

## 理科におけるメタ認知機能による認知・情意の相互関連に関する研究

教育デザインコース 理科領域

齊藤 徳明

横浜市立三ツ沢小学校

遠藤 寛

教育学研究科

和田 一郎

### 1. 問題の所在と研究の目的

国立教育政策研究所 (2018) は、平成 30 年度全国学力・学習状況調査において、理科に対する興味・関心や、学習意欲をもって、学習に取り組んでいるかを問う質問に対して肯定的な回答をした児童の方が、平均得点が高い傾向があると指摘した。また、平成 29 年度告示の新学習指導要領では、育成を目指す資質・能力を、「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」といった認知的な資質・能力 (以下、認知と略記) のみではなく、「学びに向かう力・人間性等」といった情意的な資質・能力 (以下、情意と略記) を含む 3 つの柱に整理し、それらを相互に関連させながら育成する必要性が示された (文部科学省, 2018)。

これらの指摘から「これまで〇〇を解決してきたから、次は〇〇を問題にしたい」と認知を働かせた経験を素地に、次の学習へ自らを動機づける情意を働かせ、能動的に学習に取り組む重要性が示唆される。このような学びに関わりホワイト (2015) は、「環境と効果的に相互作用する能力」であるコンピテンス (competence) を動機づけ (motivation) 概念として提唱した。すなわち、上記のように学習の対象への働きかけと、そこからの学習という認知の変容により内的に生起する学びの原動力を、動機づけとして措定したのである。このように、認知、情意を相互に関連付ける能動的な学びの志向が、これからの学校教育において求められていると捉えられる。

理科授業において、子どもが能動的に学習に取り組もうとする時、子どもは以前の学習経験を振り返りながら、自分が「解決したい」と思う学習問題を設定したり、その問題や自己について「現在の自己の活動が学習問題と対応しているか」と俯瞰し、自己の活動を自覚的に修正、調整したりする必要がある。すなわち、自己の認知・情

意を客観視する、メタ認知の機能について検討する必要があると考えられる。

これまでに理科学習における認知とメタ認知に関する研究は多くなされてきた。例えば、和田ら (2013) はメタ認知的モニタリングとメタ認知的コントロールの往還が、思考・表現の質的向上に寄与することを明らかにした。また、佐野ら (2017) は、中学校理科授業における子どもの概念変化過程の分析を通してメタ認知機能の促進が科学概念変化の進行につながることを明らかにした。

このように、理科学習におけるメタ認知機能によって、認知的な資質・能力の促進に関わる検討がなされてきた。しかしながら、これらの研究ではメタ認知機能による認知の変化と連動して、情意がどのように変化するかについての検討はなされていない。その原因として、情意を子どもの記述から読み取る難しさがあると考えられる。

こうした課題の解決に対して、McCombs (1988) の指摘は極めて有益であると考えられる。彼は、学習進行に伴うメタ認知、認知・情意の相互関連により、学習者が学習へ動機づけられていく過程を理論的に説明している。本研究ではこの指摘を基に、小学校理科授業において情意を可視化し、その変化が子どものメタ認知、認知の変容とどのように連動しているのかについて、事例的分析を通じて、明らかにすることを目的とした。

### 2. メタ認知、認知・情意の相互関連

#### 2.1 メタ認知の機能と認知・情意

先述したメタ認知について、三宮 (2008) は「認知についての認知」と説明している。すなわち、学習においてメタ認知が機能する時、学習者は自己の活動を、自覚しながら行うことができる。しかしながら、先述したように、学習者が自覚的に学習を進めるにあたって、自己

表1 学習の状態とその構成要素 (McCombs (1988) を基に作成)

学習状態	システムの構成要素
メタ認知的システム	一般化された知識・制御に関するスキーマ, 自己意識・制御についての方略や記憶
認知的システム	一般化された認知的スキーマ, 能力, 知識ベースの情報処理方略や記憶
情意的システム	一般化されたパーソナルスキーマ, 特性, 感情についての動機づけ方略や記憶

の認知のみならず, 情意についても認知する必要がある。

認知と情意, 及びメタ認知を包括的に扱い, 関連付ける指摘として, McCombs の理論は秀逸である。彼は, 学習の状態をメタ認知的 (metacognitive) システム, 認知的 (cognitive) システム, 情意的 (affective) システムの3つで示した (表1)。そして, この3つのシステムが相互に関連することによって, 動機づけが決定されると指摘した。

さらにMcCombs は, これらのシステムが相互関連し, 動機づけを決定する際には, 自己制御 (personal control), 自己効力感 (self-efficacy) に中心的役割が与えられると指摘した。自己制御とは「自身の学習を制御している」ことについての自覚である。理科学習においては「自己の活動が問題解決過程のどこに位置付き, 自分は何をすべきか」についての自覚であると捉えられる。すなわち, 自己の認知的システムを俯瞰する, メタ認知的システムを働かせることであると捉えられる。また, 自己効力感について, バンデューラ (1979) は「『結果を生ずるのに必要な行動を行うことができる』という確信」と説明し, それに対する期待を効力期待 (efficiency expectations) とした。また, 結果期待 (outcome expectations) について「『行動が, 賞・罰どちらを導くか』についての期待」と説明した。

例えば理科学習では, 問題解決過程で予想を行う場面がある。その際, 自己制御の自覚に基づく「予想をしっかりと行うことができている」という自信が自己効力感であり, 「考えた予想が妥当か否か, それが学習問題を解決することに寄与するか」についての期待が, 結果期待であると考えられる。このような期待は, 情意的システムの一部として捉えられる。さらに学習者は, 上記のような自己の認知・情意的システムに基づいて「自分は今, 学習に進んで取り組んでいるのか」という動機づけを自覚的に変容させることによって, 認知・情意的システムが相互関連すると捉えられる。

