

# 科学コミュニケーションにおけるアートを用いた 表現の印象・伝達効果の調査・分析

奥本素子

京都大学高等教育研究開発推進センター

岩瀬峰代

島根大学教育開発センター

## An Analysis of the Impressional and Communicative Effects of Art in the Context of Science Communication

Motoko OKUMOTO\*<sup>1</sup>, Mineyo IWASE\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>Center for the Promotion of Excellence in Higher Education, Kyoto University

\*<sup>2</sup>Center for Educational Research and Development, Shimane University

Recently, art has received a lot of attention in science communication as a tool for engaging a potential audience. However, there are few studies that have analyzed the effects and characteristics of art in science communication. Therefore, the present research is an attempt to examine the emotional and transmission effects of art in the context of science communication. We used two works of art created through collaboration between scientists and artists. These works were then compared with other images of science communication and were analyzed for their communicative effects. Through an experiment that gauged the emotional effect of art, we found that people tend to be impressed by the novelty of a work of art. Through another experiment that probed the transmission effect of art, we also found that a work that used analogy could transmit a complex science concept better than a typical science illustration.

Key words: science communication, art, illustration, dialogue

### 1. はじめに

日本の科学コミュニケーションの課題の一つに、科学に関する市民の関心の低さが挙げられる。特に成人においては英米と比較しても科学への関心が低いことが指摘されている（文部科学省，2011）。これまでの科学コミュニケーションでは、参加者が科学に関心のある層に偏っているため（加納他，2013；西條，2008），科学への関心の低い「科学・技術への低関与層（以下，低関与層）」をどのように科学コミュニケーションへ巻き込むかが重要な課題になっている。

先行研究では，アートなどを用いたこれまでとは違った視点で科学を発信するアプローチが低関与層の科学コミュニケーションへの参加促進に有効であることが示唆されている（西條，2008；加納他，2013）。前述の文部科学省の調査（2011）でも，日本では，

科学館，動物園，水族館の年間の来館数は欧米と比較して少ないものの，美術館への年間来館数は英米よりも多く，このことから日本の国民のアートに関する関心の高さがうかがえる。また，科学に関心のない層の中には芸術に親和的な層が存在することも調査で明らかになっており（早川，2014），アートという文脈で科学を発信することは低関与層を一定程度の科学コミュニケーションへ取り込むことに効果的ではないかと考えられる。

実際に，アートを用いて科学を伝える試みは，科学教育の観点からも，芸術表現の観点からも少なからず実践されている（Burns・O'Connor・Stocklmayer，2003；内田，2007；森美術館，2009）。積極的にアーティストとコラボレーションを行っている日本科学未来館のキュレーター内田（2007）は「アートは科学

を誰にでも理解できるインターフェイスへと変容させる可能性がある」と語っており、実際にアートをテーマにした科学イベントではこれまで科学に興味を持たなかった低関与層の獲得に成功したという事例も報告されている(菅野, 2009)。

一方で科学館におけるアートの活用を先駆的に行った、サンフランシスコにある科学館, エクスプロラトリウム<sup>1</sup>の日本における出張展示の検討を行った研究によれば, これらの展示は「科学展示の開発に芸術家を関与させている」という意識が強く, 展示品に芸術に関する記述がないことから, 展示設計に芸術に対する思考が欠けていることが指摘されている(小川, 2011)。同様に, アートと科学の関係性というテーマで番組を制作した村松(2008)も科学界側からのアートへの理解不足を指摘している。

上記のアートと科学に関する指摘から, これまでの科学コミュニケーションでは, アートを用いて科学を伝えることが, どのような印象や理解を喚起し, それが科学コミュニケーションにどのような影響をもたらすのかを曖昧にしたまま, アートが用いられてきた可能性が高いと考えられる。

そこで本研究では, 科学コミュニケーションにおけるアートのもたらす意義について考察し, 考察から導き出された科学コミュニケーションにおけるアート作品の在り方というものを踏まえた上で, 実際にアート作品を科学者とアーティストが制作するという実践を行った。さらにその実践で制作された作品が, 科学者や科学コミュニケーションが用いてきた従来の視覚表現とはどのように異なるのかを質問紙を用いて調査した。

