

## 理科学習における認知・情意的システムに基づく動機づけの支援方略に関する研究

教育デザインコース 理科領域

齊藤 徳明

教育デザインコース 理科領域

片桐 大樹

教育学研究科

和田 一郎

### 1. 問題の所在と研究の目的

平成 29 年告示の学習指導要領において、資質・能力が認知（知識・技能、思考力・判断力・表現力）および、情意（学びに向かう力・人間性）の側面から再整理された（文部科学省，2017）。この指摘において重要な点は、認知と情意の相互の関連付けによって、それらの育成を目指すことが示された点である。例えば、理科授業の問題づくりの場面において、「この学習で、この部分がまだ解決できていないから、次はこんなことを知りたい」という姿や、予想場面での「この学習問題について知りたいから、そのためには前の学習内容を活かして解決するぞ」という姿は、子どもが主体的に問題解決を図る中で、認知と情意を相互に関連付け、それらを高めようとする姿と捉えられる。

McCombs (1988) は、メタ認知が機能することで、認知と情意の相互関連が引き起こることを指摘した。すなわち、学習者はメタ認知的 (metacognitive) システム、認知的 (cognitive) システム、情意的 (affective) システムを有し、メタ認知的システムが認知・情意的システムを俯瞰し (awareness) 、制御する (control) ことによって、それらを相互関連させると主張した。齊藤・遠藤・和田 (2020) は、この指摘を踏まえ、小学校理科授業を分析し、理科の問題解決過程において、認知の変容を俯瞰 (メタ認知) することに伴って、情意、特に動機づけ (motivation) が変動 (制御, メタ認知) することを明

らかにした。すなわち、「何を解決したいか」という動機づけについて自覚するからこそ、それを解決するための学習方略を選択する (認知を制御) ことが可能となり、一方で「これまでどんな学習をしてきたか」という認知過程を自覚するからこそ、次に取り組みたい学習が明確になる (動機づけを制御) と捉えられる。このように、認知に対するメタ認知のみならず、動機づけに対するメタ認知が機能することによって、それらの相互関連が生じる。

さらに、この研究では、メタ認知によって認知と関連付いた動機づけの変動が、5つのパターン (一定型 (高)、一定型 (中低)、上昇型、減少型、谷型) に分類できることを明らかにしている。その中には、学習を通じて動機づけの低水準が維持される「一定型 (中低)」や、学習によって動機づけが低下する「減少型」を示す子どもが一定数いることが指摘された。しかしながら、教師がどのような視点に基づき、このような「一定型 (中低)」や「減少型」の子どもの動機づけを向上させるのかについては検討されていない。

そこで本研究では、問題解決過程におけるメタ認知や認知との関連の中で、教師が子どもの動機づけを向上させる視点を導出することを研究の目的とした。具体的には、動機づけを定量化するにあたり、優れた知見を提起する期待—価値理論 (expectancy-value theory) に着目した。この理論に基づけば、動機づけが期待と価値の積によって規定されると考えられる (Atkinson, 1957, 鹿毛, 2004)。小野瀬 (2017) は、理科学習においても、期待と価値が学習動機として働くことによって、子どもが主体的に学びへ取り組むことが可能になると指摘した。また、期待に関して原田・鈴木 (2018) は、中学校理科における質問紙調査から、空間イメージ処理が苦手な子

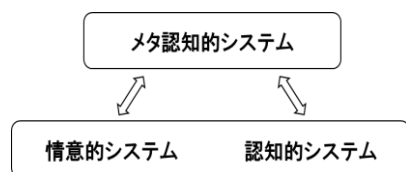


図1 メタ認知・認知・情意の相互関連 (McCombs (1988), 齊藤ら (2020) を基に作成)

どもは、理科に対する苦手意識（低い期待）をもちやすいことを明らかにした。さらに、価値に関して解良・中谷（2014）は、中学校理科における質問紙調査から、教師が学習内容の日常生活での実用性を教授することが、価値（興味、達成、実践的利用）を促進することを明らかにした。

すなわち、期待、価値の側面から動機づけを捉えることによって、どのような学習場面と関連付いて動機づけが向上するのかに関して、より詳細に捉えられると考えられる。具体的には、子どもが「取り組みたい」と価値を感じる学習問題を設定し、学習に取り組む中で価値がより明確になったり、「この考えなら、学習問題を解決できそう」と期待を働かせることが、理科学習の中で動機づけを向上させている姿と捉えられる。

また、これまでの期待—価値理論を基軸とした動機づけ研究では、動機づけを定量化して、その変化を分析する手法が多かった。しかしながら、このような手法では、学習における期待と価値が、認知やメタ認知とどのように関連付いているかは捉えにくい。そのため、本研究においては、質的な分析を用いる必要があると考える。

このように、図1と期待—価値理論の援用とともに、質的な分析を用いることで、期待と価値が学習におけるメタ認知、認知と関連付き、高まっていく様子や、そのような学習を生み出す教師の支援を分析することが可能になると考えられる。以上のような背景から、本研究では、理科の問題解決過程におけるメタ認知、認知と関連付けた期待と価値の向上を促進する教師の支援方略を導出することを試みた。

