

## 特集②

## 高レベル放射性廃棄物処分の動向と課題

—技術的および社会的諸相を巡って—



環境・エネルギーユニット 大森 良太

## はじめに

原子力発電の是非を巡る論点の一つに、高レベル放射性廃棄物処分の問題がある。この問題は社会的関心も高く、技術的観点からのみならず、処分場の立地問題、環境負荷の世代間公平といった環境倫理の問題、核不拡散の問題等、様々な観点から国民的議論がなされている。

高レベル放射性廃棄物は原子力発電に伴って不可避免的に発生する。その適切な処分は原子力発電から便益を享受した世代の責務と言える。昨年、科学技術政策研究所より公表された第7回技術予測調査<sup>1)</sup>では、16の分野にわたり設定された1,065の課題中、「高レベル放射性廃棄物の固化体の処分技術が実用化される」は「重要度」に関して3番目にランクされている。

ところで現在、米国ユッカマウンテンサイトの動向に原子力関係

者の視線が注がれている。同サイトは米国の唯一の高レベル放射性廃棄物処分場の候補地である。これまで約15年間、エネルギー省(DOE)を中心に、同サイトにおける処分場の設計や安全性評価が実施されてきたが、今年2月、同省のエイブラハム長官は遂にブッシュ大統領に対し、ユッカマウンテンサイトを最終処分場として推薦した。これを受け、大統領もこれを承認し、連邦議会へ推薦した。しかし、地元ネバダ州では反対が根強く、4月上旬、ゲイン知事は大方の予想通り、連邦議会に不承認の申し入れを行った。

この知事の申し入れを覆すためには、上下両院での承認が必要である。5月8日、下院は政府の決定を支持した。上院での議決も7月上旬までに実施されるが、与野党の議席が拮抗しており予断を許

さない状況になっている。上院で承認されれば、DOEは原子力規制委員会(NRC)へのライセンス申請手続きに入ることになるが、否決されれば本計画は白紙に戻る。

わが国では、2000年5月に「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が成立し、同年10月には処分事業の実施主体として「原子力発電環境整備機構」が発足した。同機構は2002年度を目途に、処分場選定に向けた概要調査地区の公募を開始することになっている。

本稿では、高レベル放射性廃棄物処分の国内外の動向を概観した上で、本問題に関する技術的および社会的諸相について複眼的に論じる。特に、その研究開発の科学技術フロンティア研究としての側面と立地問題に代表される社会的側面に焦点をあてる。

## 高レベル放射性廃棄物と処分オプション

本章では、高レベル放射性廃棄物処分に関する基礎事項について簡単にまとめる。

原子力発電所では装荷した二酸化ウラン燃料を約三年で交換する。図表1に示すように、使用済み燃料には、その大部分を占めるウラン238、核分裂せずに残ったウラン235の他、ウラン235の核分裂により生じた核分裂生成物、さらに、ウラン238から生じたプ

ルトニウムやその他のアクチニド元素が存在する。

今日、日本やフランスでは、ウランの資源利用効率を高めるた

図表1 原子炉装荷前後の燃料組成例と使用済み燃料の処理法

	燃料組成 (金属重量%)		使用済み燃料の処理法	
	新燃料	使用済み燃料	直接処分ケース	再処理ケース
ウラン238	約97	約95	地層処分	回収し、核燃料として再利用
ウラン235	約3	約1		
プルトニウム	0	約1		ガラス固化し地層処分
核分裂生成物およびアクチニド	0	約3		

め、使用済み燃料を再処理し、ウランとプルトニウムを回収する方針を採っている。特に、プルトニウムはエネルギー的利用価値が高く、ウランと混合した混合酸化物(MOX)燃料を軽水炉燃料として用いる他、将来的には高速増殖炉燃料としての利用も考えられている。一方、核分裂生成物やアクチニド元素はガラス固化され、ステンレス製の容器に封入される。このガラス固化体が高レベル放射性廃棄物であり<sup>(注)</sup>、原子力発電に由来する廃棄物の中で、特に放射能レベルが高い。また、長寿命核種を含んでいるため、超長期にわたる管理・処分が必要となる。

一方、米国やスウェーデン等では再処理をせず、使用済み燃料を直接処分する方針を採っている。この場合には、使用済み燃料そのものが高レベル放射性廃棄物になる。本稿では、特に断らない限り、再処理する場合のガラス固化体、および、直接処分する場合の使用済み燃料の両者をまとめて高レベル放射性廃棄物と呼ぶ。

