

放射線教育フォーラム

ニュースレター

No.74 2019.6

学習指導要領は変わるけれど

聖光学院中学校高等学校 畠山正恒



新学習指導要領は中学校では 2021 年度から完全実施となる。中学理科の変更点は、1 年生の「力の働き」に「2つの力のつり合い」、「植物の生活と種類」に「動物の仲間」、「火山と地震」に「自然の恵みと火山災害・地震災害」、2 年生の「静電気と電流」に「放射線の性質と利用」、「日本の気象」に「自然の恵みと気象災害」がそれぞれ追加された。他は配置される学年次の変更のみである。

しかし、標準授業時数は変わらず、1 年生は週 3 時間（年間 105 時間）、2 年生、3 年生は週 4 時間（年間 140 時間）であり、授業は少し忙しくなる。

学習指導要領に書かれている理念は素晴らしいものであるが、多くの学校でそれらを実践することは非常に難しい。なぜならば教科指導に向けられる予算が異常に少ないからである。多くの中学校で理科の予算が年間 5 万円、10 万円という声をよく聞く。これでは、薬品と試験管代で消えてしまい、新しい器具の購入どころか器具の修理も覚束ないのが現状である。（ナリカカカタログによると、クルックス管 42,000 円、誘導コイル 71,000 円、偏向極板用電源 18,000 円）「放射線の性質と利用」の授業がお話だけになる可能性は高い。実物を見せることが大切なので、装置がない（あっても使えない）学校にはフォーラム会員の出張授業が必要かもしれない。

また、学習指導要領は 10 年ごとの改訂であるが、これに従っていると変化の速い世界の流れに後れを取るということも指摘しておきたい。AI やビッグデータ解析における日本の実情を見れば明らかである。学習指導要領に従った授業の延長からは AI やビッグデータ解析につながる発想は出てこなかったのである。こうした遅れを少しでも取り戻そうと、お茶の水女子大学はこの 4 月から全学部で統計を必修にした。私の勤務校では、「データでものを言う」訓練を全員に課しており（SSH 校のため）、高等学校数学分野よりレベルが高い新しい統計の授業を検討中である。学習指導要領はどうしても時代の後追いになりがちである。放射線教育も学習指導要領頼みではなく、時代を先取りしたものを模索する必要がある。

先日、アメリカの大学に在学中の卒業生から、自分の大学の授業で不十分な部分は公開オンライン講座（edx や mooc）で各自が学んでいるという話を聞いた。必要なものは他大学の講座でもどんどんアプローチしているそうである。web 環境の進化により、学びや学校の在り方が根本から変わってきている。

フォーラムとしての使命は放射線を学ぶための情報や場の提供である。学びたいという希望を持つ教員・学生・生徒・一般社会人は少なからず存在する。そうした人々に対する web を通じた継続的な情報提供や、施設見学のような互いに学び会える場の設定など、時代の流れを常に意識した活動が必要である。会員の知識・経験・ノウハウを今まで以上に結集していかないと、時代から取り残されてしまう可能性がどんどん高くなるであろう。いろいろな視点から皆様方の積極的なご提案と、更なるお力添えを是非お願いいたします。

化学の目で見た物理と放射線

立教新座中学校・高等学校 渡部 智博

1 はじめに

ある時、同僚の物理の教師と話していて、どうしても話が噛み合わないことがあった。よくよく話してみると、物理の目で見たことと、化学の目で見たことに違いのあることに気づいた。

2 元素記号

2019年1月20日のセンター試験の「化学基礎」で次のような問題が出題された。

第1問 次の問い(問1～7)に答えよ。(配点 25)

問1 次のように表される原子Aに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 1



- ① 最外殻には、7個の電子が存在する。
- ② 原子核には、9個の陽子が含まれる。
- ③ 原子核には、9個の中性子が含まれる。
- ④ 質量数は、19である。

解答は、言うまでもなく③であり、Aはフッ素Fである。

中学3年生の理科、並びに高等学校の化学基礎の教科書には、図1が描かれている。また、高等学校

の化学基礎と物理には、元素記号の書き方が紹介されている(図2)。

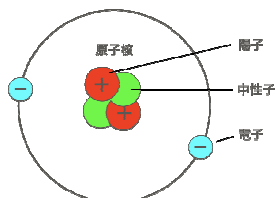


図1 ヘリウム原子とその構成粒子

このような学習を通じて原子の構造と元素記号との関係を理解していく。

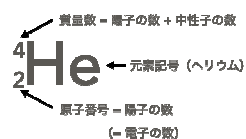


図2 質量数・原子番号の書き方

化学基礎では、中性子が化学的性質にはほとんど関係ないということから、電子配置を示す場合には中性子を除き、原子核を「n+」とし、各電子殻に電子を描く。また、元素記号を ${}_2\text{He}$ のように記す。そして、イオンの生成を学ぶ。