## 2. メタ認知、認知の相互関連による期待、価値の向上

Wigfield & Eccles（1992）は、「『パフォーマンスが結果につながるか』という認知的な推測」である期待と、「課題達成の相対的な魅力」である価値によって、動機づけが規定されると考える期待—価値理論を提案した。すなわち、図1における情意的システムの一部である期待、価値は、メタ認知や認知と関連付いて高まるとともに、それは動機づけが向上する過程として捉えられる。

期待について Bandura（1979）は、「環境の大部分の出来事には、（中略）一定の一貫性がある。そのような一貫性は、何が何に至るかということについての期待を作り上げ」ながら、学習者は学習に取り組むと指摘した。

さらに彼は、期待が、効力期待（*efficacy expectancy*）、結果期待（*outcome expectancy*）に区別して捉えられると主張した（図2）。効力期待とは「その結果を生ずるのに必要な行動をうまく行うことができる、という確信」であり、結果期待とは「ある行動がある結果に導くだろうという個人の推測」である。また、自覚した効力期待を自己効力感（*self-efficacy*）と措定した。期待—価値理論における期待とは、自己効力感の意味合いが強い（Wigfield & Eccles, 1992）。

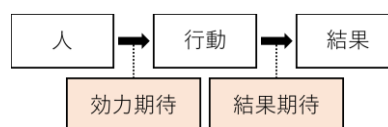


図2 効力期待と結果期待（Bandura（1979）を基に作成）

これらの指摘を踏まえると、理科の問題解決過程において、図1のようにメタ認知や認知と関連付きながら、期待が高まる子どもの姿は、以下のように捉えられる。まず、クラスで学習問題が設定され、それに対して予想する過程では「これまでの学習経験から解決策が思いつくか」といった学習に対する見通しを自己評価し、期待を規定すると考えられる。また、個人で考えた予想をクラスで共有する活動では、他者の意見によって、自分の考えに対する期待が変化すると考えられる。その後、予想を検証するために行った実験の結果から、考察する活動が行われる。その際、「実験結果から予想の考えが確かめられたか」を自己評価したり、他者と考察を共有することで、その自信（期待）が変化すると考えられる。このように、自己の学習（認知）を俯瞰（メタ認知）しながら学習に取り組むことによって、期待は徐々に高まっていくと考えられる。

一方、理科の問題解決過程において、図1のようにメタ認知や認知と関連付きながら、価値が高まる子どもの姿は、具体的に以下のように捉えられる。クラスで学習問題が設定される際、その問題を解決することに対する重要性が自己評価される。さらに、学習問題について予想し、それを共有する中で、徐々に学習問題がより一層自分事となっていくことが自覚されるとき、「実験をして確かめたい」と価値が高まっていくと考えられる。その後、考察においては「学習問題が解決できたのか」と

問題解決過程を振り返り、「価値が満たされたのか」という自己満足感が評価され、それは次の学習の価値を高めると考えられる (Zimmerman, 2014)。このように、自己の学習を振り返る (認知に対するメタ認知) ことによって、学習問題を自分のものとして捉える中で、価値が高まると考えられる。

以上のように、理科の問題解決過程におけるメタ認知や認知の変容に伴って、期待と価値が自己評価され、それぞれが高まっていくと考えられる。これらに関わる教師の支援方略について、授業の事例分析を通じて明らかにしていく。

### 3. 小学校理科授業における事例的分析

#### 3. 1. 実施時期

2020年1月

#### 3. 2. 実施対象

横浜市内公立小学校 第5学年 26名 (本学級は31名だが、ワークシートの記述なし5名を除いた)

#### 3. 3. 実施単元

小学校第5学年 理科「電磁石の性質」

#### 3. 4. 授業実施の概要

授業は、表1に示す内容を計18時間で実施した。第

表1：授業展開の概要

次	時	学習内容
1	1・2 3・4	電流を流した導線に方位磁針を近づける際の方角磁針の針の振れについて予想した後、観察した。観察結果を基に考察し、それを共有した。
	5	前時より大きい電流を用いて、再実験を行い、結論を導き出した。
2	6	磁力の大きい電磁石を紹介し、これまでの方位磁針の針の振れとの違いから、学習問題をつくった。
	7・8	電磁石の実験キットを作成した。
	9・10 11・12 13・14	電流を流した導線の磁力の大きさは、電流の量によって変わるのかを予想し、条件を制御しながら実験計画を構想した。その後、実験を行い、実験から得られた結果から、考察を行った。
3	15・16 17・18	電流を流した導線の磁力の大きさは、コイルの巻き数によって変わるのかを予想し、条件を制御しながら実験計画を構想した。その後、実験を行い、実験から得られた結果から、考察を行った。

1次では、電流を流した導線に方位磁針を近づけ、方位磁針の針の振れを観察した。その観察からつくられた学習問題「電流を流した導線は、磁石の働きをするのかな？」について予想、実験計画、実験の実施、結果の整理、考察を行った。さらに、電池1つでは方位磁針の針の振れが弱く、導かれた結論に納得できないという子どもからの指摘により、電源装置を用いて、前時より大きな電流を流して、再実験を行った。この再実験から、子どもは導線を通る電流に磁力の働きがあることを確認した。

