

探究の過程の重点化に関する研究

—— 導入で要因を抽出し課題を設定することが「見通し」と「振り返り」に与える影響に着目して ——

山内 宗治・益田 裕充・栗原 淳一
上原 永次・日暮 利明・大井 俊和

A study on process of the research of the science class

—— The influence that a task gives in a learning process ——

Souji YAMAUCHI, Hiromitsu MASUDA, Jun-ichi KURIHARA,
Eiji UEHARA, Toshiaki HIGURE and Toshikazu OI

探究の過程の重点化に関する研究

—— 導入で要因を抽出し課題を設定することが「見通し」と「振り返り」に与える影響に着目して ——

山内 宗治¹⁾・益田 裕充²⁾・栗原 淳一²⁾
上原 永次²⁾・日暮 利明²⁾・大井 俊和³⁾

1) 広島県立黒瀬特別支援学校

2) 群馬大学共同教育学部

3) 太田市立毛里田中学校

(2020年9月30日受理)

A study on process of the research of the science class

—— The influence that a task gives in a learning process ——

Souji YAMAUCHI¹⁾, Hiromitsu MASUDA²⁾, Jun-ichi KURIHARA²⁾,
Eiji UEHARA²⁾, Toshiaki HIGURE²⁾ and Toshikazu OI³⁾

1) Hiroshima Prefectural Kurose Special Support School

2) Department of Science Education, Cooperative Faculty of Education, Gunma University
Maebashi, Gunma 371-8510, Japan

3) Morita Lower Secondary School, Gunma

(Accepted on September 30th, 2020)

1 研究の背景

1.1 はじめに

教育課程部会総則・評価特別部会では、「深い学び」とは、「習得・活用・探究の見通しの中で、教科等の特質に応じた見方・考え方を働かせて思考・判断・表現し、学習内容の深い理解や資質・能力の育成、学習への動機付け等につなげる」学びの事であるととし、「様々な事象を捉える各教科ならではの視点」や「各教科ならではの思考の枠組み」が重要であると示している¹⁾。

これを受け、平成29年度中学校学習指導要領解説理科編では、中学校における「理科の見方・考え方」については、「自然の事物・現象を、質的・量

的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること」と整理され、資質・能力を育成する「視点や思考の枠組み」として、理科の学習における探究の過程の重要性を指摘している²⁾。そこで、資質・能力を育成するために重視すべき探究の過程を図1に示す。

探究の過程において、図1中の「『見通し』と『振り返り』」は、学習過程全体を通してのみならず、必要に応じて、それぞれの学習過程で行うことも重要である³⁾とし、子どもが学習過程において、各過程で適宜「見通し」を持つことや「振り返り」を行うことが必要であるといえる(図1の*1は探究の過程は必ずしも一方向の流れではない。また、授業

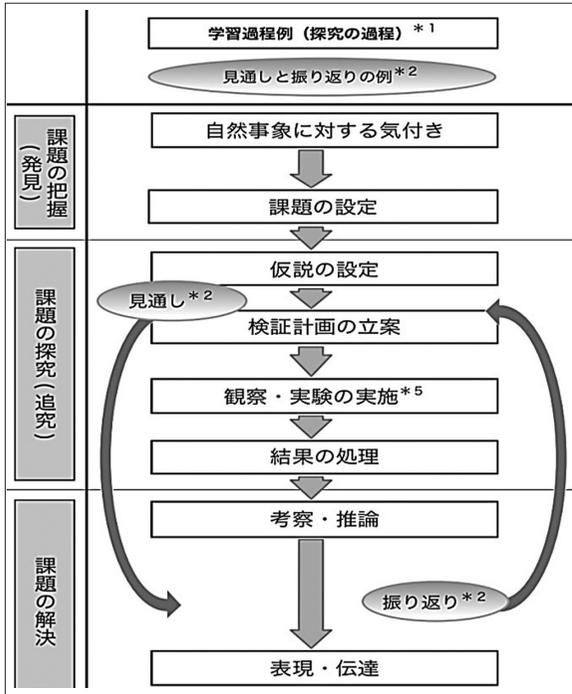


図1 探究の過程の全体図

ではその過程の一部を扱ってもよい。*2は、「見通し」と「振り返り」は学習過程全体を通してのみならず、必要に応じて、それぞれの学習過程で扱うことも重要である。*3は、全ての学習過程において、今までに身につけた資質・能力を活用する力が求められる。*4は、意見交換や議論の際には、あらかじめ個人で考えることが重要である。また、他者との関わりの中で自分の考えをより妥当なものにする力が求められる。*5は、単元内容や題材の関係で観察・実験が扱えない場合も、調査して論理的に検討を行うなど探究の過程を経ることが重要であるとされる。

