研究論文

1097. 展示教育のための原子炉施設の基本構想
展示教育用原子炉施設の必要性村田 貴司^{*1}, 吉 舖 信 也^{*2}, 木根原 良 樹^{*3}*A Basic Plan of a Micro Reactor for the Promotion of Nuclear Literacy
Necessity of the Reactor*

By Takashi MURATA, Nobuya YOSHIKI and Yoshiki KINEHARA

It is important for ordinary Japanese to achieve scientific literacy, which enables to understand information appropriately and make their decision reasonably, on science and technology, including nuclear activities. To achieve nuclear literacy, a reactor for interpretation should be established at a science and technology museum, where students, educators and the public would understand functions of an actual reactor and get interests in nuclear activities, so they would understand what nuclear energy is.

In this facility, scientists and engineers including pioneers of nuclear activities in Japan should be engaged and provide interpretative contents for various guests, for example, practical operation of the reactor. This facility would be preferred to be established in metropolitan area, where many visitors would be expected to come. Then this facility would be very useful for the achievement of nuclear literacy.

KEYWORDS : reactors, education, transmission, data, energy, heat, technology assessment, technology transfer, technology utilization, demonstration plants, demonstration programs, literacy on science and technology, STS (science, technology and society), Japan

I. 緒 言

我が国では現在(1999年度), 計51基の原子力発電所が稼働しており, その発電電力量は全体の36%を占め, 市民生活や産業活動において大きな役割を果たしている。しかしながら, 世論調査によると, 国民の多くは, 放射線や原子力に関する正確な知識を持たないまま, 原子力発電に漠然とした心配や不安を感じている。

我が国の政府は, 「科学技術基本計画」を閣議決定し(1996年7月), 「科学技術創造立国」を目指すとしている。しかしながら, 我が国の青少年教育の場では, 青少年の科学技術離れが指摘されて久しく, 近年の「もんじゅ」の2次系ナトリウム漏洩事故(1995年12月)や(株)ジェー・シー・オー(以下「JCO」という)の臨界事故(1999年9月)など, 技術的ミスや科学知識の欠乏を原因とする事故が起こっており, 原子力に携わる科学技術者の質の低下を危ぶむ声があがっている。このような状況を生んだ背景には, 従来の科学技術教育が, 科学技術を楽しみつつ, その本質を総合的に理解するものとなっていないことがあげられ, その結果, 実

社会において, 一方で科学技術の成果をその本質を理解しないまま享受する一般公衆が発生し, 他方で科学技術の社会的意味を十分に把握しない科学技術者集団が生まれている。

原子力発電のみならず地球温暖化, 遺伝治療など, 科学技術が高度化かつ巨大化し, 社会に及ぼす影響が極めて大きくなっていることから, 近年, 科学技術と社会の関わりについての研究 (Science, Technology and Society : STS)が行われている。原子力平和利用の先進国たる我が国において, 今後, 原子力活動を社会と調和のとれたものとして進めていくため, より一層の努力を払うことが重要である。

以上のことから, 著者らは, 我が国において, 放射線や原子力に関する正確かつ公平な知識の浸透, ならびに原子力を通じた未来の優れた科学技術者の育成に役立つような施設を新たに設置することがぜひとも必要と考えている。さらに施設の活動に原子力分野の科学技術者が参加することで, 科学技術者自身が原子力の社会的意味を把握する場として役立てようとの意義もある。本報は, 一般公衆への幅広い展示と青少年などを対象とした体験教育を目的とする超小型の原子炉施設(以下, 「展示教育用原子炉施設」と記す)の基本構想をとりまとめ, その必要性和有用性を明らかにするものである。

^{*1} 京都大学エネルギー科学研究科 (Graduate School of Energy Sci., Kyoto Univ.)

^{*2} 電力中央研究所 (Central Res. Inst. Electr. Power Ind.)

^{*3} (株)三菱総合研究所 (Mitsubishi Res. Inst., Inc.)

