放射線教育フォーラム
ニュースレター

No.76　2020. 3

放射線教育―看護職への展開

東京医療保健大学　　酒井一夫

今日の医療において放射線は欠かすことのできないツールとして診断や治療の広い分野で利用されている。しかしながらその一方で、患者本人やその家族が放射線に対する情報不足・理解不足のために、恐怖心や不安感を抱く場合が少なくない。患者に近い立場にいる看護職には、放射線診療のメリットを説明し、不安を取り除いて、診療に対する理解促進を通して円滑な診療の実施に貢献するという役割が求められている。

しかしながら、現状では、患者と同じレベルで放射線を怖がる看護師が少なくない。このような状況は、患者の放射線に対する不安を払拭するどころか、かえって不安を増強させる結果となりかねない。

現在の医療では、患者を中心として様々な職種のスタッフが協力して診療にあたる「チーム医療」の体制が取られている。チーム医療の体制の中で看護職は患者に最も近い立場でケアに携わるという点で、医療スタッフと患者をつなぐ重要な役割も期待されている。

看護教育において、放射線の影響やリスクは必ずしも体系的に取り上げられてきたわけではないが、大学における看護系人材の育成に関する検討が進められた結果、2017 年 10 月に文部科学省から「大学の看護教育におけるモデル・コア・カリキュラム」が発表された(*)。大学教育において学生が卒業までに身に付けておくべき看護実践能力について具体的な「学修目標」を示したものである。

モデル・コア・カリキュラム自体は看護関連分野を広くカバーするものであるが、その中で「放射線」に関する「学修目標」として次の項目が掲げられている。(1) 放射線診断、放射線治療の意義を説明できる、(2) 放射線の人体への作用機序を説明できる、(3) 放射線の健康影響･リスクと被ばく線量との関係を説明できる、(4) 放射線診断に伴う有害事象（造影剤の副作用等）を説明できる、(5) 放射線診断に伴うリスクと看護について説明できる、(6) 放射線治療に伴う有害事象（副作用）とその看護について説明できる、(7) 医療者自身の被ばく防護方策を説明できる、および (8) 放射線被ばくに対する不安を理解し、関係職種と共に適切に対応できる。

目標の中に、放射線の影響やリスクに関する事項が含まれていることと、患者の不安に対する対応が明示されている点で、画期的と言える。このような看護分野における動向も活用しつつ、「放射線教育」の対象を看護職にも展開することにより、放射線に関する理解が一層促進されるものと期待される。一般の方が医療の場で放射線に接する機会は今後ますます増加すると考えられるからである。

(*)
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/__icsFiles/afieldfile/2017/10/31/1217788_3.pdf

X 線発見から原子構造の解明へ
－クルックス管による放電現象の研究－

放射線教育フォーラム　　柴田誠一

１．はじめに

19 世紀の物理学者は、真空技術の進歩に伴い「真空」の管の中の放電現象について研究してきた。当時の真空度は現在と比べるとはるかに低いものであったが、現在、我々が当然のこととして享受している科学的基礎の多くがこれらの研究を通して明らかにされてきた。そしてこれらの研究にはクルックス管が用いられた。

ここでは、クルックス管による放電現象の観察から導かれた X 線の発見、そしてそれを端緒として展開された研究から原子構造の解明に至る現代科学の基本的概念が如何にして明らかにされたかについて簡単に紹介する。詳しい解説は、当フォーラムの「放射線教育」誌（Vol. 23 (2019)）の拙稿を参照していただきたい。

２．X 線の発見以前

気体放電の研究の初期、ファラデー（M. Faraday）は空気を薄くしていくと発光現象はきわめて起こりやすくなることを見出した（1833 年）。この放電現象の研究には、より良い真空を得ることが必要であったが、1855 年にガイスラー（H. Geissler）により性能の良い水銀ポンプが発明され、その後の研究の進展に貢献した。真空度とともに放電現象がどのように変化するかを図 1[1]に示す。1876 年にゴルトシュタイン（E. Goldstein）がこの現象を、放電が陰極から生じていることから、「陰極線」と命名した。同じ頃、クルックス（W. Crookes）が陰極線についての系統的研究を行っている。

