

科学的に探究するために必要な資質・能力の育成に関する研究

ー理科教科書における中学校第2学年の化学的領域を事例としてー

内海 志典^{*1}

『中学校学習指導要領(平成29年告示)』の理科では、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力の育成を求めている。本研究は、現行の理科教科書に掲載されている中学校第2学年の化学的領域の「炭酸水素ナトリウムの熱分解」を事例として、資質・能力の育成のために重視すべき学習過程等の例に焦点をあてて、その各過程の取り扱いについて分析した。その結果、(1)「自然事象に対する気づき」では、なぜ「ホットケーキ」や「カルメ焼き」が熱によりふくらむのかという日常生活に関連する事象を取り扱っていること、(2)「課題の設定」では、教科書によってそれらがふくらむ理由を問うものと炭酸水素ナトリウムの変化について問うものがあること、(3)熱分解という科学的概念を実験の前後のどちらで学習するかで、その学習過程において差異が生じること、等が明らかとなった。

〈キーワード〉中学校理科、科学的に探究、資質・能力、重視すべき学習過程等、
炭酸水素ナトリウムの熱分解

1. はじめにー問題の所在と研究の目的ー

平成28年12月に公表された『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)』(以下、『中央教育審議会答申』とする)では、6点にわたってその枠組みを改善するとともに、各学校において教育課程を軸に学校教育の改善・充実の好循環を生み出す「カリキュラム・マネジメント」の実現を目指すことなどが求められた。そのうちの1つに、「どのように学ぶか」(各教科等の指導計画の作成と実施、学習・指導の改善・充実)がある(中央教育審議会教育課程部会, 2016a)。

加えて、子供たちが、学習内容を人生や社会の在り方と結び付けて深く理解し、これからの時代に求められる資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けることができるようにするためには、これまでの学校教育の蓄積を生かし、学習の質を一層高める授業改善の取組を活性化していくことが必要であり、我が国の優れた教育実践に見られる普遍的な視点である「主体的・対話的

で深い学び」の実現に向けた授業改善を推進することを求めている(中央教育審議会教育課程部会 2016a)。

これらの状況に鑑み、授業改善を行っていき、現行学習指導要領から次期学習指導要領への円滑な移行について検討していく必要がある。

生徒が「どのように学ぶか」については、教師が「どのように教えるか」と密接に関係している。本研究は、教師が「どのように教えるか」に着目して、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善を推進するための視点を導出することを目的としている。

国立教育政策研究所(2014)は、学習活動・内容・資質や能力の三者の関係を、次のように示すことができるとしている。

〈A(内容)〉について、〈B(活動)〉を通して指導し、〈C(資質・能力)〉を育てる。

研究では、学習活動・内容・資質や能力の三者の関係を、次のように設定した。

^{*1} 岐阜大学教育学部

A Study on the Enhancement of the Qualities and Abilities to Explore Scientifically: A Case Study on the Field of Chemistry in Lower Secondary School Science Textbooks

〈A（炭酸水素ナトリウムの熱分解）〉について、
〈B（科学的に探究する活動（実験））〉を通して指導し、〈C（科学的に探究する力）〉を育てる。

研究の方法は、『中学校学習指導要領(平成29年告示)』（以下、『中学校学習指導要領』とする）に準拠した教科書が発行されていないため、『中学校学習指導要領(平成20年告示)』に準拠した理科教科書で取り扱われている中学校第2学年の化学的領域の実験「炭酸水素ナトリウムの熱分解」において、資質・能力の育成のために中学校で重視すべき学習過程等の例における各過程の取り扱いについて分析する。

分析の対象は、東京書籍（岡村・藤嶋ほか、2016）、新興出版社啓林館（塚田・大矢・江口・鈴木ほか、2016）、学校図書（霜田・森本、2016）、教育出版（細矢・養老・丸山ほか、2016）、大日本図書（有馬ほか、2016）の中学校理科教科書を分析の対象とした。

