



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	異分野研究者間の概念図を介したコミュニケーションの実際：学際的な共同研究におけるコンセプト可視化の事例から
Author(s)	片岡, 良美; 川本, 思心
Citation	科学技術コミュニケーション, 36, 31-44
Issue Date	2025-03
DOI	https://doi.org/10.14943/112886
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/94466
Type	departmental bulletin paper
File Information	JJSC36_04_kataoka.pdf



報告

異分野研究者間の概念図を介したコミュニケーションの実際 ～学際的な共同研究におけるコンセプト可視化の事例から～

片岡 良美^{1,2,3}, 川本 思心⁴

The Reality of Communication Mediated by Conceptual Diagrams among Researchers in Different Disciplines: A Case Study of Concept Visualization in Interdisciplinary Collaborative Research

KATAOKA Yoshimi^{1,2,3}, KAWAMOTO Shishin⁴

要旨

科学において概念図を利用したコミュニケーションの機会が増加している。とくに複数の学問分野の研究者による共同研究では、研究の考え方あるいは達成すべき目標といった、コンセプトを可視化した概念図が多く用いられるようになってきている。一方で、概念図を用いて研究者どうしがどのようにコミュニケーションを行っているのか、さらに概念図とは何であるのかについての検討は未だに少ない。本稿では、筆者のひとりが参与した学際的な共同研究プロジェクトにおける概念図を介した対話を事例に、研究の「コンセプトを可視化する」過程で何がどう語られたのかを明らかにし、概念図を研究者がどのように解釈し、コミュニケーションを行ったのかを検討した。その結果、概念図を介したコミュニケーションでは、図像が多義的であるがゆえの困難が生じていた。一方で、概念図の解釈をめぐる議論のなかで、同一の専門分野の研究者間も含めた、プロジェクトメンバー間での解釈の違いが明確になった。そうした立場による解釈の違いの明確化こそが、概念図をバウンダリー・オブジェクトたらしめていることが示唆された。さらに、話者が概念図の図的表現を比喩的に用いて、研究コンセプトを構成する要素の配置を「操作」することが、研究コンセプトそのものの精緻化に寄与したことが明らかになった。このことは、バウンダリー・オブジェクトとしての概念図が、異分野間コミュニケーションを促進するツールとなりうることを示している。

キーワード：概念図、可視化、研究者間コミュニケーション、学際研究、バウンダリー・オブジェクト

ABSTRACT

Conceptual diagrams are increasingly being used to represent research ideas and goals and for communication in multidisciplinary and collaborative studies. However, there are very few investigations into how researchers use them to communicate with each other, and studies on the

2024年 6 月27日受付 2024年 9 月24日受理

所 属：1. 名古屋大学大学院環境学研究科

2. 北海道大学大学院工学研究院

3. 北海道大学技術支援本部

4. 北海道大学大学院理学研究院

連絡先：y-kataoka@eng.hokudai.ac.jp

nature of conceptual diagrams themselves are rare. This article presents a case study of dialogue mediated by conceptual diagrams in an interdisciplinary collaborative research project. We clarify what was discussed during the process of visualizing the research concept, and examine how the researchers interpreted and communicated using conceptual diagrams. Our results reveal that the multiple semantics of the iconography initially caused difficulties in communication, but that these were moderated by use of conceptual diagrams. Our study of how the conceptual diagrams were interpreted additionally revealed differences in understanding on the part of project members, even among researchers in the same discipline. We propose conceptual diagrams as potential boundary objects, in that they can identify differences in thinking between participants. Moreover, participants used the graphical expressions in the conceptual diagrams to rearrange the elements composing the research concept, and this process helped to further refine the research concept. Conceptual diagrams thus have potential as a tool for encouraging interdisciplinary communication.

Keywords: conceptual diagram, visualization, communication among researchers, interdisciplinary research, boundary object

1. 序論

本稿では、ある学際的な共同研究プロジェクトを対象として、研究のコンセプト¹⁾を可視化した概念図の作成過程で、共同研究者どうしが2枚の概念図を参照して行った対話を分析する。この分析によって、学際的な共同研究におけるコンセプトの可視化の困難と、図像を介した異分野研究者間のコミュニケーションの可能性を論じる。

科学においては、植物図譜、地図、モデル図やグラフなど、さまざまな図像が利用されてきた。コンピュータ技術の発展に伴って、データの視覚化を取り扱う自然科学の分野を中心に科学の視覚文化が進展し (Ariga and Tashiro 2022)、自然科学のジャーナルでは、論文で伝えたいメッセージを1枚の図にまとめる「グラフィカル・アブストラクト」が導入されるなど、制度的な要請も高まっている (Editorial of Nature Chemistry 2011)。さらに2010年には、社会科学のジャーナルでも初めて「グラフィカル・アブストラクト」を用いた論文が掲載された (Yoon 2017)。このように近年、「グラフィカル・アブストラクト」のような概念図を利用した科学技術コミュニケーションへの注目が高まっている。科学における概念図とは、科学知識の内容を、比較的抽象的な要素と要素どうしの関係性を視覚的に表現した図像である (有賀 2024)。国内では、競争的資金獲得における申請書にも概念図を用いることが推奨され (有賀 2024)、概念図の制作は、分野を問わず研究活動のさまざまな場面に根を下ろしている。このような同時代的な状況のなかで、科学における概念図とその制作についての研究は、専門家間のみならず、異分野間、さらには社会とのコミュニケーションという点でもますます重要になっている。

