

高レベル放射性廃棄物の管理方策の 選択に関する意思決定プロセス

— スイスと英国を例として —

Decision-making Process on Selection of Management Policy for High-level Radioactive Waste

— As an Example of Switzerland and United Kingdom —

日本原子力研究開発機構 核燃料・バックエンド研究開発部門

大澤 英 昭

Sector of Nuclear Fuel, Decommissioning and Waste Management
Technology Development, Japan Atomic Energy Agency

Hideaki OSAWA

関西大学 社会安全学部

広瀬 幸 雄

Faculty of Societal Safety Sciences,
Kansai University

Yukio HIROSE

北海道大学 大学院文学研究科

大 沼 進

Graduate School of Letters,
Hokkaido University

Susumu OHNUMA

甲南女子大学 人間科学部

大 友 章 司

Faculty of Human Sciences,
Konan Women's University

Shoji OHTOMO

SUMMARY

The purpose of our study is to understand decision-making process on selection of management policy for high-level radioactive waste. We compared decision-making process between Switzerland and UK by document review. The results show that decision-making process in both Switzerland and UK have similar features on flow of decision-making, comparative criteria for selecting options of management policy, and trade-off regarding intergenerational fairness, except for manner of public participation. The decision-making was performed extraction of options, establishment of comparative criteria, assessment and selection of options in turn. As comparative criteria, safety and intergenerational fairness etc. were considered to be important. The position of 'Deal with it now by waste disposal' emphasizing the responsibility of the present generation had a trade-off relation with that of 'Leave it until later by long-term storage' emphasizing the rights of future generations. The sense of values, recusing HLW repository as so-called troublesome facility against future and present generation, appeared to be mitigated through the consideration of trade-off relation described above. As a result, both countries have chosen geological disposal considering reversibility of decisions and

retrievability of radioactive waste.

Key Words

High-level radioactive waste, management policy, decision-making process, intergenerational fairness, trade-off, safety

1. はじめに

原子力発電に伴って発生する高レベル放射性廃棄物 (High-level radioactive waste, 以下 HLW) は、時間とともに放射性崩壊によって減衰するものの、その潜在的危険性は数万年以上継続するといった特徴を有する^[1]。そのため、最新の科学技術の知見に基づき様々なリスクを考慮した上で長期的な安全性が確保できる管理方策を選択するとともに、それらを市民やステークホルダーが受け入れることが必要になる。

HLW の管理方策については、これまで国際機関や世界各国で様々な方法 (地層処分, 宇宙処分, 海洋底処分, 氷床処分, 人間による長期管理など) が検討された。このうち、宇宙処分は HLW を宇宙に運ぶための発射技術等のリスク, 海洋底処分や氷床処分は国際条約などにより持ち込みが禁止されており、それぞれ実現は難しいと考えられた。また、人間による長期管理 (恒久的な管理) は実用面から難しく、また将来世代にまで監視の負担を負わせることから世代間倫理にも抵触すると考えられた。このため地層処分が、他の方法と比較して、最も問題点が少なく、実現可能性があることが国際的に共通した認識となっている。地層処分の安全確保の基本的考え方は、長期にわたって安定な地層 (天然バリア) と複数の人工バリアを組み合わせた多重バリアシステムによって、放射性物質を長期間にわたって閉じこめ、人間とその生活環境へ有意な影響が生じないようにするというものである^[2]。

しかし、日本では、2015 年 10 月、2016 年 2

月のアンケート調査⁽¹⁾の結果によると、HLW 問題は、現世代で解決すべき問題であると思われるものの (2015 年: 70.0%, 2016 年: 74.5%), 地層処分は最も信頼できる処分方法であるとは必ずしも思われていない (2015 年: 23.3%, 2016 年: 22.0%)^[3]。一方で、2008 年に行われたユーロバロメーター調査⁽²⁾などの結果をみると、フィンランド、スウェーデン、英国、スイス⁽³⁾などで、「地層処分が高レベル放射性廃棄物の長期管理に関し、最も適切な解決策である」という質問に対し、同意あるいはどちらかと言えば同意が 40%を超えている (フィンランド: 65%, スウェーデン: 63%, 英国: 43%, スイス: 46%, EU27 各国の平均は 43%)^{[4][5]}。

本稿では、現在までに、サイト選定における市民やステークホルダーとのコミュニケーションを「参加し、交流し、協力する」という双方向的な方式に変え、それらを実行してきていて、かつユーロバロメーター調査において「地層処分が高レベル放射性廃棄物の長期管理に関し、最も適切な解決策である」という質問に対し、同意あるいはどちらかと言えば同意が 40%を超えているスイス及び英国を取り上げて、HLW の管理方針の決定に対し、どのような社会的なプロセスを経て意思決定が行われたのかを考察する。

2. 分析の枠組み

高レベル放射性廃棄物の地層処分施設の社会的受容に関しては、これまで文献レビューやインタビュー調査により政策過程や紛争要因を事例分析した研究^{[6][7][8][9][10]}などや、アンケート調

査などの定量的データに基づき社会的受容の規定因を分析した研究^{[11][12][13][14]}などが行われている。

HLW 管理事業の意思決定では、事業がどのように公正な手続きを経て決定されるのか（手続き的公正さ）、事業により享受する便益や負担する費用やリスクがそれらの影響を受ける人々に公正に配分されるのか（分配的公正さ）をどのように担保するのが重要になる^[7]が、HLW 管理方策の意思決定プロセスを取り上げて、公正さという観点で複数の国を比較した事例研究は少ない。

手続き的公正さについては、望ましくない結果であっても公正な手続きによって決められた場合、人々が決定を受け入れる傾向が高くなることが指摘され^[15]、それらを満たすためには「情報のアクセス性の十分さ」、「意見表明や議論の機会の十分さ」、参加者の代表性、「意思決定の正当性」が重要であることが指摘されている^[7]など。

分配的公正さについては、地層処分施設が社会全体として将来の便益のために必要であるとしても、そのリスクや費用を誰が負担するのかという点で不公正感が生じることになる。長期にわたりそのリスクの影響が及ぶ可能性がある地層処分施設のような NIMBY（Not In My Back Yard）問題を有する施設の立地プロセスでは、世代間公正（時間的側面）、世代内公正（空間的側面）、補償の配分（経済的側面）などにしばしば直面するとされている^[16]。世代間公正については、原子力発電の便益を享受している現世代と、放射性廃棄物を受け継がなくてはならない将来の世代で、その責任をどのように配分するのが公正かといったことが問題になるため、HLW 管理方策の選択において合意形成のポイントとなる。また、世代内公正及び補償の配分については、電力などの供給を受けて繁

栄した都市などの受益圏と、既設の原子力施設があり放射性廃棄物を保有している地域や地層処分施設などの立地など負の分配を受ける地域といった受苦圏で、どのようにその責任を負担すると公正か、といったことが問題になるため、サイト選定における合意形成のポイントとなる。