## II. 科学コミュニケーションにおけるアート制作の実践

### 1. アートの効用と科学コミュニケーションにおける活用

ヴィゴツキー(2006)が指摘しているように, 「(アートは)さまざまな人々に対してまったくさまざまに作用し異なった結果や事態をもたらす」ため, アートが鑑賞者にどのような心的, 知的体験をもたらすのかということを体系的に分析するのは困難である。生理科学が発達した現在においても, 知覚や認知にどのように影響を及ぼしているのはまだ特定できる段階にない(レンチュラー他, 2000)という。

しかし, アートはコミュニケーションにおける言語という指摘もあり(デューイ, 2003), 科学的認識がもたらすものと同じものを, ただ違ったやり方でもたらす思考の特別様式である(ヴィゴツキー, 2006)とも考えられており, アート特有の伝える力というものは否定されるものではない。

アートを活用した科学展示を行っているエクスプロラトリウムの創設者であるオープンハイマーは, 科学的説明のみならずアートの表現も用いて人々に気づきを与える必要があると主張した(1972)。オープンハイマーはアートの表現が定型的な科学の表出とは異なったとしても, 知覚したものをパターン化するという観点からアートを評価し, アートが単なる説明的ツールとして用いられることなく, アーティストが独自の観点から制作することを奨励している(Oppenheimer, 1972)。また, Fabärは科学的説明とアーティストがデザインしたロボットを並置してある展示について, 知識の説明を科学展示が, 経験的部分をアート作品が補っていると指摘している(2007)。加えて, 日本科学未来館でアートをを用いた科学展示の実践を行った内田もアート作品は「時間の多様性をコミカルに表現し, 来館者の日常の営みに近いところから, 『時間とは何か』という哲学的な問いを発している。」(2007)と述べ, 同時に並列された科学的内容の展示とは異なる活用を行っている。

これらのことから科学的内容をモチーフとしたアート作品の特徴には, 単なる科学原理の説明ではなく, 科学者とは異なる視点でアーティストがテーマを表現するという点があると考えられる。そこで, 本研究では実際に科学コミュニケーションに用いるアート作品を制作する際, アーティストが自律的に考え創作する, という過程を通ることが「アート作品」の前提である, と位置付けた。

### 2. 科学的内容をアート化するというプロセス

本研究におけるアート作品を科学者とアーティストが制作するという実践の概略は次の通りである。研究者が直接アーティストと対話を行い, その対話内容を踏まえアーティストが作品案を作り, 科学者に提案し, 科学的内容への誤解や齟齬が含まれていないかを確認してもらい, 場合によっては作品案への修正を行い, 制作する(図1)。

前述したように, 本研究ではアーティストが自律的

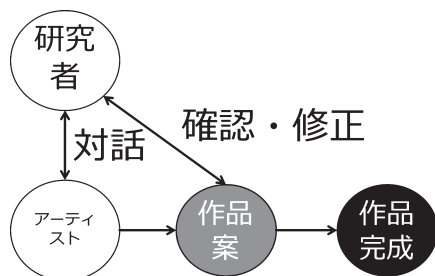


図1 研究者とアーティストの協働制作プロセス

に考え創作する、という過程を通ることが「アート作品」の前提であると考えているため、アーティストの選定においては、アート作品の質を担保するため、アート制作を中心に生計を立てているアーティストに限って選定することにした。さらにアーティストには、本研究の意図を伝え、説明的な表現のアート作品ではなく、アート独自の視点で科学的テーマを表現した作品を制作してもらいたいという旨を伝えた。なお、制作前に予算を提示し、作品が学内に保管でき、持ち運び可能な大きさ、重量であること、対話した研究者が作品案に納得すればどのような作品、表現でも構わないことを制作の条件とした。

