

放射性廃棄物地層処分の学際的評価

2014年1月

日本原子力学会

「放射性廃棄物地層処分の学際的評価」

研究専門委員会

はじめに

「放射性廃棄物地層処分の学際的評価」研究専門委員会は、日本原子力学会のバックエンド部会に2012年9月に設置された委員会である。活動の検討を始めた同年8月には、日本学術会議に設置されていた「高レベル放射性廃棄物の処分に関する検討委員会」が報告書のとりまとめを行っていた。

高レベル放射性廃棄物の地層処分に関わる技術、制度等多くの点について議論がなされる中、地層処分に関わる研究開発を進めてきた有志を中心に、地層処分技術の現状を再確認しつつ、地層処分に批判的、あるいは否定的な意見もみられる現在の状況を踏まえ、今後どのようなことを行っていけばこの問題が先に進むことになるか検討を行うこととし、本研究専門委員会の設置を、日本原子力学会に申請した。

専門委員会設置申請にあたり特に配慮したことは、地層処分問題に関係してきた理学工学分野の専門家と地層処分に直接関係しない人文・社会科学の専門家による議論が進められるように努めたことである。また、地層処分の関係者としては、長年従事してきたベテランとこれからを担っていく比較的若手の研究者に加わって頂いた。後者については、本研究専門委員会の議論や意見交換を通じて、地層処分開発の歴史において辿った道のりを何らかの形で継承していくことも意図していた。

今回参加頂いた理学・工学の専門委員と社会科学系の専門委員との間の意見交換、議論では、地層処分の専門家が当然のこととして説明、あるいは、説明も省いて進めてきたことが、社会科学的な視点からみると自明ではないこともあることが認識された。その具体的な内容にまで踏み込んで議論できたこと自体が、学際的な協働作業の試みとしての成果になったと理解している。

地層処分の実現まで、スウェーデン、フランス等先進的に事業展開がなされている国々が二十年以上かけて達成してきたことを思えば、わが国は今後辿るであろう長い道のりの初めの位置に立っているといえよう。立地活動が具体的な展開を見せるようになる段階では、社会の幅広い理解を得て進めることは言うまでもなく必要である。地層処分のように、殊更、社会での意思決定が重要な課題では、関係する理学、工学、さらには人文・社会科学の専門的知見を総合してその時代、時代で適切な判断がなされていくことが必要である。

専門分野の知見を踏まえつつ、それらを包含して次の段階に進むために、学際的協働はこれから本格的に進められる必要がある。その一步を本研究専門委員会ができたならば活動目的の一つを達成したことになる。

最後に、本研究専門委員会の活動趣旨にご理解を頂き、情報提供ならびに議論に参加頂いた外部の専門家の方々に深甚なる感謝の意を表します。また、本委員会の委員としてご協力いただきました委員の方々、特に人文・社会科学の専門委員の方々には、辛抱強くご議論、ご検討頂きましたことに感謝申し上げます。

日本原子力学会「放射性廃棄物地層処分の学際的評価」研究専門委員会
主査 田中 知

「放射性廃棄物地層処分の学際的評価」

報告書

目 次

1. 検討委員会の設置	1
1.1 設立の趣旨と目的	1
1.2 委員構成	4
1.3 活動状況	4
2. 検討の基本的スタンス	6
3. わが国における高レベル放射性廃棄物等（HLW等）の地層処分に関わるこれ までの経緯	8
3.1 最終処分法制定と実施主体設立に至る経緯	8
3.1.1 「第2次取りまとめ」までの研究開発の概要	8
3.1.2 原子力委員会「高レベル放射性廃棄物処分懇談会」における議論	9
3.1.3 最終処分法の制定と実施主体設立等制度整備	10
3.2 2000年以降現在に至る地層処分事業の経緯	10
3.2.1 地層処分事業における進展	10
3.2.2 2000年以降の技術開発への取り組み	11
3.3 最近の状況 —主に東北地方太平洋沖地震以降—	14
3.3.1 日本学術会議の回答について	14
3.3.2 原子力委員会の見解について	16
4. 地層処分に對する学際的觀點からの論点の検討：議論の経緯	18
4.1 地層処分に對する専門家、非専門家の見方	18
4.1.1 地層処分に關する過去の社会科学的検討に對する基本認識	18
4.1.2 専門領域の違いによる多様な意見	20
4.2 論点項目の整理	22
5. 抽出された課題と今後の検討の方向性	24
5.1 学際的な協働の必要性	24
5.1.1 地層処分が有する学際的な側面	24
5.1.2 学際的な協働において特に留意すべき事柄	26
5.1.3 学際的な協働を進めるうえでの前提	28
5.1.4 学際的な協働の目標	29
5.2 学際的な協働を深めるべき課題の検討例	31
5.2.1 地層処分の安全確保の考え方について	31
5.2.2 信頼の構築、維持および第三者機関の必要性と留意点	36

6. おわりに	40
付録 5章の参考：安全確保に係わる今後の論点議論における参考とすべき情報	44

1. 検討委員会の設置

1.1 設立の趣旨と目的

高レベル放射性廃棄物の最終的な管理（処分）の方法については、米国において 1950 年代より検討が開始され、その後各国や国際機関において議論、検討が積み重ねられてきた。この間、管理方法の選択肢としては、宇宙処分、海洋処分、氷床処分、地層処分、核種変換、長期保管などが検討されたが、宇宙処分については宇宙船打ち上げ失敗のリスクが高いこと、海洋処分と氷床処分についてはその後の国際条約で禁じられていること、核種変換は技術的に実用化までにまだ多くの課題が残っていること¹、長期保管は人間による管理が長期間継続できる保証がなく最終的な管理方法にはならないこと、などの議論があり、現時点で最も現実的で有望な方法として地層処分を選択して進めてきた。

地層処分は、長期間にわたり安定な地層の中に、工学的対策を施して高レベル放射性廃棄物を定置し埋設することによって、人と接近可能な生活圏から隔離するとともに、人間と環境に有意な影響を及ぼさないように閉じ込める²方法である。このため、各国ともその国の地層の存在状態や地質学的条件にもとづいて、工学バリアを含む処分施設概念の開発を行うとともに地層処分に適した安定な地層（天然バリア）を有する処分候補地の選定を進めてきた。選定プロセスは、決して順調なものではなく、多くの国々で制度やプロセスの見直しなどを経験することとなったが、いくつかの国々においては、処分地あるいは候補地の選定などが行われ、処分施設の建設、操業に向けて処分事業が具体的に進みつつある。なかでもスウェーデンは 2011 年 3 月に、またフィンランドは 2012 年 12 月に、それぞれ地層処分場の建設許可申請を規制当局に申請し、2020 年代の操業開始を目的に地層処分の実現に向け一步を踏み出している。

一方、わが国では、2000 年に実施主体である原子力発電環境整備機構（NUMO）が設立され、2002 年に公募という手法で候補地選定に着手³したものの、これに応じる自治体が現れない状況が続いている。さらに、2011 年 3 月 11 日に東北地方太平洋沖地震が起こったことにより、わが国における地層の安定性に関して不安と懸念が高まっている。

このような中で、2012 年 9 月 11 日に日本学術会議が提出した原子力委員会への回答⁴（以下、学術会議回答と称す）において、「東日本大震災により、地層処分の是非を判断

¹ 例えば、原子力委員会研究開発専門部会分離変換技術検討会、分離変換技術に関する研究開発の現状と進め方、2009 年 4 月 28 日

² ここで、閉じ込めは、IAEA の放射性廃棄物の処分 個別安全要件（SSR-5）で次のように述べられている。「3.39 放射性廃棄物の閉じ込めというのは、放射性核種を放出させない、あるいは最小限に抑えるように処分施設を設計することを意味する。放射性廃棄物の種類によっては、気体状の放射性核種や他の易動性の高い核種の一部放出されることを避けられない場合もありうる。こうした場合であっても、そのような放出が放射線影響の観点から許容できるものであることを安全評価によって示さなければならない。閉じ込めは、廃棄物形態とパッケージングが有する特性、処分システムを構成するその他の工学的要素および立地環境と地層の特性によって構築される。」

³ 例えば、<http://www.numo.or.jp/koubo/document/index.html>

⁴ 日本学術会議、回答 高レベル放射性廃棄物の処分について（2012 年 9 月 11 日）

するに際しての背景事情が大きく変化したと考えられる。」とし、「大地震により地殻の変動が生じた、あるいは生じつつあることが、複数の研究機関から報告されており、文部科学省の地震調査研究推進本部も地震発生確率の見直しの必要性を認め、実際にその作業に着手している。少なくとも、こうした取り組みの結果として明らかになるであろう科学的知見は、今後の高レベル放射性廃棄物の処分において確実に考慮されるべきであり、わが国における放射性廃棄物の処分政策がこれまで採用してきた地層処分の処分概念や処分地選定のあり方にも、改めて再考の必要が生じていると考えられる。」との認識が示された。その上で、国民的合意に基づく地層処分事業の成立性に関し、暫定保管の期間を設けその間に国民的議論を尽くすこと、地層処分の科学技術的成立性に関し、地震、断層など科学的知見の合意を先行させる立地プロセス、将来の新たな技術開発への期待と地層処分技術のバランスなどに関して、技術的な課題と人文・社会科学的な課題の両面から6つの提言を行った。これに対して原子力委員会は、「今後の高レベル放射性廃棄物地層処分に係る取組について（見解）」、2012年12月28日において、(1) 処分すべき高レベル放射性廃棄物の量と特性を原子力・核燃料政策と一体で明らかにすること、(2) 地球科学分野の最新知見を反映して地層処分の実施可能性について調査研究し、その成果を国民と共有すること、(3) 暫定保管の必要性和意義の議論を踏まえて取り組みの改良・改善を図ること、(4) 処分に係る技術と処分場の選択の過程を社会と共有する仕組みを整備すること、(5) 国が前面に出て再構築に取り組むこと、からなる「今後の取組の在り方」についての留意点を示した。

こうした中、日本原子力学会に設置された「放射性廃棄物地層処分の学際的評価」研究専門委員会（以下、「本委員会」と称す）では、学術会議回答が現行の高レベル放射性廃棄物の地層処分の取り組みに抜本的な見直しを求めるものであったことを受け止め、地層処分について、諸外国およびわが国における研究開発や事業制度化などの経緯、それらに関する現在の状況を再確認し、今後の進むべき方向性に係る提言を取りまとめる検討を行うこととした。検討にあたり改めて強く認識されたことは、地層処分の概念自体が、理学、工学の分野の専門家による取り組みのみにとどまらない、様々な角度からの検討やそれを踏まえた大きな社会的判断を要請するものであるということであった。この認識に立てば、人文・社会科学的視点も含め、異なる専門領域の様々な発想や考え方、アプローチや方法論を反映・融合させ、社会の懸念や要請の把握に努めるとともに、これに真摯に対応すべきとの視点を持つことが極めて重要である。そこで本委員会では、地層処分技術の研究開発や地層処分事業に関係する技術的専門家と社会科学の専門家との間での意見交換、討論を通じてこうした再検討を行ったうえで、その成果を提言として取りまとめることとし、2012年9月より1年間を目途に以下のような具体的内容について作業を進めた。

- ・ わが国の地層処分技術開発の経緯と現在の到達点に係る情報の整理と共有
- ・ 地層処分事業の意思決定に関わる国内外での議論の集約、および学術会議回答を踏ま

えた検討

- ・ 地層処分概念の再確認と新たな視点を加えた地層処分概念に係る議論
- ・ 世代間倫理を踏まえた地層処分のあり方と地層処分事業の進め方に関する議論
- ・ 環境リスク、社会科学等他の専門領域からみた地層処分に係る意見集約

1.2 委員構成

	氏 名	所 属
主査	田中 知*	東京大学
幹事	蛭沢 重信*	(一財) エネルギー総合工学研究所
委員	石田 圭輔*	原子力発電環境整備機構
	梅木 博之	(独法) 日本原子力研究開発機構
	神里 達博*	大阪大学
	河田 東海夫	元原子力発電環境整備機構
	河村 秀紀*	大林組
	小松崎 俊作*	東京大学
	崎田 裕子	NPO 法人 持続可能な社会をつくる元気ネット
	寿楽 浩太*	東京電機大学
	田辺 博三*	(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター
	土屋 智子*	NPO 法人 HSE リスク・シーキューブ (東京大学)
	東 邦夫	京都大学 (名誉教授)
	平野 史生*	(独法) 日本原子力研究開発機構
	藤原 啓司	原子力発電環境整備機構
	山本 正史	(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター

*の委員はワーキング・グループの構成員も兼ねた。

1.3 活動状況

上記本委員会設立の趣旨に則り、1年間の活動期間のうち、前半にあたる2013年3月までにおいては、わが国の高レベル放射性廃棄物地層処分に関わる技術開発と事業化の経緯、国際的な動向、および地層処分に関係する課題の最近の検討状況について専門家の講演と意見交換を行った。4月以降は、前半の活動に基づき、本専門委員会で検討する課題をより具体的に絞り込み、これらを中心に地層処分を専門とする委員が有する共通的な考えや基本認識を示し、これに対して地層処分を専門としていない人文・社会科学の専門家である委員がその立場から意見を述べることによって、異なる視点から地層処分を改めて捉え直すための議論を行った。更に、2013年9月4日に開催された、日本原子力学会秋の大会における総合講演「放射性廃棄物地層処分の学際的評価」においていただいたご意見も参考に、1年間にわたる活動の成果を取りまとめた。

以下に活動の経緯を示す。

準備会合（2012年9月26日開催）

- ・ 「回答 高レベル放射性廃棄物の処分について」講演と意見交換（講師：(株)千代田テクノル、柴田徳思氏⁵）

第1回研究専門委員会（2012年10月26日開催）

- ・ 「ブルーリボン委員会報告のポイントと地層処分の今後の取り組みについて」（カリフォルニア大学 バークレー校 安俊弘教授）
- ・ 「地層処分に関する科学的知見と技術的能力」（JAEA、梅木博之委員）
- ・ 「2000年レポート（第2次取りまとめ）当時の専門家の議論」（JAEA、清水和彦氏）

第2回研究専門委員会（2012年11月27日開催）

- ・ 「処分懇談会当時の状況、議論と現在：共通点と相違点—国内外の2000年を境とする前後の状況および日本の3.11の前後の状況の概観」（元原環セ、坪谷隆夫氏）
- ・ 「科学的不確実性と社会的意思決定」（大阪大 神里達博委員）

第3回研究専門委員会（2012年12月20日開催）

- ・ 「HLW処分の社会的側面に関わる論点について」（東大、小松崎俊作委員）
- ・ 「放射性廃棄物地層処分の学際的評価」研究専門委員会 議論およびとりまとめの方向性について」（田中知主査、田辺博三委員、河田秀紀委員よりポイント等の説明）

