

平成 28 年度
広島市教育センター

中学校理科における「関係付ける力」を 育成するための指導の工夫

ー「関係付けのプロセスモデル」の活用を通してー

広島市立五日市南中学校教諭 川 口 健 史

研究の要約

本研究は、中学校理科における「関係付ける力」を育成するため、問題と経験や既習事項とをどのように関係付ければよいのかということに対する指導の工夫の有効性を探ることを目的としたものである。

文献研究から、まず関係付けることを「関係付けのプロセス」として整理した。次に、どのように関係付ければよいのかということに対する指導においては、「関係付けのプロセス」の各段階と手立てを対応させて「関係付けのプロセスモデル」として整理した。

そこで、「関係付けのプロセスモデル」を活用した指導の工夫の有効性を探るために検証授業を行った。

検証授業で得られた結果を分析したところ「関係付けのプロセスモデル」は「関係付ける力」を育成するために有効であったと考える。

キーワード： 関係付ける力、関係付けのプロセス、関係付けのプロセス
モデル

I 問題の所在

小学校及び中学校学習指導要領解説理科編(平成20年)では、理科で育成する問題解決の能力として、関係付けることが挙げられている。関係付けることは主として小学校第4学年で育成する問題解決の能力として位置付けられているが、中学校で育成する科学的に探究する能力につながるものであり、小・中学校を通じて継続して育成する必要性が述べられている。

先行研究から、関係付けることは問題解決の過程において根拠のある仮説を設定するために必要だとされている。さらに、問題と経験や既習事項とを関係付けることで根拠のある仮説になるとされている。

問題と経験や既習事項とを関係付ける手立てとしては主に、経験や既習事項を想起させることで、何を関係付けるのかを明確にすることが有効だと言われている。自身の実践においても経験や既習事項を想起させ、何を関係付けるのかを明確にして指導を行ってきた。

しかし、生徒は問題と経験や既習事項とを関係付けにくい実態があった。

奥本・野上・長尾(2014)が『『どのように』既習事項を比較したり、関係付けたりすればよいかについて系統性や段階性を考慮して整理する必要がある。』¹⁾と指摘するように、自身の実践においてもどのように関係付ければよいのかということに対する指導が十分にできていないことが問題だと考える。

II 研究の目的

「関係付ける力」を育成するために、問題と経験や既習事項とをどのように関係付ければよいのかということに対する指導の有効性を探ることを目的とする。

III 研究の方法

- 1 研究主題に関する基礎的研究
- 2 研究仮説の設定及び検証の視点と方法
- 3 検証授業の計画・実施
- 4 検証授業の分析・考察

IV 研究の内容

1 研究主題に関する基礎的研究

(1) 「関係付ける力」とは

ア 一般的な意味について

関係付けることについて一般的な意味を整理する。『広辞苑第六版(岩波書店)』では、「関係」とは「二つ以上の思考の対象をなにか統一的な観点(例えば類似・矛盾・共存など)からとらえることができる場合に、それらの対象はその点で関係があるといわれる。」²⁾と示されている。『大辞林第三版(三省堂)』では、「関係付ける」とは「二つ以上のものを結びつけて考える」³⁾と示されている。

これらのことから、関係付けることは、「二つ以上の思考の対象を類似・矛盾・共存などの統一的な観点で捉え、結び付けて考えること」だと考える。

イ 仮説設定場面における関係付けることについて

理科の問題解決的な学習における仮説設定場面における関係付けることの意味について整理する。

まず、「二つ以上の思考の対象」の意味について整理する。角屋(2013)は「問題解決過程において関係付けるためには、生徒が生起している現象と既存の知識とを関係付け、その現象が生じる原因(要因)を発想することが必要になる。」⁴⁾と述べている。また、日置・矢野(2007)は問題解決の過程において子どもたちが経験や既習事項を想起して疑問と結び付け予想を

立てることの重要性を述べている。これらのことから、「二つ以上の思考の対象」とは、問題と経験や既習事項であると考えられる。

次に、「統一的な観点」の意味について整理する。角屋(2013)は「問題としている事象と既知の知識や経験とが『似ている』『部分的に同じ』という類似のものを関係付ける(類推)ことが絶対条件である」⁵⁾と述べている。このことから、「統一的な観点」とは、類似であると考えられる。

以上ア・イから、本研究では「関係付ける力」を問題解決的な学習における仮説設定場面において「問題と類似の経験や既習事項とを結び付ける力」であると定義する。

また、問題解決的な学習の過程については広島市中学校教育研究会理科部会の作成した表1「問題解決的な学習の過程」に基づくものとする。

表1「問題解決的な学習の過程」

| | |
|------------|---------------------------------|
| 1 問題の意識化 | 問題を見だし、自分の問題として捉える |
| 2 仮説の設定 | 既習事項を活用し、事実や根拠に基づいて結果を予想する |
| 3 実験の計画 | 自分の仮説を確かめるための実験を計画する |
| 4 実験の実施 | 仮説や実験方法を吟味しながら実験を実施する |
| 5 結果の整理 | 実験から得られたデータを文章や絵、図、表、グラフに整理する |
| 6 考察・結果の導出 | 自分の仮説と事実を照らし合わせて考察し、納得する結論を導出する |

(2) どのように関係付ければよいのかということに対する指導の工夫について

ア 関係付けることをプロセスで捉えることについて

理科の学習場面において角屋(2013)の述べるように、問題と類似の経験や既習事項とを結び付けることは、類推として捉えることができる。

また、認知科学の分野においては、類推について、J.H. ホランド(1991)や鈴木(2006)らは類推のプロセスとして表2「類推のプロセス」のように、類推を段階に分割することで思考の過

