

原子力技術セミナー
放射線基礎教育コースの開催 2014
(受託事業)

Basic Radiation Knowledge for School Education Course
— Nuclear Technology Seminar 2014 —
(Contract Program)

渡部 陽子 新井 信義 澤田 誠 金井塚 清一
嶋田 麻由香 石川 智美 中村 和幸

Yoko WATANABE, Nobuyoshi ARAI, Makoto SAWADA, Seiichi KANAIZUKA
Mayuka SHIMADA, Tomomi ISHIKAWA and Kazuyuki NAKAMURA

原子力人材育成センター
Nuclear Human Resource Development Center

November 2015

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Review

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究連携成果展開部 研究成果管理課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方 2 番地4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Institutional Repository Section,
Intellectual Resources Management and R&D Collaboration Department,
Japan Atomic Energy Agency.
2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

原子力技術セミナー
放射線基礎教育コースの開催 2014
(受託事業)

日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター
渡部 陽子、新井 信義、澤田 誠
金井塚 清一^{※1}、嶋田 麻由香^{※2}、石川 智美^{※3}、中村 和幸

(2015 年 9 月 3 日 受理)

日本原子力研究開発機構では、原子力発電の導入計画を進めているアジア諸国における原子力技術の平和利用を目的とした人材育成の一環として、特定の分野に精通した技術者や専門家を増やすための「原子力技術セミナー」を実施している。東京電力（株）福島第一原子力発電所事故以降、これらアジア諸国において放射線に関する正しい知識を普及する要望が高まったことを踏まえ、2012 年度に原子力技術セミナーの中に新たに「放射線基礎教育コース」を立ち上げた。本コースは、2014 年度で 3 回目の実施となり、アジア 8 か国から 15 名の研修生が参加した。

2014 年度のコースでは、これまでの研修生からのアンケートを基にカリキュラムを再構成し、国際交流と放射線基礎実習を兼ね備えた「高校生との合同実習」を新たに企画した。その他、本コースで使用する放射線学習資料の作成等の新たな試みを行った。本報では、これらの新たな試みについて詳細に記載すると共に、今後、原子力人材育成事業を効果的に実施するため、本コースの準備、開催状況及び評価についても報告する。

本報告書は、文部科学省からの委託を受けて 2014 年度に実施した「放射線利用技術等国際交流（講師育成）」事業の成果の一部についてまとめたものである。

原子力科学研究所：〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方 2-4

※1 特定課題推進員

※2 派遣職員（株式会社パソナ）

※3 派遣職員（株式会社トータル・サポート・システム）

Basic Radiation Knowledge for School Education Course
—Nuclear Technology Seminar 2014—
(Contract Program)

Yoko WATANABE, Nobuyoshi ARAI, Makoto SAWADA, Seiichi KANAIZUKA^{※1},
Mayuka SHIMADA^{※2}, Tomomi ISHIKAWA^{※3} and Kazuyuki NAKAMURA

Nuclear Human Resource Development Center,
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received September 3, 2015)

Japan Atomic Energy Agency has conducted Nuclear Technology Seminar for Asian countries which plan to introduce nuclear power plant in future, in order to increase the number of engineers and specialists in nuclear related field. The Nuclear Technology Seminar on the Basic Radiation Knowledge for School Education Course was launched in 2012 due to increased recognition of the dissemination of the basic knowledge of radiation in public and education sectors as an important issue in the aftermath of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident in 2011. It was the third time to conduct this course and fifteen trainees from eight Asian countries participated in 2014.

In response to the requests of past participants, a new exercise “Joint experiment with high school students” was introduced from 2014 to provide an international learning experience for the course participants and the local Japanese students by jointly conducting radiation related exercises. A new learning material was also developed in 2014 to help participants to study the basics of radiation in English. All the course activities including the details of preparatory process and course evaluation were described in this report.

Keywords: Instructor Training Program, Nuclear Technology Seminar, Asian Countries, Radiation Education, Basics of Radiation, School Education

This training course was performed as part of Instructor Training Program (ITP) under budgetary activity of fiscal year of 2014 by Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan.

※1 Special Topic Engineer

※2 Contract Worker (Pasona Inc.)

※3 Contract Worker (Total Support Systems Corp.)

目 次

1. はじめに	1
2. 開催準備	1
2.1 研修生の募集	1
2.2 研修生の選考	1
2.3 教材の作成	2
3. コース開催状況	2
3.1 研修生	2
3.2 開講日	3
3.3 カリキュラム	4
3.3.1 講義	4
3.3.2 実習	10
3.3.3 施設見学	18
3.3.4 討論	19
3.4 閉講日	22
3.5 コース評価	22
3.6 教材の反響	28
3.7 その他	28
4. おわりに	28
謝辞	29
参考文献	29
付録 1 担当者一覧	30
付録 2 開催準備スケジュール	32
付録 3 カリキュラム	33
付録 4 開講日スケジュール	35
付録 5 合同実習スケジュール	36
付録 6 施設見学案内（例）	37
付録 7 閉講日スケジュール	38

Contents

1. Introduction	1
2. Preparatory Process	1
2.1 Application for the Course	1
2.2 Selection of Participants	1
2.3 Teaching Material in English	2
3. Course	2
3.1 Participants	2
3.2 Opening Day	3
3.3 Curriculum	4
3.3.1 Lectures	4
3.3.2 Experiments	10
3.3.3 Facility Tours	18
3.3.4 Discussion	19
3.4 Closing Day	22
3.5 Course Evaluation	22
3.6 Evaluation of the Teaching Material	28
3.7 Others	28
4. Conclusion	28
Acknowledgement	29
References	29
Appendix 1 Member List of the Course	30
Appendix 2 Schedule for Preparatory Arrangement	32
Appendix 3 Curriculum	33
Appendix 4 Schedule for Opening Day	35
Appendix 5 Schedule for Experiment 2	36
Appendix 6 Schedule for Facility Tour (Example)	37
Appendix 7 Schedule for Closing Day	38

1. はじめに

旧独立行政法人（現国立研究開発法人）日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）の原子力人材育成センター（以下、人材育成センター）では、文部科学省の委託事業「放射線利用技術等国際交流（講師育成）」（旧「国際原子力安全交流対策（講師育成）」）事業を受託し、原子力発電の導入計画が進められているアジア諸国に対して人材育成を 1996 年度より行っている¹⁾。この講師育成事業は、主として 1) 講師育成研修、2) フォローアップ研修、3) 原子力技術セミナーで構成されており、これまで原子力技術者（専門家）の人材育成を中心に行ってきた。しかし、東京電力株式会社福島第一原子力発電所での事故（以下、東電（株）福島第一原発事故）以降、アジア諸国でも一般の人々を対象とした放射線基礎教育が重要と言う認識が高まった。そのため、原子力技術セミナーの中で、学校教育を受けている若い世代及び一般の人々への放射線基礎知識の普及を行う人材育成を目的とした「放射線基礎教育コース」を 2012 年度に立ち上げた。本コースは、2014 年度で 3 回目の実施となり、2014 年 11 月 10 日より 2 週間の日程で原子力機構人材育成センターにおいて行われたコースにアジア 8 か国から計 15 名の研修生が参加した。

研修カリキュラムは、放射線から原子炉や廃棄物に至るまでの基礎知識を学ぶ「講義」、教育現場で実践可能な実験を学ぶ「実習」、原子力関連施設・機関を訪れる「施設見学」、放射線基礎知識の普及について議論する「討論」の 4 項目で構成した。

これまでの研修生からのアンケートに「日本の放射線教育の現場を見てみたかった」とのご意見が複数有ったことから、2014 年度は、国際交流と放射線基礎実習を兼ね備えた「高校生との合同実習」を新たに企画した。また、基礎知識を一通り学んだコース後半にグループ討論の時間を設け、各グループにメンターを配置することで、各国の研修生が放射線教育の普及についてより深い議論ができる場を設けた。その他、本コースで使用する放射線基礎教育用資料を作成するなど、新たな試みを行った。

本報では、これらの新たな試みについて詳細に記載すると共に、今後、原子力人材育成事業を効果的に実施するため、本コースの準備、開催状況及び評価についても報告する。

2. 開催準備

2.1 研修生の募集

本コースでは、対象国をアジア 10 か国（バングラデシュ、インドネシア、カザフスタン、フィリピン、スリランカ、トルコ、マレーシア、モンゴル、タイ、ベトナム）とし、応募書類を送付した。このうち、スリランカ及びトルコへは、2014 年度に初めて研修生の募集を行った。募集の結果、フィリピンを除く 9 か国の原子力機関や大学等より計 33 名の応募があった。

2.2 研修生の選考

研修生の選考は、コース関係者 5 名が各候補者を 3 段階で採点する形式で行い、各国において平均点が高い候補者から順に合格とした（各国から必ず 1 名以上の研修生を受け入れる方針とした）。選考の際は、日本で学んだ知識を各国で広める立場にあること（教育や広報等の業務に携わっていること）、放射線に関して深い知識を有さない広報担当者等であること、を選抜基準の一つ

とした。結果、応募のあった 9 か国より計 16 名を選考した。性別は選考の際には考慮しなかったが、結果として男女 1 対 1 の割合となった。

2.3 教材の作成

本コースでは、アジア諸国にて放射線に関する正しい知識を教育し、放射線や原子力に対する不安感や抵抗感を和らげることを目的としている。そのため、本コースにおいて、より分かりやすい講義が行えること、また、海外の人々が学べる教材を提供し国際的な原子力の人材育成に貢献することを主旨とし、英語版の中学生用放射線学習資料「みんなで学ぼう 放射線の基礎 (Let's Start Learning Radiation)」²⁾ を作成した。これは、文部科学省が 2011 年 10 月に発行した「中学生のための放射線副読本 (生徒用)」³⁾ 及びこの副読本の内容を分かり易く解説するための「中学生のための放射線副読本 解説編 (教師用)」⁴⁾ を参考として作成したものであり、同様に生徒用及び教師用の教材に分けて作成した。

生徒用の教材では、自然界に存在する放射線・放射性物質、原子の構成、放射線の種類と特徴などを紹介し、また、放射線防護について放射線測定器や外部被ばく、内部被ばくの違い、放射線の人体への影響、さらに、医療・産業などで利用されている放射線について図などを用いて分かり易く解説した。教師用教材では、これら生徒用教材で取り上げた、放射線を理解する上で必要な基礎的な項目をさらに例を増やし詳しく説明した。

3. コース開催状況

3.1 研修生

1) 国籍等

研修生は、バングラデシュ 1 名、インドネシア 1 名、カザフスタン 1 名、スリランカ 2 名、マレーシア 2 名、モンゴル 2 名、タイ 3 名、ベトナム 3 名の合計 15 名を受け入れた。トルコの研修生が直前の体調不良により参加不可となったため、計 8 か国からの参加となった。そのため、性別の内訳は男性 8 名女性 7 名となった。

年齢の分布を図 3.1-1 に示す。研修生は 30～40 代の中堅者層が主であったが、20 代の研修生も 3 名参加した。また、放射線基礎知識を有する者が 6 名、無い者が 9 名であった (図 3.1-2)。

2) 職種

研修生は、自国で教育や広報業務に携わっていることを基準として選考しているため、図 3.1-3 に示すように、広報や教育、研修に携わる者が主となった。教育関係 (事務) 3 名は、全て政府機関で中学校等のカリキュラム開発を担当していた。また、教育関係 (講師) は大学の講師、研修担当は原子力関係機関の研修担当者であった。

3) 宿泊施設・交通機関

全ての研修生は、11 月 9 日に茨城県ひたちなか市内の宿泊施設に到着し、滞在中の必要事項や安全上の注意点等の説明を受けた。長期滞在 (6-8 週間) となるコースでは、原子力機構の国際寮を利用しているが、本コースでは研修期間が 2 週間と短いことから、宿泊施設は交通の便の良