高レベル放射性廃棄物の処分方法としては、地下数百メートルの地層中に埋設する地層処分が、技術的信頼性や排出者責任の観点から、最も適切であるとの国際的コ

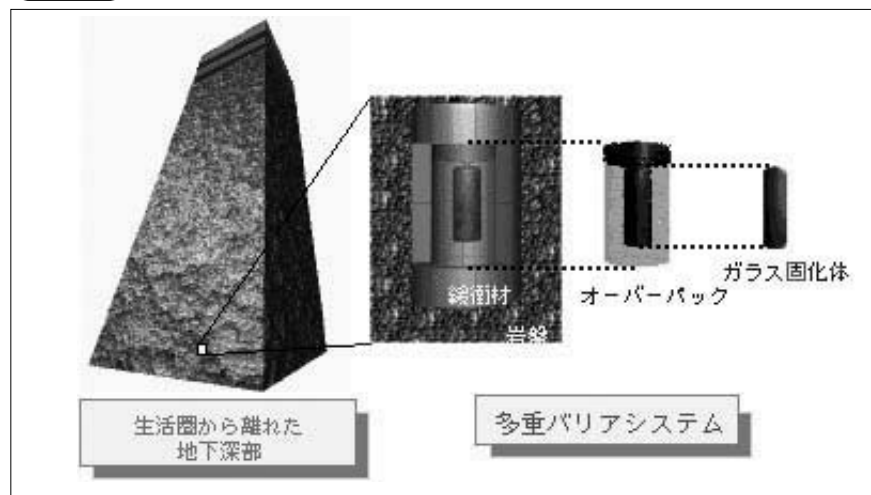
ンセンサスが形成されている。地層処分以外にも、深海底に処分する海洋処分、南極の水中に処分する氷床処分、ロケット等を用いた宇宙処分等が提案されてきたが、海洋処分と氷床処分については国際条約で禁止されていること、また、宇宙処分についてはロケット打ち上げに関する技術的信頼性等が問題とされている。以下、本稿では地層処分に限定して話を進める。

図表2にわが国で想定されている地層処分システムの模式図を示す。放射性核種は、ガラス固化体、ステンレス製のオーバーパック、非透水性の緩衝材(ベントナイト)等の人工的に設けられる複数の障壁—人工バリアーとその周りの、

放射性核種の吸着や拡散の機能を有する岩盤—天然バリアーにより、生活圈から隔離されている(多重防護システム)。なお、図表2に示したような地層処分システムのデザインは、国によって、特に再処理の有無によりかなり異なる。

(注) 厳密には、「高レベル放射性廃棄物」にはガラス固化体だけでなく、固化する前の溶液も含まれる。なお、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」で用いられている「特定放射性廃棄物」は固形化物を指し、ガラス固化体以外も含まれる。

図表2 地層処分システムの模式図<sup>2)</sup>



## 国内外の高レベル放射性廃棄物処分計画

図表3に国内外の高レベル放射性廃棄物処分の方式、事業主体、操業開始予定時期を示す。

### (1) 日本

1999年末以前の発電用原子炉の運転で生じた使用済み燃料から生じるガラス固化体の量は累計で約13,300本であり、2020年頃には約4万本に達するものと見込まれている<sup>4)</sup>。なお、100万kWの原子力発電所を1年間運転することによって発生するガラス固化体は30

本程度である。

1999年、核燃料サイクル開発機構はこれまでの地層処分研究の成果を集大成し、「わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ」<sup>5)</sup>を原子力委員会に提出した。同委員会はこれをレビューし、地層処分の技術的信頼性と、処分予定地選定や安全基準策定の技術的拠り所が示されていると結論した<sup>6)</sup>。

これに基づき、2000年5月、高レベル放射性廃棄物処分事業を推

進するための基本的枠組みを定めた「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が成立し(同年6月公布)、同年10月、原子力発電環境整備機構が事業主体として発足した。

国は、核燃料サイクル機構等における今後の研究成果を踏まえながら、安全審査指針の策定等につとめ、原子力発電環境整備機構は「概要調査地区」、「精密調査地区」、「最終処分施設建設地」の選定に順次取り組んでいくことになっている。処分場施設の操業開始時期