第4回研究専門委員会（2013年2月15日開催）

- ・ 活動概要報告について：構成案の紹介と検討
- ・ 活動概要報告における提言案の紹介と検討

第5回研究専門委員会（2013年3月25日開催）

- ・ 活動概要報告案の検討

第6回研究専門委員会（2013年6月24日開催）

- ・ 活動概要報告案の検討

第7回研究専門委員会（2013年7月23日開催）

- ・ 最終報告書案の検討

第8回研究専門委員会（2013年12月13日開催）

- ・ 最終報告書案の検討

なお、中間的な活動概要報告および最終報告書の取りまとめのためにワーキング・グループを設置した。

⁵ 現所属：公益社団法人 日本アイソトープ協会

2. 検討の基本的スタンス

高レベル放射性廃棄物等の地層処分を推進するのにあたり、技術的なことおよび技術以外のこともあわせ、地層処分の専門家と地層処分を専門にしない社会科学等の専門家の間で、意見交換と議論を重ね、本委員会としての考え方を取りまとめて情報を発信することが重要と考え、検討を開始することにした。検討の経緯も含め基本的なスタンスを示すと次の通りである。

当初、地層処分の論点に係る検討を、主に地層処分を専門とする委員会からの情報提供に基づき、地層処分の妥当性について地層処分が選択されてきた背景も含めて議論を始めようとした。これに対し、社会科学を専門とする委員から、地層処分を前提に「どのように処分を実現するか」を議論の出発点にすることから一旦離れ、あらゆる面で一から見直すという姿勢を示さなければ議論を先に進めていくことは難しい、との意見が出された。

第1章で述べたように、本委員会は、地層処分を専門とする委員と地層処分を専門としない社会科学等の専門家で構成され、双方が対等の関係で互いの意見を尊重しながら意見交換をし、議論を深めることに意義があるとの趣旨で活動を開始したものである。

そこで、上述の趣旨を再確認し、論点の議論を深めるにあたり、本委員会としての基本的認識とスタンスを次のとおり改めて整理した。

- (1) 地層処分に関係してきた理学、工学分野の委員は、地層処分が最終処分の方法として最も有望であるとの判断から、地層処分を実現するために議論し検討を進めるべき点は何かを抽出しようという意見である。
- (2) わが国では、2000年に特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（以下、「最終処分法」と称す）が制定され、それにより実施主体の設立、処分実施に至るプロセスの制定、および処分費用の確保のための制度が確立された。地層処分に携わってきた専門家は、これをもって、地層処分は高レベル放射性廃棄物の最終処分方法として社会に認知・了解され、制度化されてきたのであるから、今後はその事業を進めることが取り組むべき課題であるとの認識を持っている。
- (3) 一方、社会科学の専門家からは、この認識は必ずしも社会において広く共有されていない可能性があり、むしろ疑問を呈されていることや、地層処分の実現を前提とするとしても、解決すべき課題は技術的なものにはとどまらず、社会的な課題が数多く想定されうることが指摘された。
- (4) 実際、地層処分事業の第一歩である候補地の選定は、社会の理解が得られず足踏み状態にある。さらに、学術の領域においても、地層処分の安全の基本にある地層の長期安定性に関する学問分野での専門家間の合意が得られていないとの指摘がなされるなど、わが国における地層処分の成立性に対する懸念も示されるような状況

に陥っている。こうした事実は、地層処分が高レベル放射性廃棄物管理の解決方法として課題が多いと受け止められており、社会に受け入れられているとは言い難い状況にあることを示している。

- (5) そこで、現時点で地層処分が高レベル放射性廃棄物管理の最終的解決策の有力な選択肢であることは認識しつつも、その事業化を前提として課題を検討する立場をいったん離れ、学際的な議論を通して、我々の社会が取り組むべき課題を見いだすことに努力を傾注することが必要であるとの認識が共有された。
- (6) (5)で触れた、我々の社会が取り組むべき課題の例として、安全性の見地からの地層処分成立性に係る学際的な議論の必要性が指摘された。地震活動など長期の地質学的安定性等において専門家の間でも見解が異なるような課題があることを認識したうえで、ステークホルダーが関与する意思決定のために、理学、工学、人文・社会科学等、関係する専門家がどのように協働することが望ましいかを議論する必要がある。

3. わが国における高レベル放射性廃棄物等（HLW等）の地層処分に関わるこれまでの経緯

3.1 最終処分法制定と実施主体設立に至る経緯

3.1.1 「第2次取りまとめ」までの研究開発の概要

国の重要プロジェクトとして地層処分の研究開発が開始されたのは1976年のことである。その後、1989年には、当面对象とすべき地質環境を幅広く想定し、使用済燃料の再処理によって発生する高レベル放射性廃棄物の地層処分について、それまでの研究開発の進捗状況や成果に基づいて総合的な技術的取りまとめを行い、日本における地層処分の実現可能性について示すとともに、引き続き取り組むべき研究開発課題を明確にするという方針が示された（原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会、「高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発の重点項目とその進め方」、1989年）。この取りまとめは、動力炉・核燃料開発事業団（現在の独立行政法人日本原子力研究開発機構（JAEA））を中核とし、関係研究機関の協力を得ながら、わが国全体の取り組みとして実施され、1992年に「高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の技術報告書－平成3年度－」（以下、「第1次取りまとめ」と称す）という報告書として公表された。第1次取りまとめに対し、「わが国における地層処分の安全確保を図っていく上での技術的可能性が明らかにされた」とする国の評価が与えられた。

1994年6月に公表された、原子力委員会による「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）では、放射性廃棄物のうち、再処理施設において使用済燃料から分離される高レベル放射性廃棄物については、安定な形態に固化した後、30年間から50年間程度冷却のための貯蔵を行い、その後、地下の深い地層中に処分することが国の基本的な方針とすることが示されている。また、地層処分の実施については、2000年を目安に事業の実施主体を設立し、その後、処分予定地の選定、サイト特性調査と処分技術の実証、必要な法制度などの整備と安全審査、処分場の建設などを進め、2030年代から遅くとも2040年代半ばまでを目途に処分場の操業を開始するという大筋のスケジュールが定められた。

「第1次取りまとめ」の成果を受けて、わが国における地層処分の技術的信頼性を示すとともに、2000年を目安に設立される実施主体が処分事業を進めるうえでの処分予定地の選定、及び、安全基準の策定の技術的拠り所を与え、国の評価を経て2000年以降の研究開発を具体化するうえで重要なものとするとの位置づけで、「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－」（以下、「第2次取りまとめ」と称す）の取りまとめが進められた。

「第2次取りまとめ」の作成においては、わが国全体としての取り組みとして中核となった核燃サイクル開発機構（現在の独立行政法人日本原子力研究開発機構（JAEA））、以下、「サイクル機構」と称す）と関係機関の協力をより強化するための仕組み（「地層処分研究開発協議会」の発足）が整えられ、研究開発の成果を積極的に公開して技術

的内容について個々に評価を受けるとともに、種々の機会を利用して国内外から広く意見を求めつつ実施された。こうした公開や国内外の専門家によるピアレビューを基本とした研究開発成果の取りまとめは、次項で述べる高レベル放射性廃棄物処分懇談会の議論とともに当時としては先駆的な試みであった。サイクル機構は、平成10年9月と平成11年4月の二度にわたり、研究開発の進捗をドラフトとして中間的に整理し、原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会に報告するとともに公表した。さらに、地層処分研究開発報告会の開催と、ホームページへの掲載により、幅広い専門分野からの意見を募るとともに、経済協力開発機構/原子力機関（OECD/NEA）による国際レビューを実施して、結果を最終報告書に反映した。

3.1.2 原子力委員会「高レベル放射性廃棄物処分懇談会」における議論

一方で、地層処分に関わる研究開発のみならず、地層処分の事業化に向けて避けて通れない処分制度の整備や社会的な理解を得るための施策について関係機関に対して提言を行うこと、及び、国民にこの問題の周知を図り議論を深めることを目的として、原子力委員会において「高レベル放射性廃棄物処分懇談会」（以下、「処分懇」と称す）が設置され、約2年半にわたる議論の結果、1998年5月に報告書が取りまとめられ、公開された⁶。処分懇の設置時期は情報公開法導入前であったが、報告書のドラフト段階で国民の意見を募る仕組みが導入されたことは、当時としては特筆すべき点であったと言える。

処分懇の報告書においては、①廃棄物処分の安全性が確保され、透明性のある制度が作られて責任体制が明らかにされることにより、処分事業に対する国民および地域住民の理解を得ることが高レベル放射性廃棄物処分を進めていく上で必要である、②そのためには、国民各層の間でこの問題についての議論が行われ、一人一人が自らの身に迫った問題であるという意識を持つことが望まれる、③国、電気事業者、実施主体などの関係機関は、それぞれの役割を果たすと同時に、上にあげた点について国民の各層において議論が行われるよう努める必要がある、④実施主体については2000年目途の設立に向けて早急に所要の準備に着手すべきであり、処分に関する安全確保の基本的考え方の策定に向けて、早急に取り組む必要がある、⑤諸外国と同様に、深地層の研究施設を早急に実現しその施設や研究成果を広く公開していくことが必要である、⑥原子力発電に伴う高レベル放射性廃棄物処分の問題については、政治の場においても現世代の意思を立法の形で明らかにすることが必要であり、そのためにも、国民の各層における議論が十分に行われ、国民の理解と信頼を得るための努力が不可欠である、⑦今後、本懇談会の提言を踏まえて、関係機関が一体となって処分の制度と体制の具体的な整備に取り組むべきである、との提言が取りまとめられた。

⁶ 原子力委員会 高レベル放射性廃棄物処分懇談会「高レベル放射性廃棄物処分に向けての基本的考え方について」平成25年5月29日

3.1.3 最終処分法の制定と実施主体設立等制度整備

処分懇の提言を受け、総合エネルギー調査会・原子力部会により、処分事業のあり方など処分の実施方法について検討が重ねられ、最終処分法が2000年に法制化された（6月7日公布）⁷。これにより、地層処分の実施に向けた基本制度が整った。

最終処分法における処分事業の実施の仕組みは、①高レベル放射性廃棄物の最終処分を進めるための国の基本方針及び我が国の最終処分の全体計画については、経済産業大臣が策定し閣議決定される、②発電用原子炉設置者により処分実施主体に対して拠出金が納付され、拠出金に見合う高レベル放射性廃棄物の処分は処分実施主体が行う。処分実施主体に納付された拠出金は、経済産業大臣が指定する公益法人である資金管理主体が管理する、③処分事業に責任をもつ実施主体を設立する。実施主体は民間の発意により設立される認可法人とする（数を定めない）、④概要調査地区選定、精密調査地区選定、最終処分施設建設地選定の三段階からなる最終処分地選定のプロセスにより進められる、等の基本的な枠組みにより構成されている。

最終処分法制定により、事業化段階における政策のよりどころとなる基本的な制度が整備されたが、当時は、発生者責任の考えに基づき主体はあくまで民間という原子力推進の枠組みが処分地選定を喫緊の課題とする高レベル放射性廃棄物処分事業においても踏襲されることに対して危惧する声もあったことは留意すべき点である。

最終処分法制定を受け、2000年に原子力発電環境整備機構（NUMO）が実施主体として設立された。

3.2 2000年以降現在に至る地層処分事業の経緯

2000年以降の事業上の変遷としては、処分場選定、制度的変更、および、安全規制の制度構築などが挙げられる。3.2.1「地層処分事業における進展」では、事業の変遷という観点から、これらの項目について概括することとする。また、事業の性質上、安全確保に重要である技術の進展については、3.2.2「2000年以降の技術開発への取り組み」にて、概観する。

3.2.1 地層処分事業における進展

(1) 処分場選定について

2002年に文献調査地区の公募が全国の自治体に対して開始された。2007年には、高知県東洋町において応募の動きがみられたが⁸、新しく選出された東洋町長や近隣自治体の反対を受けて取り下げたこと⁹等を受け、国会での審議を経て、公募方式に加えて処分懇

⁷ 「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」（平成十二年六月七日法律第百十七号）

⁸ 町民の皆様へ〔ご報告とお詫び〕、〔文献調査に応募〕、平成19年1月 東洋町長
(<http://www.town.toyo.kochi.jp/joho/section/010102/koureberu02.pdf>)

⁹ 「『高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の設置可能性を調査する区域について』の応募の取り下げについて」平成19年4月23日 東洋町長
(<http://www.town.toyo.kochi.jp/joho/section/010102/koureberu04.pdf>)

報告書においても言及されていた「申し入れ方式」で文献調査地区を選定する仕組みも取り入れられた。

なお、原子力委員会政策評価部会においては、関係行政機関などが最大限の努力を重ねても処分地選定などに期待される進展が見られない場合は、処分懇報告書に立ち返ることも考慮すべきであると評価されている（2008年）¹⁰。この提言を受け、政府・NUMO・電気事業者による体制強化、地域振興のアイデアの整理、地層処分を体感できる設備の整備等を背景に、国民全般への広報活動、地域広報活動などが展開されるようになった。

しかしながら、これまでの政府等が実施してきたシンポジウムや市民との学習会等においては、どの組織が地層処分の技術や制度の説明責任を負っているのか等がわかりにくいとの見方があり、また、処分地選定という地域住民の生活に深くかかわる意思決定に市民が参加を保障されることが必要である等の処分事業のガバナンスに係る指摘が多く出されている状況にあることも否定できない。

(2) 処分対象廃棄物の制度的変更について

2000年に制定された最終処分法では、当初、地層処分対象廃棄物については、ガラス固化された高レベル放射性廃棄物（HLW）のみであったが、2008年4月の最終処分法改定により、低レベル放射性廃棄物（地層処分相当 TRU 廃棄物）についても、地層処分対象廃棄物となった。

(3) 安全規制について

地層処分事業の安全確保については、実施主体である NUMO の最優先課題となっているのみならず、国の規制機関も積極的に関与してきている。具体的には、原子力安全委員会（以下、「原安委」と称す）によって、安全確保原則、安全確保の考え方、処分の安全規制の在り方等の安全規制の骨格となる基本的考え方について取りまとめられた「高レベル放射性廃棄物の処分に係る安全規制の基本的考え方について（第1次報告）」（原安委、2000.11.6）や放射線障害の防止の観点から、低レベル放射性廃棄物から高レベル放射性廃棄物にわたる放射性廃棄物の処分に対して安全規制を考えていく上で共通する重要事項について取り上げた「放射性廃棄物処分の安全規制における共通的な重要事項について」（原安委、2004.6.10）が公表されている。

3.2.2 2000年以降の技術開発への取り組み

(1) 技術開発課題の抽出について

HLW の地層処分の成立性検討を実施した「第2次取りまとめ」によって、地層処分に関するそれまでの研究開発の成果に基づいて事業化のための信頼できる技術基盤が準備され、以降の研究開発ではこの信頼性をより高めるとともに候補地点の地質環境などのサイト条件に実際に適用できる実用性を向上させることであるとされた。一方、TRU 廃

¹⁰ 原子力委員会 政策評価部会「原子力政策大綱に示している放射性廃棄物の処理・処分に関する取組の基本的考え方に関する評価について」 2008年9月2日

廃物の地層処分の成立性検討を実施した「TRU 廃棄物処分技術検討書・第2次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめ」(JNC、2005.9)においては、地層処分の安全性に対する見通しが得られたとしているものの、廃棄体に係る製造技術などに課題が指摘されている。

