

博士論文

理科の問題解決過程における
連関性の指導に関する研究
—小学校の教師を対象として—

2019年11月

日本体育大学大学院

教育学研究科

17QDA03 阪本 秀典

目 次

論文の概要	1
序 章 研究の背景と問題の所在	3
第1節 研究の背景	4
第2節 問題の所在	7
第1章 研究の目的と方法	8
第1節 研究の目的	9
第2節 研究の方法	10
第2章 問題解決過程における連関性の指導頻度の実態	12
第1節 連関性の指導頻度に関する質問紙の開発	13
第2節 調査の時期・対象	20
第3節 連関性の指導頻度に関する質問紙調査の結果	23
第4節 第2章のまとめ	35
第3章 指導場面における連関性の認識の実態	37
第1節 連関性の認識に関する質問紙の開発	38
第2節 本調査の時期・方法	53
第3節 連関性の認識に関する質問紙調査の結果	54
第4節 第3章のまとめ	58
終 章 研究の成果と課題	59
第1節 連関性をもたせた指導頻度と連関性の認識との関係	61
第2節 本研究の成果	63
第3節 今後の課題	65
引用・参考文献一覧	66

資料 2－1 問題解決過程における連関性の指導頻度を測る質問紙	69
資料 3－1 指導場面における連関性の認識を測る質問紙（問題A）	73
資料 3－2 指導場面における連関性の認識を測る質問紙（問題B）	75
資料 4－1 第5学年「電流の働き」での連関性をもたせた指導例	77
謝辞	80

図 表 目 次

図 3-1	第 3 学年「太陽と地面の様子」での問題と結論の正対	39
図 3-2	第 3 学年「太陽と地面の様子」の学習指導要領の指導内容項目と内容の取り扱い	40
図 3-3	第 3 学年「太陽と地面の様子」の「観察・実験の実行」の場面の具体的な指導	41
図 3-4	第 3 学年「太陽と地面の様子」のグループ内での会話のやりとり	42
図 3-5	第 3 学年「太陽と地面の様子」の回答方法	43
表 2-1	連関性有りの質問例 (①問題の設定から②への連関)	13
表 2-2	連関性有りの質問例 (①問題の設定から③への連関)	14
表 2-3	連関性有りの質問例 (②予想や仮説の設定から⑤への連関)	14
表 2-4	連関性有りの質問例 (②予想や仮説の設定から①への連関)	15
表 2-5	連関性有りの質問例 (⑥考察から②③④⑤への連関)	16
表 2-6	作成した連関性の指導頻度を問う質問項目の構成	17
表 2-7	調査対象者の教職経験年数と理科指導経験年数	21
表 2-8	調査対象者の理科指導経験年数ごとの人数	22
表 2-9	連関性の指導に関する質問回答の平均値 M と標準偏差 SD	24
表 2-10	指導頻度の高い項目	26
表 2-11	設定した質問項目数と指導頻度の高い質問項目数の連関性の有無	27
表 2-12	指導頻度の低い項目	28
表 2-13	設定した質問項目数と指導頻度の低い質問項目数の連関性の有無	29
表 2-14	問題解決過程の連関性の有無に関する因子負荷行列	30
表 2-15	「F1 連関性有り」と「F2 連関性無し」の信頼係数	31
表 2-16	「F1 連関性有り」と「F2 連関性無し」の平均値 M と標準偏差 SD	31
表 2-17	「連関性有り」の因子負荷量第 1 位 (.704) の指導頻度と理科指導経験年数	32
表 2-18	「連関性有り」の因子負荷量第 2 位 (.703) の指導頻度と理科指導経験年数	33
表 2-19	「連関性有り」の因子負荷量第 3 位 (.674) の指導頻度と理科指導経験年数	33
表 2-20	問題解決過程と各因子に抽出された質問項目番号	35

表 3-1	問題Aの選択肢と指導の観点	46
表 3-2	問題Bの選択肢と指導の観点	47
表 3-3	問題A「太陽と地面の様子」の大学生対象予備調査結果	48
表 3-4	問題Aの連関性の認識の有無の人数	49
表 3-5	問題B「電流の働き」の大学生対象予備調査結果	50
表 3-6	問題Bの連関性の認識の有無の人数	51
表 3-7	小学校教師の連関性の認識に関する調査の結果	54
表 3-8	連関性の認識の有無の人数	56
表 3-9	連関性の認識の有無と理科指導経験年数	57
表 4-1	連関性をもたせた指導頻度と連関性の認識の関係	61
表 4-2	「問題の設定」と「まとめ」の連関に関わる指導頻度と連関性の認識との関係	62

論文の概要

小学校の理科教育において、問題解決の能力の育成は、平成 29 年告示の学習指導要領の小学校理科の目標にも見られるように、引き続き重視されている。この問題解決の能力の育成は、問題解決過程を通して行われる。

角屋（2013）は、単に問題解決の各過程を踏まえるだけでは、問題解決の能力の育成には至らないことを指摘している。そして、問題解決の各過程を互いに往還しながら思考すること、すなわち各過程を連関させた問題解決が求められると論じている。しかし、小学校理科の問題解決過程における連関性の指導に関する先行研究は見られないことから、本研究では、小学校の教師を対象とした理科の問題解決過程における連関性の指導に関する実態を明らかにするために、次の 3 つの目的を設定した。

- （1）問題解決過程における連関性をもたせた指導の頻度を解明する。そして、その指導頻度と理科指導経験年数との関係を明らかにする。
- （2）指導場面における連関性の認識を解明する。そして、その連関性の認識と理科指導経験年数との関係を明らかにする。
- （3）連関性をもたせた指導頻度と連関性の認識の有無との関係を明らかにする。

これらの目的を達成するために、本研究では、連関性をもたせた指導頻度を測定するための質問紙と、指導場面における連関性の認識を測定するための質問紙を開発し、小学校の教師に対して実施した。そして、その結果を分析することで、理科の問題解決過程における連関性の指導の実態を明らかにした。

研究の結果として、上述（1）についてはまず、小学校の教師が、日常の理科指導の中で、連関性をもたせた指導をどの程度の頻度で行っているのかを問う 5 件法の質問紙を開発した。開発にあたり、問題解決過程の中で、ある過程と別の過程とを連関させている指導を「各過程の連関性の有る指導」（以下、連関性有りと記す）と規定した。この連関性有りの質問項目の例として、「観察や実験の前に、どのような結果になるか予想を発表させたり、ノートに書かせたりしている。」が挙げられる。これは、問題解決過程の「予想や仮説の設定」の過程と、「結果の整理」の過程とを連関させた指導といえる。また、問題解決過程の中で、ある過程と別の過程とを連関させていない指導を「各過程の連関性の無い指導」（以下、連関性無しと記す）と規定した。連関性無しの質問項目の例として、「観察や実験の前に、学級やグループでどのような予想をもっているのか発表させている。」が挙げられ

る。これは、「予想や仮説の設定」の過程に留まり、他の過程との連関は見られない。そして、132人の小学校の教師を対象に、計46項目の質問紙調査を実施し、分析をした結果、連関性有りの指導は、連関性無しの指導と比べて頻繁には行われていないことが示唆された。また、連関性有りの指導頻度と理科指導経験年数との関係を調べた結果、これらに関係があるとはいえなかった。このことから、連関性有りの指導は、理科の指導を重ねることで身に付くものではないといえる。

次に(2)については、理科の指導場面における小学校の教師の連関性の認識を明らかにする質問紙を開発した。ここでは、問題解決の各過程の連関性の中でも、「問題の設定」の過程と「まとめ」の過程の連関に気付けるかどうかを連関性の認識として規定した。質問紙には、小学校理科第3学年の単元「太陽の通り道」における問題解決を取り上げ、授業中に想定される児童の会話を示した。具体的には、「太陽は、一日でどのように動いているのだろうか」という問題設定に対し、観察を実行し、結果を記録し、最終的に「かげは西から北側を通って、東に動いていくという結論が見いだせるね」というまとめの過程に至るまでの会話である。このような一連の会話の流れの中で、指導すべき箇所がないかを問う質問紙とした。このまとめの過程での児童の発話は、観測の結果であり、問題に正対した結論ではない。そのため教師は「問題の設定」と「まとめ」の過程を連関させた指導を行い、結論を修正させなければならない。この点に教師が気づき、正しく指摘できれば、連関性の認識有りと判断した。前述と同じ対象者にこの質問紙調査を実施し、分析した結果、連関性の認識有りと、連関性の認識無し的人数は、ほぼ同数であり、約半数の教師は連関性を認識できていないことが明らかとなった。また、連関性の認識と理科指導経験年数との関係を調べた結果、これらに関係があるとはいえなかったことから、理科の指導を重ねることで教師は、連関性を認識できるようになるわけではないことが示唆された。

続いて(3)については、「問題の設定」と「まとめ」の過程の連関性有りの指導頻度と連関性の認識との関係を調べた。その結果、指導頻度と連関性の認識は関係があるとはいえず、小学校の教師は、理科の問題解決過程において連関性をもたせた指導の意義や意味を理解したうえで、それを遂行しているとは必ずしもいえないことが明らかとなった。

最後に、本研究の特徴として、以下の3点を挙げるができる。

1. 問題解決過程を、問題解決の各過程の連関性という視点からとらえたこと。
2. 教師の連関性をもたせた指導頻度や連関性の認識をとらえる質問紙を開発したこと。
3. 問題解決過程の連関性という観点で、小学校教師の指導の実態を明らかにしたこと。

序章

研究の背景と問題の所在

序章 研究の背景と問題の所在

第1節 研究の背景

文部科学省が平成20年に学習指導要領を告示した後、国立教育政策研究所が平成25年に提案した「21世紀型能力」(国立教育政策研究所, 2013), あるいは平成28年の中央教育審議会による「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)(中央教育審議会, 2016)において, 資質・能力の育成が求められると論じられ, その中に問題解決の能力が位置付けられた。このような流れは, 世界的にみても, OECDのキー・コンピテンシー(国立教育施策研究所, 2016)や米国の掲げる21世紀型スキル(三宅, 2014)などにおける能力育成の考え方とほぼ一致している。

小学校の理科教育において, 問題解決の能力の育成は, 平成29年告示の学習指導要領(文部科学省, 2017)の小学校理科の目標にも見られるように, 引き続き重視されている。この問題解決の能力の育成は, 問題解決過程を通して行われるものとされている。

この問題解決の能力の育成については, 問題解決過程に着目した研究が, 多数行われてきた。例えば, 東島(2012)は, 問題解決過程を児童に理解させ, 実生活と問題解決をつなぐ授業が重要であると述べている。そして, 中山・川崎(2016)は, 問題解決過程を踏ませることは, 問題解決の能力を育成するための手段であり, 主体的・協働的な学びが不可欠と述べている。また, 五島・小林(2009)は, 問題の把握から考察・活用までの過程に着目して, 問題解決過程の中に取り入れる活動の違いによって, 育成される問題解決の能力に違いが生じることを述べている。さらに, 小林(2013)は, 問題解決活動を, 仮説の形成・評価や結果のまとめ, 結果の考察, 観察・実験の計画と遂行の4つに分類し, その活動は教師の指導の認知や有効性の認知と関連すると指摘し, 小中学校教師は, 結果の考察と仮説の形成・評価の指導をあまり行っていないと述べている。

そして, 問題解決の各過程に焦点化し, その過程で必要とされる能力や指導法も検討されている。例えば, 田代ら(2012)は, 子どもが問題意識をもつことができるような事象を提示することが, 児童が問題を自分の問いとして認識し, 主体的な問題解決につながることを指摘している。山崎(2016)は, 観察・実験の内容や方法を工夫することにより, 児童が楽しく学習ができたり, 教師の負担感を軽減したりすることができる教材の工夫を述べ

ている。また、木下ら（2012a）は、観察・実験の考察に焦点をあて、教師が考察の導き方やそれに必要な仮説の立て方を示す指導が必要であると述べている。これらの研究においては、教師の学習指導方法の改善により、学習者はその過程を遂行できるようになるという成果が得られている。

次に、小学校の現場レベルにおける理科の問題解決の指導の観点を調べるために、東京都教育委員会教育研究員理科の報告書の2014～2018年を調べた。その結果、問題解決の各場面における児童の目的意識を高めるための指導や観察・実験の結果を基に考察する場面を充実させる指導など、問題解決の各過程の指導法の開発に焦点があてられている（東京都教職員研修センター，2014，2015，2016，2017，2018）。このことから、小学校の理科の学習指導は、問題解決の各過程についての指導方法の開発が主となって行われているといえる。

一方、山崎（2016）は、問題解決過程を重視した理科指導では、問題解決過程を形だけなぞる可能性があることを指摘している。また角屋（2013）は、単に問題解決の各過程を踏まえるだけでは、問題解決の能力の育成には至らないことを指摘している。加えて、問題解決の各過程同士を互いに往還しながら思考することの重要性を述べており、問題解決過程での連関性をもたせた指導の保障が児童の問題解決の能力の育成に不可欠であるとしている。特に問題解決終末のまとめる場面においては、規則性などを得るために行った手続きである仮説、観察・実験方法、結果などを整理し、目的に整合させて内容を的確に表出することが大切であると述べている。すなわち、問題解決過程を形式的に踏まえるのではなく、問題解決過程の意味的な連関性をもたせた指導が必要であると解釈できる。

角屋が指摘するような問題解決過程の連関性に着目した研究については、木下ら（2012b）、石川ら（2012）、隈部・松浦（2012）によるものがあり、「問題と結果の連関」、「予想（仮説）と結果の連関」、「方法と結果の連関」について検討されている。例えば、結果を書くときには、立てた予想（仮説）と比べる、また、仮説と結果が異なった場合には、仮説や方法を再考する、などの考察を行う際の指導方法の研究が行われている。

以上のように、理科における問題解決能力の育成には、問題解決の各過程を通じた指導に加え、各過程同士を互いに往還しながら連関性をもたせた指導が必要である。これらを確実に指導することによって、児童が問題解決活動全体を完遂できると考えられる。

そして、児童の問題解決の能力の向上のためには、まず指導者である小学校教師が問題解決過程の連関性をもたせた指導を行うことが求められる。そこで、小学校教師が理科の

問題解決過程の連関性を理解し、連関性をもたせた指導が行われているか否かについての先行研究を、国内外の理科教育に関係する主要学術誌から調査した。具体的には、『理科教育学研究』の2007年 Vol.48～2019年 Vol.60 No.1、『日本教科教育学会誌』の2007年 Vol.29 No.4～2019年 Vol.42 No.2、『科学教育研究』の2007年 Vol.31～2019年 Vol.43 No.1、また、“*Journal of Research in Science Teaching*”の2008年 Vol.45 No.1～2019年 Vol.56 No.6、“*Science Education*”の2008年 Vol.92 No.1～2019年 Vol.103 No.3である。その結果、理科の問題解決過程において小学校教師の連関性の指導について研究したものは管見の限りなかった。

第2節 問題の所在

前節では、問題解決の各過程同士を互いに往還しながら問題解決の能力を育成することの重要性を述べた。そして、その問題解決過程は形式的に踏まえるのではなく、各過程の意味的な連関性をもたせた指導が必要であると述べた。

児童の問題解決の能力を高めるためには、まずは指導者である小学校教師自身が、問題解決過程において連関性をもたせた指導を行う必要がある。また、それ以前に問題解決過程の連関性を教師自身が理解していなければならない。しかし、先行研究からは、理科の問題解決過程における小学校教師の連関性の指導に関する知見はこれまでのところ得られていない。また小学校教師の連関性をもたせた指導の実態を測定する方法も開発されていない。

これらのことから、理科の問題解決過程における小学校教師の連関性の指導に関する実態を捉える基礎的な研究が必要と考える。そこで、日常の理科授業において、問題解決の各過程で連関性をもたせた指導がどの程度実施されているのかを明らかにする調査質問紙を新たに開発することが求められる。そして、小学校教師が問題解決の各過程の連関性をもたせた指導を日常的にどの程度行っているのかを明らかにする必要がある。さらに、そもそも小学校教師が理科の問題解決過程の連関性の認識をもっているのか否かを明らかにする調査質問紙も新たに開発することが求められる。そして、小学校教師が問題解決過程の連関性の認識をもっているか否かを明らかにする必要がある。

第1章

研究の目的と方法

第1章 研究の目的と方法

本章では、序章で明らかにした問題の所在から、研究の目的を示すと共に、研究の方法について述べる。

第1節 研究の目的

小学校の教師を対象とした理科の問題解決過程における連関性の指導に関する実態を明らかにするために、次の3つの目的を設定する。

- (1) 問題解決過程における連関性をもたせた指導の頻度を解明する。そして、その指導頻度と理科指導経験年数との関係を明らかにする。
- (2) 指導場面における連関性の認識を解明する。そして、その連関性の認識と理科指導経験年数との関係を明らかにする。
- (3) 連関性をもたせた指導頻度と連関性の認識の有無との関係を明らかにする。

