

放影協 ニュース



2023. 4, No.114

令和5年度 事業計画・収支予算 (骨子)

令和5年度事業計画・収支予算は、令和5年3月6日に開催された理事会及び同年3月14日に開催された評議員会において承認され、行政庁に届け出をいたしました。

当協会では、令和5年度はこれに基づき成果の益々の充実を期し、一層の努力を怠らない所存です。

事業計画

I 放射線影響に関する知識の普及・啓発及び研究活動への奨励・助成

- 1 放射線影響に係る知識の普及・啓発
放射線影響に関する国内外の情報の収集・分析評価を行い、放射線影響に関する知識の普及啓発に努めます。このため「放影協ニュース」を年4回発行するとともに、ホームページの運用等を行います。
- 2 研究奨励助成金の交付事業
放射線影響、放射線の医学利用の基礎並びに放射線による障害の防止など放射線科学研究の分野における調査・研究の

うち、国内で行われる将来性のある、優れた研究に研究奨励助成を行っております。この事業は昭和36年度より実施しているもので、これまでの累計は448件となりました。令和5年度は、3名程度の研究者に助成します。

3 顕著な成果をあげた研究者等の顕彰事業

放射線影響、放射線の医学利用の基礎並びに放射線による障害の防止など放射線科学研究の分野において、顕著な業績をあげた研究者を顕彰するため放射線影響研究功績賞を平成12年度に設け、これまでに21名の研究者を顕彰しました。

また、現下の放射線影響研究の重要性に鑑み、一層の研究促進に寄与するため、新進気鋭の若手研究者を顕彰する制度として、放射線影響研究奨励賞を平成18年度に設け、これまでに33名の研究者を顕彰しました。

いずれの賞も我が国の科学技術の進展及び国民保健の増進に寄与することを目

目次

● 令和5年度事業計画・収支予算(骨子).....	1
● 令和4年度放射線影響研究奨励賞贈呈式の開催	5
● 令和4年度放射線影響研究奨励賞受賞研究の概要(1)...	6
● 令和4年度放射線影響研究奨励賞受賞研究の概要(2)...	10
● 令和3年度(2021)研究奨励助成金交付研究の紹介.....	15
● ICRP調査・研究連絡会行事 令和4年度放影協開催講座「ICRPセミナー」	17

● ICRP調査・研究連絡会行事 令和4年度放影協開催講座「ICRP特別セミナー」	20
● 第33回日本疫学会学術総会に参加して.....	21
● 自由さんぽ 迫り来る筈の猛威と家じまい	23
● 「放射線の影響がわかる本」改訂版の公開について.....	25
● (公財)放射線影響協会からのお知らせ.....	26
● 主要日誌(人事、活動、論文).....	28

的としており、令和5年度も引き続き両賞の顕彰を行います。

- 4 国際研究集会参加等のための助成事業
放射線影響の分野における国際研究集会への参加、国外研究機関への研究者の派遣及び国外研究機関からの研究者の招へいに対する助成を行っており、平成3年度より実施しているもので、これまでの累計は209名となっています。特に、国際研究集会への参加は、若手研究者に大きな自信を与え、今後の研究成果が期待されます。令和5年度も引き続き3名程度の研究者に助成します。また、必要に応じ外国人研究者招へいの助成を行い、一層の放射線影響研究の発展に寄与します。

II 放射線影響に関する調査研究

- 1 低線量放射線による人体への影響に関する疫学的調査

低線量放射線の健康影響を明らかにするため、国からの委託を受けて、原子力発電施設等放射線業務従事者等を対象とした疫学的調査を実施します。

平成27年度から新たな調査計画に則って調査対象者に対する疫学調査への協力の意思確認調査を令和元年度までに第VI期調査として終了し、新たな調査に用いるコホートを設定するとともに生活習慣等調査を実施しました。また、調査対象者の生死情報を個人情報の保護に留意した上で確認するとともに、全国がん登録データベースに基づくがん罹患情報の取得についても調査計画に基づき実施しています。令和5年度は令和4年度に引き続き第VII期調査としてこれらの成果を基にデータの更新を行うとともに本疫学的調査に関する情報や低線量放射線の健康影響に関する情報の発信を図り、本調査の重要性について放射線業務従事者や関連する機関への認知度を高めることに努めます。

このため、令和5年度は次の事業を行います。

- (1) 調査計画の評価

平成27年度に策定し、平成28年度及び平成30年度に一部を変更した調査計画（調査への協力の意思確認（インフォームド・コンセント）、放射線以外の生活習慣等の情報の収集、調査対

象集団の設定方法やその集団の規模、がん罹患調査、生死追跡調査、健康影響に関する解析方法等の設定等）について、本調査の進捗状況、今後の見通し等を評価し、必要な点があれば見直しを行います。

- (2) 調査対象者の情報更新と分析

令和5年度は、令和元年度に設定したコホート集団について令和4年度に引き続き計画的に住民票の写し等を取得し、生死確認を行います。死亡が確認された者については厚生労働省の人口動態調査死亡票から死因を特定します。また、調査対象者の受けた放射線量の最新データを放射線従事者中央登録センターから取得し、生活習慣の情報と合わせて分析を行い、今後の解析方針の検討を行います。

- (3) がん罹患調査

令和元年度までに実施した調査対象者のがん罹患情報の収集方法、収集項目、情報の保管等に基づき令和5年度も令和4年度に引き続きがん罹患情報の取得を行い、調査対象者の受けた放射線量のデータなどを用いて分析を行います。

- (4) 委員会での評価・検討

倫理審査・個人情報保護委員会、調査研究評価委員会及び放射線疫学調査あり方検討会フォローアップ委員会での議論を踏まえ、疫学・統計解析を行います。また、新たに成果利活用検討委員会を設置し、本疫学的調査で得られた成果の利活用のための取り組み方針について検討を行います。

- (5) 事業の理解促進活動

国内外の主要な学会や会議などに参加し、また、国際社会への論文発表に努めて、これまでの調査結果やこれからの調査について報告するとともに、関連情報の収集及び討議を行います。また、学会関係以外の方法による国内への情報発信を行います。

- 2 福島第一原子力発電所緊急作業従事者に対する疫学研究への協力

本疫学研究の統括研究機関である（独法）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所からの依頼を受け、調査対象者について中央登録センターの被ばく線量等の登録情報を提供する等の協力を行い

ます。

3 その他

必要に応じて放射線影響に関する調査研究等を実施します。

III 放射線の防護及び利用に関する調査研究

ICRPが取りまとめる勧告や報告は、我が国の放射線防護法令の指針となるものです。このことを踏まえ、協会は、日本における公衆及び放射線を取扱う職業人の防護が的確に行われるようにするため、ICRP勧告等の動向を的確に把握し、日本のICRP委員、専門家及び学識経験者等が、情報及び認識の共有化を図り、国内における考え方が勧告等の検討に貢献できるように、ICRP調査・研究連絡会を中心に以下の活動を行います。

- (1) ICRPの動向調査並びに同勧告、報告等の調査研究を行います。
- (2) ICRP勧告、報告等に関する意見・情報交換を行います。
- (3) 専門家を招へいして放射線影響を中心とした講演会を開催するなどして知識の普及に努めます。
- (4) ICRP委員の活動に対する支援を行います。

本連絡会は、ICRP委員、会員、学識経験者等により構成される連絡委員会を設置し、国内関係各界の意見交換等を積極的に行います。

令和5年度は、上記活動の一環として、これまでに引き続き外部の招へい専門家を交えた専門家間の意見交換や放影協開催講座(ICRPセミナー)等を開催します。

IV 放射線業務従事者等の放射線被ばく線量等に関する情報の収集、登録及び管理

1 経常業務

各制度参加事業者との協調を図りつつ、原子力放射線業務従事者被ばく線量登録管理制度(以下「原子力登録管理制度」という)、除染等業務従事者等被ばく線量登録管理制度(以下「除染登録管理制度」という)、RI放射線業務従事者被ばく線量登録管理制度(以下「RI登録管理制度」という)及び放射線管理手帳(以下「手帳」という)制度の的確な運用を行います。また、放射線関連法令による放射

線管理記録の指定保存機関として適切な記録保管に努めます。制度参加事業者、記録引渡し事業者及び記録の本人からの記録の照会に対して適切に回答を行います。

また、記録の本人の同意の下、国が実施又は関与する放射線影響に関する調査研究に被ばく線量データを提供します。

2 経常業務を安全・適切に実施するための業務

経常業務を安全かつ適切に実施するため、令和5年度は次の業務を行います。

(1) 登録管理システムのリプレース

令和5年度において、原子力登録管理システム及びRI登録管理システムの更新を行うこととしています。今回は、ハードウェアの更新が主となりますが、各ソフトウェアを最新バージョンに更新するとともに、対象ブラウザをMicrosoft Edgeへ変更する予定です。また、除染登録管理システムについては令和6年度に更新を予定しており、令和5年度はこれに向けた準備検討作業に着手します。

(2) 放射線管理記録の新たなアーカイブ方式の検討

放射線管理記録の保存について、現在は、電子画像から作成したマイクロフィルムで行っています。マイクロフィルムは保存性に優れている一方、国内における作成技術の継続性に不透明な部分があるため、他の方式による記録保存について継続して検討を行います。

(3) 原子力登録管理制度及び除染登録管理制度に係る協議会の開催

原子力登録管理制度及び除染登録管理制度は、それぞれの制度の適切な運用を図るため、参加事業者による協議会を開催します。令和5年度は令和4年度の事業報告・決算報告及び令和6年度の事業計画・収支予算並びに登録管理制度の遂行に係る重要事項について審議・協議します。

(4) 原子力登録管理制度の推進に関する実務担当者会議の開催

協議会での審議結果等に基づき、必要に応じ原子力登録管理制度の推進に関する実務担当者会議を開催します。

(5) 原子力事業者、除染事業者との登録

管理制度及び手帳制度の運用等に関する意見交換

登録管理制度及び手帳制度の適切な運用に資するため、手帳の運用や個人情報情報の取扱い等について実務担当者との意見交換を行います。

なお、令和5年度は原子力事業所5事業所程度を対象として実施するほか、除染事業場も必要に応じ実施します。ただし、訪問が困難な状況が発生した場合には書面によるアンケート方式で実施します。

(6) 放射線管理手帳発効機関に対する手帳の運用等に係る指導、助言

手帳の円滑な運用に資するため、「放射線管理手帳 運用要領・記入要領」等に従って手帳が適切に運用されているか、また、個人情報情報の取扱いが規程等に基づき適切に運用、管理されているか等について、センター職員が各手帳発効事業所を訪問して手帳発行実務者と意見交換を行い、必要な指導、助言を行います。

なお、令和5年度は15手帳発効事業所程度を対象として実施します。ただし、訪問が困難な状況が発生した場合には書面によるアンケート方式で実施します。

(7) 統計データの解析・評価及び公表

原子力登録管理制度に係るデータにより各種統計データを作成し、統計データ評価委員会において解析・評価を行います。また、除染登録管理制度に係るデータについても、各種統計データを作成します。原子力事業所及び除染等事業場における従事者の放射線管理状況を示す統計資料を協会の「ホームページ」、「放影協ニュース」で公表します。

