

論文

理科授業における思考ツールを活用した 生徒のメタ認知を促すための具体的手法の開発

Development of Practical Teaching Methods for Promotion of Metacognition for Students Utilizing the Thinking Tools in Science Classes

森光 司 (高知大学大学院総合人間自然科学研究科)¹

中城 満 (高知大学教育学部)²

MORIMITSU Tsukasa¹ and NAKAJO Mitsuru²

¹Graduate School of Integrated Arts and Science, Kochi University

²Faculty of Education, Kochi University

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop practical teaching methods for promoting metacognition for students utilizing the thinking tools in science classes. Metacognition has been focusing on the new official teaching guidelines for schools, which are practically implemented at junior high schools. The Board of Education in Kochi (2017) has paid attention to the thinking tools as a method for visualizing student opinions at their problem-solving activities. Utilizing the thinking tools could make it easier to objectively understand and recognize their thinking and activities and to promote their metacognition. In this study, we use the fishbones, one of the thinking tools, which are characterized by the analysis and focusing of student thinking. Then, science classes for the experimental groups, which incorporated individual thinking and the control groups, which did not incorporate that, were performed. We analyzed the effectiveness of the thinking tools and the degree of promotion of metacognition by collecting the class records and comparing them. As a result of the analysis, it became clear that the students could activate metacognition and promote the externalization of their thinking by utilizing the fishbones and incorporating the individual thinking.

I. 研究目的

本研究の目的は、思考ツールを活用することを通して、理科授業におけるメタ認知を促すための具体的手法を開発することである。具体的には、自分の考えなどをまとめる、整理をする等で注目されている思考ツールを活用する。さらに、理科授業において科学的な思考が発揮されるのは主に考察の場面であることから、考察の場面に注目し、授業実践を分析する。本研究はこれらのことを通して、思考が外化されることにより、生徒のメタ認知能力の育成を促すための手法を明らかにする試みである。

本研究で注目しているメタ認知とは次のようなものである。三宮（2018）によれば、「メタ認知とは、自分自身や他者の行う認知活動を意識化して、もう一段上からとらえること」と述べている。さらに、三宮は、メタ認知の学習面における効果として、「メタ認知を効果的に働かせることにより、学習力は大きく伸びる可能性を秘めている」と指摘している。また、A.L.ブラウン（1984）によれば、「何らかの具体的な目標や目的にしたがって認知過程を積極的にモニターし、その結果として認知過程を調整し所期の効果を得られるように編成すること」と述べている。本研究におけるメタ認知を、上記の定義を基本とした上で、「目標や目的にしたがって認知過程のモニターを行い、自分自身や他者の行う認知活動を意識化し、この認知過程を調整する中で所期の効果を得ようとする能力」として扱うこととする。

一方、メタ認知は、中学校で本格実施を控えた新学習指導要領において重要視されている。学習指導要領解説 総則編（2018）によれば、培うべき資質・能力の一部としてメタ認知が取り上げられており、「生徒一人一人がよりよい社会や幸福な人生を切り拓いていくためには、主体的に学習に取り組む態度も含めた学びに向かう力や、自己の感情や行動を統制する力、よりよい生活や人間関係を主体的に形成する態度などが必要となる。これらは、自分の思考や行動を客観的に把握し認識する、いわゆる『メタ認知』に関わる力を含むものである」と述べている。この記述から、生徒が話し合いをする中で、メタ認知を働かせながら学習させることが重要であることが推察できる。また、学習指導要領解説 理科編（2018）では、理科授業における成立のための条件として「意見交換や議論など対話的な学びを適宜取り入れていく際、あらかじめ自己の考えを形成した上で行うようにすることが求められる。」と記述されている。この記述からは、生徒が理科学習において自分自身が持っている考えを明確にする重要性を指摘していることがうかがえる。また、ここで指摘されている「対話的な学び」が成立するためには、他人の視点と自分の視点の区別をする能力が必要となってくる。その際は、生徒が客観的に自分の思考を把握しなければならない。これは、本

