

Photo Yasuhiro Hirano

Index

猪突猛進する中性子の七変化
～ 見えない粒子の錬金術、除染、分析、
治療にかかわる多彩な仕事ぶり ～ ……中島　裕夫　1

〔コラム〕94th Column
【バイオマス発電所が示す福島森林再生への道】……中川　恵一　5

令和７年度　一人平均年間被ばく実効線量0.16ミリシーベルト…中村　尚司　6

令和７年度　年齢・性別個人線量の実態 ……　9

〔学生応援企画〕
岡山大学大学院保健学研究科片岡研究室のご紹介
～低線量放射線の健康影響と医療応用～
……田中　歩／宮永　清瑚／後藤　朱渚／長野　光希／田野功太郎　12

〔放射能・放射線単位・元素名の由来〕
第16回　レニウム$_{75}$Re：rhenium ……髙橋　正　17

公益財団法人原子力安全技術センターからのお知らせ……　18

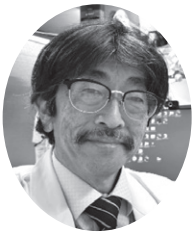
2026年 製薬放射線研修会 ……　18

〔サービス部門からのお願い〕
ご使用者の変更をFAXで依頼したいとき ……　19

＊誌名の「FBNews」は、弊社が行っていた「フイルムバッジ(FB)」による個人線量測定サービスに由来しています。

猪突猛進する中性子の七変化

～ 見えない粒子の錬金術、除染、分析、治療にかかわる多彩な仕事ぶり ～



中島　裕夫*

宇宙ができた時から放射線は存在しており、中性子は、宇宙最初の「元素づくり」の設計図を描いた職人のような存在でした。そして、人類が放射線に気が付いたのは、1895年11月８日です。初めて放射線を発見したレントゲンは、物を通り抜ける未知なる光としてX-rays（Ｘ線）と名付けました。欧米では、当時から未知なるものをXと称するようですね。他にもミスターX、X-ファイル（1993年から2018年にかけてアメリカで製作されたSFテレビドラマのタイトル）、方程式ｙ＝axの未知数ｘなどがあります。日本でも、欧米に倣って怪盗Ｘ、ドクターＸ、仮面ライダーX、X JAPANなど未知なるものへの呼び名として使われています。その後、発見された放射線には発見順にギリシャ文字のＡＢＣ‥にあたるα、β、γ…があてがわれました。日本には、音名（CDEFGABC：アルファベットの３番目から始まる）のように、イロハの３番目から始まるハニホヘトイロハと言った洒落た和訳はされずにそのままの名称で受容されました。ただ、翻訳されてイ線、ロ線と言われてもいまいちですよね。

そのような、いろいろな放射線の中でα線は紙で、β線はアクリル板で、Ｘ線やγ線は鉛などで止まるのに対して、中性子線は、鉛も通り抜けられるのに水で止まるといったちょっと風変わりな放射線なのです。

中性子線と聞くと、私は2007年～2012年に龍門諒原作･恵広史作画の漫画作品として『週刊少年マガジン』で連載され、TVでは2010年に放送された『BLOODY MONDAY』（ブラッディ マンデイ）のSeason２『絶望ノ匣（パンドラノハコ）』（三浦春馬さん、佐藤健さん、他出演）に登場した中性子爆弾を想起しますが、皆さんはいかがでしょうか。

中性子爆弾は、建物を壊さず中の生物を殺す爆弾です。なぜなら、ヒトの体は、60%が水でできているからです。中性子は、電荷を持たないために、原子の中を容易に進みますが、重い原子核にあたると、壁にぶつかるボールのように跳ね返って方向を変えるため、止まりません。しかし、水分子があると、その水素原子核（陽子）と衝突して止まります。衝突された陽子は原子核から外へ弾き出されます。まさにビリヤードの玉突きと同じような現象です。そして、飛び出した陽子は、電荷を持った反跳陽子となり生物影響を起こします。1999年に起きたJCOの臨界事故では、作業員の前方（腹側）から入射した中性子線の殆どが体で止められていたと推定されています。

この性質を悪用した中性子爆弾は、まさに爆風や熱線による破壊ではなく、高エネルギーの中性子線を放出して、戦車の乗員やシェルター内の人員を殺傷することに特化した爆弾なのです。実際には、アメリカ陸軍の

＊ Hiroo NAKAJIMA　大阪大学 核物理研究センター 特任教授／放射線科学基盤機構 招聘教授／医学系研究科未来医療イメージングセンター 招聘教授

155㎜榴弾砲向けの核砲弾W-82 155㎜としてローレンス・リバモア国立研究所で開発されていたようですが、開発中止となり、実用化されませんでした。

何年も前になりますが、中性子線の生物影響を調べるために近畿大学の原子炉でマウスに照射したことがあります。当時の思い出で興味深かったのは、６匹のマウスでは、中性子がマウスに吸収されてしまい、いつまでも原子炉の出力が最大にならず、最大出力を得るために４匹に減らしたことを覚えています。実は、近畿大学の原子炉の最大出力は、豆電球も灯せない１Wなのです。しかし、原子炉運転操作の研修やいろいろな実験に安全な原子炉としてとても役立っています。余談ですが、電力喪失によって暴走することもない出力ワット数がたった１Wの原子炉ですが、代表的な100万kWクラスの商業炉と同じようにIAEAの査察を受けなければならないのです。

危ないイメージの中性子ですが、他にもいろいろな興味深い応用がなされており、別の顔を持っていますので中性子七変化としていくつかご紹介いたします。

話は飛びますが、金の価格高騰にはびっくりですね。2000年には1,000円台だったｇあたりの金の価格は、徐々に上昇を続けて、2010年には3,000円台に、2020年は6,000円台へ、そして、2026年１月末の価格はついに29,568円になりました。昔を知る人にとっては、驚きの価格です。

金の製品で人類最古のものは、ブルガリアで発見された紀元前5000年紀頃のヴァルナ銅石器時代墓地43号墓出土の副葬品とされています。ちなみに、日本で初めて金がみつかったのは、奈良時代の749年のことです。場所は陸奥国小田郡（現在の宮城県遠田郡）で、純度の高い上質な砂金だったと伝えられています。発見後すぐに採掘が進められ、752年に完成した奈良・東大寺の大仏様の全身めっきに使われたそうです。昔の大仏様はキンキラキンだったのです。

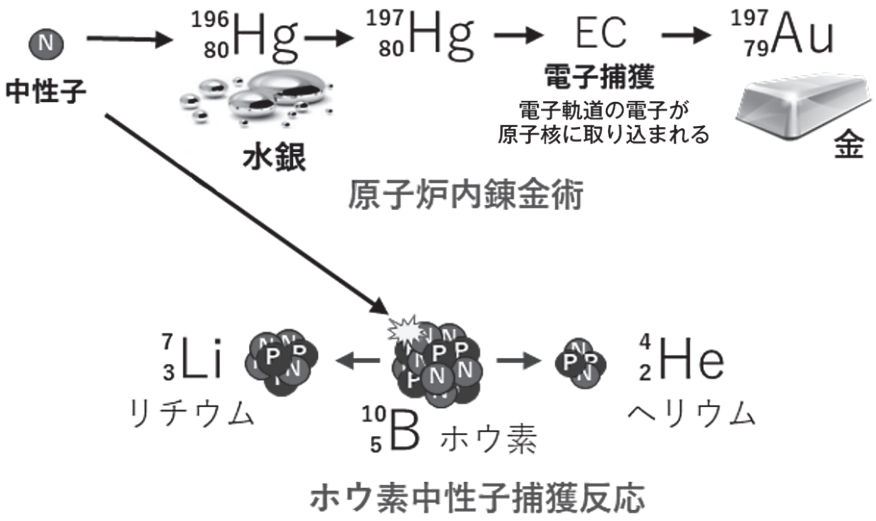
そのように、金はいつの時代も人々の心を惹きつけ、文明や経済、科学の発展にも大きな影響を与えてきました。そのために、古代から中世にかけて、多くの学者や錬金術師たちは、他の金属から金を生成しようと試みて、ことごとく失敗してきました。しかし、目論見通りにならなかった試みの積み重ねが、西欧におけるいろいろな物理学、化学、工学の進歩に寄与することとなりました。一方、東洋では、錬金術のみならず不老不死薬への情熱も高く、いろいろな化学や生化学、醸造の進歩に寄与しました。火薬の発明もその一つと言われています。

