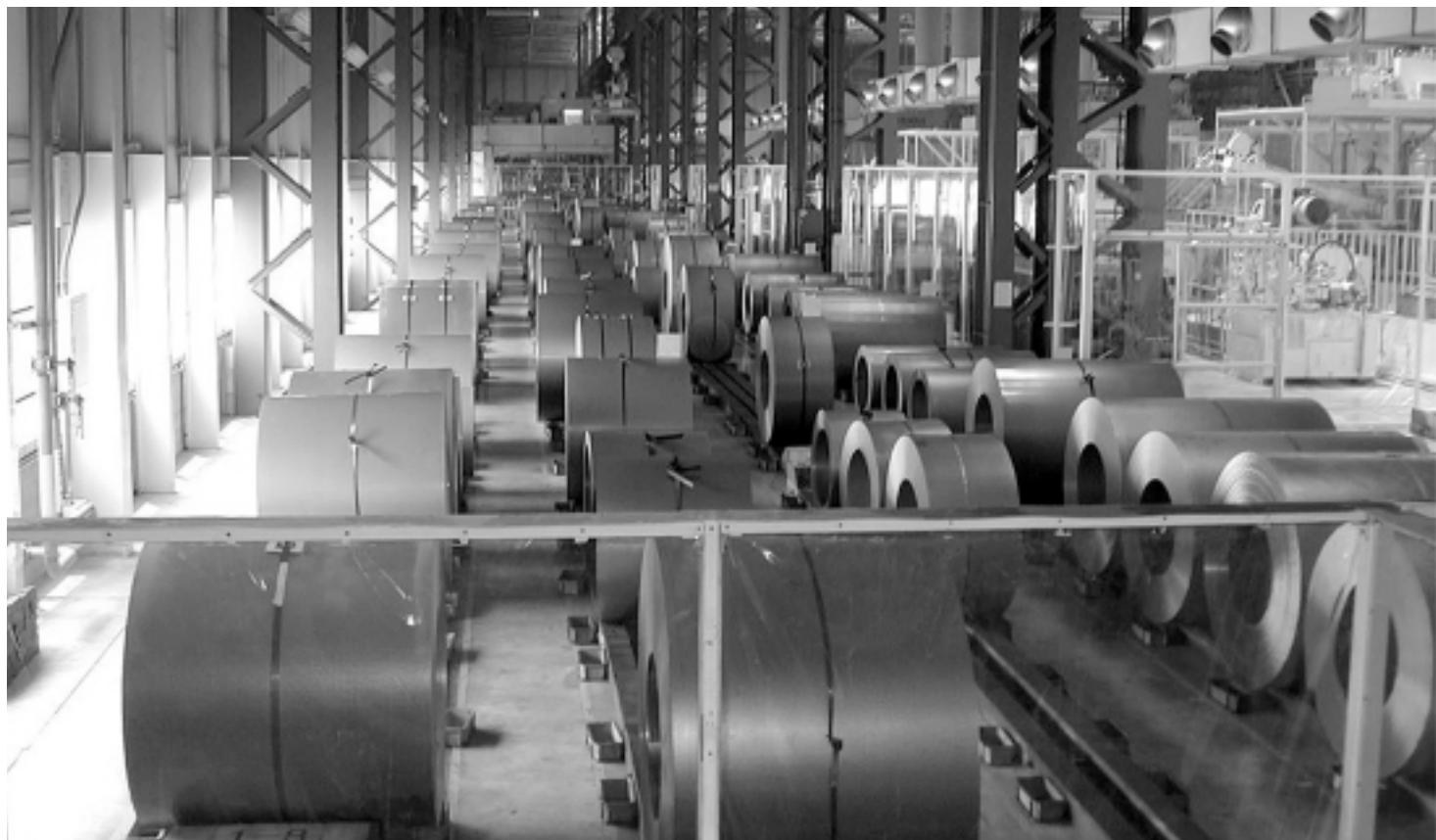


企業の立場や利害関係を乗り越えて、 お互いにメリットを享受できるSCMを構築。

Construction of SCM transcending corporate standpoints and interests to enable mutual enjoyment of benefits.



トヨタ自動車九州株式会社は、新車の増産に伴う「コイル置場」への投資を抑制するために、サプライヤーである新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所に、コイルの発注から納品に至る業務にSCM(Supply Chain Management)への適用を打診。現状業務を調査した結果、SCMの実現に当たっては、一方のメリットが他方のデメリットになるなど、幾つもの課題が見えてきました。しかしながら、SCMの導入こそ真の課題解決への道という決断から、企業間の最適化を目指した業務モデルを双方で考案。さらには業務モデルの最適化手法やシミュレーション予測などを採用し、短期間での開発・運用を実現しました。

今回の取材では、参画するすべての企業にメリットをもたらすSCMの在り方を、プロジェクトの推進役となった各社担当者の方々にお伺いしました。

In order to reduce investment on storage space for coils accompanying increased production of new vehicles, Toyota Motor Kyushu Inc. has been putting out feelers as regards applying SCM (Supply Chain Management) to work extending from the placement of orders for coils to their supply at the company's supplier, the Yawata Works of the Nippon Steel Corporation. Having investigated the work being conducted at present, a number of issues have come to light in connection with realization of SCM, for example the fact that something that works to the advantage of one side works to the disadvantage of the other. However, having concluded that the introduction of SCM is likely to be the best path to a real solution of these issues, both sides have devised business models aimed at optimizing conditions between the two companies. They have also adopted methods for optimizing business models and simulation forecasting, thereby realizing development and operation within a short period of time.

