁閉前に、追加放出された FP の破断口からの放出割合	—	0.0

表 3.2 BWR プラントの LOCA(仮想事故)の解析条件

データ名	内 容	単位	入力値
POWER	原子炉熱出力	MWt	4005.0
TOP	原子炉の運転時間	d	1000.0
ORGFRC	全よう素中の有機よう素の割合	—	0.10
NCYCLE	炉心燃焼サイクル数	—	3
XMELT	炉心の損傷割合	—	1.00
TW	格納容器内への FP 放出割合	—	希ガス：1.0 よう素：0.50
POUTF	FP の 1 次格納容器内沈着係数	—	希ガス：0.0 無機よう素：0.5 有機よう素：0.0
VA	格納容器内気相体積	m ³	13310.0
VB	格納容器内液相体積	m ³	3580.0
VENT	非常用ガス処理系の換気率	/d	0.5
EF	FP 除去割合	—	希ガス：0.0 よう素：0.99
LEAK	1 次格納容器からの漏洩率	/d	0.006:0～1 時間 0.003:1 時間～
PLG4	サプレッションプール水の無機よう素の気液分配係数	—	無機よう素：100

表 3.3 PWR プラントの SGTR(各種事故)の解析条件

データ名	内 容	単位	入力値
POWER	原子炉熱出力	MWt	3479.0
TOP	原子炉の運転時間		1250.0
NCYCLE	炉心燃焼サイクル数	—	3
WM	1 次冷却材保有量	t	243
WP	浄化系流量	g/s	7500.0
F1	燃料被覆管欠陥率	—	0.01
F2	破損燃料被覆管中の FP のうち追加放出 に寄与する割合	—	希ガス：0.01 よう素：0.005
TS	破損蒸気発生器隔離時間	min	49
TF	事故終了時間	d	1
P0	事故発生直前の 1 次系圧力	kg/cm ² ・g	159.3
PS	主蒸気安全弁設定圧力	kg/cm ² ・g	76.0
VMM	1 次系より 2 次系に流出する冷却材量	t	90.0
VW	2 次系液相重量	t	40.0
RKP	2 次系のよう素の気液分配係数（重量濃度比）	—	100.0
RL20	2 次系圧力が主蒸気安全弁設定圧(PS)の時の弁からの蒸 気漏洩流量	t/d	0.25
GA	破損蒸気発生器隔離前に安全弁より放出される蒸気量	t	40.0

表 3.4 PWR プラントの LOCA(仮想事故)の解析条件

データ名	内 容	単位	入力値
POWER	原子炉熱出力	MWt	3479.0
TOP	原子炉の運転時間	d	1250.0
ORGFRC	有機よう素の全よう素中の割合	—	0.10
NCYCLE	炉心燃焼サイクル数	—	3
XMELT	燃料ギャップ内内蔵量の炉心内蓄積量 に対する割合	—	1.0
PFP	破損燃料ギャップ内内蔵量の炉心内蓄積量 に対する割合	—	1.0
FRAC	原子炉格納容器からアニュラス部以外 に漏洩する割合	—	0.03
TW	FP の原子炉格納容器内への放出割合	—	希ガス：1.0 よう素：0.5
POUTF	原子炉格納容器内に沈着し 漏洩に寄与しない割合	—	希ガス：0.0 無機よう素：0.5 有機よう素：0.0
XIG	FP の再循環系への炉心内蓄積量 に対する放出割合	—	希ガス：0.0 よう素：0.5
XIG1	FP の安全補機室気相部への移行割合	—	希ガス：0.0 よう素：0.05
POUTG	FP の安全補機室の沈着係数	—	希ガス：0.0 よう素：0.5
VAA	アニュラス部容積	m ³	13100
RAA	アニュラスからの排気流量	m ³ /h	6000
VENT	アニュラスから排気筒への換気率	/h	0.20839
G1	アニュラスから排気筒への換気割合	—	0.455
VENT2	アニュラス空気浄化設備再循環換気率	—	0.24961
G2	再循環系換気割合	—	0.545
EF	アニュラス空気浄化設備再循環フィルタの除去割 合	—	希ガス：0.0 よう素：0.90
EF1	アニュラス空気浄化設備排気フィルタの除去割合	—	希ガス：0.0 よう素：0.90
LEAK	原子炉格納容器の漏洩率	/h	～24h:6.25×10 ⁻⁵ 24h～:3.125×10 ⁻⁵
WOUT	原子炉格納容器スプレイによる除去効率	/h	希ガス：0.0 無機よう素：24.9 有機よう素：0.0
EF3	安全補機室空気浄化系フィルタの除去割合	—	希ガス：0.0 よう素：0.90
HOUT3	再循環水から安全補機室への漏洩率	—	希ガス：1.0 よう素：5.0×10 ⁻⁶
VLE	再循環系からの漏洩率	m ³ /h	0.008
VVE	再循環水の体積	m ³	1600

表 3.5 MSLB 各種事故のよう素放出量及び実効線量 (BWR)