現代になり、古の人々の念願であった錬金は、原子炉内での放射化（核変換）によって可能になったのです。

この原子炉内での錬金術とは、中性子を水銀-196に当てて水銀-197を作り、水銀-197の原子核において起こる電子捕獲（EC）により、金-197を生成する方法です。しかし、原子核物理学の理論に基づいて実現した形とは言えるのですが、放射化による金の生成は科学的な実証実験としては成功していますが、実用的な量産は難しく天然金の価値を下げるようなレベルではありません。残念なことのようですが、逆に大量生産されれば、経済に大きな影響を与えることになるので、大量にできないことが幸いなのかもしれませんね。

さて、原子力発電や原爆でおなじみのこの中性子、猪突猛進のごとく、まっすぐ飛び、鉄でも通り抜けるほどで怖い放射線の最たるもののようですが、ホウ素で捕獲されやすいことから、いろいろなところで応用されています。

例えば、原子力発電所事故では、事故現場にホウ素を撒くことで、遠くまで飛ぶ中性子を捕獲してほとんど飛ばないα線とリチウム



線に変えて環境への放射線の影響を小さくしたり、炉内に注入することで中性子を捕獲して連鎖核反応（再臨界）を防いだりすることです。2011年に発生した福島第一原子力発電所事故時でも１,２,３号炉に、また、３号機使用済み燃料プールにホウ酸水が注入されています。

医療では、この原理を応用して、がん細胞にホウ素（^{10}B）を特異的に取り込ませてから中性子を当てる「ホウ素中性子捕獲療法（BNCT）」があります。中性子を捕獲したホウ素は、２つに割れて細胞１個分ほどしか飛ばない細胞破壊力の高いα線とリチウム線になり、がん細胞を破壊します。また、良いことに、がん細胞から離れたところにある正常細胞まではα線もリチウム線も達することがないので副作用の少ないがん治療法となるわけです。

さらに、微量な元素が放射化すると検知が容易になることにも応用されています。ちなみに、福島第一原子力発電所事故で放出されたセシウム137ですが、誰でも線量計で検知できる１秒間にセシウム137原子が100個崩壊（100Bq）する条件（日本の１kgあたりの食品規制値がちょうど100Bq）の重量は、たったの0.000000000031gなのです。

わかりやすくサイズで表しますと、塩粒一粒が約100マイクログラムですので、その約3000分の１の大きさということになります。

ですから、金歯を入れた人の髪の毛を放射化分析すると、その人が金歯を入れていることまでわかってしまうのです。

この放射化分析法でナポレオンの遺髪を放射化分析したところ、ヒ素が高濃度に検出されて、毒殺されたのではないかというミステリーが生まれました。

公式には1821年５月５日にセントヘレナ島において胃がんで死去したとされているナポレオンの死因ですが、かねてから論争の的となっていた「毒殺説」があり、それを現代科学で証明するため、1960年代にグラスゴー大学（イギリス）のハーウェル原子力研究所で遺髪の放射化分析が行われました。その結果、遺髪からは通常よりも遥かに高い10ppmのヒ素が検出されたのです（Forshufvud, S *et al*. Nature,1961, Smith, H *et al*. Nature, 1962）。この高濃度のヒ素の発見は、ナポレオンが長期にわたってヒ素を投与され、毒殺されたのではないかという説を裏付けるものとして、誰が何のために毒殺したのかなど世界中で大きな話題となりました。しかし、当時のさま

ざまな日用品（例えば、壁紙の緑色の染料など）にヒ素が含まれており、環境由来である可能性やナポレオンが生前使用していた薬物や、食品に含まれる天然由来のヒ素の可能性なども指摘されています（さしずめ日本では、玄米やヒジキにヒ素含有量が多いことは有名ですね）。その後さまざまな研究機関によって複数の時期の遺髪についても分析が行われていますが、最終的な死因については依然として議論が続く闇の中です。

髪の毛くらいの検体で体内の金属の動態がわかることは、とても興味深いことですね。この方法を使えば、CT（Computed Tomography、コンピュータ断層撮影）やPET（Positron Emission Tomography、陽電子放出断層撮影）と同じように、体に負担をかけず、いろいろな検査ができそうに思われます。

例えば、放射化分析で検出が容易な重金属に分類される亜鉛です。亜鉛は、重金属に分類されますので、ヒトの体にはあまり良くない金属と思われがちですが、実は、結構重要な重金属なのです。亜鉛が体内から減ると、特に皮膚（手足の先や口、鼻、眼の周囲、外陰部などや爪の周囲）に発症する皮膚障害が出始めます。皮膚の他にも脱毛症や爪の変形、傷の治りが遅くなるといった症状もみられます。また、がん患者では、体内の亜鉛量減少が悪性腫瘍の増悪に関与していることが多くの研究により報告されています。そのために髪の毛の放射化分析で亜鉛の体内量をモニタリングして健康状態やがんの診断に応用できる可能性があるのです。

ただ、亜鉛欠乏の要因には、摂取不足、吸収不全、需要増大、排泄増加などがあります。偏った食事やダイエットによる摂取不足などが原因となります。また、慢性肝炎・肝硬変、糖尿病、炎症性腸疾患、腎不全などの慢性的な病気が原因になる場合もあります。さらに、降圧薬、抗うつ薬、抗悪性腫瘍薬などで用いられるキレート作用のある薬剤を長期的に服用している場合や低出生体重児、妊婦、高齢者も亜鉛欠乏になりやすいと言われています。厚生労働省の「日本人の食事摂取基準（2020年版）」によると、18歳以上男性における、亜鉛の推定平均必要量は１日に９㎎です。一方、推奨摂取量は、18～74歳の男性で１日11㎎、75歳以上の男性で１日10㎎となっています。亜鉛10～11㎎が含まれる食材とその量は、牡蠣なら76～83g分、豚レバーなら約145～160g分が目安です。亜鉛は体内に取り入れられたアミノ酸をケラチンへと再合成し、髪の毛の成長をサポートする働きがあります。そのため、亜鉛が不足すると抜け毛のリスクを高める恐れもあります。亜鉛欠乏による皮膚炎は亜鉛補充により比較的早く、１～２週間で改善することが多いとされており、治療への反応が良好であることも特徴の一つです。

しかし、有用に思える毛髪放射化分析による亜鉛のモニタリングですが、まずいことがあります。酸化亜鉛には紫外線を散乱させる効果や、皮脂を吸着し化粧崩れを防ぐ効果もあるからです。その効果のために、日焼け止めをはじめ、下地やファンデーション、乳液やクリーム、ボディパウダー、制汗剤など、さまざまな化粧品に使われていることから、近年の髪の毛の放射化分析では、それらの亜鉛が邪魔をして、体内量の変動どころではない大量の亜鉛が検出されてしまうようです。なかなかうまくいかないものですね。

遠くまで飛び、鉄の扉も通り抜ける中性子ですが、水が60％のヒトの体ではほとんど止まってしまいます。また、核変換で物質を変えたり、がんを治したり、建物を壊さず生物だけ殺す多彩な働きをする中性子は、TV時代劇「琴姫七変化（松山容子さん主演）」の琴姫のような、あるいは、「雲霧仁左衛門」の内山理名さん演ずる七化けのお千代のようなミステリアスな存在ですね。

コラム 94th Column

中川　恵一
東京大学医学部附属病院

バイオマス発電所が示す福島森林再生への道

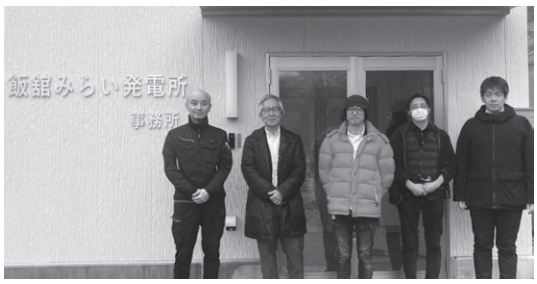
福島の復興は、道路などのインフラや建物の整備が先行して進められてきましたが、それだけでは十分とは言えません。地域の産業が再び動き出し、人々が働き、暮らしが持続的に成り立つことが欠かせません。飯舘村で稼働した木質バイオマス発電所は、その一端を担っています。

震災後、福島の浜通り地域では、放射性物質の影響によって木材利用が進まず、間伐も滞りました。現在も帰還困難区域として立ち入りが制限されている森林が約２万6,000haに及びます。適切な手入れが行われない森林は荒廃し、土砂災害などのリスクも高まります。こうした中で、2024年に福島県飯舘村で稼働した「飯舘みらい発電所」は、年間９万トン近くの木質燃料を周辺地域から調達し、発電に利用しています。燃料の中心となるのは木材加工の過程で発生する樹皮や、森の健全性を保つために伐採された間伐材です。同発電所では、放射性物質が付着した木質燃料も利用することができます。２段階の排気フィルターや常時モニタリングなど、放射性物質対策を徹底しており、環境中に放射性物質が放出されることがないよう、厳格な管理の下で運営されています。

