

幼年期の子どもに見られる 科学的思考の萌芽に関する基礎的研究（４）

～事例：保育所における４歳児の「光とかげ」に関する科学的理解～

大 貫 麻 美

要旨

NGSSの内容等を参考にして、幼年期の子どもに期待される「光とかげ」に関する概念構築について整理した。大貫（2016a）では、東京都内の公立保育所にて行われた理科読プログラム「光とかげ」の導入部分について分析し、４歳児の子どもに科学的思考の萌芽が見られることを示した。そこで分析した事例のうち、ひとつを取り上げ、その事例の２か月後に行われた実践を分析した。その結果、実践過程で子どもが、先に行った活動内容を想起して光源の必要性に気づく子どもの様子を明らかにした。また、保育者の問いかけや他の子どもの言動が子どもの科学的思考の萌芽に働きかけ、精緻化を促す様子などを明らかにした。

はじめに

隅田・深田（2005）などが示すように、幼年期の子どもに科学的思考が見られることが明らかになった。そうした状況をふまえ、近年、理科の学習が始まる前の子どもを対象とした自然科学教育について実践的研究がなされるようになってきている。

「幼年期の子どもがもつ科学的思考の萌芽とそれに呼応した支援に関する実践的研究」（科研費、2013年度～2016年度、若手研究（B）、研究代表：

大貫麻美)では、幼年期の子どもを対象とした事例研究を進めてきた。

そこではまず、大貫(2014)で、「空気」に関する実践調査から、幼児の行動や発言に見られる科学的思考の萌芽について分析するとともに、他の幼児とのかかわりや声かけなどの支援がそこに与える影響について分析した。その結果、1歳児であっても絵本の中の事象について予測をしている様子や、自分ではできない作業について、兄や他の子どもが行っている活動をじっと観察する様子、保育者に身振りで依頼して再現してもらう様子などが見られることを明らかにした。また、この1歳児やその兄である4歳児、共に活動していた3歳児のいずれにも、活動の過程で、母親に結果の共有を求める行動が見られ、母親の承認を得た後に、活動内容を変化させ、新たな条件下での事象の変化を確認することなどが示された。

こうした子どもの活動は、予想や仮説をもって事象にかかわったり、事象の再現性、客観性を得ようとしたりすることを意味している。文部科学省(2008)で述べられているように、科学が、その他と区別される基本的な条件は、実証性、再現性、客観性などの存在であり、「科学的」ということは、これらの条件を検討する手続きを重視するという側面からとらえることができる。これをふまえると、上述の子どもの様子はすなわち、科学的思考の萌芽ということができる。

大貫(2016a)においては、4歳児を対象とした「光とかげ」に関する活動を通して、「絵本で示された事象や自分の経験を想起しながら保育者の発問に対して答えたり、他者の発言についての意見を述べたりする」、「他者の行動や発言の科学的な意味をくみ取り、自分の考えに援用する」、「自分なりの仮説をもち、それを検証するための探索活動を行う」、「他者の出した結論を追試する」、「自分の発見を他者と共有しようとする」といった科学的思考の萌芽がみられることがわかった。

加えて、「光とかげ」に関する実践においては、「かげ」という言葉や自

分の「かげ」は自分の周辺にできることを多くの4歳児が知っている様子が示された。

これらは、東京都内の児童センターや保育所で行われた「理科読」プログラムを調査対象として得られた結果である。「理科読」とは、“科学の本”を通じて自然科学を学ぶ文化的活動を示す言葉であり、2008年に開催された「科学読み物シンポジウム」のキャッチフレーズとして示され、多くの実践がなされてきているものである（大貫ら、2016b）。

本稿においてはまず、米国でNext Generation Science Standards（以下、NGSSと記載）等で、「光とかげ」に関して幼少期に期待される学びについて整理した。その上で、大貫（2016a）で分析した事例のうちひとつを取り上げ、その2か月後に行われた発展的活動場面での子どもの科学的思考の萌芽について分析を試みた。

