

瑞浪超深地層研究所におけるリスク・コミュニケーションに向けた取り組み

大澤英昭*¹ 松井秀樹*¹

日本原子力研究開発機構・東濃地科学センターでは、国民の皆様の地層処分技術に関する研究開発および地層処分の理解を深めることを目的に、瑞浪超深地層研究所の地下研究施設および地上施設の見学を実施してきた。本稿では、今後の地層処分のリスク・コミュニケーションに活かすことを目指し、これらの施設の見学後に実施しているアンケート調査の2010～2019年度（2016年度を除く）の結果を分析した。その結果は、地層処分を少しでも知っていた人は、瑞浪超深地層研究所の見学により、地層処分の適切さをポジティブに評価した可能性があるなど、本施設の見学が地層処分の理解にとって貴重な体験になっていることを示唆している。また、地層処分の安全性についてネガティブに評価する人は原子力や立地選定に関心が高いことが示唆される一方で、地層処分の安全性についてポジティブに評価する人は国民の理解にも関心が高いことを示唆している。また、地層処分の安全性に関しポジティブ、ネガティブに評価する人はともに、将来の長期の安全性について技術的課題とを感じる傾向がある。

Keywords: 高レベル放射性廃棄物, 地層処分, 地下研究施設

The Japan Atomic Energy Agency had offered visitor's tour to the underground and surface facilities of the Mizunami Underground Research Laboratory (URL) at the Tono Geoscience Center in order to promote the understanding of the R&D of geological disposal technology and geological disposal for the public. We analyzed questionnaires distributed after visiting these facilities from FY2010 to FY2019, except for FY2016, in the hopes of using risk communication for geological disposal. Results suggest that visiting these facilities is a valuable experience to understand geological disposal because some people, knew even just a little bit about it, have positively evaluated appropriateness of geological disposal by a tour of the Mizunami URL. While some people who have negatively evaluated safety of geological disposal are highly interested in issues of nuclear power and site selection, some people who have positively evaluated safety of geological disposal are highly interested in public understanding of geological disposal. Furthermore, both these groups believe that long-term safety is a technical issue.

Keywords: high-level radioactive waste, geological disposal, underground research laboratory

1 はじめに

高レベル放射性廃棄物（High-level radioactive waste; 以下、HLW）の地層処分技術に関する基盤的な研究開発を担う日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）は、1994年6月に原子力委員会が策定した「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」[1]に示された深地層の研究施設の1つとして、岐阜県瑞浪市で超深地層研究所計画を進めてきた[2-4]。2015年5月に閣議決定された特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針[5]では、「国及び関係研究機関は、最終処分の安全規制・安全評価のために必要な研究開発、深地層の科学的研究等の基盤的な研究開発及び最終処分技術の信頼性の向上に関する技術開発等を積極的に進めていくものとする」とされており、深地層の研究施設は、これらの研究を進めるための重要な施設の1つである。本計画は、「深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備」と「深地層における工学技術の基盤の整備」の2つを全体目標に、計画全体を第1段階（地表からの調査予測研究段階）、第2段階（研究坑道の掘削を伴う研究段階）および第3段階（研究坑道を利用した研究段階）の3段階に区分して進めてきた[6]。本計画は所期の成果をあげることができたため、2019年度をもってその研究開発を終了した。2020年2月に本研究所の坑道の埋め戻しに着手し、2022年1月までに埋め戻しと地上施設の撤去を行う予定である[7]。これに伴い、2019年度をもって瑞浪超深地層研究所の見学

を終了した。

一方、国の計画[8]では、深地層の研究施設は、「学術研究の場であるとともに、国民の地層処分に関する研究開発の理解を深める場としての意義を有し、その計画は、処分施設の計画と明確に区分して進めることが必要」とされている。そのため、深地層の研究施設においては、国内外の研究機関や専門家との研究協力を積極的に進め、また、広く学術的な研究の場としての活用を図るとともに、国民の皆様が地下深部の環境を実際に体験・学習し、研究者との対話を通じて、地層処分やその研究開発に対する理解を深める場としても整備していくとされた。このため、東濃地科学センターでは、深地層の研究施設の1つである本研究所の地下研究施設および地上施設（Fig.1(a)）を活用して、地層処分技術の研究開発および地層処分の理解を深めていただくための取り組みとして、施設の見学を実施してきた。地下研究施設の見学については、2002年度からは研究所用地におけるボーリング調査や用地の造成工事等（地上）の見学を、そして深度100mに定期的に入坑可能になった2006年度から地下研究施設の見学を本格的に開始するとともに、2008年度から深度200m、2009年度から深度300m、2016年度から深度500mと段階的に見学対象の坑道をより深くしながら地下研究施設の見学を実施してきた。見学は、毎月1回（土曜日あるいは日曜日に）一般見学会を、また、平日は現場の活動状況と調整をしながら見学を受け入れてきた（2008年度からは月曜日および水曜日の昼休みの時間を中心に、その他の曜日は現場の活動状況と調整しつつ実施）。見学では、まず地層処分の概要（地層処分の必要性や選択理由、安全性の考え方など）および本計画における地層処分技術の研究とその成果の概要を説明し、その後、研究（技術）者の案内で施設の見学を行った。質疑は見学中および見学後ともに行われた。本アンケート調査は施設見学後に行った。なお、見学においては地下施設の見

Efforts to Risk Communication at Mizunami Underground Research Laboratory, by Hideaki OSAWA (ohsawa.hideaki@jaea.go.jp) and Hideki MATSUI

*1 国立研究開発法人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東濃地科学センター

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

〒509-6132 岐阜県瑞浪市明世町山野内 1-63

(Received 9 February 2021; accepted 23 August 2021)

学を行うことを基本としたが、見学者の人数や見学にかけられる時間により地下施設の見学ができない場合、あるいは工事のタイミングで入坑不可能であった場合には地上施設（立坑槽設備、巻き上げ機室、排水処理設備）のみの見学となっている。2019年度に見学終了するまでの累計見学者は43,305人（入坑者数；22,889人）である（Fig.1(b)）。

本稿では、今後の地層処分のリスク・コミュニケーションに知見を活かしていくことを目指して、本研究所の施設見学後に実施したアンケート調査（2010～2019年度、2016年度を除く）の分析を行った。