図表3 国内外の高レベル放射性廃棄物処分<sup>3)</sup>

	処分オプション	事業主体	操業開始予定時期
日本	ガラス固化	原子力発電環境整備機構 (NUMO)	2033～2037年頃
米国	直接処分	エネルギー省 (DOE)	2010年
フィンランド	直接処分	ポシバ社	2020年
スウェーデン	直接処分	スウェーデン核燃料廃棄物管理会社 (SKB)	2015年 初期操業開始 2023年 本格操業開始
フランス	ガラス固化	フランス放射性廃棄物管理機関 (ANDRA)	未定
ドイツ	直接処分とガラス固化	連邦放射線防護庁 (BfS)	2030年頃

は平成40年代後半（2033～2037年）が目途とされている<sup>7)</sup>。

## (2) 米国

1987年の核廃棄物政策法改正により、ネバダ州の核実験場に隣接するユッカマウンテンサイトが唯一の処分場候補地に指定された。以来、米国エネルギー省 (DOE) は、同サイトでの処分場施設の設計、性能評価、環境影響評価等<sup>8, 9)</sup>を実施してきた。

本稿の冒頭で述べたように、今年2月、遂にエイブラハム DOE 長官はブッシュ大統領に対し、本サイトを推薦した。これを受けて、大統領も本サイトを連邦議会へ推薦した。ところが、地元ネバダ州ではかねてより反対が強く、4月上旬、グイン知事はこの決定に対して不承認の申し入れを行った。

この知事の申し入れを覆すためには、90日以内に上下両院での議決が必要となっているが、5月8日、下院は306対117の圧倒的多数で政府の決定を支持した。上院での議決も7月上旬までには行われるが、上院では民主党が多数派を占め、また、ダシュル民主党院内総務やリード民主党院内幹事は本プロジェクトに対する反対派の急先鋒であり、予断を許さない状況になっている。

もし、政府の決定が上院でも承認されれば、DOEはNRCに対し

て操業のライセンスを申請することになる。ライセンス取得と処分場施設建設を経て、操業が開始されるのは早くても2010年と見込まれている。操業開始後25～30年間程度にわたり、約7万7千トンの高レベル放射性廃棄物（大半は商業炉の使用済み燃料）を受け入れる計画である。また、受け入れ終了後も性能評価モニタリングを継続し、処分場の閉鎖は2110年代の予定である。一方、上院で否決された場合には本プロジェクトは白紙に戻ることになる。

## (3) 欧州

欧州では、特にフィンランドとスウェーデンで計画が進捗している。

フィンランドは処分場の候補サイトを国会が承認した唯一の国である。事業主体である民間企業のポシバ社は1999年5月、ヘルシンキの北西約200kmのオルキオト地区を最終処分地とする「原則決定 (Decision in Principle)」を政府に申請した。その後、地元議会での承認、政府による原則決定を経て、2001年5月、フィンランド議会はこの原則決定を承認した。2003年から同サイトでの地下岩盤調査を開始し、2010年の着工、2020年の操業開始を予定している。

スウェーデンでは、核燃料廃棄物管理会社 (SKB) が事業主体となっている。2001年11月、政府

は、SKBの国内3地点での立地特性調査計画を承認した。その内、オスカーシャムとエストハンマルの地元自治体は調査実施の受け入れを正式に表明したが、ティーエルプは、今年4月にこれを拒否した。SKBは2007年頃に最終的なサイト選定を実施し、2023年には本格操業を開始する予定である。フルスケールの処分場を建設する以前に、その5～10%規模の技術実証を目的としたプラントを建設する段階的アプローチを採用している点が特徴的である。

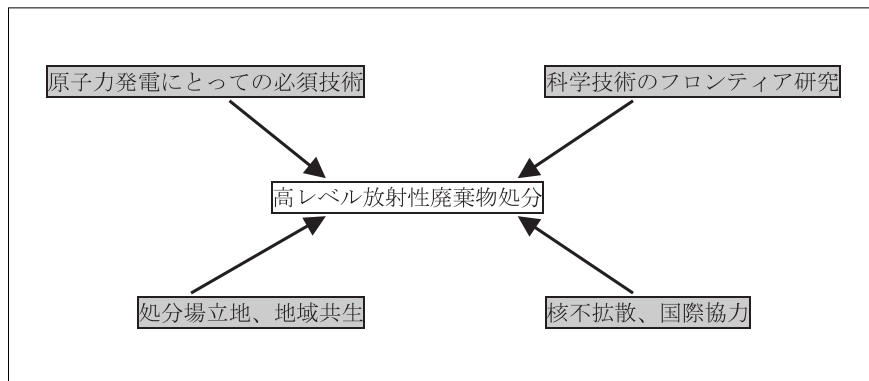
フランスでは、1996年放射性廃棄物管理機関 (ANDRA) が3サイトでの地下研究所の建設、操業許認可申請を政府に提出した。一昨年、ビュール地下研究所の建設は開始されたが、政府は他の2地点の計画を却下した。ANDRAは第二地下研究所の建設に向け、新たに15ヶ所の花崗岩サイトの調査を開始したが、地元の反対により中断している。

