

鏡を題材とした科学遊びにおいて幼児が実感できる 鏡の性質と仕組みについての一考察

新井しのぶ 山田朋子

A Study on the Nature and Mechanism of Mirrors in Scientific play for Infants with Mirrors as the Main Theme

Shinobu Arai Tomoko Yamada

(2022年12月12日受理)

1. はじめに

科学的リテラシー、数学的リテラシー、読解力は人権を保障するために必要な学習として、1992年にユネスコ（国際連合教育科学文化機関）が「Science and Technology Literacy for All」という決議を行ってから現在に至るまで重要視されており（川勝，2009），幼児期においてこれらの資質・能力の基礎を培うことは、小学校以降の学習にむけた接続教育という点においても重要と考える。

科学的リテラシーにつながる幼児の資質・能力の基礎のための環境設定として、幼稚園・保育所等では、科学絵本や図鑑の充実、科学遊びの実践、園庭の自然環境の整備が挙げられる（例えば、森本・磯部，2011；月僧ら，2016；新井・白石・石田，2020）。筆者らは幼児の科学的な見方や考え方の芽生えの育成を目指し、幼児向けの科学遊びの実践を行ってきた（新井・白石・石田，2020，新井・圓入・石田，2022）。しかし、多くの科学遊びの実践と同様に、幼児の科学的な見方・考え方の変容についての調査に重点を置き、幼稚園教育要領、保育所保育指針、幼保連携型認定こども園教育・保育要領（文部科学省，2018a；厚生労働省，2018；文部科学省・厚生労働省，2018）にて示される、幼児が主体的に活動できているかの評価は調査の対象とはしてこなかった。幼児は主体的な力を発揮する「遊び」を通して物と関わることで、「知識及び技能の基礎」「思考力・判断力・表現力の基礎」「学びに向かう力、人間性」の資質・能力が育成される。よって、科学遊びが幼児にとって主体的な力を発揮できる「遊び」として展開するためには、どのような環境を設定すべきかを検討することが必要なのではないかと考えた。

そこで、本研究では、保育の領域「環境」において示

される「内容（8）身近な物や遊具に興味をもって関わり、自分なりに比べたり、関連付けたりしながら考えたり、試したりして工夫して遊ぶ。」について記される幼児と物の関わりから生まれる遊びの展開として、幼児が科学遊びで利用した物（鏡）について、その性質に気づき、また遊びとしてどのように発展するのかを、科学遊びの際に発せられた幼児の発話や保護者へのアンケートを分析し、評価することを目的とした。

2. 方法

2.1. 科学遊びの実践方法

a. 実践園および対象者について

本研究の実践は、中村学園大学付属 A 幼稚園の年中児 2 クラス 50 名（1 クラス 25 名）を対象として 30 分間の活動として行った。A 幼稚園では、幼児が生活の中でたくさんの好奇心を持ち、自分で考え、自分の言葉で表現し、行動できるような幼児教育・保育を行っている。具体的には、幼児の 1 日は乳幼児期において最も大切な生活体験となる「遊び」を幼児の一日の基盤としながら、課題的活動の時間を設け、工作や運動など普段の日常生活では体験できない環境設定を取り入れている。本研究で行った科学遊びは、この課題的活動の時間に行ったものである。

b. 科学遊びの環境設定

科学遊びの活動は、研究者の大学から幼稚園へのリアルタイムのオンライン配信により行われた。オンライン配信の準備および手順については、新井らの報告を参考にした（新井ら，2022）。

c. 科学遊びの内容

科学遊びは、年中児が日常生活で目にする鏡の性質を利用した内容とした。鏡は、光を反射する物体である。

鏡によって反射された光は、人の目によって受容され、像として認識される。本研究で行った科学遊びは、鏡による光の反射を利用し、鏡を二枚重ね合わせることで像が複数見える現象、凹面鏡の焦点の仕組みを利用して物が浮いて見える現象の2つを幼児が実感できる内容とした(図1)。また、これらの体験の最後に、合わせ鏡を使った表現活動を行った。具体的には、図2に示す12cm×22cmの段ボール紙を二つ折りにし、カッティングミラー(10cm×10cm)2枚を両面テープで貼った台紙を準備し、そのカッティングミラー部分(以下、鏡)に幼児が直接絵を描いた。幼児が描いた絵は、二枚の合わせの鏡に開閉角度によって見え方が変化する。この活動を通して、鏡の性質を使った表現を楽しむ活動を行った(図2)。活動の時間経過や、幼稚園での様子、研究者による発話の展開は表1に示す。