こうした状況とともに、概念図の制作における実践的な経験知の蓄積を目指す研究があらわれている。たとえば、研究者とサイエンスイラストレーターのような非研究者の間でやり取りされる図像制作における対話から、両者がお互いの専門を超えてアイデアや知識を出し合い、知識生産を行うプロセスも観察されている (有賀 他 2017)。また、研究者が科学的な概念図の制作方法を学ぶためのワークショップの開発も試みられている (有賀 2024)。本稿は、概念図の制作の実践的な経験知の蓄積という点で、これらの研究の問題意識を共有しつつ、図像がいかに異なる学問分野を乗り越えうるのか、そしてそうした可視化のどこに困難があるのかを論じる。

そこで、本稿ではバウンダリー・オブジェクトという概念に注目する。バウンダリー・オブジェクトの理論では、交差する社会的・文化的世界を横断するある種の人工物（オブジェクト）が、それぞれの世界における解釈の柔軟性によって、分野横断的な協働も含めた共同作業のための翻訳・変換装置として積極的な役割を果たしていることが示唆されている（Star & Griesemer 1989; Nicolini et al. 2011）。学際的な共同研究を対象とした研究では、会議で投影されたスライドをバウンダリー・オブジェクトとして捉える研究もあらわれている（Nicolini et al. 2011）。

これらを踏まえて、本稿では、本稿の筆頭著者が参与した学際的な共同研究プロジェクトを対象として、そのプロジェクトのコンセプトを可視化した概念図を、バウンダリー・オブジェクトの観点を導入して分析を行う。具体的にはまず、概念図の解釈と修正の対話を事例に、その概念図をめぐる共同研究者間の対話を分析し、「コンセプトを可視化する」過程において、何がどう語られたのかを明らかにする。そして、それらの対話における概念図のバウンダリー・オブジェクトとしての性質を検討し、異分野研究者間の協働において概念図の担った役割を明らかにする。最後に、学際的な共同研究におけるコミュニケーションで概念図を利用することの困難と可能性を論じる。

2. サニテーションプロジェクトの概念図

2.1 サニテーションプロジェクトの概要

本稿では、「サニテーション価値連鎖の提案—地域のヒトによりそうサニテーションのデザイン—」と題した研究プロジェクト（以下、サニテーションプロジェクト）の事例を対象とする。このプロジェクトは、大学共同利用法人人間文化研究機構総合地球環境学研究所（以下、地球研）の研究プロジェクトの一つである。このプロジェクトの目的は、グローバル・サニテーションの問題解決であり、従来サニテーションの課題に取り組んできた衛生工学の研究者のみならず、公衆衛生・保健学、農学、経済学、人類学、開発学などの研究者や、調査地におけるローカル NGO などを含む、共同研究プロジェクトを組織し、超学際的な研究を推進していた。

プロジェクトにおける研究体制は、四つの主な調査地（インドネシア、ブルキナファソ、ザンビア、日本）ごとの研究チームと、四つの研究トピック（Sanitation & Life, Technology, Co-creation, Visualization）ごとの研究チームによるマトリックス構造をつくり、各チームのリーダーは「コアメンバー」と呼ばれ、コアメンバーが各チームにおける予算配分や成果の取りまとめを行っていた。

サニテーションプロジェクトでは、概念図の制作が制度的に求められていた。まず地球研は、自然科学・人文科学・社会科学の文理融合による学際的アプローチと、社会と連携して問題解決を目指す超学際的アプローチによる、「総合地球環境学」の構築が、理念として掲げられており（総合地球環境学研究所 2022a）、研究者と社会との対話を重視している。そのため、リーフレットやブックレット、ウェブサイトでの情報発信を行うプロジェクトが多く、非研究者の関心を集め、理解を促す「分かりやすい」表現が模索されている。また、地球研では、異分野の研究者の交流により、段階的に研究内容を深化させる研究システムを取り入れており（総合地球環境学研究所 2022b）、プロジェクト期間中、毎年実施される内部審査、初年度、3年度目、最終年度になされる外部審査等、頻回な成果報告で、異分野の研究者にも理解可能な平易で「分かりやすい」説明が求められた。つまり、非研究者と異分野の審査員の双方に対して「分かりやすい」表現が要請され、プロジェクトのコンセプトを示す概念図が制作されることになった。

2.2 概念図制作の経緯

サニテーションプロジェクトの根本をなす概念は「サニテーション価値連鎖」である。人間の排

排泄物を、単に処分しなければならないものではなく、価値を生み出す資源であると捉え、個人の価値観、地域のし尿に対する規範・文化・伝統・気候・経済とサニテーションの関係を知り、「サニテーション価値連鎖 (SVC: Sanitation Value Chain)」を提案しようというものである。これは、研究のコンセプトとして、プロジェクトメンバーに共有されており、研究計画書に書かれた文言としては理解可能なものであった。しかし、各研究チームの具体的な研究内容にどのように落とし込むかという点は定かではなかった。こうした、コンセプトの具体的な研究計画へのブレイクダウンの必要性は、研究メンバー間でも共有されており、研究プロジェクトの全体会合や、チームリーダー会議でもたびたび話題に上がっていた。

そうしたなか、研究プロジェクト2年目である2018年度に、研究コンセプトの洗練化が試みられた。あらためて研究コンセプトを再考し、その可視化を試みたいという発案がなされ、概念図を描くためのブレインストーミング合宿、打ち合わせ、会議等がもたれた。なお、サニテーションプロジェクトでは、研究トピックの一つとして Visualization チームが初年度から設置されていた。前節で述べたとおり、地球研における審査やアウトリーチの要請から、概念図を用いて研究内容を伝えることが、外在的に求められる状況のなかで Visualization チームは活動し、概念図の制作でも中心的な役割を担っていた。

