

【論 文】

# 金属リサイクル技術を題材にした環境技術の わかりやすい説明に関する社会実験

泉 優佳理\*・白井 義人\*\*

**【要 旨】** 環境技術を一般の人にわかりやすく伝えることは、有効なリサイクルの実現や廃棄物問題に関するリスクコミュニケーションにおいて重要である。そこで、ある金属回収技術を題材にして、その技術と社会的意義をスノーボールサンプリングで集めた101人の一般の人に、短時間で伝える試みをした。参加者の理解度を複数の質問票とインタビューで確認した結果、要点はおおむね良好に伝わったが、日頃使わない理科学用語や元素記号は理解を阻害すること、知識の獲得としての理解と「わかった」という感覚の両面を得るためにはプロセスと社会的意義の両方の理解が必要であることなどがわかった。また、理科学習歴の長い人は理解度が高く、理科教育終了から長い時間を経過しても理解度は大きく落ちなかった。理系か否かの意識の違いは理解度に影響はなかったが、60代以上の年齢層では違いもみられた。住民説明会参加者にも多いこの年齢層にいかにも伝達することも重要とわかった。

キーワード：環境技術，環境教育，技術コミュニケーション，理科教育，リスクコミュニケーション

## 1. 背景と目的

廃棄物に関する科学技術情報が市民に正確に伝わることは重要である。たとえば廃棄物処理や資源リサイクルを促進するためには、環境教育や、ESD (Education for Sustainable Development: 持続可能な開発のための教育)において3Rの意義を伝えることが大切である。また廃棄物処分施設の建設時等に廃棄物処理技術に関する情報が市民に伝えられることは、リスクコミュニケーション時の要ともなる。この情報発信が有効に機能しないと、実態としての被害はなくとも、人々に不安をもたらし、その不安が社会全体に大きな影響を引き起こすこともある<sup>1)</sup>。たとえば東日本大震災時の災害廃棄物広域処理問題では、それまで放射能や放射線に関する基礎知識をもたなかった一般市民が、行政や専門家から発信される情報の多寡や、情報の内容に不安を抱いた。災害

廃棄物の広域処理の受け入れを検討した自治体では、タウンミーティングにおいて強い反対意見の表明もみられた<sup>2)</sup>。災害廃棄物の受け入れを行った北九州市のホームページには、不安を抱える人々から寄せられた質問に対する「災害廃棄物の受入れに関するQ&A～災害廃棄物の受入れに対して疑問や不安を持つかたへ」<sup>3)</sup>という回答集が公開されている。この回答はかなり専門的な内容も含む丁寧なものである。しかしタウンミーティング等ではこのような専門的な内容を、専門家は限られた時間の中で、正確にかつわかりやすく、その場で答える必要がある。

すなわち環境技術に関しては、時間をかけて伝え、市民に理解の醸成を目指すことができる場合もあるが、場合によっては、短時間でわかりやすく市民が求める情報を伝える必要がある。そのような場面において、専門家が情報を適切に市民社会に伝達することは、専門家の社会的責任とされている<sup>4)</sup>。科学技術の伝え方に関しては、相手に応じた説明をする必要性<sup>5)</sup>や平時からわかりやすく伝えることを意識することの必要性<sup>6)</sup>を述べたものや、具体的に伝達する方法がマニュアル化されたもの<sup>7,8)</sup>がある。またこの他にも、発表時間に応じた構成の提案<sup>9)</sup>をはじめ、環境教育プログラムの受講前後の意識や行動の変化<sup>10)</sup>や市民の科学技術への関心や情報の受け取り

原稿受付 2015. 3. 2 原稿受理 2015. 8. 15

\* 九州工業大学大学院 生命体工学研究科  
(現在 Salt Extraction AB)

\*\* 九州工業大学大学院 生命体工学研究科  
連絡先：〒806-0051 福岡県北九州市八幡西区東鳴水4-2-14  
Salt Extraction AB 泉 優佳理  
E-mail: yi@mbn.nifty.com

方<sup>11)</sup>等、多くの調査や研究が行われている。しかし科学技術に関して短くわかりやすく伝える目的で行われた情報発信が、実際にどのように理解されたかに関してデータを得て分析した調査研究は、西澤ら<sup>12)</sup>の報告はあるものの、専門家自身が発信を行って一般の人の理解を検証した例は少ない。ましてや、環境技術に関する類似の研究はほとんどみられない。

環境技術に関する情報が専門家からわかりやすく市民に伝えられ、それが理解されると、市民は「わからない」という不安感を抱かずにすむ。リスクコミュニケーションの場合等には市民が専門家と知識を共有することで、双方向で意見を交換していく基礎ができる。またリスク等のない平時でも、市民の環境技術への視野が広がりさまざまな主体との意思の共有が行いやすくなることで、廃棄物の分別の協働の推進等に寄与する可能性もあることから、社会的に意義のあることと考える。専門家もまた市民の理解の状況から気づきを得て、伝達の改良点や自身の研究の社会的意義を深めていくことができることから、これは双方向コミュニケーションであり、また教育とも考えられる。すなわちこのコミュニケーションの主たる目標は、専門家による短い説明で環境情報が市民に理解されるように伝わることで、市民と専門家の知識および意識の共有が促進されることである。そこで、本研究ではその基礎となる研究として、専門家から一般人への専門的な知識を短くわかりやすく説明するための方法および留意点を具体的に探求することを目的とする。そのために廃棄物処理技術の一つであるソルトエクストラクション (Salt Extraction<sup>13,14)</sup>、以下、SE と記す) という金属回収技術 (内容は後述) を題材にして、自らが専門家の立場で社会実験 (以下、実験と記す) を行う。そして著者の一人が行った説明 (以下、プレゼンテーションと記す) が実際にどのように理解されたか、されなかったかを質問紙とインタビューによって専門家としての観点で確認する。これによって、短くわかりやすく伝えるための方法や留意点を見出す。また、この実験は専門家の伝達方法の改善点を見出すだけでなく、その他にも参加者の理解度に影響を与える因子があるかを見出すことで、より効果的な伝達と理解が可能となるための探求も目的として行う。

ここで本研究における「理解する」「わかりやすい」そして「短い」とは何かを定義する。何をもって理解されたとするかの「理解」の評価は発信側か受信側かで異なる可能性があり、理解の段階も興味、知識の獲得、態度の変化、行動の変化等があるといわれる<sup>15)</sup>。本研究での題材は、社会実験用の題材であり、伝達後に行動の変化等を求めるものではないので、「理解する (される)」

ことを「知識の獲得をする (される)」こととする。獲得を期待する知識を、SE の技術とその社会的意義として、その知識の獲得度合いをもって理解度の検証を行う。また、本研究での「わかりやすく」とは、発信者 (本研究では専門家としての著者) が伝えた内容を、事前にその知識に関わることがなかった受信者 (実験参加者、以下、参加者と記す) が一回のプレゼンテーションを聞いて理解できる状態と想定する。