樹皮や間伐材の利用が進むことは、森林整備の再開にとって大きな意味を持ちます。福島県の木材生産量は震災後にやや落ち込みましたが、近年は震災前の水準70万㎥を超えて90万㎥超まで回復しました。飯舘村でも、全村避難により木材の供給はほぼできなくなりましたが、現在は年間１万㎥以上にまで増えています。木材利用や森林整備の拡大に伴い、樹皮や間伐材も多く発生します。こうした未利用資源を再生利用可能エネルギーとして有効活用することは、森林の再生につながります。

日本はエネルギーの約８割を化石燃料に依存しており、その多くは中東からの輸入です。地域の資源で、地域で電気をつくることは、エネルギー安全保障の観点からも重要な役割を果たします。「飯舘みらい発電所」の年間売電量（至近実績）は約5,270万kWhで、一般家庭約１万6,900世帯分に相当します。また、発電所の存在により、木材の伐採や搬出、加工、運搬といった林業関連の仕事が増え、関連産業を含めると多くの雇用も生まれています。人口減少が続く地域にとって、こうした雇用創出の効果は決して小さくありません。

福島の森林の多くは除染がされていません。しかし、適切な対応と科学的な理解により、放射性物質がある状態でも、森林資源を活用し共生していくことは十分可能です。復興とは、こうした地道な努力の積み重ねなのだと思っています。私たちは、福島の復興を着実に進めていく必要があると思っています。



飯舘みらい発電所にて菅野社長とチーム中川


発電所ボイラ設備

令和７年度

一人平均年間被ばく実効線量 0.16ミリシーベルト



中村　尚司

弊社の測定・算定による、令和７年度（令和７年４月～令和８年３月）の個人線量の集計の詳細については、「個人線量の実態」（FBNewsNo.597（令和８年９月１日））に報告されていますが、ここでは同実効線量について、より簡略に見やすい形にして報告いたします。

集計方法

令和７年４月から令和８年３月までの間に、１回以上弊社の個人線量計を使用された327,500名（前年度は324,419名なので、3,081名と昨年度に続いての増加で、一昨年と比べると、4,449名増加しています。）を対象としました。

業種別の年実効線量は、全事業所を医療、研究教育、非破壊検査、一般工業、獣医療の５グループに分けて集計しました。職業別の年実効線量は、医療関係についてのみ職種を医師、技師、看護師に分けました。最小検出限界未満を示す「X」は、実効線量“ゼロ”として計算してあります。

集計結果

一人平均の年実効線量は、**表１**に示されているように0.16mSvで、前年度（0.16mSv）と同じです。**表１**の業種別に見ると、医療が0.19mSv(前年度0.20mSv)、研究教育が0.03mSv(前年度0.04mSv)、非破壊検査が0.16mSv（前年度0.16mSv)、一般工業が0.10mSv（前年度0.09mSv)、獣医療が0.02mSv（前年度0.02mSv）となっていまして、医療と研究教育の年実効線量がやや減少し、非破壊検査と獣医療は変わらず、一般工業の年実効線量がやや増加しました。全業種での平均年実効線量は全年度から変わりませんでした。

表１　令和７年度業種別年実効線量人数分布表（単位：人）（カッコ内の数字は％）

業　種	集団実効線量（manmSv）	平均年実効線量（mSv）	X（検出せず）	～0.10（mSv）	0.11～1.00（mSv）	1.01～5.00（mSv）	5.01～10.00（mSv）	10.01～15.00（mSv）	15.01～20.00（mSv）	20.01～50.00（mSv）	50.00超過（mSv）	合計人数
医　療	45,279.20	0.19	189,445	11,137	22,298	11,707	884	157	41	31	0	235,700
			(80.38)	(4.73)	(9.46)	(4.97)	(0.38)	(0.07)	(0.02)	(0.01)	(0.00)	(100.00)
研　究 教　育	1,226.50	0.03	38,307	513	567	322	27	2	0	0	0	39,738
			(96.40)	(1.29)	(1.43)	(0.81)	(0.07)	(0.01)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(100.00)
非破壊 検　査	348.30	0.16	1,820	102	219	86	7	0	0	0	0	2,234
			(81.47)	(4.57)	(9.80)	(3.85)	(0.31)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(100.00)
一　般 工　業	3,707.30	0.10	33,538	458	942	596	78	23	5	3	1	35,644
			(94.09)	(1.28)	(2.64)	(1.67)	(0.22)	(0.06)	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(100.00)
獣医療	326.60	0.02	13,761	119	216	80	6	1	1	0	0	14,184
			(97.02)	(0.84)	(1.52)	(0.56)	(0.04)	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(0.00)	(100.00)
全　体	50,887.90	0.16	276,871	12,329	24,242	12,791	1,002	183	47	34	1	327,500
			(84.54)	(3.76)	(7.40)	(3.91)	(0.31)	(0.06)	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(100.00)

