

# 放射線教育フォーラム ニュースレター

No.84 2023. 2

## 放射線利用秘話

放射線教育フォーラム 田中 隆一



半世紀をさかのぼる昔の話である。戦後米国統治下に置かれていた沖縄の本土復帰を記念して、当時の沖縄で農業振興の障害となっていた害虫ウリミバエを沖縄本島から一掃し、ウリ類の本土出荷を可能にするとともに、ウリミバエの本土上陸を未然に防ぐための国策プロジェクトが実施された。大量に増殖した幼虫を放射線照射によって不妊化し、その成虫を本島全域に放し飼いする方法でこの大目的を達成した。筆者はその放射線照射の技術開発に関わっていた。この成功話は、約20年前、当時人気だったNHKテレビのプロジェクトXシリーズで取りあげられ、国民に広く知られるところとなった。

何億匹もの成虫をヘリコプターで沖縄本島の山野に散布したが、投与する放射線量の最適化によって正常に交尾するが子孫を生まないことが要求された。放射線照射は公害の原因となる薬物を使わずにこの要求を短期間で達成できる絶妙な手段であった。プロジェクトの成否は放射線利用の選択が鍵であった。

しかしながら、プロジェクトXの放送では、“がん治療に使われているコバルト60を用いて”と語られ、“放射線”という言葉は発せられなかった。コバルト60は放射線に関わる用語であることを知る人は当時も多かったと思うが、科学技術の説明としては不明瞭である。“放射線”という言葉が番組制作者が意図的に避けたとしか考えられない。

なぜ、避けたのか？そのワケを推理するには、プロジェクト成功のもう一つの鍵であった幼虫の大量増殖に言及する必要がある。沖縄の若い研究者たちの献身的な努力によって幼虫の大量増殖が実現されたことに番組制作者は焦点を合わせたことを指摘したい。本土復帰への想いを沖縄の人々と共有する青年たちの尽力が実を結んだ熱いドラマに仕上げるには、“放射線”という言葉がその美談を損なう汚点のような存在になりかねないと躊躇し避けたと推理する。そんなワケで、“放射線”を忌み嫌ったために、プロジェクトX放送ではこのプロジェクトの科学技術的な核心をスルーせざるを得なかった。

この躊躇の背景には原爆被災に関わるコミュニケーションを媒介として社会的に形成された放射線への人々の恐怖感や嫌悪感があったと容易に推察される。しかし、プロジェクトX放送から20年後の現在では、放射線を利用する様々な診断・治療は当たり前のように広く普及しているだけでなく、12年前に復活した中学校理科における放射線学習が教育現場で広く定着しつつあるので、3.11事故の影響を考慮しても、“放射線”忌避の社会的風潮は薄れてきたように思う。

今から見れば、プロジェクトX放送における“放射線”忌避は過去の所産と言ってよいかもしれない。しかしながら、農工業分野において放射線を利用した産物については、放射線が関わっていることを現在でも公表したがる事例が依然としてあるのも事実である。正しい理解を目指す息の長い教育活動を地道に続けていく必要があると考える。

# ラドンと地震

神戸薬科大学 安岡由美

## (1)はじめに

今回の講演のおもな内容は、本ニュースレター [1]に、すでに掲載している。今回は、このテーマに関係している論文等を紹介する。

## (2)ラドンについて

ラドンといえば、ラドン温泉が有名であるが、環境省の鉱泉分析法指針[2]の中の鉱泉の定義にラドンは掲載(P1)されており、ラドンの定量も掲載(P28-38)されている。屋内外の日本のラドン濃度については、日本分析センターが公表している[3]。身の回りの放射線の一つとしてラドン( $^{222}\text{Rn}$ )及びトロン( $^{220}\text{Rn}$ )の吸入による内部被ばくについてのスライドが分かりやすい[4]。国際機関としては、ラドン被ばくに対する放射線防護(ICRP Pub.126)[5]や、屋内ラドンハンドブック(WHO)[6]があり、ラドン低減に関する消費者ガイド(アメリカ環境保護庁)[7]も公開している。ラドンの国家標準についての調査報告もある[8]。

