「放射線教育」別冊

放射線教育で国を興そう

放射線教育フォーラム2007年度活動報告書

NPO法人放射線教育フォーラム

2008年3月

序　文

筆者は、昨年久しぶりにある国立大学で理工科系学生に放射線に関する講義を行う機会があった。そのときわかったことは、約 180 名の大学生の内で、自然環境に放射線が存在することを知らない者の割合が 32%、人間の体内に自然放射能が存在することを知らない者の割合が 46%あったことである。また、この講義によって「放射線は少量ならば危険ではないという意見に変わった」者の割合が 77%もあった。また、アンケートの回答とともに、適切な質問が多く寄せられた。(その時のテキストとアンケートのまとめは、それぞれ本報告書及び「放射線教育」誌第 11 巻に収録した。)

このことから、(1)放射線・放射能に関する基本的な知識が大学生にさえ不十分である（すなわち、小・中・高の段階での教育が必要)、(2)しかし適切な指導によりその知識が深まる、(3)指導する側が工夫して生徒に接すれば、生徒側はその熱意を示す、ということがわかった。指導する側は、その環境を整えて生徒側の熱意に答えねばならない、ということを痛感する。

最近、日本の学校における生徒の「学力」が、以前に比べて低下したのではないか、とか、学力の国際的比較のデータが種々伝えられて論議が高まっている。「知識の応用力」において、日本人は劣るとのことである。また教員を養成するシステムなどにおいて、一部の先進国から学ぶべきことはあるようである。しかし、最近の宇宙空間での日本の技術者の目覚しい働きぶりのように、器用さ、凝り性、「もったいない」精神など、いくつかの優れた点を持っているのであるから日本人はもっと自信をもつべきである。

今後わが国が進むべき道は、国際社会において、このように手本になるようなものを広めることによって、外国の人々に尊敬され、感謝されるようなものであらねばならない。わが国の伝統的な文化、すなわち武士道精神や繊細な情緒が表現された芸術、日々の積み上げによる職人芸的な技術力、自己主張を控え目にした他人への思いやり、などは当然これに当てはまる。正しい「放射線教育」を広めることも一つの方法であり得る。放射線・放射能は、わが国ばかりでなく国際的にも、あまりにも怖がられ過ぎているからである。核の洗礼を受けた日本人が、その禍を福として、核兵器廃絶について粘り強く主張するとともに、放射線教育で学んだ知識や放射線教育の方法そのものを、国際的な場で自信を持って主張しようではないか。本年の 12 月には、10 年前にわれわれが提案して始めて開催した「放射線教育に関する国際シンポジウム」の第 4 回目が台湾で開催される。

放射線教育は全世界のすべての人々に必要である。放射線に関する正しい知識が十分にゆきわたれば、世界中の人々が、常時浴びている程度の少量の自然放射線によっても障害を受けるかもしれないという無用の心配から開放されるであろう。その結果、原子力の受容が進み、エネルギー問題の解決も望みが見え、地球社会全体の経済的負担が少なくなり、国際的な緊張も緩み、多くの人々の幸せに貢献できる。日本の放射線教育が、エネルギー資源が不足し、悪化する可能性のある環境問題を予防する救世主でありうるのである。

本報告書は、毎年の恒例となっているものであるが、放射線教育の重要性が認識されてきたことに伴って、この印刷物に対する評価も上がっていると聞いている。本資料が、関心のある各位によって、有効に活用されることを切に希望するものである。

２００８年３月　　放射線教育フォーラム　事務局長　松浦辰男

放射線教育で国を興そう

放射線教育フォーラム２００７年度活動報告書

目　次

第１章　放射線教育フォーラムの２００７年度の活動報告と２００８年度の計画

この章では、フォーラムの２００７年度の活動と２００８年度の計画の要約、現在の役員名簿と２００７年度に開催した種々の会合の記録、並びに２００７年度の主要な実績として、文部科学省への要望書提出の成果、核テロ対処関係、青森支部設立関係、および２００８年１２月開催の国際シンポジウム関係の報告をする。

１．２００７年度の活動について

ＮＰＯ法人放射線教育フォーラムは，放射線，放射能，原子力の専門家及び学校教員の有志により 1994 年 4 月に発足し，2000 年にＮＰＯ法人の認証を受けたボランタリー組織である。当フォーラムは，我々の社会が科学技術の恩恵を受けているにもかかわらず若い人達に「理科離れ」が見られること，また現在知識レベルの高い人を含む多くの方々が放射線や放射能に対して過剰の不安感をもっており，そのことが原子力や放射線の平和利用を大きく妨げている現状を憂慮している。この現状を打開するために，当フォーラムは，特に小学校，中学校，高等学校の教育において，エネルギー環境問題や放射線・原子力に関する正しい教育が行われるように，教育システムを改善し能力のある教員を育成することに重点を置いて，勉強会や幾つかの専門委員会を開催し，また当局に政策提言を行うなどの活動をしている。また社会におけるこの分野の正しい知識の普及を図るべく努力をしている。フォーラムの会員数は，2008 年 3 月 15 日現在で個人会員 209 名，団体会員は 55 団体である。

1.1 事業活動実績

フォーラムの定款では，事業は(1)放射線教育に関する国内及び国際シンポジウム，勉強会の開催，(2)放射線教育に関する調査研究並びに情報発信，(3)放射線教育に関する政策提言の 3 つに分類されている。以下に，これらの各項について 2007 年度の実績を要約する。

(1) 勉強会等の開催　2007 年度は勉強会を 3 回(6 月，11 月，3 月)開催した。2001 年度から毎年全国 10 箇所で開催の主に文系の学校教員を対象とする「エネルギー・環境・放射線セミナー」については，今年度の参加者総数は 538 名であった。勉強会，セミナーともに参加者に好評であった。(勉強会の講師，テーマ等は本章第 4 項に，セミナーついては本報告書第 2 章にその詳細を記す。) また，2008 年度に開催予定の第 4 回の「放射線教育に関する国際シンポジウム」の準備を進めている（本章第 8 項に記載）。

(2) 専門委員会開催並びに情報発信　「教育課程検討委員会」は本年度に 3 回開催した。その他の「リスク問題検討委員会」,「教科書記述調査検討委員会」,「低レベル放射線影響検討委員会」,「(放射線教育のための) 実験教材検討委員会」,「マスコミ報道調査検討委員会」,「加速器利用調査検討委員会」に関しては,今年度は委員会を開催しなかったが，委員が資料を収集中。(専門委員会活動及び関連情報を第 3 章に記載)

定期・不定期印刷物については，ニュースレターを 3 度（38、39、40 号）発行した。「放射線教育」誌とその別冊「年度末報告書」はいずれも 3 月末に刊行。当フォーラムの活動が掲載されているホームページ（http://www.ref.or.jp）については最近その体裁の改訂を行った。

(3) 政策提言　2005，2006 年度に，学校における放射線教育を改善するため，要望書「エネルギー・環境教育の充実のための学習指導要領の改善について」を文部科学省へ提出し，その内容を具体的に提案した。その結果，近く改訂される中学校の学習指導要領では理科の第一分野でエネルギーに関連して放射線が取り扱われることになった。(これに関する詳細は本章第 5 項を参照)

(その他の対外活動)「核テロ対処」に関する放射線教育について検討を開始し，アメリカの NCRP 資料の訳出，資料の収集，テキストの作成を開始した。(本章第 6 項を参照)

1.2　運営に関する開催報告　(会合の記録については別項)「通常総会」(6 月),「理事会」,「理事連絡会」を計 5 回開催。「セミナー運営委員会」を理事会及び理事連絡会の都度開催。セミナー運営のための「ワーキンググループ」(2 回)。「将来計画検討委員会」(3 回)。「顧問会」(3 月に 1 回)。

1.3　支部設立　「フォーラム青森支部」が 2007 年度から設立され，この地区での活動が始まった。(本章第 7 項を参照)

2．2008年度の計画について

1．事業

(1) シンポジウム、勉強会等の開催

(ア) フォーラムの会員を主な対象とする公開の勉強会開催　放射線利用、放射線影響、原子力、エネルギー等の最近の研究や、学校教育、社会とのコミュニケーションなどの話題について、専門家や教育関係者からの話題提供をもとに討論をする（6月，11月、3月の3回開催）。

(イ) 学校教員を対象とする「エネルギー・環境・放射線セミナー」の企画・運営　学校教育でエネルギー・環境問題を積極的に取り上げていただくために、文部科学省からの委託により(財)放射線利用振興協会と協力して毎年全国各地で企画・運営している事業で、本年度で8年目になる。2008年度は，札幌市，八戸市，長野市，能美市，東京，磐田市，土岐市，吹田市，広島市，佐賀市で開催の予定で、目標は受講者総数 500 人以上。セミナー事業の運営は(財)放射線利用振興協会との業務請負契約に基づいて行う。

(ウ)「放射線教育に関する国際シンポジウム」の支援　1998年に第1回を葉山で、2004年に第3回を長崎で開催した。2008年12月末の台湾の新竹市での第4回開催に向けて支援を行う。

(エ) 「地方支部」　青森支部を2007年4月1日付けで設立し、同年度内に2回、設立記念セミナーを開催した。2008年度も2回勉強会を開催する。

(2) 調査研究・情報発信

(ア) 専門委員会活動　放射線教育に関する諸問題について、専門的な視点から検討するとともに情報発信を行う。活動内容は、①学校における放射線教育課程の検討、②放射線教育のための実験教材、③教科書記述に関する調査、④リスクに関する教育、⑤低レベル放射線影響に関する教育、⑥核問題の報道における問題点の調査などである。調査結果は年度末に委員会報告書としてまとめる。このうち、特に学校における放射線教育に重点をおいている。

(イ) 定期刊行物等の発行　放射線教育に関連する最新情報、勉強会等の開催案内、意見交換などを掲載した「ニュースレター」を年3回、機関紙「放射線教育」を年1回、本年度の活動報告書を年度内に発行する。これらの情報発信は、印刷物の刊行とともにインターネットを活用したい。

(ウ) その他の調査研究　最近の国際情勢は、日本でも放射性物質がまきちらされるような緊急事態が全く起こらないとはいえない。そのような場合に備えて、国が、警察官、消防隊員、自衛隊員に放射線・放射能に関して教育する必要があると考える。フォーラムはこれらの方々に放射線がからむ緊急事態にいかに対処するかについて教育を行うことに協力したい。今年度は国などからの受託事業として活動するための準備作業(資料の収集、テキストの整備など)を開始する。

(エ) 放射線教育に関する指導　外部からの要望に応じて、放射線に関する質問への回答、放射線・原子力教育に関する資料の監修、放射線実習の方法の改善や事業の評価等に参画する。

(3) 政策提言

2005年8月に文部科学省に要望書「エネルギー・環境教育の充実のための学習指導要領の改善について」を提出し、2006年度はその内容として「義務教育課程における放射線・放射能に関する教育を充実させるための具体的な提案」を提出した。こうした努力が実って、近く正式に公表される中学校の新学習指導要領の理科で放射線が取り扱われることになった。今年度は、中学理科で取り扱うべき内容（教科書記述、実習方法）を具体的に検討する。今後は学校におけるリスク教育、理科以外の科目におけるエネルギー教育の改善の提案のための検討を行う予定である。

2．運営

(1) 会員総会（年1回）、理事会（年3回）、理事連絡会（年5回）、将来計画検討委員会（理事会幹事会に相当するもの、年5回）、顧問会（年1回）、セミナー打合せ会（年2回）を開催する。

(2) 財政状況を改善するため、団体会員数の増強と出版物への広告を増やすなどの努力をする。このことと関連して、フォーラムとほぼ同じような趣旨で活動している他の団体との提携を図る。

NPO法人 放射線教育フォーラム2007年度役員名簿

2008年3月31日現在 （五十音順）

会長：	有馬朗人	（日本科学技術振興財団会長･科学技術館長･元文部大臣兼科学技術庁長官･元東京大学総長）
副会長：	飯利雄一	（広領域教育研究会代表幹事）
	河村正一	（神奈川大学総合理学研究所名誉研究員・日本防護服研究会理事長）
	長谷川圀彦	（静岡大学名誉教授）
理事：	朝野武美	（医療法人清恵会第二医療専門学校非常勤講師）
	石黒亮二	（北海道大学名誉教授）
	伊藤泰男	（元東京大学工学部教授）
	岩崎民子	（放射線医学総合研究所名誉研究員）
	江田 稔	（青森大学大学院教授）
	大島 浩	（佐野日本大学中学高校教諭）
	大野新一	（理論放射線研究所長）
	加藤和明	（高エネルギー加速器研究機構名誉教授）
	金子正人	（放射線影響協会顧問）
	黒杭清治	（元芝浦工業大学教授）
	小高正敬	（立教大学理学部化学科兼任講師）
	田中隆一	（元日本原子力研究所高崎研究所長）
	堀内公子	（大妻女子大学社会情報学部教授）
	松浦辰男	（立教大学名誉教授）
	森 千鶴夫	（愛知工業大学客員教授）
	吉田康彦	（大阪経済法科大学客員教授）
監事：	笹川澄子	（環境科学技術研究所主任研究員）
	播磨良子	（CTCソリューションズ技術顧問）

理事・事務局長 ：松浦辰男（立教大学名誉教授）

幹事：荒谷美智（青森県六ヶ所村教育アドバイザー）、井上浩義（久留米大学医学部教授）、菊池文誠（元東海大学理学部助教授）、斉藤 直（大阪大学アイソトープ総合センター教授）、佐伯邦子（元秋田経済法科大学附属高校教諭）、佐伯正克（元日本原子力研究所特別研究員）、佐久間洋一（核融合科学研究所助教授）、佐藤正知（北海道大学大学院工学研究科教授）、白形弘文（日本エクスクロン（株）技術顧問）、下 道国（藤田保健衛生大学衛生学部教授）、砂屋敷 忠（放射線影響研究所臨床研究部顧問）、竹田 満洲雄（東邦大学理学部教授）、田村直幸（元日本原子力研究所ラジオアイソトープ・原子炉研修所長）、鶴田隆雄（近畿大学原子力研究所教授）、唐木 宏（元攻玉社高校教諭）、中尾祐次（元長野県伊那北高校教諭）、中西 孝（金沢大学大学院自然科学科教授）、中西友子（東京大学大学院農学生命科学科教授）、西尾信一（埼玉県立本庄高校教諭）、坂内忠明（放射線医学総合研究所主任研究員）、広井 禎（元筑波大学附属高校副校長）、古屋廣高（九州大学名誉教授）、三門正吾（千葉大学高大連携企画室）、峯岸安津子（神奈川大学理学部研究員）、宮澤弘二（東京家政大学家政学部講師）、村石幸正（東大教育学部附属中等教育学校教諭）、渡部智博（立教新座中学高校教諭）、渡利一夫（放射線医学総合研究所名誉研究員）

顧問： 安 成弘（東京大学名誉教授）、今村 昌（理化学研究所名誉研究員）、久保寺昭子（東京理科大学名誉教授）、佐々木康人（元放射線医学総合研究所理事長）、篠崎善治（元都立アイソトープ総合研究所参事研究員）、村主 進（原子力システム研究懇話会フェロー）、住田健二（大阪大学名誉教授）、 高島良正（九州大学名誉教授）、野崎 正（元北里大学教授）、更田豊治郎（元日本原子力研究所副理事長）、伏見康治（大阪大学・名古屋大学名誉教授）、松平寛通（元放射線医学総合研究所長）、山口彦之 （東京大学名誉教授）、山寺秀雄（名古屋大学名誉教授）

４．２００７年度の理事会等会合・勉強会等の記録

講演者に関して、フォーラム会員は所属・肩書きを省略

２００７年

４月１４日（土）　第１回核テロ検討委員会（第一白川ビル放射線教育フォーラム事務所内、６名）

４月２０日（金）　第１回理事連絡会・第１回セミナー運営委員会
（(財) 日本原子力産業協会会議室、１４名）

５月　２日（水）　第２回核テロ検討委員会（第一白川ビル放射線教育フォーラム事務所内、６名）

５月１１日（金）　第１回編集委員会（大妻学院、６名）

５月１７日（木）　第３回核テロ検討委員会（第一白川ビル放射線教育フォーラム事務所内、５名）

５月２８日（月）　第４回核テロ検討委員会（第一白川ビル放射線教育フォーラム事務所内、６名）

５月３１日（木）　第１回理事会・第２回セミナー検討委員会（科学技術館第１会議室、２２名）

５月３１日（木）　セミナーワーキンググループ（科学技術館第１会議室、２２名）

６月１６日（土）　第１回将来計画検討委員会（科学技術館第１会議室、６名）

６月１６日（土）　２００７年度総会・第１回勉強会（科学技術館第１会議室、総会２６名、勉強会２９名）
（勉強会プログラム）
「三田高校におけるエネルギーと自然放射線についての環境教育の実践」
岩倉三好（都立南葛飾高校）
「サイエンス・パートナーシップ・プロジェクトにおける放射線教育とその効果」
（会員アンケート調査結果の報告も含む）
柳澤和章、笹川澄子、中野光士（群馬県立藤岡工業高校）
「自然から学ぶ放射性廃棄物処分の智恵」　湯佐泰久
「核テロ対処関連のフォーラムの取り組み及び NCRP コメンタリーの紹介」
松浦辰男、田中隆一

７月１４日（土）　放射線教育フォーラム青森支部設立記念第１回セミナー
（セミナープログラム）
プロローグ「音楽演奏」
講演の部「放射線教育を語る」　松浦辰男
「わが人生を語る・六ヶ所村への期待を語る」　有馬朗人
討論の部　参加者全員による討論

７月１７日（火）　第１回教育課程検討委員会（科学技術館、８名）

９月１３日（木）　第５回核テロ検討委員会（第一白川ビル放射線教育フォーラム事務所内、９名）

９月２０日（木）　第２回理事会・第３回セミナー運営委員会（科学技術館第１会議室、１７名）

９月２０日（水）　セミナーワーキンググループ（科学技術館第１会議室、１７名）

１０月　５日（金）　第２回編集委員会（霞ヶ関東海倶楽部、６名）

１０月３０日（火）　第２回教育課程検討委員会（第一白川ビル放射線教育フォーラム事務所内、５名）

１１月１０日（土）　放射線教育フォーラム青森支部設立記念第２回セミナー
（プログラム）
講演の部「ラドン温泉～成分から効能まで～」　堀内公子
実験の部「放射線測定実験」
討論の部　参加者全員による討論

１１月１６日（金）　第１回選挙管理委員会（第一白川ビル放射線教育フォーラム事務所内、５名）
１１月２３日（金）　第２回将来計画検討委員会（科学技術館第３会議室、７名）
１１月２３日（金）　２００７年度第２回勉強会（科学技術館第３会議室、勉強会３８名、懇親会、２６名）
（勉強会プログラム）
セッション１　放射線テロの緊急時対応と放射線事故の対策
「イントロダクション：放射線テロの緊急時対応者に何が求められているか」
—NCRP コメンタリーの要点—　田中隆一
「放射線テロの緊急時対応について考える—放射線事故対処に関する教育の経験から—」　岸川俊明
「コメント—同じく放射線防災に関わる教育経験から—」　朝野武美
セッション２　低レベル放射線影響について
「低レベル放射線影響に関する最近の研究成果と放射線教育のあり方について」　金子正人
「温泉水中のラドン等の放射能と健康影響について」　堀内公子
「低レベル放射線影響に関するテキスト作成計画について」　松浦辰男
１２月　７日（火）　第３回編集委員会（尚友会館「すずらん」、６名）
１２月２０日（木）　第２回理事連絡会・第４回セミナー運営委員会（科学技術館第２会議室、１５名）
１２月２０日（木）　セミナーワーキンググループ（科学技術館第２会議室、１１名）

２００８年
１月２４日（木）　第３回将来計画検討委員会（第一白川ビル放射線教育フォーラム事務所内、６名）
２月１５日（金）　第２回選挙管理委員会（第一白川ビル放射線教育フォーラム事務所内、５名）
２月１５日（金）　第３回理事連絡会・第５回セミナー運営委員会（原子力産業協会会議室、１０名）
２月１８日（月）　第４回編集委員会（尚友会館「すずらん」、７名）
２月２８日（木）　第３回教育課程検討委員会（第一白川ビル放射線教育フォーラム事務所内、７名）
３月１５日（土）　顧問会（内田洋行新川ビル会議室、９名）
３月１５日（土）　２００７年度第３回勉強会（内田洋行新川ビル会議室、勉強会３８名、懇親会２６名）
（勉強会プログラム）
「放射線の知識普及のためのフォーラムの今後の計画」　松浦辰男
「放射線測定の実務における基礎知識－サーベイメーターの正しい使い方ほか—」　白川芳幸（放射線医学総合研究所）
「放射線一般教育用実験に関する一考察と提案」　森　千鶴夫
「診断医療における放射線の利用はここまで進んでいる」　大野和子
「放射線利用の経済規模に関する最新調査の報告」　柳澤和章

放射線教育の充実のための学習指導要領改善への政策提言について

（1）これまでの現状と経過

昭和55年までは中学校の学習指導要領において理科で「放射性の原子は放射線を出してほかの原子に変わること」という内容があったので教科書に記述され、実験もおこなれていた。しかしその後放射性物質の規制が厳しくなり、また理科の授業時数の削減が行われたことから、学習指導要領から放射線の扱いがまったく消えてしまった。

現行の中学校学習指導要領(平成10年12月）では、（7）科学技術と人間で、「エネルギー資源の利用と環境保全との関連や科学技術の利用と人間生活とのかかわりについて認識を深めるとともに、日常生活と関連付けて科学的に考える態度を養う。」そのうちの「エネルギー資源」で、「人間が利用しているエネルギーには水力、火力、原子力など種々なものがあることを知ると共に、エネルギーの有効な利用が大切であることを認識すること。」となっているのみである。

（2）「学習指導要領」改訂のための放射線教育フォーラムの努力

フォーラム設立以来、この現状を改善すべく要望書を提出してきた。その実績は

第１回　「放射線教育の改善に関する要望書」を文部大臣に提出（平成７年６月３０日）

第２回　「エネルギー・環境問題に関連したこれからの放射線・放射能教育の在り方」を文部大臣に提出　（平成８年１１月１９日）

第３回　「学校および社会における放射線・放射能教育を効果的に行うための方策について」を科学技術庁長官に提出　（平成８年１２月１８日）

第４回　「エネルギー・環境教育を改善するための学習指導要領の改善について」を文部科学大臣に提出　（平成１７年８月１５日）

第５回「義務教育課程において学ばせたい「放射線教育」の内容についての提案」を文部科学省初頭中等教育局長に提出　（平成１８年１０月３１日）

上記のうち第1回から第3回までは専ら高等学校の学習指導要領の改正を働きかけたものであった。第4回から第5回の要望に引き続いて、次回の学習指導要領の改正時に中学校理科で放射線を復活させるべく、江田稔理事が中心となって努力がおこなわれた。

（3）新学習指導要領での記載

その結果、(平成24年から全面実施の）新指導要領では、(内容)で *(イ) エネルギー資源　人間は、水力、火力、原子力などからエネルギーを得ていることを知るとともに、エネルギーの有効な利用が大切であることを認識すること。*となり、(内容の取り扱い）において、*アの(イ)*については、***放射線の性質と利用についても触れること。***　となった。

（4）これからの課題

この新指導要領に沿って、具体的に例えば教科書記述をどの様にして、また実習はどの様に行うか、これを「教育課程検討委員会」で今後精力的に検討する予定であるが、専門家の予想では、放射線が扱われるのは、中学の3年生になってから、3時間くらいであろうとのことであるので、その内容を具体的に提案し、また試験的に実際に行ってみることになっている。

また、放射線に関する教育は、「観察、実験を行なって理解させる」という現在わが国の中学理科の指導の原則に従うことが極めて重要であるので、義務教育段階の各学校において、放射線測定器(及び少量の線源)などの機材を整備することが必要である。これにはかなりの財政的支出が必要であるので、国、地方自治体、産業界、測定器メーカー、等が協力して必要資材を調達できる体制を作ることが望ましい。

［参考文献：第1回から第5回までの要望書の内容については、本報告書の既刊行分を参照。第4、第5回についてはフォーラムのホームページで掲載中。

江田稔「放射線教育の復活を願って」放射線教育フォーラムニュースレター、No.37、巻頭言
黒杭清治「放射線測定器の義務教育校1校1台運動を起こそう」放射線教育フォーラムニュースレター、No.40、巻頭言］

「核テロ対処計画」へのフォーラムの取組みについての報告

1．この問題の趣旨文を(2007年2月8日付け)で作成し、フォーラム会員への核テロ対応に関するアンケートを4月に発送した。アンケートは5月末に集計し、多数の会員から肯定的な回答を得た。これをもとに6月発行のニュースレターNo.38で本計画への取り組みについて会員に周知させた。

（趣旨） *最近の国際情勢は、「核テロ」が起こりえないことでなくなってきている。もし万一、日本のどこかで放射性物質が撒き散らされるような事態が発生したとき、日本の国民の安全を確保するためには、消防隊員、警察官、あるいは自衛隊員が出動してその処理に当たらねばならない。したがってこれらの人々は、放射線や放射能に関する基礎的知識と簡単な放射線の測定方法を知っており、どのような事態にもパニックになることなく、放射性汚染を除去して人命救助ができる必要がある。現在米国は核テロ対策に熱心で、そのような事態にはどのような対処をすべきかの資料もできており（NCRPコメンタリーNo.19「核および放射線テロリズムに対する緊急時対応者の要件」）、我々はその資料を入手したのでフォーラム内にグループを作り翻訳作業を開始した。そして、もし防衛省などからの要請があれば、一般隊員あるいは幹部隊員の放射線教育のために、フォーラム会員の有する知識・経験を提供したいと考えている。*

2．関係官庁へこの趣旨文とともに概算の予算案を示して、防衛省に対して折衝を3月以降数回行った。8月には消防庁および警察庁に対しても各1回ずつ行った。

3．「核テロ検討委員会」を発足させ、2007年の4月から9月までに5回委員会を開催し、主としてNCRP資料の翻訳作業を行った。翻訳した資料は、本報告の第4章の4に収録した。

4．この問題に関するフォーラム会員の関心を呼び起こすため、2007年の3月の勉強会で加藤和明委員から「核テロに関する資料」、6月の勉強会で松浦辰男および田中隆一委員から「核テロ関連のフォーラムの取組み及びNCRPコメンタリーの紹介」、11月の勉強会で、田中隆一委員から「NCRPコメンタリーの要点」、この種の教育の経験者である会員の岸川俊明氏から「放射線事故対処に関する教育の警官から」および朝野武美氏から「放射線防災に関わる教育経験から」の講演が行われ、核テロ対処問題の要点を様々な見方で学習した。

5．10月に上記2．の要請に対して、消防大学校および警察大学校からそれぞれ年度内に1度ずつ講義の依頼があった。これに対応して松浦が講師、田中が補助役となり、12月10日に消防大学校、2008年1月4日に警察大学校においてそれぞれ60分、90分の講義を行った。何れもテキストとして「放射線概論――放射線はどの位まで安全か」および「核テロにいかに対処するか」を予め配付した上で、講義の当日は放射線測定器を持参して身の回りに自然放射線が存在することを示す実演も行った。(これらのテキストは本報告書の第4章に収録した。放射線概論のテキストは、松浦が2007年11月にある国立大学で行った放射線の基礎に関する講義で使用したものである。講義を受けた聴講者の学習態度は真摯で、この問題について学習したいという意欲が感じられた。

6．最近、消防大学から、2008年度の始めに基礎知識よりも実地に即した内容で同様の講義をしてほしいとの依頼があった。2008年度以降においても両大学校及び防衛省関係の教育機関においてこのような教育を行う機会があることを期待している。その際はフォーラム会員で関心のある方ができるだけ関与して頂きたいと希望している。

青森支部活動報告

青森支部は，千葉支部に続く２番目の支部として2007年度に設立された。支部の目的は、原子力県原子力半島の様相を呈しつつある当地で、住民と専門家が膝を交えて意思疎通を図り、原子力や放射線に関する知識のさらなる蓄積や原子力政策に対する理解を深めることである。そのための主な手法としてセミナーを開催する。初年度は六ヶ所村で２回開催した（下記、詳細は「放射線教育」Vol.11（印刷中）ご参照）。参加者は両回とも数十名であった。

支部の陣容は支部長１名，支部事務局長１名，支部幹事数名、支部友（個人支部友―セミナー参加者、団体支部友―後援・協賛・協力を頂いた団体、両者ともその年度有効）である。活動資金は本部および支部友から援助いただき、セミナー資料作成費や事務通信費等に充当した。

設立記念（第１回）セミナー

日　時：2007年７月14日（土）14:00～16:00

場　所：(財) 原子力安全技術センター防災技術センター研修室（青森県上北郡六ヶ所村尾駮・野附1-67）

テーマ：原子力・放射線と芸術の融合

プログラム：プロローグ「芸術との融合」

講演の部：基調講演「放射線教育を語る」（松浦辰男博士）

特別講演「わが人生を語る・六ヶ所村への期待を語る」（有馬朗人博士）

討論の部：参加者全員による討論

第２回セミナー（今回から青森県事業「あおもり県民カレッジ」の認定講座）

日　時：2007年11月10日（土）14:00～16:00

場　所：設立記念セミナーと同じ

テーマ：ラドン温泉～成分から効能まで～

プログラム：講演の部：「ラドン温泉～成分から効能まで～」（堀内公子博士）

実験と討論の部：放射線測定実験、参加者全員による討論

元文部大臣の有馬会長（中央）らを招いて開かれた青森支部設立総会

青森支部を設立　六ケ所でセミナー

放射線フォーラム

放射線や原子力に対する正しい知識の普及を目指す特定非営利活動法人（NPO法人）放射線教育フォーラムが十四日、青森支部を設立、六ケ所村の原子力防災研究プラザで設立記念セミナーを開いた。

同フォーラムは、放射線、放射能、原子力、教育専門家の有志によるボランティア組織で、元文部大臣で元東大総長の有馬朗人さんが会長。青森支部は津島雄二衆院議員の妻の津島園子さんが会長を務める。原子力関連施設の立地地域での支部設立は初となる。

セミナーには村内外から二十五人が参加した。津島会長や古川健治村長らがあいさつし、フォーラム事務局長の松浦辰男・立教大学名誉教授が「放射線教育を語る」と題し基調講演。「放射線は自然界に存在しており、むやみに恐れるものではない」などと述べた。また、有馬会長が教育や日本人の学力について特別講演した。

次回セミナーは十一月十日に開かれ、放射線測定実験などを行う予定だ。

地元紙に報道された設立記念セミナー（東奥日報 2007年７月15日３頁）

文　責
笹川澄子
青森支部事務局長
住所：三沢市下久保 1-3-6-C
http://www.jomon.ne.jp/~ssgw/

「第４回放射線教育に関する国際シンポジウム」（ＩＳＲＥ０８）開催準備状況

「第４回放射線教育に関する国際シンポジウム」（ISRE08）は、2008 年 12 月 25 日(木)から 26 日(金)に、台湾新竹市の国立清華大学原子科学院で開催される。開催の準備は、この大学の原子科学院の荘克士教授によって行われており、現在台湾政府に対して補助金の申請中である。

開催場所の国立清華大学は、台湾新竹市（台湾の北西部）に位置し、理学院、工学院、生命科学院、原子科学院、人文社会院、科技管理院、電機コンピュータ院等からなり、院（学部）学生は、5,000 名を超え、大学院を含めると約１万名余の学生が在籍している重点大学（特に理工系）として台湾を代表する総合大学としての地位を築いている。1986 年台湾で初のノーベル化学賞を受賞した李遠哲教授（Y.T.Lee、1994 年から 2006 年まで台湾中央研究院長）も輩出した。

時をさかのぼると、1950 年代後半から 1960 年前半にわたって、東大の浜口博教授をはじめとする日本の数名の指導的教授が清華大の学生に対して放射線・放射能の教育を施した。また、東大、東北大、都立大等は、台湾からの研究者あるいは留学生を積極的に受け入れたが、これらの方々は台湾へ帰国後は、原子力、放射線・放射能関連の学会、官界および産業界において重要な地位で活躍している。さらに、放射線教育に関して関心が高く、黄金旺教授（台湾中原大、フォーラム会員、東大浜口研究室出身）は、1996 年に、環境中の放射性核種影響のシンポジウムを、2005 年には北投石発見 100 周年記念シンポジウムを主催した。また、1995 年、台湾高雄で環境放射能の測定に関するシンポジウムを世話した蔡昭明博士も日本への留学生の一人である。

このように、放射線・放射能の分野に関して日本と台湾との学術的関係は深く、現在でも活発な交流が続いている。今回の国際シンポジウムが台湾で開催されるにあたり、台湾国内、日本からはもとより東アジア諸国から多くの参加者があることによって有意義なシンポジウムとなることを期待している。

(参考) 「放射線教育に関する国際シンポジウム」開催実績

	開催期日	場所	主催者	参加者数＊	参加国数	論文件数	論文頁数
第１回	1998 年 12 月 11～14 日	湘南国際村	フォーラム	178 名	15 カ国 1 地域	66 件	414 頁
第２回	2002 年 8 月 21～25 日	ハンガリー Debrecen 大学	Marx 教授	69 名 (日本から 11 名)	18 カ国	34 件	268 頁
第３回	2004 年	長崎	フォーラム	141 名	13 カ国	81 件	620 頁

(＊参加者数は同伴者を含む)

第２章

「エネルギー・環境・放射線セミナー」の実施報告と２００８年度の実施計画

この章では、フォーラムが(財)放射線利用振興協会と共に主に文系の教員を対象に２００１年度から企画・運営している「エネルギー・環境・放射線セミナー」の２００７年度の実施報告と、２００８年度の計画について紹介する。

第２章　２００７年度「エネルギー・環境・放射線セミナー」の実施報告と２００８年度実施計画

１．２００７年度実施報告

（１）はじめに

このセミナーは、主に中学校・高等学校の文系の教職員等と小学校の教職員等を対象にエネルギー・環境問題を正しく学校教育に取り入れるために、これまで全国１０地区において各地区の特徴を生かして企画・運営を行い実績を積み重ねてきた。２００１年度に始めてこのセミナーが実施されてから７年間が経過した。２００１年度から２００５年度までは、ＮＰＯ法人放射線教育フォーラムは、文部科学省と財団法人放射線利用振興協会（ＲＡＤＡ）主催の「原子力体験セミナー文系コース」に共催団体として協力し、２００６年度からは、文部科学省主催のもとで財団法人放射線利用振興協会と当フォーラムが企画・運営を行うこととなった。

この事業は、「エネルギー環境問題、放射線及び原子力問題に対する一般市民の公正な判断力 資質の養成とこの分野における将来の人材の確保及び育成のために、学校及び社会におけるこの分野の教育の充実と正しい知識の普及を図り、もって公益の増進に寄与する」 というNPO法人放射線教育フォーラムの定款の目的にまさしく適ったものである。

（２）　セミナー開設の経緯

原子力・放射線に関する正しい知識の普及を図ることを目的として、全国の中学校及び高等学校の教員等を対象とする「原子力体験セミナー」が、科学技術庁からの委託事業として１９９０年度から日本原子力研究所によって実施された。１９９８年度からその事業のすべての業務を財団法人放射線利用振興協会が科学技術庁から受託事業として実施し、１９９９年度から「原子力体験セミナー」と名称を改めた。

２００１年度から主に文系の教職員を対象とする「原子力体験セミナー文系コース」が実施されに当たって、ＮＰＯ法人放射線教育フォーラムがこの事業に協力し、「エネルギー・環境・放射線セミナー」を開設した。このセミナーは、教職員等のエネルギー・環境。放射線などに対する理解を深めることにより、２００２年度から始まっている「総合的学習の時間」などを通じて、正しい知識を生徒に普及することを目的とした。

（３）セミナーの概要

① コースの内容

主として文系の教職員等を対象として「総合的学習の時間」の授業に役立ち、さらにエネルギー・環境問題と放射線について正しい知識を図ることができるような視点に立った講演（教育問題、エネルギー問題、資源・環境問題、放射線・原子力の基礎知識）、放射線の実験・演示、パネル討論会、自由討論会、交流会ならびに施設見学会を行った・

② 開催場所及び募集人数

セミナーは全国１０地区（北海道地区、東北地区、北陸地区、関東・信越（１）地区、関東・信越（２）地区、静岡・山梨地区、愛知・岐阜・三重地区、近畿地区、中国・四国地区、九州・沖縄地区）で開催した。このうち１日開催のコースと２日開催のコースをそれぞれの地区で実施した。２００７年度の参加者目標は、合計５００名であったが、目標人数を超える応募者があり、実際の参加者総数は５３２名で、参加者によるアンケートによる評価は、各地区とも総じて好評であった。

２００７年度の各地区での詳細な開催実績については次頁以降に示す。

平成１９年度　**北海道地区「エネルギー・環境・放射線セミナー」**報告メモ

１．**期日**：平成１９年７月３０日（月）～平成１９年７月３１日（火）

２．**開催場所**：ホテルポールスター札幌および（株）日本製鋼所室蘭製作所

３．**日程**：７月３０日（月）講演会

７月３１日(火)　見学会

４．**受講者数**：　参加申し込み数（初期申し込み７９名、最終申し込み７４名、内講演会欠席１名、見学会欠席４名）

５．**実施状況**

講演会の最初は基調講演で、有馬朗人先生から「日本のエネルギー問題の現状と今後の教育問題」のテーマでお話戴いた。講演の最初に約 20～３０分に亘りわが国の教育行政についてのお話があり、続いてエネルギー関連の環境問題の課題について説明された。教育行政については、日本の教育関連予算が GDP との比率で諸外国にくらべて大変少ない現状をあげ批判されたが、これが受講者に共感を呼んでいたのがアンケートから読み取れる。講演１は北海道大学准教授山中康裕氏の「二酸化炭素を出すのをどのくらい減らしたら温暖化は防げるのか？」と題する講演で二酸化炭素の排出量を制限しなければ温暖化は確実に起こり、また排出制限を始めても温暖化が落ち着くには数百年を要し、深海の水温が落ち着くのには一千年以上も要するので、いま直ちに対策を実行する必要がある。現在考え得るあらゆる方策を実行して温暖化を抑制する必要のあること述べられた。講演２は北海道大学教授稲波　修氏の「放射線の生物影響」―DNA 損傷とその修復、細胞死ならびに発癌機構―　と題する講演がおこなわれた。放射線は遺伝子である DNA に対して、直接的または身体を構成する水の分解で生成するＯＨラジカルの酸化反応によって様々な傷をつけるが、一方で人体は巧妙な機構で修復する能力を持つことが紹介され、発癌の機構などが述べられた。

見学会は原子力機器に使われる良質の大型鋳鍛鋼材料を世界の原子力機器メーカーに供給している鋼材メーカーの日本製鋼所室蘭製作所を見学した。大型の灼熱素材を超大型のプレスで加工する工程など通常目にすることのない生産現場を見学し参加者一同物作りの苦労を勉強した。

６．**自己評価**

７月末の日程の大変込み合う時期に開催させていただき、さらに見学会を含めた２日間に設定させていただいたことは、当地区にとって有難いことでした。このプログラムは昨年までのアンケートに基づいて、立案したものですが、プログラムの作成でも大いに受講者の希望を配慮しました。その結果本年度は参加希望者を大幅に増やすことができました。

７．**メモ作成**：　　石黒亮二

作業実施報告書

１．事業名：東北地区エネルギー・環境・放射線セミナー

２．期日：平成19年11月17日

３．開催場所：東北大学ｻｲｸﾛﾄﾛﾝ･ﾗｼﾞｵｱｲｿﾄｰﾌﾟｾﾝﾀｰ　大講義室

４．受講者数：参加申し込み数５１名、　参加者数：４６名

５．実施状況

宮城県教育委員会、仙台市教育委員会のご後援を得て実施した。

参加者の所属は小学校(31%)、中学校（10%)、高等学校(48%)およびその他(10%)で、自然系の先生方が約半数であった。　応募地域分野別では青森県(40%)、岩手県(10%)、秋田県(12%)、宮城県(10%)、山形県(12%)、および福島県(16%)で、青森県が最も多かった。青森県内では上北郡と八戸市だけで、津軽地方からはゼロであった。

講演Ｉの「日本のエネルギー・環境教育の現状と今後の課題」では20世紀が如何に資源を多量に消費してきたかが資料で紹介され、これから子孫にも豊かな生活を保障していくために何をなすべきかについて様々な提言があった。講演Ⅱの「放射線の医学利用について」では、放射線の医学利用がどこまで進んでいるのか、PETを利用した最新の医学診断や脳の機能研究（情報処理）等の研究事例が紹介された。

施設見学の「サイクロトロン・PET装置等の見学」は、サイクロトロン本体、加速した粒子によるRIの製造装置、RIから放射性医薬品の合成装置、PET装置、さらにPET画像の解析まで、医学利用に関する一連の施設を見学した。　実習「霧箱の作成と自然放射線の観察」は集塵機で採取した塵中にも放射能が沢山あることに驚いた受講生も多かった。大容量の霧箱を一台用意して飛跡をいっそうはっきりと観察できたことも良かったと思われる。

今回は東北大学サイクロトロン・RIセンターを会場にしたのだが、その良かった点は以下の通り。

①講師、実習指導員などのスタッフを容易に集めることができた。②施設見学では分野別の多くの研究者を動員して生々しい説明を聞くことができた。③講義室と施設見学の場所が近いので移動時間のロスが無く、時間を有効に活用できた。

７．自己評価

1日(約6時間)のセミナーで、エネルギー・環境・放射線を理解してもらうことは不可能である。しかし、このような企画を繰り返し実施していくことで、理解度のアップを図ることは期待できよう。そのような意味では、今回の企画は成功であったと評価したい。アンケートの結果でも、講演、施設見学、実習のいずれにおいても妥当とする意見がほとんどであった。

８．報告書作成責任者　　世話人代表　山寺　亮

北陸地区セミナー実施報告

世話人代表：　森　厚文（金沢大学教授）

セミナーの名称：　北陸地区エネルギー・環境・放射線セミナー
開催日時：平成19年12月1日（土）　10時40分開始　17時10分終了
開催場所：(財) 若狭湾エネルギー研究センター第1研修室（福井県敦賀市長谷64－52－1）

セミナーのプログラム

基調講演：「21世紀の暮らし－環境・エネルギー・教育－」
山寺秀雄（名古屋大学名誉教授）
講　　演：「21世紀、産業分野でも、放射線はその真価が発揮される」
田中　隆一（元日本原子力研究所高崎研究所長）
実　　習：「ガイガー計数管を自作して自然放射線を検出してみよう」
三門　正吾（千葉大学先進科学研究教育センター准教授）
模擬授業・実践授業：「エネルギー・環境授業をもっと楽しく－手作り実験教材を含めたエネルギー教育実践例－」渥美　寿雄（近畿大学理工学部准教授）

実施状況

文部科学省の主催、(財) 放射線利用振興協会・NPO法人 放射線教育フォーラムの企画・運営、富山県・石川県・福井県教育委員会，富山市・金沢市・福井市・小松市・能美市・敦賀市教育委員会の後援を得て開催した。受講参加者は32名*（申込み33名、1名欠席）であった。その内，小学校教員は7名，中学校教員3名，高等学校教員19名,その他3名であった。（＊事前申込をしそこなって飛び入り参加した高校教員が1名あったので，それを加えれば33名が受講した。）

［基調講演］　現在、人類の経済活動は地球生態系に荷重な負荷を与えており、地球環境破壊による人類滅亡に至る恐れがある。地球温暖化の問題を中心に、エネルギー・環境問題の実状と国際的・国内的取組みについて、当該地区に関連する話題を交えて分かり易く話しをされた。また、21世紀における真の豊かさ（「こころ」の豊かさ）、基礎的な教養の大切さについて熱意を込めて語られ、参加者に感銘を与えた。講演で使用されたパワーポイントファイルをコピーすることを講師が快諾されたので，コピー希望者が続出した。勤務先の学校で活用されることが期待される。

［講演］　放射線利用は、医療分野だけでなく日常に密着した工業や食品の生産手段の1つとして産業分野において定着しつつある。その豊富な実例の紹介とともに、21世紀における放射線利用のさらなる発展性について言及された。また、放射線利用の必要性、安全性、利用普及の現状を国民が正しく理解することを通して、放射線に対する過剰な不安を解消していく必要があることを強調された。

［実習］　紙筒を細工して自作したガイガー計数管に小型高電圧電源を接続し、そばにAMラジオを置くだけで、非常に感度のよいガイガー型の放射線検出器を作る実習が行なわれた。昨年までの霧箱作製と違った実習であり人気が高かった。自作した完成品を参加者に持ち帰ってもらうのが望ましいが、安価な小型高電圧電源が入手困難なため、持ち帰り希望を叶えることができなかったのは残念である。

［模擬授業・実践授業］　エネルギー・環境教育は、悲観的に将来を語るのではなく、意外な事柄を取り上げ、子供たちの興味関心を引き、かつ希望を与えるような授業を提案された。また、さまざまな発電方法を身近な材料で手作りできることを演示し、手作り教材を使って楽しめる体験授業を提案した。参加者にとっても楽しい授業であった。

総括

基調講演、講演、実習、模擬授業・実践授業ともに内容が充実しており、参加者にとって有意義なセミナーであり、当初の目的は達せられたと考えられる。今後は、セミナーの企画の段階から関心を持っている先生方を増やしていくなど、参加者を増やす方策を考えていきたい。

平成 19 年度 関東信越地区(1)エネルギー・環境・放射線セミナー実施報告

開催日時： 平成 19 年 11 月 10 日（土） 9:30 ～ 17:00
開催場所： 群馬大学医学部基礎中講堂 （群馬県前橋市昭和町）
講座内容： 講演 1 「これからの理科教育の方向性」江田 稔（青森大学大学院教授）、
講演 2「21 世紀、日本のがん医療を大きく変える放射線治療」三橋紀夫（東京女子医科大教授）、
講演 3「新しい地域医療を担う重粒子線がん治療施設」中野隆史（群馬大医学部教授）、
施設見学 群馬大学医学部附属病院の放射線医療施設、
実習「全員による霧箱工作と放射線飛跡観察」実習指導 (財)放射線利用振興協会

実施状況

前橋市教育委員会及び群馬、栃木、新潟、長野県の教育委員会からの後援を得た。参加申込 58 人（受講参加 57 人）。市教委、県教委等からの積極的な協力が得られ、前橋市内の学校を中心に参加者が多かった。参加申込者の内訳は群馬(41)、栃木(1)、埼玉(6)、新潟(4)、長野(6)。

［講演 1］深刻となった環境・エネルギー問題などに向き合える資質・能力を育成するために、理科教育をどう変えるべきかを、教育課程改訂の動きとも結びついた文科省での取り組み、PISA 型学力が目指す方向、スエーデンの教育改革などの具体例も含めて示された。論理的思考力や課題発見力を重視し、確定解の存在に頼らない教育の新しい方向性の意味がよく理解できたと思う。

［講演 2］がんという病気がいかなる存在か？がんが治るとはどういうことか？に始まって、放射線による治療や診断の最新技術まで、とても興味深く、わかり易く、かつ、素晴らしい画像技術で紹介いただいた。単にがん病変部を正確に照射するだけでなく、放射線も利用した基礎科学の進歩が医療を大きく変えつつあることが強調された。質疑応答に十分な時間がとれたので、放射線について偏見のない正しい理解への議論に発展したことが有益であった。

［講演 3］放射線についての基礎的な話から、なぜ、いま、がん治療に重粒子線なのかという先端の高度な放射線技術までの大きな流れとともに、切らずに治す新しい治療技術の全国に先駆けての普及を目指す群馬大学のプロジェクトの紹介や重粒子線がん治療の最新の臨床例の紹介がなされた。再来年の施設完成後に始まるがん治療についての具体的な計画が特に関心を引いた。

［施設見学］重粒子線治療施設は現在建設中のため見られなかったが、付属病院で稼動している最新の CT 装置、核医学検査用のガンマカメラと PET/CT 装置、MRI 装置、治療用電子リニアック加速器を見学した。当日の診療は休みであったが、高度な診療を支えている専門の技術者から直接説明をしていただいた。今回の見学は大変貴重であり、参加者の感想では大変好評であった。

［実習］見学時間が予定よりも長くなり、実習開始が遅れたため、すべての実習項目を消化できなかったが、霧箱体験の良さを十分に味わっていただけたと考える。特にα線と重粒子線が同じ放射線の仲間であるということで、本セミナーのメインテーマともつながりがあってよかった。

総括

群馬大学が全国に先駆けて進めている重粒子線がん治療の普及事業という地域性の高い話題に焦点を合わせた結果、エネルギー・環境問題との直接の関わりが弱くなったが、がん医療への関心の高さが多数の参加を得る結果となったと考える。放射線の最先端技術が国民の安心に役立つという立場から、今後も地域性を生かしたセミナーの話題となり得ると思う。大学の講義室を会場に使用することは、受講者への案内も含めて開催側の負担が大きいことを感じた。（田中隆一）

平成１９年度原子力体験セミナー地域（Ⅲ）コース

静岡・山梨地区セミナー作業実施報告書

世話人代表　奥野健二

セミナーの名称：エネルギー・環境・放射線セミナー
開催期間：平成１９年8月１１日（土）９：００～１６：４０
開催場所：甲府市立甲府商科専門学校（２階大会議室）（山梨県甲府市西下条町1020番地）

セミナーのプログラム

講演１　「日本のエネルギー・環境教育と今後の課題」
有馬朗人（放射線教育フォーラム会長・元文部大臣）
講演２　「核エネルギー有効利用のためのエネルギー変換システムについて」
功刀資彰（京都大学大学院工学研究科教授）
実験「霧箱の作成と空気中の自然放射能の観察」と演示「火力、原子力発電の仕組み」
矢永誠人・大矢恭久（静岡大学准教授）
パネル討論会「学校教育のためのエネルギー・環境教育」、司会　熊野善介（静岡大学教授）
「地域特性を考慮したエネルギー・環境教育について―山梨エネルギー環境教育会」
島崎洋一（山梨大学准教授）、　「学校教育のためのエネルギー・環境教育―エネルギー概念を中心とした教育内容の構成を―」堀哲夫（山梨大学教授）、　「２１世紀は環境の世紀、我々はどこに行くのか？」湯佐泰久（富士常葉大学教授）

実施状況

文部科学省の主催、（財）放射線利用振興協会・放射線教育フォーラムの企画・運営、山梨県および甲府市教育委員会の後援により１日間のコースを開催した。受講応募者は７７名、２名欠席、受講参加者は、７５名であった。その内、小学校教員が２０名、中学校教員が２６名、高等学校教員が２２名、その他専門学校教員及び教育関係者が９名であった。なお、文系教員は、中学校教員、高等学校教員及び専門学校教員４６名中１５名で、文系教員が占める比率は、３３％であった。なお、セミナー世話人として、熊野善介、五味武彦、中澤俊和の各氏、オブザーバーとして、河村正一、長谷川圀彦の各氏が参加した。

講演１（有馬朗人氏）教育問題、再生可能なエネルギーとしてバイオマス、続いて温暖化の問題を中心に、環境･エネルギー問題の実情とそれに対する国際的ならびに国内的取り組みについて話された。今までは、Reduce, Reuse and Recycleが講演の主張であったが、宗旨をかえて科学技術の促進を図り社会的構造を変革することが重要である、と結ばれたのが特記される。参加者からは「総合的な学習の時間」を如何に考えるか、などの質問があった。

講演２（功刀資彰氏）核分裂反応と核融合反応で生み出されるエネルギー発生機構について説明があり、それぞれのエネルギーの変換システムの具体例について紹介された。資料の多いのと専門的な用語があり、参加者にとってやや難解のようであった。そのご質疑応答がなされた。

実習　霧箱の説明を受けた後、受講者全員が個々に霧箱を製作し、放射線の飛跡を観察した。また、火力・原子力発電の仕組みについて解説もあった。

パネル討論会　熊野善介氏の司会で「学校教育のためのエネルギー・環境教育」のテーマで始められ、島崎洋一氏、堀哲夫氏から、解説があった。さらに、湯佐泰久氏から環境問題について講演されその後討論された。

総括　このセミナーに応募した中学校・高等学校の文系教員は、全体の２割と少なかった。アンケートの回答結果から、セミナー全体的としては、好評であった。講義１についての評価は文系教員にとっても好評であった。パネル討論会については、3人のパネリストの話題が広く、議論の方向付けがあればとの指摘があった。会場については、スクリーンが小さく見づらかったことなどの感想があった。当日のセミナーの運営には、この地区で毎年行っているやり方で現地の小学校、中学校、及び高等学校の教員あるいは教育関係者が携わり、進行役、座長等の役割を果たし、会を盛り上げた。プログラムが少々タイトであった。今後の反省としたい。

セミナー実施報告書

1．地区及び報告者　愛知・岐阜・三重地区　森 千鶴夫
2．セミナー実施場所　東海市立文化センター　愛知県東海市横須賀町狐塚１１
3．実施日時　平成 19 年 8 月 17 日（金）　9：30～16：45
4．参加人数　受講者 54 名、オブザーバー（半日参加者や非教員関係者など）8 名
5．セミナーの内容

①講演１　「21 世紀の暮らし　―環境・エネルギー・教育―」
山寺 秀雄（名古屋大学名誉教授）

地球の気候変動（温暖化）を中心に、環境・エネルギーに関する実情と将来の問題、それに対する国内外の取り組みについて多くの印象的な実例を挙げながら説明した。また、そうした実情を踏まえて、持続可能な人類の幸福のために、どのような暮らしを目指すべきか、次世代をどのように教育すべきかについて、心の豊かさの重要性を述べた。質疑応答では、家庭の電気やガスの消費量と炭酸ガス排出量の関連に関する質問が出た。計算の仕方などについて答えた。

②講演２　「産業への放射線の利用」　山本 匡吾（帝国ピストンリング㈱）

一般の人たちにはなじみの薄い事柄である自動車、鉄鋼、紙、環境などの諸産業における放射線の利用の実情を話した。

③講演３　「医療への放射線の利用」　大野 和子（京都医療科学大学）

病院現場における放射線医療について、妊婦と放射線検査、放射線診療室の構造、最新の放射線医療、特に身体への負担が少ない放射線治療について話した。

④「放射線を見よう！　測ろう！」　緒方良至(名大)、高橋郁子(名城大)、杉本勇二㈱イング)

最初に放射線に関する簡単な説明のあと、霧箱の実験、「はかるくん」を用いた測定を行った。

⑤「総合的な学習の時間」実践報告

めざそう！地球にやさしい加木屋の子　―エネルギーと環境問題―

実践例１　榊原 喜子（東海市立渡内小学校）　地球温暖化の原因が炭酸ガス排出量の増加であることを知った 5 年生の校内のエコパトロール、緑化、風力発電所設置などに関する半年間の悲喜こもごもの取り組みについて話した。

実践例２　都築 良重（東海市立加木屋中学校）　校区の自然環境の整備を目指して、校内の池、里山の整備、校外の公園や公共施設を対象とした奉仕活動などを、各学年が一つのテーマを 3 年間続けて行なっている実情を話した。

実践例１、実践例２のあと、少し時間をとって質疑応答を行なった。

6．分析と課題　(H19/9/1)

全体として「妥当」と評価され、高い評価を得たと考えている。このことはそれぞれの項目に対する個々の意見の中にも伺える。「改善が必要」に対する個々の意見には聞くべき点があっても、お互いに矛盾する意見、あるいは実現が困難な意見が多い。例えば、「より詳細に」「時間をかけて」と言う意見と、「いろんな話が聞けてよかった」「バランスの取れた内容でよかった」などは、1 日のセミナーで両方を満足させることは困難である。「より詳細に」「時間をかけて」と言う意見も、内容的には満足してもらっていることを示していると考えている。昼食時間が 45 分で、やや短く、全体として少しタイトであった。実施日が、行事を入れない週の中にあったためもあるが、定員を満たす受講者数を確保するために、教育委員会や学校回りを重ねざるを得ず苦しかった。

今後の対応として次のことが考えられる。

1) 募集の仕方に関連して、実行委員会の組織作り、日程などを工夫する必要があるかもしれない。
2) 資料を一冊にまとめて印刷、配布する方法が良いように思われる。
3) 講演者の賛同が得られるならば、パワーポイント資料を CD にまとめて配布することなども考えられる。

エネルギー・環境・放射線セミナー（近畿地区）　実施報告書

１．日程：平成 19 年 8 月 27 日（月）　9:30～17:00

２．開催場所：大阪大学ラジオアイソトープ総合センター吹田本館
〒565-0871　大阪府吹田市山田丘 2-4、TEL：06(6879)8821

３．セミナーのプログラム：

9:30～ 9:35　開会の挨拶　斎藤直（大阪大学ラジオアイソトープ総合センター教授）
9:35～ 9:40　同上　柴田功（(財)放射線利用振興協会）
9:40～10:30　講演 1「脳を育む － 放射線画像で見たヒト脳の発達」
講師：畑澤順（大阪大学大学院医学系研究科教授）
10:40～11:30　講演 2「将来のエネルギー源としての核融合」
講師：上田良夫（大阪大学大学院工学研究科教授）
12:30～15:30　施設見学
(1)　大阪大学ラジオアイソトープ総合センター
(2)　大阪大学レーザーエネルギー学研究センター
15:40～16:40　教育実践報告と全体討論
講師：工藤博幸（奈良学園中学校・高等学校教諭）
16:40～16:50　修了証授与　朝野武美（元大阪府立大学）
16:50～17:00　閉会の挨拶　鶴田隆雄（近畿大学原子力研究所教授）

４．世話人：斎藤直（大阪大学）、柴田誠一（京都大学）、鶴田隆雄（近畿大学）、古田雅一（大阪府立大学）。その他、実行委員として、７名。

５．参加者：計４９名（内訳：小学校＝２０，中学校＝１４、高校＝１３，その他＝２；滋賀＝４，京都＝３、大阪＝２２、兵庫＝１４、奈良＝５，和歌山＝１）

６．アンケート結果（抜粋）

- 評価はきわめて良好であった。
- 施設見学で若干数の参加者が難しいと感じた部分があった。
- 放射線の基礎的な知識についての講義・実習についての要望があった。
- 開催時期は夏休み期間中がよい（今年度と同じ時期）。
- 受講決定の早期連絡を望む意見があった。
- 文部科学省からの受講奨励の文書通知があるとよいとの意見があった。

７．その他

- 学内施設を利用したので、設備面での不備があるが、制約なく自由に使用できた。
- 施設見学の両センターの教職員には、全面的な協力をしてもらった。
- 猛暑の時候であったが、十分な飲料を準備してあったので、好評であった。
- 食堂は近くにあるが、弁当を用意して欲しいとの要望があった。

