

## 審査結果の要旨

(1) 研究の目的に意義や独創性があるか。

近年、主に理学・工学分野の教育研究において、「専門分野に立脚した教育研究」(Discipline-Based Education Research, DBER)と呼ばれる、教育学および認知科学の知見と研究方法を用いて当該専門分野の教育的課題に取り組む研究が急速に発展している。その背景には、物理教育研究(Physics Education Research, PER)で開拓された、信頼性の高い概念調査紙を用いた授業効果の定量的評価法の確立がある。

本論文は、上記 PER の手法を小学校理科の物理分野に適用することを試みた挑戦的な研究である。すなわち、小学校理科における物理的な学習内容の理解を調査する調査紙を、PER における Force Concept Inventory などの概念調査紙の開発と同様の手法を用いて妥当性と信頼性を確保しながら開発することにより、授業効果の定量的比較を可能とすることを目的とした研究である。

第 1 章では、PER における調査紙の研究開発および国内におけるこれまでの調査紙について概観し、本研究の核となる小学校理科における物理分野の調査紙の位置づけを示している。その後、本研究における標準調査紙の開発方法の概略を、先行研究を踏まえながら述べている。

第 2 章では、小学校理科の物理分野について概観し、学習内容と課題について整理している。それとともに、子どもの有する素朴概念を分類している。特に素朴概念の把握は、標準調査紙の選択肢作成において極めて重要となることを、先行研究を踏まえながら強調している。

第 3 章では、本研究の中核をなす標準調査紙の開発について、詳細な定量的分析を加えながら論じている。小学校理科の物理分野の調査紙の PER に即した作成について論じ、作成した検証版調査紙の試行結果について多角的な定量分析を行っている。特に、項目特性図における選択肢の挙動の分析による設問の妥当性評価が有効であることを述べている点、および Rasch 模型による分析から設問の困難度を定めている点は重要であり、小学校理科の調査紙作成への応用として独創的である。さらに、定量的分析結果に基づき、検証版の改善を重ね、確定版に至るまで、複数回の試行と分析を行っている。なお、詳細な分析を行う中で、てこに関する新たな素朴概念「支点中心説」を見出しているが、この発見は本研究手法が新たな教育課題を見出すことのできる有益な手法であることを示唆する注目すべき成果といえる。

第 4 章では、本論文で開発した標準調査紙を、「てこ」の単元の授業実践に適用することで、その有用性を検証している。事前調査から子どもの困難を予め把握することができ、それに基づいて授業の構成を行うことができることを示している。また、事後調査との比較により標準化された規格化ゲインを求める等、授業効果を第 3 章で述べた定量的手法で詳細に分析している。その結果、今後の授業の改善点を定量的に見出すことができることを例示している。

第 5 章では調査結果の妥当性について多角的に検討を加えている。特に、規格化ゲインを用いた定量的な分析を行い、授業実践を詳細に分析している。

第 6 章では研究の総括、標準調査紙の開発およびそれに基づく授業効果の定量的評価の研究に関する今後の展望について論じている。

以上のように、PER で開発された概念調査紙は主に大学入門物理レベルの調査紙であるが、それを本論文は小学校理科に応用しようとした点で独創的である。また、本研究がさらに進展し、

物理分野以外においても標準的な調査紙が開発され、小学校理科の授業効果を多様な小学校においても定量的に比較できるようになれば授業研究が飛躍的に進化すると考えられるため、本研究の意義は大きいといえる。

(2) 研究の方法は当該学問分野において妥当なものか

概念調査紙の開発は、児童の素朴概念に基づいた誤答選択肢の作成をはじめ、試行結果の定量的分析・評価に基づく改訂と再試行を繰り返して精度を高めるといふ、PERで確立された手法を用いており、信頼性かつ妥当性を有している。また、項目特性図を用いた各選択肢の挙動の確認、点双列相関係数による調査紙の一貫性の評価等を行っている。特に、現代テスト理論のひとつであるRaschモデルによる項目困難度の推定、項目特性曲線とデータの比較、インフィット等による、現代テスト理論に立脚した設問の信頼性・妥当性評価の導入はPERでも最先端の手法であり、調査紙開発研究の方法として妥当なものである。

(3) 研究資料やデータの収集と分析が適切になされているか。

調査紙の開発においては、調査紙の試行とその結果の分析を繰り返して回答データを収集することにより、児童の素朴概念の分類、回答理由の記述分析に基づく偽正答、偽誤答の検出と選択肢の改善を行っている。小学校だけでなく、中学校、高校においても同調査を行い、異なる学習段階での回答変化まで調べて妥当性を考察している点は特筆に値する。さらに、開発した調査紙が実際に授業改善等に活用できることを検証するために授業実践を行い、得られたデータから規格化ゲイン等を用いることで、授業を多角的に分析し、改善された部分や課題を見出すことができることを実証しており、データの収集と分析は適切であるといえる。

(4) 研究の考察と結論が妥当であり、学術的な水準に達しているか

PERに則った小学校理科の調査紙作成の研究手法は妥当なものであり、国際的な学術的水準に達している。また、古典及び現代テスト理論に基づいた調査結果の定量的分析、授業実践を踏まえた実用性等の考察及び結論は詳細かつ妥当であり、学術的な水準に到達している。

(5) 取得学位にふさわしい意義や成果が認められるか

調査紙の開発だけでなく、その実用性を授業実践で検証しており、今後の発展が期待できる成果が得られている。実践的な教科教育学の研究として教育学の学位にふさわしい意義や成果が認められる。以上より、審査委員会は、全員一致で本論文が東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科の博士(教育学)の学位にふさわしいと判断した。