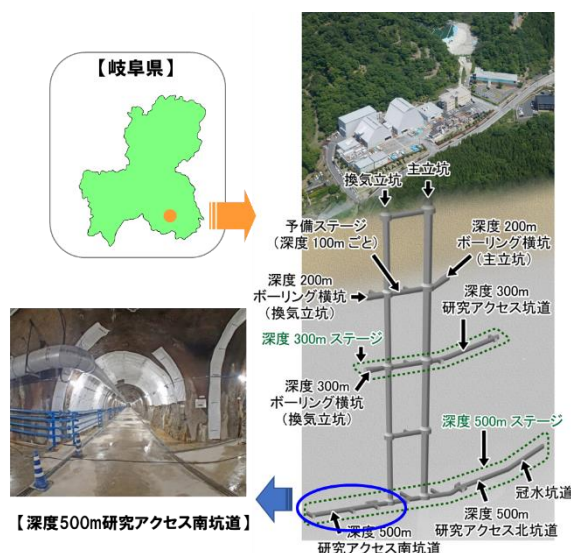


Fig.1(a) Main facilities of the Mizunami URL



Fig.1(b) Annual number of visitors to the Mizunami URL

2 調査方法

本研究所では、見学者を対象に、地下研究施設あるいは地上施設の見学後にアンケート調査を実施している。2010年度以降に実施されたアンケート調査は、2010年8月～2013年2月上旬、2013年2月中旬～2018年3月、2018年4月～2020年3月で、質問内容・回答の選択肢が段階的に見直されている（付録参照）。

見学者の属性のうち、性別の質問内容・回答の選択肢は共通しているが、2010年8月～2013年2月上旬と、2013年2月中旬～2018年3月および2018年4月～2020年3月とで、年齢の区分が異なるとともに、前者の期間は職業を、後者は当施設をどのように知ったか（施設の認知経路）を質問している（付録参照）。

また、地層処分に関する認識について、2010年8月～2013年2月上旬は、「今回の見学前に、日本では原子力発電に伴って発生する高レベル放射性廃棄物を国内の地層中に安全に処分（地層処分）することをご存じでしたか」（地層処分計画の認知度）に対し、「知っていた」（付録およびTable 2(a)において「認知」と表現）、「知らなかった」（付録およびTable 2(a)において「非認知」と表現）から選択していただいている。その上で、「処分の必要性」および「地層処分の安全性」について、「知っていた」（認知）との回答者には見学前後の認識を、「知らなかった」（非認知）との回答者には見学後の認識を聞いている。一方で、2013年2月中旬～2018年3月および2018年4月～2020年3月では、地層処分に関する認識については、「日本では、原子力発電によって発生する高レベル放射性廃棄物を国内の地層中に処分（地層処分）する計画になっていることをご存知でしたか」（地層処分計画の認知度）、「高レベル放射性廃棄物の処分の必要性についてどう感じましたか」（処分の必要性）、「高レベル放射性廃棄物の処分方法として、地層処分が適していると思いますか」（地層処分の適切さ）、および「地層処分の安全性についてどう感じましたか」（地層処分の安全性）について質問している。さらに、「地層処分の安全性」に関し「多少、不安」、「不安」あるいは「わからない」と回答した人を対象に、「長期間（数万年）減らない放射能」、「放射能が外部に漏れてくる可能性」、「日本には適地がない」、「想定外のことが起こる可能性」、「わからない」、「その他（自由記載）」から選択していただき、地層処分の安全性について何が不安か（地層処分の安全性に対する不安内容）を聞いている。さらに、「地下水の動き」、「地殻変動（地震、火山等）」、「数万年先の予測」、「ガラス固化体の健全性」、「わからない」、「その他（自由記載）」から、地層処分を行う上での技術的な課題を聞いている。なお、HLW地層処分の安全性に対する不安内容と技術的な課題に関しては、2013年2月中旬～2018年3月は複数回答、2018年4月～2020年3月は一択だけ選択（単一回答）と条件が変えられている。その上で、いずれの時期も、最後にご意見・ご要望等について自由記載していただいた。

以上のように、質問内容・回答の選択肢の変化があること、年度途中でアンケート調査の内容を変更した2012年度は、年度をとおしてデータを同じ質で扱えないこと、回答形式が5件法ではなく、また間隔尺度や順序尺度として扱えないこともあり、平均値などの定量的な比較・評価を行うことは難しい。また、2016年度はデータセットが欠損しており信頼性に問題があったため、本稿では、アンケート調査結果を質問内容の異なる2010年8月～2013年2月上旬[2013年2月中旬～3月は、アンケート内容が異なるため除く]（以下、2010～2012年度）、2013年4月～2018年3月[データセットが欠損する2016年4月～2017年3月は除く]（以下、2013～2017年度）、2018年4月～2020年3月（以下、2018～2019年度）の3つの母集団に基本的に区分し、各々の質問項目の関係を把握することとした。その際、年齢については、2013年4月以降から採用されている区分を踏襲した。また、地層処分の認識に関する各質問に対し無回答がある場合、基本的にその回答者は分析の母集団か

ら除いた。さらに、2010～2012 年度と、2013～2017 年度および 2018～2019 年度では、「処分の必要性」および「地層処分の安全性」についての回答項目が大きく異なるため、直接的な比較は行わないこととした。なお、見学者の属性については付録で示した質問内容および選択肢のみの回答形式であったため、本稿では見学者の属性の違いではなく、見学や地下施設の入坑の有無、HLW 地層処分の認識の違いに焦点をあて、アンケート調査の分析を行うこととした。

3 結果

3.1 回答者の属性

アンケート回答者の性別の傾向は、2 月頃までの集計結果を参考値として示した 2012 年度を除き (Table 1 の*2 参照)、男性が約 70～80 %と女性より多く、その傾向に大きな変化はない。年齢層も、多い順に 40 歳～60 歳未満 (40 %前後)、60 歳以上、20 歳～40 歳未満、20 歳未満という傾向を示しており、その傾向に大きな変化はない (Table 1)。2012 年度以降、当施設をどのように知ったかについても、「会社・団体や学校関係等」が最も多く (約 70～80 %)、以下順に、「知人からの紹介」、「原子力機構ホームページ」、「新聞・雑誌等」となっている (Table 1)。

