

新たなステージに移行した日本の地層処分政策を考える —今、我々は何を考え、何を議論すべきなのか

A New Stage for Deep Geological Disposal Policy of High-Level Radioactive Waste in Japan

松岡 俊二^{*}・松本 礼史^{**}・竹内 真司^{***}・吉田 英一^{****}

Shunji MATSUOKA, Reishi MATSUMOTO, Shinji TAKEUCHI and Hidekazu YOSHIDA

はじめに—トランス・サイエンス的課題としての 高レベル放射性廃棄物の地層処分政策

1972年、マンハッタン計画にも参加したアメリカの核物理学者アルヴィン・ワインバーグは、Science and Trans-Science と題する論文を社会科学系学術誌 Minerva に発表し、低レベル放射線の健康影響や低頻度大規模災害などを事例に、こうした社会的リスク課題は “*questions which can be asked of science and yet which cannot be answered by science*” であると論じ、トランス・サイエンスの時代の到来を告げた (Weinberg, 1972; 小林, 2007)。

本特集で議論する高レベル放射性廃棄物の地層処分政策は、ワインバーグが提起したトランス・サイエンス的課題 (Trans-Scientific Questions) の典型例である。高レベル放射性廃棄物の最終処分問題は、「科学に問うことはできるが、科学で解決策を決定することはできない」。だからこそ、20世紀末の原発利用国の多くは、高レベル放射性廃棄物の最終処分として地層処分施設の立地決定を試みたものの、一部の専門家と国とのトップダウンによって問題を解決しようとしたことともあいまって、立地候補地域だけでない広範な市民の反対運動によって、その多くは頓挫せざるを得なかった。

地層処分の制度化が遅れた日本も、2000年に最終処分法を制定し、地層処分施設の立地調査を受入れる地方自治体を公募することとなった。しかし、2007年

の高知県東洋町の一時的な文献調査への応募を除き、具体的な進展はなく、2011年3月の福島原発事故を迎えた。福島原発事故を踏まえ、国は高レベル放射性廃棄物処分のあり方を再検討する放射性廃棄物ワーキング (増田 WG) を設置した。増田 WG の議論などを踏まえ、2015年5月には国が前面に立って立地候補地を検討するという新たな基本方針が策定され、2017年7月に科学的特性マップが公表された (松岡, 2017; 松岡ら, 2019)。

こうした一連の国の新たな動向を受け、2020年夏には北海道の寿都町が文献調査へ応募すること、さらに同じ北海道の神恵内村が国の文献調査の申し入れを受諾する意向であることが明らかになった。2020年11月、国 (経産大臣) の認可によって、寿都町と神恵内村における文献調査が正式に開始された。日本における初めての文献調査の正式着手であり、日本の地層処分政策は新たなステージに移行したといえる (松本ら, 2021)。

本論文は、新たなステージに移行した日本の地層処分政策の今後を考えるうえで最も基本的な点である市民はどのような判断基準 (要因) で地層処分政策を受け入れたり、受け入れなかったりするのかを、社会的受容性アプローチから考察する。

社会的受容性アプローチは、1980年代の原子力発電所の立地研究において、科学技術リスクに対する地域社会の受容可能性をめぐる議論された (坂本・神田, 2002; 和田ら, 2009)。科学技術リスクと地域社会との関係からみると、初期の社会的受容性論は、地域社会の人々にどのように説明すれば原子力発電所立地を受容してもらえるのが主目的であり、

受動的な社会的受容性 (Passive Social Acceptance)

*まつおか しゅんじ・早稲田大学大学院アジア太平洋研究科 教授

**まつもと れいし・日本大学生物資源科学部 教授

***たけうち しんじ・日本大学文理学部 教授

****よしだ ひでかず・名古屋大学博物館 館長・教授

新たなステージに移行した日本の地層処分政策を考える—今、我々は何を考え、何を議論すべきなのか

アプローチであった。

しかし、21世紀に入ると、風力発電などの環境イノベーション政策の持続可能性を測定する方法論として、分配的公正などを重視した能動的かつ協働的な社会的受容性アプローチが提起されるようになった(Wüstenhagen *et al.*, 2007; 丸山, 2014)。こうした新たな社会的受容性論を踏まえ、本研究の社会的受容性アプローチは、社会的受容性を4要因(技術、制度、市場、地域)から考え¹⁾(松岡, 2018)、特に技術的要因に基づく技術的安全性と制度的要因、市場的要因、地域的要因に基づく社会的安全性に着目したものである。

なお、本論文における技術的安全性とは、地層処分に必要な科学技術が確立しているかどうかを基本としている。そのうえで、地上中間貯蔵の安全性評価、数万年から数十万の超長期の安全性評価に対する信頼性、変動帯の日本での地層処分の可能性、放射性物質の地下水漏洩の評価を、地層処分の技術的安全性に関わる主要な要素としている。

また、本論文における社会的安全性とは、制度的要因、市場的要因および地域的要因の統合概念としている。しかし、アンケート調査結果から、政策選好と制度的要因との相関が強かったため、本論文の社会的安全性分析は制度的要因を中心としている。具体的には、最終処分法の評価、国の積極的関与、情報公開、市民参加、段階的で柔軟な処分方法の検討などの地層処分ガバナンスに関連する要素を中心とした。

本論文の構成は以下のとおりである。まず第1節で、そもそも高レベル放射性廃棄物の地層処分政策とは何かについて、簡潔に明らかにする。続いて第2節で、筆者らの研究グループが、2019年に開催した、高レベル放射性廃棄物に関する専門家と市民の対話を目的とした3回の市民会議の前後に実施した参加市民に対するアンケート調査の分析から、地層処分政策に対して賛成・反対・中間という3つの市民グループの存在と、それぞれの判断基準となっている社会的受容性要因の特徴を明らかにする。次に第3節において、市民は地層処分の技術的安全性をどのように考えているのかを、アンケート調査の分析から深掘りし、さらに第4節では、市民の考える地層処分の社会的安全性とは

何かについて、アンケート調査の分析から考察する。

最後に、2節から4節までの市民の地層処分政策の選好に関する社会的受容性アプローチによる要因分析を踏まえ、市民の地層処分政策に対する賛成や反対という政策選好を変化させることは難しく、賛成であれ反対であれ中間であれ、多数派を形成することを住民対話の目的とすることは合理的でないことを論じる。そのうえで、賛成・反対・中間に関わらず、多くの市民が共通に持っている関心事項である情報公開や市民参加の促進、さらには段階的で柔軟な処分方法の検討を、住民対話などを通じて具体的に展開することの重要性を明らかにする。