中国・四国地区セミナー実施報告

世話人代表　砂屋敷　忠
向井　景昭

セミナーの名称：エネルギー・環境・放射線セミナー　－総合的な学習の時間のための情報提供－

開催日時：平成 19 年 8 月 20 日（月）　9:30－17:00

開催場所：高知県教育会館　高知城ホール（高知市丸の内 2－1－10）

プログラム：

基調講演　エネルギー問題の現状と今後の教育課題
　有馬　朗人（放射線教育フォーラム会長、東京大学名誉教授、元参議院議員・文部大臣）

講　演 1　平和教育から原子力・放射線教育へ
　原田　忠則（広島市立江波中学校教諭）

講　演 2　学校教育でのエネルギー・環境・放射線
　2－1　エネルギーに関する高校での授業実践事例
　安岡　久志（兵庫県立御影高等学校教諭）
　2－2　全校・全学科で取り組んだ環境教育
　倉島　茂見（静岡・袋井市浅羽中学校教諭）
　2－3　小学校におけるエネルギー・環境教育
　山根　幸夫（島根・松江市立乃木小学校教諭）

実　　験　霧箱作成と観察または計測器を用いた測定　　加藤　一孝（広島市こども文化科学館専門員）宮崎　英雄（ニュークリアサロン広島）、地京久美子（スフィアラボ）

実施状況：

主催：文部科学省　企画･運営：放射線利用振興協会、放射線教育フォーラム　　後援：高知市教育委員会、鳥取県、島根県、岡山県、広島県、徳島県、香川県、愛媛県、高知県の各教育委員会

参加者は 73 名（1 名は任意参加）で、小学校 29(40%)、中学校 14(19%)、高校 27(37%)、その他 3(4%)であった。教諭 70%、管理職 23%、その他 7%で、文系 15%、理系 40%、小学校教諭など 45%であった（申込者数　75 名　欠席 2 名）。昨年に比べ中学校が少なかった。

放射線利用振興協会担当者、事務局から飯利雄一副会長が、他地区から下道国氏の出席があった。地区実行委員の高橋忠義、向井景昭、宮崎英雄、加藤一孝、坂田祐司、地京久美子、砂屋敷忠が参加し協力して運営にあたった。

基調講演は、わが国の状況を世界と比較しながら環境・エネルギー・食糧問題について、①拡大する世界の人口、エネルギー消費　②環境問題　③食料自給問題　④地球温暖化などを論じ、教育問題についても学力が低下していないことをデータに基づいて説明された。

講演１は、放射線教育を平和教育の観点からアプローチした教育実践例を報告、考えさせる教育方法を具体的に紹介された。

講演２は、小学校から高等学校にわたる環境問題の教育を 3 氏に講演いただいた。総合学習について、継続した教育の流れとして考えるとき、縦断・俯瞰的にみる意義がある。

実験は、放射線性質を説明し、簡易霧箱の作成とキットの添付線源、室内の塵埃試料による観察を指導された。また、α線の遮蔽効果について実験を行った。過去、霧箱実験を行った 9 名ほどは別室で、放射線測定器による検出と計測について、紹介と実験を行った。

総括

積極的に放射線問題を組み入れ、小学校から高等学校を束ねるプログラム編成を行った。実験は、これまで同様、放射線の存在を実感させるもので好評であった。基礎教育課程の全般を視野にいれ、自分の位置との関連を考えることは、授業で環境・放射線問題を取り入れる際に参考となったと考える。　本セミナーは、アンケート調査（回収率 92％）の回答からも好評をえており、内容について肯定的な回答がよせられた。これからは放射線関連のテーマを増やすこと、日程と会場にゆとりがあり、参加者の交流もできるセミナーを目指したい。

平成 19年12月20日

九州・沖縄地区

平成 19 年度 「エネルギー・環境・放射線セミナー」 開催報告

工藤　和彦

1. 開催日・開催場所

10 月 19 日(金)、20 日(土)

琉球大学国際交流会館・50 周年記念館

2. セミナープログラム

講演 1 「日本のエネルギー問題の現状と今後の教育課題」

講師: 有馬朗人 (東京大学名誉教授、元文部大臣)

講演 2 「知っておきたい環境問題」

講師: 大塚徳勝 (元熊本大学講師、九経連・九州ｴﾈﾙｷﾞｰ問題懇話会顧問)

講演 3 「沖縄の病害虫防除への放射線利用の成果」

講師: 垣花廣幸 (沖縄県農業会議ｺﾝﾀﾞｸﾀｰ、前沖縄県農業試験場長)

実習 「放射線を見てみたい? 」

指導: 井上浩義(久留米大学医学部教授)

3. 世話人グループ(4 名)

工藤　和彦 (九州大学高等教育開発推進センター　特任教授)

井上　浩義 (久留米大学医学部放射性同位元素施設　教授)

棚原　　朗 (琉球大学機器分析センター　助教授)

岸川　俊明 (元熊本大学)

4. 参加者

合計　約60名

受講者(修了者) 34 名　　講師・世話人 8 名　聴講者　約 15～18名

5. 反省事項

沖縄県内からの参加者が予想より少なかった。募集にもう少し工夫が必要であった。

九州県内からの参加希望者を一部断らざるを得なかったのは残念であった。

霧箱の製作は問題なく実習できた。

旅費に関する問い合わせの対応に要工夫。

場所が分かりにくいという問い合わせがあり、案内を考慮する必要があった。

講演資料の配布希望が相当あり、後日郵送して喜ばれた。

平成19年度関東・信越地区(2)エネルギー・環境・放射線セミナー実施報告

世話人代表　黒杭　清治

セミナーの名称：**エネルギー・環境・放射線セミナー**
開催日時　平成19年2月11日（日）12:50～17:00　12日（月）　10:00～16:20
開催場所：日本科学未来館

セミナーのプログラム

第1日目

【講演1】「洗剤開発の歴史はエネルギー・環境対策の歴史 松井　貞（花王株式会社）
【実習1】「霧箱セットを組み立て目で見る放射線」 放射線利用振興協会
【講義】「放射能・放射線の基礎知識」 戸田　一郎（北陸電力エネルギー科学館）

第2日目

【基調講演】「日本のエネルギー問題と今後の教育課題」 有馬　朗人
【講演2】「"食品照射"の理解を求めて」 多田　幹郎（中国学園大学教授）
【実践報告】「総合的な学習の時間指導法の一考察」 黒杭　清治（元芝浦工業大学教授）
【実習2】「放射線測定器の自作と自然放射線の測定 三門　正吾(千葉大学　特任准教授)

実施状況

東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県各教育委員会の後援を受け、受講申込数74名、うち64名を受付けた。当日の出席61名、欠席3名　他に聴講者1名。

講演1:同一名洗剤でも、エネルギー・環境対策を考慮して改良を重ねているメーカーの取り組みを、データを添えて解説された。輸送や容器の廃棄にも配慮し、『商品は廃棄物を産出しているという気持ちで製造しなければならない』という言葉が印象的であった。

実習1：霧箱セットの組立実習は毎年の定番であるが、初参加の受講生にとって放射線の飛跡が見えたという現象は、驚き、感激の連続であり、授業で再現させたいという気持ちを湧かせる動機付けになるので、今後も継続させたい。

講義:放射能・放射能・放射線の基礎用語解説、霧箱の原理、組立キット以外でも霧箱ができ、直径20cmの容器になると自然放射線が観察できるなど、多彩な内容を熱気を込めて解説された。用語はなお難解、時間が足りないなどの意見はあったが熱意は十分伝わった。

基調講演：「ゆとり教育」が学力低下を招いたと言われているが、文部科学省が昨春実施した全国学力調査結果を40年前と比べると小中学校とも正解率が上がっている。国際学習到達度調査(PISA)での順位低下は、参加国が増えていることを考慮する必要がある。義務教育での学力低下の指摘は誤りであることを詳細な統計資料を提示して解説された。

また、教育費の増額が学力、特に応用力向上に効果を挙げていることを海外の事例で示し、受講者に自信と勇気を与えたことがアンケート結果に表れている。

講演2：食品照射が食糧の自給率向上や輸入食品の安全性向上に寄与している。現在53カ国で約230品目の食品に照射が行われているが、わが国では世界に先駆けて1972年、ジャガイモの発芽防止にガンマー線照射が認められて以降、社会的に同意が得られず、食品への照射は認められていない。このことに対し最近の研究成果を示し理解が得られるような働きかけが大切であることを述べられた。

実践報告：「ゆとり教育」「総合的な学習の時間」の趣旨が正しく理解されないまま縮小の方向で学習指導要領の改訂が進められている。正しい理解の下に指導すれば総合的・横断的な思考力によって自ら生きる力をもった人材を育成できる進の教育改革であったことを
原発は是か非かの討論を例にした「総合的な学習の時間」実践例を紹介し共感を得た。

実習2：「放射線測定器の自作と自然放射線の測定（希望者選択制）：高校生を対象に紙筒を使ったガイガー計数管を作成させた経験をもとに、半完成品を準備して組立させ、自然・放射線（カリ肥料、湯の華、室内の塵）を観測させた。検出管に印加する電圧は塩化ビニル管の摩擦静電気、検出数管が放射線を感知して放電する電波は小型携帯ラジオ、身の回りの品々で高感度放射線検出器が組み立てられることに驚きと感激が湧いた。

総括

アンケートに変化に富んだプログラムで勉強になった。放射線に対しての誤解が解けた、学んだことを授業で活かしたいなどの感想があり、全体に好評であった。

２．２００８年度実施計画

２００８年度セミナーは、次に示す企画で実施される予定である。

（１）　予定開催場所（括弧内は、開催地、開催日、世話人代表）

北海道地区（札幌市、７月２９日（火）、３０日(水)　佐藤正知）、東北地区（八戸市、１１月１５日（土）、関根勉）、北陸地区（能美市、１２月１６日（土）、横山明彦）関東・信越（１）（長野市、１０月１８日(土)、笠井篤）、関東・信越（２）（東京都・神奈川、１月１１日（日）、１２日(月)、黒杭清治）、静岡・山梨地区（磐田市、８月１８日（火）、奥野健二）、愛知・岐阜・三重地区（土岐市、８月６日（水）、森千鶴夫）、近畿地区（吹田市、１１月８日（土）、斉藤直）、中国・四国地区（広島市、１０月２５日（土）、砂屋敷忠）、九州・沖縄（佐賀市、１０月３１日（金）、工藤和彦）の１０地区

募集目標人数は各地区５０人を基準とし、全国合計５００人とする。参加者募集に当たってはできる限り早く各都道府県の教育委員会、市町村等の教育委員会ならびに高等学校、義務教育系のそれぞれの校長会にこのセミナーの趣旨、開催日、開催場所を説明し、協力と支援の要請を行う。

（２）　留意点

セミナーのプログラムの内容に「総合的な学習の時間」の授業の実施に直接役立つような教材か、大いに参考となるものを盛り込む。各地区のセミナーの特色を生かすこととし（２００７年度では、放射線の医療応用のテーマが好評）、全国１０地区のプログラムを画一的な内容とせずに、創意工夫なものとして充実させる。このためにも各地区のセミナー企画に際しては、地区世話人だけでなく現地の学校教職員等を含めてニーズ情報調査を検討すると共にこれまで行ってきたアンケート結果と、これに加えて世話人等からの情報提供により、できる限りマッチングさせたプログラムをつくる。また、十分な休憩時間を入れ全体的に時間のゆとりを持ったプログラムの作成に心掛ける。

講演に関しては、本セミナーの趣意から講演名とその内容をエネルギー・原子力・放射線・環境（環境のみのテーマについては、その内容に原子力及び放射線に関わるものを入れる。）とし、基礎的な問題あるいは文系と理系との境界領域にまたがる問題などの講演が「総合的な学習の時間」に役立つものと考えられる。しかし実際には、講師と教員との知識・意識、理系の教員と文系の教員との基本的な知識の格差、あるいは個人的な能力の相違、講演時間の不足などによりそのままセミナーを終了しているのが現状である。概括的な「総合的な学習の時間」の内容にとどまらず、総合学習の理念から教科間の連携などにより具体性を問題として重点を移し、総合的な学習の時間における実践のあり方や事例をまとめていくことが必要である。

実験に関しては、手製の簡単な測定器で自然放射線が観察できる実習は、理系教員に限らず、文系教員にも大変好評で各地区のセミナーでは、定番化している。なお、再受講者はごく少人数ではあるが、このような教員に対しては別の実験を用意する必要がある。

交流会あるいは意見交換会については、各地区の工夫によって好評であるが、現代的な風潮として集団的な行動を好まない人も多々あり、このような人に対しては、世話人、講師およびオブザーバーから積極的に話しにのるきっかけを作るなどの配慮が必要である。なお、交流会を行う場合は、少人数のグループに分けて実施すると効果的である。

その他、セミナーを実施するにあたって、資料を一冊としてまとめて配布するとか、パワーポイントの資料をＣＤとして配布（講演者の同意が必要）などが今後考える必要がある。

第３章　専門委員会の報告又は関係資料

この章では、現在活動しているいくつかの専門委員会のうち、「教育課程検討委員会」の活動についての報告のほか、「低レベル放射線の影響検討委員会」、「教科書記述調査委員会」、および「リスク問題検討委員会」に関する資料を収録した。

各専門委員会の活動状況の概要

（本資料は、現在活動を休止しているものを含めて、フォーラムが設立以来活動していた専門委員会の活動の概要を２００７年９月の静岡での第５１回放射化学討論会で報告したときに作成したものである。）

１．教育課程検討委員会（1998 年度に発足）

わが国の学校教育における現在の放射線教育・原子力教育は種々の事情で決して充分ではない。現状の改善には、小・中・高校の学習指導要領の中で、理科及びそのほかの科目で放射線・放射能・原子力の基礎に関する知識の教育にもっと高い位置づけを与え、児童・生徒の発育段階に応じた適切な教育カリキュラムを整備・構築する必要がある。本委員会はその内容について、国際的視野も考慮に入れてあるべき姿を検討している、本委員会の１年目の活動は、1998 年 12 月に開催された「放射線教育に関する国際シンポジウム」に合わせて、わが国の高校における放射線教育の実状を整理した。

２年目の活動は、JCO 事故を軸に進めた。委員を含めてかなり多くの高校教員が、授業でこの事故を取り上げ説明などを試みた。そして作業課題としては、このことについてのわかりやすい「Q&A」を作るという目標をたてた。

JCO の事故はあってはならない事故であるが、この事故がこれまで私たちが朧気に感じていた放射線教育の重要性を明確に意識させたことは事実である。

JCO の事故説明などで理科教員がまず扱ったことは、「放射線と放射能の違い」であったり、「放射線の測り方や線量の単位」であったり、「中性子線」などであった。しかし、生徒たちから出る質問は「放射線にあたった人はどうなるのか」、「病院に運ばれた人は大丈夫か」、「近くの農産物は食べてもよいのか」といった安全にかかわるものが圧倒的に多かった。このことは、事故後に中学生、高校生、大学生に行った同一質問への回答にも表れている。

第１にはっきりしたことは、生徒の疑問に適切に答える努力をしなければならないということである。こうなると「安全性について」の展開が必要になり、これにはどうしても前提となる事項がある（「放射線とは」、「線量を測る」、「放射線と人体」など）。

第２にはっきりしたことは、基礎的知識が未習であることを含みつつ、関心があることを学習させるにはどうしたらよいかを検討することである。

現在（2004 年３月）、生徒たちから 100 を超す質問を集めている。上記のことを念頭におきながら、これらの質問をどんな順序に配列し、そのように回答したら、放射線への関心を高め、放射線への理解を進めることができるかに絞って検討している。これから作成する資料は調査し検討した報告だけでなく、実際に学校で生徒あるいは教員が利用できる市販するに足るテキストを含むものとしたいと考えている。

２．実験教材検討委員会（1996 年度より活動）

小・中・高校の教育現場で安全に、確実に、低価格で、かつ高度の技術を必要としないで放射線実験（実習及び演示）を行なう方法の検討と開発を行っている。具体的な検討課題として、

① 低価格の測定器の開発、

② 安全で低価格の線源の開発，

③ パソコン計測の周辺機器およびソフトウェアーの開発、

④ 教育の現場で使える放射線実験に関する情報の収集と普及、

の４つを選び、このうち放射線実験の普及に関する事項、線源・測定器・霧箱の制作・コンピュータ利用などの検討が一応終了した。

委員会活動のまとめとして、「放射線実験テキスト」を完成させる予定である。テキストは、本委員会が編集委員会となり、高校の先生を主な読者と想定し、授業や課題研究に役立つものとするが、実験だけでなく放射線に関する基礎的事項も幅広く盛り込みたいと考えている。

３．教科書記述調査委員会

フォーラムの設立の時から、高等学校や中学校で使用されている教科書における原子力・放射線関係の記述に問題があることがわかった。すなわち、理科の教科書でも記述不十分で、明らかに科学的な誤りが少なくなく、また理科以外の科目では科学的な不正確さのみならず、例えばチェルノブイリ原子力発電所の事故などを過大に取り上げ、原子力の安全性に問題があるとして、原子力の推進に懐疑的な論調が目立っていた。このことが、1996 年と 1997 年にわれわれが文部省へ放射線教育の改善に関する要望書を提出するきっかけとなった。以来、学校で使用されているすべての科目、すべての出版社の教科書について、また毎年新たに発行されるものについて、原子力・放射線関係の事項で不正確・不的確な記述の箇所を詳しく具体的に指摘、その箇所はどのように記述するのがより正確であるかを示すこととした。その結果、最近の教科書では理科の教科書では科学的な誤りはかなり少なくなり、文系の科目の教科書では一時よりは大分良くなっている。しかしなお改善の余地がある。

４．リスク問題検討委員会（1997 年度に発足）

自然科学・技術の発展は現代の社会生活に種々の便益をもたらしているが、同時に何らかのリスク（望ましくない結果）をも必然的にもたらしている。便益に比べてリスクが大きすぎるときは、その技術は社会に受容されないことになる。この委員会は、とかくそのリスクを過大に考えられる放射線や原子力エネルギーの利用を含む、近代生活にともなう種々のリスクとそのベネフィットについて、できるだけ定量的・科学的に考察し、それを高等学校の

先生への指導書の形で学校および社会教育に提供することを目指している。

５．低レベル放射線影響をいかに理解し、教えるかの検討

これは放射線教育における最も重要な命題である。今日では、放射線・原子力の利用は市民生活になくてはならないものとなっているが、一般市民の間には放射線の人体影響について過度の不安感があり、放射線や原子力の恩恵を十分に享受できない原因となっている。市民の不安感は、原爆の被災体験や原子力関係の事故・トラブルの報道によるところが大きいといえるが、放射線防護の分野で、放射線による発がんや遺伝的影響のリスクが大線量から低線量まで「しきい値」のない直線的な比例関係にあると仮定していることが、一般には「放射線はどんなに少なくとも有害」と受け取られ、放射線に対する不安感を助長していることは確かである。

近年、放射線により傷ついた遺伝子ＤＮＡの修復、アポトーシスによる不良細胞の排除といった生体の防護機構や、「適応応答」などの知見が増すとともに
放射線業務従業者や高自然放射線地域に住む人々の疫学的調査のデータなども蓄積されている。本委員会は、これらの情報を収集し、一般環境や職場で遭遇する低レベル放射線の健康影響という観点から検討し、一般の方々が放射線を「正当に怖がる」ような教育に役立つ資料を作成することが目的である。

６．マスコミ報道調査委員会

一般にマスコミ報道は社会に及ぼす影響が大きいので、言論の自由とはいえ少なくとも科学的に不正確であって一般人をまどわすおそれのある報道に関しては、専門家がそれを指摘し、正しい事実を知らしめて報道を正しくするよう指導してやらねばならない。放射線にかかわるマスコミの報道には、学術的に見てその内容、すなわち使用するデータの解釈、データ処理の方法、論理の展開等に看過できないものが時として現れる。このような状況を監視し、検討の結果を適宜社会に向かって発信してゆくことは、本フォーラムに課せられている社会的責任の大きな柱であると考えている。これまでに、ＪＣＯ事故の際の新聞や週刊誌の報道で不正確な報道が多々あったのでこれを指摘し、学会などで発表した。また最近は劣化ウランの問題などでしばしば不適切な報道があるようである。劣化ウランについては現在そのデータを蓄積しており、これに関する正しい情報をどのような方法で社会に発信すべきかを検討している段階である。また、新聞報道ではないが、テレビの企画番組などで、原子力や放射線の危険性を著しく誇張しているなど不適切なものをしばしば見かけるので、その場合、何処が科学的に不正確かについて指摘することも行っている。

7．加速器利用・調査検討委員会

放射線が実際に利用さている事例をみると、多くの場合で、加速器が重要な役割を果たしています。自然界に存在する放射線は種類もエネルギーも限られ、いたるところにあるとはいうものの、存在量というか強度は極めて低いからです。われわれが放射線を利用するときは、まずは放射線を作る時からはじまります。それが加速器です。加速器利用の現状を調査し、その中から、100 ページ程度の報告書にまとめて、学校の授業にたずさわる教師が知っておくべき放射線の利用例と加速器の原理をわかりやすく解説した出版物を作るのがこの委員会の目標である。

8．医療系教育機関における放射線教育の実態調査専門委員会（1999 年度発足）

放射線・放射能（ラジオアイソトープ）は医療の分野で欠かすことのできないものになっており、その使用頻度も高まり、重要性は益々増大している。また、医師・看護士らが患者に対し、放射線の人体への影響について説明を求められる機会が多くなっている。

したがって、放射線に関する正しい知識を持った医療関係者の人材育成は急務であり、医学･薬学系大学における放射線教育のより一層の充実をのぞむ声が強いことはたしかである。また、最近の看護教育で放射線の項目が必修から外されるという改悪が行われた結果、学校によっては全然教育がされないところがあり、これも問題になっている。

本委員会は、上記のような背景に基づき、活動の第一歩として、医学・薬学・看護学系大学・短大あるいは専門学校における放射線教育に関する実態並びに放射線に対する意識をアンケートにより調査を行い、同時にその前段階での初等・中等教育においてどのような基礎的な知識が与えられるべきかを検討することとした。しかし、アンケートを実施して、現状の問題点がかなり把握され、その改善の必要がみとめられたのであるが、フォーラムの会員に医学系のスタッフが少ないので、更なる具体的な活動には今一歩力不足であり、この委員会活動は 2003 年から休止している。

平成20年(2008)3月

2007年度の教育課程検討委員会活動の記録

委員長　江田　稔

1. 設立趣旨

放射線は学校教育（初等中等教育）のいろいろな教科・科目で取り扱われており、一部では効果的な実験も発表されているが、大部分は取り扱いが断片的で、かける時間は少ない。また、放射線の重要性に反して、一般には怖い、危ないとの印象が定着している。

これらの現状を鑑み、誤った知識を是正し、市民としての素養に不可欠な放射線についての事項を、どのように学校教育の中に組み込むかを検討するため、1998年8月に設立され現在に至っている。

2.委員名簿(2007年度)

委員長	江田　稔	青森大学大学院教授
委　員	黒杭　清治	元芝浦工業大学教授
同	広井　禎	元筑波大学附属高等学校副校長
同	船田　優	千葉県立船橋法典高等学校教諭
同	矢田貝秀雄	文京学院大学女子中学校校長
同	三門　正吾	千葉大学高大連携企画室特任准教授
同	渡部　智博	立教新座中・高等学校教諭
相談役	飯利　雄一	広領域教育研究会代表幹事　元信州大学教授
同	松浦　辰男	本フォーラム事務局長　立教大学名誉教授

3．活動経過と成果

（1）前年度までの活動と成果

1998年度　委員長広井禎（2002年度まで）：小中高校生の放射線に関する知識・意識を調査し「第1回放射線教育に関する国際シンポウム」で講演した。

1999年度　9月に発生したJCO臨界事故に対する生徒（卒業生を含む）の疑問を集め、初年度の意識調査に加え、そこから放射線教育のあり方を検討。

2000年度　2年間の調査をもとに、小・中・高等学校における各教科・科目での放射線リテラシーとは何かを検討。

2001年度　放射線教育を「総合的な学習の時間」の中にどのように取り組むかを検討。

2002年度（財）科学技術振興財団主催「エネルギー・環境問題総合教育用地理情報データwebシステムの構築と活用」に協力。

2003年度　委員長黒杭清治(2006年度まで）委員会を3回開催し、以下の活動を行った。

1）放射線リテラシー育成資料作成のための基本資料収集。

2)三門委員自作の放射線測定器を南関東地区エネルギー・環境・放射線セミナーで実習する計画を立てた（2004年度のセミナーで実施し、以降も継続実施)。

2004年度　委員会を3回開催し、以下の活動を行った。

1）大学生、教員を対象に「放射線に対する知識・意識アンケートを行い、「教員のアンケート集計結果についての意見・感想を約 100 名の理科教員に再アンケートを行って 16 ページの報告書にまとめた。

2）放射線モジュラー教材に適する実験等を検討した。自作放射線測定機器による実験を平成16年度南関東地区エネルギー・環境・放射線セミナー」で演示実験（平成17年3月5日実施）実施。大変好評であったので当分の間毎年実施することになった。

2005年度：①「児童・生徒の発達段階別・項目別放射能・放射線リテラシー育成のための

計画案」及び、②「教員の放射能・放射線リテラシー向上のための資料集（序章、及び５章構成)」を作成する計画を立て、**Ⅰ章　放射能・放射線用語の基礎知識　Ⅲ章**　誤解しやすい**原子力・放射能・放射線の知識「Q＆A」を完成させて報告書に掲載した。**
2006年度：前年度までに作成した資料を学習指導要領改訂に際して参考にしてもらいたいと考え、文部科学省に提出した。また、資料集は教員野資質向上ではなく、資質を持っている教員が児童・生徒を指導するための資料であることを明確にするため、タイトルを**「児童・生徒の放射能・放射線リテラシー育成のための指導資料集」**と変更し、以下のように４章構成にして、**はじめに**、及び**第１章**を完成させて報告書に掲載した。

はじめに（2006年度報告書に掲載）
第１章　原子力・放射線について小・中・高校生が卒業時までに身に付けてもらいたい知識（2006年度報告書に掲載）
第２章　放射線・放射線用語の基礎知識（2005年度報告書に掲載）
第３章　放射線教育のための教員用Ｑ＆Ａ（20056年度報告書に掲載）
第４章　理科教員のための放射能・放射線モジュール教材（未完）

（２）2007年度の活動

昨年度報告した『児童･生徒の放射能･放射線リテラシー育成のための指導資料集』の『第１章　原子力・放射線について小・中・高校生が卒業時までに身に付けてもらいたい知識』は「学習指導要領解説」の形式に合わせて作成したものであるが、これをそのまま「放射能・放射線・原子力を授業に取り入れたいと思っている教員」に示した場合、どのように授業の中に組み入れたらよいか迷うことのないように、ア．実際に活用されるような授業展開例の作成と紹介　イ．図書やインターネットで公表されている資料の検索法の紹介を目標にして活動した。

＜参考資料＞　作年度本検討委員会が選定、報告した小･中･高校生の放射線リテラシー
（1部抜粋･1部再改定）

放射線リテラシー①
小学生が卒業時までにもってもらいたい放射能・放射線の知識

ア．放射能は自然界にある。 イ．放射線は役立てられている。 ウ．原子力は発電に使われる。

（内容の取り扱い）

アでは、放射能は地球が誕生したときから紫外線などと同様に自然にあったことを理解させる。イでは、放射線にはものを通す力や、ものの性質を変える力のあることを利用して役立てられていることに気づかせる。ウは「イ．利用」の１部であるが、エネルギー源としての利用であるから項目を独立させた。日本の電気は、およそ３分の１を原子力によって発電することによってバランスを保っていることを理解させる。

放射線リテラシー②
中学生が卒業時までにもってもらいたい放射能・放射線の知識

ア．放射線は人為的に発生させることができる。 イ．放射線は医療、工業、農業などで広く人類の福祉に役立てられている。 ウ．原子力発電はエネルギーの安定供給に役立てられている。

（内容の取り扱い）

ア．では、利用する放射線を自然放射能から得るほか、人為的に発生させて使っている。X線も人為的に発生させているが、最初は偶然発見されたという歴史にも触れる。イ．では、放射線が医療のほか、身の回りの工業製品や農産物に利用されていることに気づかせる。ウ．では火力、水力などのほか、原子力発電を加えなければ、わが国のエネルギー需要を賄えないことを理解させる。

放射線リテラシー③
高校生※が卒業時までにもってもらいたい放射能・放射線の知識指導例

※：物理選択者を除く

ア．放射能と放射線 イ．放射線の利用 ウ．放射線の身体への影響

（内容の取り扱い）

ア．では放射能と放射線の用語の意味を理解させる。イ．では放射線の利用が医療・産業・農業ばかりか電力、運輸、宇宙探査に至るまで、現代生活に欠くことのできないものであることを理解させる。また、放射線を利用しない場合、どのような生活になるかを討論させるのも１つの方法である。ウ．では医療などで使われる放射線が身体にどのように影響するかが考えられるようにし、どのように管理されているのかを理解させる。

上記放射線リテラシー指導を具現化するための資料

１．紹介された指導展開例（自作、及び一部改作）：「同位体」、「放射線（測定実験を含む）」など。

２．選定されたWebサイトのアドレス

第１章　放射線について小・中・高校生が卒業時までに身につけてもらいたい知識」の末尾に、**＜資料＞「放射線リテラシーを育成するために適した資料が得られるwebサイト集」**として掲載する。内容については指定学年に捉われず中学生向きになるよう検討する。

放射線リテラシーを指導するために適したWebサイト
小学校

指導学年	教科・科目	ＵＲＬ	サイト名・提供団体名・授業題名等
４年生	総合的な学習の時間	http://www.fepc.or.jp/edu/jirei/04/index.html	電気事業連合会エネルギー教育実践事例集「放射線って何？」
５年生	総合的な学習の時間	http://www.fepc.or.jp/edu/jirei/04/index.html	同上「発電の仕組み（水力・火力・原子力）」
５年生	総合的な学習の時間	http://www.fepc.or.jp/edu/jirei/04/index.html	同上「水力・火力・原子力のベストミックス」
５年生	総合的な学習の時間	http://www.atomin.gr.jp/servlet/website/WD1Servlet	あとみん　実践事例・指導計画
６年生	総合的な学習の時間	http://www.fepc.or.jp/edu/jirei/04/index.html	電事連同上「資源を繰り返し使える原子力発電」
６年生	総合的な学習の時間	http://www.fepc.or.jp/edu/jirei/01/	同上　誰でも「放射線の授業ができる」
３・６年	総合的な学習の時間	http://www.atomin.gr.jp/servlet/website/WD0Servlet	あとみん　実践事例・指導計画

中学校

指導学年	教科・科目	URL	サイト名・提供団体名・授業題名等
1年生	総合的な学習の時間	http://www.fepc.or.jp/edu/jirei/01/	電事連同上　ウランの研究を続けるべきだ
3年生	理科	http://www.fepc.or.jp/edu/jirei/01/	同上　身の回りの放射線にビックリ
2・3年	理科・選択理科	http://www.atomin.gr.jp/servlet/website/WD0Servlet	あとみん　実践事例・指導計画

高等学校

学年	教科・科目	URL	サイト名・提供団体名等
1～3年	地学Ⅰ 生物Ⅱ	http://www.atomin.gr.jp/atomin/high_sch/practice_teach/index.html	あとみん　実践事例・指導計画
1年	生物Ⅰ	http://www.atomin.gr.jp/website/sample/case/case_99.html	あとみん　実践事例・指導計画

その他

●放射線 web，科学技術館

http://hoshasen.jsf.or.jp/

http://hoshasen.jsf.or.jp/jirei/index.htm

●エネルギー・環境問題総合教育用地理情報データ web システムの構築と活用

http://www.cec.or.jp/00e2/books/H12/2/kyoudou/energy/index.html

3．「放射線リテラシー指導資料」を放射線教育フォーラムのホームページでPR

『児童・生徒の放射線リテラシー育成のための指導資料集』は 30 ページ程度にまとめることが決まっているが予算がなく印刷の目途が立たないので、放射線教育フォーラムのホームページ（現在改築中）に掲載して PR することになった。

4．2008 年度の活動計画を作成

文部科学省より 2008 年 2 月 15 日に中学校学習指導要領改定案が公表された。その内容、及び、内容の取り扱いのうち、原子力・放射線に関する部分は下記の通りである。

中学 3 年理科　第 1 分野　2．内容(7)科学技術と人間

> ア(イ)エネルギー資源
> 人間は水力、火力、原子力などからエネルギーを得ていることを知るとともに、エネルギーの有効な利用が大切であることを認識すること。
> 3．内容の取り扱い　内容の(7)については、次の通り取り扱うものとする。
> イ．アの(イ) については放射線の性質と利用にも触れること

4-1．この文部科学省案に沿った授業展開例（3 時間分）を作成し、文京学院大学女子中学の 3 年理科授業で実践し、その成果を平成 20 年度関東・信越地区(2)エネルギー・環境・放射線セミナー（2009 年 1 月 11 日）で書き表題で報告する。

実践報告「中学 3 年理科新学習指導要領に沿った放射線教育の先行的試行」(仮題)

4-2．上記授業展開例作成のために、どのような教材、資料が作成（あるいは集め）られ、どのように授業展開が構成できるかを検討してまとめ、できるだけ早い機会に教科書出版会社に参考資料として提供する。

（記録記述・文責　委員長代理　黒杭　清治）

科学者の「信念」と「科学的真実」の相違

低レベル放射線の生体影響に関する検討委員会

1．はじめに

現在、わが国をはじめ各国が放射線の安全規制のよりどころとしている国際放射線防護委員会（ICRP）の 1990 年勧告（Publication 60）は、放射線によって生じた遺伝子 DNA の傷の修復は 100％ではないので、「どんなに放射線の量が少なくても、がんの発生や遺伝的な障害が起きる」という仮説に基づき、次の 3 原則からなる放射線防護の体系を勧告しています。すなわち、

① 放射線を伴う行為の正当化（正味でプラスの利益がなければならない）

② 放射線防護の最適化（被ばくは、合理的に達成できる限り低くしなければならない）

③ 被ばく線量の制限（作業者、公衆は、それぞれの線量限度をこえてはならない）

上記の仮説と原則は、放射線の規制、管理にとって有効に機能してまいりましたが、反面、放射線に対する過度の不安感を助長してきたと考えられます。

2．ICRP の新しい勧告

2007 年の年末に刊行された ICRP の新しい勧告（Publication 103）は、前述の仮説および 3 原則を堅持しました。すなわち、**放射線防護の目的**のために、低線量域（約 100 mSv 未満）で、発がんあるいは遺伝的影響が線量の増加に比例して上昇すると仮定することは科学的にもっともらしい（plausible）と判断し、**直線しきい値なし（LNT）モデル**を引き続き採用するとしています。この見解は、国連科学委員会（UNSCEAR）の 2000 年報告および米国科学アカデミーの BEIR VII 委員会報告（2006 年）と同じだが、フランス科学アカデミーの報告（2005 年）は、放射線によるがんリスクには実際的なしきい値があると反論している、とも述べています。ただ、ICRP も、低線量での健康影響に不確かさがあることを認め、一人ひとりの些細な被ばくを大きな集団について合計した集団線量（人・シーベルト）をもとに、がん死亡数の予測を行うことは不適切であると、今回、注意を喚起していることは、注目に値します。

放射線による確率的影響の再評価の結果、遺伝的な影響の評価値は、1990 年勧告の値の 7 分の 1 程度にまで減少しましたが、がんと合わせたリスク係数の減少はわずかなので、作業者や一般公衆に対する線量限度は変更されませんでした。

3．科学者の「信念」の調査例

オクラホマ大学とジョージア工科大学の政策科学者グループが、興味深い調査結果を Risk Analysis 誌の 2007 年 6 月号（Vol. 27, No. 3, 755-768, 2007）に発表しました。

放射線による発がんリスクの線量・反応関係についてのアンケート調査の結果ですが、原子力推進側と見られる米国連邦原子力研究所（4 施設）の職員および米国の反核運動の中心団体 UCS（Union of Concerned Scientists、憂慮する科学者同盟）の Action Network 会員（80,000 名）から抽出した博士号または修士号を持つ科学・技術者（研究所 872 名、UCS865 名）の回答を解析しています。回答者はどちらも男性が大部分（約 80％）ですが、研究所は、物理・工学系が大

部分で、UCS は大半が物理・生命科学系という違いはありました。

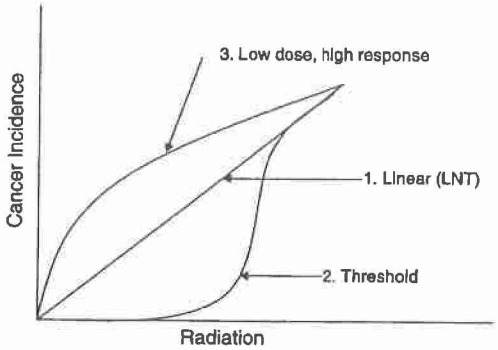
（1）アンケートの内容

放射線発がんの線量・応答関係として、「最も正しいと思うモデル」と「安全基準設定に適切なモデル」とを、つぎの 3 種類から選択させています。

①LNT（直線しきい値なし）モデル

②Threshold(しきい値)モデル

③Superlinear（低線量/高応答）モデル



（2）アンケート調査の結果（一部）

1）Threshold モデルを最も正しいモデルとした者の割合：

研究所；70.2 %、UCS； 47.7 %

2）LNT モデルを安全基準設定に適切なモデルとした者の割合：

研究所；43.2 %、UCS； 36.2 %

3）Superlinear モデルを安全基準設定に適切なモデルとした者の割合：

研究所；17.2 %、UCS；35.7 %

また、Threshold モデルが正しいと思っている者（全体の 59.1 %）の半数以上の者は、基準設定には Threshold モデルでなく（Threshold は、20.9 %）、厳しい側の LNT モデル（24.7 %）か Superlinear モデル（9.5 %）を選択しました。

以上の調査結果から、原子力推進、反対の立場によらず、予防的（precautionary）傾向が普遍的（pervasive）であることがわかります。

4．放射線教育の今後の方向

前掲の調査結果が示唆するように、放射線を規制する立場での考え方「しきい値なし直線仮説」は、科学者の「信念」のようなものであり、低レベル放射線の健康影響の実際（科学的真実）を反映したものではないこと、現実には、生活環境や職場で遭遇する低レベルの放射線被ばくに対しては、生体の防御機構によって有害な健康影響の発生が抑制されているということを、一般の人たちに広く理解していただくための情報提供が必要であります。

（文責）金子正人

高校公民科教科書等における エネルギー･原子力関係の記述の調査及び考察

○田中　隆一、 松浦　辰男　（NPO法人放射線教育フォーラム）

キーワード： 高校教科書、現代社会、政治経済、地理、エネルギー、原子力、教科書検定

1．はじめに

中学･高校の教科書におけるエネルギー･原子力に関する記述については、科学的に不正確な記述は減少しつつある。平成18-21年度用の中学校教科書として検定申請された多数の教科書について新エネルギー源の短所も併記を促す修正意見が付された結果、原子力のリスクを一方的に強調するような記述の偏りは部分的に改善が進んだ。しかし、社会科教科書におけるエネルギー問題の記述量は環境問題に比べて極端に少なく、その少ないエネルギー問題の記述内容さえも、環境への適合性の視点に偏り過ぎており，その結果、エネルギー安定供給･確保の視点が看過されているという傾向は従来と変わりない[1)]。

今回は高校公民科（「現代社会」、「政治経済」）及び「地理」の教科書について、19年度から使用する教科書の傾向を中心に、旧版との対比や教科書検定意見等も含めて調査及び考察した結果も含めて報告する。

2．調査の視点及び対象

記述内容の客観性を評価する尺度には二つある。一つは正確、適切さであり、科学技術的及び社会的な事実がその対象となる。一方、社会的な問題を対象とする場合の評価尺度は、偏りがないこと、つまり、公正・中立なことであるが、これについて具体的な基準があるわけではない。

偏りのない客観性の目安には、社会科教科書の場合、バランスのとれた内容、通説や先入観による偏向の排除、公民・国民としての良識などが挙げられる。エネルギー問題に関するバランスのとれた知識の普及には、エネルギー安定供給･確保（エネルギー安全保障、自給率向上等）及び環境への適合性（エネルギー消費、地球温暖化防止、廃棄物・再生対策等）の視点が必要であるが、それらに加えて、市場経済性（消費者の利益、市場自由化等）の視点が記述に取り入れることが望ましいと考える。これらは、エネルギー政策基本法に謳われている三本柱であるというだけでなく、改正教育基本法において義務教育の根幹とされる「国家及び社会の形成者として必要とされる基本的な資質」を構成するものと考える。

以上の考え方に立って、19年度から使用する新版の「現代社会」(10社)、「政治経済」(6社)及び「地理A、B」(3社)、並びに、18年度まで使用した 旧版「現代社会」(10社)「政治経済」(6社)及び「地理A、B」(10社)の教科書を中心に記述の傾向を調査し考察した。

3．調査結果及び考察

記述量の新旧比較　19年度から使用開始した新版の「現代社会」、「政治経済」及びそれらに対応する旧版について、エネルギー、環境、食料・農業問題の各分野の頁数で表した記述量及び原子力施設事故の掲載写真数の平均値を表1に示す。記述が同一書で2箇所以上にわたる場合はその合計

頁数とした。

「現代社会」、「政治経済」の両教科書とも「環境」に関わる記述量が圧倒的に多く、「現代社会」では「エネルギー」の約2倍、「政治経済」では約4倍である。一方、「食料・農業」は「現代社会」では「エネルギー」の1/3あるいは1/4であるが、「政治経済」では約2倍であるが、この大きな差異は学習指導要領における扱いの違いに因るものと考えられる。「エネルギー」についての新旧比較では、「現代社会」では横ばいであるが、「政治経済」では新版で増えている。「エネルギー」の記述量は、中学校の「公民」、「地理」と比べると、高校の「現代社会」では多く、「政治経済」では逆に少ない。

記述内容の傾向　新旧教科書の記述内容に関する全体的な傾向は、特にエネルギー問題の記述が環境への適合性の視点に偏り過ぎていることをはじめとして、中学校の社会科教科書の調査結果とほぼ同様であるが、高校のほうが偏りの幅のばらつきが大きく、かつ、全体として偏りの程度も大きいという印象を受けた。

表1　高校公民科教科書記述量等の新旧比較

（旧版：18年度まで使用、新版：19年度から使用）

「現代社会」の平均ページ数
（新旧比較可能な10社を対象）

	旧版	新版
エネルギー	4.5	4.6
環境	8.2	8.5
食料・農業	1.1	1.6
事故写真数	1.0	0.8

「政治・経済」の平均頁数等
（新旧比較可能な6社を対象）

	旧版	新版
エネルギー	1.0	1.4
環境	4.8	4.9
食料・農業	2.5	2.8
事故写真数	0.5	1.2

「現代社会」では、教科書の冒頭に「現代に生きる私たちの課題」として環境問題と並んでエネルギー問題が必ず扱われており、内容は中学校よりも豊富である。しかし、風力、燃料電池等の新エネルギーへの期待を前面に出した扱いや原子力を危険視するステロタイプ化された扱いが依然として大きく占めており、近年のエネルギー資源争奪の動きを背景としたわが国の安定供給・確保の問題はほとんど無視されている。

「政治経済」では、環境や食料の問題のように学習指導要領の中で明確に扱われていないため、教科書によってその扱いはまちまちであり、エネルギー問題を全く取り上げていない教科書もある。また、環境問題のテーマの一部分として扱われている例も見られる。記述内容の傾向は「現代社会」と同様である。

地理歴史科の「地理」は地域性を踏まえた地理的な諸課題の考察に重点をおいているため、エネルギー問題の記述量は他教科書より概して多い。しかし、世界地理的な関心が優先するため、記述量が多い割には、国民生活の観点からのエネルギー問題の理解へとは繋がらない傾向が見られる。それ以外の点では、「地理」の傾向は公民科と変わらない。地理歴史科では、過去においてエネルギー問題がアキレス腱となり、わが国が大きな苦難を経験した歴史的事実を生徒が学べるように、歴史教科書等の記述を改善していくべきである。

19年検定について　平成19年の高校公民科教科書検定における指摘対象は新エネルギー及び原

子力分野に集中した。18年の中学校教科書検定と同様に、新エネルギーの記述に対する主な指摘事由は、普及のために克服すべき課題が存在しないと誤解されるおそれがあること、および新エネルギーの課題に比べて実用化や普及の動きを強調し過ぎることである。これらの検定意見の結果、新エネルギーについては7件の記述が修正された。また、原子力の記述についても11件の検定意見が出された。その多くに共通することは、「明らかに間違いとは言えないが誤解を招くおそれがある」と婉曲的に指摘したことである。記述の偏りについては、記述の正確さの場合と異なり、それを正していくのは容易ではない。バランスのとれた内容であるとともに、通説や先入観を排除した高いレベルの客観性を目指す改善が今後も継続してなされるべきである。

4．まとめ

環境への適合性の偏重や原子力についての否定的記述などの偏りは中学校教科書と同様な傾向を示すが、偏りの程度は全体として中学校よりも大きい。エネルギー問題の記述量は、「現代社会」では中学校「公民」と比べて多い傾向にあるが、「政治経済」では少ない傾向にある。ただし、「政治経済」では新版で増加する傾向が見られた。原子力事故の写真掲載は19年新版で増える傾向にあり、18年度新版の中学校教科書での急減とは異なる傾向を示した。誤解の温床となる新エネルギーや原子力に関する通説や先入観にも検定の目が向けられ始めた。しかし、積極的な原子力政策に変更したわが国及び欧米諸国の近年の動きは、18年度新版の中学校社会科教科書と同様に、19年度新版の記述にも全く反映されなかった。

記述の偏りを改善するためには、エネルギー資源の不確実性という状況における世界的なエネルギー需要の増大、国民生活から見たエネルギー供給の対外依存問題、わが国特有のエネルギー事情のもとでの原子力の役割と実績などを記述に積極的に取り入れるように強く要望するべきである。

終わりに、本調査研究を通して調査対象の資料閲覧に便宜をはかっていただいた科学新聞社に感謝する。

参考文献

1） 田中、松浦：日本エネルギー環境教育学会第1回全国大会論文集　p103（2006）

中学校、高等学校で扱われるべきリスクに関する教育について

Risk Education to Be Conducted in Junior and Senior High Schools

NPO 法人放射線教育フォーラム　○田中隆一　河村正一　松浦辰男

Ryuichi TANAKA　Shoichi KAWAMURA　Tatsuo MATSUURA

原子力を含めて社会的に広い視野で捉えたリスクが学校教育で扱われるべきであるという考えに立って、リスク学習で何を学ぶべきか、およびそれに欠かせない教材である放射線リスク等の扱いについて検討した。

キイワード：リスク教育、中学校、高等学校、学習指導要領、原子力、放射線、リスクリテラシー

1．緒言　原子力･放射線の社会的問題の背景には人々のリスク認知が客観的な認識に基づいていないという問題がある。「科学技術と社会」のテーマには安全･安心、リスク、倫理等の視点があるが、このうち学校教育で扱われていないのは、理科教育とも関係が深いリスクである。ただし、防災･防犯に関する安全教育、技術家庭科の食育、保健体育科の健康教育等では個人や社会のリスクを実質的に扱われており、リスク理解へ導ける基盤はある。原子力に限らず、社会的な広い視野で捉えたリスクが学校教育で扱われるべきであると考える。

総合的な学習に例示された環境、福祉、人権、国際理解等のテーマは、わが国の教育現場では当たり障りのない形骸化した理想論に陥る傾向があり、「生きる力」を育むリアリティに欠ける。現在進行中の新しい学習指導要領の審議では、「持続可能な社会」という新しい視点から、社会科では公共的な事柄に主体的に参画する資質･能力の育成、理科では総合的な判断力、技術･家庭科では技術と社会･環境のかかわりが重視されている。「リスク」は 確定解がない社会的問題に、多面的な視点で向き合うことによって、判断力、課題解決力、実践的な態度を養うのに相応しいテーマであると考える。また、日常生活の文脈で知識を活用する力、情報の分析･考察力、要素還元ではなくシステムとして見る力など、わが国に欠ける PISA 型学力の育成にも役立つ。

2．リスク学習で何を学ぶべきか　三菱総研の柴田高広氏[1]は、リスクを正しく認識し、適切に対応する能力としてのリスクリテラシーを定義している。リスクには個人リスクと組織(社会)リスクがあり、リテラシーも個人と組織では異なる。学校教育の目的は両リスクについて個人のリテラシーを涵養することである。科学技術と社会の関係におけるリスクの基本理解に必要な枠組みとして、リスクの概念、認知、評価、および管理[2]を生徒の発達段階に応じて理解させるとともに、化学物質、食品･医薬品、環境、放射線などの主要な個別リスク、ゼロリスク、リスク･便益の関係、トレードオフなどの共通概念、さらには、不確実性、予防原則などの抽象的な上位概念を、できるなら高校卒業までに学習させるべきではないかと考える。

3．リスク教育における「放射線」、「原子力」の位置づけ　リスク教育の基本は、客観認識、つまり科学技術の正しい理解にある。「放射線」は「化学物質」とともに科学技術のリスクを代表する。化学物質のリスクは物質の種類に依存するが、放射線のリスクは放射線の種類に依らない線量という共通尺度によって評価できる。薬物や食品添加物の摂取における用量と作用の関係と同様な線量と影響の関係を通して、リスクをものでなく量によって理解するのに適した教材を「放射線」は提供できる。線量や影響の分かりやすい理解のための工夫が課題である。これとは別に、専門家が扱うリスクの定量的な捉え方として、「望ましくない事象が発生する確率」があり、科学的に評価可能な原子力発電の安全目標としても提案されている。このリスク概念は複雑な技術システムや放射線の人体影響を総合的に評価した結果であるが、科学技術論に収まらない様々な社会的要因の問題を残す。学校で涵養されるべきリスクリテラシーは、こうした多角的なリスク認識の裾野となるような知識と能力であり、基本は安全に隔離されすぎない環境でリスクに向き合う力を養うことであると考える。

1) 柴田高広：研究ノート「豊かな社会のために求められる新しい視点」(三菱総研、2006)

2) 河村正一：「21 世紀の原子力・放射線問題」p.55(放射線教育フォーラム、2002 年 11 月)

第４章　勉強会・セミナー・その他の資料

この章では、本年度セミナーにおける有馬先生のご講演テキストの一部、および本年度および今後のフォーラムの活動に関連する資料を収録した。

日本の教育の現状と課題

有馬朗人

1 教育の目的

最初に「教育の目的」を考えてみたい(**図表 1**)。教育の目的は、簡単にこうだというふうに言うことができない。戦前であれば当然国のためにということが最初に来るのだが、現在は民主主義の世の中であり、国民一人ひとりの幸福のために、人類一人ひとりの幸福のためにということが、まず最初に来るのであろう。その一人ひとりが一生を幸福だと思えるように、特に初中教育においては十分な基礎を教育しておく、そしてまた体力、そして人間として生きていく上での倫理観というものをしっかり教育をしておくことが必要であり、そのことが結局一人ひとりの幸福につながっていくのだと思う。それと同時に、生涯学習ということがここに登場してくる。

2番目の目的は、自分が生活している国や、自治体や自分の家を愛し、その文化や伝統を愛する気持ちの育成である。そして人類全体、国や周辺社会へ貢献しようとする気持ちを育てることである。

3 番目の目的は、国全体、あるいは自治体、地域社会全体を向上させるということになる。その向上を一番簡単に達成するのは、平均水準を高めるということである。この平均水準の向上という点では、日本は大変すぐれた国である。江戸時代の寺子屋時代から、読み書きそろばんということにおいて、日本の国民は大変強かったが、明治以降の日本の教育政策によって、平均水準は世界的に随分高かったと思う。その平均水準が高いということを最も端的に示すのは、世界の識字率、それを 100%から引くと、非識字率になるが、この非識字率の数字を、我々は大いに誇りに思っていいと思う。日本人は 1000 人のうち 2 人しか字が読めない人はいない。今この調査をすれば、多分、1000 人に 1 人ぐらいしか字が読めない人がいないのではないか(**図表2**)。お隣の中国では、1995 年において依然として 1000 人中 185 人の人が字が読めない、あるいは,古代より先進国の 1 つに入っているエジプトでも、1995 年において 1000 人中 500 人近く、2 人に 1 人は字が読めない。アフリカの諸国は字が読める人がせいぜい 30%という国がたくさんある。こういうことを見て分かるように、日本という国では、字が読める人々が大勢いる。このように平均水準の向上ということが、国として教育を考えるときに極めて重要なものである。

国名	年次	%	国名	年次	%
日本	1990	0.2	ブラジル	1995	17
韓国	1995	2	ペルー	1995	11
シンガポール	1995	8.9	イタリア	1995	1.9
タイ	1995	6.2	スペイン	1995	2.9
中国	1995	19	ハンガリー	1995	0.8
アメリカ	1979	0.5	エジプト	1995	49
カナダ	1986	3.4	南アフリカ	1995	18
メキシコ	1995	10	旧ソ連	1989	2
アルゼンチン	1995	3.8	ロシア	1995	0.5

図表2 各国の非識字率

さて、戦後我々が意識的に強調しなかったことがある。それは指導者、エリートの教育ということである。私の主観を1つ言えば、平均水準が高いだけではだめだということである。やはり社会には指導者がいなければならない。このことを我々は戦後ずっと遠慮していたと思う。そのくせ、10 月になると、「なぜ日本はノーベル賞をもらえないのですか」ということを、マスコミはいう。ノーベル賞をもらえるような科学者というのは、指導者であり、エリートだ。そういうものを育てないという風土がある中では、ノーベル賞は出てこない。日本にはエリートや指導者を養成するのはよくないというふうな雰囲気が今まであったと思う。21世紀の日本が生き延びていくためには、平均水準を上げ、かついろいろな分野ですぐれた指導者を養成していかなければならないと思う。そして平均水準も高く、しかも指導者、特に科学や技術の指導者を養成して、そして初めて世界に貢献することができると私は思っている。いずれにしても教育というのは非常に難しいものである。

1−1　一人ひとりの幸福のために
- 倫理観
- 基礎基本の知力と体力
- 知力を軽視してはいけない

1−2　使命感の養成
- 世界への貢献
- その前にまず自分の周辺への貢献
- 公と自己の共生

1−3　集団の向上のために
- 国や県など地方自治体の住民の全体の質の向上のために

1−4　平均水準の向上と傑出した人物の育成

図表1 教育の目的

2　日本の教育の現状と問題

このごろ、論議の的になっている問題として、日本の子どもたちの学力が低下したという議論がよく行われている。そしてその理由として、中央教育審議会や旧文部省、及び現文部科学省が進めてきた「ゆとり教育」という方針がいけないのだという意見がある。あとでこれは本当かということを議論してみたい。そういうふうに学力を中心にこのごろ議論が進む一方で、他方、「心の教育」というような、特に凶悪な犯罪を子どもたちが犯すという問題について、社会全体が心配している。また「知・徳・体」とよく言われるこの「体」、体力・運動力はどうかということもまた問題である**(図表3)**。最近の子供達の体力の低下を示すデータを**図表4**に示す。

図表3　教育の質の向上

学力・知力	知	生きる力
体力	体	生きる力
倫理力	徳	生きる力
精神力	忍耐力、努力	心の教育
	社会への貢献	心の教育
	志を持つ	心の教育

		昭和60年	平成17年
50m走(秒)	男子	7.267	.28
	女子	8.759	.03
持久走1,500m(秒)	男子	357.33	380.78
	女子	289.52	315.61
ハンドボール投げ(m)	男子	28.88	27.47
	女子	16.77	14.77
握力(kg)	男子	46.13	43.77
	女子	29.47	27.04

図表4　若者の運動能力(17歳)

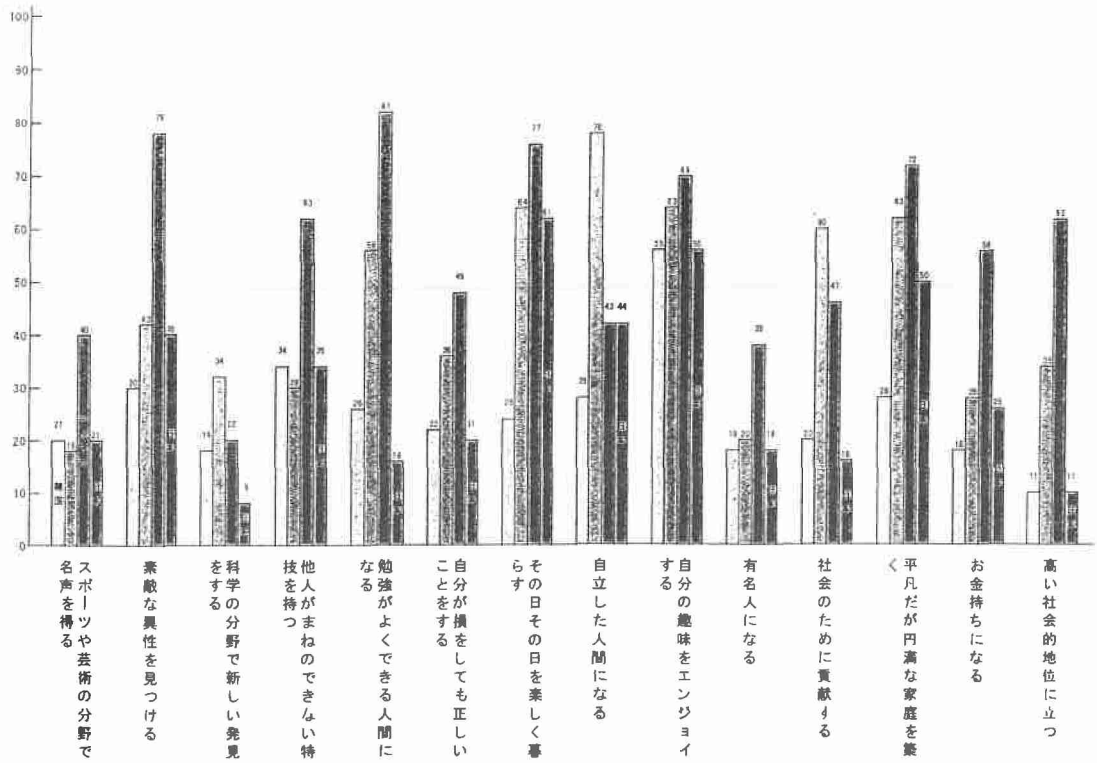
今からこの3つの「知・徳・体」を中心に分析を進める。中教審時代に私たちがまとめた「心の教育」も含め、学力も含め、全体について現在文部科学省では「生きる力」ということを提唱していて、さまざまな施策を試みている。「生きる力」というのは一体全体何かというと、まず「知・徳・体」の「知」に対応するところは、「自分で課題を見つけ、みずから学び、みずから考え、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する能力」である。要するに、基礎・基本を勉強した上で、自分で課題を見つけて、そして自分で問題を解いていく力を養う、これがないと応用がきかないことになるので、基礎・基本をよく教えた上で、こういうふうにしつけていく、こういう方向に教育を進めていくことが必要であろうと思う。

次に「徳」については、「自らを律しつつ、他人と協調し、他人を思いやる心や感動する心など、豊かな人間性」ということである。そして「体」の部分は、「たくましく生きるための健康と体力」であると。

しかし、最近気付いたことであるが、「徳」の部分をもう一度見ると、「自らを律しつつ、他人と協調し,他人を思いやる心」、この他人と協調し、他人を思いやる心というところが非常に強調されている。しかし問題は、今から示すようなデータに基づいて、子どもたちにもっと目標を与えなければいけない、もっと「志」を高くする方向に持っていかなければならない。精神力ということ、これも戦後大変嫌われた言葉であり、あるいは今も嫌われている言葉であるが、精神力、努力をするとか、忍耐する力を子どものうちに訓練する、こういうことが必要な時代が来たと、私は思っている。

