

Title	多目的スケジューリングに関する研究
Author(s)	毛利, 進太郎
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3169049
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	毛 利 進 太 郎
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 0 3 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 1 2 年 1 月 3 1 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科 応用物理学専攻
学 位 論 文 名	多目的スケジューリングに関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 石 井 博 昭 (副査) 教 授 八 木 厚 志 教 授 河 田 聡 教 授 萩 行 正 憲 助教授 小 松 雅 治

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は複数の評価基準をもつスケジューリング問題を取り扱い、現実的でより良いスケジュールを構築するための基礎的方法を開発している。また新しい機械環境である多機能機械や機械使用コストを考えるなどスケジューリングの現状を踏まえた多目的最適化のための数理的なアプローチを構築することを目的としており、内容構成は以下の7章からなっている。

第1章では本論文の概要と意義を述べ、ここで取り上げた研究の位置づけを行っている。

第2章では本論文の基礎となるスケジューリング問題のモデルと、それに対する従来の研究について述べている。さらに最適化問題における多目的最適化の意義とその最適性の定義を述べ、その中で非劣スケジュールを定義している。

第3章では従来考えられてきた機械環境の一般化である多機能機械において最大完了時間と最大納期遅れという二つの目的関数を持つオープンショップスケジューリング問題に対し、特別な線形計画問題を構成することにより、実行可能な非劣スケジュールを与えるアルゴリズムを提案している。さらに再生不可能な資源の消費を加え、3つの目的関数を持つ問題への拡張を行っている。

第4章では等価並列機械において、最大納期遅れと最大完了時間を目的関数とするスケジューリング問題を考えている。まず実行可能なスケジュールが存在するための条件を導くことによって問題のパラメータから最大納期遅れの最適値を陽に与える公式を新たに導いている。この結果より最大完了時間と最大納期遅れの二つの目的関数をもつ問題に対して、これらの目的関数値間との関係を与える不等式を新たに導き、非劣スケジュールを求める方法を開発している。

第5章では等価並列機械の機械環境において、資源を割り当てることによって処理時間を短縮することができる状況を考え、各仕事への資源の最適な割り当てについての定理を得ている。この結果に基づいて各仕事に資源を割り当て、実行可能なスケジュールを求める効率的アルゴリズムを開発しており、その結果得られるスケジュールが資源の消費量について最適になっていることを示している。

第6章では等価並列機械において、各機械でその使用時間に依存したコストがかかる場合のスケジューリング問題を考えている。まず機械の利用時間にに対し制約が与えられている問題を考え、利用コストの総和を最小にするアルゴリズムを与えている。また利用コストが制約として与えられている問題についても、機械の利用時間が最小となるアルゴリズムを与えている。さらに機械の利用時間と利用コストの総和の関係式を導出し、これら二目的の問題において、上記のアルゴリズムで求めた解が非劣解となっていることを示している。

第7章では各章で取り上げた研究についてまとめ、今後の課題を述べている。さらに本論文で提案した数理的手法を生産現場において、どのように活用すべきか、また今後どのような課題があるかを述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文はより現実に適したスケジュールを構成することを目的とし、従来の単一の評価基準ではなく、複数の評価基準をもつスケジューリング問題を扱い、これらに対し実際に非劣スケジュールを与える数理解法を開発している。また新しい機械環境である多機能機械や機械使用コストを考えるなどスケジューリングの現状を踏まえた新たなモデルについて考察を行っている。これらはスケジューリング問題のみならず多目的組合せ最適化に関する数理的な試みとして位置づけることができる。得られた結果を要約すると以下の通りである。

(1)多機能機械という新たな機械環境における最大完了時間と最大納期遅れという二つの目的関数を持つオープンショップスケジューリング問題に対して、特別な線形計画問題を構成し、実行可能な非劣スケジュールを与えるアルゴリズムを提案している。さらに再生不可能な資源の消費を加えた3つの目的関数を持つ問題への拡張を行っている。多機能機械についてはこれまで数理的アプローチがほとんど無く、ここでの結果はこのような環境でのより良いスケジュールを構成するための新しい知見を与えている。

(2)等価並列機械スケジューリング問題を考え、納期制約のもとで実行可能なスケジュールが存在する条件を導くことにより最大納期遅れの最適値を陽に与える公式を導いている。この結果より最大完了時間と最大納期遅れの二つの目的関数をもつ問題を考え、二つの目的関数の非劣解集合を示す不等式を新たに導くことにより、非劣スケジュールを求める方法を開発している。ここでの成果において非劣解における二つの目的関数値間についてトレードオフとなる関係を示す式を陽に導出していることは従来に無い新たな成果である。

(3)資源を割り当てることによって処理時間を短縮することができる等価並列機械問題を考えている。まず資源の最適な割り当てについての新たな定理を導き、この結果より各仕事に資源を割り当てるとともに実行可能なスケジュールを求めるアルゴリズムを開発している。資源制約などにより仕事のパラメータが変化する状況は最近のスケジューリングの現場では重要視されており、この結果はこのような新しい状況における知見を与える。

(4)機械の利用時間に応じてコストがかかるような生産現場での状況を考え、その状況下において機械の利用時間に対し制約が与えられている問題と利用コストが制約として与えられている問題それぞれについて、最適なスケジュールを求めるアルゴリズムを開発している。そしてこれらの結果により機械の利用時間と利用コストの総和の関係式を導出し、これら二目的の問題において、上記のアルゴリズムで求めた解が非劣解となっていることを示している。従来個々の仕事の処理に割り当てることが多かった処理コストを、機械の使用コストとしてより現実的な位置づけを行った新たなモデルを考えており、そのような環境下でのスケジューリングの基礎的な知見を得ている。

以上のように、本論文は従来単一の評価基準が多かったスケジューリング問題に対し、複数の評価基準をもつ問題を扱い、数理的立場から現実にスケジュールを構築する方法を開発している。また新しい機械環境である多機能機械や機械使用コストを考えるなどスケジューリングの現状を踏まえた新しいモデルを扱っている。特にいくつかの問題において実行可能領域を明示し、非劣解の目的関数値間の関係を示す式を新たに与えていることはこれまでにない成果である。これはスケジューリング問題のみならず多目的組合せ最適化問題全般に対するこれからの試みとしても意義があり、応用物理学、特に数理情報工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。