

宇宙太陽発電に関する Q&A 作成の提案[†] Q&A about Space Solar Power Systems

石田 悠^{*1‡}・江間 有沙^{*2}

Yu ISHIDA and Arisa EMA

本研究は宇宙太陽発電をテーマに、一般参加者と学会関係者を対象としてそれぞれサイエンスカフェを実施し、アンケート結果を比較分析した。これにより両者の差異の可視化とそのすり合わせをおこない、一般市民の興味関心に合わせた Q&A の提案をおこなった。

This study examines cognitive gaps between specialists and non-specialists by conducting the science café on Space Solar Power Systems (SSPS). Closing gaps in values, concerns and understanding between them is one of the purpose of science communication. In this research we assume that the gaps arise from a difference between questions which specialists think the non-specialists would like to know, and questions which the non-specialists actually would like to know. On this assumption, we conducted two events to the public (non-specialists), and an event at a symposium of the SSPS society (specialists) and then compared its collected data. In the former, two scientists gave a lecture about SSPS separating it into three sections: its technology, scientists in its field, and its social influences. Then participants were asked to select the topic they felt curious about, and to put down questions for scientists (specialists) concerning SSPS in a questionnaire. The same questions were asked in the latter event. Thereby the comparison between specialists and non-specialists, some gaps between them were visualized. On the basis of it, we formulated a question list reflecting the queries of non-specialists.

Keywords : Questionnaire survey, Science Café, Q&A

1. はじめに

1.1 背景 近年、科学技術に関わる社会問題の解決のために、科学者と一般市民が顔を合わせてコミュニケーションをおこなうサイエンスコミュニケーションが求められている。またその専門家であるサイエンスコミュニケーターの育成に関心が集まっている¹⁾ (なお、Science Communication には科学コミュニケーション、科学技術コミュニケーションなど複数の訳語があてられるが、引用などを除き本稿では「サイエンスコミュニケーション」で統一する。それに従い、サイエンスコミュニケーション活動を実施・補助する人々は「サイエンスコミュニケーター」とする)。

渡辺らはサイエンスコミュニケーターを広い意味で「科学技術の専門家と一般公衆の溝を埋める役割を果たす人」とし、大学や研究機関、企業の広報担当者や、メディアの科学記者や番組制作者、科学系博物館関係者、そして理科や科学の教師などを例として挙げている²⁾。したがって、サイエンスコミュニケーターとは特定の職能集団ではなく、共通した役割や機能を果たす人々を指すと考えられる。サイエンス

コミュニケーションについて、同じく渡辺は「従来の、科学者から門外漢への一方的な解説ではなく、互いの考え方や理解力を勘案したコミュニケーションを促進することにより、科学技術が一般社会に浸透していくことを目指す活動」³⁾と説明している。また、藤垣・廣野はサイエンスコミュニケーションを「(科学技術についての)理解を深めるサイエンスコミュニケーション」と「議論を深めるためのサイエンスコミュニケーション」⁴⁾の内実の異なる2つに分けて説明する。科学技術をめぐる意思決定の議論の場への市民の参加のために、科学技術を分かりやすく説明するだけではなく、市民の持つローカルノレッジを引き出すことを(サイエンス)コミュニケーターの役割としている。

サイエンスコミュニケーション活動として知られるものに「サイエンスカフェ」がある。90年代にフランス・イギリスで誕生し、『平成16年版 科学技術白書』で日本に紹介された。様々なメディアが相次いで取り上げたことにより、日本でも多様なスタイルで実施されるようになった⁵⁾。こうしたサイエンスカフェの特徴は、「双方向性コミュニケーション」や「対話」という言葉で表される。科学的な事実のみを伝えるのではなく、問いを提示することを目的とし、科学者と一般市民との議論や意見交換を重視する。

日本学術会議は、サイエンスカフェの開催を続けており、その目的を以下のように明示している。

日本学術会議は政策の提言にとどまらず、国民と科学をつなぐ科学コミュニケーターの役割を積極的に果たす

[†] 第1回宇宙太陽発電シンポジウム、2015年12月15-16日、東京にて発表

[‡] Corresponding author: Yu ISHIDA. E-mail: u0706u@gmail.com

^{*1 *2} 東京大学大学院総合文化研究科

〒153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1,

Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo, 3-8-1, Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-9802, Japan

べきである。今回実施するこのサイエンスカフェでは、日本学術会議会員が一科学者として率先して市民と同じ空間・時間を共有し、価値観や疑問点のすり合わせを行い、科学者と一般社会の双方の認識のずれや共通点を顕在化させると同時に、日ごろから対話する文化をつくり科学技術についての会話に対する素養を国民すべてがもてるようにすることを目的とする。⁹⁾

日本学術会議の声明に従うならば、サイエンスコミュニケーターの役割とは、この目的達成のためのサイエンスコミュニケーション活動を改善していくことであると考えられる。

上記の日本学術会議が掲げるサイエンスカフェの目的をまとめると、以下の3つに要約することができる。

- 「科学者と市民の価値観や疑問点のすり合わせをおこなう」
- 「科学者と一般社会の双方の認識のずれや共通点を顕在化させる」
- 「日ごろから科学者と市民が対話する文化をつくり、科学技術についての会話に対する素養を国民全てがもてるようにする」