第2節 研究の方法

前述の3つの目的を達成するために、次の手続きをとる。

まず、問題解決過程における連関性をもたせた指導の頻度を解明する。問題解決過程における小学校教師の連関性をもたせた指導の頻度の実態とは、教師が問題解決の各過程同士を往還した指導を日常の理科授業でどの程度行っているかを示す。そこで、小学校教師が日常の理科の問題解決活動において、問題解決の各過程同士を往還した指導を頻繁に行っているか、もしくは問題解決の各過程内のみでの指導を頻繁に行っているかを質問紙調査から明らかにする。さらに、問題解決の各過程同士を往還した連関性をもたせた指導は、理科の指導経験が長くなることによって、より多く行われるものなのかを調査する。なお、問題解決過程について、文部科学省（2011, pp.13-16）では、①自然事象への働きかけ、②問題の把握・設定、③予想・仮説の設定、④検証計画の立案、⑤観察・実験、⑥結果の整理、⑦考察、⑧結論の導出、の8つの過程を示している。過程の分け方については、東島（2012）や中山・川崎（2016）、小林（2013）など、各研究者によって表現が異なったり、問題解決過程の段階が異なったりしているが、概ね大きな違いはない。本研究では、①自然事象への働きかけは、②の問題の把握・設定のために行われていると考えられることから、この2つの過程を1つとしてとらえ、①問題の設定、②予想や仮説の設定、③観察・実験の構想、④観察・実験の実行、⑤結果の整理、⑥考察、⑦まとめ、の7つの問題解決過程で論じることにした。

次に、指導場面における連関性の認識を解明する。指導場面における小学校教師の連関性の認識の実態とは、教師が問題解決過程の各過程の連関性に気付き、往還させる必要性を認識しているかどうかを示す。問題解決過程の連関性の認識の有無は、「連関性を知っているか」あるいは、「問題と結論を一致させているか」などと直接的に尋ねても正確に測定できない。そこで、理科授業の問題解決場面を提示して、小学校教師が過程間の連関性に気付き、児童に適切に指導できるか否かを測定する質問紙を開発する。そして調査を実施し、分析することにより、指導場面における小学校教師の連関性の認識の実態を明らかにする。さらに、理科の指導経験が長くなることによって連関性を認識できるようになるのかを調査する。

最後に、理科の問題解決過程における小学校教師の連関性をもたせた指導頻度と理科の指導場面における連関性の認識の有無の関係について検討する。理科の問題解決過程にお

いて連関性をもたせた指導を頻繁に行っている教師は、具体的な指導場面において、過程間の連関性を見いだすことができているのか、あるいは逆に、過程間の連関性を見いだすことができている教師は、日常の理科の授業において連関性をもたせた指導を頻繁に行っているのかを明らかにする。これらにより、小学校教師の理科の問題解決過程における連関性の指導の実態を総括する。なお、目的の第一については第2章において、第二については第3章において、第三については終章において論じることとする。

第2章

問題解決過程における連関性の指導頻度の実態

第2章 問題解決過程における連関性の指導頻度の実態

本章では、まず小学校教師が、問題解決過程の連関性をもたせた指導をどの程度行っているかについて調査する方法を検討する。そして、小学校教師を対象に調査を実施し、得られた回答をもとに小学校教師の連関性の指導頻度の実態を明らかにする。

第1節 連関性の指導頻度に関する質問紙の開発

第1章で定義したように、本研究では問題解決過程を、①問題の設定、②予想や仮説の設定、③観察・実験の構想、④観察・実験の実行、⑤結果の整理、⑥考察、⑦まとめ、の7つに分けた。

問題解決過程の中で、それぞれの過程内のみに関する指導、すなわち、ある過程と別の過程とを連関させていない指導を「各過程内での指導」（以下、連関性無しと記す）と規定した。一方、問題解決過程の中で、ある過程と別の過程と連関をもたせた指導を「各過程を連関させた指導」（以下、連関性有りと記す）と規定した。そして、「連関性無し」、「連関性有り」の指導頻度を問う質問紙を、以下のように開発した。

まず、各過程において一般的に行われていると想定される指導を具体的に挙げる。例えば、①問題の設定の過程では、連関性無しとして、「単元の導入では、子どもがあっという間に驚くような事象を見せている。」という質問を設定した。なぜなら、これは①問題の設定の過程内に完結した教師の指導であり、他の問題解決過程への連関が見られないからである。一方、連関性有りとして、「問題を設定する際に、子どもが予想や仮説をもちやすい問題にしている。」という質問を設定した。なぜなら、これは表2-1のように①問題の設定という過程から、次の②予想や仮説の設定の過程への接続を意図した指導展開となっているからである。

表2-1 連関性有りの質問例（①問題の設定から②への連関）

問題解決過程	質問項目
①問題の設定	問題を設定する際に、子どもが予想や仮説をもちやすい問題にしている。
②予想や仮説の設定	※予想や仮説の設定に連関性をもたせている。

同じく、連関性有りとして、「問題を設定する際に、子どもが実験方法を発想しやすい問題にしている。」という質問を設定した。なぜなら、これは表 2-2 のように①問題の設定という過程から、③観察・実験の構想の過程への接続を意図した指導展開となっているからである。このように、連関性には①問題の設定と②予想や仮説の設定のように隣接した問題解決過程のみならず、①問題の設定と③観察・実験の構想のように隣接しない問題解決過程の連関も想定することができる。

表 2-2 連関性有りの質問例 (①問題の設定から③への連関)

問題解決過程	質問項目
①問題の設定	問題を設定する際に、子どもが実験方法を発想しやすい問題にしている。
③観察・実験の構想	※観察・実験の構想に連関性をもたせている。

同様に②予想や仮説の設定では、連関性無しとして、「前の学習や日常生活から予想や仮説を発表させたり、ノートに書かせたりしている。」という質問を設定した。なぜなら、これは学習経験や生活経験から予想や仮説を引き出すものであり、他の問題解決過程との連関がみられないからである。一方、連関性有りとして、「観察や実験の前に、どのような結果になるか予想を発表させたり、ノートに書かせたりしている。」という質問を設定した。なぜなら、これは表 2-3 のように②予想や仮説の設定の過程から、⑤結果の整理への接続を意図した指導展開となっているからである。

表 2-3 連関性有りの質問例 (②予想や仮説の設定から⑤への連関)

問題解決過程	質問項目
②予想や仮説の設定	観察や実験の前に、どのような結果になるか予想を発表させたり、ノートに書かせたりしている。
⑤結果の整理	※結果の整理に連関性をもたせている。

同じように連関性有りとして、「予想や仮説が、問題に対応させたものになっているか考えさせている。」という質問を設定した。なぜなら、これは表 2-4 のように②予想や仮説の設定の過程は、①問題の設定に基づいた指導展開となっているからである。このように、連関性には②予想や仮説の設定と⑤結果の整理のように問題解決過程が進行する方向のみならず、②予想や仮説の設定と①問題の設定のように問題解決過程の前の問題解決過程への連関も想定することができる。

表 2-4 連関性有りの質問例 (②予想や仮説の設定から①への連関)

問題解決過程	質問項目
①問題の設定	※問題の設定に連関性をもたせている。
②予想や仮説の設定	予想や仮説が、問題に対応させたものになっているか考えさせている。

また、⑥考察の過程では、連関性無しとして、「関係性が見えるように、観察・実験の結果を計算したり、グラフ化したりしている。」という質問を設定した。なぜなら、これは結果をグラフ化する考察の過程のみの教師の指導であり、他の問題解決過程への連関が見られないからである。一方、連関性有りとして、「予想した結果が出ず、実験方法が正しい場合、予想や仮説に振り返る時間を設けている。」という質問を設定した。なぜなら、これは表 2-5 のように、この⑥考察という過程では、⑤結果の整理に基づいて判断したり、④観察・実験の実行や、③観察・実験の構想が適切であったか判断したりし、実験方法や実験方法が正しければ、さらに②予想や仮説が適切であったか判断する他の過程を振り返る指導展開となっているからである。このように、連関性には複数の問題解決過程への連関も想定することができる。

表 2-5 連関性有りの質問例 (⑥考察から②③④⑤への連関)

問題解決過程	質問項目
②予想や仮説の設定	※予想や仮説の設定と連関性をもたせている。
③観察・実験の構想	※観察・実験の構想と連関性をもたせている。
④観察・実験の実行	※観察・実験の実行と連関性をもたせている。
⑤結果の整理	※結果の整理と連関性をもたせている。
⑥考察	予想した結果が出ず、実験方法が正しい場合、予想や仮説に振り返る時間を設けている。

このように、7つの過程で想定される学習活動を挙げていき、全48問の質問項目として設定した。作成された質問項目の妥当性を確認するために、東京都公立小学校の教師6名に予備調査を実施した。6名の内、1名が理科指導を得意であると回答し、5名が理科指導を得意とはしていないと回答した。予備調査協力者の質問紙の回答の傾向と、質問の意味を理解できるか否かについての自由記述を基に、理科教育を専門とする大学研究者4名と理科教育を専門とする小学校教師4名で検討を行い、質問項目の妥当性の確認を行った。その結果、全過程で連関性有りの質問項目16問と連関性無しの質問項目30問、合計46問を設定した。この質問の構成を整理すると表2-6のようになる。

表 2-6 作成した連関性の指導頻度を問う質問項目の構成

番号	問題解決過程	連関性の有無	質問（理科の学習指導を行うときに、次のことをどのくらい行っていますか。）
1	問題の設定	無し	単元の導入では、子どもがあっと驚くような事象を見せている。
2			興味を引く事象を見せて、子どもの自由な発想で問題をつくらせている。
3			教科書を参考にして、問題をつくっている。
4			自然の事物・現象から、子どもに問題をつくらせている。
5		有り	問題を設定する際に、子どもが予想や仮説をもちやすい問題にしている。
6			問題を設定する際に、子どもが実験方法を発想しやすい問題にしている。
7	予想や仮説の設定	無し	前の学習や日常生活から予想や仮説を発表させたり、ノートに書かせたりしている。
8			予想や仮説の根拠を発表させたり、ノートに書かせたりしたりしている。
9			観察や実験の前に、学級やグループでどのような予想をもっているのか発表させている。
10			学級やグループでの話し合いで、予想や仮説の修正をさせている。
11		有り	予想や仮説が、問題に対応させたものになっているか考えさせている。
12			観察や実験の前に、どのような結果になるか予想を発表させたり、ノートに書かせたりしている。
13	観察・実験の構想	無し	子どもの力で、観察・実験の計画を立てさせている。
14			教科書を参考にして、観察・実験の計画を立てている。
15			観察・実験に必要な器具の指導をして実験計画を立てている。
16		有り	子どもに観察・実験の目的を意識させながら、計画を立てさせている。
17			予想や仮説に対応している観察・実験になっているかを子どもに考えさせて、計画を立てさせている。
18	観察・実験の実行	無し	正しく観察・実験が行われているか、机間指導を行っている。
19			観察・実験の結果が正しく記録されているか、机間指導を行っている。
20			複数回の観察・実験ができるものは行わせている。
21		有り	計画通り行われているか、子どもに振り返りさせながら、観察・実験を行わせている。
22			子ども自身に予想や仮説と関連付けながら、観察・実験を行わせている。

23	結果の整理	無し	観察は、絵と文で記録させている。
24			実験の結果は、表の書かれたワークシートなどを用いて記録しやすくしている。
25			他のグループの観察・実験の結果を共有し、学級全体で見えるようにしている。
26			複数のグループの観察・実験の結果から、学級で一つの結果にしている。
27		有り	期待した結果が出なかった時、観察・実験の方法の見直しをさせる時間を設けている。
28			予想や仮説にもとづいた結果の整理の仕方を考えさせている。
29	考察	無し	結果から分かったことを発表させたり、ノートに書かせたりしている。
30			結果と考察を分けて発表させたり、ノートに書かせたりしている。
31			観察・実験の結果が、何と何に関係があるのかについて発表させたり、ノートに書かせたりしている。
32			観察・実験の結果は、どのような因果関係があるのかについて発表させたり、ノートに書かせたりしている。
33			関係性が見えるように、観察・実験の結果を計算したり、グラフ化したりしている。
34			他のグループの観察・実験の結果を共有し、それを実験結果として考えさせている。
35			複数回の観察・実験の結果の誤差を考えさせている。
36			自分と他のグループとの観察・実験の結果の違いを考えさせている。
37		有り	予想や仮説と実験の結果を比べて正しかったか否か判断させている。
38			考察の際、観察・実験の目的に振り返って、発表させたり、ノートに書かせたりしている。
39			考察の際、観察・実験が計画通り行われていたか、発表させたり、ノートに書かせたりしている。
40			予想した結果が出ず、実験方法が正しい場合、予想や仮説に振り返る時間を設けている。
41	まとめ	無し	日常生活と照らし合わせて、結論を見いださせている。
42			見いだした結論が、学級で共有できるかどうか考える時間を設けている。
43			見いだした結論を、日常生活にあてはめて考える時間を設けている。
44			新たに見いだした問題を、発表させたり、ノートに書かせたりしている。
45		有り	まとめや結論が問題の答えに対応しているか確かめる時間を設けている。
46			自分の行った一連の観察・実験活動を振り返る時間を設けている。

この質問紙では、それぞれの質問項目について、小学校教師に「理科の学習指導を行うときに、次のことをどのくらい行っていますか。」と問い、「1:毎回、行っている」「2:ほぼ毎回、行っている」「3:どちらともいえない」「4:ときどき、行っている」「5:ほぼ行わない」の選択肢から選択させる。なお、回答は調査対象者である教師自身による指導頻度の申告であるため、実際に行われているか否かについては定かではない。

そして、調査対象者が問題解決過程のまとまりや関連性有無のまとまりを意識せずに回答できるように、質問項目の順番をランダムに並び替え、質問紙を完成させた(資料 2-1)。

第2節 調査の時期・対象

2017年11月～2018年1月に、石川県、東京都の公立小学校8校、教師132名に対して質問紙調査を実施した。その結果、回答欠損などを除き、117名の有効回答を得た。調査対象者の教職経験年数と理科指導経験年数は、表2-7、表2-8の通りである。

表 2-7 調査対象者の教職経験年数と理科指導経験年数

教職経験年数	人数 (人)	理科指導経験年数	人数 (人)	構成比率 (%)
1～5 年	36	経験無し	6	31
		1～5 年	25	
		不 明	5	
6～10 年	44	経験無し	3	38
		1～5 年	25	
		6～10 年	10	
		不 明	6	
11～15 年	13	6～10 年	5	11
		11～15 年	6	
		不 明	2	
16～20 年	4	6～10 年	1	3
		11～15 年	3	
21～25 年	4	11～15 年	1	3
		16～20 年	1	
		21～25 年	1	
		不 明	1	
26～30 年	4	16～20 年	3	3
		21～25 年	1	
31 年以上	11	11～15 年	1	9
		16～20 年	2	
		21～25 年	1	
		26～30 年	3	
		31 年以上	4	
不 明	1	1～5 年	1	1
合 計	117	合 計	117	100

※ 構成比率は、小数第一位で四捨五入したため、合計とは一致しない。

表 2-8 調査対象者の理科指導経験年数ごとの人数

理科指導経験年数	人数 (人)
経験無し	9
1～5年	51
6～10年	16
11～15年	11
16～20年	6
21～25年	3
26～30年	3
31年以上	4
不明	14
合計	117

※ 表 2-7 の理科指導経験年数から集計した。

第3節 連関性の指導頻度に関する質問紙調査の結果

第1項 連関性の指導頻度の調査の結果

まず、小学校教師の指導の実態を見いだすために、それぞれの質問項目に対して平均値 M と標準偏差 SD を算出した。その結果を、表 2-9 に示す。なお各質問項目に対しての選択肢は、「1:毎回, 行っている」「2:ほぼ毎回, 行っている」「3:どちらともいえない」「4:ときどき, 行っている」「5:ほぼ行わない」であり、集計の際にはこの選択番号を利用した。

表 2-9 連関性の指導に関する質問回答の平均値 M と標準偏差 SD ($N=117$)

