

JAERI-Review
2000-026



JP0050876



国際原子力総合技術センターの活動
(平成11年度)

2000年11月

国際原子力総合技術センター

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の問合わせは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越してください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 〒319-1195, Japan.

©Japan Atomic Energy Research Institute, 2000

編集兼発行 日本原子力研究所

国際原子力総合技術センターの活動
(平成11年度)

日本原子力研究所
国際原子力総合技術センター

(2000年10月2日受理)

本報告書は、日本原子力研究所国際原子力総合技術センターの平成11年度の業務概要をまとめたものである。東京研修センター及び東海研修センターにおいて実施した研修並びに技術交流推進室が実施した業務の内容を中心に、研修のための技術開発や運営管理などについて述べた。両研修センターでは、年度当初に計画した国内及び国外向けの研修をおおむね予定どおりに実施したのに加え、臨界事故後の法改正に関連した要請により、原子力防災専門官研修を開始した。本年度の修了者の合計は1,122名であった。また、発足後4年目を迎えた技術交流推進室では、アジア・太平洋原子力技術交流に係る業務及び国際研修に係る計画立案等を進めるとともに、第1回アジア地域原子力人材養成セミナーの開催を担当した。これらの活動のほかに、研修内容の改善に資するための技術開発や関連研究も進めており、着実な成果を上げている。

NuTEC Annual Report
(April 1, 1999 - March 31, 2000)

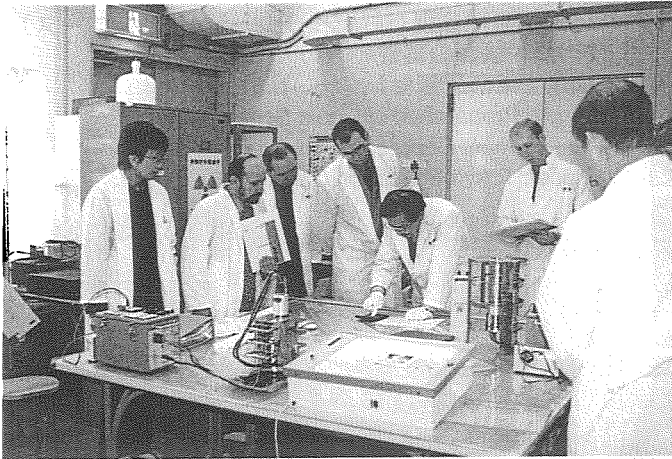
Nuclear Technology and Education Center

Japan Atomic Energy Research Institute
Honkomagome, Bunkyo-ku, Tokyo

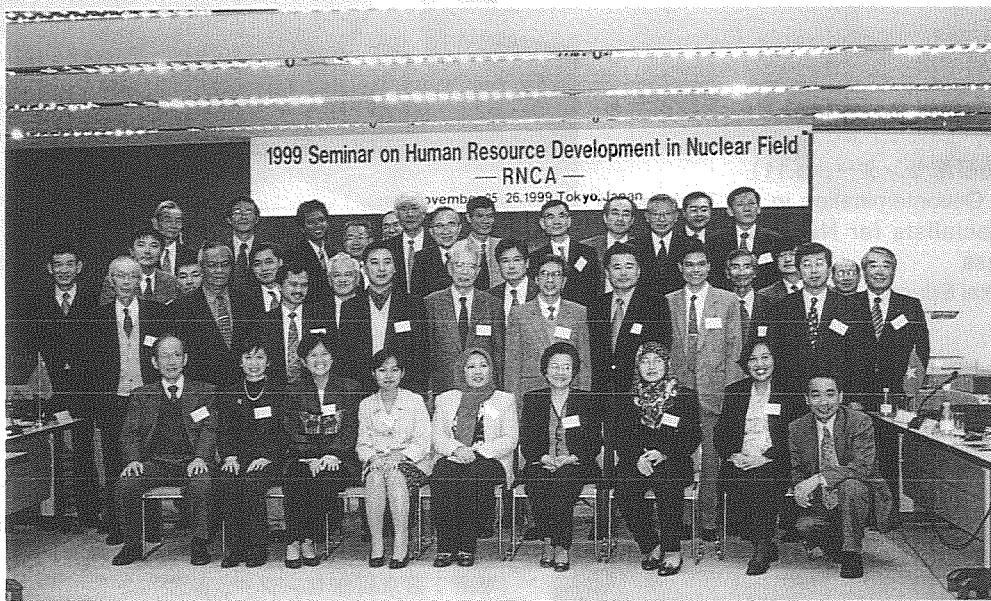
(Received October 2, 2000)

This report summarizes the educational activities and related management of the Nuclear Technology and Education Center (NuTEC) during the 1999 fiscal year. Both Tokyo and Tokai Education Centers have conducted almost all the planned domestic and international training courses successfully. In addition the latter Center has introduced a new course to educate senior specialists for nuclear emergency preparedness in response to the legal amendment after the criticality accident. The total number of participants was 1,122. The International Technology Transfer Division has not only planned and organized the international training courses, but also taken charge of the first seminar on Human Resource Development in Nuclear Field in Asian Region. Furthermore, various researches have been made to improve the educational programs.

Keywords: JAERI, NuTEC, Annual Report, Education, Training Course, Technology Transfer, Nuclear Power, Radioisotope, Reactor, International Cooperation, Human Resource Development



◀第4回保障措置トレーニングコースでの
ウラン濃縮度測定実習
(場所：東海研修センター、p.25)
Measurement of Uranium Enrichment in
Safeguards Training Course.
(Place : Tokai Education Center, p.25)



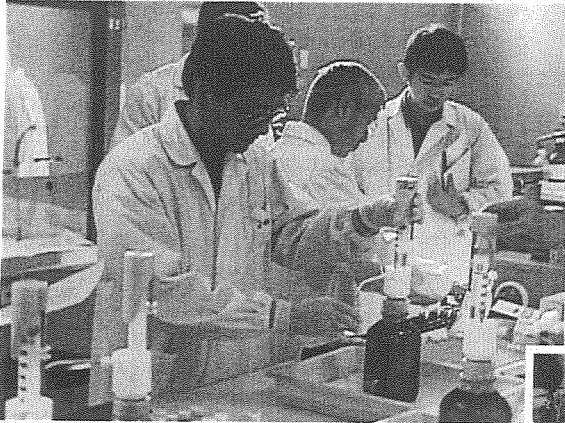
▲第1回アジア地域原子力人材養成セミナー参加者(場所：東京国際フォーラム、p.26)
Participants of the 1st Seminar on Human Resource Development in Nuclear Field in
Asian Region.
(Place : Tokyo International Forum, p.26)



▲'99青少年のための科学の祭典での手作り霧箱体験学習(協力活動、場所：科学技術館、p.18)
Pupils Making a Cloud Chamber at Youngsters' Science Festival. (Extra Activities, at Science Museum, p.18)



▲原子力オープンスクールでのサーベイメータの練習(協力活動、場所：東海研修センター、p.18)
Practice with Survey Meters at Open School.
(Extra Activities, at Tokyo Education Center, p.18)



◀第250回専門課程(液体シンチレーション測定コース)での試料調製の実習

(場所：東京研修センター、p.6)

Sample Preparation in Liquid Scintillation Measurement Course.

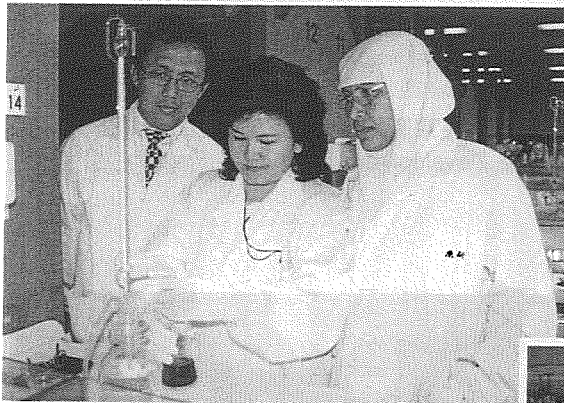
(Place : Tokyo Education Center, p.6)

▶第1回原子力防災専門官研修での汚染除去実習

(場所：東海研修センター、p.11)

Practice of Decontamination in the Training of Senior Specialists for Nuclear Emergency Preparedness

(Place : Tokai Education Center, p.11)



◀第7回指導教官研修(タイ及びインドネシア)での環境放射能測定実習

(場所：東京研修センター、p.22)

Measurement on Environmental RI in Instructor Training Program for Thailand and Indonesia.

(Place : Tokyo Education Center, p.22)

▶第9回講師海外派遣研修での放射線測定への講義

(場所：インドネシア/BATAN、p.23)

Lecture on Radiation Measurement inBATAN/JAERI Joint Training Course.

(Place : Indonesia,BATAN, p.23)



目 次

| | |
|----------------------------------|----|
| はじめに | 1 |
| 1. 概要 | 2 |
| 1.1 組織体制 | 2 |
| 1.2 研修活動の現状 | 2 |
| 1.3 アジア・太平洋原子力技術交流の推進 | 3 |
| 1.4 施設の維持・運営管理等 | 3 |
| 2. 国内研修の実施 | 4 |
| 2.1 RI・放射線技術者の養成 | 4 |
| 2.1.1 第262～265回基礎課程 | 4 |
| 2.1.2 第247回専門課程（RIの生物科学への利用コース） | 5 |
| 2.1.3 第248回専門課程（放射線高分子プロセスコース） | 6 |
| 2.1.4 第249回専門課程（ラジオアイソトープコース） | 6 |
| 2.1.5 第250回専門課程（液体シンチレーション測定コース） | 6 |
| 2.1.6 第251回専門課程（放射線管理コース） | 7 |
| 2.1.7 第253回専門課程（環境放射能測定コース） | 7 |
| 2.1.8 指定講習 第25回第一種作業環境測定士講習 | 8 |
| 2.1.9 指定講習 第97～101回第一種放射線取扱主任者講習 | 9 |
| 2.2 原子力エネルギー技術者の養成 | 9 |
| 2.2.1 第56回一般課程（B） | 9 |
| 2.2.2 第8回原子炉工学課程 | 9 |
| 2.2.3 第41、42回原子炉理論短期講座 | 10 |
| 2.2.4 第26回原子力入門講座 | 10 |
| 2.2.5 第1回原子力防災専門官研修 | 11 |
| 2.2.6 第32、33回保健物理・放射線防護課程 | 12 |
| 2.2.7 第30回核燃料工学短期講座 | 13 |
| 2.2.8 第21回放射性廃棄物管理講座 | 13 |
| 2.3 自治体関係者の原子力講習 | 14 |
| 2.3.1 第228～241回原子力防災入門講座 | 14 |
| 2.3.2 第37、38回原子力防災対策講座 | 16 |
| 2.4 その他 | 18 |
| 3. 国際協力の実施 | 20 |
| 3.1 JICAとの共催研修 | 20 |
| 3.2 STA原子力研究交流制度に基づく協力 | 22 |
| 3.3 国際原子力安全技術研修 | 22 |
| 3.3.1 指導教官研修 | 22 |
| 3.3.2 講師海外派遣研修 | 23 |

| | | |
|-------|-----------------------------------|----|
| 3.3.3 | 第4回保障措置トレーニングコース | 25 |
| 3.4 | アジア地域原子力人材養成分野プロジェクトの活動 | 25 |
| 3.4.1 | 第1回アジア地域原子力人材養成セミナー | 26 |
| 3.4.2 | ベトナムにおける原子力人材養成に関する調査 | 29 |
| 3.4.3 | マレーシアにおける原子力人材養成に関する調査 | 30 |
| 3.5 | IAEA特別拠出金事業／研究炉の安全性に関するトレーニングコース | 31 |
| 3.6 | その他 | 32 |
| 4. | 研修のための開発等 | 33 |
| 4.1 | 研修技術開発 | 33 |
| 4.1.1 | β 線の最大エネルギーと飛程の関係を与える新たな近似式 | 33 |
| 4.1.2 | JCO事故に伴う中性子線量データの解析 | 35 |
| 4.1.3 | 原子炉設計のための大型計算機用計算コードのパソコンへの変換 | 37 |
| 4.2 | 研究開発 | 39 |
| 4.2.1 | 架橋テフロンからの高分子気体の生成 | 39 |
| 4.2.2 | エラストマーの放射線劣化の時間短縮試験方法についての検討 | 40 |
| 4.3 | その他 | 41 |
| 4.3.1 | 防災指針における飲食物摂取制限指標の改訂 | 41 |
| 5. | 施設の維持管理 | 44 |
| 5.1 | 整備補修状況 | 44 |
| 5.2 | 放射線管理状況 | 44 |
| 6. | 運営管理 | 47 |
| 6.1 | 研修の運営に関する事項 | 47 |
| 6.2 | 委員会等の開催状況 | 47 |
| 6.3 | 研修施設の統合整備計画 | 48 |
| | 編集後記 | 49 |
| | 付録 | 51 |

Contents

| | |
|--|----|
| Preface | 1 |
| 1. Outline of the NuTEC Activities | 2 |
| 1.1 Organization | 2 |
| 1.2 Current Status of Educational Activities | 2 |
| 1.3 Promotion of Asia-Pacific Nuclear Technology Transfer | 3 |
| 1.4 Operation of Training Facilities and Management | 3 |
| 2. Status of Domestic Educational Courses | 4 |
| 2.1 Training Courses for Radioisotopes and Radiation Engineers | 4 |
| 2.1.1 Basic Course on Radioisotopes and Radiation | 4 |
| 2.1.2 Application of Radioisotopes to Biological Science Course | 5 |
| 2.1.3 Radiation Processing of Polymers Course | 6 |
| 2.1.4 Radioisotopes Course | 6 |
| 2.1.5 Liquid Scintillation Measurement Course | 6 |
| 2.1.6 Radiation Control Course | 7 |
| 2.1.7 Environmental Radioactivity Measurement Course | 7 |
| 2.1.8 Qualification Course for Class 1 Working Environment Measurement Expert | 8 |
| 2.1.9 Qualification Course for Radiation Protection Supervisor | 9 |
| 2.2 Training Courses for Nuclear Engineers | 9 |
| 2.2.1 General Course on Nuclear Technology (B) | 9 |
| 2.2.2 Reactor Engineering Course | 9 |
| 2.2.3 Reactor Theory Course | 10 |
| 2.2.4 Introductory Nuclear Energy Course | 10 |
| 2.2.5 Training Course for Senior Specialist for Nuclear Emergency Preparedness | 11 |
| 2.2.6 Health Physics and Radiation Protection Course | 12 |
| 2.2.7 Nuclear Fuel Engineering Course | 13 |
| 2.2.8 Radioactive Waste Management Course | 13 |
| 2.3 Seminars for Personnel of Local Governments | 14 |
| 2.3.1 Introductory Nuclear Emergency Preparedness Course | 14 |
| 2.3.2 Nuclear Emergency Preparedness Course | 16 |
| 2.4 Others | 18 |
| 3. International Cooperation | 20 |
| 3.1 JICA/JAERI Joint Nuclear Technology Course | 20 |
| 3.2 NuTEC Activity for the STA Scientist Exchange Program in Nuclear Energy Research | 22 |
| 3.3 International Training on Nuclear Safety Technology | 22 |
| 3.3.1 Instructor Training Program | 22 |
| 3.3.2 Joint Training Courses | 23 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.3.3 | Safeguards Training Course | 25 |
| 3.4 | Project of Human Resources Development in Nuclear Field in Asian Region | 25 |
| 3.4.1 | First Seminar on Human Resources Development in Nuclear Field | 26 |
| 3.4.2 | Survey on Human Resources Development in Nuclear Field in Vietnam | 29 |
| 3.4.3 | Survey on Human Resources Development in Nuclear Field in Malaysia | 30 |
| 3.5 | IAEA-EBP/Training Course on the Safety of Research Reactor | 31 |
| 3.6 | Others | 32 |
| 4. | R&D for Improving the Educational Programs | 33 |
| 4.1 | New Educational Contents | 33 |
| 4.1.1 | A New Approximate Equation Relating Maximum Energy and Range of Beta-rays | 33 |
| 4.1.2 | Analysis of Neutron Dose Data Obtained from the JCO Accident | 35 |
| 4.1.3 | Conversion of Programs from Mainframe Version to Personal Computer Version for Reactor Design | 37 |
| 4.2 | Researches | 39 |
| 4.2.1 | Generation of Polymeric Gas from Crosslinked Teflon | 39 |
| 4.2.2 | Method of Accelerated Test for Radiation-induced Degradation of Elastomers | 40 |
| 4.3 | Others | 41 |
| 4.3.1 | Revision of Index Levels of Control on Ingestion of Food and Water in the Guideline for Radiological Emergency Preparedness and Countermeasures | 41 |
| 5. | Operation and Maintenance of Facilities | 44 |
| 5.1 | Present Status of Operation and Maintenance of Facilities | 44 |
| 5.2 | Result of Radiation Control | 44 |
| 6. | Management | 47 |
| 6.1 | Management of Educational Programs | 47 |
| 6.2 | Committees and Meetings | 47 |
| 6.3 | Plan for Consolidation of Educational Facilities | 48 |
| | Editorial Postscript | 49 |
| | Appendix | 51 |

はじめに

原研の国際原子力総合技術センターの平成11年度の活動状況を報告する。

原研は、原子力全般にわたる研究開発や人材養成を行うために昭和31年に発足した。当センターは、原研の一部門として、「原子力に関する研究者及び技術者の養成訓練」に係わる研修事業を、東京研修センターでは昭和33年から、東海研修センターでは昭和34年から開始して、一貫して国内における主要な原子力技術者養成機関としての役割を果たしてきた。原子力技術者の養成に加えて、地方自治体関係者や一般の人たちに原子力の正しい知識を持っていただくための研修事業を国内において進めてきた。また、アジア諸国や旧ソ連・東欧の国々を主な対象とした国際研修を開催するとともに、平成8年度からは、アジア・太平洋地域を対象とした技術交流事業を進めている。平成11年9月30日に東海村で起きたJCO臨界事故により原子力安全確保、原子力災害対策の強化に向けての人材養成の必要性が指摘され、当センターにも原子力災害対策のための原子力防災専門官や地方自治体関連の人材養成の強化が要請され、これに応えた。

研修事業は、研修コースの企画、教官・講師の人選、講義内容の検討、教官の研修技術開発、教材の制作、講義・実習・演習の実施、研修生に対する事務管理的支援などの多面的作業により成り立っている。さらに、国際研修では国際原子力機関（IAEA）などとの交渉、英語教材の制作なども加わる。研修事業においては、従来からの研修資産の活用とともに、教官を始め多くの関係者の経験、努力、工夫の積み重ねにより、また、科学技術の進歩や世の中のニーズの変化、研修を受けた人たちの意見などを取り入れて改良することにより、受講者が十分に研修内容を理解するように配慮している。

国際技術交流事業では、現地に機器を持ち込んで行う講師海外派遣研修と予め現地側の担当教官を日本に招いて研究指導能力を向上させる指導教官研修とを組み合わせている。そのためには、交流相手国の情報収集、相手国のニーズと当センターの対応能力との調整、相手国との交渉、機器の通関手続きなどが必要となる。平成9年度には、インドネシア、平成10年度には、タイにおいて講師派遣研修を開始した。平成11年度インドネシアにおいては、指導教官研修を修了した現地の教官が約8割の講義の主担当となった。また、平成11年度には、原子力委員会のアジア地域協力の枠組みによる原子力人材養成セミナーを開催し、近隣7カ国の人材養成ニーズが明らかになるとともに相互支援協力の方向づけがなされた。

これまでの国内及び国際研修の受講者は、合わせて48,000名を超えており、今後とも当センターが果たす役割は大きいものと考えている。

今後とも当センターに対する皆様のご理解、ご指導、ご支援をお願い致します。

1. 概要

1.1 組織体制

基本的な組織体制は昨年度までと同じである。所内各部、大学、国公立研究機関等の協力のもと、東京研修センターではラジオアイソトープ (RI)・放射線技術者の養成のための、また東海研修センターでは原子力エネルギー技術者の養成と自治体関係者等への知識普及のための、国内及び国際研修を継続実施したほか、新たに国の原子力防災専門官等を養成するための研修と東京研修センターの移転に向けた準備を開始した。これらによる全体的な業務量の増大に対し、相当数の教官が定年退職期を迎えつつあることから、人材の増強が必要となっている。

一方、発足後4年目を迎えた技術交流推進室は、アジア・太平洋原子力協力に係る研修の立案及び研究協力の調整業務に加え、第1回「アジア地域原子力人材養成セミナー」の開催を担当した。国際原子力総合技術センターの組織、業務テーマ及び人員構成を付録A1 (p.52) に示す。なお、本センターの運営方針等に関する審議のため、原子力研修研究委員会及び国際原子力安全技術研修専門部会を開催した。

1.2 研修活動の現状

本年度、東京研修センターにおいては、国内のRI・放射線技術者養成のため、基礎課程4回、専門課程6回 (RIの生物科学への利用、放射線高分子プロセス、ラジオアイソトープ、液体シンチレーション測定、放射線管理、環境放射能測定の各コース1回)、指定講習6回 (第一種作業環境測定士講習1回及び第一種放射線取扱主任者講習5回) を、また国際協力の一環として、国際コース6回 (JICA (国際協力事業団) コース1回、指導教官研修1回及び講師海外派遣研修4回) を実施した。これらの合計で366名 (専門技術者279名+外国人87名) の研修生を送り出した。さらに、一般向けの催しとして原子力学会のオープンスクールを開催した (一般人150名)。

東海研修センターにおいては、原子力エネルギー技術者の養成のため、一般課程1回、専門課程・講座8回 (原子炉工学、原子力入門、核燃料工学短期、放射性廃棄物管理の課程・講座各1回と原子炉理論短期講座及び保健物理・放射線防護課程各2回) を、また国際コース2回 (JICAコース、保障措置トレーニングコース) と自治体等の防災関係者向けの講習16回 (原子力防災入門講座14回、原子力防災対策講座2回) を実施した。さらに、IAEAからの要請により、アジア諸国の安全規制担当者を対象とした「研究炉の安全性に関するトレーニングコース」を新規に開催し、また、科学技術庁からの要請に応え、JCO臨界事故後に制定された「原子力災害対策特別措置法」に規定された「原子力防災専門官」を養成するための新しい研修コースを実施した。これらの合計で756名 (専門技術者212名+外国人28名、自治体関係者516名) の研修生を送り出した。

そのほか、科学技術庁など主催の「'99青少年のための科学の祭典」や原研主催の「サイエンスキャンプ '99」等のイベントに参加、支援するとともに、日本原子力発電 (株) の研修生及び東京工業大学の学生研修生を受け入れ、軽水臨界実験装置 (TCA) において運転実習を行った。

このように、両センターとも年度当初の計画をほぼ達成できた。しかし、東京研修センターで予定していた研修のうち、オートラジオグラフィコースは、応募者数の不足のため、また継続分のIAEAコ

ースは、IAEA側との具体的研修内容に関する協議が長引き、IAEAの研修計画策定期限までに成案が得られなかったため、実施することができなかった。なお、9月末のJCO臨界事故の際には、東海研修センターで実施中の研修コースがスケジュールの変更など多くの影響を受けた。また、この事故に関連して、前述のように「原子力防災専門官」研修を新設したほか、既存の「原子力防災対策講座」の改訂や、原子力災害時に現場で実践的防災活動を担当する人を対象とする「原子力特別防災研修」に向けた準備も行った。

実施した研修コースの日程、受講者数及びカリキュラム等を巻末の付録A2～A4 (pp.55～75) に示した。受講生に対するアンケート調査ではおおむね好評であり、これらの研修事業は原子力分野の人材養成に貢献している。なお、研修コースの改善に資するため、「β線の最大エネルギーと飛程の関係を与える新たな近似式」など幾つかのテーマで開発研究を行った。

1.3 アジア・太平洋原子力技術交流の推進

アジア・太平洋諸国での原子力安全確保と人材育成に貢献するため、技術交流推進室を調整役として、引き続き協力計画を進めた。すなわち、日本とインドネシア及びタイとの研究協力に関する取り決めに基づき、指導教官研修と講師海外派遣研修を実施した。前者は、内容は専門別としつつも、両国の教官を同時期に東京研修センターへ招き、第7回として一緒に行った。後者は、インドネシア原子力庁 (BATAN) 及びタイ原子力庁 (OAEF) との共催研修として、それぞれ第7、9回と第8、10回を現地で実施した。これらの研修では、日本からの講師に加え、指導教官研修の修了者が現地講師として参加しており、両国の研修事業の自立化に向けた成果があがりつつある。なお、それぞれの運営委員会も開催し、今後の協力計画等について協議を行った。

また、既に述べた研修コースとは別に、STA原子力研究交流制度により、インドネシアとベトナムから3名の研究員を受け入れ、それぞれ個別のテーマのもとに共同研究を行った。

さらに、本年度は科学技術庁主催の第1回アジア地域原子力人材養成セミナーの開催を担当した。このセミナーは、原子力委員会によって組織された「アジア地域原子力協力フォーラム」において、「人材養成」が新たな協力プロジェクトとして加えられたことに対応したものである。セミナーは11月に東京で開催され、アジアの7か国と日本からの代表者が出席して、各国の現状やニーズに関する発表、相互協力の確認、今後の進め方に関する協議などが行われた。なお、このプロジェクトに関連して、ベトナム及びマレーシアでの人材養成の状況に関する出張調査も行われた。

1.4 施設の維持・運営管理等

研修施設や装置に関する整備補修及び放射線管理業務はほぼ例年通りに行われ、ホームページも改訂された。

研修事業の運営や計画に関し、センター内で検討を進めるとともに、1.1に述べた研究委員会を開催して討議した。また、本年度は特別に原研の「研究評価準備委員会」により、当センターの業務について審議が行われた。これまでの実績は評価されたが、将来計画については再検討が必要との指摘を受けた。一方、東京と東海両研修センターを統合して国際原子力交流の場としても相応しい総合研修施設を整備するという計画が具体的に開始され、東海研究所内の施設改修が行われることとなった。

2. 国内研修の実施

2.1 RI・放射線技術者の養成

2.1.1 第262～265回基礎課程

本課程はラジオアイソトープ・放射線の利用及びその安全管理に必要な基礎知識と基本技術を教えることを目的にしている。カリキュラムは、物理、化学、生物、測定、管理、利用、法令などRI・放射線の基礎教科で編成されている。

本年度は、Table 2.1.1に示すように第262回から265回までの計4回（各回17日間）を実施した（Photo. 2.1.1参照）。受講者は平均11.5人、定員32名に対して受講率35.9%であった。昨年度の実受講者（平均16.5人、51.6%）と比較して、さらに減少した（Table 2.1.2参照）。この原因は、新しい放射線利用があまり発展していないこと及び景気が停滞していることであろう。なお、JCO臨界事故のため、第265回のコースでは、1名の受講者（茨城県職員）が研修を中断した。

Table 2.1.1 Basic Course on Radioisotopes and Radiation in fiscal year 1999.

| Basic Course | Duration | Participants |
|-------------------|---|--------------|
| 262 nd | May 13 rd ~ June 4 th | 8 |
| 263 rd | June 7 th ~ June 30 th | 9 |
| 264 th | July 5 th ~ July 28 th | 15 |
| 265 th | Sep. 27 th ~ Oct. 20 th | 14 |

Table 2.1.2 Variation in the number of participants having attended Basic Course on Radioisotopes and Radiation in last 4 years.

| Fiscal Year | Number of courses | Participants | Average participants/course |
|-------------|-------------------|--------------|-----------------------------|
| 1996 | 4 | 95 | 23.8 |
| 1997 | 4 | 85 | 21.3 |
| 1998 | 4 | 66 | 16.5 |
| 1999 | 4 | 46 | 11.5 |

本年度は、従来、センター外の講師が担当していた主要講義科目を当センターの教官が受け継ぎ、コース運営面を改善した。すなわち、原子核物理概論、放射線測定法概論、放射化学概論、放射化学分析概論、放射線の身体的及び遺伝的影響、放射線化学などのRI・放射線の基礎に関係した講義科目について、センターの教官が新たに受け持つことになった。RI・放射線の利用に関する講義については、従来どおりセンター外の講師に講義を依頼した。また、実験実習科目のうち、イオン交換分離と放射線生化学実験は中止することにした。その理由は、センター外の講師が担当していたこと、イオン交換分離実験で使う核分裂生成物が入手困難になったことである。これにより、本年度の基礎課程は昨年度より1日短縮した研修コースとして実施された。

上記のように、RI・放射線の基礎教科をまとめて当センターの教官が講義することにより、①センター教官の講義技術が向上する、②講義内容の重複がなくなり、自主的に柔軟な改訂ができる、③受講者は講義の後で講師と十分な質疑応答ができる、④外部講師の都合によらず教科を理想的な順

序で配列できる、⑤経費の節約ができる等、多くの改善ができた。

受講者の減少傾向に対処するため、よりニーズに合ったコースを開発する必要があると考え、基礎課程よりも期間が短く、平易な内容で、基礎に重点をおいた「初級コース」を新設することとした。これは、より基礎的な内容のみを短時間で習得できるコースを実施してほしいとの声が多いことに応えたものである。次年度は、基礎課程の回数を4回から2回に減らし、初級コースを2回実施する予定である。

(野口)



Photo. 2.1.1 Radiochemical experiment in Basic Course on Radioisotopes and Radiation.