伝達時間に関する「短さ」は、北九州市がPCB 処理施設の受け入れを検討したときの住民との意見交換会の記録<sup>16)</sup>から、一つの質問への専門家からの答えが約3.4分と推定されることや、「3分で話せる専門用語」という科学技術コミュニケーションプログラム<sup>17)</sup>等から鑑み、本研究では技術と社会的意義の両方を伝えることから、あわせて6.7分程度での伝達を目標とした。また、本実験は数ある環境技術の中のある一技術について、限られた参加者を対象に行うケーススタディながら、他の環境技術に関しての情報発信の適応も視野に入れた。実験では一義的な伝達の検証に加えて、環境技術の社会的意義に関心を持ってもらうことも付随する効果として期待できるように努めた。

## 2. 分析の枠組み

### 2.1 プレゼンテーションに使用した環境技術について

実験に用いる環境技術 SE は筆者の一人が研究に関わっている金属リサイクル技術で、廃棄物に含まれるクロム、鉛やネオジム等を塩化物として抽出し、さらにその塩化物を電気分解して金属回収を行うものである。ブラウン管ガラス中の鉛の除去や、使用済み磁石からレアメタルの回収の可能性のある廃棄物の減量、有効利用、無害化に関わる技術である。SE は実操業に至っていない研究段階のものであり、放射線や食の安全に関する話題と違い、一般人は予備知識がないと思われる。実際のリスクコミュニケーション等では聴き手 (市民) が情報を求める状況にあり、マスメディア等からも既に何らかの情報を得ていることが大半だと考えられるが、今回の実験は聴き手から情報を求めたものではなく、いわば無関心の人への伝達である。これらの点では実際に起こりうる状況とは異なるが、伝達での理解度を測るための題材としては予備知識がほぼないと思われる SE はふさわしいと考えた。

### 2.2 理解の確認方法について

知識が獲得されたかどうかの確認方法として本研究では2つの方法をとる。主となる方法はテスト形式の質問

紙（以下、理解度テストと記す）での確認（以下、この確認方法をテスト理解と記す）である。10問ある理解度テストは四者択一としており、目標として平均正答率80%以上を目指し、個々の設問で正答率が低い問題に関しては伝達方法を検討課題にする。もう一つの確認方法はキーワードを最大で5つあげてもらうものである（以下、キーワード理解と記す）。キーワード数はできるだけ多く書かれることが望ましいが、全体として中心となる内容（技術、社会的意義）があげられることを目標とした。なお理解度に及ばず忘却の関係は辻ら<sup>18)</sup>もあげている。本研究では実験直後に質問紙へ記入するのでこの影響はほぼないと考えた。また池田<sup>19)</sup>はプレゼンテーション技法の評価の観点として論理的と感情的の2つの側面があると述べている。知識の獲得状況とは別に、「よくわかった」「だいたいわかった」「あまりわからなかった」「まったくわからなかった」の4段階での感覚を質問紙で尋ねた（以下、感覚理解と記す）。全員から「よくわかった」「だいたいわかった」との回答が得られることを目標にした。以上の3方法で理解の把握を試み、自由記述とインタビューでわかりにくかった点や興味の広がりの有無を確かめた。

### 2.3 プレゼンテーションの内容について

プレゼンテーションでは10枚の図を用意した。その内容を表1に示し、各図の意図と理解度テストでの確認問題番号、期待する主なキーワードを表2に示す。プレゼンテーションの主な内容は社会的意義と技術自体である。実際のリスクコミュニケーションの場では、技術自体が理解できることが安全の理解につながり、社会的意義の理解が環境事業の理解・受容につながることを教育的な効果として考えた。説明にあたって、社会的意義はニュース等で一般の人が普段から耳にする言葉や内容であるため比較的伝わりやすいと考えた。しかし、技術自体を伝えるためには一般の人が日頃は聞きなれない化学的な内容を話す必要があるため、特に技術部分の教育的効果に留意した。短時間で正確にこだわり、化学的な項目を複数組み入れると、一般人には理解しがたいものになると考えられたため、プレゼンテーションではSE技術中の「塩化物にする」点を伝達の中心とした。内容の深さ・難易度の検討は図1のように階層化して行い、理解度の確認は、内容の説明が難しいと思った技術部分で細かく確認することとした。また社会的意義と技術のどちらを先に話すほうがよいかと、同じ時間内では

表1 プレゼンテーションの構成

No.	時間 (秒)	画面	主な内容
1	16		ソルトエクストラクションという金属リサイクル技術の話始める
2	73		〈レアメタル問題〉国際情勢の変化によってレアメタル・レアアースの価格が変動し、日本の資源確保が重要な問題になった
3	62		〈2011年問題〉テレビ放送が地上波デジタル放送に変わった際に、処分されるブラウン管テレビのガラスには有害な鉛が含まれている。その処分方法が検討された
4	25		〈分離回収の意味〉混ざった金属を、手間と費用をかけてでも分離回収するのは、資源リサイクルが必要な場合や、有害物質を除去しないといけない場合等である
5	28		〈金属の分離回収方法〉金属を分離回収する方法としては、スチール缶とアルミ缶の分別で利用される磁力分別のほか、比重差、化学的にわけける方法等がある
6	43		〈SEの材料〉3種類の塩とアルミニウムから、塩化アルミニウムを作る。それらが溶融した槽に、処理したい廃棄物等を入れる
7	58		〈SEの原理〉最外殻電子数は8個が安定だが、塩素原子は7なので、他のものと一緒に安定したい。その性質を利用して金属をまず塩化物にする
8	71		〈SEでの回収の仕方〉塩化物を電気分解し、取り出したい金属をとりだす。分かれた塩素は再びアルミニウムと共に塩化アルミニウムとなり、この過程が繰り返される
9	16		ここまでのSE技術をまとめたシートを見せる
10	30		人類は文明の発達とともに、混ぜる技術を進歩させていった。しかし今は、分ける技術取り出す技術が必要とされ、それを進歩させていっている

表2 図の意図と期待される理解および確認方法

No.	図の意図		期待される理解・( )は理解度テスト問題番号・[ ]はキーワード例
1	名称	技術名の周知	技術名の認識・[ソルトエクストラクション]
2	社会的な意義	時事問題として既知と思われるレアメタル問題からの導入で興味を誘起	金属リサイクルの必要性・(5) [レアメタル・レアアース]
3		一般には知られていないが身近な廃棄物からの有害金属回収の必要性を紹介する	有害金属回収の必要性・(4) [鉛・2011年問題]
4		前2枚の内容の反復確認で、内容の定着を図る	金属回収技術の必要性を2面から。社会的意義
5	既存技術との比較	飲料缶の磁力選別等の金属分離回収例から興味を誘起し、他の分別方法の存在も示す	身近な金属分別例の確認と、SEはこの技術とは違う方法であること
6	既存との比較と技術内容	SEの材料を示し、種々の金属の処理ができることを示す(できれば塩を3種類使う点に関心を持って欲しい)	複数金属の処理が可能。スクラップアルミニウム利用可能・(1) (3) (6) (10) [3種類の塩・アルミニウム・アルミ缶]
7	技術内容	どんな環境技術でも原理がある。焦点を絞って短くわかりやすく伝える	SEの原理・塩素の性質 (2) (8) [塩素・塩化アルミニウム]
8		どんな環境技術でも工程がある。流れを簡潔に1枚の絵で伝える	SEの技術・電気分解とアルミニウムの利用・(7) (9) [電気分解・電極]
9		技術全体の振り返り。初めて聞く内容の整理と定着を図る	SEの全体像の反復による把握
10	(広く) 技術の意義	人類の歴史の中での金属分離の意味を示すことで、技術の話をも身近なところに引き寄せて終わる	科学技術の進歩と回収技術の意義 [混ぜる技術] [元に戻す技術]

