

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 11486 号
------	---------------

氏 名 早坂 健宏

論 文 題 目

Feasibility of Schedules under Blocking Constraint  
(閉塞条件下におけるスケジュールの実行可能性)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	社本 英二
委員	大阪電気通信大学	教授	樋野 励
委員	名古屋大学	教授	秦 誠一
委員	名古屋大学	教授	鈴木 達也
委員	名古屋大学	教授	大岡 昌博

## 論文審査の結果の要旨

早坂健宏君提出の論文「Feasibility of Schedules under Blocking Constraint (閉塞条件下におけるスケジュールの実行可能性)」は、閉塞条件下におけるスケジュールを対象としている。閉塞とは、製造途中の製品が生産設備を塞ぐことで、他の製品の処理を妨げる行為である。閉塞の条件を考慮に入れると、多くのスケジュールは実行不可能となり、そのことが障壁となりスケジューリング理論への導入を難しくしている。閉塞条件をスケジューリング理論に取り入れるためには、スケジュールの実行可能性について厳密に議論しなければならない。本論文では、現実的な生産現場において日常的に行われる処理順序の変更の際のスケジュールの実行可能性について議論をし、その変更を実現するための課題に取り組んだ。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、論文の「Introduction」とし、研究の背景と研究の目的を述べている。この中では、生産活動の改善が目的であることを示し、その改善の中でも特に生産の仕組み、すなわち生産システムの改善に取り組む姿勢について説明している。また、現実的な工場を考えると閉塞の条件をスケジューリング理論に取り組む必要があることを示しており、その難しさについて説明している。さらに、工場では日常的に起きる計画の変更が閉塞条件下におけるスケジュールでは容易ではないことを示している。そして、閉塞条件下における処理順序の変更を達成するための2つの課題を挙げ、研究の目的について説明している。

第2章では、本論文を理解するために必要な基礎的な知識を解説している。始めに、閉塞の厳密な定義と、本研究で対象としている blocking job shop scheduling problem について詳しく解説している。また、スケジュールの表現として用いられるガントチャートとグラフ上で閉塞がどのように表されるかを示していると共に、後述の実行可能性の判定の際に使われる閉塞の数学的な表現についても解説している。

第3章では、実行可能性の判定のために解くべき最適化問題を提案している。処理順序が与えられたスケジュールが単純な線形計画問題であることを利用し、その上で人為変数を導入することで、簡便な判定を可能にしている。加えて、処理順序の変更前のスケジュールが実行可能であることを利用し、人為変数を加えるべき制約式を制限すると共に変更前のスケジュールの決定変数を判定に利用するという独創的な点に取り組んでいる。また、提案する最適化問題に要する計算回数および計算時間に着目した数値計算を行っており、計算回数が少なく抑えられていることおよび問題の規模の増加に対して計算時間の増加は鈍感であることを示しており、提案手法の有効性について確認している。

第4章では、グラフを用いた実行可能なスケジュールへの修正方法を提案している。実行不可能なスケジュールはグラフ上に閉路が存在することが分かっているため、そのことを利用し、閉路の解消が実行可能なスケジュールへの修正になることを理論的に示している。この修正を可能にするための簡単なルールを提案するとともに、提案する修正方法を局所探索法に応用することで、スケジュールの立案も可能であることを数値計算で示した。数値計算結果によれば、最適なスケジュールは求まらないものの良いスケジュールが現実的な計算時間内で求まっており、提案手法の有効性について確認している。

第5章では、ガントチャートを用いた実行可能なスケジュールへの修正方法を提案している。グラフで行われるようにスケジュールの論理的な評価を行うことで実行可能性について議論するのではなく、ガントチャート上に無理矢理スケジュールを描く方法を提案し、ガントチャート上で実行可能性について議論している。無理矢理にガントチャート上に表現すると、実行不可能な閉塞の状態が視覚的に確認可能になり、視覚的に得た情報からスケジュールの修正箇所を決める方法を提案した。視覚的に情報が得られるということは、実際の生産現場での利用にもつながると考えており、生産活動の現実的な改善が期待される。また、第4章のグラフを用いた修正で行った数値計算と同様の計算を行っており、ガントチャートを用いた修正の有効性についても確認している。

第6章では、現実的な生産システムの1つであるマルチクラスシステムを取上げており、第4 - 6章で提案した手法を適用することで現実的なスケジュールの提案を行っている。マルチクラスシステムにおいては、クラスタ内のクリーン度を保つためにクラスタの容積を小さくしており、そのため保管を行う装置が制限され、

## 論文審査の結果の要旨

閉塞が頻繁に起こり得る。そこで、簡単に与えられる初期スケジュールをもとに処理順序の変更を繰り返し行うことでスケジュールの立案を行っており、現実的なシステムに対しても提案した手法が有効であることを確認している。

第7章では、「Conclusion」として、第2 - 6章から得られた研究成果をまとめている。またそれらの研究成果を用いた今後の研究の発展・応用について、その展望を述べている。

以上のように、本論文は、閉塞条件下におけるスケジュールの実行可能性について厳密に議論しており、その条件下における処理順序の変更を実現した。このことにより、閉塞をスケジューリング理論に取入れるための基礎的な課題を解決し、また、現実的な生産活動においても計画の変更は頻繁に行われることから、学術上、工業上に寄与するところが大きい。したがって、本論文提出者 早坂健宏君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があるものと判定した。