

## 制約ベース計画シェル COASTOOL における数量計画

7 S - 8

### 機能の実現と評価

椎名 茂 毛受 哲 山之内 徹

NEC C&C 研究所

#### 1 はじめに

ここ数年、実用的な生産スケジューリング技術に関する研究、およびスケジューリングシステムの開発が盛んである [1][2]。一方、制約ベース計画シェル COASTOOL はまず組合せ最適化問題向けに開発し、時間割自動編成システム [3] に適用され、有効性が確認された。しかし生産計画問題では、生産量、時間といった数量を扱う必要があり、今回 COASTOOL で数量を扱うように機能拡張を行った。現在までに生産計画問題などで一般的に用いられる多段表データ構造の開発と、数量を扱う数量向け C++ クラスライブラリの機能拡張が行われている。本稿では、COASTOOL の多段表データ構造を中心とした数量計画機能への対応と COASTOOL を適用した実システムの概要、立案結果について報告する。

#### 2 COASTOOL の数量計画機能

制約ベース計画シェル COASTOOL [3] は汎用の計画シェルであり、制約の管理、汎用割付手法を持つ C++ クラスライブラリである。今回の数量計画機能の拡張では、生産計画などに一般的に用いられている多段表を表現するクラス等を実現した。多段表とは階層的な項目を持ち、項目から表のデータへのアクセスを可能としている表のことである。一般的な多段表データ構造の例を図 1 に示す。多段表データ構造は縦軸と横軸の 2 つの表項目群と、表のデータを格納するセル部に相当する二次元配列から構成される。また表項目群は複数の表項目から構成される。

##### 2.1 表項目

多段表の表項目は文字列のリストである。比較演算にはワイルドカードが指定でき、多彩な検索処理が簡単な記述で可能となっている。ワイルドカードには「\*」

RowのIndex	Rowの表項目群		Columnの表項目群		
			0	1	2
			1994年	1995年	1996年
0	果実	りんご	100	50	60
1		みかん	20	30	60
2		合計	120	80	120
3	野菜	葱	50	50	50
4		トマト	60	70	70
5		合計	110	120	120

図 1: 多段表データ構造の例

「?」があり、「?」は表項目内の 1 つの文字列のワイルドカード、「\*」は複数の文字列のワイルドカードとなる。例えば、図 1 において、(果実 ?) というワイルドカードを含む表項目の検索に対する Row の Index の List は (0, 1, 2) となる。

##### 2.2 表項目群

多段表には Row、Column の 2 つの表項目群が存在する。表項目群は階層構造をしたツリー型表項目群と配列型表項目群から構成されている (図 2)。ツリー型表項目群は、ルートノードを起点としたツリー構造で、ルートノード以外のノードに文字列を格納している。一方、配列型表項目群は、配列の要素に表項目を格納している。

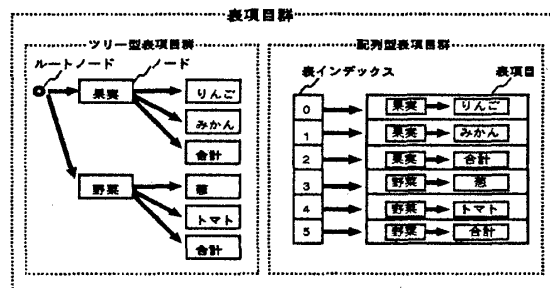


図 2: 表項目群の構造

2 つのデータ構造を持ち、アクセスするデータ構造を使い分けることにより、ツリー型表項目群しか持たない構造と比較して以下の利点が生じた。

1. Index から表項目の取得が高速。
2. メモリ管理が不要なため、コーディングが容易。

Quantity Scheduling Function on Constraint-based Assignment and Scheduling Tool COASTOOL

Shigeru Shiina, Satoshi Menju, Toru Yamanouchi  
C&C Research Laboratories, NEC Corporation

### 2.3 多段表

多段表クラスは二次元配列クラスを親として、Row、Columnの2つの表項目群を持つ二次元配列である。セル部への各操作としてRow、ColumnのIndex以外にも表項目によるアクセスが可能である。