本稿では、HLW 管理方策を対象に、スイス及び英国の事例を時系列的に分析し、その意思決定がどのようなプロセスで行われたのか、そのプロセスの中でどのような手続きで公正さ（手続き的公正さ）が担保されたのかを分析する。

また、HLW 管理方策の選択は、技術的側面のみならず、上記に示した公正さに関する倫理的な問題、すなわち人々の価値観を含む問題であり、技術的側面と倫理的側面（特に、世代間公正に関する人々の価値観）の両面を考慮して意思決定を行っていく必要がある^[17]。そのため、本稿では、HLW 管理方策の選択において、技術的・倫理的側面に関しどのような評価基準が考慮されたのか、どのようなプロセスで合意に至ったのかについて、ドキュメントレビューに基づき事例分析する。

なお、本稿で事例分析の対象としたスイス、英国は長期的に安定であった地質環境が存在し、活断層、火山などを有する日本とその特徴が異なる。そのため、HLW 管理方策の選択の意思決定における基準や重要度が異なることも考えられ、本稿の事例分析の結果が直接的に日本に適用可能かどうかは慎重に扱う必要がある。

3. 地層処分事業の概要

3.1 スイス

スイスでは、中・低レベル放射性廃棄物処分場計画において、ヴェレンベルグ放射性廃棄物管理共同組合（GNW）が、1994年にスイス中部のニドヴァルデン準州ヴェレンベルグにおける処分場建設計画を発表し、概要承認⁽⁴⁾手続を

開始したが、1995年6月、2002年の州民投票で否決され、ヴェレンベルグ・サイトを断念した経緯がある（図1）^[18]。

1998年に、連邦評議会により「エネルギー対話」ワーキンググループが設置され、新しい原子力法の制定に向けた検討が開始された。その後、連邦政府の環境・運輸・エネルギー・通信省（UVEK）により、1999年に「放射性廃棄物の処分概念に関する専門家グループ」Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfall；以下、EKRA）が設置された。EKRAでは、技術と社会の両面から問題が検討され、「監視付き長期地層処分」という概念が提案された。それらに基づき、新たな原子力法が2003年に制定され、2005年の同法の施行に合わせて、新たな原子力令が制定され、「監視付き長期地層処分」の方針が法律で明確化された（詳細は4.1参照）^[18]。

地層処分施設のサイト選定は、2008年に連邦政府により示された特別計画「地層処分場」に基づき3段階で進められている。

3.2 英国

英国では低・中レベルの放射性廃棄物の処分施設立地選定を担う機関であった原子力産業放射性廃棄物執行部（Nuclear Industry Radioactive Waste Executive；以下、Nirex）が候補地をスクリーニングし、セラフィールドを有望オプションとして選定した。その後、岩盤特性研究所のみを先行する計画を発表したが、カンブリア州議会が反対したため、1997年に環境大臣が計画を棄却した（図2）^[9]。

その後、英国政府によって設置された第3者組組織である放射性廃棄物管理委員会（Committee of Radioactive Waste Management；以下、CoRWM）において、高レベル放射性廃棄物の管理方針などが検討され、

地層処分が選択された（回収可能性⁽⁵⁾については、後日、規制機関と地域社会との協議で決定することができるとされている）。政府はCoRWMの勧告を受けて、地層処分の実施を含む管理方針を決定し、地層処分の実施主体を原子力廃止措置機関（NDA）と定め、白書「放射性廃棄物の安全な管理—地層処分の実施に向けた枠組み」を2008年に公表した（詳細は4.2参照）^[18]。

これに基づき、地層処分施設選定に関する政府との協議に関心がある自治体の募集が開始されたした。

4. HLW 管理方策選択の意思決定プロセス

4.1 スイス

スイスでは、ニドヴァルデン準州ヴェレンベルグに処分場建設計画が、1995年6月の州民投票で否決された（図1）。否決の主な理由は、探査坑における調査の完了から処分場建設までの間に投票などの可能性がないこと（段階的アプローチの欠如）と、処分概念にモニタリングと回収可能性に対する十分な考慮がされていなかったこととされている^[19]。

一方、スイスでは、原子力分野における規制が数多くの法令に分散していたことなどの理由から、原子力分野の法制度の刷新に向けた検討のため、1998年に「エネルギー対話」ワーキンググループ（Energie-Dialog Entsorgung）が連邦評議会により設置された（座長はチューリヒ大学社会倫理学研究所所長、原子力発電所運転者、放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA；放射性廃棄物の地層処分施設のサイト選定調査・評価、サイトの提案を行う実施主体）、環境団体（スイスエネルギー財団、グリーンピース）、関係連邦庁、放射性廃棄物管理委員会（KNE）、原子力施設に発現するニートヴァルト住民の会（MNA）の代表各1名で構成）^{[18][20]}。本ワーキ