程を捉えやすくなることを指摘している。

表2「類推のプロセス」

| | |
|---|------------|
| 1 | 問題表象の形成 |
| 2 | ベースドメインの検索 |
| 3 | 写像 |

本研究では表2を基に関係付けることをプロセスとして捉え、問題の所在であるどのように関係付ければよいのかということに対する指導の工夫について考える。

そこで、表2の①～③を「関係付ける力」の定義に沿って整理する。

まず、表2の①問題表象の形成について整理する。問題表象の形成とは、鈴木(1996)は問題の表現であり、どのように問題を理解するかということだと述べている。このことから、表2の①問題表象の形成は、問題を理解することだと考える。

次に、表2の②ベースドメインの検索について整理する。鈴木(2006)は、ベースドメインの検索とは関連する過去の経験を長期記憶から検索することと述べている。また、J.H. ホランド(1991)は、目標に対する適切な類似物としての記憶内容を選択することと述べている。これらのことから、表2の②ベースドメインの検索は、類似の経験や既習事項を想起することだと考える。

次に、表2の③写像について整理する。鈴木(2006)は写像とは、検索されたものの中から重要な事項を現在の問題に当てはめてみることと述べている。また、J.H. ホランド(1991)は二つの状況で対応する役割を果たしている部分を同定することと述べている。これらのことから、表2の③写像は、問題と経験や既習事項で類似する部分を結び付けることだと考える。

問題と経験や既習事項で類似する部分を結び付けることについて、「霧はなぜ発生するのだろうか」という問題と「湯気の発生」に関する経験や既習事項とを関係付ける場合を例に説明を加える。「日光が当たることで、空気中へ

水が蒸発し、蒸発した空気中の水蒸気が冷やされた結果、霧が発生する」とこと、「水が加熱され、空気中へ水が蒸発し、蒸発した空気中の水蒸気が冷やされた結果、湯気が発生する」とことを関係付ける場合、「日光が当たる」と「加熱する」や「霧」と「湯気」などの組合せが類似する部分に当たる。

以上のことから、本研究において関係付けることを、表3「関係付けのプロセス」の①～③の段階で捉える。

表3「関係付けのプロセス」

| |
|---------------------------|
| ① 問題を理解する |
| ② 類似の経験や既習事項を想起する |
| ③ 問題と経験や既習事項で類似する部分を結び付ける |

イ 「関係付けのプロセス」の各段階に対して手立てを行う理由について

どのように関係付けるのかということに対する段階は表3の①～③のいずれに当たるのであろうか。問題の所在で述べたとおり、どのように関係付けるのかということは、想起した経験や既習事項をどのように問題と結び付けるかということである。したがって、どのように関係付けるのかという段階は表3の③に当たると考える。

このことから、どのように関係付ければよいのかということに対する指導の工夫については、表3の③に対して手立てを行うことが必要だと考える。

しかし、J. H. ホランド(1991)は類推のプロセスは、それぞれの段階が独立しているのではなく、相互に作用しながら進んでいくものであることを指摘している。

これらのことから、どのように関係付ければよいのかということに対する手立ては、表3の③だけでなく①～③に対しても行うことが必要だと考える。

ウ 「関係付けのプロセス」の各段階に対する手立てについて

類推のプロセスに関する先行研究を基に、表3の①～③に対する手立てを考える。

(ア) 「関係付けのプロセス」①に対する手立てについて

類推のプロセスに関する先行研究では、問題を理解するに当たり、自分なりの言葉や図や絵を用いて問題を表現することの重要性が指摘されている。伊藤・安西(1996)は「問題解決者にとって理解しやすい(あるいは、処理しやすい)表現に問題を変換させることが、問題解決では重要な意味を持っている」⁶⁾と述べている。安西(1985)は同様に「状況に対する現在の自分の理解の程度に従って問題を表現し、その上で解いてみると、表現のまずいところがわかり、それによって、直面している状況の理解が進む」⁷⁾と述べている。

これらのことから、表3の①において、問題を自分なりの言葉や図や絵を用いて表現させることを、問題を理解させるための手立てとする。

(イ) 「関係付けのプロセス」②に対する手立てについて

類推のプロセスに関する先行研究では、経験や既習事項を想起する際、3種類の類似性を区別して考えることの必要性が指摘されている。鈴木(1996)は、経験や既習事項を想起する際、表4「類似の種類」に示すような3種類の類似を区別して考える必要があると述べている。

表4「類似の種類」

| 類似の種類 | 意味 |
|----------|---|
| 対象レベルの類似 | りんごやみかんは「果物」や「丸い」という点で類似しているように、単語で表すことのできる表面的な類似 |
| 関係レベルの類似 | 「地球の周りを月が回る」と「原子核の周りを電子が回る」のように二つの事象それぞれがもつ関係における類似 |
| 目標レベルの類似 | ビデオ録画の方法を推測するのに、ラジオの録音の方法を推測する例のように、「録る」という目標でつながるような類似 |

※目標レベルの類似は伊藤(1996)はプラグマティックな類似としている。

さらに、鈴木(1996)は経験や既習事項を想起する際、3種類の類似の内、単語で表されるような対象レベルの類似が大きく影響を与えることを指摘している。

ここで、単語を手掛かりとして経験や既習事項が連想されることも指摘されている。鈴木(2016)は「さまざまな記憶はまさにつながっている。つながっているだけでなく、その間に活性のやり取りがあり、記憶システム内のある情報の活性は別の情報に広がっていく。こうした働きが連想を支えている。」⁸⁾とした上で、単語は「意味記憶、概念の複雑な関係性の中に存在しているので、手がかり語が呈示されれば、それに関連する単語や概念もある程度まで活性する」⁹⁾と述べている。