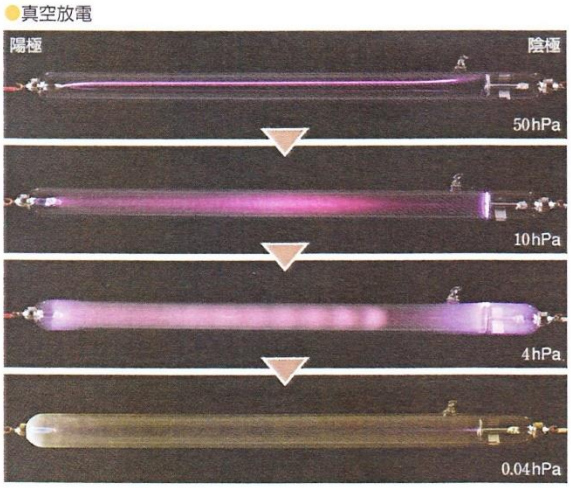

図 1. 真空放電　両端に高電圧を加えたガラス管の内部の気体の圧力を、徐々に下げていったときの様子。

３．X 線の発見

1895 年 11 月、レントゲン（W. C. Röntgen）は部屋を完全に暗くして放電現象の観察実験を行っていた。そして、放電管から少し離れたところに置かれていた蛍光物質を塗った紙から蛍光が放出されているのを見た。管とスクリーンの間に手を置くとスクリーンにその骨が見えた。レントゲンはこの「新種の放射線」を、その本性についてはまだ明らかにできなかったことから、未知のものという意味を込めて、「X 線」と名付けた。

４．特性 X 線の発見

X 線発見の後、X 線に関して行われた研究の中で重要なものとして、バークラ（C. G. Barkla）による特性 X 線の発見があげられる。X 線が物質にあたると、二次的に X 線が発生する。バークラは 1906 年以降、この二次 X 線の性質を系統的に研究し、二次放射の X 線に 2 種類あることを発見した。一つはターゲット金属の表面で一次 X 線が単に散乱されたもので、これは入射（一次）X 線と透過力などの一般的な性質において変わりはなかった。もう一つのタイプの X 線は、均一なエネルギーをもつ放射線で、一次 X 線の性質とは関係なく、ターゲットの金属の種類によってのみ決まる特性的なものであった。バークラはこれを特性 X 線と名付けた。

この研究に続いて、ラウエ（M. Laue）が結晶による X 線の回折を発見した。ラウエは 1912 年発表の論文の中で X 線の回折像の写真（ラウエの斑点と呼ばれる）を示している。この干渉現象の発見は X 線が波動としての性質をもつことと同時に結晶格子の実在を実証したことに意義がある。ラウエの写真は連続エネルギースペクトルをもつ X 線を用いて撮影されたが、ブラッグ父子（W. L. Bragg, W. H. Bragg）は単色エネルギーX 線（特性 X 線）が結晶構造解析に有利であることを指摘し、さらに自らが導いたブラッグ条件を利用して X 線の波長を決める試みをした。これらの研究は今日の X 線結晶学の端緒を開いた。

５．モーズレー（H. G. J. Moseley）の研究

バークラの特性 X 線の発見とブラッグ父子により開発された X 線の波長測定の方法に基づいて、モーズレーの特性 X 線スペクトルに関する研究が行われ、原子番号が決定された。

1913 年から 1914 年にかけて、モーズレーは元素の周期表に含まれる全元素について、その特性 X 線を系統的に調べた。バークラによって明らかにされた特性 X 線に関する事実とブラッグ父子によって開発された X 線の波長測定の方法を基盤として、研究は進められた。この研究の最も大きな成果は、原子番号が実験的に決定されうることを示し、それを原子核の正電荷数であると同定し、この電荷が元素の性質を決めることを明らかにしたことにある。

６．気体放電の研究と原子構造の解明

X 線発見に先立つ 10 年ほど前、バルマー（J. J. Balmer）は水素ガスを低圧で管中に封入して放電を起こさせ、可視光の領域に後に彼の名前をとってバルマー系列と呼ばれる水素の輝線スペクトルを発見した（図２[2)]）。

