

「中学・高校教員のための原子炉実験・研修会」へ参加して

小田 明範^{1*}

Report on Participation in the "Nuclear Reactor Experiment and Training Workshop for Junior and Senior High School Teachers"

Akinori Oda^{*1}

This report deals experiences at "Nuclear Reactor Experiment and Training Workshop for Junior and Senior High School Teachers" held at Kinki University's Atomic Energy Research Institute on July 29-30 in 2025. This two-day program aimed to deepen participants' understanding of nuclear power and radiation through hands-on experiences. The workshop provided a valuable opportunity for teachers to gain firsthand knowledge and was composed of specialized lectures and practical experiments. The curriculum covered a wide range of topics related to nuclear energy and radiation, offering an in-depth, professional training experience.

キーワード：放射線の人体影響、放射線の多分野利用、霧箱実験、中性子ラジオグラフィ、原子炉臨界実験

Keywords：Multidisciplinary Applications of Radiation, Biological Effects of Radiation, Cloud Chamber Experiment,

Neutron Radiography, Reactor Criticality Experiment

1. 目的

本調査報告では、令和7年度に近畿大学原子力研究所で実施された「中学・高校教員のための原子炉実験・研修会」⁽¹⁾（7月29日・30日開催）への参加を通じて得られた知見と体験等をまとめた。

本研修は、原子力および放射線に関する知識を深め、その現場の実情を肌で感じる貴重な機会となった。報告者は今後の本科4、5年の講義等への展開により、学生の好奇心を喚起することを計画している。

2. 研修概要

研修は、原子力と放射線に関する多岐にわたる専門的な講義と実践的な実習で構成されており、合計2日間のコースであった。全国から報告者を含め16名の中学・高校教員が参加していた。日程やその実施内容を表1に示す。以下では、幾つかの項目の講義内容や実験内容を示す。

2.1 講義内容

2.1.1 原子炉の基礎

核燃料のウラン235と核分裂反応によるエネルギー発生について解説があった。原子核の質量欠損は結合エネルギーに相当し、核子あたりの結合は鉄で最大となる。核分裂連鎖反応は増倍率 k で示され、 $k=1$ が臨界状態である。遅

表1 実習のスケジュールや実施内容

2025年7月29日（火）1日目

時間	種別	内容
10:30-10:45	講義	開会挨拶、スケジュール説明、自己紹介
10:45-11:45	講義	放射線の基礎知識：種類・性質・単位・測定原理などを学ぶ
12:35-13:35	実習	霧箱の製作：放射線の飛跡を観察するための工作
13:45-15:15	実習	放射線の測定：線源距離・遮へい材・環境放射線などの測定
15:25-16:25	講義	放射線の利用：工業・医療・農業などでの応用
16:35-17:35	講義	放射線の人体への影響：生物影響と健康リスクの理解
17:35-18:00	意見交換	質疑応答・意見交換

2025年7月30日（水）2日目

時間	種別	内容
9:30-10:00	講義	保安教育：放射線管理区域への立ち入りに必要な注意事項
10:10-11:10	見学	原子炉見学：施設の特徴、安全性、発電用原子炉との違いを学ぶ
11:20-12:20	講義	原子炉の基礎：臨界、連鎖反応など原子炉のしくみを理解
13:20-15:20	実習	原子炉運転・空間線量率測定：制御棒の役割や周辺放射線量の測定体験
15:20-16:20	実習	中性子ラジオグラフィ：中性子とX線による透視画像の比較
16:20-16:50	修了式	質疑応答・修了式

発中性子が原子炉制御の鍵であり、制御棒で出力を調整する。熱中性子炉の原理、近大炉と発電用原子炉（BWR/PWR）の比較も紹介された。

2.1.2 放射線の基礎

放射線（高速粒子・短波長の電磁波）、放射能（放射線を出す能力）、放射性物質（放射能を持つ物質）の区別について説明があった。X線、 γ 線、 α 線、 β 線、中性子線など種類があり、それぞれ透過力が異なる。原子核の同位体が壊変することで放射線を放出し、その減衰は半減期で表される。ベクレル(Bq)、グレイ(Gy)、シーベルト(Sv)とい