これらの目的は渡辺ら、藤垣・廣野の説明と矛盾しないため、本研究ではこの3つを「サイエンスコミュニケーションの目的」として扱う。

1.2 サイエンスコミュニケーションのテーマ 本研究では宇宙太陽発電(Space Solar Power Systems: 以下 SSPS)を専門とする科学者と共に、サイエンスカフェなどのイベントを実施し、アンケート調査で得られたデータを分析する。そして、サイエンスコミュニケーション活動ではどのようなデータを収集すればよいのか、どうすればサイエンスコミュニケーションを改善していけるのかを探る。

SSPS は大規模な科学技術プロジェクトであり、様々なステークホルダー、一般市民を含めた対話の場が必要とされている。実際、宇宙太陽発電学会の目的には、科学者と一般社会のコミュニケーションが含まれている。しかしながら、現実には社会全体での知名度が低い。そこで科学者の説明責任を果すだけのコミュニケーションだけではなく、コミュニケーション活動を改善していくためのデータが重要であると考えられる。

2. 先行研究

2.1 サイエンスカフェの調査 日本学術会議が主催するサイエンスカフェでは、日本学術会議会員や連携会員を「講師」として招き、必要に応じてサイエンスコミュニケーターをファシリテーターとして起用し、一般参加者と科学技術について自由に対話・議論する場を提供している。これらの当日の様子が「結果報告」として HP 上に掲載されている。また、Erin ら⁸⁾は合成化学をテーマとしたサイエンスカフェを、紺屋⁹⁾は小規模サイエンスカフェを実施し、アンケートによってテーマの科学技術への期待と不安や、サイエンスカフェの参加経験などを調査している。こうした実施報告では、サイエンスカフェを実施した主催者による質疑応答の様子や、参加者の感想などがまとめられている。

加納ら^{10,11)}はサイエンスカフェ参加者を「一般市民」と一括せず、いくつかの層に分けて捉え直す方法を提案した。調査からは、日本全体での科学技術への興味関心の高い「高

関与層」と、低い「低関与層」の割合がほぼ半々であるにも関わらず、サイエンスカフェや中・大規模の科学イベントの参加者は「科学への高関与層」が中心になっていることを明らかにした。科学者コミュニティ以外の人々と気軽に科学技術について語り合うことで、社会の中に科学技術を位置づけるはずのサイエンスカフェが、現状では「科学技術の低関与層」が参加しづらい場になっている可能性を指摘している。

高梨ら¹²⁾と日高ら¹³⁾はサイエンスカフェで行われるコミュニケーションに注目した。高梨らはサイエンスコミュニケーションの場において、「双方向性」をその達成目標と設定した。科学者と一般参加者が「話し手」「聞き手」などの会話の中での「参与役割」を固定せず、柔軟に変化させコミュニケーションをおこなうことで、双方向性は高まると考えた。そして、実際のサイエンスカフェのビデオ録画の分析から、「科学者自身の気づきと工夫を高める」ことによって双方向性が達成できるとしている。日高らはサイエンスカフェの場での会話の構造の分析から、サイエンスコミュニケーターの「ファシリテーション機能」を「市民参加者が自分の意見を述べることを不適切にしない」機能であるとした。これは言葉の知識や定義についてある程度の「正しさ」を示すこと、参加者が「自分の意見を述べること」を容易にすることの2つであるとし、「専門家」と「非専門家」のコミュニケーションの場での重要性を提示している。

2.2 SSPS に関する社会調査 JAXA と三菱総合研究所は一般市民に対する宇宙太陽光発電の認識について、大規模な意識調査を2003年、2006年、2008年、2009年と4回おこなっている¹⁴⁾¹⁶⁾。これらの調査では一般市民に対して、「SSPS や宇宙基本計画などの認知度」「SSPS を含む将来のエネルギー供給方法への期待」「SSPS についての情報の入手方法」「SSPS への支払い意思」などの項目についてアンケートをおこなった。その結果、SSPS に対する認知度は低いものの、説明をすると期待・賛同という反応を得られる可能性が高く、したがって幅広い人々に SSPS について周知してもらえるような活動をする必要があるとしている。また、SSPS の社会的受容について、長山ら¹⁷⁾は「研究者」と「一般市民」の双方にアンケート調査を行っている。両者を比較した項目として、「SSPS の認知度」「予測する実現時期」「将来主力になる発電方式の予測」「最も必要なエネルギー源」「受電設備の設置場所」「マイクロ波送電への不安」などが示されている。こうした調査項目のうち、認知度と実現時期には両者に違いが見られたものの、将来の予測や不安については大きな違いが見られなかった。

3. 研究の枠組み

3.1 本研究の目的 2.1 でのサイエンスカフェの実施報告、参加者の分類、そしてサイエンスカフェの場でのコミュニケーションの分析といった手法では、1.2 で挙げた3つの目的をもとに、すり合わせや顕在化の必要な「科学者と一般社会の価値観や疑問点、認識のズレや共通点」を明らかにすることは難しい。また、調査レポートからは SSPS を実現していくために、どのような議論を一般市民との間で行うことが必要なのか、具体的にどのようなデータを収集すべきかについて、明確にはされていない。そのため本研究では、新たに次の調査枠組みを設定した。

「科学者と一般社会の価値観や疑問点、認識にズレが生

じている」状態を、「科学者（専門家）が科学技術について市民（非専門家）とコミュニケーションをおこなう時に、『科学者の考える市民が知りたいが説明』と『市民が実際に知りたい説明』にズレが生じている」であると仮定した。これは「科学者の想定する市民像の興味関心」と「実際の市民の興味関心」に差異があるという状態を指す。したがって本研究では、(i) ズレや共通点があるかどうか、(ii) どうすればそのズレをすり合わせ、改善することができるのかを調査する。そして得られたデータをもとに、具体的な改善例を提示する。