2. 「主体的・対話的で深い学び」と中学校理科の目標

『中央教育審議会答申』では、前述したように、これからの時代に求められる資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けたりすることができるようにするため、子供たちが「どのように学ぶか」という学びの質を重視した改善を図っていくことを求めている。そして、学びの質を高めていくために、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善が求められている（中央教育審議会教育課程部会、2016a）。

さらに、『中学校学習指導要領』の改訂に当たっての基本的な考え方が、以下のように示された（文部科学省、2018b）。

理科で育成を目指す資質・能力を育成する観点から、自然の事物・現象に進んで関わり、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈するなどの科学的に探究する学習を充実した。また、理科を学ぶことの意義や有用性の実感及び理科への関心を高める観点から、日常生活や社会との関連を重視した。

この基本的な考え方では、科学的に探究する学習の充実と日常生活や社会との関連の重視が特徴となっている。

そして、基本的な考え方を踏まえて、『中学校学習指導

要領』の理科では、中学校理科の目標は、次のように定められた（文部科学省、2018a）。

自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 自然の事物・現象についての理解を深め、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。
- (2) 観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う。
- (3) 自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。

3. 自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力

自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力である科学的に探究する力について考える。

小学校理科では、「問題解決の過程」を通じた学習活動を重視してきており、「問題解決の過程」として、自然の事物・現象に対する気づき、問題の設定、予想や仮説の設定、検証計画の立案、観察・実験の実施、結果の処理、考察、結論といった過程が考えられる（文部科学省、2018c）。

一方、『中学校学習指導要領』の理科では、育成すべき科学的に探究する力については、自然の事物・現象に関わり、それらの中に問題を見だし見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈して表現するなど、科学的に探究する活動を通して、科学的な思考力、判断力、表現力等を育成することであると示されている（文部科学省、2018b）。

さらに、中学校第2学年では、科学的な思考力、判断力、表現力等について、見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、【規則性や関係性】を見いだして表現することを求めている（文部科学省、2018b）。

また、『理科において育成を目指す資質・能力の整理』（2016b）において、図1に示す資質・能力の育成のために重視すべき学習過程等の例が提示されている。

この資質・能力の育成のために中学校で重視すべき学習過程等の例は、小学校で身に付けた問題を科学的に解

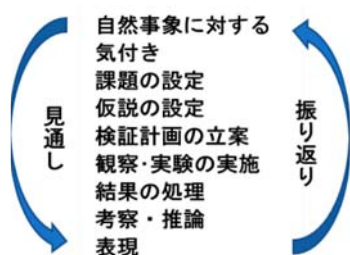


図1 資質・能力の育成のために中学校で重視すべき学習過程等の例 (文部科学省, 2016b)

決する「問題解決の過程」をさらに深化させた「科学的に探究する過程」と捉えることができる。

エイブラハムズほか (Abrahams & Millar, 2008) は、図2で示されるように、観察、実験は、「観察できる領域 (O)」と「考えの領域 (i)」の間に生徒 (児童) が関連をつくることを助ける試みであると指摘している。

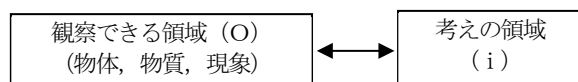


図2 実際の活動: 2つの領域の関連 (Abrahams & Millar, 2008)

エイブラハムズほかの考え方を資質・能力の育成のために中学校で重視すべき学習過程等の例に適用してみると、図3のように示すことができる。図3では、観察、実験における資質・能力の育成のために中学校で重視すべ

