

## 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、欧米を中心として「専門分野に立脚した教育研究」(Discipline-Based Education Research, DBER)という、教育学や認知科学の知見や研究方法を活用しつつ当該専門分野特有の教育的課題を研究する分野が急速に発展してきている。中でも物理教育研究(Physics Education Research, PER)はDBERを牽引する役割を果たしてきており、効果や妥当性が定量的に裏付けられた授業法や教材の創造・開発に多大な成果を挙げている。本論文はPERの手法を我が国の高等学校物理授業に適用し、特に形成的評価に関する新たな教育資源の開発を行うと共に、その効果を複合的な定量的分析によって明らかにした研究である。

第1章ではPERと本学位論文の中心課題である形成的評価の研究について概観している。その中で、集団授業に対する形成的評価の定量的な実践研究が行われていないこと、また、形成的評価を生徒にフィードバックする上で、多人数の生徒に対して個別の学習状況・理解状況に応じた指導を行うことが困難であることを指摘している。

第2章では、本研究の実践的背景となるピア・インストラクション型の授業について概観し、その中で毎授業時に行った「振り返り」活動を定量化する手法の開発について論じている。

第3章前半では、本研究で開発した形成的テストと個票による形成的評価の実践について論じている。形成的テストは、PERの知見に基づいた概念理解を問う設問となっている点、および回答はARS(Audience Response System)を用いて電子的に収集する点に特徴がある。本論文で開発した個票には2種類あるが、その1つである「ARS個別学習票」は、個々の生徒の回答に応じて、誤りであった場合は誤りの原因と正しい考え方、今後の学習課題等を示すものである。もう1つは「フィードバック票」で、学習の観点ごとの正答率をレーダーチャートに表すことで個々の生徒が自らの学習到達度の特徴を直感的に把握できるようにすると共に観点別コメントを加えることで今後の学習方針を立てやすくしている。なお、これら生徒ごとの個別学習票を生徒の回答データに基づいて自動作成するVBAマクロは本論文で開発されたものであり、従来は困難であった多人数授業における生徒個別の学習状況・理解状況に応じた指導に道を開く教育資源の開発として評価できる。

第3章後半では、個票の効果に関する定量的な分析について論じている。分析には、事前事後調査として実施した力学概念に関する調査紙FCI(Force Concept Inventory)、物理の学習姿勢に関する調査紙CLASS(Colorado Learning Attitudes about Science Survey)、および年度末に実施した形成的評価に関するアンケートを複合的に用いている。調査結果を多角的かつ定量的に分析した結果から、形成的評価の活用度が高い生徒群は、他群と比較して概念理解および学習姿勢の双方が顕著に向上していることを見出し、開発した形成的評価の有効性を定量的に示している。

第4章では、研究の総括を行うと共に、形成的評価の実践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、本論文は高等学校の物理教育の実践の中で形成的評価法と個票等の教材を開発し、実践結果を複合的に分析して教材活用の効果を定量的に裏付けており、意義と独創性を有す

る研究成果として認められる。

(2) 研究の方法は当該学問分野において妥当なものか

本論文で用いた定量化の方法は、PER で確立された手法である。特に、授業効果を定量的に測定するために事前事後調査に用いた力学概念調査紙 FCI および学習姿勢調査紙 CLASS は全世界で標準的に用いられ、得られたデータは国際比較にも耐え得る妥当なものと認められる。

(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

本論文では授業効果および形成的評価の効果を測定するために多くのデータが収集されているが、ARS を用いた概念問題の出題等、データの収集を授業の中に自然に織り込む等の工夫により、生徒に過度な負担をかけることなく適切にデータ収集を行っている。また、生徒の個人情報の扱いについては慎重かつ十分な配慮が行われており適切である。データ分析においても、確立された統計手法を用いた評価を適切に行っている。

(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

形成的評価の活用の仕方は生徒によって極めて多様なため、学力との直接的な相関を見出すことは困難であったが、本論文では Likert 尺度を用いた形成的評価のアンケート結果を四分位法によって活用度に分けて分析することにより、活用度の高い群では、授業前には相対的に高くなかった概念理解度が、授業終了時には大きく向上していることを見出した。さらに、PER において理解度の向上と両立し難いと広く認識されている学習姿勢のスコアも、活用度の高い群においては向上していることを見出している。これらの定量的結果を説明するために、生徒の自由記述を組み合わせ考察することにより、メタ認知の深さと関連づけられることを示している。これらの結果は学術誌にいち早く掲載されており、十分な学術的水準に達していると認められる。

(5) 取得学位にふさわしい意義や成果が認められるか

本論文は、物理教育の実践的研究において、過去に殆ど研究が行われてこなかった形成的評価について独自の教材を開発しただけでなく、その効果を定量的に明らかにした点が独創的な成果として認められる。これらの研究成果は、物理教育に限らず広く他の教科教育にも還元できる教育資源となり得るものであり、また、ICT を活用した点など、将来的なさらなる発展が期待できる形成的評価法と教育資源開発への道を開拓したものとしても意義が認められる。

以上を総合的に判断し、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評価した。