## 2.2 メタ認知・認知・情意の相互関連過程

McCombs は, 学習において自己制御, 自己効力感が繰り返し自己評価されることで, メタ認知・認知・情意的システムが相互関連し, 動機づけが自己評価される過程を指摘した。それは, 以下に示す3つの学習段階で捉えられる (図1)。

### A 「見通しと動機づけの自己評価」の段階

課題導入での学習問題提示の際に, メタ認知・認知・情意的システムを相互関連させ, 動機づけを決定する段階である。その過程は以下の通りである。

まず学習者は課題要件の把握と共に, 自己制御, 効力期待及び結果期待を自己評価し, これらを基に内的興味・動機づけを決定する。すなわち, 認知的システムや情意的システムの俯瞰 (メタ認知的システム) によって, 認知と情意の相互関連が生じると捉えられる。

### B 「方略の選択と動機づけの再自己評価」の段階

学習者は課題を解決する方略を選択し, 課題に従事する際に, メタ認知・認知・情意的システムを相互関連させる段階である。その過程は以下の通りである。

まず学習者は過去の学習経験から, 課題に関連する方略を選択する。この過程では, 認知的システムに対してメタ認知的システムが働くことで, 方略が選択されると捉えられる。この方略選択に伴って, 学習者は学習段階Aにおいて自己評価した自己制御, 効力期待, 結果期待について再度, 自己評価を行う。この自己評価により, 動機づけも再決定される。すなわち, 認知・情意的システムについて再度意識し, それらが相互に関連付く。これらの過程を経て, 学習者は自己が選択した方略を用いて課題に取り組む。

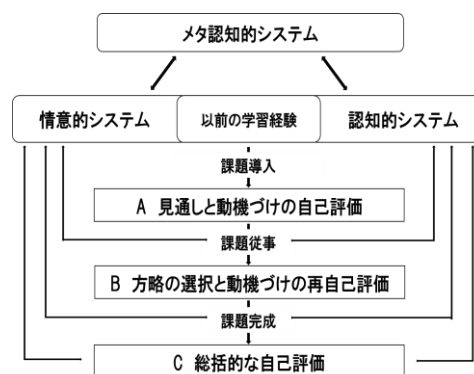


図1 メタ認知・認知・情意的システムの相互関連と学習段階 (McCombs (1988) を基に作成)

### C「総括的な自己評価」の段階

課題への取り組みが終わり、学習者は活動全体の振り返りを行う段階である。その過程は以下の通りである。

学習者は自己のパフォーマンスを自己評価し、それに伴う原因帰属を基に、自己効力感、自己制御が再度生じる。これらの最終的な自己評価はメタ認知・認知・情意的システムに対してフィードバックを与え、今後の学習の動機づけへ影響を及ぼす。

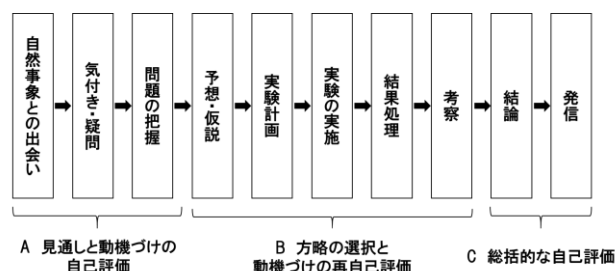


図2 メタ認知、認知、情意的システムの相互関連と問題解決過程（文部科学省（2007）、McCombs（1988）を基に作成）

### 3. 理科の問題解決におけるメタ認知・認知・情意の相互関連

文部科学省（2007）によると、理科の問題解決活動は、図2に示す過程で示される。また、これまでに述べたメタ認知・認知・情意的システムの相互関連過程は、この問題解決過程の中で引き起しながら学習が進行すると考えられる。

例えば、小学校第5学年「もののとけ方」の学習問題設定・予想場面では「食塩水を温めると、塩のとける量は変化するのか」という学習問題が提示されることがある。この時、子どもは「紅茶に砂糖を入れるとすぐ溶ける」という自己の経験を振り返り、「温かい水には多くの固体が溶けそうだと見通しをもつ（自己制御）。それに伴い、「学習問題を解決できそうだと自己効力感について自己評価する。これらを基に、「どうしてそうなるのか調べてみたい」と動機づけが決定する。この際の見通しは、予想へとつながっていく。このように認知・情意の相互関連の中で、学習に見通しをもち、動機づけを決定するこの過程は「A見通しと動機づけの自己評価」の段階と捉えられる。

その後、子どもは、学習問題に対する予想を共有する活動を通じて、見通しをもちながら観察・実験の計画を構想する。その時、自己の予想に立ち返りながら、「どのようにすれば、自分の予想が確かめられるか」と、自己の認知的システムを俯瞰し、実験計画を構想する。そして、この結果を基に考察する。考察時、子どもはこれまでの予想を再評価し、「塩の粒は水の粒に砕かれて小さくなるから見えなくなって溶けるんだ。ということは、食塩水が温まると水の粒がパワーをもつから、塩の粒をより砕くのでより溶ける」というように、観察・実験から得た結果や学習経験を基により妥当な考えへ修正を行う。以上のような学習が成立するとき、子どもは

「自分の予想を確かめたいから早く実験をして検証したい」と、認知的システムの変化に伴って、情意的システムを修正することによって、動機づけを高め、より能動的に学習に取り組むと考えられる。逆に「実験は楽しいけど、それだけに集中しないように、予想と関連付けながら実験を見るようにしましょう」と、情意的システムを俯瞰し、認知的システムを修正することも考えられる。このような問題解決の過程は「B方略の選択と動機づけの再評価」の段階と捉えられる。

最終的に、子どもは活動を通して何を学習したかについての振り返りを行う。この時「食塩水を温めると塩はもっと溶けると思っていたのに違っていった」というように、学習時の経験（認知・情意的システム）を俯瞰し、「塩ではない他の物質でも塩の時と同じようなことがいえるのか調べてみたい」というように認知・情意的システムを修正する。このように認知・情意を相互関連させながら能動的に学習に取り組む子どもたちは、その後の類似した分野の学習内容において粒子の見方を働かせながら、能動的に学習に取り組むであろう。その過程は「C総括的な自己評価」の段階と捉えられる。