その後、教師は、用意した強力な電磁石と、子どもが使用する実験キットの電磁石との磁力の大きさの違いに着目させ、磁力を大きくするにはどうしたらよいか話し合わせた。話し合いの結果、子どもから、電流の量(大きさ)、コイルの巻き数などを変えることがあげられ、それぞれについて調べていくことになった。

まず、第2次では、学習問題「電磁石の磁力の強さは、電流の量によって変わるのかな？」、第3次では、学習問題「電磁石の磁力の強さは、コイルの巻き数によって変わるのかな？」について予想した後、電磁石につく釘の本数で磁力を測定する実験について、条件制御をしながら実験の計画をした。その後、実験を実施し、そこから得られた実験結果を用いて考察した。

#### 3. 5. 期待、価値に関する質問項目の作成

本研究では問題解決過程における問題作り、予想、考察の場面で、表2, 3に示す質問項目を設定した。問題解決過程における期待、価値のレベルを読み取るため、5件法(1が最も低く、5が最も高い評価)で子どもに記述を求めた。また、期待、価値のレベルの変動要因を分析するために、そのレベルに評価した理由の記述を求めた。これらの記述の意図は、事前に教師が子どもへ説明したうえで、調査を行った。

表2：期待に関する質問項目

過程	質問項目	調査対象
問題づくり	学習問題を解決する自信はありますか？	期待レベル
	みんなの考えを聞いてからの、自分の予想に自信はありますか？	期待レベル
予想	自信がある(ない)理由	期待理由
	みんなの考えを聞いてからの、結果の読取に自信はありましたか？	期待レベル
考察	自信はある(ない)理由	期待理由

表3：価値に関する質問項目

過程	質問項目	調査対象
問題づくり	学習問題を解決したいですか？	価値レベル
予想	自分の予想を確かめたいですか？	価値レベル
	確かめたい（たくない）理由	価値理由
考察	実験結果の読取から、予想について確かめられましたか？	価値レベル
	確かめられた（られなかった）理由	価値理由

### 3. 6. 分析方法

本研究では、第2次「電流の量は、磁力の強さに関係しているのかな」の授業を分析対象とした。

分析は、まず問題解決の各過程における期待、価値に関する質問項目（表2、表3）への記述から、期待、価値の積によって、動機づけのレベルを整理した（Atkinson, 1957, 鹿毛, 2004）。その後、子どものワークシート記述、発話プロトコルから、教師の支援によって期待または価値のレベルが上昇したと考えられる子どもを抽出した。そして、図1に基づき、その子どもの期待、価値のレベルの上昇に関わった教師の支援について事例的分析を行い、それを支援方略として抽出した。

発話プロトコルにおいては、抽出した子どもが発話をしていない場合でも、教室全体での対話を聞くことで、その子どもが対話に参加しているとみなし、その場面も分析の対象とした。

## 4. 結果および考察

期待、価値に関する質問項目（表2、3）の記述から、問題解決の各過程における期待および価値のレベル、動機づけのレベルを表4に示す。また、各過程間におけるそれらのレベルの変化について整理したものを表5に示す。

表4に示す期待、価値、動機づけの平均値（Mean）、および、標準偏差（SD）から、本授業実践における子どもの期待、価値、動機づけは、それぞれ高いレベルで推

表4：期待、価値、動機づけのレベルの実態（N=26）

	問題づくり		予想		考察	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
期待	3.65	1.07	3.81	0.96	4.31	0.72
価値	4.00	0.94	4.15	0.75	4.33	0.90
動機づけ	15.1	6.27	16.0	5.79	18.9	5.75

表5：期待および価値レベル、動機づけのレベルの変動（N=26）

	問題づくり 第1次→第2次			問題づくり →予想			予想→考察		
	上昇	一定	減少	上昇	一定	減少	上昇	一定	減少
期待	13	11	2	9	12	5	9	12	2
価値	11	10	5	7	13	6	10	11	5
動機づけ	18	5	3	13	5	8	14	7	5

移していたと捉えられる。さらに、表5から、その中でも約半数の子どもは、各過程間において期待、価値、動機づけのレベルが上昇したと捉えられる。

以下の分析では、これらのレベルの上昇において教師の動機づけ支援方略が機能したと考えられる場面を取り上げる。そして、その場面において、期待または価値のレベルが上昇した例として子どもを1名示し、教師の動機づけ支援方略がどのように子どもの学習に寄与したのかを考察する。

### (1) クラスで学習問題づくりを行う場面

クラスで学習問題づくりを行った場面（表6）における、C1の期待と価値の変容について、図3に基づき考察する。

第2次の導入において、教師は、まず強力な電磁石を子どもに体験させた。その後、電磁石の実験キットを作成し、そのキットで何を調べていくかを話し合う活動が行われた。その際、教師は、子どもが強力な電磁石と作成したキットの磁力の差に着目していることを見取り、