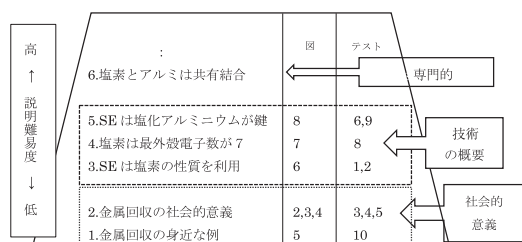


図1 プレゼンテーションの内容構成の検討図

どの難易度の説明が効果的かの検討のために予備実験を行い、その結果より最初に社会的意義を話し、次に技術部分話すこととした。全体のレベルとしては参加者の年齢分布が50歳以上に及ぶことから理科学習歴や学習時の指導要領にも違いがあると考え、現行の文部科学省の学習指導要領(中学理科)<sup>20</sup>等を参考にして、概ね義務教育レベルの内容とした。

### 3. 実験

#### 3.1 サンプルングについて

一般的に社会調査において、多様な年代、属性を持つ人々の参加を得るためには住民基本台帳等からの無作為抽出法によるサンプルングが適当と考えられるが、1時間程度の拘束時間が必要な対面での実験の参加者募集を無作為抽出法で行うことが現実的に困難であったため、参加者は知人から知人に紹介してもらい雪玉を大きくするようにして募るスノーボールサンプルング<sup>21</sup>で募った。

スノーボールサンプルングは知人を介するため、参加者の独立性に問題があり母集団(本研究では一般社会)の推定には適していないとされていることから、本実験の結果分析も今回のデータの範囲内を基本とするが、スノーボールサンプルングでは「日頃よく話したり、やりとりをする人」<sup>22)</sup>等、紹介者と被紹介者の間に条件をつけることが一般的である。本実験ではその条件を「あなたがご存知のできるだけさまざまな年代層の男性・女性の紹介をお願いしたい」とし、世代・年代層ごとにも結果を分析した。スノーボールサンプルングの最初の依頼者を1世代とし、その紹介者を2世代とした場合の4世代までの参加者を得た。参加者の募集目標は100人とし、100人に達したところで参加者の募集を終えた。

#### 3.2 実施概要

本実験は2014年6月3日～7月18日に行った。実施回数は40回で参加者の職場、自宅、公共のミーティングスペース等において対面で行った。合計の参加者は101人で、対面で確認・回収を行ったために無回答はなく、有効回答数は101となった。

参加者の多様性を確保するために、プロジェクター等の機材の設置問題等で実施場所に制限がかかることのないように配慮した。表1中の図を1枚A4の用紙に印刷し、クリアファイルに入れ、そのファイルを参加者個人に渡し、プレゼンテーション中は「次のページをごらんください」の指示に応じて参加者自らにページをめくってもらう方法で図を見てもらった。個人が手元でファイルを見ることで、図面と向き合う各人の状況も同

一にできた。毎回同様にプレゼンテーションを行うために、用意した原稿を読み上げた。表1中に記した図ごとの説明時間は、ページを開く時間等を含めた所用時間約7分を各図に関して読み上げた原稿の文字数(ひらがな・漢字混合)で案分して算出した。プレゼンテーションは既存のコミュニケーションマニュアル<sup>2,8)</sup>の記載に留意して行った。参加者にはプレゼンテーションの前に①年齢層、性別、職業等、科学への関心、理科学習歴、理系意識等を尋ねる質問紙、②基礎知識、元素記号について尋ねる質問紙(以下、基礎テスト、元素記号テストと記す)に記入してもらい、プレゼンテーション中はメモをとらずに聞いてもらった。プレゼンテーション後は①キーワード理解質問紙、②感覚理解質問紙、③理解度テスト、④自由記述紙の順に記入してもらった。質問紙調査後、5分~1時間半程度、参加者の時間が許す限り、内容についての印象や伝わりにくかったところのインタビューを行った。

## 4. 結 果

### 4.1 参加者について

参加者のスノーボールサンプリングにおける世代ごとの内訳を表3に示す。最初に参加者の紹介を依頼した人たちの参加は任意とし、実験に参加した人のみを1世代として記している。1世代に直接紹介された2世代が最も人数が多い。全員が北九州市内に居住、あるいは勤務・通学している人である。

本実験では、参加者の理科学習歴や科学への興味の有無、理系意識の有無と理解度の関係も調べた。理科学習歴は「理科系教科を最後に学習したと自分が認識してい

る教育機関」を尋ねた。これはいわゆる一般的な調査で訊ねられる「学歴=卒業した最終教育機関」ではなく、たとえば大学を卒業している人であっても、大学時代に理科系科目の履修がなく、学習していない場合、理科学習歴は高等学校となる。大学生については、在学中の大学で理科系教科を履修している場合には「大学」、履修していない場合には「高等学校」と回答してもらった。この質問に関しては調査書に記入してもらう際に、毎回設問の主旨を説明した。参加者自身の認識に基づいて回答してもらった理科学習歴を表4に示す。

「自然や科学の話題に関心はあるか?」への回答は、「大変ある」37人、「まあまあある」53人、「特に関心はない」11人であった。

また、日本では「理系」「文系」という区分で自分の興味や得意な系統を語られることが多いが、実際はこの区別自体明確なものではなく、理系、文系と分断することの危険性は小林<sup>23)</sup>によって述べられている。しかしながら予備調査時等に「自分は文系だからわからない」という言葉に接することが多かったため、この分類による比較を試みた。「ニュース等で“文系”“理系”という言葉を見たり聞いたりしますが、それについてはどうお考えでしょうか?」に対して、「人によっていわゆる“理系”“文系”は、興味の有無や、得意不得意の面であると思う」90人、「そういう違いはないと思う」5人、「どちらともいえない」6人だった。違いがあると答えた人のうち「自分は文系」49人、「自分は理系」24人、「どちらでもない」17人であった。

「科学の専門家(大学や研究所で研究や教育を行って

表4 自己認識による最終理科教育終了教育機関  
(単位:人)

性別	年代	小学校	中学校	高等学校	専門学校	大学	大学院	計
男性	20	0	0	4	0	1	1	6
	30	1	0	0	0	3	0	4
	40	0	0	7	0	3	3	13
	50	0	0	7	0	2	1	10
	60	0	0	5	0	2	1	8
	70	0	0	4	1	0	1	6
男性小計		1	0	27	1	11	7	47
女性	20	0	0	9	0	0	1	10
	30	0	0	8	0	3	0	11
	40	0	0	3	0	3	0	6
	50	0	0	4	0	5	0	9
	60	0	1	12	0	0	0	13
	70	0	2	2	0	1	0	5
女性小計		0	3	38	0	12	1	54
総計		1	3	65	1	23	8	101

表3 スノーボールサンプリングでの参加者  
(単位:人)