			指針改訂前 の解析結果	指針改訂後 の解析結果	指針改訂後/前 の比
よう素放出量 (Bq) (I-131 等価量)	主蒸気隔離弁 閉止前	I-131	1.51E+10	1.51E+10	
		I-132	8.63E+08	3.64E+09	
		I-133	1.78E+10	2.71E+10	
		I-134	2.94E+08	1.27E+09	
		I-135	4.76E+09	8.63E+09	
		合計	3.89×10 ¹⁰	5.57×10 ¹⁰	
	主蒸気隔離弁 閉止後	I-131	1.29E+09	1.29E+09	
		I-132	3.78E+06	1.60E+07	
		I-133	4.43E+08	6.72E+08	
		I-134	6.32E+05	2.73E+06	
		I-135	5.17E+07	9.38E+07	
		合計	1.79×10 ⁹	2.07×10 ⁹	
内部被ばくの実効線 量 (Sv)	主蒸気隔離弁閉止前		1.41×10 ⁻⁵	4.74×10 ⁻⁵	3.37
	主蒸気隔離弁閉止後		SSW: 2.26×10 ⁻⁷ SW: 8.17×10 ⁻⁷ WSW: 1.95×10 ⁻⁷	SSW: 6.15×10 ⁻⁷ SW: 2.23×10 ⁻⁶ WSW: 5.32×10 ⁻⁷	2.7 2.7 2.7

表 3.6 LOCA 仮想事故のよう素放出量及び甲状腺に対する線量 (BWR)

		指針改訂前 の解析結果	指針改訂後 の解析結果	指針改訂後/前 の比
よう素放出量 (Bq) (I-131 等価量)	I-131	6.13E+13	6.13E+13	
	I-132	6.11E+08	9.62E+08	
	I-133	1.27E+12	1.46E+12	
	I-134	3.55E+07	6.38E+07	
	I-135	3.03E+10	3.98E+10	
	合計	6.26×10 ¹³	6.28×10 ¹³	
甲状腺に対する線量 (Sv)		SSW: 1.04×10 ⁻¹ SW: 3.77×10 ⁻¹ WSW: 9.00×10 ⁻²	SSW: 1.36×10 ⁻¹ SW: 4.91×10 ⁻¹ WSW: 1.17×10 ⁻¹	1.3 1.3 1.3

表 3.7 SGTR 各種事故のよう素放出量及び実効線量 (PWR)

		指針改訂前	指針改訂後	指針改訂後/前の比
よう素放出量 (Bq) (I-131 等価量)	I-131	7.91E+10	7.91E+10	
	I-132	4.84E+08	2.04E+09	
	I-133	2.94E+10	4.46E+10	
	I-134	1.15E+08	4.97E+08	
	I-135	4.28E+09	7.76E+09	
	合計	1.13×10 ¹¹	1.34×10 ¹¹	1.18
内部被ばくの実効線量 (Sv)		SSW: 1.43×10 ⁻⁵	SSW: 3.98×10 ⁻⁵	2.8
		SW: 5.18×10 ⁻⁵	SW: 1.44×10 ⁻⁴	2.8
		WSW: 1.24×10 ⁻⁵	WSW: 3.44×10 ⁻⁵	2.8

表 3.8 LOCA 仮想事故のよう素放出量及び甲状腺に対する線量 (PWR)

		指針改訂前	指針改訂後	指針改訂後/前の比
よう素放出量 (Bq) (I-131 等価量)	I-131	1.15E+14	1.15E+14	
	I-132	3.49E+10	5.50E+10	
	I-133	8.07E+12	9.31E+12	
	I-134	6.93E+09	1.24E+10	
	I-135	5.67E+11	7.44E+11	
	合計	1.23×10 ¹⁴	1.25×10 ¹⁴	1.01
甲状腺に対する線量 (Sv)		SSW: 2.05×10 ⁻¹	SSW: 2.67×10 ⁻¹	1.31
		SW: 7.42×10 ⁻¹	SW: 9.75×10 ⁻¹	1.31
		WSW: 1.77×10 ⁻¹	WSW: 2.33×10 ⁻¹	1.31

図3.1 MSLB各種事故の隔離弁閉止前のような素による
実効線量の指針改訂前後の比 (BWR) (1/2)

