

放射線教育フォーラム ニュースレター

No.87 2024. 2

放射線の面白さをもっと伝えたい

名古屋経済大学市邨高等学校中学校 大津 浩一



のっけからスキーの話で恐縮です。私が好きなハードなスキー場のポスターのキャッチコピーが刺さりました。

「素人御免 娯楽か、修行か。」

私はストックに修行しています。スキーの面白さに捕まり、ただただ適切な向心力を探しながら滑っています。ところで、60歳を過ぎても滑り続けていられる訳は、健康であるということだけでは足りません。私のような修行する人がいるだけでなく、娯楽で楽しむ人がいて、スキー産業が成立して、スキー界が存在し続けているからです。

さて、翻って放射線教育について考えると、交通安全教育同様に国民の放射線リテラシーを涵養するためである一方、知的好奇心の対象としてもっと知りたいと思う児童・生徒を作り育てること、さらに深く極めようと専門家への道を目指す児童・生徒を作り育てることで健全な日本の将来を築く一角も担っていると思います。多様な教育を準備しておきたいものです。

年末に放射線教育コアティーチャー研修会に参加しました。放射線教育の経験を持つ小中高教育関係者への公募で実施されました。教員対象の研修計画を立てるという課題が出たのですが、私を含む高校教員チーム4人は、中学理科の先生対象の研修プランを作りました。新奇性は次の3点です。

- ①線源なしの霧箱で自然放射線の飛跡の観察をする。
- ②霧箱で α 線・ β 線・ μ 粒子の弁別をする。
- ③クルックス管からの漏洩X線を距離ごとに霧箱で観察するとともに測定値を比較する。

すべてに共通するのは安価に製作可能な高性能な霧箱を使って、研修を受ける先生方の、延いてはその先生方の授業を受ける児童・生徒の知的好奇心をくすぐろうとするところです。

安全を確保するために、社会選択をするために「これこれを知っているのは大切」というロジックでの教育は、もちろん必須です。しかし、交通安全教育のごとくモチベーションは上がらず、教育効果を高めるのは大変です。科学的に面白い放射線です。もっと面白さを前面に出すのはいかがでしょうか。

ところで、研修では相互評価を行いました。「取り扱う内容は適切で興味を持てたか」という項目で残念ながら、最低評価をいただきました。興味・関心を涵養することを目指した私たちの発表が、です。現場で小中学生への放射線教育に携わっている先生方に、この大変な時にピントがずれているのではないかと、言われたような気がしました。

でもやっぱり、放射線は面白いのですから面白さを前面に出して話しませんか。

イオンビーム照射で作出されたカドミウム低吸収米

～SNSなどで拡散されている誤情報について～

QST 高崎量子応用研究所 小林泰彦

お米に含まれる有害なカドミウムとヒ素を同時に低減するために、カドミウムをほとんど吸収しない新品種「コシヒカリ環 1 号」が開発された。2025 年度にはその遺伝子を受け継いだ「あきたこまち R」が登場する。ところが放射線育種に対するネガティブキャンペーンが始まり、誤情報が拡散され、農家への誹謗中傷まで起きている。

放射線育種は、自然界で起きている変異を人為的な放射線照射で積極的に誘発することによって農作物などの品種改良を行う技術である。日本で 1966 年に認定された耐倒伏性に優れた水稻「レイメイ」はγ線によって育成された品種の代表例であり、以来様々な作物で、照射による変異誘発によって(例えば酒造用米の美山錦)、あるいは変異誘発で作出された品種との交配によって(例えばキヌヒカリ、はえぬき、つがるロマンなど)、多くの新品種が作り出されてきた。

一方、γ線やX線ではなく加速器を用いた炭素やヘリウムなどのイオンビームを変異原とするイオンビーム育種の研究も進められ、1998 年に日本原子力研究所高崎研究所(当時)で世界初の成果が発表され、その特長が明らかとなった。

その後も高崎研のイオンビーム育種技術を用いて、脇芽が少なくかつ低温開花性に優れた輪ぎくや「かがり弁」を持つ輪ぎく、芳香性シクラメンなどの花卉類に加え、縞萎縮病耐性オオムギ、二酸化窒素を高吸収し壁面緑化に適したオオイタビ、トゲの消失したユズなどの穀類や果樹でも多くの新品種が作出され、さらに甘い香りの吟醸香を高産生する清酒酵母や発がん性の懸念のあるカルバミン酸エチルの前駆体となる尿素を生産しない清酒酵母、品質保持や栽培管理に適した無孢子性のマイタケ、アミラーゼやプロテアーゼなどの有用酵素

を高産生する糸状菌、微生物肥料としての輸送・保存時に高温暴露による活性低下が少ない高温耐性根粒菌など、多種多様な産業微生物の育種にも成果をあげている。

その中で 2012 年に炭素イオンビーム照射によってカドミウムをほとんど吸収しないコシヒカリ変異体が得られ、その原因遺伝子も特定され、2015 年 5 月に「コシヒカリ環 1 号」が品種登録された。

日本のコメには、土壌に由来する有害な重金属カドミウムと発がん性が懸念される無機ヒ素とが国際基準を上回る高濃度で含まれることがあり問題となっている。また、この両者は、カドミウムの吸収を減らすために出穂期前後に田んぼに水を張る「湛水管理」をすると無機ヒ素の吸収が増え、逆に無機ヒ素の吸収を減らすために「落水」期間を長くするとカドミウムの吸収が増えるというトレードオフの関係にあり、現在の栽培管理で両方の有害元素を同時に低減することは困難である。

そこで、カドミウムと無機ヒ素の同時低減を可能にする切り札として、どのような環境でもカドミウムをほとんど吸収しない画期的な「コシヒカリ環 1 号」を全国各地の水稻品種と交配することによって農研機構や各地方自治体で 100 種類以上のカドミウム低吸収性イネ品種の育成・開発が進められている。

その先陣を切って、秋田県では「あきたこまち(母)」に「コシヒカリ環 1 号(父)」を交配した後、「あきたこまち」を 7 回戻し交配してできた品種「あきたこまち R」に、2025 年から全面的に切り替える予定である。「あきたこまち R」はカドミウムをほとんど吸収しない特定を持つ以外は収量や品質、食味などの特性が「あきたこまち」と同等のため、品種群として 1 つの銘柄となり、米袋の銘柄(ブランド名)は

「あきたこまち」、品種名は「あきたこまち R」と表示されることになる。

秋田県にはカドミウム濃度の高い土壌が多く、40年以上かけて大規模な客土事業などの対策に取り組んできた。それでも、現在の国内基準「玄米及び精米で0.4 mg/kg (ppm) 以下」を達成するために煩わしい湛水管理を余儀なくされている。また、海外ではカドミウムの基準は、香港・シンガポール:0.2ppm、EU:0.15ppmと日本より厳しく、コメの輸出の際は海外の厳しい基準に合わせる必要があり、今後日本の基準が見直された場合には直ちに対応しなければならない。

