

【特集論文】

理科学習指導論 —子どもの考え方の特徴とジェンダーの視点から—

稲田 結美（日本体育大学）

本稿では、自然や科学に対する子どもの考え方の特徴を先行研究に基づき整理し、教師による子どもの考え方の把握が、理科の学習指導に重要であることを論じた。そして、ジェンダーの視点を事例に、子どもの全体的な傾向だけでなく、特性や属性に着目することで、理科の学習指導に新たな課題が見出され、教材や指導法の開発への示唆が得られることを指摘した。

キーワード：理科，学習指導，子どもの考え方，ジェンダー

Science Learning and Teaching Based on the Characteristics of Children

: Characteristics of Children's Thinking and a Gender Perspective

Yumi INADA (Nippon Sport Science University)

In this paper, I summarized the characteristics of children's thinking on nature and science based on previous researches. And I explained that it was important for teachers to understand children's thinking in science teaching. Furthermore, I pointed out the following as a case of a gender perspective. Focusing on not only the trends of all children but also the characteristics or attributes of some children, new problems are found in science teaching, and suggestions for the development of teaching materials and teaching methods can be obtained.

Key Words: science, learning and teaching, children's thinking, gender

1. はじめに

理科の学習指導を検討するにあたり、子どもの考え方を看過することはできない。なぜなら、理科は自然の事物・現象を学習対象とする教科であり、子どもは学校の理科授業を受ける以前から、自然事象に触れ、その事象に対して自分なりの解釈をしているからである。加えて、その自分なりの解釈が、科学的に正しい解釈とは異なっていることがあり、科学概念の正しい理解が進まないという問題が起こっているのである。本稿では、自然や科学に対する子どもの意識や考え方などを先行研究に基づき整理し、理科の学習指導法を開発・研究する際の視点について考察する。

2. 構成主義学習論による子どもの考えの重要性

子どもの学習がどのように成立するのかについて、これまでいくつかの学習論が解明を試みてきた。古くは、外部から与えられた刺激に対する行動上での応答や変化を学習と捉えるという行動主義的な学習論があり、子どもは学習内容についての知識や経験等を何ら有していない状態であり、教師から提供される情報を受け取っていくだけの受け身的な存在と見なされていた(内ノ倉, 2012, p.207)。この行動主義的な立場では、子ども達の思考のプロセスには、ほとんど関心が払われていなかったが、1980年代ごろから、子ども達の思考プロセスや自然認識における能動的な役割に着目する構成主義的な学習論が唱えられるようになった(内ノ倉, 2012, p.209)。

現在、多くの理科教育研究者が依拠するこの構成主義学習論では、「人間が個々の自然事象に対して思い描く意味とは、対象の中にもともと存在しているものではなく、人間の主体的・能動的な働きかけの中から生み出されたものである」(加藤, 2006)と考えられている。つまり、知識は外部から与えられたものが学習者の中に取り込まれるのではなく、学習者が人間や事物に積極的に働きかけることで自身の中に構成されるという考え方である。学校の授業場面を想定すれば、学習者は決して白紙の状態ではなく、自分なりの考えを持っ

て授業に臨み、学習者自身が新しい知識を意味付け、これまでの自分の考え(知識)と関係付けることで新たな知識を獲得する。つまり、学習者にとって新たな知識に意味を見出せなかったり、新たな知識と自分の先行知識とを関係付けられなかったりすれば、学習は成立しない。理科の学習では、ある自然現象に対する自分の先行知識と新たな正しい知識とが異なる意味を成すことがあり(時には、全く正反対の意味となることもある)、知識の関係付けがうまく行われず、正しい知識の獲得が困難になることがある。子どもが学習以前から持っている知識や考え方は、素朴概念(naïve concept)、ミスコンセプション(misconception)、オルターナティブ・フレームワーク(alternative frameworks)、プリコンセプション(preconception)、子どもの科学(children's science)など、文脈に応じて様々な名称で呼ばれている(堀, 1998)。本稿では、科学概念の理解に負の影響をもたらすと考えられる科学的に間違っている知識や考え方に着目するため、ミスコンセプションという表現を用いる。

