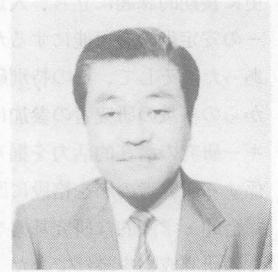


■ 展 望 ■

原子力情勢の展望



石 塚 貢
Mitsugu Ishizuka

1. 原子力をめぐる内外の動向

1.1 エネルギー事情と原子力

第2次石油危機以降の世界経済の停滞、省エネルギーの定着、石油代替エネルギーの開発等によって石油需要量が減少し、それが背景となって世界の石油需給は緩和基調に推移してきている。加えて石油価格の下落などもあって石油代替エネルギーの開発の意義が低下したのではないかとの憶測も出されている。しかしながら、一般的には1990年代以降には再び石油需給は逼迫し、短期的には石油価格の低落等があるにせよ、長期的には上昇の可能性が大きいと見込まれている。また、我が国のエネルギー供給の石油依存度は先進諸国に比べて依然として高く、中東地域における情勢も流動的であることから、我が国エネルギー供給構造はその脆弱性から脱却しえていない。石油代替エネルギーの開発がエネルギー需給の安定化に果してきたこれ

までの役割を考えれば、今後とも石油代替エネルギーの開発を進めていく意義は大きい。とくに原子力は経済性、大量供給安定性等に優れているばかりでなく、自主的な核燃料サイクルの確立、プルトニウム利用等によって準国産エネルギーとなりうるものであり、化石燃料とは異なった有利性をもっている。また、原子力産業の発展は我が国の産業構造の高度化に寄与し、科学技術水準の向上にも大きな役割を果たすものとして期待されるのである。

エネルギー事情は各国によってそれぞれ異なるものがあり、原子力に対する取り組み方も一様ではないが、世界の原子力発展の規模は年々増加し、原子力発電所所有国は26カ国、総基数351基に達している(表1)。また図-1は世界で運転中の原子力発電設備容量の推移を示すものである。

1.2 ソ連原子力発電所の事故

昭和61年4月26日に発生したソ連のチェルノブイリ

表1 世界の原子力発電の現状(暦年) (昭和61年6月末現在)

項目	原子力発電設備容量(万kW)<基>	昭和60年原子力発電電力量(億kWh)	昭和60年原子力発電比率(%)	項目	原子力発電設備容量(万kW)<基>	昭和60年原子力発電電力量(億kWh)	昭和60年原子力発電比率(%)
米 国	8,416.6<95基>	3,837	15.5	チェコスロバキア	215.2<5基>	109	14.6
フ ラ ン ス	4,079.4<44基>	2,131	64.8	南 ア フ リ カ	193 <2基>	53	4.2
ソ 連	2,825.9<44基>	(1,520)	(10.3)	東 独	184 <5基>	122	(12.0)
日本 (注)	2,468.6<33基>	1,520	22.7	ブルガリア	176 <4基>	(131)	31.6
西 独	1,693.6<16基>	1,198	31.2	イ タ リ ア	132.5<3基>	67	3.8
カ ナ ダ	1,174.8<17基>	571	12.7	イ ン ド	123 <6基>	40	(2.2)
英 国	1,078 <35基>	538	19.3	アルゼンチン	98.4<2基>	52	(11.3)
スウェーデン	986.5<12基>	559	42.3	ハンガリー	88 <2基>	61	23.6
ス ペ イ ン	581.5<8基>	268	24.0	ユーゴスラビア	66.4<1基>	39	(5.1)
ベルギー	570 <7基>	324	59.8	ブラジル	65.7<1基>	32	(1.7)
(台湾)	514.5<6基>	不明	(53)	オランダ	53.6<2基>	37	6.1
韓 国	381.5<5基>	139	(22.1)	パキスタン	13.7<1基>	2	0.9
ス イ ス	307.9<5基>	213	39.8				
フィンランド	240 <4基>	180	38.2	世界合計	26,728.2<351基>	14,016	15

