

放射線教育フォーラム ニュースレター

No.89-90 合併号 2025. 3

放射線教育フォーラム設立 30 周年

放射線教育フォーラム 緒方 良至



2024年11月17日、快晴の中、KKR ホテル東京で放射線教育フォーラム設立 30周年記念式典・祝賀会が開催されました。遠くは九州から参加された会員も含め、会員、賛助会員など約30名の参加がありました。柴田誠一理事長の開会の挨拶の後、中西友子東大名誉教授の祝辞、賛助会員への感謝状の贈呈がありました。続いて、祝賀会が開かれ、下道國藤田保健衛生大客員教授の祝辞、前理事長の工藤博司による乾杯の後、和やかな雰囲気の中、祝宴が始まりました。途中、何名かの出席者からの挨拶がなされ、盛会の内に名残惜しみながら閉会と

なりました。

ここで、簡単に放射線教育フォーラムの歴史を振り返ります。設立は1994年3月で、初代会長は、東大総長や文部大臣も務められた有馬朗人先生でした。フォーラムの設立目的は「人々の生活が科学進歩の恩恵に依存しているにもかかわらず若い人たちに「理科離れ」が見られること、また、現在知識レベルの高い方々にも放射線に対して過剰の不安感を持っており、そのことが原子力の平和利用を大きく妨げている現状を憂慮して、その改善に努める。活動の重点は、小中高校の教育、特に理科教育を改善し、放射線の正しい知識やエネルギー・環境問題の教育に置く」というものでした。理事や顧問には、伏見康治先生、今村昌先生、松浦辰男先生など錚々たる方々が名を連ね、「義務教育のなかでの放射線教育の必要性」を強く訴え、再三にわたり文部大臣に要望書を提出していました。2000年12月には、NPO法人としての認証を取得し、また、2001年から2009年までは、文科省主催、(財)放射線利用振興協会との共同運営で、全国10地区で「エネルギー・環境・放射線セミナー」を開催し、小中高校の教諭を対象にエネルギー問題や環境・放射線に関するリテラシーの普及に力を入れてきました。自分が放射線教育フォーラムに入会したのはこの頃でした。過去に6回の国際シンポジウムも開催・共催してきました。第1回 葉山町(1998)、第2回 ハンガリー(2002)、第3回 長崎市(2004)、第4回 台湾・新竹市(2008)、第5回 郡山市(2016)、第6回 台湾・台北市(2021)。

当フォーラムの働きかけもあり、2008年3月に告示された中学校の新学習指導要領の理科で30年ぶりに放射線が取り上げられました。

30周年を迎えられましたのは、他でもない会員および賛助会員の皆さまのご協力の賜です。今後ともご支援のほどよろしくお願いいたします。

がん医療における放射線療法の役割

静岡県立静岡がんセンター
放射線・陽子線治療センター
西村 哲夫

がんの治療である手術、薬物、放射線療法の内、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。

一方世界に目を転じると、2023 年の IAEA(国際原子力機関)の調査では世界の放射線治療施設は 8438 カ所登録され、世界人口 80.5 億人で割ると人口 100 万人当たり 1.0 カ所である。日本は 772 施設で 6.3 施設/100 万人と多く、米国の 7.6 に続いている。一方で1国に1か所しかない国も少なくなく格差が大きい。

放射線療法に使われる放射線の種類では、直線加速装置(図1)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(図2)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。



図1 直線加速器(リニアック)



図2 陽子線治療室

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。

放射線治療の際には患者は十分な説明を受け、納得して治療を受けることが大切である。かつて、がん患者への病名の告知は殆ど行われない時代があった。「放射線」という用語も原爆などのネガティブなイメージを反映して用いることがはばかられた時代もあった。しかし 1990 年代を境に大きな転換を迎えた。患者数の増加、情報の増加、自己決定権の尊重、インフォームドコンセント(患者が十分な

説明を受けて、納得して同意すること)の考え方の普及などの動きを反映して、告知することに大きくシフトした。現在では「がん」も「放射線治療」も普通の言葉として臨床の現場で用いられている。従って患者には正確な情報を丁寧に伝えることが求められている。これにより患者は自らの意思で診療内容を選択し決定することが可能となる。

放射線療法のポイントは如何に正常組織の線量を最小限に留めて、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(図3)、定位放射線治療(図4)、粒子線治療(図5)などの治療技術の進歩は著しい。これらの高精度の放射線治療技術は、画像誘導放射線治療により、正確に照射されていることを確認することで裏付けられている。

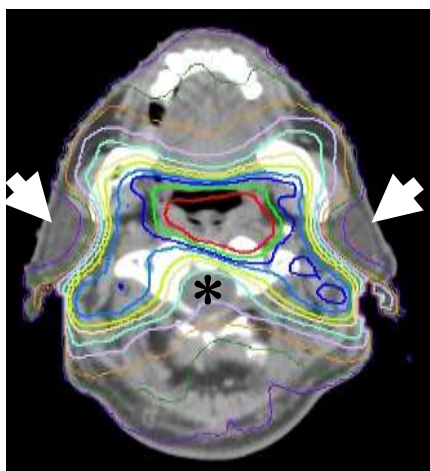


図3 上咽頭がんの強度変調放射線治療
(腫瘍を照射する際に線量分布に凹みを作って耳下腺(↓)や脊髄(*)の線量が低減される)