このコンセプトの洗練化の過程で、コアメンバーが一同に介し、概念図の議論を行ったのは、6月のブレインストーミング合宿と、12月の会議である。その間、Visualization チームリーダー（本稿の筆頭著者）、所内研究員である Life チームリーダー、研究支援員の3名を中心に、概念図の構想を練ったが、11月に「サニテーション価値連鎖」に含まれる価値を、「Health & Wellbeing (健康)」、「Materials (物質)」、「Socio-culture (社会文化)」の三つに整理し、それらを上中下の三層構造として描いた概念図の案が、Co-creation チームリーダーから提案された。この概念図案は、Co-creation チームリーダーを中心に、プロジェクトリーダーと Indonesia チームリーダーが、学会参加の出張先で議論し、作図されたものであった。

この概念図案は、Visualization チームリーダーによって、11月末の地球研所内報告会に用いる報告資料として一旦まとめられた。それらの図が、図1、2である。図1は、Co-creation チームリーダーが PowerPoint によって作図した概念図案に、Visualization チームリーダーが情報整理の観点から最低限の修正を行ったもの、図2は、Visualization チームリーダーが、概念図案ができた背景を Co-creation チームリーダーから聞き取り、1時間半ほどの議論を経て描き直したものである。

これらの図の詳細は次章で検討するが、複雑で解釈が困難な図像であることはすぐに理解されるだろう。その大きな原因の一つとして、デザインの観点における情報整理や、視認性、視線誘導が不十分であることによる煩雑性の高さが指摘できる。さらに、概念図を作る目的が複数あったことにも起因するだろう。研究報告会や審査会での使用だけでなく、非研究者向けの広報でも同じ図像を使用することを想定し、さらには概念図を作りながらコンセプトを再考しようという意図もプロジェクトメンバーには共有されていた。図像から分かるように、図1、2には説明が必要とされるが、報告会や審査会でのプレゼンに用いるという点では、その利用において大きな困難を感じるものではなかった。他方で、コンセプトの共有や広報という点では、図像が使用される場面や受け取り手を想定し、それに合わせた可視化を行うべきであるという理想は認識されていた。しかし、現実には時間と労力の制約に加えて、報告会で用いた図像とはまったく異なる図像をそれぞれに制作することはプロジェクトの一貫性にもかかわるために、異なる目的のために制作されるべき図像が、一括したひとつの概念図として議論されていた。この概念図は、本稿で分析対象とした12月の会議を経て、その議論を踏まえて、再度プロジェクトリーダー、Visualization チームリーダー、Life チームリーダー、研究支援員が中心となり、修正が重ねられ、最終的には2019年3月に発行された

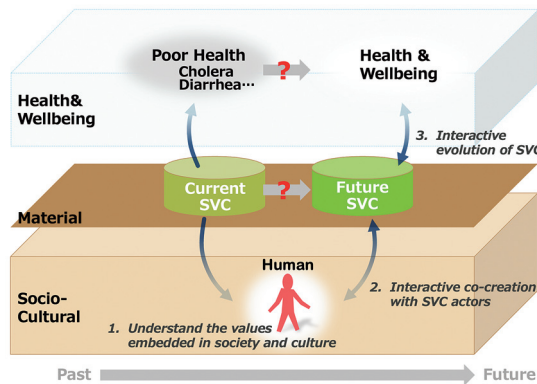


図1 「コンセプト図1」

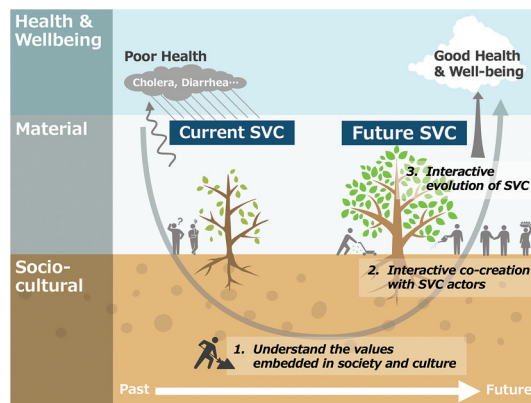


図2 「コンセプト図2」

プロジェクト紹介パンフレット（サニテーションプロジェクト 2019）に掲載された（図3）。

しかし、図1、2が複雑で解釈が困難な図像となったことの原因を、作図能力に起因する図像の煩雑さや異なる目的のものを一つの図像としようとしたことだけで、すべて説明しきることはできない。そこには、異分野の研究者が制作に関わったことに明白に起因する困難があったからである。こうした解釈の困難は異分野の研究者間のコミュニケーションにおいて生じていたため、次章では異分野の研究者間の対話をとりあげながら、まずこの困難について論じる。

3. 図像を介した対話の分析

3.1 研究方法

本章では、地球研所内報告会での発表用に制作された概念図をめぐって、その概念図の改善とコンセプトの明確化のために、プロジェクトの主要なメンバーが議論をおこなった、2018年12月3日の会議での対話をとりあげる。この会議は、2.1節で述べたコアメンバーが全員参加したものであり、会議の参加者のプロジェクトにおける役割と研究分野および会議で参照された2枚の概念図（図1、2）への関与については、表1にまとめた。