出典：原子力発電設備容量は(社)日本原子力産業会議 原子力発電一覧表、その他はIAEA年報 1985()内はIAEAの推定値

* 科学技術庁長官官房審議官

(注) 本表には、開発段階の原子力発電所(ふげん16.5万kW)も含まれている。

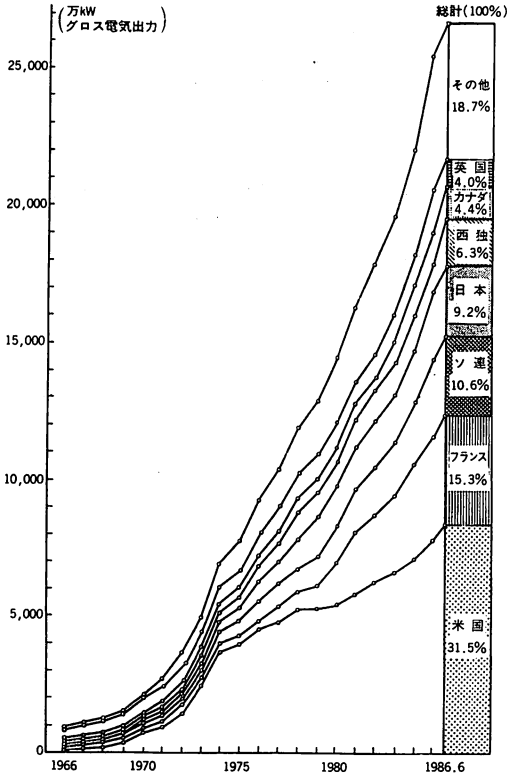


図-1 世界の運転中核原子力発電設備容量の推移
 出典：(社)日本原子力産業会議 原子力発電一覽表

原子力発電所4号機の事故は、大量の放射性物質を大気中に放出し、ソ連及び隣接する欧州諸国を中心に広範囲な放射能汚染をもたらした。この事故はこれまでの常識では考えることのできない大規模なものであっただけに、世界各国に与えた衝撃は極めて大きかった。諸国の原子力政策への影響については、各国それぞれ固有の国内エネルギー事情があり、必ずしも一様ではないが、米、ソ、英、仏、西独等の主要国政府は今後も原子力推進政策を変更する意図はないとしている。しかし、各国とも事故の重大性を真剣に受けとめ、今回の事故の教訓をふまえて安全性の確保に一層の努力を払うとの姿勢を示している。

我が国においても、今回の事故については原子力開発史上かつてない重大なものと受けとめ、我が国の原子力安全対策に反映すべき事項の有無等について、原子力安全委員会ソ連原子力発電所事故調査特別委員会（委員長：都甲泰正東大教授）において審議中であるが、9月9日には第一次中間報告が発表された。同中間報告には、8月下旬にウィーンで開催されたIAEA事故評価専門家会合における調査検討結果等、その時点までに明らかにされた情報資料をもとに本事故の

事実関係が整理され、事故原因について若干の評価が加えられている。同報告によれば、チェルノブイリ原子炉は我が国の原子炉に比較して構造や特性が大きく異なり、冷却材ボイド係数がプラスで大きいにもかかわらず、原子炉停止機能をはじめとする安全対策が十分に配慮されていない等の設計上の問題点を有していること、そしてこれを背景として常識を逸するような規則違反等の人的要因が引き金となって、今回の大事故が発生したとし、このような事故は我が国では考えられ難いものであるとしている。同特別委員会では、今後も追加的に入ってくる情報もふまえて更に詳細かつ定量的解析に重点をおいた評価が行われ、またソ連が実施した緊急時対応措置等についても調査検討が進められ、教訓として学ぶべき点の有無等が明らかにされて行くものと思われる。

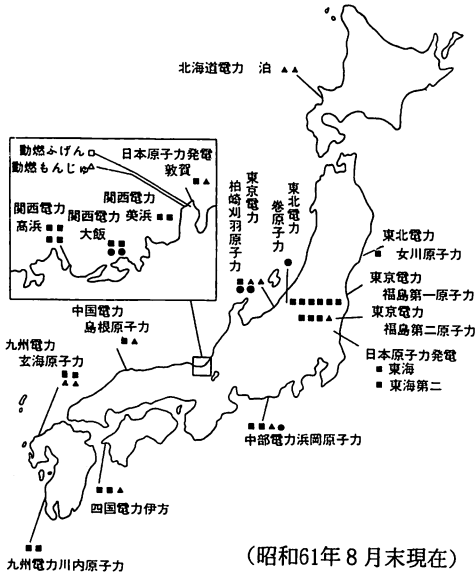
1.3 「原子力開発利用長期計画」の見直し

原子力開発利用を国民の理解と協力の下に計画的かつ総合的に進めていくため、原子力委員会は長期的な指針となる計画を約5年毎に策定している。現行の長期計画は昭和57年6月に改定されたものであるが、我が国の原子力開発利用が本格的な着手以来30年というひとつの節目を迎え、原子力発電を主力電源として定着させること、自主的核燃料サイクルを確立しプルトニウム利用の実用化を図る等、次の段階へ進むための課題に取り組むべき時期を迎えていること、また21世紀における一層の発展を図り我が国の国際的役割を果たしていくために創造的な研究開発の推進が必要になっていること、等をふまえて原子力委員会においては現在「長期計画」の見直し作業が進められている。見直しに当たっての主な検討事項は次のとおりである。