ドイツでは、80年代よりニーダーザクセン州ゴアレーベンで地下特性調査が実施されてきたが、2000年に連邦政府と電力会社間で脱原子力協定の合意がおこなわれ、本サイトの特性調査については「概念上及び安全技術上の問題を明確化するために」、3～10年間中断することになった。

## 高レベル放射性廃棄物処分問題の諸相

本稿の冒頭で述べたように、高レベル放射性廃棄物処分問題の論点は多様である。このような社会的あり方の複雑さこそ、高レベル放射性廃棄物処分技術、さらには原子力技術の著しい特質の一つである。本章では、高レベル放射性廃棄物処分の問題を、図表4に示すような4つの視点から俯瞰する。

図表4 高レベル放射性廃棄物処分問題の諸相



### (1) 原子力発電にとっての必須技術

使用済み燃料を直接処分するにせよ、再処理するにせよ、高レベル放射性廃棄物は原子力発電所の運転に伴い不可避免的に発生する。

2000年末現在、世界で運転中の原子力発電所は約430基を数え、発電量は一次エネルギーの約7%を占めている。しかしながら、今日、高レベル放射性廃棄物の地層処分の実施に至った国はなく、これまでに累積した高レベル放射性廃棄物は地表施設に保管されている。今世紀も人類が原子力発電に依存していく上で、技術的信頼性が高く、社会的にも受容される高レベル放射性廃棄物処分技術の確立は必須である。

### (2) 科学技術のフロンティア研究

高レベル放射性廃棄物処分に關する研究には、科学技術基盤を拡充し、他の分野への波及効果も期待されるフロンティア研究としての側面が強く存在する。

例えば、深地層の構造、特性、超長期的変動についての研究、原子核の構造や反応の制御に関する研究、多数の天然現象や物理・化学反応が関連する複雑な人工物システムの設計や超長期的性能評価手法に関する研究等が挙げられ

る。さらに、加速器を利用した核変換技術など、最先端のビーム科学を応用した研究開発も注目されている。これらの研究については次章でより詳しく紹介する。

### (3) 処分場立地、地域共生

今日、高レベル放射性廃棄物処分の実施に向け、大きな障壁となっているのが、処分場の立地問題である。前章で述べたように、多くの国で、地層処分施設あるいは研究施設の立地は候補地周辺の自治体や住民の反対に直面している。

最近の原子力施設の立地問題に関する特筆すべき動きとして、地元自治体での住民投票の実施が挙げられる。わが国ではこれまで、原子力発電所の建設（1996年、新潟県巻町）、プルスーマルの導入（2001年、新潟県刈羽村）、原子力発電所の誘致（2001年、三重県海山町）に関して住民投票が実施され、いずれも計画反対派が過半数を占めた。

原子力施設に限らず、ごみ処理施設、危険物取扱施設、軍事基地等の立地に際しては、しばしば地域住民の反対に遭遇する。原子力施設の立地問題を他の施設のそれに一般化することは必ずしも適当ではない面もあるにせよ、原子力が直面している立地問題の解決に

向けた取り組みは、科学技術の役割が引き続き大きいであろう21世紀の社会システムの構築に向けて有益な知見を与えるであろう。本問題については次々章でさらに検討する。

### (4) 核不拡散と国際協力

高レベル放射性廃棄物問題は、核物質管理・核不拡散の問題とも関連し、国際政治上、機微な問題でもある。日本やフランスのように再処理を実施し、使用済み燃料からプルトニウムを回収する路線を採る場合には、高レベル放射性廃棄物自体からの核拡散リスクは小さいが、回収したプルトニウムの厳重な管理が要求される。

一方、米国のように使用済み燃料をそのまま地層処分する場合には、プルトニウムは高レベル放射性廃棄物中に残留している。従って、地表施設での保管中から地層処分後を通じて、盗取等による核拡散リスクに留意する必要がある。