そして、平成29年度中学校学習指導要領解説理科編では、3年間を通じて科学的に探究するために必要な資質・能力を育成するために、各学年で主に重視する探究の学習過程の例を表1に示している。

中学校第3学年では探究の過程における指導の重点化として「探究の過程を振り返る」ことを指摘している⁴⁾。例えば、運動とエネルギー (イ)④力と運動について、「課題に対して実験方法や考察が妥当

表1 中学校の各学年で主に重視する探究の学習過程

第1学年	自然の事物・現象に進んで関わり、その中から問題を見いだす
第2学年	解決する方法を立案し、その結果を分析して解釈する
第3学年	探究の過程を振り返る

であるか検討したり、新たな問題を見いだしたりするなど探究の過程を振り返らせること」と示されている⁵⁾。

見通しを持つ意義について、平成29年度小学校学習指導要領解説理科編では、「予想や仮説と観察、実験の結果の一致、不一致が明確になる。そして、両者が一致した場合には、児童は予想や仮説を確認したことになり、両者が一致しない場合には、児童は予想や仮説、又はそれらを基にして発想した解決の方法を振り返り、それらを見直し、再検討を加えることになる」とし、「振り返り」を行うために「見通し」を持つことが重要であるとしている⁶⁾。

1.2 要因と「見通し」の関係について

平成27年度全国学力・学習状況調査の中学校理科大問⑦(3)では、キウイフルーツの上に置いたゼリーの崩れ方に違いが見られたことから見いだした問題を基に、適切な課題を設定することができるかどうかを測定する問題が図2のとおり出題された⁷⁾。

ここでは、「ゼリーの崩れ方の違いは、何に関係しているだろうか」の「何」について、「場所」「果物の種類」「室温」などを要因として扱っている⁸⁾。これを受け、益田は、中学校理科授業の課題設定について、「課題を設定する中でも、見いだした問題を基に課題を設定する過程では、表出された大づかみな種々の要因を俯瞰した問いとして表出させる」と指摘している⁹⁾。ここでは、課題設定までの導入の過程で課題解決の見通しが生まれ、導入時の要因の抽出が学習過程全体に関係してくると思われる。

また、鈴木は、理科授業における自然事象の提示から予想・仮説と検証計画の立案の局面に着目し、検証計画の立案を行うためには、原因として考えら

レポートの続き

【新たな疑問】

輪切りにしたキウイフルーツの上に、細長いゼリーを置いてしばらく時間をおいたところ、「皮に近い部分」「種子の多い部分」「中心部分」でゼリーの崩れ方に違いが見られて(図2)、不思議に思った。

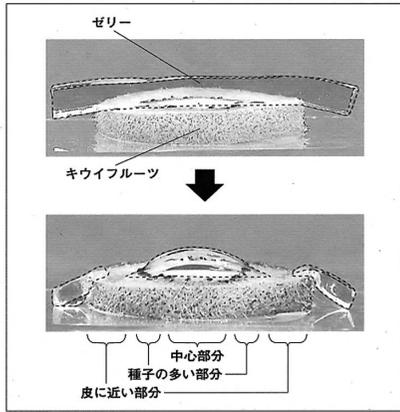


図2

課題Ⅱ

キウイフルーツが物質を分解するはたらきは、
()

(3) 菜月さんは、【新たな疑問】から「課題Ⅱ」を設定して調べようとしています。
「課題Ⅱ」の()に入る適切な内容を書きなさい。

図2 平成27年実施全国学力・学習状況調査(中学校理科)大問7

れる要因と変化することを関係付けて考えるように促す支援や、様々な学習過程での「見通し」と「振り返り」を促す教師の支援が重要であると指摘している¹⁰⁾。

以上のことから、中学校第3学年で探究の過程を振り返ることが重点化される背景が示唆されたが、どのようにして探究の過程で「見通し」と「振り返り」を行えるのか具体的な方略は示されていない。そこで本研究は、探究の過程で「見通し」と「振り返り」を行うために、導入時に要因を抽出することが一つの方略となるのではないかと考えた。

