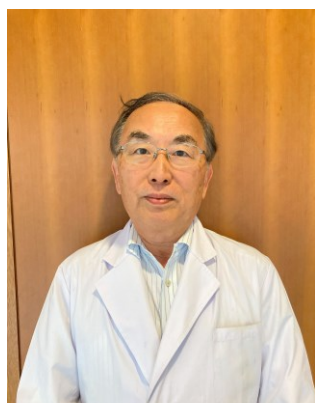


# 放射線教育フォーラム ニュースレター

No.91 2025.6

## NASA の教育戦略

聖光学院中学校高等学校 畠山 正恒



巻頭言は放射線のことが続いているので、教育についてお話しします。私事で恐縮ですが、この春休みに本校の中学生と渋谷教育学園幕張中学校の生徒合わせて12名(中学1～3年)を、両校3人の教員で引率し Washington, D.C.に行ってきました。目的はNASAから全球降水観測計画で打ち上げられている降水観測衛星(GPM衛星)のデータを使った研究を持ちかけられ、その発表(すべて英語)を行うものでした。私たちの発表は地元の小学5～6年生とその保護者・NASAのスタッフ(総勢150人程度)に直接聴いていただきました。その詳細は別の機会に譲るとして、ここで私が学んだ重要な点はNASAが学校教育に対してどのようにアプローチしているか

ということで、これについて紹介します。

発表会場に来ていた地元の小学生は日頃からNASAとの関係があるようです。NASAはいくつかの学校を選んで日常的にいろいろなテーマを与えて研究させる他、NASAが作成した科学教育全体を俯瞰した学校向けの理科・数学教材を提供しています。この教材は多くの学校での実践例や多くの教員スタッフの努力から少しずつ出来上がったものであることは容易に想像できます。NASAは小学生から大学院生までそれぞれの段階に応じていろいろな教育的アプローチを行っています。高校で使える少し専門的な内容を分かりやすく解説した冊子も作成しています。それらを使って科学教育を推進して欲しいという意図がよく汲み取れます。米国は州/地域によって科学教育レベルに差があるため、その差を埋める役割も持っているようです。

今回は衛星データの解析でしたが、それぞれの衛星にはアウトリーチの責任者がいます。彼らは元教員・研究者が務めておりNASA職員です。しかし、それらを支えるスタッフは大学研究者・教員・民間企業人などで、NASA兼業のような形をとっています。この辺もフレキシブルに仕事が進む理由でしょう。また、彼らはいつもプレゼンテーションが上手で感心させられます。

さて、科学教育という視点で見たとき、私たちは放射線を通じてどのようなアプローチができるのでしょうか。もう一度考えてみたいと思いました。 <https://www.nasa.gov/learning-resources/search/> <https://spacemath.gsfc.nasa.gov/>などをご参照ください。

# 国内初の第4世代放射光施設 NanoTerasu の概要

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

NanoTerasu 総括事務局 加道雅孝

3GeV 高輝度放射光施設 NanoTerasu(図 1)は特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律に位置付けられる施設として、国の主体機関である国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構と一般財団法人光科学イノベーションセンターを代表機関とする地域パートナーによる官民地域パートナーシップという新しい枠組みによって、2019 年度から整備が進められてきました。そして2024 年 4 月 1 日には、公益財団法人高輝度光科学研究センターが共用利用促進機関として加わり、運用段階に移行しました。

NanoTerasu は最新の円型加速器設計を国内で初めて採用した第 4 世代放射光施設で、従来の 100 倍の高輝度化と高コヒーレント化を実現します。世界トップクラスの明るい軟 X 線光源を実現することで、物質構造の解析に加え、機能に影響を与える「電子状態」、「ダイナミクス」等の詳細な解析が可能という強みを持ち、触媒材料の表面で起こる化学反応の変化等の解析による新たな高活性触媒等の開発、磁性・スピンの解析による磁石やスピントロニクス素子等の研究開発や産業応用が期待出来ます。

また、NanoTerasu は、我が国の放射光施設で初めて実験ホールを放射線管理区域から除外することに成功しました。その結果、必ずしもすべての利用者が放射線業務従事者にならなくても実験に参加することが可能です。

NanoTerasu の利用には、国側が運営する共用利用に加え、地域パートナー側が運営するコアリション利用という新しい利用制度を設けております。共用利用は SPring-8 の利用と同様、年 2 回程度課題募集が行われ、利用を希望する者が課題申請を行い、課題審査委員会の審査を経て利用が可能となるもので、原則としてすべての者が申請可能です。利用によって得られた成果は原則として公開で、消耗品の実費負担以外の利用料金は発生しません。一方、コアリション利用は加入金を拠出したコアリションメンバーだけが利用できるものですが、課題審査無しで原則 1 ヶ月前まで利用予約が可能です。利用料金は発生しますが、全て成果専有として利用可能です。



図 1. NanoTerasu 全景 (2024 年 11 月撮影)

NanoTerasu の加速器は、電子を3GeVまで加速する長さ110mの線型加速器(直線加速器)(図2)と、電子を蓄積し放射光を発生する周長 349 m の蓄積リング(円型加速器)(図3)で構成されています。



図 2. NanoTerasu の線型加速器



図 3. NanoTerasu の蓄積リング

線型加速器では、従来の2倍の5.7 GHzの周波数のマイクロ波で電子を加速する等の最新技術により海外の同様施設の約3分の1の長さで電子の加速を可能にしています。蓄積リングでは、磁石配列の基本単位である1セル内に電子の進行方向を曲げる偏向電磁石を従来の2倍の4台配置するとともに、その間に電子を小さく収束する4極

電磁石を配置するマルチバンドアクロマートラティスと呼ばれる最新技術を導入することにより、世界最高クラスの1nmradの電子ビームエミッタンスを実現することで従来の施設に比べて100倍の高輝度化と高コヒーレント化を実現します。

NanoTerasuでは、合計28本のビームラインの建設が可能であり、その内10本のビームラインが建設され、現在稼働しています。10本のうち3本は国が整備した共用ビームラインで、軟X線超高分解能共鳴非弾性散乱、軟X線ナノ光電子分光、軟X線ナノ吸収分光の3本がラインナップされています。これら3本のビームラインは主に最先端の学術研究を目的としており、それぞれ世界最高性能の特徴を有しています(図4)。