表6：学習問題づくり場面における発話プロトコル

C2	強いやつ（電）磁石のやつは、なんか電源を切ってもすぐには、ちょっと力を入れないと離れなかったけど、それがこのスイッチ一つをぼちってやったら（離れた）。
T	そうなんだ。だから弱いつて感じるわけね。そしたらさ、みなさん。電磁石さ、みなさんの電磁石（実験キット）。みなさんの電磁石、強くしてみたいですか？
Cs	みたい！

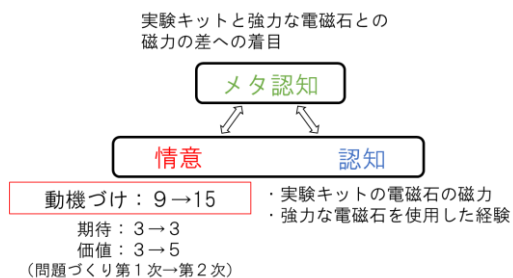


図3：C1のメタ認知・認知・情意の関連過程

「電磁石の磁力を強くしてみたいですか？」と子どもに投げかけ、学習問題を設定した(表6)。このような過程で学習問題を設定し、C1の第1次から第2次の問題づくり場面における価値は、3から5へと高まった。一方、期待は3のまま一定であった。すなわち、期待一価値理論に基づけば、動機づけは、9(3×3)から15(3×5)へ上昇した。

この場面におけるC1の価値の高まりは、教師が子どもの興味に基づいて学習問題を設定したことによって生じたと考えられる。この対話(表6)において教師は、C2が強力な電磁石の磁力の大きさのみに着目していることを見取り、子どもの実験キットの磁力の大きさとの差に着目させた。そして、教師は「自分たちの実験キットの磁力を強くするためには、どうすればいいか」という学習問題へつなげた。このように教師が「学習材(実験キット)と、子どもの興味のある事象の間につながりを見出させる」支援方略を講じることによって、C1は導入で用いた強力な電磁石と子どもの作成した実験キットとの磁力の大きさの差への着目(メタ認知)が促されたと考えられる。

さらに、そのようなメタ認知の稼働によって、自分の実験キットも強くしたいという価値が生起したと考えられる。

## (2) 予想を共有する場面①

次に、予想を共有した場面(表7)における、C3の期待と価値の変容について、図4に基づき考察する。

予想場面において、C4は、電流の大きさが磁力の大きさに影響を与えると予想した。それは、導線に流れる電

表7: 予想の共有場面における発話プロトコル

T	先に学習したことだと、前の導線の時の(学習)ね。ってこととかも、理由にできたりするのかな。
中略	
C4	先生がやってたあの、ちょっと電流が強くなったみたいなやつ。なんか機械(電流装置)みたいな。
T	機械(電流装置)みたいになって、あれのこと?
C4	そうそう。
C5	あれか、前でやったやつ。
T	前でやった? あー。あれのことが何?
C4	最初は、方位磁針で動かなかったじゃないですか。
T	みんなですらやったときね。
C4	でも、機械みたいなやつで、やった時は方位磁針がなんか、導線について、磁石みたいに働いてたから、今回も電流を増やせば、磁力の力も増す気がする。

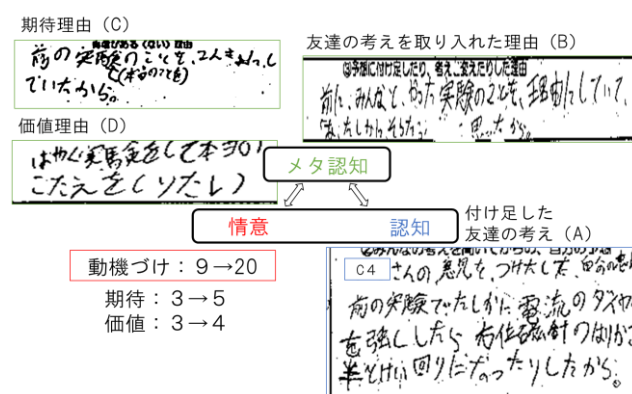


図4: C3のメタ認知・認知・情意の関連過程

流を大きくすると、方位磁針の針の振れが強くなった前時の学習経験を予想の根拠にしたためであった。このようなC4の予想は、教師が「先に学習したことだと、前の導線の時の(学習)ね。ってこととかも、理由にできたりするのかな」という発話(表7)を行ったことによって生じたと考えられる。すなわち、この教師の発話は、C4がこれまでの学習経験と現在の活動を関係付けるメタ認知を促したと考えられる。

その後、予想の共有場面において、こうしたC4考えがクラスに共有された(表7)。このような対話を踏まえ、C3は「前の実験で、たしかに電流のダイヤルを強くしたら、方位磁針の針が反時計回りになったりしたから」とC4の考えを自分の予想に付け足した(図4A)。さらに、C3は、この考えの取り入れによって、「前の実験のこと(本当のこと)をこんきよにしていたから」という理由(図3C)から、期待を3から5へ高めた。一方、価値は「はやく実験をして本当のこたえを知りたい」という理由(図4D)によって3から4へ高めた。すなわち、期待一価値理論に基づけば、動機づけは9(3×3)から20(5×4)へ上昇した。