2 本研究の目的

見出した問題を基に課題を設定した理科授業を抽出し、導入で表出された大づかみな要因が探究の過程の各過程でどのように作用するか分析し、「見通し」や「振り返り」の具体的な方略を検討する。

3 本研究の方法

3.1 調査対象

調査対象とした授業は表2のとおりである。

表2 調査対象とした授業

調査対象	学年	授業内容
A県 公立中学校	第3学年	運動の向きに力がはたらく 物体の運動

調査対象とした授業は、平成28年11月にA校で行われた第3学年「運動とエネルギー」の「運動の向きに力がはたらく物体の運動」の授業である。この授業は、探究の過程を成立させる授業で、導入として自然事象の働きかけから課題を設定し、考察に至るまでの過程が扱われていた。

3.2 調査方法

探究の過程を成立させた理科授業で、導入において要因の抽出を行っている授業を抽出し、対象とした授業の学習指導案及び授業映像、授業映像の発話プロトコルを用いて、「見通し」や「振り返り」につながる教師の介入や子どもの気づきを分析した。

3.3 調査対象とした授業の主な流れ

この授業の主な学習過程は表3のとおりである。

表3 「運動とエネルギー」の学習過程

導入	鉄球を、角度の異なるカーテンレールの斜面を下らせ、運動の様子を比較する。
課題	運動する向きにはたらく力が変化すると、速さの変化の仕方はどうなるか？
予想・仮説	・物体にはたらく力が大きくなると速さの変化の仕方は大きくなり、ある程度まで大きくなると一定になるのではないかと。

	<ul style="list-style-type: none"> ・急な斜面は速さの変化の仕方は大きく、緩やかな斜面は小さいのではないか。 ・下に行くほどはたらく力は大きいのではないか。 ・はたらく力はどこでも変わらず、一定なのではないか。
検証計画の立案	予想・仮説を検証する実験方法を考える。
観察・実験	角度の違う斜面で台車を下らせ、記録タイマーを用いて測定する。
結果	実験で得られたデータをグラフにまとめる。
考察	予想・仮説と実験結果を用いて、課題に正対した考察を考える。
結論	運動の向きに力がはたらくと、運動する物体の速さは速くなり、はたらく力が大きいほど速さの変化の仕方は大きくなる。

調査対象とした授業は、斜面を転がる鉄球の運動について観察、実験を行い、鉄球の速さが変わる様子を調べる授業であった。また、要因の抽出を行って課題を設定し、その課題に対して予想・仮説を立てることを探究の過程の中心に据えた授業であった。その際、子どもは物体に力がはたらかない場合には、等速直線運動することを学習していた。

4 検証結果

4.1 導入から課題設定の局面

まず、導入から課題の設定までに行われた教師の介入や子どもの気付きを分析した。表4に示すのは、導入で要因の抽出をしている局面の発話プロトコルである。プロトコルにおけるTは教師、Sは子どもの発話を示す。

T18, T19, T20, T22, T23の下線部で、教師は

表4 プロトコル1（導入での要因の抽出）

T18	どっちも速くはなっている。どっちもだんだん速くなる運動なんだけど、 <u>これ何が違うの？</u> 今日これ。
S20	<u>坂道。斜面。</u>
T19	斜面の角度が違うけども、今鉄球に注目すると？何が違った？
S21	<u>はたらいている力。</u>
T20	(省略) まず一つ、だんだん速くなっていつてる。 <u>何が違うの？</u>
S22	<u>速さ。</u>
T21	おー。速さの？
S23	<u>変わり方。</u>
T22	(省略) そしたらば、速さの変化の仕方が違ってくる。 <u>なんでだ？なんでだろう。これを引き起こしている要素とは？</u>
S24	<u>加わる力の量が違う。加わる力が違う。</u>
T23	(省略) 考えられる要素って何だろう？何違うの？これとこれで何違うの？もう明確。
S25	<u>角度。</u>

