

照明製品の製造日程計画ツール

Scheduling Software Tool for Lamp Production

田中 弘子
TANAKA Hiroko

藤武 浩二
FUJITAKE Koji

小山 弘
OYAMA Hiroshi

蛍光灯や一般電球など需要の大きい照明製品は、従来では見込み生産されていた。最近では、棚卸資産回転率の向上のために製品在庫削減の要求が強く、製品によって多様な生産形態がとられている。すなわち、売れた分だけ補充する後引き生産、年末の需要集中に対応した計画的備蓄生産、特別仕様の受注生産などである。そのため、製造日程計画の作成にはかなりの時間と労力を要していた。今回、製造日程計画を作成する手順とルールを明確にするとともに、ルールに従って製造日程計画を自動作成するツールを開発し、多様な生産形態に適応できるしくみを実現した。

Fluorescent lamps and general lamps, whose production must meet large market demand, have been produced so far according to the production-to-stock system. However, the recent requirement for product stock reduction to improve inventory turnover has obliged manufacturers to select an appropriate system from among various types of production systems. These are, for example, the product-pull system, in which only the amount of product sold is produced; a production-to-stock system which satisfies year-end demand; and production to order.

We have developed a scheduling software tool for lamp production, which clarifies scheduling procedures and methodologies. This has enabled us to realize a production structure suitable for various types of production.

1 まえがき

一般家庭や店舗・ビル照明などに数多く使われている蛍光灯、一般電球、コンパクト蛍光灯などの照明製品は、従来では見込み生産を行なっていたが、資産回転率の向上を図るために製品在庫の削減要求が強く、最近では売れ行きに合わせた生産形態をとるようになった。東芝ライテック(株)では、売れた分だけを補充していく“かんばん”を利用した後引き生産⁽¹⁾を基本にしているが、全製品が後引き生産に適合するわけではない。特に蛍光灯の主力製品などのように、年末の需要が通常の倍にもなる製品は、計画的に備蓄して置く必要が生ずる。また、特別仕様の製品を受注生産することもあり、生産形態が多様化しているのが実状である。

このように多様化した生産形態にこたえる必要から、製造日程計画を作成する業務は個人ノウハウに依存し、かつ、かなりの時間と労力を要する問題を抱えていた。今回、多様な生産形態に対応するために、製造日程計画を作成する手順と作成ルールを明確にするとともに、ルールに従って製造日程計画を自動作成するツールを開発した。以下に、そのツールの概要と特長となる機能について述べる。

2 生産形態について

蛍光灯や一般電球などの製造ラインは、図1に示した蛍

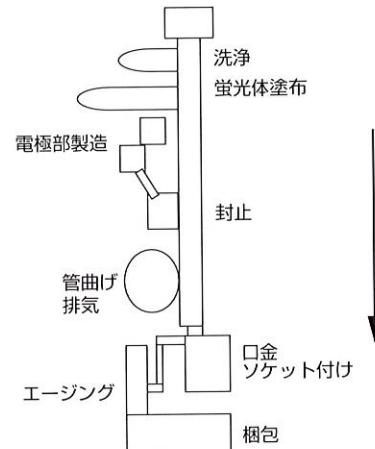


図1 蛍光灯の製造ライン 洗浄から梱包までの工程が一連の設備で構成されている。
Fluorescent lamp manufacturing line

光灯の例のように、ガラス管の洗浄から梱包まで一連の設備で構成されている。蛍光灯を例にとると、洗浄から梱包までに約300～700本の仕掛けが発生するとともに、蛍光体塗布工程のように品種切替え時の段取りに時間を要する設備になっており、頻繁な品種切替えを避けたい意向がある。一方、“かんばん”による後引き生産では、頻繁な品種切替えが発生する。このように多頻度化する品種切替えの課題を解決する施策として、過去の販売実績から各製品の売れ

行きによって生産サイクルを選択する方法をとった。特に、後引き生産では生産サイクルを三形態に分けることにした。“かんばん”を利用した後引き生産に加えて、特別仕様製品の受注生産、年末需要対応のための備蓄生産など、表1に示す六つの生産形態を設定した。

表1 生産形態の概要
Outline of production types

分類	生産形態	内 容
後 引き	毎日生産	売れ筋品は毎日生産
	毎旬生産	旬単位(例:月を3分割)のまとめ生産
	補充生産	補充点を切った場合に生産
特定	受注生産	受注オーダーに合わせた生産
	戦略生産	営業戦略による計画生産
計 画	備蓄生産	年末需要を予測した計画生産

