

# 在庫にペナルティがかかる分岐型ジョブ並列機械

## 2工程フローショップスケジューリングに対するアプローチ

02701360 早稲田大学 山越康裕 YAMAKOSHI Yasuhiro  
 02002990 早稲田大学 \*今泉 淳 IMAIZUMI Jun  
 01603200 早稲田大学 森戸 晋 MORITO Susumu

### 1 はじめに

本研究は、1) 工程が並列機械からなり、2) ジョブが分岐し、かつ複数機械に分割可能で、3) 第1、第2工程の重複生産が可能である、という特徴を持つ、標準的なスケジューリングのモデルでは扱われていない2工程フローショップスケジューリング問題を扱う。

本研究では、第1または第2工程の各機械のスケジュールを逐次固定し、他方の最適化を反復するアプローチによってスケジューリングを行う方法を提案する。

### 2 システムの説明

#### 2.1 ジョブの分岐

第1工程で加工を受けたジョブは、第2工程に行くことと分岐する。各ジョブの第1工程、第2工程で加工する機械と加工日数は所与である(図1)。各工程においてジョブに対する割り込みは許されない。

#### 2.2 中間在庫と重複生産

工程間には中間品を貯蔵するジョブ固有の在庫置場があり、第1工程で加工を終了した部分のジョブから中間品が在庫置場に溜り、それらに対して第2工程で

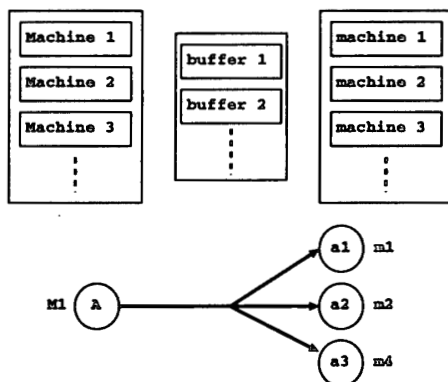


図1: ジョブの分岐と加工可能な機械

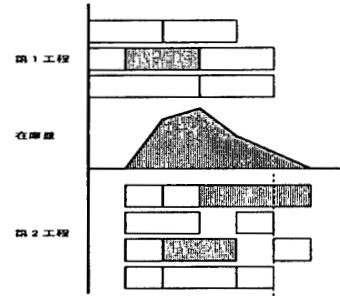


図2: 重複生産と在庫の推移

の加工ができる、すなわち重複生産が許される(図2)。

#### 2.3 望ましいスケジュール

第1、第2工程間の在庫を原則として一定量以下に抑えつつ、できる限り多くのジョブを計画期間(30日)内に生産したい。

### 3 決定変数と評価尺度

#### 3.1 決定変数

両工程の各機械上のジョブの加工開始日が決定変数である。

#### 3.2 評価尺度

計画期間内に所与の生産要求量を生産した割合(充足率)が第一の評価尺度で、最大化したい。在庫量はある制限内に収めたいが、これは目標で、この制限を破るとペナルティとなる。すなわち、本問題は多目的最適化的な側面を持つ。

### 4 解法の方針

第1工程のスケジュールから在庫量の情報を得て第2工程のスケジュールを生成し、これから在庫の情報を得て第1工程のスケジュールを修正することを反復する(図3)。両工程内のスケジューリングは、機械一台のスケジュールを逐次固定して決定する。

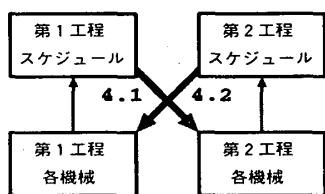


図 3: 本研究が提案する逐次的反復アプローチ

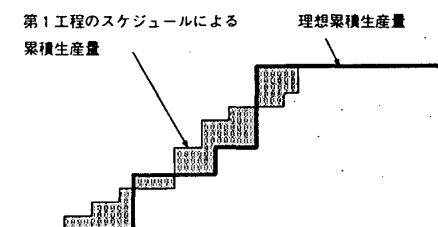


図 5: 累積生産量と理想累積生産量

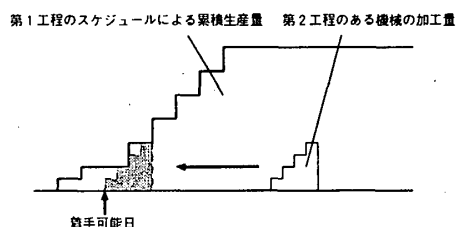


図 4: 着手可能日の算出

本解法の特徴は、各反復において、両工程間の媒介である在庫をなるべく少なく抑えつつ、在庫の情報を橋渡しとして両工程のスケジューリングを行なう点にある。

#### 4.1 第2工程のスケジューリング:着手可能日付き一機械問題への分解

第1工程の全ジョブの加工開始日が与えられると、各ジョブの累積生産量の推移が確定し、在庫切れが起こらないような第2工程の着手可能日が決まる(図4)。そこで、スケジュールが未確定の機械に対して、Schrageの解法[1]で着手可能日付き総所要時間最小化の一機械問題を解くことを繰り返す。

##### 手順1

- step 1 第1工程のスケジュールから、各ジョブの着手可能日を算出し、全機械のスケジュールが確定するまで、step 2 から 4 を繰り返す。
- step 2 スケジュールが未確定の全機械に関して一機械問題を解く
- step 3 総所要時間の最も大きい機械のスケジュールを確定させる
- step 4 累積生産量の推移と着手可能日の再計算

#### 4.2 第1工程のスケジューリング:目標追跡法に基づくアプローチ

第2工程の各機械のジョブの順序を保ったまま、遊休をつくらないように左詰めにしたスケジュール(理想スケジュール)を考え、それを在庫量0で実現するの

に必要な理想累積生産量になるべく近くなるように、すなわち図5の斜線部の面積を最小化するように、第1工程の各機械のジョブの順序を入れ換える(目標追跡法)。

##### 手順2

- step 1 理想累積生産量を計算する
- step 2 ジョブの順序の再決定がされていない機械に対して、割り付けジョブ数の少ない機械順に、step 3 と 4 を繰り返す
- step 3 理想累積生産量とのずれが最小のスケジュールを求める
- step 4 step 3 で決定したスケジュールにしたがって、理想累積生産量を更新する

手順2(反復の一回目は第1工程の適当なスケジュール)と手順1を経て全体のスケジュールが生成され、これを数回反復する。本解法の有限収束性は保証されないため10回の反復を終了条件としているが、多くの場合数回の反復で解は収束する。

## 5 数値例

第1工程 24 機械、第2工程 29 機械、第1工程のジョブ 61 品種、第2工程のジョブ 75 品種で数値実験を行なった。

表 1: 数値結果例

充足率	87%
在庫の上限目標を超過した日数	109
最大在庫量	66

## 参考文献

- [1] J. Carlier. One-machine sequencing problem. *Eur. J. Optm. Res.*, Vol. 11, 42-47, 1982.