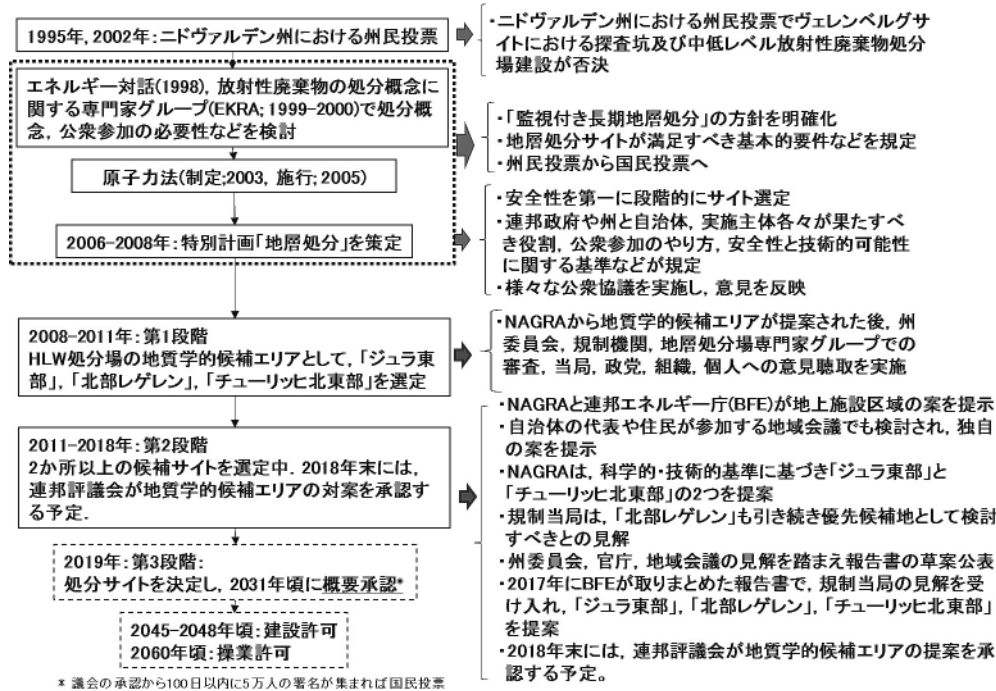


図1 スイスのHLW地層処分事業のこれまでの経緯

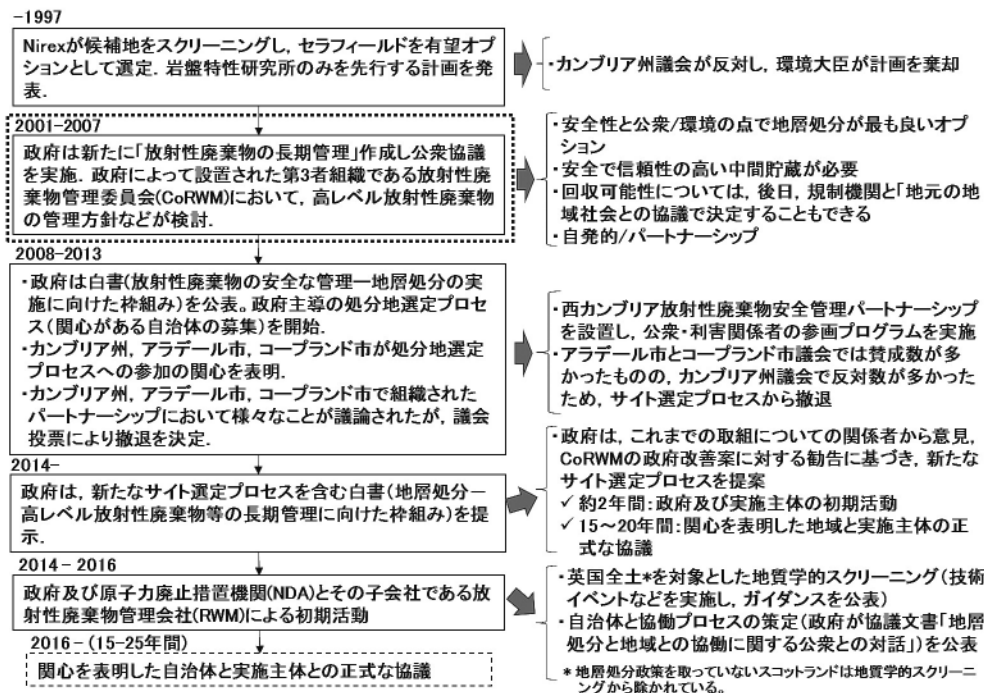


図2 英国の地層処分事業のこれまでの経緯

ンググループでは、原子力利用の将来の姿や、再処理か直接処分かを含め、原子力利用のため

の倫理的原則問題、放射性廃棄物の管理方策など、様々な課題が検討された。その結果、放射

性廃棄物管理方策に関しては、生命基盤の保護の必要性などについては合意に至ったが、その他の課題に関しては合意に至らなかった。例えば、将来世代への責任（倫理的原則問題）については、「将来の世代に問題を残してはならない」という意見と、「取り返しのつかない段階に踏み込んでではない（将来世代の選択の権利）」という2つの意見がトレードオフの関係となり合意に至っていない（図3）^[20]。また、放射性廃棄物の管理方策については、従来の中間貯蔵より永続性のある管理方策が必要であること、そのまま放置することはできないという点では合意が見られたが、「最終処分」と「長期貯蔵による管理」の2つのオプションがトレードオフの関係となった。これら2つの意見は、前述した将来世代への責任の取り方と密接にかかわっていると推察される。すなわち、最終処分という責任の取り方は、「将来の世代に問題を残してはならない」という意見が背景となっており、一方で、「長期貯蔵による管理」については「取り返しのつかない段階に踏み込んでではない（将来世代の選択の権利）」という意見が背景となっている。本ワーキンググループでは、これらに対し、放射性廃棄物の回収可能性に関する検討の継続し、監視付き長期地層処分を加えて比較検討すること要求している。

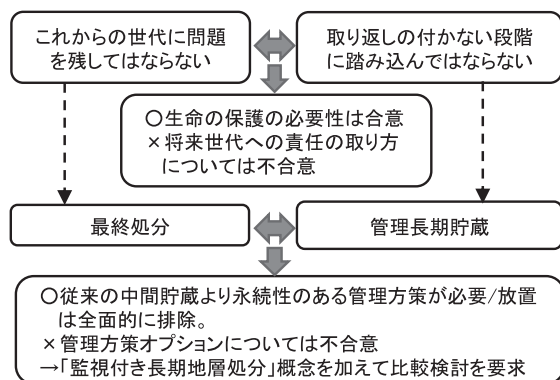


図3 将来世代への責任に関するトレードオフ

その後、UVEKは、1999年にEKRAを設置し、技術と社会の両面から問題を検討・勧告するよう依頼した。EKRAは、合計7回の会合を行い、一連のヒアリングでは、当局（連邦エネルギー庁（BFE）、スイス連邦原子力安全局（HSK））、環境団体（エネルギー財団、グリーンピース）、ニドヴァルデン住民が原子力施設に関する見解を表明するために設立された委員会（MNA）、放射性廃棄物管理協働組合（NAGRA）、GNWなどの意見を聴きながら、HLW管理方策のオプションについて比較・検討し、2000年に最終報告書を公表した^[21]。ヒアリングにおいて環境団体は、例えば、「エネルギー対話」ワーキンググループで主張した監視付き長期貯蔵の考えを改めて紹介し、最終処分は放射性廃棄物を永久に安全な状態にするのではなく責任の放棄であること、長期貯蔵は適切な設計と能動的な概念の選択で実現すべきものであることなどを主張している。

EKRAは、重要度の高い順に、人間とその環境の安全性を最優先、世代間と世代内の公平さ、発生者負担の原則遵守、受容という要件に関し、様々な放射性廃棄物の管理方策オプション（地層処分、長期地上貯蔵、無期限地上／地下貯蔵、監視付き長期地層処分など）を比較している。人間とその環境の安全性については、操業とモニタリング期間（約30～50年（試験／定置期間）／数十年～数世紀にわたる期間）及び閉鎖後段階／無期限操業段階（10万年以上に至るまで）に関し、労働者安全、事故、安全保障、操業期間中の放射性物質の放出、長期の安全性を評価した結果、長期地上貯蔵、無期限地上／地下貯蔵はその全てがモニタリングを必要とし、長期の安全基準に合致しない、地層処分は長期の安全性の評価基準を満たす唯一の方法であるという結果となった。