また、核軍縮プロセスの進展に伴い、米ロ両国で生じた余剰兵器級プルトニウムの処分に関しても、高レベル放射性廃棄物が発生する。このプルトニウムは商業用原子炉の使用済み燃料に含まれるプルトニウムよりも核分裂性プルトニウムの割合が高く、核拡散リ

スクが高い。特に、ロシアで発生する余剰兵器級プルトニウムの管理・処分は国際的関心事となっている。現在、核燃料サイクル機構

はロシアと共同して、ロシアの高速度炉BN600を用いた余剰兵器級プルトニウム処分プロジェクトを進めている<sup>10)</sup>。また、放射性廃棄物

の国際共同保管・処分構想についても国際会議等で議論されているが、各国が国内処分に向けた努力をすることが先決とされている<sup>11)</sup>。

## 科学技術のフロンティア研究としての地層処分研究

前章で述べたように、高レベル放射性廃棄物地層処分に関する研究には、科学技術基盤の拡充に大きく寄与するフロンティア的な研究が少なくない。以下、本章ではこのような研究の例として、深地層研究、核変換・制御研究、連成系研究を取り上げる。

### (1) 深地層研究

深地層についての知見は、地層処分システム構築の基盤であるが、深地層は深海や宇宙等とともに、人類にとっての未知の領域であり、その構造、環境特性、地下水流動、天然現象の影響等についての研究はフロンティア研究として興味深い。

核燃料サイクル開発機構は、結晶質岩と堆積岩を対象に、前者については超深地層研究所計画（岐阜県瑞浪市）を、後者については幌延深地層研究計画（北海道幌延町）を進めている<sup>12)</sup>。これらの計画では、500～1,000メートルの深度の坑道を設置し、岩盤や地下水の特性等に関する研究が行われる予定である。ここでは高レベル放射性廃棄物処分に向けた基盤技術開発のみならず、深地層についての科学的探究の場としての役割も期待されている。2000年の原子力長計<sup>7)</sup>においても、深地層の研究施設について「わが国における地下深部についての学術的研究に寄与できる開かれた研究の場として整備する」とされている。

幌延深地層研究計画では、「地下空間を利用する研究」も研究テーマの一つとなっており、自治体、外部研究機関、企業等から参加を

募り、地下空間を利用する試験研究の場として本施設を提供していく方針である<sup>13)</sup>。現在の地下空間利用は地下50メートル程度の比較的浅い領域がほとんどであり、深地層空間に対する利用ニーズは少ないと考えられるが、夢のあるユニークな試みとして期待される。

### (2) 核変換・制御研究

今日、原子あるいは電子レベルの反応制御技術は様々な産業の基盤技術となっているが、原子核の構造や反応特性については、基礎データすら十分ではないのが現状であり、原子核反応の利用も原子力発電や一部の放射線利用技術にとどまっている。この意味で、原子核は人類にとっていまだ未知の世界であり、これを対象とした基礎研究、利用技術開発は人類に大きな恩恵をもたらす可能性を秘めている。

高レベル放射性廃棄物の中から、長半減期の核種を分離して、加速器や原子炉を用いて短半減期核種あるいは安定核種に変換する研究プロジェクト—OMEGA計画—が90年代に進められてきた。

この分離・変換処理により、高レベル放射性廃棄物の放射エネルギーレベルが、ウラン鉱石のレベルに達する期間は、数万～数十万年から数百年程度に短縮される。

このような核分離・変換研究は、日本原子力研究所と高エネルギー加速器研究機構が共同で実施している大強度陽子加速器プロジェクト<sup>14)</sup>の研究テーマの一つにもなっている。図表5に本プロジェクトの主な研究テーマを示す。

本プロジェクトでは、世界最高レベルの大強度陽子加速器施設を日本原子力研究所東海研究所に建設する予定になっている。この加速器からは光速に近い陽子が発生し、これが原子核ターゲットに衝突すると、核破砕反応により、中性子をはじめ、中間子、ミュオン、ニュートリノ等の二次粒子が発生する。これらの二次粒子は生体分子や原子・素粒子といったミクロの世界から、宇宙・エネルギーといったマクロの世界の研究に利用される。