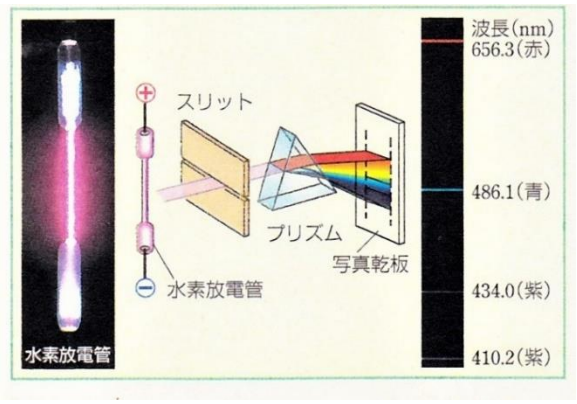

図 2. 水素原子の輝線スペクトル（バルマー系列）

ボーア（N. Bohr）は、ラザフォード（E. Rutherford）が 1911 年に原子核を発見し、提案した原子モデル（原子の中心には正の電荷を有するごく小さな核があり、電子はずっと離れたところを運動している）と、プランク（M. Planck）が 1900 年に導入したエネルギー量子の考えを用いて、このバルマー系列の輝線の発生機構を水素原子の構造と結びつけて解明した（1913 年）。ボーアは、水素原子にはいくつかの特定のエネルギー状態があり、電子が種々の半径をもった軌道を運動していることに対応しており、一つの軌道（エネルギー準位）から他の軌道に電子が移るときにエネルギーを電磁波（光）として放出または吸収すると考えた。図３[2)]に、水素原子の光の吸収・放出機構を示す。

その後ゾンマーフェルト（A. J. Sommerfeld）らにより一般の原子の構造が明らかにされ、元素の周期表で、原子番号とともに元素の性質が変わり、類似した性質の元素が周期的に現れるという元素の周期律に理論的根拠が与えられた。

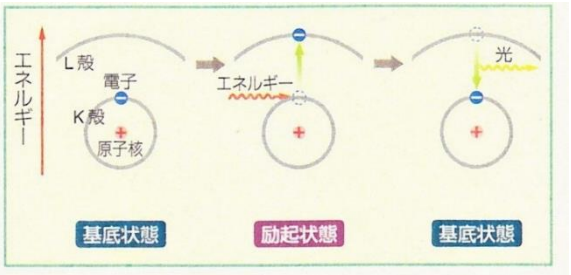

図 3. 水素原子のエネルギー吸収・放出機構

７．おわりに

2021 年度から実施される新学習指導要領では、中学理科 2 年次の「電流とその利用」の単元で真空放電と関連付けながら放射線の性質と利用にも触れることとされている。しかし、その教材としてのクルックス管からは放電現象の観察に際し X 線の放出が無視できない場合がある。ここで、X 線の放出があまり強調されすぎると、教育現場における放電実験に関する学習意欲の委縮が危惧される。

自然を理解する最初のステップは目の前で起こっている現象の観察からではないだろうか。何が起こっているのか、それはどうして起こっているのか、などの疑問をもち、それを理解しようと試みる。そこから我々が現在当然のこととして受け入れている現代科学の基礎が明らかにされてきた。このことを、この放電現象を観察することにより、生徒のみなさんに是非学んでほしいと切望する。

参考文献

1) フォトサイエンス　物理図録(改訂版) 数研出版 (2019)
2) フォトサイエンス　化学図録(改訂版) 数研出版 (2012)

クルックス管プロジェクト第二期実態調査による暫定ガイドライン実効性の検証結果報告

～生徒、教員の安全確保に向けて～

大阪府立大学 放射線研究センター 秋吉 優史

中高の教育現場で用いられているクルックス管から漏洩する X 線に関する安全管理を目的とした「クルックス管プロジェクト」では、2017 年度中に基礎的な線量評価手法の確立を行い [1,2]、2018 年度には低エネルギーX 線の測定に特化したガラスバッジ FX 型の郵送による実際の教育現場での実態調査を行った（図 1）。測定に際しては、普段の授業で行っている誘導コイルの設定での実演を依頼した。その結果、誘導コイルの放電出力を最低に設定しているにもかかわらず 1 m の距離 10 分間で 70 μ m 線量当量が 600 μ Sv に達する装置が見いだされた。現在のところ 20 keV 程度の低エネルギーの X 線でなおかつ整列拡張場ではないクルックス管からの漏洩 X 線による生徒や先生に対する実効線量評価手順は確立していないが、最も強い中心点で測定された線量の整列拡張場に於ける AP 配置での実効線量はおよそ 70 μ m 線量当量の 1/10 であり、実効線量は 60 μ Sv 程度と見積られる。この線量自体は医療被ばくや航空機に搭乗した際の被ばく線量と比べても必ずしも大きな線量とは言えないが、現場によってはより近い距離での観察を行っている例も見られ、発生源自体の線量を低減する方法の提供と、観察を行う際の距離、時間などの目安を提示する必要性が明らかとなった。