番号	問題解決過程	連関性の有無	質問 (理科の学習指導を行うときに、次のことをどのくらい行っていますか。)	M	SD
1	問題の設定	無し	単元の導入では、子どもがあつと驚くような事象を見せている。	3.33	0.85
2			興味を引く事象を見せて、子どもの自由な発想で問題をつくらせている。	3.40	1.03
3			教科書を参考にして、問題をつくっている。	2.18	1.25
4			自然の事物・現象から、子どもに問題をつくらせている。	3.48	1.04
5		有り	問題を設定する際に、子どもが予想や仮説をもちやすい問題にしている。	2.23	0.90
6			問題を設定する際に、子どもが実験方法を発想しやすい問題にしている。	2.60	0.93
7	予想や仮説の設定	無し	前の学習や日常生活から予想や仮説を発表させたり、ノートに書かせたりしている。	2.23	1.05
8			予想や仮説の根拠を発表させたり、ノートに書かせたりしたりしている。	2.11	0.91
9			観察や実験の前に、学級やグループでどのような予想をもっているのか発表させている。	1.87	0.95
10			学級やグループでの話し合いで、予想や仮説の修正をさせている。	2.92	1.16
11		有り	予想や仮説が、問題に対応させたものになっているか考えさせている。	2.34	1.03
12			観察や実験の前に、どのような結果になるか予想を発表させたり、ノートに書かせたりしている。	1.96	0.92
13	観察・実験の構想	無し	子どもの力で、観察・実験の計画を立てさせている。	3.53	1.13
14			教科書を参考にして、観察・実験の計画を立てている。	1.83	1.01
15			観察・実験に必要な器具の指導をして実験計画を立てている。	1.73	0.82
16		有り	子どもに観察・実験の目的を意識させながら、計画を立てさせている。	2.33	1.01
17			予想や仮説に対応している観察・実験になっているかを子どもに考えさせて、計画を立てさせている。	2.61	1.00
18	観察・実験の実行	無し	正しく観察・実験が行われているか、机間指導を行っている。	1.50	0.65
19			観察・実験の結果が正しく記録をされているか、机間指導を行っている。	1.82	0.84
20			複数回の観察・実験ができるものは行わせている。	2.43	1.12
21		有り	計画通り行われているか、子どもに振り返りさせながら、観察・実験を行わせている。	2.53	0.97
22			子ども自身に予想や仮説と関連付けながら、観察・実験を行わせている。	2.39	1.00

23	結果の整理	無し	観察は、絵と文で記録させている。	2.04	0.97
24			実験の結果は、表の書かれたワークシートなどを用いて記録しやすくしている。	2.85	1.24
25			他のグループの観察・実験の結果を共有し、学級全体で見えるようにしている。	2.17	1.01
26			複数のグループの観察・実験の結果から、学級で一つの結果にしている。	2.22	1.04
27		有り	期待した結果が出なかった時、観察・実験の方法の見直しをさせる時間を設けている。	2.74	1.13
28			予想や仮説にもとづいた結果の整理の仕方を考えさせている。	3.15	1.12
29	考察	無し	結果から分かったことを発表させたり、ノートに書かせたりしている。	1.47	0.61
30			結果と考察を分けて発表させたり、ノートに書かせたりしている。	1.83	0.88
31			観察・実験の結果が、何と何に関係があるのかについて発表させたり、ノートに書かせたりしている。	2.44	0.91
32			観察・実験の結果に、どのような因果関係があるのかについて発表させたり、ノートに書かせたりしている。	2.68	1.00
33			関係性が見えるように、観察・実験の結果を計算したり、グラフ化したりしている。	3.15	1.07
34			他のグループの観察・実験の結果を共有し、それを実験結果として考えさせている。	2.02	0.91
35			複数回の観察・実験の結果の誤差を考えさせている。	2.91	1.14
36			自分と他のグループとの観察・実験の結果の違いを考えさせている。	2.44	1.08
37		有り	予想や仮説と実験の結果を比べて正しかったか否か判断させている。	2.31	1.01
38			考察の際、観察・実験の目的に振り返って、発表させたり、ノートに書かせたりしている。	2.26	0.98
39	考察の際、観察・実験が計画通り行われていたか、発表させたり、ノートに書かせたりしている。		2.62	1.14	
40	予想した結果が出ず、実験方法が正しい場合、予想や仮説に振り返る時間を設けている。		2.68	1.00	
41	まとめ	無し	日常生活と照らし合わせて、結論を見いださせている。	2.66	0.98
42			見いだした結論が、学級で共有できるかどうか考える時間を設けている。	2.97	1.14
43			見いだした結論を、日常生活にあてはめて考える時間を設けている。	3.04	1.04
44			新たに見いだした問題を、発表させたり、ノートに書かせたりしている。	3.06	1.09
45		有り	まとめや結論が問題の答えに対応しているか確かめる時間を設けている。	2.35	1.11
46			自分の行った一連の観察・実験活動を振り返る時間を設けている。	2.71	1.05

※ 質問紙は5件法にて「1:毎回、行っている」「2:ほぼ毎回、行っている」「3:どちらともいえない」「4:ときどき、行っている」「5:ほぼ行わない」と設定した。

第2項 指導頻度の高い項目

小学校教師は、どのような指導を多く行っているのかを明らかにするために、指導頻度の高い項目を抽出した。指導頻度の高い選択肢は、「1:毎回、行っている」「2:ほぼ毎回、行っている」であるため、平均値の数値が小さいほど頻繁に行っている指導であるということになる。

平均値が2未満となった質問項目を抽出すると、8つの質問項目が該当した。表2-10にその一覧を示す。

表2-10 指導頻度の高い項目

番号	問題解決過程	関連性の有無	質問（理科の学習指導を行うときに、次のことをどのくらい行っていますか。）	M	SD
9	予想や仮説の設定	無し	観察や実験の前に、学級やグループでどのような予想をしているのか発表させている。	1.87	0.95
12	設定	有り	観察や実験の前に、どのような結果になるか予想を発表させたり、ノートに書かせたりしている。	1.96	0.92
14	観察・実験の構想	無し	教科書を参考にして、観察・実験の計画を立てている。	1.83	1.01
15	構想	無し	観察・実験に必要な器具の指導をして実験計画を立てている。	1.73	0.82
18	観察・実験の実行	無し	正しく観察・実験が行われているか、机間指導を行っている。	1.50	0.65
19	実行	無し	観察・実験の結果が正しく記録をされているか、机間指導を行っている。	1.82	0.84
29	考察	無し	結果から分かったことを発表させたり、ノートに書かせたりしている。	1.47	0.61
30	考察	無し	結果と考察を分けて発表させたり、ノートに書かせたりしている。	1.83	0.88

※ 質問紙は5件法にて「1:毎回、行っている」「2:ほぼ毎回、行っている」「3:どちらともいえない」「4:ときどき、行っている」「5:ほぼ行わない」と設定した。

8つのうち7つが関連性無しの質問項目となった。例えば、「結果から分かったことを発表させたり、ノートに書かせたりしている。」「正しく観察・実験が行われているか、机間指導を行っている。」など、小学校教師はノートを書かせる、観察・実験の技能指導を行う、発表をさせるなどの具体的な児童の活動に関わる指導を頻繁に行っている傾向があることがうかがわれる。

唯一の連関性有りの項目は、「観察や実験の前に、どのような結果になるか予想を発表させたり、ノートに書かせたりしている。」であり、問題解決の後半の過程である結果の見通しをもたせるという活動を、予想や仮説の設定の過程で頻繁に行っていることが分かる。このことから、小学校教師は理科の学習において、観察や実験の前に結果の予想をさせるという指導は頻繁に行っている傾向があることがうかがわれる。

表 2-11 に、設定した連関性有りと連関性無しの質問項目数と、回答平均値が 2 未満であった指導頻度の高い連関性有りと連関性無しの質問項目数を示す。連関性の有無と指導頻度の高さの関連を明らかにするために Fisher の直接確率検定を行った。その結果、有意な差はみられなかった ($p = .41$, n.s.)。指導頻度の高い項目の中で、連関性有りの項目は 1 つと少なかったが、この検定結果から、質問紙で設定した連関性の有無の項目数と比較して有意に少ないとはいえないことが示唆された。

表 2-11 設定した質問項目数と指導頻度の高い質問項目数の連関性の有無

	連関性有り	連関性無し
設定した質問項目数	16	30
指導頻度の高い質問項目数	1	7

第 3 項 指導頻度の低い項目

一方、小学校教師はどのような指導を多く行っていないかを明らかにするために、指導頻度の低い項目を抽出した。指導頻度の低い選択肢は、「5:ほぼ行わない」「4:ときどき、行っている」であるため、平均値の数値が大きいほど行われていない指導であるということになる。

平均値が 3 以上となった質問項目を抽出すると、8 つの質問項目が該当した。表 2-12 にその一覧を示す。

表 2-12 指導頻度の低い項目

番号	問題解決過程	連関性の有無	質問（理科の学習指導を行うときに、次のことをどのくらい行っていますか。）	M	SD
1	予想や仮説の設定	無し	単元の導入では、子どもがあつと驚くような事象を見せている。	3.33	0.85
2			興味を引く事象を見せて、子どもの自由な発想で問題をつくらせている。	3.40	1.03
4			自然の事物・現象から、子どもに問題をつくらせている。	3.48	1.04
13	観察・実験の構想	無し	子どもの力で、観察・実験の計画を立てさせている。	3.53	1.13
28	結果の整理	有り	予想や仮説にもとづいた結果の整理の仕方を考えさせている。	3.15	1.12
33	考察	無し	関係性が見えるように、観察・実験の結果を計算したり、グラフ化したりしている。	3.15	1.07
43	まとめ	無し	見いだした結論を、日常生活にあてはめて考える時間を設けている。	3.04	1.04
44			新たに見いだした問題を、発表させたり、ノートに書かせたりしている。	3.06	1.09

※ 質問紙は5件法にて「1:毎回、行っている」「2:ほぼ毎回、行っている」「3:どちらともいえない」「4:ときどき、行っている」「5:ほぼ行わない」と設定した。

8つのうち7つが連関性無しの質問項目となった。例えば、「自然の事物・現象から、子どもに問題をつくらせている。」「子どもの力で、観察・実験の計画を立てさせている。」などの平均値が高く、小学校教師は児童主体の問題づくりや観察・実験の結果を計算したり、グラフ化させたりする等の指導は、頻繁には行っていない傾向があることがうかがわれる。また、日常生活にあてはめるなどの学習指導は行われていない傾向があることがうかがわれる。

唯一の連関性有りの項目は、「予想や仮説にもとづいた結果の整理の仕方を考えさせている。」であり、教師は予想や仮説に基づいて整理の仕方を考えさせるという活動を行っていない傾向があることがうかがわれる。

表 2-13 に、設定した質問の連関性有りと連関性無しの項目数と、回答平均値が3以上であった指導頻度の低い連関性有りと連関性無しの質問項目数を示す。連関性の有無と指導頻度の低さの関連を明らかにするために Fisher の直接確率検定を行った結果、有意な差はみられなかった ($p = .41, n.s.$)。指導頻度の低い項目の中で、連関性有りの項目は1つと少なかったが、この検定結果から、質問紙で設定した連関性の有無の項目数と比較して有意に少ないとはいえないことが示唆された。

表 2-13 設定した質問項目数と指導頻度の低い質問項目数の連関性の有無

	連関性有り	連関性無し
設定された質問項目数	16	30
指導頻度の低い質問項目数	1	7

第4項 質問紙の妥当性と信頼性

得られた回答をもとに、質問項目の妥当性を検討するために、因子分析（最尤法，プロマックス回転）を行った。作成した質問項目は、各問題解決過程内での指導と問題解決の各過程に連関性をもたせた指導を行っているという2つの観点で構成されていることから、2つの因子に抽出されると考えた。負荷量 .4 以下の項目を除外し、解釈可能性を考慮し、再度因子分析を行い、2 因子を抽出した。そして各問題解決過程の連関性をもたせた指導をしている因子 F1 を「連関性有り」、各問題解決過程内のみで指導している因子 F2 を「連関性無し」とした。その結果を、表 2-14 に示す。

表 2-14 問題解決過程の連関性の有無に関する因子負荷行列

質問項目	F1	F2
F1 連関性有り		
28 予想や仮説にもとづいた結果の整理の仕方を考えさせている。	.704	-.137
21 計画通り行われているか、子どもに振り返りさせながら、観察・実験を行わせている。	.703	-.016
40 予想した結果が出ず、実験方法が正しい場合、予想や仮説に振り返る時間を設けている。	.674	-.022
17 予想や仮説に対応している観察・実験になっているかを子どもに考えて、計画を立てさせている。	.613	.049
39 考察の際、観察・実験が計画通り行われていたか、発表させたり、ノートに書かせたりしている。	.603	-.123
37 予想や仮説と実験の結果を比べて正しかったか否か判断させている。	.562	.058
6 問題を設定する際に、子どもが実験方法を発想しやすい問題にしている。	.548	.025
16 子どもに観察・実験の目的を意識させながら、計画を立てさせている。	.547	.216
46 自分の行った一連の観察・実験活動を振り返る時間を設けている。	.530	-.090
27 期待した結果が出なかった時、観察・実験の方法の見直しをさせる時間を設けている。	.483	.136
F2 連関性無し		
29 結果から分かったことを発表させたり、ノートに書かせたりしている。	-.183	.727
30 結果と考察を分けて発表させたり、ノートに書かせたりしている。	-.091	.714
8 予想や仮説の根拠を発表させたり、ノートに書かせたりしたりしている。	.088	.660
18 正しく観察・実験が行われているか、机間指導を行っている。	.025	.507
15 観察・実験に必要な器具の指導をして実験計画を立てている。	.121	.484
9 観察や実験の前に、学級やグループでどのような予想をもっているのか発表させている。	-.071	.463
7 前の学習や日常生活から予想や仮説を発表させたり、ノートに書かせたりしている。	.210	.416
	因子間相関	.321

※ 最尤法 プロマックス回転3回で収束

次に、各因子の信頼性を検討するために、Cronbach の α 係数を算出した。その結果を、表 2-15 に示す。

表 2-15 「F1 連関性有り」と「F2 連関性無し」の信頼係数

	Cronbach の α 係数
F1 連関性有り	.846
F2 連関性無し	.758

これらの値から、各因子の内部一貫性が保障されたと考えた。そして、作成された質問項目は妥当性があると判断した。

第 5 項 指導頻度の実態

第 4 項の因子分析にて抽出された 2 つの因子「F1 連関性有り」と「F2 連関性無し」の指導頻度の差を検討するために、平均値と標準偏差を算出した。その結果を表 2-16 に示す。さらに対応のある t 検定を行った。その結果、「F1 連関性有り」の平均値 ($M=2.63$) は、「F2 連関性無し」の平均値 ($M=1.82$) と比較して、有意に高かった。($t(116) = 12.1, p < .01, 95\%CI [.67, .94] N=117$)。このことから、教師の指導実態として、「連関性無し」つまり、「各過程内での指導」は、「連関性有り」つまり、「各過程を連関させた指導」よりも有意に頻繁に行われていることが示唆された。

表 2-16 「F1 連関性有り」と「F2 連関性無し」の平均値 M と標準偏差 SD

	M	SD
F1 連関性有り	2.63	0.67
F2 連関性無し	1.82	0.54

※ 質問紙 5 件法にて「1:毎回、行っている」
「2:ほぼ毎回、行っている」「3:どちらともいえない」
「4:ときどき、行っている」「5:ほぼ行わない」と設定した。

第6項 教師の連関性の指導頻度と理科指導経験年数の関係

第5項にて、教師の指導頻度として、「連関性無し」は、「連関性有り」よりも有意に多く行われていることが示唆された。

次に、小学校教師の理科の指導経験に着目して、「連関性有り」の指導頻度との関係について検討した。ここでは、教師の教職経験年数ではなく、理科指導経験年数を採用することにした。なぜなら、調査対象者には、校長や副校長、音楽専科、図画工作専科など、調査時に実際に理科を指導していない小学校教師が含まれており、教職経験年数と理科指導経験年数は必ずしも一致しないからである。また、教師として採用後、第1・第2学年の担任の経験が多く、実際の理科指導経験年数が少ない教師も含まれているからである。本調査での理科指導経験年数の人数構成の概要は、前述の表2-8で示している。なお、理科指導経験年数が不明な者14名分を除外し、103名で検討することにした。

まず、「連関性有り」因子に含まれた10項目の内、負荷量の高い3つの質問項目に関して、理科指導経験年数の10年以内と11年以上の教師に分けて、選択された指導頻度との関係を調べることにした。理科指導経験年数を10年で区切ったのは、小学校の教師経験年数10年目に、教師としての最後の法定研修である現職研修があり、教師としての知識や能力が完成されたと解釈されるからである。因子負荷量の高い3つの質問項目における指導頻度と理科指導経験年数の関係を、表2-17、表2-18、表2-19に示す。