## (3)地震前のラドン変動

地震の先行現象として世界的に注目された例は、ソ連のタンケント地震(1966年・M.5.5)前の地下水中ラドン濃度変化である[9]。伊豆大島近海地震(1978年・マグネチュード7.0)前のラドン濃度異常に関するデータは特に有名である[10]。このデータは国際地震学及び地球内部物理学協会の地震前兆リスト(参考文献[11]の図1)にも登録され、ラドンの変動が他の観測点の地下水位変化や体積歪変化とも良く対応した信頼度の高い地震先行現象として評価されている。ラドン観測と地震予知と題して、脇田先生がまとめられた総説がある[12]。

## (4)兵庫県南部地震

兵庫県南部地震に関する概要、調査、報告書が気象庁[13]、国土地理院[14]から公開されている。では、「この地震は、予測されていたのか?」ということについて、1974年6月26日の神戸新聞の夕刊には「神戸にも直下型地震の恐れ」[15]と見出しが出ていた。そして、防災関連の研究所では、地殻歪等が地震発生前から測定されていた[16]。兵庫県南部地震前の前兆現象として有名なのは、五十嵐先生らが測定した地下水中のラドン濃度がある[17]。また、市販の六甲の地下水中の塩化物イオンの変

動の解析は、地震後に収集できる地震前のサンプルとして、これ以降発生した地震においても同じ手法が使われている[18]。上記を含む兵庫県南部地震直前の地球化学的異常現象が、地震予知連絡会の報告書にある[19]。

また、地震に伴う電磁気現象に注目しているチームがある[20]。活断層付近の地球の地殻からのラドンやその他のガスの増加した放出が、大気境界層と地球の電離層に与える影響についてPulinetsら が書籍を今年、発刊している[21]。この書籍に関する内容の一部が映像で紹介されている[22]。

## (5)地震前の大気中ラドン濃度変動

兵庫県南部地震前の大気中ラドン変動を用いて、地震の発生時期を予測できないかというテーマについて、放射線医学総合研究所からプレスリリースをしている[23]。石川氏による「地震とラドン濃度異常」についての総説がある[24]。また、本研究チームで執筆した論文集を刊行している[25]。兵庫県南部地震前と東北地方太平洋沖地震前の大気ラドン濃度変動について日経サイエンスに掲載している[26]。

## 参考文献

- [1]安岡由美他, 2013. 大気中ラドン濃度の変動について:地震先行現象を捕えることができるのか?放射線教育フォーラムニュースレター 55, 8-9
- [2]環境省, 2012. 鉱泉分析法指針 <https://www.env.go.jp/council/12nature/y123-14/mat04.pdf>
- [3]日本分析センター, ラドン濃度調査 <https://www.kankyo-hoshano.go.jp/archive/radon/>
- [4]環境省, 2016. ラドン及びトロンの吸入による内部被ばく. <https://www.env.go.jp/chemi/rhm/h28kisoshiryo/h28kiso-02-05-08.html>
- [5]ICRP (publication 126). Radiological protection against radon exposure. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0146645314542212> 日本語訳 [https://www.icrp.org/docs/P126\\_Japanese.pdf](https://www.icrp.org/docs/P126_Japanese.pdf)
- [6]WHO, 2009. WHO handbook on indoor radon.