	世 代	代				計
		1	2	3	4	
各世代数		15	71	14	1	101
内 訳						
性 別	男性	8	28	10	1	47
	女性	7	43	4	0	54
年 齢 層	20代	0	15	0	1	16
	30代	1	12	2	0	15
	40代	1	16	2	0	19
	50代	4	7	8	0	19
	60代	5	16	0	0	21
	70代	4	5	2	0	11
職 業 等	公務・会社員	7	41	12	1	61
	自営業	2	3	0	0	5
	無職	6	15	2	0	23
	学生	0	12	0	0	12

いる人)の言葉をどう受け止めますか?」への答えは、「専門家の言葉は信用する」15人、「専門家といえども、学説等も違うかもしれないので、言葉をうのみにはしない」76人、「特に興味はなく、どう受け止めるか考えたこともない」10人であった。「身近なリスク(危険性)や不安があるとき、科学の専門家に求める情報は次のうちのどれに近いですか?」の問いについては、「安全か安全でないか、手っ取り早く結論が知りたい」23人、「理由もわかりやすく説明してほしい」77人、「特に何も求めない」1人となった。

「学校で受けた授業・講義等以外で、科学や技術の話を通じて直接聞かれたことはありますか?(テレビ視聴等を除く)」に関しては、「ない」46人、「ある」55人で、「ある」と答えた人に、「それはどういうところですか?(複数回答可)」と尋ねたところ、「講演会・セミナー」37人、「サイエンス(科学)関係のイベント」12人、「博物館等」24人、「サイエンスカフェ」1人、「職場での研修」16人、「家族から」8人、「友人から」17人、「その他」1人となった。

#### 4.2 プレゼンテーション前の基礎調査結果

基礎テストの概要と結果を表5に、元素記号テスト結果を表6に表す。また、それらの得点分布を図2に示す。基礎テストは、身近にある物質に関する設問とともに、

表5 基礎テスト問題の概要と結果

設問概要( )は選択肢 〔わからない〕は全問共通の選択肢)	正答率 (%)
1 絶対零度は摂氏何度か?(零度, -273度, -460度)	41.6
2 炭素で作られていないものは?(石炭, ダイヤモンド, ボーキサイト)	62.4
3 常温で液体のものは?(水素, 水銀, ネオン)	68.3
4 水は水素と( )からできている。(塩素, 炭素, 酸素)	83.2
5 間違った組み合わせは?(V ボルト電圧, A アンペア電流, W ワット磁力)	91.1
6 ある物質で一番質量が大きいものは?(陽子, 原子, 分子)	50.5
7 水は常温でどの状態か?(固体, 液体, 気体)	98.0
8 1ミリグラムと1ナノグラム。どちらが重いか、あるいは等しい重さか?	83.2
9 電池には陽極と( )極がある。(天, 北, 陰)	98.0
10 原子番号3~18の原子核の最外殻に最大限入る電子の数は?(2, 8, 10)	16.8

表6 元素記号テストの内容と結果

	設問: 次の元素記号の元素名は何ですか?									
	Li	K	Ca	Na	Fe	Pb	Cl	Al	U	Cs
正答率 (%)	54.5	67.3	80.2	90.1	62.4	20.8	33.7	53.5	34.7	10.9

SEの技術に係る基礎知識を設問にとり入れた。元素記号テストでは、(1)~(8)がSEに係る元素であり、(9)(10)が昨今新聞等で報道されること多い放射能関係の元素である。基礎テストの全体の平均点は6.9点で、元素記号テストの全体の平均点は5.1点であった。なお元素記号は、専門家は日常的に使いやすいものであるが、一般の人は忘れてしまうことが多いことが予備実験で確認されたため、その検証を行った。今回のプレゼンテーションでは周期表の中に元素名と併記しているものを除いて、説明図等には一切元素記号は用いていない。

#### 4.3 プレゼンテーション内容の理解に関する結果

キーワードとしてあげられた回数が多かったものを分類した結果を表7に示す。技術に関するものと社会的な意義の両面があげられており、キーワードの有効記入数は0個が1人、1個が4人、2個が17人、3個が10人、4個が21人、5個が48人であった。感覚理解の結果は

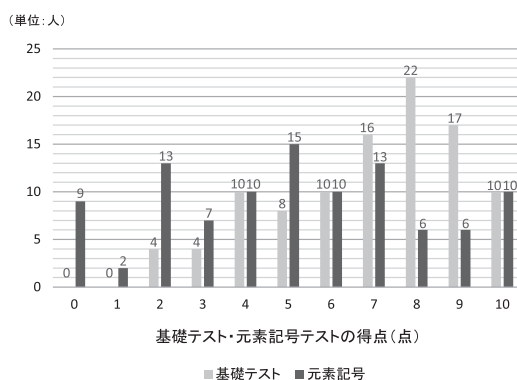


図2 基礎テストと元素記号テスト

表7 キーワードとしてあげられた言葉

分類	言葉	数	
題材にした技術に関する言葉	SE	65	
	塩素	38	
	塩化アルミニウム	32	
	電気分解	24	
	アルミニウム	15	
社会とのつながりに関する言葉	レアメタル	41	
	レアアース	6(3)*	
	リサイクル	12	
	資源	8	
	有害物質の除去に関する言葉	2011年問題	17
	鉛	12(3)*	
人類の歴史の中での技術の流れ	(元)戻す技術・取り出す技術	45	
	混ぜる技術	17	

\* ( ) は同じ人が、上段の言葉と両方を記入している数(例: レアメタルとレアアース)

表8 理解度テストの内容と全体の正答率および理解度困難群の正答率

	理解度テストの設問内容 (個別問題選択肢) (「わからない」は全問共通の選択肢)	正答率 (%)		
		全体 (n=101)	8点以上の人 (n=74)	7点以下の人 (n=27)
1	SEで使うのは何種類の塩か? (1, 2, 3)	73.2	85.1	40.7
2	SEでは塩をどうするか? (ふりかける, 溶かす, かためる)	86.1	95.9	59.3
3	SEで処理するのは何か? (絵具, 調味料, 金属)	96.0	100.0	85.2
4	SEはどんな技術か?(5つの選択肢より2つ 選択) 有害物除去	84.2	91.9	63.0
5	SEはどんな技術か?(5つの選択肢より2つ 選択) リサイクル	76.2	83.8	55.6
6	SEでアルミニウムと反応させて使うのは? (酸素, 塩素, 炭素)	93.1	98.6	77.8
7	SEで物質回収のために使うのは何の力? (重力, 電気, 磁石)	75.2	90.5	33.3
8	周期表で塩素を含む横並びの行の原子の最外 殻電子数。最大は?(2, 8, 10)	78.2	91.9	40.7
9	SEで(+)極の電極として使うのは? (アルミニウム, 鉛, マンガン)	71.3	85.1	33.3
10	SEで利用できる資源ごみは? (古紙, ペットボトル, アルミ缶)	93.1	93.2	92.6

「よくわかった」23人, 「だいたいわかった」67人, 「あまりわからなかった」10人, 「まったくわからなかった」1人であった。理解度テストの概要と結果を表8に, 得点分布を図3に示す。表8中には後で考察する8点以上と7点以下の2グループに分けた設問別の平均点も記している。キーワードについては, 参加者からプレゼンテーション後の記憶にあるうちに, ただちにあげてもらった。これは, 参加者の理解状況を推察できる統一問題であるとともに, その後の理解度テストに出てくる用語が回答に影響を与えることを避けるためである。同様に感覚理解を理解度テストの前に尋ねたのは, 理解度テストの後に尋ねると理解したかどうかの印象が変わることもあると考えたからである。表9に基礎テスト, 元素記号テスト, 理解度テスト, キーワード有効記入数, 感覚理解(4段階の順位で「よくわかった」を最上位の4とした), 理科学習歴(6段階の順位で, 大学院が最上

