

学 位 論 文 要 旨

氏 名 沖野 信一

題 目 物理教育における科学的概念の構築を支援する教授方略に関する実証的研究

本研究は、物理教育における生徒の科学的概念の構築を支援する教授方略を設計し、それに基づく授業を設計・実施して、その教育的効果を実証的に明らかにしようとするものである。そのため、生徒がもつ自然事象に関する素朴概念を科学的概念へと導く教授方略に関する先行研究およびメタ認知を促す支援に関する先行研究の知見を吟味することにした。そして、メタ認知を促す支援を「メタ認知的支援」と呼び、概念変容モデルをはじめとする概念変容理論を基盤に、3段階のメタ認知的支援（方略1「素朴概念の明確化」、方略2「素朴概念の獲得過程の明確化」、方略3「素朴概念と科学的概念の接続・照合」）を組み込んだ教授方略を設計することにした。さらに、3段階のメタ認知的支援を具体化したモデル授業を開発し、その実践を通して教育的効果を検証することにした。

これらを踏まえ、本研究の目的を次のように定めた。

- ・目的1：物理教育における生徒の科学的概念の構築を支援する教授方略として、3段階のメタ認知的支援を設計すること。
- ・目的2：この教授方略に基づいて複数の概念領域にわたる授業を開発し、実践を通してその有効性を実証的に明らかにすること。

本論文は、序章および終章を含め、7つの章から構成されている。

序章では、研究を展開するに至った問題の所在や研究の背景を明らかにし、研究の目的について述べた。

第1章では、生徒がもつ自然事象に関する素朴概念を科学的概念へと導くための教授方略を構築することを目的として、科学的概念の構築を促すために、生徒自身の認知活動を自覚的に促すメタ認知的支援の在り方を先行研究の知見に基づいて吟味した。そして、Hashweh（1986）の「概念変容モデル」をはじめとする概念変容理論を基盤として、メタ認知概念と統合することにより、概念変容を支援する本研究の理論的枠組みとして3段階のメタ認知的支援を構築した。

第2章では、高校生を対象として、力に関する科学的概念の構築を目指した授業を、3段階のメタ認知的支援を組み込んで開発し、その有効性を実証的に検証した。その結果、高等学校物理において、運動の第二法則つまり運動方程式： $m\vec{a} = \vec{F}$ をよりどころとして「力を捉えなおす」という立場から授業を展開し、教授方略として3段階のメタ認知

的支援を導入することは、MIF的素朴概念から科学的概念へ変容させることに有効であることが実証的に確認された。

第3章では、高校生を対象として、作用・反作用に関する科学的概念の構築を目指した授業を、3段階のメタ認知的支援を組み込んで開発し、その有効性を実証的に検証した。その結果、高等学校物理において、教授方略として3段階のメタ認知的支援を導入することは、作用・反作用の法則に関する科学的概念の構築に有効であることが実証的に確認された。

第4章では、高校生を対象として、質量に関する科学的概念の構築を目指した授業を、3段階のメタ認知的支援を組み込んで開発し、その有効性を実証的に検証した。その結果、高等学校物理において、教授方略として3段階のメタ認知的支援を導入することは、質量に関する科学的概念の構築に有効であることが実証的に確認された。加えて、3段階すべてのメタ認知的支援を導入したクラスの方が、方略1「素朴概念の明確化」のみを導入したクラスに比べ、力および質量が運動に与える影響についてより適切に考察できるようになったことが示された。

第5章では、中学生を対象として、電圧の理解をより確かなものにするために、電位に関する科学的概念の構築を目指した授業を、3段階のメタ認知的支援を組み込んで開発し、その有効性を実証的に検証した。その結果、中学校理科授業において、抵抗などを挟んでいない導線部分には電位差（電圧）が生じないという科学的知識は、授業前にはほとんどの生徒に定着していなかった。しかし、短絡回路を教材として位置づけたうえで、教授方略として3段階のメタ認知的支援を組み込んだ授業を行うと、この科学的知識の理解が顕著に向上したことが示された。さらに、その理解を基盤として回路全体の電位の様子を考えて、未知の電位差を考察できるようになった生徒が一定数確認され、本実践で導入した教授方略が電位に関する科学的概念の構築に有効であることが実証的に確認された。

終章では、一連の研究および実践の成果を統合的に総括し、科学的概念の構築を促す教授方略として構築した3段階のメタ認知的支援の特徴と有効性について論じた。そして、教育実践の示唆として、次の2点を指摘した。

- ①3段階のメタ認知的支援は、本研究の対象とした第2章から第5章までの4つの概念領域以外の領域においても、生徒の科学的概念の構築を支援する教授方略として有効に機能することが期待される。加えて、校種・学年を越えた学習内容の連続性を担保するカリキュラムの系統的構成にも寄与しうると考えらえる。
- ②実践的には、方略2および方略3が、生徒の概念的理解を再構成させるための実験・観察後の事後指導として有効に機能することが示唆される。

今後の課題としては、次の3点を指摘した。

- ①多様な教育現場における知見の妥当性および信頼性の追認
- ②対話的な学習を組み込んだ授業の開発
- ③メタ認知的支援と教材研究を統合した授業の開発