- <https://www.who.int/publications/i/item/9789241547673> 日本語訳
- [https://www.niph.go.jp/soshiki/seikatsu/radon/WHO\\_radon\\_handbook.pdf](https://www.niph.go.jp/soshiki/seikatsu/radon/WHO_radon_handbook.pdf)
- [7] EPA, 2013. Consumer's Guide to Radon Reduction. How To Fix Your Home. 日本語訳 <https://www.niph.go.jp/soshiki/seikatsu/radon/epaguide.pdf>
- [8] 古川理央, 2019. ラドン放射能標準に関する調査研究. 計測と制御 58, 467–474. <https://unit.aist.go.jp/nmij/public/report/bulletin/Vol9/4/V9N4P405.pdf>
- [9] 池田喜代治, 阿部喜久男, 1977. 地震予知に関連する地下水の化学的性質. 地質ニュース 273, 20–29 [https://www.gsj.jp/data/chishitsunews/77\\_05\\_03.pdf](https://www.gsj.jp/data/chishitsunews/77_05_03.pdf)
- [10] Wakita, H. et al., 1980. Radon anomaly: a possible precursor of the 1978 Izu-Oshima-kinkai earthquake. Science 207, 882–883. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.207.4433.882>
- [11] Wyss, M. 1997. Second round of evaluations of proposed earthquake precursors. Pure Appl. Geophys. 149, 3–16. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF00945158.pdf>
- [12] 脇田宏. (1996). ラドン観測と地震予知. 保健物理, 31, 215–222. [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhps1966/31/2/31\\_2\\_215/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhps1966/31/2/31_2_215/_article/-char/ja/)
- [13] 気象庁, 1997. 阪神・淡路大震災の記録 [https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/1995\\_01\\_17\\_hyogonambu/kiroku.html](https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/1995_01_17_hyogonambu/kiroku.html)
- [14] 橋本学, 1995. 兵庫県南部地震の概要, 国土地理院時報 83, 6–14. <https://www.gsi.go.jp/REPORT/JIHO/vol83-2.html>
- [15] 神戸新聞, 1974. 神戸にも直下型地震の恐れ 1994/6/26 夕刊. <https://www.kobe-np.co.jp/rentoku/sinsai/17/rensai/201201/0005480235.shtml>
- [16] 藤森邦夫他, 1995. 六甲高雄観測室における小型多成分ポアホール歪計による観測. 京都大学防災研究所年報.B 37(B-1), 265–271. <https://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/nenpo/no37/37b1/a37b1p25.pdf>
- [17] Igarashi, G., et al. 1995. Ground-water radon anomaly before the Kobe earthquake in Japan. Science 269, 60–61. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.269.5220.60>
- [18] Tsunogai, U., Wakita, H. 1995. Precursory chemical changes in ground water: Kobe earthquake, Japan. 269, 61–63. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.269.5220.61>
- [19] 野津憲治, 2002. 地下水観測などで検知された兵庫県南部地震直前の地球化学的異常現象. 地震予知連会報 67, 569–575. <https://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/report/kaihou67/11-04.pdf>
- [20] 服部克巳, 2008. 研究紹介 <http://www.earth.s.chiba-u.ac.jp/webuser/hattori/research.html>
- [21] Pulinet, S. et al., 2023. Earthquake Precursors in the Atmosphere and Ionosphere. Springer. [https://www.amazon.fr/Dimitar-Ouzounov/e/B07JNGT5LG%3Fref=dbs\\_a\\_mng\\_rwt\\_scns\\_share](https://www.amazon.fr/Dimitar-Ouzounov/e/B07JNGT5LG%3Fref=dbs_a_mng_rwt_scns_share)
- [22] 地震予知は可能か？ その3 - 潜熱、ラドンガス <https://www.youtube.com/watch?v=rTMf4xm2SGw>
- [23] 石川哲夫, 2018. 兵庫県南部地震前に大気中ラドンの濃度変動を観測. 臨界現象数理モデルへ適用し地震予知に活用も. 量子科学技術研究開発機構 <https://www.qst.go.jp/site/qms/1575.html>
- [24] 石川徹夫他, 2008. 地震とラドン濃度異常(I・II). 保健物理, 43, 103–111; 253–267. [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhps1966/43/2/43\\_2\\_103/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhps1966/43/2/43_2_103/_article/-char/ja/) [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhps1966/43/3/43\\_3\\_253/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhps1966/43/3/43_3_253/_article/-char/ja/)
- [25] Y. Yasuoka et al., 2011. Anomalous Radon Concentration Prior to an Earthquake. LAMBERT Academic Publishing. <https://www.amazon.co.jp/Anomalous-Radon-Concentration-Prior-Earthquake/dp/3843384517>
- [26] 長濱裕幸, 2019. 大気中ラドンが示す地下の異変. 日経サイエンス [https://www.nikkei-science.com/201902\\_040.html](https://www.nikkei-science.com/201902_040.html)

