

学 位 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

1. 申請者氏名	向 井 大 喜
2. 審査委員	主 査：(兵庫教育大学教授) 松本 伸示 副主査：(岡 山 大学教授) 稲田 佳彦 委 員：(岡 山 大学教授) 喜多 雅一 委 員：(兵庫教育大学教授) 庭瀬 敬右 委 員：(兵庫教育大学教授) 溝邊 和成
3. 論文題目	科学的探究における仮説形成支援方略の開発
4. 審査結果の要旨	教科教育実践学専攻自然系教育連合講座 向井大喜 から申請のあった学位論文について、兵庫教育大学学位規則第16条に基づき、下記のとおり審査を行った。 論文審査日時：令和 3年 2月7日(日) 13時00分～14時30分 場所：オンライン 1. 学位論文の構成と概要 本論文は、序章及び終章を含め、6つの章から構成されている。 序章 問題の所在及び研究の目的・方法 1 問題の所在 ・日本の理科教育における「探究」の変遷 ・理科教育における「仮説」と科学的探究に関わる課題 ・「探究の過程」 ・仮説形成への支援・評価の必要性 ・仮説検証における演繹的推論の必要性 ・理科教育における科学的探究に関わる3つの課題 2 研究の目的・方法と各章の構成 第1章 科学的探究における仮説形成の諸理論 1.1 本章の目的および研究の手順 1.2 仮説とは何か 1.3 理科教育における「仮説」 1.4 理科教育用W型問題解決モデル 1.5 「仮説形成プロセス」の提案 1.6 科学的探究の過程に関わるメタ認知 1.7 メタ認知的モニタリング及びコントロール 第2章 仮説形成プロセスによる仮説形成過程の評価 2.1 本章の目的および研究の手順 2.2 調査対象となる実践の授業方略 2.3 結果とその分析 第3章 仮説形成プロセスに基づく仮説形成支援方略 3.1 本章の目的および研究の手順

3.2 支援モデルを基にした支援方略の開発 3.3 支援方略の実践

3.4 結果と考察

3.5 発話プロトコルによる介入支援の検討

第4章 仮説検証段階における演繹的思考過程

4.1 本章の目的および研究の手順

4.2 論理的視点に基づく理科教育の実践研究

4.3 仮説演繹法における論理学

4.4 探究活動における検証活動の調査

4.5 分析から想定される検証活動の課題

終章 科学的探究を学校現場で促進するために

1 研究から得られた知見

- ・ 仮説形成プロセスによる探究活動の評価
- ・ 仮説形成プロセスに基づく支援モデル
- ・ 演繹的思考から見る仮説検証の実態

2 学校現場で科学的探究を促すための提言

- ・ 探究の段階性を意識した科学的探究の指導・支援
- ・ 仮説形成における発想的思考および検証における演繹的思考過程の促進と評価
- ・ 本研究の課題と展望

「探究」を重視した理科教育は、「探究の過程」あるいは「探究的な学び」と、言葉を変えながら脈々と続いている。新高等学校学習指導要領解説理科編・理数編においては、改訂の趣旨及び要点に「課題の把握（発見）、課題の探究（追究）、課題の解決」という、「探究の過程」の3段階が明示され、はじめに「課題の把握（発見）」という仮説を形成する探索的段階が示された。本研究では、この仮説を形成する探索的段階に焦点を当て学習者の実態を調査し、この活動を支援する方略の開発、および学習者にどのような思考の課題が存在するのかを研究課題とした。

本研究の目的は、科学的探究における、1:仮説形成を評価できるモデル及び評価指標の開発、2:仮説形成段階を促す支援モデルの開発、3:仮説検証に伴う思考過程で生じる課題の特定の3つである。これらを通し、科学的探究における仮説形成を促進する支援方略を開発し、仮説検証で生じる学習者の課題を明らかにする。

上記目的達成のために、「紙コップの不思議」、あるいは「オブラートを手のひらに乗せると動く」という探究課題を設定し、高等学校・SSH校の生徒や大学生に探究活動を行わせた。そして、探究活動の前半の試行錯誤を繰り返しながら仮説形成に至る過程を、個人のプロトコル及び班の活動、形成された仮説をもとに分析した。