導入で自然事象を提示し、子どもが持った疑問や気づきを引き出す発問をしていた。それにより、S20, S21, S22, S23, S24, S25の二重下線部での子どもの発話にあるように、子どもの自然事象に対する様々な疑問や気づきを表出させることができていた。また、教師は、T22の下線部で要素という表現を用いて、要因として、「はたらいている力」、「速さの変わり方」、「斜面の角度」、「鉄球の高さ」を抽出していた。

表5に示すのは、抽出した要因を選択する局面の発話プロトコルである。

T25の下線部で、教師は自然事象の提示によって子どもから抽出した大づかみな要因の中から、今回の授業で扱う要因を選択させる発問をしている。これが、子どもが要因を使って実験を行うという見通

表5 プロトコル2 (要因の選択)

T25	(省略) <u>これからちょっと学習課題を作りたい。ちょっといろんな要素があるんだけど、どうだろう。これでちょっと考えてみよう。どれをチョイスして、今日実験をしていく？</u> (省略)
S29	はい。A君に付けたしのような形なんですけど、 <u>斜面の角度や鉄球の高さが違うと、運動する物体にはたらく力がどう変わるのか</u> ということを考えたらよいと思います。 (省略)
T29	やったことはない。じゃあそうすれば今日はそれについて学習を深めてみましょうか。いいですか。 <u>色々な要素が考えられるけど今日は、ね。このところをベースに持っていきたいな</u> と思います。じゃあ、これを使って学習課題を作ってほしいんだけど、どうだかな。

表6 プロトコル3 (要因の設定)

T30	(省略) <u>まあ、いずれもこれを変えれば、変わってくるものってなに？</u>
S32	斜面の角度。
T31	<u>斜面の角度が変わってくるのは？</u>
S33	<u>運動する物体にはたらく力。</u>
T32	<u>じゃあ、変えるのはどっちだろう？</u>
S34	斜面の角度。
T33	ね。角度を変えて出てきた、これね。今日はこれを <u>変えながらじゃあ、ここを追っかけて測ってみよう</u> ってことだから、 <u>物体にはたらく力が、どうだ。</u>
S35	変化。
T34	力が、あーごめん。はいどうぞ。
S36	物体に、あ、運動する物体にはたらく力が変化。えっと、物体に運動する物体にはたらく力が変化すると。
T35	<u>変化すると、はい。変わってくるのは？</u>
S37	<u>速さの変化の仕方。</u>
T36	どうでしょう。は？
S38	どうなるか。
T37	ただ今回は、ちょっとね、運動する物体にはたらく力だったんだけど。 <u>明確に今回はどうだ？運動するどういう力がはたらいている？</u> さっき出てきた。
S39	前の方。
T38	前の方で、つまり今回は？
S40	運動を同じ向き。
T39	運動する向きにね、いいですか？(省略) <u>このはたらく力の要素から今回は見えているので、今度はこっちに転がすと、運動する向きに力が変化すると、速さの変化の仕方がどうなる。</u> 今日はちょっと考えていきたいなと思います。よろしいですか？

しを持たせる発話となり、検証計画の立案につながる発問となって機能した。S29の二重下線部は、子どもが必要な要因と不必要な要因を吟味して、はたらいっている力の変化を見ていくという要因の選択をしていた。また、T29の下線部は、課題設定の見通しを持たせる発話となっていた。子どもから抽出した要因が主体的な課題設定につながっていた。

表6に示すのは、様々な要因の中から変数を二つ設定する局面の発話プロトコルである。

T30, T31, T32, T33, T35, T37の下線部は、自然事象において原因として考えられる要因とそれによって変化する要因を、子どもに考えさせる発問である。それに対してS33, S37の二重下線部の子どもの発話は、教師の発問により、子どもが原因として考えられる要因と変化する要因に気づき、T39の下線部で、子どもから抽出した要因を取り入れた課題「運動する向きにはたらく力が変化すると、速さの変化の仕方はどうなるか？」とつながる。

ここで、抽出した授業は「物体が運動する向きにはたらく力」を原因として考えられる要因とし、「物体の運動する速さの変化の仕方」を変化する要因と

している。教師の介入のもとで、子どもは、原因として考えられる要因と変化する要因の二つの要因に視点を絞り、これらの要因を基に課題を設定することができた。

4.2 子どもの話し合いの局面

次に、課題に含まれた要因が「見通し」と「振り返り」にどのように作用するか分析した。

表7に示すのは、4班で行われた予想・仮説での話し合い活動の局面における発話プロトコルである。

表7 プロトコル4 (4班での予想・仮説の話し合い)