注：矢印より左が分布（Ⅰ）に記載されています。
　　矢印より右が分布（Ⅱ）に記載されています。

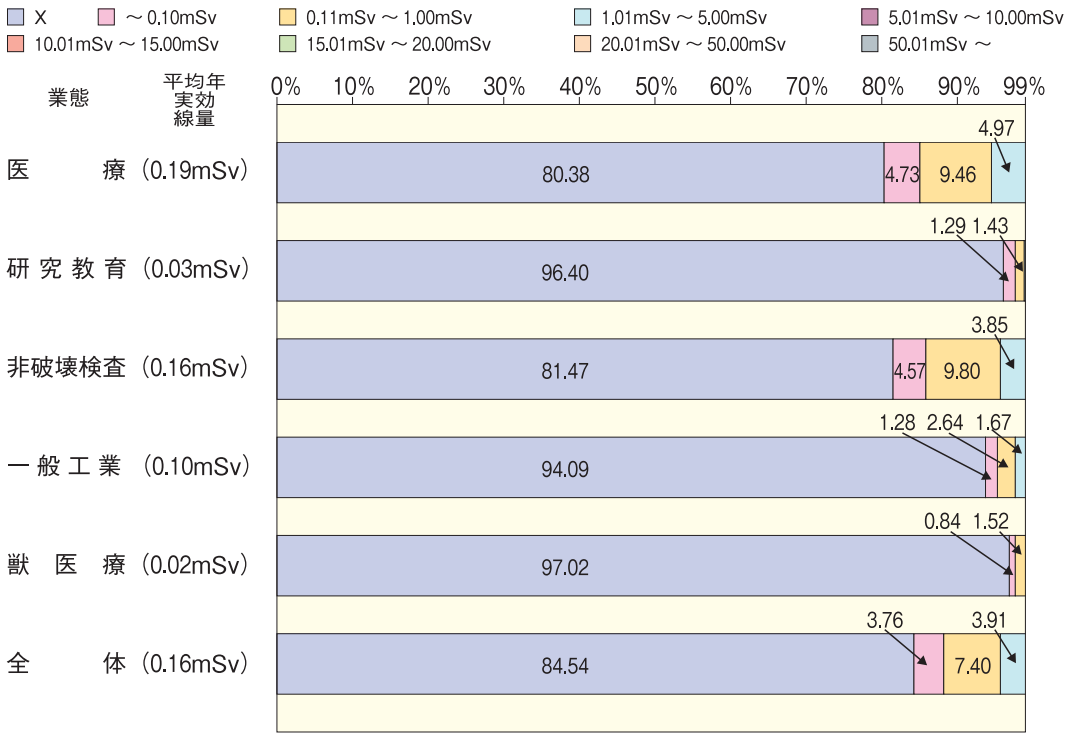


図１(a)　令和７年度業種別平均年実効線量の分布（Ⅰ）

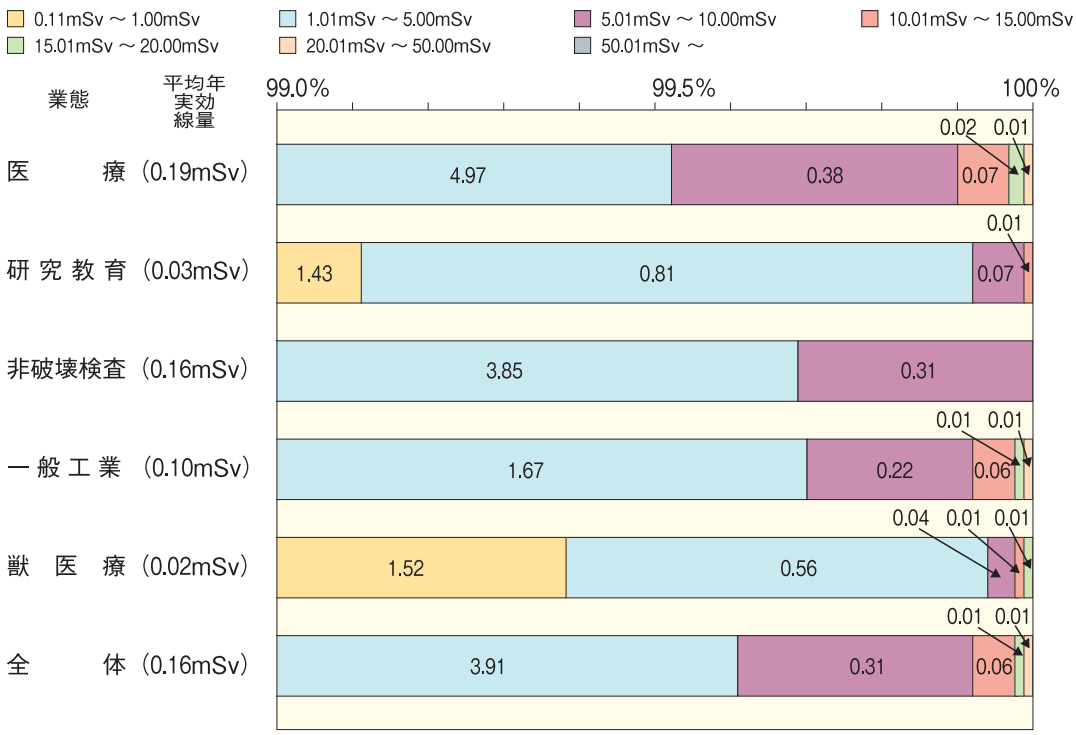


図１(b)　令和７年度業種別平均年実効線量の分布（Ⅱ）
（図1(a)の右端部の詳細を表す）

令和７年度を通して検出限界未満の人は、**図１**に示すように全体の84.54％（前年度83.96％）で、年間1.0mSv以下の人が、全体の95.7％（前年度95.46％）と、低線量当量の人の割合は、前年度と比べてわずかに増えています。また、業種別に見ると非破壊検査関係と医療関係では、その他の業種に比べて実効線量値が高い人の割合が多くなっているのも例年の傾向通りです。

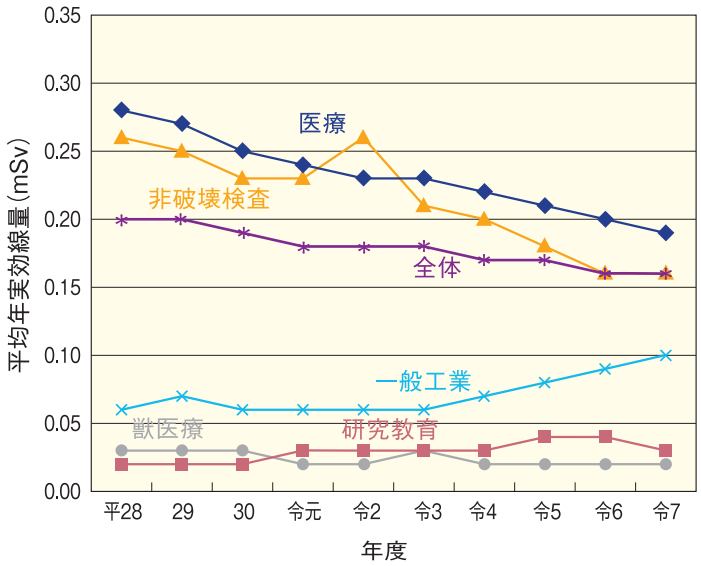


図２　過去10年間の業種別平均年実効線量の推移

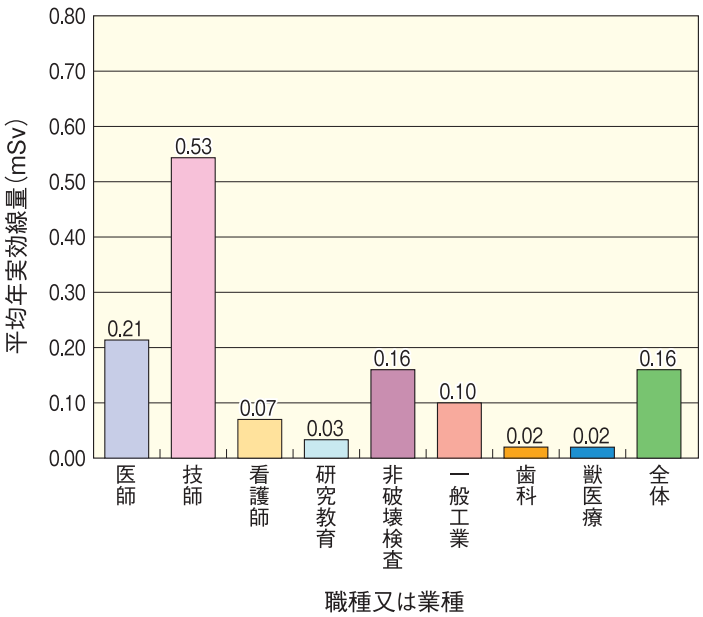


図３　令和７年度職種又は業種別平均年実効線量

表１と**図１**で実効線量の多い方を見ると、年間50mSvを超えた人は、前年度は０人でしたが、今年度は１人いました。また、年間20mSv～50mSvの人は全体の0.01％で、実数では前年度の43名と比べて34名（医療31名、一般工業３名）となっていて、医療関係は昨年より２名減少、非破壊検査は０名で変わらず、一般工業が７名減っています。年間５mSv～20mSvの人は全体の0.38％（前年度は0.43％）で、実数では1,232名（前年度1,407名）で、内訳は医療1,082名（前年度1,242名）、研究教育29名（前年度42名）、非破壊検査７名（前年度９名）、一般工業106名（前年度108名）、獣医療８名（前年度６名）です。前年度と比べると、医療が160名減少、研究教育が13名減少、非破壊検査が２名減少、一般工業が２名減少、獣医療が２名増加しています。

業種別の過去10年間の推移を見ると、**図２**に示すように、ここ10年間は、医療が平成28年からここ10年間は減少して３割強ほど低くなっています。非破壊検査は平成28年度以降３年間は減少に転じ、令和２年度は再び少し増加しましたが、令和３年度以降は再び減少しました。一般工業はずっと一定でしたが令和３年度から少し増加しています。研究教育は令和５、６年度に少し増加したのち、令和７年度に減少しています。獣医療はほぼ横ばいの値です。

職種別・業種別の一人平均年実効線量は、**図３**に示しますが、前年度と同じく、医療関係の職種別では技師が0.53mSv（前年度0.57mSv）と最も高く、ついで医師が0.21mSv（前年度0.22mSv）、看護師0.07mSv（前年度0.07mSv）の順に低くなっています。なお、獣医療は最も低く0.02mSv（前年度0.02mSv）で、歯科も0.02mSv（昨年度0.02mSv）と低い値です。医療以外では非破壊検査が最も高く0.16mSv（前年度0.16mSv）です。なお、一般工業は0.10mSv（前年度0.09mSv）とそれに次いで高くなっています。研究教育は0.03mSv（前年度0.04mSv）です。

令和７年度
年齢・性別個人線量の実態

１．はじめに

本資料は、弊社のガラスバッジサービスに基づく、令和７年度の年齢・性別の実効線量の実態の報告です。個人線量計で測定した１㎝線量当量から算定した、実効線量を年齢・性別に集計しています。

２．用語の定義

(1) 年実効線量　４月１日から翌年３月31日における、１個人の実効線量の合計（単位 mSv）
(2) 集団実効線量　集団を構成する全員の年実効線量の合計（単位 manmSv）
(3) 平均年実効線量　集団実効線量を、集団を構成する人数で除した値（単位 mSv）

３．実効線量の求め方

測定した１㎝線量当量から実効線量を算出する方法の概略を示します。

なお、記号の意味は、次のとおりです。

H_E：実効線量

$H_{1㎝}P$：１㎝線量当量

P…下記の部位を表します

基：基本部位（男性は胸、女性は腹）
頭：頭頸部
胸：胸部
腹：腹部
大：体幹部の中で最大値を示した部位

3.1 体幹部均等被ばくとして個人放射線被ばく線量測定をしている場合

$H_E = H_{1㎝基}$

3.2 体幹部不均等被ばくとして個人放射線被ばく線量測定をしている場合

$H_E = 0.08H_{1㎝頭} + 0.44H_{1㎝胸} + 0.45H_{1㎝腹} + 0.03H_{1㎝大}$

４．対象とするデータ

弊社のガラスバッジサービスの申し込みをされており、令和７年４月１日から令和８年３月31日までの間で１回以上個人線量計を使用された人の年実効線量を、集計対象データとしています。