また、科学的視点が研究者の文化的視点到に依拠しているという前提 (Longino, 1990) を参考にして、研究者には、アーティストとの対話においては自分が今面白いと感じていることや自分の分野から見た科学の説明をするよう依頼した。この対話の際、アーティストは研究者に自由に質問ができることとした。

対話の後、アーティストには完成図と作品解説を含んだ作品案を提出してもらい、研究者に案を見せた。その後、研究者からのコメント、提案を行ってもらい、合意を確認してからアーティストに作品制作に取り掛かってもらった。

以下に、制作プロセスにおけるアーティストのナラティブの一部を示す。

アーティスト：メダカってやっぱり、一般の人には1種類ぐらいしかいないような気がするし、先生が言っていた、同じ種類のやつの中にも、個体差が見えてき始めた、という。その視点がすごくいいな、と。なので、今回は、顔のパラエティみたいなものが強調される。しかもそれがカテゴライズじゃなくて、パラエティを並べる、っていう。だから同じ種

類が並んでもいいんだと思うよね。顔が違うと。  
(中略) 科学的分類ではなくて、なんかそういう。そういう意味では、美術的カテゴライズっていうか、生物学的な分類ではない。いずれそれが生物学になって欲しいけど、個体差ってのが。

このようにアーティストはメダカの顔つきの違いを研究している研究者の話から研究者の視点を理解し、その上で多様性はカテゴライズではなくパラエティという自身のアートの観点を作品に付与していったことがわかる。

### III. 科学コミュニケーションにおけるアート作品の印象及び情報伝達効果の調査

#### 1. 調査目的

アートは従来の科学的観点からなされる説明とは異なるコミュニケーション効果をもたらすと考えられているが、それを検証した研究は十分ではない。そこで本研究では、科学的説明を補足するために従来科学コミュニケーションで活用されていた視覚表現とアート作品を同時に提示し、それぞれがもたらす印象や伝達効果について質問紙を用いて調査した。本調査でアート作品の対照として選んだのは、アート作品制作にかかわった研究者が一般向けに作成した別の科学記事の内容とそれに添えられていた視覚資料である。対照となった視覚資料はプロの手による科学情報の可視化であり、科学情報とともに提示することにより、今回制作されたアート作品とは異なる科学コミュニケーションの表現として比較可能と判断した。

本調査では以下の二つの観点から調査を行った。

一つは、本アート作品がもたらす印象についての調査である。現代アートと科学コミュニケーションとの関係を論じた村松 (2008) は、「アートは作家本人の感性を重んじ、主観的に、新たなものの見方を提起する」というように、アートが感性的な表現であることを指摘している。そのような感性的な表現であるアートがもたらす印象は、従来の科学コミュニケーションで用いてきた視覚資料とは異なる印象を与える可能性が考えられる。そこで本研究ではまずアート作品がもたらす印象は科学コミュニケーションで使用されてきた視覚表現とは異なる印象をもたらすのか、そしてその印象はどのように異なるのかについて調査した。

次に科学的概念の伝達効果を調べた。日本科学未来

館のディレクターである内田（2007）はアートを用いることで「科学を伝えるインターフェイスがよりデザインされ、誰にでも理解できる言葉を持ちえた」と指摘する。このようにアーティストの視点を通して科学的テーマを再解釈し、視覚的に表現することにより伝達効果が高まるのではないかと考えられる。そこで本研究では、本アート作品と従来の科学コミュニケーションで使用した視覚表現との科学的概念の伝達効果の違いについて調査した。

なお本研究では、科学もアートもどちらの学問も専攻していない文系の大学生を対象に調査を行った。

## 2. 印象調査

### 2.1. 調査手順

印象調査では、図2のメダカ作品の画像を用いた。本アート作品は、アーティストが標本のメダカを作品に使い顔つきの違いを比較するという意図で制作された。対照としては、研究者が飼育しているメダカの遺伝的多様性を比較するため、異なるメダカの写真を並置した大学の広報誌に使用した写真を用いた（図3）。