3 その他

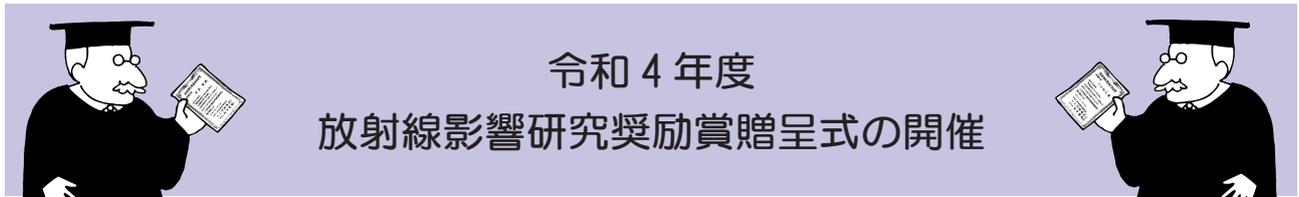
登録管理制度に関する調査研究委託業務

登録管理制度に関する調査研究委託業務を必要に応じ実施します。

令和5年度収支予算書(損益ベース)

(単位：千円)

科目	予算額
I. 一般正味財産増減の部	
1. 経常増減の部	
(1) 経常収益	
基本財産運用収益	1
受取会費	4,730
受取受託金等	108,990
受取負担金	429,020
受取寄付金	2,560
雑収益	50
経常収益計	545,351
(2) 経常費用	
事業費	
役員報酬	15,358
給料手当	154,373
退職給付費用	8,943
法定福利費	26,247
通信伝送費	1,576
データ管理費	101,694
事務所借料	35,896
記録保管費用	3,495
支払い助成金	1,050
支払顕彰金	800
諸掛費	78,413
減価償却費	11,757
事業費計	439,602
管理費	
役員報酬	21,492
給料手当	18,820
退職給付費用	3,948
法定福利費	5,495
事務所借料	12,647
諸掛費	27,631
管理費計	90,033
経常費用計	529,635
当期経常増減額	15,716
2. 経常外増減の部	
(1) 経常外収益	0
(2) 経常外費用	0
当期経常外増減額	0
当期一般正味財産増減額	15,716
一般正味財産期首残高	493,373
一般正味財産期末残高	509,089
II. 指定正味財産増減の部	
受取寄付金	7,290
一般正味財産への振替額	△ 7,290
当期指定正味財産増減額	0
指定正味財産期首残高	15,429
指定正味財産期末残高	15,429
III. 正味財産期末残高	524,518



令和4年度 放射線影響研究奨励賞贈呈式の開催

当協会では、放射線影響研究奨励賞受賞者の前田宗利先生および松本孔貴先生をお招きして、令和5年3月27日（月）、Webミーティング形式によるオンライン贈呈式とお祝いの会を開催いたしました。

はじめに、酒井一夫理事長から授賞に際しての挨拶として本賞の歴史と受賞者に対する期待等についてお話をした後、受賞者及び当日出席の選考委員の方々を紹介しました。続いて、酒井理事長から受賞者のお二人に賞状および目録の贈呈を行い、出席者の温かい拍手を受けました。

関係者一同の記念撮影をした後、受賞者お一人ずつ、受賞に際しての所感を述べるとともに受賞業績概要についてオンライン発表が行われました。

その後、選考委員の先生方から講評をいただき、また発表に関連する質問や意見交換等が行われました。本年度も昨年に引き続きオンライン贈呈式となりましたが、完全にWeb贈呈式となった昨年とは異なり、受賞者の先生お二方には来場出席いただき、対面とWebとのハイブリッド贈呈式となりました。

受賞者の先生からは今後も研究に一層励みたい等の感想が寄せられました。

今回受賞された先生方は、この受賞を一つの契機として、今後さらに活躍されることを祈念しております。

奨励賞受賞者

前田 宗利先生

公益財団法人若狭湾エネルギー研究センター 主任研究員

受賞研究題目：X線マイクロビームによる細胞局所照射技術を用いた細胞の放射線感受性変化の機構解明

松本 孔貴先生

筑波大学 助教

受賞研究題目：粒子線がん治療の発展・向上・普及に資する基礎生物学的研究



前田宗利先生と松本孔貴先生



左から富田常務、前田先生、松本先生、
酒井理事長、菅井常務

X線マイクロビームによる細胞局所照射技術を用いた 細胞の放射線感受性変化の機構解明

公益財団法人若狭湾エネルギー研究センター 研究開発部 粒子線医療研究室
主任研究員 前田 宗利

はじめに

低線量の放射線にさらされた生物では、被ばく線量が少なくなるにつれて生体を構成している細胞の集団に均一に放射線があたらなくなり、さらに被ばく線量が少なくなると細胞内においても放射線があたった領域とあたらなかった領域とが混在するようになる。このように、低線量域では被ばくした細胞集団や細胞内のエネルギーの受け取り方が均一ではないため、細胞集団の生物応答を観察してもメカニズムに関する情報は殆ど得られない。細胞集団中の特定の細胞を狙い撃ちし、被ばくした細胞と被ばくしていない細胞とを区別して追跡、観察することのできるマイクロビームを用いた細胞照射技術は、低線量放射線影響研究における強力なツールと言える。著者らは、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構(KEK)において世界で初めて開発され、現在も世界で唯一の存在であるビームサイズ可変の放射光X線マイクロビーム細胞照射装置を用いた放射線生物影響研究を長年にわたり実施してきた^[1-11]。本稿では、これらの研究成果を概説する。

放射光X線マイクロビーム細胞照射装置を用いた細胞局所照射技術

著者らは、指向性の高い放射光X線を精密なスリットを用いて整形し、単一細胞の「全体」および「細胞核」を選択的に照射する実験系を構築し(図1a, b)、細胞局所照射における線量評価手法、およびマイクロビーム実験において細胞生存率を適切に評価する手法を確立した^[1, 8]。また、X線マスク(図1d)を用い

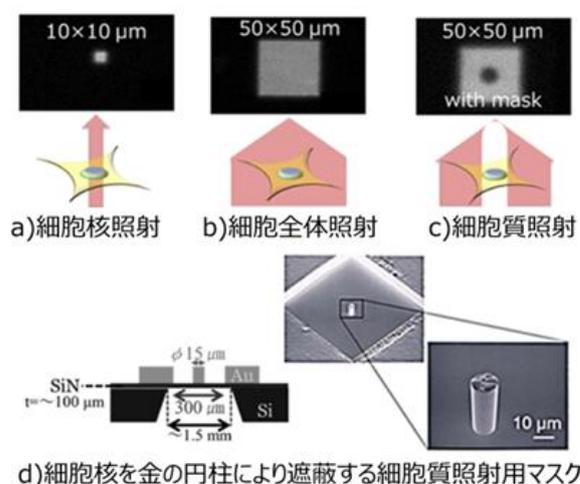


図1 放射光X線マイクロビーム細胞照射装置を用いた細胞局所照射技術

て細胞核に相当する領域を遮蔽して「細胞質」を照射する手法(図1c)を開発した^[10, 11]。これらの照射手法は世界に類を見ず、細胞の局所にのみ放射線のエネルギーが与えられた場合の細胞の応答を詳しく検証することがはじめて可能になった。

細胞内の照射領域と細胞の放射線感受性

チャイニーズハムスター肺由来のV79細胞の細胞全体、細胞核、細胞質を照射して求めた生存率を図2に示した^[1, 8, 10, 11]。これまで、放射線被ばくによる細胞死は、主に細胞核内に生じたDNA損傷、なかでも修復が困難なDNA二本鎖切断(DSB)に起因すると考えられてきた。細胞核に同質かつ同量の放射線のエネルギーが与えられた場合、細胞核だけに照射しても細胞全体に照射しても細胞核内に

生じるDNA損傷の質や量に大きな違いは生じないため、両者は同程度の放射線感受性を示すと予測された。ところが、細胞核に与えられた線量をそろえて比較すると、細胞核だけにX線を照射した場合よりも細胞全体にX線を照射した場合に、細胞に与えられたエネルギーの総量は多くなるにもかかわらず細胞の放射線抵抗性が高く（細胞が死にくく）なった^[1, 8]。一方、細胞質のみにX線を照射した場合、細胞核や細胞全体へX線を照射した場合と比べて細胞死の誘発頻度は遙かに低いものの、線量の増加と共に直線的に細胞死が増大した^[10, 11]。一般的に、線量-生存率応答（生存率曲線）は、修復されるDNA損傷を反映して肩をもった線形-二次曲線を示すことが知られている。したがって、細胞質への照射に由来する細胞死はDNA損傷とは異なり回復応答の存在しない線量依存的に増大する因子によって誘導されると考えられる。この因子はまだ明らかになっていないが、細胞質への活性酸素種の蓄積に由来する酸化ストレスや放射線によるミトコンドリアの損傷が関与していると考えられる^[10]。一連の研究から、細胞核と細胞質の両方がX線にさらされた場合に細胞の放射線抵抗性を高める仕組みが存在することが明らかになった。

細胞内の照射領域とDNA損傷修復機構の活性化

細胞死に繋がる可能性の高いDNA損傷であるDSBが生じると、その周辺の数百から数千のヒストンH2AXがリン酸化（ γ -H2AXと呼ばれる）されて集積する^[12]。DNA損傷の修復に関係する多くのタンパク質がこの γ -H2AXと相互作用することで損傷部位に集積してDSB修復が行われる。蛍光抗体法を用いると γ -H2AXの集積部位（フォーカス）を検出できるため、DSB修復の誘導を確認するための指標（マーカー）として使うことができる。V79細胞の細胞集団に対して $130 \times 130 \mu\text{m}$ のX線ビームを用いてビーム内に存在する細胞群の全体、即ち、細胞核と細胞質の双方を1～10 Gyで照射した。また、 $10 \times 10 \mu\text{m}$ のX線ビームを用いて細胞集団中の5～6細胞の細胞核のみを1～10 Gyで照射した。照射後30分間培養し、DSB修復の初期に誘導さ

れる γ -H2AXのフォーカスの定量解析を行った。その結果、図3に示したように、細胞全体にX線を照射した場合には1 Gyで照射した場合からフォーカス形成が誘導されるのに対し、細胞核のみにX線を照射した場合には2 Gy以下では有意なフォーカス形成は誘導されず、細胞質にX線が照射されている場合、X線が照射されていない場合と比べてより低線量域からH2AXのリン酸化が誘導されるこ

