

# 次世代の AI を実現する LocalSolver8.0

01606110	MSI 株式会社	*宮崎 知明	MIYAZAKI Tomoaki
01705270	MCS 研究所/横河ソリューションサービス	山本 邦雄	YAMAMOTO Kunio
	早稲田大学	藤村 茂	FUJIMURA Shigeru
	MTK 研究所	三竹 治子	MITAKE Haruko

## 1. はじめに

コンピュータの飛躍的な性能向上により、リアルタイムで意思決定、判断をすることが可能になり、空前の AI ブームを迎えようとしている。

AI による自動化は以下に大別できる。

- センサと連動した自動運転制御  
(自動車の安全装置、プラント制御の自動化など)
- 実績データに基づく統計確率にもとづいたオペレーションの自動化  
(人間による事務処理の代替など)
- 人間の思考パターン的高速シミュレーション  
(ゲーム、ディーププランニング等)

現状の AI は統計予測をベースとしたものとセンサ等による情報に対する対応方法がきまっているものが基本であり、意思決定理論が確定していることが重要である。

これに対して、新しい事象でも対応できるようにすることが次世代 AI である。

一言で言えば、意思決定モデルを作成し、最適化手法を組み込むことにより、さらなる効率化、自動化が可能となっている。

従来の最適化手法(数理計画法システム)は、解法に即したモデル化が必要であるだけでなく、データの規模が大きくなると実用的な意味で最適解をだすことができなかつたのが現状である。

コンピュータの高性能化(計算スピード、大規模記憶容量、通信速度)により今や AI(人工知能)が盛んに叫ばれ、コンピュータは人間を超えられるかとの議論も盛んになっており、コンピュータによる AI が人間の頭脳を超える時代が 2045 年に到達すると提唱されている(シンギュラリティ)。

LocalSolver はフランスで開発が進められている次世代の最適化ソルバーであり、大規模組合せ最適化問題等を全体探索をせずに最適解を目指した最新の事前解析(プリソルブ)を活用したメタヒューリスティクス解法であり、リアルライフの問題を現実的な時間内で解決することを目指したソフトウェアである。

最近、AI の言葉のもと、あらゆる自動化と判断力、

思考力をコンピュータで実現することが盛んである。IoT: Internet of Things の言葉のもと、あらゆるものが Internet とつながり、今までにない情報を使える(ビッグデータ)時代になりつつあり、第四次産業革命と言われるほど世の中が急激に変化し始めている。

産業界では、大規模、広範囲な情報、リアルタイムな情報活用により、各種データ精度の向上と生産効率の向上に研究が進みつつある。現時点では、大規模データを使った統計解析とニューラルネットワーク(ディープラーニング)の AI による自動化が主流であるが、LocalSolver による大規模な最適化計算やシミュレーション計算を実現することにより、より現実的なリアルライフの問題を解くことができるようになると考える。

IT 技術の進歩は目覚しく、ハードウェア性能(CPU、メモリ、ネットワーク、記憶媒体)、ソフトウェア(最適化理論、GUI など)の進化により、20 年前と比べて計算能力、表現能力が飛躍的に増大している。また、コンピュータで扱うことができるデータがあらゆる分野で蓄積され、かつ、リアルタイムで獲得できるようになってきている(「ビッグデータ」の世界)。

このため、昔であったら実現できなかったような人間の思考を支援するシステムの構築が可能になってきており、ますます実践的な最適化システムの要求が高まっている。特に、従来の汎用最適化システムでは実現できなかった大規模組合せ最適化問題の実用解法が求められている。