表2-17 「連関性有り」の因子負荷量第1位（.704）の指導頻度と理科指導経験年数

28「予想や仮説にもとづいた結果の整理の仕方を考えさせている。」	選択された指導頻度の人数（人）					合計（人）
	1	2	3	4	5	
理科指導年数10年以下	4	20	25	13	14	76
理科指導年数11年以上	2	6	12	6	1	27
合計	6	26	37	19	15	103

※ 質問紙5件法にて「1:毎回、行っている」「2:ほぼ毎回、行っている」「3:どちらともいえない」「4:ときどき、行っている」「5:ほぼ行わない」と設定した。

表 2-18 「連関性有り」の因子負荷量第 2 位 (.703) の指導頻度と理科指導経験年数

21「計画通り行われているか、子どもに振り返りさせながら、観察・実験を行わせている。」	選択された指導頻度の人数 (人)					合計 (人)
	1	2	3	4	5	
理科指導年数 10 年以下	10	31	23	10	2	76
理科指導年数 11 年以上	4	14	6	2	1	27
合 計	14	45	29	12	3	103

※ 質問紙 5 件法にて「1:毎回, 行っている」「2:ほぼ毎回, 行っている」「3:どちらともいえない」「4:ときどき, 行っている」「5:ほぼ行わない」と設定した。

表 2-19 「連関性有り」の因子負荷量第 3 位 (.674) の指導頻度と理科指導経験年数

40「予想した結果が出ず、実験方法が正しい場合、予想や仮説に振り返る時間を設けている。」	選択された指導頻度の人数 (人)					合計 (人)
	1	2	3	4	5	
理科指導年数 10 年以下	8	28	27	11	2	76
理科指導年数 11 年以上	3	10	8	4	2	27
合 計	11	38	35	15	4	103

※ 質問紙 5 件法にて「1:毎回, 行っている」「2:ほぼ毎回, 行っている」「3:どちらともいえない」「4:ときどき, 行っている」「5:ほぼ行わない」と設定した。

これらの人数に偏りがあるか調べるために、Fisher の直接確率検定を行った。その結果、因子負荷量第 1 位である、28「予想や仮説にもとづいた結果の整理の仕方を考えさせている。」の指導頻度と理科指導経験年数には、有意な差は見られなかった ($p = .32$, n.s.)。また、因子負荷量第 2 位である、21「計画通り行われているか、子どもに振り返りさせながら、観察・実験を行わせている。」の指導頻度と理科指導経験年数にも有意な差は見られなかった ($p = .78$, n.s.)。そして因子負荷量第 3 位である、40「予想した結果が出ず、実験方法が正しい場合、予想や仮説に振り返る時間を設けている。」の指導頻度と理科指導経験年数にも有意な差は見られなかった ($p = .84$, n.s.)。以上のように、因子負荷量の高い 3 つの質問項目全てにおいて、連関性の指導頻度と理科指導経験年数には関係があるとはいえなかった。

このことから、「連関性有り」の指導は、理科の指導を重ねることで頻度が高くなるわけ

ではないことが示唆された。

第4節 第2章のまとめ

第3節をまとめると、小学校教師は、問題解決の各過程で完結させた連関の無いノートを書かせる、観察・実験の技能指導を行う、発表をさせるなどの具体的な児童の活動に関わる指導は頻繁に行っているが、それと比較し、問題解決過程の各過程との連関をもたせた指導は頻繁には行われていないことが明らかとなった。すなわち、問題解決過程を往還した連関性をもたせた指導は十分に行われていない可能性がある。

また、「連関性有り」「連関性無し」のそれぞれの因子に該当する質問項目が問題解決のどの過程に位置付くのか、表2-6の問題解決過程と照らし合わせた。その結果、問題解決過程で「連関性有り」の項目のみが含まれているのは、「問題の設定」「結果の整理」「まとめ」の過程であった。そして、「連関性無し」の項目のみが含まれているのは、「予想や仮説の設定」の過程であった。さらに、「連関性有り」と「連関性無し」の両方の項目が含まれているのは、「観察・実験の構想」「観察・実験の実行」「考察」の過程であった。これを表2-20に示す。

表2-20 問題解決過程と各因子に抽出された質問項目番号

問題解決過程	「連関性有り」の質問項目番号	「連関性無し」の質問項目番号
問題の設定	6	—
予想や仮説の設定	—	7,8,9
観察・実験の構想	16,17	15
観察・実験の実行	21	18
結果の整理	27,28	—
考察	37,39,40	29,30
まとめ	46	—

これらの結果は、問題解決過程によって、連関性をもたせた指導のしやすさに違いがある可能性を示唆している。また、問題解決過程によって、教師自身が連関性を意識しやすいか否かに違いがある可能性も考えられる。

さらに「連関性有り」の指導頻度と理科指導経験年数に関係があるかを検討した結果、これらには関係があるとはいえなかった。したがって、小学校教師の問題解決過程を往還した連関性をもたせた指導は、教師の理科指導の経験で身に付くものではないことが予見される。このことから、問題解決過程を往還した連関性の指導には、どのような意義や意味があるのか、あるいはどのような具体的な指導が連関性の指導につながるのかに教師が気付いていない可能性がある。さらに、問題解決過程における連関性の存在自体を、教師が理解していない可能性もある。

本章では、日頃の理科授業において問題解決過程を往還した連関性をもたせた指導が十分に行われていない可能性があるという回答者全体の傾向は明らかになったが、問題解決過程の連関性をもたせた指導を行っている教師も存在していることが明らかになった。第3章では、小学校教師に連関性の認識があるか否かについて、理科の具体的指導場面を設定した質問紙調査によって明らかにしていく。

第3章

指導場面における連関性の認識の実態

第3章 指導場面における連関性の認識の実態

本章では、理科の問題解決過程の指導場面における連関性の認識の実態を調べるための質問紙調査を開発する。そして、小学校教師を対象に調査を実施し、得られた回答をもとに小学校教師の連関性の認識の実態を明らかにする。

第1節 連関性の認識に関する質問紙の開発

第2章にて、問題解決の活動における問題解決の各過程間の連関性は複数存在することを論じた。例えば、「問題の設定」と「予想や仮説の設定」の連関や、「観察・実験の構想」と「考察」の連関など、問題解決では多様な連関性を意識する必要があることを論じた。本章では、すべての連関性について、小学校教師の認識を調査することは、調査対象者の負担が大きいため困難であると判断し、ある一つの過程と別のもう一つの過程間の連関性のみを取り上げて調査することとした。そして、どの連関性に焦点化するかについては、以下の先行研究を参考にして選定した。

問題解決の各過程の指導に関する小学校教師の困難性を調査した中城ら（2015）の研究によれば、教師は結果を整理する場面と結論付ける場面を指導しにくいと感じている。また、教師が結果と結論を明確に区別していないことも指摘している（中城ら，2015）。問題解決の活動は、設定した問題を解決するための営みであり、問題に正対した結論の導出が求められるが、中城ら（2015）のこれらの指摘から、次のことが推測される。それは、教師が結果と結論を区別せずに同じものとして捉え、最初に設定した問題との連関性を意識せずに、問題と正対しない結論、すなわち結果そのものを結論と捉えているのではないかということである。そして、そのことが結論付ける場面の指導の困難性の一因になっていることが懸念される。そこで、本章では、「問題の設定」の過程に基づいて、「まとめ」の過程である結論を導出する連関性に焦点化して、小学校教師の連関性の認識を測定することにした。

第1項 質問紙の開発意図

多くの小学校理科の問題解決過程では、問題を解決するため、あるいは仮説を確かめるために、観測や測定可能な観察・実験を構想し、そして実行し、その結果をもとに考察の段階で、問題や仮説に対する結論を導いている。そのため、結論は問題や仮説に正対することが必要となる。つまり、児童は問題や仮説に基づいて結論を導き出すこと、すなわち問題や仮説と結論の連関性を意識して問題解決を行うことが求められる。そこで本章では、問題や仮説に基づいた結論の導出、すなわち問題や仮説と結論を連関させ、両者が正対しているかどうかを見極められるかという観点から、教師の連関性の認識を測ることにした。

そこで本節では、小学校理科の問題解決過程の具体的な指導場面において、児童が問題や仮説と正対していない結論を見いだした際に、教師がそれに気づき、適切に指摘できるかどうかを明らかにする質問紙を開発する。

ここで、問題と結論の正対について、具体例を用いて説明する。小学校第3学年理科の「太陽と地面の様子」における問題解決は、一般的には図3-1のように展開される。

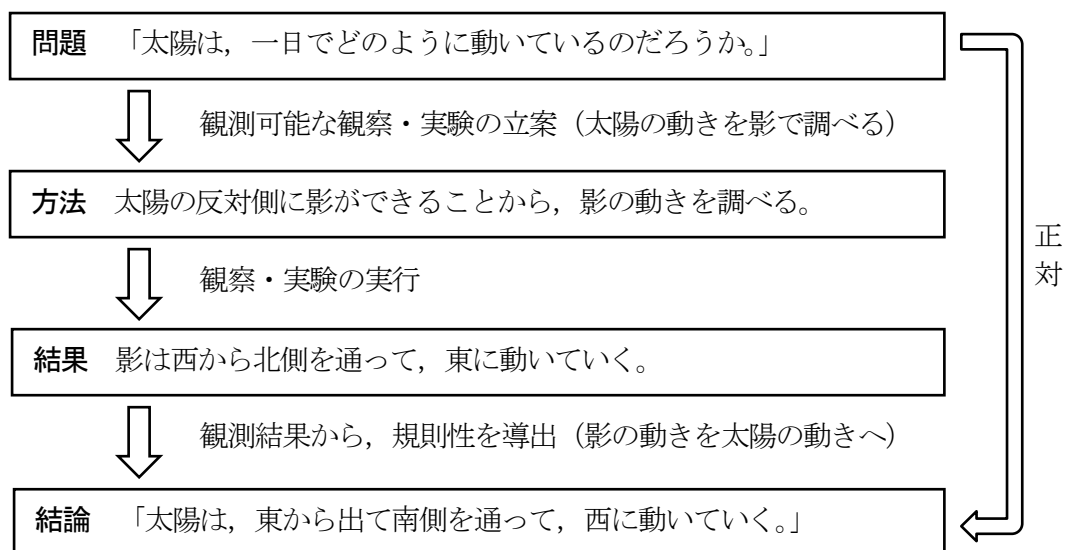


図3-1 第3学年「太陽と地面の様子」での問題と結論の正対

この学習内容では、図3-1のように、まず、「太陽は、一日でどのように動いているのだろうか。」という問題を設定する。そして、問題解決のための観察として、太陽の動きを直接追うのではなく、地面に立てた棒の影を時間ごとに記録する。最後に結論として、影の

動きから、太陽の動きを導き出すことになる。このような一連の問題解決では、問題「太陽は、一日でどのように動いているのだろうか。」に対して、「影は西から北側を通過して、東に動いていく。」という観察の結果をそのまま結論にしてしまうと、太陽の動きを調べるという問題と結論が正対していない。すなわち、問題に基づいた結論の導出にはなっていない。筆者のこれまでの経験において、このような問題と結論が正対していない授業場面を目にするのは、少なくなかった。

第2項 調査質問紙の作成の手続き

質問紙の構成は以下のようにした。まず、調査単元の指導内容項目と内容の取扱いを調査対象者に明示した。図3-2は、実際の調査質問紙にて明示された第3学年「太陽と地面の様子」の学習指導要領の指導内容項目と内容の取扱いである。これを示すことによって、何を指導すべきか、どのように扱えばよいのか知ることが可能となる。

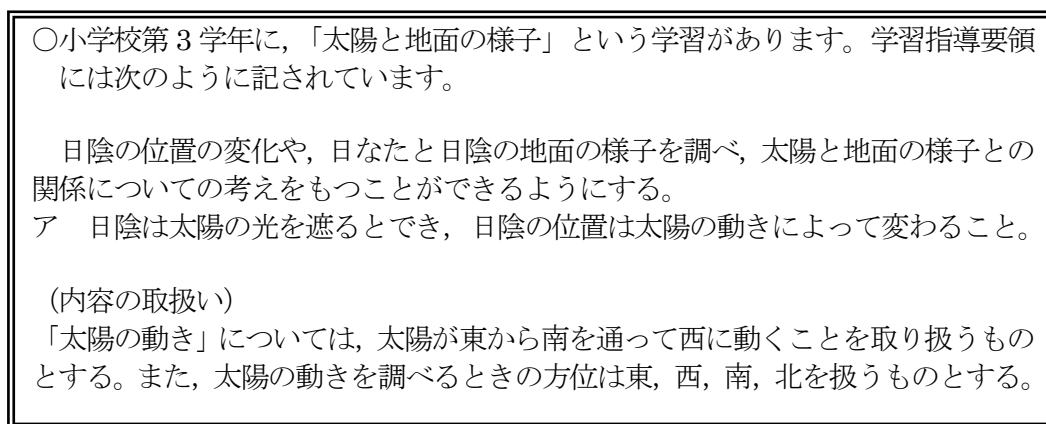


図3-2 第3学年「太陽と地面の様子」の学習指導要領の指導内容項目と内容の取扱い

このように明示した理由は、調査対象者の調査単元を指導した経験の有無や指導内容の理解の程度によって、回答に偏りが生じないようにするためである。つまり、調査対象者である小学校教師が理科を担当していなかったり、教職経験が短いゆえに、本単元の指導経験が無かったりしても、関連性の認識を適切に調査することができると思われる。

次に、小学校理科の教科書の内容に沿った通常の問題解決の活動を想定し、問題解決の初めの段階の問題の設定と仮説の設定までは質問紙のリード文に明示すると共に、一般的

な指導の方法を具体場面として、図を含めた観察・実験の流れを提示した。図 3-3 に具体例を示す。これを示すことにより、具体的な指導方法を想像でき、仮に指導経験が無くても、この学習内容における観察の活動についてイメージしやすくなる。

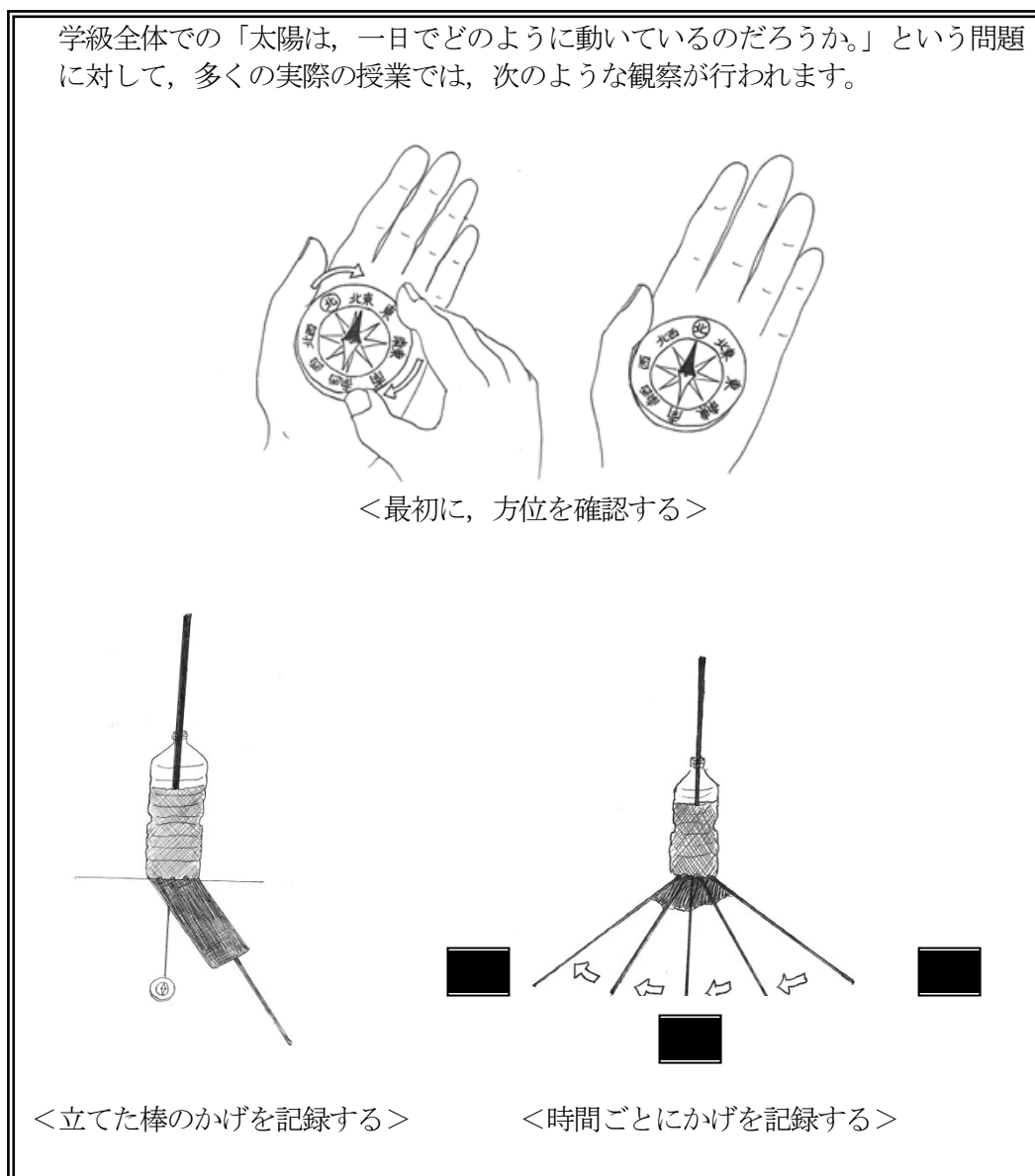


図 3-3 第 3 学年「太陽と地面の様子」の「観察・実験の実行」の場面の具体的な指導

「観察・実験の構想」と「観察・実験の実行」については、実験グループ内で繰り返し広げられる児童の会話を提示し、その会話の中の 5 箇所以下線と番号を付けた。図 3-4 にグループ内のやりとりをどのように示したのかを記す。これにより、授業の具体的な進行がイメージしやすくなる。

