

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

大澤英昭*1 野上利信*1 星野雅人*1 徳永博昭*2 堀越秀彦*2

日本原子力研究開発機構幌延深地層研究センターでは、国民のみなさま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、ゆめ地創館および地下研究施設を活用してリスク・コミュニケーションを実施してきた。本稿では、2013～2017年度、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結果を分析した。その結果は、理解度が深まると、長期の安全性についてはより不安な要素としてクローズアップされていることを示唆している。また、地下研究施設を見学している回答者の方々が、見学していない回答者の方々と比較して、地層処分の必要性、適切性、安全性をポジティブに評価していることなどから、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が示唆される。

Keywords: 高レベル放射性廃棄物, 地層処分, 地下研究施設, リスク・コミュニケーション

Japan Atomic Energy Agency has performed risk communication at Horonobe Underground Research Center, using the Public Information House and Underground Research Laboratory (URL), to promote understanding R&D of geological disposal technology and geological disposal to public. In this paper, we carried out the analysis of questionnaire investigation performing after visiting those facilities from FY2013 to FY2017. The results show that long-term safety would gain prominent attention as agenda factor by growing understanding. The results also show that visiting to those facility would become valuable experience to understand geological disposal because, for example, respondents with visiting to URL positively evaluated necessity, appropriateness and safety of geological disposal, compared with those without visiting URL.

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

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 (Japan Atomic Energy Agency; 以下, JAEA) 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、北海道幌延町で幌延深地層研究計画を進めている。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係る基本方針[2]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。そのため、幌延深地層研究計画では、地層処分に関連する技術を実際の地質環境に適用し、その実用性や信頼性を確認することを通じて、地層処分技術の信頼性を向上させることを大きな目的として、2001年3月より、段階的に（第1段階：地上からの調査研究、第2段階：坑道掘削（地下施設建設）時の調査研究、第3段階：地下施設での調査研究）、研究開発を進めてきた。第1段階の調査研究は、2006年3月末までの約5年間にわたって実施し、

研究所設置地区およびその周辺において、空中物理探査および地上からの様々な調査研究を展開するとともに、そこで得られた地質環境情報、あるいは岩石や地下水の試料などを利用した調査研究を進めた[3]。2005年11月に開始した地下施設工事では、2006年9月に東立坑の掘削を開始し、2011年2月には3本目の立坑となる西立坑の掘削を開始した。この間、深度140mおよび深度250mの調査坑道を整備するとともに、深度350mの調査坑道は2014年1月に掘削が完了している (Fig.1)。これら地下施設の建設と並行して、2005年から第2段階の坑道掘削（地下施設建設）時の調査研究を進めてきた[4]。2010年からは第3段階の地下施設での調査研究を進め、現在は、「実際の地質環境における人工バリアの適用性確認」、「処分概念オプションの実証」、「地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証」の3つの研究課題に取り組んでいる[5]。

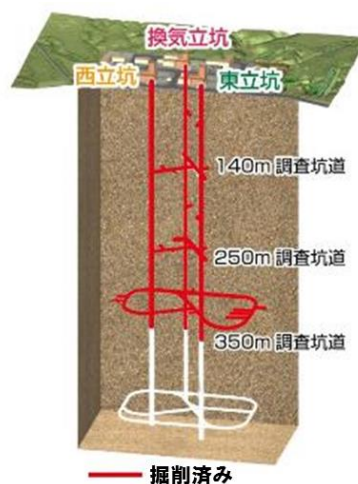


Fig.1 Layout of the Horonobe Underground Research Laboratory (The red regions indicate excavations completed by June 2014)

Risk Communication at Horonobe Underground Research Center, Using the Public Information House and Underground Research Laboratory - by Hideaki OSAWA (ohsawa.hideaki@jaea.go.jp), Toshinobu NOGAMI, Masato HOSHINO, Hiroaki TOKUNAGA, Hidehiko HORIKOSHI

*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幌延深地層研究センター

Horonobe Underground Research Center, Sector of Nuclear Fuel, Decommissioning and Waste Management Technology Development, Japan Atomic Energy Agency

〒098-3224 北海道天塩郡幌延町北進 432-2

*2 株式会社ベスコ

PESCO Co., Ltd

〒105-0021 東京都港区東新橋 2-5-12 第一粕谷ビル 7F

(Received 15 March 2019; accepted 17 May 2019)

なお、幌延深地層研究計画は、2000年11月に国（科学技術庁、現 文部科学省）の立ち会いの下に、幌延町、北海道およびサイクル機構（現 JAEA）間で「幌延町における深地層の研究に関する協定」を締結し、2001年3月に第1段階の調査研究を開始した。協定には、「研究実施区域に放射性廃棄物を持ち込むことや使用することはない」、「深地層の研究所を放射性廃棄物の最終処分を行う実施主体へ譲渡、貸与しない」、「研究終了後は地上の研究施設を閉鎖し、地下施設を埋め戻す」、「研究実施区域を将来とも放射性廃棄物の最終処分場とせず、幌延町に放射性廃棄物の中間貯蔵施設を将来とも設置しない」ことなどが定められている。

一方、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」[6]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、国民のみなさま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ことになっている。このため、幌延深地層研究センターでは、HLW 地層処分技術に関する研究内容を紹介したゆめ地創館と、深地層の研究施設の1つである幌延深地層研究所（以下、地下研究施設）を活用して、地層処分技術の研究開発および地層処分に関するリスク・コミュニケーションを実施している。ゆめ地創館は、毎週月曜日および年末年始を除き、自由に見学可能なように公開している。また、地下研究施設の見学については、4～10月は火・木曜日の2日間、11～3月は木曜日に、また、4～10月の第4日曜日に、事前予約制で見学を受け付けている[7]。なお、事前予約なしで来館された見学者は、研究を紹介したゆめ地創館[8]（HLW の地層処分技術をパネルや実規模の模型、ビデオなどで紹介した施設）と地層処分実規模試験施設（人工バリアの実規模模型や緩衝材定置試験装置、緩衝材を用いた簡易実験など）[9]を自由に見学されている。また、地下研究施設の見学を事前予約されてきた見学者は、地下研究施設の他、ゆめ地創館と地層処分実規模試験施設を案内され、見学されている。

本稿では、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において、施設見学後に実施したアンケート調査（2013～2017年度の5年間）の結果[10-13]を示す。なお、ゆめ地創館は2007年6月に開館、地下研究施設の見学については、2007年に建設工事現場の地上見学を開始して以降、建設の進捗に伴い段階的に見学箇所を拡大しつつ、2014年から深度350mの調査坑道の見学を開始しているが、本アンケート調査は、国や地層処分事業の状況を踏まえ、地層処分に対する認識・意識を問う設問をアンケートに加えた内容で、2013年から実施している。そのため、本稿では、2013年からのアンケート調査を対象としている。

2 調査方法

幌延深地層研究センターでは、見学者を対象に、ゆめ地創館、地下研究施設の見学後の感想（理解度）、地層処分に関する認識、地層処分の安全性に対する不安、地層処分を行う上での技術的な課題などについて、アンケート調査を実施している。

回答者の属性のうち、年齢は「10歳代以下」、「20歳代」、「30歳代」、「40歳代」、「50歳代」、「60歳代以上」から、居住地は「幌延町」、「北海道内」、「北海道外」から選択、「当該施設をどのように知ったか」については、「インターネット」、「パンフレット」、「広報誌」、「知人の紹介」、「通りすがり」、「その他」から選択していただき、「その他」については内容を自由記載していただいた。そのため、「当該施設をどのように知ったか」については、一部の回答者が複数回答している。ゆめ地創館、地下研究施設の見学後の感想（理解度）については、「幌延深地層研究センターで行っている調査・研究内容」、「地層処分」、「高レベル放射性廃棄物」、「実物大の人工バリア」、「実物大の人工バリアを使った試験」について、「良くわかった」、「大体わかった」、「あまりわからなかった」、「全くわからなかった」で測定した。