このようにして化学基礎を学んだ生徒は、それぞれの原子構造と元素記号とを図3のように対応して理解する。

化学基礎の教科書には、放射性同位体の記述がある。特に、炭素-14の半減期が約5730年であり、窒素-14に変化することが記述されている。

このとき、化学基礎を学んだ生徒は、図4のように捉えがちである。よく考えてみれば、図5のように、炭素-14や窒素-14が、原子核を示していることがわかる。なぜ、このようなことが起こるのであるうか。それは、同位体に関する説明が、化学基礎と物理とで異なっていることに原因の一端があると考えられる。

化学基礎では図6、物理では図7のよう

にして説明されている。化学基礎では電子を含めた元素記号であり、物理では、電子を除いた元素記号として理解されていることがわかった。

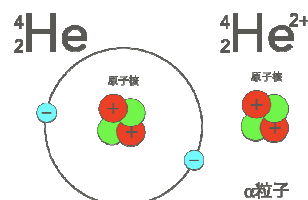


図3 原子の構造と元素記号

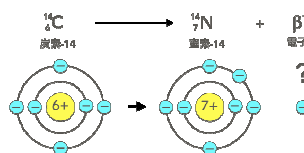


図4 放射性壊変の様式

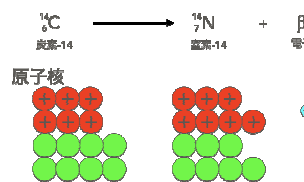


図5 放射性壊変の様式

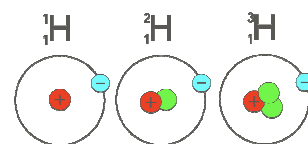


図6 同位体 (化学基礎)

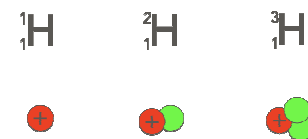


図7 同位体 (物理)

高等学校の化学基礎を学んだ生徒は図8，物理を学んだ生徒は図9のように，原子の構造と元素記号とを結びつけることになるので，教える際には注意する必要がある。

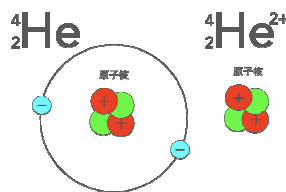


図8 元素記号（化学）

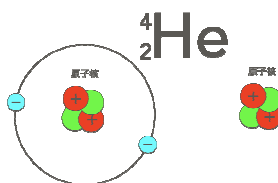


図9 元素記号（物理）

化学の目で見ると， α 線の行方などに疑問を生じることがある。 α 線は紙一枚で止まる， β 線はアルミニウムなどの薄い金属で止まる， γ 線は厚い鉛板などで止まると説明されている。紙で止まった後， α 線，すなわちヘリウムの原子核はいったいどうなるのか。電子を捕獲してヘリウムに変化されると言われると安心する。 $\text{He}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{He}$ ということであろうか。 β 線，すなわち高速の電子は，金属に衝突して運動エネルギーを失い，金属の自由電子になるというところまで説明がほしい。 γ 線は，核外電子を励起させるなどしてエネルギーを失い，いわゆる化学式で説明することができないと言ってほしい。

化学と物理とでは，原子の捉え方が若干異なっているように思われる。化学では，原子核と核外電子の両方で原子を表し，物理では原子核のみに着目することが多いようである。

一般に，「113番元素の合成」と言われる。理研のホームページには，「113番元素の合成の原理は数字の上では単純です。亜鉛（Zn 原子番号 30，陽子数 30 個）の原子核とビスマス（Bi 原子番号 83，陽子数 83 個）の原子核を衝突させ，融合させれば $30 + 83 = 113$ 番元素が出来上がります。」とある。

化学では，元素と原子を区別して教えているこのため，113番元素の合成という表現には違和感を覚える。元素でもなく，原子でもなく，原子核が合成されたのではないかということである。例えば，原子番号 113 の原子 Nh が合成されたと言われると，原子核中の陽子が 113 個，そして電子が 113 個と捉えてしまう。

3 定数と単位

高等学校の化学で学ぶ定数の一つに，気体定数 R がある。

$$R = \frac{pV}{nT} = \frac{1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \times 22.4 \text{ L/mol}}{273 \text{ K}}$$

$$= 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \quad \text{化学}$$

$$= 8.31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/(\text{K} \cdot \text{mol})$$

$$= 8.31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \quad \text{物理}$$

化学では，「 $\text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ 」，「 $\text{Pa} \cdot \text{m}^3/(\text{K} \cdot \text{mol})$ 」でとどまることが多い。一方，物理では「 $\text{J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ 」としている。

遡ってみると，小学校の理科で「かさ」の概念を学んだときにリットルの単位で示し，算数でかけ算を学んだ後に立方メートルなどの単位を学ぶ。このような事情もあり，単位の換算に手間取る生徒が多い。

4 まとめ

化学と物理では，同じような用語を用いていながら異なる概念を示していることもあるこのため，高等学校までの段階では，注意して授業を行う必要のあることがわかった。

5 謝辞

本報告にあたり，教育課程検討委員会の先生方にご助言，ご指導を頂きました。黒杭清治委員長，並びに大津浩一，田中隆一，広井禎，村石幸正の各委員に感謝申し上げます。また，島野誠大，林壮一の両先生らとの議論を通して，物理と化学の関係に関わる理解を深めることができました。あわせて御礼申し上げます

