

マセ ヨシヤス

氏 名 間瀬 好康

学位の種類 博士 (工学)

学位記番号 博第1256号

学位授与の日付 2022年3月31日

学位授与の条件 学位規則第4条第1項該当 課程博士

学位論文題目 ロボットシステムインテグレータ (SIer) 育成に関する教育カリキュラムの開発
(Development of an Educational Curriculum for Nurturing Robot System Integrator (SIer))

論文審査委員 主査 教授 荒川 雅裕
教授 徳丸 宜穂
教授 横山 淳一
教授 仁科 健
(愛知工業大学)

論文内容の要旨

本研究では、ロボット産業の技術革新に伴う重要課題である“ロボット産業における人材育成”に着目し、とくに工場などの生産現場へのロボット導入の業務を担当するロボット System Integrator (ロボット SIer) に焦点を絞り、業務遂行に必要とされる知識や技術の特徴を調べるとともにロボット SIer 企業における人材育成の方法を調査、議論する。複数のロボット SIer 企業のプロジェクトマネージャー (PM) にインタビューを行い、ロボット SIer に必要な知識と技術をまとめ、ロボット SIer に求められる資質 (能力・知識・技術) と、あるべき姿の定義を示し、効率的なロボット SIer の人材教育の方法を検討する。

ロボット SIer 企業の調査からロボット SIer 事業の問題点を示すとともに、若手の人材育成のための教育方法として、構造的な教育プログラムとなる「知識ベース」と「実践ベース」を組み合わせた効率的な教育方法を提案する。過去の文献の引用、及び、現在、企業で行われている類似の教育方法、さらに、ロボットに関する学部をもつ大学、工業高校の現状のカリキュラムを調査し、提案する教育方法の必要性を示し、有効性を評価する。そして、提案する教育方法を実際に工業高生、及び大学学部生に対する模擬実習に適用し、その結果から、提案法に含まれる教育の機能の有効性を検証するとともに、SIer 人材に対する教育の考え方や対応法を示す。

提案する教育方法の「知識ベース」では座学と単純化したモデルによる演習を中心にする教育を、「実践ベース」では現実問題に関連する実習によって教育を行う。「知識ベース」では、「経産省ロボット SIer スキル標準」の技術区分を 6 つの構造 (SIer テクニカルカテゴリー) に分類し、同一分類内の複数の技術をまとめて学習する。「実践ベース」は 3 つの Step による段階的な教育法とする。(Step1) は単純化したモデルを利用した既存法の学習とし、適用例はティーチング、既存ロボットによるピックアップ処理、画像認識による物体認識、工程分析法などである。(Step2) はカスタマイズや応用問題に対する学習とし、適用例はパターンによるカスタマイズや応用問題の考えの学習である。(Step3) はロボット導入の総合的実践問題とし、適用例は工場の特徴分析からロボット導入のためのカスタマイズ案の策定、自主検討、グループ検討による学習などである。これより、学習構造は「知識ベース+実践ベース(Step1)→実践ベース(Step2)→実践ベース(Step3)」となる。

本論文では、ロボット SIer 企業に多く採用される工業高校生を対象にした製造現場へロボットを導入する方法を考えさせる教育カリキュラムの設計において、上流工程での知識と技術とともに生産工程に含まれる問題の発見と解決能力の教育を目的として、ロボット SIer テクニカルカテゴリーの『生産・品質管理法』を利用した「初歩レベルの人材に対するカリキュラム」を提案した。具体的には「生産技術」におけるスキル項目「工程分析能力、生産プロセス提案能力、費用対効果分析能力、および設備仕様書作成能力」に関連付けて、ロボットを含む生産システムの提案、生産性と品質向上案の策定、コスト評価を考慮し、提案する教育方法を用い、複合かつ段階的に教育する。実習ではインストラクショナルデザイン (ID) を導入することで、提案した教育を効果的に運用する方法も検討した。具体的には、ID を活用して各回の生徒の学習状況、レポート、アンケート結果により授業を評価、分析し、学習方法の設計、及び修正することで、次回以降の授業をより効果的、効率的、魅力的なものにし、生徒の理解度、および達成度の向上を図る。

さらに、本研究では教育カリキュラム設計を支援するための「カリキュラム作成ジャーニーマップ (CCJM)」を開発し、運用での生徒の行動を予想し、事前に対策案を用意する方法を現実の授業に適用し、効果を調べた。CCJM では、ターゲット(ペルソナ)である生徒について、「教育の目的」に対する教育の技術、学習方法、および、生徒の学習時での感情変化を記述することで、生徒の学習過程での支援のタイミングと対策案を創出する。

これらの方法を現実授業へ導入し、検証したところ、実践ベースにおけるロボットなどの実機を活用した問題解決型の実習が技術教育に有効であった。また、上流設計工程における生産システムの開発過程では、量産型汎用ロボットの実機の活用を前提に現場の顕在的・潜在的な問題やニーズを分析し、グループディスカッションやグループ協働により問題の抽出や原因の妥当性を評価して、予想される課題を解決しながら反復的に設計していく手法が (介護福祉等の新規分野も含め) ロボット導入技術に有効であることを示した。