2.2. 調査と分析方法

科学遊びの幼児の遊びの様子は、幼児の発話を分析することで調査をした。幼児の発話は研究者によりその場でパソコンにて記録された。なお、発話した幼児については個人を特定せず、発話とその様子を記録した。また、幼児が使用した物(鏡)について、帰宅後に保護者にとのような説明を行ったのかを調査するために、科学遊び

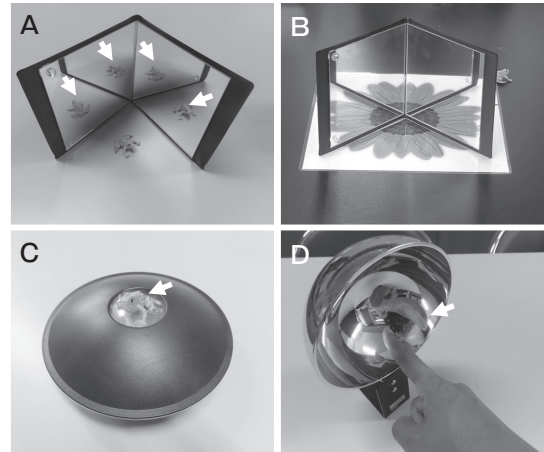


図1. 科学遊びで使用した鏡

A: 2枚の鏡からなる合わせ鏡の前にカエルを置くと、鏡の角度によって鏡に映るカエルの数が増える。B: 合わせ鏡によって絵が完成する様子。C: ミラースコープ (ScienceGeek)、D: ミラクルミラー (ナリカ)。それぞれ矢印が鏡像

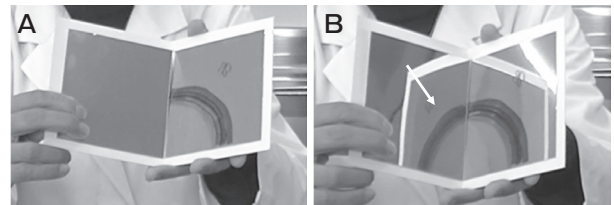


図2. 鏡を利用した工作

A: 段ボール紙を使って作成した鏡の台紙。B: 片方の鏡に描かれた絵は、二枚の鏡の角度によって、見え方が変化する。写真の絵は、四分の1の虹が合わせ鏡によって、半円に見える様子。