注１）個人が受けた線量でないとお申し出のあったものは、除外しています。
注２）個人が受けた線量でないにもかかわらず、お申し出のないものは含んでいます。
注３）性別が不明のものは除外しています。
注４）年齢は、令和８年３月31日現在です。

５．集計方法

(1) 集計

Table 1 の左欄に示すように年齢の区分を設け、その区分に入る個人の数と集団実効線量並びにそれらの百分率を集計の同一の欄の内に示しています。ただし、「X（検出限界未満）」は、ゼロmSvとして処理しています。測定上限は、個人線量計によって異なりますが、例えば「10超」は、10Svとして集計しています。

(2) パラメータ

パラメータは、医療・獣医療、工業、研究教育および男性、女性としました。性別は、利用者からのお申し出の内容としています。

６．集計結果

集計結果を、以下の図表に示します。

Table 1　年齢・性別集団実効線量および平均年実効線量

Fig. 1　年齢・性別平均年実効線量分布
Fig. 2　放射線業務従事者の年齢・性別構成

Table 1（a）年齢･性別集団実効線量及び平均年実効線量（男性）

人数（人）　人数（%）
集団実効線量（manmSv）　線量（%）
（R7.4.1～R8.3.31）

年齢	医　療・獣医療		工　業		研究教育		全　体		平均年実効線量（mSv）
18～19	86	0.06	434	1.28	1,092	3.83	1,612	0.82	0.02
	2.20	0.01	20.00	0.53	3.80	0.36	26.00	0.06	
20～24	5,551	4.11	2,444	7.20	10,893	38.23	18,888	9.57	0.13
	2,171.00	5.90	154.20	4.12	154.00	14.61	2,479.20	5.96	
25～29	17,553	13.01	4,002	11.78	3,210	11.27	24,765	12.55	0.21
	4,667.90	12.69	340.40	9.11	120.40	11.42	5,128.70	12.34	
30～34	17,651	13.08	4,435	13.06	2,177	7.64	24,263	12.29	0.25
	5,603.70	15.24	343.80	9.20	192.00	18.21	6,139.50	14.77	
35～39	16,192	12.00	4,558	13.42	1,986	6.97	22,736	11.52	0.24
	5,013.10	13.63	390.90	10.46	152.50	14.47	5,556.50	13.37	
40～44	15,082	11.18	4,188	12.33	1,903	6.68	21,173	10.73	0.24
	4,627.70	12.58	428.80	11.47	110.60	10.49	5,167.10	12.43	
45～49	14,127	10.47	4,340	12.78	1,906	6.69	20,373	10.32	0.22
	3,976.80	10.81	328.10	8.78	110.10	10.44	4,415.00	10.62	
50～59	24,573	18.21	7,083	20.86	3,365	11.81	35,021	17.74	0.25
	6,904.00	18.77	1,555.60	41.61	142.00	13.47	8,601.60	20.69	
60～69	17,042	12.63	2,143	6.31	1,611	5.65	20,796	10.54	0.16
	3,080.90	8.38	155.80	4.17	62.50	5.93	3,299.20	7.94	
70以上	6,489	4.81	228	0.67	237	0.83	6,954	3.52	0.09
	593.70	1.61	20.00	0.53	3.00	0.28	616.70	1.48	
年齢不明	589	0.44	105	0.31	113	0.40	807	0.41	0.17
	136.30	0.37	0.80	0.02	3.20	0.30	140.30	0.34	
合計	134,935	100.00	33,960	100.00	28,493	100.00	197,388	100.00	
	36,777.30	100.00	3,738.40	100.00	1,054.10	100.00	41,569.80	100.00	

Table 1（b）年齢･性別集団実効線量及び平均年実効線量（女性）

人数（人）　人数（%）
集団実効線量（manmSv）　線量（%）
（R7.4.1～R8.3.31）

年齢	医　療・獣医療		工　業		研究教育		全　体		平均年実効線量（mSv）
18～19	143	0.12	93	2.37	1,340	11.92	1,576	1.21	0.00
	3.10	0.04	1.50	0.47	0.40	0.23	5.00	0.05	
20～24	13,347	11.61	737	18.81	5,064	45.03	19,148	14.72	0.06
	1,011.10	11.45	42.80	13.49	44.50	25.81	1,098.40	11.79	
25～29	19,741	17.17	788	20.11	1,174	10.44	21,703	16.68	0.07
	1,450.00	16.42	109.40	34.49	24.30	14.10	1,583.70	17.00	
30～34	14,485	12.60	557	14.22	774	6.88	15,816	12.16	0.07
	1,081.30	12.25	49.80	15.70	13.20	7.66	1,144.30	12.28	
35～39	12,720	11.07	367	9.37	537	4.78	13,624	10.47	0.06
	799.10	9.05	22.60	7.12	8.30	4.81	830.00	8.91	
40～44	14,364	12.50	370	9.44	611	5.43	15,345	11.79	0.08
	1,126.10	12.76	61.60	19.42	15.10	8.76	1,202.80	12.91	
45～49	14,506	12.62	347	8.86	592	5.26	15,445	11.87	0.08
	1,208.30	13.69	18.50	5.83	40.50	23.49	1,267.30	13.60	
50～59	18,578	16.16	524	13.37	770	6.85	19,872	15.27	0.08
	1,617.50	18.32	9.50	2.99	19.40	11.25	1,646.40	17.67	
60～69	5,933	5.16	111	2.83	198	1.76	6,242	4.80	0.07
	442.30	5.01	1.40	0.44	6.70	3.89	450.40	4.83	
70以上	805	0.70	10	0.26	18	0.16	833	0.64	0.06
	47.00	0.53	0.10	0.03	0.00	0.00	47.10	0.51	
年齢不明	327	0.28	14	0.36	167	1.49	508	0.39	0.08
	42.70	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	42.70	0.46	
合計	114,949	100.00	3,918	100.00	11,245	100.00	130,112	100.00	
	8,828.50	100.00	317.20	100.00	172.40	100.00	9,318.10	100.00	

