

# 統合ロジスティクス最適化システム ILOS

## テクニカルドキュメント

Log Opt Co.,Ltd.

### 目次

<b>1</b>	<b>はじめに</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>ロジスティクス・ネットワーク設計モデル</b>	<b>3</b>
2.1	集合	5
2.2	入力データ	7
2.2.1	製品群データ	7
2.2.2	供給地点データ	10
2.2.3	工場データ	10
2.2.4	生産ラインデータ	10
2.2.5	倉庫データ	10
2.2.6	顧客群データ	11
2.2.7	輸送データ	11
2.2.8	その他のデータ	11
2.3	変数	12
2.4	定式化	12
<b>3</b>	<b>リバーズ・ロジスティクス設計モデル</b>	<b>15</b>
3.1	集合	17
3.2	入力データ	18
3.2.1	製品群の部品, 原材料への逆製造データ	18
3.2.2	廃棄地点データ	18
3.2.3	顧客群データ	18
3.3	定式化	18
<b>4</b>	<b>グローバル・ロジスティクス・ネットワーク設計モデル</b>	<b>21</b>
4.1	集合	21

4.2	入力データ	23
4.2.1	輸送データ	23
4.2.2	関税データ	23
4.2.3	グローバル部品展開表データ	23
4.2.4	ローカル・コンテンツデータ	23
4.3	変数	24
4.4	定式化	25
<b>5</b>	<b>多期間生産・在庫・輸送モデル</b>	<b>26</b>
5.1	集合	27
5.2	入力データ	27
5.2.1	供給地点データ	28
5.2.2	生産ラインデータ	28
5.2.3	顧客群データ	28
5.3	変数	28
5.4	定式化	29
<b>6</b>	<b>モデルの拡張</b>	<b>32</b>
6.1	上下限制約の柔軟化	33
6.2	倉庫の規模の選択	33
6.3	顧客の単一ソース条件	34
6.4	製品束の考慮	35
<b>7</b>	<b>ネットワーク型経済発注量モデル</b>	<b>36</b>
7.1	集合	37
7.2	入力データ	38
7.3	変数	39
7.4	定式化	39
7.5	上位モデルとの関連	41

## 1 はじめに

ここで対象にしているロジスティクス・ネットワーク（サプライ・チェーン）最適化モデルは，原料の供給点から需要点までの物の流れを，顧客サービスレベルの制約の下で，数理的に最適化を行うことを目的としている。

