

多目的スケジューリング法の活用検討

鬼頭 繁彦

大学で学んだ多目的スケジューリング法について、大学での研究概要ならびに現在従事している生産技術分野に適用する場合の考え方について述べる。必要なモノを必要な時に必要なだけ適切にというジャストインタイム (JIT) の考え方を達成するためには、生産工程における納期と余剰在庫を最少にする生産スケジュールが必要となる。つまり、多目的スケジューリング問題を効率よく解く必要があり、学んだ OR 手法が生かせるのではないかと考える。

キーワード：多目的スケジューリング問題、生産計画、メタヒューリスティックス、遺伝的アルゴリズム、数理計画法、多品種少量生産、トヨタ生産方式、ジャストインタイム

1. はじめに

私は、学生時代に組合せ最適化手法および近似解探索アルゴリズムについて学んだ。対象モデルを「段取りにより多品種に対応する生産工程」として、時間や資源などの複数の目的を持つ生産スケジューリング問題とした。そして最適解の計算が困難である問題に対して、メタヒューリスティックス (近似解法) と数理計画法 (厳密解法) を組み合わせることで、それぞれの持つ探索能力の高さと探索の高速性といった長所を活かす解探索手法を提案した。

本稿では、まず大学での研究の概要について述べ、現在従事している業務分野にそこで学んだ OR 手法を適用する考え方について述べる。

2. 大学での研究概要

近年のライフサイクルの短縮、消費者需要の多様化により、多品種少量生産が必要とされている。生産工程において設備のツール切り替えにより多品種生産に対応するためには、様々な制約を満たす実行可能な生産スケジュールを選定しなければならない。すなわち時間の無駄を少なくするとともに、資源の無駄も少なくするという多目的問題として捉える必要がある。

設備切り替えの計画と生産品種の順序決定を同時に行わなければならないとき、複数の目的をバランスよく達成するスケジュールを厳密解法によって効率よく解くことは非常に難しい。また近似解法によるスケジュール探索でも問題の規模が大きくなり、精度の良い

解を得るためにはさまざまな工夫が必要となる。

対象としたモデルは、シート生産工程であり (図 1)、完成品であるシートには「長さ」、「幅」、「厚み」の 3 つの属性がある。

工程の流れは、1 台の配合機で主原料と副原料を混合してシート原料を生成する。シートには長さ、幅、厚みの 3 つの属性があり、ダイスと呼ばれる押し出し口によって決められた幅でシート原料を押し出してシートを生産する。押し出されたシートはロールにより厚さを整え最終的に切断機によりシートを切断して幅と長さを決定する。この工程における評価指標は、ダイスの切り替えによる「段取り替え時間ロス」、「押し出しが安定するまでの資源ロス」および「切断による資源ロス」であり、〈時間〉と〈資源〉の低減を目的とする 2 目的スケジューリング問題となる。

このスケジューリング問題の決定要素は、生産するシート (仕事) の順列と各シートの処理に用いるダイス (ツール) である。仕事の処理順序によって使用するツールが変わるため、仕事の順列とツール割り付けを同時に考えて最適化する場合の探索空間は膨大となり、効率的な探索は難しい。そこで以下のように、メ

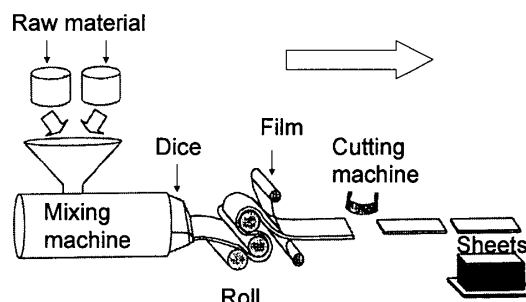


図 1 シート生産工程

きとう しげひこ

(株)デンソー

〒 448-8661 刈谷市昭和町 1-1

タヒューリスティックスと数理計画法を組み合わせたハイブリッド手法を提案した[1][2]。仕事の処理順序を近似解法である遺伝的アルゴリズムの個体情報として評価・遺伝操作を繰り返し、できるだけ最適解に近い解を探索していく(図2)。個体評価が必要となるツール割付については、各個体で仕事の処理順序が決まっているのでツール割り当て問題(多段ネットワーク問題)となり、厳密解法である動的計画法により最適解を求められる(図3)。個体(パレート解:複数解で構成)の評価法については、Fonsecaのランキング法に加え、パレート曲線からの距離比での評価手法を提案し、優越の程度を考慮した個体評価が可能となり効果的な探索が可能となった[3]。

提案した多目的ハイブリッドスケジューリング法の狙いは、動的計画法を組み合わせることにより、遺伝的アルゴリズムの解探索の高速性を大きく損なうことなく、解の精度の向上と安定した探索によるバランスのとれた解を得ることにある。計算結果では、30仕事6ツール問題に対して、短時間(CPU時間1,490秒)で優れた解が得られた。

