

# 教育・研究用 生産スケジューラ「APSTOMIZER」

西岡 靖之

## 1. はじめに

製造業の IT 化の流れの中で、生産スケジューラが近年とても注目されている。これは、生産スケジューラを利用することで、生産現場が今どうなっているのかが視覚的に見え、生産スケジューラによって企業の全体最適と実際の生産現場とをダイレクトにリンクさせることができるからである[1]。

ただし、実際に生産スケジューラを導入するにあたっては、さまざまな困難が待ち受けている。たとえば、スケジュールのためのデータをそろえるだけでも非常に多くの作業が必要となるだろう。また、スケジューリングのロジックがどのようなものであるかが分からなければ不安で使えないということも現実にはあるかもしれない。

本稿で紹介する生産スケジューラ APSTOMIZER (アプストマイザー) は、以上のような状況をふまえ、誰にでも簡単に使え、シンプルで分かりやすいことを第一に考えて開発した。本ソフトウェアは、現在、教育・研究用としてインターネット上で無償で公開、配布しており、すでに 300 を超える多くの方々にご利用いただいている[2]。以下に、本ソフトウェアの概要と特徴を簡単に説明する。

## 2. ソフトウェアの概要

### 2.1 開発の目的と経緯

本ソフトウェアの初期バージョンを開発した 1998 年の時点から、APSTOMIZER の開発コンセプトは一貫して“表計算ソフトのように手軽に扱えることができる生産スケジューラ”である。そして、それと同時に、“どのような業種、企業であっても利用できる汎用の生産スケジューラ”であるという点も、もう 1 つ

の重要なコンセプトとなっている。

ただし、この 2 つの開発コンセプトを満たしつつ、ある程度実用性も兼ね備えたスケジューラを開発することは実はそう簡単なことではない、ということに筆者らは気がつく。生産現場の実際のスケジューリングはそれほどシンプルでもなければ、汎用的なツールを適用できるほど一般化されてもいないのだ。

そこで、生産スケジューラ APSTOMIZER を開発するのと並行して、現実存在している複雑で多種多様な生産スケジューリング問題を、あらかじめ整理整頓するための記述言語 PSL (Planning and Scheduling Language) が必要となった。筆者らが開発し現在提案している PSL は、APSTOMIZER が極めてシンプルなデータ構造をもつことができる大きな理由でもある。そこで以下に簡単に PSL について説明する。

### 2.2 問題記述言語 PSL

PSL は、テキストエディタや表計算ソフトを使って対象とするスケジューリング問題を記述し、APSTOMIZER にデータとして入力するための問題記述言語である。APSTOMIZER によって計算されたスケジュール結果の一部を、逆に PSL 形式で出力することも同様に可能である。

生産スケジューリング問題を一般化するにあたり、PSL では、物理的な対象を“品目”と“資源”の 2 つのカテゴリに分け、前者を生産（消費）されるもの、後者を生産（消費）するものと定義した。たとえば、製品や原材料、仕掛品はいずれも“品目”であり、装置や機械や作業者は“資源”となる。さらに、“ジョブ”や“オーダー”といった概念や、重要となるいくつかの制約条件もキーワードとして追加した。PSL では、これらのキーワードと付随する属性値を宣言的に記述していくことで、スケジューリング問題の記述ができるようになっている[3, 4]。

なお、APSTOMIZER は、PSL を入出力情報としているために、特定のデータベースシステムを必要と

にしおか やすゆき

法政大学 工学部経営工学科

〒184-8584 小金井市梶野町 3-7-2

しない反面、もしテキストエディタ等で直接 PSL を記述し実行する場合には、この言語仕様についての多少の知識を必要とする。ただし、PSL の習得は、たとえば、法政大学工学部経営工学科の 2 年生向けの 3 回の演習カリキュラムでマスターできる程度の難易度である [5]。図 1 に簡単な PSL の記述例を示す。

### 2.3 システムの概要

APSTOMIZER は、DOS/V 互換パソコン上において、Windows 95/98/2000/NT 4.0 の各 OS 環境で動作する。図 2 に、システムの全体構成図を示す。

システムの最小構成は、APSTOMIZER と PSL を作成する何らかのツール（テキストエディタまたは

問題	課題 1	210		
作業	作業 1	工程 1	100	
作業	作業 2	工程 1	150	
資源	機械 1	作業 1		
資源	機械 2	作業 2		
資源	機械 3	作業 2		
資源	作業 者	作業 1	0.5	1
資源	作業 者	作業 2	0.8	1
品目	材料 Y	作業 1	-10	
品目	製品 X	作業 2	1	
先行制約	作業 1	作業 2		
在庫量	材料 Y	100		
注文	注文 A	製品 X	2	14400
注文	注文 B	製品 X	5	28800