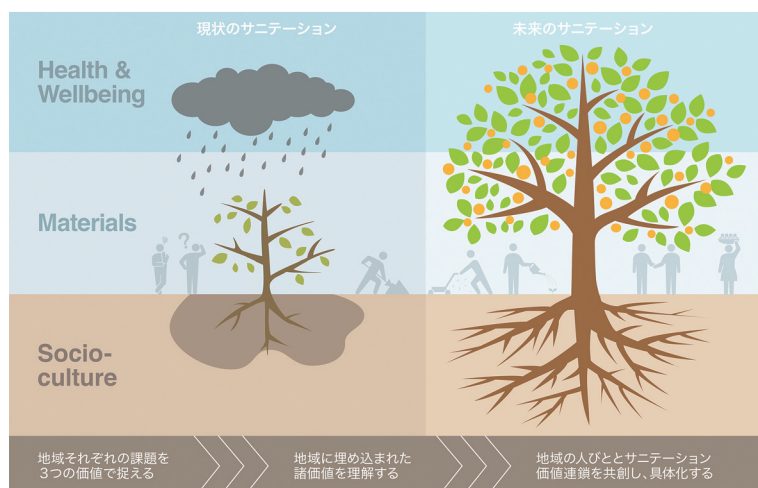


図3 プロジェクト紹介パンフレットに掲載された
「サニテーションの3つの価値と Co-creation」の図

表1 参加者一覧

参加者	役割	研究分野
A	プロジェクトリーダー	人類生態学・国際保健学
B	プロジェクトサブリーダー	衛生工学
C	Life チームリーダー	文化人類学・歴史人類学
D	Technology チームリーダー	化学工学・衛生工学
E	Co-creation/ 石狩チームリーダー	地域研究・環境工学
F	Indonesia チームリーダー	開発経済学・地域研究
G	Zambia チームリーダー	生態人類学
H	Health ワーキンググループリーダー	環境衛生工学
I	Visualization チームリーダー	科学技術社会論・科学技術コミュニケーション
J	研究支援員	

会議では、Aにより、2018年11月末の地球研所内報告会で用いた資料に含まれた2枚の概念図（図1，2）について説明され、2019年2月に予定されている外部審査会や広報用パンフレットに使用する目的で、図像をブラッシュアップしたいとの提案があり、対話が始まった。2枚の概念図（図1，2）の原案を作成したA，E，Fおよび原案の修正のための意見を出したC，I，J以外の参加者（B，D，G，H）は、この会議の場で、初めて2枚の概念図（図1，2）を目にすることになった。コアメンバーが集まる会議では、Cが司会を務めることが多かったが、分析対象とした対話では、明示的な司会やファシリテーターは存在しなかった。

対象となる会議には本稿の筆頭著者も同席し、会議における概念図に関する対話（52分）を録音し、発話の際に参照された図像や指し示された部分等については、フィールドノートに記録した。録音データは、逐語文字起こしを行い、対話のなかで言及された図像（図1，2）との対応を確認しながら質的に分析した。会議に参加した筆者は、序論で述べたとおり、サニテーションプロジェクトのメンバーであり、Visualization チームリーダーである。2017年4月から2021年3月までの

研究期間、研究メンバーとして関わりながら、研究プロジェクトのフィールドワークを行った。本稿では、上述の会議で収集したデータを分析資料としながら、フィールドで得た気づきをもとに、コンセプトを可視化する過程で、何がどう語られたのかを明らかにしていく。なお、結果的に本稿で考察する対話の場面では、参加者 10 人中 6 人の発言を引用したが、会議全体としては、全員が対話に参加している。

3.2 図像のなかに描くものの適切性

この会議で、最も多く論じられたことのひとつは、図像のなかに描くものの適切性、とくに図像における空間と配置をめぐるものであった。具体的には、「Health & Wellbeing (健康)」の価値として何を取り上げるかについての議論がなされた。図 1 および図 2 では、図像の左に「Past (過去)」、右に「Future (未来)」と描かれ、水平軸によって時間が表されている。また図像全体が上・中・下の三層に分けられ、一番上の層が「Health & Wellbeing (健康)」の価値であるように描かれている。その層には、過去に対応する左側に「Poor Health (健康不良)」と書かれた要素が配置され、その例として「Cholera (コレラ)」と「Diarrhea (下痢症)」が挙げられている。

主要な論点の一つは、サニテーションのもたらす健康の価値が、コレラと下痢症からの改善でよいのかどうかという点であり、衛生工学の研究者 B、環境衛生工学の研究者 H、文化人類学の研究者 C が議論を交わしていた。まず、B が 5 歳未満児の死亡率の低下が代表例としてよりふさわしいと主張し、これに対して、B と専門分野の近い H が 5 歳未満児の死亡率は「Health」の状況を示す指標であって、「Poor Health」の原因としてはコレラや下痢症がふさわしいと反論した。そして、文化人類学の研究者である C が、5 歳未満児の死亡率には、サニテーションの問題だけでなく、経済的社会的な要因が寄与しており、サニテーションの問題に焦点を絞って、「Value (価値)」を考えるというこの図の主旨からは、「Health」を表すものとして適切ではないと主張した。

ここでは、図像のなかに描かれた「Poor Health」の囲いのなかのオブジェクトに何を描き入れるか、という問題が焦点化されている。まず、「代表する例」として、何を描くべきかが課題となった。興味深いことに、この会議では、「代表する例」が研究者ごとに異なっており、コレラや下痢を挙げるべきか、5 歳未満児の死亡率の上昇を挙げるべきかの結論には達しなかった。つぎに着目すべきは、「Poor Health」のオブジェクトの論理的な位置づけを研究者が異なって理解していたということである。つまり、このオブジェクトを、B は「Poor Health」一般の状態として、H は「Poor Health」一般の原因として、C はサニテーションに限定された「Poor Health」の原因として理解していた。概念図の解釈として、図像のなかのオブジェクトの論理的な位置づけも自明ではないことが分かる。

