

ISSN 1881-7298

日本保健物理学会専門研究会報告書シリーズ

Vol. 14 No. 1

放射線被ばくに伴うがんリスクの推定コードの開発専門研究会
報告書

2024年4月

一般社団法人 日本保健物理学会

目 次

第1章 緒 言	
1.1 設立趣旨	4
1.2 専門研究会活動概要	4
第2章 専門研究会会合等・議事	5
第3章 結 言	12
参考文献	13

「放射線被ばくに伴うがんリスクの推定コードの開発専門研究会」研究会員

専門研究会員：

委員（主査）	佐々木 道也	電力中央研究所
委員（幹事）	高木 俊治	三菱総合研究所
委員	川口 勇生	放射線医学総合研究所
委員	高原 省五	日本原子力研究開発機構
委員	嶋田 和真	日本原子力研究開発機構
委員	古川 恭治	久留米大学
委員	甲斐 倫明	大分県立看護科学大学
委員	工藤 伸一	放射線影響協会
委員	大音師 一嘉	藤田医科大学
担当企画委員	佐藤 大樹	日本原子力研究開発機構

第1章 緒言

1.1 設立趣旨

放射線被ばくに伴うがんリスクは、疫学を基礎にした種々のモデルを用いて計算される。この際、計算に用いたモデルや仮定に起因した不確かさの議論に資するため、計算コードは公開される傾向にある。例えば、米国 NCI が作成した RadRAT[1]がある。一方、我が国では各研究者により精力的にリスク計算が実施され、そこで使用された計算コードも独自に整備されてきたが、第三者による検証に利用できる情報の開示はなされなかった。職業被ばく、医療被ばく、ラドン被ばく、宇宙被ばくなど、様々な状況において線量評価の議論が行われているが、定量的な不確かさも含めたリスク評価の議論は我が国ではほとんどない。リスク評価コードの開発・公開が本分野の一層の議論の基礎となると同時に、国際比較や問題点を議論するツールとなることが期待される。

低線量リスクの定量的議論に貢献するためにも、我が国で計算コードを開発整備して、将来的に関係者で利用できるようにすることを目指して活動した。

1.2 専門研究会活動概要

放射線被ばくに伴うがんリスクの推定コードの開発専門研究会（以下、本専門研究会と呼ぶ）は、2020年4月から2022年3月までを活動期間とした。ただ、開始直後にコロナウィルス感染拡大によって多くの活動制限が重なったことにより、本専門研究会の第1回～第7回までの会合は全て Web 会議で実施された。

得られた成果については2021年1月27日に開催された「日本保健物理学会・令和2年度企画シンポジウム」、2021年12月1日～3日に開催された「第3回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会・日本保健物理学会第54回研究発表会」、2022年6月29日に開催された「日本保健物理学会 2022年度シンポジウム」、2022年11月24日～26日に開催された「第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会（日本保健物理学会第55回研究発表会、日本放射線安全管理学会第21回学術大会）」にて紹介した。

本専門研究会の成果を学術論文として取りまとめ「Journal of Radiation Protection and Research」に以下の通り掲載された[2]。

SUMRAY: R and Python Codes for Calculating Cancer Risk Due to Radiation Exposure of a Population, Michiya Sasaki, Kyoji Furukawa, Daiki Satoh, Kazumasa Shimada, Shin'ichi Kudo, Shunji Takagi, Shogo Takahara, Michiaki Kai, Journal of Radiation Protection and Research 2023; 48 (2) : 90-99.

Published online: June 26, 2023

DOI: <https://doi.org/10.14407/jrpr.2022.00213>

本専門研究会で開発したコード（SUMRAY）は、ユーザーの利便性を考慮して Github にて公開した (<https://github.com/JapanHealthPhysicsSociety/SUMRAY>)。また、併せてプレスリリースを行い当学会の活発な活動と成果を社会に積極的にアピールした (<http://www.jhps.or.jp/cgi-bin/news/page.cgi?id=334>)。

第2章 専門研究会会合等・議事

「放射線被ばくに伴うがんリスクの推定コードの開発専門研究会」

第1回会合 議事録

1. 日 時：2020年8月11日（火） 10:00-12:00
2. 場 所：ZoomによるWeb会議
3. 出席者：(順不同、敬称略)