これらの結果により、地層処分と監視付き長

期地層処分がさらに詳細に比較された。その結果、人間とその環境の安全性については、地層処分場は人間とその環境の長期の安全性を確実にする一方で、監視付き長期地層処分は操業期間とモニタリング期間の間の予期しない事象への対応を可能とするが、アクセスが開放されている期間、排水と放出気体が環境に放出される場合があるととも、将来の社会に関して不明確な点も存在するため、社会がどの程度の長期間にわたってそのような施設をモニタリングして、必要な場合それを閉鎖することができるのかということが主な問題点となるとしている。そして、2つのオプション間の最適化は、具体的なプロジェクトにおいて調査されるべきであるとした。また、世代間公正については、将来の世代が廃棄物を管理する義務がないという点では地層処分施設が好ましいが、一方で監視付き長期地層処分は過去の賢明でない決定を修正し、新しい知識を廃棄物処分問題に適用する可能性をある程度将来の世代に残しておくことが可能になるとしている。その上で、放射性廃棄物管理の社会的な期待は可逆性⁽⁶⁾の原則に向っており、処分と可逆性の要素を結びつけた監視付き長期地層処分が好ましいこと、を勧告した（図4）。

監視付き長期地層処分は、処分エリアに加えてパイロット施設がもうけられ、ここに少量の放射性廃棄物を処分することにより、処分後に生じる変化や挙動をモニタリングし、予測モデルの正しさを確認したり、想定外の悪影響が早

期に検出できるようにする目的で設置される。これにより一定期間、放射性廃棄物を回収可能とし、可逆性を担保するという概念である。この概念により、世代間公正という観点では、過去の賢明でない決定を将来世代が修正し、新しい知識を地層処分問題に適用する可能性が、将来世代に開かれることになるとしている。また、公衆との議論が奨励され、地層処分と監視付き長期地層処分のそれぞれの利点、欠点が比較評価されなければならないとしている。2つのオプションの間の選択は、2つの相補的な概念の間の最適解の一部としてなされるべきであり、決定の際は安全性が優先されるとしている。さらに、放射性廃棄物管理に関する公衆の議論を奨励すべきであること、オパリナス粘土は監視付き長期地層処分にも適していることなどがあわせて勧告されている。

2002年には、ニドヴァルデン準州において2度目の州民投票が行われた。この際、探査坑掘削のみを目的とした地下空間利用の許可申請の可否のみとし、調査結果が好ましいものであった場合には、次の処分場の建設許可についての投票を行うこととすること（段階的アプローチの採用）、処分概念も、モニタリング期間が延長され、廃棄物の回収が可能となるよう改善されたが、州民投票では否決された。なお、チューリッヒ工科大学による調査（2007年）によると、NAGRAがなぜヴェレンベルグとしたのか、当局がNAGRAにヴェレンベルグをその調査に含めるよう要請したのかが理解できず、早い段階で賛成・反対に意見が形成され変化しなかったとされている^[22]。1995年及び2002年の2度にわたるニドヴァルデンでの州民投票の結果は、スイスの放射性廃棄物管理の進め方を、従来からの「決定し、公表し、防御する」というやり方から、「参加し、交流し、協力する」というやり方に変わる大きな転機になったと推察される。

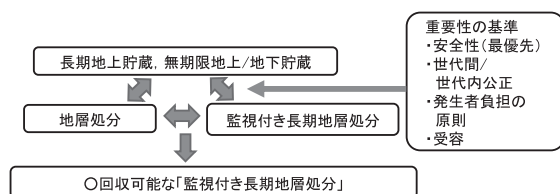


図4 HLW 管理方策の選択の流れ

先に述べたEKRAの最終報告書においても、放射性廃棄物の管理に関する公衆の議論を奨励すべきであると勧告されている^[21]。

2003年には、原子力利用に関する国民投票が行われ、「現行の新規原子力発電所の建設凍結（モラトリアム）をさらに10年間延長する」、「原子力に依存しない電力：使用済燃料の再処理禁止と原子力発電所の段階的閉鎖を実施する」はいずれも否決（順に、反対58.4%、66.3%）された。なお、放射性廃棄物管理方策等に関しては、国民投票の対象となっていない^[23]。

これらに基づき、2005年2月に、新たな原子力法（2003年3月）及び原子力令（2004年12月）が施行された。これらの中で、監視付き長期地層処分の方針が明確化されるとともに、許認可手続きや地層処分施設のサイトが満足すべき要件が規定された。なお、地層処分施設のサイト選定手続きは、特別計画の中でその目標と基準を定めるとされた^[24]。

4.2 英国

英国では、1991年にNirexによりカンブリア州セラフィールドが地層処分施設サイトの有望なオプションとして選定され、1992年に岩盤特性研究所のみを先行して建設することが提案されたが、カンブリア州議会の反対により本計画が棄却された^[18]。それらを受け、CoRWMにおいて公衆・ステークホルダー参画（Public and Stakeholder Engagement；以下、PSE）プログラムが進められた。放射性廃棄物の管理方策の意思決定プロセスは4段階で行われ、各段階で、以下の点に関して、様々な市民参加型のPSEが行われ（図5）、意見が集約された^[17]。

- ・PSE1（2004年11月～2005年1月）；放射性廃棄物のインベントリ、放射性廃棄物の長期管理オプション（ロングオプション）及びそのショートリスト化の基準策定。
- ・PSE2（2005年4月～2005年6月）；ショートリスト案、ショートリストの評価に用いる基

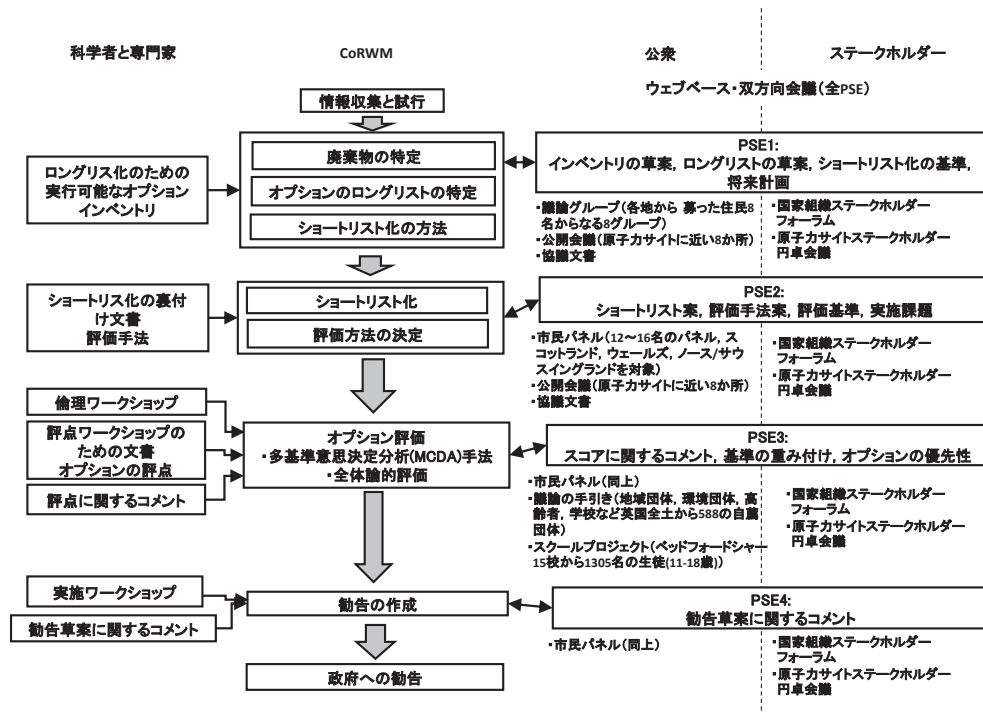


図5 英国における公衆・ステークホルダー参画（PSE）プログラム
（参考文献 [17] の Figure 5.1 及び Table 7.1 に基づき作成）

準策定，評価のための参加型プロセスなど。

- ・ PSE3（2005 年 10 月～2006 年 2 月）；ショートリストの評価（多基準意思決定法，全体論的評価）。
- ・ PSE4（2006 年 5 月）：CoRWM の勧告案（実施方法や公衆の信頼を高める方法を含めて）。

