

次世代ロジスティックス・最適化システムについて

01006990 SAITECH, Inc. 伊倉義郎 Ikura, Yoshiro

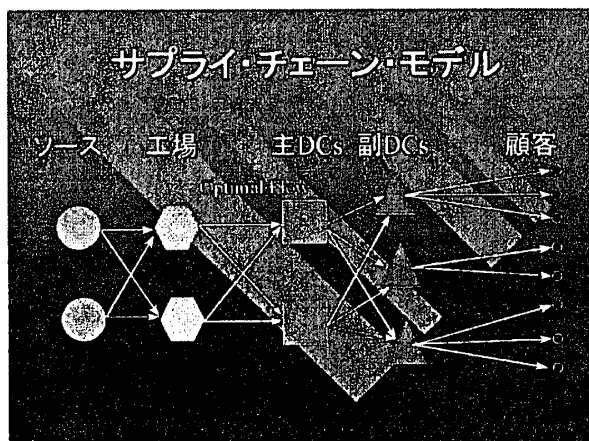
1. はじめに

近年サプライ・チェーン・マネージメント（SCM）という概念が広く一般的に行き渡った結果、最適化SCMという話題も、テレビCMにも紹介される程になった。これほどの普及を可能にしているのは、その背後にPCを中心としたコンピュータ技術と通信技術、いわゆるIT技術の進歩がある。この小論文では、現在のIT技術を駆使した新しいロジスティックス・最適化システム構築の可能性について探る。特に、ロジスティックスの大きな分野として、拠点配置問題と配車スケジューリング問題を取り上げ、それぞれについて現在の問題点とそれに対するOR的ソリューション、及び実際にインプリメントする際の関連IT技術について解説する。

2. 拠点配置問題

問題の定義

拠点配置問題は、正確に言えば、サプライチェーン・ネットワークの設計問題の一つとして捉えることが出来る。原料調達、製品製造、在庫・配送センター（DC）への配送、注文受付と顧客への配送という一連の流れをサプライチェーン・ネットワークと定義する。概念的には、以下のような図になる。



この全体のネットワーク構造を決めることが、サプライチェーンの設計問題と言えるが、部

分的な最適化が実務上は取り上げられる。

特に、DCの数と位置、各DCでの取り扱い製品とその担当顧客の範囲については、拠点配置問題として多くの製造業、物流業者が直面する問題である。この問題を複雑にする大きな要因は、各拠点から顧客への配送コストが、簡単には定義できない点にある。具体的には、拠点から顧客への配送は、各種輸送モード（自社トラック、雇車トラック、小口配送サービス、大口配送サービス、船舶、航空便、等）が使われ、個々の輸送モードによって輸送コスト体系は大変異なったものとなる。

トラック小口輸送が使用される場合、荷物は他の顧客への配送物と混載される事が多い。その場合、各個別顧客への配送コストは、当日の配送ルートや物量・時間指定などに依存するので、簡単な式では表現出来ない。

結果として、輸送コストは、与えられた拠点配置決定に対する非線形関数となる。つまり、 $z_j \in \{0, 1\}$ を j 番目の拠点候補地に関して、拠点を作るかどうかなの変数とすると、

$$\begin{array}{ll} \text{Min} & f(x, z) \\ \text{s. t.} & Ax + Bz = b \end{array}$$

と表される。ここで、 x は工場-DC間、DC-顧客間の製品フローとする。関数 f は、極端に複雑な関数で、それ自体次節で紹介する配車スケジューリング問題を解いた結果の最小コストと定義される。

解法について

現状では、上記の問題に対する解法は、非線形関数を線形近似し、それを使用した混合整数計画モデルを使用することが多い。一部に、配車スケジューリング問題と拠点配置問題を同時に解くソフトの存在も伝えられるが、その内容は実務的な観点からすると、制約条件の内容やサイズの問題から、まだ不十分である。ちなみに、現在の混合整数計画モデルで

は、工場数10~30、DC数20~50、顧客数数百~数千、製品数（アイテム数ではない）数十程度の問題が、Pentium III - PC上で数分~数十分で解かれており、実務的には十分役に立つ状況である。

今後は、配車と拠点配置を同時に解くようなシステムが期待される。

3. 配車スケジューリング問題

拠点が決まった後の日々の配車スケジューリング（VRP）問題も、広く一般的に知られている。その応用も、単にシミュレーションにとどまらず、日々の意思決定に使用され始めている。しかしながら、VRPの実務上の適用にはいまだに問題が多く、必ずしもその効用が十分に生かされているとは言えない。特に、現場での使用上問題になる点は、

- データ管理とVRPとのインターフェース
- システムの使いやすさと解の明確さ
- 複雑な制約条件の取り扱いと表現

以上のような要因から、広くVRPシステムが、日々の意思決定支援に使用されているとはいいがたい。その一方で、現場ではいまだに電話、FAXを主体にした手作業と、勘と経験による意思決定が行われていることが多い。これらの問題を克服して、VRPシステムをもっと基幹システムの一部として普及せれるために、現在次のようなIT技術が注目されている。

- * GIS（地理情報システム）
- * GPSを使った位置情報管理システム
- * 車載端末を使った実績情報システム
- * 携帯電話を使ったデータ通信
- * WEBを利用したソフトの利用（ASP）
- * EDI/インターネットを使った受注システム

これらのシステムを使い、VRP最適化システムとインテグレートすることにより、より正確で使いやすいシステム構築が可能になる。それぞれについて、VRPシステムとの相乗効用について、以下に説明する。

地図情報システムについては、既に他の技術よりは長く使われている。VRPの結果を地図上に示すことは、ごく普通に行われている。今後の課題として残るのは、全国道路網のア

ップデート、すべての全国住所のジオ・コード（緯度、経度）化、他のIT技術とのインターフェースの整備、等である。

GPSを使用した位置情報システムは、カーナビの普及とともに発展している。業務車の位置情報を表示するシステムも、最近数社から提供されているが、得られた情報は、システムチェックにスケジューリングに利用されることはない。つまりリアルタイムでの位置情報は、人間の判断材料になっても、それ以外での利用はまだない。リアルタイムでの車両位置情報は、現スケジュールの進捗管理、リアルタイムでの再最適化、スケジュール微調整、リアルタイムでの本格スケジューリング等に利用可能である。VRPがリアルタイムで稼動するソフトは、最近大学や一部の企業で発表されているが、その本格利用は今後の課題と思われる。

車両の位置情報とともに、車載端末による実績データの収集も最近盛んになってきている。但し、その目的は主に請求書の作成や報告書作成等の単純作業のシステム化に留まっている。今後は、実績データを利用して、各地点間の時間・距離マトリックスの作成とアップデート、VRPシステムへのインターフェースが可能になる。

携帯電話・PHSを利用したデータ通信は、ごく最近その利用料金が大幅に低下された。これに刺激を受けて、その低価格を使用した種々のサービスが発表されている。安価に提供されるデータを利用した最適化システムの構築が可能になる。

WEBを利用したソフトウェアの利用、EDI・インターネットを使った受注システムも、最近注目を集めている。WEBベースのソフトを使用することにより、ややもすると専門家以外には分かりにくいVRPのインストールや最適化モデルのセットアップと管理がASPに委譲され、ユーザーにとっては立ち上げコストの低下となる。データの入力も、EDIやインターネットにより自動化が進み、より正確なデータ入力が可能になる。

これらのシステムをすべてインテグレートした戦略的ロジスティックス・システムがここ数年で普及するであろう。