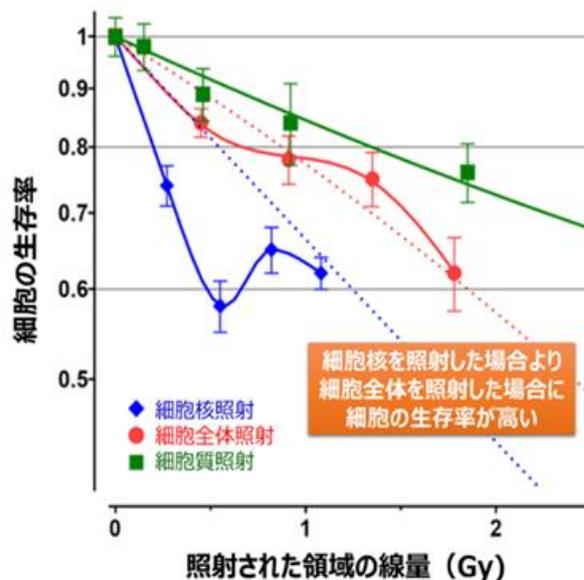


図2 細胞核（青）、細胞全体（赤）、細胞質（緑）を放射光X線マイクロビームで照射したV79細胞の生存率

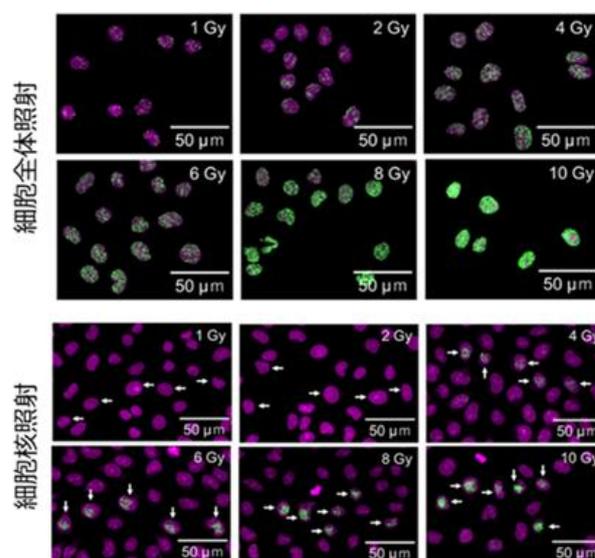


図3 V79細胞の全体を照射した場合（上）と細胞核を照射した場合（下、矢印は照射した細胞）の γ -H2AXフォーカス形成

とが明らかになった^[10, 11]。したがって、被ばく線量が少ない場合、核の中に生じたDSBの質や量が等しいにもかかわらず、細胞質がX線に照射されていない場合にはDSBを修復する仕組みが十分に活性化されないことが明らかになった。また、同様の結果がヒト肺由来の正常細胞であるWI-38細胞においても確認された^[10, 11]。

細胞質の放射線応答による放射線感受性変化のメカニズム

細胞質にX線が照射されている場合、細胞質にX線が照射されていない場合よりも低い線量からDSB修復系が活性化され、細胞死の抑制が観察されたことから、細胞質の放射線応答によってDNA修復応答を修飾して放射線抵抗性を誘導するメカニズムが存在することが示唆された。そこで、細胞質へのX線照射の有無により、ヒトの正常細胞(WI-38)においてDSB修復応答に関係する既知の84遺伝子にどのような変化が生じるか検証した。細胞質にX線が照射されていない細胞核照射では細胞死の誘導に関係する3遺伝子(*ABL1*, *CDC25C*, *TP73*)の発現が、細胞質にもX線が照射されている細胞全体照射ではDSB修復に関連して細胞周期の進行を停止させる遺伝子(*CDKN1A*)の発現が、それぞれ顕著に亢進した^[10, 11]。これら4遺伝子の発現は、いずれもヒト毛細血管拡張性運動失調症(Ataxia telangiectasia)の原因遺伝子産物であ

るATM (ataxia telangiectasia mutated) によって調節されていることから、細胞質へのX線照射の有無によってATMの働きが大きく変化すると考えられる。ATMはDSB修復の初期過程のマーカーとして用いたH2AXのリン酸化にも関与している^[13, 14]。そこでATMがDSB修復に与える影響を検証した。細胞全体にX線を照射すると低い線量で照射した場合にも γ -H2AXフォーカスが形成されたが、ATMの特異的阻害剤を添加した場合には細胞全体にX線を照射しても、細胞核だけをX線で照射した場合と同様に2 Gy以下ではフォーカスが形成されなかった^[10, 11]。したがって、細胞の被ばく線量が少ない場合には細胞内のATMの状態に応じてDNA損傷を修復する能力が変化すると考えられる。また、被ばく線量が多くなるとATMの状態とは関係無く、DNA損傷を修復する機能が働くことも明らかになった。図4に一連の研究成果から考えられる細胞質へのX線照射の有無による細胞の放射線感受性変化のメカニズムをまとめた。細胞核照射では内在性ATM(定常状態において細胞核中に存在する一定量のATM)を介した*ABL1*、*CDC25C*、*TP73*の活性化によって細胞死が誘導される一方で、細胞核に加えて細胞質も照射される細胞全体照射では細胞質からのATMの核内移行(ATM nucleoshuttling)^[15]によって細胞周期の進行を停止するために十分な量のATMが供給されるためにDNA損傷修復が亢進して放射線抵抗性が

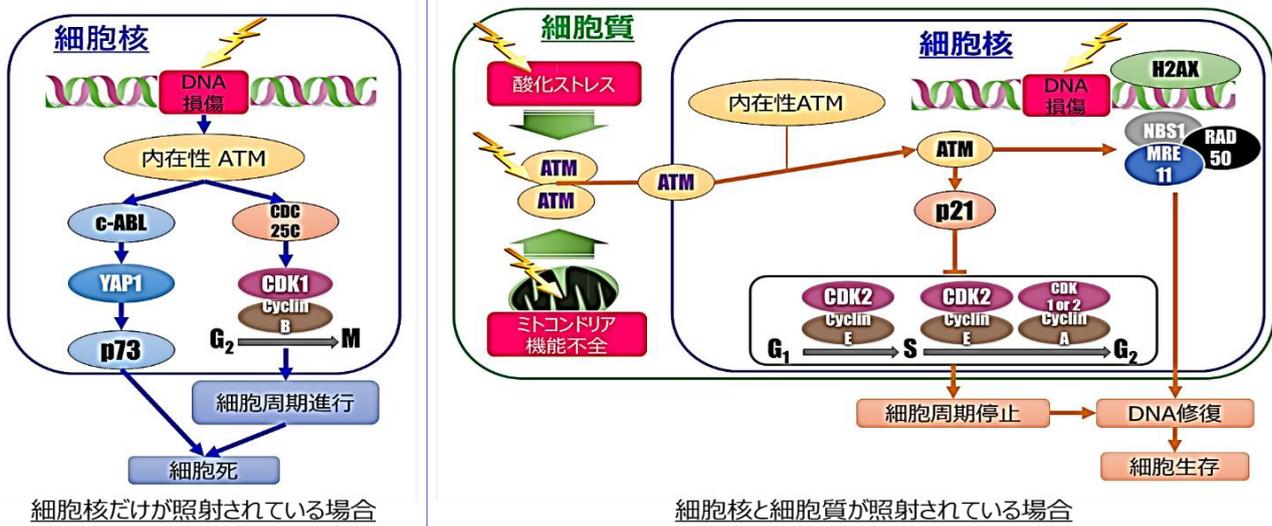


図4 一連の研究成果から考えられる細胞核照射(左)と細胞全体照射(右)における細胞の生死を誘導する仕組み

増大すると考えられる^[10, 11]。低線量放射線にさらされた細胞では、細胞核に由来する細胞死誘導機構と細胞質に由来する放射線抵抗性誘導機構が競合しており、これらがATMによって調節されていることが分かってきた。

おわりに

マイクロビームによる細胞局所照射技術を活用した一連の研究から、細胞質への照射の有無が、ATMを介したDNA損傷応答や細胞周期制御などを大きく修飾することが明らかとなった。ATMは従来考えられてきた以上に複雑な細胞応答の調整機構として働いており、生体内情報伝達ネットワークのいわばハブのような働きをしているのかもしれない。今後、さらに詳しく研究を進めてその機能を明らかにしていきたい。

謝辞

本稿で紹介した内容には、(公財)放射線影響協会研究奨励助成(平成21年度)、科学研究費助成事業(23710076)、(一財)電力中央研究所の冨田雅典先生との共同研究による成果を含む。本研究の推進にあたり、(共)高エネルギー加速器研究機構の宇佐美德子先生、同機構を退官された小林克己先生、福井大学の松本英樹先生、(公財)若狭湾エネルギー研究センターの前田未佳先生をはじめとする多くの方々に様々なご協力、ご助言を頂いた。関係諸氏に深く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] M. Maeda *et al.* Low-dose Hypersensitivity in Nucleus-irradiated V79 Cells Studied with Synchrotron X-ray Microbeam. *J Radiat Res.* **49**, 171-80, 2008.
- [2] M. Tomita *et al.* Bystander cell killing in normal human fibroblasts is induced by synchrotron X-ray microbeams. *Radiat Res.* **173**, 380-5, 2010.
- [3] M. Maeda *et al.* Bystander cell death is modified by sites of energy deposition within cells irradiated with a synchrotron X-ray microbeam. *Radiat Res.* **174**, 37-45, 2010.
- [4] M. Tomita *et al.* Microbeam studies of soft X-ray induced bystander cell killing using

microbeam X-ray cell irradiation system at CRIEPI. *J Radiat Res.* **53**, 482-8, 2012.

- [5] M. Tomita *et al.* Dose response of soft X-ray-induced bystander cell killing affected by p53 status. *Radiat Res.* **179**, 200-7, 2013.
- [6] M. Maeda *et al.* X-ray-induced bystander responses reduce spontaneous mutations in V79 cells. *J Radiat Res.* **54**, 1043-9, 2013.
- [7] 松本 英樹、他、電離放射線により誘導される一酸化窒素を介するシグナル伝達の重要性. *放射線生物研究*, **50**, 18-35, 2015.
- [8] 前田 宗利、他、細胞局所へのエネルギー付与による細胞死. *放射線生物研究*, **50**, 36-53, 2015.
- [9] M. Tomita, and M. Maeda. Mechanisms and biological importance of photon-induced bystander responses: do they have an impact on low-dose radiation responses. *J Radiat Res.* **56**, 205-19, 2015.
- [10] M. Maeda *et al.* Exposure of the cytoplasm to low-dose X-rays modifies ataxia telangiectasia mutated mediated DNA damage responses. *Scientific Reports.* **11**, 13113, 2021.
- [11] 前田 宗利、他、細胞質の放射線応答が細胞の放射線感受性に与える影響とそのメカニズム. *PF ニュース*. **40(2)**, 10-14, 2022.
- [12] L. J. Kuo, and L. X. Yang. Gamma-H2AX - a novel biomarker for DNA double-strand breaks. *In Vivo.* **22**, 305-9, 2008.
- [13] T. Stiff *et al.*, ATM and DNA-PK function redundantly to phosphorylate H2AX after exposure to ionizing radiation. *Cancer Res.* **64**, 2390-6, 2004.
- [14] Y. Shiloh, and Y. Ziv. The ATM protein kinase: regulating the cellular response to genotoxic stress, and more. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* **14**, 197-210, 2013.
- [15] L. Bodgi, and N. Foray. The nucleo-shuttling of the ATM protein as a basis for a novel theory of radiation response: resolution of the linear-quadratic model. *Int. J. Radiat Biol.* **92**, 117, 2016.

