
GLOVIA/SCP を導入した一貫生産計画システムの構築

東洋鋼鋳 株式会社 下松工場

■ 執筆者Profile ■



山 本 彰

昭和61年 東洋鋼鋳（株）入社
生産管理システム 開発担当
平成13年 ザ・ゴールプロジェクト参加
平成15年 現在，技術部生産管理GL



藪 田 尚 己

平成4年 東洋鋼鋳（株）入社
製造技術業務担当
平成13年 ザ・ゴールプロジェクト参加
平成15年 現在，技術部生産管理副主事



波 田 尚 哉

平成8年 東洋鋼鋳（株）入社
平成12年 生産管理部 生産管理課
新生産管理システム 開発担当
平成13年 ザ・ゴールプロジェクト参加

■ 論文要旨 ■

当社では小説ザ・ゴール（エリヤフ・ゴールドラット著）に展開されているTOC（Theory Of Constraints：制約条件の理論）を当工場の生産体制に導入し、より少ない人員でスムーズに納期通りに製品を作ることのできる体制に変革しようというプロジェクトを平成13年8月より推進してきた。

プロジェクトの最終目的を①原材料、仕掛品、製品在庫の削減、②納期達成率の向上、に置き、これらを達成するために生産計画システムの再構築を行った。

新システムは富士通 GLOVIA/SCP For FA のカスタマイズによって8ヶ月の短期間での構築を実現した。カスタマイズにおいては当工場独自の能力計算ロジック、バッチ焼鈍炉積込編成、サイクル生産制約、ロット集約などのロジック化に注力した。

新システムは平成14年12月から本番稼働中であり、その効果として①省力効果、②個別最適から全体最適化への転換、③シミュレーション効果、④製造リードタイム短縮などが現れている。

今後は材料メーカー、営業部門及び需要家へのSCMを構築し、サプライチェーン全体での最適化を目指していく。

■ 論文目次 ■

1. はじめに	《 5》
1. 1 当社概要	
1. 2 当社を取り巻くサプライチェーンのフロー	
2. TOC導入の背景	《 5》
2. 1 ザ・ゴールプロジェクトの発足	
2. 2 TOCの理論	
3. ザ・ゴールプロジェクトの概要	《 6》
3. 1 プロジェクトの目的	
3. 2 ボトルネックの顕在化	
3. 3 ボトルネックの改善策	
4. 現状の生産計画立案の問題点	《 7》
4. 1 組織上の問題点	
4. 2 システム上の問題点	
5. 新システム導入の経緯	《 7》
5. 1 システムのねらい	
5. 2 ソフトウェアの選定	
5. 3 開発スケジュール	
6. 新システムの概要	《 8》
6. 1 システム構成	
6. 2 システムの特徴	
7. システムの評価	《 14》
7. 1 システムの稼動状況	
7. 2 システムの効果	
8. 今後の取り組み	《 16》
8. 1 材料メーカーとの SCM 構築	
8. 2 営業部門及び需要家との SCM 構築	
9. おわりに	《 17》

■ 図表一覧 ■

図1	サプライチェーンのフロー	《 5》
図2	DBRのイメージ	《 6》
図3	システム構成図	《 9》
図4	作業時間算出ロジック	《 9》
図5	バッチ焼鈍炉の積込編成例	《 11》
図6	サイクル品の割付方法	《 12》
図7	ロット集約の例	《 13》
図8	システム運用フロー	《 14》
図9	システム導入前後での計画立案方法の違い	《 15》
図10	仕掛推移予測の例	《 15》
図11	平均工期の変化	《 16》
図12	SCM構築イメージ	《 17》
表1	システム開発スケジュール	《 8》
表2	割付設備の優先順	《 10》

1. はじめに

1. 1 当社概要

当社は「お客様のニーズを先取りし、満足していただける商品を作ろう」を基本方針として、ぶりき、ティンフリースチール、ラミネート鋼板などの飲料缶を主体に、表面処理鋼板、薄板及び機能材料などの多品種を製造している鉄鋼メーカーである。会社規模は資本金 50.4 億円、従業員数 1727 名、売上高 912 億円(平成 14 年度実績)である。

1. 2 当社を取り巻くサプライチェーンのフロー

当社を取巻くサプライチェーンのフローを図 1 に示す。原材料であるホットコイルは大手高炉メーカーから購入している。当社は 1 社 1 工場であり、営業部門が入力した受注契約に基づき、工場はホットコイルを引当て、酸洗、冷間圧延、焼鈍、調質圧延、表面処理、裁断の各工程を経て製品として入庫する。製品は営業部門からの出荷登録入力に基づいて出荷手配され、主に海送にてお客様あるいは営業倉庫へ出荷される。

