

(備考)

本論文は平成 13 年度第 4 回 OR セミナーに掲載したものをベースに、最新状況にあわせ更新したものです。

## 最適拠点配置ソフト SFLO の開発と適用例

2012年7月5日

(株) サイテック・ジャパン

伊倉義郎<sup>1</sup>

弊社では、数理最適化手法をロジスティクス分野に応用した意思決定支援システムとして、最適拠点配置システム「**SFLO**」(エスフロー)、および最適配車システム「**WebSTARS**」(ウェブスターズ)を開発し、幅広い分野において実績を上げております。種々の制約を満足する最適なサプライチェーン構築のようなロジスティクスにおける種々の問題は、一般に非常に複雑な制約とトレード・オフを秘めた意思決定問題です。これらの問題に対して、投資効果を最大にし、かつ現実性の高いプランを迅速に作成、実現することの重要性はますます増大する一方ですが、**SFLO** や **WebSTARS** はこうした要求に応える画期的なシステムです。

本論文では、特に **SFLO** のご紹介とそれを使用した拠点配置やサプライチェーンのための物流ネットワークの分析例を解説し、より高度で効率的な意思決定のためのソフトウェアの使用法をご紹介します。

### 1. 拠点配置問題の概要

今日、製造・物流会社は様々な地域で、種々の品々を生産し、世界中のマーケットで販売しております。このようなグローバル企業では、ハイレベルな顧客サービスを提供しながら、出来る限り物流経費を削減することが重要です。これは、企業にとって工場、倉庫、物流センター等を最適な場所に配置し、効率的な方法でサービス提供のネットワークを確立しなければならないことを意味するものです。

特に、多くの企業では以下のような問題に直面していると思われます。

- それぞれの工場を何処に設置すべきか
- 何処の工場でどの製品を生産すべきか
- いくつぐらいの物流センターをどこに配置すべきか
- 物流センターではどの製品を保管しておくべきか
- 顧客はどこに注文を出し、何処の配送センターから配送を受けるのか

---

<sup>1</sup> 連絡先：(株)サイテック・ジャパン、〒113-0033 東京都文京区本郷 2-19-9 田原ビル 2F、電話 03-5579-7135, logi@saitech-inc.com, <http://www.saitech-inc.com>

- 顧客・物流センター間の輸送はどのような方式を取るべきか

SFLO は、このような拠点の配置問題を解決するのに大変有効であり、戦略的サプライチェーンを設計する際の意思決定に効果を発揮します。

## 2. 最適拠点配置システム SFLO の概要

最適拠点配置システム SFLO は、プラント、工場といった生産拠点と、配送センター、倉庫といった物流拠点の最適な配置、および生産拠点→物流拠点、物流拠点→顧客間の最適な物流を立案するシステムです。SFLO を用いて、拠点の配置、規模、各拠点の割り当てエリアなどを最適化することで、総物流コスト(輸送コスト、拠点の開設・閉鎖コスト、拠点運営のコスト、在庫コストなど)を最小化することが可能です。同時に SFLO は、各拠点の規模、能力、在庫レベル、顧客の要求、サービス・レベルなどの諸条件を考慮して、より現実的なプランの作成を可能にします。単に実行可能な生産計画、物の流れを立案するだけでなく、長期的な観点から見て投資効果が大きく、効率の良い物流ネットワークを作成するのが SFLO の大きな特徴です。

SFLO モデルでは企業の上流から下流までの物流ネットワーク全体を表現することが可能です。原材料はソースで調達され、原材料 DC に保管されます。その後原材料は、工場に運び込まれ、そこで製品が製造されます。工場から出荷された製品は DC を通じて顧客に出荷されます。基本的な SFLO モデルによる物流図は、次のようになります。