子どものやりとりは以下の通りです。

A子：最初に観察場所の方位を調べないといけないね。

B男：①方位磁針を手のひらにのせて、調べたい方向に指を向けよう。

C子：方位磁針を回転させて、赤い針先と北を合わせよう。

D男：②指先が向いている方向を方位磁針から読み取ろう。

A子：北の方位がわかったら、記録用紙の真ん中に棒を立てよう。

B男：棒を立てることによってできたかげを、うつして記録しよう。

C子：午前から午後にかけて、かげの動きを記録したら良いかな。

D男：1時間ごとに記録しようか。

A子：③30分ごとの記録でも良いんじゃない。

B男：5回分の記録が取れたね。

C子：時間によって、かげの方向が動くね。

D男：このことから、④かげは西から北側を通って、東に動いていくという結論が見いだせるね。

A子：かげをよく見ると、午前から正午ころにかけてかげがだんだんと短くなり、正午ころから午後にかけてだんだん長くなるよ。

B男：かげの長さは、⑤太陽の高さと関係があるのかな。

図 3-4 第3学年「太陽と地面の様子」のグループ内での会話のやりとり

最後に、指導が必要だと思われる部分が下線①～下線⑤の中に1つあることを示し、指導が必要な番号を選択させた。そして、指導が必要な下線の場面で、どのような指導を行うか記述させた。筆者が正答として想定した箇所を調査対象者が選択できたとしても、関連性以外の視点からの指導を考えていた場合、選択した番号だけでは関連性を意識できているかどうかを判断できないため、また、それとは逆に、別の箇所を選択した場合でも、関連性を意識した指導を考えていることもあり得るため、このように番号と指導の具体的内容を記述させた。図 3-5 に回答方法を示す。

指導が必要な番号	どのような指導をしますか

図 3-5 第 3 学年「太陽と地面の様子」の回答方法

このような質問紙を作成した理由は以下の 4 点である。

- ①具体的な学習内容を取り上げて、通常の理科授業における問題解決の活動を設定することで、調査対象者に具体的な指導場面をイメージさせやすくするため。
- ②指導が求められる部分を児童の会話すべてから抽出させるのではなく、5 箇所の中から選択させることで、「最も指導が必要な部分はどこか」に焦点化して調査対象者に考えさせることができるため。
- ③問題と仮説はすでに教室全体で共有されているものと仮定することで、この質問紙では少なくとも問題や仮説の設定自体には誤りがないと、調査対象者が想定できるため。
- ④指導の必要な箇所を選択させるだけでなく、具体的な指導内容も記述させることで、教師が関連性に着目できているかどうかを確実に把握できるため。

以上のように、予備調査として理科学習の A 区分（エネルギー領域・粒子領域）から 1 問と B 区分（生物領域・地学領域）から 1 問の計 2 問を作成した。単元としては前者が「第 5 学年 電流の働き」であり、後者が「第 3 学年 太陽と地面の様子」である。この 2 つの単元は、観察・実験の手続きが分かりやすく、問題や仮説と結論の関係が明瞭で、実験の結果と結論は明らかに異なるからである。この 2 問の質問紙は、理科教育を専門とする研究者 4 名と小学校教師 4 名で、内容の妥当性を確認した。

開発した第 3 学年の「太陽と地面の様子」に関する質問紙は、前述の図 3-2 から図 3-5 で構成している。「太陽は、一日でどのように動いているのだろうか。」という問題、すなわち「問題の設定」の過程に対して、方位を測定するための方位磁針の使い方（図 3-4 の

下線①と下線②), すなわち「観察・実験の実行」の過程, 測定間隔の設定 (図 3-4 の下線③), すなわち「観察・実験の構想」の過程, 結論の導出 (図 3-4 の下線④), すなわち「まとめ」の過程, 新たな問題の導出 (図 3-4 の下線⑤), すなわち「まとめ」の過程を選択肢とした。選択肢の図 3-4 の下線④「かげは西から北側を通過して、東に動いていくという結論 (が見いだせるね。)」は観測の結果であり, 結論ではない。得られた結果を解釈し, 「問題の設定」の過程に関連させた「まとめ」の過程である結論を見いだすこと, すなわちこの例でいえば, 太陽の動きを結論として見いだそうとする教師の気付きがあるか否かによって, 関連性の認識を測定することにした。こちらの質問紙を問題 A とする。これを (資料 3-1) に示す。

そして, 第 5 学年の「電流の働き」に関する質問紙を, (資料 3-2) に示す。質問紙には, まず, 「問題の設定」の過程として, 「電磁石を強くするには, どのようにしたらよいのだろうか。」という学級全体で共有する問題を提示した。続いて, この過程から関連性をもたせて「予想・仮説の設定」の過程へと展開し, 「電磁石の強さは, 電流の大きさによって変わるだろう。」という仮説を示した。この仮説を実験で解決するために, 電流の大きさを検流計で測定し, 電磁石の強さを引き付けられるクリップの数で調べることになる。

「電磁石の強さは, 電流の大きさによって変わるだろう。」という仮説, すなわち「予想や仮説の設定」の過程に対して, 簡易検流計の使い方 (資料 3-2 の下線①), すなわち「観察・実験の実行」の過程, 違う人でもやった方がよいという実験の構想 (資料 3-2 の下線②), すなわち「観察・実験の構想」の過程, 結果を表にするという結果の整理 (資料 3-2 の下線③), すなわち「結果の整理」の過程, 他のグループの結果も見るといふ結果の妥当性 (資料 3-2 の下線④), すなわち「考察」の過程, 結論の導出 (資料 3-2 の下線⑤), すなわち「まとめ」の過程を選択肢とした。選択肢の資料 3-2 の下線⑤「電磁石は乾電池 2 個を直列つなぎでつないだときに, クリップを多く引き付けるという結論 (が見いだせるね。)」は実験の結果であり, 結論ではない。得られた結果を解釈し, 「予想や仮説の設定」の過程に関連させた「まとめ」の過程である結論を見いだすこと, すなわちこの例でいえば, 電磁石の強さと電流の大きさの関係で結論を見いだそうとする教師の気付きがあるか否かによって, 関連性の認識を測定することにした。こちらの質問紙を問題 B とする。

なお, 前述の問題 A では, 「問題の設定」と「まとめ」の関連性に焦点化した, この問題 B では, 「予想や仮説の設定」と「まとめ」の関連性の認識を測定する。そのため, 両者が異なる過程間の関連性を測定しているように見える。しかし, 問題 B における「問題の

設定」から「予想や仮説の設定」への展開は連関性をもたせてあり、そのことが質問紙のリード文にも明示されているため、「問題の設定」と「予想や仮説の設定」はほぼ一体化しているといえる。したがって、問題Bも問題Aと同様に、「問題の設定」と「まとめ」との連関性を測定していると解釈することができる。

第3項 予備調査の時期・方法

2017年11月～12月に、都内の3つの大学の教員養成系学部に所属する3年生178名及び4年生4名、合計182名に対して予備調査を実施した。なお本研究では、理科の教科教育指導法を履修済みの学生を調査の対象とした。なぜなら、将来小学校教師を目指す学生であること、そして小学校教師と類似した回答傾向が得られると期待されたからである。さらに、調査実施大学の担当教員が本研究の意図を十分理解しており、統計的に有効となるサンプル数を適切に獲得することができるからである。

第4項 分析の方法

問題Aおよび問題Bの回答については、次のように分析した。まず、調査対象者によって選択された各選択番号の人数を集計した。なお、連関性に関わる選択肢は、問題Aでは④、問題Bでは⑤であるため、これらを選択した調査対象者が連関性を認識できている可能性が高いと考えられる。次に、「どのような指導をするか」の記述内容を、連関性に関わる内容かどうかで分類した。その際、正答と想定した番号を選択した調査対象者のうち、適切な指導法を記述していた場合に、連関性を認識できていると判断した。一方、正答と想定した番号を選択しても、適切な指導法が記述されていない場合は、連関性を認識できていないと判断した。ただし、正答と想定していない番号を選択した調査対象者であっても、問題や仮説と連関性がみられる適切な指導法を記述していた場合は、連関性を認識できていると判断した。最後に、連関性の認識ができていない調査対象者と、そうではない調査対象者との間に人数の偏りがあるかどうかを検討した。

まず、問題A「太陽と地面の様子」に関する問題解決場面における、具体的な問題と選

択肢および各選択肢の指導の観点は表 3-1 のようになっている。

表 3-1 問題Aの選択肢と指導の観点

問題：太陽は、一日でどのように動いているのだろうか。		
選択肢	「問題解決過程」と 指導の観点	連関性の 認識の有無
①方位磁針を手のひらにのせて、調べたい方向に指を向けよう。	「観察・実験の実行」 観察・実験器具の使用方法	無
②指先が向いている方向を方位磁針から読み取ろう。	「観察・実験の実行」 観察・実験器具の使用方法	無
③30分ごとの記録（でも良いんじゃない。）	「観察・実験の構想」 観察・実験の方法	無
④かげは西から北側を通過して、東に動いていくという結論（が見いだせるね。）	「まとめ」 問題と結論の連関性	有
⑤（かげの長さは、）太陽の高さと関係があるのかな。	「まとめ」 新たな問題の導出	無

※ 「連関性の認識の有無」については、指導内容の記述によっては、「無」の選択肢を回答した場合でも、「連関性を認識できている」と判断することがある。

選択肢①は、「観察・実験の実行」の過程内での指導、すなわち他の過程に連関性の無い児童の言及であるため、調査対象者が選択した場合には連関性の認識は無い。次に、選択肢②も、「観察・実験の実行」の過程のみに関する児童の言及であるため、連関性の認識は無い。選択肢③も、「観察・実験の構想」の過程のみに関する児童の言及であるため、連関性の認識が無い。選択肢④については、「まとめ」の過程に関わる児童の言及である。影が動いた方向が述べられているが、観測した結果のみの言明となっているため、「太陽は、一日でどのように動いているのだろうか」という問題の結論としては相応しくない。教師が問題と結論が正対していないことに気付き、児童に対して、「まとめ」の過程である結論が、「問題の設定」の過程である問題に連関させて、適切であるかを考えさせる必要があると記述されていた場合、連関性の認識が有ると判断した。記述事例として、「かげは西から北を通過して東に動くが、問題は太陽の動きなので、東から太陽が動き西に動く」と指導する。」などが該当する。選択肢⑤は、「まとめ」の過程のみに関する児童の言及であるため、連関性の認識が無い。

次に、問題B「電流の働き」に関する問題解決場面における、具体的な仮説と選択肢および各選択肢の指導の観点は表 3-2 のようになっている。

表 3-2 問題Bの選択肢と指導の観点

仮説：電流の強さを大きくしたら、電磁石が強くなるのではないか。		
選択肢	「問題解決過程」と指導の観点	連関性への認識の有無
①簡易検流計が水平に置かれていて、針は0を示している（か確かめよう。）	「観察・実験の実行」 観察・実験器具の使用法	無
②違う人でもやった方がよい（んじゃない。）	「観察・実験の構想」 観察・実験の方法	無
③（結果は、）表にして記録（した方がよいね。）	「結果の整理」 結果の整理の方法	無
④他のグループの結果も見ないといけない（よね。）	「考察」 結果の妥当性の検討	無
⑤電磁石は乾電池2個を直列つなぎでつないだときに、クリップを多く引き付けるといふ結論（が見いだせるね。）	「まとめ」 仮説と結論の連関性	有

※ 「連関性の認識の有無」については、指導内容の記述によっては、「無」の選択肢を回答した場合でも、「連関性が認識できている」と判断することがある。

選択肢①は、「観察・実験の実行」の過程のみに関する児童の言及であるため、調査対象者が選択した場合には、連関性の認識は無い。次に、選択肢②も、「観察・実験の構想」の過程のみに関する児童の言及であるため、連関性の認識は無い。選択肢③も、「結果の整理」の過程のみに関する児童の言及であるため、連関性の認識は無い。選択肢④も、「考察」の過程のみに関する児童の言及であるため、連関性の認識は無い。選択肢⑤は、「まとめ」の過程に関する児童の言及である。乾電池2個を直列つなぎでつないだときに、クリップが多く引き付けるといふ結果のみの言明となっているため、「電流の強さを大きくしたら、電磁石が強くなるのではないか。」という仮説の結論としては相応しくない。教師が仮説と結論が正対していないことに気付き、児童に対して、「まとめ」の過程である結論が、「予想や仮説の設定」の過程である仮説に連関させて、適切であるかを考えさせる必要があると記述されていた場合、連関性の認識が有ると判断した。記述事例として、「児童の結論だと、2個でクリップが多く引き付けるといふ結論であって、仮説に対する結論と少し違うから、検流計の数値を見て結論を出させる。」などが該当する。

第5項 問題Aの結果

まず、表 3-3 に問題Aの各選択肢についての連関性の認識有り・無し of 回答人数を示す。

表 3-3 問題A「太陽と地面の様子」の大学生対象予備調査結果

選択肢番号	記述分類	人数 (人)	
①	連関性の認識有り	0	33
	連関性の認識無し	32	
	記述無回答	1	
②	連関性の認識有り	1	15
	連関性の認識無し	12	
	記述無回答	2	
③	連関性の認識有り	0	60
	連関性の認識無し	60	
	記述無回答	0	
④	連関性の認識有り	32	45
	連関性の認識無し	9	
	記述無回答	4	
⑤	連関性の認識有り	2	25
	連関性の認識無し	22	
	記述無回答	1	
選択肢無回答など		4	

$N=182$

①を選択した学生の具体的な指導内容に、「手が水平であるか確かめる」といった記述が見られた。これは、器具の使用方法の確認だけに特化しており、すなわち「観察・実験の実行」の過程内のみの言及であり、他の過程との連関性は見られない指摘となっている。したがって、連関性の認識が無いと判断した。

②を選択した学生の具体的な指導内容に、「指先が向いている方向ではなく、太陽が昇る東と西の方向を知りたいから。」という記述が見られた。これは、太陽の動きを児童に意識させることを意図した「観察・実験の実行」と「問題の設定」との過程の連関性に着目していることが読み取れる記述であった。この記述は、連関性の認識が有ると判断した。

③を選択した学生の具体的な指導内容に、「30分ごとでは変化が小さいから、1時間にする。」といった記述が見られた。これは、「観察・実験の構想」の過程のみだけに特化し

ており、他の過程との連関性の認識は見られない指摘となっている。したがって、連関性の認識が無いと判断した。

④を選択した学生の具体的な指導内容に、「他の地域でも同じかな」といった記述が見られた。これは、他の地域への適応、すなわち「まとめ」の過程のみを指摘したものであり、他の過程との連関性は見られない記述であった。したがって、連関性の認識が無いと判断した。

⑤を選択した学生の具体的な指導内容に、「内容では、太陽が東→西に動くことを取り扱うとあるので、良い発見だけど深くはやらない。」という記述が見られた。これは、太陽の動きを児童に意識させることを意図した「問題の設定」と「まとめ」との過程の連関性に注目していることが読み取れる記述であった。したがって、連関性の認識があると判断した。