図 4. 世界最高性能の測定装置の一つ

一方、10本のうち7本は地域パートナーが整備したコアリションビームラインで、軟X線電子状態解析、軟X線オペランド分光、軟X線イメージング、X線コヒーレントイメージング、X線構造-電子状態トータル解析、X線オペランド分光、X線階層的構造解析の7本がラインナップされています。これらはイノベーションの創出を目的に、企業の様々な課題解決に対応可能となっています。

NanoTerasuは2024年4月1日から運用を開始し、2024年4月9日からはコアリション利用が、2025年3月3日からは共用利用が開始されました。今後はこれらの二つの利用制度を連携することによりNanoTerasuを中核とした新たなエコシステムの形成を目指しています。

# 東電福島第一原発事故で大気中に放出された放射性物質の話

元筑波大学 放射線・アイソトープ地球システム研究センター 末木啓介

2011年3月11日の東日本大震災で引き起こされた津波は、東電福島第一原子力発電所で並んで設置されている1号機から4号機の原子炉のうち、当時稼働していた1号機から3号機の原子炉を電源喪失に導き、炉心内の核燃料が崩壊熱で溶融する核事故を引き続き起した。この際に環境中に多くの放射性物質が放出されて周辺の環境を放射能汚染したことは記憶にまだ新しい。今回の話では主に大気中に放出された放射性物質に関して汚染の全体像から、どのような放射性核種が放出されたのか、いつどの原子炉から放出されてどのような地域を汚染したのかなどまとめられたものを紹介します。最後に今回の原子炉事故において特有の放射性微粒子が放出されたのでその話も紹介したい。

東日本大震災において大きな影響を受けた原発はその稼働していたものは地震によって緊急停止をしていた。その後の津波で東電福島第1原発の6つの原子炉が建屋全体に大きな影響を受けることになる。その中で稼働中していた1号機から3号機は地震での緊急停止以後、炉心内を冷却し続ける必要があったが、津波で周辺施設が被害にあい電気の供給が完全停止した。バッテリーで稼働していた冷却施設が停止するにあたり炉心内の温度が高温となり核燃料が溶融する事故へと発展した。溶融した核燃料からは揮発性の核分裂生成物が炉心から離れて原子炉建屋外へと出た。溶融した核燃料は溶融状態で炉心から格納容器から下に溶け落ちていった。揮発した核分裂生成物は

格納容器から様々な経路を経て外へ出るようになった。これらの一連の過程の途中でジルコニウムと水が高温で反応するジルコニウム水反応が生じて多量の水素が発生した。これは1号機、3号機、4号機の建物において水素爆発を引き起こし建物上部が吹き飛んだ<sup>1)</sup>。

様々な過程を経て結果的には東日本の太平洋側から中央部分で大きな放射性物質による汚染が起きた。これらの主な放射性同位体は放射性セシウム、放射性ヨウ素、放射性テルルなどの揮発性で核分裂生成率が比較的高い元素によるものであった。初期の段階ではヨウ素131やセシウム134、137などが占めている。14年たった現在はセシウム137による影響のみが残っている。これらの放射性同位体による陸地での汚染状況をかなり早い時期に木下らは報告した<sup>2)</sup>。その後文科省が行い大学や研究所の教職員学生がボランティアで行った福島県での土壌調査は非常に精密な情報をまとめて報告した<sup>3)</sup>。これらと同時に航空機を用いた放射線量サーベイの結果も広域でまとめられていて重要な情報を与えている<sup>4)</sup>。

3台の原子炉が核燃料溶融を起こして放射性物質を外部に放出したのであるがそれぞれの原子炉はそれぞれの時間経過で起きており東電からはそれぞれの原子炉についての情報が報告されている<sup>1)</sup>。実際にいつどの段階で放射性物質が拡散したのかについては福島県及び茨城県に多く設置されている放射線監視装置から得られた放射線量の変化から様々な情報が得られていた<sup>5)</sup>。その後環境省が各地

に設置していた環境測定装置の中のSPMモニタリングシステムによってリアルタイムに微粒子を捕集するテープの存在があり、この試料の $\gamma$ 線測定を行った結果がまとめられた<sup>6)</sup>。これと同時に当時の気象情報と合わせた汚染時期とその地域に関する拡散情報がまとめられた<sup>7)</sup>。

どのような放射性物質の形状で放射性ブルームとして各地域に広がっていったのか、初期の大気ダスト試料を回収して分析した結果から主に硫酸塩の可能性が報告された<sup>8)</sup>。また、放射性ヨウ素のうち気体性ヨウ素も飛んでいたことも示された<sup>9)</sup>。そのなかで気象研のグループは3月14-15日につくば地域に飛来したダスト中に不溶性の粒子状の物質が多く存在するのではないかという結果をラジオオートグラフから得た。そして電子顕微鏡(SEM)とGe半導体検出器による観察を繰り返すことで1ミクロン程度の大きさの

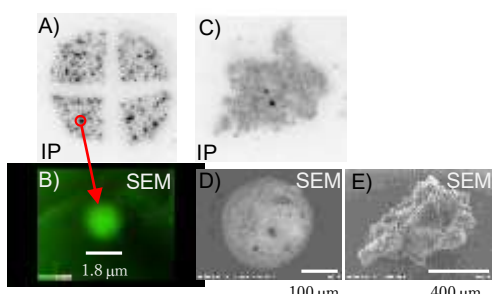


図 A ダストフィルタ, C 土壌、塵埃のIP像、B (CsMP,  $^{137}\text{Cs}$  1.4 Bq), D, E ( $^{137}\text{Cs}$  約 700 Bq)は取り出した粒子のSEM像

放射性微粒子を見出すことに成功した<sup>10)</sup>。この粒子の特徴は主成分がセシウムであり、セシウム137が数Bq程度含まれている。この発見以降様々な場所で見出すことに成功し、今回の核事故で放出された放射性セシウム微粒子(CsMP)またはセシウムボールと呼ばれた。その化学組成などから生成過程などが議論された。この研究を行っているなかで数十ミクロンから数百ミクロンの大きさとケイ酸ガラス

質のセシウム137が数百から数千Bq含まれた物質が福島第1原発から北西方向に見つけられた<sup>11)</sup>。こちらの放射性粒子に関してもその組成などから生成の過程を考えることができた。これら2種類の放射性粒子の存在は今回の原発の核事故の特徴を示唆している可能性を示した。