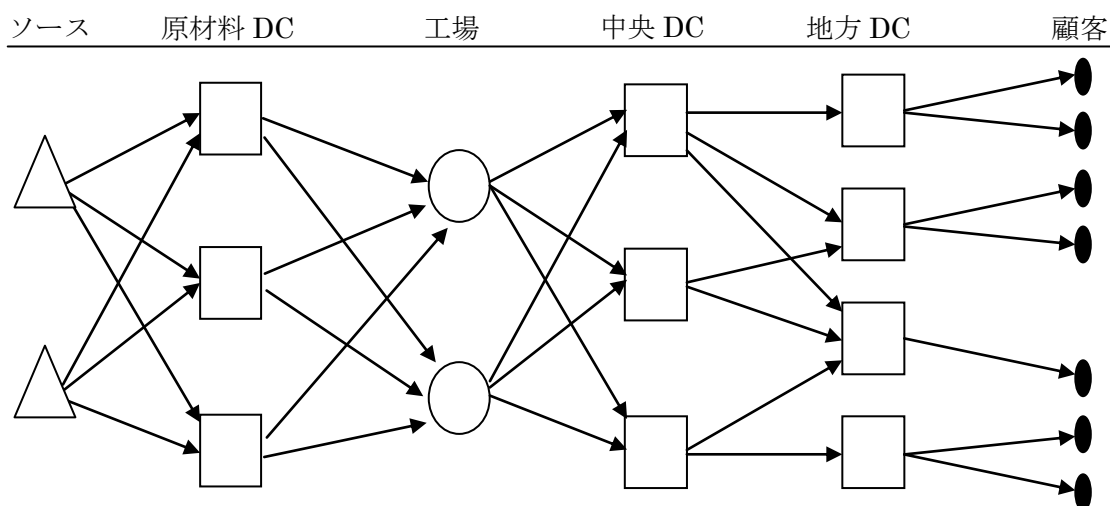


図 1： SFLO によるサプライチェーン・モデル

この SFLO によるサプライチェーン・モデルは、極めて一般的な形をとっておりますが、例えば原材料 DC の再配置問題や、中央 DC と地方 DC の統廃合等の局部的問題にも、適用する事ができます。

### 3. SFLO を用いた効率的な物流形態の作成と評価の仕方

現状の物流システムを見直し、新しい物流システムやサプライチェーンを作る場合、一般的なプラン作成の流れは、以下のようになります。

1. 現実のオペレーションを分析し、問題点を明らかにし、改善の可能性を考える。
2. 現実にうまく適合すると思われる SFLO 物流ネットワーク・モデルを作成する。
3. SFLO モデルに従って、実際のデータを収集し、現実のシミュレーションとしてのベース・ケースを計算する。
4. 改善の可能性に基づき、SFLO モデルを使った改善案を作成する。
5. 作成された案に対して、実際のデータを用いて SFLO モデルを実行し、その実現性やコスト削減効果を分析、評価する。
6. 必要なシナリオを計算し、種々の観点から最適な案を改善策として決める。

実際 SFLO のようなモデル無しで、上記のようなシナリオ分析を行い、実行可能でコスト削減効果の大きいプランを作成することは困難です。これらの作業は、膨大な量のデータを Excel などの表計算ソフトに収集し、担当者がデータや種々の仮定事項と格闘しながら、最終プランを作成するのが実態です。特に、ステップ 6 でのシナリオ分析の数は、時として数百のオーダーになることもあり、SFLO 無しではまず無理、というのが SFLO ユーザーからの意見です。さらに、一つの案が出来ても、その後の状況の変化により、さらなる分析の必要性も出てきます。

SFLO モデルを用いると、これらの作業を迅速に進めることが可能になります。ちなみに、人手で行うと 2 ヶ月かかる分析も、SFLO モデルを使うと 2 日くらいで済ませることが出来るようになります。

SFLO には、最新のソフトウェア技術と数理的アルゴリズムが組み込まれています。そのために、通常膨大な量のデータを用いた複雑な分析が、きわめて短時間で効率よく行うことができます。今まで、データ計算に使われていた時間を、より多くのシナリオの作成や改善策の考案に費やすことができます。また、ノートパソコンでの稼働もできるので、顧客先でのデモや、リアルタイムでのシナリオ分析も可能になり、以前には不可能であった複雑な意志決定問題も効率よく解けるようになります。