委 員

佐々木道也（主査、電力中央研究所）、高木俊治（幹事、三菱総合研究所）、川口勇生（委員、放射線医学総合研究所）、高原省五（委員、日本原子力研究開発機構）、嶋田和真（委員、日本原子力研究開発機構）、古川恭治（委員、久留米大学）、甲斐倫明（委員、大分県立看護科学大学）、工藤伸一（委員、放射線影響協会）、大音師一嘉（委員、藤田医科大学）、佐藤大樹（担当企画委員、日本原子力研究開発機構）

オブザーバ

瀬川嘉之（高木学校）

4. 概 要：

(1) 議題案確認

本会合の議題案を確認した。

(2) 委員自己紹介

各委員の専門、リスク評価に関連した取り組みなど、自己紹介がなされた。

(3) 専門研究会の規定等確認

専門研究会の運営およびオブザーバにかかる規定について確認した。

(4) 専門研究会の主旨、スケジュール、各委員の作業の整理

- ・ 専門研究会の主旨及びリスク計算コードの現状について情報交換した。スケジュール、各委員の作業は、詳細計画を検討後に決めていくことを確認した。
- ・ 計算コードに関する情報交換として、使用言語と特徴について議論がなされた。
- ・ 2021年度末までのコード作成を目標として、言語の選択、過去の遺産の活用、使用者の想定を検討した。また、計算コードの目的を明確にする必要があることが合意された。
- ・ 公開されている放射線リスク計算コードである RadRAT、LARisk[3]等の情報を共有した。LAR以外の指標、及びリスク評価に影響しうるパラメータ、因子、不確かさ等コード開発において検討対象となる項目を明確化した。

(5) 次回の確認

- ・ JAXA コードの構造、累積罹患確率、累積死亡確率、平均余命損失、デトリメント計算について、言語、開発するコードの構造化を検討する。
- ・ 不確かさの扱い、コード化、モンテカルロ法等について検討する。
- ・ 次回は9月下旬から10月にかけて日程調整することとなった。

以 上

「放射線被ばくに伴うがんリスクの推定コードの開発専門研究会」

第2回会合 議事録

1. 日 時：2020年10月7日（水） 10:00-12:00
2. 場 所：ZoomによるWeb会議
3. 出席者：（順不同、敬称略）

委 員

佐々木道也（主査、電力中央研究所）、高木俊治（幹事、三菱総合研究所）、川口勇生（委員、放射線医学総合研究所）、高原省五（委員、日本原子力研究開発機構）、嶋田和真（委員、日本原子力研究開発機構）、古川恭治（委員、久留米大学）、甲斐倫明（委員、大分県立看護科学大学）、工藤伸一（委員、放射線影響協会）、大音師一嘉（委員、藤田医科大学）、佐藤大樹（担当企画委員、日本原子力研究開発機構）

オブザーバ

門脇ゆう子（久留米大学）、友澤孝司（電力中央研究所）、廣田誠子（広島大学）、西田一隆（関西電力）、藤通有希（電力中央研究所）、青天目州晶（株式会社フジタ）

4. 概 要：

(1) 議題案及び第1回議事録確認

本会合の議題案及び第1回議事録を確認した。

(2) 宇宙飛行士の放射線リスク算定について

高木委員よりわが国の宇宙飛行士のリスク算定の状況について紹介頂いた。

- ・原爆疫学の罹患リスクデータをベースで計算していて、死亡リスクは致死率を考慮している。
- ・DDREFは、専門家判断による。

(3) 不確かさの扱いについて

古川委員より放射線リスク評価で考慮すべき不確かさについて紹介頂いた。

- ・不確かさが十分に考慮されている/されていない対象が存在する。
- ・RadRATの不確かさは潜伏期間、DDREFにて考慮されている。今後は、RadRATで考慮されていないリスク転移、線量の不確かさも重要である。

(4) 計算コード開発の進め方について

計算コード開発の進め方について既存コードの特徴を踏まえつつ意見交換した。

- ・R及びPythonが使用言語として有力候補であるとの認識にいたった。2年後の成果物をイメージして進める必要があるとの意見が出された。
- ・本専門研究会は、リスク計算コードの基礎となるバージョンを確立することが主目標であることを確認し、R及びPython両者を並行してコード開発することとなった。
- ・各委員をRあるいはPythonチームに振り分け作業を進めていくこととなった。