また、地層処分に関する認識については、「日本では、高レベル放射性廃棄物を国内の地層中に処分（地層処分）する計画があ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」、「何となく（少し）知っていた」、「知らなかった」で、「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）に対し「必要」、「多少、必要」、「あまり必要ではない」、「不要」、「わからない」で、「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）に対し「適している」、「適していない」、「わからない」で、「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）に対し「安全」、「多少、安全」、「多少、不安」、「不安」、「わからない」で測定した。

また、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）の管理」、「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、地層処分の安全性について何が不安かを、複数選択可能という条件で測定した。

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に関し、複数選択可能という条件で測定した。

そのうえで、その他わからなかった点、疑問点、知りたいこと、不安な点、ご意見を自由記載していただいた[13]。

なお、2013～2014年度のアンケート調査のデータセットは、冬期の見学者が激減することもあり、基本的に4月～11月までとされている（初期の2013および2014年度は試行段階ということもあり、データセットが整備されたのは11月20日までとなっている。そのため、それ以降11月末

日までの18名(2013年度)、57名(2014年度)の回答者の情報は含まれていない)。2017年度は、科学的特性マップの公表が7月に行われ、冬期の見学者がそれまでより増加したことから、1月21日までの回答者がデータセットに含まれている(12月以降の回答者158名が含まれている)。分析に用いたデータセットの集計期間に上記のような差があり、定量的な比較・評価を行うことは難しいため、本稿では、定性的に5年間の大まかな変化や認められた特徴的な傾向を取り扱うこととした。

3 結果と考察

3.1 回答者の属性

2013～2017年度の5年間の回答者の性別の傾向は、男性が約60%と女性(約30%)より多く、5年間でその傾向に大きな変化はない。年齢層も、多い順に60歳代以上、50歳代、40歳代、30歳代、20歳代の傾向を示しており、5年間でその傾向に大きな変化はない(表1)。回答者の居住地は、多い順に北海道内、北海道外、幌延町で5年間変化はないが、2016年度以降、北海道外の割合が増加(依然として北海道内の割合が大きいものの、北海道外との差は小さいものとなっている)している(図2)。当施設をどのように知ったかについては、「通りすがり」が最も多く(約30%)、以下順に、年によって若干の変動はあるものの、「その他」、「知人の紹介」、「パンフレット」、「インターネット」、「広報誌」となっている(表1)。この内、割合の大きな「その他」という回答をしたものに関し、より詳しく内訳をみると、2016年度以降、全回答者に対する割合としては小さいものの、「業務・学業・関係者」の回答者が増加している(図3、表2)。2016、2017年度で北海道外の居住者で大きな割合(2016年度:25.4%、2017年度:30.6%)をしめる「その他」という回答をした人の内訳を

Table 1 Attribute of respondents

	2013	2014	2015	2016	2017
見学者数(人)	6,806	7,874	6,880	6,937	7,668
回答者数(人)	2,566	2,457	2,674	2,795	3,842
性別					
男性	62.4	61.7	62.5	64.6	64.5
女性	32.6	33.6	32.8	30.8	31.2
無回答	5.0	4.7	4.7	4.6	4.2
年齢					
10歳代以下	8.8	8.5	8.2	5.5	4.1
20歳代	10.0	8.7	9.7	9.9	9.9
30歳代	14.1	14.8	12.5	13.7	10.9
40歳代	18.0	18.4	19.2	18.6	17.7
50歳代	17.9	18.8	19.7	22.1	20.4
60歳代以上	29.9	29.5	29.5	29	34.6
無回答	1.3	1.3	1.2	1.0	2.6
居住地					
幌延町	4.4	4.4	4.6	3.5	4.3
北海道内	55.1	57.8	54.5	43.9	45.3
北海道外	28.2	25.8	28.1	39.5	39.7
無回答	12.3	12.0	17.4	13.2	10.7
施設の認知経路					
インターネット	7.8	9.6	8.6	7.9	7.2
パンフレット	11.3	14.6	11.9	10.5	7.8
広報誌	6.3	8.8	7.4	5.2	5.1
知人の紹介	20.8	17.6	18.2	17.3	19.1
通りすがり	31.2	31.8	38.4	33.3	28.6
その他	21.9	19.2	17.1	20.9	25.7
無回答	2.5	2.6	2.8	5.0	6.5

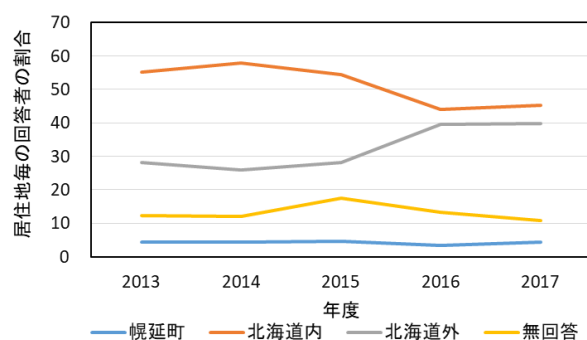


Fig.2 Change in ratio of respondents by the residence

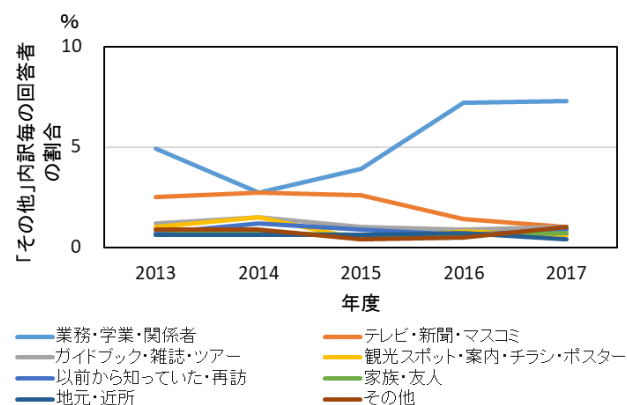


Fig.3 Change in ratio of information source how respondents, answering 'others', knew URL at Horonobe

Table 2 Ratio of information source how respondents, answering 'others', knew URL at Horonobe

その他の内訳	2013年度		2014年度		2015年度		2016年度		2017年度	
	回答者数	割合(%)	回答者数	割合(%)	回答者数	割合(%)	回答者数	割合(%)	回答者数	割合(%)
業務・学業・関係者	127	4.9	67	2.7	104	3.9	201	7.2	281	7.3
テレビ・新聞・マスコミ	63	2.5	66	2.7	69	2.6	39	1.4	38	1.0
ガイドブック・雑誌・ツアー	30	1.2	37	1.5	27	1.0	25	0.9	38	1.0
観光スポット・案内・チラシ・ポスター	26	1.0	36	1.5	11	0.4	21	0.8	23	0.6
以前から知っていた・再訪	17	0.7	30	1.2	23	0.9	16	0.6	34	0.9
家族・友人	16	0.6	15	0.6	17	0.6	16	0.6	25	0.7
地元・近所	24	0.9	17	0.7	15	0.6	20	0.7	16	0.4
その他	24	0.9	21	0.9	11	0.4	13	0.5	37	1.0
無回答	236	9.2	183	7.4	179	6.7	233	8.3	497	12.9
合計	563	21.9	472	19.2	456	17.1	584	20.9	989	25.7