い場所を選定した。研修生は、基本的に勝田駅～東海駅間は公共交通機関を、東海駅～原子力機構間は原子力機構のバスを利用した。

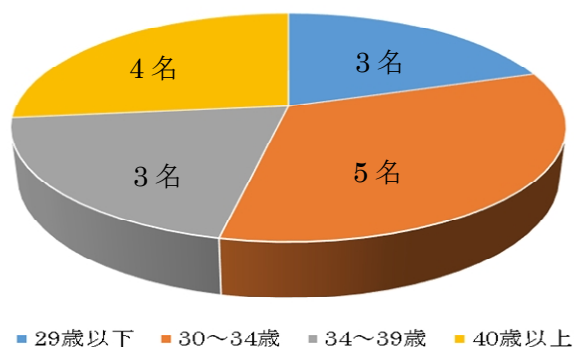


図 3.1-1 研修生の年齢分布

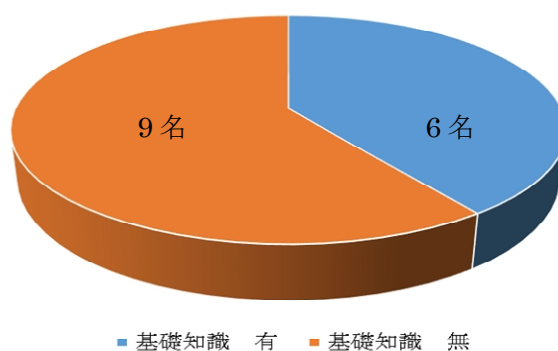


図 3.1-2 研修生の放射線基礎知識の有無

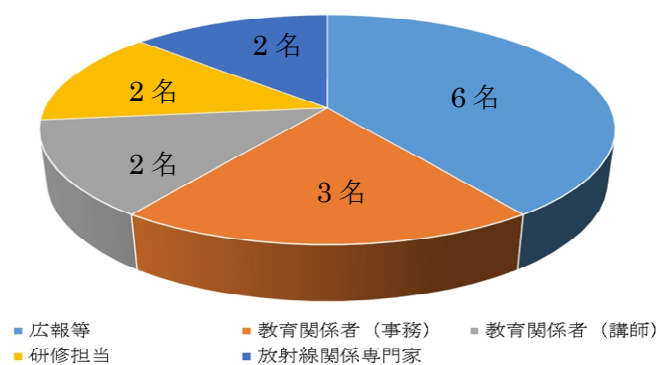


図 3.1-3 研修生の職種

3.2 開講日

2014年11月10日に原子力機構人材育成センターにおいて開講式を行った（写真3-1）。その後、コースガイダンスにてカリキュラムの詳細について説明を行った。また、アジアにおける人材育成と言うタイトルで、「放射線利用技術等国際交流（講師育成）」事業やその他、人材育成

センターが人材育成ネットワーク等を通じてこれまで行ってきた国際的な活動について説明した（図 3.2）。

開講日の昼食は構内食堂を利用したが、宗教上の理由から食べ物に制限がある研修生がおり、翌日からは弁当を持参する者が増えた。

午後は、各国の研修生がカントリーレポートとして、「自国における中学校や高校での放射線教育状況」、「一般公衆に対する放射線基礎知識の普及状況」及び事前配布した「放射線基礎教育資料⁴」の感想」の3つの話題について発表した。

夕方からは歓迎会を行い、研修生は人材育成センター関係者や講師及び研修生同士との親睦を深めた。（開講日のスケジュールは付録4参照）

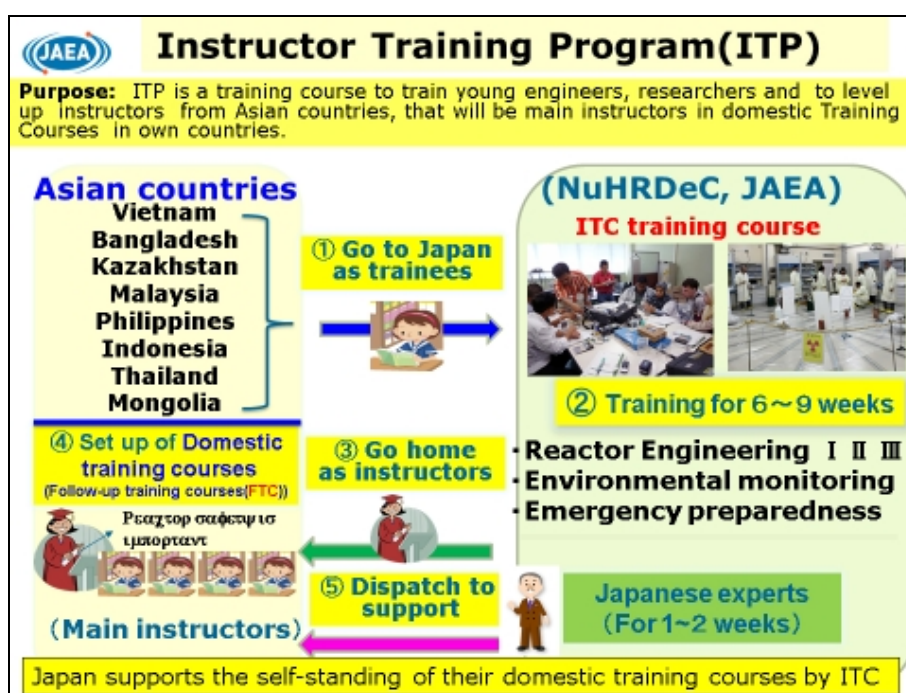


図 3.2 アジアにおける人材育成 説明資料（一部抜粋）

3.3 カリキュラム

3.3.1 講義

1) 放射線の基礎と防護

放射性物質と放射能などの言葉の定義、放射線測定等で使用する単位であるベクレル、シーベルト、グレイの定義、日常生活で受ける自然放射線や医療放射線量等、基礎的な内容について図や写真等を用いながら説明した。また、外部被ばく及び内部被ばくの定義や防護の原則についても詳しく説明した。身近な放射線の利用例として、放射線の農業・産業分野での利用についても紹介した（図 3.3.1-1）。

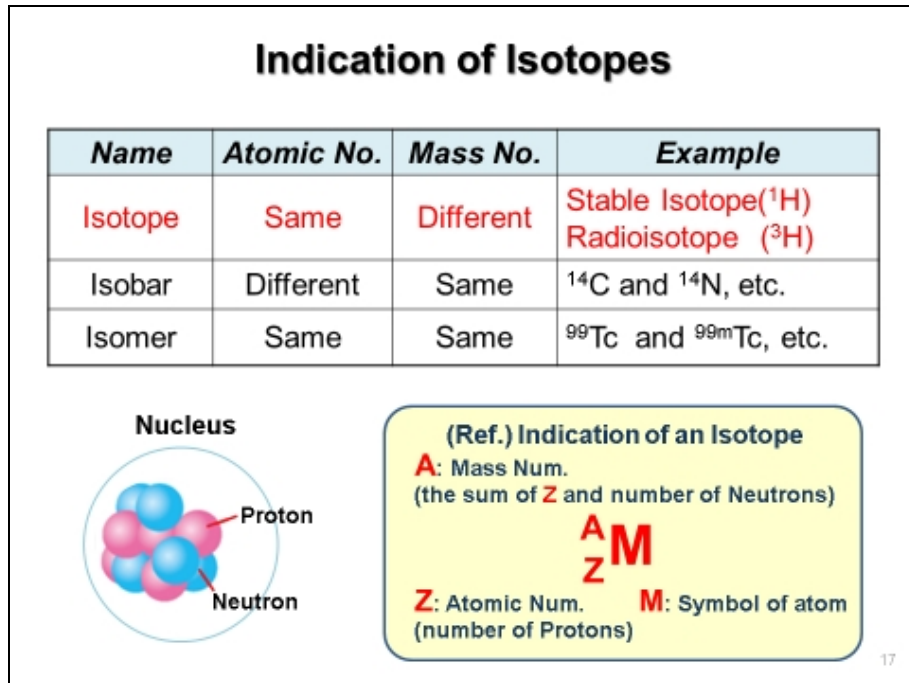


図 3.3.1-1 放射線の基礎と防護 講義資料（一部抜粋）

2) 放射線の人体への影響

放射線の人体影響は直接または間接作用による DNA の損傷によって起きることを説明した後、DNA の損傷や修復のメカニズムを図や写真を用いて説明した（写真 3-2）。また、小腸や造血臓器のような細胞分裂の頻度が高い臓器は放射線感受性の高いことや、放射線被ばく後の人体影響の種類や影響が表れる放射線量及び時期についても詳細に説明した（図 3.3.1-2）。

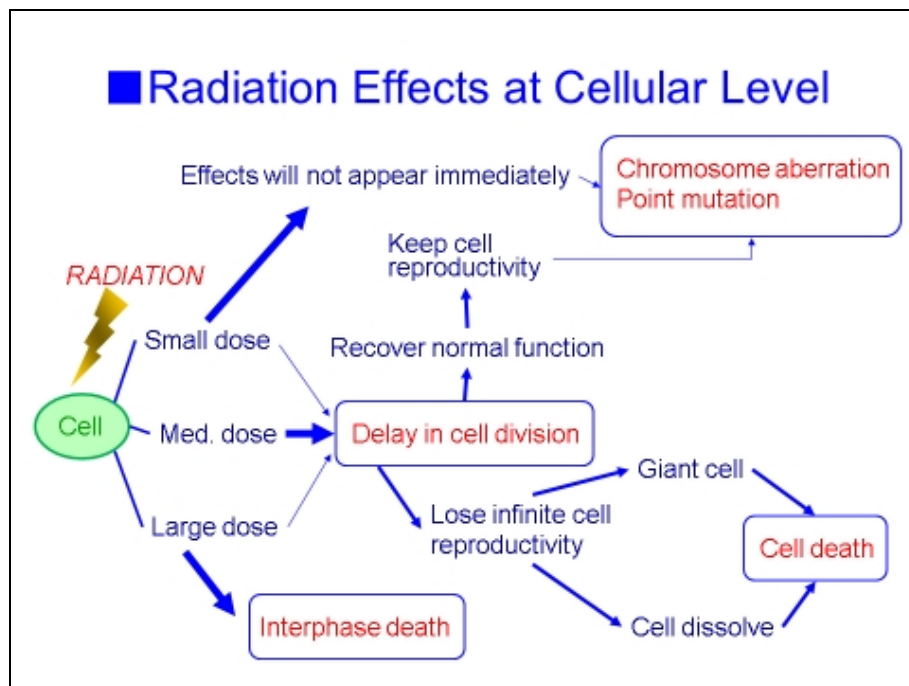


図 3.3.1-2 放射線の人体への影響 講義資料（一部抜粋）

3) 高校生への放射線教育

原子力をはじめとした科学技術と社会とのコミュニケーションにおいて、社会の見方や心理が科学技術の受容とどう関係するのかについて説明した。相互の情報共有から社会受容に至るステップで、科学や教育に携わる者が実践すべきコミュニケーションの要点を解説した。その後、原子力機構が高校への出張授業で実際に行っている、「エネルギーと環境、そして放射性廃棄物の安全への取組み」の講義について紹介した（図 3.3.1-3）。