In this article we talk to the people responsible for implementing the project in each company about the features of SCM, which is bringing benefits to all the companies taking part.

物流改善への取り組み

トヨタ自動車九州株式会社(以下、トヨタ九州)は、トヨタ自動車株式会社(以下、トヨタ)傘下の国内生産工場として、1992年に操業を開始し、今日では年間20万台以上の自動車生産台数を誇っています。

オールトヨタにおけるトヨタ九州の位置付けを、同社 生産管理部 資材物流改善推進室の深堀 誠氏は次のように説明します。

「トヨタには15の国内生産工場がありますが、トヨタ九州は、本拠地である愛知県以外に国内で初めて設立された生産拠点です。トヨタの100%出資の子会社ではありませんが、独立会社として決済などは独自に行っています。

トヨタ本社から当社を見ると、“ポデーメーカー”という位置付けになります。トヨタ本社で開発・設計した車を、当社で製造するということです。トヨタ傘下の“ポデーメーカー”は何社もありますから、その意味では同じトヨタ・グループとはいえ、他社との差別化は常に意識しています。そのせいか当社の企業風土として、他社がやっていないことならむしろ積極的に取り組もうという雰囲気があると思います。実際、トヨタ全体から見ると、新しいことにいち早く取り組むモデル工場的な存在になっています。」

トヨタ九州では、2001年2月からの新車生産準備に備え、“コイル置場”のスペース不足の解消が急務となりました。そこで、納入リード・タイムを短縮し、納入頻度の増加させることで、現状スペースのまま増産に対応できないか、コイルのサプライヤーである新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所(以下、八幡製鐵所)に検討を依頼しました。

「実は、資材物流改善推進室では、コイルの発注から納品までの物流改善に以前から取り組んでいました。コイルとは、ロール状に巻いた薄板の鋼材のことで、自動車のドアやルーフなどのプレス部品に使う材料です。コイルのデリバリーには、従来からいわゆる“かんぱん方式”を導入していたのですが、どう工夫しても発注から納品までに1日以上がかります。いろいろトライはしてみたのですが、例えば夜間に“かんぱん”を持ち帰り、それを翌朝処理して、引き当てして配車するとなると、どうしても翌日になってしまうのです。そこでITを活用して“電子かんぱん”化することで解決できるのではないかと議論になりました。社内的に検討した結果、実現の可能性は見えたのですが、当時は、コストを掛けて“コイル置場”の在庫を減らす積極的な理由が見つかりませんでした。スペースに十分余裕があったからです。

ところが、2001年2月から新車の製造が始まることで、状況が大きく変わりました。生産車種が増えますから、当然ながらコイルの種類も増加します。“置場”のスペースが足りなくなるのは明らかです。物流改善によって在庫を減らすには八幡製鐵

トヨタ自動車九州株式会社
生産管理部
資材物流改善推進室
深堀 誠氏

Makoto Fukahori
Material Control & Logistics Dept.
Production Control Div.
TOYOTA Motor Kyushu Inc.



所さんの協力が不可欠です。そこで一緒にプロジェクトに取り組んでもらえないかどうか打診したのです(深堀氏)。

物流改善をもたらすデメリット

依頼を受けた八幡製鐵所ではさっそく検討に入りましたが、次のような問題が挙がりました。

- 材欠防止のための在庫増や在庫管理業務の負荷増大。
- 進捗管理やデリバリー管理業務の負荷増大。
- 出荷作業員の負荷増大。
- 1回当たりの輸送量減少に伴う輸送効率(積載率)の悪化。

コスト・アップや、管理業務の複雑化は必須と見られたのです。

八幡製鐵所は、ユーザーとの契約に基づいた計上週(生産が完了する月・週)を目標に製造を行っていますが、生産変動などのため多少のずれが生じることがありました。その一方で、実際の引き取り時期も同様に変動し、月単位などで見れば生産量と引き取り量は一致するものの、短期的には大きな変動が発生することもあります。その結果、材欠(材料欠品)や過剰在庫・在庫偏在を誘発し、さらには生産計画の見直しや、生産進捗管理変更、“製品置場”確保のための2重運搬などの対応に追われることとなります。物流改善により、かえってそれに拍車がかかることが危惧されたのです。

今回のプロジェクトでシステムの企画から設計までを担当した八幡製鐵所 COPS推進グループ 兼 生産技術部システムグループ マネジャー 後川 隆文氏は、プロジェクトの立ち上げ時の状況を次のように振り返ります。

「増産に伴って“コイル置場”のスペースが不足するので、物流改善によってなんとか“置場”を増設しないで済ませられないか検討してほしいというお話が、トヨタ九州さんからきたときに