「生きる力」の中では、忍耐力とか努力ということは、それほど強調しなかったけれども、私はもう一度この問題を考えてみなければならないと思っている。特に私が「志」ということを非常に気にし始めたのは、高等学校、中学校、両方あるのだが、ここには中学校の子どもたち、「あなた方の人生目標はどういうものと考えているか」という調査をした結果**(図表5)**を示すが、それを見たときであった。私は科学の分野で新しい発見をするなどということに対して、子どもたちが大いに希望を持ってくれるかと思っていたのだが、韓国が 19%、中国が 34%、アメリカが 22%の子どもがこういう希望を持っているのに、日本はわずかに 9%ぐらい。これではノーベル賞は出ない。もっと子どものうちから、自然科学で何か発見しようというような気持を持ってくれなければいけない。

一番多く、60%もの日本の子どもたちがそうしたいと言ったのは、何と「その日その日を楽しく暮らす」だ。もちろんアメリカもこれが多いが、日本はこれだけが突出している。是非先生方には、子どもたちに何か、崇高とは言わないけれども、高い志、高い人生目標を持たせるよう努力をしてほしい。アフリカで大変多くの子どもたちが飢えて死んでいく、「その人たちを救う」でもいい、「人類から食糧不足をなくそう」という努力でもいい、「環境をより一層良くしよう」というのでもいい、「人類に役立とう」というのでもいい。そういうもっとすぐれた目標を子どもたちが立てるように、教育をしていただきたいと思う。



図表5　人生目標(中学生)　「とてもそう思う」

3　初等・中等教育段階の学力問題

3－1　学力調査の必要性

小学校・中学校・高等学校の子どもたちの学力は、本当に下がったのであろうか。学力調査によるデータによって考えてみる。

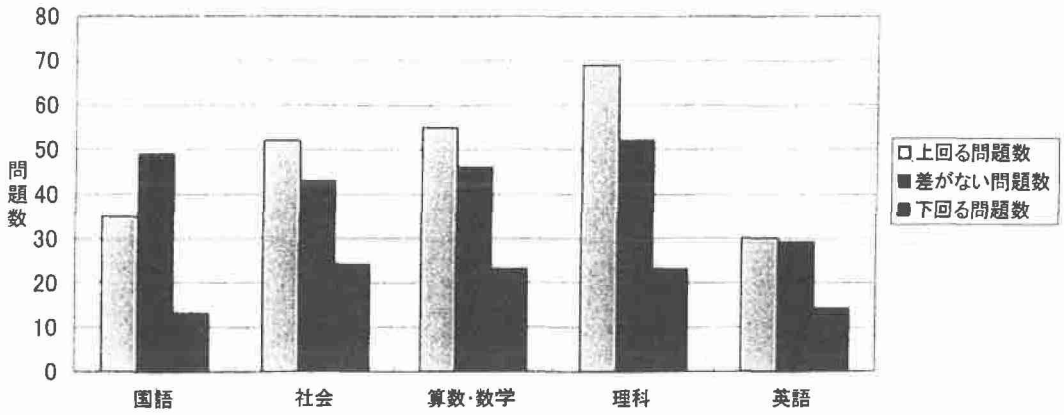
平成14年4月より導入された学校完全週5日制及び新学習指導要領のため、初等中等教育における学力低下を心配する声が聞かれる。そのことと連動して、今日すでに学力は低下しており、それは現行指導要領におけるゆとり教育のせいであるという議論が流行している。その中には、円周率をきちんと3.14として教える方針であるにもかかわらず、どこかの予備校の宣伝に基づく風聞で3と教えると思い込んでいるような誤解もある。しかし、初等中等教育の学力が本当に下がっているであろうか。これは心配なことであり、下がっていれば当然早急に手を打たなければならない。

過去に全国的な学力調査が無かったかと言うと、1956年から1966年までは、全国規模で小・中学生について行われていた。これを今日まで文部科学省は続けるべきであった。しかし不幸にして、生徒達の比較になるとか、序列化につながるとかという強い反対のためにつぶれてしまった。その後、1978年と1989年の学習指導要領改訂の時に、正確な学力を調査し比較している。これが全国的規模のものであり、それ以外には1993－1994年までなかった。従ってこの数年の小・中学生の学力は、全国的規模では分からなかったのである。従って私は毎年とは言わないまでも、3年おき5年おきに文科省としてきちんと調査すべしと主張し続けてきた。幸いに2002年2月頃、現行の学習指導要領の下における学力を調べた上で、2003年度以降新指導要領の教育による学力を調べたことを大変喜んでいる。このような調査に対して現場の教職員がかつてのように遂には裁判に持ち込むような反対をしないで欲しい。その調査の結果は、生徒同士とか、学級や学校の比較をするために用いるのではなく、日本の初中教育の効果の評価を客観的に見るためと思っていただきたい。要するにこのような調査なしには、現在の日本の小・中学生の学力についてはっきりとしたことは言えないのである。このような全国規模の学力調査の結果は公表すべきである。地方によっては、別個に学力調査を行っている都道府県もあるが、二重にやることはない。

3－2　小学生・中学生の学力調査

全国的規模での文部省(文部科学省)による学力調査は、1966年以前のものを除き，上述のように1978年と1989年と1993年～1995年に1%の児童生徒を対象にしたものしかなかった。

2002年4月から新しい学習指導要領による教育が始まり、これを機に、全国規模の学力調査が再び始まった。新学習指導要領が開始する2003年度の学力調査結果と前指導課程の下における2001年度及び1993～1994年度調査の結果を見てみよう。2001年度の調査の結果は10年前に



図表６　学力は低下したか?（2003、2001 年度における同一問題の正解数比較）

比べて悪かったので、「学力低下」ということで、危機感がもたれた。それに較べて、2003 年度はどうかをお示しする。

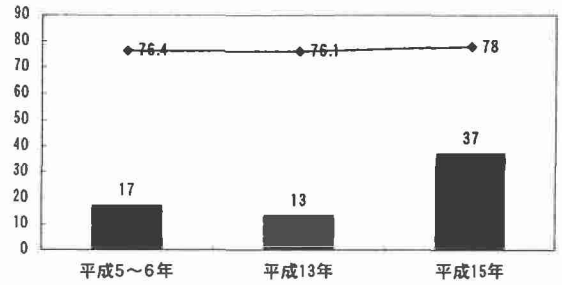
図表 6 に示すように、国語、社会、算数・数学、理科、英語の 5 科目について、同一問題に関しての正解率を 2001 年度と2003 年度とを比較してみると、後のほうが「有意に上回る」問題数は「有意に下回る」問題数より増加しており、明らかに学力は低下していない。

図表 7 に、小学校及び中学校において、国語及び理科の同一問題について、正解率 1 位の問題数と平均通過率のグラフを示す。2003 年度は 2001 年度と比較して、小学校、中学校とも、1993、4 年度と比較しても数字は上回っている。何故理科の成績があがったのだろうか。それは、「理科大好きプラン」などの効果が上がったためであると言える。

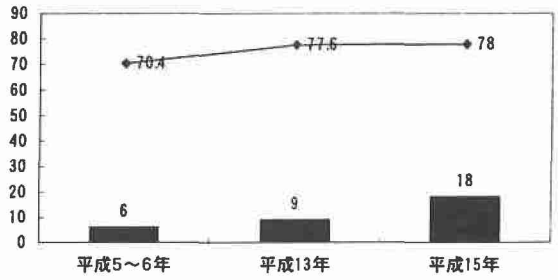
3－3 「理科離れ」と教科の好き嫌いついて。

「理科離れ」がいわれているが、事実であろうか。事実ではない。子どもたちの前で物理の実験をすると、目が輝いている。 **図表8**には、国語、数学、理科、社会に英語を加えた5科目、及び全般の教科の好き嫌いのグラフを示す。

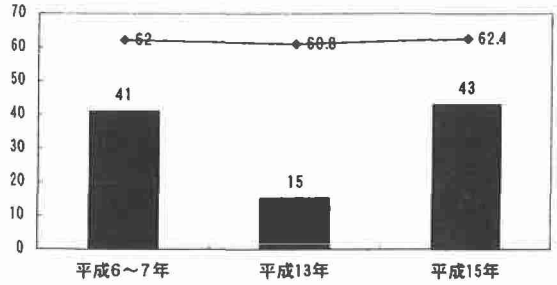
小・中を通じて理科は科目中一番好きという生徒が多い。一方、算数の人気が悪い。算数離れ、国語離れをもっと深刻に考えるべきである。更に深刻なのは、全般的に勉強嫌い、学校嫌いが多いことである。中学では 10% 台になって



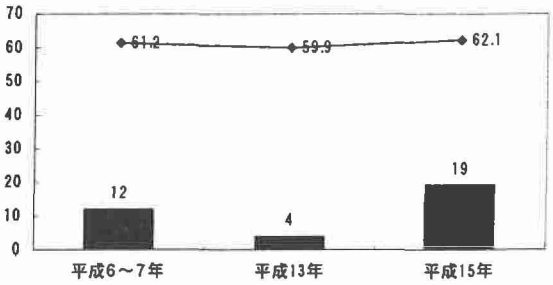
小学校（国語）　　同一問題数 65



小学校（理科）　　同一問題数 33



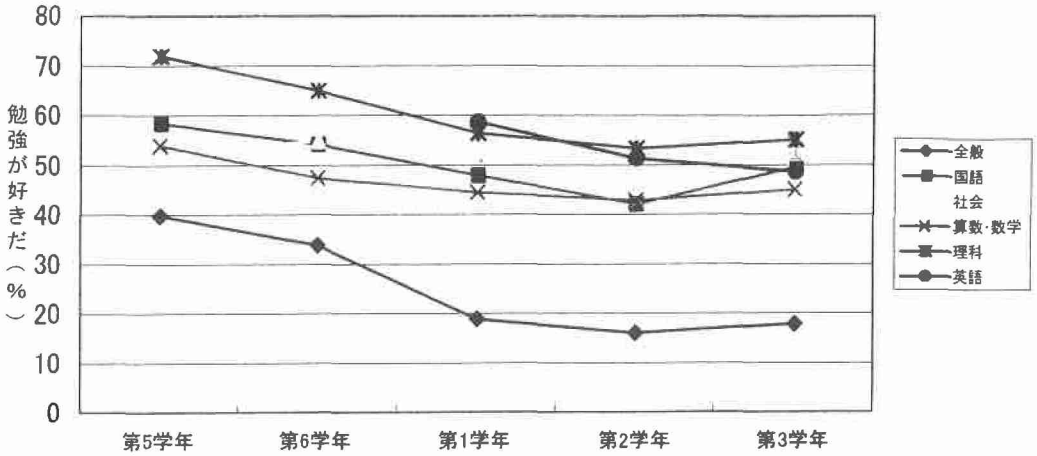
中学校（国語）　　同一問題数 97



中学校（理科）　　同一問題数 65

図表7　通過率１位の問題数と平均通過率（%）

■通過率 1 位の問題数　－◆－ 平均通過率（%）



図表8　教科の好き嫌い（小学校高学年と中学生）

いる。「勉強大好きプラン」をつくったらどうかといったことがある。

小学生の 70%が理科好きである。ところが中学になると勉強嫌いが大変多くなる。これは何故だろうか。本当に勉強が嫌いなのだろうか。ただ人に聞かれたときに「勉強が好きです」といわないだけではないだろうか。よく調査してみることが望まれる。

科学的リテラシー		06年度	03年度	00年度
フィンランド	563		1	3
香港	542	2	3	
カナダ	534	3	11	5
台湾	532	4		
エストニア	531	5		
日本	531	6	2	2
ニュージーランド	530	7	10	6
オーストラリア	527	8	6	7
オランダ	525	9	8	
リヒテンシュタイ	522	10	5	24
韓国	522	12		
スロベニア	519	12		
ドイツ	516	13	18	20
英国	515	14		
チェコ	513	15	9	11
スイス	512	15	12	18
マカオ	511	17	7	
オーストリア	511	18	23	8
ベルギー	510	19	14	17
アイルランド	508	20	16	9
ハンガリー	504	21	17	15
スウェーデン	503	22	15	10
ポーランド	498	23	19	21
デンマーク	496	24	31	22
フランス	495	25	13	12
クロアチア	493	26		
アイスランド	491	27	21	16

数学的リテラシー		06年度	03年度	00年度
台湾	549	1		
フィンランド	548	2	2	4
香港	547	3	1	
韓国	547	4	3	2
オランダ	531	5	4	
スイス	530	6	10	7
カナダ	527	7	7	6
マカオ	525	8	9	
リヒテンシュタイン	525	9	5	15
日本	523	10	6	1
ニュージーランド	522	11	12	3
ベルギー	520	12	8	9
オーストラリア	520	13	11	5
エストニア	515	14		
デンマーク	513	15	15	12
チェコ	510	16	13	18
アイスランド	506	18	18	11
オーストリア	505	18	18	11
スロベキア	504	19		
ドイツ	504	20	19	20
スウェーデン	502	21	17	15
アイルランド	501	22	20	16
スランス	496	23	16	10
英国	496	24		
ポーランド	495	25	24	24
スロバキア	492	26	21	
ハンガリー	491	27	25	21

図表9　学力の国際比較（OECD の PISA 調査）

4　学力の国際比較について

4－1　日本の子供たちの学力の国際的ランク

数年前から、学力低下が問題になった。ところが、国際比較をすると、小・中で、算数と理科力はそれほど変わっていない。**図表9**に、OECD(経済協力開発機構)の調査による、2000,2003,2006 年に行われた、15歳(高校1年)の数学と理科のリタラシーの国際比較(PISA, Programme for International Student Assessment)の結果を示す。参加国が 2000 年31カ国、2003年40カ国、2006 年57カ国と急激に増えているので多少の順位の変化は当然起こるであろうことに注意すべきである。

図表10に、小・中学生の算数・数学と理科における、算数・数学は 1964 年から、理科は 1970 年から 2003 年までの成績の推移を示した。それぞれ無作為に選ばれた学校及び生徒について調べてある。日本の学校数及び生徒数は小・中各約 150 校、約 5000 人である。

これからもわかるように、中学校の理科の成績は 1970 年は日本が 1 位であった。1995 年でも 3 位にある。しかし 1999 年、2003 年になると少し下がってそれぞれ 4 位、6位となっている。しかし平均得点は 2003 年でも下がっていない。数学の地位はかっては中学で1、2位だったのが今は5位である。最近はこの TIMSS 調査に参加している国の数が増えていることも留意する必要がある。

興味のあるのは、これらの理系の科目で成績の良い国は、フインランドなどのヨーロッパ諸国のほか日本、台湾、韓国というようにアジアの国に多いことである。しかしここでの大きな問題は、あとで示すが、最近は子供たちが勉強を好きでなくなっていることである。特に、算数・理科を勉強しても、将来良い職業に就けないと思っていることである。

それにしては、小・中学校での理科の成績はよく出来て

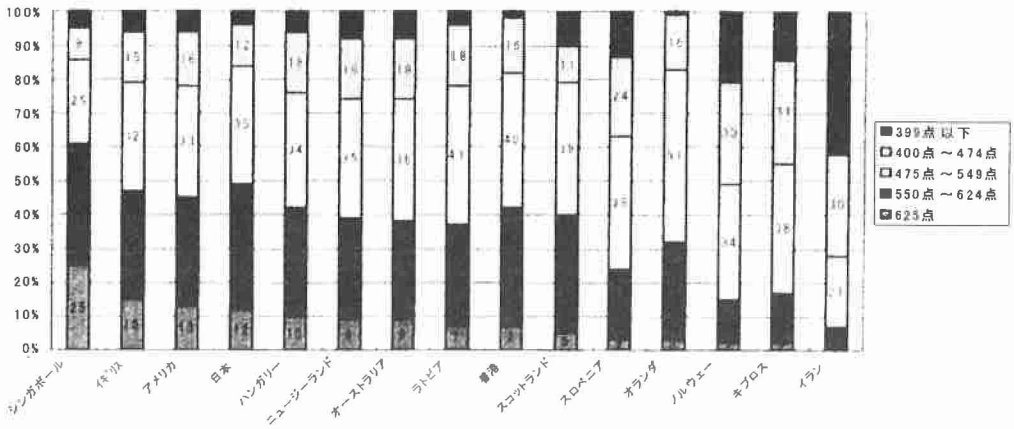
算数・数学	小学校
1964	×
1981	×
1995	3位／26国
1999	×
2003	3位／25国

算数・数学	中学校
1964	2位／12国
1981	1位／20国
1995	3位／41国
1999	5位／38国
2003	5位／46国

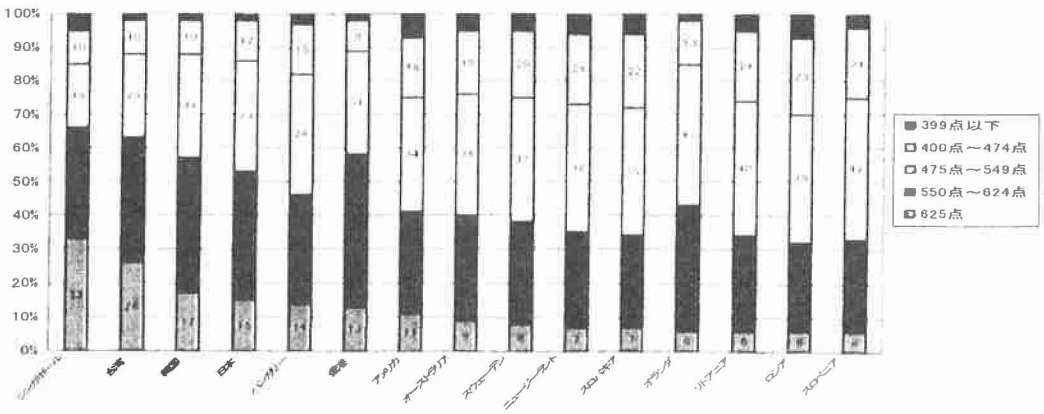
理科	小学校
1970	1位／16国
1983	1位／19国
1995	2位／26国(553点)
1999	×
2003	3位／25国(543点)

理科	中学校
1970	1位／18国
1983	2位／26国
1995	3位／41国
1999	4位／38国(550点)
2003	6位／46国(552点)

図表10　小中学生の数学・理科の学力の国際的ランク



図表１１　TIMSS 調査（小学校理科）得点分布別の生徒の割合（2003 年）　各国比較



図表１２　TIMSS 調査（中学校理科）得点分布別の生徒の割合（2003 年）各国比較

いる。なぜか。**図表10**に示したように小学校 4 年生の理科は 1995 年の 553 点から 2003 年の 543 点に下がったことが問題にされる。しかしそれは教えていないことが試験問題になったからである。小学校 4 年の理科で重さとか質量は教えていないが、それが試験問題として出された。にもかかわらずある程度答えられたのは、算数で教えていたのである。もし小学校で教えていれば、もっとよく出来たであろう。提案がある。世界の理科・算数の教科書を調査せよ。そして年令に応じた、世界の傾向に添ったカリキュラムを、社会・歴史の教科書だけの横並びでなく考えるべきである。そうでなければ各国の間での正確な比較ができない。

なお 2003 年度の TIMSS 調査による、小学校、中学校の理科の得点分布別の生徒の割合を国別に示したものが**図表11、12**である。これから、順位の高い国は、高得点者の比率が高いことがわかる。

また日本の中学の生徒の学力(数学・理科)が、ドイツやアメリカと比べてそろっているという特徴的事実を**図表13**に示す。

4－2 教科の好き嫌いの国際比較と学力

成績は以上の通りであるが、困った現状がある。国内の調査では理科が一番好きであるが、国際比較をすると、成績とはうらはらに、日本の子供たちは数学嫌い、理科嫌いが多いのである(**図表14**)。 日本の中学生の数学や理科の理科への好き嫌いの国際比較をすると、数学では日本は 36 カ国中ビリで好きは48%、理科は 23 カ国中ビリから2番目の 55% である。しかしこれらは**図表8**に示したように国内のデータの数字とほぼ同じである。少なくとも表面的には勉強嫌いが圧倒的に多い。何とかしなければならない。台湾・韓国も成績がよいのに、好き嫌いの度合いは低い。逆に算数好き・理科好きの非常に多い国々の多くは成績

数学

「好き」の合計	
国/地域	割合(%)
マレーシア	95
インドネシア	92
フィリピン	91
南アフリカ	88
モロッコ	87
イラン	84
ヨルダン	82
マケドニア	81
シンガポール	79
タイ	79
ロシア	78
チュニジア	77
キプロス	77
トルコ	77
イギリス	77
香港	75
イスラエル	74
チリ	73
カナダ	73
ニュージーラ	73
リトアニア	71
スロバキア	70
アメリカ合衆国	69
ルーマニア	69
イタリア	68
ブルガリア	68
オーストラリア	68
ベルギー	66
フィンランド	64
ハンガリー	62
ラトビア	61
スロベキア	60
台湾	56
チェコ	55
韓国	54
日本	48

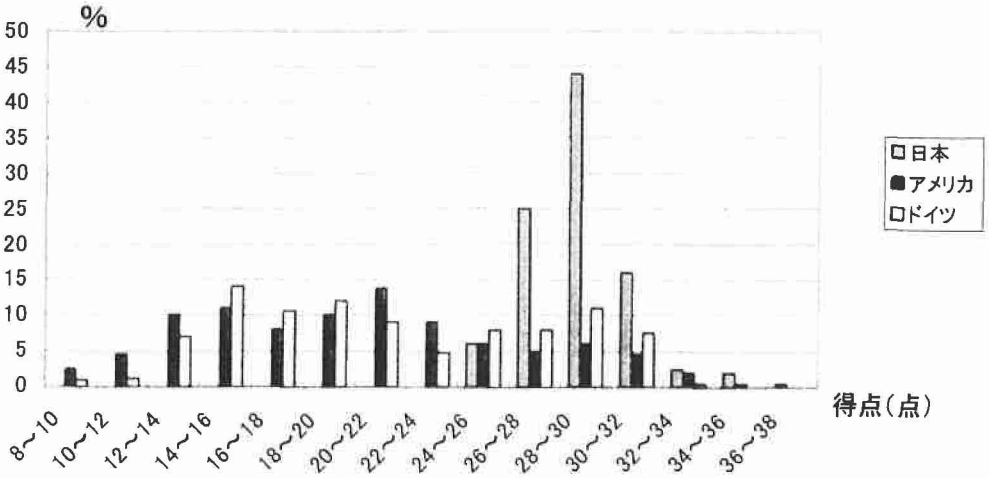
数 学

理科

「好き」の合計	
国/地域	割合(%)
インドネシア	96
マレーシア	96
イラン	92
フィリピン	92
タイ	90
チュニジア	90
チリ	89
ヨルダン	87
トルコ	87
シンガポール	86
南アフリカ	86
イギリス	83
香港	76
キプロス	75
アメリカ合衆国	73
イタリア	72
カナダ	70
ニュージーラ	70
台湾	69
イスラエル	67
オーストラリア	66
日本	55
韓国	52

理 科

図表14 数学・理科に対する好き嫌いの国際比較
(14 才、1999 年)



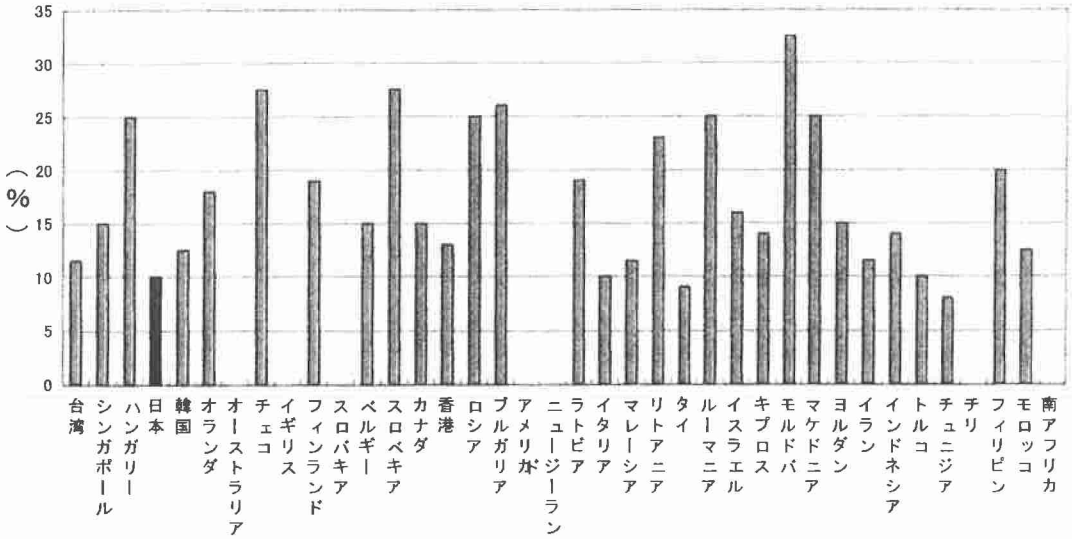
図表１３　1995 年のＴＩＭＳＳの数学の成績のヴィデオスタディ

が極めて悪い。この事実をどう考えるべきであろうか。日本、韓国、台湾の理数教育で、学力を保ちつつ理数好きにするにはどうしたらよいか、協力して検討すべきであると考えている。この問題を、すぐあとで授業時間や子供たちに勉強しようとする意欲を起こさせる社会環境などとの関連で論じようとするのであるが、もし、成績は良いのにその科目が嫌いである傾向がアジア地域の国に特徴的であるとするならば、それに関連した昔の試験制度について考察したい。

これは「科挙」の試験と関係があるように思える。科挙というのは、昔の中国の官僚登用試験のことで、ここでは四書五経を全部暗記させるなど、たいへんな記憶力を要求した。記憶力を発達させれば、確かに一時的に成績は素晴らしいが、後ですぐ忘れる。また嫌いになる。しかし科挙の試験で優れていたことは、詩を出題したことである。その結果、中国の有名な 2 人のすぐれた詩人(白楽天と楚東波)は科挙の試験に合格し、官僚として成功した。この 2 人はいずれも杭州に知事として赴任し、西湖に白堤、楚堤という、月を見るための堤を建設したことでも名を残している。科挙の試験に詩を出題したことは、総合的な学力を見る、という点で優れている。日本でも大学入試に俳句とか漢詩とか現代詩を作らせたらどうかと、半ば冗談に言ったことがある。

4－3 学力と授業時間数の関係

図表 15に、1999 年の調査による、理科の得点順に、各国の理科の授業時間の割合を示す。これから見ると、上位の国 6 カ国(台湾、シンガポール、ハンガリー、日本、韓国、オランダ)における授業時間の割合は 10%から 25%の間であるが、日本はそのうち 1 番低いことがわかる。図表16には、日本の義務教育段階の理科と算数・数学の授業時間が、10 年毎の指導要領の改訂と共にどのように減少してきたかを示してある。これは小学校の低学年で理科の科目がなくなったこと、土曜日を休みにしたこと、及び総合的な学習の時間を大幅に増やしたことの結果でもある。学力は授業時間さえ多ければよいというものではなく教え方に依存するものであるが、日本の理科の授業時間の現状は外国に比べても、あまりに少なすぎるようであり、一考を要する。



図表１５　成績順の国ごとの理科の授業時間の割合

	理科(小／中)	算数／数学
昭和33(1958)指導要領	628／420	1047／385
昭和43(1968)指導要領	628／420	1047／420
昭和52(1977)指導要領	558／350	1011／385
平成元年(1989)指導要領	420／315～350	1011／385
平成10(1998)指導要領	350／290	869／315

図表１６　義務教育段階の理科と算数／数学の授業時間数

4−4 学力と目的意識

成績のよい比率を高める原動力は何であろうか。子どもたちが将来への希望(展望)をもって学習する目的意識が高めれば高いほど当然成績は向上するであろう。最近のデータによると、台湾では、理科や数学を勉強して良い職業に就けると思っている生徒が、1999 年に 71%、77%であったのに、2003 年ではそれぞれ 38%、46%に急減した。日本ではこの 10 年来 40%程度に過ぎない(**図表17**)。どういうわけかこの 3 年間に台湾では,希望の職につくために理科や数学の勉強をしようという人がいなくなった。なぜだろうか。

これには理由が考えられる。台湾も、「物造り」の時代から「経済の時代」に移り、台湾の生産現場が中国本土へ殆ど移ったことなどがある。今や台湾や日本では、数学や物理や化学・生物を勉強しても偉くなれないと学生が思っているのである。確かに事実である。日本の官僚で、次長や局長になっている人に工学部・理学部出身者があまりいないのである。総理大臣にも、(建築出身で総理になられた稀な例外はあるが)工学系・理学系出身者でなく殆ど法学・経済出身である。中国はどうか。中国の現在の政治家の多くは工学出身である。今後の中国の科学技術は進むであろう。中国の子供たちは将来に向けて算数・理科の勉強に熱心である。日本の子供たちに理科大好き、算数大好きをふやそうとすれば、公務員を採用するときに、法律で次官や局長の半数を理系とするような社会改革が必要である。教育関係はどうか。校長や大学の学長を調べてみると、教育界はかなり平等であるように思えるが、これは例外である。現状は、社会体制自身があまり文系・理系の調和が取れていない。文系が圧倒的に強い。それが今の子供たちの意識に現れている。現在は幸い小学生に理科好きは多いが、このうち将来何%が理科に進むか疑問である。同じ理系でも医学は別である。これは医者が経済的に極めて安定しているからである。

希望の職業に就くために理科で良い成績を取る

	1995年	1999年	2003年
日本	40%	42%	39%
台湾	—	71%	38%
国際平均	53%	67%	66%

希望の職業に就くために数学で良い成績を取る

	1995年	1999年	2003年
日本	55%	51%	47%
台湾	—	77%	46%
国際平均	77%	81%	73%

図表17 学習する目的意識(希望の職業につくために勉強する)

図表18のように、日本の小学生が「理科が非常に楽しい」と思うが45%、台湾で 49%であるが、国際平均の 55%に比べて少ない。また、中学生になると、その割合(日本で19%)が国際平均(44%)とさらにその差が広がってくることは憂慮すべきと考えるのは自然であろう。

5. 高等学校の学力に関する問題

次に高等学校の学力と教育のあり方について述べる。高1の数学・理科の学力の国際比較では(Program for international student assessment, PISA)によれば、2003 年度は 2000 年度と殆ど変わっていない(**図表19**)。問題は高校の読解力が悪いことである。前回の調査(2000 年度、31

理科の勉強は楽しい(小学校4年)

	強くそう思う		そう思う		そう思わない	
	95年	03年	95年	03年	95年	03年
日本	38%	45%	50%	36%	12%	19%
台湾	—	49%	—	29%	—	21%
国際平均	44%	55%	39%	27%	17%	18%

理科の勉強は楽しい(中学校2年)

	強くそう思う			そう思う			そう思わない		
	95年	99年	03年	95年	99年	03年	95年	99年	03年
香港	15%	17%	21%	53%	56%	48%	32%	27%	31%
日本	8%	8%	19%	54%	42%	40%	47＄	49%	41%
台湾	—	18%	16%	—	53%	34%	—	29%	49%
韓国	6%	5%	9%	34%	28%	29%	60%	67%	62%
国際平均	23%	32%	44%	49%	47%	33%	28%	21%	23%

図表18 学習する目的意識(勉強は楽しい)

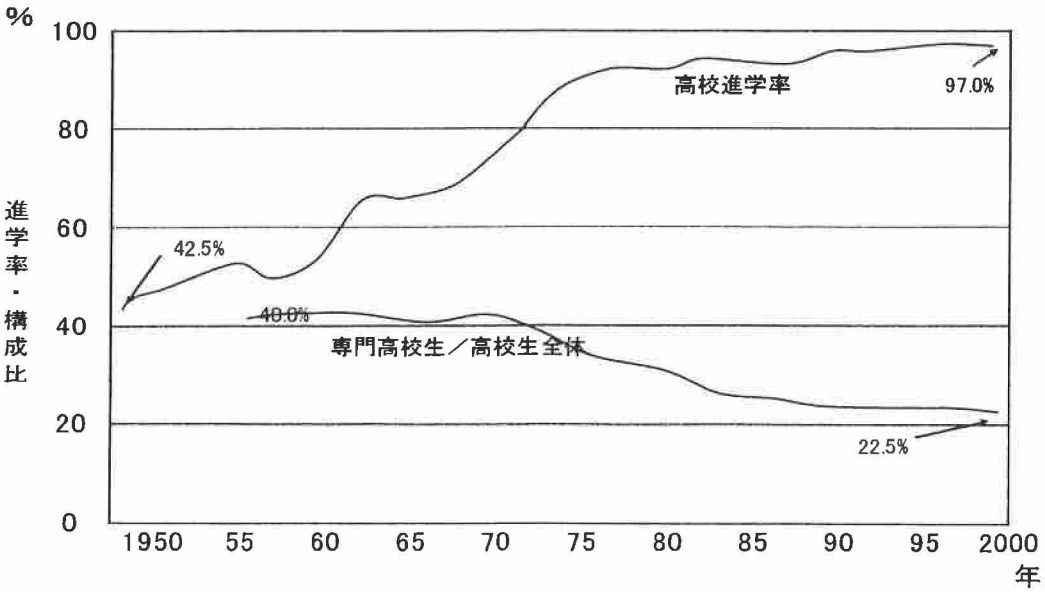
	2003年調査結果（40ヵ国・地域）	前回（2000年）の調査結果（31ヵ国）
数学的リテラシー	1位グループ（6位） 2000年の平均得点（同一領域）と同程度	1位グループ（1位）
読解力	OECD平均と同程度（14位） 2000年の平均得点より有意に低下	2位グループ（8位）
科学的リテラシー	1位グループ（2位） 2000年の平均得点と同程度	1位グループ（2位）
問題解決能力	1位グループ（4位）	未調査

図表19 PISA2003の概要

カ国）では2位のグループで8位であったのが、2003年度の調査（40カ国・地域）では14位と更に悪い。問題解決能力は悪くないようである。しかし困ったことに学校外での勉強時間については、日本が調査参加国中最低で、次がフインランド、韓国の順で低かったとのことである。文部科学省がもっと宿題を出そうと言い出したことに賛成する。

高等学校の教育の現状について第1に着目しなければならないことは、高等学校への進学率が1960年代の60%強から1980年に90%へ急上昇したことである。そして1990年代にはほぼ100%に達した。**図表20**に示した通りである。

第2の点は、専門（職業）高校生が全高校生に占める割合である。1970年までは40%を占めていた。すなわち職業高校は人気があった。しかしそれ以後人気は下降を続け、現在22%である。極論を言えばこれが日本の物づくりの実力を下げているのである。私はこれを心配し、委員会でこの問題を検討し「スペシャリストへの道」を提案した。それは1994年のことである。そこで専門高校と名称をかえ、施設、設備を整え、その卒業生が大学へ入りやすくなるよう提案した。しかし大学側は専門高校生の英語力、数学力等が不充分であるから受け入れに難色を示した。また、補習授業の希望に対しても、教員が忙しく補習などやる余裕がないとの意見があったので、文部省高等教育局は補習授業のための予算を計上した。この議論が行われたのは1995年で、まだ18歳人口が180万人あり、その減少の影響が大学の間で論じられていない頃であった。私は、早晩普通高校出身に対しても補習がいるようになると予言した。



図表20 高校進学率等の推移

第3点は、高校教育の多様化を進めたことである。従来は普通高校と職業(専門)高校に大別されていたが、そこに総合学科が導入され、どちらの方向へも進めるようになった。高校生の学習意欲を高める目的で、必修を減らし選択を多くしたのである。これが医学部の学生でも生物を学んでこない者がいるというようなことが起こっている一因である。

第4点は、大学入試科目の減少の高校教育への悪影響である。1985 年前後から大学入試科目が少なくなり、一芸型が宣伝されるようになった。拳玉で入学したなどの話すらあった。私はこの傾向を憂い、多科目で入試をやるべきだと主張を重ねて来た。少数の大学で科目を増やそうという努力が見られるようになったことは嬉しい。是非ともその方向に進んで欲しい。なぜ多科目を主張するかと言えば、自分の進もうとする大学の入試に出ない科目なら勉強しなくなるのは人情だからである。京都大学の西村教授たちの調査の一部を示そう。**図表 21**を見ていただきたい。入試の 2 次試験に数学のあるなしで、優秀な大学でも 2 次方程式の正解率に大きな差が生じるのである。

注意すべきことは、高校 3 年間でいかに忘れてしまうかということである。中学 3 年で 2 次方程式を学んだ直後の正解率は約 70%という統計がある。そして高校でも数学を勉強したはずであるにもかかわらず、多くの経済学部の学生の 10%程度しか正しく 2 次方程式が解けないのである。どうすれば義務教育で教えた学力を保たせるかが大きな問題である。

このような問題を解決するためには高校卒業資格をきちんと定め、その資格試験を高校卒業時に行うことが一法である。または大学が教育方針において必要とする条件をはっきりさせ、入試科目を増やすか、調査書で高校段階での履修実績を確認すべきである。医学部の学生なのに生物をやっていないという不満はむしろ大学側の責任である。しかし幾つかの医大又は医学部が高校時代に生物を必須とすることを条件としたり、入試に生物を課すようになってきたことは慶賀すべきである。

今や入試科目を増やすと受験者が減るから困るというようなことはなくなると思う。多くの大学で入試をやる必要が無くなるであろう。しかし競争の烈しい大学は依然として学生をどう選ぶか苦慮しなければならない。私は多科目で入試を行うなどして、より優れた学生をとるべきだと思う。

【問題】

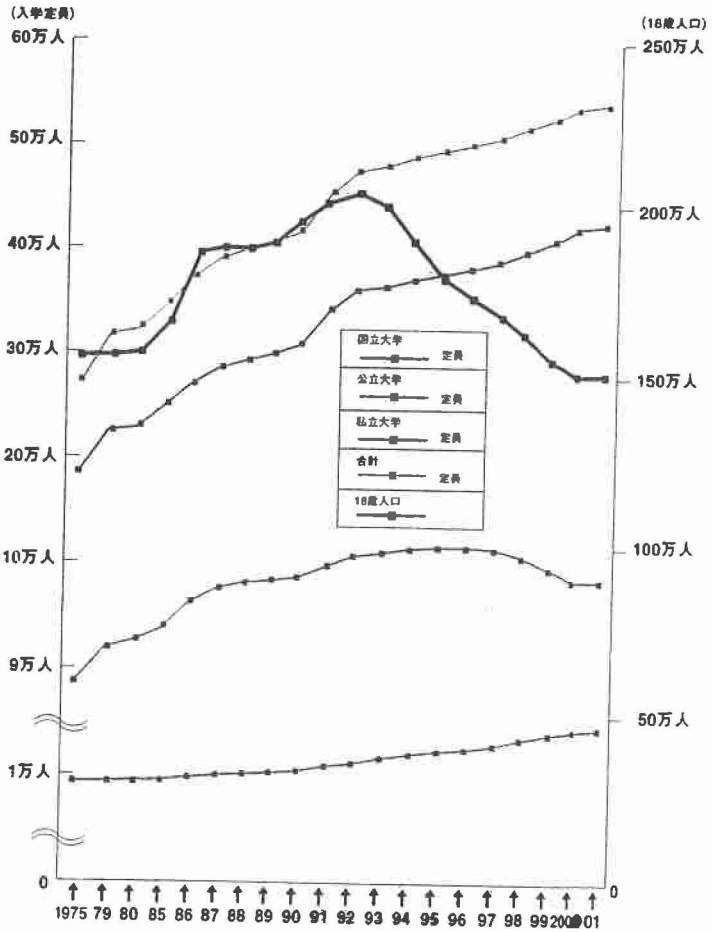
$X^2+2X-4=0$ を満たす X=□である。

	正解率(%)	
国立A大学経済学部(2 次数学受験)	96.1	
私立 a(私立トップ校経済学部:2次数学受験)	96.3	数学あり
私立 b(私立トップ校経済学部:2次数学受験)	79.4	
私立 c(私立トップ校経済学部:数学受験なし)	27.5	
私立 b(私立トップ校経済学部:数学受験なし)	32.7	数学なし
私立 b(人文系学部:数学受験なし)	14.1	10%～30%
私立 k(私立経済学部難易度下位 全体)	9.7	

図表21 大学経済学部 1 年生の数学力

6. 大学生の学力

大学生の学力について、それが低下しているということを大学の人が騒いだ。私も大学生の平均学力は下ったであろうと思う。しかしこれは明白な理由がある。大学紛争の時に 18 才人口は 207 万人あったのが、今は 150 万人に減り、一方大学は定員を増やし、進学率は紛争の頃の 20%から 45%になり、入学者数の絶対値が急増した(**図表 22**)。学力が落ちるのは当然である。大学生は昔のようにエリートではない。大学の先生は、生徒の成績が悪いというが、それならば大学生数を半分にすればよい。文部省は一時は臨時定員増を許したのであるが、問題はそれ以後の定員である。現在の 18 歳人口 150 万人に比例して入学者数を決



図表22 18 才人口と大学の学部入学定員の推移

めるとすると、1992 年の定員に比べて現在は 25% 減らすべきである。2008 年には 18 歳人口は 125 万人弱になる!

大学の教育では専門教育だけでなく教養もきちっとやるべきである。多くの大学は教養部を廃止してしまったが、現在教養部の再建が始まっている。東大は、たいへん抵抗があったが残した。高校の学力も多様化しており、大学生の学力も多様化し、低下はやむをえない。どうすればよいか。教養教育をきちんとやる。補習授業も必要であろう。また専門教育の入門を充実するとか、あるいは徹底的に職業教育をするのも一案であろう。

大学生の学力が下ったかどうかということについて、私は先に引用した西村教授たちのようなきちんとした調査で、確かに分数計算の出来ない大学生がいることは認めざるを得ない。この調査結果を評価しているが、もっと詳しい調査が欲しい。さらに西村教授たちがこの種の定量的研究をずっと続けて行かれることを望んでいる。

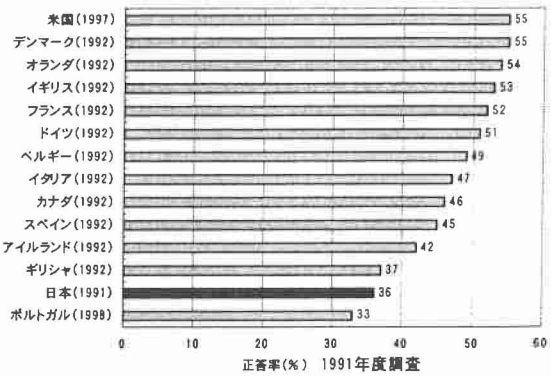
しかしこの学力低下の問題を直ちにゆとり教育のせいとか、現行の初中教育のせいと断言してよいであろうか。私はにわかにそうだと同意出来ない。私も新指導要領の運用の仕方には意見があり、「総合的な学習の時間」の導入を推進した人間として考えることがある。ただ各教科の時間やその内容が減ったことだけを見て、学力が落ちると言うのは短絡である。この総合的学習や選択教科の時間によって学ぶことも学力であり、これを加えて考えなければならない。総合的な学習の時間は今後少しその授業時間数が減るかもしれないが、先生方におかれては、ご苦労もあろうと思うが、大いにこの科目の特徴と先生方の創意を生かして、生徒のご指導を賜りたいと思う。

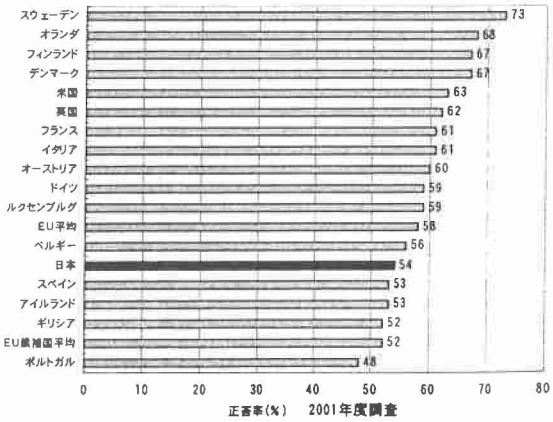
7. 一般市民の学力

もう一歩進んで一般の市民はどうであろうか。国民の理科知識は大丈夫かということをOECDの調査に基づいて調べて見ると、これがまた大問題である。1991 年に、小学校、中学校、一部高等学校で教えるような質問をいくつかの先進諸国の中で調べた。「地球の中心は熱い。正しいかどうか」、「すべての放射能は人間が作ったものである。正しいかどうか」、こういう非常に基本的な問題を 20 題だした**(図表23)**。その結果は下から 2 番目の 13 位であった**(図表24)**。2001 年度に再度調査をしたところ、まったく同じく先進諸国中 13 位という結果であった。1991 年、2001 年のこの調査を受けた人の中心は当時 35 歳であり、その人々は 1970 年に、あるいは 83 年に 15 歳であったので、すでに述べたように**(図表10)**、中学生 3 年の成績の国際比較で、1970 年には日本が 1 位、83 年は 2 位であったことから、数学と理科の授業を戦後の義務教育において最もよく勉強した。その人々が成人になった時、殆ど正解であるはずの科学の知識がこんなに低いのである。

質問事項
1. 地球の中心部は非常に高温である(正)
2. 全ての放射能は人工的に作られたものである(誤)
3. 我々が呼吸に使っている酸素は植物から作られたものである(正)
4. 赤ちゃんの性別を決めるのは父親の遺伝子である(正)
5. レーザーは音波を集中することで得られる(誤)
6. 電子の大きさは原子の大きさよりも小さい(正)
7. 抗生物質はバクテリアもウィルスも殺す(誤)
8. 大陸は何万年もかけて移動しており、今後も移動するだろう(正)
9. 現在の人類は原始的な動物種から進化したものである(正)
10. ごく初期の人類は恐竜と同時代に生きていた(誤)
11. 放射能に汚染された牛乳は沸騰させれば安全である(誤)

図表23 科学に対する基本的な質問
(全 20 問 共通問題 11 問)





図表24 一般市民の科学の理解度に関する指標

過去においてよく勉強した人が、このような有様である。こんなに学生の時によく出来た人が、成人になったときにこれでよいのか。大切なのは、勉強を好きにすること、身につくようにすること、そして使えるようにすることである。教わる内容が少ないことより、応用することが大事なのである。

すでにもう一つのデータ、これは京大の西村先生による大学生の「2 次方程式」の正答率に関するデータをお話した。日本では、覚える力のいわば瞬間風速はすごい。世界で 1、2 位である。しかし、年をとるとさっと忘れる。ただし日本の教育で自慢してよいのは、知識を教えている点では質がそろっていることである(**図表 13**)。先生方の努力はたいしたものである。問題はどうすれば保たれるのか、ということである。もしかしたら、小・中の教え方に問題があるのかもしれないが、高校・大学・生涯教育の問題でもある。

文部科学省は、国民の理科知識の調査をしようとしている。このとき国語もやってはどうか。成績が良いはずである。何故、大人の国語力が大丈夫かというと、非常に多くの国民が、熱心に俳句や短歌に親しんでいるので、無意識の内に国語力は維持されているからである。日本中で俳句を作る人は少なくとも 100 万人いて、俳句専門雑誌が 1000 冊も発行されている。1 誌当たりの会員が 500～1000 人いるとして、ざっと日本中で 100 万人の俳句人口である。このほかに新聞に俳句を投稿する人も約 120 万人いる。そのほかに短歌愛好者も俳句の3分の1として約 30 万人いる。このような日本の土壌が日本人の国語の能力を上げていると思われる。

日本の初等中等教育の内容は他の国と比較しても特に優れたものである。日本は全国民が素晴らしい初等中等教育を受けているので質もそろっている。それなのに大学での成績がなぜ下がるのであろうか。この原因は、知識の詰め込み的教育にあるのではないであろうか。その効果は、中学生の時点での成績が高得点である(**図表 13**)ことに現れている。本当の学力(科学技術力)とは何かを考えたいところである。

8. 結論

1. 教育を受ける側の一般的な問題として、義務教育レベルでは児童・生徒の ①勉強の意欲の低下、②志の低さ、③規範精神の低下、④体力・運動力の低下がある。
2. 小中学校の学力については、最近の全国的な調査で、前の指導要領実施に最後である 2001 年度は国語と理科の学力は小学校、中学校ともにその前の調査(1993, 4 年)に較べて一時的に低下したが、新指導要領が開始された 2003 年度では学力は上昇している。
3. いわゆる「理科離れ」については、主要5科目(国語・数学・理科・社会および英語)に対する好き嫌いを調査した結果では理科が科目中一番好きという生徒が多い。小・中学生では理科ばなれは起こっていないといえる。算数離れ、国語離れはもっと深刻であり、さらに大きな問題は全般的に勉強嫌いが多いことである。しかし最近の「理科わくわくプラン」「スパーサイエンスハイスクール(SSH)」などの政策は成功しているようである。
4. 学力の国際比較について、1970 年から 2003 年の TIMSS の調査では、日本の子供の理科の学力は 1970 には主要国中で 1 位、1983 年に 2 位であったのが、最近は4～6位となっている。しかし平均得点は低下していない。数学はやや下がっている程度である。
5. 科目への好き嫌いの国際比較をすると、成績の上位にある日本・台湾・韓国などのアジア地域諸国に理科が嫌いという生徒が多い。ただし日本の 55% という値は国内の調査と同じ数字である。一方、算数好き・理科好きという生徒の多い国は学力が低い。
6. 日本は以前からその傾向があるが、台湾では最近数年の間に、理科や数学を勉強して将来良い職業につきたいと考える生徒が激減した。これは台湾の国情の変化、すなわち「物造り」から「経済優先」の社会変化によるのではないであろうか。生徒が勉強したい、勉強して将来良い職業につきたいという意欲を起こさせる社会体制が必要である。
7. 理科の授業時間の割合を国ごとに比較してみると、日本は成績のよい 6 か国中最低 10% である。授業時間が多いことが必ず成績が良くなるものではないが、日本の授業時間の現状は一考を要する。
8. 日本の高校生の学力の国際比較では、読解力(リテラシー)の低下が目立つ。また、学校外の勉強時間が調査国中最低であることは問題である。日本では 1990 年代に高校への進学率が 100% 近くに達していることによる高校教育の多様化のせいであろうか。
9. 大学生の学力低下が問題となっているが、これは初中教育の失敗ではなく大学自体にある。それは入試の安易化・少数科目化と、18 才人口の減少に反して大学の入学定員をこの 15 年増やし続けてきたことにある。大学生の定員を大幅に減らすべきである。減らせないのであれば、高校の水準の基礎教育を大学でやるべきである。アメリカの大学でリベラル・アーツ・アンド・サイエンス教育が重要視されているのは同じ理由である。
10. 一般市民の学力(科学リテラシー)について、1991 年と 2001 年の 2 度の調査で、日本の成人の学力は先進国中で 13 位という芳しくない結果が現れている。この調査を受けた人は中学生時代に世界でもっとも理科の成績が良かったのにこの状況である。この事実は日本の学校教育、社会教育のあり方について大きな警鐘を与えるものである。教育関係者、為政者は真剣に検討し、議論し、必要な改革、対策を講じるべきである。(了)

2008年3月現在

『放射線はどの位まで安全か――放射線概論』

松浦辰男　（NPO法人放射線教育フォーラム事務局長・
立教大学名誉教授）

1．はじめに

今回の講義の内容を大別すると以下の通りです(6テーマ)。

（1）　自然放射線・天然に存在する放射性物質と放射線・放射能の単位
（2）　放射線・放射能の本質と性質
（3）　放射線の利用
（4）　放射線の人体影響――放射線はどの程度危険か
（5）　放射線防護――放射線をどのように防ぐか
（6）　低レベルの放射線影響に関する「しきい値無しの直線的モデル」（LNTモデル）が科学的事実ではない証拠――原爆被災者のデータから

時間の制限もあり、本日は、この中の、（1）自然放射線、（4）放射線の人体影響、を中心にお話しをします。

放射線・放射能というものは、目にも見えず耳にも聞こえず、得体の知れない非常に危険なものとして一般に怖がられています。たしかに大量の放射線は危険ですが、少量の放射線・放射能はこの身の回りに存在していて、われわれはそれに順応して何事もなく生活しています。まずその存在を実演にてお目にかけます。

すべての化学物質や毒物の人体への作用は、その量に依存し、人体は、多少の有害物質に対する抵抗力があり、少量は全く心配がなく、少量の毒物はかえって刺激となって健康に有益な場合があるのです。紫外線なども、太陽光線に含まれていて、昔はできるだけ浴びたほうがよいのだと思われていた時代がありましたが現在はそれが原因で皮膚がんになるからということで嫌われています。しかし本当は、適度の紫外線を受けたほうがよいのです。放射線もある程度それと同じような状況にあるのではないかと考えられます。さて、一般の人々にとっては、放射線が嫌がられているのは事実ですが、その理由を考えて見ましょう。

(1)一つ目は、先ず、日本人の原爆体験があります。私は、いくら戦争中とはいえ、あのような大勢の人々に残虐な結果をもたらす非人道的な兵器は使うべきでなかったと思います。国際協約を定めて、禁止すべきであります。その時以来ずっと、あの恐ろしい被害の大部分は放射線によるものであると報道され、放射線・放射能は忌み嫌われてきた傾向にあります。

(2)二つ目は、上に述べたことと関係しますが、マスコミや学校教育での影響が大きかったと思います。この60年以上にわたり、放射線・放射能に関する必ずしも正確でない教育が社会全体におこなわれてきたので、今やその弊害は目に余るものがあります。

(3)三つ目は、現在の放射線に対する法的な規制が、大量の放射線が有害であるのと同じ割合で、少量の場合でも有害であるという考え方（LNT仮説）に基づいて厳しくつくられているので、このことが事実であると一般の方々が考えていることにあります。

本日の講義では、LNT仮説が誤りである一つの証拠を示します。これについては、5年前にわかったことで、もっとこの事実を学会や、社会全体に知ってもらいたいと思っています。本日の講義ではこれについても説明したいのですが、時間の関係で詳しくできない恐れがありますので、このテキストの末尾にその資料を添付しました。

さらに、いまや分かりきったことですが、放射線に関する正しい知識が必要である理由について述べます。最近、石油の価格が異常に高くなっていることが世界中の大問題になっています。今後、世界のすべての人々が限られた地球資源を分かち合って平和共存して行かねばならないのですが、資源のある国、あるいは力のある国だけが、資源を独占するようなことがあってはならないわけです。日本はどうしてもまず自国の国民が生存するために必要なエネルギーや食料を確保しなければなりません。また、今後は国民全体が智恵を働かせ技術を磨いて、日本独特の付加価値のある製品をつくるとか、評価に値する無形の価値を生産し、それにより文明国家の一員として経済的にもいわゆる持続可能な発展をしつつ国際的地位を保って行かねばなりません。

資源の乏しいわが国としては、原子力を主要なエネルギー源として進めるべくその技術水準を高めてそれを保って行くと決めています。自然エネルギーの利用に比べて、原子力はコストや環境保護の点で有利な点はあるのですが、放射線・放射能と密接に関係していますので、放射線・放射能に精通した技術者を育成しておくとともに、この技術を利用することの理解のために、国民全体がある程度の知識が必要です。そして、原子力発電所や放射性廃棄物処分施設の建設などについて国民の合意のもとで進めて行かねばなりません。原子力の必要性は認めるが、放射線は怖いので、そのような施設を自分の住居の近くに設置されるのは反対である、という態度（"Not in my backyard", NIMBY）は困るのであります。現に、政府は放射性廃棄物の最終処分場の選定に苦労しているのはご承知の通りであります。

また近代医学の発達とともに、医療の分野において放射線の利用がますます盛んになっています。進歩した医療技術の恩恵を受けるためにも、放射線をむやみに怖がる風潮は改善しておく必要があります。すべての科学技術の社会への応用において、100 パーセント安全ということはありえず、得られる便益とリスクとの合理的なバランスを考慮せねばなりません。また、何かの原子力関係のトラブルが起こったときに、「風評被害」のような不合理な社会的損失が起こるような現状は好ましくないわけで、正しい知識があれば、このようなことは起こるはずがないのです。放射線・原子力に関しては、マスコミは往々間違った報道をするので、市民自らが正しい知識に基づいてそのような報道を批判的に読んで客観的な判断ができる必要があります。

2．各　論

（1）放射線・放射能の単位と自然放射線・天然に存在する放射性物質

1-1　放射線と放射能（放射性物質）の用語について

放射線は光のようなもので、それは放射能すなわち放射性をもった物質から放出されているものです。「放射能」というのは、本来は放射線を出す能力・性質のことですが、今では放射能の性質を持った物質すなわち放射性物質のことを俗に言っています。よくマスコミで「放射線漏れ」とか「「放射能漏れ」という言葉を使い、これがしばしば混同されていますが、前者は光が漏れたようなものですが、後者は物質が移動しているのです。（もっとも、α線や中性子線は放射線の1種ですが重さをもった物体であるといえます。）

1-2　放射線と放射性物質の単位について

はじめに**放射性物質の強さ**の単位、**ベクレル**（Bq）について述べます。1ベクレルは、毎秒に1個、放射線の粒子を放出する能力を言います。以前は**キュリー**（Ci）という単位が使われていました。（今も時々使われています。）これは1グラムのラジウムが**毎秒に放出する放射線の数**です。ベクレルとキュリーとの関係は、1キュリー＝3.7×10^{10}ベクレルです。

一方、**放射線の作用**を表すには、物質に単位重さ当たり吸収された放射線エネルギーを表すた

めに**グレイ**（Gy）があり、これは物理学でエネルギーを表す単位であるジュール（J)とは1 Gy=1 J/kgの関係があり、**物質1キログラム当たりに何ジュール**吸収されたかというエネルギーの量を表します。同じく吸収された放射線エネルギーですが、人体への影響が加味された単位として**シーベルト**（Sv）があります。これもグレイと同じく吸収体の単位重量あたりの放射線エネルギーに比例する単位です。これらの単位には、実用的には、重さ（グラム）や距離（メートル）同様、キロとかマイクロなどの種々の補助単位が使われます。（**表1**）

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

表1　補助単位

1-3　日常生活と放射線

放射線は、われわれ人類誕生のときには、すでに地球上に存在しており、人類はこの放射線を全身に受け続けてきました。自然界にもともと存在している放射線を**自然放射線**といいます。それにはいろいろな出所があり、それらは、空から宇宙線として(年間0.35ミリシーベルト)、大地から(年間0.40ミリシーベルト、飲料水や食物中の放射性物質（主なものはカリウム40）から(年間0.35ミリシーベルト)、また、空気中に含まれているラドン（その崩壊生成物のポロニウムやビスマスなどを含む）を吸い込むことによって(年間1.3ミリシーベルト)、**合計年間2.4ミリシーベルト**を自然放射線から被ばくしています。

宇宙線の強度は、高さと緯度によって異なります。その様子は、海面で1時間あたり0.03マイクロシーベルト（μSv/hr）のものが、高度3,000メートルではその約5倍の0.15μSv/hr、高度1万メートルではその約30倍の5μSv/hrとなるので、1回の海外旅行で約20時間高空を飛ぶと、地表での年間の自然放射線による被ばく線量の約20分の1の線量に相当する0.1～0.2ミリシーベルトを浴びることになります。