3. 子どもが持つミスコンセプション

3.1 ミスコンセプションの事例

「地球は動かず、空や太陽が地球の周りを回っている」や「雲はつかんだり乗ったりできる」、「星は夜になるとどこからか集まってくる」といった自然事象に関する幼い子どもによく見られるミスコンセプションは、実体験に加え、絵本やアニメなどからの影響もうかがえる。そして、子どもの考えの中には、単なる当てずっぽうや勘ではなく、子どもなりの根拠や理由が伴っていることもある。松森(2009)は、表1のような具体例を示している。この表の子どもの考えには、子どもにとって明確な根拠があり、論理的にも間違った説明とは言い難い。例えば、小4の児童による「本を積み重ねるように、温かい空気も下から溜まっていく」という類推には問題がなく、理屈は通っているものの、「熱の対流」という科学概念を知らないために、科学的には誤った考えになってしまっている。

また、小6の児童については、鉄の変化は錆として視覚的に捉えられるが、水の方は視覚的な変化を捉えることができないために、鉄と水の相互作用による変化をイメージできず、誤った考えとなってしまう。つまり、子どもの科学的なミスコンセプションには、部分的に正しかったり、思考様式に問題はなかったりなど、多様なパターンがあるといえる。理科で学習する内容に関して、学習前に子どもたちがどのような考えを保持しているのかを、教師側が詳細に把握することが重要である。そうすることで、指導の際に留意する点や、強調すべき部分が明らかになるのである。

3.2 ミスコンセプションの特徴

子どものミスコンセプションは、思考の対象や内容によって多様ではあるが、次のような共通する特徴もある（内ノ倉，2012，p.211）。

- ① 専門家のもつ概念とは異なる。
- ② 多くの人に共有されている。
- ③ 容易には変化しない。少なくとも従来の理科教育によっては変え難い。
- ④ 科学理論とは異なる信念体系を含んでいることがある。
- ⑤ 科学史上に現れた旧理論と類似していることがある。
- ⑥ 遺伝的要因，生活経験，学校での学習経験によって生じうる。

①，④，⑥については、これまで述べてきたとおりである。また、②と⑤については、国籍や教育制度，年齢などにかかわらず、多くの人が同様のミスコンセプションを持っていること、さらには、自然科学の専門家の間ですら古くは同様な考えを持っていた場合もあることを示している。例えば、地球の周りを太陽が回っているという天動説は、どの国の子どもも同じように捉えやすいだけでなく、地動説が認められる以前では、学者の間でも正しいとされていた考えである。そして、③については、子どものミスコンセプションを科学的に正しい概念に置き換える概念変容の方法として、認知的葛藤法¹⁾や橋渡し方略²⁾といった授業展開の有効性が指摘されている。しかし、概念によっては、長期に定着させることが困難で、ミスコンセプションに再度戻ってしまう場合もあり、概念変容のための指導法の開発はいまだに課題が残されている。

3.3 学習へのミスコンセプションの影響

自然や科学に関するミスコンセプションを持つ子どもが理科を学習する際に、主として次のような望ましくない状況が生じる場合がある。まず、学習内容の理解に対する影響である（中山，1998）。これは、子どもの考えと一致しない科学概念は短時間で忘れ去られてしまいがちで、しかも、学校の理科授業で教わったことは、授業や試験だけで利用すればいいと考え、真には納得していないという問題を引き起こす。つまり、知識や理解のす