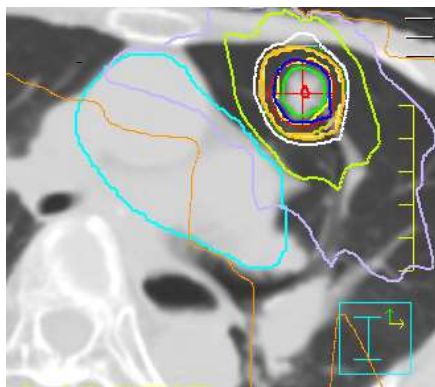


図4 肺がんの定位放射線治療の線量分布
(いわゆるピンポイント照射で早期肺がんの病巣に線量が集中する)

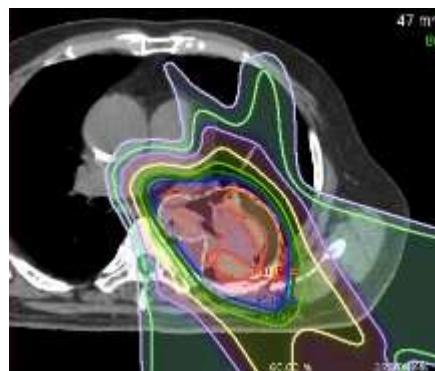


図5 肺がんの陽子線治療
(進行肺がんにあっても線量は主として原発巣に集中し、対側の肺に影響はない)

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、様々な疾患がその対象になる。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。乳癌の乳房温存療法では部分切除後に乳房の放射線治療ことが標準治療となっている。

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。早期の肺がんは外科切除が第1選択ではあるが良好な局所制御率が報告されており、特に高齢者では初めか放射線治療が行われることが少なくない。

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。特に骨転移は痛み、脊髄圧迫の改善、病的骨折の予防に有効である。痛みの改善は60~90%に得られるといわれている。

また時には緊急処置として放射線治療が行われることがある。脊髄圧迫による麻痺、気道閉塞、上大静脈症候群(静脈狭窄)などがその例で、劇的な症状改善を得ることがある。

放射線治療は疾患の種類、部位、年齢を問わず低侵襲で実施できる治療方法である。今後高齢社会が進み更に必要とされていくと考えられる。

環境中に存在する放射性核種*とその起源

放射線教育フォーラム 柴田 誠一

放射線測定器を用いて身の周りの空間線量を測定すると、地域により多少の違いがありますが、常にある量の放射線量が観測されます。私たちの周りには様々な放射性核種が存在していることを実感できる現象です。

2007年7月16日10時13分頃、中越沖地震が発生しました。当日夜、筆者が当時所属していた京都大学原子炉実験所(現:複合原子力科学研究所)がある大阪の熊取地区の環境放射線のレベルが上昇し、一般市民の方から、「地震と環境放射線レベルの上昇に因果関係があるのか」との問い合わせがありました。当日夜、大阪熊取地区は局地的豪雨に見舞われました。結論から先に述べますと、放射線レベルの上昇は雨が降ったことに由来します。つまり、環境放射線レベルが上昇したのは、大気中に含まれる放射性物質が雨とともに地表へ降下するためです(図1)。この大気中に含まれる放射性物質とは何でしょうか。

宇宙線と大気との核反応により生成している放射性核種としては、 ^3H (半減期:12年)、 ^7Be (53日)、 ^{14}C (5730年)などがあげられます。それに加えて、46億年前の地球誕生時から存在し、その半減期が長い放射線壊変により消滅せず現在も残っているウラン(^{238}U (半減期:45億年)、 ^{235}U (7億年))、トリウム(^{232}Th (140億年))、カリウムの放射性同位体(^{40}K (13億年)) (これらを天然一次放射性核種といいます)などがあります。それに加えてウラン、トリウムの壊変生成物(天然二次放射性核種)が存在しています。親核種である ^{238}U 、 ^{235}U 、 ^{232}Th は α 壊変、 β^- 壊変を経て、それぞれ最終的

に鉛の安定同位体 ^{206}Pb 、 ^{207}Pb 、 ^{208}Pb になります。その間に親核種から鉛に至るまでの放射性核種が生成し、壊変していきます。これらの天然二次放射性核種は、親核種が存在する限り常に供給されています。これらが、環境中に存在する放射性核種の大部分を占めます。例として図2に ^{238}U を親核種とし ^{206}Pb に至るウラン系列を示します。

我々の太陽系は46億年前に誕生しました。 ^{40}K 、 ^{238}U 、 ^{235}U 、 ^{232}Th はそれぞれの半減期から現在も存在していることは容易に推測できます。それでは、我々の身の回りに普遍的にある元素、我々の身体を作り上げている元素はどのようにしてつくられたのでしょうか。

太陽は水素の核融合反応(水素燃焼反応)を通してヘリウムを合成しています。水素を燃料とするこの反応には、陽子-陽子連鎖反応(図3)とCNOサイクル(図4)があります。CNOサイクルとは、炭素(C)、窒素(N)、酸素(O)を触媒として起こる水素の核融合反応です。その際生成されたエネルギーを享受して我々は生活しています。

