

# 鉄鋼業における SCM

谷崎 隆士

SCM は、サプライチェーン上の、素材供給元、製造メーカー、製品供給先を対象に生産進捗情報・在庫情報等を共有することで、ビジネス・プロセスを効率化する手法であり、近年、精力的に取り組まれている。鉄鋼業では、主として顧客との SCM の取り組みがなされており、実効をあげている。本稿では、鉄鋼業での SCM の課題と対応策について、取り組み事例を用いて紹介する。

キーワード：鉄鋼，SCM，IT 技術，最適化

## 1. はじめに

近年、製造業においては、需要構造の多様化・高級化の進展に伴い、多品種・小ロット・短納期化に対応した新しい生産・物流管理方式の構築が重要な経営課題となっている。かかる状況下、それぞれの生産形態に適合した生産管理方法、例えば、CIM (Computer Integrated Manufacturing)、FMS (Flexible Manufacturing System)、カンバン方式、MRP (Material Requirement Planning)、MRP II (Manufacturing Resource Planning) などを構築してきた。さらに、直近ではインターネット技術の進歩に伴い、各企業の在庫情報や生産計画情報をも共有化した SCM (Supply Chain Management)、あるいは、生産管理にとどまらず、財務・人事・設備管理などの基幹業務も含めて統合的に管理することを狙いに ERP (Enterprise Resource Planning) を導入している企業もある。鉄鋼業においても、同様に需要構造の多品種・小ロット・短納期化が進展しており、これらに対応した合理的な生産体制を整備することにより、製造コストを削減し、製造リードタイム短縮やジャストインタイム納入等の非価格競争力を向上してきている。

このような環境下において、鉄鋼業では、従来からオペレーションズ・リサーチを応用した最適化技術を用いて、材料取合せ計画、高炉・製鋼の上工程から出荷までの全ての工程の全体最適化を狙いに操業計画を同時に立案する一貫操業計画などを織り込んだ最適操業計画システムを構築し、生産管理技術の高度化を実現してきた。さらに直近では、原料供給あるいは顧客

需要動向を取り込んだサプライチェーンマネジメントに取り組んでいる。

サプライチェーンマネジメント (以下、SCM) は、製造メーカー、素材供給元、および製品供給先を対象とするため、製造メーカー内の生産最適化と比べてより複雑な問題となる。製造メーカー内の生産最適化は、製造に関する様々な制約条件の元で、リードタイム最小化、生産コスト最小化等を狙いとしたスケジューリング問題、割り当て問題等として定式化されるため、大規模・複雑な最適化問題ではあるが、製造メーカー内の閉じた問題として扱うことができる。一方、SCM は、素材供給元や顧客との利害調整、さらにはサプライチェーン上に存在する各々の企業の特長 (企業規模、生産形態他) 等を考慮する必要があるため、最適化問題として定式化し、解法を導く事は難しい。また、鉄鋼業では、顧客満足度向上等の非価格競争力の強化、製造・出荷以降のトータル在庫の削減を狙いとして、顧客との SCM 構築に注力している企業が多い。以上のことより、本稿では鉄鋼業における顧客との SCM に焦点を絞り、SCM への取り組み事例を用いて、課題と対応について紹介する。

## 2. 鉄鋼業におけるサプライチェーン

図 1 に鉄鋼業における顧客とのサプライチェーンの一例を示す。最終顧客、部品メーカー、および加工メーカーからの生産計画 (例：自動車生産台数、ベアリング生産個数) は、当社にて納期が付与された注文情報 (例：A 規格の長さ Bm の鋼材 at, 納期 3/12) となり、鉄鋼メーカーへ発注される。鉄鋼メーカーは、注文情報に対応した鋼材を生産し、物流基地へ出荷する。鉄鋼メーカーでは鋼材を出荷した段階で売上げが計上される。したがって、物流基地に在庫中の鋼材は

たにぎき たかし  
㈱住友金属小倉

〒 802-8686 北九州市小倉北区許斐町 1 番地

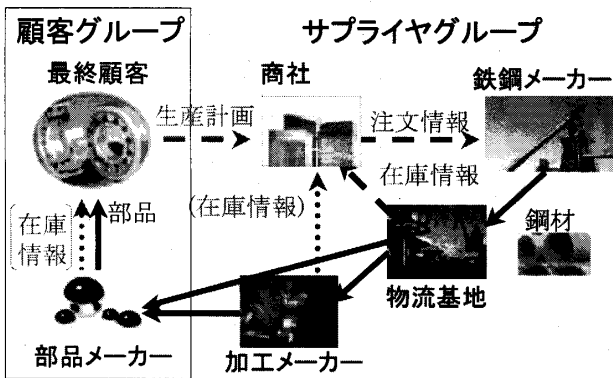


図1 顧客とのサプライチェーン

商社の資産である。その後、鋼材は、いくつかの加工メーカーと部品メーカーにて熱処理・切断・曲げ・伸ばし・鍛造等の加工処理がなされた後に、製品として最終顧客へ納入される。物流基地と加工メーカーの在庫情報は商社へ伝えられ、部品メーカーの在庫情報は最終顧客へ伝えられる。ただし、全ての加工メーカーと部品メーカーの在庫情報が、商社と最終顧客へ伝えられるわけではない。