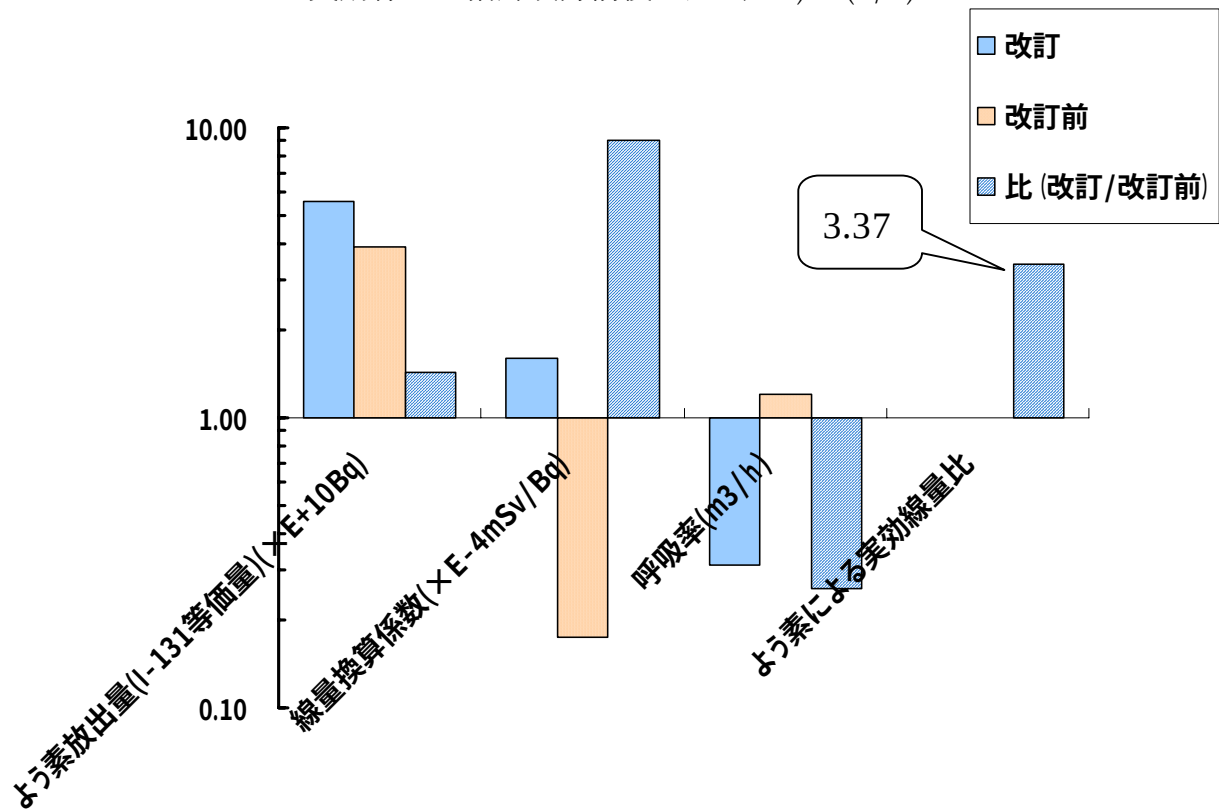


図3.1 MSLB各種事故の隔離弁閉止後のような素による
実効線量の指針改訂前後の比 (BWR) (2/2)