表1 自然事象に対する子どもの考えの事例とその根拠や理由（松森（2009）の表より，一部抜粋。）

学年	子どもの考え	その根拠や理由
小3	花壇の草花は、私たちを楽しませるためにきれいに咲くんだね。	花にも、私たちを喜ばせてあげたいという気持ちがあるから。
小4	ストーブで温められた空気は、床の上にどんどん溜まっていくよ。	ストーブから、温かい空気が流れだすから。
小5	太陽が高くのぼると、気温は下がるよ。	高くなると、光の届く場所が多くなり、光が薄くなる。
小6	水に鉄を入れても、水は変化しないよ。	鉄は錆びるけど、水の方は変化しない。
中学	肉食動物だって、草を食べなくちゃダメだよ。	人間と同じように、バランス良く食べないと栄養不足になる。

み分けが起きてしまうのである。例えば、天動説と地動説は相いれない考え方であるが、学校の授業や試験では地動説を用いて説明したり、問題を解いたりするものの、日常的には天動説で天体の動きを捉えているといった具合である。

次に、実験での解釈や観察に対する影響である(松原, 2000)。これは、子どもの考え方による解釈や観察は、必ずしも教師の意図と一致しないことを意味している。例えば、ふりこの等時性を調べる実験において、おもりの重さが重いほどふりこの1往復する時間が長くなるという予想を強く持っている子どもは、おもりを重くしたときに、ストップウォッチの値が0.01秒でも長く示せば、誤差とは捉えずに、自分の予想が正しかったと捉えてしまうのである。また、ヘチマの成長を観察する際に、単に「観察しましょう」という指示を与えるだけでは、前回観察した時からの変化を観察せずに、葉についた小さな虫を延々と見続けてしまう子どもがいたりする。つまり、教師と子どもが同じものを見ても、同じように認識(解釈)しないこともあるのである。このような状況は、観察の理論負荷性(認識する側が持っている見方や考え方によって、自然事象に対する解釈が影響を受けること)と呼ばれ、理科授業において特に留意しなければいけない一側面である。

4. 科学に関連する子どもの思考の特徴

科学に関するミスコンセプションにつながる子どもの考え方には、共通する特徴が見られる。堀(1994)は、子どもが科学的概念を形成している場合や、理科の授業や学習が行われる際に見られる子どもの思考の根拠や特徴について、以下の9点を挙げている。なお、各項目の内容については、堀(1994)の解説を一部抜粋し、要約した。

4.1 生活的概念による思考

子どもは、単純・同質で曖昧なものから複雑・異質で厳密な概念へと分岐・発展していない、いわゆる未分化な概念による考え方をしがちである。

例えば、日常的には「物が燃える」という言葉を用いるが、それは科学的にいえば「燃焼」を指しており、燃焼とは「酸化」を意味している。しかし、日常的には「家が燃える」と表現しても、「家が酸化する」という言い方はしない。つまり、子どもは通常の思考では、日常的に用いられている言葉の意味を使っていることが多く、それと科学的な言葉や概念との差異や、識別の必要性について理解できないことが多い。

4.2 直観に依存した思考

子どもは、目に見えないものは存在しないと考えがちである。つまり、子どもの思考は、理性を働かせるよりも知覚に支配される傾向が強い。したがって、所与の事象の因果関係を推論する場合に、感覚器官のみによることが多くなる。例えば、砂糖は水に溶けて水溶液になっても、きわめて小さい粒子の形になって水溶液中に存在している。しかし、子どもは「消えてなくなってしまった」と推論するので、重さは保存されない。このように、子どもは観察あるいは知覚不可能なものを思考の対象に加えないことが多いため、科学的な見地からすると、不十分な解釈をしがちである。

4.3 知覚の焦点を限定した思考

子どもは、知覚可能な諸特徴の中でも、とりわけ自分の興味・関心を引くようなところに注意を集中させ、それに基づいて思考を働かせる傾向が強い。つまり、知覚できる現象の必ずしもすべてが認識や思考の対象とはならない。その結果、所与の事象の体系の中でいろいろな要素間の相互作用を考えるのではなく、特定の要素間の相互作用のみしか考えないことになる。例えば、密閉容器中でリンを燃やすとそれが燃え、煙を出し、その後煙は消える。その閉鎖系全体の質量は変わらないが、それを子どもが考える場合は、「リンが燃える」→「煙が出る」→「煙が消える」→「リンがなくなる(あるいは少し残る)」, といったことだけに注意が集中するため、質量が減少すると帰結してしまう。つまり、子どもは知覚の焦点を限定