このような期待の高まりは、教師がクラスに対して学習経験と現在の活動との関連付けを促し、その例としてC4の予想をクラスで共有させたことにより生じたと考えられる。その支援によりC3の認知においても客観性が高まっていくことを俯瞰するメタ認知が機能したと考えられる。そして、客観性の高まりの自覚により、C3の期待が高まったと考えられる。つまり、教師が「これまでの学習経験との関係付けを促す」支援方略を講じることによって、クラスにおける考えの客観性が高まるとともに、それに対してメタ認知が機能することで期待が高まり、動機づけの向上に寄与したと考えられる。

また、価値においては、以上のような予想の活動における認知の変容とともに、徐々に学習問題が自分の問題意識へと醸成されたことに伴って、価値も高まったと考えられる。

### (3) 予想を共有する場面②

次に、予想を共有した場面(表8)における、C6の期待と価値の変容について、図5に基づき考察する。

予想場面において、C6は「電池を増やせば、その分の電力(電流)が上がるから(磁力も)強くなると思う」と記述した(図5A)。その後、予想の共有場面において、C7とC8は、4年生の時、電流を強くすると、モーターの回転する速さも速くなったことを根拠に、「電流が強くなると磁力も強くなる」と予想を述べた(表8)。それに対して、教師は「モーターの速さと磁力の大きさは同じなの?」と問い返した。この対話を聞いた後、C6は「4年生の時に、電池の量が2個になると(モーターが)強くなるって言った気がしたけど、あいまいだから」という理由(図5B)から、価値を3から4へ高めた。

表8 : C6の価値の高まりに関わる  
予想の共有場面の発話プロトコル

C7	前3年生くらいの時に、電池を増やす。電池を増やすと電流が強くなるのかどうかを調べた時に、まあ電池を増やせば、強くなるっていうことが分かったから。
T	つまり、電池を増やすと電流の量が増えるから...。電流の量がなんかわからないけど、電流の量が増えると磁力が強くなるの?じゃあ、電流の量が増えると磁力が強くなる。これをもうちょっと、言ってほしいな。
中略	
C8	モーターの速さも強くなったから、それで磁力も強くなるかなって。
T	え、なんで?だって、それモーターの速さが強くなるんですよ。電流の量が大きくなると、モーターが速くなるはそうだよ。4年の時にね。でも、今聞いているのは、磁力の大きさだよ。モーターの速さと磁力の大きさは同じなの?

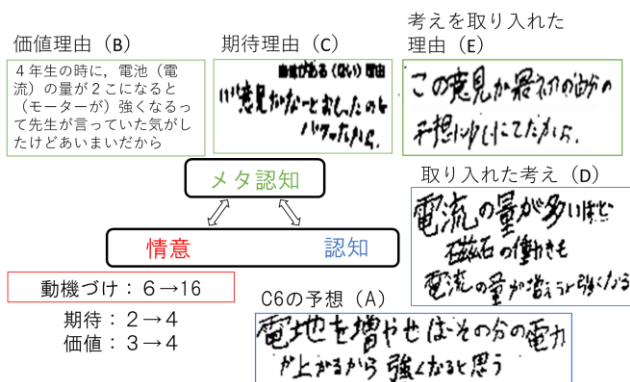


図5 C6のメタ認知・認知・情意の関連過程

一方、「自分の予想に似てた」という理由(図5E)から価値は、3から4へと高めた。すなわち、期待—価値理論に基づけば、動機づけは、6(2×3)から16(4×4)へ上昇した。

この場面におけるC6の価値の高まりは、C7、C8の対話(表8)において、教師が学習の目的を意識させたことにより生じたと考えられる。具体的には、教師は、子どもが4年生の時の学習経験と現在の学習を関連付けようとしていることを見取り、その関係付けの妥当性に着目させようと、「今考えているのは、磁力の大きさ」と、学習の目的を振り返らせた。それによって、C7、C8と同様の考え方をしていたC6は、現在の学習と過去の学習経験との関連付けが確かではないと判断するメタ認知が促進されたと考えられる。また、それにより、自己の認知に対する不明確さの解消が価値として生まれたと考えられる。つまり、教師が「活動の目的を意識させる」支援方略を講じることによって、自己の経験と活動の目的のずれやあいまいさをメタ認知することで価値が生起し、その結果として動機づけが向上したと考えられる。

また、このように自己の考えのあいまいさを認知することで、「自分の予想に似てた」という理由(図5E)から、友達のを付け加えた(図5D)ことから、自己の考えをより妥当なものに変容させようとしたと考えられる。これによって、期待が高まった(図5C)と考えられる。

### (4) 共有された予想をまとめる場面

次に、共有された予想をまとめた場面(表9)における、C9の期待と価値の変容について、図6に基づき考察する。

予想の共有場面において、C10は電流と磁力の関係を、ご飯の量とそれによって生み出される力の関係と例えた(表9)。また、C11は「この前実験したときに、だれか忘れたけど、電流自体に磁力の力があるみたいなこと言っていたから、それみたいに、(電池を)2個にすれば、もっと磁力が強くなるんじゃないかなと思った」と、前時の学習経験を基にした予想を共有した。このような対話(表9)を踏まえ、C9は「電流のダイヤルをいじったら(方位磁針の針の振れが)強くなったり、弱くなったり(したこと)から、(磁力は)電流の量によって関係してる」と友達のを付け足した(図6B)。このよう