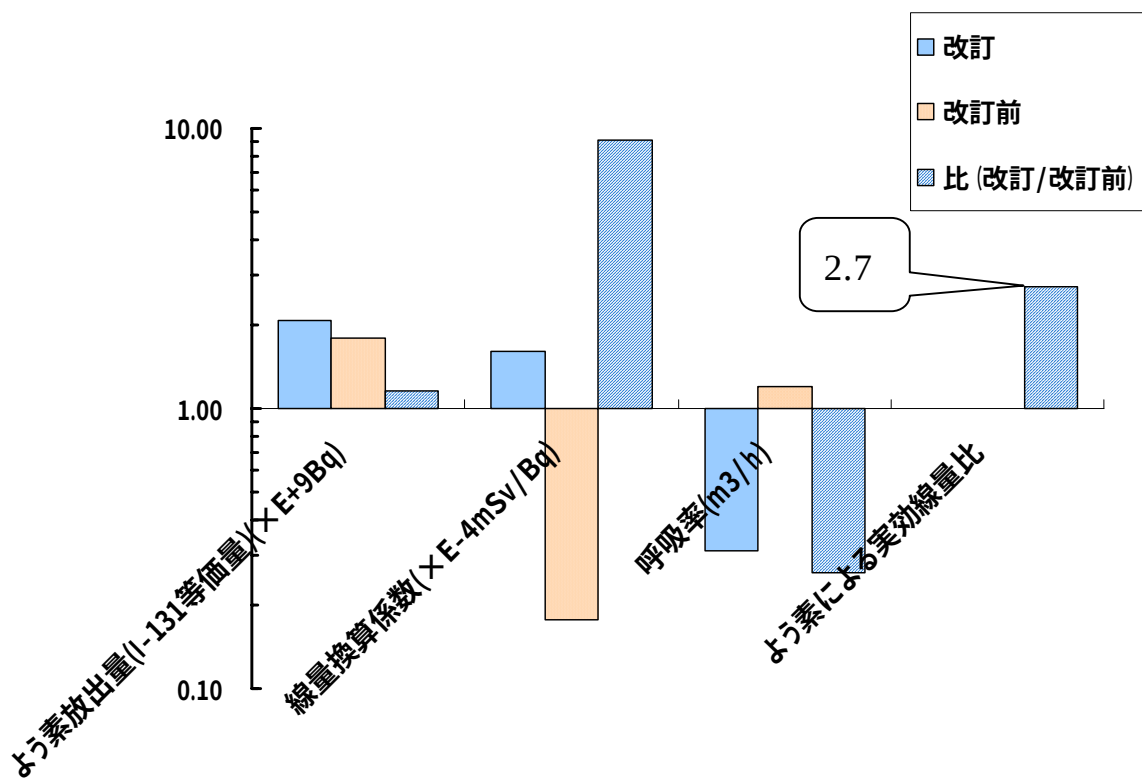


図3.2 LOCA仮想事故の甲状腺線量の指針改訂前後の比（BWR）

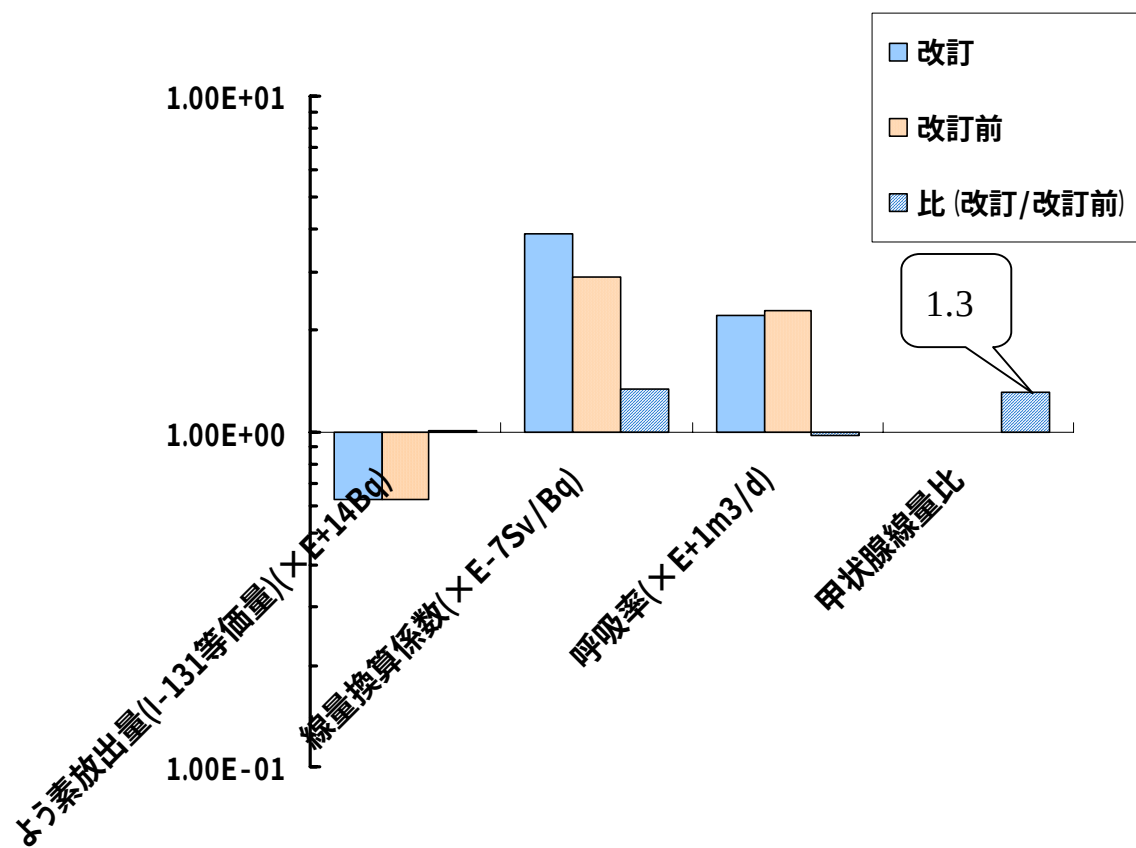


図3.3 SGTR各種事故のよう素による実効線量の指針改訂前後の比（PWR）

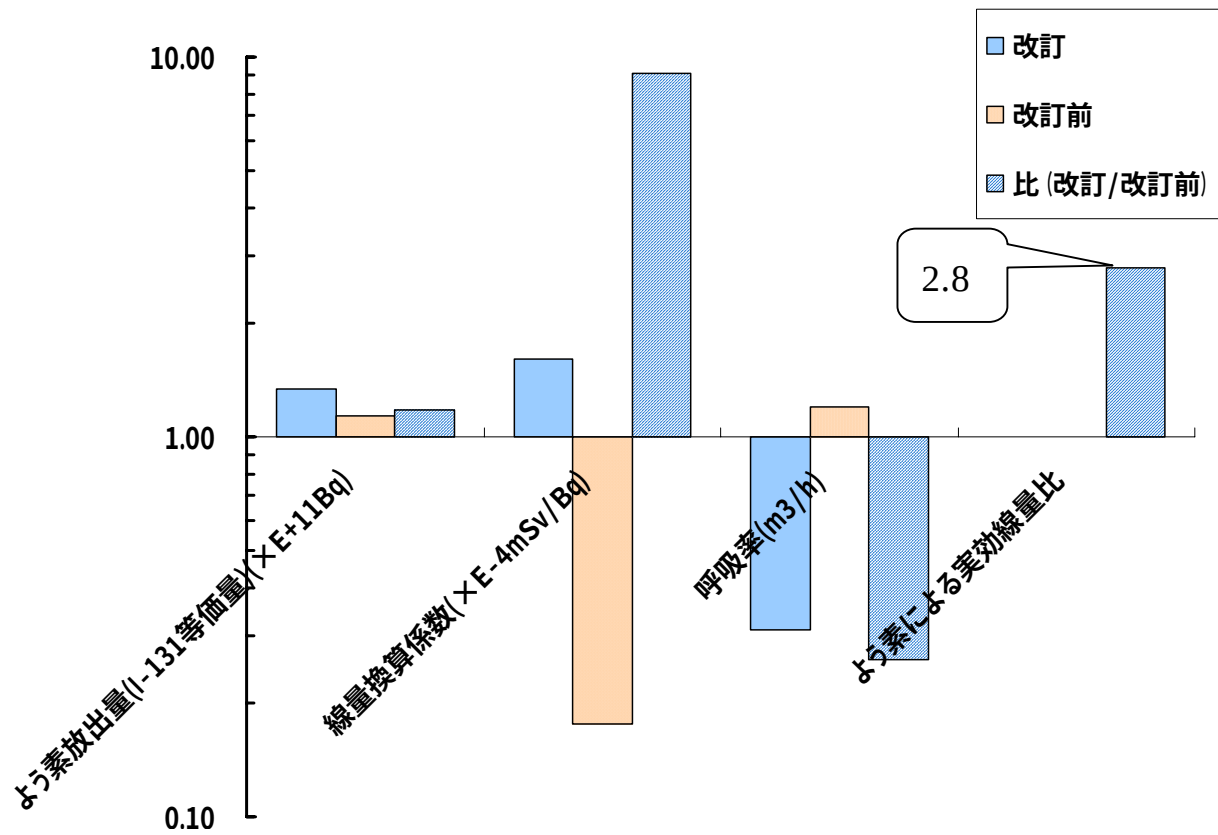
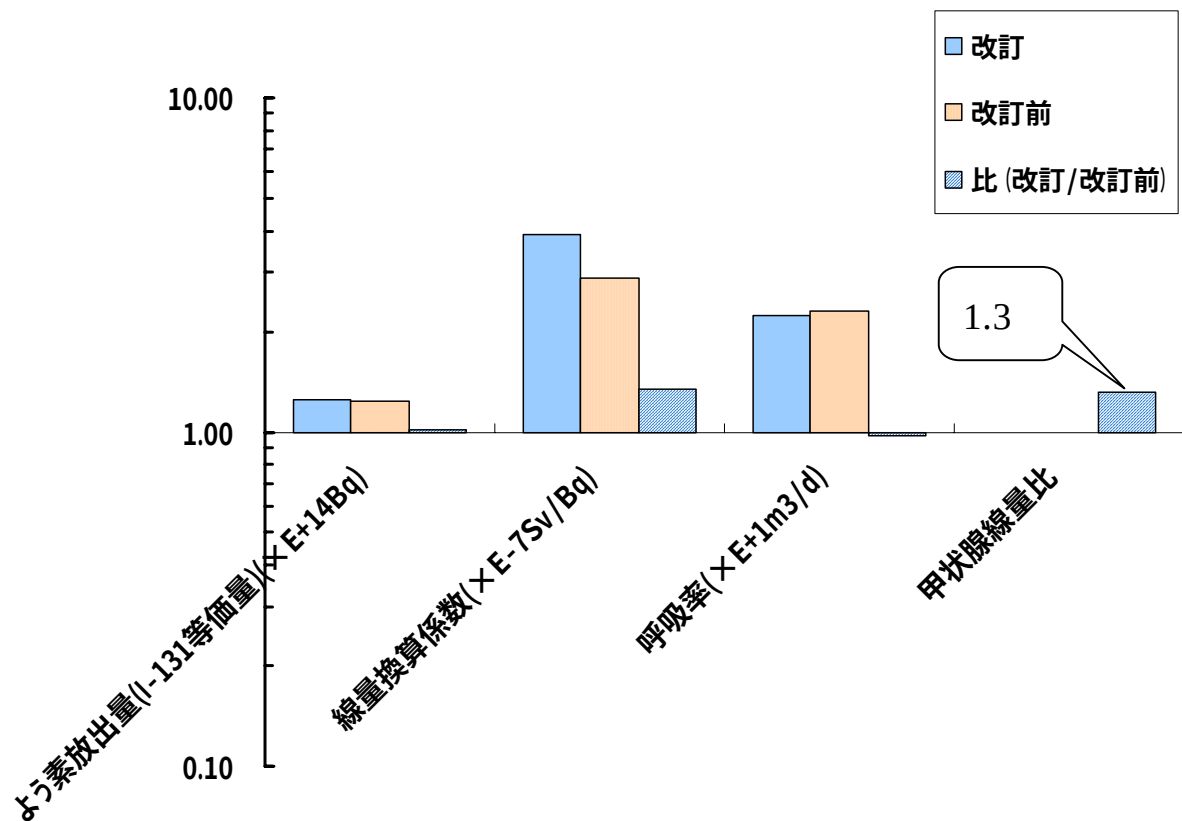