粒子線がん治療の発展・向上・普及に資する基礎生物学的研究

筑波大学 医学医療系 臨床医学域 放射線腫瘍学(陽子線医学利用研究センター)
助教 松本 孔貴

はじめに

放射線治療は癌治療の3本柱の1つであり、IT技術の進歩と診断技術の発展と並行して、外科手術に匹敵する予後を達成可能になった。その中でも粒子線治療は、我が国において発展と普及が目覚ましい最先端の放射線癌治療法であり、陽子線治療と炭素線治療がある。近年、加速器から発生した中性子線を利用したホウ素中性子捕捉療法(BNCT: boron neutron capture therapy)が保険収載され、中性子線を利用し、最終的に発生する α 線やLi原子核で癌治療を行う点で、BNCTも粒子線治療の一種とみなせる。私は、古くは学部生時代の卒業研究から始まり、現在の大学での主務に至るまで、この3種類の粒子線治療の発展・向上・普及に資する基礎生物学的研究に従事させていただく機会を得た。本稿ではその一部を紹介させていただく。

粒子線の生物学的効果比

粒子線は、光子線であるX線や γ 線と比べ、物理学特徴としてBragg-peakを有し、生物学的特徴として高い生物学的効果比(RBE: relative biological effectiveness)と小さな酸素増感比(OER: oxygen enhancement ratio)がある。特に重粒子線である炭素線は、高RBE、低OERが顕著であり、臨床での使用を想定した場合、光子線との差異を定量的に評価することが必要となる。その代表的な値がRBEであり、深さ、エネルギー、生物学的エンドポ

イントなど、種々のパラメータにより変化する。私が粒子線治療研究としてまず探求したのは、種々の条件下でのRBEの算出及び影響要因探索であった。

1) 線量域または生存率域とRBEの関係

2001年の大学4年次、卒業研究にて放射線医学総合研究所(旧放医研、現量子科学技術研究開発機構(QST)量子生命・医学部門)で実験を行ったのが、私の粒子線生物研究の始まりである。その頃、炭素線治療の臨床ではより少ない分割回数での治療(寡分割照射)が肺癌や肝臓癌に適応され始め、通常の分割線量域より遥かに大きな1回線量でのRBE評価が求められた。そこで、多細胞球状体(スフェロイド)を用い、 $\sim 10^6$ レベルの生存率データを取得し、実測値と最も良好なフィッティングを示したMulti-process modelを用いて、生存率 10^{-9} でのRBEを評価した結果、1回大線量では高LET放射線のRBEが1.1-1.3に収束することを見出した(図1)¹⁾。

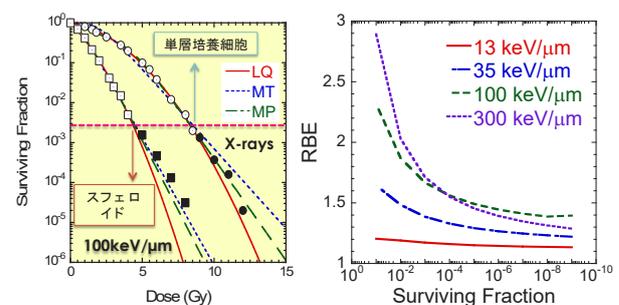


図1 広線量域におけるRBEの推測

2) 施設間でのRBEの比較

千葉大学の連携大学院生として、放医研で博士課程研究を行った2004～2008年、粒子線治療施設の数はまだ限られており、本邦では炭素線治療2施設、陽子線治療4施設（兵庫県立粒子線医療センターは両方）だけであり、現在の陽子線18施設、炭素線7施設と比べると、その恩恵を受けられる患者は極めて少なかった。粒子線治療のさらなる普及に向け、国内外の粒子線治療施設において、同等の治療を受けられる裏付けとしての生物効果比較試験を行った。国内の陽子線治療施設6施設において、ヒト耳下腺癌由来HSG細胞を用いて、拡大ブラッグピーク（SOBP: spread-out Bragg-peak）中心でのRBEを評価した結果、平均RBE₁₀（生存率10%におけるRBE）は1.05±0.03であり、国際標準値として用いられるRBE=1.1の妥当性が示された²⁾。炭素線については、細胞及びマウスを用いて放医研とドイツ重イオン研究所（GSI: Gesellschaft für Schwerionenforschung）及びイタリア国立粒子線がん治療センター（CNAO: Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica）の間で国際間比較実験を行い、細胞実験ではSOBP内4点におけるRBE₁₀比（GSI/NIRS）= 0.95～1.07、動物実験ではSOBP内3点におけるRBE₁₀比（GSI/NIRS）= 1.00～1.04及びRBE₁₀比（CNAO/NIRS）= 0.97～1.05を確認し（表1）、日独伊の3施設の生物効果は類似し、同等の炭素線治療を受けられることを示した^{3), 4)}。

表1 日独伊炭素線3施設のRBEとRBE比

SOBP部位	RBE		RBE比 (GSI/NIRS)		
	GSI	NIRS			
In vitro					
Proximal	1.53±0.13	1.61±0.15	0.95		
Middle	1.74±0.14	1.63±0.24	1.07		
Distal	2.30±0.20	2.19±0.19	1.05		
Distal-end	2.42±0.21	2.36±0.22	1.03		
In vivo					
	GSI	CNAO	NIRS	(GSI/NIRS)	(CNAO/NIRS)
Proximal	1.47±0.03	1.51	1.44±0.02	1.00	1.05
Middle	1.63±0.04	1.52	1.57±0.02	1.04	0.97
Distal	1.80±0.02	1.75	1.80±0.03	1.00	0.97

3) 照射方法の違いによる生物効果の比較

放射線の効果は様々な要因により影響を受ける。それは粒子線についても例外ではない。

普及や適応拡大に際して、生物効果に影響を与える因子の同定は不可欠である。我々は内的要因として遺伝子発現、ビームパラメータとしてSOBPの深さ、線量率及び照射方法に着目して、生物学的効果解析を実施した。遺伝子発現解析には、当初実験ツールとして使われ始めたマイクロアレイを用い、炭素線照射後に変化が見られる遺伝子を同定した。X線と共通に変動したのはp53及びその下流に属する遺伝子群であった一方、炭素線特異的に発現抑制される遺伝子群には、細胞周期調節因子が多数含まれ、炭素線照射後はG₂アレストが有意に遷延することが明らかとなった⁵⁾。

ビーム側の大きな変化として、2009～2011年に放医研において従来の拡大ビーム法（passive法）に加えてスキャニング法によるビーム成形が進められ、炭素線の生物効果を推定するMKM（microdosimetric kinetic model）によるスキャニング炭素ビームの生物効果推定の確かさを実証した⁶⁾。結果、稲庭らのMKMによる計算値と我々の細胞実験データは良好な一致を示し（図2）、スキャニング炭素線治療の導入を保証する結果となった⁶⁾。

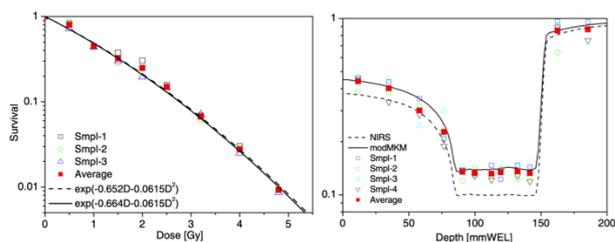


図2 スキャニングビームによる細胞生存率とMKMモデル計算値との一致

陽子線は炭素線と異なり、SOBP内のRBEは一義的な値（1.1）が用いられてきており、SOBP中心においては我々の研究からも妥当な値であることは確認された²⁾。一方、モンテカルロ法などによる線量計算モデルでは、陽子線においても停止直前のDistal-end領域では、LETの増加に伴うRBE増加の可能性が

示唆されていた。我々は、国立がんセンター東病院との共同研究にて、SOBP中心と比べた深さ方向での相対的生物効果 (RE: Relative effectiveness) の変化を調べた。Distal-endにてREは最大 $RE_{10}=1.3$ 、 $RE_{60}=1.5$ を示し (図3A)、その結果から想定より計画的体積 (PTV) が2.2 ~ 3.2 mm延長することが示唆された (図3B)⁷⁾。

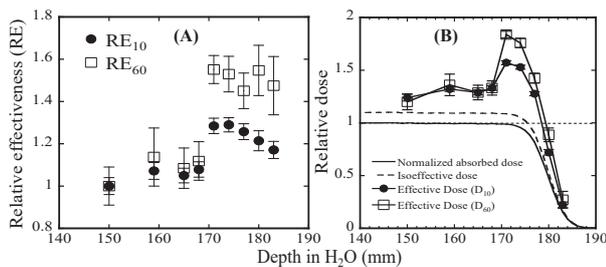


図3 陽子線Distal-endでの生物効果

粒子線が転移能に与える影響

博士号取得後、博士研究員として転移能に対する放射線の影響に着目した。転移能抑制におけるより詳細な線量依存性とLET依存性を明らかにすべく、高転移能を有するマウス悪性黒色腫由来B16/BL 6細胞を用い、*in vitro*及び*in vivo*の両面から評価を行った。細胞実験において、癌細胞の転移能 (遊走能及び浸潤能) は線量依存的及びLET依存的な抑制が確認され、興味深いことに、転移能抑制におけるRBEは殺細胞効果におけるRBEよりも高値を示した (図4A)⁸⁾。動物実験では、自然誘発肺転移の照射後の変化を指標に γ 線と炭素線の抑制効果を比較した結果、炭素線は

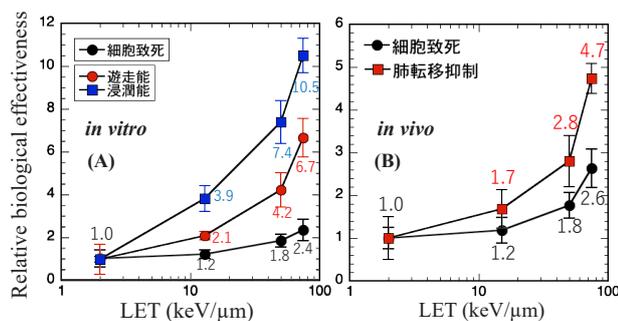


図4 転移抑制におけるLET-RBEの関係

同じ物理線量にて有意に肺転移を抑制し、かつ腫瘍内細胞致死のRBEより肺転移抑制のRBEは高値を示した (図4B)⁸⁾。

加速器型BNCT装置を用いた非臨床試験

近年、古くて新しい粒子線治療の一つであるホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) が着目されている。BNCTは、ホウ素 (^{10}B) と熱中性子の核反応を利用しがん細胞を選択的に破壊する治療法で、浸潤がん、再発がん及び多発がんへの適応も可能な次世代の放射線治療であり、2020年からは保険診療として再発頭頸部癌に対するBNCTが行われている。筑波大学においても、開発した加速器型BNCT装置 (iBNCT001) を用いて、2021年より動物及び細胞を用いた非臨床試験を開始しており、BNCTの結果生じる非密封放射性同位元素 (RI: radioisotopes) の使用に適した実験室整備、試験体制の構築、試験計画書の作成、試験の実施及び報告書の作成を行ってきた。安全性試験として、前臨床試験コンサルティング会社である新日本科学 (SNBL: Shin Nippon Biomedical Laboratories) と契約し、GLP (Good Laboratory Practice) グレードにて遺伝毒性試験及び全身毒性試験を行った。SPM-011 (ホウ素化合物) を単回皮下投与後、マウス頭部に中性子線を照射後3及び7日目に微小核を有する幼若赤血球の増加が確認され、遺伝毒性は陽性を示したが、14日目以降で回復した⁹⁾。同様の条件下にて、マウス全身に誘発される毒性変化が免疫系組織、皮膚/皮下組織、舌、肝臓、パイエル板、精嚢、眼球角膜、大腿骨及び腎臓でみられたが、腎臓及び水晶体を除く変化は90日目までに軽減あるいは消失し、回復性がみられた¹⁰⁾。iBNCT001からの中性子線とSPM-011との併用による有効性についても評価を行い、5種類の細胞の生存率解析では、10 ~ 40 ppmの ^{10}B 濃度で中性子線の効果を2.5 ~ 11倍に増強した (図5A)¹¹⁾。担癌マウスにおいても、500mg/kgのSPM-011