大地からの放射線の強度は、日本各地で地域によって異なります。これは土や岩石に含まれている放射性物質の量が地域によって異なっているためです。中部地方以西では花崗岩地帯が多いので、土壌中にウランなどの放射性物質が多く含まれており、そのために関東以北に比べて放射線の強度が高くなっています。

世界的には、土地だけからの線量は平均値で0.50 mGy/年、日本の平均値は0.43mGy/年（最高値1.20 mGy/年)ですが、ブラジルのガラパリでは平均値5.5 mGy/年、最高値35 mGy/年、中国広東州の陽江では平均値3.51 mGy/年、最高値5.4 mGy/年、インドのケララでは平均値3.8 mGy/年、最高値35 mGy/年、イランのラムサールでは平均値10.2 mGy/年、最高値260 mGy/年という風に、日本の数倍から数十倍も高いところがあります。線量の高いはじめの3箇所はトリウムという放射性元素を含む砂が多く、イランのラムサールでは温泉の噴出でたまったラジウムが原因であることがわかっています。このような高自然放射線地域でも多くの住民が何世代にわたって暮らしています。放射線が微量でも健康に影響があるのであれば、当然これらの地域の住民の健康に異常があるはずですので、現在大規模な調査が行われています。

次に天然に存在する放射性物質について述べます。われわれの環境のいたるところにウラン、トリウム、カリウム40などの放射能をもった放射性元素（あるいは放射性同位体）が存在し、これらが土地からの放射線の原因となっています。地球全体の放射性物質の量はどのくらいかといいますと、岩石圏（地球表面の厚さ数km）で3.8×10^{14}キュリー，水圏では4.5×10^{11}キュリー

あります。（これに比べて原子力発電所で作られて存在している量は1987年現在とちょっと古いデータですが4.5×10^{12}キュリーと見積もられています。）

これらのもののうち、カリウムというありふれた元素の同位体の1種であるカリウム40は日常の食品中にも含まれています。（**図1**）その結果、カリウム40は人間の体内にも（体重60kgの人には）約4,000ベクレル含まれており（**図2**）、人体にはカリウム40のほかに炭素14などの放射性元素がありますので、総計約7,000ベクレルの放射能が存在し、それらから人体が放射線被ばくをしている量は年間0.35ミリシーベルトに達する、ということはすでに述べたとおりです。

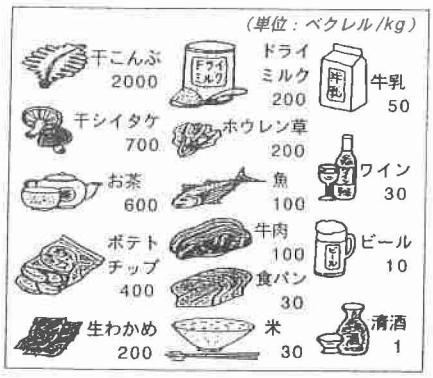


図1　食品中のカリウム40の放射能
（単位：ベクレル/kg）（資料：原子力安全研究協会）

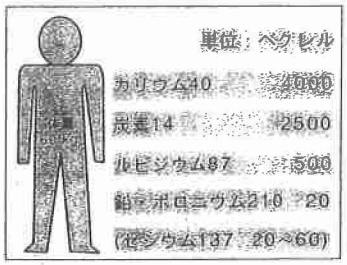


図2　体内の放射能

（2）．放射線・放射能の本質と性質

放射線というのは、空間を伝わっていくエネルギーの流れで、その本性は、光子、電子、陽子、中性子、ヘリウムの原子核といった素粒子です。放射線と、それを放出している放射性物質を理解するためには、まずあらゆる物質の最小単位と考えられている原子やその中心にある原子核の構造について理解する必要があります。

2-1　原子と原子核の構造、その安定性

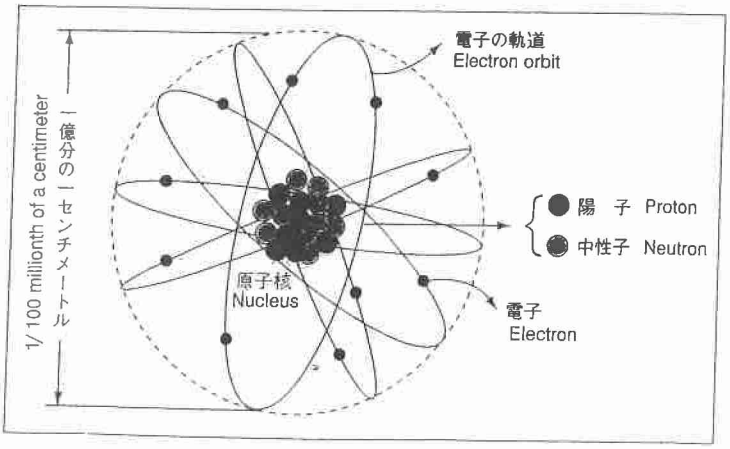


図3　原子のしくみ

原子の大きさは10^{-10}メートルの大きさで、原子はその中心にあってその重量の大部分が集まっている原子核と、その外側を回っている電子からなっています（**図3、4、5**）。原子核の大きさは10^{-15}メートル程度で、さらにそれはプラスの電荷をもっている陽子と、陽子と重さはほぼ同じだが電荷を持たない中性子という2種の核子からできています。陽子の数は**原子番号**（Z）に等しく、中性の原子のもつ電子数に等しいので、陽子の数が原子の化学的性質をきめます。陽子の数と中性子の数の和を**質量数**（A）といいますが、陽子の数が同じなら中性子の数が違っても化学元素としては同じ種類であり、それらを**同位体**といいます。（このような原子核の種類を表すのに、たとえば^{12}C,^{14}C、^{235}U、^{238}U

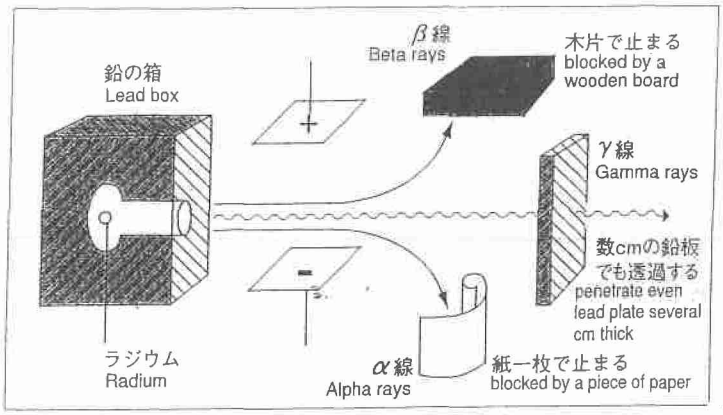


図４　放射線の透過力

のように表します。）

さて、原子核の中の陽子同士はプラス電気同士が反発して不安定になるので、ここに存在する中性子が核力を働かせてつなぎとめる役割を果たしています。安定な同位体について、陽子と中性子の割合を調べると、原子番号が（質量数が比較的小さいときはその比はほぼ１：１ですが質量数が大きくなるに従って、中性子の割合が大きくなって行きます。原子番号をだんだんに大きくした時の原子

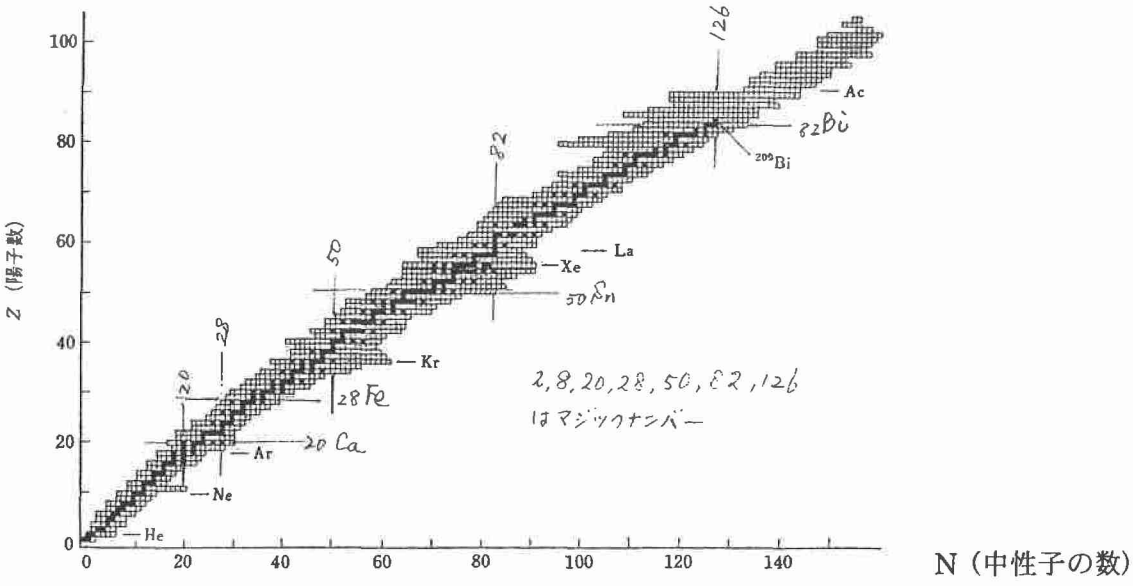


図５　核種の図表

既知の核種のうち　安定核種（■）の全部と放射性核種（□）の大部分を示す

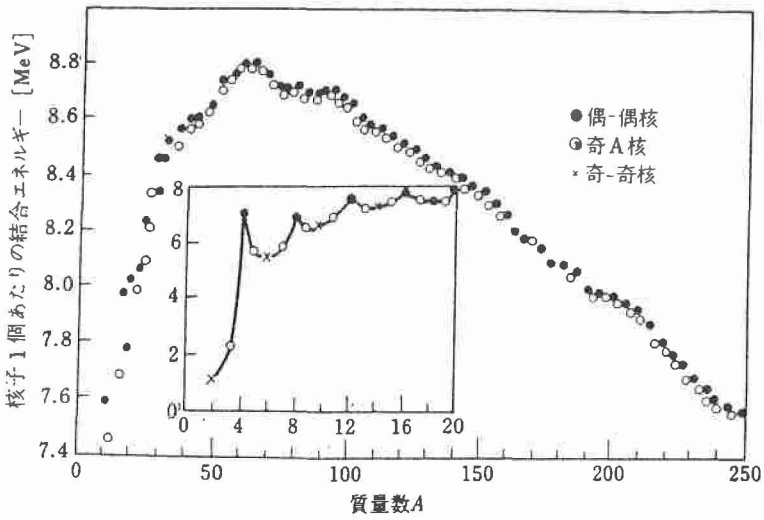
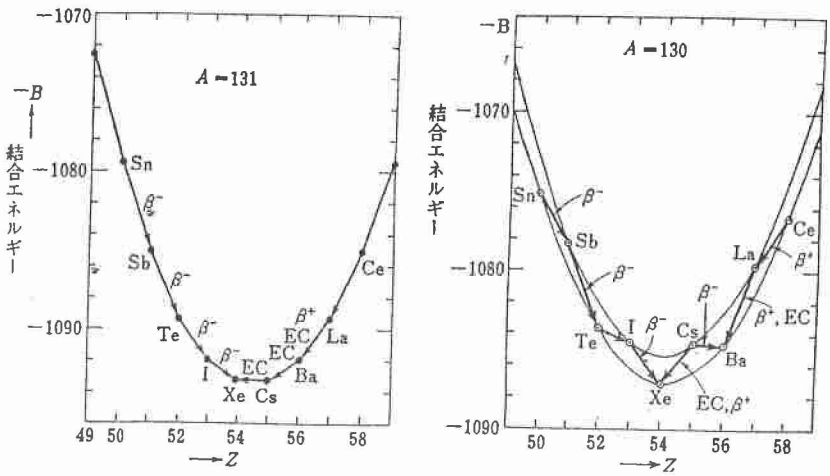


図６　核子１個あたりの結合エネルギー

核の安定性を調べると、原子番号があまり小さくても、またあまり大きすぎても安定度が低くなり、原子番号が50程度が最も安定であることがわかります。**図6**は、原子核の安定性を示す結合エネルギーが原子核の重さによってどう違うかを、核種一個あたりのエネルギーで示した図です。

陽子と中性子の総数が同じだが陽子がしたがって中性子数が）１つずつ違っているいくつかの原子核の安定性を調べると、(**図7**のように)真中に極小点のある曲線で表示できることがわかります。

図７



奇数の質量数（A=131）の核種の結合ｴﾈﾙｷﾞｰ　　偶数の質量数（A=130）の核種の結合ｴﾈﾙｷﾞｰ

２･２　放射線と原子核の安定性との関係

放射線と原子核の安定性とは大きな関係があります。すなわち、原子核が不安定なものはそれより安定な状態に自発的になろうとし、その場合に安定度の差に相当するエネルギーを放射線の形で放出するのです。

原子核の質量数が大きすぎることによる不安定さは、通常α線を放出することにより安定になろうとします（これをα崩壊といいます）。α線はヘリウムの原子核（すなわち陽子２個と中性子２個の集合体）ですので、α崩壊すると、残った原子核は質量数が４つ減り、原子番号は２つ減った別の元素となります。（**図８**）

また、ウランより原子番号の大きい元素は、原子核が大きすぎることによる不安定さをα線崩壊のほかに核分裂で脱励起します。このときひとりでに核分裂が起こるのを自発核分裂といいますが、ウラン235などは外から中性子を吸収して核分裂をします。分裂した核は原子番号がもと約半分の２個の核になります。これが「核分裂生成物」といわれるもので、高い放射性を持

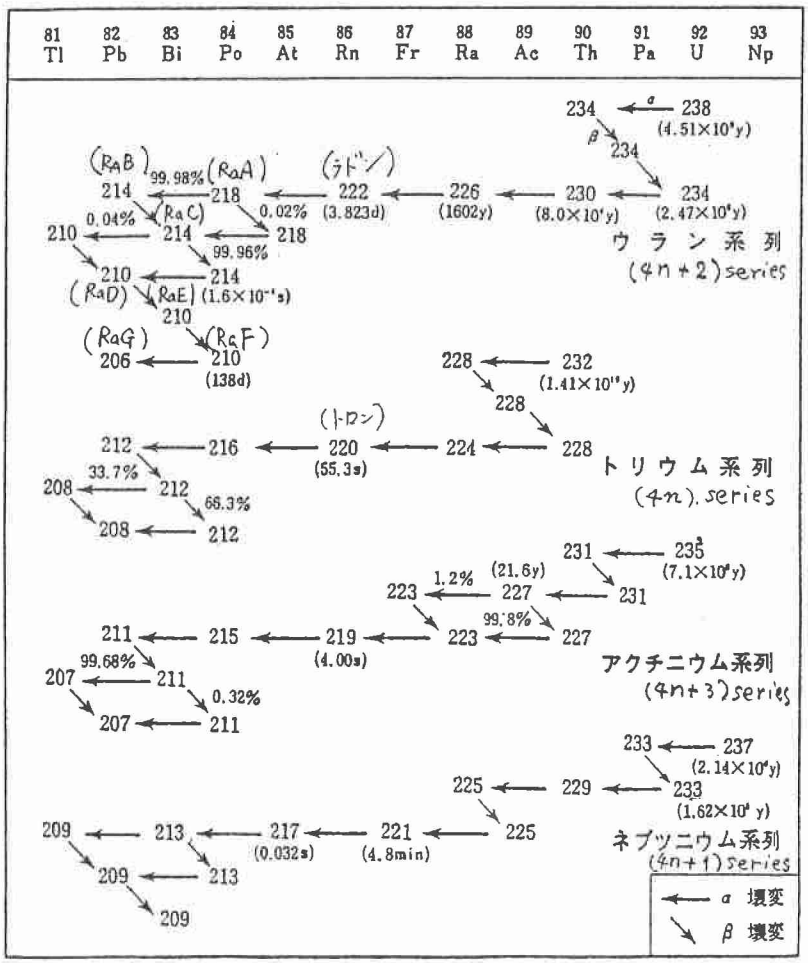


図８　放射性壊変系列

っていますが、これらの多くがベータ線放出体です。このことは、生成した核種はその質量数としてはウランに対するよりももっと低い中性子と陽子の比のほうが安定なので、少しでも核の安定な状態に近づこうとして、自分の原子核の中の中性子がそこから電子（ベータ線）を放出して陽子に転換してゆくためです（図７）。

γ線の放出は、陽子と中性子の数はそのままですが、原子核全体として不安定な（励起状態にある）原子核が生まれたときに、その励起エネルギーをガンマ線として放出するものです。

放射性核種は放射線を放出すると同時に、別の種類の原子核に変わっていきます。これを壊変といいます。したがって放射性原子の数は時間がたつとだんだん少なくなっていきます。放射性原子の数が元の半分になる時間を半減期といいます。同じ原子数の放射性物質があった場合、半減期の短い場合は放出した放射線の量が多く、残っている原子数は少なくなっています。半減期の長い場合はその逆です（**図９**）。主な放射性同位体の半減期を**表２**に示します。

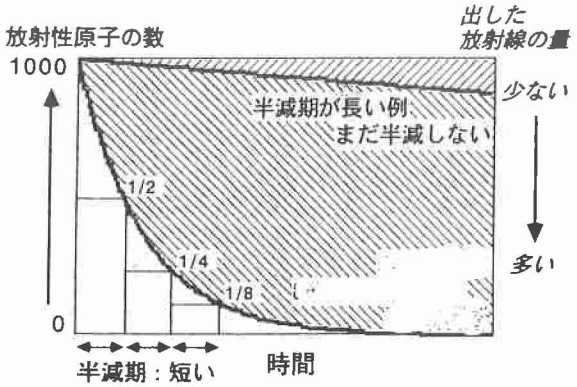


図９　放射能（放射性原子）の減り方

放射性同位元素	放出する放射線	半減期	変化した元素
^{3}H（水素）	ベータ線	12年	^{3}He（ヘリウム）
^{14}C（炭素）	ベータ線	5370年	^{14}N（窒素）
^{32}P（リン）	ベータ線	14日	^{32}S（イオウ）
^{87}Rb（ルビジウム）	ベータ線	488億年	^{87}Sr（ストロンチウム）
^{131}I（ヨウ素）	ベータ線	8日	^{131}Xe（キセノン）*
^{137}Cs（セシウム）	ベータ線	30年	^{137}Ba（バリウム）*
^{239}Pu（プルトニウム）	アルファー線	24000年	^{235}U（ウラン）**

* 安定するときガンマ線を出す
** さらにアルファ線を出して231Th（トリウム）に変わる

表２　主な放射性同位体の半減期

2-3　放射線の性質

放射線の特徴的な性質は、物質中を通り抜けることです。これを**透過**といいます。物質によって透過率が異なるので、X 線で体の中を透視することができます。また、時々は放射線が原子の中を通過するときにもっているエネルギーを電子に与えてこれを原子の外にはじき飛ばすことがあります。これを**電離作用**といいます。放射線のエネルギーが十分に電子に伝わらないときは、原子は電離するまでに至らず、電子は少し高いエネルギーをもって原子内に存在します。これを**励起作用**といいます。

電離あるいは励起をした原子あるいは分子は、化学反応を起こしやすくなります。化学反応を起こす通常の方法は、温度を上げるとか、反応性の化学物質を加えて攪拌するかですが、放射線はそのエネルギーを物質に与えて化学反応させるわけです。これを**放射線化学反応**といいます。物質をミクロに観察すると、放射線化学反応は物質内に均質に起こっているのではなくて、放射線が物質内を透過した道筋（これを飛跡といいます）のみにエネルギーが与えられて、換言すれば局所的に温度が高くなって反応が起こっている、ということができます。

放射線のうちでも中性子は、α線、β線、γ線などとは異なり、通り抜ける物質への作用は原子との単なる弾性衝突に終わる場合のほかに、特徴的なのは原子核に作用して、（中性子誘起の）核反応を起こすことです。最もありふれた反応は中性子捕獲反応で、中性子が原子核に吸収されると、その原子核は原子番号は変わらないが質量数が１つ大きい同位体となります。たとえば、ナトリウム（^{23}Na）が中性子を吸収すると、^{24}Na となり、これは 15 時間の半減期でβ線を放出して安定な ^{24}Mg に変わってゆきます。中性子で誘起されるもう一つの重要な核反応はウランな

どに照射されたときの核分裂反応です。

（3）放射線の利用

放射線の利用は、産業・医療・学術分野の広い範囲にわたっていますが、基本的に、放射線の特徴的な性質を利用しています。あまり知られていない事実として、工業利用をはじめとする放射線利用の経済規模は(平成9年の調査では)原子力エネルギーの利用より多い8.6兆円にも達しています。実用になっている主なものの利用分野を大別すると以下のようになります。

3-1 医療への利用には診断と治療があります。診断ではレントゲン撮影・CT・PET診断などがあります。治療ではX線治療のほかに、最近は重粒子線によるがん治療が注目されています。

3-2　工業計測への利用　（非破壊検査、液面計、厚み計など）

3-3　製造業への利用　（自動車タイヤ、耐熱被覆電線、発泡ポリエチレン、医療用具の滅菌、半導体部品の製造など）

3-4　環境問題への利用　（排煙処理、有害化学物質の処理、有害物補足材など）

3-5　農業への利用　（品種改良、食品照射、害虫駆除など）

3-6　市民生活への利用　（煙探知器、蛍光灯スターター、蛍光塗料など）

以上のほか、放射性同位体が『トレーサー』として、生科学や医科学などの研究に、又実用に広く利用され、X線の利用や中性子放射化分析は文化材の保存や年代決定に役立っています。

（4）放射線の人体影響

放射線は生命が誕生したとき以来天然に、今よりも多量存在しているので人間はある程度それに対して十分の防御機構ができていると考えられます。(**図１０**)

放射線を受けた場合の人体への影響は、大きく二つに分けられます。一つは放射線を受けた人の体に出る「身体的影響」であり、もう一つはその人の子孫にあらわれるかもしれない「遺伝的影響」です（**図１１**）。身体的影響はまた、二つに分けられます。放射線を受けて数週間以内に症状

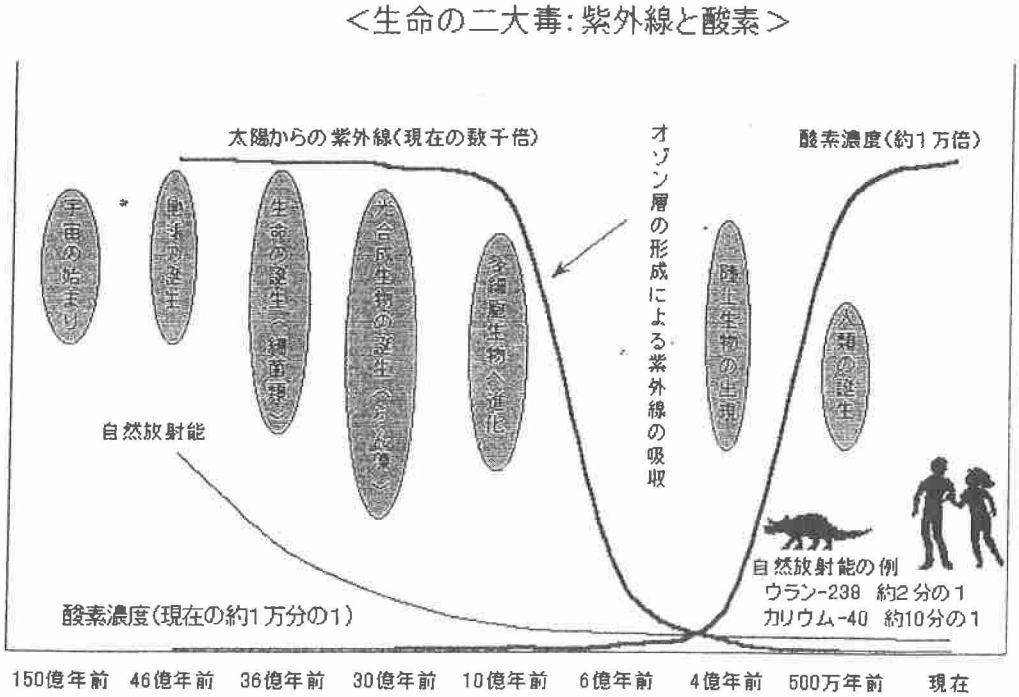


図１０　放射線とのおつきあいは大昔から

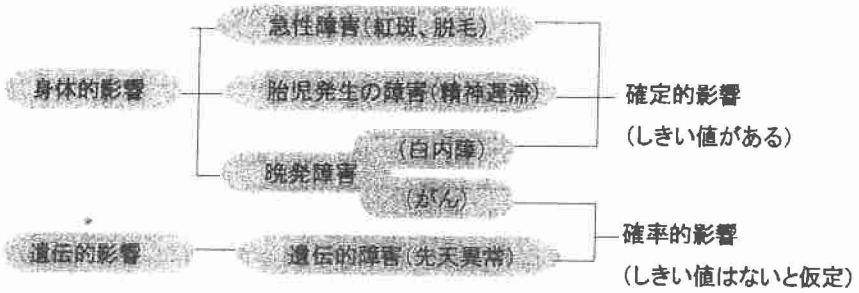


図１１　放射線の人体への影響　（防護の立場からの考え方）

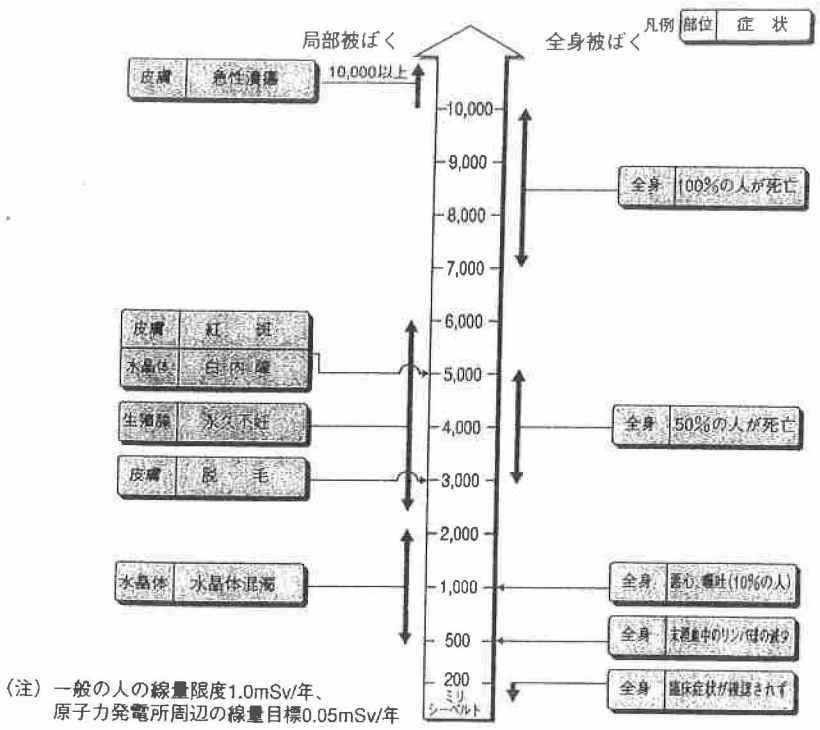


図１２　短時間に多量の放射線を受けた場合の障害
（出典：ICRP Pub.60　他 ）

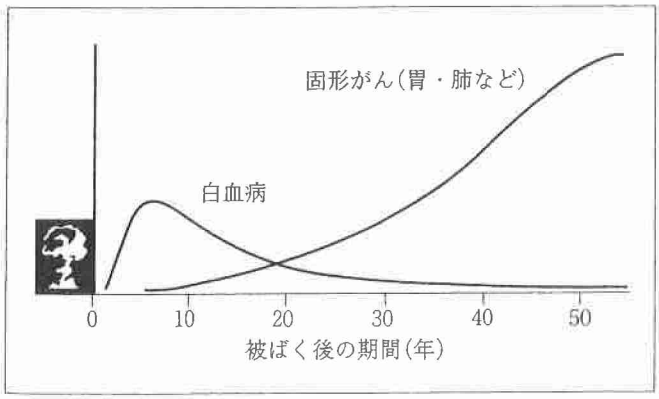


図１３　被爆後のがん発生

がでる「急性障害」と、数ヶ月から数年後になって症状が出てくる「晩発障害」です。なお人が生まれる前の、つまり母親の胎内での被ばくによる影響も身体的影響の一つであり、胎児の場合にも急性障害と晩発障害があります。こうした影響は、受けた放射線の種類や量はもちろんですが、全身に受けたのか体のごく一部に受けたのかによって、異なります。

急性障害の例では、まず全身に500 ミリシーベルト以上を受けると、白血球の減少が起こります。約 1000 ミリシーベルト程度の放射線を受けると、吐き気がしたり脱毛が始まります。また全身がだるい感じがします。一度に 4000 ミリシーベルト程度を全身に受けると、受けた人の半数が死んでしまいます（**図１２**）。

晩発障害は、放射線を受けてからある程度時間が経過した後に症状が出るものですが、この症状が出るまでの時間を潜伏期といいます（**図１３**）。

次に遺伝的影響ですが、精子や卵子の遺伝子が放射線によって変化してそれが子や孫に伝えられると、障害をもつ子ができる可能性経過があります。そのようなこと

が起きるのは動物実験では確かめられていますが、人間の場合、広島・長崎の被ばく者の調査をはじめそのほかの調査でも遺伝への影響は認められていません。身体的影響のうちで、確定的影響はある線量以上でないと現れない（これをしきい値といいます）ことがわかっていますが、現在最も問題になっているのはがんなどの確率的影響においてしきい値があるかないかの問題です（**図１４**）。

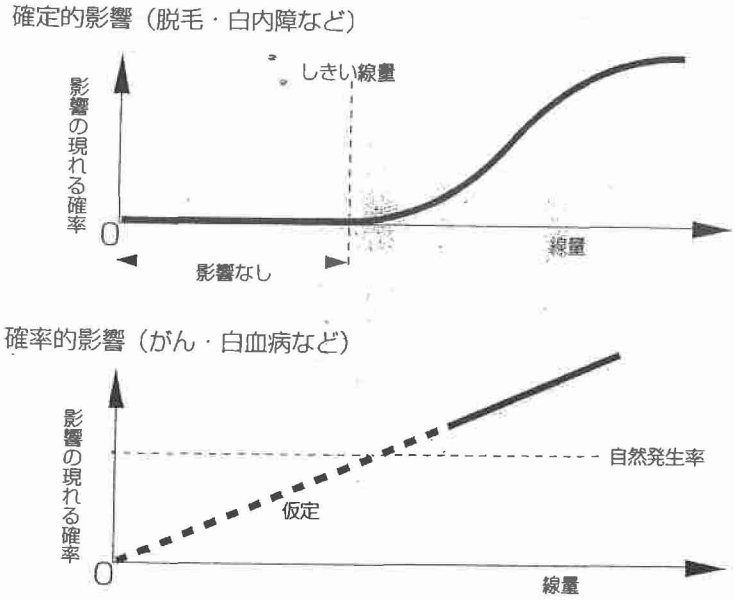


図１４
確定的影響と確率的影響

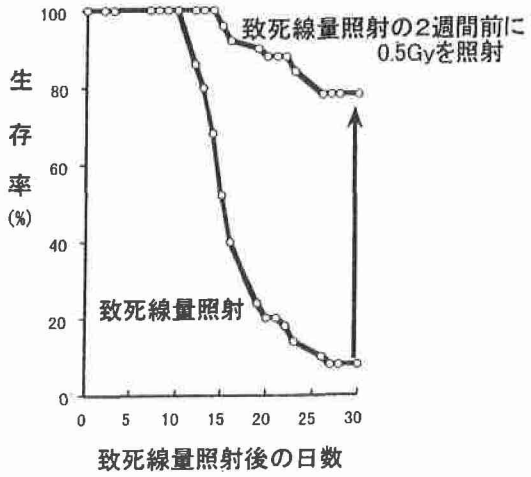


図１５　マウス個体における放射線適応応答

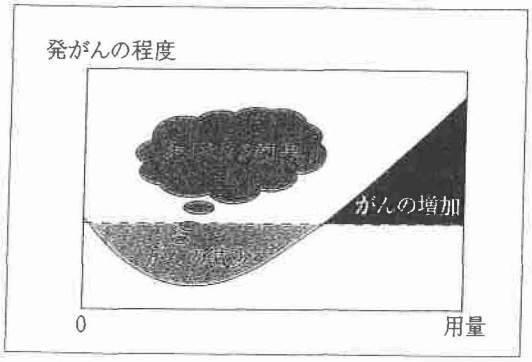


図１６　発がんにおけるホルミシス効果

これまでは放射線防護の立場から被ばく後かなり時間がたってから発症するがんにおいても、放射線はいかに微量でも有害であるとする「直線しきい値なし仮説」（LNT仮説）に従って起こると考えられてきました。この考え方は放射線作業者および一般公衆の被ばく低減に貢献してきましたが、放射線恐怖症を助長し、必要以上の規制により社会的・経済的負担が大きくなっており、今後ますます重要性がます放射線・原子力の利用にとって致命的な障害となりつつあります。

最近分かってきたことは、放射線の人体影響は放射線量が大量のときと少量のときとでは、後者の方が人間の体の中の防御機構が有効に働いて、明らかに悪影響が少なく、かえって少量の放射線照射により健康に有益な効果が生じている場合が多く見られていることです。これを放射線ホルミシスあるいは適応応答といいます（**図１５、１６**）。

に有益な効果が生じている場合が多く見られていることです。これを放射線ホルミシスあるいは適応応答といいます（**図１５、１６**）

従ってLNT仮説は、現在は放射線防護上やむをえないとしても、科学的に裏づけされていないと考える研究者が多くなっています。具体的には、がんの発症においても約200ミリシーベルトくらいまでは心配ないと考えるのが正しいようです。

詳しくはお話ししませんが、現在では、放射線やその他の原因で、体の細胞の中のもっとも大切な部分であるDNA分子に損傷を受けても、それを修復したり、修復に失敗して大きな損傷が残って細胞全体の生存に支障を来たす場合は、アポトーシスといって細胞自身が自爆して組織から排除されて生命全体の健全性を保つ機能があることが分かっています。それでもどうしても一部の異常な細胞が残留して増殖したものががん細胞であると考えられています。DNA分子の傷は、放射線を受けなくても毎日数万回起こり、同時に修復されているのだそうです。**（図１７）**

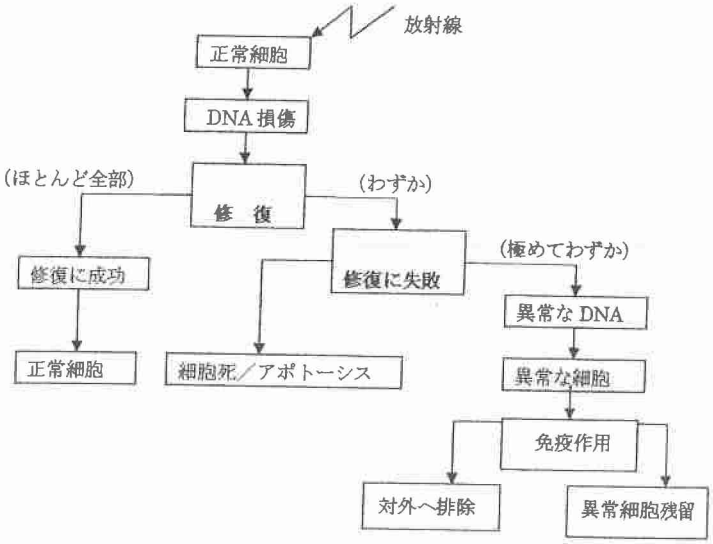


図 17　放射線による細胞への影響と防御

放射線のレベルと危険度との関係を図にしたものを末尾に添付しました(資料２)。

（５）放射線防護――放射線はどのように防ぐか

5-1　放射線障害の経験

1895年のエックス線の発見、1898年のラジウムの発見以来、放射線、放射性物質および原子力の利用による恩恵を受けると同時に、人類は放射線障害の貴重な経験をしました。それらの人々は、1）職業上放射線を受けた人々、2）放射線や放射性物質を用いて診断、治療を受けた患者、3）核爆発による被ばく者でした。

5-2　国際放射線防護委員会（ICRP）の設置

放射線の利用と障害の経験から1928年に国際放射線防護委員会（ICRP）という非政府専門組織が作られ、放射線防護についての勧告がなされるようになりました。日本をはじめ各国の法律・行政は、基本的にICRP勧告を順守する姿勢です。ICRPは、国連科学委員会(UNSCEAR)、国際原子力機関（IAEA)、国際保健機関（WHO)、国際労働機関（ILO）などと連絡が密で、成果は、一連のICRP刊行物（Publication）として公表されています。

5-3　ICRPの放射線防護の基本原則

国際放射線防護委員会（ICRP）は、放射線防護の観点から放射線影響をしきい値のある**確定的影響**としきい値のない**確率的影響**に大別し、放射線防護の目的を、①確定的な影響を防止し、②確率的な影響を容認できると思われるレベルにまで制限することとしています。
また、この目標を達成させるため、

2）すべての被ばくを、経済的および社会的要因を考慮に加えたうえ、合理的に達成できる限り低く保つべきこと（防護の**最適化**、ALARA（As low as reasonably achievable）
3）個人の被ばくは、**線量限度**に従うべきこと
という放射線防護体系を勧告しています。

すなわち、放射線は、あくまでも“生体にとり有害”との前提で、少量の放射線が生物に良い影響を与えるという”ホルミシス”に関するデータは、放射線防護において考慮に加えるには十分でないとしています。（すでに述べたように、ICRP の”放射線による発がんなどのリスクが線量に比例し、しきい値がない”という仮説は、作業者や一般公衆の被ばく低減に大きく貢献しましたが、一方で放射線恐怖症を助長し、過大な防護施策による人的物的資源の浪費と人類が放射線、原子力の便益を享受することへの障害となりつつあるという批判があります。）

放射線被ばくを次の３種類に分類し、職業被ばくと公衆被ばくには、それぞれ線量限度が設けられています。医療被ばくについては、線量限度はなく、被ばくによる益と害を勘案して行うようになっています。

1）職業被ばく：仕事の過程、作業者として受ける被ばく
2）公衆被ばく：一般公衆の被ばく
3）医療被ばく：医療分野の診断、治療で、患者あるいは被検者が受ける被ばく

5-4　線量限度（わが国の法令による）

1）職業被ばくに対する実効線量限度（放射線業務従事者）
「５年間に100 mSv、ただし、１年間 50 mSvを超えない」
2）公衆被ばくに対する線量限度（原子力施設の周辺監視区域の外側）
・実効線量：１mSv／年（大臣が認めた場合は、年 5 mSv）
・眼の水晶体：15 mSv／年、皮膚：15 mSv／年
3）緊急作業についての線量限度
・実効線量：100 mSv
・眼の水晶体：300 mSv
・皮膚：1 Sv
4）原子力施設周辺の線量目標値（原子力事業者の自主管理基準）
１年間で　0.05　mSv

5-5　放射線防護の実際　（外部被ばく防護の３原則）

放射線の存在するところで作業を行う作業者が心得ておくべき基本的事項は

1)　線源から距離を取る――放射線は“距離の二乗に反比例”して減衰する。
2)　遮へい物を置く――α線は紙で、β線はアルミニウムなどの薄い金属板で、γ線やエックス線は鉛や鉄の板で、中性子線は水やコンクリートで遮蔽できる。
3) 時　間――作業を能率的に行って被ばくする時間を短くする。

（６）低レベルの放射線影響に関する「しきい値なしの直線的直線的モデル」（LNT モデル）が科学的事実でない証拠――原爆被災者のデータから　（これの内容については４ページの添付資料とした）

3．終わりに

3-1　常識的な知識としてこの際知っていただきたいことは、

① 放射線はいたるところにある――少量の放射線が存在するからといって、全く心配する必要はない。

② 放射線の影響は天然・人工の由来によらず同じで、量（線量）に、(正確にはさらに単位時間あたりの量(線量率)に大きく依存する。

③ 同じ線量であっても、体の一部だけの被ばくと全身の被ばくとでは影響は大きく異なる。

④ 近くに放射能が存在しても、外からの放射線は「３原則」で防げる。

3-2　若い人へのメッセージ――広い立場で

これからの若い方々は、いろいろな知識や技術を身に着けて、大きくはこれから人類全体のために役に立ってやろうという理想というか高い志をもって活躍して頂きたいと希望します。また、大きな仕事は自分ひとりの力ではできなくて、自分の人以外の協力がいるものですから、それには学問や技術以外の人間性が大きくものを言います。そのために、特にこれから社会の指導者となられる皆さんは、社会をよくしようという正義感と、同胞愛というか他人の感情を思いやる精神的ゆとりが必要だと思います。

世の中には、社会で必要としているが、あまり人に好まれない仕事が必ずあるものです。もし機会があれば、そのような場合に進んで身を投じることをお薦めします。始めはあまり乗り気がしなくても一生懸命に努力をすれば、必ずその仕事の勘所が分かり、興味がわいてきて、何時の間にか自分がその分野の最前線にいて生き甲斐を感じる、ということになるものです。

（謝辞）　この機会を与えて下さいました北海道大学杉山憲一郎教授に、又種々の資料を提供して下さった放射線教育フォーラム理事金子正人氏、同田中隆一氏ほか多くの方々に感謝いたします。

文献

(1)　松浦辰男著、井上勝也監修、「放射線元素物語」、研成社、pp. 154 (1992 年 3 月)

(2)　日本保健物理学会・日本アイソトープ協会編、「新・放射線の人体への影響」、丸善、pp81、1993 年

(3)　松浦辰男・今村　昌・長谷川圀彦・橋本哲夫・朝野武美・小高正敬共訳、「放射線と放射能――宇宙・地球環境におけるその存在と働き」、(I. G. Draganic ほか著、"Radiation and Radioactivity on the Earth and Beyond")、学会出版センター、1996 年

(4)　(財)放射線影響協会、「放射線の影響がわかる本」、pp. 191、1996 年

(5)　松浦辰男・菅原　努、「原爆生存者の疫学的データから導いた線量-反応関係のしきい 値の存在について」、http://www.iips.co.jp/rah/spotlight/kassei/matu_1.htm

(6)　岩崎民子著、「知っていますか？ 放射線の利用」、丸善、pp.220、2003 年

(7)　松浦辰男著、「放射線・原子力教育――根拠のない不安を取り除く」、エネルギーレビュー、2004 年 12 月号, 22－25

(8)　近藤宗平著、「低線量放射線の健康影響」、近畿大学出版局、pp.250、2005 年

(9)　佐渡敏彦・福島昭治・甲斐倫明編著、「放射線および環境化学物質による発がん」、医療科学社、pp.269、2005 年

(10)　佐々木康人著、「身近な放射線の知識」、丸善、pp.157、2006 年

（2007年11月5日講義添付資料１）

原爆被爆者の疫学的データからわかる重要な事実(注)

松浦辰男　（立教大学名誉教授・NPO法人放射線教育フォーラム事務局長）
菅原　努　（(財)体質研究会　元理事長）

１．はじめに

われわれは、日常的に少量の放射線を浴びて生きているが、最近の研究で生体には防御機能があることが判明しており、発ガンの機構なども徐々に解明が進んでいる[1]。そして、日常身の回りに存在する多くの有害物質と同様に、放射線もある量以下では実際的には全く無害であり、少量の放射線は刺激となって生命の維持にとり必須になっているとの考え方もある。少なくとも放射線の総量は同じでも線量率が低いときは影響が顕著に小さくなる。しかし現在放射線防護の基本的な考え方であるしき値無しの直線型モデル（LNTモデル）は、放射線の人体影響のうちの「確率的影響」に関しては高線量の時の有害性が低線量でも線量に比例してリスクがあるとする考え方である。これは仮定であるにも関わらず一般社会には科学的事実であると思われていて、人々が「放射線恐怖症」になっており、原子力に関する社会受容に大きな障害となっている。

LNT仮説を唯一実験的に支持していると考えられているのが、広島・長崎の原爆の被爆者が癌で死亡する割合の疫学的データである。われわれは最近、この問題に関するこれまでのデータ解析に誤りがあり、特に被爆者の急性障害の発現に着目して慢性的被爆線量を重視して考察してみると、被爆者の線量―反応関係においていわゆる「しきい値」があることがわかった。ぜひこの事実を専門家においても認知してくださり、この事実を一般社会に知らしめると共に、放射線影響に関して科学的事実と法規制が乖離している状況を改善することにつき関心を持っていただきたくお願いする次第である。これについて説明する。

２．原爆被災者の疫学的データの新しい解釈

現在、正しいとされているのは、第１図のような「線量―影響関係」である[2]。ここで横軸にいくつかのグループに分けた被爆者の受けた放射線量をとり、縦軸に影響として、被爆者で癌になって死亡する人の数が被爆しなかった人に比べてどのくらい違うかとかという割合をとり、その関係を調べている。その曲線の傾斜から、横軸の被ばく線量に応じて、どのくらい有害な効果が現れるかを見積もるのである。現在、その関係は図の左端の線量ゼロ、相対リスクが１から一定の傾斜を持った直線で立ち上がるとみなされている。

ところが、これまでの解析では、横軸にプロットした被爆者の線量の見積もりに誤りがあったのである。すなわち、原爆を直接被災した人は、いろいろな原因による放射線を受けている[3]。それらは、「急性(外部)被ばく」として原爆炸裂時のγ線と中性子線、これらは身体外部か

（注：このデータはわれわれ（松浦・菅原）がすでに５年前に２つの国際会議（2002年８月ハンガリー、Debrecenでの「第２回放射線教育に関する国際シンポジウム」、および2002年10月韓国ソウルでの「第１回放射線防護に関するアジア・太平洋会議」で発表し、日本語版は2002年11月発行のNPO法人放射線教育フォーラム発行の印刷物「21世紀の原子力・放射線問題―近年のトピックスの中から―」17－26ページで報告され、またインターネット(http://www.iips/rah/spotlight/kassei/matu_1.htm)で公表されている。）

らの瞬間的な「外部被ばく」である。そのほか、「慢性外部被ばく」として、①「黒い雨」などのフォールアウトから、②地面の中性子照射による誘導放射能から、また「慢性内部被ばく」として、③体内(例えば血液中)での中性子誘導放射性核種の生成による被ばく、④汚染した水・食物などの体内への摂取による被ばく、がある。ところが、DS02 などの線量評価では、原爆投下時の瞬間的な被ばく線量だけしか考慮されていないといってよいのである。

当然考慮すべきものについて、①のフォールアウトについては、第2図に示すように、原爆投下直後に、(広島では西北部に向けて、長崎では東の方向に)かなり長時間、濃度の高い放射性核種を含んだ「黒い雨」が降った。これについて多くの記録がある。有名なエピソードとして、当時の気象技師宇田道隆氏の子息の例がある。この小学6年生は山奥の学童疎開から戦後広島に帰宅したが、黒い雨に含まれていた放射性残留物の付着していた雨戸のそばで寝ていたので髪の毛が脱毛し始め、調査により、黒い雨の放射性の泥分のためであることが判明した。

慢性外部被ばくは、被爆者が、爆心地に近い高汚染地区に何等かの目的(親戚や友人の見舞い、救護など)で比較的長時間立ち入ったことによる追加的被ばくであり、この量をすべての被爆者について見積もるのは困難であるが、参考になるのは、直接原爆に被災しなかったが、直後に救援などの目的で市内に立ち入って被ばくした「入市被ばく者」のデータである。これらの人の中でも原爆炸裂後数日のうちに立ち入った「早期入市被爆者」の中に、直接被爆者同様に、放射線障害の症状（脱毛、貧血、下痢、皮膚に斑点など）を発症した人が大勢いることで、中には死亡に至った例すら少なくないことである。この事実は、公式報告書や被ばく者の手記のほか、関係者の証言に基づく文学作品（例えば井伏鱒二「黒い雨」など）に多くの記録がある。直接被爆者も、かなりの割合の方々が入市被爆者と類似の行動をしたであろうと想像できる。問題は、このような原因による慢性被ばく線量の評価である。

われわれは、被爆者が被爆後約半年の間に発症した脱毛などの急性障害の発症の割合が、全被ばく線量を推定する上で重要な指標になるということを見出した。広島の於保源作という医師は「原爆残留放射線障碍の統計的観察」という論文[4]で、爆心地からの距離、被爆が屋内か屋外かなどによって、脱毛などの放射線障害の発症の割合がどう異なるかのデータを発表している。われわれは、このようなデータを使って、直接被爆者の線量の分布が正規分布を取ると仮定し、平均的な全被ばく線量を推定することができたのである。

すなわち、第3図に示すように、脱毛の症状の出る「しきい値」を 0.8 シーベルトと仮定し[5]、発症の割合として 8.12%（於保源作らのデータを含む8グループの報告で 117,914 人の被験者中 9,579 人が発症）の数値を用いて、正規分布の平均値を求めると 0.50 シーベルトとなる。また、脱毛を含む下痢、嘔吐などの各種の急性放射線症状の発症の割合のデータ 47.5% をもちい、発症のしきい値を 0.5 シーベルトと仮定すると、正規分布の平均値は 0.49 シーベルトとなる。これらの値の平均値 0.495 シーベルトから、放射線影響研究所のデータ[6]を使って計算した瞬間的被ばく線量のみの平均値 0.123 シーベルトを差し引くと、慢性的被ばく線量は 0.372 シーベルトであると計算することができる。その結果、原爆生存者の全被ばく線量のうち、これまで考慮されていなかった慢性的被ばく線量を約 0.372 シーベルトと見積もることができる、すなわち、正しい「線量―反応」関係は、第1図の中の「改訂された関係」として点線で示したように、元の直線を 0.372 シーベルトだけ右へ平行移動させた形となる。

結論として、低レベルの放射線によるがんの死亡率については約 0.37 シーベルトのしきい値が存在するということができる。

3．提案

低線量、低線量率領域における最近の多くの疫学的調査結果（日本の原子力発電施設等の放射線業務従事者の調査、米国原子力船修理作業者の調査、米国・英国・カナダの原子力従事者の合同解析、英国放射線科医の調査、欧州の定期航空便のパイロットのがん死亡率の調査、さらに中国広東省の高自然放射線地区のがん死亡率の比較など）から、「低線量率の慢性放射線被曝は、統計的な有意性をもって人体に有益な効果を与える」と近藤宗平先生が結論されておられる[6]。動物実験からもLNT仮説の欠陥は明らかになっており、放射線防護体系においても、いつまでもLNTモデルを墨守するということから早く脱却していただきたいと、切に希望する。

4．文献

(1) 松原純子、「低線量の放射線影響の実態」、日本原子力学会誌、43巻、744-753 (2001)

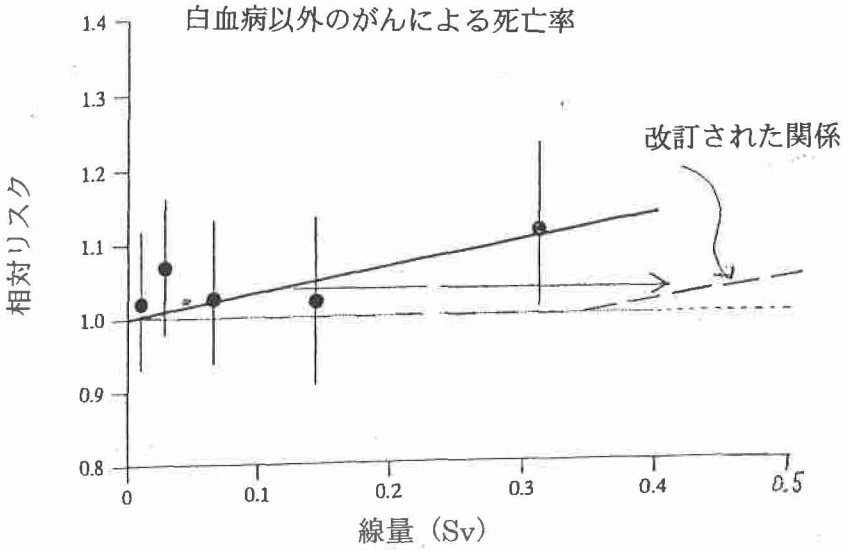
(2) Y. Shimizu, H Kato, W. J. Shull, "Studies of the mortality of a-bomb survivors, 9. Mortality, 1950-1985: Part2. mortality based on the recently revised doses (DS86)," Radiat. Res., 121, 120-141 (1990)

(3) 松浦辰男、「原爆と放射線影響研究・放射線教育」、放射線教育フォーラム「放射線教育」、Vol.4, No.1, p.86-94, 2000年

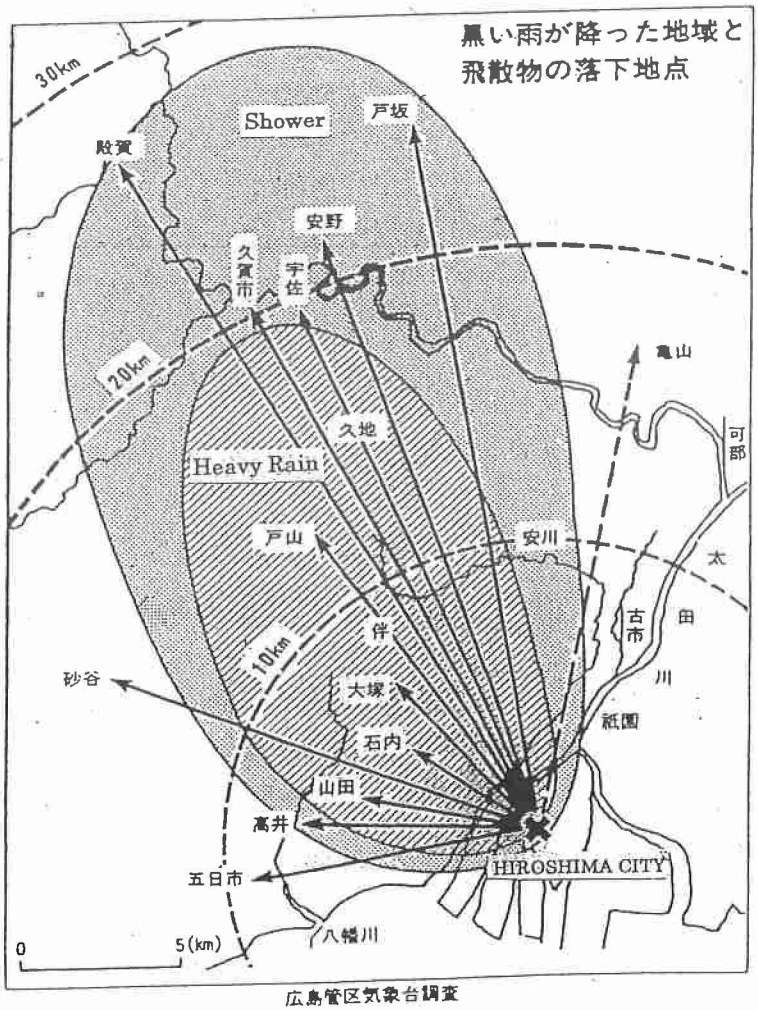
(4) 於保源作、「原爆残留放射線障害の統計的観察」、日本医事新報、1746号、p.21-25 (1957年10月12日)

(5) 練石和雄・菅原　努、「原爆による脱毛と晩発障害―感受性差か線量誤差か―」、環境と健康、Vol.9, No.2 p.49-67,　1996年

(6) 近藤宗平、「低線量放射線の健康影響」、近畿大学出版局、2005年9月

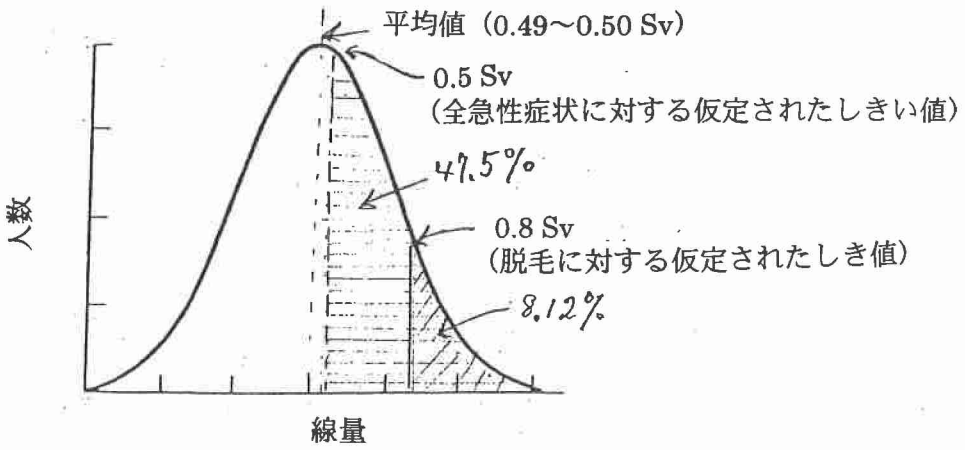


第1図　　ＲＥＲＦ（放影研）による線量－反応曲線(実線)としきい値のある改訂された曲線(点線)



広島管区気象台調査

第２図　　”黒い雨”の降った地域



第３図　　正規分布を仮定した直接被爆者の全被ばく線量の見積り

（2007年11月5日講義添付資料２）

放射線のレベルと危険度

（NPOこもん安心科学アカデミーによる資料）

急性（１回）	レベル			慢性（年間）
		mSv		
JCO事故O氏死亡（16,000）	危険レベル		危険レベル	
		10,000		マウス実験、β線による胸腺リンパ腫瘍20%以上発生（20,000）
JCO事故S氏死亡（6,000）	危険レベル			
JCO事故Y氏退院（1,000） 疫学調査から精神発達遅延症発生率激増（1,000）		1,000	注意レベル	
疫学調査から遺伝的影響の心配はない（500） 妊娠15週期被ばくによる精神発達遅延症発生なし（200）	注意レベル			
胎児被ばくリスクなし（100）		100		
医療検査：頭部CT（46） 医療検査：腹部CT（20）				英国放射線科医の疫学調査問題なし（30）
		10		小児白血病の年間発生率に有意差なし（50/5年）
	安心レベル		安心レベル	インド・ケララ地域の自然放射線（3.8） 中国高放射線地域健康状態よし（3） 自然放射線（2.4） 大地からのγ線（0.5） 宇宙線（0.4） 内部被ばく（0.3） ラドンによる内部被ばく（1.2）
		1		
胃のX線集団検診（0.6）				
胸のX線検診（0.06）				

安心科学アカデミー作成／大阪大学名誉教授近藤宗平氏監修

2008年1月4日現在

「核テロにいかに対処するか」

NPO法人放射線教育フォーラム　　松浦辰男・田中隆一・河村正一

まえがき

わが国の安全保障については、大量破壊兵器の拡散、国際テロ組織の活動等を含む新たな脅威や平和と安全に影響を与える多様な事態への対応が迫られている。この状況を踏まえて、平成15年に武力攻撃対処法が、また翌16年に国民保護法が成立し、武力攻撃に準ずる大規模テロのような緊急事態への対処を含めた基本的な対応の仕組みが有事法制の一環として整備された。平成17年以降にはこの国民保護のための基本方針に基づいて、各指定行政機関及び各都道府県・各市町村の国民保護計画が作成された。自治体はこの計画に基づいて、緊急事態が発生した場合には住民を保護し、被害の局在化を図ることが義務付けられた。