S4b1	<u>急な方では、はたらく力が大きくなり一定になる。</u>
S4c1	どう書いた？
S4a1	<u>緩やかな斜面は急な斜面に比べて速さの変化は少なくなる。逆に急な斜面では緩やかな斜面に比べて速さの変化は大きくなると思う。</u>

S4b1, S4a1 の下線部は、原因として考えられる要因と変化する要因に関連した発話である。この発話から、課題に含まれていた二つの要因を捉え、予想をそれらの関係から表現でき、緩やかな斜面と急な斜面のそれぞれの変化について話し合うことで探究の過程の見通しを持つことができたことがわかる。

表8に示すのは、各班の予想・仮説を学級全体で共有する局面における発話プロトコルである。

表8 プロトコル5 (予想・仮説の共有)

S52	<u>えっと、僕は運動する向きにはたらく力が変化すると、変化するとき、(省略) えっと、一定の割合で速くなっていく</u> としました。なので、斜面が急な時は、力のはたらき方が、一定で大きい。斜面が緩やかな時は、力のはたらき方は一定で小さいと思いました。
-----	---

S52 の下線部から、原因として考えられる要因である「物体が運動する向きにはたらく力」と変化する要因である「物体の運動する速さの変化の仕方」の両方を捉え、二つの要因の関係から予想を表現できていたことがわかる。

表9に示すのは、5班で行われた考察における話し合い活動の局面における発話プロトコルである。

表9 プロトコル6 (5班での考察)

S5c21	<u>だいたい一定。だいたい一定の割合で速くなってる。急な方は。</u>
S5d18	急な方は。
S5c22	あれ？これって。
S5d19	<u>一定の速さって、一定の力加わってる？</u>
S5c23	多分ね。あ、そうだね。 <u>力は一定だもん。</u>

S5c21 の下線部は、変化する要因である「速さの変化の仕方」に関係する発話であった。しかし S5d19 の下線部は、原因として考えられる要因である「運動する向きにはたらく力」に着目した発話となっていた。この話し合いにより、S5c23 の下線部のとおり、S5c は変化する要因だけではなく、原因として考えられる要因についても考えるようになっていた。これらの分析より、導入で抽出した大づかみな要因を、課題の中に組み込むことで振り返りとして課題に正対した考察を考えることができていたと考えられる。

4.3 教師の介入

最後に、探究の過程で行われた、「見通し」と「振り返り」を促す教師の介入を分析した。

まず表10に示すのは、予想・仮説での教師の介入に着目した発話プロトコルである。

T55 の下線部は、変化する要因である「物体の速さの変化の仕方」と原因として考えられる要因である「運動する向きにはたらく力」に着目させる支援となっていた。それに対して S57, S58 の二重下線部での子どもの発話にあるように、子どもが課題に

表10 プロトコル7 (予想・仮説)

T55	(省略) <u>こことこことここ(斜面の上, 中, 下)で力のはたらき方ってどうだ?</u>
S56	違う。
T56	違う? K君はどう思う?
S57	えっと僕は、最初に置いた時と、えーっと端っこにあった時だと全然速さが違ったので、 <u>下にあるほどやっぱり力は、この通っている分、加わっていると思うので、その分やっぱり加速してるので、違いはあるのかなと思います。でも、緩やかだと加わる力が少ないのであまり変化がないのかなと。</u> (省略)
S58	えっと、僕はえっと、 <u>はたらく力はIさんと同じで同じだと思います。</u> (省略)
T60	おおー、じゃあそうすれば、かなりここにも大きい要素がありそうだね。ちょっと仮説に加えたいところですけども、 <u>実験結果で考察するとき</u> に少し深めてみましょう。

ある原因として考えられる要因へ視点をあて振り返ることができていた。さらに、T60の下線部は、教師の「実験結果で考察するとき少し深めてみましょう」という発話は、探究の過程を関係付けさせる声かけとなっており、探究の過程の見通しを子どもに持たせることにつながったといえる。

表11に示すのは、検証計画の立案での教師の介入に着目した発話プロトコルである。

表11 プロトコル8 (検証計画の立案)

