

放射線被ばくに伴うリスク評価コードに関する  
不確かさ評価及びGUIの開発支援

仕様書

## 1. 件名

放射線被ばくに伴うリスク評価コードに関する不確かさ評価及びGUIの開発支援

## 2. 目的及び概要

放射線防護や原子力防災に関する被ばく管理の判断等においては、放射線被ばくに伴うがんリスクの定量的な評価が行われ、防護や防災の判断における判断の根拠の一つとして利用される。原子力機構では、このような定量的な評価のための放射線被ばくに伴うがんリスクを定量的に評価するための計算コード（以下、放射線健康リスク評価コード）の開発に着手した。令和6年度は放射線健康リスク評価コードの固形がんリスクに関する計算機能、令和7年度は造血器腫瘍リスクに関する計算機能を整備した。本仕様書は、令和6、7年度に開発した放射線健康リスク評価コードに不確かさ評価に関する計算機能を整備し、そのGUIの開発を支援するためのものである。

## 3. 納期

令和9年2月26日（金）

## 4. 作業内容

本作業では、以下の項目を実施する。

1. 放射線健康リスク評価コードの改良及び開発支援
2. 放射線健康リスク評価コードのGUIの改良及び開発支援
3. 作業成果の共有
4. 作業報告書及びマニュアルの作成

### 4.1 放射線健康リスク評価コードの改良及び開発支援

放射線健康リスク評価コードの構成を図1に示す。ここでは、図1に示した放射線健康リスク評価コード全体の改良及び開発を支援する。本コードは以下の仕様に加えて、令和5年度規制庁対策委託費（放射線健康リスク評価コードの開発）事業報告書の概念設計に記載されているものも満たすものとする。

#### ○コード全体の開発言語

- ・ コードはC#言語で行うこと。

#### ○目的別入力部分の仕様

- ・ 周辺線量当量率と個人線量当量を入力することで、臓器吸収線量を出力すること。
- ・ 周辺線量当量率と個人線量当量の換算はICRP116とICRP144を基にすること。
- ・ 周辺線量当量率を入力した場合、環境半減期による減衰も考慮できるようにすること。

#### ○汎用部分の仕様

- ・ 臓器吸収線量を求める条件として、①1回の被ばく、②繰り返し被ばくの2パターンがあり、それらを選択できるようにすること。
- ・ 1回被ばくを選択した場合、被ばく線量（Gy）、性別、評価がん部位を入力することで、各

被ばく時年齢での生涯死亡・罹患リスクを到達年齢別に出力すること。

- ・ 繰り返し被ばくを選択した場合、被ばく線量 (Gy/y)、被ばく期間 (○歳から△歳)、性別、評価がん部位を入力することで、生涯死亡・罹患リスクを出力すること。
- ・ 生涯死亡・罹患リスクを算出するために必要な、過剰リスクモデルや必要なパラメータは以下の4種を基に設定すること。また、ユーザーがこれらの中からモデルを選択してから、リスク計算に進むように設計すること。
  - ① EPA(2011)に記載されているモデルを基にしたもの
  - ② ICRP Publ. 103及びPubl. 152に記載されているモデルを基にしたもの
  - ③ LSS14 (Ozasa et al., 2012) に記載されているモデル相当を基にしたもの
  - ④ 最新の罹患 (Brenner et al., 2025) に記載されているモデル相当を基にしたもの
- ・ 生涯死亡・罹患リスクを算出するために必要なパラメータ (例えば、DDREF、最小潜伏期間) が上記の文献に記載されていない場合、ICRP Pub.103の値を基に設定すること。
- ・ 生涯死亡・罹患リスクを算出するために必要な他のデータセットとして、ベースラインがん死亡・罹患率、生命表がある。これらは年代ごとに値が異なるため、ユーザーが任意の年代を入力することで、その年代のデータセットを利用することができるようにすること。使用するデータベースをコードの中に組み込むこと。