看護職に対する放射線教育

東京医療保健大学 酒井 一夫

1. 看護職とは:「チーム医療」の中の役割

「看護職」は、「保健師」「助産師」および「看護師」の総称であり、その人数は170万人を超え、医師の30万人よりもはるかに多く、医療分野における一大勢力と言える。

保健師は、「地区活動や健康教育・保健指導などを通じて疾病の予防や健康増進など公衆衛生活動を行う地域看護の専門職」、助産師は「妊娠、出産、産後ケア、女性の性保健、新生児ケアなどを担当する助産行為の専門職」、看護師は、「医療、保健、福祉などの場において、医師が患者を診療する際の補助、病気や障害を持つ人々の療養上の世話など、疾病の予防や健康の維持増進を目的とした行為を行う専門職」である。ちなみに、保健師国家資格や助産師国家資格を取得するためには、看護師国家資格を有することが必要である。いずれにしても、看護職は患者をはじめ、その活動の対象になる人々に最も近い立場でケアを担当する存在である。

現在の医療では、一人の患者に対し様々な職種

の医療」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観点から医療スタッフと患者をつなぐ重要な役割が期待されている(図参照)。

2. 放射線と看護職

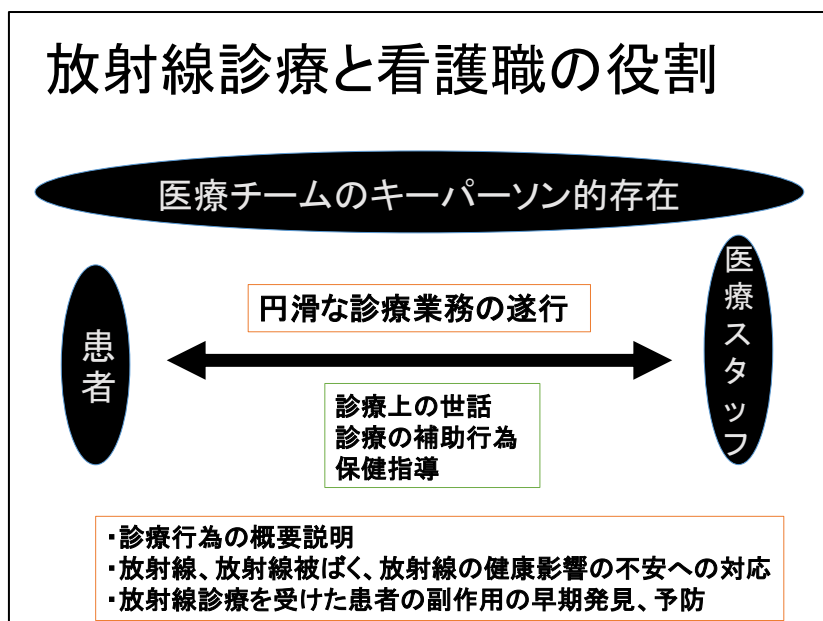
現代の医療において放射線は欠かすことのできない大きな役割を果たしているが、一方で患者やその家族の中には放射線に対する情報不足・理解不足のために、恐怖心や不安感を抱く場合が少なくない。患者に近い立場にいる看護職には、放射線診療のメリットを説き、不安を取り除いて、診療に対する理解を促進することによって円滑な診療の実施に貢献するという役割が求められている(図参照)。

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。

3 看護職を対象とした放射線研修の

試み: トレーナーズ・トレーニング

放射線をきちんと理解し、情報発信できる人材を養成するためには、看護職の基礎教育の中に「放射線看護」を取り入れる必要があり、このような内容を担当できる教員を育成することが有用である。以上のような状況を背景として、東京医療保健大学と日本アイソトープ協会が協力



して、トレーナーズ・トレーニングを企画した。これは、看護師養成の立場にある教育者（トレーナー）に対し、放射線に関する情報を提供する（トレーニング）という観点から「トレーナーズ・トレーニング」事業と称した。文部科学省の支援を得て、「国際原子力人材イニシアティブ事業」の一環として、2016 年度に開始され、2018 年度まで続いた（ここで確立されたトレーナーズ・トレーニング事業はその後継続されている）。

トレーナーズ・トレーニングでは、講義に加え、知識を定着させるための実習に力を入れた。

講義では（１）放射線利用における看護職の役割、（２）原子力・放射線利用の概要と放射線の基礎、（３）放射線の健康影響とリスクの内容を盛り込んだ。実習では、（１）自然放射線の測定を通して、自然放射線の内容を理解し、（２）線源との距離や遮蔽による線量の低減に関する実験を通して、外部被ばくを低く抑える方策について学び、さらに、移動型 X 線撮影装置と人体ファントムを用いて測定することによって、距離と散乱線の線量の関係および遮蔽の効果を実験によって確認した。

4. 大学における放射線教育に関する進展

文部科学省では、看護学分野の進展に対応できる人材の養成を目指して、「大学における看護系人材養成のあり方に関する検討会」を設置し、その検討結果を平成 29 年 10 月に「看護学教育モデル・コア・カリキュラム」として公表した。