その後の追跡調査から、装置によっては封入ガス圧などの影響により電子ビームとして電流が流れにくくなっており、意図せずに高い電圧が印加されてしまうことで結果として高い線量が漏洩するという事が明らかとなった。これを防ぐために、安全弁としての放電極の存在が極めて重要であり、暫定的に 20 mm と言う放電極間距離をガイドラインとして設定した。クルックス管から観察者の距離についてはクルックス管の電子線自体がきちんと観察可能であり、実際の運用上無理なく達成可能である 1 m とした。観察時間は実際には 1 本あたり数十秒で、4 種類（十字入り、磁場偏向用及び電場偏向用のスリット入り、羽根車）のクルックス管を観察してもせいぜい 2 分程度という意見があったが、教員については複数回実演を行う事から、10 分という数値を目安として暫定ガイドラインを設定し、線量評価を行った。なお、現在販売されている装置には、理振協会から出された目安として電極間距離 4 cm、放電時間 10 秒以内、クルックス管と先生・生徒の距離 1.5 m 以上、という注意書が添付されている。今回出した暫定ガイドラインは、距離・時間による防護よりも、より発生源からの漏洩量自体を抑えることに重きを置いていると言える。

2019 年度は、この暫定ガイドライン（放電極距離 20 mm 以下、距離 1 m 以上、10 分間以内）を遵守することにより、本当に生徒達の安全を確保出来るのか、と言う暫定ガイドラインの実効性を検証する調査を日本全国の 191 本の装置について実施した（図 2）。その結果、187 本の装置については 1 m 距離、10 分間の実効線量が国際的な免除レベルである 10 μ Sv 以下に抑制されていることが確認された（ICRP Pub-64 潜在被ばくの防護: 概念的枠組み、及び IAEA BSS や、NCRP Report No.180 に於いて、免除レベル、無視可能個人線量について記載）。一方で最も線量の高い装置では上記の条件で実効線量が 40 μ Sv 程度と評価されている。ICRP Pub-36「科学の授業に於ける電離放射線に対する防護」

では、古い単位である実効線量当量での記載であるが年間の線量限度を 0.5 mSv、個々の授業ではその 1/10 としており、観察時間の考え方から最も線量の高かった装置についても十分にこの指標を下回っていると言える。2019 年度の多数の装置に対する実態調査において、想定していなかった装置の仕様（放電極を 20 mm まで近づけることが出来ない）も明らかとなったため、より現実的なガイドラインとするための検討が必要である。

今後は、線量が高くなる装置は、何故線量が高くなってしまうのか、その原因の追及と評価方法の確立を目指す。評価は、電離箱やガラスバッジによる線量測定ではなく、中高の理科室で入手可能な電圧計や電流計などである程度の危険性の診断が可能とならないかを考えているが、印加電圧・電流と線量の相関のデータは、2019 年度に測定したほとんどの装置（136/191）で検出限界以下であったため、未だ十分な相関が得られておらず、より多くのサンプルの評価を行う必要がある。これにより、クルックス管による電子線の観察という本来の目的の範囲内であれば、安全が確保出来ることを目指す。

その一方で、クルックス管から漏洩する X 線は、そのエネルギーの低さから遮蔽材の原子番号に非常に敏感であり、材質の違いを明確に区別することが可能である。数 10 keV 前後の X 線はほぼ全てが光電効果によりエネルギーを失うのに対して、数 100 keV 程度のガンマ線はコンプトン効果が支配的であり、前者は原子番号 Z の 4～5 乗に比例して大きく変化するのに対して、後者は Z に比例しており同じ重さの遮蔽体ではほとんど遮蔽効果に差がなくなる。レントゲン写真は数 10 keV 程度の X 線を用いることで、軟組織と硬組織の差を透過線量の濃淡として画像化しているのである。また、わずかなエネルギーの違いにより大きく透過力が異なり、線減衰係数が変化することが測定可能である。これらの特徴から放射線の性質の理解に大変優れた教材となり得るが、漏洩 X 線の管理はより厳格である必要があり、遮蔽体などにより測定者の安全を担保出来ていることを確認する必要がある。このため、箔検電器を用いた線量測定の可能性 [3] や、プラスチックシンチレーターを用いた測定機である Kind-mini による線量評価の可能性、さらに固体線量計を用いた測定を学校単位で直接依頼可能とする商業サービスの検討など、様々な方法で直接的に線量を測定可能とする手段を提供する必要がある。