これらの分析の結果、問題Aについて、連関性への「認識有り」と「認識無し」の人数は、表3-4のようになった。また、「連関性の認識有り」と「連関性の認識無し」の人数比率に有意な偏りがあるかどうかを明らかにするために χ^2 検定を行った。その結果、「連関性の認識有り」と「連関性の認識無し」において有意な人数比率の偏りが見られた ($\chi^2(1)=58.82, p<.01$)。

表3-4 問題Aの連関性の認識の有無の人数

	人数 (人)
連関性の認識有り	35
連関性の認識無し	135
選択肢と記述無回答	12

$N=182$

したがって、連関性の認識がある調査対象者は、認識がなかった調査対象者よりも少なかったといえる。また、連関性の認識がある調査対象者のうち、選択肢④以外を指摘したのは3人であり、非常に少数であったことから、本研究で想定した選択肢④が連関性の認識の有無を測る選択肢として最も相応しいといえるだろう。一方、無回答も一定数いたことから、教員養成課程の一部の学生にとっては、授業場面を想像したり、実験内容を理解したりするのが困難だったことが推測される。

第6項 問題Bの結果

まず、表 3-5 に問題Bの各選択肢についての連関性の認識有り・無し of 回答人数を示す。

表 3-5 問題B「電流の働き」の大学生対象予備調査結果

選択肢番号	記述分類	人数 (人)	
①	連関性の認識有り	0	9
	連関性の認識無し	9	
	記述無回答	0	
②	連関性の認識有り	0	48
	連関性の認識無し	47	
	記述無回答	1	
③	連関性の認識有り	0	7
	連関性の認識無し	7	
	記述無回答	0	
④	連関性の認識有り	0	13
	連関性の認識無し	13	
	記述無回答	0	
⑤	連関性の認識有り	18	103
	連関性の認識無し	81	
	記述無回答	4	
選択肢無回答など		2	

N=182

①を選択した学生の具体的な指導内容に、「簡易検流計の使い方をしっかり指導する」といった記述が見られた。これは、器具の使用方法の確認だけに特化しており、すなわち「観察・実験の実行」の過程内のみの言及であり、他の過程との連関性は見られない指摘となっている。したがって、連関性の認識が無いと判断した。

②を選択した学生の具体的な指導内容に、「同じ人がやらないと、結果が変わってしまう」といった記述が見られた。これは、「観察・実験の構想」の過程だけに特化しており、他の過程との連関性の認識が見られない。したがって、連関性の認識が無いと判断した。

③を選択した学生の具体的な指導内容に、「表ではなく、グラフなどでもよいかもね」といった記述が見られた。これは、「結果の整理」の過程だけに特化しており、他の過程との連関性の認識が見られない。したがって、連関性の認識が無いと判断した。

④を選択した学生の具体的な指導内容に、「なぜ他のグループと結果が違ったのか考えてみよう」といった記述が見られた。これは、「考察」の過程だけに特化しており、他の過程との関連性の認識が見られない。したがって、関連性の認識が無いと判断した。

⑤を選択した学生の具体的な指導内容に、「直列つなぎだけではなく、並列つなぎでもやってみる。」という記述が多く見られた。これは、想定された選択肢を指摘できたものの、他の過程との関連性という視点からの指導ではないため、関連性の認識は無いと判断した。

これらの分析の結果、問題Bについて、関連性への「認識有り」と「認識無し」の人数は、表 3-6 のようになった。また、「関連性の認識有り」と「関連性の認識無し」の人数比率に有意な偏りがあるかどうかを明らかにするために χ^2 検定を行った。その結果、「関連性の認識有り」と「関連性の認識無し」において有意な人数比率の偏りが見られた ($\chi^2(1)=110.41, p<.01$)。

表 3-6 問題Bの関連性の認識の有無の人数

	人数 (人)
関連性の認識有り	18
関連性の認識無し	157
選択肢と記述無回答	7

N=182

したがって、関連性の認識がある調査対象者は、認識がなかった調査対象者よりも少なかったといえる。また、関連性の認識がある調査対象者のうち、選択肢⑤以外を指摘した人はいなかったことから、本研究で想定した選択肢⑤が関連性の認識の有無を測る選択肢として最も相応しいといえるだろう。

第7項 問題Aと問題Bの結果からの含意

問題Aも問題Bも、問題解決の各過程の関連性の認識ができた人数が、認識できなかった人数よりも有意に少ないことが明らかとなった。つまり、両方の問題の回答傾向が同じであることから、開発した本質問紙では、理科の学習内容（観察・実験の内容）によって、

連関性の認識に関する回答の傾向は変化しないと推測される。したがって、教師の連関性の認識は、本質問紙の問い方であれば、問題Aか問題Bのどちらか1問だけの質問紙で調査を実施しても、実態が明らかにできると考えられる。つまり、どちらか一方の問題を使用することで調査対象者の負担を軽くしつつ、教師の連関性の認識を調査できるといえる。

第2節 本調査の時期・方法

2017年11月～2018年1月に、前章と同様の石川県、東京都の公立小学校8校の教師132名に対して質問紙調査を実施した。その結果、回答欠損などを除き、117名の有効回答を得た。調査対象者の教職経験年数と理科指導経験年数は、第2章、第2節、表2-7、表2-8の通りである。

調査質問紙に関して、前節では、第3学年B区分「太陽と地面の様子」(問題A)と第5学年A区分「電流の働き」(問題B)のいずれを用いても、教師の連関性の認識の実態が明らかになると記した。本調査では、第3学年B区分「太陽と地面の様子」(問題A)の1問を用いることにした。その理由として、次が挙げられる。

- ①第5学年「電流の働き」(問題B)の予備調査の結果、想定した選択肢⑤を選択しても、指導の内容を「直列つなぎだけではなく、並列つなぎも行う」という記述が多く見られた。この学習は、既に第4学年で学んでおり、第5学年の学習内容ではない。この学年ごとの概念の積み上げの認識が大学生になかったことが原因であると予想され、理科指導経験年数が少ない教師にも、同様なことが起こることが予見される。
- ②第3学年「太陽と地面の様子」(問題A)の予備調査の結果、連関性が有りと想定した選択肢④を選びながらも連関性の認識が見られないものがあったり、選択肢④以外を選んだとしても連関性の認識が見られるものがあったりしたことから、より教師の連関性の認識の有無の実態が読み取れると期待される。なお、問題Bには、問題Aのような記述は見られなかった。

第3節 連関性の認識に関する質問紙調査の結果

第1項 本調査の結果

まず、選択肢番号の人数と記述の分類を行った。その結果は、表3-7となる。

表3-7 小学校教師の連関性の認識に関する調査の結果

選択肢番号	記述分類	人数 (人)		構成比率 (%)	
①	連関性の認識有り	0	12	0	10
	連関性の認識無し	10		9	
	記述無回答	2		2	
②	連関性の認識有り	0	6	0	5
	連関性の認識無し	4		3	
	記述無回答	2		2	
③	連関性の認識有り	0	22	0	19
	連関性の認識無し	21		18	
	記述無回答	1		1	
④	連関性の認識有り	55	57	47	49
	連関性の認識無し	2		2	
	記述無回答	0		0	
⑤	連関性の認識有り	1	4	1	3
	連関性の認識無し	2		2	
	記述無回答	1		1	
選択肢無回答など		16		14	

N=117

※ 構成比率は、小数第一位を四捨五入しており、合計の比率と一致しないことがある。

選択肢①を選んだ教師は12名であり、教師の具体的指導を見ると、「方位磁針を水平に置く。」という指摘が多く見られた。この指摘は、他の問題解決過程との連関性の認識は見られない。他には、「手の上ではなく、記録紙の上に方位磁針を置いて調べる。」「調べたい方向に指を向けるのではなく、方位磁針を固定させたまま方向を調べる。」のように、方位磁針の操作自体に誤りが見られる指摘が見られた。また、記述の無回答は2名であった。

選択肢②を選んだ教師は6名であり、他の選択肢と比較して少なかった。教師の具体的

指導を見ると、「指先の方位だけでなく、4方位を確認する。」という指摘が見られた。この指摘に関しても、他の問題解決過程との関連性の認識は見られない。他には、「調べたい方向に動いたことで、北が方位磁針のSと合っているか確認するように指導する。」のように、方位磁針の操作自体に誤りが見られる指摘が見られた。また、記述の無回答は2名であった。

選択肢③を選んだ教師は22名であり、想定した選択肢以外の中で一番多かった。教師の具体的指導を見ると、「30分ごとの測定だと変化が少ない。」との指摘が多く見られた。この指摘に関しては、測定の幅を広げることにより影の変化を大きくし、結果をとらえやすくするという教師側の配慮がうかがえる。教師は、30分ごとの変化の小ささは理解しているものの、未習の児童は測定経験が無いことから、妥当性が見いだせない。しかしこの指摘は、「観察・実験の構想」の過程内のことであり、他の問題解決過程との関連性の認識は見られない。また、記述の無回答は1名であった。

選択肢④は、問題との関連性の認識について想定した選択肢である。この選択肢を選んだ教師は約半数の57名であった。教師の具体的指導を見ると、「かげの動きから、太陽の動きを考えさせる。」など、適切な教師の具体的指導の指摘が見られた。一方、教師の具体的指導の指摘に、「まだ結論が出ていない。」「かげは太陽と関係しているよ。」が見られたが、他の問題解決過程との関連性の認識は見られないことから、これらは関連性無しと判断した。また、記述の無回答は無かった。

選択肢⑤を選んだ教師は、一番少なく4名であった。教師の具体的指導を見ると、「絵に描かせて、太陽の位置とかげの長さを確認する。」「方角と高さの関係をさらに詳しく考えさせたい。」とあった。これらの指摘に関しても、他の問題解決過程との関連性の認識は見られない。一方、「太陽がどのように動くのかを教える。」という指摘があった。この指摘は、想定した選択肢番号ではないが、太陽の動きをとらえるという問題との関連性の認識が見られることから、関連性有りとした。なお、記述の無回答は1名であった。

表3-7の選択肢無回答などに該当する人数が16名であった。その16名の内、10名が選択せず、記述無回答であった。同じく4名が選択せず、「わかりません。」などの記述をした。同じく2名が、選択をする際に複数の番号を選択していた。一方、予備調査である大学生による回答では、182名中4名が選択肢無回答などであった。本調査の選択肢無回答などの人数の比率と、予備調査の選択肢無回答などの人数の比率に有意な偏りがあるかどうかを明らかにするために、 χ^2 検定を行った。その結果、有意な人数比率の偏りが見

られた ($\chi^2(1)=17.75, p < .01$)。このことから、小学校教師は大学生に比較して、有意に選択問題に回答をしないことが明らかとなった。

第2項 教師の連関性の認識の実態

表 3-7 の結果から、連関性の「認識有り」と「認識無し」の人数を集約すると、表 3-8 のようになった。また、「連関性の認識有り」と「連関性の認識無し」の人数比率に有意な偏りがあるかどうかを明らかにするために χ^2 検定を行ったところ、有意な差が見られなかった ($\chi^2(1)=3.04, n.s.$)。

表 3-8 連関性の認識の有無の人数

	人数 (人)	人数比率 (%)
連関性の認識有り	56	48
連関性の認識無し	39	33
選択肢と記述無回答	22	19

$N=117$

この結果より、具体的な指導場面における問題と結論という問題解決過程の連関性の認識が、小学校教師の半数程度しか得られていないことが明らかとなった。

第3項 連関性の認識と理科指導経験年数との関係

前項では、小学校教師の具体的指導場面で、教師の半数程度しか「問題の設定」の過程と「まとめ」の過程における連関性を認識できていないことが明らかとなった。そこで、教師の連関性の認識の有無と、理科指導経験年数には関係があるか、検討することにした。理科指導経験年数は、第2章同様に10年以下と11年以上の教師に分けて、連関性の有無との関係を調べることにした。その結果を、表3-9に示す。

表3-9 連関性の認識の有無と理科指導経験年数

	認識有りの人数 (人)	認識無し的人数 (人)	合計 (人)
理科指導年数 10 年以下	38	38	76
理科指導年数 11 年以上	13	14	27
合 計	51	52	103

これらの人数比率に偏りがあるかどうかを明らかにするために、 χ^2 検定を行った。その結果、連関性の認識の有無と理科指導経験年数には、統計的に有意な関連は見られなかった ($\chi^2(1)=0.003$, n.s.)。

このことから、理科指導経験年数が増えれば連関性の認識ができるようになるものではないことが推測される。

第4節 第3章のまとめ

本章では、小学校教師の連関性の認識の実態を調査するために、具体的な学習内容を用いた理科の指導場面を提示する質問紙を開発した。その質問紙は、問題解決過程の中で、問題や仮説に正対をしていない結論を調査対象者が指摘し、さらに適切な指導を記述するというものである。これにより、問題や仮説と結論の連関性の認識を測定した。まず、予備調査として教員養成系大学の大学生に対して2問の質問紙で調査を実施した結果、内容の妥当性を確認することができた。また、その2問の結果が同じ傾向を示したことから、どちらか1問の質問紙を使用しても、連関性の認識を測定することが可能であると判断した。

そして、開発した質問紙を用いて、小学校教師に対して連関性の認識に関する調査を実施した。その結果、連関性の認識ができる小学校教師は半数程度であり、問題解決過程の連関性の認識が十分ではないことが明らかとなった。

また、教師の連関性の認識と理科指導経験年数に関係があるとはいえないことが明らかになった。したがって、理科指導経験年数が増えれば、問題解決過程の連関性の認識ができるようになるものではないことが示唆された。

終章

研究の成果と課題

終章 研究の成果と課題

第2章では、理科の問題解決過程において、小学校教師は問題解決の各過程内で完結させた連関性の無い指導は頻繁に行っているものの、問題解決過程の各過程について連関性の有る指導は頻繁には行っていないことが明らかになった。すなわち、問題解決過程を往還した連関性をもたせた指導は、連関性をもたない指導と比較して十分に行われていない可能性があることが示唆された。さらに、連関性をもたせた指導は、理科の指導を重ねることで頻度が高くなるわけではないことが明らかとなった。

第3章では、理科の指導場面において、連関性の認識がある教師は半数程度であることが明らかとなった。さらに、理科指導経験年数が長くなっても、問題解決過程の連関性を認識できるようになるとはいえないことも明らかになった。

本章では、まず、第2章で明らかにした問題解決過程における連関性の指導頻度の実態と、第3章で明らかにした指導場面における連関性の認識の実態との関係性を明らかにする。このことにより理科の問題解決過程における小学校教師の連関性の指導の実態を見いだし、連関性の指導に関する小学校教師に求められる今後の課題を論じる。そして最後に、本研究全体の成果と課題を述べる。

第1節 連関性をもたせた指導頻度と連関性の認識との関係

本節では、問題解決過程に連関性をもたせた小学校教師の指導頻度と指導場面における連関性の認識の関係を検討する。第2章で開発した質問紙には、第3章の指導場面と一致する、「まとめや結論が問題の答えに対応しているか確かめる時間を設けている。」という質問項目がある。そのため、本節では、第2章のこの質問項目の回答結果と第3章の調査結果との関係を明らかにすることとした。この両者の関係性を整理すると、表4-1のようになり、表中の①、②に該当する教師は、以下のように解釈できる。

- ①日常の理科指導において、「問題の設定」と「まとめ」の過程との連関性をもたせた指導を頻繁に行っている教師は、問題に正対した結論を導出する連関性の認識が有る。あるいは、連関性の認識が有る教師は、連関性をもたせた指導を頻繁に行っている。
- ②日常の理科指導において、「問題の設定」と「まとめ」の過程との連関性をもたせた指導を頻繁に行っていない教師は、問題に正対した結論を導出する連関性の認識が無い。あるいは、認識が無い教師は、連関性をもたせた指導を頻繁に行っていない。

表 4-1 連関性をもたせた指導頻度と連関性の認識の関係

		「問題の設定」と「まとめ」の 連関性をもたせた指導頻度	
		高い	低い
指導場面における 連関性の認識	有り	①	
	無し		②

以上のような考え方にに基づき、連関性をもたせた指導頻度と連関性の認識の関係については、①あるいは②に該当する教師が多いか否かを検証することとした。

前述のように、指導頻度については、第2章で開発した質問紙の45番の項目の回答結果を用い、認識については、第3章の結果を用いて、表4-2を作成した。なお、表4-2では、指導頻度は「高い」「低い」の2分類ではなく、質問紙における5件法をそのまま採用し、各選択肢の選択人数を示すことにした。