研究で注目するメタ認知そのものである。この時、自分の思考や行動を認識するための何らかの具体的手法が必要となる。本研究では、その具体的手法の1つとして思考を外化させるために、思考ツールの活用に着目したのである。

思考ツールに着目した理由は次の通りである。思考ツールを活用することによって、自らの思考が可視化され、問題解決をするための筋道が分かりやすくなる。生徒自身が筋道を見つけ出すことで、問題解決をするための思考力を発揮することができるとともに、メタ認知の良さに気づくことになる。このようなメタ認知の体験を積み重ねることによって、結果的にメタ認知能力が培われると考えている。

本研究では、収集したデータを分析するにあたって、考察場面に注目することとした。その理由の一つ目は、この場面において生徒の思考が顕著に表面化するという点である。二つ目は、理科学習場面で論理的思考や科学的な思考が発揮されるのは、主に考察の場面であり、実験の結果から結論づけるための思考を働かせなければならないからである。この場面で自らの思考が自覚されることによって、学習内容に対する理解が進むとともに自らの思考がメタ認知されていくものと考えられる。そこで、本研究では、この場面に焦点を当て授業実践を進めていくこととする。

II. 研究の経過

教育実践研究 I では、思考ツールを用いる授業（実験群）と用いない授業（対照群）を実践し、その比較を試みた。ここでは、「クラゲ・チャート」と呼ばれる「主張の根拠や理由及び、出来事の原因や要因を探する場合に有効とされるツール」を用いた。分析の結果、思考ツールを用いた方が「考えの視覚化」、「友達の考えとの比較」において効果があることが明らかとなった。また、思考ツールが一定の有用性があることが明らかとなった。

本研究では、前述の教育実践研究 I の成果を踏まえ、これと同様の手法を用いた上で、授業構成において、思考ツールを活用した際のメタ認知を促すために、個人思考の有無を条件として、この条件の違う授業実践を複数行う。個人思考を行う時には、思考ツールを活用した上で、自分の考えを1つ以上3つ以内書かせる。この手立てを用いる理由は、個人思考の際に、思考の焦点を絞るためである。この比較分析により、メタ認知の効果を明らかにする。最終的には、思考ツールを活用した実際の授業実践を通して、メタ認知を促すための具体的手法を明らかにする。本研究で扱う思考ツールについては、教育実践研究 I とは別の思考ツールを活用する。その詳しい内容は次項にて詳述する。

III. 研究方法

授業実施にあたっては、附属中学校の担当教員に実践していただき、この授業記録を収集、分析した。授業実践の具体的な内容は、以下の通りである。4クラスの学級において実

践を行った。そのうち2クラスは、実験群として「個人思考あり」の「個人→班→全体」の三段階の考察が行われる授業であった。残りの2クラスは、対照群として「個人思考なし」の「班→全体」の二段階の考察が行われる授業であった。単元内容は、「動物の生活と生物の変遷」であり、その中の「動物と植物の細胞の共通する点と異なる点を見つける」ことである。

(1) 授業記録の収集

授業記録の収集にあたっては、授業実践の記録、授業実践終了後の質問紙調査、授業実践で活用したワークシートの記述を活用した。まず、ビデオカメラとボイスレコーダーの授業プロットから生徒の発言を分析し、メタ認知が働いているのかを検討する。さらに、質問紙調査による生徒自身の評価と自由記述の内容について4クラスを比較し、メタ認知の効果が見られたかどうか検討する。最後に、ワークシートによって、個人思考の有無の比較を行い、どちらがよりメタ認知が働いていたのかを検討する。