(5) 次回の確認

- ・議題案、日程は別途調整することとなった。

「放射線被ばくに伴うがんリスクの推定コードの開発専門研究会」

第3回会合 議事録

1. 日 時：2020年12月22日（火） 13:00-15:00
2. 場 所：ZoomによるWeb会議
3. 出席者：（順不同、敬称略）

委 員

佐々木道也（主査、電力中央研究所）、高木俊治（幹事、三菱総合研究所）、川口勇生（委員、放射線医学総合研究所）、高原省五（委員、日本原子力研究開発機構）、嶋田和真（委員、日本原子力研究開発機構）、古川恭治（委員、久留米大学）、甲斐倫明（委員、大分県立看護科学大学）、工藤伸一（委員、放射線影響協会）、佐藤大樹（担当企画委員、日本原子力研究開発機構）

オブザーバ

門脇ゆう子（久留米大学）、藤通有希（電力中央研究所）、松本真之介（放射線医学総合研究所）

4. 概 要：

(1) 議題案及び第2回議事録確認

本会合の議題案及び第2回議事録を確認した。

(2) Rによる生涯リスク計算について

古川委員よりRを用いた生涯リスク計算のスク립トと計算例が紹介された。

- ・固形がん死亡確率として85歳以上を一定としている。
- ・不確実性、あるいは今後の検討項目として、潜伏期、慢性被ばく、ラドンのリスク計算等が挙げられた。

(3) 保物シンポジウムの紹介内容の検討

2021年1月27日（水）に予定されている保物シンポジウムの発表内容について議論した。

- ・高木委員の発表でリスクモデルの現状に触れるが、具体的なリスク計算は古川委員が発表することとなった。
- ・今後の発表資料検討はメールベースで行うことを確認した。

(4) 計算コード開発の進め方について

RとPythonの2つのコードを用いることとし、担当を以下のように決定した。

- ・R：◎古川委員、甲斐委員、高原委員、川口委員、嶋田委員、佐藤委員、大音師委員
 - ・Python：工藤委員、◎高木委員、佐藤委員、佐々木
- ◎はリーダー

(5) 次回の確認

- ・3月開催を予定し、議題としてコード開発の対象とマイルストーンの検討を行うこととなった。

「放射線被ばくに伴うがんリスクの推定コードの開発専門研究会」

第4回会合 議事録

1. 日 時：2021年5月12日（水） 10:00-12:00
2. 場 所：ZoomによるWeb会議
3. 出席者：（順不同、敬称略）

委 員

佐々木道也（主査、電力中央研究所）、高木俊治（幹事、三菱総合研究所）、嶋田和真（委員、日本原子力研究開発機構）、古川恭治（委員、久留米大学）、甲斐倫明（委員、日本文理大学）、工藤伸一（委員、放射線影響協会）、佐藤大樹（担当企画委員、日本原子力研究開発機構）

オブザーバ

荻野晴之（原子力規制庁）、大野雅子（東京電力ホールディングス）

4. 概 要：

(1) 議題案及び第3回議事録確認

本会合の議題案及び第3回議事録を確認した。

(2) 対応項目の検討とスケジュールの整理

計算コード開発において検討、対応が必要な項目を議論し、整理した。

- ・古川委員提供RスクリプトのLAR計算をベースに開発する。ただし、計算プロセスの確認、数値の検証は不可欠であり、他委員が行う。
- ・モジュール化により将来的に改良しやすいよう構造の明確化を検討する。
- ・Rをベースにして開発し、その後Pythonに翻訳する進め方とする。
- ・専門家向けのコードとするが、当専門研究会で公開の方針を整理してから理事会に諮る。

以上に基づき、それぞれの項目について担当委員を割り当て、今後の検討を進めていくこととなった。

(3) その他

- ・引き続きWebでの会合を開催し、コード開発を進めていく。また12月の日本保健物理学会と日本放射線管理学会の合同大会において専門研究会活動報告を予定していることが紹介された。

「放射線被ばくに伴うがんリスクの推定コードの開発専門研究会」

第5回会合 議事録

1. 日 時：2021年9月10日（金）13:30-15:30
2. 場 所：zoomによるWeb会議
3. 出席者：（順不同、敬称略）

委 員

佐々木道也（主査、電力中央研究所）、高木俊治（幹事、三菱総合研究所）、高原省五（委員、日本原子力研究開発機構）、嶋田和真（委員、日本原子力研究開発機構）、古川恭治（委員、久留米大学）、甲斐倫明（委員、日本文理大学）、工藤伸一（委員、放射線影響協会）、大音師一嘉（委員、藤田医科大学）、佐藤大樹（担当企画委員、日本原子力研究開発機構）