新日本製鐵株式会社
 八幡製鐵所
 COPS推進グループ 兼
 生産技術部システムグループ
 マネジャー
 後川 隆文氏
Takafumi Ushirokawa
 Manager
 COPS Project Dept.
 Senior Manager
 Computer System Dept.
 Production & Technical Control Div.
 Yawata Works
 Nippon Steel Corporation

は、正直に言って、ありがたいチャンスだと思いました。というのは、先方のニーズに乗る形で、当社にとっての課題も同時に解消できる仕組みを構築できると考えたからです。システムの共同開発ということで、サプライヤーの立場ではユーザーになかなか言えなかったことも、プロジェクト・チームの一員として提案できるのではという期待がありました。

とはいっても、まずは現状を把握する必要があるので、相互の業務実態の洗い出しを進めることになりました」

業務実態の洗い出し

トヨタ九州と八幡製鐵所との間で、従来行われていた業務の概要を図1に、業務モデルを図2に示します。

トヨタ九州に納品されたコイルには、発注管理に使う「発注かんばん」と、「置場管理」に使う「定番地かんばん」がマグネットで張り付けられています。これらの「かんばん」は、プランキング(欠切断)工程でコイルから外され、「外れかんばん」となります。担当者は、この「外れかんばん」を1日4回の周期で回収して残量を確認し、発注点未満となった「かんばん」を、次の納品に来たトラック運転手に手渡すことで発注を行います。

一方、八幡製鐵所では、運転手が持ち帰った「発注かんばん」に基づいてコイルを選択し、トラック編成・積荷編成などの引き当てを行い、出荷作業指示書として現場に配布します。現場作業者は、指示書に従って作業を進め、出荷直前の品質検査やバーコードによる照合を実施し、受け取った「発注かんばん」をコイルに添えて、発注から4便後(24時間後)に納品してました。