基本方針では、大規模テロの想定される事態として、原子力施設などの危険物質を有する施設への攻撃、イベントやスポーツのための大規模集客施設への攻撃、大量殺傷物質による攻撃、及び航空機、新幹線等の交通機関を破壊する攻撃などが例示されている。これらのうち、大量殺傷物質による攻撃には幾つかの類型があり、化学剤や生物剤とともに、核物質や放射性物質を悪用するテロが含まれている。核物質の悪用とは大量殺傷と大規模破壊を意図した核爆発を起こさせる仕掛けのことで、これはテロを超えた武力攻撃と見ることもできる。一方、放射性物質の悪用とは放射性物質を撒き散らす仕掛け(いわゆるダーティボム)や放射線を暴露する仕掛けのことで、これは大量殺傷を意図しているというよりも、人心の撹乱を意図するテロ手段として使用される危険性が高いと考えられている。

国民保護計画等では、爆薬と放射性物質を組み合わせたダーティボムに対する緊急対処が特に取り上げられている。この種の放射線テロでは、住民が放射線・放射能について過度の不安や恐怖を抱くおそれがあり、そのことが被害者の救援や住民の避難における迅速な対処や住民の積極的な協力を難しくすることが懸念される。特に、わが国では国民感情として放射線・放射能に対する不安感や恐怖心が強いという背景がある。この対策としては、行政機関や地方公共団体が住民に対して、放射線の基本的知識、放射線防護、被ばく線量、放射線による身体への影響等について、正しい知識を普及させる平素の備えが必要である。また、テロ発生の初動措置や住民とのコミュニケーションの任務にあたる警察、消防、自衛隊をはじめとする関連機関の緊急対応者全員が放射線・放射能について正しい基本知識を身につけておくことと、その役割に応じた教育訓練などの準備をしておくことが必要である。

本テキストはこの目的のために作成したもので、第1部（別冊）においては「放射線はどのくらいまで安全か――放射線・放射能の基礎」が説明され、第二部では第1章「核テロにおける特殊性について（コメント)」、第2章「核（物質）テロにおける基本対応」、第3章「初動措置における具体的業務（特に消防)」、第4章「まとめ」、その他添付資料からなっている。

1.「核テロにおける特殊性について」のコメント

「原子力施設等における消防活動対策マニュアル」(2001年5月)中の「マニュアル作成における考え方」には、「原子力施設等における事故等発生時の対応は、人命安全の観点から迅速・的確に実施せねばならないが、次のような特殊性を有している。」と記述されている。これについてコメントする。

①「放射性物質または放射線の存在は五感で感じることができず、被ばくの程度を自ら判断できない。」これに関して、

これは事実であるが、放射線測定器により、放射線や放射性物質の存在は容易に、また極めて敏感にその存在とその量を知ることができる。

②「現場での活動にあたっては、被ばく等を防止するため、放射能防護服、個人警報線量計、空間線量計等の特殊な装備をもって対応しなければならない。」これに関して、

一般にはその通りであるといえるが、B,Cへの対応と同じく、その被害の実情に応じ、また救護活動等に当たるものが集団である場合には、全員がこのような装備をする必要がない場合もありうる。たとえば、「放射能防護服」は通常の消防用防護服で多くの場合代用できるであろう。「個人線量計」は全員が着用する必要があるが、「個人警報線量計」は全員でなくてもよい。「空間線量計」は集団で1台装備すればよいであろう。

③「的確な消防活動を行うためには、放射性物質、放射線、原子力等に関する高度な専門的知識が必要とされる。」これに関しては、

「高度な」というのがどの程度までをいうのか不正確である。指揮にあたる者がある程度の専門的知識を持っていることが望ましいことは当然であるが、たとえばいわゆる「ダーテイボム」程度の比較的少量の放射性物質が撒き散らされた場合の処理であれば、放射線に関する基本的な知識をもとにB,Cの場合に準じた適切な処理は可能であろう。

更に、「このような特殊性を踏まえ、必要装備をあらかじめ整備しておくとともに、放射線測定器の使用法なども随時経験しておき、事故発生時には、専門家の支援と協力を得ながら、隊員等の確実な被ばく管理、活動に伴う二次汚染の拡大防止などを図りつつ、消火、救助、救急等を確実に実施できることが必要である。」とある。

2. 核テロにおける基本対応

ここでは、「東京都NBC災害対処マニュアル」〔概要版〕(平成16年3月)中の「第1章　総論」中の〔第4節　初動措置　及び　第5節　応急対策〕　並びに〔第4章　核(物質)による災害〕を紹介する。(これらの資料は別添(1)、(2)とした。)

3．初動措置における具体的業務について〔特に消防の〕

3-1　現状の把握

○　通報あるいは出動命令を受ける。（どこで、どのような異常事態が起こったか。NBCのうちどれが主であるか。被害者はどのような症状を示し、訴えをしているか。など）

○　マニュアルに従って何をするべきか、検討し決断する。
（人命の救助を第一とし、火災であれば消火し、また事態の拡大を阻止する。）

○　消防・警察・自衛隊内での連絡と役割分担の確認

3-2　消防隊の出動
〔装備は何を用意するか、人員は何名、指揮者は誰か〕

○　装備の中には、放射線測定器を含める。（平素から常備）
〔それらは、サーベイメータ、個人被ばく線量計、できれば警報付線量計をも〕
ほかの装備には、ロープ、標識、ロープを張るために地面に立てる棒も。そして防護服を。
（防護服は、特に放射性物質の濃度が高い場合のほかは、耐放射性物質仕様のものでなくても、消防隊が通常使っているものや化学剤に耐えるものであれば十分であろう。）

3-3　現地に到着したら

○　現地本部　（現地連絡調整所）　の設置

○　放射線の測定。その結果により「立ち入り制限地区」を設定する。その基準は別に定めるガイドラインによる。　サーベイメーターで地上１メートルの高さでの「ｃｐｍ」の値からその直下の地面の放射能濃度を（１平方メートルあたり何ベクレルあるか）を、ガイドラインで決められた公式で計算し推定する。

○　管理区域の設定基準は、「外縁境界」で 0.1 mGy/hr、「内縁境界」では 0.1 Gy/hr とする。
（さらに物体の表面が放射性物質で汚染されている場合、βγ放出体で 1,000Bq/cm^2、α放出体で 100　Bq/ cm^2 というのがアメリカでの基準となっている。）

3-4　作業開始

○　救助活動。　負傷者等がいれば病院に搬送する。汚染検査を行ってから。

○　放射線汚染の箇所を調査して「除染マニュアル」（別添）にしたがって汚染を減らす。

○　作業従事者の作業時間が法規で定める制限を越えないように。（通常の消防活動では最大 10mSv であるが、緊急時・人命救助では最大 100mSv までよいという一応の日本の基準がある。このことは、もし内縁境界内の線量が 1 時間あたり 100mGy ある場合は、ここでは 1 時間しか作業しないほうがよい、ということになる。）

3-5　事後サーベイ、管理

○　区域からの撤収。関係者に報告。一般への広報。

4．終わりに

○　平素から、放射線・放射能に関する関心を持ち、知識を少しずつ高めておく。

○　緊急時対応に当たっては、人名救助・救護を第一とする。

○　放射線防護の基本的な考え方として、ALARA（As low as reasonably achievable、「放射線被ばくは合理的に達成できる限り低く」）という考え方があるが、テロ事件のような危機的状況においては、その原則にとらわれることは不適切である。すべて臨機応変に、フレキシブルに判断すること。

○　放射性物質で汚染されても、サリンなどの化学的薬剤とは性質が違い、それによって直ちに生命、身体に影響があることはない、と考えてよい。

〔参考資料〕　（関係法規及び解説など）

１．「災害対策基本法」（1961 年 11 月 15 日）

２．「原子力災害対策特別措置法」（原災法、平成 11 年 12 月 17 日）

３．「NBC テロその他大量殺傷型テロへの対処について」（平成 13 年４月 16 日、内閣危機管理監決裁）

４．「原子力施設等における消防活動対策マニュアル」（総務省消防庁特殊災害室）〔2001 年 5 月〕〔近代消防 2001 年 8 月号〕

５．「武力攻撃事態における我が国の平和と独立並びに国及び国民の安全の確保に関する法律」（武力攻撃事態対処法、平成 15 年 6 月）

６．「東京都 NBC 災害対処マニュアル（概要版）」（平成 16 年３月）

７．「武力攻撃事態等における国民の保護のための措置に関する法律」（国民保護法、平成 16 年 6 月）

８．「国民保護計画」（平成 17 年 3 月以降）（各省庁、各自治体、各公共団体）

９．「日本の危機管理体制について」　神田啓治、保物セミナー2007〔平成 19 年 11 月 12 日〕講演要旨

１０．「日本の原子力防災について」青木昌治、保物セミナー2007〔平成 19 年 11 月 12 日〕講演要旨

１１．「原子力防災」、原子力 2007、第 8 章、p105-107,日本原子力文化振興財団

１２．「放射線テロの緊急時対応について考える ―放射線事故対処に関する教育の経験から―」岸川俊明、放射線教育フォーラム 2007 年度第 2 回勉強会（平成 19 年 11 月 23 日）

１３．「放射線テロの緊急時対応者に何が求められているか――NCRP コメンタリーNo.19」田中隆一、放射線教育フォーラム 2007 年度第 2 回勉強会（平成 19 年 11 月 23 日）

別添資料（1）「東京都NBC災害対処マニュアル（概要版）」（平成16年3月）

第1章　総論

このマニュアルの概要については次ページに示す。

第4節　初動措置

1　通報、連絡体制

○　都各部局がＮＢＣ災害の発生を認知した場合は、警察、消防に通報するとともに総務局総合防災部に報告する。

○　総務局総合防災部は、ＮＢＣ災害に関する情報の通報を受けた場合は、危機管理監に報告するとともに、緊急連絡網に従い、都各部局及び関係機関に連絡する。

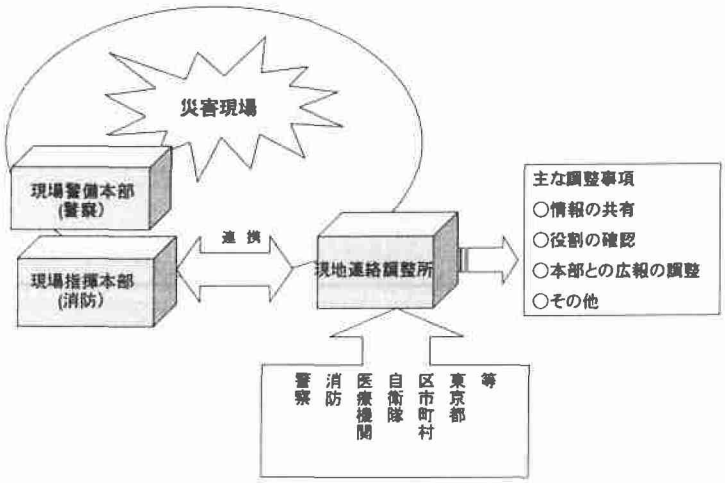
2　事態対処のための態勢の確立

（1）東京都災害対策本部等の設置

○　危機管理監は、ＮＢＣ災害に係る対応策の検討が必要であると認める場合は、東京都災害対策会議を召集する。

○　都各部局を挙げて対処する必要がある場合は、東京都災害対策本部を設置する。

（2）　現地での連絡調整（現地連絡調整所）



現地連絡調整所

○　ＮＢＣ災害発生時において、円滑な連携を確保するため、各期間の対応について連絡調整する現地連絡調整所を設置する。

○　現地連絡調整所の参加機関を例示すると次のとおりであり、それぞれ指揮権限を有する者又はその代理者が各機関を代表して参加する。

○　現地連絡調整所の運営は、警察、消防又は保健所等を中心とし、参加機関は相互にその

「東京都NBC災害対処マニュアル」の概要

目的
NBC災害発生時の各局、関係機関の行動要領の策定

基本方針
◎被害の軽減
◎社会不安の解消
◎事前対策

→
○迅速、確実な情報連絡体制の確立
○指示(命令)の迅速な伝達と各局の有機的な連携
○各災害の特性に応じた適切な対策の実施

構　成
第1章　総論
NBC各災害の共通事項について、『事前対策』、『初動措置』、『応急対策』を記述。

第2章　生物剤による災害（天然痘中心）
第3章　化学剤による災害
第4章　核(物質)による災害

事前対策

キーワード『充実』

○緊急連絡網の構築

○関係機関との連携体制の構築
・東京都危機管理対策会議
・関係機関連絡会議

○各部局の組織体制の確立

○装備資機材の整備

○教育訓練の実施

初動措置

キーワード『迅速』

○通報、連絡体制の確保

○対策本部等の設置
・東京都災害対策本部
・東京都応急対策本部

○現地連絡調整所
Point　災害発生現場で活動する各機関の対応を連絡調整するために設置する。

応急対策

キーワード『連携』

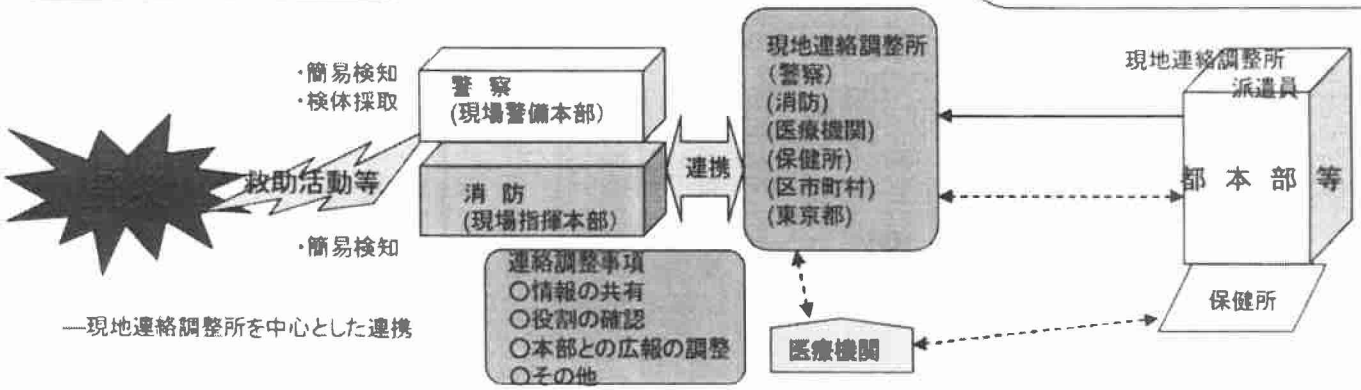
○救助、搬送、医療活動

○原因物質の検知、特定
Point　原因物質に関する情報を速やかに共有し、医療等に役立てる。

○住民の避難、誘導

○除染活動
Point　迅速的確な現場活動と、事後の環境監視のために、除染に関する調整を行う

○被災者への支援



運営に協力する。

（3）　現地連絡調整所への職員の派遣

○　現地連絡調整所における関係各機関の連絡調整の円滑化を図るため、都本部から課長級の職員（現地連絡調整所派遣員）を派遣する。

○　現地連絡調整所派遣員は、都本部等の指示のもと連絡調整を行うとともに、被災情報の収集に努め、当面対応すべき事項を把握して報告する。

第5節　応急対策

1　被災者の救助及び治療

（1）救助活動

○　都本部等は、現地連絡調整所を介して、災害現場の救助活動に必要な支援を行う。

○　都本部等は、必要により、現地救護所におけるトリアージや応急処置の実施のため、医療救護班を派遣する。

（2）搬送活動

○　被害者の搬送に当たっては、除染の処理が終了した者から搬送するなど、二次汚染の防止を徹底する。

○　被災者は原則として救急車により搬送するが、大規模事件、事故により多数の被災者が発生した場合は、都本部等は、安全性について確認したうえで、別途、輸送用車両を確保する。

（3）医療活動

○　救急告示医療機関の収容能力を超える場合又は超えることが予想される場合は、早期に後方医療施設等への収容等、調整を行う。

○　都本部等は、NBC災害の特性に応じて、その治療方針について専門家の意見を聴取するとともに、治療に必要な情報の提供やワクチン、抗生物質等の薬品類の確保に努める。

2　原因物質の特定

○　各機関において原因物質等を特定した場合は、速やかに都本部又は現地連絡調整所に連絡する。

○　現地活動機関は、原因物質が特定される前であっても、簡易検知の結果が出ている場合には、速やかに都本部又は現地連絡調整所に連絡する。

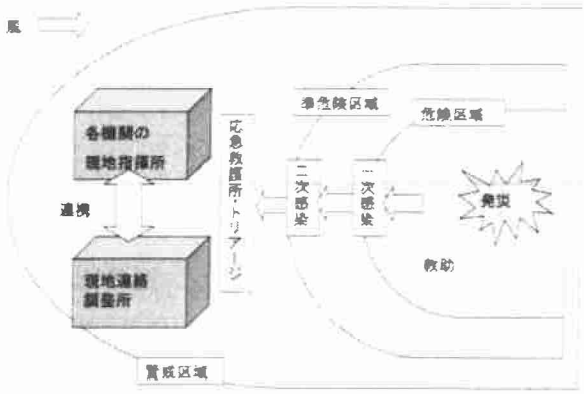
3　被害の拡大防止

（1）危険区域

○　被災現場において、警察、消防等により警戒区域や危険区域が設定されている場合、都及び区市町村は、現地連絡調整所においてこれらの機関と連携し、付近住民に対して周知徹底を図る。

（2）住民の避難、誘導

○　都本部等は、災害の規模、程度から付近住民の避難が必要と判断した場合、当該市区町村に通報する。（住民への具体的な避難勧告は、区市町村が行う。）



警戒区域の設定（イメージ）

○　避難する住民の誘導は、警察、消防等と緊密に連携し、原則として区市町村が実施する

○　住民の避難先は、原則として各区市町村の地域防災計画に定める避難所とするが、避難時間、気象条件等により必要に応じて、新たに避難所（収容施設）等を選定する。

（3）健康被害調査活動

○　都本部等は、住民の健康被害把握のために、関係部局により調査チームを編成し派遣する。

○　都本部等は、健康被害活動の結果を速やかに集約、分析し、事後の対応策の立案に反映する。

（4）施設の封鎖

○　都各部局が管理する施設、施設が被害を受けた場合は、安全が確認されるまでの間、必要に応じて閉鎖する。

○　民間が管理する施設、設備が被害を受けた場合は、都本部等は必要に応じて安全が確認されるまで閉鎖するよう、当該施設管理者に依頼する。

（5）除染液等の処分

○　現地活動機関及び医療機関等が除染に使用した除染液（汚水）を処分する場合は、都本部等に当該処分を要請する。都環境局及び都下水局は、この処分について、調整して都本部等に報告する。

○　放射能汚染された資機材、除染に伴う廃液の処理は、原則として原子力事業者等に引渡し、処理を依頼する。

（6）地域や施設の安全点検（確認）

○　都各部局は、国内でテロ災害が発生した場合（発生する蓋然性が高い場合を含む。）は、自局マニュアル等により、管理する施設、設備の警戒と安全点検を実施する。

4　応援要請

○　区市町村、地方公共団体、関係機関等との相互応援又は応援のあっ旋については、地方防災計画に定めるところによる。

○　多数の被災者が発生し、各機関等が現有の部隊等では対処できない場合には、広域緊急

援助隊、緊急消防援助隊、海上保安庁、自衛隊等に対し、応援要請を行う。

○　被災現場に状況により国等の研究機関及び専門家の応援が必要であると認めるときは、応援を依頼する。

5　被災者等への支援

（1）被災者への支援

○　避難所の設置が必要なときは、各区市町村の地域防災計画において指定されている避難所を設置して運営する。

○　都及び区市町村は、各地域防災計画に基づき、迅速に食料、生活必需品等を提供する。

○　都及び区市町村は、必要に応じて被災者のための生活相談窓口並びに健康相談窓口を設置し、特に心的外傷後ストレス障害（ＰＴＳＤ）などの心のケアにも配慮する。

（2）ＮＰＯやボランティアの受入れ

○　都本部等は、民間支援ボランティア団体と協議し、必要に応じて支援を要請する。

○　都本部等は必要により広域ボランティア活動拠点を開設し、参集するボランティアの受入れ及び区市町村等へのあっ旋を行う。

6　広報活動

（1）広報

○　都本部等に総合的な広報担当窓口を設置し、広報の一元化を図る。

（2）情報提供

○　都民に対しては、テレビ、ラジオ及び都庁ホームページ等を通じて、安否情報など、必要な情報の提供に努め、特に外国語の活用についても配慮する。

別添資料（2）「東京都NBC災害対処マニュアル（概要版）」（平成16年3月）抜粋

第４章　核（物質）による災害

第１節　核（物質）の概要と特徴

1　概要

○　核（物質）を使用し、又は核物質取扱施設等を攻撃してその放出を狙ったものを核（物質）テロと呼称している。

○　核（物質）テロは、原子力施設や放射性物質輸送車両を狙ったテロの他、ダーテイボム（爆発を伴う放射性物質の拡散）、車両、航空機からの放射性物質の散布、飲食物への放射性物質の混入、水源地への投げ込み等が考えられる。

2　特徴

○　核（物質）テロ災害は、放射性物質又は放射線の存在は五感では感知できないこと、原因となる放射性物質や放射線源の特定が困難であること、風評被害をはじめ、人心不安の面で影響が大きいといった特徴があげられる。

第２節　核（物質）テロに対する基本対応

1　人心不安対策

○　周辺住民等が過度に不安を抱くおそれがあるため、被ばく線量や放射線による身体への影響等について、対応者自身がある程度理解し、市民等に分かりやすく情報提供できることが重要である。

2　災害現場における基本対応

○　原子力災害特別措置法及び災害対策基本法に基づいて国と連携を図りながら、原子力災害の特徴を踏まえて対処する。(迅速に人命救助と事件の解決に向けて、被害の拡大防止、再発防止と社会不安解消のために最大限の努力をする。)

第３節　事前の措置

○　都各部局は、東京都地域防災計画(火山・風水害等編)第５編原子力災害対策に定める災害予防計画に基づき事前の措置を講じる。

○　都各部局は、平常時の原子力・放射線関係施設の情報、放射線監視について異常の有無等の発見に努める。

第４節　初動措置

1　情報収集と監視体制

○　都総務局総合防災部は、核物質取扱施設又は核燃料物質の輸送等に関わる事件、事故、又は核（物質）を用いたテロ等を認知した報告を受けた場合若しくは原災法第10条第１項に基づく通報(原子力施設の区域付近で法規で定められた以上の放射線量が認められたとの通報)を受けた場合は、都各部局及び関係各機関並びに関係周辺区市町村に通報、連絡する。

○　都産業労働局は、都内及び近郊において、核（物質）に係るテロを認知した場合、既存の観測点において緊急に放射線のモニタリングを開始する。

○　医療施設等におけるRI保存容器の破損等の被害が発生し、当該施設から応援要請があった場合、都福祉保健局及び都病院経営本部は、RI管理測定班を編成し、及び派遣する。その主な活動は、警戒区域外における放射線の測定、及び当該医療機関における入院患者等の安全性の確保並びに当該患者等の放射線不安への対応、である。

2　東京都緊急時放射線調査チームの編成と活動

○　都内で核（物質）災害による被害が発生した場合には、都本部等は、警戒区域外において住民の安全性の確保のため、**東京都緊急時放射線調査チーム**を編成し、及び派遣する。

3　国との連携

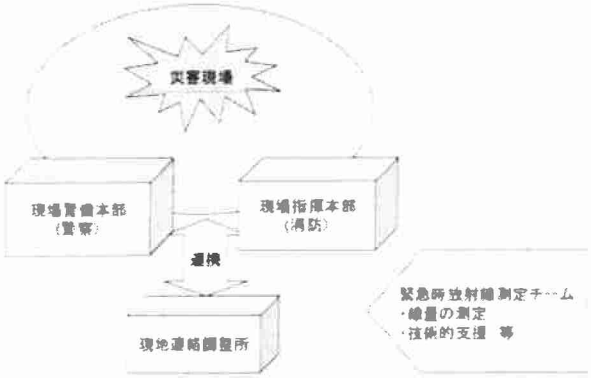
○　都本部等は、核（物質）による災害が発生した場合、速やかに関係省庁に通報し、国との連携を図って必要な対策を講じる。

4　被害の拡大防止

（1）　警戒区域

○　都本部等は、区市町村長等が設定する警戒区域について、住民への周知徹底を支援するとともに、関係機関等との情報の共有を図る。

（下図は東京都緊急時放射線調査チームを示す。）



（２）　屋内退避と避難

○　住民の避難に関しては、外部被ばくの低減効果及び内部被ばくの防止効果も踏まえ、状況により、木造家屋よりも放射線の遮へい効果が大きいコンクリート建物への退避を検討する。

（３）　避難広報

○　原子力事業者等の関係者、現地活動機関、区市町村等が行う避難等の情報を、マスコミに速やかに提供し、及び広報を促す。

○　都各部局、区市町村は、一体となって適切かつ迅速な広報活動を行う。

５　オフサイトセンター等への現地連絡調整所の設置

○　緊急事態応急対策拠点施設（オフサイトセンター）等に国の現地対策本部が設置された場合は、速やかに現地連絡調整所を設置し、関係機関、都本部等との円滑な連携を確保する。

第５節　応急対策

１　被災者の救助及び治療

○　都本部等は、核（物質）災害による被災現場の活動を円滑に行えるよう、現場活動機関や医療機関等による救助活動、輸送活動及び医療活動に対して必要な支援を行う。

２　原因物質等の特定

○　都産業労働局は、警察、消防等と連携して原因物質及び放射線種の特定を行い、都本部等を通じて、放射線防護対策についての助言等、必要な支援を行う。

３　除染の実施

○　災害現場における被災者の除染は、原則として原子力事業者等の関係者が行うほか、状況に応じて警察、消防等の現地活動機関が行い、必要に応じて自衛隊への災害派遣要請を行う。

４　汚染状況の調査、安全点検

（1）　被害状況の調査報告

○　核（物質）災害が発生した場合、都各部局は、被害状況等について速やかに調査及び情報収集を行い、本部等に報告する。

（2）　安全点検

○　東京都緊急時放射線調査チームは、関係各機関と連携し、安全確認のために、被災現場における災害活動後の放射線量を測定する。

（3）都本部等は、前（1）及び（2）の結果を区市町村等に情報提供する。

別添資料（3）放射性物質の汚染除去方法　　（河村正一、2007.11.30.）

（1）除染作業の一般的注意

①　表面汚染

皮膚または物体の表面の放射性物質（RI）による汚染である。表面汚染は外部被ばくの危険のほかに体内に汚染放射性物質が取り込まれる危険をもっており、さらに表面汚染に接触することで汚染が次々に広がるおそれがある。

汚染は、（a）遊離性汚染と、（b）固定性の汚染とに分かれる。前者は除染が容易であるが気づかずに放置される場合には汚染の拡大と内部被ばくの点で後者より危険性が大きい。

汚染の検出には、サーベイメータでRI汚染表面を直接測定する直接法およびスミア法（ふき取り試験）とよぶ間接法がある。

固定性と遊離性の表面汚染を合わせて評価するには直接法が適しており、遊離性の表面汚染だけの評価には間接法が適している。

遊離性の汚染があると、RIが空中に飛散して汚染を拡大して、吸入によって体内に取り込まれ「内部被ばく」の原因となるので注意が必要である。

直接法は汚染範囲を調べたり、搬出物品の汚染を検査したりするのに適している。汚染が物品表面の傷などにしみ込んで、間接法ではみつからない汚染が検出できる特徴がある。

間接法は、一定の面積の「ろ紙」でRI汚染表面をふき取り、付着した放射性物質の放射能を測定して汚染の程度を評価する。間接法は、サンプリングと放射能測定を別々に行うため、測定環境の放射線バックグラウンドレベルに影響されないで放射線測定できる利点がある。ただし、局所的な汚染は見落とすおそれがある。しかし、測定器のバックグラウンド計数値を下げて、測定時間を長くすれば、低レベルのRI汚染も検出できるようになる。汚染が判明すると白墨で印をつけて汚染箇所を明示し、注意を喚起して汚染を拡げないようにする。

②　放射線測定器の選択

直接法、間接法の何れでも、RIから出る放射線の種類、エネルギーに対する最適の測定器を選ぶ。また、予め使用機器の感度、バックグラウンド、安定性をよく理解し電池の状態、時定数などを確認しておく。

空間線量は、γ線やX線、中性子線など透過性の強い放射線場に線量計を置いて測定する。空間線量率の測定器は、持ち運びの容易な電離箱式サーベイメータ、γ線用サーベイメータ、およびGM管式サーベイメータが一般的である。

汚染検査用サーベイメータに関しては「JIS Z 4329：2004放射性表面汚染サーベイメータ」という日本工業規格が参考になる。一般にはGM管式サーベイメータが用いられる。その広窓タイプはβ放出体に、シンチレーションサーベイメータはγ放出体を効率よく測定できる。

スミア試料の測定は、全β放出体の検出を目的とすることが多く、GM管式やガスフローカウンタが用いられる（「JIS Z4504：1993放射性表面汚染の測定方法」）。
トリチウムのような低エネルギーβ放出体の測定では、拭き取った「ろ紙」をシンチレータに移して、液体シンチレーションカウンタで測定する。種々のγ放出体の混合物の測定ではゲルマニウム半導体検出器を用いる。

（2）除染作業の一般的注意

① 早期除染

除染方法は状況に応じて様々であるが、できるだけ早く除染する。汚染直後であれば、水だけで容易に除染できるものでも、そのまま放置しておくととれなくなることがある。

② 汚染拡大防止

紙タオル、布片で汚染を広げないようにつつみこんで拭いとる。

③ 湿式操作と保護具の着用

できるだけ湿式法で除染するのが好ましい。乾式法で除染すると放射性粉じんが空気中に舞い上がって吸入し、内部被ばくの原因となるので注意する必要がある。大掛かりな除染作業では、防護服、保護具、呼吸用保護具等を用いる。

④ 除染手順

一般には汚染の状況、汚染物質の物理的、化学的性質などに応じて、一般に水から始めるなど、初めはなるべく温和な除染剤を用い、除染の程度に応じて順次化学的活性度の大きいものに移るようにする。

化学的活性度の大きい除染剤の除染効果は大きいが、表面が侵食され再汚染のとき、除染が非常に困難になるからである。また、除染剤の中には、気体の放射性物質の発生がある。例えば^{14}C、^{131}Iの化合物に酸を加えるときなどで、除染剤の選択には注意が必要である。

⑤ 皮膚の除染

（a）粉末状中性洗剤を、水でぬらし、ハンドブラシで軽くこすりながら流水中に流す。このとき、アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム（代表的なアニオン界面活性剤）、ソープレスソープ（石鹸以外の界面活性剤の総称、合成洗剤の別名）を用いる。石鹸は皮膚を荒らすので用いない。

（b）酸化チタン100gを0.1M塩酸60mlで練ってつくった「酸化チタン・ペースト」を、皮膚に十分にぬりつけ2分ないし3分間放置し、ぬれた布でこすり取り十分水洗する。

（b）中性洗剤－キレート形成剤（1：2）の混合粉末を散布、水でぬらしハンドブラシでこすりながら水洗する。

（c）キレート形成剤としては、EDTAナトリウム塩、クエン酸、　クエン酸ナトリウム、酒石酸ナトリウム、リン酸ナトリウムなどがある。通常、（a）および（b）の除染方法で十分である。

⑥　傷口または粘膜の除染

(a) 眼や粘膜に放射性物質が入ったときは、直ちに大量の流水で洗い流す。

(b) 傷口が汚染したときも直ちに大量の流水を流す。このとき傷口を開いて血液をしぼり出すようにする。

(c) 傷口に塵やグリースなどの汚染があるときには、非イオン活性剤 0.5%溶液をガーゼにしませ、傷口をこすりながら水洗する。ガーゼ類は捨てないで放射能測定にまわす。

(d) 通常、(a)の除染方法で十分RIは除去できる。

⑦　液体の除染

ゴム手袋を着用して、ろ紙、ペーパータオル等で吸い取る。ゴム手袋のピンホール等で身体への二次汚染を起こさないようにする。

無機液体では、酸性、アルカリ性を調べ、状況に応じて中和をする。含まれる化合物の毒性や揮発性のガス発生に注意する。濃硫酸では、ろ紙で吸い取ると、炭化するので炭酸塩で中和する。フッ酸はカルシウム塩を加えると安定なフッ化物になる。直接、触れると浸透し、激痛が生じるので注意が必要である。

有機溶媒は、可燃性であったり、揮発性であったりするので、周辺の温度、火気の使用状況、換気に十分注意する。トリチウムや^{14}Cの標識化合物では、内部被ばくに注意する。

⑧　粉末の除染

RI粉末を飛散させると二次汚染の原因となる。濡れタオルやテープで粉末を被い、吸着させる。すき間や細かい凹凸部に入り込んだ粉末には、荷造りテープを押し付けて剥がし取る方法が有効である。

ＮＣＲＰコメンタリー　Ｎｏ．１９

核および放射線テロに対する緊急時対応者の要件

2007年6月8日現在日本語訳

訳者　(五十音順)：

岩崎民子・加藤和明・金子正人・

河村正一・田中隆一・松浦辰男

（ＮＰＯ法人放射線教育フォーラム）

NCRP COMMENTARY No. 19

KEY ELEMENTS OF PREPARING EMERGENCY RESPONDERS FOR NUCLEAR AND RADIOLOGICAL TERRORISM

December 31, 2005

National Council on Radiation Protection and Measurements
7910 Woodmont Avenue / Bethesda, Maryland 20814-3095

序　文

本コメンタリーは、米国国土安全保障省（ＤＨＳ）の要請によって作成された。このコメンタリーの勧告は、放射線あるいは放射性物質を用いたテロリストの攻撃に対して緊急の対応を迫られるＤＨＳ、州及び地域関係当局の責任者を対象とする。この種の事件は、放射線暴露や放射性物質散布の仕掛け、あるいは粗製の（または他の手段で手に入れた）核に関わる仕掛けをテロリストが使うことによって起こり得る。

米国放射線防護測定評議会（ＮＣＲＰ）は、1980 年にリポート No.65「放射性核種に誤って汚染した人の管理」を、2001 年にリポート No.138「放射性物質を使用するテロリスト事件の管理」を公表している。これら既存のＮＣＲＰのレポートは、潜在的あるいは現実のテロリストによる核または放射線事件へのあらゆる対応や管理に関して基本となる参考文献となっている。

このコメンタリーは、核及び放射性物質に関するテロに対して緊急に対応するための基本事項のみに限定しており、焦点を次の事項に絞る。

- 様々な種類及び異なる強度レベルの放射線の検知や対人防護用の機器を含む緊急対応のための機材に必要とされること
- 地区レベルで求められる放射能汚染除去の勧告、用具および医療用具
- 連邦、州、および地区レベルでの緊急時対応のための訓練および演習の内容および頻度（放射線防護の側面から）

このコメンタリーの勧告は、ＤＨＳ、州および地区の関係当局にテロ事件によって起こる放射線環境における危険な作業の遂行において緊急時対応者を支援する助言を与えることを意図している。勧告には次の事項が含まれている。

- 放射線管理ゾーンの設定
- 人命救助およびそれ以外の救援活動のための決定線量（緊急時対応者の集積吸収線量）の使用
- 放射線防護に関わる標準防護服（救急用の防護服と空気供給）の使用
- 警報付き個人放射線量計の使用
- 放射線レベルに関する時間、距離および遮蔽物の影響、ならびに適切な放射線検知器の有用性
- さまざまな放射線量レベルに関係する健康影響とリスク
- 人命救助およびそれ以外の救援活動に従事している緊急時対応者の放射線被曝についての個人線量記録および管理の重要性

本コメンタリーを立案した NCRP 科学委員会 SC 2-1 の世話役：

John W. Poston, Sr., *Chairman*
Texas A&M University
College Station, Texas

目　次

第１章　主要項目

１．１ はじめに

本コメンタリーは、核および放射線が関わる事件への緊急時対応という特殊事項に関る勧告の提供である。本勧告は、緊急時に対してのみ、またその終息が宣言されるまでの期間に対してのみ、適用されるべきものである。終息が宣言されたときには、高められたレベルが引き続いている放射線環境への長期間監視に特別の対応が取られるのに加えて、職業被曝、公衆被曝の両者に、確立されている放射線防護対策が、通常、復活される。

本コメンタリーは、緊急時対応者のプロトコール（事前取決事項）の開発、装備調達の勧告、訓練と演習の内容と頻度、勧告の適用に当って関わりを持つことになるそれぞれの組織におけるカスタマイズ、といった準備活動を支援する技術的基盤を提供するものである。本コメンタリーを地域社会において実践するに当っては、次の事項をも守らなければならない：

- 標準の行動要領の内容および既存様式との整合
- 地域社会が抱えている潜在的危険箇所と脆弱箇所の識別
- 最終使用者によって使われている装備との両立化
- 地域社会の習慣･言語への配慮
- 地域社会の核および放射線事件への対応資源の識別

本コメンタリー履行に必要な、国家および地域社会の重要資源は、当該区域における放射線管理プログラムの先導機関「放射線管理プログラム指導者会議」(Conference of Radiation Control Program Directors, Inc.: CRCPD)[1] から地域社会の放射線管理プログラムについてのより詳細な情報の提供を受けることが出来る。

第１章では、本コメンタリーの主要点を示すが、その詳細は、第２章から第７章において検討される。主要点のそれぞれについての付加的討議が、1.2 節から 1.7 節にある囲み記事のそれぞれの最後に挙げてある節でなされている。第２章は、緊急時対応者についての背景説明を、第３章は、核および放射線に係る仕掛けについての討議を行っている。第４章から第７章では、作業についての NCRP による４カテゴリー分類のそれぞれに特定の勧告が述べられている。その４つのカテゴリーとは、

- （１）放射線管理ゾーンおよび（２）救命や他の重要な行為を引き受けた緊急時対応者に対する全吸収線量、に係る放射線防護ガイドライン（第４章参照）
- （放射線検知と人的防護のための）装備の要件（第５章）
- 放射性汚染除去についての助言と装備、および（地域社会のレベルで必要とされる）医療用品（第６章）
- 訓練および演習（核または放射線事件の放射線に関する様相に対する内容と頻度）（第７章）

[1]CRCPD は、501(C)(3)に該当する非政府・非営利の放射線防護専門組織である（CRCPD, 2005)。

そのような緊急時における対応者に対する放射線防護の重要な目標は、（1）急性（すなわち早発性）の傷害と短期間の高レベル放射線被曝（すなわち、2-3時間から2-3日に亙って受ける被曝）に起因する死を防止すること、および（2）低レベルの放射線への暴露に付随する長期の確率的影響（すなわち、発がん確率の上昇）の制限、の2点である。後者においては、放射線被曝は合理的に達成可能な限り出来るだけ低い値となるよう管理されなければならない[2]（ALARAの精神）（NCRP, 1993）。何れの場合においても、（線源から距離を取る、暴露時間を短縮する、遮蔽体を介在させる、という）放射線防護の基本原則(basic tenets）を利用することが、引き続いての対策や医療処置より遥かに有効である。

本コメンタリーでは、核および放射線のテロリズムを例外的事象として捉え検討している。そのような緊急時においては、放射線防護に係る考慮を、ルーチンの操業に対して用いられている職業被曝のガイドラインに従って自動的に決めることは適切でない。ALARA の原則の基本的概念は依然として生かされているが、放射線線量の制限に（他の）伝統的な放射線防護の実務で用いているものを適用するのは現実的でない。伝統的に行われている実務は、長期間に及ぶ低レベルの被曝を前提とした基礎の上にあり、核または放射線の事件への対応に比べると制御がより容易な状況にあるのである。

本コメンタリーが提供する数値的ガイドラインは、より詳しい情報が引き続き提供されることが期待できるものの、放射線状況の把握が十分でない時点にある、責任組織や立案者の助成を意図したものである。数値的ガイドラインは、緊急時対応者の、潜在的に放射線の危険を孕む条件下での救急活動従事に付随するリスクを、活動が生み出す便益に対置して評価する際の“決め所”として考慮されるべきものである。

1．2 緊急時対応者

本コメンタリーにおいては、緊急時対応者なる用語は「事故の初期段階において、生命、資産、環境の防護と証拠の保全に責任を負う個人」を意味する（第2章）。

1．3 放射線および核に関する仕掛け

放射性物質の典型的悪用は、放射線暴露の仕掛け（RED）、放射性物質散布の仕掛け(RDD)、それに粗製（または他の手段で手に入れた）核爆発の仕掛け(IND)、の3型に明瞭に分類できる。

放射線暴露の仕掛け（RED）は、直接、人々に放射線を浴びせる密封線源、あるいは何らかの容器に入れられた放射性物質からなる（3.1節）。

放射性物質散布の仕掛け（RDD）は、通常の爆薬あるいは何か別の機構を用いて、放射性の収納物を撒き散らす（3.2節参照）。

---

[2]ALARA 原則の完全なる記述は次の通りである：放射線防護の考え方についての原則であり、「電離放射線の被曝は、経済的および社会的要因を考慮しつつ、合理的に達成できる限り低く保たれること」を要求する。達成されるであろう被曝の低減に、資源の更なる消費が是認されないとき、放射線被曝の防護は ALARA である。

粗製（または他の手段で手に入れた）核爆発の仕掛け（IND）は、核爆発を引き起こすように設計された核物質を内包する（3.3 節参照）。

1．4 放射線防護ガイドライン

本コメンタリーにおける放射線防護のガイドラインは (1) 光子線による外部被曝、と(2) α線 β線、γ線放出体による表面汚染、について作成される。選択されたガイドラインについての検討は第 4 章に見ることが出来る。

照射線量率または表面汚染密度が次の値を越えるとき外縁境界を設定する：

●10 mR / h：照射線量率（～0.1 mGy / h：空気カーマ率)[3]
●60,000 dpm / cm² (1,000 Bq / cm²)：β, γ 表面汚染[4]
●6,000 dpm / cm² (100 Bq / cm²)：α 表面汚染

外縁境界内においては、公衆の構成員を退避させると共に、当該区域を他区域から隔離するため適切な行動をとり、区域内の緊急時作業者全員が滞在時間を最小にすると共に適切なる「個人防護ガイドライン」に従うことが適切な行動である（4.1 節参照）。

照射線量率が 10R / h (空気カーマ率が ~0.1 Gy / h)[3] の地点を内縁境界とする。内縁境界内の区域においては急性放射線症を引き起こす可能性があるので、そこでの行動は、救命など、時間を争い、使命が特別なもの、に限定されるべきである（4.1 節参照）。

放射線管理ゾーンの中で作業する緊急時対応者個人が受ける吸収線量は管理されなければならない。緊急時対応要員が*内縁境界*の近傍または内部から引き上げるべきか否かの決断を引き出す集積吸収線量（の値）は 50rad（0.5Gy）である[5,6,7]。本コメンタリーにおいては、50rad(0.5Gy)集積吸収線量を決定線量と呼ぶ(4.2 節)。*内縁境界*の近傍または内部での作業で受けた緊急時対応要員の集積吸収線量は記録されねばならない[8]（5.2.1 節および 5.3.2 節）。

[3] エネルギーが 300keV 未満の光子に対する実際の空気カーマ率は、0.0869 mGy/h（対 10mR/h）と 0.0869 Gy/h（対 10R/h）である。この数値（0.0869）はより高いエネルギーに対しては少しばかり異なる（例えば、^{60}Co γ線に対しては 0.0879）。

[4] 実際には、現場での決定が、通常 cpm で表される計器の指示値を直接使ってなしうるように、緊急時対応組織が使用する計器の汚染レベルへの換算係数を予め求めて置くべきである（5.3.3 節）。汚染レベルは無限平面を想定して評価する。

[5] この勧告（NCRP, 2001）は、*内縁境界*の内部または（外部の）近傍において、救命もしくは他の重要な活動が行われるという緊急時対応の初期段階に対してのみ適用されるものである。対応者が*内縁および外縁境界*の内部にある放射能により受けた集積吸収線量が 50 rad (0.5 Gy) に達したときには、その者を*外縁境界*の内部から外部（あるいは*外縁境界*内で放射線照射レベルの低い場所）へ移すか否かについて、同様の決定がなされるべきである。

1．5　放射線の検知および人的防護のための所要装備ならびに既存放射線源の情報

1.5.1 現場での活動

核および放射線事件への対応（本コメンタリーでは事象後(post-event)と呼ぶ）に利用する計器の要件は、違法な放射線源を検知するために（本コメンタリーでは事象前(pre-event)と呼ぶ）使われている計器とは非常に異っている。事象前に使われていた放射線計器で測定できる放射線量の有効範囲は、多くの緊急時作業を支援するには余りにも狭すぎる（5.3.1 節）。

テロ事件と疑わしい現場に最初に到着する、警察・消防・救急などの緊急車両には、放射線の存在に対し、職員に警戒警報を発するため、放射線監視用計器を備えておくべきである。また、そのような計器は、外縁境界に対する（設定）勧告値に対応して照射線量率が 10 mR/h（空気カーマ率：~0.1 mGy/h）に達したとき、その現場に緊急時第 1 対応者への警戒警報を発するようにセットされているべきである（5.3.2 節）。

核あるいは放射線事件であると断定された現場においては、*外縁境界*をまたぐ緊急事対応要員は、意思決定の運びを良くするため、予め決められているレベルで、明白に警報（アラーム）を発する、アラーム発信式の個人線量計を携帯すべきである。この線量計は、内縁境界に対する勧告値に対応して照射線量率が 10 R/h（空気カーマ率：~0.1 Gy/h）に達したとき、および集積吸収線量が 50 rad (0.5 Gy) に達したとき、アラームを発する機能を備えていなければならない。そのような放射線環境下で使用できる各個人向けのアラーム発信式線量計は、緊急時対応チーム全体で 1 個の放射線検出計器を持つより望ましいものである（5.3.2 節）。

現場に到着した最初の緊急時対応者は、現場における汚染や個人の汚染を識別するための簡易計器を持つべきである。この計器は、α汚染で 6,000 dpm/cm^2（100Bq/cm^2）、β・γ汚染で 60,000 dpm/cm^2（1,000 Bq/cm^2）という*外縁境界*の汚染（管理）レベルを明確に検出する能力を備えていれば十分であり、計器の選択性・感度・精度は重要でない（5.3.3 節）。

既存施設におけるテロ事件に対応するため、現場に特有の既存放射線源の情報は緊急時対応者にとって利用可能とされるべきである（5.3.4 節）。

[6] この集積吸収線量についてのガイドラインは、医療スタッフが（例えば、非常に高いレベルの放射能を持った放射性榴散弾を外科の手術により除去するなど）救命の処置を受けている被害者に付き添っているなどの稀な状況に対してのみ適用される。

[7] この吸収線量監視のために使われた計器で得られた数値は、あたかもそれが全身に対する吸収線量として取り扱われるべきである。

[8] 緊急時対応者が*内縁境界*の近傍外部での作業で受ける集積吸収線量または照射線量は、対応者が着用する個人放射線線量計または照射線量率と滞在時間についての情報から評価されるべきである。

テロ事件の現場において、緊急時対応者が人命救助や他の重要な任務を遂行するとき、放射性物質による個人汚染を防ぐには、標準的な防護衣(bunker gear)と呼吸用保護具だけで十分である（5.3.5 節）。

事件の規模と性質を評価する初期評価の時間帯を規模分類把握期（size-up period）と呼ぶ。この期間、評価チームは、被害者および緊急時対応者の生命に対する危険性の評価に責任を負う、事件対応の司令役と交信を行うべきである（5.3.6 節）。

1.5.2 現場での活動と現場外での活動

現場で大多数の人々を汚染のスクリーニングにかけ、緊急（対応）施設（すなわち、指定された受け入れセンターや病院）において、汚染の早期除去を必要とする者を選別するには、更なる機器や必需品が必要となる（5.3.3 節）。

1．6　除染機器および医療用品[9]

1.6.1 現場での活動

被害者を治療する時間を最短にするため、事故現場で放射線規制ゾーン毎に戦略を展開すべきである。救急隊員は自己の安全を確保しながら、できるだけ早く災害現場から被害者を移動するよう試みるべきである（6.3 節）。

初期における現場での個人監視および除染の努力は、おもに放射線被曝による急性の影響を防ぐことに絞られる。副次汚染の問題は、汚染された事件現場が広くそこからの避難民の数が多いときに生じるが、二次的関心事に過ぎない。但し、2.2×10^6 dpm (37,000 Bq)以上のスポット汚染を受けた個人には除染の優先が与えられるべきである（5.3.3 節）。

吐き気や嘔吐は、急性放射線症の最初の臨床症状である。吐き気や嘔吐は全身の吸収線量が高くなると［すなわち > 100 rad (> 1 Gy) ］現れる症状である。もしも、内縁境界線の内側での活動中にこのような症状が現れた場合には、影響を受けた人々を内縁境界線の外に移動させるべきである。しかしながら、このような症状は、他の原因（例えば神経性毒物）によっても起こりうることを知っておくべきである。このように、テロ事件では、複数の要因に直面する可能性のあることを緊急時対応者は知っておく必要がある。

[9] これらの勧告は、被害者についての医学的評価や放射能除去の機能を備えることを、事象前計画において指定された全ての施設に適用される。

[10] 二つの顕著な例外がある：（1）核爆発の現場あるいは風下直下（数マイルにわたる可能性がある）で被害にあった者。これらの区域では放射性物質による汚染のレベルが、緊急時対応要員の健康や生命に早期の危険をもたらすほど高くなっている可能性がある。（2）放射性の線源物質でつくられた榴散弾が患者の体内に入り込むという非常に稀なケース。このような稀なケースにおいても、本コメンタリーで示されている放射線線量管理の道具立てとガイドラインは依然として適用可能である。

1.6.2 現場での活動と現場外での活動

（テロリストが利用するであろう他の）多くの化学的、生物学的作因と異なり、放射性物質による汚染は、被害者あるいは対応者の健康に直ちに危険をもたらすことが殆どないので[10]、汚染除去の必要性は緊急を要するものとならず、緊急時対応（を余儀なくされる）地域社会は除染に関して多くの選択肢を手にする（6.1 節参照）。

連邦、州および地域社会の緊急時対応者は、戦略的国家備蓄（SNS：Strategic National Stockpile）からの物資の受領から配分に至る業務の、それぞれの遂行能力を調査し調整するため、立案と訓練と演習を行うべきである（6.5 節）

除染の間に発生した流体（液体と気体）を全て封じ込めておくことは、（緊急時においては）優先順位の高くないことである。事件対応の司令役は、事件の重篤度（災害の規模）、緊急除染の必要性、それに緊急時に使用を許される資源、を考慮して、除染によって生じた流体をどれだけ保管しどれだけ放出するかを決定すべきである（6.7.3 節）。

1.6.3 現場外での活動

救急隊（EMS：Emergency Medical Services）と病院は、核および放射線災害での患者のケアに関し詳細な計画を、前もってつくっておくべきである。この計画には、患者搬送ルートの決定（すなわち死傷者の最終搬送先）、救命および外傷患者(trauma patients)の治療のために必要な施設、精神的障害を負った人々および放射性汚染に懸念を抱き、健康ケア（保健）施設にやってくる人々の支援が含まれなければならない（6.2.1 節）。

それぞれの病院は、放射線に被曝した、あるいは、放射性物質で汚染された被害者のケアに対し、一連の行動計画を持つべきである。この計画は、理想的には、総合的な病院緊急時計画に組み込まれることが望まれる（6.2.2 節）。

病院自体が標的でない限り、救急医療職員が放射線被曝をする危険性は僅少である。というのは、病院は放射線規制ゾーンの外にあるからである。病院職員は標準的な医療ケアに集中すべきである（6.4 節）。

核および放射線に係る事件の被害者の処置に当っては、一般に、緊急医務室での一般的注意事項（すなわち、標準的な病院個人防護手順）を守るだけでよい（6.2.3 節）。

入院してからは、多重パラメータ方式のトリアージ［すなわち、嘔吐までの時間、リンパ球の動態、その他生物学的線量評価の指標（巻末の用語集参照）］から、被害者が受けた吸収線量の早期評価を、最もよく為し得る（6.6 節）。

内部汚染が疑わしいときには、放射性物質が吸入された可能性を見るのに“鼻スミア”を行うとよい（6.7.1 節）。

重要な医療施設や重要なケア機器は、低レベルの放射性汚染を受けたとしても機能を喪失することがないよう立案すべきである（6.7.2 節）。

1．7　訓練および演習

緊急時対応者に対する、核および放射線の全般的な訓練の目的は：（1）作業者自身および公衆を防護するための適切な方策を取る能力を高めること，および（2）放射線や放射性物質に関連する緊急事態を効果的に処理する自信を深めることである（7.5 節）。

全ての緊急時対応者は、核および放射線事件の期間中遂行することが期待されている機能と義務に対応するレベルでの初期訓練を受けるべきである（7.7 節、表 7.1、付録 A.2.2）。

核および放射線に係る予備的訓練で与えられるべき重要事項は以下の通りである（7.5 節）。

- 放射線防護上の対策より人命救護と緊急医療を優先させること（6 頁の脚注 10 をも参照せよ）
- 核および放射線事故は緊急時対応者の装備とプロトコール（事前取決事項）により安全に対処できること
- 汚染されていることが生命に脅威を与えることは滅多にないこと
- 放射線に身を曝すことで人体が放射化することはないこと（7.5 節）

緊急時対応者は、熟練度を維持するために、毎年リフレッシャー訓練を受けなければならない。リフレッシャー訓練は、初回の訓練ほど広範である必要はない（7.8 節参照）。

本訓練計画は、組織の全体的な訓練要請に効果的に組み込まれるように作り上げられ、可能なときにはいつも、シリーズ教育の単位取得や専門機関による認証を活用して内容を強化すべきである（7.10.2.1 項参照）。

ドリルや演習は、少なくとも毎年行わなければならない。しかし、全種類にわたるものは 3 年毎でよい。演習サイクルの間に、国家的備蓄物資（SNS 資産）の評価と分配の仕組みを定期的に実行すべきである（7.8 節）。

訓練のスケジュールは、すべての職種の緊急時対応者が定期的に訓練を受け、緊急時対応インフラのすべての関係者、すなわち第一対応者、第一受入者、病院、コミュニケーション、精神衛生、および公衆衛生に関して熟達度を保持できるように組まれるべきである（2 章、7.2 節および 7.8 節）。

第2章　緊急時対応者

本コメンタリーにおいて、用語「緊急時対応者」は「テロ事件の初期の段階において、人命・資産・環境の保護と証拠の保全に責任を負う者」を意味する。

用語「緊急時対応者」には、連邦・州・地方の“緊急事態”、公衆安全、法令による秩序維持、緊急時対応、緊急時医療（医療緊急時施設を含む）、関係する人員、代行機関、権能当局が含まれる。応急・復興の期間中、即応支援サービスを提供する、緊急時管理、公衆保健衛生、臨床処置、公共土木事業、その他必要機材の操作員などの熟練技能者を包含する[11]。それらの人員の職務と重要な責務は以下の通りである[12]。

- *警務（法令による秩序維持）*：フルタイム・パートタイム・ボランティアの何れかのベースで、連邦・州・地方自治体・地域の何れかの機関において、“宣誓により任命される警務役”としての責任を担う個人。
- *緊急時医療業務（EMS=Emergency Medical Services）*：フルタイム・パートタイム・ボランティアの何れかのベースで、病院搬送前の治療を、地上または空中輸送機中で担当する、初級・中級・コメディカル(paramedic)の緊急時医療技能者として奉仕する個人。
- *消防*：フルタイム・パートタイム・ボランティアの何れかのベースで、火災の抑制・救助・放失火調査・公衆教育・予防などの救急活動に従事する個人。
- *危険物質*：フルタイム・パートタイム・ボランティアの何れかのベース
で、危険物質またはその恐れのあるものの識別・特性分析・リスク評価・影響緩和・放出制御を行う個人。核および放射線に係る事故においては放射線安全の専門家を含める。
- *公共事業*：連邦・州・地方自治体・地域社会の何れかのレベルにおいて、生活必需物質の統御や建設に対する公共および個人のインフラを作り上げる組織や個人。
- *行政統治*：テロ事件が起きたときからそれが終焉するまでの間、地域社会の健康福祉に公的に責任を負う機関の、選出または任命された職員。
- *公衆安全コミュニケーション*：フルタイム・パートタイム・ボランティアの何れかのベースで、テクノロジーを駆使し、意志疎通の“仲介者”(conduit)として働く個人。テロ事件の報告者を応対職員やテロ事件管理者（マネジャー）に繋ぐ。コミュニケーションの目的は、事件の発生を明確化し、テロ事件に付随する生活安全・犯罪・環境・施設の課題解決を支援することである。

[11] 2002年の国土安全保障法（HAS, 2002）と国家安全保障大統領指令#8, *国家の備え*,（ホワイトハウス，2003）を統合して作り上げられた定義。

[12] 国土安全保障戦略評価国内準備局（DHS, 2003）による定義

- *保健*：病院、診療所、医務室、その他医療提供に責任を持つ施設において、臨床・法医学・管理に携る職員。医療には、（受動的および能動的）調査、診断、実験室での評価、処置、精神保健の支援が含まれる[13]。
- *公衆衛生*：災害に対応し、復興・保健サービスへのアクセスと質の保障・疫学調査・事故の証拠収集・人と動物の死亡処理などで地域社会を助勢するため、死者の疫病と病気拡散の防止、環境保全、傷害防止、健康習慣奨励、に責任を負う職員。

[13] 放射性汚染患者を病院が受け入れるときには、大量の死傷者を生じる事故においては特に当てはまることであるが、保健分野の作業者は、放射性物質に起因する職業的放射線被曝を最小のリスクに置かれる。これらの病院雇用者は、一般に、放射性物質放出の場所から離れた場所で働く。このことは、彼らの被曝が、被害者の皮膚、頭髪、衣服、個人的持ち物に付着して、病院に運び込まれる（放射性）物質に限られることを意味する。汚染物の線源が限定されたものであることと存在する位置の違いが、典型的にテロ事件に対応する他の緊急時対応要員の被曝と大きな違いをもたらす。

第３章　放射線および核に係わる仕掛け

放射性物質の悪意での使用は、３つのタイプに分類できる：放射線暴露仕掛け（RED）、放射性物質散布仕掛け（RDD）および粗製の核爆発の仕掛け（IND）である。ほとんどの放射性物質は、これらの３つのタイプの装置の一つかそれ以上に使用できる。この問題の有用な参考書は、NCRP 報告書 No.138（NCRP, 2001）であり、IAEA（2004）は、RED や RDD に使用できる放射性核種についての情報を提供している。

３．１　放射線暴露仕掛け

放射線暴露仕掛け（RED）は、直接、人々に放射線を浴びせる密封線源か、あるいは、何らかの容器に入れられた放射性物質からなる。

RED の放射性物質は、どのような形態でもよく、医療用あるいは工業用の装置で使われている密封でもよく、遮蔽を取り除く以上の準備は必要ない。RED による事件（テロ）の一般的な特徴は；