表 4-2 「問題の設定」と「まとめ」の連関に関わる指導頻度と連関性の認識との関係

45「まとめや結論が問題の答えに対応しているか確かめる時間を設けている。」	選択された指導頻度の人数 (人)					合計 (人)
	1	2	3	4	5	
連関性の認識有り	16	22	10	8	0	56
連関性の認識無し	13	21	14	9	4	61
合 計	29	43	24	17	4	117

※ 質問紙 5 件法にて「1:毎回, 行っている」「2:ほぼ毎回, 行っている」「3:どちらともいえない」「4:ときどき, 行っている」「5:ほぼ行わない」と設定した。

これらの人数に偏りがあるか調べるために, Fisher の直接確率検定を行った。その結果, 連関性をもたせた質問項目である, 45「まとめや結論が問題の答えに対応しているか確かめる時間を設けている。」の指導頻度と指導場面における連関性の認識の有無には, 有意な差は見られなかった ($p = .34, n.s.$)。

このことから, 「まとめや結論が問題の答えに対応しているか確かめる時間を設けている。」という指導を頻繁に行っている小学校教師が, 指導場面において連関性の認識ができているとはいえないことが示唆された。同様に, 指導場面において連関性の認識ができている小学校教師が, このような指導を頻繁に行っているとはいえないことも示唆された。

この分析から, 問題解決過程における小学校教師の連関性の指導頻度と指導場面における連関性の認識には, 直接の関係があるとはいいがたい。つまり, 小学校教師は, 理科の問題解決過程における連関性の意義や意味を理解し, それを遂行している状態にはないといえる。しかし, 小学校教師が連関性の意義や意味を理解することが最終的な目標ではなく, 教師が理科の問題解決過程の連関性を理解して授業で具現化し, 児童の問題解決の能力を高めることが求められる。そのために, 小学校教師は問題解決過程の連関性の意義や意味を理解することが必要であると考えられる。本研究において, 連関性の指導は, 理科指導経験年数を重ねればできるようになるものではないことも明らかになった。そこで, 連関性の理解の第一歩として, 教員養成課程の大学生のみならず, 現職の小学校教師に対しても, 理科の問題解決における各過程間の連関性の意義や意味を理解するための研修などが求められる。

第2節 本研究の成果

本研究では、小学校の教師を対象とした理科の問題解決過程における連関性の指導に関する実態を明らかにするために、次の3つの目的を設定した。

- (1) 問題解決過程における連関性をもたせた指導の頻度を解明する。そして、その指導頻度と理科指導経験年数との関係を明らかにする。
- (2) 指導場面における連関性の認識を解明する。そして、その連関性の認識と理科指導経験年数との関係を明らかにする。
- (3) 連関性をもたせた指導頻度と連関性の認識の有無との関係を明らかにする。

これらの目的を達成するために、以下の5つの段階で研究を展開し、主として、次のような成果を得られた。

- ① 日常の理科の問題解決過程における、小学校教師の連関性をもたせた指導の頻度を測る調査質問紙を開発した。
- ② ①で開発した調査質問紙を小学校教師に対して実施し、教師の連関性をもたせた指導の頻度を分析した。その結果、小学校教師は連関性をもたせた指導は、連関性をもたない指導と比較して頻繁には行われていないことが示唆された。さらに、連関性をもたせた指導頻度は、理科指導経験年数と関係があるか分析した。そして、両者には関係があるとはいえないことが示唆された。
- ③ 問題解決過程の連関性のうち、「問題の設定」と「まとめ」の連関性に焦点化して、具体的な指導場面における連関性についての小学校教師の認識を測る調査質問紙を開発した。
- ④ ③で開発した調査質問紙を小学校教師に対して実施し、教師の連関性の認識を分析した。その結果、連関性の認識ができる小学校教師は半数程度であり、問題解決過程の連関性の理解が十分でないことが示唆された。さらに、連関性の認識の有無は、理科指導経験年数と関係があるか分析した。そして、両者には関係があるとはいえないことが示唆された。
- ⑤ 日常の問題解決過程における小学校教師の連関性をもたせた指導頻度と指導場面での連関性の認識の有無との関係を分析した。その結果、連関性をもたせた指導頻度と連関性の認識の有無とは関係があるとはいえないことが示唆された。

最後に、本研究の独自性をまとめておく。第一に、理科の問題解決の活動を問題解決の各過程の連関性という視点で捉えたということである。そして第二に、この考え方に基づ

き、次の2つの質問紙を開発した。

①連関性をもたせた指導頻度と連関性をもたない指導頻度を5件法によって問う調査質問紙。

②問題解決過程の連関性の中でも、「問題の設定」の過程と「まとめ」の過程との連関性に特化し、具体的な指導場面での連関性の認識を尋ねる調査質問紙。

第三に、これら2つの質問紙を用いて、100名を超える小学校教師に対して調査を実施し、連関性の指導の実態を明らかにしたことである。

第3節 今後の課題

本研究では、小学校教師を対象に、理科の問題解決過程における連関性の実態を明らかにしてきた。最後に、残された課題について論じる。

まず、第2章の調査では、調査対象者である小学校教師の連関性に関する日常での指導の頻度を5件法にて尋ねた。つまり、この指導頻度とは、調査対象者自身による申告であるため、実際に指導されているか否かは厳密には測定できていない。これは質問紙調査による限界であり、指導の実態とは異なる可能性がある。本研究では、連関性をもたせた指導頻度と理科指導経験年数の間には関係があるとはいえないと結論付けたが、質問紙調査というこのような限定的な条件の下での結論であることを付記しておく。また、連関性の認識に関しては、「問題の設定」と「まとめ」の過程の連関に焦点化して調査を行ったが、問題解決過程の連関性は、「問題の設定」と「まとめ」の過程との連関性だけではない。それ以外の連関性に関しては調査していないため、今後の課題となる。

本研究は児童の問題解決の能力を高めることを目指した研究の最初の段階として、教師の連関性の指導の実態を明らかにすることを目的としていた。そして、連関性をもたせた指導頻度も連関性の認識も理科指導経験年数とは関係があるとはいえないことを明らかにした。さらに、連関性をもたせた指導の頻度と連関性の認識とは関係があるとはいえないという結論を導いた。

これらの結論から、小学校教師が問題解決の各過程の連関性の意義や意味を理解できるような研修が今後、求められるといえる。その研修の内容や方法を具体的に提案することが、次の研究課題となる。そして、小学校教師が連関性の意義や意味を理解したうえで、資料4-1に例示するような指導ができるようになることが望まれる。さらに、連関性をもたせた指導を実践することで、児童の問題解決の能力が向上するかどうかについても検証しなければならない。

引用・参考文献一覧

- 中央教育審議会 (2016), 「資料 3-5 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 (案)) (3/6)」 pp.4-8, 文部科学省 (文部科学省, http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/giji/_icsFiles/afieldfile/2016/12/26/1380853_02.pdf 閲覧日 2018 年 4 月 30 日)
- 五島政一・小林辰至 (2009), 「W 型問題解決モデルに基づいた科学的リテラシー育成のための理科教育に関する一考察 ―問題の把握から考察・活用までの過程に着目して―」 『理科教育学研究』 Vol.50, (2), pp.39-50.
- 東臈代次郎 (2012), 「小学校理科における主体的問題解決力の育成に関する実践研究―理科と実生活の効果的な接続に関わって―」, 『奈良教育大学教職大学院研究紀要「学校教育実践研究」』 Vol.4, pp.1-10.
- 石川直紀・山口陽弘・石川克博 (2012), 「中学校理科における科学的思考力を高める指導法―仮説評価スキーマ学習を用いて, 結果と考察を分けて記述することに着目して―」, 『群馬大学教育実践研究』 Vol.29, pp.211-217.
- 角屋重樹 (2013), 『なぜ, 理科を教えるのか―理科教育がわかる教科書―』 pp.49-60, 文溪堂.
- 木下博義・松浦拓也・清水欽也・寺本貴啓・角屋重樹 (2012a), 「理科学習における観察・実験結果の考察に関する調査研究―中学生を対象者とした質問紙調査をもとに―」 『日本教科教育学会誌』 Vol.35, (1), pp.1-9.
- 木下博義・松浦拓也・清水欽也・寺本貴啓・角屋重樹 (2012b), 「理科における観察・実験結果の考察に関する子どもの学習実態と要因構造の分析―小学生と中学生との比較の視点から―」 『理科教育学研究』 Vol.53, (1), pp.29-38.
- 小林寛子 (2013), 「理科の観察・実験を通じた問題解決活動における教師の指導と有効性の認知の影響」 『日本教育工学会論文誌』 Vol.37, (1), pp.57-66.
- 国立教育政策研究所 (2013), 「社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則 [改訂版]」, 教育課程の編成に関する基礎的研究 報告書 5, pp.13-15. (文部科学省, <https://www.nier.go.jp/kaihatsu/pdf/Houkokusho-5.pdf> 閲覧日 2018 年 4 月 30 日)

- 国立教育施策研究所 (2016), 「資質・能力 [理論編] (国研ライブラリー)」 pp.22-32, 東洋館出版.
- 隈部悟・松浦拓也 (2012), 「理科における考察する力の育成に関する研究—大学生の実態調査を中心として—」『日本理科教育学会全国大会要項』 Vol.62, p.292.
- 三宅なほみ (2014), 「21 世紀型スキル: 学びと評価の新たなかたち」 pp.205-208, 北大路書房.
- 文部科学省 (2011), 「小学校理科の観察, 実験の手引き」 pp.13-16, 文部科学省, (文部科学省, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2012/01/12/1304649_1_1.pdf , 閲覧日 2018 年 4 月 30 日)
- 文部科学省 (2017), 『小学校学習指導要領解説 理科編』 pp.12-19, 東洋館出版.
- 中城満・楠瀬弘哲・国澤亜矢・川崎謙 (2015), 「「結果と結論の区別」に関する小学校理科教員の意識調査に関する考察」『日本科学教育学会年会論文集』Vol.39. (0) pp.324-325.
- 中山貴司・川崎弘作 (2016), 「主体的・協働的な学びを生み出す理科学習指導法の工夫～第3学年「磁石の性質」において～」『日本科学教育学会研究会研究報告』Vol.30, (8), pp.73-78.
- 田代見二・徳永悟・小石紀博・猿田祐嗣・中山 迅 (2012), 「ともに科学的な見方や考え方に高め合う理科学習「第5学年単元『流れる水のはたらき』の実践をとおして」, 『日本科学教育学会研究会研究報告』 Vol. 27, (1) , pp.93-96.
- 東京都教育委員会 (2014), 「平成 25 年度 小学校 教育研究員報告書 理科」, (東京都教職員研修センター, <https://www.kyoiku-kensyu.metro.tokyo.jp/09seika/reports/files/kenkyuin/sho/rika/h25sho-rika.pdf> 閲覧日 2019 年 11 月 5 日)
- 東京都教育委員会 (2015), 「平成 26 年度 小学校 教育研究員報告書 理科」, (東京都教職員研修センター, <https://www.kyoiku-kensyu.metro.tokyo.jp/09seika/reports/files/kenkyuin/sho/rika/h26sho-rika.pdf> 閲覧日 2019 年 11 月 5 日)
- 東京都教育委員会 (2016), 「平成 27 年度 小学校 教育研究員報告書 理科」, (東京都教職員研修センター, <https://www.kyoiku-kensyu.metro.tokyo.jp/09seika/reports/files/kenkyuin/sho/rika/h27sho-rika.pdf> 閲覧日 2019 年 11 月 5 日)
- 東京都教育委員会 (2017), 「平成 28 年度 小学校 教育研究員報告書 理科」, (東京都教職員研修センター, https://www.kyoiku-kensyu.metro.tokyo.jp/09seika/reports/files/kenkyuin/sho/rika/204_sho_rika.pdf 閲覧日 2019 年 11 月 5 日)

- 東京都教育委員会 (2018), 「平成 29 年度 小学校 教育研究員報告書 理科」, (東京都教職員研修センター, <https://www.kyoiku-kensyu.metro.tokyo.jp/09seika/reports/files/kenkyuin/sho/rika/h29sho-rika.pdf> 閲覧日 2019 年 11 月 5 日)
- 山崎光洋 (2016), 「小学校理科における授業改善の試み—観察・実験を支援する教材と活動の工夫—」, 『岡山大学教師教育開発センター紀要』 Vol.6, pp.87-96.

(資料2-1) 問題解決過程における連関性の指導頻度を測る質問紙

理科の学習指導に関するアンケート

○お願い

1. この調査は、先生方がどのようなことを意識されて、理科の学習指導を行っているのかを知るためのものです。
2. この調査は、1. の目的以外に使用をしません。
3. 調査結果は統計的なデータ処理をし、個人が特定されることはありません。
また、処理後は全て廃棄いたします。
4. 理科を担当していない先生は、指導をするならどのように行うのかという仮定で答えてください。

調査実施者：東京都江戸川区下小岩小学校

阪本 秀典

回答の際は、下記のように1, 2, 3, 4, 5のうちから1つ選び、番号に○をつけてください

項目		毎回、 行っている	ほぼ毎回、 行っている	どちらとも いえない	ときどき、 行っている	ほぼ、 行わない
例	理科の時間に観察・実験を入れている。	1	2	3	④	5

() 年担任 または () 科 (男性 ・ 女性)

教職経験年数 () 年 理科学習指導年数 () 年

※経験年数は、今年度末を基準として記述をお願いします。

以下の1～46の項目はあなたにどの程度あてはまりますか。もっともあてはまるものを

1, 2, 3, 4, 5のうちから1つ選び、番号に○をつけてください。

項目	理科の学習指導を行うときに 次のことをどのくらい行っていますか。	毎回、 行っている	ほぼ毎回、 行っている	どちらとも いえない	ときどき、 行っている	ほぼ、 行わない
1	複数のグループの観察・実験の結果から、学級で一つの結果にしている。	1	2	3	4	5
2	他のグループの観察・実験の結果を共有し、それを実験結果として考えさせている。	1	2	3	4	5
3	日常生活と照らし合わせて、結論を見いださせている。	1	2	3	4	5
4	見いだした結論を、日常生活にあてはめて考える時間を設けている。	1	2	3	4	5
5	実験の結果は、表の書かれたワークシートなどを用いて記録しやすくしている。	1	2	3	4	5
6	まとめや結論が問題の答えに対応しているか確かめる時間を設けている。	1	2	3	4	5
7	観察・実験の結果が正しく記録をされているか、机間指導を行っている。	1	2	3	4	5
8	予想や仮説に対応している観察・実験になっているかを子どもに考えさせて、計画を立てさせている。	1	2	3	4	5
9	教科書を参考にして、問題をつくっている。	1	2	3	4	5
10	複数回の観察・実験の結果の誤差を考えさせている。	1	2	3	4	5
11	関係性が見えるように、観察・実験の結果を計算したり、グラフ化したりしている。	1	2	3	4	5
12	他のグループの観察・実験の結果を共有し、学級全体で見えるようにしている。	1	2	3	4	5
13	学級やグループでの話し合いで、予想や仮説の修正をさせている。	1	2	3	4	5
14	子どもに観察・実験の目的を意識させながら、計画を立てさせている。	1	2	3	4	5
15	観察や実験の前に、学級やグループでどのような予想をもっているのか発表させている。	1	2	3	4	5

項目	理科の学習指導を行うときに 次のことをどのくらい行っていますか。	毎回、 行っている	ほぼ毎回、 行っている	どちらとも いえない	ときどき、 行っている	ほぼ、 行わない
16	結果から分かったことを発表させたり、ノートに書かせたりしている。	1	2	3	4	5
17	計画通り行われているか、子どもに振り返りさせながら、観察・実験を行わせている。	1	2	3	4	5
18	単元の導入では、子どもがあっと驚くような事象を見せている。	1	2	3	4	5
19	考察の際、観察・実験が計画通り行われていたか、発表させたり、ノートに書かせたりしている。	1	2	3	4	5
20	興味を引く事象を見せて、子どもの自由な発想で問題をつくらせている。	1	2	3	4	5
21	自然の事物・現象から、子どもに問題をつくらせている。	1	2	3	4	5
22	正しく観察・実験が行われているか、机間指導を行っている。	1	2	3	4	5
23	自分の行った一連の観察・実験活動を振り返る時間を設けている。	1	2	3	4	5
24	期待した結果が出なかった時、観察・実験の方法の見直しをさせる時間を設けている。	1	2	3	4	5
25	予想や仮説と実験の結果を比べて正しかったか否か判断させている。	1	2	3	4	5
26	自分と他のグループとの観察・実験の結果の違いを考えさせている。	1	2	3	4	5
27	観察・実験に必要な器具の指導をして実験計画を立てている。	1	2	3	4	5
28	観察・実験の結果が、何と何に関係があるのかについて発表させたり、ノートに書かせたりしている。	1	2	3	4	5
29	予想や仮説が、問題に対応させたものになっているか考えさせている。	1	2	3	4	5
30	観察は、絵と文で記録させている。	1	2	3	4	5
31	結果と考察を分けて発表させたり、ノートに書かせたりしている。	1	2	3	4	5