2.1.2 第247回専門課程 (RIの生物科学への利用コース)

本年度は、分子生物学と細胞培養におけるRIの利用の実習を中心として、8月2日から8月13日まで10日間実施した。平成4年度には定員16に対して28名の応募があったが、しだいに減少し、本年度は8名であった。講師は、この分野では世界的に有名な研究者が多く、受講者のアンケートの結果からも評価は高い。受講者が減少した原因は、二つ考えられる。一つは、この分野の手法がRI法から蛍光法へ移行したために、RIを新たに使用する事業所が増加していないことである。もう一つの原因は、本研修コースの分野の技術をわかりやすく図解した書物が出版され、この本を手元において、経験者から要点を習えば実験できるようになってきたこと、すなわち、本コースの技術が一般化してきたためと考えられる。

一方、医療診断技術におけるマクロアレイ法においては、RI化合物を使用することにより、遺伝子によって発現する病気を明らかにすることができるため、最近、注目を集めている。本コースも新たな分野に展開を図る必要がある。

(伊藤)

2.1.3 第248回専門課程（放射線高分子プロセスコース）

高崎研究所では、低エネルギー電子加速器を用いる開発研究を10年以上続けてきた。本コースはその成果を基に、研修を通じて技術を斯界に広める目的で平成8年度に開始した。本年度は、9月6日から9月10日まで5日間実施した。内容は、自己遮蔽型の低エネルギー電子加速器の特徴を生かした高分子の表面加工に関する新技術の習得を目指すものである。

平成10年度までは、毎年度10名を超す受講者の参加があったが、本年度は6名（定員16名）であった。一方、わが国における自己遮蔽型低エネルギー電子加速器の台数や、それを利用する開発研究は、年々増加している。受講者の減少は、当該分野における研究者が定年退職で日本原子力研究所を去り、低エネルギー電子加速器も高崎研究所から撤去されて、研究が継続されていないことが主な原因と考えられる。

（伊藤）

2.1.4 第249回専門課程（ラジオアイソトープコース）

RI・放射線を取り扱う事業所等の監督指導に当たる技術系公務員向けの特別訓練コースとして、昭和63年に開設された本コースは、平成11年度が12回目である。本年度は、10月25日から11月10日まで12日間実施した。北は北海道、南は鹿児島県の労働基準局あるいは労働基準監督署から13名が受講した。例年、定員16名に見合う受講者を数えたが、今回は定員に対する受講者の割合は81%で、過去最低を記録することになった。

コースの主要教科であるRI・放射線の物理、化学、生物、測定、放射線管理の講義及びこれらに関連する実験、実習を当センターの教官が担当し、残る法律、取扱施設等の講義もすべて原研関係者が受け持っている。さらに、受講者が当センターでの研修に円滑に取り組めるようにという配慮から、埼玉県朝霞市にある労働省労働研修所で4日間の事前研修が行われている。この事前研修での、RIの物理、RIの化学、RIの安全取扱の講義も当センターの教官が依頼されて担当している。したがって、コース期間中教官が受講者と密に接触でき、木目細かな指導が可能になっている。今回は、同時期にタイでの講師海外派遣研修が開催され、当センターの教官のスケジュールが過密になるなど厳しい対応を迫られたが、順調に終了することができた。

受講者との話し合い及びアンケート調査では、仕事に関する知識が増えたという理由で、全員から本研修は有意義、あるいはまあ有意義との回答が得られた。その一方で、研修のレベルが高く、難しいとのコメントが高率を占めるとともに、研修の全体図や労働安全衛生の管理、監督との関係の説明が必要と指摘されている。さらに、受講者が担当する現場（原子力発電所等）での対応を意識した、管理区域への入退室や作業の厳格な指導が望まれている。このような意見、コメントを踏まえると、原理・基礎より、実際に役立つ、現場対応に重点を置いた研修内容が好ましいと判断できる。労働研修所の担当官と意見交換し、今後詰める必要があると考えている。

（星）

2.1.5 第250回専門課程（液体シンチレーション測定コース）

11月15日から19日まで5日間実施した（口絵参照）。受講者数は14名（定員16名）であった。本コースは、液体シンチレーションカウンタ（LSC）の利用者を対象とし、LSCによる放射能測定

に必要な専門技術を短期間に習得することを目的としている。このコースは、生物・医学系の研究者の要望に沿って、当センターの発足ほどなく開設されたソフトベータ線（軟β線）測定コースを発展的に更新し、改名したものである。現在、その方面の研究者の参加はなく、放射線管理・環境測定分野の担当者が受講者の大半を占めるようになってきている。

LSCは、環境中のトリチウム（ ^3H ）、炭素-14（ ^{14}C ）を測定するのに最も優れており、かつ α - β 放出核種の測定には特異的な能力を有している。また、高エネルギーβ線放出核種ならば、有機シンチレータを用いずに水中のチェレンコフ光測定ができ、低エネルギーβ線放出核種と判然と区別できる。β-γ同時計数法に次ぐ放射能絶対測定を行う装置でもある。しかし、精度の高い正確な測定結果を得るには、高度の試料調製テクニックと慎重な測定を要するので、それに適したトレーニングが必要である。

本コースは、LSCの原理と正しい使用法を多数台のLSCを用いて教えている。加えて放射線管理技術、特に自分自身の呼気や尿中のトリチウムの放射能測定まで習得できるようにカリキュラムが構成されているので、その魅力で受講者を派遣する企業も多い。

外部講師の献身的な尽力により、進歩する最新の測定手法を数コースごとに導入しており、受講者アンケートにも、ボタンを押して結果を得るだけであったのが、研修を通してどのようにして測定が行われるのか理解できたとある。しかし、一部の測定器が古いため、プログラムの表示部が狭く測定手順をプログラムする操作が理解しにくかったようである。これらを解決する意味で現在LSCを順次更新中で、平成12年度からは新しいLSCを用いて実習を行う予定である。

（関根）

2.1.6 第251回専門課程（放射線管理コース）

12月6日から12月17日まで10日間実施した。受講者数は7名（定員16名）であった。受講者の大半は原子力発電所関係の放射線管理員と大学関係者であった。RI・放射線の取り扱い経験のない受講者の割合が高かった。受講の動機は基礎的教育の一環として、または放射線管理業務のためというものであった。

本年度は、前年度の検討結果に基づいて改善を行った。改善の内容は、講義内容の重複を調整したこと、研修内容とテキスト全般について、現在の情勢に対応するようにし、実務に直接役立つようにしたことである。具体的には、講義関係では「放射線エネルギー測定法」2単位を「放射線測定法」1単位に、「被曝線量の限度」1単位と「放射線障害」1単位を統合して「被曝線量の限度と放射線障害」1単位にし、新たに「放射線管理測定技術」2単位と「試料測定と放射能評価方法」1単位を設け、テキストの作成と改訂を行った。実習関係では「線量測定」5単位を4単位に、「液体シンチレーション測定」5単位を4単位に削減した。また、若返りのため講師の交代も行った。

（神永）

2.1.7 第253回専門課程（環境放射能測定コース）

本コースは環境放射能の測定業務に係わる研究者及び技術者を対象とし、原子炉や加速器などの放射性物質取扱施設に対する排気・排水中の放射能モニタリングに役立つ技術を習得するためのコースである。主にγ線スペクトロメトリ、α線スペクトロメトリ及び液体シンチレーション測定法を短期

間に効率よく習得できるように、実習に重点をおいてカリキュラムを編成している。

本年度は2月7日から2月18日まで9日間実施した（Photo. 2.1.2参照）。受講者数は9名（定員16名）で、4年ぶりに定員割れとなった。受講者の内訳は官庁等7名、電力会社1名、民間会社1名である。

研修についてのアンケートの結果では、ほとんどの受講者が満足しているとの回答であった。これまでと同様、Ge検出器による放射能分析法、液体シンチレーションカウンタによる放射能測定法に対して高い評価が得られた。

今年度、電力会社及び民間会社からの受講者が著しく減少した。その原因を究明するとともに、受講者の要望に応えられるコースにするため、今後検討を進める。

（上沖）



Photo. 2.1.2 Guidance lecture for the radiation monitoring practice.

2.1.8 指定講習 第25回第一種作業環境測定士講習

「作業環境測定法」に基づき、昭和52年度から実施している第一種作業環境測定士の資格取得のための指定講習である。毎年1回、2日間のコースを開講している。

本年度は1月11日、12日の2日間実施した。受講者数は17名（定員16名）であった。講習は、空气中の放射性物質に関する分析の実習を主眼としており、 α 、 β 、 γ 線の全放射能測定方法、スペクトル分析方法等で構成されている。法律により講習の科目及び時間が定められていて、高密度の内容になっており、十分な理解を得るには時間不足のように思われる。特に、実務経験のない受講者にとっては、この講習によりすべてを理解するのは困難であると想像される。この講習を基礎にして実務経験を積むことで理解が進むことを期待したい。

前年度の講習内容について検討したところ、実習の一部に類似した内容や現在ではあまり使用されない測定方法があった。本年度は、法の主旨に沿って、作業環境測定の実務に直接役立つよう、「 γ 線スペクトル分析」等のテキストの一部改訂も含め、内容を改善した。

(神永)

2.1.9 指定講習 第97～101回第一種放射線取扱主任者講習

本講習は「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」に基づき実施しているものであり、毎年8月に実施される「第一種放射線取扱主任者試験」の合格者を対象としている。本コースを修了しないと第一種放射線取扱主任者免許証を取得することはできない。現在、合格者数が多く、受講希望者は順番待ちの状態にある。

本年度は第97回から第101回まで、合計5回実施した。1回の講習の定員は32名で、合計159名がコースを修了した。1名の欠員は、受講開始直前に出席可能時間の不足が明らかとなったため、参加をとりやめた者がいたためである。法令に基づく講習なので出席時間と修了試験の結果は厳しく評価している。

(岩田)

2.2 原子力エネルギー技術者の養成

2.2.1 第56回一般課程 (B)

本課程は、原子力技術者に必要な原子力工学の知識と技術を、講義、演習、実習等を通して体系的に習得させることを目的としている。

本年度は4月12日から9月3日まで21週間実施した。研修生数は15名（定員24名）で、その内訳は電力会社から14名、サイクル機構から1名であった。本年度も原研からの参加者はなかった。

本年度は、原子炉の運転実習には改造工事が完了した研究炉JRR-4を使用し、炉心核特性基礎実験には軽水臨界実験装置（TCA）を使用した。研修カリキュラムは前年度を踏襲しており、特に実験・実習については前年度同様に研修生に自主性を持たせるために、企画・立案から結果の整理・発表までを行わせた。おおむね好評であった。

一方、研修期間が長いことから、例年夏の時期に出席率が低下する傾向にあったが、今年度はあまり目立たなかった。

研修終了時の反省会及びアンケートの結果によると、カリキュラムの組み方（講義と演習及び実習の配置のさせ方）に対する要望がわずかにあったが、おおむね好評であった。また、受講目的が相変わらず原子炉主任技術者試験の受験に備えるためとする研修生が多かったが、本課程の主要な研修目的が必ずしも原子炉主任技術者や放射線取扱主任者の資格取得にあるのではない点についての理解も徐々にではあるが認識されつつあると思われる。

なお、各種の事務処理や生活面での宿泊施設等に対しては取り立てて大きな不満はなかったようである。

(新藤)

2.2.2 第8回原子炉工学課程

本課程は原子力技術者に必要な原子炉工学の基礎的な知識と技術を講義、演習、実習等を通して習得させることを目的としている。

本年度は10月12日から12月10日まで9週間実施した。研修生数は15名（定員24名）で、昨年の9名

名、地方公共団体から1名、原研から3名であった。

カリキュラムは、基本的に前年度と同じで、前記一般課程（B）のカリキュラムから基本部分を精選した内容としている。しかし、全体としては一般課程に比較して駆け足になる傾向は本年度も同様であった。

本年度からは改造後のJRR-4を用いる運転実習を組み込む予定であったが、手続き上の行き違いからJRR-4が調整工事に入ってしまう、今回も使用できなかった。さらに、炉心の基礎的な核特性を実験的に学ぶ予定であった軽水臨界実験装置（TCA）がトラブルを起こしたために、これを利用する実験も不可能になり、研修生に迷惑と大きな失望を与えてしまい極めて残念であった。

研修終了時の反省会とアンケート調査の結果によると、前年度同様に期間が短くて厳しいとの意見もあったが、TCAを利用した実験ができなかったことへの無念さを除けば、おおむね好評であった。

なお、短期の研修であるにもかかわらず、前年と同様に研修生の中から1名、平成11年度の原子炉主任技術者試験の合格者が出た。

（新藤）

2.2.3 第41、42回原子炉理論短期講座

第41回講座（東京）は、上期が6月7日～11日、下期が9月6日～10日にわたってNTT麻布セミナーハウスで開催した。全く同じ内容で、第42回講座（大阪）は上期が6月21日～25日、下期が9月27日～10月1日にわたってYMCA国際文化センターで開催した。

受講者は第41回、42回ともに41名（定員40名）で、定員を上回ったが、わずか1名なので調整はしなかった。

本講座は、ほぼ全員が原子炉主任技術者試験の受験予定者であり、講義は試験の課目区分に従って、「原子炉理論」、「原子炉設計」、「運転と制御」、「燃料・材料」、「放射線防護」の技術系5科目と、「法令」について行われた。各課目ごとの時間配分はほぼ前年度どおりであり、「原子炉理論」、「原子炉設計」、「運転と制御（動特性）」に重点配分した。

「法令」は、もともと講義していなかったが、研修生の希望をいれて、平成7年度から下期だけ講義することにしたものである。この「法令」及び「運転と制御」のうちの実務に関する講義は、研究所を基盤とする当センターにとって苦手な部分であるが、研修生の希望に沿って、今後も継続すべきであろう。

第41回下期（東京）の開催中に講師が倒れるという事件があった。折悪しくほかに原研の担当者が不在であり、研修生が介抱して入院させてくれた。翌日は予備の講師を派遣して穴を埋めたが、当日2時間ほどの空白が生じた。

従来から、当センター以外の講師の受け持ち時間にはセンター職員が会場責任者として待機していたが、講師がセンター職員の場合には他に職員を配置することはしなかった。講師の他に常時もうひとり予備の講師ともなりうる責任者を配置すべきか検討中である。

（内田）

2.2.4 第26回原子力入門講座

1月17日から2月10日まで約4週間実施した。本講座の定員は24名であるが、本年度はJCO臨界事故

の後で研修希望者の激増が予想されたため、班別実習の構成を変えるなどして、最大36名まで定員を拡大することにした。実際の研修生数は29名であった。もともと公務員の受講の多い講座であったが、今回は29名中19名までが国家公務員であった。また、そのうち防衛庁が4名、警察庁1名、労働省5名、と今回初めて派遣するかまたは大幅に増員したケースが目立った。

カリキュラム内容も今回は大幅に変更した。従来は一般人に対する広報的な講義が多かったのであるが、10年度に行われた検討で、「入門」とはいつでも職業人のための講座であるから基礎的な勉強中心のカリキュラムに変更することになったものである。このため、比較的短期のコースで内容は初歩的ではあるが、一般課程や原子炉工学課程に準じたカリキュラムになった。

この方針は臨界事故以前に決定されていたものであるが、更に事故の影響を受けて、防災講座的な性格も強まった。各講師が決まった枠内で、内容を事故を意識したものに変える例も多々あったようである。

従来、本講座は若い研修生が多かったが、今年輩の公務員研修生が増えたことによって雰囲気は一変した。特に年輩の自衛官が熱心で、講義終了後も講師の部屋を訪ねて質問を繰り返す姿が目立った。

(内田)

2.2.5 第1回原子力防災専門官研修

JCO臨界事故を契機として、原子力災害対策特別措置法が平成11年12月17日に公布された。そのなかで、科学技術庁及び通産省は原子力事業者や地方公共機関への指導・助言、必要な情報の収集等を行うために「原子力防災専門官」を置くことにした。原子力防災専門官は、平成12年6月16日の本措置法施行に合わせて発令されることになった。

これらを受けて、平成12年1月中旬に、科学技術庁から原研においてこの原子力防災専門官研修を行うよう要請があり、東海研修センターで実施することとし、準備に入った。

原子力防災専門官が備えるべき基礎知識分野は原子炉工学にとどまらず、核燃料工学、放射線防護、安全性一般及び防災対策等に関する全般的知識も必要とされ、短期間の研修で身につけるのは困難である。しかし、本措置法施行までの時間は限られていたため、第1回目の研修は、基礎的知識の復習と防災及び危機管理の基本等に重点を置いたカリキュラムとして、3月6日から3月30日まで4週間実施した(口絵及びPhoto. 2.2.1参照)。研修生数は21名で、その内訳は通産省から9名(全員が現職の運転管理専門官)、科学技術庁から12名であった。

通常、東海研修センターで実施する研修には、施設見学やレポート整理といった多少のゆとりの時間を織り交ぜてあるが、今回のカリキュラムにはそのような時間はなく、大変厳しい時間割であった。研修生は全員任官後の責任の重さを十分自覚してか、非常に熱心に講義を聴き、実習にも励んでいたのが印象的であった。

なお、本研修は、平成12年度以降は科学技術庁から要請された原子炉等規制法の改正で新設される原子力保安検査官の研修も行えるよう「原子力専門官研修」と改称し、継続実施する。

(佐伯)

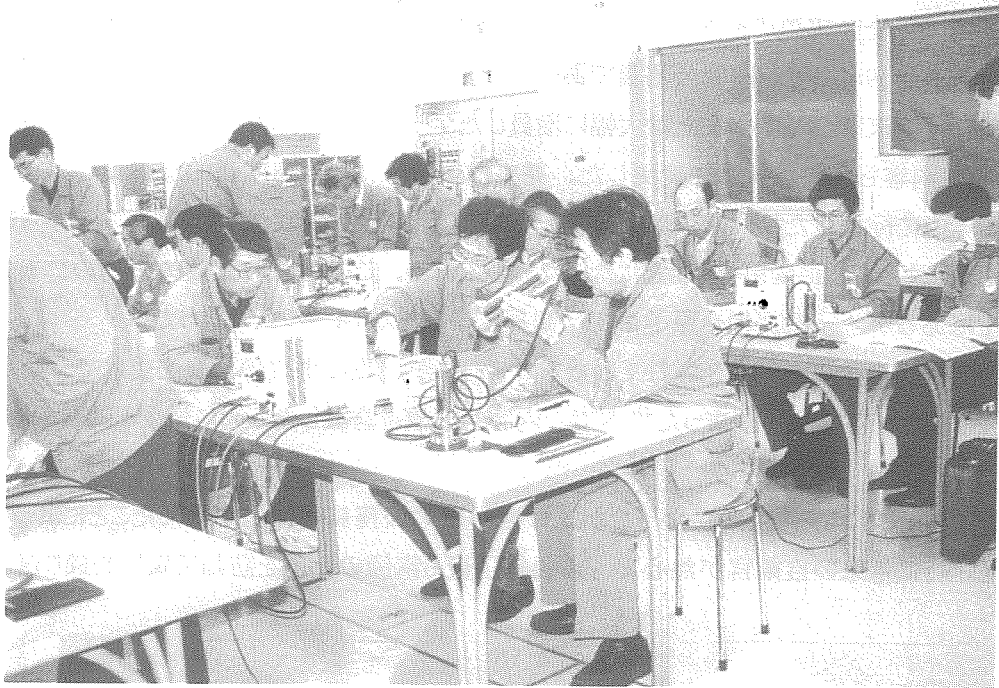


Photo. 2.2.1 Practice of radiation measurement.

2.2.6 第32、33回保健物理・放射線防護課程

本課程は従来からの保健物理専門課程と放射線防護専門課程を前年度に統合し、年2回実施するようになったものである。その間、研修生のアンケート等を参考に適宜研修内容の見直しを進め、放射線防護の実務に直接的に役立つ知識と技術の習得、並びに低線量をめぐる放射線防護上の問題とその対応にも配慮した。

第32回は5月10日から6月18日まで6週間実施した。研修生数は17名（定員24名）であった。内訳は電力会社から1名、原子力関連会社から15名、原研から1名であった。

第33回は8月19日から10月1日まで7週間実施した。研修生数は10名（定員24名）であった。内訳は電力会社から4名、原子力関連会社から6名であった。

研修終了時のアンケート調査の結果、第32回及び第33回とも、80%以上の研修生は講義が有益でかつ理解できたと回答した。また、実験は90%以上が理解でき役立ったと回答している。しかし、演習は80~90%の研修生が有益と感じているものの、理解できないとした割合が30~40%で、この点は昨年と同様であった。個別に見ると、研修生の評価は新規の課目に辛いが、回を重ねると改善効果が認められている。講師側としては、受講生の専門知識レベルに幅があり過ぎて教えづらいという意見がある。

本課程の最終日の午後は「事故時の放射線防護対策」2単位と「反省会」で締めくくっている。第33回の最終日は9月30日で、JCO臨界事故の最中であった。次の日の修了式はこの事故のため原研が休日になったが、事務長とカリキュラム担当教官が出勤し、修了証の授与、水戸駅までの送迎（JR常磐線不通のため）等を行った。

（熊澤）

2.2.7 第30回核燃料工学短期講座

9月27日から10月15日まで約3週間実施した。受講者数は13名（定員24名）であった。期間中に東海村の核燃料加工工場JCOで臨界事故があったので、経緯を中心に報告する。

9月30日、構内放送と昼テレビニュースでその時点での事態を掌握し、午後の講義についてどのように取り扱うか、カリキュラム担当教官、事務長等の関係者で繰り返し協議を行った。その結果を受けて午後の1時間目の講義が終了し、休憩時間に入ったところで、その時点で分かっていることについて受講生に事態のあらましを説明し、帰宅については事務室からの指示に従うように連絡した。5時間目を終了した時点で、所の方針に従い、現場付近を迂回し近づかないようにとの指示を出して速やかに帰宅させた。

10月1日は、10km管内については既に屋内退避という状況にあったため、早朝にカリキュラム担当教官と事務長で協議を行い、取り敢えず全面的に講義を中止することにし、受講生並びに当日の講義に関係する講師にその旨を連絡した。

週明けの10月4日の月曜日には、まずカリキュラム担当教官及び事務長で10月1日分の講義の取扱について協議を行った。結論として、短期講座では削除できない重要な講義の一つであることから、直ちに関係講師と連絡をとり調整のうえ、10月14日及び15日に当初予定日に行えなかった講義を行い、15日午前に予定されていた修了式を午後に変更することにした。直ちに当センター長及び受講生の了解をとり、10月1日の講義を欠落することなく実施することができた。

なお、本コースについては、緊急事態対応についての講義はないが、例年緊急時医療のあらましについてビデオを上映しその概要を映像で教育している。また、臨界管理についての講義は、例年どおりに講義を行った。

また、講義を全日中止した10月1日については、受講生は宿泊している寮で昼食をとることができなかった。また、近辺のコンビニストア等もほとんど営業を中止したので困ったと聞いている。今回は約1日間であったが、緊急時における当センターとしての対応に関する今後の検討課題である。

更に、受講生のうち東海村近隣の居住者には土・日曜日にモニタリング要員として出勤した者もいた。今回の事故に関連して、電力会社からの受講生1名が会社側からの緊急の要請でコース参加継続を断念し、その後東海村でモニタリング要員として活躍した。この受講生については、コース終了後、テキスト一式を送付することにした。

(武田)

2.2.8 第21回放射性廃棄物管理講座

6月21日から7月2日まで2週間実施した。受講者数は13名（定員24名）で、その内訳は電力会社から6名、プラント会社から5名、官庁から1名、原研から1名であった。

本講座は、短期間ではあるが放射性廃棄物管理のいろいろな側面を学んでもらう内容であり、放射性廃棄物管理に係わる講義と廃棄物処理の実習から組み立てられている。講義は放射性廃棄物管理概論から始め、各論では放射性廃棄物管理の目的、廃棄物処理及び処分目標、固体、液体、気体廃棄物の処理方法及びそれらの技術、その他、特論ではわが国の放射性廃棄物管理の動向、クリアランスレベル、核燃料の輸送及びTRU廃棄物の処理処分を取り上げて講義を行った。実習では放

放射性廃棄物処理施設で処理の実際を見ながら質疑応答をした。主な実習場所は、東海研究所では今後の熔融処理に向けた廃棄物分別処理施設であり、大洗研究所では α 廃棄物の処理及び保管施設である。

今回はいままでの課目と、講師について若干の変更を行った。課目については「クリアランスレベル」を新設し、講師については最新の情報を盛り込むためにそれぞれのテーマに最も深く関連している組織に講師派遣を依頼した。

(下岡)

2.3 自治体関係者の原子力講習

2.3.1 第228～241回原子力防災入門講座

地方公共団体の防災業務関係者を対象に、原子力防災に関する基礎的な知識と技術の習得を目的として、本年度も原子力発電所等の立地県において、2日間コースを14回実施した。

受講者総数は457名（定員50名／回）であった。Fig. 2.3.1に所属機関別の受講者の内訳を示す。

カリキュラムについては事前に開催道府県と調整を行い、前年度とほぼ同じ内容で実施した。Fig. 2.3.2に講座に対する総合的な感想及び理解度についてのアンケート調査結果を示す。また、Fig. 2.3.3にテキスト（青森県用の核燃料サイクル施設編を除く13道府県）の単元別難易度及び理解度についての回答結果を示す。これらの結果によれば、受講者の満足度、理解度とも、ほぼ前年度と同様に良好であった。

本年度実施分の教材の整備においては、平成10年11月に一部改訂された防災指針を取り入れてテキストの改訂を行った。14道府県における講座終了後まもなくJCOで臨界事故が発生し、12月に原子力災害対策特別措置法が制定されるに及んで、従来の防災体制が大幅に変更されることになった。この防災新法の仕組みに対応するよう、防災指針や防災基本計画等の改訂も並行して進められていたため、それらの推移を見極めながら次年度の教材の改訂・整備に的確に反映させることが必要になった。特に、視聴覚教材として有効に活用してきた防災対策に関連するビデオソフトの改訂・制作には時間を要することから、早期に具体的な作業に着手できるよう内容の検討を行った。

(高橋)