¹ 生産工学教育部門 機械知能システム工学分野
〒866-8501 熊本県八代市平山新町 2627
Division of Mechanical and Intelligent Systems Engineering,
Faculty of Engineering
2627 Hirayama-Shinmachi, Yatsushiro-shi, Kumamoto, Japan 866-8501
* Corresponding author:
E-mail address: odaki@kumamoto-nct.ac.jp

った放射線や放射能の単位についても解説された。

2.1.3 放射線の利用

加速器、原子炉、RI 線源など多様な放射線源が紹介された。医療分野では X 線診断 (CT)、PET、がん治療 (陽子線・重粒子線、BNCT) に利用される。農業分野では品種改良、食品照射、害虫根絶、産業では非破壊検査、厚み・液面計などに、考古学では放射性炭素年代測定に応用され、現代文明に不可欠であると強調された。

2.1.4 放射線の人体への影響

吸収線量(Gy)、等価線量(Sv)、実効線量(Sv)の単位の定義の説明があった。物理的半減期と生物学的半減期の違いが解説され、トリチウムの β 線はエネルギーが低いことなどが説明された。放射線は DNA に損傷を与えるが、人体には DNA 修復機構や細胞・臓器レベルでの防御機構が存在する。影響は線量に依存し、胎児や子どもは放射線感受性が高いとされる。

2.2 実習内容

2.2.1 中性子ラジオグラフィ

X 線と異なる中性子の物質相互作用を利用した非破壊検査技術である。X 線が物質中の電子密度分布を見るのに対し、中性子は軽い元素 (特に水素) で大きく減衰され、重金属は透過しやすい特性を持つ。イメージングプレート