表項目のワイルドカードを有効に用いることにより、表の指定領域の各要素に対する処理を行うことができる。例えば以下のマクロでは、表1の網掛部のセルを順次アクセスし、結果として、返却値5を得る。

```
forEachCell( 図1の多段表, (? 合計), (1995年) ) {
    cellValue = 現在のセルの値を取得;
    if (cellValue >= 100){
        RowIndex = 現在のセルのRowIndexの取得;
        return RowIndex;
    }
}
```

### 2.4 COASTOOL を用いたシステム構成

COASTOOL 数量計画機能を適用したシステムの構成を図3に示す。COASTOOLはマルチプラットフォームであるが、ここではPC(Windows)上でVC++にて構築し、GUIにEXCELを使用する。まず、DBより必要なデータを抽出しEXCEL上に多段表の計画表を作成する。この計画表をCOASTOOL側に送信しCOASTOOL側でも同様の多段表を自動で展開し、制約を貼り、立案処理を行う。

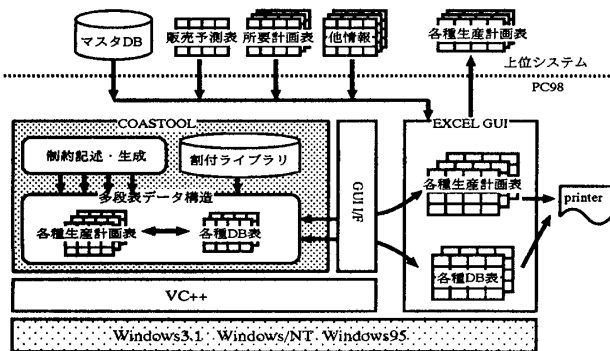


図 3: COASTOOL を適用したシステム構成

## 3 実システムへの適用

### 3.1 食品業生産計画問題

対象とした食品業メーカーは、複数の工程を経て原料から製品を作成する多工程の装置業である。また、生産計画の立案処理を年次、月次の2階層へ分割している。問題の規模としては、9工程から構成されており、また代

表的な工程では、マシン数約40、製品数約100の生産計画問題である。

### 3.2 評価

年次計画立案の画面イメージを図4に示す。本システムの調査からテストまでを含めた構築工数は、同規模の生産計画システムの構築工数と比較すると約2/3へ削減されている。また、制約生成部のコーディング量はワイルドカードを使うことにより3593行から2045行へ約40%削減され、また簡単な表現でセルの領域指定が可能のため開発も容易となっている。さらに、従来6カ月の全工程の立案に人手で20~30人日かかっていた処理が、3人日で可能となり、大幅な立案工数の削減が見込まれている。

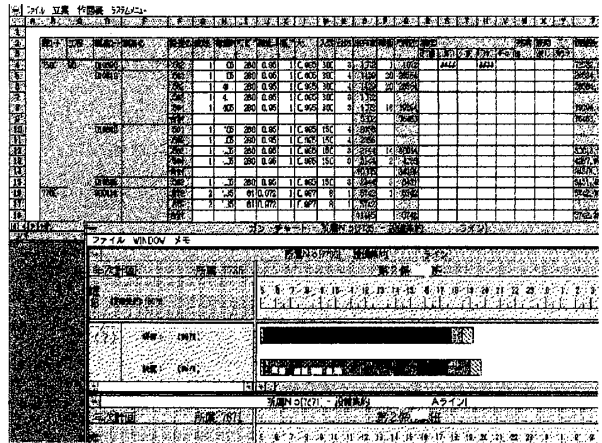


図 4: 食品業向け生産計画システム画面イメージ

## 4 おわりに

本稿では、制約ベース計画シェルCOASTOOLの数量計画機能とその応用例を示した。多段表データクラスにより生産計画問題を簡単に扱え、システムの構築工数が2/3に削減できたことを示した。今後は、汎用の数量割付方式、ガントチャートクラスの開発に取り組む予定である。

最後に、多大な協力をして下さいました食品業メーカーの方々、並びに関係者の方々に深く感謝致します。

### 参考文献

- [1] Shiina, S. et al. "PC Master Production Scheduling System with Task/Resource/Quantity Selection Heuristics" TAI, 1995.
- [2] Arbon, R. et al. "AUTO-MPS An Automated Master Production Scheduling System For Large Volume Manufacturing", CAIA, 1994.
- [3] Yoshikawa, M., et al. "A Constraint-Based Approach to High-School Timetabling Problems: A Case Study", AAAI, 1994