

氏 名	たに ざき たか し 谷 崎 隆 士
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 144 号
学位授与の日付	平 成 17 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 シ ス テ ム 科 学 専 攻
学位論文題目	鉄鋼生産における操業管理システムの構築方法に関する研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 酒 井 英 昭	教 授 高 橋 豊	教 授 福 嶋 雅 夫
--------	----------------------	-----------	-------------

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、鉄鋼生産における操業管理システムの構築方法に関する研究において、鉄鋼生産プロセスを最適化するためのソフトウェア技術面からの課題と課題解決の方法論について考察したものであり、全体で6章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景および動機と、論文全体の構成を紹介している。鉄鋼生産プロセスの特徴と生産管理技術について概観し、第3章～第5章で呈示する研究課題に到った経緯を紹介している。

第2章では鉄鋼業における生産管理技術の中核技術である操業計画技術の理論的側面である最適化技術について整理するとともに、鉄鋼の生産構造の特徴を踏まえながら操業計画技術の鉄鋼業への応用について体系化している。その結果、1) 操業計画システムの柔軟性の向上、2) 生産プロセス間の適正在庫管理、3) リアルタイム操業計画、および、4) 原料～生産～顧客のサプライチェーン最適化に関する研究の必要性を導出している。その中で、1)～3) についての研究を行っている。

第3章では操業環境の変化に対応しうる柔軟性の高い生産スケジューリング・システムとして、マン・マシン協調を特徴とした機能分割型生産スケジューリング・システムについて提案している。生産スケジューリング・システムが導入から時間が経つにつれて利用率が低くなる傾向にある原因を解明し、この問題解決のための機能分割型生産スケジューリング・システム構築の方法論、マクロ・スケジューリングとミクロ・スケジューリングの2段階アルゴリズムと動的計画法を応用した高速求解アルゴリズム、およびハードウェア構成方法について呈示している。そして、実生産プロセスへの適用事例を用いて、本方法論によるシステム構築の有効性および解法アルゴリズムの効果を示している。

第4章では生産プロセス間の適正在庫管理について論じている。具体的には、同じ製造仕様の注文を一定量まとめて生産するバッチ操業設備や同じ製造仕様の注文を連続して生産する同一段取連続操業設備などの異なるロット集約条件を持つ生産プロセス間のバッファ在庫量の統計的算定法を提案している。本方法の特徴は、下工程の生産が上工程の生産とバッファ在庫に依存して決定される点に着目し、上工程生産及びバッファ在庫と下工程生産の関係を特徴づける統計情報を用いてバッファ在庫量を算定するところである。導出した算定式、算定式に用いたモデル、実生産プロセスをベースとしたモデルでの数値実験結果を比較し、本手法の有効性を示している。本手法を用いれば、在庫量の平均(すなわち適正在庫量)は簡便に算出可能である。一方、在庫量の分散の算出には、実生産プロセスの生産変動のモデル化が課題である。

第5章ではリアルタイム操業計画の中核となる解法アルゴリズムについて、製造業で数多く存在する搬送系を有するジョブショップ型工程を対象としたスケジューリング・アルゴリズムを提案している。本アルゴリズムでは、ネック工程より溯りながらバックワードシミュレーションを行うことで、第1工程の最遅作業開始日を算出している。その後、フォワードシミュレーションを行いながら、クレーン選択の列挙木を生成し、その中からスケジューリング対象となる全ての製品の搬入～搬出のリードタイムの合計を最小化するクレーンの選択法が提案されている。本アルゴリズムは、上記の2段階スケジューリングと、分枝限定法の深さ優先探索と幅優先探索を組み合わせたハイブリッド方式を用いて、搬送設備の干渉を回避す

る搬送設備選択法を組み込んだ汎用的な方法である。そして、実プロセスをモデル化した数値実験で本アルゴリズムの有効性を示している。

第6章は結論であり、本研究で得られた成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、鉄鋼生産における操業管理システムの構築方法に関する研究において、鉄鋼生産プロセスを最適化するためのソフトウェア技術面からの課題と課題解決の方法論について考察したものであり、得られた主な成果は以下のように要約される。

1. 鉄鋼業における操業計画技術に関して整理し、これまで提案された方法論が実プロセスのモデル化と最適化技術の適用によるものであることを明らかにした。その結果、鉄鋼生産プロセス全体を最適化するためのソフトウェア技術面での研究課題が、1) 操業計画システムの柔軟性向上、2) 生産プロセス間の適正在庫管理、3) リアルタイム操業計画技術、4) サプライチェーン最適化技術であることも明らかにした。その中で、1)～3) についての研究を行った。
2. 操業計画システムの柔軟性を向上するためのシステム構築の方法論、スケジューリング問題に対する動的計画法を応用した高速な最適化アルゴリズム、システムの実装方法について提案するとともに、実生産プロセスへ適用する事で、提案した方法の有効性を確認した。
3. 生産プロセス間の関係の特徴づける統計情報を用いた適正在庫量の算定方法を提案するとともに、実生産プロセスをモデル化した数値実験により有効性を確認した。
4. リアルタイム操業計画技術を必要とする搬送系を有するジョブショップ型工程を対象に、シミュレーションと分枝限定法を組み合わせることにより、準最適解を高速に求解するハイブリッド方式アルゴリズムを提案するとともに、実生産プロセスをモデル化した数値実験により有効性を確認した。
5. 2. で提案したシステム構築の方法論、3. の適正在庫量の算定方法、および4. のアルゴリズムは、いずれも鉄鋼業以外の製造プロセスへの適用が可能な汎用性の高い方式であることを示した。

以上要するに本論文は、生産プロセスの最適化に関して、従来より数多く研究されている最適化技術を補完する新しい観点からの重要な提言を行っているものであり、その成果は情報学の展開上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値のあるものと認める。また、平成17年1月27日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。