

# NUOPT を使えばここまでやれる！ 生産計画とスタッフスケジューリング

株式会社 数理システム  
数理計画部

## 1 はじめに

生産の現場には、とりあえず動いてはいるが本当にこれで良いのか評価しにくいことが数多くあります。

「物流コストと生産コスト、どちらを重視すべきだろう」

「そもそも無理のかからないスケジュールは存在するのだろうか」

「バッチプロセスの投入順はこれでよいのかな」

「切り出しの段取り替えコストをできるだけ節減したい」

仮に上記のようなことが存在しないにしても、想定される未知の状況を定量的に評価するのは簡単ではありません。

「設備投資が何年で回収できるだろうか」

「新しい製品はどの生産拠点で作ればよいのだろうか」

「設備改変でそもそも生産力が維持できるのか」

「需要が変わったときに利益はどう変化するのだろうか」

こんなとき、シミュレーション、マイニングなどの技法と並んで、数理計画法という技法がお役に立ちます。数理計画法は、コンピュータによって「計画」を導く技法。計画の従うべきルールや良い計画の判定基準を入力し、計画それ自体をコンピュータに計算させる手法です。マイニングが導いたルールを入力としたときの計画を求めて人間系が求めたものと比較する、数理計画が導いた計画の頑健性をシミュレーションによって確認する、などシミュレーションやマイニングと併せて使うこともできます。

## 2 数理計画法とNUOPT

残念ながら、数理計画法についてご存知の方ほど、実務には適用できない難解な技法だとの印象をお持ちかもしれません。教科書にあたってみたが「双対問題」など専門用語が多すぎて直観的な理解ができず、先に進めなかった。あるいは製品が二つしかなくて作ったものはすべて利益になるとか無理のある例題の設定が目についてやる気を失った方もいらっしゃるかもしれません。

日本発の数理計画法パッケージ、NUOPT(ニューオプト)[1]とその開発チームは日本の現場に起こる様々な問題に対し、実務家の方と協力し合って数理計画法を適用してきた実績があります。定式化のコンサルティングから、アルゴリズム(ソルバー)開発と実装、そして数理計画法を組み込んだシステム開発まで、すべて引き受けることができる我々は、数理計画法の適用を含めたその可能性や全体像を、現場に則した形で具体的にお見せすることができます。

## 3 生産計画問題と数理計画法

生産の現場に話を戻しましょう。「はじめに」で述べた疑問はすべて「生産計画問題」の対象である、と言えなくもないのですが、実はすべてタイプの違う数理計画問題で、利用

される技法も異なります。例えば物流コストと生産コストのトレードオフを求める問題は「輸送問題（線形計画問題）」の亜種といえますし、生産スケジューリングやバッチプロセスの問題は「プロジェクトスケジューリング（整数計画問題）」というカテゴリに属します。切り出しの場合の段取り回数の節約は「カッティングストック問題」の一種として研究されています。数理計画法は歴史のある手法ですから、得体の知れない問題も視点を変えてみたら、良く性質の知られた問題の組み合わせにすぎなかった、ということもよくあります。ただ、そのメリットを享受するには適用方法のノウハウが必要。要件定義からはじまる、NUOPTをコアとした受託開発は我々の最も得意とするところです。Excelを用いたインタフェースも付属しているので、プロトタイピングが容易。大規模なシステム投資をする前に、数理計画法が導く答えの感触を体感いただけます。

「はじめに」の後半で述べられている設備投資にからむ課題は、現場の経験や勘が通じにくい部分であり、数理計画法が特に貢献できる部分と言えるでしょう。事実、NUOPTによる数理計画は様々な現場で、設備計画の一つの判断材料として用いられています。

#### **4 スタッフスケジューリング問題**

NUOPTは1700箇所以上の部署を持つ大規模な組織でシフトスケジュールの計算エンジンとして採用されています[2]。アカデミックな関心事はつい、条件設定が定まった中での解法の高速度・効率化に向きがちですが、人的な要素がからむ数理計画においては、計画が従うべきルールや、スケジュールの評価方法にそもそも「ぶれ」があり、それがユーザーにとっての「納得感のある」スケジュールを導く上で大きな障害となっています[3]。この問題点を解決する技法は研究途上で、NUOPTを使っても完全に解決することはできませんが、「担当シフト回数が平等」など、我々には多くの現場で求められる性質を持つシフトをいかに作成するかのノウハウがあります。

生産計画とスタッフスケジューリングが密接な関係を持つ場合もあります。例えば人的資源を主に利用する現場で作業スケジュールを立て、各日に所要する人数が判明したら、それを具体的な人員の割り振りに変換しなければなりません。その際に作業場所の制約や各人のスキルの制約などを折り込むとスタッフスケジューリングの問題はかなり複雑なものとなります。現在の作業割り当てにおいて一部の人員に負荷が集中して不平が出ているとき、本当にそうするしかあり得ないのか、数理計画なら答えることができます。

#### **5 適用事例紹介**

発表当日は数式によらず、数理計画法の適用を含めたその可能性や全体像を把握いただくためにデモンストレーションを行います。マイニングやシミュレーションとの連携例についてもご紹介いたします。

##### **参考文献**

- [1] 数理計画法パッケージ NUOPT Web ページ <http://www.msi.co.jp/nuopt/>
- [2] 田辺隆人, 新田利博, 嶋田佳明, 多田明功: 東日本旅客鉄道株式会社様勤務システム「JINJRE(勤務)」における数理計画法を用いた自動勤務表作成, 数理システムユーザーカンファレンス 2008
- [3] 田辺隆人, 岩永二郎, 多田明功, 池上敦子: 「納得」を生み出すスケジューリングアルゴリズムとソフトウェア制約充足を超えて: 実行可能領域の直観的把握, スケジューリング・シンポジウム 2009