本プロジェクトの研究領域の一つである「核変換技術研究」では、核破砕中性子を長寿命放射性核種に照射し、核変換させるコンセプ

図表5 大強度陽子加速器プロジェクトの主な研究テーマ<sup>15)</sup>

物質科学・材料科学研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>●新素材の開発</li> <li>●技術革新や新産業の創出</li> <li>●高温超伝導の解明</li> </ul>
生命科学研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>●DNAの解明</li> <li>●遺伝の仕組みの解明</li> <li>●たんぱく質の構造解析</li> <li>●医薬品や食品の開発</li> </ul>
原子核・素粒子物理学研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>●宇宙誕生の謎を解明</li> <li>●宇宙の究極単位である素粒子の研究</li> <li>●星の生成過程を解明</li> <li>●未知の新元素を創成</li> </ul>
核変換技術研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>●放射性廃棄物を低減させる技術の研究</li> </ul>



トになっており、実験施設の建設が2005年度より計画されている。本研究は、高レベル放射性廃棄物の低減のみならず、様々な核変換・制御技術の基盤確立に大きく寄与するものと期待される。

### (3)連成系研究

連成系とは、互いに影響を及ぼしあう複数のプロセスが存在しており、それらを同時に解かなければならない系のことであり、複雑系の本質的な特質を含有している。一般に関連パラメータが多く、また、非線形性が強いいため、実験的研究には限界がある。これまで、数値シミュレーションによる研究が、主に流体—構造あるいは電磁場—構造の連成系について実施されてきた。ただし、理論的困難さ

や計算機資源上の制約から、三要素以上の連成系に関する研究例は少ない。

一方、地層処分システムにおいては様々な連成現象が存在し、その超長期に及ぶ挙動の解析が求められる。例えば、廃棄体パッケージの劣化速度や天然バリア中の放射性核種の移行速度を評価する際には、系内で相互に影響を及ぼし合いながら進行する複数の熱的、水理学的、力学的、化学的プロセスを同時に考慮する必要がある。また文献8では、処分場坑道で考慮すべき事象として、化学反応、温度変化、人工材料の変質・腐食、セメントの一部溶解によるpHの上昇、酸化還元雰囲気の変化、それに伴うコロイド、亀裂内鉱物、ゼオライトの生成等を挙げている。

核燃料サイクル開発機構はこれ

まで人工バリア埋設後の再冠水挙動について熱移動、水分移動、力学挙動の連成問題として扱うためのモデルを開発してきたが、今後はこれに物質移行モデル、地球化学モデルを追加した、熱—水—応力—化学反応連成モデルの開発を進めていくことにしている<sup>16)</sup>。

1995年に高速増殖原型炉もんじゅで発生したナトリウム漏洩事故も、温度計さやと冷却材ナトリウムの構造—流体連成振動（流力振動）が原因であったように、連成現象は様々な工学システムにおいて発現する。そのメカニズムの解明や、システム性能評価に有効な手法やツールの開発において、高レベル放射性廃棄物処分研究における取り組みが大きな寄与をするものと期待される。

## 処分場立地問題の解決に向けて

繰り返し述べてきたように、高レベル放射性廃棄物処分の問題には様々な社会的側面が存在するが、今日、最も大きな課題は立地問題である。本章ではこの問題に焦点を当てる。

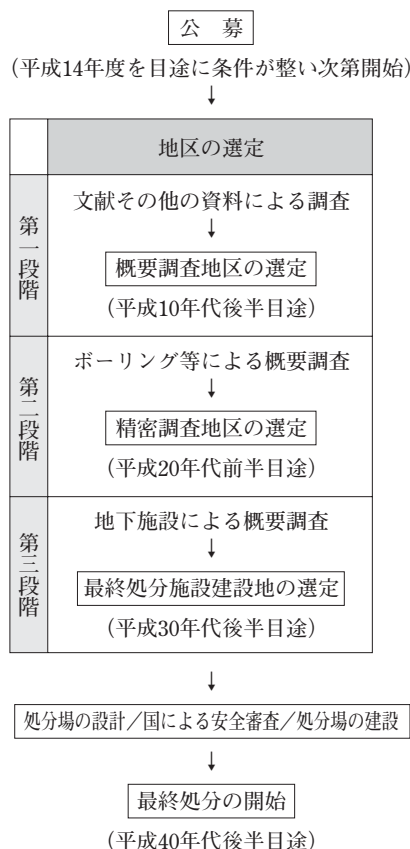
80年代後半から、原子力施設の立地が困難に直面する傾向が強まり、原子力分野のみならず、行政学、政治学、社会心理学、社会情報学等の分野の研究者によって少なからぬ数の研究がなされてきた。近年の研究の多くは、情報公開、透明性の確保、さらには、政策決定過程への市民の関与（パブリックインボルブメント）の重要性を指摘している<sup>17)</sup>。

