

現場に適した日程計画システムの構築について

A Study on a Developing Method of Scheduling System Which is Suitable on Site

市来崙治[†] 志村和彦[†] 矢野浩二[‡] 高宮智[‡] 道用大介^{††} 山本伸幸[†] 金沢孝[†]
Osamu Ichikizaki[†] Kazuhiko Shimura[†] Kouji Yano[‡] Satoru Takamiya[‡] Daisuke Doyo^{††} Nobuyuki Yamamoto[†] Takashi Kanazawa[†]

[†] 慶応義塾大学大学院 理工学研究科

[‡] 味の素株式会社

^{††} 青山学院大学 理工学部

[†] Faculty of Science and Technology, Keio Univ.

[‡] AJINOMOTO Co., Inc.

^{††} School of Science and Engineering, Aoyama Gakuin Univ.

要旨

近年の製造業において、ニーズの多様化にともなう品種数の増加や頻繁な需要変動などが起こっている。本研究で対象とした工場の製造現場でも、このような状況に対応するために日程計画を都度変更する必要に迫られているが、その際に段取替えや生産のキャパシティなどの制約条件を考慮しながら、過去の経験などを頼りに計画しており、多大な労力がかかっていた。このような状況を、情報システムを用いて改善するにあたり、どのような観点でどのように進めるかについて、実践の結果をもとに考察する。

1. はじめに

近年の製造業では、多様化している消費者のニーズに応えるために、少品種多量生産から多品種少量生産へと生産形態が移行しており、生産現場では品種数や日程計画の変更が頻繁に起こっている。日程計画の作成をする支援システムなどがある場合もあるが、以前のような少品種多量生産を前提にして作成されていることや従来は想定していなかった製造条件への対応ができないことなどの問題があるため実際には上手く機能せず、担当者がさまざまな条件を考慮しながら手作業で行っていることが多い。現場の実態に合った情報システムの必要性や考え方は提唱されているが（[1]～[3]）、なかなか実践されていないのが現状である。

本研究では、多品種少量生産を行っている工場を対象にし、担当者とともに段階的に日程計画システムを構築するという実践的な活動の中から、現場の実態に合ったシステムを構築する際の難しさや、方法などに関する検討を行うことを目的とする。

2. 対象工場における状況と問題点

本研究の対象はA社のF工場である。以下では、F工場の状況と、以前行われていた日程計画の立て方と問題点について述べる。

2.1. 対象工場の状況

F工場では、主に粉末状の天然調味料の製造と包装を行っている。製造は24時間体制（3直体制で製造量に応じて日々変更している）で、毎月300種類以上の製品を生産している。製品の製造は、8つの独立した製造工程（以下「工程」とする）で行っている。製品ごとに必要な複数の原料を、製品の特性に応じた工程に投入し混合することで製造される。ひとつの製品を製造した後は必ず工程の洗浄が行われる。この洗浄の種類には大規模なもの和小規模なものがあり、前後に製造する製品に含まれる原料の種類を比べて、基本的な原料が同じである場合は小規模な洗浄を、大幅に異なる場合は大規模な洗浄を行う。小規模な洗浄はあまり時間がかからないため対象外とし、本研究では、大規模な洗浄のことを洗浄と呼ぶことにする。各工程は、製品の製造、工程の洗浄、製品の製造というサイクルを繰り返す。

製造に関する制約条件は数多くあり、代表的なものには以下のようなものがある。

- ① 洗浄は必ず行う。
- ② 洗浄回数はできるかぎり少なくする。

- ③工程のキャパシティを守る。
- ④工程の洗浄をする場合は1日の最後に行う。
- ⑤製品は期日までに製造する。
- ⑥3直目では1日に2工程までしか稼動しない。
- ⑦1直目では1日に7工程までしか稼動しない。

2.2. 日程計画の状況と問題点

F工場には、毎月、A社の本社から製造指示書が届く。製造指示書にはF工場で作成すべき1ヶ月分の製品の名前、期日、数量が記されており、これをもとに8工程の日程計画を手作業で作成する。日程計画は、日々の製造体制（何直体制にするか）、製品の製造順番、洗浄の有無などを決める。

この計画を立てる作業を行う際には、前述の制約条件を考慮しなければならないが、その条件が整理されておらず試行錯誤をしながら作業をしなければならなかった。例えば、洗浄の回数を少なくするために同じ種類の原料を使用する製品をまとめて製造しようとする、期日遅れになる製品が出てしまうため、製造効率と納期のバランスを少しずつとりながら修正を繰り返したり、そのための使用原料の確認も各製品の資料を見たりするなどの作業を行っており、全工程の日程計画を作成するのに約3日間かかっていた。さらに、週1回程度の頻度で本社から製造量の変更依頼が来るため、それに合わせて日程計画の変更が行われており、担当者の負荷は大きなものになっていた。