図2 協働で制作されたアート作品（実験群）

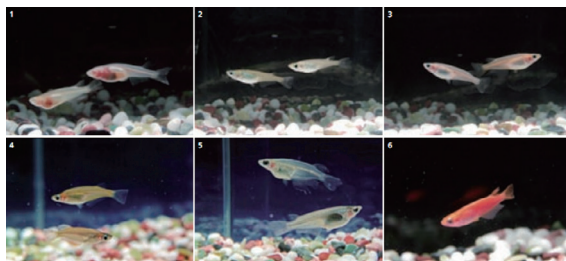


図3 研究者が管理しているメダカを写した広報写真（対照群）

本調査では、純粹に視覚表現としての印象を調査するため、図2の説明、図3の説明という情報は与えず、どちらの図にも関係する情報を含んだ説明文を図の補足情報として調査対象者に図を見せる前に提示した。説明文はメダカ、ナショナルバイオリソースプロジェクト（研究者が属するプロジェクトで遺伝的、系統的に異なるメダカをアーカイブするプロジェクト）、研究者のメダカの顔つきに対する視点という3つの文章で構成した（各200字以内）。説明文を読んでもらった後、調査対象者に図2と図3を印刷した紙を配り、それぞれに対する印象に関する質問紙に回答を求めた。調査1では有効回答数77名の回答が得られた。

### 2.2. 調査結果

各図の印象評価の因子分析の結果、「面白い」や「楽しい」などの感情的な部分に係る印象群と「難しい」や「新しい」などの新奇性に関連する印象群に分けることができた（表1）。さらに標本写真とアート作品写真の因子得点を比較してみると、標本写真は感情因子得点が高く、アート作品写真は新奇性因子得点が高いことが明らかになった（表2）。

### 2.3. 印象評価の考察

本調査結果からはアートの持つ Aporia（困惑）が持つ効果が示唆された。アートは困惑と共に既存の見

表1 印象評価の因子分析

回転後の因子行列

|           | 因子     |        |
|-----------|--------|--------|
|           | 感情     | 新奇性    |
| 面白い—つまらない | 0.623  | 0.271  |
| 愉快的—不愉快的  | 0.680  | 0.168  |
| 楽しい—苦しい   | 0.707  | -0.005 |
| やわらかい—かたい | 0.638  | -0.262 |
| 穏やかな—恐ろしい | 0.618  | -0.383 |
| 易しい—難しい   | 0.287  | -0.547 |
| 新しい—古い    | 0.313  | 0.604  |
| 未来的な—過去のな | 0.331  | 0.743  |
| 自然な—人工的な  | 0.389  | -0.058 |
| 非凡な—平凡な   | -0.027 | 0.659  |

因子抽出法：最尤法

回転法：Kaiser の正規化を伴うバリパックス法

\* 3回の反復で回転が収束しました

表2 因子得点間の比較

|       |             | N  | 平均値  | SD   | T 値     |
|-------|-------------|----|------|------|---------|
| 感情因子  | アート<br>(図2) | 77 | 2.34 | 0.55 | -5.40** |
|       | 標本<br>(図3)  | 77 | 2.92 | 0.84 |         |
| 新奇性因子 | アート<br>(図2) | 77 | 2.83 | 0.71 | 7.76**  |
|       | 標本<br>(図3)  | 77 | 2.07 | 0.58 |         |

$p^{**} < .01$



図4 制作されたアート作品（実験群）

方からの脱却を与えるという (Baladachio, 2013). Baladachio (2013) はこの機能に着目し、人々がこれまで学んだことから脱却し、新しい学びに移行する Unlearned (学びほぐし) の効果を提言している。

本調査の学生の自由記述においても、「図3 (標本写真) の場合と比べ、見た目と説明文がないため、感想にとっても手こずる。ただ、何かは分からないが、あれは何だろうという疑問を発想を思い浮かばせ、想像力を働かせるには、図2 (アート作品写真) はある意味で使えるものだと思った。」とあり、アート作品には問いを生む効果があることが示された。このことは、アート作品は親しみよりも新奇的な印象を与えるため、問いの投げかけや既存の見方からの脱却という効果があるという Baladachio (2013) の提言を支持している。