- (1) 安全性、経済性に優れた調和のある原子力発電系の整備向上を図るための方策
- (2) 原子力発電の定着という段階から、高速増殖炉を中心とするプルトニウム利用体系への発展を目指すための基本指針と推進方策
- (3) 原子力利用の幅を広げ、新たな技術革新を生みだし得る創造的な研究開発の推進方策
- (4) 世界の原子力利用に対し我が国の国際的地位にふさわしい役割を果たして行くための方策

2. 原子力開発利用の現状と展望

前述したとおり、我が国の原子力開発利用の指針となる「長期計画」は現在その改訂作業が進められているところであり、今後を展望するに当たってはこの春に



実用発電炉		
■ 運転中	32基	2,452.1万kW
▲ 建設中	11基	1,078.8 "
● 建設準備中	6基	652.2 "
計	49基	4,183.1 "
研究開発段階発電炉		
□ 運転中	1基	16.5 "
△ 建設中	1基	28.0 "
計	2基	44.5 "

図-2 我が国の原子力発電所の立地点

予定されているその結論をふまえることが必要と思われるが、ここでは改訂作業における審議状況をも念頭におきつつ、我が国の原子力開発利用の現状と見直しについて述べてみたい。

2.1 原子力発電

我が国の原子力発電は、昭和61年末現在、運転中のもの32基、発電設備量では2,452万キロワットとなっており、これに運転中及び運転準備中のものを加えた合計は49基4,183万キロワットとなる(図-2)。これは総電力設備量の約16%に相当し、また総発電電力量でみると昭和60年度実績で26.3%となり、石油火力の25%を初めて上廻った。発電分野では「原油産従」の時代が始まったといえるが、今後の見直しについては、図-3に示すとおり、昭和70年には35%(設備容量では4,800万キロワット、構成比23%)とする等の「石油代替エネルギー供給目標」が閣議決定(昭和58年11月)されている。この目標達成に向けて官民一体となつての努力が払われているところであるが、立地を円滑に進め

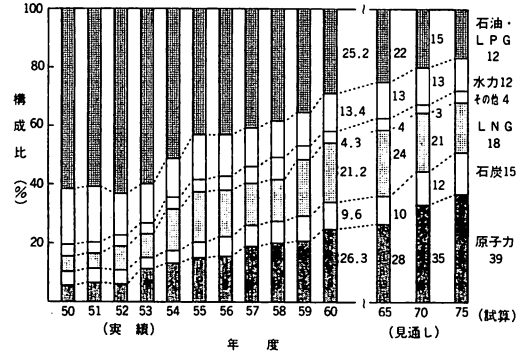


図-3 年間発電電力量構成の推移及び見直し (電気事業用)

うるかどうかはその鍵といえよう。そのためには原子力発電施設の安全運転の実績を積み重ねることにより、国民の原子力に対する信頼を深めていくことが最も重要と思われる。

原子力発電は安全確保を大前提としているが、経済性の観点からみても将来にわたってその優位性は維持されるものと考えられる。原子力発電の発電原価は昭和60年度運開時で1キロワット時当たり13円程度であり、他の発電方式に比べて最も安価である。昨今の石油価格の急落により、一時的には石油火力の発電コストが原子力より優位となる可能性が高くなってきているが、長期的には石油価格は再び上昇することは明らかである。これに対して原子力発電は建設費の低減、軽水炉技術の向上等により、一層の経済性向上を期待することができよう。