論文審査結果の要旨

近年の製造業においては、若年者の人口減少や材料や人件費のコスト増加を背景に工場の自動化が進められている。日本国内においては、政府の戦略として、製品の製造工場へのロボット導入を支援するロボットシステムインテグレータ(ロボット Sier)に関する企業の支援や人材育成を進めている。ロボット Sier の企業は市販のロボットや周辺装置を利用して、顧客の要求するロボットシステムを設計・実装・導入・運用することを業務とするが、ロボットシステムの構築には、機械工学、電気電子工学、情報工学などの多様な技術を利用するとともに顧客の要求する問題を分析し、具現化するシステムの開発の能力が必要である。しかしながら、ロボット Sier の企業は小から中規模の企業である場合が多く、新入社員には工学の専門知識が初歩レベルや工学の知識がない場合も多く、中途採用される人材においてもロボット工学の知識を有する技術者とは限らない場合も多い。このように、ロボットシステムの構築には多様な工学技術が必要とされるとともに、企業ではロボットの専門技術を有する人材を常に採用できるわけではないため、事業を継続的に進めるためにはロボット Sier の技術者育成が課題として存在する。とくに、個々のロボットシステムの構築の業務は一つのプロジェクトとして扱われており、このプロジェクトを管理し、運用するプロジェクトリーダーの存在により、顧客からの受注量、コスト、システムの品質管理に影響するため、ロボット Sier のプロジェクトリーダーを短期間で育成する方法が大きな課題となっている。

本研究は、ロボット Sier 企業における人材育成に着目し、とくに生産現場へのロボット導入を対象にするとともに、ロボット工学の初期学習者を対象とする効率で効果的な人事育成の方法と教育カリキュラムの開発を目的としている。

博士論文では、はじめに、文献の調査、及び、現在、企業で行われているロボット Sier に類似する技術者の教育方法の調査、さらに、ロボット専門の学部をもつ大学、工業高校の現状のカリキュラムの調査から、ロボット Sier に対する教育方法の必要性を示している。ロボット Sier 企業の調査からロボット Sier 事業の問題点を示すとともに、若手の人材育成のための教育方法として、構造的な教育プログラムとなる「知識ベース」と「実践ベース」を組み合わせた教育方法を提案している。その後、提案する教育方法を実際の工業高校生を対象とした実習課題に適用し、提案法に含まれる教育の機能や教育カリキュラムの有効性を検証している。ここでは、提案する教育方法をもとに具体的な教育カリキュラムを作成しているが、講義の内容とともに学生の指導や運用に対する方法(インストラクショナルデザインを利用した逐次評価による教育のフィードバック法)や支援ツール(教育用のジャーニーマップによるファシリテータのための事前評価法)などの授業設計の考え方や対策案を示している。これらの授業設計により作成した教育カリキュラムを利用して、2つの工業高校生を対象に教育方法と運用を含めたカリキュラムの検証を行っている。なお、教育カリキュラムの作成では、ロボット工学の初期の学習者から、ロボット導入の経験の少ない人材に対して、ロボット Sier の一貫した業務の流れとともに導入の問題点と対策を検討できる知識と技術の習得を目的とした、ロボットシステム開発の上級工程に相当する学習を対象としている。

本文の第1章では、序論として現在の製造業におけるロボット導入の状況と、その中でロボット Sier の位置づけを示している。第2章と第3章では、中部地区のロボット Sier 企業を対象に業務内容と業務での問題点、人材の特徴と人材教育の特徴を調査した。さらには、新入社員として、国内のロボット工学に特化した教育カリキュラムを有する工業高校と大学のカリキュラムを調査し、ロボット Sier の人材教育に不足している事項やカリキュラムの問題点を示している。第4章と第5章では、工業高校への教育カリキュラムの適用事例を示している。さらに、第6章では、ロボット Sier 企業の業務拡張として、異業種へのロボット導入に対する業務分析からシステムの構造設計に関する教育方法を開発し、現実の教育場に適用して効果を調べた。第7章では、本研究で提案した教育方法を複数の企業に導入し、運用法に対して、シミュレーションにより技術者数の変化の特徴を調べている。

以上のように、本論文では近年の製造業に必要視されるロボット導入業務の人材育成の方法を開発し、さらに実践場に適用することで方法の効果を検証している。一般には、実践場での教育効果の検証では複数年に渡る分析が必要であり、本論文での短期間の評価には、さらなる検討が必要であり、今後の課題である。しかしながら、本論文で示された教育方法と教育カリキュラムは、専門高校や大学だけではなく、社会人の初期学習者を対象としたロボット Sier 教育において基礎となり、効果的な方法とカリキュラムが開発できたと言える。よって、本論文は博士(工学)の学位として価値があると認められる。