表1. オンラインによる科学遊びの展開

時間	活動内容	幼稚園での様子	研究者による配信の様子
00分00秒	準備	<ul style="list-style-type: none"> ・担任の先生は園児に着席を指示する。 ・人数を確認する ・子供たちが話を聞ける姿勢になっているか確認する ・実験道具は、まだ子供には渡さない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・配信の準備
01分00秒	導入		<p>T「〇〇幼稚園の子供たち、おはようございます！」</p> <p>T「私はアライシブといいます。よろしく申し上げます。」</p>
02分00秒	鏡の不思議①	<ul style="list-style-type: none"> ・ScienceGeek 3D ミラースコープを準備 ・ナリカ ミラクルミラーを準備 	<p>ミラースコープにより、カエルが浮かんで見える様子を体験</p> <p><input type="checkbox"/>「今日は、みんなと一緒に鏡の世界で遊ぼうと思います！鏡の世界のこと、みんな知っているかな？」</p> <p><input type="checkbox"/>「では、早速、鏡の世界をのぞいてみよう！」</p> <p><input type="checkbox"/>「この鏡が机にあるグループのみんな、この黒いれもの、なんだか中が鏡になってるね」</p> <p><input type="checkbox"/>「これは、どんな鏡なのかな！」</p> <p><input type="checkbox"/>「沓岐幼稚園の先生、黒い鏡の中にカエルを入れてください！」</p> <p><input type="checkbox"/>「さて、みんなどうなりましたか？透明に浮いているカエル見えましたか？」</p> <p><input type="checkbox"/>「後でゆっくり見る時間を作るので、まずは自分の席に戻りましょう。」</p> <p>ミラクルミラーにより、自分の手が飛び出してくる様子を体験</p> <p><input type="checkbox"/>「次は、この丸い鏡。この鏡はミラクルミラーといいます。いつもみんなが見ている鏡とはなんだか違うね。この鏡はどんな世界が見えるのかな？」</p> <p><input type="checkbox"/>「この鏡の中に、こうやって指を入れてみましょう」</p> <p><input type="checkbox"/>「大きな指がこちらに飛び出てきます！」</p> <p><input type="checkbox"/>「みんな、ミラクルミラーで飛び出る指を見ることができたかな？」</p>
12分00秒	鏡の不思議②	<ul style="list-style-type: none"> ・合わせ鏡を準備 	<p>鏡を合わせて使うことで、像の見え方が変化したり、像が増えて見えることを体験</p> <p><input type="checkbox"/>「それでは、次に鏡の本があります。開いてみましょう。」</p> <p><input type="checkbox"/>「鏡の本の中をのぞくと、世界が変わるよ。」</p> <p><input type="checkbox"/>「覗いてみると、一人だった自分が何人にも見えるよ。みんなものぞいてみよう」</p> <p><input type="checkbox"/>「机の上に、なんだか不思議な絵の紙があるよね？この絵は、いったい何の絵なのか、鏡を使って調べてみよう！みんな、何個にも増えるかやってみよう！！！」</p>
17分00秒	鏡を使った造形活動	<ul style="list-style-type: none"> ・準備物を配布 ・静かにテーブルに座らせる。 ・保育者により、再び Teams 画面を見るように指示を出してもらう。 	<p>鏡を使った造形活動</p> <p><input type="checkbox"/>「では、最後に、みんなに自分だけの鏡の世界を作ってもらおうと思って、こういうのを準備しました」</p> <p><input type="checkbox"/>「それでは、早速、みんなに鏡の世界を作ってもらいます」</p> <p><input type="checkbox"/>「この鏡に、こうやって線を書いたり、みんな好きな色で絵を描いてみましょう！」</p> <p><input type="checkbox"/>「みんな、絵を描きましたか？このままだと、なんだか面白くないね。それでは、鏡の世界をもっと面白くするために、今から先生にもう1枚鏡を貼ってもらいます。」</p> <p><input type="checkbox"/>「順番に貼ってもらうので、静かに待ちましょう」</p>
29分00秒			<p><input type="checkbox"/>「今日の科学遊び、鏡の世界を体験しようは、これでおしまいです。」</p> <p><input type="checkbox"/>「みんなが作った鏡の本は、家に持って帰って、おうちの人にも鏡の世界をみせてくださいね。」</p>

の活動を行った当日（2021年2月中旬）に保護者に対して調査票を配布した（表2）。調査票の配布は、クラス担任に依頼した。回答は、配布の1週間後を締め切りとした。保護者への調査票は基礎集計した。これらの結果から科学遊びにおいて使用した鏡（物）に幼児が主体性を発揮しながら「遊び」としての発展的な展開が見られたかどうかを考察した。

3. 結果および考察

3.1. 幼児の発話分析

a. 鏡の不思議①での幼児の様子

鏡の不思議①は、普段の生活では体験できない凸面鏡の鏡像を体験する活動であった。凸面鏡により、像が浮かんで見える様子を、幼児は非常に驚いている様子であった。「うわー！」などの驚きや、現象を楽しみ笑う様子が多くみられた。その中で「なんか、口の中にカエルを入れてるのにボンと出てきた」や「カエルさんをつぶしてもどかん」「つかまえない」など、凸面鏡の鏡像は触ることができないということを実感する発話や様子が見られた。また、目の前にある鏡像だけでなく、鏡としての性質について「反対に見える」と気付くことができた幼児もいた。しかし、幼児から「なぜ」このような見え方をするのか、といった発話や、凸面鏡を用いて遊びを展開する様子は見られなかった。

b. 鏡の不思議②での幼児の様子

鏡の不思議②では、合わせ鏡の体験を行った。合わせ鏡は、普段の生活で利用する鏡を2枚重ねることで、重ねた角度によって鏡像の数が増えていく様子などを体験できる。ここでも、鏡の不思議①と同様に、鏡像の様子に驚き、楽しむ幼児の発話が多くみられた。その中で、「真似っこしてる」「まねっこしないでよ」「二人でにらめっこする」など、自分の分身として遊ぶ様子や、「カエルさんが鏡の中に住んでる」「ここにもカエルがいる、偽物だよ」など、幼児なりに鏡の中の世界を別の世界と捉えて楽しむ様子が見られた。また、像が鏡の角度の違いによって増える様子について、「4こある」「何人いる？1, 2, 3, 4, 5人！」と、数を数える様子も見られた。