- 外部被曝のみ
- しばしば事件発生の認識が遅れる
- 障害の複合は起こりにくい（用語解説を見よ）
- 放射性物質による汚染はない
- 影響を受ける集団は小さい
- 被曝した個人により深刻な影響を与える可能性がある
- 場所の特定は比較的容易
- 影響の軽減は比較的容易
- 影響を受ける地域は小さい

RED は、放射性物質から放出される電離放射線、最もありそうなγ線に人々を浴びせて傷害を起こさせるためにテロリストによって使われるかもしれない。それが重大な程度にさせるためには、被曝する個人を放射線源に相当近づけなければならないだろう。線源のレベルが低ければ低いほど、重大な影響を起こさせるためには個人を近づけなければならない。たとえば、工業用放射線診断装置で一般に見られる放射性物質[100 Ci(3.7 x 10^{12}Bq)(2.2 x 10^{14}dpm)の ^{192}Ir]を遮蔽なしで置くとしたら、線源から１ｍの個人は、おそらく致死となるだろう線量を受けるためには、その距離に約５時間は留まる必要があるだろう。この場合の死は、およそ２週間で起きるであろう（臨床的なサポートをしないとして）。もし距離が２倍になれば、同じ放射線量を受けるために要する時間は４倍の 20 時間になるという具合である。

一般に、短期の健康影響（すなわち、急性の死や傷害）は、線源のごく近くに長期間いることによって高線量[>100 rad (>1 Gy)]を受けた個人がいなければ、起きそうもない。しばしば、短期の健康影響は、適切な医学的注意で緩和することができる。

RED の潜在的な長期の健康影響には、相当量の線量の放射線に被曝した人たちへのがん発生リスクの増加がある（放射線量とがんリスクの増加との関係については 4.2 節と表 4.1 を見よ）。

さらに、RED の心理的な影響は相当なものである。健康に関する恐怖、ありうるかもしれない

将来のテロ攻撃の心配、また、人々と影響を受けた地域の産物に対する烙印は事件が終わり、その場所の安全宣言がなされた後もかなり残る。事件の性質にもよるが、人々が安全だという意識を取り戻すことは相当なチャレンジである（Becker, 2001; 2004; 2005）。

RED を配備したというテロリスト組織の声明以外にそのような仕掛けを発見する２つの基本的なメカニズムがある。

- 急性放射線症あるいは急性の放射線皮膚火傷を確認することによる医学的な発見、特に共通の関連性が確認される疫学的評価をともなった複数の発表がある場合
- RED の直接の発見。[高線量率のため、緊急時対応者が通常用いている多くの放射線測定用具を用いて遠く（数百メートル）離れたところから RED を検出できる]

現場の評価とコントロールは、他の緊急時対応者や放射線安全の専門家が線源の安全を確保できるようになるまでに、最初の緊急時対応者が行うことのできる最も重要な活動である。測定能力を持った緊急時要員にとって、比較的安全な[14]*外縁境界*を 10 mR / 時（～0.1 mGy / 時の空気カーマ率）に設定することは可能である(NCRP, 2001)(4.1 節も見よ)。

RED には通常、除染の必要はないであろう。というのは RED は封入された外部照射線源であり、放射性物質をばら撒くようなやりかたで密封が破られることはなさそうだからである。もし RED が意図的に破られるならば、それは定義により RDD である。

「放射線被曝」と「放射性汚染」という用語について、公衆の間に相当な混乱がありそうである。その違いを説明し、RED からは汚染のおそれはないと公衆に得心させる明確なメッセージを頻繁に行うことが重要である。

３．２　放射性物質散布仕掛け

放射性物質散布仕掛け（RDD）は、放射性汚染を広げるために通常の爆薬か、その他のメカニズムを用いている。

RDD の放射性物質は、細かな粉か、液状のミストか、あるいはガスの形であろう。
放射性物質は、目的の地域の上で容器を単に空けるというように手で撒くか、換気系に注入するか、あるいは、通常の爆弾に放射性物質を仕込むことによって、ばら撒くことができる。通常、爆薬を使ったものは手で撒くよりも広い地域に放射性物質を広げる能力があるであろう。しかしながら、

[14] *外縁境界*の 10 mR / 時（～0.1 mGy / 時の空気カーマ率）という値は、当初には、緊急時対応者と一般公衆の構成員の両者にとって安全なものと思われる。しかしながら、この前提は、指揮官ができるだけ速やかに RED の場所からさらに遠くに一般公衆の構成員を移動させるという方策を講ずるということである。

RDDによる隠れた汚染の発見が遅れると、放射性物質の分布が最初の汚染場所より相当に広がることになる。RDD事件の一般的特徴はつぎのとおりである：

・爆発性である可能性がある（すぐに認識できる可能性あり）（いわゆる“汚い爆弾”）；
・爆発性でない可能性がある（認識が遅れる）（例、噴霧器）；
・内部・外部被曝線量の可能性；
・爆発物には榴散弾が含まれるであろうし、その場合放射性であるかもしれない；
・複合傷害の可能性がある（用語集を見よ）；
・医学的な患者選別の必要性；
・汚染があるであろうが、汚染の広がりは、拡散のさせ方と使用する放射性物質の種類による；
・広範囲に社会的、心理的な影響を与えることが可能；
・影響を受ける集団は RED の場合よりも大きいであろうが、拡散のさせ方と使用する放射性物質の種類による；
・爆弾の場合には、爆風による死亡や影響の方が、放射線による死亡や影響を上回るかもしれない（物質によるが）；
・影響の軽減は、使用した拡散方法と放射性物質による；
・影響の大きさは、場所と拡散方法および使用する放射性物質による。

一般に使用されている放射線源を使った RDD を作ることは、難しくない。核医学診療所にあるような比較的低放射能の線源を用いて作ることも、あるいは、工業用非破壊検査や放射線がん治療施設で使われているような比較的高放射能の線源を使用しても作れる。

RDD を使った事件の影響には、その土地や施設あるいは事業が長期にわたって利用できなくなること、不可欠なインフラや主要な資源の破壊、および広範囲にわたる公衆の恐怖と困窮があるであろう。RDDによる攻撃は、食品や水を放射性物質で汚染させることにも向けられるであろう。この種の攻撃の目的は、汚染した食物を食べたり、汚染した水を飲む公衆を被曝させること、公衆に対する食物や水の供給をストップさせること、そして広範囲な困窮と公衆の恐怖を作り出すことである。放射線による影響には、水処理プラント、貯水池、貯水タンク、給水系の汚染、食料品、食料品の卸市場、スーパーマーケットあるいは食品加工施設の汚染、そして、水や食料の供給経路の喪失ないし崩壊がある。食べ物経由での放射線被曝の影響によってすぐに死んだり傷害が起きるということは、ほとんどありそうもない。というのは、十分なほどの高濃度にするためにはきわめて多量の放射性物質が必要になるし、たとえそうすることができたとしても、大人数の人々に影響を与えることはまず無理なことであるから。

爆薬を用いて線源を拡散させることは、広がりの範囲に比例して放射性物質の濃度を減少させる。したがって、物質を広い範囲に拡散させることによって影響を受ける人々の数を増やすことは、それによる健康影響を減少させることにもなる。しかしながら、わずかな健康影響とはいえ、汚染の広がりの影響は、とりわけ心理的な影響が、地域経済への影響と同様、考慮しなければならないほどである。

影響を受ける地域は、使用される仕掛け、場所、放射性物質を拡散させる方法に依存する。それは、数平方メートルから都市の数ブロック、あるいは1つの建物の内部というように様々である。

3．3　粗製の（または他の手段で手に入れた）核爆発の仕掛け

粗製の（または他の手段で手に入れた）核爆発の仕掛け（IND）は、核物質を含み、核爆発を起こさせるように設計されたものである。

INDは、完全に粗製の方法で作られるかもしれないし、核兵器に粗製の手直しをした物であるかもしれないし、その他の方法で入手したものであるかもしれない。INDによる事件の一般的な特徴は：

・医学的なトリアージが必要；
・有意な短期および長期の放射線健康影響の起き易さ；
・壊滅的な複合傷害（用語集を見よ）；
・地域の対応インフラの破壊；
・多重のハザード；
・内部・外部被曝線量の可能性；
・速やかな事件の認識；
・広範囲の汚染；
・影響を受ける集団が広範囲なこと；そして
・広くかつ深い心理的影響

材料の入手とそのような仕掛けを作ることが困難であるという理由から、テロリストによるINDの使用は、発生確率が極めて低いと一般に考えられている。しかしながら、そうしたものが使用されれば、公衆の健康と安全に重大な悪影響を及ぼすことになりうる。というのは、低出力核爆弾のインパクトがあるからである。核爆発の直近の地域での影響は破滅的であろうし、その地域の既存の対応インフラをほとんど破壊してしまうであろう。緊急時対応は、直近のエリア外の能力に拠るしかないであろう。

INDによる爆風の影響は、爆発点から外に向かって空気、地面、水、固形物を通して全方向に移動する衝撃波によってか、あるいは、火球から外に向かって移動する高圧の空気波によって生じるオーバー・プレッシャー（過剰な圧力）によってもたらされる。典型的な爆風の影響には、窓や戸の吹き飛ばし、車の横倒し、建物の崩壊、ガス・水道本管の破裂、トンネルの崩壊がある。人への典型的な傷害には、飛散したガラスや破片による打撲傷、圧迫傷害、骨折がある。

熱による影響は、爆発時の紫外線、赤外線および可視光線（電磁波）の放出によって起こる。典型的な熱影響には、一時的な盲目、皮膚の火傷、火災がある。

急性の放射線影響は、爆発時に放出されるX線、γ線、中性子によって起こり、個人が吸収した放射線の量に依存して様々な症候で現れる。高放射線量[すなわち、> 100 rad （> 1 Gy）]を受けた場合の典型的な影響には、軽度ないし重度の吐き気、嘔吐、疲労、虚弱、めまい、方向感覚喪失、輸液不均衡、感染リスクの高まる免疫系の重篤な抑制、そして死までもある。

放射性フォールアウトの潜在的な長期影響には、人々、施設、食料、水、環境の汚染がある。放射線に被曝し、死ななかった人々には、将来、がんになるリスクが上昇する（4.2 節および表4.1を見よ）。これらの長期の影響の広がりと規模は、いくつかの要因、核爆弾の出力、爆発地点との近さ、受けた放射線量と被曝した個人のそれ以前の健康状態などに依存する。

緊急時対応者の活動は、対策をとることとその対策をとることによるリスクとを秤にかける必要がある。対策をとった結果は期待した放射線被曝を保証しないかもしれない。

直ちに行う対応には、影響を受けた場所から生存者を運び出すことや、被曝し、負傷した汚染患者に対する医療支援、火災の拡大防止、損壊した重要施設の修理が含まれる。人々の避難と屋内退避は、放射線被曝を低減するために採られる基本的な防護措置である。これら二つの対策は、被曝低減のために放射線安全の専門家（保健物理）が用いる時間、距離、しゃへいという原則の履行である。人および物品の除染は、温水やマイルドな石鹸、あるいは他のいろいろなオプションを用いて実施される。

核による事件でも、広い範囲にわたる、深い社会的、心理学的、行動科学的なインパクトを社会のすべての階層、すなわち、個人、家族、共同体、国全体に与える（Becker, 2001; 2004; NCRP, 2001; Tonnessen と Weisaeth, 2004）。緊急時対応者もまた大いに影響を受けることになる。IND 事件の後に緊急時対応者が遭遇するタイプの状況（すなわち、死者、負傷者、重篤な傷害、同僚の死、長期間の家族との別離、睡眠不足そして不確実さ）は、彼らの心理的な疲労のリスクを重大なほどに高める。事件の前、最中および後に、有効なコミュニケーション、訓練と情報、適切なメンタル・ヘルスの支援と介入が、IND に関連した尋常でないストレスから緊急時対応者を守るための努力の欠くことのできない部分である（Becker, 2004; 2005; Hall *et al.*, 2004）。

4．放射線防護ガイドライン

このコメンタリーでは、核および放射線テロは例外的な事象であるというアプローチをとる。そのような緊急時には、放射線防護が日常的なシナリオにおいて適用ガイドラインに自動的に縛られると考えることは実際的でもないし適当でもない。すべての放射線被曝を ALARA に保つ（NCRP, 1993）という基本的な概念は適用すべきであるが、放射線量を制限するためのそれ以外の伝統的な放射線防護指針を適用することは現実的ではないであろう。伝統的なガイドラインは、長期間の低レベル被曝ということを前提にしており、もっとコントロールがきき、核テロや放射線テロに対応するようなクリティカルなものではない活動や状況を縛っているのである。

ここで記述する放射線防護のアプローチは、つぎの二つの考慮に基づいている：
（1）放射線管理ゾーンの確定、（2）個々の緊急時対応者の吸収線量の管理である。
放射線管理ゾーン（4.1 節）は、観察された照射線量率を用いて異なる放射線リスクの区域に地域を区分することである。個々の緊急時対応者の吸収線量は、種々の救急時対応活動の持続時間（滞在時間）に関する決定を支配する。

このコメンタリーの 4.1 節および 4.2 節で使用される基本的な放射線の量と単位は、緊急時対応で通常使われているもので、下記に列挙する（用語解説も見よ）：

・照射線量率のレントゲン/時（R/h）あるいはミリレントゲン/時（mR/h）
・吸収線量のラド（rad）あるいはミリラド（mrad）
・吸収線量率の rad/h あるいは mrad/h
・放射能[15]の壊変/分（dpm）；および
・単位面積あたりの放射能の dpm/cm^2

ここで、ミリ（m）は、10^{-3}（1000 分の 1）を意味する接頭辞である。

NCRP は、報告書（NCRP, 1985）では、国際単位（SI）の放射線の量と単位を採用している。したがって、対応する放射線の量と単位は、通常、一般に用いられている量と単位の後に括弧書きで示すか、脚注で示している。

実際的には、X 線、γ線の場合には、緊急時対応活動を行うにあたっての測定に、第一次近似としてつぎの関係を用いることができる：

・慣用単位系：1 R（空気中照射線量）＝～1 rad（空気カーマあるいは空気吸収線量）＝～1 rad（組織吸収線量）＝～1 rem（組織線量当量）（用語解説を見よ）
・SI 単位系：1 Gy（空気カーマあるいは空気吸収単位）＝～1 Gy（組織吸収線量）＝～1Sv（組織線量当量)(用語集を見よ)

[15] 放射能は、キュリー（Ci）でも表現することができ、1 Ci ＝ 3.7 x 10^{10} 壊変/秒（dps）
= 2.22 x 10^{12}dpm；また、ベクレル（Bq）(SI 単位系)では、1 Bq ＝ 1 dps（用語解説を見よ）、
1 dpm＝ 60dps ＝ 60 Bq

このコメンタリーの放射線防護ガイドラインは、緊急時対応者は緊急時発生直後において最小限の情報しか持ち合わせていないという前提で勧告を行っている。より具体的な指針は、緊急事態の後期になるまで利用できないかもしれない放射線の測定と解釈のできる専門家の支援を必要とするであろう。適切な緊急時対応組織は、放射線緊急事態に技術的なサポートのできる個人を待機させておくことを勧告する。保健物理学会[16]および CRCPD[17]は、放射線安全の専門家とその供給源をどのようにして見つけるかについての更なる指針を提供できる。

4..1 放射線管理ゾーン

放射線あるいは放射性物質にかかわる事象については、通常、緊急時対応者は、放射線被曝の様々なレベルと関連した潜在的な健康影響に留意する必要があるであろう。高い放射線吸収線量[すなわち、>100 rad（> 1Gy）]は、潜在的に生命をおびやかす。以前の報告書（NCRP, 2001）では、放射線管理ゾーンに基づくプロセスが、核や放射線のからむ事象の緊急時対応計画への指針として勧告された。このコメンタリーでは、放射線管理ゾーンをさらに下記の活動と関連付ける。

*外縁境界*をつぎの照射線量率あるいは表面汚染レベル[18]を超えるような場合には、設定しなさい:

- 10 mR/h の照射線量率（~0.1 mGy/h 空気カーマ率）[19]；
- 60,000 dpm /cm² [1,000 ベクレル/平方センチメートル（1,000 Bq/cm²）]の
  β、γ表面汚染[20]、あるいは、
- 6,000 dpm /cm²（100 Bq/cm²）のα表面汚染

*外縁境界*の内側では、適切な対策は、公衆の構成員を避難させ、その区域を隔離し、そして確実に、内側にいるすべての緊急作業者の滞在時間を最小限にし、適切な個人防護のガイドラインに従わせることである。

*内縁境界*を 10 R/h の照射線量率（~0.1 Gy/h の空気カーマ率）のところに設定しなさい。
*内縁境界*の内側の照射線量と放射能のレベルは、急性放射線傷害を起こさせる可能性があるため、この区域内での活動は人命救助のような時間を争う、重大な任務に限定すべきである。

[16] 保健物理学会は、非営利の科学的な専門家組織であり、放射線安全実施の推進を使命としている。
[17] CRCPD は、501 (c) (3)による非営利、非政府の専門家組織であり、放射線防護に熱心である（CRCPD, 2005）。
[18] 表面汚染レベルの数値は、IAEA(2003)から採用した。
[19] 光子エネルギー< 300 keV については、実際のカーマ率は、0.0869 mGy/h（10 mR/h について）、0.0869 Gy/h（10 R/h について）である。数値（0.0869）は、より高いエネルギー（たとえば ^{60}Co γ線については 0.0879）
[20] 実際には、緊急時対応組織が使用する測定器については、汚染レベルへの換算係数を予め求めておき、通常 1 分間のカウント数である計器の読みに基づいて直接、現場の判断ができるようにすべきである。汚染レベルは、汚染の無限平面を想定している。

*外縁境界*の外側の区域は、指令所や他の支援機能が設置される場所である。ALARA 原則を遵守するためには、除染の場所の選択は機器や支援者の配置場所と同様に、注意深くなされるべきであり、可能であるならば、こうした機能は照射線量の上昇していない場所に置かれるべきであるが、第一に考えなければならないのは事件のコントロールである。

*外縁境界*および*内縁境界*での外部被曝に対する放射線防護指針は光子についてのものだけである。緊急時対応者が現れる頃には、中性子はないか、あってもほんのわずかな寄与しかないであろう。[21] 表面汚染の放射線防護指針は、地面の放射性汚染からのα、β粒子とγ線についてのものであるが、たとえ照射線量率が 10 mRh^{-1}（~0.1 $mGyh^{-1}$ 空気カーマ率）未満であっても、*外縁境界*の設定に使用すべきである。

警報付個人放射線量計（5.2.1 節）は、*内縁境界*内で活動するおのおのの緊急時対応者が使用すべきである。

4.2 放射線管理ゾーン内における線量の管理

放射線管理ゾーン内で働く個々の緊急時対応者が受ける吸収線量は管理されなければならない。*内縁境界*の内側か近傍（しかし外側）から緊急時対応者を引き上げさせるかどうかの決定をする集積吸収線量は 50 rad（0.5 Gy）[22, 23, 24] である。このコメンタリーにおいて、50 rad（0.5 Gy）の集積吸収線量は、決定線量と呼ぶ。*内縁境界*の内側か近傍で働いている間に緊急時対応者が受けた集積吸収線量は記録しなければならない。

事件の*内縁*および外縁境界を設定することに加え、放射線ゾーン内で働く個々の対応者の吸収線量を管理しなければならない。また、管理レベルは、*内縁境界*の内側か近傍、あるいは必要があれば、*外縁境界*から（あるいは*外縁境界*内の低放射線量率の場所へ）対応者を引き上げさせるようなことを決定する基礎として使用すべきである。このコメンタリーは、決定線量というアプローチ（すなわち、境界内から緊急時対応者を引き上げさせることを考えさせる個人集積吸収線

[21] 有意な中性子線量は、IND の爆発時か、あるいは臨界事象が続いている間にのみ予想される。爆発は対応者が到着する以前に終わっているであろうし、臨界が継続するような事象をテロリストが達成することはほとんど不可能であろう。したがって、緊急時対応者が使用するために設計する測定器は、中性子に対して感度を持たせる必要はない。

[22] この勧告（NCRP, 2001）は、*内縁境界*の内側か近傍（しかし外側）において、人命救助かその他の危急の活動が行われる緊急時対応の早い時期にのみ適用される。*内縁*および*外縁境界*内での活動での集積吸収線量が 50 rad（0.5 Gy）に達すれば、*外縁境界*内から（あるいは*外縁境界*内の低放射線量率の場所へ）対応者を引き上げさせるかどうかといった同様な決定がなされるべきである。

[23] この集積吸収線量指針は、医療スタッフが犠牲者の救命を試みているような稀な状況にも適用される（たとえば、非常に高レベルの放射能を持った放射性の榴散弾を外科的に摘出するというような場合）。

[24] 吸収線量および吸収線量をモニターするために用いた測定器で得られた値は、全身吸収線量であるかのように扱うべきである。

[25] *内縁境界*の外だが近傍で働いていた間に緊急時対応者が受けた集積吸収線量あるいは照射線量は、対応者が着用していた個人線量計か、あるいは、その対応者が働いていた近くの場所における照射線量率と滞在時間に関する情報から推定すべきである。

量）を採用する。実際には、２種類のシナリオがある：（１）吸収線量率が適切に分かっている場合と、（２）吸収線量率がよくは分からない場合である。前者の場合には、対応者が*内縁境界*の内側か近傍にとどまることのできる時間（滞在時間）の推定があらかじめ可能である（すなわち、決定線量が対応者の滞在時間を決定する）。後者の場合には、対応者が着用する警報付個人線量計が、決定線量に達したことを示す警報を出すべきであり、その際、対応者は、境界内から引き下がり、あらかじめ違ったプロトコルが決められていないかぎり、事件の指揮官にその後の指示（ガイダンス）を仰ぐべきである。

外部被曝による集積吸収線量に関する放射線防護指針は、光子についてのみ言及している。緊急時対応者が到着する時点では中性子は存在しないか、わずかな寄与しかないであろう。α、β粒子は対応者の防護服を透過しないであろうし、放射性物質の吸入は対応者の呼吸保護具でコントロールできる。

このコメンタリーで選択した決定線量は、急性の影響が起きる吸収線量（4.1 表および用語集を見よ）に基づいており、NCRP（1993）[26,27] で与えた以前の指針である。集団の平均として、短期間の全身放射線被曝による大部分の急性影響のしきい値は、~100 rad（~1 Gy）である。急性影響のリスクを最小限にするため、このコメンタリーはファクター２という安全余裕を使用し、決定線量を 50 rad（0.5 Gy）に設定する。

表 4.1 に短期間の高レベル全身被曝による、二つの異なるタイプの健康リスクを示す：（１）臓器・組織（たとえば、骨髄）への傷害による急性死、（２）固形がんおよび白血病リスクの上昇で、通常、固形がんについては被曝後 10 年から 40 年で起こり、白血病については被曝後 5 年未満で起こる。

表 4.1 のデータは、150 rad（1.5 Gy）いいかえれば 50 rad（0.5 Gy）という決定線量の 3 倍の吸収線量においても急性死亡のパーセントは非常に低いか、あるいは、起こりそうも無いことを示している。したがって、50 rad（0.5 Gy）という決定線量は、個人の感受性や放射線量測定の不確実性および不測の事態に対して猶予がある。しかしながら、吸収線量が数百 rad（数 Gy）をこえると急性死亡の立ち上がりが非常に急になる。表 4.1 は、また、吸収線量が高くなるにつれて吐き気や嘔吐が起きることを示している。もしこれらの症候が*内縁境界*の内側で活動中に起こったならば、そうした人たちは*内縁境界*から引き上げさせるべきである（6.6 節）。火傷やけがのような物理的な傷害は、こうした放射線被曝の急性影響のリスクを増大させる（Mettler and Upton, 1995）。傷害、あるいは放射線被曝だけでは致死的でないときでも、

[26]NCRP（1993）は、人命救助やそれと同等の目的のためには、緊急作業者は、身体の大部分に対して 50 rem（0.5 Sv）という等価線量[x 線、γ線で 50 rad（0.5 Gy）の吸収線量]、また、皮膚に対しては 500 rem（5 Sv）[x 線、γ線で 500 rad（5 Gy）]に近づくか超えるかもしれないと述べている（rem と Sv については用語集を見よ）。緊急時被曝は一生に一度しか起こらないと考えられる。50 rad（0.5 Gy）という値は、ARS のしきい値よりかなり下回っている。皮膚への 500 rad（5 Gy）という短期間の線量では、永久的な皮膚障害になるとは思えない。個人防護装備（PPE）をして*内縁境界*の内側か近傍で働く緊急時対応者に対する断固とした管理は、50 rad（0.5 Gy）という全身線量の値であり、皮膚に対する 500 rad（5 Gy）という値になる前に、その値に達するであろう。

[27] x 線、γ線に対しては、吸収線量から等価線量に変換するための放射線荷重係数には、１という値が割り当てられている（用語集を見よ）。

表 4.1 短期間[a]の放射線被曝後の意思決定に使用するための、全身吸収線量（成人に対して）の関数としての近似的な急性死亡、急性症状および生涯致死がんリスクの推定値（*AFRRI, 2003; Goans and Wasalenko, 2005; IAEA, 1998; ICRP, 1991; Mettler and Upton, 1995* からの改作）

短期間の全身線量 [rad(Gy)]	医療処置を受けない場合の放射線による急性死亡[b] (%)	医療処置を受けた場合の放射線による急性死亡 (%)	急性症状（4 時間以内の吐き気、嘔吐） (%)	放射線被曝がない場合の致死がんの生涯リスク (%)	短期間の放射線被曝による致死がんの過剰生涯リスク[c] (%)
1 (0.01)	0	0	0	24	0.08
10 (0.1)	0	0	0	24	0.8
50 (0.5)	0	0	0	24	4
100 (1)	<5	0	5 – 30	24	8
150 (1.5)	<5	<5	40	24	12
200 (2)	5	<5	60	24	16
300 (3)	30 – 50	15 – 30	75	24	24[d]
600 (6)	95 – 100	50	100	24	>40[d]
1,000 (10)	100	>90	100	24	>50[d]

[a] 短期間とは、事件の初期対応時の放射線被曝をいう。表にある急性影響は、放射線被曝が数週間にわたる場合には、およそ半分に低減されることになりそうである。
[b] 急性の死亡は、被曝後 30 日から 180 日に起きることになりそうであり、その後はあってもわずかである。推定値は、健康な成人についてのものである。他の傷害がある者および子どものリスクはもっと大きいであろう。
[c] 白血病の潜伏期は比較的短い（< 5 年）が、多くのがんは、被曝後、数十年は起きそうもない。
[d] ARS を生き抜いた人たちに適用される。

そうした傷害の組み合わせによって死亡することがある。表 4.1 のデータは、100 rad（1 Gy）[すなわち、50 rad の決定線量の 2 倍]未満の吸収線量での推定過剰がんリスクは、放射線被曝のない通常のがんリスクよりも小さいことを示している。吸収線量が数百 rad（数 Gy）をこえると、急性症状を生き延びた人たちにおける過剰がんリスクは、通常の生涯がんリスクに近づくか、超えてしまう。

第５章　放射線検知および個人防護のために所要装備ならびに既存放射線源の情報

５．１　総論

緊急時対応者にとって危険でない状態が続く間は、その任務を効果的に果たすことを可能にする道具類が必要である。国土の安全保障がますます力説されるようになるに伴って、多くの政府機関および緊急時対応者は、適切な放射線測定および核種同定のための計器の購入を考えるようになりつつある。第５章では、核および放射線テロ事件の対応において最も有用と考えられる機器の特質やタイプについて論ずる。

人間は、聞いたり、触れたり、見たり、味わったりするような諸感覚を用いて放射線を直接的に感知することはできない。放射線や放射性物質を検知するには特殊な計器が必要となるので、未知の放射線源やその広がりを割り出すにはある程度の時間がかかる。疑わしい爆発あるいは火災現場において外部放射線(特にγ線の存在)あるいは表面汚染(放射性物質からのα、β、γ線を含む)の可能性を見つけられるように、地域の緊急時対応者は訓練されるべきである。緊急時対応者は、特別な行動をとることを必要とせずに、事件が核あるいは放射線に関わるものであることを警報によって知ることができるような計器を所有するのが望ましい。

それらの計器を操作し、検知した結果をもとに適切に判断できるようにするには、訓練が必要である。特定の方法によってのみその効果が発揮できる汚染監視のような場合には特にそうである。高価でない放射線監視計器を緊急時対応者が装備することは、事件に放射線や放射性物質が関わっているかどうかを迅速に決定するのに役立つ。その結果によって放射線や放射性物質の存在がわかれば、引き続いて行うべき放射線及び放射性物質に関する特性解明の努力や*内縁および外縁境界*設定のような放射線管理の努力の必要性を示すことができる。また、警報付き個人線量計は、時間を争うような、重大な使命を帯びた活動中の緊急時対応者の放射線被ばくを監視するために使用できる。

一旦、核及び放射線が事件に関わることがはっきりすれば、地域、州、および連邦政府の特別に訓練された専門家が呼び出されることによって、放射線源の性質あるいは放射性物質汚染の性質や程度についての特定の情報を提供することが可能となる。

放射線管理ゾーンで作業する緊急時対応者にとって警報器が効果を発揮するためには、個人線量計は次のような特性を具備するべきである。

- 着用者に危険な放射線の状況を知らせる警報を発する。集積された吸収線量が前もって設定された線量〔50rad(0.5Gy)〕に達したとき警報が作動するのが最良である
- 非常時の環境(火災、煙、騒音等)でも通常レベルより高い放射線の存在を着用者に警報する。この場合、自然環境に存在する放射性物質に起因する誤警報は最小限に抑制されていることが条件である。正常なバックグラウンド値に比べて高い照射線量率で警報が作動するように設定するのが最良である。
- 着用者の操作による介入がない条件で継続的に作動する。
- 照射線量率を表示し、集積吸収線量(線量の管理及び計画に有用)を記録する。
- 単純、直感的で、操作に訓練を要しない。
- 小型で、容易、かつ安全に着用できる。(持ち運び用ではない)

・ 購入および維持するのに高価ではない。
・ 頑丈で野外使用に適する

5．2　計器の種類

このコメンタリーの目的のために計器を 4 種類に分けることができる。(1) 緊急時対応者の放射線管理ゾーン内作業のための警報付き個人線量計(能動装置)。放射線のレベルを能動的に監視し、危険な放射線条件を(警報で) 緊急時対応者に知らせる。(2) 放射線の照射線量と吸収線量を測定する受動線量計 (3) 外部放射線場と表面汚染の存在を検知するサーベイ計器類　(4) 放射性物質のタイプを決定する放射性核種を同定する計器。

これらの各計器について以下に簡単に説明する。

5.2.1 *警報付き個人線量計*

理想的には、警報付き個人線量計は 1 mR/h(空気カーマ率で～0.01 mGy/h)[28] から 500 R/h(空気カーマ率で～5 Gy/h)までの範囲の照射線量率を確認するとともに、500 R(空気カーマ率で～5 Gy)までの集積照射線量を目視できる指示計(数値の読みは不必要)で確認する。そうした線量計は、可能な限り、いかなるときも、放射線管理ゾーン内で作業する緊急時対応者一人一人に割り当てるのがよい。

警報付き個人線量計は常に使用可能であるべきであり、火災のような厳しい環境にも耐えうるよう頑丈であるべきである。これらの線量計は小さくて軽く、緊急時対応者の標準装備のなかにたやすくまとめられるのが望ましい。線量計には照射線量や決定線量の大きな表示と容易に目視できる指示計(あるいは可聴警報)が必要である。自然放射能や許容レベル以下の放射能に起因する誤警報の頻度を最小限に抑制するため、10 mR/h(空気カーマ率で～0.1 mGy/h)で警報を発するようにするのがよい(たとえば黄色)。ハザード警報は照射線量率 10 R/h(空気カーマ率で～0.1 Gy/h)で、決定線量の警報は 50 rad(空気カーマ率で～0.5 Gy)の集積線量に設定するのがよい(たとえば赤色)。警報とアラームレベルは、地域のガイドライン遵守を確実にするため、地域当局が設定する。このことによって、地域の着用者がその場で読み取って判断する必要度が減る。

警報付き個人線量計は、温度、湿度、埃、雨のような環境条件、気圧の変化、蒸気や微量な化学物質、野外、屋内の頻繁な出入、衝撃、振動、電磁場などによって有害な影響を受けないようにするのがよい。

5.2.2 *受動線量計*

個人が受ける全線量を評価するための計器が多くの年月をかけて利用できるようになり、広い範囲の性能や操作上の経験が積み重なられてきた。これらの受動線量計によって着用者の全線量の信頼できる測定が可能であるが、一般的にこの線量計は線量のレベル(線量率)を表示することはできない。このため、事件対応の指揮官は、線量ガイドラインの遵守を確実なものにするために、線量を瞬時的に監視することはできない。フィルム線量計、熱ミネッセンス線量計、光刺激ルミネセンス線量計などの現在使用されている多くの線量計は、着用者の線量を決定するために処理システムを必要とする積分型の受動線量計である。これらの線量計が正確で信頼できることは実

[28] この値は外縁境界の値[10 mR/h(空気カーマ率で～0.1 mGy/h)の１０分の１である。

証ずみであるが、線量を受けた後でないと結果がわからないので、事件の現場で放射線量を管理する手段としては適さない。これらの線量計は事件後に個人の全線量を測定するための貴重な手段である。

5.2.3 *サーベイ計器*

外部放射線場や表面汚染の存在を検知するための放射線サーベイ計器は何十年間も使われており、一般に対応をせまられている地域の必要に応じて利用されている。大都市のセンター施設、学術・医療センター、生物医学の研究施設、および核医学部門では、緊急時対応者のサーベイ計器や病院の救急部門のサーベイ計器目録を補完するような放射線監視装置を所有していると考えられる。薄窓ガイガー・ミュラー（GM）式（パンケーキ型もしくは端窓型）携帯用サーベイメータはエリアあるいは身体の汚染を監視するのに合っている。

放射線サーベイ計器は汚染の精密検査に適しており、β、γ表面汚染に対しては、少なくとも6,000 dpm/cm^2 (100 Bq/cm^2)、α表面汚染に対しては、少なくとも600 dpm/cm^2 (10 Bq/cm^2) の検出能力を持つ必要がある。これらの値は、外縁境界での表面汚染に対応する値(β、γ線に対して60,000 dpm/cm^2 (1,000 Bq/cm^2)、α線に対して6,000 dpm/cm^2 (100 Bq/cm^2))の10分の1である（4.1参照）。テロ事件で出会うことになりそうな最大級の放射能を特定するのは難しいが、上に述べた検出能力の最小値の100ないし1,000倍程度になると考えるべきである。

5.2.4 *核種同定計器*

核及び放射線事件の初期対応のたいていのものは、そこにある特定の放射性物質を知らなくとも何とか処置できるが、放射性核種が同定できれば、汚染された人や緊急時対応者の防護手段についてより良い処置ができる。ガンマ線を放出する放射性核種を同定するために、市販の放射性物質同定計器(一般は放射性核種同定計器と言う)が多年にわたって利用されてきた。通常、これらの計器を操作するには、サーベイメータの場合よりも多くの知識や技量が必要である。小型、軽量の改良された装置一式が現在では入手可能であり、最初から習熟度において熟錬者並みの解析情報を提供してくれる。

緊急時対応の計画は放射性核種同定計器の使用を考慮に入れておくべきである。しかし、事件の初期及び進行段階での同定計器の運用費を考えると、現地での適用のために特に購入しなくてはならないというものではない。事件の初動措置の直後には、国の放射線管理機構が事件現場でそうした計器を使用できるようにすることは十分にあり得る。加えて、核医学実験施設、大学の放射線安全、研究実験施設、放射性物質取扱い資格をもつ事業者、危険物質対応のチームは、事件に関わる放射性物質を同定するサービスを提供できると考えられる。核医学用のガンマカメラを放射性核種の同定に使用することも可能かもしれない。

5．3　装備についての解説および勧告

5.3.1 *事件後の計器*

核・放射線事件への対応(本コメンタリーでは事件後と呼ぶ)に利用する計器の要件は、違法な放射線源を検知するために使われる計器(本コメンタリーでは事件前と呼ぶ)とは大きく異なる。事件前に使われる放射線計器で測定できる放射線量の有効範囲は、大部分の緊急時作業を支援するには狭すぎる。

事件前の放射線監視では、計器は低レベルの放射線を監視し、自然放射線バックグラウンドレベルからの大きなずれを記録する。これに対して、事件後の計器は可能性として高い照射線量率および吸収線量率を測定し、広いダイナミックレンジにわたって個人線量を積算する。事件前用、事件後用の計器とも軽量であるとともに過酷な環境下の野外使用に耐え得ることが要求される。事件後用の計器は広い温度範囲で作動するとともに、温度の急変にも耐えなくてはならないが、他方では、緊急対応における使用で要求される機械的な過酷さにも耐えることが望ましい。それらの計器は緊急時対応者が着用する他の計器との間で電磁気的な干渉が起きないのがよい。放射線レベルにおける僅かな変化を監視することが要求される事件前用の計器は、事件後の環境で考えられているずっと高い照射線量および吸収線量率を監視する使用には適さないかも知れない。事件後用計器は全照射線量および数百 rad(数 Gy)までの吸収線量を測定することが必要とされるとともに、高レベルの放射能汚染を即座に測ることも必要とされる。

5.3.2 *第一対応者のための放射線監視計器*

この解説書は、２つの異なる放射線監視計器の必要性について、現場に到着した緊急時第一対応者の理解を求めている。一つは、事件の構成要素が核であるか、放射線であるかを決定する機器、もう一つは、照射線量率、および核あるいは放射線事件の外縁境界線を出入りする個々の対応者の集積線量を監視する警報付き個人線量計である。

疑わしい事件の現場に最初に到着する緊急車両(例えば、警察、消防、救急車)は、放射線が存在すれば個人に警報を発する放射線監視計器を備えておくよう勧告する。また、このような装置は、外縁境界として勧告されている値 10 mR/h(空気カーマ率～0.1 mGy/h)で警報が鳴るように設定しておき、緊急時第一対応者に放射線レベルを自動的に警告できるよう勧告する。

そうした計器は最もさえぎるものが少ない場所(例えば車両のダッシュボード)に設置するのが望ましい。計器は常設としてもよいが、事件に使用した核または放射線の性質がすでに確認されているならば、緊急時対応者が現場において使用できるように、可換式でもよいかもしれない。経済性を重視する考えから、事件に用いられた核または放射線の性質を検知するのに必要とされる表面汚染監視にも計器を兼用することになるならば、可換とするほうが効果的かもしれない。

１台の車両あるいは一つのチームが１台のみのサーベイ計器を装備するというならば、パンケーキ型 GM 管方式の可搬検出システムとするべきである。以下に勧める警報付き個人線量計がこの目的にも使われるようになるだろう。緊急対応の人員は、可能ならば、目的を選択できるような専用の計器を装備することを勧める。

そうした計器に必要な検出感度は、本コメンタリーのなかで他の目的のために推奨されてきたものよりも高価でない広い範囲の機種でも実現できるかもしれないし、他の対応チームではすでに使用可能であるかもしれない。その計器に対する測定レンジの要求は、その目的が基本として人為的な放射線曝露があるかないかを判断できればよいので、本コメンタリーにおける他の諸目的よりも厳しくない。NaI シンチレータ型のプローブや加圧あるいは非加圧型の電離箱などがその実例としてあげられる。そうした計器は、照射線量率が 10mR/h(空気カーマ率～0.1 mGy/h)に達すると警報が鳴るように設定しておき、現場に到着した緊急時対応者に放射線レベルを自動的に警報できるよう勧告する。その警報レベルは、地域の監督機関の規定にしたがって設定されているかもしれないが、自然放射線がたまたま高いときに現れる誤警報を防ぐために、十分に高

く設定するのがよい。対応者(サブグループを含めて)が以下に勧告する警報付き個人線量計を所有しているならば、計器が 10 R/h(空気カーマ率で～0.1 Gy/h)（内縁境界で）でも警報を発するように付け加えするには及ばない。

核あるいは放射線事件現場と確認された現場において、*外縁境界*線より内部に入る緊急時対応者は、決断を迅速に下すために既定のレベルで明瞭な警報を発するような警報付き個人線量計を携帯しなくてはいけない。警報は、被ばくレベルが内縁境界として勧告されている値に相当する 10 R/h(空気カーマ率で～0.1 Gy/h)に達したとき、および蓄積吸収線量が 0.5 Gy に達したときに発するように設定するよう勧告する。各自が、このような放射線環境で用いられる警報付き個人線量計を携帯するほうが、対応チーム全体で一台の放射線測定器を携帯することよりも望ましい。

核あるいは放射線事件の現場で外縁境界から内部に入る緊急時対応者のための警報付き個人線量計は、何らかの行動を必要とする可能性があるような高い線量レベルになり得ることについての広範囲の放射線防護訓練を行うことなしに、人々に警告するために用いられている。これらの警告はあらかじめ定められたレベルに設定するとともに、ハザードレベルが対応者に明瞭であるように指示するのが望ましい。たとえば、線量計は可聴あるいは可視的な指示(緑－黄－赤色のランプあるいは多数の数値表示など)を備えるように設計する。そうすれば、防護服を着用した緊急時対応者でも容易にその指示を判定できる。

一例として、対応者の集積吸収線量が 50 rad(0.5 Gy)に達したとき、線量計が定常の赤色光(場合により可聴指示あるいは振動指示)を出すようにすることができる。照射線量率が 10 R/h(空気カーマ率で～0.1 Gy/h)あるいはそれを超えた場合、赤色指示が点滅するようにもできるし、照射線量率が 10 mR/h(空気カーマ率で～0.1 mGy/h)あるいはそれを超えたとしても、10 R/h(空気カーマ率で～0.1 Gy/h)以下の場合、定常黄色光を出すようにすることもできる。そうした計器を組み合わせることによって、対応者に放射線のレベルを知らせるとともに、特に内縁境界の中で人命救助やそれ以外の重大な任務を監督する事件対応の指揮者(対応者とは口頭での接触、あるいはあらかじめ決められた滞在時間の守らせること)を支援するのに十分な情報を提供することになろう。

線量計は、対応者の集積吸収線量と非常事態の環境における照射線量率が追跡できるようにするべきである。そうした放射線環境で使用できるような警報付き個人線量計をひとりひとりに携帯させることは対応チーム全体に検知計器 1 つを備えるよりも勝っている。しかしながら、複数の対応者に一つの線量計が割り当てられるかもしれないので、よく訓練されて職務に責任をもつスタッフがその場で吸収線量の積分モードをリセットできるようにするのがよい。核あるいは放射線が構成要素であると判定された事件の初期段階を通して、対応チームのどのメンバーも、後の追跡評価のために、少なくとも一つの受動線量計(光刺激ルミネセンス線量計、サーモルミネッセンス線量計)を装備するべきである。また、内縁境界内あるいは近傍での活動を通して得られた個々の対応者の集積吸収線量の記録は非常時の作業期間全体にわたって保存し、追跡できるようにするのが望ましい。

上述の議論は NCRP Report No.138 (NCRP,2001)の放射線検知に関する類似の勧告と整合するものである。

5.3.3 *汚染検査*

現場に最初の到着した緊急時対応者は、簡単な計器を使って現場や人が放射性物質で汚染されていないかどうか検査する。この場合、機器の選択性、感度、および精度はそれほど問題ではなく、外縁境界の汚染レベルである 60,000 dpm/cm²(1,000 Bq/cm²)のβ・γ表面汚染および 6,000 dpm/cm²(100 Bq/cm²)のα表面汚染が明確に検出できればよい。

実際において、初期段階での調査用の計器は頑丈でシンプルであるのがよい。外縁境界に相当する汚染レベルに達したときは、計器は警報を明瞭に発する必要がある。α線とβ線を分離できないサーベイ計器(例えば薄窓 GM 管)に対しては、警報は低いほうの値［α表面汚染に対応する 6,000 dpm/cm²(10Bq/cm²)］に設定するべきである。

汚染監視計器は、それがいつでも使用可能であるように、特定の手法にしたがって保守、操作を行う必要がある。計器には固有の性能を決める多くのパラメータがある。パラメータには、物理的ファクター(窓の厚さなど)、校正ファクター(プローブの高電圧設定、校正用線源、プローブ窓間の距離など)、検出プローブで汚染表面を走査する速度のようなヒューマンファクターなどがある。前に議論した他の性能（例えば、応答速度、可聴表示)も汚染監視において重要である。

特に、そうした計器が標準的には 1 分あたりのカウント数 cpm を与えるように、汚染監視計器の測定結果を適切に作動させ、正しく読めるようにするため、何らかの訓練が必要である。cpm の読みは、外縁境界に対して勧告されている汚染レベルと比較できるように、dpm/cm² に変換する必要がある。計器の計数効率は計器の校正時に決定され、そのとき上に述べた要因の多くが考慮に入れられている。ただし、測定者は cpm の結果を読み取るという最低限の情報を知っているだけで十分である。

計器の正しく使用するには、一回の表面走査の間中に得られる cpm 値は適切な条件(汚染されている可能性のある表面に向き合う検出器の窓は、計数効率を導くのに使用した線源に対する向きや間隙と同じであること)のもとで測定しなくてはならない。また、多くの計器では、感度がエネルギーに依存する検出器を使用しているので、放射性物質が関係するテロ事件で使用する可能性のある放射性核種の取り合わせを十分にカバーするだけのβ線やγ線の広いエネルギー範囲に対して与えられている計数効率をいくつか使用するのが好ましい。

こうした複雑さや結果として起きるかもしれない混乱を避けるためには、プローブも面積と効率の両者を考慮に入れて、計器による cpm の読みを dpm/cm² へ変換する場合、簡単な手法を用いるのがよい。たとえば、15 cm² のプローブ(対象となる汚染表面より狭い)を 20％の検出効率（1 cpm が 5 dpm に相当)で使用するならば、dpm/cm² の数値を知るには cpm の数値を 3 で割ればよい。いろいろなプローブ面積と検出効率をもつ他の検出器についても、同様に変換すればよい。放射線防護の専門家が、より精選された高感度の正確な計器を用いて放射線測定を引き続き行えば、外縁境界の位置決めの精度が改善されて、個人防護のための装備を適切に決定する(PPE)ために、放射線の危険度のより良い評価が可能となる。

初期における現場での個人監視及び除染の努力は、主に放射線被ばくによる急性の影響を防ぐことに絞られる。二次的な汚染の問題は、特に汚染された事件現場や避難民の数が多いときは、副次的な関心事である。*スポット汚染*が 2.2 x 10⁶ dpm を超える人については、除染を優先するべきである。

放射線によって生じた皮膚障害を避けるため、2.2 x 10^6 dpm(37,000Bq)(FEMA, 2002a)を超える皮膚のスポット汚染を見つけ出すことに努めることで選別に努力するのが望ましい。想定されるスポットサイズは 0.2 cm^2 である。このレベルを超える人には除染の努力を優先させる。これまでの調査によって、このレベルに対する選別にかかる一人当たりの時間が示されている。薄窓パンケーキ型 GM 管では 15 秒、端窓型計器 [たとえば、CD V-718 civil defense meter(Nuclear Research Corporation, Philadelphia, Pensylvania)]では 2.5 分、ホットドッグ型 GM プローブ [CD V-700 civil defense meter (Victoreen, Inc., Cleveland, Ohio; Lionel Electronic Laboratories, Brooklyn, New York)で用いられている]では約 4 分である(FEMA, 2002a)。

スポット汚染の場合、20%の検出効率を有する 15 cm^2 のプローブ(スポットサイズは 0.2 cm^2 よりずっと大きいと仮定)を使用するならば、dpm の数値を得るには、cpm の数値に 5 を乗じればよい。

大勢の人々を現場で汚染検査したり、緊急時施設(指定された受け入れセンターや病院)で初期除染の必要性を検査したりするため、機器や必需品がさらに必要となる。

核あるいは放射線事件の初期対応の間は、外縁境界のような放射線管理ゾーンが被弾地域に設定される。緊急時対応者は、負傷者を救出し、負傷していない人を被弾地域外へ移動させるためにこの管理ゾーンに出入りすることになる。多分、大勢の人が管理ゾーから出ていこうとして、汚染管理の要求を迫ることになる。事件によって相当に汚染した人と汚染のない人を選別するため、外縁境界で迅速に選別することが必要であろう。必要に応じて、除染活動は、外縁境界だけでなくその近傍において、緊急時対応者と一般人に対して実施することになろう。

除染には、少数ながら使えるようにしておかなくてはならない必需品として、身体を洗浄するための大量の水や石鹸、清潔な衣類、掛け布、毛布、汚染した衣類を収集するバッグや廃棄物容器がある。

緊急時医療サービス(EMS)要員に対しては、汚染度が最低レベルの人に、そうした汚染による放射線影響の相対的に低いリスクについてガイダンスが提供できるように、訓練を実施するべきである。矛盾をなくすため、ガイダンスを前もって作成し、被害者に正しい情報を提供できるようにするべきである。

病院急患部局(ED)への入口に設置した計器によって、通常の放射線レベルを超えるものを検知できるようにして、ED に入室する汚染した人を監視することができる。しかし、GM 管式あるいはプラスチック・シンチレータのような検知器は核医学診療の患者が ED 入口を通過するときも警報を発するようにする。核医学診療の患者から出る低エネルギー放射線を選択的に無視できる計器が有用である。ED ごとにそこで使う入口監視計器の長所と短所を評価しておくべきである。どの ED でも入口監視計器を使用するならば、バックグランドの変動に起因する誤警報の頻度を最小限にするため、警報レベルを十分に高い値 [通常の照射線量率をかなり超える 10 mR/h(空気カーマ率で～0.1 mGy/h)程度の値]に設定する必要があろう。

国境、港、空港等の税関に設置されている放射線探知装置(radiation portal monitor)や歩行者探知装置(pedestrian portal monitor)は、ED 入口で放射線の存在が予期されないような場合に対する監視用として使用できそうである。探知装置(portal monitor)は、核あるいは放射線事件を通して患者を選別するためにも使用できそうである。これらの探知装置は放射性物質を同定するス

ペクトロメータとしての機能も有しているかもしれない。探知装置の能力が増せばますほど、実質的に初期コストや運転コストが上昇するのと同じように、訓練や保守管理のコストも上昇する。

核あるいは放射線事件が起きたとするなら、健康管理施設では、患者の選別や一般的な汚染監視を適切に管理するため、多数の放射線サーベイ計器を必要とするようになりそうである。通り抜け方式の放射線探知装置があれば患者の選別率を高めることになろう。こうした探知装置は監視率を高めるとしても、初期コスト[29]が大きいので、どこのEDでも設置するようにはならないかもしれない。危機管理の担当部局あるいは地区や州の放射線管理プログラムならば、会館、スタジアム、あるいは指定されたEDのような一か所の臨時の検査(screening)施設に配置できるように、1台を購入したいと考えるかもしれない。

5.3.4 *既存放射線源の情報の入手可能性*

既存の諸施設における事件対応のために、事件前から存在していた放射線源や地域的に限定される放射線源の情報が緊急時対応者に利用可能であるべきである。

病院、研究用原子炉、その他の研究施設のような既存のサイト、海運用の倉庫やローディングプラットフォーム、郵便局、放射性物質を永久的に(たとえば核医学部門あるいは放射線腫瘍学の診療所)あるいは一時的に(たとえば放射性物質の輸送用ローディングドック) 閉じ込めるまたは収容する建造物等が所在データベースのなかに加えられるべきである。そのようなデータベースの一例として、ニューヨーク市消防局の重大情報発信システムがある。

対応活動の題目であるアドレスや名称が前もって発信システムに入れ込まれているならば、緊急事態の場所に存在する、あるいは多分存在すると考えられる異常な危険性や危険な物質(この場合は放射性物質)について緊急時対応者にそのシステムによって注意を促すべきである。この情報は、それが一つのアドレスに連結しているとき、その情報は緊急時対応者がその部署を離れるときに対応者に伝えられるか、あるいは、その部署外にいるときは、ラジオや移動データ端末に指定されて、しかるべく対応するように注意を促すことになる。その情報は作戦に関して強い影響力をもつように仕組むべきである。たとえば、(病院の保管庫での爆弾破裂のような)報告された条件について考えると、放射線検知機器が現場に近づくとき作動していることを緊急時対応者が確認するように注意を促すことだけでなく、対応しつつある部隊のタイプ、数、指揮に影響を及ぼし得る。

報告された緊急事態の場所に到着すると、緊急時対応者は直ちにその場所を確認なくてはならない。もし、条件が悪化して放射性物質が問題(放射性物質が元の原因でないとしても)を引き起こすことになる場合でも、緊急時対応者は放射性物質が作業や安全にもたらす影響の可能性を考えることができる。緊急対応者が現場の危険性の確認を素早くできればできるほど素早く戦術が決定され、この情報が最初の事件評価に組み入れられることによって、作業メンバーの安全性を高めることになる。

5.3.5 *個人防護の標準装備*

事件現場で人命救助やその他の重要な任務を遂行するとき、緊急時対応者は標準防護服(バンカーギアなど)と呼吸防護装備を使用することによって、放射線の汚染から自分を守ることができる。

[29] 放射線探知装置の初期購入価格は設置費を含めて約5,000ドル。GM管式検出器は約1000ドルである。

緊急対応者が用いる標準防護服や呼吸防護装備は放射性物質汚染と同様な危険性から身を守るようにデザインされている。透過力のある放射線の被ばく時間を管理するために放射線計測が利用できる限り、標準防護服はほとんどの核あるいは放射線事件について十分適用できる。標準防護服を使用することのよって、放射性物質に人が汚染することを十分に防げる。煙の吸入や他の危険な物質への暴露を防ぐために用いられる呼吸防護装備の使用により放射性物質の吸入も防げる。

標準防護服や呼吸防護装備は単に外部的および内部的放射性物質汚染を防ぐだけであると覚えておくことが大切である。人の外部放射線被ばくを防げるわけではない。

緊急時第一対応者が標準防護服や呼吸防護装備を着用していないという状況があるかもしれない。こうした状況において、通常の服(たとえば制服)でも汚染をある程度防げるが、一度汚染した服を延長して着用することは避けるべきである。加えて、呼吸防護のアドホック法を適用することが費用かもしれない。たとえば、ハンカチ、バンダナ、あるいは着用している他の物品で口や鼻を覆うことによって、空気で運ばれる放射性物質の吸入の可能性を減ずることができる。このアプローチは間に合わせ手段であって、緊急時のおける長時間の使用には推奨されない。

5.3.6 *放射線レベルについてのコミュニケーション*

事件の初期評価の時間帯は、事件の規模と性質が評価されるので、状況把握時間(size-up period)と言われるが、評価時間の間中、事件の担当指揮官は評価チームの放射線レベルに関するコミュニケーションを行い、被害者と緊急時対応者の生命へのハザードを評価しなければならない。

作業の現場に到着する最初の一団は遭遇した条件についての簡潔な状況把握をしなくてはならない。その状況把握は、急派者への予備的な報告に建物や場所の一般的な記述および住所や名称の照合を含む。その伝言に高い放射線レベルや放射性物質の存在に関する情報を含めるべきである。

このタイプの素早い予備的な伝言によって、危険物質グループの対応を直ちに促すとともに、引き続き到着してくる部隊へ警告を発することになる。それらの部隊は、現場に到着するときには呼吸防護マスクを身につけることが個人防護装備において適切であることをその段階で知ることになる。また、計器の読みをもとに、必要とされる境界線を設定することになる。加えて、この伝言は、急派者に到着の時間を正式に書き留めさせるとともに、ひとたび照射線量率及び集積吸収線量が高い可能性が確認されるならば、放射線量の評価を開始するように事件指揮者に促すことになる。そうすれば、部隊の要員を必要に応じて交代できるようになる。

第６章　除染および医療用品

6．1　汚染についての理解

多くの化学剤、生物剤と異なり、放射性物質による汚染は犠牲者或いは対応者の健康に直ちに危険をもたらすことは稀である[31]。このことは即座に除染を行う必要性が減るとともに、緊急時対応集団に種々な除染方法の選択を与えることになる。

汚染は、放射性物質が皮膚、毛髪、衣類、或いはそれが望ましくない場所に沈着した場合をいう。放射線は拡散せず、また人体の“表面についたり”或いは“中に入ったり”することがないことを記憶しておくことは重要である。一方、拡散するのは放射性物質である。放射性物質で汚染された人はその物質が除去されるまで被曝するであろう。その物質によって放射される放射線（α粒子や低エネルギーβ線）は皮膚の死んだ層に浸透することはなく、その人に顕著な傷害を与えることも無い。しかしながら、この汚染物質の拡散を防ぐためにも、摂取の可能性を防ぐためにも出来るだけ早く除去することが望ましい。汚染に関しては三つの状況が考えられる。

・　皮膚、毛髪、或いは衣類が放射性物質で*外部汚染した場合。*
・　放射性物質を吸入したり、飲んだり、或いは皮膚や傷を通して吸収されたりして*内部汚染した場合。*
・　管理されていない放射性物質が望ましくない場所に拡がってしまい、*環境を汚染した場合。*

しばしば、除染は石鹸や水で洗ったり、汚染した着衣を脱ぐというような簡単な方法で個人的に行うことが出来る。通常、非常に多くの汚染した被害者がいないかぎりは、また直ちに医療措置を最重要と考える必要がない場合には、除染のための大規模な設備を使用する必要はない。この場合、基本的な手法や必要な供給品は病院環境と同じように多くのものを利用できるようにするのがよい。これに関して、汚染レベルと汚染区域には適当なトリアージの為の備品、大量の水供給、（もし可能なら）封じ込めの方法、そして着衣交換や個人のプライバシーについて考慮されることが望ましい。寒い地域では、低体温から被害者を守ることも必要である。

一般に、汚染した着衣を脱ぐことによって外部汚染の80-90%を除去できるという(Goans、2004)。もしも患者が緊急に医療或いは外科的処置を必要とする場合、即時の医療ケアを行うことができるよう他の汚染・規制措置が必要となろう。例えば、汚染した患者を搬送する前にシートでくるむことで搬送車両の汚染を減らすことが出来る。

30　これらの勧告は、事故前計画において指定された全ての機器を供給し、放射性汚染の除去或いは被害者の医学的評価の機能を遂行するものである。

31　二つの注目に値する例外がある：(1)核爆発の現場或いは風下直下（数マイルはあろう）の区域にいる被害者は、放射性物質による汚染レベルが非常に高く、緊急時対応者の生命や健康に直ちに危険をもたらすかもしれない、また(2)非常に稀なケースだが、放射性物質の線源を備えたりゅう散弾が患者の体内に入り込んだような場合である。このようなケースでは、本コメンタリーでの放射線線量規制ツールとガイドラインが適用される。

安全に効果的に除染出来るよりも避難者の人数が多い場合には、除染戦略中に自己除染の薦めを含めてもよい。例えば、寒い気候の時に屋外での“消火ホース”による除染をしたために低体温となった場合の健康影響は汚染よりもっと危険であろう。自己除染の勧告には以下のようなことを含むことが望ましい：

- 再浮遊した粒子の吸入を低減するための特別な吸入防護の使用（このような防護例を含む）。
- 住居に入る前に外側の着衣を脱ぎ、袋に入れる。
- （熱くない）お湯でシャワーを浴びる。
- （ヘアコンデショナーではなく）石鹸やシャンプーを使う。
- 皮膚をよく洗うが、すりむくほど強くこすることはしない。