情報公開や透明性の確保に関しては、近年、政府や原子力事業者による取り組みはかなり進展している。2000年の原子力長計<sup>7)</sup>には「国において原子力に関する情報は、核物質防護等に関する情報を除いて、原則的にすべて公開されている」と書かれている。ま

た、国のエネルギー政策に関する審議をする総合科学技術会議、原子力委員会、原子力安全委員会、総合エネルギー資源調査会等の審議内容は公開されており、議事録等の資料もインターネット上で入手できるようになっている。さらに、一般的な原子力関連情報に関しても、省庁や事業者はホームページ等での発信に力を入れている<sup>18)</sup>。

一方、パブリックインボルブメントについて見ると、最近、特筆されるのはパブリックコメントの募集である。1999年、「パブリックコメント手続き」が閣議決定されて以降、省庁や各審議会等が出す報告書の原案等に対しパブリックコメントを募集することが一般的になってきている。また、消費者団体代表、NGO代表、弁護士等が政府の審議会のメンバーに加わるケースも増加している。また、住民投票も究極的なパブリックインボルブメントの形態と見なせる

図表6 最終処分の開始へのスケジュール<sup>20)</sup>



が、その法的位置付け、効力、適切な対象および実施形態については専門家の間でもなお多くの議論がある。

今後、原子力発電環境整備機構は、「概要調査地区」、「精密調査地区」、「最終処分施設建設地」を順次選定していく予定である（図表6）。2000年9月29日に閣議決定された「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」では、「概要調査地区等の選定においては、関係住民の理解と協力を得ることが極めて重要であり、そのためには、情報公開を徹底し透明性を確保することが必要」と記され、情報へのアクセス手段の多様化、求められる情報の提供への誠実な対応、情報の正確性に加え分かり

やすいものにする努力の必要性が明記されている。

また同機構は、調査結果や選定評価の理由等を記載した報告書の作成と縦覧、関係都道府県内における説明会の開催、報告書の内容について意見書を提出する機会の設定等が求められている。提出された意見書に対しては、同機構は概要を取りまとめ、同機構の見解を付して関係都道府県知事及び市町村長に送付し、報告書に対する意見にも配慮して概要調査地区を選定することになっている<sup>19)</sup>。

以上のように、情報公開やパブリックインボルブメント等に関しては、かなり環境が整ってきていると言えるが、これらは立地問題解決のための必要条件にすぎな

い。原子力施設立地に反対する理由も、その安全性への懐疑、事業者や原子力関係者への信頼感の欠如、地元の政治的環境など複雑な要因が絡み合っている。また、仮にその施設の必要性を認めたとしても自分の家の近くに建設されることには抵抗する態度、いわゆるNIMBY（Not In My Backyard）現象が指摘されて久しいが、これも人間感情として自然なものであろう。このような迷惑施設の立地に関する個人益と公共益を如何に調整していくかは、民主主義社会の根本にもかかわる課題であり、今後、この問題の克服に向けた取り組みが重要であろう。

## おわりに

本稿では、高レベル放射性廃棄物処分の国内外の動向を述べた上で、本問題に関する技術的および社会的諸相を俯瞰し、さらに、科学技術基盤を拡充するフロンティア研究としての高レベル放射性廃棄物の処分に関する研究の可能性と立地問題の解決に向けた取り組みについて論じた。

元来、高レベル放射性廃棄物処分場は工学システムであるが、社会的関心が高く、政治、法、社会、核不拡散、国際関係、環境調和、環境倫理など様々な社会的観点から議論がなされている。そのような処分場の仕様や安全基準は、論理的立場からだけでは決定しえず、最終的には、民主主義的決定プロセスにおける様々な場での議論を通じて、修正を重ね、練り上げられた解のみが信認を獲得するのであろう。

わが国では、高レベル放射性廃棄物処分の操業開始時期は平成40年代後半が目途とされている。それまでの間、本研究開発分野の活性と技術的ポテンシャルを維持し

つづけるためには、高レベル放射性廃棄物処分に直接関連する研究のみならず、既往の研究成果の蓄積を生かして、他分野への波及効果が期待される先端的基盤研究に積極的に取り組んでいくことが効果的と考えられる。本稿で取り上げた深地層研究、核変換・制御研究、連成系研究はその例である。

