

学 位 論 文 要 旨

氏 名 栢木紀哉

題 目 ものづくり工程における計測・制御学習の展開と学習支援システムに関する研究

本研究では、現代の自動化の進んだものづくり工程における計測・制御技術について、体験的に学習できる学習教材の開発、および学習方法の提案を行う。そして、ものづくり工程について学ぶための学習支援システムとして利用する学習の方法論について提案し、学習者に対する実践を通して、その有効性について明らかにする。本論文は、序論と結論を含めて6章で構成されている。第1章では、本研究の目的を踏まえ、現代の生産システム技術とものづくりに関する教育について、①ものづくり工程に関する研究、②計測・制御学習に関する研究、③ものづくり工程の学習支援システムに関する研究の3つの分類から先行研究の整理を行い、本研究の目的と位置づけについて述べている。

第2章では、コンピュータによって制御された自動化工場でのものづくりについて、体験的に学ぶことのできる学習教材として、AGVを含む自動化工場モデルを提案している。自動化工場モデルは、AGVモデルの動きを通して工場内での加工部品の流れを視覚的にとらえることができるモデルで、自動化の進む機械工場でのものづくりについて学習することのできる教材とした。教材は、教育現場で教材として利用されることの多いLEGO社製Mindstormsを使ってモデル化しており、仕様変更など柔軟な学習教材として取り入れることができる。実際の自動化工場のレイアウトを参考に工作機械を複数台設置し、AGVの軌道を工作機械に沿って張り巡らせた。加工する部品形状、部品精度に合った工作機械を選択し、選択した工作機械を経由するようなAGVの運行経路を設計する作業を通して、工場内の部品の流れによって生産効率が異なることを学習する。AGVの制御は、パソコン上から制御データを入力し、専用のトランスミッタを通して運行データをAGVに転送することで行えるようにした。また、自動化工場モデルを用いてもものづくり学習を効果的に進めるための方法として、自動化工場でのものづくりについて学習できるパソコン上の教材を開発した。そして、自動化工場モデルとパソコン上の学習教材を用いて、自動化工場におけるものづくりを体験的に学習できる学習支援システムを提案した。

第3章では、学習支援システムを用いた制御学習として、中学校技術・家庭科の技術分野における、「B エネルギー変換に関する技術」、および「D 情報に関する技術」の2つの内容で示されている学習目標を扱う学習方法を提案した。提案する学習方法では、自動化工場モデルを用いたAGVモデルの制御学習を通して、現代生産工場での工作機械の自動化技術とコンピュータによる制御の仕組みについて理解を深めさせることを目指した。また、学習方法の学習効果を評価するために、ものづくりに関する基礎知識を持たない大学生を実験群と統制群の2つのグループに分けた実践を行った。結果と

して、学習支援システムを使った学習を実施したグループが、「自動機器の仕組み」、「コンピュータによる制御手順設計」などの自動機器でのセンサの働きと機器の自動制御技術に関する理解を深めたことを示した。

第4章では、高等学校工業科の「工業技術基礎」における「(3)基礎的な生産技術」での導入を意識した学習として、自動化工場モデルに取り付けられた光センサを使った素材面の測定を通して、光センサの特性を理解し、AGVモデルがより正確に動作するように工場モデルを改良させる学習方法を提案した。自動化工場モデルの光センサは、軌道や分岐ポイントを読み取り、制御プログラムによって与えられた制御方法に沿って工場内を進む。自動化工場モデルがより正確に動作するよう、光センサの取り付け位置や自動化工場モデルに使用している素材の改善案を考える活動を通して、センサの特性について理解させることを目指した。学習では、高等学校学習指導要領の4つの観点別評価に基づいて6つの学習目標を設定し、それぞれの学習活動に沿った計測・制御学習のルーブリックを提案している。提案する学習方法によって育成される知識・技術を検証するために、計測・制御に関する専門知識を持たない大学生に対して学習方法を適用した実践を行い、プレ・ポストテスト、および自動化工場モデルの素材選択結果を評価することで、学習後に「ものづくり現場で使われている自動工作機械の種類や制御方法」、「制御プログラムのフローチャート作成」、「自動化工場モデルの設計内容の評価・改善」の3つの項目について理解度の向上がみられ、提案する学習方法が計測・制御学習の有効な学習教材の一つであることを示した。

第5章では、センサを用いた機器の計測・制御について学習させる方法として、自動化工場をモデル化した教材を使ったセンサ特性の学習方法を提案した。高等学校工業科の選択科目である「生産システム技術」の「生産システムと計測・制御」における学習として、自動化工場モデルのAGVモデルの制御に用いている光センサ、カラーセンサ、タッチセンサの3つのセンサを使った計測学習を行うことで3種類のセンサの特性について学び、現代のものづくり現場で使われているセンサによる計測・制御技術についての理解を深める学習方法を提案した。学習方法の学習計画と評価の観点を提案することで、学習評価の具体例を示し、産業の分野で使われている計測・制御技術に関する専門知識を持たない大学生を対象とした授業実践を通して、3種類のセンサに対する特性に関する理解が深まり、センサに対する高い関心や新たな気づきが認められることを確認した。また、計測学習後の自動化工場モデルの制御学習を通して、センサの特性とコンピュータによるAGVモデルの制御について理解が深まることを確認した。

第6章では、以上の各章での学習支援システムとしての自動化工場モデルを用いた学習方法とその学習効果の検証を通して、本研究で提案する学習教材がこれまでの学校教育で扱われることが少なかった、自動化の進む現代生産工場でのものづくり工程に関する学習の方法論として有効であることを示した。