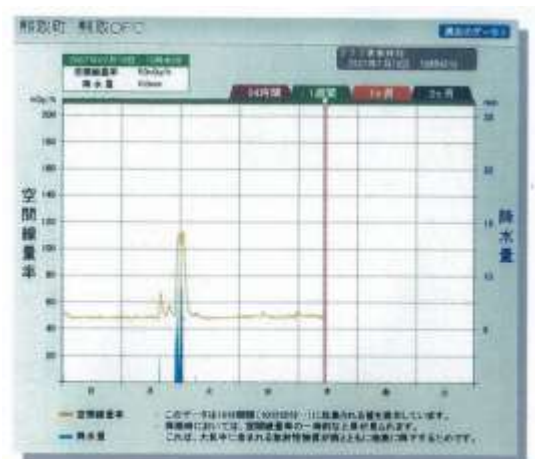


図1.空間線量率と降水量との関係(7/15~19)
測定場所:熊取オフサイトセンター

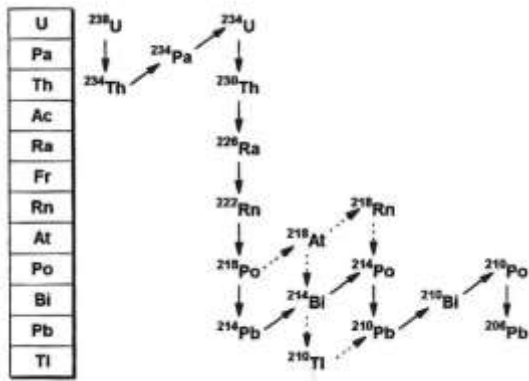


図2. ウラン系列

しかしながら太陽の質量ではそれ以上の重い元素を合成することはできません。十分な質量をもつ星では、 ^1H から ^{56}Fe へ向かってエネルギーを解放しながら核融合反応で元素の合成が進みます。原子核の結合エネルギーは、 ^{56}Fe が最も大きく安定であるため、それより重い元素は核融合反応ではつくることができず、中性子捕獲反応でつくられます。中性子捕獲反応による重い元素の合成には、中性子密度の違いで、s (slow) -プロセスと r (rapid) -プロセスがあります。s (slow) -プロセスと呼ばれる中性子捕獲反応ではゆっくりと反応が進み、中性子捕獲により質量数が1大きい同位体ができ、その β^- 壊変で原子番号が1大きい同重体になり、新たな元素ができていきます。この過

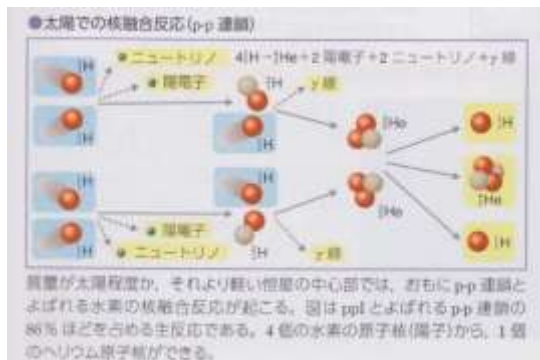


図3. 陽子-陽子連鎖反応
(地学図録 数研出版(2019))

程で ^{56}Fe を起点として ^{209}Bi まで合成されます。

超新星の爆発時に発生する大量の中性子の捕獲による r (rapid) -プロセスでは、中性子捕獲でできた放射性核種が β^- 壊変するより速く中性子捕獲が進みます。その結果、種となる安定核種を出発点として、中性子が著しく過剰の超短寿命核種が一挙にでき、それらは β^- 壊変を繰り返して安定核種となります。ウラン、トリウムはこの過程でつくられます。超新星爆発の際に r (rapid) -プロセスが起こると考えられています。

元素は星の中での原子核合成反応でつくられ、超新星の爆発で宇宙空間に拡散され、それらを集めて次世代の星が誕生します。我々自身を構成している元素もこの過程を経てつくられています。我々は、星のチリで構成されていると呼ばれる所以です。

近年、中性子星の合体も r (rapid) -プロセスの有力な天体環境との報告がなされています。

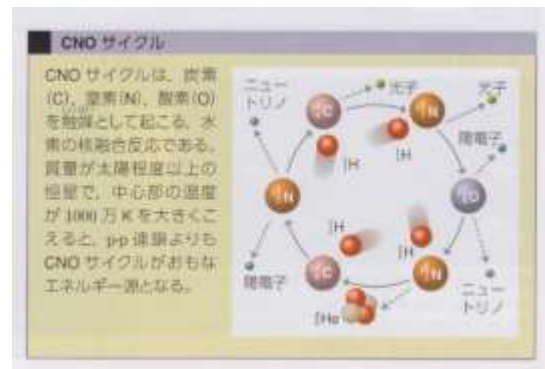


図4. CNO サイクル
(地学図録 数研出版(2019))