こうした情報公開、市民参加、段階的で柔軟な処分方法の検討を進めることが、政策プロセス全体に対する市民の納得感を醸成することにつながる。地層処分政策あるいは暫定保管政策には異論があっても、こうしたプロセスやガバナンスによって多様な対話が十分に行われ、多様な処分方法の検討が十分に行われたのであれば、賛成であれ反対であれ中間であれ、最終案に対して多くの市民の社会的納得性が醸成される可能性があることを明らかにする。

1. 高レベル放射性廃棄物の地層処分とは何か？

原子力発電所の稼働から生じる使用済核燃料は、再処理によってプルトニウムやウランが抽出され、その重量の約95%がMOX燃料(混合酸化物燃料、既存の軽水炉原発におけるプルサーマル発電用燃料)に再利用される。これが、日本の核燃料サイクルのうちの軽水炉サイクルを形成する。また、再処理により得られたプルトニウムは、2016年末に廃炉が決定された高速増殖炉「もんじゅ」の燃料としても利用が計画されていたもので、これが核燃料サイクルの中の一つの物質循環である高速炉サイクルであった。

使用済核燃料の再処理により、残りの約5%は高レベル放射性廃液となり、溶融ガラスと混ぜられてガラス固化体(1本の高さ約1.3m、直径約40cm、重さ約500kg)となる。使用済核燃料を再処理によってガラス固化体にするにより、フィンランドが実施している使用済核燃料の地層処分(直接処分)に比べ、廃棄物量が約1/4に減容化され、有害度が天然

ウラン7t(核燃料1t相当)レベルになるまでの期間
は、直接処分の約10万年から、ガラス固化体では約
8000年へ短縮できるといわれている(経済産業省資源
エネルギー庁, 2014)。

100万kW級原子力発電所を1年間運転すると、使
用済核燃料が約27t発生し、その再処理によりガラス
固化体が約26本発生する。現在の日本には、青森県
六ヶ所村の高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターと
茨城県東海村の日本原子力研究開発機構(JAEA)の
再処理施設に2492本のガラス固化体が貯蔵管理され
ている。しかし、すでにこれまでの原子力発電所の稼
働から発生した使用済核燃料を加えると、今後の再処
理により発生するガラス固化体数は約2万6000本とさ
れている(NUMO, 2021)。

日本の地層処分政策の制度形成は、1998年の原子
力委員会「高レベル放射性廃棄物処分懇談会報告書」
が実質的な起点であった。この報告書は、技術的側面
だけでなく、社会的側面も含めた幅広い高レベル放
射性廃棄物・処分政策の提言を行った。これを受け、
2000年5月に「特定放射性廃棄物の最終処分に関す
る法律」(最終処分法)が、衆参両院委員会での実質
的国会審議は9日間、本会議質疑も両院ともに1日と
いうスピード審議で、与野党の賛成多数で成立した
(2000年6月公布)。

2000年の最終処分法の主な項目は以下4点であ
る。①事業実施主体である原子力発電環境整備機構
(NUMO, 経産大臣認可特別法人)の設立(2000年
10月)、②3段階の処分地選定調査(文献調査, 概要
調査, 精密調査)によって最終処分施設建設地を決定
するという処分地選定プロセス、③「特定放射性廃
棄物の最終処分に関する基本方針(基本方針)」および
「特定放射性廃棄物の最終処分に関する計画(最終処分
計画)」の策定、④電気事業者等が毎年の原子力発電
電力量等に応じて原子力発電環境整備機構に処分費用
を拠出する。

最終処分法施行規則やNUMOの「選定手順の考え
方」(2001)によると²⁾、立地選定プロセスは、①文
献調査による概要調査地区の選定(2年程度を想定)、
②概要調査地区の中から精密調査地区の選定(3年程
度)、③精密調査地区の中から最終処分施設立地の選

定(15年程度)、という3段階、約20年で構成される。
それぞれの段階で、地域(知事および市町村長)の意
見を聞き、反対の場合は次の段階に進まないことにな
っている(担当大臣答弁)。実施主体のNUMOは、
2002年12月より全国の市町村を対象に最終処分施設
の立地に向けた文献調査の公募を開始した。なお、現
在の日本の地層処分計画では、ガラス固化体4万本が
収容可能な1施設の建設を想定している。

2020年11月に北海道の寿都町と神恵内村において
開始されたのは文献調査であり、今後、概要調査、精
密調査と立地選定プロセスが順調に進むのかどうかは
分からない。以下では、地層処分政策への賛成や反対
といった市民の政策選好が、どのような社会的受容性
の要因と関連しているのかを、専門家と市民によって
開催した市民会議の前後に実施したアンケート調査分
析から考察する。

2. 地層処分政策に対して賛成・反対・中間という 3つの市民グループの存在

本節では、筆者らが2019年に実施した高レベル放
射性廃棄物に関する専門家と市民との対話を目的とし
た市民会議アンケートを用いて、市民の中に、地層処
分に対してどのような意見分布があるのかを示す。市
民会議とアンケート調査の概要については、既報を
参照されたい(山田ら, 2019; 山田ら, 2020; 山田ら,
2021)。本論文の分析は、アンケート調査設計時に、
回答の信頼性をチェックするために設定した設問も有
効に活用し、アンケートを再構築して集計したもので
ある。市民会議アンケートの再集計から得られた、今
後の地層処分政策に関する住民対話に有意な知見を提
供する。

分析に用いたのは、既報と同様に3回の市民会議
すべてに参加した10人(個人A~個人J)の6回の
アンケート回答である³⁾。アンケート調査は、5件法
による回答であったが、これを肯定的評価(スコア:
+1)、どちらでもない(スコア:0)、否定的評価(ス
コア:-1)の3段階に集約してスコア化し、6回のス
コアの積算値(肯定的評価と否定的評価の回数の差に
相当)をもとに分析した。本論文の分析に用いた設問
を表1に示した。