3 製造日程計画ツールの概要

3.1 製造日程計画の作成タイミング

製造日程計画の作成は、生産形態に応じたタイミングで行う。売れ筋品の毎日生産については、製造を指示する“かんばん”が発生すれば日単位でその製品の着工計画を作成する(毎日計画と呼ぶ)ので、最大で月の生産稼働日と同じ計画頻度となる。また、毎旬生産では、例えば月を3分割して各10日間を月初めから順に1旬、2旬、3旬とするヶ月3回の計画頻度となる。計画対象期間のなかで、製造ラインに負荷を割り付け、日程展開することを旬計画と呼ぶ。

製造日程計画の作成は、始めに旬計画を作成し、それを基に毎日計画を加えていくという方法を探っている。

3.2 製造日程計画ツールの構成

今回開発したツールは、製造ラインへの負荷割付けから、各製造ラインの日程計画作成、着工指示までの範囲を扱っている。図2に示したように、大きく分けて四つの機能から構成されている。製造ライン別能力の算出、旬計画、毎日計画、そして着工指示である。

3.3 旬計画

旬計画は、次の2段階で行う。

- (1) 1旬分の負荷を各製造ラインに割り付ける。
- (2) ラインごとに割り付けられた負荷を日程展開する。

3.3.1 製造ラインへの負荷割付け 従来、負荷の割付けは担当者のノウハウに依存する形で行われていたため、ツール化するにはノウハウを明文化して、ルール化する必要があった。

このツールでは、担当者のもつノウハウを3段階の優先度に変え、これを順番に判定していくことで、製造ラインへの負荷割付けを自動化した。

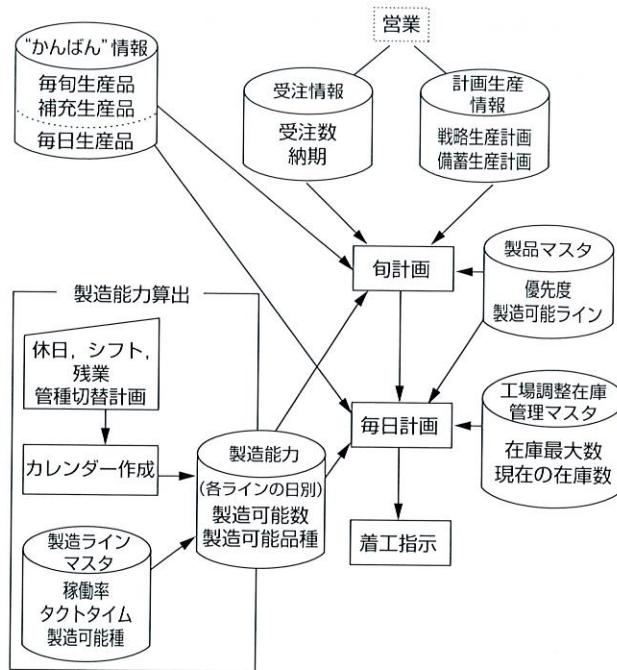


図2 製造日程計画ツールの機能と処理の流れ カレンダーの情報から製造能力を算出し、これを基に旬単位、毎日単位の製造日程計画、着工指示を作成する。

Functions of production scheduling tool and flow of processing

(1) 3段階の優先度

(a) 生産形態による優先度 第1の優先度は生産形態によるものである。表2にその内容を示す。ここでは、顧客への納期遵守が明確になっている受注生産を最優先とした。次に補充点管理している製品に優先権をもたせ、負荷の平準化目的や生産能力に余裕のある場合に割り付けられる備蓄生産を最下位とした。

表2 生産形態の優先順位

Priority of production types

優先度	生産形態	備考
1	受注生産	顧客注文による生産のため最優先
2	補充生産	補充しないと欠品する恐れがある
3	毎日生産	売れ筋商品のために優先
4	戦略生産	営業戦略品
5	毎旬生産	定期的に旬生産
6	備蓄生産	生産能力の余力で生産

(b) 同一生産形態内の優先度 第2の優先度として、各生産形態で製造される品種の優先ルールを設けた。優先付けのアイテムとして、得意先別や生産量別などが挙げられる。

(c) 製造可能ラインの優先度 第3の優先度として、

各品種に対して製造可能ラインが複数ある場合に、そのライン間での優先順位を定めた。例えば、蛍光灯の品種Aが製造ラインの#1, #3, #5の3本のラインで製造可能だとした場合、品種Aを製造するのに、段取り時間を含めて効率よく製造することができるラインから#3-#1-#5のように順位付けすることである。