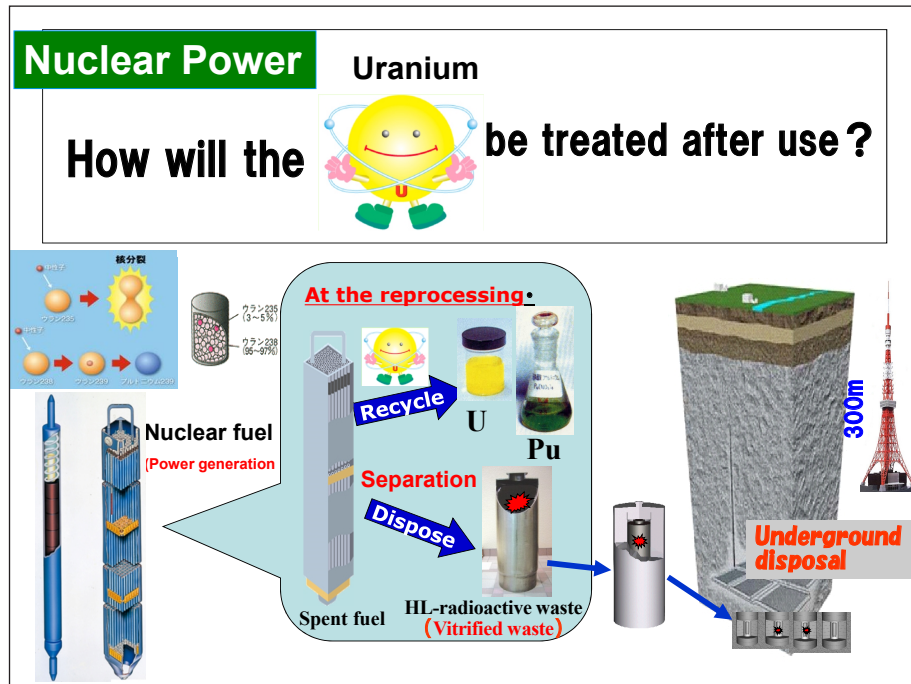


図 3.3.1-3 高校生への放射線教育 講義資料（一部抜粋）

4) 原子力エネルギーの社会への貢献及び原子炉の仕組み

化石燃料に頼った発電を続けているため地球温暖化が進んでいること及び原子力発電と他のエネルギー源の特徴を説明した。また、原子力発電を推進しているフランスでは、近隣諸国に電力を輸出していることも説明した。

原子炉の概要について原子炉中の反応、核分裂反応の仕組み、核分裂での発生エネルギー、核分裂連鎖反応とはどのようなものか等、基本的な物理現象を説明した（図 3.3.1-4）。

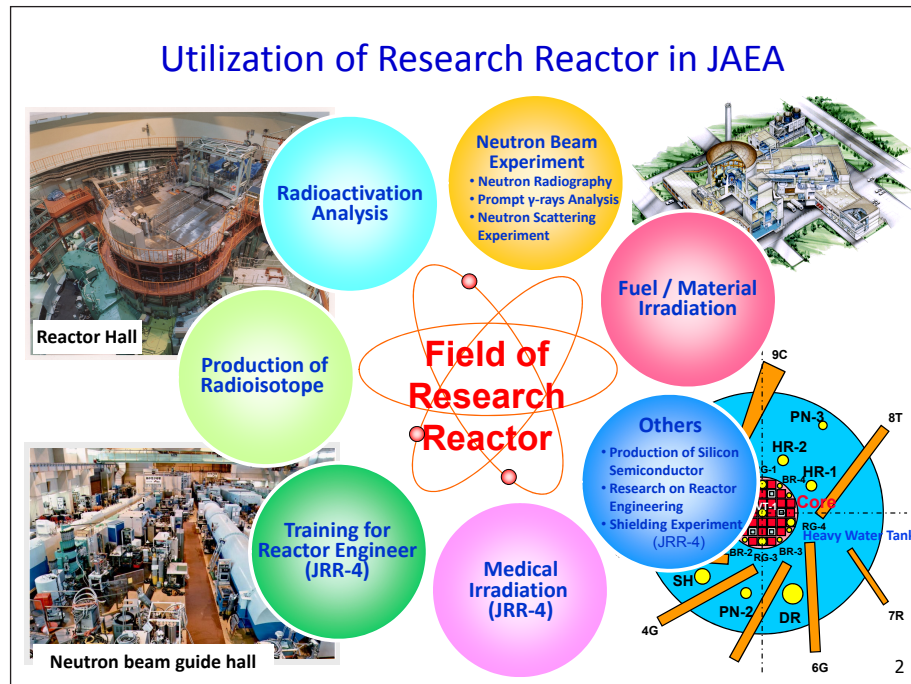


図 3.3.1-4 原子力エネルギーの社会への貢献及び原子炉の仕組み 講義資料（一部抜粋）

5) 緊急被ばく医療の概要

講義は、放射線医学総合研究所の施設見学に合わせて現地の講義室で行った。放射線事故の定義及び他の事故との違い並びに過去の重大な放射線事故と治療例について説明した。また、東電（株）福島第一原発事故における放射線作業従事者の被ばく管理等について現状と経験を説明した（図 3.3.1-5）。

Definition of radiation accident

An unintentional exposure to ionizing radiation and/or radioactive contamination, resulting in possible deleterious effects on the exposed individuals.

History of Radiation Exposure

1895 Discovery of X-rays (Roentgen)
1896 Discovery of radioactivity (Becquerel)
1896 An erythema on abdomen (Becquerel)

32

図 3.3.1-5 緊急被ばく医療の概要 講義資料（一部抜粋）

6) パブリックインフォメーション

原子力に対する公衆の理解（以下、PA）を得るために有効な活動について、シンポジウムや戸別訪問、学校でのアウトリーチ活動や公衆へのアンケート結果などの事例を紹介しながら説明した（図 3.3.1-6）。また、PA 活動を行うためのアプローチとして、言葉を選んで説明することや相手の立場を考えて話すことの重要性について説明した。

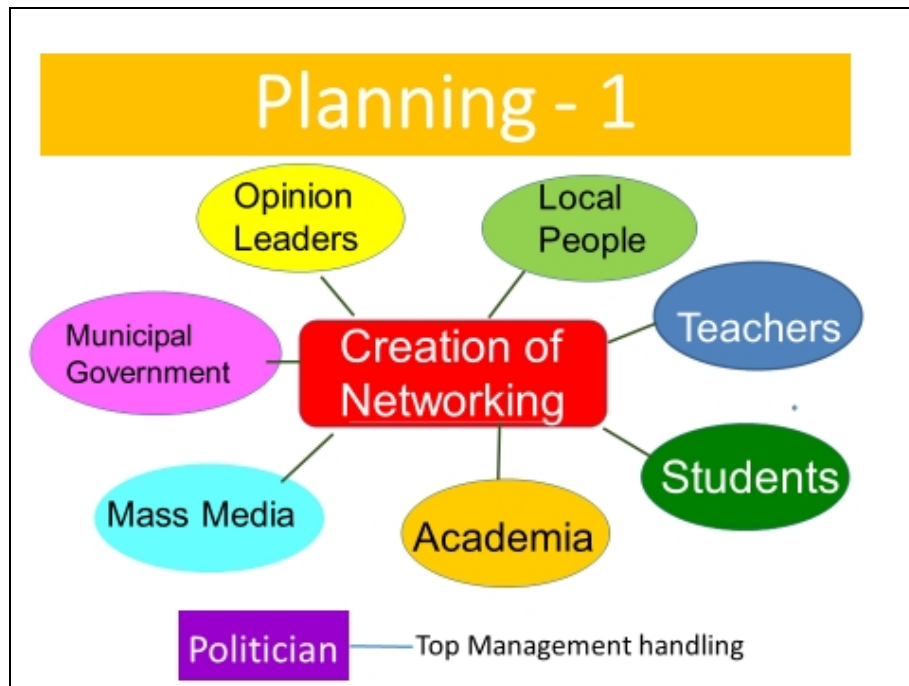


図 3.3.1-6 パブリックインフォメーション 講義資料（一部抜粋）

7) メディアトレーニング

脳内における情報の認識の仕方について図や身近な例え話を用いて説明した。また、メディアへの対応として、必要な情報の収集のポイントや記者発表を行う上での留意点、記者発表後のメディア対応の重要性について解説した（図 3.3.1-7）。また、研修生一人ひとりが、実際に記者発表を模擬した壇上に立ち、ビデオカメラを使ったメディアトレーニングも行った（写真 3-3）。

7.1 Points of view of the Effective Media Communication

Verbal Communication

- Simple language in the message

Non-Verbal Communication

- Dress, facial expression, Atmosphere

31

図 3.3.1-7 メディアトレーニング 講義資料（一部抜粋）

8) 放射性廃棄物の管理

放射性廃棄物の管理について、問題となる放射性核種の起源、管理の目的と原則、分別の考え方、処理方法の原理について図や写真を用いて詳しい説明を行った。また、最終処分概念とその要件、生活廃棄物や産業廃棄物と放射性廃棄物の相違点と類似点等について説明すると共に、実際の放射性廃棄物処理工程を、動画を用いて説明した（図 3.3.1-8）。



図 3.3.1-8 放射性廃棄物の管理 講義資料（一部抜粋）

9) 東電（株）福島第一原発事故の概要と被ばく状況及び得られた教訓

事故原因の分析として、東電（株）福島第一原発、福島第二原発及び東北電力株式会社女川原子力発電所の設計の違い並びに東北地方太平洋沖地震後の状況を比較説明した（図 3.3.1-9）。また、東電（株）福島第一原発事故以降、安全対策強化の一環として各発電所において進められている「津波対策」、「冷却水の確保対策」、「電源確保対策」について紹介した。その他、発電所の放射線作業員の被ばく状況、住民及び子供に対する健康への影響評価、更には食品に対する放射能規制新基準の内容も紹介した。

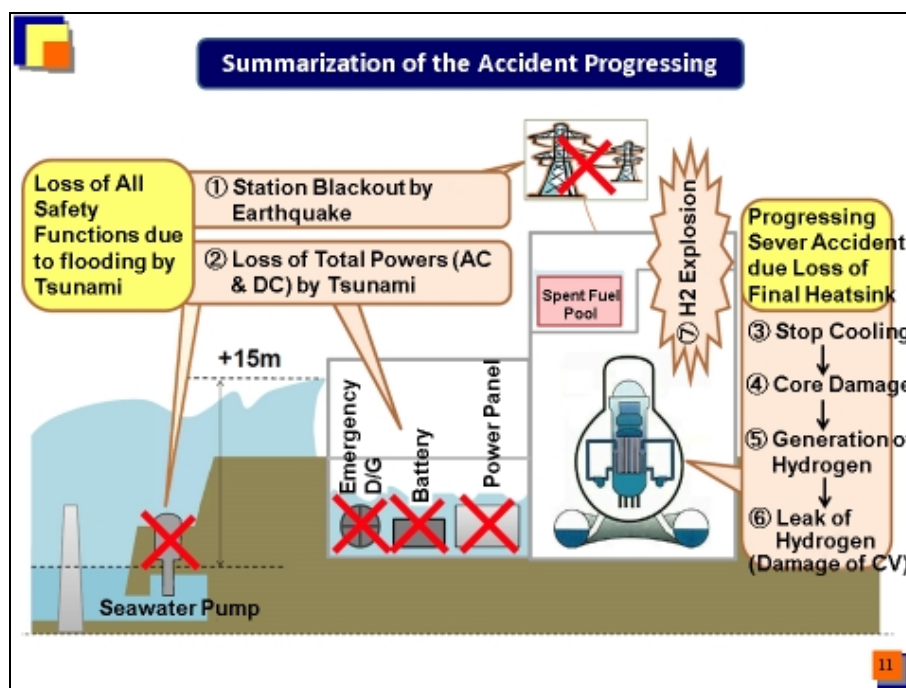


図 3.3.1-9 東電（株）福島第一原発事故の概要と被ばく状況及び得られた教訓 講義資料（一部抜粋）

3.3.2 実習

1) 霧箱の原理とキット製作・観察

放射線の軌跡を観察できる学習教材である霧箱を用いて実習を行った（図 3.3.2-1）。まず、研修生は霧箱の歴史や原理について説明を受けた後、各自アルファ線、ベータ線、ガンマ線の軌跡の形状を予測した。その後、研修生は、講師の実演を見ながら、一人ひとりに配布された霧箱作成キットを組み立てた（図 3.3.2-2）。簡単に組み立てられるキットではあるが、間違えると軌跡を見られなくなるため、ステップ毎に講師らが進捗状況を確認しながら作成した（写真 3-4）。