Table 1 Respondents' attributes

	2010 (H22)	2011 (H23)	2012 (H24)	2013 (H25)	2014 (H26)	2015 (H27)	2017 (H29)	2018 (H30)	2019 (R1)
見学者数(人)	3,295	2,565	2,231	2,637	2,514	2,714	2,725	1,414	2,080
回答者数(人)	2,175*1	2,106	1,610*2	1,926	1,868	2,159	2,355	1,199	1,754
性別 (%)									
男性	70.3	71.8	68.1	71.7	74.6	79.2	77.2	78.0	74.5
女性	26.4	24.6	27.8	28.3	25.4	20.3	22.4	20.8	22.8
無回答	3.3	3.6	4.1	0.0	0.0	0.5	0.4	1.2	2.7
入坑者 (%)									
入坑者	70.3	76.1	69.6	66.1	64.3	78.8	80.1	34.3	76.0
非入坑者	29.7	23.9	30.4	33.9	35.7	21.2	17.5	65.6	20.6
無回答	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.1	3.4
年齢層 (%)									
20歳未満	7.5	16.6	15.3	12.7	15.6	9.9	10.4	15.5	11.3
20歳～40歳未満	17.2	15.9	17.9	18.2	18.5	14.4	19.3	16.2	19.7
40歳～60歳未満	40.8	36.9	34.5	37.5	40.0	43.4	40.0	42.0	37.6
60歳以上	34.1	30.1	30.7	30.9	25.8	31.6	29.7	25.6	28.6
無回答	0.4	0.5	1.6	0.7	0.1	0.7	0.6	0.7	2.8
施設を知った経路 (%)									
機構HP	-	-	-	4.6	4.1	4.8	4.0	4.3	4.9
新聞・雑誌等	-	-	-	1.7	1.3	1.9	1.0	0.8	0.5
会社・団体・学校	-	-	-	75.3	78.2	75.6	73.2	76.2	69.4
知人からの紹介	-	-	-	8.5	9.4	8.4	8.9	8.2	11.5
その他	-	-	-	8.3	5.8	7.7	11.1	9.2	10.4
無回答	-	-	-	1.6	1.2	1.6	1.8	1.3	3.3

*1: 2010年度は7月から3月までのアンケート調査結果を集計した。

*2: 2012年度は、2013年2月にアンケート調査の内容を変更している。2013年2月中旬～3月はそれ以前と同じ質問のデータとして扱えないため本表の集計の対象外とし、2013年2月上旬までの集計結果を参考値として示した。

※2016年度はデータセットとして整備されていないため対象から除いた。

3.2 HLW 地層処分にに関する認識

2010～2012 年度のアンケート調査結果では、2010 年度において地層処分計画について知っていた回答者が多く、「処分の必要性」および「地層処分の安全性」についてポジティブな評価をした回答者も多い傾向はあるものの、3 年にわたり大きな変化は示していない (Table 2(a))。

2013 年度以降のアンケート調査では、「地層処分計画の認知度」に関しては、約 85 %を超える回答者が「知っていた」あるいは「何となく (少し) 知っていた」と回答し、「知らなかった」と回答したのは約 13 %以下で、その傾向に大きな変化はない。また、「処分の必要性」についても、約 90 %を超える回答者が「必要」あるいは「多少、必要」と回答し、「あまり必要ではない」あるいは「不要」と回答

したのは 1.2 %以下であり、その傾向に大きな変化はない (Table 2(b))。

Table 2(a) Recognizing geological disposal (FY2010–FY2012)

		2010 (H22)	2011 (H23)	2012 (H24)	
地層処分計画の認知度 (%)		知っていた(認知) 75.4 知らなかった(非認知) 21.2 無回答 3.4	71.0 26.1 2.9	71.7 25.0 3.3	
-認知- 処分の必要性 (%)	見学前	必要だと思っていた 75.3 どちらでもない 19.6 必要だと思わなかった 4.8	59.4 27.6 11.9	65.1 23.8 9.3	
		見学後	無回答 0.3 必要だと思う 89.3 どちらでもない 7.9	1.1 73.6 17.0	1.8 75.9 15.4
				必要だと思わない 2.1 無回答 0.7	7.7 1.7
	見学前		安心であった 47.1 どちらでもない 34.1 不安であった 18.2	32.5 37.7 28.7	35.3 35.4 27.6
		見学後	無回答 0.6 安心した 69.7 どちらでもない 26.9	1.1 53.0 35.8	1.7 53.4 35.5
				不安になった 2.6 無回答 0.8	9.7 1.5
-非認知- 処分の必要性 (%)			必要だと思う 84.8 どちらでもない 12.6 必要だと思わない 1.5 無回答 1.1	71.0 23.3 4.0 1.7	73.6 19.4 5.0 2.0
-非認知- 地層処分の安全性 (%)		安心した 69.9 どちらでもない 25.1 不安になった 3.3 無回答 1.7	50.6 41.3 5.5 2.6	50.8 41.1 5.8 2.3	

* : 地層処分計画の認知度について「知っていた」を「認知」、
「知らなかった」を「非認知」と表現

Table 2(b) Recognizing geological disposal (FY2013–FY2019)

		2013 (H25)	2014 (H26)	2015 (H27)	2017 (H29)	2018 (H30)	2019 (R1)
地層処分計画の認知度 (%)	知っていた	63.3	62.7	63.9	65.1	60.9	62.9
	何となく (少し) 知っていた	26.3	25.4	23.0	23.2	25.4	22.0
	知らなかった	9.7	11.3	10.4	10.8	13.2	12.0
	無回答	0.7	0.6	2.7	0.9	0.5	3.1
処分の必要性 (%)	必要	86.4	85.4	85.7	87.0	87.6	85.2
	多少、必要	8.3	9.9	8.8	8.4	8.7	8.9
	わからない	3.1	2.8	3.7	2.8	2.2	2.3
	あまり必要ではない	0.5	0.6	0.3	0.3	0.2	0.2
	不要	0.5	0.6	0.6	0.3	0.1	0.3
	無回答	1.2	0.7	0.9	1.2	1.2	3.1
地層処分の適切さ (%)	適している	66.6	66.6	69.8	71.5	70.7	70.3
	わからない	29.2	30.6	27.2	25.4	27.4	24.6
	適していない	3.4	2.4	2.3	2.2	1.3	1.9
	無回答	0.8	0.4	0.7	0.9	0.6	3.2
地層処分の安全性 (%)	安全	37.7	38.3	41.4	43.1	44.5	44.1
	多少、安全	34.2	35.9	33.1	34.2	33.0	31.7
	わからない	9.4	9.7	9.2	8.8	8.3	8.6
	多少、不安	11.1	10.4	9.4	8.0	10.1	8.4
	不安	4.4	2.9	3.7	2.3	1.2	2.2
	無回答	3.2	2.8	3.2	3.6	2.9	5.0