まず最初に，CoRWM では世界の科学界が十分検討してきた全てのオプションが含まれるようロングリストが作成された。ショートリスト化のためのスクリーニング基準が作成され，PSE1 において意見が求められた。その結果，最初にあげられた以下に示すスクリーニング基準（除外基準）は広く受け入れられた。

- ・ 管理方策の概念の成立性が証明されていない。
- ・ 国境外の環境への注意義務を違反することになる。
- ・ 特有の環境感度の領域にとって有害となる。
- ・ 費用，労力または環境被害の観点で，将来の世代に許容できない負担を与える。
- ・ 利益を享受している現世代より将来の世代にリスクが増える。
- ・ 放射性物質の安全保障に許容できないリスクをもたらす。
- ・ 人間の健康に許容できないリスクを与える。
- ・ 費用と得られる利益が比例しない。
- ・ 国際的に認められた条約や法律に違反し，将来も変わる可能性が見込めない。

オプションのロングリストは，これらのスクリーニング基準に基づき，長期中間貯蔵，地層処分，段階的地層処分に絞り込まれた。

PSE2 の回答者から，ショートリストの除外対象とされたオプションの復活を求める意見はほとんどなく，また除外したオプションを再び含める必要があるといった議論は認められなかったとされる。次に，絞り込まれたショートリストオプションのバリエーションが定義づけられた。例えば，長期中間貯蔵の場合，多くの人々

は放射性廃棄物の輸送を最小化すべきであるとしたため，集中貯蔵施設とともに，廃棄物が発生したか現在あるサイトあるいはそれに近接した場所での貯蔵がバリエーションとして含まれた。多くの人々が廃棄物をテロリストの攻撃から保護すべきであると考えたため，既存の貯蔵施設で行う保護を強化した潜在的攻撃に耐えるバリエーションや，新しい貯蔵施設に適用される追加的保護策がショートリストに追加された。一部の回答者は，廃棄物を地下に貯蔵すべきでないと考え，保護を強化する 2 つの概念が検討された。一つ目は，地上の人工構造物によって保護する方法で，二つ目は廃棄物を地中に貯蔵し，岩石で上を覆って保護する方法である。

ショートリストのオプション評価は，多基準意思決定分析（Multi-Criteria Decision Analysis；以下，MCDA）と全体論的評価で行われた。

まず，ショートリスト化の基準策定においては，倫理的課題を反映するため，CoRWM メンバーは倫理と放射性廃棄物に関するワークショップを開催し，国際的にも著名な倫理学専門家 4 名とともに倫理的課題を熟議した。倫理的な立場は価値観により左右されるが，CoRWM にとっての最優先課題の倫理原則は，公正さの原則と持続可能性（現在及び将来にわたり安全で持続可能な環境を目指す）とされ，公正さ，持続可能性，安全性は HLW 管理方策のオプションの熟議の中心課題とされた。本ワークショップにおける倫理的な検討の中で，環境持続可能性の問題に関しては，人間の要求と願望を支持するように資源を効果的に使うことを強調する人類中心主義的な見方と，環境保護と影響の最小化を強調した解釈をする環境中心主義の見方がトレードオフになることを指摘している。その上で，ショートリストのオプション評価の際の MCDA 分析では，別個の評価基準として環

境への影響を確認することとした。世代間公正に関しては、利益を得たものがその負担を担うという考え方、すなわち将来の世代へ引き継ぐ負担が最小になるように、現在の世代ができる限り早急にできることをする責任があるという点を重視する立場「今取り組む」と、将来の世代に自らの選択をさせる自由を与える、すなわち将来世代が責任を取れるように情報と補償を提供する義務が現世代側にあるとする立場「後まで置いておく」とがトレードオフになると指摘している。正義と自由とが対立しているかのような、この二つのトレードオフの倫理上の立場は、負担の最小化と柔軟性の向上との対立としても現れている。そのため、MCDA 分析において、重要な課題の一つとされた。

これらに基づき、MCDA 分析に必要な 11 項目の評価基準項目（公衆の安全性（個人—短期：300 年まで）、公衆の安全（個人—長期：300 年を越える）、労働者の安全性、安全保障（セキュリティ）、環境、社会経済、快適性、将来世代への負担、実現可能性、柔軟性、コスト）が設定された。これらの評価基準項目に対し、PSE3 において公衆とステークホルダー（市民パネル⁽⁷⁾、スクールプロジェクト、討論の手引き、国家組織ステークホルダーフォーラム、原子力サイトステークホルダー円卓会議）は各評価基準項目の重みづけを、専門家はショートリスト化されたオプションの評点を行った。その際、貯蔵の基準スケールの期間を最高 300 年とし、貯蔵オプションと処分オプションとを公平に比較するため、公衆の安全（個人—長期：300 年を越える）は重みづけから除外された。また、コストについても、その数値に大きな不確実性、開きが生じたため、重みづけから除外された。その結果、重みづけの大きかった主要評価基準は、公衆の安全性（個人—短期：300 年まで）、安全保障、将来世代への負担、柔軟性の 4 項目であ

った。また、上限／下限を考慮した評点／重みづけで感度解析を行った結果、その差がかなり縮まったケースもあったが、全体的に地層処分オプションは貯蔵オプションより順位が上であった^{[17][25]}。NGO ケース（地層処分オプションの将来世代への負担の点数を貯蔵オプションまで引き下げ、人間／環境への悪影響が将来世代に大きな負担を課すというケース）では、貯蔵オプションと地層処分オプションがほぼ同位になるが、地層処分は、依然として 1 位となった。また、段階的地層処分は、柔軟性の観点から地層処分より上位、ボーリング孔オプションは地層処分オプションの中で最下位に評価された。全体論的評価でも、大半の委員が、長期的な安全の信頼感と世代間公正から地層処分を支持し、長期管理方策として、貯蔵オプションは支持されなかった。段階的処分については、一部の委員は長期間開放する価値に関して懐疑的で、公衆の懸念に応える柔軟性は、段階的な処分でない立地の際の段階的な意思決定にあるとの見解、一部の委員は、柔軟性が問題ならば長期貯蔵を追求すべきとの見解もあった。市民パネルは、段階的処分で将来世代への負担の低減としばらくの間の柔軟性をとろうとしている、長期間の学習、信頼の醸成を追求できる方法をとりたいという公衆の望みを反映していると、一部の委員は考えた。これらに対し、地層処分を支持する委員は、処分実施スケジュールの不確実性、処分失敗の場合の代替策の役割から、貯蔵オプションは、長期管理方策の中で重要な役割を有すると指摘している。このように、MCDA 分析と全体論的評価は概ね一致が見られたが、柔軟性の重要度は、MCDA 分析の重みより大きい可能性を指摘している。但し、MCDA 分析の柔軟性の重要度が全体の 35% になれば、貯蔵オプションが上位になることはない。

