

氏 名	たまき 玉 置	ひさし 久
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)	
学位記番号	工 博 第 1309 号	
学位授与の日付	平成 5 年 5 月 24 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	工学研究科電気工学専攻	
学位論文題目	ジョブショップ・スケジューリングのモデル化と解法に関する研究	

論文調査委員 (主 査)
教授 西川 禎一 教授 荒木 光彦 教授 茨木 俊秀

論 文 内 容 の 要 旨

近年における各種生産技術の進歩と製品に対する要求の多様化は、いわゆる多品種少量生産の傾向を助長しつつある。また、製品と生産技術の急速な変遷に促されて、生産工程も短期間のうちに見直しを迫られることになる。それらの趨勢に伴って、工程におけるスケジューリングの効率化・最適化に対する要求はますます増大している。スケジューリング問題は、数理的には組合せ最適化問題であり、実際工程に現れる規模の問題に対して厳密な最適解を求めることは、計算に要する時間(手間)などの点で実際上不可能である。従って、比較的短時間で質の良い近似最適解を求めうるアルゴリズムが必要とされるのであるが、そのためには実際問題のモデル化法にも考察を加えることが肝要である。本論文は、最も適用範囲の広いジョブショップ型スケジューリング問題を対象として、モデル化にいくつかの検討を加えるとともに、厳密解法の拡張と新しい近似解法の考案によって、効率のかつ安定的に質の良い近似解を求める研究結果をまとめたものであって、7章よりなっている。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的を述べるとともに、本論文の内容と構成を要約している。

第2章では、従来のスケジューリング理論で対象とされてきた問題群を体系的に分類・整理している。まず、機械の種類と特性、仕事に課せられる条件及びスケジュールの評価基準に基づいて問題を分類し、本研究で対象とするジョブショップ問題の位置付けを明らかにしている。次に、特定の問題について確立されている最適化アルゴリズムをまとめ、また効率的なアルゴリズムが得られていない問題に対する有効な最適化手法についても述べている。

第3章では、対象とするジョブショップ・スケジューリング問題を定義し、同問題に対する種々の最適化及び近似最適化アルゴリズムについて述べている。

第4章においては、工程における仕掛り在庫を一時保留するためのバッファを考慮した場合のジョブショップ問題を定義し、それを混合整数計画問題に定式化したうえで、選択グラフ、タイム・ペトリネット及びガントチャートに基づく3種類のモデル化を行う手法を提案している。そして、それぞれのモデルに

対して、分枝限定法あるいはリスト・スケジューリング法に基づくアルゴリズムを構成し、バッファの容量がスケジュールに与える効果を検討するとともに、計算時間及び得られるスケジュールの良さの観点から3種類のモデルの優劣を比較している。

第5章は、ジョブショップ・スケジューリング問題に対して分解による近似解法を提案したものである。これは、特に大規模な問題についてアルゴリズムの効率化を図ったものであるが、計算時間の短縮効果と得られる近似解の良さとの両面を考慮する必要がある。そのために、問題の難易度の概念を導入してそれを定量化し、分解された部分問題の難易度がほぼ均一になるような分解アルゴリズムを提案している。

第6章では、解空間の一部を有効に探索する部分探索法を取り上げ、特に生物の進化過程に示唆を得た最適化手法である遺伝アルゴリズム (Genetic Algorithm, GA) に注目し、GA をジョブショップ問題に適用するための冗長コーディング手法などについて、独自の提案を行っている。さらに、GA の欠点である個体群の早期均一化現象を緩和するための近傍モデルを提案し、同モデルはまたアルゴリズムの並列化にも有効なことに着目して、トランスピュータによる並列計算を実行し、計算時間の大幅な短縮に成功している。

第7章は本論文のまとめであり、得られた知見を要約するとともに、今後の研究課程を整理している。

論文審査の結果の要旨

生産技術の進歩と製品に対する需要の多様化などに起因して、近年、工程スケジューリングの効率化・最適化に対する要求は増大しつつある。スケジューリングは数理的には組合せ最適化問題であり、大規模な問題を厳密に解くことは事実上不可能である。この論文は、実際問題のモデル化と解法について検討を加え、いくつかの新しい提案を行ったもので、主な成果は次のように要約される。

1. ジョブショップ型の生産工程における仕掛り在庫の一時保留バッファを含めた一括スケジューリング問題を定義し、それを混合整数計画問題として定式化したうえで、選択グラフ、タイム・ペトリネット及びガント・チャートの形にモデル化する方法を提案した。それらに基づいて分枝限定法及びリストスケジューリングなどの近似解法を構成し、相互の優劣比較を行うとともに、バッファの効果を定量的に明らかにした。

2. ジョブショップ・スケジューリングに対して、問題の時系列的分解による近似解法を提案した。分解に際して、計算時間の短縮効果と得られる近似解の良さとの両面を考慮する必要がある、そのために問題の難易度の概念を導入してそれを定量化し、部分問題の難易度がほぼ均一になるような分解アルゴリズムを提案した。

3. 解空間の一部を有効に探索するアルゴリズムとして、生物の集団的遺伝過程に示唆を得た遺伝アルゴリズム (Genetic Algorithm, GA) に注目し、選択グラフ・モデルに基づいてジョブショップ問題に効率的に適用する遺伝子形コーディング法を提案した。またGAの欠点として、求解過程の早期に個体群の多様性が失われ解の改良が停滞する現象があるが、その緩和策として新しく近傍モデルを提案した。さらに同モデルに基づけば計算の並列化が容易な点に注目して、トランスピュータを用いた並列アルゴリズムを作成し、顕著な時間短縮を実現した。

以上要するに、この論文はジョブショップ型スケジューリング問題について、現実の要点を反映するようなモデル化の方法を検討するとともに、効率的で信頼性の高い近似解法についていくつかの提案を行ったものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は京都大学博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

また平成5年4月5日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。