# アプローチを変えることによる生徒の考え方の変化

～エネルギー資源のベストミックスを考える活動をとおして～

栃木県小山市立豊田中学校 島田 雅人

中学校では2年生時に電流の正体を学んだ後放射線の特徴について学ぶ。しかし、放射線とはどのようなものなのか、私が教壇に立っている学校の教科書には全く示されていない。これでは全く放射線がブラックボックス化された状態である。医療や農業、工業等での利用については述べられているが、利用できる理由は全く触れていない。3年生になれば、原子のつくりを学び、同位体について学習した後であればもっとわかりやすいのかも知れない。そこで、より良い放射線の理解につながる授業方法があれば、ブラックボックス化せずに説明できると考え、授業を組み立ててみた。

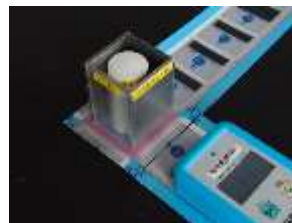
まず、原子を学ぶ際に陽子・中性子・電子について学習し、陽子の数が元素の性質を決めていること、原子は中性子の数によって安定したものと、放射線を出す不安定なものがあることなどを簡単に授業で扱う。これらのことにより、2年生で学習する周期表の理解も進む。ここで陽子や中性子について学ぶことはとても重要であると考え。

電磁誘導を学習後、金属板に電子があたることで X 線が発生する。この内容を導入として放射線の基礎知識を学ぶことを検討した。この方法を用いると単元が無理なく展開できる。

放射線学習の進め方は以下の通りである。

- ① 放射線と放射性物質の違いを知る
- ② はかるくんによる放射線量の測定によって自然放射線があることを理解する
- ③ 特性実験セットを使い放射線の特徴を調べる

以上を学習内容に加えることにした。これにより、基本的な放射線の知識を得ることができ、実験を行い、その結果から「時間、距離、遮蔽」についての理解ができる。どうしても座学になりがちな放射線の学習も、実験を行うことで実感を伴



った理解につながることができた。

普通であればこれで2年時の学習はこれで終了する

わけであるが、この年はコロナウイルス感染予防対策で学校行事が削減されたため、時数に余裕があり、さらに3年生の内容を前倒して、発電についての学習を行うことにした。

これは、放射線の最大の利用は原子力発電であることが理由である。また、原子力発電を学ぶだけでは、他の発電との比較ができないことから、主要な発電の方法を学んだ後、それぞれのベネフィットとリスクについての学習を行った。

そして、学習のまとめとして未来(2030年)のエネルギーミックスを考えさせることで、自分の身近な問題として考えさせた。

3年時にはエネルギー資源の活用として原子力発電を学ぶ。ここでは2年時とはアプローチを変え、SDGsを利用して学習を進めた。SDGsには17の目標がある。この目標を利用して、発電に関する目標をピックアップし、問題点や利点を目標ごとに並べた。1つ1つの事象をクローズアップさせることにより、シンプルな形で問題に向き合うためのツールとして利用しようというわけである。問題を把握できれば、方向性を定めて議論を進めること



ができる。たとえば、原子力発電の災害や火力発電の温室効果ガスの排出、太陽光パネルの廃棄などは、SDGsの12番の目標

である『作る責任・使う責任』にあてはまり、これらについて調べ学習を行いながら解決へと導く方法をまとめさせた。このことにより、1つの事象について、生徒自身の考えを深めながら学習を進めるこ