これらの分析結果を受け、CoRWM は、長期

管理方策として、以下を勧告した。

- ・リスクの観点から、地層処分を放射性廃棄物の長期管理のための実施可能な最善策と判断。
- また、地層処分については、公衆及びステークホルダーの信頼の醸成及び維持を行いつつ、可能な限り早く実施することを目指すべき。
- ・地層処分の実施に関わる不確実性などの観点から、処分が実施されるまでの確固たる中間貯蔵計画が廃棄物の長期管理戦略に不可欠。
- ・柔軟かつ段階的な意思決定手続きを推奨。
- ・意思決定の柔軟性を担保するため、地層処分以外の長期管理オプションの可能性の維持への関与。

CoRWM の勧告を受け、英国政府は放射性廃棄物長期管理計画を 2007 年に公表し、公衆協議を行った結果（PSE4）、地層処分による高レベル放射性廃棄物の長期管理について、市民や利害関係者から概ね支持が得られたとされる^[26]。

なお、その後、英国政府から公表された白書「地層処分—高レベル放射性廃棄物等の長期管理に向けた枠組み」^[27]では、回収可能性に関し、「政府の見解としては、地層処分施設を長期間未閉鎖状態にすべきかどうかについての決定は、後日、独立した規制機関と地元の地域社会との協議で行うことができる」と示している。

5. 考察と今後の課題

本稿で事例分析の対象としたスイス及び英国は、いずれもサイト選定で地域からの反対にあって以降、再度、HLW 管理方策のオプションを再検討している。特に英国は、国際的に取り上げられているオプションを可能な限り網羅的に取り上げ（ロングリスト）、実現可能性などの観点からオプションを絞り込んでいる（ショートリスト）。ここで絞り込まれたオプションは、長期貯蔵、地層処分、回収可能性を考慮した地層処分であり、スイスで再度オプションの検討

で取り上げられた管理方策と類似している。

長期貯蔵、地層処分、回収可能性を考慮した地層処分の管理方策の比較評価は、スイス及び英国でその方法（市民参加の在り方、評価方法など）は異なるものの、全体の流れは共通しており、評価基準と方法の決定、HLW 管理方策のオプションの評価、オプションの選定の流れで行われている（図 6）。

市民参加による意思決定の手続きの在り方は、スイスと英国では若干異なる。スイスは、主にステークホルダー型^[28]の市民参加方式をとっており、EKRA という専門家グループが様々なステークホルダー（当局（BFE, HSK））、環境団体（エネルギー財団、グリーンピース、MNA）、NAGRA, GNW）を招致しヒアリングを行う中で、評価基準を選定し、HLW 管理方策のオプションを評価している。一方、英国では、Renn^[29]が提案するステークホルダー、市民パネル、科学者・専門家が各々の役割を果たしながら意思決定を行うハイブリッド型の市民参加方式^[28]がとられている。例えば、HLW 管理方策の評価においては、科学者・専門家が各オプションの評点を、市民パネル及びステークホルダーが評価基準の重みづけを行い、それに基づき総合的な評価が行われている。意思決定プロセス

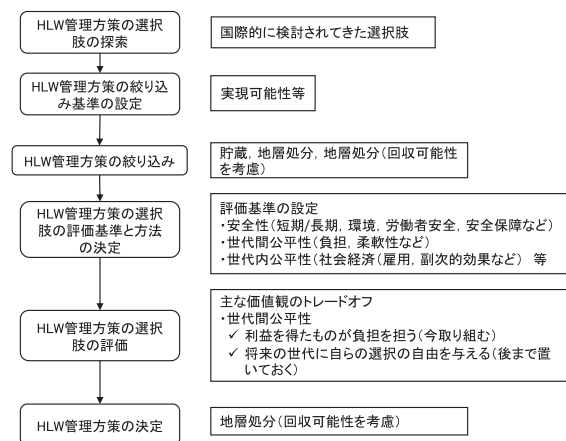


図 6 HLW 管理方策の意思決定プロセス

スの手続き的公正さ（情報のアクセス性の十分さ、意見表明や議論の機会の十分さ、参加者の代表性、意思決定の正当性）^[7]という観点では、ハイブリッド型の市民参加方式をとっている英国の方が上記の4つの評価基準をより満たしていると考えられる。一方で、スイスは、より限られたステークホルダーの意見を反映する市民参加方式（ステークホルダー型）を採用し、一般公衆の意見は公衆協議で意見を聴取するという方法をとっているものの、ハイブリッド型の市民参加方式をとっている英国ほど手続き的公正さという観点では高いとはいえない。しかし、2005年及び2008年に行われたユーロバロメーター調査^{[4][30]}及び2008年にスイス連邦政府が行った世論調査（ユーロバロメーター調査を同じ質問内容を採用したもの）^[5]によると、英国では「放射性廃棄物管理に関する情報源としてどれを信用できるか」という質問に対し、「放射性廃棄物を扱う国の機関を信用する」が20%（2005年）、19%（2008年）、「政府を信用する」が16%（2005年）、16%（2008年）に対し、スイスでは各々24%、24%（2008年）と高いこと、また、スイスの実施主体であるNAGRAが独自に行った世論調査では「放射廃棄物の安全な処分が可能である」という科学者を信じる」が61%（2003年）、65%（2005年）、66%（2007年）となっていることなど、地層処分事業を進める側の組織の信頼が高い^[31]。これらから、スイスではステークホルダー型を主とした市民参加方式でもHLW管理方策の決定の正当性が担保可能であったと推察される。

HLW管理方策オプションの評価基準に関しては、スイス、英国ともに安全性、世代間公正等が重点項目として取りあげている。その中で、スイス、英国ともに、世代間公正の観点で、現在の世代ができる限り早急にできることをする責任があるという点を重視する立場「今取り組