3.2 本研究の視点 本研究では 3.1 で仮定したズレを可視化するために、以下の 2 つのデータ収集方法を考案した。

説明の 3 分類

これまで行われてきた SSPS に関する講演などでは、「SSPS を構成する技術について」と「SSPS が実現した際のメリットやリスクなどの社会的影響」の 2 つが中心となっている。しかし、一般向けの書籍の内容や SSPS 研究者へのインタビューでは、それらに加えて「研究者や学会の活動」の説明が同じく重視されている様子が散見された¹⁸⁾¹⁹⁾。したがって、研究者や学会の説明も重要なトピックであると考え、本研究では以下の 3 つの枠組みを用いて講演を行ってもらう。

- (1) 技術について (SSPS を構成する科学技術の説明)
- (2) 研究者について (学会や講演者自身の説明)
- (3) 社会との関わりについて (実現の利益やリスクの説明)

この 3 つの説明のうちどれが最も楽しめたかについて、参加者に順位付けしてもらう。これにより異なるイベントで比較的实施しやすい方法で、一般市民の興味関心を可視化することが可能かどうかを調査する。

Q の比較

知りたい(と考える)説明の内容にズレがあるかを調べるため、「専門家 (SSPS に関係した科学者)」と「非専門家 (サイエンスカフェに参加した一般人)」が考える「SSPS に関する質問 (Q)」を収集し比較する。質問 (Q) とは、それを発した人の価値観や認識、興味関心が反映されたものであると仮定する。専門家には「一般市民が知りたいであろう SSPS に関する質問」をアンケートに記入してもらい、非専門家(イベント参加者)には「SSPS について疑問に思うこと、更に知りたいと思うことに関する質問」を回答してもらう。これらを分析し、どの様な質問が多く現れるのか、専門家と非専門家ではその質問内容の分布にズレがあるかどうかを調べ、価値観や疑問点、認識のズレ/一致を可視化する。

本研究では、「非専門家」はこの研究で実施したサイエンスカフェに参加し、SSPS の説明を聞いた人のみとした。SSPS の認知度が低いため、講演で説明を聞き、参加者の認知度をより均質に近づけた上で調査をおこなうのが妥当と考えた。

4. 方法

4.1 イベント概要と調査内容 2015 年に実施した 3 つのイベントを第 1 表に示す。

「高校生のための金曜特別講座」(以下金曜特別講座)は主に高校生を対象として東京大学で開催されている講座である²⁰⁾。提携校へインターネット配信もおこなっており、

会場と配信先の両方にアンケートをお願いした。「柏図書館サイエンスカフェ」(以下柏サイエンスカフェ)では通年でテーマを設定し、それに合わせて講師を招待して講演をおこなっている。「宇宙太陽発電学会シンポジウム ワールドカフェ」(以下学会シンポジウム)は、第 1 回宇宙太陽発電学会シンポジウム第 1 日目に「ワールドカフェ形式ブレインストーミング『宇宙太陽発電の Q&A を作ろう!』」と題しておこなわれた。

金曜講座は佐々木進氏、柏サイエンスカフェは小紫公也氏に講演を依頼した。佐々木氏は様々な場で SSPS に関する講演をおこなっており、一般を対象とした HP の運営²¹⁾もおこなっている。また小紫氏は東京大学でのロケット推進などの講義や、中高生や企業への出前授業などをおこなっている。金曜講座では SSPS 実現の意義や SSPS を構成する技術について多くの時間が割かれた。柏サイエンスカフェでは金曜講座の内容をもとに、小紫氏の専門である宇宙輸送技術や宇宙開発への思いが加えられた。

第 1 表 3 つのイベント

	高校生のための 金曜特別講座	柏図書館 サイエンスカ フェ	宇宙太陽発電学会シ ンポジウム ワールド カフェ
講演者	佐々木 進 (東京都市大学 特別教授,宇宙 航空研究機構 名誉教授)	小紫 公也 (東京大学工 学系研究科教 授)	学会シンポジウム 企 画運営委員
日時	10 月 9 日	12 月 10 日	12 月 15 日
場所	東京大学 駒場キャンパス	東京大学 柏図書館	宇宙太陽発電学会シ ンポジウム
参加者	高校生,一般	一般	学会シンポジウム参 加者
参加 方法	自由参加 (当日受付)	自由参加 (当日受付)	自由参加 (シンポジウム参加は 有料)
形式	60 分間の講演 の後,30 分の質 疑応答	60 分の講演の 後,質疑応答	120 分のブレインス トーミング

第 2 表にアンケート調査の設問を示す。金曜特別講座と柏サイエンスカフェは共通の設問を用い、講演前に資料とともにアンケートを配布し退出時に回収した。講演開始時と終了時にアンケートの記入について説明し、その際「学会 HP で作成する Q&A の参考にすること」を伝えた。学会ワールドカフェでは、ブレインストーミング開始前に金曜特別講座と柏サイエンスカフェ、そして本研究について解説し記入をお願いした。その際、学会 HP に利用する可能性のあること、Q には「高校生や一般の人が思いつくであろう質問」を記入してもらうよう伝えた。

