

大規模最適化問題を解く“LocalSolver”



世界最大のサプライチェーン・モデル



“敷島製パン SPS システム”へ導入、



この度、完成<2016年1月リリース>

敷島製パン株式会社

フューチャーアーキテクト株式会社

MSI 株式会社 (発信)

<http://www.msi-jp.com/localsolver/>

日本で長年、数理最適化エンジンを提供している MSI 社 (LocalSolver 日本パートナー) とフランス INNOVATION24 社は、ローカル・サーチ法をベースにした次世代 All-in-One 数理最適化システム“LocalSolver”を、この度、先進的 IT カンパニーであるフューチャーアーキテクト社に採用され、敷島製パン(ブランド名: Pasco)の SPS (Smart Pasco System) の中核となる全社サプライチェーン最適化モデルに適用・実施されました。(2016年1月)

この SPS システムの最適化モデルは、敷島製パン(株) (ブランド名: Pasco) の大変複雑な「全国・日次レベルの生産・物流の最適化モデル」を構築することでした。

これは、現段階で、実用レベルでは世界最大の数理モデル(意思決定変数 800 万以上)を、LocalSolver の特徴を駆使し、見事、構築することに成功しました。

現在は、現場ユーザへの定着のため、意思決定変数を絞って運用中。今後、段階的に意思決定変数の拡大を行う予定です。

モデル構成内容としては、生産+物流の最適化問題であり、全国の全ての工場、配送拠点を含む大規模さで、1日のオーダー数、製品アイテム数、製品供給先、配送先を含み、目的関数は生産コスト最小化、物流コスト最小化、その他工場での最適化条件(段取回数、使用材料の残量、生産-払出時間等の最小化)を含む(超)大規模最適化モデルです。

フューチャーアーキテクト社は、今まで最新の MIP(混合整数計画ソルバー)を駆使しても、到底、解けなかった問題を、フランス INNOVATION24 社/日本 MSI 社の LocalSolver 活用の支援と相俟って、今回、この難題を見事に克服することができました。

フューチャーアーキテクト社、プロジェクト総括ディレクター(黒田真一氏)は、この今回の大規模モデル構築についての経験を通じて、LocalSolver について次の評価コメントを寄せていただきました。

『今回、LocalSolver の革新的エンジンで構築した最適化モデルについて、初期的には数日の大変短い日数で開発できました。 又、800 万を超える膨大な意思決定変数の当モデルの処理時間は当初考えられない“数分“ で最適解を得ることが出来ました。これにより確信を持って、MIP ソルバー (GUROBI) よりコンバートしました。
今後、この当システムを活用し、経営のスピーディーな意思決定や運用上の多くのメリットをお客様に享受していただくことを期待しています。』

◆別紙：「敷島製パン SPS システム サプライチェーン・モデルの概要」をご参照ください。

敷島製パン SPS システム サプライチェーンモデルの概要

敷島製パン株式会社
フューチャーアーキテクト株式会社
MSI 株式会社



◇サプライチェーンマネジメント（SCM）では様々な大規模数理最適化問題を必要としています。現状の数理計画法システムでは、実用的な時間（運用に耐えられる）で解くことが出来なかったのが現状ですが、今回、先進的数理計画法システム“LocalSolver”を活用し、800 万以上の 0-1 意思決定変数問題を解くことが出来ました。

以下、当モデルの概要です。

1. SCM 最適化問題の概要

顧客要求に合わせて、予め決められた顧客への配送便に間に合うように、いつでも向けのなにを生産し、どのルートで移動するかを決める問題（全国規模での製品の生産・移動スケジュール）

・ サプライチェーンの概要

- 規模 : 全国の工場、配送拠点を対象とする
- オーダ : 1 日当たり 90 万明細の受注
- アイテム数 : 約 1000 アイテム
- 製造ライン : 約 100 ライン
- 仕分拠点数 : 26 拠点

・ 制約条件、目的関数の概要

- 制約条件の種類
 - ① 製造可能アイテム
 - ② 製造可能時間
 - ③ 移動期限
 - ④ 移動時の積載量
- 目的関数の種類
 - ① コスト低減
 - ② 原材料効率
 - ③ 仕掛量の抑止

2. 従来手法での最適化への試み

事前に従来手法(GUROBI)による最適化への試みを実施したが、実時間内(CPU 時間を 5 分と定義)にて、全国規模の問題を解くことが出来ず、対応するためにはデータを 20 分割（ロット化）することで、ようやく解が導出できる状態であった。

3. LocalSolver のモデリング概要

LocalSolver のモデルの概要は次のようです。基本的には、混合整数計画問題（MIP）として定式化しているが、制約式、目的関数の「考え方」が異なります。

・ LocalSolver でのモデリングの考え方

以下の手順でモデリングを行いました。

- ステップ 1. 意志決定変数(bool 変数)を定義する。
- ステップ 2. 制約条件式、目的関数を表現する上で必要な変数（生産量等、従属変数）を、bool 変数と係数の組み合わせで定義する。
- ステップ 3. bool 変数または従属変数を使い、制約条件、目的関数を定義する。
この時、MIP のように、線形制約にこだわる必要はなく、制約条件、目的関数ともに、非線形表現も可能である。

・ LocalSolver でのモデルの概要

- 意思決定変数
受注毎にどこで作り、どう運ぶかを変数として採用
- 制約条件
前述の制約条件から派生する 11 種類の制約条件を定義
- 目的関数
前述の目的関数から派生するから 22 種類の目的関数を定義、目的の優先順を設定

・ LocalSolver でのモデリング結果

下記は、LocalSolver にて出力されるモデリング結果です。

この例は、3 日分のオーダーを対象とした全国モデルである。

```
Model:
  expressions = 32670717, operands = 74960423

  decisions = 8307431, constraints = 991251, objectives = 22
```

条件等で変動はあるものの、800 万以上の Bool 変数を使用、制約式は 100 万近く、従属変数は、3,000 万以上を定義する大規模のモデルとなった。

4. 実行結果

今回の結果では、平均 3 分(モデル構築処理+結果出力処理時間を含む)で、全国規模を一つのモデルで解くことができました。(LocalSolver は複数の目的関数を重要な順番で設定し、順番に最適化計算を実行。)

◆30 年前には殆ど実現出来なかった大規模組合せ最適化問題に対して、新数理計画法システム“LocalSolver”を導入し、今回、敷島製パンの大規模なサプライチェーン・モデルを解くことができました。従来の手法に比べ、実践的なアプローチが取れるため、今後、産業界で、広く活用されることを期待いたします。

◆上記に関するお問合せ：MSI(株) localsolver@msi-jp.com <tel:043-297-8841>