なお、2015 年および 2016 年に全国を対象に実施されたアンケート調査[9]で確認された「処分の必要性」については「必要だと思う」(2015 年:42.6 %, 2016 年:51.4 %)となっており、本アンケート調査の方が高い値となっている。質問内容・回答の選択肢や調査方法が異なり厳密には比較できないが、上記から、「処分の必要性」に関しよりポジティブな方々が超深地層研究所を見学している可能性がある」と推測される。なお、「処分の必要性」については、「不要」あるいは「あまり必要ではない」との回答者は非常に少なく (Table 2(b)) 統計分析が有効とならない可能性があるため、分析対象としないこととした。

2010 年度～2012 年度のアンケート調査結果について、「地層処分の安全性」の回答を、「地層処分計画の認知度」および「入坑の有無」の回答ごとに分けて集計した (Fig.2)。「地層処分計画の認知度」について「知っていた」(Fig.2 では「認知」と示す)と回答した人について、「入坑の有無」ごとに見学前後の「地層処分の安全性」の各回答をクロス集計すると、見学前後で差が認められ (入坑有り、入坑無しともに $p<.01$ (Wilcoxon の符号付き順位検定)), 見学後、「地層処分の安全性」についてよりポジティブに評価する傾向がある。また、「知らなかった」(Fig.2 では「非認知」と示す)と回答した人は、「知っていた」(認知)と回答した人の見学後の評価結果と比較し、「処分の必要性」および「地層処分の安全性」についてほぼ同程度の評価を示す傾向が認められる。なお、「知らなかった」と回答した人については、「入坑の有無」による「地層処分の安全性」の各回答に差は認められなかった。

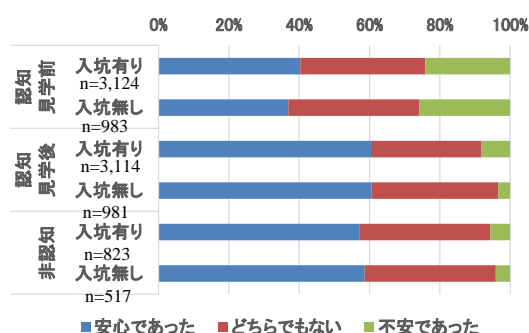


Fig.2 Recognition of geological disposal safety according to whether respondents visited the underground facility and knew about the geological disposal (FY2010–FY2012)

2013～2017 年度のアンケート調査結果について、「地層処分の適切さ」、「地層処分の安全性」の回答を、「入坑の有無」あるいは「地層処分計画の認知度」の回答ごとに分けてクロス集計を行った。その結果、「入坑の有無」の回答ごとに「地層処分計画の認知度」と「地層処分の適切さ」、「地層処分の安全性」をクロス集計すると、「地層処分計画の認知度」で「地層処分の適切さ」、「地層処分の安全性」の各回答に差が認められ (「地層処分の適切さ」:[入坑有] $\chi^2(4)=200.4$, [入坑無] $\chi^2(4)=44.5$, 「地層処分の安全性」:[入坑有] $\chi^2(8)=296.1$, [入坑無] $\chi^2(8)=40.4$, いずれも $p<.01$), 入坑の有無の回答ごとに比較すると、処分計画についてより知っていた回答者の方が、「地層処分の適切さ」および「地層処分の安全性」を全体的によりポジティブに評価する傾向を示している (Fig.3(a), 3(b))。また、「地層処分計画の認知度」の回答ごとに「入坑の有無」と「地層処分の適切さ」、「地層処分の安全性」をクロス集計すると、「地層処分計画の認知度」に関し「知っていた」と回答した者については、「入坑の有無」により「地層処分の適切さ」($\chi^2(2)=51.1$, $p<.01$), 「地層処分の安全性」($\chi^2(4)=85.7$, $p<.01$) の各回答に差が認められ、「何となく(少し)知っていた」と回答したもののについても、「入坑の有無」により「地層処分の適切さ」($\chi^2(2)=11.6$, $p<.01$) の各回答に差が認められた。「知ら

なかった」回答者については差が認められなかった (Fig.3(a), 3(b))。この結果は、「地層処分の適切さ」については、地層処分計画の認知度に関し「知っていた」、「何となく(少し)知っていた」との回答者の場合、入坑した回答者の方が、入坑しなかった回答者よりポジティブに、「地層処分の安全性」については、地層処分計画の認知度に関し「知っていた」との回答者の場合、入坑した回答者の方がよりポジティブに評価する傾向を示している。

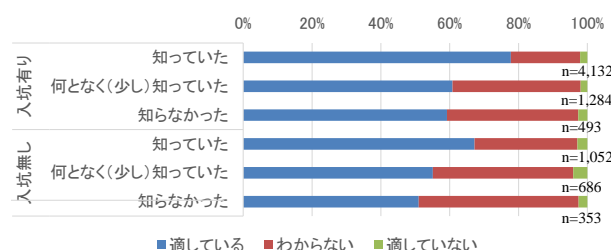


Fig.3(a) Recognition of the appropriateness of geological disposal according to whether respondents knew about the geological disposal and visited to the underground facility (FY2013–FY2017)

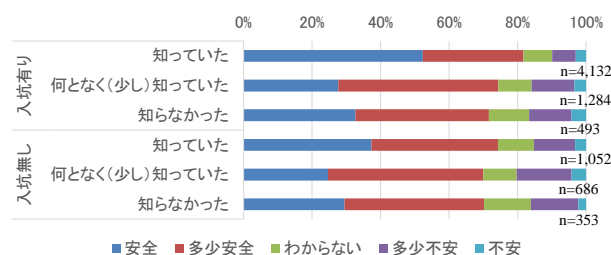


Fig.3(b) Recognition of geological disposal safety according to whether respondents knew about the geological disposal and visited the underground facility (FY2013–FY2017)