本研究によって、以下の知見が得られた。

- (1) 仮説形成プロセスに基づく科学的探究の評価により、学習者には以下のような過程が生じていることが明らかになった。
 1. 実験素材への「操作」を通して、「要素の抽出」が生じる。
 2. 要素に説明付けすることで、「説明仮説の生成」が生じる。
 3. 説明仮説から演繹することで「作業仮説の生成」が生じる。
- (2) 停滞している学習グループでは「要素の抽出」が繰り返され「説明仮説の形成」へ進まず、演繹的探究への移行が起らなかった。
- (3) 仮説形成プロセスに基づく科学的探究への支援モデルを学習者に適用したところ、以下のことが確認された。
 1. 仮説に要素を付け加える形で、新たな仮説を形成する学習者が増加した。
 2. グループの探究が、探索的活動から検証的活動へと移行する傾向が見られた。
- (4) 科学的探究において仮説の検証方法を記述させ、論理的観点から分析した結果、状況Aにおける現象Bを生じさせる要因Xについて検証する際に、以下の困難が学習者に存在することが明らかになった。
 1. 三段論法における小前提にあたる「AならばX」を妥当に推論できない。
 2. もしくは大前提にあたる「XならばB」を妥当に推論できない。

本研究で提案した「仮説形成プロセス」は、探究活動を行っている学習者の実態を見取り、次の段階へ促すための形成的評価に効果的だと考えられる。今後は、探究課題の発見や仮説検証過程まで含めた総合的なモデルを構築し、探究活動の全体像を見据えた支援方略の開発を行っていく。

2. 審査経過

審査委員 5 名は、提出された学位論文を精読したのち、令和 3 年 2 月 7 日（日）にオンラインにより公聴会を実施した。公聴会に引き続き審査委員により学位論文の審査を行った。審査の過程で、本論文で取り上げられている探究課題は、教師側から与えられたものであるが、現実社会の中で、課題を発見していく状況で今回のモデルが適応できるのか、あるいは、仮説形成プロセスの視覚化と自覚化を実際の授業の中では、どのように簡便に行うことができるのか等の質問があった。さらに、仮説形成の支援方略については、学習者のメタ認知と関連させてどのような形態で行われたのか、個人レベルでの方略や集団レベルでの方略について違いがあるのではないかと、などの質問があり、申請者は論文内での実践授業の実例を使いながら明確に回答した。

独創性：探究活動については、我が国の理科教育で一貫して重視している。特に、高等学校の新学習指導要領では、理科だけではなく、他教科でも探究と名の付く科目が新設された。本研究では、科学的な探究活動を行っていく過程での、特に、最初の段階である仮説形成に焦点を当てている。仮説形成についてはこれまでも研究が行われてきているが、試行錯誤の段階から仮説形成に至るまでの段階について、新たに仮説形成プロセスとして評価モデルを導入し実証的に研究を行った。ここに本研究の独自性がある。

本研究では、このモデルを使い、仮説形成の段階を視覚化させるとともに、探究活動を支援する方略を策定した。これにより学習者は、どの段階で探究が滞っているかを自覚化するとともに、自ら探究を再スタートさせる糸口を見出せる。ここに本研究の特色である、探究の本質を失うことなく探究活動を継続させられるという有用性がある。

学校教育の実践への貢献：本研究では探究活動のなかでも仮説形成に焦点を当てて、その形成プロセスを明らかにした。探究活動が名実ともに探究として機能するためには仮説形成がその成否を左右する。本研究で明らかにした仮説形成プロセスによって学習者の探究活動を見とり、必要に応じて支援をしていくことが可能となる。また、今回、探究活動を進めていくうえで仮説形成を滞らせる推論上の課題についても明らかにした。これまでは探究活動を重視しながらも、学習者の活動実態を把握しないままで活動が混沌としてしまうことや学習者が探究活動に疲弊してしまうことがあった。今回、探究活動の初期段階である試行錯誤と仮説形成をつなぐプロセスが明らかになったことにより、どの段階に学習者が進んでいるのかを見とることができ、どのような支援を加えていけばよいのかを判断するうえで大きな助けになるものと考えられる。また、申請者が今回取り上げた高等学校段階だけではなく、小・中学校段階においても探究活動を行ううえで探究の見とりを行うことが期待できる。さらに、今回の成果は理科に留まらず探究と名の付く科目においても応用が可能であり、教科、科目を超えて幅の広い波及効果が期待される。

3. 審査結果

以上により、本審査委員会は 向井大喜 の提出した学位論文が博士（学校教育学）の学位を授与するにふさわしい内容であると判断し、全員一致で合格と判定した。