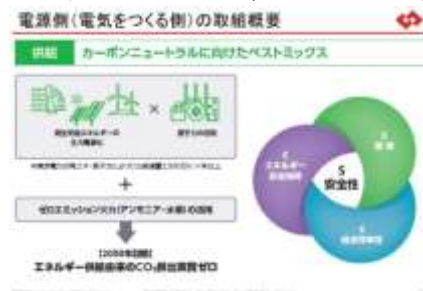


とができた。さらに東京電力に出前授業をお願いし、生徒の考えを確認するとともに新しい情報に触れることで今までの学習の振り返りをすることができた。

出前授業の内容は

- ① 本日のねらい
- ② 講師紹介
- ③ 東京電力について
- ④ 環境問題とSDGs
- ⑤ 脱炭素の流れ
- ⑥ 2050年カーボンニュートラルの実現に向けた事業者としての取組
- ⑦ エネルギーの安定供給と防災対策
- ⑧ 自然環境との共生

で行っていただき、そのあとの時間で生徒に再



びベストミックスを考えさせた。これは、2年時とアプローチを変えた

ことで生徒の考えに変化が起きるのかということと、たくさんの情報をうまく処理できているのかを検証するためである。やはりここでも経済活動と使う側の責任とのバランスを苦慮しながらのベストミックスの作成となった。全体としては再生可能エネルギーを活用しながら原子力発電や火力発電を使っていくプランを作った生徒が多かったが、期限を定めて、すべての電源を再生可能エネルギーへと置き換える展望を持つ必要について訴える生徒もいた。

2年時の授業の感想として目立ったのは「電気を作ることはたとえ再生可能エネルギーであっても、環境によくない影響を与えているので、まずは節電をしたい。」という内容であった。電気の無駄

遣いは当然のことながらよくないことである。しかし、



電気を使わないことは経済活動を止めることにもつながる。3年時の学習でSDGsの目標8番目『働きがいも経済成長も』を選択した生徒たちは、節電だけでは解決できないことに気づき、新しい技術革新について調べたり、ベストミックスを決めるときは慎重にパーセンテージを相談し合ったりしていた。

今回の取組を通して、2年間にわたって生徒の成長を見ることができた。3年時にアプローチを変えて考えさせたことで、さらに深くアプローチでき、話し合いによってさらに広くものをみていたようである。また、前述したベストミックスを考える際、現状から何がベターになるのかではなく、強い意志で再生可能エネルギーの利用を進めなくてはならないと考えた生徒は、自分事として真剣に発電と向き合っていたからこそ言えたことではないかと思っている。

最後に、3年時の取組では東京電力パワーグリッド株式会社業務統括室環境総括グループ中川様、栃木南支社企画総括グループマネージャー成田様をはじめ、東電の方に足を運んでいただいた。コラボ授業の内容について、生徒に知らせたいことや考えさせたいことについて何度も打合せを行



って実現することができた。授業づくりに真摯に取り組む態度は感謝の念に堪えない。ステークホルダーとのつながりによって事業者の思いを感じながら生徒も自分の思いを強くする。そして、生徒の学びにとどまることなく、事業者としても自分たちの事業が理解されているかを見直す良いきっかけになるとするならば、双方向の取組として意味のある授業であったと考えている。

# 放射線教育フォーラム令和4年度第3回勉強会

2023年2月26日(日) 13:30~16:00 (オンライン開催 [Zoom])

## 【開催趣旨】

中学校で昨年度から実施されている新学習指導要領に基づく放射線の授業では、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にとどまらず、放射線への興味を喚起するための授業も求められている。今回の勉強会では、研究用原子炉により得られた成果と「もんじゅ」サイトに設置される新試験研究炉を含む研究炉の現状と今後の動向についての紹介、福島県立医科大学先端臨床研究センターが東日本大震災からの復興事業の一つとして取り組んでいるアルファ線放出核種を用いたがん治療薬の開発研究の紹介、さらに、新学習指導要領の完全実施にともなう中学校における放射線教育の授業事例の報告を取り上げた。