設問 4 は以下の 8 項目についてそれぞれ「そう思う」「ややそう思う」「どちらともいえない」「あまりそう思わない」「そう思わない」から一つ選択してもらった。

1. マイクロ波などの健康への悪影響がある
2. マイクロ波の兵器への転用の懸念がある
3. 宇宙での廃棄物とゴミ問題に対処できる
4. 研究者や技術者は信頼できる
5. 国は何か問題が起きた時,対応する能力がある
6. 宇宙太陽光発電は環境問題の解決に貢献する
7. 将来どんな影響が起こるかを予測できている
8. 宇宙太陽光発電は社会にとって必要である

本項目は遺伝子組換え食品などのリスク認知について、専門家と市民の比較調査をした土屋ら²²⁾の研究を参考に作成した。ただし設問4は本調査のQの比較に関わらないため本稿では省略する。この結果は科学技術インタープリター養成プログラムの修了研究として公開されている²³⁾。

第2表 アンケート調査の設問

設問	金曜特別講座と柏	学会シンポジウム
1. 本人について	1.1 所属(選択)	専門は何か (自由記述)
	1.2 SSPS について知っていたか(選択)	
	1.3 内容は分かったか(選択)	
2. 面白かった内容	技術 / 研究者 / 社会について 1位・2位・3位から選択	なし
3. Q	技術/研究者/社会について「質問」を自由記述 (複数回答可)	技術/研究者/社会について「一般の人がするような質問」を自由記述 (複数回答可)
4. SSPS について	(後述)	(後述)

4.2 分析方法 設問1,2および4は項目ごとに単純集計をおこなった。設問3は以下の方法で分析する。

1. 金曜特別講座と柏サイエンスカフェを「非専門家」のQ、学会シンポジウムを「専門家」のQとする。
2. Qをカテゴリ分けし、全体に対する割合でグラフ化し「非専門家」と「専門家」で比較する。カテゴリ名とカテゴリ分けの妥当性は複数人で確認する。
3. 得られたカテゴリを用いて、宇宙太陽発電学会の前身である太陽発電衛星研究会のHPに掲載されていたSSPSに関するQ&Aを分類する。それと調査によって得られた「非専門家」「専門家」の傾向と比較する。

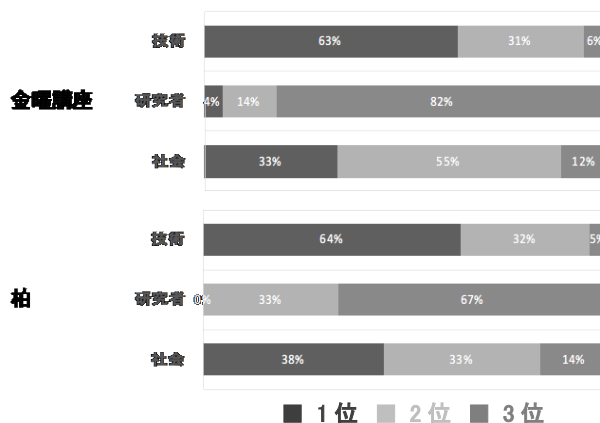
5. 結果

5.1 データ集計 3つのイベントで行われたアンケートの回収数は、金曜特別講座が164枚、柏が23枚、学会が37枚であった。金曜特別講座の約70%が高校生、約20%が一般、残りは中学生・小学生などであった。柏サイエンスカフェは約90%が一般、残りは大学生であった。

設問2では3つの枠組みのうち、最も面白かった、または更に詳しく聞きたい内容に1~3位の順位をつけてもらった。この調査は学会シンポジウムではおこなっていない。進行上、SSPSについて説明をし、その内容に順位をつけてもらう調査が不可能だったためである。金曜特別講座と柏サイエンスカフェの回答の分布を次の第1図に示す。

第1図は1位が占める割合が多いほど、参加者が面白いと感じていることを示している。金曜特別講座と柏サイエンスカフェでは母数が大きく異なるため、割合の分布から傾向を検討した。図からは参加者の属性と講演の内容が異なるにも関わらず、面白いと思う内容の傾向は似ていることがわかる。どちらも「技術」が最も興味関心を集めており、