#### 参考文献

- 1) 福島第一原子力発電所事故の経過と教訓,  
<https://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/outline/index-j.html>
- 2) N. Kinoshita et al., *PNAS* 2011, 108(49) 19526-19529.
- 3) K. Saito et al., *J. Environmental Radioactivity* 139, 308-319 (2015).
- 4) 航空機モニタリングによる空間線量率の測定結果 | 原子力規制委員会,  
<https://radioactivity.nra.go.jp/ja/results/airborne/air-dose>.
- 5) 原子力発電所周辺環境放射能測定結果、平成22年度の調査結果、各地点の空間線量率の変動グラフ、  
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/42297.pdf>.
- 6) H. Tsuruta et al., *Geochem. J* 52, 103-121 (2018).
- 7) T. Nakajima et al., *Prog. Earth Plane. Sci.* (2017) 4:2. DOI 10.1186/s40645-017-0117-x.
- 8) N. Kaneyasu et al., *Environmental Science and Technology* 46(11), 5720-5726 (2012).
- 9) T. Doi et al., *J Environmental Radioactivity* 122, 55-62 (2013).
- 10) K. Adachi et al., *Sci. Rep.* 3, 2554 (2013).
- 11) Y. Satou et al., *Geochem. J* 52, 137-143 (2018).

# 放射線教育の理想と現実

神奈川大学附属中・高等学校 中山知恵子

## 1. 理科授業における「放射線」について

1980年の学習指導要領改訂によって、義務教育から「放射線」が削除された時代に、小学校・中学校を過ごし、「放射線」について何も知らないことの怖さを感じてきました。「放射線」を学ぶきっかけをつくるためにも理科の授業において「自然放射線」を学ぶことの重要性を感じ、放射線測定器はかるくんや実験セットを借用して行う定番の授業を、30年前から可能な限り続けています。

2011年度の中学理科教科書から「放射線」の内容が加わり、誰が担当しても「放射線」を授業で扱うようになりました。しかし、測定器を用いた放射線の授業をする理科教員は、私以外には残念ながら一人もいません。その理由として、2つの原因があると考えています。1つ目は、測定器の借用期間が最大1週間であることです。1週間で測定器を用いた授業をするためには時間割変更をすることが必須ですが、中高で一体化した時間割を変更すること自体が非常に難しいからです。借用期間が2週間あれば解決できると思います。2つ目は、「放射線」を学校で全く学んだことがない世代の教員にとっては、教科書に掲載されていることを講義するのが精一杯であるという現実です。この問題を解決するには、私が測定器借用や使い方を補助し、教員自身が経験することが一番の近道であると思います。とはいえ、30年間定着しないのは、借用するひと手間をかける時間的余裕がないのが実のところ一番の理由かもしれません。

## 2. 「放射線」に関する課題研究について

「放射線」を正しく理解してほしいという思いから、自然科学としての「放射線」、科学技術としての「放射線」をテーマにして、さまざま

な課題研究を生徒と共に活動してまいりました。

活動記録は、表1にある通りです。その活動内容は、講演会、研究所や大学施設等の見学や実習、他校生徒との交流を行いました(表2)。これらの活動を通して、「放射線」の正しい理解、「放射線」利用の体験、同世代との意見交換が非常に大切であることを実感いたしました。しかし、一方で課題研究活動を継続する難しさも感じました。課題研究は、校務分掌外の仕事であるため、残業となります。教員の働き方改革では、基本的に残業は許されません。従って、準備に必要な時間の確保が非常に難しいです。教員だけでなく、生徒もまた自由に使える時間が非常に少なくなっています。これは、本校だけの事情かもしれません。補・講習や委員会などの活動により、放課後の活動時間にも制約があり、課題研究へ参加可能な生徒を確保するにも苦労しました。当時は、活動資金は公的な活動資金により運営をしていたため、資金獲得のための申請書作成にも多くの時間を必要としました。このような活動もチームで進められれば、業務負担が少なくなるだけでなく、教科横断型の活動も可能となりますが、それを実現化することはできませんでした。2017年の活動を最後に休止状態が続いています。

昨今、大学生たちによる「放射線教材開発」も盛んになり、その発表会で知り合った駒澤大学や宮城教育大学の学生に協力をしてもらい、大学生が開発した教材で理科部の生徒たちに放射線防護やエネルギーミックスを学ぶ機会をつくっています。この学びをきっかけに、放射線に関する課題研究を再開できるように考えてまいりたいと思います。

表1 活動記録

- 1993 中学1年理科1分野 放射線測定器「はかるくん」  
2002 中学3年 総合的な学習 テーマの1つに「放射線」  
2006 文部科学省主催「2030年の原子力・エネルギーを考える」
- 2010 JST採択「生活の中の放射線」  
2011 JST採択「科学講座－量子ビームで開く材料開発－」  
2012 JST採択「放射線って何だろう？環境・食品・エネルギーとの関連性を探る」(～2014)  
2013 東工大学術フォーラム主催「地層処分問題をサイエンティフィックにダイアログ」  
SSH福島高校主催「放射線研究サポート」(～2014)  
リバネス主催「Energy Science&Society Project」  
原子力文化財団主催「高校生を対象とした放射線等に関する課題研究活動」
- 2015 NPO安全安心アカデミー主催「これでいいのか？未来のエネルギー～みんなで考えようmyベストミックス～」  
2016 東工大学術フォーラム主催「白熱教室」  
2017 放射線医学総合研究所での実験・見学

表2 主な協力機関

講演会

東京大学・飯本先生，東京大学・井尻先生，東京都市大学・岡田先生

見学・実習機関

高崎量子応用研究所：施設見学，電子線や $\gamma$ 線照射実験

北里大学：医療衛生学部の施設見学，半減期測定

東京都市大学原子力研究所：施設見学，食品中のカリウム40の測定

放射線医学研究所：施設見学，イメージングプレート実験

浜岡原子力発電所・川崎火力発電所・磯子火力発電所：施設見学

瑞浪超深地層研究所：施設見学

# 放射線教育フォーラム令和7年度第1回勉強会

2025年6月22日(日) 13:30~16:00 対面開催(今回はハイブリッド開催を試みる)  
会場: 東京慈恵会医科大学高木2号館南講堂(東京都港区西新橋3-25-8)

## 【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、福島第一原発事故にかかわる話、理化学研究所に残されているIM 泉効計とその発明者の飯盛里安にかかわる話、放射線教育教材の開発についての話を紹介する。

## 【プログラム】

開会挨拶(13:30~13:40) 柴田誠一理事長

[座長: 吉澤幸夫(放射線教育フォーラム)]