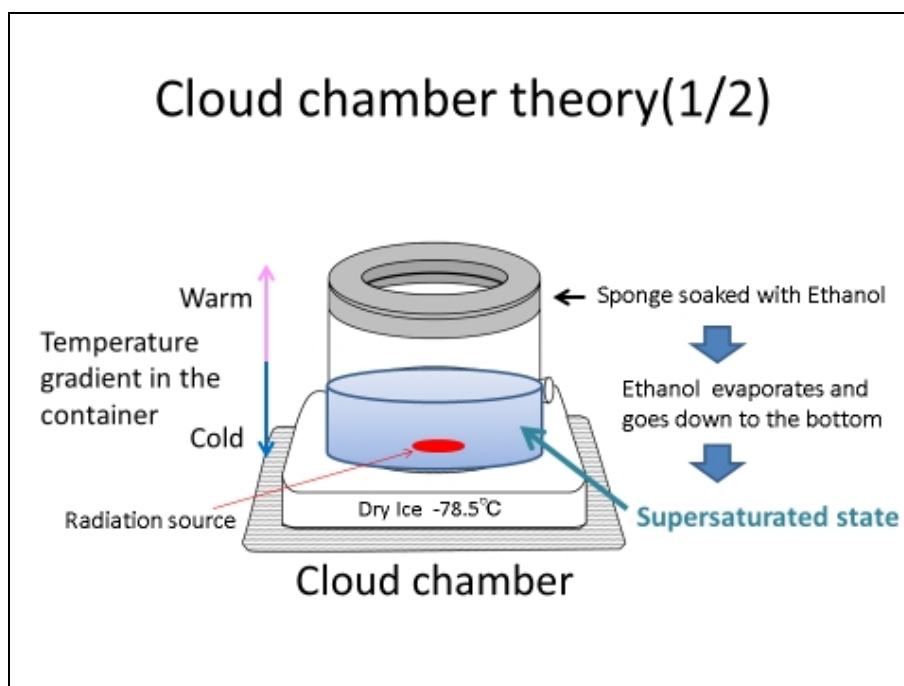


図 3.3.2-1 霧箱製作 説明資料（一部抜粋）

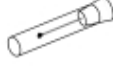
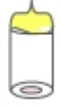
List of Parts in Kit			
 Container	 Aluminum Adhesive Tape	 Airtight Pad	 Aluminum Sheet for Bottom Cover
 Pad Holding Piano Wire	 Stopcock	 Container for Radiation Source	 Pipette inc. alcohol
 Pocket Light	 Plate	 Working Gloves	 Scissors
 Marker Pen	 Mantle Bottle		

図 3.3.2-2 霧箱の原理 説明資料（一部抜粋）

完成後、ドライアイスの上にキットを乗せ、部屋を暗くして懐中電灯で霧箱を照らすことで、ウラン鉱石から放出された放射線の軌跡を観察することができた。また、トリウムの娘核種から放出された放射線の軌跡との違いも観察した。軌跡を観察した後には、結果と予測を比較し議論をした。この実習では、研修生が完成した霧箱を自国の教育現場で使用することも含めた指導を行った。

2) 簡易放射線測定器・GM サーベイメータを用いた放射線測定（高校生との合同実習）

本実習は、過去の研修生より、原子力機構の放射線基礎教育の現場を体験してみたかったという意見が多数有ったことから、初めて企画した。本コースの研修生の多くは自国で放射線基礎について教える立場にいるため、今回の教育対象である高校生との合同実習は、とても良い機会であると考えた。また、本実習は研修生にとっても、原子力機構以外の一般の日本人と交流を持てる貴重な機会となった。

今回は、茨城県立水戸第二高等学校（以下、水戸二高）のスーパーサイエンスクラスの教師（2名）及び生徒（35名）に協力を得た。水戸二高からは、生徒が国際交流と放射線実習を同時に体験できる良い機会と言うことで、前向きに参加頂けた。授業の都合上、高校生の参加が12時半からになるため、昼食から始めることにした。

ーランチディスカッション

初めに、国際交流を深めてもらうことを目的として、研修生2～3名及び高校生5名を1グループ（計7グループ）とし、昼食を一緒に取りながら親睦を深めた。各グループには、進行役として原子力機構関係者または水戸二高の教師1～2名が同席した。

ー全体説明等

高校生には放射線基礎知識が無いことを前提として、本実習の目的や放射線の性質及び身近にある放射線について全体説明を行った（図3.3.2-3、写真3-5）。実習は、ランチディスカッションと同じグループで行った。合計50名と多数となることから、二つの実習に別れて1時間交代で行った。

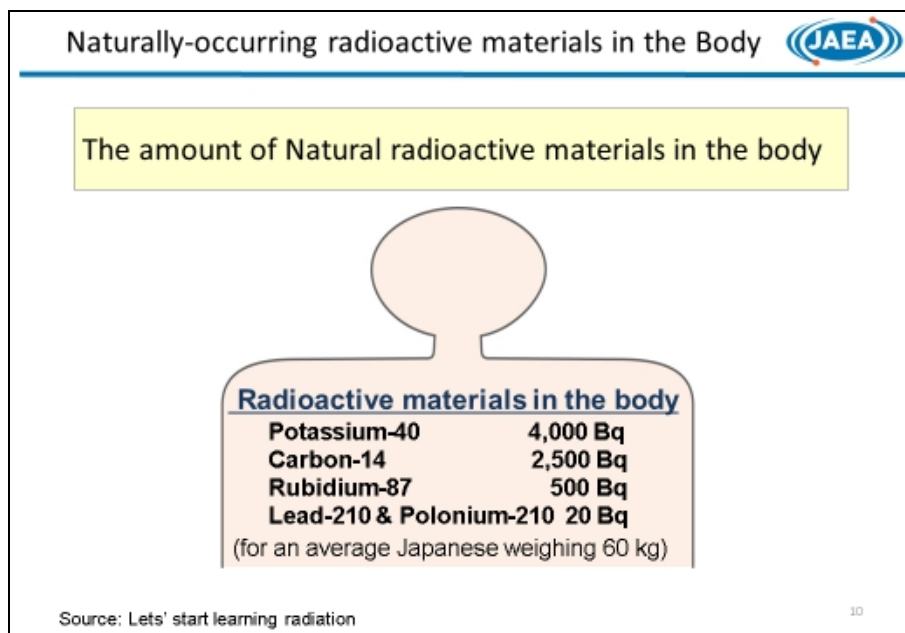


図 3.3.2-3 高校生との合同実習 全体説明資料（一部抜粋）

ー簡易放射線測定器を用いた放射線測定

簡易放射線測定器を用いて、放射線の性質を理解するための実習を行った。この実習では、自然界の放射線、距離と放射線量の関係、遮へいの材質及び厚みと放射線量の関係を学ぶことを目的とした（図 3.3.2-4）。グループ毎に結果を予測した上で測定を行い、測定後には結果と予測の比較及び討論を行った（写真 3-6）。その後、詳しい解説を行った。

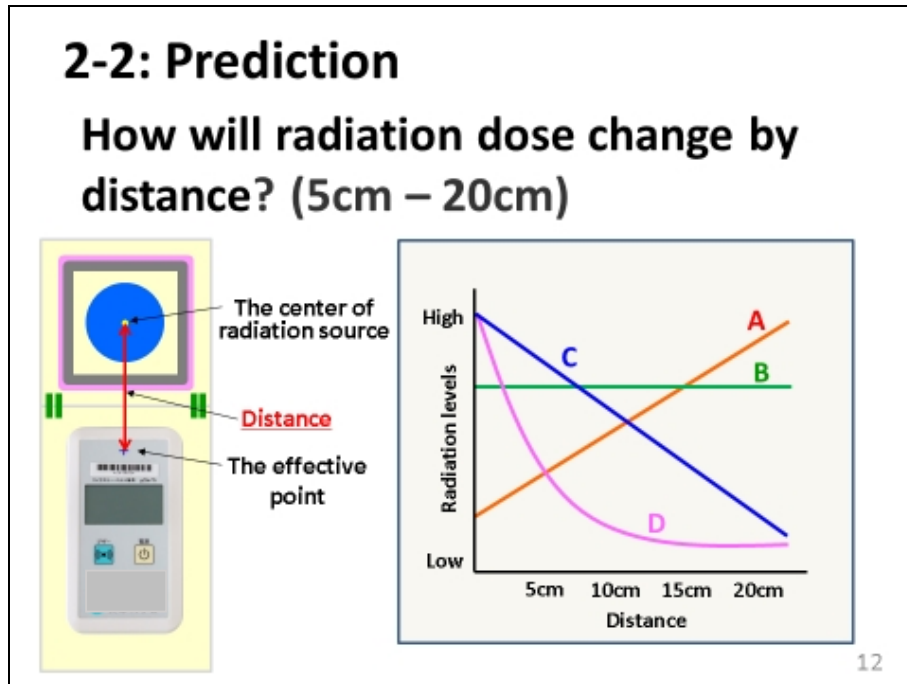


図 3.3.2-4 簡易放射線測定器を用いた放射線測定 説明資料（一部抜粋）

ーGM 計数管式サーベイメータを用いた放射線測定

本実習では、GM 計数管式サーベイメータの基本的な使い方を学ぶことを目的とした（図 3.3.2-5）。測定対象として、カリウム肥料、昆布、ガスマントル等 6 種類の身近にある物質を用意し、その中で最も放射線量が高い物質を予測した後、グループ毎に測定し結果を比較した（写真 3-7）。その後、自然界に放射性物質が存在することについて解説した。次に、形状の異なる箱を 5 箱用意し、その内 2 箱に放射線源（カリウム肥料）を入れ、どの箱に放射線源が入っているかをサーベイメータで探すゲーム感覚の実習も行った。

Outline of experiment

□ Step1 Instructions for use

- Precautions
- Start-up
- Background measurement

□ Step2 Sample measurement

- Naturally-occurring radioactive materials (6 samples)

□ Step3 Survey samples

- Surveying a sample inside boxes



GM Survey Meter



Samples



Boxes

1

図 3.3.2-5 GM 計数管式サーベイメータを用いた放射線測定 説明資料 (一部抜粋)

－研修生からの評価

本合同実習は初めての企画であったことから、実習終了後に研修生から直接意見を聞く機会(評価セッション)を持った。研修生は、「生徒への教え方やマネジメントのやり方が分かって良かった」、「結果を予想してから実験を行う、と言うステップがとても良かった」、「高校生と交流を持てたのが良かった」等、有意義な実習だったという意見が多く聞かれた。その他、「実際に高校に行って、同様の実習をやってみたい」、「自国でも同様の研修を計画したい」と言う積極的な意見もあった。

－高校生からの評価

参加した高校生にアンケートを行い 35 名中 30 名から回答を得た。その結果を、表 3.3.2-1 に示す。全体的な実習に対する評価が高かったことから、高校生にとって良い機会となったと考える。コメントには、「悪いイメージだった放射線について興味を持つ事ができて良かった」、「放射線の量にはいろんな単位があることが分かり、自然にあるものでは、体に何も影響がないということを知った。」等の前向きな意見があった。その他、「ランチディスカッションは楽しかった。盛り上がっていない班もあったようなので、何かテーマを用意してあれば、話しやすかったのではないかと思います」と言う意見もあった。