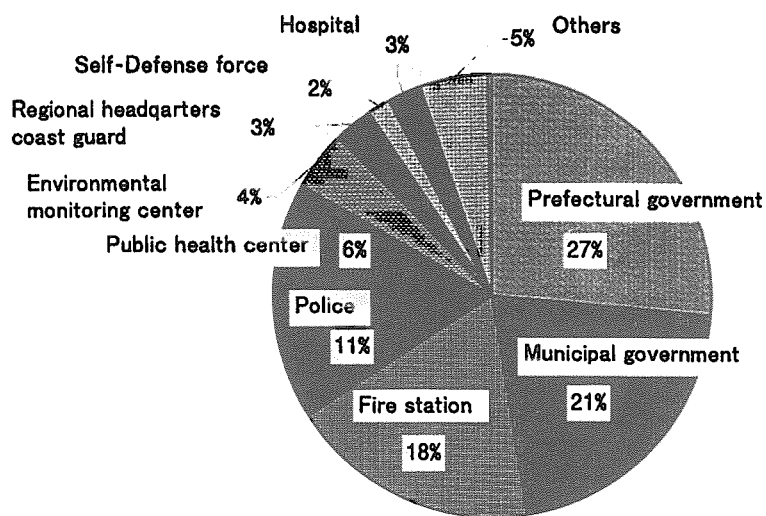
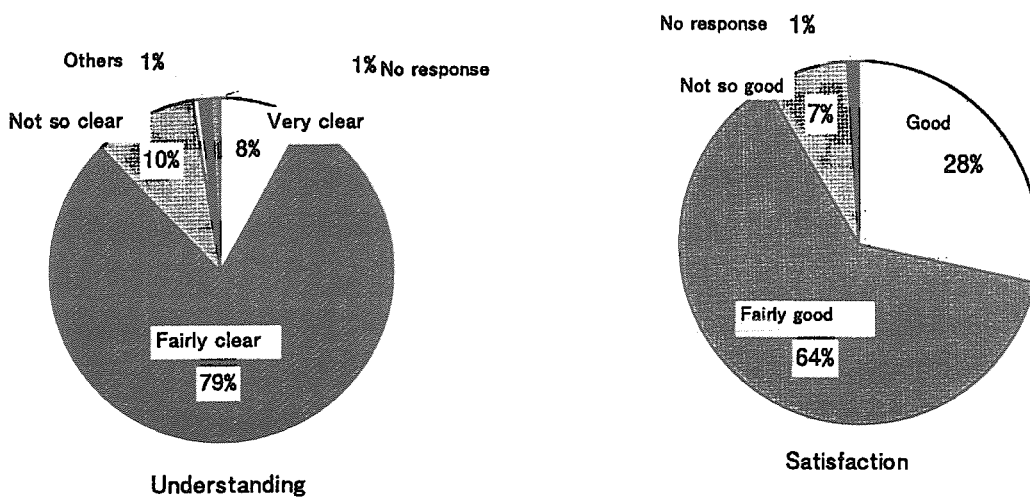
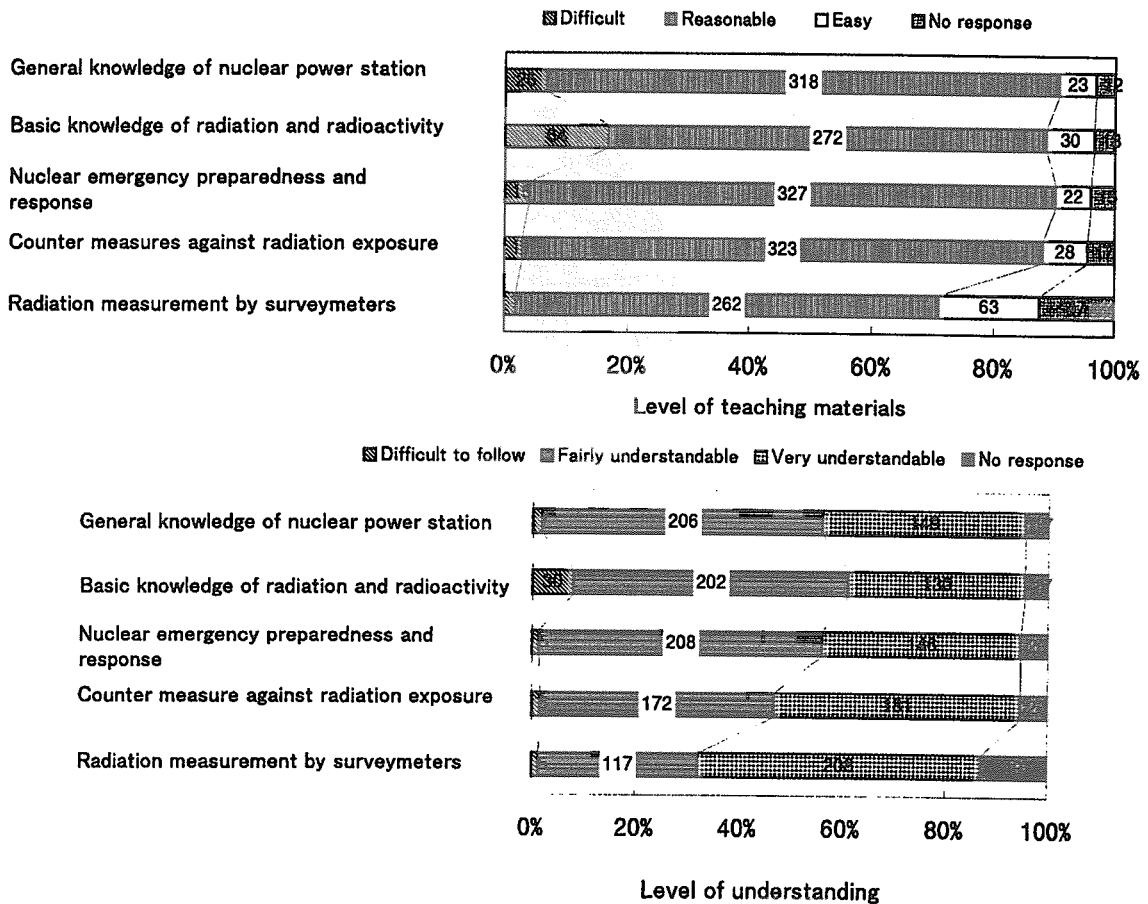


Fig. 2.3.1 Category of participants.



Participant : 457 persons
 Response : 421 persons (92%)

Fig. 2.3.2 Participants' evaluation on Introductory Nuclear Emergency Preparedness Course.



Participant : 414 persons
 Response : 379 persons (92%)

Fig. 2.3.3 Level of materials and understanding on Introductory Nuclear Emergency Preparedness Course as evaluated by participants of local governments.

2.3.2 第37、38回原子力防災対策講座

道府県及び市町村の原子力防災担当職員等を主な対象に、原子力防災に関する全般的な知識と技術の習得を目的として、5日間コースを2回（9月6日から10日及び2月14日から18日）東海研修センターで実施した。受講者総数は54名（定員32名/回）で、前年度より10名多かった。Fig. 2.3.4に所属機関別の受講者の内訳を示す。本年度の特徴は、国の行政機関からの参加が際立って多くなったことであり、5省庁からの受講者が全体の30%を占めた。

カリキュラムは、第37回については前年度とほぼ同じ内容で実施したが、第38回においては、わが国で初めて周辺住民の避難等の防護対策が講じられることとなったJCO臨界事故の発生に鑑み、特別テーマの一つとして「臨界事故による周辺住民の被曝線量評価」を取り上げた。また、この事故対応の反省を踏まえて、初期対応の迅速化、国及び地方公共団体の連携強化、国の対応機能の強化や原子力事業者の責務の明確化等を柱として制定された「原子力災害対策特別措置法」と安全規制の強化を図るため改正が行われた「原子炉等規制法」に関する解説をカリキュラムに組み込んだ。Fig. 2.3.5に講座に対する総合的な感想及び理解度についてのアンケート調査結果を示す。受講者の

満足度、理解度とも前年度と比較して高く、良好であった。

今後、新しい仕組みによる原子力防災対策の充実強化に向け、各種計画の見直しや策定が進められることになるが、本講座が防災業務関係者の原子力防災の理解促進に寄与し、円滑な業務遂行に貢献することが期待される。

(高橋)

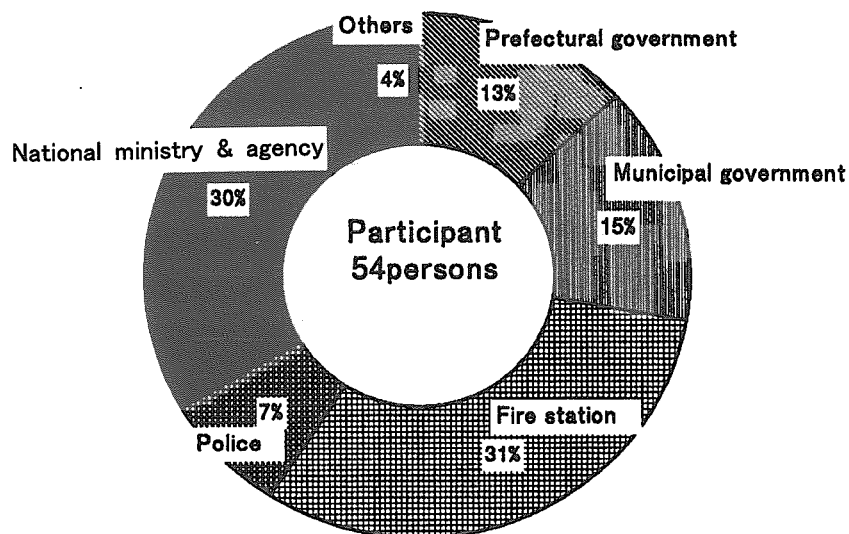
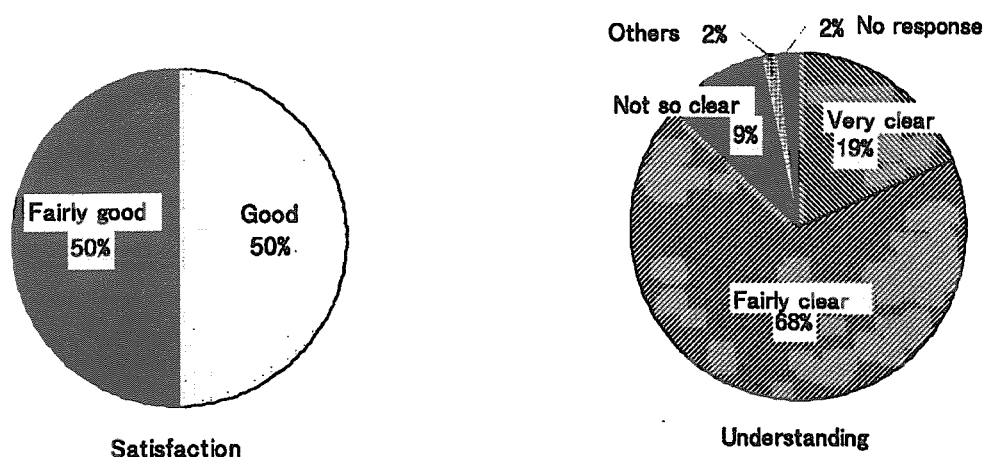


Fig. 2.3.4 Category of participants.



Participant : 54 persons
 Response : 54 persons (100%)

Fig. 2.3.5 Participants' evaluation on Nuclear Emergency Preparedness Course.

2.4 その他

当センターでは、毎年小中学生や高校生ほか一般人を対象にCAI (Computer Assisted Instruction) やビデオ、霧箱などを用いた体験学習会等を行っている。本年度はTable 2.4.1に示すイベントに参加、支援した(口絵及びPhoto. 2.4.1、2.4.2参照)。

Table 2.4.1 Training courses for the public.

| Date & place | Name of event | Participants | Content of NuTEC program |
|--|--|--|--|
| April 24, '99 NuTEC, Tokai | Experimental classroom for local inhabitants | Local inhabitants (20 persons) | Experiment with a cloud chamber |
| July 27, '99 NuTEC, Tokai | Science Camp '99 (Organized by JAERI) | Students of high school and nat'l college of tech. (18 persons) | The same as above |
| July 30-Aug. 3, '99 Science Museum, Tokyo | Youngsters' Science Festival '99 (Organized by STA etc.) | School students | Experiment with a cloud chamber, etc. |
| Aug. 23-25, '99 JAERI, Takasaki | Science Camp '99 (Organized by JAERI) | Students of high school and nat'l college of tech. (12 persons) | Experiment with a cloud chamber |
| Sept. 2, '99 NuTEC, Tokai | Workshop for the program of promoting women's activity | Female staff of Ibaraki Atomic Energy Joint Council, and ladies from the nuclear facility related region. (55 persons) | Basic lecture on the atomic energy, CAI and learning by the video and radiation observation by cloud chamber, etc. |
| Oct. 19, '99 NuTEC, Tokyo | Nuclear-energy Open School (Organized by Atomic Energy Society of Japan) | Neighbor inhabitants and junior high school students (150 persons) | Lecture, assembling of cloud chamber, making of pendant, radiation measurements, and video presentation. |



Photo. 2.4.1 Demonstration of the cloud chamber at Youngsters' Science Festival '99.



Photo. 2.4.2 Students making a cloud chamber at Nuclear-energy Open School.

さらに、毎年日本原子力発電㈱総合研修センターの「原子力基礎研修コース」の研修生及び東京工業大学理工学研究科原子核工学専攻の教官及び学生研修生を受け入れ、軽水臨界実験装置(TCA)において運転実習等を行っている。本年度は8月9日と8月18日に合計18人の日本原子力発電㈱の研修生及び8月23日から5日間10人の東京工業大学の学生研修生と3人の教官が運転実習や反応度測定、臨界近接に関する実験等に参加した。

また、毎年当センターでは、教官が外部機関の各種セミナーや講座等に講師として協力を行っている。本年度は以下の協力を行った。

① 財団法人放射線利用振興協会

原子力体験セミナー事業における「放射線・放射能測定実験」、「中性子実験」、「 α 線の吸収と散乱」等に関する講義、実験に5名の教官が講師として協力した。

② 財団法人原子力安全技術センター

原子力防災研修事業における職種別講座(消防関係)で「原子力防災対策の基礎」に関する講義に1名の教官が講師として協力した。

③ 財団法人放射線計測協会

放射線管理・計測講座における「放射線と物質との相互作用及び放射線測定」に関する演習に1名の教官が講師として協力した。

そのほか、毎年原研が研究成果や現況についての情報提供を目的として開催している「大学公開特別講座」(5月25日、東海大学・三保研修館で開催)に1名の教官を派遣し、「原子力技術の拡がり」と題する講演を行った。

3. 国際協力の実施

原子力分野での人材養成における国際貢献を果たすため、所内外関係機関の協力を得て、開発途上国やアジア・太平洋地域諸国を対象とした国際研修を引き続き実施し、同地域における原子力技術者等の養成を行った。

原子力国際協力における人材養成は、「アジア地域原子力協力フォーラム」の枠組みの中で新たなプロジェクトとして加えられ、その下で科学技術庁（STA）からの受託契約「近隣アジア諸国における原子力安全確保水準調査」の一環として「第1回アジア地域原子力人材養成セミナー」を開催した。11年度に実施した国際研修は、多数国間協力型のJICAコース、IAEA特別拠出金事業（Extra Budgetary Program（EBP））コース及び保障措置トレーニングコースと、二国間協力型の指導教官研修及び講師海外派遣研修である。

JICAコースは、開発途上国の原子力関連分野の人材養成を目的におおむね例年通りの課目により実施し、IAEA-EBPコースは、開発途上国の研究炉安全に関する技術援助を目的に実施した。保障措置トレーニングコースは、旧ソ連諸国の保障措置関連の業務に従事している行政官を対象として実施した。

指導教官研修及び講師海外派遣研修は、インドネシア及びタイとの二国間協力取決め（「研究炉の利用と安全性、ラジオアイソトープの生産と利用、放射線防護と放射性廃棄物管理の分野における日本原子力研究所とインドネシア原子力庁との間の取決め」及び「放射線加工処理及び研究炉の分野における研究協力に関する日本原子力研究所とタイ原子力庁との間の協力取決め」）に基づき、STAとの受託契約「国際原子力安全技術研修事業」により実施した。講師海外派遣研修では、指導教官研修修了者がわが国からの派遣講師とともに講師として活躍できるようになり、それぞれの研修成果が着実に実りつつある。また、取決めに基づく運営委員会をタイ原子力庁（OAEP）で11年11月に、インドネシア原子力庁（BATAN）で12年3月にそれぞれ開催し、両国との協力成果及び今後の協力計画について協議を行い、本年度の協力活動の総括及び次年度の指導教官研修、講師海外派遣研修の実行計画を策定した。

STAの原子力研究交流制度を活用して研修生3名を受け入れた。

これらの国際人材養成事業の推進のため、国際原子力安全技術研修専門部会（6.2参照）を開催し、国内有識者の意見を徴することにより計画立案に資した。また、国際研修活動実施のため、研修機材の調達、国際輸送に係る通関手続き業務及び現地据付調整業務を所内外の関係部門と調整しつつ行った。

3.1 JICAとの共催研修

国際協力事業団（JICA）の集団研修計画に協力して1985年から毎年1回実施しているコースであり、開発途上国の原子力関連分野の人材を養成することを目的としている。第15回目に当たる本年度は、5月17日から6月18日までの5週間実施した（Photo. 3.1.1参照）。研修生はアジア地域から7名、その内訳は、中国、インドネシア、韓国、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナムである。その他にクロアチア、キューバ、メキシコからの参加があり、合計10名であった。研修生の職種は技術系4名、研

究系3名、技術官僚3名であり、研修生の平均年齢は34才であった。

平成6年度に第10回を終了した時点でコースの見直しを行い、研修生の職種がRI・放射線に関連するAグループと原子炉技術に関連するBグループに分け、前者の研修を東京研修センターで、後者の研修を東海研修センターで実施する2グループ制を採用して現在に至っている。過去5年間についての両グループの人数の推移をTable 3.1.1に示す。本年度の研修科目は前年度と比べ大きな変更はないが、一部の科目では新しい知見を講義に加え研修内容を充実させた。また、講師の高齢化が問題であったが、3名の実験講師の若返りを果たした。



Photo. 3.1.1 Opening speech for the 15th JICA/JAERI Joint Nuclear Technology Course.

Table 3.1.1 Variation in the number of participants having attended the JICA/JAERI Joint Nuclear Technology Course.

| Fiscal year | No. | Date | Number of participants | | |
|-------------|-----|-----------------|------------------------|---------|---------|
| | | | Total | A group | B group |
| 1995 | 11 | May 15 - Jun.16 | 9 | 6 | 3 |
| 1996 | 12 | May 13 - Jun.14 | 8 | 5 | 3 |
| 1997 | 13 | May 12 - Jun.13 | 10 | 6 | 4 |
| 1998 | 14 | May 11 - Jun.12 | 10 | 6 | 4 |
| 1999 | 15 | May 17 - Jun.18 | 10 | 6 | 4 |

JICA及び当センターが研修生に対し実施したアンケート調査によれば、研修の目的はほぼ達成され、それらがそれぞれの国の要請に合致しているとの評価が示された。個々の教科に対しては、自らの専門分野に係わる科目をより深く学習したかったと望む研修生も一部にはいたが、ほとんどの研修生は原子力に関する基礎的な知識と技術を高めることを目的としている本研修コースの主旨を理解し、研修の成果に満足していることが評価会で明らかにされた。

本コースの募集はJICAが担当している。定員は8名であるが、募集案内を10か国（定員+2）の割当国に送るというJICAの規則がある。割当国は原研から提出された割当希望国を参考にして、外交的配慮のもとに決定される。多くの国は1名の候補者を推薦して応募するが、複数名の候補者を推薦す

る国もあり、時には応募してこない国もある。応募者の中から1か国1名を原則に、両グループの人数のバランスを考えて応募国数（10か国ならば10名、8か国ならば8名）の研修生を決定する。

このような研修生決定方式で問題になることは、各研修生の原子力技術に関するバックグラウンドのばらつきである。また、英語能力についても自己申告の形を取っているために、応募書類に記された通りの能力を持っているという保証はない。本年度の研修生は原子力技術に関する能力のばらつきも少なく、英語能力も極端に劣る研修生がいなかったため、効率的な研修が実施できた。

(田中)

3.2 STA原子力研究交流制度に基づく協力

当センターでは、STA原子力研究交流制度を活用した研究型・指導者養成型研修を提案し、1テーマについて平成10年10月から6か月間受け入れ、11年4月終了した。平成11年度に関しては、3名を受け入れ、うち2名は平成12年度も継続する。

平成11年度の受け入れテーマ等をTable 3.2.1に示す。

(佐伯)

Table 3.2.1 The STA Scientist Exchange Program.

| Theme | Name of scientist | Institution | Duration | Instructor |
|---|-------------------|--------------------------------|-----------------------|------------|
| Study on radioactive waste management strategy | Dr. Mulyanto | BATAN, Indonesia | 1999.6.21-1999.9.18 | K.Shimooka |
| Study on radiation risk for human health | Mr. N. M. Hieu | Hospital No.103, VAEC, Vietnam | 1999.10.18-2000.10.14 | S.Kumazawa |
| Study on human resources development strategies for nuclear engineering | Mr. Mariatmo | BATAN, Indonesia | 1999.6.21-2000.9.21 | H.Shitomi |

3.3 国際原子力安全技術研修

3.3.1 指導教官研修

本研修の目的は、インドネシア及びタイとの二国間の協力取決めにに基づき、講師海外派遣研修（3.3.2参照）に先立って、インドネシア及びタイの教官を毎年各国2名、約2か月間、わが国に招聘し教育することである。

本研修は、主に東京研修センターにおいて当センターの教官が講師となり、マンツーマン方式の指導で行った。内容は、Table 3.3.1に示すように放射線計測、放射線管理及び研修用機器取扱技術についての実験実習が中心であった（口絵及びPhoto. 3.3.1、Photo. 3.3.2参照）。また、放射線の管理や利用技術の調査のため、東海、那珂、高崎、及び大洗の各研究所内主要施設を見学した。

研修内容の詳細を付録A4（p.73）に示す。

(薮)

Table 3.3.1 Summary of Instructor Training Program.

| No. | Country | Date | Course theme | Participants |
|-----|----------------------|---------------|--|-------------------------------|
| 7 | Thailand & Indonesia | Jun.28-Aug.26 | Radiation measurement, Radiation control, Instrumental technique, Technical tour | Thailand (2) Indonesia (2) |

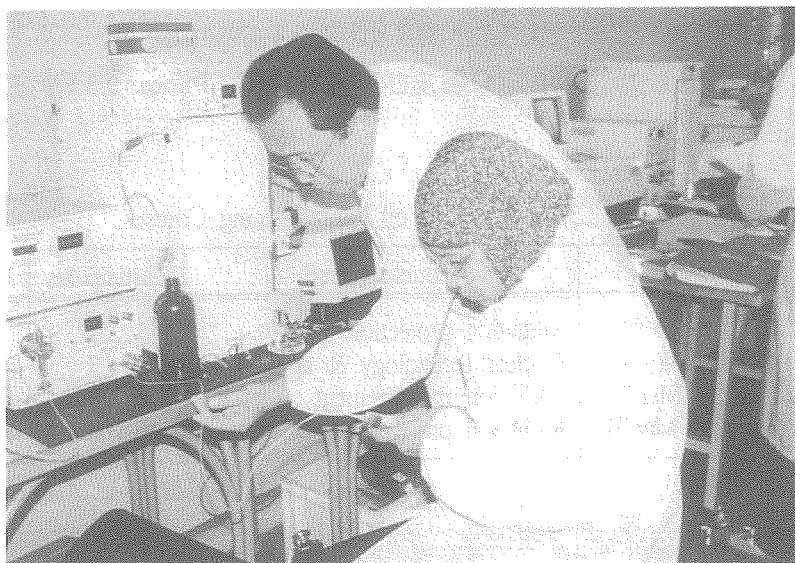


Photo. 3.3.1 Indonesian group in Instructor Training Program.



Photo. 3.3.2 Thai group in Instructor Training Program.

3.3.2 講師海外派遣研修

本研修の目的は、当センターにおいて指導教官研修（3.3.1参照）により教育を受けたインドネシア及びタイ両国の指導教官が、現地において日本から派遣された講師の協力の下、実際に講義や実習を行いながら現地の原子力技術者を指導する教官として自立するよう訓練することである。将来、日本からの派遣講師の指導から離れた主体的研修への移行、すなわち両国の人材養成システムの自立化を図ろうとするものである。

本研修の概要は、原研とインドネシア、タイとの二国間の協力取決めにに基づき、当センター及び協力団体から1研修につき5名程度の講師を現地に派遣し、指導教官研修を修了した講師を含む現地講

師陣とともに研修を行うものである。両国の現地機関（BATAN、OAEP）が募集した定員20名程度の研修生に対し、2週間のカリキュラムにより、年間各2回実施するものである。

本年度はTable 3.3.2のとおり実施した（口絵及びPhoto. 3.3.3、Photo. 3.3.4参照）。詳細を付録A4（p.74）に示す。

（節）

Table 3.3.2 Summary of Joint Training Courses.

| No. | Country | Date | Course theme | Participants | Japanese lecturers |
|-----|-----------|---------------|----------------------------------|--------------|--------------------|
| 7 | Indonesia | Sept.20—Oct.1 | Radiation protection | 21 | 5 |
| 8 | Thailand | Oct.21—Nov.1 | Nuclear technology & application | 17 | 5 |
| 9 | Indonesia | Feb.21—Mar.3 | Radiation measurement | 20 | 5 |
| 10 | Thailand | Mar.20—Mar.31 | Radiation protection | 18 | 6 |

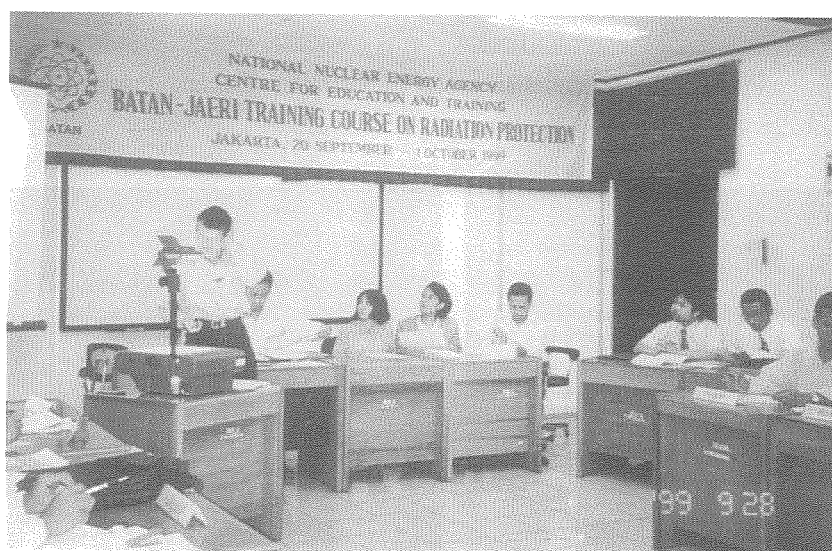


Photo. 3.3.3 Joint Training Course at BATAN, Indonesia.



Photo. 3.3.4 Joint Training Course at OAEP, Thailand.