しており、特に、可視的なものだけに依存して考えがちであるといえる。

4.4 変化状態に注意を集中した思考

子どもの思考は、定常状態よりも変化する状態に注目する傾向が強い。これは、前項の特徴とも関連している。例えば、力の単元の学習の中で、斜面上に静止している物体に力がかかっているのかが問われるときに、子どもは静止して平衡状態にある限り力はかかかっていないと考える傾向が強い。子どもは、物体が斜面を滑り出してはじめて力が作用していると考えるのである。

4.5 直線的な因果関係の推論による思考

子どもは、所与の現象の変化を説明する場合に結果が原因に比例するという、単一方向の直線的な因果関係に基づく推論をする傾向が強い。つまり、可逆的な思考がなかなかできない。例えば、物質が温度や圧力の変化によって固体・液体・気体の三つの状態に変化する場合のエネルギーがどのような出入りをするのかに関して、子どもは、固体から液体への変化、すなわち融解においてエネルギーの入力があることは理解できる。しかし、その可逆的な過程のエネルギーに関して理解するのはきわめて難しい。

4.6 状況に依存した思考

子どもは、自然の事象を理解したり考えたりする場合に、状況に依存することが多い。このことは、授業や学習において問い方や場面、状況設定などを変えると、たとえ同じ内容であっても、理解できることもあるしできないこともあることを意味している。例えば、バネの伸びとおもりの重さの関係を問題にしたときに、この関係を記述式のテストで尋ねたり、客観テストにより所与のデータからすでに書きあげられているグラフの中から正しいものを選ばせたりする場合は、バネの伸びとおもりの重さは比例すると正しく回答でき、直線のグラフを選ぶことができる。しかし、所与のデータ中の一つが間違っていてそれを調べさせ

るような問い方をすると、折れ線グラフを書いたり曲線を書いたりするのである。

4.7 自己中心的思考

子どもは、自分自身の経験に基づいて自然の事象を見たり考えたりしているが、それとは異なった科学の立場から見たり考えたりすることができない。例えば、「氷はまさに凍った水」であり、凍った水と普通の水との違いは「水のようにうまく飲むことができないこと」であると答えたりする。氷と水の実験そのものに注目するよりも、自分がそれらを飲む場合の飲物としての特性を中心にしているのである。自己中心的思考は、しばしば人が広くもっている信念のようなもの、例えば、重い物体ほど速く落下する、物質は燃えると軽くなる、などの形で表れる。

4.8 人間中心的思考

人間中心的思考とは、自分自身に限らず人間の経験を基礎として、自然の事象を観察したり、考えたり、説明したりすることである。例えば、エンジンのかかっている駐車中の自動車がある人が押している絵を見せて、自動車に力が働いているのかどうかを質問した場合、「自動車は何も感じることができないから力は働いていない」、「自動車を無理に押していないから力が働いていない」と回答する子どもがいる。つまり、その場面における人間を中心とした見方や考え方をしているのである。

4.9 アニミズムと情動主義的思考

アニミズムとは、人間の心・靈魂に類似するものが万物に内在しており、その霊が内在する事物から離れて作用を起こしうるという考え方であり、情動主義的思考とは、自然現象の変化の要因が霊のもつ喜怒哀楽的感情にあるとみなす考え方である。つまり、これらは直接的な反応を惹起する情動のあり方に類推して、あらゆる現象変化の因果を理解する思考である。例えば、子どもは「火」、「雲」、「自動車」が、「動く」、「息をする」、「繁殖

する」、「死ぬ」から生物であると考えている。「火」はゆらめきながら動いており、空気の必要性が息をすることであり、火花が次々と別の火をつくるのが繁殖することであり、火が消えることは死であると考え、火などが、生物としての諸特徴をもっていると子どもは思っているのである。