注:割合は、全回答者数に対する割合を示している。

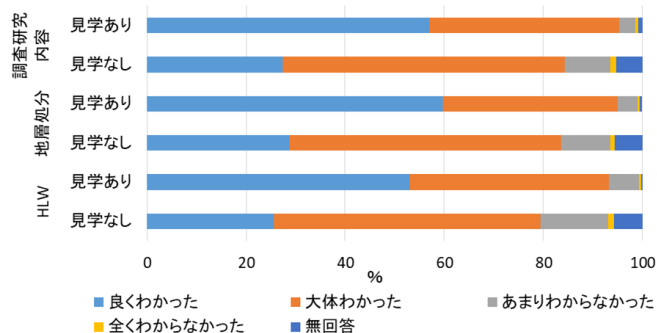


Fig.4 Understanding-level of geological disposal by the respondent with or without visiting to URL in 2017

より詳しくみると、2014年度を除き、北海道外は「業務・学業・関係者」の回答者の割合が北海道内および幌延町と比較し高い傾向を示し、かつ2016年度以降その割合は増加

している（2015年度：6.0%，2016年度：11.6%，2017年度：12.0％）。

3.2 HLW 地層処分にに関する感想（理解度）

見学後の HLW 地層処分にに関する感想（理解度）については、「幌延深地層研究センターで行っている調査・研究内容」、「地層処分」、「高レベル放射性廃棄物」、「実物大の人工バリア」、「実物大の人工バリアを使った試験」とともに、各年度も約 8 割の回答者が「良くわかった」あるいは「大体わかった」と回答している[10-13]。

また、いずれの項目も、地下研究施設の見学を行った回答者（地下研究施設とあわせて、ゆめ地創館と地層処分実規模試験施設を見学）の方が、地下研究施設の見学を行っていない回答者（ゆめ地創館と地層処分実規模試験施設を自由に見学）と比較し、その理解度が高くなっている（2017年度の例を Fig.4 に示す）。

3.3 HLW 地層処分にに関する認識

「地層処分計画の認知度」に関しては、約 80 %を超える回答者が「知っていた」あるいは「何となく知っていた」と回答し、「知らなかった」と回答したのは約 12 %であり、5 年間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 80 %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 5%程度であり、5 年間その傾向に大きな変化はない（Table 3）。

一方で、「地層処分の適切さ」については、2016 年度以降、「適している」との回答者が若干増加（Fig.5），また、「地層処分の安全性」についても、2016 年度以降、「安全」との回答が増加し、「不安」との回答者は減少傾向を示している（Fig. 6）。「地層処分の適切さ」については、幌延町（N

Table 3 Recognition of geological disposal

		2013	2014	2015	2016	2017
地層処分計画の認知度 (%)	知っていた	55.6	57.1	56.1	56.0	54.1
	何となく(少し)知っていた	29.9	28.6	30.1	29.6	26.6
	知らなかった	12.6	12.5	12.1	12.1	11.5
	無回答	1.9	1.8	1.8	2.3	7.8
処分の必要性 (%)	必要	64.3	64.3	65.1	69.1	65.4
	多少、必要	16.8	17.7	18.3	16.0	15.7
	わからない	9.9	10.2	8.8	7.5	6.2
	あまり必要ではない	2.8	2.4	2.5	2.0	2.1
	不要	2.9	2.4	2.8	2.4	2.0
	無回答	3.3	3.0	2.5	3.0	8.6
地層処分の適切さ (%)	適している	41.6	38.5	40.5	46.8	46.7
	わからない	47.2	51.2	48.8	48.3	38.3
	適していない	8.2	7.6	8.2	6.8	6.2
	無回答	3.0	2.7	2.5	3.1	8.8
地層処分の安全性 (%)	安全	18.6	17.0	17.4	24.0	24.0
	多少、安全	22.4	21.4	23.2	24.5	21.9
	わからない	12.8	13.6	11.2	11.2	10.2
	多少、不安	26.7	28.3	28.0	22.9	22.2
	不安	16.8	17.4	17.9	14.0	13.0
	無回答	2.7	2.3	2.3	3.3	8.7

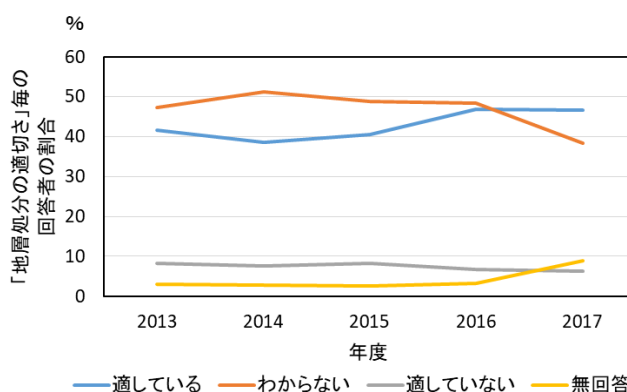


Fig.5 Change in ratio of respondents by recognition on appropriateness of geological disposal

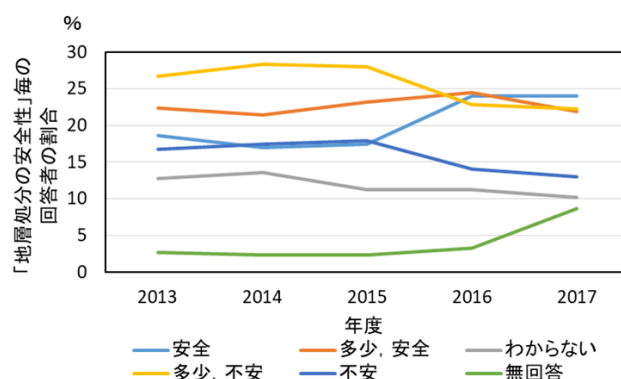


Fig.6 Change in ratio of respondents by recognition on safety of geological disposal

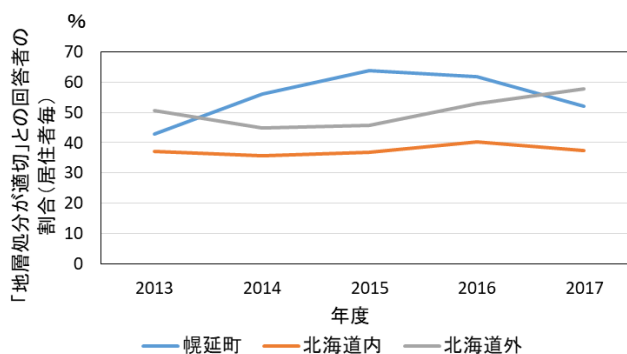


Fig.7 Change in ratio of respondents answering appropriate in terms of geological disposal by residence

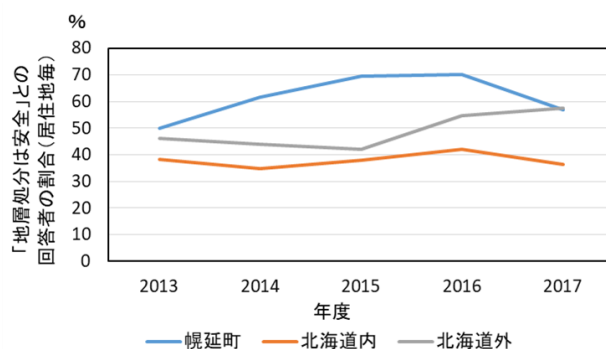


Fig.8 Change in ratio of respondents answering safe in terms of geological disposal by the residence

(2016 年度から順に) =112, 109, 124, 97, 167 名), 北海道内(N=1,415, 1,420, 1,458, 1,226, 1,739 名), 北海道外(N=723, 634, 751, 1,103, 1,524 名) の居住地別で, 各年度の「適している」の割合をみると, 北海道外では 2016 年度以降に増加している (Fig.7). 「地層処分の安全性」については, 幌延町, 北海道内, 北海道外の居住地別で, 各年度の「安全」および「多少, 安全」と, 「不安」および「多少, 不安」の割合の変化をみると, 北海道外では「安全」および「多少, 安全」が 2016 年度以降に増加 (Fig.8), 「不安」および「多少, 不安」が減少傾向を示している (Fig.9).