3.3.3 第4回保障措置トレーニングコース

保障措置トレーニングコース (Safeguards Training Course) は、アジア太平洋地域、旧ソ連・東欧諸国のそれぞれの国において指導的立場にある行政官、研究者、技術者等を日本に招聘し、原子力の平和利用に貢献できる保障措置技術、管理等を習熟させることを目的として実施するものである。日本原子力研究所は平成8年度以降科学技術庁から委託を受け、国際原子力機関 (IAEA) を初めとする関係各機関の協力を得て、本トレーニングコースを実施している。

本年度は平成12年2月24日から3月14日まで約3週間実施した (口絵参照)。今回の招聘国は、アジア地域を除いた旧ソ連・東欧諸国であった。アジア諸国はオーストラリアとIAEAの共催で同年の3月から4月にかけて実施されたアジア地域対象の「地域保障措置トレーニングコース」に参加することになっていたため、重複を避けるため今回は旧ソ連・東欧諸国に絞った。参加者の内訳は、アルメニア1名、ベラルーシ1名、チェコ1名、カザフスタン1名、リトアニア1名、ロシア2名、スロバキア1名、ウクライナ1名であった。当初ウクライナからは2名招聘していたが、直前に1名が病気入院のため参加取り消しとなった。講師陣はIAEAから5名、オーストラリア及び韓国からそれぞれ1名、科学技術庁1名、核物質管理センター7名、電力、燃料会社から各1名、そのほか原研から10名という構成で、講義及び実験、実習を行った。アメリカからの講師は怪我のため来日できず、IAEA及び日本の講師が代行した。

コースの内容は、①保障措置協定、保障措置の手法及び目標、②設計情報質問書、③保障措置システムの強化、④核物質管理の基本概念、IAEAへの報告、核物質計量管理実習、⑤監視技術、非破壊分析、日本のSSAC (国内計量管理制度) 体制、非破壊分析実習、⑥記録、報告、⑦保障措置の実例、⑧各国における保障措置、⑨国及び施設レベルのSSAC構築実習、から構成されており、保障措置に関するすべての問題を網羅している。これらの内容を講義及び実習を通して理解、習得するトレーニングコースである。

参加者は各国の政府及び原子力機関で働く保障措置関係者であり、本トレーニングコースは非常に良く企画され有意義であると評価した。特に、テクニカルツアーで訪問した日本の原子力発電所及び燃料加工工場の近代的で安全な施設に感銘を受けたようである。

(下岡)

3.4 アジア地域原子力人材養成分野プロジェクトの活動

人材養成プロジェクトは、1999年3月に開催された第10回アジア地域原子力協力国際会議の結果、1999年8月に原子力委員会によって組織された「アジア地域原子力協力フォーラム」の枠組みの中の活動として、既存協力分野 (研究炉利用、農業利用、医学利用、原子力広報、放射性廃棄物、原子力安全文化) に新たに加えられた。本プロジェクトは、科学技術庁原子力局主催で、原研の当センターによって実施されることになった。

このプロジェクトの目的は、アジア諸国における人材養成を推進させることにより、アジア地域の原子力開発利用技術の基盤を整備することであり、主な協力活動は年1回セミナーを開催することである。セミナーの目的は、①アジア各国における人材養成のニーズを抽出すること、②人材養成に関する情報 (経験、訓練教材、技術など) を交換することにより、各国の人材養成活動を相互に支援協力する

ことである。

なお、このセミナーの今後の討議に資するため、ベトナム及びマレーシアにおける人材養成に関する現地調査も実施した（3.4.2及び3.4.3参照）。

3.4.1 第1回アジア地域原子力人材養成セミナー

11月25、26日に「第1回アジア地域原子力人材養成セミナー」を東京で開催した。プログラムを付録A5（p.76）に示す。参加国は、中国、インドネシア、韓国、日本、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナム及びオーストラリア（レポート提出のみ）であった。参加人数は50名で、日本から36名、外国から14名であった（口絵及びPhoto. 3.4.1参照）。

本セミナーは、アジア諸国における原子力分野の人材養成の責任者が一堂に会した初めての会合であり、以下の成果が得られ、国際交流という観点から極めて有意義であった。

- (1) 各国における人材養成の現状が明らかにされた。
- (2) 各国における人材養成のニーズが討論により抽出された（Table 3.4.1参照）。
- (3) 各国のニーズに対する今後の相互支援協力が確認された。
- (4) 人材養成プロジェクトの3か年計画が決まった（Table 3.4.2参照）。

開催結果及び今後3か年の人材養成プロジェクト活動計画は、アジア地域原子力フォーラムの下にあるコーディネータ会合（2000年3月7日～8日、東京にて開催（第1回））で報告した。

なお、本セミナーは、平成11年度科学技術庁の委託調査「近隣アジア諸国における原子力安全確保水準調査」の一環として開催した。

（加藤）



Photo. 3.4.1 Presentation at Seminar.

Table 3.4.1 Needs on human resource development in participating countries.

| Country | Training type | Training techniques development issues | Infrastructure development issues |
|-----------------|--|--|--|
| China | Leader training (Enhancing the capabilities of high-level managers) | Development of Training techniques (Providing and exchanging experience and information) | Establishment of the educational training system for the education, policies, and regulations of basic NPP technologies |
| South Korea | | Development of training materials (Exchanging materials and creating common textbooks) Development of training techniques (Exchanging information on training courses, mutually visiting training facilities, organizing seminars, and exchanging experts) Development of computer-based training techniques (Multi-media) | |
| Indonesia | Leader training Researcher and expert training (Training young engineers and trouble-shooters) Instructor training | | Establishment of a long-term energy program Development of nuclear fuel technologies Development of nuclear safety systems Development of the technological foundation for operating and maintaining research reactors and other facilities |
| Malaysia | Instructor training | Development of training materials (Visual materials and CAI) Development of computer-based training techniques (Gathering information on the Internet, holding virtual forums, providing technological knowledge, and providing training materials) | PA of nuclear energy Analysis of human resources needed for NPP Development of educational infrastructure using the Internet Countermeasures for the outflow of talents |
| The Philippines | Researcher and expert training (Nurturing MS and PhD holders, if introducing NPP) School teacher training (Nuclear energy education, and exchanges of high school teachers) | Development of training courses (RI use in agricultural, biological, and medical fields, and training in Japan) Development of training materials (Cloud chamber, videos, visual materials, and CAI) | |
| Thailand | Instructor training (Social, economic, and political lectures at universities) School teacher training (Materials on the social and economic aspects of nuclear energy utilization) | Development of training courses (Using research reactors, creating curriculums, dispatching Japanese lecturers, providing materials and equipment) | License system for radioactive protection managers (Exchanging information, and dispatching Japanese experts) |
| Vietnam | Leader training (Administrative officers, project leaders, etc.) Researcher and Professor training Instructor training Training of legislative and bureaucratic officials | Development of Training courses (Reactor engineering, and RI use in agricultural and medical fields) Development of training materials and techniques | Countermeasures for the outflow of trained people (brain drain) |
| Australia | - | - | |

Table 3.4.2 Three-year plan (FY2000-2002) in the project for human resources development.

Decided on November 26, 1999 and rearranged on May 22, 2000.

| | FY1999 | FY2000 | FY2001 | FY2002 | Remarks |
|--------------------------------|--|--|---|---|------------------------------|
| Master schedule of FNCA | 1st CRD | 1st Forum (Nov.) (Thailand) 2nd CRD | 2nd Forum (Japan) 3rd CRD | 3rd Forum (Place: to be determined) 4th CRD | |
| Annual target | -Promotion of mutual recognition on the present status, problems and needs in each country -Development of medium-to-long term target and 3-year schedule for FY2000-2002 | -Clarification of mutual recognition on the present status and needs in each country -Development of basic policy of mutual support procedures | -Adjustment of mutual support procedures for the problems and the needs in each country | -Evaluation for the achievements in 3 years, revision of the medium-to-long term targets -Development of 3-year schedule for FY2003-2005 | |
| In-workshop activities | 1st Seminar (Japan) -Report of present status, problems and needs in Member Countries (MCs) -Extraction and classification of needs -Guideline on mutual support* -Medium-to-long term targets -3-year plan -Annual action plan* (*unresolved items) | 2nd Workshop (Japan) -Report of present status, problems and needs in MCs -Information exchange and proposal for problems and needs in MCs -Promotion of mutual recognition for needs and discussion for mutual support procedures -Annual action plan | 3rd Workshop (Place: to be determined) -Report of present status, additional problems and needs -Information exchange and proposal for problems and needs in MCs -Report of mutual support activities and adjustment of mutual support procedures for needs -Annual action plan | 4th Workshop (Place: to be determined) -present status and evaluation for achievements of cooperative support in 3 years -Information exchange in MCs -Review and revision of medium-to-long term targets -3-year schedule -Annual action plan | Workshop style will be kept. |
| <u>General Presentation</u> | | | | | |
| <u>Round Table Discussion</u> | | | | | |
| Outside-of-workshop activities | -Settlement of unresolved items at the Seminar | -Execution of annual action plan -Issue of JAERI-Report on activities in FY1999 | -Execution of annual action plan -Issue of JAERI-Report on activities in FY2000 | -Execution of annual action plan -Issue of JAERI-Report on activities in FY2001 | Future's sub.: Network, etc. |

3.4.2 ベトナムにおける原子力人材養成に関する調査

1月16日から22日まで、同セミナー運営委員会委員である宮沢竜雄氏（株東芝電力システム原子力事業部）と同セミナー運営委員会委員長である村尾センター長に随行してベトナムを訪問し、ベトナムにおける人材養成に関する調査を行った。主な調査内容は、施設の現状（施設の役割・機能、機器・備品の状態、放射線管理の状況、職員の専門等）とニーズについてである。訪問先は、ベトナム原子力委員会（VAEC）関連施設（ダラット原子力研究所（NRI）、ホーチミン市Co-60照射施設、放射性・希元素技術研究所、原子力科学技術研究所）、Bach Mai大学病院、ベトナム電力公社及び科学環境省であり、最終日にはVAEC主催の会合で、人材養成のニーズについてVAEC代表者をはじめベトナム工業省や大学の関係者とともに討議した（Photo. 3.4.2参照）。

ベトナムは、2020年の運転開始を目標に原子力発電導入計画を立てており、それをも考慮にいれた人材の養成を必要としている。目的で分けたベトナム側のニーズは以下の四つにまとめられる。

- (1) 現職員のレベルアップを目的とした再教育に関する支援
- (2) 研究基盤整備のための支援
- (3) 原子炉工学技術者養成の立ち上げに関する支援
- (4) 放射線防護を中心とした安全思想徹底のための教育に関する支援

どの施設においても研究器材類の整備がニーズとして挙げられており、施設内の見学を通して、器材の不足及び老朽化が顕著であった。研究技術者の養成のためには、多くの研究機器の更新とともに、中古品やその補修技術の提供などの支援方策も必要と思われる。



Photo. 3.4.2 After the meeting on human resource development at NRI, Dalat.

また、施設によっては、RI・放射線の安全な取り扱いについて、改善すべきと思われる点が多く認められた。しかし一方で、技術提供、知識供与のされた施設においては、被曝管理のための線量評価などは確実に実施されており、ベトナムのまじめで勤勉な国民性が推察された。必要な機器、適

格な指導者、十分な情報などの研究環境が整えば放射線管理にも大きな改善が期待できると考える。

原子力発電のための人材開発への取り組みについてはかなり積極的であるが、具体的な計画や戦略などは今後の検討課題であることが分かった。人材開発における大学の果たす役割も重視されており、それに関連して研究環境の整備のみならず、教官の派遣についても、日本に対し協力の依頼があった。

(生田)

3.4.3 マレーシアにおける原子力人材養成に関する調査

3月5日から5日間、同セミナー運営委員会委員である吉田芳和氏（放射線計測協会技術相談役）に随行してマレーシアを訪問し、マレーシアにおける人材養成に関する調査を行った。

マレーシアにおける原子力研究の拠点は国立のマレーシア原子力研究所（MINT）であるため、調査の重点をMINTの各部署に置き、その他にMINTと相補的な関係にあるマレーシア原子力許認可委員会（AELB）、マレーシア国民大学とマレーシア・プトラ大学及び電力供給会社研究所の現状とニーズを調査した（Photo. 3.4.3参照）。

MINTは研究炉、RI製造施設、Co-60 γ 線及び電子線照射施設を有し、原子力の各分野で基礎研究から応用開発まで行っている。この研究施設、装置に関しては、最新のものが取り入れられており、また研修センターの設備は整っている。この研修センター（MINT・人材養成部）では、36の研修コースのほか、

- (1) 国外への研修生の派遣
- (2) 近隣諸国の研究者の受け入れ
- (3) 資格認定制度の確立
- (4) 高等教育での原子力教育

に関する会議、ワークショップを開催している。

研究開発部署では、技術の高度化、装置のコンピュータ化に対応できるよう国外、特に技術先進国への研究者・技術者の派遣研修、または専門家を招聘した研修コースの新設の要望があり、また特殊テーマの研究に関しては、日本との共催研修などを望んでいる。

マレーシアでは、当面原子力発電計画はない。また研究開発は、MINTを中心に行われているため、MINT以外では小規模な照射施設しかない。しかし、将来の原子力分野の研究開発を担う人材を養成する立場から、大学の職員の海外研修を望んでいる。

マレーシア・プトラ大学の遠隔研究センターでは、当センターも構想として掲げているDistance Learningシステムを構築して、国内をはじめアジア各国を対象としたインターネットによる研修を試験的に進めている。

このように、主要な研究施設訪問からマレーシアにおける原子力分野での人材養成に関するニーズをおおむね把握することができた。このことは今後のマレーシアへの支援策を検討する上で大いに役立つと考えられる。

(渡邊)



Photo. 3.4.3 In front of the research reactor in MINT.

3.5 IAEA特別拠出金事業／研究炉の安全性に関するトレーニングコース

「研究炉の安全性に関するトレーニングコース」が「IAEA特別拠出金事業（Extra Budgetary Program (EBP)）アジア原子力安全支援プロジェクト」の一環として実施された。当該プロジェクトは、日本、米国、スペイン等からのIAEAへの特別拠出金を財源として、正式には1997年10月のキックオフ会合から開始され、昨年までは事業計画の策定、本1999年及び2000年においては具体的事業を実施することとした。事業計画や事業の成果については、諮問グループ会合（AGM）においてチェック・アンド・レビューがなされている。

このプロジェクトの下、「研究炉の安全性に関するトレーニングコース」及び「安全研究等支援事業」の2件へのわが国（原研）の支援が求められ、前者については、当センターを主担当として原研が年間1コース（2週間程度）をホストとして実施することとなった。公式のホスト受諾要請は平成11年6月にIAEAよりわが国に対してなされた。

本トレーニングコースは、東南アジア諸国の原子力安全規制関係者に対して、研究炉（試験炉を含む）の安全性に関する研修を行うことを目的としており、本年度は「安全設計・安全評価等、設計段階における安全性（Safety Analysis Report）、次年度は「運転段階での安全性（Operational Safety）」をテーマとしている。本コースのIAEA担当部門は原子力安全局原子力施設安全部であり、コースの運営に必要な経費はすべてEBP財源により賄うことになっており、当所はホストとして、プログラムの作成・国内講師依頼への協力、講義室の提供、その他の便宜供与を行うこととなっている。

本年度のトレーニングコースは、10月25日から11月5日の2週間にわたって東海研修センターを中心として実施した。研修対象者（国）は、当初、中国、フィリピン、インドネシア、マレーシア、タイ、ベトナムの6か国から、各国4名ずつ計24名が予定されていたが、ビザ取得の問題等により本年度の国外参加者は研修者が4か国15名、IAEA担当部門から3名であった。

コースは、国内研修コースと同様1日5単位（1単位70分）にて実施した。内容としては、IAEAの研究炉に関する安全指針（Safety Guides）、安全基準（Safety Standards）、総括的安全レビュー（Integrated Safety Assessment of Research Reactors : INSARR）、事故異常記録報告ネットワークシステム（Incident Reporting System for Research Reactors : IRSRR）等、並びに日本の安全規制体系、研究炉（水冷却炉）に関する安全設計・安全評価指針、重要度分類、設置許可申請書の例等について講義がなされたほか、期間中、東海研究所及び大洗研究所の試験炉・研究炉施設、並びに東京研修センターの見学を実施した。

今回の研修参加者が、研究炉についてかなり通じていたこともあり、前述のとおり参加人数が減少したこと以外は特段のトラブルもなく無事本コースを終了することができた。研修対象国における研究炉に関する安全規制概念の構築に貢献できたことは有益であった。なお、次年度の「研究炉の運転段階での安全性」に関するトレーニングコースの実施に当たっては、実際に研究炉を運転・管理している関係各部と一層の協力の下で進めることとしたい。

（市川）

3.6 その他

財団法人放射線利用振興協会国際原子力技術協力センターが実施している平成11年度国際原子力安全セミナー事業における「安全解析コース」に1名の職員が講師として協力した。

4. 研修のための開発等

4.1 研修技術開発

4.1.1 β 線の最大エネルギーと飛程の関係を与える新たな近似式

電子は物質中を通過するとき多数回散乱され、その進路は複雑に変化する。ある厚さ以上になると電子はほとんど到達しなくなるが、この厚さは電子の飛程として表わされる。 β 線はゼロから最大エネルギーまで連続分布した原子核から放出された電子線であり、 β 線の飛程はその最大エネルギーとの関係で表わされる。 β 線の飛程は放射線の基礎知識として重要であり、研修においてはアルミニウム中の最大飛程について学ぶことが多い。この場合、最大飛程と最大エネルギーの関係を与える式が示される。今回、この関係式を新たな観点から検討したので報告する。

当センターのテキスト「放射線の物理」(東條、1990)や「放射線物理」(須賀、1999)では最大エネルギー E_β (MeV)と最大飛程 R_m (g/cm²)との関係式を次のように示している。

$$\left. \begin{aligned} R_m &= 0.407 E_\beta^{1.38} & 0.15 \text{MeV} < E_\beta < 0.8 \text{MeV} \\ R_m &= 0.542 E_\beta - 0.133 & 0.8 \text{MeV} < E_\beta < 3 \text{MeV} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

これらは、それぞれ両対数方眼紙上で直線 $\ln(R_m) = a + b \ln(E_\beta)$ 、通常方眼紙上で直線 $R_m = c + d E_\beta$ として表わされる。

対数目盛と線形目盛を連続につなぐ混成目盛を導入すると、次の9つの方眼紙ができる⁽¹⁾。

| 目盛の種類 $y \downarrow x \rightarrow$ | 対数目盛 | 混成目盛 | 線形目盛 |
|------------------------------------|---------|---------|--------|
| 線形目盛 | 片対数方眼紙 | 片混成方眼紙 | 通常方眼紙 |
| 混成目盛 | 対数混成方眼紙 | 両混成方眼紙 | 片混成方眼紙 |
| 対数目盛 | 両対数方眼紙 | 対数混成方眼紙 | 片対数方眼紙 |

これより、両対数方眼紙と通常方眼紙にまたがる(1)の関係式は両混成方眼紙上の直線で表わされる可能性がある。混成目盛は、対数目盛が対数関数に対応するように、混成関数

$$\text{hyb}(\tau x) = \tau x + \ln(\tau x), \quad (\tau > 0) \quad (2)$$

に対応する。この関数を用いると、両混成方眼紙上の直線は次式で表わされる。

$$\text{hyb}(\nu y) = p + q \text{hyb}(\tau x), \quad (\tau, \nu > 0) \quad (3)$$

電子線の外挿飛程及び β 線最大飛程の実測値⁽²⁾及び電子線の阻止能を用いた連続減速近似(csd)飛程計算値⁽³⁾に対して式(3)の適用性を検討する。Fig. 4.1.1の Δ は実測値、 \diamond はcsda計算値、実線はそれぞれ式(3)によるあてはめ曲線を示す。また、これらの両混成方眼紙上における直線性をFig. 4.1.2に示す。図に示す決定係数 R^2 は両者とも1に極めて近く、当てはめは良好である。

したがって、式(1)で区分的に近似された β 線の最大エネルギーと飛程との関係式は予想通り両混成方眼紙上で直線式で表わされることが示された。また、右側の図からcsda計算値についても両混成方眼紙上で直線式で表わされることが示された。

ICRUレポート37には電子のcsda飛程が1,000MeVまで計算されている。これには2MeV以下の計算値

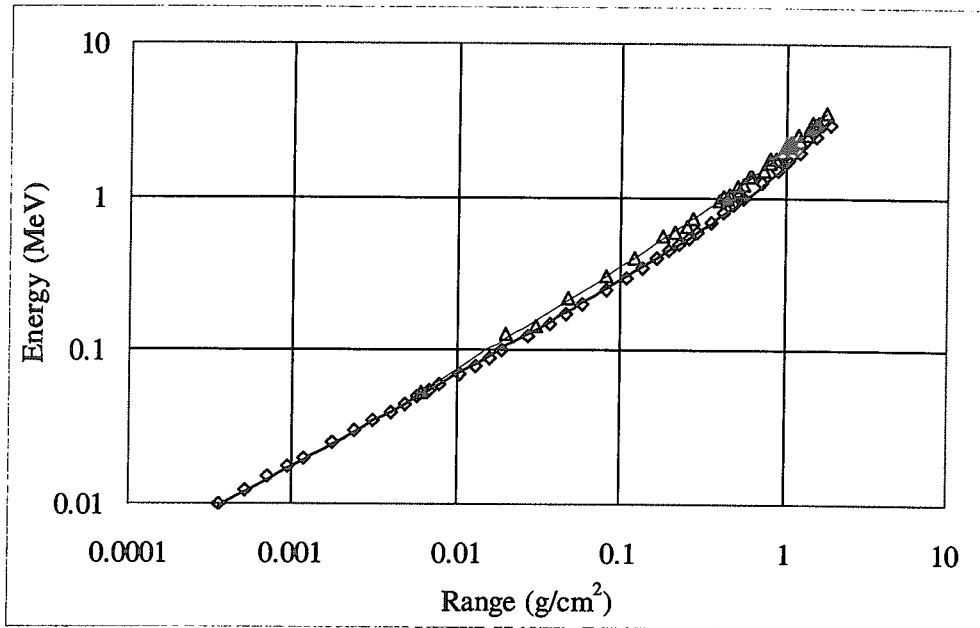


Fig. 4.1.1 Range-energy relationships for electrons and β rays in aluminum.

\triangle : Measured data (Katz and Penfold, 1953)

\diamond : csda calculated data (ICRU, 1984)

Thin and bold solid curves represent fits of Equation (3) to those data.

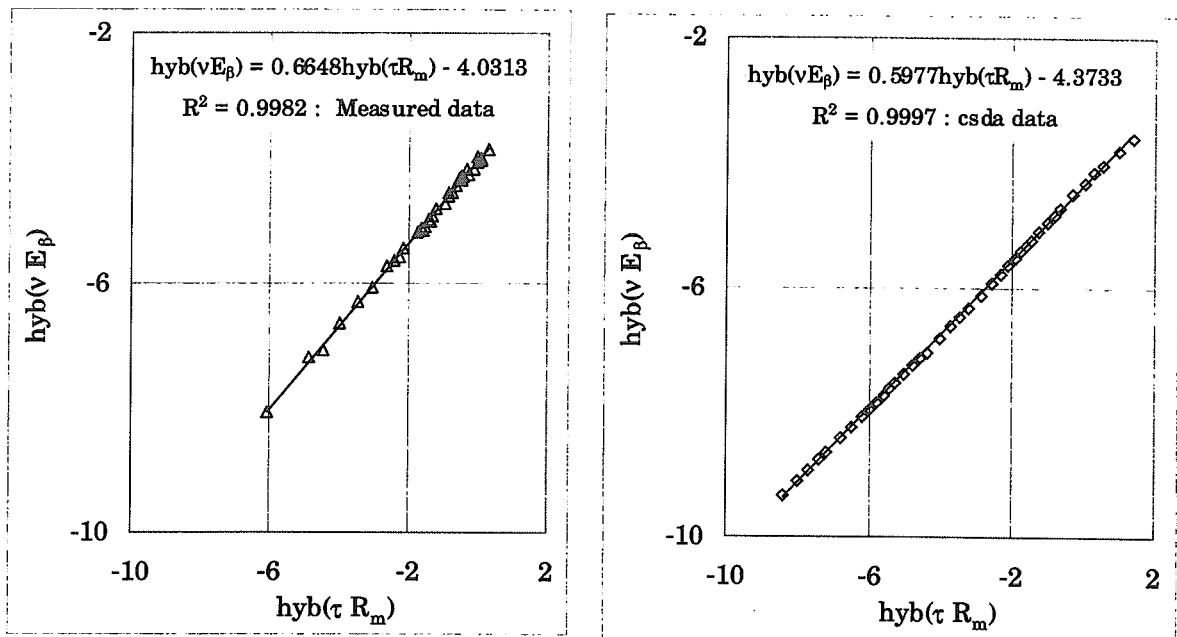


Fig. 4.1.2 Hybrid-hybrid plot of the data shown in Fig.4.1.1.

Measured data \triangle $\tau=0.3822$, $\nu=0.0058$

csda data \diamond $\tau=0.6489$, $\nu=0.0088$

(Pratt et al.,1977) と50MeV以上の計算値 (Davies et al., 1954; Olsen,1955) を最小2乗フィットによりつないで全エネルギーの損失が求められている。アルミニウムの場合、約62MeVから放射損失の方が衝突損失を上回るようになる。そこで、放射損失の方が2倍多くなる100MeV以上1,000MeVで電子エネルギーとcsda飛程の関係を調べると、片対数紙上で直線 $R_m = e + f \ln(E\beta)$ になることが確認される。これより、放射損失が問題となる場合は、通常方眼紙から片対数方眼紙にまたがる相互作用になり、それゆえ、片混成方眼紙の適用が期待される。

以上のように、放射線の物質との相互作用を捉えるのに、両混成方眼紙という新たなコンセプトを導入すると、物理現象の記述がより大局的に行えるようになる。

(熊澤)

[参考文献]

- (1) Indrawati, I. and Kumazawa, S.: Analysis of chromosome aberration data by hybrid-scale models, JAERI-Research 2000-005.
- (2) Katz, L. and Penfold, A.S.: "Range-energy relations for electrons and the determination of beta-ray end-point energies by absorption. Revs. Mod. Phys. 24, 28-43(1953).
- (3) ICRU: Stopping powers for electrons and positrons. ICRU REPORT 37 (1984).