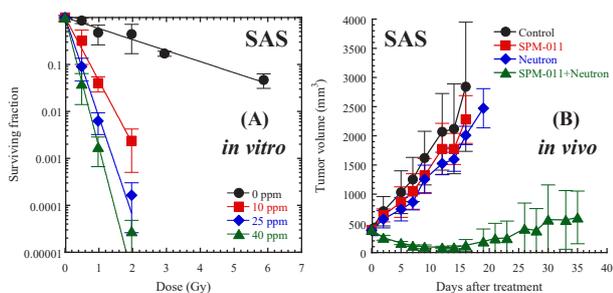


図5 SPM-011と中性子線の併用による殺細胞効果と抗腫瘍効果

投与と中性子線の併用により、顕著な腫瘍増殖抑制が確認された(図5B)¹²⁾。

新規BNCT用ホウ素製剤の開発研究

近未来のBNCTの普及と適応拡大には大強度の中性子線と現状をブレイクスルーする画期的新規ホウ素製剤の提案が必要不可欠である。我々は、薬剤開発の専門家と数多くの共同研究を立ち上げ、BNCTの普及と適応拡大を目指したホウ素製剤開発を行ってきた^{13)、14)、15)、16)}。癌細胞表面に発現するシアル酸に親和性を持つフェニルボロン酸を修飾したホウ素ナノ製剤(Nano^{PBA})により、シアル酸が過剰発現した悪性黒色腫への高集積及び長滞留性を達成し、既存薬BPA(*p*-boronophenylalanine)と同程度の顕著なBNCT増強効果を確認した(図6A)¹⁴⁾。また、熊本大学の前田教授らとの共同研究では、彼が開発した代表的抗癌剤であるSMANCSにも使用されるスチレン・マレイン酸交互共重合体(SMA)に対し、腫瘍内低酸素環境にて効果を発揮するグルコサミンとホウ酸を修飾したSMA-glucosamine-borate-complex(SMA-GB)を開発した。SCCVII担癌マウスで抗腫瘍効果を評価した結果、BPAと同等の抗腫瘍効果を達成した(図6B)。この2製剤に共通することは、非濃縮のBを用いており、BPAに比べて1/70～1/100程度の¹⁰Bしか含有していないことにある。得られたBNCT治療効果のメカニズム解明が、今後のホウ素製剤開

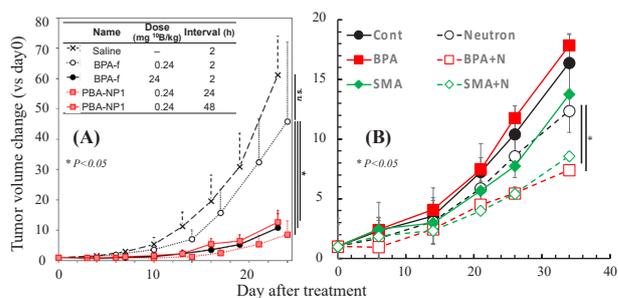


図6 新規ホウ素製剤によるBNCT治療効果

発に大きく貢献すると考える。

今後の粒子線治療に資する生物学的研究

陽子線治療、炭素線治療及びBNCTの発展、普及、基礎研究の拡大は目覚ましく、日進月歩で新しい知見が生まれている。QSTにおけるマルチオン治療(量子メス)や超高線量率照射(FLASH治療)などはまさにその代表格と言える。しかしながら、これら治療は全ての患者がその恩恵を受けられるとは限らず、より既存の施設を用いた、より多くの患者に粒子線治療を身近にする治療法の提案及びそのための基礎研究の充実が必要不可欠である。今回は割愛したが、既存の抗癌剤や分子標的薬をより効率良く癌患部に届け、より放射線や温熱治療との同時処理を実現するためのナノ粒子やポリマーなどの新規素材開発にも我々は注力している¹⁷⁾。既に頻用される生体適合性物質を用い、安全・低コストで有効性の高い医療を実現可能な素材開発(工学)と医学による医工連携は、今後2030年を目処に急激な発展を見せることが期待される分野である。我々は、出口である治療を必要とする患者に、最適な治療を提供することを常に念頭に置き、その目標のためには、あらゆる可能性を模索し、多種多様な分野との連携を推進する必要がある。

参考文献

- 1) Y Matsumoto, et al, Estimation of RBE values for carbon-ion beams in the wide

- dose range using multicellular spheroids. *Radiat Prot Dosim*, 183:45-9, 2019.
- 2) MA Nakano, A Uzawa, Y Matsumoto, et al, Relative Biological Effectiveness of Therapeutic Proton Beams for HSG Cells at Japanese Proton Therapy Facilities. *J Radiat Res*, 55:812-5, 2014.
 - 3) A Uzawa, K Ando, S Koike, Y Furusawa, Y Matsumoto, et al, Comparison of Biological Effectiveness of Carbon-Ion Beams in Japan and Germany. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 73:1545-51, 2009.
 - 4) A Facoetti, B Vischioni, M Ciocca, M Ferrarini, Y Furusawa, A Mairani, Y Matsumoto, et al, In vivo radiobiological assessment of the new clinical carbon ion beams at CNAO. *Radiat Prot Dosim*, 166:379-82, 2015.
 - 5) Y Matsumoto, et al, Gene expression analysis in human malignant melanoma cell lines exposed to carbon beams. *Int J Radiat Biol*, 84:299-314, 2008.
 - 6) T Inaniwa, T Furukawa, Y Kase, N Matsufuji, T Toshito, Y Matsumoto, et al, Treatment planning for carbon-ion scanning irradiation with a modified Microdosimetric Kinetic Model. *Phys Med Biol*, 55:6721-37, 2010.
 - 7) Y Matsumoto, et al, Enhanced radiobiological effects at the distal end of a clinical proton beam: in vitro study. *J Radiat Res*, 55:816-22, 2014.
 - 8) Y Matsumoto, et al, Antimetastatic effects of carbon-ion beams on malignant melanomas. *Radiat Res*, 190:412-23, 2018.
 - 9) 松本孔貴、SPM-011の単回皮下投与及びiBNCTを用いた中性子線照射によるマウスを用いた小核試験、実験番号TKB762-004、2022
 - 10) 松本孔貴、SPM-011の単回皮下投与及びiBNCTを用いた中性子線照射によるマウスを用いた一般毒性試験-1、実験番号TKB762-005、2023
 - 11) 松本孔貴、SPM-011の単回投与及びiBNCTを用いた中性子線照射による細胞を用いた有効性試験、試験番号TKB022-001、2023
 - 12) 松本孔貴、SPM-011の単回皮下投与及びiBNCTを用いた中性子線照射による担癌マウスを用いた有効性試験、試験番号TKB022-002、2023
 - 13) Y Matsumoto, et al, Folate-appended cyclodextrin improves the intratumoral accumulation of existing boron compounds. *Appl Radiat Isot*, 163:109201, 2020.
 - 14) A Kim, M Suzuki, Y Matsumoto, et al, Non-isotope enriched phenylboronic acid-decorated dual-functional nano-assemblies for an actively targeting BNCT drug. *Biomaterials*, 68:120551, 2021.
 - 15) W Islam, Y Matsumoto, et al, Polymer-conjugated glucosamine complexed with boric acid shows tumor-selective accumulation and simultaneous inhibition of glycolysis. *Biomaterials*, 269:120631, 2021.
 - 16) Y Matsumoto, et al, A Critical Review of Radiation Therapy: From Particle Beam Therapy (Proton, Carbon, and BNCT) to Beyond, *J Pers Med*, 11:825, 2021.
 - 17) Y Li, Y Matsumoto, et al, Smart Nanofiber Mesh with Locally Sustained Drug Release Enabled Synergistic Combination Therapy for Glioblastoma, *Nanomaterials*, 13:414, 2023.

放射線が誘発するDNA二本鎖切断の修復中間体解消機構の解明

広島大学大学院統合生命科学研究科数理生命科学プログラム

清水 直登

はじめに

放射線によって誘発されたDSBは、相同組換え修復 (HR) によって修復される。MRE11ヌクレアーゼはHRの初期ステップである削り込み反応に関わっており、MRE11のヌクレアーゼ活性が欠損すると、重篤なHR欠損を引き起こす。しかし、ヒト細胞では、MRE11のヌクレアーゼ活性欠損による削り込み反応低下は、HRの頻度に対して、影響は小さいことが知られている。したがって、MRE11ヌクレアーゼ活性欠損によって、重篤なHR欠損が生じる理由は、既知のMRE11の機能では説明できない。本研究では、MRE11ヌクレアーゼ活性欠損細胞 (*MRE11-ND*) を用いた遺伝学的手法によって、MRE11の新機能とMRE11ヌクレアーゼ活性欠損によって重篤なHR欠損が生じる理由を明らかにする。本研究は、HRの新しい制御機構の解明に貢献し、放射線治療の増感剤開発に向けて基礎的知見を提供すると期待される。

研究背景

相同組換え修復とは？

相同組換えは、DSB切断端の5'末端からヌクレアーゼによる削り込みを受けることで開始される。削り込みによってできる3'末端が突出した一本鎖DNAは、RAD51タンパク質依存的に姉妹染色分体の相同領域に侵入する。侵入した一本鎖DNAの3'末端からDNA合成が起こる。DNA合成後、DNA四本鎖からなる中間体、Joint molecule構造が生じる。このJoint molecule構造は、構造特異的エンドヌクレアーゼ GEN1などによって切断され、相同組換えが完結する。

これまで知られていたMRE11の既知機能

MRE11ヌクレアーゼは、HRの初期反応であるDSB切断端の5'末端の削り込み反応を行う⁽¹⁾。実際、MRE11ヌクレアーゼ活性が欠損したマウスMEF細胞は、MRE11正常細胞に比べ、削り込み反応が50%程度減弱する⁽²⁾。以前の報告で、50%程度の削り込み反応の低下では、HR頻度に影響を与えないことが示されている⁽³⁾。しかし、酵母及び哺乳類細胞におけるMRE11ヌクレアーゼ活性欠損の表現型は、極めて重篤なHRの機能不全を示す。したがって、削り込み反応というMRE11の既知機能だけでは、MRE11ヌクレアーゼ欠損が重篤なHRの機能不全を引き起こすことを説明できない⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

本研究の目的

本研究の目的は、相同組換えにおけるMRE11のDSB切断端の5'末端の削り込み反応以外の機能を解明し、MRE11ヌクレアーゼ変異による重篤な組換え欠損の原因を明らかにすることである。

研究方法と解析結果

本研究では、MRE11のヌクレアーゼ活性が欠損 (*MRE11-ND*) したヒトTK6細胞を使った。相同組換え進行を調べるために、DSB発生に応答して形成されるRAD51 fociの経時変化を調べた。RAD51は、姉妹染色分体の相同領域に侵入する反応に必須であり、相同組換え進行を解析する分子マーカーである。*MRE11-ND*細胞は、放射線照射後、RAD51 foci形成が野生型細胞と同程度であった (図1)。一方で、これらの細胞では、RAD51 foci消失が遅れた。これらのことは、