カドミウムは生物学的半減期が15~30年と長く、生物に対して慢性的な毒性を示す元素である。富山県で発生した有名なイタイイタイ病は、慢性カドミウム中毒の最も重症の例であるが、それよりも早期の症状としてカドミウム腎症があり、腎でリンやカルシウムの再吸収ができなくなって骨粗鬆症・骨軟化症に進展すると考えられている。日本人が食品から摂取するカドミウムのおよそ4割がコメから摂取していると言われ、コメに含まれるカドミウム量の低減は国民的な課題である。

一方、天然由来の無機ヒ素もカドミウムとともにコメから減らすべき有害元素である。コーデックス国際食品規格における無機ヒ素濃度の基準値は、精米:0.2 mg/kg、玄米:0.35 mg/kgであり、EUでは乳幼児向けには0.1 mg/kgとさらに厳しく設定している。ところが日本では、「健康への悪影響の評価は困難(2013年、食品安全委員会)」として基準値が定められていない。しかし、2018年の農林水産省の調査では、精米の無機ヒ素濃度の平均値は0.098 mg/kg、最高値は0.25 mg/kgとかなり高いのが実態であり、海外の基準を無条件には受け入れ難いにせよ、カドミウムと無機ヒ素の同時低減が喫緊の課題であることは疑いない。

今後の「コシヒカリ環1号」や「あきたこまち R」などのカドミウム低吸収性新品種の普及によって、日本のお米の海外への販路拡大にとどまらず日本人のカドミウムと無機ヒ素の摂取量の大幅な低減

が期待される。イオンビーム育種で生まれたカドミウム低吸収米の全国的な普及が実現すれば、これまでのイオンビーム育種の数々の成果の中でも最もインパクトが大きく、イオンビーム育種技術の社会実装として代表的な成功事例となるだろう。

ところが2023年春、「放射線で育種したお米、食べたいですか？育てたいですか？(気持ち悪いですよ？イヤですよ？)」などと不安を煽るネガティブキャンペーンが始まり、事実と異なる、間違った情報が拡散され、農家への誹謗中傷まで起きている。これまで放射線育種に対する目立った反対運動はなく、それはそれで不思議だったが、今回、ゲノム編集に対する根拠のない主張で不安を煽ってきたグループが「放射線」という言葉の効果に眼をつけたようだ。「照射ジャガイモについて終止符を打った！」と凱歌をあげる照射食品反対運動家も合流して「遺伝子」と「放射線」の合わせ技を繰り出している。

最近では、「ヒトの致死線量をはるかに超えた放射線を照射された・・・」というお決まりの煽り文句では物足りないのか、あるいは「放射線育種米」とレッテル貼りして危険と決めつける主張が実際には何十年も前から何の問題もなく安全に食べられてきたという事実で反駁されて困ったためか、「放射線育種米との表示がなく消費者が選べなくなる」と選択の自由を訴える一方で、(実際は秋田県では銘柄・ブランドこそ「あきたこまち」に統一されるが、農産物表示のルールで品種名「あきたこまち R」も表示されるので選択可能)、従来のγ線ではなく「重イオンビーム」で育種したことを問題視するようにならってきた。

これまでイオンビーム育種と特に接点がなく、知識をお持ちでなかった方も、お手数ですがご自分が納得できるまで事実をご確認いただき、そして、もしSNSなどの身近なところで事実と異なる主張や根拠なく不安を煽る情報に接することがあれば、その安易な拡散をたしなめるとともに、信頼できる情報源で事実を確認するように手助けをしていただければ幸いです。

<参考資料>

- 長谷純宏:イオンビーム育種技術の特長と産業利用. 化学と生物 52(10), 659-664 (2014)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu/52/10/52_659/_pdf-char/ja
- 農業環境技術研究所・農研機構:カドミウムをほとんど含まない水稻品種「コシヒカリ環 1 号」(プレスリリース 2014 年 1 月 30 日)
<https://www.naro.affrc.go.jp/archive/niaes/techdoc/press/140130/>
- 石川 寛:「コシヒカリ環 1 号」を用いたヒ素とカドミウムの同時低減技術の開発(農研機構 成果情報 2016 年)
https://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/niaes/2016/niaes16_s01.html
- 安倍 匡ほか:カドミウム極低吸収品種「コシヒカリ環 1 号」の育成. 育種学研究, 19: 109-115 (2017)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsbbr/19/3/19_19.109/_pdf
- 農林水産省:コメ中のカドミウム低減のための実施指針, 平成 30 年(2018 年)1 月改訂
https://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/2_taisaku/attach/pdf/01_tec-11.pdf
- 農林水産省:食品中のカドミウムに関する情報, 平成 31 年(2019 年)3 月 20 日更新
https://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/index2016.html
- 農林水産省:食品中のヒ素に関する情報, 2020 年 12 月 15 日更新
https://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_as/index.html
- 石川 寛:カドミウムを吸収しないイネの開発と実用化に向けた挑戦. 肥料科学, 第 44 号, 77-104 (2022)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/fertilizerscience/44/44/44_77/_pdf
- 松永和紀:「ヤバイ」ではなくすごいコメ コシヒカリ環 1 号の実力. Wedge ONLINE, 2023/6/29
<https://wedge.ismedia.jp/articles/-/30668>
- 秋田県公式サイト/美の国あきたネット:水稻新品種「あきたこまちR」を紹介します! 2023/12/4 更新
<https://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/73119>
- 重イオンビーム放射線育種に関する OK シードプロジェクトの見解 (2023/12/12)
<https://okseed.jp/radiation/position.html>
- 「あきたこまち R」危険視する根拠ない情報拡散 県注意呼びかけ (2023/12/25 NHK)
<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20231225/k10014292221000.html>

以上の URL の最終確認:2024 年 1 月 22 日

放射線初学習者に自然放射線の線量率感覚

を養成する試みについて

京都大学環境安全保健機構 角山 雄一

放射線に関する人材を養成しようとする場合、放射線や RI そのものに関する科学やその周辺の学問分野について、なるべく広く知ることが大切である。例えば思いつままに記すと、物理学、化学、生物学、疫学、統計学、計測学などなど。さらに被災地の支援や復興のことを考えるのであれば、これらに加えて安全工学、心理学、社会学、法学などもある程度知っておくとさらに心強い。つまり、分野にこだわらず学べば学ぶほど、より多角的に本質を捉えられるようになり、結果放射線リスクに正確に向き合えるようになるはずで、いわば Liberal Arts 的な学習こそが最適なのだろうと推察する。