4.1.2 JCO事故に伴う中性子線量データの解析

9月30日に起きたJCO事故は放射線防護研修上もいろいろな検討課題がある。ここでは、少ない実測データから人への線量を迅速かつ簡便に推定する方法を検討し、今後の研修の参考にしたい。

臨界事故地点から数キロ先に及ぶ範囲の線量を検討する。野外における中性子線による線量は中性子エネルギー分布に依存するため、輸送計算が必要である。しかし、途中にある一般家屋、ビル、林、その他の影響を取り込んだ計算を直ちに行うことは容易でない。ここでは、簡便に線量推定を行う従来法を取り上げ、その適用性の検証及び新たな図示法を示す。

臨界事故に伴う距離 r での線量算定式は、臨界中の核分裂数 N 、核分裂当たりの中性子数 ν 、フルエンス当たりの線量換算係数 k 、空気中の減衰係数 μ (あるいは平均自由行程 L) として、

$$D_n(r) = \frac{N\nu k \exp(-\mu r)}{4\pi r^2} = \frac{N\nu k}{4\pi r^2} \exp\left(-\frac{r}{L}\right) \quad (1)$$

である⁽¹⁾。式(1)は距離 r の線形関数である次式とすれば、定数項と比例定数だけで式は定まる。

$$\ln \{4\pi r^2 D_n(r)\} = \ln(N\nu k) - \mu r = \ln(N\nu k) - r/L \quad (2)$$

原子力安全委員会が公表した原研那珂研究所の中性子モニタデータ (0.7km、1.7km) を用い、両地点で中性子実効エネルギーがほぼ同じと仮定すると平均自由行程 L は195mと評価される。これは広島と長崎の原爆線量評価で用いられた中性子の平均自由行程198mに極めて近い (なお、 γ 線の平均自由行程は250m)⁽²⁾。放射化による中性子フルエンスで見ると、数keV以下の成分では $L=110\sim 139$ m、2MeV以上の成分では $L=223\sim 230$ m、また、中性子の全エネルギー分布による自由空気中組織カーマでは $L=181\sim 185$ mと報告されている。自由空気中組織カーマへの寄与は広島、長崎とも

1MeVかそれ以上の中性子成分であるという。これより、那珂研究所のデータに対する実効中性子エネルギーは大略的に2MeVと仮定できる。このとき、線量換算係数 κ は国内法によれば 0.352nSvcm^2 、また、ICRP Publ.74による最新値の場合 0.42nSvcm^2 になる。

臨界事故前の中性子BG線量は、公表された1分間積算値データの統計分布特性を調べ、線量に関する横軸を4.1.1の(2)式の混成関数とした混成対数正規 (HLN) 分布を当てはめると、中央値3.6 nSv/h、平均値5nSv/h、標準偏差4.6nSv/hと推定できる。国連科学委員会1993年報告書によると、海面レベルでの中性子BG平均実効線量率は3.6nSv/hである。それゆえ、1cm線量当量表示の上記測定データに対する平均値は妥当と判断される。この推定BGを用いて臨界終了までの2地点における中性子線量を推定し公表値⁽¹⁾と比較した。

この結果は、距離を対数と線形のハイブリッド目盛で表わすと、Fig. 4.1.3に示す直線グラフとなる。これは式(1)が関数 $\text{hyb}(x)=x+\ln(x)$ を用いて次のように表わせるためである。

$$\ln \{D_n(r)\} = \ln \left(\frac{N\nu k}{16\pi L^2} \right) - 2 \left\{ \ln \left(\frac{r}{2L} \right) + \frac{r}{2L} \right\} = \ln \left(\frac{N\nu k}{16\pi L^2} \right) - 2\text{hyb} \left(\frac{r}{2L} \right) \quad (3)$$

式(1)をこのように表わすメリットは距離 r と線量 D の関係が直線で表わされることである。式(3)から、距離 $r < 2L$ では距離の逆2乗則が優勢であること、距離 $r > 2L$ では指数減衰が優勢であることが明確になる。実際、図で約400m以上で横軸が線形に近くなっている。

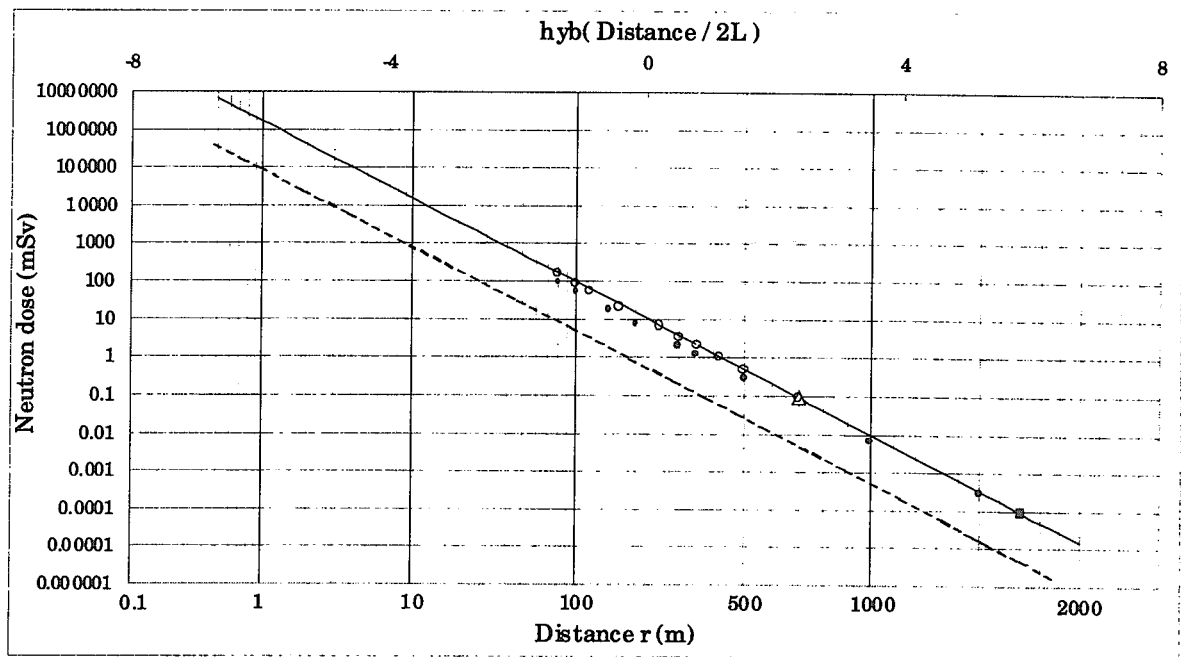


Fig. 4.1.3 Semi-hybrid plot of estimated neutron doses at 0.7km(Δ) and 1.7 km(\blacksquare) with the first official data (\circ) and the revised (\bullet) in effective dose. Lines are estimations of equation (3) for burst (broken) and whole period.

0.7kmと1.4kmにおける中性子1cm線量当量データから推定したFig. 4.1.3の実直線は、中子と γ 線による公式の実効線量とほぼ同様な直線傾向になっている。ただし、実測データによると、 γ 線奇

与は中性子の寄与より1桁低い。これより、2測定点からも全体の線量傾向が再現できることが知られた。ただし、距離が数10m以内はJCO施設の構造、臨界が起きた装置の水遮蔽その他は考慮せず、単に野外データから外挿したものである。点線はJCO事故発生後3分間の中性子線量の傾向を示す。最初の1分間の線量寄与は実測から77%、また、中性子実効エネルギー2MeVと仮定すると線質係数（放射線荷重係数）は10である。これから、事故時の最大線量被爆者が大半中性子によると仮定して、中性子の確定的影響に関するRBE_m=1.7⁽³⁾とした平均18Gy equivalentに相当するFig. 4.1.3からの距離Rを求めると、 $(18\text{Gyequ.} \div 1.7 \times 10) \div 0.77 = 137.5\text{Sv}$ に対応する横軸から約0.85mが得られる。この結果はオーダーとして妥当である。

事故当日、様々な地点で測定された中性子及びγ線の線量が20時45分の時点のデータとして示されている⁽⁴⁾。これらのデータを式(2)に当てはめ、その比率変動の統計分布を調べるとHLN分布となることが知られた。このことは、放射線が様々な地点に到達するまでの通過環境（家屋、林など）の不確実性が確率分布で表わせることを示している。これより、Fig. 4.1.3の直線グラフには通過環境による不確実性が伴い、これはHLN分布で表わされることになる。

以上、野外における中性子線量の減衰は従来から示された式(1)で実際に評価可能であること、式(2)を用いると、簡単に平均自由行程Lが計算できること、通過環境による線量の不確かさは変動比率がHLN分布として捉えられること、式(3)を用いると距離の全域にわたって線量の減衰傾向が直線で表わされ、見やすくできること、などを示した。輸送計算を行うことは当然必要であるが、事故時に迅速な対応をするには上記の簡便な計算法が有効であると思われる。したがって、少なくとも式(1)は研修で考慮されるべきである。

(熊澤)

[参考文献]

- (1) 原子力安全委員会：“健康管理検討委員会報告” 第21回同委員会資料1-1号、(H12.3.27).
- (2) RERF: US-Japan joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki. Final report, Volumes 1 and 2 (1987).
- (3) 放射線医学総合研究所：ウラン加工工場臨界事故患者の線量推定、中間報告書(2000.2.29).
- (4) 原子力安全委員会：ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告 (H11.12.24).

4.1.3 原子炉設計のための大型計算機用計算コードのパソコンへの変換

原子炉を設計し、建設するためには、次のような各種の特性評価用の計算コードが必要になる。

- (1) 原子炉の炉心特性解析用コード（炉心核特性、炉心熱流動特性、燃料照射特性等）
- (2) 原子炉システムの特性解析用コード（炉心動特性、原子炉冷却系統の動特性：通常時及び異常過渡時）
- (3) 原子炉施設周辺環境への影響評価用コード（放射線遮蔽特性、スカイシャイン特性等）

これらのコードは、原研においては既に大型計算機用のコードとして整備・確立され、実際に原子炉の設計・建設に供用されている。

したがって、これらのコードをアジア・太平洋原子力協力の一環として、アジア諸国へ提供し、地

域の原子力安全性の維持・向上に寄与することを目的として、パソコン上で容易に利用できるように平成9年度から5か年計画で整備を進めている。

平成11年度までに、既にTable 4.1.1に示すように13個のコードについてそのパソコンへの変換作業を終了し、個々のコードの利用を可能にしてきた。一部については既に実習で使用している。今後は、更に原子炉の過渡事象や炉心の核特性ほか4~6個の解析コードについてパソコンへの変換作業を行うとともに、変換したすべてのコードについてその総合化を行い、利用に当たっての効率・有効性を向上させる予定である。

併せて、今後は国内の研修課程の研修生に対しても、将来予定している「原子炉の具体的な設計」を行う研修の際に利用していくことを考えている。

(新藤)

Table 4.1.1 Conversion of programmes from mainframe version to personal computer version and results of actual use.

(1) Converted codes

| Fiscal year | Code name |
|-------------|--|
| 1997 | ①Fuel lattice calculation code (PIJ) ^(Note 1) ②Diffusion calculation code (CITATION) ^(Note 1) ③One dimensional transport calculation code (ANISN-J) ^(Note 1) ④Two dimensional transport calculation code (TWODANT) ^(Note 1) |
| 1998 | ①Burnup calculation code (ASMBURN and COREBN) ^(Note 1) ②Calculation code of heat transfer for fuel rod (GAPCON-THERMAL2) ③Calculation code of heat-hydraulic characteristics for research reactor (COOLOD) ④Calculation code of heat-hydraulic characteristics for fuel assembly (COBRA-III C) |
| 1999 | ①Analysis code of reactor core kinetics (AIREC-III) ②Calculation code of radioactive source (ORIGEN2) ^(Note 2) ③Thermal reactor standard code system for reactor design and analysis (SRAC) ^(Note 2) ④Analysis code of skyshine gamma activity (G33-GP2) ^(Note 2) ⑤Shielding calculation code of neutron and γ ray (QAD-CGGP2) ^(Note 2) |

(Note 1) Code system SRAC is composed of these codes.

(Note 2) The functions of input and output are expanded.

(2) Results of actual use and future plan

| Item | Content |
|-----------------------|--|
| Results of actual use | <ul style="list-style-type: none"> • Concept of SRAC code system has been explained and introduced to the foreign trainees of IAEA/JAERI and JICA/JAERI joint training courses. • ORIGEN2 has tentatively been used for burnup calculation and FP decay calculation in the domestic training of General Course on Nuclear Technology (B) and Reactor Engineers Course. • STA exchange engineer has been studying COOLOD code. |
| Future plan | <ul style="list-style-type: none"> • These codes will be developed to an effective code system for future usage. • This system is planned to be used in the training courses for Indonesia, Thailand, Vietnam, etc., according to their needs. |

4.2 研究開発

4.2.1 架橋テフロンからの高分子気体の生成

(1) はじめに

本研究の目的は、無（微）重力下において高分子鎖を相互に孤立した状態（気体）にして、その運動状態を明らかにすることにある。ここでは、地上の重力場で、テフロンを気体状にして、その試料の室温冷却による回収を検討した。

(2) 実験

市販のテフロンを300℃から340℃の温度を保ちながら電子線を照射して架橋テフロンを調製した。架橋密度は、 1.6×10^{-3} mol/mlである⁽¹⁾。試料を50×10×0.5(t)mmに切り取り、Fig. 4.2.1に示すように一定温度に保たれた電気炉の中で加熱し、電気炉の頭部にアルミホイルあるいは赤外分光器用のKBrを置き、ここでテフロンを固体として回収した。

(3) 結果

試料を310℃から350℃の間の一定温度で空气中熱暴露したとき、電気炉頭部に置いたKBrに白色固体が回収できたので、赤外分光スペクトルを測定し、白色固体がテフロンであることを確認した。Fig. 4.2.2に310℃の熱暴露に伴う試料の重量減少率と減少量に対する重量回収率を示す。この結果から、このように簡単な装置でも10%程度の回収率でテフロンの回収ができることが明らかになった。なお、架橋していないテフロンを350℃で1時間空气中熱暴露しても重量減少は認められなかった。

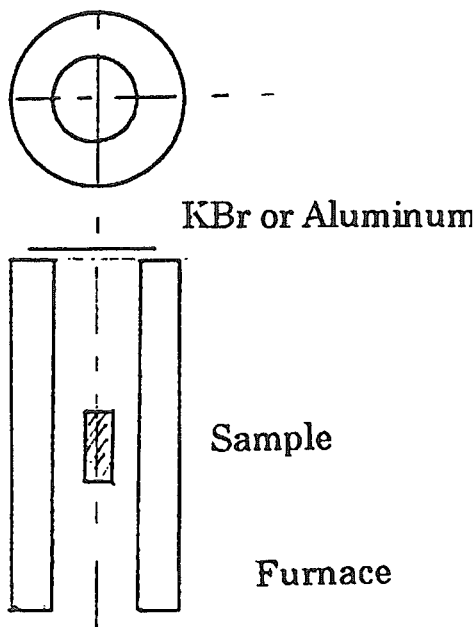


Fig. 4.2.1 Apparatus

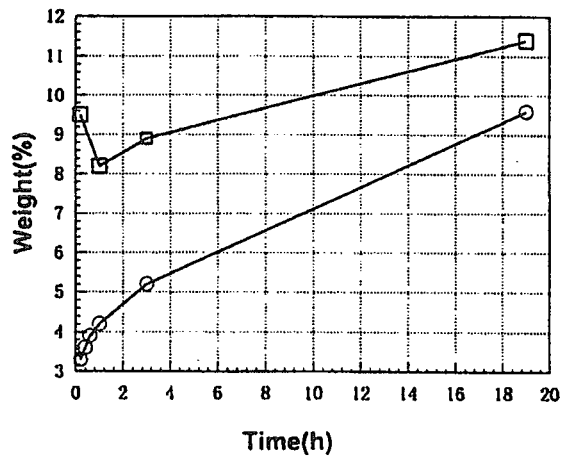


Fig. 4.2.2 Weight loss and solid recovered.

○ Weight loss (vaporized), (%)

□ Solid recovered (%)

(4) 考察

テフロンをいったん気化させることができ、さらにそれを回収できる機構は、以下のように考えることができる。

放射線の照射によって架橋と切断が起きるが、架橋が優先し、網目構造を生ずる（高温での放射線架橋）。網目構造は分子鎖の結晶化を妨げるために融点が低下する。放射線照射中に切断された比較的分子量のテフロンは、高温ではガス状になり空气中を拡散するが、室温の物質に触れると凝集し、固体として回収できる。

(伊藤)

[参考文献]

- (1) Ito M., Moriyama K., Nishii M. and Sugimoto S., Preprints World Polymer Congress 28 (1998, Gold Coast).

4.2.2 エラストマーの放射線劣化の時間短縮試験方法についての検討

(1) はじめに

本研究は原子炉用電線ケーブル類の試験法の確立に資することを目的とする研究の一環である。電気学会は昭和57年に原子力発電所用電線ケーブルの環境試験方法並びに耐延焼試験に関する推奨案をまとめた。この中で、原子炉の格納容器内の電線類が受ける線量は通常の運転状態では40年間にマージンを含めて0.5MGy (50Mrad) としている。一方、仮想事故である冷却水喪失事故 (LOCA) においては、加圧水型原子炉の場合には、電線類は最初の1時間に40kGy、12時間後には0.2MGyの照射を受け、初期は線量率が高いが次第に低下し、1年間で1.5MGy照射される。ここで、電線の被覆材の厚みと線量率とを勘案するとLOCA後のほとんどの期間は放射線酸化が起こる環境と考えられる。

(2) 実験

室温での低線量率 (0.33kGy/h) 長時間照射 (基準条件) に対して、基準条件と同様に試料の中心部まで酸化されることを前提として、照射時間を約十分の一にするために、次の二つの高線量率短時間照射条件を選び、各条件における試料の劣化挙動を比較した。

①室温、0.5MPaの酸素加圧下で、4.2kGy/hでの照射。

②70℃の空气中で、5.0kGy/hの線量率での照射。

試料として配合の異なる9種類のエチレン-プロピレンゴムを用い、最高2MGyまで照射後、機械的性質を測定した。ここで、基準条件と時間短縮照射条件とを比較するために、100%モジュラスと破断伸びとに注目した。モジュラスの変化は放射線によって起こる分子鎖の切断と架橋の比率を反映し、破断伸びはゴムの寿命を検討する際の最も重要な因子と考えられるからである。

(3) 結果

線量とモジュラスの関係からは、酸素加圧下の場合には、基準条件よりやや切断が多い傾向が認められ、70℃の照射では、やや架橋が進む傾向が認められた。しかし、時間短縮照射条件でのデータ群は基準条件のデータを1.0とすると、ほとんどの試料について 1.0 ± 0.25 の範囲内であった。酸素加圧下での照射に伴う破断伸びの変化を基準照射条件での結果と比較すると、酸素加圧下での照射の

方がやや伸びが高く、70℃での照射は、逆に伸びは低い傾向が認められた。しかし、いずれの場合にも基準条件での結果に対して±25%の範囲内である。

ここで、使用した試料のロール、プレスのパッチによる物性値のばらつきはモジュラスについて 1 ± 0.1 、破断伸びについては 1 ± 0.15 程度であることを考慮すると、時間短縮試験方法として、両方法とも許容できると考えられる。

(伊藤)

4.3 その他

4.3.1 防災指針における飲食物摂取制限指標の改訂

原子力防災に関する指針“原子力発電所等周辺の防災対策について”に示された飲食物摂取制限についての指標が1998年に改定された。飲食物は五つのカテゴリーに分類され、各カテゴリーの飲食物摂取量が推定された。飲食物分類と成人についての摂取量推定は、厚生省による全国規模調査の“国民栄養調査”に基づいて行われた。また、乳児及び幼児の飲食物分類は成人のものに従い、飲食物カテゴリーごとの摂取量は、放射線医学総合研究所が茨城県沿岸地域で実施した調査を基礎に推定した。これらのカテゴリーは、①飲料水、②牛乳及び乳製品、③野菜類、④穀類、⑤肉、卵、魚介類、その他である。飲食物のカテゴリーと摂取量をTable 4.3.1に示す。

次に、環境に汚染を起こす可能性という観点から、防護対策上重要な放射性核種群を選んだ。選ばれた放射性核種群は、放射性ヨウ素、放射性セシウム（及びストロンチウム）、プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種である。

まず、放射性ヨウ素について、混合核種は ^{131}I 、 ^{132}I 、 ^{133}I 、 ^{134}I 、 ^{135}I 及び ^{132}Te とし、それらの放射能は冷却時間0.5日後の原子炉燃料中の放射能含有量に比例すると仮定する。その上で、飲食物摂取制限レベルを表す尺度として混合核種中の ^{131}I の放射能を用いる。内部被曝線量がかもとも大きくなる乳児の線量に基づいて、飲食物摂取制限レベルとしては、飲料水、牛乳及び乳製品に対して300Bq/kg以上、根菜と芋類を除いた野菜類に対して2,000Bq/kg以上が勧告された。このときの飲食物カテゴリーの取り方及び摂取量は、考慮しているヨウ素群核種の半減期が約8日以下で比較的短期間であることから、直接の沈着が起きにくい飲食物を除いて、Table 4.3.2を用いた。

環境中に放出される放射性セシウムについては、放射性ストロンチウムが混合しているとし、過去のフォールアウト測定の実験に基づいて、保守的に（線量係数が大きい放射性ストロンチウムの混合割合を多くし）、 $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ の放射能比を0.1と仮定した。その上で、着目した核種 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs 及び ^{90}Sr 、 ^{89}Sr のそれぞれの放射能混合比は、原子炉燃料内の放射能の混合割合に等しいとした。また、飲食物中の年平均放射能濃度は、ピーク放射能濃度の1/2であると仮定した。放射性セシウム及びストロンチウム核種群の指標は、 ^{137}Cs と ^{134}Cs の放射能の合計で表すことにした。このような条件で1年間についての介入線量レベル5mSvで計算した誘導介入レベルに基づいて、飲食物摂取制限に関する指標レベルは、飲料水、牛乳及び乳製品について、200Bq/kg以上、野菜類、穀類、肉、卵、魚介類、その他について500Bq/kgとされた。ただし、特別な場合として、原子炉運転時間が2年未満の場合には、より運転時間が長い場合に比べ、 ^{90}Sr の放射能の比率が大きいため、放射性ストロンチウムの測定が別に必要になる。

プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種については、はじめに、介入線量レベルを実効線量5mSvとし、種々の汚染核種の混合比率及び飲食物汚染状態を考慮して、個別の状況に適用する誘導介入レベルを導いた。次に、これら状況適用型誘導介入レベルを比較し、安全側（飲食物中濃度が低い方）の濃度をとり指標のレベルが定められた。測定・評価の対象核種が複数あるので、プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種の飲食物摂取制限指標レベルを表す尺度としては、 ^{238}Pu 、 ^{239}Pu 、 ^{240}Pu 、 ^{242}Pu 、 ^{241}Am 、 ^{242}Cm 、 ^{243}Cm 及び ^{244}Cm の合計アルファ放射能濃度が選ばれた。勧告された指標のレベルは、飲料水、牛乳及び乳製品について1Bq/kg以上、野菜類、穀類、肉、卵、魚介類について10Bq/kg以上とされた。市販されている乳児用食品の合計アルファ放射能濃度については、調理されて食事に供される形で1Bq/kg以上とされた。特別な場合として、原子炉が新しく、燃焼度が低い燃料だけを内蔵している場合には、 ^{239}Pu の親核種である ^{239}Np が飲食物からの被曝に大きく寄与する。そのため、 β 線放出核種で半減期（約2.4日）は短いですが、この ^{239}Np に注意する必要がある。

Table 4.3.3に改定された飲食物摂取制限に関する指標を示す。

(須賀)

[参考文献]

- (1) 須賀新一、市川龍資：“防災指針における飲食物摂取制限指標の改定について”、保健物理（投稿中）

Table 4.3.1 Categories and daily intake of food and water connected with radionuclides other than radio-iodines. Unit : kg/day or λ /day

| Category of food and water | Adult | Child | Infant |
|--|-------|-------|--------|
| Drinking Water | 1.65 | 1.0 | 0.71 |
| Milk and dairy products | 0.2 | 0.5 | 0.6 |
| Vegetables (including edible roots and potatoes) | 0.6 | 0.25 | 0.105 |
| Grains | 0.3 | 0.11 | 0.055 |
| Meat, egg, fish, Shellfish etc. | 0.5 | 0.105 | 0.05 |

Table 4.3.2 Categories and daily intake of food and water connected with radio-iodines. Unit : kg/day or λ /day

| Category of food and water | Adult | Child | Infant |
|--|-------|-------|--------|
| Drinking Water | 1.65 | 1.0 | 0.71 |
| Milk and dairy products | 0.2 | 0.5 | 0.6 |
| Vegetables (excluding edible roots and potatoes) | 0.4 | 0.17 | 0.07 |

Table 4.3.3 Index level of control on ingestion of food and water.

| Item | Radio-iodine (Representative of iodine nuclides: ¹³¹ I) |
|--|---|
| Drinking water | 3×10 ² Bq/kg or more |
| Milk and dairy products | |
| Vegetables(except edible roots and potatoes) | 2×10 ³ Bq/kg or more |
| Item | Radio-cesium |
| Drinking water | 2×10 ² Bq/kg or more |
| Milk and dairy products | |
| Vegetables | 5×10 ² Bq/kg or more |
| Grain | |
| Meat, egg, fish etc. | |
| Item | Plutonium and α-ray emitting trans-uranium nuclides |
| Drinking water | 1Bq/kg or more |
| Milk and dairy products | |
| Vegetables | 10Bq/kg or more |
| Grain | |
| Meat, egg, fish etc. | |

(Note 1) Applied to the total radioactivity of ²³⁸Pu, ²³⁹Pu, ²⁴⁰Pu, ²⁴²Pu, ²⁴¹Am, ²⁴²Cm, ²⁴³Cm and ²⁴⁴Cm.

(Note 2) For commercially available food for baby, apply 1 Bq/kg to the form that is cooked and served as a meal.

(Notes 1 and 2 apply to plutonium and α-ray emitting trans-uranium nuclides.)

5. 施設の維持管理

5.1 整備補修状況

(1) 東京研修センター

昭和32年竣工の建家、設備ともかなり老朽化が進んでおり、毎年老朽化対策を施してきた。これまで効果的に補修等を行ってきたので、本年度は平成14年度末の東海研究所への移転も踏まえ、フィルターの定期交換等のみにとどめた。

一方、研修機器の整備では、専門課程実習用を中心に、液体シンチレーションカウンタを更新し、また、デジタル画像入力蛍光実体顕微鏡システム、NaI測定システム、中性子分布測定装置を購入し、整備した。

(2) 東海研修センター

本年度は、原子炉特研棟及びラジオアイソトープ製造棟の一部を特別防災研修施設として環境整備を行うために、建家改修工事に着手するとともに、視聴覚装置や各種測定器など同研修に必要な機器類を購入し、整備した。

なお、本年度はその他施設では特筆すべき大きな補修はなく、通常の施設保全を継続した。

5.2 放射線管理状況

(1) 東京研修センター

非密封放射性同位元素の許可使用に係る変更許可の申請を行い、その許可を受けた。また、法令に基づき平成10年度の「放射線管理状況報告書」を科学技術庁へ提出した。

東海研究所の組織改正、フィルム・バッジに代わる（平成12年度からの）ガラス線量計の導入及び一時的な管理区域の設定のため、「東京研修センター放射線障害予防規定」の改正と「放射線障害予防規定変更届」の届出をそれぞれ行った。科学技術庁からの「放射性同位元素等の取り扱いに関する安全管理の徹底について」に基づく調査を行い報告した。東京都文京区長からの「放射性物質の調査について」に基づく調査を行い報告した。

また、科学技術庁の立ち入り検査（平成11年12月）を受けた。指摘事項はなかったが、指導事項として施設、標識、記録帳簿等の一部改善を求められた。

定期自主検査及び放射性同位元素の保有量調査を半年ごとに2回実施した。その結果、前年度と同様に一部のフードに規定の面速が得られていないものがあつたほかは、特に問題となる異常はなかった。また、校正用微量線源（密封3.7MBq以下）の数量確認（約330個）を半年ごとに2回実施し、紛失等がないことを確認した。また、東海研究所の組織改正に伴って必要となつた東京研修センターの「放射線管理状況報告の手引」の改訂を行った。

個人被曝線量の管理に関しては、職員等及び研修生について放射線作業従事者としての指定あるいは解除を262名について行った。いずれも有意な被曝（0.2mSv以上）はなかった。

電離放射線健康診断については、血液検査を1回実施し、労働基準監督署へ報告した。その他の法定の電離放射線健康診断については産業医の判断により省略した。

放射線管理については特に問題となる事項はなかった。施設からの排出放射能の管理測定を実施した結

果、排気中放射性ダストと放射性ガスの有意の排出はなく、検出下限濃度（各 2.0×10^{-10} 、 $2.7 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^3$ ）以下であった。排気中の ^3H （HTO）の固体捕集法による測定で、合計 $4.9 \times 10^7 \text{Bq}$ の有意の排出があった。放射性排水は合計 69m^3 で、有意の放出があったのは全 β 核種（ ^{90}Sr で代表）で合計 $1.5 \times 10^5 \text{Bq}$ であり、 ^3H 、 ^{14}C 、 γ 線核種（ ^{137}Cs で代表）は、いずれも検出下限濃度（各 3.0×10^{-2} 、 5.4×10^{-2} 、 $4.6 \times 10^{-6} \text{Bq/cm}^3$ ）以下であった。

放射性廃棄物として、可燃性カートンボックス 102個、不燃性カートンボックス 4個、ペール缶（金属、セラミック類/20 $\frac{1}{2}$ ）5本、排気HEPAフィルタ30個、排気プレフィルタ30個、無機廃液70 $\frac{1}{2}$ のほか、有機廃液（液体シンチレーション廃液等）は発火等の事故防止のため固化処理し、イオン交換樹脂はセメント固化（いずれもポリエチレン瓶）して東海研究所の放射性廃棄物処理場へ引き渡した。

東京研修センターの管理区域解除計画の検討のため、大面積表面汚染検査計を整備して管理区域内の放射性汚染調査を実施し、さらに放射性廃液貯溜槽内部の健全性検査、表面汚染検査、スラッジの放射能分析等を進めた。