5. ジェンダーの視点による子どもの理科学習

子どもに正しい科学概念を獲得させるためには、以上のような自然現象や科学概念に関わる子どもの思考の特徴やミスコンセプションをふまえたうえで理科授業を構築し、具体的な指導方法を開発することが求められる。これはまさしく子どもを中心とした理科授業の開発といえるが、子どもの統一的・全体的な思考の特徴を捉えるだけでよいだろうか。自然や科学に対して、すべての子どもが同じような意識を持ち、同じように思考しているのだろうか。

すべての子どもが自然や科学を積極的に学ぶことを学校の理科教育は目指しており、理科学習から離れてしまっている子どもに必要とされる指導を検討することは重要な課題である。ここでは、子ども全体の傾向からは浮かび上がってこないものの、そのような子どもに共通する特性や属性に着目し、その一つとしてジェンダーの視点から、理科の学習指導について考察する。

5.1 女子の理科学習の問題点

理科学習から離れている子どもとして、女子の存在を挙げることができる。現在、日本では女性研究者の活躍促進が叫ばれ、特に理学や工学領域における女性の研究者や、職業として科学技術分野に参入する女性の増加が求められている（内閣府、2016）。女性の科学技術分野への参入が進んでいない要因の一つに、女子の理科離れがある。具体的には、小学校高学年から中学校にかけて、女子の理科学習に対する意識（好き嫌い、学習意欲、有用感、理解への自信等）が男子よりも顕著に低下し、理科授業での態度も消極的になっていく。このことが一因となって、高校以降で理工系への

進路選択をする女子が男子よりも少なくなっているのである。しかし、PISAの科学的リテラシーの得点や、TIMSSの理科得点には常に明示的な男女差が表れているわけではない。つまり、中等教育段階までの理科学習に関する認知的側面には明確な男女差は見られないが、情意的側面（態度も含む）には顕著な男女差があり、女子が理科学習から遠ざかっているのである（稲田、2017）。

5.2 理科学習に対する意識・態度の男女差

理科学習に対する意識・態度の男女差の具体的事例として、PISA2015における生徒の科学に対する態度の調査結果を見てみる。「探究に対する科学的アプローチへの価値付け」、「科学の楽しさ」、「広範な科学的トピックへの興味・関心」、「理科学習に対する道具的な動機付け」、「理科学習者としての自己効力感」、「科学に関連する活動」の六つの指標のうち、「探究に対する科学的アプローチへの価値付け」以外の五つの指標において、男女間に中程度の差が見られ（効果量からの算出、詳細はPISA調査を参照のこと）、いずれも男子の方が女子よりも高い値（肯定的）を示した（国立教育政策研究所、2016）。また、河野（2004）による中学校2年生を対象とした調査では、理科の勉強に対して「好き」あるいは「どちらかといえば好き」と回答した男子は60.5%、女子は43.7%と男女間に有意な差が見られた。さらに、理科を嫌いな理由に該当する項目をすべて選択させた質問では、表2のような結果が得られ、理科を嫌いな理由は男女間でやや違いがあることが示された（河野、2004）。加えて、この河野（2004）の調査では、中学生のグループ実験での役割について、理科嫌いの女子が実験の中心を担うことは、理科好きの男子、理科嫌いの男子、理科好きの女子よりも顕著に少なく、理科嫌いの女子の半数以上が、実験の準備や片付けだけをしたり、記録を担当したり、見ていただけといった消極的な関わり方をしていることも明らかにされた。ほかにも理科学習に対する意識・態度の男女差に関する先行調査は多数存在し、女子と男子の違いが明確にされ、