しかし、一足飛びにこれらのさまざまな知識を詰め込むことは、多忙な学校教育現場においてほぼ不可能である。ならば、我々が炎のことを学んだ時のように、放射線についても段階的に学ぶことが、一見回り道のように見えて最も効果的なのではないだろうか。ここでは、筆者らがこれまでに積み重ねてきた、主として小中高における取組みについていくつかの事例を紹介する。

まずは、小学生以上であれば家庭で遊びながら放射線の基礎を学ぶことができるカードゲーム「ラドラボ」(TansanFabrik社)を紹介したい。ラドラボは対戦型のカードゲームで、ルールは単純だが、一度遊べば測定器など用いずとも短時間で放射線と遮蔽の関係などについて覚えることができる。このゲームの開発にあたっては、京都や福島の小中高生たちに幾度もβテストに協力してもらった。熱中できるルールやゲームバランスになっているか、子供たちに放射線のことを伝わっているのか等々について検証を続け、平成27年11月に販売に至った。京都のある中学校では、現在も初学者用教材として使用されている。また、IAEA の

“Guidebook series for introducing Nuclear Science and Technology in secondary education”に、日本における教育実践例の一つとして紹介された。尚、このカードゲームは有難いことに既に完売しており、第二版の刊行を現座準備中である。

あそんでわかる。放射線のこと。



原案・監修：角山雄一（京都大学放射性同位元素総合センター）
ゲームデザイン・グラフィックデザイン：TANSANFABRIK
イラスト：U井
協力：京都放射線教育研究会

TANSANFABRIK

図1 カードゲーム「ラドラボ」

次に、短時間で完結することが求められる初学者向けの授業についていくつかの例を紹介する。筆者はこれまでに前出授業や大学での受入れ授業等を多数実施してきたが、なかでも自身にとって大変貴重な体験となったのが平成27年に実施された健康増進プログラム「ふくしまの子ども希望プラン」における放射線学習講座である。このプログラムでは、郡山市郡山市立芳山小学校と福島市立庭坂小学校の全校生徒を相手に各校3日間かけて全学年全学級にクラスずつ初学者向けの授業を行った。当然、就学齢により児童の発達段階が異なる。よって、内容の密度や難易度、話すスピードも変える必要がある(表1)。また、学年により理科だけでなく国語の習熟度も異なるので、使用する単語やプレゼンで用いる漢字にも配慮した。これは小学生に限ったことではないが、自然放射線の存在を認識してもらうのに、学校の中でダストサンプラーを用いてホコリをトラップしたろ紙を線源

に用いての「霧箱工作実験」が最も児童たちに好評で効果的であった。

対象が中学生の場合は、いくつかの元素を理科で学び始めるので、RIや放射線の性質について一段と解説がしやすくなる(表2)。また、生徒の多くが DNA という言葉を知っているので、放射線の人体への影響について、細胞や DNA といった役者を登場させて解説することも可能となる。

して高校生の場合は、元素の構造(原子核と電子)まで学んでいるため、いよいよ RI や放射線について高度な解説ができるようになる。さらには、福島原発事故による原子力災害被災地における社会的課題や、医療や産業等での放射線利用のリスクとベネフィットについて、大人顔負けの議論も行えるようになる。ここまで達すれば、中には半ば自律的に情報を収集し、学びを自身の力で深めて行く生徒も現れるようになる。

筆者がこういった段階的な放射線学習を実施してきた際に、最も重視してきたのが「放射線リスクに対する線量率感覚を早期に養成すること」である。まずは身の回りの線量率を測る。この体験的な学習により、放射線に対する平熱感覚が自然と身につく。実際、放射線マッピングプロジェクト「Team ユリカモメ」では、全国の中高生有志に放射線測定器ギョロガイガーII を貸与し、自分たちの手で測定したデータに基づく放射線地図を作成してもらったが(<https://sites.google.com/view/yurikamome/>)、この取り組みは単なる測定体験に留まらず、福島県内外の高校生間の交流を促進するなど、当初の期待以上の成果を生む結果となった(日本原子力学会誌, 60(8), p.6-7, 2018)。

以上自身が体験した事例の一部を紹介した。今後も可能な限り、段階的学習プログラムのさらなるブラッシュアップに努めたい。

表1 小学校 学年に応じた学習内容調節事例

学習事項	1年生	2年生	3年生	4年生	5年生	6年生
五感で感知不可能	○	○	○	○	○	○
放射線発見の歴史	○	○	○	○	○	○
放射性同位体とは?	×	×	不安定な粒	不安定な粒	不安定元素	不安定元素
放射線とは?	×	×	○	○	○	○
代表的な放射線の種類	×	×	×	○	○	○
線種と遮へい	×	×	×	×	×	○
自然放射線	GM の音	GM の音	GM の音	GM の音	音・解説	音・解説
「霧箱」実験	○	○	○	○	○	○
広島・長崎(影響)	×	×	×	×	○	○
産業利用	○	○	○	○	○	○
福島原発事故	×	○	○	○	○	○

表2 小学校～高校 段階的学習の事例

事項	小学校	中学校	高校
RI の解説	目に見えない小さな粒	エネルギー余った原子	不安定な原子核
放射線の解説	エネルギーのかたまり	安定になる際に放出	安定核への遷移による
人体影響	体の傷とその治癒の関係に例えて説明	DNA の傷と修復について簡単に説明	DNA 損傷修復、細胞死、がん化を概説
自然放射線	飛行機、宇宙飛行士、地域差、食品 など 原爆被爆者の事例を	飛行機、宇宙飛行士、地域差、食品 など 原爆被爆者の事例を	線量率測定結果をもとに、様々な事例を紹介 原爆被爆者の症状と
高線量被ばく	物語的に紹介(高学年のみ)	物語的に紹介	その背景にある生体内の仕組みを概説
線量と影響の関係	たくさんは危険、少しなら平気	高線量を一度に浴びるととても危険、自然放射線による傷程度は治せる	線量率を判断基準にして、放射線リスクについて生徒が自ら考える

道徳科や総合的な学習の時間においても行える放射線教育

鹿児島県中学理科教諭 原口栄一

1 放射線教育用のもの作り紹介

いくつかオリジナルペーパークラフトモデルの紹介をした。これらを作成させることで放射線教育の理解を大いに助けることになる。

- ・放射線の α 線 β 線 γ 線の発生モデル



- ・地層処分を考えるためのモデル



2 中学理科3年間のまとめとしての「原子力・放射線」授業～平成28年度卒業生3年間の「原子力・放射線」授業軌跡～**第33回 東書教育賞 最優秀賞 受賞**について

教科書における「原子力・放射線」の内容について十分とは言えないと考えている。「原子力・放射線」についての歴史や事故、再処理等の最新技術などには触れられず、量も全体的に少ないからだ。そこで、今まで研究してきた内