また, 地下研究施設の見学の有無で「地層処分計画の認知度」, 「処分の必要性」, 「地層処分の適切さ」, 「地層処分の安全性」を比較すると, いずれも地下研究施設の見学を行った回答者の方がポジティブな回答をしている. 地層処分計画の認知については, 「知っていた」および「何となく (少し) 知っていた」が, 地下研究施設の見学ありの場合は 2014 年度から順に 86.6, 90.9, 93.0, 85.9 %, 見学なしの場合は, 85.5, 85.9, 83.0, 77.8 %を示す. 処分の必要性については, 「必要」および「多少, 必要」が, 見学ありの場合は 89.0, 92.8, 96.9, 88.1 %, 見学なしの場合は, 80.9, 82.3, 81.1, 77.0 %を示す. 地層処分の適切さについては, 「適している」が, 見学ありの場合, 45.8, 62.6, 75.9, 66.1 %, 見学なしの場合は, 37.3, 37.8, 36.8, 35.3 %を示す. 地層処分の安全性については, 「安全」および「多少, 安全」が, 見学ありの場合は, 55.4, 69.1, 75.1, 63.6 %, 見学なしの場合は, 35.6, 37.1, 38.5, 35.4 %を示す.

3.4 HLW 地層処分の安全性に対する不安内容と技術的課題

「地層処分の安全性に対する不安内容」については, 2016 年度から, 若干の変動はあるものの 5 年間大きな変化はなく, 不安な内容から順に, おおむね, 「想定外のことが起こる可能性」, 「長期間 (数万年) の管理」, 「放射能が外部に漏れてくる可能性」, 「長期間 (数万年) 減らない放射能」, 「日本には適地がない」, となっている (Fig.10). また, 「地層処分の技術的課題」についても, 若干の変動はあるものの 5 年間大きな変化はなく, 技術的課題だと思う順に, 「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」, となっている (Fig.11). 「地殻変動 (地震, 火山等)」は最も高い技術的課題としてあげられているが, 2016 年度以降, 各年度の割合は減少傾向にある. これを居住地別にみると, 2016 年度に幌延町で大きな割合を占めているものの, 北海道内, 北海道外ともに, 「地殻変動 (地震, 火山等)」を技術的課題としてあげる割合は減少傾向を示している (Fig.12).

「地層処分の安全性」に関し「不安」, 「多少, 不安」, あるいは「わからない」と回答した人を対象に, 見学後の感想 (理解度) ごとの「地層処分の安全性についての不安内容」を, 2017 年度を例に示すと, 「長期間 (数万年) の管理」および「想定外のことが起こる可能性」に関しては, 理解度が高い (「良くわかった」, 「大体わかった」) 回答者は, 理解度の低い (「あまりわからなかった」, 「全くわからなかった」) 回答者よりも高い傾向を示している (Fig.13).

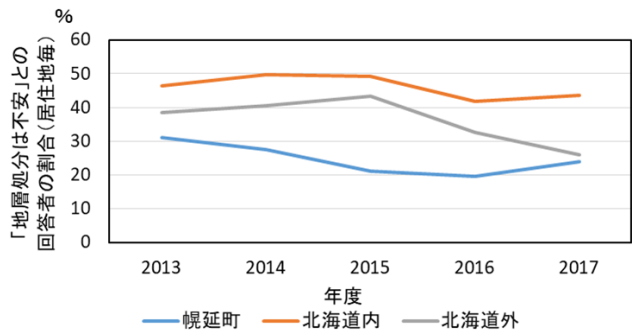


Fig.9 Change in ratio of respondents answering anxious in terms of geological disposal by the residence

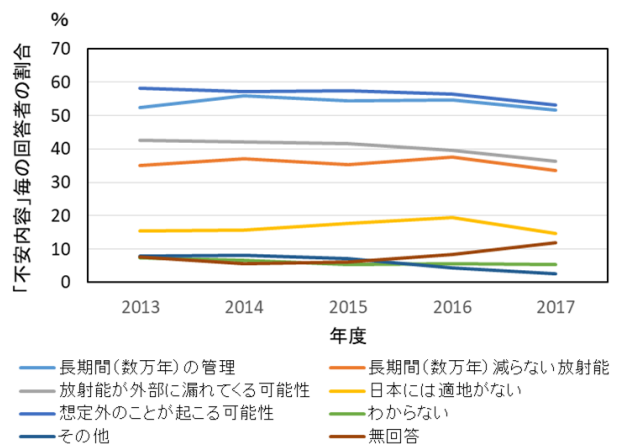


Fig.10 Change in ratio of respondents by anxious contents of geological disposal

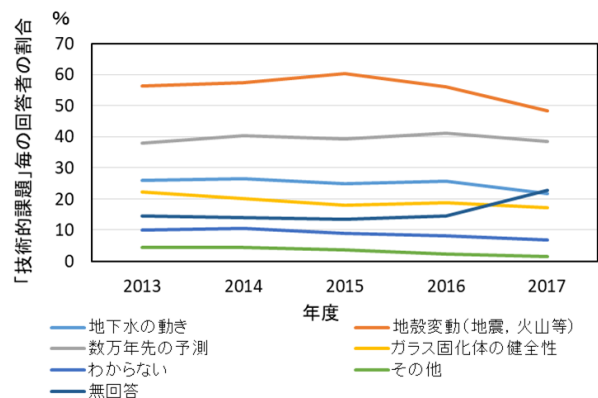


Fig.11 Change in ratio of respondents by technical issues of geological disposal

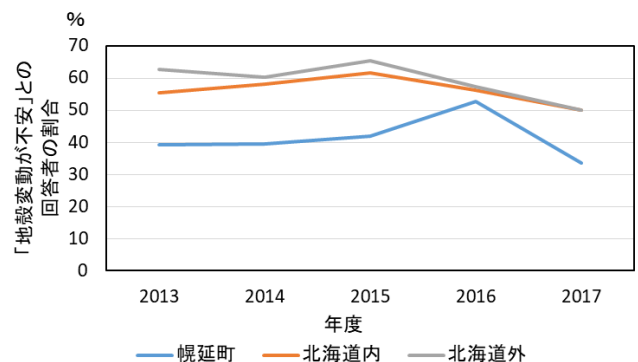


Fig.12 Change in ratio of respondents concerning crustal movement as technical issue by the residence