一方で、メダカを写した写真 (図3) からは面白い、愉快といった肯定的な感情が引き出されたことが分かり、必ずしもアート作品が肯定的な印象をもたらすわけではないことが示唆された。今後はアートをどのような対象者に提示していくべきか、といった検証も必要であると考えられる。

### 3. 伝達効果調査

#### 3.1. 調査手順

伝達調査では、図4の絵画作品を用い、調査を行った。本作品は、分子進化の研究者とともに制作された。「ヒトらしさとは何か」に興味を持ち、ヒトと近縁の種であるチンパンジーとの違いについて分子進化学的手法を用いて研究している研究者の話を受け、アーティストは分子進化とは何かについて質問した。そこで、研究者は生物の遺伝情報を担うDNA分子の塩基配列は突然変異によって変化すること、その長年にわ

たる変化の蓄積が生物進化に影響を及ぼすこと、そして分子レベルでの変化の大部分は自然淘汰に対して無関係で、偶然起きた突然変異による遺伝子の変化が集団に広がることで進化が起きることを説明した。そして突然変異の数を計ることで、進化的な時間を推定できることにも話が及んだ。

このような対話の後、アーティストは図4を制作した。デカルコマニーという絵の具の滲みを別の紙に写し取る手法を用いた絵画作品である。絵の具の滲みが写し取られるという手法が遺伝子の複製を、また滲みを写し取る過程で左右の紙の滲みが微妙に異なる点が遺伝子複製において起こる突然変異が確率的出来事であるということ表現している。

図4の作品と対照に実験する図5は、対話した研究者が、一般向けの著作 (颯田, 2011) の中で突然変異はランダムに起きていて突然変異を反映したアミノ酸の違いから、生物の進化的な時間が推定できることを表現したイラストである。

本調査では、実際のアート作品とグラフを並べ、それぞれに前述のような解説を行い、伝達効果を調査した。伝達効果において調査1とは異なる作品を用いたのは、図4の作品が持つ情報量がより多く複雑であり、伝達効果を測るアート作品として適切と判断したためである。

調査2では、実際のアート作品とグラフを並べ、それぞれに前述のような解説を行った後、被験者が理解度を主観的に評価する質問紙に回答し、図の意図を説明する説明文と研究者の研究課題を説明する説明文を記述した。有効回答数100名の回答が得られた。

#### 3.2. 調査結果

各図を見たのち、被験者には質問紙に記入しても

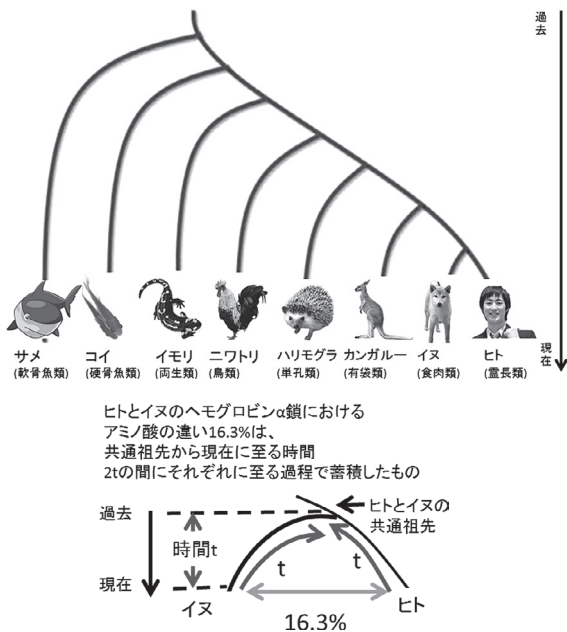


図5 分子時計のイラスト (対照群)