これらの優先度は、担当者のノウハウを基に決められ、パラメータとして製品マスターのデータベースに定義される。パラメータは、製品の特徴・生産環境の変化により変更できる。

(2) 製造ラインへの割付け手順 各製造ラインの能力と、負荷の平準化を考慮しながら、優先度の高いものから順に割り付ける。割付けの結果は、横軸に製造ライン、縦軸に生産数量を示した負荷グラフで表示される。負荷グラフの例を図3に示す。

実画面では、割り付けられている負荷の生産形態の違いを色別に表している。また、段状の線は、各製造ラインの保有能力を示している。

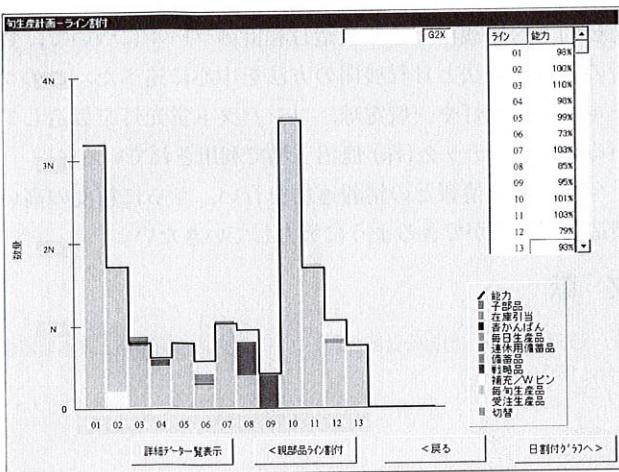


図3. 製造ラインへの負荷割付け結果例 ラインごとに計画期間内の負荷と能力線(黒太線)との比較ができる。数量Nは負荷最大ラインの5分割負荷値である。

Example of product line load allotment results

このツールでは、これまで述べてきた優先ルールに従って自動で製造ラインへの負荷割付けを行うが、負荷状況によっては満足する結果が得られない場合がある。その場合、製造日程計画の作成担当者は、自動割付けの結果を基に次のアクションをとる。

(1) 自動割付け結果が平準化されていない場合 負荷を担当者の判断で割り付け直す。移動したい負荷をマウスでドラッグすることで、容易に負荷移動ができるようになっている。

(2) 負荷がオーバーした場合 カレンダー機能を使い、残業や休日出勤などの勤務時間の増加処置をした上で、負荷の再割付けを実行する。

担当者はこれらの作業を繰り返すことによって、適正な負荷割付け結果を得ることができる。

3.3.2 日程展開 製造ラインへの負荷割付けが確定すると、次に製造ライン別に計画対象旬の稼働日に日程展開する。

日程展開のルールは、次の二つである。

(1) 各製造ラインに割り付けられている負荷の並べ替え 蛍光灯や電球の設備では、前述したように品種切替え時の段取りに手間がかかるため、できるだけ段取り回数を減らしたい。並べ替えは、生産する品種の特徴から段取りを減らす一つである。例えば、蛍光灯の場合は、管径別、蛍光体の種類別に並べ替えることにより、段取り回数を削減することができる。

(2) 負荷を稼働日に割付け 稼働日への割付けは、各稼働日の負荷が平準化されるように行う。このときの割付け最小単位は、各品種ごとに製造ラインマスターにあらかじめ設定した最小ロットサイズである。