#### ○目的別出力部分の仕様

- ・ 生涯寄与リスク以外に、損失余命とDALYを出力できるようにすること。
- ・ 損失余命とDALYの計算方法はShimada and Kai (2015)の手法を基にすること。

放射線健康リスク評価コードの改良として、以下の点が挙げられ、原子力規制庁との打ち合わせ等で指摘された改良点に関しても、原子力機構と協議の上、改良を実施すること。

○線量を入力する際に、職業被ばく、急性被ばく、慢性被ばくに分けて、ユーザーが入力しやすいように工夫すること。例えば、職業被ばくの場合、x歳～y歳までにz mGy/年被ばくするという風に、x,y,zをユーザーが入力できるようにする。

○現行バージョンの出力は男女別の出力となっている。男女平均、集団の結果も表示すること。男女平均や集団の計算をする際には、各年齢層の人口で重みづけ平均をする手法とすること。

○最終的な結果のみならず、中間的な値 (例えば、職業・慢性被ばくの場合の年ごとのリスク) を出力フォルダ内に出力すること。

○交絡因子 (喫煙) に関するパラメータの不確かさに対して、分散共分散行列を利用して考慮できるようにすること。この時、放射線被ばくに関するパラメータと喫煙に関するパラメータ間の相互作用を考慮すること。

○エラー等が記録されるログファイルについて最適化を行うこと。

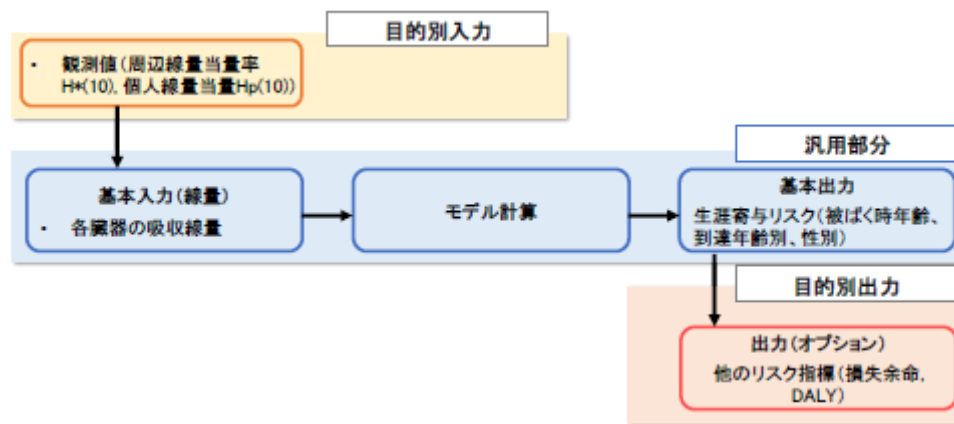


図1 開発する放射線健康リスク評価コードの構成

## 4.2 放射線健康リスク評価コードのGUIの改良及び開発支援

4.1で作成した放射線健康リスク評価コードのGUIの改良及び開発を支援する。GUIの画面遷移図を図2に示す。本GUIは以下の仕様に加えて、令和5年度規制庁対策委託費（放射線健康リスク評価コードの開発）事業報告書の概念設計に記載されているものも満たすものとする。

### ○GUIの画面遷移

- ・ 始めにGUIの画面遷移に関して検討し、原子力機構担当者の了承を得ること。
- ・ GUI化にあたって、GUI部分と計算部分を役割分担したほうが好ましいため、MVVM (Model-View-ViewModel) モデルのようなプログラミングを行うこと。
- ・ スタートメニュー（図3）に示されたデータベース（生命表、人口分布、ベースライン、リスクモデル）を選択した場合に、各テーブルの追加・更新・変更ができるモードへ移行できるようにすること。
- ・ 各テーブルの追加・更新・変更ができるモード（図4）では、ユーザーが指定されたフォーマットで作成されたデータファイルをドロップすることで、そのデータファイルがコードの中に組み込まれ、データ選択時に選択できるようにすること。
- ・ スタートメニューに示されたリスク計算を選択した場合に、入力値として周辺線量当量率、個人線量当量、臓器吸収線量の3種（図5）が選択できるようにすること。