(2) 技術開発の進め方について

地層処分に係る技術開発の進め方については、原子力長期計画(原子力委員会、2000)および原子力政策大綱(原子力委員会、2005)¹¹で規定されており、事業に係る技術開発は実施者たる NUMO が、技術の信頼性向上に係る基盤的な研究開発(以下、「基盤研究開発」と称す)は JAEA を中心とした基盤研究開発機関が実施することとされている。これに基づき、地層処分に関する国の基盤研究開発をより体系的・効率的に進めることを目的として、経済産業省資源エネルギー庁の主宰による「地層処分基盤研究開発調整会議」(2005.7)(以下、「調整会議」と称す)が組織され、調整会議の下で策定された全体計画の中に、研究開発における役割分担の考え方として示されている(図1)¹²。

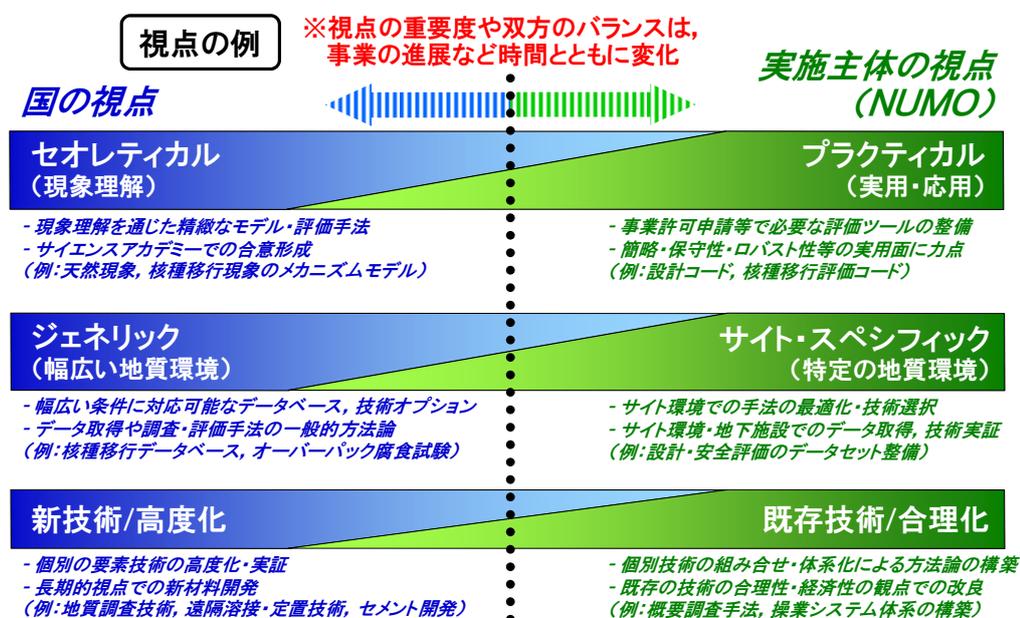


図1: NUMO と基盤研究開発機関における技術開発の相互補完的な分担

(出典: 地層処分基盤研究開発調整会議、2013年3月)¹³

¹¹ (注釈) 原子力大綱では「NUMOには、高レベル放射性廃棄物の最終処分事業の安全な実施、経済性および効率性の向上などを目的とする技術開発を計画的に実施していくことを期待する。また、JAEAを中心とした研究開発機関は、深地層の研究施設などを活用して、深地層の科学的研究、地層処分技術の信頼性向上や安全評価手法の高度化などに向けた基盤的な研究開発、安全規制のための研究開発を引き続き着実に進めるべきである」と述べられている。

¹² 現在の構成機関は次のとおり: ・ 経済産業省資源エネルギー庁、・ (独) 日本原子力研究開発機構、・ (公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター、・ (一財) 電力中央研究所、・ (独) 産業技術総合研究所、・ (独) 放射線医学総合研究所、・ 原子力発電環境整備機構、(出典: 地層処分基盤研究開発調整会議、「地層処分基盤研究開発に関する全体計画(平成25年度～平成29年度)」、2013年3月)

¹³ 地層処分基盤研究開発調整会議、「地層処分基盤研究開発に関する全体計画(平成25年度～平成29年度)」、2013年3月

現状、事業に係る技術開発については、概要調査段階に必要となる、サイトを特定しないジェネリックな技術開発（幅広い地質環境の条件に対して共通的に必要となる技術などの開発）を概ね終了し、次段階の精密調査段階（前半）の技術開発に重点を移行する時期に来ているとされている（「地層処分事業の技術開発計画-概要調査段階および精密調査段階に向けた技術開発」（NUMO、2013.6を参照）。また、基盤研究開発機関は、NUMOの技術開発計画を念頭に、これに先行して、実施中の精密調査段階（前半）および精密調査段階（後半）に向けた研究開発に関する計画について、「全体計画（平成25年度～平成29年度）」（<http://www.enecho.meti.go.jp/rw/docs/library/rprt3/rprt06.pdf>）を策定し公表している（地層処分基盤研究開発調整会議、2013.3）。

(3) NUMOにおける技術開発

NUMOによると、文献調査段階の事業は現状の技術で実施可能であるとされており、至近に文献調査が開始され、順調に概要調査、精密調査へと進捗したとしても、事業に必要な技術が遅滞なく準備できるように、次のようなスケジュールを設定して、サイトを特定しないジェネリックな技術開発を進めることとしている。

- ・概要調査段階に向けた技術開発：2013年度頃に終了
- ・精密調査段階[前半]に向けた技術開発：2017年度頃に終了
- ・精密調査段階[後半]に向けた技術開発：2021年度頃に終了

(4) 基盤研究開発機関における研究開発

国の基盤研究開発については、JAEAを中心とした基盤研究開発機関によって、Phase 1、Phase 2、Phase 3に区分して進められてきた。（(2)で述べた「全体計画（2013～2017年度）」参照）¹⁴

○Phase 1：概要調査向けの技術開発

- ・Phase 1については、各基盤研究機関が2005年に研究報告書を出し、検討が終了している。

○Phase 2：精密調査の前半向けの技術開発

- ・Phase 2以降は、(2)で述べたように国の基盤研究開発の効果的かつ効率的な推進のための調整を継続的に行うために調整会議を設置し、HLWとTRU廃棄物の地層処分に係る基盤研究開発の全体計画書を策定することによって、地層処分における課題や実施方針に関する基盤研究機関間の共有化を図るとともに役割分担と連携方策を明確にしつつ、研究開発が進められている。
- ・なお、2008年度以降の全体計画書の改訂に際しては、従来オブザーバーとして参加していたNUMOを調整会議の構成機関に加え、研究開発ロードマップを共有することにより、事業に係る技術開発と基盤研究開発をより効果的

¹⁴地層処分基盤研究開発調整会議、「地層処分基盤研究開発に関する全体計画（平成25年度～平成29年度）」、2013年3月

かつ効率的に実施するための実施体制の変更が行われた。

- ・Phase 2については2012年度でほぼ終了し、残されたいくつかの課題は2013年度以降も研究を継続することとしている。

○Phase 3：精密調査の後半向けの技術開発

- ・Phase 3については、2013年度以降実施されることとなっており、その計画については、(2)で述べた「全体計画（2013～2017年度）」として公表され、取り組みが開始されている。

3.3 最近の状況 —主に東北地方太平洋沖地震以降—

3.3.1 日本学術会議の回答について¹⁵

日本学術会議に設置された高レベル放射性廃棄物の処分に関する検討委員会（以下、「検討委員会」と称す）は、約2年間にわたる検討期間を経て、「回答 高レベル放射性廃棄物の処分について」（以下、「学術会議回答」と称す）と題する報告書を取りまとめ、原子力委員会委員長に報告するとともに一般に公表した（2012年9月）。

この回答は、2010年9月に、原子力委員会委員長から日本学術会議会長宛の審議依頼、「高レベル放射性廃棄物の処分に関する取組みについて（依頼）」（以下、「審議依頼」と称す）を受けて検討し、取りまとめられたものである。原子力委員長からの依頼内容を審議依頼から抜粋すると次の通りである。

「前略 貴会議におかれまして高レベル放射性廃棄物の処分に関する取組みについての国民に対する説明や情報提供のあり方についてよろしくご審議の上、ご意見をくださるよう、お願い申し上げます。提言には、地層処分施設建設地の選定へ向け、その設置可能性を調査する地域を全国公募する際、及び応募の検討を開始した地域ないし国が調査の申し入れを行った地域に対する説明や情報提供のあり方、さらにその活動を実施する上での平成22年度中にとりまとめられる予定のNUMOによる技術報告の役割についての意見が含まれることを期待しています。」

検討委員会の第4回会合（2011年2月14日開催）後1ヶ月ほどした2011年3月11日に東北地方太平洋沖地震が発生した。

このときを境に、検討委員会は、原子力委員会委員長から審議を依頼された内容に基づきつつも、範囲を広げた検討を行った。その事情について、学術会議回答では、以下のよう

に述べている。多少長くなるが引用して紹介する。

「（前略）しかし、委員会発足から約半年後の2011年3月11日、東日本大震災が発生し、地震および津波等による全電源喪失のため、東京電力福島第一原子力発電所事故が引き起こされた。この、レベル7の原子力発電所事故以降、わが国では、これ

¹⁵ 原子力委員会委員長から日本学術会議会長宛への審議依頼、「高レベル放射性廃棄物の処分に関する取組みについて（依頼）」（2010年9月）に対する取りまとめということから「回答 高レベル放射性廃棄物の処分について」とされた。

までの原子力政策の問題点の検証とともに、エネルギー政策全体の総合的見直しが迫られることとなった。そこで、このような原子力発電所事故の影響およびエネルギー政策の方向性を一定期間見守ることが必要と考えた第21期委員会は、設置期限まででの回答を断念し、それまでの審議を取りまとめた記録「中間報告書」[10]を作成し、次期に審議を継承することとした。

(中略)

そこで、本委員会は、「高レベル放射性廃棄物の処分の取組みおよびそのことに関する国民との相互理解活動のあり方に関して、技術的事項のみならず社会的な観点を含む幅広い視点から検討することが重要である」という原子力委員会の認識を共有し、その上で、「第三者的で独立性の高い学術的な機関」として、「幅広い視点からの意見、見解」を提出するべきであると考えた。

このためには、第一に、これまでの政策方針や制度的枠組みを自明の前提にするのではなく、原点に立ち返って考え直す必要がある。

第二に、「高レベル放射性廃棄物の処分」という問題は、万年単位に及ぶ超長期にわたる汚染の防止と安全性の確保という点で極めて困難なものであるから、この問題に関する「取組みについての国民に対する説明や情報提供のあり方について」どうすればよいかという問いへの学術会議回答は、狭い意味での説得技術を超えた検討が必要である。

第三に、高レベル放射性廃棄物の処分のあり方に関しては、民主主義の原理に則って、住民、電力会社、自治体関係者、専門家間で議論を尽くして合意形成を行い、これに基づいて問題解決の道を探ることが重要である。」

このような経緯を経て作成された学術会議回答では、高レベル放射性廃棄物の最終処分をめぐる、社会的合意形成が「極度に困難な理由」として、次の三点を挙げている。

- 「(1) エネルギー政策・原子力政策における社会的合意の欠如のまま、高レベル放射性廃棄物の最終処分地選定への合意形成を求めるという転倒した手続き、
(2) 原子力発電による受益追求に随伴する、超長期間にわたる放射性的汚染発生可能性への対処の必要性、
(3) 受益圏と受苦圏の分離」

学術会議回答では、以下の6つの提言が示されている。

- (1) 高レベル放射性廃棄物の処分に関する政策の抜本的見直し
- (2) 科学・技術的能力の限界の認識と科学的自律性の確保
- (3) 暫定保管および総量管理を柱とした政策枠組みの再構築
- (4) 負担の公平性に対する説得力ある政策決定手続きの必要性
- (5) 討論の場の設置による多段階合意形成の手続きの必要性
- (6) 問題解決には長期的な粘り強い取り組みが必要であることへの認識

提言の中で、科学・技術的能力に関しては、地層処分施策の枠組みが行き詰まっているとして、その第一の理由を、地層処分の特徴である「超長期にわたる安全性と危険性の問題に対処するに当たっての、現時点での科学的知見の限界」を挙げている。その上で、「自律性のある科学者集団（認識共同体）による、専門的で独立性を備え、疑問や批判の提出に対して開かれた討論の場を確保する必要がある。」として、まずは科学的討論のための場を設定することの必要性を示している。

また、高レベル放射性廃棄物を一定の期間暫定保管して、「その後のより長期的期間における責任ある対処方法を検討し決定する時間を確保する」モラトリアム（猶予）期間（数十年から数百年程度）の設定を考慮すべきである、と提言している。

3.3.2 原子力委員会の見解について¹⁶

原子力委員会は、3.3.2で示した学術会議回答の提出を受け、「これまで高レベル放射性廃棄物の処分に係る取組の進め方に関する議論・評価・批判に関与してこられた有識者から「回答」に対する見解・意見を聴取」した。その上で、学術会議回答を総合的に検討し、原子力委員会としての見解案を作成し公表した（2012年12月）。

原子力委員会は、見解の中で、学術会議回答が参考にすべき多くの提言を行っており、そのことを通じて、「関係者が本来最も意識して取り組むべきことをこれまで優先順位を高く意識しないで来たことを認識させた」として、学術会議回答を評価している。

見解の中で今後の取り組みのあり方を述べた部分では、学術会議回答が、原子力委員会高レベル放射性廃棄物処分懇談会の報告書（平成10年5月）の提言内容と関係する部分が多く、そのため、処分懇談報告書に再び立ち返りつつ「最新の科学的知見の反映や国民との認識共有などの取組が不足していた根本原因を分析」して、「「回答」から汲み取った教訓を十分に活かして企画・推進すべきである」と示している。そのうえで、留意すべき次の五つの重要な点を取りまとめている。

- ① 処分すべき高レベル放射性廃棄物の考え方と特性を原子力・核燃料サイクル政策と一体で明らかにすること
- ② 地球科学分野の最新の知見を反映して地層処分の実施可能性について調査研究し、その成果を国民と共有すること
- ③ 暫定保管の必要性和意義の議論を踏まえて取組の改良・改善を図ること
- ④ 処分技術の選択の過程を社会と共有する仕組みを整備すること
- ⑤ 国が前面に出て再構築に取り組むこと

項目①は、学術会議回答において提言された「総量管理」に関する内容である。過去の原子力政策等では、廃棄物処分の取り組みと原子力発電の取り組みが一体で議論されてこ

¹⁶ 原子力委員会は、日本学術会議から提出された「（原子力委員会宛）回答」について、高レベル放射性廃棄物処分の取り組みの進め方に関する議論・評価・批判に関与してきた有識者から「回答」に対する見解・意見を聞き、「今後の高レベル放射性廃棄物の地層処分に係る取組について（見解案）」を示した。

