「放射線教育」別冊

<保存用>

いま重要性が増す放射線教育

放射線教育フォーラム２００２年度成果報告書

<保存用>

NPO 法人放射線教育フォーラム

２００３年３月

序　文

地球上の人類は、それぞれどこかの国家という大きな社会組織に属し、その国家の利害のために共に行動せねばならないことが多い。原子核のエネルギーを取り出す技術を人類が手に入れてしまった以上、これを自国の利益のために軍事利用の目的で核武装しようとする国が出現してくるのは自然の成り行きであろう。 原子爆弾の洗礼を受けたわが国としては、原爆被災の悲惨さをよく認識している。だから、このような残虐な兵器としての核は国内で持たず、作らず、核廃絶の考え方を世界に広めようという理想は、原子力の平和利用を大いに進めようとするわが国の方針とともに、心から賛同するものである。

しかし国家間の問題としてみると、日本もいつまでも「一国平和主義」では居られない。自衛隊がＰＫＯで他国の紛争処理のために派遣されることは当然あるであろう。仮定の問題であるが、地球上のどこかで核戦争が起こって大型か小型かの核兵器という「大量殺戮兵器」が使用され、一部の地域が放射能汚染したとする。このとき、もし日本の自衛隊は放射能が怖いのでその戦後処理のために救援すらもできない、ということが起こったとすると、それは国家として恥ずかしいのではないだろうか。何も核戦争の処理でなくても、自衛隊の幹部や外交官、政治家は、核戦争の結果どのような被害が起こり、汚染地域でもどのようにすれば被害を防いで行動できるか、というような基礎的な知識を持っている必要があると思う。さもないと、どこか近くの国が核をもっているかもしれない、という情報に過大に反応して、妥当な政治的判断が妨げられ、国益の重大な損失を招くことが起こる可能性があるような気がする。

日本国民はすべて、原爆が落とされたらその直下ではどのような悲惨なことが起こるかをよく知っている。しかし、遠くに落とされて、落下した放射性物質が風と共に漂ってきて周りが汚染されたとき、どのような処置をすればよいかあまり知らない。このような場合の具体的かつ基本的な知識を持っていれば、その種の万一の事態にもパニックにならないですむはずである。これはすでにＪＣＯ事故で経験したとおりである。放射能や原子力の基礎的知識はその平和的利用のためにもタブーにせず、これは近代人の常識と考えるべきである。

このような基礎的知識、すなわち放射線教育は、学校教育において、今度できた「総合的な学習の時間」で教育するのにもっとも適したテーマの一つである。われわれＮＰＯ法人放射線教育フォーラムは、この方向で、２年前から主に文系の教員を対象にした「エネルギー・環境・放射線セミナー」を開催して、参加者からは大変有益であったとの評価を得ている。われわれは、今後もこの方式をさらに充実させるとともに，この活動を広く社会に広げ、あらゆる機会に市民の皆様の放射線・放射能・原子力・エネルギーなどの疑問・質問にお答えし、一般の方々の放射線や原子力に対する不安を軽減したいと考えている。

本冊子の刊行は、３年前から年度末の慣例になっているもので、過去１年間のわれわれの活動の結果をまとめたものである。この冊子が、従来の同種の刊行物及びフォーラムの定期刊行物同様、関係者各位にとり何らかのお役に立つことを切に願うものである。

２００３年３月

NPO 法人放射線教育フォーラム　理事会
(文責)　事務局長　松浦辰男

いま重要性が増す放射線教育
放射線教育フォーラム２００２年度成果報告書

目　　次

序文
第１章　２００２年度の活動及び２００３年度の計画……3
　１．NPO 法人放射線教育フォーラム２００２年度の活動について……3
　２．フォーラム役員名簿……4
　３．理事会等会合の記録……5
　４．2003 年度の活動について……6
　５．国際シンポジウムについて……7

第２章　２００２年度「エネルギー・環境問題セミナー」の報告……11

第３章　各専門委員会の報告（及び関連資料）
　１．実験教材検討委員会……31
　２．教育課程検討委員会.……35
　３．リスク問題検討委員会……36
　　（「科学技術に対するリスクの正しい普及」　河村正一）……37
　４．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……42
　５．低レベル放射線の生物影響に関する委員会……48
　６．教科書記述調査委員会……51
　７．マスコミ報道調査検討委員会……55
　　（「放射線事故と報道」　加藤和明）……55
　８．加速器利用調査・検討委員会……60
　　（「放射線はこのようにして利用されます」　大野新一）……63

第４章　勉強会での講演の資料または要約
　１．「新教育課程とエネルギー教育」　（山下宏文）……81
　２．「世界は脱原発か？」　（中村政雄）……87
　３．「原子力のロマンと哲学」　（後藤　茂）……88
　４．「平成 15 年度から実施される高校の総合的学習の時間で
　　エネルギー環境問題はどうすれば教育現場に定着するか」（佐伯邦子）……95
　５．「電子媒体を利用した「総合的な学習の時間」の指導法演習記録」（黒杭清治）…99
　６．「企業における技術者の育成と学校教育への期待」（土井　彰）……113
　７．「プルトニウムの毒性・原子炉級 Pu と兵器級 Pu」（諸橋裕子・永田　敬）……116

第５章　セミナーのテキストから
　１．「エネルギー・環境問題と総合的な学習」（江田　稔）……127
　２．「放射線の人体に与える影響」（朝野武美）……130
　３．「エネルギー・経済・環境――３Ｅのトリレンマ――」（渥美寿雄）……133
　４．「独立・自由の学習を援助する「情報大航海術」の授業実践」（片岡則夫）……140

謝辞

第１章　放射線教育フォーラムの２００２年度の活動及び２００３年度の計画

第１章　２００２年度の活動及び２００３年度の計画

１．ＮＰＯ法人放射線教育フォーラムの２００２年度の活動について

以下は、現在、ホームページで広報を行っている現在の活動の概略である(2003 年 3 月 11 日)。

ＮＰＯ法人「放射線教育フォーラム」は放射線，放射能，原子力，あるいは教育の専門家の有志により 1994 年４月に発足し，2000 年 11 月にＮＰＯ法人の認証を受けたボランタリー組織で，放射線・エネルギー問題，原子力等の正しい知識を普及させる活動を行っています（会長は有馬朗人元文部大臣，その他の役員は別紙の通り)。フォーラムは，社会一般の人々が科学技術の最近の進歩の恩恵を受けているにも拘らず若い人達に「理科離れ」が見られること，また現在知識人を含む多くの方々が放射線や放射能に対して科学的事実以上に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，特に小・中・高校の学校教育において理科教育を改善し，中でも放射線・放射能の正しい知識やエネルギー・環境問題の教育を充実していただくことに重点を置いて，以下に述べるような活動をしています。フォーラムの会員は 2003 年 3 月 1 日現在で個人会員 200 名，団体会員は 60 団体です。

（ 放射線教育フォーラムの活動 ）

(1) **要望書の提出**　学校教育における放射線教育の環境を改善するために，学習指導要領や教科書の記述の実情を調査し，すでに文部省に 2 度，科学技術庁へ 1 度要望書を提出しました＊。

(2) **専門委員会活動**　学校で放射線教育を効果的に行うために，「放射線教育のための実験教材」，「放射線教育カリキュラム」，「種々のリスクに関する教育」，「医療系教育機関における放射線教育の実態調査」，「低レベル放射線影響をいかに理解し教えるか」，「教科書記述調査」「マスコミ報道調査」「加速器利用調査」の８つのテーマを専門委員会で検討して，年度末に報告書としてまとめる作業が行われています。

(3) **勉強会・公開シンポジウム・見学会の開催**　会員（会員以外でも参加可能）を対象として勉強会やシンポジウムなどを開催して，放射線の利用や放射線影響の最近の研究結果や，学校と社会における放射線教育を始めとして広く今後の教育の在り方など，種々の話題について専門家から，また教育の実践体験を経験者に話してもらい，最新の知識と情報を習得しています。この勉強会は毎年度 3 回（7 月，11 月と翌年 3 月）に東京で開催しています。今年度は 2002 年 6 月 22 日（土)，11 月 23 日（土)，2003 年 3 月 8 日（土）に開催されました。また通常年に 1 度施設見学会も開催されています。

(4) **学校教員のためのセミナーの開催**　2001 年度から，文部科学省主催の，主に文科系学校教員に対する「エネルギー・環境・放射線セミナー」(正しくは「原子力体験セミナー文系コース」）を財団法人放射線利用振興協会に協力して全国 10 地区で開催しています。2002 年度は北海道地区（札幌)，東北地区（青森)，関東地区（高崎)，南関東地区（東京)，静岡・山梨地区（浜松)，北陸地区（金沢)，名古屋・岐阜・三重地区（犬山)，近畿地区（大阪)，中国・四国地区（広島)，九州地区（福岡）で実施しました。2003 年度も全国１０個所で開催の予定です。

(5) **ニュースレターと「放射線教育」誌等の発行**　ニュースレターは年に 3 回，フォーラムの会務の報告とともに会員相互の意見の交換に活用しています。すでに２５号まで発行されました。会誌「放射線教育」は 1997 年度から年に１回，すでに第５巻まで刊行されました。また，2000 年３月には「放射線教育フォーラム６年の歩み（付録：ＪＣＯ事故の解説と評論)」が「放射線教育」誌の特集号として，また 2001 年 3 月には「新しい世紀の放射線教育――放射線教育フォーラム 2000 年度の活動と今後の展開」が，2002 年 3 月には「学校における放射線教育――放射線教育フォーラム 2001 年度成果報告書」が別冊として刊行されました。また 2002 年 11 月には「21 世紀の原子力・放射線問題――近年のトピックスの中から――」が刊行されました。

(6) **国際シンポジウムの開催**　当フォーラムの活動を国際的規模に拡大するために，「放射線教育に関する国際シンポジウム」を 1998 年 12 月に神奈川県葉山町「湘南国際村」で開催し成功を

収めました。第３回の国際シンポジウムを 2004 年 8 月 22 日～26 日に長崎「ブリックホール」で開催すべく準備を進めています。
＊要望書「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 1996 年 11 月 19 日に文部大臣に，要望書「学校及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 12 月 18 日に科学技術庁長官に提出しました。

インターネットでは，他に，フォーラムの定款，フォーラムの役員名簿，会員募集のこと，入会申し込み書フォーム，最新の情報などがわかるようになっている。

２．ＮＰＯ法人 放射線教育フォーラム 2002 年・2003 年度役員名簿

2003 年 3 月現在　(五十音順)

会長　有馬朗人（参議院議員・前文部大臣・元東大総長）

副会長　飯利雄一（(社)日本原子力産業会議常任相談役・前信州大教授）
山寺秀雄（名古屋大学名誉教授）

理事
江田 稔（前文部科学省主任視学官）　大野新一（理論放射線研究所）
大橋國雄（千葉大学名誉教授）　加藤和明（茨城県立医療大学）
河村正一（前神奈川大学）　菊地文誠（東海大理学部）
小高正敬（若狭湾エネルギー研究センター）　高木伸司（神奈川大理学部教授）
田中隆一（ビーム・オペレーション(株)）　中村眞基（元都立医療技術短期大学）
長谷川圀彦（静岡大学名誉教授）　播磨良子（(株)ＣＲＣソリューションズ）
廣井　禎（前筑波大附属高等学校）　堀内公子（大妻女子大社会情報学部）
松浦辰男（立教大名誉教授）　峯岸安津子（神奈川大総合理学研）

監事　荒谷美智（(財) 環境科学技術研）　金子正人（(財)放射線影響協会）

幹事
朝野武美（大阪府大先端科学研）　伊藤泰男（東大原子力総合センター）
石黒亮二（北大名誉教授）　今井靖子（前放射線医学総合研究所）
岩崎民子（前(財)放射線影響協会）　木村捷二郎（大阪薬科大学）
佐伯邦子（秋田経済法科大学附属高等学校）　佐伯正克（日本原子力研究所）
佐久間洋一（核融合科学研究所）　白形弘文（日本エクスクロン(株)）
杉　暉夫（元日本原子力研究所）　砂屋敷 忠（前広島県立医療短期大学）
高島良正（(財) 九州環境管理協会）　竹田満洲雄（東邦大学理学部）
鶴田隆雄（近畿大学原子力研究所）　唐木　宏（元攻玉社高等学校）
西尾信一（最短県立上尾東高等学校）　中西 孝（金沢大学理学部）
古屋廣高（九州大学名誉教授）　坂内忠明（放射線医学総合研究所）
三門正吾（千葉県立鎌ケ谷西高校）　宮澤弘二（東京家政大附属女子中高校）
村石幸正（東大教育学部附属中等教育学校）　渡部智博（立教新座中・高等学校）
渡利一夫（元放射線医学総合研究所）

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（前東京理科大学教授）　熊取敏之（元放射線医学総合研究所所長）
後藤道夫（前明治大学工学部）　斎藤信房（東京大学名誉教授）
篠崎善治（元都立アイソトープ総合研究所）　清水 栄（京都大学名誉教授）
村主 進（原子力システム研究懇話会）　更田豊治郎（(財)日本海洋科学振興財団）
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所長）
山口彦之　(東京大学名誉教授)

事務局長　松浦辰男（立教大名誉教授）

（役員の任期は２年であるが、定款で再任を妨げないことが規定され、役員の交替は毎年６月に開催されるフォーラムの総会において承認していただくこととしている。なお、定款で役員選出の規定が明瞭に定まっていないので、2002 年・2003 年度は暫定的に 2001 年度の役員の大半の方々に留任をお願いし、そのことを 2002 年６月 22 日の総会でご承認をいただいた。その後、下記の会合記録に示すように、理事会内に設けられた「役員選出規定検討委員会」が数回開催され、ほぼその規約ができあがったので、来る 2003 年 6 月の総会において承認していただき、2004 年・2005 年度役員はその規定に従って選出されることになる。）

３．２００２年度の理事会等会合の記録

２００２年

4 月 30 日　第１回理事会・第１回セミナー運営委員会（升本ビル２階、13 名）
5 月 10 日　第１回編集委員会(升本ビル２階、８名)
5 月 21 日　第１回低レベル放射線影響に関する委員会（升本ビル２階、７名）
5 月 28 日　第１回理事連絡会・第２回セミナー運営委員会（升本ビル２階、14 名）
6 月 22 日　2002 年度第１回総会・勉強会（升本ビル２階、43 名）
（勉強会プログラム）
「低レベル放射線影響に関する話題」　金子正人・岩崎民子 (放射線影響協会)
「総合的学習とエネルギー教育」　山下宏文(京都教育大学)
「中学・高校の改定された教科書について」　関本順子・松浦辰男(フォーラム)
「新聞報道に関する最近の話題」　加藤和明(茨城県立医療大学)
6 月 29 日　第１回実験材料検討委員会（升本ビル２階、７名)
7 月 9 日　第２回理事連絡会・第３回セミナー運営委員会（升本ビル２階、15 名）
8 月 16 日　第１回リスク問題検討委員会（升本ビル２階、７名）
9 月 6 日　第１回役員選出規定検討委員会（升本ビル２階、５名）
9 月 6 日　第２回理事会・第４回セミナー運営委員会（升本ビル２階、16 名）
9 月 7 日　第１回加速器検討委員会（升本ビル２階、７名）
9 月 9 日　事務所を港区虎ノ門１丁目から千代田区霞ヶ関３丁目に移転
9 月 20 日　各地区セミナー世話人打ち合わせ（升本ビル２階、14 名)
10 月 4 日　第２回役員選出規定検討委員会（升本ビル２階、３名)
10 月 4 日　第３回理事連絡会・第５回セミナー運営委員会（升本ビル２階、10 名）
10 月 18 日　第２回編集委員会（尚友会館地下２階，６名）
11 月 12 日　第３回役員選出規定検討委員会（尚友会館８階，５名)
11 月 12 日　第４回理事連絡会・第６回セミナー運営委員会（尚友会館８階，13 名）
11 月 21 日　日本原子力学会バックエンド部会からの支援による印刷物完成
（内容）　21 世紀の原子力・放射線問題――近年のトピックスの中から――
１．低線量放射線の生物影響　酒井 一夫
２．放射線業務従事者の疫学調査結果　金子 正人
３．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　松浦 辰男・菅原 努
４．中学地理・公民・理科の教科書における原子力関係の記述の傾向　関本順子
５．教科書（文系）における原子力関係の記述の傾向　松浦 辰男、高木 伸司、関本 順子
６．高等学校教科書の「放射性廃棄物」に関する記述内容部分の摘出とその内容へのコメント　福塚 直也
７．一般公衆が容易に認知できる放射線のリスク　河村正一
11 月 23 日　2002 年度第２回勉強会（科学技術館６F，37 名）

勉強会プログラム

「これからのエネルギー問題」　中村 政雄（科学ジャーナリスト）

「原子力のロマンと哲学」　後藤　茂（グローエネ後藤研究所、元衆議院議員）

「高等学校の総合的学習におけるエネルギー・環境問題」　佐伯 邦子（秋田経法大付属高校）

「原爆と原子力の平和利用 ――総合的学習のトピックスとして」松浦 辰男（放射線教育フォーラム）

12月5日　第2回加速器検討委員会（神楽坂エミール，6名）

12月20日　第4回役員選出規定検討準備委員会（商工会館7階，5名）

12月20日　第5回理事連絡会・第7回セミナー運営委員会（商工会館7階，20名）

２００３年

1月24日　第5回役員選出規定検討準備委員会（尚友会館8階，5名）

1月24日　第6回理事連絡会・第8回セミナー運営委員会（尚友会館8階，14名）

1月31日　第3回編集委員会（尚友会館地下2階，7名）

2月18日　第6回役員選出規定検討準備委員会（商工会館7階，6名）

2月21日　第7回理事連絡会・第9回セミナー運営委員会（尚友会館8階，16名）

2月28日　第4回編集委員会（尚友会館地下2階，7名）

3月1日　第3回加速器検討委員会（神楽坂エミール，6名）

3月8日　第1回顧問会（科学技術館6階第2会議室，5名）

3月8日　2002年度第3回勉強会（科学技術館6階第2会議室，30名）

（勉強会プログラム）

「電子媒体を活用した「総合的学習の時間」の演習」　黒杭清治(芝浦工業大学)

「人材養成・技術教育に関して産業界が求めるもの」　土井 彰（日立製作所）

「プルトニウムをめぐる諸問題――(1)プルトニウムの毒性、(2) 原子炉級プルトニウムと兵器級プルトニウム、(3) 高速・プルサーマルの行方」　諸橋裕子・永田 敬（核燃料サイクル開発機構）

3月19日　第7回役員選出規定検討準備委員会（尚友会館8F，6名）

第3回理事会・第10回セミナー運営委員会（尚友会館8F，15名）

４．２００３年度の活動について

今後の活動として追加あるいは強化するに値するとおもわれるものは前年度の報告書に記述した通りであるが、そのうちでも２００３年度において重点的に力を注ぐ予定のものは、

（１）国際シンポジウム計画の準備

（２）セミナーの充実

小学校，中学校，高等学校において，「総合的な学習の時間」などを利用して，児童・生徒の発育に応じて放射線・原子力・エネルギー問題などを適切に学校で教育してもらえるように、2年前から開始された文部科学省の委託事業である「エネルギー・環境・放射線セミナー」(文系コース)をさらに内容を充実させて社会的要望に応えたい。

（３）委員会活動とその成果出版

専門委員会や勉強会の活動を主に学校教育に目標を定めて、（２）のセミナーや一般の学校教員にも利用しやすいテキストや資料を作成する。教科書調査の報告書は，教科書の著者や出版社，文部省の教科書検定官に知らしめて，教科書の更なる改善に寄与する。

（４）組織の財政的基盤の確立

活動を活性化するための方策として，フォーラムの諸活動を行政・企業からの要望があればそことの適切な連携（受託事業等）により実施することをはかる。

５．　２００４年８月に計画している「第３回放射線教育に関する国際シンポジウム」開催の目的と意義（この国際シンポジウムの（「募金趣意書」(案)から）

（国際シンポジウム開催の目的）

約 100 年前に発見されたＸ線や放射線・放射能は，今日では医学の診断や治療に欠くべからざる役割を果たしており，理工学や生命科学の研究や産業においても広く活用されている。また核分裂反応を用いた原子力発電は，放射性廃棄物を生み出す欠点はあるが，二酸化炭素の放出が少ないという長所を持ち化石燃料の代替エネルギーとして大きな役割を果たしている。

しかし原子力は，平和利用の前に核兵器として使われたことと，1980 年代に海外で起こった原発事故の被害が大きく報道されていること，また最近のＪＣＯ事故などもあって，一般の人々は，かなりの知識人においてさえ，放射線・放射能を科学的事実以上に危険視し，原子力に関して不安感を懐いている。

今日の文明社会においては，科学技術の果たしている役割について，一般人にも正しい理解が必要である。特に，わが国のような資源は乏しいが人口密度の高い国においては，エネルギーの効率的利用のために科学技術の中でも特に原子力に関する正しい知識とそれに基づく妥当な判断力を養う必要性が痛感される。このことを国際的規模に普及させることが望ましい。さもないと，新規のエネルギー関係施設の立地が困難になると同時に既存の施設の維持・管理のための人材確保が不如意となり，その結果社会の発展を阻害するのみならず，放射線その他の先端的科学技術を利用した医療や産業、学問技術の進歩に大きな障害を来す。そのような事態にならないように，エネルギー問題や放射線・原子力の基礎的知識，ここで「放射線教育」と称している広い分野にわたる社会教育が必要である。

放射線・放射能は，重大な環境汚染の原因となっている種々の化学物質とは異なり，この地球が生まれたときから存在しており，われわれ人類はとくに意識することなくその少量に常時接触し，温泉などではその恩恵を受けてきたものである。従来，「放射線教育」というと，その人体への影響について，国際放射線防護委員会（ICRP）の放射線管理に関する基本的仮定に示されているように，「放射線は少量でも危険である可能性があるから，できるだけ被ばくをしないように」という潜在的なリスクに関する注意の喚起という面が強かった。その結果，「放射線は微量でも危険である」とする考え方が社会通念として定着している。しかし，放射線の影響に関しては最近は種々の新しい事実がわかってきており，天然に存在する程度の少量の放射線影響に関しては，現在は「どのくらいの線量までは事実上安全であり，心配しなくてもよいと考えてよいか」に議論の対象が移りつつあるといってよい。

最近，大きく取り上げられている環境問題の解決にもエネルギー消費を伴う。地球上の資源は有限であり，人間が生きている限りエネルギーを消費し，このことが大なり小なりわれわれの生存を脅かすリスクの原因を生み出している。すべての事物にはプラスとマイナスの二面があり，われわれは条件に応じてそのバランスの上に立って公正に判断する能力を養わなければならない。そのための教育に力を注ぐべきであるが，この教育は科学的に正しい事実を価値観的に公正な立場で行われなければならない。

本シンポジウムは上述のような社会情勢に鑑み，放射線・放射能を中心とした原子力・エネルギー問題等に関する正しい知識を普及させるために，特に若い学生・生徒を対象にした学校教育においてどのようにあるべきか，社会全体の利益のための新しい技術の受容を容易にするように正しい情報を広く市民に伝えるにはどのような方策を取るべきかを，国内外の専門家と教育者・市民の英知を集めて討議をし，国際的にも指針となるような方法を見出そうとするものである。

（シンポジウム開催の経緯及び日本開催の意義）

今日，わが国の生活レベルと平均寿命は世界の最高レベルに達しているといえる。これは，わが国民が科学技術の重要性を認識し，工業生産などにおいてその成果を能率的に応用してきた結

果であると考えられる。種々の先端的な学問研究や医療や生産技術の場においては，放射線や放射能が広く利用され，日常生活にも大きな恩恵を与えている。そしてわが国が原爆被爆国であるので放射線・放射能に関して特別の感情を持ちながらも，原子力の平和利用に関しては将来の人類のためにそれを推進する国策を一般国民が大方において支持するという合理的な考え方を持っていることは，国際社会から評価されるところとなっている。しかし最近は，いわゆるＮＩＭＢＹといわれる，総論的には賛成するが自分がそのために不利益になりあるいは不安を感ずることを忌避する傾向が見られる。この現状を改善するには，各人がその問題に関する正しい知識と倫理感覚を持ち，一方国は妥当な政治的配慮をもって総合的に対処する必要がある。また最近の世界的風潮は，経済的な閉塞感にともなってエネルギー・環境問題の対策において例えば京都議定書の取り扱いの足並みの乱れのように諸国間で不統一が見られる。エネルギー資源に乏しいわが国としては，グローバルかつ長期的な視点に立って妥当で模範的な考え方と方策を打ち立て，これを世界に発信して，世界とくにアジア地域の国々の指導的立場に立つことが望ましい。

ところが，国民の知識水準に大きく貢献する学校教育において，わが国では最近いろいろ問題があり，その一つはいわゆる「学力の低下」「理科離れ」であり，中でも「原子力・放射線離れ」といってよい現状がある。すなわち，放射線や放射能や原子力についての正しい学校教育が，小・中・高校の学校教育や大学の教養課程において不充分であったので，この分野の学力が欧米に比べてかなり遅れている。最近は改善の方向が見えるとはいえ，放射線・放射能・原子力に関しては，大多数の生徒は，例えば少量の自然放射線・放射能がわれわれの身のまわりにも存在するといったような極めて基礎的・常識的な事項さえも教えられていない。また学校で使用されている教科書の中には，これらの事項について不正確，あるいは不適切な記述が少なからず見出される。

これからの社会は科学技術と日常生活との関連がますます深くなり，科学技術の健全なる発展には一般市民の理解が必要になってきている。また社会的に重要な事項に対して適切な判断を下すために，多くの市民が教養として基本的な科学的知識を身につけていることが望ましい。ところがわが国の一般市民の科学技術の理解度（リテラシー）は，最近の国際比較によると調査した十数ヶ国中，最下位から２番目という憂慮すべき状態にある。また科学技術や原子力の恩恵を受けていながら，そのマイナスの面を強調した議論をする人も少なくない。現状はわが国の学校における理科教育・放射線教育が貧弱であるが故に，科学技術や原子力に関する何らかのネガテイブな報道に影響されて社会が原子力に対する不安・不信が高まる温床となっている。

この国際シンポジウムは，このような現状を改善せんがために，学校における放射線・放射能・エネルギー問題・原子力問題に関する教育はどのようにあるべきか，また社会教育はどうすべきかを，海外の専門家を交えて討論し，時宜にかなった教育方法を見出し，将来の人材確保と市民の放射線・原子力・広く科学技術のリテラシーを高めることを目指すものである。今回は開催場所を原子爆弾の被災地である長崎に選んだが，このことは，原子爆弾と原子力の平和利用が表裏一体であるといわれていることに敢えて正面から取り組もうとするものである。なお国際シンポジウムの開催と同時に，市民に対する啓蒙のための公開講演会を開催することも計画している。

本国際シンポジウムは，放射線教育フォーラムが提唱して 1998 年 12 月に神奈川県葉山町で開催された「放射線教育に関する国際シンポジウム（ISRE98），および 2002 年 8 月にハンガリーで開催された「II Radiation Education Symposium」（第２回放射線教育シンポジウム）に続くもので，これらの国際シンポジウムで得られた成果での知見を含めて，最新の情報について討論し，2004 年時点における新しい解答を求めようとする。放射線・放射能・原子力エネルギーの正しい知識はわが国だけではなく，世界中のすべての人々が教養として身につけるべきことである。とくに，これからの経済発展とそれに伴うエネルギー消費の増加が予想される発展途上国においては，これらの正しい知識は必要な教育の内容に含まれるべきものであろう。この国際シンポジウムは，この分野でのレベルの高いわが国の英知と経験を生かすもので，国家的・社会的意義が大きいと考えられ，わが国の国家的事業とすら言えるものである。なお，この国際シンポジウムは，今後世界の各地で約２年程度の間隔で定期的に開催が継続されることが必要である。

第２章　２００２年度「エネルギー・環境問題セミナー」の報告

第２章　２００２年度「エネルギー・環境問題セミナー」の報告

１．はじめに

ＮＰＯ法人放射線教育フォーラムは平成１３年度に引き続き本年度も「エネルギー・環境・放射線セミナー」を実施した。このセミナーは、財団法人放射線利用振興協会が文部科学省から受託して実施する「原子力体験セミナー」の一環として開催したものであって、全国１０ヶ所で主として中学校・高等学校の文系職員等教育関係者を対象として環境・エネルギー・放射線に関わる諸問題について講演と自然放射線の計測実習等を行った。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はかり、もって公益の増進に寄与する」という本法人の目的にかなったものである。特に中学では平成１４年度から高校では平成１５年度から新学習指導要領に従って「総合的な学習」授業に導入されるという時期に本セミナーを実施したことは時宜を得たものであると考える。

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はか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「原子力実験セミナー」が、科学技術庁からの受託事業として平成２年度から日本原子力研究所によって実施された。平成１０年度からその事業のすべての業務を（財）放射線利用振興協会が科学技術庁（現、文部科学省）から受託実施し、平成１１年度からは「原子力体験セミナー」と名称を改めた。

平成１３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」が実施されるに当たって、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。このセミナーの開設の経緯と目的、平成１３年度の成果については Isotope News 2002年10月号に詳述した。

３．２００２年度セミナーの概要

（１）コース内容

主として文系の教職員を対象とし総合的学習の時間の授業実施に役立つような教育問題、エネルギー問題、環境問題、放射線・原子力の基礎知識的な視点での講演、放射線実習及び授業実施例の発表と討論を行った。

（２）開催場所及び人数

１）開催場所

①北海道地区　②東北地区　③北関東地区　④南関東地区　⑤静岡・山梨地区　⑥愛知・岐阜・三重地区　⑦富山・石川・福岡地区　⑧大阪地区　⑨中国・四国地区　⑩九州地区

２）目標とした人数

上記各地区セミナーは１回５０名程度（ただし④は１５０名程度）

４．実施状況

《1》大阪地区　　世話人代表　朝野武美（大阪府立大学）

「エネルギー・環境・放射線セミナー　―総合的な学習の時間に役立てるために―」

平成１４年８月６日(火)、７日(水)　　大阪府教育会館(たかつガーデン)

セミナーの概要

８月６日（火）

10:05-10:30	基調講演	「総合学習におけるエネルギー問題」	鶴田隆雄（近畿大学）
10:30-11:10	解説演示	「見えない光とその仲間たち」	泉　佳信（大阪大学）
11:10-11:30	解　説	「私たちの身近にも放射線が？」	稲垣昌代（近畿大学）
11:30-12:20	演　示	「放射線を減らすには」	宇根崎博信（京都大学）
13:20-14:10	工作実験	「放射線を見る！？」	池田恵美（大阪産業大学）
14:10-14:50	解　説	「安全と危険の間」	小田啓二（神戸商船大学）
14:50-15:30	解　説	「役に立っている放射線」	古田雅一（大阪府立大学）
15:30-16:30	休憩見学	「みんなの暮らしと放射線展」	〔近鉄百貨店〕
16:30-17:20	解　説	「エネルギー、経済、環境－３Ｅのトリレンマー」	渥美寿雄（近畿大学）
17:20-18:00	総合討論		
18:00-19:55	夕食交流会		

８月７日（水）

11:00-12:30	見　学	「兵庫県立粒子線医療センター」	（兵庫県揖保郡新宮町）
13:30-15:30	解説見学	「大型放射光施設」	多田順一郎（Spring-8・兵庫県三日月町）

実施状況

（１）大阪地区セミナー実行委員会（放射線教育フォーラム会員 12 名）の企画協力及びかんさいアトムサイエンス倶楽部有志の技術協力を得て開催した。

（２）大阪府教育委員会、大阪市教育委員会ほか１０組織の協力を得て、参加者の募集を進めた。

（３）受講者は５２名で、中学校教員が２１名、高等学校教員が２１名、養護学校教員が１名、小学校教員が６名、教育委員会や教育センターの職員（元教員）が４名であった。上記５２名の他の一般教育関係者の受講は６名であった。参加者の専門は文系が３５％、理系が５０％、教頭・校長・教育委員会職員が１５％であった。

（４）１日目は解説、実験、放射線展見学、総合討論等で構成した。

解説では、総合学習の中での原子力・放射線教育、自然放射線、日常生活における放射線利用、安全とリスク、エネルギー問題を取り上げ、文系の教員にも理解できるように、用語の使用にも配慮して述べた。

実験については、最初の解説演示で、分光シートを使った簡単な工作で光が７色に分解できることを確認し、赤外線、紫外線、Ｘ線へと話題を展開した。

第２の演示で、集塵機で集めた空気中のダストの放射能の減衰、グローランプのフィラメントからの放射線源を用いたβ線の遮へいについて調べた。

第３の工作実験では「簡易型霧箱」の作成を行い、トリウム系の自然放射線源を付着させたランタンの芯の細片を用いて、アルファー線の通った跡を観察した。

７時間にわたるセミナーであったが、ほとんどの参加者は疲れを見せず最後まで関心をもって受講できたことがアンケート結果に現れている。実習を織りまぜたセミナーは、今年も非常に好評であった。

放射線展の見学会については、参加者全員が近くの近鉄百貨店会場へ移動し、大阪府立大学先端科学研究所等主催による同展を見学した（備考：同会場では、当日、同展主催の松浦辰男先生を囲んでのミニセミナーが開催され、「原爆被ばく者の苦しみの集積から判明したある重要な学問的事実」と題した一般見学者に対する講演があったが、この話題はセミナーの２日目の見学会で大阪から播磨学園都市への往きのバス中でも受講者に語られた）。放射線展については、昨年と同様、セミナー参加者の良い評価がアンケート結果に出ている。

２日目は播磨学園都市の Spring-8 への見学会を開催した。

兵庫県立粒子線医療センター の見学会では、プロトン荷電粒子によるがん治療装置や病院内を見せてもらった。

大型放射光施設ＳＰｒｉｎｇ８でも、放射光施設の６２箇所の実験孔の内、原子配列・構造の解析とイメージング法による観察が行われている２箇所のビームラインを見学した。解説して頂いた若手技術者の熱心な態度は、教員の参加者に感銘を与えた。

今回の見学会は、放射線利用の素晴らしさを、学校教員に確実にアピールすることができ、非常に有意義なものとなった。また大阪から播磨学園都市へのチャーターバスの中でも意見交換ができた。

総合討論と意見交換会　（総合討論会・意見交換で出た意見）

１．ウラン資源以外の原子力エネルギーの利用と利用可能な期間について知りたい。
２．原子力発電にともなう廃棄物問題をどのようにして解決するか。
３．ＪＣＯは何故起こったか。
４．原発での随時/非常勤労働者の放射線被ばくの管理は問題がないか。
５．原発の危険性に関する正しい教育が大切である。
６．原子力を正面から教育しなければならない。
７．原子力の負の部分も教えなければならない。
８．判断基準を持たせる放射線教育が必要である。
９．霧箱の作成などの体験学習は有意義であった。
１０．原発の廃棄物問題をセミナーの課題に取り上げて欲しい。
１１．総合的な学習の時間に取り組みたい。
１２．今日の生徒が、成人したとき、社会で活躍できるか不安である。理科的なセンスを生徒に持たせたい。

《2》北海道地区　　世話人代表　石黒亮二（北海道大学名誉教授）

「エネルギー・環境問題セミナー」
平成１４年８月６日(火)～８月７日(水)　　ポールスター札幌（札幌市中央区）
セミナー概要
８月６日（火）
講演１　10:00～11:30　　「エネルギー・環境問題とその教育」　有馬朗人（参議院議員、元文部大臣）
実験１　12:30-15:00　　「地球の生い立ちと資源・エネルギー」　　佐藤正知（北海道大学教授）
パネル討論と意見交換　15:00-17:00　　「エネルギー・環境問題に関する学校教育のあり方」
司会兼話題提供　「総括的立場から」　　飯利雄一（元信州大学教授）
「教育現場の経験を通して」　　藤田郁男（元札幌丘珠高校長）
「人文地理学の立場から」　　橋本雄一（北海道大学助教授）
「行政の立場から」　　江田　稔（前文部科学省主任視学官）
８月７日（水）
講演２　10:00-11;30　　「21 世紀の暮らしと教育」　　山寺秀雄（名古屋大学名誉教授）
実験２　12:30-15:00　　「自然放射線を測る」　　住吉 孝（北海道大学助教授）

実施状況

（１）「北海道地区エネルギー・環境問題セミナー」は北海道教育委員会、札幌市教育委員会の後援を得て上記の日程で共催した。募集定員約５０名を予定したが応募者が大幅に超過したため７１名を採択し、その内６９名が出席した。
（２）有馬講師は、教育問題全般にわたり分かりやすい例や統計を用いて説明され、日本人の平均的基

礎学力は高いにもかかわらず、指導者として活躍できるようなとくに抜きん出た人材の不足していることに触れ、過度の平等主義教育の弊害についてのべた。教育問題に熱が入り、予定していたエネルギー・環境問題にはほとんど触れなかったが、受講者には大変好評であった。

（3）佐藤講師は、地球が誕生して以来の環境の変化が生み出した各種の資源の発生メカニズムをデモ実験で示し、有限である資源の入手が時代や国際関係によってどのように変化してきたか、また今後どのように成って行くのかを予想し、問題点を指摘した。

（4）パネル討論で、話題提供者の藤田講師は、子供たちに資源・エネルギーの枯渇の問題を教えることの大切さ、代替エネルギーが容易にそれを補うには十分でないことを説き、省エネの大切さを教えるべきだと述べた。橋本講師は、高校での地理教育では部分地域の個性の集合体的な教育をしているが、大学で行っているように要素ごとに系統的な知識の上に空間的な概念を生成するという方向に向かうべきで、このような方法でエネルギー・環境問題についても取り上げやすくなると述べた。江田講師は、エネルギー・環境問題は総合的な学習の時間に向いたテーマであり、このことの学習によって、問題解決能力、数理能力、情報処理能力などを身につけるのに効果が期待できるとのべた。飯利講師は、市民に科学的リテラシーの向上をはかることの必要性をのべた。

その後、フロアーから教育現場での具体的問題点が、つぎつぎと披露されて論議が行われた。

（5）２日目の講演で、山寺講師は大量のエネルギー消費の上に生存していた恐竜が環境の変化に対応できずに絶滅したこと、江戸時代に起こった何度かの凶作が日本人に与えた悲惨な飢饉などの過去に学び、現在のエネルギー多消費の危険を訴えた。２１世紀の人類は、「もの」より「こころ」を大切にし、自然と融和した社会を作るべきだとし、受講者の共感を呼んだ。

（6）住吉講師は、放射線発見の歴史、GM管による測定を併用しながらの基礎的な解説などで受講者の興味をひきつけた後、各自に簡易型の霧箱の組み立てを行ってもらい、放射線を身近に感じてもらうことに成功していた。受講者からは好評であった。

本年度は、昨年度の経験を踏まえてプログラムを立案し、また講師の方々もこのセミナーの様子を知っておられる方が多くなったことなどで適切な内容であった。受講者もみな熱心で、アンケートの結果も概して好評を得ている。これからもこのセミナーを続けてほしいとの要望も多数見受けられた。主な意見、要望は、

（1） 全般的に、とても有益なセミナーで、参加してよかったとの感想が多く見られた。

（2） 有馬先生の講演は、演題とは多少違っていたが、大変共感できる内容で迫力もあり、感銘をうけたといった感想が多かった。

（3） パネル討論では、パネラーに現役の先生をお願いし実経験に基づいた話題提供をしていただき、全員で討論できるように計画をしてほしいとの意見が見られた。

（4） 泊原発などの見学会あわせて計画してほしいとの要望も幾つかみられた。

（5） 実験では、演示よりは参加者が自身で実施できるようなテーマが好ましいとの意見も幾つか見られた。

《3》九州地区　　世話人代表　高島良正（九州大学名誉教授・九州環境管理協会理事長）

「エネルギー･環境問題セミナー」

平成１４年８月７日(水)、８日(木)　　シーホークホテル&リゾート（福岡市中央区）

セミナーの概要

８月７日（水）

講演１　13:00-14:15　「環境の視点から 21 世紀の暮らしを考える」松岡信明　（九州環境管理協会）

講演２　14:15-15:15　「知っておきたい、放射線のＡ・Ｂ・Ｃ」　大塚徳勝　（元九州東海大学教授）

放射線実験　15:351-7:10　（放射線の性質、自然放射線測定）
夕食交流会　18:00-20:00
８月８日（水）
講演３　9:10-10:10　「放射性廃棄物の処分について考える」　古屋廣高　（九州大学名誉教授）
講演４　10:10-11:10　「放射線の生物作用と医学利用」　加藤和明　（茨城県立医療大学）
総合討論と総括　11:10-12:00　高島良正　（前掲）

実施状況

（１）　受講者は４１名で、文系１７名、理系２１名、小・養護学校３名　また　高校１５名、中学２３名、小学校２名、養護学校１名であった。

（２）各講師の要旨

○　松岡氏は今や環境問題は地域に限定されたものでなく、地球規模の問題となっている。エネルギーの多使用からくる地球温暖化問題や大量生産、大量消費からくるゴミ問題やそれに伴う環境ホルモン問題など深刻な問題に直面している。豊かな生活を維持しつつ地球規模の環境問題を防ぐにはどうしたらよいかについての所見を述べた。

○　大塚氏は身の回りには放射線が存在し、また人工放射性物質もいろいろなところで有用なものとして使われている。一般に怖いと思われている放射線を人々の生活のために利用するため、いかに仲良く付き合うかの所見を述べた。

○　古屋氏は日本では電力供給の１／３が原子力でまかなわれているが、それから生じる廃棄物が問題と反対する人が多い。原子力を利用している世界各国や日本ではどのような方策がとられているかについて解説した

○　加藤氏はX線を含めて、放射線や放射性物質が最も良く利用されているのは医学・生物学分野である。その分野でどのように利用されて、人の命を救ってきたかについて述べるが、一方で放射線のリスクの問題について解説した。

○　実験は次の４項目について行った。

A）G. M. サーベーメータによる昆布などの食品や、温泉沈殿物、放射性鉱物（モナズ石，カツレン石）など環境中の放射線を出す物質の測定

B）「はかるくん」による放射線の透過力など特性をみる実験

C）霧箱を用いる放射線の飛跡の観察実験

D）火力発電と原子力発電の原理を示す装置を用いる机上実験なお実験を見て原理が良く分からない人のために大きな図を示して説明することを同じ会場で行った。

（３）交流会には４１名中３８名の受講生と講師全員が出席し、初めの１時間は夕食としその後１時間２０分にわたって放射線・原子力に関する自由な質問・討議や各中学・高校での教育上の問題について話題を出し合った。

（４）総合討論では各講師が講演時間内に十分言いつくせなかったことの説明や、受講者から出た質問の中で特に重要なことについてより詳細な回答を行った。

（５）総合討論終了後、主催者から受講者に終了証が渡され閉講の挨拶がなされた。

（６）閉講後午後１時から午後４時までバスで九州エネルギー館及び（財）九州環境管理協会に移動し、担当者の説明を受け環境・エネルギー関連施設を視察した。参加者は４１名中３３名であった。

講演や実験について感想や希望

○　２～３人の人がやや講義が難しかったと答えているが殆どの人は、判りやすい講義で有意義であったと答えている。

○　一般的に放射線の生物作用や医学利用について、もっと聞きたかったという意見があった。

○　実験ついては霧箱で飛跡を見る実験が面白かったと言う意見が多かった。また実験項目を増やして欲しい（例えば年代測定）という意見もあった。

○　全員が放射線や放射能については、理解が深まり学校での教育に役立つと答えている。

《4》静岡・山梨地区　　世話人代表　長谷川圀彦（静岡大学名誉教授）

「エネルギー・環境と新しい学校教育」
平成１４年８月９日(金)　　浜松名鉄ホテル「３階松の間」（浜松市板屋町）
セミナーの概要
８月９日（金）
講演１　09:40-12:00　「日本の初等中等教育・エネルギー教育」　有馬朗人(元文部大臣)
講演２　09:40-12:00　「２１世紀の環境問題」　高木伸司(神奈川大学教授)
実　習　13:00-14:00　「霧箱の作製と空気中の自然放射能の観察」　指導　吉岡濶江(静岡大学助教授)
矢永誠人(静岡大学助教授)
パネル討論会　14:15-16:30　司会　広井禎（前筑波大学附属高校副校長）
「総合的な学習の時間に関する話題」パネリスト　山下宏文(京都教育大学教授)
佐々木和枝(お茶の水女子大学附属中学校副校長)
山本仁(浜松市教育委員会指導主事)
清水義允(浜松市環境部長)

実施状況
（１）静岡県教育委員会、浜松市教育委員会の後援により開催した。
受講者数:　定員５０、応募者数６４名、参加者数６１名、
地域別　:　静岡県内５８名(浜松市３４名、静岡市７名、清水市２名、他１５名)、
山梨県内４名、他地区（長野県、茨城県）２名
学校別　:　小学校２０名(31%)、中学校１４名(22%)、高等学校２６名(41%)、
その他大学・専門学校４名(6%)
担当教科別:　文系(国語、英語、社会など)１７名(27%)、理系(理科、物理、化学、工業、農業など)
２５名(39%)、その他（体育、音楽、家庭、養護など)２２名(34%)
年齢別　:２０歳代２名(3%)、３０歳代１３名(20%)、４０歳代２２名(35%)、５０歳以上２７名(42%)
性　別　:　男性４６名(72%)、女性１８名(28%)
（２）長谷川圀彦氏の「開講の挨拶」の挨拶のあと、有馬朗人氏の講演「日本の初等中等教育、エネルギー教育」では、時間の関係で初等・中等教育について話された。先ず始めに、教育の目指すものについて述べられ、学力に関する国際比較のデータなどを示して日本の初等・中等教育における学力について低下が見られ始めている。この原因の一つには、大学の責任がある。また、生徒には、体力と倫理観を持たせる心の教育をすべきであると主張された。生きる力の養成、国際的な指導者の養成、独創的個性を育てるなどについて説明があった。大学では少子化と進学率の増大が学力低下の原因となっているので、大学数・学生定員を減らすことが、また新学習指導要領の目指すものと、５日制導入について述べられ、初・中教育では、ゆとり教育を利用しての学力上昇への適切な努力が必要であるとの見解が述べられた。その後、熱心に質疑応答がなされた。
次の高木伸司氏による講演では、環境問題の歴史的な始まりから、環境問題と人間との関わり、環境と社会・行政との関わりについて平易に解説された。これらをベースに、２１世紀における環境の諸問題について述べられた。総合的な学習の時間の中にエネルギー・環境問題のよい教材を提供することができ、質疑応答がなされた。
（３）実習では、指導者の説明を受けた後、受講者全員が個々に霧箱を製作し、空気中から集めたダストからの放射線の飛跡を観察したその後、この実習についての解説もあり、さらに理解を深めた。
（４）パネル討論会の主題は、総合的な学習の時間に関する話題であった。４人のパネリストがそれぞ

れ説明を行った。佐々木和枝氏は「総合的学習の時間の実施例・トピックス」について、取り組みの現状、エネルギーと環境をテーマとした学習課題について示した。次に実施例として、「電気と私たちの生活」、「放射線と私たちの生活」について述べた。山下宏文氏は「総合的学習としてのエネルギー環境教育」について、エネルギー教育のとらえ方、環境教育のとしての資源・エネルギー教育の必要性、さらに資源・エネルギー教育のカリキュラムの例について述べられた。山本仁氏は「総合的な学習の時間に仕上げていくために」について種々実例を示しながら、解説した。最後に清水義允氏から浜松市環境部の環境問題に対する取り組みについて説明があり、質疑応答などが行われた。

個々の意見･感想（講演、実習及びパネルと討論会）

○ 学校５日制、ゆとり、生きる力の本質がわかった。

○ 実習で初めて放射線を見ることができとても感動した。専門用語があり、わかりにくいこともあった。

○ 環境問題については駆け足過ぎて今までの経過説明に終わって残念。要は、原子力利用が環境問題を解決する切り札という主旨を言いたかったと考えた。ただ原子力利用については、感覚的なアレルギーを私自身は持っている。原子力利用のリスクも正直に公開しないと一般の理解が受けら得ないのではないか。

《5》愛知・岐阜・三重地区　　世話人代表　山寺秀雄（名古屋大学名誉教授）

「２１世紀の環境・エネルギー問題と教育」

平成１４年８月２７日(火)、２８日(水)　犬山国際観光センター「フロイデ」（愛知県犬山市）

セミナーの概要

８月２７日(火)

講　演１　09:10-12:20　「日本のエネルギー事情と地球環境問題」　犬飼英吉(名古屋工業大学顧問)

講　演２　09:10-12:20「環境にやさしい自動車の開発」　山崎勝久(トヨタ自動車株式会社主担当員)

質　疑　14:00-14:30　「講演１，２の質疑応答及び討論」　司会　佐久間洋一（核融合科学研究所）

実　験　14:40-17:40　「身の回りの放射線を見よう、測ろう」

講義及び実験指導　森千鶴夫（愛知工業大学客員教授）

１）自然放射線の話(講義)、２）霧箱の作製と放射線の観察、３）「はかるくん」による放射線の測定

交流会　18:00-20:30　冒頭の発言者：村石幸正、長屋頼子、井上登（以上、28 日のパネル討論講師）

犬飼英吉（本日の講師)、飯利雄一(元信州大学教授)

８月２８日(水)

パネル討論会　09:30-11:30

「工ネルギー・環境問題に関する学校教育」

司会兼話題提供　村石幸正（東京大学教育学部附属中等教育学校）

「環境・エネルギー問題についての地歴・公民科の取り組み」

話題提供　長屋頼子(金城学院高等学校)

「環境に関わる総合的な学習から」　話題提供　井上登(犬山市立犬山中学校長)

実施状況

（１）本セミナーは、犬山市教育委員会及び小中学校長会の積極的な協力を得て犬山市において開催した。また県・市町村の教育委員会、教育振興事務所学校教育課、高校の理科教育研究会、同物化部会、小中学校理科研究会の協力を得た。中日新聞社会部の協力を得た。

（２）受講申込者は６０名(うち１名取り消し)、受講者は５９名であった。(当日欠席者２名、当日出席希望者２名)、内訳は管理職８名、文系２３名、理系２８名、また高校４３名、中学１５名、小

学校１名。聴講生は大学１名と申し込みに遅れた者４名、正式受講者資格のない者３名計８名。

（3）犬飼講師は「快適な暮らしと引き替えに、世界、日本は、膨大なエネルギーを消費し、温暖化、酸性雨などの環境問題を起こしている。酸性雨は、排煙脱硫・脱硝装置等で対応できるが、温暖化対策は難しい。温暖化対策として、新エネルギーは間欠的、希薄であり、量に限界がある。省エネは必要不可欠、意識改革が第一歩、誰でも身近でできる。日本のエネルギー安全保障及び温暖化、酸性雨対策として原子力は無視できない」と述べられた。

（4）山崎講師は、自動車が関係する環境問題全般について述べた後、ガソリン・ディーゼル・ハイブリッド・燃料電池の各環境対策技術について論じ、それらの長短を比較された。排ガス中の二酸化炭素削減を重視するヨーロッパではディーゼル車が好まれ、窒素酸化物による汚染を問題視する日米ではガソリン車が好まれる。また質問に答えてハイブリッド車や燃料電池車は割高になるので、今後は環境問題だけでなく乗り心地のよさもアピールしてハイブリッド車の普及につとめたいと述べられた。

（5）午後の質疑は犬飼講師の講演に対して行われた。世界各国のエネルギー政策の現状に関する質問に対して、「無資源国日本は、リスク分散のエネルギー多様化政策が必要、省エネ技術はコストダウンのキーテクノロジーであり、日本が永年にわたって培ってきた知的財産である」と答えられた。チェルノブイル事故に関しては、事故後１０年、WHOをはじめ四つの国際中立機関による総括会議での報告を紹介された。「もんじゅ」はナトリウムを使用するので危険であり、やめるべきだとの意見に対して、犬飼講師は「人類のために平和国家日本こそが世界に貢献できる技術であり、ぜひ成功させたい」と答えられた。

（6）森講師担当の実験は、実験への導入として「自然放射線の話」で、人体を含むあらゆる場所に放射性物質が、したがって放射線が存在していることを、写真などを多く交えて説明された。実験では、放射線利用振興協会提供の霧箱を１人１個ずつ組み立て、アルファ線の飛跡を観察した。次に放射線利用振興協会貸与の「はかるくん」で各種の試料やいろいろな場所の放射線を測定した。アンケートによればほとんど全員が実験は興味深かったと感じたようである。

（7）交流会では、翌日のパネル討論の３講師、犬飼講師、及び放射線教育フォーラム飯利副会長の短い話の後、自由な話し合いを行った。

（8）パネル討論では、村石講師は総合的な学習についての学習指導要領は小・中・高の間でほとんど変わりがないこと、小学校の先生の総合的な学習は的を得ているが、一方、中学・高校の先生の場合には専門とする教科によって、同じ環境を扱っても切り口によって多様性があること、同じ環境問題を扱った場合、学習の成果は見た目には高学年の方がよいが、総合的な学習に取り組むことの教育効果は低学年の方が大きいこと、などを指摘された。長屋講師、井上講師からはそれぞれの学校における実践が紹介された。長屋講師からは、調べ学習は６名前後のグループで実施、休暇や授業後を利用してフィールドワーク、大学教員による出前授業、他教科教員のアドバイスや手助け、プレゼンテーションは公開などの説明があった。井上講師からは、総合的な学習（犬中に因んで「研哀タイム」と称する）のねらいとして、自分自身で課題を見つけ、自ら学び、考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決しようとする力や態度を育てるなどが紹介された。討論では、総合的な学習と大学入試との矛盾が指摘され、これに対し長屋講師から、他大学を受験する者に対しては、資料やプリントによる独学と質問という補習授業的な対応をしているとの答えがあった。総合的な学習の成果を発表した後の学び（成果を記録にして残す）、同学年、他学年の間の交流、上下の学校間の交流、発表の際の外部の先生による評価、外部講師を呼ぶための予算措置などについて討論があった。

（9）アンケート調査によれば、講演、実験、交流会、パネル討論のすべてについて、高い満足度が得られたようである。　以下はアンケートから抜粋である。

＊　企業が人間生活の便利さを追求しつつ環境保全のために努力しているということを他の企業の方の話も聞きたい。

＊　専門的知識が多いため理解が難しかったが、自分が今何をすることができるだろうかと考えさせられる二日間であった。
＊　現実としてはやはり原子力しかないか。総論としては賛成である。
＊　霧箱作製して放射線を自分の目でみることができたのはおもしろかったが、なぜそういう現象が起こるのかという科学的な説明はやや難しかった。
＊　パネル討論の１人当たりの時間を増やしてほしい。
＊　小・中・高校の連携は難しいが、もっと交流があるといいとおもう。
＊（交流会について）直接いろいろな先生方とお話できたことがよかった。