これらの原材料調達から生産手配、製品出荷の計画業務を担当しているのが生産管理グループである。

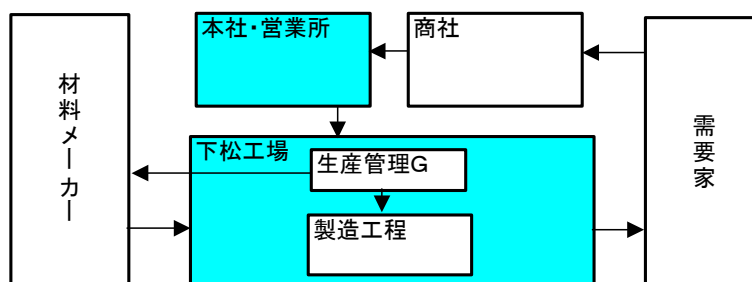


図 1 サプライチェーンのフロー

2. TOC 導入の背景

2. 1 ザ・ゴールプロジェクトの発足

PET ボトルの急激な浸透によって従来の主力製品であった飲料缶用材料はシュリンクする傾向にあり、シャドウマスク材やニッケルメッキ鋼板といった電子機器・電池向け材料の生産比率が高くなってきている。これらの製品は飲料缶用材料に比べて製造工程のパターンが複雑であり、製造リードタイムも長いものが多く、また、景気の動向も大きく変動するためフレキシブルな生産体制が求められる。客先の納期に対する要求も厳しいことから納期遅れによるトラブルが頻繁に発生しており、営業部門から工場の生産体制への不満も増大してきた。

このような状況の中、エリヤフ・ゴールドラット博士の「ザ・ゴール」がベストセラーとなり、本書の中に展開されている TOC (Theory Of Constraints : 制約条件の理論) を当工場の生産体制に導入し、より少ない人員でスムーズに納期通りに製品を作れる体制に変革しようというプロジェクトが結成された。プロジェクト名も本書から取って「ザ・ゴールプロジェクト」と命名し、工場長直轄でシステム部門、製造部門、生産管理部門か

ら6名のメンバーを選任し、平成13年8月から1年間で新しい生産・物流基盤作りを行うこととなった。

2.2 TOCの理論

TOCでは企業の目的を「現在から将来にわたりお金を儲け続けること」と定義し、この目的の達成を阻害する「制約条件＝ボトルネック」を見つけ、ボトルネックを徹底活用することによって工場のスループット＝儲けを増大させていこうとする。ボトルネックの最も重要な解決策としてDBR(ドラム・バッファ・ロープ)手法がある。

図2で示すように製造設備を軍隊の行進に見做し、最も足の遅い兵士をボトルネック工程とし、この兵士の行軍リズムに隊列の歩調を合わせ(ドラムを叩く)、最も遅い兵士が前の兵士に阻害されないような余裕を取り(バッファを持つ)、隊列が広がることを防止するために最も遅い兵士と先頭の兵士をロープで繋ぐ。生産管理でいえばボトルネック工程の前に仕掛を溜め、ボトルネック工程の生産ペースに同期させて材料を投入するスケジューリング手法となる。

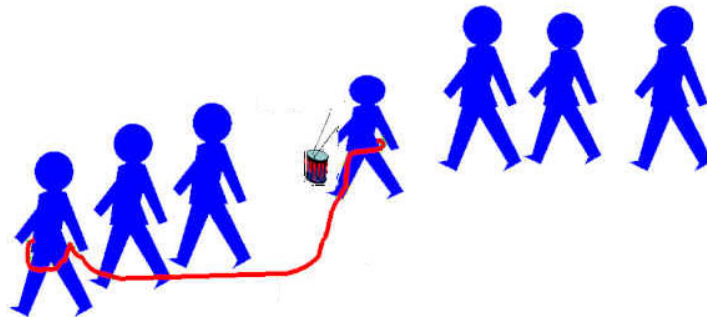


図2 DBRのイメージ

3. ザ・ゴールプロジェクトの概要

3.1 プロジェクトの目的

プロジェクト発足時は景気減退局面であったため、大幅なスループットの向上は期待できないことが予想され、プロジェクトの最終目的を次の2項目に定めた。

- (1) 原材料、仕掛品、製品在庫の30%削減→棚卸資産を圧縮しROAを向上させる
- (2) 納期達成率の向上→顧客サービスの向上

3.2 ボトルネックの顕在化

前述の目的を達成するために、現状のサプライチェーンにおけるボトルネックの所在を明確にすることにした。工程別仕掛量推移、品種別工程間リードタイムなどの分析を行い、主要なボトルネックを次の3点に絞った。

- (1) 工程内のボトルネック：調質圧延工程に全品種が集中し、仕掛が溜まる
- (2) 生産計画上のボトルネック：生産計画が個別ラインごとの最適化を求めたもので、全体として一貫した計画になっていない
- (3) サプライチェーンのボトルネック：原材料の発注が見込みであり、契約との的中

率が低い

3. 3 ボトルネックの改善策

上記3点のボトルネックを改善するため、プロジェクトでは製造技術関係部署と協力して工程内のボトルネックである調質圧延工程の生産性向上対策を推進するとともに、生産計画システム全体を見直し、ボトルネック工程を中心とした全体最適のスケジューリングシステムの導入をプロジェクトのメインテーマとして選択した。また、このシステムは将来的に材料メーカー及び需要家へのSCMシステムとして発展させていくことを計画した。本稿では以後、この生産計画システムの構築について記述していく。

4. 現状の生産計画立案の問題点

4. 1 組織上の問題点

従来の生産計画立案はスタッフ部門である生産管理グループと現業部門の工程業務係の2部門に分かれて行っており、その中でもラインごとに担当者が分業していたため、責任の所在が不明確であり、それぞれのラインの最適のみを考えて前後のラインの繋がりが途切れる問題点があった。