これらのことから、3頁表3の②において、問題に関係する単語を挙げさせることを、類似の経験や既習事項を想起させるための手立てとする。

(ウ) 「関係付けのプロセス」③に対する手立てについて

鈴木(1996)は認知科学における先行研究を整理し、関係レベルの類似(特に因果関係)と目標レベルの類似が、問題と経験や既習事項で類似する部分を結び付けることに影響を与えると指摘している。

さらにJ.H. ホランド(1991)は、同時並行的なところもあるが、基本的にはまず経験や既習事項の事象同士の関係性が認識されて、次に問題に関する事象同士の関係性が推測されることを指摘している。このことから、関係レベルの類似(特に因果関係)や目標レベルの類似を認識させるためには、まず、経験や既習事項に関する事象同士がどのような因果関係、どのような目標でつながっているのかということについて認識する必要があると考える。

因果関係は、原因に当たる現象や行動に関する事象が先にあって、結果に当たる事象が後にあるという時系列に沿った関係であると考えられる。また、どのような目標でつながっているの

かという関係は、手段に当たる事象が先にあって、目標に当たる事象が後にあるという時系列に沿った関係にあると考える。

そこで、想起した経験や既習事項について、その経験や既習事項に関する事象同士がどのような因果関係、どのような目標でつながっているのかということ認識するためには、経験や既習事項について、何が起きたのかということの時系列に沿って順番に整理することが必要だと考える。

これらのことから、3頁表3の③において、経験や既習事項で起きたことを順番に整理させることを、問題と経験や既習事項で類似する部分を結び付けさせるための手立てとする。

2頁で述べた「霧はなぜ発生するのだろうか」という問題と「湯気の発生」に関する経験や既習事項とを関係付ける場合を例に説明すると、まず「湯気の発生」について「水が加熱される」「水が空気中へ蒸発する」「空気中の水蒸気が冷やされる」「湯気が発生する」と起こることの順番を整理する。そうすることで、「水が加熱される」と「日光が当たる」や「霧」と「湯気」などの、問題と経験や既習事項で類似する部分を結び付けやすくなるということである(図1「段階3の手立てについて」)。

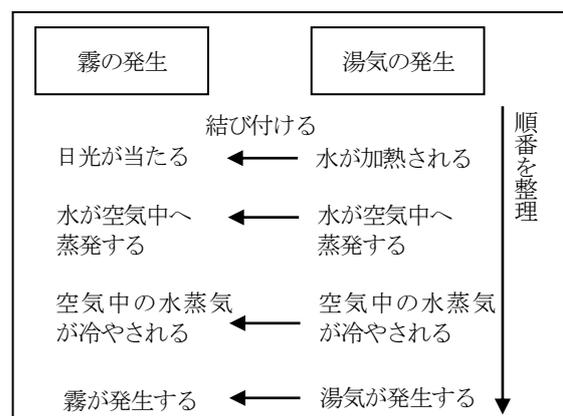


図1「段階3の手立てについて」

以上(ア)~(ウ)から、3頁表3の①~③に対する手立てを、5頁表5「関係付けのプロセスモデル」の各段階に対する手立てに示すとおりとする。

表5 「関係付けのプロセスモデル」

| | 関係付けのプロセス | 各段階に対する手立て |
|---|-------------------------|------------------------|
| ① | 問題を理解する | 問題を自分なりの言葉や絵や図で表現させる |
| ② | 問題と類似の経験や既習事項を想起する | 問題に関係する単語を挙げさせる |
| ③ | 問題と経験や既習事項で類似する部分を結び付ける | 経験や既習事項で起きたことを順番に整理させる |

(3) 「関係付けのプロセスモデル」を活用した指導の具体について

ア 「関係付けのプロセスモデル」を反映させたワークシートについて

「関係付けのプロセスモデル」を反映させたワークシート（以下ワークシート）を図2「『関係付けのプロセスモデル』を反映させたワークシート」のように作成した。

※他の人の意見を参考にした場合は赤ペンでかきましよう。

| | |
|--|---|
| <p>1 学習問題を自分の言葉で表そう。</p> <p style="text-align: center;">段階1</p> | <p>3 学習問題の解決に役立ちそうな、知っていることを1つ挙げよう。例「～の時の実験」「～の内容」</p> <p style="text-align: center;">段階2</p> |
| <p>2 学習問題に関係しそうなキーワードを挙げよう。</p> | <p>4 「3」で挙げたことで起きたことの順番を整理しよう。</p> <p style="text-align: center;">段階3</p> <p>① ↓</p> <p>② ↓</p> <p>③ ↓</p> <p>④ ↓</p> |
| <p>5 「4」と比べながら、学習問題で起こりそうなことの順番を整理しよう。</p> <p>① ↓</p> <p>② ↓</p> <p>③ ↓</p> <p>④ ↓</p> | |

図2 「関係付けのプロセスモデル」を反映させたワークシート

また、使い方については生徒に図2の設問と記入欄「1」～「5」（以下、図2の「1」～「5」）の記入の仕方を、一つずつ説明した。

(7) 記入欄「1」～「5」について

a 「1 学習問題を自分の言葉で表そう」について

「1 学習問題を自分の言葉で表そう」では、3頁表3の①に対する手立てを反映させた。まず学習問題を、実際の物や器具を用いて確認させ、その後に3頁表3の①に対する手立てとして、学習問題を自分なりの言葉や図や絵などでまとめさせる欄にした。また、学習問題は生徒が「なぜだろう」「考えてみたい」と思えるように、経験や既習事項にゆさぶりをかける問題にした。

b 「2 学習問題に関係しそうなキーワードを挙げよう」について

「2 学習問題に関係しそうなキーワードを挙げよう」では、3頁表3の②に対する手立てを反映させた。学習問題に関係しそうだと思った単語を思いつく限り記述させるようにした。