*核種: 原子番号と質量数で決められる個々の原子のことで、このうち、原子番号が同じで質量数が異なった原子を同位体といいます。

「面白い」を前面に

「大切」だという動機付けでは教育効果は薄い

「面白い」を前面に、直接体験を

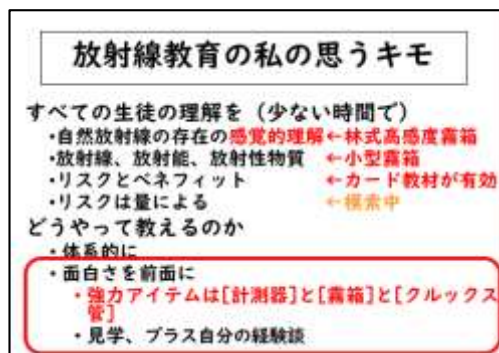
他分野との統合も

名古屋経済大学市邨高等学校 大津 浩一

この内容は、2024年6月16日の当フォーラム勉強会で発表したものです。また、その内容は、「受け入れられやすい授業形態の模索から、楽しみにされる放射線教育へ。また、主権者教育の一環としての放射線教育を目指して」行ってきたものであり、以下の内容です。

- 1 強力アイテム 林式高感度霧箱の紹介
- 2 放射線の強度を正當に評価できる生徒を育てる(令和5年度放射線授業事例コンテスト最優秀賞)
- 3 放射線の理解 物理を超えて(令和4年度放射線授業事例コンテスト入選)

放射線教育の私の思うキモはスライド1のとおりで、私は、「面白さを前面に」にフォーカスしている。



スライド1

1 強力アイテム 林式高感度霧箱の紹介

面白さを前面に出し、知的好奇心を喚起し、自ら学びたい気持ちを持たせるのが最優先と私は考える。

そのための強力なアイテムが「林式高感度霧箱」だ。ドライアイス冷却で可搬性があり(乗鞍頂上での観測経験あり)、自然放射線(α 、 β 、 μ)を観測可能である。シャワーや陽子線の観測も観測した。

講演では、まず、20 kV で加速したクルックス管から0.3 mから6 mまで距離を変えた動画を連続で見てください、逆2乗則を感じていただいた(写真1は撮影配置。写真2は自然放射線。距離ごとの写真は後掲する)。

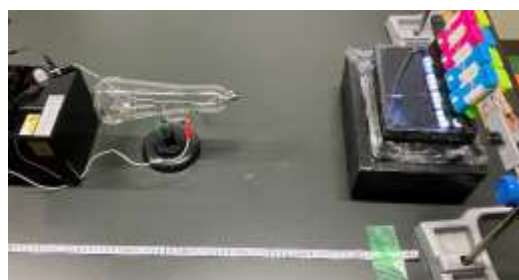


写真1 クルックス管からのX線による軌跡の観察



写真2 自然放射線

2 放射線の強度を正當に評価できる生徒を育てる

これは令和5年度の高校3年生の物理の2時間の授業事例である。事前に次の課題を出した。「線量率の高い場所、低い場所を示せ」

1・2年次で放射線の授業を受けているので、ある程度の知識を持っている。ヒントとして線源と遮蔽について復習し例示した。また、測定値は揺らぐので、どう判断するかが大切とも説明した。そして、KINDpro(γ 線線量率計)とデータロガー(スマホにアプリをインストールしたもの)を貸与し、1週間後に提出させ、コメントを入れて(スライド2)返却して再考察を促し、その次の授業でスライド発表を

させた。



スライド2 コメントを入れて再考察を促す

平均が違っていても「線量率が違うとは言えない」と正しく評価した生徒が多かった。標準偏差を使って評価した生徒もいた。ビルのエントランスで測定した生徒は、フライパンで遮蔽して、測定値が有意に変化しなかったことから、その遮蔽能力はない、と結論したが、「フライパンは遮蔽しているが、フライパンが自然放射線と同程度の放射線を出しているかもしれない」と考察したのには驚いた。

発表の後、クルックス管から、1, 2, 3 m離れたところに林式高感度霧箱を設置して、20 kV で加速したクルックス管から発生するX線による糸くず状の軌跡を観察し(写真3)、逆2乗則を目で感じさせ、距離にリニアという素朴概念に修正を加えた。



写真3 左から1 m, 2 m, 3 m

2時間目は、クルックス管の距離・方向依存性の検出の測定を行った(写真4)。方向依存性が生徒にとって意外だったことに驚いた。



写真4 クルックス管からの距離・方向依存性の検出

3 放射線の理解 物理を超えて

この授業は、令和4年度の高校3年生物理選択者に1時間で行ったものである。ねらいは、①透過性・電離作用のメカニズムと発がんリスク(DNA

損傷)のメカニズムの統一的理解と、② μ 粒子の弁別を通しての科学の方法の理解の2つである。

まず、林式霧箱で撮影した α ・ β 線を解説し、ピラミッド調査を例示して μ 粒子の高い透過性を示す一方、 β 線も数m 飛ぶことを伝えて、どうやって μ 粒子を弁別するかを考えさせたのち、写真4で答え合わせとし、動画を見せた。



写真4 霧箱と鉄板と、鉄板を透過して直進した μ 粒子

その後、高エネルギーを持つ放射線が空気分子の電子を弾き飛ばすことが電離であり、その結果できるイオンが凝結核になること、DNA は化学結合しているの、結合に関与する電子が電離されれば化学反応が起き、もとの物質ではなくなり、つまり情報が書き換わることを説明した。