4. 2 システム上の問題点

生産計画の立案は大別して月次計画、週計画、ライン別日予定と3種類あるが、いずれもハンド作業のため担当者の負荷が大きく、これが分業の一因ともなっていた。生産計画スタッフは過去の実績と現状の仕掛状況については把握できるが、これから起こる問題についてはシミュレーションできないことから、仕掛切れや置場不足などによる予測外のライン停止が頻発していた。また、営業や客先からの納期間合せについて系統的に回答できず、担当者の勘や経験に頼る部分が多いところも問題であった。

これらの問題点を解決するために一貫生産計画システムを構築し、少人数で工場全体の生産をコントロールできる体制を目指すことにした。

5. 新システム導入の経緯

5. 1 システムのねらい

新しく構築する生産計画システムは将来的に材料調達～工程管理～営業支援～客先サービスといった当社のサプライチェーン全体に拡大していける中核システムと位置づけるが、第1ステップとして下記の部分から構築していくこととした。

- (1) 材料投入システム … 受注契約に対して必要な材料を選択し、初工程への投入を決定する。
- (2) 日次予定作成システム … 各設備別に作業する仕掛の順番を決定する。
- (3) 納期回答システム … 仕掛品の今後の作業計画を基に製品入庫日を予測する。

上記の3システムを8ヶ月で構築し、その期待効果として省力10名、仕掛削減30%、納期達成率向上、納期回答による対営業部門サービス向上を掲げた。

5.2 ソフトウェアの選定

生産計画立案システムを構築するにあたり、開発期間が約8ヶ月と短いことからスケジューリング・パッケージシステムのカスタマイズを進めることとした。ソフトウェアの選定では TOC 理論との整合性、価格面、立案スピード、SEの開発スキル、営業面のフォロー、既存ホスト系生産システムとの親和性といった側面で検討を加え、数社のソフトウェアの中から富士通GLOVIA/SCP Factory for Assembly（以下、GLOVIA/SCP と呼ぶ）の導入を決定した。

5.3 開発スケジュール

システム開発スケジュールを表1に示す。プロジェクトの活動自体が1年間であるため、システム開発の期限もプロジェクトが終了するH14年8月末を目標とした短工期での開発計画となった。ホスト系生産システムとのリンクの部分は4年前に構築したものの実用化に至らなかったスケジューリングシステムのインターフェースが流用できたため、短工期での開発が可能となった。

表1 システム開発スケジュール

項目	H14							
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
ハード選定	——							
適用分析	——	——						
プログラミング		——	——	——	——			
システムテスト					——	——	——	——
ユーザー教育						——	——	——
本番稼動								▲
フォローアップ								——

6. 新システムの概要

6.1 システム構成

システムのハード・ソフト構成を図3で示す。データベースサーバには富士通 PRIMERGY F250(CPU:Xeon-1.8GHz)を2台設置、1台はバックアップサーバとして待機し、1時間に1回全データを本番機からコピーしデータベースを復元する。

GLOVIA/SCPによる生産計画の立案はクライアントマシンで行う。マスターデータが約50万件、トランザクションデータが約2万件の大量なデータを2ヶ月先までシミュレーションを行うため、クライアントのハードスペックはサーバよりも高いものを選択（富士通 CELSIUS460 CPU:Pentium4 1.7GHz OS:win2000 Professional）1台を材料投入システム立案用、1台を日次予定立案用として設置した。

データベースソフトは ORACLE DATABASE WORKGROUP SERVER R8.1.7、計画立案ソフトは GLOVIA/SCP FA V.2 のカスタマイズ、ホストデータ連携及び各種照会システムは VISUAL BASIC5.0 と POWERCOBOL にて自社開発した。生産管理スタッフのパソコンには LOOKUP という GLOVIA/SCP の参照用ソフトを組み込み、ガントチャートが参照できるようにした。