講演1. 東電福島第一原発事故の水産物への影響 (13:40~14:20)

森田貴己(国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産資源研究所)

東電福島第一原発事故によって放出された放射性セシウムによる水産物の汚染、その後の回復メカニズム、また福島県の水産業の現状と今後の課題について紹介します。

[座長: 吉澤幸夫(放射線教育フォーラム)]

講演2. 放射化学の先駆者・飯盛里安とIM 泉効計 (14:20~15:00)

三輪紫都香(理化学研究所広報部)

理化学研究所記念史料室では創立以来の歴史と、在籍した科学者および研究成果に関する資料を所蔵している。本講演では、2021年度に化学遺産に認定されたIM 泉効計と、発明者の飯盛里安の業績について紹介する。

休憩(15:00~15:10)

[座長: 青野美幸(京都医療科学大学)]

講演3. 楽しく医療と放射線の知識を身に付けるための放射線教育教材「ラジトレ」の開発と展開 (15:10~15:50)

辺土名さや、水本千尋、山下泰大、和田愛海(京都医療科学大学)

オリジナル放射線教育教材「ラジトレ」の教材の意義と目的、内容を簡単に紹介する。また、開発段階の推移を、発生した問題とその解決策、マーケティングなどに焦点を当てて時系列を交えて説明し、今後の展開にも言及する。

閉会挨拶(15:50~16:00) 緒方良至副理事長

## 講演要旨

### 講演 1. 東電福島第一原発事故の水産物への影響

森田貴己

2011年3月に起きた東京電力(株)福島第一原子力発電所(東京電力福島第一原発)の事故により、海洋に導入(直接流入、大気経由、陸水経由)された放射性Csによって多くの水産物が汚染されました。食品衛生法上の食品流通における基準値である100 Bq/kg-wet (Cs-134+Cs-137)を超過する割合は、2011年には福島県産海産物では35.0%もありましたが、その後、徐々に低下していき2015年には基準値を超過する検体数は0になりました。その後継続して行われたモニタリング調査の結果を踏まえ2020年2月には出荷制限種が全て解除されましたが、2021年2月、4月、2022年1月に捕獲されたクロソイが基準値を超過したため、再び出荷制限種が存在することになりました。しかし、このクロソイも2024年10月に出荷制限が解除され、現在は海産水産物においては福島県だけでなく全国で出荷制限種は存在していません。

福島県の海面水産業は2012年6月より行ってきた「試験操業」を終了し、2021年4月から「本格操業に向けた移行期間」へと入り、現在は漁協ごとに本格操業に向けた取組が行われています。2023年8月より開始されたALPS処理水の海洋放出は福島県水産業には大きな風評被害を発生させませんでした。事故後の風評被害が固定しており2024年の水揚量及び水揚金額は、それぞれ2010年の25.6%及び39.2%に留まっています。

講演では、海産物中の放射性Cs濃度が減少するメカニズムや上記した基準値超過クロソイの発生原因を紹介します。また、福島県水産業の現状及び今後の課題についても紹介する予定です。

### 講演 2. 放射化学の先駆者・飯盛里安とIM 泉効計

三輪紫都香

理化学研究所は100年以上の歴史を有する、わが国唯一の自然科学の総合研究所である。1917年に財団法人理化学研究所として発足、数々の研究成果を世に送り出し、多くの研究者を輩出してきた。戦後に解散して株式会社科学研究所として再出発、後に特殊法人理化学研究所、独立行政法人理化学研究所、国立研究開発法人理化学研究所と組織改編を重ねて今日に至る。広報部では理化学研究所の歴史を伝える様々な資料を収集、保存、活用しているが、今回はその中でも放射線計測機器・IM 泉効計と発明者である飯盛里安に関する資料を飯盛の業績や理化学研究所の歴史とともに紹介する。

飯盛里安は放射化学の研究者であり、財団法人理化学研究所の創設に伴い同研究所へ入所、イギリス留学を経て当時最新の情報を日本へもたらした。飯盛は、学問の導入とともに、国内各地の放射性鉱物の調査も精力的に行った。広報部では飯盛の留学時や国内調査の際の記録写真、論文等著作物の直筆原稿などを保管している。

また、飯盛は当時海外ではすでに普及していた放射線計測機器の国産化を目指した。IM 泉効計はその一つで、鉱泉及び気態試料の放射能を測定する機器である。1931年に特許の登録が行われて以降普及し、携帯可能で簡便に計測できることから温泉の成分分析に用いられてきた。近年は同じく放射線を検出する機器である液体シンチレーションカウンタが使用されることが多くなり、IM 泉効

計は測定機器としての役割を終えつつある。理化学研究所が所蔵する IM 泉効計 2 台（昭和初期、昭和 38 年製造）および関連資料は歴史資料としての重要性が評価され、公益社団法人日本化学会から 2021 年度化学遺産に認定された（第 58 号）。また、2022 年 2 月には新たに昭和 45 年製の IM 泉効計 1 台の寄贈を受け、機器の変遷を実物で確認することが可能となった。

### 講演 3. 楽しく医療と放射線の知識を身に付けるための放射線教育教材「ラジトレ」の開発と展開 京都医療科学大学 青野ゼミ

青野 美幸、辺土名 さや、水本 千尋、山下 泰大、和田 愛海

放射線教育の必要性を感じる中、普段放射線と医療について学んでいる私たちができることとして、京都医療科学大学青野ゼミの研究課題として放射線教育を選択した。放射線教材コンテストの存在を知ってから、それらに対する知識が不十分な人々、特に生徒・児童をターゲットとしたオリジナル教材を作成することとした。