特に女子の意識・態度の改善が喫緊の課題となっている。

5.3 理科学習における男女差の要因

これらの男女差が生じる原因として、生物学的要因と、社会的・文化的・歴史的なジェンダー要因が指摘されている。それぞれの要因については、セシ・ウィリアムス (2013) や稲田 (2013) 等で詳細に解説されているため、本稿では、後者のジェンダー的な要因の中の学校教育に関わる事項のみを取り上げる。具体的には、授業中の教師の言動が女子の理科離れを助長してしまうことがある。「女子は物理が得意ではないから仕方ない」や「女子は理系に進むと苦勞する」といった教師の発言は、女子の理科離れを引き起こすことを意図して発せられているわけではないが、教師自身が持つ自然科学に対するジェンダー固定観念が表れており、「理科は男子が得意な教科」あるいは「理科は女性には難しい」といったイメージを、子どもに暗に伝えてしまうのである。また、小学校教師の多くを占める女性教師が、理科の指導を苦手とするがゆえに、教材開発に進んで取り組まなかったり、男性教師に理科指導を任せてしまったりすることも、「女性は理科が苦手である」という印象を子どもに与えてしまうという指摘もある (Jorde, D. & Lea, A., 1996)。つまり、女子の理科学習の促進にとって、女性教師が負のロールモデルとな

ってしまうのである。

さらには、理科授業における教材や題材についても、男子の幼いころからの関心や経験に頼りがちで、女子の関心や経験が活かされる教材や題材が少ないと指摘されている (Tindall, T. & Hamil, B., 2004)。具体的には、電気で動くおもちゃや、車や電車などの乗り物、ボール遊びといった男子の方が女子よりも豊富に経験していると予想される題材が、物理学領域の学習内容でよく利用されており、女子が特に苦手とする領域とも重なっているのである。

以上のような教師の言動や理科授業での教材・題材といった学校教育と密接な要因は、理科学習における男女差を生じさせるために意図的・明示的に行われているわけではなく、潜在的カリキュラムとして無自覚的・無意図的に理科に対する子どものジェンダー固定観念を強化してしまい、結果として男女差を拡大してしまっている。ジェンダーの視点を持たなければ、これらの潜在的カリキュラムに気付くことはできず、知らぬ間に多くの子どもの理科学習から遠ざけてしまう恐れがある。さらに、ここで挙げた事例の中には、女子の理科離れを引き起こすだけでなく、男子の自尊心に負の影響を及ぼす可能性も潜んでいる。教師の言動や教材によって、理科という教科の男性性が強調されると、理科学習を得意としない男子は自信を失い、理科学習を忌避するようになりかね

表 2 理科を嫌いな理由 (中学校 2 年生) (河野 (2004, p.32) の表より、一部抜粋。)

	女子 (%)	男子 (%)	男女差 χ^2 検定
テストが難しい	52.4	46.6	n.s.
自分で考えるのが苦手	45.0	30.7	**
授業で使う言葉が難しい	41.0	33.0	n.s.
暗記がある	42.8	31.3	*
自然や科学的なことがらに興味がない	39.7	30.1	*
授業がわかりにくい	42.4	47.7	n.s.
普段の生活との関係がない	44.1	35.2	n.s.
実験や観察がめんどくさい	19.7	17.6	n.s.
先生が嫌い	27.1	31.8	n.s.
計算がある	49.3	34.7	**

*: $p < .05$ **: $p < .01$

ないのである。

5.4 女子の関心や思考の一般的傾向

では、科学に関連する女子の興味・関心、思考にはどのような傾向が見られるのだろうか。男子と比較して度々指摘されるのが、女子は物理学を嫌い、生物学を好むという点である（例えば、国立教育政策研究所教育課程研究センター，2005）。また、Smail, B. (1987) によれば、

- 機械ではなく、人や人体への関心が高い。
- 生き物を育てることに関心が高い。
- 競争よりも協調を重んじる。
- 物事を関係性のネットワークとして見る。
- 美的な評価に重点を置く。