位の6とした), 理系意識(理系を1, 理系以外を0), 科学技術への興味(3段階の順位で「大変興味がある」を最上位の3とした)のピアソンの積率相関係数(以下, 相関係数と記す)と, 参考として相関係数に関する5%

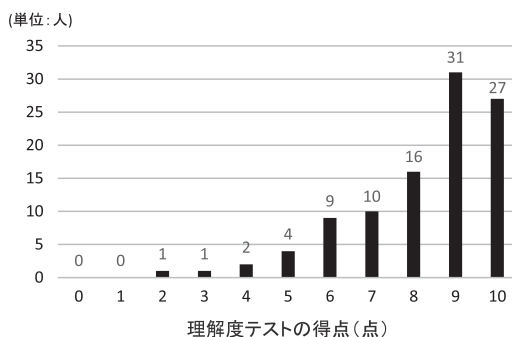


図3 理解度テストの結果

表9 相関係数(r)表

	基礎テスト	元素記号	キーワード	感覚理解	理解度 テスト	学習歴	理系意識
元素記号	0.74*						
キーワード	0.47*	0.48*					
感覚理解	0.22*	0.24*	0.33*				
理解テスト	0.55*	0.53*	0.55*	0.45*			
学習歴	0.50*	0.57*	0.32*	0.23*	0.40*		
理系意識	0.26*	0.21*	0.05	-0.02	0.06	0.27*	
科学の興味	0.36*	0.32*	0.12	0.24*	0.15	0.38*	0.32*

\* 5%水準で有意(両側)

水準の有意性の検定結果を示した。なお感覚理解、理科学習歴、理系意識、科学技術への興味の各項目については、順序尺度ではあるが、間隔尺度とみなして相関係数を求めた。

表 10 に理解度テストの得点と感覚理解の状況を示し、図 4 には感覚理解ごとの理解度テストの各設問の正答率を示す。理解度テストと感覚理解の相関係数は 0.45 であり、表 10、図 4 より感覚理解とテスト理解とは、必ずしも一致しない部分もみられた。

図 5 に理科学習歴ごとの理解度テストの平均点と標準偏差を示した。理科学習歴は基礎テスト、元素記号テスト、理解度テストとの相関係数がそれぞれ 0.50, 0.57, 0.40 で、参加者の元々の知識量である基礎テスト、元素記号テストに比べて、新しい知識に対する理解となる理解度テストのほうが理科学習歴の影響は小さい。しかし学習歴が長いほうが理解度テストの平均点は高くなって

いる。

また理科学習終了後の経過年数を推計し、推定経過年数と理解度テストの結果について、理科学習歴が専門学校・大学・大学院のグループと小学校・中学校・高等学校のグループとに分けて記したものを図 6 に示す。なお推定経過年数は、小学校を 12 才、中学校を 15 才、高等学校を 18 才、専門学校を 20 才、大学を 22 才、大学院を 24 才に卒業・修了と仮定し、現在の年齢は各年齢層の中央値（たとえば 50 才代の場合は 55 才）として推計した。図 6 より、理科学習歴が小・中・高等学校の人たちよりも、専門学校・大学・大学院とした人たちのほうが、理解度テストの点数がおおむね高く、学習後の推定経過年数が長くなっても理解度テストの点数の大きな低下がみられない。図 7 には同様に「自分は理系」と答えた人とそれ以外の人の理科学習終了からの経過年数と理解度テストの結果を示した。理系意識と理解度テストと

表 10 感覚理解と理解度テスト

(単位：人)

感覚理解	n	理解度テスト (点)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
よくわかった	23	0	0	0	0	0	0	1	2	2	8	10
だいたいわかった	67	0	0	1	0	0	3	5	7	12	22	17
あまりわからなかった	10	0	0	0	1	1	1	3	1	2	1	0
まったくわからなかった	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

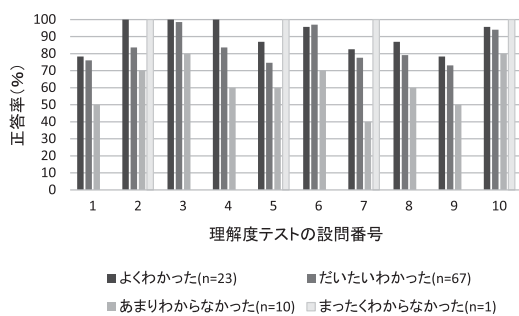


図 4 感覚理解と理解度テストの設問ごとの正答率

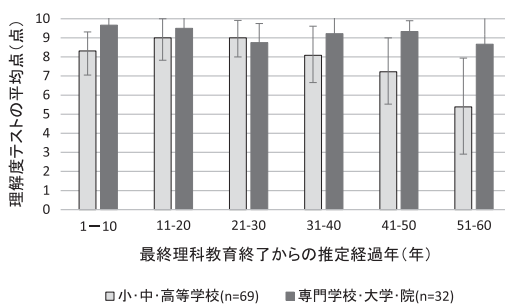


図 6 理科学習終了後からの推定経過年数と理解度テスト

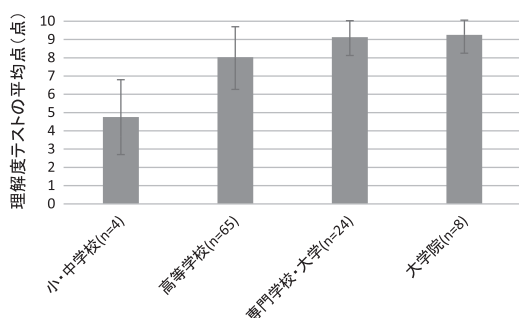


図 5 理科学習歴と理解度テスト

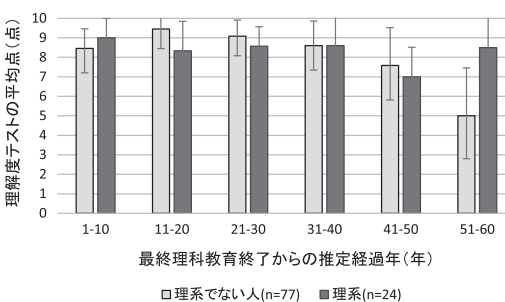


図 7 「自分は理系」と答えた人とそれ以外の人の理科学習終了からの推定経過年数と理解度テスト



は相関係数は0.06で関係があるとはいえないが、推定経過年数が大きくなると理系意識のある人のほうが点数の低下は小さい。科学に対する興味の有無と理解度テストとの相関係数は0.15と小さかった。なお自分は「理系」と答えた24人の理科学習歴は高等学校12人(理科学習歴が高等学校と答えた人のうち18.5%)、専門学校1人(同100%)、大学5人(同21.7%)、大学院6人(同75%)で、必ずしも理科学習歴と理系意識は一致したわけではない。