図 1 PSL 記述サンプル

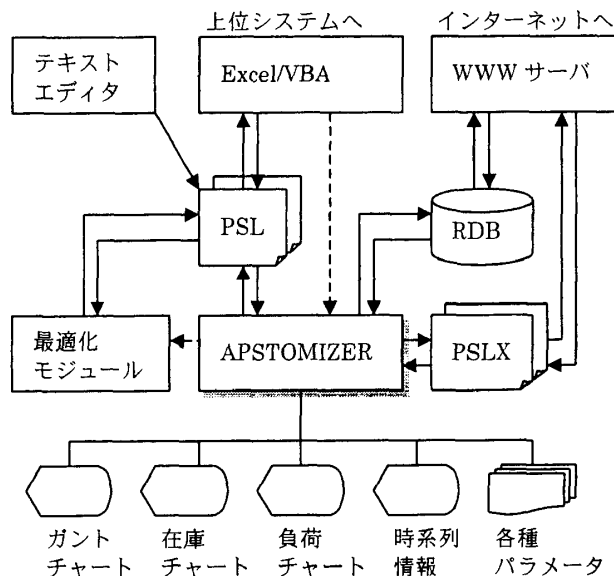


図 2 システム全体構成

Excel 等の表計算ソフト) である。しかし、PSL を自動的に生成し読み込ませるような場合や、最適化モジュールを独自に利用する場合には、VisualBasic などの簡単なプログラミング言語により新たにモジュールを開発する必要がある。

また、インターネット/イントラネットに接続する場合には、さらに RDB ソフトや WWW サーバアプリケーションが必要となる。図 2 において PSLX とは、インターネット上で情報交換が可能なように PSL の仕様を XML (eXtensible Markup Language) ベースの仕様に変更したものであり、生産スケジューリング用 XML の標準規約として、現在提案しているものである [6]。

スケジューラによる出力としては、画面上にビジュアルに表示する情報として 3 種類のガントチャート (資源ガントチャート、オーダガントチャート、作業ガントチャート)、および在庫チャート、負荷チャートがある。また、在庫や負荷の時系列情報をリスト形式で表現したものや、その他のさまざまな属性情報を表示するためのインタフェースを持っている。

## 3. APSTOMIZER の主な機能

### 3.1 表示機能

APSTOMIZER の表示画面を図 3 に示す。画面は上下左右に 4 分割されており、上側がガントチャート表示領域、下側が在庫チャートまたは負荷チャートの表示領域となっている。ガントチャートには、資源ガントチャート、オーダガントチャート、そして作業ガントチャートを切替え表示でき、在庫チャートと負荷チャートも切替えて表示する。

また、画面右側が時系列をもった表示領域であるのに対し、左側には個々のデータの項目名とその属性情報が表形式で表示される。画面右側の時系列情報の表示域では連続した時間を扱っており、表示上はいくつかのタイムバケットに分割することができる。APSTOMIZER では、このタイムバケットに従った列ごとに集計が可能であり、たとえば、この時系列情報を離散的に扱くと、在庫チャートや負荷チャートは、図 4 のように表形式で表示される。

### 3.2 割付け機能

APSTOMIZER の割付けロジックには、フォワードスケジューリング、バックワードスケジューリング、そしてバックワード・フォワード混合スケジューリングの 3 種類がある。フォワードスケジューリング、バ