1. 米国の幼児教育に見る「光とかげ」に関する学び

日本では理科は小学校第3学年から始まる科目である。米国において2013年に公開されたNGSSでは、kindergartenから第12学年までを通した科学教育についてのスタンダードが示されている。NGSSに示される「光とかげ」に関する学習の始まりを調査した。

NGSSで光源と物体と「かげ」との関係について最初に扱うのは、「波、及び、情報伝達テクノロジーへの応用」に関する小学校第1学年の学習である。その学習終了時には子どもに以下の能力が修得できるようになることを示している。

- 1-PS4-2 光が当たった時にのみ、物体が見えるということについて、証拠に基づいた根拠を構成するための観察を実施する。
- 1-PS4-3 異なる材質で作られたものを光線の通り道に配置することの影響を決定するための調査を計画・実施する。

1-PS4.4 離れたところでのコミュニケーション問題を解決するために光や音を使ったデバイスを設計・構築するために道具や材料を使用する。

NGSSでは、この学習に先立って、kindergartenにおける物理領域の学び(K-PS3 Energy)として、太陽光が地表に与える影響を決定するための観察や、その影響を軽減させるものづくりの計画と実施ができるようになることが示されている。ここでは、太陽光により地表が温められることや、太陽光を日傘や天蓋、テントにより遮蔽することで、その影響を減らすことができることについて子どもが理解し、意図に応じたものを作ることができるようになることを示している。American Association for the Advancement of ScienceによるScience NetLinksではK-2 (kindergartenから第2学年)でshadowに関して行える具体的な活動案が、2016年9月現在、3件示されている。

幼年期には、太陽光が光エネルギーや熱エネルギーの源であることを意識し、その効果の軽減をねらったものづくり活動などが行われる。この活動を通して、光を遮蔽する物体と、その遮蔽効果の結果として生じる「かげ」についての概念構築がなされていくと考えられる。

また、NGSSは、当該学習領域に関係するEnglish Language Arts & Literacy (以下、ELA/Lと記載)やMathematicsのCommon Core State Standards (以下、CCSSと記載)についての言及があるなど、理科教育と他教科との関連を強く意識している。理科教育における言語活動の重要性については、日本においても、その重要性が指摘されている(文部科学省, 2008)。

International Literacy Association、National Council of Teachers of English、The Verizon Foundationによるreadwritethinkにおいては、K-2で行える「光とかげ」に関するリテラシーと科学の横断的な活動「Casting Shadows Across Literacy and Science (Lesson Author: D. A. Jensen, Ph.

D.)」などが紹介されている。その内容はCCSSを採択した複数の州におけるkindergartenのスタンダードにも該当することが示されている。

米国においては、これらのようにELA/Lと理科とを融合した横断的学習が幼少期から計画されるようになってきており、その教材のひとつとして、「光とかげ」が活用可能なものであるということが示されている。自らの発見を表現することで、他者と共有したり、ものづくり活動場面などで協議したりすることで、自らの考えを精緻・拡大していくことが期待されると言えよう。

「光とかげ」に関して、日本においても幼年期の子どもに豊かな科学的概念の構築がなされることを期待して、「理科読」実践プログラムを作成した（大貫ら，2016c）。

2. 4歳児を対象とした活動事例における「光とかげ」に関する理解の深まり

(1) 調査対象事例

東京都内の公立保育所において行われた「光とかげ」に関する「理科読」プログラム活動中の4歳児及びその保育者を調査対象として事例研究を行ってきている。大貫（2016a）では、2013年及び2014年に実施した活動の導入部分を分析した。本論文では、大貫（2016a）で分析した2014年の事例から2か月後に、同一施設で同一の子どもを対象として行われた発展的活動の一場面を分析対象としている。本調査で用いた「理科読」プログラムは、保育者の希望により、使用する絵本などの一部に改変がなされているが、概ね、大貫ら（2016c）に示した理科読プログラム「光とかげ」に基づいている。

なお、個人情報保護の観点から、子どもや保育者については任意の記号を付して報告する。本調査の記録・分析に際しては事前に保育者、施設長をはじめとする実践施設関係者等への同意を得て行った。