## 5. 考 察

### 5.1 内容の理解度

短くわかりやすく伝えることを目的とした今回のプレゼンテーションでは、感覚理解において「よくわかった」、「だいたいわかった」が合わせて約9割で、理解度テストでの全体の平均点が8.3点(10点満点)となり、キーワードも平均で3.9個(最大5個)書かれていた。一つの環境技術について技術と社会的意義を理解してもらうことが7分という時間でおおむね行えたと考えられる。SEの技術に関する伝達の重点とした「塩化物にする」に関しては、プレゼンテーション前の基礎テスト(10)の最外殻電子数の問題の正答率16.8%に対して、プレゼンテーション後の理解度テストでの最外殻電子数に関する問題(8)では正答率が78.2%となった。この差は基礎テスト回答時には忘れていた、あるいは知らなかったことがプレゼンテーションによって伝わったことによる考えられる。実際のリスクコミュニケーション等の場面で、本実験と同程度の伝達が行われたならば、双方向コミュニケーションの基礎となる、知識の共有を行う目的はおおむね果たせると考えられる。

次にさらによく理解されるために必要なことは何かを考察する。まず、理解度テストにおいて7点以下の27人を理解困難群とする。構成は男性7人(全体では47人)、女性20人(同54人)で、年齢層では、20代4人(同16人)、30代3人(同15人)、40代0人(同19人)、50代3人(同19人)、60代10人(同21人)、70代7人(同11人)となった。基礎テストの平均点は4.9点(全体平均6.9点)、元素記号テストの平均点は2.3点(同5.1点)、キーワードの有効記入数は、2.7個(同3.9個)である。感覚理解では「よくわかった」3人(全体では23人)、「だいたいわかった」16人(同67人)「あまりわからなかった」7人(同10人)「まったくわからなかった」1人(同1人)である。

表8において、理解困難群が、8点以上の人に比べて40%以上正答率を落としている問題は、設問(1)、(7)、

(8)、(9)である。設問ごとに伝達を困難にした理由を考察する。設問(1)については、塩を3種類混ぜるという技術が覚えられているかどうかのポイントとなる。なぜ1種類ではなく3種類なのか(融点を下げる。経済性の問題)、を少し踏み込んで説明したかったが、短く伝えるために割愛したため、印象に残らなかった可能性がある。設問(7)では、誤答者が「電気」(正答)ではなく「磁石」と答えていた。金属分別回収法の一般的な例として身近な飲料缶リサイクルの磁力選別をとりあげたため、SEでの電気分解以上に磁力選別が記憶に残り、誤答を誘引したと思われる。短時間での説明中に2つの似た言葉や内容を話すと混乱すると考え、「技術の流れについては塩化物だけを話し、酸化物のことは話さない」等に留意してプレゼンテーションをしたが、“一つに絞る”ことにより留意が必要であったと考えられる。設問(8)での「最外殻」、設問(9)での「電極」は、自由記述欄には、「理科・化学の用語がわからない」例としてあげられていた。説明中に聞き慣れない言葉が出てくると、そこで「それは何か」と考えることになり、その後続く内容の理解が困難になるということが記載されていた。その他、自由記述欄にわからなかった言葉としてあげられていた「原子」「分子」「電子」「周期表」等は日常使われる言葉ではないが、現在の学習指導要領で中学校の教育課程で学習する用語である。義務教育課程で学習する言葉であっても、日常的に使われない用語の使用を考慮する必要があるといえる。また「最外殻」「電極」は漢字で視認できればイメージしやすいが、「さいがいかく」「でんきょく」と耳で聞くとイメージしにくいという意見があった。

以上の設問(1)(7)(8)(9)に共通する特徴は、理科学的な理解が期待される問題であり、難易度も(7)(8)(9)は設問中では高いと想定されていたものである。したがって、テスト理解における理解困難層は、理科学的な面での理解が困難だった層と考えられる。

また、リスクコミュニケーションの場では、知識、感覚の両面で理解されることが必要と思われる。表10よりテスト理解と感覚理解はある程度関係があるが、必ずしも一致していないことがわかった。「よくわかった」人23人の中で3人は理解度テストが7点以下の理解困難群であり、「だいたいわかった」67人は理解度テストで2点から10点と広範に分布している。感覚理解で「だいたいわかった」と答えた人は、他の回答をした人に比べて全体的にはおおむね理解はできたと感じ、ある点では理解できなかったと感じていると考えられる。この「だいたいわかった」人にはどのような点が理解されにくかったのかを次に考察する。図4に理解度テストの

設問ごとに、どの感覚理解の人がどれくらいの正答率かを表したが、ここで「わかった」人と「だいたいわかった」人の正答率の違いが10%以上であるのは設問(2)(16.4%)、設問(4)(16.4%)、設問(5)(12.3%)であった。設問(2)は塩(えん)の溶融に関して、「しお」をどうして「えん」と読むのだろうと考えているうちに時間が過ぎていった」などが自由記述に書かれていた。これは身近な物質の塩(しお)と化学の塩(えん)が混乱を招いた結果である。科学的に正確に話すことに囚われないという注意点は、既存の科学技術コミュニケーションマニュアル等にも書かれていることだが、技術名(SE)の和訳「溶融塩(えん)による抽出」という言葉に引きずられた状況がこの点からみられる。また技術の社会的意義の確認問題の2問(設問(4)、(5))がともにこの問題群に含まれる。

設問(4)のレアメタル問題は、新聞やテレビ等で見かけることも多い「身近な問題」と想定したものであった。キーワード回答で「資源やりサイクル」をあげた人は、インタビュー時にも「レアメタル問題はテレビのニュースや新聞で知っていました」と積極的に資源問題を話す参加者が多かった。しかしレアメタル問題あるいはレアメタル自体をまったく知らない人には理解しにくい説明であったと思われる。一方、ブラウン管ガラス中の鉛問題に関する言葉を書いた人は、「知らなかったので記憶に残った」という回答が多かった。実際、「2011年問題」<sup>24)</sup>は、2011年に地上波デジタル放送に切り替わる際のテレビの買い替えに伴って発生するブラウン管テレビのガラス中の鉛に関する問題で、非鉄金属のリサイクルに関わる研究者らには知られている言葉だが、テレビや新聞では見かけることはほとんどない。しかし身近な製品(テレビ)の話題であり、また鉛は放射線を遮る物質としても報道されていることから、馴染みがあり理解されやすいと想定していた。しかし結果より、初めて聞く内容が理解しきれずに「だいたいわかった」につながった可能性がある。レアメタルとブラウン管ガラスの事例は、SEの技術で検討されている他の事例に比べると最も市民の生活で身近な内容であるため、これ以外の例をあげて説明を行ったとしても教育的効果が期待できないと予想されるため、内容選択として適切であったと考える。しかし身近なものを題材に取りあげている基礎テストの点数に2点~10点のばらつきがあることは、参加者の一般的な知識の多様さを示している。その多様な状況により考慮する必要があるといえる。