なかったとの批判があることを認識しつつも、核燃料サイクルの選択肢を示す中で放射性廃棄物の形態、量、およびそれらに基づく処分場の規模などの情報を国民に説明すべきであるとしている。

項目②は、学術会議回答の提言のうち、科学・技術的能力に係わる内容である。原子力委員会が地層処分を妥当な選択とした背景には、次のような拠り所があるとしている。

- ・その時点までの研究開発によって得られた科学的知見とその限界を認識している。
- ・その上で、科学の進展に応じて、新たな知見を反映できるようにしている。
- ・そのため、可逆性を確保しながら段階的かつ柔軟に意思決定しながら進めることを条件にしている。

わが国でも、地層処分は、最新の科学技術的知見に基づき処分計画を柔軟に修正・変更することを可能にする可逆性と回収可能性を考慮した段階的なアプローチを採用してきている。しかし、学術会議回答で「暫定保管」が提案されたことは、地層処分の専門家の中で自明とされてきた上記のことがそうでは無かったことを示すと述べている（項目③）。

項目④に関しては、学術会議回答で言及された「科学的自律性の確保」と「社会との情報共有」に関連し、国民の立場に立った監査の任務を有する組織の必要性に関し、「実施者の決定がそのように行われているかどうかを学界、国民の声を踏まえつつ監査し、国や当事者に適宜に適切な助言を行う独立の第三者組織を、きちんと機能させる強い決意を持って自ら整備すべきである。」と述べている。

4. 地層処分に対する学際的観点からの論点の検討：議論の経緯

4.1 地層処分に対する専門家、非専門家の見方

本委員会は、地層処分技術を専門とする委員と地層処分技術を専門としない社会科学の専門家等、立場の異なる委員で構成され、双方が対等の関係で互いの意見を尊重しながら意見交換をし、議論を深めてきた。その経過については中間的に「検討状況」として、2013年7月に取りまとめ公表した。

第4章では、まず「検討状況」の取りまとめに至るまでに、本委員会において異なる分野の専門家間でなされた高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する議論の経緯を紹介する。その上で、「検討状況」の取りまとめ以降の活動において詳細に議論し検討することが望ましいとして抽出した三つの項目について述べる。

以下に検討内容を示す。

4.1.1 地層処分に関する過去の社会科学的検討に対する基本認識

地層処分の妥当性に関する従来主張は、その多くが地層処分の専門家による技術的視点からの主張に立脚したものであった。それらは、地層処分による放射性廃棄物の最終的管理方法が現状で最適解であることや、安全確保の考え方とそれを説明するための方法論が十分整っていること、技術的実現可能性が十分であることなどであり、科学技術によって解決すべき課題に対する解決策の提示としては的を射たものであったと思われる。

一方、国際的にみれば、地層処分の関係者は、この問題が社会科学的視点からの検討を要するものであることを早くから認識し、例えば、カナダのように地層処分の研究開発が始められた1970年代後半には、ほぼ時を同じくして社会科学的な研究も開始された例もある¹⁷。

しかし、人文・社会科学的検討が本格化したのは、一通りの技術開発を終え、処分場立地のためのサイトの選定活動に入り、いくつかの国で地層処分の関係者が困難な状況に直面するようになった時期、すなわち、早い国では1970年代後半から、主には1980年代からであったといえよう。

スウェーデンでは、1977年から1983年にかけて実施主体であるスウェーデン核燃料・廃棄物管理会社（SKB）がスウェーデン国内全域の11ヶ所において研究サイトの調査を実施し、その中から7ヶ所で詳細調査を実施した。その後、その内のいくつかは地元自治体の反対で調査中止の事態に至ったことから、SKBは、調査を机上調査に限定することを決定し、1985年から1992年まで、研究の大部分は実験室や研究所、鉱山跡を利用した原位置試験（国際ストリパプロジェクト）などに限定されることとなった。この状況の後、スウェーデンにおいては、高レベル放射性廃棄物の扱いの倫理的な側面（すなわち、現世代の責任と将来世代の選択）に注目した議論が、社会学者、心理学者、神学者などを含めて、

¹⁷ “The Disposal of Canada’s Nuclear Fuel Waste: Public Involvement and Social Aspects”, M.A. Greber et.al., AECL-10712, COG-93-2, 1994

1980年代後半に行われた¹⁸。その後、同国では、現世代の責任と将来世代の選択権に配慮した地層処分の考え方が示された¹⁹。また、フランスでは、実施主体の ANDRA が、1987年2月から3月にかけて、国内4ヶ所のサイトの地域住民に対し地質学的調査を開始することを発表した。その際、事前通知および事前交渉等の対話なく唐突に発表されたとの印象をもたれ、各サイト候補地の地域住民からの激しい抗議運動が起こった。当時の首相は、フランスの廃棄物管理戦略全体に対する再評価を行うため、放射性廃棄物に関連した全ての研究を少なくとも1年間凍結する決定を行った。当時の社会背景の中で考える必要はあるが、今からみれば、処分事業への展開が図られる段階になると、社会、特に関係する地域社会の受け止めに地層処分の関係者は楽観的であったと言わざるを得ない。

国際的には、例えば、IAEA から公表された安全原則（IAEA 1989）²⁰には倫理的視点が盛り込まれている。また、経済協力開発機構/原子力機関（OECD/NEA）では、1990年代の前半から、環境問題の国際的な議論に呼応する形で、地層処分について環境および倫理という人文・社会科学側面からの検討が行われた。その結果、地層処分は技術的に成立するものであると同時に、その概念が、環境と倫理という観点から求められる要件と整合するものであることが確認されたとしている。（OECD/NEA 1995）²¹。

こうした諸外国における、また国際的な検討の経緯に比べると、わが国ではこのような議論が十分に行われてきたとは言い難い。海外でそのような議論が行われてきたこと自体、社会学者を含め地層処分以外の専門家には十分に伝わっていなかった。

本委員会では、現在に至るまでのわが国の地層処分をとりまく状況を勘案すれば、「社会の問題に唯一最適解はない、たとえ技術的な最適解があったとしても社会が必ずしもそれを受け入れるとは限らない」という側面があることを、日本の地層処分技術の専門家は改めて認識する必要があるとの指摘がなされた。

地層処分の概念は、技術的に様々な課題を含むものであると同時に、政治・社会・経済・倫理的な各側面で、解決が容易でない様々な課題を内包している。本委員会の議論では、地層処分は科学技術の専門家の努力のみによって対処可能なものではなく、人文・社会科学の専門家との協働を通して議論を深め、概念の深化や練り上げを進めていくことが必要であること、すなわち、地層処分の学際性が繰り返し強調された。

本委員会における前半の議論においては、従来の日本における地層処分の取り組みでは、このような側面に対する地層処分関係者の注意と理解が十分ではなく、人文・社会科学の専門家の意見を断片的に聞くことはあっても、協働の試みは極めて不十分であったとの認識で一致していた。

¹⁸ “Ethical Aspects on Nuclear Waste”, SKN Report 29, KASAM,SKN

¹⁹ “Background Report to RD&D-Programme 92, Treatment and final disposal of nuclear waste, Siting a deep repository”, SKB, 1992

²⁰ IAEA (1989), “Safety Principles and Technical Criteria for the Underground Disposal of High Level Radioactive Wastes”, Safety Series No. 99, International Atomic Energy Agency, 1989

²¹ OECD/NEA(1995), “The Environmental and Ethical Basis of Geological Disposal of Long-Lived Radioactive Wastes,” OECD Nuclear Energy Agency, 1995

4.1.2 専門領域の違いによる多様な意見

本委員会では、前述したように、地層処分を専門としない人文・社会科学の専門家と地層処分の専門家との間で、学際的協働を目指した議論を試みた。その中で、地層処分の必要性に関しては認識を共有しつつも、いくつかの点については両分野の専門家間に意見の違いが見られた。こうした意見の違いは、主に、安全確保の考え方や、段階的な事業の進め方と第三者機関の必要性に関して地層処分の専門家が提示した考え方に対して表出された。

そのような議論の過程で、地層処分のように学際的な対話（社会科学的検討）が必要とされる場合、同じ課題を対象にしているつもりでも、専門領域の間で、それぞれの専門領域が想定する前提が実は大きく食い違っている場合があることに注意すべきであるとの指摘がなされた。例えば、想定している時間のスケールが異なることがあげられる。地層処分の場合、数万年から数十万年先までの安全性を評価することが必要である。経済学で対象としている時間のスケールは数年から数十年程度であり、百年を超える問題に経済学の考え方を適用することに違和感があるとの見方がある（例：将来費用の現在価値への換算）。また、世代間倫理の観点では、現世代が将来世代に代わり決定を行うことが認められるのはせいぜい3世代まで（数十年から100年以内）とされているが、これまでの地層処分の領域における世代間倫理の議論では、厳密な定義をすることなく数世代よりはるか先の「世代」が対象とされており、想定している時間のスケールが大きく異なると考えられる。

以下（1）と（2）項では、本委員会で具体的な検討対象にした地層処分の安全性、およびそれに係る信頼の構築と維持に関して、地層処分の専門家と専門としない専門家の間での異なる認識の状況を示す。

（1）地層処分の安全確保の考え方

地層処分の成立性を認める専門家は、数万年から数十万年といった長期の安全を確保するためには、人間による管理継続の確実性に依存してこれを説明することができないと考えている。そこで、極めて長期間の将来にわたる安全を考えるにあたっては、不確実性が相対的に小さいと考えられる深部地質環境の安定性に基づく岩盤の自律的な閉じ込め機能に期待して地層処分という方法を構築してきた。一方、地層処分の成立性に疑問を持つ専門家は、危険な物質の取り扱いについては人間の監視下に置くべきことを強調する。

地下深部の地質環境の安定性に関しては、地層処分の成立性を認める専門家と成立性に疑問を持つ専門家では見解が異なる。地層処分の成立性を認める専門家は、理学的、工学的考察に依拠して、地層処分の安全確保にとって重要となる地下深部環境の安定性と閉じ込め機能は、注意深く適切な場所を選べば長期にわたって存続すると予測することができるとしている。一方、地層処分の成立性に疑問を持つ専門家には、こうした地下深部の安定性や閉じ込め性能の長期にわたる予測は学問的な合意の下に確立されているとは言い難く、このことから人間の手が届かない場所に危ないものを置くことはリスクが大きく、受け入れ難いとの意見がある。

このような、よく言及される見解の相違に加え、本委員会における議論では次のような意見も示された。

高レベル放射性廃棄物処分の最終的な方法としてわが国においても選択されている地層処分は、数十万年といった超長期の時間を対象として、地質学的状態の変遷を考慮に入れた安全確保が求められる技術である。このため、試験等による直接的な安全性の実証は困難であり、地質学的な状態予測など評価の前提に含まれる不確実性とその影響を組み込んで安全性を評価することが必要とされるが、逆に言えば、このような考え方を取ることによって十分な安全確保を行うことは可能であると、地層処分の専門家は考えている。

本委員会では、このような地層処分の安全確保の考え方とその妥当性については、少なくとも現状では地層処分の専門家以外にはほとんど受け入れられていないとの認識が示された。高レベル放射性廃棄物の処分の方法について社会的な合意を得るには、安全確保の考え方についても社会が納得し、合意する必要がある。そして、このためには、技術的観点のみで議論が完結するものではなく、社会が「不確実な科学的知見の利用」についてどう考えるか、あるいは「持続可能性」や「将来世代の権利」をどう考えるかといった、社会の価値判断と切り離せない問題であることを考慮すべきであるとの意見もあった。

また、数十万年先といった超長期の安全の議論に社会的な議論は集中しがちだとの印象もあるが、調査段階の安全確保に始まり、処分施設の建設、操業、閉鎖、さらに閉鎖直後、それから先の長期の安全、といった放射性廃棄物管理の各段階それぞれにおいて、安全確保の考え方のさらなる深化に向けた取り組みが求められるとの意見も述べられた。

以上に示したように、地層処分における安全確保の考え方に関する様々な課題においては、人文・社会科学の視点を含めた再検討、論理の深化が求められるものが少なくなく、学際的な議論と取り組みをさらに進める必要があるとの指摘がなされた。

(2) 信頼の構築と維持

安全確保が目的である地層処分を進めるにあたっては、とりわけ信頼の構築が重要視されている。技術的信頼とともに、制度、体制面での信頼が重要であることは言うまでもない。地層処分を進める専門家には、処分サイトの選定の段階から、関係する人々（ステークホルダー）による受容を段階的に得つつ事業を進めていくことが可能であり、そのような段階的な意思決定の中で、事業の可逆性や廃棄物の回収可能性を確保していくことで、人々の信頼をいっそう確かなものにできるとの意見がある。一方、社会学者等からは、段階的な意思決定が謳われていたとしても、それは保証のない形式的なものであり、法制度などによる拘束が無い限り、意思決定の可逆性が保証されているとは言い難いとの意見もみられた。

国際的な議論やわが国の地層処分の事業化の経緯をみても、組織的な信頼が重要な課題の一つとなり得ることが確認された。そこで提案されているのが、事業の利害とは独立した第三者機関の存在と役割についての議論である。本委員会では、信頼構築と維持の観点から第三者機関についての議論が行われた。

これまでの地層処分に関わる公の場の議論では、推進側の立場と反対側の立場という二項対立に近い構図が定着しており、議論が膠着状態に陥っているという見方がある。この原因は単純なものではなく、種々の要因が複雑に絡み合っていると考えられる。こうした状況を改善する方法の一つとして、双方の立場から独立した第三者機関を整備することが必要であるとの意見がある（例えば、原子力委員会（2011）など）。また、学術会議回答においても、国民レベルでの合意を得るために必要な方策として、「様々なステークホルダーが参加する討論の場を多段階に設置すること」と、「最新の科学的知見が共有認識を実現する基盤となるように討論過程を工夫すること」と共に、「公正な立場にある第三者が討論過程をコーディネートすること」の必要性が示されている。

本委員会においても、こうした第三者機関を設置することの必要性について議論したところ、国民が、第三者機関を信頼し、意思決定プロセスの管理を付託できるかどうかは鍵となるとの見解が示された。

一方で、上記で示したような第三者機関は、社会における意思決定を代行する手段ではなく、異なる立場のステークホルダーの間の調停を実現することを無条件に担保するものでもないと考えられることから、第三者機関における討論過程を通して、各ステークホルダーが学習し、意見や提案を必要に応じて変化させ、合意へと接近する意向を持たなければ、どのような性質の第三者が討論過程を管理しようとも、二項対立的な膠着状態を解消し、社会的な意思決定へと向かうことは不可能であるとの見解も示された。特に、事業に直接責任を持つべき実施主体や政府が誠実にその責務を果たすことがなければ、仮に第三者機関が存在しても、討論過程全体に対する信頼が損なわれ、回復困難な状況に陥る可能性も否定できないとの指摘があった。

4.2 論点項目の整理

4.1 節では、地層処分の安全確保の考えの根底および概念や具体策の成立性には、人文・社会科学的視点からみると、地層処分の専門家とは異なる様々な意見があることを確認し、その一部を示した。これに基づき、本節ではさらに検討を深化すべき項目について整理を行った。