2.2 核燃料サイクル

(1) ウラン資源の確保

我が国の原子力発電に必要な天然ウランはすべて海外からの輸入に依存しているが、各電気事業者は昭和70年代前半頃までの分については既に手配済みである。それ以降の需要に対しては引き続き長期購入契約により確保することとなるが、並行して海外における自主的な探鉱活動を積極的に推進し、いわゆる開発輸入を図る等、供給源の多様化にも配慮しながらウラン資源を将来にわたって安定的に確保していくこととされている。このため、動力炉・核燃料開発事業団(動燃事業団)は海外ウラン資源の調査探鉱を行い、また民間企業による海外探鉱開発に対しては政府より助成措置が講ぜられている。

なお、先般、OECD・NEAとIAEAが各国からの報告をもとにとりまとめた自由世界に賦存するウラン資源量によれば、コスト分類でウラン1キログラム

当り 260 ドル以下のものについてみると、確認資源 267 万トン、今後の企業化探鉱により確認資源となりうるもの 175 万トン、未発見資源ではあるが今後の調査で期待されるもの約 1,000 万トンと推計されている。これに対して自由世界のウラン需要量は 2025 年までをとると 300 万トンないし 500 万トンと推計されており、政治的状况の変化等がない限り天然ウランの需給は相当長期にわたり安定的に推移するものとみられる。

(2) ウラン濃縮

動燃事業団が人形峠で開発を進めている遠心分離法によるウラン濃縮パイロットプラントは、昭和 61 年 3 月末までに約 59 トン (UF₆) の濃縮ウランを製造し、また民間と協力して進めている原型プラントは昭和 62 年 半ば頃までには部分運転を開始する予定となっている。これらの技術開発の成果は、昭和 66 年頃に青森県六ヶ所村において操業開始予定の日本原燃産業㈱の濃縮プラントに引き継がれることになる。また、遠心分離技術については複合材料を用いたより高性能な遠心分離機の開発が動燃事業団と民間との協力によって進められている。なお、昭和 60 年 10 月には、ウラン濃縮機器㈱が遠心分離機製造のための工場の建設に着手した。

一方、将来のより経済性の高いウラン濃縮技術としてのレーザー法濃縮技術が近年世界的にも注目されているが、我が国においても日本原子力研究所(原研)、理化学研究所(理研)等で研究が進められてきた。原子力委員会ウラン濃縮懇談会は、今後レーザー法ウラン濃縮技術については産学官連携による研究開発の必要性を指摘しているが、昭和 62 年度からは新しい官民協力体制により、より積極的な研究開発が展開されようとしている。

(3) 再処理とプルトニウム利用

ウラン資源の有効利用、資源の海外依存度軽減等の観点から、消費した以上の核燃料を生み出す高速増殖炉の実用化と、使用済燃料再処理の事業化によるプルトニウム利用体系の確立は、エネルギーセキュリティの面からも極めて重要であり、我が国の原子力開発利用政策の基本となっている。

再処理の技術開発は動燃事業団が中心になって進めてきており、東海再処理工場の昨年 8 月までの累積再処理量は約 260 トンに達している。同工場の操業を通じて種々の改良工事が行われ、また遠隔補修技術が開発される等、再処理関連技術の向上と蓄積がなされている。同工場の処理能力を上廻る分についてはフランス及び英国に再処理を委託しているが将来的には民間におい

て事業化する計画となっている。具体的には昭和 55 年に設立された日本原燃サービス㈱が青森県六ヶ所村に再処理工場を建設すべく準備を進めている。

高速増殖炉が実用化するまでの間、プルトニウムの早期利用を図る見地から軽水炉及び新型転換炉によるプルトニウム利用を図ることが必要と考えられており、そのための技術定着を目指してウラン・プルトニウム混合酸化物燃料(MOX 燃料)の加工・利用技術の開発が進められている。この計画はやがて訪れる高速増殖炉導入による本格的プルトニウム利用時代に備える準備期間としても重要な意義をもつものである。

(4) 放射性廃棄物の処理処分

(イ) 低レベル放射性廃棄物

原子力発電所等で発生する低レベル放射性廃棄物は、蒸発濃縮、焼却等の減容処理を行った後、ドラム缶にセメント固化する等の処理を施し、それぞれの原子力施設内の貯蔵庫に安全に保管されている。その我が国における蓄積総量はドラム缶にして昨年 3 月現在で約 36 万本である。

これらの低レベル放射性廃棄物の最終処分は、陸地処分と海洋処分を併せ行うこととなっている。このうち海洋処分については安全性の評価等これまでに必要な準備をほぼ終了したところであるが、我が国としては海洋処分は関係国の懸念を無視しては行わないとの従来からの方針のもとに、「海洋汚染防止条約」(ロンドン条約)締結国会議の決議に基づく検討等をふまえて関係諸国とも協議しつつ対処していくこととしている。