c 「3 学習問題の解決に役立ちそうな、知っていることを1つ挙げよう」について

「3 学習問題の解決に役立ちそうな、知っていることを1つ挙げよう」では、学習問題に関係する単語を挙げる中で想起した経験や既習事項を一つ書かせることにした。図や絵を用いて表してもよいことにした。

d 「4 『3』で挙げたことで起きたことの順番を整理しよう」について

「4 『3』で挙げたことで起きたことの順番を整理しよう」では、3頁表3の③に対する手立てを反映させた。想起した経験や既習事項で起きたことを①～④の順に従って整理させることにした。その際、図や絵を用いてもよいことや、必ず④まで記入しなくてもよいこととした。

e 「5 『4』と比べながら、学習問題で起こりそうなことの順番を整理しよう」について

「5 『4』と比べながら、学習問題で起こりそうなことの順番を整理しよう」では、経験や既習事項について整理した5頁図2の「4」の①～④と結び付けながら、学習問題で起こりそうなことを①～④に整理させることとした。ただし、経験や既習事項について起きたことを順番に整理する途中で、部分的に問題と結び付けられることも考えられるので、5頁図2の「4」「5」を必ずしも順番に記入する必要はなく、「4」を記入する途中で、「5」を記入してもよいこととした。

(イ) ノートへの記入について

5頁図2の「1」～「5」を記入の後、ワークシートを基にしながら、ノートに学習問題に対する仮説を記入させることにした。

以上、(ア)・(イ)で述べた5頁図2の使い方について、生徒に説明を行い、授業で用いることにした。

イ 交流活動について

(ア) 学習班での交流について

仮説設定場面でワークシートを活用する際、まずはできるところまでは、自力で記入することとした。次に、考えても分からない場合は、4人班で構成された学習班の生徒に相談し、他の生徒がどのように書いているのかを参考にしたいこととした。

(イ) 他班との交流について

次に、5頁図2の「5」まで記入した後、他班とワークシート（特に「3」～「5」）について、学習班ではどのような意見が出たかを交流することとした。他の班との意見交流の方法については図3「他班への移動方法」のようにし、移動先の班での4人がそれぞれ異なる学習班から集まるようにした。

また、移動先の班での意見交流を終えた後、最初の学習班に戻り、他の班ではワークシート（特に5頁図2の「3」～「5」）についてどのような意見があったかということ学習班で意見交流することとした。

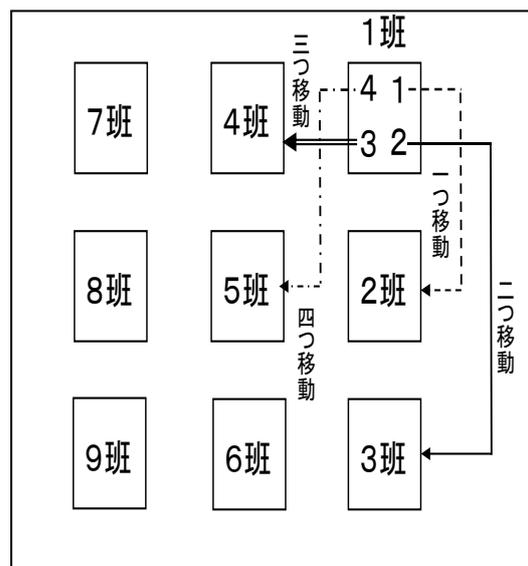


図3「他班への移動方法」

(ウ) 全体での交流について

他班との交流の後、数名の生徒を指名し、仮説と根拠となる経験や既習事項について発表させた。根拠となる経験や既習事項がよく分からない場合や、問題と経験や既習事項とが、どのように結び付いているのかが分からない場合は発表者に対して質問するようにさせた。

(イ) 交流の際の留意点について

意見交流をする際、次の2点について留意することとした。

- 必ず自分の考えをもってから相談する。
- 他の生徒の意見を参考にした場合や相談後に意見を変えた場合は色ペンで記入する。

以上(2)・(3)から、本研究における、どのように関係付ければよいのかという指導の工夫は「関係付けのプロセスモデル」を活用した指導とする。

2 研究仮説の設定及び検証の視点と方法

(1) 研究仮説について

理科の問題解決的な学習の仮説設定場面において、「関係付けのプロセスモデル」を活用した指導を行えば、「関係付ける力」を育成できるであろう。

(2) 検証の視点と方法について

事前調査及び各次における得点別人数を図5「事前調査及び各次における得点別人数の割合」に示す。

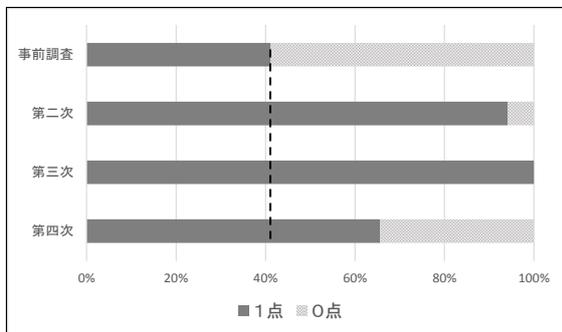


図5「事前調査及び各次における得点別人数の割合」

図5を基に、事前調査と第二次から第四次の各次についてt検定を行い、表9「t検定における結果」に示す結果が得られた。

表9「t検定における結果」

| | 第二次 (N=34) | 第三次 (N=33) | 第四次 (N=32) |
|-----|---------------|---------------|---------------|
| t 値 | 6.09** | 6.59** | 1.87* |