被害者を搬送するのに使う車両は再度使用する前にモニタすることが望ましい。低い汚染レベルをした車両の再使用は許される。再使用を中止したり除染を開始するようなレベルは、現地の緊急時計画で特記されるのがよい。これらのレベルは地方と州の放射線規制計画の協議の下に作成されることが望ましい。しかしながら、*外縁境界の汚染レベル*と同程度の汚染レベルにしてリスクを最小にすることが望ましく、緊急時対応を続ける。

モニタリングは除染効果の成果を評価するために行うのがよい。これは発生場所から離れて行うのがよく、即座には行わない。サテライト受け入れ施設センターは、除染効果の成果を評価するのに（現場でのまた自己除染した人たちの両方）、またさらに除染が必要かどうかを決めるのにも、より詳細なモニタリングを必要とするために使用される。

除染の方法は、*如何なる箇所*でも2.2×10^5dpm(3,700Bq)に、*身体表面汚染*は10,000dpm/cm^2(~170Bq/cm^2)以下のレベルに低減することが望ましい。除染の目標は(1)急性皮膚傷害を防ぐためにどんな箇所でも除染されずに残っている汚染を減らすこと、そして(2)確率的影響（すなわち、がんの確率の増加）の可能性を最小にするため、除染されずに残っている*身体表面の汚染*を減らすこと、である。除染されずに残っている汚染レベルはFEMA-REP-22のバックグラウンド情報（Background Information）のモニタリング目標に等しい。*原子力発電所災害に対する放射線緊急対応のために用いる携帯用機器の汚染モニタリング指針（Contamination Monitoring Guidance for Portable Instruments Used for Radiological Emergency Response to Nuclear Power Plant Accidents*（FEMA2002a））。これは除去しやすい汚染に対してFEMA（2002a）が勧告した最初の集団汚染スクリーニング値の10分の一である。もし除染で皮膚をすりむいたり、2回続けて除染を試みても汚染レベルが顕著に低減しないような時は中止したほうがよい。被ばくした皮膚をざらざらしたクレンザーやごしごしこするようなことはしない方がよい。

汚染スクリーニングや除染目標に関するさらに詳細な論議はFEMA(2002a)でなされている。

6．2　病院受け入れと搬送の計画

6.2.1. *計画*

EMSと病院は、核および放射線災害での患者のケアに関し詳細な計画を前もって作っておくことが望ましい。この計画には患者搬送ルートの決定（即ち死傷者の最終搬送先）、救命および外傷患者の治療の為に必要な施設、精神的障害を負った人々および放射性汚染に懸念を抱き、保健ケア施設にやってくる人々の支援を含むことが望ましい。

EMSの設置場所は、大勢の死傷者を考えたシナリオで計画を立てておく必要がある。そして出来るだけ早期に効率よく最初のトリアージを実施し、緊急ケアを施行し、（必要に応じ）除染処置を行う。

一般に、法令の要求として、病院、EMS、地域選出議員等、公衆の代表、地域の法的執行責任者および地域の行政機関は、地域や区域のEMS、外傷ケアプランとシステムを計画し実行するのに協働して作業することとなっている。この協働は一般に保健区域のEMSおよび外傷ケア計画局を通じて行われる（Krajewski等　2005）。

これらの要求は区域間患者ケア対応を対象とした、区域外の施設への患者の搬送および転送、そして全てのレベルでの大勢の死傷者事故に対するEMS と外傷システム対応を対象とした計画を含むことが望ましい。一般に、この程度の協働作業は最近多くの管轄区域で、また州の間ですでに存在している。

区域のEMS と外傷ケア協議会は最近下記のような活動をしている:

- 区域のEMS と外傷ケア必要性の評価と解析。
- 全州的基準と患者ケア成果に応じるために必要な特別な活動を識別し履行する。
- 外傷施設として指定されるべき施設数とレベルを決める。
- 病院に行く前の段階での医療サービスの分布とケアレベルの必要性を識別し、勧告し、かつ十分な利用があるかを確かめ、サービスの非効率的重複を防ぐ。
- 区域内のEMS および外傷治療に関連した全ての事柄について保健局にアドバイスをすること。

病院とEMS は、核および放射線災害の初期の死傷者の処置とケア、死傷者の搬送先の決定、また緊急の患者や外傷患者の処置に係わる機器について、病院とEMSは計画段階で協働することが望ましい。種々な状態の外傷のトリアージの方法、区域患者のケアの承認済みプロトコール、および郡の行う方法は既存のツールに含まれている。管轄区域内では、核および放射線災害に対し相互の援助計画を進め、通常ではカバーしないようなEMS ユニットを開発する計画を立てることが重要である。

6.2.2 *核あるいは放射線災害の被害者のケア*

それぞれの病院は放射線に被曝した或いは放射性物質で汚染された被害者のケアに対し、一連の行動計画を持つことが望ましい。理想的には、この計画は総合病院緊急時計画の中に組み込まれるのが望ましい。

本質的には、基本的な医療および外科処置の出来る全ての病院は、核あるいは放射線災害の被害者の初期ケアを行うことが出来る。核あるいは放射線災害においては、被害者の人数、それぞれの患者の傷害の医学的状態および種類、放射線学的状況（外部被曝か内部被曝か）、（もし分かれば）線源の種類と内部汚染について記載することが望ましい。もしも何らかの汚染が疑われるような場合、とにかくそれが判明するまでは被害者が汚染しているとして慎重に扱うことである。

病院の救急チームのメンバーは病院の記載計画に通じていることが望ましく、予定された訓練に

従うことが要求される。除染、トリアージ、或いは放射線モニタリングの実践をサブグループごとに頻繁に（例えば、半年毎）訓練することを検討することが望ましい。スタッフの引き継ぎに際しては、特別な訓練が必要であろう。訓練は非医療職の緊急管理者や医療補助者をも含めたほうがよく、かれらは到着前の通知方法、放射線災害独特の搬送、搬送途中の救急医療ケアを通じて病院の救急医療部門（ED）のスタッフを助ける重要な役割を果たしているのである。

6.2.3 *医療スタッフへの注意事項*

救急治療室における共通的な予防対策（すなわち標準的な病院職員の防護手段）は、核および放射線災害の被害者の治療に際しても一般的に十分通用する。

救急治療室における防護服着用の目的は露出した皮膚を守り、自分の着衣を汚染から守るためである。病院の救急担当チームのメンバーは外科用着衣（洗濯済みの上下衣、ガウン、マスク、帽子、目を防護するもの、手袋）を着用するのがよい。防水靴カバーも履くことが望ましい。縫い目や袖口は全て保護テープや粘着テープで留めるのがよく、外科用の手袋2対を用いることを薦める。手袋の2対目は、もしも汚染したような場合、容易に脱ぐことが出来、交換できるものであること。自己読み取り放射線測定器も各医療チームのメンバーに割り当て、容易に取り外し読むことが出来るよう、外科用着衣の外に首から掛けるようにするのがよい。できれば、フイルムバッジあるいは他の種類のパッシブ型線量計を外科衣の下に着用するとよい。

職業環境において妊娠している人の胚や胎児を守るために、NCRPは妊娠が分かってから胚や胎児に対して50mrem(0.5mSv)の等価線量月限度を勧告している［医療（すなわち、妊娠している人の健康ケアのため）および自然バックグラウンド放射線を除く］。この線量限度は核および放射線災害におけるEDの医療業務に従事する病院の救急医療チームメンバーに対しても適用される。

6. 3 日常的な戦略

被害者を治療する時期を最短にするため、事故現場で放射線規制ゾーンごとに戦略を展開することが望ましい。救急隊員は自己の安全を確保しながら、出来るだけ早く災害現場から被害者を移動させるよう試みることが望ましい。

指定された放射線規制ゾーン内の全ての死傷者を、特に*内縁境界*から出来るだけ早く、効率よく救い出す必要がある。これらの死傷者のある者は医学的外科的処置を急いで必要とするであろうし、また彼らの放射線被曝の最初の評価を必要とする。放射線に関連した疾患は臨床的症状が現れるまでに数時間から数日かかるので、緊急時対応者は従来の医学的および外科的基準を用いて核および放射線災害の被害者をトリアージするのがよい。患者はまず医学的に安定させ、線量、放射性核種、そして内部汚染があるかどうかなど臨床的症状に基づいて放射線障害の程度を推測することが望ましい。大勢の死傷者が生じたような場合、物資に限りがあることからケアに幾分の違いを余儀なくされるかもしれない。

外科的事態が生じた最初の一時間というのは、もしも重篤な傷害を受けた人が急いでトリアージされ、緊急医療従事者による処置を受けることができれば、彼らの生命が助かるかもしれないという重要な一時間であることは外科医によって広く認められている。放射線学的関心事は救命努力を妨げるものではない。ショック或いはショックに近い状態の患者は、最初の一時間以内に処置しなければ死ぬであろう。核および放射線災害においては、放射性物質があっても急ぎのトリアージを妨げることなく、外科的被害者を災害現場から移動させることである。EMS従事者は自己の安全を確保しながら出来るだけ早く災害現場から被害者を移動するよう心がけるのがよい。

6. 4　標準的な医療ケア

病院自体が標的でない限り、救急医療職員が放射線被曝をする危険性は僅少である、というのは彼等は放射線規制ゾーンの外にいるからである。病院職員は標準的な医療ケアを続けることが望ましい。

サイトにEMSが到着した際には、標準的な手順に従い、状況の把握、傷害の程度、トリアージ（まず医学的・外科的観点から第一にすること）、そして指示に従い死傷者を最終的に医学的ケアを受けるところに搬送することである。同じ標準的手順を核および放射線災害にも適用するのがよい。

核および放射線災害に遭遇した患者は外部汚染をしているかもしれない。患者と緊急時対応者は汚染した着衣を脱ぐことにより、外部汚染の80-90%は除去できるであろう。そしてまず最初に石鹸と水で残っている放射性物質を除去するのがよい。汚染した傷は圧力の弱い塩水流で容易に処置出来る。

汚染した傷による被曝率は数mR/時（空気カーマ率でほぼ数百mGy/時）を超えることは稀で、緊急時対応者はこの状況で彼らが被ばくすることは殆ど無視できるか或いはごく僅かであろう（Goans, 2004）。

貫通力の大きい放射線（例えば、光子、中性子）を死傷者が短期間に高レベルで全身に受けたと考えられるような場合、全ての皮膚の傷（傷口、重篤なすりむき、火傷）は出来るだけ早く局部的抗感染剤や専用の外科用手当用品で処置する必要がある。傷は出来るだけ早く閉じるのがよく、36-48時間以内に外科的処置をとることが必要である。というのは放射線は被曝後数時間以内に傷の回復を著しく悪くするからである。

6. 5　必需品

連邦、州および地方の緊急時対応者は、戦略的国家備蓄（SNS)の物資の受け取りから配分までの能力を調べ、調整を図るために計画を立て、訓練や演習を行うことが望ましい。

SNSは抗生物質、化学解毒剤、抗毒剤、生命支持薬物、静脈内投与器具、気道確保装置、医学的/外科的品目の国家的貯蔵所である。SNS計画は核および放射線災害のための対策であり、次のよ

うなものを含む；(1)キレート剤、プルシャンブルーおよび沃化カリの供給、(2)疼痛剤、抗嘔吐剤、造血成長因子および火傷用クリームの供給である。さらに、SNS計画は体液補充用品、ガーゼ手当用品、火傷や爆発の被害者のための裂傷修復材を備えている。SNSは米国或いは準州内で起きたいかなる場所での、いかなる時での緊急事態に対し、州および地方の公衆衛生局に物資を補給し、再供給するよう計画されている。SNSの物資を受けるため、影響を受けた州政府の職員は疾病管理予防センター（Centers for Disease Control and Prevention） 或いは米国保健省と社会事業（US Department of Health and Human Services）からSNS物資の配備を直接に要求することができる。SNS計画は米国内或いは準州内のいかなる場所にも連邦政府の決定12時間以内にその関連する物資を届けるべく委託されている。

6．6　急性放射線障害の症状と吸収線量の推定

吐き気や嘔吐はARSの最初の臨床症状である。吐き気や嘔吐は全身吸収線量が高いと［すなわち＞100rad（＞1 Gy)］現れる症状である。もしも*内縁境界*の内側で活動中にこのような症状が現れた場合には、影響を受けた人々を*内縁境界*より外に移動させることが望ましい。しかしながら、このような症状は他の原因（例えば神経性毒）でも起きるかもしれないことを知っておくべきである。緊急対応者はこのような事件では一つ以上の原因を扱う可能性があることを承知しておかなければならない。

入院してからは、多重パラメータ方式のトリアージ［すなわち嘔吐までの時間、リンパ球の動態、他の生物学的線量測定の指標（語彙の項参照）］から被害者の吸収線量を最も良く早期に推定できる。

被曝している間あるいは被曝後間もなく起きる吐き気、嘔吐および下痢は放射線を大量に被曝した証拠である。これらの症状の最小短期間全身吸収線量は~100-150rad（~1-1.5Gy）である。一般にこれらの症状は吸収線量が高ければ高いほどより早く、また強く起きる。これらの症状が1時間以内に現れた場合には、吸収線量は非常に高い。このような場合、直ちに放射線規制ゾーンから離れ、急いで医学的評価をするのがよい。これらの症状は他の健康状態によっても生じるので、もしも*内縁境界*の中で起きているのであれば、医学的評価がなされるまで放射線被曝に関連があると考えることである。もしも症状が内縁境界の外で起きるとすれば、また内縁境界中或いはその近くで人々が上述のような作業をしなかったような場合、それは恐らく他の原因か或いは環境要因によるものであろう。

全身被ばくしたヒトの末梢血リンパ球の時間的および線量依存性減少は、近似的吸収線量を与える。携帯用血液細胞計数器は、リンパ球の変動を調べるために現地で連続してリンパ球を計数することができる。例えば、健康な人の正常なリンパ球数は1,500-3,500mm^{3}の間にある(Wallach、1998)。放射線で誘発されるリンパ球減少の状態は変化するので、このアッセイは被曝後最初の数日間のみ用いることが出来る。

リンパ球計数、嘔吐の開始、また他の臨床データを総括するようなソフトウエアの手法が吸収線量を推定するため開発された。このプログラム（生物学的線量測定評価手法）はオンラインで利用

できる（AFRRI、2005）。

EDが医学的処置の決定をする場合、最小放射線被曝データが大抵利用可能である。放射線被曝の処置は病院への搬送の間に必ずしも必要としない。しかしながら、日常的救命静脈内点滴と、最近の新式外傷生命維持或いは新式心臓生命維持手順書と合致するような医療は他の傷害の治療にもしばしば必要となろう。

6.7 汚染

6.7.1 *内部汚染の検出*

もしも内部汚染が疑われるような場合には、放射性物質が吸入されたか否かを知る指標として鼻スメアを用いることが出来る。

鼻スメアの結果が陽性であることは吸入によって放射性物質が摂取された可能性のあることを示しており、さらに別な生物学的アッセイ測定を行う必要があろう。しかしながら、鼻スメアの結果が陰性であることは間違いということもあり得るので、摂取が無かったことを確証するものと思わないほうがよい。最近のモデルによると、吸入された物質は17時間の半減期で前鼻部を通過するようである(ICRP、1994)。従って、鼻スメアはすぐに採取する必要はなく、患者が安定し、EDへ搬送されてから、最初の患者受取人によってスメアを採取することでよい（7.2節）。EDのための緊急計画には、これらのサンプルの採取、評価するための方法を手順書に含めることが望ましい。

6.7.2 *汚染した重要な機器の使用*

低いレベルの放射性汚染があったとしても、重要な医療施設や重要なケア機器は使用が継続出来るよう計画を立てておくことが望ましい。

低レベルの放射性汚染があるという理由で、重要な医療機器の使用を止めたり、あるいは重要なケア装置の持ち出しを禁止したりするのを防ぐため、また被害者の生命を保つために継続して機器を使用できるよう、医療機器において低レベル汚染があったとしても使用できるよう緊急計画の手順に含めておくことが望ましい。機器継続的使用を中止するようなレベルや除染を開始するようなレベルは、地域の緊急計画の中に明記しておくことが望ましい。これらのレベルは地域と州の放射線規制計画との相談で決めておいたほうがよい。

医療機器と緊急搬送設備（例えば、消防車、救急車、救急用ヘリコプター）は出来るだけ除染するのがよい。幾つかの品目についていえば（例えば、携帯用呼吸器、電気的心電図導線）、交換は除染よりもよりコスト効率が良く、実際的であろう。除染の決定はALARAの原理と一致させることが望ましい（1.1章）。

除染されずに残った汚染部分（表面から容易に除去出来なかった放射性物質）は、患者のケア部分にあるかもしれないので、標識しておくことが望ましい。工学的規制（例えばバリア、鉛のシーツ）は、スタッフや汚染していない患者への被曝率を2mR/時（~0.02mGy/時）以下にまで低減するために用いることが望ましく、除染の努力も行うことである。2mR/時の被曝率(空気カーマ率で~0.02mGy/時)（光子が主な場合）というのは、拘束されない公共の空間で、線量当量率の限度が2 mrem/時（0.02mSv/時）であるという勧告と一致する(NRC、2004)。

最終目標として、スタッフや汚染されていない患者に対し、定着した汚染からの集積実効線量は事件後の一年で100mrem(1mSv)以下にまで維持することが望ましい。それが達成できればこれらの重要な機器は継続して使用できる。この最終目標の達成は、公衆の構成員に対すると同じレベルにスタッフや汚染されていない患者を防護することである［すなわち100mrem/年(1mSv/年)実効線量（NCRP、1993）］。もしそのゴールが正当に出来ないならば、スタッフや汚染されていない患者の集積実効線量の限度は事故後の一年に対して500mrem(5mSv)までに増やすことができるが、この場合適当な医療ケアをすることである。

6.7.3 *除染液体の廃棄*

除染の間に発生した液体の全てを保管することを第一に考えなくて良い。災害の指揮に当たった者は、災害の程度、除染の緊急性および緊急時の段階で利用できる資源を考慮して、除染により生じた液体をどの程度保管するか、あるいは廃棄するかを決定するのがよい。

除染の最中に、放射性核種の存在を決めるためにサンプルを得ることが望まれるが、その間に生じる液体を全て保管することは優先的事項ではない。

環境影響にとって必要であり、緊急対応行為が妥当であるとした州や地域の対応者に対して、それを強要するような行為を求めないとEPA[32]は助言している。さらにEPAは有害な物質事故（化学的或いは生物的手段によるテロリストの災害を含め）の間、緊急対応者は公衆や彼ら自身の生命を守り防護するために必要な緊急行為をとることが望ましいと述べている。この助言は包括的環境対応・補償・債務法（Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act：CERCLA, 1980)によるものである。州や地域の当局はこの助言が核および放射線テロリスト災害に適用できることを確認するべくEPAと連絡をとることが望ましい。

32　Makris,J.（1999）個人情報（固体廃棄物および緊急事対応局、米国環境保護庁、ワシントン）。

第７章　教育訓練と演習

７．１　目的

核および放射線関連事件への対応の訓練に関してはすでに多くの資料がある（FEMA, 2005; NCRP, 2001)。この節の目的はその情報を再度述べるのではなくて、次のような主要点を要約するものである。それらは、

○　教育訓練に含まれるべき各グループに対して必要な*基本的*知識、技術、および能力の確認
○　訓練や演習の資源と方法の確認
○　訓練を支援する対処機関、連邦当局、および訓練計画実施者への勧告である。

７．２　適用性

この節は、NCRP レポート No.138, *"Management of Terrorist Events Involving Radioactive material* (NCRP, 2001)"で取り扱われている初めの勧告を拡大する。この資料では緊急時対応者やあるグループへの訓練の内容、その必要性を特に定義していなかった。緊急時の対応にかかわる個人とは次のような人々である。それらは、消防士、EMS,　法律執行者、健康管理・公衆衛生各担当者、および緊急時管理者である。これらは公的、私的の組織や会社を含む。

この節では、事件の初期の段階でこの人たちの行動が生命・財産・証拠・および環境の保護と保全に重大な影響がある二つのグループの教育訓練について述べる。はじめのグループは、"Occupational Safety and Health Administration's (OSHA)29 CFR Part 1910, 120(q) (OSHA,2004)"で最もよく定義されているもので、危険な物質に関連した緊急事態に対処することが期待されているすべての人と組織に適用する。すなわち、職業的あるいはボランテイア消防士、救急隊（EMS)、あるいは法律執行者である。OSHA(2005b)および US 環境保護庁の 40 CFR Part 311 (EPA, 2004)では緊急時対処従事者はすべて緊急時の行動以前に十分に訓練を受けていることを必要としている。少なくとも、この教育訓練は、各組織の緊急時対応計画、標準的行動手続き、および緊急時の核的・放射能事件の広報と取り扱いの手続きの主要点を含むものでなければならない。これらの人々を*第一対応者*とよぶ。

第二のグループは、病院が、特に大規模事故で放射能汚染された患者を受け入れた際に放射性物質に被ばくする可能性のある医療関係者である。これらの病院で働いている人々は一般的に事件が起こったところとは遠隔の場所で働いている。ということは、彼らの放射線被ばくは病院に運びこまれた患者の皮膚、衣服や携帯品からのものに限られている。汚染の場所と原因が限られていることは、これらの人々は上述の起こった事件を直接に反映する第一の対応者とは異なっている（Horton et al. 2003; OSHA, 2005a)。これらの医療関係者を*第一受入者*と呼ぶ。

核・放射能テロにおいては、その他多くの人々が重要な役割を果たす。その人たちは、公的な労働者、緊急時管理者であり、市民でもその役割を持つ場合がある。これらの人々への教育訓練や予行演習の必要は、上記に述べた二つのグループについて、各個人が緊急時において果たす役割に応じて、それぞれの要請から決まることになる。緊急時の対応に関連するグループについての付加的な情報は第２節において見ることができる。

７．３　能力への挑戦

アメリカにおける「第一対応者」の大部分はボランテイアまたはパートタイム労働者であって、時間的制約が大きく、訓練に参加する自由度が少ない。フルタイムの対応ができる雇用者においても、核や放射性物質に関連した事件に対処するための付加的な要請をしないで、通常起こる緊急事態（たとえば火災、危険物の漏洩、交通事故など）に対処するのに必要な能力を維持するのには困難がある。このことから、何が最小限度に必要な要請であるかを決めることが大変重要である。

国立火災防護協会（National Fire Protection Association, NFPA,2002a）と OSHA(2005b)は、緊急事態対処労働者に対する認知、実行、技術者ならびに指揮者の各レベルに対して核心的コンピテンシー（competency、能力）について定義した。そこには基本的なコンピテンシーはあるが、一般的な課程では警察、火災、救急隊（EMS）、公的な仕事、運輸公衆衛生関係労務者、そのほかの多種類の必要性を満たすことは到底できない。

第一受入者に対しては、（7.9 節で述べる）助成計画における指導においては画一性が求められるが、同じレベルの法的な要求は存在しない。付録 A3 では、第一対応者の能力レベルと同じ程度の第一受入者に対する一連の能力レベルを提供する。

7．4　訓練、演習、および学ぶべき教訓

コンピテンシーを維持するには訓練、演習、学ぶべき教訓のプログラムを総合化する必要がある。あらゆる訓練プログラムを構成する実際の演習に加えて、訓練と標準的な操作手続きと、操作のガイドラインをさらに強化する組織的な演習が、組織的な活動能力を最新のものにしておくために必須である。プロトコルと訓練計画への対応の改善は、演習や実際の対応から学ぶことのできる教訓をいかに効率的に吸収するかの能力に依存する。

訓練や演習への財政的および技術的支援は、アメリカの Department of Homeland Security (DHS) の *Homeland Security Exercise and Evaluation Program* (HSEEP) (DHS, 2005a)でみることができる。この資料は、国・州・地方のレベルにおけるテロリズムの予防と、対応と回復を促進し評価するために作られた。HSEEP は、前兆と性能に基礎を置いた演習プログラムであり、演習の立案・実施・評価のためのドクトリンとポリシーを提供する。

7．5　訓練の内容

多くの第一対応者や第一受入者で、放射線に関してまったく訓練を受けなかったか、すこししか受けなかった人は、放射線の影響を過大評価する傾向がある。放射線は少量で人を死亡させまたは障害を与えることが可能な化学的戦略物質としばしば比較される。不幸にして、このことは核や放射能事件の際に、たとえば犠牲者の救護や搬送の遅れや、あるいは荒っぽくてしばしば不必要な除染作業といった、不適切な対処となる。

緊急時対応者に対する全般的な核および放射線に関する訓練の目的は次の通りである。
（1）作業者自身および公衆を防護するための適切な方策を取る能力を高める。
（2）放射線や放射性物質に関連する緊急事態を効果的に処理することに関する自信を養う。

これらの目的を満たすためには、「認知レベル」の訓練がカスタマイズされて、できるだけ広い

対象者に提供されねばならない。以下において一般的な基礎レベルのコンピテンシーについて示すが、これらは核・放射線に関わる事件への緊急対応に関するいくつかの中心的メッセージを理解するのに必要な基礎を提供する。

核および放射線に関する予備的訓練の中心的メッセージは：
○ 放射線関係のことよりも人命救護と緊急医療を優先する。[34]
○ 緊急時対応者の機材と方法に従えば核・放射線関連の事件は安全に処理できる。
○ 汚染されていることが生命に脅威を与えることはめったにない。
○ 放射線に被ばくすることでその人を放射性にすることはない。

NFPA（2002a, 2002b, 2002c）およびOSHA(2005b)は、すべての第一対応者が持っているべきコンピテンシーのレベルについてその内容と目的を定義している。たとえば、第一対応者の認知レベルについては次のことを要請している。

○ どのような危険物質が存在し、それにどの程度のリスクがあるかについての理解
○ 危険物質が存在しているときの潜在的な結果についての理解
○ 危険物質の存在を認識する能力
○ 第一対応者の役割と、North American Emergency Response Guidebook （DOT, 2005）の使い方を理解していること
○ 追加的な資材の必要を認識する能力および適切な広報をする手続きに関する知識

これらの一般的な原理が核・放射能事件に適用された場合、それらは次のようなことである。：
○
○ 放射線とは、また放射性物資とはどういうものか、また事件のときにそれらに関連するリスクについての理解
○ 放射線や放射性物質が存在するときの緊急時に作りだされる付加的な結果についての理解
○ 緊急時において放射性物質の存在を認識する能力
○ 可能ならば、存在する放射性物質の種類を見分ける能力
○ 緊急時対処計画（地域の安全と保安を含む）における、基礎レベルの第一対応者の役割と、*North American Emergency Response Guidebook* の使用の理解
○ 追加的な資源の必要を認識し、適切な告知を事件連絡センターにする能力

第一対応者および第一受入者に対する、種々のコンピテンシーレベルにおける核・放射線に特化された、さらなる目的、手続き、および重要事項については、付録Aでみることができる。

[34] 例外あり、(1) 核爆発の場所の近傍の風下で、緊急時処理者の生命や健康に直接危険が及ぶような放射能の量が存在するとき、(2) 患者の体内に放射能の線源の一片がうめこまれている時。これらのまれな場合でも、このコメンタリーに記述された放射線量測定の機材とそのガイドラインが適用可能となる。

7．6　演習のタイプ

HSEEP文書（DHS, 2005a）およびNCRP (2001)に示されているように、緊急時に対応するよりよい組織を作るために種々の演習がある。三種のおもなタイプは、机上トップ、司令ポスト（機能的）、および全スケール（全フイールド）である。

机上トップ演習は、上級スタッフ、選挙あるいは任命された職員、あるいはその他の人で、イ

ンフォーマルにセットされた会議で類似の状態を考えて議論をするものである。このタイプの演習は、仮想的な事態に関して種々の議題について議論を活発化させるために計画される。案やポリシー、あるいは手続きを評価し、定義された事件の予防と対応、またそれからの回復に必要な系統のタイプについて評価する。

司令ポストの訓練では、個人の能力や、多種の機能や、ある機能内の活動をテストしたり評価するのに設計されている。これらは、一般的に計画やポリシーや手続きや命令のスタッフや命令の構造(node) を演習するのに焦点を絞る。一般的に、事件はその最新情報と演習シナリオによって映しだされ、実務レベルの活動を動かす。人と機材の動きはシミュレートされる。

全フイールド演習は、緊急時対応と回復を多面的にテストする多機関にまたがる多重管轄式の演習である。これは、命令系統のもとに行動する多数の緊急時対応者を含む。事件は、最新の情報が現場での活動を動かす柔軟性を内蔵する演習シナリオの台本を通して映し出される。この演習は実際の事件をよく反映するような、リアルタイムで、かつ緊張に満ちた環境で行われる。あたかも実際に事件が起こったように、緊急時対応者および機材は動員され、配置につく。

組織の要請にもっともよく合う演習の形式は、文書で述べられた演習の目的、演習の目標、経験、行動、および参加が勧告されるレベルの分析を通じて決まった形がきめられる。演習はいくつかの中心的目標にしぼられるべきである。

7．7　初期訓練

すべての緊急時対応者は、核および放射能事件の際に遂行することになる義務と機能に対応した初期訓練を受けなければならない。救命活動に携わる緊急時対応者は、実行レベルの訓練を受けなければならない。（補遺 A.2.2.）

訓練は、緊急時対処組織における各対応者により遂行されるべき義務と機能に基づいたものでなければならない。すべての新規の緊急時対応者に対して要求される智識、技能、および能力は、事件の場所で実際の緊急作業に参加を許される以前に訓練を通じてこの人たちに伝えられねばならない。表 7.1 は、OSHA（2005a）および NFPA(2002a) による各レベルに対して推薦された、第一対応者に対する訓練の期間、形式、頻度を要約したものである。留意すべきことは、これは“全危険”危険物訓練要請であって、すなわち化学的、生物学的、放射能、核および爆発物（CBRNE）訓練要請の最小時間であることである。核および放射能の分については約４分の１が費やされなければならない。

7．8　訓練と演習の頻度

緊急時対応者は、熟練度を維持するために、毎年リフレッシャー訓練を受けねばならない。リフレッシャー訓練は、初回の訓練ほど広範である必要はない。

ドリルや演習は、少なくとも１年に１度おこなわねばならない。しかし、全種類にわたるもの（full-field）は３年毎でよい。演習のサイクルの間に、定期的に国家的備蓄物資(SNS assets)に触れ、それを分配する仕組みを実習すべきである。

訓練スケジュールは、すべての職種の緊急時対応者が定期的に訓練を受け、緊急時対応インフラ・ストラクチャーのすべての関係者、すなわち第一対応者、第一受入者、病院、情報共有、精神衛生、および公衆衛生に関して熟達度を保持できるように組まれるべきである

演習は、訓練をたすけ、訓練された内容を保たせるのに役立つ。演習は、訓練と同様に全種の危険物に対する方向でなければならない。

表 7.1――***第一対応者の各レベルに対する訓練のタイプと期間***

レベル	訓練の資格と 最小の要請 [a]	タイプ
認知レベル	資格制限なし 4～16 時間　通常実務	教室
実践レベル	認知レベル+8 時間の資格 8～40 時間　通常実務	教室、実習 演習
技術者レベル	認知レベル +24 時間の資格 40～240 時間　通常実務	教室、実習 演習
指揮 レベル	実践レベル 24h +事件指揮者の訓練	教室、演習

[a] ここの時間は、全種危険物（CBRNE）のものである。核・放射能だけでは約 4 分の 1 の時間が費やされなければならない。

7．9　訓練および演習の資源

Department of Homeland Security (DHS) は、*Compendium of Federal Terrorism Training* という資料を発行している。この資料は、テロリストの攻撃に準備しようとする組織を支援するために、公的あるいは私的なテロに対する訓練について幅広くレビューしたものである。140 以上の訓練コースに関する情報は、スポンサー、記述、目的、コンピテンシーの範囲、対象者、教育の形式（教室、コンピュータ）、そのほか関連の情報（場所、入手性、および接触のポイントなど）を含む。

DHS は、政府がスポンサーとなっている訓練センターや提供者を通して、特化した進んだ訓練を提供している。州もまた助成資金を使って CBRNE の訓練活動を、現存する訓練学校や、大学や、専門学校や、あるいは認可された CBRNE の教室を使って行っている。地方の訓練プログラムの進展が地方の活動能力や専門的知識を育てるため奨励されているが、地方で進展した訓練を助成するための DHS の評価と認可は時間を必要とする。DHS は訓練準備職員に働いてもらって州が訓練の資源を理解し優先させることを支援している。彼らの役割は、適切な訓練の資源を育て、認可すること、そして財政援助を与え可能な助力資源を支援することである。

演習にたいしては、独立した、同様の DHS プログラムが存在する。HSEEP マニュアル（DHS,2005a）に沿って、演習の指導者が各州で仕事を割り当てられており、彼らの任務は総合した演習計画を支援するための資源を発展させ見出すことを助けることである。

これに加えて、上記の計画を実現させるためには、第一受入者が US　Department of Health and Human Services を通じて訓練や演習にたいする助成計画を持つことが必要である。このようなプログラムには、学術団体への（たとえば Centers for Disease Control や Prevention-funded

Centers for Health Preparedness のような）直接の助成金や、州や地方の保健課による Health Resources and Services Administration の訓練と演習への助成金などがある。

7．10　勧告

望むらくは、大部分の第一対応者や第一受け入れ者が、実行レベルの訓練に関しての核・および放射能的観点でコンピテンシーを持つべきことである。実践レベルの第一対応者は、近傍の人々や環境、あるいは財産を危険な物質の排出から保護するために、事件の初期の対応のひとつの仕事として、危険な物質の放出や放出の可能性に対応する人々である。この人たちは、その放出を安全な距離から制限したり、それが広がらないように、防護的なやり方で対応するように訓練されなければならない。

7．10.1　*国家的ポリシーの問題点*

国が核や放射能テロに対して準備をするために必要な訓練を行うことは、ひとつの連邦当局ができることよりもっと大きな仕事である。しかし、その訓練の努力を指導するためには一つの組織がその任務と、設備と、権威を与えられねばならない。州や地方団体もこの訓練において役割をもたねばならない。Federal Emergency Management Agency (FEMA, 2002b)の研究にもとづいて、テロリズムに準備する訓練を改善するために次の勧告をする。

○ 連邦のテロリズム訓練の指導者は単独者を指名せよ
○ 適切な対処グループへのコンピテンシーのマスターリストを備えたコンピテンシーに基づくアプローチを採用せよ
○ 組織間の訓練管理体系を作れ。
○ 既存の指令伝達系統を活用せよ。
○ 種々の指令伝達方法（例えば校内放送、遠距離伝達、移動式の訓練チーム、および演習）を併用せよ。
○ 警察、消防、公共事業、および他の緊急管理機能間の相互作戦的訓練を実施せよ。
○ 新入者の訓練のような、訓練度の維持のための計画を行え
○ 小さい、田舎の地域社会における訓練の必要性を研究せよ

7．10.2　*核および放射線に関わる訓練プログラムの開発*

次に示す勧告は、地方の、州の、あるいは国としての訓錬計画を効果的にするための種々の基本的概念を示す。これらの概念の多くを用いて訓練計画のよい実例がいくつか見られる。ヘルスケア準備プログラムの優れた例は、カリフォルニアの Emergency Medical Service Authority 訓練、*CBRNE: Emergency Preparedness for Medical Care Providers* (CEMSA, 2005) において見られる。これは本来放射能の移送における緊急時を取り扱っておりテロリズムではないのであるが、他の放射能準備プログラムの良い例が US Department of Energy's Transportation Emergency Preparedness Program (DOE,2005)に見られる。

訓練計画は、その組織の全訓練要請の中に効果的に組み込まれるように考案され組織化されなければならない。そして、いつでも可能な限り、職業的な認定作業または連続した教育実績を通じて強化されねばならない。

7.10. 2.1. ***効果的な統合*** 危険物質事件への対応に対する教育指針を提供する二つの主な組織がある。OSHA (2005b)はミニマムの訓練事項を確認し、NFPA は、その 472 および 473 standards (NFPA,2002a; 2002b) で付加的な訓練勧告を確認している。危険物質対応者に関して考えられた核・放射能訓練は、コンピテンシーのレベル（すなわち、認知レベル、実践レベル、技術者レベル）と、これらの文書に定義された訓練目的の最小限度の内容に合致したものでなければならない。

ヘルスケア労働者（第一受け入れ者）は、特別の訓練の要請があるもう一つのグループということになる。州のヘルスケア労働者の訓練内容は変化するが、the Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations は Standard EC.4.20 (JCAHO,2005)において 1 年に 2 回の緊急マネージメント訓練を要請している。

7.10.2.2. ***教育の認定と継続*** 免状を与えることはいつも必要というのではないが、すべての訓練計画は適切な職業的団体から連続的な医学的教育にたいして認定をあたえるということを強く求めるべきである。この手続きは、(1) 訓練計画がその職業の目的に合致していることを確かにし、(2) 職業的団体に放射能テロリズムの訓練の重要性を理解させるのに役立つであろう。

7.10.2.3 ***モジュール***

訓練のトピックスは、45 分以内の長さのモジュールに分割されねばならない。こうすることによって、対応組織が訓練の要求に答えそして内容を自由に取り替えられる方式で訓練を行うことができる。訓練を受ける人たちが、以前に受けた訓練や経験に基づいて訓練計画に従事するときの内容に入りやすくするために、予備テストが必要である。表 7.2 は、核・放射能事件のためのモジュール訓練計画の例を示したものである。

7.10. 2.4 ***体験型デモンストレーションおよび実地訓練*** 訓練計画は、そのカリキュラムの中に、多くの体験型デモンストレーションと実際的な演習を組み込むべきである。基礎レベルでも、訓練を受ける人が自分で測定器を使って放射線の原理の簡単なデモンストレーションをしたり対話形式の演習を持つことで受講者の自信と智識の保持を著しく高めることができる。

7.10. 2.5 ***教育機器の配達システム*** 教育方法のオプションを増やすために、種々の智識を伝達するためのシステムが利用されるべきである。それらは、

○教室での授業
○コンピュータを利用した訓練教材
○インターネットを利用した訓練教材
○自習の教材
○ビデオ
○実際の演習

である。モジュールによる訓練に関しては、多種のシステムを併用することによって、取替え可能な、ユーザーのニーズに合致した独特の訓練計画を作ることをしやすくするであろう。

7.10. 2.6 ***応援者の教育訓練のガイドおよび資料*** 大きな緊急事態では、近隣の地区から付加的な人員・資材が得られる場合がある。 そのときは、これらの緊急時対応者に対して、その条

件のための応援者訓練をする時間的余裕がしばしばある。この資料は、初期の訓練に含まれているべきもので、そして訓練を受ける人に大切な要点のコンピテンシーを思い出させるものである。その訓練は、おそらく数ページかあるいは20分くらいのビデオか指示であって、危険時に直ちに適用されるものでなければならない。

7.10. 2.7 ***インストラクター*** 訓練は、核・放射能事件への対応を専門とする講師によってされなければならない。最も信頼できる講師は、訓練を受ける人と同じ分野におり、そして高レベルの放射線または放射性汚染の仕事についてすでに経験のある人である。この国では放射性物質に関しては優れた安全の記録があるので、核や放射能に関する緊急事態に実際に対応した人は非常に少ない。しかしながら、国全体では保健物理学者や放射線防護の専門家で常時放射線の環境で働いていて、"on-site" の放射能の緊急事態に対処できる人はいる。これらの専門家は、多くは訓練を受ける人に地区にいるが、Health Physics Society, the American Board of Health Physics, the American Association of Physicists in Medicine, the American Board of Medical Physics, the American College of Radiology, あるいは the National Registry of Radiation Protection Technologists などの学会や公認の組織を通じて接触することができる。

表 7.2 ***核・放射能事件に対するモジュール訓練プログラム***

訓練内容 （45分モジュールの例）	コンピテンシー レベル
生物学的基礎	認知
放射線の生物学的影響	認知
危険の認識	認知
初期の対処活動	認知
放射性物資の輸送容器	認知
放射能テロ	認知
核兵器、その効果と対応の概論	認知
放射線測定器のガイドライン概論	認知
汚染患者の取り扱い	実践 / 救急隊
現場の管理	実践
放射能の用語と単位	実践 / 技術者
積荷の完全性の評価	技術者
戦術と作戦	技術者
情報資源と連邦所属の対応者	技術者
放射線測定装置	技術者
除染	技術者
病院受け入れ前の処置	救急隊
心理的効果	実践 / 技術者 / 指揮
事件処理指揮者－対応時点	指揮
事件処理指揮者－回復時点	指揮

7.10. 2.8 ***地区の政策および手続きの強化*** 訓練計画がひとつの地区に適用される場合、その準備として、その地区の核および放射能事件への対応に関するプロトコル、手続き、および機材を予め調査しておく必要がある。これは次の３つの理由から重要である。

○訓練受講者の組織におけるポリシーとプロトコルを確認すること

○訓練において与えられる一般的なプロトコルが核・放射能事件に対応するためのその地区または州のプロトコルと矛盾しないことを確認すること、そして

○訓練受講者がその地区または州からどのような資材がうけられるのか、そして核・放射能事件が訓練受講者の組織内でいかに処理されるかを理解していることを確認すること、である。

核・放射能事件に対して、この情報は通常州の放射能管理事務所において入手可能である。

7.10.2.9 ***訓練受講者の組織内での反復実施*** 多くの組織は、自身の組織内の講師、技術者レベルの緊急時対処者、あるいはその地区の専門家に協力を求めて組織内で核および放射能訓練を繰り返すことが可能である。訓練や（再度の）訓練を必要とする緊急時対応者が多数である場合は、次のような方法で仕事が能率化される。

○ 初期の「訓練者を訓練する」セッション

○ 訓練の実施を種々の方式で混合して行う。[38]

○ 「応援者」用の訓練ガイド

○ 詳しい「講演者」用ガイド

○ 予め検討された実際的な演習、試験およびプレゼンテーション

[37] 地区での問合せ先のリストはＣＲＣＰＤウェブサイト（CRCPD, 2005)において見られる。

[38] 混合訓練方式というのは、緊急時対応者を種々の方式を使って訓練することで、その方式には、通常の教室での講義と演習、ならびにインターネット利用、コンピュータ利用、およびビデオを使って遠隔で訓練する、などである。もっと多くの情報は、DHS ウエブサイト（DHS,2005c）で見られる。

付録　A　　研修で習得すべき必須能力

A.1　概説

緊急事態の対応者に必要な知識、技能、能力は、（1）ハザードの認識、（2）目的、（3）重要な事実、（4）手順の４項目に要約できる。

A.1.1 *ハザードの認識*

特定の緊急事態に関係するハザードの認知は、それに関わる職員に次のことが課せられているためきわめて重要である：

（1）職員は現在の事態を悪くしないようにする。

（2）職員はその問題の一部にならないようにする。

（3）職員は個人的なリスクを理解し、評価し、制御することができる。

特に、放射線または放射性物質の緊急時対応要員は、現実のリスクと適切なバランスを確保し、取るに足らない微量の放射線や放射性汚染レベルに配慮し過ぎないことが重要である。

「核または放射線に関わる緊急事態対応のための開発準備に対する IAEA の方法」(IAEA,2003)のなかの付録７には、テロなどの事件を含めた１９の様々な核または放射性物質に関わる緊急事態を内容とするガイダンスが含まれている。これは、事件の各タイプについて、関わった職員の主なグループに対する潜在的なハザードおよび緊急事態の対応手順を記したものである。

A.1.2　*目的*

緊急事態に対応する者は、特定の目的に対応する重要性は申すに及ばず総合的な見地から判断、対応することが重要である。

目的に対する適切な判断力によって、緊急時対応者は、資源について適切に優先順位をつけることが可能となる。下記に、IAEA（国際原子力機関、2002）から翻案した核および放射線の対応の総合的目標のリストを示す。

- 状況を統制し回復させる。
- 状況の悪化を防止あるいは緩和する。
- 作業者や公衆における急性の健康影響の発生を防止する。
- 応急手当および放射線傷害に対する医療処置を実施する。
- 放射線被曝は、合理的に達成可能な範囲でできる限り低く保ち、集団に対する発がんの過剰リスクを低下させる。
- 個人または集団に対する放射線以外のハザードの発生をできるだけ防止する。
- 財産、証拠、および環境はできる限り保全する。
- 正常な社会活動および経済活動の再開にための準備はできる限り行う。

A.1.3 *重要な事実*

核または放射性物質に関わる事件において対応者が行う各種の訓練には、各人の知識ベースを形成するべき鍵となる２，３の重要な情報が存在する。これらは基本的な原理であって、他のすべてを忘れたとしても、本質的なものとして正しく義務を果たすことができる原則である。Mettler および Upton（1995）が示した例のように、一つの重要な事柄は、患者の放射線障害に

対応する前に、全ての患者は外傷が医学的に処置されて安定化されていなければならないということである。（主要メッセージに対しては 7.5 節を見よ）

A.1.4 *手順*

核および放射線が関わる事件の対応訓練の核心は、認知レベルとは別として、特別な訓練または役割に対する手続きの習得にある。理想的には、手続きは正常な作業の脈絡のなかで、論理的、逐次的、かつ適切であるべきである。最初は座学であるが、作業に慣れるためには規則的な練習を繰り返さなくてはならない。

A.2 第一対応者

A.2.1 認知レベル

認知レベルで訓練した第一対応者は、核および放射線事故を目撃または発見した者であり、責任をもつ当局に適切に通報することによって緊急対応のシーケンスを開始できる。当局に通報した後は、新たな行動は起こさないで、不必要な放射線被ばくを避けるために基本的な放射線防護の原則にそって待機する。認知レベルで訓練した第一対応者は十分訓練されており、下記の事態に対応する客観的な判断を行う能力は十分持ち合わせているべきである。

- 放射線および放射性物質についての理解、ならびに事件においてそれらに関係するリスクについての理解
- 放射線および放射性物質の存在によってもたらされる緊急事態における潜在的な結果の理解
- 緊急事態における放射性物質の存在の理解
- 放射線被曝を最小にするため取るべき処置
- 可能ならば放射性物質同定の実施
- 現場の安全確保と管理を含む緊急時対応計画における（認知レベルでの）第一対応者の役割の理解および*米国運輸省緊急時対応ガイドブック*（DOT２００５）の理解
- 付加的に必要な資源の充足および事件のコミュニケーション・センタへの適切な通報。

認知レベルで強調すべき重要事項は次のとおりである。

- 核あるいは放射線という側面からの事件の理解、および実践あるいは技術者レベルの職員の手ほどきや支援は彼らに課せられた責任の一部であるという理解
- 救助および医療の緊急処置は放射線に関わる事柄に優先することの認識[39]

[39] 次に示す２つの注目すべき例外がある。（１）事件現場または核爆発直後の風下にいる被災者の場合。その理由は、緊急時対応者の生命や健康に危険を及ぼすほど高い放射性物質の汚染レベルに達しているかもしれないからである。（２）非常に希なケースであるが、患者の体内に放射性物質の破片が埋め込まれた状態である場合。 そのような場合は、このコメンタリーのなかの放射線量の制御具およびガイドラインが適用できる。

- 核および放射線が関わる緊急事態は、対応者の装備や基本的な放射線防護の原理を用いて安全に管理できることの理解
- 放射性汚染だけでは滅多に生命の脅威にはならないことの理解

- 放射線被ばくでは放射性物質による汚染は起こらないことの理解

できれば、訓練を受けた者は下記のあらましを知っておくことを勧める。

- 訓練を受けた人の組織で使用されている放射線計器の名称、種類
- 被訓練者の組織において適用されている放射線管理ゾーンおよび決定線量に関する方針とガイドライン

認知レベルでの訓練を経た第一対応者のなかには、一般的に法執行部門あるいはセキュリティ部門の知識をもっている者も含まれている。

A.2.2 *実践レベル*

実践レベルで訓練した第一対応者は、放射性物質の放出あるいは潜在的な放出もあり得る核あるいは放射線が関わる事件に対応する者であり、周辺の住民、財産、または環境を、事件の影響から防護する目的で現場での初動対処の一部として行動する。彼らは直接放出を止めないで防御的に対応するように訓練されている。彼らの役目は、人々が離れたところにいたり移動させたりすることによって、安全距離から放出を封じ込め、それが広がらないようにして放射線被曝を最小限にすることである。

実践レベルでの第一対応者は、少なくとも８時間の訓練を経るか、あるいは、（認知レベルにリストされている能力の外に）下記の能力を客観的に示すのに十分な能力をもつ必要がある。

- 基本的な放射線ハザードおよびリスク評価技術を知っている
- 適切な個人防護装備（PPE）および放射線監視計器を選択し使用する。
- 応急手当および人命救助作業を実行できる。
- 放射線や放射性物質の基本用語を理解している。
- 編成部隊内で利用できる資源や個人防護装備（PPE）の能力の範囲内で、基本的な制御、囲い込み、封じ込めの作業ができる。
- 二次的な仕掛けや複数の危険な化学物質による事件、セキュリティが関わる事件、および犯罪事件のような、意図された核および放射性物質が関わる事件で考慮すべき付加的要因を認識できる。
- 基本的な除染手順を実行できる。
- 関連する標準的手順を理解できる
- 放射線被曝に対して存在している医学的予防および対策を理解している。
- 一般公衆および緊急時対応者に与える潜在的な影響を含めて、核および放射線が関わる事件の社会心理的なインパクトを認識している。

実践レベルの対応の主な目標は、ハザードを評価し、人命を救い、状況と地域を管理し、さらに付加的な支援を確保することである。大部分の消防隊員、緊急医療対応者（入院前のヘルスケアを含む）は実践レベルまで訓練されるべきである。

A.2.3 *技術者レベル*

危険物質を専門とする技術者とは、その放出を止める目的で、放出または潜在的放出に対応

する者である。彼らは放出点に近づき、栓などで危険物質の放出を止めるという、実践レベルの第一対応者よりも積極的な役目を引き受ける。放射性物質が関わる事件に関しては、技術員レベルの者は、初期防護活動の指示や忠告だけでなく、計器を使用して存在する放射線や汚染の特性解明（数量を明らかにすることおよび同定すること）ができる。

核および放射性物質が関わる事件対応の技術者は、少なくとも２４時間の訓練をうけるべきである。これは第一対応者の実践レベルと同等であり、次の事項に対応できる能力をもつ。

- 緊急時対応計画の実行
- フィールド・サーベイ用の計器や装備によって、既知および未知の放射線および放射性物質を分類、同定、および確認することができる。
- 事件の命令系統のなかで課せられた役目を果たせる。
- 危険物質の専門技術者に支給される個人防護装備（PPE）を適切に選定し使用できる。
- 放射線ハザードおよびリスクアセスメント技術を理解している。
- 編成部隊内で利用できる資源および PPE の可能性の範囲内で、事前制御、囲い込み、および閉じ込めの作業を実行できる。
- 除染方法を理解し実行できる。
- 事件の緊急局面を終結させるための終息手段を理解している。
- 放射線、放射性物質の基本用語および挙動を理解している
- 急性放射線症（ARS）を確認し、基本的なトリアージを実行できる。
- 一般公衆および対応要員への潜在的影響を含む、核および放射線が関わる事件の社会心理的インパクトを認識している。

技術者レベルに対するキーポイントは、核および放射線ハザードの特徴を明らかにし、その評価の基づいて事件の指揮者へ更なるアドバイスを提言できることである。消防隊員および危険物質対応の処理メンバーおよび緊急医療サービス(EMS) チームは、技術員レベルでの訓練を経た者を含むべきである。

A.2.4 *指揮レベル*

第一対応者の実践レベルと同等な事件の管理に責任をもつ指揮者は少なくとも２４時間の訓練を受けることが条件である。指揮者は下記の権限をもつ。

- 事件の指揮系統を熟知するとともに実行できる。
- 防護服を着て作業する部下に関わるハザードおよびリスクを知るとともに理解している。
- 地域の緊急時対応計画を実行できる。
- 州および連邦の緊急時対応計画を知っている。
- 放射性物質の除染方法の重要性を知るとともに理解している
- 核および放射線が関わる事件の社会心理的インパクトを知るともに、対応行動の潜在的な含みを理解している。

指揮レベルのキーポイントは、現場を統制し、入手可能な付加的資源を知っており、それらにコンタクトして動かす術を心得ていることである。

A.3 第一受入者

放射線を浴びた、あるいは放射性汚染を受けた被災者の治療のために受け入れた病院のヘルスワーカを第一受入者と呼ぶ（OSHA, 2005a）。このグループは緊急時対応者に属する。しかし、第一受入者は事件が起きた場所から通常は遠く離れているので、第一受入者の被曝は、被災者自身、その衣服または持ち物に付着している放射性物質が放出する放射線によるものに限定される。

第一受入者は通常次の役割を担う人員を指している： 臨床に関わる者（医師、看護師、看護補助者等）、汚染した被災者の受け入れおよび治療にある役割を担っている病院スタッフ（例えばトリアージ、除染、医学的治療、保安措置）およびこれらの機能を支援する者（例えば、受け入れ準備、被災者の通行整備）。

A.3.1 *認知レベル*

このレベルは、放射線を浴びた、あるいは汚染した患者のトリアージ、除染、治療に直接関与しない管理者、保守管理、その他病院職員等にあてはまる。認知レベルの第一受け入れ者は、下記の能力をもつために、十分な訓練、経験を積んでおかなければならない。

- 内部汚染と外部汚染の区別および放射線に曝された患者と汚染された患者の違いを知っている。
- 患者から医療スタッフが受ける放射線ハザードはゼロであり、かつ、大多数の汚染患者の放射線ハザードはごく僅かであることを知っている。
- 潜在的に汚染した患者を受け入れて治療した区域には立ち入り規制を行う必要があることを知っている。
- 放射線を浴びた、あるいは放射性物質で汚染した被災者の特別な要求には敏感に対応する必要があることを知っている。

A.3.2 *実践レベル*

被災者の受け入れ、トリアージ、初期段階の医療処置や除染に従事する職員は、認知レベルの能力に加えて、下記の能力を身につけるため、実施レベルの訓練をしておかなければならない。

- 放射線被曝または放射性物質の汚染に対する配慮よりも、医学的トリアージ、特に外傷および患者の状態の調査を優先するべきであることを知っている。
- 汚染管理法によって、また、被服を脱ぐことによって外部汚染の大部分は除去できることを知っている。
- 大量の犠牲者が発生するとヘルスケアおよびトリアージは混乱して対応できなくなる。その場合は、被ばく線量、治療経過、嘔吐までの時間経過等を目安にした判断が必要となる。
- 一般大衆や対応要員に与える潜在的影響を含めた核および放射線の関わる事件の社会心理的なインパクトを知っている。
- 皮膚および創傷に付着した放射性物質の除染方法を知っている。
- 被災者の治療歴取得および身体検査を実施できる。
- 急性放射線症（ARS）の前駆症状、症状の開始、およびその罹病期間や重篤性を知っている。
- 放射性物質の吸入による内部被曝の評価のための鼻スミアの有用性を知っている。
- 遺伝学的バイオドシメトリ（線量測定）の有用性を知っている。

- リンパ球涸渇の評価のため、初期全血計測および4時間ないし6時間毎の計測の必要性を知っている。
- 内部被曝による汚染に対する処置の必要性を知っている。
- 医学的複雑症状および複合障害（例えば、放射線被曝と火傷、放射線被曝と負傷）の取扱いを知っている。

A.3.3 *技術者レベル*

多量の放射線被曝または内部被曝を受けた者のやや長期にわたる医療に責任をもつのは医者および医療スタッフであり、下記の能力をもつべきである。

- 皮膚症状の発現に関連する放射線量レベルを知っている。
- 急性放射線症（ARS）と関連する放射線量レベルを知っている。
- 細胞遺伝学的なバイオドシメトリーの知識を有する。
- 放射線被曝患者に対する治療および緩和療法を知っている。
- 内部被曝治療に対する最新の療法を知っている。
- 核および放射線が関わる事件の心理学的なインパクトおよび被災者とその家族を支援する手段や手がかりを理解している。
- 複合的障害を受けた被害者の取扱うことができる。

A.4 その他

A.4.1 *広報担当者*

この節では広報官が自らの仕事のやり方についてはすでに訓練されていることを前提に述べる。したがって核および放射線が関わる事件を取扱うために必要な訓練だけを述べる。広報官は次の能力を備えているべきである。

- 核および放射線が関わる事件についてメディアや公衆は強い関心を示すことを知っている。
- 放射線および放射性物質のハザードおよび健康影響に関しては、共通的な誤解および認知があることを知っている。
- 放射線、放射性物質、およびそれらの使用に関連する基本的な術語、健康影響、ならびに標準的な防護について理解している。
- 核および放射線が関わる国際的な事案に関連した情報の普及と機密性とのバランスを理解している。
- 憶測ではなくて事実に基づく情報の重要性を知っている。
- NCRP 報告 No. 138（NCRP　2001）の第7章、附属書Eの内容を知っている。

A.4.2 *公衆衛生局スタッフ*

コロンビア大学の看護学校は、テロに備えるとともにそれに対応する公衆衛生要員が必要とする能力について述べたガイド（ＣＵＳＮ、2001）を発行した。このガイドは9つの基本能力を明らかにしている。これらの基本能力はその後国立国際医療センターで採用され、公衆衛生就業者の実務参加型訓練の基礎として形作られるようになってきた。公衆衛生局スタッフには下記の能力が要求されている。

1．起こるかもしれない緊急事態における対応のなかでの公衆衛生の役割の特徴を説明できる。
2．緊急時対応における命令のつながりを説明できる
3．緊急時計画、特にその核心が何であるかを明確に説明することができる。
4．緊急時対応における公衆衛生勤務者の役割を説明し、正規の演習のなかでその役割を明示できる。
5．緊急時のコミュニケーションに用いられる全ての装備（例えば、電話、ファックス、ラジオ）の正しい使用を明示できる。
6．緊急時対応におけるコミュニケーションの役割を下記のそれぞれについて説明できる。
　（a）既設連絡系統を使用する行政機関内のコミュニケーション
　（b）メディアとのコミュニケーション
　（c）一般公衆とのコミュニケーション
　（d）家庭および隣人とのコミュニケーション
7．個人の知識、技量、権限の限界および限界を超える事柄に言及するためのキイシステムを明らかにする。
8．緊急事態を暗示する異常な出来事を理解し、取るべき適切な行動を説明できる。
9．公衆衛生勤務者の責任範囲のなかで、創造的な問題解決を試みたり、普通ではない挑戦へ柔軟な思考をめぐらしたりすることができて、かつ、とられた全ての行動の実効性を評価できる。

これらの能力は、以下に示す多様な領域にわたって訓練が必要であることを意味する。[40]

- “全ハザード”モデル(1)
- 予防、準備、対応、および回復の概念 (1,8,9)
- 公衆衛生、公衆安全、および公共事業の役割 (1)
- 国家事件管理システムおよび事件命令 (2, 4, 5)
- 緊急時対応計画の開発と認可(1)
- 大量破壊兵器（本源、化学物質、病原体、環境分布、被曝、健康影響）(4)
- 監視、公衆モニタリング、および環境モニタリング (4,8)
- 社会心理的、精神的健康、およびリスクコミュニケーションの問題 (6)
- 医療対策 (4)
- 大量犠牲者の取扱い（遺体を含む）(4)
- 法医学的疫学 (1,4,8)
- 評価 (7)