陸地処分については青森県六ヶ所村で埋設処分する計画が進められており、電気事業者が中心となって設立した前述の日本原燃産業㈱が諸準備を進めている。このための法規制体系を整備するため、昨年、原子炉等規制法が改正された。

(ロ) 高レベル放射性廃棄物

使用済燃料の再処理によって生ずる高レベル放射性廃棄物(主として液体)は現在動燃事業団の東海再処理工場内に貯蔵されている。将来は六ヶ所村の民間再処理工場でも発生することになる。これらの液体高レベル廃棄物は安定な形状に処理(ガラス固化)し、最終処分に適する温度状態になるまで 30 年間ないし 50 年間冷却しながら貯蔵され、その後地下数百メートルより深い地層に処分することが基本的な方針とされている。

このガラス固化技術については、フランス等で技術

の蓄積があるが、我が国では動燃事業団と原研において研究開発が進められてきており、この成果をもとに動燃事業団は昭和65年完成を目的にガラス固化プラントを東海事業所内に建設すべく準備を進めている。一方、将来の貯蔵そのものと、最終処分のための試験研究を行うため、動燃事業団は北海道幌延町に「貯蔵工学センター」を建設することを計画し、諸調査を進めている。最終的な処分については、これらの試験研究によって処分技術の確立を図り、並行して全国的な適地調査を行い、処分予定地を選定したうえで同地点での処分技術の実証を経て処分場の建設・操業に入ることとなっている。

これらの研究開発は原子力政策上の重要課題であり、国の重要プロジェクトとして動燃事業団を中核として産学官の有機的連携のもとに計画的に推進されようとしている。

2.3 新型動力炉の開発

(1) 高速増殖炉

高速増殖炉は消費した以上の核燃料を生産し、ウラン燃料を最大限に利用しうるものとして将来の原子力発電の主流をなすものと考えられている。高速増殖炉が実用化すれば核燃料の資源問題は基本的に解決され、海外からの天然ウランの輸入もほとんど必要がなくなると考えられる。

技術開発については、動燃事業団において実験炉「常陽」の建設運転経験をふまえ、電気出力28万キロワットの原型炉「もんじゅ」を昭和57年臨界を目指して福井県敦賀市に建設中である。

原型炉「もんじゅ」に続く実証炉の開発については原子力委員会の高速増殖炉開発計画専門部会において審議中であるが、その建設・運転には電気事業者が積極的役割を果たすべきことが現行長期計画に示されている。電気事業者としては、日本原子力発電㈱を実証炉の建設主体とし、同社を中心に実証炉関連研究開発、基本仕様選定等を行うとの方針をとっている。

なお、高速増殖炉の開発を我が国として一体化して推進するため、昨年9月、動燃事業団、日本原子力発電㈱、原研、電力中央研究所の四社より成る高速増殖炉研究開発運営委員会が組織され、実証炉以降の諸問題を協議調整しつつ効率的に分担して行く態勢がとられることとなった。

高速増殖炉実用化の時期については、現行長期計画では紀元2010年を目標として掲げているが、諸般の状況を鑑み、これを2030年頃とみるのが妥当とい

う考え方も出てきている。

(2) 新型転換炉

高速増殖炉が実用化するまでの間、プルトニウムを効率的に利用しうる炉型として新型転換炉を開発するとの方針のもとに、動燃事業団は原型炉「ふげん」（電気出力16万5千キロワット）を敦賀市に建設し、順調な運転を続けてきた。この原型炉に続く実証炉については、電源開発㈱が主体になって建設運転を行うこととされており、青森県大間市を立地予定地として準備を進めている。運転開始は昭和72年を目指している。

2.4 発電以外の原子力利用分野

(1) 高温工学試験炉

これまで日本原子力研究所を中心として進められてきた高温ガス炉の研究開発は、近年のエネルギー事情、核熱利用のプロセス利用の需要の動向など、高温ガス炉を取り巻く情勢の著しい変化をふまえ、その見直しのための検討が原子力委員会においてなされた。その結果、技術の見直しはあるものの、近い将来に経済性が成り立つ情勢がなく、現行長期計画に示されている高温ガス炉の早期実用化へ向けての実験炉の建設計画は中止することが適当との判断が示された。しかしながら、より高い固有の安全性や経済性の向上、利用分野の拡大等の課題を解決しうる点で高温ガス炉の研究開発は大きな意義を有しており、今後は、技術基盤の確立と高度化、更には新技術の萌芽を創生することが期待される各種の高温に関する先端的基礎的研究を行う研究施設として高温工学試験炉（従来の高温ガス炉に比較して、目的、仕様等が異なる）の建設を目指すこととなった。