また、一部の商社持ち委託加工材についても、同様に八幡製鐵所が引き当てや納品を代行してました。

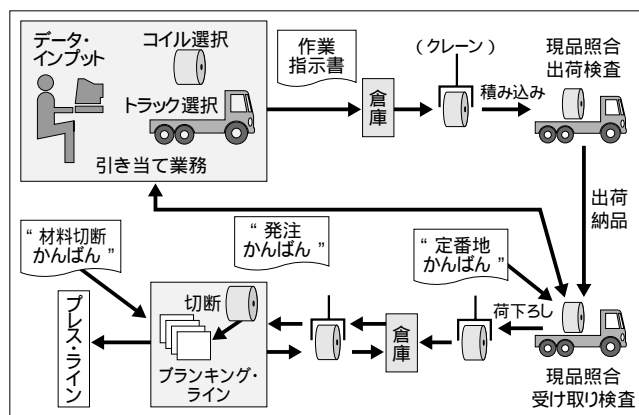


図1. 従来の業務の概要

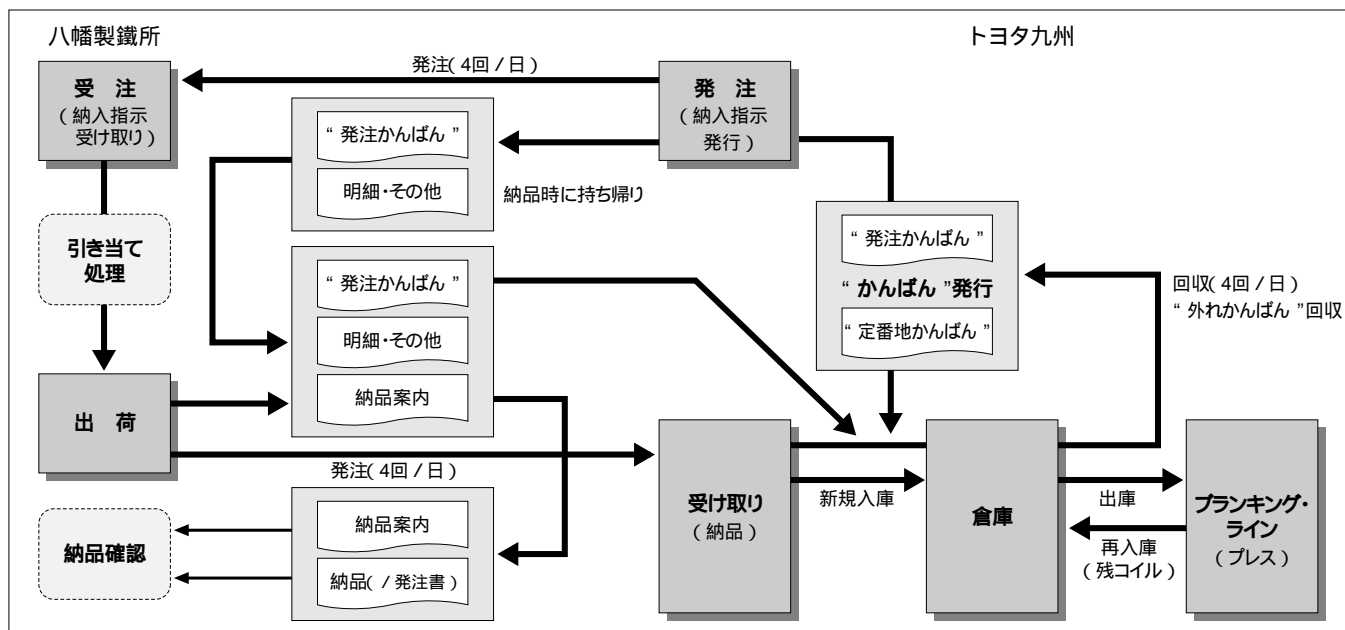


図2. 従来の業務モデル

「定番地かんばん」は、一言でいえばコイルの表示板です。コイルそのものには何も書かれていないので、マグネット付きの「かんばん」に「コイル置場」などを指示しておくのです。「定番地かんばん」は、「コイル置場」とブランキング・ラインの間を行ったり来たりします。一方、発注内容を書き込んだ「発注かんばん」は八幡製鐵所とトヨタ九州さんの間を行き来します。

ブランキング・ラインでコイルを切断し終わると、「定番地かんばん」と「発注かんばん」はコイルから外れて「外れかんばん」となります。この「外れかんばん」となった「発注かんばん」を八幡製鐵所に戻せば、そのまま発注書になるというわけです。

また、当社ではある一定幅のコイルしか製造していませんが、トヨタ九州では車の生産には幅の狭いコイルも欠かせません。こうした加工材については、商社の管理の下で加工センターで2次加工を行うため、商社持ち委託加工材と呼んでいます。ただ、加工センターが当社の近くにあることと、業務の効率化のために、その引き当てや納品は当社で一括して処理しているということです（後川氏）。

業務のリデザイン

プロジェクト・チームでは、さっそく従来業務が抱えている課題を洗い出しました。

- 従来の「かんばん方式」では、情報伝達が紙ベースで行われているため、各工程で以下に挙げる時間ロスが発生し、それらを合計すると3～7時間になります。
 - 材料を使い切った時点から「外れかんばん」回収までの待ち時間ロス。

- 発注タイミングまでの待ち時間ロス。
- 「発注かんばん」を運転手に渡してから持ち帰るまでの時間ロス。
- 「発注かんばん」を受け取って指示書を発行し、それが現場へ届くまでの時間ロス。

- トヨタ九州からの発注（納入指示）のタイミングが不明なため、緊急納品要請やクレーム発生に備えて在庫を確保しつつ、常に材欠なしの即納体制を維持する必要があり、在庫過多とならざるを得ません。

- コイル選択・トラック編成・積荷編成などの引き当て業務では、トヨタ九州から受け取った発注情報を端末から登録し、1品名ごとに仮決定した後で、担当者が全体の輸送効率（積載率・台数）などを考慮して再調整する必要があり、その作業に労力と時間がかかっています。

こうした問題点を克服するために、チームでは新業務モデルの検討に入りました。ITの積極的な活用によって、人間が介在する業務を極力減らすことを出発点に業務リデザインを行い、議論を重ねていきました。その結果、以下の二つの方針が定まりました。

- コイル使用実績や置場実態などの情報を自動収集するとともに、紙・FAXによる伝達を廃止し、企業間のシステム接続によって迅速化を図ります。引き当て業務についてもシステム化し、各種の待ちやロス時間、発注から納入までのリード・タイムの短縮を図ります。
- トヨタ九州が収集した各種実績情報・生産計画から、各種シミュレーションを含む発注予測を行い、必要に応じて発注（納入指示）を制御する仕組みを用意します。発注予測の過程