「研究者」は低かった。



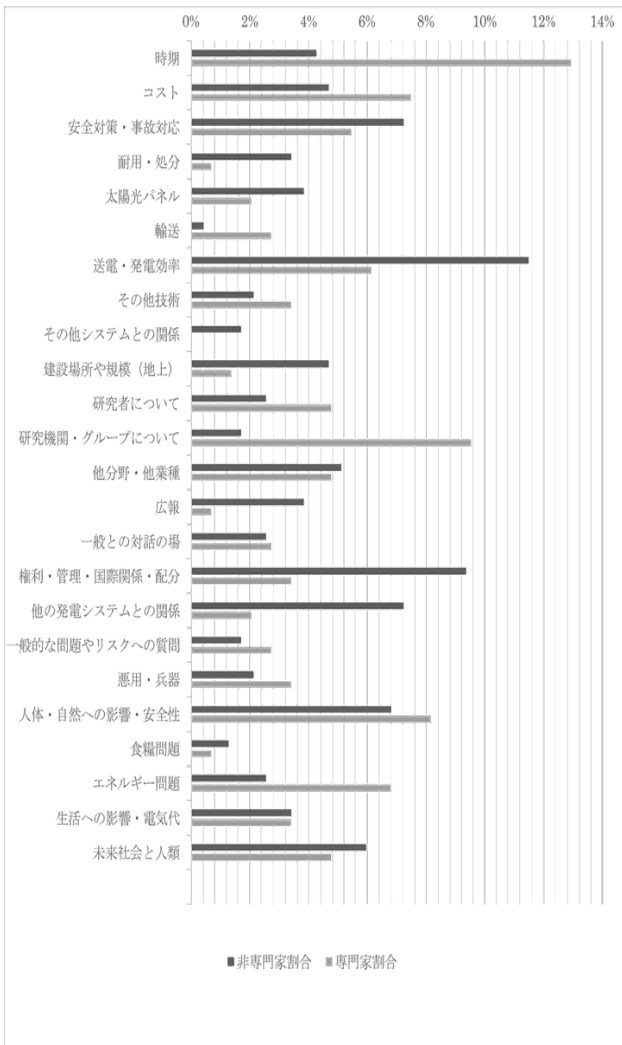
第1図 設問2集計結果

第3表 Qのカテゴリ分け

大区分	小区分
I: 実現可能性	① 時期
	② コスト
	③ 安全対策・事故対応
	④ 耐用・処分
II: 技術	① 太陽光パネル
	② 輸送
	③ 送電・発電効率
	④ その他技術
	⑤ その他システムとの関係
	⑥ 建設場所や規模(地上)
III: 研究者や研究内容	① 研究者について
	② 研究機関・グループについて
	③ 他分野・他業種
	④ 広報
	⑤ 一般との対話の場
IV: 社会とのかかわり	① 権利・管理・国際関係・配分
	② 他の発電システムとの関係
	③ 一般的な問題やリスクへの質問
	④ 悪用・兵器
	⑤ 人体・自然への影響・安全性
	⑥ 食糧問題
	⑦ エネルギー問題
	⑧ 生活への影響・電気代
	⑨ 未来社会と人類

5.2 Qのカテゴリ設定 設問3で得られたQの個数は金曜特別講座と柏サイエンスカフェを合わせた「非専門家」で235個、学会シンポジウムの「専門家」は147個であった。これらを複数人で分類し、4つの大区分とその下位の24の小区分を設定した。大区分は講演の内容の3分類と、質問の多かったSSPSの実現時期やそのコストに関する質問を「実現可能性」と設定した。カテゴリ分けの内容を第3表に示す。

「技術」「研究者や研究内容」「社会とのかかわり」の大区分は、アンケート用紙の設問2の3分類とは無関係であり、得られたQの内容から分類を設定し直したものである。小区分について、「非専門家」と「専門家」それぞれのQの個数の相対値の比較を第2図に示す。値が大きいくほど、高い興味関心を集めている質問であると考えられる。



第2図 非専門家と専門家のQの相対値比較

第2図より「非専門家」と「専門家」で頻出した小区分の上位10を比較したのが第4表である。上位5のカテゴリのうち、「人体・自然への影響・安全性」の小区分以外の4つが非専門家と専門家の間で異なっている。また割合(%)が非専門家と専門家の間で大きく異なっていた上位5つのカテゴリを第5表に示す。

「専門家」にはほとんどなく、「非専門家」に特有であった小区分は以下の3つである。

- I:④ 耐用・処分
- II:⑤ その他システムとの関係
- III:④ 広報

逆に「専門家」に特有なものは、II:② 輸送であった。

第4表 左：非専門家・右：専門家の上位10の比較

大	小区分	%	大	小区分	%
II	③ 送電・発電効率	11	I	① 時期	13
IV	① 権利・管理・国際関係・配分	9	III	② 研究機関・グループについて	10
I	③ 安全対策・事故対応	7	IV	⑤ 人体・自然への影響・安全性	8
IV	② 他の発電システムとの関係	7	I	② コスト	7
IV	⑤ 人体・自然への影響・安全性	7	IV	⑦ エネルギー問題	7
IV	⑨ 未来社会と人類	6	II	③ 送電・発電効率	6
III	③ 他分野・他業種	5	I	③ 安全対策・事故対応	5
II	⑥ 建設場所や規模(地上)	5	IV	⑨ 未来社会と人類	5
I	② コスト	5	III	③ 他分野・他業種	5
I	① 時期	4	III	① 研究者について	5

第5表 割合の差の比較

小区分	非専門家	専門家
① 時期	4%	13%
② 研究機関・グループについて	2%	10%
① 権利・管理・国際関係・配分	9%	3%
③ 送電・発電効率	11%	6%
② 他の発電システムとの関係	7%	2%

5.3 旧太陽発電衛星研究会 Q&A との比較 宇宙太陽発電学会の前身である太陽発電衛星研究会のHPに掲載されていたSSPSに関するQ&Aを第6表に示す。このQ&Aは「1 宇宙太陽発電とは」と「2 安全・生活への影響について」の2つのパートに分かれており、それぞれ11問と6問の合計17の質問から構成されている。17の質問を第3表のカテゴリにしたがって分類した。その際、1-1と1-2はSSPSの解説であるため除外した。

旧太陽発電衛星研究会Q&Aを小区分の多い順に並べ替え、非専門家と専門家のQの多い小区分順に並べたもの(第4表)と比較したのが次の第7表である。カテゴリ数は旧太陽発電衛星研究会Q&Aに合わせて6項目とした。