容と最新の知識・状況を基にして、日本人が義務教育段階で学んでおくべき内容を現在決められている教科や時数の枠内で実施できないかと考え、教材化し実践してきた。私の担当教科である理科では、「原子力・放射線」についての基礎知識を各学年の学習指導で教えるべき内容に加味する授業計画を毎年修正しながら設定しており、ある年の中学1年生を担当した際に3年間を見据えて下記のような授業計画を立てて3年間かけて実践した。

中学3年間計8時間の授業計画

I 中学1年 地学分野「大地の変化」の中で「放射線測定器の使い方」と「火成岩観察の中の放射線測定」2時間

II 中学2年 化学分野「化学変化と原子・分子」の発展で2時間+修学旅行前の学習として総合的な学習の時間「核戦争後の地球による放射線障害」1時間

III 中学3年 総合分野「科学技術と人間」の中で「放射性廃棄物を考える」1時間+「みんなが考える放射線の遮断実験」1時間+3年間の「原子力・放射線」まとめレポート1時間

研究の成果と課題

講義だけでなく、放射線についていろいろな観点から多角的に観察できたことは科学的な思考を育てる上で大変有用であったと考える。今後もこの実践を修正しつつ充実した放射線の実験を行い、「原子力・放射線」に対して関心を高められるような授業を創造・実践していきたいと考える。また、多くの教師にとって、放射線を対象とした講義や実験は、まだまだ未開の分野であり、また不安を感じる先生も少なくない。ゆえに、教科書を読むだけで済ませようというパターンもある。だからこそ、多種多様な実践報告が多くの先生方の「原子力・放射線」

実習や実験の参考になると考える。

○講演では、「放射性廃棄物を考える」1時間の模擬授業を短縮して行った。

(授業内容については省略)

3 道徳科で行う放射線教育

一度まとめた中学3年間8時間の授業計画は追加修正が可能である。さらに、別に研究を深めていた道徳科における実践の可能性も追求してみた。

「道徳科では教科書があるから他の資料は使えないのでは？」という懸念があるようだが、「中学校学習指導要領解説 特別の教科 道徳編 平成29年7月」には、「道徳科においても、主たる教材として教科用図書を使用しなければならないことは言うまでもないが、道徳教育の特性に鑑みれば、各地域に根ざした郷土資料など、多様な教材を併せて活用することが重要である。」と明記されているし、「現代的な課題などを題材とし、生徒が問題意識をもって多面的・多角的に考えたり、感動をおぼえたりするような充実した教材の開発や活用を行うこと」ともあるので、放射線教育を関連付けることも可能である。

そこで「放射線について考えるべき、できれば放射線の課題を解決できる人になってほしい。」という目標をもって6つの柱(道徳科の関連する内容項目)を設定した。

- (1) 放射線の研究をしてきた偉人の人生(A-4 強い意志、D-22 よりよく生きる喜び、A-3 個性の伸長、A-5 真理の探究)
- (2) 自然(宇宙・地面)にある放射線、地球の防御力(D-20 自然愛護、D-21 畏敬の念)
- (3) 放射線によるメリット(D-19 生命の尊さ、A-5 真理の探究)
- (4) 放射線によるデメリット(D-19 生命の尊さ、A-5 真理の探究)
- (5) 原子力発電について(B-9 相互理解、C-11 社会正義)

(6) 放射性廃棄物について(C-18 国際理解、国際貢献)

これら(1)~(6)の視点から道徳科の教材を創ってきた。次に示すのは、一例である。

・「人生シミュレーション」(「中学校編とっておきの道徳授業 1」日本標準)でラジウムを発見してノーベル賞をとったキュリー夫人の人生を扱う。

・「女性科学者の生き方」(「中学校編とっておきの道徳授業 9」日本標準)で放射線が役立つ例を紹介。

・「どうする〇〇さん」で福島の除染の廃棄物処理から勉強の本質を考える。

・「伝えたいこと」で放射能汚染による差別を考える。

○講演では、「伝えたいこと」1時間の模擬授業を短縮して行った。

授業のねらい

・後世に核兵器の廃絶と放射能被害の事実を伝えている大石さんの姿に共感することを通し、大石さんがなくしたいと訴えていても、未だに核兵器におびえる現代社会と放射能差別が生み出される現実も知る。そして、「学ぶ」ことによりそれらの差別や偏見を、ひいては核兵器をなくすことができる社会の実現に努めようとする態度を育てる。

使用教材

- ① 教科書 19「伝えたいこと」
- ② 福島差別の読み物「福島の子供たちからの手紙」(朝日新聞出版) p88~p89
- ③ 核について書かれている

新聞記事

- ・導入・展開は省略
- ・終末は教師の説話「放射線について知ること」は大切という話
- ・生徒の感想や授業評価はこちら⇒



トリチウム学習会 (報告)

昨年 (2023 年) 8 月 22 日の廃炉・汚染水・処理水関係閣僚会議での決定を受け、8 月 24 日に東京電力福島第一原子力発電所の貯蔵タンク (総容量 137 万トン) に溜まっているアルプス (ALPS: Advanced Liquid Processing System) 処理水の海洋放出が開始された。ALPS 処理水には放射性核種であるトリチウムが含まれており、その安全性についての政府の説明は必ずしも一般市民に伝わっていないようなので、当フォーラムは 12 月 10 日に「トリチウム学習会」をオンラインで開催し「トリチウムおよびトリチウム水とは何か」について学ぶ機会を設けた。

参加者には予めトリチウムについて科学的・技術的質問 (社会科学課題を除く) を寄せてもらい、学習会の場でトリチウムの実体の理解につながる知見を提供することにした (右に募集要項)。

当初、定員を 100 名として参加者を募ったが、締め切り前に定員に達する恐れがあったので、その枠を外して申し込みを受け付けたところ 135 名の参加登録があった (当日の参加者実数は 89 名)。

23 件の事前質問が寄せられたが、そのうち 6 件は主題からそれた質問であったので聞き流し、下記 17 件を講演に取り込んで解説した (右にプログラム)。

事前質問

- 有機トリチウムの生成過程とその科学的な安全評価、影響評価に関して説明してほしい。
- 有機トリチウムの魚中での蓄積とその有害性評価がわかれば教えて欲しい。
- トリチウムは水素の同位体で、水素より中性子が 2 つ余計に付いているわけですが、水素のファンデルワールス半径と比べてトリチウムのファンデルワールス半径に違いが出るのでしょうか。もし出るとしたら数値を教えてください。モデルをつくってみたいので。
- 生体への影響、健康影響は、どこまでわかっているのですか。
- 「トリチウム水」の名称について説明してもらえると、多くの人の正しい理解につながるものと思います。
- ①有機型トリチウムが分子レベルで水素として細胞を構成し、ヘリウムに核変換した時には細胞や DNA が壊れますが、この場合の人体への影響が軽視 (無視) されています。この問題への解説をお願いします。
- ②有機型トリチウムの生物学的半減期には上記の①はどのように扱っているのかの解説をお願いします。
- ③汚染水海洋放出に関し、政府や原子カムラ (一部の学者も) がトリチウムだけにフォーカスしていますが、長期半減期の核種が多く含まれています。この影響が評価されていません。今回の学習会もトリチウ

