

# 中学校理科における科学的説明の構築に関するメタ認知の機能についての研究

教科教育・特別支援教育プログラム 自然・生活グループ  
大久保 杏美

## 1. 問題の所在

学習指導要領において、中学校理科では科学的探究を通して生徒が自身の知識を活用しながら科学的説明を行うことが求められている。しかしながら、国内外の学力調査では、日本の子どもは考えを吟味し、それに関する説明を構築して行くこと、すなわち使用する知識の選択やその活用に課題が見られることが明らかとなった。この課題の解決には、子どもが自己の認知を客観的に捉え、学習を調整するメタ認知の機能が重要となると考えられる。

そこで本研究では、子どもがいかにして自律的に科学的説明を構築しているのか、メタ認知の視点からその実態を詳細に捉えることを目的とした。

## 2. 科学的説明

科学的探究における科学的説明を捉えるにあたり、McNeillら(2011)の指摘は着置くに値する。彼女らは、科学的説明を主張、証拠及び理由付けの3つの要素に分類し、その構造を可視化した(図1)。主張は学習問題に対する答え、証拠は主張を支える事実、理由付けは科学的知識を用いて根拠と主張を繋ぐ説明を示している。これらの要素を見とることによって、子どもの科学的説明の構成を可視化した。

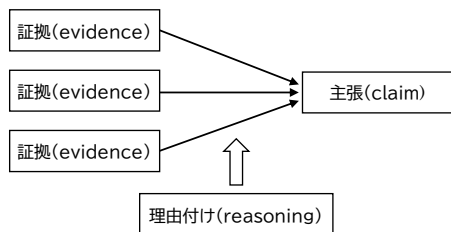


図1 アーギュメントの基本構造

## 3. メタ認知

本研究の主軸となるメタ認知の構成要素は主に、メタ認知的活動とメタ認知的知識とに分類される。メタ認知的活動に関して、Nelson&Narens(1994)の指摘は有益である。彼らは認知の対象へ直接働きかける対象レベル

と、対象レベルの情報を俯瞰して処理を行うメタレベルの2つの階層の情報のやりとりであるとした。すなわち、子どもが説明する際、どの様な知識を持っているか、どの様に説明の構築を含め学習を行っていくかについて、自覚された情報処理がメタ認知的活動であると言える。

メタ認知的知識は、メタ認知が稼働する際に自覚して使用される知識である。Flavell(1979)は、メタ認知的知識を、人間の認知特性についての知識、課題についての知識、方略についての知識の3つに分類した。人間の認知特性についての知識は、認知活動を行う上でどの様なことを得意・苦手としているかについての知識である。課題についての知識は、課題の性質が認知活動にどの様な影響を与えるかについての知識である。最後に、方略についての知識は、認知活動を行う上で有効な方略についての知識である。これらの知識を活用することによって、子どもがどの様に学習を進めるのか之判断がなされたかを捉えることができると考えられる。また、Schrawら(2006)は、メタ認知的知識を条件的知識、宣言的知識、手続き的知識の3つに分類した。これらの知識は相互に関連づけ使用される。条件的知識は、宣言的知識、手続き的知識をいつ、なぜ、どの様に使用するかについての知識である。この条件的知識に基づいて、命題的な知識である宣言的知識や、実験方法などの手続きを示す手続き的知識がメタ認知低知識として使用されるのである。これらの知識は、子どもが思考の妥当性を高めるために使用されると考えられる。よって、FlavellとSchrawらの2つの視点からメタ認知的知識を捉えることによって、学習の進め方に関するメタ認知と自身の考えの妥当性を高めるためのメタ認知の実態を見とることができる。

## 4. 事例的分析

### 4-1. メタ認知的活動とメタ認知的知識の関係

科学的説明の構築に関するメタ認知を見とるに当たり、メタ認知の機能そのものを明確にする必要がある。清水

(2009) は、メタ認知的活動とメタ認知的知識の関連性を示唆しているが、実際の理科授業においてメタ認知的知識とメタ認知的活動がどの様に関連付くかは明らかになっていない。よって、メタ認知的知識と活動の関係を明確にすることが必要となる。そこで、中学校第2学年「水素と酸素の化合」の授業実践を事例として、メタ認知的知識と活動の関連の実態を捉えることを試みた。その結果、図2に示すような、メタ認知的知識とメタ認知的活動の関係性を見とることができた。