第 6 表 旧太陽発電衛星研究会 Q&A 質問一覧

Q 内容	カテゴリ
1-1. 宇宙太陽発電とは何ですか？	解説
1-2. 宇宙太陽発電の主な構成は何ですか？	解説
1-3. 宇宙太陽発電の発電量はどれくらいですか？	Ⅱ:③
1-4. 宇宙太陽発電の開発シナリオはありますか？	Ⅰ:①
1-5. 何年ごろの実現をめざしているのですか？	Ⅰ:①
1-6. 現在日本が宇宙太陽発電の開発を進める必要性は何ですか？	Ⅳ:①
1-7. 地上の太陽発電システムと比べて有利な点は何ですか？	Ⅳ:②
1-8. 他のエネルギーシステムと比較して宇宙太陽発電の発電コストはどの程度ですか？	Ⅳ:②
1-9. 宇宙太陽発電が利用する太陽エネルギーは地球に降り注ぐ太陽エネルギーのどの程度ですか？	Ⅱ:③
1-10. 宇宙太陽発電によって得られるエネルギーは宇宙太陽発電に必要なエネルギーより大きいのですか？	Ⅱ:③
1-11. 宇宙太陽発電のための主要課題は何ですか？	Ⅰ:①
2-1. 宇宙太陽発電のエネルギービームの中を鳥が飛んでも大丈夫ですか？	Ⅳ:⑤
2-2. 宇宙太陽発電のエネルギービームは人体の安全に対してどれくらい余裕があるのですか？	Ⅳ:⑤
2-3. 宇宙太陽発電のエネルギービームが受電エリア以外に向けられることはないのですか？	Ⅰ:③
2-4. 受電エリアの立ち入り規制はどのように行われるのですか？	Ⅰ:③
2-5. 通信機器への影響は考えられますか？	Ⅳ:⑤
2-6. 宇宙太陽発電のエネルギービームの中を航空機や人工衛星が通過しても問題ないのですか？	Ⅳ:⑤

第 7 表 旧太陽発電衛星研究会 Q&A との比較

旧太陽発電衛星研究会 Q&A	非専門家	専門家
⑤ 人体・自然への影響・安全性	Ⅱ-③ 送電・発電効率	Ⅰ-① 時期
① 時期	Ⅳ-① 権利・管理・国際関係・配分	Ⅲ-② 研究機関・グループについて
② 送電・発電効率	Ⅳ-③ 安全対策・事故対応	Ⅳ-⑤ 人体・自然への影響・安全性
② 安全対策・事故対応	Ⅰ-② 他の発電システムとの関係	Ⅰ-② コスト
② 他の発電システムとの関係	Ⅳ-⑤ 人体・自然への影響・安全性	Ⅳ-⑦ エネルギー問題
① 権利・管理・国際関係・配分	Ⅳ-⑨ 未来社会と人類	Ⅱ-③ 送電・発電効率

6. 考察

本研究の問題設定は (i) 説明のズレや共通点があるのかどうか, (ii) どうすれば「ズレをすり合わせ」「改善」出来るかを探る,である。そのために考案した 2 つのデータ収集方法について考察をおこなう。6.1 では説明の 3 分類の効果について検討をおこなう。そして 6.2 では Q の比較による上記 (i) について, 6.3 では (ii) と本研究をもとにした Q&A の「質問」の作成について述べる。

6.1 「説明の 3 分類」の限界 本研究では Q の比較を用いることで, 「ズレ」を可視化し, それをもとにした Q&A の改善案を提示した。しかし本研究の枠組みとして設定した, 「説明の 3 分類」を用いたデータ収集には課題が残された。

アンケートの設問 3 における Q の記入欄の 3 分類について, 同じ内容の質問(Q)が回答者により異なる分類欄に記入されている様子が散見された。つまり, あるトピックやキーワードがどの分類に含まれると考えるかは, それぞれの回答者によって異なっていると考えられる。もしもそうであるならば, 当然設問 2 で「3 分類を順位付け」する際, どの説明をどの分類だと想定しているかに, 回答者毎の相違があると考えられる。本研究の調査からは, こうした回答者の認識を明らかにすることはできない。したがって, それぞれの説明内容の分類を実施者側が設定する場合, 分類の内容について説明をおこなうだけでは不十分であったということである。どのような方法を用いれば, 想定する内容を統一させることができるかは今後の検討課題である。

また, Q から得られたカテゴリの小区分は 24 であり, 大区分の 4 分類のみでは疑問点や興味関心のズレを可視化することは難しいとも考えられる。本研究の枠組みを用いた改善のためには, 説明を行う側から枠組みをトップダウン的に提示するのではなく, 説明を受けた側の反応を丁寧に分析するボトムアップ的な枠組みの設定が有効であるだろう。

一方で, こうした 3 つの分類を用いた説明は, サイエンスカフェ実施者が講演内容を検討する際の指標として有効である可能性がある。金曜特別講座において佐々木氏と講演内容を検討する際に, 3 分類をもとに説明をしていただくよう相談した。その結果, 研究者の話と社会とのかかわりの話について, いくつかトピックを加えていただくことができた。説明の大きな分類を先に設定することで, 講演内容の選択のバランスや多様性の担保に貢献したことも考えられる。

6.2 「Q の比較」によるズレの可視化 本研究ではアンケート調査によって SSPS に関する「質問 (Q)」を市民 (非専門家) と科学者 (専門家) から収集し, Q のカテゴリ分けをおこなった (第 3 表)。そして非専門家と専門家でのどのような質問が頻出するのかを図表として可視化した (第 2 図, 第 4 表)。それによって金曜特別講座と柏サイエンスカフェに参加した「非専門家」と, 学会シンポジウムに参加した「専門家」のズレがあることをカテゴリの順位の違いという形で示した。