## 4. 小学校理科授業による事例的分析

### 4.1 調査概要及び授業概要

以上の理論的背景を踏まえ、小学校理科授業について事例的分析を行った。調査時期は、令和元年6月～7月であり、横浜市内の公立小学校第5学年（31名）を調査対象とした。本授業実践では、小学校理科第5学年「植物の発芽・成長」の単元を行い、具体的には表2で示す内容で授業は構成された。

### 4.2 振り返りシートの作成

学習時の子どもたちの情意の変動やそこで働くメタ認

表2 授業展開の概要

次	時	授業内容
1	1・2	チューリップの観察から植物の特徴についての気づきを共有し、発芽に必要なだと予想できる条件を共有した。
	3・4 5・6	発芽に必要なだと予想できる条件（空気、適度な温度、水、土、肥料）とその根拠を考え、クラスで共有した。
	7・8	発芽に必要な条件を調べるための実験方法をグループごとに構想した。
	9・10	発芽に必要な条件を調べるために実験を行った。
	11	発芽に必要な条件を考察した。インゲンマメの発芽の観察から、次の学習問題を作成した。（学習段階A）
2	12 13	発芽に必要な養分はどこにあるのかを予想し、クラスで予想を共有した。その後、実験計画を立案し、実験結果の見通しを立てた。（学習段階B）
	14	インゲンマメ（種子）、発芽後の子葉、水にヨウ素液を垂らし、色の変化を観察する実験を行った。
	15	発芽に必要な養分がどこにあるのかについて実験結果を基に考察した。（学習段階C）

表3 メタ認知、認知的システムの判断基準

学習状態	対象	判断基準
メタ認知的システム	認知的システム	・自己の考えへの気づき、意識、自覚した記述がされている。 ・自己の考えを修正した記述がされている。
	情意的システム	・自己の動機づけ、その原因への気づき、意識、自覚した記述がされている。 ・自己の動機づけの増加、維持、減少に関する要因が記述されている。
認知的システム		「植物は、種子の中の養分を基にして発芽すること」を理解する記述がある。

知の内実は、ノート記述やプロトコルの内容からは捉えにくい。そのため、子どもたちの学習の動機づけ（情意的システム）や学習の見通し（メタ認知的システム）を捉えるために、以下に示す振り返り項目A、Bを作成し、毎回の授業後、子どもたちに振り返りを行わせた。その記述例を図3に示す。

- ・振り返りA「学習問題を意識して学習を行うことができましたか」、「何を意識した？次の時間は何を意識する？」について記述させた（図3A）。これは、自己の学習を見通しと比べるなどの認知的システムを俯瞰した内容であると捉え、分析を行った。

日付	A 学習問題を意識して学習を行うことができましたか	
	自己ひょうか	何を意識した？ 次の時間は何を意識する？
5/15 (水)	1・2・3・④・5 もう少し ← → よくできた	・本当に何かアズナラふん水をよく考えること 意識する 今度は、よ（て）アズナラふん水をよく考えること
日付	B 学習にすすんでとりくめましたか	
	自己ひょうか	理由 それはどうしてですか？
5/15 (水)	1・2・3・4・⑤ もう少し ← → よくできた	すすんで、発芽しようとして、アズナラふん水から。

図3 振り返りシート記述例

表4 動機づけの変動パターン（N=31）

変動パターン	分類基準	人数	割合
一定型(高)	5段階のうち、5、4の間で数値が変動	11	35.5%
一定型(中低)	5段階のうち、3、2、1の間で数値が変動	8	25.8%
上昇型	3→4→5と変動	2	6.5%
減少型	5→5→3、4→5→2、5→2→1と変動	3	9.7%
谷型	5→3→5、4→2→3、5→3→5と変動	3	9.7%
測定不可	どれか1に無回答	4	12.9%

- ・振り返りB「学習にすすんでとりくめましたか」には「1：もう少し」から「5：よくできた」の中から回答させ、「それはどうしてですか？」と理由を記述させた（図3B）。この数値は、子どもたちの動機づけ（情意的システム）として捉えた。また、それに対する理由の記述は、自己の情意的システムをモニタリングした内容であると捉え、分析を行った。

上記の振り返り項目の設定の意図については、教師から子どもたちに説明し、共有した。

#### 4.3 分析方法

振り返りシート記述、ノート記述、発話プロトコルから事例的分析を行った。手順は以下の通りである。まず、クラス全員の振り返り項目から、図2に示した過程(A、B、C)における振り返りでの動機づけの数値変動を分類した。次に、動機づけの変動の理由について、表3の判断基準に基づき、メタ認知・認知・情意的システムの相互関連について分析を行った。

5. 結果および考察

5. 1 動機づけの変動パターン

図3の学習段階(A, B, C)における振り返りBの回答(5段階評価)を基に、本実践における動機づけの変動パターンについて、表4に示した分類基準に基づき、一定型(高), 一定型(中低), 上昇型, 減少型, 谷型の5つに分類した。以下、それぞれのパターンごとに考察していく。

5. 2 パターンごとの認知と情意の相互関連

(1) 変動パターン「一定型(高)」(11名:35.5%)

「一定型(高)」の変動パターンを示した子どもについて、学習者C1を事例に動機づけの高維持の要因について考察する。

学習段階Aではこれまでの学習(植物の発芽条件)におけるC1の気づきから、次の学習問題をつくる活動が行われた。この時間のC1の振り返りBに対する回答が図4aである。C1は振り返りBに5と回答し、「新しい質問を発表できた」と理由を記述した。この場面でC1は、観察事実(認知的システム)を俯瞰して、次の学習問題として提案し、さらにそれをクラスに共有できたという実感(自己効力感)が、高い動機づけにつながったと考えられる。