図3.4 LOCA仮想事故の甲状腺線量の指針改訂前後の比（PWR）



4. 結論

国際放射線防護委員会 Publication 60(1990 年勧告)の国内法規への取入れに伴い、平成 13 年 4 月に安全評価審査指針が改訂された。この改訂指針の内容を BWR プラント及び PWR プラントの事故時の放出放射エネルギー及び環境被ばく線量の解析コード(EEDCDQ)に反映し、指針に適合した解析ができるように EEDCDQ コードの修正した。

(1) EEDCDQコードの修正

指針改訂に伴って EEDCDQ コードの炉心内蓄積量の I-131 等価量の計算のサブルーチン、冷却材中の I-131 等価量の計算のサブルーチン、環境へのよう素の I-131 等価放出量の計算のサブルーチン及びよう素の吸入摂取による線量計算のサブルーチンについて、修正を行った。

(2) 性能評価

修正した EEDCDQ コードを用いて試解析を行い、事故時の解析が正しく行なわれることを確認した。

なお、試解析により指針改訂による影響が、以下のとおり把握された。

- ① 環境へのよう素放出量（I-131 等価量）の影響は、指針改訂前に比べて、
 - a. BWR プラントの MSLB 各種事故の場合は、主蒸気隔離弁閉止前は I-133 等の I-131 以外の短半減期核種の影響が大きく 43%増加し、主蒸気隔離弁閉止後は I-133 等の I-131 以外の短半減期核種の影響が小さく、16%増加する。LOCA 仮想事故の場合は、半減期の長い I-131 の放出量が 90%以上を占めているため、I-131 等価量の換算係数の変更の影響は小さく、0.3%増加する。
 - b. PWR プラントの SGTR 各種事故の場合は、I-131 が 13%で I-133 等の I-131 以外の短半減期核種の影響により 18%増加する。LOCA 仮想事故の場合は、半減期の長い I-131 の放出量が 90%以上を占めているため、I-131 等価量の換算係数の変更の影響は小さく、1 %増加する。
- ② 被ばく線量の影響は、指針改訂前に比べて、
 - a. BWR プラントの MSLB 各種事故の主蒸気隔離弁閉止前のよう素の放出に伴う内部被ばくの実効線量は、3.37 倍増加し、主蒸気隔離弁閉止後は 2.7 倍増加する。LOCA 仮想事故の甲状腺に対する線量は、1.3 倍増加する。
 - b. PWR プラントの SGTR 各種事故のよう素による内部被ばくの実効線量は、2.8倍増加