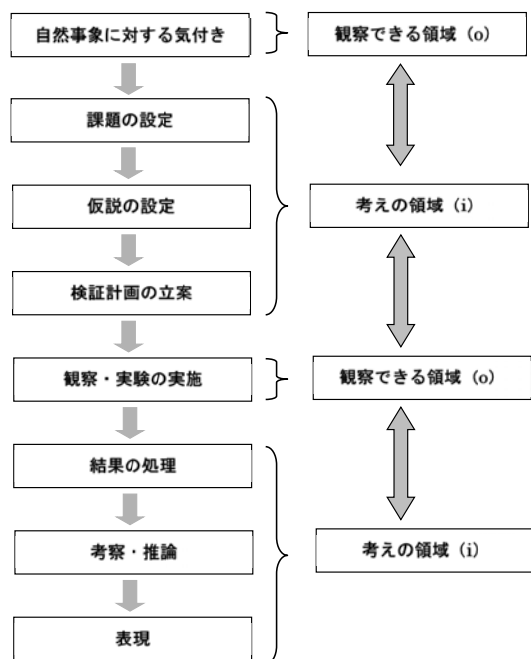


図3 エイブラハムズほかの考え方を適用した資質・能力の育成のために中学校で重視すべき学習過程等の例

き学習過程等の例において、「観察できる領域 (O)」と「考えの領域 (i)」が交互に配置され、「観察できる領域 (O)」と「考えの領域 (i)」の間に関連がつくることが求められる。つまり、資質・能力の育成のために中学校で重視すべき学習過程等の例の各過程は、その前後の各過程と関連がつくられ、生徒の思考の流れに即したものである必要がある。このような学習過程を経ると、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力である科学的に探究する力を育成することができる。

4. 資質・能力の育成のために重視すべき学習過程等の例を適用した分析

中学校において、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力である科学的に探究する力を育成する際に、中核となる資質・能力の育成のために重視すべき学習過程等の例を適用し、現行の理科教科書に掲載されている中学校第2学年の化学的領域の実験「炭酸水素ナトリウムの熱分解」を事例として、その学習過程等の取り扱いについて分析する。中学校教科書における「炭酸水素ナトリウムの熱分解」の取り扱い (一部抜粋) を、表1に示す。

(1) 自然の事物・現象に対する気付き

「自然の事物・現象に対する気付き」では、B社が「カルメ焼き」を、C社、D社及びE社が「ホットケーキ」を、A社が「カルメ焼き」と「ホットケーキ」を取り上げ、これらが熱により、なぜふくらむのかという日常生活に関連する事象を取り扱っている。

(2) 課題の設定

A社、B社、C社及びD社では、「カルメ焼き」と「ホットケーキ」がふくらむ原因を炭酸水素ナトリウムであるとし、「課題の設定」では、「炭酸水素ナトリウムを加熱すると、どのような変化が起きるか」という問いを設定している。E社では、「ホットケーキがスポンジ状にふくらむのはなぜだろうか」という問いを設定している。

(3) 仮説の設定

A社は、特に仮説を設定していない。B社では、カルメ焼きがふくらんだことから、C社では、炭酸水素ナトリウムという物質名から、D社では、炭酸水素ナトリウムの化学式 NaHCO_3 から、炭酸水素ナトリウムを加熱したとき

の変化について考えさせることにより、仮説の設定を図っている。E社では、炭酸水素ナトリウムも加熱したら何か変化（熱分解）があることを考えさせることにより、仮説の設定を図っている。

(4) 検証計画の立案

5社すべてが、炭酸水素ナトリウムを加熱させ、どのような変化が起こり、どんな物質ができるか調べる実験による「検証計画の立案」を設定している。発生した気体を調べる実験では、E社以外の4社は、火のついた線香の変化、火のついたマッチの変化及び石灰水の変化の観察を設定している。E社は、石灰水の変化の観察を設定している。生じた液体を調べる実験では、5社すべてが塩化コバルト紙の色の変化の観察を設定している。加熱後の固体と炭酸水素ナトリウムの性質を調べる実験では、5社すべてが、水のとけ方とフェノールフタレイン溶液の色の変化の観察を設定している。