(1999年 11月25日 記)

II. 日本国民と原子力の関係 (原子力教育の必要性)

我が国における原子力発電は、エネルギーの需給状況とこれまでの稼働実績とを鑑みれば、今後とも極めて重要な電源の一つであり、社会的に調和のとれたものとして、安全な稼働を続けることが求められる。また、原子力は、20世紀の科学技術をリードし、科学技術分野の人材育成に果たしてきた役割は大きく、今後とも、その働きは期待されるべきものである。しかしながら、原子力に関し、一般公衆ならびに青少年、また原子力関係者の間で、以下のような問題が顕在化している。その解決に向け、原子力教育の見直しと拡充に取り組むことが必要である。

1. 一般公衆と原子力

国民の多くは、放射線や原子力に関する正確な知識を持たないまま、原子力発電に漠然とした心配や不安を感じているとの指摘がある⁽¹⁾。すなわち、総理府による世論調査では、原子力について知りたいこととして、半数以上の者が「放射線の特性や人体に与える影響」をあげ、10数%の者が「核分裂や原子力発電の仕組み」をあげている⁽²⁾。

近年、我が国でも、地球温暖化、環境ホルモン、遺伝子操作などの問題を契機に、科学技術と社会の関係を見極めようとの活動があり⁽³⁾、そのためには、国民ひとり一人が、科学技術に関する情報を理解し合理的に判断する能力(リテラシー)を身に付ける必要がある。このことは、もちろん原子力にも該当する。

以上のことから、放射線や原子力に関し、正確かつ公平な知識を国民の間に浸透させていくことが望まれるところであるが、従来の原子力広報活動は十分な成果を上げていないとはいえないため、一般公衆に対し原子力を展示教育する新たな仕組みを確立する必要がある。

2. 青少年と科学技術(原子力)

我が国の青少年が科学技術を志向しなくなったことや、科学技術に関する思考能力の低下が指摘されるようになって久しく、各界で、その対応が検討され、実際の取り組みも見られるようになった。例えば、優秀な子を一層伸ばす環境づくりや教師が理科の再教育を受ける機会を設ける必要性が指摘され⁽⁴⁾、一部の大学では飛び級制度を導入している。また、楽しみつつ科学技術を理解させることが大切である⁽⁵⁾との認識が広がりつつあり、子供達を対象にした科学実験教室が活況を呈し、科学技術者自身が企画・展示を行い、来館者に科学技術の本質を伝えようとする博物館も設立されている**。

日本原子力文化振興財団が高校生を対象に実施した意識調査⁽⁶⁾によると、原子力発電は「分裂して熱を出す」と正しく答えた高校生は全体の40%に過ぎず、エネルギーや環境問題に関する情報源がテレビ・新聞などマスメディアに

偏っている。こうした流れの中、日本学術会議は、21世紀に向けた原子力の研究開発に関する提言の中で、原子力教育の対象を学部・大学院から小・中・高校へと拡大することが重要としている⁽⁷⁾。

青少年が原子力を楽しみつつ学ぶことのできる仕組みを拡充・整備することは、2つの意味がある。一つは、青少年が原子力という先進科学技術に触れ、優れた科学技術者への成長のきっかけになることを願うことである。もう一つは、青少年が柔軟な頭で原子力に関する知識を吸収すれば、将来的なりテラシーの涵養促進につながる点である。

また、青少年への教育面では学校教員の役割が大きいいため、教員を対象に原子力に関する正確な知識を提供する場の拡充・整備も望まれる。

3. 原子力に携わる科学技術者

近年、科学技術全般において専門の細分化とコンピュータ化が急速に進んでいる中、科学技術を志す者が実物を学ばなくなったことに対して強い警告の声がある⁽⁸⁾。日本学術会議も、21世紀に向けた原子力の研究開発の観点として、実物の原子炉を用いた研究と教育、運転訓練が今後とも不可欠であるとしている⁽⁹⁾。