**: $p < 0.01$ *: $p < 0.05$

第二次から第四次までと事前調査とを比べると有意な差が見られた。このことから、生徒は「関係付けのプロセスモデル」を活用した指導の工夫を通して、問題と類似の経験や既習事項とを結び付けることができたと考えられる。

イ ノートの記述について

図6「ノートの記述」のように、5頁図2の「4」の①～④と「5」の①～④を結び付けて書けていた生徒は、ノートに根拠のある仮説を書けていた。

前に落ちる(理由)車に乗っているとき、急ブレーキで止まると体は前に行くから

図6「ノートの記述」

ウ 第四次で問題と類似の経験や既習事項とを結び付けられなかった生徒について

図5に示すとおり、第四次では、第二次及び第三次と比べると、問題と類似の経験や既習事項とを結び付けられない生徒が多かった。

図7「段階別のつまずいた人数(第四次)」に示すとおり、第四次では問題と類似の経験や既習事項とを結び付けることができなかった生徒は3頁表3の②につまずきがあった。

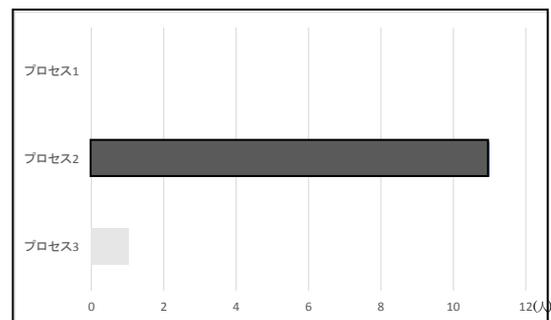


図7「段階別のつまずいた人数(第四次)」

原因として次の二つが考えられる。

- (i) 第四次の問題と類似の経験が不足していたこと
- (ii) 第四次の問題は経験や既習事項との対称レベルの類似を認識しにくく、想起の段階である程度、関係レベルの類似や目標レベルの類似を認識する必要があったこと

詳細については(2)イにおいて述べる。

以上ア～ウから、「関係付けのプロセスモデル」を活用した指導により生徒は経験や既習事項を結び付けることができたと考えられる。このことから生徒の「関係付ける力」を育成できたと考えられる。

(2) 「関係付けのプロセスモデル」を活用した指導は、問題と類似の経験や既習事項とを結び付けるために有効であったかについて

ア 「関係付けのプロセスモデル」の有効性について

(ア) 各段階の達成状況について

9頁表10「各段階の達成状況」に単元を通じた各段階の達成率を示す。なお、各段階を達成しているかという基準については、9頁表11「各段階の達成基準」を基に判断した。

表 10「各段階の達成状況」

| 関係付けのプロセス | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 平均 |
|-----------|------|------|------|-----|
| ① | 97% | 100% | 100% | 99% |
| ② | 100% | 100% | 66% | 89% |
| ③ | 97% | 100% | 95% | 97% |

表 11「各段階の達成基準」

| 関係付けのプロセス | 達成基準 |
|-----------|----------------------------------|
| ① | ワークシート「1」を自分なりの言葉や図や絵を用いて記入している |
| ② | ワークシート「3」に経験や既習事項を記入している |
| ③ | ワークシート「4」の①～④と「5」の①～④を結び付けて書いている |

単元を通して、各段階とも多くの生徒が達成できていたと考える。

(イ) 振り返りの記述について

図 8「有効性に関する記述の割合」に示すように、振り返りを書かせた際、「関係付けのプロセスモデル」に対して「経験や習ったことを結び付けることができた」や「順番に考えることができたのでよかった」など、その有効性について感想を記述している生徒の人数が32名中26名と8割を超えていた。

(ア)・(イ)から、多くの生徒が問題と経験や既習事項とを結び付けられるようになる中で、「関係付けのプロセスモデル」の有効性を感じていたと考える。

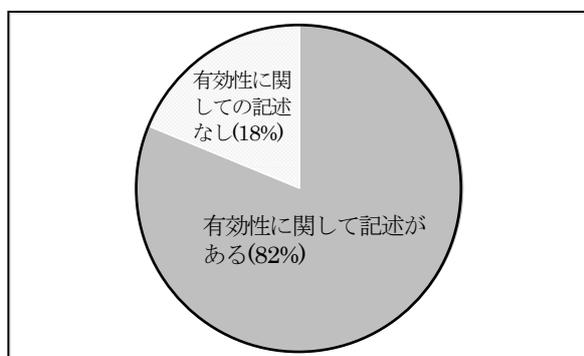


図 8「有効性に関する記述の割合」

このことから「関係付けのプロセスモデル」は有効であったと考える。

イ 各段階に対する手立ての有効性について

(ア) 問題を自分なりの言葉や図や絵で表現させることの有効性について(5頁表5の①)

問題を自分なりの言葉や図や絵で表現させることが、問題を理解させることに有効であったかという点について検証する。

a ワークシートの記述について

5頁図2の「1」「2」における生徒の記述を図9「ワークシート『1』『2』の記述」に示す。

第二次から第四次を通して、図9のように5頁図2の「1」を記入していた場合、全て「2」を記入できていた。「2」を記入できていたということは、問題を自分なりの言葉や図や絵で表したことにより、問題の意味を理解でき、「2」に進んだと考える。