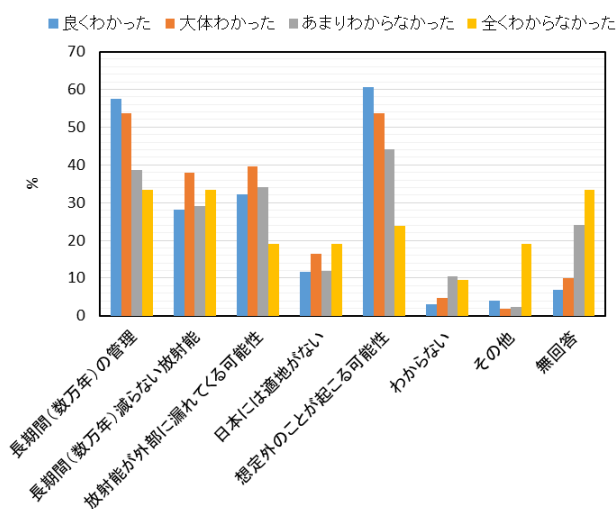


Fig.13 Anxious contents by understanding-level of geological disposal in 2017

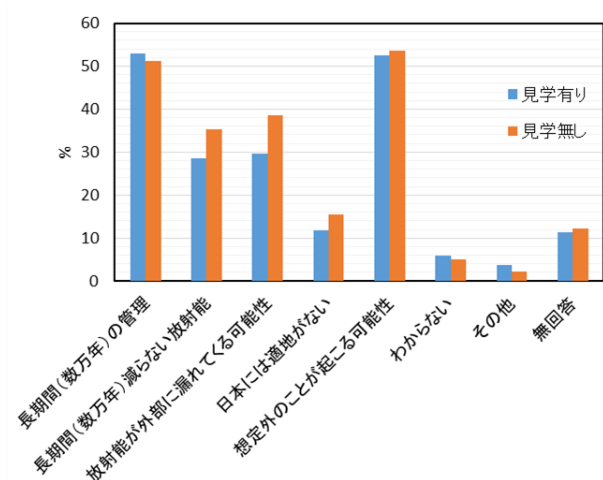


Fig.14 Anxious contents by the respondent with or without visiting to underground facility in 2017

この傾向は、その他の年度でもおおむね同様の結果となっている[10-13].

また、「地層処分の安全性」に関し「不安」、「多少、不安」、あるいは「わからない」と回答した人を対象に、地下研究施設の見学の有無ごとの「地層処分の安全性についての不安内容」を、2017年度を例に分析すると、「長期間(数万年)の管理」および「想定外のことが起こる可能性」に関しては、地下研究施設の見学の有無に関係なく、高い傾向を示している(Fig.14). その他の項目は、おおむね地下研究施設の見学していない回答者の方が高い傾向を示す。この傾向は、その他の年度でもおおむね同様の結果となっている[10-13].

3.5 意見の自由記載

アンケート調査で自由記載していただいている「その他、わからなかった点、疑問点、知りたいこと、不安な点、ご意見」を、テキストマイニングにより文章を単語や文節に分割し、それらの出現頻度を集計、分析した。テキストマ

イニングは、KH coder[14]を用いて実施した。集計に当たっては、感性表現(文章に含まれる「良い」「悪い」や「要望」「提案・忠告」等の感情的要素)と概念(何について言及しているか)について着目した。なお、多くの回答には複数の感情的要素と主題が含まれているため、単純な分類はできない。また、集計対象は記載のあった回答者に限られるため厳密な定量化はできないため、言及されている内容と感情の大まかな傾向を確認することを目的とした。感性表現の抽出・分類には Institute of Language Understanding より許諾を得て、株式会社 NTT データが OEM 提供を行っているエモーションアナライザライブラリを使用した。

感性表現のうち、一般的にポジティブな感情(「よい」「…しやすい」「安心」等)を示す表現を含むものと、ネガティブな感情(「悪い」「…にくい」「不安」等)を含むものの頻度を、2016および2017年度を例として Fig.15(a)に示す。年度によってその頻度は変動するものの、自由記載にはネガティブな表現より、ポジティブな表現が多い。また、「要望」「…してほしい」「して下さい」等、「提案・忠告」「…すべき」等、「疑問」「…ですか」等、「問い合わせ」「知りたい」「どうなのか」等、「驚き」「すごい」「びっくり」等、「激励」「頑張れ」等)を含むものの割合を検討すると、年度によってその割合は変動するものの、順に、要望、提案・忠告、疑問あるいは激励、の順にその割合が大きい(Fig.15(b))に2016および2017年度の例を示す。

出現する語彙を類似する概念ごとに集約すると(以下、出現語彙)、「わかる・知る・理解」、「研究開発・調査」、「説明・案内・展示」などが多いことを示している(Fig.15(c))に2016および2017年度の例を示す。地層処分の安全性別にみると、地層処分について「不安」と回答した見学者については、地層処分に直接関連するもの以外に、「原子力・原発・核」、「お金・コスト」、「エネルギー・電力」の出現も高いことを示している(Fig.16(a))に2017年度の例を示す。

また、直近の2017年度を例に、ネガティブ表現を含む記述とポジティブ表現を含む記述の中に出てくる出現語彙を集計・分析すると、「説明・案内・展示」、「わかる・知る・理解」はポジティブ表現を含む記述の中に特徴的であり、「原子力・原発・核」、「将来・今後・未来」はネガティブ表現を含む記述の中に特徴的である(Fig.17)。

感性表現別に出現語彙との関連性の分析を行うと、「地下坑道」と「予測・予想・想定・想像」は「驚き」、「原子力・原発・核」は「提案・忠告」の言説の中で記述されているのが特徴的である(Fig.16(b))。

さらに、感性表現と出現語彙との関連を検討するためにコレスポンデンス分析[15]を行うと、「ポジティブ」の近くには「説明・案内・展示」、「施設・地創館・深地層研」、「わかる・知る・理解」等が布置され、施設や地下・坑道での説明・案内・展示が肯定的に評価されたことがうかがえる。

「提案・忠告」、「要望」、「ネガティブ」の近くには、「原子力・原発・核」、「廃棄物・HLW」等が布置され、原子力に対する疑問の存在がうかがえる。また、「地下坑道」は「ポジティブ」と「驚き」の中間方向にあり、地下坑道について、その存在についてポジティブに驚きを表現しているの

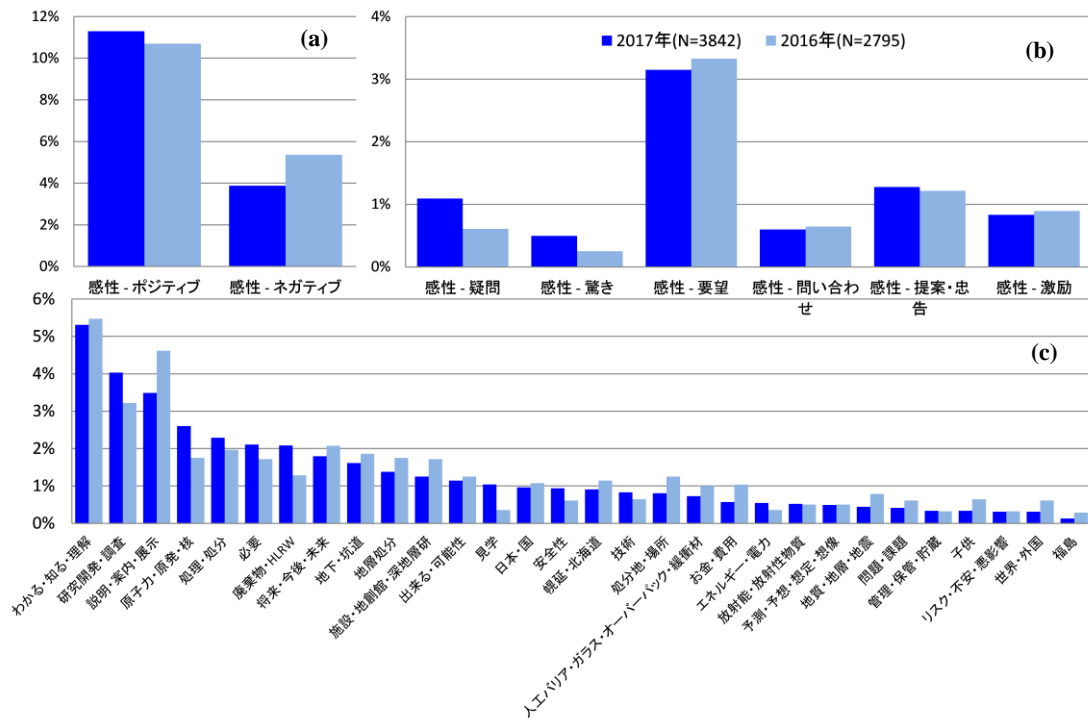


Fig.15 Appearance frequency by description of sentiment ((a) and (b)) and term frequency (c) in 2016 and 2017