### ○周辺線量当量率と個人線量当量を選択した場合のみの入力項目

- ・ 図5の赤枠で囲った部分の入力値を入力し、計算できるようにすること。さらに出力として、線量の経時変化をcsvファイル等で出力できるようにすること。また、計算が終えた際に、図5中の被ばく状況と人口分布が自動的に入力されるようにすること。
- ・ 各入力項目については、以下の仕様を想定している。
  - ✓ 環境半減期：0以上の値で、利用者が任意の値の入力が可能である。0未満の値が入力された場合には、エラーとなる。
  - ✓ 曝露時間：0～110年の間で、利用者が任意の値の入力が可能である。また、利用者は単位

として、hour、day、month、year を選択可能である。0～110 年以外の値が入力された場合には、エラーとなる。

- ✓ 屋内滞在時間：0～24 時間の間で、利用者が任意の値の入力が可能である。0～24 時間の値以外が入力された場合には、エラーとなる。

#### ○臓器吸収線量を選択した場合のみの入力項目

- ・ 臓器吸収線量を選択した場合には、被ばく線量（GyまたはGy/y）と被ばくの条件（1回の被ばく、または繰り返し被ばく）を選択する。繰り返し被ばくを選択した場合には、被ばく線量に加えて、被ばく期間（○歳から△歳）を入力する必要がある。臓器吸収線量は0より大きな値で、利用者が任意の値の入力が可能である。0以下の値が入力された場合には、エラーとなる。

#### ○共通の入力項目（集団に関するパラメータ）

- ・ 集団に関するパラメータについては、以下の仕様を想定している。
  - ✓ 人口分布：以下二つの入力パターンが考えられる。①ある属性のリスクを計算する場合には、性別と被ばく時年齢を入力する。性別は男性と女性を選択可能とする。被ばく時年齢は0～110 歳の間で、利用者が任意の値の入力が可能である。0～110 歳以外の値が入力された場合には、エラーとなる。
    - ②集団のリスクを計算する場合には、テーブルに格納された人口分布データを選択可能である。また、複数年にわたって同じ集団のデータがある場合には、使用する年、範囲を選択可能である。範囲を選択した場合には、その期間の平均値が利用される。
  - ✓ ベースラインがん罹患・死亡率：テーブルに格納されたベースラインがん罹患・死亡率データを選択可能である。また、複数年にわたって同じ種類のデータがある場合には、使用する年、範囲を選択可能である。範囲を選択した場合には、その期間の平均値が利用される。なお、計算に用いるがん罹患・死亡率データは、モデルパラメータの推定に用いられたデータと強制的に一致されるようにすること。
  - ✓ 生命表：テーブルに格納された生命表データを選択可能である。また、複数年にわたって同じ種類のデータがある場合には、使用する年、範囲を選択可能である。範囲を選択した場合には、その期間の平均値が利用される。なお、生命表で選んだ都道府県が連動し、ベースラインがん罹患・死亡、人口分布に同じ都道府県が自動的にセットされる。また、個別入力 of 切り替えにより、別々の地域のデータを選択できるように設計する。

#### ○共通の入力項目（その他の項目）

- ・ リスクモデル：テーブルに格納されたリスクモデルを選択可能である。選択されたリスクモデルの各パラメータ値は画面上に表示され、必要に応じて値の変更が可能である。また、DDREF、最小潜伏期間、ERRの重みも利用者が変更可能である。DDREFは0以下、最小潜伏期間は0より小さい値、ERRの重みは0～1以外の値が入力された場合には、エラーとなる。さらに、生活習慣を考慮できるモデルに対しては、生活習慣の考慮/未考慮を選択できる。生活習慣を考慮する場合には、さらに喫煙本数などの情報を入力する必要がある。
- ・ 評価するがん部位：計算可能ながん部位が画面上に表示され、ユーザーが計算したいがん部