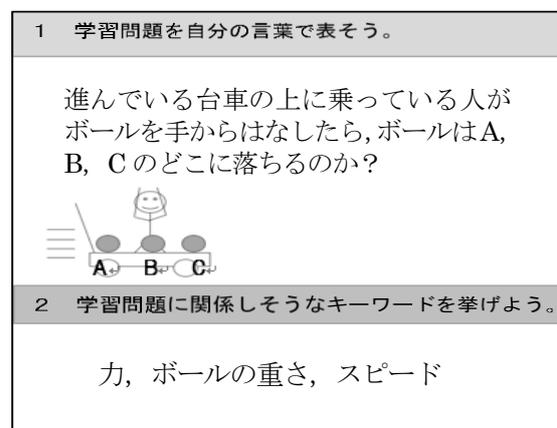


図 9「ワークシート『1』『2』の記述」

b 振り返りの記述について

生徒Aは振り返りにおいて、「ワークシートはまず問題を考えることで状況がよくわかる」と記述していた。生徒Aは問題を自分の言葉で表現しようとする過程で、問題に対する理解が深まったと考える。

以上 a・b から、問題を自分の言葉で表現させることは、問題を理解させることに有効であったと考える。

(イ) 問題に関係する単語を挙げさせることについて(5頁表5の②)

問題に関係する単語を挙げさせることは、問題と類似の経験や既習事項を想起させるために有効であったかという点について検証する。

a ワークシートの記述について

5頁図2の「2」「3」における生徒の記入例を図10「ワークシート『2』『3』の記述」に示す。

| | |
|---|--|
| 2 | 学習問題に関係しそうなキーワードを挙げよう。 |
| | 慣性、一定の速さ、(急に)止まる、ボール |
| 3 | 学習問題の解決に役立ちそうな、知っていることを1つ挙げよう。例)「～の時の実験」「～の内容」 |
| | 車に乗っているときに急ブレーキをかけると、体が進行方向にもっていかれる。(シートベルト、電車も) |

図10「ワークシート『2』『3』の記述」

図10のように、5頁図2の「2」を記入した後「3」も記入できていた場合は第二次～第四次の平均で92%であり、「2」を記入できれば多くの場合「3」も記入できていた。

これは「2」で問題に関係する単語を挙げることで、経験や既習事項を想起できたからだと考える。

b 振り返りの記述について

生徒Bは振り返りにおいて、「先にキーワードをたくさん出しておいたので樹形図みたいにいるんな考えや発想が出てきてとてもよかったです。」と記述していた。

生徒Bは、問題に関係する単語を挙げることで、経験や既習事項が想起されたと考える。

c プロトコルについて

生徒C・生徒D・生徒Eのプロトコルに関する問題を図11「問題」に示す。また、生徒C・生徒D・生徒Eのプロトコルを図12「生徒C・生徒D・生徒Eのプロトコル」に示す。

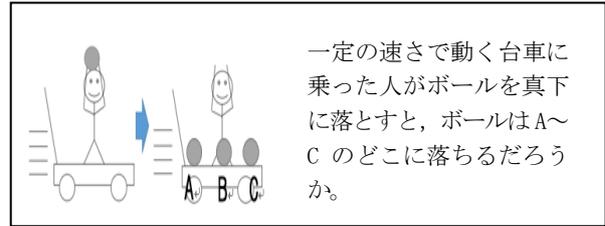


図11「問題」

| | |
|---|--|
| 生徒C | 「速さ、ボール、台車」 |
| 生徒E | 「速さ」 |
| 生徒D | 「プリントに書いた？」 |
| 生徒C | 「台車、スピード」 |
| 生徒E | 「重力」 |
| 生徒C | 「重力か」 |
| 生徒C | 「動いているもの、飛び降りたりは？」 |
| 生徒D | 「ブランコとか？」 |
| 生徒E | 「何？」 |
| 生徒D | 「ブランコとか。飛び降りるよね。」 |
| 生徒C | 「あるかな。車とかはどう。」 |
| 生徒D | 「車からは飛び降りないのでは」 |
| 生徒C | 「車に乗って、進んでる途中で飛び降りる。映画で車から飛び降りるシーンあるよ」 |
| 生徒D | 「では3番(類似の経験や既習事項)は車から飛び降りること？」 |
| 生徒E | 「 <u>滑り台の上から、ものを落とすことは?</u> 」 |
| 生徒D | 「なるほど」 |
| 生徒E | 「滑りながら落とすことあるよね。私、帽子を落としたことがある。」 |
| ※下線部_____は問題に関係する言葉を挙げている発言を、下線部_____は類似の経験や既習事項を想起した発言を示す。 | |

図12「生徒C・生徒D・生徒Eのプロトコル」

まず、生徒C・生徒D・生徒Eは、問題に関係する単語を挙げることで、次の単語を連想していると考え。次に、単語を連想する中で、「動いている」「飛び降りる」など問題の状況を示す言葉を挙げるようになり、問題と類似の経験や既習事項であるブランコや車、滑り台の例を想起したと考える。

d 第四次において「関係付けのプロセス」②を達成できなかった原因の分析と改善策の検討

8頁図7に示すとおり、第四次では11人の生徒が3頁表3の②を達成できなかった。

まず、3頁表3の②を達成できなかった原因を分析し、次に改善策を検討する。

なお、第四次における問題を図13「第四次の問題」に示す。

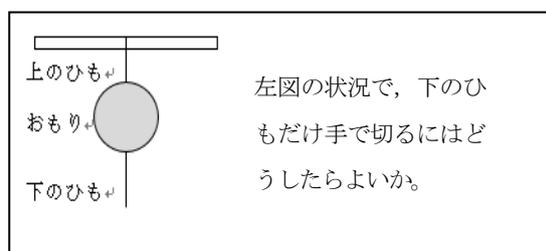


図13「第四次の問題」

(a) 原因の分析

まず、生徒の振り返りで「似たような経験を思い出すことが難しかった」という記述が複数見られた。

これは、テーブルクロス引きやダルマ落しのような、第四次の問題と類似の経験が不足していることが、経験の想起ができなかった原因だと考える。また、第四次の問題は、第三次までの問題と比べて、経験や既習事項との表面的な類似を認識できにくかったことも原因だと考える。(第四次の問題は静止している物体についての慣性を扱ったものであり、第三次までの問題は動く物体についての慣性を扱ったものであった。)