学習段階Bでは、発芽に必要な栄養がどこにあるのかを個人で予想した後、グループやクラスで意見を共有する活動が行われた。この場面でのC1のノート記述を図4bに、振り返りBの記述を図4cに示す。

C1は「子葉の中に栄養が入っているのではないかと予想し、インゲンマメの観察経験を基に「成長するにつれて、しおしおになっているから」と理由を記述した。このことから、C1は前時に引き続き、観察事実を俯瞰し、予想したと捉えられる。また、C1はこの時間における振り返りBに5と回答し、「班の人と考(え)をたくさん交流することができてよかった」と理由を記述した。このことから、C1は学習活動の価値を実感していると捉えられる。これはまさに学習を自己制御していた姿であり、その自覚が動機づけの維持に寄与したと考えられる。

この後、植物の栄養がどこにあるのかを確かめるために、インゲンマメの種子、水、子葉にヨウ素溶液を垂らして、色の変化を観察する実験を行い、考察を行った。その場面でのC1のノート記述を図4dに示す。また、

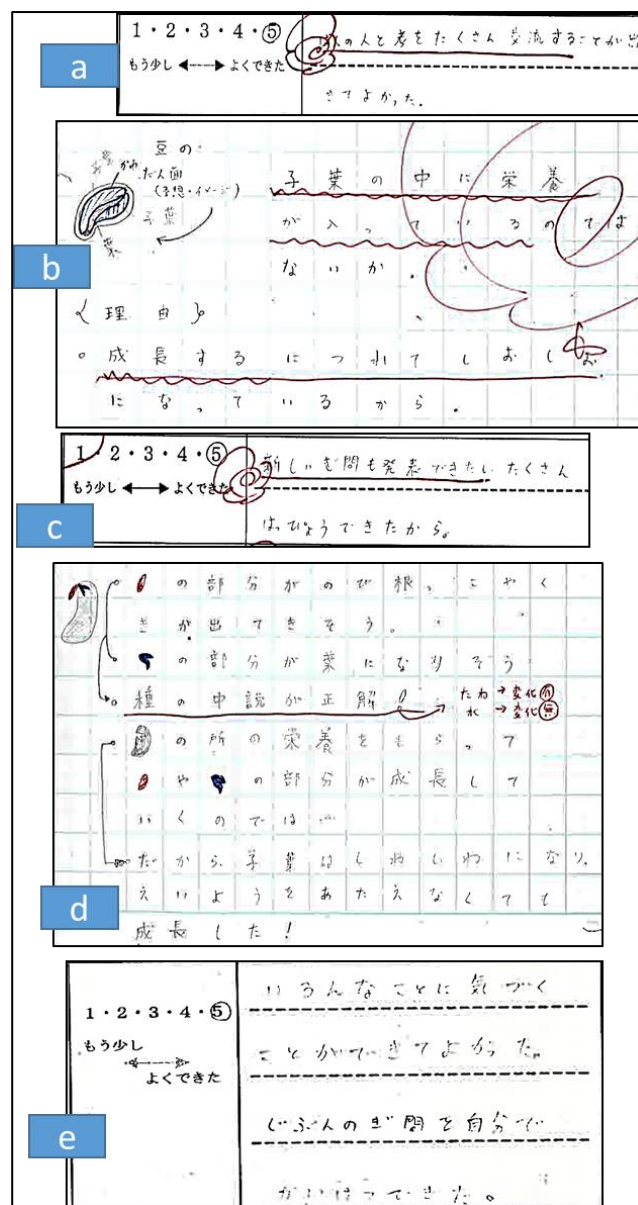


図4 C1の記述

考察後の振り返り(学習段階C)におけるC1の振り返りBの記述を図4eに示す。

考察において、C1は実験事実を基にして「植物は、種子の中の養分を基にして発芽すること」について理解できていると捉えられる。学習段階Cにおける振り返りBの回答には、C1は5と回答し、理由として「いろんなことに気づくことができてよかった。自分の疑問を自分で解決できた」と記述した。このことから、認知的システムの変容に伴い、それを俯瞰するメタ認知的システムの働きによって、自己効力感が生まれたと捉えられる。これらの認知・情意の相互関連により動機づけが維持されたと考えられる。以上、本実践におけるC1のメタ認



知・認知・情意的システムの変動は図5のように表せる。

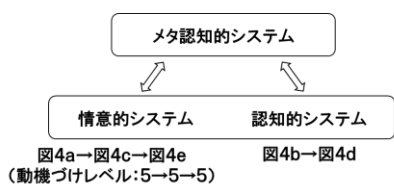


図5 メタ認知・認知・情意的相互関連 (C1)

(2) 変動パターン「一定型 (中低)」 (8名 : 25.8%)

「一定型 (中低)」の変動パターンを示した子どもについて、学習者C2を事例として動機づけの中・低維持の要因について考察する。

この時間のC2の振り返りBの記述が図6 aである。

C2は振り返りBに2と回答し、「(友達が)しゃべっていても少し聞いていなかったから」と理由を記述した。このことから、C2は自己の認知的システムを俯瞰してはいるものの、学習に対する自己制御は機能していないと自覚したため、動機づけも高まらなかったと考えられる。

学習段階BにおけるC2のノート記述は図6 bに、振り返りBの記述は図6 cに示す。C2は「オレンジ色のかたいはちみつみたい (なも) のがえいようだと思う」と自分なりの種の中のイメージを用いて予想した。また、C2はこの時間における振り返りBに、3と回答し「きのうよりはしゃべらずにできた」と理由を記述した。このことから前時よりも自己の認知的システムを俯瞰し、自己制御できたと実感したものの、その対象は学習ではなく自己にとどまったと考えられる。そのため、自己効力感につながらなかったことにより、動機づけの自己評価の数値を1つ高めたにとどまったと考えられる。