では次に、実際の例を見ながら、いかに SFLO が用いられるかを紹介します。尚、この例は実際のケースをもとにしたものですが、数値その他の詳細については多少変更をしております。

## 4. SFLO を用いた拠点配置の事例

### 事例の概要

ここでは、実際に国内で SFLO を用いて生産拠点から末端に至る製品の流れの見直しを行った事例をご紹介します。本事例でご紹介する製造業 A 社は世界各地に事業展開している業務用機器の大手メーカーをモデルにしたものです。

A 社では現在、全国にある合計 4 つの工場において、それぞれ異なる品目の製品の製造をしております。各工場から出荷された製品は、主に路線便や鉄道を利用して大口顧客、各都道府県の営業所、または北海道、東北、関東、東海、関西、九州のそれぞれにある倉庫機能と配送機能を持つ物流拠点に届けられます。(図 2)

今は個々の注文に応じて路線便を利用しているので、長距離輸送の本数が増大せざるを得ず、輸送中の事故率の上昇と物流コストの増大を招く結果になっています。A 社では、このような状況の改善への取り組みの検討を始め、輸送をまとめた場合のコストに対する効果、およびその場合に必要となる各物流拠点の規模に関する調査を行いました。

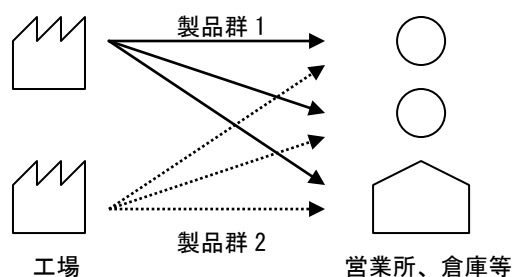


図 2：現状の製品の流れ

### 改善案

本事例においては、工場からの出荷を方面別に積み合わせて、長距離輸送の本数をまとめるというモデルをまず検討することにします。このモデルにおいては、工場からの出荷は方面ごとに積み合わせて、一旦各方面の物流拠点に集約し、そこから各拠点の担当するエリアの営業所、大口顧客への配送を行う方式にします。(図 3) これによって、遠距離の小口

路線便利用を避け、事故率の低減を目指すと同時に路線便利用コストの削減を図ることが可能になります。

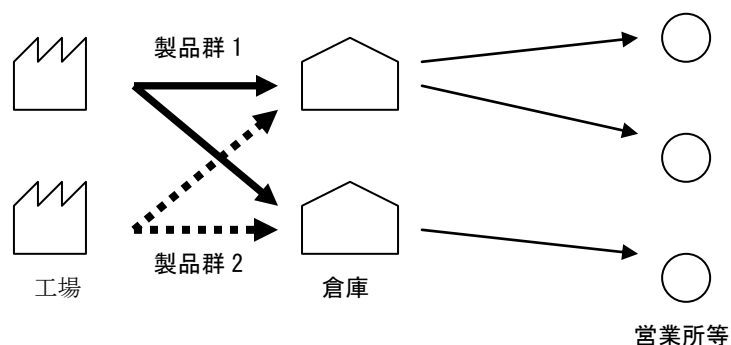


図 3：方面別に積み合わせを行った場合の物流

ここからプランを作成するには、SFLO を用いて地域ごとの物流拠点を中心とした複数のエリアにまず日本全国を分けれます。次に、各工場－各物流拠点、各物流拠点－各営業所・顧客間の輸送量、輸送コストや各拠点の稼働状況を計算して、最適物流ネットワークを決めます。その後、決められたネットワークを使って、種々の条件や仮定（製品需要量の変動など）を変えながら再度、計算を行うということを繰り返します。物流拠点として既存の 6 拠点を利用して、輸送形態も現在契約中の運送会社の路線便を利用した場合に、SFLO を用いて算出されたエリア区分を図 4 に示します。