(5) 観察・実験の実施

「観察・実験の実施」は、実際の活動であるため、教科書では取り扱わない。

(6) 結果の処理

5社すべてが、炭酸水素ナトリウムを加熱したとき、発生した気体を調べる実験や生じた液体を調べる実験が取り扱われている。そして、加熱後の固体と炭酸水素ナトリウムの性質を調べる実験では、どのような変化が起こったかについて整理する「結果の処理」を設定している。

(7) 考察・推論

5社すべてが、加熱によって発生した気体は何か、加熱後に生じた物質は、炭酸水素ナトリウムと同じ物質であると考えられるか、炭酸水素ナトリウムを加熱すると、どのような物質に変化したと考えられるか、実験結果から考察させている。また、B社とD社では、その理由について考察させている。

(8) 表現

A社、B社、C社及びD社が、「課題の設定」では、「炭酸水素ナトリウムを加熱すると、どのような変化が起きるか」という問いに対する「炭酸水素ナトリウムを加熱すると、炭酸ナトリウム、水、二酸化炭素に分解する」という答えを設定している。E社では、「ホットケーキがス

表1 中学校教科書における「炭酸水素ナトリウムの熱分解」の取り扱い(一部抜粋)

学習過程等	A社	B社
自然事象に対する気付き	カルメ焼きの中はあなだらけになっている。ホットケーキの中にも、同じようにたくさんあなが見られる。(中略)砂糖水に重そうを入れて加熱した場合、全体はふくらんで、中にあなができた。(中略)カルメ焼きの中にあなができるのは、重そうが原因であると考えることができる。	砂糖水を煮つめてから、炭酸水素ナトリウム(重そう)を加えて混ぜると、ふくらんでくる。(中略)カルメ焼きの断面を見ると、中にすきまがたくさんできている。(中略)カルメ焼きにたくさんすきまをつくるものになっているのは、炭酸水素ナトリウムである。
課題の設定	重そう(炭酸水素ナトリウム)を加熱すると、どのような変化が起こるだろうか。	炭酸水素ナトリウムを加熱すると、どのような変化が起こるだろうか。
仮説の設定	—	カルメ焼きがふくらむのは、炭酸水素ナトリウムを加熱したときにどのような変化があったからだろうか。
検証計画の立案	炭酸水素ナトリウムを熱して、発生した気体や加熱後に残った物質の性質を調べ、炭酸水素ナトリウムにどのような変化が起こったか考える。	炭酸水素ナトリウムを加熱したときにできる物質の性質を調べる。
観察・実験の実施	【実験1】炭酸水素ナトリウムを加熱したときの変化	【実験1】炭酸水素ナトリウムを加熱したときの変化
結果の処理	<ul style="list-style-type: none"> 集めた気体に石灰水を入れて、よく振ったとき、どのような変化が見られたか。 熱した試験管の内側についた液体に、塩化コバルト紙をつけたとき、どのような変化が見られたか。 熱した後の物質の水へのとけ方やフェノールフタレイン溶液を加えたとき、どのような変化が見られたか。 	<ul style="list-style-type: none"> 発生した気体にはどのような性質があったか。 青色の塩化コバルト紙は、何色に変化したか。 炭酸水素ナトリウムと加熱後の白い物質では、水へのとけ方、フェノールフタレイン溶液の色の変化には、どのようなちがいがあったか。
考察・推論	<ul style="list-style-type: none"> 発生した気体は何であると考えられるか。 加熱後の物質は、炭酸水素ナトリウムと同じ物質であると考えられるか。 炭酸水素ナトリウムを加熱すると、どのような物質に変化したと考えられるか。 	<ul style="list-style-type: none"> 発生した気体は何か。そのように考えた理由も説明しなさい。 試験管の口についた液体は何か。そのように考えた理由も説明しなさい。 加熱後の物質は、もとの炭酸水素ナトリウムと同じ物質といえるか。そのように考えた理由も説明しなさい。
表現	炭酸水素ナトリウムを加熱すると、炭酸ナトリウム、二酸化炭素、水に分かれる。	炭酸水素ナトリウムは、加熱すると別な物質に変化することがわかる。