む」と、将来の世代に自らの選択をさせる自由を与える、すなわち将来世代が責任（選択の権利）を取れるように情報と補償を提供する義務が現世代側にあるとする立場「後まで置いておく」とが共通のトレードオフになっており、各々の立場は、それぞれ地層処分、長期貯蔵を選択するという判断につながっている。このトレードオフに関し、スイスでは安全性を最優先とし、安全性に関し十分なレベルが保証されると、次に世代間公正などが中心的な課題になるとした。この評価基準の優先順位により、まずは安全性から絞り込みが行われ、安全性が保証されるとされた地層処分と監視付き長期地層処分が詳細に比較された。その上で、社会的な期待は可逆性の原則に向かっているとし、長期安全性と可逆性の両方の要件を考慮している長期付き長期地層処分が好ましいと勧告した。

英国では、安全性、世代間公正等を中心課題とした上で、これらを踏まえ11項目の評価基準が設定され、評価が行われた。評価においては、市民パネル及びステークホルダーが評価基準の重みづけを、科学者・専門家が評価基準に基づき各オプションの評点を行うことでMCDA評価を、くわえて全体論的評価を行い、地層処分が最善策、処分が行われるまでの確固たる中間貯蔵計画の実施、意思決定の柔軟性を与え他の管理方策が浮上する可能性も考慮して可逆性を維持、などを勧告した。なお、その後、英国政府から公表された白書「地層処分—高レベル放射性廃棄物等の長期管理に向けた枠組み」^[27]では、回収可能性に関し、「政府の見解としては、地層処分施設を長期間未閉鎖状態にすべきかどうかについての決定は、後日、独立した規制機関と地元の地域社会との協議で行うことができる」と示している。

以上のように、スイス、英国ともに、HLW管理方策の選択を、世代間公正に関する2つの倫

理的価値観（①現在の世代ができる限り早急に行うことができる責任があるという点を重視する立場「今取り組む」と、②将来の世代に自らの選択をさせる自由を与える、すなわち将来世代が責任（選択の権利）を取れるように情報と補償を提供する義務が現世代側にあるとする立場「後まで置いておく」）がトレードオフの関係性にある中で、評価基準やその重要性（重み付け）に関してステークホルダーや市民パネルの価値観の確認を行いながら、二項対立になることなく意思決定を行っている。これにより、「HLWの地層処分施設は、刑務所や原子力発電所といったNIMBY施設と比べて最も忌避的な施設として人々から評価され、地層処分という方策そのものを受け入れたくない」という固執した考えが緩和され、いずれも回収可能性も考慮した地層処分といった着地点を見出すことができたと考えることができる。

英国では、地層処分の概念と地層処分施設設置プロセスを示した白書「地層処分の実施枠組み」^[27]を公開した際、意見聴取が行われた。この中で、一部に地層処分そのものに対する反対意見、その実施の支援のために更なる研究が必要、地層処分という方法はまだ黎明期にあるものであり、現段階で何らかの決定を下すことは不可能、等の意見もあったものの、それらを除けば反対意見は少なく、地層処分による高レベル放射性廃棄物の管理に対しては概ね支持が得られ、地層処分が対処法として最も良いものであるという一般的な認識は確認されたとされている^[26]。

また、ユーロバロメーター調査で行われた「地層処分が高レベル放射性廃棄物の長期管理に関し、最も適切な解決策である」に対し、英国では、同意あるいはどちらかと言えば同意が2005年には39%（EU25か国中23番目）であったのに対し、2008年は43% EU27か国中14番目）

と若干高くなっている。スイスは2008年に行われた同質問に対し、同意あるいはどちらかと言えば同意が46%を示しており、EU27か国の平均値（43%程度）より高い値を示している^{[4][5][30]}。さらに、2007年にNAGRAが行ったアンケート調査では、64%の人々が、「原則として、近隣に地層処分施設が立地されることになった場合、その結果を受け入れる」（2/3は不安感を抱く）と回答している^[32]。以上のようなことから、HLW管理方策の選択の取り組みの結果として、回収可能性を考慮した地層処分の受け入れは比較的高いものと推察される。

しかし、今回の事例調査では、これらスイス及び英国でのHLW管理方策の選択に関する取り組みが、どの程度、回収可能性を考慮した地層処分の受け入れに影響を与えたのかを定量的に評価することはできない。また、総論であるHLW管理方策の選択に関する取り組みが、実際のサイト選定プロセスの結果の受け入れに影響を与えるのかについても確かめられていない。今後も、事例分析、アンケート調査という定性的アプローチで事例の理解を深めながら、シナリオ実験／ゲーミング・シミュレーション実験など定量的アプローチも含め、複数のアプローチを試み、総合的に評価していく必要がある。

謝辞

スイス及び英国のHLW管理事業に関する公文書を教えていただいた原子力環境整備促進・資金管理センターにお礼を申し上げます。本研究は文部科学省科学研究費基盤B（課題番号16H03011、研究代表者 広瀬幸雄）の補助を受けて実施された。

注

- （1）全国20～60才代の男女を対象に、インターネットを用いたアンケート調査により実施されたもの。調査は2015年10月と2016年2月の2回行われ、サンプル数は各回10,000人（全国9ブロックの人口を勘案）^[3]。

- (2) 2008年の放射性廃棄物に関するユーロバロメーター調査(2008年2月18日~3月22日に実施)では、27のEU加盟国から26,746人の市民が参加し、対面式で調査が行われている。本稿で対象とした英国では1,306人が参加している^[4]。
- (3) EUではないスイスでは、独自に連邦エネルギー庁が、ユーロバロメーター調査と同質問項目で自国で世論調査を行っている。調査は、2008年7月11日~30日、国内の全ての地域から1,026人のスイス人を対象に行われている^[5]。
- (4) 原子力法に基づき、原子力施設の導入プロセスで行われる最初の許認可申請のこと。
- (5) 回収可能性とは、原則として、処分場に定置された廃棄物あるいは廃棄物パッケージ全体を取り出す能力を意味する。
- (6) 可逆性とは、原則として、処分システムを実現していく間に行われる決定を元に戻す、あるいは検討し直す能力を意味する。
- (7) 市民パネルは、年齢、性別及び社会階級の異なる12名から16名で構成される4つのパネル(スコットランドとウェールズで1つずつ、ノースイングランドとサウスイングランドで1つずつ)が募集された。CoRWMでは、統計学的には代表性があるとは言えないが、この人数および地理的広がり一般市民の間に存在する多様な見解を十分理解できるとされた^[17]。