位をチェックすることによって、その部位の計算が行われる。

#### ○出力画面

- ・ 出力画面 (図6) において、がん部位、最大積算年齢、出力値 (生涯罹患・死亡リスク、DALY、余命損失等) を選択し、結果図表の出力を押下することによって、その図表が表示されるようにすること。
- ・ 図6のデータの出力を押下することによって、実行した計算結果全体 (入力項目で選択したがん部位、被ばく時年齢ごとの生涯罹患・死亡リスク、DALY、余命損失) のcsvファイルが出力されるようにすること。

GUIの改良として、以下が挙げられ、原子力規制庁との打ち合わせ等で指摘された改良点に関しても、原子力機構と協議の上、改良を実施すること。

○リスクモデルの変更の保存の際に、使用したデータを上書き保存するようになっており、デフォルト値を変更したまま誤って保存してしまう可能性がある。“名前を付けて保存する”画面が表示するようにする等の工夫をすること。また、パラメータ値を変更した後にデフォルト値に戻す等のボタンを付すこと。

○GUI上で入力すべき項目と閲覧項目 (入力する必要のない項目) の区別が無い場合、ユーザーが入力すべき項目が分かるようにすること。

○画面に表示される項目の階層が統一化していないため、統一化すること。特に相対生存率と補正比はBlue Bookモデル以外では使用しないため、表示する必要はない。

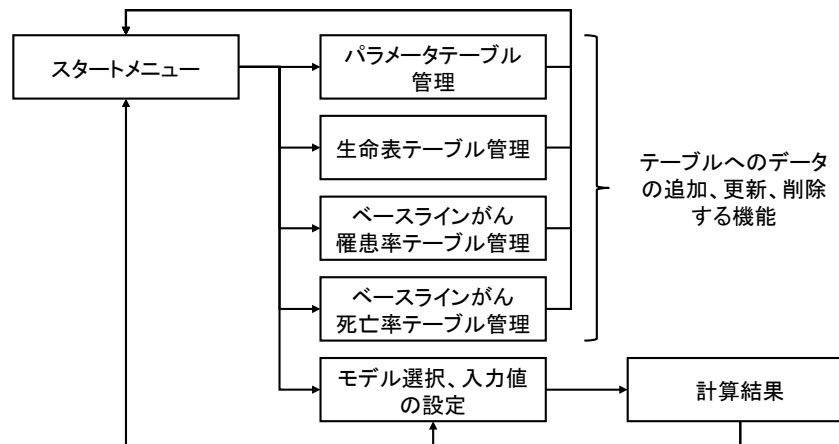


図2 コードの画面遷移のイメージ図

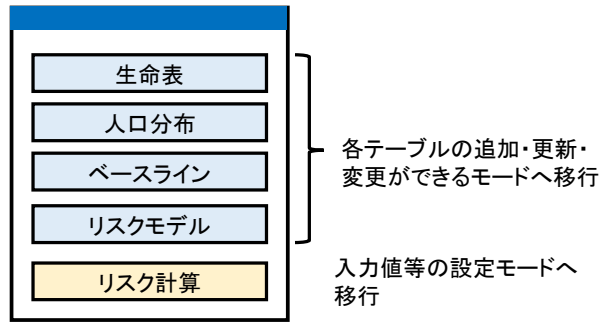


図3 スタートメニューのイメージ図

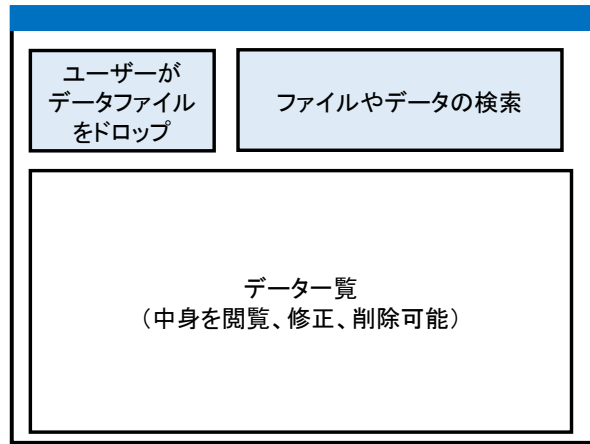


図4 テーブル管理のイメージ図

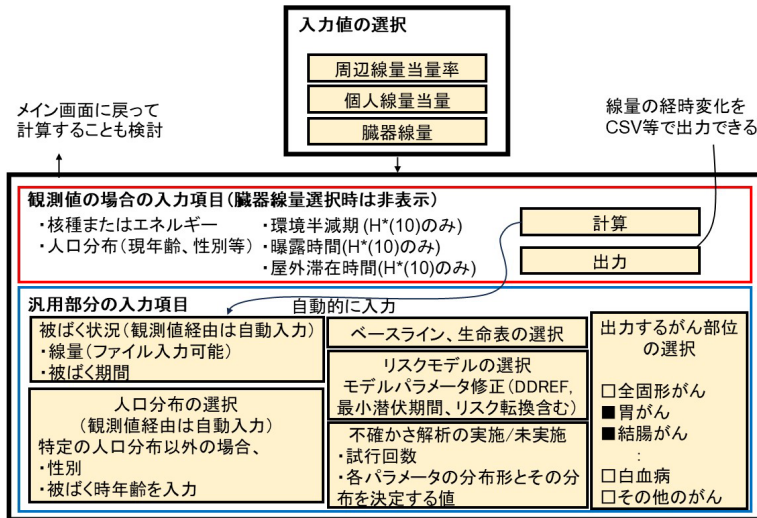


図5 モデル選択、入力値の設定のイメージ図

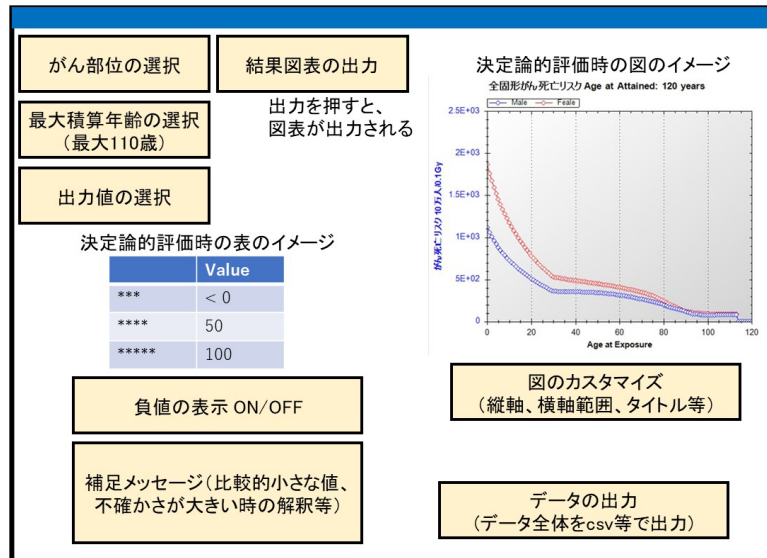


図6 計算結果のイメージ図

#### 4.3 作業成果の共有

受注者は、作業成果の共有として、少なくとも2カ月に1度程度の頻度で機構と打ち合わせを実施する。また、受注者は機構からの要請に応じて、原子力規制庁との会議に出席し、作業成果に関する内容について報告等を実施すること。なお、会議は、オンライン上で最大10回まで開催する可能性があるものとする。