スライド3 透過性の一般化

最後に透過性は一般的な性質であり、その程度が大きいのが放射線であり、粒子・光子のエネルギーが大きいからと粒が小さい(散乱断面積が小さいイメージ)という説明で授業を終えた。

参考文献 大津浩一 高感度霧箱 × ICT 単純な知識のその先へ 東海圏エネルギー環境教育ネットワーク エネルギー環境教育のフロンティア Vol.3 2023

放射線教育フォーラム令和6年度第2回勉強会

2025年3月2日(日) 13:30~16:00 (オンライン開催【Zoom Webinar】)

【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、第4世代放射光施設 NanoTerasu についてどのような施設なのかを紹介する講演、福島第一原発事故にかかわる話、放射線教育の実践における理想と現実について紹介する。

【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. 国内初の第4世代放射光施設 NanoTerasu の概要 (13:40~14:20)

加道雅孝 (量子科学技術研究開発機構 (QST) NanoTerasu 総括事務局)

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ています。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、物質の構造の解析に加え、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ます。

[座長：吉澤幸夫 (放射線教育フォーラム)]

講演2. 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 (14:20~15:00)

末木啓介 (筑波大学)

2011年3月11日の東日本大震災で引き起こされた福島第一原子力発電所の稼働中であった1号機から3号機の3基の原子炉の核燃料の熔融事故によって引き起こされた環境中への放射性物質の放出について大気中へどのようにどのような放射性物質が広がったのかをまとめてみた。特に放射性微粒子と呼ばれる物質について話をします。

休憩 (15:00~15:10)

[座長：田中隆一 (放射線教育フォーラム)]

講演3. 放射線教育の理想と現実 (15:10~15:50)

中山知恵子 (神奈川大学付属中・高等学校)

20年間実践してきた放射線に関する授業や理科部での課題研究活動を振り返り、本校では放射線教育が定着しなかった原因、課題研究活動を継続する難しさや課題を報告します。

閉会挨拶 (15:50~16:00) 田中隆一副理事長

講演要旨

講演 1. 国内初の第 4 世代放射光施設 NanoTerasu の概要

加道雅孝

3GeV 高輝度放射光施設 NanoTerasu は、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 年度より整備が開始され、2024 年 4 月 1 日からは、公益財団法人高輝度高科学研究センターが利用促進登録機関として選定され、特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律に基づく施設として運用が開始されました。

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ています。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ジ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、コアリジョン利用は、加入金を拠出したコアリジ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。

NanoTerasu は 2024 年 4 月 1 日から運用が開始され、4 月 9 日からはコアリジョンユーザーの利用も開始されております。共用利用については、2024 年 9 月 25 日より利用課題の募集が開始され（11 月 5 日に締め切り）、2025 年 3 月から利用が開始されます。

講演 2. 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

末木啓介

東日本大震災において特に大きな影響を受けた原発は東電福島第 1 発電所で、そこで稼働していた原子炉は地震によって緊急停止をしていた。その後の津波で建屋全体に大きな影響を受けた。1 号機から 3 号機は稼働中で地震での緊急停止以後、地震と津波で周辺施設が被害に合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核燃料が溶融する事故へと進行した。溶融した核燃料からは揮発性の核分裂生成物を中心に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。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、1号機、3号機、4号機の建物で水素爆発を引き起こし建物上部が吹き飛んだ。

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。

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。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まとめられてきた。

どのような放射性物質の形状で放射性プ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放射性同位体を運んだ物質は主に1ミクロン程度の大きさの硫酸塩の可能性が報告された。また、放射性ヨウ素では気体性ヨウ素も飛んでいたことも示された。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て、電子顕微鏡(SEM)で観察できる1ミクロン程度の大きさの放射性微粒子を見出すことに成功した。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んでいる。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で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。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話したい。

講演3. 放射線教育の理想と現実

中山知恵子

自然科学としての「放射線」、科学技術としての「放射線」、「放射線」を正しく怖がることのできるためにも放射線教育は必要であるという考えを持ち、神奈川大学附属中・高等学校において理科教育に携わってきました。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が、他の理科教員が測定器を借用して授業をすることは残念ながらこれまで一度もありません。2011年度から使用が始まった中学の理科教科書に「放射線」が復活し、これで放射線教育も安泰かと思いましたが、私立学校である本校の6年間のカリキュラムの中では「放射線」の扱いは、教科書の内容を伝える程度の扱いです。「放射線」が義務教育期間に復活する前後は、教員対象の「放射線」研修会が全国で実施されましたが、学校で「放射線」を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も理解できます。

学習指導要領の改訂により2002年度から「総合的な学習の時間」が施行され、課題研究を授業内で実施することができるようになりました。本校では施行初年度の授業内容は、学年に委ねられたため課題研究の一つに「放射線」を設定することができました。この活動の後、文部

科学省や JST の支援を受けて、主に理科部の生徒たちと共に専門家による放射線の勉強会や高崎量子応用研究所での照射実験など活発な活動を行うことができました。課題研究の内容を原子力エネルギーまで広げようと計画していた 2011 年に、福島第一原発の事故が起きました。事故後、「放射線」の研究活動をしていた生徒たちは、「放射線」に関して冷静な行動・発言をしていました。風評被害や偏見、エネルギーに至るまで幅広い問題と向き合うためにも放射線教育が必要であると再認識しました。充実した研究活動ではありましたが、この活動を継続するための資金調達や準備・実行に費やす時間が膨大であることや校務等の関係で、2017 年の活動を最後に休止状態が続いています。