《6》東北地区　　代表世話人　荒谷美智（(財）環境科学技術研究所特別研究員）

「環境/エネルギー/放射線セミナー」
　　ー環境・エネルギー問題をテーマに総合的な学習の課題と方向を探るー
平成１４年１０月１９日(土)　　ぱるるプラザ青森（青森市）
セミナー概要
セッション１　放射線　10:05-11:05　「生物に対する放射線の影響」阿部由直（弘前大学医学部教授）
セッション２　加速器　11:05-12:05　「放射線を創る」　加藤和明（茨城県立医療大学･大学院教授）
セッション３　パネル討論「総合的な学習の時間」　13:00-15:00
　はじめに：「総合的な学習の時間のねらい」　　飯利雄一（元信州大学教授）
　「総合的な学習の時間における環境とエネルギー」　　江田　稔（前文部科学省主任視学官）
　現場からの発言　　竹浪誠也（五所川原市教育委員会指導課　主任指導主事）
　　佐伯邦子（秋田経法大学付属高等学校部長　教諭）
　　久保　孝（青森県立青森高等高校　教諭）
　　坂本謙二（青森県立大幡高等学校　教諭）
セッション４　自然放射線　15:10-16:35
　講義「環境中の自然放射線について」小村和久（金沢大学理学部教授/低レベル放射能研究施設長）
　実習　「α・β・γ線測定、霧箱」　　小村和久(前掲)
　　濱田栄作（(財）環境科学技術研究所研究員）
　　坂内忠明（放射線医学総合研究所主任研究官）
セッション５　総合討論　16:35-16:55

実施状況
(1) 地元からの講師を含む「総合的な学習の時間」に関するパネルが、それぞれの学校、教科、立場を反映した内容で、充実したものになった。
(2) 参加者は５０名が目標であったが、午前だけ、あるいは午後だけ参加した人々を含めて３３名であった。
(3) 講演の内容
○　阿部氏は生物に対する放射線の作用、どの程度の放射線で影響がでるのか放射線障害の発生例について述べた。
○　加藤氏は人工的に創り出せる放射線は多彩である。どんな種類があるか、どのように創り出すのか、役立っているのかを紹介した。
○　飯利氏は総合的な学習のねらいについて序論的に述べ、かつ、講演者として現場からの発言者として討論を盛り上げた。
○　江田氏は「総合的な学習の時間」における環境とエネルギーの取り扱い・位置づけについて基本

的な考え方を述べた。

○　竹浪氏は小･中学校における環境教育のありかたと「総合的な学習の時間」の実践例について述べた。

○　佐伯氏は高校では大学受験の影響が大きい。「総合的な学習の時間」については「総合的な学習」の内容をまとめる力量のある専任教員を講習・再教育等で育成･配置すべきであると述べた。

○　久保氏は環境教育を実践していく上での障害（問題点）、例えば大学受験との関連について述べた。

○　坂本氏は別々の教科でエネルギー・環境を教えても駄目で総合学習（クロスカリキュラム）が必要であると述べた。

○　小村氏は自然環境の中にも放射線がたくさんある。それらの起源と強さ・量について述べ、測定の指導を行った。

○　濱田氏は「α・β・γ線の測定」を指導し、坂内氏は「霧箱」の演示を分担した。両氏の努力により、実習が短時間ながら成功した。

○　総合討論で、フロアの小学校教師から講師に対して「どうして科学者になったのか」という質問が出され、加藤和明講師、小村和久講師が回答にたち、幼少の頃の体験を語り、また長谷川圀彦フォーラム理事が、静岡大学時代に遭遇した、太平洋におけるアメリカの水素爆弾実験で静岡県焼津の漁船が安全海域で操業していたにもかかわらず漁師が被爆した件（ビキニのまぐろ事件）について思い出を語るなど、全体として印象深い会合になった。

《7》中国･四国地区　　世話人代表　砂屋敷　忠（放射線影響研究所顧問）

「総合的な学習の時間への具体的提案　－放射線・エネルギー・環境問題について－」

平成１４年１１月１５日（金）、１６日（土）　　広島国際会議場（広島市）

セミナーの概要

１１月１５日（金）

基調講演　14:00-14:25　「私たちの生活と放射線とのかかわり」久保寺昭子（東京理科大学名誉教授）

講　　演　14:35-15:25　「児童・生徒への原子力に関する意識と判断力の形成」
跡部紘三（鳴門教育大学学校教育学部自然系（理科）教授）

実　　習　16:00-17:00　「生活環境の放射線を観察しよう－自然放射線の検知－」
実験指導　放射線利用振興協会ほか

総合討論　18:00-20:00　「総合的な学習の時間をどうするかを中心に参加者と共に考える」
司会･講演　池田秀雄（広島大学大学院教育学研究科教授）
話題提供　松浦辰男（立教大学名誉教授、放射線教育フォーラム事務局長）
助言･話題提供　飯利雄一（元信州大学大学院教育学研究科教授、元文部省視学官）

１１月１６日（土）

講　　演　9:30-10:20　「総合的な学習の時間　実施事例報告」
山下雅文（広島大学附属福山中・高等学校教諭）

特別講演　「総合的な学習の時間における環境エネルギー教育」　江田　稔（前文部科学省主任視学官）

見学１　12:10-13:30　　希望者のみ　国立広島原爆死没者追悼平和記念館、原爆資料館（平和公園内）

見学２　13:30-15:00　　希望者のみ　放射線影響研究所（比治山公園内）

実施状況

（１）　参加者数；　中国・四国地域の小・中学校・高等学校の教員及び教育関係者４８名。

学校別；　小学校２名、中学校８名、高校３０名、盲学校１名、教育委員会１名、学芸員６名

科目別；　文系１３名、理系２２名、保健体育・家庭４名、管理職２名、教育委員会１名、

学芸員６名、

県　別；　鳥取県１名、島根県２名、岡山県２名、広島県２３名、山口県５名、愛媛県１２名、高知県３名、香川県･徳島県０名。

（２）　講演の内容；

○　久保寺氏は人と放射線の関わりについて、日常生活の視点で概説し、身近ないろいろな例を示すことで、人間の体とそのしくみと放射線との関係の理解を深められるとした。

○　跡部氏は原子力・放射線について児童･生徒がどのようにとらえているか調査し報告した。それらから判断力の形成について述べた。このことを通して、授業へのヒントが得られるとした。

○　山下氏はエネルギー消費増大と共に深刻化している環境汚染、なかでも酸性雨の影響は山林等の樹木に見える形で現れている。具体的かつ科学的にこの問題にとり組んだ授業実績を報告した。

○　江田氏は今日の地球環境をみるとエネルギー消費が高まり、環境への影響ー地球温暖化が心配されている。人間活動のグローバル化と共に更に深刻化すると考えられている。現状と将来を展望し、学校教育での取り組みの内容を提供した。

○　実習では、放振協の講師が生活環境には地球誕生以来の自然放射線や近年の人工放射線が存在するが、前者の制御不可能な自然放射線の存在を認識することは、後者の制御可能な放射線源を扱う際の重要な判断材料となると解説したのち、“はかるくん”や霧箱の実習を行い、自然環境の放射線を観察した。

○　総合討論では

＊　松浦氏は原爆に関する学校教育のあり方に関する考え方を話題提供し、原爆の被害実情を正確に学んで、「核廃絶」の考え方を含めた、正しい放射線・原子力教育の情報を広島･長崎から国際的に発信できることが望ましいと述べた。

＊　原田氏は中学校現場の立場から総合的な学習の時間で・放射線・原子力・エネルギーをどのように扱うかについて、資源エネルギー問題の中核となる「原子力発電」の授業実践から多くの資料と共に話題提供を行った。

＊　飯利氏は新教育課程と「エネルギー・環境教育から総合的な学習を考える」と題し、新しい教育課程の主な課題の中でエネルギー・環境教育として、今日的な教育として特に必要なこと、その目標を大局的な観点から意見を述べた。

軽食を兼ねたその後の自由討議は豊富な話題が提供されたが時間がやや不充分であった。

（３）　アンケートからの抜粋

＊　このセミナーは放射線とのかかわりをわかりやすく授業で説明するのに役立つ。

＊　総合的な学習とは何かがある程度理解できたので今後の授業に役立つ。

＊　環境教育や総合的な学習を行っている学校は多くあると思う、参加者がどのように行っているのか、簡単でよいので、現場の実際の学習を、互いに話し合える時間があるとよい。

＊　「原子爆弾」と「原子力発電・身近な放射線」等（プラス）面と（マイナス）面を対比しながら原子力との関わりを考えていきたい。

＊　放射線の日常の多分野での利用についてや、安全性の問題についての説明には一定の理解ができた。原発をめぐるいろいろな事故（事件）の問題で報告義務を怠ったり裏マニアルで作業したりと事実を聞くとこれらが氷山の一角と思えてならない。安全性を説くと同時に、それに関わる人の高い倫理観・人間性の育成に努めて欲しい。

＊　原子力発電所や、ごみ処理場の見学を取り入れて欲しい。

＊　原子力利用の有効性を示すデーター等を紹介し、原子力利用を訴えることも強調してよいのではないか。

＊　原子力推進の意見に終始したが反対の立場の考えも聞いて見たかった。

＊　文系教師対象と募集要項にあったので参加したが内容的には専門知識がある程度ないとついて

ゆけない内容であったと思う。そのあたりの工夫が欲しい。

＊　放射線を目で見るという実習は大変よかった。毎回入れて欲しい。

《8》富山・石川・福井地区　　世話人代表　森　厚文（金沢大学ｱｲｿﾄｰﾌﾟ総合ｾﾝﾀｰ教授）

「エネルギー・環境問題セミナー」

平成１４年１２月７日(土)、　　石川厚生年金会館（石川県金沢市）

セミナーの概要

１２月７日(土)

講　演１　09:40-10:55　「子どもにウケる科学手品」　後藤道夫（科学技術振興事業団）

講　演２　11:15-12:15　「身の回りを観てグローバルに考える環境教育」

田崎和江（金沢大学理学部教授）

実　習　13:25-14:25　「霧箱の実験,しゃへい実験など」　実験指導　中西　孝(金沢大学理学部教授)

森　厚文(金沢大学アイソトープ総合センター教授)

柴　和弘(金沢大学アイソトープ総合センター助教授)

講　演３　14:35-15:35　「原子・原子核・放射線に関する学習指導の工夫」

大野新一（理論放射線研究所所長）

講　演４　15:55-16:55　「JCO臨界事故とエネルギー教育」

住田健二（大阪科学技術センター大阪大学名誉教授）

閉会の挨拶　17:05-17:10　森　厚文（金沢大学アイソトープ総合センター教授）

実施状況

（１）平成１４年度原子力体験セミナー文系コースの第２回目として,金沢市で１日間コースを文部科学省,放射線利用振興協会の主催,放射線教育フォーラムの共催により開催した。受講者は３７名であった。

（２）開講式、オリエンテーションの後、講演１では後藤道夫講師が、「子どもにウケる科学手品」と題して、「モデルロケットの打ち上げ」、「ゴム風船のサッカーボール」、「液体窒素の実験」などの数多くの科学手品を実演した。身近な材料を使って工夫することにより生徒に科学に興味を抱かせるとともに創造性をはぐくむことができることを実感でき,理系だけでなく文系の教員にも好評であった。

講演２では田崎和江講師が「身の回りを観てグローバルに考える環境教育」と題して、講師のゼミ学生が地球環境汚染に取り込む真摯な姿勢とその研究成果について紹介した。いままで見向きもされなかったバイオマット（バクテリアの集合体）が,重金属や放射性物質を浄化し、微生物による環境修復が期待できることなどを紹介し、従来の学問分野にとらわれずに、身の回りを観察・総合化し、その中から環境をグローバルに考える大切さを示唆する講演であった。

昼食後に実習が行われた。我々の身の回りにどれくらいの放射線物質・放射線が存在するかということや放射線が物質によって遮へいされることなどを理解してもらうために,「身の回りの放射線と身近にある物質から出ている放射線の測定」、「霧箱と放電箱による放射線の観察」、「物質の介在と距離による放射線量率の減弱」、「模型による火力発電と原子力発電の共通点と相違点」について演示が行われた。

講演３では大野新一講師が「原子・原子核・放射線に関する学習指導の工夫」と題して、宇宙史から地球史、人類の文明史にいたるすべてが歴史的な産物であり、教科書に記載されているような断片的な知識ではなく、もっと根源的なことを理解して気持ちにゆとりをもって学習指導をする工夫をすることが大切であるという見解が述べられた。宇宙史から原子・原子核・放射線がどのように誕生したか、地球をつくった原子、自然放射性元素の存在、放射線と生命のかかわり、放射線作用の特徴と生命がどうして放射線に弱いか、などについてわかりやすく解説が行われた。

講演４では住田健二講師が「JCO 臨海事故とエネルギー教育」と題して, JCO 臨界事故の詳細について、それからその後の原発のトラブル、特に「東電原発トラブル隠し」は直接の被害発生はないが、ある意味ではもっと幅広く当面の日本全体のエネルギー需要をもゆるがす焦眉の問題となっていると問題提起をした。しかし、初等・中等教育におけるエネルギー問題は社会科の枠に押し込められ、科学・技術面の教育が欠けており、さまざまなエネルギー・環境問題を解決するためには社会科学だけでなく理科的な側面との総合的思考を育てる必要があるとの見解が述べられた。

《9》北関東地区　　代表世話人　田中隆一（前日本原子力研究所高崎研究所所長）

「エネルギー・環境問題セミナー」
―エネルギー・環境・放射線をテーマに総合的な学習の課題と方向を探る―
平成１４年１２月１４日(土)、１５日(日)　高崎ホワイトイン（群馬県高崎市）
セミナー概要
１２月１４日(土)
基調講演　13:05-14:30　「日本の初等中等教育・エネルギー教育」　有馬朗人（元文部大臣）
講演　１　14:45-15:45　「日本のエネルギー・環境問題と原子力発電」　大塚徳勝（熊本大学講師）
パネル討論　「エネルギー・環境問題と総合的な学習」　16:00-17:40
司会兼話題提供　飯利雄一（元文部省視学官、信州大学大学院研究科教授）
話題提供　江田　稔（前文部科学省主任視学官）
広井　禎（前筑波大学付属高校副校長）
高橋　滋（群馬県立高崎女子高等学校教諭：物理）
角田義行（群馬大学付属中学校教諭：社会科）
１２月１５日(日)
講演　２　9:00-10:00　「放射線で病気を見つけ、放射線でやさしく治す」
遠藤啓吾（群馬大学医学部教授）
講演　３　10:00-11:00　「放射線で環境と調和する技術を創る」
渡辺　宏（日本原子力研究所特別研究員）
実　験　11:15-12:30　「身近に“放射線を見る”体験」　実験指導及び講義（放射線利用振興協会）
見　学　14:00-15:30　「日本原子力研究所高崎研究所」

実施状況
（１）受講者は５０名で、高等３０名、中学２名、養護学校２名、小学１３名、元校長３名。
文体育系２８名、理系１７名、管理職３名。
（２）　１日目は国民のくらしのもとになるエネルギー及びそれと密接に関係する環境問題について、社会的観点も含めた理解を深めるとともに、これらとの関連において総合的な学習の課題と方向を探ることに重点をおいた。２日目はエネルギー問題と密接に関係する放射線をテーマとし、放射線の利用及び自然放射線について実習・見学を含めた理解に重点を置いた。
（３）１日目の基調講演「日本の学校教育とエネルギー・環境問題」では、有馬講師が世界的なエネルギーの消費と資源の現状をもとにエネルギー問題がわが国の将来について如何に重要であるかを中心にわかりやすく講義された。質疑応答ではマスメディアで話題となったわが国の小中学校における学力テストの実施結果について解説がなされた。
（４）講演１「日本のエネルギー・環境問題と原子力発電」では、大塚講師がエネルギー・環境問題を特に環境汚染や地球温暖化の視点でわかりやすく解説するとともに、わが国では重要なエネルギー源の選択肢である原子力発電の特徴と意義について、放射線についての理解との関連を重視して解

説された。

（5）パネル討論「エネルギー・環境問題と総合的な学習」では、総合的な学習の時間をテーマに、その基本的なあり方、エネルギー・環境問題の扱い方についての話題提供とともに、地元の中学校、高校の先生方による先導的な実践例の報告がなされ、これらをもとに、テーマ作りの方向性、情報源の所在、取組みの体制、創意工夫等についての討論がなされた。

（6）２日目の講演２「放射線で病気を見つけて、放射線でやさしく治す」では、遠藤講師が放射線発見以来、病気の診断や治療において放射線が如何に貢献して今日の高度医療が築かれるに到ったかを自らの診療経験の上に立ってわかりやすく解説され好評であった。講演３「放射線で環境と調和する技術を創る」では、渡辺講師が人工放射線が産業分野で欠かせない加工手段であり、産業利用の経済規模は今ではエネルギー利用に匹敵し、２１世紀においてその重要性はさらに高まる方向にあることが解説された。

（7）簡易実験「身近に“放射線を見る”体験」では、受講者各自が組み立てた簡易霧箱を用いて空気中を透過する放射線の飛跡を目視で観察する実習を行い、人が常時受けている弱い自然放射線についての理解を喚起した。

（8）最後に、放射線利用研究の世界的なセンターである日本原子力研究所高崎研究所に移動し、先端的な研究開発の現状や日常生活に密着した開発成果を見聞するとともに、ガンマ線、電子線、及びイオンビームの放射線照射利用研究施設を見学した。

アンケートからの主な意見

○　生徒に原子力、エネルギー、環境問題の知識を向上させるには、まず教師が知識を身につける必要があるので、特に文系の教師を中心にこのような研修会機会を与えられるのは非常に有意義である。

○　講演は全体として興味深く理解しやすかった。放射線の有効利用が良くわかった。授業でも自信を持って説明できるようになったと思う。教育現場で活用で活用できる場をつくる方向でカリキュラムを見直さなければならない。教科、学年別にこのようなセミナーを開催していただけるとありがたい。

○　放射線医療の話は大いに役立つと思う。内容によっては授業のなかで身近な物理としての話を生徒に提供していけると思う。

○　教師がもっと興味を持ち、生徒に十分時間をとって、教え、体験させる必要があると感じた。

○　エネルギー源のない日本にとって、一人一人がこの問題を的確に考える大切さをもっとアピールしなくてはならないと思う。

○　原子力については単に危険であるという印象を持っていたが、日本のエネルギーとして避けて通れないものであることがよく理解できた。自分の教科（地理歴史）のなかにどう組み込んでいけるか考えてみたい。

○　物理、化学の教員も意外とエネルギー問題の知識に欠けているのが現状である。今回のセミナーよりも少し専門的にした中学校、高等学校の理科教員を対象とするエネルギー・環境問題セミナーがあってよい。

○　環境･エネルギーをテーマにした授業を総合的学習の中に取り入れ、今回の受講内容を活かして、エネルギー問題を地球規模で児童に考えさせる活動を進めていきたい。小学校なので、資料、内容等をそのまま使えないので、発達段階に応じた工夫をしたい。

《１０》南関東地区　　代表世話人　中村真基（元都立医療技術短期大学教授）

「エネルギー・環境問題セミナー」

平成１５年3月１５日（土）、１６日（日）　　東京ＹＭＣＡ３階会議室

セミナーの目的：人類の永続的な繁栄の継続が可能か否かの問題に関わる地球規模での環境・エネルギー問題を意識し，解決に向って努力し得る人材を育成するために総合的に物事を見て判断する訓練の場として「総合的な学習の時間」をとらえ，それに役立つ情報を提供する。

セミナーのプログラム

３月１５日（土）

特別講演　10:00-12:00　「エネルギー事情と将来の課題」
有馬朗人(東京大学名誉教授、元文部大臣･科学技術庁長官)

実　　験　13:00-15:15　「身の回りの放射線を見よう、測ろう」
放射線の話：　中村真基（上掲）
実験指導：　放射線利用振興協会・ 菊池文誠（東海大学非常勤講師）

講　　演　15:30-16:30　「低レベル放射線の影響に関する最近の考え方」
金子正人(放射線影響協会常務理事)

３月１６日（日)

講演　１　10:00-11:00　「環境問題と学校教育」　山下宏文（京都教育大学教授）

講演　２　11:10-12:10　「２１世紀の暮らしと教育」　山寺秀雄(名古屋大学名誉教授)

シンポジウム「綜合的な学習」 13:00-16:30

第一部　基調講演　「エネルギー・環境を中心とした総合的な学習への視点」13:00-13:50
江田　稔（前文部科学省主任視学官）

第二部　事例報告　14:00-15:30

報告 １　「エネルギー・環境問題を学校でどのように取上げればよいか」
中澤延義(区立練馬東中学校教諭)

報告 ２　「エネルギー節約のために社会経済の変換を」 杉山正明(愛知県立美和高校教諭)

報告 ３　「独立・自由の学習を援助する〈情報大航海術〉の授業実践」
片岡則夫(神奈川県立青少年センター主査・元県立高校教諭)

第三部　討論会　「総合的な学習の実践例を中心とした討論」　15:10-16:30
司会　広井　禎（未来技術科学技術情報館館長・元筑波大学附属高校副校長）

発言者：斎藤典史（愛知県立高浜高校）・鹿野敬文（福岡県立修猶館高校）・中尾祐次（元長野県伊那北高校）・今北真奈美（兵庫県川西市教育委員会）・鹿野利春（石川県立金沢桜丘高校）・鶴岡森昭（北海道札幌清田高校）・黒杭清治（芝浦工業大学）

実施状況

（１）　各講師の講演内容

○　有馬講師は、はじめに教育問題について所信を述べられた。次に本題に入り、今日地球環境の悪化が心配されているが、それは人口の増加とそれに伴うエネルギーの大量消費に問題があると考えられる。現在までのエネルギー使用量やエネルギー源の供給状況を見、不足を補うためのいろいろな新しいエネルギー源の利点・問題点を考慮し、将来私達は何を目指さねばならないかを考え、学校教育における総合的なものの見方・考え方のあり方を提供した。何よりも省エネルギーにもっと力を入れるべきことを説いた。

○　実験　ここでは、身の回りに存在する放射線を体験する実験を行った。はじめに中村氏が放射線に関する基礎的な講義をおこなったのち、菊池氏ならびに放射線利用振興協会の指導により、受講者自身が製作した霧箱で観察し、また「はかるくん」で放射線を測定した。

○　金子講師の講演では、世間一般では、放射線はたとえ少量でも浴びれば危険だと思い込まれているが、低レベルの放射線の生物への影響に関する研究の進歩は著しいものがあり、細胞レベルの放射線傷害の機構などの新しい知識が蓄積されつつあること、現在私達はエネルギーや医学・農業･工

学での放射線利用を通してその恩恵に浴しているのだから、正しい放射線に関する知識を身につけておくことが大切であると説き、放射線との正しいつき合い方と、教育の場で広めるためのヒントを与えた。

○　２日目の講演１で山下氏は、環境問題の解決と、よりよい環境の創造のためには、環境と私達の「環境のあり方」が問われているという立場から、環境教育を再構築する必要がある、そして「環境の中で」「環境について」「環境のために」の三つの視点の統合に基づく環境教育のカリキュラム開発と実践のあり方について説いた。

○　講演２で山寺氏は、人類と自然との関わりを歴史的流れの中でとらえ、人間の生活が地球環境にどの様に影響を与えてきたかをたどり、その観点から２１世紀のくらしは「もの」から「こころ」の豊かさを求めるべきこと、教育においては「理科」と「文科」の両方についての基礎的教養が必要であることを力説した。

○　シンポジウム「総合的な学習」の第一部基調講演では、江田氏が行政の立場から、総合的な学習の時間のねらい、エネルギー・環境教育で身に付けるべき能力、教育の内容、学習方法、地域の特徴を生かしたエネルギー・環境教育、情報通信ネットワークの活用、について述べた。

シンポジウム「総合的な学習」の第二部事例報告で

○　中沢延義氏は、体験学習を通して身近な問題を解決した例を報告した。具体的には、最近多用されているビルの窓ガラスが環境・エネルギー問題とどのように係わるかを生徒の問題設定で始まり、ガラスを通しての熱の流出および流入など、ガラス多用のビルをビーカーに置き換えて実験を試み、一方現場に足を運んでビルの管理人から話を聞き、自分達の得た知識の確認を行うなどの実践例とその過程での指導を報告した。

○　杉山正明氏は、エネルギー使用の現状から、新エネルギーを創造する時間・コストよりも、エネルギー使用を節約する方が有利で、いかに節約するかの考察を述べ、その例として交通手段に自動車利用より鉄道の活用等を種々のデータを用いて説明され、教育の中で発想の転換をいかに實現するかの計画を話した。

○　片岡則夫氏は、いかに生徒に自学・自習を体得させるかについて、「情報大航海術」と名づけた実践例を紹介した。学習教育の各段階を、航海の目的地の設定、出発の準備、大海に乗り出してからの航海術などに置き換え、それに必要な情報の収集法を親しみあるイラストを多用し、豊富な実例を述べた。

第三部の実施例を中心とした討論で、

○　斉藤典文氏は、「食から環境問題を考える」との観点で、農薬・発色剤・防カビ剤・水質調査などのテーマを複数の教員が担当し、生徒が選んだテーマのグループごとに指導を受ける形態が報告された。

○　鹿野敬文氏は、部活のディベートを通しての教育効果で重要な点、注意点を述べた。すなわち、現状ではディベートで相手を論破することのみが着目され、終了後に後味の悪さだけを残し教育的でない。大切なのは終了後に今一度話し合い、相手の意見を吟味して、正しいものを評価することがよりよい結論に到達する道であると指摘した。

○　中尾祐次氏からは、生徒から意見を引き出させる手法について報告があった。先ず与えられた問題に何でも良いから匿名で意見を書かせる。それを皆で読みあい、それについての意見を書かせる。これを繰り返す中で次第に意見が明確な形に整えられていく。問題を時事問題などから選ぶ等述べた。また、放射線計測実験の例についても、レポートの書き方についての工夫を紹介した。

○　今北真奈美氏は、放射線教育を総合的な学習に取入れた授業の提案と指導上の留意点を述べ、教育委員会の指導主事の立場からこれを成功させるための現場で使用できる予算措置、環境整備を要望した。

○　鹿野利春氏は、小さな事で良いから体験させることの重要性を強調した。その例を理科で、アルミ缶電池や活性炭電池を作成して電流を体験させ、これをエネルギー概念につないでいく実践例を示し

た。

○　鶴岡森昭氏は、放射線指導の一事例として、放射線に関する授業(講義と実験)の前後に生徒に行ったアンケート調査の結果を紹介した。エネルギー問題を考える上で放射線は避けて通る訳にはいかないにもかかわらず、先生方はこれを避ける傾向がある点を指摘した。

○　座長からの指名で黒杭清治氏は、大学(工学部)で電子媒体（ｅ－メール）を利用したグループ討論の実例を紹介し、どの段階で教師がどのように指導すべきかの要点を述べた。

（2）　参加者

3月１５日の参加者４８名。ほかに放射線教育フォーラム関係者とオブザーバーとしての参加者など約15名。学校教職員参加者の内訳：高校21名，中学15名，小学校4名。参加地域別では南関東地区からの参加者41名，専門別では理系36名，文系15名であった。１６日の参加者は５１名。内訳は理系３２名、文系９名、全般（体育･家庭･美術･農業など）１０名。校種別では高校１７名、中学１１名、小学校５名、その他１８名。

（3）受講者からのアンケートにもとづく実施状況

(1) 特別講演「エネルギー事情と将来の課題」では，教育の目的，日本の教育の現状と問題，いま社会問題となって心配されている学力低下，さらに深刻なエネルギー問題と省エネルギーの必要性など，有馬先生の考え方とそれを熱心に説く姿に参加者の多くが感銘を受けたと述べている。世話人は2時間近くをこの特別講演のために用意したが，それでも質問の時間はあまり残らず，残念に思った受講者も少なくない様子であった。

(2) 「身の回りの放射線を見よう，測ろう」では，受講者の一人一人に手渡された手つくりキットの工作が会場全体を活気ある雰囲気で包み，またどこにでも簡単に見つけられる道具を組み合せるだけで目に見えない放射線（この場合ラドンからのアルファ線であろう）の飛跡を見ることができたのには一様に驚きを与えたようであった。つづいて「はかるくん」を用いてのガンマ線測定による放射線のいろいろな性質，たとえば距離による減衰，物質による遮へいなどを知る実験が行われた。文系の人でも簡単に作ることができた霧箱は文句なしに興味をそそるものである。ただし霧箱では，数ｃｍの長さの１本の霧の線を数えることができるのに対して，「はかるくん」の実験に変わるとシーベルト/秒という単位にかわり，そこが連続的につながらないように見えた。たしかに理解しにくいところである。しかしともかく多くの受講者は実験実習を高く評価している。

(3) 「低レベルの放射線の影響に関する最近の考え方」では，内容が盛り沢山であったので、ＤＮＡの修復機構についてや人体の抵抗力の話などに興味がもてたとの評価があった半面、少数の受講者が焦点がうすく，専門的でわかりにくいというコメントを残していた。

一般的にいえば，内容の組み合せ，時間の配分なども含めて，すべての講演，実習も受講者にとって内容が充実しておりたいへん有益であったという声が多い。ごく少数ではあるが，将来のこのセミナーのためにあえて改善の余地があるかも知れないとのコメンとを残している。それらは，１）会場が少し狭すぎたのではないか，２）話が一般的になり過ぎて焦点が印象に残らないものがあった，３）予定された時間とおりの進行を望む、などであった。

４．２００３年度のセミナー実施計画

２００２年度は２００１年度のセミナー参加者から寄せられた意見・感想、ならびに中学・高校の現地の意見を充分に考慮し、ニーズ調査を行ってセミナー内容の一層の充実をはかった。

２００３年度は、２００２年度の形を維持するような次の予定で実施する。

（１）　開催場所・期日と受講者募集の規模

平成１４年度の実績を考慮して、無理のない計画を早めに立て、募集案内を十分余裕をもって早く発送できるようにする。

開催場所と開催期日：北海道地区（小樽・10月4日(土)・5日（日))、東北地区（仙台・11月29日(土))、北関東地区（日立・8月19日(火)・20日（水））、南関東地区（東京・2004年3月13日(土)・14日(日))、静岡・山梨地区（三島・8月8日(金))、愛知・岐阜･三重地区（津・8月26日(火)・27日(水))、北陸地区（富山・8月11日(月)・12日(火))、近畿地区（大阪)・8月6日(水)・7日(木))、中国･四国地区（広島・8月22日(金))、九州地区（鹿児島・8月4日(月)・5日(火))、の１０ヶ所を予定する。

募集目標人員は各地区５０人を標準（南関東地区は１００人）とし、合計で５５０人とする。

募集にあたっては、できるだけ各都道府県の教育委員会のみならず、その下部組織である市町村等の教育委員会にも呼びかけてこのセミナーの趣旨を説明し、協力してもらう。

（２）留意点

セミナーの内容に「総合的な学習の時間」の実施にすぐに役立つか、少なくとも大いに参考になるものを必ず含めるように考慮する。このために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できるだけ学校教職員を含めてニーズを調べて検討する。できれば世話人に学校教職員・教育センター関係者に参加してもらうようにする。

第３章　　各専門委員会の報告
（及び関連資料）

1，委員会名　「実験教材検討委員会」

2，設立趣旨

放射線教育フォーラムの設立趣旨に基づき、学校現場での放射線実験教育の推進に寄与するのが目的である。活動内容としては、放射線測定器・放射線源の開発、コンピュータの活用方法および周辺機器の開発、その他放射線実験に関連する事項の検討などである。また、２００１年度から開始された文系教員を対象とするセミナーにも実験の立場の協力を推進する。研究成果は教材として刊行するほか研究会で発表し、関係機関誌に投稿する。

3，設置期間　　１９９６年5月より２００４年3月まで（予定）

4，委員名簿　(2003年3月現在)

委員長	菊池	文誠	東海大学理学部
委員	堀内	公子	大妻女子大学社会情報学部
同	中村	真基	（元）都立医療短期大学
同	隈元	芳一	放射線医学総合研究所
同	村石	幸正	東京大学教育学部付属中等教育学校
同	三門	正吾	千葉県立柏高校
同	中村	清宣	放射線計測協会
同	杉	暉夫	（元）日本原子力研究所
同	渡辺	泰樹	（株）中村理科工業

5，主な活動実績と研究発表

９６年度

霧箱用線源の安全性の検討　(第34回理工学における同位元素研究発表会に発表)

９７年度

「学校教育における放射線実験の被ばく評価と管理の考え方」

吉田芳和・隈本芳一・森　雄児・谷本清四郎・千田　徹

第34回理工学における同位元素研究発表会（1997年7月）で発表

「高校における放射線教育の実態調査」

菊池文誠・堀内公子・村石幸正・渡利一夫、

第35回理工学における同位元素研究発表会（1998年7月）で発表

天然放射性物質の安全性の検討

ラジウム含有砂およびKClを用いた実験について

９８年度

この年の12月には「放射線教育に関する国際シンポジウム」が行われたので、その準備にとりかかり、国際シンポジウムでは高校での実践報告（３件）と参加者全員によるアルゴンーカリウムジェネレータの実験を指導した。

９９年度

高校生を対象とした実験テキストの作成に取りかかる。　　現在継続中

００年度

「モナザイトの教育用線源としての有効利用について」

菊池文誠・堀内公子・村石幸正・横田繁昭

第38回理工学における同位元素研究発表会（2001年7月） および「放射線教育」に発表

０１年度

放射線教育に役立つインターネットホームページの調査

文系教員を対象とした「エネルギー環境セミナー（東京地区）」で、放射線計測と霧箱の演示実験を行った。

０２年度

各委員が工夫し実践した諸実験、特に^{42}Ａｒ－^{42}Ｋジェネレータを用いた実験について検討した。これは故谷本清四郎委員が精力的におこなったもので、実験用線源に利用が困難な高校レベルの実験が中心でジェネレータから抽出した^{42}Ｋとガイガーカウンターおよび「はかるくん」を用いたものである。また、「エネルギー環境セミナー、南関東地区」では霧箱および「はかるくん」の実験を従来の演示だけでなく、各自で製作し計測する事も指導した。

６．今後の計画

実験テキストの完成を目指すとともに、2003年1月に逝去された故谷本清四郎委員が「^{42}Ar－^{42}Kジェネレータについて」（90ページ）、および「『くらしの中の放射線』の事象と放射線量について」（２４ページ）と題する資料を遺されたので、それを整理して教育用資料とすることにも取り組む方針である。それらの資料の「前文」と「目次」を以下に記す。

〈^{42}Ａｒ－^{42}Ｋジェネレータについて〉

前文

RI・放射線は現在、検診、医療、農業、工業、学術研究などに広く利用されている。その必要性は多くの人に認められている。

しかし、その反面原子力関係その他の事故により放出される放射線について内容は理解されないまま不安だけが残る。放射線と聞いただけで「放射線は怖い心配だ・・・・」という不安が先行するのは何故か。

その不安を少しでも軽減するには「正しい知識を持つことである」とよくいわれている。この正しい知識の中に実験を含むべきである。

放射線の知識の性質については一例として次のような実験をすると理解しやすい。距離をとることにより放射線量は急激に減少する逆二乗則、遮蔽物の厚さを変えることによる遮蔽効果、半減期の意味。これらは実験をしてみて定量的に理解することができる。この定量的理解こそ重要である。

実験をするには測定器と線源が必要である。その線源を求めて長年研究が続けられてきた。しかし、適当な線源は得られないまま現在にいたっている。

ミュンヘン工科大学の森永晴彦教授により開発・紹介された^{42}Ａｒ－^{42}Ｋジュネレータにより、このネックは解決されたといえる。

日本アイソトープ協会において「使用経験と将来展望」というテーマで、研究発表会が４回（1988

－1991）実施された。これを機会により発展を期して、同協会の浜田達二先生のご尽力により「理工学における同位元素・放射線研究発表会」の中に新しく放射線教育という部門ができた。放射線教育にとっては大いなる前進である。

放射線実験が容易にできないのは、線源について放射線障害防止法の規制があるからである。届出・許可を得た所は別として、それ以外の所では規制を受けない線源を求めることになる。規制を受けないで優れた線源を供給できるのが、この^{42}Ａｒ－^{42}Ｋジェネレータである。

目次

はじめに
1. ^{42}Ar-^{42}Kジェネレータ
・ミルキング
・概要
・構造
・ミルキングの方法
・^{42}Kの溶離
・数個の線源をつくる
2. ^{42}Kを線源としてできる実験
3. ^{42}Kを線源とする実験
・逆二乗則
・γ線の吸収
・半減期
・β線の吸収
・液面計
・プラトー特性の測定
・β線の後方散乱
・同位体希釈法によるKの定量
・放射滴定法によるKの定量
・^{42}Kのβ線の自己吸収の測定
・^{42}Kのβ線の自己吸収の補正
4. 実験の結果がわかりやすいグラフや図解
・ジェネレータより^{42}K をとりだす
・逆二乗則
・γ線の吸収
・半減期
・β線の吸収
・液面計
・プラトー特性の測定
・β線の後方散乱
・^{42}Kのβ線の自己吸収曲線と補正曲線
・一回のミルキング時における全計数率を簡単に求める方法

・ジェネレータの^{42}Arと^{42}Kの線量と法令との関係
・逆二乗則のグラフ
・各電圧における^{42}Kの電着曲線

5. 総括
・^{42}Ar-^{42}Kジェネレータの教育用実験について
・^{42}Ar-^{42}Kジェネレータの使用経験と将来展望
・^{42}Ar-^{42}Kジェネレータによる教育用線源の作り方
・教育用ラジオアイソトープＭＩＮＩＧＥＮＥＲＡＴＯＲ
・^{42}Kを線源とする実験と一般実験との比較
・教育用放射線源
・ジェネレータの使用手続き

おわりに

〈「くらしの中の放射線」の事象と放射線量について〉

前文

自然の放射線や検診・医療などに利用される放射線のように、日常生活に関係の深い放射線は一般には「くらしの中の放射線」とよくよばれている。

この「くらしの中の放射線」のなかに示されている個々の事象と放射線量の関係は範囲が大きいので普通は対数目盛りで表されているが、線量の大きい所はあまり正確に示されていない。そのため大小の関係がわからない。

ここではわかりやすくするために、対数目盛りを正しくとった。新聞やテレビで報道された事象とそれに対応する放射線量をこのスケールに位置付けをして、「くらしの中の放射線」との比較により報道された放射線のリスクの判断がしやすくなると考えられる。報道された放射線量は、大きな事故は別として自然の放射線や検診の範囲に入る場合が多い。

目次

はじめに
1. くらしの中の放射線の範囲
2. 「くらしの中の放射線」の事象と放射線量
3. 報道の放射線量を対数目盛のスケールに位置付けしてみる
4. 「くらしの中の放射線」 の量の表し方
5. 換算スケールによる換算の方法
6. 換算スケールの使用例
7. 「くらしの中の放射線」に示されている目盛の一例
8. 対数目盛と普通目盛の表し方の比較
9. 放射能・放射線の単位について
おわりに

1．委員会名　　「教育課程検討委員会」

2．設立趣旨（活動目的）

現在、放射線は、学校教育のいろいろな教科・科目で取り扱われている。しかし、その扱いは断片的になりやすく、また、かける時間は少なく、放射線の現代社会における重要性を反映していない。

一方で、放射線の展開などに工夫が加えられ、短時間で効果的な実験も発表されている。これらの成果を汲み入れ、これからの市民として国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。

3．設置期間　　1998年8月～

4．委員名簿

（委員長）　広井　禎　（前筑波大学附属高校）

委員　　飯利　雄一（元文部省視学官）

宮沢　弘二（東京家政大学付属女子中・高校）

松浦　辰男（立教大学名誉教授）

渡部　智博（立教新座中・高校）

三門　正吾（千葉県立柏高校）

西尾　信一（埼玉県立上尾高校）

村石　幸正（東大教育学部附属中等教育学校）

5．活動経過と成果（年度毎）

1998　日本の放射線教育の実情を調査し、その課題を明らかにする活動をした。この成果は「第一回放射線教育に関する国際シンポジウム」で「放射線教育カリキュラムの課題と現状」と題して講演した。(ISRE98, Proceeding of International Symposium on Radiation Education, JAERI-Conf 99-011, (1999) pp. 347～354)

1999　この年の秋にJCO事故があり、この事故に対する生徒（卒業生も含む）の疑問を集め、それをみあげた教育内容のあり方を検討した。(「放射線教育フォーラム6年の歩み」2003.3, pp.52～61「教育課程検討委員会」報告)

2000　中学校・高等学校での各教科・科目での放射線の扱いを検討し、その展開事例を検討した。(「新しい世紀の放射線教育」(2001.3) pp. 7～29「教育課程検討委員会」報告)

2001　新カリキュラムにある「総合的な学習の時間」についての検討をした。(「学校における放射線教育」(2002.3) pp. 29～42「教育課程委員会」報告)

2002　本年度はあまり委員会を開けなかったが、委員の活動の報告として、広井　禎「酸素は味方か？（放射線は敵か？）」(放射線教育フォーラムニュースレターNo.25、2003.3)、宮沢弘二『環境・エネルギー・理科教育に活用できるビデオテープの開発』(東京家政大学博物館紀要、第8集、pp.165-183, 2003)　などがある。

なお、平成12年度より、(財) 科学技術振興財団による、インターネットと『はかるくん』を用いて全国的規模で自然放射線の測定を通じて学校で放射線についての正しい知識を習得させるための教育実践活動が開始されたが、このプロジェクト「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―自然環境・放射線Webの構築―」(委員長：宮沢弘二) に本委員会が協力しており、その成果があがっている。(「新しい世紀の放射線教育」2001年3月、pp.28-29 参照)

１．委員会名　　「リスク検討委員会」

２．設立趣旨（活動目的）
（１）放射線・原子力等のリスクの正しい知識を啓発・普及するための教材を提供する。
（２）「総合的な学習の時間」が小・中・高校では必修である。このテキストは、「理科」または「社会科」のいずれにも属さない内容を備え「総合的な学習の時間」で使用する小学校・中学校及び高等学校の先生方の指導書であることを目標として作成する。
（３）対象の学校種別は、小学校、中学校、高等学校である。

３．設置期間　　１９９７年１１月より　２００４年　３月まで（予定）

４．委員名簿　　（委員長）河村 正一
（委員）村主 進、飯利 雄一、更田 豊治郎、加藤 和明、高木 伸司、唐木 宏、松浦 辰男

５．テキスト検討の経過
（１）世の中の事象はリスクを伴う。
（２）リスクを伴うにもかかわらず、物事が行われるのはベネフィットがあるからである。リスクとベネフィットは、できるだけ定量的に取り扱われるべきものである。
（３）わが国のエネルギー資源はほとんど外国に依存している。エネルギー不足が起こると国家の経済的活動は支障をきたし、物不足、恐慌、失業が蔓延し、公衆の秩序、道徳、健康状態の低下など種々のリスクが起こることなどが予想される。
（４）放射線のリスクは、ICRP の解釈の他に、わが国では社会学的要因又は心理学的要因によるリスクが加わって認識されている。これらの社会学的要因等は、新聞、TV 等の報道姿勢に大きく左右されている。
（５）報道機関は、経済的要望から一般大衆の興味を引きつけるよう競って報道する。このため説明不足または誤解を生み、公生な判断ができなくなっている。これを防止するため、メディアリテラシー（メディアの報道内容を正しく理解する能力）を平静よりつけておく必要がある。
（６）新聞や TV を通じて情報を入手する大衆は、メディアリテラシーを付け、与えられた情報を正しく理解できる実力を学校生活の間に養成しておく必要がある。このためのテキストを目標とする。
（７）以上の内容を高等学校の教育関係者が生徒に分かりやすく説明できる形式とする。

６．計画（テキストの章立て案の１例、2001 年 11 月 6 日現在のもの）
第１章　リスクに関する新聞記事を見てみよう
第２章　日常生活においてどの程度のリスクがあるか考えてみよう
第３章　ベネフィット（便益）について考えてみよう
第４章　私たちの身の回りの自然放射線について考えてみよう
第５章　放射線は医療や診断にどのように利用されているか調べてみよう
第６章　放射線は産業（工業、農業）にどのように利用されているか調べてみよう
第７章　少量の放射線の人体に対する影響（リスク）を考えてみよう
第８章　大量の放射線の人体に対する影響（リスク）を考えてみよう
第９章　原子炉事故のリスクについて考えてみよう
（各章の記述は、その章から読み始めても理解できるように記述する。分かりやすくするため、必要な図、表を付け加える。内容の重複の調整は原稿完成の段階で検討する。）

科学技術に対するリスクの正しい普及

NPO法人放射線教育フォーラム　　河村　正一

1．はじめに

放射線、放射能、原子力などは、診断、治療などの医学利用、工業、農業、ライフサイエンス、エネルギー源などの分野で、その有用性のために我々の生活に深く浸透して人々に利益を与えており、現在では社会の理解を必要とするといわれている限界１０％を超えて広く利用されている。ここに世間人々の理解と協力を得る必要が生じてくる。

我々は地震、津波、噴火、台風などの自然災害に遭遇する機会があり，特に我が国の自然災害は多く，日常生活では医療、食品、化学物質、交通手段などや，さらにリクリエーションや通常の家庭生活からも，危険性がある。換言すれば，この世で生きていている限り、全く危険性を伴わない状態，すなわちゼロリスクはあり得ないという結論に達する。

2．リスクの定義

National Research Councilによれば，リスクとは，「被害の重大性と，その重大性が起こる確立の積」であると定義されている。この被害の重大性はハザードとよび，「人や物に対して，傷害を与える可能性がある行為又は現象」と定義されている。リスクとは，ハザードがどのくらい起こるかという期待値でもある。

リスクの定義は研究者によってかなり幅があるが，大方は「被害の重大性とその生起確率の積」として定義されている。この被害の重大性や生起確率は，関連するデータから推定される場合が多く，変動することもあるものの，妥当なものが選ばれている。このような科学的根拠に基づいて推定されるリスクを「客観的なリスク」とよび「主観的リスク」と区別されている。

リスクは客観的には重大性とその生起確率の積で表されるが多くの人は，このような考え方でリスクを評価してはいない。これを明らかにしたスロビックの研究がある。

国際放射線防護委員会（ICRP）のリスクの定義は、通常望ましくない結果の大きさの数学的期待値、すなわちその事象の確率と結果との積であるという。この表現は日常的に放射線を取り扱う職業人に対しては適切である。関係者はリスクの使用を出来るだけ避けて、より直接的な言葉、例えば「確率」、「結果」、「数学的期待値」の使用がよいとしている。ついでに、リスクとは複数の属性をもつ量とみることも出来るが、量というよりは「概念」という追加の説明が加わり，より明確さを失っている。このような曖昧な表現が、放射線の安全性に対する一般公衆の認知を惑わせる原因の一つかも知れない。

3．放射線のリスクの難しさ

この世の中で何をしてもリスクを伴うのは上述のとおりである。それならば、そのリスクを知りたいと考えるのが当然である。 通常望ましくない結果の大きさの数学的期待値、すなわちその事象の

確率と結果との積が知りたい訳である。ICRPの基礎はこの考えである。世の中の人々はこれだけでは理解出来ない。困難ではあるが，容易に理解できるような工夫が必要である。

喫煙やアルコール依存症に対してアメリカ人は敏感であるといわれている。リスクに対する感じ方は，民族，文化，経験などによって異なるといえる。その道の専門家と一般の人々でもリスクの重みに対する感じ方は異なる。

このようにリスクに対する感じ方，科学的評価，社会的評価の違いが，リスクの判定に違いとなり，評価に大きい差をもたらす。この感じ方の差が大切である。適切な指針の設定が必要な所以である。

専門分野が極端に細分化されている現在，自分の狭い専門分野は判断できる。しかし専門以外の分野は，素人と同じであまり分からない。いろいろの事件がひっきりなしに複雑に起こる。報道姿勢の影響も著しい。結果として，多くの人々は誤った印象をもち，適切な判定が困難となる。

世の中，忙しく一つのことに対応できる時間には限界がある。問題の本質が分からないまま，やむなく時間切れとなり生半可な処理のまま，次の問題に移る。このような不完全な処理が重なったままの知見を「物差し」として物事を判断すると公正ではない結論となる。

放射線や放射能は私たちの目にも見えない，匂いもない，触れても手応えがない，味もない，音も聞こえないため，世間の人たちは気味悪がり実際以上に怖がっている。

私たちは，放射線や放射能に関する分野で長期間過ごしてきたが，その間に得られた知識なり経験を伝え，放射線等のありのままの姿をできるだけ多くの人たちにご理解いただけるよう努力したいと考えている。

4．リスク学習の適切な時期

最近，ポジトロンCT（陽電子放射コンピュータ断層撮像装置），機能的MR（機能的磁気共鳴撮像装置），核医学診断などによって脳を解析して学習と脳機能の関係が明らかになりつつある。

小泉氏は，「学習」と「教育」は，「脳」を育むことと密接な関係があるといっている（科学，７０巻，１０号，８７８～８８４(2000)）。「脳」は，環境からの刺激によって新たな神経を接続し，環境に適応できるという。

「学習」では，環境に適応した情報処理回路とデータベースを構築するように，脳が刺激に反応して新たな神経回路網をつくるという。

「教育」は，このような脳の情報処理機構の基本的な骨格が構築されるとき，脳への入力刺激を準備し制御することによって，新しい神経回路を生成し刺激する過程であるという。

神経細胞，グリア細胞，脳血管などの脳組織や，大脳，小脳，脳幹などの基本的構造は，遺伝子情報に基づき作られる。しかし，遺伝子で決定される要因以外に基づく発達，すなわち環境からの刺激によって初めて構築される部分も多い。

脳は基本的機能をもつように遺伝的につくられ，適切な環境によって健全に発達する。「教育」とは「脳」の適正な発達と機能を確保するために正しい学習を行い最適な適応を可能にする過程である。

この「教育」が効果的に進行するのは，小，中，高校など若い年代である。雛鳥が羽化し最初に見つけた動きものを母親と認識し，その後について行動するインプリンティング（刷り込み）の動作からも理解できる。

若いときの適切な指導によって，放射線，放射能の利点，欠点は容易に身につけることができる。総合的な学習の時間では，それぞれの教科を横断するような総合的な学習を，生徒の興味や関心に基づき行うように提案されている。

このとき生徒の自主性に任せすぎると，単なる知識を中心に本やインターネットから集めるだけで，

あまり自分で考えなくなる。

基本となる問題点は，予め授業で教え，生徒の興味が湧いてきたところを見計らって，生徒に課題を選ばせることも大切と思われる。この基本となる問題点をリスクの面から解析する本を，NPO法人放射線フォーラムは発行するように検討中である。

5．リスク認知とリスクコミュニケーション

リスクの定義は研究者によって異なるが，中心概念は，危険や障害など望ましくない事象を発生させる「客観的」な確率または「不確実性」である。

これに対して「リスク認知」とは，それら望ましくない事象を発生させる「主観的」な確率または「不確実性」の認知である。

客観的なリスクと主観的リスクの間には，食い違いを生じる。３項．で記したように日本の大学生を対象とした研究によると，主観的リスクと客観的リスクの差が少ないのは食品添加物，自転車，エスカレータなどであり，主観的リスクが客観的リスクを上回るのは原子力を筆頭に鎮痛剤の服用，大気汚染などである。逆に主観的リスクが客観的リスクを下廻るのはコーヒー，スキー，電車などである。

人文・社会の科学者はこの分類に異議を唱える人がいる。その理由は，リスクは実体概念ではなく，社会的に構成された概念である。従って個人的・社会的価値からは本質的に自由になれない。

客観的リスクといってもそれは専門家集団で共有されている価値に基づいたものに過ぎない。客観的リスクなるものは本来あり得ないという。この議論は何を対象として望ましくない事象と考えることによって結論が異なる。

喫煙による余命損失を例にとると，喫煙による余命損失は確率的な生物現象で，望ましくない事象の典型だから，そこには価値や主観性は入らないとすれば客観的リスクは存在する。しかし，喫煙による余命損失は，生物現象であると同時に社会現象であり，時には余命損失を上回る大きな生活の質を得ることもある。

したがって，余命損失が不利益かどうかは人によって異なるという立場にたてば，普遍的な客観的リスクは存在しない。

6．災害に対するリスク・イメージ

米国のリスク研究者，スロビックが，８１の事象に対するリスク・イメージを，米国の一般人を対象として調べた有名な調査（Paul Slovic, Science, Vol. 236, 1987）がある。その結果は，３項で示したように「恐ろしくて，未知な事象」として，遺伝子工学，超音速ジェット機，放射性廃棄物，原子炉事故，核兵器の死の灰などを，「恐ろしくて，既知の事象」として拳銃，ダイナマイト，核兵器などを，「未知だが，恐ろしくない事象」として，抗がん剤，飲料水のフッ素添加，電子レンジなどを「恐ろしくない既知の事象」として自転車，貯滑降スキー，送電線などをあげた。

主観的リスクと客観的リスクとの間には，大きなずれや歪を生じることが多い。その理由は，リスクという確率的で不確実性を含んだ概念は，人々が認識し難いところにある。

スロビックによれば，できごとの記憶しやすさや想像しやすさによって認知は影響を受け，単にリスクの存在を指摘するだけでは反って恐怖を感じるという。また，最初に形成された認知はなかなか変りにくく，同じリスクでも表現法が変ると認知は変化する。

客観的リスクと主観的リスクの差，すなわち認知バイアスには，

① ある範囲内では認知された異常性をなるべく正常な状態で見ようとする正常性バイアス，
② 異常事態なのに，楽観的で明るい側面から見ようとする楽観主義バイアス，
③ 極めて希にしか起こらなくても，起これば大きな被害をもたらす災害を過大視するカタストロフィー・バイアス，

④　経験が豊富なことから反って生じやすいベテラン・バイアス，

⑤　未経験のために起きるバージン・バイアスなどがある。

災害の特性に基づく認知バイアスでは，

①　災害へのかかわりが自発的か否か。自発的なかかわりで生じた災害のリスクは過小視される，

②　災害を個人でコントロールできない災害のリスクは過大視される，

③　災害が誰にでも平等にかかるか，特定の人やグループのみか。不公平なリスクは過大視される，

④　災害の範囲の広いリスクは過大視される，

⑤　一度に多くの被害者が出る災害のリスクは過大視される，

⑥　死につながる災害はそうでない災害より過大視される，

⑦　滅多に起こらない災害にリスクは，しばしば起こる災害より過大視される，

⑧　次の世代への影響の可能性がある災害のリスクは，そうでない災害より過大視される。

⑨　進行過程が見えない災害のリスクは見える災害より過大視される，

⑩　あまり知られない災害のリスクはよく知られた災害より過大視される，

⑪　人為的災害のリスクは自然発生的なリスクより過大視される，

⑫　新しい災害のリスクは古くからある災害より過大視される。

ただし，これらの認知バイアスは，互いに独立ではないことに注意する必要がある。先に述べたスロビックの３因子は，この認知バイアスを構造化したものである。

7．リスクに対する専門家バイアス

専門家は事象のメカニズムをよく知っているので，その専門分野に限って，リスク認知は技術的に正確であり，情緒的な見方をしがちな市民のそれと食い違うことも多い。

一般的に，市民は被害の重大さでリスクを判断しがちであるのに，専門家は，事態の生起確率で判断する。ある研究によると，市民がリスクを過大視する方向で専門家と食い違うのは原子力，警察業務であり，反対に，市民がリスクを過小視する方向で食い違うのは，X線や食品保存物質である。