新たなステージに移行した日本の地層処分政策を考える—今、我々は何を考え、何を議論すべきなのか

アンケート調査の再集計にあたっては、各市民個人の「地層処分政策の選好 (Q1)」は、「地層処分の安全性 (Q2)」の評価と関連すると考えた。ここで、「地層処分の安全性 (Q2)」とは、技術的安全性と社会的安全性を総括評価した総合的な安全性の評価である。そして、総合的な安全性である「地層処分の安全性 (Q2)」は、技術的安全性である「地層処分技術の確立 (Q3)」と、社会的安全性である「最終処分法にしたがって実施 (Q8)」の2つの側面に分解できるものとした。

以上の4つの問いに対する、各個人の積算値の相関をみると、「地層処分政策の選好 (Q1)」と「最終処分法にしたがって実施 (Q8)」との相関が高く ($r=0.938$)、また、「地層処分の安全性 (Q2)」と「地層処分技術の確立 (Q3)」との相関が高い ($r=0.936$)。Q1とQ2の相関も正で有意ではあるものの ($r=0.703$)、Q1とQ8の相関ほどには一致していない。地層処分政策に賛成するかどうかは、地層処分を安全だと思うかどうかということ以上に、社会的安全性 (最終処分法に従って実施すべきかどうか) の

表1 本論文で使用するアンケート調査項目一覧

設問番号	設問内容	設問文
Q1	地層処分政策の選好	高レベル放射性廃棄物の地層処分政策についてどのようにお考えですか。
Q2	地層処分の安全性	高レベル放射性廃棄物の地層処分は安全だと思いますか。
Q3	地層処分技術の確立	地層処分に必要な科学技術は確立していると思いますか。
Q4	中間貯蔵の安全性	高レベル放射性廃棄物の中間貯蔵 (乾式地上保管) は安全だと思いますか。
Q5	超長期の安全評価	数万年から数十万年におよぶ地層処分の安全性評価は信頼できると思いますか。
Q6	変動帯での地層処分の可能性	太平洋プレートなど4つのプレートがひしめき合う変動帯の日本で地層処分は可能だと思いますか。
Q7	放射性物質の地下水漏洩	地層処分の後に地下水により放射性物質が地表へ運ばれても自然環境や生活環境には大きな影響はないと思いますか。
Q8	最終処分法にしたがって実施	「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律 (最終処分法)」(2000年) にしたがって地層処分を実施すべきであると考えますか。
Q9	国の積極的関与	2015年から、国が前面に立って地方自治体へ地層処分のための文献調査受入の申し入れをすることになりましたが、こうした国の積極的な関与は妥当だと思いますか。
Q10	国やNUMOの情報公開	国や実施機関 (NUMO) は地層処分について十分に情報公開をしていると思いますか。
Q11	市民参加の熟議	地層処分を進めるに際して、市民が参加した討論 (熟議) が行われていると思いますか。
Q12	市民参加の制度や仕組み	高レベル放射性廃棄物の地層処分政策において、市民参加の制度、仕組みが整備されていると思いますか。
Q13	段階的で柔軟な処分方法を検討	高レベル放射性廃棄物の処分方法は将来の技術革新の可能性もあるため、時間をかけて段階的で柔軟な処分方法を検討すべきという意見についてどう思いますか。
Q14	現代の費用負担	地層処分の立地選定から事業完了 (坑道閉鎖) までには100年以上かかりますが、地層処分費用は現在の世代が全て負担すべきであると考えますか。
Q17	立地地域の風評被害	地層処分場の立地地域は風評被害などの不利益をこうむると思いますか。
Q20	地域住民の意志を尊重する制度	地層処分地の選定プロセスにおいて、地域住民の声が反映され、住民の意思が尊重される制度、仕組みが整備されていると思いますか。
Q24	①国 (政府) の信頼 ②NUMO の信頼 ③電力会社・原子力産業の信頼 ④原子力規制委員会の信頼 ⑤大学・研究機関・学会の信頼 ⑥反原発市民団体の信頼	高レベル放射性廃棄物の地層処分に関し、以下の組織や団体は信頼できますか。①国 (政府) ②NUMO ③電力会社・原子力産業 ④原子力規制委員会 ⑤大学・研究機関・学会 ⑥反原発市民団体
Q27	NUMOの専門性と公平性	地層処分の実施機関 (NUMO) は、高い専門性を持ち、公平に事業を行っていると思いますか。
Q32	現代の責任で地層処分	私たちが発生させた高レベル放射性廃棄物は、私たちの世代で地層処分すべきであると思いますか。
Q36	大きな事故の可能性	高レベル放射性廃棄物の地層処分により大きな事故が起こる可能性があると思いますか。
Q40	将来世代の決定権を尊重	高レベル放射性廃棄物の最終処分は、私たちの世代で決めず、将来世代の決定権を尊重すべきであると思いますか。
Q41	将来世代の想定年数	将来世代に高レベル放射性廃棄物の最終処分政策の決定権を委ねる場合、その将来世代とは何年ぐらい先の世代を想定しますか。近いものを選んでください。

注：Q1の回答選択肢は①賛成、②どちらかといえば賛成、③どちらでもない、④どちらかといえば反対、⑤反対。Q2からQ40の回答選択肢は、そう思う、②どちらかといえばそう思う、③どちらでもない、④どちらかといえばそう思わない、⑤そう思わない、である。Q41の回答選択肢は、300年先、②500年先、③1000年先、④5000年先、⑤1万年以上先、である。

評価によるところが大きい。

各個人（個人A～個人J）の積算値の比較を表2に示した。比較しやすいように、積算値が+4以上であれば「++」、+2以上であれば「+」、-4以下であれば「--」、-2以下であれば「-」と表記した。

表2から、10人の市民は、地層処分政策に対して賛成、反対、中間という3グループに類型化される。高レベル放射性廃棄物に関する対話を目的とした今回の市民会議の参加者は、10名という限られたサンプルであり、社会全体からの無作為抽出ではない。アンケート集計の結果は、社会全体の意見分布を反映しているとは言えないが、市民層における多様な意見の存在を示唆するものである。

賛成グループの3名は、地層処分政策に賛成であり、地層処分は安全だと考えている。また、地層処分技術も確立しており、2000年の最終処分法に従って地層処分を実施すべきと考えているグループである。

反対グループの3名は、地層処分政策に反対であり、地層処分は安全だとは思っていない。また、地層処分技術はまだ確立しておらず、2000年の最終処分法に従って地層処分を実施すべきとは考えていないグループである。