表3 各図の伝達効果における主観評価

| 質問項目                       | アート (図4) | イラスト (図5) |
|----------------------------|----------|-----------|
| 1. 図の説明は難しかった              | 1.96**   | 2.48**    |
| 2. 科学は分からないことが多いからこそ面白い    | 2.97     | 2.79      |
| 3. 絵の説明を聞いても面白くないと思った      | 2.3      | 2.64      |
| 4. 生き物が進化する過程は不思議だ         | 3.27     | 3.38      |
| 5. 進化の研究のどこがおもしろいのか分からなかった | 2.32     | 2.35      |
| 6. ヒトの進化の話をもっと聞いてみたい       | 2.81     | 2.61      |

$p^{**} < .01$

らった。主観評価では、イラストの方がアート作品より説明が難しかったと回答された (表3)。

次に実際にどのような情報として伝わったのかを確認するため、「どうして研究者が進化の研究をするのか、その理由を考えて、書いてください。」という質問項目に回答してもらった。これら各被験者の自由回答の共起関係を文単位で分析し、5つ以上出現している語、5文以上に出現している語を区切って、描画数を20個に区切って共起ネットワークを描画した。その結果、アート作品では、図6のように発生が偶然で

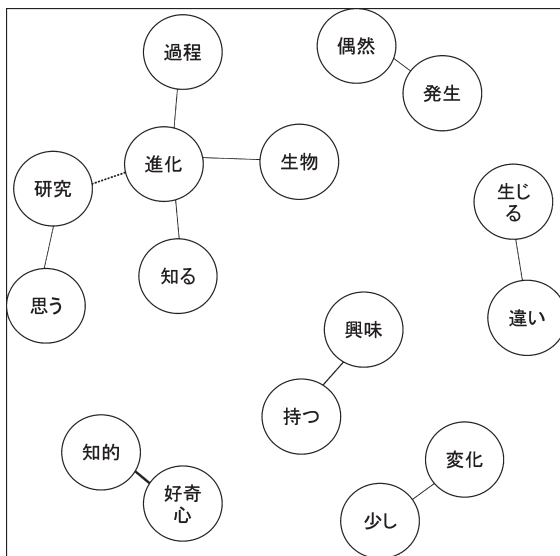


図6 アート作品 (図4) を見たときの共起関係

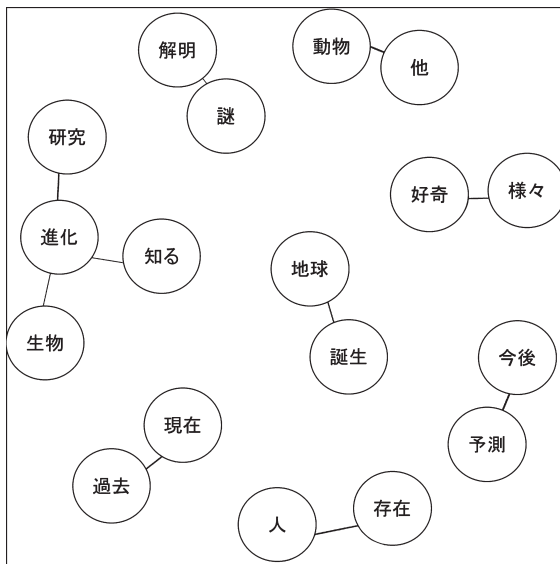


図7 イラスト (図5) を見た時の共起関係

あるというキーワードが進化過程の近くに描画された。一方、イラストを見せた場合は分子進化に関するようなキーワードは出てこない。

実際に頻出語でも上位20単語でどちらか一方しか出現しない特徴語を調べると、アート作品の方では、変化、遺伝子、偶然、という分子進化に関連する単語が出てきた。一方、イラスト方はヒト、生き物、自分、

過去のように抽象的な単語が多かった。

上記の分析により、アーティストの解釈が入ったアナロジカルな表現が、研究者が普段用いているグラフ表現よりも、研究者が持っている科学概念を効果的に伝える可能性が示唆された。