「もんじゅ」のナトリウム漏洩の原因の一つは、温度計の設計等にこれまで培われた技術、経験が活かされなかった⁽⁹⁾ことであるし、JCOの臨界事故でも、作業員に臨界に関する十分な知識も認識もなかった⁽¹⁰⁾ことが問題点として指摘されている。これらの事故の背景には、原子力に携わる現場の科学技術者達が、実物から学ぶ教育を受けてこなかったことのみならず、自らが扱っている技術を、社会との関係を含めた総体として把握する訓練が不十分であったことがある。

以上のことから、原子力に携わる科学技術者の多くが、原子炉のような実物を介して一般の人々と接することで、自らの科学技術活動の社会的意味を学ぶことができる場を設置することが望まれる。

III. 原子力の展示教育の現況

我が国では、試験研究用原子炉施設を用いて、原子力分野の大学生・大学院生を対象とした実験教育が行われてきた。また、規模は小さいながら、青少年や教員などを対象とした原子力に関する実験教室、体験学習や研修が、関係者の努力によって実施されている。

しかし、既存の試験研究用原子炉施設が、先に述べた展示教育をすべて担うことは、その設置目的と少ない設置数を鑑みると、適切とはいえない。したがって、もっぱら展示教育を実施する原子炉施設の新たな設置が望まれるところである。

1. 試験研究用原子炉施設の設置状況

我が国には、運転中の試験研究用原子炉施設が計13基あり、その大半は1960年代前半に建設された。これらの原子炉施設は、第一線の研究ならびに大学生・大学院生を対象

* ガリレオ工房、ONSEN ネット、北海道物理サークル等。

** 国立民族学博物館、JT生命誌研究館、琵琶湖博物館等。

とした実験教育に大きく役立ってきており、現在も頻繁に利用されている。(第1表参照)

先に述べた展示教育を実施する施設として、既存の試験研究用原子炉施設が候補として挙げられるが、設置数が少ないため、本来の目的である研究・教育業務に支障を来す恐れがある。さらに、幅広い人々を対象に展示教育を行う場合、わかり易い展示が可能かどうか、あるいは悪意のある者に対するサボタージュ対策などの面で問題があると考えられる。

2. 原子力実験教室等の現況

近畿大学原子力研究所、京都大学原子炉実験所、(財)放射線利用振興協会、(財)放射線計測協会が、青少年や教員などを対象に原子力に関する実験教室、体験学習や研修を実施している。(第2表参照)

近畿大学の原子炉実験・研修は、参加者が「実物に触れて、構造原理を理解し、一般の人が抱いている原子炉、放射線に対する嫌悪感をできるだけ取り除いた上で、自分自身の冷静な思考で判断するきっかけとしてもらうこと」⁽⁸⁾を目標に掲げ、原子炉の運転実習を組み込んだユニークなものであり、参加者ならびに関係者の間で高い評価を得ている。

展示教育を主目的とする新たな施設を設置することで、

これら展示教育活動の拡充を図ることとしたい。

IV. 展示教育用原子炉施設の基本構想

上記の現状を踏まえ、我が国において、もっぱら展示教育用に供するための「展示教育用原子炉施設」を新たに設置することを提案する。この原子炉施設は、科学技術者の指導のもと、青少年や教育関係者、一般の人々が、広く実物の原子炉を体験し放射線や原子力を学ぶとともに、運用に参加する科学技術者が自らの業務の社会的意味を考察するにふさわしい施設とする。