中間グループは、4つの問いの回答に、肯定的評価と否定的評価が混在しているグループである。また、グループ内の意見分布も一様ではない。個人Cや個人Jのように、地層処分の技術が確立していると評価し、地層処分は安全だと思っても、2000年の最終処分法に従って実施すべきだとは思わない市民が存在する。このような市民は、技術的安全性に対してはすでに納得しているため、技術的安全性をいくら強く説明しても、政策選好が賛成へと変わる可能性は低い。それぞれの市民が、技術的安全性や社会的安全性に対してどのように評価し、どのような不安や疑問を持っているのかを把握したうえで、それらを踏まえた多様な専門家と多様な市民との「対話の場」の形成が

求められる。

3. 地層処分政策の技術的安全性とは何か？

前節では、地層処分政策の選好（Q1）、地層処分の安全性（Q2）、地層処分技術の確立（Q3）、最終処分法にしたがって実施（Q8）という4つのアンケート設問に対する要因分析に基づく、市民は賛成、反対、中間という3グループに分類可能であることを指摘した。この中で、地層処分の安全性（Q2）は、技術的安全性（Q3）との相関が高い傾向があることが明らかとなった。本節ではこの技術的安全性に着目し、技術的要因に関わるアンケート結果に基づいて市民が技術的安全性をどのようにとらえているのかを検討した。地層処分政策に対する政策選好（Q1）と地層処分の安全性（Q2）、さらに技術的要因に関する質問事項（Q3～Q7、およびQ36）の積算値に基づく整理結果を表3に示した。なお、Q36はチェック項目であり、Q2の問いと逆の回答が期待される設問である。

地層処分の安全性（Q2）と地層処分技術の確立（Q3）を比較すると、両者に肯定的なグループ（A、C、E、H、I、J）と両者に否定的なグループ（B、F、G）が存在し、さらに両者に中間的なDに分かれる。既述のように、Q2とQ3との相関が高いことが分かる。そこで、地層処分技術の確立（Q3）を技術的観点からの安全性要因（＝技術的安全性）とみなし、市民が技術的安全性をどのようにとらえているのかについて検討するため、Q3とその他の技術的要因（Q4～Q7、およびQ36）間の関係について検討した。

Q3～Q7に着目すると、市民B、F、Gはすべての項目について否定的にとらえていることが分かる。市民DもQ3以外は否定的にとらえている。これらの市民は地層処分の技術的要因を否定的にとらえている。

Q4（中間貯蔵の安全性）についてみると、Q3を肯定的に回答している市民のうち、Q4に否定的に回答

表2 積算値に基づく各個人の類型

設問番号	設問内容	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Q1	地層処分政策の選好	++	-	-	+	++	-	--	+	++	-
Q2	地層処分の安全性	++	--	++	-	++	--	-	+	++	++
Q3	地層処分技術の確立	++	--	++	-	++	-	--	+	++	+
Q8	最終処分法にしたがって実施	+	--	--	-	+	-	--	-	++	--
積算値によるグループ類型		賛成	反対	中間	中間	賛成	反対	反対	中間	賛成	中間

新たなステージに移行した日本の地層処分政策を考える—今、我々は何を考え、何を議論すべきなのか

表3 政策選好と総合的安全性、技術的要因との関係

設問番号	設問内容	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Q1	地層処分政策の選好	++	-	-	+	++	-	--	+	++	
Q2	地層処分の安全性	++	--	++		++	--	-	+	++	++
Q3	地層処分技術の確立	++	--	++		++	-	--	+	++	+
Q4	中間貯蔵の安全性	+	--		--	-	--	--	-	--	++
Q5	超長期の安全評価	++	--		--	+	--	--		++	
Q6	変動帯での地層処分の可能性	+	--	--	--		--	--	--	+	+
Q7	放射性物質の地下水漏洩		--	--	--	-	--	-	-		++
Q36	大きな事故の可能性	--	++	-	--		++			-	--

している市民はE, H, Iである。このことから、これらの市民は、地上中間貯蔵の技術的安全性（貯蔵施設や管理体制に関連する安全性）ではなく、高レベル放射性廃棄物を長期にわたって地上に保管し続けること、そのものの安全性の是非という観点から回答していることが考えられる。すなわち、長期地上保管よりも地層処分を支持しているとの解釈が可能である。この解釈は、これらの市民（E, H, I）が、地層処分の政策選好（Q1）に肯定的であることとも矛盾しない。Q4については、中間貯蔵に関する管理上あるいは保管システム自体の技術的安全性の観点から回答している市民も存在することが考えられ、解釈には注意を要する。

Q5（超長期の安全評価）に肯定的に回答した市民はA, E, Iであり、これらの市民はQ3にも肯定的である。その他のQ3に肯定的な市民（C, H, J）は、Q5については中間的な立場であり、技術的安全性に肯定的であっても、遠い将来の安全評価結果の信頼性については不安感を抱いていることが示唆される。

Q6（変動帯での地層処分の可能性）について、A, I, Jが肯定的に回答しているが、それ以外の市民には否定的回答が目立つ。特に、Q3には肯定的でもQ6には否定的に回答している市民（C, H）が存在することが特徴である。4つのプレートがぶつかり合う変動帯の日本の地質環境において地層処分を実施することに懸念を示す市民は多い。

Q7（地層処分後の放射性物質の地下水による漏洩の影響）については、市民Jのみが肯定的であり、それ以外は否定あるいは中間的回答であった。ほとんどの市民は地層処分後の放射性物質の漏洩による影響を懸念していることがうかがえる。

Q36（地層処分による大きな事故の可能性）はQ2の質問のチェック項目であり、これらとは逆の回答が期

待される項目である。半数の市民は、大きな事故は起こらないと考えていることが分かる。また、市民E, HはQ2に肯定的な立場であるが、本項目には中間的であることから、地層処分は安全と考えているものの、事故の可能性については懸念を抱いていると考えられる。

以上の結果から、技術的安全性に肯定的な見解を示す市民でも、遠い将来における安全評価結果や処分後の放射性物質の漏洩、変動帯の日本における地層処分の可能性については、不安や懸念を示す市民が存在することが明らかとなった。地層処分の技術的安全性（地層処分技術の確立）に肯定的な市民は、3回の市民会議による専門家の説明や市民会議の前に実施した事前説明会などによって、数10年間にわたる日本の地層処分の研究開発の成果については納得したものの、直接的には確認することができない将来の放射性物質の漏洩や地下環境における地下水や放射性物質の挙動に関しては、十分に納得していない状況が浮き彫りになった。