オブザーバ

荻野晴之（原子力規制庁）、門脇ゆう子（放射線影響研究所）、Nimelan Veerasamy（環境研）、瀬川嘉之（高木学校）

4. 概 要：

(1) 議題案及び第4回議事録確認

本会合の議題案及び第4回議事録を確認した。

(2) 対応項目の検討とスケジュールの整理計算コード開発において検討、対応が必要な項目を議論し、整理した。

- ・今後の作業計画提案（甲斐委員）がんリスク推定（R）はオプションの公開として、リスク予測コード（R,Python）の公開を第一に進めることを確認した。リスク推定に関連した課題は専門研究会報告書、あるいは論文等に含めて取りまとめていくことを確認した。
- ・計算コードの機能の範囲の検討（佐々木主査）罹患データ、部位別がんの組み込み等について整理した。
- ・計算結果の確認（嶋田委員、大音師委員）LSS-14報告書[4]のセルデータを用いた場合のリスク計算状況等を確認した。
- ・著作権（佐々木主査）本専門研究会の成果を論文として取りまとめた際のsupplement dataとしてRコード等を公開することを確認した。

(3) 今後の予定（佐々木主査）

工程を整理し、年度末の成果物完成に向けて委員のタスクを具体化することとなった。

(4) 合同大会における活動紹介（佐々木主査）

12月に予定されている日本保健物理学会第54回研究発表会の企画セッションにて活動報告を実施することが紹介された。

(5) その他

「放射線被ばくに伴うがんリスクの推定コードの開発専門研究会」

第6回会合 議事録

1. 日 時：2021年11月24日（水）10:00-12:00
2. 場 所：zoomによるWeb会議
3. 出席者：（順不同、敬称略）

委 員

佐々木道也（主査、電力中央研究所）、高木俊治（幹事、三菱総合研究所）、日本原子力研究開発機構）、嶋田和真（委員、日本原子力研究開発機構）、古川恭治（委員、久留米大学）、甲斐倫明（委員、日本文理大学）、工藤伸一（委員、放射線影響協会）、佐藤大樹（担当企画委員、日本原子力研究開発機構）

オブザーバ

荻野晴之（原子力規制庁）、門脇ゆう子（放射線影響研究所）、永井宏幸（市民科学研究室）、増田毅（環境科学技術研究所）

4. 概 要：

(1) 議題案及び第5回議事録確認

本会合の議題案及び第5回議事録を確認した。

(2) 合同大会における活動紹介（佐々木主査）

合同大会における本専門研究会の発表資料を確認した。不確かさを含めて扱うこと、計算に用いる広島長崎の疫学研究のデータはあくまで一例であること等の特徴を明示することが議論された。

(3) 対応項目の検討とスケジュールの整理

・Rによるリスク計算コード（古川委員）

複数回の被ばくシナリオに対応したスクリプト、計算例、今後の課題が説明された。

・コード全体の整理（甲斐委員）

ベースライン、リスク計算、LAR出力について計算プロセスと関係性、将来可能性を確認・議論した。

(4) 今後の作業確認

EAR、ERRの推定値を得る論文を整理し、今後の分担と作業を確認した。

(5) その他

次回会合は1月を予定。

「放射線被ばくに伴うがんリスクの推定コードの開発専門研究会」

第7回会合 議事録

1. 日 時：2022年2月2日（水） 10:00-12:00
2. 場 所：webexによるWeb会議
3. 出席者：（順不同、敬称略）

委 員

佐々木道也（主査、電力中央研究所）、高木俊治（幹事、三菱総合研究所）、嶋田和真（委員、日本原子力研究開発機構）、高原省五（委員、日本原子力研究開発機構）、古川恭治（委員、久留米大学）、甲斐倫明（委員、日本文理大学）、工藤伸一（委員、放射線影響協会）、川口勇生（委員、量研科学技術研究開発機構）、佐藤大樹（担当企画委員、日本原子力研究開発機構）

オブザーバ

荻野晴之（原子力規制庁）、今岡達彦（量研科学技術研究開発機構）、波戸真治（株式会社ヴィジブルインフォメーションセンター）

4. 概 要：

(1) 議題案及び第6回議事録確認

第7回会合の議題案及び第6回議事録を確認した。

(2) 対応項目の検討とスケジュールの整理

- ・論文の作成に関し、提出日の目安、章立て、担当と内容を議論・整理した。
- ・計算コードの構成と内容について議論した。本コードは専門家を対象としているが、汎用的な使用についてのコード説明には限定的であることをユーザーには明確にしておくこととなった。