1. 「展示教育用原子炉施設」の定義

この施設は、既存の実用発電用原子炉施設や試験研究用原子炉施設とは異なる性格を有するものであり、以下の通り定義する。

- ・「広く公衆への展示が可能で、多数の青少年から社会人の参観および利用に供することが可能な炉構造、支援施設、運用体制を有する施設」

2. 「展示教育用原子炉施設」の目的

この施設で行う展示教育の目的は、次の3点である。

- (1) 原子力に関する正確かつ公平な知識の浸透
 - ・不特定多数の一般人を対象とした展示を行い、放射線や原子力に対する違和感を払拭する。
 - ・原子力問題に関心が高い一般人を募って体験学習を行い、放射線や原子炉に関する正確かつ公平な知識を習得させる。
 - ・中学・高校の教員および教育大生を対象とした研修を行い、総合学習の時間を利用するなど学校教育を通じて、中学生・高校生への原子力に関する正確かつ公平な知識の浸透を図る。
- (2) 未来の優れた科学技術者の育成
 - ・科学技術に興味を持つ中学生・高校生に対する体験学習を行い、核物理学、放射線学、安全工学などの先進科学技術の面白さと重要性を理解させる。
 - ・不特定多数の子供達を対象とした展示を行い、放射線や原子力といった先進科学技術に対する興味を抱かせるとともに違和感をなくす。
- (3) 原子力関連科学技術の社会的意味の理解
 - ・原子力に従事する科学技術者が、施設の運用に一時的にでも参加し、原子炉のような実物を介して青少年や一般の社会人と接することで、自らの科学技術活動の

第1表 我が国の試験研究用原子炉施設

設置者	名 称	熱出力(kW)	運転開始年月
日本原子力研究所	JRR-3	20,000	平成2.3(改造)
	JRR-4	3,500	昭和40. 1
	NSRR	300(定出力時)	昭和50. 6
	JMTR	50,000	昭和43. 3
核燃料サイクル開発機構	高速実験炉「常陽」	75,000/100,000	昭和53. 10
	新型転換炉「ふげん」	557,000	昭和54. 3
立教学院	立教炉	100	昭和36. 12
近畿大学	近大炉	1W	昭和36. 11
五島育英会	武蔵工大炉	100	昭和38. 11
御東芝	TTR-1	100	昭和37. 3
京都大学	KUR	5,000	昭和39. 6
東京大学	弥 生	2	昭和47. 7
計		12基	

注：1998年12月末現在。休止中の施設も含む。臨界実験装置は除く。

(出典：原子力安全委員会「原子力安全白書(平成10年版)」)

第2表 原子力実験教室・体験学習・研修の実施状況(例)

名 称	主催者	実施施設	対象者	内 容	期間
近畿大学原子炉実験・研修会	近畿大学原子力研究所	(同左)	主に中学高校教員	講義、見学、実験、原子炉運転	2～3日
近畿大学原子炉実験・体験学習	近畿大学原子力研究所	(同左)	高校生	講義、見学、実験、原子炉運転	1日
京大げんしろ実験教室	京都大学原子炉実験所	(同左)	高校生以上	見学、実験	半日
原子力実験セミナー	(財)放射線利用振興協会	日本原子力研究所など	教員	講義、見学、実験	3～5日
研修講座	(財)放射線計測協会	日本原子力研究所	主に原子力関係者	講義、見学、実験	種々

(出典：各主催者のホームページから作成)

社会的意味を考察・把握する。

3. 「展示教育用原子炉施設」が満たすべき要件

「展示教育用原子炉施設」は、高い展示教育効果を実現すると同時に、優れた安全性を備える原子炉施設であることが必要である。

(1) 高い展示教育効果

知識を記憶するだけでは科学技術の本質を理解することはできず、実物に触れることで知識を実践し、科学技術者自身から教わることで初めて科学技術の面白味と厳格性を感じることができる。また、量的にも高い展示教育を得るため、施設の設置場所を含め、多くの人々が来館することが可能となるように配慮する必要がある。具体的には、

- ・体験学習や研修の参加者による原子炉の運転実習が可能な施設とする。この運転実習は、近畿大学の活動の実績から、教育効果が特に高いと考えられる。
- ・科学技術者自身がスタッフとして展示教育に携わり、来館者が「物」だけでなく「人」から科学技術を学ぶことのできる施設とする。特に我が国の原子力黎明期を拓いたパイオニア達の活躍が期待される。
- ・多数の人々が体験できるよう、東京都区部など都心に設置する。科学技術系博物館への併設も想定する。

(2) 優れた安全性

展示教育用原子炉施設は、青少年を含め多くの人々が触れる施設であり、極めて高い安全性が確保されなければならない。また、故障等で原子炉が停止することは、本施設に対するパブリック・アクセプタンスの上で悪影響を及ぼすため、故障の少ない施設とする必要がある。具体的には、