3.3 HLW 地層処分の安全性に対する技術的課題

HLW 地層処分の安全性に対する技術的課題については、2013～2017 年度は複数回答、2018～2019 年度は単一回答とアンケート調査の回答の求め方が異なる。回答を求めた選択肢について複数の技術的課題があると感じている回答者が存在することを考慮すると、単一回答とした 2018～2019 年度のアンケート調査では選択肢に対しどの程度の方が技術的課題だと思っているのか全体の傾向をつかむことは難しいと考えられる。そのため、複数回答とした 2013～2017 年度のアンケート調査の結果に基づき、「入坑の有無」、「地層処分計画の認知度」、「地層処分の適切さ」および「地層処分の安全性」との関係を検討した。その結果、「入坑の有無」、「地層処分計画の認知度」、「地層処分の適切さ」および「地層処分の安全性」いずれについても、「地殻変動(地震、火山等)」、「数万年先の予測」といった将来の長期にわたることを技術的課題として取り上げる回答者が多い傾向が認められる。また、「入坑の有無」で各課題を取り上げる割合に大きな違いは認められない。なお、入坑者に「地下水の動き」を技術的課題として取り上げる回答者が多い傾向が認められる。これは入坑者が坑内への湧水

状況を見ていたことによると推察される (Fig.4(a)).「地層処分計画の認知度」に関しては、「知っていた」と回答した人も、「何となく(少し)知っていた」、「知らなかった」と同等あるいはそれ以上に、「地殻変動(地震、火山等)」、「数万年先の予測」、「地下水の動き」、「ガラス固化体の健全性」が技術的課題だとする傾向が認められる (Fig.4(b)).さらに、「地層処分の適切さ」および「地層処分の安全性」に対しネガティブに評価した回答者ほど、「地殻変動(地震、火山等)」、「数万年先の予測」、「地下水の動き」、「ガラス固化体の健全性」が技術的課題だとする回答者がより多い傾向がある。一方で、「適している」、あるいは「安全」、「多少安全」と回答した人も、「地殻変動(地震、火山等)」、「数

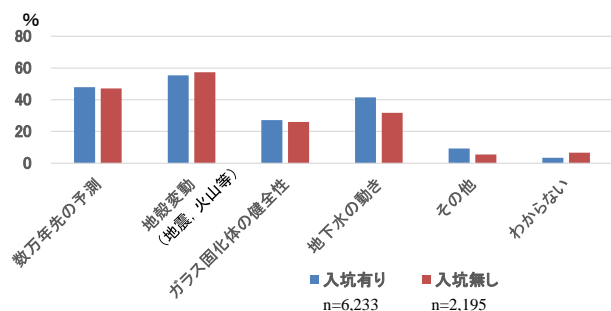


Fig.4(a) Technical issues selected by each respondent with or without visiting to the underground facility (FY2013–FY2017)

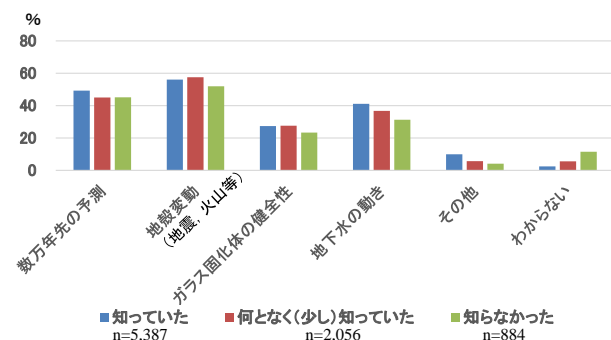


Fig.4(b) Technical issues selected according to each of the responses on the awareness of geological disposal (FY2013–FY2017)

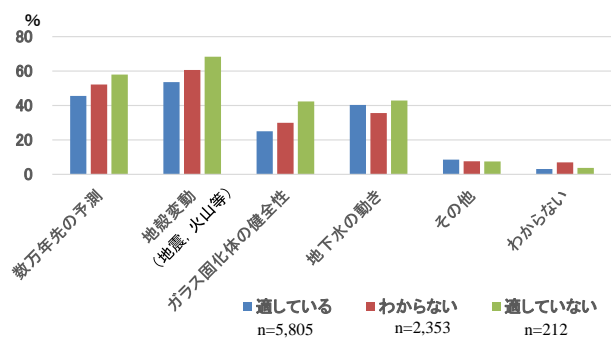


Fig.4(c) Technical issues selected according to each of the responses on the appropriateness of geological disposal (FY2013–FY2017)

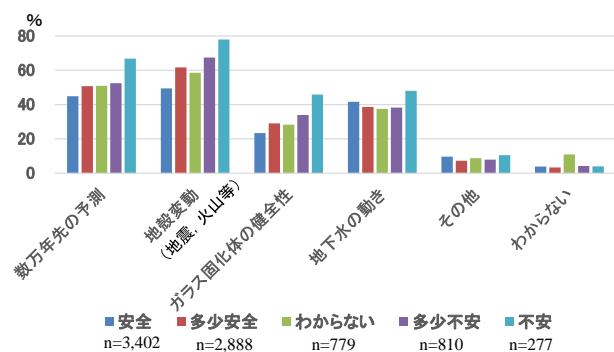


Fig.4(d) Technical issues selected according to each of the responses on the safety of geological disposal (FY2013–FY2017)

万年先の予測」という将来の長期にわたる技術的課題が、その他の課題と比較し相対的に多い傾向が認められる (Fig.4(c), 4(d)).

2013 年度以降のアンケート調査で、地層処分の安全性に対する技術的課題に関し「その他」を選択した回答者の自由記載について、テキストマイニングで共起ネットワーク分析およびクロス集計を行った。共起ネットワーク分析については、2013～2017 年度は複数回答、2018～2019 年度は単一回答としたため、その他の自由記載に関し上述の時期により質の違いが想定されるものの、ここでは自由記載全体で文章中に出現する語と語が共に出現する(共起する)関係性の全体の傾向をとらえるため、2013～2017 年度および 2018～2019 年度を一つの母集団として分析した。また、クロス集計を行うにあたり、どのような主題や事柄に言及した意見が多いのかを確認することに焦点をあて、後述する HLW 地層処分の安全性に対する技術的課題の選択肢「その他」の自由記載、並びに「3.4 意見・要望の自由記載」の共起ネットワーク分析により確認された文脈も参考にコードを設定し、自由記載からそれらコードに関連する用語をピックアップして Table 3 に示すコーディングルールを整理した。コーディングルールを用いたクロス集計では、 χ^2 検定によりコードの出現割合に 5 %水準で有意な差があるかどうかを確認した。併せて、出現パターンの似かよった語のコードを示すため、階層クラスター分析の結果を図に示した。さらに、本分析を行うにあたり、2013～2017