注) —は、取り扱いがないことを示している。

表1の続き

学習過程等	C社	D社	E社
自然事象に対する気付き	ホットケーキの断面を観察すると、たくさん小さい穴が開いていることがわかる。生地を焼くと穴が生じるのはどうしてなのだろうか。ホットケーキの生地を焼くと、たくさん穴が生じてふくらむ。これは、ベーキングパウダーにふくまれている炭酸水素ナトリウムという物質が加熱によって変化し、気体が発生するためである。	ホットケーキの生地に炭酸水素ナトリウムを入れて加熱すると、ふっくらしたホットケーキができる。しかし、生地に炭酸水素ナトリウムを入れないものはふくらまない。炭酸水素ナトリウムには、生地をふくらませるはたらきがあることがわかる。	ホットケーキがスポンジ状にふくらむのはなぜだろう。ベーキングパウダーの主な成分である炭酸水素ナトリウムを加熱して、その理由を調べよう。
課題の設定	炭酸水素ナトリウムを加熱すると、どのような気体が発生するのだろうか。また、気体の発生他、どのような変化が起こるのだろうか。	炭酸水素ナトリウムを加熱すると、どのような変化が起こるだろうか。	ホットケーキがスポンジ状にふくらむのはなぜだろうか。
仮説の設定	<吹き出し>炭酸水素ナトリウムという物質名から考えると…	ホットケーキがふくらむのは、炭酸水素ナトリウムを加熱したときに気体が発生するからではないだろうか。炭酸水素ナトリウムの化学式 NaHCO_3 から予想してみよう。	<吹き出し>炭酸水素ナトリウムも加熱したら何か変化(熱分解)があるかもしれないね。
検証計画の立案	炭酸水素ナトリウムを加熱し、発生した気体や液体、加熱前後の物質を調べる。	炭酸水素ナトリウムを加熱し、発生した気体や液体を調べ、加熱前後の物質を比べる。	炭酸水素ナトリウムを加熱すると、どのような変化が起こり、どんな物質ができるか調べる。
観察・実験の実施	【実験1】炭酸水素ナトリウムを加熱したときの変化を調べよう	【実験2】炭酸水素ナトリウムを加熱してみよう	【実験1】炭酸水素ナトリウムを加熱すると何ができるか調べる
結果の処理	結果を表にまとめる。 ・火のついた線香の変化 ・火のついたマッチの変化 ・石灰水の変化 ・塩化コバルト紙の色の変化 ・水のとけ方、フェノールフタレイン溶液の色の変化	・発生した気体には、どのような性質があったか。 ・加熱した試験管の口もとについた液体に塩化コバルト紙をつけると、色は変化したか。 ・炭酸水素ナトリウム、および試験管に残った水に対する溶け方はどうか。また、その溶液にフェノールフタレイン溶液を入れると、色は変化したか。	・炭酸水素ナトリウムを加熱したとき、どんな変化が起こったか。 ・発生した気体と生じた液体はどんな性質をもっていたか。 ・加熱後の固体は加熱前の炭酸水素ナトリウムと同じ性質だったか。
考察・推論	・発生した気体は何か。また、試験管の口近くに生じた液体は何か。 ・炭酸水素ナトリウムと加熱後に残った物質は、同じ物質であるといえるか。 ・炭酸水素ナトリウムを加熱すると、何種類の物質に変化するといえるか。	・加熱によって発生した気体は何か。その理由は何か。 ・加熱した試験管の口もとについた液体は何か。その理由は何か。 ・加熱後、試験管に残った物質は、もとの炭酸水素ナトリウムと同じ物質か。その理由は何か。 ・炭酸水素ナトリウムは、加熱によってどのように変化したといえるか。	・発生した気体や生じた液体は、それぞれ何だと考えられるか。 ・加熱後の固体は、炭酸水素ナトリウムと同じものか、ちがうものか。 ・炭酸水素ナトリウムは、加熱されてどうなったといえるか。
表現	発生した気体は、二酸化炭素である。炭酸水素ナトリウムを加熱すると、炭酸ナトリウム、水、二酸化炭素の3種類の物質に変化する。	炭酸水素ナトリウムを加熱すると、炭酸ナトリウム、水、二酸化炭素の3種類の物質に分解する。	ホットケーキがスポンジ状にふくらむのは、ベーキングパウダーにふくまれる炭酸水素ナトリウムが熱分解してできた気体の二酸化炭素が生地をふくらませたためである。