教材「ラジトレ」は放射線についてカードゲーム形式で楽しく正しい知識を学んでもらえる作りとなっている。ルールとしては、お題やクイズが提示され、それに正しく答えることで、所持している手札を捨てていく、というものだ。玩具店に赴いて調査した結果、カードゲームが受け入れられていると判断したことに加え、放射性物質を使用しない安全性、準備と後片付けの容易さによる教員の負担軽減の観点から、カードゲーム形式の採用を決めた。難易度が高すぎないか、正しい情報が記載されているかなどに重点を置いて教材としての破綻がないよう作成した。放射線教育に対してなじみが薄いと予想される中学生を相手に授業で用いることを考えたときに、いきなり教材を用いたゲームをすることはできない。そのため、事前に教材と連携した内容の小冊子を用いた簡単な放射線教育を実施した後にゲームに取り組めるようにし、ルールブックも封入した。また、理解力の向上を目的にゲームの進行を手助けするヒントや、より詳細な情報を得ることができる解説もカードに付記した。加えて教材のデザインにおいては、オリジナルのイラストをはじめ、視覚的に理解しやすいカードの色分け、ふりがなの追加を行い、持ちやすい大きさとするすることで、本来のターゲットである中学生以外にも対象にできるような設計とした。その後、ある程度完成形に近づいた時点で、京都府南丹市立園部中学校の 3 年生を対象とした放射線教育を実施した。加えて、所属大学の 1 年生にも協力を依頼し、先に実施した中学生への授業アンケート結果と合わせて最終調整と改良を行った。放射線教材コンテストでは、ブースに放射線教育実施時の写真を貼り付けたり、積極的に発表の呼びかけをすることで、聴衆を引きつける工夫をした。また、発表開始から質疑応答終了までの 1 回の発表時間を 7 分程度に収め、与えられた全体の発表時間の中でサイクルさせることで、より多くの人に聞いていただくことができた。その結果として、最優秀賞を含む 4 賞同時受賞という評価をいただいた。

発表会終了後、本教材は所属大学のホームページから無料でダウンロード・印刷可能にし、誰でも楽しく放射線について正しい知識を得られるようにしている。最近では、この春の入学前プログラムとして採用され、中学生向けに制作した「ラジトレ」が年代の垣根を越えて学びを提供できる教材であるという実感を得た。非常に多くの方々の協力をいただき出来上がった本教材が今後も様々な場面で活用されることを期待したい。

## 報告

# 中学生の原子力発電研究に対する助言

放射線教育フォーラム会員 石井正則

### 1. はじめに

群馬県立中央中等学校より下記のテーマを研究した学生が、学習の一貫として当協会を訪問、助言を得たいとの依頼があった。

研究テーマ:原子力発電所の迅速な事故対応に向けて

～国民全員の緊急時の対応方法と原発への共通理解に向けて～

研究はCO<sub>2</sub>排出量ゼロ(カーボンニュートラル)に向けた原子力の取組を調べ、この実現のため原子力教育の充実を提案するものであった。

助言は3月14日(金)13:00~15:00、当協会本部事務所にK君と担当教員が来訪、吉澤幸夫、辻萬亀雄、石井正則で対応した。

以下に論文に概要と助言の視点を示す。

### 2. 論文の概要

#### 1) 社会の動向と研究テーマの背景

我が国のエネルギー政策では2050年までにCO<sub>2</sub>排出量ゼロを目指し、2030年には再生可能エネルギー(再エネ)と原子力を最大限活用する一方、一定規模の化石燃料も低炭素化のうえ組み入れるエネルギーミックス計画(ミックス計画)を設定している。

#### 2) 原子力導入の阻害要因となる事故事例の先行研究

原子力導入の阻害要因にはJCO臨界事故やアスファルト固化施設火災事故などの事故があると考え、先行研究として火力発電も含めた事故の発生状況を調べた。(独法)製品評価技術基盤機構(NITE)の事故資料から原子力、火力とも様々な事故を経験していることが分り、原子力発電所が特段危険とまでは言えないと考えた。

また、福島第一原発事故で発生したALPS処理水は科学的な安全性が確認されているにも関わらず風評被害が発生した。風評被害をなくすには国民に放射線・放射能に関する知識を持ってもらう必要があると考えた。

#### 3) 小中高での原子力副読本活用状況調査結果

原子力に関する小中高の教育では副読本が用意されているが、あまり使われていないのではないと考え(論文ではリサーチクエスションと表現)、副読本の活用程度を調査した。その結果、放射線教育は7割程度の学校で行われているものの、副読本の活用は小中で5~6割、高校は2~3割程度と、あまり使われていないことが分かった。

#### 4) 考察と結論

原子力発電が必要であることを理解してもらうには、ミックス計画の妥当性と放射線・放射能への適切な対応に関する正しい情報を伝えていく必要がある。このためには原子力発電のメリット、デメリットや事故の情報を理解できるようリテラシー教育の充実が必要である。

教育のツールとしては国民全員の考える機会作りにもつながる可能性があることから、スマホの活用が有効と考える。

#### 5) 今後の計画

関係機関の助言をいただき、仮説の妥当性を確認したうえで、その情報を学校内に発信、共有し、この問題に目を向けてくれる学生を増やしたいと考えている。

### 3. 研究に対する助言の視点

K 君は我が国における原子力の立ち位置を調べるにあたって、政府のエネルギー基本計画に着目した。その中でも前提条件とされる安全については NITE の事故情報、国民に受容されるための理解促進については副読本を活用した原子力教育に着目して提言をまとめた。中学で学んだ知識をもとに、着目点を絞った K 君の提言は評価できる。

助言にあたっては、それぞれの時代の社会の発展状態や技術レベルなど歴史的背景を踏まえたうえで、地球環境対策など近未来の人類が解決しなければならない課題に対応すべく、多様な視点を調整して現実の政策が策定されていることを理解してもらいたいと思い、以下の視点を助言した。

#### 1) 視点 1 エネルギー活用の歴史的経緯と現下の国内外の動向

エネルギーは国家 100 年の計の一つある。我が国では明治維新以降、国力の整備、近代化の流れのなかで、エネルギーは一貫して国民生活、国民経済の発展に寄与してきた。引く続き将来の世代に引き継がれていくであろう(図 1)。

20 世紀末には地球温暖化への懸念が明らかになり、21 世紀中に産業革命期からの全地球の平均気温の上昇を 1.5°C 以下に抑制する必要があることが明らかになった。温室効果ガス、とりわけエネルギー起源の CO<sub>2</sub> 排出量ゼロは全世界規模での取り組みとなっている。

本年(2025 年)2 月に決定した第 7 次エネ基では、エネルギーの安定供給の面からロシアのウクライナ侵攻や中東の緊迫化にともなう安定供給の重要性と、情報技術の進展などによる電力需要増大が 2040 年のミックス計画に反映された。

#### 2) 視点 2 エネルギー資源選択とミックス計画

ミックス計画策定の指針は S+3E である。2030 年と 2040 年のミックス計画では、我が国が島国、資源小国であり、さらに地政学的な要因を配慮したうえで、S+3E を満足する最適解として策定されたものである。エネ基は 3 年ごとに見直されるとはいえ、エネルギー供給のインフラ設備は数十年にわたって使われることから、現在の流れを踏まえたうえで、国内外の情勢を加味して近い将来 2050 年のミックス計画が策定されることになろう。最適解における安全性を前提とした安定供給、経済合理性、環境適合性それぞれには日本の国情と世界の動向が加味されることになろう。