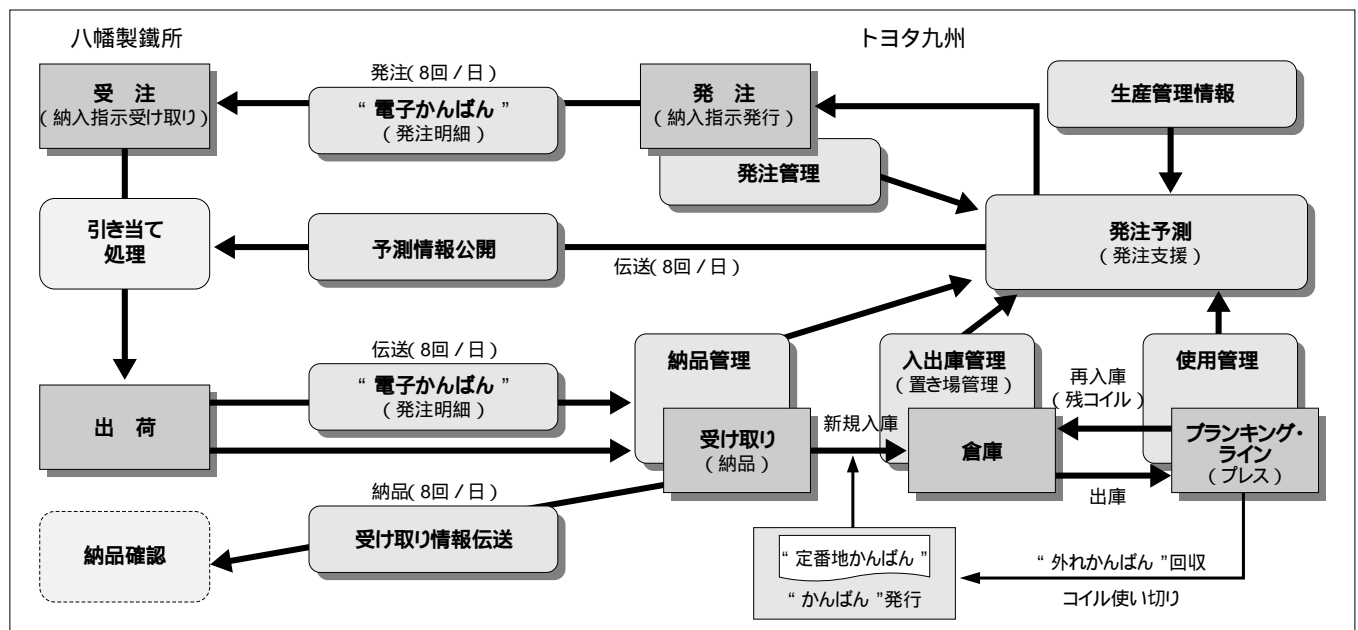


図3. 新業務モデル

で得られた納入予定・“置場”空き予定などの先読み情報を公開することで、最適な生産管理・在庫管理業務を行います。こうして構想された新業務モデルを図3に示します。

「トヨタ九州さんからの納入リード・タイムの半減と、納入頻度の倍増という依頼を受けて、6月には上記に示したグランド・デザインを提案させていただきました。

ただし、納入リード・タイムの半減と納入頻度の倍増を実現しようとするれば、当社の負担が増大するのは明らかでした。今までの1日4便を1日8便に増やすということは、それだけでも物流コストが倍増すると思われます。そこで、従来の慣習的な制約を緩やかにしていただくといったアローワンスを含め、トヨタ九州さん・商社・当社の三者で調整を行いました。例えば、10トンのコイルを作ろうとした際に、製造上の事情で6トンと4トンの二つのコイルになってしまうというようなこともあります。そこで10トンのご注文であっても、プラス/マイナス何トン以内の重量差であれば納品を認めてもらうとか、あるいは出荷のタイミングについては、当社の製造上の事情で前後1便はずれてもかまわないといったことを認めてもらいました。その結果、トラックにコイルをもう一つ積めるとか、あるいは一つだけ積みきれないと

いったときにも、トラックの積載率を最大に持っていただけるように調整できるようになるわけです。

こうしたやり取りを何回か行って、トヨタ九州さんからOKが出たところで、詳細設計に入っていました。

先にも述べたように、サプライヤーという立場を考えると、ユーザーであるトヨタ九州さんには言いづらいこともあったのですが、三者がともにいい方向に進むためのプロジェクトということで、率直に提案させていただきました。かえってそれがプロジェクトの成功要因の一つになったのではないのでしょうか（後川氏）