本研究は, 「専門家」と「非専門家」で同一のカテゴリを採用したことで, 第 4 表や第 7 表で示した様に差異を確認できる。また, 同一のカテゴリが全体に占める割合を数値として示すことができる。

6.3 価値観や疑問点のすり合わせをおこなう方法 本研究ではサイエンスコミュニケーションの目的の一つを「科学者と市民の価値観や疑問点のすり合わせをおこなう」と設定した。すり合わせとは, 本研究で示した「ズレ」を修正していくことと考えられる。「ズレを修正する」方法とは, 一般市民の疑問点や興味関心に合わせて説明内容を変更していくことであると考えた。そこで本研究で得られた結果を用いた「Q&A」の質問(Q)を以下に提案する。第 4

表(第7表)の「非専門家」の上位カテゴリ6つから、特徴的であると考えられる質問をこの比率に従って抽出した。

その際、文体を除いて内容は変更していない。その質問(Q)の内容を次に一覧として示す。各カテゴリからの質問数の内訳は、変更の前後で比較できるように第7表の旧太陽発電衛星研究会 Q&A と一致させた。

- 宇宙太陽発電で得たエネルギーの何割が、実用可能な電力になるのか？
- マイクロ波を地球に送る際に、地球の表面を雲などが覆っている場合は地表に届くのか？
- 地球と宇宙太陽光発電のパネルなどをケーブルで繋いで、電気を送ることは出来ないのか？
- どの波長でも発電できるのか？
- 宇宙太陽発電所が実現したら、発電所の管理はどの国がおこなうのか？
- 技術がない国にはどのようにしてエネルギーを供給するのか？
- 宇宙太陽発電に取り組んでいる国はどれくらいあるのか？
- 隕石の衝突などの可能性はないのか？
- 壊れた場合どのようにして回収するのか？
- 有人でスタッフが常駐する必要はあるのか？
- その他の発電による電気との使用コストの差はどのくらいか？
- 国から補助を出して出来るだけ(地上に)太陽光パネルを設置すれば、そこまで宇宙太陽光発電に頼りすぎなくてもやっつけていけるのでは？
- 海上アンテナで立ち入り禁止区域を作る際に、漁業への影響はないのか？
- マイクロ波によって心臓病の人への被害が多いのではないか、バスや電車の中では携帯電話は切るように言われているから。

ただし各カテゴリには複数の Q があるため、この質問の選択は作成者の判断や解釈に大きく影響される。なお、実際に得られた Q の一覧は科学技術インタープリター養成プログラムの修了研究に付録として掲載してある²⁾。

本研究の方法を用いると、専門家と非専門家の興味関心に「ズレがある」場合、ズレの可視化と同時にそのすり合わせの方向性を「どの Q や説明内容を選択するか」という形で提示できる。この Q の選択には様々な基準が考えられるが、本研究で用いた方法によって収集したデータによる変更を明示するために、あえて旧研究会 Q&A の枠組みに近づけた形を採用した。

サイエンスコミュニケーション活動でのこうしたデータの収集を継続することにより、参加者の属性のデータを合わせて、すり合わせの選択肢を増やしていくことができる。また、SSPS 学会内やサイエンスコミュニケーター同士で同じ枠組みを用いたデータを共有することで、それぞれの活動を比較検討し、改善していくことができると考えられる。

7. 結論

本研究で実施した金曜特別講座と柏サイエンスカフェは、「専門家の科学技術についての説明の後、会場との質疑応答」を行う「講演型」である。本研究では 2.1 において様々なサイエンスコミュニケーション研究を検討したが、その

多くのサイエンスコミュニケーションは「対話と双方向性」を重視した「議論型」であった。本研究で実施されたサイエンスコミュニケーションは、藤垣・廣野による「(科学技術についての)理解を深めるサイエンスコミュニケーション」にあたるだろう。こうした専門家から非専門家への一方通行的な知識の伝達は、高梨らが述べている「サイエンスコミュニケーションの場での会話参与の役割が固定的でないものが望ましい」とする双方向性コミュニケーションからは、歓迎されない形式といえるかもしれない。

しかし、本研究の事例である SSPS では、双方向な会話参与を行うことが難しい特徴がいくつか考えられる。まず、一般市民の間での認知度が低いため、専門家と参加者との議論がうまくいかない可能性があげられる。また専門家自身も、どのようなトピックが一般市民にとって問題となるか、どのような説明の仕方をすればよいのか十分に把握できていないことも考えられる。これは原発問題や地球温暖化など、すでにニュースなどで大きく取り上げられている科学技術の関わる社会問題とは異なる特徴である。小人数での議論型を行うべきか、講演型を行うべきかは、サイエンスコミュニケーションの目的だけではなく、テーマとなる科学技術の社会での認知度や議論の成熟度を考慮して決定するのが望ましいと考える。