従来、専門の異なる領域間の議論が十分になされてこなかったことを認識し、まず「学際的な協働」の必要性を取り上げることとした。

次に、学際的な協働を行うべき具体的項目について検討した。地層処分は長期にわたる安全確保がその目的であり、対象とする時間が従来の工業施設の安全が対象にしている時間枠をはるかに超えるものであるという、解決が容易ではない課題を含んでいる。安全の判断においては世代を越えた社会の価値観、倫理観に係わる専門的知見も求められることを確認した。そこで、具外的な課題の一つとして「地層処分の安全確保の考え方」を取り上げ、検討することとした。

また、不確実性を含む長期の事業にあたっては、信頼の構築と維持が特に重要な課題である。その具体的方法の一つとして、しばしば議論のある第三者機関を取り上げ、その必

要性や検討における留意点などの検討を行うこととした。

以上、取り上げて検討することとした課題は次の三点である。

まず、

- ① 学際的な協働の必要性

である。次に、その具体的な例として以下の二つを取り上げた。

- ② 地層処分の安全確保の考え方
- ③ 第三者機関の必要性と留意点

それぞれの項目に関する検討の詳細については、次の5章で述べる。

5. 抽出された課題と今後の検討の方向性

本章では、今後の検討の方向性を示すことを主な目的に、4章で整理した三つの課題について議論した結果について示す。

まず、様々な専門領域が参加して協働することの必要性に関する課題について議論（5.1節）し、協働の対象として具体的に取り上げた二つの課題についてさらに議論を深めた（5.2節）。一つは、地層処分の安全確保の考え方に関する課題であり（5.2.1節）、もう一つは、信頼の構築、維持と第三者機関の必要性に関する課題である（5.2.2節）。

5.1 学際的な協働の必要性

高レベル放射性廃棄物の地層処分に係わる法律の制定や実施主体の設立に寄与した高レベル放射性廃棄物処分懇談会、および2012年に公表された「回答 高レベル放射性廃棄物の処分について」を取りまとめた日本学術会議の課題別委員会の委員構成は、自然科学や工学のみならず、人文・社会科学系の有識者であった。これは、審議の場を企画し運営する側が、地層処分に関わる諸問題の解決を図るためには科学的、技術的議論だけでは不十分であると考えていたことを裏付けていよう。しかしながら、なぜ学際的な議論が必要なのかについて必ずしも掘り下げた検討は行われてはいなかった。

本節では、まず、技術的実現可能性から選択されてきた「地層処分」という概念が、科学技術を超えた人類社会に対する価値判断に基づいていることをについて論ずる。つまり本質的に学際的な検討を要する問題であることについて言及し、次に、これまでの学際的検討の問題点を振り返り、関係する専門領域を融合し新たなステージで課題解決へ向かうためには、学際的協働が必要であること、また、学際的協働を進める場合における留意点等について述べる。

5.1.1 地層処分が有する学際的な側面

世界で高レベル放射性廃棄物の最終処分の方策として地層処分が選択されてきた黎明期には、地質学、地質水文学、および材料工学など理学、工学の多様な分野の専門家の議論を踏まえて技術的な概念の基礎が構築され、その後、放射線学的影響に係わる安全評価の観点から、主として原子力分野の専門家がリーダーシップを取り、長期間の安全性を論ずるための方法論も含めて技術的に実現可能性のある方法としての検討が行われた。地層処分の発想が生まれた1950年代後半から、研究開発が本格化した1960、70年代には、現在しばしば取り上げられる、代替技術として可能性がある核種分離・変換技術については、経済性などの点でさらなる検討が必要であるとみなされていた²²。このような黎明期から研究開発が本格化した初期の段階では、先にも述べたように一部の国で取り組みがみられたものの、多くの国では人文・社会科学の専門家の関与は限定的であったと考えられる。当時、放射性廃棄物の最終的な取り扱いは、まず科学・技術的に最善の解決策を見いだし、

²² 例えば、”Disposal of Radioactive Waste An Overview of the Principles Involved”, OECD/NEA,1982

具現化することが必要だった、との理解が専門家や政策決定者の間で一般的であったという事情が背景にある。

高レベル放射性廃棄物の潜在的な危険性を示す指標の一つとして有害度指数（Radio-toxicity Index）があり、これは放射性物質の減衰に伴い処分後の時間経過とともに減少していくが、その廃棄物のもととなった核燃料を製造するために必要なウラン鉱石の総量と同じレベルになるまでに数万年を要することが示されている²³ ²⁴。このことから、高レベル放射性廃棄物の安全性を考えるうえで考慮しなければならない時間スケールはこのような超長期間に及び、こうした超長期の安全性を人間が監視を続けることによって確保することを保証するのは困難であり、“人間の直接的な管理に依存しなくても安全を確保することが可能”と考えられる方法の一つとして選択されたのが、地層処分（地下深くの安定した地層中に埋設隔離する）である。

長期の安全確保を人間の直接的な管理に依るとするには、受け皿となる社会が安定しており、管理をするという約束事をしっかりと守っていくことができなければならない。地層処分の専門家が制度的管理に依存しない処分を望ましいと考える背景には、これまでの人類の歴史から、実は人間活動の方が自然環境の変化よりも不確定要素が大きく、制御や管理が難しいとの経験的な知見に基づく。もちろん、自然界についても科学技術で知り得ることには常に限界があり、不確実性はなくなることには十二分に留意しなければならない。しかし、人間活動と自然環境の変化の相対的な比較、また科学技術的な実現性の検討などを多面的に考慮した上で、地層処分の専門家は、ダイナミックに変動する社会に管理を委ねず、社会の変遷や一般社会の意識から隔離し、社会との接点を極力小さくすることで安全性を確保しようとした。

このように、技術的実現可能性から検討された地層処分という概念は、人類社会に対する一つの見方に基づいている。しかしながら、人類社会に対する見方は人文・社会科学系が専門とする分野であり、地層処分を選択させた人類社会像のほかにも多様な社会像、歴史観、文明論が存在する。従来は、科学技術的な実現性に着目した検討が中心であったため、このような地層処分特有の考え方が他の視点からどのように捉えられるのか、また他の視点で考えた処分概念とはどのようなものかについて十分な議論がなされてこなかった。なお、国際的には、特に 2000 年以降、例えば、OECD/NEA のワーキング・グループ「ステークホルダーの信頼構築に関するフォーラム（Forum on Stakeholders Confidence）」においてこうした問題について精力的に検討が進められてきている。

また、人工バリアに加え天然の地質環境をバリアとして用いるという考え方は、自然界の影響緩和能力に期待するものである。ここには、自然界がある程度の汚染物質を緩衝できるとする許容能力に対する一つの考え方がある。しかし、人間以外の生態系への影響に

²³ 例えば、「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」、核燃料サイクル開発機構、平成 11 年 11 月

²⁴ 注：有害度指数が同じになれば高レベル放射性廃棄物が自然に存在するウラン鉱石と同様に安全上問題にならないということではない

係る検討は緒に就いたばかりであり、不可逆的な影響を与える可能性があるとする専門家もいる²⁵。

以上に示したように、科学的知見に不確実性があることを認識しつつ、長期の安全性を確保するにあたっては、人類社会は不確定要素が大きく、自然界はそれに比較して安定している、との認識から、地層処分が高レベル放射性廃棄物の最適な最終的取り扱い方法として選択されてきた。つまり、地層処分の考え方そのものが本質的に理学・工学による安全確保の考え方と、人文・社会科学的観点からの洞察の両輪によって支えられる学際的論点を含んでいるととらえるべきである。「処分事業を進める」ための実践的な方策を検討・実施するためのみに学際的な議論が必要だ、という考え方があるならば、これは適切な理解ではない。

5.1.2 学際的な協働において特に留意すべき事柄

学際的な議論を行ううえでは、これに参加する異なる分野の視点や考え方について相互に敬意を払うとともに建設的に問題を解決していくために協力を惜しまないことが必要であるが、そのためには特に注意を要するいくつかの事柄があることが明らかとなった。

第一に、地層処分技術の専門家は、相手の知識不足・情報不足だけが議論の障害ではないことを明確に認識する必要がある。例えば、異なる価値観に立てば、“人間の直接的管理に依存しなくてもよい”方法は、より危険で望ましくない方法と判断される可能性がある。すなわち、地層処分が“人間の直接的管理に依存しなくてもよい”方法ではなく、“管理しない／管理を放棄する”方法と受け取られている可能性を真剣に受け止める必要がある。地層処分に係る専門家は、自らが導き出した結論を解説・説明するだけでなく、結論に至った判断の背景や理由を深く理解し、これを非専門家と共有する努力が必要である。

確かに、地層処分の概念は、倫理的な原則(例えば、IAEA Safety Standard No.99、1989、将来世代への負担、将来世代の放射線防護、制度的管理への依存)を具現化する方策として練り上げられてきたものである。しかし、こうした倫理的な原則を、安易に所与の根拠、確認済みの事項として扱うことは適切ではない。それらの原則が立脚している考え方や背景が、わが国においても社会の納得や支持を得るものであるかどうか、現行の地層処分の概念がそれらを本当に具現化したものであるかどうかを確認することは、わが国の地層処分の専門家が率先して議論をリードし、合意を図るべき課題である。

なお、こうした議論を行う際には、他の領域の専門家がどのような人類社会観や自然観を持っているかを真摯に聞くことが重要である。例えば、「原子力の恩恵を受けた現世代の責任」を果たす方法には、本来は多様な選択肢がありうる。例えば、1990年代に国際機関において地層処分の環境と倫理に関する議論が行われ、地層処分を段階的に進めることで現世代の責任と将来世代の選択権を両立しうることを示した例がある²⁶。これは、現世代が

²⁵ 国際放射線防護委員会 (ICRP) Publication 122, “Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste”, 2013

²⁶ “The Environmental and Ethical Basis of Geological Disposal of Long-Lived Radioactive Wastes”

地層処分の完了までの道筋を一括して決定することこそが将来世代の責任を軽減するものだとする考え方とは異なるが、どちらも、将来世代に対する現世代の責任を真剣に考えた末に導かれる結論である。

また、前述の通り、これらの見方はそれを論ずる社会状況によっても異なりうるし、世代の変化とともに変わりうることに留意する必要がある。しかも、過去においては科学技術に関する専門的な判断は行政や専門家に一任することが選択されることが多かったが、現在はむしろ幅広い市民参加を経た意思決定が望ましいとされ、社会的な意思決定の進め方そのものについての価値観も変化してきている。

人文・社会科学の専門家の多くはこうした、「判断の複数性」を認める前提に立って地層処分の取り組みを眺め、その上で議論や意思決定、事業の進め方について問題提起や提案を行おうとしているものと考えられ、地層処分を「すでに得られた最適解」と見なしてその実現化こそが取り組むべき課題であるとする地層処分技術の専門家とは議論の出発点が異なることもしばしばある。この点を見誤り、人文・社会学者はそうした実践的課題の解決方法を技術専門家に提供すべき存在であると考えてしまうと、学際的協働は画餅となりかねないであろう。

議論の前提についての認識の違いという意味では、考慮に入れる時間スケールの違いにも留意する必要がある。前述のとおり、地層処分の専門家の説明は時に数万年後の世代の話に及ぶが、一般的には、「世代間」の問題と言っても、人類が当面責任を持つことができるのは子供と孫の世代程度であると想定され、人文社会科学の多くの専門分野も、意識的か無意識的かは別として、こうした前提を共有していることが多いものと思われる。

長期の時間軸の議論は、公平や公正についての論点と深く関わって現われることが多いが、人文・社会科学においても、そうした長期の時間軸を見据えた公平や公正についての議論が十分に蓄積されているとは言いがたい。一方が他方に教示するというイメージではなく、双方がまさに協働して見解を練り上げるべき課題の一例と認識すべきである。

ところで、長期の時間軸にわたる立論は、地層処分の安全性の評価に関する課題において特徴的に見られる。この際、地震、断層など地層処分場に影響を与える可能性のある自然現象の予測に伴う不確実性など、技術的な議論の文脈で長期性の問題が強調される場合が多い。しかし、人類の歴史にも匹敵するような長期にわたる安全確保の考え方は、その社会の価値観や倫理観にも強く影響されて立論され、正当化されざるを得ない論理である。

ところが、これまでの日本における地層処分の取り組みにおいては、こうした価値観や倫理観に関わる問題は十分に議論されてきていない。確かに、前述のように、諸外国や国際機関においては、こうした側面についての議論が深められ、取りまとめられてきた。しかし、わが国が現世代による地層処分事業への着手を社会の総意として選択するのであれば、日本社会自身が改めて主体的にこうした議論と判断を行わなければならない。他国の報告書や文献を参照し、その知を活用することはもちろん有益であり、正当だが、わが国

自身による根拠付けを代行するものではないことに留意する必要がある。

また、地層処分は閉鎖以前の事業期間だけを取っても、複数の世代間で受け継がれる事業となる。この期間の中でも、倫理観、社会観の変化が予想され、これに対する柔軟で機敏な対応が必要となると見込まれる一方で、過去の時点での意思決定の根拠や筋道が適切に参照され、論理の一貫性や事業の継続性を担保することも求められる。

さらに、理学、工学が生産する専門知もまた、時間の経過とともに精度が上がったり、より明確に現象を説明できるように進展する可能性がある一方で、研究分野の盛衰などにより、研究成果や研究開発の取り組みそのものが十分に継承されなくなる懸念も存在する。

これらの課題はいずれも、技術的専門家のみで解を出すことは困難なものであると思われる、人文・社会科学の専門家との協働が不可欠であると考えられる。例えば、研究開発計画策定の際にも、科学・技術的観点ばかりでなく人文・社会科学的観点からの検討の重要性が増してきている。

5.1.3 学際的な協働を進めるうえでの前提

学際的な協働を進めるうえでの前提として、どこまで問題が共有されているかについて確認しておく必要がある。例えば、前述したように、放射性廃棄物の潜在的有害度が数万年以上に及ぶことから、そのまま何もせず放置しておくこと（ゼロ・オプション）は受け入れ難く、何らかの対策が必要であることは広く賛同が得られる可能性が高い。

また、原子力エネルギーを利用したわれわれの世代が責任をもって対策を模索すべきであるという点も多く、賛同を得ることができるだろう。

この二つの前提を満たす対処方法には、多様な方策が考えられるが、将来世代への放射線学的な影響レベルを少なくとも現世代と同程度とし、また将来世代への負担をできる限り小さくするための最良の方策として、最終的に処分することを選択し、その方法としてわが国をはじめ世界各国で地層処分を選択してきた背景がある。

一方、それを受け入れる社会環境はダイナミックに変化している。複雑な経済活動や政治形態等の環境変遷もあり、また、情報ネットワークの多様化にとともない、社会の倫理的な価値観や安全・安心に係わる受容性の尺度も変化し続けているのが現実である。