### 3.3. 伝達調査効果の考察

調査2からはアートが持つアナロジーの伝達効果の影響が考えられる。図4は滲みを用いて分子進化のコンセプトをアナロジカルに表現したと考えられる。

科学的教育では、経験的知識が新しい知識の習得に混乱を及ぼす素朴概念の修正において、アナロジーを用いた支援効果が示唆されている(山口他, 2003)。一方、アナロジーを用いることによって、概念変化は促進されるが、初学者においては安易な抽象化は情報を落とすリスクの方が大きいことが指摘されている(Ross and Kennedy, 1990)。

本事例で、アート作品(図4)の方が「進化が偶然起きていること」の伝達に効果的であった理由にはアナロジーの効果があったと考えられる。芸術作品が思考の特別様式だとしたヴィゴツキー(2003)は、「芸術作品に関する心理過程の構造は、このアナロジーによってとらえられ、言葉の象徴性や継承性は芸術作品の芸術性(詩的特質)にあたるものとされる」とし、アートが一種のアナロジカルな表現であることを示唆している。今回調査対象にしたアート作品(図4)では滲みという一般の人に馴染みのあるベースを用い進化の偶然性を表現したため、そのターゲットの理解につながりやすかったと考えられる。一方、図5の進化を系統樹と分子時計を数式で説明した図の方は、デンドログラムという一般に馴染みのないグラフによる説明であったため、生物(種)の分岐や突然変異が一定に起きるといった概念に気が付きにくかった可能性がある。ヒト、生き物、自分、過去のような単語が多く出てきたという結果から、理解可能な人や生物のイラストの部分だけを用いて情報を解釈しようとしたため、説明していない理解を被験者が行ったと考えられる。

上記のことより、一般に研究者が用いるグラフなどの図像表現が必ずしも一般的な理解可能な記号とならない場合もあると考えられる。一方、アートによる大胆な翻訳表現であっても、市民に理解しやすいベースを用いた表現であれば伝達効果が期待できることが示された。

しかしアート作品の表現方法は必ずしもアナロジカ

ルなものだけではないため、本研究の伝達効果の検証は限定的なものと考えられる。今後は他の表現事例を調査し、伝達効果についてより多角的に検証していかなければならない。

## IV. まとめと今後の課題

本研究では、アート作品と従来科学コミュニケーションで用いられた視覚資料を比較し、印象と伝達効果における違いの有無とその傾向について調査した。その結果、科学的内容をモチーフとしたアート作品は科学コミュニケーションで用いられた視覚資料よりも①新奇な印象をもたらすこと、さらに市民に親しみやすいベースを用いたアナロジーで表現された場合②従来のグラフ表現よりも伝達効果を高める可能性があることが示唆された。したがって科学コミュニケーションにアートを用いる際には、上記の特徴を踏まえて活用することが望ましいと考えられる。

また、アート作品は広報用に撮られた標本写真や市民向けにアレンジされた研究内容のイラストレーションとは異なる印象、伝達効果をもたらすことは二つの事例に共通する点である。その点で、アート作品の持つ特性は、これまでの科学コミュニケーションの課題を解決する可能性があると言える。

しかし、アートという表現形態は多様なため、研究の限界としてアート表現を実験的に統制できないということが課題として挙げられる。今回二つの作品を検証したが、この2作品の要素がアート要素の全てを網羅している、もしくは典型的な事例であるとするのは難しい。加えて、本研究では質問紙を用いた静的な調査が中心であり、アート作品がもたらす鑑賞体験といった感性上のインパクトは本調査設計では必ずしも十分に調査できたとは言えない。よって調査設計についても検討を行う必要があると考えられる。

アートと科学のコラボレーションで生まれる科学コミュニケーションの特徴を、事例を増やしながら検証していき、本研究で抽出された特性を発展的に分析していくことが今後の課題として考えている。

本研究は、総合研究大学院大学学融合研究事業「分野を越境した学術対話手法の開発と評価」及び、JSPS 科研費24650522「研究文化を表象する学術展示制作手法の開発と評価」の助成を受けて行った。