(2) 思考ツールの選定と学習内容

本実践では、フィッシュボーンと呼ばれる思考ツールを用いた。フィッシュボーンは要因や原因を細分化し分析や焦点化することに有効とされる思考ツールである。実践する授業の学習内容は中学校第2学年「動物の生活と生物の変遷」における「動物細胞と植物細胞の共通点と異なる点を見つけ出すこと」であった。この学習内容から、フィッシュボーンの特性と適合すると考え、この思考ツールを用いることとした。フィッシュボーンを用いることで、生徒の考えが視覚化され、これらが生徒に考察のしやすさや互いの考えの比較を容易にすると考えた。

以上のような方法により、思考ツールの妥当性を検討し、メタ認知の効果を明らかにする。最終的には、思考ツールを活用したメタ認知を促すための具体的手法を明らかにする。

IV. 結果と考察

(1) 発話プロットの分析

班活動による考察の場面に注目し、実験群と対照群の「動物と植物の異なる点」（以後、「異なる点」とする）と「動物と植物の共通する点」（以後、「共通する点」とする）についての発話を分析した。これによって、賛同する発話や反対する発話の発現の数と内容から、フィッシュボーンによってメタ認知が働いているのかを検討する。分析の結果、実験群と対照群で発言に大きな違いは見られなかったが、いずれの群においても、自己の考えが形成されていると考えられる発言があった。表1はその発言を抜粋したものである。

実験群と対照群の「違う」や「ちゃうちゃうちゃう」という発言からは、自己の考えに自信を持っているため、他の人の発言に対してその違いを明確に認識した上で、この発言ができていていると考えられる。これらの発言が見られたのは、フィッシュボーンの特性によって「共通する点」と「異なる点」

が構造上、区別して表記されていることから、これらの点を視覚的に整理しやすくなっていることが、その要因であると考えられる。

さらに、このような自分の考えに自信を持った発言などを他の生徒が聞くことで、これを聞いた生徒は、この明確な意見を参照し、考えが曖昧な場合でも、自分の考えを明確にしていくことができたと思われる。これらのことから、フィッシュボーンを活用することによって、個人思考の有無にかかわらず、自らの考えを明確にすることができると考えられる。その結果として、メタ認知が働きやすくなったのではないかとと思われる。

実験群	対照群
S17 わかるわかる。細胞壁	S21 細胞と、、
S18 規則的か規則、、、	S22 細胞壁が、、
S19 違うっちゃ、違う	S23 変わらん。
S20 頬の細胞は、、、	S24 違うところ、
	S25 違うところは
	S26 細胞膜、
	S27 ちゃうちゃうちゃう

表1 実験群と対照群の発話プロット (抜粋)

(2) フィッシュボーンに記述された内容の分析

記述されたフィッシュボーンの内容について質的に分析した。これによって、フィッシュボーンの有用性を確認する。

活用されたフィッシュボーンの内容を実験群と対照群で比較してみた結果、実験群と対照群のどちらも動物と植物の特徴について、細胞の形や大きさなどを比較しながら記述することができており、群の間での大きな差は見られなかった。しかし、実験群のほうが「異なる点」について多くの記述が、より具体的に表現されていることが分かった。これらのことから、「異なる点」について具体的に多く記述できたのは、個人思考を取り入れたことによって、思考を整理する機会が増えることが、その主な要因であると考えられる。

実験群は、「異なる点」について、「葉の細胞がしきつまっているが、人の細胞はバラバラ」のように、動物のみにある細胞の特徴と植物のみにある細胞の特徴を比較しながらの記述が多く、このような表現の含まれるフィッシュボーンを記述したのが、18班中10班であった。同様のものは、対照群では18班中5班であった。対照群においては、「異なる点」について「形」、「大きさ」、「並び方」のように、各細胞の視点を抽象的に記述しているものが、18班中8班であった。これらと同様の記述は、実験群においても一定数見られ、18班中7班であった。図1、図2はそれぞれの群の代表的な記述（網かけ部分）を示している。