(http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2017/10/31/1217788_3.pdf)。「学士課程においてコアとなる看護実践能力の習得を目指した学修目標」との副題が付けられている。この中で放射線は、診断・治療の重要な要素のひとつとして位置づけられている。

「項目 C-5-4・（２）放射線の医療利用による人間の反応」の中で次の学修目標が掲げられている。

- 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。
- ⑧ 放射線被ばくに対する不安を理解し、関係職種とともに適切に対応できる。

トレーナーズ・トレーニングで取り上げた項目も多い。

5 おわりに

以上、看護職を対象にした放射線教育の重要性と取り組みにつき概説した。今後も、看護教育の分野の最新動向も活用しつつ、トレーナーズ・トレーニングの経験も組み合わせて、看護職の放射線教育に取り組んで行きたいと考えている。

6. 謝辞

本稿をまとめるにあたり、公益財団法人日本アイソトープ協会 須藤調査役と勝村常務理事、東京医療保健大学草間朋子副学長には貴重な情報提供を頂いた。ここに記して感謝の意を表したい。

次世代のための効果的なエネルギー教育をめざして

－ エネルギーリテラシー研究報告 －

エネルギーリテラシー研究所 秋津 裕

1. はじめに

私たち人類はライフスタイルの発展に伴って、多様なエネルギー源を高度な技術で変換し、利用用途を広げてきました。その結果、社会生産力が上がり生活は豊かになり、公衆衛生も向上し人口が増加しました。そして社会を維持、発展させるためにより一層のエネルギー消費量の増加をもたらしました。今後、経済発展が見込まれる東南アジア諸国連合などアジアの国々を中心に新興国のエネルギー消費量が増加することが見込まれており、2030年の世界のエネルギー消費量は1990年比で2倍に達すると予測されています¹。急速な経済発展は、エネルギーの大量消費によって排出された温室効果ガスによる地球温暖化、気候変動という地球規模の環境問題と向き合うことを余儀なくさせました。

1980年代後半から世界は、「将来の世代が自らのニーズを充足する能力を損なうことなく現在の世代のニーズを満たすような人類社会の進歩への取り組み」(持続可能な発展: 報告書と訳『地球の未来を守るために』より、Brundtland 他, 1987)の概念のもと、我々が取り組むべき新たな価値観や行動規範の醸成に努めてきました。そして2014年「あいち・なごや宣言」は、人々が持続可能な開発の真ただ中にいることを認識し、持続可能な開発のための教育のさらなる強化と拡大のための緊急行動を求め、2016年「パリ協定」は、途上国を含む全ての国が協調して温室効果ガス削減に取り組むために、国民の意識を高め地球温暖化解決への参加を促す教育の重要性も明記しました。近代化が進みインフラが整った日常生活の中では、社会を支えるしくみについて、例えばコンセンソの向こう側で何が営まれているかを直接観察したり常々意識したりする

ことは容易ではありません。それゆえ教育が重要になります。温暖化対策のカギを握っているエネルギー教育には、人々が、課題解決に参加するために必要な情報を正確に理解し、エネルギー選択や環境に関する政策を判断するためのエネルギーリテラシーを高めることが求められます。

2. エネルギーリテラシーの定義²

リテラシーとは単に知識を指すものではありません。佐藤³はリテラシーを「書字文化による共通教養」と定義し、社会的自立の基礎となる公共的な教養を意味し、学校において教育される共通教養としています。つまりリテラシーは、与えられた課題を社会の中で広く議論するために必要な情報や知識を選択し判断する能力をいい、広範な分野と繋がりをもった課題が社会や経済発展の関係の中で成立していることを理解し、課題に対し関心や目的をもって発信、決断、行動へと結びつけていく能力としています²。これをエネルギーリテラシーに適用すると、エネルギーリテラシーとは、エネルギーの課題に取り組むために必要な能力をいい、その能力はエネルギー問題解決の主体者となる社会構成員の基礎として、教育によって育まれる公共的な教養と考えることができます²。また、国内外の機関や文献が定義するエネルギーリテラシーがある人物像は、個人の日常の省エネ行動から世界的課題への取り組みまで幅広く描かれています。これらを参考に本研究では次のように定義しました⁴。

エネルギーリテラシーがある人は:

- ・エネルギーの生産から輸送、貯蔵、変換、分配、廃棄に至るまでの包括的なプロセスを認識し、
- ・エネルギー選択が経済効率、エネルギー安全保障、環境に及ぼす影響を理解し、

- ・持続可能な社会のためのエネルギー関連の問題解決のための個々の貢献の必要性和有効性を認識し、
- ・知識、スキル、エネルギー関連情報を理解する能力を向上させるために努力し、
- ・エネルギー関連の問題解決に取り組むすべての人と協力し、
- ・省エネルギーのための適切な行動を続ける人、となります

3. 研究の目的

エネルギー教育の究極の目標は、教育が提供する知識が生涯を通じて省エネルギーや環境配慮のための選択・行動に結びつくことです。しかし多忙な学校教育カリキュラムにおいて、エネルギー教育にかけられる時間には限りがあります。したがって、より効果的なエネルギー教育を提供するには、生徒のエネルギーリテラシーの様態を知り、学習で得た知識がどのような道筋を経て省エネ・環境配慮行動につながるか、という複雑なリテラシー構造を理解する必要があります。