また、エネルギー問題を取り巻く情勢、さらには、人々の安全や環境に対する意識は時代とともに変化していく。これに伴い、高レベル放射性廃棄物処分システムに求められる機能や安全性が少なからず変化していくことも十分に考えられる。このような社会環境の変化に柔軟に対応した政策遂行を可能ならしめるためにも、多様な処分オプションについての研究開発に研究資源を割り振ることも肝要であろう。

近年、行政機関等による原子力情報の公開は進んでいる。また、政府審議会の報告書等へのパブリックコメントの募集も広く実施されるようになった。消費者団体代

表、NGO代表、弁護士等が政府の関連審議会等に加わるケースも一般的である。このような状況を鑑みると、政策決定過程への市民参加（パブリックインボルブメント）の素地もかなり整ってきていると言える。

しかし、これで立地問題が解決するわけではない。例えば、原子力施設等のいわゆる迷惑施設と受けとられるものの立地に関するNIMBY問題は、民主主義社会システムの根本的な部分にも関連する問題である。この問題の克服には文理融合的なアプローチが求められるわけであるが、今なお、人文・社会科学系と理学・工学系の研究者が交流する場は限られているのが実状である。本課題の解決に向け、多様な分野から研究者が参入してくるためには、人文・社会科学系と理学・工学系の各関連学会が、他の学会のメンバーにとつて魅力的な研究の場を設けるとともに、学会への参加資格を緩めるなどの方策を講じ、関連する分野の研究者間の定常的な人的交流

を図っていくことが重要である。

いずれにしても、原子力エネルギーの利用を巡っては、今後も様々な国民的議論がなされていくであろう。最終的には、学問的研究成果や国内外の情勢等を踏まえたエネルギー戦略に基づく、政治的指導者のリーダーシップと市民へのメッセージの発信が求められるよう。

## 参考文献

- 1) 文部科学省科学技術政策研究所：第7回技術予測調査（2001）
- 2) 核燃料サイクル開発機構のホームページより転載
- 3) 原子力発電環境整備機構のホームページ資料より作成
- 4) 「特定放射性廃棄物の最終処分に関する計画」（2000年9月29日閣議決定）
- 5) 核燃料サイクル開発機構：わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性－地層処分研究開発第2次取りまとめ（1999）
- 6) 原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会：我が国における高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の技術的信頼性の評価（2000）
- 7) 原子力委員会：原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画（原子力長計）（2000）
- 8) DOE: Viability Assessment of a Repository at Yucca Mountain, DOE/RW-0508（1998）
- 9) DOE: Final Environmental Impact for a Geologic Repository for the Disposal of Nuclear Spent Fuel and High-Level Radioactive Waste at Yucca Mountain, Nye Country, Nevada, DOE/EIS-0250（2002）
- 10) 「ロシアの余剰核兵器解体プルトニウム処分」、日本原子力学会2002年春の年会総合報告（2002）
- 11) Joint Declaration of International Conference on Geologic Repositories, Denver, October 31-November 3（1999）
- 12) 核燃料サイクル開発機構：「超深地層研究所計画の概要」、地層処分技術に関する研究開発報告会，2002年1月
- 13) 核燃料サイクル開発機構幌延深地層研究センターパンフレット「深地層研究所（仮称）の概要」
- 14) 日本原子力研究所・高エネルギー加速器研究機構共同推進チーム：大強度陽子加速器計画，JAERI-Tech2000-003（KEK Report 99-5）（2000）
- 15) 日本原子力研究所ホームページ資料より作成
- 16) 亀井玄人：人工バリアの長期挙動評価の信頼性向上と連成モデルの開発，核燃料サイクル開発機構地層処分技術に関する研究開発報告会予稿集，JNC TN1400 2001-017, 27-36（2002）
- 17) 例えば，Y. Tanaka, Is the NIMBY Syndrome a Universal Phenomenon? Symptoms and Remedies, Gakushuin Review of law and Politics, 35, 29-62（1999）
- 18) 例えば、経済産業省の放射性廃棄物ホームページ（<http://www.enecho.meti.go.jp/rw/>）
- 19) 原子力発電環境整備機構：「概要調査地区等選定手順の基本的考え方」2001年11月8日官報号外
- 20) 原子力発電環境整備機構のホームページ資料より作成

.....