図1：実験群（比較しながら記述）

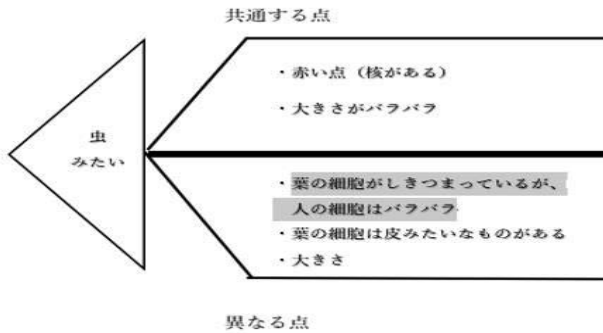
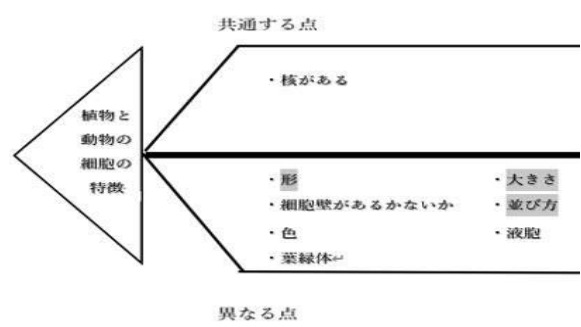


図2：対照群（抽象的に記述）



具体的な記述の数で実験群のほうが多かったのは、個人思考を取り入れたことによって、自分自身の考えに他の生徒の考えが追加され、より詳細な記述ができたと考えられる。対照群において、抽象的に記述された内容が多かったのは、フィッシュボーンの特徴の「焦点化」が働いたのではないかと考えられる。同様の記述が実験群においても一定数見られたのは、個人思考を経てグループで考察する際に、前述の「考えが追加された」だけでなく、互いの考えが比較・検討がされ、より抽象的な表現となったのではないかと考えられる。

これらのことから、フィッシュボーンの利用は、自分自身の考えや他の生徒の考えを具体的、抽象的に外化させることができるため、有用性があると考えられる。また、フィッシュボーンを活用する際に、個人思考を取り入れることによって、個人思考で記述された内容をより具体的または抽象的にする効果があると考えられる。

(4) 質問紙の分析

思考の外化における生徒の認識を確かめるため、質問紙における5つの設問と自由記述を分析した。五検法の回答を数値化したものを図3から図7に示す。質問内容は、設問①「自分の考えを表現しやすかった」、設問②「自分の考えに対して自分なりに吟味し、記述することができた」、設問③「周りの友達のと自分の考えの違いについて気づくことができた」、設問④「授業の最初と最後では考え方が変わった（または考え方に自信を持つことができた）」、設問⑤「自分の考えが学習の発展につながった」、であった。設問①、設問⑤は思考の外化が促されているのかを検討するための内容とした。設問②、設問③、設問④はメタ認知が働いているのかを検討するための内容とし、回答をさせた。さらに、自由記述を書かせ、その内容を分析した。

(4) - 1 五検法の分析

すべての項目において、実験群と対照群いずれも半数以上の生徒が「とてもあてはまる」、「あてはまる」と回答していることが分かる。この結果については、個人思考の有無にかかわらず、フィッシュボーンの「分析」や「焦点化」させるという特性が有効な手立てとなっていたと考えられる。