図1 中性子ラジオグラフィと X 線ラジオグラフィの比較

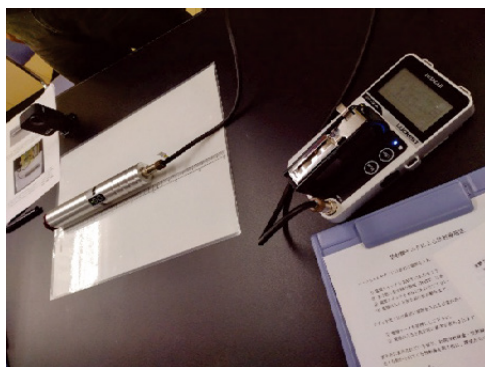


図2 放射線測定実習の様子

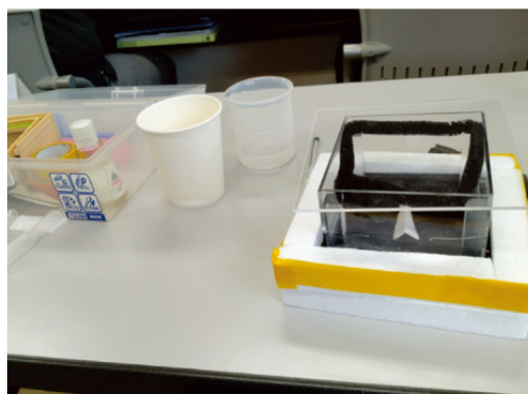


図3 霧箱キットを利用した霧箱製作

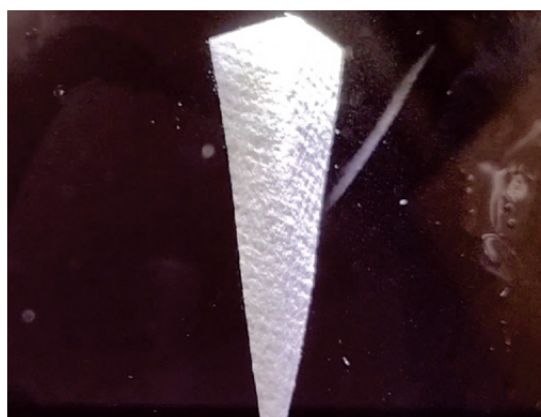


図4 霧箱による放射線の飛跡の観察

(IP) システムは高感度、広範囲測定、デジタル情報化が可能である。原子炉中性子源が高強度で最適であり、航空機、自動車、文化財など幅広い分野に応用される。

図1は上部の物体に中性子線、および X 線を照射した場合のラジオグラフィを示す。透視画像に大きな差異があり、非常に興味深い。

2.2.2 放射線の測定

環境中の自然放射線量や食品、人体中に含まれる放射性物質による被ばく量について学習し、日常生活における放射線被ばくの現状を把握した。また、幾つかの放射線測定器で放射線の測定実習を行った。図2に、放射線測定実習の様子を示す。

2.2.3 霧箱の製作と放射線の飛跡観察実習

霧箱は、過冷却状態のアルコール蒸気中で放射線が空気分子を電離させ、そのイオンを核としてアルコール液滴が形成されることで、放射線の飛行機雲のような白い筋 (飛跡) を目に見える形にする装置である。

本実習では参加者各自に霧箱キットが配布され、初めに霧箱を製作した (図3参照)。その後、コンクリートに含まれるトリウムやウランから生じるラドンとその娘核種からの α 線を観察した。図4に霧箱による放射線の飛跡を示す。コンクリートの囲まれた倉庫で、ダストサンプラーにより集塵された濾紙を図の中央部に示す。濾紙の右側上部

の白い線が、飛跡を示す。

原子核レベルのミクロな現象を直接観察し、そのエネルギーが宇宙創成や超新星爆発に由来する「星のエネルギー」であるという考察に触れることができた。

2.2.4 原子炉の臨界実習

近畿大学炉 (UTR-KINKI) を用いた臨界実験に参加した。UTR-KINKI は熱出力 1W の教育研究用原子炉であり、中性子線源の挿入は所員が人力で行なっていた。アナログ表示の制御パネルが印象に残った。報告者も制御棒を駆動させ、原子炉の臨界を経験できた。九州大学の大学院修士 1 年の学生として、京都大学原子炉実験所 (KUCA) で参加して以来の 2 回目の経験であった。

3. 参加所感や今後の授業への利用

研修は、最先端技術に触れる貴重な機会だった。特に、光が物質に変わる「電子対生成」や PET 検査での陽電子利用など、SF 的な技術が医療で実用化されている事実に感銘を受けた。また、中性子ラジオグラフィが加速器利用で身近になる期待や、約 40 年ぶりの臨界実験参加も感慨深かった。質疑応答ではエネルギー政策の多角的な視点や、放射線治療の未来の可能性に触れ、科学と生活の密接な関わりを実感した。

今回の研修で得た知見を、後期開講の熊本高専 4 年「応用物理」の授業に反映させたい。配布資料を活用し、中性子ラジオグラフィの原理と応用、電子対生成といった放射線の基礎、PET など身近な医療利用、人体への影響とリスク・ベネフィットについて講義する。これにより、最先端技術が生活に直結していると学生に実感させ、好奇心を喚起し、科学を社会の中で捉える視点を育む授業を目指す。

謝辞

本研修の企画・運営にご尽力いただいた近畿大学原子力研究所の皆様深く感謝申し上げます。また、本研修への参加に際し、宿泊費および旅費の支援を賜りました一般社団法人日本原子力産業協会及び電気事業連合会のご厚意に心より感謝申し上げます。

(令和 7 年 10 月 7 日受付)

(令和 7 年 10 月 27 日受理)

参考文献

-
- (1) 近畿大学原子力研究所：「2025 年度 中学・高校教員のための原子炉実験・研修会 授業に活かせる「原子炉を用いたエネルギー・放射線体験講習」，近畿大学原子力研究所研修会案内，
https://www.kindai.ac.jp/rd/research-center/aeri/guide/workshop/reactor_experiment/，(2025.8.24 閲覧)。