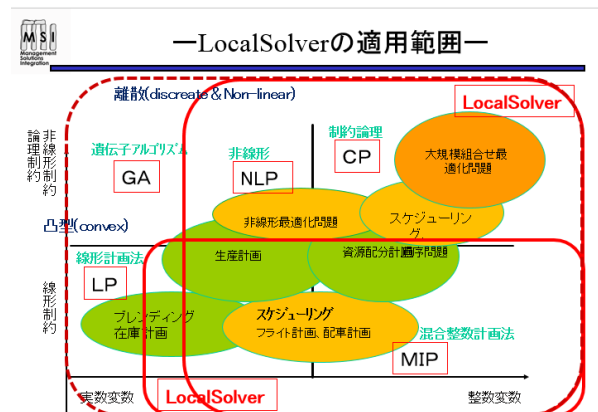


図1. LocalSolver の適用範囲

本稿では、AIに象徴される第四次産業革命を迎えて、次世代の最適化ソルバーを目指した LocalSolver8.0 の概要と大規模最適化問題の適用事例を紹介する。

本論文で紹介する LocalSolver8.0 は、1000 万以上の 0-1 整数変数、整数変数及び実数変数を扱うことができる。

## 2. これからの最適化

これからの最適化では、以下の要件が必要になると考えられる：

- 大規模な最適化問題への対応
- 目的関数、制約条件の非線形化
- 時間軸をもった即時性への対応

100 万以上の 0-1 整数変数をもつような大規模な数理最適化問題は、既存の数理計画法システム (MIP) や制約論理システム (CP) では、解探索で組合せ爆発が起り、実用時間内に解くことは出来なかったが、LocalSolver では数分で実用的な答えを出すことができる。

## 3. LocalSolver 8.0 の最新機能

LocalSolver 8.0 は、既存の LP 問題、MIP 問題だけでなく、NLP 問題をもカバーすることができる。

また、今までは、最適解の上界をもとめることは出来なかったが、前処理のモデル分析等で最適解の上界を求めることができるようになり、グローバルな意味で、最適化ソルバーとよぶことが出来るようになった。

LocalSolver8.0 の新機能を以下に示す：

バージョン 8.0 は、2018 年 7 月中にリリース予定である。

### 1) リスト変数とセット変数の強化

ユーザは、リスト変数とセット変数のセットベースのモデリング機能をフルに利用できるようにした。通常、MIP でブール変数を使用して表現されるパッキングの問題に役立つ。これらのすべてのセットベースのモデリング機能では、パフォーマンスの向上、特にルーティングおよびスケジューリングの問題：車両のルーティング、ピックアップおよび配送フローショップ、ジョブショップなど、すべてのルーティングとスケジューリングの問題に対して、LocalSolver は市場の最も優れたソルバーとなった。

### 2) 上界の計算

より多くの問題に対する下限と最適性を証明できるようになった。ブール値、整数または連続変数で線形または非線形で表現されたモデルの場合、LocalSolver はより良い下限を出力する。特に 2 次モデルの場合。実際には、線形リラクゼーション (MIP で使用されるリラクゼーション) 非線形モデルに拘束力を与えることができる凸状/半限定的な弛緩も含む。

LocalSolver は、5W1H を持つ意思決定変数を定義し、次に制約条件、目的関数を意思決定変数を使って定義することで最適化問題を定義する。

LocalSolver は、最初に実行可能な意思決定変数の組合せ (実行可能解) を見つけて、それから、解の探索 (イタレーション) を意思決定変数の値の入れ替えを一つずつ行うことで進めていく。一回のイタレーションでは、目的関数、制約条件の値を評価し、目的関数の単調性を保証することで最適化を行っている。このため、1 回のイタレーションにかかる時間は、目的関数、制約条件式の差分計算だけであり、1 秒間に数万から数十万回のイタレーションが可能である。

さらに、イタレーションが増えることによる計算精度の劣化もなく、メモリ領域を増やす必要がないため、イタレーションにかかる時間は、単純に問題の大きさに比例するだけである。

大規模最適化事例は当日の発表で示す。

## 4. おわりに

AI ソリューションをさらなる進化させるために、大規模データと局所探索による最適化計算を加えることで、リアルライフの大規模最適化問題に対して、実践的な汎用アプローチが実現できる時代になったと考える。「実学に役立つ OR」として、人間と機械の調和、学術分野の統合を実現して日本の産業界の再生の一助となれば幸いである。

## 参考文献

- 1) MSI 株式会社  
「<http://msi-jp.com/localsolver/>」ホームページ
- 2) 宮崎知明、山本邦雄、藤村 茂、三竹春子  
・「スケジューリング精度向上に寄与する次世代最適化システム - All-in-One Solver : LocalSolver 7.0 -」、スケジューリング・シンポジウム 2017 論文集
- 3) 山本邦雄、三竹治子、宮崎知明  
・「次世代 AI 開発のための研究 (AI の分類)」、日本 OR 学会秋季研究発表会予稿集、1/2 (2018)