#### 3) 視点 3 原子力安全性向上

福島事故以降、原子力規制委員会が設置され、五層の深層防護対策(図 2)を充実すべく新規制基準により安全性の向上が図られており、具体的な事故対応の施設の整備も進んでいる(図 3)。



図 1 明治維新後のエネルギー供給

## 安全は事故は起こると仮想、5層の深層防護

- 第1層 異常の発生防止（品質向上、耐震性強化、誤操作防止等）
- 第2層 異常検知・事故未然防止（原子炉を停止、事故に至らしめない）
- 第3層 事故発生時に環境への放射性物質放出防止（原子炉を冷却、放射性物質を閉じ込め）
- 第4層 過酷事故に至った場合には放射性物質の環境へ放出を防止
- 第5層 放射性物質が放出された場合に備え、住民を被ばくから防護（住民避難計画を準備）

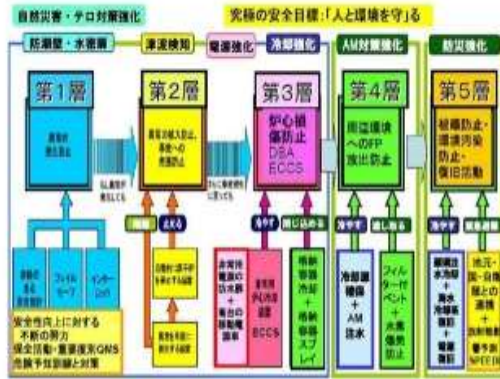


図2 五層の深層防護対策

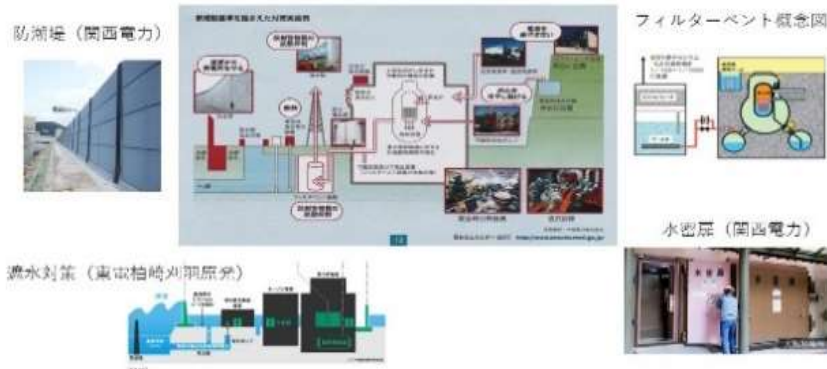


図3 事故対策の事例

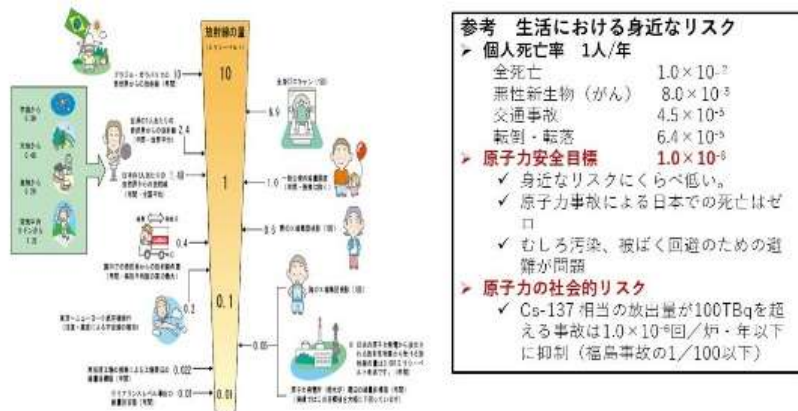


図4 日常における放射線と影響

原子力の安全目標としては、従来の死亡リスクに加え、事故時の放射性物質の排出量を 100 TBq/100 万年以下とする社会的リスクが導入された(図4)

- 医療分野、工業分野、農業分野など幅広く利用
- 医療分野
    - ✓放射線はガン等の治療
    - ✓レントゲン写真・CTスキャンなどによる診断
  - 工業分野
    - ✓自動車用ゴムタイヤの硬化
    - ✓プラスチック容器の耐熱性向上
    - ✓テニスラケットのガットの弾力強化
  - 農業分野
    - ✓品種改良
    - ✓発芽抑制など



図5 放射線利用

- 放射線の目安
- 緊急事態時
    - ✓事故による被ばくを20~100mSv/年に抑える
  - 事故終息後の復旧期
    - ✓事故による被ばくを1~20mSv/年に抑える
  - 平常時の管理基準
    - ✓一般人: 1mSv/年
    - ✓放射線作業従事者:
      - ・50mSv/年、5年間で100mSv以内
      - ・緊急時 100mSv/年

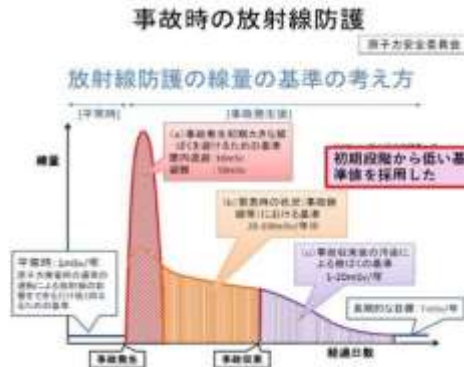


図6 平常時と事故対応の被ばく管理

放射線・放射能(放射性物質)は医療や産業の分野に広く使われており、人々はその効用を享受している。とりわけ医療分野では診察や治療に広く使われており、身近なものになっている。K君の言う“心配だから使わない”という人は少ないであろう。

一方、原子力発電に起因する被ばくや汚染は一定の範囲に抑制、管理されているが(図6)、受け手側の知識不足もあり反原発感情や風評被害などを引き起こす事例もある。K君のリテラシー教育は妥当な指摘である、

#### 4. 今後への期待

エネルギーの活用は人類の生存に欠かせない。一方、産業革命期以降の地球の平均気温の上昇を1.5°C以下とするため今世紀中葉にはCO<sub>2</sub>排出量ゼロを実現することも、全世界で取り組む課題となっている。この取り組みは次世代、次々世代へと引き継ぎ継がれる必要がある。