(2) 原子力船

原子力船の研究開発は、昭和60年度以降、原研が日本原子力船研究開発事業団の業務を継承している。原子力船「むつ」は現在青森県むつ市大湊港に繋留中であるが、新定係港が同市関根浜に建設中である。新定係港及び陸上付帯施設の完成（63年度末予定）をまわって「むつ」は約1年の試運転と更に1年間の実験航海を行うこととなっている。

(3) 核融合

大学が中心となって基礎研究を進めた昭和30年代、原子力委員会が策定した核融合研究開発基本計画に沿って原研が中心となって総合的な研究に入った40年代までを我が国核融合研究開発の第1段階と呼んでいる。原子力委員会は昭和50年7月にそれまでの第1段階の

研究成果を評価し、第2段階の基本計画を策定したが、この計画は核融合動力炉実現の前提となる臨界プラズマ条件の達成に重点を置いたものであり、トカマク型臨界プラズマ試験装置（JT-60）の開発が中心となっている。

JT-60は原研によって東海村に建設され、昭和60年4月にファーストプラズマ点火に成功した。これによって我が国は先行していた欧米のTFTR（米）及びJET（EC）と並ぶ成果を短期間に達成したことになるが、昭和62年末には臨界プラズマ条件を世界に先駆けて達成しうる見込みである。

我が国の核融合研究は、原研を中心に、電子技術総合研究所、金属材料技術研究所等の国立試験研究機関、名大、京大、阪大等の大学においても積極的に進められているが、臨界プラズマ条件の達成が間近に迫りつつある状況をふまえ、原子力委員会核融合会議ではこれらの関係機関と密接な連携を保ちつつ、次段階の研究開発計画の検討を進め、昭和61年10月に報告書を取りまとめた。同報告によると次期大型装置の概要は以下のとおりであり、極めて野心的なものといえる。

燃焼時間：約800秒（D-T反応）

自己点火：エネルギー増倍率20～30以上

不純物制御：ポロイダル・ダイバーター

運転モード：パルス運転

加熱・電流駆動：中性子入射、高周波

壁負荷：中性子壁負荷1 MW/m²

中性子フルエンス：～0.3 MW・Y/m²

マグネット：超電導（一部常電導）

ブランケット：部分的モジュール

(4) 放射線利用

放射線利用は原子力発電等エネルギー利用と並んで原子力利用分野の重要な柱であり、医療、工業、農業

等の分野で幅広く利用されている。

今後の展開で特に注目すべきプロジェクトとしては、原研が耐放射線性極限材料、新機能材料、バイオ技術等の先端科学技術分野へのイオンビームの利用等、放射線ハイテク研究を進めるために必要なイオン照射設備（予算総額約160億円）の建設、また、放射線医学総合研究所が「がん」の治療に威力を発揮することが期待されている重粒子線照射装置（予算約220億円）の建設を進めている。

2.5 原子力フロンティア研究

従来ややもすると他の技術分野のものと考えられていた技術を原子力分野の基礎技術と位置づけで積極的に研究の推進を図ることは、原子力の研究開発の潜在的な強化に繋がるものであり、また逆に例えば極限技術の総合技術体系としての性格を有する核融合等の原子力分野の技術は、原子力分野以外の技術分野と深い関連を有し、先端技術の発展に大きく寄与することが期待される。また原子力は主として発電用のエネルギー源として用いられているが、今後利用分野の拡大を通して原子力の有する技術的可能性を十分に発揮させることが可能と思われる。

我が国の原子力研究開発は、先進国から技術を導入し改良するといういわゆる「キャッチ・アップ型」であったが、これからは「革新技術の探索」型へ転換を図り、我が国の国際的地位にふさわしい役割を果たして行くことが要請されている。このような見地からも、原子力分野の研究は、他の技術分野と相互に作用し合いながら新しい技術フロンティアを指向して行くことが期待される。このような問題認識のもとに原子力委員会における長期計画の見直しの作業においても本課題の今後の方向について審議が進められている。

