

理科授業における接続用知識の導入に関する研究

—理解と活用の側面から—

石田 靖弘

1. 研究の背景と問題の所在

理科教育では、授業によって児童が自然事象を理解し、理解の際に獲得した科学的知識を活用する力の育成が求められている。理解と活用に関して、西林(2001)は、法則とそれによって理解される事柄とを接続する機能を果たす接続用知識という概念を導入し、自然事象の理解を個別的知識、接続用知識、法則的知識という3つの知識から捉え直すことを提案している。そして、「個別的知識は、接続用知識を介して法則的知識によって説明され、法則的知識の一事例になることによって理解される」と述べている(p.91)。さらに、「理解するときに使われた接続用知識は、同様の特徴を共有する全ての事象に、その理解の仕方をそのまま適用可能にする」(p.112)と述べており、理解と活用に関して接続用知識の重要性を主張している。

接続用知識に着目した先行研究として、小野(2020)は、臓器同士の関係の学習に「各臓器は血管を通してつながっている」という接続用知識を導入することで、理解が促進される可能性がある」と述べている。しかしながら、接続用知識として導入した知識が、接続用知識の働きをするか否かの検討や授業効果の報告はなされていないようである。

本研究では、西林(2001)や小野(2020)が着目した接続用知識の本質を、小学校の理科授業の文脈で、自然事象と規則性を関係づける着眼点となる知識であると規定した。

例えば、豆電球の点灯・非点灯といった事象(個別的知識)は、「回路が成立すると明かりがつく」という規則性によって説明される。ところが、この規則性だけでは、回路が成立するとはどういうことなのかを説明することはできない。しかし、電流は電荷をもった粒の流れであるという知識(接続用知識)を媒介させることによって、「回路が成立すると電流が流れて明かりがつく」と接続用知識を根拠として規則性に基づいて豆電球の点灯・非点灯という事象を説明することができる。つまり、事象(個別的知識)と規則性は電流という知識(接続用知識)によって関係付けられる。そして、この接続用知識は豆電球の点灯・非点灯の説明だけではなく、電池の極を替えた時のモーターの回転方向の説明や電池の直列・並列つなぎの働きなど、回路に関わる様々な事象に適用される。

このように、本研究では、自然事象と規則性に加えて、接続用知識を導入することが、

(論文の要旨)

自然事象に対する児童の理解や科学的知識の活用には効果があるのではないかと考えた。

接続用知識を媒介とした自然事象の理解といった観点から考えると、児童にとって自然事象の理解が難しいのは、接続用知識が欠如しているために、学習が個別の観察結果を集めただけになっているためであると考えられる。また、児童が理解した科学的知識を活用できないのは、接続用知識の欠如によって、類似の個別的な事象と規則性との間に関係性を見いだすことができないためであると考えられる。

そこで、接続用知識による自然事象の理解や科学的知識の活用といった観点で 2001 から 2020 年の『理科教育学研究』、『科学教育研究』、『日本教科教育学会誌』を通読し先行研究を調査した。また、“*Journal of Research in Science Teaching*”, “*Science Education*”, “*International Journal of Science Education*”の 3 誌について、接続用知識には、個別的知識と法則的知識を関係付けて理解に導くという役割があることから、これに関連すると思われる *correspondence roles* (対応の規則), *correspondence definition* (対応定義), *initial condition* (理解のための「初期条件」), *connective knowledge* (接続的知識) をキーワードとして WEB 検索を行い調べたものの、いずれも接続用知識の働きや接続用知識の導入による授業効果についての先行研究は見当たらないようである。

2. 研究の目的と方法

本研究の目的は、小学校の理科授業において、接続用知識を導入した授業を行うことが、自然事象に対する児童の理解と科学的知識の活用には及ぼす影響を実証的に明らかにしようとするものである。そのため、具体的には、次の 2 つの目標を設定した。

(1) 接続用知識の獲得と適用を意図した指導を行ったクラスにおいて、自然事象に対する児童の理解が向上するか否かを明らかにする (第 2 章)。

(2) 接続用知識の獲得と適用を意図した指導を行ったクラスにおいて、接続用知識を獲得した児童が、科学的知識の活用ができたか否かを明らかにする (第 3 章)。

そして、これらの目標を達成するために、以下の手続きをとった。

まず、実証単元を小学校第 6 学年の「月の満ち欠け」とし、この単元でどのような知識が接続用知識となるかを検討した。次に、目標 (1) を達成するために、自然事象に対する児童の理解を調べる質問紙を作成した。また、接続用知識の指導を行う授業を具体化して実施し、対象クラスに対して調査を行った。そして、その結果をもとに児童の理解が向上したか否かについて分析した。続いて、目標 (2) を達成するために、児童の科学的知識の