NPO 法人放射線教育フォーラム トリチウム学習会

2023 年 12 月 10 日 (日) 13:30~15:00 (オンライン開催)

当フォーラムでは、福島第一原子力発電所の処理水の海洋放出の開始を受けて、定期的に開催している勉強会とは別に、トリチウムについておさらいするための『トリチウム学習会』を開催します。

トリチウムについて、科学的、技術的な疑問点等を事前にお寄せいただき、いただいた質問事項について、この学習会の席上で講師が解説し、回答することで質問内容の理解を深めていただくことを企画しています。

[開催要項]

開催方法：Zoom によるオンライン開催

参加申込・事前質問受付：次の URL から申し込んで下さい。

URL: <https://forms.gle/biniyvJT2Nry4cz37>

定員：100 名

参加申込期限：2023 年 12 月 4 日 (月) 17:00 (ただし定員に達し次第締切)

参加費：無料

問い合わせ先：NPO 法人放射線教育フォーラム事務局

entry@ref.or.jp

【プログラム】

開会挨拶 (13:30~13:40) 柴田誠一 副理事長

講演 トリチウム ～その物理と化学～ (13:40~14:20)

工藤博司 (放射線教育フォーラム理事長)

トリチウムの物理と化学について、事前に寄せられた質問事項についての回答を交えながら解説する。

質疑応答 (14:20~14:50)

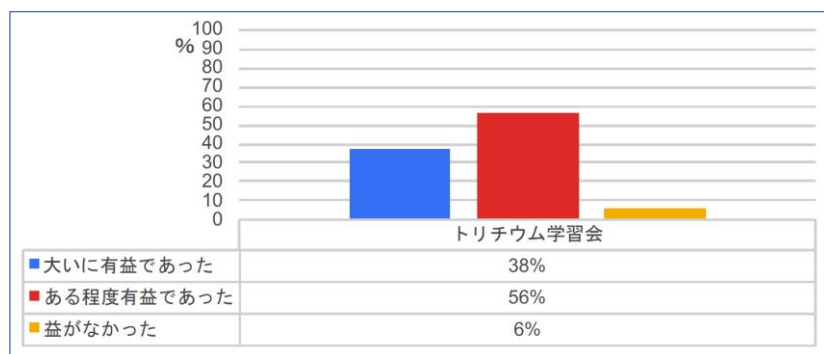
閉会挨拶 (14:50~15:00) 柴田誠一 副理事長

ムだけではなく、他の核種の影響も含めた解説をお願いします。

- DNA の損傷回復の免疫力に関する最新情報を知りたい。
- 1Fから放出される処理水による健康への影響がなぜ安全なのか、わかりやすく教えて下さい。(東電から地元新聞に折り込んでいる資料内容は、福島県民にとって分かりやすく解説されていない。なぜ公聴会等でやさしくわかりやすく説明しないのだろうか)。
- トリチウムは紙一枚で遮断できる弱さなので安心できると言いますが、AI に聞くと、他の核種と複合の場合はその限りでは無いと。自然界には微量の核種がたくさんあり、それらの複合汚染について知りたい。
- ・中学生に指導する上では、中性子の数が水素よりも 2 個多い放射性同位体であることを説明しているが、トリチウムの化学的な性質は水素とどこまで同じなのかを知りたい。
・トリチウムで構成された水から出される放射線は水中でどのくらい飛ぶのかを知りたい。文献により数値がまちまちであったり、自分が聞いた説明の記憶ではあいまいであった。
・水分子の水素の片方がトリチウムで構成される HTO をいわゆるトリチウム水として理解している、確率的に T-O-T になるときもあるのか知りたい。もしあるのであれば、H-O-H と T-O-H との違いは何かあるのかも知りたい。
- 1960 年代まで実施されていた水爆実験などで産生されたトリチウムはどれくらい残存していますか。
- トリチウムの除去方法はありますか。
- 福島第一で ALPS 処理後も残るトリチウム以外は、どの核種がどのような濃度でどれだけの量が放出されるのでしょうか?また、事故前の福島第一や他の原発から放出したり、現在の福島第一から漏出したりしているトリチウム以外は、どの核種がどのような濃度でどれだけの量になるのでしょうか。
- トリチウムの地球化学的循環について。
- DNA を構成する水素としてトリチウムが入っている時にトリチウムが放射線を出してヘリウムになると DNA が破壊されてしまうのでトリチウムは危険だという人がいるのですが、どのように安全性を説明すれば良いのでしょうか。
- トリチウムの健康影響を一般の方にどのように説明されるのが効果的なのでしょうか。
- トリチウムは水と存在しているので、体内に取り込んでも汗や尿で出ていってしまうので溜まり続けることはないと思いますが、魚の場合はどのように説明するとよいのでしょうか。

=====

事後に寄せられたアンケートの集計結果を右図に示す。概ね好評だったと受け止めてよいが、生物への影響についてもっと知りたかったとの声もあった。益がなかったとの感想は主に質疑応答の場における安全性の議論への対応(二、三の繰り返しの発言を抑えられなかったこと)に疑問を呈するものであった。



なお、講演内容の詳細は「放射線教育」誌 Vol. 27 (2024 年 3 月発行) に掲載される。
(文責：工藤博司)

放射線教育フォーラム令和5年度第3回勉強会

2024年2月25日(日) 13:30~16:00 (オンライン開催 [Zoom])

【開催趣旨】

放射線教育フォーラムでは、放射線の理解を深めるために、放射線に関する基礎的事項の説明から、放射線への興味を喚起するための事項を取り上げて勉強会を開催している。今回の勉強会では、がん医療において放射線療法が果たしている役割の紹介、また、放射性壊変の現象を理解するための基本的な事項の紹介、さらに、放射線に関わるエネルギー環境問題を社会的な課題として意識できる生徒の育成を進めるための提言を取り上げる。

【プログラム】

開会挨拶 (13:30~13:40) 工藤博司理事長

講演1. がん医療における放射線療法の役割 (13:40~14:20)

西村哲夫 (静岡県立静岡がんセンター 放射線・陽子線治療センター)