#### 4.4 作業報告書及びマニュアルの作成

実施した作業について記述した作業報告書及び本コードのマニュアルを作成する。なお、作業報告及びマニュアルに関して、原子力機構の報告書の作成にあたっては、次の点に留意する。

- ・ 平易かつ簡潔な表現を用い、図表等を活用する。
- ・ 報告書に使用する図および表は Microsoft Word, Excel, Power Point で編集可能なソフトで作成し、それらの図表を作成した Excel, Power Point ファイルを編集可能な状態で報告書のファイルとは別に納品すること。
- ・ 計算結果については、計算の方法や途中経過、使用したパラメータ値が分かるよう、必要に応じて付録として図表や説明をつける。
- ・ オリジナリティ、著作権にかかわる部分は引用文献を明記する。
- ・ 用語、略号は統一し、一般的でない部分は初出のところで説明する。
- ・ 単位は、SI 単位を原則とする。
- ・ 時刻は日本時間 (JST) で表記する。

#### 5. 貸与品

本作業の実施にあたり、原子力機構から受注者へ以下のものを無償で貸与する。

貸与品	数量
・放射線健康リスク評価コード及びその GUI	1 式
・放射線健康リスク評価コードのマニュアル	1 式

受注者はこれら貸与品を本作業の実施以外の目的に使用しないこと。また、貸与の期間は契約期間内を原則とし、契約満了時に直ちに原子力機構に返却する。

## 6. 提出書類

- |   |           |    |    |
|---|-----------|----|----|
| (1) 実施要領書   | 契約締結後速やかに | 1部 |    |
| (2) 作業工程表   | 契約締結後速やかに | 1部 |    |
| (3) 体制表   | 契約締結後速やかに | 1部 |    |
| (4) 情報セキュリティに係る書類   | 契約締結後速やかに | 1部 |    |
| 契約先の資本関係・役員の情報、本契約の実施場所、従事者の所属・専門性（情報セキュリティに係る資格・研修等）・実績及び国籍についての情報を記した書類（提出した内容に変更が生じた場合は、その都度提出すること。） |           |    |    |
| (5) 打合せ議事録  | 打合せ後1週間以内 | 1部 |    |
| (6) 作業報告書及びマニュアル  | 納期まで      | 1部 |    |
| (7) 上記及び放射線健康リスク評価コードを納めた電子媒体   | 納期まで      |    | 1部 |

(提出場所)

日本原子力研究開発機構 原子力安全・防災研究所 安全研究センター  
リスク評価・防災研究グループ

## 7. 検収条件

「6. 提出書類」の確認並びに、原子力機構が仕様書の定める業務が実施されたと認めた時を以て、業務完了とする。

## 8. 検査員及び監督員

・検査員

- (1) 一般検査 管財担当課長

・監督員

- (1) 作業全般 原子力安全・防災研究所 安全研究センター リスク評価・防災研究グループ  
廣内 淳 研究副主幹

## 9. 特記事項

- (1) 受注者は原子力機構が原子力の研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的にもとめられていることを認識し、原子力機構の規程等を遵守し安全性に配慮し業務を遂行しうる能力を有する者を従事させること。
- (2) 受注者は業務を実施することにより取得した当該業務及び作業に関する各データ、技術情報、成果その他のすべての資料及び情報を原子力機構の施設外に持ち出して発表もしくは公開し、または特定の第三者に対価をうけ、もしくは無償で提供することはできない。ただし、あらかじめ書面により原子力機構の承認を受けた場合はこの限りではない。

- (3) 受注者は異常事態等が発生した場合、原子力機構の指示に従い行動するものとする。また、契約に基づく作業等を起因として異常事態等が発生した場合、受注者がその原因分析や対策検討を行い、主体的に改善するとともに、結果について機構の確認を受けること

#### 10. グリーン購入法の推進

- (1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

以上