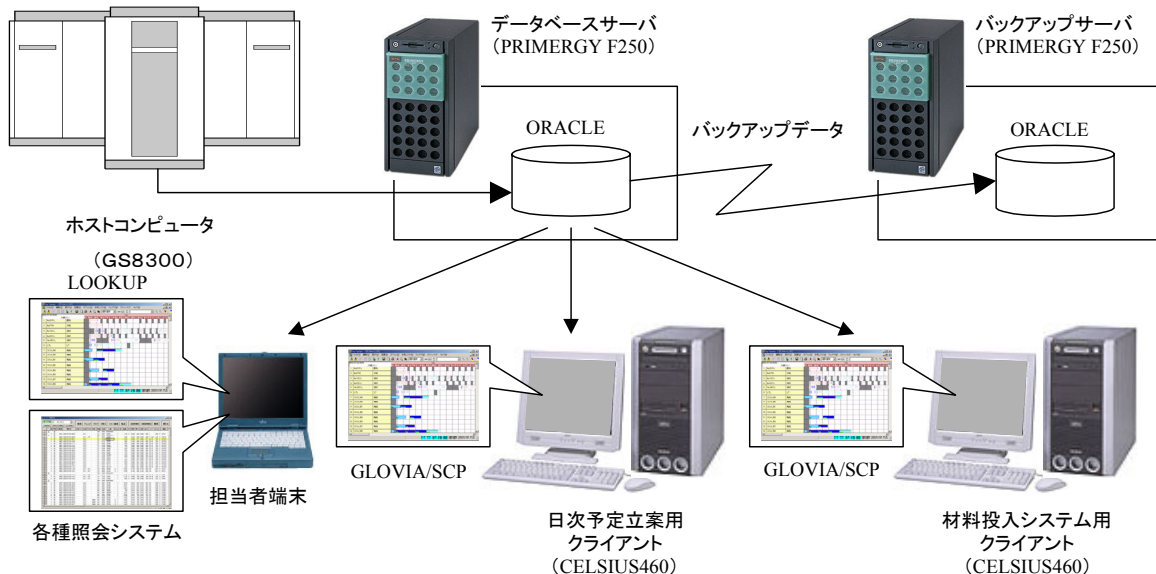


図3 システム構成図

6.2 システムの特徴

GLOVIA/SCP をカスタマイズするにあたり、次の4点について当社の製造工程の特徴と制約条件を重点的にシステム化した。

(1) 能力計算

生産計画立案計算の基本となる各設備における仕掛コイル単位の作業時間の算出ロジックを図4に示す。パッケージでは設備ごと、製品仕様ごとに一定の加工時間を付与する仕組みであるが仕掛コイルごとにコイル長さを算出し、製品仕様別のラインスピードを元に加工時間を算出する仕組みとした。加工時間には設備にコイルを準備する時間、加速時間、減速時間を加味し、設備の稼働率を掛けて全所要時間を計算する。製品仕様別のラインスピードは過去4ヶ月の実績を平均して毎月、現状に合わせて自動で変動するようにした。

$$\begin{aligned}
 & \text{通板時間} = \text{通板時間}(\text{s}) \\
 & \text{加速時間} = \text{ラインスピード}(\text{m}/\text{min}) / \text{加速度}(\text{m}/\text{min}/\text{s}) \\
 & \text{定速時間} = \text{重量}(\text{t}) / \text{比重}(\text{t}/\text{m}^3) / \text{板厚}(\text{m}) / \text{板巾}(\text{m}) / \text{ラインスピード}(\text{m}/\text{min}) \\
 & \quad \quad \quad \text{※板巾は入側巾} \\
 & \text{減速時間} = \text{ラインスピード}(\text{m}/\text{min}) / \text{減速度}(\text{m}/\text{min}/\text{s}) \\
 & \text{所要時間} = (\text{通板時間} + \text{加速時間} + \text{定速時間} + \text{減速時間}) / \text{稼働率}
 \end{aligned}$$

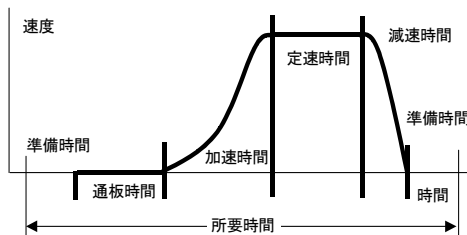




図4 作業時間算出ロジック

(2) 割付設備の取得

表2に計画する際の割付設備を取得する際の優先順を示す。割付設備取得ロジックは変動する生産要求に対応可能なものとした。まず、立案時点で作業工程の指示がされているオーダーについては、立案前後での計画の整合性を持たせるために既に指示

された工程を割付設備とした。次に立案対象となるオーダーには、品質異常品の救済処置や試作材など通常生産品と異なる作業の場合に作業する設備が限定されることがある。このような要求に対応するため、ホストシステムで通過工程が指定出来る仕組みを構築し、計画立案結果に反映されることとした。さらに、設備負荷の平準化など立案者の意思を計画に反映させる場合の対応として、強制的に割付を行う設備を設定できることも可能にした。上記以外のオーダーが通常品となるが、これらの設備取得は過去の実績あるいはホストのマスターデータにより割付設備が決定されることとした。実績で定義される割付可能な設備は、立案日から過去4ヶ月の実績が自動的に反映されることとした。

表2 割付設備の優先順

優先順	分類	内容
高い   低い	指示済み	立案時点で作業指示がされている設備
	優先号機	ホストデータにより指定される設備 (例)品質異常救済品や試作材など
	ライン指定	立案者により指定される
	実績	過去4ヶ月に作業実績のある設備
	マスター	マスターデータにより指定される設備

(3) バッチ焼鈍炉積込編成

バッチ焼鈍工程は、他の工程と異なり、コイル3～5本をまとめて、1つの炉に積込、焼鈍を行う。この設備の生産計画立案は過去にエキスパートシステムを導入してシステム化も試みたが実用化できず、現場任せになっていた。このため、ホストシステムにおいてもバッチ設備に対する予定指示システムがないのが実状であった。バッチ炉積込のシステム化は今回の生産計画システムのキーポイントであり、現場のノウハウの標準化に注力し、炉の種類、焼鈍温度、品質及び板厚による積段指定、コイル外径差等の制約条件によりコイル単位の積込位置まで決定できるロジックを作成し、積込編成のシステム化を実施した。また、積込重量から加熱時間、冷却時間を算出する方法で積込から開函に至る作業時間を算出し積込編成したコイルをいつどの焼鈍炉で作業するかを予測可能とした。さらに、予定された計画を現場に指示するためにホストシステムを構築した。これらの対応により、**図5**に示す通り、バッチ焼鈍設備のスケジュール管理が1コイル単位に行えるようになった。