また、合わせ鏡を利用して、絵の変化を楽しむ場面では（図3）、「クローバーになった」「お月さまが見えた！」「うちゅうだ！」など、鏡によって絵の見え方が変化する様子を驚き、楽しむ様子が見られた。また、何枚かの絵を準備していたことから（図3）、鏡で見ることができた絵の様子について、「これがめっちゃすごいよ、ロケット飛んでるよ。」など幼児同士で伝え合う様子が見られた。

鏡の不思議①では凸面鏡の現象を驚いたり楽しんだり

すること以外に、幼児の発展的な遊びへの移行は見られなかったが、鏡の不思議②では、鏡を合わせる角度を変えることで、見える像の数が増えたり、見える絵の様子が変化するなど、鏡の性質に気付いた幼児は、研究者が準備した遊び方以外に遊びを発展させる発話や様子が見られた。具体的には、自分の顔やおもちゃのカエル、友達顔など、増やしたり、数えたりと、鏡の角度と見える鏡像の数を関連付ける遊び、合わせ鏡の光の反射に気付いた幼児は、その光を壁に反射させて楽しむ遊びが見られた。鏡を用いた光の反射と直進の学習は、小学校理科第3学年の（3）光と音の性質の単元において「ア（ア）日光は直進し、集めたり反射させたりできること。」の内容で行われる（文部科学省, 2018b）。小学校理科では、児童は学習の目的（仮説）を検証するための道具として鏡を使うが、幼児は鏡の現象を遊びとして楽しみながら、その性質に気付くようであった。

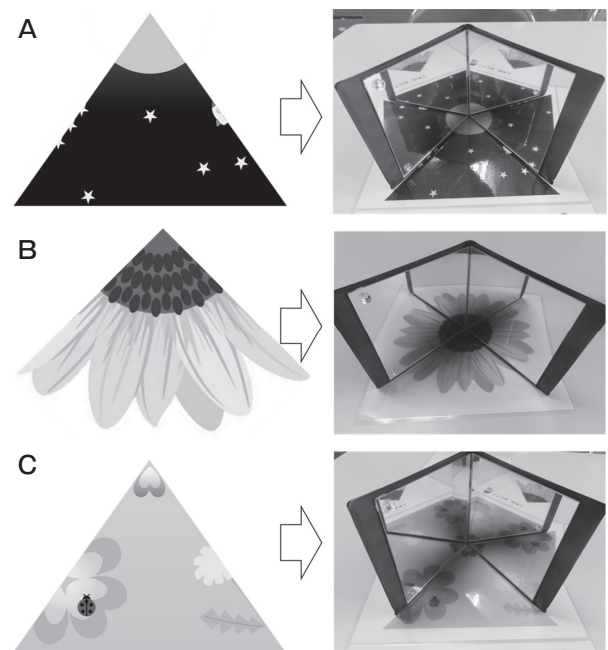


図3. 合わせ鏡による絵の様子の変化

A：月の形が満月に見える様子。B：四分の1のヒマワリが円に見える様子。C：1枚のクローバーの葉が4枚に見えたり、半分のタンポポが一つに見える様子。

c. 鏡を使った造形活動

鏡を使った造形活動では、鏡の不思議②で行った合わせの性質を利用し行われた。具体的には、図2に示すような台紙に貼ったカットイングミラーに幼児に油性ペンで自由な絵を描かせた。なお、鏡の見え方によって絵が変化する造形については、わたなべちなつ作の「かがみのえほん ふしぎなにじ」を参考にして考案した（わたなべ, 2014）。鏡に直接絵を描くことが初めての体験であることから、「こんなに楽しいのははじめてだ」と、それ自体を楽しむ幼児が多くいた。また、合わせ鏡の性

質を利用して、「ハートと虹ができた!」「お花と虹こんにちは」など、鏡を通して自分の描いた絵を完成することを楽しんでいる様子や、幼児同士や教員と完成を共有している様子が見られた。造形活動を通して、絵の見え方をゆっくり覗きながら角度を小さくしたり、大きく開いてみたり、また鏡に描いた絵だけでなく、鏡に映る周りの風景との様子を楽しむ姿（もって立ち上がりそのままごとくるくるまわってみる）も見られた。なお、幼児が作成した合わせ鏡の造形物は、当日家に持ち帰らせた。

3.2. 家庭での様子

科学遊びを行った日に、保護者へのアンケート調査を行った。アンケート回収率は78% (39/50) であった。アンケート内容は、活動についての説明については「お子様は、自分から科学遊びの出来事について、保護者に話しましたか?」および物についての説明については「科学遊びで使った道具を見せて、保護者に説明しようとしていましたか?」とし、「はい」「いいえ」に二択で調査した。また「オンラインの科学遊びのお子様の感想について、お子様が話したことを教えてください。」について自由記載を求めた。