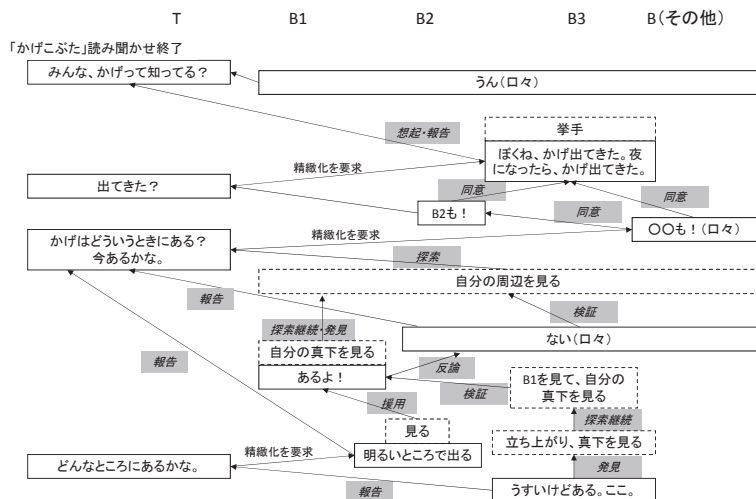


図2. 「光とかげ」に関する活動の導入場面の分析 (大貫, 2016a)。子ども: B, 保育者: T。実線枠: 発言, 点線枠: 行動。斜字部分: 科学的思考の萌芽。

によって、生じる「かげ」の形が異なったり、「かげ」が生じる位置が変わったりすることを体験した後、子どもが個々或いは協働して自ら持った光源を物体に当てて同様の現象が生じることを体験した。

(3) 分析結果と考察

① 光源の必要性に関する理解の深まり

調査で得た記録映像を基に、活動マップを作成した(図3、4、5)。子どもの番号は、大貫(2016a)と同一である。図3で示すように、活動の導入時に保育者が2か月前に行った実践について、「かげのことしたの覚えてるかな」という問いを發した。それに対し、子どもは口々に「覚えてる」と答えた。