（神永）

（2）東海研修センター

東海研修センターで使用している施設の管理区域はすべて保健物理部の施設放射線管理第1課により空間線量率の測定とスミア法による汚染検査が定期的に行われている。本年度は特に問題となる異常はなかった。

i) 原子炉特研建家

核燃料物質である UO_2 は、保障措置トレーニングコースでウラン濃縮度測定実習の標準試料（ペレット）として使用した。核燃料物質及び放射性同位元素は自主的検査により、異常のないことを確認している。

（小畑）

ii) モックアップ試験室建家

天然ウラン燃料棒と軽水による未臨界実験装置の使用を中止したので、前年に引き続いて廃止に向けての作業を行った。燃料棒の長期保存のために被覆管の交換作業を行い、全本数（557本）の交換が終了した。また、燃料棒は特別に製作した収納箱に入れて東海研究所の核燃料倉庫で保管するようにした。これらは3年度にわたる作業であった。被覆管の交換及び輸送は核燃料加工会社で行った。

また、557本のうち257本については、サイクル機構から借用しているもので、返還についての話し合いを行った。先方の受け入れ準備が整い次第返還する予定である。

保健物理部による第3研究棟の改修及び管理区域の全面廃止に関して、当センターが第3研究棟で保管していた今後使用見込みのない ^{226}Ra 等の線源の廃棄を行った。このためモックアップ試験建家で使用する線源が減ったので、この現状に合わせた許認可の変更を行った。

（竹田、小畑）

iii) 第3研究棟及び第4研究棟

非密封放射性物質の使用を伴う研修には、第4研究棟の共用特殊実験室(2)を使用した。

RI実習課目は、第32回及び第33回保健物理・放射線防護専門課程の放射能表面密度、水中放射能濃度測定で、研修生はそれぞれ17名及び10名であった。これらの実習は5月と9月に行い、使用放射性核種は共に ^{32}P の3.7MBqであった。設備としては、共用特殊実験室(2)中の119C号室フード及び流し等を使用した。

核燃料物質は、共用特殊実験室(2)中の119C号室フード及び121AB号室（一部）で、7月に3週間、指導教官研修（タイから2名）において、環境試料中プルトニウムの定量分析実験に使用した。使用した核燃料物質は、分析トレーサとしての ^{242}Pu で、使用量は約0.1Bq ($1 \times 10^{-9}\text{g}$) であった。

第3研究棟314及び316号室については、平成11年度は使用せず、点検のみ行った。これらの作業室について管理区域廃止の準備を進め、フード及び流し等の什器を残すのみで他の物品を撤去した。

（須賀、関根）

6. 運営管理

6.1 研修の運営に関する事項

今年度から、JCO事故を踏まえて「原子力防災専門官研修」を新設した。既設の研修事業も更に効率的に運営するため、教官会議やセンター会議等を必要に応じ開催して、質の向上を計っている。今年度は、各コースの受講者減少に対する打開策として、コースの見直しやカリキュラムの見直しを行った。その結果、来年度から東京研修センターでは、「基礎課程初級コース」及び専門課程の「RI放射線技術コース」（「RIの生物科学への利用」と「放射線高分子プロセス」を統合）の新設を決定し、東海研修センターでは、コース名を改定（「一般課程」を「原子炉工学課程」に、「原子炉工学課程」を「原子炉工学基礎課程」に、「原子炉理論短期講座」を「原子炉工学特別講座」等）することにした。

また、今年度は当センターの業務評価が行われる年度に当たり、原研の「研究評価準備委員会」の「原子力研修・人材養成ワーキンググループ」による評価結果が3月に報告された。過去5年間の実績に対する事後評価では、合理的に目標を達成し、原子力の基盤整備に貢献したと認められた。一方、今後の計画に対する事前評価では、人材養成の重要性が確認され、研修コースの継続あるいは更新に対する肯定的意見や国際研修の拡充への期待が述べられた。しかし、業務量の増大に対し、資源配分の問題、特に人員の問題が深刻化しつつあることから、人材養成分野での原研の役割について、全体的な再検討をすべきと提言された。これに応え、次年度には再検討を進める予定である。

なお、前年度開設した”ホームページ”の内容充実を計るため大改定を行った。さらに、教材開発のため、コンピュータの整備も継続して実施した。

6.2 委員会等の開催状況

本年度は、原子力研修研究委員会を1回、国際原子力安全技術研修専門部会を1回開催した。また、前年度に引き続き、年報作成ワーキンググループ及びホームページ作成ワーキンググループを設置し、活動を行った。

各委員会等での検討概要は以下のとおりである。

(1) 原子力研修研究委員会

3月22日（火）に開催された委員会では、当センターの最近5年間の事業活動推移と平成11年度の事業報告及び今後5年間の事業計画等について検討が行われた。

平成11年度の事業報告と今後の事業計画では、東京研修センターの移転に伴う指定講習継続実施の可能性やJCO事故における技術者の倫理問題、マスコミ関係者への原子力知識普及のための研修とその必要性、国際研修におけるフォローアップ状況と今後の対応、国内研修における受講生の定員割れの原因や対応等について討議が行われた。

原子力研修研究委員会の委員名簿を付録A6 (p.78) に示す。

(2) 国際原子力安全技術研修専門部会

本専門部会は、3月9日に開催され、平成11年度国際原子力人材養成に係る業務の実施状況及び平成12年度事業計画と今後の展開（案）について討議が行われた。

専門部会の委員名簿を付録A7 (p.79) に、議事概要を付録A8 (p.80) に示す。

(3) 年報作成ワーキンググループ

本年度は第1回の編集会議を6月18日に、最終第5回を9月3日に開催した。年報作成も3回目を数え、編集スタイルも定着してきた感がある。全原稿を編集委員全員の出席のもとに読み合わせを行い、検討した。前年度の年報であるからもっと早く刊行を、との声も聞かれたが、質を落とさないためにもこの程度の期間は必要であろう。次回からはスタートを早めれば、少なくとも年度前半に刊行できるのではと思われる。年報の記載項目は基本的には前年同とし、新たに(1) オープンスクール、(2) ホームページの開設、そして(3) STA原子力交流制度関連の記述を加えた。年報は、「JAERI-Review 99-029 国際原子力総合技術センターの活動（平成10年度）」として11月初めに刊行された。

(関根)

6.3 研修施設の統合整備計画

東京と東海の研修センターを統合し、国際原子力交流の場としてもふさわしい総合研修施設を整備するという計画の準備を進めてきたが、今年度、この計画が具体的に開始された。すなわち、東京研修センターの土地所有者との交渉が成立し、平成15年度末までに土地を返還することが正式に決定されたのを受け、同センターの職員を中心に、バックエンド技術部の協力を得て「解体・撤去ワーキンググループ」を、また東京及び東海研修センター等の職員からなる「施設改修ワーキンググループ」を発足させ、詳細検討に着手することとした。

平成11年度中に確認されたことは、東京研修センターの移転先を東海研究所内とし、ホット実習施設をラジオアイソトープ (RI) 製造棟内に、講義室、コールド実習室及び教官居室を原子炉特別研究棟に設けること、また、東海研究所に「RI棟等改修調整会議」を設け、関係者間の調整を図るようにすることなどである。

(佐伯)

編集後記

ワーキンググループ委員の都合がなかなか合わず、編集会議の日程もままならない状態ではあったが、早めにスタートしたため、例年より早く出版に漕ぎ着けることができた。

この年報では、グラビアページのほか、新規の研修コースに関するものなど若干の新しい項目を設けることとなった。国際協力に関する部分の目次も少し変更した。これらは、センター長の示唆と編集会議での協議の結果である。まだ不備な点も残されているかと思うが、ご了承いただきたい。

昨年のJCO事故は人材教育に関する再検討を促すものでもあったように思われる。本年報には、特にそれに関する議論は記されていないが、何らかのお役に立てばと思う次第である。

(白石)

編集委員

| | |
|-----|------------------|
| 委員長 | 白石 浩二 (東京研修センター) |
| 委員 | 梶山 武義 (技術交流推進室) |
| ” | 大野 忠治 (東京研修センター) |
| ” | 生田 優子 (東京研修センター) |
| ” | 大村 英昭 (東海研修センター) |
| ” | 鈴木 邦彦 (東海研修センター) |

This is a blank page.

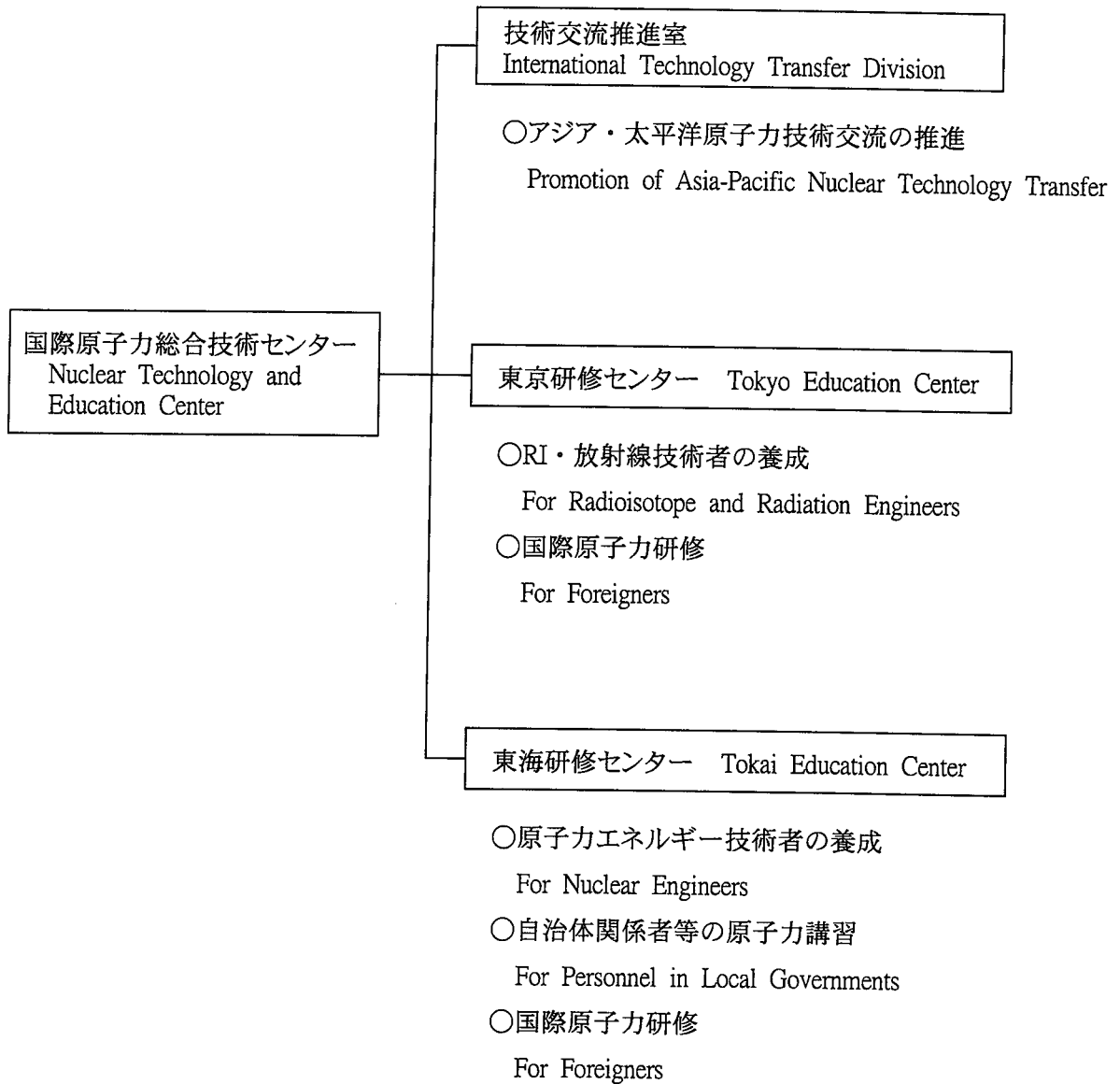
付 録

目 次

| | | |
|-----|----------------------------|----|
| A1 | 国際原子力総合技術センターの組織及び人員構成 | 52 |
| A2 | 平成11年度研修実績 | 55 |
| A3 | 平成11年度受講者数 | 57 |
| A4 | 平成11年度研修カリキュラム | 59 |
| 1. | 第262～265回基礎課程 | 59 |
| 2. | 第247回専門課程（RIの生物科学への利用コース） | 60 |
| 3. | 第248回専門課程（放射線高分子プロセスコース） | 60 |
| 4. | 第249回専門課程（ラジオアイソトープコース） | 61 |
| 5. | 第250回専門課程（液体シンチレーション測定コース） | 62 |
| 6. | 第251回専門課程（放射線管理コース） | 62 |
| 7. | 第253回専門課程（環境放射能測定コース） | 63 |
| 8. | 指定講習 第25回第一種作業環境測定士講習 | 63 |
| 9. | 指定講習 第97～101回第一種放射線取扱主任者講習 | 64 |
| 10. | 第56回一般課程（B） | 65 |
| 11. | 第8回原子炉工学課程 | 66 |
| 12. | 第41、42回原子炉理論短期講座 | 66 |
| 13. | 第26回原子力入門講座 | 66 |
| 14. | 第1回原子力防災専門官研修 | 67 |
| 15. | 第32、33回保健物理・放射線防護課程 | 68 |
| 16. | 第30回核燃料工学短期講座 | 69 |
| 17. | 第21回放射性廃棄物管理講座 | 69 |
| 18. | 第228～241回原子力防災入門講座 | 70 |
| 19. | 第37、38回原子力防災対策講座 | 71 |
| 20. | JICAコース | 71 |
| 21. | 指導教官研修 | 73 |
| 22. | 講師海外派遣研修 | 74 |
| 23. | 第4回保障措置トレーニングコース | 75 |
| A5 | 第1回アジア地域原子力人材養成セミナープログラム | 76 |
| A6 | 平成11年度原子力研修研究委員会委員名簿 | 78 |
| A7 | 平成11年度国際原子力安全技術研修専門部会委員名簿 | 79 |
| A8 | 国際原子力安全技術研修専門部会議事概要 | 80 |

A1 国際原子力総合技術センターの組織及び人員構成

1. 組織及び業務テーマ



2. スタッフ

センター長 村尾 良夫

東京研修センター

研究主幹 星 三千男
事務長 長谷川昭司
田沼 忠
佐竹 恵子
大野 忠治
奥 菜穂子*4
高沢 優子*4

松村 重信*5 (工務担当)

東海研修センター

次 長 佐伯 正克
事務長 和田 義久
間渕 勝
岩本 愛子*1
麻生 智子*3
増淵 友紀*4
(兼) 梶山 武義

技術交流推進室

室 長 蒨 肇*2
上原 勇相*2
梶山 武義 (東海)

- *1 11.10.1付着任
- *2 11.10.1付東海駐在
- *3 12.1.31付退職
- *4 臨時用員
- *5 外部委託

3. 教 官

(五十音順)

東京研修センター

生田 優子 (放射線影響)
 伊藤 政幸*2 (高分子科学)
 岩田 幸生 (放射線計測)
 上沖 寛 (放射化学)
 神永 博史 (放射線管理)
 白石 浩二 (放射線物理)
 関 晋*1 (原子核物理)
 関根 敬一*3 (環境分析化学)
 田中 高彬 (放射線計測)
 野口 昉*2 (放射化学)
 渡辺 祐平 (高分子化学)

 安藤 邦彦*4 (助手)
 尾岸浩二郎*4 (助手)
 佐藤 健*4 (助手)
 高田 隆平*4 (助手)

東海研修センター

秋濃 藤義*3 (原子炉実験)
 市川 博喜 (原子炉工学)
 内田 正明 (原子炉工学)
 小畑 雅博 (原子炉実験)
 掛札 和弘 (原子炉動特性)
 加藤 清 (保健物理)
 熊澤 蕃 (保健物理)
 佐藤 孝雄*2 (放射線計測)
 島 敬二郎*1 (原子炉動特性)
 下岡 謙司 (廃棄物管理)
 新藤 隆一 (原子炉物理)
 須賀 新一*2 (保健物理)
 高橋 昭雄 (保健物理)
 竹田 忠義 (放射線計測)
 武田 常夫 (廃棄物管理)

 (兼) 須崎 武則 (原子炉実験)

 吾勝 永子*5 (放射化学)
 大部 誠*5 (原子炉物理)
 末武 雅晴*5 (原子炉工学)
 杉 暉夫*5 (原子炉物理)
 橋本 政男*5 (原子炉実験)
 堀木欧一郎*5 (原子炉実験)

- *1 11.9.30付退職
- *2 業務協力員
- *3 11.9.30付業務協力員
- *4 臨時用員 (学生)
- *5 非常勤講師

A2 平成11年度研修実績

1. 東京研修センター

| コース名 | 平成11年 | | | | | | | | | | | | 平成12年 | | | 期間 | 受講者数 括弧内定員 | 授業料(円) (消費税込) |
|---------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|--------|-----------------|-----|-------|------------------|-------|----|----|-------|--------|------|-----------|---------------|------------------|
| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | | | | | | |
| 第262～265回基礎課程 | | 第262回 13～4日 | 第263回 7～30日 | 第264回 5～28日 | | 第265回 21～20日 | | | | | | | | | 17日間 | 46 (128) | 113,400 | |
| 専門課程 | | | | | 2～13日 | | | 6～10日 | | | | | | | 10日間 | 8 (16) | 102,900 | |
| | | | | | | | | | 25～10日 15～19日 | | | | | | 5日間 | 6 (16) | 89,250 | |
| | | | | | | | | | | 6～17日 | | | | | 12日間 | 13 (16) | 102,900 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | 5日間 | 14 (16) | 84,000 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | 10日間 | 7 (16) | 102,900 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | 9日間 | 9 (16) | 98,700 | |
| 指定講習 | 第97回 12～16日 第98回 19～23日 | | | | | | | | | | | | | 11～12日 | 2日間 | 17 (16) | 80,000 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | 5日間 | 159 (160) | 155,700 | |
| 国際研修 | | 17日 | 18日 | | | | | | | | | | | | 5週間 | 6 | — | |
| | | | 28日 | 26日 | | | | | | | | | | | 2か月 | 4 | — | |
| | | | インドネシア&タイ教官 | | | | | | | | | | | | 2週間 | (注) | — | |
| | | | インドネシア | 20～1日 | 21～1日 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | インドネシア | 20～31日 | 20～31日 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | タイ | タイ | タイ | | | | | | | | | | | | | |

(注) 3.3.2参照

2. 東海研修センター

| コース名 | 平成11年 | | | | 平成12年 | | | | 期間 | 受講者数 括弧内定員 | 授業料(円) (消費税込) | |
|---------------|--|--------------|--------------|----|-------|----|-----|-----|----|---------------|------------------|-----|
| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | | | | 12月 |
| 炉工学 | 第56回 一般課程(B) | | | | | | | | | | | |
| | 第8回 原子炉工学課程 | | | | | | | | | | | |
| | 第41、42回 原子炉理論短期講座 | 第41回 (東京) | 上期 7~11日 | | | | | | | | | |
| | 第26回 原子炉入門講座 | 第42回 (大阪) | 上期 21~25日 | | | | | | | | | |
| 専門別 | 第32、33回 基礎物理・放射線防護課程 | 10日 | 18日 | | | | | | | | | |
| | 第30回 核燃料工学短期講座 | | | | 第33回 | | | | | | | |
| | 第21回 放射性廃棄物管理講座 | | 21日 | 2日 | | | | | | | | |
| | 第1回 原子力専門官研修 | | | | | | | | | | | |
| 防災 | 第228~241回 原子力防災入門講座 | | | | | | | | | | | |
| | 第27、38回 原子力防災対策講座 | | | | | | | | | | | |
| 国際研修 | 第15回 JICA/JAERI共催研修 (原子力基礎技術コース) | 17日 | 21日 | | | | | | | | | |
| | 第4回 保健措置トレーニングコース | | | | | | | | | | | |
| | 第1回 アジア地域原子力人材養成 セミナー | | | | | | | | | | | |
| | IAEA研究炉の安全性に関する トレーニングコース | | | | | | | | | | | |
| STA原子力研究交流生研修 | | | | | | | | | | | | |

(注) 3.2参照

A3 平成11年度受講者数

1. 東京研修センター

(単位：人)

| コース名 | | 平成11年度 | S33~H10 年度合計 | 累 計 | 備 考 |
|------------------|-------------------|----------|-----------------|--------------|----------|
| 基 礎 課 程 | | 46 | 7,955(209)* | 8,001(209)* | |
| 専 門 課 程 | RIの生物科学への利用 | 8 | 481(9*) | 489(9*) | |
| | 放射線高分子プロセス | 6 | 39 | 45 | |
| | ラジオアイソトープ | 13 | 174 | 187 | |
| | 液体シンチレーション測定 | 14 | 464 | 478 | |
| | 放射線管理 | 7 | 585 | 592 | |
| | オートラジオグラフィ | 0 | 557(1*) | 557(1*) | |
| | 環境放射能測定 | 9 | 101 | 110 | |
| 指定 講習 | 第一種作業環境測定士（放射性物質） | 17 | 446 | 463 | |
| | 第一種放射線取扱主任者 | 159 | 3,042 | 3,201 | |
| 国 際 研 修 | JICAコース | 6* | 122* | 132* | |
| | IAEAコース | — | 151* | 151* | |
| | 講師海外派遣研修 | 77* | 108* | 185* | |
| | 指導教官研修 | 4* | 12* | 16* | |
| 特 殊 課 程 | | — | 37(34*) | 37(34*) | 平成7年度まで |
| 専 門 課 程 | 密封線源 | — | 394 | 394 | 昭和49年度まで |
| | 軟ベータアイソトープ | — | 135(2*) | 135(2*) | 昭和47年度まで |
| | 放射化分析 | — | 87 | 87 | 昭和47年度まで |
| | RIの工業への利用 | — | 36 | 36 | 昭和46年度まで |
| | RIの化学への利用 | — | 36 | 36 | 昭和47年度まで |
| | 保健物理 | — | 119 | 119 | 昭和50年度まで |
| | RIの応用計測 | — | 66 | 66 | 昭和49年度まで |
| | RIの化学応用 | — | 24 | 24 | 昭和49年度まで |
| | 原子力実験セミナー | — | 580 | 580 | 平成3年度まで |
| | 放射線化学 | — | 426(3*) | 426(3*) | 平成7年度まで |
| 原子力教養セミナー | | — | 2,345 | 2,345 | 平成7年度まで |
| 原子力実験セミナー初級講座 | | — | 151 | 151 | 平成7年度まで |
| 一般 | 原子力実験セミナー（東京コース） | — | 145 | 145 | 平成9年度まで |
| 原子力初歩講座 | | — | 56 | 56 | 平成2年度まで |
| 高 級 課 程 | | — | 230(4*) | 230(4*) | 昭和49年度まで |
| 新入所員コース | | — | 996 | 996 | 昭和49年度まで |
| E P T A | | — | 20(15*) | 20(15*) | 昭和39年度のみ |
| 合 計 | | 366(87*) | 20,120(670*) | 20,486(757*) | |

*印は外国人

2. 東海研修センター

(単位：人)

| コース名 | | 平成11年度 | S33～H10 年度合計 | 累 計 | 備 考 |
|---------------------------------|----------------------|----------|-----------------|--------------|----------|
| 炉 工 学 | 一般課程 (B) | 15 | 1,659 | 1,674 | |
| | 原子炉工学課程 | 15 | 96 | 111 | |
| | 原子炉理論短期講座 | 79 | 1,411 | 1,490 | |
| | 原子力入門講座 | 29 | 976 | 1,005 | |
| 専 門 別 | 保健物理・放射線防護課程 | 27 | 28 | 55 | |
| | 核燃料工学短期講座 | 13 | 1,054 | 1,067 | |
| | 放射性廃棄物管理講座 | 13 | 584 | 597 | |
| | 原子力防災専門官研修 | 21 | — | 21 | |
| 防 災 | 原子力防災入門講座 | 457 | 12,047 | 12,504 | |
| | 原子力防災対策講座 | 59 | 1,269 | 1,328 | |
| 国 際 研 修 | JICAコース | 4* | 103* | 107* | |
| | 保障措置トレーニングコース | 9* | 50* | 59* | |
| | IAEA/EBPTトレーニングコース | 15* | — | 15* | |
| 高 級 課 程 | | — | 66 | 66 | 昭和57年度まで |
| 原子炉工学専門課程 | | — | 359 | 359 | 平成3年度まで |
| 保健物理専門課程 | | — | 687 | 687 | 平成9年度まで |
| 放射線防護専門課程 | | — | 503 | 503 | 平成9年度まで |
| 原子力実験セミナー (地域コース) | | — | 638 | 638 | 平成7年度まで |
| 一般 | 原子力実験セミナー (東海、高崎コース) | — | 1,083 | 1,083 | 平成9年度まで |
| 原 子 力 防 災 研 修 | 緊急時モニタリング初級講座 | — | 737 | 737 | 平成8年度まで |
| | 緊急時モニタリング講座 | — | 163 | 163 | 平成8年度まで |
| | 原子力防災管理者講座 | — | 306 | 306 | 平成8年度まで |
| | 原子力防災職種別講座 (消防、警察) | — | 934 | 934 | 平成8年度まで |
| 原子炉オペレータ訓練基礎課程 | | — | 749 | 749 | 昭和50年度まで |
| JRR-1短期運転講習会 | | — | 258 | 258 | 昭和38年度まで |
| 原子炉物理特別講座 | | — | 29 | 29 | 昭和50年度まで |
| 原子力計測講座 | | — | 286 | 286 | 昭和57年度まで |
| 原子力教養講座 | | — | 493 | 493 | 昭和59年度まで |
| 原子炉安全工学講座 | | — | 105 | 105 | 昭和53年度まで |
| 国 際 研 修 | 分析技術トレーニングコース (IAEA) | — | 16* | 16* | 昭和62年度のみ |
| | 国際原子力安全セミナー | — | 234* | 234* | 平成8年度まで |
| 合 計 | | 756(28*) | 26,923(403*) | 27,679(431*) | |

*印は外国人

A4 平成11年度研修カリキュラム

1. 第262～265回基礎課程

講 義

1単位 70分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|------------------------|-----|-----------------------|------|
| 1. 原子核物理概論 | 3 | 14. 液体シンチレーション測定法 | 1 |
| 2. 放射線と物質との相互作用 | 2 | 15. RI・放射線の安全取扱い | 1 |
| 3. 加速器概論 | 1 | 16. 被曝線量の限度 | 1 |
| 4. 放射化学概論 | 3 | 17. 放射線モニタリング | 2 |
| 5. 放射線化学 | 2 | 18. 除染と廃棄物処理 | 1 |
| 6. RIの製造 | 1 | 19. 放射線施設 | 1 |
| 7. 放射線生物学 | 1 | 20. RI・放射線の農学・生物学への利用 | 1 |
| 8. 放射線の身体的影響 | 1 | 21. RI・放射線の医学への利用 | 1 |
| 9. 放射線の遺伝的影響 | 1 | 22. RI・放射線の理工学への利用 | 1 |
| 10. 内部被曝 | 1 | 23. 放射線障害防止法 | 2 |
| 11. 放射線測定法概論 | 3 | | |
| 12. 線量測定法 | 1 | | |
| 13. γ 線スペクトロメトリ | 1 | | |
| | | 合 計 | 33単位 |

実 習

| 実 習 名 | 単位数 | 実 習 名 | 単位数 |
|-------------------------------|-----|---------------|------|
| 1. 線量測定 | 4 | 7. 放射化分析 | 5 |
| 2. γ 線スペクトル測定 | 6 | 8. 放射線管理実習 | 5 |
| 3. 液体シンチレーション測定 | 6 | 9. オートラジオグラフィ | 3 |
| 4. NaI(Tl)検出器による γ 線測定 | 3 | | |
| 5. 化学的線量測定 | 3 | | |
| 6. ミルキング | 5 | | |
| | | 合 計 | 40単位 |

演 習

| 演 習 名 | 単位数 | 演 習 名 | 単位数 |
|---------|-----|---------|-----|
| 1. 物理演習 | 1 | 3. 生物演習 | 1 |
| 2. 化学演習 | 1 | 4. 法令演習 | 1 |
| | | 合 計 | 4単位 |