とりわけ、日本においては、社会は東日本大震災と福島第一原子力発電所の事故を経験したことにより、自然災害や科学技術のリスク、さらには、両者が複合した災害が起きた場合のリスクについて、それらが顕在化した場合の惨禍を前に、人々の認識は大いに影響を受けた。潜在するリスクに向き合い、それを社会の叡智を結集して低減する努力がより求められるようになってきている。この考え、つまり潜在リスクに的確に対応した良い選択をするということは、高レベル放射性廃棄物の最終的な取り扱い方法について再確認、あるいは再選択する議論においても重要性を増してきていると理解される。

現世代の意思決定は、普遍的なものでなく、状況に応じて、また時間の経過に応じてその是非を問いなおすことは可能である。一度決定された事項がそのまま継続するためにはそれを拘束する法律や制度が必要とされるが、それらにしても改正や変更は可能である。

特に地層処分事業のように、閉鎖までの期間が百年以上に及ぶ事業では、継続的な見直しを含めて意思決定を再考できることを担保できる仕組み（後戻りを含む可逆性を可能にする仕組み）の整備も重要となる。現に、国際的な議論においては、少なくとも処分場を閉鎖するまでは、保守・点検とともに廃棄物の回収など、可逆性保持の裏付けとなるべき技術的な実行性が保証できる²⁷とされ、仏²⁸やスイス²⁹のようにある期間回収可能性を法的に義務付けている国もある。日本でも、安全規制に係る議論の中で、次のように述べ、少なくとも閉鎖にあたって閉鎖後の長期安全性が確認されるまでは埋設した高レベル放射性廃棄物の回収可能性を維持する考えが示されている³⁰。

「3. 閉鎖段階の安全確認

処分場の閉鎖に際しては、建設段階及び操業段階に得られたデータを追加し、安全評価の結果が妥当であることの確認を行う。また、その妥当性を確認するまでの期間は、高レベル放射性廃棄物の回収の可能性を維持することが重要である。」

地層処分が採用された場合に検討される建設および操業期間中における見直しのみならず、地層処分の実施に向かう過程における意思決定の継続的な見直しの仕組みも含め、科学技術的なアプローチでの実現性検討だけでなく、社会の仕組みとして、社会情勢に柔軟に適應できる意思決定の仕組みもこれから具体的に検討されていくことが必要である³¹。このような仕組みは、学際的な協働でのみ具体化することができる。

学際的な協働を行うにあたっては、その対象とする範囲によって参加する専門領域が異なると考えられるが、少なくとも次の各事項を合意したうえで始めることが必要である。

- ① 対象とする事案を明確にすること
- ② 対象事案に含まれる主な課題が整理され、それらを参加者が認識し共有すること
- ③ 協働開始時点で、対象事案について参加者が合意している内容と意見の相違がある内容を明確化すること
- ④ 上述の意見相違のある点について、論点を整理して議論すること
- ⑤ 協働しようとする対象事案の議論に必要とされる専門領域を特定すること

5.1.4 学際的な協働の目標

地層処分の本質的な考え方は、高レベル放射性廃棄物を人間の生活圏や環境から隔離することで安全を確保するというものだが、安全確保にあたって社会が関与し続ける仕組み

²⁷ “Reversibility and Retrievability in Geologic Disposal of Radioactive Waste, Reflections at the International Level” OECD/NEA, 2001

²⁸ "Loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs (Planning Act on the sustainable management of radioactive materials and waste) (放射性廃棄物及び放射性物質の持続可能な管理に関する計画法)" (June 28th 2006)

²⁹ “Kernenergieverordnung (KEV) (原子力令)” vom 10. Dezember 2004

³⁰ 「高レベル放射性廃棄物の処分に係る安全規制の基本的考え方について（第1次報告）」原子力安全委員会、平成12年11月

³¹ 例えば、「地層処分に関する安全コミュニケーションの考え方について」原子力安全委員会、特定放射性廃棄物処分安全調査会、平成23年1月

を組み合わせることを否定しているわけではない。社会が処分場を監視し続けるような仕組みを導入することも可能である。実際、少なくとも、廃棄物が地下に埋設され、処分場が閉鎖されるまでは、社会との共存が不可欠な事業となる。

また、前述したように、現状で高レベル放射性廃棄物を地層処分すると決定しても、処分場の閉鎖に至るまでには、今後百年以上の年月がかかることから、潜在的な影響に対する不確実性をできる限り低減するための研究・技術開発をこの期間にわたって継続して実施することが重要となるだろう。これは、将来世代の意思決定に対して適切な情報を提供することにもつながる。

この場合、科学技術の専門家が見出した様々な廃棄物対策の有効性を評価し、最善と思われる選択を重ねていく必要があるが、その際には人文・社会科学的な側面を含めた多面的な評価が不可欠であり、学際的な協働が求められる。

このように、学際的な協働の目標の一つには、社会的な意思決定への寄与がある。しかし、高レベル廃棄物処分に関する今後の社会的な意思決定における専門家の役割については一層の議論の深まりが必要だ。

例えば、原子力発電所の活断層評価の例を取っても、そもそもは活断層の存否について専門的な見解を示すことが求められたはずの専門家の判断が、わが国の原子力発電利用の今後についての大局的な判断に直結しかねないような状況が見受けられる。

科学技術に関する重要な社会的意思決定においては、専門家の学際的な協働が社会の多面的な議論に役立つことが求められる。しかし、現状では、そうした活動を促し、その成果を適切に活かす仕組みの整備は十分とはいえない。多様な専門家はその知識や能力を発揮できる環境を整え、その役割に応じて社会の意思決定に寄与するための方法や制度を整えることそのものも、学際的な協働の目標となるといえよう。

高レベル放射性廃棄物処分に関する学際的な協働の最終的な目標は、科学技術に関連する研究や技術開発だけでなく、人文・社会科学分野での研究も継続して実施し、それらを常に相互に参照して学知の質を高めて行くことで、多様な社会の要求と科学技術的な実現性を少しでも高次に両立した解を追求することなのである。

5.2 学際的な協働を深めるべき課題の検討例

本節では、前節で述べた学際的協働に関する前提や目標を念頭に置き、既往の地層処分事業における安全確保の考え方に対して、主に本委員会における地層処分为専門としない社会科学等の専門家からの意見等を整理することによって、今後の地層処分事業を考えるうえで、学際的な協働が重要となる検討項目および各項目に関わる論点について示す。

5.2.1 地層処分の安全確保の考え方について

5.2.1.1 既往の地層処分事業における安全確保の考え方

地層処分の事業においては操業期間中と、処分場閉鎖後の安全確保が求められる。本節においては、地層処分の実施主体である原子力発電環境整備機構によって示されている「地層処分事業の安全確保（2010年度版）」（平成23年9月、以下、2010R）を参考に操業中と閉鎖後長期の安全確保策について概観する。

(1) 操業中の安全確保

操業期間の安全確保については、「放射線安全」、「一般労働安全」、「環境保全」が対象となり、これらの観点から考慮される基本的な安全対策については以下のように考えられている。

(a) 「放射線安全」

操業期間における潜在的な危険性としては、廃棄物からの放射線および廃棄物から漏えいした放射性物質の摂取による地域住民および作業員の被ばくである。これらの潜在的危険性に対しては、放射性物質を限定された区域に閉じ込め、施設外への放出を防止する「操業時閉じ込め」と、遮へい体などを用いて廃棄物からの放射線による被ばくを合理的に十分低減する「放射線遮へい」を基本的な対応策とする。なお、これらの放射線安全の対策に加え、「放射線被ばく管理」を実施することにより、操業期間中の放射線安全を確保する。

(b) 「一般労働安全」

一般労働安全を確保する期間は、現地で地質調査などを開始する概要調査の段階から事業の廃止に至る期間が対象である。労働災害対策については、自然災害（地震、土砂崩れなどを要因とする労働災害）および人的災害（坑道内の落盤、水没などを要因とする労働災害）を考慮し、災害の発生・拡大防止策とともに、避難経路等の確保を行い災害時に労働者の人命や健康の防護など安全が確保されるようにする。一方、労働安全衛生面では作業環境対策が重要である。作業環境とは、地下あるいは地上施設の環境（温度、湿度、酸素濃度等）のことであり、安全対策はこれらの作業環境を労働に適するように改善または維持するために講じる。

(c) 「環境保全」

事業の各段階を通じて処分場を建設する地域の環境に十分配慮し、各段階において前段階の調査、予測および評価を行い、環境に与える影響をできる限り回避、低減して許

容可能なものとするとともに、必要に応じて代償措置（復元、創出）をとることを含めた適切な保全措置を講ずることができるようあらかじめ準備を行う。なお、当該段階においては実際にモニタリングなどを行ってその効果を確認し、必要があれば保全措置の改善もしくは追加の措置を講ずるといった、計画的かつ柔軟な対応をとる。

(2) 閉鎖後長期の安全確保

- ① 処分場の閉鎖後長期の安全確保については、従来、「隔離」と「閉鎖後閉じ込め」により達成する。
- ② 「隔離」とは、廃棄物および付随する危険性を人間社会から十分に遠ざけ、地下深部に保持することである。すなわち、生活環境から十分離された安定な地下深部に廃棄物を埋設し、侵食のような地形変動から防護すること、および地層が障壁となって偶発的な人の接近の可能性を最小にし、人が特殊な技術を用いることなしには廃棄物に接近することを困難にすることである。
- ③ 「隔離」については、自然現象による地層処分システムへの大きな影響を回避できるよう、地下深部に安定な地質環境を有する地域を選定することにより確保する。また、「人の接近の抑制」については、地下深部に廃棄物を埋設することで、人の接近の可能性を低くすること、また、経済的に価値の高い鉱物資源が存在する地域を含めないようにすることで確保する。
- ④ 「閉鎖後閉じ込め」とは、廃棄物からの放射性物質の放出および分散を防止あるいは抑制し、人間の生活圏と環境に悪影響を及ぼさないように地下深部にとどめることである（7 ページ脚注 2 参照）。閉じ込めによって、放射能の大部分、特に短寿命核種の有する放射能の大部分が処分場内で減衰し、また、長寿命核種の生活環境までの移行に非常に時間がかかるようにすることで、その間に放射能の大部分が減衰する。
- ⑤ 「閉鎖後閉じ込め」に関しては、廃棄体から浸出した放射性物質の移行を抑制し、大部分の放射性物質を廃棄体とその周辺（ニアフィールド）に閉じ込めるための対策を施す。このため、廃棄体周辺の人工バリアの設置と埋め戻し材やプラグ設置などの閉鎖措置、および、ニアフィールドの岩盤が有する天然バリアとしての特性にも期待して閉じ込めの機能を確保する。
- ⑥ なお、これらの「隔離」「閉鎖後閉じ込め」による安全確保の有効性については、安全評価によって、構築した地層処分システムの性能を評価し、最終的にあらかじめ定められた放射線防護上の要件を満足することを示すことにより確認を行う。

なお、地層処分の安全確保の考え方は、処分場操業中から処分場閉鎖後の長期にわたる安全確保まで非常に長い時間間隔の中で総合的に捉えられるべき課題であり、不確実性への対処、安全性の判断における合理的説明性等、理学、工学にとどまらず人文・社会の専門の知見も入れて今後議論を深めていくべき課題である。そのため、今後の議論

において参考となると考えられる情報を巻末に加えた。

5.2.1.2 社会科学等の専門家との議論から浮かび上がった論点

従来、地層処分の専門家は5.2.1.1に基づいた安全確保の考え方、特に地層処分に特有な問題である処分場閉鎖後長期の安全性に重きを置いた検討を進め、それについて社会に対し説明を行ってきた。これに対し、本委員会では、地層処분을専門としない社会科学等の専門家より主に以下の点についての意見があった。すなわち、第一に、操業中の安全確保に関して、起因事象の網羅性に関する意見等である。次に、説明では明示的ではなかった、閉鎖後の安全確保策と制度的管理の位置づけに関する意見である。また、閉鎖後長期の安全に関しては、超長期の安全評価に係わる不確実性の取り扱いなどが主に挙げられた。これらについて、以下(1)～(3)で述べる。

(1) 「操業中の安全確保」に関する意見

① 操業期間中の自然事象由来・人為事象由来の事故の網羅的な検討

操業期間中の安全確保については、操業期間中における想定事象を十分に検討してきているかとの指摘があった。例えば、処分場が沿岸地域に立地した場合で、廃棄体の取り扱いをしている操業期間の最中に大津波に襲われるような場合を想定し、廃棄体の流出や処分施設への大量の海水の浸入といった事態を十分に考慮しているか、あるいはこのような事態への対処に関する検討が十分に行われているか、などが例として挙げられる。

② 一般的な環境への影響評価

環境への影響を重要視すべきではないかとの指摘に加え、一般的に、地層処分事業の安全性の説明をする場合は、超長期の安全性の説明に重点が置かれ、操業中の安全確保をどのようにしようとしているかについて説明が不十分ではないかとの指摘があった。また、地層処分の場合、調査開始から建設、操業を経て閉鎖までおよそ100年にも及ぶ今までに経験のないような長期事業であり、操業期間といえども長期にわたる事業の安全性はどのように立証するのか、またその説明も不十分なのではないかとの意見もみられた。

(2) 「制度的管理」に関する意見

4章では、高レベル放射性廃棄物の処分の方法について社会的な合意を得るには、技術的観点のみではなく、社会が「不確実な科学的知見の利用」、あるいは「持続可能性」や「将来世代の権利」をどう考えるかといった、社会の価値判断と切り離せない問題であることを述べた。制度的管理の基本的考え方とその具体的な方法に係わる検討では、社会科学的な視点と工学的な適用性を合わせた議論が重要である。

検討すべき論点として「制度的管理期間の継続性/具体的な手法」、「地質環境の自律的安

定性に依存した方法」と「人間による管理」³²の継続性に関する具体的な差異」が本委員会にて挙げられた。

① 制度的管理期間の継続性/具体的な手法

従来、放射性廃棄物処分に関する制度的管理について、どのように実施されるかが議論されてきているが、安全確保策の中での位置付けや役割についても重要視すべきであるとの意見があった。

② 「地質環境の自律的安定性に依存した方法」と「人間による管理」の継続性に関する具体的な差異

地層処分の課題として、深部地質環境の長期的な安定性に対して疑念があるため、人間による管理を離れ自然環境に安全を委ねることへの不安があるとの指摘があった。また、埋設した廃棄体に不具合が生じたとしても、それを修復する方法が具体的に提示されていないとの意見もあった。

さらに、少なくとも処分場を閉鎖した直後の制度的管理が有効と考えられる期間については、制度的管理への依存性をより高くして安全を確保すべきではないかとの意見も見られた。

加えて、制度的管理期間においては、記録の保存やマーカー、掘削制限を実施することに加え、可能な限り、廃棄物の回収可能性を維持すべきであるとの指摘がなされた。

(3) 「超長期の安全性」に関する意見

検討すべき論点として「超長期の安全評価に伴う不確実性」と「超長期の安全評価の評価期間」、「数万年以上の安全性に対する保証の考え方と国や事業者の責任」および「社会の価値観、倫理観に合致した長期の安全確保の考え方」が挙げられた。