まず、幼児が自分から科学遊びの出来事について話したか、また道具を見せて保護者に説明しようとしたかについてのアンケート結果では、図4に示すような結果となった。この結果から、活動の内容について話す幼児より物（鏡）の説明を自分からする幼児のほうが多い結果となった。実際に、自由記載において「科学遊びでどんなことをしたのかなど話は特にしませんでした、持ち帰った鏡を帰宅後すぐにカバンから取り出し、こうやってみるんだよ!面白いでしょ?と見せてくれました。」

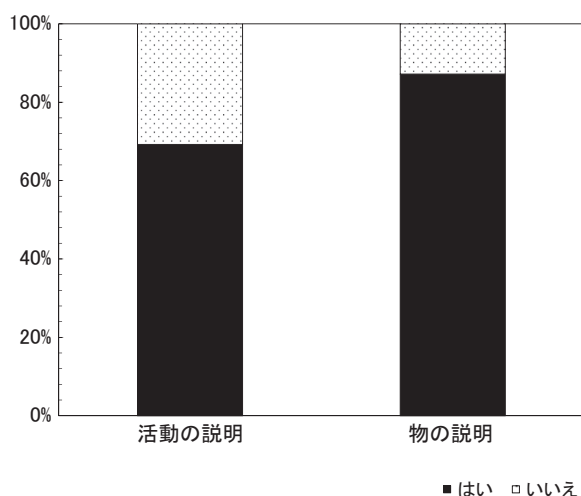


図4. 家庭での様子

活動の説明：お子様は、自分から科学遊びの出来事について、保護者に話しましたか?、物の説明：科学遊びで使った道具を見せて、保護者に説明しようとしていましたか?

と、鏡の性質への発見を、保護者に伝えようとする様子が見られた。

次に、幼児が保護者に話した内容がどのような内容であったかを KH Coder^{註1)}を用いた記述統計で分析した。具体的には、まず自由記載の集計単位を「文」とし、上位100位までの抽出語について Jaccard 係数による共起関係を算出し、共起ネットワークを作成した(樋口・中村・周, 2022)。なお、共起ネットワークの作成において、「言う」を解析から除去した。その理由は、幼児がこのように「言った」など、幼児が発言した内容について説明する熟語であり、分析の対象となりえないためである。

以上の手順で作成した共起ネットワークが図5である。図5の結果、幼児が発言した内容は大きく4つのサブグラフに分けられた。4つのサブグラフ全てが「鏡」につながっており、それぞれ活動した内容ごとに「ミラーズコープ」「合わせ鏡」「造形活動」「鏡全般」に分けられる傾向であった。この結果から、科学遊びの体験について「鏡」と関連させて話ができていることが分かる。さらに、「鏡」の性質としては「写る」や「見える」の熟語が一般的なキーワードとして強い共起ネットワークとなると予測されるが、本研究での実践を活動した幼児においては「増える」「変わる」など、合わせ鏡や凸面鏡の鏡による鏡像の見え方を説明する様子が見られた。

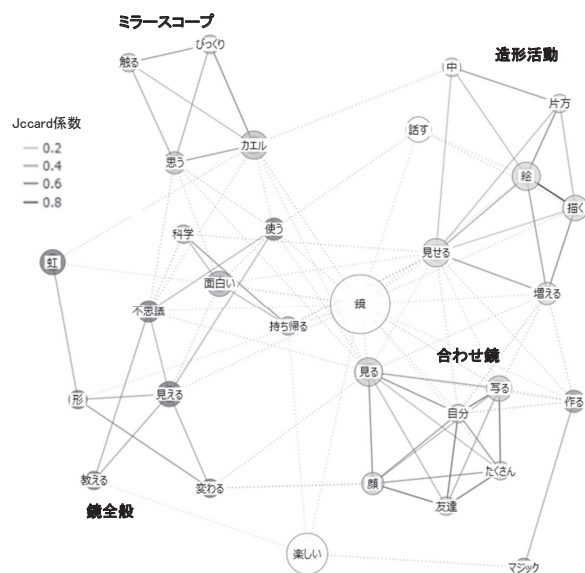


図5. 幼児が保護者に話した内容についての共起ネットワーク

4. まとめおよび今後の課題

本研究では、保育の領域「環境」において示される「内容(8)身近な物や遊具に興味をもって関わり、自分なりに比べたり、関連付けたりしながら考えたり、試したりして工夫して遊ぶ。」について、幼児が科学遊びを通