(3) 今後の予定

論文作成に向け、今後は基本的にメールベースで検討を進めていくことを確認した。

(4) その他

荻野氏より規制庁の放射線健康リスク評価コード開発事業について紹介があった。

第3章 結 言

本専門研究会ではがんリスク推定コードを開発整備して、将来的に関係者に利用できるようにすることを目指して活動した。その結果、2回の研究発表会、2回のシンポジウムにおける活動紹介、学術論文の公開、及びGithubにてコードを公開することにより所期の目的は達成できたと考えている。

なお、本専門研究会の公式の活動期間は2020年4月から2022年3月までであったが、学術論文の公開は2023年6月26日であった。2022年2月2日の第7回会合以降の作業は主に以下の通りであった。

- ・コードの内容検討、パラメータ・計算結果の確認、論文ドラフト作成
- ・コード名の検討、ライセンスの検討 (MIT ライセンス[5])
- ・プレスリリースの提案・議論・調査、及び理事会との調整
- ・2022年6月のシンポジウム、2022年11月の合同大会の準備と発表
- ・学術論文は2022年12月20日にJRPR誌に投稿し、2023年2月22日の修正原稿提出を経て、2023年3月5日受理された。

このように、専門研究会期間後にも、論文とリスク計算コードについて数多くの議論を行い、学術論文の受理に至ることができた。理事会及び企画委員会にはプレスリリースとGithubの利用について多数ご協力いただきことにこの場をお借りして感謝申し上げます。

なお、がんリスク計算コードのさらなる開発に関する課題については以下が考えられる。

- ・部位別がんのEAR、ERRと関連パラメータの評価
- ・ICRP Publication 103で「その他の臓器」とされた部位の扱い
- ・潜伏期間を被ばく時年齢依存とするかどうか
- ・線量・線量率効果係数と適用範囲

今後、リスク評価が、学術的には生物、疫学、線量評価、リスク評価法などの視野を基本に、社会や個人にリスクを伝える、活用する視点まで広げた活動を、学会として、また保健物理分野として、将来に向けて活動に発展していくことを期待している。

参考文献

- [1] Berrington de Gonzalez A, Iulian Apostoaiei A, Veiga LH, Rajaraman P, Thomas BA, Owen Hoffman F, et al. RadRAT: a radiation risk assessment tool for lifetime cancer risk projection. *J Radiol Prot.* 2012;32 (3) :205-222.
- [2] SUMRAY: R and Python Codes for Calculating Cancer Risk Due to Radiation Exposure of a Population, Michiya Sasaki, Kyoji Furukawa, Daiki Satoh, Kazumasa Shimada, Shin'ichi Kudo, Shunji Takagi, Shogo Takahara, Michiaki Kai, *Journal of Radiation Protection and Research* 2023; 48 (2) : 90-99.
- [3] LARisk: an R package for lifetime attributable risk calculation [Internet]. cran.r-project; 2023 [cited 2023 Apr 20]. Available from: <https://cran.r-project.org/web/packages/LARisk/vignettes/LARisk-vignette.html>
- [4] Ozasa K, Shimizu Y, Suyama A, Kasagi F, Soda M, Grant EJ, et al. Studies of the mortality of atomic bomb survivors, Report 14, 1950–2003: an overview of cancer and noncancer diseases. *Radiat Res.* 2012;177 (3) :229-243.
- [5] The MIT License [Internet]. Open Source Initiative; 2023 [cited 2023 Apr 21]. Available from: <https://opensource.org/licenses/mit-license.php>

日本保健物理学会専門研究会報告書シリーズ ISSN 1881-7297 Vol.14, No.1

放射線被ばくに伴うがんリスクの推定コードの開発専門研究会報告書

2024年4月

発行者 日本保健物理学会企画委員会
発行所 一般社団法人 日本保健物理学会
〒105-0004 東京都港区新橋 3-7-2 四鹿ビル 3 階
日本保健物理学会事務局
TEL : 03-6205-4649
FAX : 03-6205-4659
E-mail : exec.off@jhps.or.jp
<http://www.jhps.or.jp/>