隔離と閉じ込めについて要求される水準と持続期間を満たす可能性がある地層が存在し得ることを、地層処分の専門家は1990年代に確認している。なお、わが国は変動帯に位置するものの、「第2次取りまとめ」においては、こうした日本の特徴に留意しても、地層処分に適する地質環境が存在することが提示された。ただし、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震以降、再度この点に関する疑問が指摘されている。例えば、次のような意見である。

- ・長期の安全性を評価する技術について最新の科学技術的知見に基づいているのかといった疑念を持たれており、長期になるほど不確実性の増大する断層、火山などの発生予測には科学的な限界があることを認識するとともに、その限界とともに、科学的見解を示すことが必要である。
- ・地層処分事業は科学的に示される安全性のみに依拠して進められるものではなく、世代間倫理や地上における管理のリスク等の広範な社会的判断基準によってなされる。判断

³² ここでは、「人間による管理」を「能動的な制度的管理」と同義として用いる。

基準にかかわる領域の専門家（理学、工学、人文・社会科学等）が、地層処分に対して責任を持った議論を実施すること。また、最終的には政治家が、必ずしも一致しない専門家間の判断基準に対する解釈や社会的状況を踏まえ、決断をする立場にあるのではないか。

- ・数万年以上の安全性に対する保証という論理的に不可能と思われる課題に対し、地層処分の関係者を含め、社会的な意思決定に影響のある多くの関係する人々がどのように検討を行うべきか、まずそのような検討の場やアジェンダの設定方法から考えて行く必要がある。さらに、踏み込んで、数万年以上の安全性に対する保証の考え方、および国や事業者の責任の問題について、少なくとも論点を明確に示す必要がある。

5.2.2 信頼の構築、維持および第三者機関の必要性と留意点

本委員会では、4章で示した「信頼の構築と維持についての様々な意見」から、「第三者機関」に焦点を当て、高レベル放射性廃棄物問題に関する社会全体での意思決定の質を高め、社会的な合意を進めていくための方策の一つとして、以下のような第三者機関の活用のあり方について検討した。そこで示された意見を以下に述べる。

5.2.2.1 社会全体の意思決定システムにおける第三者機関の必要性

日本におけるこれまでの地層処分に係る議論においては、推進側と反対側の二項対立の問題が顕著であり、この膠着状態を乗り越えて社会的論議を進めることの重要性は、2012年9月の日本学術会議回答にも指摘のあるところである。このように、推進側と反対側の二項対立が生じているような場合に、これを解決するための方策として、いずれの立場からも独立しているという意味で、第三者機関を活用することが第一に考えられる方向性である。この方向性では、例えば、地質環境の長期安定性に関する科学的検討について、公正な第三者が賛否両派の専門家による討議の場を管理し、見解の異同を取りまとめて社会に示すといった取り組みを行うことが想定される。

第二に、政府や事業者に対する国民の信頼が不足していると考えられる場合に、それを補うという役割も期待できうる。例えば、政府・実施主体による事業実施に対して、事業の段階ごとに第三者機関がレビューを行い、その結果を政策や事業計画に反映させていくことにより、社会の意思がより尊重されるようになり、信頼回復にも一定の寄与があるという道筋が考えられる。

第三に、様々な立場のステークホルダーが高レベル放射性廃棄物処分について、いわゆる技術的な課題（例：長期の安全性に関する評価手法についての議論、等）に限定せず、多面的に処分の問題をとらえて議論を重ね、合意を形成すべき場面においても、そのための場を提供するという役割が期待される。こうした広範な検討を継続的に実施する場は現時点では日本には存在しないが、高レベル放射性廃棄物処分の社会的課題としての性質に鑑みれば、例えば倫理的な観点から処分の道筋の妥当性を検討し、必要に応じて政策や事業計画を改定する、あるいは処分の各段階での重要な判断（例：処分場への廃棄体の定置開始の意思決定、等）を行う等、広範な社会的議論を通して合意を形成・確認すべき場面は長期間にわたって繰り返し到来する。その都度アドホックに議論の場を設定して合意を得ることは、合意の積み重ねや知識の蓄積を重視する観点からすれば必ずしも適当ではなく、恒常的な議論と合意形成の場を第三者機関が提供できれば有益であると思われる。実際、こうした対話の場の重要性を認識し、規制機関においてこれを確保する仕組みについて検討する試みも過去になされていた³³。

1998年から99年にかけて設置された原子力委員会の高レベル放射性廃棄物処分懇談会（以下、処分懇）においては、全国各地において意見交換会を開催したり、事業の推進に

³³ 「地層処分に関する安全コミュニケーションの考え方について」原子力安全委員会、特定放射性廃棄物処分安全調査会、平成23年1月

否定的な立場の専門家も加わった討論を行ったりすることにより、広く国民からの意見を取り入れつつ地層処分の事業化に向けた提言を取りまとめた。この提言にもとづいて策定された最終処分法はその時点では処分事業を進めるうえで十分な法律、制度であるとの判断が行われたものとも思われるが、その後、約 13 年を経た現在においても高レベル放射性廃棄物処分場の候補地選定が進んでいない。こうした状況については、処分懇がある種の第三者機関として取りまとめた提言の内容や審議の仕方に問題があったとばかり見なすのではなく、処分懇における取り組みがこれまでは十分に社会の意思決定に対して活かされてこなかったとの反省も必要と思われる。このことは第三者機関の活用を考える上で留意すべき論点である。

例えば、原子力委員会の政策評価報告書（2008 年）は、「今後 2～3 年の間、関係行政機関等が最大限の努力を重ねてもなお期待される成果が上がる見通しが得られないような場合には、高レベル放射性廃棄物処分懇談会報告書に立ち返って、再検討することの是非を審議すべき」との見解を示しているが、そのような趣旨を明確に掲げた再検討の場は現在まで設置されていない。実際には、日本学術会議による検討が 2010 年から 2012 年にかけて行われたが、これは必ずしも処分懇の報告を直接的に受け継ぐものではなかった。知識や経験が受け継がれつつ、必要な見直しが継続的に行われるためには、このようにアドホックな場が相互に断絶しながら立ち上がる状況は好ましくないと考えられる。

今後は、このような現状の問題点を深く認識し、ある時点での社会的議論と合意形成の結果が後の社会における意思決定に受け継がれ、かつ見直されていく仕組みを構築する必要がある。そこでは、広く様々な立場のステークホルダーが参加した討論を重ねることにより、社会的な合意形成を進める作業が継続的に実施される姿を目指すべきである。その際、処分事業の進展や社会的な状況の変遷に伴って、討論されるテーマも変化していく可能性があることは言うまでもない。

上記で示したような討論の場においては、それぞれの時点における現行政策を所与のものとし、初めから結論を特定の範囲に局限するような場の設定は避けなければならない。処分方針を予め決めてしまってから第三者機関に議論をゆだねるやり方では、むしろ多くの人から理解を得ることが困難となる可能性が高い。

5.2.2.2 技術的専門家に求められる役割

5.2.2.1 で示したようなプロセスで合意形成を進める場合には、技術者側は、複数の技術パッケージを提示することが不可欠である。選択肢が提示されないと、結局、初めから決まっているものを受け容れるか否かという問題であると認識されてしまい、国民全体の合意を得ることをかえって困難にする可能性がある。

また、何故、当該の選択肢を選んだか、議論の道筋と参照された根拠をアーカイブとして残しておき、後でトレースできるようにすることが、段階を踏んで社会全体における意思決定のプロセスを着実に進めていく上で不可欠である。

技術者側は、技術オプションのパッケージを示す際に、科学的事実に基づき十分な説明

を尽くすべきであり、あるオプションを恣意的に隠したり、あるオプションに誘導したりする説明の仕方に陥ることのないよう、あるいは、そのような疑念を社会から持たれることのないよう、特段の配慮を払うべきである。例えば、使用済燃料の直接処分と、再処理してガラス固化する場合の技術オプション、あるいは核種分離・変換オプションを提示する場合、コスト、安全性、二次廃棄物、技術開発レベル（課題）、導入する場合の既存の燃料サイクルとの整合性などのメリット・デメリットを科学的事実に基づき、かつ理学・工学の専門家の判断の幅も含めて、きちんと示すべきである。

5.2.2.3 第三者機関に求められる役割を果たす上で必要となる条件

これまで述べたような第三者機関の活用を図るにあたっては、当該の第三者機関に対して、討議の場の管理や意思決定そのものを付託することに関し、社会の側が十分に納得した形で、制度が定着するかどうかを鍵となると考えられる（信頼のエージェントとしての位置づけ）。

そのためには、第三者機関の設立と運営のあらゆる局面において、広く社会全体から公正と認められるような、信頼できるプロセスが徹底して適用されることが不可欠であり、透明性や公平性、検証可能性などが重要な要素となると考えられる。

とりわけ、第三者機関における討論に、どのような立場の人間が参加するのか、また、それをどのような手続きによって決定するか等、討論の「場の設計」の仕方こそが、信頼を得る上で最も重要なポイントとなる。

また、5.2.2.1で示した三つの役割のうち、第一の役割については、参加者が持つ見解のバランスと専門的能力に注意して討論の場を設計すると共に、運営する側にも一定以上の専門知識が必要であることに留意すべきである。

第二の、事業のレビューを担う第三者機関は、まず事業の現状評価を行うため、法律、制度論、住民参加手法などの手続きに関する専門家がスタッフとして加わり、事業推進側とそれを受け容れる側の双方の意見を十分に分析することが必要である。次に、レビュー結果を次のステップに確実に反映し改善することが求められるため、政府が設置するか、あるいは政策決定機関の支援によって第三者機関が運営されるなど、手続きのみならず結果の反映が約束された仕組みをつくる必要がある。

第三の役割については、専門家から一般市民への情報が一方通行とならないように、政策決定機関が認めたテクノロジー・アセスメント機関³⁴が参加型手法³⁵を用いて実施するの

34 テクノロジー・アセスメント：

従来の研究開発・イノベーションシステムや法制度に準拠することが困難な（先進）技術に対し、その技術発展の早い段階で将来の様々な社会的影響を予期することで、技術や社会のあり方についての問題提起や意思決定を支援する制度や活動を指す。評価の対象は技術自体だけではなく、その社会的影響であり、評価は基本的に政治的・社会的プロセスとなる。技術専門家だけの議論や評価では不十分であり、学際的アプローチが必要で、不確実性や価値の多様性を考慮に入れることが不可欠とされている。テクノロジー・アセスメントの成果は、政策提言ではなく、意思決定を支援するための選択肢の提示とその比較である。

35 参加型手法

OTA（アメリカ連邦議会技術評価局：Office of Technology Assessment）で多く実践された、専門家を中

が理想的と考えられる。現状では、このような機関は日本に存在しない。ただし、テクノロジー・アセスメントの社会実験的な研究はいくつか行われており、それらに関わった研究者や科学と社会との問題を研究している機関（例えば、科学技術社会論学会（STS学会）など）に、継続的な活動を可能とするための制度設計を委託することがひとつの可能性として考えられる。

心とする科学的分析手法がしばしば「古典的手法」といわれるのに対して、欧州において発展した、参加を促進する様々なタイプのTAが「参加型手法」といわれる。参加型手法が生まれた背景には、これまでの科学技術へのかかわりが専門家や行政による一方通行的であったことへの反省と、「一般市民」の科学技術に対する価値観の把握、より民主的で双方向的な方向性の模索があった。参加型手法には、コンセンサス会議のほか、カフェセミナー、市民サミット、市民陪審等様々な手法が開発されており、欧州以外の国々にも大きな影響を与えている。

6. おわりに

地層処分は、長年にわたる国際的な研究・開発および超長期の安全性確保に関する議論の結果、高レベル放射性廃棄物の最終的な取り扱いとして、現時点で最も実現可能性の高い方法であると考えられてきた。しかしながら、事業化を目指す段階で多くの国が人々の反対という大きな壁にぶつかり、社会との相互作用の中で段階的アプローチや可逆性・回収可能性などを検討してきている。残念ながら、わが国においては諸外国の動向を調査・分析し、そうした動向を認識しつつも、日本国内で異なる専門分野、特に人文・社会科学系の考え方や社会の視点・価値観との積極的な相互作用を意図した活動は十分行われてこなかった。また、人文・社会科学系の専門家が議論に参加する場合でも、事業推進のための方策の提案を期待し、それぞれの専門領域に根ざした考え方を聞くような場はまれであった。

本委員会では、地層処分の専門家集団による従来の議論の内容や進め方に関する問題点を十分認識し、地層処分の専門家と社会科学の専門家との意見交換を重視した検討を行ってきた。議論を進める中で、地層処分の専門家が考えていなかった社会の捉え方、考え方、価値の置き方が提示されることとなった。本委員会は、こうした経験を踏まえ、従来とは根本的に異なる学際的な協働に今後取り組むべき重要課題を以下のように提言としてまとめる。これらはいずれも、地層処分に関する根源的な課題であり、社会の今後の意思決定にとっても重要であると考えられるものである。

なお、本委員会の検討の過程で随時見られた指摘事項として、専門家が地層処分の開発を進める中で、代替技術をどのように考えて地層処分を選択してきたか、地層処分の専門家以外にその情報が殆ど伝わっていないとの意見も出された。代替技術については、日本学術会議でも提言がなされるなど社会的関心は強いことから、今後の検討課題として含めることとした。

また、5.1.2 で述べたように、研究分野の盛衰により科学技術的知見の継承が中断することは大きな問題であり、わが国ではすでにその兆候が見られるとの指摘がある。こうした懸念に対しても、新たな枠組みとして構築すべき学際的な協働の仕組みの中で考慮されることが必要である。

日本原子力学会ならびにその会員は、以下に提示する重要検討課題のいくつかについては、優先度や議論の場としての適切性を考慮したうえで、関係する学術的な議論に積極的に関与し、またそのための場を提供するべきであるとする。

① さらに学際的な協働の必要性

本委員会では地層処分概念、ひいては高レベル放射性廃棄物の管理・処分そのものがその本質において学際的な性質を持つことを確認した。その上で、特に日本において、真に確かな社会的支持の得られうる放射性廃棄物処分方策をつくりあげるためには、技術的な検討に加えて、倫理的な側面を含む多様な学際的観点からの、なおいっそうの検

討が必要であるとの認識に至った。

しかし、本委員会が今回議論を試みた論点はそれら検討課題の一部であり、今後も学際的な協働を継続・深化することが必要である。

なお、2章において示したように、本委員会の基本的スタンスとして、現時点で地層処分が高レベル放射性廃棄物管理の最終的解決策の有力な選択肢であることは認識したが、それは、「処分事業を進める」ための実践的な方策を検討・実施するために学際的な議論が必要だ、という考え方とは異なるものである。場合によっては、現行の処分事業を見直すことや、地層処分以外の代替的な解決策についても考慮することさえも、学際的な協働を経た結果の見解としてなされる場合もありうることも認識している。結論を先取りせず、オープンエンドで真摯な議論を重ねることが、学際的な協働を深めるためには必要である。学際的な協働のあり方そのものについて議論を継続し、それをより実りあるものとするための努力を継続しなければならない。