3. システムの構築

前述の日程計画における問題点を改善するために、工場の日程計画担当者（以下「計画者」とする）とシステム開発者（以下「開発者」とする）が、共同で日程計画を自動的に作成するシステムの開発を行った。以下では、その内容と活動を通して得られた考え方について述べる。

3.1. 活動の流れ

システム開発は2004年5月から開始した。毎月1回、計画者と開発者で日程計画の手順や考え方に関して話し合い、開発者がその内容をもとにロジックの整理や、プログラムの作成を行い、翌月にその結果や新たな内容に関して話し合うという流れで行った。話し合いが月1回だったのは、計画者は実際には工場の他の業務も行っており、それ以上の時間を割くことができなかつたためである。また、システムの開発は、現場で使用されていた表計算ソフトのマクロを用いて行った。この活動は、2006年8月までのおよそ2年間にわたり続けられた。

システム開発の流れをまとめたものを表1に示す。計画者が考慮している制約条件は数多くあるため、まずは、その中から重要であり、日程計画の基本となっている制約条件を選択し、基本となるプログラムの作成を行った。その後は、そのプログラムを稼動させ、計画者が実際に作成した日程計画と比較して違いが出た部分について話し合い、さらに必要な制約条件を選択しながらプログラムに追加していくという流れでシステムを開発した。Step3からStep6までの流れを例にとると、Step3ではStep2で作成した洗浄の有無を判断するプログラムを利用して、洗浄回数が最小になるように製造順番を決める、日程計画の基本的なシステムを作成した。このプログラムをもとに、Step4からStep6のように、キャパシティを考慮しながら日にちごとの計画を作成する、洗浄を1日の最後に行うようにする、期日を守るようにする、などの制約条件をひとつずつ加えていくことで、システムの開発を進めた。

以下ではこのような流れの中で、特に重要だと考えられるものについて具体的に述べる。

3.2. 洗浄の判断

計画者の基本的な作業であった、洗浄の必要性を自動的に判断する仕組みの作成に取り組んだ。計画者に話を聞き、使用原料の情報をもとに、どのような場合に洗浄が必要で、どのような場合に不必要であるか判断するかを、フローチャートや表などを作成して整理することで、前に製造した製品の次に製造

表1 システム開発の流れ

	考慮する制約条件	作成したシステムの機能
Step1		製造指示書をもとに、日程計画作成に必要な情報の入った製品のリストを作る機能
Step2	①洗浄は必ず行う。	2つの製品の製造間に工程の洗浄が必要かを判断する機能
Step3	②洗浄回数はできるかぎり少なくする。	洗浄回数が最も少なくするように製品のリストを並び替える機能
Step4	③工程のキャパシティを守る。	(各日の各工程の稼動する直を設定した時) 各日の各工程のスケジュールを決める機能
Step5	④工程の洗浄をする場合は1日の最後に行う。	(各日の各工程の稼動する直を設定した時) 洗浄が1日の最後になるようにスケジュールを決める機能
Step6	⑤製品は期日までに製造する。	(各日の各工程の稼動する直を設定した時) 期日までに製造するようにスケジュールを決める機能
Step7	⑥3直目では1日に2工程までしか稼動しない。 ⑦1直目では1日に7工程までしか稼動しない。	各日の各工程の稼動する直を決める機能
Step8		製造指示書をもとに、各日の各工程の稼動する直とスケジュールを決める機能
Step9		手作業での修正を行いやすくする機能

することができる製品を自動的に判断できるプログラムを作成した。また、整理する際に計画者と一緒に作業をしたことにより、新しく使用する原料などが追加された場合などにも、開発者の手を借りなくても計画者自身が修正できるような仕組みにすることができた。

3.3. 各工程の直の設定

計画者は、各工程で製造する製品の量、各工程のキャパシティだけでなく、工程の関係を考慮しながら各日の各工程の直を決めている。工程の関係には、例えば、ある工程が稼動している間は他の工程は稼動することができないということや、反対に人員の関係から、複数の工程を同時に稼動させた方がよいなどの細かい条件がある。計画者は、ある工程で一度決めた直を、他の工程の直を決めた後にもう一度直すというように、試行錯誤を繰り返すことで直を決めており、手順も決まっていなかった。

話し合いでは、最初にどの工程の直を決めているか、また、ある工程の直を決めるにはどの工程の直が決まっていなければいけないか、というようなことを少しずつ話し合うことによって、手順を整理することができ、各工程の直を自動的に決めるプログラムを作成することができた。