これらの懸念を解消するためには、専門家が地質環境の隔離特性や長期間の安定性、あるいは目には見えない地下環境における地下水の挙動について分かりやすく伝える工夫が必要と考えられる。このために、地下環境が持つ物質の隔離特性（あるいは保存機能）を、さまざまな自然現象の事例を用いたり、地下環境における物質の挙動などを可視化したりすることは有効と考えられ、これまでもさまざまな事例⁴⁾が紹介されてきている。

しかしながら、このような自然界における地下環境の隔離特性などに関する知見は、社会全体に十分に浸透し、受け入れられる状況には至っていない。その要因としては、国や電力会社、地層処分の実施主体に対する社会的信頼性の欠如があることも否定できない。また、上記のような説明をする場においては、従来、

専門家が一方的に知識を市民へ伝えることが多かったが、市民が何を知りたいのか、何を不安に感じているのかなどについて聞く機会は少なかったと思われる。専門家が市民の疑問に丁寧に分かりやすい言葉で回答する「対話の場」が必要である。また、「対話の場」を誰が主宰し、どのように行うのかについても十分な検討が必要である。次節の表4に示したように、今回のアンケート結果では、国やNUMOへの信頼に対しては否定的な回答が多く、国やNUMOの主権にこだわることなく、大学や研究機関の研究者が主導する「対話の場」や原子力に無関係な一般コーディネーターが主導する「対話の場」などの多様な「対話の場」が考えられ、目的に応じた多様な「対話の場」の実施が求められる。こうした多様な「対話の場」の形成については、現在、北海道の2つの自治体で行われている文献調査において、実現されることを期待したい。

4. 地層処分政策の社会的安全性とは何か？

本節では、社会的安全性（Q8）に関連するアンケート項目を中心に集計・分析を行い、地層処分政策に対して賛成・反対・中間という3つの市民グループ間の比較を行う。積算値でみたときにQ8と相関の高い項目を抽出し、積算値の比較を表4に示した。賛成グループは、2000年の最終処分法に従って地層処分を実施すべきと考えているが、中間グループと反対グループでは、最終処分法に従って地層処分を実施することに、肯定的な評価をしている市民は存在しない。Q8を基準にみると、中間グループと反対グループの違いは明確ではない。

「地層処分政策の選好（Q1）」と「最終処分法にしたがって実施（Q8）」との相関の高いことは前述したが（ $r=0.938$ ），Q1に次いで相関の高い設問に、「超長期の安全評価（Q5）」と「将来世代の決定権を尊重（Q40）」という項目がある。Q5は、前節で考察したとおり、技術的安全性の関連項目と考えられるが、積算値はQ8との相関が高い（ $r=0.816$ ）。賛成グループは超長期の安全性評価を信頼しているが、中間グループや反対グループでは超長期の安全性評価を信頼する市民はいない。中間グループのC、H、Jは、地層処分の安全性（Q2）や地層処分技術の確立（Q3）については肯定的に評価していたが、超長期の安全評価に対しては肯定的に評価していない。

Q40は、Q8と負の相関となるが（ $r=-0.787$ ），賛成グループでは、将来世代の決定権を尊重することに対して肯定的に評価していないが、中間グループや反対グループでは肯定的に評価する市民が多い。賛成グループのIは、6回のアンケートで、一貫して、Q8を肯定的に、Q40を否定的に評価している。中間グループのC、J、反対グループのBは、Q8を否定的に、Q40を肯定的に評価することが多い。地層処分は超長期のプロセスであるが、2000年の最終処分法では将来世代の決定権の尊重という視点が十分に反映されていないととらえている市民が一定の割合で存在することを示唆している。

世代間の負担や責任に関する設問（Q14およびQ32）についても、表4に追加して示した。「現世代の費用負担（Q14）」に対しては、中間グループのCやJ、反対グループのGは、強く肯定的に評価している。

表4 社会的な安全性(Q8)と関係の深い項目

設問番号	設問内容	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Q1	地層処分政策の選好	++	-	-	+	++	-	--	+	++	
Q5	超長期の安全評価	++	--		--	+	--	--		++	
Q8	最終処分法にしたがって実施	+	--	--	-	+	-	--		++	--
Q14	世代間：費用負担		--	++	+	+	--	++	-		++
Q24①	①国（政府）の信頼		--	--	+	--	--	--		--	--
Q24②	②NUMOの信頼	++	--	--	+		--	--			-
Q24③	③電力会社・原子力産業の信頼		--	--		--	--	--	-	--	-
Q24④	④原子力規制委員会の信頼	++	--	--	+		--	--		+	++
Q24⑤	⑤大学・研究機関・学会の信頼	++	--	++	+	++	-		+	++	++
Q24⑥	⑥反原発市民団体の信頼	+	--	--	--	--	--	--		++	
Q27	NUMOの専門性と公平性	++	--		+		--	--		++	
Q32	現世代の責任で地層処分	+	--			++	--	++	+	++	+
Q40	将来世代の決定権を尊重		++	++	+		++			--	++
積算値によるグループ類型		賛成	反対	中間	中間	賛成	反対	反対	中間	賛成	中間

「現世代の責任で地層処分 (Q32)」については、賛成グループでは肯定的評価となっているが、反対グループであってもGのように、現世代の責任を強く肯定的に評価する市民もいる。

Q41では将来世代の想定年数を問うているが、地層処分政策への賛成・反対・中間を問わず、多くの市民は、300年先と回答しており、6回のアンケートでも回答の変化はほとんどなかった。中間グループのDは1000年先の回答が多く、反対グループのFは1万年以上先の回答が多かった。将来世代といっても、想定される年数は多様であり、また現世代と将来世代との負担や責任のバランスに関する評価も、3つの市民グループ間で明確な違いはない。将来世代の決定権の尊重を地層処分政策に位置づけていく際には、想定する年数や世代間公平についての擦り合わせも必要である。

社会的安全性については、最終処分法を制定した政府や、地層処分の実施機関であるNUMOへの信頼との関係も重要である。表4には、Q24で問うたすべての機関・組織に関する信頼の回答を示した。これらの信頼に関する設問のうち、Q8と相関の高かった設問として、「NUMOへの信頼 (Q24②)」($r=0.723$)、「反原発市民団体への信頼 (Q24⑥)」($r=0.744$)、「NUMOの専門性と公平性 (Q27)」($r=0.739$)がある。NUMOへの信頼やNUMOの専門性と公平性の評価については、賛成グループでは肯定的評価が多く、反対グループでは否定的評価が目立つ。反対グループでは、NUMOと同様に、反原発市民団体への信頼についても否定的評価となっている。反原発市民団体への信頼は、逆に、賛成グループのAやIでは肯定的評価となっている。電力会社・原子力産業の信頼は、3グループとも否定的評価である。原子力規制委員会の信頼と大学・研究機関・学会の信頼は、中間グループの市民において肯定的評価が見られる。