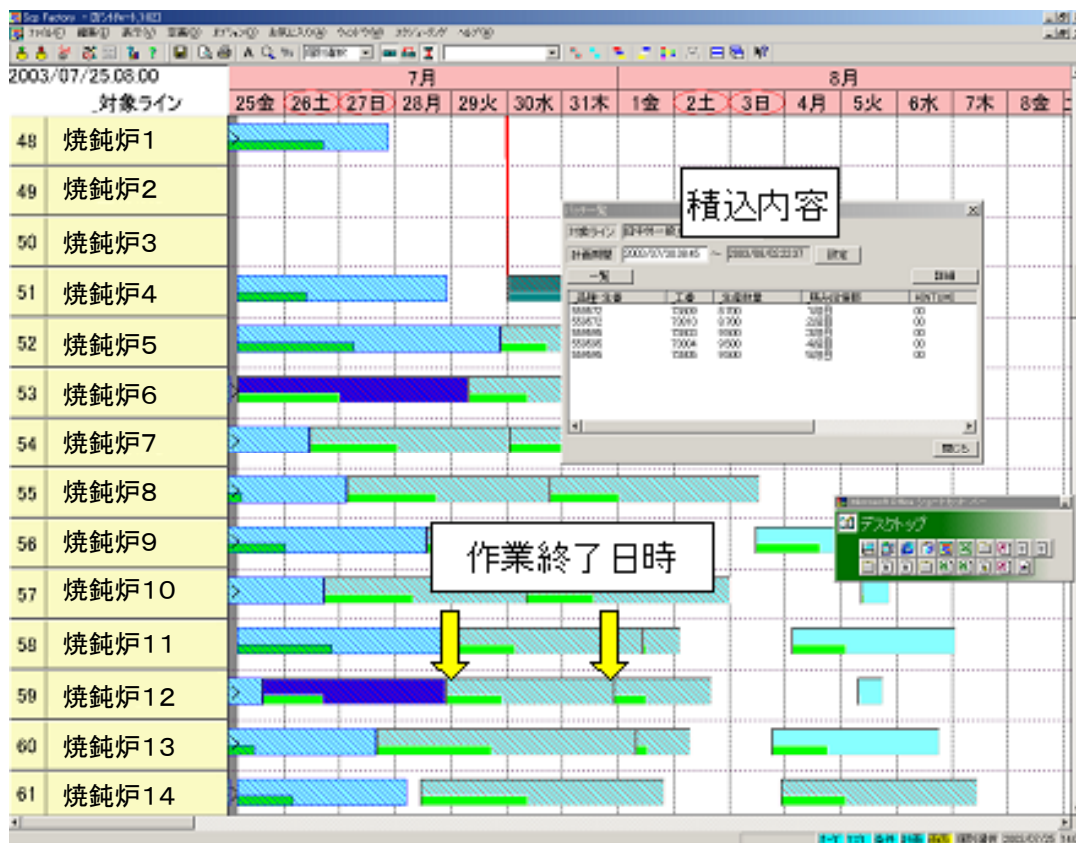


図5 バッチ焼鈍炉の積込み編成例

(4) サイクル生産制約

生産品種の中で長時間の切替整備を要する特殊な作業内容をサイクル生産品と呼んでいる。サイクル生産品は納期日にかかわらず該当設備のサイクル作業日にまとめて作業を計画する必要がある。計画システムでは、**図6**に示すように計画設備カレンダーにサイクル生産の稼働枠を入力し、GLOVIA/SCPがこのサイクル枠を対象のサイクル生産品の仕掛品を強制的に充当するロジックを新たに作成した。これにより、稼働計画を反映した立案が可能となった。また、立案担当者は、GLOVIA/SCPのガントチャートを利用して、サイクル生産品が作業される期間を従来より視覚的にとらえることが可能になった。