5'末端の削り込み反応以降の相同組換え過程にMRE11が重要な機能を担っていることを意味していた⁽⁶⁾⁽⁷⁾。また、*MRE11-ND*細胞では、野生型に比べ、相同組換え中間体(Joint molecule構造)であるIso-chromatid break⁽⁸⁾が顕著に増加した(図2)。GEN1ヌクレアーゼの過剰発現によって、放射線照射によって増加したIso-chromatid break形成が抑制された。このことから、TK6細胞において、MRE11ヌクレアーゼは、5'末端の削り込み反応以降に形成される組換え中間体の解消に重要な役割を果たしていることがわかった。将来、相同組換えに複数の機能を担うMRE11を阻害することで、放射線治療の効果を高めることが期待される。

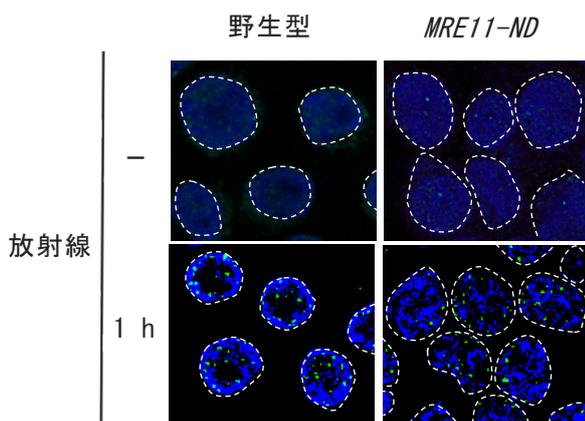


図1 放射線照射前後におけるRAD51 foci形成

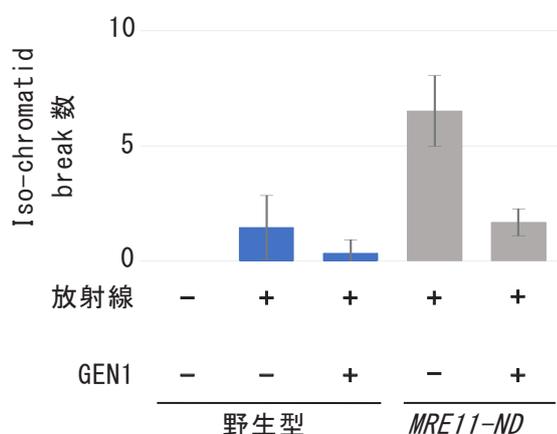


図2 野生型と *MRE11-ND* 細胞における Iso-chromatid break 数

謝辞

本研究に御支援を賜りました公益財団法人放射線影響協会に深く感謝申し上げます。ここに謹んで申し上げます。

参考文献

- (1) Paull, T. T. Making the best of the loose ends: Mre11/Rad50 complexes and Sae2 promote DNA double-strand break resection. *DNA Repair*, 9(12), 1283-1291, 2010
- (2) Buis, J., et al. Mre11 nuclease activity has essential roles in DNA repair and genomic stability distinct from ATM activation. *Cell*, 135(1), 85-96, 2008
- (3) Hoa, N. N., et al. Relative contribution of four nucleases, CtIP, Dna2, Exo 1 and Mre11, to the initial step of DNA double-strand break repair by homologous recombination in both the chicken DT40 and human TK6 cell lines. *Genes to Cells*, 20(12), 1059-1076, 2015
- (4) James, W. W., et al. Coincident resection at both ends of random, gamma-induced double-strand breaks requires MRX (MRN), Sae2 (Ctp1), and Mre11-Nuclease. *PLOS GENETICS*, 9(3), e1003420, 2013
- (5) Moreau, S., et al. The nuclease activity of Mre11 is required for meiosis but not for mating type switching, end joining, or telomere maintenance. *Molecular and Cellular Biology*, 19(1), 556-566, 1999
- (6) Yuko, Y., et al. Mre11 is essential for the maintenance of chromosomal DNA in vertebrate cells. *The EMBO Journal*, 18(23), 6619-6629, 1999
- (7) Shunichi, T., et al. The role of the Mre11-Rad50-Nbs 1 complex in double-strand break repair-facts and myths. *Journal of Radiation Research*, 57(S1), 25-32, 2016
- (8) Thomas, W., et al. Aberrant chromosome morphology in human cells defective for Holliday junction resolution. *Nature*, 471, 642-647, 2011

令和4年度 放影協開催講座 「ICRPセミナー」(Webセミナー形式)

公益財団法人 放射線影響協会 企画部

放射線影響協会では、放射線影響に関する調査研究も事業の柱としており、国際放射線防護委員会(ICRP)の勧告や報告等について調査研究するICRP調査・研究連絡会を組織し活動を行っています。

放射線の防護に関しては、放射線の人体への影響に関する科学的な知見を踏まえて、国際放射線防護委員会(ICRP)が放射線防護の基本的な考え方と具体的な基準について勧告等を出しており、この内容は我が国の規制にも多く取り入れられています。しかしながら、ICRPは専門家の立場から放射線防護に関する勧告を行っており、理解が難しい部分もあることから、当協会ではICRPに関心を寄せる方々を対象に、ICRPが公表する勧告・報告等を分かりやすく解説する場を設けることとし、平成26年度から放影協開催講座(ICRPセミナー)を定期的実施してきています。本講座は放射線防護に関係する方々のみならず、一般の方々も対象に開催してきているものです。

今回のセミナーは、放影協ホームページ等により事前に参加者を募り、令和5年1月12日(木)にWebセミナー形式で開催し、約140名のご参加をいただきました。

本報告会の概要と予稿を以下に記します。

<開催日時>

令和5年1月12日(木) 14:00～16:00

<プログラム>

- | | |
|-------------|--|
| 14:00～14:05 | 開会の挨拶 放射線影響協会 |
| 14:05～14:45 | 講演1：甲斐 倫明 先生(ICRP主委員会委員)
「Pub.147放射線防護における線量の使用」の解説 |
| 14:45～15:00 | 質疑応答 |
| 15:00～15:40 | 講演2：小笹 晃太郎 先生(ICRP第1専門委員会委員)
「Pub.150プルトニウムとウランからの被ばくのリスク」の解説 |
| 15:40～15:55 | 質疑応答 |
| 15:55～16:00 | 閉会の挨拶 放射線影響協会 |

「Publication 147: 放射線防護における線量の使用」の解説

ICRP主委員会委員／日本文理大学
甲斐 倫明

国際放射線防護委員会 (ICRP) は、放射線防護のための線量 (防護量) として等価線量、実効線量を定義している。さらに、線量に関連する量として、預託線量、線量係数、集団線量および実用量についても定義され運用されてきた。線量は医学生物学的な影響と関連づけるために、それらの最新の知見を取り込んだ線量概念の改訂が歴史的に重ねられてきた。近年、防護量の使用に際して誤用や単位の混乱が認められることや、医療分野における患者の被ばくを評価するには実効線量の使用は適さないと指摘される一方で、リスク関連の線量のニーズがある。そこで、2021年に刊行されたPublication 147「放射線防護における線量の使用」では、防護量の使用法をより明確にするための勧告が行われている。

実効線量を計算するためのファントムは数学ファントムからボクセルファントムに発展し、より精密な人体モデルを基礎に標準人が定義されるようになった。2020年には小児標準ファントムが導入され、外部被ばくにおいても年齢を考慮した実効線量の計算が行われている。実効線量の単位シーベルト (Sv) は、等価線量で同じ単位が使用されているため混乱が生じるので、等価線量は実効線量の計算過程の中間的な量とみなし、シーベルトは実効線量のみを用いる。等価線量は、組織反応を防止するための制限に使用する線量として使用されてきたが、組織反応を防止するために使用する線量は吸収線量を用いるべきであるとしている。ただし、次期主勧告までは使用することは可能である。組織反応に対する放射線の重み付けについては、さらなる検討が必要である。

実効線量の運用については、100 mSv 以下で一般的に使用し、例外的に緊急時被ばく状況では1 Sv程度まで使用が可能である。低線量での健康リスクに関連する指標であることを明確にした。また、実効線量は、特定年齢の男女別標準人ファントムで評価された男女平均で計算される。そのため、実効線量は、潜在的なリスクの近似指標であるが、特定の個人のリスクを表現する代替にはならないことを強調している。また、実効線量は、最適化、線量限度、線量拘束値、参考レベルなどの基準との比較、コンプライアンスの証明に使用するための防護量である。集団実効線量は最適化の有用なツールであるが、リスク予測に使用する場合には注意して扱い、文脈に配慮して、ベースラインのリスクとの関連で使用されるべきであることを強調している。

医療被ばくの防護において、実効線量は、異なるモダリティや撮影技術に伴う医療被ばくの比較に使用できる。また、臨床家と患者とのリスクコミュニケーションの目的に使用でき、異なる医療行為を大まかにカテゴリー分けする指標に使用できる。したがって、従来の職業被ばくと公衆被ばくの評価指標から医療被ばくにも適用でき、有用なツールとなることを示した。

実効線量が防護量としての特徴は、放射線の種類や被ばくの様式によらず、単一の指標で測

ることができることであり、その結果、規制や管理を簡便にしている。実効線量を潜在的なリスクの近似指標と明確に位置付けることで、放射線防護の上でさらなるリスクに関連した線量として拡張して使用することが可能となる。特定の集団や個人のリスク予測を行うものではないことは強調しておく必要があるが、放射線防護においてより現実的な活用と合理的な判断に使用することと、場面ごとのリスク評価のあり方についての議論はさらに発展していかなければならない。

ICRP調査・研究連絡会行事 令和4年度 放射線影響協会開催講座
ICRPセミナー 予稿

「Publication 150: プルトニウムとウランからの被ばくのリスク」 の解説

ICRP 第1 専門委員会委員
小笹 晃太郎

本報告書では、プルトニウムおよびウランからの放射線（アルファ線）被ばくによるがんのリスクについて最近の疫学研究結果の詳細なレビューが行われ、それらが現在のアルファ線に対する防護に使用されている仮定とどのように関連するかが考察されている。プルトニウムについては、ロシア連邦のマヤックと英国のセラフィールドの原子力施設で雇用されていた労働者のコホートに関する重要な疫学研究がある。マヤックコホートの分析では、肺がんのリスクに関する線量反応関係の傾きが推定され、セラフィールドコホートでは、プルトニウムからの低レベル被ばくにおいて、比較的大きな信頼区間ではあるがマヤックコホートの結果と整合する結果が得られた。マヤックコホートでは、プルトニウム被ばくと肝および骨のがんのリスクとの関連も示されたが、白血病リスクとの関連は示されていない。肺がん死亡率の放射線被ばくによる生涯過剰リスクが、硝酸プルトニウムと酸化プルトニウムの急性および慢性吸入のシナリオに基づいて推定された。単位吸収線量あたりの肺がん死亡率の推定生涯過剰リスクは、ラドンとその子孫核種への被ばくに関する鉱山労働者の研究から導出されたものに近く、アルファ線の放射線加重係数を20とする仮定と矛盾しないと考えられた。ただし、それには線量・線量率効果係数 (DDREF) が2程度あることが前提となっている。核燃料サイクルに関わっている欧州および北米の労働者のコホートで、ウランからの被ばくに関連するがんのリスクの疫学研究も実施されているが、現在のところ、ウラン被ばくによる線量リスクモデルについては、どの種類のがんについても信頼できる形で導出することはできていないと考えられている。

令和4年度 放影協開催講座 「ICRP特別セミナー」(Webセミナー形式)