社会的安全性の構成要因と考えられる国(政府)への信頼、情報公開や市民参加による討論(熟議)の実施、市民参加の制度・仕組みの整備については、ほとんどの市民が現在の社会制度を否定的に評価しており、3グループ間での違いはみられなかった。これらの項目については、次の最終節でさらに深掘りして考察する。

5. 地層処分政策への社会的合意形成を求めるのではなく、政策プロセスへの社会的納得性の醸成が重要であり、それは可能である

本論文は、2019年に実施した3回の市民会議における6回のアンケート調査を、市民の地層処分に対する政策選好の社会的受容性要因の分析を、技術的安全性と社会的安全性に注目して検討した。その結果、地層処分政策に賛成するグループ、反対するグループ、どちらでもない中間グループという3つのグループに、相対的に明確に分類しうることが分かった。3つのグループの特徴は以下のとおりである。

賛成グループは、地層処分政策に賛成し、地層処分は安全だと考えている。また、地層処分技術は確立しており、2000年の最終処分法に従って地層処分政策を実施すべきと考えている。

反対グループは、地層処分政策に反対し、地層処分は安全だとは考えていない。また、地層処分技術は確立しておらず、2000年の最終処分法に従って地層処分を実施すべきとは考えない。

中間グループは、肯定的評価と否定的評価が混在しており、グループ内の意見分布も一様ではない。中間グループには、地層処分政策には反対だが、技術的安全性を肯定的に評価する市民がいる。しかし、こうした市民は技術的安全性に対してすでに納得しているため、技術的安全性をいくら強く説明しても、政策選好が賛成へと変わる可能性は低い。

今回の参加市民10名は、賛成グループ3名、反対グループ3名、中間グループ4名となっていたが、無作為抽出ではない10名のサンプルであり、こうした選好分布が実際の市民の地層処分政策への選好状況を反映しているとは言えない。しかし、重要なことは、表5に示したように、3回の市民会議における6回のアンケート調査を通じて、賛成グループ3名、反対グループ3名、中間グループ4名が、ほぼ安定的に存在しているということである。

賛成グループ(A, E, I)は一貫して賛成、反対グループ(B, F, G)は1回程度のぶれがあるものの、すぐに元に戻っている。中間グループ(C, D, H, I)は、変化の頻度は高いものの、揺り戻しを繰り返して、

結果として変化していない⁵⁾。このことは、市民の地層処分政策に対する賛成や反対という政策選好を変化させることは難しく、賛成であれ、反対であれ、中間であれ、特定政策に対する多数派を形成することを住民対話の目的とすることは、合理的でないことを示唆している。

また、賛成グループ、反対グループ、中間グループに関わらず、多くの市民が共通に持っている関心事項が存在するという大変興味深い結果も、今回のアンケート分析から得られた。表6に参加市民に共通する関心事項を示した。

賛成グループ、反対グループ、中間グループに関わらず、多くの市民が、Q9の「2015年から、国が前面に立って地方自治体へ地層処分のための文献調査受入の申し入れをすることになりましたが、こうした国の積極的な関与は妥当だと思いますか」に対して肯定的に評価し、国の積極的な関与を求めている。しかし、Q10の「国や実施機関（NUMO）は地層処分について十分に情報公開をしていると思いますか」については、厳しい否定的な評価をしている。

同様に、Q11の「地層処分を進めるに際して、市民が参加した討論（熟議）が行われていると思いますか」や、Q12の「高レベル放射性廃棄物の地層処分政策において、市民参加の制度、仕組みが整備されていると思いますか」についても、市民は大変厳しい否定的な評価をし、市民参加による熟議の重要性や参加制

度の整備を求めている。また、Q13の「高レベル放射性廃棄物の処分方法は将来の技術革新の可能性もあるため、時間をかけて段階的で柔軟な処分方法を検討すべきという意見についてどう思いますか」については、多くの市民が肯定的に評価している点も重要である。

さらに、Q17の「地層処分場の立地地域は風評被害などの不利益をこうむると思いますか」に対して、多くの市民は、立地地域では風評被害が起り、不利益を被ると考えている。Q20の「地層処分地の選定プロセスにおいて、地域住民の声が反映され、住民の意思が尊重される制度、仕組みが整備されていると思いますか」については、否定的な評価が多く、地域レベルにおいても、住民の声が反映される仕組みを求めていることが分かった。

以上から、賛成グループ、反対グループ、中間グループに関わらず、多くの市民は、国の積極的な関与と情報公開や市民参加の具体化を求めていると考えられる。さらに、多くの市民は、立地地域は風評被害などの不利益を被るので、立地地域社会レベルでも「対話の場」の形成が重要である。

こうした多くの市民に共通する関心事項である情報公開と市民参加を具体化し、段階的で柔軟な処分方法の検討を進めることが、政策プロセス全体に対する市民の社会的納得性を醸成することにつながる。

表5 6回のアンケートにおける政策選好(Q1)の回答スコア

設問番号	設問内容	アンケート実施時期	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Q1	地層処分政策の選好	第1回会議前	1	0	-1	-1	1	-1	-1	0	1	1
		第1回会議後	1	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	1	0
		第2回会議前	1	-1	0	1	1	1	-1	0	1	-1
		第2回会議後	1	-1	-1	1	1	-1	0	1	1	0
		第3回会議前	1	1	-1	1	1	0	-1	1	1	-1
		第3回会議後	1	0	1	1	1	0	-1	0	1	0
積算値によるグループ類型			賛成	反対	中間	中間	賛成	反対	反対	中間	賛成	中間