しかし、「かげってどんなところにできたんだっけ。」という保育者の問いに対しては、B4が「暗いところ」と回答し、B5が「明るい場所」と回

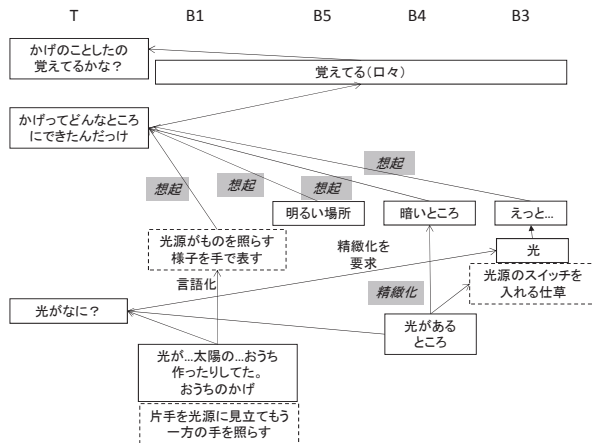


図3. 「光とかげ」に関する前回の活動の振り返り場面の分析。子ども：B，保育者：T。実線枠：発言，点線枠：行動。斜字部分：科学的思考の萌芽。

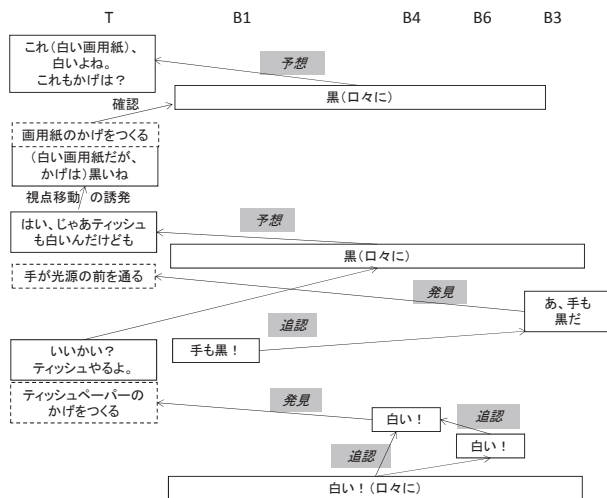


図4. 「かげ」の色を予想する活動場面の分析①。子ども：B，保育者：T。実線枠：発言，点線枠：行動。斜字部分：科学的思考の萌芽。

答した。これらの回答は矛盾しているように聞こえるが、前回の実践で部屋を暗くして行ったという経験を想起したり、「かげ」は暗いところを指す言葉であると考えたりしたのであればB4の「暗いところ」という回答は正しく、真っ暗な中では「かげ」は見られず、光源が必要であるということに気づいているためであればB5の「明るい場所」という回答も誤りとは言えない。

同じ場面で、B3は、同じ問いに対して「えっと」と即答を避け、前回の活動で使用した光源のスイッチを入れる仕草をしながら「光」と答えた。それに対して保育者が「光がなに？」と問いかけると、先ほどは「暗いところ」と回答したB4が、B3の活動や発言をふまえて、「光があるところ」と回答し、光源の必要性に気づいた様子を見せた。B1は、B3と同様に、前回の活動で行った光源が物体を照らす活動の様子を手で再現しながら、「光が…太陽の…おうちつくったりしてた。おうちのかげ」と発言した。

B1やB3の様子は、前回の活動を想起しながら自らの考えを言語化している様子を示している。また、B3の行動と保育者の発問がB4に思考の精緻化を促し、光源の必要性に気づかせていたことがわかった。

② 物体の材質と生じる「かげ」に関する理解の深まり

図3で分析した場面の後に、光源とスクリーンの上にボールを置くと、ボールの「かげ」がスクリーンに生じることや、ボールの位置により、生じる「かげ」の大きさが変わることに関する活動を行った。

活動を一通り終えた後に保育者が、「ボール、さっきさ、かげ何色だった？」と発問すると、複数の子どもが「黄色」と回答した。黄色はボールの色であり、「かげ」の色ではなかったが、一人の子どもの発言に他の子どもが同調して、誤答が全体に広がったと考えられる。類似する場面が、大貫（2016a）においても見られており、他の子どもの発言について吟味

せず、同調しがちな子どもの傾向を示唆していると言える。

保育者は、その誤答を直接否定するのではなく、「ボールは、黄色かった。」と子どもの回答がボールの色を指していることを示した。その保育者の言葉により、自らの誤答に気づいたB1は、「あ！あ！」と発言した。そして、「かげは何色だった？」と重ねて質問した保育者の問いに対して、「黒」と回答し、他の子どもも「黒」と口々に答えた。

図4では、ボールの「かげ」が黒であることを確認した上で、保育者が白い画用紙を提示し、「これ白いよね。これもかげは？」と子どもに新たな物質により生じる「かげ」についての視点移動を誘発する場面以降を示している。保育者は、「黒」という子どもの回答を確認した上で、画用紙の「かげ」をつくり、白い画用紙であるが「かげ」は黒いことを確認した。

最初の問いではボールの色と「かげ」の色を混同して回答している子どもの様子が見られたが、その後のやり取りから、以前の活動で作った「かげ」や、今回の活動で見た黄色のボールの「かげ」がすべて黒色だったことをふまえて、白い画用紙でも「かげ」は黒いことを予想していたことがわかった。

その後、保育者がティッシュペーパーを提示し、「はい、じゃあティッシュも白いんだけど」と言うと、子どもは「かげ」の色が黒色であるという予想を述べていた。その確認をする前に、偶然保育者の手が光源の前を横切ったところ、手の「かげ」が見えた。B3が「あ、手も黒だ！」と発言し、B1はその発言を追認して「手も黒！」と発言した。