ところが，専門家は市民のリスクのとらえ方に冷淡である。その理由は，技術は小さいトラブルを何回も経験して，それを改良し克服する中で発展するので，少々のリスクは必要悪だという技術観をもっているからである。

また，専門家は視野が専門分野の技術的側面に偏りがちで，その技術を用いる人間や組織のエラーを反って見落としやすい。かれらは，技術も社会との関わりあいの中ではじめて意味をもつことを忘れがちである。

そしてこれらの価値観は，閉鎖系である専門家集団の中で増幅されて，市民の素朴な不安感を無視することになる。これが市民には，専門家の独善性，閉鎖性として受け取られるのである。

最近，このような専門家バイアスが原因で発生する事故やトラブルが増え，その反省から技術者の倫理とか，組織規範の見直しとかリスクコミュニケーションの必要性が主張されるようになった。

8．リスクに対する立場の違いと文化的要因

同じ事象に対して，評価する個人の立場によってリスク認知は異なる。例えば原子力関連の事象に対して，同じ原子力関係者が評価するときでも技術者，企業関係者，行政関係者は，リスク／ベネフィットの認知に関して積極的に支持するのに，学者，研究者，評論家，ジャーナリストは，消極的な支持に留まることが多い。同様の結果は，化学物質のリスクに関して認められている。

リスクの認知バイアスは，国や文化の違いを超えて，かなり普遍的な情報処理過程だといわれている。先に述べたスロビックの二次元構造は米国だけではなく，ハンガリー，ノルウエー，日本でも同様

に確認できた。しかし一方では，それぞれの次元に組み込まれる事態の構成や，二次元の相対的重要度において文化差が認められる。

例えば米国では恐ろしいリスクは，未知性を感じることが多いのに，日本では恐ろしさの低いリスクに未知性を感じるという。因子の基本構造は同じなのに，因子に含まれる構成要素が異なるためであろう。

また原子力発電，レントゲン撮影，喫煙，麻薬に対して，日本，中国，米国のリスク認知を比較したが，麻薬のリスク認知には文化差がなかったが，原子力発電に関しては，日本が他の２国に比べて著しく高いリスク認知を示すことが分かった。喫煙に関しては，逆に日本は他の２国よりリスク認知は低かった。

９．反復事故とリスクの心理的許容値

大きい事故が発生したとき，殊に大きい事故が反復して発生すると客観的リスクの値は高くなり，リスク認知も危険性の大きい方に移る。スリーマイルやチェルノブイリの原子炉事故の後で，原子力発電所のリスク認知が厳しくなったのはそのためである。逆に長期にわたって無事故の実績をもつ新幹線のリスク認知は，きわめて低い。

世の中のあらゆる事象にはリスクがつきものであるから，技術者は製品の開発にあたって，コストとのバランスを考えながらリスクの目標値を設定する。

また，放射線や化学物質は，法令によって一定の許容値が決められている。しかし大事なのは心理的許容値である。

木下冨雄氏の調査（リスク認知とコミュニケーション効果の国際比較―日本・中国・アメリカ，平成７年度―平成１０年度科学研究費補助金（基礎研究・研究成果報告書(1999)）によると，日本人の場合，ゼロリスクでない科学技術は受け入れないという者が４３％もある。年間 100 人以下の死亡者しかださない技術以外は認めないという者も３０％に達する。

この考えによると，年間１万人の死亡者を出す自動車などは許せない技術ということになるはずである。ゼロリスクを主張する者は米国でも４９％と高いが，中国では２１％とかなり低く，文化によって差があるといえる。この数値の背後には，許容リスクという概念になじみがないこともあるが，人為的な災害死は認めるべきではないという建前があるのかもしれない。

１０．まとめ

原子力，放射能に関する分野では，客観的リスクと主観的リスクの差があまりにも大きく開きすぎる。ここに至った原因は種々あるが，この差をできるだけ少なくするために純粋な学問的見地から立脚したセミナーなど開催して社会の人々のご理解を早急に仰ぐ必要があると考えられる。

参考文献

1）小泉英明「脳を育む―学習と教育の科学」　科学 70(10)，878～884　(2000)

2）木下冨雄「リスク認知とリスクコミュニケーション」　リスク学事典，日本リスク研究学会編 p.260～265，TBS ブリタニカ　(2000)

3）Rao V. Kolluru 他，平石次郎他訳「リスクアセスメント・ハンドブック」丸善㈱　(1999)

4）H. W. Lewis 著，宮永一郎訳「科学技術のリスク」　昭和堂　(1997)

5）B. L. Cohen 著，近藤駿介訳「私はなぜ原子力を選択するか」　ERC 出版　(1994)

6）J. D. Graham 他著，菅原　努訳｛リスク対リスク｝　昭和堂　(1998)

7）吉川肇子「リスクとつきあう」　有斐閣　(2000)

1．委員会名　「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」

2．設置趣意　医療系職種の中で免許所持者が圧倒的に多く、かつ、国民との接点が最も広い看護師着目し、看護師教育における放射線との関りについて実態の調査を実施した。

近年、カリキュラムが大綱化され、かっての教科目や時間数の細かな定めから、教科群での大枠の単位数が定められることになり、教科目や内容については各大学での裁量部分が大きくなった。このような状況で、放射線に関する教育の現状と、教育現場での問題は何か、について放射線教育の立場から概観することを試みた。

3．設置期間　２０００年４月～

4．委員名

委員長　大橋 國雄（千葉大名誉教授）
委員　砂屋敷 忠（元広島県立保健福祉短期大学）
委員　石原 十三夫（群馬県立医療短期大学）
委員　渡利 一夫（放医研名誉研究員）
委員　中村 眞基（元都立医療技術短期大学）

5．活動経過と成果

上記委員会設置目的に基づき実施した実態調査の内容ととりまとめ結果について以下に示す。

（1）調査題目　看護学教育における放射線教育―アンケート調査―

（2）調査の方法

調査は、全国の看護師養成機関で大学、短期大学、専門学校等を対象としたが、准看護師養成校や准看護師免許を取得するための学校、看護コースは含めなかった。教育機関は日本看護協会中央ナースセンターの資料[2)]に拠り、調査対象の施設長または教務担当教員に調査用紙を郵送して回答を求める方法で行った。

調査は 2000 年と 2001 年に行った。2000 年の調査は委員の属する県内（広島、群馬、千葉）の大学等について予備調査的に行い、2001 年は残りの教育機関を対象とした。両年で調査内容や形式は変更しなかった。

(3)調査内容

調査票は質問とそれに対する選択肢を記載し、意見記入らんも設けた。調査は、カリキュラムを中心にして、現状と望まれるものに区分して行った。質問項目を以下に示す。

1　現状

問1　放射線に関する科目の有無
問2　授業を担当する教員の職種
問3　カリキュラムの大綱化による授業時間の変化

問4　卒後の業務遂行で必要な基礎知識と卒前教育

2　現状での問題点と望ましいカリキュラム

問5　放射線関連教育の目標

問6　望ましい授業担当者の職種

問7　教育資材の充足度

問8　必要な教育内容

(4)調査数と回収率

調査対象数と回収数（率）を次の表に示す。

調査年	大学	短期大学	専門学校	合計	回収数（%）
2000年	4	8	44	56	22 (38.5)
2001年	82	48	443	573	200 (34.9)
合計	86	56	487	629	222 (35.3)
看護協会＊	88	55	476	619	

＊　2001.4現在で新入生を受け入れた施設数

調査対象数と看護協会の数値が一致しないのは、調査年の違いや募集停止校などへもアンケート用紙を送付した、などによる。

回収率が35.3%であった点についても検討したが、①教育機関と調査を実施したわれわれとの関係が無く、②本調査への回答で直接的な利益も無いこと。を考慮すれば、郵送法アンケートの水準であると考えられた。質問内容から考えて、回答が片寄った施設のみから寄せられたとも考えにくいので、全体像の把握が可能であると考えた。われわれと同様の調査「看護師・准看護師養成機関における放射線診療に関する科目について」の全国調査を小西恵美子ら[3]が1986年に実施したが、この際の回収率は39.6%で今回の調査もこれとほぼ同様であった。

(5)結果と検討

2000年、2001年調査については、それぞれ集計結果をすでに報告[4) 5)]した。二つの調査で個々には若干の違いがみられるものの基本的な差異はなかった。.また、2000年調査では大学、専門学校の分類が出来なかったが、学制別の解析は2001年調査で行った。質問や回答数については、既報告[4) 5)]を参照いただきたい。

(5-1)現状について

質問　1　現行カリキュラムの放射線に関する科目

関連科目で取り扱っているが60%、放射線を標榜した科目ありが28%、なしは15%であった。関連科目では、半数は1科目、1/4が2 - 5科目で、数時間から10時間であった。放射線を標榜した科目は1科目10時間がほぼ全数であった。

大学では、科目が無い 34%、多では 12%、科目ありと関連科目を合わせたもので、大学 65%、他では 93%で教育制度の違いが見られた。

質問 2 授業の担当者

放射線科医師（47%）、看護専任教員、医師や理系の非常勤（24%）の順で、少数（約6%）ではあるが放射線担当の専任教員、放射線技師が授業を行っている。

質問 3 カリキュラムの大綱化の影響

ほぼ半数は変らないと言う回答で、減少は 35%、約 5%で増加としている。

質問 4 卒業後、業務上で基本となる放射線の教育

半数近くは不充分という回答で、十分行われていると、分からないが同数であった。教育が不十分である原因について、基礎教育の分野では、授業時間がないが半数で、担当教員の不在、教員はいても余裕がないの順。放射線看護や医学の分野については、授業時間がない、担当教員の不在、教員はいても余裕がないの順であった。

(5-2)現状の問題点と望ましいカリキュラム

質問 5 放射線関連教育(複数回答)

当然のことであろうが 90%近くが、授業は現在の看護に必要であるとしいる。理由は必要とした回答の約 90%が基本教育として必要、患者指導、チーム医療のためがほぼ 40%で、国家試験のためが 13%であった。必ずしも必要としないは 8%あり、理由は卒後教育にゆだねるが半数を超えている。カリキュラム編成上で不可能が半数近くあり、臨地実習での対応も 30%あった。

質問 6 教育担当に望ましい職種（複数回答）

回答の約半数は、各教科の担当の看護職教員、放射線科の医師が行うと回答しており、続いて 25%ほどが放射線技師・放射線主任者をあげている。理科系教員は 3%であった。臨地指導者に任せるは 2%ほどで、学内での教育を前提にしているものと考えられる。

質問 7 教育資材

教科書について、時代に即応したものがある 7%、ほぼ満足するものがある 39%で両者を合わせると 46%、現在に適合したものが無い 23%、手つくりで対応 18%で、両者で 41%である。必要とするものと無しとするものがほぼ同数であることは、教材選択基準が教員によって異なるのかと推察される。

質問 8 カリキュラムの内容（複数回答）

まず、目標をたずねたが、放射線の正しい知識が 84%、医療現場での必要事項 68%で、国家試験対策 13%、実験・実習 4%であった。さらに取り上げる内容についての回答を下記に示す。

正しい知識

放射線を理解するための物理・化学・生物の基礎	35%
放射線の人体影響、従事者・患者の安全確保	84%
放射線診断および治療とのかかわり	

（検査の原理や画像診断の理解）　59％
患者の質問に答えられる知識　45％
関連職種との連携に必要な知識　30％
国家試験に出題される範囲　14％
医療現場での必要事項
放射線科業務のマネージメント基礎知識　14％
放射線汎用検査（CT･MRI を含む）の患者ケア　48％
特殊検査（IVR やその他造影検査）の患者ケア　36％
放射線治療患者のケア　60％
放射性同位元素投与検査の患者ケア　36％
ICU･CCU･NICU、手術室、病室、在宅医療　24％
保健活動での放射線関連業務　11％
放射線事故など被ばく医療での看護　31％

この質問で、基礎知識、医療現場の必要事項ともにほぼ全部の項目で、大学での関心が高く他の教育機関との違いが見られた。

(5-3)自由記載

戴いた意見は、カリキュラムに関するものが多かった。要約して下記に紹介する。

カリキュラム
かってのように放射線関連の授業を組む時間が無く、関係する講義中で教授する　7件
放射線の活用が進んだ時代、基礎的知識に重点をおいている。効果的な教材が必要　6件
各系統の中で責任を持って放射線・看護を秩序だてて教授したい　2件
原子力発電所が近隣にあり、独自のカリキュラムを立ち上げた（例　人間と環境）　2件
中途半端でなく、放射線看護学を正規のカリキュラムとすべきだ　3件
「放射線と看護」(90 分）を復活させた　1件
教育担当者
看護教育での放射線が重視され、適任の教員が教授すべきだ　1件
時間の多少ではなく担当教員の意識である　1件
放射線看護の経験者の参画や外来講師の活用　1件
その他
あらためて放射線教育の内容を考えさせられた　1件
放射線について、医療現場側からの「教育の評価」に気付かされた（問 8 - ロ関連）1件
チーム医療については卒後教育に期待する　1件
高校までの理科教育の充実を望む　1件

(6)考察

国民の健康への意識が高まるにつれ、保健・医療・福祉への要望は量・質ともに増大し

ており、これに応えるため各分野で努力がなされている。放射線医学は、過去 50 年間で急速な進歩発展があり、なかでも画像診断、放射線治療の新技術導入はめざましく、低侵襲で高度の診断・治療をめざして医療での要望を実現しようとしている。このことは、必然的に放射線の使用頻度の増大につながっている。

一方、放射線についての国民の関心は高く、医療利用には肯定的であるものの、人体影響について不安を抱いている人達も多く、医療者側の倫理観、安全文化の昂揚が求められている。医療での放射線利用への心配は、身近な医療人、なかでも看護師に向けられることが多い。これに関して、現職看護師に対して放射線看護の専門教育を行う、放射線医学総合研究所（放医研）「放射線看護課程」受講者へのアンケート調査の回答について予備調査した結果や小西の報告[6]からも、教育の必要性が大きいと考えるものに「放射線に不安を持つ患者指導」を上げていることからも推察できる。この調査で最も必要とされたのは、被ばくへの不安に関わる「放射線の基礎知識不足」であり、近年、放射線医療が長足の進歩を遂げ、診断および治療件数の増加が背景あるものと考える。

本調査は、放医研看護課程受講者の教育ニーズ調査や国家試験出題基準[7]に放射線の知識に関する項目がないことなどから、現状の把握を目的に行われたが、結果は多くの教育施設では放射線に関連した教育がなされていることが示された。授業で必要とする内容は、基礎的知識や医療現場での必要な事柄をあげており、小西の論文[6]でも指摘している放医研の現職研修者のニーズと一致した。

一方、看護師以外の放射線関係者からから聞かれる、放射線教育の衰退についての危惧は、カキュラム編成に関わる問題とも云える。大学基準協会は 2002 年 9 月、「21 世紀の看護学教育」[8]を公表しており、看護学部･学科の設置基準案で教育研究内容として、講座または学科目を次のように区分している。1.看護基礎領域―人間科学、生活環境科学、保健医療学―。2.看護専門領域―看護学概論、看護方法論・看護技術、母性看護学、小児看護学、成人看護学、老人看護学、地域看護学、精神看護学、看護管理学、看護教育学―。3.関連学科目として開設するもの―薬理、情報、看護研究など―。である。

同資料が看護教育の理念・目的で「看護学は、人々の生活の営みを支え国民の健康と福祉を実現するために、看護専門職が倫理的にかかわる実践領域の学問であり、人間科学としての特徴を持つ実践科学である。」を掲げており、人間生活を基本にしたカリキュラム編成になっている。このことから各科目の内容に応じて放射線ついての内容が組み込まれることになり、単独の「放射線科学」が存在しないことや、担当教員の教材内容で放射線の取り扱いが変ることになる。このことが、先の「放射線が教えられていない」という指摘になるのかもしれない。

本調査で「放射線関連科目」の必要性が明かになったが、教育現場では授業時間の不足を指摘し、不十分な内容であると感じていることが読み取れる。しかし、カリキュラムの内容に即し、放射線利用・看護についての教育内容を取り入れようと努力いるようでであるが、本調査からでは実態が明らかでない。担当教員については看護職の教員で行いたい

との意見が多いが、医師、診療放射線技師、理系教員が関与している所も多く、オムニバス方式などで積極的に看護職以外の職種による教育を効率的におこなう施設も多くなっているようである。

（7）まとめ

調査を通じ、これからの看護師専門化[8)]などとあいまって、放射線と看護について、学年進行の早い時期から充実した基礎教育が必要であること、各領域の関連事項のなかで有効な放射線医療を教授する必要があると看護教育側も考えていることが示唆された。大学では、それ以外の教育機関に比べ放射線に関連した科目や時間数が少ないものの、カリキュラムのスリム化と教授法の工夫、テキストを含む教材の再構築がなされようとしていると推察された。

謝辞

調査にご協力戴いた全国の看護教育機関のご担当者の皆様に深く深謝の意を表します。

（8）参考文献

1）松浦辰男：エネルギー・放射線教育をおこなうための文系教員向けセミナー、ISOTOPE NEWS、2002、No.582、12‐15

2）日本看護協会中央ナースセンター：看護大学、看護短期大学、看護婦学校養成所一覧、平成12年度および2001年度

3）小西恵美子、吉澤康雄：看護教育における放射線診療に関する教育現状と今後の課題、看護展望、1988、13、1137―1145

4）砂屋敷忠、石原十三夫、渡利一夫、大橋國雄：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報告(2000 年度)、放射線教育（フォーラム機関誌)、2001、(3)、40－46

5）砂屋敷忠、石原十三夫、渡利一夫、大橋國雄：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報告（2001年度)、放射線教育（フォーラム機関誌)、2002、(3)、51―58

6）小西恵美子：看護師に対する放射線安全教育、FB News、2003、No.314、1-5

7）厚生省健康政策局：平成11年6月18日付通知

8）大学基準協会編：21世紀の看護学教育、大学基準協会資料第56号、2002、

6．2003年度の計画

2002－2003 年度までの上記実態調査のとりまとめについて評価・検討し、報告書にとりまとめる。

１．委員会名　　「低レベル放射線の生体影響に関する検討委員会」

２．設置趣旨

今日では、放射線、原子力の利用は、国民の生活や福祉になくてはならないものとなっているが、国民の間には放射線の影響についての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もなっている。国民の不安感は、原爆の被災経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言えるが、放射線防護の分野で、放射線による発がんや遺伝的なリスクは、大線量から極低線量まで「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、どんなに少なくても有害」と受け取られ、放射線に対する不安感を助長していると思われる。

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御機構や「適応応答」などの知見が増すとともに放射線業務従事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。本検討委員会では、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の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を目的としている。

３．設置期間

2002 年 4 月より

４．委員名簿　（２００３年３月現在）

委員長	金子正人	（財）放射線影響協会
委員	岩崎民子	（独）放射線医学総合研究所
委員	河村正一	神奈川大学
委員	酒井一夫	（財）電力中央研究所
委員	笹川澄子	（財）環境科学技術研究所
委員（幹事）	高木伸司	神奈川大学
委員（幹事）	松浦辰男	NPO 法人放射線教育フォーラム

５．活動経過と成果

（１）2002 年 4 月 16 日に幹事会を開催して、2002 年度の活動計画を策定した。

（２）第 1 回低レベル放射線の生体影響に関する検討委員会（2002 年 5 月 21 日）

酒井委員に、低線量放射線の生物影響に関する包括的な解説を依頼し、古典的な放射線生物学のパラダイムから、最近の研究で明らかとなってきた適応応答（ホルミシス）、ゲノム不安定性、Bystander（近傍細胞）効果などの現象まで、幅広く学ぶことができた。

（３）8 月 2～7 日、大阪市近鉄百貨店で「第 19 回みんなのくらしと放射線展」が開催されたが、8 月 6 日の「ミニセミナー」で「原爆被ばく者の苦しみの集積から判明

したある重要な学問的事実」と題する一般人向けの講演を行った。(松浦委員)

（4）8月6日に大阪府教育会館、7日に播磨科学公園都市で開催された「エネルギー・環境・放射線セミナー」の第2日目に上記の同一の題目でセミナー受講者に講演した(松浦委員)。

（5）ハンガリーのデブレッツェンで開催された第2回国際放射線教育シンポジウム（2002年8月20～25日）に参加し、Plenary sessionにおいて、"Necessity of radiation education based on new information—what we can learn from Hiroshima and Nagasaki" と題する講演を行った（松浦委員）。

（6）韓国のソウルで開催された第1回アジア・オセアニア放射線防護会議（2002年10月20日から24日）に参加し、低レベル放射線の影響に関する講演及び発表を行った。

6-1. Refresher Courseにおいて、"Adaptive Responses to Low Level Radiation: Implications and Limitations for Radiation Protection"と題する講演（酒井委員）。

6-2. Oral sessionにおいて、"On the Existence of a Threshold in the Dose-Response Relationship from the Epidemiological Data of Atomic Bomb Survivors"と題する発表（松浦委員、菅原　努(体質研究会)と共著）。

6-3. Poster sessionによる発表で、"A Practical Threshold Concept for Simple and Reasonable Radiation Protection"（金子委員）

6-4. "Suppressive Effect of Low-Dose Ionizing Radiation on Incidence of Type I Diabetes of NOD Mice"（酒井委員）および

6-5 "Effect of Low-dose Ionizing Radiation on Immune System in Mice"（酒井委員）。

（7）大阪市「メルパルク大阪」で11月7日～8日に開催された平成14年度主任者年次大会で、2日目に松浦委員は「学校・社会における放射線教育の重要性とそのあり方」と題する基調講演をおこなったが、その中でトピックスとして、「原爆生存者のデータから最近わかった重要な事実と原爆に関する教育のあり方に関する私見」として上記の内容の紹介を行った。

（8）「エネルギー・環境・放射線セミナー」（中国四国地区。2002年11月15～16日,広島国際会議場）において、(総合討論)「綜合的な学習の時間をどうするか」を中心に参加者と共に考える」において「原爆に関する学校教育のあり方に関する私見」と題して話題提供を行った（松浦委員）。

（9）（社）日本原子力学会の核燃料サイクルバックエンド部会の支援を受けて、低レベル放射線の生体影響に関してとりまとめた報告書「21世紀の原子力・放射線—近年のトピックスの中から—」を刊行した（2002年11月）。その中で本委員会に関するトピックスと著者はつぎのとおりである。

・低線量放射線の生物影響（酒井一夫）

・放射線業務従事者の疫学調査結果（金子正人）

・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（松浦辰男、菅原　努）

(10) 原子力安全委員会が、原子力安全行政に関する意見をもとめていたので、11月29日付けで、「原爆生存者の疫学的研究からICRPが放射線防護の基本的原則としているしきい値なしの直線的仮説（ＬＮＴ仮説）が誤りであることがわかること」と題する意見を提出した（松浦委員）。

(11)「環境・エネルギー問題セミナー」（南関東地区。2003年3月15～16日,東京YMCA）において、「低レベル放射線の影響に関する最近の考え方」について講演した（金子委員）。

(12)日本原子力学会「2003年春の年会」（2003年3月27～29日、アルカスSASEBO）において、「LNT仮説への反証：原爆生存者のがん発生の線量 - 反応関係にしきい値が存在すること」と題して発表する（松浦委員）。

6．2003年度の計画

低レベル放射線の人体影響について、これをどのように理解し、一般の人および学校において教育すべきであるかを研究し、適切に実行するため、最新の情報を常に検討するとともに、最終的には分かりやすいテキスト（オリジナルな教科書）の作成を目指す。このため、低レベル放射線の影響に関する知見を収集し、検討するとともに、会員からの要望をふまえ、適宜、勉強会などを計画する。

現在、国際放射線防護委員会（ICRP）は、2005年に勧告の改訂を行うべく検討中であるが、放射線の管理基準が、これまで以上に厳しくなる方向性がうかがえる。また、ICRP勧告のわが国の法令への取り入れにあたっては、ICRPの勧告以上に厳しくなることが懸念される。したがって、ICRPをはじめ、わが国の放射線審議会あるいは原子力安全委員会などに対して、低レベル放射線の影響に関する知見をふまえ、必要な要望を行うこととする。

１．委員会名　　「教科書記述調査委員会」

２．設置趣旨

約９年前にわれわれが放射線教育フォーラムの設立を準備していた当時、高校や中学で使用されている教科書における原子力・放射線関係の記述が、理科の教科書においてさえ明らかに科学的な誤りがあり、また理科以外の科目では科学的な不正確さのみならず、種々のエネルギー資源の中でも原子力に対して価値観的に偏った記述をしているものが多いことがわかった。このことがわれわれが1997年に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各出版社の教科書における原子力・放射線関係の事項で不正確・不的確な記述の個所を詳しく具体的に指摘し、それら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がわれわれの一つの仕事となった。幸いに、われわれの努力が徐々に功を奏して、ごく最近の教科書では指摘すべき大きな誤りが少なくなってきていることは喜ばしいことである。

３．設置期間　　２００２年４月より　２００５年３月まで（予定）

４．委員名簿

委員長	松浦辰男
委員	関本順子
同	髙木伸司
同	飯利雄一
（協力）	科学新聞社
同	電気事業連合会広報部

５．活動経過（以下に発表した記録を示す）

松浦辰男・今村昌・渡利一夫「高校教科書における放射線関係の記述」第31回理工学における同位元素研究発表会、1994年

松浦辰男「高等学校教科書の原子力の扱い」エネルギーレビユー、1995年3月 p.14--17

松浦辰男「高校の最近の理科教科書における放射能・原子力関係の記述について」第32回理工学における同位元素研究発表会、12a-III-8, 1995年7月

松浦辰男「高校教科書における放射線教育」駒沢短期大学放射線科論集、第23号、1998年　p.21-36

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

松浦辰男・飯利雄一・髙木伸司・関本順子「過去2，3年の高等学校における原子力・放射線関係の記述の傾向」日本原子力学会誌第23巻第5号、487 - 492、2001年

関本順子・髙木伸司・松浦辰男「中学校社会科地理の教科書における原子力関係の記述」日本原子力学会2001年秋の大会，B39，　2001年9月

関本順子・髙木伸司・松浦辰男「中学校理科の教科書におけるエネルギー・原子力関係の記述」日本原子力学会2002年春の年会，A23，2002年3月

松浦辰男・関本順子・髙木伸司「新学習指導要領により平成15年度から高校で使用される予定の教科書におけるエネルギー・環境・原子力関係の記述」日本原子力学会2002年秋の大会，2002年9月

関本順子「中学校地理･公民・理科の教科書におけるエネルギー・放射線関係の記述について」、「21世紀の原子力・放射線問題」、日本原子力学会バックエンド部会支援事業、NPO法人放射線教育フォーラム、2002年11月、pp. 27-34

松浦辰男・関本順子・髙木伸司「最近の高校教科書（文系）における原子力関係の記述の

傾向」、「21世紀の原子力・放射線問題」、日本原子力学会バックエンド部会支援事業、NPO法人放射線教育フォーラム、2002年11月、pp.35-44

６．２００３年度以降の計画
（１）特定の問題、たとえば原爆に関する教育はいかにあるべきかについて考察しているので、これに関する教科書の記述はいかにあるべきかについて模範的な例を示したい。
（２）できれば教育過程専門委員会と共同で外国の教科書を調査し、放射線・原子力関係の理想的な教科書の記述や、学校における放射線教育課程はいかにあるべきかを研究したい。（記入者：松浦辰男）

（参考資料）日本原子力学会2002年秋の年会での発表のあらまし

平成15年度より使用の高等学校教科書における エネルギー・環境・原子力関係の記述について

松浦辰男・関本順子・高木伸司

１．緒言　平成１５年度から高等学校で使用される予定の、理科、公民、地理歴史、保健体育など各科目の見本教科書について調査した。とくに注目したのは、今回あらたに選択必修課目として設けられた「理科総合Ａ」、「理科総合Ｂ」などにおける原子力や放射線などの取り扱いと、従来ともすれば原子力に批判的色彩の強かった一般社会などの文系の教科書における記述の傾向である。以下において、その代表的なもの数冊における記述の実態を紹介する。

２．理科の教科書
理科総合Ａ　（東京書籍）　第３編「エネルギー」（44～66ページ）の第１章「エネルギーを使ってする仕事」、第２章「熱として放出されるエネルギー」、第３章「エネルギーの変換」で物理学的エネルギーの説明が十分になされた後に、第４編「資源の開発と利用」第１章「エネルギー資源の利用と問題」（68～79ページ）でＡ「蓄積・非蓄積エネルギー」、Ｂ「化石燃料」（以上各１ページ）、Ｃ「火力発電」（２ページ），Ｄ「原子力エネルギー」（３ページ）、Ｅ「太陽を中心としてエネルギー資源」（４ページ）が続く。Ｄではａ「核分裂と連鎖反応」、（コラム）「身近なものから出る放射線をはかってみよう」、ｂ「放射線と放射能」、ｃ「原子力発電」、（コラム）「臨界」において、それぞれ適切な説明がある。例「*放射性元素は天然にも存在し、私たちは地面や空気、建物、食物などからの放射線をあびている。また、がんの治療などの医療分野や農作物の品種改良、建物の非破壊検査など、さまざまな形で利用されている。大量の放射線を人体にあびることは有害であるが、その危険性を正しく理解し、適正な安全対策と有効的な利用を行うことが重要である。*」
理科総合Ｂ　（三省堂）　課題研究の課題例として、１ページをさいて、「自然放射線の測定」があるのはよい。

３．理科以外の教科書
社会科系の教科書については、一般的に以前よりは改善されてはいるが、なお原子力発電を危険視している記述が少なくなく、原子力の利用について反対の立場と見られる。これは中立であり、かつ原子力・放射線に関する正しい知識を教えるべき教科書として是正さるべきである。

一般社会　（実教出版、現代社会）　原子力エネルギーの説明が比較的詳しいが、臨界事故の説明で、*「臨界とは核分裂反応が連続しておきることである。原爆や原子力発電はこのエネルギーを利用するが、原発以外の通常の核施設では臨界がおこらないようにコントロールしている。」*とある。原爆と原子力発電所ではエネルギーの取り出し方が全く異なるものであるので、このような記述は誤解を招く。

（東京書籍、現代社会）*「原発は小さなミスが大惨事になりかねないことや、ひとたび事故がおこると広範囲かつ長時間にわたって深刻な被害をもたらすという大きなリスクがある。」*大事故の可能性はゼロではないが小さく、この記述のようなことはほとんど発生しない。リスクをいうならば確率を用いて定量的に記し、「リスクはあっても無視できるほどである。」と記述すべきである。

（一橋出版、現代社会）*「日本ではじめての臨界事故がおこり被爆（曝の誤り）による死者がでた。（中略）原子力発電の危険性が原発にだけあるのではないことを示す。・・・」*この濃縮ウランによる臨界事故は（作業員の無知により）既知である臨界寸法を越える量を取り扱うことにより生じたもので、「作業員が臨界寸法について知り、そうしないようにすれば事故はおこらなかった。要すればこの事故は人災である。今後はこのようなことが起こらないように安全第一にすることが必要である。」と追記するべきものである。

*「原子力発電は、…二酸化炭素や亜硫酸ガスを発生することはなく、地球温暖化が懸念されるいま、「地球にやさしいクリーンエネルギー」のホープと喧伝されている。しかし、核分裂により生ずる「死の灰」（放射性廃棄物）の処理など、安全性をめぐる問題が他のエネルギーとは決定的に異なる。」*と書かれている。しかし、「死の灰」は原子爆弾の爆発によって生じたものであり、原子力発電所で生じる放射性は廃棄物にこと用語を使うことは適切でない。「死の灰」の語は削除すべきである。

*「原発はもともと核兵器の開発にともない発達した。・・・」*原子力発電と核兵器とは臨界制御の原理・方法がまったく異なり、核兵器開発の技術を応用したものではない。*「技術的に未完成とする見方がある。」*と記しているが、世の中に技術的に100%完成した技術はない。自動車でも１００%安全ではない。この記述は誤りであり、削除すべきである。

*「ドイツが２０３２年末までに原子力発電所を全廃することを決めた。」*ドイツその他の欧州の脱原子力の傾向は、フランスからの原子力発電による電力の輸入、欧州内の天然ガスのパイプラインの普及などの外的要因にともなうものであり、「ドイツはフランスからの電力の輸入、天然ガスパイプラインの利用で原子力発電を全廃すると現政権はきめた。」とでも記すべきである。同様なことはイタリア、スエーデンなどがあり、それぞれフランスおよびフインランドからの原子力発電電力を輸入している。

地理Ａ　（東京書籍）　原子力発電について、*「石油危機以降、世界的に原子力発電が重視され、すでに世界の総発電量の17%を占め、日本でも約30%に達している。」「化石燃料は、21 世紀には枯渇の危険性に直面している。化石燃料は、燃焼によって大量の二酸化炭素を発生し、地球温暖化の大きな要因となっている。世界の石油の可採年数は約 40 年である。」*「期待される自然エネルギー――化石燃料から再生資源へ――」「（２ページにわたって）「原子力発電のメリットとデメリット」「核燃料サイクルとプルトニウム」「自立していない日本の核燃料サイクル」の３つの小見出しで、原子力発電の原理、高速増殖炉、プルサーマル発電、核燃料サイクルの説明、などかなり詳細の正しい説明がある。ただし、最後に*「臨界事故が発生し、多くの住民が被曝するなど、原子力発電に対する国民の不安感は増大している。」*と書いてあるところは教科書の記述としては訂正されるべきである。

（第一学習社、地理Ａ）*「チェルノブイリ原発事故のように、（中略）・・・東海村の核燃料加工施設の臨界事故をはじめ・・・何度も事故が起こっている。」*チェルノブイリ事故は安全装置をわざわざはずし、炉がもっとも不安定な全出力の数%の出力で実験したことによ

り生じた。東海村の核燃料加工施設の事故は、既知の臨界寸法（臨界に達する量のこと）を超えたところで作業をしたことにより生じた。両事故ともに「事故は起こった」ではなく、「事故を起こした」のである。教科書の本文は「不注意により何度も事故を起こした。」と訂正すべきである。

日本史Ｂ　（山川出版）　第２次世界大戦の最後のところに、「*日本政府が無条件降伏を逡巡しているあいだに、アメリカは人類史上はじめて製造した２発の原子爆弾を８月６日広島に、８月９日長崎に投下した。*」とあり、「広島・長崎の爆心地の惨状」の写真の下の説明に「*原爆は広島市中心部の上空で爆発し、約20万人が生命をうばわれ、長崎でも死者は７万人以上と推定されている。現在でも多くの人が放射能障害で苦しんでいる。*」とある。

保健体育　（大修館、現代保健体育）　コラム欄（考えてみよう）「臨界事故はなぜ起きたのか」で

「*1999年９月30日、茨城県東海村のウラン加工施設ＪＣＯ東海事業所で日本初の臨界事故がおこりました。核分裂反応をコントロールできず、過剰な放射線が発生し、ＪＣＯ関係者、防災関係者、近隣の住民400人あまりが被ばくし、２人の死者をだす大惨事となりました。事故の直接の原因は、ＪＣＯが国に認められた慎重な作業手順を守らず、安全性をおろそかにしたことにあります。また、作業者は、臨界の危険性について十分な指導を受けていませんでした。さらに、この背景として、ウラン加工における企業間の激しい競争から、安全性を無視し経済性や効率性を過度に重視した会社の姿勢に問題があることが指摘されました。*」　重大な被ばくをしたのは作業者３名で、その他は、特に近隣の住民は問題となる被ばくをしなかったことがわかっているので、この記述には、「被ばくをしたが、近隣の住民には影響を生じなかった。」と加筆してほしい。なお、事故の背景として、「安全性を無視し、経済性などを重視した会社の姿勢に問題がある。」との記述は正しい。

４．結論　理科の教科書、とくに新しい科目である理科総合Ａなどにおける記述は十分に適切である。理科以外の科目のものは、以前よりはよくなっているが、なお改善すべき点が少なくない。

「マスコミ報道調査委員会」平成14年度活動報告

2003年3月20日
委員長　加藤和明

財政に係る束縛条件からIT（=Information Technology）に依存する活動を目指したが、委員の多くが現役で他に活動のdutyを抱えているためもあってか、残念ながら期待したほどの効果は得られなかった。やはり、顔を合わせて討議する場を最小限確保しなければ実効を挙げることは困難であるように思われる。活動の目標を掲げ、フィージビリティを備えた人選と活動を可能ならしめる環境を整えるのでなければ、成果は期待できない。

以上のような次第で、今年度は、委員会として検討を行い意見の集約を試みたという仕事は存在しない。委員会設置の趣旨に適う活動としては、以下に述べるように、一部会員による個人的なものに限られる。

多田委員は、新聞やインターネットを主体とするメディアの報道において目についた放射線関連の記事で、何らかの問題ありと判断されるものを切り抜き、コメント付けて収集してきた。今後、然るべき時期に、整理・考察し、一つの報告にまとめる予定である。

期中、輪島隆博会員に委員会参画を戴いた。氏は、北海道において放射線の教育・啓蒙に努めておられ、「虚報散策」の結果を自らのホームページに公開するなど「放射線教育」を実践して来られた。その成果についても、近々報告して戴きたいと考えている。

加藤は、2002年6月22日、東京虎ノ門桝本ビルにおいて開催された本フォーラム定期大会において、「新聞報道に関する最近の話題」と題する講演を、また2002年9月30日-10月1日、神戸市において開催された「保物セミナー2002」において、「放射線事故と報道」と題する講演を行った。参考までに、後者の予稿を示す。

＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊

保物セミナー2002［2002年10月1日(火)神戸ファッション美術館］講演資料

放射線事故と報道
加藤和明
平成14年8月31日
平成14年9月05日rev

1．起：シンクタンクの研究員とホブツヤ

世の中にシンクタンクと呼ばれるものがある。経済に関わる事象の調査研究やそれに基づく政策立案などを生業としていることが多い。このようなシンクタンクでは、新聞記事の間違いが分かれば1人前だと認められるそうである[1)]。保健物理に関わりのある仕事を生業としている者をホブツヤと呼ぶ［厳密には、“自分のことを保健物理の専門家であると自任している者”を意味する］が、放射線に関連する新聞記事などの報道に接するとき、報道の内容に誤りがあると気づくホブツヤは多い。ホブツヤという人種には“1人前”の専門家が多いということであろうか？

（一橋大学で教授の職にあったときソニーの社外取締役への就任を国から拒否され野に下った）中谷　巌教授によると、経済学という学問の目標は「人間の生活を豊かにすることを考えること」である[2)]。一方、保健物理というのは「放射線の防護に関する科学」であり[3)]、いってみれば人間の生活を幸せにするための学問である。便益の追求と危険の回避というのは人間の本能的な欲望であり、基本的人権であるといって良い。この「基本的人権」に関して共通の目的意識をもっているといって良い、経済学と保健物理学（＝放射線防護学）でありながら、このように一見大きな差異を生じているのは何故であろうか？

2．承：ホブツヤは専門家といえるか？

シンクタンクといわれる調査研究所の判定基準に照らせば、ホブツヤ（の多く）は専門家と理解され、ホブツヤ達は良い気分に浸るであろう。残念ながら、此の見方は正しくない。ホブツヤの多くは日本保健物理学会（及び／若しくは同種の学会）の会員となっているが、昔は、凡そ学会というものの会員となるには、［宗教団体である某学会は別として］立派な先輩会員の推薦を（時には複数）必要とし、知見（知識と見識）、経験に加えて人格までも対象に人物審査を受けなければならならなかったものである。大学で専攻していても、一定の経験を積むまでは１人前には扱って貰えず「準員」などと呼ばれていたものである。今は、多くの学会で、会員数が増えるのは良いことであるとばかりに、学歴・経験・知見・人格など不問で、誰にでも簡単に入会を認める。

こういうホブツヤの多くが、マスコミの報ずる多くの記事に“間違いが多い”と感じるのは何故であろうか？

マスコミで活躍する人達には、いわゆる“できの良い”人達が多い。この人達がその気になれば、ホブツヤ達が得ている放射線についての知識は容易に身に付けられる筈である。

それが、このような現象を引き起こしているというのは、放射線に対する接し方、視点・視座を、ホブツヤとマスコミが異にしているからであると考える。参考までに、序でに言えば、筆者の調査結果では、放射線被曝に対する受容レベルが高いグループは、原子核・素粒子分野の実験者と放射線生物学の実験者で、ホブツヤのグループはそれに比べると意外なほど低いのであった[4)]。

人間の行動の指導原理は、「まず保身であり、何か事が起きたときは自分の立場の強化・発展を願う」ことである。その限りでは、放射線が関係する事故が起きたとき、マスコミもホブツヤも、その接し方に違いはない。両者共に“生業の基（ナリワイのモト）”としてこれに接する。違うところは、前者にとって最も大事なことは、書いた記事が一般公衆の関心を引き沢山の人が注目して読んでくれることであり、放射線の問題は一般公衆の視点・視座で見たものでなくてはならないのに対し、後者にとっては、放射線が「生活の糧のモト」以外の何者でもなく、放射線を適切に怖がるのでなければ、生活が成り立たないという背景である。

3．転：事例解析

報道記事の幾つかの実例について、マスコミが寄せた主たる関心事(A)と筆者が抱いた主たる関心事(B)を対比してみたい。

（１）岩手県で起きた高校生のＸ線被曝(2002)

Ａ：放射線の事故／教育現場で事故（生徒に加害）／教師の責任

Ｂ：国の放射線防護システムの性能（教育現場に対する配慮欠落／方策

の有効性）／高校教育の現場で放射線使用の実例／教育器材整備の実態／教育委員会の見解（教師を処罰）／行政の不作為

（2）鉄屑から放射線(2001)

A：放射線源の脱管理／環境の品質劣化（QOL の低下）

B：マスコミの不勉強（放射線防護システムの理解／量と質の関係）／国策としてのシステムの性能（特定線源の使用規制に基づく手法の限界）

（3）原子力船「むつ」の“放射能漏れ”(1974)

A：オエライサンの食言（ウソをつかれた）／世間の関心（原子力船／国民の放射線嫌悪症）／原子力と“原始的”処置とのコントラスト／経済への impact

B：マスコミのレベル（放射線と放射能の混同／量についての感覚）／風評被害の凄まじさ／行政の対応（与党総務会長の処置）／アル知的権威者のツブヤキ／メンツにこだわり経済資源の損失最小化の重要性顧みられずまたそれに対する批判も見られず／後日“ゴネトク”の風潮を産み出したことに対する批判も見られず、報道の不適切さに対する反省もない

（4）ソ連原潜の放射性廃液日本海投棄(1993)

A：“他家の庭先への不法（？）にして断りのない、‘有害なゴミ’捨て”

B：量的判断の不適切さ（マスコミも専門家といわれる学者・研究者も行政も）

（5）チェルノブイリ事故(1986)

A：起きてはならない（あるいは起きる筈のない）原発の事故／被曝者の数と被曝の重篤度／世界規模の環境汚染／原子力政策への影響

B：放射線防護システムの能力的限界と欠陥の顕在化／行政の取り組み（受け身と逃げに徹する：現行システム改善のチャンスであった／輸入食品への対応策）／学界の反応（自己批判・反省なく学習の必要性自覚も希薄）

（6）超低周波電磁波の疫学調査結果(2002)

A：ことの意外性と影響を受けるものの層の広さと厚さ

B：マスコミ報道の質的レベル（の低さ加減についてのアキレ：殆ど子供の使い／読者が必要とする情報の提供が不十分）／疫学という学問の有効性と疫学者の力量／コメントを求めるのに適した専門家探しの難しさ（研究者仲間の定番コメントへの食傷）

（7）高エネ研の放射線源紛失(1980)［筆者は当事者の一人であった］[5)]

A：法定事故／COE と呼ばれる国際的機関での事故

B：監督官庁の受け止め（世間の反応大きいと関係者ハッスル／連絡の順位／通報の責任は使用者でなく放射線取扱主任者か）／組織の規模と事故の規模／事故処理に功労あっても表彰出来ず／源の使用者に及ぶ責任の適否／最大の痛恨事は？／表彰・顕彰の制度と事故隠

し／事故というものは（どういう訳か似たものが幾つか）続いて起きることがある（という経験法則の確認）

4．結：課題と提言

放射線は我々に危険と便益のそれぞれをもたらす可能性を持つものであり、我々は放射線との付き合いなしに命の営みを続けることができないという現実がある。放射線は怖がり過ぎるのも、怖がらな過ぎるのも問題で、適切に怖がることが肝要である。放射線は、望むならば、安全に使いこなすことが可能であり、その要諦は“そのためのシステムの設計・構築と運用にある”というのが、筆者の長年の主張である[6-7]。

此の視点から見るとき、「国民が放射線との付き合いにおいて受ける可能性のある、健康にとっての望ましくない影響を排除し、安心して付き合いが続けられるようにするための方策」には、改善すべき多くの課題が顕在化している。これらを整理し、改善の方策を検討することは、ホブツヤだけでなくマスコミやギョウセイにも等しく課せられる義務であると考える。

多くの他のムラに見られるように、ホブツヤ、マスコミ、ギョウセイといったムラにも独自の用語や言い回しが沢山あり、それに通じていなければ仲間と見なされず、仲間に入れて貰えない。またそうすることによってムラを存続させてくることができたのであった。先ず、これを少しでも直して貰いたいものである。JCO 事故の時、線量の種類や単位など、ホブツヤの使う言葉に分かりにくいものの多すぎることが指摘され、またそれに付随するかのように、マスコミなどによる言葉の誤用や不適切な解釈が目に付いたが、改善の兆しはなかなか見られない。

政治の世界では、東西冷戦集結するまで、いわゆる“５５年体制”というものが続き、与党と最大野党による一種の馴れ合い運営がなされて来た。マスコミとホブツヤの関係にも似たものを覚える。両者（行政を加えて三者としても良いが）長年の既得権（？）に胡座をかき、意識的にか無意識的にかははっきりしないが、改善の努力を欠いて来た。意識的であったとすれば、不作為は犯罪である。無意識的であったとすれば、何れの分野においても“真の専門家”が居ないということである。“真の専門家”というのは、軍隊用語でいえば将校のことである。木を見ることができても森を見ることができず、知識が質・量ともに乏しい上、これを知恵に変えることの不得手な者は、幾ら木を見ることに長けていても兵隊若しくは下士官に過ぎない。“真の専門家”は意識して育てなければ育たない。“真の専門家”たらんとする者は、エリートとしての使命感と意欲を持ち、絶えず研鑽（知見の獲得とアンテナの感度向上）に努めなければならない［Noblesse Oblige］。

今日、ホブツヤと自認する人々の中に、この“真の専門家”が殆ど見あたらない。「影響」も「環境」も保健物理の中心課題ではない。保健物理の中心が何であるかを今一度問い直し、“真の専門家”たるホブツヤを育てなければ、ホブツヤがマスコミに報じられる放射線事故の記事に苛立つ日々は当分なくなることはないであろう。この「保物セミナー」が、仲間同士で愚痴をこぼし合い、傷をなめ合うだけの「仲良しクラブ」に終わらせてはならないのである。ホブツヤには、一人でも多く（シンクタンクが認める）一人前の専門家になって貰いたい。専門家の無知による不作為は恥ずべきことであり、意図的不作為は犯罪であることを自覚しなければならない。適性を欠いた専門家の任命については任命権者の責任が問われるべきであるが、専門家集団には任命権者が適性を備えた候補の選択に困ることのないよう人材を育成する責任がある。

マスコミにはもっと勉強して貰わねばならない。記事に、大衆を惑わす初等的ミスが多すぎ、

本質を突く問題提起が殆どなされないからである。知識の獲得・補充は簡単である。(その気になれば誰でも仲間になれる) ホブツヤに簡単に出来ることが、(熾烈ななり手競争の勝者である筈の) 記事の書き手に出来ない筈がない。

一般の人々には、マスコミ、ギョウセイ、ホブツヤ、それにセンモンカと呼ばれる人種にはそれぞれの特性があることを理解し、ことの当否は別として、それぞれのムラに現実にある、独特の風俗・習慣・発想・視点・符丁・言い回しを理解した上で報道に接することが望まれる。メディア情報を主体的に読み解き活用する能力は「メディア・リテラシー」と呼ばれる。欧米では、情報氾濫社会を生き抜くために必要な基本的能力として重要視され、義務教育課程に織り込まれるようになっているという[8]。報道情報への接し方を説く書物[9]も目に付くようになってきたので、放射線事故の報道についても正しく受け止められる人の数が増え、ホブツヤが目くじらを立てる記事も次第に社会に受け入れられなくなって行くことを期待したい。

とはいっても、専門の分化と深化が日ごとに進み、一般人と専門家の gap を埋めるのは、どの分野においても容易でない。国を始めとするとする行政当局や放射線施設管理者の大変な努力にも拘わらず、人々に“放射線を適切に怖がる”術 (すべ) を教え、思いこみによる radiophibia (放射線嫌悪症) を解消するという試みは、期待通りの成果を上げていない。いわゆる啓蒙による手法が思ったほど有力なものでないことは JCO 事故の時実証されたと考える。一般人と専門家の両者を取り次ぐ moderator の働きに期待するしかないであろう。このような考えで活動を始めた、ボランティア集団の「放射線教育フォーラム」と「安心科学アカデミー」が、最近、共に NPO 法人として関係筋から認定を受けたことは喜ばしいことである。

参考文献

1. 浜野信也 [(株) 三井物産戦略研究所・経済産業分析室長]: *サンデー毎日*, 2002.7.28, p.114, 毎日新聞社, (2002).
2. 中谷　巌: *痛快！経済学*, 集英社インターナショナル, (1999).
3. 加藤和明: *保健物理学とは何か*, パリティ, Vol. 13, No. 3, 19-28, 丸善, (1998).
4. 加藤和明: *放射線被曝の受容レベルについてのアンケート調査結果*, Isotope News, 1992 年 1 月号, 12-15, 日本アイソトープ協会, (1992).
5. 原子力安全委員会・放射線障害防止基本専門部会: *放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブルについて*, 平成 14 年 7 月, (2002).
6. 加藤和明: *臨界事故と放射線防護*, パリティ, Vol. 15, No. 9, 31-39, 丸善, (2000).
7. 加藤和明: *原子力災害と放射線防護*, フイルムバッジニュース, No. 282, 1-6, 千代田テクノル, (2000).
8. 小泉博義: *メディア情報を読み解く力を養え*, 朝日新聞, 平成 14 年 8 月 31 日朝刊, 投稿欄, (2002).
9. 菅谷明子: *メディア・リテラシー－世界の現場から－*, 岩波新書・新赤版 680, 岩波書店, (2000).