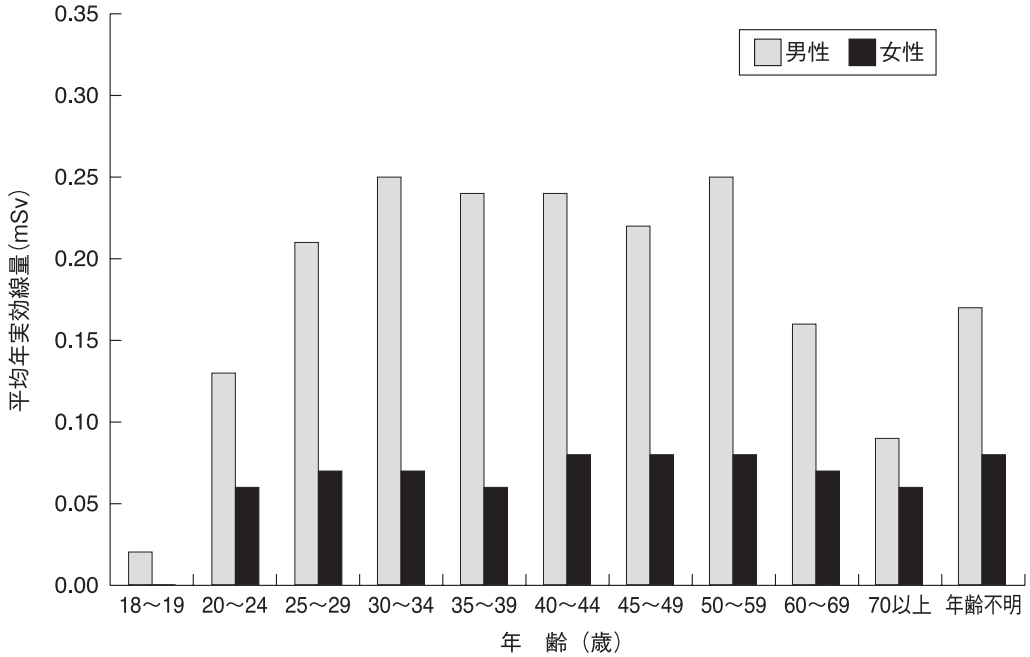


Fig. 1　年齢・性別平均年実効線量分布

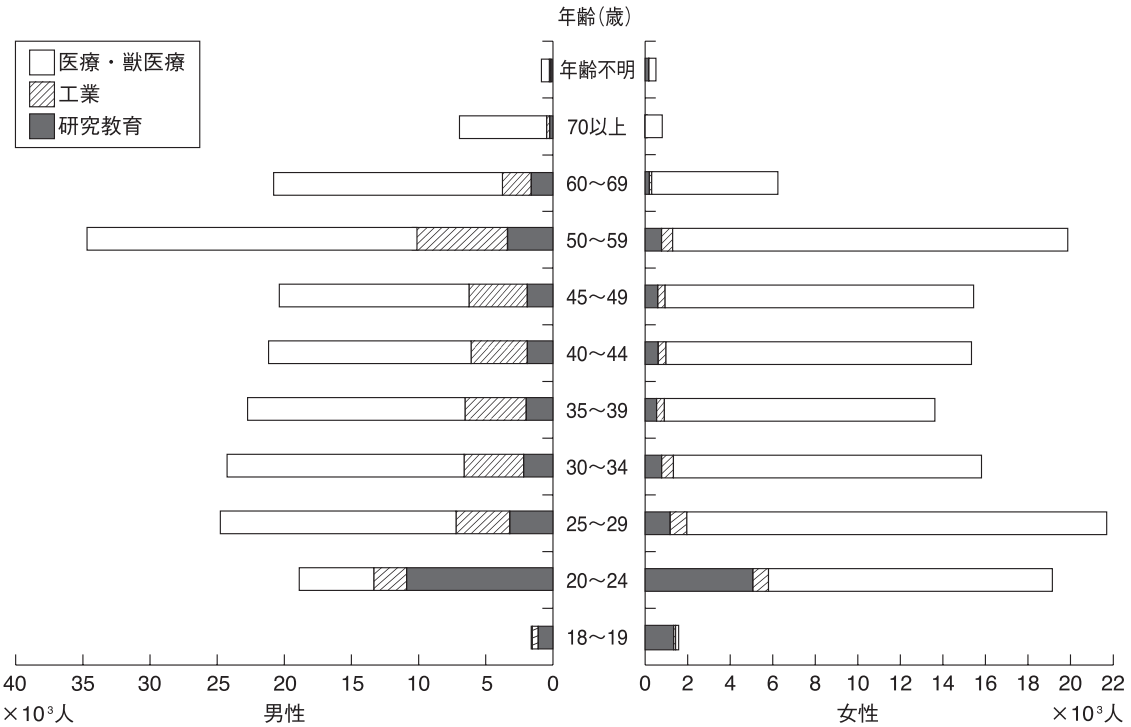


Fig. 2　放射線業務従事者の年齢・性別構成

シリーズ 学生応援企画 −未来への挑戦!!−

岡山大学大学院保健学研究科 片岡研究室のご紹介 ～低線量放射線の健康影響と医療応用～

田中　歩*1／宮永　清瑚*2／後藤　朱渚*3／長野　光希*4／田野功太郎*5

はじめに

本稿では岡山大学大学院保健学研究科　片岡隆浩研究室の概要や取り組んでいる研究に関して紹介する。岡山大学は､1870年(明治３年)に創設された岡山藩医学館を起源とする岡山医科大学をはじめ、伝統と優れた教育研究実績を誇った高等教育機関群を統合し、1949年（昭和24年）に新制国立大学として設立された。現在は、広大な敷地を持つ津島キャンパスと、医学・医療の拠点である鹿田キャンパスの２つのキャンパスを展開している。

我々が在籍する岡山大学大学院保健学研究科放射線技術科学分野は、このうちの鹿田キャンパスに位置する。当研究室では、５名の大学院生が所属し（**写真１**）、主に低線量放射線が人体に及ぼす健康影響について研究を行っている。

また、研究成果の社会還元や国際的な啓蒙活動にも積極的に取り組んでおり、学術的な知見を広く世界へ発信することを目指している。本稿では、岡山大学大学院保健学研究科　片岡研究室の概要、および現在取り組んでいる研究内容について詳しく紹介する。

◆低線量放射線と酸化ストレス

一般に放射線は人体に有害なものとして広く知られている。特に高線量被ばくでは、DNA



写真１　鹿田キャンパス内での集合写真

＊1 Ayumi TANAKA　国立大学法人岡山大学大学院 保健学研究科
＊2 Shogo MIYANAGA　〃
＊3 Shuna GOTO　〃
＊4 Mitsuki NAGANO　国立大学法人岡山大学大学院 保健学研究科
＊5 Kotaro TANO　〃

損傷や細胞死を引き起こし、発がんリスクの上昇などが問題となる。しかし、100 mSv以下の「低線量放射線」に関しては、その影響が単純に線量に比例するとは限らないことが知られている。従来は「どんなに微量でもリスクは存在する」とするLNT（Linear No-Threshold：しきい値なし直線）仮説が広く採用されてきたが、近年では低線量域において生体に有益な応答が誘導される可能性、すなわち「ホルミシス効果」に関する研究も進んでいる。

このホルミシス効果を理解する上で重要な概念が「酸化ストレス」である。生体内では常に活性酸素種（Reactive Oxygen Species: ROS）が生成されており、ミトコンドリアのエネルギー代謝や外的刺激によってその量は変動する。代表的なROSにはスーパーオキシド、過酸化水素、ヒドロキシラジカルなどがあり、これらが過剰に産生されるとDNA損傷や脂質過酸化、タンパク質変性を引き起こし、がんや動脈硬化、神経変性疾患などの発症に関与する。

一方で、ROSは単なる有害因子ではなく、生体にとって重要なシグナル分子としての役割も担っている。適度なROSの増加は細胞にとって「軽度なストレス」として認識され、その結果として抗酸化防御機構が誘導される。具体的には、スーパーオキシドディスムターゼ（SOD）、カタラーゼ（CAT）、グルタチオンペルオキシダーゼ（GPx）といった酵素の活性が上昇し、酸化ストレスに対する耐性が強化される。このような生体の適応応答こそが、ホルミシス効果の本質であると考えられている。

◆ラドンとラドン療法

我々の研究室では低線量放射線源としてラドン（^{222}Rn）を主な検討の対象としている。ラドン（^{222}Rn）とはウラン系列に属する放射性の希ガスであり、無色・無臭で空気中に拡散しやすい性質を持つ。このラドンは壊変の過程でα線を放出するが、その飛程は極めて短く、外部からの被ばくは限定的であるとされている。一方で、呼吸や皮膚を通じて体内に取り込まれた場合、局所的に生体へ作用する可能性がある。後述する過去研究では、ラドン吸入によって身体に起こる有益効果（抗酸化機能の亢進）について報告してきた。

鳥取県三朝町では、ラドン温泉を活用した「ラドン温泉療法」が岡山大学病院旧三朝医療センター（**写真２**）にて行われてきた。同



写真２　岡山大学病院旧三朝医療センター・ラドン高濃度熱気浴施設

地は古くからラドン含有量の高い温泉地として知られ、入浴や吸入を通じた療養が行われてきた。三朝ラドン温泉では、気管支系疾患[1)]、変形性関節症[2)]などに対する症状の緩和が経験的に報告されており、国内外から多くの研究者がその効果に関心を寄せてきた。

このように、ラドン療法は経験・臨床的には一定の有効性が示唆されている一方で、その作用機序や効果の定量的評価には未解明な部分が多く残されている。しかし、低線量放射線と酸化ストレス応答という観点からその現象を捉えることで、従来の「放射線＝有害」という単純な図式では説明できない生体応答が見えてくる。

ラドンという一見するとリスクを伴う物質が、条件によっては生体に有益な効果をもたらす可能性がある点は、放射線生物学において非常に興味深いテーマである。今後、作用機序のさらなる解明が進むことで、ラドン療法の科学的理解が一層深まり、その適切な利用に向けた基盤が構築されることが期待される。（田中　歩）

研究室の紹介・取り組みについて

◆共同研究

我々は国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA：Japan Atomic Energy Agency）とラドン効果に関する共同研究をしてきた。特に、鳥取県三朝町内にラドン効果研究施設を設置し、小動物へのラドン吸入実験により、ラドン温泉療法の新規適応症の探索や機構解明をしてきた。

◆国際活動

我々の研究室では、国際活動も活発に行っている。近年では、協定校である長庚大学（台湾）との交換留学も活発で、研究室の学部生や大学院生を毎年１ヶ月間台湾へ派遣しており、2024年度以降、８名の学生を派遣した（**写真３**）。特に、私の所属する保健学研究科では国際派遣のサポートも充実しており、奨学金も受給可能である。昨年度はマウス細胞の凍結切片や培養液の作成、細胞培養環境の整備、細胞実験における定量的な測定方法を学んだ。