次に、「SVC (サニテーション価値連鎖)」が、「Material (物質)」の価値のレイヤーの中に配置されていることの是非に関する対話をとりあげる。

〔対話 1〕

B : Materials のところに SVC があるのは違う気がする。Materials は本当に物質の意味？

E : 三つのレイヤーを置いてイメージを考えていったときに、少し乱暴ですが、真ん中のレイヤーを現実(現在)と考えました。だから、そこに Chain がある。で、将来違う SVC を作りたいんだけど、直接行くのは無理だっていうのが、真ん中の矢印のはてなのイメージだった。で、現状はどうなっているか。つまり、今の SVC は Poor Health になっている。じゃあ一回下に潜ってやったりとか、Health とかとインタラクションしながら Future の SVC を作る。ただ、SVC が Materials のレイヤーに乗っているのは乱暴だったかもしれない。

I : 図(図 1) ができた経緯をうかがって、SVC が Materials にだけポンと乗っかっているのに違

和感を感じたので、根を張ってみた。

A：そうなると、つまり完全に正確な図は書けないということ。今の図をその都度その都度説明したり質問があったときにきちんと答える、ということをやっていくしかない。

B：これを三つの価値と Co-creation の絵にする。それとは別に、SVC という言葉でもう一つ絵が作れるかどうか努力してみる。

[下線および () 内は筆者による補足]

B が投げかけた「Material (物質)」のレイヤーの中に「SVC (サニテーション価値連鎖)」が置かれることへの違和感は、他の複数の参加者も同意していた。それに対し E は、図 1 は、A、E、F が国際学会に参加した際に話し合い、「SVC」を構築するにあたり、三つの価値の中身を具体的に考えるという過程で出来上がったものであり、図 2 は、それを I が、所内報告会で使用する目的で描き直したものであることを説明した。I もまた、図像を描き直す際に、「SVC」が、「Material」の価値のレイヤーに描かれていることに違和感を持ったため、「SVC」が複数のレイヤーを貫通するように樹木として描いたと主張する。E は、Co-creation チーム——地域の人びととの協働により、実際にサニテーション価値連鎖のモデルを共創し、地域社会の中で具体化することを目指す、プロジェクト内のチーム——のリーダーであり、E によって図 1 が描かれた経緯説明がなされたことから、多くの参加者は、この図像全体が、Co-creation の研究に関するストーリーとして描かれていることを理解した。最終的には図像の代替案は出されず、参照された 2 枚の図像 (図 1, 2) は、研究プロジェクトが目指す全体像を描いた「研究コンセプト図」としてではなく、プロジェクトにおける Co-creation という側面に焦点化した「サニテーションの 3 つの価値と Co-creation」の図として理解することで合意した。

興味深い点は、「SVC」の位置をめぐる始まった議論が、図像の一部分の変更ではなく、図像全体が何を表象しているかという解釈の議論へと推移したことである。ここからは、図像自体の修正案を対話のなかで出すことは難しく、図像自体は変わりにくいことが理解できる。そのために、現在描かれているものをどのように解釈するか理解や調整を促す議論になりやすいといった特徴も見出された。描かれた図像が適切であるか、図像によって何を表象しているかという問題を、図像の説明であるキャプションを変更すること、すなわち図像を説明するために付与するテキストによって制御してしまっているのである。

3.3 図的表現の比喩的な使用

前節では、図像の解釈と修正の困難を明らかにしたが、本節では、図像の解釈の特徴を論じる。研究者たちによる解釈の特徴がよくあらわれているのが、三つのレイヤーの関係性と「SVC」がどこに描かれるべきかについて、具体的に図像をどう修正するか議論であった。そのやり取りは、次のようなものであった。

[対話 2]

B：たぶん図を作り直すことを想定すると、SVC の描きぶりをちょっと変える。SVC が三次元的に浮いたところにいる感じじゃない？ Wellbeing も浮いたところにいるんじゃない？ (中略) Wellbeing はもう少し次元の高い議論ですよ、というイメージ。つまり、三つの Value だけで決まることかどうか。

H：(Wellbeing は) もう一つメタなところに入ってきてもいいとは思う。レイヤーを変えるとか。

D：あとは、逆に Wellbeing の対義語は何かなって。Health の場合は、左が poor health と右が

good health で、それを改善したいというのが見えるけど。

I：真ん中の一番広いところに、Health と Materials と Socio-Cultural があつたとして、それと独立したところに SVC があるというイメージ。さきほど B が浮いたところに SVC があるとおっしゃっていたが、なんとなくこの図（コンセプト図 2）を描いていたときのイメージでは、あまり浮かせたくはない。別の次元にあることは間違いないが、「掘り下げる」とか「生じる」というワードがこの図の中にはあって、浮いてしまうとちょっと違う。次元は違うけれども、三つの Value の中に SVC が内包されているイメージのほうが、Value を考えた経緯からすると近いのではないかと思う。

E：この図を考えたときに、顕在化する部分としない部分、あるいは顕在化させなきゃいけない部分とか、結果として出てくる部分とかいうのを分けたくて、あの配置になったんです。そういう意味では、SVC を貫通させるのは一番簡単だが、それもしっくりこない。木のイメージでは下から吸い上げている、関係性でいうとそういうイメージ。Materials の部分はもう顕在化しているという。

A：足元にある Socio-Cultural は、見えないけれどもその上に立っている、というイメージ。

[下線および（ ）内は筆者による補足]

これらの発話の特徴は、オブジェクトの空間と配置を軸とした解釈がなされている点である。「三次元的に浮いたところ」、「その上に」、「次元の高い」、「レイヤーを変える」、「真ん中の一番広いところに」、「浮かせたくはない」、「内包されている」、「貫通させる」、「吸い上げている」、「足元にある」、「（目には）見えない」といった空間と配置に関する図的表現²⁾が頻繁に用いられ、図像の中の空間におけるオブジェクトの配置が論じられている。