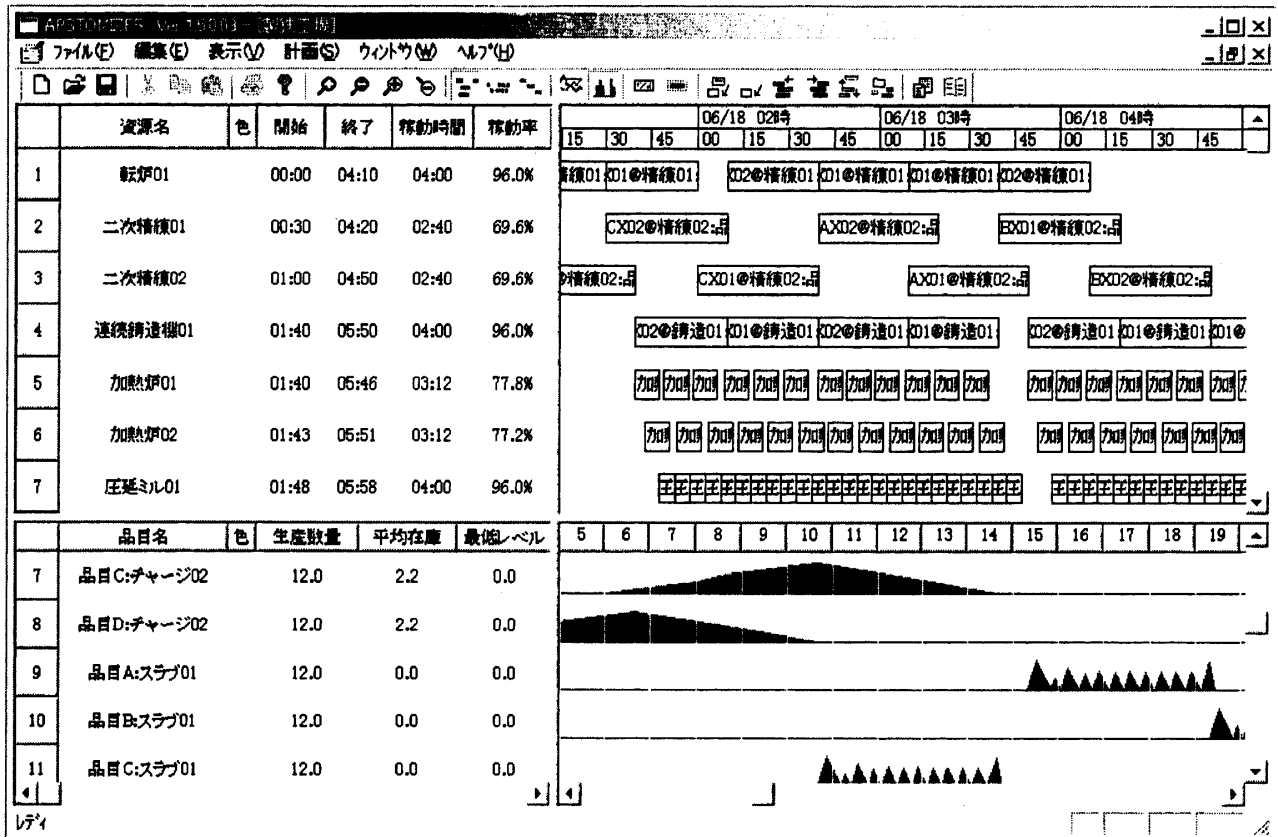


図3 APSTOMIZERの操作画面

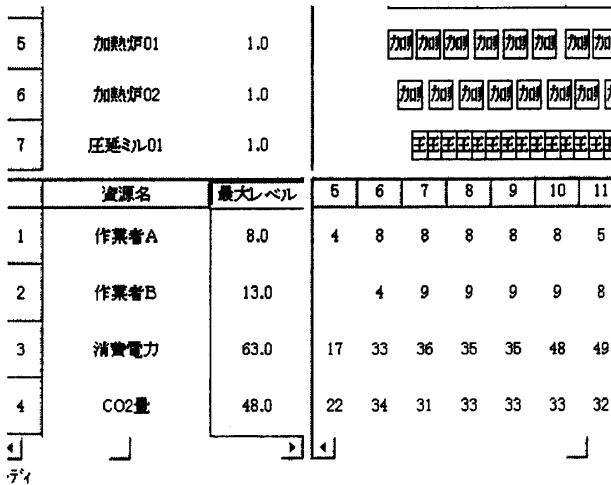


図4 時系列情報の集計表示

バックワードスケジューリングは、それぞれ対象となるジョブをできるだけ前あるいは後ろに割付けるものである。そして両者の混合モードでは、対象として取り上げるジョブ自身がそれぞれ個々に持っているバックワードかフォワードかの区別に従って割付けを行う。

これら3種類の割付けは、主に何も割付けられていない状態からジョブを割付ける場合に適応されるのに対し、すでに割付けられたジョブを修正するロジックとして、ペナルティ伝播ロジック[7]も APSTOM-

IZERには実装されている。さらに、ユーザが独自に開発した割付けロジックを PSL を介してメニューから実行することも可能となっている。

### 3.3 対話修正機能

生産スケジューラは、スケジュールを自動生成するというよりは、むしろスケジュールを可視化し、対話的に修正しながら、さまざまな非定型な制約や要求を満たしていくほうが、現実のニーズに合っている場合が多い。

APSTOMIZERでは、ジョブ（ガントチャート上の矩形）をマウスで移動するといった基本的な機能のほか、一部のジョブのみに時刻固定や順序固定などの指定を行うことで、再スケジューリングを何度か行いながら、段階的にスケジュールを確定させていくことが可能である。