(論文の要旨)

活用を調べる質問紙を作成し、対象クラスに対して調査を行った。そして、その結果をもとに、児童が科学的知識の活用ができたか否かを分析した。

なお、本研究では、自然事象の理解を「児童が接続用知識を根拠として規則性に基づき自然事象を説明すること」、及び科学的知識の活用を「児童が接続用知識を授業で扱った自然事象と類似した自然事象に適用し、規則性に基づき類似の事象を説明すること」というように操作的に規定した。

3. 研究の結果と考察

目標 (1) については、まず、「月の満ち欠け」の単元での接続用知識を、地球視点で見た場合の月と地球（児童）と太陽の関係を説明する理論であると考え「離角」とした。離角とは月と地球と太陽の間の角度を指し、観察者である児童から見た南の空の月と太陽の位置関係を示した科学概念である。「〇時頃、離角〇度で〇の方位に、上弦の月が見えた」といった観察結果と「月の形が日によって変わって見えるのは、月と太陽の位置関係が変わるからである」という規則性は、離角によって関係付けられる。次に、接続用知識を上記のように設定した上で、接続用知識の指導を行ったクラスにおいて、月の満ち欠けに対する理解が向上するか否かを明らかにするために、接続用知識の指導を行ったクラスと、接続用知識の指導を行わなかったクラスに対して質問紙調査を行った。

質問紙は、本研究では理解を「児童が接続用知識を根拠として規則性に基づき自然事象を説明すること」と規定しているため、接続用知識である「離角」を用いて、個別の「見える月の形や方位、時刻」について説明する問題とした。また、質問紙の内容については、理解の実態を詳細に調べるために、離角の使い方の難易度を段階的に設定した(難易度「低」「中」「高」)。

このような難易度の異なる問題で調査を行った結果、接続用知識の指導を行ったクラスは、接続用知識の指導を行わなかったクラスと比較して、難易度「低」「中」の設問では正答者数が有意に多かった。また、難易度「高」の設問では両クラス間に差は見られなかったものの、前者のクラスにおいて接続用知識を使って解答した児童が多く見られることが確認された。

このことから、接続用知識の獲得と適用を意図した指導は、月の満ち欠けに対する児童の理解の向上に寄与することが明らかとなった。

次に、目標 (2) については、接続用知識の指導を行ったクラスで接続用知識を獲得した

(論文の要旨)

児童において、科学的知識の活用ができたか否かを明らかにするために、接続用知識を獲得した児童とそうでない児童とで活用の実態を比較検討する質問紙調査を行った。

質問紙は、本研究では、科学的知識の活用を「児童が接続用知識を授業で扱った自然事象と類似した自然事象に適用し、規則性に基づき類似の事象を説明すること」と規定しているため、活用の実態を明らかにするには、「接続用知識を獲得しているかどうか」、「類似事象に適用できているかどうか」という2つの段階で評価することが必要と考えた。したがって、まず、(1)で実施した理解調査の中の基本的理解を調べる難易度「低」の問題で、離角という科学概念を適切に使用して全問正解した児童を接続用知識の獲得群、それ以外の児童を非獲得群とした。そして、この群分けと、質問紙の解答を組み合わせ、児童が科学的知識の活用ができたか否かについて分析した。質問紙の内容については、科学的知識の活用の実態を詳細に調べるために、授業で接続用知識である「離角」を教えた際の知識の使い方との類似性から、問題の類似度を段階的に設定した(類似度「低」「中」「高」)。

このような類似度の異なる問題で調査を行った結果、接続用知識を獲得した児童は、そうでない児童に比べて、類似度が低い問題に対しても接続用知識を適用して解答を試み、正答率も高いことが確認された。

このことから、接続用知識を獲得した児童は、そうでない児童に比べて科学的知識を活用できるようになっていたことが明らかとなった。

今まで述べてきた本研究の今後の課題としては、以下の2点が挙げられる。

- ① 本研究は、小学校第6学年の「月の満ち欠け」に限定されたものである。このため、今後は他の単元でも理解と活用の観点から、どのような知識を接続用知識として導入するかについて検討する必要がある。
- ② 本研究の成果である接続用知識を導入した授業の指導法を、多くの単元で使用できる汎用的な指導法として開発することが求められる。

4. 研究の特徴

本研究の特徴は以下の3点到整理できる。

- 1) 授業で取り扱う知識として、自然事象と規則性だけでなく、接続用知識という知識を導入したこと。
- 2) 接続用知識の働きを理解と活用場において、具体的に検討したこと。
- 3) 接続用知識を導入する新しい学習指導方法を提案したこと。