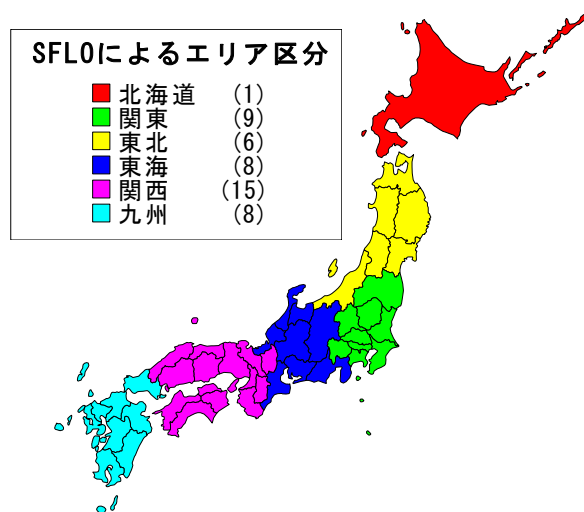


図 4：SFLO を用いて算出されたエリア区分

## 分析結果

本事例では現状との比較結果(表1)に見るように、SFLOを用いたシミュレーションによって、従来通りの拠点配置を用い、かつ、輸送の路線便利用を継続した場合でも、方面別積み合わせ・再配により20%程度の輸送コスト削減の可能性が期待できることが判明しました。また、長距離輸送をとりまとめることによって路線便利用からの脱却が容易になり、さらなるコスト削減や事故率低減といった投資効果を生み出すものと考えられます。

現状の輸送コスト	約 15 億円
改善後の輸送コスト	約 12 億円 (約 20%削減)

表1: SFLOによって計算された全工場に関する年間輸送コスト

他にも、SFLOを用いることで以下のような点についても調査、評価を行うことが可能で、精度の高いコスト分析を通じて速やかにプランを実際に実現可能なものへと強化していくことが可能になります。

- より短い期間のピーク時需要量で物流を見た場合、能力の限界に達する拠点が生じていないか
- 工場-拠点間の輸送に貸し切り便を利用した場合のコスト削減効果
- 現状の拠点の数と規模、および運用状況は適切であるか
- 無駄な拠点能力や、キャパシティの足りない拠点の有無(参考:表2)

	年度実績	シミュレーションでの稼動状況
北海道拠点	約 10 %	約 5 %
関東拠点	約 50 %	約 30 %
東北拠点	約 1 %	約 5 %
東海拠点	約 10 %	約 15 %
阪神拠点	約 20 %	約 30 %
九州拠点	約 5 %	約 10 %

表2: 各拠点の製品取扱量比較(重量ベース)

上記のようなSFLOによる分析は、一度データが収集されれば、非常に早く作業を終らせることが出来、改善コストの削減額のような数値もより客観的に計算されます。

## さらなる戦略案

ちなみに、もし現在の拠点にとらわれず、最適な拠点をはじめから配置すればどのような場所にどれだけの拠点能力が必要になるかも、SFLOを使うと簡単に計算できます。これ

は、現在の顧客からの需要を元に、全体地域をいくつかのエリアに分け、そのエリア毎に最適拠点の位置と必要能力を計算します。この機能は、一旦 SFLO のモデルをセットすれば簡単に使う事ができ、さらに実際の拠点のうち一部を使って、残りは最適化するなどの分析も可能になります。以下にその例を示します。