たとえば、ボトルネック資源に対するジョブのみを最初に割付け、その資源上のジョブの順序を固定した状態で、前工程をバックワードで、後工程をフォワードで割付けるといった操作を、あえて自動ではなく手動で行えるようになっている。

### 3.4 外部システムとの連携

外部とのデータの受渡しは、PSL または PSLX に

```

Dim myAPS As Object
Sub ExecAPS()
    Set myAPS = _
        CreateObject("APSTOMIZER.Document")
    myAPS.ReadFile "PSL ファイル名"
    myAPS.Dispatch
    myAPS.ShowApp
End Sub

```

図5 VisualBasic からの起動方法

よって行う。PSL では、対象とするスケジューリング問題に関して、品目や資源や各種制約などのマスタ情報と注文や割付ジョブなどのトランザクション情報をすべて記述可能であるのに対し、PSLX は現時点ではインターネット上でのやりとりに必要な一部のトランザクション情報のみを扱う [8]。

外部プログラムとの連携のためには、COM インタフェースを公開しており、EXCEL や ACCESS の VBA から容易に APSTOMIZER を起動したり再割付けさせたりすることが可能である。図5は、Visual-Basic 上から APSTOMIZER を起動する場合のサンプルコードである。表示させたいスケジュールをあらかじめ PSL ファイルで出力しておき、この関数を呼び出すだけで、たとえば EXCEL と APSTOMIZER を容易に連携させることが可能となる。

また、インターネット上でスケジュール情報を交換し、複数のアプリケーションを連携させるために、APSTOMIZER は XML ベースの仕様記述である PSLX の入出力を可能としている。この機能を利用することにより、作成したスケジュール内容をリアルタイムで遠隔地の WWW ブラウザ上に表示させることも可能となっている。

#### 4. おわりに

本ソフトウェアは、そもそも多くの企業で行われている現実の生産スケジューリング問題を、大学の研究者の立場からもっと詳しく知り、そしてできればより一般化することで、多くの同じ問題で悩んでいる人々と情報を共有したいという意図から出発した。企業の側は、現実の生の問題を提供し、大学の側はさまざまな問題に対する解法を提供するというギブ・アンド・テイクの関係を構築することで、生産スケジューリングの分野が今後ますます発展する可能性がある。APSTOMIZER は、そのための共通のプラットフォーム

となればよいと筆者は考えている。

そのために、現在筆者らは、“生産スケジューリングライブラリー”というホームページをインターネット上に設け、現実のさまざまな問題を企業の方々がベンチマークとして登録し、そしてそれらの問題を大学の研究者が解くと同時にそのロジックをプログラムモジュールとして提供する、というしくみ作りを始めている [2]。筆者の怠慢もあり、実践的な問題がまだ完備していないが、今後少しずつ充実させていきたい。

なお、本稿は、APSTOMIZER のバージョン 1.5.0 の機能をベースに書かれている。今後のバージョンアップにより、本稿の内容と実際のソフトウェアの機能とが異なる可能性があるが、その点をご容赦いただきたい。本稿がきっかけで、生産スケジューリング問題へ興味を持ち、そして APSTOMIZER が実際の問題に取り組む際の道案内として少しでも貢献できれば、筆者（開発者）のこの上ない喜びである。本稿の内容やソフトウェアの機能に関して読者の方々からの忌憚のないご意見、ご要望等をお寄せいただければ幸いである。

#### 参考文献

- [1] 西岡靖之：“全体最適思考とスケジューリング-製造業の戦略的 IT 活用のために”，システム/制御/情報，Vol. 45, No. 1, pp. 6-11, 2001.
- [2] 西岡靖之：“生産スケジューリングライブラリー”，<http://www.img.k.hosei.ac.jp/pslib/>
- [3] Yasuyuki Nishioka：“An Generalized Language of Production Scheduling Problems as a Basis of Supply Chain Management”，APIEMS' 99, pp. 681-684, 1999.
- [4] 西岡靖之，生産スケジューリング用語の標準化とインターネット環境での利用，日本オペレーションズリサーチ学会 2000 年度秋季研究発表会アブストラクト集，pp. 286-287, 2000.
- [5] 西岡靖之：“生産スケジューリング実験実習テキスト”，<http://www.img.k.hosei.ac.jp/apsto/>
- [6] PSLX コンソーシアム：“技術情報/XML仕様”，<http://www.pslx.org/>
- [7] 西岡靖之，“状況対応型スケジューリング問題におけるペナルティ伝播グラフを用いた計画修正方法”，経営システム，Vol. 5, No. 3-4, pp. 263-271, 1995.
- [8] Yasuyuki Nishioka, XML-based Standardization of Planning and Scheduling Problems for Virtual Enterprise Collaboration, ICPR-16, 2001.