K君の研究はその核心課題である。今回の研究は国民のリテラシー向上に向け小中高の教育での取り組みの提言であるが、他にも様々な社会的、技術的課題がある。K君にはこれらの課題の解決に関与する研究に取り組むなど、将来何らかの形で活躍することを期待したい。

補足 図は当日の説明資料「日本の原子力発電/21世紀中葉の見通し」より抜粋

## 令和6年度台東区地域活動団体パネル展

放射線教育フォーラム 吉澤 幸夫

放射線教育フォーラムは、台東区生涯学習センター1階アトリウムで令和7年2月6日（木）から2月17日（月）まで開催された「令和6年度台東区地域活動団体パネル展」に出展しました。



台東ボランティア・地域活動サポートセンターが主催するこのパネル展は、登録団体の活動を区民に広く周知し、ボランティア活動の輪を広げるきっかけとなることを目的としています。放射線教育フォーラムも、事務所がある台東区の住民や他の団体との交流を図るためにサポートセンターに登録しています。今回のパネル展では、フォーラムの活動内容を勉強会、出版物、ウェブサイトを中心に紹介しました。

「勉強会」の展示では、年3回の勉強会を対面で1回、オンラインで2回開催していること、放射線に関する最新の話題と中学校での授業事例報告が主な内容であること、参加費は無料で、講義に使用したパワーポイントはホームページからダウンロードできること、次回はオンラインで3月2日（日）13時30分から開催することを掲示しました。

「出版物」の展示では、年1回の放射線教育誌と年3回のニュースレター発行について紹介しま

し、2018年にDVD「Rの正体」を企画したことを掲示しました。会場ではニュースレターのバックナンバーの配布も行いました。

「ウェブサイト」の展示では、フォーラムのウェブサイト (<https://www.ref.or.jp>) へのQRコード



を掲示するとともに、勉強会の案内と参加申し込み、放射線教育誌とニュースレターのバックナンバーの閲覧、そして講義用資料のダウンロードが可能であることを掲示しました。

図書館が併設されたアトリウムでの開催は、多くの台東区民にフォーラムの活動を知ってもらう良い機会となりました。

令和 7 年 5 月 25 日

会員各位

特定非営利活動法人放射線教育フォーラム  
理事長 柴田誠一

## 令和 7 年度通常総会開催案内

拝啓

新緑の候、皆様におかれましては益々ご清栄のこととお喜び申し上げます。放射線教育フォーラムの活動に格別のご高配を賜り、厚く御礼申し上げます。

下記の通り令和 7 年度通常総会を開催いたしますので出席をお願いいたします。なお欠席の場合には、誠に恐縮ですが委任状を同封の封筒にて 6 月 16 日必着でご返送下さい。

敬具

記

日時： 令和 7 年 6 月 22 日（日）午前 11 時～12 時

場所： 東京慈恵会医科大学南講堂（東京都港区西新橋 3-25-8）

議案書

- 第 1 号議案 令和 6 年度事業報告
- 第 2 号議案 令和 6 年度決算報告
- 第 3 号議案 令和 6 年度会計監査報告
- 第 4 号議案 令和 7 年度事業計画
- 第 5 号議案 令和 7 年度予算

議案書資料

- 資料 1 令和 6 年度事業報告書
- 資料 2-1 令和 6 年度活動計算書
- 資料 2-2 令和 6 年度貸借対照表
- 資料 2-3 令和 6 年度財産目録
- 資料 2-4 令和 6 年度決算参考資料
- 資料 3 令和 6 年会計監査報告書
- 資料 4 令和 7 年度事業計画
- 資料 5 令和 7 年度予算

以上

## ＜桜島の火山活動と放射線量の測定＞

鹿児島市立東桜島中学校 原口栄一

現在、日本で最も火山活動が活発な火山は鹿児島県の桜島で、その火口から 3.8kmに位置している鹿児島市立東桜島中学校に勤務している。状況としては、いつでも噴石、降灰、火砕流、火砕サージ、溶岩流による大きな影響が考えられ、それらが本校に到着するまでの時間的余裕がないという鹿児島市危機管理課の予測となっている。そのような学校に昨年から勤務しており今年で 2 年目になる。調べてみたところ勤務校は日本で一番、活動している火山の噴火口に近いということがわかった。そのような環境を理科教師として見逃すわけにはいかない。そこで理科準備室から見える毎日の南岳の目視観察は当然のこと、火山活動の際に地下マグマに含まれている放射性物質が噴火の際に動くと考えられるので火口近くの勤務校ならば自然放射線の変化が見られるのではないかと考え、自然放射線量測定を開始した。(地球内部は大変熱く核温度は 6000℃に達するという。原因としては地下にはウラン、トリウム、カリウムなどの放射性元素が含まれており、時間とともに崩壊熱を出しているのも一因として挙げられる。)

今年 3 月中旬まとめとしてデータを処理した。表 1 に 2024 年 4 月 2 日から 2025 年 3 月 19 日までに線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) と counts の測定結果を示した。記録データは科学技術館からレンタルされた放射線測定器 KIND-PRO と記録用のスマホ上の KindLogger で測定結果を勤務時間内でランダムに 10 数分から数時間くらいの記録時間をとったものである。全部で 20392 件のデータがありそれらをエクセルで統計的に分析した結果、2024 年度の桜島における自然放射線量平均は  $0.028\mu\text{Sv/h}$  で、counts は 154 回であることがわかった。その平均を基準に月ごとの平均と比較すると高低の幅がみられた。また、相関をとってみると counts と噴火回数は弱い相関、爆発回数とは相関があるということがわかった。今年も測定を続けているが、できれば日や時間単位で爆発の前後がどうなるか、前兆的な現象が見られないかを調べるために測定時間を長くしているが、残念ながら今年度で閉校なのでどこまでできるかわからないがギリギリまで測定していくつもりである。

表 1 月ごとの平均放射線量率と桜島の火山活動状況

月	放射線量率	counts	噴火回数	爆発回数
4月	0.032	158.4	1	1
5月	0.028	152.5	12	5
6月	0.027	151.2	1	1
7月	0.026	144.0	15	6
8月	0.025	142.5	14	4
9月	0.026	145.0	3	1
10月	0.026	150.5	5	3
11月	0.028	154.4	5	4
12月	0.030	158.7	17	9
1月	0.028	157.3	50	23
2月	0.029	156.1	20	12

