

学 位 論 文 要 旨

氏 名 植 原 俊 晴

題 目 操作的思考課題を用いた学習活動の研究

本論文の目的は、科学的知識の獲得に対して操作的思考を促す教授的働きかけが効果的に作用する学習モデルの検討、提案された学習モデルに基づく授業が科学的知識の理解に及ぼす効果とそのプロセスの検証、操作的思考を促す教授的働きかけの汎用性の検討である。

1章では、操作的思考に関する先行研究を整理し、学習者の操作的思考の不十分さや操作的思考を促す教授的働きかけが学習成果に及ぼす影響について考察した。

2章では、小・中学校の科学教育の課題について、学習活動中の推論に着目し、科学的探究能力の育成という観点から検討した結果、小・中学校の学習活動は、帰納的な2段階プロセス（帰納的学習モデル）でデザインされる傾向があると示唆された。また、科学的知識を適用するプロセスについて、推論過程を中心に検討したところ、学習者が当該の知識を構成する概念間の関係性を理解することで、その知識を前提とする演繹推論の実行可能性が高まることや、誤った知識に基づく推論が抑制されると示唆された。これらの示唆に基づきパースの科学的探究の過程を理論的背景とする知識検証学習モデル（LVKモデル）を提案した。

3章では、中学校理科の状態変化の学習において、LVKモデルに基づく介入実践が科学的知識の想起と適用に与える効果と、当該の知識を構成する概念間の関係性を理解するプロセスを検討した結果、事前から事後調査にかけて、知識の想起や適用問題の正答者数が増加しており、介入実践が当該の知識を構成する「粒子の動き」と「物質の状態」の関係性の理解を促すと示唆された。一方、プロトコル分析から、科学的知識と既有知識の相互作用が不十分な場合、これらの知識はたがいに独立した知識として構造化されることが示唆された。このことから、既有知識を科学的知識の枠組みに統合させるためには、これらの知識の相互作用を生起させるプロセスを学習活動に組み込む必要があると示唆された。

4章では、上述のプロセスを組み込んだ修正版知識検証学習モデル（M-LVKモデル）を示した。そして、中学校理科の金属の学習において、M-LVKモデルに基づく介入実践が科学的知識の想起や適用に及ぼす効果と、当該の知識を獲得するプロセスを検討した。知識の想起と適用の関連では、介入実践を行った実験群で想起と適用をできている者が多く、対照群では知識を想起できているにもかかわらず、適用できていない者が多かった。このことから、介入実践が金属に関する科学的知識を構成する概念間の関係性の理解を促すことや、既有知識を有効に科学的知識の枠組みに統合させることが示唆された。また、プロトコル分析の結果は、学習者が対象の物質について「金属である」ことを媒介に、「光沢を持つもの」と「電気を通すもの」との関係性を見出

していくことや、「折り紙」と「金属ではない」の関係性は必ずしも正しいとは言えないと理解していることを示していた。このことから、「金属」と「電気を通すもの」などの概念間関係性を理解することで、これらの概念間に潜在的リンクが形成され、経験的に構成しやすい「折り紙＝金属ではないもの」というメンタルモデルを抑制すると考えられた。

5章では、従来の学習研究の特徴として、分類課題の解決によって学習成果を測定する傾向があり、この枠組みが限定的であるという批判に対処するため、中学校理科の状態変化の学習において、操作的思考課題と再生課題を学習活動に組み込んだM-LVKモデルと帰納的学習モデルに基づいた各実践が、知識の直接的適用・操作的適用・制御的適用に与える効果を検討した。その結果、帰納的学習モデルよりもM-LVKモデルに基づく実践の方がこれらに対して有効に作用すると示唆された。

6章では、操作的思考課題を導入した学習活動の汎用性を検討した。具体的には、中学生を対象に、オームの法則の公式を用いる際の数的処理の実態を調査し、操作的思考を促すプロセスを導入した介入実践が当該の公式を用いる際の数的処理に及ぼす効果を検討した。実態調査の結果から、公式を用いる際に代入処理を実行できるからといって、公式を構成する変数間関係性まで理解しているとは言えないことが示唆された。実践による検討では、授業後、対照群よりも介入実践を行った実験群で公式の保存関係を理解している者や関係処理を実行できる者が増加していることから、当該の実践により、学習者は公式を構成する変数間関係性の理解を促され、関係処理を実行することが可能になると示唆された。

7章では、各章で得られた知見を整理し、本論文が教育実践に提供する示唆として、以下の点について述べた。

- ・M-LVKモデルに基づく授業を行うことで、概念的理解や因果的説明を問われると答えることが困難であるという小・中学生の科学的リテラシーに関する課題を解決することが期待されること
- ・演繹的学習モデルに基づいた授業を実践する際にも、科学的知識と既有知識の相互作用を生起させる何らかのプロセスを導入する必要があること
- ・科学的知識の学習においては、学習者の予想に反する事実や結果を示すことよりも、操作的思考を促すことや科学的知識と既有知識の相互作用を生起させることの有効性が期待されること
- ・操作的思考を考慮した学習活動を様々な場面で展開することで、知識の意味を理解することが重要であるというような「深い学習観」を学習者に持たせ得ることが期待されること

また、最後に、今後の研究における課題として以下の点をあげた。

- ・科学的に探究する能力を育成するためには、学習者の演繹推論や帰納推論を促すだけでなく、アブダクションも促進できる学習モデルへとM-LVKモデルを拡張することが求められること
- ・公式の数的処理が発達するプロセスや、その過程にどのような要因が関わっているかを引き続き検討する必要があること
- ・概念間や変数間関係性を明確に理解させるために、操作的思考課題を導入する際の各種条件、加えてM-LVKモデルに基づく授業では、科学的知識と既有知識の相互作用をより一層に生起させる具体的な手立てについて引き続き検討することが必要であること