ロジスティクスにおける意思決定レベルとモデルの関係を図 1 に示す。

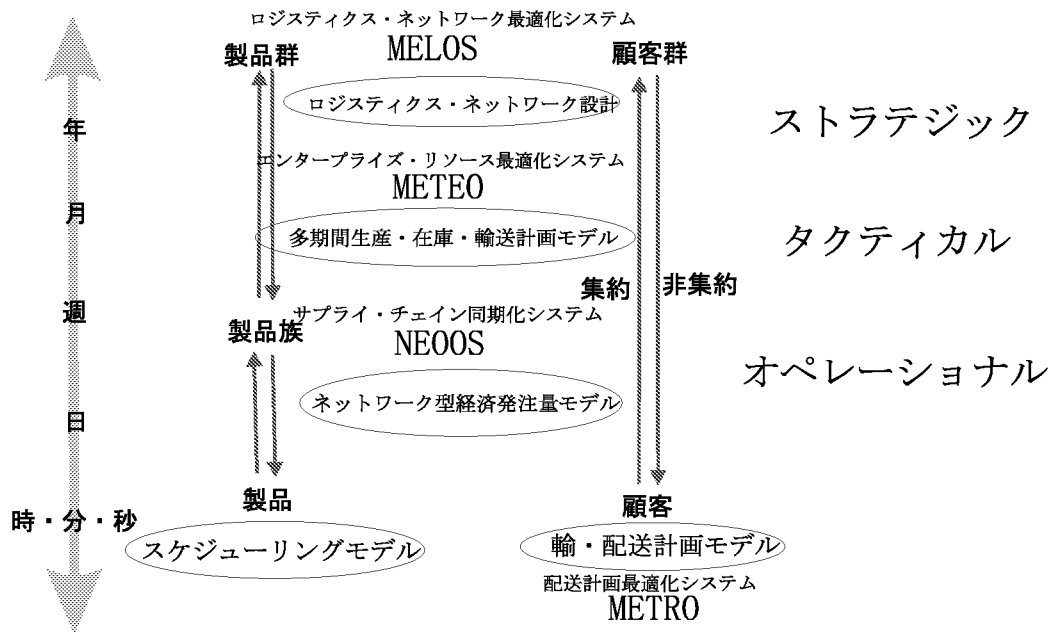


図 1: 意思決定レベルの階層とモデルの関係

以下の構成は次のようになっている。

2節では、ロジスティクス・ネットワーク設計モデルについて述べる。

3節では、リバース・ロジスティクス・ネットワーク設計モデルについて述べる。

4節では、グローバル・ロジスティクス・ネットワーク設計モデルについて述べる。

5節では、月次の生産・在庫・輸送計画を建てるためのモデル（多期間生産・在庫・輸送モデル）について述べる。

6節では、(リバース, グローバル) ロジスティクス・ネットワーク設計モデルならびに多期間生産・在庫・輸送モデルの種々の拡張について述べる。

7節では、ロジスティクス・ネットワーク全体を考えた経済発注量モデル（ネットワーク型経済発注量モデル）について述べる。

## 2 ロジスティクス・ネットワーク設計モデル

ここでは、ロジスティクス・ネットワーク設計問題に対する包括的モデルを示す。モデルの目的は、年ベースのデータをもとに、ロジスティクス・ネットワークの形状を決めることにある。モデルを求解することによって得られるのは、倉庫、工場、生産ラインの設置の是非、地点間別の各製品群の年間総輸送量、生産ライン別の各製品群の年間総生産量である。

