

審査結果の要旨

論文題目「経験により得られる能力に着目したプログラミング学習方法の 提案」

学位申請者 菊池 智

本論文は、まず、現状で重視されている理解や知識の応用以外のアプローチである経験から得られる能力に着目し、経験により得られるプログラミング能力の分析を行っている。その後、その結果から導き出される最適な学習方法の提案を行い、その効果の測定を従来方法の学習方法と比較検討している。

プログラミング教育は大学の情報系学部カリキュラムにおいて基礎となり重要な科目である。しかしながら、その学習は容易ではなく、大学生が講義を受講したとしても基礎的な内容の理解ができない場合もあり、世界中で研究が行なわれている。この研究では、プログラミングにおいて経験が与える影響と、経験から得られる能力について学生を対象とした実験を通じて調査を行い、その調査から得られる結論を踏まえて、一貫性のある学習理論と方法を提案し、その効果を従来型の学習方法と比較している。経験から得られる能力として一般的に漠然と知られている事について、学生を対象とした実験を行いプログラミング学習のために必要となる経験を明確にし、それを基に学習方法を提案、実証した例はなく、本研究は学術的に重要な研究である。

第1章は、背景、目的、本研究の貢献について述べている。プログラミングの教育方法に関するこれまでの研究は、その多くがいかに理解をさせるか、またその理解した知識をどのように応用させるかという点を重視するアプローチであり、その教育効果として決定的に効果が認められる手法はまだ見られない状態である。一方で、経験により学ぶという方針の反復的な学習方法も研究されており、経験から得られる能力も重要であると考えられる立場もある。しかしながら、そのような学習方法については、学習形式や問題作成方法について科学的な裏付けが無く、確立した手法が存在していない。本研究では、経験により得られるプログラミング能力の分析を行い、その結果から導き出される最適な学習方法の提案を行い、その効果の測定を従来方法の学習方法と比較検討している。このように本章では、本研究の意義や重要性が明確に述べられており、学位論文の緒言として相応しい説明が展開されている。

第2章は、プログラミング学習における課題と、これまでに提案されている各種手法について紹介を行うとともにその課題を示しており、本研究の位置づけがより明確になっている。ここで、プログラミング学習の課題は大きな分類として「要素会得の課題」「理解多様性の課題」「動機付けの課題」「知識応用の課題」の4つに分類できることが説明されている。

第3章は、認知科学的な知見として経験を通して得られる能力や、人間の認知的な能力の冗長性、重層性と、並列的な能力の使用に関する従来研究の知見を述べており、研究の基礎となる認知の理論が十分に述べられている。ここでは、「経験により得られる能力が存在するのか?」「どのような構造となっているのか?」「理解→演繹とは仕組みが異なるのか?」「理解だけでは不十分か(両方必要か)?」の4つの観点に基づき説明されている。

第4章は、経験により得られる能力に着目したプログラミング学習方法の仮説を提案している。これは、本研究で提案する学習方法の根幹をなす部分であり、その内容が十分に述べられている。ここで、「プログラミング力と経験は関連する」「プログラミングの知識はスキーマ構造である」「演繹以外の推論が使用される」の3つの仮説が立てられ、その検証方法として「学習要素の説明は問題に取り掛かれる範囲まで」「学習問題の生後即時判定」「特定形式の連続出題」「文字ベースの教材」「出題内容はスキーマを意識した形態」「理解型教材と経験型教材の併用」「低難度の問題の出題」

「誤回答の際に正答を表示」の学習要素を持つ教材が提案されている。

第5章は、理論的調査研究として、第4章で立てられた3仮説を3つの実験により検証している。その結果、プログラミング学習において経験は重要であること、認知科学的な知識表現構造であるスキーマがプログラミング知識と関連していることを見なせること、演繹的な力だけではなく、類推的な力も合わせて使用しているという可能性があること、が示されている。プログラミング学習と認知科学的な知見との関連を実験により明かにした点で、プログラミング学習に関する研究分野に波及する効果が大きい。

第6章は、実践的な調査研究として、「書きを中心とした経験型学習は理解型学習より学習効果が高い」「読みを中心とした経験型学習は理解型学習より学習効果が高い」という仮説を立て、両者の間の違いを調査している。その結果、読みの方が書きの学習より効果的である可能性が示されている。これは、学習課題として読み課題を多く含んだ方が効果的な学習教材となることを示しており、プログラミング学習に関する研究分野への貢献度が非常に高いと評価できる。

第7章は、これまでの実験から導かれる学習方法を提案し、その効果を検証している。提案する学習形態は、「読み形式の出題」「文字ベースの連続出題」「スキーマを意識した形態としての反復的な出題と類似問題出題の組み合わせ」であり、この提案に沿って学習環境が制作され、学習効果の検証が行われている。さらに、他の学習環境との比較も行われている。その結果、従来手法より効果的であることが示されている。これらの成果は、認知科学の理論をプログラミング学習に論理的に取り入れてその効果を検証したのものとして、その学術的意義は高く評価できる。

第8章は、まとめ、本研究の意義、今後の課題について述べている。

本研究の成果は、認知科学における経験による学習の理論を取り入れたプログラミング学習方法を提案した第4章とそれを実験により検証した第5章、より実践的な学習課題の形態について検証した第6章、これらの結果を基に学習環境を制作しその学習効果を検証した第7章で述べられている。これらの結果は、プログラミング学習における課題「要素会得の課題」「理解多様性の課題」「動機付けの課題」において改善を示しており、「知識応用の課題」について、スキーマの考慮が重要であるという理論的な確認結果を示しており、その新規性、独創性、当該研究分野における波及効果はいずれも高く、審査委員全員がその学術的、工学的意義を高く評価した。

以上の結果、本論文は学位論文として十分な内容を有するものと審査委員全員の一致で判定された。

したがって、申請者菊池智は東海大学博士（工学）の学位を授与されるに値すると判断した。

論文審査委員

主査	博士（工学）	石井 啓之	情報通信学部教授	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	工学博士	山田 光穂	情報通信学部教授	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（工学）	高山 佳久	情報通信学部教授	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（工学）	伴野 明	情報通信学部特任教授	
委員	博士（工学）	渡辺 晴美	情報通信学部教授	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（工学）	濱本 和彦	情報通信学部教授	（総合理工学研究科総合理工学専攻）