新業務システム

プロジェクト・チームでは、予測に基づく発注制御と自動引き当ての実現が、新業務モデルの成否を握ると考え、以下の仕組みを構築しました。

(1) 予測に基づく発注制御

以下の手順でシステムを構築しました。

各種実績情報（例えば、図3の発注管理・納品管理・使用管理で得られた情報）と生産計画情報を、一元的に管理するためにデータベースを構築。

データベースを基に、品種ごとの“置場在庫”がいつごろ不足するか、あるいは基準量以下に到達するかをシミュレーションし、その日時と次に必要な納入指示量を算出。

シミュレーション結果（日時）に発注～納品までのリード・タイムを付加し、最遅発注日時を決定。

一方、シミュレーション時点の“置場実態”を基に、全品種に対して今後の発注予測で推定した納入指示量と、生産計画から予測される使用量から“置場能力”の推移を推測。

その“置場能力”を満たし、かつ納入便間の発注量の変動が

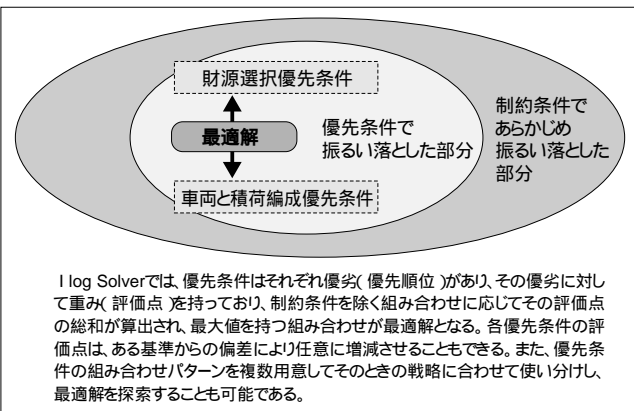


図4. 最適化手法



図5. 発注制御システムの画面例

置場ID	品名	数量	置場ID	品名	数量
1-1	8	8	4-5	11	8
1-2	11	8	4-6	11	8
1-3	11	7	5-1	8	8
1-4	11	8	5-2	8	1
1-5	11	7	5-3	8	1
1-6	11	8	5-4	8	0
2-1	90	7	6-1	8	4
2-2	8	8	6-2	12	8
2-3	8	8	6-3	12	7
2-4	8	8	6-4	12	5
2-5	8	8	7-1	12	8
2-6	8	8	7-2	12	8
2-7	11	3	7-3	12	0
2-8	8	7	7-4	12	0
3-1	12	8	8-1	12	0
3-2	8	8	8-2	12	0
3-3	8	8	8-3	12	0
3-4	90	8	8-4	12	10
3-5	8	7	8-5	8	0
3-6	8	3	8-6	8	0
4-1	90	4	8-7	8	0
4-2	8	3	8-8	28	1
4-3	8	8	-	-	-

図6. 自動引き当てシステムの画面例

大きくならない範囲で、最遅発注日時以前に発注を制御。
 発注に合わせて、最新情報を使って一連のシミュレーション
 を再実行。
 シミュレーション結果をそのたびに自動的に公開。

(2)自動引き当て

発注された便ごとの情報に対して、出荷可能なコイルの中から要求仕様を満たすものを仮選択し、同様に輸送トラック一覧から納入量に見合うトラック(台数と積載能力)を仮選択します。さらに積載可能重量(あるいは積載面積)に見合うコイルを選択しつつ、再調整していきます。これらの一連の選択処理は次のようなトレードオフの関係にあります。

- 在庫削減のためなら、出荷が遅れたり輸送コストが増えてもかまわない。
- 輸送コスト削減のためなら、出荷が遅れたり在庫が減らなくてもかまわない。
- 納期を守るためなら、在庫が減らなかったり輸送コストが増えてもかまわない。

従って個別に解くと、局所解となって全体最適とはなりません。そこで最適化手法を用い解を探索するツールを活用することで引き当て業務を自動化。

制約条件(～すべき事項)と優先条件(～の方がよい事項)を組み合わせ、その相対評価値より解を導出(図4)。その結果を、作業指示として作業員へ連絡する一連の仕組みを構築。

新日鉄ソリューションズ株式会社
 西日本支社
 技術グループ
 グループリーダー
 藤田 伸也氏

Nobuya Fujita
 Group Leader
 Systems Technology Group
 Nishi-NIPPON Regional Office
 NS Solution Corporation



この二つのシステムの画面例を図5と図6に示します。

さらに、以下に挙げる支援業務機能を組み合わせることで(図7参照)、プロジェクトの目標である納入リード・タイムの半減と、納入頻度の倍増は達成できると考えられました。

- 業務場所が固定していない現場要員や商社マンが、その場で状況を確認したり、指示・伝達に対応できるように、各種ステータス情報、イベント情報、エラー・ワーニング情報を携帯電話にメール送信(音声通知を含む)を採用。
- バーコード・リーダー付きハンディ・ターミナルを用いて、出荷時の現品確認や、納品受け取り時にあらかじめ送られている納品予定情報、現品照合・“置場入庫管理”などの情