設問①（図3）、設問⑤（図7）の結果において、「とても

図3 設問①自分の考えを表現しやすかった

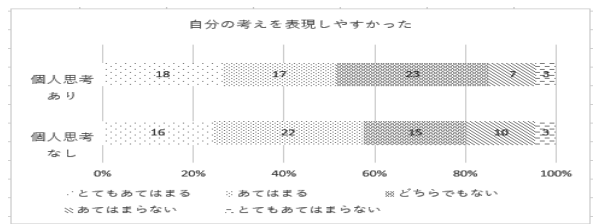


図4 設問②自分の考えに対して自分なりに吟味し、記述することができた

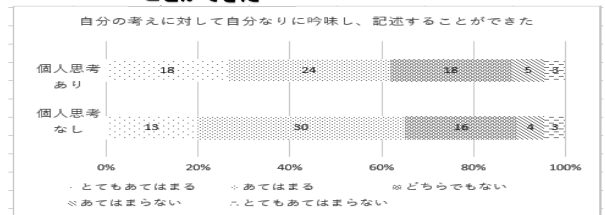


図5 設問③まわりの友達のと自分の考えの違いについて気づくことができた

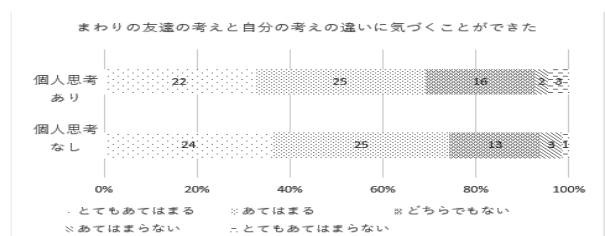


図6 設問④授業の最初と最後では考え方が変わった（または考え方に自信を持つことができた）

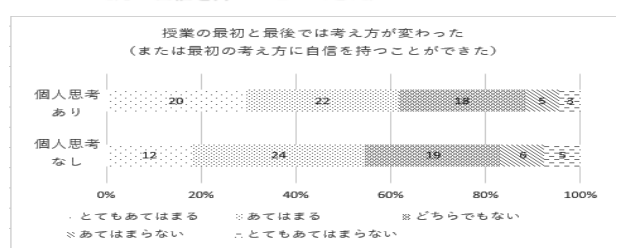
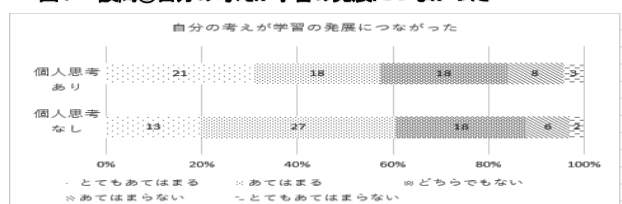


図7 設問⑤自分の考えが学習の発展につながった



あてはまる」、「あてはまる」がいずれの群においても半数以上を占めており、群の間で大きな差は見られなかった。このことから、個人思考の有無にかかわらず、自分の考えの形成に対して、肯定的な評価をしており、フィッシュボーンの「分析」、「焦点化」させる特性が思考の外化を促しているのではないかと考えられる。また、設問②（図4）、設問④（図6）において、「とてもあてはまる」、「あてはまる」を回答している生徒が実験群により多かった。このことから、個人思考を導入することにより、自分自身を見直したり、振り返ったりすることに自信を持ってきていたと判断できる。これは本研究におけるメタ認知の定義の中での「認知過程のモニター」や「認知活動を意識化」にあてはまる。したがって、実験群においては、メタ認知の中でも、認知過程をモニタリングしたり、自らの認知活動に気づいたりすることができているのではないかと考えられる。設問③（図5）においては、対照群の方が、「とてもあてはまる」を回答している生徒が多かった。これについては、個人思考の有無にかかわらず、フィッシュボーンの特性の「分析」、「焦点化」が効果的に働いたからではないかと考えられる。

以上の考察により、本研究において、フィッシュボーンを活用することにより、思考の外化を促す一定の効果があると思われる。また、個人思考の導入により、「認知過程のモニター」、「認知活動を意識化」といったメタ認知を促すことに効果があったと考えられる。

（４）－２ 自由記述の分析

自由記述では、授業実践についての評価の記述や、学習に関する自分の考えの変化について記述する内容などが多く見られた。これらの記述は実験群においては53人中26人、対照群においては59人中32人であった。これらの記述をもとに、本実践において生徒がメタ認知を働かせようとしているかについて検討した。また、思考ツールの有用性についても改めて確認した。実験群と対照群の自由記述の質的分析の結果、メタ認知が促されていると思われる記述が見られたこと、思考ツールの有用性について改めて確かめられたこと、などが明らかとなった。実験群と対照群の自由記述についてその代表的な例を表1と表2に示す。