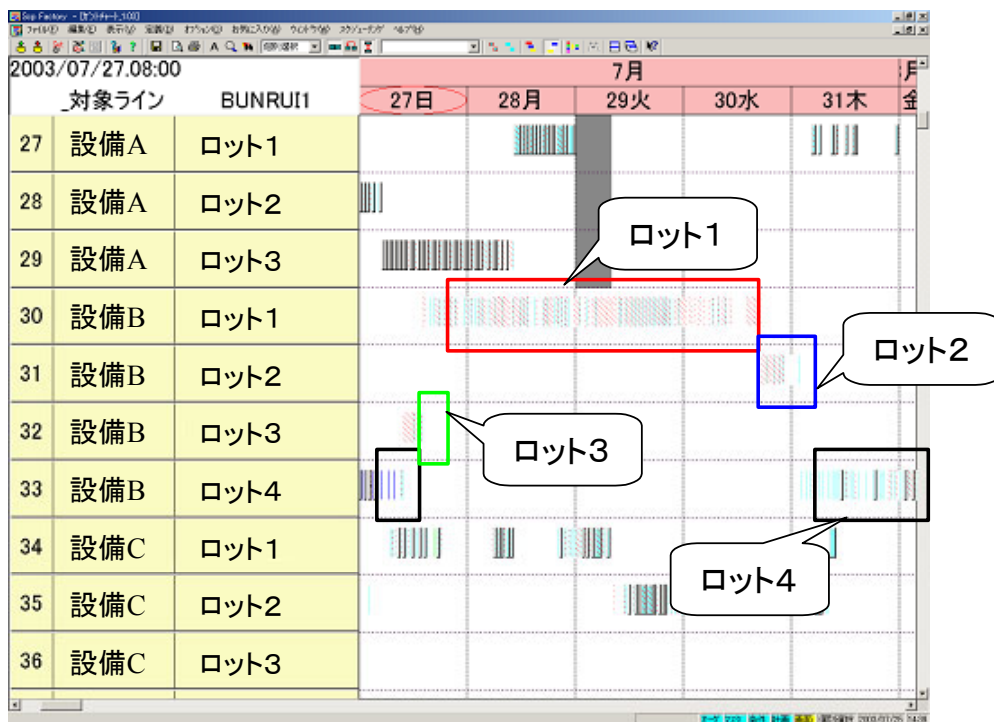


図7 ロット集約の例

(6) 立案結果照会アプリケーション

GLOVIA/SCP において立案結果はガントチャート形式で表示される。ガントチャートとは縦軸に工程、横軸に日程をとり、工程の作業期間を横棒で表すもので、全体観を視覚的に把握しやすいという利点を持つ反面、詳細情報を把握するには不向きである。そこで、詳細情報を把握するためのアプリケーションを開発した。開発には Windows の GUI プログラミングが容易である Visual Basic5.0 を使用した。このアプリケーションは主に次の3つの機能を有する。

1. 立案結果照会機能
ラインごとの立案結果をコイル単位で照会することができる。立案結果は日次予定作成担当者が予定を作成しやすいように、マスタ情報などもあわせて表示される。
2. 立案結果編集機能
立案結果の作業順変更、ライン・ベース変更などを行う。
3. オンライン登録機能
2.の機能により編集した予定データをホストコンピュータへ転送することにより、オンライン上に作業予定を登録する。
このアプリケーションは担当者の PC にインストールされ、担当者は各自の PC で立案結果の照会、編集、オンライン上への予定の登録を行うことができる。

7. システムの評価

7.1 システム稼働状況

GLOVIA/SCP のカスタマイズ作業については当初計画の8ヶ月で完了したが、当社内のマスタ類の整備及び標準化作業、現場作業員・生産計画スタッフの教育などの体制作りに予想外の時間を要した。システムテスト段階でスケジュールの間延びなどの障害も発生し、これらの問題の解決に3ヶ月程度、本番稼働を延期せざるを得なかった。

結局、平成14年12月から材料投入システムの本番稼働を開始し、平成15年1月から日次予定作成システム及び納期回答システムの稼働を開始、現在は順調に稼働中である。新システムの運用フローを図8に示す。

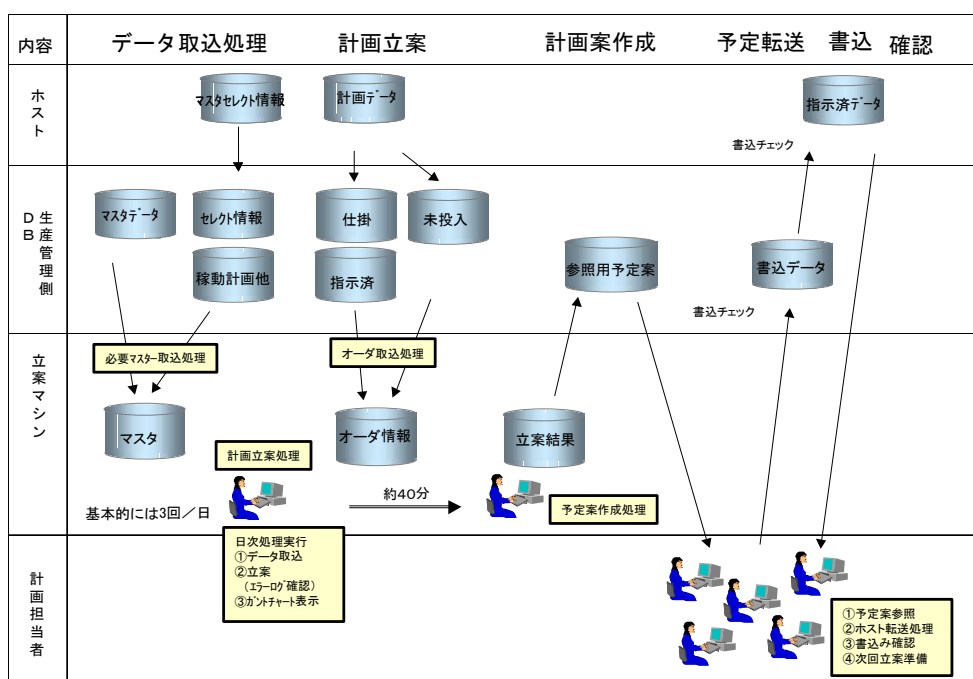


図8 システム運用フロー

7.2 システムの効果

新システムを運用しはじめて約半年であるが、次のような効果が現れている。

(1) 省力効果

GLOVIA/SCP の導入で少人数で工場全体の生産計画立案ができるようになり、2部門に分かれていた計画作成業務を生産管理グループに統合したことで当初の計画通り49名から39名に10名の省力を実現した。