2022 年からは高等学校でも「総合的な探究の時間」が始まり、本校では若手と中堅教員で構成する探究科が設置されました。探究テーマの設定は、生徒個人に委ねるとする方針のもとでは、自発的に「放射線」をテーマにする生徒は現れていません。「放射線」は自然科学、社会科学、人文科学のどの分野にもつながられる可能性をもっています。昨今の働き方改革も考慮すると今までのような教員支援をすることは難しい状況ですが、放射線教育フォーラムの会員の皆様からのアイデアをいただきながら支援内容や課題提供の検討をしてみたいと考えています。

会員の声

小集会へのお誘い

放射線教育フォーラム 吉澤幸夫

放射線教育フォーラムでは勉強会を年 3 回開催している。しかし、限られた時間の中で十分な討議をすることは難しい。そこで、フォーラムの事務所で会員の要望に応じて小集会を行うことを計画している。手始めとして、私の主催で「放射線と爛酒の会」を開く予定である。休日の昼に日本酒 4 号瓶 1 本とつまみを 1 品持ち寄って、飲みながら放射線教育について話そうという会である。特に話題は決めずに気楽に進めていこうと思うが、GIGA スクール構想や生成 AI への対応について意見を聞けるとありがたい。また、ラドンによる被ばくと肺がんのリスクの話もできるとうれしい。

「放射線と爛酒の会」への参加希望や、このような小集会を開きたいとの要望があれば吉澤 yoyu2024@outlook.jp までメールをお願いしたい。

放射線教育フォーラム設立30周年記念式典・祝賀会

開催日時 令和6年11月17日（日）午後1時30分から4時20分

会場 KKR ホテル東京 朱鷺の間

記念式典

司会 緒方良至

1. 式辞

理事長 柴田誠一

2. 来賓祝辞

東京大学名誉教授 中西友子

感謝状贈呈

東京書籍株式会社 今吉拓哉

長瀬ランダウア株式会社 八木信

(公財)放射線影響協会 三枝新

祝賀会

司会 吉澤幸夫

1. 祝辞

藤田保健衛生大学客員教授 下道國

2. 乾杯

東北大学名誉教授 工藤博司

3. 祝宴

4. 閉会の挨拶

副理事長 田中隆一





PO 法人 放射線教育フ
三十周年記念式典



NPO 法人 放射線教育フォーラム
設立三十周年記念式典・祝賀会



第 71 回全国中学校理科教育研究会山梨大会出展報告

2024 年 8 月 8、9 日に山梨県甲府市 YCC 県民文化センターで開催された第 71 回全国中学校理科教育研究会東京大会の企業ブースに出展した結果を報告する。

1. 出展内容

- ① クルックス管実験と霧箱実験を結合した新しい放射線実験教材(会員の秋吉優史さんの考案)
学校教材のクルックス管を用いて発生させた電子線が管壁に衝突することで発生する X 線を隣接の高性能ペルチエ霧箱で受けて、X 線による空気中での光電効果によって発生する比較的低いエネルギーの電子線の微細な飛跡群を観察するシステム。
- ② 放射線利用学習のための新しい実験教材としての形状記憶樹脂ポリカプロラクトン(株NHVC が製造販売)
放射線の産業利用に広く活用され、暮らしに役立っている放射線橋かけ技術を利用した学校実験教材。放射線橋かけを施した実験片と施さない実験片とでは、温水中での溶解性、伸縮性及び形状記憶性が異なることを体験的に知ること、放射線利用技術を安全かつ簡単に体験、理解できる。
- ③ 放射線教育フォーラムの定期刊行物(ニュースレター及び放射線教育誌の最近号)の配布
- ④ DVD 学校教材「放射線の正体」の映像展示及び残余の教材を配布
- ⑤ 背景展示：工藤前理事長による外部向けのフォーラム活動報告からのスライドピックアップ及び放射線産業利用と実験教材理解ためのパネル

2. 出展関係者

出展参加：吉澤幸夫、秋吉優史、末木啓介、田中隆一、出展作業：辻満亀雄

3. 出展結果

当フォーラムのブースを(社)日本原子力産業協会のブースと隣接配置できたので、昨年同様に当フォーラム側にクルックス管を、同協会側に霧箱をセットして、30 cmのブース間隙を隔てて、両ブースに跨る秋吉さん考案の実験教材を展示できた。放射線照射樹脂にも多くの来場者が関心を示し、放射線照射によって物質に有益な性質を付与できることに興味を持っていただいた。微弱な放射線発生・観察と大強度の放射線利用の教材展示は放射線教育にとって絶妙な組み合わせだと思う。

今大会の企業ブースの出展数は 16 であり、そのすべてがワンルームに収められた。このうち、放射線教育に関わる出展は当フォーラムと(社)日本原子力産業協会の 2 団体であった。