## 【プログラム】

開会挨拶 (13:30~13:40) 工藤博司理事長

講演1. 京都大学研究用原子炉の現状と今後 (13:40~14:20)

中島 健 (京都大学複合原子力科学研究所)

京都大学複合原子力科学研究所の研究用原子炉 KUR は、1964年に設置されて以来、約60年にわたり大型の中性子源として共同利用研究に供されてきた。本講演では、研究炉の現状と今後の動向について述べる。

講演2. 福島県立医科大学先端臨床研究センターの歩み

ーアスタチンと抗がん剤ー (14:20~15:00)

城竈大輝 (福島県立医科大学 ふくしま国際医療科学センター  
先端臨床研究センター)

福島県立医科大学先端臨床研究センターにおけるアルファ線放出核種を用いたがん治療薬の開発と福島国際研究教育機構 (F-REI) との連携について紹介する。

休憩 (15:00~15:10)

講演3. 中学3年間の放射線教育の授業事例と放射線教育を行う上での問題点、要望・希望 (15:10~15:50)

奈良 大 (愛知教育大学附属名古屋中学校)

平成29年告示中学校学習指導要領の完全実施をきっかけに、これまでに取り組んだ放射線教育の授業事例を報告する。また、自身の周りの理科教員の声を中心に、放射線教育を行う上での問題点、要望・希望もお伝えする。

閉会挨拶 (15:50~16:00) 柴田誠一副理事長

## 講演要旨

### 講演 1. 京都大学研究用原子炉の現状と今後

中島 健

京都大学複合原子力科学研究所には、出力 5MW の研究用原子炉 KUR が設置されている。KUR は、1964 年に稼働して以降に、約 60 年にわたり主に大型の中性子源として、幅広い分野の共同利用研究に供されてきた。

原子炉とは、ウラン等の核燃料を用いて核分裂連鎖反応を起こす装置である。発電用原子炉ではこの連鎖反応で発生する熱を利用して発電を行っているが、研究用原子炉では、核分裂で発生する放射線の一種である中性子を利用する（中性子以外の放射線を利用する場合もある）。中性子は電荷をもたない粒子であり、物質を透過する能力が高いが、物質（核種）によっては、吸収や散乱といった反応を起こす。特に、軽い元素である水素との研究用原子炉では、このような中性子と物質（の原子核）との反応を利用して、物質の構造を調べたり、物質を変化（放射化など）させたりしている。

KUR では、これまで物理学、化学、生物学、工学、農学、医学等の多岐にわたる分野の実験研究が行われており、多くの成果をあげている。例えば、小惑星探査機「はやぶさ」が持ち帰ったサンプルの分析や中性子を使ってがんを治療するホウ素中性子捕捉療法（BNCT）の開発などがある。BNCT の研究では、KUR での成果をもとに、当研究所で治療を行っていた加速器 BNCT が厚生労働省の承認を得て、2020 年からは国内 2 か所の病院において、保険診療が開始となっている。

しかしながら、2011 年 3 月に発生した福島第一原子力発電所の事故を契機に、原子力規制が大幅に強化され、大学等の研究用原子炉もその対象となった。また、大学法人化以降、大学の運営費と人員の削減が続く、KUR のような大型の原子炉施設維持管理が困難な状況となってきている。さらに、使用済燃料処分の問題や施設の老朽化への対応も必要となってきた。このような状況を踏まえ、京都大学では、KUR の運転を 2026 年をもって終了することを決定した。その一方、国は、廃止となった高速炉「もんじゅ」のサイト内に、新たな試験研究炉を設置することを決定し、文部科学省の公募事業として概念設計を開始している。当研究所は、日本原子力研究開発機構、福井大学とともに、中核機関として概念設計に参加している。