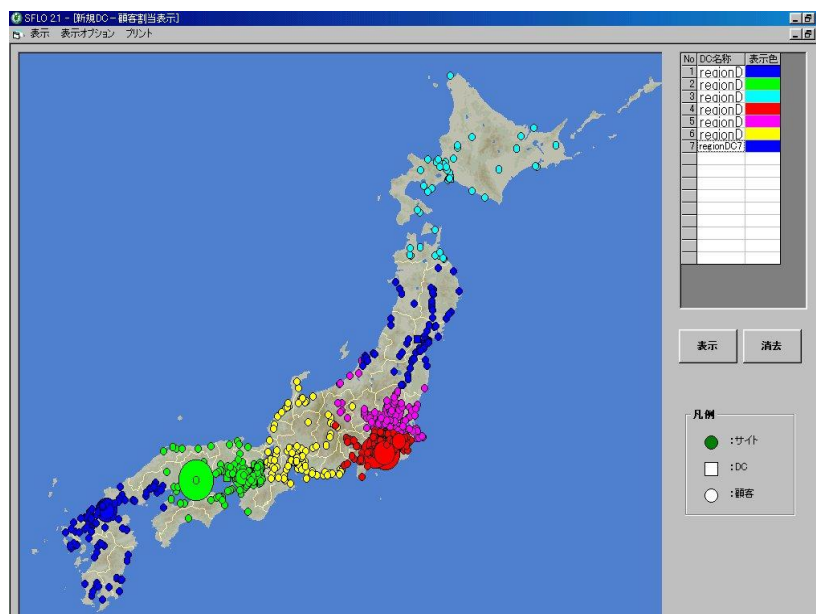


図5：SFLO を用いて算出された新拠点配置

## 5. クラウドによる最適配車システム WebSTARS を用いた最適拠点配置の設計

拠点配置問題で最近よく話題にされるのが、路線便とチャーター便の使い分けのケースです。これは、路線便で個々に配送をしている荷主が、ある程度の荷物をまとめて自ら配送トラックをチャーターし、配送ルート进行計算して両配送モードを使い分け、コストを削減する場合があります。この場合、どの届け先はチャーター便で、どの顧客は路線便を使うかが、コスト削減の鍵となりますが、一般に簡単なルールは存在しません。つまり、毎日の届け先と荷量、及び運賃表を見ながら、最適なチャーター便の使い方を考える必要があります。さらに、一度このような配送パターンを導入すると、上記のような運賃モデルが当てはまらなくなり、拠点配置の最適解も違ってくる可能性があります。

このような問題に威力を発揮するのが、クラウドによる最適配車システム WebSTARS です。WebSTARS は、トラック毎の最適配送先を効率良く計算し、その配送順を素早く決定することを可能にします。WebSTARS を用いて効率の良い車両の運用を行うことで、必要車両台数の削減や走行距離、走行時間の削減が可能になり、日々の配送コストを大きく削減

することが可能になります。

WebSTARS の大きな特徴としては、以下の点があげられます。

- 配送業務における種々の複雑な状況、制約に幅広く対応
- コスト削減効果の大きい効率的な車両運行スケジュールの立案
- 非常に高速なスケジュールの作成

WebSTARS の機能のなかで、特にサプライチェーンの構築に有用なのは、マルチ・デポ機能とマルチ・デイのシミュレーション機能です。この機能により、配送センターの位置決めを考えるとときに、種々の候補地をデポとして登録し、実際に個々の地点に配送センターを設置した場合の配車スケジュールをシミュレーションすることが出来ます。特に、この場合一日だけの結果を見ただけでは判断が付けにくいので、複数日の結果を計算し、そのスケジュールやコストなどを見みます。このために、WebSTARS では、複数日にわたるシミュレーションを一度に行う機能があります。これにより、たとえば向こう一ヶ月間から一年間の車両の稼働状況や稼働コストを、簡単に一回の計算で行えます。一日当たりのスケジュールリング時間はせいぜい1秒以下のことが多いので、たとえ一ヶ月分のシミュレーションを行ったとしても、30秒以下の計算時間で終了することが出来ます。これによって、荷主側では、現在の運送契約の妥当性や自家用車・庸車の選択、路線便活用方法の見直しなどの分析が可能になります。運送業者側も、コストの削減やサービスの向上、営業成績の拡大に活用することが出来ます。

このように、WebSTARS も日々の配車スケジュール作成に限らず、配送拠点の配車シミュレーションによる拠点統合プランの作成への活用において大変役立っております。

## 6. 終わりに

本論文では、最適拠点配置システム SFLO とクラウドによる最適配車システム WebSTARS の物流ネットワーク構築への適用法について、実例を踏まえて解説しました。これからの物流システム変革の時代において、各社の勝ち残り戦略のなかで一番の決め手となるのは、このような最適意思決定支援システムの独自の活用方法ではないかと思えます。