実習担当者らも感じていたのと同様に、時間配分のポイントがやや低かった。これは、担当者らが 50 名もの大人数に対する実習に不慣れだったことや、当日高校生の到着がやや遅れたことが要因だと考える。

－反省と課題

英会話が苦手と感じている高校生も多かったことから、コメントにもあったように、事前に将来の夢や趣味等の話題を提供する等、ランチディスカッションの際に会話が弾むよう事前に配慮する必要があると考える。また、実際に放射線業務で使用している GM サーベイメータのような

機器を扱えたことを評価する意見が多数聞かれたことから、今後、簡易放射線測定器の代わりにシンチレーション式サーベイメータを使用することも検討する予定である。

表 3.3.2-1 高校生によるアンケート結果(30 名回答の平均値)

簡易放射線測定器	全体的にこの実習に満足した	4.6
	実習の内容を良く理解できた	4.4
	説明はわかりやすかった	4.4
	実習の内容には興味や関心が持てた	4.5
	時間配分など実習の進め方は適切だった	4.1
	放射線量と距離の関係を良く理解できた	4.8
	放射線量と遮へいの関係を良く理解できた	4.6
GM サーベイメータ	全体的にこの実習に満足した	4.8
	実習の内容を良く理解できた	4.5
	説明はわかりやすかった	4.5
	実習の内容には興味や関心が持てた	4.6
	時間配分など実習の進め方は適切だった	4.4
	自然界には放射線を出す様々な物質が存在することが分かった	4.9
全体評価	外国人研修生とのコミュニケーションは良く図れた	3.8
	ランチディスカッションは有意義だった	4.1
	グループ分け・人数は適当であった	4.6
	全体のスケジュールは適切だった	4.2
	2つの実習を通して、放射線の知識が深まった	4.4

5 段階評価(5. 全くそう思う 4. ややそう思う 3. どちらとも言えない 2. 余りそう思わない

1. 全くそう思わない)

3) 屋内ダスト中放射能測定

本実習は、普段吸っている空気中にも放射性物質が存在することを研修生が理解するために行った(図 3.3.2-6)。まず、ダストサンプラーを用いて、屋内(非管理区域)のダストを HEPA フィルターに捕集した。ダスト補修場所には、人の出入りが少ない場所を選定し、4 箇所ですamplingを行った。研修生は 5 名ずつ 3 グループに分かれて実習を行った。

捕集したダスト中の放射能を、GM 計数管式サーベイメータを用いて測定した。ダスト中の放射性核種は半減期が短いため、時間経過とともに測定値が減少する様子を観察することができた。また、同様にダストをゲルマニウム半導体検出器により測定し、核種の同定を行った。一週間後に、同じ試料をそれぞれの手法で測定し、前週に測定した放射性物質は短半減期核種であり、既に放射能はバックグラウンドレベルまで減衰したことを確認した。

How to measure?

The room air dust is collected on the filter.
We will measure the filter by measuring instruments.
Instruments are

1. GM type survey meter can measure the total amount of radiation
2. Ge semiconductor detector can identify nuclides



GM type survey meter



Ge semiconductor detector

4

図 3.3.2-6 屋内ダスト中放射能測定 説明資料 （一部抜粋）

4) 除染防護技術の基礎および実習

本実習は東電（株）福島第一原発事故以降、海外でも注目されている除染の概論及び基本的な手法を学ぶと共に、除染と防護マスクの装着を体験することを目的とした。

実習開始前に、除染及び防護具に関する基本知識と実習の概要を説明した後、更に理解を深められるよう福島県で実際に除染を実施している様子を撮影したビデオを視聴した（図 3.3.2-7）。その後、除染剤として使われているオレンジオイルの効果を分かりやすく伝えるために、オレンジの皮の汁を風船にかけて割る（オレンジの皮に含まれる親油性のリモネンで表面を溶かす）実演をした。

実習は、研修生を 8 名と 7 名の 2 グループに分け、皮膚除染とコンクリート除染の実習を交互に実施し、その後、合同で防護具の装着実習を実施した。

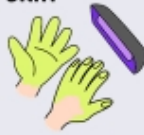
Experiment 4 Today's Menu			
Group A	4-1 decontamination of skin 	4-2 Surface Decontamination 	4-3 Protection Gear (Full-face Mask) 
	4-2 Surface Decontamination 	4-1 decontamination of skin 	4-3 Protection Gear (Half-face Mask) 

図 3.3.2-7 除染防護技術の基礎および実習 説明資料 1（一部抜粋）

一皮膚除染実習（模擬）

皮膚の除染実習では、模擬汚染物として市販の粉末（蛍光粉末及び炭酸カルシウム）及び蛍光物質の水溶液（ウラニン、1g/L）の二種類を用意した。研修生は粉末又は液体を手につ着させ、手にどのように模擬汚染物（蛍光物質）がつ着しているかを紫外線にて確認すると同時に、写真を撮影して記録した（写真 3-8、図 3.3.2-8）。次に、除染剤として一般的に使用されているオレンジオイルや中性洗剤を用いて、ハンドブラシ、ネイルブラシ等で手につ着した模擬汚染物を除染（洗浄）した。洗浄後、再び蛍光物が付着しているかを確認し、記録撮影をして洗浄の効果を確認した。各個人の肌の状態や体質により異なるが、一度付着した汚染物を完全に除染することはかなり難しいこと、そのため防護や養生することが大切だということを、実習を通して学んだ。

一コンクリート除染実習

除染は付着した物の形状、素材、環境を考慮し様々な方法で除染を行う。多くの場所で使用されている素材として、本実習ではコンクリートを対象物とした。人材育成センター建屋付近のコンクリートにも、東電（株）福島第一原発事故由来の放射性物質が付着している箇所があるため、実際に除染をし、除染前と後の効果を GM 管式サーベイメータで確認した。除染方法としては、1.合成洗剤を使用しタワシで洗浄する、2.ハンドグラインダで表面を削る、3.電動多針タガネで削る、の3手法を実施した（写真 3-9）。なお、安全上、研修生はゴム手袋を装着して洗浄実習を行い、ハンドグラインダと電動多針タガネに関しては原子力機構担当講師が実演した。研修生は、除染方法により効果が異なることを実際に体験することができた。

一防護具の装着実習

放射線防護具の中で、最も一般的な防護マスクの装着体験及び空気漏れの安全チェックを行った。防護マスクは全面マスクと半面マスクの2種類を用意し、2班に分かれて体験した。装着す

る人とアシスタントの二人一組で実施し、マスクのベルトの締め具合やマスクと顔の間に髪の毛等の挟み込みが無いかを注意しながら装着した。最後にフィットチェックを実施し、マスク装着時の空気の漏れ率を測定した（写真 3-10）。研修生は、防護マスクは、装着する人の顔の形や大きさに適したサイズを選び、正しく装着することで初めて効果があるということを学んだ。

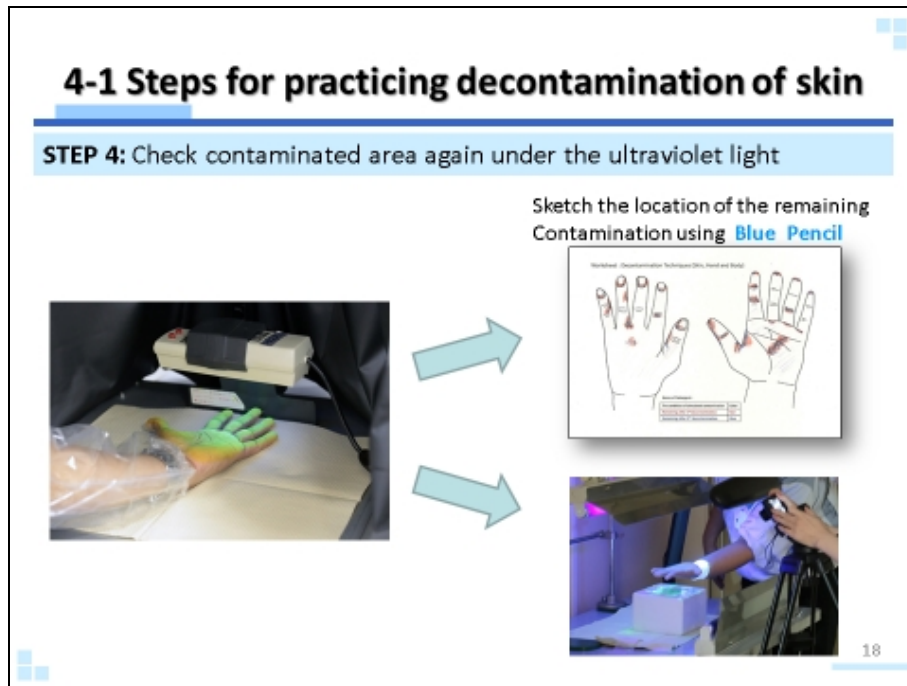


図 3.3.2-8 除染防護技術の基礎および実習 説明資料 2（一部抜粋）

3.3.3 施設見学

1) ホールボディーカウンタ

体内に存在する放射性物質を体外から計測する装置であるホールボディーカウンタ（以下、WBC）について、システムや原理について説明を受けた後、研修生一人ひとりが原子力機構原子力科学研究所（以下、原科研）内の WBC での測定を体験した（写真 3-11）。各自の測定結果を元に、体内に含まれる放射性カリウムの量を計算して求めた。研修生は、男性及び女性の平均値と自分や他の研修生の測定値を比較し議論していた。

2) 原子力緊急時支援・研修センター

原子力災害時に原子力機構が行っている専門家の派遣、資機材の提供、防護対策のための技術的助言、技術情報の提供及び緊急時環境モニタリングの支援等の活動について担当者から説明を受けた後、それぞれ緊急時に関わる施設、資機材等を見学した（写真 3-12）。

また、東北地方太平洋沖地震時と東電（株）福島第一原発事故を時系列にした緊急時対応及び環境モニタリング等の情報や一般住民からの電話相談対応等の経験について説明を受けた。

3) 環境モニタリング設備

原科研の環境放射線監視装置による連続監視について担当者から説明を受けた後、屋外の施設を見学した。モニタリングポストには放射線検出器だけでなく非常用電源も常備されていることや、モニタリングステーションにはダスト及び中性子の測定器もあること等を学んだ。更に、モニタリングポスト等が無い地点で放射線を測定するための環境放射線観測車を見学した。また、放射線監視を行う上で、気象データも非常に重要であることから、雨量計、日射計等の気象観測設備も見学した。

4) 東京消防庁 本所防災館

東京消防庁本所防災館で緊急時災害についての説明を受けた後、火災や地震の体験をした。火災体験では、火災発生時の煙の特性や危険性及び対応の仕方について説明を受け、実際に避難方法の指導を受けた。また、地震体験では、東北地方太平洋沖地震と同規模の地震を体験して揺れの恐ろしさを知った上で、大地震に見舞われた時の対応策を学んだ。最後に、東北地方太平洋沖大震災における被災状況について、東北地方と東京の違いを比較した説明を受けた。

5) 独立行政法人 放射線医学総合研究所

初めに放射線医学総合研究所の概要について説明を受けた後、緊急被ばく医療施設棟施設を見学した。JCO 臨界事故及び東電（株）福島第一原発事故で受け入れた被ばく患者を例に、受入から治療まで一連の流れを、施設見学をしながら説明を受けた（写真 3-13）。その後、重粒子線がん治療装置（HIMAC）を見学し、最先端の放射線治療施設の説明を受けた。

6) 日本原子力発電株式会社東海第二発電所

日本原子力発電株式会社が所有する原子炉の仕組みや廃炉作業について説明を受けた後、展示館を見学した。その後、バスの中から、東海第二発電所、廃炉作業中の東海発電所、廃棄物貯蔵施設等の外観を見学した。また、津波対策のために建設中の防潮堤の高さや東北地方太平洋沖地震の時に津波が来た地点について、説明を受けた。