実験群で注目すべき記述として、「思考ツールのおかげで気づいたことがあったり」や「思考ツールを使ったことで前よりも考えやすくなった」、「自分の意見を考え直すことにもつながった」などが挙げられる。同様に対照群においても、「フィッシュボーンの方が、共通点や違う点の区別がつけやすかった」、「自分の考えに自信を持つことができた」といった記述が見られた。

以上の記述から、フィッシュボーンを活用したことによって、生徒の思考に変化が起きていることに自ら気づくことができたと考えられる。特に「おかげ」や「考えやすくなった」などの記述から、フィッシュボーンを活用することで、自分

自身の考えを外化することが容易にできたため、自分自身の考えの振り返りができたのだと考えられる。また、「つながった」や「自信を持つことができた」などの記述からは、自分の認知過程を考え直したり、思考を新たに形成することができたりしたのではないかと考えられる。これは本研究におけるメタ認知の定義の中での「認知過程のモニター」にあてはまる。さらに、自分の思考に対して確信が持てる情報や別の考え方を取り入れたことによって、自信が持てるようになったことについては、メタ認知の定義の中での「認知活動を意識化」にあてはまる。その結果として、本実践を通して、メタ認知の働きが促されているのではないと思われる。

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ○思考ツールのおかげで気づいたことがあったり、よく考えることができてよかったです。 ○比較をとてもしやすく、違いなどを理解しやすかった。自分の意見を考え直すことにもつながった。 ○今回の授業で思考ツールを使ったことで前よりも考えやすくなりました。 ○学習班でよく理解し合っていたと思う。 ○思考ツールを使って結構分かりやすかったです。 |
|---|

表2 実験群における自由記述（抜粋）

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ○結構見やすい書き方だったので、他の班にも自分と同じ考えの人がいることが分かり、自分の考えに自信を持つことができた。 ○ボードに書くより、フィッシュボーンの方が、共通点や違う点の区別がつけやすかった。見やすかった。 ○共通しているかしていないかの区別ができて、整理しながら考えれた。 ○動物を考えるとき、人を考えたりして、身近なことを連想させられたから。思考ツール、一目でわかるのでいい。まとめる能力がつく。覚えやすい。 ○思考ツールを使うことによって、自分の考えが気軽に書けた。また、比較するのも簡単이었다。 |
|---|

表3 対照群における自由記述（抜粋）

V. 総合的考察

本研究は、思考ツールの活用によってメタ認知能力を育成するための具体的な手法を明らかにすることを目的とし、個人思考の有無を視点とした実験群と対照群を比較して分析を行った。この際、発話プロット、フィッシュボーンに記述された内容、質問紙を分析の対象とした。これらを分析した結果、フィッシュボーンを活用した上で、個人思考を導入することによって、思考の外化が促されたことにより、メタ認知を働かせることができたことが明らかとなった。

研究頭初は、考察場面でフィッシュボーンを扱う際に個人思考を導入することで、考察する際の記述内容が具体的にになり、実験群の方がフィッシュボーン活用の効果が高くなるのではないかと考えていた。しかし、発話プロットと質問紙の自由記述の分析においては、自分の考えに対して自信を持ったり、他の生徒の考えに対して疑問を持ったりする傾向が分かる発言と記述がどちらの群にも多く見られ、群の違いによる差は見られなかった。これは、個人思考の有無にかかわらず、フィッシュボーンを持つ教育的な特性が効果的に作用したのではないかと考えられる。さらに、これらの効果はメタ認知における「認知過程のモニター」、「認知活動の意識化」であり、この点において、これらの指導がメタ認知育成に少なからず貢献したのではないかと考えている。質問紙の五検