放射線療法の特徴は局所療法として機能と形態を温存しながら根治から緩和目的まで低侵襲に治療できる点にある。現在のわが国のがん医療において放射線治療が果たしている役割を述べる。

講演2. 100 Bq の放射性物質は1秒間に90~110壊変する (14:20~15:00)

吉澤幸夫 (放射線教育フォーラム)

放射能の単位ベクレル (Bq) は1秒間に放射性壊変をする原子核の数とされている。しかし、放射性壊変はランダムに起こるため、「100 Bq の放射性物質は1秒間に90~110壊変する」確率が68%ある。

休憩 (15:00~15:10)

講演3. 放射線教育の今までとこれから

—社会的な課題として意識できる生徒の育成を目指して— (15:10~15:50)

青木久美子 (東京都世田谷区立千歳中学校)

義務教育での放射線教育の今までを振り返り、「社会的な課題として放射線に関わるエネルギー環境問題を捉えられる生徒の育成」を進める環境について提言します。

閉会挨拶 (15:50~16:00) 柴田誠一副理事長

講演要旨

講演1. がん医療における放射線療法の役割

西村 哲夫

がんの治療である手術、薬物、放射線療法の中で放射線療法は手術と同じ局所療法であるが、病巣を切除しない治療法である。このため形態と機能の温存が可能で、根治から緩和目的まで低侵襲に治療できる特徴がある。日本放射線腫瘍学会の調査によると 2019 年の放射線治療新規患者数は 237,000 人で、同年の全国がん罹患数 999,075 人の 23.7% に相当した。すべてのがん腫が治療対象となるが、乳がん、肺がん、前立腺がんが多い。

放射線療法に使われる放射線の種類では直線加速装置を用いた X 線と電子線が最も一般的である。また粒子線加速器による陽子線や重粒子線（炭素イオン線）が、中性子捕捉療法では中性子線が用いられる。また放射性同位元素による小線源治療や内用療法では γ 線に加えて α 線、 β 線が用いられる。

放射線療法の生物効果は分子レベルでは DNA 損傷（特に二本鎖切断）を通じて発現する。DNA 損傷は電離による直接作用とフリーラジカルの発生を介した間接作用によって起こる。DNA の二重鎖切断が生じ、正しい修復の過程を経なければ、結果として細胞死、突然変異、発がんなどの放射線の影響が発生する。細胞レベルでの DNA 損傷が修復不能な場合には細胞死に至る。臓器（組織）レベルの影響として、治療早期に生じる正常組織の早期有害反応は皮膚、腸上皮、骨髄など常に細胞分裂を繰り返している細胞再生系細胞への影響による。一方遅れて生じる晩期有害反応は数年以上を経過して発生するものも含まれ、皮膚潰瘍、消化管の潰瘍穿孔、脳壊死、脊髄症などが挙げられる。

放射線療法の目的には根治治療と緩和治療がある。根治治療は治癒を目指した治療であり、疾患によって薬物の併用が行われる。術後照射のように再発予防の治療も根治治療の一つである。放射線療法のポイントは如何に正常組織の線量を減らして、病巣に対して必要な線量を照射するかにある。近年、強度変調放射線治療、定位放射線治療、粒子線治療などの治療技術の進歩は著しい。画像誘導放射線治療により、正確に照射されているかを確認することも可能になった。また疾患によって放射線療法が手術と同等の治療として患者が治療法を選択する場合もある。一方緩和治療は患者の QOL（生活の質）の改善を目的とした治療である。治癒不能な病巣、再発転移巣に対して腫瘍縮小、疼痛緩和を得るなど重要な役割を果たしている。

講演2. 100 Bq の放射性物質は 1 秒間に 90~110 壊変する

吉澤 幸夫

ベクレル (Bq) は放射能の単位として馴染みのあるものとなった。1 Bq は 1 秒間に 1 個の原子核が壊変する速度 (disintegration per second: dps) である。そこで、表題の「100 Bq の放射性物質は 1 秒間に 90~110 壊変する」に不審を抱いた方も多いただろう。本講演では放射性壊変はランダムに起こり、いつ起こるか予測不可能で、統計的取り扱いを必要とする事を述べる。

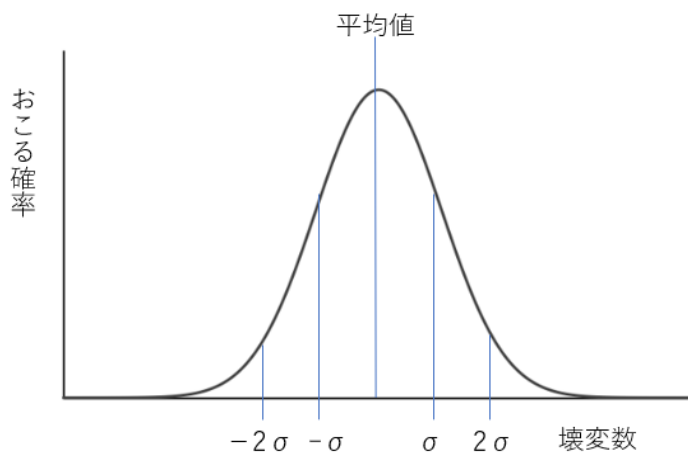
放射性壊変は、原子核の状態のゆらぎにより不安定となった原子核がより安定な原子核に変化する現象である。この時、余分なエネルギーを放射線として放出する。かなり大きな数の同一原子では、全体の壊変速度は単位時間当たりに壊変する確率である壊変定数 λ として表すことができる。

$$dN/dT = -\lambda N$$

かなり大きな数とは京（兆の1万倍）とか核（京の1万倍）より大きな数であり、同一原子とは原子番号と質量数の等しい原子で核種と呼ばれる。

原子の数がかなり大きな数より小さな場合に、観察される放射性壊変は確率的となる。この時、一定の時間内に放射性壊変が起こる回数はポアソン分布を示す。観察時間が半減期に比べて十分に短いとき、多数回の観察を行うと放射性壊変のポアソン分布は正規分布に近似できる。正規分布は統計学の様々な場面で活用されているため、放射性壊変を正規分布として取り扱うと利点が多い。

正規分布には、1. 平均値を中心に左右対称である 2. 平均値と最頻値が一致する 3. 平均値から離れるほど確率は小さくなる等の特徴がある。平均値を M 、標準偏差を σ とすると、1. $M \pm \sigma$ の範囲に 68% のデータが含まれ



2. $M \pm 2\sigma$ の範囲に 95% のデータが含まれ 3. $M \pm 3\sigma$ の範囲にほぼ 100% のデータが含まれる。また、標準偏差は平均値の平方根 \sqrt{M} となる。