項目	理科の学習指導を行うときに 次のことをどのくらい行っていますか。	毎回、 行っている	ほぼ毎回、 行っている	どちらとも いえない	ときどき、 行っている	ほぼ、 行わない
3 2	子ども自身に予想や仮説と関連付けながら、観察・実験を行わせている。	1	2	3	4	5
3 3	観察・実験の結果に、どのような因果関係があるのかについて発表させたり、ノートに書かせたりしている。	1	2	3	4	5
3 4	新たに見いだした問題を、発表させたり、ノートに書かせたりしている。	1	2	3	4	5
3 5	予想や仮説にもとづいた結果の整理の仕方を考えさせている。	1	2	3	4	5
3 6	見いだした結論が、学級で共有できるかどうか考える時間を設けている。	1	2	3	4	5
3 7	予想や仮説の根拠を発表させたり、ノートに書かせたりしたりしている。	1	2	3	4	5
3 8	観察や実験の前に、どのような結果になるか予想を発表させたり、ノートに書かせたりしている。	1	2	3	4	5
3 9	問題を設定する際に、子どもが予想や仮説をもちやすい問題にしている。	1	2	3	4	5
4 0	問題を設定する際に、子どもが実験方法を発想しやすい問題にしている。	1	2	3	4	5
4 1	教科書を参考にして、観察・実験の計画を立てている。	1	2	3	4	5
4 2	予想した結果が出ず、実験方法が正しい場合、予想や仮説に振り返る時間を設けている。	1	2	3	4	5
4 3	前の学習や日常生活から予想や仮説を発表させたり、ノートに書かせたりしている。	1	2	3	4	5
4 4	考察の際、観察・実験の目的に振り返って、発表させたり、ノートに書かせたりしている。	1	2	3	4	5
4 5	複数回の観察・実験ができるものは行わせている。	1	2	3	4	5
4 6	子どもの力で、観察・実験の計画を立てさせている。	1	2	3	4	5

(資料3-1) 指導場面における連関性の認識を測る質問紙(問題A)

○小学校第3学年に、「太陽と地面の様子」という学習があります。学習指導要領には次のように記されています。

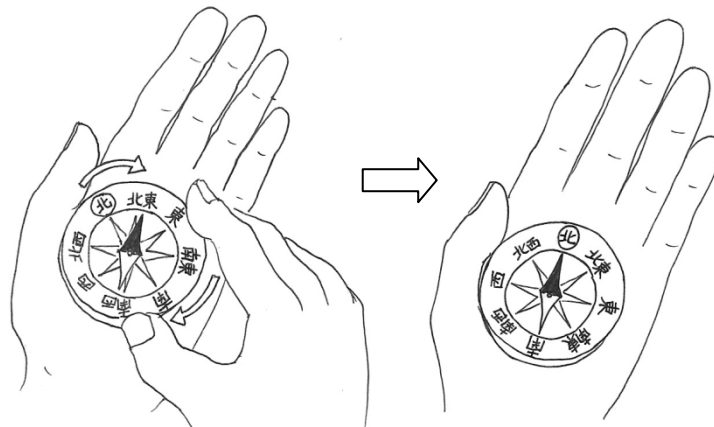
日陰の位置の変化や、日なたと日陰の地面の様子を調べ、太陽と地面の様子との関係についての考えをもつことができるようにする。

ア 日陰は太陽の光を遮るとでき、日陰の位置は太陽の動きによって変わることを。

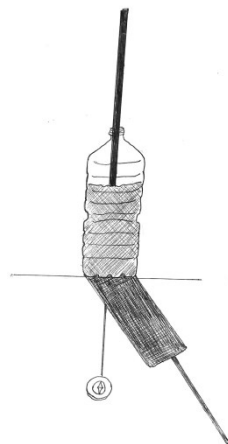
(内容の取扱い)

「太陽の動き」については、太陽が東から南を通過して西に動くことを取り扱うものとする。また、太陽の動きを調べるときの方位は東、西、南、北を扱うものとする。

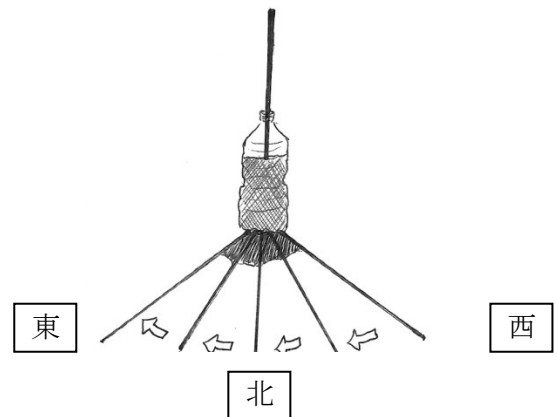
学級全体での「太陽は、一日でどのように動いているのだろうか。」という問題に対して、多くの実際の授業では、次のような観察が行われます。



<最初に、方位を確認する>



<立てた棒のかげを記録する>



<時間ごとにかげを記録する>

子どものやりとりは以下の通りです。

A子：最初に観察場所の方位を調べないといけないね。

B男：①方位磁針を手のひらにのせて、調べたい方向に指を向けよう。

C子：方位磁針を回転させて、赤い針先と北を合わせよう。

D男：②指先が向いている方向を方位磁針から読み取ろう。

A子：北の方位がわかったら、記録用紙の真ん中に棒を立てよう。

B男：棒を立てることによってできたかげを、うつして記録しよう。

C子：午前から午後にかけて、かげの動きを記録したら良いかな。

D男：1時間ごとに記録しようか。

A子：③30分ごとの記録でも良いんじゃない。

B男：5回分の記録が取れたね。

C子：時間によって、かげの方向が動くね。

D男：このことから、④かげは西から北側を通過して、東に動いていくという結論
が見いだせるね。

A子：かげをよく見ると、午前から正午ころにかけてかげがだんだんと短くなり、
正午ころから午後にかけてだんだん長くなるよ。

B男：かげの長さは、⑤太陽の高さと関係があるのかな。

指導が必要だと思われる部分が①～⑤の中に1つあります。指導が必要な番号を選び、その具体的な指導を記してください。

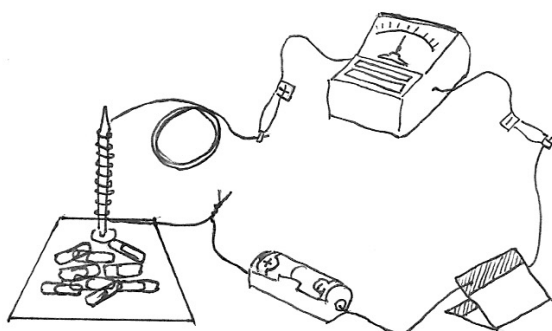
指導が必要な番号	どのような指導をしますか

(資料3-2) 指導場面における関連性の認識を測る質問紙(問題B)

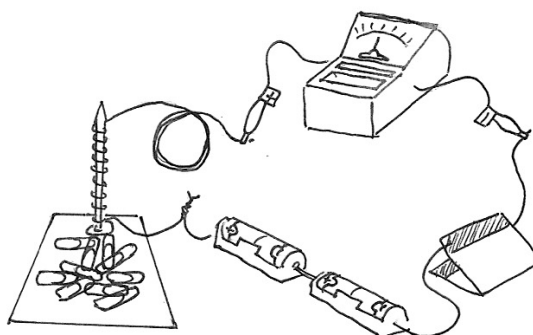
○小学校第5学年に、「電流の働き」という学習があります。学習指導要領には次のように記されています。

電磁石の導線に電流を流し、電磁石の強さの変化を調べ、電流の働きについての考えをもつことができるようにする。
イ 電磁石の強さは、電流の強さや導線の巻数によって変わることを。

多くの実際の授業では、下のような実験装置で行われます。



【A：最初は、乾電池1個】



【B：次に、乾電池2個】

学級全体での「電磁石を強くするには、どのようにしたらよいのだろうか。」という問題に対して、「電流の強さを大きくしたら、電磁石が強くなるのではないか。」という仮説を立てました。

子どものやりとりは以下の通りです。

A子：【A：最初は、乾電池1個】実験を行う前に、回路ができているか確かめよう。

B男：乾電池を新しくした方が良くない。

C子：①簡易検流計が水平に置かれていて、針は0を示しているか確かめよう。

D男：スイッチを入れて、クリップがいくつ引き付けられるか確かめよう。

A子：簡易検流計は1.2を示していたよ。

B男：引き付けられたクリップは3つだよ。

C子：1回だけではなく、何回かやってみよう。

D男：②違う人でもやった方が良くない。

A子：検流計は1.2を示したよ。さっきと同じだ。

B男：引き付けられたクリップは4つだよ。

C子：結果は、③表にして記録した方がよいね。

D男：【B：次に、乾電池2個】今度は乾電池を2個にして調べてみよう。

A子：検流計は1.7を示しているよ

B男：クリップは8個引き付けられたよ。

C子：2回目もやったら、1.7を示しているよ。

D男：今度は9個引き付けられたよ。

A子：④他のグループの結果も見ないといけないよね。

B男：どのグループも乾電池が1個の時は、引き付けられるクリップの数が少なかったよ。

C子：1つのグループが、電池が1個の時の結果が少し違ったけれど、2個の時は引き付けられるクリップの数が多かったよ。

D男：この実験から、⑤電磁石は乾電池2個を直列つなぎでつないだときに、クリップを多く引き付けるという結論が見いだせるね。

指導が必要だと思われる部分が①～⑤の中に1つあります。指導が必要な番号を選び、その具体的な指導を記してください。

指導が必要な番号	どのような指導をしますか

(資料4-1) 5年「電流の働き」での連関性をもたせた指導例

学習内容	予想される子どもの反応	教師の支援・手立て
<p>【①問題の設定】 電磁石の強さは、どのような要因で変わるのかという問いをもつ。</p>	<p>・2つの電磁石を見て、違う点と同じ点を見て、違いが起きる原因を考える。</p> <p>問題を設定する際に、子どもが予想や仮説をもちやすい問題にするため。</p> <p>・電流の大きさを変えると、電磁石の強さは強くなるかな。 ・導線の巻数を多くすると、電磁石の強さは強くなるかな。</p> <p>問題を設定する際に、子どもが実験方法を発想しやすい問題にするため。</p> <p>・電流の大きさを変えて、調べよう。 ・導線の巻数を変えて、調べよう。</p>	<p>・見た目が同じで強さの違う電磁石を提示し、何の要因で電磁石の強さが変わるのか、考えさせる。</p> <p>・何と何の関係を調べたら、その考えを確かめられるか、考えさせる。</p>
<p>【②予想や仮説の設定】 電磁石の強さは、どのようにしたら強くすることができるのか、要因を予想し、仮説を設定する。</p>	<p>・電流の大きさを大きくすれば電磁石の強さが強くなるのではないか。 ・導線の巻数を多くすれば、電磁石の強さが強くなるのではないか。</p> <p>予想や仮説が、問題に対応させたものになっているか考えさせるため。</p> <p>・電流を大きくして、電磁石の強さが強くなれば、自分の予想が確かめられます。 ・導線の巻数を多くして、電磁石の強さが強くなれば、自分の予想が確かめられます。</p> <p>観察や実験の前に、どのような結果になるか予想を発表させたり、ノートに書かせたりするため。</p>	<p>・何を調べるための問題なのか再確認すると共に、それに則した予想や仮説になっているか、考えさせる。</p> <p>・どのような結果になれば自分の予想が確かめられるのか、結果の予想をもたせる。</p>

<p>【③観察・実験の構想】 仮説に基づき、どのような実験の構想をすれば仮説の検証ができるのか計画する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・電流の大きさだけを変えて、電磁石の強さが変わるかという実験を行えば、自分の予想が確かめられます。 ・導線の巻数だけを変えて、電磁石の強さが変わるかという実験を行えば、自分の予想が確かめられます。 	<ul style="list-style-type: none"> ・調べたい条件だけを変えてそれ以外は条件を同じにした計画をしているか確かめるように助言する。 ・この実験で、何と何との関係を調べることが、自分の予想を確かめることになるか、考えさせる。
<p>【④観察・実験の実行】 実験構想に基づいて、適切に実験を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・実験計画にそって、実験を複数回行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・計画通りの実験になっているか、確かめるように助言する。 ・何を調べるために、何と何との関係に着目して実験を実行するのか意識化させる助言をする。
<p>【⑤結果の整理】 仮説に基づいた、結果の整理を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果を表にまとめる。 ・どのような表にまとめたら良いかな。 	<ul style="list-style-type: none"> ・何と何との関係を調べているのかを再確認し、その関係が見やすくなる表にするように助言する。 ・期待した結果が出なかった時には、実験の方法が正しく行われていたのか、他のグループの結果なども参考に検討させる。

子どもに観察・実験の目的を意識させながら、計画を立てさせるため。

予想や仮説に対応している観察・実験になっているかを子どもに考えさせて、計画を立てさせるため。

計画通り行われているか、子どもに振り返りさせながら、観察・実験を行わせるため。

子ども自身に予想や仮説と関連付けながら、観察・実験を行わせるため。

予想や仮説にもとづいた結果の整理の仕方を考えさせるため。

期待した結果が出なかった時、観察・実験の方法の見直しをさせるため。

<p>【⑥考察】 得られた結果を基に、実験が適切に実施されたかを検討し、仮説が確認されたか、反証されたかを判断する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・複数回行われた実験結果を平均する、棒グラフに表すなど、仮説に沿った結果が見やすいように整理する。 <p>考察の際、観察・実験の目的に振り返って、発表させたり、ノートに書かせたりするため。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・他のグループの数値やグラフはどうなったかな。 <p>考察の際、観察・実験が計画通り行われていたか、発表させたり、ノートに書かせたりするため。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・結果の予想とは違う結果になったな。実験方法が違っていたのかな。 <p>予想した結果が出ず、実験方法が正しい場合、予想や仮説に振り返る時間を設けている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・仮説に基づいた、結論を見いだす。 <p>予想や仮説と実験の結果を比べて正しかったか否かを判断させるため。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・算数科の学習状況を勘案したり、計測誤差の扱いに関する指導者の意図を勘案したりすることにより、平均か棒グラフかを選択する。仮説に対して、グラフの軸の置き方なども考えさせる。 ・実験方法が適切であったか、結果の予想、他のグループの結果から妥当性や再現性の検討をさせる。 ・実験方法が正しく、結果の予想と異なる場合は、仮説そのものが正しかったか、否かについて検討させる。 ・実験方法が正しく、結果の予想と一致した場合には、仮説が確認されたと判断し、一致しない場合には、反証されたと判断させる。
<p>【⑦まとめ】 問題や仮説に対応した結論を見いだす。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・問題や仮説の対応した結論を導く。 <p>まとめや結論が問題の答えに対応しているか確かめる時間を設けるため。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・仮説の設定、実験の構想、実験の実施、得られた結果の検討、結果の整理などから、適切な結論を見いだす。 <p>自分の行った一連の観察・実験活動を振り返るため。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・問題の文や仮説の文に対応した結論の文を導き出しているか確認し、個人の結論、そして学級の結論を導く。 ・実験の目的に沿って、問題解決の過程が適切に行われたか、検討を行う。また、クリティカルな視点により、一連の問題解決活動を振り返りをさせる。

謝 辞

本論文の作成にあたっては、多くの先生方の多大なるご指導を賜りました。まず、終始一貫して、親身で丁寧なご指導やご助言をいただいた、主任指導教員である角屋重樹教授、副主任指導教員である稲田結美准教授、池野範男教授、そして雲財寛助教に感謝を申し上げます。社会人大学院生として受け入れていただき、電子データでのご指導が多い中で、どれだけの先生方のお時間を取らせてしまったことか。本当にありがとうございました。そして、大妻女子大学石井雅幸教授にも感謝をいたします。質問紙の作成、そして実施に向けてたくさんのご尽力をいただきました。また、ゼミでたくさんのご指摘をいただいた研究室の方々にも感謝申し上げます。

そして、調査質問紙のご協力をいただきました、石川県、東京都の小学校の先生方、予備調査に協力してくださった学生さん方、ここに記して感謝の意を表します。

最後に、現職小学校教師を行いながら、社会人大学院生として支えてくれた家族に改めて感謝いたします。

2019年11月18日

阪本 秀典