する。γ線による外部被ばくは変更ないが、外部被ばくの実効線量とよう素の吸入に伴う内部被ばくの実効線量の合算値は、方位によって相違し1.1～1.3倍増加する。

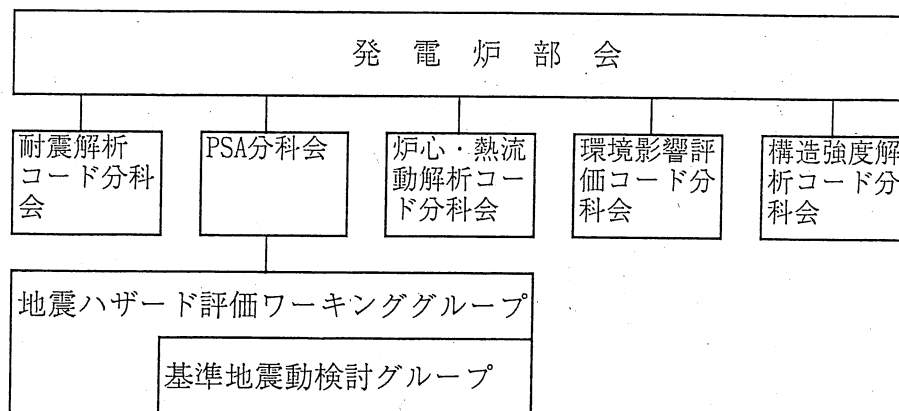
LOCA仮想事故の甲状腺に対する線量は、1.31倍程度増加する。

以上のとおり、本年度の作業により、BWR プラント及び PWR プラントの発電用原子炉施設の事故時の環境被ばく線量を評価する EEDCDQ コードが、安全評価審査指針の改訂に対応できるように整備された。

参考文献

- (1) (財) 原子力発電技術機構、「平成 9 年度事故時環境被ばく線量評価コード (EEDCDQ) の保守」、原子力安全解析所、INS/M97-32、平成 10 年 3 月
- (2) (財) 原子力発電技術機構、「平成 10 年度事故時環境被ばく線量評価コード (EEDCDQ) の保守」、原子力安全解析所、INS/M98-32、平成 11 年 3 月
- (3) 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60 (1992)
- (4) 原子力安全委員会安全審査指針集、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」、原子力安全委員会ホームページ (<http://nsc.jst.go.jp/>)

平成13年度 安全解析所事業の実施体制



平成13年度委員会実施状況

○発電炉部会

発電炉部会 (第49回)

平成13年 5月21日

発電炉部会 (第50回)

平成14年 3月12日

○耐震解析コード分科会

耐震解析コード分科会 (第1回)

平成13年 6月29日

耐震解析コード分科会 (第2回)

平成13年 12月17日

耐震解析コード分科会 (第3回)

平成14年 2月21日

○PSA分科会

P S A分科会 (第39回)

平成13年 8月20日

P S A分科会 (第40回)

平成13年 12月20日

P S A分科会 (第41回)

平成14年 3月8日

○炉心・熱流動解析コード分科会

炉心・熱流動解析コード分科会 (第1回)

平成13年 6月13日

炉心・熱流動解析コード分科会 (第2回)

平成13年 6月28日

炉心・熱流動解析コード分科会 (第3回)

平成13年 9月26日

炉心・熱流動解析コード分科会 (第4回)

平成13年 12月11日

炉心・熱流動解析コード分科会 (第5回)

平成14年 2月12日

○環境影響評価コード分科会

環境影響評価コード分科会 (第5回)

平成13年 11月6日

環境影響評価コード分科会 (第6回)

平成14年 2月21日

○構造強度解析コード分科会

構造強度解析コード分科会 (第1回)

平成13年 9月28日

構造強度解析コード分科会 (第2回)

平成13年 12月5日

構造強度解析コード分科会 (第3回)

平成14年 3月4日

○地震ハザード評価ワーキンググループ

地震ハザード評価WG (第27回)

平成13年 8月30日

地震ハザード評価WG (第28回)

平成13年 12月19日

地震ハザード評価WG (第29回)

平成14年 3月5日

○基準地震動検討グループ

基準地震動検討グループ (第5回)

平成13年 5月31日

基準地震動検討グループ (第6回)

平成13年 7月17日

基準地震動検討グループ (第7回)

平成13年 11月22日

基準地震動検討グループ (第8回)

平成14年 2月6日

発電炉部会委員

部会長	岡 芳明	東京大学大学院 工学系研究科附属原子力工学研究施設文部教官教授
委員	近藤 駿介	東京大学大学院 工学系研究科 システム量子工学専攻教授
委員	斎藤 孝基	明星大学 理工学部教授
委員	柴田 明德	東北文化学園大学 科学技術学部教授
委員	藤城 俊夫	(財) 高度情報科学技術研究機構専務理事
委員	酒井 信介 (平成14. 2から)	東京大学大学院 工学系研究科 機械工学専攻教授
委員	戸田 三朗 (平成14. 2から)	東北大学大学院 工学研究科 量子エネルギー工学専攻教授
委員	石島 清見	日本原子力研究所 東海研究所 原子炉安全工学部原子炉安全工学次長
委員	安濃田 良成	日本原子力研究所 東海研究所 原子炉安全工学部熱水力安全研究室室長
委員	三村 昌弘 (平成13. 7まで)	(財)電力中央研究所 ヒューマンファクター研究センター所長
委員	高尾 武 (平成13. 7から)	(財)電力中央研究所 原子力情報センター副所長
委員	松村 哲夫	(財)電力中央研究所 狛江研究所 原子力システム部部长

