

# プロセス産業におけるビジュアルモデリングツール

03500280 富士通総研

01606110 富士通総研

01011280 Ike Ltd.

\*茂木 美恵子

宮崎 知明

池ノ上 晋

MOKI Mieko

MIYAZAKI Tomoaki

IKENOUE Susumu

## 1.はじめに

プロセス産業における生産計画や販売計画、原料選択などの計画立案には、「予算」評価の元に「物」の最適バランスが決定できるLP（線形計画法）の適用が有効である。しかし、LPモデリングには専門的知識が必要で、かつ実際の大規模なモデリングには膨大な作業時間を要するため、誰にでも、いつでも、簡単に行える作業ではなく、その利用範囲は限られている。

計画とは、環境の変化に鈍重して行くものであり、その作成や変更は簡単かつ敏速に行えるものでなければならない。そこで、LPを用いた計画立案が、誰にでも簡単に扱え、短時間で実行できるようなツールが求められている。

## 2.目的

本ツールは、LPを用いた計画立案の、簡単かつ敏速な作業環境を提供し、複数シナリオによるシミュレーションを可能にするものである。

具体的な機能として、計画対象となる生産・物流プロセスフローを直接描くことによりLPモデルを定義する「LPモデル作成機能」と、算出された最適化結果を製品ごとの生産・物流プロセスフローに成分分解する「マテバラ展開機能」を持つ。

## 3.機能概要

図1にLPモデル作成からマテバラ展開までの機能の流れを示す。

本稿において、LP計算結果である最終製品製造量から、その製品を製造するのに要した中間体と原料の使用量を、装置の収率を基に逆計算することをマテバラ展開と呼ぶ。マテバラ表は製品毎の成分表であり、組立産業で言うBOMにあたる。

ユーザは、ツールが提供するプロセスフロー描画用キットである属性ボックスを組合せ、線で結ぶことによりプロセスフローを描く。また、プロセスフローの構成データに基づき自動作成されたテーブルに処理データを入力する。

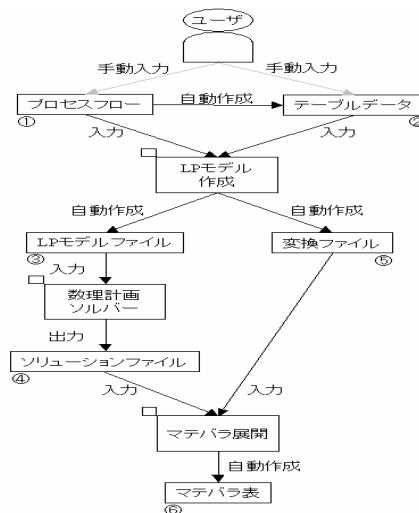


図1.機能の流れ

### ・LPモデル作成機能の流れ

プロセスフロー①とテーブルデータ②を受け取り、LPモデルファイル③を作成し、数理計画ソルバーに渡してソリューションファイル④を得る。また、同時にプロセスフローとLPモデルの関連付けを示す、変換データファイル⑤を作成する。

### ・マテバラ展開機能の流れ

LPモデル作成機能で作成した変換データファイル⑤と、数理計画ソルバーから得られたソリューションファイル④を受け取り、マテバラ展開を行いマテバラ表⑥を作成する。

## 4.LPモデル作成機能

ツールはExcelのアドオンとして作成されており、プロセスフローはExcelシート上に属性を持つボックスとボックスを線で結んで描く。フローの開始は『原料購入』の属性ボックスで表現し、終了は『製品販売』の属性ボックスで表現する。また、フローの途中に経由する装置や分岐点も『装置』属性と『分岐』属性のボックスで表現する。

ボックスは、それぞれ属性に従って決められた形式のテーブルを持ち、『原料購入』属性なら購入コストと購入上下限量を、『製品販売』なら販売価

格と販売上下限量を、『装置』属性なら運転コストや収率データなどを入力する。

LP モデルはプロセスフロー情報とテーブル情報から作成される。目的関数は総利益の最大化とし、(1)式で表現される。販売量、購入量、装置運転量、在庫量、輸送量は変数である。

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum \text{販売価格} \times \text{販売量} \\ & - \sum \text{購入コスト} \times \text{購入量} \\ & - \sum \text{運転コスト} \times \text{装置運転量} \\ & - \sum \text{在庫コスト} \times \text{在庫量} \\ & - \sum \text{輸送コスト} \times \text{輸送量} \end{aligned} \quad (1)$$