加速器利用調査・検討委員会活動報告

概況：本専門委員会は，2001 年 5 月に開催された放射線教育フォーラム理事会において設置が認められたもので，設置の趣旨を以下に記す。

近年，加速器技術の進歩は著しく，すでに国内だけでも１千台をこえる加速器が稼動しており，医療，農業，工業，環境の各分野において欠くことのできない放射線源となっている。また星内部における元素合成をしらべる RI ビームファクトリー(理研)，放射能消滅(原研)，物質の根源を研究する(KEK)ための高エネルギー加速器の建設計画がすすめられる一方で，すでに高エネルギーイオン加速器によるがん治療（放医研)，化学分析や物質構造研究で有効な高強度 X 線源施設(SPring-8)が稼動中であり，さらに将来に向けてレーザーを使った超小型の放射線発生装置が考えられている。

このように活発に進められている放射線利用分野の中で，とくに物理，化学，生物の授業にたずさわる教師が知っておくべきであろう放射線利用例と加速器(放射線発生)の原理を調査し，わかりやすく整理された形にまとめることを検討するために本委員会の設置を提案する。

また，設置期間，目的，委員会活動の進め方，および委員構成メンバーについては，

委員会設置期間：2001―2002 年度

最終目標：100 ページ程度の報告書にまとめる。読者は中・高校教師，および　　高校生

委員会の進め方：初年度は委員による調査結果の報告，次年度は最終報告書に取り上げるべき項目の選択と説明法の工夫に関する検討を主とし，いずれも 3 回程度開催。会員の自由参加による公開の勉強会形式を予定

委員構成(順不同)：更田豊治郎，荒谷美智，峯岸安津子，大橋國雄，
大野新一，小高正敬，田中隆一，加藤和明，白形弘文，中村眞基，広井　禎，

であった。2001 年度は計 3 回の会合をもち，具体的な方針を決めるとともに，調査すべき項目をかかげ，担当委員を決めた。2002 年度では，9月，１１月，3月に委員会を開催し，担当委員の調査報告をきき，それについて質問・検討を行なうという形で活発な議論をつづけ，さまざまな異なる考え方が提出され，必ずしも全部の一致を見るには至らず，そのために予定より進捗が遅れる結果となった。そこで委員会活動を１年間だけ延長することを決め，2003 年度も引き続き活動することにした。最終目標である高校生用副読本の作成については，2003 年度の 5 月ないし 6 月に第１回委員会を開催して 9 月頃までに委員会としての完成をみることとし，その後，高校教師に依頼して意見を内容に関する意見を求め，それを考慮してより目標に近いものを作成して 2003 年度中に委員会活動を終了することとした。以下に今年度の開催記録ならびに内容の一部を記載する。

2002 年度　第１回加速器利用調査・検討委員会議事録

日時：2002 年 9 月 7 日(土)　13:00－17:00
場所：升本ビル 2 階　原産会議室
出席者：荒谷，大橋，白形，田中，中村，広井，峯岸，大野

（欠席：小高，更田，加藤）

検討内容：

1．あらかじめ送付してあった今年度作成予定の副読本の目次案ならびに執筆担当，ページ数を検討，別紙のように決めた。

2．執筆要領，内容の難易の程度などの検討をかねて，第1章　放射線の性質と加速器(大野担当，約10ページ）を読み合わせた。

3．できるだけ基本的な事項だけを丁寧に説明する。歴史的な流れを重視する。コラムまたは付録を設けて，読み易くする。原稿は12ポイント，40字，35行，図表は1ページに1点ずつ，キャプションもつける。

4．次回を11月30日(土)13:00とし，検討予定の原稿は大野，荒谷，田中，中村，白形，峯岸とする。

加速器—このように放射線が利用される

はじめに（広井1)
放射線の性質と加速器（大野10)
物質の根源をしらべる研究と加速器（大野10)
加速器の展開（荒谷10)
産業における加速器の利用（田中10)
加速器の医学利用（大橋まとめ10)
　診断・RI製造（大橋）治療（峯岸）
加速器の農業への利用　（田中　5)　——産業における利用にまとめる
加速器を利用した元素分析（加藤または小高10)
　加速器質量分析，X線蛍光分析，電子プローブX線発光，PIXEなど
ＲＩビームファクトリー（荒谷5)
　不安定な原子核を人工的に作りだし，元素の起源をさぐる
大型放射光施設（SPring-8)（白形5）強力X線源，その利用例
医療用重イオン加速器（HIMAC)（峯岸5)
中性子科学センター（大型陽子加速器建設）計画（白形5)
付録：高速の荷電粒子のエネルギー付与（中村　)
おわりに　（更田　3，場合によってページ追加）　**参考資料**

2002年度　第2回加速器利用調査･検討委員会議事録

日時：2002年１１月３０日(土)　13:00－16:00
場所：神楽坂エミール2階　会議室
出席者：大橋，小高，白形，田中，中村，峯岸，大野
　（欠席：荒谷，加藤，更田）
検討内容：

1．前回の申し合わせにしたがって大野，大橋，峯岸，田中，白形の順に福読本執筆原稿を読み合わせ，意見交換を行なった。そのコメンとを採りいれて各自が最終原稿の作

成に励むこととした。

2．図表も含めて今年度中に最終的に完成させることは無理があるということで，今年度の作業を第三者の意見を求めるために必要な原稿をともかく揃えるところまでとした。

3．平成 15 年度では，第三者からのコメントを中心に図表の作成，全体の体裁を整える作業，必要な書き直しなどを行うこととした。

4．会議室の借用に予算を使用せざるを得ない事情が発生したため，今年度の旅費として 2 回以上出席の委員に対して 1 回分の交通費実費を支払うこととした。2 回に満たない委員に対しては交通費の支払いをやめる。そこで浮いた分を会場費にまわすこととした。

5．次回開催を平成 15 年 2 月中の(土)13:00 とし，追って連絡することとされた。

以上

2002 年度　第 3 回加速器利用調査･検討委員会議事録

日時：2003 年 3 月 1 日(土)　13:00－16:00
場所：神楽坂エミール 2 階　会議室
出席者：大橋，小高，田中，中村，大野　（欠席：荒谷，加藤，白形，更田，峯岸,）
検討内容：

1．田中委員の原稿「産業で役立つ加速器からの放射線（Step 4）」について，前回提出の原稿との相異箇所を中心に検討を進め，さらに今後追加執筆する予定について話し合った。とくに農業利用について，加速器の小型化について，ナノテクノロジーとの関連についても記述をするむね報告があった。

2．小高委員からの原稿「加速器質量分析法―同位体を放射線にして測定する―」について読み合わせを行ない，内容が高校生に理解できないのではないかとの意見が出され，さらに検討を進めることとした。

3．中村委員からの原稿「電子と物質との相互作用」について，昨年度提出の原稿に続くものとして内容を検討した。

4．大橋委員から「加速器の医療への利用―診断への利用―」の検討を行ない，前回に提出された峯岸委員からの「放射線治療」の前に来る原稿として位置付けられる事などを確認した。

5．全体として，内容がやや難しすぎるとの意見がだされ，委員会活動を 1 年間延長することとし，2003 年夏を期限として各自がさらに内容を解り易いものに仕上げる努力をすること確認した。

6．章，節，項目の立て方を検討し，フォント，マージンのとり方，行数，字数などについて定めた。

以上

加速器

―放射線はこのようにして利用されます―

2003年3月

NPO法人 放射線教育フォーラム
加速器利用調査・検討委員会報告書

委員構成(順不同)：更田豊治郎(委員長)，荒谷美智，峯岸安津子（世話人），大橋國雄，
大野新一(世話人)，小高正敬，田中隆一，加藤和明，白形弘文，中村眞基，広井　禎

はじめに

電子が発見されてなかったら，テレビもなくケータイもないだろう。

X線が発見されてなかったら，骨折や結核の治療は今のように効果をあげられないだろう。

電子の発見も，X線の発見も，いまから百年前のことに過ぎない。

どんな方法で発見されたのだろう。

電気を持った粒子を加速する実験がきっかけであった。

この加速する装置，ここでは加速器と呼んでおこう。

加速器の性能がよくなり，電子以外の素粒子も次々と発見され，究極の物質の解明が進んできた。

その加速器はどんな原理で動くのだろう。

加速器は，製品の検査や，病気の診断・治療に広く用いられるようになった。

「加速器」をキイワードに，これまでの百年の科学と技術の進んできた道を辿ってみたい。

この道の先端に皆さんがいる。そこから先には，はっきりした道はまだない。皆さんの歩いたところが踏み固められて，道になる。

皆さんが道なきところを歩きだすときに，小さいけれど方位磁針になって欲しいと願い，私たちはこの本を書いた。

皆さん，この「方位磁針」をもって歩きだしませんか。

第1章　放射線の性質と加速器

1. 物質をつくる粒子とそれらの粒子をまとめている力

1.1　物質をつくる電子，中性子，陽子

すべての物質は原子からできています。その原子は，また正の電気をもつ原子核と負の電気をもつ電子からできています。さらに原子核は中性子と陽子がいくつも集まっているものです（図1-1)。

1.2　原子核をつくる力

この中性子と陽子の数の組み合わせでいろいろな種類の原子核がつくられます。そこで原子核の種類は無限といっていいほど存在することになります。このように物質はいろんな種類の微細な粒子，すなわち電子，原子核，中性子，陽子などからできていますが，こうした粒子が離れ離れにならずにまとまっているということは，互いに引き合う力がはたらいていて，まとまっているからだと考えられます。中性子や陽子はどちらも原子核をつくる粒子なのでまとめて核子とよばれますが，たがいに接触しあっている隣どうしの核子と核子の間には核力という強い引力がはたらいています。この核力のほかに電気的なクーロン力もあります。陽子は正の電気，電子は負の電気をもっていますが，正の電気あるいは負の電気といったように同じ種類の電気同士の間には反発力が，また異なる電気同士の間には引力がはたらきます。この電気と電気の間にはたらくクーロン力は，電気どうしが離れた距離にあるときでも作用し合う力です。そこで近距離で作用する核力と遠距離でも作用するクーロン力の2種類の力が原子核のなかに存在することになります。

1.3　原子をつくるクーロン力

つぎに原子をつくる力を考えてみましょう。原子核と電子の間には正負の電気の間で働くクーロン引力が，そして電子がいくつもあるような原子では電子と電子の間で働くクーロン反発力が存在するので，原子のなかでは遠隔ではたらくクーロン力（引力と反発力）が支配しています。

ここで整理してみましょう。原子核のなかでは隣り合う核子(中性子と陽子）の間で強い引力があるけど，原子核内に存在する陽子どうしにはクーロン反発力がはたらきますから，中性子と陽子のそれぞれの数の組み合せ如何によっては安定なものと，そうでなくこわれて中性子と陽子のいくつかが飛び出してはじめて安定になるものがあります。これを原子核の崩壊といいます。しかし原子核と電子の間はある程度はなれていてもクーロン力（引力）がはたらき，しかも原子核に含まれる陽子の数と同じだけの電子が原子核に引きつけられます。これが原子です。原子の種類は電子の数に

よって決まるといってもいいし，あるいは原子核に含まれる陽子の数によって決まるといっても，結局は同じことが解るでしょう。

このクーロン引力によってまとまっている原子はきわめて安定なのです。大きいエネルギーの粒子がやってきて原子のなかの電子を弾き飛ばすとか，原子核を壊してしまうとかでない限り，いつまでも安定です。さらに分子も安定です。たとえば水分子は 1 個の酸素原子核と 2 個の水素原子核，それに 10 個の電子からできていますが，宇宙空間では宇宙放射線がやってきて電子を飛ばさない限り何十億年でも壊れることはありません。空気中でも，水分子は窒素や酸素の分子と激しくぶつかり合っています。室温では分子は秒速 600 m 程度でたがいにぶつかり合っているのに，決して分子が壊れることはないのです。これを理解するのは容易ではないけれど，量子力学という 20 世紀になって生まれた学問によってはじめて理解できるようになりました。

2. 放射線とは？そして放射線はどこで発生するのか？

物質をつくる粒子がまとまってなく，何らかの理由で単独で走っている状態を考えてください。じつはこの状態が放射線を理解する始まりなのです。

2.1 星の中の核反応

宇宙空間では，さまざまなエネルギー的にとても激しい現象が起こっています。たとえば太陽は$2 \cdot 10^{30}$kgという大変な物質量（ほとんどは水素からできています）が集まったものですから，それらの物質が互いに落下したと考えれば落下のエネルギー（重力エネルギーの解放ということもできます）が大変なものです。それによって太陽の内部は高温になり，粒子の運動のエネルギーは大きくなり，ついに水素原子の原子核である陽子が高速になり別の陽子と接触できるまでの距離に近づきます。するとこのとき強い核力が働きます。しかし同時にクーロン反発力も働きますが，ここで一方の陽子が正の電気を放出（陽電子とよばれる電子と同じ質量であるが正の電気をもつ粒子を放出）して中性子に変わると安定な重水素とよばれるものが生成します。この後にも色々な反応が起こって結局はヘリウムができます。これが現在の太陽の内部で起きている現象です。(図 1 - 2)

星 (太陽) のなかの水素が少なくなると反応は遅くなりますが，依然として重力が働くので再び収縮が起こり，もっと高温になって今度はヘリウム (He) どうしの核融合が始まり，そのつぎは炭素，窒素，酸素，ネオン，ケイ素，アルミニウム，マグネシウムそしてつぎつぎと鉄あたりまでの原子核が合成されます。核融合反応が起きている間は反応熱（廃熱といってもいい）は星の表面から熱輻射（光）によって宇宙空間に捨てられます。

2.2 超新星爆発

重力による収縮でさらに高温(40 億 K)になると鉄原子核の分解によって星の中心部が陥没，このとき解放されるエネルギーが衝撃波となって星の外層部に伝わり，そのほとんどを吹き飛ばします(＝超新星爆発)。また中心部に落ちこむ外層部は重力エネ

ルギーを得て原子核は激しい逆反応を起こし，大量の中性子が発生していっきょに周囲の原子核の急成長が起こり，ウランにいたる重い原子核が誕生します。

原子核のなかには中性子と陽子の数の組み合わせに応じて不安定のものもありますが，さまざまな核反応によって次第に安定化します（この原子核の壊変が，まだ終了していないものがいわゆる放射性原子核とよばれるものです)。

こうして星の内部で合成された重原子が銀河中にばらまかれると，今度は，その重子で汚染された星間ガスの中から重力収縮によって星が生まれ，またその一部は重原子とともに星間ガスへと還元されます。超新星の爆発でなくても星は質量放出を行ない(太陽の場合では太陽風とよばれる)，特に星の末期には激しい質量放出が起こります。このようなプロセスを 150 億年間繰り返してきた結果，宇宙は膨張しつつその中に含まれる原子核は次第に重い割合が増えつつあるといえます。これが宇宙の進化です。

2.3 超新星爆発の頻度

超新星爆発は，われわれの銀河内で 100 年間に 1 回程度が観測されていますが，じつは 10 年に 1 回ほどの頻度で起こっているけど星雲の陰に隠されて観測されないだけだと考えられています。宇宙には銀河が 1 千億個もあるといわれ，また 1 回の超新星爆発で放出されるエネルギーは 10^{44} J と見積もられ，そのつど原子核などが高速で飛び出し，宇宙放射線のもとになります。また爆発は星間ガスを加熱し，銀河の力学的変動の原動力となり，磁場をつくり，結果として宇宙線(荷電粒子)を加速します。

2.4 太陽系の形成

私たちの住む地球は太陽系の一員です。太陽系はいまからおよそ 46 億年前にできたと考えられています。太陽系は，それまでの数回にわたる超新星爆発で合成された元素が宇宙空間に放出されて星間ガスとなり，あるいはちり(ダスト)となって漂っていたものが，46 億年前に近くの超新星爆発のエネルギーの刺激を受けて収縮を始めたのがきっかけでできました。したがってさまざまな元素が初めから含まれているのです。なかでもウランやトリウムなども少量ですが含まれていました。ウランやトリウムのなかの原子核のなかにはまだ安定化しきれていないものがあるため，放射線を出すわけです。これが自然放射性元素と呼ばれているものです。

3. 人工的に放射線をつくる

前節では，宇宙の中でつくられる放射線と，それに何十億年も前に超新星爆発でつくられた重い元素のうちでまだ安定化しきっていない放射性元素が地球に残っている話をしました。これらが自然界に存在する放射線です。

3.1 地球表面では自然放射線は少ない

しかし地球表面で私たちがじっさいに触れることのできる放射線というと非常にわずかです。なぜかというと，宇宙空間を飛び回っている電子，陽子，原子核のような

電気をもつ粒子は，地球が磁石になっているために，大部分が地球表面にまで進入してくることがないのです。磁場のために曲げられてしまい，地球の外側をぐるぐる回って（バンアレン帯とか放射線ベルトとよばれます）います。非常に高エネルギーのものだけが曲げられずに地球表面にまで来ますが，個数が少ないのです。また放射性元素が地球に含まれていますが，そこから出てくる放射線のうちアルファ線とかベータ線と呼ばれるものが多いのですが，これらは大地の中で遮へいされてしまって地球表面にまで出てくるのはわずかです。

それで地球表面では，自然放射線は少ないということが理解されたでしょうか。

3.2 人工的に放射線をつくる

ところで後でだんだんと説明しますが放射線はとても魅力的な性質をもっています。遠く離れたところにある物体の中をどんどん侵入していって，そこで化学反応を起こしたりできるのです。これを利用することが行なわれています。しかし地球表面では放射線が多くは存在しないので，私たちは放射線をつくる必要があるのです。そのための装置が加速器です。これまでの話ですでにお分かりでしょうが，放射線をつくるにはまず原子や分子を壊して微細な粒子（電子，原子核，陽子，中性子など）をとりだします。つぎにそれを加速することです。電子，陽子や原子核を加速するのは，原理的に容易なことです。電場のなかで電荷は力を受けるので運動の状態が変わり加速されるのです。

しかも加速器では，粒子のエネルギーも強度（粒子の個数）も走る方向も，そのほかさまざまな性能を使用目的に合わせて調整することができます。これが放射線を利用するのに加速器が使われる理由なのです。

3.3 加速された粒子のエネルギー

力とその力が働いている時間をかけたものは力積といって運動量変化に相当するし，あるいは力がはたらいて電荷が距離 x だけ動かされたとすると力×x が仕事に相当して電荷をもつ粒子のエネルギーがそれだけ大きくなります。しかしエネルギーをあらわすもっと便利な方法があります。1 ボルト(V)の電位差で加速された電荷 e は 1 eV のエネルギーを得ることを用いるのです。これは電子に対してでも陽子に対してでも，同じように用いることができます。10^6 V (= 1 MV) で加速されると 1 MeV，10^9 V (=1 GeV) で加速されると 1 GeV の粒子という呼び名になります。

3.4 電磁波と中性子の発生

こうして荷電粒子は電位差を利用して加速できます。では光(X 線など)はどのようにして発生させたり，エネルギーを高くしたりするのでしょうか。それは運動する荷電粒子がその運動状態が変化するときに電磁波が発生したり吸収されたりすることを利用します。高速の電子ビームを物質中に通し，物質中の原子核などの電場で電子が曲げられるとその曲げられ方に応じていろんな方向にいろんなエネルギーの電磁波が放出されます。加速器では真空の中を電子ビームを走らせ，強い磁石によって一定の方向に曲げますと一定の方向に揃った X 線ビームを発生させることができます。また

高エネルギーの陽子などを加速器で作り，重い原子核にあてて原子核を壊し，中性子を大量に取り出すこともできます。

4. 放射線の性質と特徴

ここで話題を変えて放射線とはどういうものかを考えることにしましょう。放射線とは，物質を作るような微細な粒子が物質をつくる原子・分子の中を通りぬけることができるものをいいます。ただし大部分の場合では，何事もなくただ通りぬけるだけですが，ときどき原子・分子に属する電子を弾き飛ばすことが起こるものです。どれほどの確率で電子を飛ばすのか見積もってみましょう。

4.1 原子の大きさ，原子核の大きさ

通常の原子や分子の大きさは 1 オングストローム（10^{-10} m）です。それに対して電子の大きさはおよそ 10^{-15} m といわれます。また原子核の大きさは 10^{-14} ～10^{-15} m といわれます。考えやすくするためにすべてを 1 兆（10^{12}）倍してみます。すると原子や分子の大きさは 100 m，それに対して電子の大きさは 1 mm，原子核の大きさは 1～10 mm です。100 m の空間に 1～10 mmの核を中心に 1 mm の電子が走り回っているのです。この走り回る電子の速度の 10 倍とか 100 倍のスピードで外から他の電子や陽子が走り抜けます。走り回る電子の近く，たとえば 1 m ぐらいのところをニアミスするときに強い力(＝クーロン力)が働いて電子は飛ばされるかもしれませんが，そうでなければ何事もなく通りぬけていきます。アルファ粒子などは２＋の電気をもつので多分２mの近くをニアミスするだけで同じ効果が生じるはずです。ところがX線などはどうでしょうか。電気的に中性なので直接に電子に衝突しない限り，つまり圧倒的に多くの場合で，ただ通りぬけるだけです。直接に電子と衝突したときに電子が飛ばされるのです(＝コンプトン散乱とよばれています)。電子が飛ばされるとまわりの電気的な様子が変化しますので周りの分子が回転したり，場所を移動したり，また分子の場合で化学結合をつとめていた電子が飛ばされると原子核と原子核の正電荷どうしの反発力が強くなって 2 つの原子核が離れてしまう，すなわち化学結合の切断が起こります。こうしたことがきっかけで化学反応が始まるのです。**(図 1 - 5)**

4.2 放射線による化学反応の起こり方

これを通常の物体の場合についてあてはめて考えてみましょう。通常の物体はもちろん膨大な数の原子・分子からできています。放射線が 1 つの原子または分子を通り抜けるということはつぎつぎと原子・分子を通り抜けることです。ですから，「**放射線は物体の姿や形を崩すことなく通りぬけ，まれに物体の内部で（電子を飛ばすことから）化学反応を起こす**」ということができます。この言葉には放射線を使って物質の内部の構造を調べることができそうだということと，放射線利用の大切なヒントが込められています。事実，放射線の発見によってそれまで「丸くて堅くて決して壊れることはない」と信じられていた原子の中の研究が進展しました。そして生きた人間の体の内部を調べることも可能になりました。またふつう化学反応を起こすには温度

を上げるとか，他の試薬を混ぜる必要があります。しかし放射線は，温度とはいっさい関係なく，他の反応物質を混ぜることもなく，物体の内部に反応を進めるきっかけをつくることができるのです。大変に便利で利用価値が高いことは容易に想像できることと思います。(図 1−6)

4.3　天然の放射線と加速器が作る放射線

自然界にも放射線があることは2で説明しました。宇宙からやってくる宇宙放射線と大地に含まれている天然の放射性物質からくる放射線です。宇宙からやって来る放射線のうち電気をもつ粒子は地球が磁石になっているため大部分は地球表面に到達できません。途中で曲げられて地球の周りを回っているのです。地球に入り込んだ放射線も大気を通過するうちに空気の分子や原子核と反応してエネルギーを失ってしまいます。また天然の放射性物質は地球のできた 46 億年も昔に星の中の激しい反応によってつくられたものですが，長い間に安定になったものが大部分でいまなお残っているものはごく限られています。ウラン 235 と 238，トリウム 232，カリウム 40 などです。これらの原子核からでる放射線はわずかなもので 1 kg の試料に対して 1 年間で 1 mJ (ミリジュール)程度の放射線エネルギーを与えるといったものです。水 1 kg の温度を 1℃高くするのに必要なエネルギーが 4,200 J であることから考えてもわずかという意味が理解されるでしょう。これではいくら放射線が素晴らしい性質をもっていても私たちがうまく利用することはとても覚束ないのです。ところが幸いなことに加速器で加速した微細粒子は放射線と同じ性質をもつのです。同じ性質というよりも，放射線そのものを加速器が作るといっていいのです。

参考図書

図表 6 点

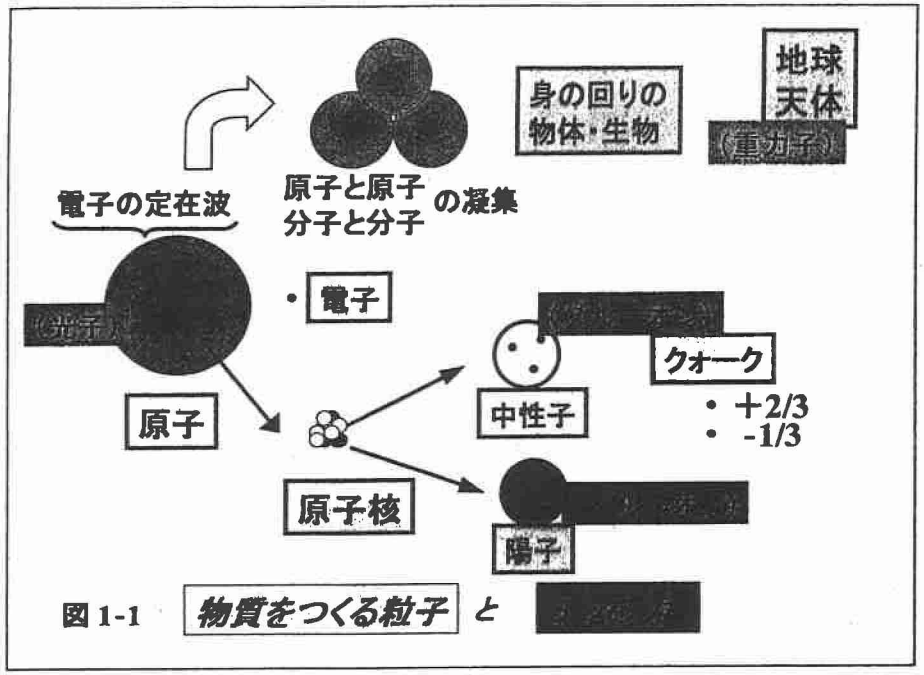


図 1-1

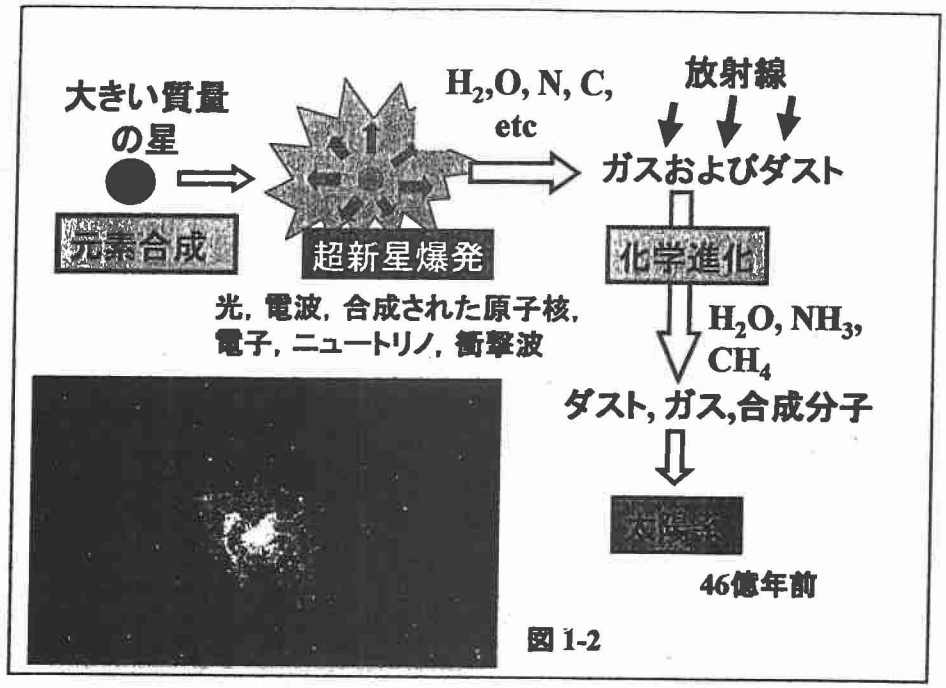


図 1-2

図 1-1　物質をつくる粒子と 3 つの力

微細な粒子が集まって物質ができるためには，粒子と粒子の間ではたらく互いに引き合う力が必要です。原子は原子核と電子がクーロン力で引き合っているものですが，正負の 2 つの電荷の間を光子が行ったり来たりすることによってクーロン力が働くと考えられています。原子と原子の間にも引き合う力が働いて分子や身の回りにある物体・生物ができています。それは原子からもれてくる光によると考えられます。遠く離れた天体どうしの間では重力が働き，それは重力子という粒子によると考えられていますがまだはっきりとしていません。原子よりずっと小さい粒子に目を向けましょう。3 個のクォークが集まって中性子と陽子ができます。このときに引き合う力はグルーオンがうけもっています。中性子や陽子からグルーオンがもれてきて中性子や陽子どうしを結合させると原子核ができます。歴史的には，原子核をつくる力は核力とよばれ，中間子が仲立ちをしていると考えられたものです。

図 1-2　超新星爆発と化学進化

太陽の 8 倍以上の質量をもつ星は，核融合反応をおこす燃料がなくなると最後に自分自身の重力で支えることができなくなり爆発して猛烈な光とそれまでに合成した元素を宇宙空間に放出します。遠くからみると急に明るい星が出現することになるので超新星爆発と呼ばれます。超新星爆発はまた宇宙線のもとだと考えられています。宇宙空間にばらまかれた元素は，何千万年という長い時間をかけて他の星からくる放射線によって化学反応を起こし，メタン，アンモニア，水をはじめ，沢山の分子をつくります。いまから 46 億年前に，こうした分子やちりが集まって私たちの太陽系がつくられました。

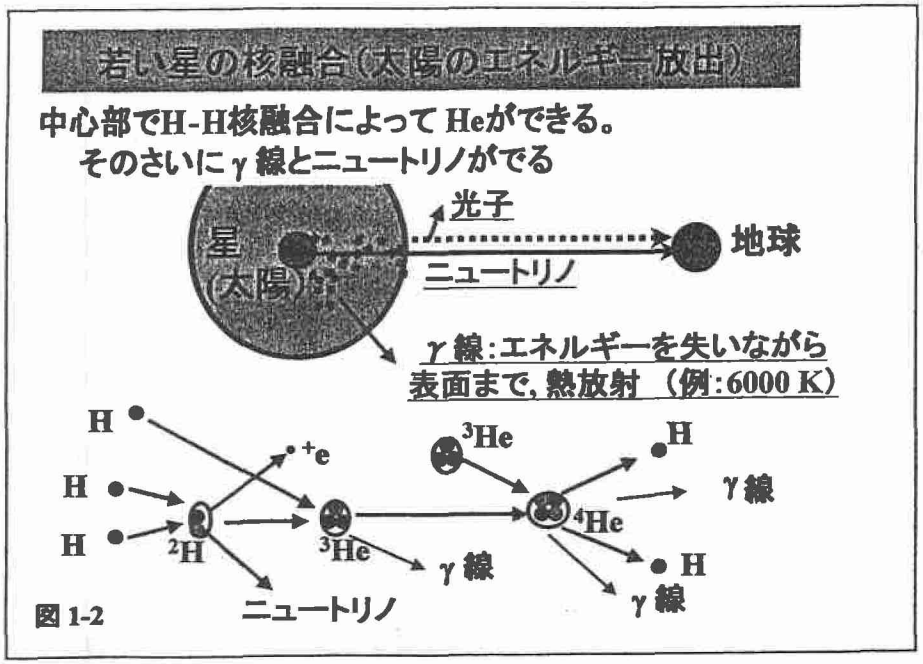


図 1-2

図 1-3　若い星の核融合（太陽のエネルギー放出）

太陽のように水素原子が大量に集まった星では，重力によって質量が中心に落下すると位置のエネルギーが減った分だけ運動エネルギー（熱エネルギー）が発生します。中心部は次第に高温になり，水素の原子核と電子に分かれ，プラズマ状態になります。そして高速で走りまわる水素原子核（プロトン）どうしが（ついにクーロン反発力に打ち勝って）接近したときに強い力が働いてそしてプロトンが陽電子（プラスの電荷をもつ電子）とニュートリノを放出して中性子に変換すると安定な重水素がつくられます。こうした反応が続いて，結局はヘリウムの原子核ができ,そしてニュートリノとガンマ線が放出されます。ニュートリノはすぐに宇宙空間に走り去りますが，ガンマ線は近くの電子や原子核との衝突を繰り返しながら長い時間をかけてなくなり，ガンマ線がもっていたエネルギーは太陽の表面まで到達して表面の温度をおよそ 6000 度の温度に保つことになります。そして 6000 度の温度の状態からの熱放射（だいたい可視光線の領域です）が宇宙空間に向って出ていきます。

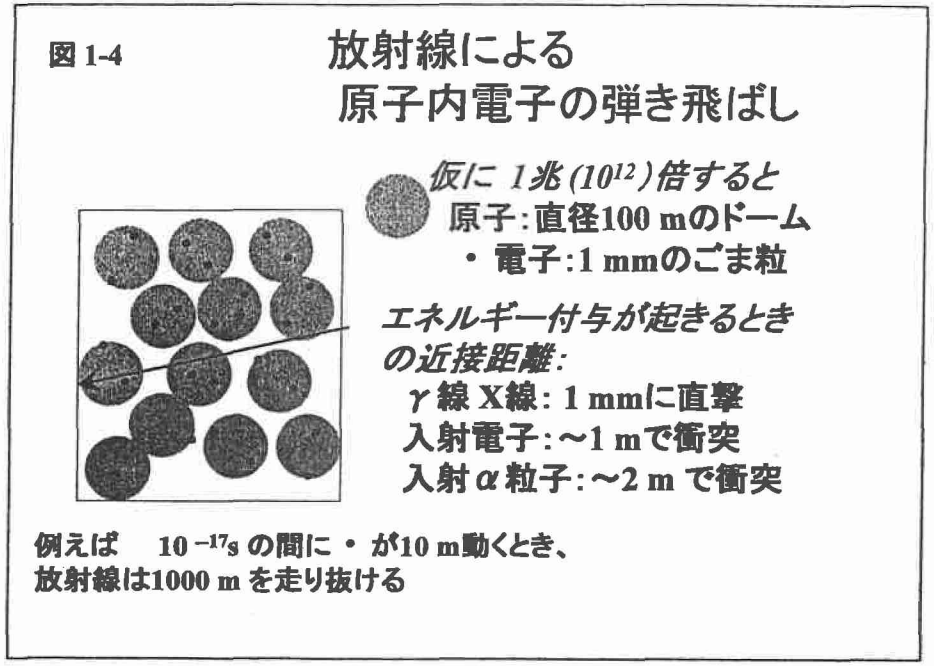


図 1-4　放射線による原子内電子の弾き飛ばし

原子の大きさを仮に 1 兆倍すると，原子は 100m（いわば東京ドーム），その中で原子核は小豆粒の大きさ，電子は 1mm のごま粒の大きさです。この東京ドームの中で 10 - 17 秒という短い時間では，電子は 10m ほどを動き回りますが,その間に放射線(たとえば高速の電子)は 1000m も走ります。放射線の速さに比べると原子ないの電子は動かないといってもいいくらいです。この放射線が電子(ごま粒)の近くを走るときに作用を及ぼしてエネルギーを与えるのです。電気的に中性のガンマ線やX線などはごま粒に直撃したときにごま粒を弾き飛ばします。高速の電子はごま粒の近く?1 m 以内を走り抜けるときに弾き飛ばします。プラス 2 の電荷をもつアルファ粒子は?2 m 以内を走るときに電子を弾き飛ばします。このように放射線のもつ電荷の大きさによって電子の飛ばされる頻度は変わってきます。また放射線の走りぬける速さによっても電子の飛ばされる頻度は変わってきます。電荷をもつ粒子が走り抜けるときに働くクーロン力とそのクーロン力が働く時間の積（力積）が弾き飛ばすときの効果を示すからです。

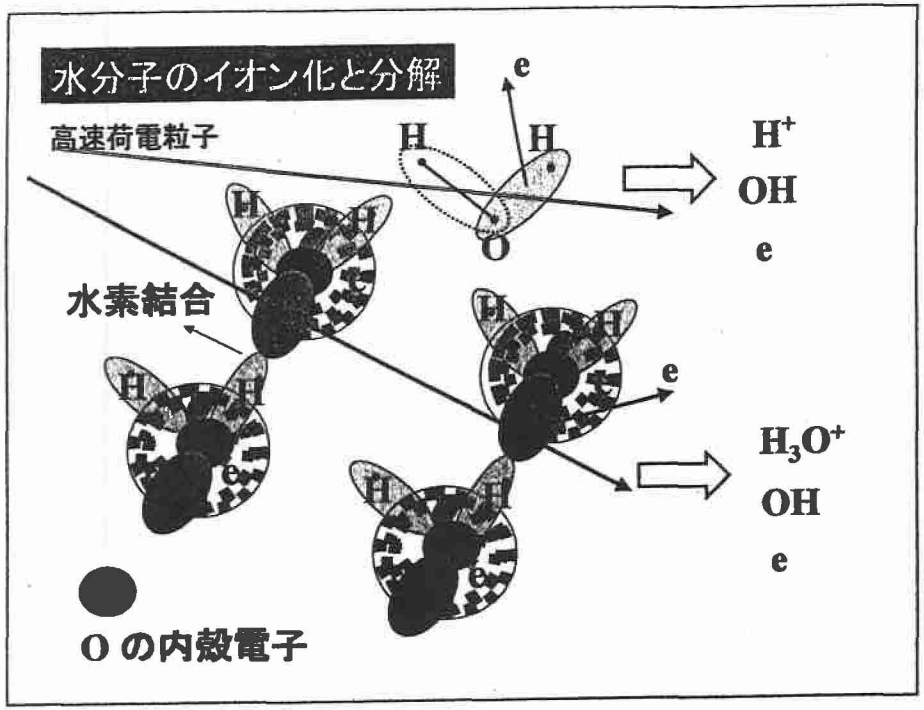


図 1-5　水分子のイオン化と分解

1個の水分子は10個の電子をもっています。10個の電子はみな同じ役割ではなく，例えば酸素原子核の近くだけを回る2個の電子（内殻電子）はあたかも酸素原子核が＋8でなく＋6であるかのような効果を他の電子に与えます。また酸素と水素の両方にまたがって動き回る電子は酸素?水素の化学結合の役割を担っています。

放射線によってO－H結合に関わる電子が飛ばされると，OとHの原子核同士の間で働く反発力によって化学結合は切れてOHとH＋と飛ばされた電子が残ります。また化学結合には関係しないけど隣の水分子との間を結び付けている(とくに水素結合と呼ばれることが多い)電子が飛ばされると，隣の水分子から水素原子核（H+）が移動してきて，H3O+，OH，そして飛ばされた電子が生成されます。

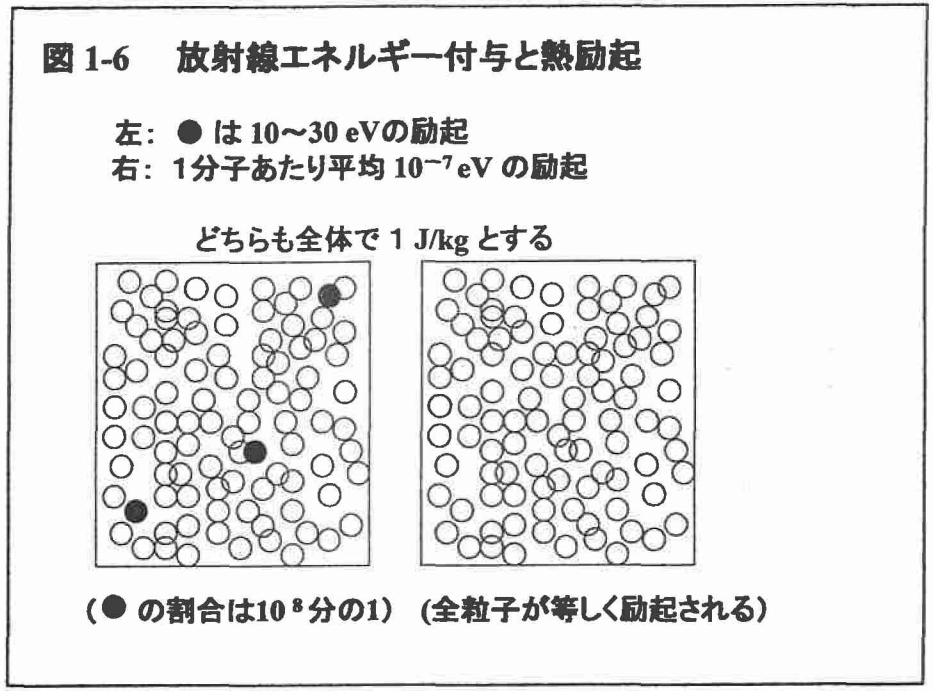


図 1-6　放射線エネルギー付与と熱励起

1 kg（1リットル）の水を1ワットの豆電球で1秒間あたためる，これが1 J/kg です。1リットルに含まれる水分子 3×1025 個がほぼ平等に暖められて水温は 0.00025 度ほど上昇するはずです。これに対して放射線はほとんどの分子をただ通り過ごしておよそ1億個に1個の割合で電子を飛ばして水分子を壊してしまいます。しかしエネルギーの全量を考えるとどちらの場合も同じ1 J/kg です。熱エネルギーのときは何の影響も観察されませんが，放射線のときは1億個に1個の割合で分子が壊されます。そこで熱エネルギーの場合との区別をはっきりさせるために，放射線によるエネルギー吸収をとくに1 Gy(グレイ)という単位を用いて表現します。

第 2 章　物質の根源を探る研究と加速器

1.　真空放電の実験

1.1　電池の発明と真空技術

ガルバニというイタリアの医師が動物解剖の最中にカエルの脚がピンセットに触れてピクッと動くことから電池が発見されたといわれます。やがてうすい硫酸水溶液に亜鉛と銅の 2 本の金属棒を挿入して両金属の間につないだ金属線に電流が流れることが見つかりました。これがボルタの電池の発見です（1800)。いくつもの電池をつなぐことから電圧と電流の関係を定量的に調べることが出来るようになりました。そして電流のまわりに磁場が形成されることや電場と磁場が波となって空間を伝わる(電磁波)ことなどがわかってきました。

また一方で空気はどこにでもあるものですが，空気が存在しない状態を人類が最初に作ったのはおそらく何千年もむかしのことでしょう。水の中にいれた器（コップのような）を逆さにして水面に持ち上げる時に感じる抵抗感や長いパイプに入れた水が逆さにしても落ちてこないことなどからだと思います。水の代わりに水銀を使ったのがトリチェリです（1643)。ここではじめて真空（空気がほとんど存在しない空間）ができました。産業革命の波に乗って，やがて効率よく真空をつくりだす装置(真空ポンプ)が発明され，そして改良が続けられました。

1.2　すべては真空放電の実験から始まった

電池の発見も真空ポンプの改良もどちらも物質の根源，つまり物質がどのようにできているかをしらべる研究とはあまり関係もなさそうです。しかしこの電池と真空ポンプを結びつけることから，人類はついに物質の根源を探る研究のきっかけをつかんだのです。この章ではその話をします。

ガラス管のなかに 2 本の金属棒をいれ，金属棒は外から電池でつないで電圧をかけます。空気中には電気が流れないのですが，ガラス管の中の空気を除いていくと（それには真空ポンプを使います）ついに電流が流れるようになります。しかも電流の流れた道筋が赤や黄色や緑色といったさまざまな美しい色で光りだすのです。これを真空放電の実験とよびますが，このときの真空の度合いや電圧の大きさによって光の様相が変化することは人々の関心を引きつけました。それは雷の原因とも関係していそうであるし，また北極圏で輝くオーロラの起源をつきとめたいと考えていた多くの人たちを虜にしました。この真空放電の実験からどの原子のなかにも同じ電子があることが見つけられ，そして X 線の発見，放射性元素の存在，宇宙線の存在，原子核の発見，また発見された電子の挙動を理解するために生み出された量子力学，高速粒子(放射線)の挙動を理解するためにアインシュタインが発表した相対性理論，その流れのなかで国家的なプロジェクトで開発された原子爆弾や原子力力発電など，おそらく 20 世紀の物理学のあらゆることがもとを質すと真空放電の実験から発生したといってもいいほどです。真空放電の実験からは，2 つの大き

な発見がもたらされました。1 つは，すべての原子に共通の微細な負電気をもつ粒子(電子)が含まれているというトムソンの結論，2 つ目は，レントゲンによるX線の発見です。

2. トムソンによる電子の発見

真空放電では負の電気をもつ粒子が陰極から陽極へと流れます。この陰極から出てくる粒子(陰極線)の本体を見極めようとして，英国ケンブリッジ大学の J.J.トムソンは陽極に小さい孔をあけ，そこからもれ出てくる陰極線を細く光るビームとしてとりだし，つぎに電場や磁場をかけたときにこのビームがどのように曲げられるかを調べました。(図 2 - 1) この実験については教科書に詳しく載っています。そして陰極から出てくる粒子の質量と電荷の比（m/e）が求められたと教科書に説明されています。しかしトムソンがえらかったのはその次に考えたことでしょう。陰極材料を金，銅，アルミニウム，黒鉛などと変えてみても出てくる粒子の m/e の値が同じかったことから，すべての原子に同じ負電気をもつ粒子が含まれているのではないかと主張したのです。ギリシャ時代のむかしから原子はそれ以上に小さく分けることが出来ない，したがって原子は壊れないもの，永久に不変のものであると考えられてきました。19 世紀の化学者たちが化学反応のさいの質量や体積の変化を注意深く測定した結果からも，これは確認されたのです。その原子から別の粒子が飛び出してくるという現象が真空放電の実験からわかったのです。(図 2 - 1)

3. X線の発見

ドイツのレントゲンは，真空放電の実験を続けていましたが，しだいに陰極と陽極の間にかける電圧をより高く（何千から何万ボルト），そして性能のよいポンプを使ってガラス管内の真空をよりよくしていきました。すると陰極からでてくるビーム（陰極線，じつは電子線）がガラス管壁にぶつかっているあたりからなにか目に見えないもの（X 線）がでていろんな物体を通り抜け最後は蛍光板を光らせることをレントゲンは偶然のことから発見したのです(1895)。(図 2-1)

4. ベクレルの放射能の発見

ドイツの隣国フランスはパリで不思議な X 線発見のニュースを聞いたベクレルは何が X 線の原因なのかを探ろうとしました。ガラス管が光を出すところから X 線がでていることから発光現象と関係があると考えたのです。実験室の薬品棚にあったケイ光性の鉱物をつぎつぎと取り出して太陽光に当てて活性化したりしていましたが，偶然のことから太陽にあててもあてなくても X 線と同じように物体を透過してケイ光板を光らせるものが出てくることを発見しました(1896)。これが自然放射線の発見です。

4.1 キュリー夫妻とラザフォードの研究

キュリー夫妻は，この放射線をだす物質をできるだけ純粋に化学的に分離しようとして，ラジウムとポロニウムという元素を発見しました。

またキュリー夫妻やイギリスのラザフォードらは，この自然放射線にアルファ線，ベータ線，ガンマ線の 3 種類があることや，それぞれの放射線の性質を詳しく調べました。それによるとアルファ線はヘリウム原子核であること，ベータ線は電子線であること，そしてガンマ線はＸ線と同じ電磁波であることがわかりました。

5. アルファ線を使った散乱実験

5.1 原子番号Ｚの原子の原子核はＺ個の陽子をもつ

ラザフォードらは鉛のブロックに小さい孔をあけ，そこにラジウムを挿入しました。するとその孔からアルファ線が細いビームとなってでてきます。このビームを薄い金属の箔（はく）に当てる実験を行なっていました。金属箔が薄いので大部分のビームはそのまま透過しますが，中には大きく進路が曲がったり，また非常にまれなことですが箔にぶつかって跳ね返ってくるものもありました。このアルファ線の散乱実験は，教科書でも説明されている有名なもので，これによって原子核が発見されました。しかし重要なのはそれだけではありません。原子核の電荷の大きさを決めるものでした。水素の原子核の電荷を 1 としたときに，原子番号Ｚの原子の原子核がＺの陽電荷をもつことが分かったのです。(図 2-2)

5.2 中性子の発見

つぎにトムソンが電子の質量と電荷の比を求めた方法と同じような原理（原子を電子線で衝撃してイオンをつくり，電場で加速した後に磁場で曲げる方法）を用いていろいろな原子の質量が求められました（トムソン，アストンらの質量分析，1913)。この結果を原子番号 Z の原子にあてはめてみると，その原子核は Z 個の陽子をもつが，質量は水素の Z 倍でなくほぼ Z の 2 倍に近いことが分かったのです。ラザフォードは「質量は水素と同じであるが電荷は中性の粒子が存在するのかも知れない」と講演で述べています(1920)。キュリー夫妻の娘と婿であるジョリオ･キュリー夫妻はアルファ線をベリリウムにあてたときに，この中性子の発生を実際に取り扱った (1932) のですが，中性子であることに気付かずに，たいへんなエネルギーのガンマ線であると解釈しました。その 1 週間後に，ラザフォードの学生であったチャドウィックが中性子発見 (1932) の栄誉を担ったのです。

中性子が発見されるとすぐに 2 つの方向の新しい研究が始まりました。1 つは，原子核の構造に関する研究です。複数個の陽子と中性子を集めておく力についての研究では，日本の湯川秀樹が最初に取り組みました(1935)。原子核のなかで陽子と中性子が中間子（パイオン）と呼ばれる粒子を交換して互いに入れ替わりながら引力が働くというような考えです。また陽子と中性子が入れ替わるときに電子あるいは陽電子が放出されるといういわゆるベータ崩壊の理論もハイゼンベルグらによって研究されました。もう 1 つの研究の流れは，ローマ大学のフェルミらによる核反応の研究です。中性子は，原子の中に侵入して原子番号の大きな原子核に対しても電気的な反発力を受けることなく入り込むことができます。フェルミらはつぎつぎと周期表の原子を取り出して中性子との反応を調べ，ついにウランにいたり，当時考えられていたもっとも大きい原子のウランの原子核に中性子をつけ加えてさらに大きい原子核をつくった，そしてベータ崩壊（電子を放出して原子番号

が 1 つ増える）を確認して 93 番元素，つづいて 94 番元素の合成に成功したと発表しました（1935)。しかしこの反応の生成物を丹念に化学分析したベルリンのハーンとマイトナーは，中性子を吸収したウラン原子核がほぼ 2 つに分裂することを発見したのです(1938)。

6. X 線による原子の大きさ，原子内電子の定常状態の研究

6.1　どんなときにX線が発生するか

一般的にいって電荷をもつ粒子が運動しているときに，その運動状態が急に変化するときに新しく電磁波が発生します。真空放電の実験においても，高速の電子 (高電圧で加速された陰極線) がガラス管壁の原子の中を走るとき，原子核からの力を受けて運動の方向が変化しますが，そのときに発生する電磁波 (X 線など) は制動放射（連続 X 線）とよばれます。また (ガラス管の) 原子の中の電子も運動状態（後述する定在波の状態）にあるわけですが，その状態が入射してくる高速電子の作用によって変化することもあります。このときに放出される電磁波（X 線）は原子の種類によって決まった波長をとるので，これを特性 (固有) X 線とよびます。(図 2-3)

6.2　原子番号Zの原子の原子核にZ個の電荷があること

ちょうど特定の波長の光がコンパクトディスク面で特定方向に反射されるのと同じ原理で，特性 X 線も一定間隔の溝（結晶の原子配列）によって特定方向に反射します。この回折現象から原子間隔，すなわち原子の大きさが求められました（ブラッグ，1912)。また原子番号の順番につぎつぎと高速電子をあてたときにでてくる特性 X 線の波長をしらべたところ，特性 X 線の波長は原子番号によって規則正しく変化することが分かり（モーズリー，1913)，これによって原子内の電子の定常状態の存在が確認され，量子力学の進展に大きく貢献しました。また原子番号 Z の原子の原子核に Z 個の陽子が含まれることも分かったのです。(図 2-3)

6.3　量子力学と相対性理論

ニュートン力学では，質量 m，速度 v の粒子のエネルギーは $E=(1/2)mv^2$，運動量は $p=mv$ でした。しかし相対性理論では，質量が m で，運動量が p の粒子のエネルギー E は

$$E^2=(mc^2)^2+(pc)^2$$

であらわされることが示されました。ここで c は光の速度です。

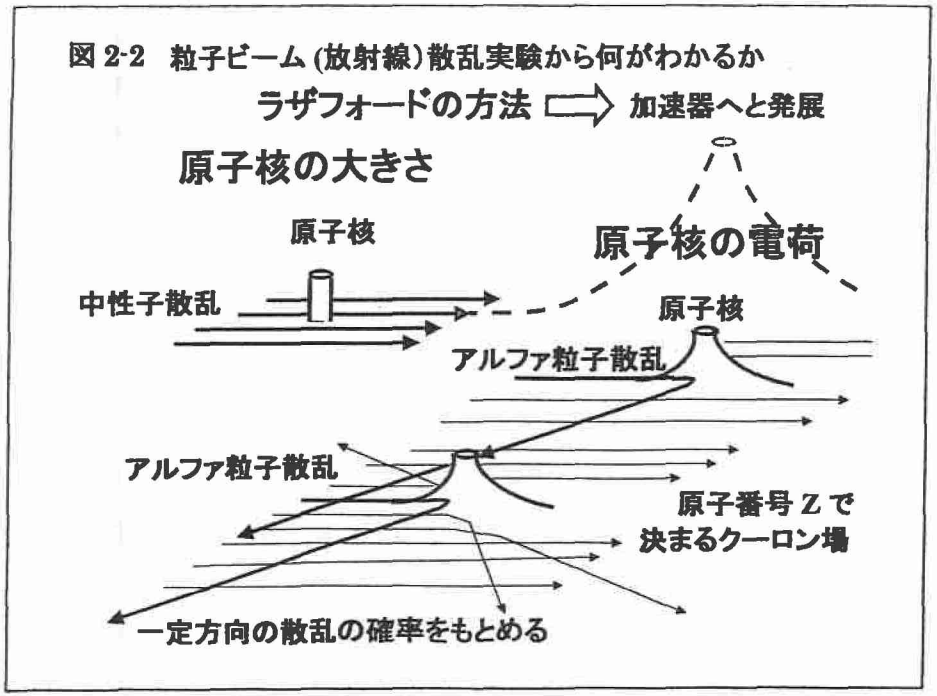


図 2-2　ラザフォードのアルファ粒子を用いた原子核の発見

富士山のような形をした山が描かれています。左側からガラスのビー玉をころがして，その走る道筋を調べます。ビー玉のエネルギーが小さいと山のすそ野で横にそれますが，エネルギーが大きいときはかなりの確率で右側に抜けます。

アルファ線を薄い金箔にぶつけたときは一定のエネルギーのアルファ粒子(＋2)は原子核のつくる山で散乱されます。原子核の電荷が大きいときはそれだけ大きい山となり，原子核の位置（山の位置）から離れたところで散乱が起こります。薄い金箔といってもこのような山が何兆個も存在するところに沢山のアルファ粒子がつぎつぎに飛んできて散乱していきます。いろんな角度で散乱される割合をもとめ，解析して原子核の電荷が求められます。

高速の中性子を用いた散乱実験の場合では，原子核との間でクーロン力が働かないので，原子核の幾何学的な大きさに近い値が得られます。

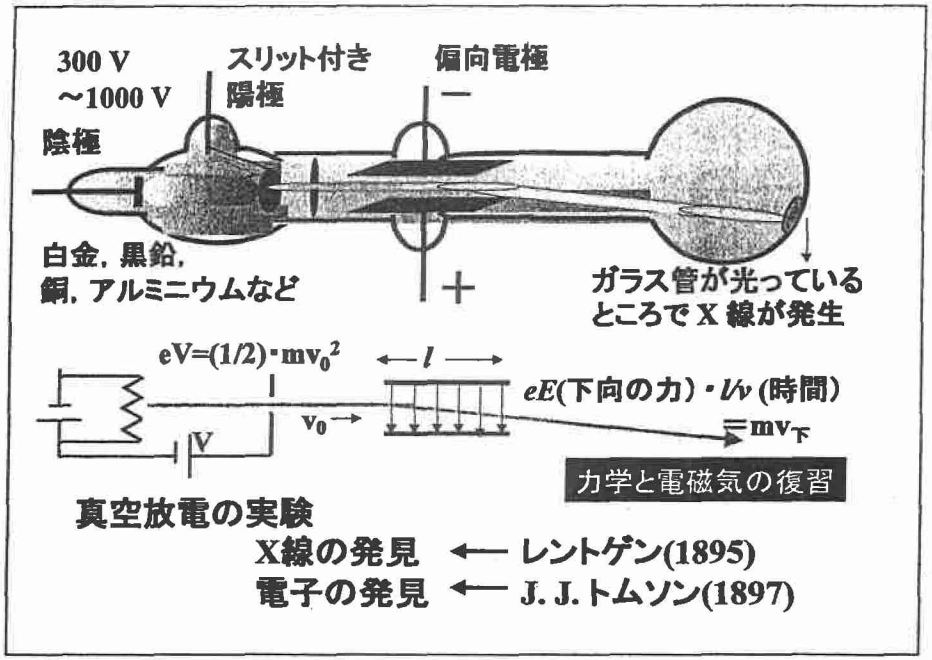


図 2-1　真空放電の実験と X 線および電子の発見

真空放電の実験からは，レントゲンが X 線を発見し(1895)，またトムソンは電子を発見しました(1897)。レントゲンは，性能のよいポンプを使って真空度をあげ，そして電子（陰極線）の加速電圧を高くしてその電子がガラス管壁にあたって光っているところから X 線がでることを発見しました。トムソンは，電子がある距離を走る間（偏向させるための電極板を走る時間）電場の中を走らせて力を作用させます。その結果を右端でビーム位置を測定します。また磁場をかけるとビームは移動します。これらを解析することから，電子の質量と電荷の比が求められました。