4. 今後に向けて

とりわけ酷暑の甲府盆地での 2 日間、出展参加者はたいへんだった。放射線の産業利用に関わる教材ポリカプロラクトン樹脂の実験展示に協力いただいた(株)NHVC 及び霧箱とクルックス管を結合した新しい放射線実験教材の展示に協力いただいた日本原子力産業協会に感謝する。これらの協力関係を来年夏開催予定の第 72 回北海道大会に繋げていきたいと考える。(田中隆一記)

日本科学技術振興財団 2024 年度放射線教育発表会（報告）

日時：2024 年 12 月 27 日（金）、13:00~17:30

会場：科学技術館（東京都千代田区北の丸公園）

公益財団法人日本科学技術振興財団主催の標記発表会が、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、昨年末の 12 月 27 日（金）に開催されました。

この発表会では、「放射線教材コンテスト」、「放射線授業事例コンテスト」が開催され、応募された教材、授業事例の中から選ばれた優秀作品の表彰が行われています。放射線教育フォーラムもこの事業の後援団体の一つとして独自に優秀な作品を選定し放射線教育フォーラム特別賞を授与しています。今年度は、京都科学医療大学の「ラジトレ」で楽しく放射線と医療の知識を身に着けよう！」

（代表者：山下泰大氏）を「放射線教材コンテスト」特別賞に、栃木県立大田原高等学校の加藤信行氏の「外部連携を基盤とした放射線を題材とする課題研究の取り組みとその教育的意義」を「放射線授業事例コンテスト」特別賞に選定し、放射線教育フォーラムからの表彰状を贈りました。

また、当フォーラム会員の大津浩一氏、佐々木清氏、原口栄一氏、奈良大氏の「放射線授業事例コンテスト」応募作品がコンテストの入選作品として表彰され、佐々木氏は、全国小学校理科研究協議会特別賞を、奈良氏は、全国中学校理科教育研究会特別賞を合わせて受賞されました。

（柴田誠一 記）



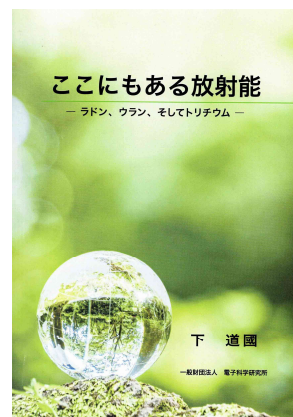
下 道國著「ここにもある放射能」

放射線教育フォーラム 緒方 良至

本書のまえがきの末文にこう記述されている。「... 放射線の実態を紹介することによって、多くの方々が、放射線に対する正しい知識と偏見のない見識に基づいて行動されることを願って、また、放射線を良く知っておられる方には改めて確認していただき周りの人に勧めていただけるよう、本書としてまとめました。」放射線教育フォーラムの会員の方々は、身の回りそして体内にも放射能があることはご存じだと思う。ただ、一般の方々に如何に分かりやすく説明するか、が難しいことでもご存じだと思う、そういうときに紐解くと良い本である。筆者は、長年、環境放射能としてのラドンの研究に携わってきた。福島第一原発の事故直後から日本保健物理学会の「暮らしの放射線 Q&A」の主要メンバーとして、一般の方の様々な疑問、質問、意見への対応をこなされた。昨今、ALPS 処理水中のトリチウムの件が国内外で話題となっているが、本書では、トリチウムの問題も分かりやすく説明されている。また、第 5 章では、福島原発事故の件で、今後取り組む必要がある様々な問題が提起され、第 6 章では、放射性廃棄物の処理の問題について、国政を担う要人の発言についての的確な批判が述べられている。電車の中でスマホばかり見ていないで、本を開いて見よう。(A5 版、108 ページ)

購入先: 電子科学研究所 E-Mail: henshu@esi.or.jp

Tel: 06-6262-2410 価格: 1320 円 (消費税込み) + 送料



【惜別】

気配りの先生

放射線教育フォーラム 緒方 良至

森千鶴夫先生が、昨年7月5日に永眠されました。最後に森先生にお目にかかったのは5月14日、ご自宅にお邪魔した際でした。先生が担当されていた名古屋市科学館と中部原子力懇談会共催の「放射線ウォッチング」という実験セミナーの「応用理科実験」の後任の担当としてご意見を伺いにあがりました。このとき、さすがに体の動きは、少し緩慢でしたが、頭の方はしっかりしていました。私がコーヒーが苦手であること、NPL(英国物理研究所)に半年滞在していたこと(森先生もその昔、そこで研究をされていました)をちゃんと覚えていて、NPLのロゴの入ったマグカップで紅茶をいただきました。よくそんなことを覚えているものだと感心しました。その後も、メールでのやりとりがあり、最後のメールは、6月26日でした。応用理科実験の改訂版に対して、的確なアドバイスをいただきました。

そもそも、森先生との出会いがいつなのか、正確には覚えていませんが、名古屋大学に在籍し、放射線関係の仕事をしていましたので、自然とつながりがありました。おそらく、チェルノブイリ原発事故があった前後あたりから、親しくしていただいたと思います。

2006年頃から、放射線教育フォーラム主催の「エネルギー・環境・放射線セミナー」の愛知・岐阜・三重地区の担当として、森先生、山寺秀雄先生、下先生らと愛知・岐阜・三重を毎年1箇所ずつまわりました。このセ