発電炉部会

耐震解析コード分科会委員

主 査	柴田 明德	東北文化学園大学 科学技術部	環境計画工学科教授
委 員	岡村 甫	高知工科大学学長	
委 員	西川 孝夫	東京都立大学大学院 工学研究科 建築学専攻教授	
委 員	岡村 弘之	東京理科大学 理工学部 機械工学科教授	
委 員	原 文雄	東京理科大学 工学部 第一部学部長	
委 員	篠崎 祐三	東京理科大学 工学部 建築学科教授	
委 員	箕輪 親宏	防災科学技術研究所流動研究官	
委 員	平田 和太	(財)電力中央研究所 我孫子研究所	地盤耐震部上席研究員
委 員	野田 静男	東京電力(株) 原子力技術部	建築耐震グループ課長
委 員	久野 通也	グループマネージャー 中部電力(株) 土木建築部	原子力土建グループ課長
委 員	松本 眞一 (平成13. 6まで)	関西電力(株) 土木建築室	原子力建築グループマネージャー
委 員	村上 洋介	関西電力(株) 土木建築室	原子力建築グループマネージャー
委 員	田辺 公	日本原子力発電(株) 開発計画部	耐震担当部長
委 員	平井 武	電源開発(株) 原子力部 建築グループ	建築グループリーダー (副部長)
委 員	中島 政隆	(株)東芝 電力システム社 磯子エンジニアリングセンター	原子力機器設計部 耐震・強度技術担当主査
委 員	稲垣 政勝	(株)日立製作所 電力・電機グループ	原子力事業部原子力本部 主任技師
委 員	吉賀 直樹	三菱重工業(株) 原子力事業本部 軽水炉プラント技術部機器構造	技術課 耐震・防護チーム主席チーム統括
委 員	伊庭 力	(株)大林組	原子力本部技術部長
委 員	水野 淳	鹿島建設(株)	原子力部原子力設計室長
委 員	渡辺 孝英	清水建設(株)	和泉研究室室長
委 員	萩尾 堅治	大成建設(株) エンジニアリング本部	原子力部シニアエンジニア
委 員	難波 秀雄	(株)竹中工務店	原子力・火力本部 構造技術グループ課長

発電炉部会

P S A 分科会委員

主 査	近藤 駿介	東京大学大学院 工学系研究科 システム量子工学専攻教授
委 員	亀田 弘行	京都大学 防災研究所教授
委 員	衣笠 善博	東京工業大学大学院 総合理工学研究科 環境理工学創造専攻教授
委 員	島崎 邦彦	東京大学 地震研究所教授
委 員	神田 順	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 環境学専攻教授
委 員	翠川 三郎	東京工業大学大学院 総合理工学研究科 人間環境システム専攻教授
委 員	堀内 茂木	文部科学省 防災科学技術研究所 団体地球研究部門部門長
委 員	中村 秀夫	日本原子力研究所東海研究所 原子炉安全工学部熱水力安全研究室長
委 員	村松 健	日本原子力研究所 東海研究所 原子炉安全工学部 安全評価室室長
委 員	三村 昌弘 (平成13. 7まで)	(財)電力中央研究所 ヒューマンファクター研究センター所長
委 員	高尾 武 (平成13. 7から)	(財)電力中央研究所 原子力情報センター副所長
委 員	矢作 公利 (平成13. 8まで)	東京電力(株) 原子力技術部 安全グループグループマネージャー
委 員	寺津 邦信 (平成13. 8から)	東京電力(株) 原子力技術部 安全グループマネージャー (課長)
委 員	成宮 祥介	関西電力(株) 原子力事業本部 安全技術グループマネージャー
委 員	山下 正弘	(株) 東芝 原子力システム設計部主査
委 員	山下 淳一	(株)日立製作所 電力・電機グループ 原子力事業部主管技師長
委 員	藤本 春生	三菱重工業(株) 原子力事業本部 原子力技術センター原子炉安全技術部主席技師

発電炉部会

炉心・熱流動解析コード分科会委員

主 査	岡 芳明	東京大学大学院 工学系研究科附属原子力工学研究施設文部教官教授
委 員	井上 晃	東京工業大学名誉教授
委 員	久木田 豊	名古屋大学大学院 工学研究科 エネルギー理工学専攻教授
委 員	橋本 憲吾	近畿大学 原子力研究所助教授
委 員	三島 嘉一郎	京都大学 原子炉実験所教授
委 員	板垣 正文	北海道大学大学院 工学研究科 量子エネルギー工学専攻教授教授
委 員	藤城 俊夫	(財) 高度情報科学技術研究機構専務理事
委 員	安濃田 良成	日本原子力研究所 東海研究所 安全性試験研究センター計画調査室室長代理
委 員	新谷 文将	日本原子力研究所エネルギーシステム研究部熱流体研究グループ副主任研究員
委 員	若林 利男	核燃料サイクル開発機構国際・核物質管理部部長
委 員	石川 迪夫	武蔵工業大学客員教授
委 員	姉川 尚史	東京電力(株) 原子力技術部 炉心・燃料グループマネージャー
委 員	浦田 茂 (平成13. 6まで)	関西電力(株) 原子力事業本部 安全技術グループチーフマネジャー
委 員	宮越 裕久 (平成13. 7から)	関西電力(株) 原子力事業本部 安全技術グループマネジャー
委 員	吉田 博之 (平成13. 11まで)	日本ニュークリア・フュエル(株) エンジニアリング本部技師長
委 員	工藤 義朗 (平成13. 11から)	(株) グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパンエンジニアリング部参事
委 員	藤田 茂	原子燃料工業(株) 東海事業所 技術開発部技師長
委 員	遠山 真	三菱重工業(株) 原子炉安全技術部 制御保護技術課課長
委 員	江畑 茂男	(株) 東芝 電力システム社 原子力事業部原子力システム設計部プラント解析担当主幹
委 員	永田 好文	(株) 日立製作所 日立工場 電力・電機グループ 原子力事業部原子力計画部 原子炉計画グループグループリーダー