次に、考察場面におけるC2の記述を図6 dに、学習段階Cにおける振り返りA, Bの記述を図6 e, 図6 fに示す。考察の記述から、C2は実験事実を根拠に「植物は、種子の中の養分を基にして発芽すること」について理解できていると捉えられる。C2は、学習段階Cにおける振り返りA (図6 e) に「自分で考察を書けるようにいきました」と理由を記述した。また、振り返りB (図6 f) に3と回答し、「(友達の見解を) 少ししゃべりながら聞いていたから」と理由を記述した。このことから、前時に引き続きC2は、この学習問題における認知的システムの変容を俯瞰するメタ認知的システムを

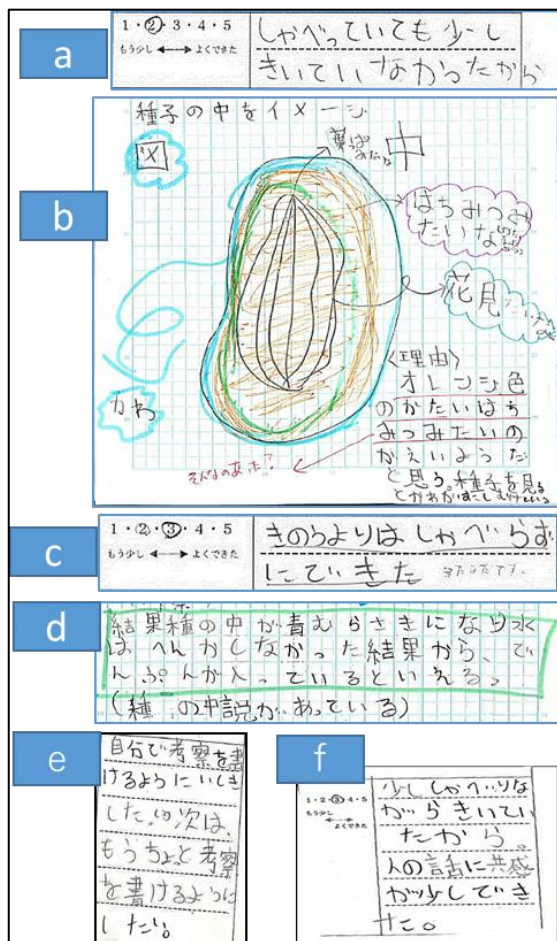


図6 C2の記述

働かせ、自己制御しながら学習に取り組んだが、学習に対する自己効力感にはつながらなかったため、動機づけも上昇しなかったと考えられる。以上、本実践におけるC2のメタ認知・認知・情意的システムの変動は図7のように表せる。

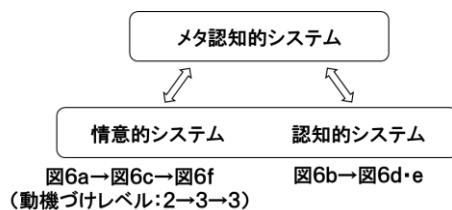


図7 メタ認知・認知・情意的相互関連 (C2)

(3) 変動パターン「上昇型」 (2名 : 6.5%)

「上昇型」の変動パターンを示した子どもについて、学習者C3を事例に動機づけが上昇する原因について考察する。

前時の学習問題に対する考察時のC3のノート記述を教育デザイン研究第11号 (2020年1月) 38

理科におけるメタ認知機能による認知・情意の相互関連に関する研究

図8 aに、学習段階A、学習段階BにおけるC3の振り返りA、Bに対する回答を図8 b、図8 cに示す。また、学習段階BにおけるC3の予想のノート記述を図8 dに示す。

学習段階AからBでは、C3は図8 aから図8 dのように認知的システムを移行させ、図8 cのように3から4へと動機づけ(情意的システム)を変化させた。まず、C3は学習段階Aの振り返りA(図8 b 学習段階A)で、前時の学習問題における考察に対して、「考察をうまくかけた。友達の話をよく聞いた」と記述した。また、振り返りB(図8 c 学習段階A)で「次の学習ではもっと友達の話聞いて、考さつにいろいろたしたい」と記述し、学習段階Aの動機づけを3とした。この学級では他者から取り入れた意見は、赤で書くように指示されていたが、この段階におけるC3のノート記述(図8 a)に、それは見られなかった。そのため、C3は「次の時間では、ただ友達の見聞を聞くだけでなく、より注意深く自分の考えを深めるために聞こう」と見通し(自己制御)をもったと考えられる。

その後、学習段階Bにおける振り返りB(図8 c 学習段階B)で「友達といろいろ話し合えてよかった」と記述し、動機づけを4へと変化させた。この場面でのC3のノート記述をみると、他者の意見(黒枠内)を基に、自己の考え(認知的システム)を修正した。これらのことから、C3は学習段階Aでの学習の見通しを意識し、友達の見聞を付け加えようと、自己の活動を修正していたと捉えられる。さらに、この時の振り返りA(図8 b 学習段階B)で「さいしょは、たねに栄養があると思ったが意けんがかわった」と記述し、それによる自己の考えの変化を実感していると捉えられる。この「友達と話し合い、考えを変容させた」という実感(自己効力感)が、学習への動機づけにつながったと考えられる。このように、C3は認知的システムの高まりに連動して、情意的システムを高めながら、学習を進めたと考えられる。

次に、学習段階Bにおける考察の記述を図8 eに、学習段階Cにおける振り返りA、Bを図8 fに示す。学習段階BからCでは、C3は図8 dから図8 eのように認知的システムを移行させ、図8 cから図8 fのように3から4へと動機づけ(情意的システム)を変化させた。まず、C3は考察の記述で「種と水の中説は、種の色は、変化しただけでも水は、変化しなかったから、種と水の中