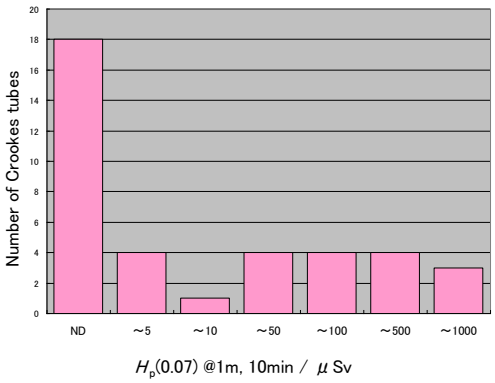

図 1 2018 年度に実施した暫定ガイドライン設定以前の実態調査結果

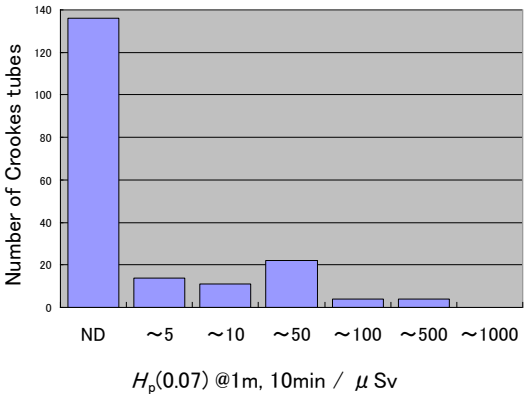

図 2 2019 年度に実施した暫定ガイドライン準拠で実態調査結果

参考文献
[1] クルックス管からの低エネルギーX 線評価手法の開発, 秋吉 優史ほか,放射線化学, 106 (2018) 31-38.
[2] Investigation of Low-energy X-ray Radiated from the Crookes Tube Used in Radiological Education, Do Duy Khiem et al., Radiation safety management, 18 (2019) 9-15.
[3] 箔検電器によるクルックス管からの X 線の測定, 森 千鶴夫 ほか、Radioisotopes, 69 (2020) 1-12.

放射線・原子力の教育現場での課題

～教員とシニアの対話会から～

日本原子力学会シニアネットワーク連絡会（SNW） 若杉 和彦

1. まえがき

新しい学習指導要領に沿って、理科や社会科等の教科書に放射線・原子力の記述が増えている。これらは現代生活を支え深く関係しているので、義務教育の場で生徒に正しく教える必要がある。しかし、昭和 55 年に中学校理科で放射線学習が指導されなくなり、その後平成 23 年に復活するまでの約 30 年間放射線教育の空白がある。このため、教員の多くは学校で放射線や原子力を学んでこなかったので、何をどのように教えるかの課題を抱えている。ここではSNWの教員との対話会で提起された課題や教科書の記述内容に触れ、放射線・原子力教育の参考としたい。

2. SNW 対話会活動の経緯と目的

SNW は原子力の産業界・学会・官界で活躍した経歴を持つシニア会員から構成されている。会員は体験と知識を活かし、エネルギーと環境問題に対する原子力の果たすべき役割について社会に発信し、学生・教員・市民との対話を通して知識・技術の伝承並びに人材育成に貢献する目的で活動している。対話会は平成17年から同30年までの 14 年間に全国の大学生や教員等約5,800名を対象にして、合計 172 回開催した。

一方一部メディアでは、東電福島原発事故の影響を受けて、放射線や原子力に対する非科学的報道や恣意的な不安助長報道が発信されている。また、一部教科書の記述内容にもその影響が表れている。日本のエネルギー問題や原子力の利活用は国の将来を左右する重要課題であり、特に教員が科学的な知識を下に教育活動を行うことが大切である。SNW は対話会活動を通してこの教育活動をサポートしていきたい。

3. 対話会での教員の質問・意見や課題

平成 30 年 11 月に名古屋市で実施した対話会（エネルギー教育フォーラム 2018）の例を採りあげる。参加教員は理科と社会科で合計 32 名（小学 16、中学 13 名、高校 3 名）、これに SNW シニア 12 名が対応した。最初に「日本のエネルギー“子供達の未来のために考えたいこと”」のテーマでシニアが講演し、その後6つのグループに分け、次のテーマについて約 3 時間対話した。

Gr1 原子力発電
Gr2 放射線の人体への影響
Gr3 放射線利用
Gr4 核燃料サイクル（再処理）
Gr5 放射性廃棄物の地層処分
Gr6 日本のエネルギー資源

参加教員は放射線・原子力・エネルギー教育の重要性は理解しているものの、次のように授業内容や時間不足等多くの課題を抱えていた。

①放射線は目に見えないので子供達に理解させるのが難しい。どのような授業をすれば分かり易いか。➔身の回りには放射線があり、私たちは昔から元気に暮らしてきた。この自然放射線を紹介することから始めてはどうか。また、X 線/CT 検査、自動車のタイヤ、食品の滅菌処理等、放射線が医療・工業・農業等広く利用されている事例を挙げて説明するとよい。霧箱実験を理科に採り入れると生徒の目が輝き、効果的になる。