本講演では、KUR のこれまでの成果等を紹介するとともに、「もんじゅ」サイトに設置する新試験研究炉を含む研究炉の現状と今後の動向について述べる。

### 講演 2. 福島県立医科大学先端臨床研究センターの歩み ―アスタチンと抗がん剤―

城寶 大輝

福島県立医科大学先端臨床研究センターは東日本大震災からの復興事業の一つとして、放射線のプラスのイメージを膨らますべく、アルファ線（ $\alpha$ 線）放出核種アスタチン( $^{211}\text{At}$ )を使用したがん治療薬の開発を進めています。 $\alpha$ 線はエネルギーが高く、飛程が短いという特徴から強い細胞障害性が認められています。そのため $\alpha$ 放出核種は危険な RI として

怖がられてきました。しかし、その性質を逆手にとって、がん細胞だけに特異的に集まる薬剤に利用すれば、がん細胞だけを狙って攻撃することが期待できます。近年、欧米で薬物治療やβ線放出核種による治療で改善できなかった前立腺癌の全身転移患者に対して、α線放出核種アクチニウム( $^{225}\text{Ac}$ )を使用した薬剤を投与することで全身の前立腺癌細胞を顕著に消失させることができたという論文が報告されました。そのため、 $^{225}\text{Ac}$ は世界的に注目されていますが、現状では大量製造が難しく、日本においては入手することが非常に難しい状況です。しかし、 $^{211}\text{At}$ を生成させる核反応に必要なスペックを持ったサイクロトロンさえあれば国内でも $^{211}\text{At}$ の製造は可能なことから、2018年、本センターに $^{211}\text{At}$ の製造可能なサイクロトロンを導入し、続く薬剤合成、動物評価さらに臨床試験に必要な施設・設備が整備されました。そして $^{211}\text{At}$ を使用した薬剤の1つとして悪性褐色細胞腫治療薬mABGの開発に着手し、その製造法を確立して、小動物での体内動態や有効性・毒性を評価し、倫理委員会や医薬品医療機器総合機構(PMDA)での審議を経て、現在、医師指導治療を実施中で、1例目が終了したところです。本講演では、この治療に至るまでの苦労話( $^{211}\text{At}$ の取り扱い方、ターゲットの改良、 $^{211}\text{At}$ 精製法の改良、薬剤製造装置の開発、治療に向けた資料の作成法など)や問題点(薬剤の品質規格の決め方、動物実験の進め方)を克服してきた内容のいくつかを紹介します。

また、令和5年度から始まる福島国際研究教育機構(F-REI)の5分野の中の第4分野「放射線科学・創薬医療(アルファ線放出核種等を用いた新たなRI医薬品の開発)」との関係(研究内容や人的交流・資金的サポートなどのいろいろな連携)について、期待していることや心配していることについてお話したいと思います。

### 講演3. 中学3年間の放射線教育の授業事例と放射線教育を行う上での問題点、要望・希望

奈良 大

平成29年告示中学校学習指導要領の完全実施により、中学2年生から「放射線」を取り扱うことができるようになったことで、従来に比べ、発達段階に応じて放射線の指導ができるようになった。また、私は現在愛知県で教鞭をとっているが、東北地方の出身であるということもあり、福島第一原子力発電所の事故以後の放射線教育にはもともと興味があった。これらをきっかけに、これまでの数年間で私自身が取り組んだ放射線教育の授業事例を、以下の3つに分けて報告する。

- ① 放射線教育を中学3年間で見通して実施することの意義とこれまでの授業実践
- ② 観察・実験も含めた中学2年生でのこれまでの授業実践
- ③ 義務教育段階での放射線教育のゴール設定とこれまでの授業実践および今後の展望

①では、小学校中～高学年につれ、だんだんと放射線について取り扱う場面が増えていくというデータがあるにも関わらず、中学1年生で放射線について取り扱う場面が減ってしまい、中学2・3年生でさらに増えていくという実態がある。そこで、中学1年生において、放射線を取り扱う単元なども考慮しつつ、中学3年間を見通した放射線教育の授業事例を紹介する。