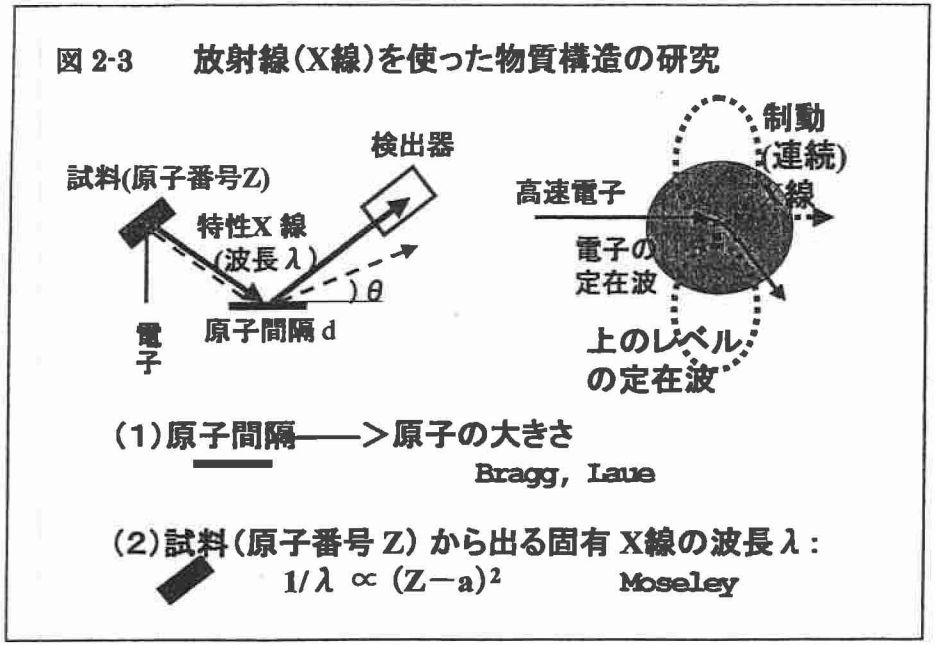


図 2-3　放射線（X線）を使った物質構造の研究

荷電粒子がその運動状態を変化させるときに電磁波（光子）が発生します。ここでいう荷電粒子とは、とくに原子の中で原子核の周りを運動している(定在波をつくる)電子を考えます。高速電子の入射によってある定在波の電子が飛ばされ別の上のレベルの定在波から電子が入り込むときにその原子に特有の一定エネルギーの電磁波（たとえばX線）が放出されます（右図）。これが特性X線です。このX線の波長を一定の結晶面による散乱効果を利用して求めることができます。モーズリーは、このX線の波長とX線を放出する原子の原子番号の間に関係があることを見つけました。また一定の波長のX線を使っていろいろな結晶面の原子間隔を測定することもできます（左図）。

第４章　勉強会での講演の資料または要約

新教育課程とエネルギー教育

京都教育大学　山下宏文

トリレンマの克服

環境問題において、「環境」か「開発」かという対立の構図がよくある。「環境」と「開発」の対立は、「自然保護」と「経済開発」との対立でもある。どちらかを優先すれば、どちらかが犠牲になってしまい、両者が同時に成り立つことは難しい。しかし、このジレンマの克服なくして、環境問題の解決はありえない。そこで、「持続可能な開発(sustainable development)」という概念が注目されるようになっている。

さらに、最近では、「環境」と「開発」の二者の相克から、「環境」「エネルギー」「経済」の三者の相克の構図としてとらえられるようになってきている。つまり、「環境保全」と「エネルギー需給安定」と「経済成長」とがトリレンマとして存在していることへの認識である。

その点をもう少し具体的にみてみたい。20 世紀の 100 年間で、人口は 4 倍に増加したのに対し、経済規模は 20 倍、エネルギー消費量は 25 倍にも達している。しかも、世界人口の 22%でしかない先進国がエネルギー消費量の 75%をしめており、一人あたりにすると途上国の 12 倍にもなる。現代世界が、経済成長を目指して、いかに膨大なエネルギーを使ってきたかが明らかである。

しかし、ここに大きな問題が生じてきた。一つはエネルギー資源の枯渇の問題である。つまり、現在の化石燃料に依存したエネルギー消費を続けていけば、近いうちにエネルギー資源が枯渇してしまい、現在の生活自体が成り立たなくなるということである。経済成長による生活の豊かさの追求がもはや限界に来ている。もう一つは、膨大なエネルギー消費を前提とする経済成長が、環境への負荷を増大させ、環境破壊をもたらすということである。地球温暖化や酸性雨等の地球的規模の環境問題は、どれもエネルギー消費と密接にかかわって生じてきていることは言うまでもないが、こうした環境破壊が我々人類の生存自体を脅かし始めていることに注目しなければならない。

このように「環境」と「エネルギー」と「経済」とは、それぞれ密接にかかわりながらトリレンマの状況に陥っている。そして、このトリレンマの克服が緊急の課題として迫られているのである。少なくとも、トリレンマの克服あるいは解消は、今までの価値観や生活様式では不可能であり、文明観自体の転換と行動に結びつく価値判断が求められる。ここに、資源・エネルギー教育の重要性と必要性が認められることになる。

環境教育としての資源・エネルギー教育の必要性

資源・エネルギー教育は、環境教育と別にあるととらえるのではなく、むしろ環境教育の一環として位置づけるべきである。それは、「資源・エネルギー」を軸教材（1）とする環境教育といってもよい。

これまでの日本の環境教育においては、生態的な自然環境の問題や廃棄物の問題などを中心として学習が行われてきた。しかし、欧米の環境教育などでは、資源・エネルギー問

題も環境教育の重要な柱として位置づけ、取り組まれてきている。（2）持続可能な社会を実現するためには、資源・エネルギー問題の解決は不可欠である。また、環境の問題と資源・エネルギー問題とは別々にあるのではなく、両者を密接な関係の中でとらえ解決していくことが求められる。環境教育と資源・エネルギー教育の密接な関連性に着目すべきである。

こうしたとらえ方は、実際の教育改革にも反映されるようになってきている。例えば、第 15 期中央教育審議会第一次答申（1996.7）では、「環境問題と教育」という章を設け、環境教育の積極的推進をうながしているが、そこでは「資源やエネルギー」「省エネルギー」等の問題を環境教育の内容としてしっかり扱うことを勧告しているのである。こうした資源・エネルギー問題の重視は、それまでの教育にかかわる報告書等においては、「環境や資源」といった表記が一般的であったのに対し、それ以降では「環境やエネルギー」と表記されるようになっていることにも表れている。また、その結果が学習指導要領にも反映されていることは言うまでもない。環境教育としての資源・エネルギー教育を推進していくことが求められていることが分かる。

次に、資源・エネルギー教育の教材を開発していく視点について指摘しておきたい。子どもの資源・エネルギーに関する意識や各教科等での資源・エネルギーに関する扱いの実態（3）などから、次のような視点が重要となる。

- 体験や具体的な活動を重視するとともに、生活に密着した問題解決型学習を行い、「資源・エネルギー」に対する認識を主体的なものにできるようにすること。
- 資源、生産、流通、消費、廃棄、処理といった循環システムの観点から「資源・エネルギー」に対する総合的な認識を形成できるようにすること。
- 確実な概念形成を可能とするために、発達段階にしたがった「資源・エネルギー」に対する内容の発展・体系を重視すること
- 「資源・エネルギー」に対して子どもの価値判断を迫れるようにすること。その際、多様な観点や立場から多角的に判断できるように配慮すること。原子力発電に関しても具体的に考えられるようにすること。
- 日常生活における実践的行動力を養うこと。そのためにはたえず自分自身の生活を見つめ、自分自身の行動を振り返ることができるようにすること。

これらの視点の実現は、「自ら価値判断する」ための確かな「認識形成」・「自ら追及する」ための「技能形成」、さらに「豊かな人間性と社会の変化に主体的に対応できる」ための「資質・能力形成」の三つの観点の統合でもある。そして、このことがまさに「生きる力」の育成の実現と言い換えることができる。

資源・エネルギー教育のカリキュラム例

資源・エネルギー教育の概要を把握するために、具体的なカリキュラムの例を提示しておきたい。ここで紹介するカリキュラムは、イギリスのクリエイト（Creat）というエネルギー教育の専門機関が教師等と連携して作成したもので、初等教育から中等教育までを

見通す体系的な構造となっている。(4)

このカリキュラムでは、次のような目標や内容を設定している。

目標―発達段階にそって達成すべき目標

・ 知識と根拠をもってエネルギー問題を検討する。
・ エネルギーに関する決定について知的に判断する。
・ そのような決定の環境的意味に気付く。
・ 責任ある消費者として社会参加する。

内容―知識・理解や技能を獲得していく必要のある領域

・ 人間の活動におけるエネルギーの果たす不可欠の役割
・ エネルギー資源
・ エネルギーに関する決定の環境に対する意味
・ 歴史的、技術的進展
・ エネルギーに関する事項の決定に影響する要因
・ エネルギーの分配
・ エネルギーの転送
・ エネルギー保全と効率化
・ エネルギー利用の価格
・ ものを動かすために必要なエネルギー

さらに、こうした目標と内容に基づいて、四つの鍵となる概念を設定し、それぞれにかかわる具体的な概念を提示している。(表1)

日本でもこうした明確なカリキュラムを開発し、継続的・発展的に資源・エネルギー教育を進めていくことが課題となろう。

(山 下 宏 文)

注

(1) 佐島群巳『環境教育問題―総合的学習に生かす』国土社、1999、p.40
(2) 佐島群巳・高山博之・山下宏文編『「資源・エネルギー・環境」学習の基礎・基本』国土社、2000、p115 - 122
(3) 同上、p100 - 114
(4) Creat, Energy Education 5-16, A Guide for Teachers, 1993

推薦図書

藤本太郎『エネルギー教育最前線―世界の教科書から』悠々社、1994
小宮山宏『地球持続の技術』岩波新書、1999
飯田哲也『北欧のエネルギーデモクラシー』新評論、2000
田中紀夫『新版エネルギー問題入門』日経文庫、2000
佐島群巳・高山博之・山下宏文編『「資源・エネルギー・環境」学習の基礎・基本』国土社、2000

		社会は政策上の適切な決定をする前にいろいろなエネルギー資源に関して費用や利益を考慮する必要がある。 様々な燃料の価格や供給に対して経済的、政治的圧力が存在する。 エネルギーは効率的なシステムを通して、（例えば、家庭、交通、工業などにおいて）保全されねばならない。 資源と環境の管理に関する国際協力の必要がある。
エネルギー資源	1	様々なエネルギー資源は私たちの家庭や学校で使用されている。 風はものを動かすことができる。 化学製品はエネルギー資源である。 木材は一つのエネルギー資源である。
	2	太陽は地球にとって主要なエネルギー資源である。 地球全体のエネルギー資源は有限である。 化石燃料（石炭、石油と天然ガス）は重要なエネルギー資源である。 代替エネルギー資源には、波、風、潮、原子力、水力、地熱、太陽、生物燃料が含まれる。 エネルギー資源には、再生可能なもの（例えば風、水）と再生不可能なの（例えば化石燃料）がある。 電池、電気モーター、弾力のあるひもを使って、動力模型を作ることができる。
	3	化石燃料もまた原料資源である。 世界的にみてエネルギー資源は分布の偏りがある。 経済先進国のエネルギー資源の需要は高い。 歴史的要因は様々なエネルギー資源の開発とそれらの採掘結果に影響をもたらす。 再生不可能なエネルギー資源の継続的かつ増大する使用の将来に対して危惧がある。
	4	再生可能な構成要素の割合を高める必要がある。 エネルギーの採取活動は社会的、経済的、環境的意味を持つ。 石炭の種類によって炭素の含有量が異なる。 石炭や石油の精製によって様々な生産物を供給できる。 社会的、政治的、経済的要因がエネルギー政策に影響する。 いろいろなエネルギー資源が、費用、信頼性、仕事や環境効果に関して様々な利益をもたらす。
エネルギー転送と電気	1	エネルギーはためられ、動くことに使われる。 ギア、ベルトやレバーはエネルギーを転送することができる仕掛けである。 電気は様々な方法で利用される。 本線電気を使用するときは、安全要素が重要である。 簡単な回路を電球、ブザー、電池と電線を使って組み立てることができる。
	2	エネルギーはためられ、転送できる。 熱や磁力の発生のようなエネルギー変換は簡単な電気回路ですることができる。 電気回路はスイッチとセンサーによって制御できる。 電気は再生可能および再生不可能なエネルギー資源を使ってつくられる。
	3	エネルギー転送は効果的であったり非効果的であったりする。 エネルギー効率をよくする必要がある。 エネルギーは熱プロセスの中で転送される。 電気はエネルギー転送の幅広い手段によって供給される。 エネルギーはエネルギー転送の過程において保全される。 ある化学反応は熱を発し、一方は熱を吸収する。 エネルギー転送は状態の変化や膨張のような特定の状態の変化と結びつく。 エネルギー転送は測定できる。 実際のシステムでは、有用なエネルギーの出力は全体のエネルギー入力より少なくなる。 電流、電圧と抵抗には一定の関係がある。
	4	水の循環やいくつかの気象現象は熱エネルギーの転送や対流や放射のような過程によって起こされる。 化学反応におけるエネルギー転送は、化学結合や再結合に付随し、量的に決定されることができる。

表―　エネルギー学習における概念形成（「エネルギー教育：5-16）

	KS	キー・ステージ（KS）ごとの概念
エネルギーと生命	1	植物は生長のために太陽からの光を必要とする。 動物は健康な成長のために太陽光を必要とする。 私たちは活動するためにエネルギーを必要とする。 食物は私たちにエネルギーを与えてくれる。
	2	食物連鎖は食べることの関係をあらわす方法である。 食物連鎖は一般的に緑色植物からスタートする。 植物は自らの栄養をつくるために太陽からの光を必要とする。 私たちの食物に含まれるエネルギーは間接的に太陽からくる。
	3	食物からのエネルギーは体温を保つ。 食物からのエネルギーは私たちが活動することを可能にする。 食物に含まれるエネルギー含有量は、キロジュール、カロリーあるいはキロカロリーとして表される。 エネルギー摂取量と一日の総エネルギー必要量とのバランスをとる必要がある。 不均衡の結果は、体重増加あるいは体重減少である。
	4	食物のエネルギー価値は、栄養成分に関する情報から計算することができる。 エネルギーは異なった栄養物をもつ食物からもらえるだけである。 エネルギー変換と呼吸には関係がある。 現在の勧告によるアドバイスによれば、異なった栄養物からのエネルギー供給のバランスをとることが必要である。 例えば２階へかけのぼるのに必要なエネルギー量は実験的に測定することができる。 生命体の中で起きる化学的プロセスの総計が生み出すエネルギーの割合は新陳代謝の割合として知られる。 休んでいる状態において、個々人が必要とする（例えば呼吸や血液循環のような機能）エネルギー量は基礎代謝として知られる。 新陳代謝の割合や基礎代謝は変化しやすい。
エネルギー保全と効率	1	電灯を切ったり、蛇口をしめたり、戸や窓を閉めたりすることで、エネルギーを節約することができる。
	2	石炭、ガス、石油は地球の中で見つけられ、そこから引き出される。 化石燃料資源は有限である。 家庭や学校で使われているエネルギーを保全する必要がある。 家庭や学校で使われるエネルギーのあるものは測定することができる。
	3	熱は通常温度の高い地域あるいは物体から温度の低い地域あるいは物体に流れる。 熱は還流、伝導、放射によって流れる。 熱ロスや換気による熱ロスによって熱は建物から逃げる。 構造上のロスとして逃げる熱の割合は、絶縁によって減らすことができる。 防通風によって換気ロスで逃げる熱を少なくすることができる。 現代社会の大きな特色はエネルギー利用と安定したエネルギー供給に依存していることである。 エネルギーは製造業にとって、重要なコストである。 エネルギーは産物やシステムの利用にとって、重要なコストである。 ある機械は他のものよりエネルギーを効率よく利用する。 ジュールはエネルギーをはかる一つの単位である。 エネルギーは快適や利便に影響する。 制御システムの利用によってエネルギーを保全することができる。
	4	効率はエネルギーの投入に対して機械によってなされた有効な仕事の割合である。それは、パーセンテージで表される。 いろいろなプロセスにおいて、エネルギーは周囲に拡散し、さらなる有用なエネルギー転送の可能性を減らしたり、保全をさらに困難にしたり、燃料の利用や有用性に関係したりする。 経済成長や人口増加は天然資源の需要に影響する。 いろいろなエネルギー資源が、費用、信頼性、仕事や環境効果に関して様々な利益をもたらす。

		多くのプロセスで、エネルギーが周囲に拡散し、さらに有用なエネルギー転送の可能性を減らす。 電気は電磁誘導によって発生し転送される。 電流、電圧と抵抗の関係は計算できる。 効率はどのくらいのエネルギーが意図された方法によって転送されたかの測定である。 伝導、対流と放射によるエネルギー転送は制御できる。
環境問題	2 3 4	資源は有限であり、選択されねばならない。（例えば、石炭であるかもしれない） 天然資源の採掘は環境に影響をもたらす。 燃料のあるものは大気汚染や水質汚濁の原因になる。 再生可能そして再生不可能なエネルギー資源は異なった方法で環境に影響をもたらす。 燃料の燃焼はエネルギーと排気ガスを放出する。 燃料資源はどこにあるわけではない。 世界的にみて資源の分布には偏りがある。 エネルギー資源への要求は一様ではない。 大陸、海洋、大気は人間活動の影響を受ける。 エネルギー利用は環境的影響を及ぼす。 ハリケーンのような自然現象によって、危険な量のエネルギーが放出される。 パワー・ジェネレーションは、それぞれが環境に影響を及ぼす一連の方法を採用することによって可能になる。 資源や環境の管理に関する国際協力が重要である。 エネルギー生成の副産物はチェルノブイリ、酸性雨、地球温暖化のように地球全体の環境の変化を引き起こす。 燃料輸送やエネルギー転送は環境に影響を及ぼす。

（キー・ステージ（ＫＳ）１＝５～７歳　　ＫＳ２＝７～１１歳
ＫＳ３＝１１～１４歳　　ＫＳ４＝１４～１６歳）

世界は脱原子力か？

1．ドイツ　2000 年 6 月に政府（社会民主党と緑の党の連立）と電力業界が協定を結んで、「原発はこれ以上は新設しない。しかし現有の原発 19 基は平均 32 年稼動させる。」ことになった。原発が減って電力が不足すれば、ヨーロッパ内は送電線がつながっているので、電力を外国（フランス）から買えばよいとの考え。また天然ガス、石炭でまかなう、といっているが、炭酸ガスの問題がある。風力もやっているが、到底風力だけで原子力の代わりは不可能。（与野党が選挙で逆転して協定が反故になる可能性あり？）

2．スェーデン　この国は 1980 年に国民投票で原発は 2010 年までに全部止めることとし、1999 年 11 月に 1 基停止させた。しかしその年の冬電力が不足し、隣のデンマークから（ポーランドとロシアから輸入した石炭を燃して作った）電力を輸入した。第 2 基目を 2001 年 7 月までに止めることになっていたが、世論調査で国民の反対をうけ、停止することをしないことに決めた。国民の 80％が原発を支持。

3．フィンランド　現在４基の原発があるが、5 基目の建設を国会で決めた。

4．スイス　もうすぐ停止予定の原発を 2000 年 9 月に住民投票であと 10 年運転することになった。

5．チェコ　すでに 4 基の原発がある。5 基目（ロシア製）が完成し、これを動かすことについて国民に意見を聞いた結果、動かすことになったが、安全基準を高めることが隣国のドイツ・オーストリアから要請されている。

6．イギリス　北海油田があるがあと 5～6 年で底が見えるので、原子力発電をやることが与野党の合意となった。

7．中国　現有のものと建設中のものが 880 万キロワットあるが、2010 年までに 2000 万キロワット、2020 年には 4000～5000 万キロワットに増やす予定（経済発展が著しい）。

8．ベトナム　産油国であるが、2015 年ごろに原発の営業を開始したい。

9．アメリカ　現在 103 基。コストとCO_2を考えて原子力発電を始めようとしている。2001 年 5 月のカリフォルニアの世論は原発の建設の支持が 59％。（1980 年の調査では 61％が反対であった。）全米では 66％が原発を支持している。アメリカはまた燃料電池車も普及させようとしている。

１０．　ハンガリー　世論調査で、73％が原発支持。

１１．　アラブ連盟（サウジアラビア、イラン、イラクなどイスラム諸国 22 カ国）　2001 年 5 月にＩＡＥＡと話し合いをし、原子力をやろうと言い出した。

— 原子力のロマンと哲学 —

グローエネ後藤研究所所長
元衆議院議員
後藤　茂

一　政治はロマン

「デカンショ、デカンショで半年暮らし、あとの半年寝て暮らす」と遊び呆け、習志野の陸軍騎兵学校で一年間軍隊生活をしてきた私が、「原子力のロマンと哲学」とは、われながら大変なテーマにしたものだと、悔やんでいますが、私の半世紀にわたる政治経験から、とくにエネルギー問題にしぼって、いくらかでも参考にしていただければと思いお話しさせていただきます。

この間、医者であり、作家でもある加賀乙彦さんの本を読んでいますと、こんな言葉に出会いました。

科学者の初心とは、この世界の神秘に気づき、その神秘の扉を開いてみるという好奇心と探究への熱意である。今の教育が重視する知識だけでは科学の面白さは伝えられない。大切なのは心である。自然や宇宙や人体にたいする驚きと発明、発見への熱意である。

私はこの「科学のスリルの面白さ」というエッセイに惹かれて、思わずメモしてきました。私はどうも好奇心が強い人間でして、仲間から『雑学博士』と冷やかされながら、今日まで生きてまいりました。「学問とは関係のない雑多な知識」を雑学というそうですが、政治家は「多方面にわたるまとまりのない知識や学問」という『雑学』を地でいっている人々であるとも言われています。とはいえその一人として議員生活で知ったのは、「政治はロマン」だ、ということでした。いま政治の世界に、「自然や宇宙や人体にたいする驚きと発明発見への熱意」というロマンが感じられなくなっていることに寂しい思いをしています。そこできょうは「エネルギーと政治」、エネルギー文明論というか、文化論に触れながら話してみたいと思います。

二　桜鯛の眼

私の好きな詩人に、明治時代に活躍した薄田泣菫がいます。随筆集や詩集を数多く出していますが、そのなかにこんなエッセイがありましたので紹介したいと思います。「桜鯛」というエッセイですが、泣菫は、春はどこから来るのだろうかと問いかけて、都大路の女の着物からか、あるいは野山に萌えいずる名も知らぬ草花から春を感じるのだろうか、と言いながら、「瀬戸内の小さな漁村に生まれているので、行商人の桜鯛の売り声から春を感じる」、というのです。ここに書き抜いてきたのは、網に揚がった桜鯛に泣菫がこう語りかけているくだりです。文章も詩的ですから読んでみたいと思います。

桜鯛よ。網から引き上げられて篭に入ったお前は、タニスで発見せられた名高いニイル河神の石像に彫りつけられた河魚のように、いつも横向きになっていて、つぶらな唯一つの眼しかみせていない。

鯛よ。お前の眼は、これまで外界の自然を、自分の行動と平行してしか見なかった。左の眼で見たものは、右の眼で見たものとは、すっかり違っていた。

一つの眼が神を見て、それと遊んでいる同じ瞬間に、今一つの眼は悪魔を見て、その醜い姿に怖れおののくこともあったに相違ない。

こういうエッセイです。魚が、左の眼で見ている世界と、右の眼で見ている世界とが違っていたという発想は、私たちには考えもつかないことです。詩人の感性の豊かさに驚きます。そういえば、パピルスに描かれた絵にしても、遺跡の壁面に彫られた人間や動物を見ても、みんな片面だけが描かれています。

そこから泣菫は、魚が左の眼で見ているのは地獄で、右の眼で見ているのは神の国だったというのです。このエッセイを取り上げたのは、最近の原子力をめぐる動きに、通ずるものがあると思ったからです。

この間も、グリーンピースのチラシを見ますと、プルトニウムは地獄の王、プルートーにちなんでつけられたその名が示すように、この世でもっとも毒性の強い元素といわれ、１グラムで十万人もの致死量、四十億人分の許容量にあたる猛毒物質です、とおどろおどろしく書かれていました。　地方の講演会で聞いた話ですが、原子力発電所の温排水で魚が茹であがってくると煽動する人がいたというのです。

いまから十五年ほど前、広瀬隆という人が『危険な話』という本を出しました。数十版を重ね、書店に山積みされたとことは、皆さんのご記憶にあると思いますが、「日本には三十三基の原発が動いています。それはいつ爆発するかわからないものです。……日本の原発はこの数年以内に大惨事を起こします。」と断定的に書かれ、北海道の幌延に「持ち込まれる死の灰は、第一陣だけで、チェルノブイリ原子炉が全世界の空に向かって放出した量に相当する。この高レベル廃棄物が、わずか１パーセント漏れただけで、北海道は全滅するだろう」という文章で、この本は結ばれていました。

泣菫の言うように、片方の眼でみた世界を地獄絵として極限にまで拡大すれば、人々は恐怖感に震え、おののきます。しかし、こうした風潮を、馬鹿ばかしい扇動者の独断として積極的に議論にのらなかった学者や専門家、関係者のみなさんの対応にも問題があったように思います。

俗に言われている「原子力村」に閉じこもって、世の人々の素朴な疑問や不安に応えてこなかったツケが回ってきたとも思えるのです。日本における原子力事始めから、政党人として、また政治家として関わってきた私は、このことを痛感してきただけに申し上げてみました。

三　天然原子炉

一　生命は四十億年前、現在一部の環境主義者が危険とみなし心配しているより、はるかに強力な放射線の影響下で生まれた。その上、大気中には、酸素もオゾンもなかったので、太陽から発散される強烈な紫外線は、なにものにも遮られることなく、地上に降り注いでいた。私たちは、この凄まじいまでのエネルギーが、まさしく生命を育む子宮たる地球を洪水のように満たしていたという考えを、心の片隅に置いておく必要がある。

この言葉は、英国学士院会員ジェームズ・Ｅ・ラブロック博士が、エコロジストのブルーノ・コンビ氏の著書『原子力を語る』の英語版に寄せた序文の一節です。三菱マテリア

ルの秋元勇巳会長も「科学者としての冷静な目と、環境学者としての包括的視野で、原子力の光と陰、原子力のもたらすリスクとベネフィットを明快に検証した本である」と、日本語版監修者の言葉を述べています。ぜひお奨めしたい本です。

ラブロック博士はこうも言っています。

地球の大気組成や気候が、その上に住む生命体の生存に都合の良い状態に自己調節され、保持されていく有様は、あたかもガイアが、地上に住む生き物の生存のために力を行使しているようにみえる。

ギリシャ神話に現れた最初の神はガイアというそうです。ジュピター、ネプチューン、プルートーの三兄弟によって地球の支配体制が確立します。ジュピターは地上を、ネプチューンは海を、そしてプルートーは地下を治めたと神話は伝えています。なかでもプルートーは、太陽から降り注ぐエネルギーをとりこみ、長い年月をかけてエネルギー資源を造り、蓄えてくれました。石炭、石油、天然ガス、ウランがそうです。

私はこの間、孫と一緒に図書館に行ってきました。そこで低学年のための世界の伝記シリーズ『ノーベル』を見つけて、一気に読みました。

一　科学者の発明したものを人びとがどうつかおうと、当の科学者の責任ではないのだと、アルフレッドはくりかえし自分にいいきかせた。もし人びとがダイナマイトを悪用しようとしても、自分はどうするすべもないではないか？　また、ふだん防御用の兵器の改良に熱心な軍が、とつぜんその兵器を侵略のためにつかいはじめたとしても、自分はどうすることもできないのだ。兵器が破壊的であればあるほど、人間はかえってその兵器の使用をさけるだろうという自分の考えは、はたして正しいのだろうかと、アルフレッドは思った。

アルフレッド・ノーベルは、「破壊的な戦争をふせぐことになるのではないだろうか」と、なんどもなんども自問していますが、人類はこの悪夢からのがれません。そして、原子力の平和利用は核拡散の恐怖と同次元のものとして対応させられているのです。

私は、いまから六年前、赤道直下の国、アフリカのガボン共和国を訪ねたことがあります。１９７２年のことですが、外電が「１７億年前の天然原子炉をアフリカで発見。フランスで発表」という新聞記事が心に残っていたからです。

ウラン２３５の含有量が３％あった頃、自然発生的な連鎖反応がおきはじめ、数十年活動したことが確認されたという記事でした。現在、地球上どこでも天然に産出するウランは２３５が０・７％の割合で含まれているのに、オクロ鉱山の鉱石に限って０・３５％しかなかったのです。ウラン２３８は半減期４５億年ですから地球誕生の時の半分が残っていますが、ウラン２３５は半減期が７億年と短いのでもとの百分の一の量まで目減りしています。

私は、採鉱している切り羽まで入りました。いまは化石になっている天然原子炉から数十メートルのところでしたでしょうか。そこで掻き取って持ち帰ってきた化石の欠片がこれです。調べてもらうと放射性核種が含まれており、放射線量はおよそ四百ミリレム／年でした。オクロでは放射性物質は長い地質年代の間に全部壊変しており、プルトニウムも生成した場所から全く移動したり拡散していないことが確認されています。私は、ガイアの神、造物主が「人類のためにオクロの天然原子炉に多くの教訓を遺しておいたよ」といっているように思えてなりませんでした。

四　火の歴史

民俗学者柳田国男が『火の昔』という本を書いています。人間が火を手にしてから今日までどのような歴史を辿ってきたかを書いた好著です。

今年は赤穂浪士討ち入り三百年です。田舎の神社の絵馬堂にはがんどうを手にした義士の絵が描かれていました。まだ提灯は無かったのです。提灯については、日本人が最初に考え出したのが箱提灯でした。上を大きく開けなければすぐ消えます。開ければ高価な蝋燭がすぐ燃え尽きました。工夫を重ねて、竹ひごをまいて紙を貼ることを思いつきます。あの折りたためる丸い提灯ができるまでに百年もかかっているのです。原子力発電はまだ五十年の歴史です。

「提灯は日本人の発明です」、と柳田国男は言っています。そして、この本はつぎの言葉で結ばれています。

「日本の歴史を振り返ってみても、火の歴史のように次々と事情が移り変わり、前に普通であったことが珍しくなくなり、よもやと思うことが新たに起こる。困ればまたたちまち路が開け、いつも愉しい未来を予測できるのは、火のほかにない。」

化石燃料は有限の資源です。原子力はいまのところ蒸気に換えて電気に使う以外にありません。石炭にしても、石油にしても、天然ガスにしても、多くの用途に使われていくでしょう。

フランスの作家アントワーヌ・サンテグジュペリは、「われわれは地球を親から相続したものではない。子どもたちから借りているだけである」、といっています。地球が四十五億年かけて造ってきた資源は、人類のために無駄につかわないで遺してやるべきです。原子力をリサイクルしながら、地球人類のために、最後までそのエネルギーを使わせてもらうという敬虔な心を忘れてはならないと思います。

五　原子力基本法

先日新聞を開いていますと、『二十世紀はどんな時代だったのか。　人生の岐路―あの瞬間』という企画記事で、各界有識者の談話が紹介されていました。そのなかに高度情報科学技術研究機構参与の飯島勉さんが、１９５７年原研に入り、「原子の火」を点した感動を語っていました。

「原子力に対する最近の逆風はどうしたことか。どの近代技術もその成果によって得られる便利さと、リスクの均衡の上で利用されてきた。航空機や電気などみなそうだ。」

原子力に大きな夢を抱いて飛び込んでこられた方々はこの飯島さんの言葉に共感を覚えるのではないでしょうか。

私がエネルギー問題にかかわって半世紀になります。その足跡を振り返ってみて、忘れられない思い出が『原子力基本法』の制定でした。平和利用に限り、自主、民主、公開の三原則の原案を松前重義先生と鉛筆を舐めながら書いた議員立法でした。提案者は中曽根康弘、賛成討論は社会党の岡良一議員でした。

岡さんと二人で討論の草稿を練った日のことを懐かしく想い出します。なかでも、政府に、「国民が国の原子力開発利用に協力」できる体制をとるようにと注文をつけていましたところ、私が書いている手元をみていた岡さんが突然、「後藤君、莞爾として、といれようや」と言われたのです。明治三十八年生まれの岡さんの口から、莞爾という時代がかった言葉を聞いて、なにか妙に感心しましたが、きちっと議事録にのこっているのです。「わが

党はもろ手をあげて賛成する」と演説した本会議場での感動を、いまでも忘れることがありません。

六　党内論争

松前先生が政界を離れたのは昭和四十四年でした。前後して岡先生も金沢市長に選ばれました。戦後社会党を築いてこられた知性が、このころを境に相次いで世を去りました。私もこの頃政策審議会を離れました。社会党のエネルギー政策は鋭角的に硬直していくのです。原子力発電所が初期トラブルを頻発させていた時期であったとはいえ、率先して原子力の開発利用を推進していた社会党は、反原発に突進していきました。「核と人類は共存できない」と言うようにまでなっていました。

三年ばかり田舎に帰っていた私が衆議院議員に当選したのは第一、第二次石油ショックの後でした。政権を目指さない政党は政党の名に値しない。原子力を否定して、どんなエネルギー政策が出せるのか。私は強い憤りを感じながら硬直した党を改革する一つとして原発論争を挑みました。

当時原発は二十八基、２０５６万ｋｗで全電力の２０％の実績をもっていました。１１４３億ｋｗｈ北海道・北陸・中国・四国・九州の供給実績見合う量でした。この電力を何で賄うというのか。党は経済政策のなかで成長率を５％としていました。とすると、２～３％の電力需要となりますが、この伸びを原子力を否定してどう確保するのですか。

私の指摘にたいして反原発を主張する人々は、党の「長期エネルギー政策」（１９７９年）のなかで２０００万ｋｗｈの原子力はカッコ内に納めて計上せず、予備電力にするといってきました。これでは政策といえません。あっても見ないというのです。眼の色をかえて大まじめでした。

さらにその矛盾を追及しますと、こんどは、『ソフトエネルギー三十年戦略』（１９８０）』を作ってきて、輸入石油で３割、石炭で３割、ソフトエネルギー３割として賄うとしてきたのです。すでに地球温暖化問題が世界的な関心をよびはじめていたときです。CO_2の排出には無頓着、苦し紛れにソフトエネルギーに過大な期待をかけ、非現実的な感情論をもてあそんで、自らは思考を停止させてしまいました。

社会党のエネルギー政策の矛盾は、原子力の利用をイデオロギー面から閉ざし、反権力、反巨大資本の運動論として、反原発をかかげていたところにありました。ですから、私が「硬直化した社党、反原発政策を見直せ」と主張した論文を新聞や雑誌に寄せると、党内からはごうごうたる非難の声がまきおこりました。日経新聞が私の発言を紹介しました。朝日新聞が一面を割いて私へのインタビューを掲載するといった動きがでてきたこともありまして、党大会では、通産省の提灯持ち、電力資本の走狗、自民党権力に媚びるものだと、集中攻撃をうけました。

しかし、論争というのは面白いもので、“にっくき敵”といきり立つ者もおれば、わたしの提言に賛成する人も増えてくるものです。原子力発電所廃止から凍結、そして「安全が確認されれば稼働中の原発は認めるが、新増設は認めない」、という方向に変えていくのに数年かかりました。当時の社会党は野党第一党でしたからその政策なり方針は、おおきな影響力をもっていました。だから私は、あえて、激しい攻撃にめげず党内論争を戦ったのでした。

社会党は社民党に名をかえました。かつてのように「国家は階級支配の道具である」、「国

家は軍隊と警察によって人民を弾圧する暴力装置だ」といったアナクロニズムの党とはいえなくなりましたが、その政治的影響力を失うのと平行して、反権力的な市民運動型の反原発の党に先祖帰りしてしまっています。

七　政争の具

ポーランドのズビグニエフ・ジャウオロフスキー博士の『放射線の危険性と倫理』を読んでいますと、「放射線恐怖病の原因は」という論文のなかに、なぜ被曝線量の上限を年間１ｍＳｖにしたのかと興味ある考察がなされていました。かいつまんで列挙しますとつぎのとおりです。

① 広島、長崎の惨状と生命の損失に対する心理的反応
② 核兵器に対する恐怖心につけこむ冷戦時の心理戦
③ 化石燃料産業のロビー活動
④ 研究費を得ようとする放射線研究者の利害関心
⑤ 放射線恐怖症を権力を得るための手ごろな武器と考えた政治家たちの利害関係
⑥ 大衆の不安をあおって利害を得るニュースメディアの利害関心
⑦ 放射線とその生物学的影響の間には、しきい値の関係が成り立っていないという仮説
⑧ 核兵器は戦争抑止と考えられているため、保有国は放射線やその影響が怖れられることを望む

まことに言い得て妙だと思いました。反原発への煽動者はそれぞれを絡めてきています。またそのなかの一つ、二つを極端に突出させ、煽ってきている風潮をどれだけ見てきたかわかりません。私の経験を一つ取り上げてみましょう。

私はスウェーデンをこれまで三度訪ねました。スウェーデンは２０年間に現在の倍２４基にすると決め、国民も賛成していた国です。ところが、国会決議で今後２０年間に１２基の原発を廃止することにしました。その背景には、スリーマイル島やチェルノブイリ事故等々で国民の不安感が高まっていったことがあげられます。

しかし、政争の具にされたことを見逃すわけにはまいりません。スウェーデンでは社民党が４４年間政権をとり、原発を進めてきました。ところが、国民の不安感に乗じて、中央党など三党の連立政権が誕生、脱原発を宣言し、国会決議をさせてしまったのです。

私は、中央党の幹部に「４５％を占める原発に何をもって代えるのか」と聞いてみました。バイオマスでやるというのです。柳に似た木が２０年で成木になる。この木を燃やして原子力に代えると言うのです。二度目に行ったときは、対応策を示さず、ただ原発はいらないと、言うだけでした。１基はとめましたが２基目には手がついていません。

スウェーデンで行われたごく最近の意識調査を見ますと、半数以上が原子力の継続利用を支持すると答えています。政治的な思想で見た場合、右よりな政党に投票した国民の６４％が原子力支持、伝統的に反原子力の政党に投票した人でも４８％が原子力に賛成でした。こうみますと、原子力廃止の国会決議は国民に大きな学習効果をもたらしたといえなくもありません。

社民党が緑の党と連立を組んでいるドイツでも同じです。風力で賄いきれるとは少なくとも社民党の指導部は考えていないのです。イギリスのブレア政権も当初は原子力にやや否定的でしたが、最近は見直しにはいっています。

米原子力エネルギー協会が最近行った意識調査では、６６％が原子力発電の継続を支持するとの結果がでています。

ベルギーでは、政府が段階的な脱原子力法案を承認しましたが、エネルギー供給に不安がある場合はこの限りでないとの条件をつけています。電力供給の６０％を占めるベルギーでも政争の愚かさをみせた例といえるでしょう。この動きを見て、欧州原子力産業会議のＰ・ハウク事務局長は「原子力の経済性や環境影響、技術や安全に関わる理由からくだされたのではなく、純粋にイデオロギーに基づいている」と指摘していました。私は、政党がイデオロギーの呪縛のもとで理性を働かせることができなくなっている状況を、世界各国の原子力事情を見てきて痛感してきましただけに、政争の具にさせないための対応がとくに大切だと思っています。

八　信頼と安全

私がご指導いただいた松前重義先生は、いつも、政治の中に、合理性と科学性を持ち込まなければならない、と言っていました。「政治そのものの、科学化だ。当時もいまも変わらないが、日本の政治は、手練手管や謀略はあっても、真の合理性はなく、権力闘争に明け暮れている。誤れる政治は国を滅ぼす」（政治と理念）というのが先生の口癖でした。

先に私は、「政治にロマンが感じられない」、と申しました。とりわけエネルギー政策に政争の具どころか、政治が見えないことを大変こころ痛めています。今年はエネルギー基本法が成立しました。国会の場で議論していく手段ができたはずです。しかし、国の原子力問題にたいする明確な態度が示されていないのです。京都議定書の目標を達成するため十基程度の新規原発立地が必要だとしながら、政府はその実現のために積極的に動いていません。

たしかに原発立地やプルサーマル、核燃料サイクルなど多くの課題をかかえています。政府の姿勢があいまいで、どうして原子力にたいする国民の信頼が得られるでしょうか。今回の東電の不正問題もそうです。平沼経産大臣が「言語道断」と切り捨てましたが、これが政府の取るべき態度ですか。

ひび割れ隠し、記録改ざんが原子力への信頼を損なう事態にまで発展させた責任は厳しく問われなければなりませんが、安全と信頼をごちゃごちゃにして、「原子炉の安全性が脅かされた」と不安感を増幅させるようにした責任はいったいだれがとるのでしょうか。

今回の不正はトラブルにされてしまいました。辞書を引くまでもなくトラブルは事故、故障です。国際的評価基準でも問題にされていないひび割れ隠しが、なぜトラブルといえるのでしょうか。欧米では、ひび割れが発生すれば修理などの対応策をとり、健全に運転が継続されているのです。維持基準が法律上未制定のためにおこった側面と不正報告の倫理的側面とは区別して、理性的に対応しなければなりません。両者を区別する合理性、冷静さを失えば原子力政策そのもの崩壊させることになってしまうでしょう、わたしはそのことを憂えるのです。

技術にたいする専門家の慢心は許されませんが、原子力の安全性に対してもっと自信をもってほしいと思います。地球が営々として造ってくれた原子力エネルギーを開発利用することに、ロマンと誇りを持ちたいと思います。

平成15年度から実施される高校の総合的学習の時間で エネルギー・環境問題はどうすれば教育現場に定着するか

学校現場からの報告
秋田経済法科大学附属高等学校　　佐伯　邦子

問題点

- 担当者は？担任がどこまで、真の内容まで指導できるか。
- テーマの設定，方向付、等は自然派（生徒の自由）？教師主導型？
- やらねばならないと思っても、平常の授業、 生徒指導、 部活指導、等忙しい教師に研究する余裕はあるか？
- 大学受験との関係． 補習授業、模試などの時間に使われてしまうのでは？
- 大規模校でテーマ別グループ編成は可能か？
- 1単位50分授業でどこまで実施は可能か？
- インターネット等で全校生が検索できるだけの設備はあるか？
- 評価はどのようにするのか。

今後の課題

- 民間人が教育現場に容易に参画できるような体制を作り、資金的なサポートを得られるようにする。
- 大学との連携を深めて、受験生の動機付けを明確にする。
- 総合的学習の評価を重視する受験制度（進学.就職共通）にする。
- 文部科学省は具体的支援方法を明示する。
- 担当教諭の育成に努め、免許を教育センターの夏季講座等で修得させた教員を各高校に配置する。

総合的な学習の時間について

「総合的な学習の時間」実施委員会

1, 基本的な姿勢

①平成15年度からの本格的実施に向けての準備期間として、試行的・実験的な位置付けとする。

②平成13年度については、原則として土曜日の3．4校時に実施する。

③全職員が担当する。

④実施形態は、学年毎にグループ分けとする。

⑤各時間ごとに記録を残す。また、その成果を報告や、発表を行う。

（評価、評定はなし）

⑥実施しながら実行委員会が検討を加えることもある。

2, 学年のテーマ

第1学年　　進路について

ねらい：本校の実態から考え、早めに職業観・労働観などを育てる。

第2学年　　“いのち”と“くらし”について

ねらい：生命や環境などについて、グローバルな視点を育てる。

第3学年　　人と人生について

ねらい：自分自身を含めて、人の歴史（＝人生）と人生観についての考察を深め社会に出るための準備とする。

3, 実施計画について

・5月19日（土）

①趣旨説明

②学年のテーマに関連する学習課題（小テーマ）を考えさせ別紙2も記入回収

（小テーマがでない場合には、モデルケースを参考し考えさせる。）

・グループ分け完了、教室、職員の割り振り完了

・6月30日（土）

①各グループ毎に自己紹介用プリント（別紙3）を用いて自己紹介。

②班長・会計の選出。

③学習活動について話し合い、学習活動予定表を作成、提出。

校外学習活動をしている場合は届け（別紙5）を提出。

・10月13日（土）からグループ別学習活動、毎時間評価表を提出。

・研究発表　3年生は1月19日

1．2年生は2月16日、3月16日

全校で発表を聞く。

総合的な学習の時間　平成13年度　年間予定表

	月　日	学　習　内　容	担　当
1学期	5月19日（土）3.4校時	3校時：オリエンテーション（全校へ説明） 4校時：オリエンテーション（HR担任・各学年部）	実施委員会 HR担任
	6月30日（土） 3・4校時	3校時：希望ごとに別れて各教室へ入り、各教室担当の教員（代表1名）より説明、グループ分け。自己紹介をし、学習活動について話し合う。 4校時：学習活動予定表の作成 留意事項 ＊校外活動の有無 ＊特別に使用する機器の有無（パソコンなど） ＊費用（見積もり）	各教室 担当教員
2学期	9月1日（土） 3・4校時	「高校生のための文化講演会」　講師　小檜山　博　先生	
	10月13日（土） 3・4校時	3・4校時：学習活動（グループごと）	各教室 担当教員
	10月27日（土） 3・4校時	3・4校時：学習活動（グループごと）	各教室 担当教員
	11月17日（土） 4校時	4校時：学習活動（グループごと）	各教室 担当教員
	12月1日（土） 3校時	3校時：学習活動（グループごと）	各教室 担当教員
	12月15日（土） 3・4校時	3・4校時：学習活動（グループごと）	各教室 担当教員
3学期	1月19日（土） 3・4校時	3・4校時：　3年生研究発表 ＊3年生学習活動終了	各教室 担当教員
	2月2日（土） 3・4校時	3・4校時：学習活動（グループごと） ＊1・2年生のみ	各教室 担当教員
	2月16日（土） 3・4校時	3・4校時：学習活動（グループごと） ＊1・2年生のみ	各教室 担当教員
	3月16日（土） 3・4校時	3・4校時：学習活動（グループごと） ＊1・2年生のみ	各教室 担当教員
	3月18日（月） 1校時	1校時：学習活動（グループごと）	各教室 担当教員
	3月19日（火） 1～6校時	1～6校時：1・2年生研究発表	各教室 担当教員

「総合的な学習の時間」オリエンテーション

1, ねらい

(1) 総合学習の目的や意義、進め方を理解する。

(2) (学年テーマの紹介後の) 小テーマ設定への意欲を持つ。

(3) 21 世紀に向けた課題を生徒自ら学ぶための、内発的動機付けを行う。

2, 日　時

平成 13 年 5 月 19 日 (土) 3 校時

3, 場　所

第一体育館 (全校集会の形式で整列)

4, 展　開 (講話)

(1) 総合学習とは何か？

① 2003 年度より全国の高等学校で一斉に実施

②強化、特別活動、総合的な学習の時間

③新学習指導要領のねらい

(2) 実施例から

①青い目の人形

②女子高校生をもつお母さんの話

(3) 期待と不安・問題点

①大変なことや困難を避ける―ピアノのけいこバイエル

②教科書がない

③予算がない

(4) 平成 13 年度の活動のスタイル

1step：学年テーマ紹介→小テーマ決定→学習グループ決定

2step：学習計画―フィールドワーク (情報収集、話し合い等) →表現 (発表) 活動

(5) 今後のスケジュール

① 5 月 19 日 3・4 校時 (1 回目) ―オリエンテーションと小テーマ設定

② 6 月 30 日 3・4 校時 (2 回目) ―学習グループでの話し合い、学習計画 (活動予定表) 作成

③ 9 月 1 日 3・4 校時 (3 回目) ―講演会

④ 10 月 13 日 3・4 校時 (4 回目) ―学習活動 (これ以降同じ)

⑤ 9 回 (3 年)、11 回 (1・2 年) いずれも発表会を含む

「総合的な学習の時間」についてのガイダンスの手引き

◎ 5 月 19 日 (土) 4 校時　各 HR にての担任によるガイダンス

1, 総合的な学習の時間についての概要説明

(1) 概要は 3 校時に説明済みであるから、ここでは主に、総合的な学習の時間が生徒たちにどのような、「よいこと」をもたらすのか説明する。

例：「いのちとくらし」について色々なことを調べることによって、ものを調べる力が高くなる。情報化社会に生きる皆さんには、情報を得る力がぜひとも必要だ。この時間では、自分が知りたいことを楽しく調べながら、知らないうちに、ものを調べる力がつく。

(2) 大テーマを再度示し、この大テーマに関連した、自分が知りたい事柄を考えさせる。これが小テーマとなる。

＊このとき、小テーマの例は示さない。生徒の独自の発想を期待したいためである。この小テーマは、別紙に必ず記入させ、4 校時の最後に回収する。小テーマは、生徒が一人でいくつ設定してもよい。(どうしても出ない生徒の場合、5 月 31 日までには提出させる)

2, 学習の方法についての説明

(1) どのようにして学習が進むのか、年間予定表を示しながら説明する。このとき、グループ分けの方法について、説明を徹底する。

＊グループは HR にこだわらない。たとえば AB 組の生徒が同じグループに所属してもよい。

＊グループは、生徒が提出した、小テーマのプリントに基づいて、実施委員会が設定する。グループを指導する教員の設定も実施委員会が行う。

3, 小テーマを考えさせ、プリントに記入させる。

(1) どうしても小テーマを設定できない生徒がいた場合は、すでに設定できている生徒の小テーマを示してもよい。また、HR の生徒のほとんどが設定できない場合は、いくつか小テーマを例示してもよい。ただし、担任の例示した小テーマに、生徒が拘束されないよう留意する。

4, 小テーマを記入させたプリントを回収する。

第２回「総合的な学習の時間」の手引き

1, 実施日

平成13年７月５日（木）５・６校時

2, 目　的

(1) グループごとの親睦を図りつつ、学習活動について話し合う。

(2) 年間学習活動予定表を作成する。

3, 使用教室ならびに担当教員

(1) ７月３日（火）朝のSHRで生徒に発表する。

(2) 変更を希望する生徒には、７月４日（水）までに各学年の担当教諭まで申し出るように指導する。

4, 指導手順

(1) 始業前に使用教室に移動する。

(2) 担当指導者が自己紹介する。また、各グループの生徒氏名を確認する。

(3) 各グループのテーマを確認し、班長その他の役割分担を決定する。

(4) グループ内で、学習内容について検討する。この際、「計画シート」に基づいて話し合うように指導する。計画シートは、授業終了後、回収する。

(5) 年間活動計画表を作成する。

(6) 学習の成果と授業時間の自己評価を、活動記録簿に記入する。指導者は記録簿を点検・押印する。

5, 注　意

(1) 担当指導者は、休日や夏休みを利用して学外での調査、ボランティア、見学活動その他の活動を実施する場合、学校への活動届けや、活動施設への申込書類の作成や手続きが必要であることを必ず説明すること。

(2) 計画シート、年間活動計画表、活動記録簿は、職員室に保管すること。

(3) 年間活動計画表が完成しないときは、球技大会期間などを利用して、１学期中に完成させ、担当者の点検を受けるように伝えること。

12月15日（土）、１月19日（土）３・４校時の「総合的な学習の時間」の発表会について

1,　２校時の資料作成について

1）資料を次の枚数でクラスごとに分ける。

3A…115枚　3B…115枚　3C…110枚　3E…110枚

＊資料は、14部＋表紙１部

＊前日中に各クラス分を仕分けして段ボール箱に整理。

2）朝のSHR後に、各教室に配布する。

3）ホッチキスは、先生方で準備をお願いします。

4）次の分担で、１・２年の各クラスごとに仕分けする。

3A…39（3A）、42（2A）、41（1A）

3B…39（3B）、42（2B）、42（1B）

3C…43（3C）、42（2C）、42（1C）

3E…34（3E）、44（職員）、７（3A）、８（3B）、17（3C）

5）LHR委員または週番の生徒に、１・２年生の各クラス担任の机上に配布させる。

2,　２校時の発表練習について

1）発表者は、１グループ２名以内、発表時間５分以内でお願いします。

2）発表者は、１校時が終了次第、大至急、第１体育館へ集合すること。

3,　会場準備および放送・照明

・３年生視聴覚委員で担当する。

電子媒体を活用した「総合的な学習の時間」の指導法演習記録
—原発は是か非か—

芝浦工業大学　工学部
人間科学教室（教職）教授　黒杭　清治

1. はじめに

「総合的な学習の時間」を指導するために、2000 年度より教職科目の必修として「総合演習」が新設され、筆者は芝浦工業大学で 2000～2002 年度の3年間「総合演習」を担当し、その一指導法を工夫した。

結論から述べると「総合的な学習の時間」の学習指導要領に記載されている趣旨、ねらい、学習活動の精神に沿って真剣に取り組めば、「自ら生きる力」をもった児童・生徒を育成することができる画期的な教科であると言える。

学習指導要領の精神を発揮できる指導法を芝浦工業大学研究紀要に報告したので、一部を引用して紹介する。

学習指導要領には評価法が示していないが、その解説に記載されている評価のねらいの一部を引用すると、「総合的な学習の時間の学習活動を展開する中で、生徒自らが設定した課題や学習計画、追及の過程を自ら**振り返り**、評価し、改善を図っていくことは、この時間のねらいを実現する上でも極めて重要な役割を果たすものである。また、生徒が学習活動を通じて、感じたこと、探究したこと、学んだことを**振り返り**、その課題について今後どのように関わっていくべきかを考えることが大切であり、活動全体を**振り返り**、自己の在り方生き方について考えを深めるための評価を工夫する必要がある。

この解説文中に「振り返る」と言う言葉が3回も出てくる。即ち、「計画を振り返り」「学んだことを振り返り」「活動全体を振り返」らせて自己の在り方、生き方を深化させようとしているのである。単なる課題研究、自由研究を行ない、その結果をただ発表すると言う単純なことをねらったものではない。

「総合的な学習の時間」を指導する教員は，児童・生徒一人ひとりが自ら考えて次第に視野が広がり、横断的・総合的に考えることが出来るようになり、自らの特性を発見し、自分の生き方を考えられるようになっていくように方向付けをし、また、その過程を観察し評価しなければならないことになる。

このような指導法が一般にどれだけ理解されているだろうか。数多く出回ってきた実践例をみると、文字の上で「振り返り学習」と記載されているものはあるが、「課題研究・自由研究」の方法と大差なく、「総合的な学習の時間」の研究発表のために形だけ整えたものが目立ち、どれもそれなりの効果をあげたのであろうが、筆者の期待したものではなかった。調べたことを発表するだけでは自ら発見したり、解決できる力はつかない。

2. 方　法

2-1. 電子媒体討論

2-1-1.　電子媒体で討論を行った趣旨

(1) 口頭討論の準備

自ら考え、自ら行動の出来る創造性豊かな人間を育成するのであるが、講義式授業では、教員が一方的に話し、覚えさせ、覚えた知識を試験で吐き出させるだけになり、創造性を育成するのは困難である。