②「社会が心配していることをまず自分自身が理解し、その上で生徒にどう説明するか」が大切だが、難しい。➔社会人（公民）としての自覚、“教育者”の枠にとらわれず、社会人のひとりとして“今の社会”の知識を吸収する努力が必要だ。新

聞・テレビ・SNS、対話会や勉強会を積極的に活用することが望ましい。例えば原発の安全性については、事故を反省して防潮堤建設等多くの安全対策が講じられているのを知ることができる。

③放射性廃棄物の地層処分は地下 300 mにすると聞いたが、本当に安全なのか。処分問題は原子力開発当初から分かっていたはずなのに、なぜ今頃問題にするのか。➔放射性物質が漏れないように、充分な強度で遮蔽効果のある容器に入れて地中に埋設する。また必要に応じて回収可能な構造にしている。地層処分は国内外で研究が進んでおり、実行に移している国もある。日本も当初から地層処分の研究を始めた。最近の問題は処分地選定に対する国民の受容性だ。

④エネルギーは重要だと思うがカリキュラムにはほとんど採り入れられていない。このため 9 割の生徒たちはエネルギーの重要さをほとんど認識せずに巣立ってゆく。どうすれば良いか。➔エネルギー問題を社会科、理科及び総合的な学習の時間の学習指導要領の中でより多く採りあげるよう文科省に働きかけたい。教員もできるところから始めてほしい。

⑤今後エネルギーや原子力教育を進めるには、社会科や理科など異なる教科の教員間のネットワークや外部からのバックアップが必要だと思う。このような対話会形式は教員にとって大変効果的だ。ベストプラクティスとして展開してはどうか。➔異なる分野からの参加が期待できる対話会は、参加教員の刺激にもなり、知識吸収以外にモチベーションのアップにつながる。期待が大きいので、SNW では今後も教員や教育系学生との対話会活動に注力していくつもり。

4. 教科書での“放射線・原子力”の扱い方

原子力学会の教育委員会では、約 20 年前から、放射線・原子力・エネルギー・環境に関する記述の正・誤や適切・不適切について調査し、教科書の内容をより正確にするために文科省に要望を出してきている。ここでは平成 27 年度の中学社会科と理科、平成 30 年度の高校理科に関する調査結果をみる。全体としては、新刊の教科書は素材が増え記述も改良され、レイアウトも工夫されている。ただし、エネルギー問題や原子力については、下記の例のごとくあいまいな記述や不適切な記述も散見される。生徒に正確な知識を伝えるため、さらなる改善が望まれる。

・「低い放射線量でも長期にわたって被ばくすると、ガンになる可能性が高まります。」➔低い線量での健康影響は、他の生活上のリスクと区別できないほど低く、長期にわたって被ばくしたときの、人に対する影響は明らかになっていません。

・「被ばくの程度が大きいと、・・・ガンの多発あるいは次世代への遺伝的影響も心配されます」➔広島、長崎原爆被曝者と非被曝者との比較疫学調査では、遺伝的影響の有意差は出ていません。

・「原子力発電の短所:使い終えた核燃料の処分や廃炉にすることが困難である」➔強い放射線を出す廃棄物については処分場が未定であり、廃炉作業は放射線被曝の安全を確保しながら進めなければならないので多くの時間がかかる。

5. 結言と教員への期待

放射線・原子力は現代生活に深く組み込まれており、その知識を正しく生徒に教え、公民としての資質を育成することが大切である。また、放射線・原子力の知識は理科の分野だけでなく、社会科等の総合的な分野に関係する。このため、生徒を育成する教員が“教育”の殻から外に出て、広い知識と公正な判断力を養う努力を期待したい。その努力は将来を担う生徒の成長で報われる。SNW は対話会活動等を通して貢献したい。

参考文献

1. SNW ホームページ、学生・市民との対話、www.aesj.or.jp/~snw/
2. 「新学習指導要領に基づく中学校教科書のエネルギー関連記述に関する調査と提言」原子力学会、平成 24 年 3 月など。

令和元年度放射線教育フォーラム第 3 回勉強会案内

【開催趣旨】

正しい科学的理解、リスクコミュニケーション、対話的な学びなど、いま、放射線教育には様々な取り組みが要求されており、どれ一つとっても一筋縄ではいかない問題を抱えています。今回の勉強会は、そうした一筋縄ではいかない、手強い三つの課題を取り上げ、固定観念に縛られることなく、放射線教育について幅広く考える機会としたいです。講演後に総合討論の場を設けましたので、参加者を交えた活発な討論を期待しています。