ガイダンス

| 項 目 | 単位数 | 項 目 | 単位数 |
|------------------|-----|----------|-----|
| 1. 非密封RIの実習ガイダンス | 1 | 2. データ整理 | 3 |
| | | 合 計 | 4単位 |

2. 第247回専門課程 (RIの生物科学への利用コース)

講 義

1単位 70分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|---------------|-----|-------------------|-----|
| 1. 遺伝子工学とRI | 1 | 5. ウイルスDNAの解析 | 1 |
| 2. 遺伝子工学特論 | 1 | 6. 生物科学におけるトピックス | 1 |
| 3. モノクロナール抗体 | 1 | 7. キャピラリ電気泳動とその応用 | 2 |
| 4. ラジオイムノアッセイ | 1 | 8. 画像による放射線測定 | 2 |
| 合 計 | | 10単位 | |

実 習

| 実 習 名 | 単位数 | 実 習 名 | 単位数 |
|-------------------|-----|----------------------|-----|
| 1. コロニーオートラジオグラフィ | 8 | 3. DNAクローニングとシーケンシング | 15 |
| 2. PCRとサザンブローディング | 11 | 4. ラジオイムノアッセイ | 3 |
| 合 計 | | 37単位 | |

ガイダンス

| 項 目 | 単位数 |
|--------------|-----|
| 1. ラボラトリ・ルール | 1 |
| 合 計 | 1単位 |

3. 第248回専門課程 (放射線高分子プロセスコース)

講 義

1単位 70分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|------------------|-----|-------------------|-----|
| 1. 放射線化学概論 | 1 | 6. 電子線によるフィルム表面加工 | 1 |
| 2. 放射線高分子プロセスの現状 | 1 | 7. 放射線橋かけ | 1 |
| 3. 照射施設の安全管理 | 1 | 8. 耐放射線性 | 1 |
| 4. 工業用電子線加速器 | 1 | 9. 放射線重合IIグラフト重合 | 1 |
| 5. 放射線重合Iキュアリング | 1 | 10. 放射線による環境保全技術 | 1 |
| 合 計 | | 10単位 | |

実 習

| 実 習 名 | 単位数 | 実 習 名 | 単位数 |
|-----------|-----|----------|-----|
| 1. 線量測定 | 3 | 3. 形状記憶膜 | 3 |
| 2. 傾斜機能材料 | 3 | 4. 粘着加工 | 3 |
| 合 計 | | 12単位 | |

4. 第249回専門課程（ラジオアイソトープコース）

講 義

1単位 70分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|--------------|-----|-----------------------|------|
| 1. RIの化学 | 2 | 8. 放射線発生装置 | 2 |
| 2. 放射線の物理 | 3 | 9. 原子炉概論 | 2 |
| 3. 放射線測定法 | 2 | 10. 除染と廃棄物処理 | 2 |
| 4. 放射線障害 | 2 | 11. 放射線事故例と対策 | 2 |
| 5. 放射線障害防止法 | 2 | 12. RI及び放射線の利用 | 1 |
| 6. 放射線モニタリング | 1 | 13. γ 線ラジオグラフィ | 1 |
| 7. 放射線施設 | 2 | 14. 原子力の現状 | 1 |
| | | 合 計 | 25単位 |

実 習

| 実 習 名 | 単位数 | 実 習 名 | 単位数 |
|---------------------------------------|-----|------------------------------------|------|
| 1. 線量測定 | 4 | 5. γ 線測定2（ γ 線減衰の実験） | 3 |
| 2. β 線測定1（GMカウンタ） | 4 | 6. RIの化学実習 | 4 |
| 3. β 線測定2（液体シンチレーションカウンタ） | 4 | 7. 放射線管理実習 | 4 |
| 4. γ 線測定1（ γ 線スペクトロメトリ） | 5 | | |
| | | 合 計 | 28単位 |

演 習

| 演 習 名 | 単位数 | 演 習 名 | 単位数 |
|---------|-----|------------|-----|
| 1. 物理演習 | 1 | 3. 放射線管理演習 | 2 |
| 2. 化学演習 | 1 | | |
| | | 合 計 | 4単位 |

ガイダンス

| 項 目 | 単位数 |
|------------|-----|
| 1. 実習ガイダンス | 1 |
| 合 計 | 1単位 |

5. 第250回専門課程（液体シンチレーション測定コース）

講 義

1単位 70分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|------------------|-----|------------|-----|
| 1. 液体シンチレーション測定法 | 2 | 4. 環境放射能測定 | 1 |
| 2. 試料調製法 | 1 | 5. 放射線管理 | 1 |
| 3. 測定法特論 | 1 | | |
| | | 合 計 | 6単位 |

実 習

| 実 習 名 | 単位数 | 実 習 名 | 単位数 |
|---------------------|-----|----------|------|
| 1. 液体シンチレーション測定（基礎） | 5 | 3. 放射線管理 | 7 |
| 2. 液体シンチレーション測定（応用） | 5 | | |
| | | 合 計 | 17単位 |

6. 第251回専門課程（放射線管理コース）

講 義

1単位 70分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|------------------|-----|---------------------|------|
| 1. 放射線管理概論 | 1 | 10. 試料測定と放射能評価方法 | 2 |
| 2. 被曝線量の限度と放射線障害 | 1 | 11. 非密封放射性同位元素の在庫管理 | 1 |
| 3. 放射線測定法 | 1 | 12. 放射線モニタと点検校正 | 1 |
| 4. 線量測定法 | 1 | 13. 放射性廃棄物の管理 | 1 |
| 5. 外部被曝管理 | 1 | 14. 汚染除去 | 1 |
| 6. 内部被曝管理 | 1 | 15. 事故例と対策 | 1 |
| 7. 放射線施設 | 1 | 16. 放射線障害防止法 | 1 |
| 8. 施設放射線管理 | 1 | 17. 非密封RI取扱いガイダンス | 1 |
| 9. 放射線管理測定技術 | 1 | | |
| | | 合 計 | 18単位 |

実 習

| 実 習 名 | 単位数 | 実 習 名 | 単位数 |
|-----------------------|-----|------------------|------|
| 1. 線量測定 | 4 | 5. 表面汚染密度測定 | 4 |
| 2. 水中放射能濃度測定 | 4 | 6. 空气中放射能濃度測定 I | 4 |
| 3. γ 線スペクトロメトリ | 4 | 7. 空气中放射能濃度測定 II | 4 |
| 4. 液体シンチレーション測定 | 4 | | |
| | | 合 計 | 28単位 |

演 習

| 演 習 名 | 単位数 |
|-------------------|-----|
| 1. 放射性同位元素の使用許可申請 | 2 |
| 合 計 | 2単位 |

7. 第253回専門課程（環境放射能測定コース）

講 義

1単位 70分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|-------------------|-----|-----------------------|------|
| 1. 環境放射能測定の意義と展望 | 2 | 6. α 線スペクトロメトリ | 1 |
| 2. 環境試料採取と前処理の方法 | 2 | 7. γ 線スペクトロメトリ | 1 |
| 3. 環境試料の標準線源 | 1 | 8. 液体シンチレーション測定法 | 1 |
| 4. 低レベル放射能の測定法 | 1 | 9. 環境中ラドンの測定法 | 1 |
| 5. 環境の放射線源による線量寄与 | 1 | 10. 放射能測定データ解析法 | 1 |
| | | 合 計 | 12単位 |

実 習

| 実 習 名 | 単位数 | 実 習 名 | 単位数 |
|---------------------------|-----|---------------------|------|
| 1. 環境放射線の線量測定法 | 4 | 5. LSCによる放射能測定法1 | 4 |
| 2. Si検出器による α 線分析法 | 3 | 6. LSCによる放射能測定法2 | 5 |
| 3. Ge検出器による放射能分析法 | 5 | 7. 環境中のセシウム分析法 | 4 |
| 4. NaI検出器による放射能測定法 | 3 | 8. 環境中ラドンガス・娘核種の測定法 | 4 |
| | | 合 計 | 32単位 |

8. 指定講習 第25回第一種作業環境測定士講習

講 義

| 講 義 名 | |
|---------------|--|
| 1. 機器取扱上の留意事項 | I. 放射能計測器とその使用法 II. 放射化学分析 III. 蛍光光度分析 |

実 習

| 実 習 名 | 実 習 名 |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. ろ紙試料の全 α 線放射能計測 | 4. 液体シンチレーション測定（全 β ） |
| 2. 活性炭含浸カートリッジの全 γ 線放射能計測 | 5. 気密電離箱（全 β ） |
| 3. γ 線スペクトル分析 | |

修了試験

| 項 目 | 合 計 |
|--------------------|------|
| 1. 実習レポートの提出及び筆記試験 | 13時間 |

9. 指定講習 第97～101回第一種放射線取扱主任者講習

講 義

| 講 義 名 | 時間数 | 講 義 名 | 時間数 |
|------------------------|-----|-------------------|-----|
| 1. 放射線安全管理の基本 | 2.5 | 6. 汚染除去法と放射性廃棄物処理 | 1.5 |
| 2. 放射性同位元素の運搬及び保管 | 1 | 7. 異常時の対策と措置 | 1 |
| 3. 装備機器及び発生装置の構造と安全取扱法 | 3 | 8. 放射線施設の計画及び設計 | 1.5 |
| 4. 密封小線源の安全取扱い | 1.5 | 9. 放射線施設の保守管理 | 1.5 |
| 5. 非密封放射性物質の安全取扱い (I) | 1.5 | | |
| 合 計 | | 15時間 | |

実 習

| 実 習 名 | 時間数 | 実 習 名 | 時間数 |
|------------------------|-----|------------------|-----|
| 1. 非密封放射性物質の安全取扱い (II) | 3 | 4. 空气中放射性物質濃度の測定 | 3 |
| 2. モニタ類の校正と空間線量率の測定 | 3 | 5. 表面汚染密度の測定 | 3 |
| 3. 水中放射性物質濃度の測定 | 3 | | |
| 合 計 | | 15時間 | |

修了試験

| 項 目 | 時間数 |
|--------------------|-----|
| 1. 実習レポートの提出及び筆記試験 | 1 |
| 合 計 | 1時間 |

10. 第56回一般課程 (B)

講 義

1単位 70分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|--------------------|-----|---------------|-------|
| 1. 概論 | 3 | 10. 原子炉遮蔽 | 4 |
| 2. 原子核と放射線 | 15 | 11. 軽水型発電炉 | 16 |
| 3. 原子炉物理 | 22 | 12. 原子炉各論 | 11 |
| 4. 放射線防護 | 10 | 13. 原子炉の安全性 | 11 |
| 5. 原子炉系統の動特性及び計装制御 | 17 | 14. 原子炉の運転管理 | 5 |
| 6. 原子炉燃料 | 16 | 15. 放射性物質の管理等 | 11 |
| 7. 原子炉材料 | 17 | 16. 原子力関係法規等 | 9 |
| 8. 原子炉熱工学 | 14 | 17. 原子力関連情報 | 9 |
| 9. 原子炉構造設計 | 11 | 18. 実験ガイダンス | 13 |
| | | 合 計 | 212単位 |

実験・実習

| 実験・実習名 | 単位数 | 実験・実習名 | 単位数 |
|-------------|-----|------------------------------|-------|
| 1. 放射線測定の基本 | 11 | 6. TCAと炉物理実験 | 25 |
| 2. 原子炉物理 | 8 | 7. シミュレータ実習 | 20 |
| 3. 原子炉計算 | 31 | 8. JRR-4運転実習 | 15 |
| 4. 動特性と制御 | 14 | 9. レポート作成及び討論 (特別選択実習を含む) | 16 |
| 5. 原子炉工学 | 10 | | |
| | | 合 計 | 150単位 |

演 習

| 演 習 名 | 単位数 | 演 習 名 | 単位数 |
|------------------------|-----|------------------------|------|
| 1. 原子と原子核 | 3 | 6. 原子炉動特性 | 3 |
| 2. 原子炉物理 (I、II、III) | 9 | 7. 放射線防護 (I、II、III) | 4 |
| 3. 原子炉熱工学 (I、II) | 5 | 8. 放射線総合 (I、II、III、IV) | 4 |
| 4. 原子炉工学 (I、II、III、IV) | 10 | 9. 原子力総合 (I、II、III) | 8 |
| 5. 原子炉燃料 | 2 | | |
| | | 合 計 | 48単位 |

その他

| 項 目 | 単位数 | 項 目 | 単位数 |
|------------|-----|----------------|------|
| 1. 原子力施設見学 | 36 | 2. オリエンテーションほか | 10 |
| | | 合 計 | 46単位 |

11. 第8回原子炉工学課程

講義・演習

1単位 70分

| 講義・演習名 | 単位数 | 講義・演習名 | 単位数 |
|------------|-----|----------|-----|
| 1. 概論 | 1 | 5. 保健物理 | 6 |
| 2. 原子核と放射線 | 20 | 6. 原子力発電 | 10 |
| 3. 原子炉理論 | 26 | 7. 法令 | 6 |
| 4. 原子炉工学 | 33 | 8. その他 | 10 |
| 合 計 | | 112単位 | |

実 習

| 実 習 名 | 単位数 | 実 習 名 | 単位数 |
|----------|-----|----------|-----|
| 1. 放射線計測 | 11 | 3. 炉物理計算 | 32 |
| 2. 物理実験 | 20 | 4. 原子炉工学 | 10 |
| 合 計 | | 73単位 | |

その他

| 項 目 | 単位数 | 項 目 | 単位数 |
|------------|-----|----------------|-----|
| 1. 原子力施設見学 | 8 | 2. オリエンテーションほか | 11 |
| 合 計 | | 19単位 | |

12. 第41、42回原子炉理論短期講座

講 義

1単位 60分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|----------|-----|----------|-----|
| 1. 原子炉理論 | 20 | 5. 原子炉材料 | 4 |
| 2. 原子炉設計 | 21 | 6. 放射線防護 | 4 |
| 3. 原子炉燃料 | 4 | 7. 法令 | 2 |
| 4. 運転制御 | 15 | | |
| 合 計 | | 70単位 | |

13. 第26回原子力入門講座

講 義

1単位 70分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|-----------|-----|---------------|-----|
| 1. 原子力の基礎 | 20 | 4. 保健物理 | 6 |
| 2. 原子力発電 | 7 | 5. 原子力と社会、その他 | 8 |
| 3. 原子炉燃料 | 6 | | |
| 合 計 | | 47単位 | |

演 習

| 演 習 名 | 単位数 | 演 習 名 | 単位数 |
|-----------|-----|-----------|-----|
| 1. 原子と原子核 | 3 | 2. 放射線の測定 | 3 |
| | | 合 計 | 6単位 |

実 習

| 実 習 名 | 単位数 | 実 習 名 | 単位数 |
|---|-----|----------------------------|------|
| 1. α 、 β 、 γ 線の透過測定 | 3 | 5. γ 線エネルギースペクトルの測定 | 3 |
| 2. 霧箱による放射線の観察 | 3 | 6. 燃焼計算 | 3 |
| 3. 原子炉シミュレータ | 3 | 7. 中性子実験 | 3 |
| 4. 簡易放射線測定器の取扱 | 3 | 8. 防災実習 | 3 |
| | | 合 計 | 24単位 |

その他

| 項 目 | 単位数 | 項 目 | 単位数 |
|------------|-----|----------------|------|
| 1. 原子力施設見学 | 7 | 2. オリエンテーションほか | 6 |
| | | 合 計 | 13単位 |

14. 第1回原子力防災専門官研修

講 義

1単位 70分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|----------|-----|---------------|------|
| 1. 基礎科目 | 14 | 4. 原子力防災 | 13 |
| 2. 安全性 | 20 | 5. 異常時連絡通報体制等 | 12 |
| 3. 放射線防護 | 9 | | |
| | | 合 計 | 68単位 |

実 習

| 実 習 名 | 単位数 | 実 習 名 | 単位数 |
|--|-----|-------------------------|------|
| 1. α 、 β 、 γ 線遮蔽実験 | 3 | 5. 放射線防護具の取扱 | 3 |
| 2. 放射能表面密度、水及び空气中放射性濃度測定 | 3 | 6. 体内放射能の測定（ホールボディカウンタ） | 3 |
| 3. 環境試料採取・測定 | 3 | 7. JRR-1シミュレータの運転・特性測定 | 3 |
| 4. 汚染除去 | 3 | 8. 中性子（線量測定）実験 | 3 |
| | | 合 計 | 24単位 |

その他

| 項 目 | 単位数 |
|----------------|-----|
| 1. オリエンテーションほか | 1 |
| 合 計 | 1単位 |

15. 第32、33回保健物理・放射線防護課程

講義

1単位 70分

| 講義名 | 単位数 | 講義名 | 単位数 |
|---------------|-----|-------------|------|
| 1. 放射線の基礎 | 20 | 7. 環境モニタリング | 4 |
| 2. 放射線影響 | 6 | 8. 放線性廃棄物管理 | 3 |
| 3. 保健物理 | 5 | 9. 原子力防災 | 4 |
| 4. 放射線管理計測法 | 5 | 10. 法規 | 3 |
| 5. 作業環境モニタリング | 5 | 11. 特別課題 | 3 |
| 6. 個人モニタリング | 4 | | |
| | | 合計 | 62単位 |

演習

| 演習名 | 単位数 | 演習名 | 単位数 |
|---------------|-----|-------------|------|
| 1. 原子と原子核 | 1 | 7. 放射線作業管理 | 2 |
| 2. 放射化学の基礎 | 2 | 8. 管理技術 | 2 |
| 3. 放射線の物理 | 2 | 9. 内部被曝線量評価 | 2 |
| 4. 放射線の生物作用 | 2 | 10. 被曝線量の計算 | 1 |
| 5. 放射線の単位 | 2 | 11. 環境評価 | 2 |
| 6. 放射線防護と基礎数学 | 2 | 12. 遮蔽計算 | 2 |
| | | 合計 | 22単位 |

実習

| 実習名 | 単位数 | 実習名 | 単位数 |
|---------------------------------|-----|---------------------------|------|
| 1. 放射線防護具の取扱 | 3 | 8. 放射能表面密度、水中放射能濃度測定 | 3 |
| 2. 霧箱による放射線飛跡の観察 | 3 | 9. 電離箱による線量測定 | 3 |
| 3. 遮蔽実験 | 3 | 10. 空気中放射能濃度測定 | 3 |
| 4. β 、 γ 、中性子の線量測定 | 3 | 11. 個人線量計による線量測定 | 3 |
| 5. γ 線エネルギーの測定(1) | 3 | 12. 体内放射能測定 | 3 |
| 6. γ 線エネルギーの測定(2) | 3 | 13. GM管による β 線の計数実験 | 3 |
| 7. 中性子実験 | 3 | 14. 除染実習 | 3 |
| | | 合計 | 42単位 |

その他

| 項目 | 単位数 | 項目 | 単位数 |
|------------|-----|----------------|------|
| 1. 原子力施設見学 | 8 | 2. オリエンテーションほか | 7 |
| | | 合計 | 15単位 |

16. 第30回核燃料工学短期講座

講 義

1単位 70分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|-----------------|-----|-----------------------|------|
| 1. 原子炉燃料概論 | 1 | 18. 高温ガス炉燃料 | 1 |
| 2. 原子炉燃料の化学 | 1 | 19. 臨界安全管理 | 1 |
| 3. 原子炉燃料の物性 | 2 | 20. ウラン燃料の安全取扱 | 2 |
| 4. 原子炉燃料照射挙動の基礎 | 2 | 21. プルトニウムの安全取扱 | 1 |
| 5. エネルギー資源 | 2 | 22. 原子炉材料概論 | 2 |
| 6. 核燃料サイクル | 2 | 23. 被覆管の耐久性 | 2 |
| 7. 燃料の精錬 | 1 | 24. 被覆管の照射挙動 | 2 |
| 8. ウラン濃縮 | 2 | 25. 高速炉・新型転換炉の燃料と材料 | 2 |
| 9. 炉物理入門 | 3 | 26. 原子力関連法規（原子炉等規制法） | 1 |
| 10. 軽水炉燃料の設計 | 4 | 27. 原子力関連法規（放射線障害防止法） | 1 |
| 11. 軽水炉燃料の製造 | 2 | 28. 核物質防護 | 1 |
| 12. 燃料の検査 | 2 | 29. 保障措置 | 1 |
| 13. 燃料再処理 | 2 | 30. 計量管理 | 1 |
| 14. 燃焼率測定 | 1 | 31. 核燃料輸送物の安全性 | 2 |
| 15. 実用燃料照射後試験 | 2 | 32. 核燃料輸送技術 | 2 |
| 16. 研究試験炉燃料 | 1 | 33. 廃棄物処理 | 2 |
| 17. 高速炉燃料 | 1 | 34. 原子炉燃料特論・MOX燃料 | 2 |
| | | 合 計 | 57単位 |

17. 第21回放射性廃棄物管理講座

講 義

1単位 70分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|--------------------|-----|--------------------|------|
| 1. 概論 | 2 | 5. 低レベル放射性廃棄物の処分 | 2 |
| 2. 低レベル放射性廃棄物処理の技術 | 5 | 6. 高レベル放射性廃棄物の処理処分 | 3 |
| 3. 保健物理 | 3 | 7. 関係法規 | 1 |
| 4. 低レベル放射性廃棄物処理の実際 | 5 | 8. 特論 | 6 |
| | | 合 計 | 27単位 |

実 習

| 実 習 名 | 単位数 | 実 習 名 | 単位数 |
|--------------------|-----|--------------------|-----|
| 1. 放射性廃棄物処理施設（東海研） | 3 | 2. 放射性廃棄物処理施設（大洗研） | 3 |
| | | 合 計 | 6単位 |

その他

| 項 目 | 単位数 | 項 目 | 単位数 |
|------------|-----|----------------|-----|
| 1. 原子力施設見学 | 3 | 2. オリエンテーションほか | 6 |
| | | 合 計 | 9単位 |

18. 第228～241回原子力防災入門講座

(1) 13道府県

講義

1単位 60分

| 講義名 | 単位数 | 講義名 | 単位数 |
|---------------|-----|---------------|-----|
| 1. 原子力発電と安全対策 | 2 | 4. 放射線被曝の防護対策 | 2.5 |
| 2. 放射線の基礎 | 2 | 5. 地域防災計画の概要 | 0.5 |
| 3. 原子力防災対策と活動 | 1 | | |
| | | 合計 | 8単位 |

実習

| 実習名 | 単位数 |
|--------------|-----|
| 1. 放射線測定器の取扱 | 2 |
| 合計 | 2単位 |

その他

| 項目 | 単位数 | 項目 | 単位数 |
|---------|-----|----------------|-------|
| 1. 質疑応答 | 1 | 2. オリエンテーションほか | 0.5 |
| | | 合計 | 1.5単位 |

(2) 青森県

講義

1単位 60分

| 講義名 | 単位数 | 講義名 | 単位数 |
|-------------------------|-----|---------------|-----|
| 1. 原子燃料サイクルと施設の安全対策 | 2.5 | 4. 放射線被曝の防護対策 | 2 |
| 2. 放射線の基礎 | 2 | 5. 外国における事故例 | 1 |
| 3. 原子燃料サイクル施設の事故防止対策と活動 | 1.5 | | |
| | | 合計 | 9単位 |

実習

| 実習名 | 単位数 |
|--------------|-----|
| 1. 放射線測定器の取扱 | 2 |
| 合計 | 2単位 |

その他

| 項目 | 単位数 | 項目 | 単位数 |
|---------|-----|----------------|-------|
| 1. 質疑応答 | 1 | 2. オリエンテーションほか | 0.5 |
| | | 合計 | 1.5単位 |

19. 第37、38回原子力防災対策講座

講 義

1単位 70分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|----------------|-----|---------------------|------|
| 1. 原子力発電と安全対策 | 2 | 6. 原子力防災訓練の現状 | 1 |
| 2. 原子力発電所の運転管理 | 1 | 7. 緊急時環境モニタリング | 1 |
| 3. 原子力防災対策の基礎 | 2 | 8. 緊急時環境放射能影響予測システム | 1 |
| 4. 放射線の人体への影響 | 1 | 9. 災害と情報伝達の諸問題 | 2 |
| 5. 放射線の種類と測定 | 1 | | |
| | | 合 計 | 12単位 |

実 習

| 実 習 名 | 単位数 |
|-------------------|-----|
| 1. 放射線測定器及び防護具の取扱 | 3 |
| 合 計 | 3単位 |

その他

| 項 目 | 単位数 | 項 目 | 単位数 |
|------------|-----|----------------|-----|
| 1. 原子力施設見学 | 5 | 2. オリエンテーションほか | 1 |
| | | 合 計 | 6単位 |

20. JICAコース

(1) 原子力基礎技術：RI・放射線実験（東京研修センター）

講 義

1単位 70分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|-----------------------|-----|-----------------------|------|
| 1. 放射線と物質との相互作用 | 2 | 13. イオンビームの新しい応用 | 1 |
| 2. 放射線測定法 | 2 | 14. RI・放射線の生物学・農学への利用 | 2 |
| 3. 放射線防護の原則 | 1 | 15. RIの製造とその品質管理 | 1 |
| 4. 放射線と放射性物質の安全取扱 | 1 | 16. 放射線生物学 | 1 |
| 5. 放射線モニタリングの基礎 | 1 | 17. 放射線による人の障害－身体的影響 | 1 |
| 6. γ 線スペクトロメトリ | 1 | 18. 放射線による人の障害－遺伝的影響 | 1 |
| 7. 放射線化学 | 2 | 19. 加速器の医学利用 (1) 診断 | 2 |
| 8. 食品照射 | 1 | 20. 加速器の医学利用 (2) 治療 | 2 |
| 9. 高分子放射線加工 | 1 | 21. 核分光技術とその元素分析への応用 | 2 |
| 10. 生物活性物質への放射線照射効果 | 1 | 22. ラジオアイソトープの工業への利用 | 2 |
| 11. 高分子の耐放射線性 | 1 | 23. 原爆被曝者の晩発的影響 | 1 |
| 12. 大線量測定法 | 1 | | |
| | | 合 計 | 31単位 |

実 習

| 実 習 名 | 単位数 | 実 習 名 | 単位数 |
|----------------------|-----|----------------------|-----|
| 1. 実験室ルール | 1 | 7. イオン交換分離法 | 5 |
| 2. 放射線モニタリング | 4 | 8. 高分子放射線架橋 | 2 |
| 3. γ 線スペクトル測定 | 5 | 9. 放射線失活法による酵素の分子量測定 | 4 |
| 4. オートラジオグラフィ | 6 | 10. 大線量測定法 | 3 |
| 5. 液体シンチレーション測定 | 5 | 11. 高分子の耐放射線性 | 2 |
| 6. ラジオイムノアッセイ | 5 | 12. 化学的放射化分析法 | 5 |
| 合 計 | | 47単位 | |

見 学

34単位

その他 (開講式、オリエンテーション、カントリーレポート等)

13単位

(2) 原子力基礎技術：原子炉物理・動特性実験（東海研修センター）

講 義

1単位 80分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|------------------|-----|------------------------|-----|
| 1. 安全教育 | 1 | 8. 原子炉計測・制御 | 4 |
| 2. 原子炉概論 | 2 | 9. 核燃料サイクル | 4 |
| 3. 原子炉物理 (I、II) | 6 | 10. 原子力安全 | 2 |
| 4. 原子炉核設計 | 1 | 11. 放射性廃棄物管理 | 2 |
| 5. 特別講義 | 1 | 12. 原子力防災 | 3 |
| 6. 原子炉熱工学 (I、II) | 4 | 13. 原爆被曝者の晩発的影響 (特別講義) | 2 |
| 7. 原子炉動特性 | 4 | | |
| 合 計 | | 36単位 | |