表9：共有された予想をまとめる場面における発話プロトコル

T	C10 さんどうですか？
C10	えっと、(予想は) 変わるで。理由は、例えば、例え使っている？
T	いいよ。
C10	例えば、お腹がすいてるときよりは、ご飯を食べた時のほうが運動できる。電流の量=ごはん、えっと磁力の大きさは運動だから、量が多い方が働く力が多くなるから、その流された電流の量も多くなってくるから、その分、1個の時よりも働く力が。
C11	食えば食うほど、残業できる。
T	つまり、電流の量が多いほど、磁力の働く大きさが強くなるってことだね。あと一人くらい聞いておきますか。C12 くんどうぞ。
C12	変わると思うで、理由は、この前実験したときに、だれか忘れたけど、電流自体に磁力の力があるみたいなこと言ってたから、それみたいに、(電池を) 2個にすればもっと磁力が強くなるんじゃないかなと思った。
T	それは、一本導線の時のを基にしているんだね。
C12	うん。
T	そうだったね。あれは導線に電流を流すと、この磁力の力が生まれるっていうことを言ってるんだもんね。だから、この前の実験の時っていうのが大事な。じゃあ、今皆さんの予想をね、変わる説だと、この前の実験をもとにした話です。あとは、なんか原因？こういう風になってるからじゃない？って、要するに電流の量が多いほど、磁力の働きも強くなるから変わるんじゃないかって思ってる二つの変わる説。

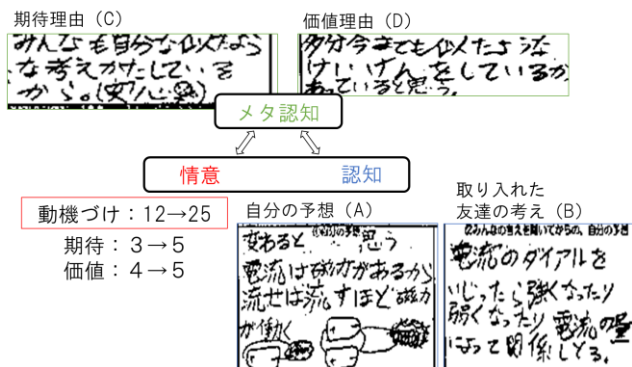


図6：C9のメタ認知・認知・情意の関連過程

な過程を経て、C9は「みんなも自分な(と)似たような考えかたをしている(安心)」という理由(図6C)から、期待を3から5へ高めた。一方、価値は「今までも似たようなけいけんをしているからあっていると思う(から予想を確かめたい)」という理由(図6D)から、4から5へと高めた。すなわち、期待—価値理論に基づけば、動機づけは、15(3×5)から25(5×5)へ上昇した。

この場面におけるC9の期待の高まりは、C10、C11が共有した予想を分類した教師の発話によって促されたと考えられる。教師は「今皆さんの予想をね、変わる説だと、この前の実験をもとにした話です。あとは、なんか原因？こういう風になってるからじゃない？って」と、

これまで共有された子どもの予想を「前の実験を基にした予想」と「電流を増やしたときの磁力をイメージすることでその関係性を考えた予想」の2つに分類した(表9)。この教師の支援は、C9が「自分はどちらの分類なのか」という他者の考えとの共通点を見出すことを促したと考えられる。また、それによって、C9が他者の考えを付け足すことにより自分の予想(図6A)を強化すること、それを自覚すること(図6C)を促したと考えられる。それによって、C9は、期待を3から5へ高めたと考えられる。すなわち、このように教師が「共有された考えの分類を行う」支援方略を講じることによって、自己と他者の認知を関連付けるメタ認知の稼働が促され、その結果として期待が高まったと考えられる。

また、価値を4から5へと高めた理由として「今までも似たようなけいけんをしているからあっていると思う(から予想を確かめたい)」と記述した(図6D)ことから、以上のように期待の高まりに伴って、価値が高まったと考えられる。

(5) 参考になった他者の考えを共有する場面

次に、参考になった他者の予想を共有した場面(表10)における、C4の期待と価値の変容について、図7に基づき考察する。

予想の共有場面(表7)において、C4は、前時の「電池1つの時、電流を流した導線に方位磁針を近づけても、針はあまり振れなかったが、電流装置を用いて、電流を大きくすると、方位磁針の針の振れが強くなった」という学習経験から、電流の大きさは磁力の大きさに影響するとの予想を共有した(表7)。その他の子どもの予想も共有された後、教師は、参考になった友達の考えを共有する時間を設けた(表10)。その際、C13は、C4の考えが前の実験結果を根拠にしていることを理由に、C4