## ＜2024年度 エネルギー環境教育「全国研修会」に参加して＞

愛知教育大学附属名古屋中学校 理科教諭 奈良 大

2025年3月2日(日)、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する授業実践事例や成果を共有し、先生同士の交流を深める場として「全国研修会」に参加した。研修会前半では、ポスターセッション形式でお互いの授業実践を共有し合った。私の所属する「愛知教育大学附属名古屋中学校現役・OB会」は、2024年11月に「エネルギー環境教育を推進する会(ESK)」との交流会を東京で開催し、福島県、福井県、広島県、東京都など各地で活躍されている先生方との意見交流を行うことができたことを中心に報告した。他の団体の発表では、理科・社会科の合科による教科横断的な視点での授業実践事例が特に印象に残った。ポスターセッション形式であるため、発表を聞いたならその場ですぐに意見交換をすることができたため、交流を深める点でとても有益な場であると感じた。

また、研修会後半では、「高レベル放射性廃棄物の処分問題を扱う授業実践の拡充に向けて」を全体テーマとして、先生たちが抱える悩みや課題を共有できるよう4つのテーマを設定し「テーマ別ディスカッション」が行われた。私は「中学校理科における放射線学習からの展開を考える」にパネリストとして参加し、発言する機会を得た。中2「電流とその利用」での「放射線」、中3「科学技術と人間」での「放射線」の授業事例を紹介し、その成果と課題について述べた。その中で、「フィンランドやスウェーデンは国民の理解を得ながら、地層処分地の建設に関する合意形成をどのように図っていったのか」という話題を提供した。今後、日本において地層処分地の建設に関する合意形成を図るためには、おそらく先に行く諸外国の国民がどのように合意形成を図っていったかは参考になるところがあるように思われる。そのために、義務教育段階の子どもたちにどのような教育を行うとよいかという視点は、今後必要になってくるだろう。科学的側面だけでなく、社会的側面や情意面も含めた放射線に対する正しい知識を身に付けさせるためには、是非とも諸外国の取組を紹介していただきたい旨をNUMOへ投げかけた。NUMO職員からの回答をいただくことはかなわなかったが、今後の展開に期待したい。

なお、テーマ別ディスカッションの詳細は、後日NUMOのHPにて公開されるとのことであるため、是非ともご覧いただきたい。

# 令和6年度決算（案）

特定非営利活動法人放射線教育フォーラム

(単位：円)

費目	令和6年度 予算	令和6年度 決算	収支差額 予算－決算
<b>1. 収入</b>			
個人会費収入	580,000	550,000	△ 30,000
団体会費収入	1,065,000	1,080,000	15,000
寄附金	0	0	0
資料掲載料収入	198,000	198,000	0
雑収入(勉強会支援金)	13,000	18,000	5,000
創立30年記念事業費	614,000	240,000	△ 374,000
勉強会懇親会会費収入	0	27,000	27,000
預金利息他		1,323	1,323
助成金等	0	0	0
(収入合計)	2,470,000	2,114,323	△ 355,677
<b>2. 支出</b>			
<b>A. 事業費</b>			0
勉強会・活動報告開催費	160,000	101,405	△ 58,595
企画検討グループ	0	0	0
調査活動研究費	10,000	15,340	5,340
編集員会開催費	20,000	0	△ 20,000
定期刊行物発行費	400,000	202,070	△ 197,930
研究会等出展費	20,000	0	△ 20,000
全国中学校理科教育研究会他	50,000	51,582	1,582
創立30年記念事業費	500,000	567,648	67,648
(事業費合計)	1,160,000	938,045	△ 221,955
<b>B. 管理費</b>			
理事会開催費	10,000	35,037	25,037
総会開催費	40,000	57,997	17,997
旅費交通費	90,000	77,120	△ 12,880
人件費	0	0	0
家賃・事務所借上代	616,000	615,300	△ 700
事務所更新料2ヶ月分	102,000	90,900	△ 11,100
光熱費	30,000	29,710	△ 290
事務用品・消耗品費	80,000	102,711	22,711
通信運搬費	300,000	278,280	△ 21,720
支払手数料	2,000	1,717	△ 283
雑費	40,000	37,674	△ 2,326
会計監査費	0	0	0
予備費	0	0	0
(管理費合計)	1,310,000	1,326,446	16,446
(支出合計)	2,470,000	2,264,491	△ 205,509
収支差額	0	△ 150,168	△ 150,168
(当期経常増減額)			0
前期繰越正味財産額	3,648,109	3,648,109	0
当期正味財産増加額	0	△ 150,168	△ 150,168
次期繰越正味財産額	3,648,109	3,497,941	△ 150,168
正味財産額(運転資金)	1,968,047	1,644,598	
固定金融財産額口座4020527	1,680,062	1,853,343	
<b>次期繰越正味財産額</b>	<b>3,648,109</b>	<b>3,497,941</b>	

## 《会務報告》

日時	名称	開催場所	出席者数
2025年3月2日(日)	2024年度第2回勉強会	オンライン	53名
2025年3月15日(土)	2024年度第11回理事会	オンライン	11名
同上	2024年度第6回編集委員会	同上	7名
2025年4月13日(日)	2025年度第1回理事会	同上	13名
同上	2025年度第1回編集委員会	オンライン	8名
2025年5月25日(日)	2025年度第2回理事会	同上	10名
同上	2025年度第2回編集委員会	同上	8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。「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。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。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》

1895年にX線が発見され、130年になるが健康影響は依然として「閾値なしの直線仮設」のもと、放射線によるがん死亡が危惧される。近年英国で1897~1997年の100年間の男性登録放射線科医2698人のがん死亡調査を行った。登録放射線医の年度別5分類1897~20, 1921~35, 1936~54, 1955~79, 1980~97し、各死亡数を調べ対照群と比較した。被ばく線量の1920, 1930年代は1000mSvで、1950年以前100mSv, 1950年50mSvの見積もりで、NRPBは平均年線量を1964年は5mSv未満, 1993年は0.5mSvまで減少した。放射線医のSMR(標準化死亡比)は社会階層1および臨床医に比し、年度が進むにつれ放射線科医の死亡率が低く正しく使えば何ら怖いものではないことがわかった。汚染を防ぐためには許容被ばく範囲を知るとともに法令など様々な決まりで守られており、正しい知識を持ち、正しく向き合えば放射線は怖いものではないと考えられる。(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)、田中隆一(副委員長)、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  
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.91、2025年6月22日発行

---