- ・事故、地震、サボタージュなどあらゆる事象に対して、極めて高いレベルの安全性を有する施設とする。
- ・そのため、炉心の反応度を理論上即発臨界とならない0.5% $\Delta k/k$ 未満に保つ構造とすることが有効と考えられる。
- ・体験学習や研修の参加者の被ばくを、環境放射線に比べて無視できるレベルに抑えられる施設とする。
- ・故障等が少なく、稼働率の高い施設とする。

V. 展示教育用原子炉施設の運用

1. 展示教育のコース

一般展示、一般人向け体験見学のみならず、教員や教育大生向け研修および中学生・高校生向けの体験学習、計4通りのコースを用意する。全コースとも、実体験を通して楽しみつつ本質を理解することに重点を置き、コースの参加者が身近な物質や人体の放射能の計測、臨界実験、原子炉運転などを体験し、放射能や放射線、核分裂反応ならびに原子炉の安全思想について学ぶものとする。

(1) 一般展示コース

来館者が自由に参加する。実物の原子炉およびデモ実験の見学を通して、参加者が先進科学技術に興味を抱き、原

子力に対する違和感が払拭されることを期待する。

(2) 一般人向け体験見学コース

賛成反対を問わず、原子力問題に関心の高い一般人を募集し、参加者は講義と実験、見学を通して、放射線や原子力に関する公平な知識を身に付ける。

(3) 教員や教育大生向け研修コース

理科やエネルギー問題を担当する教員や教育大生を募集して実施する。参加者は、講義と実験を通して放射線や原子力に関する正確な知識を身に付けるとともに、原子炉の運転等を体験し、安全工学の基礎を理解する。

(4) 中学生・高校生向け体験学習コース

科学技術に興味を持つ中学生・高校生を募集して実施する。参加者は、講義と実験を通して先進科学技術の面白さを理解するとともに、原子炉の運転等を体験し、安全工学の概念を理解する。

コースごとの対象者、内容例、参加人数、体験時間、年間の延べ参加人数目処を第3表に整理する。一般展示および一般人向け体験見学は本施設特有のコースであるが、教員や教育大生向け研修および中高生向け体験学習のコースは近畿大学の活動を参考にしたものである。

2. 施設の運営体制

「物」と「人」から学ぶ施設の実現は、スタッフの能力に負うところが大きい。学界、公的研究機関、民間企業など幅広い機関から、優れた人材を募る必要がある。この施設は、科学技術者自身が原子力の社会的意味を把握する場でもあるため、原子力分野に携わる現役の科学技術者が運営に参加するものとする。

(1) 研究企画スタッフ

実験・研修や体験学習、展示を企画するとともに、研修参加者や一般見学者への説明も行うスタッフとして、以下のような人材を確保する。

- ・原子力関係の大学や研究機関の研究者、理学および教育学の研究者から専任スタッフを募る。
- ・我が国の原子力のパイオニアたる科学技術者の中には、研究機関や企業をリタイヤする年齢に達している方々が多い。彼らの豊富な体験に裏付けられた思想と技術は極めて貴重であり、客員研究員など重要スタッフとして招聘する。
- ・原子力分野に携わる現役の科学技術者のボランティアなど。

(2) 展示教育スタッフ

研修参加者や一般見学者に対するインタープリターは、難解な専門知識を一般公衆に理解しやすく伝えるために極めて重要であり⁽¹¹⁾、以下のような人材を中心に募る。

- ・原子力発電所や原子力研究機関をリタイヤした人材
- ・原子力を学ぶ大学生のボランティア
- ・原子力分野に携わる現役の科学技術者のボランティアなど

第3表 展示教育のコース案

コース	対象者	内容例	参加人数	体験時間	延べ参加人数(口数)
一般展示コース	来館者	・原子炉見学 ・デモ実験	フリー	1時間	年間 10万人
一般人向け 体験見学コース	原子力問題に関心の高い 一般人	・講義 ・環境放射線/放射能測定 ・原子炉見学	数10名	3時間	年間3,000人
教員・教育大生向け 研修コース	教員や教育大生	・講義 ・環境放射線/放射能測定 ・原子炉実験 ・原子炉運転実習	10～20名	2～3日	年間 500人
中高生向け 体験学習コース	科学技術に興味を持つ 中学生・高校生	・講義 ・環境放射線/放射能測定 ・原子炉実験 ・原子炉運転実習	10～20名	1～2日	年間 500人