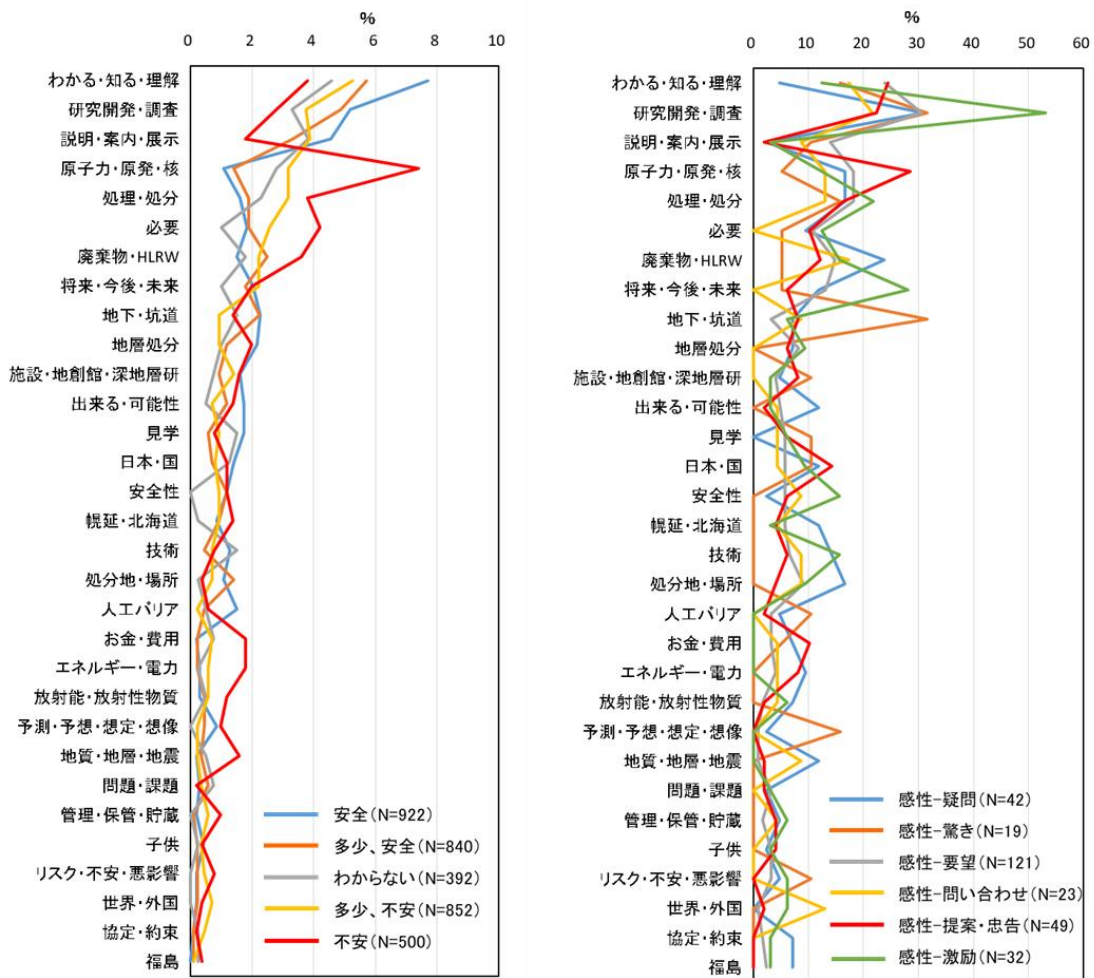


Fig.16(a) Term frequency by the recognition of safety of geological disposal in 2017