公益財団法人 放射線影響協会 企画部

放射線影響協会では、放射線影響に関する調査研究も事業の柱としており、国際放射線防護委員会(ICRP)の勧告や報告等について調査研究するICRP調査・研究連絡会を組織し活動を行っています。

本年度は、前述記事でご紹介した放影協開催講座(ICRPセミナー)に加え、新たな試みとして昨年度から新設された「ICRP特別セミナー」を引き続き実施することといたしました。

原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation)は、1950年代において大気内核実験の影響を世界的に調査する必要性が認識されたことから、国連に設置された科学委員会であり、年一回年次総会が開催されています。UNSCEARの主な活動としては、電離放射線に関して被ばく状況について世界的な調査・評価を行うとともに、人および環境に対する放射線影響及びリスクの情報を収集・評価を行い、国連に報告することです。

令和4年度放影協開催講座(ICRP特別セミナー)では近年公表された2020年/2021年報告書のうち、電離放射線による医療被ばくの評価及び電離放射線による職業被ばくの評価の報告書を中心に、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構量子生命・医学部門放射線医学研究所主任研究員 川口 勇生 先生より

ご講演いただきました。

本セミナーは、放影協ホームページ等により事前に参加者を募り、令和5年2月16日(木)にWebセミナー形式で開催し、100名を超えるご参加をいただきました。

放射線影響協会では今後も「ICRP特別セミナー」を不定期の開催で実施して参りたいと考えております。

記

<開催日時>

令和5年2月16日(木)
14時00分～15時10分

<プログラム>

14:00～14:05 開会の辞 放射線影響協会
14:05～14:50 「UNSCEAR2020/2021年報告書の概要:医療被ばくと職業被ばくの評価を中心に」
川口 勇生 先生(国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構量子生命・医学部門放射線医学研究所 主任研究員)
14:50～15:05 質疑応答
15:05～15:10 閉会の辞 放射線影響協会

<報告会概要>

開会の辞の後、川口先生のご講演があり、その後視聴者の方との質疑応答を行いました。

第33回日本疫学会学術総会に参加して

放射線影響協会 放射線疫学調査センター 工藤 伸一

第33回日本疫学会学術総会が2月1日から3日にかけて静岡県浜松市のアクトシティ浜松で開催され、当協会からは三枝、古田、三輪と筆者が現地に赴いて参加しました。昨年と一昨年はコロナ禍のためオンライン開催でしたが、今回は現地とオンデマンドを併用するハイブリッド開催となりました。今回の学会では口頭発表が50演題、ポスター発表が147演題を数え、さらにオンデマンドでの口演が104演題、ポスター発表が50演題ありました。その他、特別講演、オンデマンドを含むシンポジウム等が開催されました。

三枝はオンデマンドシンポジウムJapan Korea Symposium on Radiation Epidemiologyの中で「Radiation Epidemiological Study of Nuclear Workers in Japan: progress of J-EPISODE since study VI」の演題名で発表を行いました。これは我々放影協が実施している疫学調査J-EPISODEにおける現在までの進捗を紹介したものです。

古田は産業保健のセッションにおいて、「原子力施設作業員コホートと全国がん登録のリンク：放射線大腸がん罹患リスクと検診受診行動の交絡」の演題で口頭発表を行いました。これはJ-EPISODEコホートのベースライン情報と全国がん登録データ（2016-2018年分）との関連を分析し、放射線と大腸がん罹患との関連に検診受診行動が交絡している可能性について予備的に検討したものです。発表後に放射線による大腸上皮内がんの発症メカニズムに関する質疑応答を行いました。

三輪は同じく産業保健のセッションにおいて、「放射線業務従事者における従事経験事業所数による特性の検討」の演題で口頭発表を行いました。これは放射線業務従事者が従事を経験した事業所数と職種等の社会経済状態、および喫煙等の生活習慣との関連を検討したものです。発表後に今後の予定や被ばく線量低減に関する質疑応答を行いました。

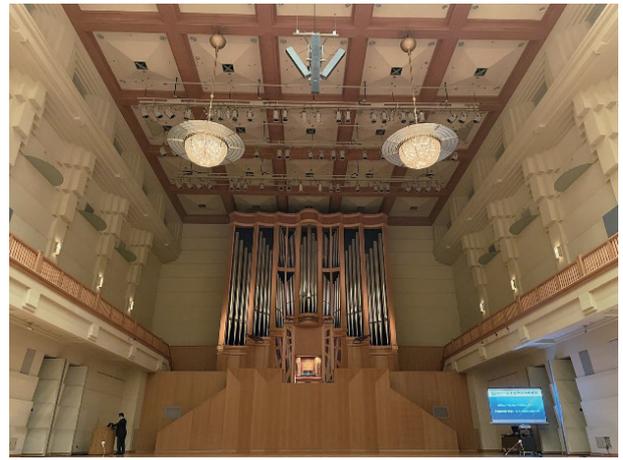


中央が会場となったアクトシティ浜松



上：古田の発表の様子
下：三輪の発表の様子

浜松市は楽器製造産業が盛んな街でヤマハ、カワイ、ローランド等の本社所在地となっています。会場のアクトシティ浜松にはパイプオルガンが設置されており、学会イベントとして演奏会がありました。筆者はパイプオ



会場のパイプオルガン：左下に人が写っているので、その大きさがお判りいただけると思います。

ルガンの生演奏を聴くのは初めてで、演奏は予定どおり30分で終了しましたが、もっと聴いていたいと感じました。

疫学会が現地で開催されるのは2020年に京都で開催されて以来となります。対面での聴講、質疑応答や旧知の研究者との交流が可能であるのは現地開催ならではの利点と感じました。

来年は1月31日から2月2日まで滋賀県大津市で開催予定です。今後も継続参加により放射線疫学調査の広報に努める所存です。



迫り来る筍の猛威と家じまい

放射線影響協会 放射線疫学調査センター 三枝 新

私は関西で生まれ、関西で育ったのですが、生まれも幼稚園も小学校も中学校も高校も大学も方言も関西であるにもかかわらず「関西で生まれ育った」と格好よく言い切れない恥ずかしさがあります。と言うのも小学校2年生の二学期から4年の二学期まで、関東の東京湾の西にあるとある街で育ったからです。

父の実家と本籍がこの街にあり、私の本籍も生まれてこの方、その街にあります。父の実家は、もし今も残っていれば築90年近い古い木造家屋で、戦前に祖父がそのあたり一帯を所有される地主さんのご厚意で土地をお借りして家を建てたのだと聞いています。私はその家に小学校の2年間と、成人してから2001年～2012年の12年間住んでいました。

今からお話しするのはその古い家の「家じまい」の話です。

とりあえず、まずはその家にまつわる私の想い出話を聴いて下さい。その家には一年に一度は托鉢が廻ってきました(たった10年そこそこ前の話です)。各家の門の前で暫くの間、重低音の和音コーラスを聞かせてくれます。私の奥さんは私よりも信心深いので、托鉢が廻ってくるとお米と小銭を持って飛び出して行きます。

やってくるのは托鉢だけではありません。家を留守にしている間に映画の撮影隊が勝手に庭に入り込み、撮影の準備を始めたことが何度かありました。これは、それに気づいたお隣さんが注意してくれたおかげで退散したようです。撮影隊ほどの規模でなくても、個人の方が塀などなかった庭に入り込み、高価そうなカメラで植物の写真を撮っているのに気づいたことも一回や二回ではありません(10年そこそこ前の話です)。

勝手に庭に足を踏み入れられるには理由がありました。とても広い庭のある借家だったからです。殆ど手を入れていませんでした(私が、です)。朝6時半に家を出て2時間かけて東京湾の反対側の職場まで出かけ、最終電車に乗り2時間かけて家に深夜1時頃に帰る生活をして

いたので、庭の手入れなど出来ようもありませんでした。

門から裏木戸(←これはもはや死語でしょうか)に続くように家を取り巻く庭は、隣にあるお寺の敷地(敷地、と言っても、見上げると3階建てのビルに相当するような高さの小山)と草に覆われたスロープでシームレスに繋がっていて、台所の正面には防空壕がぽっかりと黒い口を開けていました。夏場は蟬の抜け殻があちこちに転がっていて、秋になると地面には台湾リスが冬に備えて埋めたドングリの跡があちこちに出現します。極めつけは夏場に庭に生い茂る木々からそろりそろりと下りてくる蛭(ヒル)です。蛭と言えば、よく映画で見るような、ツルリとした餃子の形をした生き物を思い浮かべられると思いますが、蛭には様々な種類があり、生活している私達を悩ませたのはコウガイビルという(コウガイは「筍」と書き、髪搔(かみかき)のことで、この蛭の頭の形が似ていることからの学名のようです)、正確には蛭ではない10～15cmほどの生き物でした。草花の樹液が好物とかで、高い木から粘膜で出来た長い糸を出してゆっくりと下りてくるのですが、もはやエイリアンです。深夜に帰宅すると顔に張り付いたりしてしまふことがありました。

生き物と言えば、梅雨明けに裏木戸から帰宅すると、勝手口までずっと蛭がまとわりついて来ることがありました(10年そこそこ前の話です)。後で知ったのですが、先ほど述べた裏山の反対側にはゲンジボタルで有名な名所があったそうです。

裏木戸側の庭は小山の陰になり陽当たりが悪く、生き物の様相が全く違っていました。風情のある苔の付着した岩(今考えると、なぜここにあったのか不思議です)や様々な種類のシダ類が繁茂していて、古い木造の家の周囲には直径2cm～4cmくらいの蟻地獄が幾つも取り囲んでいました(何度も書きますが10年そこそこ前の話です)。

一方、家の中は家の中で、別の意味で大変でした。家の中は赤ん坊の掌サイズの蜘蛛が闊歩

しており、深夜には天井の節穴から10cm以上のムカデが落ちてきて布団の中に潜り込むといったことが日常茶飯事でした。

風呂場の天井にはいつも、大きなゲジゲジが、シャンプーまみれの私の頭に今にも飛び下りる態勢で張り付いていました。そうそう、「石鹼消失事件」が続発したのも風呂場でした。私が愛用する固形石鹼、常日頃、奥さんからは「皮膚に悪いのでボディシャンプーを使いなさい」と注意を受けていたのですが、聞き流していたある日、前夜に開封したばかりの新品の石鹼が突然、消えていました。「あれっ、きのう開封したのに？」などと考えながら新しい箱を開けて使っていても、翌日にはまた無くなっています。てっきり奥さんの実力行使かと疑っていたのですが、ある日犯人が分かりました。風呂場の排水路からネズミが頭を出していたのです。インターネットで調べると、なるほど「石鹼はネズミの好物」という話が載っていました。奥さん、疑って済みませんでした(くどいようですが10年そこそこ前の話です)。

一番心臓に悪かったのは次にご紹介する信じられない出来事でした。ある時、台所で洗い物をしていた奥さんの大きな叫び声が聞こえたので台所に行くと、なんと台湾リスが回転している換気扇に鼻を無理矢理突っ込んで(←想像してみてください)、外から台所内に侵入しようとしていました。さすがに私も奥さんもショックを受け、その後は換気扇に板を打ち付けてしまいました。