実 習

| 実 習 名 | 単位数 | 実 習 名 | 単位数 |
|----------------|-----|-------------------|-----|
| 1. TCAガイダンス | 2 | 5. TCA反応度測定・動特性測定 | 4 |
| 2. TCA臨界近接 | 2 | 6. TCA運転 (II) | 3 |
| 3. TCA運転 (I) | 4 | 7. 原子炉シミュレータ | 4 |
| 4. TCA中性子束分布測定 | 4 | | |
| 合 計 | | 23単位 | |

見 学：日本原子力研究所内外
テクニカルツアー

13単位
5日間

その他：カントリーレポート
パブリックアクセプタンス討論会
オリエンテーション等

1単位
3単位
2単位

21. 指導教官研修

| 回数(国) | 第7回(タイ及びインドネシア) | | | | |
|------------------|--|--|---|--|-----|
| 期 日 | 平成11年6月28日～8月26日 | | | | |
| 参 加 者 | Srinyawach Chastbongk och タイ原子力庁 主任研究員 (放射化学) 1951年 9月24日生 (女) | Udomsomp orm Suchin タイ原子力庁 研究員(放射 線計測) 1961年 12月23日生 (女) | Eho Yuli Winarno インドネシア原 子力庁 教育訓練セン ター講師 1958年 7月11日生 (男) | Slamer Wiyuniati インドネシア原 子力庁 教育訓練センタ ー実習指導員 1967年 5月31日生 (女) | |
| 研 修 項 目 | 1. 開講式、修了式、ガイダンス、 安全教育 | 2日 | 2日 | 2日 | 2日 |
| | 2. 実験データの統計処理 | 1日 | 1日 | 1日 | 1日 |
| | 3. 除染手順 | 2日 | 2日 | 2日 | 2日 |
| | 4. 被曝線量測定(TLD/ガラス) | 4日 | 4日 | — | — |
| | 5. 高速液体クロマトグラフィ | — | — | 11日 | 11日 |
| | 6. α 線スペクトロメトリ | 7日 | 7日 | — | — |
| | 7. γ 線スペクトロメトリ (NaI 検出器) | 2日 | 2日 | — | — |
| | 8. γ 線スペクトロメトリ (ゲルマニウム検出器) | 5日 | 5日 | — | — |
| | 9 環境放射能測定 (Sr-90、Cs-137) | — | — | 10日 | 10日 |
| | 10. 液体シンチレーション測定 | 2日 | 2日 | — | — |
| | 11. 放射線管理 | 1日 | 1日 | — | — |
| | 12. 放射化分析 | 8日 | 8日 | 8日 | 8日 |
| | 13. レポート作成、研修指導技術 | 4日 | 4日 | 4日 | 4日 |
| | 14. 施設見学(東海、那珂、高 崎、大洗各研究所) | 4日 | 4日 | 4日 | 4日 |
| 合 計 | 42日 | 42日 | 42日 | 42日 | |

22. 講師海外派遣研修

| 回(国) | 第7回(インドネシア) JAERI-BATAN第5回 | 第8回(タイ) JAERI-OAEP第3回 | 第9回(インドネシア) JAERI-BATAN第6回 | 第10回(タイ) JAERI-OAEP第4回 |
|------------|--|---|---|--|
| コース名 | 放射線防護 | 原子力技術とその応用 | 放射線計測 | 放射線安全管理者のための放射線防護 |
| 期 日 | 11年9月20日 ～10月1日 | 11年10月21日 ～11月1日 | 12年2月21日 ～3月3日 | 12年3月20日 ～3月31日 |
| 現 地 参加者 | 21名 (BATAN-17名、ダルマース 病院-1名、環境管理セン ター-1名、警察本部法医学 研究所-1名、マン工 科大学-1名) | 20名 (OAEP-8名、大学関係 者-9名) | 20名 (BATAN-16名、警察本 部法医学研究所-1名、マ ダニ工科大学-1名、海洋 開発センター-2名) | 18名 (OAEP-7名、海運-1名、 病院-5名、研究所-3名、民 間会社-2名) |
| 派 遣 講 師 | 佐伯正克、関根敬一、 源河次雄、片桐浩*、 桜井勉* | 下岡謙司、野口暁、 伊藤政幸、桜井勉*、 富井格三 | 関根敬一、源河次雄、 東條隆夫*、桜井勉*、 藤肇 | 下岡謙司、須賀新一、 野口暁、生田優子、片桐 浩*、桜井勉* |
| 研 修 内 容 | 86単位 (1単位=45分) 講義: 37単位 ・放射線と物質の相互作用 ・放射線測定法・放射線 測定機器の取扱 ・放射線の人体への影響 ・インドネシアにおける放射 線防護規則 ・放射線防護の考え方 ・放射線サーベイ ・放射性物質の安全取扱 ・放射線計測機器 ・放射化学の基礎 ・実習がインス及び実験 準備 実習: 34単位 ・熱ルミネッセンス検出器(TLD) 読取 ・各種サーベイメータの運用 ・放射線遮蔽漏洩試験 ・ダスト中の放射性物質 の測定 ・γ線スペクトル分析(Ge検 出器) ・放射性核種分離・同 定・定量 ・化学実験機器取扱の慣 熟 ・液体シンレーション計測 その他: 15単位 ・開校式、修了式 ・討論、質疑応答 ・試験、能力評価 | 65単位 (1単位=60分) 講義: 25.5単位 ・核物理の基礎 ・放射線・RIの医学的応 用 ・放射線・線量の測定計 測 ・放射線生物学概論 ・放射線防護と安全の原 則 ・放射性廃棄物管理 ・放射線・RIの工業への 応用 ・放射線・RIの農業への 応用 ・放射線化学の応用 ・放射線・RIの研究・教 育への応用 ・研究炉利用 ・実習がインス 実習: 21単位 ・線量計測 ・LSCによるH-3、P-32分 析 ・植物、農産物の放射能 測定 ・オートラジオグラフィ ・水分計・レベルゲージ ・トレーサ技術及びその他実 験技術 ・γ線計測 ・HPLCによる放射性化合 物の定量分析 ・環境試料の放射化分析 ・放射性炭素による年代 測定 その他: 18.5単位 ・開校式、修了式 ・討論、質疑応答 ・施設見学 | 86単位 (1単位=45分) 講義: 37単位 ・放射線計測の工業利用 ・放射線検出器 ・放射線計測のための電 子工学 ・マルチチャンネルアナライザ ・エネルギースペクトル ・統計処理 ・γ線及びX線分析 ・環境放射能の分析技術 ・放射能の標準化 ・安全取扱 ・放射化学 ・実習がインス 実習: 34単位 ・ゲルマニウム検出器によるγ 線計測(A) ・ " (B) ・液体シンレーション計測 ・NaI検出器によるγ線計 測 ・γ線減衰実験 ・α線測定 ・高速液体カウンタグラフィ ・コンプトン散乱実験 ・化学実験の準備 その他: 16.5単位 ・開校式、修了式 ・討論、質疑応答 ・試験、能力評価 | 58.5単位 (1単位=60分) 講義: 23単位 ・放射線防護の現状 ・放射線防護の運用 ・個人線量・RIの記録管理 ・放射線及び放射性物質の 安全管理 ・内部被曝の評価 ・電離放射線の生物への影 響 ・リスク評価 ・放射線の検出と測定 ・放射線遮蔽の基礎概念 ・遮蔽応用におけるモンテカ ロ計算の基礎概念 ・非常時対策 実習: 24単位 ・TLDによる個人被曝評価 ・遮蔽漏洩放射線の測定 ・汚染のモニタリングと汚染除去 ・放射線測定 ・土中の放射性物質の検出 ・放射性ガスの測定 ・空気中及び塵埃の放射能 測定 ・LSCによるH-3、P-32分析 その他: 11.5単位 ・開校式、修了式 ・討論、質疑応答 ・施設見学 |

*は財団法人放射線利用振興協会からの派遣者。

23. 第4回保障措置トレーニングコース

講 義

1単位 70分

| 講 義 名 | 単位数 | 講 義 名 | 単位数 |
|------------------------|-----|------------------------|------|
| 1. IAEA保障措置と原子力の平和利用 | 1 | 10. 核物質の非破壊分析 | 1 |
| 2. IAEA保障措置協定 | 1 | 11. 日本のSSAC体制とその運用 | 1 |
| 3. IAEA保障措置の手法及び目標 | 1 | 12. 日本のSSAC情報処理システム | 1 |
| 4. IAEA保障措置の紹介 | 1 | 13. 保障措置の実例（軽水炉） | 1 |
| 5. 保障措置システムの強化及び開発 | 1 | 14. 保障措置の実例（試験・研究炉） | 1 |
| 6. 国内計量管理制度に対するIAEAの要望 | 1 | 15. 日本の燃料加工工場における核物質管理 | 1 |
| 7. IAEA核物質計量管理の基本概念 | 1 | 16. IAEA以外のSSAC活動 | 1 |
| 8. IAEAへの報告 | 1 | 17. オーストラリアにおけるSSAC活動 | 1 |
| 9. 封じ込め・監視（C/S）技術 | 1 | 18. 韓国における保障措置活動 | 2 |
| | | 合 計 | 19単位 |

実 習

| 実 習 名 | 単位数 | 実 習 名 | 単位数 |
|---|-----|--|------|
| 1. 設計情報質問書（DIQ） | 2 | 4. NDAデモンストレーション及び実習 | 8 |
| 2. C/Sデモンストレーション及び実習 （コブラシール チェレンコフ検出器） | 1 | 〔 スペクトル測定（NaI、Ge） ウラン濃縮度測定（NaI、Ge） ウランのHM-4測定（NaI） 〕 | |
| 3. 核物質計量管理実習 | 1 | 5. 国及び施設レベルのSSAC構築実習 | 2 |
| | | 合 計 | 14単位 |

演 習

| 演 習 名 | 単位数 |
|-------------------------|-----|
| 1. 記録、報告システムのデモンストレーション | 1 |
| 合 計 | 1単位 |

見 学：日本原子力研究所内外
テクニカルツアー

2単位
5日間

その他：カンントリーレポート
開講式、オリエンテーション、修了式

2単位
4単位

A5 第1回アジア地域原子力人材養成セミナープログラム
—地域原子力協力活動—

開催期間：1999年11月25日（木）、26（金）

開催場所：東京国際フォーラム（ガラスホール棟409会議室、JR山手線有楽町駅前）

主催機関：科学技術庁

実施機関：日本原子力研究所

11月24日（水） 海外参加者来日、セミナー参加登録

11月25日（木） **人材養成セミナー** 司会（下岡謙司氏）

9:00～ 9:30 日本人参加者受付

[9:30～11:30] 開会セッション

9:30～ 9:40 開会挨拶（科学技術庁原子力局長 興直孝氏）

9:40～ 9:50 セミナー運営・代表挨拶（日本原子力研究所理事 佐藤征夫氏）

9:50～10:20 「JCO核燃料加工施設の臨界事故」〔説明20分、質疑10分〕

（科学技術庁国際協力・保障措置課長 中野賢行氏）

10:20～10:40 「新体制下におけるアジア地域協力の今後の進め方（当セミナー開催の趣旨を含む）」〔説明15分、質疑5分〕

（コーディネータ代行、科学技術庁国際協力・保障措置課長 中野賢行氏）

〈10:40～11:00 コーヒーブレイク（参加者自己紹介）〉

11:00～11:30 「日本における原子力人材養成の経験と当セミナーの進め方についての提案」

（日本原子力研究所国際原子力総合技術センター長 村尾良夫氏）

[11:30～12:30] 発表セッション

議題：「各国の原子力人材養成に関する現状と課題・ニーズ」

〔各国発表15分、質疑応答5分〕

座長（フィリピン：Dr. Corazon C. BERNIDO）

①11:30～11:50 中国

②11:50～12:10 インドネシア

③12:10～12:30 韓国

〈12:30～14:00 昼食〉

[14:00～16:05] 発表セッション—継続

座長（インドネシア：Mr. F. P. SAGALA）

④14:00～14:20 マレーシア

⑤14:20～14:40 フィリピン

⑥14:40～15:00 タイ

〈15:00～15:30 コーヒーブレイク〉

- 15:30～16:05 座長（マレーシア：Ms. Rapiéh AMINUDDIN）
⑦15:30～15:50 ベトナム
⑧15:50～16:05 オーストラリア（熊澤蕃氏代読）

- [16:05～16:40] ニーズ・討論セッション
議題：「各国の課題・ニーズに対する全体討論」
座長（韓国、Dr. Yong-Myung CHOI）

- [16:40～16:55] 記念写真撮影
[17:00～18:30] ウェルカムレセプション

11月26日（金）

- [9:00～12:30] ニーズ整理セッション
9:00～10:30 「各国の課題・ニーズの分類整理作業」
（国内委員により各国との確認作業を行う。）

〈10:30～10:50 コーヒーブレイク〉

- 10:50～12:30 「整理された課題・ニーズのとりまとめ」（各国発表5分）
座長（吉田芳和氏）

〈12:30～14:00 昼食〉

円卓討議

- [14:00～15:00] 相互支援・討論セッション
議題：「各国の人材養成の課題・ニーズに対する地域内の相互支援協力のあり方」（各国の支援協力の確認）
座長（山崎統四郎氏）

〈15:00～15:30 コーヒーブレイク〉

- [15:30～16:30] 議題：①各国プロジェクトリーダーの活動
②3か年「人材養成」活動計画案策定
座長（村尾良夫氏）

- [16:30～16:35] 閉会セッション
閉会挨拶（日本原子力研究所）

11月27日（土） 海外参加者帰国

A6 平成11年度原子力研修研究委員会委員名簿

| 区分 | 氏名 | 現職名 |
|-------|-------|----------------------------|
| 委員長 | 前田 充 | 原研理事 |
| 委員 | 飯田 浩史 | 産経新聞社論説委員長代行 |
| " | 高田 稔 | (社)日本アイソトープ協会学術部長 |
| " | 宇津呂雄彦 | 京都大学原子炉実験所教授 |
| " | 平沼 博志 | (社)日本電機工業会原子力部長 |
| " | 藤井 靖彦 | 東京工業大学原子炉工学研究所長 |
| " | 松村 洋 | 関西電力㈱原子力・火力本部副本部長 |
| " | 廣谷 嘉章 | (社)日本原子力産業会議計画推進本部マネージャー |
| " | 矢川 元基 | 東京大学工学部システム量子工学科教授 |
| " | 和田 啓輔 | 三菱化学㈱横浜総合研究所長 |
| " | 早田 邦久 | 原研東海研究所副所長 |
| " | 田中 隆一 | " 高崎研究所長 |
| " | 数土 幸夫 | " 企画室長 |
| " | 田中 三雄 | " 国際協力室長 |
| " | 村尾 良夫 | " 国際原子力総合技術センター長 |
| 幹事 | 星 三千男 | " 国際原子力総合技術センター研究主幹 |
| " | 佐伯 正克 | " 国際原子力総合技術センター次長 |
| オブザーバ | 土橋敬一郎 | (財)放射線利用振興協会国際原子力技術協力センター長 |
| " | 薮 肇 | 原研国際原子力総合技術センター技術交流推進室長 |
| " | 長岡 鋭 | " 企画室調査役 |
| " | 長谷川昭司 | " 国際原子力総合技術センター東京研修センター事務長 |
| " | 和田 義久 | " 国際原子力総合技術センター東海研修センター事務長 |
| " | 上原 勇相 | " 国際原子力総合技術センター技術交流推進室長代理 |

A7 平成11年度国際原子力安全技術研修専門部会委員名簿

| 区分 | 氏名 | 現職名 |
|-------|-------|---------------------------------|
| 部会長 | 村尾 良夫 | 原研国際原子力総合技術センター長 |
| 部会長代理 | 土橋敬一郎 | (財)放射線利用振興協会国際原子力技術協力センター長 |
| 委員 | 青木 洋子 | (社)日本原子力産業会議アジア協力センターマネージャー |
| " | 石川 秀高 | (財)原子力安全研究協会国際研究部長 |
| " | 岡崎 修二 | (財)核物質管理センター保障措置分析所副所長 |
| " | 勝村 庸介 | 東京大学大学院工学系研究科附属原子力工学研究施設教授 |
| " | 北村 正晴 | 東北大学大学院工学研究科エネルギー量子工学専攻教授 |
| " | 工藤 和彦 | 九州大学大学院工学研究科エネルギー量子工学専攻教授 |
| " | 芹沢 昭示 | 京都大学大学院工学研究科原子核工学専攻教授 |
| " | 古谷 明雄 | (社)日本電機工業会原子力部課長 |
| " | 森中 郁雄 | 電気事業連合会原子力部副部長 |
| " | 田中 三雄 | 原研国際協力室長 |
| " | 山本 克宗 | " 保健物理部長 |
| " | 室村 忠純 | " 環境科学研究部長 |
| " | 海江田圭右 | " 研究炉部長 |
| " | 田中 貢 | " バックエンド技術部長 |
| " | 阿部 清治 | " 原子炉安全工学部長 |
| " | 藤根 幸雄 | " 燃料サイクル安全工学部長 |
| 幹事 | 佐伯 正克 | " 国際原子力総合技術センター次長 |
| " | 蒔 肇 | " 国際原子力総合技術センター技術交流推進室長 |
| " | 木下 正幸 | (財)放射線利用振興協会国際原子力技術協力センター副センター長 |
| " | 井川 勝市 | (財)放射線利用振興協会国際原子力技術協力センター調査役 |
| オブザーバ | 山中 宏青 | 科学技術庁原子力局国際協力・保障措置課調査員 |
| " | 井山 哲 | 科学技術庁原子力局国際協力・保障措置課核不拡散係長 |
| " | 長岡 鋭 | 原研企画室調査役 |
| " | 清水 堅一 | " 安全管理室核燃料対策室長 |
| " | 星 三千男 | " 国際原子力総合技術センター研究主幹 |
| " | 長谷川昭司 | " 国際原子力総合技術センター東京研修センター事務長 |
| " | 和田 義久 | " 国際原子力総合技術センター東海研修センター事務長 |
| " | 大川 隆 | (財)放射線利用振興協会国際原子力技術協力センター研修庶務室長 |

A8 国際原子力安全技術研修専門部会議事概要

平成12年3月9日に開催された国際原子力安全技術研修専門部会の議事概要を以下に示す。

(1) 平成11年度国際原子力人材養成の実施状況について

原研幹事から平成11年度国際原子力人材養成の実施状況として、指導教官研修、講師海外派遣研修及び保障措置トレーニングコースについて説明があり、主に次のような質疑応答等があった。

Q：指導教官として意識をもってもらうことが大切で、相手国にもリコmendをした方が良いのでは。

A：相手国の組織もあり、リコmendはできるが深入りできない。

Q：国際原子力安全技術研修とあるが、利用技術ともみられる。安全はヒューマンファクタ的なものであり、放射線防護等の安全を重点的に研修してはどうか。

A：事業名称に強い意図はない。ニーズとしてヒューマンファクタを取り入れているが、国民性もあり、ヒューマンエラーに関してだけの研修はできない。徐々に浸透させていきたい。

Q：講師海外派遣研修の試験・能力評価とは。

A：インドネシアを例とすると、開始前、終了後にテストを実施し、2回の結果を評価している。また、レポートから実習、講義の理解度を評価している。

Q：アンケートの新コースの希望テーマとは次年度開催を予定するものか。

A：次年度すぐにとの計画ではない。既存のコースを変えたとしたらどのようなコースが良いかとの質問である。

Q：フォローアップは何か実施しているか。

A：毎年海外調査を行い、その中で実施しているが、参加者全体の調査は実施していない。

(2) 平成12年度事業計画と今後の展開（案）について

原研幹事から説明があり、同説明に対し、次のような質疑応答等があった。

Q：講師海外派遣研修のフォローアップとはどのようなことを考えているのか。

A：自力運営で研修を実施するための教材等の支援を行う予定。

Q：持ち込み機材のメンテナンスは行っていくのか。

A：ある程度のメンテナンスは予定している。

Q：今後利用技術等の紹介など将来展開は考えているか。

A：現段階はまず安全に放射線を取り扱うための支援を行っている状況であり、新技術の紹介等については、今後予算も含めて検討する。

C：放射線利用は別途他の事業で実施している。本事業は研修をメインとして考えている。

Q：現在までの参加者が自国でどのように活用しているか把握しているか。

A：把握はしていない。今後フォローアップの実施を検討している。

Q：指導教官研修、講師海外派遣研修の実施において、ベトナムと協定を結ぶのは難しいと思うが、協定を結ばずに実施していくことを考えた方が良いのでは。

A：高崎研究所で放射線利用については協定を結ぶ予定である。次年度は協定なしの短期間の招聘を予定している。

国際単位系 (SI) と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

| 量 | 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 |
| 物質質量 | モル | mol |
| 光度 | カンデラ | cd |
| 平面角 | ラジアン | rad |
| 立体角 | ステラジアン | sr |

表2 SIと併用される単位

| 名称 | 記号 |
|---------|-----------|
| 分, 時, 日 | min, h, d |
| 度, 分, 秒 | °, ', " |
| リットル | l, L |
| トン | t |
| 電子ボルト | eV |
| 原子質量単位 | u |

$1 \text{ eV} = 1.60218 \times 10^{-19} \text{ J}$
 $1 \text{ u} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$

表5 SI接頭語

| 倍数 | 接頭語 | 記号 |
|------------|------|-------|
| 10^{18} | エクサ | E |
| 10^{15} | ペタ | P |
| 10^{12} | テラ | T |
| 10^9 | ギガ | G |
| 10^6 | メガ | M |
| 10^3 | キロ | k |
| 10^2 | ヘクト | h |
| 10^1 | デカ | da |
| 10^{-1} | デシ | d |
| 10^{-2} | センチ | c |
| 10^{-3} | ミリ | m |
| 10^{-6} | マイクロ | μ |
| 10^{-9} | ナノ | n |
| 10^{-12} | ピコ | p |
| 10^{-15} | フェムト | f |
| 10^{-18} | アト | a |

表3 固有の名称をもつSI組立単位

| 量 | 名称 | 記号 | 他のSI単位による表現 |
|---------------|--------|--------------------|---|
| 周波数 | ヘルツ | Hz | s^{-1} |
| 力 | ニュートン | N | $\text{m} \cdot \text{kg} / \text{s}^2$ |
| 圧力, 応力 | パスカル | Pa | N / m^2 |
| エネルギー, 仕事, 熱量 | ジュール | J | $\text{N} \cdot \text{m}$ |
| 工率, 放射束 | ワット | W | J / s |
| 電気量, 電荷 | クーロン | C | $\text{A} \cdot \text{s}$ |
| 電位, 電圧, 起電力 | ボルト | V | W / A |
| 静電容量 | ファラド | F | C / V |
| 電気抵抗 | オーム | Ω | V / A |
| コンダクタンス | ジーメン | S | A / V |
| 磁束 | ウェーバ | Wb | $\text{V} \cdot \text{s}$ |
| 磁束密度 | テスラ | T | Wb / m^2 |
| インダクタンス | ヘンリー | H | Wb / A |
| セルシウス温度 | セルシウス度 | $^{\circ}\text{C}$ | |
| 光束 | ルーメン | lm | $\text{cd} \cdot \text{sr}$ |
| 照射度 | ルクス | lx | lm / m^2 |
| 放射能 | ベクレル | Bq | s^{-1} |
| 吸収線量 | グレイ | Gy | J / kg |
| 線量当量 | シーベルト | Sv | J / kg |

表4 SIと共に暫定的に維持される単位

| 名称 | 記号 |
|----------|--------------|
| オングストローム | \AA |
| バ | b |
| バール | bar |
| ガリ | Gal |
| キュリー | Ci |
| レントゲン | R |
| ラド | rad |
| レム | rem |

$1 \text{ \AA} = 0.1 \text{ nm} = 10^{-10} \text{ m}$
 $1 \text{ b} = 100 \text{ fm}^2 = 10^{-28} \text{ m}^2$
 $1 \text{ bar} = 0.1 \text{ MPa} = 10^5 \text{ Pa}$
 $1 \text{ Gal} = 1 \text{ cm} / \text{s}^2 = 10^{-2} \text{ m} / \text{s}^2$
 $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$
 $1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C} / \text{kg}$
 $1 \text{ rad} = 1 \text{ cGy} = 10^{-2} \text{ Gy}$
 $1 \text{ rem} = 1 \text{ cSv} = 10^{-2} \text{ Sv}$

(注)

- 表1-5は「国際単位系」第5版、国際度量衡局1985年刊行による。ただし、1および1uの値はCODATAの1986年値によった。
- 表4には海里、ノット、アール、ヘクトも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは、JISでは流体の圧力を表す場合に限り表2のカテゴリーに分類される。
- EC関係理事会指令ではbar, barnおよび「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリーに入れている。

換算表

| 力 | N (=10 ⁵ dyn) | kgf | lbf |
|---|--------------------------|----------|----------|
| | 1 | 0.101972 | 0.224809 |
| | 9.80665 | 1 | 2.20462 |
| | 4.44822 | 0.453592 | 1 |

粘度 $1 \text{ Pa} \cdot \text{s} (\text{N} \cdot \text{s} / \text{m}^2) = 10 \text{ P} (\text{ポアズ}) (\text{g} / (\text{cm} \cdot \text{s}))$

動粘度 $1 \text{ m}^2 / \text{s} = 10^4 \text{ St} (\text{ストークス}) (\text{cm}^2 / \text{s})$

| 圧 | MPa (=10 bar) | kgf/cm ² | atm | mmHg (Torr) | lbf/in ² (psi) |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | 1 | 10.1972 | 9.86923 | 7.50062×10^3 | 145.038 |
| 力 | 0.0980665 | 1 | 0.967841 | 735.559 | 14.2233 |
| | 0.101325 | 1.03323 | 1 | 760 | 14.6959 |
| | 1.33322×10^{-4} | 1.35951×10^{-3} | 1.31579×10^{-3} | 1 | 1.93368×10^{-2} |
| | 6.89476×10^{-3} | 7.03070×10^{-2} | 6.80460×10^{-2} | 51.7149 | 1 |

| エネルギー・仕事・熱量 | J (=10 ⁷ erg) | kgf·m | kW·h | cal (計量法) | Btu | ft·lbf | eV | 1 cal = 4.18605 J (計量法) |
|-------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | 1 | 0.101972 | 2.77778×10^{-7} | 0.238889 | 9.47813×10^{-4} | 0.737562 | 6.24150×10^{18} | = 4.184 J (熱化学) |
| | 9.80665 | 1 | 2.72407×10^{-6} | 2.34270 | 9.29487×10^{-3} | 7.23301 | 6.12082×10^{19} | = 4.1855 J (15 °C) |
| | 3.6×10^6 | 3.67098×10^5 | 1 | 8.59999×10^5 | 3412.13 | 2.65522×10^6 | 2.24694×10^{25} | = 4.1868 J (国際蒸気) |
| | 4.18605 | 0.426858 | 1.16279×10^{-6} | 1 | 3.96759×10^{-3} | 3.08747 | 2.61272×10^{19} | 仕事率 1 PS (仏馬力) |
| | 1055.06 | 107.586 | 2.93072×10^{-4} | 252.042 | 1 | 778.172 | 6.58515×10^{21} | = 75 kgf·m/s |
| | 1.35582 | 0.138255 | 3.76616×10^{-7} | 0.323890 | 1.28506×10^{-3} | 1 | 8.46233×10^{18} | = 735.499 W |
| | 1.60218×10^{-19} | 1.63377×10^{-20} | 4.45050×10^{-26} | 3.82743×10^{-20} | 1.51857×10^{-22} | 1.18171×10^{-19} | 1 | |

| 放射能 | Bq | Ci |
|-----|----------------------|---------------------------|
| | 1 | 2.70270×10^{-11} |
| | 3.7×10^{10} | 1 |

| 吸収線量 | Gy | rad |
|------|------|-----|
| | 1 | 100 |
| | 0.01 | 1 |

| 照射線量 | C/kg | R |
|------|-----------------------|------|
| | 1 | 3876 |
| | 2.58×10^{-4} | 1 |

| 線量当量 | Sv | rem |
|------|------|-----|
| | 1 | 100 |
| | 0.01 | 1 |