発電炉部会

環境影響評価コード分科会委員

主 査	藤城 俊夫	(財) 高度情報科学技術研究機構専務理事
委 員	小佐古 敏莊	東京大学原子力研究総合センター助教授
委 員	阿部 清治	日本原子力研究所 東海研究所原子炉安全工学部長
委 員	石神 努	日本原子力研究所主任研究員
委 員	本間 俊充	日本原子力研究所 東海研究所 安全性試験研究センター原子炉安全工学部安全評価研究室主任研究員
委 員	篠原 邦彦	核燃料サイクル開発機構 東海事業所放射線安全部長
委 員	可児 吉男	核燃料サイクル開発機構 大洗工学センター システム技術開発部長

発電炉部会

構造強度解析コード分科会委員

主 査	酒井 信介	東京大学大学院 工学系研究科 機械工学専攻教授
委 員	吉村 忍	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 環境学専攻教授
委 員	大田 治彦	九州大学大学院 工学研究院 航空宇宙工学部門教授
委 員	高田 一	横浜国立大学 大学院工学研究院 システムの創生部門 システムのデザイン分野教授
委 員	野口 裕久	慶応義塾大学 理工学部 システムデザイン工学科助教授
委 員	北島 庄一	(財)電力中央研究所 狛江研究所 原子力システム部主任研究員
委 員	中村 武彦	日本原子力研究所 東海研究所 安全性試験研究センター原子炉安全工学部 燃料安全研究室副主任研究員
委 員	鬼沢 邦雄	日本原子力研究所 東海研究所 安全性試験研究センター原子炉安全工学部 機器信頼性研究室副主任研究員
委 員	笠原 直人	核燃料サイクル開発機構 大洗工学センター 要素技術開発部構造信頼性研究グループ研究主幹
委 員	福田 俊彦	東京電力(株) 原子力技術部 機械設計グループ 兼設備技術グループマネージャー
委 員	野村 友典	関西電力(株) 原子力・火力本部(原子力管理)副調査役
委 員	平山 浩	(株)東芝 電力システム社 原子力機器設計部 耐震・強度技術担当部長
委 員	増田 稔	(株)日立製作所 電力・電機グループ 原子力事業部 日立生産本部 原子力設計部 原子力第一設計グループ
委 員	益田 福三	三菱重工業(株) 原子力事業本部 原子力技術センター 原子力技術部 軽水炉技術課主席技師

発電炉部会

地震ハザード評価ワーキンググループ委員

主 査	亀田 弘行	京都大学 防災研究所教授	
委 員	鈴木 康弘	愛知県立大学 情報科学部助教授	
委 員	衣笠 善博	東京工業大学大学院 総合理工学研究科 環境理工学創造専攻教授	
委 員	島崎 邦彦	東京大学 地震研究所教授	
委 員	高田 毅士	東京大学大学院 工学系研究科 教授	建築学専攻文部教官 助
委 員	翠川 三郎	東京工業大学大学院 総合理工学研究科 教授	人間環境システム専攻教
委 員	神田 順	東京大学大学院 新領域創成科学研究科	環境学専攻教授
委 員	杉戸 真太	岐阜大学 工学部	土木工学科教授
委 員	松村 和雄	鹿児島大学 工学部	建築学科教授
委 員	隈元 崇	岡山大学 理学部 文部科学教官助教授	
委 員	香川 敬生	(財)地域地盤環境研究所 技術コンサルタント部	耐震防災動的
委 員	堀内 茂木	文部科学省 防災科学技術研究所	グループリーダー 地圏地球科学技部長
委 員	村松 健	日本原子力研究所 東海研究所 評価研究室主任研究員	原子炉安全工学部 安全
委 員	田辺 公	日本原子力発電(株) 開発計画部	耐震担当部長
委 員	野田 静男	東京電力(株) 原子力技術部	建築耐震グループ課長グ
委 員	村上 洋介	関西電力(株) 土木建築室	グループマネージャー 原子力建築グループマネージャー
委 員	尾之内 厚志	中部電力(株) 土木建築部	原子力土建グループ副長

発電炉部会

地震ハザード評価ワーキンググループ基準地震動検討グループ委員

主 査	神田 順	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 環境学専攻教授
委 員	杉戸 真太	岐阜大学 工学部 土木工学科教授
委 員	松村 和雄	鹿児島大学 工学部 建築学科教授
委 員	鈴木 康弘	愛知県立大学 情報科学部 地域情報科学科助教授
委 員	高田 毅士	東京大学大学院 工学系研究科 建築学専攻文部教官 助教授
委 員	村松 健	日本原子力研究所 東海研究所 原子炉安全工学部原子炉安全評価 室室長
委 員	香川 敬生	地域地盤環境研究所 技術コンサルタント部 耐震防災動的グループリーダー
委 員	野田 静男	東京電力（株） 原子力技術部 建築グループ課長
委 員	村上 洋介	関西電力（株）土木建築室 原子力建築グループマネージャー
委 員	尾之内 厚志	中部電力（株）土木建築部 原子力土建グループ副長
委 員	隈元 崇	岡山大学 理学部 文部科学教官助教授
委 員	亀田 弘行	京都大学 防災研究所教授