参考文献

- [1] 核燃料サイクル開発機構(1999)．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—総論レポート JNC TN1400 99-020. <http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JNC-TN1400-99-020.pdf>(2018年11月4日確認)。
- [2] 核燃料サイクル開発機構(1999)．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—別冊 地層処分の背景 JNC TN1400 99-024. <http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JNC-TN1400-99-024.pdf>(2018年11月4日確認)。
- [3] 原子力発電環境整備機構(2016)．NUMOの対話活動の取り組み 総合資源エネルギー調査会放射性廃棄物ワーキンググループ第28回会合 資料2 pp.11-12. http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku_gas/genshiryoku/houshasei-haikibutsu_wg/pdf/028_02_00.pdf (2018年11月15日確認)。
- [4] European Commission (2008). *Attitudes towards radioactive waste*, Special Eurobarometer 297. http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_297_en.pdf (last visited Nov. 15, 2018).
- [5] Tns-opinion (2008). *Attitudes towards radioactive waste in Switzerland*. <http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/13144.pdf> (last visited Nov. 15, 2018).
- [6] NEA (2013). *Forum on Stakeholder confidence (FSC)*. <http://www.oecd-neo.org/rwm/fsc/> (last visited Jan. 3, 2019).
- [7] 大澤英昭, 広瀬幸雄, 大沼進, 大友章司(2014)．フランスにおける高レベル放射性廃棄物管理方策と地層処分施設のサイト選定の決定プロセスの公正さ 社会安全学研究 4 pp. 51-76.
- [8] 山口陽央, 小松崎俊作, 堀井秀行(2011)．韓国における放射性廃棄物処分場立地課程の政治過程分析 社会技術研究論文集 8 pp. 60-73.
- [9] 熊越祐介, 小松崎俊作(2017)．英国における放射性廃棄物処分事業の政治過程分析—公衆討議に注目して— 社会技術研究論文集 14 pp. 46-57.
- [10] Komatsuzaki, S., (2013). *Undesirable facility siting and democracy; A comparative analysis of radioactive waste repository siting in Japan, South Korea, and France*. In Ueta, K., & Adachi, Y. (eds.). *Transition management for sustainable development*. Tokyo: United Nations University Press, pp. 285-308.
- [11] Tanaka, Y. (2004). *Major psychological factors determining public acceptance of the siting of nuclear facilities*, Journal of Applied Social Psychology, 34(6), pp. 1147-1165.

- [12] Flynn, J., Burns, W., Mertz, C. K., & Slovic, P. (1992). *Trust as a determinant of opposition to a high-level radioactive waste repository: Analysis of a structural model*. Risk Analysis, 12(3), pp. 417-429.
- [13] 大友章司, 大澤英昭, 広瀬幸雄, 大沼進 (2014). 福島原子力発電所事故による高レベル放射性廃棄物の地層処分の社会的受容の変化 リスク研究学会誌 24(1) pp. 49-59.
- [14] 大澤英昭, 大友章司, 大沼進, 広瀬幸雄 (2016). フランスにおける高レベル放射性廃棄物地層処分施設の立地受容の規定因 社会技術研究論文集 13 pp. 86-95.
- [15] Lind, E. A., & Tyler, T. R. (1988). *The social psychology of procedural justice*. Springer.
- [16] 馬場健司 (2002). NIMBY 施設立地プロセスにおける公平性の視点：分配的公正と手続的公正による住民参加の評価フレームに向けての基礎的考察 2002年度大37回日本都市計画学会学術研究論文集 pp. 295-300.
- [17] Committee of Radioactive Waste Management (2006). *Managing our Radioactive Waste Safely, CoRWM's recommendations to Government*, CoRWM Doc 700. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/294118/700_-_CoRWM_July_2006_Recommendations_to_Government_pdf.pdf (last visited Nov. 15, 2018).
- [18] 経済産業省資源エネルギー庁 (2018). 諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について 2018 版. <https://www2.rwmc.or.jp/publications:hlwkj2018> (2018年11月15日確認).
- [19] Cantonal Government of Nidwalden (2002). *Message on the exploratory drift at Wellenberg, Referendum text, Recommendations to the voters*.
- [20] Bundesamt für Energie (1998). *Energie-Dialog Entsorgung: Schlussbericht des Vorsitzenden zu Handen des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation*. http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_485687862.pdf (last visited Nov. 15, 2018).
- [21] Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfall (EKRA) (2000). *Disposal Concepts for Radioactive Waste, Final Report*. http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/31/044/31044783.pdf (last visited Dec. 12, 2017).
- [22] 原子力環境整備・資金管理センター (2008). 平成19年度放射性廃棄物海外総合情報調査報告書 (第1分冊) pp. I-344~349. http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/docs/library/rprt4/19fy14-1.pdf (2018年11月15日確認).
- [23] 原子力環境整備・資金管理センター (2003). スイスにおいて原子力利用に関する国民発案が否決される (2003年5月19日) 海外情報ニュースフラッシュ. <https://www2.rwmc.or.jp/nf/?p=136> (2018年11月15日確認).
- [24] Swiss Federal Office of Energy (2008). *Sectoral Plan for Deep Geological Repositories; Conceptual Part*. http://www.bfe.admin.ch/themen/00511/01432/06819/index.html?lang=en&dossier_id=06849 (last visited Nov. 15, 2018).
- [25] Catalyze Limited (2006). *CoRWM MCDA Decision Conference, 28-30 March 2006*. CoRWM Document 1716. <http://www.catalyze.co.uk/resources/docs/pdf/CoRWM%201716%20-%20Final%20MCDA%20report%20Apr%2006%20ver1.5.pdf> (last visited Nov. 15, 2018).
- [26] Department for Environment, Food and Rural Affairs (2008). *Summary and Analysis of Responses to the Consultation on Managing Radioactive Waste Safely: A Framework for Implementing Geological Disposal, 25 June - 2 November 2007, A public consultation by Defra, BERR and the Welsh and Northern Ireland devolved administrations*.
- [27] Department for Environment, Food and Rural Affairs(Defra), Department for Business Enterprise & Regulatory Reform (BERR), and the devolved administrations for Wales and Northern Ireland (2008).

- Managing Radioactive Waste Safely – A Framework for Implementing Geological Disposal, A White Paper by Defra, BERR and the devolved administrations for Wales and Northern Ireland.* https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/228903/7386.pdf (last visited Nov. 15, 2018).
- [28] 広瀬幸雄 (2008). 環境計画への市民参加はなぜ必要なのか 10章 pp. 104-113. 広瀬幸雄編 (2008). シリーズ21世紀の社会心理学 環境行動の社会心理学 北大路書房.
- [29] Renn, O. (1999). *A Model for an Analytic – Deliberative Process in Risk Management.* Environmental Science & Technology, 33 (18), pp. 3049-3055. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es981283m> (last visited Nov. 15, 2018).
- [30] European Commission (2005). *Radioactive waste.* Special Eurobarometer 227. http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_227_en.pdf (last visited Nov. 15, 2018).
- [31] 原子力環境整備・資金管理センター (2013). スイスにおける放射性廃棄物処分に関する世論調査結果 (2013年夏実施) を NAGRA が公表 (2013年11月27日) 海外情報ニュースフラッシュ. <https://www2.rwmc.or.jp/nf/?p=10844> (2018年11月15日確認).
- [32] 原子力環境整備・資金管理センター (2008). 平成19年度放射性廃棄物海外総合情報調査報告書 (第1分冊) pp. I-349~350. http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/docs/library/rprt4/19fy14-1.pdf (2018年11月15日確認).

(原稿受付日：2018年11月26日)

(掲載決定日：2019年1月31日)