ポンジ状にふくらむのはなぜだろうか」という問いに対する「ホットケーキがスポンジ状にふくらむのは、ベーキングパウダーにふくまれる炭酸水素ナトリウムが熱分解してできた気体の二酸化炭素が生地をふくらませたためである」という答えを設定している。

以上のことから、理科教科書に掲載されている実験「炭酸水素ナトリウムの熱分解」を事例として、その学習過程等の取り扱いについて、以下のことが明らかとなった。

- ・「自然事象に対する気付き」では、なぜ「ホットケーキ」や「カルメ焼き」が熱によりふくらむのかという日常生活に関連する事象を取り扱っている。
- ・「課題の設定」では、教科書によって、それらがふくらむ理由を問うものと加熱による炭酸水素ナトリウムの変化について問うものがある。

5. 考察

理科教科書の分析から、資質・能力の育成のために中学校で重視すべき学習過程等の例について、炭酸水素ナトリウムの熱分解について、教師が「どのように教えるか」といった教師の指導の視座から考察する。

5.1 「課題の設定」における課題

「課題の設定」では、課題がすべて疑問形の「問い」となっており、「表現」において「問い」に対する「答え」となっている。そして、「課題の設定」では、教科書によって、「ホットケーキ」や「カルメ焼き」がふくらむ理由を問うものと炭酸水素ナトリウムの変化について問うものがある。「ホットケーキ」や「カルメ焼き」がふくらむ理由を問うものは、「大きな課題」として、炭酸水素ナトリウムの変化について問うものは、「小さな課題」として捉えることができる。

「検証計画の立案」では、「大きな課題」と「小さな課題」の両者とも、炭酸水素ナトリウムを加熱させ、どのような変化が起こり、どんな物質ができるか調べる実験が設定されている。

「大きな課題」では、「自然の事物・現象に対する気付き」で取り扱った「カルメ焼き」と「ホットケーキ」がふくらむという現象から、「課題の設定」において、「ホットケーキ」や「カルメ焼き」がふくらむ理由について問い、一連の重視すべき学習過程等を経て「表現」において問題解決が図られるようになっている。これは、酸化銀の熱分解が既習内容となっていることから、熱分解という科学的概念を活用することで生徒の学びを深化させることができると思われる。

他方、「小さな課題」では、「課題の設定」において、「ホットケーキ」や「カルメ焼き」がふくらむ理由として、炭酸水素ナトリウムが原因となっていると考えることができるという前提のもとに、加熱による炭酸水素ナトリウムの変化について問うている。つまり、「自然の事物・現象に対する気付き」において、「カルメ焼き」と「ホットケーキ」がふくらむという現象から、それらがふくらむのは炭酸水素ナトリウムが原因であるという問題解決と、加熱による炭酸水素ナトリウムの熱分解について明らかにするという問題解決の2つが取り扱われている。この「小さな課題」では、問題解決を分割することで、未習内容である熱分解という科学的概念に関する生徒の理解を

より容易にすることが可能となっている。

以上のことから、熱分解という科学的概念を実験の前後のどちらで学習するかでその学習過程に差異が生じているといえる。

「課題の設定」では、「大きな課題」の方がより深い学びに結びつくと考えられるが、理科の成績が芳しくない生徒にとっては、課題が分割された「小さな課題」の方が取り組みやすいと考えられる。教師は、生徒の実態を踏まえて、どちらの展開を選択するか、つまり生徒に熱分解という科学的概念をどのように教えるかを検討する必要がある。