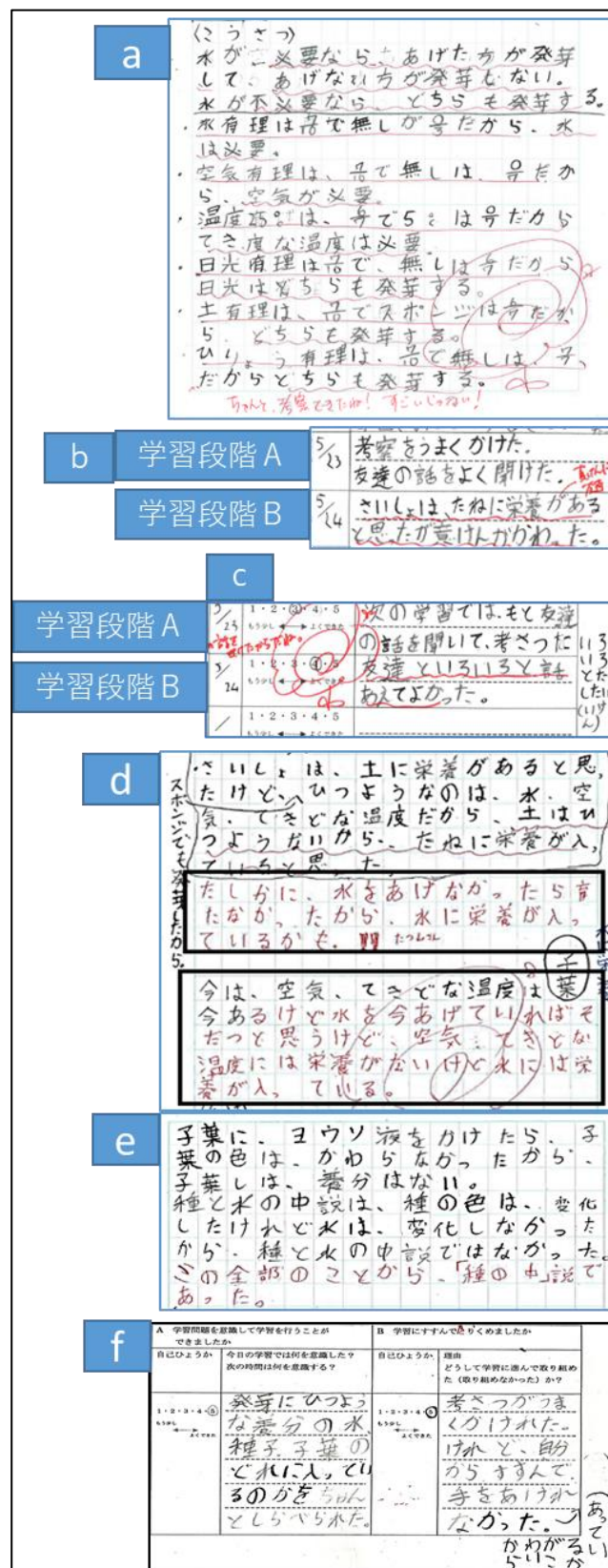


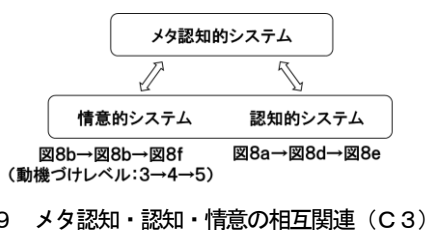
図8 C3の記述

説ではなかった。この全部のことから、『種の中』説であった」とし、認知的システムを変容させた。これについて、振り返りAで「(栄養が) どれに入っているのか



理科におけるメタ認知機能による認知・情意の相互関連に関する研究

をちゃんとしらべられた」、振り返りBで「考えつがうまくかけた」と自己の活動に対する自信(自己効力感)を自覚していると捉えられる。この「考えつがうまくかけた」という実感は、前の学習問題時(図8b)においても見られた。それに加え、本時では他者からの意見を付け足し、考えを構築していた過程を俯瞰しながら学習を進めたことの実感によって、さらに高い動機づけを生んだと考えられる。すなわち、メタ認知的システムによる認知的システムの変容を自覚しながら進めることが、自己効力感の生起につながり、高い動機づけを生んだと考えられる。以上、本実践におけるC3のメタ認知・認知・情意的システムの変動は図9のように表せる。



(4) 変動パターン「減少型」(5名:16.1%)

「減少型」の変動パターンを示した子どもについて、学習者C4を事例に動機づけが減少する原因について考察する。

学習段階AにおけるC4の発話プロトコルを表5に、振り返りBの記述を図10aに示す。この時、C4はC1の「子葉の様子」についての気づきに対して、自己の考えを述べた。その場面での振り返りBには5と回答し、「子葉のしょう体をよく考えれたと思います」と記述した。このことから、C4は自己の認知的システムを俯瞰し、自己効力感をもちながら、動機づけを高めたと考えられる。

次に学習段階BにおけるC4の予想のノート記述を図10bに、振り返りBの記述を図10cに示す。C4はこの階においても、他者の考えを取り入れながら、自己の考えを修正するとともに、振り返りBでは「子葉についてきちんと予想し、結果の見通しも考えられたと思います」と学習に対する見通し(自己制御)をもてたことを自覚し、それに対して「できた」という自信(自己効力感)をもったと捉えられる。この自己効力感により動機づけが維持されたと考えられる。