Fig.16(b) Term frequency by the description of sentiment in 2017

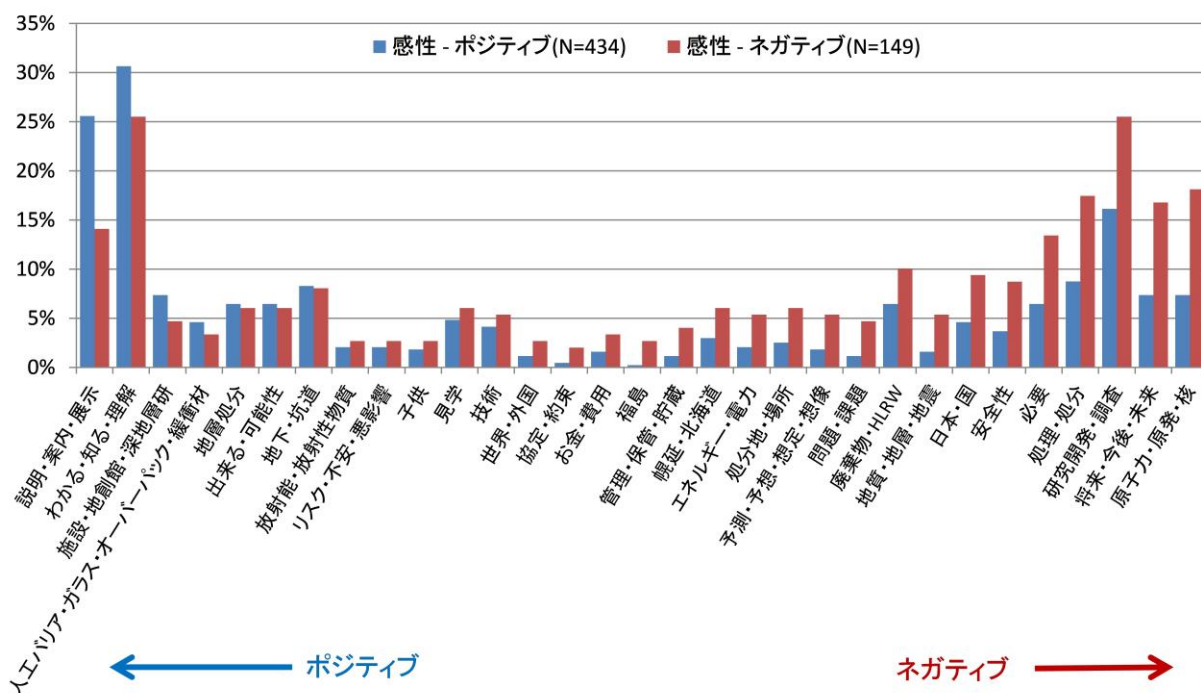


Fig.17 Term frequency by positive and negative description in 2017

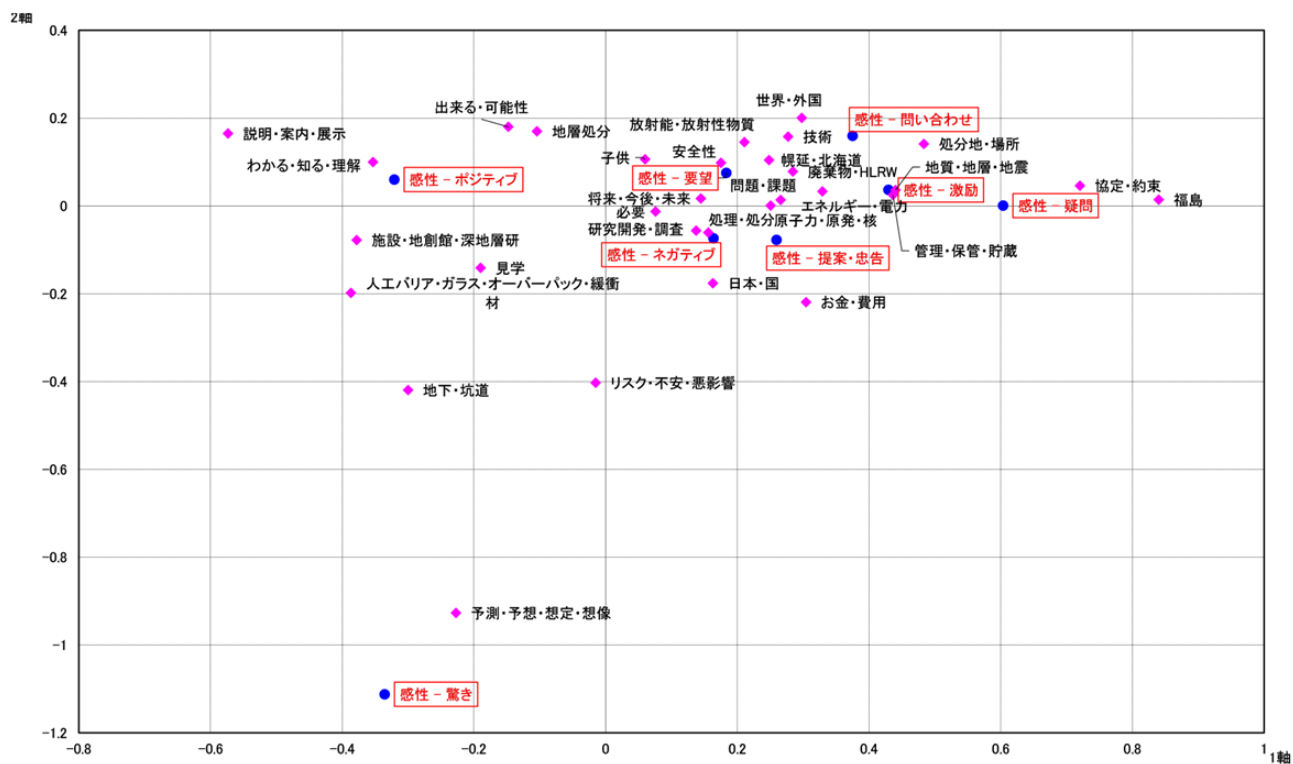


Fig.18 Results of correspondent analysis in terms of appearance terms and description of sentiment in 2017

がうかがえる (Fig.18)。

4 考察と今後の課題

回答者の属性のうち、性別および年齢は 2013 年度から 5 年間大きな変化はない。一方で、居住地については、多い順に「北海道内」、「北海道外」、「幌延町」であり、この傾向について 5 年間変化はないが、2016 年度以降、「北海道外」の居住地の回答者の割合が増加している。また、北海道外の居住者の回答者において、2016 年度以降、地層処分が「適している」との回答が増加、地層処分が「安全」との回答が増加し、「不安」との回答は減少傾向を示している。これらから、2016 年度以降の居住地の属性の変化（北海道外の回答者の増加）により、全体として、2016 年度以降、地層処分が「適している」との回答が増加、地層処分が「安全」との回答が増加し、「不安」との回答は減少傾向を示したと推察される。

一方、当施設をどのように知ったかについて、2016、2017 年度で北海道外の居住者で大きな割合をしめる「その他」という回答をした人をより詳しく内訳をみると、北海道外は「業務・学業・関係者」の回答者の割合が高い傾向を示し、かつ 2016 年度以降その割合は増加している。今回の調査では、その他を自由記載で記入していただき、それらの記載から区分けしていること、「業務・学業・関係者」の回答者が、全回答者に対する割合は小さいことから明確なことは言えないが、このような回答者の属性の変化は、2015 年度の特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本計画の改定以降、国が前面にたって進めた科学的特性マップの公表（2017 年 7 月）に向けた国民のみなさまの理解に向けた取り組みにより、全国から、それらに興味がある見学者が増加したことによるものと推察される。

HLW 地層処分の安全性に対し「不安」、「多少、不安」、あるいは「わからない」と回答した人が選んだ不安内容は、おおむね、順に、「長期間（数万年）の管理」、「想定外のことが起こる可能性」、「放射能が外部に漏れてくる可能性」、「長期間（数万年）減らない放射能」、「日本には適地がない」、となっており、とくに、「長期間（数万年）の管理」、「想定外のことが起こる可能性」といった、地層処分の長期の安全性に大きな不安を抱いていることを示している。それと呼応し、「地殻変動（地震、火山等）」と「数万年先の予測」が地層処分の技術的課題として大きく取り上げられており、今後のリスク・コミュニケーションとして、地層処分の長期の安全性をどのように示していくのが課題となることを示唆している。一方で、「地殻変動（地震、火山等）」は最も高い技術的課題としてあげられているものの、2016 年度以降、各年度の割合は減少傾向にある。これを居住地別にみると、2016 年度に幌延町では大きな割合を占めているものの、北海道内、北海道外ともに、「地殻変動（地震、火山等）」を技術的課題としてあげる割合は減少傾向を示す。これらについては、地層処分に関して興味があり、2015 年度の特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針の改定以降、国が前面にたって進めてきた科学的特性マップの公表に向けた国民のみなさまの理解に向けた取り組

みの中で、火山や活断層など地殻変動により地層処分施設に大きな影響を与える要因は除外した場所が選定されることの考えを知っている見学者が多くなったことによる可能性もあげられるが、その要因については不明であり、今後もモニタリングしていくことが必要である。

また、「地層処分の安全性」に関し、「不安」、「多少、不安」、あるいは「わからない」と回答した見学者を対象に、見学後の感想（理解度）ごとの地層処分の安全性についての不安内容を分析すると、「長期間（数万年）の管理」および「想定外のことが起こる可能性」に関しては、理解度が高い見学者の方が、理解度の低い見学者よりも高い傾向を示す。さらに、地下研究施設の見学の有無ごとに「地層処分の安全性」についての不安内容を分析すると、「長期間（数万年）の管理」および「想定外のことが起こる可能性」に関しては、地下研究施設の見学の有無に関係なく、高い傾向を示す。この傾向は、属性や「地層処分の適切さ」および「地層処分の安全性」の傾向が変化する 2015 年度以前と 2016 年度以降ともに、同様の傾向を示している。これらの結果は、理解度が高まると、あるいは地下研究施設を見学しても、長期の地層処分の安全性については、逆により不安なこととして浮き彫りになる可能性を示唆しており、今後の地層処分のリスク・コミュニケーションの課題の 1 つとしてあげられる。

さらに、意見の自由記載の分析結果によると、「原子力・原発・核」、「廃棄物・HLW」、「将来・今後・未来」などは、「要望」、「提案・忠告」あるいは「ネガティブ」表現と関連する傾向を示すなど、原子力発電やエネルギー問題などに対する要望、忠告といった意見も多く含まれており、地層処分のみならず、その前提条件となる上記の内容に関しても、どのようにリスク・コミュニケーションを行っていくことが必要なのかについても今後の課題としてあげられる。