Table 3 Coding rules to count concepts

コード名	コーディングに用いた用語
想定外	想定外 将来 長期 予想外 予測 未来予測
地殻変動	地殻変動 地震 火山 断層 活断層 災害 自然 断層列島 地震列島 地震大国 火山大国 環太平洋造山帯 地震国
立地選定	候補地 処分場 場所 処分地 適地 最終処分場 立地 選定 場所 処分場所 処分候補地 最終処分地 建設地 処分先 最終処分地選定 処分場選定
国民理解	国民 住民 市民 地域 地域住民 近隣住民 地元 自治体 周辺住民 同意 合意形成 地域理解 国民理解 地元理解 住民合意
地下水	地下水 湧水 流れ 水 地下水量 地下水脈
原子力	原発 原子力 原子力発電 原子力発電所 エネルギー政策 原子力関係 原子力関連 原子力行政 原子力事業
研究・見学・施設*1	研究 地層研究 施設 地下施設 研究施設 研究所施設 見学 説明 地層研究 地層処分研究 地下見学 施設見学 深地層研究所 地層科学研究
東日本大震災*2	大震災 3.11 福島 東北地震 F1 原発事故 福島原発 福島原発事故
研究・見学・施設 ポジティブ評価*3	(研究 地層研究 施設 地下施設 研究施設 見学 説明 地層研究 地層処分研究 地下見学 施設見学 深地層研究所 地層科学研究) & (良い 分かる 丁寧 親切)

*1: 不安内容及び技術的課題に関するコードの頻度集計で追加使用

*2: 意見・要望ごとのコードの頻度集計で追加して使用

*3: 意見・要望の「処分の必要性」、「地層処分の適切さ」および「地層処分の安全性」ごとのコードの頻度集計で追加して使用

【コーディングルール】 | : または、 & : および

テキストマイニングでリストアップされた語の共起関係を分析した結果からは、回答の選択肢としても挙げられている「地下水の多さ・動き」や「地震の多さ」、「ガラス固化体の長期の安全性」の他、「国民の理解」、「研究の必要性」、「立地選定」の文脈が記述されていると推察される (Fig.5). また、「地層処分の安全性」の回答に分けて、回答者が不安内容の「その他」で自由記載した文章についてコード (Table 3) の頻度を集計すると、出現割合に差が認められる「国民の理解」について、「安全」、「多少安全」と回答した人が「国民の理解」が技術的課題であるとして多く記述する傾向が認められる (Fig.6).

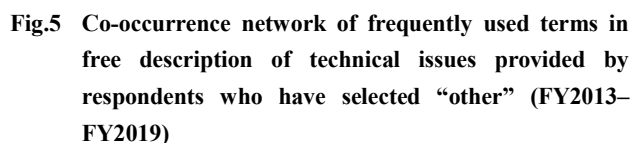


Fig.6 Appearance rate of concepts using the coding rule (Table 3) on the safety of geological disposal provided by respondents who have selected “other” (FY2013–FY2019)

2010 年度以降のアンケート調査の意見・要望に関し、回答者の自由記載をテキストマイニングでリストアップされた語の共起関係を分析した。意見を記述した回答者数（記述者数）は 6,522 名（2010～2019 年度の総回答者数（17,152 名）の約 38 %）であった。その結果は、地層処分に関する研究や見学に対する意見や感謝、原子力発電も背景とした地層処分に関する意見などが主に記述されていることを示している（**Fig.7(a)**）。また、年度ごとに、コード（**Table 3**）の頻度をクロス集計すると、福島第一原子力発電所事故後の 2011, 2012 年度は、出現割合に差が認められた「原子力」に関し、意見が多かったことを示している（**Fig.7(b)**）。

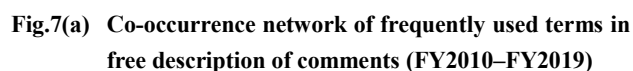


Fig.7(b) Appearance rate of concepts using the coding rule (Table 3) according to each fiscal year (FY2010–FY2019)

23

(単位: %)						
(文書数: 4,450)	安全 (2,084)	多少安全 (1,458)	わからない (347)	多少不安 (405)	不安 (156)	χ^2 値
東日本大震災 (n=32)	0.5	0.6	0.9	1.7	1.3	7.85
想定外 (n=176)	2.6	4.2	5.8	6.9	7.7	27.76**
立地選定 (n=210)	3.9	5.1	4.3	6.9	7.1	10.14*
地殻変動 (n=105)	1.5	2.5	3.7	3.7	5.8	20.16**
国民の理解 (n=187)	4.2	4.4	4.0	3.5	4.5	0.74
地下水 (n=174)	4.0	3.9	2.9	4.0	4.5	1.20
原子力 (n=333)	6.2	6.4	8.9	9.9	25.0	80.78**
研究・見学・施設のポジ ティブ評価 (n=733)	19.2	15.2	11.8	13.1	10.3	28.49**

** : 1%水準で有意. * : 5%水準で有意

Fig.8 Appearance rate of concepts using the coding rule (Table 3) on the safety of geological disposal (FY2013–FY2019)

4 考察

「地層処分計画の認知度」と「地層処分の適切さ」、「地層処分の安全性」の評価との関係を、「入坑の有無」ごとに分析した結果、2013 年度以降のアンケート調査結果では、地層処分計画についてより知っていた回答者の方が「地層処分の適切さ」、「地層処分の安全性」についてよりポジティブに評価していた (Fig.3)。これについては、地層処分計画を知っていた見学者は、もともと「地層処分の適切さ」、「地層処分の安全性」に関しポジティブに評価していた人であった可能性もある。

見学や「入坑の有無」との関係については、2010～2012 年度は「地層処分計画の認知度」に関し「知っていた」との回答者は、見学後に「地層処分の安全性」をポジティブに評価、「知らなかった」との回答者については、「知っていた」との回答者（見学後）と同等程度の評価をしている (Fig.2)。また、2013 年度以降のアンケート調査で「地層処分計画の認知度」の回答ごとに比較すると、「地層処分計画の適切さ」については、地層処分計画を「知っていた」、あるいは「何となく（少し）知っていた」との回答者の場合、入坑した人の方が、また「地層処分の安全性」については、地層処分計画を知っていた人の場合、入坑した人の方が、入坑しなかった人よりポジティブに評価する傾向を示している (Fig.3)。