この後の考察の場面では、教師が図を使って説明する

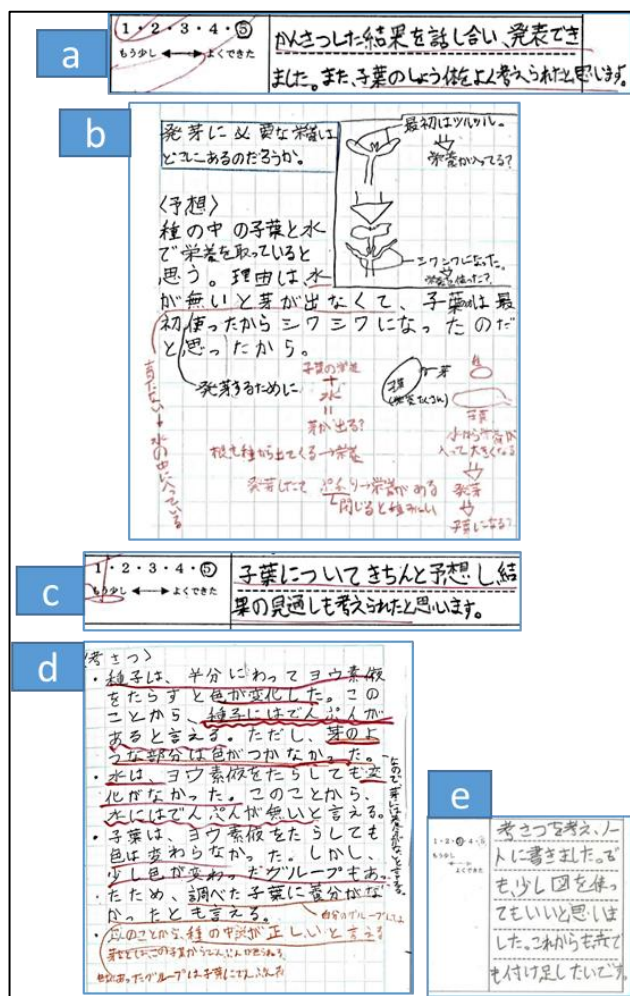


図10 C4の記述

表5 学習段階Aでの発話プロトコル

C4	子葉だと思うんですけど、これがこっちのは、もともと多分くっついてたんだと思うんですけど、
T	ちよつとまって、ちよつとまって。
C4	ちよつと間が、
T	これ?これ?ここ(子葉の間)くっついてたもんね。
C5	(自分の班のやつは)くっついてるよ。
C6	くっついてる。
C4	で、今はそこに間ができてるんですよ。なので、そこに栄養が入っていて、それで葉がどんどん育ってるんじゃないかな
T	栄養がどこに入ってるの?
C4	栄養がその子葉に。

重要性を説明し、子どもたちは図を使いながら考察の交流が行われた(表6)。その際のC4の考察のノート記述を図10dに、振り返りBを図10eに示す。この時、C4は図10cから図10eのように、動機づけを5から3へ変化させている。ここでは、まずC4は動機づけに対する理由として「考察を考え、ノートに書きました。



表6 考察場面の教師の発話プロトコル

T	完璧じゃなくてももちろんいいですよ。ていうか、最初から完璧な考察が書けている人はいないと思うので、どんどん交流して行って、考察をより良いものにしていきましょう。図を使っているとわかりやすいよ。ていうのも1つあるので、必要に応じて、書き足したりしてください。
---	--

でも、少し図を使ってもいいと思いました」と記述した。これは、教師の発話による、クラスの他の子どもたちの意見の共有の際に図を使って説明するという活動と自己の活動を俯瞰し、図を用いて考察していないことは自分の改善点であると判断し、自己効力感が低下したと考えられる。このことから、自己の改善点が見つかること、その認知的システムの欠陥を俯瞰することによって、動機づけが低下してしまうことが明らかとなった。以上、本実践におけるC4のメタ認知・認知・情意的システムの変動は図11のように表せる。

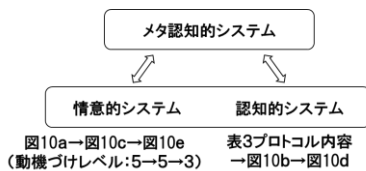


図11 メタ認知・認知・情意の相互関連 (C4)

(5) 変動パターン「谷型」(3名:9.7%)

最後に、「谷型」の変動パターンを示した子どもについてC7を事例に変動内容について考察する。学習段階A、学習段階BにおけるC7の振り返りBに対する回答を図12aに示す。また、学習段階BにおけるC7の予想のノート記述を図12bに示す。

学習段階AからBでは、C7は図12aのように4から2へと動機づけ(情意的システム)を変化させた。まず、C7学習段階Aの振り返りBで「(前時の考察の交流場面で)しっかりグループの中で発表できた」と記述した。また、振り返りBで「理由が書けなかった」と記述し、動機づけを3とした。しかしながら、図12bでは他者の意見(黒枠)で、予想に根拠を付け加えることができている。このことから、自分で理由を書けなかったことを俯瞰したことによって、自己効力感の減少につながったと捉えられる。さらに、それを自覚することが、動機づけの低下につながったと考えられる。

次に、学習段階BにおけるC7の考察の記述を図12c

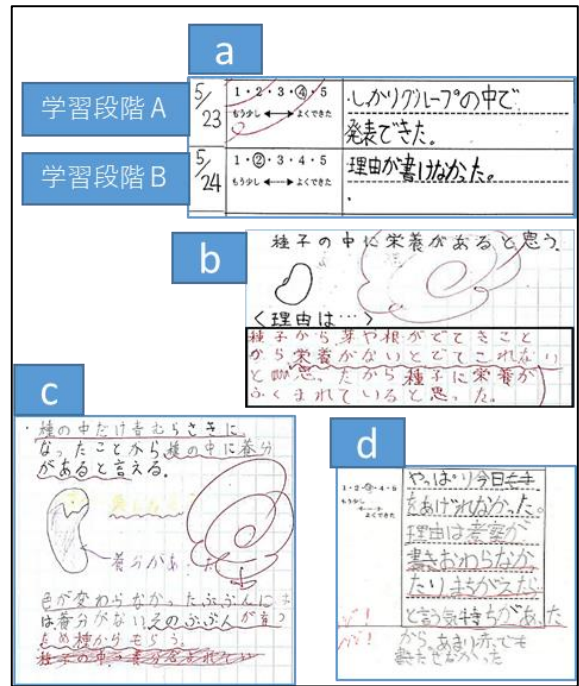


図12 C7の記述

に、学習段階Cにおける振り返りBを図12dに示す。学習段階BからCでは、C7は図12aから図12dのように、動機づけを2から3へ変化させた。まず、C7は考察時に観察事実をもとにして「種の中に養分があると言え」と、認知的システムを変容させた。一方、学習段階Cにおける振り返りB(図12d)には「まちがえたら...と言う気持ちがあった」など、他にもネガティブな理由を記述したにもかかわらず、動機づけを高めている。これらのことから、C7は前時の振り返りBにおいて「理由をかけなかった」ことを俯瞰し、本時においてはそれを達成したことにより、自己効力感が上昇したと捉えられる。これにより、少しではあるが動機づけが高まったと考えられる。以上、本実践におけるC7のメタ認知・認知・情意的システムの変動は図13のように表せる。

