

氏 名 : 堀井 孝彦
専攻分野の名称 : 博士 (教育学)
学位記番号 : 博甲第 393 号
学位授与年月日 : 令和 4 年 9 月 2 7 日
学位授与の要件 : 学位規則第 4 条第 1 項該当 課程博士
学位論文名 : 子どもの物理的認識に関する定量的評価法・分析法の開発と授業実践への応用
論文審査委員 : (主査) 教授 新田 英雄
(副査) 教授 山下 修一 教授 鎌田 正裕
教授 関口 貴裕 教授 和田 一郎

学位論文要旨

近年、世界各国の高等学校や大学の物理教育において、生徒・学生が学習する事前と事後に同一の標準的な調査問題を用いて、その正答率を比較することにより、授業を評価したり分析したりする方法がしばしば採り入れられるようになってきた。その標準的な概念調査問題の代表的な例としては、Hestenes ら (1992) による力学概念調査 (Force Concept Inventory, FCI) が挙げられる。FCI は、力学領域における授業評価の指標として、頻繁に用いられており、数多くの先行研究が存在する。例えば、Hake (1998) は、FCI の事前調査と事後調査との正答率から規格化ゲインという値を定義した。規格化ゲインは、FCI をはじめとした概念調査により授業評価を行った場合の定量的な基準として非常によく用いられている。

これまでに行われてきた数々の先行研究により、高等学校や大学の生徒・学生は、多くの素朴概念を持っているということが示されている。これらの素朴概念の形成は、生徒や学生の幼少期の日常生活にまで遡る。子どもが持つ素朴概念や、非常に変容しづらいことがよく知られており、特に 1980~1990 年代にかけて、多数の研究が行われてきた (例えば、Osborne and Freyberg, 1985, White, 1990 など)。また、このような素朴概念は、理科系の大学生でさえ持っている指摘されている (例えば、Climent, 1982)。素朴概念は、たとえ、小学校理科の範囲であっても、物理概念の獲得や物理に関する知識・技能の習得を阻がいがいすることがある。その半面、近年の物理教育においては、能動的な学習を通して素朴概念が物理概念へと変容経てこそ、確かな概念形成ができるという見方が主流である (例えば、Redish, 2003)。そのため、物理分野についての学習が始まる時点からの授業改善が必要である。

日本の小学校において物理分野の学習が始まるのは、小学校第 3 学年の理科学習が始まる時である。小学校理科に関する調査問題としては、例えば、国が行っている、全国学力学習状況調査理科が存在するが、これは、物理分野に特化したものではなく、概念の獲得や知識・技能の習得に関して重点的に問うたものでもない。そこで、小学校理科物理分野に特化した、概念の獲得や知識・技能の習得に関して重点的に問う調査問題を新たに作成することにした。

調査問題の作成にあたっては、小学校理科物理分野に関する数々の先行研究から引用しながら、

「力と運動」「電気と磁石」「物の性質」等の領域に分けて、小学校理科物理概念一覧表をつくる
ところから始めた。そして、自らの授業実践や過去の校内テストに出題した問題とこの一覧表を
照合しながら多肢選択方式による調査問題案を「力と運動」「電気と磁石」「物の性質」に分けて
作成した。その後、被検者の回答理由記述や回答状況等に基づいて、問題を数次にわたって見直
して、30問の検証版調査問題を作成した。この段階で、領域を「力と運動」に絞り込んだ。

検証版調査問題においても、それまでと同様に児童の回答理由記述に基づく定性的な分析を行
うとともに、正答率等の古典テスト理論に基づいた定量的な分析を行った。さらには、現代テス
ト理論の1つとしてよく知られている Rasch モデル (Rasch,G.,1960/1980) を用いて分析するこ
とにより、問題の項目困難度を推定し、あらかじめ難易度が設定された問題群を出題すること
にした。これを確定版調査問題とした。ここまでの、子どもが持つ物理的認識の評価法と分析法の
開発に相当する内容である。

次に、筆者の勤務校である、国立大学附属 S 小学校の第 6 学年児童を対象として、確定版調査
問題を用いて事前調査を行った。その事前調査の分析・検討の結果を、「てこの規則性」の授業実
践における、学習指導計画の修正に用いるとともに事前調査—事後調査の比較によって開発した
調査問題の有用性と妥当性を分析・検討した。その際、回答が有効であった 33 名について、前述
の Hake の規格化ゲインを、指標として用いることによって、「てこの規則性」の内容に関する
10 問についての定量的な授業分析・評価が可能なが示された。また、事前調査の結果は、詳
細な授業の計画を行う上で有用であることが示された。