して、科学遊びに利用した物（鏡）について、どのようにしてその性質に気付き、また遊びとしてどのように発展してたのかを、科学遊びでの幼児の発話と保護者へのアンケートで分析した。

この結果、幼児は普段体験しない不思議な凸面鏡での活動と比較して、幼児が日常生活で目にする鏡で、かつ、手に取って使いやすい合わせ鏡を使った活動において、鏡の性質を利用しながら自分なりに遊びを工夫する発話や様子が見られた。このことは、保護者へのアンケートにおいて、幼児が科学遊びで体験したことをどのように伝えたのかを自由記載した回答において、「増える」「変わる」などが説明のキーワードとなっていたことから、鏡の性質に気付き、それを利用して遊んでいたのではないかと考えられる。また、自宅に帰ってからの様子として、幼児は科学遊びの活動について説明するよりも、物（鏡）の説明を積極的にした様子がうかがえた。このことから、科学遊びにおいて、幼児が物の性質に気付き、主体性をもって「遊び」を発展させるためには、非日常的で理解が難しい物よりも、幼児の日常にあり、また幼児が使いやすい物を使用する方が良いといえる。

以上のことから、鏡を題材とした科学遊びの成果として、科学的な視点である鏡の見え方に気付き、それを利用して発展的に遊ぶだけでなく、またその気づきを友達や保護者に伝えようとする姿につながった。しかし、科学遊びとして科学的な見方という点で、より具体的な原理、例えば凸面鏡の見え方について「なぜこのように見えるのか」を追求する幼児が見られなかった。これについて、不思議な現象に関する探究心の芽生えは、様々な要素で生じていると考えられることから（例えば、年齢、性別、生活環境など）、より詳細な分析を今後は検討したい。また、本研究では科学遊びを行った当日の様子のみで、幼児の遊びについての発話や様子を記録したにとどまったが、長期的に鏡を使った遊びがどのように変化したのかを調査することで、科学遊びで気付くことができた「物」性質をどのように活用しているのかの調査を行う予定である。以上の検討及び調査を行いながら、幼児の探究心の芽生えや主体的な遊びの発展につながる科学遊びのプログラムを開発したい。

謝辞

本研究におきまして、科学遊びの準備および道具類の作成等にご協力いただきました中村学園大学発達支援センター 岩男美美助教および藤田沙織氏に、深く感謝の意を表します。また、本研究にご協力賜りました幼稚園の先生方、および園児とその保護者の方々に深く感謝の意を表します。本研究の一部は、日本学術振興会科学研

究費補助金（課題番号18K02968）の助成を受けて行われたものである。

註

1) KH Coder Version 2.Beta.03 (Perl 5.14.2, Perl/Tk 804.03) を、<http://khc.sourceforge.net> より2021年6月10日にダウンロードし、分析に使用した。

5. 引用文献

- 新井しのぶ, 圓入智仁, 石田靖弘 (2022): オンラインによる幼児向け科学遊びの実践と効果—中学校理科「静電気と電流」に関連した科学遊びを事例として—, 中村学園大学・短期大学部研究紀要, 54,63-69.
- 新井しのぶ, 白石恵里, 石田靖弘 (2020): 月の見え方に関する科学的視点の獲得を目指した幼児向け科学活動とその効果検証, 科学教育研究, 44,384-396.
- 月僧秀弥, 稲垣祐介, 早武真理子, 伊佐公男, 葛生伸, 浅原雅浩 (2016): 幼児向け科学教育プログラムの開発とその評価の試み—ものの浮き沈みに関する実験を例として—, 科学教育研究, 40, 325-333.
- 川勝博 (2009): 何のために全ての人々に科学リテラシーが必要か, 学術の動向, 14, 14-19.
- 厚生労働省 (2018): 保育所保育指針 (平成29年告示)
- 樋口耕一, 中村康則, 周景龍 (2022): 動かして学ぶ!初めてのテキストマイニング, ナカニシヤ出版.
- 文部科学省 (2018a): 幼稚園教育要領 (平成29年告示)
- 文部科学省 (2018b): 小学校学習指導要領 (平成29年告示)
- 文部科学省・厚生労働省 (2018): 幼保連携型認定こども園教育・保育要領 (平成29年告示)
- 森本信也, 磯部頼子 (2011): 幼児の体験活動に見る「科学の芽」, 6-7, 学校図書株式会社.
- わたなべちなつ (2014): ふしぎなにじ, 福音館書店