表6 市民に共通する関心事項

設問番号	設問内容	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Q9	国の積極的関与	++	++	++	++	+	+		++	+	-
Q10	国や NUMO の情報公開		--	--		-	--	--	--	--	--
Q11	市民参加の熟議	-		--	--		--	--	--	--	--
Q12	市民参加の制度や仕組み	-	--	--	--	--		--	--	--	--
Q13	段階的で柔軟な処分方法を検討	++	--	++	++	++	++		+	+	++
Q17	立地地域の風評被害		++	++	++	++	++	++	++	++	++
Q20	地域住民の意志を尊重する制度		--	--	--	--	--	--	--	--	--
積算値によるグループ類型		賛成	反対	中間	中間	賛成	反対	反対	中間	賛成	中間

注：8人以上が肯定的評価（++、+）または否定的評価（--、-）となった設問を抜粋して示している。

新たなステージに移行した日本の地層処分政策を考える—今、我々は何を考え、何を議論すべきなのか

おわりに

本論文の冒頭において、高レベル放射性廃棄物の地層処分政策は、アメリカの核物理学者アルヴィン・ワインバーグの提起したトランス・サイエンス的課題 (Trans-Scientific Questions) の典型であることを述べた。

トランス・サイエンスの時代は、科学者・専門家と市民が対話などの熟議や市民参加などにより「社会的に堅実な知識」を形成し、民主的ルールにより、リスク管理政策を決定し、実施することが求められる。

こうしたトランス・サイエンスの時代の到来に呼応し、参加民主主義や熟議民主主義の重要性が強調され、コンセンサス会議や討論型世論調査などの議会制民主主義を補完する取り組みが、多くの民主主義社会で試みられてきた。しかし、21世紀に入り20年以上が経過した現時点の世界を観察すると、熟議民主主義の典型ともいえるフランスの国民的討論委員会 (CNDP)、デンマークを発祥とするコンセンサス会議、アメリカ発祥の討論型世論調査などの多くの「知識の民主化アプローチ」は、社会的合意形成に対して必ずしも有効に機能しているとは言えない。

20世紀後半のトランス・サイエンスの時代の「知識の民主化論」に対し、イギリスの科学社会学者 Harry Collins (2002) は、科学研究の「第三の波 (the third wave)」の必要性を主張し、科学技術リスクをめぐる社会的合意形成に、多くの市民が参加するほど善であるという考え方の結果、市民の専門知の欠如ゆえに社会的失敗が発生するとしたら、いったい誰が責任をとるのかという批判を行なった。

我々の住む21世紀の高度科学技術社会におけるリスクへの対処は、市民参加や熟議が進めば進むほど良い解決策が得られるというトランス・サイエンスの時代から、どのような専門家やどのような市民が参加し、どのような「対話の場」を形成することによって、どのように社会的納得性を醸成すべきなのか、というポスト・トランス・サイエンスの時代へと転換すべき時を迎えている (松岡, 2020)。

2020年11月の北海道の寿都町と神恵内村における文献調査の開始により日本の地層処分政策は新たなステージに移行した。この新たなステージで、我々が

立ち向かうべき課題は、トランス・サイエンス的課題 (Trans-Scientific Questions) の先にあるポスト・トランス・サイエンス的課題 (Post-Trans-Scientific Questions) ともいえるべき、より不確実で、より複雑で、より曖昧な課題である。「今、我々は何を考え、何を議論すべきなのか」、新たなステージにおける多様な専門家と多様な市民による新たな「対話の場」の形成が求められている。

謝辞 本論文は、科学研究費補助金・基盤研究 (B)「可逆性アプローチによる高レベル放射性廃棄物 (HLW) 管理政策と世代間公平性」(研究代表者・松岡俊二、課題番号: 19H04342, 2019年度~2021年度) および、三菱総合研究所・公募研究 (平成30年度・31年度地層処分に係る社会的側面に関する研究)「高レベル放射性廃棄物 (HLW) の地層処分をめぐる社会的受容性と可逆性」(研究代表者・松岡俊二, 2018年12月~2019年7月) による研究成果の一部であることを付記し、ここに謝意を表します。

補注

- 1) 社会的受容性アプローチの詳細は、松岡 (2018) の第1章「持続可能な地域社会のつくりかた：地方創生と社会イノベーション」の「社会的受容性」(pp. 12-14) を参照されたい。
- 2) NUMO の「選定手順の考え方」<<https://www.numo.or.jp/press/200101102910.html>> については、本特集の那須論文および梅木論文も参照のこと。
- 3) 市民会議の参加者は、地層処分の専門知識を有しないこと、原子力産業・反原発団体と利害関係のないことなどを条件に選んだ12名である。3回の会議のうち、第2回会議、第3回会議には欠席者があったため、3回の会議すべてに出席した10名のアンケートを集計対象とした。
- 4) 地質環境の隔離特性に関する具体的な地質現象の事例 (ナチュラルアナログ (天然類似現象) と呼ばれる) について代表的なものとしては以下のようなものがある。

砂層中のガラス製石器 (高レベル放射性廃棄物・ガラス固化体の長期耐久性についての類似現象)：シリアのユーフラテス川周辺の遺跡で発見された約8000年前の黒曜石 (火山から噴出した溶岩が急速に冷却して形成されたガラス質の岩石) から作られた石器が地下水で満たされた砂層中から健全な状態 (紙などが切れる状態) で発見された事例がある (吉田, 2018)。

地中のくぎ (高レベル放射性廃棄物・人工バリア材のオーバーパックの長期腐食現象についての類似現象)：約2000年前のローマ兵によって地中に埋められた鉄くぎが現在でも使える状態で (表面は酸化しているものの内部は健全な状態) 発見された事例などが報告されている (Miller *et al.*, 2000)。

化石の保存 (地質環境下での隔離特性)：地下環境の物質の長期隔離特性あるいは保存機能を示す最も分かりやすい事例は化石が残されていることであろう。国内だけでなく、世界各地で数千万年~数万年前の化石が報告されている。化石が残されるためには、地表からの物理的および化学的風化の影響が抑制されなければならない。したがって、化石が見出されることは、地下環境の持つ物理的及び化学的隔離特性 (反応抑制の働き) が、長い間維持されていたことを示す。その具体的な事例の1つに、

