

製紙工場向け生産計画支援システムの開発

5P-7

佐藤美紀 大河内俊夫
(株) 東芝

1. はじめに

このところの不況のため、企業では生産性を向上させるために設備に投資するのではなく、現存の設備で生産性を向上させる動きが高まっている。製紙業界でも同様の動きがあり、製紙工場では多くの設備と工程を経て多種類の紙を生産しているため、いかに効率よく生産計画を立案し、生産性、品質を向上させるかが求められている。

本システムでは、計画立案作業の軽減化を目指し、担当者の経験や知識を生産計画を立案する上でのルールにまとめ、現場に存在する制約条件を半永久的に保存できるようにした。また、原料の残量に応じた割り付けや、割り付け結果の各種使用量等の検証が可能になった。Windows環境を用いたマンマシンインターフェースにより、操作性を容易にすることで、担当者以外でも生産計画をたてられる環境を実現した、生産計画支援システムを提供することができた。

2. システムの概要

このシステムは、当社の既存パッケージソフトである、生産計画ドメインシェルを利用し、客先向けに改造を行ったものである。生産計画ドメインシェルは、当社の汎用AI構築ツールARESをベースに処理速度の高速化を目指して開発されたものである。

本システムを導入した、某製紙会社の工場では、熟練した担当者が月次生産計画を立案しており、この担当者に作業が集中していた。また、月次生産計画は手書きで作成されていたので、突発的に起こる計画変更に対する対応に作業の負荷がかかっていた。

この作業の軽減化のために、本システムでは、対象工程を、パルプの原料を生成する釜、釜より生成した原料を溜めておく原料タンク、抄紙機、ボイラ、発電機、受電設備等とし、画面より、マスタ情報（設備情報、原料情報、製品情報、制約条件等）を始めに設定しておく。マス

タ情報に変更がない限り、その月で製造する製品の要求量や納期などを設定するだけで、担当者以外でも月次生産計画を作成することができる。また、結果は随時画面と帳票により確認できる。

3. 機能

3.1 人間系のノウハウの推論への取り込み

図1は基本の割り付けルールのアルゴリズムである。まず、①データを全て読み込む。②ガントチャートの未割り付け期間を調査し、割り付けようとする期間の前に、既に割り付けている製品があった場合は、その製品との制約条件から割り付け可能期間を求める。次に③割り付け対象機械は製品間の余裕度を優先するのか、納期を優先するのかを決定し、④配置候補が決まる。⑤割り付け禁止期間以外の割り付けていない期間をできるだけ圧縮するために製品の置き換えを行い、割り付け対象機械は基準機械を優先させるか、代替機械へ均等に配置するかを考慮して配置していく。割り付け後、⑥後処理として、グループ毎にまとめたり、昇順、降順で並べ換えを行う。うまく割り付かなければ、⑦再び割り付け可能期間を求め再割り付けを行う。⑧割り付け終了後に割り付け状態の評価を行う。

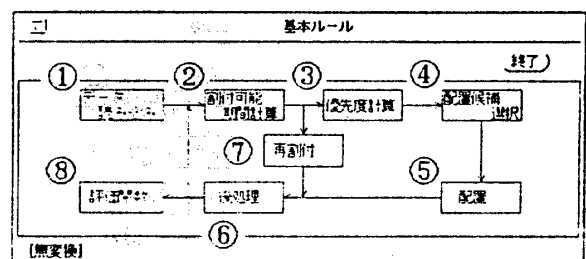


図1 基本ルールの流れ

具体的には、下記のような項目を制約情報、知識ルールとして設定する。

Development of Support System for Paper Production Planning

Miki Sato¹, Toshio Ohkuchi²

1. TOSHIBA CORP. TOKYO SYSTEM CENTER, PLANT SYSTEMS COMPUTER APPLICATION DEPARTMENT

2. TOSHIBA CORP. CIM & LOGISTICS ENGINEERING DEPARTMENT

(1) 制約条件関係

- ・納期
- ・割り当て対象機械
- ・製品間制約
- ・機械間制約

(2) 知識関係

- ・グルーピング
- ・優先度
- ・挿入、分割、納期緩和
- ・まとめ

製品をガントチャートに割り付ける際、これらの制約条件関係の項目を満足するように割り付けを考える。製品の着手可能日、納期の制約を始めとし、直後制約、連続制約、間隔確保制約、一定期間後割当制約、一定期間内割当制約、並列割当制約等の2製品間の制約や、代替機を設定する機械間制約をあらかじめ設定する。さらに効率よく割り付けるための知識関係ルールである製品のグループ化、優先度、後処理での挿入、分割、納期緩和、まとめ等を考慮する。