法の分析においては、どちらの群も半数以上がフィッシュボーンについて肯定的な評価をしていた。このことから、個人思考の有無は、有効性の高まりに影響を与える効果は認められなかったが、フィッシュボーンを活用することだけでも、一定度の思考の外化が促され、メタ認知が働いていることが明らかとなった。これは、思考ツールそのものの有効性を実証したことになると考えている。

フィッシュボーンの記述内容については、個人思考を導入することで、具体的に記述する数が増えることが分かった。一方、個人思考が導入されていない場合、抽象的に記述する数が増えることが分かった。これらのことから、個人思考を導入したことによって、他の生徒の考えを組み込んだ考えを記述することができるため、より具体的な記述が多くなったのだと考えられる。これも、メタ認知の「認知過程のモニター」、「認知活動を意識化」と関係していると考えられる。これらのことから、個人思考の導入は、思考の外化を容易にさせることができるため、メタ認知を促すことに効果があると考えられる。

以上のことから、フィッシュボーンを活用することにより、メタ認知が働く機会を生徒に提供できることが実証できた。また、個人思考を導入することにより、生徒が自分自身の思考を記述する際に、より具体的な記述をしたりすることができ、メタ認知の働きをより促すことができると考えられる。

思考ツールは本実践で扱ったフィッシュボーン以外にもたくさんある。このフィッシュボーン以外の思考ツールを扱うことでさらにメタ認知を促すことができる可能性が十分にある。よって、今後は他の思考ツールを活用し、各単元に適合した思考ツールを活用できるように実践を重ねていきたい。

謝辞

今回、新型コロナウイルスで大変忙しい中、授業をしてくださった高知大学附属中学校の浅井先生に感謝申し上げます。

引用・参考文献

- 1 A.L.ブラウン(著者) 湯川良三 石田裕久(訳者):ライブラリ教育方法の心理学=2 メタ認知—認知についての知識—、株式会社 サイエンス社、1984
- 2 岡村 定矩 ほか:新しい科学 2、東京書籍、p84-91
- 3 関西大学初等部(2017)「思考ツール 関大初等部式思考力育成法〈実践編〉」さくら社
- 4 黒上晴夫ほか2名:シンキングツール〜考えることを教えたい〜、NPO法人 学習総合
- 5 佐藤寛之、松尾健一、小野瀬倫也(2019)「理科学習で子どもが受容すべきと考えた情報とその選択の根拠に関する研究—メタ認知的活動の顕在化と気づきの自覚を促す理科学習プロセスシートの開発とその活用—」『理科教育学研究』Vol.60 No.2 p361-374
- 6 三宮真知子 メタ認知 学習力を支える高次認知機能、株式会社 北大路書房、2008
- 7 三宮真知子:メタ認知で〈学ぶ力〉を高める 認知心理学が解き明かす効果的学習、株式会社 北大路書房、2018
- 8 高田友紀美、佐藤寛之(2010)「理科授業場面における学習の進捗状況の把握と調整に関する研究」『日本科学教育学会研究会研究報告会』25巻 2号 p99-102
- 9 田村学(2018)「公立中学校版 教科 特別活動 部活動 でも使える!深い学びを育てる思考ツールを活用した授業実践」小学館
- 10 田村学、黒上晴夫 考えるってこういうことか「思考ツール」の授業、小学館 2013
- 11 田村学・黒上晴夫(2019)「田村学・黒上晴夫の『深い学び』で生かす思考ツール」小学館
- 12 新潟教育学部附属新潟小学校(2020)「ICT×思考ツールでつくる『主体的・対話的で深い学び』を促す授業」小学館フォーラム、2012
- 13 文部科学省:「中学校学習指導要領(平成29年告示)総則編」株式会社 東山書房、2018
- 14 文部科学省:「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編」p117,学校図書 株式会社、2018