学生を授業に積極的に参加させるためには、学生どうし、学生と教員が対話できる双方向授業を目指すことが効果的であると考えたが、授業中討論させることを何度試みても、1人ひとりに意見を求めても、押しだまったままの時間が重苦しく続き、自分の考えを明確に話せる者は非常に少ない。しかし、発言しないのは意見を

もっていないのではなく、日本では口頭討論の機会が少なく、人前で意見を述べる訓練ができていないからで、学生に理由を尋ねると、**考えが急にはまとまらない、発言する勇気がない、間違ったことを言うと恥ずかしい、反論すると人をキズつける**、などの答えが返ってきた。

そこで考えた末、電子媒体(電子メール、メーリングリスト、電子掲示板を指すものとする。以下同じ)に意見を打ち込む方法での討論を本学パソコン室で、筆者が独自に考案した授業を試みた。

その結果、受講者が多数でも、面と向かっては何も言えない学生でも電子媒体上では議論が噛み合うようになったばかりでなく、教員と学生間との意見交換も容易になった。回を重ねるに従って、電子媒体ごとの特徴が理解でき、利用の仕方も多様化して、様々なノウハウが蓄積され、3年目には、相互に表情の見えない電子媒体の限界を感じて口頭討論を求めるまでになった。

(2)マンツーマン指導

メール交換によって学生の考えていることを容易に引き出せ、また、電子媒体の討論はすべて記録保存できるから、受講者が80名を越えても、一人ひとりの考えがどのように変化して行ったかを追跡でき、必要に応じてマンツーマン指導もできた。これは非常に大きい収穫であった。

なお、筆者はこれらの電子媒体を本授業で使用したのが初めてで、すべて手探りの操作であり、新鮮な印象を受けたが、このような形態の双方向授業は独創的ではなく、IT 技術の面から見れば初歩的な活用に過ぎない。しかし、情報教育、医学教育以外に普通の授業での具体的な実践報告は乏しく、討論を活発にするための授業改善の参考資料として利用できる実践例も見つけることは出来なかった。

2-1-2.電子媒体の種類と討論方法

メル友という流行語を生んだ現代でも、1 年生にはパソコン、インターネット、電子メールの操作のできない者、入力の著しく遅い者がいることを考慮しなければならない。一通りの基本操作を説明する必要がある。

不思議に思ったことは、意思伝達はどの媒体でも基本的には同じはずなのに、使う媒体によって文章が手紙のようになったり、話し言葉になったりすることである。

(1)　電子メール討論

表1　各電子媒体の比較

	長　所	短　所	改 善 策
電子メール	自分の発言を読み直し推敲し、修正できる。	意見提示から反論まで時間がかかる、手紙の交換のようになる。	ワープロソフト(例 word)に電子掲示板 ﾒｰﾘﾝｸﾞﾘｽﾄを組み込めないか。
メーリングリスト	電子メールと電子掲示板両方の機能をもつ。容量も電掲より多い。	電子メール討論のように応答が遅く、重い討論になり易い。	反復練習により電子掲示板のようにスピーディーな討論ができるようにする。
電子掲示板	討論がスピーディーリアルタイムで討論が進行する。	討論内容が軽薄になり易い。 記録容量が小さい。	討論内容をメールに転送できるようにする。ルールを決めて討論する。
共通点	人前で発言するより緊張せずに意見を伝えられる。	人の顔が見えない。どのような表情で話しているのかわからない。	テレビ付き電子メールにする。

利用日までに各自が一斉送信のできるように、受講者全員と教員の電子メールアドレスを1つのグループアドレスに入れ、「グループ名」に授業名を付けて、準備させておく(後述のメーリングリストを使用する場合、この準備は不要)。

ワープロに記入したものを電子メールに添付させると、じっくりと考えた意見や反論が送られてくるが、提案から反論までに時間がかかり、討論というより、手紙の交換という感じが強くなり、電子メールのみでは活発な討論にならない。1週間後に反論するのでは熱が冷めてしまうという意見もあった。しかし、学生の考えていることを、容易に引き出すことができた。

電子メールは、本来の使用目的でも大いに役立つ。即ち、次の授業までの間、学生からの問い合わせ、質問に答えるなどマンツーマン指導にも及んだばかりでなく、一斉送信によって、次回授業内容の諸連絡が容易である。しかし、学生からの問い合わせ、質問にいつでも答えなければならず、返って多忙になることを覚悟して使う必要がある。

(2)メーリングリスト討論

メーリングリストは「投稿」「返信」に入力するだけで全員が見られるので一斉送信のアドレスをつくる手間がはぶける。また、1つのテーマについて大勢が一度に参加して討論でき、複数のテーマを設けても、テーマの数だけメーリングリストを開設し、各メーリングリストをリンクさせておくと、どのテーマの討論でも覗いたり、割り込んで意見を述べたりすることもできるので、多数の受講者が特にグループに分かれることなく、さまざまなテーマに首を突っ込んで討論をすることができ、それを教員1名で交通整理できる。

メーリングリストは学内専用のものを開くことができれば良かったが、サーバーの容量の問題があり認められなかったのでレンタルのものを利用した。

レンタルのメーリングリストには有料と無料のものがある。有料のものは記録容量が大きく、過去ログを使うこともでき、その他のサービスが受けられる。無料のものには広告が入り、容量も少ないが、学内で勝手に有料のメーリングリストを開くことはできないので、無料の Yahoo！ e-group の下記 URL から開設し、一般の人に覗かれないようにするため、登録者のみが利用できる選択肢を選んだ。

http://www.egroups.co.jp/

このメーリングリストは多機能で、20000kB の容量をもった「共用フォルダ」があるので全員の「意見提示」、レポート等をここに載せておけば、いちいち電子メールで送信する必要がない。また、「投票」を使うとアンケートなどが即座に自動集計され、大変便利である。

討論はメールに転送してからファイルに保存した。メーリングリストとの画面を直接コピーすることも出来るが、編集するときメールの受信箱からコピーする方が容易になるからである。

(3)電子掲示板討論

電子掲示板は、メーリングリストと同様に、1つのテーマについて大勢が一度に参加でき、また、携帯のチャットで話し合うようにリアルタイムで気軽に意見を出し合える。しかし、気軽過ぎておしゃべり感覚の、軽い話題になり易いので、あらかじめ「ふざけないこと」などのルールを決めておく必要がある。また、容量が小さく、電子メールへの転送も、普通にはできないなど、メーリングリストに比べて機能の面で劣るので、小グループでの討論などのように補助的に使うのが良い。

本授業では OTD BBS の次の URL から開いた。

http://bbs.otd.co.jp/

レンタルの電子掲示板の中には下記のように一度に複数の討論を同時進行させても、きちんとテーマ別に分類記録をしてくれるものもある。

http://www.kent-web.com/ の web forum を利用したが、あらかじめ自分のパソコンに特別のサーバーを開いておいて、そこへ受け入れるようになっている。そのために、cgi の知識を必要とするなど、上級者向きであり、にわか勉強の素人の手に負えない。そこで、知識をもった学生が受講者にいる場合のみ開いてもらって利用した。

2-2 総合演習の授業計画

2-2-1.自力で学習する習慣をつける

「総合的な学習の時間」の学習は、生徒自らが問題を発見し、自ら情報を収集して考え、解決し、次第に横断的・総合的な見方ができるようになり、生きる力を付けさせることを目的にしているのであるから、その指導ができるようにするためには学生自身にも同じ体験をさせることが必要だと考えた。

また、「自ら問題を発見し、自ら考え、自ら解決」させるのであるから、受講者が多人数でも最後の口頭討論以外はグループ活動をさせなかった。そのために電子媒体が威力を発揮した。

「総合的な学習の時間」の学習活動テーマは自由を原則としているが、本授業では、誰でも何か言える「環境問題」を選んだ。**図らずも本学が 2001 年度に ISO14001 を取得するところとなり、「総合演習」は 2002 年度より「環境関連科目」になった。**

2-2-2.授業展開

後期授業終了後のアンケートと感想文によって試行錯誤の改善を試みた末、3年目にようやく次のような流れの授業展開を確立し、最終回の授業によって効果のあがることを確認した。

1. **導入授業**:「総合的学習の時間」の目的・内容・方法の講義。
2. **環境科学概論**:環境問題の概論を講義形式で行う。ただし、この部分を丁寧に教えると、環境保全に対する教員の考え方を話してしまい、後の討論に影響を与えるので、できるだけ問題になっている事実を時代背景と共に客観的に話す。

   1．2によって本授業の目的を理解させる。
3. **インターネットによる環境問題の情報収集**:各自に環境問題の何を調べたいかを決めさせ、インターネットを使って調べさせる。その理由は次の通りである。

   ① **情報源(URL)を受講者相互に知らせるのに適している。**

   ② インターネットの情報には科学的に正しいものもあるが、感覚・感情のみの非科学的意見も多い。

   「総合的な学習の時間」では、**溢れる情報の中から適切な情報を選択する能力**が求められている。インターネット情報はその練習に適しており、不適切な情報を選んだ場合、他の者から指摘してもらう、などが行い易い(図書館の図書は既に良書が選択されているというフィルターがかかっているので「知識」を得るには良いが、「自ら調べる」という能力は養い難い)。
4. **最初の意見提示**:自力で調べ、自分なりに考えた**最初の意見提示「私の考える環境保全」**を、参考資料として使った URL を明示して**電子メールで教員**に送信させ、締め切り後に教員が一括してメーリングリストの共用フォルダに載せる。(または、電子メールで受講者全員に一斉送信する)。

   投稿者に最初から全員に送信させないのは、早着の意見提示を他の者に模倣させないためである。
5. **自己紹介**:討論に入る前に自己紹介をさせる。聞き手は話し手の意見提示を見ながら聞く。自己紹介なしにメール討論をすると、相手の表情が見えないので不安になる者が出る。
6. **メーリングリスト討論①**:「最初の意見提示」に対する質問、反論等をするために、各自に環境問題の学習をさせる。ここで知識を十分付けさせないと反論ができず、また、後の口頭討論に参加できない。

   調べた結果の質問、反論、共感等を1人以上、1回以上**メーリングリスト**で「投稿」させ、更に「再反論」「再々反論」のための学習をさせてから「返信」させる。共感の場合は意見提示に何らかの意見を補足させる。「反論」「再反論」急がせてはならない。良く調べ、良く考えてから「返信」させる。

   電子メールを使って討論をする場合は一斉送信させる。質問、反論を、その相手のみにしないのは、教室で行う2人のやりとりでも全員が聞いていることを想定しているからである。

   早く「返信」の終わった者は、1つも「反論」を受けていない「最初の意見提示」を探し、「反論」「共感」「感想」のうちの何でもよいから意見を送らせる。それでも60名を越える受講者がいると「返信」の貰えない「意見提示」が出てしまうので、教員が何らかの通信を送るように心掛ける。しかし、教員は補佐程度にし、この

段階では直接討論に加わらない。理由は教員の意見に左右させないためである。

「反論」が1つも来なくても張り合いのない気分になるが、「反論」されて気分を悪くする者もいる。そこで、ディベート同様反論することの訓練を兼ねているのであるから、何を言われても気分を害さないよう予め理解させておく。それでもなお、後述の記録にあるようにキズつく者が出る。この辺の上手な対応が教員の補佐の腕の見せ所である。

7. **中間レポート**:ここまでの討論内容を「振り返り」、最初に自分一人で意見提示をしたときと、反論(質問、補足など)を受けた後で見方、考え方がどのように横断的・総合的に発展したかをまとめ、さらに新たな意見をつけた「中間レポート」を提出させる。提出方法は「最初の意見提示」と同じである。

中間レポートを作成することによって、それまで討論してきたことが整理でき、新たな提案を考えることによって、その後の討論で発言できるようになる重要な作業である。

8. **メーリングリスト討論②**:全員が中間レポートを読み、メーリングリスト討論①と同じ方法による討論を繰り返し内容をより深める。ただし、①と異なるのは、ここまでに調べて蓄積した知識を駆使して素早く「反論」「再反論」させることである。したがって知識を十分に蓄積していない者は討論に加われない。事前にこのことを周知徹底させておくことが大切である。

この反復により理解度が高まり、環境問題に対する見方、考え方が次第に深く、多角的になって行く。

9. **口頭討論**:メーリングリストによる討論に十分時間をかけると、電子媒体による討論に限界を感じ始め、相手の表情を見ながら討論したいという気持ちが湧いてきて、最後に行う口頭討論が成り立つようになる。10人以下のグループで討論させ、次回を全体会にして討論内容を発表させ、出された環境問題の共通点を見つけさせる。大抵の場合個人でもできることとして省エネとごみの減量、循環型社会の形成などがあがってくるが、無理に誘導せず、結論は求めない。

10. **まとめの授業**:講義形式で行う。

11. **最終レポート**:口頭討論によって深められた内容を加えて「今考える私の環境保全」と題した最終レポートを提出させる。

12. **評価**:最初の提案、反論、再反論などの討論への参加状況、最終レポートの内容をみて評価する。評価基準は学習指導要領解説の評価法解説を参考にする。情報の時間ではないので電子媒体の操作が得意、不得意による差(早い遅い、文字数)などは評価の対象にしない。

3. 結 果

3-1 電子媒体討論・口頭討論 原発は是か非か

3-1-1. 電子メールによる最初の意見提示

2002年度後期「総合学習」の「最初の意見提示」を次の11項目に分類して全員に一斉送信し、自由に討論させたもので、1. エネルギー・資源と環境問題での原発の是非討論の一部を記録した。環境問題として選ばれる項目は年によって異なったが、大差はなく、また、不思議なくらいに広く全般に渡っていた。

1. エネルギー・資源と環境問題 2. 地球温暖化 3. 酸性雨 4. 水質汚濁
5. 砂漠化 6. 野生動物の保護 7. 内分泌攪乱物質 8. 都市の環境問題 9. 景観
10. リサイクル 11. 環境意識改革

横山 崇広 自然エネルギー代替ではなく今こそ原子力開発を!

今、日本では原子力開発の見直し、ひいては撤廃、そして自然エネルギーへの代替を求める声がある。しかし、自然エネルギーは利用に限界があり、大規模開発はむしろ自然破壊につながりかねない。自然エネルギーの研究は大切だが、原子力のカバーは不可能だ。

日本はむしろ原子力の開発・研究を進めるべきではないのか。日本は技術立国だ。安全な原子力技術を輸出すれば途上国にも貢献できるのである。核燃料は確かに危険だ。原発事故が

絶えないのも深刻な問題だろう。だがそれは研究によって解決されていく。プルサーマル計画が延期されたのは残念でならない。
アメリカは原子力推進に政策転換した。スウェーデンは原発廃止時期を撤回した(97 年)。ドイツは脱原発を唱えたが現実無理で節電に頼ろうとしているらしい。
参考資料
原子力基礎知識
http://www.fepc-atomic.jp/basic_study/
原子力の世論
http://www.mainichi.co.jp/eye/feature/details/science/Physics/200210/11-1.html
原子力推進派
http://www.keidanren.or.jp/japanese/policy/pol139.html

3-1-2. 最初の意見提示に対する電子メール討論(共感、反論)

根本将司 より C02095 横山崇広さんへ (共感)

私も原子力発電に賛成する理由を述べます。

1. 現在のエネルギー供給の 90%近くが化石燃料によるものであり、これらは有限である。
2. 化石燃料によるエネルギー供給は多大な二酸化炭素を発生させ地球温暖化を進める。
3. 現在のところ原子力に変わる効率のよい新エネルギーが見つかっていない。

これから私たちにできることは新エネルギーの開発、それと、横山さんが言うように原子力発電の安全性の確保だと思います。(後略)

須山 敏行より C02095 横山 崇広さんへ(反論)

確かに原子力発電は大きなエネルギーを得ることができ、エネルギー不足に対しては、きわめて有効であると考えられています。しかしさまざまな問題が存在すると考えられます。まず、原子力の安全性です。1986年4月26日チェルノブイリで起きた原発事故。発生から 16 年が経とうとしているが風化させてはならない重大事故です。また原子力の燃料として使われているウランは無尽蔵に存在するものではありません。燃料の使用後も燃料も十分な処理法が確立されておらず、原子力発電が中心になると、電気代は今よりもさらに高くなる可能性があります。

私はむしろ安価に電力が得られる水力発電を増やしていくべきであると考えます。

参考: http://www-j.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/cher-1index.html
http://homepage3.nifty.com/sayogen/

横山崇広より D02051 須山敏行さんへ(再反論)

チェルノブイリの事故はそもそも運転員が6項目も規則違反をしたために起きた人為的ミスによるものです。管理さえ気をつければ原子力発電はむしろ安全とさえ言えると僕は思います。

また、ウランは 40 年程分しか埋蔵量がありませんがそれから生み出されるプルトニウムを使えば使用年数など問題にならないほどです。それに根本君が指摘してくれたように原子力に反対云々以前にエネルギー問題は余裕がありません。

須山君は安価な電力が得られる水力発電を提案していますが、ダムを増やすことは環境破壊につながります。それにやはり限界があります。

3-1-3. 中間レポート(電子メール討論のまとめと再提案)

須山 敏行 「原子力発電に関する総合的な視点」

私はこれまでの討論で原子力発電反対の立場で書いてきました。反対であることに変わりはありませんが 今回は原子力発電の総合的な視点から考えたいと思います。

提案者の横山 崇広さんは原子力発電に賛成の理由として、化石燃料の可採年数が短いことの危惧をあげ、これに賛成する根本 将司さんの意見がありました。この根本さんの意見には反論があります。3つ上げた理由のうち、1 と 3 は確かに否定しきれない部分が存在しますが、2.には反論の余地があります。以前私が読んだ本には、地球温暖化と二酸化炭素の因果関係はいまだに明確に証明ができておらず、あくまで有力候補に過ぎないということです。鈴木俊一さんのように私と同様の考え方を示した人がいました。鈴木さんは太陽活動の変化による可能性もあるということでした。

火力発電を中止し原子力発電に切り替えたところで地球温暖化が必ず阻止できるという保証はどこにもありません。

また、横山さんはダムを増やすことは環境破壊につながると言い、小池 勝也さんもダムはムダ？ と言っていますが、ダムは水害の影響を小さくするためにも、治水事業から見ても必要性のあるものであると考えています。

ところで、原子力発電は研究開発により安全性が向上するという意見、JCO やチェルノブイリ事故は作業員の規則違反であり人為的なものであるという考え方がありましたが、再発する危険性を同時に含んでいるのではないでしょうか。人間に絶対は存在しません。

賛成派の人たちは、原子力発電は危険であっても電力を得るという部分にしか視点が当てられておらず、その安全性を十分に考えての結論なのでしょうか。

3-1-4. 中間レポート後のメーリングリスト討論

横山崇広より

いろんな意見がありましたが、やっぱり将来性を考えると原子力発電だと思います。皆さんは、プルトニウムを使うべきだと思いますか？ 使っちゃまずいと思いますか？

福永智行より

実際プルトニウムは使ってもいいと思いますが、これも有限だからまた新しいの考えないといけないですよね。

鈴木崇宣より 横山崇広さんへ

プルトニウムの使用は、はっきり言ってしまえば使わない方がいいに決まってます。須山くんも書いていますが、人間に絶対は存在しません。

横山さんはどう思っていますか？

横山崇広より

プルトニウムを使えばエネルギーは数千年もつということです。ウランに限りがあるのだから、プルトニウムを更に安全に効率的に使えるようにどんどん研究を進めることが大切だと思います。

須賀基晃 原子力発電について

火力発電は環境によくありません。

しかし、自然エネルギーは環境には優しいけれど人間が生活していけるだけの電力は得られません。

だから、自然にも優しくて、電力も得られる原子力発電は必要だと思います。

問題は、廃棄物をどう処理するかだと思います。また、建屋の強度も問題だと思います。浜岡原発は、東海地震によって倒壊する恐れがあります。その対策も必要と思います。

鈴木崇宣より 須賀基晃さんへ

建物の強度は建設当初十分な設計をされていたので、仕方のない問題です。

須賀さんが対策をしなければならないというならば、どう対策を行いますか？

須賀基晃 ・・・

横山崇広より 鈴木崇宣さんへ

全く安全だとは思っていませんが、そこから得られるエネルギー量を考えるとやっぱりこれ以外にないと思います。

危険性を乗り越えてポジティブに研究していきましょーよ。住民反対があまりに激しいなら埋立地とか鳥取砂丘にでも…

鈴木崇宣より 横山崇広さんへ

埋立地には建設できません。岩盤に基礎を設置する為（実際に我が母親が建設中の原発を見てきて言っていました。）堅い岩盤がないと設置できないのです。

横山崇広より 鈴木崇宣さんへ

設置個所に関しては適当なことを言ってしまいましたが、要するにその地元の人との根気強い話し合いを続けていくしかないと思います。

地元住民の反対はある意味必至であって、その意味では誰かが痛みをこうむることはしょうがないと思います。

逆に、鈴木君は原子力を使わないとなると、これからのエネルギー不足を何で補うべきだと考えますか？

鈴木 崇宣より 横山 崇広さんへ

原子力に変わるエネルギーですか、それは考えていませんでした。

今の日本にとって原子力は必要です。しかし、多少のトラブルでも明確にする必要があると思います。今までのように隠しておいてもよい、という考えがあると原発建設予定地で新潟県巻町のように住民投票で建設できなくなる事態も起きかねないと思いますよ。

横山 崇広より 鈴木 崇宣さんへ

危険に感じる事と、実際に危険であることは違います。安全管理を徹底して、理解を求めていくことだと思います。

考えてみると、1市町村の住民反対ぐらいで国策がひっくり返るって、ずいぶん弱い政治基盤ですよね。こんな事で大丈夫なんでしょうか。

鈴木 崇宣より 横山 崇広さんへ

確かに事故の起きる確率は低いですね。そして身近な人間が危険を感じるのは過剰反応かもしれませんね。でもその人たちにも生活がありますからね。

横山 崇広より 鈴木 崇宣さんへ

まあ、確かにどんなに危険性が低くとも、逆に0になることは無いわけですからね。原子力に換わるエネルギーが見つかればそれに越したことはないと思います。

瀬戸中寛幸より 横山崇広さんへ

鈴木君はエネルギー不足を何で補うか考えていなかったようですが、私は、今まで通りだと、温暖化などの問題にもなるので自然を利用したエネルギーで補えばいいと思います。

根本 将司より 瀬戸中寛幸さんへ

横から失礼。

でも、その「自然を利用したエネルギー」というものが原子力発電に匹敵する供給力を持たないと代わりにはなれないわけで・・・

横山 崇広より 瀬戸中寛幸さんへ

自然を利用したエネルギーでは、やはり完全に補うことは難しいと思います。

今の日本のエネルギー事情は火力よりむしろ原子力がその殆どを占めているわけですから。

福永　智行　　原発について

今は原発に頼らざるを得ない状況になってしまっています。

しかし、もう一度原発の危険性について考えてみる必要があると思います。機械がどんなに安全になっても操作するのは人間です。人間は間違いを犯す生き物なのですから・・・

鈴木崇宣より　福永智行さんへ

福永君の考えならば機械は安全とは言えませんね。所詮は人間が作ったものですからね。というとある意味すべてを否定していますが・・・。でもこれから本当に原子力に頼らなければならないのでしょうか？

橋本　卓郎より

様々な地球環境問題に対して、今我々がやらなければならないこと、もしくは、できることと言うと、結局は「節約」や「リサイクル」となるわけですが、やはり、ここは人間社会。どうしてもお金の面での損得がからんできてしまいます。すごく悲観的な意見ですが、とりあえずこのまま行くところまで行って、さすがにもう個人や企業の損得なんて考えてはいられない、もしくは、ああもう地球はおしまいだ、となるまで待つしかないのでは、と思うのですが、どうですか。

3-1-5. メーリングリスト討論後の口頭討論

横山　崇広

僕らの原子力に関する討論は鈴木、瀬戸中、須山、根本と僕(横山)の 5 人で行いました。

まず、**資源の枯渇**という視点から鈴木君は「原子力の研究より**代替エネルギーの研究を優先**すべき」とのことでした。どうも鈴木君は僕の意見が自然エネルギーを考慮しない意見のように見ていたようですが、「**代替エネルギーと原子力をより安全に使えるようにする研究を平行**して進めていくべき」ということです。

代替エネルギーについてバイオマス、水力発電などの意見が出ました。須山君は、「水力発電は自然を破壊するとしてもマクロ的な視点で見れば、環境にはいい」という意見でした。また、鈴木君が、「化石燃料の残り期間は 40 年などというが、10 年前も 40 年といっていた。可採年数は当てにならない」との意見を出しました。これに対し僕が「実際何年も持つとしても数十年でなくなると見ていた方がいい」、といったところ「それは原子力推進という立場だからこそ、その意見だ」と須山君、鈴木君に反論されてしまいました。そうではなく、例え当分化石燃料が持ったとしても原子力の研究は必要というのが僕の意見です。

結論として、「**代替エネルギーが存在しない以上、原子力による発電を続けていくのはやむを得ない**」ということで 5 人の意見がまとまりました。

次に**原子力の危険性**という点を、企業などの体質の問題と、原子力そのものの危険性という 2 つの視点から討論しました。

「**管理する企業の腐敗した体質を変えなければならない**」という点では5人の意見は一致しています。しかし、「**今の状態で使うのは危険**」という鈴木君や須山君と、「**体質は改善していけばいい**、それに関わらず、原子力発電は続けていくべき」という僕や根本君の間で意見が対立しました。

設置場所に関して、原発のほとんどが都心から離れたところに設置されていて、須山君、鈴木君は「送電コストを考えると都心近くに設置した方がいいはず、それをしないのは、いざというとき、己の安全のための政治家エゴ」と言いましたが、根本君と僕は「いざというときに日本経済の中核をなしている首都圏を危険から避けるのはむしろ当然。国という単位で見た必然の政策」と反論したところ「じゃあ、設置された地元住民の立場はどうなるんだ」と鈴木君、これにはメール討論で言った通りに「誰かが痛みをこうむるしかない」と答えましたが、

後で調べると、原子力発電所は**多量の冷却水が得られる海岸で、活断層がなく、第三期層のような堅い岩盤の上に、その地域で考えられる最大級の地震に耐えられる構造**でないと建設できないことがわかり、両方の意見とも間違っていました。

また、「**不祥事を隠すのを防ぐために情報を公開させるべき**」という点でも全員の意見は一致しました。危険性に関して5人の討論を総括する結論はありませんが、

「**原子力の危険性は技術と管理で克服していくべき**」というのが僕と根本君の結論、

「**原子力自体が危険な上に、管理体制も確立していないので使うべきではない**」というのが須山君、鈴木君の意見、

「**管理体制を改善する必要はあるが、それさえ確立すれば原子力を使ってもよい**」というのが瀬戸中君の結論です。

3-1-5. 最終レポート

根本　将司　　原発の是非について

最初に私の意見をはっきりとさせておきますが、私は原発の使用には賛成です。
理由は中間レポートでも述べたのですが、現在、日本のエネルギー供給の 50%を支えている石油、これの可採年数に限りがあり、効率の良い新エネルギーがまだ開発されていない中、原発を止めることは自殺行為だと思うのです。

私たちのグループではこの原発の是非について、賛成派と反対派に分かれて討論を行いました。

原発自身が多大な危険性を含むものであるということは、私も重々承知しているつもりです。しかし現在の莫大なエネルギー消費を支えるためには原発はなくてはならない存在だと思うのです。しかし、かといって現在の管理体制に不満がないわけではありません。原発が危険なものであるからこそ、その管理体制を地元の人に対して、更に全国民に公表し、互いに目を光らせる必要があると思うのです。

反対派に原発自体の危険性を唱える人と、管理体制の危険性を唱える 2 パターンの人がいます。人間がすることなので絶対というのはまずありえませんが、管理体制をしっかりとし、それを常に公表するような形になれば反対派の人も少なくなるのではないでしょうか？　また、賛成反対を抜きにして、原発のことをみなに理解してもらうことも絶対に必要だと思います。
原発には賛成ですが、現在のように、**国民の不安をあおるようなマスコミ、原子力推進が国策のはずなのに何も言わない政治家の姿勢には反対です。**これを即刻改善し、国民の理解を得た上で運営していけば現在よりはましになるのではないかと思います。

このように視点が原発反対派の立場からも考えられ、また、行政批判にまで及ぶように広がっている。

3-2. 授業終了後のアンケート結果

比較的好評ではあったが、このような機器の操作に慣れていない、または扱ったことのない者にとっては、最初のうち苦痛であったようだ。

2001 年度と 2002 年度のアンケート項目は異なるが、両者を比較してみると、相対的に電子媒体討論の時間が少ない 2001 年度ではすべての項目で「全くそう思わない」と回答した者がおらず、「そう思う」との回答側に偏っているが、自由度を大きくし、電子媒体討論の時間を多く取った 2002 年度では真剣、熱心に取り組んだ者とゆるみになった者との差が開き、評価が両方に別れている。

2002年度アンケート表（ ）内は%

		強く そう思う	そう思う	どちらでも ない	そう 思わない	全くそう 思わない	合計	無回答
1	ゆとり教育・総合的な学習の時間は必要	10(15.2)	28(42.4)	15(22.7)	12(18.2)	1(1.5)	66	1
2	総合的な学習は知識をつけた高校からでよい	13(20.2)	17(26.2)	14(21.5)	14(21.5)	7(10.8	65	2
3	総合的な学習に真剣に取り組めば知識も身につく	27(40.3)	25(37.3)	10(14.9)	5(7.5)	0(0)	67	0
4	この授業に真剣に取り組んだ	18(28.1)	31(48.4)	11(17.2)	4(6.3)	0(0)	64	3
5	メーリングリスト討論は役立ったか	12(19.1)	24(38.1)	17(27.0)	6(9.5)	4(6.4)	63	4
6	電子掲示板の討論は役立ったか	7(11.1)	22(34.9)	26(41.3)	4(6.4)	4(6.4)	63	4
7	環境問題を横断的・総合的に考えるようになったか	12(18.8)	38(59.4)	10(15.6)	2(3.1)	2(3.1)	64	3
8	環境問題の理解度は深まったか	26(40.0)	32(49.2)	5(7.7)	1(1.5)	1(1.5)	65	2
9	自ら問題解決をする態度は育ったか	11(16.9)	30(46.2)	17(26.2)	5(7.7)	2(3.1)	65	2
10	自ら問題解決をする能力は育ったか	12(19.1)	26(41.3)	15(23.8)	8(12.7)	2(3.2)	63	4
11	自己紹介は役立ったか	5(7.7)	15(23.1)	17(26.2)	19(29.2)	9(13.6)	65	2
12	口頭討論は役立ったか	14(24.1)	25(43.1)	9(15.5)	8(13.8)	2(3.5)	65	2
13	この授業方法は将来の研究活動に役立つと思うか	10(15.4)	27(41.5)	21(32.3)	4(6.2)	3(4.6)	65	2
14	この授業の総合評価(5段階)	10(15.4)	30(46.2)	14(21.5)	10(15.4)	1(1.5)	65	2

登録者数 73、受講者数 72、単位取得者数 70、アンケートの提出数 67

4. 考 察

2002 年度終了時に実施したアンケートと感想文を中心にして、その前後の授業と比較しながら考察する。

4-1・授業の感想文

まず、真剣に取り組んだ学生のうちから、比較的全般に渡っての感想が述べられている者を紹介する。

中村 高章

今回の授業は、環境問題の知識の習得と、そこからの広がりを実感できるものだった。総合の意味も私なりに理解できた。正直言ってはじめは理解に苦しんだ。

今までは調べてそれについての知識を身に付けて終わりだった。だが、今回の学習で**調べただけではとことん調べ考えたとは言えない**ということが身をもって感じられた。**本当に考え悩み理解する**ということは、決してひとつの問題に留まらず、**どんどん関連して問題点が現れ、終わりが見えなくなるほどの膨大さを感じてしまう。**そのことが理解できた私は一回り大きくなったような気さえする。**環境科学は専門教科にもあるが、難なくできるくらい基礎知識が身についた。**

メール・メーリングリストでの討論は画期的で時代に合っていると思う。しかし、私は口頭討論で感じた。**やはり、人は目と目を合し、自分の口で自分の意見を相手に伝える。これが何よりやっていて一番面白い。だが、口頭討論を行うためには、お互いにそれなりの知識をもっていることが必要になる。**ない人は入れない。だから、現実的には難しい。今問題になっている「ゆとり教育」。**本当の意味での「ゆとり教育」というのなら、口頭討論がビシバシできるくらいの教育をするべきだ**と私は改めて思っている。詰め込み受験教育でない、このような教育なら自分も小・中高校時代に受けたかった。

真剣に取り組んだ学生は大凡これに近い感想をのべている。比較対象にした授業はないので絶対的なことは言えないが、これらの感想を見ると、最初に結論を述べたように本授業法は文科省の意図する「総合的な学習の時間」を具現化できる1つの方法であると言っても過言ではないであろう。

4-2. 感想文の項目別考察

しかし、この指導法は長所だけではなく以下に述べるような短所もあり、まだまだ改良の余地がある。以下項目別に考察する。

4-2-2. 電子媒体討論 (1)肯定的な感想

M.Y:メール討論はとても有効だと思うので、これからも取り入れてほしい。

M.T:メール・メーリングリスト討論は情報源の確認ができ、**相互で同じ情報をもつことができ効果的**であった。

また、ディスプレイを利用することで紙の消費を削減できた。

大部分は上記のような感想であるが、下記のような少数の批判的意見を重視したい。

(2)否定的、批判的な感想

Y.N:パソコンを使ってのこのような授業形式は初めてだったので、最初は慣れなくて大変だった。

T.F:メール討論の欠点は、何事も適当、責任のない内容になってしまうということである。顔が見えず、何事も気軽に話せるのはよいが、気軽過ぎて、直ぐころころ意見を変えてしまうような、浅い討論になってしまった。

E.G:メール討論は、文章解釈の違いでお互いの意見が食い違ってしまったり、自分の意見に対する相手の反論が見当違いの物だったりすることがあった。

A.H:バッシングとも取れるような発言さえあった。そこがメール討論の怖さである。口頭であったら、もっと考えてから言うだろう。名前を書いてなくて、バッシング的なことをかかれると、大変傷つく。

アンケート結果から肯定的な感想をもった者の方が多いことはわかるが、電子媒体を使う時間が少なかった初期のころは、使い慣れていないので大変という感想以外に批判的意見が出てこなかったのに対し、大幅に時間を増やした 3-4 では上記のごとく相手の表情の見えないことに不安、不満を抱き、口頭討論を求める声が出始めた。これは初めての経験である。

(3). 電子媒体の授業総合評価

電子媒体を用いた討論は、口頭討論へつなぐための練習として成功したと言えるであろう。上記のような批判の出ることを意識して、扱い方に注意さえすれば、電子媒体による討論は下記のような効果を生み、大部分の学生は興味をもって参加するようになった。

学生側

① 相手の意見を聴く耳をもてるようになり、また読解力もついた。

② 1つのことに多面的な見方の有ることを知り、視野が広がった。

③ 自分の意見を相手に伝えるための表現力がついた。

④ 意見提示に反論し、それに再び反論するためには、必要な情報を収集しなければならず、自力で勉強することの大切さを知った。

教員側

最初にも述べたが、学生の発言すべてを記録保存できるので、次のような効果がある。

① 学生1人ひとりの考えを引き出すことができ、学生と意見交換ができるので、多人数でも必要に応じてマンツーマン指導ができる。

② 授業の進展に伴って一人ひとりの学生について考え方などの変化して行く過程を追跡できる。

すべての授業に電子媒体討論を取り入れる必要はないが、情報専門科目以外の授業でも、パソコンを取り込んだ授業があって良いと思う。今後の検討課題である。

4-2-3・口頭討論

(1)肯定的な感想

M.Y:口頭討論は、思っていたより活発に行えた、もう少し時間をかけても良いと思う(他に同様の感想7)。

S.I:たった一回の口頭討論というものが、あれだけのウェートを占めているなんて知らなかった。

T.M:最初意見が少なかったものの、終わりになって見れば、一人一人ちゃんと発言をしていて、こういう真面目な話を発言できる学生がいるのだなと感心した。

口頭討論がこれほど効果のあることは学生の言葉を借りると驚きでたったが、口頭討論が成り立つためには、その場で即座に発言できるためには事前に十分な学習が必要である。成功例の裏返しが次のような失敗例になる。

(2)否定的な感想

D.Y:想像していたけれど、やはり口頭討論で具体案として提出されたものが現実性に欠けているし、あれならやってもやらなくても一緒だったような気がする。

このように、すべてのグループで活発な討論が成り立ったわけではない。今までの日本で口頭討論が成り立ちにくかった理由がよくわかる。

グループ別口頭討論についてもう一つ重要な落とし穴がある。指導する教員の目が届かないため、誤った知識で討論が進行しても訂正できないことで、最初の2年間グループ別にしなかった理由でもある。具体例をあげるなら、原発の是非討論で、大都市近郊に原発を設置していない理由を、賛成派も、反対派もまったく知識のないままとんでもない理由付けをしていた。このような危険を避けるため最終レポートに口頭討論の内容要旨を書かせて、そのままになることを回避したが、十分とは言えない。理想を言えば各グループに確かな知識をもった指導者が付くことである。

4-2-4. ゆとりとゆるみ

「総合的な学習の時間」の学習活動は繰り返し述べているように「自ら問題を見付け、自ら考え、自ら解決」するのであるから各自にインンターネットから情報収集をさせた。そのための時間を取り、特に調べるための時間はフレックスタイム制にしたところ真剣、熱心な者がいる一方で、少数のゆるみっ放しの者から次のような批判が出た。

M.T:活発な討論がある一方で感想文のようなものを一回出して終わりという人も出て、手を抜くことも容易だったので、進度差が開いたと思う。

S.I:今回の授業で総合学習の楽しさと、厳しさの両方を知ることが出来た。

サボろうと一瞬でも考えだすと、止めどなくサボることが可能なのがフレックスタイム学習であり、真剣に取り組むと、本当に終わりが見えないのがフレックスタイム学習であったような気がする。

今までのように、先生が注意をしなくなるというのは、本当に不安というのが、今回の授業を通して理解した。

A.K:コンピュータを使っての授業ははじめてである。情報が簡単に手に入ることはすばらしいが、集中できない散漫な授業になってしまう。

対機械であることで先生とのコミュニケーションが容易ではいが、こういった授業も IT 社会には必要である。

Y.T: **flex time 学習は、僕も含め学生のやる気が沸かなくなるので来年からはやめた方がよい**と思う。今の学生は厳しくしないとゆとりがゆるみになってしまい、そのゆるみをもった学生が一人いるだけで、他の学生にゆるみが移るという非常に次元の低い状況である。

脱落学生自身自分が意志薄弱であることを自覚しているようである。幼児からの家庭教育、小学校低学年からのしつけ教育から改めない限り、自覚の乏しい学生の躾は困難である。

4-2-5. その他

自己紹介:結果に述べたように、もっと早い時期にやるのがよい。自己紹介をしてからメール討論に入る方が良いという意見があったので 3-5 回(最終回)では初日に行ったが、特に意見はなかった。

受講者数:学生と教員の数が釣り合っていない、明らかに学生数が多過ぎたと言う意見があった。確かに60人、70人を1人で相手にして講義式授業ならともかく個々の討論を交通整理するのは労力的にも大変であった。しかし、教職の必修科目である以上、受講を断ることができなかった。

4-2-6. 総合演習における教員の指導姿勢

A.I:口頭討論の前に「最終的には循環型社会の形成に議論が向かう」と先生が言ったが、討論の前に結論を言われると何のために議論をしているのかわからなくなる。もう少し配慮してもらいたい。

初年度、環境問題について調べさせる前に、かなり丁寧に環境科学の授業を行った。エネルギー問題では原子力発電にも触れ、資源の乏しい日本で電力の安定供給のため原子力への依存は不可欠であることをや

や詳しく述べたところ、エネルギー問題についての対立的な討論は成り立たなくなった。次年度はその反省からほとんど解説らしいことは言わないようにしていたら、もう少し方向性を示してもらいたいという希望が出た。ところが本年度口頭討論の前にうかつにも昨年度の討論の流れを話してしまったようである。

「総合的な学習の時間」は児童・生徒に勝手に調べさせ丸投げのまま発表させて終わりという学校があるという。これでは宿題と変わらず学習指導要領の精神もいかされていない。しかし教員があまり口出ししすぎると、討論に影響する。指導姿勢は大変困難である。

4-2-7.環境討論による横断的・総合的な見方の変化

K.H:今回この授業を履修してみて初めて熱く環境問題について考えた。

E.K:今回の討論で学んだことは、**自分が見ることのできる世界というのは狭いものだという認識**と、人の立場にたって物事を考えることである。もし私が教師になったら生徒と接する際に役に立つように思う。

T.A:今回の授業を通して**ひとつの身近な環境問題から地球温暖化にまで発展**できることを学んだ。与えられた内容を消化していくだけでは総合演習を学習したことにはならない(他に同様の感想4)。

S.O:この授業を通じて学んだことは、**環境問題というと地球温暖化・砂漠化・酸性雨・化学物質による汚染などいろいろな種類の問題があるが、深く突っ込んでいくと、結局はひとつの問題につながる**というのが討論していて痛感した(他に同様の感想3)。

D.H:自分が総合学習を経験することによって総合学習の正しい教え方と、本当の総合演習と言うものを学べた。

H.U:この総合演習の授業を通して環境問題について興味が増しました。このような授業は初めてで戸惑ったが、すごく有意義な時間を過ごすことができたと思う。

K.O:この総合演習で、**膨大な情報量の中から自分の必要な事柄を選び出し、自分の考えの根拠として取り入れ、自分なりにアレンジすることを学べた**のは今後の自分にとって大きな収穫だった。

T.F:この総合演習を通して自分環境問題への意識が強くなったことに一番驚いている。私が知らないまま過ごしていた環境問題は、今この地球上に数え切れないほどあり、そのほとんどが未解決というのである。

私たちの世代がこの問題に一人一人立ち向かっていかなければならないのだと心底から感じられた。

D.Y:最初は総合演習には懐疑的な意見だったが、こういう質の高い授業が行われれば、総合演習の意味もあるのではないかと思った。

これらの感想より、熱心に、真剣に取り組んだ者は自ら学習することの大切さを学び取れた様子がわかる。

この授業方法は一つの実験的試みであるが学習指導要領に述べられている精神を具現化できたと言ってよいであろう。ただし、この試みは大学での、しかも電子媒体の操作に強い工学部の学生だから出来たのだという見方もできなくはない、そのまま中学・高等学校での「総合的な学習の時間」に適用できるとは思わないが、総合演習の受講者は大部分が1年生であるから、高校生との年齢差はわずかであり、パソコンの台数さえ揃っていれば同様の授業は不可能ではないと思う。

小・中・高等学校へ何らかの工夫で取り入れることができれば、クラス担任が「総合的な学習の時間」を担当する場合、生徒一人ひとりの心の変化を記録できるので、今まで以上に個別指導のきめが細かくなるのではなかろうか。

参考文献

平成14年5月(社)私立大学情報教育協会:
『平成13年度　私立大学教員による情報機器を利用した授業改善に関する調査の報告』

企業における技術者の育成と学校教育への期待

土井　彰

まえがき

人材の育成には、人材としての基本、素地を育成する学校教育と、成長しそうな人材を採用して企業内でより高いレベルの人材へと育成する企業内教育とが必要であります。一方、教育への期待と問題提起の観点から見ますと、現在の教育内容、学力等の現状分析から見た問題指摘、提案および社会へ出た後の本人の成長、活躍からみた人材育成への期待、問題提起とがあります。今回は企業の立場で見た人材育成の実態とそこでの考え方を重点とし、学校教育への参考としていただければと考えます。

1. 企業環境の変化

最近は産業界に大きな革命が訪れております。従来からあった産業分野が二種以上合体して新しい産業が生まれております。このような変革が起こっている状況においては、未来は過去の延長上にはなくなり、悪いことは延長上にあっても、よいことにはめぐり合えなくなりました。企業がこのような環境の変化に対応して発展してゆくには、未来を勝ち抜く企業力をどのように強化するかが課題となります。

日本の産業は合理化を進めながら発展してきましたが、合理化はすでに過去形の守りの経営となり、このままでは衰退してしまいます。これを打破するには、総合化して物を作り出す能力こそが大切となってきております。企業がこのような力を持つためには、新卒者の自然な成長を待っていたのでは間に合わず、採用した研究者、技術者の企業内再教育が必要となり実施しております。

2. 企業における研究者、技術者の教育

大学において最高の教育を受けた人々に、企業内で専門技術について教育する必要があるかとの疑問はありますが、個人の素地にあった教育は有効であります。

入社してくる新人には大きく分けて二つのタイプがあり、理論や解析に向いている人と、実験や物作りに向いている人です。前者は持って生まれた資質がその人の成功を大きく左右し、後者は後天的な努力でかなりの成長が期待できます。研究者、技術者としてどちらが良いか決まっているわけではありませんが、理論や解析指向の人でもまず自然現象の観察と理解からスタートした方が

成長の早道のような気がします。

自然科学者としての本能にかける人はいくら手助けしても一人前にしてあげることは出来ません。自然科学者としての基本は問題発見能力で、これは本能に近いものですから、教育、訓練ではどうにもならないと思いますが、多くの人が驚くほどの成長をしております。本来持っていたものが顕在化したのかもしれませんが、ここに教育やサポートや管理の意義があると思います。

指導者にも俺について来いという自分でやるタイプと部下にやらせるタイプの二つのタイプがあります。指導される側からみると、強力な指導が受けられる前者のほうが早く成長でき、一方、個性豊かな研究者、技術者は後者から生まれやすいようです。

企業は機械ではなく、生物です。そこに働く従業員がすべてであります。企業の将来は、いかに有能な人材を採用し、これを育てて適正を見極め、適所にそれらの人々を配置するかにかかっております。

3. 今後求められる人物像と大学教育への期待

戦後の復興から1990年の初頭までは、重工業を中心とする産業社会が日本を支え、これらが急速に発展した時代は技術者が不足し、大学の大きな任務のひとつは、一定レベルの技術者を数多く送り出すことであったかもしれません。その後のオイルショックで、日本の産業は省エネルギー型への転換を迫られ、電子産業を中心とするエレクトロニクス応用の産業へと大きく舵を切り替えました。大学への期待もこれに合わせて変わり、電子産業中心に、また、従来とは違う分野に質の高い卒業生を求めるようになりました。学部の卒業生よりも修士の卒業生への期待が高まったのはこのためと思います。これら国をあげての方向転換はすべて成功したように見え、わが国は過去に例をみない、予想以上の、実力以上の繁栄をみてしまいました。

その後訪れたバブル経済の崩壊により、多くの企業は、何をやれば良いのかがわからないほどの混乱状態に陥ってしまい、低賃金を求めて海外展開を図ってきましたが、この対策がいつまでも続くとは思えません。新しい時代に即した、新しい産業の創成が必要不可欠となり、ここに従来とは違うタイプの人材が求められるようになりました。

高度成長期には、大学教育で受けた単科的な専門技術さえあれば、それを応用して技術者として成功することが出来ました。しかし、最近の技術複合時代になりますと、自然科学と人文科学の複合化さえ必要になっております。研究、設計、製造、文化、法律、経済までの広い分野にわたって、実作業能力、事象の抽象化能力、結果の体系的思考能力等が求められております。さらには共同

作業能力を活用して、問題を発見し、解決し、関連分野との協力、協調を図ることのできる総合的な能力が重要となりました。

見方を変えますと、専門知識を使うと同時に、縦割り技術の殻を破って事象を観察判断し、問題を発見した後には知恵を出して解決してゆける人物となります。これらの能力は、日本の将来を担う人物には必要不可欠で、その基本を大学教育に期待したいと思います。企業におきましても、新人の入社以降は、種々の社内教育でこれらの能力の育成に努めておりますが、もともとその素地がない人にはなかなか成功しません。また、有名大学の成績優秀者が合致するかとも考えましたが、それは誤りでした。大学入試を区切りとする現行の教育システムの中では、多面的、体系的に物を見、自由に考えて問題を発見してゆく教育が不足しているように思えます。大学入学後ではすでに手遅れかもしれませんが、日本の将来のためにぜひお願いしたいものです。素地さえあれば、実社会で経験をつむことにより必ず成長すると思います。

大学教育が、単に知識をもった人間を育てるのではなく、知識を知恵として使える人材を育成し、将来を切り拓いていただく事を期待しております。

4. まとめ

企業が激変する環境に対応して発展してゆくには、未来を勝ち抜く企業力の強化が課題となります。企業の力はそこに働く従業員がすべてでありますので、企業の将来は、いかに有能な人材を採用し、これを育てて適正を見極め、適所にそれらの人々を配置するかにかかっております。

新しい時代に即した、新しい産業を創成するには従来と違うタイプの人材が求められるようになり、問題を発見し、解決し、関連分野との協力、協調を図ることのできる総合的な能力が重要となりました。縦割り技術の殻を破って事象を観察判断し、問題を発見した後には知恵を出して解決してゆける人物となります。これらの能力の基本を大学教育に期待したいと思います。大学入試を区切りとする現行の教育システムの中では、多面的、体系的に物を見、自由に考えて問題を発見してゆく教育が不足しているように思えます。大学入学後ではすでに手遅れかもしれませんが、日本の将来のためにぜひお願いしたいものです。素地さえあれば、実社会で経験をつむことにより必ず成長すると思います。

大学教育が、単に知識をもった人間を育てるのではなく、知識を知恵として使える人材を育成し、将来を切り拓いていただく事を期待しております。

以上

Pu

1.プルトニウムって何？
性質・毒性について

平成15年3月8日 放射線教育フォーラム定例勉強会

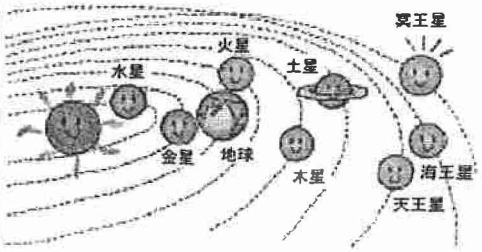
プルトニウムって何？

Pu

Pu　プルトニウムの発見

1940年アメリカの科学者シーボーグらによって発見。

“プルトニウム”の名称は、ウラン、ネプツニウムが惑星にちなんで命名されたのにならって、冥王星（pluto）にちなんで名づけられました。



19.8　比重は鉄の約2.5倍

プルトニウムは非常に重い元素で、純粋なプルトニウムの比重はおよそ19.8、これは鉄の約2.5倍の重さです。

色　燃料のプルトニウムは黒褐色の固体

プルトニウムの色は形態によって異なります。再処理工場で分離された硝酸溶液は、化学的な状態（原子価）によって青、緑、褐色と変化し、二酸化プルトニウムという粉末の状態では褐色をしています。燃料として加工されたセラミック状の固体では黒褐色です。

平成15年3月8日 放射線教育フォーラム定例勉強会

プルトニウムって何？ Pu

同位体

質量数230、232から247までの多数の同位体があり、すべて放射性、天然にはほとんど存在しない人工元素です。

プルトニウムとウラン

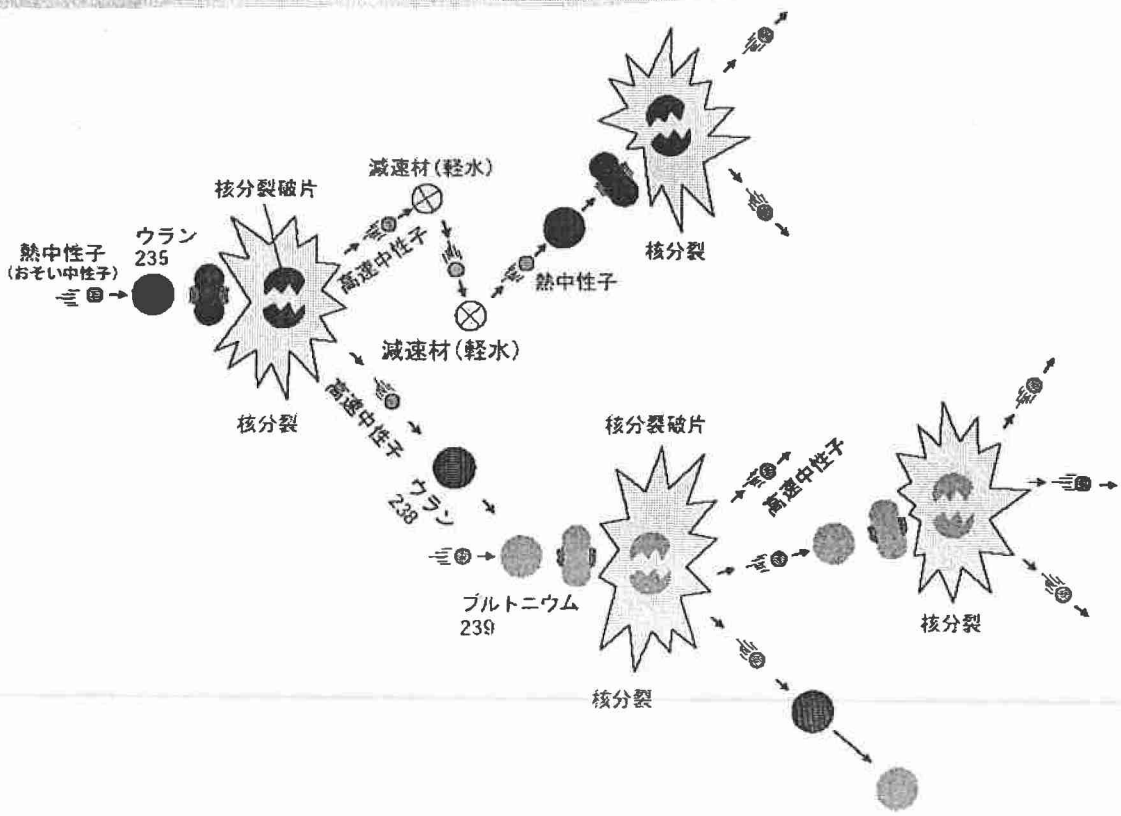
- 核分裂を起こす物質
- 多数の同位体がある
- ウランは半減期の長いU-235、U-238が天然に多く存在する
- 化学的性質がよく似ているため両者を混ぜて燃料として使うことが容易

プルトニウムとウランの同位体の性質

核種	半減期	崩壊形式	比放射能(Ci/g)	核分裂性
Pu-238	87.74年	α	17.1	
Pu-239	24100年	α	0.062	○
Pu-240	6570年	α	0.227	
Pu-241	14.4年	β	112	○
		α		
Pu-242	379000年	α	0.0039	
U-233	159200年	α	0.00963	○
U-235	7.04億年	α	0.00000216	○
U-238	44.7億年	α	0.000000336	
(3%濃縮ウラン)		α	0.00000391	○

平成15年3月8日 放射線教育フォーラム定例勉強会

ウランの核分裂とプルトニウムの生成・核分裂 Pu

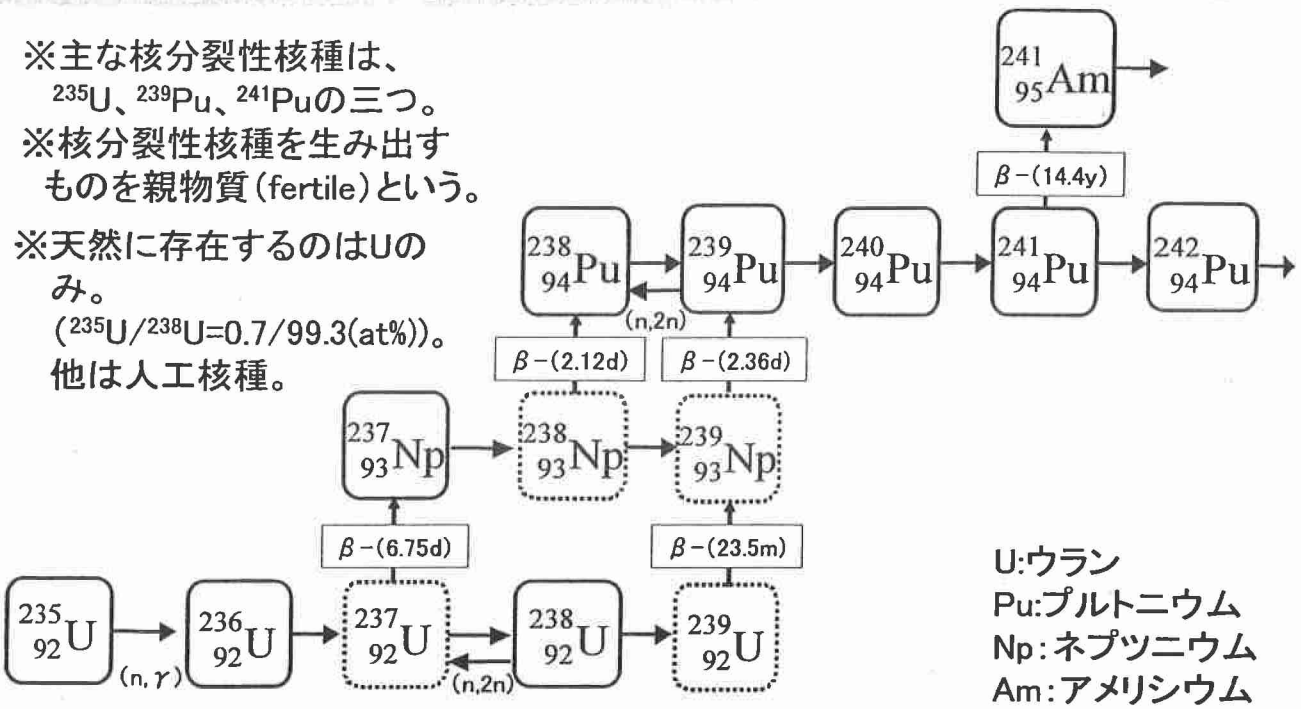


平成15年3月8日 放射線教育フォーラム定例勉強会

プルトニウムの生成

Pu

※主な核分裂性核種は、
^{235}U、^{239}Pu、^{241}Puの三つ。
※核分裂性核種を生み出すものを親物質(fertile)という。
※天然に存在するのはUのみ。
($^{235}U/^{238}U$=0.7/99.3(at%))。
他は人工核種。



U:ウラン
Pu:プルトニウム
Np:ネプツニウム
Am:アメリシウム

核変換チェーン(主な反応のみ)

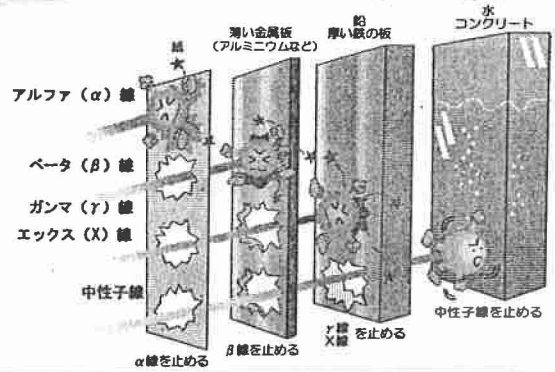
平成15年3月8日 放射線教育フォーラム定例勉強会

プルトニウムの毒性

Pu

α線を出す物質

プルトニウムはα線を出す放射性物質です。紙1枚でさえぎることができますが、体内に取り込んだ場合は人体に強い影響を与えます。



消化器系の吸収が極めて低い物質

プルトニウムを仮に誤って飲み込んでしまったとしても、99.9%以上は体外に排出されます。

吸入摂取には注意!!