以上のとおり、「地層処分計画の認知度」の違いで「地層処分の適切さ」や「地層処分の安全性」についての評価がもともと異なっていた可能性などについては今後より詳細に検討していく必要はあるものの、幌延深地層研究センターにおける一般見学で、地下研究施設を見学している回答者の方が、見学していない回答者と比較して、「地層処分の安全性」などに関しポジティブな評価をする傾向[11]と同様、地下施設への入坑の体験あるいは地上施設のみ見学については、地層処分計画を知っていた人でだけでなく、何となく知っていた人も含めて、「地層処分の適切さ」に関し何らかのポジティブな効果があり、また知っていた人は「地層処分の安全性」に関し何らかのポジティブな効果があった可能性があると考えられる。

HLW 地層処分の安全性に関する技術的課題について、2013～2017 年度のアンケート調査の結果に基づき、「入坑の有無」、「地層処分計画の認知度」、「地層処分の適切さ」

および「地層処分の安全性」との関係の分析結果は、いずれについても「地殻変動（地震、火山等）」、「数万年先の予測」といった将来の長期にわたることが技術的課題として取り上げる傾向を示している。また、「入坑の有無」で各課題を取り上げる割合に大きな差はなく、地層処分計画を知っていても将来の長期にわたることを技術的課題としてあげるなど、「入坑の有無」や「地層処分計画の認知度」に関係なく将来の長期にわたることを技術的課題としている。さらに、「地層処分の適切さ」および「地層処分の安全性」に対しネガティブに評価した回答者ほど、「地殻変動」、「数万年先の予測」などが技術的課題だとする回答者が多いものの、「適している」、「安全」あるいは「多少安全」と回答した人も、他の課題と比較しこれらを技術的課題だとする回答者が多い傾向が認められるなど (Fig.4)、「地層処分の適切さ」や「地層処分の安全性」についてネガティブ、ポジティブに評価している回答者ともに、将来の長期にわたることに関しては技術的課題だと感じていると推察される。さらに、技術的課題について「その他」として自由記載した回答者において、「地層処分の安全性」についてポジティブに評価している回答者は「国民の理解」に関心があると推察される (Fig.6)。

意見・要望の自由記載については、2011 年 3 月 11 日の東日本大震災およびそれによる福島第一原子力発電所事故後の 2011、2012 年度は、「原子力」に関する意見が多いなど、事故などによる外部状況と意見・要望との関係があることを示唆している (Fig.7(b))。2013 年度以降のアンケート調査結果では、「地層処分の安全性」をポジティブに評価をした回答者は研究や見学に関しポジティブな記述をし、一方、ネガティブに評価をした回答者は「原子力」、「立地選定」に関する意見が多い傾向を示している (Fig.8)。

5 まとめ

本稿では、今後の地層処分のリスク・コミュニケーションに知見を活かしていくことを目指して、本研究所の施設見学後に実施したアンケート調査の分析を行った。その結果、少なくとも何となく地層処分計画を知っていた人においては、「地層処分の適切さ」を、知っていた人は「地層処分の安全性」を、入坑した人の方がよりポジティブに評価しており、地下研究施設の見学が、見学者にとって貴重な体験になっている可能性を示唆している。地層処分計画を全く知らない人に対する説明などについては今後の課題になると考えられる。一方で、「入坑の有無」や「地層処分計画の認知度」に関係なく将来の長期にわたることを技術的課題とし、また「地層処分の安全性」や「地層処分の適切さ」についてポジティブに評価している見学者でも、将来の長期にわたることは技術的課題であると認識するなど、これまでの地下研究施設での取り組みのみでは、将来の長期にわたる技術的課題についての理解は十分深まらなかったとも推察された。今後、地質環境の長期安定性に関する研究を行っている土岐地球年代学研究所などの見学などの取り組みも含めて検討していくことが必要と考えられる。また、HLW 地層処分の安全性に対する技術的課題や意見・

要望の自由記載においては、「地層処分の安全性」についてポジティブな評価をする回答者では国民の理解に関心が高いこと、「地層処分の安全性」についてネガティブな評価をする回答者は原子力や立地選定などに関心が高いなど、外部状況についても多くの関心が示されている。本アンケート調査の結果得られたこれらの知見は、今後の地層処分に関するリスク・コミュニケーションにおいても、地層処分計画を全く知らない人にどのような説明を行う必要があるのか、長期の安定性に関しどのようにリスクやその不確実性、その考慮方法を伝えるのか、原子力、国民の理解、立地選定などの外部状況をどう考慮していくのかなどについて留意が必要であることを示唆している。

なお、本研究の限界として、調査票の回答の選択肢の1が5件法ではなく、また間隔尺度や順序尺度として扱うことができないものもあり、分析手法の適用に制限があること、内容の変更が複数回行われ時系列的な変化を確認できないこと、などがあげられた。今後、見学の調査票を設計する際は、これらを十分に考慮し行うことが期待される。

謝辞

瑞浪超深地層研究所の見学対応やデータ整理を行ってきた日本原子力研究開発機構東濃地科学センターの方々、アンケート調査にご協力いただいた見学者の方々にお礼を申し上げます。

参考文献

- [1] 原子力委員会: 原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画. 平成6年6月24日(1994).
- [2] 三枝博光, 瀬野康弘, 中間茂雄, 鶴田忠彦, 岩月輝希, 天野健治, 竹内竜史, 松岡稔幸, 尾上博則, 水野崇, 大

山卓也, 濱克宏, 佐藤稔紀, 久慈雅栄, 黒田英高, 仙波毅, 内田雅大, 杉原弘造, 坂巻昌工: 深地層研究所計画における地表からの調査予測研究段階(第1段階)研究成果報告書. JAEA-Research 2007-043 (2007).