以上より、テスト理解による理解困難群は、感覚理解でも「わからなかった」人が多く、主に技術の理科学的な内容が理解されていなかった。一方、感覚理解で「よく

わかった」人と「だいたいわかった」人との差は社会的意義の設問で生じていた。社会的意義は理科学的な内容に比べると「なんとなく」わかった気にはなりやすいことは想像に難くない。環境技術は社会的意義の理解が重要と考えられるため、社会的意義の伝達にさらなる留意が必要である。なおキーワードとしてあげられた「(元に)戻す技術、取り出す技術」(45人記入)は、プレゼンテーションの最後の一枚の内容である。アンケートに記入する直前なので記憶に残った可能性があるため、厳密に検討するには順序効果を考える必要があるものの、結びに人類の歴史や生活の中での意義を話すことで社会の中での金属回収の意味がわかり、「理解した気になった」と自由記述やインタビューでも述べられていた。わかりやすく伝えるために大事なことは、一般の人が日常的にもっている知識にいかにつないで説明するかだと思われる。

## 5.2 環境技術の理解に影響を及ぼす可能性のある因子について

次に表9より環境技術の理解に影響を及ぼす可能性がある因子について考察する。理解度テストは基礎テスト、元素記号テスト、キーワード理解との相関係数がいずれも0.5以上であり、理科学習歴との相関は0.40となった。図5の理科学習歴ごとの理解度テストの平均点では理科学習歴が長いグループは高く、図6では卒業後(学習後)の推定経過年数が長くなっても理科学習歴が長いグループは理解度テストの点数に大きな低下がみられない。長く多くの理科教育を受けることで、新しい科学技術の内容を吸収しやすい土壌ができると考えられる。また、このグループは卒業後もなんらかの科学技術に業務等でも関与する可能性も高いと考える。これらが理科教育終了後の経過年数が長くてもなお、理解度が低下しない結果に結びついた可能性がある。また、図6、図7より、年長者層では理解度の個人差が大きくなるのがわかる。60代は22人中11人、70代では11人中7人が理解困難層である。これは、教育事情によって理科学習歴が異なる<sup>25)</sup>ことも原因と思われる。北九州市が震災がれきの広域処理の受け入れを検討したときの市民向け説明会の参加者は、60代以降の人が多かった<sup>2)</sup>。廃棄物に関する市民討論会等では、今後もこの状況が起こる可能性が高いため、60代以降の層にいかにつないで伝えていくかが重要となる。

また図7では、理系意識の有無と理解度テストの関係を示している。限られたサンプル数でのことだが全体としての相関はない。理系意識と理科学習歴にも明確な関係はなかった。これは理科系分野が非常に広範であり、

たとえば数学や物理を得意とする人は、今回の実験内容である材料化学には興味がなく、理系意識が理解度テストで測られる知識の獲得と相関しなかった可能性がある。また、理系という“意識”は嗜好性の要素があると考えられ、嗜好と知識の獲得の得手不得手は必ずしも一致せず、新しい知識の理解を求められた場合、嗜好よりも確かな教育歴が影響したとも考えられる。なお図7において最終理科学習終了からの経過年数が40年以上の層では、理系意識の有無により理解度テストの得点差が大きくなるが、これはこの年齢層の理科学習歴との相関もあると推察する。

今回の結果より、理科学習歴が新たな知識の理解にも影響することがわかった。しかし学校教育を終えて成人した世代でもESD<sup>26)</sup>、3R検定<sup>27)</sup>や北九州市環境首都検定<sup>28)</sup>の受検を通して、環境分野における広範な知識と視野を得ることが期待でき、将来何らかの環境リスクと対峙した場合でも、新知識をより理解できるようになると考えられる。また専門家から一般人への情報発信として、低線量放射線に関して科学者の立場からお母さんたちに伝える学習会を宇野<sup>29)</sup>が行っている。このような受け手の関心や要請が大きい内容での情報発信が有意義であるのはもちろんのこと、専門家からの情報発信によって無関心層が関心層に変わることもまた意義あることと考える。

渡辺<sup>30)</sup>は、学校や社会において環境や資源循環の科学的な内容を、従来の学校教育においての一般的な「積み上げ」だけではなく、分野横断的な学習や、大人世代の知的好奇心に響く「飛び越え」タイプのイベントで、必ずしも環境や資源循環を直接訴えなくても、ゲーム性、ローテクノロジー、楽しさで理学的体験を記憶に残すことの意義を記している。今回の実験題材のように事前には無関心な題材であっても“聴いてみると興味がでてもっと知りたくなった”という参加者も複数いることが自由記述とインタビューから確認された。このことよりリスクコミュニケーション等の場合のみならず、平時でも「飛び越え」タイプで短くわかりやすく伝える意義はあると思われる。今回の実験で行ったような7分程度の短さの情報発信ならば、大人世代の知的好奇心に響く題材を用いて各種イベントのプログラムの中の一部にも組み込みやすいと考える。今回の実験は一義的には実験であるが、環境教育、生涯教育としても受け入れられたと考えられ、また伝達側にも気づきと経験が得られた。この双方向の蓄積はリスクコミュニケーション等の場合にも有益と思われる。

今回は参加者に予備知識がないと考えられる題材で実験を行ったが、実際に環境情報の伝達を専門家が行う場

面では報道等で既に何らかの知識をもっている人に説明することが多いと考えられる。そのような場合、どのような留意点があるのか、また専門家自身ではなくインタープリター等を介して説明をするときにはどのような点に留意する必要があるのかなどの視点での検討・調査も必要と考える。

## 6. 結 論

専門家から一般人に対して専門的な環境技術知識を短時間でわかりやすく説明する際の方法、および留意点を具体的に探求することを目的として、筆者が関わってきた金属回収技術に関するプレゼンテーションを行い、その理解度を確認した結果、プレゼンテーションはおおむね理解されたことがわかった。また、プレゼンテーション内容の理解に関して、理科的技術と社会的意義に分け、さらなる理解を得るために何が必要かを考察した結果、前者については(1)科学的な正確さにこだわりすぎない、(2)中心的な内容に焦点をあてて説明する、(3)義務教育課程で習う用語でも日常的に使われない言葉は専門用語と受け取られることを認識する、(4)元素記号は覚えていない人が多いため使用しないなどに留意すること、後者については、社会的意義を伝えるためには一般の人が日常的に持っている知識とつながるように伝える配慮が必要であることがわかった。

また、理科学習歴がリスクコミュニケーション等における環境技術に関する新しい知識の理解にも影響があることや、理科学習歴の長い人は学習を終えてからの経過年にかかわらず新しい知識に高い理解度を示すことが示唆された。社会的な背景での理科学習状況の影響も考えられる60代の年齢層では理解度の個人差が大きかった。廃棄物処理に関するタウンミーティングでは、この年齢層の人の参加が多く、わかりやすく伝えることに特に留意が必要である。また学校教育を終えた世代への市民講座やイベント、環境系の検定受検等の学びの機会を創造し実践することで、リスクコミュニケーション時等での一般の人の理解の向上のために専門家は平素から寄与できると思われる。

## 参 考 文 献

- 1) 中谷内一也：リスクのものさし，日本放送出版協会，p.10 (2009)
- 2) 泉優佳理，白井義人：東日本大震災に伴う災害廃棄物受入に関する北九州市におけるリスクコミュニケーション，廃棄物資源循環学会論文誌，第25巻，pp.36-44 (2014)