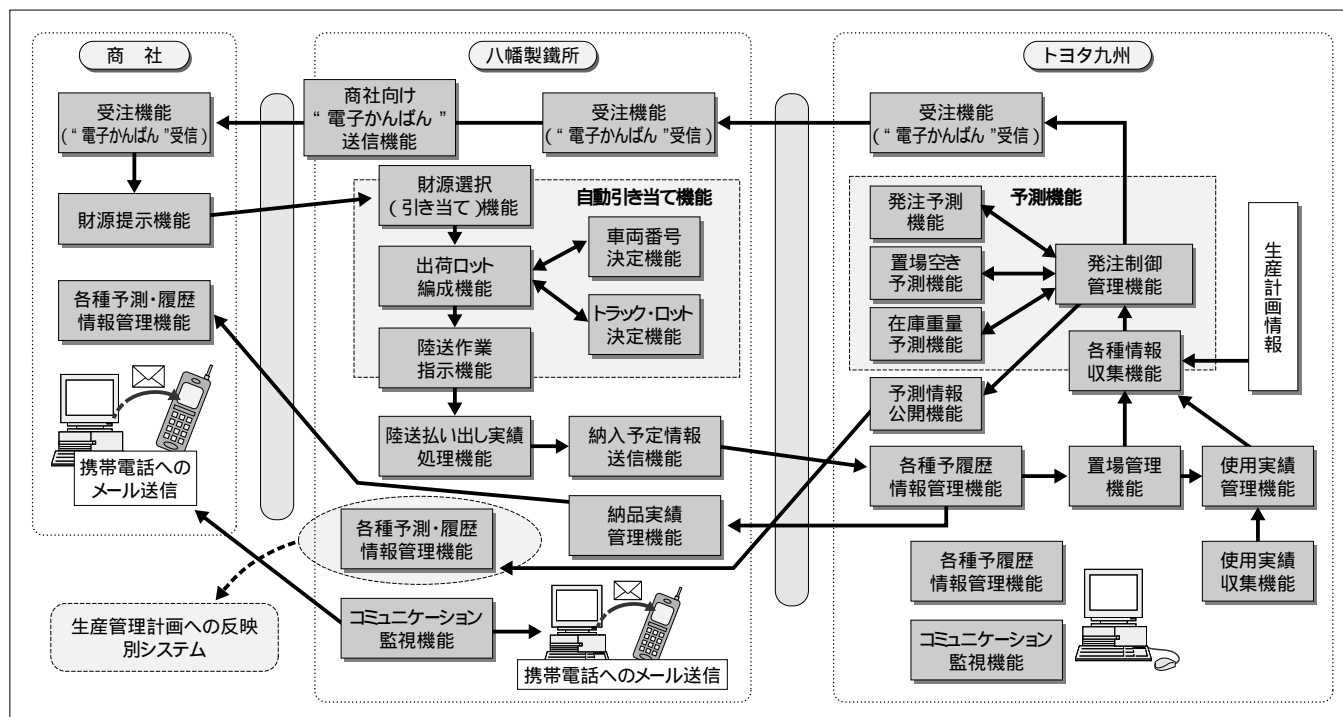


図7.新業務システムの機能連携

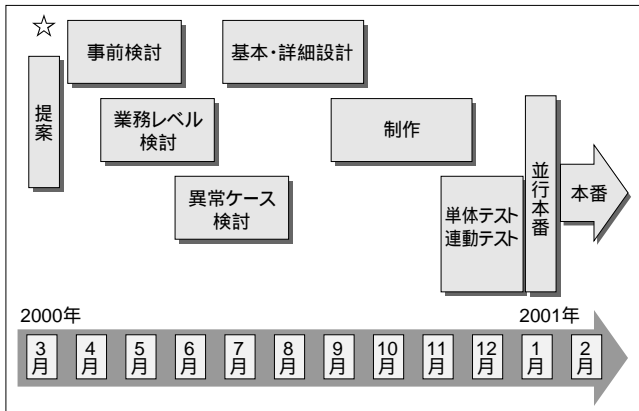


図8. 開発の流れ

報収集をリアルタイム化。

- “かんばん”、受け渡し伝票、実績・履歴管理帳票などを電子化(ペーパーレス化)
- 公開(発注や「置場」空き予測)情報を活用した業務の前倒しにより、デリバリー管理や在庫管理業務を容易・効率化。

今回のシステムの開発を担当したのは、新日本製鐵株式会社の100%子会社である新日鉄ソリューションズ株式会社(以下、新日鉄ソリューションズ)です。プロジェクト・リーダーとして開発の指揮をとった同社 西日本支社 技術グループ グループリーダーの藤田 伸也氏は、当時の苦勞を次のように語ります。「実際のシステム構築に当たっては、プロジェクトの最初の段階から参画して、グラウンド・デザインも当社で行ったので、企業間をまたがるシステムとはいえ、特に大きな問題は発生しませんでした。ただ、自動引き当てや自動配車については、今まで人の作業を支援するシステムには十分な経験があったものの、今回のように人の作業をシステムで置き換えるという仕組みに取り組んだのは初めてで、その点は苦勞しました。

特に困ったことといえば、コイルの数が増えると処理時間が幾何級数的に増えることです。コイルの在庫数が倍になると引き当ての処理時間は、2倍程度と安易に考えがちですが、そうではありません。テスト段階で、コイルの数を最大100個と想定していたのですが、実際には120個ありました。1.2倍程度ということで高をくくっていたところ、100個なら15~20分で終わる処理が、4時間もかかってしまったのです。最終的に、1週間ほど徹夜でチューニングして事なきを得ましたが、さすがに参りましたね」

こうして検討要請~新業務モデル~システム構築~テスト・本番切り替えと開発を進めていき、生産準備開始の1カ月前の2001年1月には開発を完了しました。開発の流れを図8に示します。

運用の成果

こうして運用を開始したシステムにより、プロジェクトの目標であった納入リード・タイムの半減と、納入頻度の倍増を達成し、トヨタ九州の増産に伴う「置場不足」も回避できています。

発注予測精度は、10日先の予測で1日以内的中率が約74%、日内の便別の中率は約94%と精度も高く、参考情報としては十分です。自動引き当てにおける最適解の導出についても、ベテランよりも優れた結果を出しており、納入頻度の増加に伴う積載率の低下もほとんどなく実務上の問題はありません。

トヨタ九州にとっては、“置場拡張”のための設備投資ならびに「置場」拡張後の維持管理費が不要となり、システム化による業務の効率化が進みました。八幡製鐵所にとっても、システム化によって、引き当て処理1回当たりの業務時間が1時間から5分に短縮されるなど、省力化を実現しています。また、積載率の大幅な低下を抑制することで輸送コストの上昇も避けることができ、進捗情報や公開情報を利用することで、管理業務負荷や在庫偏在も抑制され、現品管理レスポンスも向上しています。