(2) 工程別生産計画から一貫生産計画への転換

従来は生産工程別にそれぞれの担当者が自工程の仕掛のみ考慮して計画を作成していたことに比べ、GLOVIA/SCP では上工程から下工程までの繋がりを持ったスケジューリングが可能となる。担当者が複数の生産工程を担当できることで生産工程間の流れもスムーズになり、結果的に製造リードタイムの短縮に結びついている。従来とシステム導入後の計画立案イメージを図9に示す。

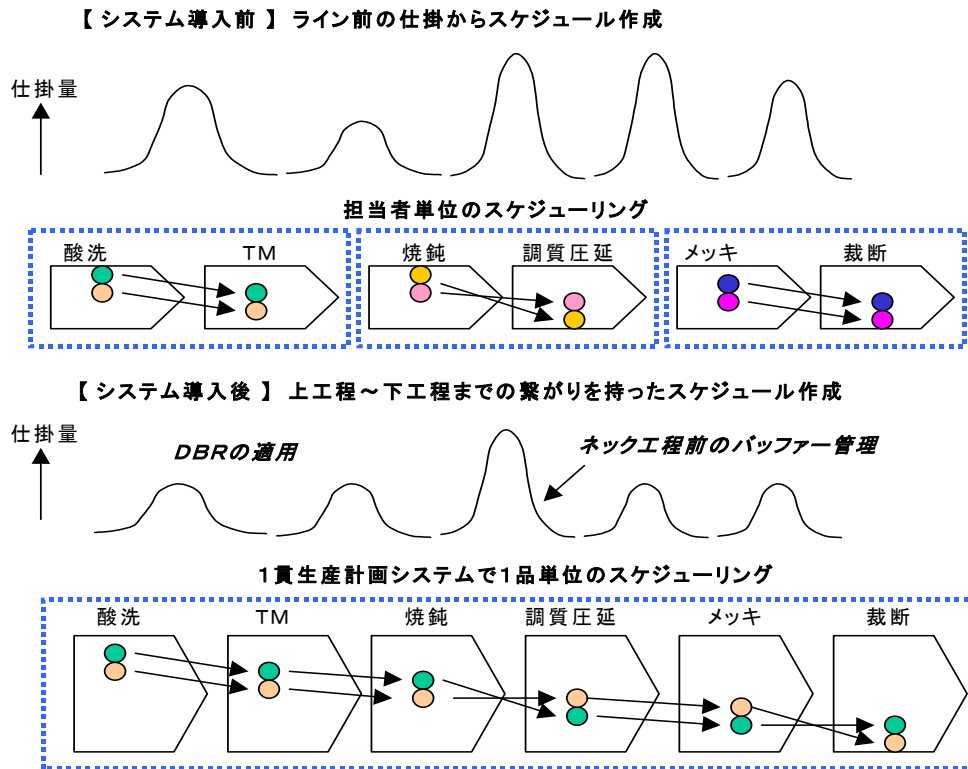


図9 システム導入前後での計画立案方法の違い

(3) 後手後手の生産計画から先取りの生産計画への転換

GLOVIA/SCP では2ヶ月先までシミュレーションを行い，その中の2週間程度は精度も高いことから，生産工程別の仕掛量の増減をシミュレートし，管理上限を超えないように前後工程の稼働を調節できるようになった．仕掛増減の予測例を図10に示す．

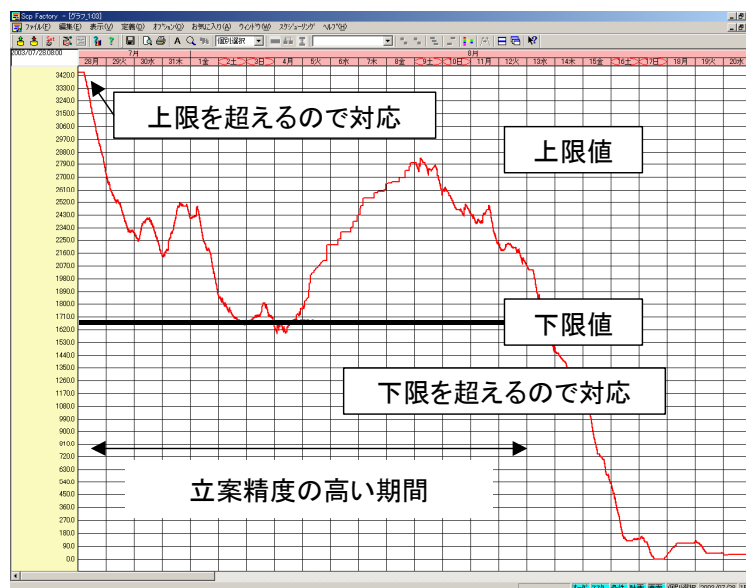


図10 仕掛推移予測の例

(4) 製造リードタイムの短縮

プロジェクト活動を通じて製造現場にも短納期に対する意識が浸透しはじめており、システムによる計画で工程間での滞留期間も短縮していることから、**図11**で示すように製造リードタイムの短縮の効果が現れている。