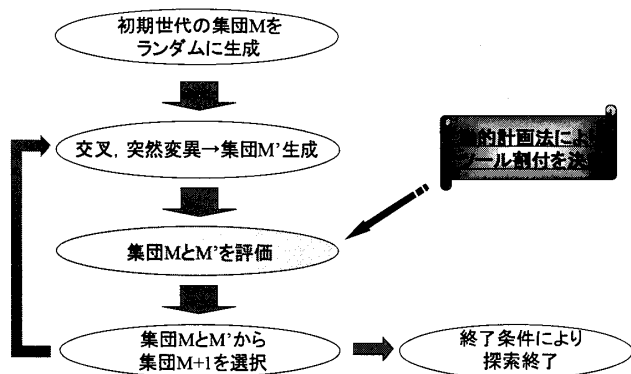
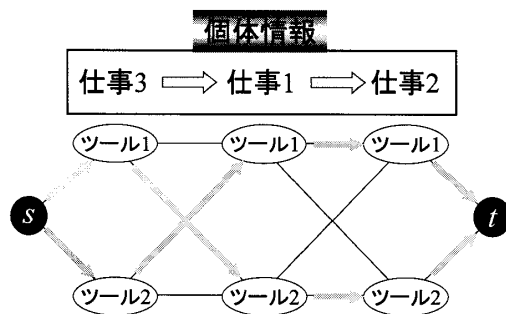


図2 遺伝的アルゴリズムによる解探索



$$\text{距離} = w_1 F_1 + w_2 F_2$$

処理時間 資源ロス量

図3 動的計画法によるツール割付

3. 担当分野でのスケジューリング法の活用検討

現在、私は精密加工分野の工程設計業務に従事している。大学で学んだOR手法を直接応用して使う機会はないが、関連する分野への応用を考えるならば、大学での研究モデルと同様に生産工程での生産スケジューリング(生産計画)最適化へのアプローチが考えやすい。

多品種生産に対応する生産工程では、納期、材料ロス、在庫等の複数の目的に対する効率的な生産指示の決定に多目的スケジューリング解法を利用する事が有効ではないかと考えている。

トヨタ生産方式では、ジャストインタイム(JIT)の考え方を基本とし、工程間在庫を最少に抑え、必要なモノを必要な時に必要なだけ適切に作ることが目標とされる。この考え方に対し、複数品番を設備段取り替えにより対応する工程の生産計画最適化を検討する場合、複数の評価指標をもつ多目的スケジューリング問題として、組み合わせ最適化手法によるアプローチが可能と考えられる。また、後工程の引き取り情報や計画に対する状況をフィードバック・再検討し常に最適な生産指示を出すためには、ある程度の精度を確保しつつ高速な解探索を行うことが必要となる。そのため、前述したメタヒューリスティックスと数理計画法を組み合わせたハイブリッド解法などの生産支援が有効になってくるのではないかと考えられる。つまり、生産スケジューリングに必要なデータ類を揃えるための情報システムの整備や生産スケジューリングの重要性の増加などにより、生産スケジューリングは、従来の受動的な役割からより多角的に利用する方向に変化させようであろう。言い換えれば、生産スケジューリングを静的な数学モデルの世界としてではなく、生産を動的に支援する生産情報システムの重要な機能として認識することができる。

例えば旋削工程(NC旋盤にて円筒物外径形状を加工)において、品番ごとに製品形状が異なる場合には、品番切り替えごとに加工プログラム変更作業および作業による品質確認(加工寸法、面粗度等)の時間が発生してしまう。このモデルの評価指標は、処理時間(生産完了時刻-生産指示時刻)と工程間在庫(生産数-必要数)である。この問題は、これらの評価指標をできるだけ小さくするような品番の生産順序(生産計画)を求めるという2目的スケジューリング問題と

なる。実際の生産現場では、設備稼働率や刃具交換段取り時間、不良率変化、必要最少在庫量、特急生産指示なども考慮する必要があり、今後も効率的な解探索手法の追求が必要だと感じる。

4. まとめ

スケジューリングの問題は生産活動に限らず、製品を配送するための配車計画、会議の時間割作成、人員のシフト計画など様々な場面に存在しており、その対象範囲はきわめて広い。そしておのおのの分野や対象に応じて、問題の特性、考え方、解法が異なる。大学での研究モデルや今回述べた考え方もその対象範囲の一部に過ぎず、また今回検討したOR手法であるメタヒューリスティックスと数理計画法についても様々な研究がなされている[4]。

今後は、業務に関係する分野に潜在している多くの他の組み合わせ最適化問題に対し、大学で学んだ経験を生かし、数学モデル化およびOR手法の適用による効率的な解探索を検討し、業務に生かしていきたいと

思う。また、他の手法についても、近似解法、厳密解法ともに幅広く身につけ、各問題にて最適な手法で求解できるようにしていきたい。

参考文献

- [1] 森田浩, 鬼頭繁彦, シート生産工程における遺伝的アルゴリズムと動的計画法によるハイブリッド多目的スケジューリング法; システム制御情報学会論文誌, 17, pp. 155-161 (2004).
- [2] 鬼頭繁彦, 森田浩, 設備切替のあるシート生産工程におけるスケジューリング問題の解法; スケジューリングシンポジウム 2002 講演論文集, pp. 194-199 (2002).
- [3] 玉置久, 遺伝的アルゴリズムによる生産ラインの多目的スケジューリング; 生産スケジューリング (黒田充, 村松健児 編), 朝倉書店, pp. 199-216 (2002).
- [4] 吉富康成, 橋本一郎, 遺伝的アルゴリズムとモンテカルロ法による確率的ナーススケジューリング問題のハイブリッド近似解法; スケジューリングシンポジウム 2002 講演論文集, pp. 188-193 (2002).