放射性壊変は直接観察することが出来ないので、代わりに壊変の際に放出される放射線を測定する。 t 分間での総計数を N とすると標準偏差は \sqrt{N} となり、計数率 n と標準偏差は

$$n = N/t \pm \sqrt{N}/t \quad (\text{cpm}) = N/60t \pm \sqrt{N}/60t \quad (\text{cps})$$

となる。計数率を計数効率 E で除すると壊変率 A と標準偏差が求められる。

$$A = N/(60t \times E) \pm \sqrt{N}/(60t \times E) \quad (\text{Bq})$$

講演 3. 放射線教育の今までとこれから

—社会的な課題として意識できる生徒の育成を目指して—

青木 久美子

中学校第2学年では「静電気と電流」で電子の存在を理解し、真空放電と関連させて X 線と放射線の存在について理解を促し、医療や製造業などで利用されていること、第3学年「エネルギーとエネルギー資源」では、原子力発電の仕組みや特徴、放射線の存在について学べるようにしている。それぞれ、放射線の種類と特徴の学習と併せて、霧箱の放射線の飛跡（霧の筋）の観察、教育用放射線測定器を使用してガンマ線を測定と遮蔽実験の実施にあたり、指導計画の作成、教材教具の借用などを外部団体からの支援を受けた。

2013年に東日本大震災を経験し、ESD から SDGs としてエネルギー環境問題、放射線教育は

注目され学校教育で丁寧に取り上げられてきた。筆者はエネルギー環境教育を推進する会 (ESD) を主宰し、放射線教育について語る「サイエンスカフェ」をオンラインで開催している。放射線教育について、「教科書の内容をより深めるために学習指導を考えたい。」と考える教諭 (小学校、中学校、高等学校)、大学生、大学院生、大学教授 (教員養成、原子力専攻等)、放射線教育を支援する団体関係者が集い、それぞれの立場での思いを語っていただいている。教諭自身が放射線の学習と観察・実験の経験がないことへの不安があげられ、観察・実験のための教材の扱い方と生徒への指導の「コツ」を知るための研修会の開催と、教材教具 (放射線測定器、霧箱) の借用情報の共有が強い要望となっている。

義務教育において、科学技術の発展に触れながら放射線に関わる学習を進めることは、「なぜだろう。もっと知りたい。」という生徒の興味と関心を育て探究的な学びへの原動力を引き出すことができる。また、エネルギー環境問題、放射線に関わる内容では、原子力発電、高レベル放射性廃棄物の処理に関わる内容は、現在の社会人が未来に向けて意思決定を行う必要があると考えている。教師が生徒と共に学び、考え、将来の判断や選択、行動の場面を想像できることが、エネルギー環境問題、放射線に関わる内容を「社会的な課題の一つとして意識することができる」未来につながると考えている。

過去から未来を見据えて、学校教育を支える外部団体からの継続した研修と支援を受けながら、経験年数が少ない教諭でも継続して学習に取り組める環境整備の充実と、生徒が修得した知識と探究的な活動の経験から、将来につながる社会の一員として活躍することを願っている。

現場の先生に寄り添って、そして 次世代の子どもたちに放射線教育を！

前福島県環境創造センター交流棟教育アドバイザー 佐々木 清

2011年3月11日東北地方太平洋沖地震が発生し、福島第一原子力発電所事故により甚大な被害が発生してからおよそ13年の歳月が過ぎた。2011年度から2015年度までの5年間、毎年放射線研究公開授業を行い、2016年度から2022年度までの7年間、福島県環境創造センター交流棟（愛称「コミュタン福島」）に勤務し、放射線領域の体験研修プログラム開発などに取り組んできた。その間、たくさんの方々のお陰で、放射線教育研究に真正面から打ち込むことができた。心より感謝申し上げたい。

さて、2023年4月に入ってまもなく、地元の小学校から全学年12学級の放射線出前授業の依頼があり、引き受けることにした。まず学級担任の先生方に放射線授業で困っていることなど事前アンケート調査を実施した。その結果、放射線の「何を」理解して教えればいいのか。そして、「どのように」放射線授業を進めればいいのか、不安を抱きながら毎年放射線授業を行っている実態が把握できた。

また、2011年から13年間、文部科学省委託事業も含め放射線出前授業を実践すると、放射線出前授業のほとんどを講師に任せっきりとなっており、児童生徒から質問等に対応できていない状況にある。これでは、継続的な放射線授業による積み重ねは望めない。

そこで、今日的な課題を解決し、教師主体の「**持続可能な放射線教育**」をめざして次の2つの方策を考え、実践してきた。

- ①文部科学省発行小学生放射線副読本の重要な放射線内容を明確に捉え、効率的に覚えられる「**放射線副読本練習問題**」を作成する。
- ②これまでの放射線授業実践を紹介するとともに、**放射線出前授業**の講師を招いて授業の進め方を学ぶ機会を増やす。

次のSTEPとして来年度は、できるだけ学級担任が放射線授業を進められるように、先生に寄り添いながらTeam-Teaching授業を実施したい。そして2年後のSTEPとして、学級担任をサポートしながら教師主体の放射線授業をめざし、「**持続可能な放射線教育**」を実現したいと考え、準備を始めている。

講師が出前授業を行っても、年間多くても250人程度の児童生徒にしか放射線を教えることができない。これが学級担任や教科担任の先生方が放射線授業を行えば、1000人を超える児童生徒に教えることができる。

次世代の子どもたちに、一人でも多く放射線教育を受けさせましょう。次世代の子どもたちが放射線で迷わないように。

高レベル放射性廃棄物を考える旅 北海道・幌延訪問

鹿児島県中学理科教諭 原口栄一

高レベル放射性廃棄物の処理は、日本の将来にとって重大な課題である。現時点では、地層処分という方法が有力視されている。そこで、以前、北海道の日本原子力研究開発機構の幌延深地層研究センターを訪れた体験を記す。

ここでは、高レベル放射線廃棄物の地層処分技術に関する地層科学研究や地層処分研究開発が行われており、地層処分の技術的な信頼性を、実際の深地層での試験研究を通じて確認することを目的としている。

稚内に宿泊し早朝の汽車で幌延に向かう。駅からセンターまでは送迎バスが迎えてくれた。早速、事前申し込みをしていた調査坑道などの地下研究施設を見学した。作業服を着用し西立坑から入る。最初にエレベーターで140m坑道に降りる。坑道内はコンプレッサーなどの騒音が大きく、説明がなかなか聞き取れなかったが、地層処分のためには、ただ穴を掘れば良いというものではなく、多くの専門的な観点から調査研究をしているのだということが理解できた。特に低アルカリ性コンクリートについての開発についての説明は力が入っていた。掘削した岩盤を安定させるためにコンクリートは無くしてはならないものであるが、地下水と触れることにより、その水のpHが上がってしまい、下流に環境汚染を引き起こしてしまうことがあるそうだ。そこで、地下水と触れてもpHが上がらないような低アルカリ性コンクリートを開発したと