そこで本研究では、効果的なエネルギー教育プログラム開発のための基礎的知見を得るために、日本の中学生のエネルギーリテラシーならびにその構造を調べることをねらいとし、米国、タイと比較しながら評価しました。

4. 我が国に求められるエネルギー教育

本研究が提案したエネルギーリテラシー構造モデルによると、「エネルギーの基礎的知識」が「省エネルギー行動に対する態度」へつながるためには、現状が続いた結果、将来招くであろう悪影響を認識すること、すなわち「重要性認知(危機感)」がかなめであることがわかりました⁴。危機感は煽るものではなく、生徒が得た知識によって自らが感じるものです。したがって、教師には的確な情報の提供が、生徒にはこれらを理解する能力が必要となります。また、日本は学年が上がると知識スコアは上がりますが、知識以外のエネルギーリテラシー構成要素には差がない、もしくは低下する傾向がみられまし

た。このことは、高校生との比較でも明らかになりました。

したがって中等教育の初期段階は、エネルギー・環境問題を、ひとりひとりの課題とするように生徒の意識を高め、持続可能な社会のための価値観や信念を形成することを目的としたエネルギー教育を実施することが重要な時期であると考えられます。更に、エネルギー教育や関連施設見学の経験、家庭でのエネルギーに関する会話や省エネルギーへの態度が、エネルギーリテラシーに差を生んでいることも示唆されました。

以上より、日本のエネルギー教育は、①可能な限り早期から実施し、エネルギーや環境に関する課題を提供し関心を持たせて、②学習の過程で関連施設見学や家庭の参加・協力を得て、ともに価値観を醸成していきながら、③問題解決には、ひとりひとりの貢献が重要であることを認識させることが求められます。

5. おわりに

エネルギー自給率が低い我が国において、エネルギーについて学ぶことは重要です。また、エネルギーの課題は、科学・技術だけでなく、宗教や歴史、外交、政策、経済、社会心理など多岐にわたるので、様々な知識や教養に触れながら理解の幅を広げる機会にもなります。多様な条件下で生活している人々を想像しながら、地球温暖化問題解決という目標に向かって私たちがどのように貢献できるか、ひとりひとりが意識するようなエネルギー教育が求められます。

参考文献

- ¹ 経済産業省資源エネルギー庁 (2014). 第1節 人類の歩みとエネルギー, Retrieved on May 13, 2019 from <https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2013html/1-1-1.html>
- ² 秋津 裕, 石原慶一, 奥村英之, 山末英嗣 (2016): 日本の中学生のエネルギーリテラシー調査: 知識、関心、行動の評価と日米比較, エネルギー環境教育研究 10(2), 15-28. データ修正(2018): エネルギー環境教育研究 13(1), 51.
- ³ 佐藤 学 (2003). リテラシーの概念とその再定義, 特集: 公教育とリテラシー, 教育學研究, 70, 292-301.
- ⁴ Akitsu, Y. & Ishihara, K. N. (2019). Energy Literacy Assessment: A Comparative Study of Lower Secondary School Students in Thailand and Japan. *International Journal of Educational Methodology*, 5(2), 183-199. doi: 10.12973/ijem.5.2.183

クルックス管プロジェクトの現状と課題

大阪府立大学 放射線研究センター 秋吉 優史

1. はじめに

中学理科の授業における電子・電流に関する単元では、クルックス管による電子線の観察が現行の学習指導要領においても扱われており、すべての現行教科書にクルックス管が記載されている。さらに、H29年に公示された新学習指導要領においては、真空放電と関連づけながら放射線の性質と利用にも触れることが新たに追加された。当該単元が2年生で取り扱われ、全ての生徒が放射線について学習することになるのは極めて画期的なことである。クルックス管からX線が放出されることは、レントゲンがはじめてX線を発見した19世紀から知られているが、現在教壇に立つ多くの教員はほとんど放射線に関する教育を受けておらず、その知識が受け継がれてきていない。一部の学校教材では、X線のエネルギーは低いがクルックス管からの距離5cmでの70 μ m線量当量が250mSv/hという高い強度のX線が漏洩していることが25年も前に報告されている[1]。後述する我々の調査では15cmの距離における10分間の測定で70 μ m線量当量が33mSv(5cmでの線量率は1.8Sv/hにも達する)という極めて高い線量が漏洩される装置が見出されており、不注意な取扱いにより大きな線量を被曝するおそれがある事が明らかになった。特に近年、水晶体に対する放射線影響が注目を集めており、エネルギーの低い透過力の弱いX線を放出し、かつ、線源を見つめるという特色をもつクルックス管実験では特に注意を要する。

2. 低エネルギーX線の測定

クルックス管から放出されるX線は20keV程度とエネルギーが低く、一般的なサーベイメータ(放射線管理の現場で信頼されているNaIシンチレーションサーベイメータも含む)では、エネルギーが低す