3.3.4 討論

最初に、研修生は、放射線教育の重要性や討論の進め方について説明を受けた後、議題を「放射線基礎知識の普及」とし、放射線教育を行う対象として効果的なグループや手法について詳細に議論した（写真 3-14）。討論は、各グループ 5 名、3 グループに別れて行った。各グループにはメンターが付き、議論の進め方や発表資料の作成について適宜指導を行った。一通り放射線の基礎について学んだコースの後半に討論のための時間を多く確保し、研修生一人ひとりが今後放射線基礎教育に携わる人材としての役割を認識できるよう工夫した。

最後に、討論の結果を各グループ 1 名が代表となり発表した（写真 3-15）。グループ 1 は、原子力に対する知識普及のために、原子力機関の研究者や原子力安全の専門家がグループとなり、政治家、一般公衆、学校に対して包括的に放射線教育を実施する計画を作成した（図 3.3.4-1）。原発立地を推進するための計画ではなく、放射線の基礎知識を正しく伝えることに重きを置いた

計画案であった。グループ 2 は、原発立地を推進するために、高校生を対象とした教育計画を作成した（図 3.3.4-2）。サイエンスフェスティバルを開催し、エネルギー事情や放射線の基礎や原子力について可能な限り魅力的に教えると言う計画であった。グループ 3 の計画は、高校生が放射線に関するクイズに挑戦するテレビ番組を作成するというものであった。番組には若い世代に人気の有名人を起用し、より多くの若者に番組を視聴してもらう計画であった（図 3.3.4-3, 4）。

これらの発表は、人材育成センター管理職者 5 名が、内容の独自性、論理的かどうか、実行可能な計画か、という観点及び発表資料の見易さや発表の姿勢を考慮した上で評価した。その結果、グループ 3 が教育手法の独自性や発表の姿勢が最も高く評価された。

全てのグループにおいて共通していたのは、高校生に対して放射線教育をするということであった。新しい世代をリードしていく若者を対象とした教育という観点では、効果的であると考えるが、全ての国民が放射線の知識を身につけるには義務教育期間に教育をすることも必要であることや、上から目線の教育ではない、例えば原発立地地域住民の視線に立って考えたアプローチが必要であることを、総評として研修生に伝えた。

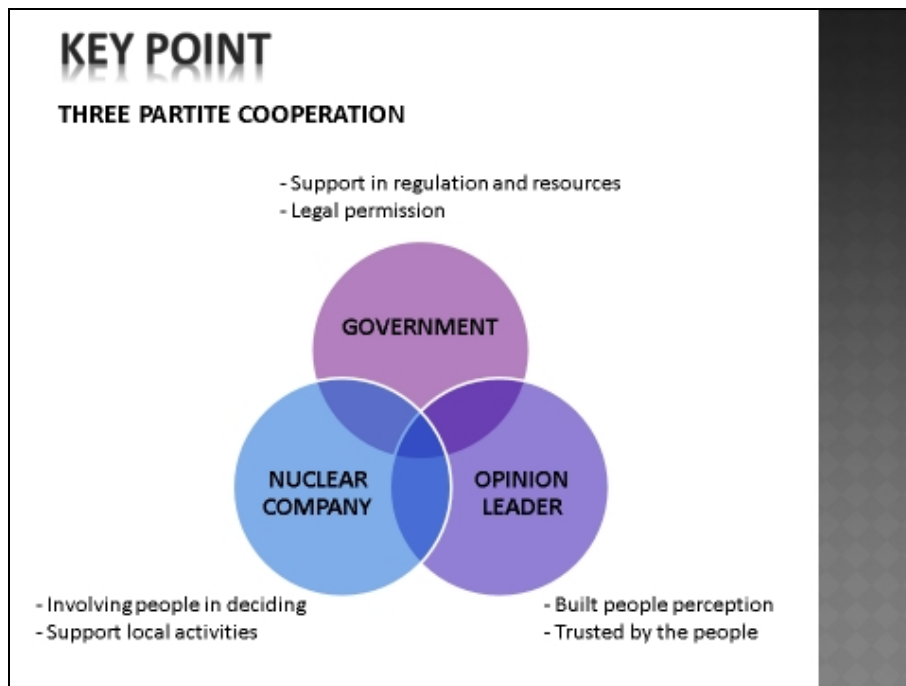


図 3.3.4-1 グループ 1 発表資料（一部抜粋）

Why High School Students?

They are going to be

- The Disseminators to make the public aware of the importance of a NPP
- The employers of the NNP in the future
- The Leaders for nation

図 3.3.4-2 グループ 2 発表資料（一部抜粋）

1. Position and Target

Position:
A government Officer from The Ministry of Culture and Education

Target group:
Secondary School Children aged 16 to 17

The reason for choosing the target group:
The secondary school children:

- Already have basic knowledge of science
- More independent
- The future generation

図 3.3.4-3 グループ 3 発表資料 1（一部抜粋）



図 3.3.4-4 グループ 3 発表資料 2（一部抜粋）

3.4 閉講日

閉講日（2014 年 11 月 21 日）の午前中には、研修生が討論の内容について発表を行った（3.3.4 項参照）。次に、評価セッションを行い、個別に行ったアンケートとは別に、直接研修生からコースに対する意見を聞く機会を設けた。

閉講式は午後から行い、人材育成センター長より全研修生に対して修了書が授与された（写真 3-16）。その後、研修生は宿泊施設に一旦戻り荷物を受け取ってから成田へ向かった（付録 7）。

3.5 コース評価

研修生へのアンケートの結果、本コースの総合評価が 4.9（5 段階評価の平均値）と非常に高い評価を得た（表 3.5-1、図 3.5-1）。これは、これまでの研修生からのアンケートを基にカリキュラムを再構成し、国際交流と放射線基礎実習を兼ね備えた「高校生との合同実習」を新たに企画したことや、後半に討論の時間を増やし、各国の研修生が放射線教育の普及についてより深い議論ができる場を設けたこと等の結果、より研修生の要望に応える内容になったためと評価する。

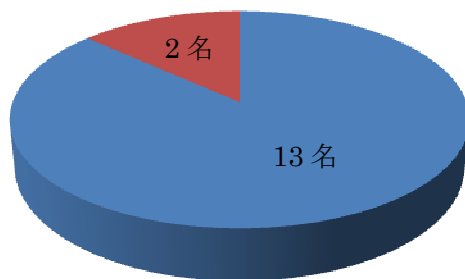
講義では、放射線基礎から原子炉や放射性廃棄物に至るまで幅広い分野について学べたことが評価された一方、一部の講義では難易度が高いため、研修の期間を延長して詳しい説明を聴きたいと要望する意見もあった。実習では、段階毎に説明しながら進めたこと、結果を予想してから実験を行ったこと、並びに各国の学校等で実践可能な実験を紹介したことが評価された。施設見学では、日本の最先端の技術について見学や体験ができたことが評価された。討論では、「放射線基礎知識の普及」という議題について討論を行ったが、研修生は自分達の仕事に直結する話題について他の国の研修生と意見を交換できたことを非常に高く評価していた。

研修生は、このコースに対して全体的に満足したとの意見が多数であったが、二週間では学習期間が短いため開催期間の延長や、一般の公衆とのコミュニケーション方法を学べるようなアドバンスコースの開催を望む意見も多数聞かれた。

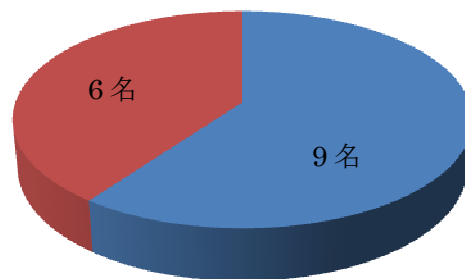
表 3.5-1 研修全体に対する評価（15 名回答の平均値）

総合	コース構成	講義	実習	施設見学
4.9	4.6	4.6	4.7	4.8

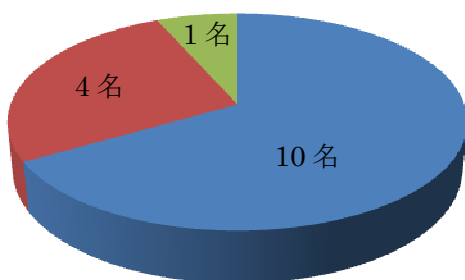
5 段階評価(5.非常に満足 4.満足 3.普通 2.不満 1.非常に不満)



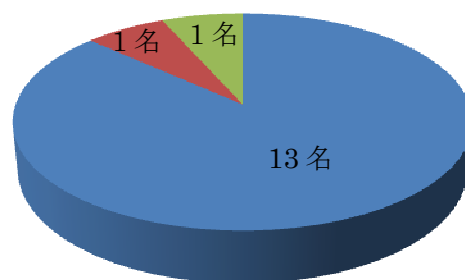
(1)総合



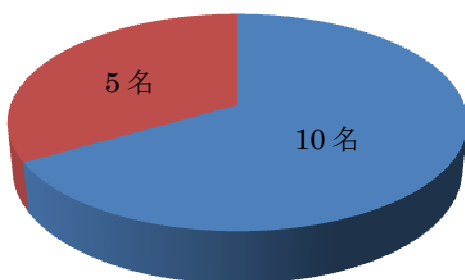
(2)コース構成



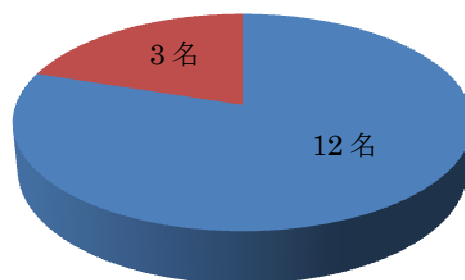
(3)講義



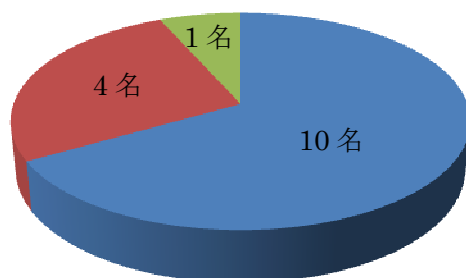
(4)施設見学



(5)他の研修生との交流



(6)交通機関



(7)宿泊施設

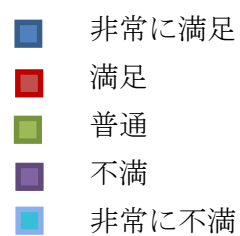


図 3.5-1 研修生へのアンケート結果



写真3-1 研修生及び関係者の集合写真(開講式)



写真3-2 専門家による講義



写真3-3 メディアトレーニング



写真3-4 霧箱の製作



写真3-5 合同実習 (全体説明)



写真3-6 合同実習(簡易放射能測定器)



写真3-7 合同実習(GMサーベイメータ)



写真3-8 皮膚除染の実習



写真3-9 コンクリートの 除染実習



写真3-10 防護具の装着実習

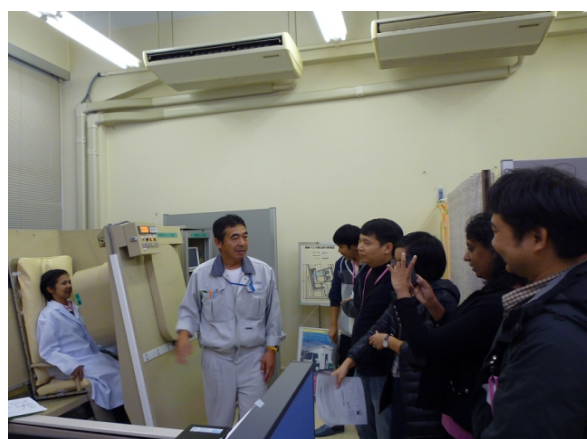


写真3-11 施設見学(ホールボディーカウンタ)