[40] 括弧内の数字は関連する能力を示す。

核および放射線テロに適用される場合、公衆衛生作業要員の訓練には特に下記の項目を含むべきである。

- 放射性物質および核兵器の本源
- 放射線テロリズムのシナリオ（例えば、ＲＤＤ、既設原子力施設への攻撃、ＩＮＤ、運搬中

の放射性物質への攻撃）

- 放射線暴露の仕掛け（ＲＥＤ）、放射性物質散布仕掛け（ＲＤＤ）、および粗製の（あるいは他の手段で入手した）核の仕掛け（ＩＮＤ）の区別
- 外部汚染に対する除染法
- 体内汚染を軽減するプロセス（NCRP、1980）
- 除染と放射線症の治療に重点をおいた多数の被災者の取扱方法および過渡的対応能力
- 法医学的疫学分野における特定の放射線医学的要因
- 放射線テロリズムの精神衛生面でのインパクトのリスク認知とその脆弱性
- 高リスク・サブグループ集団の確認（身体的または精神的な悪影響を中心とする）
- （事件前、危機局面、事後局面）での一般公衆に対するリスク・コミュニケーション・メッセージ
- 医療における放射性医薬品の使用、および遠隔治療、近接照射療法における密封線源の使用
- 短期の集団モニタリング（身体的および精神衛生への影響に対して）
- 事件後の長期間の集団モニタリング（身体的および精神衛生的効果のための）

用語解説

吸収線量 absorbed dose：(物体中の) 関心ある点において、電離放射線により物質に与えられる、単位質量当たりのエネルギー。SI（単位系）では、単位はマイキログラム・ジュール（J/kg）であり、特別の名称グレイ（Gy）が与えられている（*ラドおよび集積吸収線量を参照*）。

精度 accuracy：測定中の量の、観察された値と、通念上の真値との間の一致の程度。

急性放射線症 acute radiation syndrome (ARS)：数時間から数週間にかけての時間内に死を迎えるに至るような重篤な損傷を特定の臓器系に与える症候を記述するのに使う広い用語。

空気カーマ（空気中カーマ） air kerma (kerma in air)：非荷電粒子（から成る放射線）によって、特定の物質の単位質量当たりに生成される全荷電粒子の初期エネルギーの和。kerma は kinetic energy released per unit mass である。カーマの SI 単位はマイキログラム・ジュール（J/kg）であり、特別の名称グレイ（Gy）を持っている。カーマは、空気中または吸収媒質中の１点におかれた任意の特定物質に対して引用することが出来る（本書では空気）。

空気カーマ率 air keruma rate ： 単位時間あたりの空気カーマ。

アラーム alarm：計器の読みや応答が前もって設定された値を超えたときや前もって設定された領域から外れたときに発せられる、可聴、可視、またはその他の信号

アルファ粒子 alpha particles：（*"放射線のタイプ"* を見よ）。

抗毒素 antitoxin：生物学的につくられる毒性抗原物質に反応してつくられる抗体。

アララ as low as reasonably achievable (ALARA)：放射線防護の理念に係る原理であって、

ベクレル becqerel：（*"放射線の単位と名称"* を見よ）。

ベータ粒子 beta particles：（*"放射線のタイプ"* を見よ）。

生物学的線量測定法／バイオ・ドシメトリ biodosimetry： 効果的な薬剤の投与量の指標として、生物学的な反応を利用すること。(たとえば、放射線に被曝したヒトの末梢血のリンパ球の減少量を、その被曝から全身に吸収された線量の指標として使うことができる。)

バンカー・ギア bunker gear：消防士が着用する防護衣。通常、長靴・ズボン・上着・手袋・フード・ヘルメットから成る。個人防護装備と呼ぶことがあり、自助式（他に頼らずに済む）呼吸器具を含む。

校正 calibration：既知の線源に対する計器標準化の行為、または既知の結果に導く実験室での手続き。

合併症 combined injury：他のタイプの身体傷害（例えば、皮膚火傷や開創）により影響が悪化する放射線障害。

コンピテンシー competency ：習得すべき必須能力

総血球計数 complete blood count：正確に容量を計測された希釈血液に含まれる血球数を計数することによる、1立方ミリメートルあたりの赤血球数および白血球数の評価。

集積吸収線量 cumulative absorbed dose：本報告書においては、光子による全身吸収線量の実時間積分を意味する。

キュリーcurie：（*"放射線の単位と名称"* を見よ）。

決定線量 decision dose：本報告書においては、一人の特定緊急時対応者に対する 50rad（0.5Gy）の集積吸収線量を意味する。

除染（汚染除去） decontamination：洗浄により表面（例えば皮膚）の放射性汚染を取り除くこと。

真皮 dermal：皮膚を意味する、または皮膚に関係する用語。

検出器 detector：電離放射線に対し数量化可能の応答を生じるように設計された計器または構成要素。通常電気的に測定される。

線量 dose：本コメンタリーにおいては、吸収線量などの特定の線量を指示しない限り、総称的用語として用いられる。

線量当量 dose equivalent：組織中の１点における線質係数を、その点における吸収線量に乗じて得られる修正線量。線質係数は、電離放射線の、確率論的な健康影響をも含めた、影響の相対的な大きさを考慮している（光子に対する線質係数に１の値が与えられている）。線量当量に用いるSI単位はジュール毎キログラム（J/kg）であり、シーベルト（Sv）という特別の名称を持っている（*レム rem をも参照のこと*）。

実効線量 effective dose：（人体の）組織あるいは臓器における等価線量と、それぞれに与えられている組織荷重係数の積の、特定の組織について和をとったもの。組織荷重係数は、全身が均一に照射されたとき人体が受ける全損害（デトリメント）の中で、特定の組織が受け持っている分の割合を表す。実効線量に用いるSI単位はジュール毎キログラム（J/kg）であり、シーベルト（Sv）という特別の名称を持っている（**等価線量**をも参照のこと）。

電磁的 electromagnetic：広領域の放射線を記述するのに用いられる形容詞：ラジオ波、マイクロ波、赤外線、可視光線、紫外線、；X線、ガンマ線（すなわち、電磁スペクトル）。

エネルギー依存検出器 energy-dependent detector：感度が放射線エネルギーの関数として変動する応答を持つ計器

等価線量 equivalent dose：放射線防護の目的に使われる量で、放射線荷重係数の様々な放射線による同量の吸収線量が引き起こす確率論的影響の様々の確率を考慮したものである。臓器や組織の平均吸収線量と放射線荷重係数の積として定義される。等価線量のSI単位はジュール毎キログラム（J/kg）であり、シーベルト（Sv）という特別の名称を持っている（**放射線荷重係数**および**確率論的影響**をも参照のこと）。

照射 exposure：本コメンタリーにおいては、この用語は、しばしば、一般的な意味合いである“暴露されること”として用いられる。決められている放射線の量として使われるときには、exposure（日本では「照射線量」と訳されている）は「X線またはガンマ線により空気中に作られる電離の測度」である。照射線量の特別単位はレントゲン（R）である。$1\,R = 2.54 \times 10^{-4}$ C/kg である。照射線量の代わりに空気カーマがしばしば使用される。1 R の照射線量は 8.76 mGy の空気カーマに相当する（*レントゲン、グレイ、空気カーマをも参照せよ*）。

照射線量率 exposure rate：単位時間当たりの照射線量［例えば、毎時１レントゲン（1 R/h）（~0.01 Gy/h 空気カーマ率）］。

偽検知 false positive：本コメンタリーの文脈においては、（RED、RDD、またはINDにおいて）関心を寄せている放射線源によって引き起こされたものではない警報；すなわち、関心を寄せている放射線源が存在しないところでメーターが正の指示値を示すことを意味する。

ガンマ線／γ線 gamma rays：（**放射線のタイプ**参照）

グレイ(Gy) gray：（**放射線の単位と名称**を参照）

表示 indication：計器の使用者に目盛、倍率、故障、その他重要な情報を伝える、信号の表示。

計器 instrument：電離放射線または放射性物質の１もしくは複数の特性を数量化するための、１個または複数個の構成要素から成る、一つの完結したシステム。

リンパ球動態 lymphocyte kinetics：白血球の数が時間とともに増加・現象・維持の何れにあるかを見るために、決まった間隔で、血液の単位体積当たりの白血球数を評価すること。全身に相

当の電離放射線照射を受けたときには、循環血液中のリンパ球数が、短時間のうちに減少する。減少の程度は線量に依存する。

リンパ球 lymphocytes：全身に行き渡っているリンパ液につくられる白血球の１種。リンパ球の働きは、細菌による侵略を緩和することである。

監視 monitoring：系または集合体の状態や調子を、連続的もしくは間歇的に、示すために備えられた手段（例えば、放射能や放射線暴露のレベルの実時間測定）。

中性子 neutrons：（**放射線のタイプ**参照）

痛み止め palliative：内在する疾病を治療することなしに、症状の緩和を図ったり、重篤度を軽減させること。

個人線量計 personal radiation dosimeter：個人が受けた放射線量を決定するため、その者に着用される計器

個人防護装備 personal protection equipment：（**パンカー・ギア**を参照）

前駆症状の prodromal：前駆症が認められること

放射線管理ゾーン radiation control zones：本コメンタリーにおいては、放射線管理ゾーンは放射線の照射線量率によって区分される２つの境界を参照する［すなわち、*内縁境界*（10 R/h）（~0.1 Gy/h 空気カーマ率）と*外縁境界*（10 mR/h）（~0.1 mGy/h 空気カーマ率）］。

（電離性）放射線のタイプ (ionizing) radiation types：

アルファ粒子（アルファ線、α線） alpha particles：エネルギーをもったヘリウム原子核で、２個の陽子と２個の中性子からなる。^{226}Ra のような放射性核種の崩壊の際に原子核から自発的に放出されるものである。アルファ粒子は透過力が非常に小さく、数センチの空気や皮膚の外層で止まってしまう。アルファ粒子は、その線源が呼吸による吸入や経口的な消化、あるいは傷口からの吸収がなければ一般的には健康に影響はない。

ベータ粒子（ベータ線、β線） beta particles：エネルギーをもった電子または陽電子（プラスの電荷をもった電子）で、^{90}Sr のような放射性核種の崩壊の際に原子核から自発的に放出されるものである。ベータ粒子は透過力があまり大きくない。（たとえば低エネルギーのベータ粒子は数ミリの厚さの組織で止まり、高エネルギーのベータ線でも数センチ厚の組織で止まる。）

ガンマ線（γ線） gamma rays：高エネルギーの電磁波（光子）で、^{137}Cs の放射性崩壊のような原子核転移において放出されるものである。ガンマ線は中から高程度の透過力をもち、しばしば人体の奥深くまで透過するので、完全に停止させるには数メートルの厚さのコンクリートのような厚い遮蔽体を必要とする。

中性子 neutron：^{1}H（軽水素）を除くすべての原子の原子核中に存在する電荷をもたない粒子である。高エネルギーの中性子は、^{252}Cf のような核の自発核分裂や、^{235}U や ^{239}Pu のような核の中性子の吸収によって起こる核分裂や、^{9}Be によるアルファ粒子の吸収のように、原子核にほかの核が吸収されたときに発生する。中性子は電荷を持たず、透過力が通常大きく、そして生物学的障害を起こす力があるので、防ぐには厚い遮蔽を必要とする。

光子 photon: 電磁波の量子であって、電荷も質量ももたない。（**ガンマ線**および**X線**を見よ。）

X線 x rays：電磁波（光子）の一種であって、原子が電離したり励起した後に原子の軌道にある電子の遷移（エネルギーの高いところから低いところに移る）に伴って（特性X線となって）放出され、あるいはベータ線のような高エネルギーの荷電粒子が物質内を通過中に「制動放射」として放出されるものである。X 線はガンマ線より通常エネルギーは低いが、軌道電子の遷移は核の転移よりエネルギーが高い場合があるので、低エネルギーのガンマ線と高

エネルギーのX線の放出が同時に起こることがある。X線は中から高程度の透過力を持ち、体内の奥深くまで透過するので、遮蔽には数十センチのコンクリートを必要とすることがある。

放射線の単位と名称 radiation units and names：

ベクレル becquerel (Bq): 放射能の強さに用いるSI特別単位名〔毎秒（s^{-1}）あたりの崩壊数〕である。1 Bq = 1 秒あたり1崩壊。（**放射能**、および**キュリー**を見よ。）

キュリー curie (Ci): 放射能の強さに用いるす以前の特別単位名である。1キュリー＝毎秒 3.7×10^{10} ベクレル。（**放射能**、および**ベクレル**を見よ。）

グレイ gray (Gy): 吸収線量に用いるSI単位名（J kg^{-1}）である。1グレイ= 1 J kg^{-1} 。（**吸収線量**および**ラド**を見よ。）

ラド rad：吸収線量に用いる以前の特別単位である。1ラド =0.01 J kg^{-1} ；100 ラド=1 グレイ。（**吸収線量**および**グレイ**を見よ。）

レム rem (roentgen equivalent man): 線量当量に用いる従来の特定単位である。1レム＝1 J kg^{-1} ；100 レム＝1シーベルト。（**線量当量** (dose equivalent)、**等価線量** (equivalent dose)，**シーベルト** (sievert) を見よ。）

レントゲン roentgen (R)：照射線量に用いる従来の特定単位である。1レントゲン＝2.58 × 10^{-4} キログラムあたりクーロン（C kg^{-1} ）。

シーベルト sievert (Sv) :線量当量、等価線量、実効線量に用いるSI特定単位名（J kg^{-1}）である。1シーベルト= 1 J kg^{-1} 。（**線量当量**、**等価線量**、**実効線量**、および**レム**を見よ。）

（**放射線荷重係数** radiation weighing factor：確率論的影響の確率を決定する際に、放射線のエネルギーやタイプを考慮して、組織や臓器の平均吸収線量が修正される。

放射能 radioactivity：(1)自発的にガンマ線もしくはサブ・アトミック粒子（すなわち、α粒子とβ粒子）を放出する(放射性壊変あるいは放射生崩壊)という、ある種の原子核の性質。
(2)原子核の単位時間あたりの壊変数（壊変率）、すなわち放射能の強さ。
(3)（一般社会では慣用的に）放射性物質の意味。

放射性物質 radioactive material: 放射能という性質を持つ成分を含有する物質*(放射能を見よ)*。

放射線関連の radiological：放射線や放射性物質に結びついている一般的用語

放射性核種 radionuclide：特定の原子量を持つ放射性の元素。人工あるいは天然物質由来の別を問わない。

領域（計器の） range (of an instrument)：計器の検出限界（上限と検出下限）の間にあるすべての値。下限は、統計的に計量可能な「計器の応答ないしは読み取り値」の最小値を、上限は、要求される精度に合致して計器が検出できる最大値を、それぞれ意味する。

読み出し readout：応答を可視的表示装置に提供するための計器本体に備えられている部分。

レム rem：（**放射線の単位と名称**を参照）

レントゲン（R） roentgen(R) ：*(「放射線の単位と名称」を参照)*

選択性 selectivity：本コメンタリーにおいては、計器についての、放射線のタイプ（例えば、アルファ線とベータ・ガンマ線）を区別できる能力を意味する。

感度 sensitivity：計器の、関心を寄せている量を同定する能力。

シーベルト(Sv) sievert(Sv) ：*(「放射線の単位と名称」を参照)*

確率的影響／確率論的影響 stochastic effects：発症したとき、重篤度よりもその確率が、閾値がないとされている線量関数となる、健康への影響

症候群 syndrome：病の過程に付随する兆しや症状の集合体；病気画像の合成。

テロリズム terrorism：政治的目標を助勢する目的で政府や公衆の集団、あるいはその内部集団、を威すため、個人または個人の集まりや財産に向けて力を不法に用いること。

治療の therapeutic：医療に於いて、不調や病気の回復・改善を図ること

閾値／しきい値 threshold：刺激物によって影響（反応）が最初に現れる点。

嘔吐までの時間 time to vomiting：急性放射線症の症候の一つ；放射線に被曝してから最初の嘔吐が起きるまでの時間。

トリアージ triage：治療の相対的優先順序を決めるため、治療に先立って患者を分類すること。選別は次の３群への振り分けとして行われる：(1)治療を受けたとしても生存が期待できない者、(2)治療なしでも回復する者、(3)治療によって生存できると見込まれる優先順位の最も高い者。

X 線 Xrays：（**放射線のタイプ**を見よ）

短縮記号と略語

ALARA = as low as reasonably achievable　合理的に達成できる限り低く

ARS ＝ acute radiation syndrome　急性放射線症

CBRNE = chemical, biological, radiological, nuclear and explosives　化学的-、生物学的-、放射線関連-、核関連-の各兵器と爆発物兵器の総称、

CW = chemical warfare agent　化学的兵器

DNE = domestic nuclear explosion　屋内核爆発

DTPA = diethyltriaminepentaacetic acid　ディエチール・トリアミン・ペンタアセチック酸の頭文字をとったキレート試薬。多くの金属イオンと安定なキレート錯体をつくる。体内に入った放射性同位体の排泄や放射化学分離に用いる。

ED = emergency department　緊急医療部門

EMS = emergency medical services　緊急医療サービス

GM = Geiger-Mueller (radiation detector)　ガイガー・ミュラー（放射線検出器）

HSEEP = Homeland Security Exercise and Evaluation Program　国土安全保障訓練評価プログラム

IED = improvised explosive device　即席で作られる爆発の仕掛け

IND = improved (or otherwise acquired) nuclear device　即席でつくられる（あるいは奪い取った）核の仕掛け

PPE = personal protection equipment　個人防護装備

RDD = radiological dispersal device　放射性物質散布仕掛け

RED = radiation exposure device　放射線暴露仕掛け

SI ＝ Systeme Internationale (International System) of Radiation Quantities and Units　国際単位系

SNS = Strategic National Stockpile　戦略的国家備蓄

参考文献およびＮＣＲＰについての解説は省略

訳者あとがき

本資料は、アメリカのＮＣＲＰ（放射線防護測定評議会）が、もし万一、核や放射性物質に関連するテロが発生したときに、対処すべき責任者が知っていなければならない必要事項をまとめた勧告書である。日本においては、このような事態が起こる確率はアメリカよりも小さいかもしれないのであるが、日本でも現実に化学物質がテロに使われたことを考えて、このような種類の事件に対しても、準備を怠らない心構えは必要であろうと考える。とくに日本における公安に関係する機関の責任者におかれては、この種の情報を正しく理解され、活用されることを望みたい。

われわれNPO放射線教育フォーラムは、原子核エネルギーや放射線が専ら平和的目的で利用されることを強く希望し、そのために学校教育や社会において、この分野の基礎的な知識の普及に努力しているボランタリー組織である。このたびこのような資料を入手する機会があったので、フォーラムの有志である表記の６名が原文をできるだけ忠実に訳出することを試み、ここに資料として、関心の方々にご披露する次第である。訳出に当たっては、６名が分担して作業に当たり（第１，２章：加藤和明、3，４章：金子正人、第５章：田中隆一、第６章：岩崎民子、第７章：松浦辰男、付録：河村正一、付録2，3：加藤和明）、次にそれを持ち寄って統一的な第一次原稿として一応の完成を見たものである。

日本とアメリカとは国情が異なるので、必ずしもこのまま日本で適用できないかもしれないので、今後、日本向きのものを検討するべきであると考える。大切なことは、警察官・消防隊員・自衛隊員、およびこの様な問題に関心のある一般の人々の多くの方々が、放射線・放射能・原子核などに関する正しい基礎的知識を持っていただくことである。実際に教育を行うには、もっと基礎的な、学校の教科書に記述されている程度の事柄を分かり易く書いたテキストが必要であろう。「基礎的事柄」の代表的なことは、まず科学的理解には量的な観念の認識が必要なことと、一般に放射線・放射能は僅かな量でも危険なものと認識されているのであるが、少量はわれわれの身辺のいたるところにあるものであり、体験によってその基本的知識さえ持っていれば、その取り扱いにおいても決して難しいものではないということである。訳者一同は、この資料が有効に活用されることを希望するとともに、フォーラムの会員同様、そのような基礎的な知識を積極的に求めておられる方々の希望に応えるために、できるだけお手伝いしたいと考えている。

終わりに、本資料および関連資料の入手につきご協力を賜ったアルゴンヌ国立研究所の井口道生博士と、九州大学名誉教授の古屋廣高氏に感謝する。以上、訳者を代表して、一言申し述べる次第である。

２００７年6月１４日

NPO法人放射線教育フォーラム　事務局長　松浦辰男

本資料は（株）千代田テクノル発行のＦＢ News No.376（2008年４月１日発行）より
FBNews No.376（'08.04.1発行）　許可を受けて転載したものである

放射線教育に関する課題と今後のあり方

松浦　辰男*

１．はじめに

私ども放射線教育フォーラム（会長：有馬朗人元文部大臣）は、社会における放射線・放射能・エネルギー・環境問題に関する正しい知識の普及の必要を痛感した放射線・原子力の専門家からなる有志が14年前に発足させ、８年前にNPO法人となったものである。これまでの活動は、まず学校における放射線教育の充実を目指して、学習指導要領の改善のための要望書を何度か政府に提出したこと、一方勉強会の開催、特に文部科学省から委託されて学校教員向けの「エネルギー・環境・放射線セミナー」を７年前から全国的規模で開催して実績を挙げてきたことがある。勉強会や定期刊行物の発行のほかに、「教育課程」「実験教材」「低レベル放射線の生体影響」「教科書記述調査」「リスク問題」など６つの専門委員会活動があり、その成果は毎年度末の報告書で発表されている。またこの十数年の間に、「放射線教育に関する国際シンポジウム」を２度開催した。最近は活動を社会全体に広める方法を種々検討し例えば青森に支部を設立して地域住民のニーズに答えることを昨年開始した。

本稿ではこの十数年の経験を通じていろいろ気がついたことを、すでに度々発表しているが[1,2]放射線教育の現状と今後のあり方について記す。（フォーラムの活動については、ホームページ（http://www.ref.or.jp/）を参照されたい。

２．放射線教育の意義

枯渇する可能性がある化石エネルギー資源を少しでも永続させて“Sustainable development”を得るためには、自然エネルギーの開発は勿論であるが、好むと好まざるとに関わらず、原子力に大きく依存せざるを得ない。しかし原子力の推進には、その安全性・信頼性が大きく問われている。原子力の安全性とは、つまるところ放射線の安全性、すなわち低レベルの放射線影響が本当はどの位であるかということを一般市民に理解していただくことが極めて重要である。

ところが一般市民は、放射線・放射能を非常に危険なものと思っている。問題は、原子力における安全対策や、原子力施設や日常生活における放射線被ばくの現実、低線量の放射線影響の科学的真実などについて、公衆に正しく知らされていないことである[3]。

３．放射線に関する最近の意識調査から

３-１　高校生の意識の国際比較

2002年にアジア７カ国の高校生7,700人に対して科学技術や放射線に対する意識調査が行われた[4]。それからわかったことは、

(1)日本の高校生は科学や技術に対する関心や放射線に関する話題への関心はそれぞれ21.9%、64.2%と低く、７カ国中最下位であった。

(2)「放射線は危険なもの」というイメー

*Tatsuo Matsuura　NPO法人放射線教育フォーラム 事務局長

ジは日本の高校生で87.2%に達しており、各国ともこの値は80%以上であった。一方「放射線の有用性について知っている」と答えた日本の高校生は57.6%で、これは7か国中最下位であった。

(3)「放射線をだす物質は地球ができたときから自然界に存在する」の設問について日本は正答率62.7%であったがこれは平均値（66.8%）以下であり、また「放射線は微量だが常に身体からも出ている」ことの日本の高校性の正答率（41.9%）は7カ国中最下位であった。（日本の大学生でも「自然界での放射線」、「人体中の放射性物質」の存在に対する正答率はそれぞれ68%、46%に過ぎないことがごく最近わかった。）

(4)「自然放射線と人工放射線ではその性質が異なるかどうか」については日本の高校生の正答率は19.3%であったが、これはいずれの国も正答率が低い。

3-2　放射線に関する意識調査から

日本原子力文化振興財団が平成13年11月から14年1月にかけて、「放射線という言葉に関する意識調査」を行った報告書がある[5]。以下は、その資料のまとめからの抜粋である。

◆「放射線という言葉のイメージ」として、人々がすぐに思い浮かべるものは、第一に「レントゲン検査」である。マイナス面としては、「原爆」「がん・白血病」「身体によくない」などが想起されている。年齢別に見ると、「危険」「身体に悪い」と思うのは未成年者で最も多い。日本では、生徒達は、放射線は危険（76%）、「身体に悪い」（57%）との認識で学校を卒業し社会に巣立って行く構図が見えてくる。

◆　放射線を利用する側の理工学専門家、医療関係者はともに「市民は害を及ぼす放射線の量をわかっていない」（95%）とし、専門家の多くが放射線の不安解消には市民教育による理解促進が必要と思っている。

◆「放射線の知識」として、自然放射線に関して、一般市民は「放射線がふつうの食物からも出ている」ことはよく知られていない。また「放射線は近代科学が生み出したものである」と思っている市民が50%もいる。

◆　学校教師が「胸部X線撮影で受ける放射線量は1年間に受ける自然放射線より多い」と35%の人が答えており、一般市民の30%よりも誤答が多い。

◆　報道関係者の放射線への関わり方をみると、放射線の利用など、プラス面を報道したことがあったかの質問には、「全くない」（26%）「一割未満」（36%）「1～2割くらい」（24%）と、ことさらにマイナス面のみを報道しているように思える。

◆　学校教育で放射線の学習を何時から始めるのがよいかに対して理工学専門家は「小学校高学年から」学習を始めるのがよいとしている。

◆　一般国民も学校教師も、放射線の様々な分野におけるめざましい利用・応用についての知識が不十分である。これは放射線を利用して種々の工業製品を社会に送り出している産業界が、その製造工程で放射線を利用していることを一般に知らしめることにあまり積極的でないことに原因があるのであろうと結論している。

4．学校における放射線教育の現状

現在の学校教育に関して最大の問題は、これまでのいわゆる『ゆとり教育』の余波を受けて、理科の授業時間数の減少と呼応して理数科の学力低下が起こっていることである。原子力・放射線教育についていえば、以前からわが国の青少年の原子力に関する基礎的知識が欧州6カ国に比して低いことが話題となっていたが[5]、前章で述べたように最近の調査でわが国の青少年の放射線に関する知識が東南アジア諸国と比較して低いことがわかった。

学校生徒の学力に関してはいうまでもなく、文部科学省と中央教育審議会のポリシーにその責任があるのであるが、いわゆる日本の「縦割り行政」によって、日本の国策に応じた適切な教育が必ずしも行われてこなかったことがある。たとえば、エネルギー問題と環境問題とは本来切り離すことができないのであるが、文部省の従来の考え方は、環境のほうは熱心に取り上げるが、エネルギーについては価値判断の分かれる原子力に関係しているからということで、中学や高校の理科の科目で積極的に取り上げることが避けられ、学習指導要領で放射線・放射能が小学校や中学校の理科においてもまともに取り上げられてこなかった。中学では、理科で放射線のことが何も教えられない一方で、社会の公民や歴史の分野で、「核兵器の脅威」などを教えよとなっているので、原爆に関連して放射線・放射能が非常に危険なものである、と主に文系の教員から教えられている。

しかしわれわれが文部省に要望書を提出したことも有効に働いたのか、10年前に改定になった学習指導要領では高校理科に「理科総合A」などの科目ができ、この中で「原子力に関連して天然放射性同位体の存在やα線、β線、γ線の性質にも触れること」、というような指示がされて基礎的なことは必修で学ぶことになった。しかし、更に詳しい知識は理科の「物理Ⅱ」で高校の3年生の最後に教えられているのだが、「選択」の扱いとなっており、大学入試にはこの分野からはほとんど出題されないようである。従って、大部分の生徒が、天然に放射線・放射能の存在することも知らないで高校を終える可能性がある。

われわれは、この状況を改善するために、放射線の基礎的な知識は是非義務教育の課程で教えてもらいたいと数年来要望した結果、平成24年度から改定の中学の学習指導要領では理科で放射線を教えることが決まったようである。

学校教育における大きな因子として学校教員の資格・資質・意識に関する問題がある。これについては、まず、現在の教員養成制度の関係で、小学校の教員で理科をまともに教えることができる人が少ないことが重要な問題点である。以前はそうではなかったはずであるが、文部科学省あるいは教育専門家の間に何時の間にか「理科軽視」の風潮が生まれたのであろうか。

次に教員の意識の問題で、前述の世論調査からは、「放射線のイメージとして思い浮かぶもの」で、教員は第一に「レントゲン検査」第二に「原爆」が挙げられていることは何を意味するのであろうか。「チェルノブイリ事故の死亡者は1,000人以上」という誤った情報を正しいと思う割合について教員は43%で、他の職種より多い。

「放射線を学校で教えた経験がある」（61%）は「ない」（37%）より多い。しかしその教えた時間は「1時間以内」が72%であって、これでは不十分であることは明白である。一方で、74%は「積極的に取り上げたい。」と回答している。

5．学校教科書の記述における問題点

放射線教育フォーラムの設立時から、高校や中学で使用されている教科書における原子力・放射線関係の記述に問題があることがわかった。すなわち、理科の教科書でもこの分野の記述が不十分で、明らかに科学的な誤りが多くあった。又理科以外の科目では、例えばチェルノブイリ原子力発電所の事故などを過大に取り上げ、原子力の安全性に問題があるとして、原子力の推進に懐疑的な論調が目だった。以来、使用されているすべての教科書について、不正確・不的確な記述を詳しく具体的に指摘することとした[6,7]。最近は文部科学省の教科書検定でも厳しく検定意見が指摘される様になったためか、理科の教科書では誤りは著しく少なくなり、理科以外のものでも大分改善が見られている。しかし指摘すべ

き記述は一朝一夕ではなくならないようだ。問題点は、特に理科以外の（高校・中学の）教科書において、

① 自然放射線の存在や放射線が有効に利用されている記述が少ない。また放射線の利用よりも危険性が強調されているものが多い。原子力を廃止して、すべて新エネルギーにすべきであるような論調が見られる。

② 原子力発電の短所に比べて、自然エネルギー・新エネルギーの短所の記述が少なく、これらに過剰の期待を抱かせる傾向がある。

③ 「チェルノブイリ事故による放射能汚染により、今でも多くの人々が苦しんでいる。」、「発電所や関連施設の安全性と放射性廃棄物の保管などに問題がある。」、「放射能はあらゆる生物にとって、その生存をおびやかすような危険性がある。」など原子力や放射線に不安を抱かせる記述が目立つ。

④ 一部の海外での脱原子力発電があたかも一般的な世界的傾向であるかのような記述がある。

などである。

6．社会における放射線教育の問題点―マスメデイアに望むこと

社会における放射線教育はマスメデイアに頼らざるを得ないのであるが、マスメディアの放射線・原子力を報道する姿勢に問題があることが専門家からの意見としてよく聞かれる。もっと専門家の意見を普段から聞いて、「社会の木鐸」として事件の報道においても「見出し」を重視するニュース性よりも、客観的重要性、科学的真実性に重点をおいて報道をしてもらいたいと常に思う。

最近もある一流新聞社の科学部の人の発言を聞く機会があったのであるが、そのベテラン記者が「『原子力が潜在的に危険なものである』ということを一般に知らしめるために事件の細かいことも報道する」と発言したことに唖然とした。社会一般の人々が放射線を怖がっている現状に迎合して、その不安を解消するどころか、反対に不安を煽り立てているように思えるのだが。それが恰も社会的正義であるかのような意見である。

以前にもある放射線利用に関する座談会の席上で司会者が「放射線は危険なものである」との前置きでその会が開始された。今後このような言説を耳にした時は、勇気を出してその場で正しい意見を述べねばならないと思った次第である。

7．おわりに（提言を含めて）

放射線教育による国際貢献について　筆者が最近、ある大学で「放射線はどの位まで安全か」というテーマで、身の回りに放射線が存在することの実演とともに、放射線防護に関する基本的な考え方と同時に「適応応答」とか「放射線ホルミシス」など、低レベル（低線量及び低線量率）では放射線が健康に有益に働く場合があるとの最近の疫学的データを紹介する講義を行った[8,9,10]。その後でアンケートで「『放射線は少量でも非常に危険なものである』との考えが講義で変わったか」を聞いたところ、「『少量では危険でない』に変わった」が77%、「放射線は少量では危険ではないと知っていた」が14%であった。この様に、学校での放射線教育、特に実習を併用した低線量の放射線影響のデータに関する講義は大変教育効果が大きい。正しい放射線教育は国際的規模において進める必要があると考えるので、この点で、もし日本が放射線教育に関して世界をリードすることができれば、これは新しい国際貢献となるであろう[11,12]。

放射線専門家への注文　放射線の影響と防護の教育についていうと、多くの放射線の専門家は、影響の方であれ防護の方であれ、押しなべて「LNT モデルは防護システム構築のための方便であって、放射線影響の真実は、特に低線量・低線量率では、確率

論的影響においても事実上のしきい値があるようだ」と感じておられるのではないかと小生には思えるのだが、その様な考え方が一般公衆には一向に伝わって来ないようである。放射線の専門家は、市民が放射線恐怖症になっている事実を矯正するために、ICRPの規制に関する最近の細かい情報よりも、放射線影響に関する本音を公式の席上で、もっとはっきりと発言してほしいものである。

一つの提案　社会での放射線教育のための一つの新しい提案は「医療用の放射線被ばく量のデータを患者に手渡すのはどうだろうか」ということである。医療目的における放射線の利用が、法規の規制がないからということで少し野放図になっているのではないかという反省が聞かれる。この提案が実行できれば、少しはそれを減らす効果があるであろう。一方市民側にすれば、放射線は少しでも危険だということを普段聞かされているが、そのようなデータを手渡されれば、実際に自分が（医療で）受けた放射線の量を通常「難解である」とされる単位と共に身近に感じることになり、原子力に関連する立場での『放射線はどの位までは安全か、危険か』、の論議の内容を多少とも理解し易くなるのではないだろうか。

8．謝辞

本報告の執筆についてお世話になり、原稿について懇切にコメントを賜わったNPO法人放射線安全フォーラムの加藤和明氏と金子正人氏に感謝する。

9．文献

(1) 松浦辰男「これからの放射線教育のあり方」保物セミナー、1999年
(2) 松浦辰男「放射線・原子力教育―根拠のない不安を取り除く」、エネルギーレビュー、2004年12月、22-25
(3) 松原純子、私信
(4) 田中靖政、「若い世代の放射線に対する意識を探る」、FNCAニュースレター、No.7，㈳日本原子力産業会議
(5) 日本原子力文化振興財団、「放射線という言葉に関する意識調査」、平成14年3月
(6) 松浦辰男・飯利雄一、「放射線・原子力教育と教科書」、研成社、1998年2月
(7) 松浦辰男・飯利雄一・髙木伸司・関本順子、「過去2、3年における高等学校教科書の原子力・放射線関係の記述の傾向」、日本原子力学会誌、23巻5号、487-492（2001）
(8) "ISRE98 Proceedings of International Symposium on Radiation Education", September 1999, 日本原子力研究所、JAERI-Conf 99-011
(9) "ISRE04 Proceedings of International Symposium on Radiation Education", March 2005", 日本原子力研究所、JAERI-Conf 2005-001
(10) 金子正人、「低レベル放射線の影響に関する最新の話題」、「放射線教育フォーラム2004年度活動報告書」、pp.63-69（2005年5月）他
(11) 酒井一夫、「低線量放射線の生物影響」、「21世紀の原子力・放射線問題―近年のトピックスの中から―」、放射線教育フォーラム、2002年11月、pp. 1 - 8
(12) 松浦辰男・菅原　努、「原爆生存者の疫学的データから導いた線量・反応関係のしきい値の存在について」、同上、pp.17-26；http://www.iips/rah/spotlight/kassei/matu_1.htm

✦ プロフィール ✦

昭和3年生まれ。昭和25年東京大学理学部化学科卒業。同年立教大学理学部助手。昭和34年立教大学原子力研究所に移る。昭和35年立教大学助教授、昭和43年立教大学教授。平成5年立教大学定年退職・名誉教授。この間昭和58年から5年間東京大学非常勤講師を兼任。平成6年「放射線教育フォーラム」設立、平成12年NPO法人となり、事務局長として現在に至る。専門は、放射化学・ホットアトム化学・原子炉化学。現在の関心は放射線影響。現役時代はホットアトム化学に関する国際共同研究を2度主宰し、英文報告書として刊行した。著書「放射性元素物語」など放射線の啓蒙に関心。趣味は旅行・音楽（邦楽系を含む）。モットーは「社会には必要とされるが人の嫌がる仕事」に挑戦すること。

あ と が き

本資料は、例年のように、ＮＰＯ法人放射線教育フォーラムの年度末報告書として、２００７年度中に開催した会合の記録、２００７年度に開催した教員を対象とした「エネルギー・環境・放射線 セミナー」全国１０地区の実施報告書、いくつかの専門委員会の報告書又は関連する資料、ならびに本年度および今後のフォーラムの活動に関連する資料等を、事務局長松浦辰男が中心となり、フォーラム理事田中隆一、会員辻萬亀雄、及び会員関本順子の各氏のご協力により編集作業を行って作成したものである。ここにセミナー開催責任者、各専門委員会委員長、並びにこれらの資料作成にご協力下さった各位に感謝する。また、巻末の広告欄に資料を提供され、本資料の出版につきご支援下さった諸団体に御礼を申し上げる。本資料が、フォーラム会員をはじめ放射線教育にご関心の各位にとり何かのお役に立つことを希望するものである。

（松浦辰男）

発行　ＮＰＯ法人放射線教育フォーラム 事務局
〒105－0003　東京都港区西新橋３－２３－６
第一白川ビル５階
電　話：　０３－３４３３－０３０８
ＦＡＸ：　０３－３４３３－４３０８
Ｅメール：　mt01-ref@kt.rim.or.jp
ホームページ：　http://www.ref.or.jp
発行日　２００８年３月３１日

この夏、青森は…

津軽海峡、日本海、太平洋に三方を囲まれ、
寒流と暖流がぶつかる青森の海は海産物の宝庫。
いまならば、イカ、ウニ、ホタテ、サザエ、シジミなどが旬の味でしょうか。
そして、北国の涼しい夏が、野菜や果物の美味をすくすくと育てています。
原生林から生み出される豊かな清流が育てる、お米も自慢です。
人気の高い日本酒「田酒」の"田"も田んぼを意味してるのだとか…。
青森の最新の注目スポットといえば、下北半島にある「六ヶ所村」です。
日本の電気の約30%は原子力発電でつくられていますが、
その燃料となるウランも、約85年後には世界的に不足すると予測されています。
そこで、"再利用できる"というウラン燃料のメリットをいかした
電気のリサイクル「プルサーマル」の実施を、日本でも進めています。
この六ヶ所村の再処理工場は、発電に使われた燃料から、
まだ使えるウランやプルトニウムをとり出し、新しい燃料(MOX燃料)として
使えるようにするための、日本で初めての商業用の工場なのです。
青森は、おいしい魚介類や肉、野菜や果物、日本酒などを全国に出荷していますが、
毎日の暮らしに欠かせない
"電気"というエネルギーも支えているのですね。

エネルギーから あなたへ

全国10の電力会社でつくる
電気事業連合会

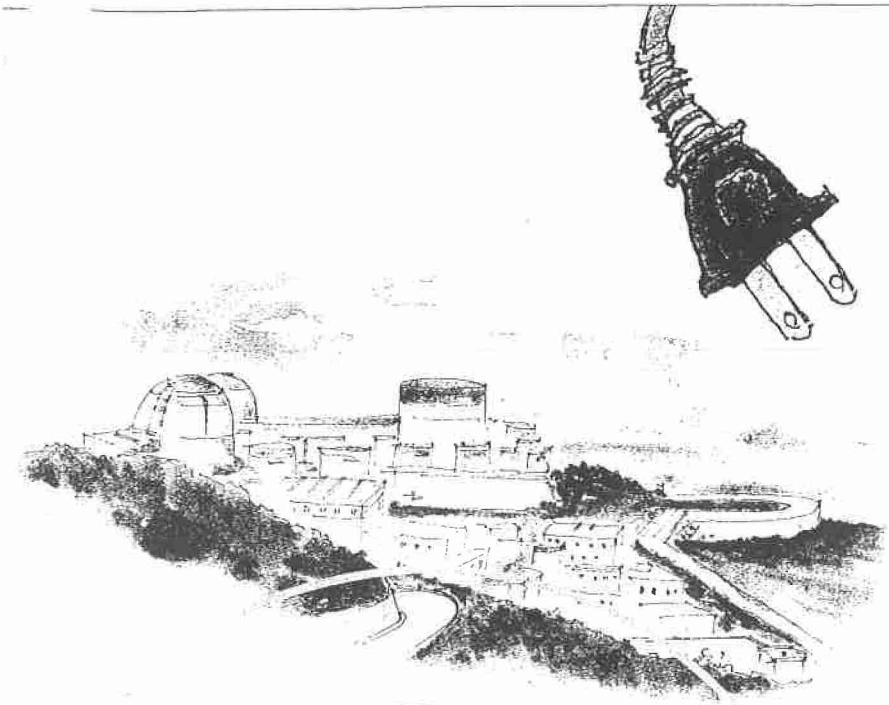
ホームページにもぜひアクセスを…
http://www.fepc.or.jp/

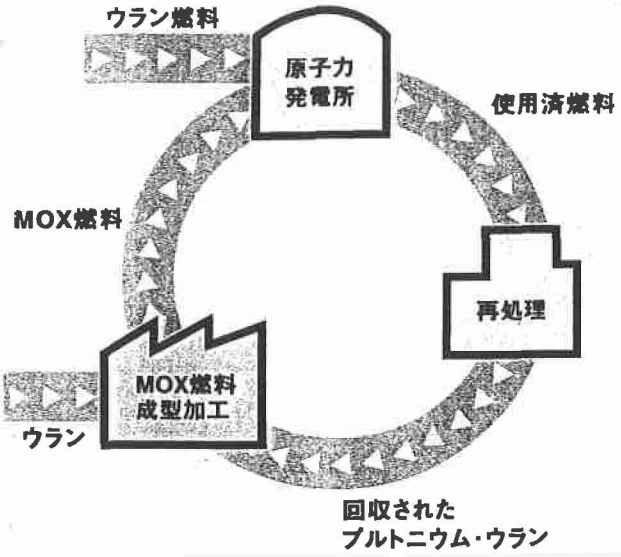
日本の電気の約30%は原子力発電によってつくられていますが、
その燃料である「ウラン」も約85年後には世界的に不足するといわれています。
しかし、そのウランには"再利用できる"という大きなメリットがあります。
限りあるエネルギー資源をムダなく効果的に利用しよう…
電気のリサイクル「プルサーマル」計画はこのような発想から生まれました。

原子力発電は、「ウラン」が核分裂した時に出る熱からつくられる
水蒸気でタービンを回して電気をつくりますが
一度電気をつくり終わったウラン燃料(使用済燃料)の
約95〜97%は、再利用することができるのです。
その中から発電によって新たに生まれたプルトニウムをとり出し、
ウランと合わせた新しい燃料(MOX燃料)として、
現在の発電所でふたたび発電に利用する…このリサイクル方法が「プルサーマル」です。
フランスをはじめヨーロッパではすでに実施されている方法ですが、
日本でも、プルサーマルによってつくられる
"再生電気"の活躍する日が訪れようとしています。

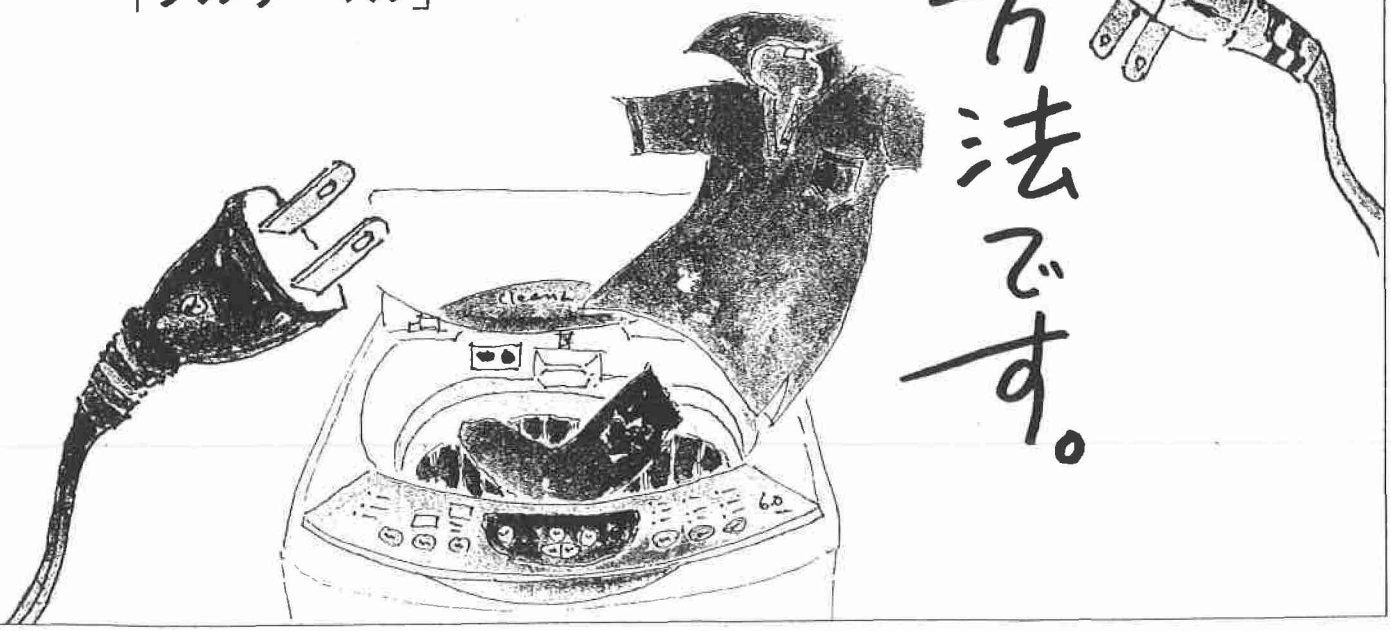
「プルサーマル」は、いわば…
"再生電気"をつくる方法です。

限りある資源を有効に使うため、さまざまな分野でリサイクルが進められていますね。
たとえば、使用済みの古紙から新たに再生紙が生まれるように、
"電気"の分野でも、燃料のリサイクルによる"再生電気"登場の時代を迎えています。





ウラン資源のリサイクル
「プルサーマル」



原子力・放射線をテーマに

資源・エネルギー教育、環境教育の題材を提供・・・
～見て、聞いて、触れて、考える、教員のための研修～

原子力体験セミナー

主催　文部科学省
企画・運営　(財)放射線利用振興協会

本セミナーは、文部科学省の委託事業として財団法人放射線利用振興協会が実施する、小学校、中学校、高等学校、特別支援学校等の教職員及びこれに準ずる教育関係者を対象とした研修です。

日本原子力研究開発機構の各拠点を主会場として全国の先生方を対象に開催するコースと、全国各地に出向いて１～２日間で開催するコースがあります。

内容は、講義、実験・実習、施設見学、ワークショップなどで構成され、基礎的知識や科学的知識を習得するコースから、資源・エネルギー問題、地球環境問題、防災教育といった「総合的な学習の時間」等へも役立てていただける内容のコース、原子炉を運転しての実習や授業の実践を検討するコースまで、担当教科や興味・関心に応じてご参加いただけます。また、セミナーでは学校で活用していただける教材も提供しています。

これまでに全国から約13,100名の先生方が受講されました。

ここでの体験や専門家とのふれあいから、21世紀を担う児童・生徒達にとって魅力ある教育を探っていただければ幸いです。

- 参加資格：小・中・高・特別支援学校等の教職員及びこれに準ずる教育関係者
- 参加費用：セミナーの参加に要する交通費、宿泊費は主催者の規定により支給します。
- セミナーの予定やカリキュラムの詳細については下記にお問い合わせください。

RADA

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　国内研修部
〒319-1106　茨城県那珂郡東海村白方白根２－４
ホームページ：http://www.rada.or.jp/taiken/
E-mail：taiken@rada.or.jp

文部科学省委託事業

簡易放射線測定器「はかるくん」は無料で貸出ししています。

活用事例を募集しています。
多数のご応募お待ちしています。

「はかるくん」は誰でも簡単に自然放射線の量を測ることができる簡易放射線測定器です。

この「はかるくん」の活用事例を、実践・研究作品として、随時募集しています。

グループで模造紙に測定結果をまとめたもの、「はかるくん」を使った実習の新しい展開、自由研究や指導案など、「はかるくん」に関する様々な作品を応募いただきたいと思っております。

応募者全員に記念品をお送りしていますので、ぜひご応募ください。よろしくお願い申し上げます。

■□問い合わせ□■
財団法人 日本科学技術振興財団
情報システム開発部　「はかるくん」係
〒102-0091　東京都千代田区北の丸公園２－１
TEL：03-3212-8504　FAX：03-3212-8596
http://hakarukun.jsf.or.jp/

科学技術館では、会議室、サイエンスホールなどを、産業界の新技術の普及・交流の場としてお貸出ししています。

会議室使用料金表（1時間単位）　単位円／（税込料金）

会場名	定員	平日使用料	土・日・祝日使用料
第1会議室	90名	7,000 (7,350)	8,000 (8,400)
第2会議室	24名	6,000 (6,300)	7,000 (7,350)
第3会議室	90名	7,000 (7,350)	8,000 (8,400)
第4会議室	16名	5,000 (5,250)	6,000 (6,300)

※使用時間には準備、後片付けに要する時間も含まれます。
※備品使用料金は別紙をご参照下さい。

サイエンスホール使用料金表　単位：円／（税込料金）

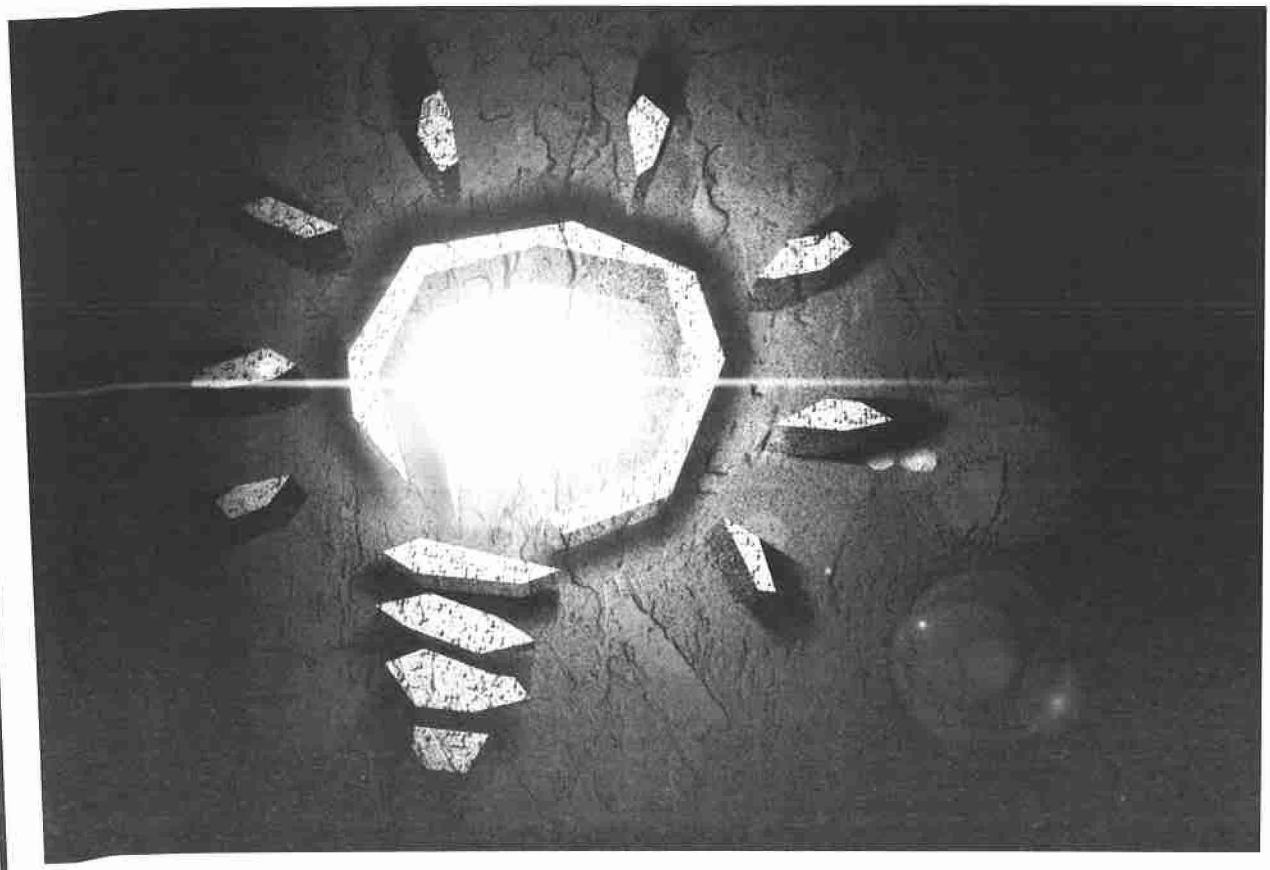
区分	使用時間	平日使用料	土・日・祝日使用料
A	9:00～16:30	150,000 (157,500)	160,000 (168,000)
B	13:00～21:00	182,000 (191,100)	187,000 (196,350)
C	17:30～21:00	102,000 (107,100)	107,000 (112,350)
D	9:00～21:00	205,000 (215,250)	215,000 (225,750)

※使用時間には準備、後片付けに要する時間も含まれます。
※使用時間の超過は、次の使用に支障のない場合に限ります。(¥15,000/30分)
※A区分で午前使用、午後使用のみの場合は¥30,000の割引がございます。
※備品使用料金は別紙をご参照下さい。

事務棟５階・６階の会議室（４室）は小規模なセミナー・発表会・控え室などにご利用いただけます。
お問い合わせ先：03-3212-3939
http://www2.jsf.or.jp/ja/guide.html

セミナー、シンポジウム、講演会、試写会、イベントなどにご利用いただけます。410名収容の客席、ステージ、映写・音響設備と控え室（２室）を備えています。
お問い合わせ先：03-3212-8485

資源・エネルギー・原子力・環境について知りたいこと、疑問に思うことはありませんか？



日本原子力文化振興財団では、
中・高校生や先生方に対して
様々な協力活動を行なっています。

❶10月26日の「原子力の日」を記念して、
作文・論文の募集と表彰

❷**放射線実習セミナーの開催**

❸先生方を対象とした
「エネルギーと環境」講座の開催

❹エネルギーや原子力などの
ビデオや写真の貸し出し

●放射線実習セミナーの経費は無料です
●お問い合わせは電話、FAX、URLなどからお願いいたします

財団法人 日本原子力文化振興財団

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4 TEL 03-5651-1571 FAX 03-3639-6636 URL http://www.jaero.or.jp/

あとみん（原子力・エネルギー教育支援情報提供サイト）

http://www.atomin.gr.jp

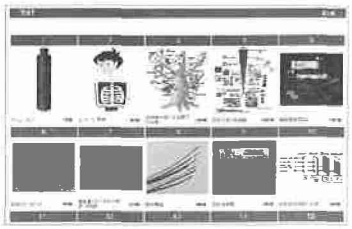
原子力やエネルギー・環境の授業に！ 原子力を詳しく知りたいときに！

「ニュークパル」と「げんしろう」を統合した新サイト

平成19年12月
リニューアル オープン！

映像コンテンツ

「あとみん」トップページ（イメージ）



イラスト・写真

1 対象

小・中・高等学校の教員、教育関係者及び児童生徒、一般

2 内容

原子力、放射線、エネルギーと環境に関する内容を小・中・高等学校、一般向けの対象別メニューで掲載しています。

3 主なコンテンツ

実践事例・指導計画

各授業に役立つ実践事例・指導計画を紹介しています。

テーマ別、教科別、学校種別で検索可能です。

イラスト・写真・図表

イラスト、写真、効果音等をダウンロードできます。

映像コンテンツ

原子力や放射線、温暖化をテーマに授業の導入等で使える３分程度の映像です。

ワークシート

小・中・高等学校の校種別にテーマ毎に４段階のレベルのワークシートがあります。

解説書

原子力、エネルギー、放射線、環境をテーマに図解で詳しく解説しています。

キッズデータベース

小学生向けに、イラスト入りでわかりやすく解説したデータベースです。

みんなのエコ・エネ教室

中学生向けのアニメーションを見ながら原子力や放射線、温暖化などのテーマを、学習できるコンテンツです。各テーマは時間割ごとに選べます。

原子力百科事典 ATOMICA

一般や専門家向けに日本と世界の原子力や放射線に関する最新情報を、豊富な図表とともに解説したデータベースです。

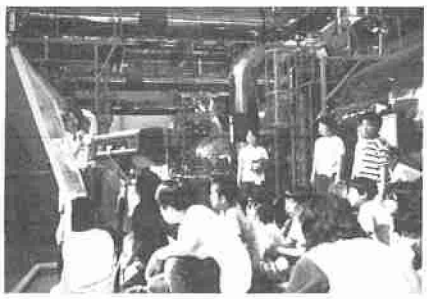
他に、講師派遣、教員セミナー、副読本・ガイドブックの情報等を掲載しています。

お問い合わせ
(財)日本原子力文化振興財団　科学文化部教育支援センター　TEL 03-5651-1572　FAX 03-3639-6636
atomin@jaero.or.jp　http://www.atomin.gr.jp

私たちは・・・

学校や地域のエネルギー環境教育をサポートしています

児童生徒用副教材／教師用指導資料



児童・生徒向け見学会

エネルギー・コミュニケーター派遣授業の様子

◆ご参加ご活用お待ちしております◆

〈エネルギー環境教育情報センター〉

- ❖児童生徒用副教材／教師用指導資料提供
- ❖先生方のためのセミナー・見学会開催
- ❖エネルギー・コミュニケーター派遣
- ❖エネルギー教育「地域拠点大学／実践校」支援
- ❖広報活動広報施設表彰・連絡会議

エネルギー環境教育情報センター

The Information Center for Energy and Environment Education

略称：ICEE

◆ご入会、お待ちしております◆

〈エネルギー環境教育情報フォーラム：センター内に設置〉

❖当フォーラムにご入会いただいた方には、エネルギー環境教育ジャーナル（会報誌）や副教材・教師用指導資料、シンポジウムや見学会などのご案内を無償でお送りしています。

→ご入会はホームページ　http://www.icee.gr.jp/
またはパンフレットをご請求下さい。

先生方のための施設見学会

〈日本エネルギー環境教育学会〉

→ご入会はホームページ　http://www.jaee.jp/

全国各地でのエネルギー・環境教育研究フォーラム

(財)社会経済生産性本部 エネルギー環境教育情報センター
〒105-0003　東京都港区西新橋1-6-15 愛光ビル5F
TEL 03-3593-0936　FAX 03-3593-0930
ホームページ http://www.icee.gr.jp