(3) 運転管理スタッフ

原子炉の運転および放射線管理を行う者であり、以下のような人材を中心に募る。

- ・原子力発電所や原子力研究機関をリタイヤした人材
(原子炉運転や放射線管理の業務経験者)

VI. 結 言

原子力平和利用の先進国たる我が国において、原子力という巨大科学技術を社会と調和のとれた存在として位置付けることが極めて重要であり、本報で提案する「展示教育用原子炉施設」は、その端緒を拓くものである。

1962年に国産1号炉JRR-3が建設されてから約40年が過ぎようとしている。当時、第一線で活躍した我が国原子力のパイオニアたる科学技術者達の貴重な体験に裏付けられた思想と技術を後世に伝えることは、今後、原子力活動を社会と調和のとれたものとしていく上で、大きな意味がある。「展示教育用原子炉施設」は、原子力技術開発の黎明期から培われてきた伝統の継承の場としての役割も担うことが可能であり、当時の経験がなくなろうとしている今、時期を待たずに設置が望まれる。

本報では、「展示教育用原子炉施設」が、今の我が国にぜひとも必要であることを述べた上で、高い展示教育効果を期待できることを示した。このような施設が実現するには、多くの課題を解決せねばならず、人々の広い理解を得る必要がある。また、今回、東京都区部など都心への設置を提案したが、本来の目的を達成するためには、地域ブロックごと計10箇所程度に設置することが望まれる。本報が、学界、教育関係者、産業界、行政機関にわたる幅広く真摯な議論につながり、実現に向けての第一歩となれば幸いである。

本報の作成にあたっては、京都大学エネルギー科学研究科神田啓治教授に、ご指導、ご助言をいただきました。本報を締めくくりにあたり、厚く感謝の意を表する次第です。

— 参 考 文 献 —

- (1) 日本原子力文化振興財団：パネル討論会「原子力わたしの提言」のための世論調査, (1994)。
- (2) 総理府広報室編：月刊世論調査「エネルギーに関する世論調査」平成11年11月号, (1999)。
- (3) 平川秀幸：STSの未来, STS NETWORK JAPAN'98年春のシンポジウム, (1998)。
- (4) 有馬朗人(文部大臣)：若い科学者と技術者人材の育成について, 技術と経済, 1998年11月号, (1998)。
- (5) 日本科学技術振興財団：科学技術振興のための青少年の育成方策に関する調査「青少年の科学技術に対する意識の実態調査」, (1995)。
- (6) 日本学術会議(原子力工学研究委員会, 核科学総合研究連絡委員会, エネルギー・資源工学研究連絡委員会核工学専門委員会報告)：21世紀に向けた原子力の研究開発について, 平成10年11月, (1998)。
- (7) 日本原子力文化振興財団：エネルギーと環境に関する高校生の意識調査, 1998年3月, (1998)。
- (8) 柴田俊一(近畿大原研所長)：中学・高校教員の近大原子炉実験研修紹介―体当たり学習のすすめ, 広領域教育, 第36号, (1994)。
- (9) 原子力安全委員会/原子炉安全専門審査会：高速増殖原型炉もんじゅ2次系ナトリウム漏えい事故に関する調査報告書(第3次報告)(案), 平成10年2月, (1998)。
- (10) 原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会：緊急提言・中間報告, 平成11年11月5日, (1999)。
- (11) 文部省生涯学習局社会教育課：自然科学系学芸員の体系的な現職研修の実施について, 平成9年3月, (1997)。