のことであった。次に250m調査坑道に降りる。息苦しくなるかと思いきや巨大な管で空気が送り込まれており快適であった。明るさも140m坑道と同じで、説明板もはっきりと読むことができた。その後、地上に上がり、排水処理設備を見学した。ここは排水処理施設で地下水や工事に伴う汚水を処理して、きれいな状態で天塩川に流すための施設だ。

次に、ゆめ地創館で地層処理について展示物を通して学び、地層処分実規模試験施設に入る。ここでは、地層処理をする時の容器について学ぶことができた。ここでの一連の研修を通して、人工バリア+岩盤などの天然バリアを組み合わせた多重システムで高レベル放射線廃棄物が順当に処分されるのではないかとということが実感できた。坑道における調査研究などもよくなされておられ、現在の技術では、地層処分が一番の選択だと改めて感じた。また、一度地層処分してしまえば、エネルギー不要で長時間処理を維持可能である。ただ人工バリアの数は4万本になるとも言われており、それを作って収納するだけで相当な資源とエネルギーが必要だろう。

また、数万年先に予想外のアクシデントが起きるかもしれない。そのことも踏まえて、ここで得た視聴覚資料を元に、中学生たちに考えさせる授業を3年生の3学期に行った。将来、この課題を考えざるを得ない事態になった時に思い出してもらえることを祈って。

団体会員への謝辞

放射線教育フォーラム理事長 工藤博司

放射線教育フォーラムの団体会員として下記の法人・団体に対して心から感謝の意を表します。団体会員のますますのご発展をお祈りするとともに、今後とも本フォーラムに格段ご配慮・ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

九州電力 (株)	東京ニューリア・サービス (株)
(財) 高輝度光科学研究センター	東北放射線科学センター
四国電力 (株)	長瀬ランダウア (株)
大日本図書 (株)	(社) 日本アイソトープ協会
中国電力 (株)	(財) 日本エネルギー経済研究所
中部原子力懇談会	(社) 日本原子力産業協会
中部電力 (株)	日本原燃 (株)
(株) 千代田テクノル	(社) 日本電気協会
(株) デルタサイエンス	(社) 日本理科教育振興協会
電気事業連合会	(財) 放射線影響協会
電源開発 (株)	北海道電力 (株)
東京書籍 (株)	(2024年2月18日現在五十音順)

NPO 法人放射線教育フォーラム 令和6年度・7年度役員等選挙について

選挙管理委員会 吉澤幸夫（委員長）、細渕安弘、辻萬亀雄、皆川喜満

平素より NPO 法人放射線教育フォーラムの運営にご高配を賜り心より御礼申し上げます。さて、本フォーラムでの令和4年度・5年度役員等（理事、監事）の任期満了に伴い、定款第14条に基づき、令和6年度・7年度役員等選任選挙を実施いたします。

本選挙では、定款第13条に定める通り、理事を3人以上、監事を1人以上選出いたします。各役員の数の上限は従来慣習によります。つきまして、3月下旬に「放射線教育」誌とともに選挙要領（候補者名簿、投票用紙、案内、手続き等）を郵送いたしますので、選挙権を有する会員の方は選挙要領に従い投票をお願いいたします。

《会務報告》

日時	名称	開催場所	出席者数
2023年12月10日(日)	2023年度第6回理事会	オンライン	9名
同上	2023年度第2回編集委員会	同上	10名
2024年1月14日(日)	2023年度第7回理事会	同上	9名
同上	2023年度第3回編集委員会	同上	10名
2024年2月18日(日)	2023年度第8回理事会	同上	13名
同上	2023年度第4回編集委員会	同上	10名

《ニュースレター原稿募集のご案内》

編集委員会では、会員の皆様からの寄稿をお待ちしています。「会員の声」は、学校教育の場での体験談、新聞・雑誌の記事に対する感想、研修会等への参加など、多少とも放射線・原子力・エネルギーの関係するもので、1000字以内です。「放射線ものしり手帳」は難しい話題を面白く親しみやすい読み物で解説するもので2000字以内。「書評」は最近刊行された本の紹介で2000字以内。投稿は原則として電子メールでお願いします [送付先(編集委員長) yoshimune.ogata@aichi-med-u.ac.jp。発行は、3月、6月、11月の年3回です。ニュースレターへのご意見や特集記事などの提案も歓迎いたします。

《「放射線教育」誌の原稿募集案内》

放射線教育フォーラム発行の論文集「放射線教育」では、広く放射線教育に有益と考えられる内容の論文[研究報告、ノート、総説、解説]、資料、意見、諸報を募集しています。論文は編集委員会での審査を経て掲載されます。「放射線教育」は、年1回3月末に発行されます。原稿の締め切りは、1月31日です。論文に含まれる図表は原則として白黒とし、編集委員会が認めたときに限りカラーの使用を認めます。カラーページの印刷費は、原則として全額を投稿者に負担していただきます。投稿論文は編集委員長に電子メールの添付ファイルでお届け下さい。CD又はDVDの場合には、NPO法人放射線教育フォーラム事務局宛に送付して下さい。投稿規程は、放射線教育フォーラムのホームページから「刊行物」のページにある過去の「放

射線教育」誌中に記載されています。別刷りは有料となります。(詳細は事務局にお問い合わせください)。投稿規程は、の詳細は事務局にお問い合わせください。

《編集後記》

車内で本を見ている人はなく、スマホを操作している光景が多く見られ、家では電子レンジを駆使するなど電磁環境下で生活している。我が国の疫学研究で1日20分以上続けるの通話は聴神経腫瘍の増加する報告や、動物実験では一部の複合的発がんの陽性結果を示唆する報告もある。またスウェーデンの疫学研究では2000時間をこえると通話腫が3倍になるなど報告されている。WHOはこのような電磁波の生体影響を否定しておらず電磁環境の健康影響は問題視されるが誰も怖がらない。放射線も電磁波の仲間であり、低線量はホルミシス効果で、免疫機能が上がり、がんリスクが有意に減る疫学研究報告がある。“放射線の閾値なしの直線仮設(LNT)”は覆される時は来るのかなあと思う今日この頃である。(大森佐與子)

NPO 法人 放射線教育フォーラム編集委員会
 緒方良至(委員長)、柴田誠一(副委員長)、
 田中隆一、細渕安弘、畠山正恒、大森佐與子
 事務局: 〒110-0015 東京都台東区東上野 6-7-2
 萬栄ビル 202 号室
 Tel: 03-3843-1070 FAX: 03-3843-1080
 E-mail: forum@ref.or.jp HP: http://www.ref.or.jp
 NPO 法人放射線教育フォーラム ニュースレター
 No.86、2024年2月25日発行