- 3) 北九州市：災害廃棄物の受入れに関する Q&A～災害廃棄物の受入れに対して疑問や不安を持つかたへ (2013)  
<http://www.city.kitakyushu.lg.jp/files/000129158.pdf>  
 (閲覧日 2015 年 2 月 15 日)
- 4) 藤垣裕子, 廣野喜幸編：科学コミュニケーション論, 東京大学出版会, p. 262 (2008)
- 5) 和田隆太郎, 田中 知, 長崎晋也：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, 第 8 巻, 第 1 号, pp. 19-33 (2009)
- 6) 西澤真理子：リスクコミュニケーションという社会技術の使い方, 環境管理, 第 48 巻, 第 7 号, pp. 64-70 (2012)
- 7) 土屋智子, 小杉素子：科学技術に関するメッセージ作成の留意点, 電力中央研究所報告 (2001)
- 8) 名古屋大学：研究者のための科学コミュニケーション, Starter's Kit (2008)  
<http://www.cshe.nagoya-u.ac.jp/scicomkit/>  
 (閲覧日 2014 年 5 月 12 日)
- 9) 花植康一, 渡邊豊英：発表の内容を考慮したプレゼンテーション・シナリオの構成支援, 電子情報通信学会信学技報, 第 6 号, pp. 41-46 (2012)
- 10) 中島光太, 平山世志衣, 本藤祐樹：ライフサイクル思考に基づく環境教育プログラムが学習者の環境配慮行動に与える影響, 日本 LCA 学会誌, 第 7 巻, 第 1 号, pp. 84-94 (2011)
- 11) 科学技術政策研究所：科学技術に対する国民意識の変化に関する調査, インターネットによる月次意識調査および面接調査の結果から (2012)
- 12) 西澤真理子, 掛谷英紀：安全・安心を得るための食のリスクコミュニケーションの研究, 浦上財団研究報告書, 第 17 巻, pp. 131-146 (2009)
- 13) イェルンコントレット：ガラスからの, 主に電子ごみ材からの鉛とインジウムの回収, 特許 529681 (平成 26 年 11 月 13 日)
- 14) A. Abbasalizadeh, S. Seetharaman, L. Teng, S. Seetharaman, O. Grinder, Y. Izumi and M. Barati: Highlights of the Salt Extraction Process, The Journal of the Minerals, Metals & Material Society, Vol. 65, No. 11, pp. 1552-1558 (2013)
- 15) 石村源生：科学技術コミュニケーションの実践の評価方法：評価の一般的定義と体系化の試み, 科学技術コミュニケーション, 第 10 巻, pp. 33-49 (2011)
- 16) 北九州市 PCB 処理安全性検討委員会：市民と委員との意見交換会 (まとめ) (2001)
- 17) (国) 科学技術振興機構：科学コミュニケーション研修プログラムのご案内 (2015)  
[www.jst.go.jp/csc/archive/pdf/brochure\\_03.pdf](http://www.jst.go.jp/csc/archive/pdf/brochure_03.pdf)  
 (閲覧日 2015 年 6 月 3 日)
- 18) 辻 佳介, 松田 樹：プレゼンテーション評価モデルに基づく作成支援システムの開発, 信学技報 ET99-111, pp. 121-128 (2000)
- 19) 池田文人：科学技術コミュニケーターのための知識科学に基づくプレゼンテーション技法, 高等教育ジャーナル——高等教育と生涯学習, 第 14 巻, pp. 117-128 (2006)
- 20) 文部科学省：中学校学習指導要領 (理科) (2012)  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/ri.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/ri.htm) (閲覧日 2015 年 6 月 3 日)
- 21) 澤 真幸, 吉見俊哉, 鷲田清一編集委員・見田宗介編集顧問：現代社会学事典, 弘文堂, p. 725 (2012)
- 22) 石黒 格：スノーボールサンプリング法による大規模調査とその有用性について：02 弘前調査データを用いた一般的信頼概念の検討, 弘前大学人文学部人間社会論叢社会科学編, 第 9 号, pp. 85-98 (2003)
- 23) 小林傳司：トランスサイエンスの時代, NTT 出版, pp. 81-85 (2011)
- 24) 中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会特定家庭用機器の再商品化・適正処理に関する専門委員会 (第 2 回) 資料 4：ブラウン管ガラスカレットの取扱について (2008)  
<http://www.env.go.jp/council/former2013/03haiki/y0319-02/mat04-1.pdf> (閲覧日 2015 年 1 月 26 日)
- 25) 国立社会保障人口問題研究所：性別高等学校・大学への進学率：1950～99 年  
[http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/Data/Relation/2\\_Factor/3\\_work/1-2-C08.htm](http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/Data/Relation/2_Factor/3_work/1-2-C08.htm)  
 (閲覧日 2015 年 6 月 3 日)
- 26) 武田玄雄：環境政策としての環境教育——国の取り組みと今後の課題——, 廃棄物資源循環学会誌, 第 25 巻, 第 4 号, pp. 237-246 (2014)
- 27) 浅利美鈴, 花嶋温子, 山川 肇：3R・低炭素検定が目指すもの, 廃棄物資源循環学会誌, 第 25 巻, 第 4 号, pp. 275-283 (2014)
- 28) 北九州市 HP：  
[https://www.city.kitakyushu.lg.jp/kurashi/menu01\\_0438.html](https://www.city.kitakyushu.lg.jp/kurashi/menu01_0438.html) (閲覧日 2014 年 12 月 8 日)
- 29) 宇野賀津子：低線量放射線の生体への影響と食の重要性：リスクコミュニケーションと科学者の役割, Journal of the Society of Japanese Women Scientists, 第 13 号, pp. 23-29 (2013)
- 30) 渡辺信久：環境・資源循環の理科学的事項を学校・社会で広める方法, 廃棄物資源循環学会誌, 第 25 巻, 第 4 号, pp. 263-268 (2014)

## **A Social Experiment on Providing Comprehensive Explanations to the Public regarding Environmental Technologies : Case Study on a Metals Recovery Technology**

Yukari Izumi\* and Yoshihito Shirai\*\*

\* Graduate School of Life Science and System Engineering,  
Kyushu Institute of Technology  
(Now at Salt Extraction AB)

\*\* Graduate School of Life Science and System Engineering,  
Kyushu Institute of Technology

† Correspondence should be addressed to Yukari Izumi :  
Salt Extraction AB

(4-2-14 Higashinarumizu, Yahatanishi-ku, Kitakyusyu, Fukuoka 806-0051 Japan)

### **Abstract**

Concise and easy-to-understand information for the general public regarding environment technologies is essential to achieve the most effective recycling systems/risk communications for waste management. We experimented using an open investigation to assess the extent to which the public can understand a particular recycling technology. We gave a brief presentation on the technology to 101 people selected using the “snowball sampling” method and examined responses to several questionnaires and interviews. Results show that key presentation points were understood and that the use of uncommon scientific words and symbols for the elements gave rise to trouble in total comprehension. For intelligible understanding and a sense of satisfaction, it is necessary that people not only grasp a scientific understanding of the technology but also understand its social significance. People with a background in science education showed good understanding, though they had finished their education many years back. Whether respondents thought of themselves as being familiar with science or not seemed to have little correlation to the final results. Findings obtained from participants over sixty years old were different from others, so special attention must be given when providing explanations to this age group, as they are the main participants in the meeting to explain to local residents.

**Keywords** : recycling technology, environment education, science communication, science education, risk communication