【開催概要】

日　時　　**令和２年３月１日(日)　１３：００～１６：５０**
会　場　　**東京慈恵会医科大学 高木２号館南講堂**（港区西新橋 3-25-8）
主　催　　ＮＰＯ法人放射線教育フォーラム
共　催　　東京慈恵会医科大学 アイソトープ実験研究施設
参加費　　資料代として 1,000 円　　懇親会参加費：1,500 円

【プログラム】

13:00　開会挨拶　　放射線教育フォーラム理事長　　長谷川　圀彦
13:10　講演１　　ＤＮＡを知り、自分が放射線を怖がるわけを知る
― 進化・突然変異育種・ゲノム編集作物・ガン －
名古屋経済大学市邨高校　　大津　浩一
14:00　講演２　　認知の齟齬と対話による相互理解
― 放射線は嫌い、でもＣＴ検査は受けるよね ―
東京慈恵会医科大学 臨床医学研究所　　吉澤　幸夫
休憩
15:10　講演３　　科学議論における市民の役割
ＮＰＯ法人 知的人材ネットワーク あいんしゅたいん
坂東　昌子
16:00　総合討論
16:50　閉会

懇親会（17:00～18:30）　　東京慈恵会医科大学高木２号館南講堂

【講演要旨】

講演1　　ＤＮＡを知り、自分が放射線を怖がるわけを知る

― 進化・突然変異育種・ゲノム編集作物・ガン ―

大津　浩一

たいていの人は放射線を怖がる。また、怖がるべきである。ただ、怖がりすぎても怖がらなさ過ぎてもいけない。進化・突然変異育種・ゲノム編集作物・ガンを通して DNA をいろいろな角度から眺めれば、正しく怖がる理由を持てるのではないかと思うようになった。

講演２　　認知の齟齬と対話による相互理解

― 放射線は嫌い、でもＣＴ検査は受けるよね ―

吉澤　幸夫

コンフリクト・マネジメントは、紛争の解決だけでなく幅広い分野に応用できるスキルである。例えば、児童の問題行動の原因とされる心理的葛藤もコンフリクトの一種である。教育コンフリクトにはこのように顕在化するものと、気づかれないまま潜在化するものが存在する。コンフリクトの存在下では、科学的な知識を語っても聴衆に拒絶されてしまう。お互い見えている世界が違うことを理解することが、公衆に受け入れてもらう第一歩となる。

講演３　　科学議論における市民の役割

坂東　昌子

３・１１以後、放射線の生体影響について極端に評価が分かれ、風評被害とかトランスサイエンスという言葉が飛び交った。個別科学の深化の時代だった２０世紀から、環境、健康など分野横断的な課題に取り組む時代なのに、それに応じた科学界の体制が希薄なことを痛感した。このギャップをつなぐのは、現代情報社会の中で育った市民であることを、様々な取り組みを通じて痛感した。この経験を皆さんと共有したい。

〔書評〕　空気と水と放射線
切ろうにも切れない放射線との関係　下　道國 著

緒方 良至

「１ミリシーベルト以下なら大丈夫だけれどそれを超えると危険である」「食品中の放射能はゼロでなければならない」

本稿の読者には、このような考えの方はいないと思いますが、世の中には、放射線・放射能（以下「放射線（能）」に対してこう考える方も見えます。このように考える方にどう説明するか？　本書の内容は、その説明に格好の材料を与えてくれます。

2011年3月に起きた東電福島原発事故から9年を経て、落ち着きを取り戻しつつありますが、未だ、放射線・放射能に関して十分な知識・情報が普及しているとは言えないのが現状です。

本書のはしがきにもこう述べられています。「これまで、放射線に関する科学的な基礎、特に人体への影響についてどれだけ教育・啓発され、そして知らされてきたでしょうか。それはあまりにも希薄であったように思えます。」

本書は、著者が、原発事故後に公表した個別の論評などを集めて、加筆・修正したものをまとめたもので、放射線・放射能の基礎的な記述から始まり、特に「線量の意味するところ」「1ミリシーベルトの意味」がかみ砕いて説明されています。

放射線（能）に関し、人々が最も知りたいことは「人体への影響」です。もちろん、多量の放射線をあびると、様々な障害が起こり、時には死に至ることもあります。一方、我々の身の回りには、空気や水と同じように「放射線（能）」があふれており、太古から切っても切れない関係にあることも事実です。更に、125年前の「レントゲン博士のX線の発見」、続くベクレル博士の「放射能の発見」以来、放射線（能）は、医療や科学・産業の分野で、様々な形・方法で利用され、我々は、その恩恵に預かっています。放射線（能）のリスクと便益を理解する上でのキーワードは、本書でも述べられているとおり「線量」です。線量に対する正しい情報・知識を持ち、放射線（能）を「おそれず、あなどらず」生活することが肝要ではないでしょうか。本書は、そのために必要な知見・情報が豊富な本です。