5.2 学習過程等の例における科学的な思考力、判断力、表現力等

科学的な思考力、判断力、表現力等は、図3で示した「考えの領域(i)」であり、資質・能力の育成のために中学校で重視すべき学習過程等の例の前半部分（「課題の設定」、「仮説の設定」及び「検証計画の立案」）と後半の部分（「結果の処理」、「考察・推論」及び「表現」）において、意見交換、議論、発表、レポート作成等の活動を組み込み、「対話的な学び」とすることで、科学的な思考力、判断力、表現力等を育成することができる。

中学校の理科教科書の分析から、「仮説の設定」では、仮説が設定されていなかったり、カルメ焼きがふくらんだことをもとに、炭酸水素ナトリウムという物質の化学式 NaHCO_3 から炭酸水素ナトリウムを加熱したときの変化について、仮説の設定がなされているが、教科書での取り扱いが少ない状況があることから、授業において、教師の力量がより求められると考えられる。

また、「考察・推論」では、実験結果をもとに考察させているが、B社とD社ではその理由についても考察させている。このように、考えた理由を併せて考察をさせることで、生徒の学びが「深い学び」となると考えられる。

そして、教師は、科学的な思考力、判断力、表現力等を育成していくためには、エイブラハムズほかの考え方を援用すると、資質・能力の育成のために中学校で重視すべき学習過程等の例における各過程において、その前後の各過程と関連がつくられ、一貫した生徒の思考の流れに即した授業展開となるように留意する必要がある。

6. おわりに

資質・能力の育成のために中学校で重視すべき学習過程等の例は、これまで中学校において科学的に探究の能力の基礎の育成において、「問題解決の過程」をさらに深化させた「科学的に探究する過程」に類似していることから、次期の『中学校学習指導要領』においても、これまでの教育実践の蓄積を引き継ぎつつ、授業を工夫・改善していく必要がある。

引用文献

Abrahams, I & Millar, R. : Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science, *International Journal of Science Education*, 30(14), pp. 1945-1969, 2008.

有馬朗人ほか：『理科の世界 3年』, 大日本図書, 2016.

中央教育審議会教育課程企画特別部会（2015）『教育課程企画特別部会論点整理（報告）』.

中央教育審議会教育課程部会：『幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）』, 2016a. (Retrieved from [http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/ chukyo/ chukyo0/toushin/_icsFiles/fieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/fieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf)) (accessed 2018. 10. 23)

中央教育審議会教育課程部会：「理科において育成を目指す資質・能力の整理」, 『幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）別添資料 5-1』, 2016b. (Retrieved from [http://www.mext.go.jp/component/ b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/fieldfile/2017/01/10/1380902_3_2.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/fieldfile/2017/01/10/1380902_3_2.pdf)) (accessed 2018. 10. 23)

細矢治夫・養老孟司・丸山茂徳ほか：『自然の探究 中学校理科 3』, 教育出版, 2016.

国立教育政策研究所：「教育課程の編成に関する基礎的研究 報告書 7：資質や能力の包括的育成に向けた教育課程の基準の原理」, 2014.

文部科学省：『中学校学習指導要領（平成 29 年 3 月告示）』, 東山書房, 2018a.

文部科学省,『中学校学習指導要領解説（平成 29 年告示）理科編』, 学校図書, 2018b.

文部科学省,『小学校学習指導要領解説（平成 29 年告示）理科編』, 東洋館出版社, 2018c.

岡村定矩・藤嶋昭ほか：『新しい科学 3年』, 東京書籍, 2016.

霜田光一・森本信也ほか：『中学校科学 3』, 学校図書, 2016.

塚田捷・大矢禎一・江口太郎・鈴木盛久：『未来へひろがるサイエンス 2』, 新興出版社啓林館, 2