## 謝辞

本研究にご協力いただいた研究者及びアーティストの方に深くお礼申し上げます。

## 引用文献

- Baldacchino, J.: Willed Forgetfulness: The Arts, Education and the Case for Unlearning. *Studies in Philosophy and Education*, 32(4), 415–430, 2013.
- Burns, T. W., O'Connor, D. J. and Stocklmayer, S. M.: *Science Communication: A Contemporary Definition*. *Public Understanding of Science*, 12, 183–202, 2003.
- デューイ, J., 河村望 (訳): デューイ=ミード著作集〈12〉経験としての芸術. 東京: 人間の科学新社, 2003.
- Fabär, A.: *Exposing Expo: Exhibition Entrepreneurship and Experimental Reflectivity in Late Modernity* in Macdonald, S. and Basu, P. (ed): *Exhibition Experiments*. Oxford: Blackwell Publishing, 2007.
- 早川雄司: 国民の科学技術に対する関心と科学技術に関する意識との関連. DISCUSSION PAPER No. 108, 文部科学省, 2014.
- 菅野康太: 低関心層を振り向かせるサイエンスコミュニケーション—文脈モデル実践のための具体的な異分野とのコラボレーション—. 東京大学 科学技術インタープリター養成プログラム 修了論文, 2010. <http://science-interpreter.c.u-tokyo.ac.jp/alumni/uploads/kanno.pdf> (Accessed by 2015/2/3)
- 加納圭・ほか5名: 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ティング: 「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*, 13, 3–16, 2013.
- Longino, E. H.: *Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific Inquiry*. Princeton: Princeton University Press, 1990.
- 文部科学省 科学技術政策研究所: 日・米英における国民の科学技術関心意識の比較分析—インターネットを利用した比較調査—, 2011.
- 森美術館: 医療と芸術展覧会カタログ. 東京: 森美術館, 2009.

- 村松秀: 最先端の現代アートから見た科学, そしてコミュニケーション: テレビ番組制作を通じて. *科学技術コミュニケーション*, 3, 115–128, 2008.
- 小川正賢: 「エクスプロラトリウム展」にエクスプロラトリウムの展示思想は反映されたか?. *科学教育研究*, 35(2), 191–204, 2011.
- Oppenheimer, F.: *The Exploratorium: A Playful Museum Combines Perception and Art in Science Education* *American Journal of Physics*, 40, 978–984, 1972.
- レンチュラー, I., エプスタイン, D., ヘルツバーガー, B. (編), 野口薫, 荳阪直行 (訳): 美を脳から考える—芸術への生物学的探検. 東京: 新曜社, 2000.
- Ross, B. H. and Kennedy, P. T.: Generalizing from the use of earlier examples in problem solving *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 16, 42–55, 1990.
- 西條美紀: 社会技術研究開発事業 平成20年度研究開発実施報告書 研究開発プログラム「21世紀の科学技術リテラシー」研究開発プロジェクト名「科学技術リテラシーの実態調査と社会的活動傾向別教育プログラムの開発」. 社会技術研究開発センター, 2008. [http://www.ristex.jp/result/science/literacy/pdf/H20\\_saijo\\_houkokusho.pdf](http://www.ristex.jp/result/science/literacy/pdf/H20_saijo_houkokusho.pdf) (Accessed by 2015/2/3)
- 颯田葉子: 肥満は進化の産物か. 京都: 化学同人, 2011.
- 内田まほろ: 科学館というアートミュージアム: サイエンスミュージアム変革の試み. Booklet11 芸術のプロジェクト. 慶應義塾大学アートセンター, 39–48, 2007.
- ヴィゴツキー, L., 柴田義松 (訳): 新訳版 芸術心理学. 東京: 学文社, 2006.
- 山口悦司, 他7名: CSCL システムを利用した科学教育のための学習環境: アナロジーに基づく理解深化プロセスの分析. *科学教育学会年會論文集*, 27, 439–440, 2003.

(受付日2015年2月17日; 受理日2015年10月21日)

[問い合わせ先]

〒606-8501 京都市左京区吉田二本松町  
 京都大学 吉田南1号館  
 京都大学 特定准教授  
 奥本 素子  
 e-mail: okumoto.motoko.3m@kyoto-u.ac.jp