モデルの入力データおよび出力されるロジスティクス・ネットワークの形状を図 2に示す。

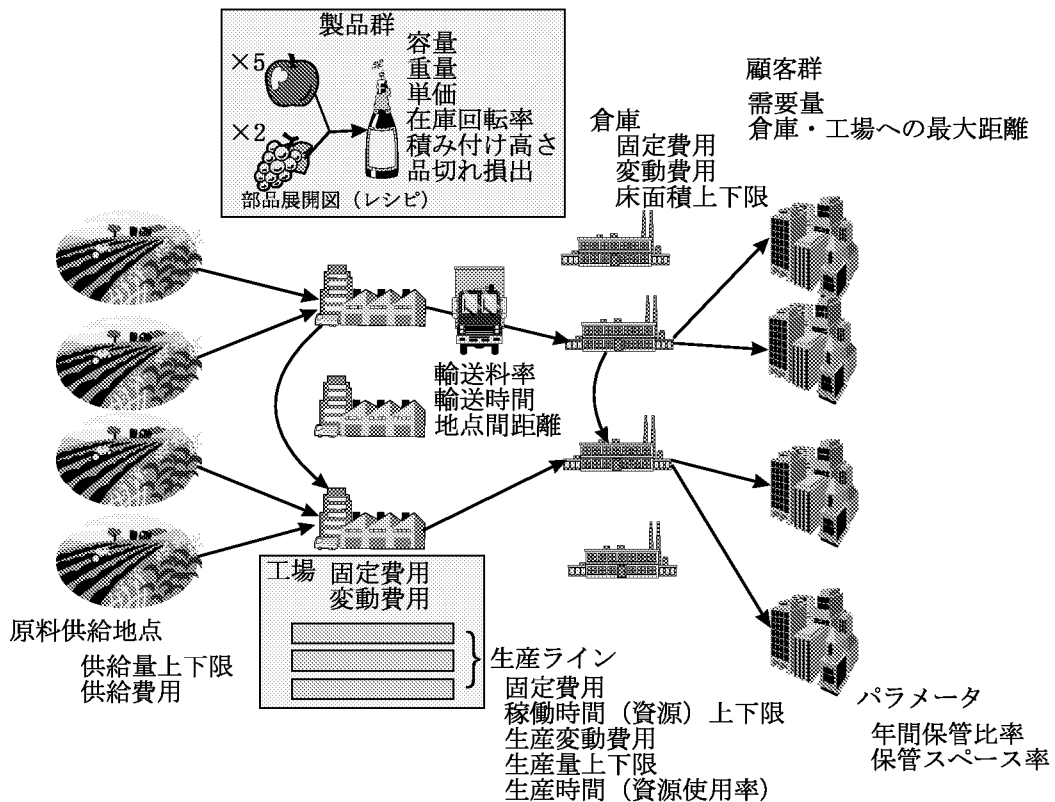


図 2: ロジスティクス・ネットワーク設計モデルの概念図

ロジスティクス・ネットワーク設計モデルでは、以下の意思決定項目に対する最適化を同時に行う。

1. 各製品群（原材料，部品）をどこから，どれだけ調達するか？ またそのときの輸送経路は？
2. 各製品群をどこで（どの工場のどの生産ラインで），どれだけ生産するか？
3. 各製品群をどの倉庫（配送センターや中継拠点の総称）で，どれだけ保管するか？
4. 各製品群をどのような輸送手段で輸送するか？
5. 各顧客群の各製品群の需要を，どの地点（倉庫もしくは工場）から運ぶか？
6. 倉庫をどこに新設するか？（または移転，閉鎖するか？）
7. 複数の倉庫の候補地点からどれを選択するか？
8. （新製品投入や顧客の需要の変化に対応するために）どこに工場を新設するか？（または移転，閉鎖するか？）

9. どのような生産ラインをどこの工場内に新設するか? (または移転, 閉鎖するか?)

このモデルは, ロジスティクス・ネットワーク最適化システム MELOS (MEta Logistics network Optimization System : メロス) で用いられる.

ロジスティクス・ネットワーク設計モデルは, (添え字) 集合 (2.1節), 入力データ (2.2節), 変数 (2.3節), ならびに定式化 (2.4節) から構成される.

## 2.1 集合

モデルを作成するとき最初にすることは, モデルに内在する「集合」を定義することである. 複雑な実際問題をモデル化するときには, 集合間に様々な相互関係が成立する場合が多い. したがって, モデリングを行うための言語 (モデリング言語) としては, 集合に対する種々の基本演算ができるものが必須である.

**Prod:** 製品群の集合.

ロジスティクス・ネットワーク内を流れる物を「製品」とよぶ. ここで扱う製品は, 製品になる前の部品, 原材料, 中間製品を含む広い概念である. 製品の種類は, 対象とするロジスティクス・システムにもよるが, 通常は膨大なものになるが, ストラテジック・レベルの意思決定モデルとして扱う場合には, 同じ特性ともつ製品の集まりを集約する. ここでは, 製品を集約したものを, 個々の製品と区別するために「製品群」とよぶことにする. 通常, 製品群の数が数十程度になるように集約する.

以下に定義する  $\text{FinalProd}$ ,  $\text{Prod}_\ell$ ,  $\text{Child}_p$ ,  $\text{Parent}_p$  は, 製品群の集合の部分集合である.

**FinalProd:** 最終製品群の集合. 最終的に顧客群に対して販売される製品群を指す.

**Prod $_\ell$ :** 生産ライン  $\ell (\in \text{Line})$  で製造可能な製品群の集合.

製品群の集合  $\text{Prod}$  と  $\text{Prod}_\ell$  には以下の関係が成立する.

$$\bigcup_{\ell \in \text{Line}} \text{Prod}_\ell \subseteq \text{Prod}$$

**Parent $_p$ :** 部品展開表における製品群  $p$  の親製品群の集合. 言い換えれば, 製品群  $p$  から製造される製品群の集合.

**Child $_p$  (オプション):** 部品展開表における製品群  $p$  の子製品群の集合. 言い換えれば, 製品群  $p$  を製造するために必要な製品群の集合. 生産ラインにおいて複数の製品群が生成されるときに用いる. 上で定義した  $\text{Parent}_p$  とは以下の関係が成立する.

$$p \in \text{Parent}_q \Leftrightarrow q \in \text{Child}_p$$