また、本研究で用いた「質問」を分析することは、そうした科学技術をテーマとした場合に有効であると考えられる。最初にある程度の知識の取得が必要な場合、質疑応答や専門家からの問いかけだけでは、サイエンスコミュニケーション活動を改善するための十分なフィードバックが得られない可能性もある。想定する説明の内容のズレを可視化し、それを埋める方法を探ることは、限られた調査方法のなかで検討に値すると思われる。ただし、本研究が「説明のズレ」と仮定したものを、別の視点から検討していく余地は多く残されている。「何をすることが改善なのか」は、どのような評価パラメーターが妥当であると設定したかによって大きく異なる。今後サイエンスカフェの効果や改善について、より幅広く検討した研究や調査が必要である。また、SSPS のような研究段階の科学技術に関するサイエンスコミュニケーションでは、どのような形式のサイエンスコミュニケーションならば改善を実施していくことができるのか、どこかの段階で講演型と議論型の必要性が切り替わるのか、などに関する調査も今後の課題である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、様々な申し出を快く引き受けて下さいました、佐々木進さま、小紫公也さまには改めてお礼申し上げます。SSPS 関係全般の便宜を図って下さいました宇宙航空研究開発機構の田中孝治さま、宇宙太陽発電学会シンポジウム実行委員の皆さまにはひとかたならぬお世話になりました。こうした調査の機会を与えて下さり、親身にご助力下さいました、東京大学教養学部附属教養教育高度化機構社会連携部門 加藤俊英さまと標葉靖子さま、柏図書館館長 雨宮慶幸さま、同図書館課長市村櫻子さま、および職員の皆様へ感謝いたします。また、東京大学科学技術インタープリター養成プログラム特任講師の定松淳さまに感謝します。

参 考 文 献

- 1) 文部科学省, 平成 16 年版 科学技術白書 (2004).
- 2) 文部科学省 科学技術政策研究所 渡辺政隆・今井寛: 科学技術理解増進とサイエンスコミュニケーションの活性化について (2003).
- 3) 渡辺政隆: 科学技術理解増進からサイエンスコミュニケーションへの流れ, 科学技術社会論研究, Vol.5 (2008) pp.10-21.
- 4) 藤垣裕子・廣野喜幸[編]: サイエンスコミュニケーション論 (2008) 東京大学出版会.
- 5) 中村征樹: サイエンスカフェ:現状と課題, 科学技術社会論研究 vol.5 (2008) pp.31-43.
- 6) 内閣府 日本学術会議 科学者委員会 科学と社会委員会合同 広報 科学力増進分科会委員長 小松久男: 日本学術会議サイエンスカフェ実施へのお誘い (2015 改訂).
- 7) 内閣府 日本学術会議, サイエンスカフェとは?, 日本語, 2016/02/27 閲覧, <http://www.scj.go.jp/ja/event/2015cafe.html>
- 8) Navid, Erin L., and Edna F. Einsiedel. Synthetic Biology in the Science Cafe?: What Have We Learned about Public Engagement?., *Journal of Science Communication* 11(4) (2012).
- 9) 紺屋 恵子: 小規模サイエンス・カフェの可能性と課題, 科学技術コミュニケーション, vol.3 (2008) pp.149-58.
- 10) 加納圭: サイエンスカフェ参加者のセグメンテーションとターゲットインング: 『科学・技術への関与』という観点から, 科学技術コミュニケーション, vol.13 (2008) pp.3-16.
- 11) 後藤崇志 et al.: 科学・技術イベント参加者層評価に豪州発セグメンテーション手法を用いることの有効性, 科学技術コミュニケーション, vol.15 (2014) pp.17-35.
- 12) 高梨克也 et al.: 双方向コミュニケーションでは誰が誰に話すのか?, 科学技術コミュニケーション, vol.11 (2012) pp.3-17.
- 13) 日高友郎 et al.: サイエンスカフェにおけるファシリテーターの集団維持機能 市民-科学者間の会話を支える要因に注目して, 実験社会心理学研究 vol.54 (1) (2014) pp.11-24.
- 14) 吉田裕之 et al.: SPS における社会的受容性に関する検討-2003, 2006 年度のアンケート結果から-, 信学技報 (2007-07) (2007) pp.35-39.
- 15) 長山博幸 et al.: 成人の SSPS に求める情報と情報行動-2006・2008 年 SSPS の社会的受容性に関する調査から-, 信学技報 (2009-07) (2009) pp.11-18.
- 16) 長山博幸 et al.: 宇宙基本法・宇宙基本計画と一般成人の SSPS に対する意識 第 12 回 SPS シンポジウム (2009).
- 17) 長山博幸 et al.: 宇宙太陽光発電システムの社会的受容性調査, 宇宙科学技術連合講演会講演集 vol.57 (2013).
- 18) 松本紘: 宇宙太陽光発電所 (2011) ディスカヴァー・トゥエンティワン.
- 19) 高野忠: エネルギーの未来宇宙太陽光発電 (2012) 株式会社アスキー・メディアワークス.
- 20) 東京大学, 高校生のための金曜特別講座, 日本語, 2016/02/28 閲覧, <http://high-school.c.u-tokyo.ac.jp/index.html>
- 21) Space Dream 2030, 近未来の宇宙開発-宇宙発電所と月開発-, 日本語, 2016/02/28 閲覧, <http://www.13.plala.or.jp/spacedream/>
- 22) 土屋智子, 小杉素子: 市民と専門家のリスク認知の違い-2009 年度調査結果報告-, 電力中央研究所報告 (2011).
- 23) 石田悠: 専門家と非専門家の認識の差異-宇宙太陽発電をテーマとしたサイエンスコミュニケーションを通して-, 東京大学科学技術インタープリター養成プログラム修士論文集 2015 年度修了, pp. 69-131, 2016. <http://science-interpret.c.u-tokyo.ac.jp/alumni.html>

(2016. 06. 20 受付)