ぎて正常な線量測定が不可能である。一方、人体中ではこの程度の低エネルギーX線は1cmで半分程度にしか減衰せず、 α 線、 β 線の外部被曝と異なり全身への被曝による実効線量は無視することができない。かといって、1cm線量当量では大幅な過剰評価となってしまう。低エネルギーX線においては僅かなエネルギーの違いが大きな透過率の違いとなるため、実測されたスペクトルをもとに防護量である実効線量・等価線量評価を行う必要がある。また、空間分布についても評価する必要がある。このため妥当な防護量評価を行うモデルはこれまで得られていない。

また、一般的な放射線源と異なりパルス状にX線が放出されるため、専門家でもその測定・評価は困難であるが、これまでに積算型の固体線量計や電離箱などによる電流モードでの測定により信頼できる計測が行えることを確認してきた[2]。

研究室レベルでの測定に加えて実際の教育現場での実態調査のために、個人線量計として一般に用いられている蛍光ガラス線量計を郵送し、現在授業で使用している設定での測定を実施した。

3. 実態調査

すでにクルックス管を教育に利用している現場において存在している被ばくをできる限り低減するためには、放射線防護の観点から以下の対策が必要となる。

- 1) 印加する電圧を下げる
- 2) 電流を下げる
- 3) 距離を取る
- 4) 遮蔽をする
- 5) 時間を短くする

実際にどの程度の値にすればよいかという指標を得るために、バッジ状の蛍光ガラス線量計を全国

19 校の学校に郵送し、実際の教育現場での実態調査を行った。2018年度はこれまでに授業を行なっていた条件での測定を依頼したが、使用したクルックス管 37 本中 18 本で、距離 15cm でも検出限界 ($50 \mu\text{Sv}$) 未満であった。1m の距離、10 分間の演示で $70 \mu\text{m}$ 線量当量が $50 \mu\text{Sv}$ を超えたのは 12 本だけであり、うち 2 本は意図的に最大電圧での測定であった。極めて高い線量を示した前述の装置はこのうちの一本に該当する。その一方で 1 本だけ、放電出力を最低としているのにもかかわらず、1m の距離、10 分で $600 \mu\text{Sv}$ にも達した装置が存在したため追加調査を行った。その結果、放電極の間隔が 50mm のときは 30cm の距離で 30mSv/h にも達したが、30mm では 2mSv/h 、20mm では $40 \mu\text{Sv/h}$ にまで落とすことができた (1m、10 分では $0.6 \mu\text{Sv}$ に過ぎず、実態調査結果の 1/1000 にまで低減できた。いずれも $70 \mu\text{m}$ 線量当量で実効線量はさらに 1/10 程度と見積られている)。

これまでに得られた知見から暫定ガイドラインとして以下の運用方針を提案している。

- ・誘導コイルの放電出力(一次側印加電圧)は電子線の観察ができる範囲で最低に設定する
- ・放電極を使用し、電極間の距離は 20mm 以下とする。
- ・できる限り距離を取り、クルックス管と生徒の距離は 1m 以上とする。磁石で電子線を曲げるときは指し棒などを使用する。
- ・演示時間は 10 分程度に抑える
- ・可能であればガラスの水槽などで遮へいを行う

これらの条件を守ることで、1 回の実験あたりの実効線量は $10 \mu\text{Sv}$ 未満になると見積られており、神奈川県と岐阜県の平均自然放射線量の年間差 $380 \mu\text{Sv}$ や、国際線の航空機での移動の際の 1 回 $100 \mu\text{Sv}$ 程度よりもはるかに少なく、国内線の航空機による移動の場合と同程度の線量に収まる。しかしながら、全国には我々の予想もしないような装置

が存在する可能性があるため、全国調査に是非ご協力願いたい。

さらに、生徒や教員は放射線業務従事者ではなく、我が国の法体系には ICRP1990/2007 年勧告での一般公衆に対する線量限度が取込まれていないため被ばくの規制が行われておらず、放射線安全管理上慎重な検討が必要である。また、X 線装置には免除レベルが示されておらず、X 線を発生させることを目的としない装置は X 線装置ではないという厚労省見解が示されているため、法令での管理対象外となっている[3]。このため、全国の放射線計測、線量評価の専門家、放射線教育関係者、及び教育現場の先生方の協力を得て「クルックス管プロジェクト」[4] を立ち上げ、自主的な安全管理体制の構築を行っている。日本保健物理学会における専門研究会も立ち上がっており、より専門的な議論を行っていく予定である。

参考文献

- [1] クルックス管から漏洩する X 線の実態とその対策, 大森儀郎, 神奈川児立教育センター研究集録, 13(1994)21-24.
- [2] 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, 谷口 良一, 松浦 寛人, 宮丸 広幸, Do Duy Khiem, 神野 郁夫, 濱口 拓, 野村 貴美, 谷口 和史, 小林 育夫, 川島 紀子, 佐藤 深, 森山 正樹, 宮川 俊晴, 放射線化学, 106 (2018) 31-38.
- [3] 厚労省 全国規模での規制改革要望に対する見解の確認, 電離放射線障害防止規則における X 線装置にかかる届出義務の簡素化
<http://www8.cao.go.jp/kisei/siryo/030919/09-2.pdf>
- [4] 秋吉 優史 研究教育紹介サイト クルックス管プロジェクトのご紹介
<http://bigbird.riast.osakafu-u.ac.jp/~akiyoshi/Works/CrookesTubeProject.htm>