写真3-12 施設見学(原子力緊急時支援・研修センター)



写真3-13 施設見学(放射線医学総合研究所)



写真3-14 グループ討論



写真3-15 研修生による発表



写真3-16 修了証書授与後の記念撮影(閉講式)

3.6 教材の反響

本コースで使用する教材として、英語版の放射線基礎学習資料「みんなで学ぼう 放射線の基礎 (Let's Start Learning Radiation)」²⁾ を作成し (2.3 節参照)、事前学習資料としてだけでなく、講義 (放射線の基礎と防護) でも使用した。研修生からは、放射線基礎を学ぶ教材として内容が充実していると言うことで、大変好評であった。研修生からは、この資料の一部または全てを母国語に翻訳して使用したいとの申し出が複数あった。

3.7 その他

今回は研修生として、政府機関における学校教育カリキュラム開発担当者や原子力関係機関における研修担当者が複数参加した。大学の講師や原子力関連施設の研修担当者は、この研修で学んだ知識をすぐに自国の授業や研修に取り入れることを検討していた。彼らは、直接学校教育や一般公衆へ放射線教育を行える立場にあることから、放射線基礎知識の有無に関わらず、本研修において放射線基礎教育の重要性及び手法を学ぶ対象者として適切であると感じた。

4. おわりに

日本原子力研究開発機構では、東電 (株) 福島第一原子力発電所事故以降、アジア諸国において放射線に関する正しい知識を普及する要望が高まったことを踏まえ、文部科学省の「放射線利用技術等国際交流 (講師育成)」事業の中で、原子力技術セミナー「放射線基礎教育コース」を立ち上げた。

本コースは、2014 年度で 3 回目の実施となり、2014 年 11 月 10 日から 2 週間の日程で開催した。研修生は、アジア 8 か国から原子力教育や学校教育に携わる人材、及び原子力機関の広報関係者を中心に 15 名であった。今回、スリランカより初めて研修生を受け入れたが、学校教育に放射線教育を取り入れることに非常に積極的であった。

講義においては、研修生が今後、各国で使えるような教材を提供すると共に、原子力全般の知識を習得できるように構成した。実習においては、「高校生との合同実習」という新たな企画や、屋内ダスト中の放射能測定、除染実習のような新しい実習を加えた結果、より印象深い体験ができたと好評であった。施設見学では、放射線を医療に利用している施設、原子炉、そして東電 (株) 福島第一原発事故の対応をした現場等、日本の技術や事故後の対応を知る貴重な機会を提供した。討論においては、各自が放射線基礎の教育を今後どのように行えば最も効果があるかを考え、意見交換を行った。

研修生からは、本コースを通じて放射線基礎知識について学ぶだけでなく、討論や実習、その他生活の場を通してコミュニケーションを取り、国際的な人的ネットワークも構築することができた、という意見が得られた。今後も人材育成センター関係者一同、本年度の評価を元に更なるコースの向上及び国際的な人材育成に向けて貢献したいと願っている。

謝辞

本コースを開催するにあたり、多大なるご支援を下さいました講師及び施設見学担当者の皆様に、心より御礼申し上げます。また、本資料の作成に対し、ご助言や励ましのお言葉を頂きました村上博幸前原子力人材育成センター長（現 公益財団法人 放射線計測協会）、仲川憲生前原子力人材育成センター副センター長（現 財務部長）に心より感謝致します。特に、原子力人材育成センター国際原子力人材育成課の山下清信氏には、本コースにおける教材作成にあたり多大なご支援を頂きました。ここに深く感謝致します。

参考文献

- 1) 山下清信, 新井信義, 薮内友紀子, 福島原発事故後もなお変わらぬアジア諸国への人材育成, 月刊エネルギーレビュー, 2012, pp.15-18.
- 2) 渡部陽子, 嶋田麻由香, 山下清信, みんなで学ぼう 放射線の基礎 ―中学生放射線学習資料―, JAEA-Review 2014-044 (2014), 65p.
- 3) 文部科学省, 放射線等に関する副読本作成委員会, 知ることからはじめよう放射線のいろいろ (中学校生徒用), 2011, 22 p. available from
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2011/11/04/1313005_04_1.pdf (accessed 2014.9.26)
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2011/11/04/1313005_05_1.pdf (accessed 2014.9.26)
- 4) 文部科学省, 放射線等に関する副読本作成委員会, 知ることからはじめよう放射線のいろいろ (中学校 教師用), 2011, 30 p. available from
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2011/11/04/1313005_06_1.pdf (accessed 2014.9.26)
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2011/11/04/1313005_07_1.pdf (accessed 2014.9.26)
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2011/11/04/1313005_08_1.pdf (accessed 2014.9.26)

付録 1

担当者一覧（敬称略）

コースコーディネーター

渡部陽子 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

コースサブコーディネーター

新井信義 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

澤田 誠 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

事務局

石川智美 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

嶋田麻由香 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

講師（五十音順）

明石真言 （独）放射線医学総合研究所

浅井志保 （独）日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門

生田優子 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

上野有美 （独）日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部

大釜和也 （独）日本原子力研究開発機構 高速炉研究開発部門

大倉毅史 （独）日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所 保安管理部

小川順子 元東京都市大学 工学部原子力安全工学科 准教授

金井塚清一 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

久保 稔 （公財）つくば科学万博記念財団

佐藤元昭 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

澤田 誠 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

虎田真一郎 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

永岡美佳 （独）日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部

中野佳洋 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

中村和幸 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

正木信行 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

横山裕也 （独）日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部

渡部陽子 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

実習補助（五十音順）

三輪満寿美 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

山口美佳 （独）日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター

施設見学担当者（五十音順）

奥野 浩	（独）日本原子力研究開発機構	原子力科学研究所	安全研究・防災支援部門
大森修平	（独）日本原子力研究開発機構	原子力科学研究所	放射線管理部
加藤小織	（独）日本原子力研究開発機構	原子力科学研究所	放射線管理部
川崎将垂	（独）日本原子力研究開発機構	原子力科学研究所	放射線管理部
久米伸英	（独）日本原子力研究開発機構	原子力科学研究所	安全研究・防災支援部門
栗原 治	（独）放射線医学総合研究所	緊急被爆医療研究センター	
福村明史	（独）放射線医学総合研究所	重粒子医療科学センター	
村山 卓	（独）日本原子力研究開発機構	原子力科学研究所	放射線管理部

付録2 開催準備スケジュール

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
コース開催									
書類作成		応募書類 / カリキュラム				ビザの申請			
						カンントリーレポート	オリエンテーション資料		
講義		シラバス作成				依頼状作成・業連 / テキスト作成依頼			
案内期間				1ヶ月		ビザの申請	1ヶ月	最終案内	
施設見学			決定・依頼			依頼状作成・業連 見学者リスト			
翻訳				応募書類の翻訳					
研修生の選考				選考結果の送付					
国際室への書類作成									
航空券の手配						手配	チケット送付		
ホテルの予約							宿泊者リスト送付		
はかるくん 霧箱ドライアイス				問い合わせ / (仮) 予約					返却
研修生リスト		担当者へ依頼		問い合わせ / 申込み・発注					
講師依頼						リストの作成			
配車依頼 / 来所者連絡票						依頼状 / 研修生リストの送付			
開催案内 歓迎会						依頼・送付	開催案内		
講義室・PC準備							予約/リスト送付	備品・消耗品の準備	
終了書								作成	
報告書									

付録3 カリキュラム（英語）

COURSE CURRICULUM*- Basic Radiation Knowledge for School Education -*10th – 21st November 2014

Date	9:30 - 11:45	13:00 - 15:00		15:20 - 17:20
10 th Nov (Mon)	Opening		Country Report	
	- Opening Ceremony		13:30 – 17:10 Nuclear Education for Schools and the Public in Each Country	
	- Orientation / Photo			
	- Nuclear HRD in Asia Dr. Nakamura			
11 th Nov (Tue)	Lecture 1	Lecture 2		Experiment 1
	The Basic of Radiation and Radiation Protection Ms. Watanabe	Radiation Effects on Human Body Dr. Ikuta		Cloud Chamber - Principle and Craft - Ms.Nagaoka, Mr.Yokoyama
12 th Nov (Wed)	Lecture 3	Lunch	Experiment 2	
	Radiation Education at High School Mr.Torata	12:30–13:20Lunch Discussion	Radiation Measurement Using “Hakaru-kun” and GM Survey Meter / Experiment Evaluation Ms. Watanabe, Mr. Ogama	
13 th Nov (Thu)	Lecture 4	Facility Tour 1		Facility Tour 2
	Introduction to Nuclear Reactor Mr. Nakano	13:10 – 14:10 Whole Body Counter Ms. Watanabe, Mr. Kanaizuka		Departure 14:30 15:00 – 16:30 Nuclear Emergency Assistance and Training Center Mr. Arai, Mr.Kanaizuka
14 th Nov (Fri)	Facility Tour 3	Experiment 3-1		
	Environmental Monitoring Center Ms. Watanabe, Ms.Ishikawa	Radioactivity Measurement in the Air Dust (Guidance and Experiment) Ms.Ueno, Ms.Watanabe, Mr.Masaki, Mr.Kanaizuka		
15 th Nov (Sat)				
16 th Nov (Sun)	Move to Tokyo			
17 th Nov (Mon)	Facility Tour 4	Facility Tour 5		
	Life Safety Learning Center Mr. Arai, Mr.Sawada, Mr.Kanaizuka	National Institute of Radiological Sciences (NIRS) Lecture 5 What is Radiation Emergency Medicine (REM)? Dr.Akashi Mr. Arai, Mr.Sawada, Mr.Kanaizuka		
18 th Nov (Tue)	Experiment 4	Lecture 6		Lecture 7
	Basics of Radiation Protection Technique & Decontamination Mr.Kanaizuka, Ms. Watanabe, Mr.Sato	Public Information Ms. Ogawa		Better Communication - Media Training - Dr. Kubo
19 th Nov (Wed)	Group Discussion 1	Facility Tour 6		Lecture 8
	Radiation Education Ms.Watanabe, Dr.Asai, Mr. Kanaizuka	Japan Atomic Power Company Mr.Sawada, Ms.Watanabe		Radioactive Waste Management Mr.Sato
20 th Nov (Thu)	Lecture 9	Experiment 3-2		Group Discussion 2
	Outline of Fukushima Accident and Exposure Situation Mr. Sawada	13:00 - 13:40 Radioactivity Measurement in the Air Dust Mr.Masaki, Ms.Watanabe		14:00 - Radiation Education Ms. Watanabe, Dr. Asai, Mr.Kanaizuka
21 st Nov (Fri)	Presentation / Q&A	Closing		
	Radiation Education Program Ms. Watanabe	11:30 - 12:15 Course Evaluation	13:30 - - Closing Ceremony - Photo - Departure to Narita	

付録3 カリキュラム（日本語）

原子力技術セミナー

放射線基礎教育コース カリキュラム

平成26年11月10日(月) ～ 11月21日(金)