表10：参考になった他者の考えを共有する場面の発話プロトコル

C13	C4さんの考え方は、前の実験を基にしていたから、根拠があるから、そうやっても思ったから。
T	なるほど。前の実験は根拠になるからね。そうすると取り入れやすいんだ。C14くん。
C14	僕もC13さんと同じで、C4さんのさ、なんていうか、電流をちょっと強めたでしょ。方位磁針が結構わかりやすく動いたっていうのが、僕もそうだなって思って、考えを変えさせられるような予想だった。
T	なるほどね。C14くん、考えが変わったって言ってたけど、変わる説でも考えが変わったってこと？

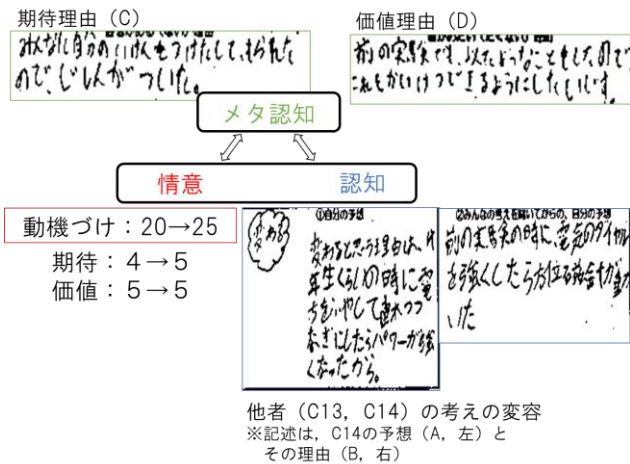


図7 C4のメタ認知・認知・情意の関連過程

の考えを取り入れたと述べた。さらに、C14は、当初4年生の時の学習で電流を大きくすると、モーターの回る速度が速くなったことを根拠にしていた(図7A)が、「それよりもC4の考えの方に変えさせられる予想だった」と述べた(図7B)。これらの対話(表10)を聞いたC4は、「みんなに自分のいけんを付け足してもらえたので、自信がついた」という理由(図7C)から、期待を4から5へ高めた。一方、「前の実験でも似たようなことをしたので、解決できるようにしたい」という理由(図7D)から、価値を5のまま維持した。すなわち、期待一価値理論に基づけば、動機づけは、20(4×5)から25(5×5)へ上昇した。

この場面におけるC4の期待の高まりは、教師がこのような「参考になった他者の考えを共有する」機会を設けたことにより生じたと考えられる。また、考えを取り入れる際、教師が「子どもがC4の考えのどのような点を重要と考えているか」を復唱する(表8)ことで、C4は「自分の考えのどの部分が、他者の認知の変容に寄与したのか」を自覚することが促されたと考えられる。すなわち、このように教師が「他者の考えを承認し合う機会を設ける」支援方略を講じることによって、自己の考えの妥当性や、他者の認知の変容に対するメタ認知が促され、その結果として期待が高まったと考えられる。

また、価値における「前の実験でも似たようなことをしたので、解決できるようにしたい」という理由(図7D)から、「前時の学習経験が適用できそうだ」という過去の学習経験による見通しを自覚することが、価値を5と高いレベルに維持することに寄与したと考えられる。

(6) 考察を共有する場面

最後に、考察を共有した場面(表11)における、C15の期待と価値の変容について、図8に基づき考察する。

考察場面において、C15は「電池1個のとき、(くぎが)約18個。電池2個のとき、約23個。この結果から、変わる説が正しいと思います。その理由。自分だけじゃなくて、みんなくぎのつく数が増えているから(電池1個のときより)」と記述した(図8A)。

その後、考察の共有場面において、教師は「電池の違いってというのは、何の違いなんですか?」と発問した(表11)。それに対して、C16は「電流の量の違い」と答え、クラスの子どももそれに同意した後、教師はこの実験で用いた回路に流れた電流の値を共有した。この対話(表11)を聞き、C15は「自分が電池のことしか考えていなかった」ことから(図8C)、電流の量に基づいた考察へ自己の考えを修正した(図8B)。このような学習過程を経て、C15は、「電流について調べられた」という理由(図8D)から、期待を3から5へ高めた。一方、「予想があっていた」という理由(図8E)から、価値に対する自己満足度を5と回答した。すなわち、期待一価値理論

表11: 考察の共有場面における発話プロトコル

T	では、まとめるとういうこと?電池1つのときは、釘の数はちょっと少ない。電池が2つだと、釘の数は多いと。電池の数の違いってというのは、何の違いなんですか?電池の数の違いってというのは、何の違いなんですか?C15くん。
C16	電流の量の違い。
T	どうですか?
Cs	あってます。
T	そう、これ電流の量。だから、電流の量によって変わるのか変わらないのかって言ったら、確認したように、変わる説の方が正しいそうだね。ちなみに、電流の量を知らせてなかったのだから、みんなにお伝えしますね。