本システムでは、従来の計画立案作成に加えて原料の残量に応じた計画立案も取り入れた。図2は、そのタンクの制約に関するものである。

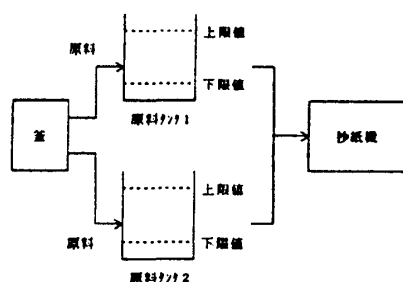


図2 タンク制約

釜で生成された原料が抄紙機に送られる途中にある、原料タンクに上下限値を設ける。抄紙機での原料使用量が増え、原料タンクの残量が下限値を下回る場合は製品の製造を中止するように推論を行う。すなわち、製品製造の計画割り付けを中止し、釜での原料生成の計画を割り付ける。反対に、抄紙機での原料使用量が減り、原料タンクの残量が上限値を上回った場合は釜での生成を中止する。すなわち、釜での原料生成の計画を停止し、製品の製造計画を原料タンクの下限値まで続けるように推論を行うことで残量を考慮した計画が実現できた。

また、1つの釜で、抄紙機で使用する原料に応じて複数の原料を交互に生成するようにも計画が立案できる。

3.2 各種使用量の推移の表示

製紙工場では、自家発電の他に電力会社より電力を購入（買電）している。この買電は季節や時間帯によって金額が異なってくるため、買電が安い時間帯は買電を増やして操業し、高い時間帯は自家発電を増やすと、コストダウンにつながる事がわかっている。

この買電を1年間で数パターンに分類し、カレンダーに毎日パターンを登録できるようにした。また同時に自家発電の発電量も登録する。計画立案結果のパターンで操業を行った場合の時間単位の電力や蒸気の使用量、発生量の推移を蒸気の設定値を元に求め、グラフで確認することができる。

その他にもそれぞれの製品はいくつかの原料の組み合わせで製造されるので、原料の配合率を情報として設定することで、個々の原料の使用量の推移を求めることができる。

生産計画結果と推移グラフを図3のように並べて表示することで、それぞれの情報から生産結果を予測し、検証することができる。

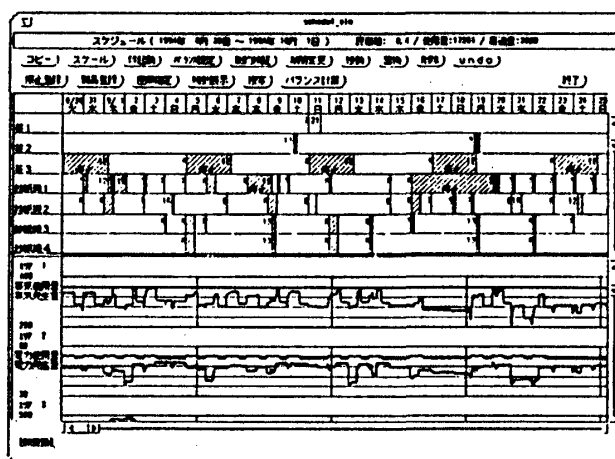


図3 生産計画結果

4. おわりに

計画がより人間系で作成した状態に近づき、さらに効率化を目指すためには、実際計画を作成する人間のノウハウをいかにルール化できるかが鍵となる。そのために、今後いろいろな形でルールを入力できるように改善していく必要がある。また、マスタ情報のホストでの1元管理などで、計画作成に対して最小限の設定で行えるようにしていきたい。今回開発した在庫を考慮した生産計画立案や、効率の良い電力等の使用計画は、製紙工場以外でも適用が可能であるので、さらに本システムの適用拡大を図って行きたい。