日時	9:30 - 11:45	13:00 - 15:00		15:20 - 17:20
11/10 (月)	開講日	カントリーレポート		
	- 開講式 - 写真 - コースガイダンス - アジアにおける人材育成（中村）	カントリーレポート 13:30-17:10		
11/11 (火)	講義 1	講義 2	実習 1	
	放射線の基礎と防護 (講師：渡部)	放射線の人体への影響 (講師：生田)	霧箱の原理とキット製作・観察 (講師：永岡、横山、新井、金井塚、渡部)	
11/12 (水)	講義 3	ランチ	実習 2	
	高校生への放射線教育 (講師：虎田)	ランチ ディスカッション 12:30 - 13:20	はかるくん・GMサーベーターを用いた放射線測定実習 (講師：大釜、渡部、新井、澤田、虎田、金井塚、大倉、山口、三輪) -16:30	
11/13 (木)	講義 4	施設見学 1	施設見学 2	
	原子力エネルギーの社会への貢献 および原子炉の仕組み (講師：中野)	ホール ボディ カウンタ (引率：渡部、金井塚) 13:10 - 14:10	原子力緊急時支援・研修センター (引率：新井、金井塚) 14:30 出発 15:00 - 16:30	
11/14 (金)	施設見学 3	実習 3-1		
	環境モニタリング設備（原科研） (引率：渡部、石川)	屋内ダスト中放射能測定 (講師：上野、渡部、正木、金井塚)		
11/15 (土)				
11/16 (日)	東京へ移動			
11/17 (月)	施設見学 4	施設見学 5		
	東京消防庁 本所防災館 (引率：新井、澤田、金井塚)	(独)放射線医学総合研究所（引率：新井、澤田、金井塚） 施設内見学 講義 5：緊急被ばく医療の概要（外部講師：明石 真言）		
11/18 (火)	実習 4	講義 6	講義 7	
	除染・防護技術の基礎および実習 (講師：金井塚、渡部、佐藤)	パブリックインフォメーション (外部講師：小川 順子)	メディアトレーニング (外部講師：久保 稔)	
11/19 (水)	グループ討論 1	施設見学 6	講義 8	
	放射線教育について (担当：渡部、金井塚、浅井)	(株)日本原子力発電 東海第二発電所 (引率：澤田、渡部、嶋田)	放射性廃棄物の管理 (講師：佐藤)	
11/20 (木)	講義 9	実習 3-2	グループ討論 2	
	東電福島原発事故の概要と被ばく状況 および得られた教訓 (講師：澤田)	屋内ダスト中放射能測定 (講師：正木、渡部) 13:00-13:40	放射線教育について発表準備 (担当：渡部、金井塚、浅井) 14:00 -	
11/21 (金)	プレゼンテーション	閉講日		
	放射線教育についての発表・Q&A	評価セッション 11:30-12:15	13:30- - 閉講式 - 写真 - 成田へ出発	

付録4 開講日スケジュール

**Nuclear Technology Seminar 2014***- Basic Radiation Knowledge for School Education Course -*10th – 21st November 2014**Schedule for Opening Day**

10th Nov (Monday)		Opening Day
09:30 – 10:15	Opening Ceremony at NuHRDeC, JAEA - Opening Address by Dr. Hiroyuki MURAKAMI, Director of NuHRDeC - Introduction of Course Coordinator - Introduction of NuHRDeC Staff - Introduction of Participants - Commemorative Photographing	
10:15 – 10:25	Break	
10:25 – 10:45	Course Guidance	
10:45 – 11:45	Nuclear HRD in Asia (Dr. Kazuyuki NAKAMURA)	
12:00 – 13:30	Lunch	
13:30 – 17:10	Country Report	
	13:30 - 13:50 Bangladesh 13:50 - 14:10 Indonesia 14:10 - 14:30 Kazakhstan 14:30 - 14:45 Break 14:45 - 15:05 Malaysia 15:05 - 15:25 Mongolia 15:25 - 15:45 Sri Lanka 15:45 - 16:00 Break 16:00 - 16:20 Thailand 16:20 - 16:40 Turkey 16:40 - 17:10 Vietnam	
17:20 – 18:00	NuHRDeC, JAEA → JAEA Bus → Tokai Bunshitsu	
18:00 – 20:00	Welcome Party* ¹	
20:00 – 20:15	Tokai Bunshitsu → JAEA Bus → Tokai Station	
20:27 – 20:35	Tokai Station → Katsuta Station	

*¹ There is a welcome party in the evening of the first day.

付録5 合同実習スケジュール



Nuclear Technology Seminar 2014

- Basic Radiation Knowledge for School Education Course -

Schedule for Experiment 2

12th November 2014

Time	Content	Place	Group
12:30-13:20	Lunch Discussion* (with high school students)	Lecture Room D	Group 1, 2, 3, 4
		Lecture Room E	Group 5
		Lecture Room F	Group 6
		Room 110	Group 7
13:20-13:30	Break		
13:30-13:40	Experimental Guidance	Lecture Room D	All
13:40-14:40	E1: Hakaru-kun	Lecture Room D	Group 1~4
	E2: GM Survey Meter	Laboratory 2 (R008)	Group 5~7
14:40-14:50	Break		
14:50-15:50	E1: Hakaru-kun	Lecture Room D	Group 5~7
	E2: GM Survey Meter	Laboratory 2 (R008)	Group 1~4
16:00-16:10	Break		
16:10-16:30	Evaluation of Experiment		
16:30-17:00	Guidance for Facility Tour in Tokyo		

**Please bring a lunch box as you cannot use the JAEA canteen during the lunch discussion.*

付録6 施設見学案内（例）

**Nuclear Technology Seminar 2014**

- Basic Radiation Knowledge for School Education Course -

Schedule for Facility Tour 6

Japan Atomic Power Company (JAPC)

19th November 2014 (Wednesday)	
13:05 → 13:20	JAEA Bus → Japan Atomic Power Company
13:20 — 13:50	Nuclear Power Pavilion - Administration - Overview of Tokai No.2 Power Station
13:50 — 14:10	Exhibition Hall
14:10 — 14:30	Bus Tour on Tokai No.2. Power Station (Outside)
14:30 — 14:50	Nuclear Power Pavilion - Q & A
14:50 → 15:05	JAEA Bus → NuHRDeC, JAEA

*** *Please bring your passport with you,
otherwise you can not join the Bus Tour !***

**** *Photography and video recording are strictly prohibited at some areas.***

付録7 閉講日スケジュール



Nuclear Technology Seminar 2014

- Basic Radiation Knowledge for School Education - Schedule for Closing Day

21 st Nov(Friday)		Closing Day
09:30 — 11:20	Presentation	
11:20 — 11:30	Break	
11:30 — 12:15	Course Evaluation	
12:15 — 13:30	Lunch	
13:30 — 14:10	Closing Ceremony at NuHRDeC, JAEA - Closing Address by Dr. Hiroyuki MURAKAMI, Director of NuHRDeC - Presentation of Certificates - Address from Course Coordinator - Address from Participants	
14:30 — 14:45	NuHRDeC, JAEA → JAEA Bus → Tokai Station	
15:00 — 15:09	Tokai Station → Train → Katsuta Station	
	<i>Pick up your luggage from the hotel and go to the Rose liner bus stop</i>	
16:03 — 18:23	Katsuta Station → Rose Liner Bus → <u>Narita Airport T2</u>	
	<i>Please take the Hotel shuttle bus by the hotel at Bus stop 32 (Terminal 2).</i>	
18:30 — 18:35	Hotel Shuttle Bus → Narita Airport Rest House	
22 nd Nov (Saturday)		
	Departure	

Tokyo International Airport (Narita)

Terminal 1 -- Vietnam Airlines (VN301,311), Asiana Airlines (OZ107), Thai Airways (TG641)

Terminal 2 -- Japan Airlines (JL725), Malaysia Airlines (MH89), Srilankan Airlines (UL455)

****After returning to your country, please send a scanned copy of boarding pass of your return flight to Mayuka SHIMADA or Tomomi ISHIKAWA by e-mail.***

国際単位系（SI）

表 1. SI 基本単位

基本量	SI 基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質량	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表 2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m ²
体積	立方メートル	m ³
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
波数	毎メートル	m ⁻¹
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²
比体積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 ^(a) , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率 ^(b)	(数字の) 1	1
比透磁率 ^(b)	(数字の) 1	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。

(b) これらは無次元量あるいは次元 1 をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の 1 は通常は表記しない。

表 3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(c)	1 ^(b)	m ² /m ²
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz		s ⁻¹
力	ニュートン	N		m kg s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m	m ² kg s ⁻²
仕事率, 工率, 放射束	ワット	W	J/s	m ² kg s ⁻³
電荷, 電気量	クーロン	C		s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
静電容量	ファラド	F	C/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ³ A ²
磁束	ウェーバ	Wb	Vs	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²	kg s ⁻² A ⁻¹
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m ² kg s ⁻² A ⁻²
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C		K
光束度	ルーメン	lm	cd sr ^(c)	cd
照射度	ルクス	lx	lm/m ²	m ⁻² cd
放射性核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq		s ⁻¹
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
酸素活性化	カタール	kat		s ⁻¹ mol

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。

(b) ラジアンとステラジアンは数字の 1 に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の 1 は明示されない。

(c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。

(d) ヘルツは周期現象についてののみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてののみ使用される。

(e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。

(f) 放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。

(g) 単位シーベルト (PV, 2002, 70, 205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表 4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	SI 基本単位による表し方
粘着力のモーメント	パスカル秒	Pa s	m ⁻¹ kg s ⁻¹
表面張力	ニュートンメートル	N m	m ² kg s ⁻²
角速度	ニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角加速度	ラジアン毎秒	rad/s	m m ⁻¹ s ⁻¹ =s ⁻¹
角速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m m ⁻¹ s ⁻² =s ⁻²
熱流密度, 放射照度	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg s ⁻³
熱容量, エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
比エネルギー	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ s A
表面電荷	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
誘電率	ファラド毎メートル	F/m	m ³ kg ⁻¹ s ⁴ A ²
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ⁻²
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	m ² kg s ⁻² mol ⁻¹
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹
照射線量 (X線及びγ線)	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ s A
吸収線量率	グレイ毎秒	Gy/s	m ² s ⁻³
放射強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ⁴ m ⁻² kg s ⁻³ =m ² kg s ⁻³
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² sr)	m ² m ⁻² kg s ⁻³ =kg s ⁻³
酵素活性濃度	カタール毎立方メートル	kat/m ³	m ⁻³ s ⁻¹ mol

表 5. SI 接頭語

乗数	名称	記号	乗数	名称	記号
10 ²⁴	ヨタ	Y	10 ⁻¹	デシ	d
10 ²¹	ゼタ	Z	10 ⁻²	センチ	c
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ⁻³	ミリ	m
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ¹²	テラ	T	10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁹	ギガ	G	10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁶	メガ	M	10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ³	キロ	k	10 ⁻¹⁸	アト	a
10 ²	ヘクト	h	10 ⁻²¹	ゼプト	z
10 ¹	デカ	da	10 ⁻²⁴	ヨクト	y

表 6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min=60 s
時	h	1 h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	′	1′=(1/60)°=(π/10 800) rad
秒	″	1″=(1/60)′=(π/648 000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1 L=1 l=1 dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1 t=10 ³ kg

表 7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI 単位で表される数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統一原子質量単位	u	1 u=1 Da
天文単位	ua	1 ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m

表 8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1 MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322 Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1 nm=100 pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852 m
バイン	b	1 b=100 fm ² =(10 ¹² cm) ² =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600) m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的な関係は、 対数量の定義に依存。
ベレル	B	
デシベル	dB	

表 9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
エルグ	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1 Pa s
ストークス	St	1 St=1 cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1 cd cm ⁻² =10 ⁴ cd m ⁻²
フオット	ph	1 ph=1 cd sr cm ⁻² =10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1 cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1 Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(a)	Oe	1 Oe ≡ (10 ³ /4 π) A m ⁻¹

(a) 3 元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「 ≡ 」は対応関係を示すものである。

表 10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R = 2.58×10 ⁻⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad=1 cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	f	1 フェルミ=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1 メートル系カラット=0.2 g = 2×10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm = 101 325 Pa
カロリ	cal	1 cal=4.1858 J (「15℃」カロリ), 4.1868 J (「IT」カロリ), 4.184 J (「熱化学」カロリ)
ミクロン	μ	1 μ =1 μm=10 ⁻⁶ m