吸入摂取した場合、骨や肝臓、肺に長くとどまる性質を持っています。この場合、プルトニウムからのα線の影響によって体の細胞にガンなどの影響を及ぼすことがあります。

平成15年3月8日 放射線教育フォーラム定例勉強会

プルトニウムの身体的影響

Pu

プルトニウム過剰被ばく者集団

被ばく時間	被ばく集団の種類	人数	被ばくの種類	被ばく量の程度
1945	米国マンハッタン作業者	25	硝酸プルトニウムの吸入	＞MPBB
1945～46	末期がん患者	17	クエン酸プルトニウムの注入	＞MPBB
1958	Pu金属片浸入例	3	刺傷組織	＞MPBB
1965	ロッキーフラッツ火災被ばく	26	酸化プルトニウムの吸入	＞MPLB
1965～	米国超ウラン元素作業者	数千	各種被ばく	登録＞MPBB大部分
1964～85	中国核工業部作業者	15	吸入13、創傷2	＞MPLB&MPBB

MPBB：最大許容身体負荷量　MPLB：最大許容肺負荷量

プルトニウムによる障害例はない!?

それぞれの時期に、安全基準として定められていた許容量を超えて被ばくした例ですが、プルトニウムが直接の影響となり障害が認められた例はありません。

高いラジウムの比放射能

Pu

プルトニウム･･･発がん性で猛毒!?

プルトニウムの危険性に関しては“猛毒”であるとのイメージを持たれがちです。しかし、比放射能の点からいえば、天然に広く存在するラジウムの方が20倍も高くなっています。プルトニウムと同等以上の危険レベルを持つとされるラジウムを我々は今まで長年にわたり医療用に安全に利用してきています。

比放射能	
Ra-226	1.36Ci/g
Pu-239	0.062Ci/g

発電分野以外でのプルトニウム利用 Pu

産業、民生機器に装備されている超ウラン元素

装備機器	使用目的	核種名	存在形態	含有放射能量	推定個数
燃料電池	宇宙船用	Pu-238	酸化物	最大28万Ci	
メッキ厚み計	工業計測	Pu-238	酸化物	400mCi	
心臓ペースメーカー	医療用	Pu-238	酸化物	2600mCi	欧州及び米国
放射線厚み計	工業用	Am-241	酸化物	数～数十mCi	
煙探知器	民生用	Am-241	電着	1～10μCi	年間60万個
中性子水分計	工業用	Cf-252	酸化物	30～100μCi	
カリフォルニウム線源	医療用	Cf-252	白金カプセル	1.34mCi	臨床試験

アイソトープ電池

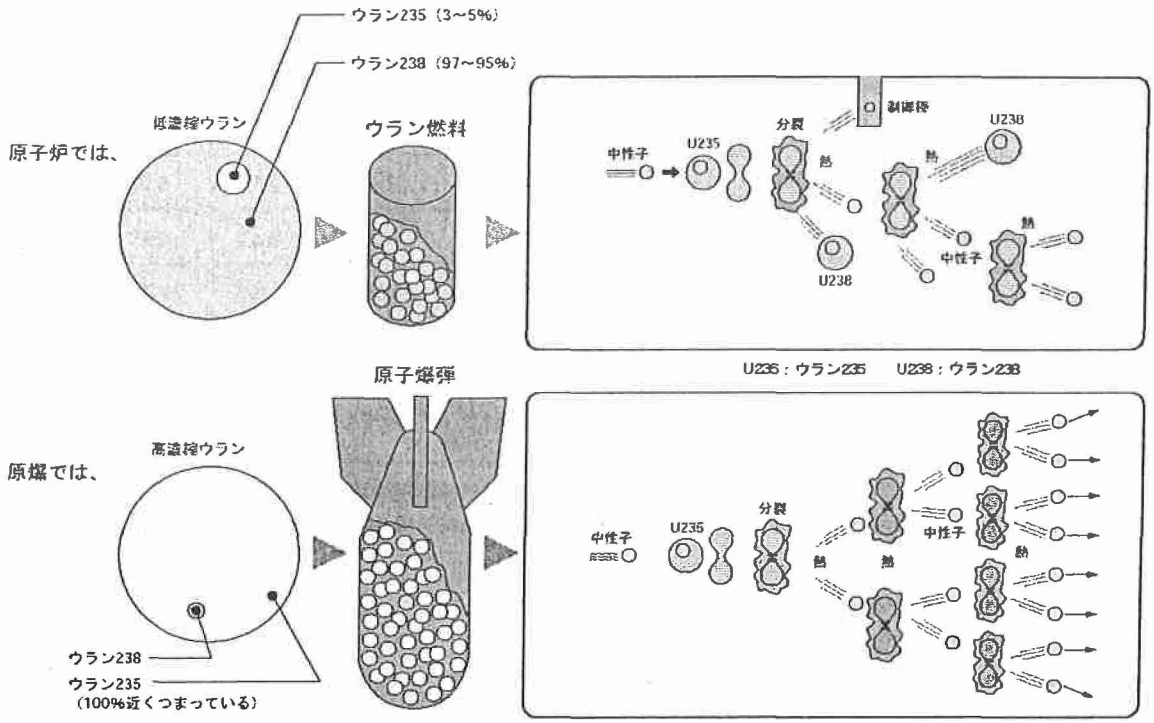
半減期約88年のプルトニウム238がアイソトープ電池として広く利用されています。アポロ計画や人工衛星ボイジャー、極地の無人気象観測ステーションなどで利用されています。

平成15年3月8日 放射線教育フォーラム定例勉強会

Pu

2.原子炉級プルトニウムと兵器級プルトニウム

ゲンパツ とゲンバクの違い



注）ウランの場合（プルトニウムでも同様）

平成15年3月8日 放射線教育フォーラム定例勉強会

核兵器を作るのに必要なPuの量は？

兵器級プルトニウム

核爆弾に使われるプルトニウムは高純度（93%以上）のプルトニウム239で、兵器級プルトニウムと呼ばれ、約5kgで原爆ができると言われています。

長崎に投下された原爆はこのプルトニウムを使った原爆で、広島の原爆はウラン235を約95%まで高めた高濃縮ウランを使った原爆で、約20kg使ったと言われています。

Puの等級*

	Pu-240比率(%)
スーパー級	2～3
兵器級	7以下
燃料級	7～18
原子炉級	18以上

*米国エネルギー省の定義と言われているもの

兵器級プルトニウム：核兵器の材料に適しているプルトニウム

原子炉級プルトニウム：発電などを目的とする動力炉の使用済み燃料から結果的に取り出されたプルトニウム

平成15年3月8日 放射線教育フォーラム定例勉強会

原子炉から取り出されるPuの同位体組成 Pu

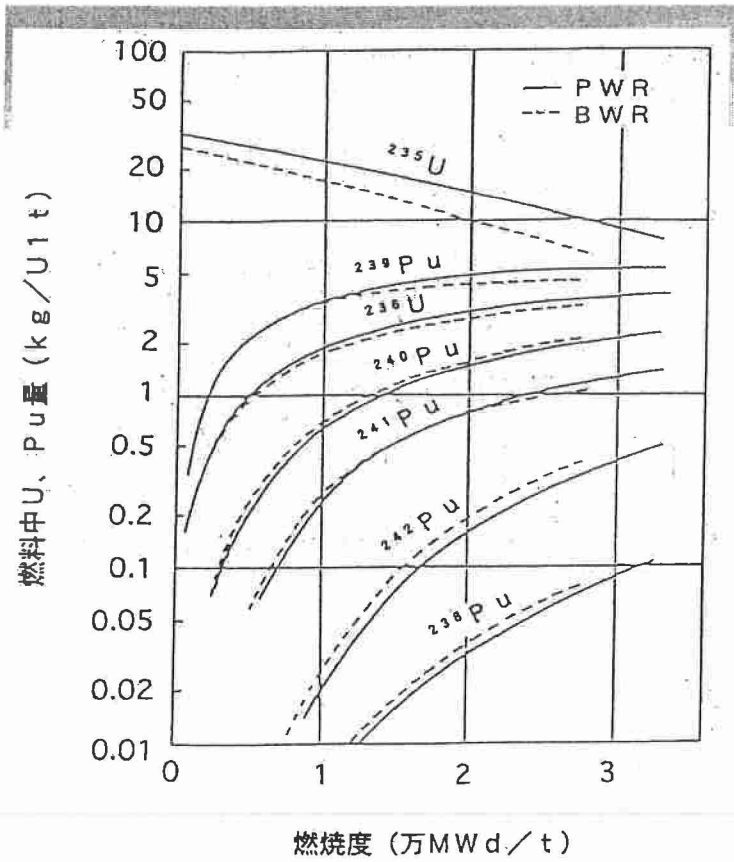
典型的な取出プルトニウムの同位体組成

原子炉の種類[*1]	初期濃縮度 (wt%)	取出平均燃焼度 (MWd/t)	取出プルトニウム組成(wt%)[*3]					
			Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242	Pu-fiss. (Pu-239+241)
GCR (16.6万kW)	0.71 (天然ウラン)	3,000	0.04	79.4	17.8	2.2	0.4	81.6
BWR (110万kW)	3.0	28,000	1.5	58.7	26.6	8.3	4.0	67.0
PWR (116万kW)	3.4	30,700	1.3	61.7	22.0	9.6	4.3	71.3
HWR (60万kW)	0.71 (天然ウラン)	7,500	0.1	66.4	26.6	5.6	1.4	72.0
ATR (16.5万kW)	PuO_2-UO_2[*2] Pu-fiss. 0.66 U-235 0.71	9,600	0.1→0.5[*4]	76.3→54.2[*4]	20.2→33.6[*4]	2.8→7.8[*4]	0.6→3.9[*4]	79.1→62.0[*4]

*1 プラントあるいは計算例　*2 炉心の燃料の約4割。残り6割はUO_2(濃縮度約1.5wt%)

*3 GCR、BWR、PWRは冷却期間5年、再処理を2年を仮定。ATRは3.2～6年冷却、再処理直後

*4 燃焼初期→末期



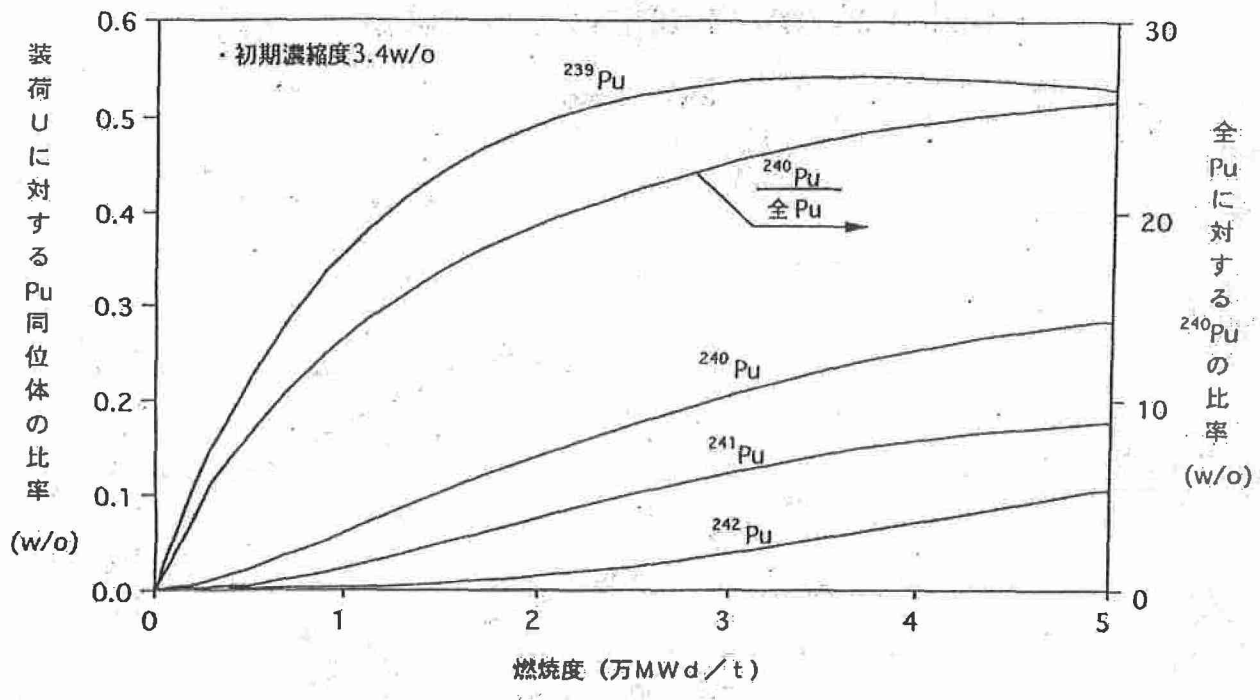
燃焼に伴う燃料中のウラン、プルトニウム量の変化(例)

Pu

原子炉でウランが燃えるとどうなるの？

燃焼に伴い、U-235が減少し、U-236、Pu各同位体が増加する。

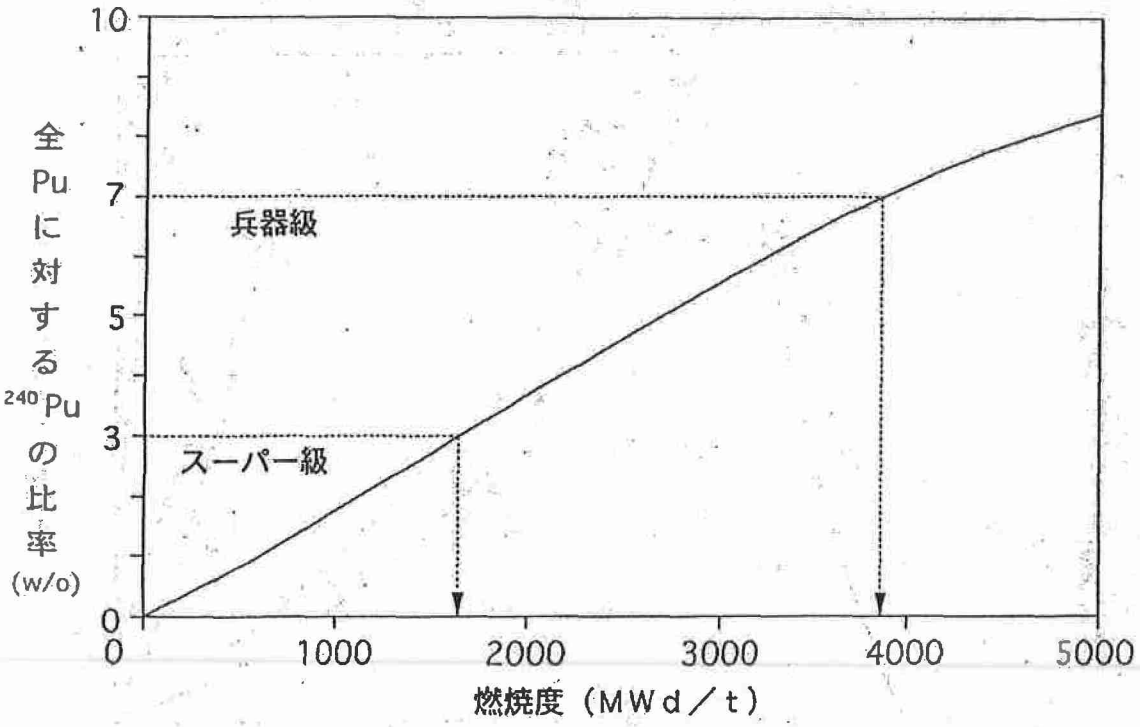
燃焼が進むとPu-240が増えていきます Pu



燃焼に伴うPu同位体比率の変化（PWRの例）

平成15年3月8日 放射線教育フォーラム定例勉強会

燃焼初期ではPu-240の割合が小さくなっています Pu



低燃焼度における生成Pu中のPu-240の比率（PWRの例）

平成15年3月8日 放射線教育フォーラム定例勉強会

FBRのプルトニウム収支（例）

Pu

運転サイクルごとのPu量

60万kW級、15か月運転、1/3炉心燃料交換の原子炉の計算例

		Pu-239 (kg)	Pu-240 (kg)	Pu-241 (kg)	Pu-242 (kg)	全Pu (kg)
炉心	装荷	823 (58%)	341 (24%)	199 (14%)	57 (4%)	1420 (100%)
	取出 (8.5万MWd/t)	805 (59.7%)	373 (27.7%)	106 (7.9%)	64 (4.7%)	1348 (100%)
	取出-装荷	-18	32	-93	7	-72
軸ブランケット	装荷	0	0	0	0	0
	取出 (5700MWd/t)	136 (95.6%)	6 (4.2%)	0.2 (0.1%)	0	142.2 (100%)
径ブランケット	装荷	0	0	0	0	0
	取出 (3000MWd/t)	112 (97.3%)	3 (2.6%)	0.1 (0.1%)	0	115.1 (100%)
炉心＋軸ブラ＋径ブラ	装荷	823 (58%)	341 (24%)	199 (14%)	57 (4%)	1420 (100%)
	取出	1053 (65.6%)	382 (23.8%)	106.3 (6.6%)	64 (4.0%)	1605.3 (100%)
	取出-装荷	230	41	-92.7	7	185.3
軸ブラ+径ブラ	取出-装荷 (4200MWd/t)	248 (96.4%)	9 (3.5%)	0.3 (0.1%)	0	142.2 (100%)

炉心燃料部については装荷、取出しとも原子炉級プルトニウムですが、ブランケット部については兵器級プルトニウムが作られます。

平成15年3月8日 放射線教育フォーラム定例勉強会

核兵器への転用性

Pu

軽水炉で作られるプルトニウムは原子炉級

一般の軽水炉で作られるプルトニウムはPu-240の多い原子炉級です。原子炉級プルトニウムを核兵器へ転用することは理論的には可能ですが、実際上の処理を考えると困難といえます。

いろいろな障害があります

プルトニウムの同位体組成だけでなく、

- 中性子源
- 発熱量
- 放射線量

のような障害があり、核兵器への転用は困難といわれます。

保障措置活動

日本は国際原子力機関に加盟し、その査察を受けているので核兵器に使われることはありません。

平成15年3月8日 放射線教育フォーラム定例勉強会

第５章　　セミナーのテキストから

エネルギー・環境問題と総合的な学習

前文部科学省初等中等教育局主任視学官
江田　稔

学校におけるエネルギー・環境教育は喫緊の課題となっている。今回の教育課程審議会の答申には、「環境やエネルギーについての理解を深め、環境を大切にする心を育成するとともに、環境の保全やよりよい環境の創造のために主体的に行動する実践的な態度や資質・能力を育成することは今後ますます重要なものとなってくる」と述べられており、各教科領域、総合的な学習時間等を通じて環境・エネルギー教育に取り組むことが求められている。

1　総合的な学習のねらい

総合的な学習のねらいは、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決する資質や能力を育成すること、学び方やものの考え方を身に付け、問題の解決や探究活動に主体的、創造的に取り組む態度を育て、自己の生き方を考えることができるようにすることである。学習に当たっては、横断的、総合的な学習や生徒の興味・関心等に基づく学習など創意工夫を生かした学習活動を行うものとするとされている。

その学習活動の例の一つに環境・エネルギー教育が上げられており、学習活動を行うに当たっての配慮事項としては、自然体験、ボランティア活動、観察・実験、見学や調査、発表や討論、ものづくりや生産活動、問題活動的な学習、グループ学習や異年齢集団による学習、地域の人々の協力、地域の教材や学習環境の積極的活用が大切と述べられている。

本年度から環境・エネルギー教育が総合的な学習の時間でも行われるようになり、これまでより総合的で広がりをもったものになってきている。

2 エネルギー・環境教育で身に付ける能力

平成３年に文部省が発行した「環境教育指導資料」には、環境教育の指導を通して身に付ける能力として次の５項目を挙げている。

①　問題解決能力

環境問題についての知識を覚え込む学習ではなく、自ら課題を見つけたり、解決する力を育成する能力。

②　数理的能力

環境にかかわる事象を数量化し、定量的、統計的にその事象をとらえる能力で、環境に関するデータを集め、分析したり、数量的な処理をしたりする能力。特に、理科や数学の果たす役割が大きい。

③　情報処理能力

情報を収集したり、選択したり、処理する能力。環境教育を進めるに当たっては、情報を収集し、その中から必要な情報を選択して処理したり、それに基づいて予想したり判断する力を養うことが大切である。そのために、コンピュータや情報通信ネットワークなどを活用する力を養うことも大切である。

④　コミュニケーション能力

環境や環境問題について関心をもち、自分の考えや意見を口頭、文章、映像など様々なメディアを活用して表現する能力。表現力の育成ともいえる。環境問題に関して、データや調査結果、観察、実験結果などに基づいて討論したり、自分の意見を発表したり、レポートを書いたりする力をつけることが大切である。

⑤　環境を評価する能力

環境が人間や生物に与える影響を評価し、価値判断する能力。環境の変化をとらえ、環境に与える影響を評価し、自分なりの価値判断や意思決定をして具体的な行動に移す能力である。具体的な行動とは、省エネルギーやリサイクルに努めたり、環境を汚さないような行動をしたり、健康的で快適な環境を積極的に創り上げていくことである。

学校教育を通じて、このような行動力を培うためのキーワードは「問題解決型の学習」、「判断力や意思決定能力の育成」「積極的に行動する力の育成」である。

エネルギー・環境教育に当たっては、フィールドワークを取り入れ自然から直接学ぶ経験を通して科学的な見方や考え方を身に付けるとともに、討論やディベートなどを取り入れて判断力や意思決定能力を身に付けることが大切である。

さらに、最終的には人間と環境のかかわりの中で生じる様々な課題の解決に向けて望ましい行動をとる態度を身に付けさせることである。

3　エネルギー・環境教育の内容

エネルギー・環境教育を通して、上記のような資質・能力を養うために現行及び新学習指導要領では次のような教科科目で関連した内容を扱うことになっている。

(1)小学校では、生活科、理科、社会科、家庭科、体育、その他（国語、算数、音楽・図工）道徳などあらゆる教科・領域を通じてエネルギー・環境教育に関する内容が示されている。

(2)中学校では、主として、理科、社会、技術・家庭、保健体育、道徳、特別活動などに関係する内容が示されている。

(3)高等学校では、主として世界史、日本史、地理、現代社会、倫理、政治・経済、理科、保健体育、特別活動などに関係する内容が示されている。

科学的な面から見た環境教育の内容としては、・生態系の維持・人口問題、食糧問題・伝染病とその予防（風土病、農薬などの管理）・森林、公園、湿地帯の保全　・生物種の多様性の管理・水資源の管理と水質保全・大気汚染の防止・ゴミ問題と資源のリサイクル・エネルギー資源の利用と開発・環境に有害な物質、毒物の管理などが考えられる。

また、エネルギーの指導については発達段階に即した指導を配慮する必要がある。

4　エネルギー・環境教育の学習方法

例えば、イギリスには、ＳＡＴＩＳ（Science and Technology in Society）という教科横断的な総合的な学習のようなプロジェクトがあるが、その中で、次のような学習方法を例示している。　読書活動、・質問への解答、・討議、・問題解決、・意思決定、・体験活動・

実験、・計算、・ロールプレイ、・ケーススタディー、・調査、・プレゼンテーション、・データの収集・分析・処理

これらは、一斉講義型の学習ではなく、生徒自身が問題を見いだし、解決方法を考え、表現したり、判断したり、参加したり行動したりするなどの学習で、我が国の新しい指導要領が目指す教育の方向と一致しているということができる。

5　地域の特徴を生かしたエネルギー・環境教育

環境教育はThink Globally, Act Locallyといわれる。これは、環境問題の解決には誰しも賛成するが、自分の利害がからむと各論では反対になってしまうことから、自分の身近な環境問題から考えるとよいという警告である。環境教育について言えば、子どもたちの関心が地域の環境よりも地球規模の環境問題に向きがちであることに対する警告ともとれる。もちろん、地球規模の環境問題は重大事であり、この解決が課題になっているのであるが、まずは、身近な環境問題から考えることが大切である。

どの地域でも、必ず地域独特の環境問題はあるはずである。都市部は緑が少ないので自然環境の調査などがやれないとか、山間部は自然が豊か過ぎてそのことに無関心であるとかいうこと言われる。しかし、どこに居ても環境問題と無縁ということはあり得ない。エネルギー・環境教育は、まず、自分の住む家から始まり、町や県の環境、そして、わが国、地球環境へと広げていくとよいだろう。

6　情報通信ネットワークの活用

わが国は、世界の金属資源やエネルギー資源を大量に消費してきた。また、大量の木材を消費してきた。二酸化炭素やフロンもこれまで大量に放出してきた。このことを世界の人がどのように見ているかを認識することは大切なことである。それと同時に日本が環境保全にどのような努力をしているかを知らせることも非常に重要になってくる。

今後、エネルギー・環境問題が深刻さを増してきたとき、環境保全の努力を怠った国は世界から非難され、様々な資源やエネルギー源の供給を制限される事態がでてくるかもしれない。そうならないよう、また、子孫に対する責任という点からも資源、エネルギーを大切に使い地球環境を守る行動をとらなければならない。そのためには、国際協力や国を越えた情報の交換が極めて重要になる。インターネットなどを利用して、世界各地の子どもと環境問題について意見や情報を交換したり、環境調査を協力して行うことなどが大切になってくる。

平成１４年８月７日大阪地区放射線セミナー参考資料

放射線の人体に与える影響

大阪府立大学先端科学研究所　朝野武美

日常生活・産業活動における交通事故、喫煙、鉱業での就労などで、人体影響に不安を感じる度合いの大きさは、１）統計学的な危険度ばかりでなく、２）未知の部分に対する”怖さ”にある。放射線は５感（視、聴、嗅、味、触）で認識できないものであるが、放射線計測技術が進歩し、医学的に低線量被曝の影響の研究も進んでいる。放射線の人体に与える影響について考える場合、放射線について理解を深め、人体に与える影響について正しい知識を得て、科学的、合理的な見方が求められている。

１．放射線の生物作用の全過程（分子損傷→細胞致死→個体死）

ａ．物理過程　（10^{-11}秒以内）励起やイオン化による活性種の生成。

放射線の生物作用は放射線と電子の相互作用での荷電粒子のエネルギー授与やγ線のコンプトン効果によるイオン化に起因する。その発生確率は物質１ｇあたりの電子数に比例する：

ｂ．化学過程　（10^{-11}～10^{-6}秒迄）一連の化学反応

直接作用　生体分子に放射線が当たり、生体分子に傷害を生じる。

間接作用　水は生体の最も主要な構成成分。水の放射線分解によって生じた水ラジカが拡散していって、生体分子と反応し、傷害を生じる。

ｃ．生化学的過程（10^{-6} ～10^{-1}秒迄）ＤＮＡ損傷、ＤＮＡ切断

４Ｇｙとは　致死線量４Gyは細胞核に53000イオンを生じさせることが次の計算から分かる。

4Gy=40000erg/g=2.5･10^{16}eV/１ｇの物質;

(2.5･10^{16}eV/g)X64･10^{-12}g=1.6･10^{6}eV/１個の細胞核;

1.6･10^{6}eV/30eV=53000イオン/１個の細胞核

即ち、核中のＤＮＡ鎖(重さ 5.6 pg)の原子の数 10^{11} 個に比べて、イオンの数は僅かであるが、重要な生物影響の引き金となる。

ｄ．生物学的過程（10^{-1} 秒～数10年）突然変異(遺伝的影響)、細胞死、修復作用

２．放射線の感受性

ベルゴニー・トリボンドーの法則：放射線影響は放射線の種類、年齢、臓器や組織によって、受け易い場合と受けにくい場合がある。一般に細胞分裂の盛んな細胞（骨髄、生殖腺）ほど放射線影響を受け易い。

放射線感受性：放射線感受性は高い方（幹細胞という未分化な細胞を含む）から以下の順。

造血組織、生殖腺、消化管、上皮組織、内蔵・腺、骨・血管・筋肉組織、神経・脳組織

（再　生　系）　（非　再　生　系）

２．１．放射線被曝の分類

ａ．全身被曝と局部被曝

ｂ．外部被曝と内部被曝

２．２．被曝放射線量と影響の現れ方の関係

ａ．確定的影響（非確率的影響）

生物医学的影響の重症度が線量の大きさと共に変わるもので、線量のしきい値が有り、低線量の放射線では影響のないことが明確なもの。ある原因とその結果が直ちに結びつくと確定できる事柄。多数の細胞に変化が起こって始めて確定的影響に至る。

ｂ．確率的影響

影響の重症度ではなく、生物医学的影響の発生確率が線量の関数であり、必ず影響が出るというのではなく、しきい値が無いと見なされている影響。

２．３．放射線による臨床的影響の分類

表１．放射線影響の分類としきい線量（Ｇｙ）

表２．急性影響の症状と被曝線量との関係

３．放射線損傷の修復・障害の回復

３．１．修復機構（分子レベル、細胞レベルから見た放射線影響）

放射線影響とは、分子（遺伝子）レベルで云えば、ＤＮＡ損傷のことである。その主要なもの

はＤＮＡの塩基損傷、ＤＮＡ１本鎖切断、ＤＮＡ２本鎖切断である。前者の２つは突然変異の発現の原因となり、２本鎖切断は主に細胞死をもたらす。動物や人の細胞は色々なＤＮＡ損傷を処理できるいくつかの修復機能をもっている。ＤＮＡ分子は塩基、糖、リン酸で構成され、その構造は２本の鎖が一緒になってらせん状の形をしており、それがさらに縮んだものが染色体といわれるものである。ＤＮＡ一本鎖切断は修復されやすいが、２本鎖切断の修復は困難である。自然淘汰して、地球上に生き残った生物は自然治癒する能力を持っている。

表１．放射線影響の分類としきい線量（Ｇｙ）

<table>
<tr><td rowspan="3">身体的影響
（体細胞）</td><td>急性影響</td><td>皮膚の紅斑
脱　　毛
白血球減少
不妊(永久)</td><td>５
３
０．５
（２．５～　６）</td><td>確定的影響</td></tr>
<tr><td>－
晩発影響</td><td>白内障
胎児影響</td><td>０．６～１０
０．１</td><td>－</td></tr>
<tr><td>－
晩発影響</td><td>白血病
が　ん</td><td rowspan="2">しきい線量が無いとみなされている</td><td rowspan="2">確率的影響</td></tr>
<tr><td colspan="2">遺伝的影響　（生殖細胞）</td><td>代謝異常
軟骨異常
など</td></tr>
</table>

表２．急性影響の症状と被曝線量との関係

被曝線量（Sv）	症状
0.25	ほとんど臨床的症状なし
0.5	白血球（リンパ球）一時減少
1	吐き気、嘔吐、全身倦怠、リンパ球著しく減少
1.5	５０％の人に放射線宿酔
2	５％の人が死亡
4	３０日間に５０％の人が死亡
6	１４日間に９０％の人が死亡
7	１００％の人が死亡
3 － 7	造血組織　２週間－２月で骨髄死
8 － 20	腸粘膜障害、下痢、下血、脱水　５日－２週間で消化管死（腸死）
50 － 100	嘔吐、けいれん、麻痺　半日－３日で中枢神経死

最小致死線量 2.25 Sv （米軍の人体放射線影響研究で推定）

３．２．細胞障害の回復

ａ．エルカインド型回復（亜致死損傷回復、Sub Lethal Damage 回復）
同一線量を分割して被曝した方が、１回で被曝した方より、放射線影響が小さい（照射を中断している間に回復が起きる）。

ｂ．線量率効果
同一線量を長時間かけて連続して被曝した方が、短時間に被曝した方より、放射線影響が小さい（照射中に回復が起きる）。

４．低線量放射線

はっきりとした影響が見られない線量を生物学において低線量放射線といわれいる。

１回被曝線量　　＜２００ｍＳｖ　　（２０　ｒｅｍ　）

連続被曝線量（線量率）＜　６ｍＳｖ／ｈ　（　０．６ｒｅｍ／ｈ）

１回被曝線量　＝　連続被曝線量（線量率）Ｘ３０倍

広島・長崎の原爆被曝生存者において、２００ｍＳｖ以下の放射線被曝集団だけについて見ると統計学的には何も起っていない。

低線量放射線に関する試算例

人間は自然放射線を受けながら生きている。その放射線の量は、われわれの体の中の細胞（核）が、どれも１年に一度の放射線のトラックの洗礼、つまりどの細胞にも数１０個のイオン対を生じる位の大きさである。成人の体には５０兆から１００兆個もの多くの細胞がある。放射線や他の要因で傷ついた細胞は、その何倍もある老化して寿命の尽きた細胞とともに代謝され、新しいものに置き換えられる。したがって、それに伴うイオン化はそれほど重大なものではない。

試算例

体細胞の直径　10 μm = 10^{-3} cm; 体細胞の体積 = (1/6)$\pi 10^{-9}$ cm^3

人体の細胞の概算個数 = 60 kg / (1/6)$\pi 10^{-9}$ g = 100 兆個

１ｇの組織が自然放射線を１００ｍｒａｄ受けたときの吸収エネルギー

$100 \cdot 10^{-3}$ rad/g ·100 erg/rad·$60 \cdot 10^{3} \cdot 6.3 \cdot 10^{11}$ eV/erg = $3.6 \cdot 10^{17}$ eV

１年間に自然放射線を１００ｍｒａｄ受けたとき、放射線エネルギーが

１０００ｅＶとすれば、イオン・トラックの数は

$3.6 \cdot 10^{17}$ eV / ～1000 eV = ～10^{14}（100 兆）個のトラック

なお、この場合一本のトラックにイオンの数は 1000 eV / 30 eV = ～ 30 個

５．放射線ホルミシス

放射線ホルミシスという言葉が話題になりだしたのはＬｕｃｋｅｙ、Ｔ．Ｄ．の「電離放射線によるホルミシス」の著書出版（１９８０年）以来である（その翻訳出版が１９９０年になされている）。著書で放射線ホルミシスの体系化がおこなわれた。ホルミシス（hormesis）は 語源「horme = 刺激する」に由来し、その意味は大量では抑制的に働く物質が、少量で刺激的に働くということである。高線量ならば有害な作用を及ぼす放射線でも、低レベル放射線量では逆に成長を刺激したり寿命を延長したりする生理的な刺激効果をもたらすというものである。（その他ＤＮＡ修復、免疫反応、代謝と生殖能の向上、がんの抑制等の効果（活性化）についても研究されている。）

国際放射線防護委員会ＩＣＲＰでは、ホルミシス効果は防護基準に適用できる段階ではないが、注意深く追跡する必要があるとしている（１９８３）。

６．アポトーシス

アポトーシスとは、胎児の形成期のプログラム化によって”不要細胞”を排除し（自爆させ）たり、放射線などによる”損傷細胞”を積極的に排除して宿主を守ったりする能動的な細胞死のことである。アポトーシス（apoptosis）の語源は「apo = 離れて」と「ptosis = 落ちる」に由来する(Kerr, J. F. R. 1972　年)。病理的な要因により、細胞が損傷を受け、壊死に至る受動的な細胞死であるネクローシス（necrosis）(Virchow, 1854年)とアポトーシスとは細胞死の機構が異なり区別される。

がん抑制ｐ５３遺伝子を持つマウスでは、２ＧｙのＸ線照射では、発生異常が少なく、アポトーシス型の死細胞が沢山見つかった（T. Norimura et al. 1996)(講演、武部　啓より）。

７．リスク

社会的に容認出きるリスクの程度はその大きさにより次のように考えられている。

10^{-2}／年　社会は継続的に容認出来ない

10^{-3}／年　積極的にリスクを下げようとする／受け入れ不可能でない（鉱業）

10^{-4}／年　社会はあまり関心を示さない（１０万人当り１０人）（自動車事故）

10^{-5}／年　社会はほとんど関心を示さない（自然放射線、喫煙、一般人の放射線防護基準）

10^{-6}／年　社会は全く無条件で受け入れる（列車事故）

単位の接頭語

倍数	10	10^{2}	10^{3}	10^{6}	10^{9}	10^{12}	10^{15}	10^{18}
接頭語	ﾃﾞｶ	ﾍｸﾄ	ｷﾛ	ﾒｶﾞ	ｷﾞｶﾞ	ﾃﾗ	ﾍﾟﾀ	ｴｸｻ
記号	da	h	k	M	G	T	P	E

倍数	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}
接頭語	ﾃﾞｼ	ｾﾝﾁ	ﾐﾘ	ﾏｲｸﾛ	ﾅﾉ	ﾋﾟｺ	ﾌｪﾑﾄ	ｱﾄ
記号	d	c	m	μ	n	p	f	a

例　1000 Ci = 37 TBq　1 pCi = 2.2 dpm = 0.037 Bq

終わり

エネルギー、経済、環境

－３Ｅのトリレンマー

1. はじめに

ここでお話しするのは、「エネルギー問題」についてです。しかし、漠然と「エネルギー問題」と言ってもピンと来る方は、そう多くないと思います。今は、エネルギーはふんだんに使える状態にありますし、エネルギー危機が来ると言われても、「えっ、本当？」と思いたくなりますね。

私たちは、~~1974~~ 1973 年、1979 年と２回のオイルショックを経験しました。トイレットペーパー、洗剤の買いだめ騒動があったり、省エネ運動が急激に進んだりと、まさに大きな出来事でしたし、私たちが生活していく上でエネルギー（石油）というものがどれほど重要なものであるかを認識させてくれた事件でした。あれから既に 20 年以上大きな問題もなく、エネルギーはかなり安定に供給されてきました。しかし、この先の問題点として「人口の増加」、「地球温暖化などの環境問題」などがクローズアップされるようになってきました。多くのエネルギー資源には限りがあります。日本の一次エネルギー（資源から直接に利用されるエネルギー）供給源の 50%を占める石油も、この先 100 年余りしか利用できないと考えられています。しかし、人口の急激な増加と発展途上国の経済成長で、需要量は増加の一途をたどっています。今の状況では、

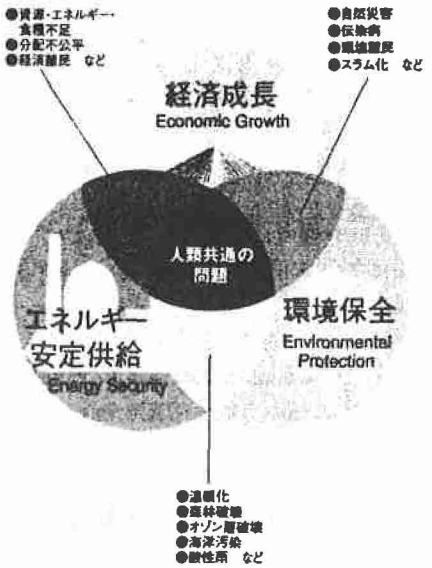


図 8.1. ３Ｅトリレンマの関係
（「原子力発電'99」より引用）

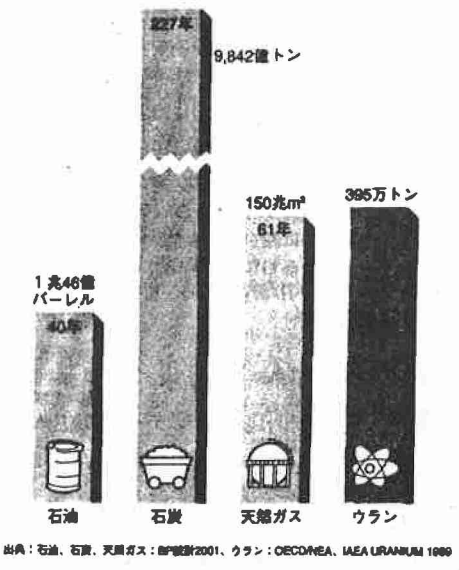


図 8.2. 資源確認可採埋蔵量
（「原子力 2001」より引用）

2020 年頃に需要と供給のバランスが成立しなくなるという分析も出されています。需要と供給のバランスが崩れると、原油価格の高騰だけでは収まらず、エネルギー争奪の紛争が確実に起こります。太平洋戦争の原因もその背景にエネルギー争奪があったことは異論のないところです。

また、エネルギーの消費は、CO_2 の問題だけでなく、酸性雨、森林破壊、海洋汚染など地球環境の問題とも密接に関連しています。日本は現在、大変な不況下に置かれていますが、不況から脱して豊かな生活を送りたいと考えるのは当然の考え方かと思います。現代社会では経済成長とエネルギーの消費は密接に関係しています。しかし、エネルギー消費が伸びれば環境悪化を招く、環境保全を第一に優先すると経済成長を阻害する、というように、あちらを立てればこちらが立たずといった板ばさみの状態が成り立っています。エネルギー関連の分野では、この三すくみの状態を「トリレンマ」、あるいは３つの要素の頭文字（Energy, Economy, Environment）をとって「３E」と呼んでいます。

このように「エネルギー問題」とは、「人々が豊かであること」、「環境と調和すること」に加えて、「国際協調をはかること」を満たした上で、「エネルギー源・エネルギー消費をどうするか」を考えることなのです。

2. エネルギー問題って何が「問題」？

「次世代のエネルギー」とか「新エネルギー」と言うと、思いつくのは何でしょうか？「太陽光発電（太陽電池）」？「風力発電」？「燃料電池」？　新聞やテレビでよく紹介されていますね。人によっては、省エネを極限まで突き詰めればエネルギー問題は解決すると考えておられる方も多いのではないかと思います。あるいは、これらの新エネルギーと省エネの組み合わせで良いのでは、との見方もあるようです。

もし、本当にこれで解決するのなら話は簡単です。これらの新エネルギーの開発にもっと積極的に取り組んで、一層の省エネを進めて･･･、となるわけですが、現実はそれほど甘くないのです。新エネルギーのことが書かれている本や新聞、テレビ番組、これらはその良い面だけを紹介しているようです。原子力発電は現在、完全に悪役の感がありますが、昭和 30 年代から 40 年代の初頭にかけて、やはり良い面だけが強調されてきました。「エネルギー問題」として、これから先のエネルギー源を考える場合には、科学的、客観的な目で、長期的、かつ冷静な選択をせねばなりません。

特に石油は、日本の一次エネルギーの半分を占めている上に、その８割以上を政情の不安定な中東に依存しています。現在のところ、安く供給されているとは言え、「エネルギー争奪」を生じる（需要 - 供給の関連なら 2020 年頃、

紛争ならそれ以前に起こる可能性も考えられます）という点からは、最も不安の多いエネルギー源と言えます。「エネルギー争奪戦」に巻き込まれない、あるいはその当事者にならないために、石油依存度を今以上に下げておく必要があります。

また、省エネルギーを追求することは、先進国の務めと言えるでしょう。しかし、これを発展途上国に強要することはできません。発展途上国の人々が豊かな暮らしを望んでいるのを既に豊かな暮らしを送っている人間が阻害する権利はないでしょう。全地球規模でエネルギー消費が下降する頃には、既に石油は無くなっている可能性が高いと考えられます。この面からも先進国は、石油の消費を大きく抑える必要があります。

日本は、エネルギー消費が極めて高い先進国でありながらエネルギー資源に乏しいという事情があります。他の国以上の真剣な対応を考えていく必要があります。

3. 常識の再点検？

私たちが、ふだん得ている情報は、新聞、テレビ、雑誌などのマスコミ情報がその大半です。マスコミの情報は、ともすればセンセーショナリズムに走る傾向があり、私たちもその強い影響下に置かれているのではないかと思います。私たちが常識と思っている(?) ことを再点検したいと思います。

（問１）以下の記述は正しいでしょうか（あるいはどこまで正しいでしょうか）

1）日本は、世界一の長寿国であり、その主な理由は食生活にある。
2）あらゆる廃棄物をリサイクルすれば、エネルギーと資源の節約になる。
3）熱帯雨林の破壊を食い止めるためには紙のリサイクルが効果的である。
4）世界人口の増加に伴って、人類が使用するエネルギーが増加し、その排出熱によって地球が温暖化しつつある。
5）天然ガスは非常にクリーンで、二酸化炭素の排出は非常に少ない。
6）燃料電池の燃料である水素は無尽蔵であり、排出されるのは原理的に水だけなのでエネルギー問題を解決する切り札となる。
7）ドイツ、スウェーデンは、脱原発を行った国として有名である。

4. 外国はどうなっている？

それぞれの主要エネルギー源は、国によってずいぶん異なります。特に特定の資源を多く持つ場合、そのエネルギーの比率が必然的に高くなります。

（問２）以下の電力構成を持つ国を右の欄から選んでみましょう。

（出典　OECD「Energy Balances」(1998)（発電電力量)、

ただし中国：日本エネルギー経済研究所「エネルギー経済統計要覧」(1996)（燃料投入量））

国　名	石炭火力（%）	石油火力（%）	天然ガス火力（%）	水力（%）	原子力（%）	その他（%）	国　名
	87.4	4.7	0.3	6.2	1.4	0	アメリカ
	54.2	1.2	9.8	3.1	29.3	2.4	イギリス
	52.7	3.9	14.7	7.7	18.8	2.2	イタリア
	34.5	1.6	32.5	1.5	28.1	1.8	カナダ
	19.1	3.3	4.6	59.1	12.7	1.1	スウェーデン
	19.1	16.4	21.1	8.9	32.1	2.4	中国
	11.0	42.3	27.9	16.3	0	2.5	ドイツ
	7.4	2.3	1.0	12.2	76.5	0.6	日本
	2.0	2.1	0.3	47.0	46.5	2.2	フランス

アメリカ、ドイツ、中国は石炭が豊富なため、電力構成も石炭火力が主となっています。また、カナダ、スウェーデンでは湖沼や河川が多いという特色から水力発電の比率が高いという傾向があります。日本と似た国情を持つ国として、フランスをあげることができます。エネルギー資源に乏しい先進国で、オイルショック以後、発電用途としては、ほぼ完全に脱石油を果たし、電力の８割を原子力で供給しています。

アメリカでは、スリーマイル島原発事故（1979 年）以後、原子力発電所の新規建設がほぼ止まっていましたが、この原因は、住民運動によって立地地点確保が難しくなったこと、法規制のため建設費用が高騰し、建設期間も長くなってしまうことなどが原因としてあげられていました。しかし、現在のブッシュ政権では、原子力開発を再開する政策が取られようとしています。また、ドイツでも原子力発電の比率が３割、スウェーデンでは、約半分を原子力に頼っています。スウェーデンでは、1980 年の国民投票を受けて議会が 2010 年までにすべての原子炉を閉鎖するとの決定をしたと伝えられていますが、この時に付けられた条件（「代替エネルギーの目処が立てば」）が正確に報道されていないようです。現実には、隣国との政治的関係から一基を停止しましたが、2010 年の全廃は見送ることになり、現在

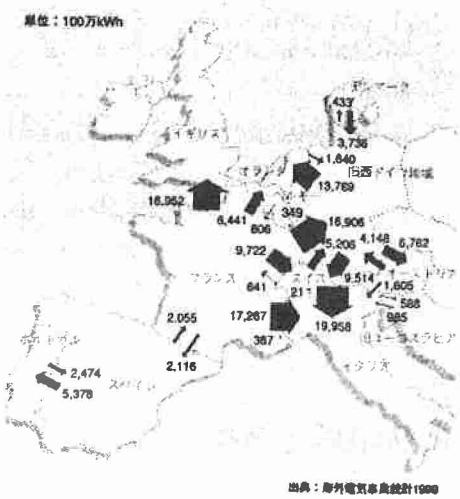


図 8.3. フランスを中心とした電力の移動

「原子力発電 2000」より引用

も 11 基が動いています。また、世論も水力発電所建設の方が環境破壊につながるとの意見が強く、原子力賛成の意見が半数を超えているとの報告も出されています。また、ヨーロッパは、多くの国が近接している事情から、電気の輸入、輸出が盛んに行われています。その中でも、群を抜いて高いのがフランスの電力輸出です。脱原発を志向している国もフランスの電気を大量に輸入しているのが現状です。

日本の場合、近隣の国から電気を買うことは困難です。自国でまかなわねばなりません。

5. エネルギー源を冷静に点検してみよう

地球温暖化の原因として、今特に注目されているのが二酸化炭素（CO_2）です。特に石炭火力発電は、原理上そのすべてが CO_2 になるため、その排出量は最大です。石油火力では、燃料の主成分が C_6H_{12}、C_6H_{14} など、つまり炭素以外に水素を多く含むため、CO_2 だけでなく H_2O ができるの、その分 CO_2 の排出量が減ります。また天然ガスでは、主成分が CH_4 のため、「炭素：水素」の比が１：４、つまり、水素比が高く、CO_2 の発生はもう少し下がることになります。しかし、これらはすべて、炭素を含む化石燃料の直接燃焼ですから、大量の CO_2 発生が起こっていることに変わりはありません。

これに対して、原子力、水力、地熱、太陽光、風力などは、燃料を燃やすわけではないので、原理上、運転時の CO_2 の排出はありません。しかし、発電所の建設で自動車を利用したり、電気を消費したり、あるいは太陽電池、核燃料製造などにエネルギーが必要であったりすると CO_2 の排出が存在することになります。発電所の建設から保守などの全工程を通しての評価を行うことを「ライフサイクルアセスメント」と呼びます。

ライフサイクルアセスメントによれば、太陽光発電は、特に太陽電池製造に大きなエネルギーが必要なことから、CO_2 の排出が比較的大きいことになります。これに対して、原子力、水力、地熱、風力は高い CO_2 排出削減効果が期待できると