常総会及び第1回勉強会案内

日 時： 2019 令和元年6月16日(日) 11:00～17:30

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）

通常総会 11:00～11:50

1. 議長、記録係、議事録署名人の選出

2. 総会成立条件確認

3. 理事長挨拶、

議題：第1号議案 令和元年度事業報告書及び活動計算書承認の件

第2号議案 令和元年度事業計画書及び予算書承認の件

報告：1. 財務・運営等について

2. 事業の方向性について

第1回勉強会 13:00～17:00

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

資料代： 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 小中学校の国語・社会の教科書における「放射線」の記述
福岡大学理学部物理科学科 准教授 林 壮一

14:00 講演2 教職課程・理科教育法を担当して
中央大学理工学部 特任教授 村石 幸正

休憩(20分)

15:00 講演3 生活科学としての放射線利用の学習
— 農業や食の安全と食品照射 —
量子科学技術研究開発機構 高崎量子応用研究所
小林 泰彦

16:00 講演4 福島に学び、現実を見つめ、未来を切り拓く
コミュタン福島における放射線教育
コミュタン福島 教育ディレクター 佐々木 清

17:00 閉会挨拶

懇親会(17:30～19:00) 東京慈恵医科大学高木2号館南講堂前

[講演要旨]

講演1 小中学校の国語・社会の教科書における「放射線」の記述

林 壮一

平成24年（2012年）施行の現行学習指導要領から、中学校の理科で放射線についての学習が行われるよう変更されている。ところが、中学校の理科で放射線を学習する段階での子ども達は放射線に対して「危険だ」、「怖い」などの印象を持っている。そこで、現行の小学校や中学校の教科書を調べたところ、国語科や社会科の多くの教科書で、原子爆弾や原子力発電所の事故による放射線が悲惨で怖いものであると紹介していることがわかった。子ども達の印象に、このような記述が影響していることについて報告する。

講演2 教職課程・理科教育法を担当して

村石 幸正

教職課程の科目である、教職概論（教職の基礎）、理科教育法、理科教育の指導法、教育相談と進路指導、教職実践演習を担当している。中・高の理科教員の育成という立場から見てみると、大学入試を目指して小学校高学年の頃から受験問題を解くことを目的とした勉強をしてきた経験と教員とは何をする職業かという根本的な部分でのすれ違いを感じることもある。このようなことを中心に報告する。

講演3 生活科学としての放射線利用の学習

― 農業や食の安全と食品照射 ―

小林 泰彦

日本では以前から作物の品種改良やジャガイモの芽止めに放射線が用いられてきた。香辛料・ハーブ類や乾燥食品素材の照射殺菌も多く、多くの国で実用化され、食の安全に役立っている。特に最近、海外の植物検疫では、非加熱で品質劣化が少なく環境汚染につながる薬剤も使わない照射処理が急増している。今回は、安全で豊かな食生活と環境負荷の低減を両立させて持続可能な社会への変革を目指す実践的総合科学：生活科学の観点から放射線利用について考えてみたい。

講演4 福島に学ぶ、現実を見つめ、未来を切り拓く

コミュタン福島における放射線教育

佐々木 清

福島県環境創造センター交流棟（コミュタン福島）は、開館して3年を経過しようとしており、これまで約26万人の方々に来館していただいている。講演では、コミュタン福島の展示見学施設の中で、特に放射線に関する展示を中心に紹介する。また、コミュタン福島において、小中学校を対象に開発・実践してきた放射線に関する体験型研修を、実際に体験していただきながら、教材なども紹介する。さらに、放射線関係諸機関とコミュタン福島が連携した出前授業など、小中学校の放射線教育への支援活動についても紹介する。

第56回アイソトープ・放射線研究発表会における 放射線教育に関わる公開パネル討論の案内

日本アイソトープ協会主催の第56回アイソトープ・放射線研究発表会(7月3日～7月5日)において、放射線教育フォーラムが起案した放射線教育に関わるパネル討論が下記の通り開催される。同発表会の聴講には所定の参加費が必要であるが、このパネル討論は一般公開であることから、参加費は無料である。

テーマ：クルックス管を活用した中学校理科の放射線授業の展開

(副題：科学史から学ぶ放射線授業を目指して)

日時：令和元年7月5日(金) 9:15～11:15

会場：東京大学 一条ホール(弥生講堂)

概要：中学校理科の放射線授業は現状において3年次で行われているが、昨年の学習指導要領改訂によって、2年次の「電流とその利用」の単元でも、電流/真空放電/クルックス管に関連付けて実施されることとなった。2019年度に教科書の検定が予定され、2021年度から全面的に始まるその授業において、放射線防護の視点から、効果的な授業のための低エネルギー放射線を活用したクルックス管の取り扱いのガイドラインについて、専門家・教育関係者を交えて広く情報交換を実施し、魅力ある放射線授業の普及拡大を図ることを目的とする。