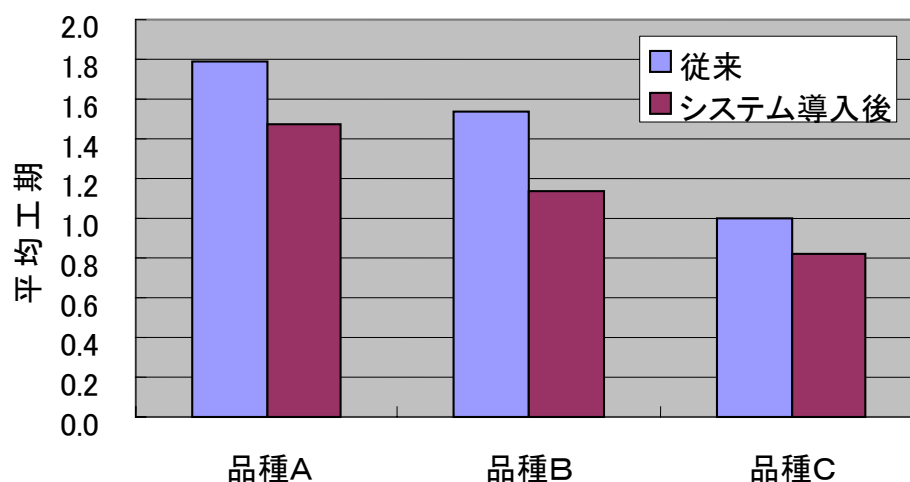


図11 平均工期の変化

8. 今後の取り組み

8.1 材料メーカーとのSCM構築

今回のシステム開発によって当工場では材料の投入から製品の入庫まで、一貫した計画を立案できるようになってきた。今後はこのシステムを拡大してサプライチェーン全体の最適化を図っていく。その構築イメージを**図12**に示す。

まず最初に着手するのが材料メーカーとのSCM構築である。GLOVIA/SCP を使用して受注契約に対して必要な材料を紐付し、不足する材料を材料メーカーに発注する仕組みを構築する。更に発注した材料に対して、当社で圧延するタイミングに合わせて入荷していただくように督促するシステムを構築していく。これによって原材料在庫の圧縮を図る。

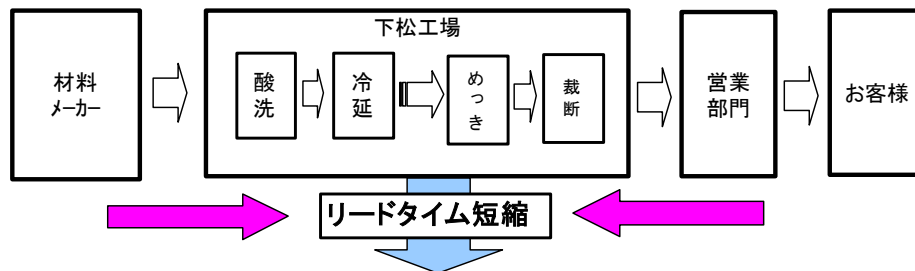
8.2 営業部門及び需要家とのSCM構築

今後、売れる物をタイムリーに生産していく体制を築いていくには客先の情報をいち早く工場の生産計画に取り込むことが必要となる。次期課題として営業部門における客先フォーキャスト情報の入力システムを構築し、材料手配及び生産対応の早期化を目指す。

また、主要な需要家とのSCMを構築し、相互の情報共有化による在庫削減及びCSの向上を図る。

<現状のモノづくりのイメージ>

各部門ごとに最適化



<ザ・ゴールプロジェクトの目指すモノづくりのイメージ>

サプライチェーン全体で最適化

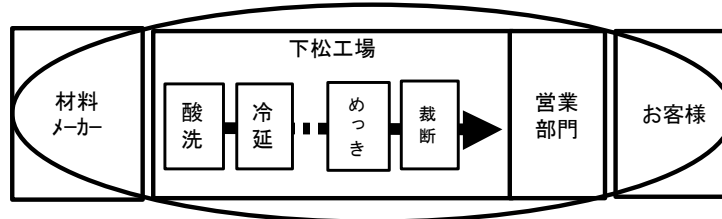


図 12 SCM構築イメージ

9. おわりに

このたびザ・ゴールプロジェクトという活動を通してTOCの展開を推進してきたが、トップの強いバックアップもあったおかげで、工場全体の協力も得ることができた。その中でも本稿で述べてきたGLOVIA/SCPの導入による生産計画システムの構築は最も重要なテーマとして期待されてきた。

開発・導入時には様々なトラブルに見舞われ、運用が危ぶまれた時期もあったが担当SE殿とプロジェクトメンバーの粘り強い取り組みによって、本番稼動を迎えることができた。これも富士通株式会社殿、株式会社FFC殿のご支援によるものと深く感謝の意を表する次第である。システムの期待効果も運用を重ねるごとに大きく現れているが、今後は更にバージョンアップを重ねて当社の中核システムとして拡張していき、ザ・ゴールプロジェクトで掲げた原材料・仕掛品・製品在庫削減、納期達成率の向上を早期に達成したいと考える。

参考文献

- [1] エリヤフ ゴールドラット：“ザ・ゴール 企業の究極の目的とは何か”，ダイヤモンド社
- [2] 稲垣公夫：“TOC革命 米国製造業復活の秘密兵器”，日本能率協会マネジメントセンター