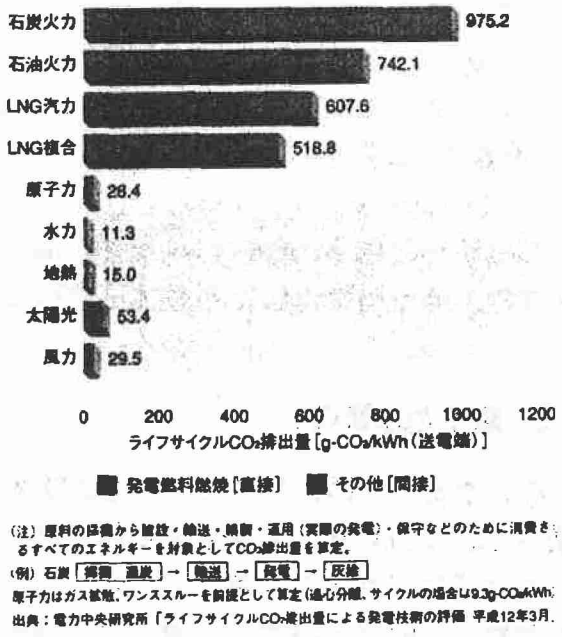


図 8.4. 各種電源のライフサイクル CO_2 発生量（「原子力 2001」より引用）

言えます。

一般に期待が高い太陽光発電、風力発電、燃料電池ですが、長所は、他書に譲るとして、以下のような課題を持っています。

1）太陽光発電（太陽電池）

・昼夜、天候に左右されるため、電力供給には蓄電設備が必要。

・エネルギー密度が低いため、広い設置面積が必要。

（原子力発電所と同じ電力を生産するのに 300～400 倍の敷地面積が必要となり、用地確保の困難さから電力会社が太陽光発電で電力を供給することはほとんど不可能）

・家庭で導入するには初期コストが高い（現状では経済的なメリットはない）。

・寿命が 15 年程度で、新たなゴミの問題を抱える。

・家庭用電力はある程度供給できても工業用、輸送用電力を生産するのは難しい。

2）風力発電

・風速によって電圧が大きく変動するので、非常に使いにくい（全電力の10%を超えるのは問題視される）。

・１年を通してなるべく一定の風が吹く場所を探す必要がある。

・非常に大きな騒音を発生するので立地条件が厳しくなる。

・日本の電力事情（夏に大きな電力需要がある）に適合しにくい。

・渡り鳥、野鳥に大きな被害が出る。

3）燃料電池

・燃料である水素は、天然にほとんど存在しないため製造せねばならない。

（天然ガス、石油を利用したのであれば、わずかな省エネの効果が期待できるに過ぎない。水から熱分解や電気分解で製造するのであれば、そのためのエネルギー源が必要で、エネルギー的なメリットは何もない。）

もちろんこれらの最大の利点は、資源が無尽蔵でクリーンであることにありますが、不十分な点なども考えて冷静に比較検討するべきだと思います。

6. 原子力は悪者？

このセミナーは、エネルギーと環境を考えることがテーマとなっていますが、原子力についてもう一度考えてみたいと思います。昭和 30 年代から 40 年代にかけては、原子力の夢が語られ、その頃のヒーローは、そのほとんどが原子力で動いているとされていました。現在では、新聞や雑誌、テレビなどでも事故や故障などがあれば、非常に大きく報道され、それに続く厳しいコメントが用意されています。もちろん、安全を過信して手抜きを行ったり、あるいは事

故を隠すなどと言うことは、厳しく戒められなければなりませんが、日本のこれから先のエネルギー源としての選択肢から外してしまうと、日本のエネルギー需給が全く立ち行かなくなることは、確実です。アメリカ、ヨーロッパで原子力推進の流れが現れつつあること、中国、韓国、インドなどアジアでの原子力推進計画が着実に進んでいることなどから、日本が世界から取り残されることのないよう、エネルギーの将来を考えなければならないと思います。

色々な放射線量や線量限度

線量とは人体や物質の単位重量当たり又は空気の単位体積当たりに与えられたエネルギーの単位である。
Sv：被ばく線量（人体影響考慮）；Gy：吸収線量（単なる吸収エネルギー）；R：空間線量

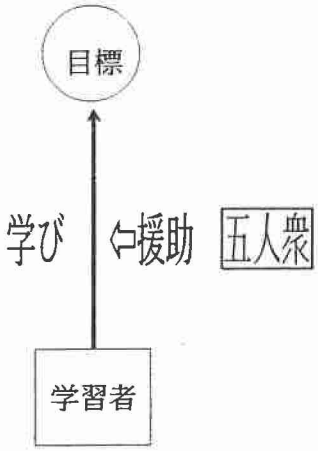
1/100倍	1 nSv	0.001 μSv	0.1 μR	外部自然放射線除く原発周辺目標値	0.006 μSv/h (50 μSv/y) 0.6 μR/h
1/10倍	10 nSv	0.01 μSv	1 μR		
				外部自然放射線量	0.06 μSv/h (0.67 mSv/y) 6 μR/h
1倍	100 nSv	0.1 μSv	0.01mR	体内K40と吸入ラドンによる内部被ばく	0.09 μSv/h (0.81 mSv/y) 9 μR/h
					外部と内部被ばく合計 1.5mSv
10倍	1 μSv		0.1 mR		
100倍	10 μSv	0.01mSv	1 mR	放射線作業室線量限度	25 μSv/h (1mSv/w) 2.5mR/h (100mR/w)
1000倍	100 μSv	0.1 mSv	10 mR	フィルムバッジ検出下限	100 μSv 10mR
				病室線量限度	100 μSv/w (1.3mSv/3M) 10mR/w (130mR/3M)
				放射線管理区域	>100 μSv/w >10mR/w
				職業人線量限度	(400 μSv/w) (40mR/w)
				胸部X線撮影	500 μSv/回 50mR/回
1万倍	1mSv		100 mR	公衆線量限度	1mSv/y 100mR/y
				集団胃検診	1mSv/回 100mR/回
				女性妊娠中内部被ばく限度	(新) 1mSv 100mR
10万倍	10mSv	0.01Sv	1R	日本人年間被ばく	3.7mSv/y 370mR/y
				精密胃検診	<15mSv/回 <1.5R/回
				職業人線量限度	(20mSv/y) (2R/y)
100万倍	100mSv	0.1 Sv	10 R	緊急時線量限度	100mSv 10R
				職業人線量限度	100mSv/5y 10R/5y
				被ばく症状の発現	200mSv 20R
1000万倍	1Sv		100 R	最小致死線量	2.25 Sv 225R
				半致死線量	4 Sv 400R
				致死線量	7 Sv 700R
1億倍	10Sv		1000 R		
				ガン治療（局部）	60 Sv 6000R (但し回2Sv ×30回)
10億倍	100Sv		10^4 R	ジャガイモ発芽防止	100Gy 10000R
100億倍	1000Sv		10^5 R	食品殺菌照射	<10000Gy <1000000R(10^6R)

平成１３年１１月７日　大阪府立大学先端科学研究所　朝野武美

独立・自由の学習を援助する「情報大航海術」の授業実践

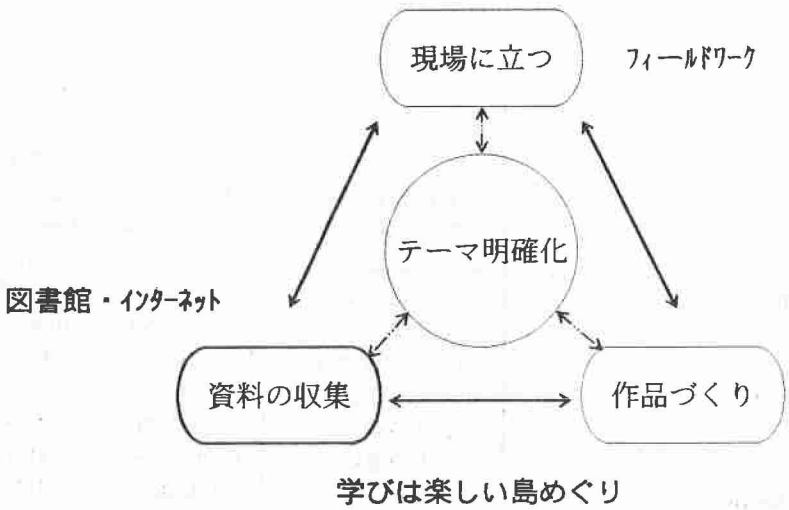
～調べ学習・総合学習を活力ある時間に～

1．総合的な学びへの援助：「大航海方式」の授業　（スライドから）



・生徒それぞれが自発的・主体的に学び，その過程を援助する授業。

2．「自ら学ぶ」という複雑な過程　（イラスト「大航海マップ」参照）



・「自ら課題を見つけ自ら学ぶ」その過程が大航海

・学びのイニシアチブを子どもに

・テーマを考え納得するにしたがって「志」が高まる。途中，かならず混乱（嵐）がある。

3．学びへの援助：愉しい五人衆　（イラスト「五人衆」参照）

・最大の援助はソクラテスの「問いと吟味」（助産術）。

・教師は学びのための手がかりを図書館やインターネットで豊富に用意する。
「学び方」を学ぶための手がかりも「道具箱」として整える。

・個々の学びと丁寧につきあい，計画や目標を子どもが自分で考えるのを援助する。

・結果（作品や発表・能力や知識）は個々の学びに応じてついてくる。

4．エネルギー・環境問題と大航海　（「生徒の学習領域」参照）

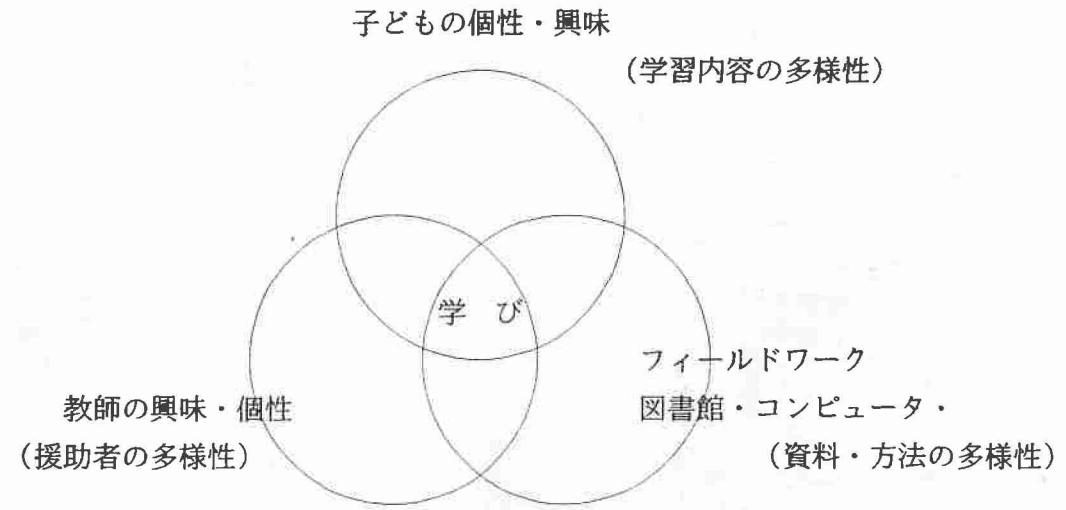
・豊富で新しい資料を準備し，手渡す。

・見解の対立する資料を用意し，結論を委ねる。

・紋切り型「環境問題」に注意する。

・エネルギー・環境問題を自然科学以外の様々な視点からも学ぶ。

5．子どもの個性と「多様性」が出会う学びを



クックとタマ次郎の
大航海マップ
旅のはじまり
自分にとって『よいテーマ』とは?
ヨシいこー!!
出航
やっぱりおうちでねてるー
ふりだしダローン
図書館で調べる
お魚がいっぱいかくれてる!
嵐にまきこまれたら
いったりきたり
うひゃー!みんな生きてる
おろして〜〜…
なんでもきいて
現場に立つ
行きつもどりつ
ふつつかながらさばき方をご指南しましょう
あっちもこっちも
どんな作品をつくろうかな?
作品をつくる
よあけです
りっぱになって…
新大陸
ラストスパート!

ソクラテス　…問いと対話による，テーマの産婆役

かまど番　…適切な資料を紹介する者
（生徒のやる気は炎・資料は薪）

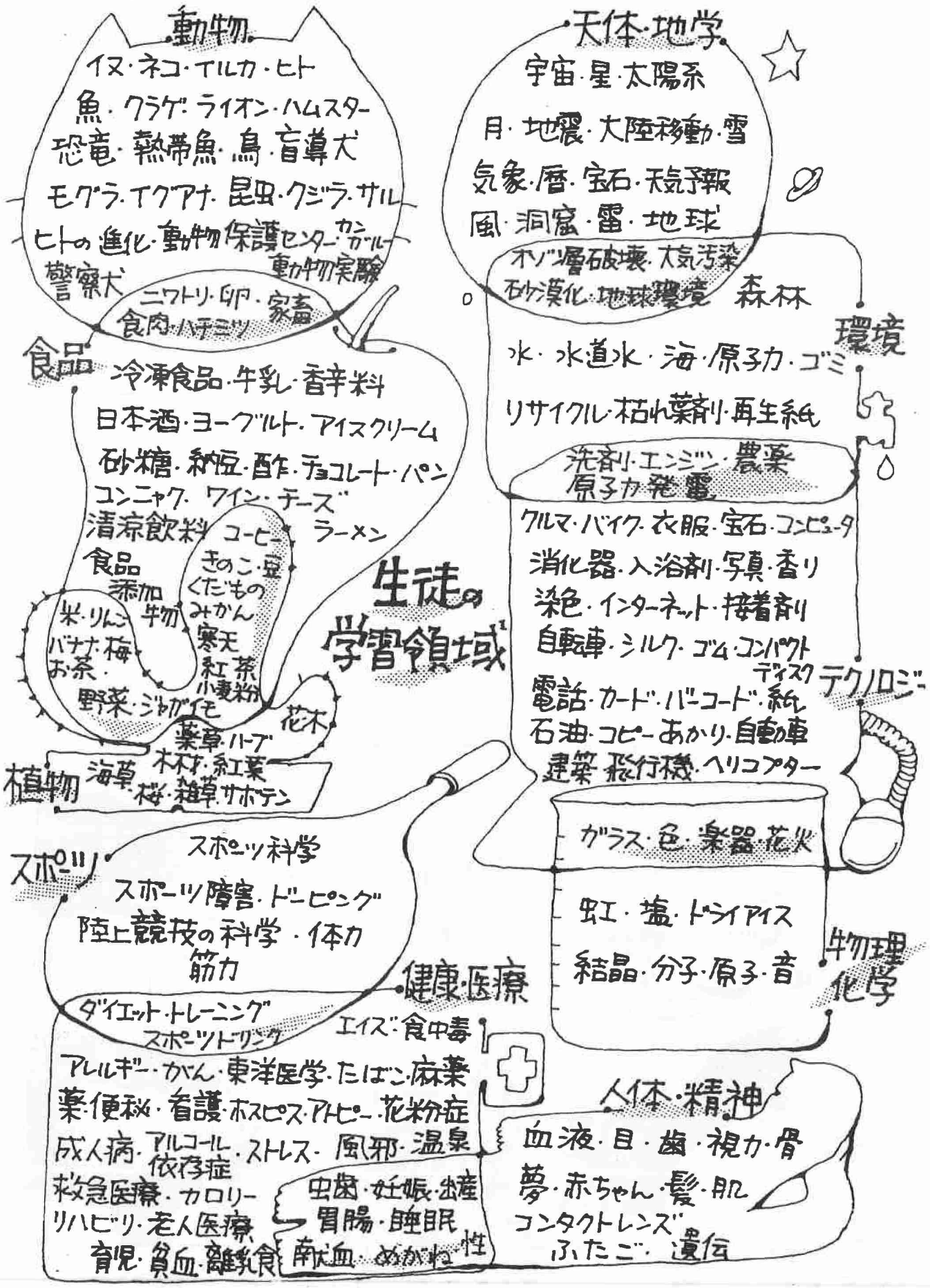
道具方　…学習環境（舞台）を整える裏方

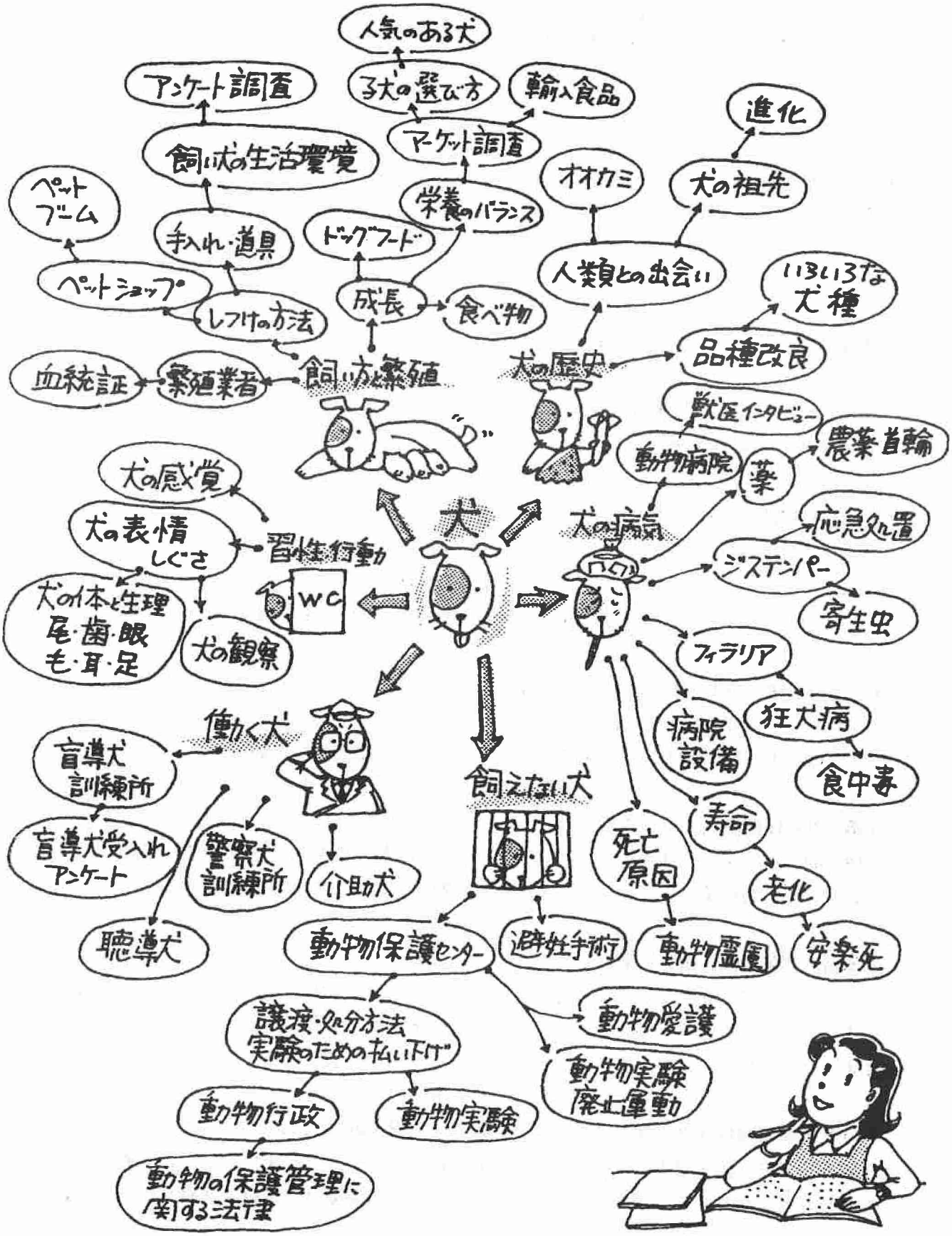
漢方医　…症状（顔色）に応じて投薬する

指南役　…①南（学習の可能性）を指し示す者
②レポート術の指南役

大航海を援助する

五人衆


生徒の学習領域
動物
イヌ・ネコ・イルカ・ヒト
魚・クラゲ・ライオン・ハムスター
恐竜・熱帯魚・鳥・盲導犬
モグラ・イクアナ・昆虫・クジラ・サル
ヒトの進化・動物保護センター・カンガルー
警察犬・動物実験
ニワトリ・卵・家畜
食肉・ハチミツ
天体・地学
宇宙・星・太陽系
月・地震・大陸移動・雪
気象・暦・宝石・天気予報
風・洞窟・雷・地球
オゾン層破壊・大気汚染
砂漠化・地球環境
森林
環境
水・水道水・海・原子力・ゴミ
リサイクル・枯れ葉剤・再生紙
洗剤・エンジン・農薬
原子力発電
食品
冷凍食品・牛乳・香辛料
日本酒・ヨーグルト・アイスクリーム
砂糖・納豆・酢・チョコレート・パン
コンニャク・ワイン・チーズ
清涼飲料・コーヒー・ラーメン
食品添加物
きのこ・豆
くだもの
みかん
寒天
紅茶
小麦粉
米・りんご
バナナ・梅
お茶
野菜・ジャガイモ
薬草・ハーブ
花木
木材・紅葉
植物
海草・桜・雑草・サボテン
クルマ・バイク・衣服・宝石・コンピュータ
消化器・入浴剤・写真・香り
染色・インターネット・接着剤
自転車・シルク・ゴム・コンパクトディスク
電話・カード・バーコード・紙
石油・コピー・あかり・自動車
建築・飛行機・ヘリコプター
テクノロジー
ガラス・色・楽器・花火
虹・塩・ドライアイス
結晶・分子・原子・音
物理化学
スポーツ
スポーツ科学
スポーツ障害・ドーピング
陸上競技の科学・体力
筋力
ダイエット・トレーニング
スポーツドリンク
健康・医療
エイズ・食中毒
アレルギー・がん・東洋医学・たばこ・麻薬
薬・便秘・看護・ホスピス・アトピー・花粉症
成人病・アルコール依存症・ストレス・風邪・温泉
救急医療・カロリー
リハビリ・老人医療
育児・貧血・離乳食
虫歯・妊娠・出産
胃腸・睡眠
高血圧・めがね
性
人体・精神
血液・目・歯・視力・骨
夢・赤ちゃん・髪・肌
コンタクトレンズ
ふたご・遺伝


人気のある犬
アンケート調査
子犬の選び方
輸入食品
進化
飼い犬の生活環境
マーケット調査
オオカミ
犬の祖先
ペットブーム
手入れ・道具
栄養のバランス
ドッグフード
人類との出会い
いろいろな犬種
ペットショップ
しつけの方法
成長
食べ物
品種改良
血統証
繁殖業者
飼い方と繁殖
犬の歴史
獣医インタビュー
動物病院
薬
農薬首輪
犬の感覚
犬の表情しぐさ
習性行動
犬
犬の病気
応急処置
ジステンパー
犬の体と生理
尾・歯・眼
も・耳・足
WC
犬の観察
寄生虫
フィラリア
狂犬病
病院設備
食中毒
働く犬
盲導犬訓練所
飼えない犬
寿命
死亡原因
老化
盲導犬受入れアンケート
警察犬訓練所
介助犬
聴導犬
動物保護センター
避妊手術
動物霊園
安楽死
動物愛護
譲渡・処分方法
実験のための払い下げ
動物実験廃止運動
動物行政
動物実験
動物の保護管理に関する法律

「犬」を学ぶ

総合的に

大航海的学び「７つの誤解」

大航海的な学びに対する子どもたちの特徴的な考え方と症状を７つに分類し，名前(愛称)をつけてみました。

①学習手段説（アリバイ君）：

学ぶということが成績やごほうびのための単なる手段である，という考え方。したがって，レポートや作品作りは苦しいだけの労役やノルマと考えます。苦しいことは少ない方がいいので，おしゃべりに逃避したり，②～④の考え方にも陥りやすいようです。

②安楽テーマ優先説（楽ちゃん）：

楽で安楽なテーマが存在しそれを発見することが第一だ，という考え方。己にとっての「善き」テーマより，「楽な」テーマを優先するため，資料が豊富で，しかも先生が高く評価しそうなテーマを選びがちです。

③学習即筆写説（コピー君/ツメコミちゃん）：

レポートは資料を「写す」ことだけによって作られる，という考え方。ある生徒は「先生，レポートというのは資料を写す以外になにをすればいいのですか？」と正直にも尋ねてきました。調べたことをみんな書いてしまう場合も。④との合併症がケースが多いです。

④評価分量説（ハカリ君/グラムちゃん）：

レポートは質でなく分量で評価される，という考え方。「何枚書けばいいの？」というセリフは毎年の恒例です。「一文字一点だったりして」と述べた生徒もいました。

⑤個性万能印籠説（ミツクニ君）：

個性的ならなんでも許される，という独りよがりで相互性を欠いた考え方。感覚的に「好き」で「心地よい」テーマが，すなわち「善い」テーマであると信じ込んでいます。

⑥学習内容供与説（雨乞い君）：

学ぶ内容は常に先生が決めて与えてくれるものだ，という考え方。あるいは「学習内容が天から降ってくる」という考え方。テーマらしき単語を口にしながら「何をしたらいいですか？」と私についてくることがある。

⑦沈思黙考問題解決説（オトメちゃん／ハムレット君／Mr.ロダン）：

腕を組んで，頭を抱えて，考えて悩んでいれば方針やテーマが決まる，という考え方。悩んだり考えたりするのがつらいと，おしゃべりやその場限りの読書に逃避しがちです。

・以上の考え方に強くとらわれているほど，専心できるよいテーマの発見が遅れます。
・これからもさらに新しいグループが発見される可能性があります。
・大航海の授業はこれら培われてきた子どもの「学習観」を変えるきっかけです。
・これらを生徒にあらかじめ知らせ「流通」させてみるのも楽しく効果的かもしれません。

テーマ人気ランキング～高校生はどんなことを学びたがっているか

・授業に参加した約1600人（うち80%が女子）のレポート主題の出現頻度ランキング，ベスト50です。

順位		頻度	順位		頻度
1位	イヌ	28	29位	エンジン	9
2位	ネコ	26		カロリー	9
3位	赤ちゃん	21		ヨーグルト	9
4位	たばこ	20		化粧品	9
5位	ダイエット	19		香り	9
6位	宇宙	17		自動車	9
7位	パン	16		星座	8
	眼	16	36位	月	8
9位	食品添加物	15		清涼飲料水	8
	地震	15	38位	虫歯	7
	薬	15		ゴミ	7
12位	茶	14		たまご	7
	妊娠	14		バイク	7
14位	アレルギー	13		ワイン	7
	エイズ	13		花粉症	7
	コーヒー	13		看護	7
	睡眠	13		魚	7
	髪	13		雪	7
19位	アトピー	12		洗剤	7
	紅茶	12		熱帯魚	7
	水	12		便秘	7
22位	アルコール依存	11		薬草	7
	がん	11	51位	インスタントラーメン	6
	恐竜	11		チーズ	6
	歯	11		チョコレート	6
	麻薬	11		ハーブ	6
27位	イルカ	10		酒	6
	性	10		食中毒	6

・イヌのテーマの出現確率は1.9 %（約50人に1人の割合）でした。

・すべての主題は全部で538 種類ありました。

・ランキング50位までの出現頻度の合計は581 でした。これは授業参加者全体の38.7%を占めることになります。つまり，上位50位の主題の本を図書館に整えれば，約40%の生徒の需要はまかなえる計算になります。

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

参考文献

［授業実践について］

片岡則夫『情報大航海術／テーマのつかみ方・情報の調べ方・情報のまとめ方』1997年，リブリオ出版

片岡則夫『クックとタマ次郎の情報大航海術／図書館からはじめる総合学習・調べ学習』2001年，リブリオ出版

［教育・授業理論について］

片岡則夫「学びの多様性とイニシアチブ」「現代の図書館」，2002年3月，40巻1号

村井実『子どもの再発見／続新教育学のすすめ』1982年，小学館

村井実『教育学入門』1976，講談社

謝　辞

本資料は、放射線教育フォーラムの８つの専門委員会委員長の報告書、２００２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」の全国１０地区の開催責任者による事業報告書、およびフォーラムの勉強会の講師の方々が作成されたテキストなどをもとに、事務局長松浦辰男が中心となり、フォーラム理事高木伸司、理事大野新一、会員関本順子、及び会員辻満亀雄各氏のご協力により編集作業を行なって作成したものである。ここに各専門委員会委員長、セミナー開催責任者、勉強会講師、及び編集協力者の各位のご努力に感謝する。

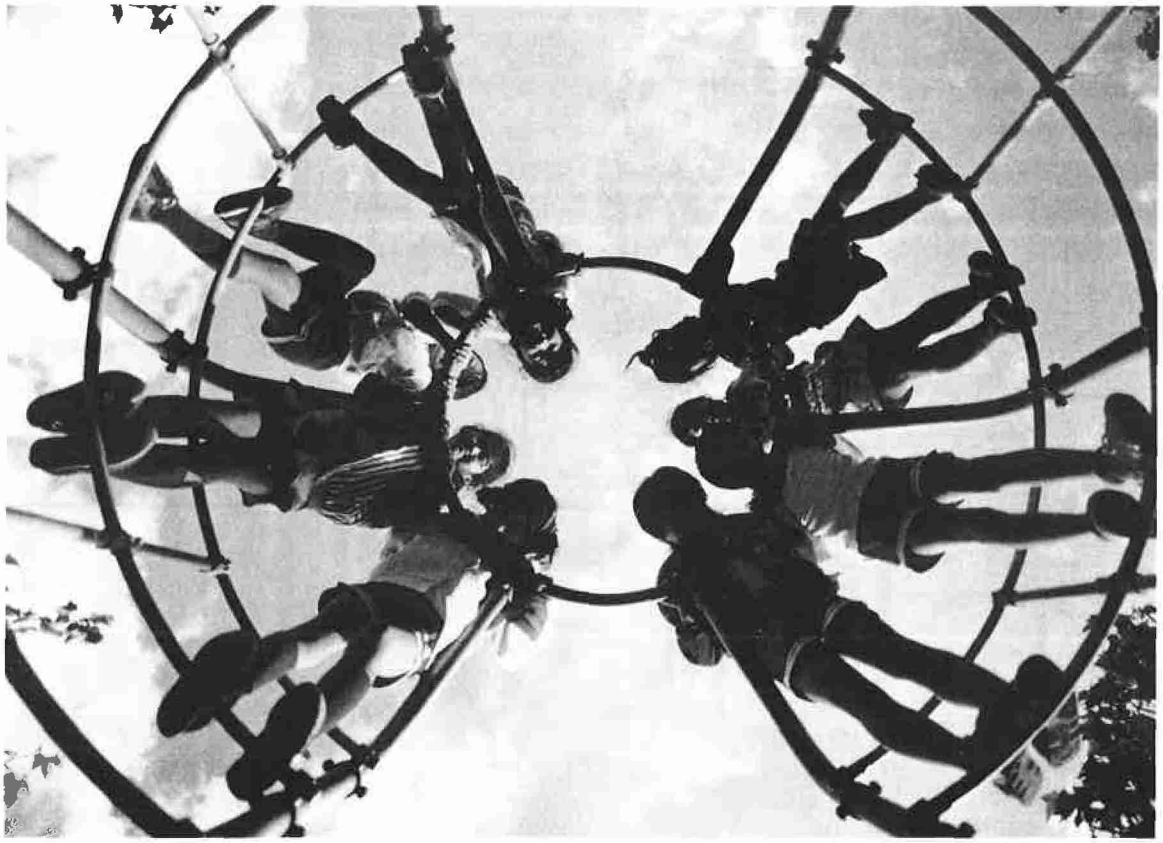
（松浦辰男）

発行　ＮＰＯ法人放射線教育フォーラム 事務局
〒100－0013　東京都千代田区霞ヶ関３－３－１
尚友会館地下１階
電　話：　０３－３５９１－５３６６
ＦＡＸ：　０３－３５９１－５３６７
Ｅメール：　mt01-ref@kt.rim.or.jp
ホームページ：　http://www.ref.or.jp
発行日　２００３年３月３１日

Japan Association for Promotion
of Science Education and Equipment

明日の地球を担うサイエンティストたち

みんなの好奇心を応援します。



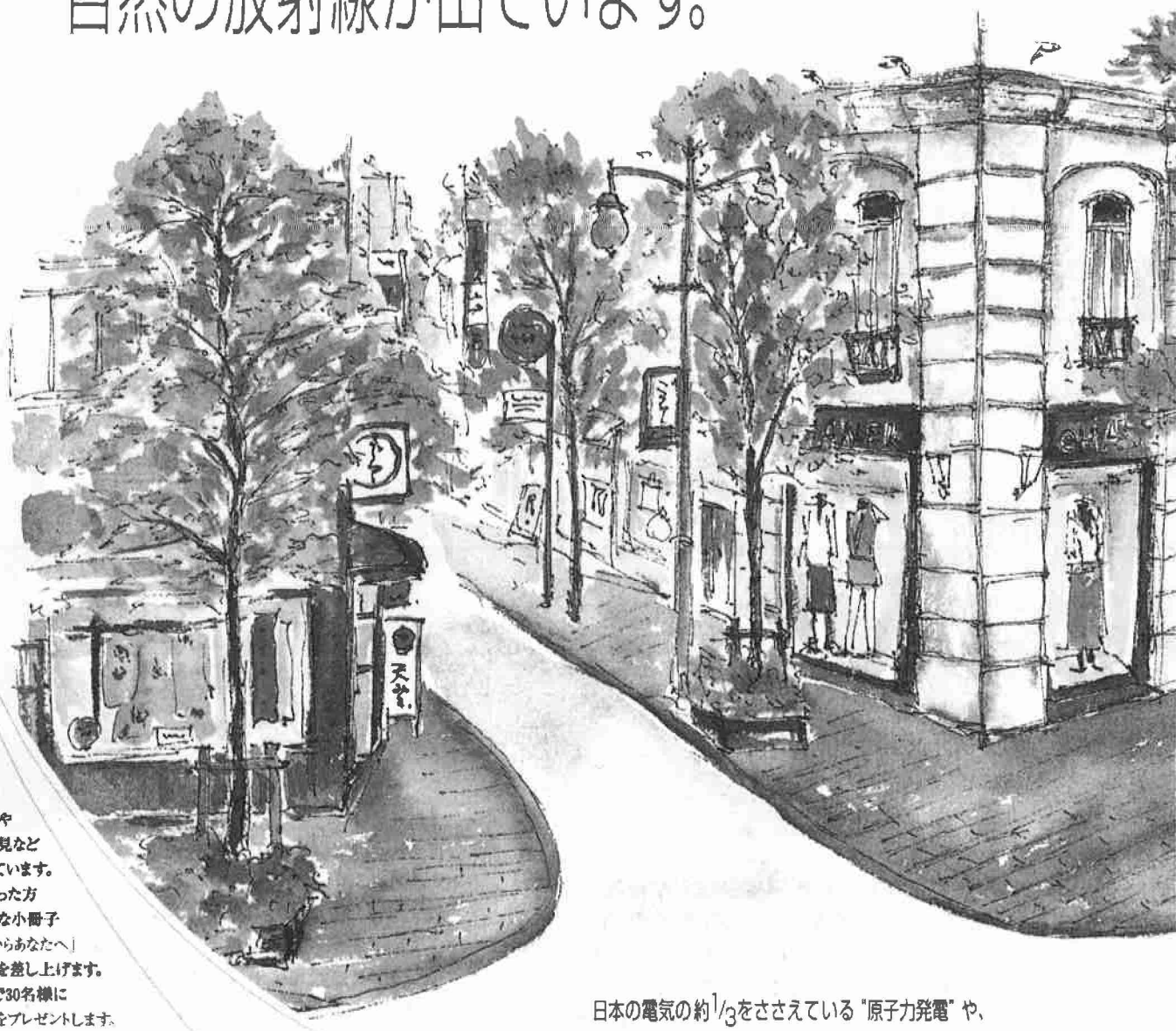
(社)日本理科教育振興協会は，学校教育用理科機器・算数数学機器およびそれらの関連教材の健全な発達と普及を図り，わが国の学校理科教育の振興に寄与する事を目的とする，文部科学省主管の公益法人です。会員数は全国約2,000社，文部科学省委託事業をはじめ各種展示会・講習会等，教育用理科機器の普及・啓発に関する幅広い活動を行っています。

協会証紙のついた製品の品質はメーカー保証に併せ，さらに協会の保証が約束されております。理化学機器のご購入にあたっては，信頼ある理振協会会員へご用命下さい

社団法人 日本理科教育振興協会

〒101-0052 東京都千代田区神田小川町3-26(山本ビル3F)
TEL. 03-3294-0715 FAX. 03-3294-0716
URL：http:/www.vinet.or.jp/japse

たとえば、あの東京銀座の歩道、
花崗岩でできているので…
ほんの少しですが
自然の放射線が出ています。



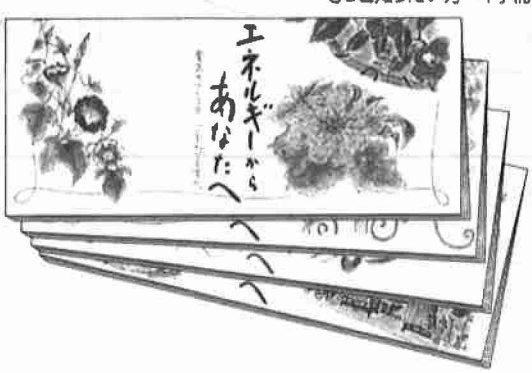
原子力発電
へのご質問や
広告のご意見など
をお待ちしています。
お寄せ下さった方
全員に素敵な小冊子
「エネルギーからあなたへ」
4冊シリーズを差し上げます。
さらに抽選で30名様に
「図書カード」をプレゼントします。

ハガキに住所、氏名、年齢を
お書きの上、下記宛先までお送り下さい。
（平成15年8月22日消印有効）
〒100-8118 東京都千代田区大手町1-9-4
電気事業連合会広報部 まで

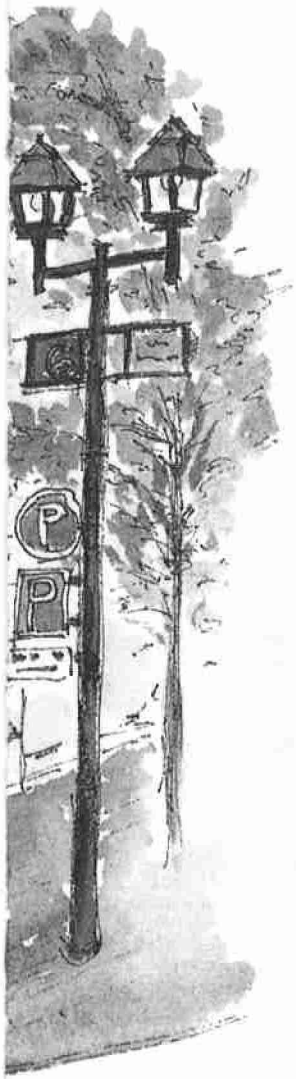
ホームページにもぜひアクセスを…
http://www.fepc.or.jp/

全国10の電力会社でつくる
電気事業連合会

日本の電気の約1/3をささえている"原子力発電"や、
"放射線"について…
もっと知りたい方へ「小冊子」を差し上げます。



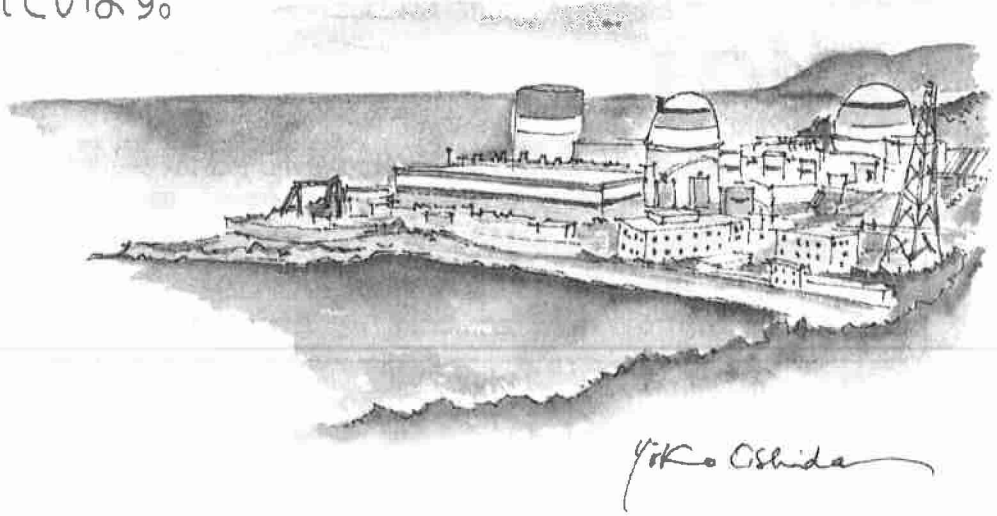
エネルギーから
あなたへ



ごぞんじでしたか…
私たちは放射線とともに生活しています

銀座通りの歩道の上で放射線を測定すると、
なぜか関東地方の一般の場所にくらべて放射線が
少し多いのです。その理由は、歩道に敷きつめられている花崗岩…
そこに放射性物質が含まれていて、放射線が出ています。
このほか空気や大地、食べ物など、自然界には
さまざまな放射線が存在しています。

原子力発電所から出る放射線の量は、身体に影響がないように
この自然放射線よりもずっと低いレベルに
管理されています。



Yuko Oshida

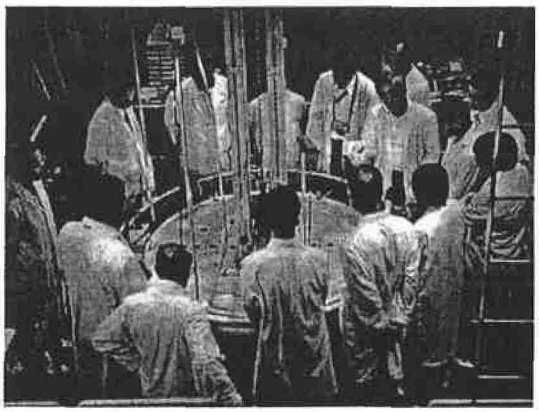
原子力・放射線をテーマに
資源・エネルギー・環境教育の教材を提供・・・
見て、聞いて、触れて、考える、教員のための研修

文部科学省受託事業

原子力体験セミナー

本セミナーは国の原子力総合研究機関である日本原子力研究所を主会場として全国の先生方を対象に実施するコースと、全国各地に講師陣が出張して1～2日間で実施する「地域コース」・「文系コース」から成り立っており、内容は、講義、実験・実習、施設見学等を柱に、理科系の専門的な科学的知識の取得を目的としたコースから、資源・エネルギー・環境・防災教育といった「総合的な学習の時間」等へもお役立ていただける内容のコースまで、担当教科や興味・関心に応じてご参加いただける講座と教材を幅広く提供しています。

ここでの体験や専門家との触れ合いから、21世紀を担う児童・生徒たちにとって魅力ある教育を探っていただければ幸いです。



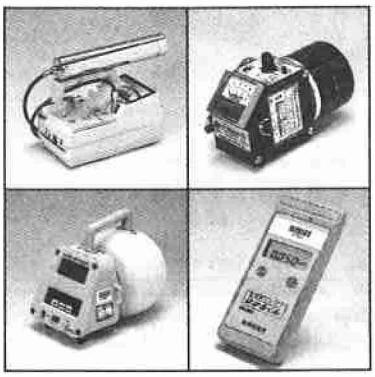
●参加資格：主として小・中・高等学校の教職員及びこれらに準ずる教育関係者
●参加費用：セミナーの参加に要する旅費、宿泊費（対象者）並びに実習教材費、テキスト代等は主催者が負担します。
●セミナーの予定やカリキュラムの詳細については下記にお問い合わせ下さい

RADA
RADIATION UTILIZATION DEVELOPMENT ASSOCIATION

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
Tel　029(282)6884　　Fax　029(282)6731
ﾎｰﾑﾍﾟｰｼﾞ：http://www.rada.or.jp　　E-mail：taiken@popx.tokai.jaeri.go.jp

放射線測定の信頼性向上に

ー作業環境の安全確保にー



JCSS 認定事業者

作業環境測定機関

業務内容

★放射線測定器の点検校正
★放射線測定器の特性試験
★放射線測定器の基準照射
★放射線計測技術の調査及び試験研究
★作業環境測定
★放射線(能)測定
★「はかるくん」無料貸出
★原子力関係要員の研修

放計協

財団法人 放射線計測協会

〒319-1106 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4（日本原子力研究所内）

http://www.irm.or.jp/ TEL.029-282-5546 FAX.029-283-2157

社団法人日本電気協会
JAPAN ELECTRIC ASSOCIATION

日本電気協会は大正10年に設立された、日本で唯一の電気関係総合団体です
電気の生産から消費に関わる幅広い会員を有し、電気関係事業の健全なる発展に寄与しております

■‖電気の今を学ぶために

あなたの知りたいこと
ー電気事業についての45の質問と答ー
定価：420円（税別）送料310円 A5判・152頁
一般社会人,学生などを対象に,電気の生産,供給をになう電気事業（電力会社等）の今日のありのままの姿や当面する諸問題について知っていただくために,Q＆A形式で図表を多く取り入れ,わかりやすく説明しています

みんなでチャレンジ！ 電気の安全
定価：30,000円（税込） VHSビデオ 20分
小学校高学年を対象に,電池を作る実験を通して電気を身近に感じてもらうことにより,今使っている電気はどのようにして作られ届けられているのかを女性キャスターと子供たちにより分かりやすく解説しています

他にも多数の電気関係書籍・ビデオを発行しております
お問い合わせは 出版部 03-4283-2002
または下記ウェブサイトから！

■‖電気の今を知るために

電気新聞は電力,電機,情報通信分野における
日刊専門紙です
原子力関係も最新のニュースを提供しています

購読のお申し込みは 新聞部 フリーダイヤル 0120-39-1551
または下記ウェブサイトから！

購読料
1ヶ月 3,990円
（消費税込み）

www.denki.or.jp

原子力図書館 げんしろう

http://mext-atm.jst.go.jp

解説や論文、クイズ、最新動向など
原子力に関する情報がギッシリ!!

原子力百科事典 ATOMICA

収録数2,000件を超すデータベース形式の百科事典です。世界の原子力や放射線など最新情報を豊富な図版とともにていねいに解説します。

文献データベース NUCLEN

一般から専門家にも役立つ収録数57万件を超す文献データベースです。世界中の原子力やエネルギー関係の文献に日本語の要約をつけてわかりやすくしています。

君は、どこからチャレンジする? げんしろうクイズ

エネルギー、環境、原子力、放射線をテーマに小・中学校生でも楽しめるクイズです。子供達の学習に活用できるコーナーです。

原子力の今を知りたい方をサポート

原子力の最新動向

- **原子力委員会**
  我が国の原子力政策がわかる原子力委員会や専門部会の動きを知ることができます。
- **原子力安全委員会**　● **トピックス**
- **イベント情報**

（原子力委員会、原子力安全委員会は内閣府からのリンクで掲載しています。）

JST 科学技術振興事業団
☎03-5210-4962

HITACHI
Inspire the Next

安定したエネルギーを確保するために
日立の技術が貢献します。

――日立を見れば未来がわかる――

日立原子力発電設備

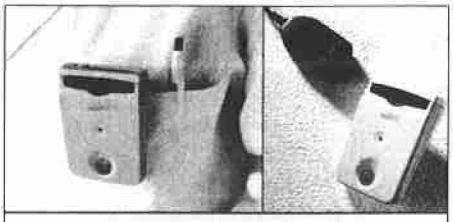
株式会社 日立製作所

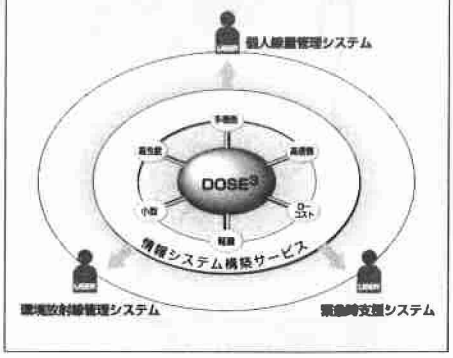
お問い合わせは＝電力・電機グループ　原子力事業部　〒101-8010 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
電話／(03)3258-1111(大代)　または最寄りの支社へ　北海道(011)261-3131・東北(022)223-0121・関東(03)3212-1111・
横浜(045)451-5000・北陸(076)433-8511・中部(052)243-3111・関西(06)6616-1111・中国(082)541-4111・
四国(087)831-2111・九州(092)852-1111　■日立原子力ホームページ http://www.hitachi.co.jp/Div/power/

多機能電子線量計 DOSE^3

ドーズキューブ

DESE^{3}は、放射線測定で求められる機能を情報時代の線量計としてコンパクトに凝縮しました。





DOSE^{3}の特徴

- 国際規格IECに適合。
- 国際特許のLED発光式
  検出素子診断機能。
- 広範囲なエネルギー帯域に対応。
- PHSなどの高周波障害に対する耐性を強化。
- データは不揮発性メモリーに記録。
  各月の線量を保存。放射線変化を時系列に記録するトレンド機能。
- 赤外線通信機能。本体のみでアラームの設定が可能。単三電池（3.6V）で4ヶ月動作し、市販の1.5V電池も使用できます。

TECHNOL
CHIYODA TECHNOL CORPORATION

株式会社千代田テクノル 営業部
〒113-8681 東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル TEL 03-3816-1163 FAX 03-5803-1939
国営業所：東京 TEL 03-3816-2931 茨城 TEL 029-266-3111 横浜 TEL 045-821-6031 筑波 TEL 0298-34-2231 大宮 TEL 048-667-4412 千葉 TEL 043-241-9261 大阪 TEL 06-6369-1565
仙台 TEL 022-224-1113 福島 TEL 0240-22-5541 新潟 TEL 0257-22-3334 札幌 TEL 011-733-1501 青森 TEL 0175-72-3730 名古屋 TEL 052-331-3168 敦賀 TEL 0770-23-3466
静岡 TEL 054-272-5882 金沢 TEL 076-231-6789 四国 TEL 0894-24-4072 島根 TEL 0852-22-0291 福岡 TEL 092-262-2233 広島 TEL 082-261-8401 鹿児島 TEL 099-257-2541
青森駐在員事務所 TEL 0177-36-6644 女川駐在員事務所 TEL 0225-50-2377 盛岡駐在員事務所 TEL 019-604-1071 高松駐在員事務所 TEL 087-863-3478 大洗研究所 029-266-3113

三菱重工

地球の熱さまし。
温暖化による“発熱”によく効きます。

いま、地球が“温暖化”という病気にかかりかけています。早めに治すには、省エネルギーや新エネルギーとともに、CO_2を排出しない原子力がよく効きます。美しい地球を健康のまま21世紀にのこすために、私たちは、これからも安全で信頼できる原子力発電プラントを提供してまいります。

STOP! 温暖化

三菱PWR原子力発電プラント

三菱重工業株式会社
本社　原子力事業本部・鉄構建設事業本部　〒100-8315　東京都千代田区丸の内2-5-1　☎(03)3212-3111
支社　関西／中部／九州／北海道／中国／東北／北陸／四国

国際会議
（準備・運営）
BILINGUAL GROUP
通訳、翻訳
24ケ国語対応

「備えなくても憂いなし」

逆説的な言い回しをお許しください。理由はこうです。

米国東岸に住んでいる友人が、次のようなメールをくれました。

「放射線を浴びたときにのむ錠剤が最近市民に配られています。また、生物化学兵器の被害を最小限にするために、予防注射が実施される計画もあります。」

私はさすが米国だ、と感心しました。アメリカでは実際に今、テロが起こるかもしれない。攻撃は、思いもよらない形をとるかもしれない。原子力発電所が爆破される可能性も否定できない。となると、本気で犠牲者数を減らそうと考え、具体的対策を検討し、即実施するのが米国流なのだと思います。

医学関係者からのコメントによると、攻撃に使われた爆弾に放射性ヨウ素を含むアイソトープが使ってあれば、ヨウ素剤を服用する事が被害対策として考えられる由。放射性ヨウ素がヒトの体に入ったら、甲状腺に集積し、甲状腺ガンを引き起こすので、先回りして放射線を出さないヨウ素剤を服用しておく。すると甲状腺が満杯になって、放射性ヨウ素が甲状腺に入るを防げる。ただし、アイソトープの種類は多く、ヨウ素だけとは限らないので、対応が難しいらしい。そこでとりあえずヨウ素剤だけでも服用して被害を少なくしようとしている。

そのようなわけで実際にアメリカの東岸では一時期、薬局でヨウ素剤が払底してしまったようです。一説によれば、全部政府が買い占めたのだとも。日本では、危機といった事態にもつい呑気に、また楽観的に打ちすぎ、「備えなくても憂いなし」といった状態が続くのではないかと心配です。もとは災害デパート日本に、古くから根付いてきた諦めの心に根ざすものなのかもしれません。いざというときには、日本政府にも国民を保護する具体的な手を打ってもらいたいものです。

株式会社 バイリンガル・グループ　〒102-0074 東京都千代田区九段南4-7-22-2F
取締役社長 郷農 彬子 <akko@bilingualgroup.co.jp> TEL:(03)3263-1261(代) FAX:(03)3263-1264(代)

各省庁研究費公募及び配分、内容等も紹介
我が国唯一の基礎科学専門紙
研究助成団体の募集及び結果
文部科学省等の情報
教授人事、国際会議派遣、大学ニュース、研究成果など
海外科学ニュース
海外雑誌を航空便で取り寄せ翻訳速報
その他の主な内容
人物紹介、海外出張者、国内科学ニュースダイジェスト、
学協会行事、科学雑誌・学協会誌目次総覧、外国雑誌、
新刊案内、書評、新製品紹介、研究所紹介、科学読物、
教授・助教授等公募、科学者が語る自伝
科学新聞
週刊（金曜日発行）
1カ月 1,835円
6カ月 9,700円(前納)
1カ年 18,350円(前納)
（送料・消費税込）
科学・技術・医学用語など69万語の辞書を装備！！
米国商務省・日英科学文献機械翻訳センターで採用！ 文部科学省・科学技術振興調整費による成果!
パソコン用ソフト 科学と技術の翻訳パートナー －日英－ Ver1.1
Windows版(バージョンアップ版)―― 定価(本体 95,000円+税 買換価格20,000円+税)
Macintosh版―― 定価(本体120,000円+税)
(CD-ROM1枚、ユーザーズ・マニュアル1冊)
科学新聞社
東京都港区浜松町1-8-1(〒105-0013)
TEL 03-3434-3741(代) FAX 03-3434-3745
http://www.sci-news.co.jp

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?

①「**エネルギーと環境**」**講座**では、学校の先生方に最新の情報を提供しています。

②10月26日の「原子力の日」を記念して、**中学生や高校生から作文・論文を募集**し、入選者を表彰式と施設見学会にご招待します。

③高校生を対象に**放射線実習セミナー**を開催し、放射線に関する基礎的知識を講義と実習を通じて習得できるように、お手伝いします。

④先生方の研究会や勉強会に**講師を派遣**したり、発電所などの**施設見学会の開催**をお手伝いします。

⑤エネルギー、原子力などに関する、**ビデオや写真を貸し出し**ています。

- 講師派遣などの経費は無料です。
- お問合せは、電話、ＦＡＸ、または手紙でお願いします。

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：03-5651-1570　Fax：03-3639-6636