これらの図的表現の指す内容を整理すると、次のようになる。まず B の発話は、「SVC」や「Wellbeing」という概念と三つのレイヤーとの関係についての意見である。図 1、2 では、中段のレイヤーの中に配置された二つの「SVC」（「Curent SVC」と「Future SVC」）が、「三次元的に浮いたところ」、「その上に」、「次元の高い」といった図的表現を用いて、どちらのオブジェクトが【上位】あるいは【下位】に置かれるべきかを議論している（以下、図的表現によって含意されている概念を【 】で表した）。また【次元】という概念により、図像の中の空間に位置づけることがそもそも可能かどうか、ということについて疑問を投げかけている。H の発話では、E の発話を支持するように、「メタ」、「レイヤー」といった図的表現で、図像全体の空間的配置において、【次元】、【層】といった概念があることを示唆している。I の発話では、「SVC」が三つのレイヤーと独立したイメージであることに同意しつつ、「真ん中の一番広いこと」、「独立したところ」といった表現で、【次元】に関する議論を続けながら、「浮いてしまう」、「内包されている」といった表現で【包含関係】について言及している。図 1 の考案者である E の発話では、図像におけるオブジェクトの配置の意図について「顕在化する部分としない部分を分ける」ためだったと言及する。この発話について、同じく図 1 の考案者である A は、下段のレイヤーのなかには「見えないけれどもその上に立っている」という表現を用いて、中段のレイヤーが「見える＝【顕在】する」部分で、下段のレイヤーが「見えない＝【潜在】する」部分であることを補足する。

さらに D の発話では、オブジェクトの配置から読み取れる論理的な対称性を問題にしている。図 1、2 の三つのレイヤーにおいて、上段と中段にはそれぞれ、左側に現在の状況、右側に未来の状況に対応する要素が描かれているのだが、上段の左側にある「Poor Health」には「Cholera, Diarrhea（コレラ、下痢）」という、「Poor Health」の具体例が付されているのに対し、右側にある「Good Health & Wellbeing」には具体例が付されていなかった。つまり、図像の対称性の観点から、

論理的な【対称性】が焦点化された。

これらの語り方から読み取れるのは、第一に、図的表現を比喩的に用いることで、【上位・下位】、【顕在・潜在】、【次元】、【包含関係】、【対称性】といった概念で、コンセプトを構成する要素の理論的な関係について対話を行っているということである。前節において、図像内のオブジェクトの論理的な位置づけに解釈のズレが生じたことを確認したが、オブジェクト間の関係では、さらに際立つて論理的な関係が焦点化されていることがわかる。

第二に、オブジェクト間の論理的な関係を軸としつつ、比喩を用いて図像の解釈と操作がなされている。Bの発話にある「SVC」や「Wellbeing」というテキストが付されたオブジェクトと、図像全体を構成する三つのレイヤーとの関係性の言及や、それに続くHの「レイヤーを変える」と言った提案、さらにIの発話にある「三つの Value の中に SVC が内包されているイメージ」という発話は、いずれも、図1、2の全体を支配するルールである上・中・下の三つのレイヤーで空間を構成することの妥当性をめぐる議論である。その上で、Iの発話にある「掘り下げる」や、Aの発話にある「足元にある」、「見えない」という表現は、図2において、「Socio-Cultural (社会文化)」のレイヤーを大地の比喩で表現することで、「Socio-Cultural」の中にあるものが潜在的であるという特徴を表現することの妥当性を論じている。

このように、図的表現の比喩によって、縦方向に積み上げた上・中・下という三つのレイヤーで図像のなかの空間を構成するといった、図像全体を取り巻くルールに基づいて、コンセプトを構成する要素の論理的な関係性を研究者たちは論じていた。さらに、このルールを踏まえた上で、「Socio-Cultural」というレイヤーを大地として描くという比喩が用いられることで、「足元にある」、「見えない」などの新たな解釈と図のオブジェクト間の意味連関を作り上げていっていた。こうした図的表現の比喩は、図像を用いなければ生じないものである。言い換えれば、図像を用いることで、文章とは異なる様式での思考と対話がなされているといえるだろう。

なお、この会議の後にも概念図の修正の過程は続いており、本稿とは別に論を立てるべきやり取りも生じたが、この会議の終了時には、少なくとも「Future SVC」は、三つのレイヤーのうちどれか特定のレイヤーだけに収まるものではないということが、概ね合意されていた。これは、将来の「サニテーション価値連鎖」は、三つの価値を表すレイヤーを「貫通する」ものであるというイメージの共有である。その結果、最終版の概念図(図3)では、右側の樹木が、図2よりも大きく、三つのレイヤーをまたぐように描かれた。

4. 考察

この事例は、学際的な共同研究の研究コンセプトを可視化した概念図についての、さまざまな分野の研究者による図の解釈と、その解釈をめぐる対話であった。まず、今回の事例では、図像のなかに描くものの適切性の議論が、ここではとりあげなかったものも含めて、対話の大部分を占めていた。最初にとりあげた発話では、「Health & Wellbeing」の価値として何を描くかが問題化していた。このことは、二人の衛生工学者が発話で言及しているように、「Health & Wellbeing」をあらわす指標として何をを用いるかという問題でもある。何を代表例とするかは、図像に限定されない問題ではある。しかし、図像を介したコミュニケーションはさらなる困難を抱えている。すでに指摘した通り、オブジェクトの論理的な位置づけの解釈も多義的になりうる。研究コンセプトの可視化は、何によって代表させるのかという問題に加えて、図像の解釈の多義性とも向かい合わなければならないのである。