これらの状況から、物体の色に因らず、「かげ」は黒いという概念構築が子どもの中になされていることがわかった。しかし、ティッシュペーパーは、光源の光を一部透過させる。そのため、生じる「かげ」は、子どもが予想している黒い「かげ」ではなく、薄いものになった。そのことを発見したB4が「白い！」と発言すると、それを追認した他の子どもが口々に「白

い」と発言した。B4に、「かげ」の濃淡を示す語彙がなかったために、「白い」という言葉により表現がなされ、それを多くの子どもが追認する形で使用したと考えられる。保育者が「白いけれどもさ」と精緻化を要求すると、B5が「透明？」と発言した。その後、他の子どもが口々に「透明」と発言した。光の透過性への着眼はできているが、適切な言葉を見つけれられていないことを自覚する気持ちがB5の疑問形の表現に表れていると考えられるが、他の子どもは、その表現を吟味せず、追認する形で使用していた。

その後の様子を図5に示す。ティッシュペーパーが半透明であることへの気づきを誘発しようとした保育者が「透明みたいだね、だけど暗いよね」と発言すると、B6とB7は顔を見合わせながら「おかしいね」と言い合った。B4はB6とB7に同意して「かげはなんでも黒なのに」と口にした。このことから、物体の色や材質に因らず、すべての「かげ」は黒色であると

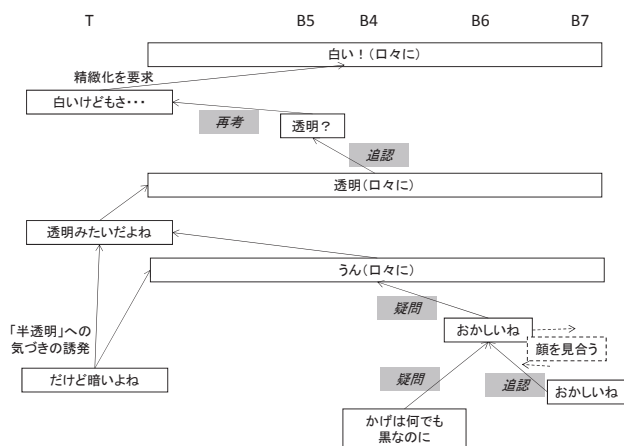


図5. 「かげ」の色を予想する活動場面の分析②。子ども：B，保育者：T。実線枠：発言，点線枠：行動。斜字部分：科学的思考の萌芽。

いう概念構築がなされている子どもにとって、ティッシュペーパーの「かげ」は、予想と合致しない事象であり、容易には受け入れがたいものとして受け止められていることがわかった。この後の活動でも半透明や有色透明である物体がつくりだす「かげ」に驚き、不思議がる様子が見られた。

これらから4歳児であっても、「かげ」に関する自分なりの概念構築をしており、その概念に依拠した予想をもちながら観察に臨んでいることや、予想と異なる結果を目の当たりにしたときに驚き、その理由を考えようとする姿勢が見られることがわかった。

おわりに（今後への展望）

今回、東京都内の公立保育所で記録した実践からは、「光とかげ」について、4歳の子どものであっても、2か月前に行った活動を想起して、「かげ」ができるために光源が必要であることを示せることがわかった。また、経験から物体の色や材質によらず、「かげ」は黒いことを予想しており、その予想と合致しない事象に出会うことで、驚き、その理由を考えようとすることがわかった。

さらに、こうした活動の過程で、子どもは共に活動している他の子どもの発言や行動を見聞きし、そこから影響を受けていることもわかった。特に、一人の子どもが発信した言葉を他の子どもが口並みを揃えて言う場面が複数個所で見られており、中には、保育者の問いかけと合致しない回答を述べるなど、他者の発言を吟味せずに追認していることが示唆される場面もあった。こうした場面では、保育者の問い直しが、子どもに再考を促したり、思考の精緻化を促したりすることが示された。

また、先に調査対象とした実践では、図2に示す場面の前に、絵本「かげこぶた」（作・絵：小野かおる、出版：福音館書店）の読み聞かせを行うことで、「かげ」や「かげ」のでき方という事象に関し子どもがもって