HLW 地層処分の認識のうち、地層処分計画の認知度は、見学前に知っていたかどうかを質問している。原子力発電環境整備機構（NUMO）が実施した調査[16]の中の同様な質問（あなたは「高レベル放射性廃棄物の処分」という問題についてどの程度ご存知ですか）の回答結果では、2015 年で「知っている」および「聞いたことがある」が 82.6 %、2016 年で 84.9 %を示している。一方で、本調査では、2015 年度で「知っていた」および「何となく（少し）知っていた」が 86.2 %、2016 年度で 85.6 %である。質問・回答内容が異なるため直接的には比較できないが、大きな違いは認められない。「処分の必要性」については、NUMO 調査では、「あなたは「高レベル放射性廃棄物の処分」は必要だと思いますか」と質問されており、その結果は、2015 年で「必要だと思う」および「どちらかといえば必要だと思う」が 78.9 %、2016 年で 72.9 %を示す。本調査（見学後の認知）では、2015 年度で「必要」および「多少、必要」が 83.4 %、2016 年度で 85.1 %を示している。直接的には比較できないが見学後の本調査の方がよりポジティブな評価となっている。さらに、NUMO 調査では「地層処分の信頼性」として「地層処分は最も信頼できる処分方法だと思いますか」という質問を行っており、その結果は 2015 年で「そう

思う」および「どちらかといえばそう思うが 23.3 %、2016 年で 22.0 %となっている。本調査では「地層処分の適切さ」として質問しており、あくまでも参考にはなるが、2015 年度で「適している」が 40.5 %、2016 年度で 46.8 %とかなりポジティブな評価となっている。さらに、「地層処分の安全性」は、2015 年度で「安全」および「多少、安全」が 40.6 %、2016 年度で 48.5 %となっている。以上のように、質問・回答項目が異なること、地層処分に興味がある人が見学に来ていと推測されること、当該施設の見学後にアンケート調査を実施しており、回答者が本施設に肯定的な回答をするといったバイアスがかかっている可能性があることなどから、限定的なことは言えないが、見学後の調査では、地層処分に关しよりポジティブな評価になっていることがうかがえる。また、「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」ともに、地下研究施設を見学した回答者の方が、見学していない回答者よりポジティブな評価をしている。

さらに、出現する語彙を類似する概念ごとに集約すると、「わかる・知る・理解」、「説明・案内・展示」は、ポジティブな表現の記述に特徴的である。また、感性表現と出現語彙との関連を検討すると、「ポジティブ」の近くには「説明・案内・展示」、「施設・地創館・深地層研」、「わかる・知る・理解」等が布置され、施設や地下・坑道での説明・案内・展示が肯定的に評価されたこと、「地下坑道」は「ポジティブ」と「驚き」の中間方向にあり、地下坑道について、その存在についてポジティブに驚きを表現しているのがうかがえる。加えて、地下研究施設の見学後の感想（理解度）についても、「幌延深地層研究センターで行っている調査・研究内容」、「地層処分」、「高レベル放射性廃棄物」、「実物大の人工バリア」、「実物大の人工バリアを使った試験」ともに、地下研究施設の見学した回答者の方が、理解度が高い。

今回のアンケート調査は、施設見学の前後ではなく、見学実施後のみの実施のため、ゆめ地創館および地下研究施設の見学の効果を定量的に評価することは難しい。また、地下研究施設の見学は事前に申し込みが必要なため、地下研究施設の見学者の方が、見学前からよりポジティブな評価をしている可能性もあり、確定的なことは言及できないが、上記のことなどから、地下研究施設の見学が、見学者にとって貴重な経験になっている可能性が高いと推測される。一方で、地下研究施設の見学に事前予約が必要であることを認識せずに来館し、失望するケースも散見されるため、今後、事前予約をせずに来館された見学者の方に、VRなどで地下空間の模擬体感が可能なような見学コースを検討していくことが必要と考える。

5 まとめ

幌延深地層研究センターでは、国民のみなさま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、ゆめ地創館および地下研究施設を活用してリスク・コミュニケーションを実施してきた。施設の見学後に実施しているアンケート調査の結果（2013～2017 年度）

を分析した結果は、リスク・コミュニケーションにより、理解度が深まることにより、長期の安全性についてはより不安な要素としてクローズアップされていることを示唆していた。また、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、地層処分の必要性、適切性、安全性をポジティブに評価していることなどから、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と示唆された。

今後は、これらを踏まえてリスク・コミュニケーションのあり方を改善していくとともに、アンケート調査についても、国民のみなさまの理解の状況や施設見学の効果をより定量的に評価することが可能なよう、改良を加えていくことが必要である。

謝辞

ゆめ地創館および地下研究施設の見学対応を行っている日本原子力研究開発機構幌延深地層研究センターの方々、見学対応およびアンケート調査のデータ整備を行っている株式会社ペスコの皆様方、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る。

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] 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).
- [3] 太田久仁雄, 阿部寛信, 山口雄大, 國丸貴紀, 石井英一, 操上広志, 戸村豪治, 柴野一則, 濱克宏, 松井裕哉, 新里忠史, 高橋一晴, 丹生屋純夫, 大原英史, 浅森浩一, 森岡宏之, 舟木泰智, 茂田直孝, 福島龍朗: 幌延深地層研究計画における地上からの調査研究段階（第1段階）研究成果報告書 分冊「深地層の科学的研究」. JAEA-Research 2007-044 (2007).
- [4] 佐藤稔紀, 笹本広, 石井英一, 松岡稔幸, 早野明, 宮川和也, 藤田朝雄, 棚井憲治, 中山雅, 武田匡樹, 横田秀晴, 青柳和平, 大野宏和, 茂田直孝, 花室孝広, 伊藤洋昭: 幌延深地層研究計画における坑道掘削（地下施設建設）時の調査研究段階（第2段階: 深度 350 m まで）研究成果報告書. JAEA-Research 2016-025 (2017).
- [5] 花室孝広: 幌延深地層研究計画 平成 28 年度調査研究成果報告. JAEA-Review 2017-025 (2018).
- [6] 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).
- [7] 日本原子力研究開発機構幌延深地層研究センター: 施設の見学について.
<https://www.jaea.go.jp/04/horonobe/visits/index.html> (last visited at 21 December 2018).
- [8] 日本原子力研究開発機構幌延深地層研究センター: ゆめ地創館.
<https://www.jaea.go.jp/04/horonobe/yumechisoukan/index.html> (last visited at 25 April 2019).

- [9] 原子力環境整備促進・資金管理センター: 地層処分実規模試験施設.
<https://fullscaledemo.rwmc.or.jp/> (last visited at 25 April 2019).
- [10] 阿部真也, 片田偉奈雄, 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を活用したリスク・コミュニケーションについて. JAEA-Review 2014-034 (2014).
- [11] 藤原利如, 片田偉奈雄, 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を活用したリスク・コミュニケーションについて (2014 年度). JAEA-Review 2015-035 (2016).
- [12] 藤原利如, 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を活用したリスク・コミュニケーションについて (2015 年度). JAEA-Review 2017-008 (2017).
- [13] 野上利信, 星野雅人, 徳永博昭, 堀越秀彦, 川畑一樹: 幌延深地層研究センターゆめ地創館を活用したリスク・コミュニケーションについて (2016 年度). JAEA-Review 2018-003 (2018).
- [14] 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, ナカニシヤ出版, 京都, pp.237 (2014).
- [15] 菅民郎: すべてがわかるアンケートデータの分析, 現代数学社, 京都, pp.140 (1988).
- [16] 原子力発電環境整備機構: 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, NUMO の対話活動の取り組み. 平成28年9月1日, pp.11-12 (2016).