日程展開した結果は、図4に示すように製造ラインごとに横軸に日付、縦軸に数量を示したグラフで表される。

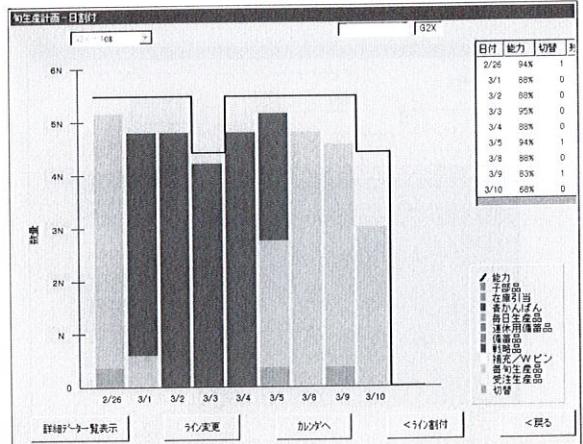


図4. 日程展開結果の表示例 選択ラインの日別の製造予定数と能力線が表示される。数量Nはラインごとに設定された定量値である。

Example of production scheduling results

図4でも図3と同様に、生産形式による色分けをしている。また、管種や蛍光体の切替えが発生している場合には、段取り時間を数量に換算して灰色表示している。

製造ラインへの負荷割付けと同様に、担当者が日程展開の結果を調整したい場合は、マウスでドラッグすることで任意に負荷の移動を行うことができるようになっている。

3.4 毎日計画

旬計画が終了すると、次に売れ筋の毎日生産品の日程計画を作成する。毎日生産品といっても“かんばん”が外れてこなければ生産することはない。

毎日計画では、原則としてすでに旬計画で作成した内容を変更しないルールにしている。その理由は、旬計画が終了した時点で、梱包材料などの部材調達を行うためである。そこで、毎日生産の製品にはその売れの変動を吸収するためのバッファを設けている。工場管理の調整在庫を認め、この在庫の最大数を決めて管理している。

- (1) 毎日生産品の“かんばん”が少ない場合 工場管理の調整在庫の最大管理値まで余裕があり、かつ、製造ラインの能力に余裕があれば着工計画に組み入れる。
- (2) 每日生産品の“かんばん”が多い場合 能力に余裕のある製造ラインに割り付けるが、ラインの保有能力を越えた場合、その越えた分を工場管理の調整在庫に引き当てて出荷する。

3.5 着工指示

旬計画と毎日計画が終了すると、作成された製造日程計画の結果は、製造ラインへの着工指示となる。図5にその例を示す。着工指示は、ライン別に1日の製造順を表示している。蛍光体の切替えが発生する場合には、“切替”と表示する。

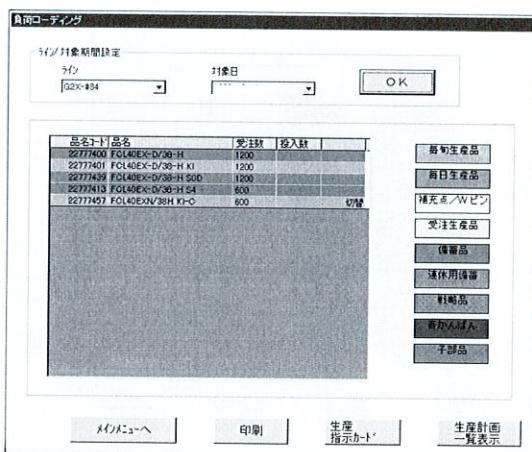


図5. 着工指示の例 ライン別に1日の製造品種と数量が製造順に表示され、これが着工指示として使用される。ラインや日付は選択できる。

Example of manufacturing order

4 効果

今回開発した製造日程計画ツールは、計画情報の一元化とリアルタイム化、および製造効率を向上させる計画作成を実現した。

4.1 計画情報の一元化とリアルタイム化

稼働カレンダーや製造日程計画の情報を電子化することにより、計画変更にも即座に対応できるとともに、最新の着工計画を製造部門にリアルタイムで知らせることができる。

4.2 製造効率の向上

割り付けられた負荷と、製造ラインが保有している能力の差異を負荷グラフなどの出力表示により視覚的にとらえることで、製造効率を向上させる日程計画を作成できる。

これらのこととは、後引き生産を効率的に運用することにつながり、その結果として製品在庫の削減が期待できる。

また、製造ラインへの負荷の山積み・山崩しから、負荷の日程展開(着工計画の作成)、着工指示までの一連業務において、その間接工数を従来工数の1/3以下に削減することを可能にしたとともに、ベテランの担当者がもっているノウハウをルール化し、担当者の能力に依存しない業務にすることができた。

5 あとがき

多様化している照明製品の生産形態に対応し、後引き生産を効率的に運用できる製造日程計画ツールについて、負荷の割付け方法と日程展開の方法を中心に述べた。このツールは、蛍光灯や一般電球、コンパクト蛍光灯を製造している東芝ライテック(株)鹿沼工場で利用されている。

今後は販売情報との情報連絡を行い、さらに精度の高い製造日程計画ができるように努力していきたい。

文 献

- (1) 大野耐一監修、門田安弘編著、トヨタ生産方式の新展開、日本能率協会、1983、366p.

田中 弘子 TANAKA Hiroko

生産技術センター プロジェクト担当。
生産システムの研究・開発に従事。日本OR学会会員。
Corporate Manufacturing Engineering Center

藤武 浩二 FUJITAKE Koji

生産技術センター プロジェクト担当研究主幹。
生産システムの研究・開発に従事。情報処理学会会員。
Corporate Manufacturing Engineering Center

小山 弘 OYAMA Hiroshi

東芝ライテック(株) 横須賀工場製造部。
管球製品の生産需給業務に従事。
Toshiba Lighting & Technology Corp.