- [3] 野原壯, 三枝博光, 岩月輝希, 濱克宏, 松井裕哉, 見掛信一郎, 竹内竜史, 尾上博則, 笹尾英嗣: 超深地層研究所計画における研究坑道の掘削を伴う研究段階(第2段階)研究成果報告書. JAEA-Research 2015-026 (2016).
- [4] 松岡稔幸, 濱克宏: 超深地層研究所計画における調査研究; 必須の課題に関する研究成果報告書. JAEA-Research 2019-012 (2020).
- [5] 特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針. 平成27年5月22日閣議決定(2015).
- [6] 笹尾英嗣: 超深地層研究所計画における研究の歩み. 原環センタートピックス, No.122, pp.4-12 (2017).
- [7] 日本原子力研究開発機構東濃地科学センター: 瑞浪超深地層研究所の埋め戻しに関する検討状況について, <https://www.jaea.go.jp/04/tono/press/190808/r010808.pdf> (accessed 2020-10-28).
- [8] 原子力委員会: 原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画. 平成12年11月24日(2000).
- [9] 原子力発電環境整備機構: NUMO の対話活動の取り組み. 2016年9月1日, 第28回総合資源エネルギー調査会, 電力・ガス事業分科会, 放射性廃棄物ワーキンググループ, 資料2, p.11 (2016).
- [10] 樋口耕一: 社会調査のための計量テキスト分析 内容分析の継承と発展を目指して(第2版). ナカニシヤ出版, 京都(2020).
- [11] 大澤英昭, 野上利信, 星野雅人, 徳永博昭, 堀越秀彦: 幌延深地層研究センターゆめ地創館および地下研究施設を活用したリスク・コミュニケーション. 原子力バックエンド研究, Vol.26, No.1, pp.45-55 (2019).

付録: 各時期のアンケート調査の質問内容・回答の選択肢

質問内容	2010.8~2013.2上旬	
	回答の選択肢	回答形式
性別	男/女	単一回答
年齢	20歳未満/20歳代/30歳代/40歳代/50歳代/60歳代/70歳以上	単一回答
職業	学生/会社員/自営業/公務員/主婦・無職/その他(自由記載)	単一回答
「原子力関係を専攻」又は「原子力に従事している(していた)」	はい/いいえ	単一回答
スライド説明資料の評価 スライドを用いた説明はいかがでしたか?	非常に分かりやすい/分かりやすい/ふつう/分かりにくい/非常に分かりにくい	単一回答
「非常に分かりにくい理由」 「非常に分かりにくい」に答えた方に質問です。理由をお教えください。	専門用語/地層処分の事業/地層処分の安全性/研究内容/その他(自由記載)	複数回答可
現場説明の評価 現場での説明はいかがでしたか?	非常に分かりやすい/分かりやすい/ふつう/分かりにくい/非常に分かりにくい	単一回答
「非常に分かりにくい理由」 「非常に分かりにくい」に答えた方に質問です。理由をお教えください。	専門用語/地層処分の事業/地層処分の安全性/研究内容/その他(自由記載)	複数回答可
見学を通して、当センターの対応はいかがでしたか?	非常に良い/良い/ふつう/悪い/非常に悪い	単一回答
「悪い/非常に悪い」理由 「悪い/非常に悪い」に答えた方に質問です。理由をお教えください。	態度/サービス/段取り/その他(自由記載)	複数回答可
地層処分計画の認知度 今回の見学前に、日本では原子力発電に伴って発生する高レベル放射性廃棄物を国内の地層中に安全に処分(地層処分)することをご存知でしたか?	知っていた 知らなかった	単一回答
地層処分計画を知っていた(認知)人への質問		
処分の必要性 「見学前」 本日の見学前、地層処分が必要だと思っていましたか?	思っていました/どちらでもない/思わなかった	単一回答
「見学後」 本日の見学後、地層処分が必要だと思いませんか?	思う/どちらでもない/思わない	単一回答
地層処分の安全性 「見学前」 本日の見学前、地層処分の安全性についてどのように感じていましたか?	安心であった/どちらでもない/不安であった	単一回答
「見学後」 本日の見学後、地層処分の安全性についてどのように感じましたか?	安心した/どちらでもない/不安になった	単一回答
地層処分計画を知らなかった(非認知)人への質問		
処分の必要性 本日の見学により、地層処分が必要だと思いませんか?	思う/どちらでもない/思わない	単一回答
地層処分の安全性 本日の見学により、地層処分の安全性についてどのように感じましたか?	安心した/どちらでもない/不安になった	単一回答
意見・要望	自由記載	

質問内容	2013.2中旬~2020.3		
	回答の選択肢	回答形式 2013.2中旬~ 2018.3	回答形式 2018.4~2020.3
性別	男/女	単一回答	
年齢	20歳未満/20歳代/30歳代/40歳代/50歳代/60歳以上	単一回答	
施設の認知経路 施設の見学ができることを何で知りましたか?	機構ホームページ/新聞・雑誌等/会社・団体・学校関係等/知人からの紹介/その他(自由記載)	単一回答 (一部、複数回答有り)	
スライド説明資料の評価 スライドを用いた説明はいかがでしたか?	わかりやすい/ふつう/わかりにくい/わからない	単一回答	
現場説明の評価 現場(地上・地下)での研究状況等の説明はいかがでしたか?	わかりやすい/ふつう/わかりにくい/わからない	単一回答	
地層処分計画の認知度 日本では、原子力発電によって発生する高レベル放射性廃棄物を国内の地層中に安全に処分(地層処分)する計画があることをご存知でしたか?	知っていた/何となく(少し)知っていた/知らなかった	単一回答	
処分の必要性 高レベル放射性廃棄物の処分の必要性についてどう感じましたか?	必要だと感じた/多少、必要と感じた/あまり、必要でないと感じた/不要だと感じた/わからない	単一回答	
地層処分の適切性 高レベル放射性廃棄物の処分方法として地層処分が適していると思いますか?	適している/適していない/わからない	単一回答	
地層処分の安全性 地層処分の安全性についてどう感じましたか?	安全だと感じた/多少、安全と感じた/多少、不安と感じた/不安だと感じた/わからない	単一回答	
不安内容 「多少不安」「不安」「わからない」と回答された方は地層処分の安全性について何が不安だと思いますか?	長期間(数万年)減らない放射能/放射能が外部に漏れてくる可能性/日本には適地がない/想定外のことが起こる可能性/わからない/その他(自由記載)	複数回答可 注:「安全」「多少安全」との回答者も選択するケースが散見されたため、分析には用いないこととした。	単一回答
技術的課題 地層処分を行う上での技術的な課題は何だと思われますか?	地下水の動き/ 地殻変動(地震、火山等)/ 数万年先の予測/ ガラス固化体の健全性/ わからない/ その他(自由記載)	複数回答可	単一回答
意見・要望	自由記載		