八幡製鐵所 生産業務部で生産管理や物流を担当している物流企画グループ マネジャー 山口 良史氏と薄板調整グループ グループリーダー 八並 敬之氏は、「いまや、このシステムがなければ業務はまったく回らない状況です」と口をそろえます。「SCMには、リアルな側面とデジタルな側面があるかと思いますが、私たちの物流部門では実務ベースのリアルな側面を担当しています。

今回のプロジェクトを振り返ると、もともと“かんばん方式”という業務のベースがありましたから、それをどうやってシステムに置き換えていくかという作業が中心であり、その意味では開



新日本製鐵株式会社
 八幡製鐵所
 生産業務部
 物流企画グループ 兼
 COPS推進グループ
 マネジャー
 山口 良史氏

Yoshifumi Yamaguchi
 Manager
 Transportation Planning & Control
 Dept.
 COPS Project Dept.
 Yawata Works
 Nippon Steel Corporation

発はすんなりいったかなという印象を受けました。

ただ、運用については、1日4便が8便に倍増したことで、スピード感がまったく違ったものになってきています。従来、倉庫や物流分野の業務には24時間操業というイメージはなかったのですが、実際にサプライ・チェーンを回していくと、予想以上の絶え間のないスピード感到に驚きました。当然ながら、こちらの責任でお客様の操業を止めるようなことがあってはなりませんから、一時も気を抜けない状況です。

この運用の変化に対応するため、トレーラー輸送を実際に担当している日鐵運輸株式会社さんでは、トレーラー乗務員の教育向上に取り組み、ISO9001を取得しておられます。デジタル・ベースでレベル・アップするからには、やはりリアルな面でもレベル・アップしていかないとSCMとして成り立たないということです（山口氏）。

「今回の取り組みについては、具体的にお客様と仕組みを実現できたことそのものに大きな意義があると思っています。

というのは、こういったSCMへの仕組みは、概念だけなら以前からありましたが、具体的な実施事例がそれほどあるわけではありません。その意味では、今回の取り組みを通じて、開発から運用までを一貫して経験できたことは、当社としても、また本件の関係者にとっても、大きな財産になったと感じています。ご存じのように、鉄鋼業は大きな成長は望めない産業です。大げさかもしれませんが、日本で今後も“モノづくり”を続けていくためにも、こういった形でお客様により近くなる仕組みをつくっていかねば、例えば圧倒的に労働コストの安い中国などに太刀打ちできないでしょう。

課題はまだありますが、今後は、この経験をいかに生かすかということを考えています。現在、鉄鋼の受注から納入までの工期は、事務処理や関係者との調整期間を含め2~3カ月かかっていますが、お客様との“情報距離”を縮めることなどにより、さらなる短縮は十分に可能だと考えています。今、それに向けて諸々の取り組みを行っていますが、今回の経験も積極的に活用していきたいと考えています。

また、トヨタ九州さんと八幡製鐵所による今回のプロジェクトの完成に引き続き、2002年4月末からは、新日本製鐵本体とトヨタ本体によるSCMの運用が始まっています。このシステムにより、直接お客様に納めるものに加え、流通で加工するものも含め受発注状況を、ほぼリアルタイムで一元管理することが可能となりました。

今回のプロジェクトは、トヨタ九州さんと八幡製鐵所という、相互の信頼関係が厚く、また物理的にも近接しており、人的交流の盛んな企業間での取り組みだったことが、スムーズに進捗できた要因の一つに挙げられるかもしれません。小さく生んで、

新日本製鐵株式会社
八幡製鐵所
生産業務部
薄板調整グループ
グループリーダー
八並 敬之氏

Takashi Yatsunami
Group Leader
Steel & Coil Production Scheduling
Dept.
Yawata Works
Nippon Steel Corporation



大きく育てたということですね（八並氏）。

また、システム開発の観点でも、今回のプロジェクトは大きな成功を収めたようです。

「複数の企業をくし刺しするSCMは、社外からも注目されるシステム領域です。一般の業務システムの開発は、その分野の部門からは注目されますが、ほかの分野や社外から興味を持ってもらうことはあまりありません。それもあって、今回のシステム開発は当社にとって、ショー・ケース的なシステムとなりました。実際、運用が始まってからは、八幡製鐵所さんの各部門からビジネス・インテリジェンス分野でのシステム化の打診がずいぶん増えました。今回のシステムの成功を受けて、ビジネス・インテリジェンス分野の注目度がにわかには上がったということです（藤田氏）。

取材を終えて

SCMの難しさの一つに、チェーン全体のメリットと、チェーンに参加する個々の企業のメリットが一致しない場合の舵取りがあるといえます。

「まずはお互いの提案を真摯に聞くということ。それが出発点です。サプライヤーとユーザーという関係からなかなか言えなかったことが、思いは同じ、目標は同じということで、率直に意見を交わして詰めていくことができました。相手のデメリットを回避するために、譲るべきところは譲る。そうやってお互いに調整して、結果的に両社にとっていい方向に持っていくことができたことが大きかったですね」という後川氏の言葉は、今回のプロジェクトの成功要因を端的に物語っているのではないのでしょうか。