

天井クレーンの最適運用システム —製造業における 最適生産計画立案シミュレーターの開発—

研究・開発機関 : [近畿大学 工学部](#)
 利用施設 : 近畿大学研究室設備 (CPU i5-8400 クロック 2.81GHz)、FOCUSスパコン
 計算規模 : シミュレーション1ケース当たり 数秒~1時間
 利用ソフトウェア : 独自開発の生産計画立案シミュレーター

Before

- 工場では操業に関係する非常に多くの制約条件を順守しながら、注文の納期に間に合うように最適な生産計画の立案が求められます。
- しかし、立案の対象となる工程が多いケースでは、計算機で自動立案することは困難なため、通常は現場オペレーターの経験により人間主体で生産計画を立案しますが、最適な生産計画に至るまでは難しいのが現状でした。

After

- 経験的な知識から適切な解を求める手法を含むメタ戦略と工場操業シミュレーターから構成される生産計画立案シミュレーターを開発し、短時間で最適解に近い計画立案を可能にしました。
- このアプローチをクレーン搬送設備に適用することで、制約条件であるクレーン同士の間干渉の無い質の高い生産計画を、迅速かつ効率的に得ることが可能になりました。

背景と目的

製造業において、国が推進するSociety5.0^(*)への対応のため、製品の高級化、多品種化、短納期化などの課題を解決する生産計画システムの果たすべき役割はますます重要になってきています。

しかし、製造業における生産計画の立案では、大規模で複雑な多くの制約条件を満足し、短納期あるいは工場での生産所要時間を短縮するなどの最適な生産計画を、現実的な時間内に計算機で自動立案することは困難でした。よって、生産現場オペレーターの経験知を活用し、人間が主体となって生産計画を立案することが行われていました。

製造現場では図1に示す数多くの搬送設備(天井クレーン)で生産対象品を搬送します。天井クレーンには、お互いの動きを妨げる干渉を回避する必要があり、さらに、中間製品の搬送待ちが無い生産計画を立案する必要があります。

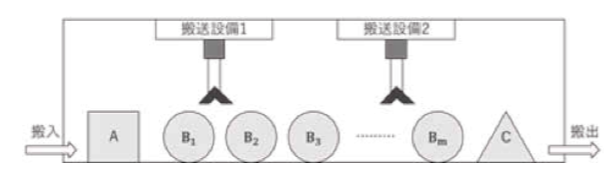


図1 天井クレーン

そこで、メタ戦略と呼ばれる良い解を比較的短時間で求解する計算手法と工場の操業を緻密に再現する生産シミュレーターを組み合わせることで、上記課題を解決すべく、最適生産計画立案シミュレーターの開発に取り組んできました。

*1: 経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の新たな社会と、我が国が目指すべき未来社会の姿として提唱された。

利用成果

開発した最適生産計画立案シミュレーターの構成を図2に示します。点線で囲まれたメタ戦略のパートで様々な解(生産計画案)を生成します。生成された生産計画案に対して、図2の右部分で対象工場の操業シミュレーションを行い、制約条件の充足チェックと生産計画案の評価値を算出します。評価値に基づき、メタ戦略のパートでより良い生産計画案を残し、それを新たな計画案を生成する種とします。この手順を入力で指定した回数繰り返した後、最も評価値の高い生産計画案を最終結果として出力します。

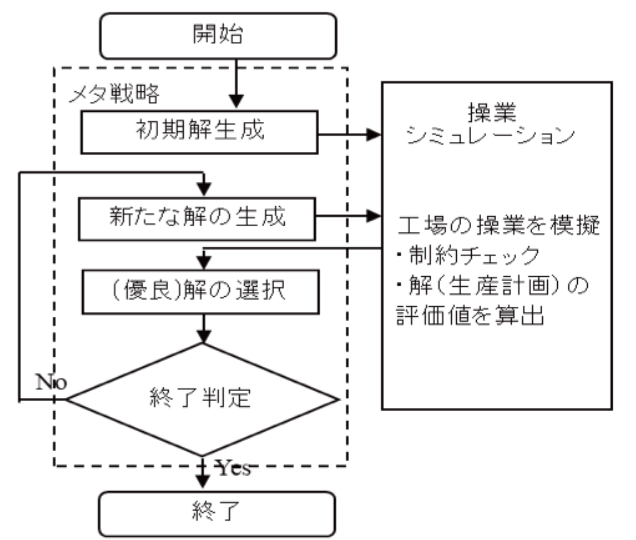


図2 最適生産計画立案シミュレーター

メタ戦略のパートは、複数のメタ戦略アルゴリズム(遺伝アルゴリズム、反復局所探索法、散布探索法、パス再結合法)を具備しています。生産順序を決定する生産計画(工場の生産計画など)と生産する/しないを決定する生産計画(トラックへの積み込み有無の決定など)にも対応可能です。これに制約チェックアルゴリズムを有する操業シミュレーションのパートを連携することで最適な生産計画が立案可能となります。

このシステムを適用した事例を紹介します。紹介するのは製造業に数多く存在する複数の搬送設備(天井クレーン)で生産対象品を搬送するプロセスです。この生産プロセスに対して、最適生産計画立案シミュレーターを適用して生産計画を立案した結果を図3のガントチャート(横軸は時間、縦軸は設備の位置)に示します。2基のクレーン(赤線と青線)は、縦軸方向に並ぶ生産設備(AからC)での生産を終了後、中間製品を次の生産設備へ運搬しています。例えばクレーン2は○で囲っているように、最初B4設備にあり、A設備に空移動、A設備からB1設備へ中間製品を搬送、そしてB2設備に移動しています。あるいは、クレーン1は○で囲っているように、B4設備からB1設備に空移動しています。その際、制約チェックにより2基のクレーンが干渉しない(赤線と青線が交差しない)生産計画が立案されています。

このシステムは、操業シミュレーターの部分を変更することにより、様々な工場の計画立案への対応が可能です。

従来、研究室のPC(CPU i5-8400 クロック 2.81GHz)で1時間程度必要であった計画立案の計算時間がFOCUSスパコンの利用で、並列にケーススタディを実行できることも含め、大幅に短縮され、より良いアルゴリズムの開発とその検証に役立っています。

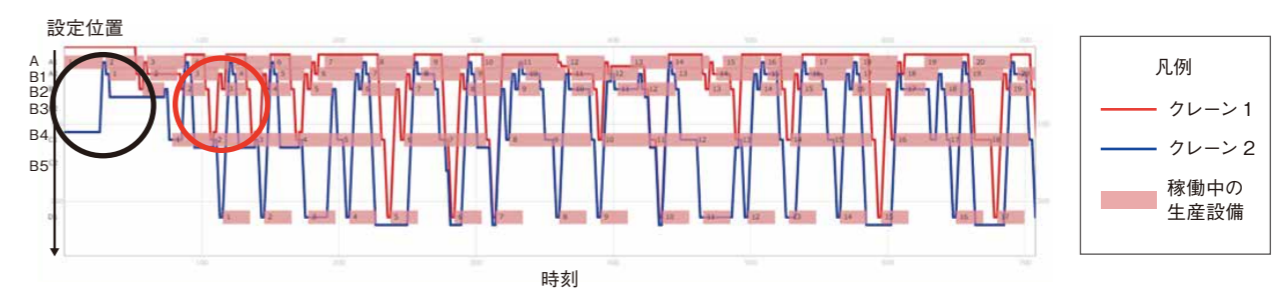


図3 生産計画立案結果例