次に、生徒Fは交流の最中にテーブルクロス引きが類似の経験ではないかという情報を他生徒から得て「テーブルクロス引きか」とつぶやくが、ワークシートには何も記入しなかった。この生徒Fはテーブルクロス引きを問題と類似の経験として認識しなかったと考えられる。

原因は、8頁で述べたように第四次の問題は経験や既習事項との対象レベルの類似を認識しにくく、想起の段階である程度、関係レベルの類似や目標レベルの類似を認識する必要があると考えた。このことは第四次で3頁表3の②を達成した生徒Gが「今までは自分の経験

をそのまま生かされたけれど、今回は自分の経験や今まで習ったことをもとに、そこから言えることを考えないといけなかった。」と振り返りで記述していたことから推測できる。

以上のことから、第四次において3頁表3の②を達成できなかった生徒について次の(i)・(ii)の2点が原因であると考えられる。

- (i) 第四次の問題と類似の経験が不足していること
- (ii) 第四次の問題は経験や既習事項との表面的な類似を認識しにくく、想起の段階で、ある程度関係レベルの類似や目標レベルの類似を認識する必要があったこと

(b) 改善策の検討

原因(i)・(ii)に対しての改善策を次のように考える。

まず原因(i)に対しては、生徒にダルマ落しやテーブルクロス引きなどの経験があるかを把握した上で単元を構成する必要があると考える。このことから「関係付ける力」の育成を図る際、生徒の日常経験を調査し把握した上で、単元を構成する必要があると考える。

次に、原因(ii)に対しては、第二次と第三次の学習における学習の中で、関係付けた問題と経験や既習事項はどのような点で類似していたのかということ、関係レベルの類似や目標レベルの類似で振り返らせる必要があると考える。そうすることで、生徒は第四次の問題に対して「一方の物体は静止し続けようとし、もう一方は動かそうとする」という関係レベルの類似に着目できたと考える。したがって、日々の学習において、問題と経験や既習事項とを関係付けた際、どのような点で類似していたのかということ、関係レベルの類似や目標レベルの類似で振り返らせる必要があると考える。

以上 a ~ d から問題に関係する単語を挙げさせることは、問題と類似の経験や既習事項を想起させるために有効であったと考える。

(c) 経験や既習事項で起きたことを順番に整理させることについて(5頁表5の③)

経験や既習事項で起きたことを順番に整理させることは、経験や既習事項の類似する部分を結び付けさせることに有効であったかという点について検証する。

a ワークシートの記述について

5頁図2の「4」「5」における記述を図14「ワークシート『4』『5』の記述」に示す。

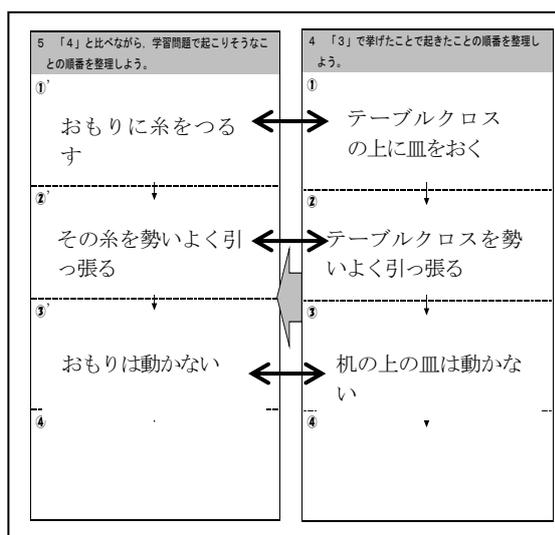


図14「ワークシート『4』『5』の記述」

図14のように第二次～第四次を通して5頁図2の「4」を記入した場合は、全て「5」を「4」の①～④と結び付けて記入できていた。

これは経験や既習事項で起きたことを順番に並べたことで、問題と経験や既習事項で類似する部分を結び付けられたからだと考える。

b 振り返りの記述について

生徒の振り返りには「身の回りで起きることなどの順番に照らし合わせて考えると少しずつヒントがあって分かりやすかったです。」という記述が見られた。

このことから、生徒は経験や既習事項で起きたことを順番に整理することは、問題と経験や既習事項で類似する部分を結び付けることに有効であったと感じていると考える。

c プロトコルについて

生徒Hのプロトコルを図15「生徒Hのプロトコル」に示す。(問題は10頁図11)

生徒H「3番(類似の経験や既習事項)が分からない。」
 班員I「3番は歩いて、ものを落としたときのことはどうか。走っていて、ものを落としたら後ろにあるから、問題でボールは後ろに落ちると思う。」
 生徒H「ここ(段階3)は?」
 班員I「だから、それが走りながらものを落としたら後ろにあることを順番に書いていくの。」
 生徒H「1番は、走りますよね」
 班員I「それで自分とものは共同体なの。だから、最初は一緒に行動しないとイケないよ。」
 生徒H「なるほど。」
 生徒H「2番は、走ります、そして落としますよね。そうしたら?」
 班員I「そうしたら、ものはその場に落ちるけど、人はそのまま進み続けるでしょ。」
 生徒H「うんうん。」
 班員J「ものは落ちることになるから、自分の後ろにあるよね。」
 生徒H「なるほど。自分は走り続けるからよね。」
 班員J「人は前に進むけど、ボールは勝手に前に行かれないから、その場に落ちたままよね。」
 生徒H「だから人だけ前に行くってことね。だから、ボールは後ろに落ちるのか。」
 ※下線部_____は、生徒Fが経験や既習事項で起きたことを整理している発言を示す。