②では、放射線の科学的な理解を促すため、「透過性」「電離作用」などの基本的な性質を調べる観察・実験について、中学2年生の授業事例を紹介する。単に放射線の性質を捉えさせるだけでなく、仮説（実験仮説）を立て、それを検証する意味を理解させることを通じて、なぜその方法で検証するのもかも捉えさせることを目指した授業事例も紹介する。

③では、放射線教育の義務教育段階でのゴールを「高レベル放射性廃棄物の地層処分について考えること」に設定し、これまでに行った中学3年生の授業事例を紹介する。また、理科の授業の中で、福島県の高校生とオンラインでつないで「福島の実状」についての同年代の生の声を聞かせていただくことを授業にとり入れたり、高レベル放射性廃棄物の地層処分について、オーセンティックな文脈で考え、自分事にできるような資料提示や授業展開の工夫をしたりするなど、今後の展望も述べさせていただく。

最後に、私自身の周りの理科教員の仲間に「放射線教育」に対するアンケートを実施した結果を基に、放射線教育を行う上での問題点、要望・希望をまとめ、お伝えする。私の提案から放射線教育フォーラムのみなさんと話し合うきっかけになればありがたい。

## ～ 放射線教育ニュース ～

### 放射線教材コンテスト

コロナ禍が長引いて放射線教育啓発への意欲が滞りそうな昨今ですが、従来よりもわかりやすい発想による「放射線教材コンテスト」((公財)日本科学技術振興財団が毎年主催)が新しい試みとして、いま注目を集めています。新学習指導要領が目指す「主体的・対話的で深い学び」の視点から、放射線について学ぶ児童生徒の思考力・判断力・表現力を育むアクティブ・ラーニング教材を、放射線(教育)分野等を専攻する大学生、大学院生、専門学校生などを対象に応募しました。応募教材の審査を経て、優秀教材の実演を含む2022年度放射線教育発表会が、放射線教育に取り組んでいる方々の情報交換、研修の場も兼ねて、年末の12月28日に盛大に開催されました。

今回のコンテストにおいては、11件の優秀教材の中から、宮城教育大学グループによる「スライド資料で学ぶ放射線利用の場面解決型教材」(代表者：関 遥香)をNPO法人放射線教育フォーラム特別賞に選定しました。この受賞は地元の2月7日の河北新報に大きく報道されました。

審査委員長の鈴木崇彦先生(元帝京大学教授)は「皆さんの工夫した放射線教材が学校現場で活用され、子どもたちの心の中にあるキャンパスに放射線のイメージが広がっていく未来を心から願っています」と語っています。(田中隆一記)

## 《会務報告》

日時	名称	開催場所	出席者数
2022年11月20日(日)	2022年度第2回勉強会	オンライン	49名
2022年12月4日(日)	2022年度第6回理事会	同上	10名
2022年12月4日(日)	2022年度第4回編集委員会	同上	8名
2023年1月15日(日)	2022年度第7回理事会	同上	10名
2023年2月19日(日)	2022年度第8回理事会	同上	12名
2023年2月19日(日)	2022年度第5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。「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》

関東大震災後100年となる今年、トルコ・シリア大地震が発生し多くの被害がでた。我が国も大地震が近いといわれ他人事ではない。放射線利用の一環であるRnと地震の講演の論文が紹介された。Rnの地震予知と他の方法と共に監視体制構築を全国に広げるよう一層のご尽力をお願いしたい。また、放射線教育の一例が紹介され、子供たちは感覚的に物事を考えがちの中、エネルギー資源を通して自ら調べ、考え、意見を述べる指導に感じ入った。日本科学技術振興財団による放射線教材コンテストに新たに放射線教育フォーラム特別賞が設けられ、選考が行われたことは大慶です。

(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)、  
田中隆一、細渕安弘、畠山正恒、大森佐興子、  
皆川喜満  
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.84、2023年2月26日発行

---