といった点が男子よりも女子に特有に見られる養育的 (nurturative) な思考であるとしている。さらに、女子は自身の興味に具体的かつ現実的に関連する事柄に関心が高いこと (Whitelegg, E. & Edwards, C., 2001) や、男子が「自分が知りたいことは何か」に基づいて理科で学習したいトピックを選択するのに対して、女子は「自分が知るべきことは何か」に基づくという違いがあり、女子は学ぶ必要性和使命を実感することで学習に向かう傾向にあること (Kahle, J. B. & Meece, J., 1994) が指摘されている。女子のこのような特徴に着目して教材を開発したり、授業展開を考案したりすることで、女子の理科離れを食い止めることができるかと期待できる。

6. 子どもの特性・属性への着目

以上のように、ジェンダーの観点から子どもたちの理科学習を捉えると、これまで問題視されてこなかった指導方法や授業内容に、新たな課題や開発視点が顕在化してくる。理科の学習指導において、ジェンダー（性別）のほかに着目すべき子どもの特性や属性はあるだろうか。自然現象を対象とする理科においては、自然体験・科学的体験の有無や質・量といったものが、学習に影響を及ぼすことが予想される。これらの体験は、子どもの居住地や家庭環境によって左右される。子ども

が暮らす地域の自然環境の違いによって、科学に関連する関心や思考に違いが生じるのかは興味深い。家庭環境については、動植物を育てた経験や、野外でのキャンプの経験、あるいは博物館・科学館への訪問機会などに限らず、保護者の自然科学に対する意識や理科学習に関する子どもへの期待なども、子どもの違いを捉える一視点となりうるだろう。これらの視点による子どもの関心や思考の違いに着目した理科教育学研究は、まだ十分には行われておらず、今後の展開が待たれる。

また、視覚や聴覚といった感覚の違いは、自然現象の捉え方や観察・実験の解釈に影響を及ぼす。例えば、視覚に障害のある子どもが、どのように自然現象を捉え、思考するのか、そして、教師はどのように指導すべきなのだろうか。特別支援教育の観点からの理科の教材開発や実践については、すでに研究蓄積があるものの、理科教育学研究において広く共有されているとは言い難い。障害のある子どもに対する理科教育の知見は、障害を持たない子どもに対する理科の学習指導において、これまでにない新たな示唆をもたらす可能性が十分にある。なぜなら、過去に注目されなかったジェンダーの視点が、理科の学習指導研究に新たな示唆をもたらしたのとまさに同じことが期待できるからである。

7. おわりに

本稿では、構成主義学習論に基づき、自然や科学に関する子どもの考え方の特徴を先行研究から具体的に示し、子どもの考え方の把握が、理科の学習指導に不可欠であることを論じた。そして、ジェンダーの視点を事例に、子どもの全体的な傾向だけでなく、特性や属性に着目することで、理科の学習指導に新たな課題が見出されることを示した。子どもの違いを捉えることの重要性は、究極には、各個人の特性に応じた教育を求めることになり、学校教育では実現し得ないともいえる。しかし、個人のレベルまで細分化せず、性別や地域性といった比較的大きなまとまりであっても、これまで気付かなかった潜在的カリキュラムが発

見されたり、新たな指導法や教材の開発視点が見出されたりと、理科教育学研究を発展させることができるのである。今後は、子どもを画一的に見るのではなく、多様性を前提としたうえで、新たな共通する（類似する）特性を見出し、子どもたちの理科学習を捉えていきたい。そして、このような視点は理科以外の他の教科の教育研究にも活かすことができるだろう。

注

- 1) 認知的葛藤とは、子ども自身の既存の知識や信念といった学習者の理論とその理論では説明できない自然事象や科学概念との間に生じうのような葛藤であり、その状態とは、疑い、当惑、矛盾、認知的不調和、混乱、不適切さを感じる認知状態である（内ノ倉，2012，p.214）。認知的葛藤法は、この葛藤を理科授業で生じさせ、その解消を図る過程で、科学的に正しい考えを子どもが受け入れることを目指す指導法である。
- 2) 橋渡し方略とは、子どもの既存の考えと科学的な考えとの間に連続性をもたせる教授ストラテジーで、子どもが直感的に理解しやすい事例をまず導入として用い、次に類似した事例を提示し、相互の事例を関係付けながら、最終的に理解させたい考えとつないでいくものである（内ノ倉，2012，pp.214-216）。