T63	斜面な。斜面。坂のところですね。斜面。あとほしいものってありますか? <u>今日、今日重要なってなんだ?じゃあ。</u>
S64	<u>力。</u> (省略)
T65	(省略) <u>ただし、その時重要なのはなんだ?今日のポイントはなんだ?</u>
S66	<u>力のはたらき方。</u>

教師は立案の最後に、T63, T65の下線部のように、予想・仮説を調べるのにどのようなことを検証すればよいのかということ子どもに再確認させる支援を行っていた。それに対してS64, S66の二重下線部にあるように、子どもは、運動する向きにはたらく力を調べていくということ振り返ることができていた。教師の介入により子どもが課題に含まれた要因を振り返り、考察までの見通しを持つことができたのである。

表12に示すのは、考察で4班に行った教師の介入に着目した発話プロトコルである。

表12 プロトコル9 (4班での考察)

T11	ほぼ。っていうことは、 <u>運動の変化の予想こうだったってことは、こっちとこっちを比べてどうなったでしょう?</u>
S4c14	はたらく力は一定になる。

T11の下線部は、探究の過程を関係付けさせる支援であり、教師は子どもに予想・仮説に振り返らせていた。これにより、子どもは立証、反証を確認するために予想・仮説に振り返っていた。

表13に示すのは、結論での教師の介入に着目した発話プロトコルである。

表13 プロトコル10 (結論)

T97	君はもしかすると予想仮説とマッチしているところかもしれないね。
S122	えっと、 <u>運動する向きにはたらく力が一定だと速さの変化の仕方も一定になります。</u>

T97の下線部は、教師の「予想・仮説とマッチしているかもしれないね」という探究の過程を関係付けさせる支援で、教師は子どもに予想・仮説へ振り返らせる支援を行っていた。S122の下線部から、課題に正対した発話となっていたことがわかる。教師の介入により、子どもは予想・仮説へ振り返り、予想・仮説が妥当であったことを確認し、正対した考察ができていた。つまり子どもは、予想・仮説で探究の過程の見通しが持っていたと考えられる。

5 考察

この授業は、探究の過程を踏んだ理科授業において、導入で自然事象に対する気づきとして子どもから見通しを持った大づかみな要因を表出させていた。まず、教師は大づかみな要因を原因として考えられる要因 X と変化する要因 Y に設定し、「X が変化すると、Y はどう変化するか？」という要因を含む課題設定を行っていた。それにより、予想・仮説と考察の話し合いで要因を基に考えている局面を抽出できた。このことから、導入で要因を抽出し、課題に要因 X、Y を含ませることが探究の過程の各過程で「見通し」と「振り返り」を行うための手立てとなることが明らかとなった。

6 結論

「見通し」と「振り返り」を探究の過程の各過程で行うための一つの方略として、導入で要因を抽出し、「X (原因として考えられる要因) が変化すると、Y (変化する要因) はどう変化するか？」という要因を含んだ課題を設定することが重要であると明らかになった。

さらに、教師の介入は、予想・仮説、検証計画の立案、及び考察・結論の局面で行うことが有効であ

るとわかった。予想・仮説では「見通し」を、考察・結論では「振り返り」を促す支援が有効であり、検証計画の立案では、「見通し」と「振り返り」の両方を促す支援が有効であることがわかった。

【引用文献】

- 1) 中央教育審議会：教育課程部会 総則・評価特別部会（第 10 回）配布資料，5. どのように学ぶか，2016.
- 2) 文部科学省：平成 29 年度中学校学習指導要領解説理科編，pp.11-12.
- 3) 前掲書 2)，p.9.
- 4) 前掲書 2)，p.13.
- 5) 前掲書 2)，p.53.
- 6) 文部科学省：平成 29 年度小学校学習指導要領解説理科編，pp.14-15.
- 7) 国立教育政策研究所：平成 27 年度全国学力・学習状況調査【中学校】理科 調査問題，p.21，2015.
- 8) 国立教育政策研究所：平成 27 年度全国学力・学習状況調査，【中学校】理理解説資料，pp.59-61，2015.
- 9) 益田裕充：全国学力・学習状況調査（中学校理科）のメッセージを読む，理科の教育，日本理科教育学会編，東洋館出版社，2015.
- 10) 鈴木 駿：理科授業における検証計画の立案に関する研究，2017.