本書の構成は以下のとおりです。

第１章　放射線って何だ
第２章　線量って何だ
第３章　１ミリシーベルトってどんな意味があるのか
第４章　自然放射線とそれによる線量
第５章　福島原発事故による線量
第６章　放射線の健康影響を正しく理解しよう
第７章　放射線のリスクはどれくらいのものか
第８章　自然放射線のリスクはどれほどか
第９章　人間の性（さが）

放射線（能）の人体影響について知りたい方、そして、「1ミリシーベルトの意味」について説明する必要のある方にお勧めの1冊です。

（緒方良至　名古屋大学アイソトープ総合センター分館）

－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－

ISBN 978-486003-113-8 C3047、B5版、111頁、本体価格2,800円（税別）、医療科学社、2019年

下 道國 (藤田医科大学大学院客員教授)

団体会員への謝辞

放射線教育フォーラム　長谷川圀彦

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。

(株〉アトックス
九州電力（株）
クリアパルス（株）
原子燃料工業（株）
〈財〉高輝度光科学研究センター
(株）サンルックス
四国電力（株）
大日本図書（株）
中国電力（株）
中部原子力懇談会
中部電力〈株〉
(株）千代田テクノル
電気事業連合会
電源開発〈株〉
東京書籍〈株〉
東北放射線科学センター
東京ニューリア･サービス〈株〉
長瀬ランダウア〈株〉
(社）日本アイソトープ協会
(財〉日本エネルギー経済研究所
日本環境モニタリング〈株〉
(社）日本原子力産業協会
日本原燃（株）
日本電気協会
(社）日本理科教育振興協会
ビームオペレーション（株）
(財）放射線影響協会
北海道電力（株）
(株）ヘルシーピープル

（2020 年 1 月 11 日現在　五十音順）

令和２年度・３年度ＮＰＯ法人放射線教育フォーラム役員等選挙について

ＮＰＯ法人放射線教育フォーラム選挙管理委員会
吉澤幸夫（委員長)、大森佐與子、辻萬亀雄、細渕安弘

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、本フォーラムでの平成３０年度・３１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２年度・３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。各役員の人数の上限は従来の慣習によります。つきまして、３月下旬に放射線教育誌と共に選挙要領（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	参加者/出席者数
2019 年 12 月8日(日)	令和元年度第2回教育課程検討委員会	フォーラム事務所	5名
2020 年 1 月 19 日(日)	令和元年度第6回事務連絡会	同上	6名
2020 年 1 月 19 日(日)	令和元年度第2回理事会	同上	11名
2020 年 2 月 9 日(日)	令和元年度第3回教育課程検討委員会	同上	5名
2020 年 2 月 21 日(金)	令和元年度第7回事務連絡会	同上	7名
2020 年 3 月 1 日(日)	令和元年度第3回勉強会	東京慈恵会医科大学	

≪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) ogata.yoshimune@b.mbox.nagoya-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。投稿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。投稿規程の細部および「原稿の書き方」はお手元の「放射線教育」誌の巻末に掲載されています。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)。

≪編集後記≫

今年、56 年ぶりにオリンピック等が東京で開催される。折しも、中国湖北省武漢市を発生源に新型コロナウイルスが世界中に拡散され問題になっている。日本国内でも感染拡大し、特に感染元が不明の感染者が出てきている。一部の専門家によれば全国的にすでに拡散され、新たな局面に入っていると。多方面に影響が出ており、これを機に私達の生活に変化が起こるように思う。何はともあれ短時間、簡便な検査キット、ワクチンや治療薬の開発が急がれる。教育現場でこの事を起因しいじめ等が起こらないことを願っている。中国から帰国者家族も子に同様なことを心配している。今わかっている範囲の正しい情報、対処方法を国はやっと国民に発信しだした。インターネット空間ではすでに根拠のない多数の情報が拡散されていると。各自が予防は当然だが、「正しく知り正しく怖がる」ことが必要と思われる。このフレーズは間もなく 9 年になる東日本大震災福島第一原子力発電所事故でも類似のフレーズが言われた。

最近、放射線、原子力についてのメディアの報道が少なくなるとともに国民の関心が低下傾向にあることが気がかりである。 (細渕安弘)

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)、
工藤博司、大野新一、小高正敬、岩崎民子、
堀内公子、細渕安弘、畠山正恒、大森佐輿子
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:mt01-ref@kt.rim.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.76、2020 年 3 月 1 日発行