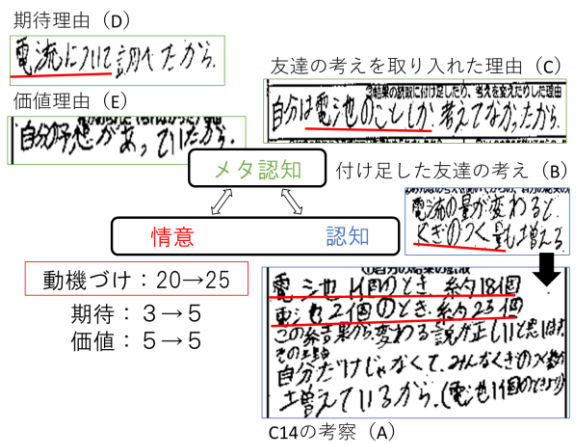


図8 C15のメタ認知・認知・情意の関連過程



理科学習における認知・情意的システムに基づく動機づけの支援方略に関する研究

に基づけば、動機づけは、15 (3×5) から 25 (5×5) へ上昇した。

この場面における C15 の期待の高まりは、教師が考察において「電流と磁力の関係」を考えるとこの本学習の目的を、子どもに振り返らせたことにより生じたと考えられる。具体的には、教師は、子どもが電流の大きさと電池の個数を混在させてしまっていることを見取り、磁力の大きさと関係づけるのは「電池の数ではなく電流の量」と、考察における目的を振り返らせた。これによって、C15 はメタ認知を働かせ (図 8C) , 自己の認知を修正した (図 8B) と考えられる。さらに、このような考えの変容から「電流について調べられた」という実感が生まれ (図 8D) , C15 は、期待を 3 から 5 へ高めたと考えられる。このように、教師が「活動の目的を意識させる」支援方略を講じることによって、メタ認知の稼働による認知の修正に伴い、期待が高まり、その結果として動機づけが向上したと考えられる。

また、その際、上記のように、C15 は、自分と他者の考察を関連付けるメタ認知を機能させたことによる考えの更新が「予想があっていた」という価値の自己満足 (図 8E) へつながったと考えられる。

## 5. 本研究の総括

本研究では、理科の問題解決過程において、メタ認知、認知と関連付けた動機づけの向上を促進する教師の支援の視点を導出するために、期待—価値理論に基づき、小学校理科授業において事例的分析を行った。その結果として、以下の諸点が明らかとなった。

- ・小学校理科授業において、子どもは問題解決過程の進行に伴うメタ認知、認知との相互関連の中で、期待および価値を高めた。
- ・その際、教師は、表 12 に示す子どものメタ認知機能を促す支援方略を講じることによって、認知、期待、価値の相互関連が促され、動機づけが向上した。

表 12 : メタ認知、認知の相互関連に基づく動機づけの向上に関わる支援方略

期待	これまでの学習経験との関係付けを促す
	共有された考えの分類を行う
	他者の考えを承認し合う機会を設ける
	活動の目的を意識させる
価値	学習材と子どもの興味のある事象の間につながりを見出させる
	活動の目的を意識させる

これらの支援方略については、本事例において抽出されたものに過ぎない。今後は、他の学年、単元においてこれらの支援方略が適用できるかを検証していきたいと考えている。

## 引用文献

- Atkinson, J. W. (1957) Motivational Determinants of Risk-Taking Behavior, *Psychological Review*, Vol. 64, No. 6, 359-372.
- Bandura, A. (1979) 「行動決定の先行要因」原田広太郎監訳『社会的学習理論』金子書房, 65-104.
- 原田勇希・鈴木誠 (2018) 「心的イメージ処理特性が中学校理科の期待信念に及ぼす影響」『日本教育工学会論文誌』第 41 巻, 第 4 号, 315-327.
- 鹿毛雅治 (2004) 「『動機づけ研究』へのいざない」上淵寿編著『動機づけ研究の最前線』北大路書房, 1-28.
- 解良優基・中谷素之 (2014) 「認知された課題価値の教授と生徒の課題価値評定、および学習行動との関連」『日本教育工学会論文誌』第 38 巻, 第 1 号, 61-71.
- McCombs, B. L. (1988) . Motivational Skills Training: Combining Metacognitive, Cognitive, and Affective Learning Strategies, *Learning and Study Strategies: Issues in Assessment, Instruction, and Evaluation*, 141-169.
- 文部科学省 (2017) 「小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 理科編」 Retrieved from [https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017\\_005\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_005_1.pdf) (accessed 2020.03.02)
- 小野瀬倫也 (2017) 「第 4 章 アクティブに科学概念を構築する子どもを育てる」『アクティブに学ぶ子どもを育てる理科授業』学校図書, 100-130.
- 齊藤徳明・遠藤寛・和田一郎 (2020) 「理科におけるメタ認知機能による認知・情意的相互関連に関する研究」『教育デザイン研究』第 11 号, 33-42.
- Wigfield, A. & Eccles, J. S. (1992) . The Development of Achievement Task Value: A Theoretical Analysis, *Developmental Review*, 12, 1-46.
- Zimmerman, B. J. (2014) 「第 4 章 自己調整学習の動機づけの源泉」塚野州一・伊藤崇達監訳『自己調整学習ハンドブック』北大路書房, 38-49.
- YNU Repository Advanced published date: November 5, 2020  
教育デザイン研究第 12 巻 (2021 年 1 月) 47