3.4. 手作業での修正

上記の Step で活動することで、日程計画を自動的に作成する実用可能なシステムが完成した。システムの流れを図1に示す。しかし、実際の現場での作業のやり方によっては工程のキャパシティを超えた数量の製品を製造することができる場合や、その逆の工程のキャパシティを超えていなくても製造することができない場合など、現場の裁量が関係する条件もあった。このような条件をシステム化するのは難しく、システム化しても現場の状況によって変更されることも考えられる。このため、このような条件に関しては計画者が手作業で対応することとし、システムで作成した日程計画の修正を簡単に行えるような機能をつけ加えることで対応した。

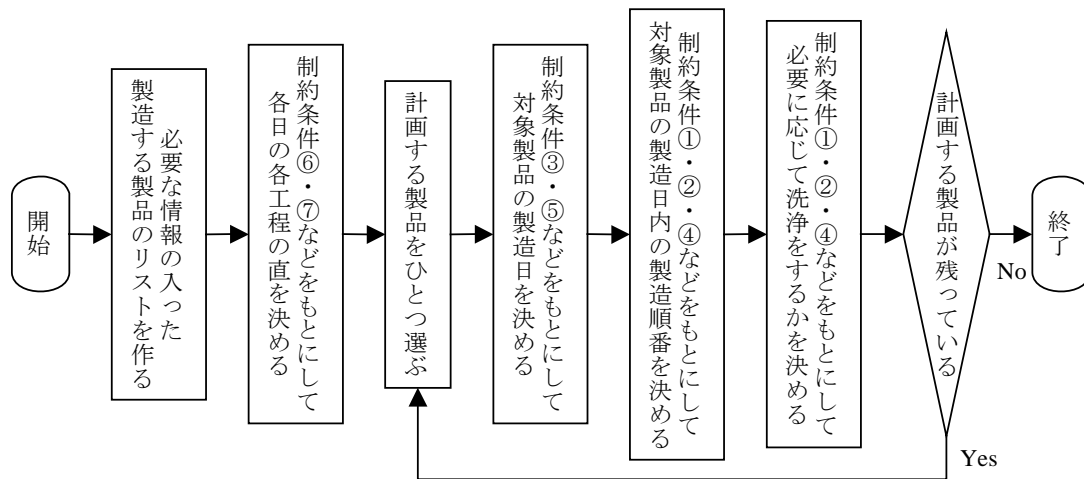


図1 システムの流れ

4. システムの評価

開発したシステムを使うことにより、F工場では3日間かかっていた日程計画作成が、システムを稼働させる時間が約15分、システムで作成した日程計画に手作業で修正を加える時間が約2~3時間と、短時間で作成できるようになり、日程計画作成の負担を大きく減らすことができた。

また、システムの作成過程に計画者も加わることによって、製品の追加などの変更が生じた場合にも、計画者が自分で修正しやすいシステムを作成することができた。

5. 総括

本研究では、システム開発者と、実際に日程計画を作成している計画者が、打ち合わせを通して共同でシステムを開発する活動を行った。打ち合わせでは、計画者が日程計画を作成する際に考慮していることを制約条件として抽出し、その中でも基本的なものや重要なものから順番に整理しシステム化していった。このような方法をとることで、計画者も日程計画の作成方法を少しずつ整理することができ、計画の手順をスリム化できるだけでなく、条件が変更された際にも自分で修正しやすいシステムの開発を行うことができると考えられる。

制約条件の中には、計画者にとっては当たり前であることもあり、開発を進めていく際に後からより重要な制約条件が見つかることもあったので、段階ごとに重要な制約条件で忘れていないものがないか、確認しながら進めることが大切であると考えられる。また、計画者が実際に日程計画を作成する際には、完全に手順だっているわけではないので、開発者が計画者の話から手順を整理し、日程計画作成のためのロジック作成の補助をすることも重要であると考えられる。さらに、作成の際に考慮していることのすべてをシステム化しようとする、システムが複雑になりすぎてメンテナンスが大変になるなどの問題点が起こるので、必ずしも完全な自動化を目指すのではなく、人間が考えて行うべき作業もあることを考えながら進めることも必要であると考えられる。

一方で、今回はこのような開発方法を行ったために、システム開発に2年近くの期間を要した。計画者は自分では明確な手順を意識せずに日程計画を作成しているため、それをしっかりとしたロジックとして整理することは難しく、本研究でも計画者との話し合いで日程計画作成の手順をロジック化するに多くの時間と労力を費やした。したがって、より効率的にシステムの開発を行うために、例えば、計画者が手順を整理するための良い方法やツールなどの検討が今後の課題であると考えられる。

参考文献

- [1] ジェームス・マーチン, “管理職のための情報戦略”, 日経マグローヒル社, 1984
- [2] 金沢孝, “現場中心の生産管理システム—LICENSの提案”, 日刊工業新聞社, 1990
- [3] 金沢孝, 松本俊之, “現場改善志向の生産情報システム”, 日刊工業新聞社, 2003.