でも、私達家族を本当に悩ましたのは、台湾リスでも蛙でもムカデでもゲジゲジでもネズミでもありませんでした。それはタケノコ(筍)でした。

家の庭の裏木戸側に隣家から竹の根が伸びて来ていることは知っていたのですが、毎年4

月になると筍の総攻撃が始まるようになりました。床下から延びてきて、私達がGWの帰省から戻ると畳が持ち上がっていたことが何度もありました。後に出てくる「開かずの間」の「床の間」の畳を持ち上げ、天井も突き抜け、更には屋根を突き抜けた竹もあります(通勤途中に踏切からふと家の方を振り返ったところ、屋根から一本、高々と竹が突きだしているのに気付いて状況を理解しました)。ですので、毎年4月半ばを過ぎた週末は、軍手にノコギリを握り締め庭の筍刈りをするのですが、正直言ってとても間に合いません。この時期は連日、夕食に筍が出るので辟易します。勿論、切り倒したり、蹴り倒した筍を全て食べられる筍もなく、毎年4月～5月にかけて、100本を超える筍や竹を積んで地域の処分センターに持って行きました。

と、ここまで書いて、申し訳ありません、気がつきました。今回、ようやく廻ってきたこの「自由さんぼ」の欄でご紹介したかったのは、私の実家を襲った自然の猛威ではなく、その家の中にあつた3世代分のあれこれをどのようにして片付けていったのかという「家じまい」のお話の筈でした。くだんの「開かずの間」の、段ボール箱が使えない時代に何段もの紅玉(りんご)の木の箱に詰め込まれた書籍のこと、祖父が作った厚さ5cmの桜の板で作られた行き場を失った本棚のこと、E-mailなどなかった時代の45リットルビニール袋15袋分の葉書と手紙のこと。ご紹介したいお話はこちらでした。でももはや余白がありません。

近い将来、また続きを読んでいただく機会があればよいのですが。そのような機会があるまでお楽しみにしていただければと思います。それまで皆様、お元気で。



埋まったドングリを台湾リスが穿った後



それほど竹に覆われていない頃の中庭

「放射線の影響がわかる本」改訂版の公開について

公益財団法人 放射線影響協会

1996年(平成8年)に発行された「放射線の影響がわかる本」について、2000年(平成12年)の増補改訂を経て、2020年(令和2年)10月に改訂版を公開いたしました。

その後も、公開以降に改訂された統計データについて、2021年(令和3年)10月及び2022年(令和4年)10月にデータの更新を行っており、現在の更新版は「2020改訂版r2」と表示しています。

放射線影響の研究は、マウスなどに放射線を照射して調べる放射線動物実験に加え、近年、細胞や遺伝子の研究(分子生物学)の発展に伴って生命の設計図といわれるDNA(デオキシリボ核酸)が放射線影響研究の対象となってきました。DNAの研究の進展によって、放射線によるDNAの傷の修復や突然変異の発生メカニズムが徐々に明らかになってきています。

放射線の影響と「がん」は切り離せない関係にあります。この「がん」についての研究も遺伝子(ゲノム)解析技術の発展に伴って飛躍的に進歩しています。

本改訂版では、こうした放射線影響やがんについての最新の研究成果を取り入れて、放射線影響についてこれまでに分かってきたことをできるだけ平易なことばで詳しく紹介しています。

本書は、第1章と第2章で放射線の正体やさまざまな被ばくについて、第3章から第7章で細胞や人体への放射線の影響、がんとはなにか、がんはどのようにしてできるのか、

がんや遺伝・妊娠・出産と放射線との関係について紹介し、第8章では第1章から第7章までの内容を要約して放射線影響について科学的に分かっていることをまとめました。第9章では放射線の利用と管理について科学的にはまだ影響が明らかとなっていない100ミリシーベルト以下の低線量域を含む放射線防護の考え方を紹介し、第10章では放射線影響を中心に放射線被ばく事故について紹介しています。

本書は、より多くの方々に読んでいただけるように、協会ホームページ上で公開する形をとっています。

本書は、こちらでご覧いただけます。

http://www.rea.or.jp/wakaruhon/kaitei2020/wakaruhon_main.html



お近くの方にも是非ご紹介ください。

(公財) 放射線影響協会からのお知らせ

1. 助成・顕彰事業(公募)に係るお知らせ

当協会は、我が国の科学技術の進展及び国民保健の増進に寄与することを目的として、以下の3つの助成・顕彰事業を行っています。皆様のご応募をお待ちしております。

(1) 研究奨励助成金交付事業

研究奨励助成では、大学及び研究機関等において、放射線科学研究の分野における調査・研究を実施している研究者の研究課題に対して、研究費(図書、消耗品の薬品、器具、実験材料などの購入費用等)を助成しています。

(2) 国際交流助成事業

国際交流助成では、放射線影響に関する国際研究集会等における研究発表等のため海外出張する研究者、調査研究のため海外の研究機関に派遣される研究者及び我が国に招へいされる優れた外国人研究者に対して、旅費を助成しています。

(3) 顕彰事業(放射線影響研究功績賞・放射線影響研究奨励賞)

①放射線影響研究功績賞では、放射線科学研究の分野において顕著な業績をあげた研究者を、副賞を添え顕彰しています。

②放射線影響研究奨励賞では、放射線科学研究の分野において活発な研究活動を行い将来性のある若手研究者を、副賞を添え顕彰しています。

なお、詳細は協会ホームページ(<http://www.rea.or.jp/>)の「助成・顕彰」の項でご確認下さい。

2. 放射線管理記録の引渡しについて

放射線業務従事者の被ばく線量記録や健康診断記録は、各人の放射線管理を実施する上で重要な記録であり、適切な管理が必要です。放射線管理を規定している各法令では、被ばく線量や健康診断の結果を個人ごとに記録し、それらを長期間保存することが定められています。また、法令では、これら記録について、事業者による保存義務と併せて、「指定記録保存機関」への引渡しについても規定されています。以下では、この記録引渡しについてご案内します。

1. 指定記録保存機関

当協会は、「指定記録保存機関」として指定された国内で唯一の機関です。

(公財)放射線影響協会は、法令に基づき原子力規制委員会及び関係大臣から「指定記録保存機関」として指定を受けた国内で唯一の機関です。この指定に基づき、当協会の放射線従事者中央登録センターでは、事業者から被ばく線量記録及び健康診断記録の引渡しを受け、長期間にわたり保存する業務を行っています。受領した記録はマイクロフィルム化するとともに情報を専用システムに登録し容易に検索できるようにしています。

2. 記録の引渡しについて

(1) 放射性同位元素等の使用廃止に伴う記録引渡し

廃止措置を行う場合には、これまで保存してきた全ての被ばく線量記録及び健康診断記録の引渡しが必要です。

放射性同位元素等の使用廃止など法令に基づく廃止措置を行う場合は、事業者はこれまで保存してきた放射線業務従事者全員分の被ばく線量記録及び健康診断記録を指定記録保存機関(当協会)へ引渡すことが義務づけられています。

(2) 従事者でなくなった者の記録又は従事中でも5年以上保存した記録の引渡し

記録引渡しによって事業者には当該記録の保存義務がなくなります。紛失等の防止のためにも5年以上保存した後の早期の記録引渡しをお勧めします

記録の対象者が従事者でなくなった場合又は従事中でも記録を5年以上保存した場合には、指定記録保存機関(当協会)へ引渡すことが可能です。記録を引渡すことによって、事業者においては当該記録の保存義務がなくなります。また、廃止措置に伴う記録引渡しでは、事業所での長期保存中に紛失し引渡せないケースや記録の破損や劣化してしまうケースも発生しています。これらを防止するためにも早期の記録引渡しをお勧めします。

3. 引渡し手続きについて

記録引渡しは、所定の申請手続きに従って行います。具体的な手続きについては、当協会のホームページ及びパンフレットに記載されていますのでご参照ください。

- (公財)放射線影響協会ホームページ
<http://www.rea.or.jp/>
- パンフレット「法令に基づく被ばく線量の測定の記録及び健康診断の記録の指定記録保存機関への引渡しについて」
<http://www.rea.or.jp/chutou/ri/hikiwatashi-Pamphlet.pdf>
- 本件に関する問合せ
(公財)放射線影響協会
放射線従事者中央登録センター
RI等記録管理課 電話：03-5295-1790
e-mail：ri@rea.or.jp

主 要 日 誌

【人事異動】

○放射線従事者中央登録センター

- 3月31日 退職 放射線従事者中央登録センター長 兼 RI等記録管理課長 浅野智宏
- 4月1日 採用 放射線従事者中央登録センター長代理 兼 RI等記録管理課長 伊藤公雄
- 4月1日 昇格 放射線従事者中央登録センター長 兼 業務管理課長(放射線従事者中央登録センター長代理 兼 業務管理課長) 鈴木 晃

【活動日誌】

○総務部

- 3月6日 令和4年度第4回理事会(令和5年度事業計画及び収支予算並びに資金調達及び設備投資の見込みを記載した書類について等)(対面及びWebミーティング形式)
- 3月14日 令和4年度第3回評議員会(令和5年度事業計画及び収支予算について等)(対面及びWebミーティング形式)

○企画部

- 1月12日 ICRP調査・研究連絡会行事「令和4年度放影協開催講座(ICRPセミナー)」(Webセミナー形式)
- 1月24日 令和4年度ICRP調査・研究連絡委員会「ICRP活動状況の概要報告会」(Webセミナー形式)
- 2月16日 ICRP調査・研究連絡会行事「令和4年度放影協開催講座(ICRP特別セミナー)」(Webセミナー形式)
- 3月27日 令和4年度放射線影響研究奨励賞贈呈式(Webミーティング形式)

○放射線従事者中央登録センター

- 2月21日 第18回除染等業務従事者等被ばく線量

登録管理制度参加者協議会(令和4年度事業報告及び決算見込み、令和5年度事業計画及び収支予算について等)(会議参加及び書面表決により議決)

○放射線疫学調査センター

- 2月1日 第33回日本疫学会学術総会において「Radiation Epidemiological Study of Nuclear Workers in Japan: progress of J-EPISODE since study VI」、「原子力施設作業員コホートと全国がん登録のリンクage:放射線大腸がん罹患リスクと検診受診行動の交絡」、及び「放射線業務従事者における従事経験事業所数による特性の検討」のタイトルで発表
- 3月2日 令和4年度第2回放射線疫学調査調査研究評価委員会(対面及びWebミーティング形式)
- 3月8日 令和4年度第2回放射線疫学調査あり方検討会フォローアップ委員会(対面及びWebミーティング形式)
- 3月17日 令和4年度第2回放射線疫学調査倫理審査・個人情報保護委員会(対面及びWebミーティング形式)
- 3月27日 令和4年度第1回放射線疫学調査緊急作業線量の臓器線量構築に関する検討会委員(対面及びWebミーティング形式)

【論文掲載】

○放射線疫学調査センター

- 「低線量放射線による健康影響② 原子力施設従事者を対象とした疫学研究結果のレビュー」が日本診療放射線技師会誌JART2023年1月号に掲載された。
- 「低線量放射線による健康影響③ 日本における放射線疫学調査 J-EPISODE の概要」が日本診療放射線技師会誌 JART2023年3月号に掲載された。

放影協ニュース 2023. 4, No.114

編集・発行 公益財団法人 放射線影響協会

URL: <http://www.rea.or.jp>

〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町1丁目9番16号 丸石第2ビル5階

電話: 03(5295)1481(代) FAX: 03(5295)1486

●放射線従事者中央登録センター

電話: 03(5295)1788(代) FAX: 03(5295)1486

●放射線疫学調査センター

電話: 03(5295)1494(代) FAX: 03(5295)1485