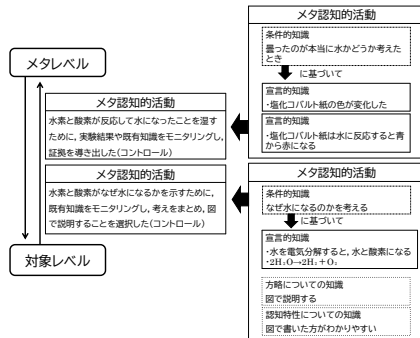


図2 メタ認知の稼働の内実

中学校理科授業において、メタ認知は、メタ認知的知識を活用してメタ認知的活動が行われることで稼働することが明らかとなった。その中で、多くの子どもが Schraw らのメタ認知的知識を用いてメタ認知をはたらかせている、すなわち、条件的知識を基に、宣言的知識、手続き的知識を活用しそれらの知識を関連づけながらメタ認知的活動を行っているのである。一方で Flavell のメタ認知的知識は適用してのメタ認知は行われにくいという実態が明らかとなった。これは、Flavell のメタ認知的知識が学習の方向性を決めるものであるため、統一された探究の過程の中では稼働しにくいことが考えられる。

4-2. 科学的説明の構築に関するメタ認知の実態

McNeill らは、アーギュメントの構築には証拠の吟味や理由付けを述べる際に自身の考えを理解する必要があるとした。これに対し、渡辺ら (2020) の指摘は有益である。彼らは、科学的説明の構築過程においてメタ認知的活動が行われることを示した。すなわち、子どもはメタ認知を稼働して科学的説明を構築することの示唆が得られたのである。そこで、中学校第2学年「鉄と酸素の化合(酸化)」の授業実践を事例として、科学的説明の構築に関するメタ認知の実態を捉えることを試みた。

その結果、中学校理科授業において、科学的説明を行

うことのできた生徒は証拠と理由付けの構築を行う際に、メタ認知を稼働させていることが明らかとなった。

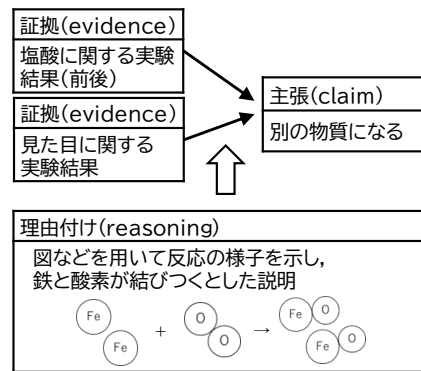


図3 鉄と酸素の化合における生徒のアーギュメント

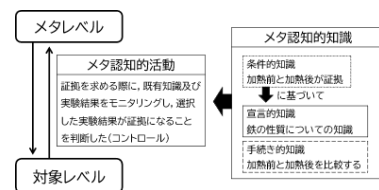


図4 証拠の構築に関するメタ認知

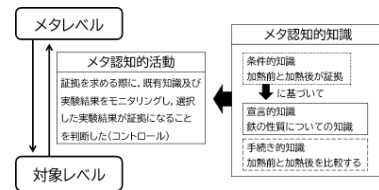


図5 理由付けの構築に関するメタ認知

また、仮説段階から考察段階へのアーギュメントの再構築に関して、同一の生徒でも、アーギュメント及び、メタ認知の変容が見られた。特に、証拠は全員変容が見られたことから、実験結果の方が証拠として妥当であることを子どもは捉え、条件的知識を変えることによって適用する知識、及びメタ認知的活動の内容を変えたことで、アーギュメントの変化が起きたと考えられる。理由付けの変容に関しても、再度活用する知識が適切かどうか条件的知識をより精査することで、メタ認知の変化、それに基づきアーギュメントの変化が見られたと考えられる。以上からアーギュメントを構築する際に証拠と理由付けにおいてメタ認知を稼働することができる様に支援を行うことで、子どもの科学的探究におけるアーギュメントの構築、及びそれを自ら行っていく自己調整的な姿の実現に向けての示唆が得られた。