在りし日の森先生

ミナーは2009年に終了しましたが、その後、毎年、お正月に「放射線教育フォーラム愛知・岐阜・三重地区」の勉強会を開催しました。

森先生といえば、本当に学生・私などの後輩思い。褒め上手。非常に細かいところまで良く観察され、それを覚えていて、ピンポイントで褒める。そして、さりげない気配りをされる先生でした。きっと天国で、柔和な目で「もっと頑張れよ～」とおっしゃっていると思います。



2015年8月 愛知・岐阜・三重地区勉強会

森 千鶴夫先生を偲んで

放射線教育フォーラム 下 道國

森先生が 89 歳で鬼籍に入られました。他界される数日前までお元気であったとお聞きし、先生らしいと思いました。振り返ると、先生は名古屋工業試験所(現、産総研)から名古屋大学原子核工学科渡邊環先生の研究室に講師として移ってこられました。同じ頃、隣の川野研究室に私が採用されたこと、また住宅も同じ官舎で近かったこともあり、爾来、主に研究面以外で懇意にさせていただき、先生の人に対して公平で、人を引き立てる人間味に溢れた姿勢を感取した次第です。名古屋大学教授を退職後、中部原子力懇談会のメンバー(先生は、放射線部会長、顧問を歴任)としてご活躍されましたが、物事に興味を持ち、探究心が旺盛であったのは変わりませんでした。素人でも使える空気 GM 管の開発に熱心に取り組まれたことや、霧箱で見る α 線の飛跡の観察にも一家言をお持ちでした。またある時、出前授業の帰りの電車内だったと思いますが、風力発電の「ブレードがなぜ細くてよいのか」をドイツの学者の論文からと言いながら懇切丁寧に説明していただいたことがありました。



右から森先生、小俣さん(千代田テクノル)、筆者

多くの知人や教え子の皆さんから慕われた先生、黄泉の世界でもご活躍下さい。

《会務報告》

| 日時 | 名称 | 開催場所 | 出席者数 |
|---------------------|-------------------|-----------|---------------|
| 2024 年 6 月 16 日(日) | 2024 年度通常総会 | 慈恵医大南講堂 | 12 名 委任状 51 通 |
| 同上 | 2024 年度第 3 回理事会 | 同上 | 7 名 |
| 同上 | 2024 年度第 1 回勉強会 | 同上 | 44 名 |
| 2024 年 7 月 13 日(土) | 2024 年度第 4 回理事会 | オンライン | 7 名 |
| 同上 | 2024 年度第 2 回編集委員会 | 同上 | 8 名 |
| 2024 年 9 月 8 日(日) | 2024 年度第 5 回理事会 | 同上 | 9 名 |
| 同上 | 2024 年度第 3 回編集委員会 | 同上 | 7 名 |
| 2024 年 10 月 6 日(日) | 2024 年度第 6 回理事会 | 同上 | 7 名 |
| 2024 年 11 月 10 日(日) | 2024 年度第 7 回理事会 | 同上 | 8 名 |
| 2024 年 11 月 17 日(日) | 設立 30 周年記念式典・祝賀会 | KKR ホテル東京 | 26 名 |
| 2024 年 12 月 7 日(土) | 2024 年度第 8 回理事会 | 同上 | 8 名 |
| 同上 | 2024 年度第 4 回編集委員会 | 同上 | 8 名 |
| 2025 年 1 月 12 日(日) | 2024 年度第 9 回理事会 | 同上 | 8 名 |
| 2025 年 2 月 8 日(土) | 2024 年度第 10 回理事会 | 同上 | 8 名 |
| 同上 | 2024 年度第 5 回編集委員会 | 同上 | 7 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》

気候変動に関わるパリ条約からの米国の離脱をわが国のマスメディアは米国のみ利益に奔るトランプ大統領の暴走であるかのように報道しています。トランプは本年1月に開催されたグローバル化の総元締めとも言える世界経済フ

ォーラム年次総会(ダボス会議)における演説の中で、グリーンニューディール政策がエネルギー・環境に関わる低レベルの知識によって考案されたと述べています。支持基盤の共和党はグリーンニューディール政策を支える地球温暖化説や気候変動説には科学的根拠はないという立場で一貫しており、トランプ独特の言い方はともかく、トランプ個人のみでの考えではありません。ダボス会議を支えている世界最大の超巨大資産運用会社ブラックロックはすでにグリーンニューディールからいち早く撤退しつつあると言われています。

温暖化論者は、このままでは地球が温暖化して人間が住めなくなり、温暖化ガスの削減には人類の生存がかかっていると主張します。それが真実ならば、あらゆる犠牲を覚悟して温暖化ガスの排出を止めなければなりません。つまり、全体主義的な経済統制を導入しなければならないということです。

この機会に、地球温暖化や気候変動問題について、より深く改めて学ぶことを提案します。皆さんに是非紹介したい1冊の本があります。『15歳からの地球温暖化 — 学校で教えてくれないファクトフルネス』(杉山大志著 発行:育鵬社、発売:扶桑社、定価:1,540円(税込))です。著者は、ニュース報道を鵜呑みせず、観測・統計の結果をよく理解し、それに基づいて考えることの重要性を強調しています。

(田中隆一)

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、畠山正恒、大森
佐興子

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.89-90、2025年3月2日発行