このことは、複数の研究者間で、図像を用いて研究コンセプトを精緻化する際に、図像の解釈枠

組みをコミュニケーションによって構築することの重要性を示唆している。そもそも一般的に、図的表現を活用してコミュニケーションを行うためには、図的表現の解釈枠組みの共有を前提とした「読み書き」のトレーニングが必要である(中村 2009)。科学における図的表現は、情報量の変化を統計的に見せるための図表の書き方³⁾など、特定の学問分野のビジュアル・リテラシーとして訓練される図的表現の構造が存在している(Atkinson 1995)。三つの価値を三つのレイヤーとして空間的に表現するという図的表現のルールも、普遍的なものではなく、対話によって構築された図像の解釈枠組みである。図像に含まれる図的表現の意味を、概念図を見ただけで読み取ることは難しい。「序論」で述べたように、概念図を用いた申請書の作成など、複数の研究者間で概念図を共同で制作する場面は増加している。そうしたなかで、ミスコミュニケーションを避けるためには、図像の解釈枠組みを明示し、新たに構築することが重要であるといえるだろう。

しかし、本稿の事例は、概念図がバウンダリー・オブジェクトとなることで、異分野間の研究者のコミュニケーションを促進し、新たなアイデアを創出させる可能性も示している。そもそもバウンダリー・オブジェクトの概念は、アクターがオブジェクトに対してシンボルとしてそれぞれ解釈することによって相互行為がなされているという、象徴的相互行為論に由来している(吉田 2018)。本稿でとりあげた対話では、異なる学問分野の研究者が共通の概念図をめぐる解釈を繰り返し広げることで、概念図の解釈、さらにはコンセプトそのものの解釈に、相違があることを浮かび上がらせている。そうした図像の多義性という特徴において、概念図がバウンダリー・オブジェクトとなりえていると考えられる。そのような多義性が解釈の余地を残し、専門用語を用いずに、図的表現を共通基盤としたコミュニケーションを可能にし、研究コンセプトの要素の意味内容を協働的に拡張させている。たとえば、対話2では、「Socio-Cultural」というレイヤーを大地として描くという比喩が用いられることで、「Socio-Culture」が「足元にある」という基盤としての意味だけではなく、「見える」/「見えない」という別の含意を引き出している。つまり、概念図はバウンダリー・オブジェクトとして、異分野間の研究者に図像を用いた思考と対話を促進させているのである。これらをまとめると、以下の二点において、概念図はコンセプトの精緻化を協働で行う上で、異分野の研究者のあいだのコミュニケーションを促進するバウンダリー・オブジェクトとなりうる。

第一に、図像の解釈の多義性が、研究者間の意見の相違を明確化していた。指標の代表性に関する対立の対話をとりあげたが、こうした議論が喚起されたのは、図像の中に描かれたものが、描き手の意図としては、複数の選択肢のうちの一つであったとしても、読み手は代表するものであると理解するなど、認識に齟齬が生まれやすいという性質にある。物のカテゴリーを指すことのできる言語に対して、図像は物体の特定の例を描写することから、図像の意味が多義的になり、それによってミスコミュニケーションが生じると論じられてきた(Huggins and Entwisle 1974)。しかし、本稿の事例では、学問分野によって、その代表例としてイメージするものが異なることがあり、この多義性こそが、研究者間の相違を明確にしている。こうした解釈の相違を違和感として表出することで、むしろ、コンセプト自体の曖昧さを解消する、あるいは、視座の違いを理解するコミュニケーションを促したと考えられる。

第二に、図像を意図的に用いることによって、研究者間の対話を促す思考のツールとして機能する可能性を示唆している。人間の思考は、すべてが頭の中で完結するわけではなく、外的な事物との相互作用によるものであると考えられ(Brown et al. 1989)、論理学における問題解決の思考過程において図像が積極的な役割を持つことが論じられている(Barwise and Etchemendy 1991)。科学者とイラストレーターとの協働においても、対話の場で既存の図像を実際に提示すると、既存の図像への要素の追加や修正によって、視覚的思考(visual thinking)が引き出されていることが指摘されている(有賀 他 2017)。とくに、図的表現は、空間や構造の関係情報の描写に優れており(Neilson

and Lee 1994), 本事例では, 図像のなかに描かれたオブジェクトを, 図的表現を比喩的に用いて, 描かれた平面上の空間的な位置を動かす, すなわち配置を「操作する」ことで, コミュニケーションを行っていた. このことは, 操作されたオブジェクトが指し示す, 研究コンセプトを構成する要素間の関係性を議論したり, 要素の持つ特徴を検討したりしていることが明らかになった. こうした対話は, 図像の解釈を確認しながら, サニテーションの三つの価値とサニテーション価値連鎖がいかなる関係であるか, サニテーション価値連鎖の構築にはどのような価値がどう位置づけられるかという研究コンセプトそのものを議論しており, 図像のもつ操作性という特徴により, 概念図が思考のツールとしての役割を果たしたのである.

5. 結論

本稿では, 研究プロジェクトのコンセプトを可視化する過程で, 何がどう語られたのかを, サニテーションプロジェクトの概念図をめぐる解釈の対話の質的な分析から明らかにしてきた. 具体的には, 「サニテーション価値連鎖」というコンセプトを描いた二つの図像(図1, 2)を介した対話の特徴を整理し, 研究者間で, 何がどのように語られたかを検討した. その結果, 図像を介した対話では, 図像に用いられている図的表現のルールを見出し, 図像の解釈枠組みを構築し, 描かれたオブジェクトを「操作」しながら図像における空間と配置を検討することによって, コンセプトの精緻化が行われていた. 他方で, 図像の意味は多義的であり, 容易に異なる解釈が成立しうることにも明らかにした. そのために, 図像を用いて研究コンセプトを精緻化する際には, 図像の解釈枠組みを構築することが重要であることを指摘した.