また、休日や研究が終わった後には、現地の教授においしいお店を案内していただいたり、長庚大学の学生と共に台北市内で観光をしたり、積極的に国際交流に努めた（**写真４**）。

他方、毎年３～５名程度の長庚大学の学生を約１ヶ月間受け入れており、ラドン吸入実験や分析を一緒にするなどしてきた。また、親交を深めた学生が日本に来た際には我々が



写真３　長庚大学キャンパス内



写真４　九份への観光

岡山の地を案内するなど、大変充実した留学となっている。

◆社会貢献活動

ラドン効果を社会還元すべく、当研究室では鳥取県三朝町のご協力を得て「ラドン温泉科学基礎講座」を町内２か所の会場を用いて開催している。放射能泉で有名なラドン温泉の健康効果への理解を深めるために、一般の方に分かりやすく解説した。講座の様子は日本海新聞で紹介されており、ラドン温泉の理解に広く貢献している。

他方、小・中・高校生向けには、日本原子力学会中国・四国支部、電気事業連合会との共催で、広島県福山市にて放射線の飛んだ跡を白い線として観察できる霧箱実験を開催している。多くの学生とその保護者が参加しており、目に見えないミクロの世界を感じてもらい放射線に興味を持ってもらう足掛かりとなっている。（後藤　朱渚）

ラドン・トロン曝露装置の開発

当研究室では、ラドン温泉療法の機構解明のため、小動物用ラドン吸入装置を開発した。小動物用ラドン吸入システムの線源として、天然の土壌を固めて作ったテラコッタを使用した。この土壌は、日本で初めてウラン鉱床が発見された人形峠由来のもので、DOLL STONE（人形峠原子力産業株式会社製）として販売されている。この小動物用ラドン吸入システムは非常にシンプルである。密封容器にDOLL STONEを入れ、この密封容器に充満したラドンを、ポンプを使ってマウスケージに送り込むというものである。しかし、DOLL STONEはウラン系列とトリウム系列核種のどちらも極微量含んでいるため、ラドン（^{222}Rn：半減期3.8日）とトロン（^{220}Rn：半減期55.6秒）が混在している。この半減期の違いを利用し、トロンを除去することを考えた。すなわち、十分な大きさの空の容器を密封容器とマウスケージの間に設置した。50Lの空の容器の中で空気が滞留している間に、半減期の短いトロンが減衰することで、相対的にラドン濃度の高い空気をマウスケージに送ることができる。なお、マウスケージに空気を送り込む際、HEPAフィルターを通すことで子孫核種の影響も低減することができる。

他方、同様に、トリウム系列の核種を含むマントルを用いることで、小動物用トロン吸入装置も開発し、小動物を用いた実験を実施してきた。（長野　光希）

研究活動成果例

・ラドン吸入実験

ラドン温泉療法の適応症が酸化ストレスに由来する疾患が多いことから、ラドン吸入は抗酸化機能を亢進するという仮説を立て、そのメカニズムを解明してきた。実際に、ラドン吸入によりマウス諸臓器中のSOD活性が増加することを明らかにした[3)]。そこで、実際に酸化ストレス関連疾患が抑制されるか否かを検証するために、四塩化炭素（CCl_4）投与により肝・腎障害モデルマウスを作成し、ラドン吸入の抑制効果について検討した。その結果、２,000Bq/㎥で24時間のラドン吸入はCCl_4誘導肝障害・腎障害の抑制に寄与することを示唆してきた[4)]。

・トロン吸入実験

ラドンとトロンでは半減期の他に、放出されるα線のエネルギーや子孫核種からの放射線など様々な違いがあるため、ラドンとト

ロンの生体応答は異なるものと考えられた。そこで、ラドン吸入とトロン吸入による抗酸化機能の亢進の違いについて検討した。その結果、ラドンでは2,000 Bq/㎥で24時間の吸入により抗酸化機能が亢進する傾向があった。他方、トロンでは500 Bq/㎥で24時間の吸入で抗酸化機能が亢進する傾向にあることがわかった[5]。そこで、トロン吸入によるCCl_4誘導肝障害の抑制効果について検討した。その結果、ラドン吸入とは異なり、トロン吸入では2,000 Bq/㎥よりも500 Bq/㎥の吸入により抑制効果のあることが示唆できた[6]。

・三朝町住民の疫学調査

三朝町に住む20歳以上の住民を対象とし、ラドン温泉入浴習慣と健康状態の関連の調査を行った。その結果、週１回以上の入浴を行っている人では高血圧や胃腸炎の症状改善の効果が見られた。また、週１回以上の入浴を行っている人では主観的健康状態が有意に高かった。これより、ラドン温泉の入浴習慣は健康状態を改善することが示唆できた[7]。

（田野功太郎）

おわりに

本稿では、岡山大学大学院保健学研究科片岡研究室における研究活動の概要と、その基盤となる低線量放射線の生体応答、そして研究成果について紹介した。

放射線は古くからそのリスクが強調されてきたが、我々の研究は、ラドンに代表される低線量放射線が持つ「生体への有益な側面（ホルミシス効果）」を科学的に解明することを目標としている。三朝温泉での疫学調査や、独自に開発したラドン・トロン吸入装置を用いた動物実験を通じて、酸化ストレス関連疾患の抑制や疾患予防における低線量放射線の新たな活用の可能性が見えつつある。

また、台湾・長庚大学との国際交流や、地域住民向けの啓蒙活動を通じて、次世代の育成と研究成果の発信にも積極的に取り組んでいる。今後も、基礎研究から臨床的知見、さらには社会実装へとつながる架け橋となるべく、多角的な視点から研究を推進していく所存である。

最後に、本研究室の活動を支えていただいている共同研究機関や地域の皆様、関係者の方々に感謝申し上げるとともに、今後も本分野の発展に貢献できるよう取り組んでいきたい。

（宮永　清瑚）

参考文献

1）Mitsunobu F, Yamaoka K, Hanamoto K, et al. Elevation of antioxidant enzymes in the clinical effects of radon and thermal therapy for bronchial asthma. J Radiat Res 2003; 44: 95-99.
2）Yamaoka K, Mitsunobu F, Hanamoto K, et al. Study on biologic effects of radon and thermal therapy on osteoarthritis. J Pain 2004; 5: 20-25.
3）Kataoka T, Sakoda A, Ishimori Y, et al. Study of the response of superoxide dismutase in mouse organs to radon using a new large-scale facility for exposing small animals to radon. J Radiat Res 2011;52: 775-781.
4）Kataoka T, Nishiyama Y, Toyota T, et al. Radon inhalation protects mice from carbon-tetrachloride-induced hepatic and renal damage. Inflammation 2011;34: 559-567.
5）Kobashi Y, Kataoka T, Kanzaki N, et al. Comparison of antioxidative effects between radon and thoron inhalation in mouse organs. Radiat Environ Biophys 2020;59: 473-482.
6）Kataoka T, Ishida T, Naoe S, et al. Potential inhibitory effects of low-dose thoron inhalation and ascorbic acid administration on alcohol-induced hepatopathy in mice. J Radiat Res 2022;63: 719-729.
7）Kataoka T, Habu H, Tanaka A, et al. Association between radon hot spring bathing and health conditions: A cross-sectional study in Misasa, Japan. Acta Medica Okayama 2023;77: 387-394.