パネリスト：

- 1) 秋吉 優史 大阪府立大学
「教育現場における放射線安全管理体制の確立に向けた活動の紹介」
- 2) 小鍛冶 優 福井県永平寺町立比志北小学校
「放射線教育と中学校におけるクルックス管を使った授業」
- 3) 森 千鶴夫 名古屋大学名誉教授
「箔検電器によるクルックス管からのX線の測定」
- 4) 若松 巧倫 ケニス株式会社企画部
「理科実験向け冷陰極式クルックス管のX線発生に関する安全の取り組み」

座長：宮川 俊晴 NPO 法人放射線教育フォーラム

「第6回放射線教育に関する国際シンポジウム」(ISRE2020)開催の報告

開 催 日 2020 年 6 月 19 日（金）～21 日(日)
開催 場所 台湾高雄市 輔英科技大学國際會議場
開催世話人 台湾国家衛生研究院 生医工程與奈米医学研究所
所長 林峯輝教授

主テーマ Radiation Education and Radiation in Medical Science

第6回放射線教育に関する国際シンポジウム（ISRE2020）は、先のニュースレターでお知らせしましたように、開催日時は台湾の諸事情を考慮して、2020年12月から半年早い6月に、開催期間は3日間に決まりました。開催場所は、第4回国際シンポジウム（ISRE08）の開催地が台湾北部の国立清華大学（新竹市）で開催されたことを考慮して、今回は、台湾南部の私立輔英科技大学（ホエイカギダイガク 高雄市）で開催致します。当大学は、医学健康学部など4つの学部からなる大学です。また、高雄市は台湾南部に位置する直轄市で人口約277万の台湾第三の都市で、当地の平均最高気温（6月）は、31.6℃、平均最低気温は、28.5℃です。今回のシンポジウムの主催組織は、台湾国家衛生研究院（世話人 林峯輝教授）で、共催組織は、台湾輔英科技大学、台湾放射線医学会、台湾中原大学、NPO 法人放射線教育フォーラム、および台湾科学技部の5つの組織からなり、本シンポジウムの種々な面をサポートいたします。放射線教育フォーラムとしては、あくまでもシンポジウム開催の主体は台湾でありますので、この点を配慮しながら台湾からの要望を具現化できる支援をしたいと、考えております。下記に（ISRE2020）スケジュール表を記載しました。

(ISRE2020) スケジュール表

	午 前	午 後	
2020.6.19 (Fri)	12:20-15:20 到着 (成田空港-高雄空港)	16:00 チェックイン (ロイヤル ゴールド ホテル)	17:00-18:00 開会式 (輔英科技大) 18:00- 歓迎会
2020.6.20(Sat)	9:00-9:30 基調講演Ⅰ 9:30-12:10 招待講演	13:30-1400 基調講演Ⅱ 14:00-17:00 招待講演	18:00- ガラディナー
2020.6.21(Sun)	9:00-9:30 基調講演Ⅲ 9:30-10:50 招待講演 10:50 閉会式	12:00- 見学 台湾原子力発電所Ⅲ または、高雄市内観光	18:00- 送別会
2020.6.22(Mon)	9:55-14:15 出発 (高雄空港-成田空港)		

「放射線教育と医学における放射線」を主テーマとし、使用言語は英語、発表形式は、口頭発表とポスター発表（発表形式は現在のところ未定）です。講演要旨の提出締切りは2020年2月29日です。詳細はセカンダリーキュラーが届き次第、お知らせいたします。皆様方多数のご参加を期待しております。

(長谷川閑彦)

《会務報告》

日時	名称	開催場所	出席者/来場者
2019年3月3日(日)	2018年度第2回勉強会	東京慈恵会医科大学	49名
2019年3月15日(金)	2018年度第9回事務連絡会	フォーラム事務所	6名
2019年4月12日(金)	2019年度第1回事務連絡会	同上	7名
2019年4月22日(月)	2019年度第1回編集委員会	同上	8名
2019年5月10日(金)	2019年度第2回事務連絡会	同上	7名
2019年5月19日(日)	2019年度第1回教育課程検討委員会	同上	7名
2019年6月2日(日)	2019年度第1回理事会	同上	11名
2019年6月16日(日)	2019年度通常総会	東京慈恵会医科大学	名
同上	2019年度第1回勉強会	同上	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。

[原稿の送付先]

(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。

《「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。原則として投稿論文に含まれる図表は白黒とし、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が、カラーページの印刷費は、全額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》

関係各位のご協力のお蔭で無事NL No.74が皆様にお届けできる運びとなりましたことを嬉しく思います。NLはフォーラムの会員の機関紙であると同時にフォーラムの活動を外部に知らしめるPR紙でもあります。論文集ではありません。誰でもが手に取って楽しめるようなそんなコラムや放射線豆知識のようなコーナーも盛り込んでいきたいと考えて居ります。それには会員の皆様方のご協力が是非とも必要です。各分野いろいろな立場の方々のご意見、ご感想、話題提供を盛り込んでNLを充実させていきたいですね。どうかよろしくご協力ください。(堀内公子)

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)、
 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、大森佐典子
 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.74、2019年6月16日発行