② 社会にとって望ましい価値と地層処分概念についての多面的な検討

社会の倫理観、価値観に合致する地層処分の在り方についての検討、現世代の責任と将来世代の選択を両立させるような地層処分についての検討、意思決定の可逆性と責任の範囲についての検討などを通じ、地層処分という概念そのものについて検討を進める。それらの検討においては、社会の意思決定の倫理的な正しさについての検討と、それらについての選択肢を確保しうる工学的対応（例えば、回収可能性の担保）の関係など、理学、工学と人文・社会科学の多面的な視点を融合して、地層処分という概念そのものについて検討を進める。このような協働作業を通じ、社会にとって望ましい価値に沿う地層処分概念を改めて考える必要がある。

③ 地層処分の長期の安全確保の考え方

現世代への潜在リスクと遠い将来の人類および環境への潜在リスクに関するバランスのとれた考え方、地質環境の長期安定性に基づく自律的安全確保と人間が直接的に関与する安全確保策との関係、地震・断層等自然現象の将来予測に関する専門家の議論において一定の統一見解を導く方法論の確立等、いわゆる「安全確保」の考え方について、現代の倫理観、価値観も踏まえた考え方を示す必要がある。これについては、さまざまな学術的領域を横断した判断を求められる課題であるとの認識に基づき、検討すべき具体的なテーマに関係する領域を特定するとともに、より実効性のある検討を行わなければならない。

④ 第三者機関の必要性和留意点

地層処分概念、安全確保の方法とその評価、地層処分事業の進め方、いずれの取り組みもすべて、社会の信頼を得られない限り進展しない。社会的に公正で、かつ技術的に妥当なかたちで取り組みを進めるためには、第三者機関の活用が有効とされるが、その具体的なあり方や活かし方について、日本の状況にあった内容を検討する必要がある。

⑤ 代替技術の実現可能性と技術開発および選択の方法に関する考え方

現在、しばしば提起される地層処分の代替技術は、長期貯蔵と核種分離・変換である。それらと地層処分を比較検討する際の前提、論点と比較すべき評価軸を学際的に明確にしつつ、各技術間の得失を明らかにした比較検討を行う必要がある。ここで留意しておくべきことは、長期貯蔵も核種分離・変換も共に高レベル放射性廃棄物管理の最終的な解決策とはなり得ず、いずれは地層処分のような最終的な廃棄物処分の方法が必要になるということである。

また、代替技術と地層処分の間での選択について、その意思決定の段取り（例：最終決定を行う時期、最終決定の方法、等）、についても併せて議論を深めることが重要である。なお、その後においても誰もがその選択の道筋と最終決定に至る考え等を辿ることができるようにしておくことも必要である。

⑥ 技術や知識の継承と専門家の人材育成

わが国における地層処分研究開発はすでに30年を超える実績を有し、総合的な評価書の取りまとめを行うまでの技術レベルに達した。しかし、ノウハウも含め、蓄積された技術や知識を今後も継承し、設計、建設、操業から閉鎖にいたる100年を要する事業展開を行うにあたっては、単に記録保存といった面ばかりでなく、より価値の高い知識を生み出すことができるような有機的な知識マネジメントに基づく技術継承や人材育成のあり方についても、速やかに考え方を明確にして取り組む必要がある。

さらに、高レベル放射性廃棄物の管理や処分全体を通して、その取り組みは長期間にわたり、かつ、様々な事柄を考慮した総合的な判断や決定が重ねられていくものであることから、技術や知識の継承に加えて、意思決定の筋道や根拠を常に後からさかのぼって確認できるよう、関係する知識や情報を引き継いでいくことも極めて重要である。このための方策についても、議論を深め、対処方策を充実させる必要がある。

⑦ 社会に対する専門知の提示のあり方

東北地方太平洋沖地震に引き続き発生した福島第一原子力発電所の事故後現在に至るまで、放射性物質で汚染された土壌等の扱いや、事故を起こした原子力発電所サイトに貯蔵されている使用済燃料の取扱い等がマスメディアで頻繁に報道されてきている。一般の市民にとっても、使用済燃料の扱いを含めた放射性廃棄物の処理・処分問題は、事故以前に比べより身近になるとともに緊急性の認識が高まってきており、その必要性は社会の幅広い層において共通認識になってきていると思われる。

一方、4章で述べたような地層処分に関係する異なる専門間での見方や意見の相違はもちろん、これまでの取り組みの経緯や様々な意思決定・判断の根拠などについては、一般の市民に広く知られてはいないと考えられる。

地層処分をめぐる従来の議論においては、狭い範囲の専門家の間での閉じた意思決定プロセスとなっていた可能性があることを認識し、これを改める必要がある。今後学際

的な議論を深めながら高レベル放射性廃棄物の管理・処分の問題に取り組むに当たっては、「議論の結果や判断の内容を知らせる」「それに対する理解を求める」という姿勢ではなく、広く社会の様々なステークホルダーと「ともに議論を深め、対処方策を共創する」ことが求められる。このような意識のもと、具体的に何をすべきか、何ができるかを常に意識しながら学際的な協働を深めていくことが重要である。

付録 5章の参考：安全確保に係わる今後の論点議論における参考とすべき情報

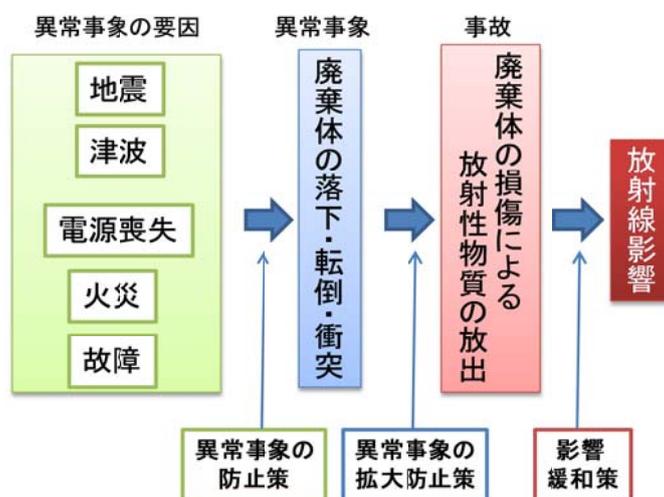
5.2.1.2 の意見等に関し、今後わが国で議論を進める際に参考になるとと思われる情報として、原子力発電環境整備機構（NUMO）等の現状の考え方を参考として以下に示す。

(1) 「操業中の安全確保」に係る検討状況

(a) 操業期間中の自然事象由来・人為事象由来の事故の網羅的な検討

(2010R における事故事象の現行の取り扱い)

地震、火災、津波、電源喪失などの異常事象の要因を起点として、最終的に事故まで発展するには、操業中に廃棄体が装置から逸脱し落下、転倒、あるいは搬送装置の逸走などにより施設壁面に衝突するような異常事象が発生し、さらに廃棄体が損傷するなどして、漏えいした放射性物質が空气中に放出されるという過程を経る。従って、異常事象に対する安全対策の考え方は、廃棄体の落下・転倒・衝突などの異常事象の発生防止対策を要因ごとに検討する。さらに異常が発生した場合に備えて放射性物質の飛散などを防ぐためのフィルタなどの除染機能を有した機器を含む換気系設備などによる異常拡大防止対策を施した上で、万が一、事故にまで発展した場合は、除染などの事故の影響緩和策を実施することを基本とする。



(b) 放射線由来ではない、大規模事業に由来する一般的な環境への影響評価

国が定めた環境影響評価法においては、地層処分を対象としていないものの、実施主体である NUMO は、サイト選定段階から環境への影響を考慮した取り組みを実施することである。

(NUMO における現行の取り扱い)

事業期間中の環境保全対策は、対策を施す環境要素を分類し、それぞれの環境要素に対して適切な対策を実施する。基本的な考え方を以下に示す。

- ✓ 事業の各段階を通じて処分場を建設する地域の環境に十分配慮する。
- ✓ 事業の各段階で生じる環境への影響について、それぞれの段階の前段階で調査、予測および評価を行い、環境に与える影響をできる限り回避、低減するとともに、必要に応じて代償措置（復元、創出）をとることを含めた適切な保全措置を講ずることができるようあらかじめ準備を行う。
- ✓ 当該段階においては実際にモニタリングなどを行ってその効果を確認し、必要があれば保全措置の改善もしくは追加の措置を講ずるといった計画的かつ柔軟に対応する。

対策を施す環境要素は、以下の環境要素を基本とし、環境保全対策を行うことにより事業期間中の環境影響をできる限り回避、低減する。

- ✓ 環境の自然的構成要素の良好な状態の保持；人の健康、生活環境および自然環境に影響を及ぼす環境要素
- ✓ 生物の多様性の確保および自然環境の体系的保全；動物・植物・生態系を対象にした環境要素
- ✓ 環境への負荷低減；事業実施により発生する環境への負荷を対象にした環境要素

(2) 「制度的管理」に係る検討状況

(a) 制度的管理期間の継続性/具体的な手法

日本国内における制度的管理については、特廃法において「保護区域の設定」および「記録の永久保存」が定められている。なお、制度的管理における具体的な実施期間や具体的な手法については、今後、事業が進むとともに明らかになると考えられる。

そこで、本論点の検討に資するために、諸外国における制度的管理の手法、および、実施期間について現状の情報を取りまとめて示すこととする。

表 諸外国における制度的管理

国名	土地利用管理・制限	マーカー(標識)	モニタリング・監視	記録保存	管理期間	人為事象シナリオ上の取り扱い
米国	○	○	○	○	— (低レベルでは100年)	—
フィンランド	○	—	○	○	記録を永続的に保管 (新規制ドラフトでは200年)	— (新規制ドラフトでは管理期間(200年)を考慮)
スウェーデン	—	—	—	○	—	—
ドイツ	—	—	○	○	記録の保存は、 最低500年	—
スイス	○	○	○	○	—	—
フランス	—	○	○	○	人間侵入措置期間：500年以上	500年後から実施
カナダ	○	○	○	—	—	制度的管理が安全機能として信頼できる期間の情報を要求
英国	—	○	○	○	廃棄物定置後からモニタリング期間：300年	制度的管理終了以後から実施

(b) 「地質環境の安定性」と「人間による管理」の継続性に関する具体的な差異

本論点の検討に資するために、海外における制度的管理の取り扱いについて、「地質環境の安定性」に対する「人間による管理」の継続性に係る議論について示す。

(i) 国際機関における地質環境の安定性と評価の可能性に係わる見解

高レベル放射性廃棄物の取り扱いに関し、人間による管理と自然環境の閉じ込め性に委ねることについて世界的なレベルで議論した例として、経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)の放射性廃棄物管理委員会(以下、「NEA管理委員会」)が1990年代の前半に行った活動がある。NEA管理委員会により取りまとめられた報告書「地層処分環境および倫理的基礎」(OECD/NEA、1995)(以下、「環境倫理報告」)では、放射性廃棄物処分の専門家の集約意見として、「地層処分は、隔離の要求される水準と持続期間を満たす可能性があることが示され得る」と結論している。一方、その評価については、NEA管理委員会と国際原子力機関(IAEA)の国際放射性廃棄物管理諮問委員会による共同声明で、「将来の状況の評価に不可避免的に伴う不確実性を含め、その評価の可能性と信頼性」が確認されている。

(ii) OECD/NEAによる人間の管理に対する見方

上述した環境倫理報告では、人間による管理の継続性について、次のように述べて長期にわたり依存することの不合理を指摘している。「廃棄物管理方策は、不明確な将来に対して安定した社会構造や技術の進展を仮定することに基づいてはならない。むしろ能動的な制度的管理に依存しない受動的に安全な状態を残すことを目指すべきである。」

(3) 「超長期の安全性」に係る検討状況

(a) 超長期の安全評価の不確実性

超長期の安全性を評価する場合、地質環境の将来予測に伴う不確実性等があげられる。そこで、不確実性の取り扱いに係る議論に資するため、国内外における不確実性に係る取り扱いについて整理した。

(i) 日本学術会議の見解³⁶

日本学術会議ではこのことを、「超長期にわたる安全性と危険性の問題に対処するにあたっての、現時点での科学的知見の限界」と指摘している。

(ii) 国際機関、海外機関での不確実性の取り扱い

- ① 地層処分の安全性は、地質学的事象などの起因事象の影響度のみによって評価されるのではなく、まず、放射性物質が埋設された場所から放射性核種が移行することを抑制する工学的バリアと埋設場所から人間の生活環境の間に存在する自然のバリアをあわせ、多重バリアの性能も評価することによって評価される。
- ② ①で示した安全性の評価方法に対し、超長期の時間枠の中で、事象や現象の発生の予測に伴う不確実性を踏まえた評価を行うことは地層処分の専門家は認識している。
- ③ 地震や活断層など地質学的事象の発生の予測とその影響度の見積もりについては、専門家の間でも意見が分かれる場合がある。その場合の方法論については、例えば、米国原子力規制委員会(NRC)のNUREGレポート(NUREG/CR-6372)で示されたような確率論的地震影響度解析(PSHA)の評価手法などを参考に議論を深める必要がある。

(b) 超長期の安全評価の評価期間

安全評価においては、一般公衆における被ばく評価等を実施する。第2次取りまとめ(JNC、1999)等の既存の報告書では数十万年から数百万年の間に最大線量が算出されるケースが報告されている。

百万年オーダーの評価期間では、地質環境の不確実性が大きく、その期間における最大線量は信頼性が著しく低いと考えられる。そこで、評価期間について、評価の信頼性

³⁶日本学術会議、「回答 高レベル放射性廃棄物の処分について」、2012.9.11

および、安全性に対する説明の観点から、百万年超の取扱いについての議論が重要である。

そこで、本論点の検討に資するために、国内外の評価期間に関する取り扱いについて整理した。

(i) 国内

(高レベル放射性廃棄物の処分に係る安全規制の基本的考え方について (第一次報告))

「あらかじめ基準値として定められた放射線防護レベルを超えていないこと等を確認することがその基本である。」

(第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方、原安委、2010.8.9)

「埋設した放射性固体廃棄物に起因して発生すると想定される放射性物質の生活環境に及ぼす影響を、シナリオごとに周辺住民あるいは特定の近接者個人が受ける線量として評価した値の最大値が出現するまでの期間を評価期間に含むこと」

(第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈の制定について)

「廃止措置の開始以後において評価の対象とする期間は、シナリオごとに公衆が受ける線量として評価した値の最大値が出現するまでの期間とする。」

(ii) 国外

地層処分を進めている海外では、安全性を評価する時間枠として、100 万年上限としている場合がある³⁷。また、安全評価は、バリアの機能が必要とされる期間として少なくとも 1 万年を対象にしなければならないとしている国もある。その上で、それより長期に関しては、10 万年まであるいは氷河期までの定量的なリスク目標値の達成度で示す必要があるが、10 万～100 万年までについては補完的な指標での定性的な評価を求めている場合もある。

³⁷ 例えば、スウェーデンの規則、SSMFS 2008:37 「使用済燃料及び原子力廃棄物の最終管理における人間の健康と環境の保護に関する放射線安全機関の規則／一般勧告」より「一般勧告、第10条から第12条に関して：期間」