放射能・放射線 単位・元素名の由来

髙橋　正

第16回

レニウム $_{75}$Re：rhenium

＊元素名の由来や放射線関連分野で大きな足跡を残した科学者を紹介するシリーズ＊

レニウムは天然に存在する安定な元素の中では最後に発見された元素で、1925年にドイツの帝国物理学技術研究所（Physikalisch-Technische Reichsanstalt：PTR）のヴァルター・ノダック（Walter Noddack：1893−1960）とイダ・タッケ（Ida Tacke：1896−1978）、そしてジーメンス=ハルスケ社のオットー・ベルク（Otto Berg：1874−1939）によって発見された。当時、周期表のマンガンの下には二つの未知の元素（エカマンガンとその下のドビマンガン）があった。ヴァルターとイダは、周辺の元素の性質や地球化学的な挙動を詳細に調べ、未知の元素は周期表の縦のマンガンよりも、横の遷移元素と似た挙動をすると考え、横方向の元素を多く含む鉱物から新元素を取り出すことを考えた。二人はノルウェー産のコロンブ石（$(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_6$）から新元素を含む試料を分離し、ベルクの協力を得てX線分光分析により二つの新元素を発見したと報告した。原子番号75のドビマンガンには、ライン川のラテン名（*Rhenus*）からレニウムと命名した。1年後二人は660kgの輝水鉛鉱（MoS_2）から1gの金属を取り出し、この元素の存在を確実にした。

レニウムは天然には^{185}Re（37.40％）と^{187}Re（62.60％）が存在するが、^{187}Reは天然放射性核種（β^-、4.33×10^{10}y）である。金属は融点（3,180℃）や沸点（5,596℃）が高く、ジェットエンジンや発電用タービンの羽の合金に使われている。＋4から＋7の酸化数の化合物が多いが、その中には$[Re_2Cl_8]^{2-}$のようにレニウム原子間に四重結合をもつ特異的なものも知られている。

発見者の一人イダは、1896年にニーダーライン地方、ケルンの北にあるライン川沿いの小さな町に生まれた。ドイツで化学を学んだ初期の女性の一人で、1915年からシャルロッテンブルク工科大学（現ベルリン工科大学）に学び、1921年に優秀な成績で学位を得た。会社勤務を経て、1925年にPTRの研究員となった。レニウムを発見した3ヶ月後には、ドイツ化学者協会で女性として初めて基調講演を行なった。翌年ヴァルターと結婚し、二人は共同研究を続けた。1935年にフライブルク大学、1942年にはストラスブール大学に赴いた。戦後、夫妻はドイツ・バイエルン州の哲学技術大学（現バンベルク大学）に地球化学研究所（後に国立となる）を私設し、イダは1968年まで研究を続けた。イダは元素の地球化学的分布に興味をもち、元素は普遍的に分布していると考えていた。1934年のフェルミのウランへの中性子照射実験について、核分裂反応の可能性を指摘したことでも知られている。しかし、それは当時の原子核物理学の常識から余りにもかけ離れていたことや、実験的証拠や理論的な考察がなかったため無視された。

最近、ノダックたちよりも17年も前に小川正孝（1865−1930）がレニウムを発見していたことが、国際的に認識されてきた。小川は1904年から2年半、貴ガスの発見で有名なラムゼー（W. Ramsay：1852−1916）のもとに留学し、セイロン（現スリランカ）産の方トリウム石（ThO_2）中の新元素の研究を行なった。小川は卓越した化学分析の技術をもち、すぐに新元素発見の兆候を得ていたが、万全を期すために帰国後も研究を続けて、1908年に新元素の発見を報告した。原子の発光スペクトル線の波長から新元素と判断し、化学分析の結果から原子番号43の元素と考えた。用いた化合物の組成が想定と違ったため、本来の原子番号を得ることができなかったが、分析値自体は正確なものであった。ラムゼーの勧めもあってニッポニウムと名付けた。1911年に新設の東北帝国大学理科大学（現東北大学理学部）に教授として異動してからも新元素の研究を続けたが、思うように実験を進めることができず、続報を出すことができなかった。このため小川の新元素は次第に忘れられてしまった。1913年にX線分光により原子番号を決定できることが分かったが、日本でそれが可能になるのは1930年近くになってからだった。近年小川の遺品から、発見した元素がレニウムであることを示すX線分光の結果が見つかり、小川の研究が再評価された。これには放射化学者の吉原賢二（1929−2022）の精力的な研究によるところが大きい。

公益財団法人原子力安全技術センターからのお知らせ

★講習会について★

講習名/月		11月	12月	1月	2月	3月
放射線取扱主任者定期講習	オンライン講習（ライブ配信）	11/11（使･密）				3/10（使･密）
	集合講習			1/19 大阪（使･密）		
特定放射性同位元素防護管理者定期講習	オンライン講習（eラーニング講習、ライブ配信）	11/27-12/15		1/15-2/2		
	集合講習				○2/15（大阪）	○3/2（東京）
放射線取扱主任者講習（集合講習）	第1種	11/16-20（京都）	12/14-18 12/21-25（京都）	○京都	○京都	○京都
	第2種	11/30-12/2（京都）	12/5-7（東京）	○京都	○東京	○東京 ○京都
	第3種		12/9-10（東京）	○大阪		
医療機関の放射線業務従事者のための放射性同位元素等規制法講習会（オンライン講習（ライブ配信））			○12/19			○
放射線安全管理講習会		○				

・最新情報や詳細日程については、当センターのホームページをご確認ください。（○は計画中）

★出版物について★　出版物のお申込みは、当センターのホームページにて受付しております。
ホームページURL：https://www.nustec.or.jp/　メールアドレス：kosyu@nustec.or.jp　電話：03-3814-5746

2026年 製薬放射線研修会

会　　期：2026年11月27日（金）13：00～16：30（予定）

会　　場：アットビジネスセンター渋谷東口駅前　402会議室
（東京都渋谷区渋谷2-22-8 名取ビル4階）

主　　催：製薬放射線コンファレンス（PRC）

・プログラムは製薬放射線コンファレンスホームページをご覧ください。（https://prc1994.wixsite.com/index）

HP

【参加申込】製薬放射線コンファレンスホームページをご覧ください。

【問 合 先】2026年製薬放射線研修会準備委員会事務局
E-mail：administration@web-prc.com

E-mail

サービス部門からのお願い

ご使用者の変更をFAXで依頼したいとき

平素より弊社のガラスバッジサービスをご利用くださいまして、誠にありがとうございます。

お客様より「FAXで変更依頼をしたいが、どうしたらよいか」とのお問い合わせをいただくことがございます。

弊社ホームページ（https://www.c-technol.co.jp/glassbadgesite/）から「ご使用者変更連絡票」のダウンロードが可能ですので、FAXでのご依頼の際には、ぜひご利用ください。

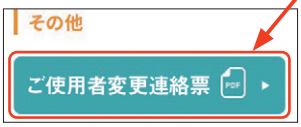
①



②



③



＜ダウンロード手順＞

ホームページトップ画面①「ガラスバッジ」をクリック、
②「各種カタログ・サービス規約・申込書」をクリック、
③その他「ご使用者変更連絡票」をクリック

■ 測定センターFAX：０１２０－９９５－２０４（無料）

編集後記

●本号がお手元に届く頃には、紅葉が見頃を迎えているでしょうか。今年も残すところあと２か月。毎年のことながら、月日の流れの早さに驚いています。

●さて、本号の巻頭では、大阪大学核物理研究センターの中島裕夫先生に「猪突猛進する中性子の七変化」をご寄稿いただきました。振り返ってみると、私が編集後記を担当する際には中島先生のご寄稿を拝読する機会が何度かあり、不思議なご縁を感じています。今回は中性子が主役です。原子炉や放射化分析、がん治療など、多彩な分野で活躍する中性子の姿が紹介されており、その奥深さを知ることができました。

●中川恵一先生のコラムでは、福島県飯舘村の木質バイオマス発電所を通じた森林再生と地域復興への取り組みが紹介されています。放射性物質の影響により利用が難しかった森林資源についても、適切な管理と科学的な理解の重要性を改めて認識しました。

●また、中村尚司先生による「令和７年度 一人平均年間被ばく実効線量0.16ミリシーベルト」では、長年にわたり蓄積されてきた個人線量データがまとめられています。継続してデータを収集・分析することの重要性を改めて認識しました。

●岡山大学大学院保健学研究科片岡研究室の紹介では、低線量放射線の健康影響やラドンの医療応用など幅広い取り組みが紹介されています。温泉好きの私としては、三朝温泉を活用したラドン研究のお話を興味深く拝読しました。

●髙橋正先生のコラムではレニウムが取り上げられています。元素の発見秘話や小川正孝博士との関わりなど、科学史としても興味深い内容となっています。

●年末に向けて忙しさが増す時期ですが、秋は読書にもぴったりの季節です。本号も気になる記事から気軽にページをめくっていただければ幸いです。（W.S）

FBNews No.599

発行日／2026年11月１日
発行人／井上任
編集委員／小山重成　丸山百合子　中村尚司　野村貴美　福士政広　島田義也　青山伸　野島久美恵　藤森昭彦
川端方子　篠崎和佳子　髙橋英典　田谷玲子　東元周平　堀口亜由美　松本和樹　牟田雄一
発行所／株式会社千代田テクノル
所在地／〒113-8681 東京都文京区湯島１-７-12　千代田御茶の水ビル
電話／03-3518-5665　FAX／03-3518-5026
https://www.c-technol.co.jp/
印刷／株式会社テクノルサポートシステム

記事に関するご意見や掲載希望の記事案については、こちらまでお送りください ctc-fbnews@c-technol.co.jp

ー禁無断転載ー　定価400円（本体364円）