制約式は、プロセスフローの関係式に加えて、購入、販売上下限制約や装置能力制約など自由に設定可能である。

図 2 は、三種類の原油 CR1,CR2,CR3 が蒸留装置 (TOP) を経て複数の製品となる石油精製の生産プロセスフローの一例である。図 3 は、図 2 における蒸留装置 (TOP) テーブルの、三種類の原油の収率データを入力した例である。

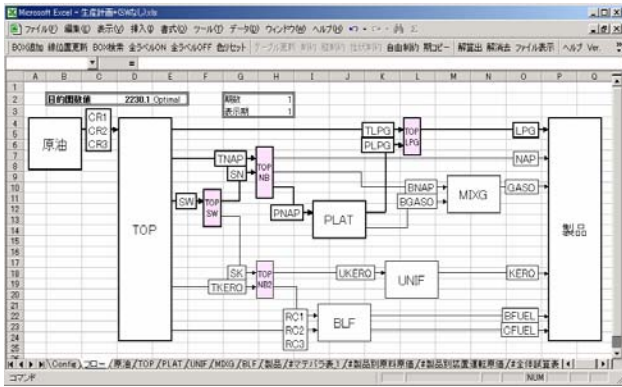


図 2.プロセスフロー描画例

期	装置	CR1	CR2	CR3	下限	解会計	影響度	上限
1	TLPG	0.03	0.02	0	0	0	0	0
2	TNAP	0.19	0.25	0	0.13	0	0	0
3	TKERO	0.22	0.05	0	0.02	0	0	0
4	RC1	0.54	0	0	0	0	0	0
5	RC2	0	0.38	0	0	0	0	0
6	RC3	0	0	0.05	0	0	0	0
7	UNIF	0.017	0	0.017	0	0.017	0	0
8	BFUEL	0.04	0	0.04	0	0.04	0	0
9	合計	400	100	100				
10	影響度							
11	上限		400	200				

図 3.テーブル入力例

## 5.マテバラ展開機能

最適化計算を実行すると、どの製品をどれだけ製造し販売すると、原料をどれだけ使用し、装置をどれだけ稼働させて、最大利益がいくらになるかという解が得られる。しかし、製品それぞれの

個別の原料使用量、装置稼働量は LP 解を分解していかなければわからない。

モデル実行後の LP 解を元にプロセスフローを最終製品から逆にたどると、製品別プロセスフローが作成できる。製品別プロセスフローはモデルの変更に伴い随時変化するものであるから、モデル実行と共に自動的に作成しなおされる。

図 2 で示した例にて、製品 LPG は蒸留装置からの流分 TLPG と接触改質装置 (PLAT) からの流分 PLPG が合流して成る。PLPG は中間体 PNAP からなり、PNAP は蒸留装置からの流分 TNAP と流分 SW のスイング成分 SN から成る。製品 LPG についての成分構成図を図 4 に示す。

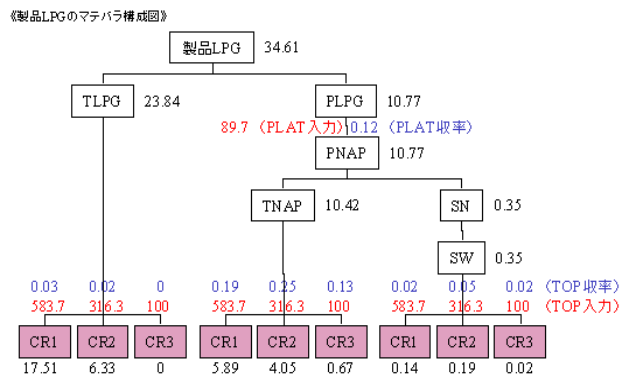


図 4.製品 LPG の成分構成図

マテバラ展開は、製品別プロセスフローと経路する装置テーブルの処理データを用いて LP 結果である製品の製造量から、製品を構成する中間体の必要量を求め、そこで求められた中間体の必要量から、中間体を構成する中間体・原料の必要量を求めるといった、再帰的な計算を繰り返すことによって行われる。

## 6.まとめと今後の課題

本ツールにより、ユーザはプロセスフローを描き、テーブルにデータを入力することによって LP モデルを簡単に定義できるので、計画立案にかかる作業時間は大幅に短縮される。今後、マテバラ展開機能で算出される製品別原料使用量、製品別装置使用量の値を利用して、利益計画シミュレーションの手法を提案していきたい。

### 参考文献

- [1] 池ノ上晋、宮崎智明、茂木美恵子  
「プロセス産業における利益計画シミュレーション実現のためのビジネスデザイン」日本 OR 学会春季研究発表会予稿 (2006)
- [2] 宮崎智明、茂木美恵子、池ノ上晋  
「プロセス産業の管理会計を支援する数理計画法の新しい活用」日本 OR 学会春季研究発表会予稿 (2006)