- コンクリーション（化石等の長期保存の例）がある。これは、地層中に形成された、化石などを核とした球状の岩石の粒子間隙を炭酸カルシウム成分が充填した球状岩塊であり（例えば Yoshida *et al.*, 2015）、堆積直後の数ヶ月～数年間という短期間で形成され、その後の数10万年、数100年以上もの長い地質年代を通して安定的に存在し続けているものである。このように、地下環境には物質の隔離（保存）機能が備わっている。
- 断層で変位を受けたウラン鉱床（地質環境の長期の安定性）：**約1000万年前に形成された岐阜県東濃地域のウラン鉱床（月吉鉱山）が、断層によって変位を受けた後も、断層に沿ってウランが移動することなく安定的に存在していた事例（Hama *et al.*, 2002）がある。この原因として、断層中心部に断層運動によって粉碎された細粒な粘土粒子（いわゆる断層粘土）が存在することによって、地下水の移行が遮断、抑制されたことが推定されている（Hama *et al.*, 2002）。一般に断層は透水経路として機能すると理解されがちだが、複数回の変位（擦れあい）や断層面に沿う熱水作用等による岩石の変質によって粘土化することにより、断層面に直交する方向の地下水流動は著しく低下する。このような粘土を伴う断層は日本各地で観察される。これは地層処分された高レベル放射性廃棄物からの放射性物質が漏洩した際に、もし近傍に断層が存在していたとしても必ずしも断層が選択的な移行経路になるとは限らないことを示す自然現象の一例である。
- また、超長期にわたる地形の変化や地下環境における物質の挙動は直接確認することは困難であるが、これまでに蓄積された知見に基づいて実施された数値解析により予測結果を分かりやすく可視化することで理解促進につながることが期待される。例えば、日本原子力研究開発機構の地質環境の可視化カタログのWebサイトでは過去100万年間における地形や地下環境における地下水の流動などに関する変化を動画で紹介している<<https://www.jaea.go.jp/04/tono/gsp/visualizations.html>>。
- さらに、実際の地下研において、地下深部の岩盤や地下水などに直接触れたり、室内試験の結果を目の当たりにすることも地層処分の理解の向上に資すると期待される。
- ⁵⁾ 3回の市民会議では、専門家からの情報提供の仕方や、市民相互の議論の持ち方などについて、さまざまなパターンを試行した。会議の累積効果も考えられるため、「対話の場」のあり方が、市民の政策選好に与える影響の違いについては、別途の検討としたい。
- 引用文献**
- Collins, H.M. and R. Evans(2002) The third wave of science studies: Studies of expertise and experience, *Social Studies of Science*, **32**(2), 235～296.
- Hama K., Amano K., Metcalfe R., Yoshida H., Iwatsuki T., Milodowski A. E., and Gillespie M. R.(2002) Mineralogical and petrological evidence for the hydrogeological characteristics of the Tsukiyoshi Fault, Japan. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, **35**, 189～202.
- 経済産業省資源エネルギー庁（2014）核燃料サイクル・最終処分に関する現状と課題, <https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/pdf/006_03_00.pdf>, 2021年6月25日閲覧
- 小林傳司（2007）トランス・サイエンスの時代 科学技術と社会をつなぐ, NTT出版, 東京, 288pp.
- 丸山康司（2014）再生可能エネルギーの社会化：社会的受容性から問いなおす, 有斐閣, 東京, 244pp.
- 松本礼史・竹内真司・黒川哲志・松岡俊二（2021）企画セッション 報告：新たなステージに移行した日本の地層処分政策を考える, *環境情報科学*, **50**(2), 93～94.
- 松岡俊二（2017）原子力政策におけるバックエンド問題と科学的有望地, アジア太平洋討究（早稲田大学大学院アジア太平洋研究科紀要, **28**, 25～44.
- 松岡俊二（編）（2018）社会イノベーションと地域の持続性：場の形成と社会的受容性の醸成, 有斐閣, 東京, 295pp.
- 松岡俊二・井上弦・Yunhee CHOI（2019）バックエンド問題における社会的受容性と可逆性：国際的議論から, アジア太平洋討究（早稲田大学大学院アジア太平洋研究科紀要）, **36**, 43～56.
- 松岡俊二（2020）ポスト・トランス・サイエンスの時代における専門家と市民：境界知作業, 記録と集合的記憶, 歴史の教訓, *環境情報科学*, **49**(3), 7～16.
- Miller, W., Alexander, R., Chapman, N. A., Mckinley, I. and Smellie J.(2000) Geological Disposal of radioactive wastes and natural analogues; lessons from nature and archaeology. Pergamon, Waste Management Series, 2, Pergamon Press, Oxford, 328pp.
- NUMO（原子力発電環境整備機構）（2021）高レベル放射性廃棄物の地層処分にについて, <https://www.numo.or.jp/pr-info/to_media/pdf/houshaseihaikibutu_shobun_210621.pdf>, 2021年6月25日閲覧
- 坂本修一・神田啓治（2002）高レベル放射線廃棄物処分地制定の社会的受容性を高めるための課題に関する考察, *日本原子力学会和文論文誌*, **1**(3), 270～281.
- 和田隆太郎・田中知・長崎晋也（2009）高レベル放射性廃棄物処分場の立地確保に向けた社会受容プロセスモデル, *日本原子力学会和文論文誌*, **7**(5), 19～33.
- Weinberg, A. M. (1972) Science and Trans-Science, *Minerva* **10**(2), 209～222.
- Wüstenhagen, R., M. Wolsink, and M. J. Burer（2007）Social Acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept, *Energy Policy*, **35**, 2683～2691.
- 山田美香・Yunhee Choi・松岡俊二（2019）バックエンド問題における社会的受容性の要因分析—高レベル放射性廃棄物（HLW）処分の欠如モデルによる市民会議の事例, *環境情報科学学術研究論文集*, **33**, 75～180.
- 山田美香・竹内真司・松本礼史・松岡俊二（2020）社会的受容性アプローチによる高レベル放射性廃棄物（HLW）の地層処分政策の選好要因—市民会議の質問票分析から, *環境情報科学学術研究論文集*, **34**, 246～251.
- 山田美香・松本礼史・松岡俊二（2021）高レベル放射性廃棄物（HLW）の地層処分政策に関する社会的受容性分析—市民会議による質問票調査から, *環境経済・政策研究*, **14**(2), (受理済)
- Yoshida, H., Ujihara, A., Minami, M., Asahara, Y., Katsuta, N., Yamamoto, K., Sirono, S., Maruyama, I., Nishimoto, S. and Metcalfe, R. (2015) Early post mortem formation of carbonate concretions around tusk-shells over week-month timescales. *Scientific Reports*, **5**:14123 DOI: 10.1038/srep14123.
- 吉田英一（2018）地層処分と考古学—長期耐久性のアナログ, *原子力文化*, **3**, 18～21.