図15「生徒Hのプロトコル」

生徒Hは交流の後、問題と経験や既習事項とを結び付けてワークシートに記入できていた。

このことから、生徒Hは交流の際に、走りながらものを落とした経験を、まず「走る」、次に「物を落とす」のように時系列に整理したこととで、「走る」－「台車を動かす」、「物を落とす」－「ボールを落とす」のように、問題と経験とで類似する部分を結び付けることができたと考える。

d 映像記録について

13頁図16「生徒Kの説明の様子」に示すように、生徒Kは、まず経験や既習事項で起きたことを順番に整理し伝えることが、相手の理解を得るために有効であると判断し、5頁図2の「4」の部分に注目できるようワークシートを折って説明していた。

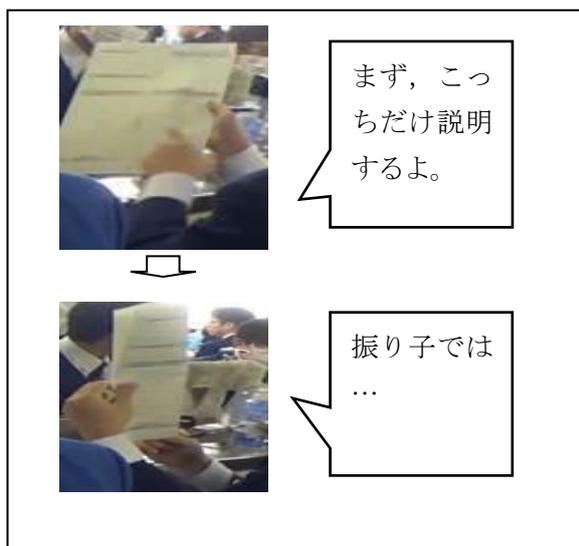


図16「生徒Kの説明の様子」

生徒Kは、前時までの学習において、経験や既習事項で起きたことを順番に整理することで、問題と経験や既習事項で類似する部分を結び付けやすくなることを実感していたのでワークシートを折る工夫をしたと考える。

以上a～dから、経験や既習事項で起きたことを順番に整理させることは、経験や既習事項の類似する部分を結び付けさせることに有効であったと考える。

以上ア・イから、「関係付けのプロセスモデル」を活用した指導は、問題と類似の経験や既習事項とを結び付けるために有効であったと考える。

(1)・(2)から、「関係付ける力」を育成するために「関係付けのプロセスモデル」を活用した指導は有効だったと考える。

V 研究のまとめ

1 成果

○ 問題と経験や既習事項とをどのように関係付ければよいのかということに対する指導の工夫を、「関係付けのプロセスモデル」を活用した指導として整理することができた。

○ 「関係付けのプロセスモデル」が、「関係付ける力」を育成するために有効であることを検証することができた。

2 課題と今後の展望

問題と経験や既習事項で表面的に似ている点が少ない(対象レベルの類似が少ない)場合、生徒は類似の経験や既習事項を想起しにくいことが考えられる。

そのような問題でも経験や既習事項を想起させるために、対象レベルの類似よりも更に高いレベルの、関係レベルや目標レベルの類似に着目させるための指導が必要だと考える。

引用文献

- 1) 奥本実・野上真二・長尾佳和「課題の解決に必要な知識・技能を活用する力を育てる授業の在り方ー思考プロセスを踏まえた授業モデルの作成を通してー」広島県立教育センターI普及型共同研究, 2015年, 48頁
- 2) 新村出編『広辞苑 第六版』岩波書店, 2008年, 626頁
- 3) 松村明編『大辞林 第三版』三省堂, 2006年, 554頁
- 4) 角屋重樹『科学的思考力を育成するための「すべて」に関する研究 調査研究シリーズNo. 67』公益財団法人日本教材文化研究財団, 2016年, 2頁
- 5) 角屋重樹『なぜ、理科を教えるのか』文溪堂, 2013年, 74頁
- 6) 伊藤毅志・安西祐一郎「問題解決の過程」市川伸一編『認知心理学4思考』東京大学出版会, 1996年, 116頁
- 7) 安西祐一郎『問題解決の心理学』中央公論新社, 1985年, 154頁
- 8) 鈴木宏明『教養としての認知科学』東京大学出版会, 2016年, 101頁
- 9) 前掲書 8), 89頁

参考文献

- ① 伊藤毅志・安西祐一郎「問題解決の過程」市川伸一編『認知心理学4思考』東京大学出版会, 1996年
- ② 角屋重樹『なぜ、理科を教えるのか』文溪堂, 2013年
- ③ 鈴木宏明『認知科学モノグラフ① 類似と思考』, 共立出版株式会社, 1996年

- ④ 鈴木宏明「説明と類推による学習」波多野誼余夫編『認知心理学 5 学習と発達』東京大学出版会, 1996年
- ⑤ 日置光久・矢野英明『シリーズ日本型理科教育 第3巻 理科でどんな力が育つかーわかりやすい問題解決論ー』東洋館出版社, 2017年
- ⑥ 堀哲夫・西岡加奈恵『授業と評価をデザインする 理科』日本標準, 2010年
- ⑦ 文部科学省『小学校学習指導要領解説理科編』大日本図書, 平成20年
- ⑧ 文部科学省『中学校学習指導要領解説理科編』大日本図書, 平成20年
- ⑨ J. H. ホランド・K. J. ホリオーク・R. E. ニスベット・P. R. ザガード著 市川伸一訳『インダクション 推論・学習・発見の統合理論へ向けて』新曜社, 1991年