研究のコンセプトを可視化した概念図は, 図像の多義性という特徴がゆえに, 学際的な共同研究において, 異分野の研究者の関心をつなぎとめるバウンダリー・オブジェクトとなりうることが明らかになった. このことは, 学際的な共同研究の方法論として, 概念図(の制作)を意図的に研究活動に組み込むことが, 異分野間のコミュニケーションを促進させる仕掛けとして機能しうる可能性を示唆している. また, 今回の事例で, 他の研究コミュニティへの説明, 非研究者へのアウトリーチなど, 多様な場面での概念図の使用が想定されていたことから, 概念図というオブジェクトが, 実際の科学の現場において境界を越えて移動しやすい性質を持つことが考えられる. このことは, 多様なアクターが関わる科学技術コミュニケーションの実践において, バウンダリー・オブジェクトとしての概念図を介したコミュニケーションを検討する上での重要な示唆を含んでいるだろう.

謝辞

本研究は, 総合地球環境学研究所「サニテーション価値連鎖の提案—地域のヒトによりそうサニテーションのデザイン」プロジェクト(サニテーションプロジェクト, No.14200107)および公益財団法人日立財団 倉田奨励金「社会課題解決を目指す学際的な共同研究の内部者によるラボラトリー・スタディー—学問分野の垣根を越えた融合とは何か?」による助成を受けたものです. 資料を提供していただいた2018年度当時サニテーションプロジェクトリーダーの北海道大学 大学院保健科学研究院 教授 山内太郎先生およびサニテーションプロジェクト関係者の皆様に御礼申し上げます.

注

1) コンセプトとは, 本来「概念」を表す言葉であるが, ビジネス用語としては, 企画立案や商品開発を行

う際に、全体を貫く統一的な視点や考え方を表す事が多く、本稿で分析対象とした共同研究プロジェクト内では、問題解決を進めるうえでの軸となる考え方として認識されていた。

- 2) この図的表現には比喩が用いられており、本稿では、ある物事を、他の物事に見立ててまたは他の物事を借りて表現することとして比喩を捉えている。比喩には、直喩、隠喩などがあるが（佐藤 1992）、紙数の制限から図的表現における比喩の分類とその詳細は論じない。
- 3) 一般的に、絵図を「描く」ことを表す場合、描写の「描」を用い、「書」を用いた「書く」は、文字、記号、絵図、図形を記す場合に広く用いられている。先行研究において対象とされてきた科学の図像には、表や文字を空間的に記したものなども含まれ、その作図法や使われ方により、「描く」「書く」のどちらが適切であるか自体が論点になりうる場合もあり、ここでは「書き方」とした。一方、本稿の事例については、概念図が絵図で構成されていたことから、事例の記述には「描く」を用いた。

文献

Atkinson, P. 1995: *Medical talk and medical work*. Sage.

有賀雅奈・田代学 2017: 「サイエンティフィック・イラストレーションの制作プロセスと制作者の視点: イラストレーターと脳科学研究者による協働制作のケーススタディ」 *科学技術社会論研究* (13): 186-203.

Ariga, K. and Tashiro, M. 2022: Change in the graphics of journal articles in the life sciences field: analysis of figures and tables in the journal "Cell". *History and Philosophy of the Life Sciences*, 44, 33.

有賀雅奈 2024: 「科学的な概念図の制作法を学ぶワークショップの開発」『*科学技術コミュニケーション*』, 34, 47-60.

Barwise, J. and Etchemendy, J. 1991: Visual information and valid reasoning. *Visualization in teaching and learning mathematics*. Mathematical Association of America, USA, 9-24.

Brown, J. S., Collins, A., and Duguid, P. 1989: Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-42. (道又爾訳 1991: 「状況的認知と学習の文化」『現代思想』Vol. 19-6, 青土社, 62-87.)

Editorial of Nature Chemistry 2011: "The Art of Abstracts," *Nature Chemistry*, 3, 571.

Huggins, W. H. and Entwisle, D. R. 1974: *Iconic communication: An annotated bibliography*, Johns Hopkins University Press.

中村雄祐 2009: 『生きるための読み書き: 発展途上国のリテラシー問題』 みすず書房.

Neilson, I. and Lee, J. 1994: Conversations with graphics: implications for the design of natural language/graphics interfaces. *International Journal of Human-Computer Studies*, 40 (3), 509-541.

Nicolini, D., Mengis, J., Swan, J. 2011: Understanding the Role of Objects in Cross-Disciplinary Collaboration. *Organization Science* 23 (3): 612-629.

佐藤信夫 1992: 『レトリック感覚』 講談社.

サニテーション価値連鎖の提案 —地域のヒトによりそうサニテーションのデザイン— (サニテーションプロジェクト) 2019: 「プロジェクト紹介パンフレット」 https://www.chikyu.ac.jp/sanitation_value_chain/img/pamphlet/SanitationProjectBrochure_ja_ver2.0.pdf (2024 年 4 月 1 日閲覧)

総合地球環境学研究所 2022a: 「理念・達成目標」 <https://www.chikyu.ac.jp/rihn/about/philosophy/> (2024 年 1 月 31 日閲覧)

総合地球環境学研究所 2022b: 「研究体制・研究の流れ」 <https://www.chikyu.ac.jp/rihn/activities/howto/> (2024 年 1 月 31 日閲覧)

Star, S. L. and Griesemer, J. R. (1989) Institutional Ecology, "Translations" and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social Studies of Science*, 19 (3), 387-420.

吉田航太 (2018) 「インフラストラクチャー／バウンダリーオブジェクトにおける象徴的価値の問題—インドネシアにおける廃棄物堆肥化技術をめぐって」 *文化人類学* 83 (3): 385-403.

Yoon, J. and E. Chung (2017) "An investigation on Graphical Abstracts use in scholarly articles." *International*

Journal of Information Management 37 (1, Part A): 1371-1379.