附記

本稿は、「教科学習指導論」の講義内容の一部を抜粋し、先行研究の知見を加えたうえで、理科の学習指導について考察したものである。

引用文献

セシ, S. J. & ウィリアムス, W.M. 編（大隅典子訳）（2013）『なぜ理系に進む女性は少ないのか？—トップ研究者による 15 の論争—』西村書店。（Ceci, S. J. & Williams, W. M. (2007). *Why Aren't More Women in Science? : Top Researchers Debate the Evidence*, American Psychological Association.)

堀哲夫（1994）『理科教育学とは何か』東洋館出版社，pp.174-183.

堀哲夫（1998）「子どもの素朴概念」日本理科教育学会編『キーワードから探るこれからの理科教育』東洋館出版社，pp.206-208.

稲田結美（2013）「女子の理科学習の問題点と改善の視点」日本理科教育学会編『理科の教育』62(733)，東洋館出版社，pp.13-16.

稲田結美（2017）「女子の理科学習の課題と展望」大高泉編『理科教育基礎論研究』協同出版，pp.228-230.

Jorde, D. & Lea, A. (1996). *Sharing Science : Primary Science for Both Teachers and Pupils*, In Parker, L. H. et al.(Eds.), *Gender, Science and Mathematics* (pp.165-166), Kluwer Academic Publishers.

Kahle, J. B. & Meece, J. (1994). *Research on Gender Issues in the Classroom*, In Gabel, D. L. (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp.546-547), Simon & Schuster Macmillan.

加藤圭司（2006）「理科の学習論」理科教育研究会編『未来を展望する理科教育』東洋館出版社，p.74.

河野銀子（2004）「理科離れはほんとうか」村松泰子編『理科離れしているのは誰か 全国中学生調査のジェンダー分析』日本評論社，pp.30-35.

国立教育政策研究所（2016）『生きるための知識と技能6 OECD 生徒の学習到達度調査（PISA）2015年調査国際結果報告書』明石書店，pp.148-149.

国立教育政策研究所教育課程研究センター（2005）平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査質問紙調査集計結果—理科—，http://www.nier.go.jp/kaihatsu/katei_h15/H15/0300104000007003.pdf，pp.93-141，2018年3月1日閲覧.

松原道男（2000）「理論負荷性」武村重和・秋山幹雄編『理科重要用語300の基礎知識』明治図書出版，p.173.

- 松森靖夫 (2009) 「子どもは自然や科学をどうとらえているのか」 理科教育研究会編『新学習指導要領に定める理科教育』東洋館出版社, pp.66-68.
- 内閣府 (2016) 第5期科学技術基本計画, <http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5honbun.pdf>, pp.27-28, 2018年3月1日閲覧.
- 中山迅 (1998) 「学校知と日常知の隔たり 素朴概念の問題」 湯澤正通編『認知心理学から理科学習への提言—開かれた学びをめざして—』北大路書房, pp.25-40.
- Smail, B. (1987). Organizing the Curriculum to Fit Girls' Interests, In Kelly, A. (Ed.), *Science for Girls?* (pp.80-86), Open University Press.
- Tindall, T. & Hamil, B. (2004). Gender Disparity in Science Education : The Causes , Consequences, and Solution, *Education*, 125(2), pp.283-284.
- 内ノ倉真吾 (2012) 「理科の学習論」 大高泉・清水美憲編『教科教育の理論と授業Ⅱ 理数編』協同出版.
- Whitelegg, E. & Edwards, C. (2001). Beyond the Laboratory — Learning Physics Using Real-life Contexts, In Behrendt, H. et al.(Eds.), *Research in Science Education — Past, Present , and Future* (pp.337-342) , Springer.