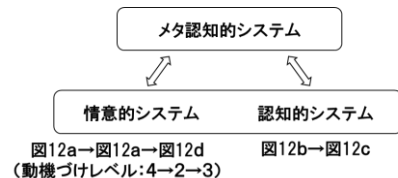


図13 メタ認知・認知・情意の相互関連 (C7)

6. まとめ

McCombsの指摘に基づき、理科学習における認知・情意の相互関連過程について「植物の発芽と成長」の単

## 理科におけるメタ認知機能による認知・情意の相互関連に関する研究

元を事例に分析を行った。理科学習において、子どもたちは学習を俯瞰するメタ認知を働かせることによって、認知・情意を相互に関連させながら学習を進めることが示唆された。

具体的には、「一定型（高）」の動機づけ変動パターンを示した子どもは、各学習段階において、自己制御や自己効力感の高まりを自覚することによって動機づけを維持した。

「一定型（中低）」の動機づけ変動パターンを示した子どもは、学習段階Aにおいて自己制御が働いていないことを自覚したことにより、動機づけは低くなった。学習段階B、Cにおいては、前時よりも自己制御できていることを自覚したものの、その対象は学習ではなく自己だけにとどまったため、自己効力感の高まりにはつながらなかった。よって、動機づけの上昇はわずかであり、中低レベルにとどまった。

「上昇型」の動機づけ変動パターンを示した子どもは、学習段階Aにおいて、次の学習に対して見通し（自己制御）をもった。学習段階Bでは、その見通しの通りに行った自己の活動を評価することで、自己効力感が高まり、動機づけも上昇した。学習段階Cにおいては、これまでの自己の活動全体を俯瞰し、「自分で考察を書くことができた」という実感（自己効力感）が高い動機づけにつながった。

「減少型」の動機づけ変動パターンを示した子どもは、自己制御や自己効力感を自覚しながら学習を進めていた。しかしながら、教師や他者の発言などにより、「もっと図を使って考察した方がわかりやすくてできた」などと自己の認知的システムの課題を自覚したとき、自己効力感が減少し、それに伴い動機づけも減少した。

「谷型」の動機づけパターンを示した子どもも「減少型」の動機づけ変動パターンを示した子どもと同じように、教師や他者の発言により「自分の考えには理由を書くことが大切だったけど、できていなかった」と自己の認知的システムの課題を自覚した時、自己効力感が減少し、動機づけも減少した。その後、「実験結果を根拠にして自分の考えを書けた」というような、自己の認知的システムの課題の解消を自覚することにより、自己効力感が高まり、動機づけが上昇した。

動機づけが上昇する際、自己効力感の高まりを自覚することが必要であった。また、高い動機づけの維持には、

「活動の価値や目的を実感し、それに取り組んでいる自己」の自覚などにより、自己効力感を保つことが必要であった。この自己効力感の高まりを自覚するためには、学習者が自己の学習を俯瞰し、「実験結果を踏まえて、考察では、予想の考えをこんな風に変えた」などの自分の力で認知的システムを変容させたという実感の重要性が示唆された。以上より、メタ認知機能が認知・情意を相互に関連付けることにつながるということが明らかとなった。

## 引用・参考文献

- 国立教育政策研究所：「平成30年度全国学力・学習状況調査報告書【質問紙調査】」, (<https://www.nier.go.jp/18chousakekkahoukoku/report/data/18qn.pdf> ; 2019年7月31日閲覧) , p.20, 2018.
- 文部科学省：『小学校学習指導要領（平成二十九年度告示）解説 理科編』, 東洋館出版社, p.1-18, 2018.
- ロバート・W. ホワイト（佐柳信男 訳）：『モチベーション再考—コンピテンス概念の提唱』, p.51-67, 新曜社, 2015.
- 和田一郎・熊谷あすか・森本信也：「理科学習におけるメタ認知と表象機能との関連についての研究」, 理科教育学研究, Vol.53, No. 3, p.523-534, 2013.
- 佐野菜実・和田一郎・宮村連理：「認知モデルを基軸とした能動的学習を促す理科授業デザインに関する研究」, 臨床教科教育学会誌, 第17巻, 第1号, p.55-62, 2017.
- 三宮真智子：『メタ認知 学習を支える高次認知機能』, p.1-16, 北大路書房, 2008.
- MCombs, B. L. : Motivational Skills Training: Combining Metacognitive, Cognitive, and Affective Learning Strategies , *Learning and Study Strategies: Issues in Assessment, Instruction, and Evaluation*, p.141-169, 1988.
- バンデューラ, A. (原野広太郎【監訳】) : 『社会的学習理論—人間理解と教育の基礎—』, 金子書房, p.65-104, 1979.
- 文部科学省：「理科で育成する問題解決の能力の指導重点例（案）」, 教育課程部会（64回）配布資料, ([http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/c\\_hukyo3/004/siryo/attach/1403768.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/c_hukyo3/004/siryo/attach/1403768.htm) ; 2019年7月31日閲覧) , 2007.
- 教育デザイン研究第11号（2020年1月） 42