いる科学的思考の萌芽に働きかけ、絵本に見られる「かげ」が実生活ではいつ、どういう場面で見られるか、想起することを促していた。今回分析した図4の活動後には、絵本「なんのかげ？」（文・構成：武山枝里、写真：西山悦子、出版：福音館書店）の読み聞かせなどが行われ、絵本に出てくる「かげ」が何によりつくられているのか、子どもが予想しながら読み進める形になっていた。こうした言語活動の過程で、子どもは、「かげ」のでき方が、光源と物体とスクリーンの位置関係により変わることや、物体が光を透過する度合いにより、「かげ」の色が変わるといふことへの理解を深めていくことが示唆された。

本調査事例で用いた「理科読」のような、科学的体験と言語活動とを融合した幼児教育プログラムは、幼年期の子どものもつ科学的思考の萌芽に働きかけるとともに、豊かな言語活用能力の修得に寄与すると考えられる。

注記

本研究は、下記の口頭発表の内容について、質疑応答をふまえ、再構築したものである。

大貫麻美（2016）：幼年期の子どもがもつ科学的思考の萌芽に関する事例研究（2）～「光とかげ」に関する科学的思考の萌芽と保育者の支援～、日本保育学会第69回大会。

謝辞

本研究に際して、研究協力をいただいた保育所の関係各位、及び、土井美香子様（NPO法人ガリレオ工房）、瀧上豊教授（関東学園大学）、原口るみ様（東京学芸大学大学院連合学校教育学研究所）に謝意を表す。なお、本研究は以下の科研費の助成を受けて行った。

文献調査：No. 15K12389（代表：隅田学）

実践調査・分析：No. 25870693（代表：大貫麻美）

引用文献

- American Association for the Advancement of Science : Science NetLinks, <http://sciencenetlinks.com/> (2016.9.25確認)
- Common Core States Standards Initiative (2010) : Common Core States Standards: <http://www.corestandards.org/> (2016.9.25確認)
- Jensen, D. A. : Casting Shadows, Across Literacy and Science, <http://www.readwritethink.org/classroom-resources/lesson-plans/casting-shadows-across-literacy-1016.html> (2016.9.25確認)
- 文部科学省 (2008) : 小学校学習指導要領解説 理科編, 東洋館出版.
- NGSS Lead States (2013) : Next Generation Science Standards: For States, By States, Washington DC, The National Academies Press.
- NGSS Lead States : NGSS K-PS3 Energy, <http://www.nextgenscience.org/dci-arrangement/k-ps3-energy> (2016.9.25確認)
- Novak, J.D. and Gowin, D. B. (1984) : *Learning how to learn*, Cambridge University Press.
- 大貫麻美 (2014) : 幼年期の子どもに見られる科学的思考の萌芽に関する基礎的研究 (1) — 「活動マップ」の開発と事例「空気存在」における分析 —, 帝京平成大学紀要, Vol. 25, pp. 97-103.
- 大貫麻美 (2016a) 幼年期の子どもに見られる科学的思考の萌芽に関する基礎的研究 (3) ~事例: 保育所における4歳児の「光とかげ」に関する活動を通して~, 帝京平成大学紀要, Vol. 27, pp. 95-100.
- 大貫麻美・原口るみ・土井美香子・瀧上豊 (2016b) 本を通して自然科学を学ぶ「理科読」の歴史と実践的研究への展望, 帝京平成大学児童学科研究論集, No. 6, pp. 69-79.
- 大貫麻美・原口るみ・土井美香子・瀧上豊 (2016c) : 理科読プログラム「光とかげ」, 大貫麻美 (編・著) 『幼年期の子どもがもつ科学的思考の萌芽とそれに呼応した支援に関する実践的研究』, 港北出版印刷株式会社, pp. 42-59.
- 佐藤公治 (1996) : 『認知心理学からみた読みの世界—対話と協同的学習をめざして—』, 北大路書房.
- 隅田学・深田昭三 (2005) : 幼い子どもの科学コンピテンスの再評価とその教育適時性に関する一考察, 科学教育研究, 29 (2), 99-109.