なお本稿では、加工メーカーはサプライヤグループの企業、部品メーカーは顧客グループの企業と定義する。また、鋼材の最終消費者を最終顧客と定義し、加工メーカー・部品メーカーおよび最終顧客を包括したものを顧客と定義する。

鉄鋼業におけるサプライチェーンの特徴は、下記3点に要約される。

- ① 顧客からの生産計画を、商社にて鉄鋼メーカー向けの注文情報に変換する。
- ② 鉄鋼メーカーで鋼材を製造後、加工メーカー、部品メーカーを経て、最終顧客に納入されるため製造リードタイムが長い。
- ③ 顧客の規模・業態が様々である。

次に、上記3点の特徴について説明する。

### 2.1 商社での注文対応機能

サプライチェーンにおける商社の主な機能は、次の2点である。

- ① 顧客からの生産計画を鉄鋼メーカーへの注文情報に変換後、鉄鋼メーカーへ発注する。
- ② 物流基地の在庫を管理し、顧客からの鋼材納入指示時に物流基地から顧客へ鋼材を出荷する。規格、幅、長さ等で区分される注文種類  $i$  に対する、

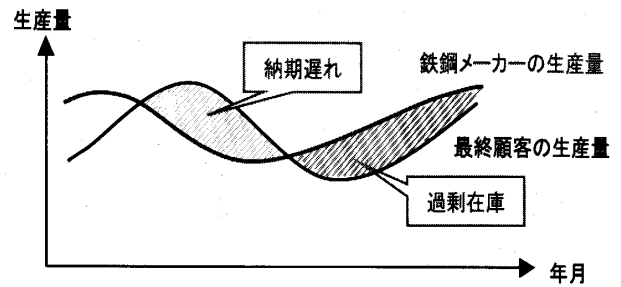


図2 顧客と鉄鋼メーカーの生産量

$n$  期 (期は、週、旬、月等) の物流基地の在庫量を  $Z_{ni}$ 、 $n$  期の顧客への納入予定量を  $D_{ni}$ 、安全在庫量 (期に関係なく一定) を  $A_i$ 、顧客よりの  $n+1$  期の生産計画量を  $S_{n+1,i}$  とすると、 $n+1$  期の鉄鋼メーカーへの鋼材発注量  $H_{n+1,i}$  の概略の算定式は(1)式となる。

$$H_{n+1,i} = \text{Max}(A_i - (Z_{ni} - D_{ni} - S_{n+1,i}), 0) \quad (1)$$

ただし、

$$\text{Max}(a, b) = \begin{cases} a & \text{if}(a \geq b) \\ b & \text{if}(a < b) \end{cases}$$

鉄鋼業では、通常、顧客は商社に生産計画を提示し、製造時に必要な鋼材を物流基地より納入する。生産計画作成時点と製造時点は時期が異なるため、生産計画量  $\neq$  納入量となる。この結果、発生しうる顧客での鋼材過不足等のリスクヘッジの機能を商社所管の物流基地が担っている。

### 2.2 最終顧客までのリードタイム

図2に最終顧客と鉄鋼メーカーの生産量の関係を示す。鉄鋼メーカーと比べ、最終顧客の方が最終消費者に近いので、景気の変動を即時に受けやすい。したがって、景気上昇期には鉄鋼メーカーの生産が追いつかず納期遅れが発生し、景気下降期には、過剰在庫が発生する。図1にて概説したように、鉄鋼メーカーから最終顧客までのリードタイムが長いこと、鞭効果[1]により鉄鋼メーカーの生産量変動が大きくなる可能性がある。この生産量変動を小さく抑え、トータル在庫量を抑制する事がSCMの主たる課題の一つである。

### 2.3 顧客の規模・業態

最終顧客と鉄鋼メーカーとのサプライチェーン上には、規模・業態が異なる多くの顧客が存在する。これらの顧客は、顧客タイプ別に表1のようにカテゴライズすることができる。最終顧客は最終消費者に近く、自動車・家電製品等を製造する大手メーカーである事が多い。最終顧客の生産計画の精度は高く、納期厳守の要望が強い。したがって、鉄鋼メーカーは最終顧客に対して納期通りに鋼材を納入し、最終顧客側のSCM

表1 顧客の規模・業態

顧客タイプ	生産計画	規模	納期	備考
最終顧客	精度高	大手	厳しい	・顧客側のSCMのメリット少 (納期通りに納入されれば良い)
部品メーカー	精度低	中小	やや 厳しい	・無人電子情報交換へのハードル が高い会社もあり
加工メーカー	精度低	中小	対応 可	・最終顧客、部品メーカーの生産 計画と生産実績の乖離の影響 が大きい

のメリットが少ない場合が多い。しかし、お互いにメリットを見出し、SCMを構築した事例もある[2]。部品メーカーは、最終顧客の納入指示に対応して製造を行うので、生産計画の精度は低くなる。部品メーカーの中には規模が小さく、SCMシステムへの対応のハードルが高い企業もある。加工メーカーについても同様の事が言える。また、加工メーカーの生産計画は、最終顧客と部品メーカーの生産計画を元に作成される。したがって、最終顧客と部品メーカーの納入指示の変動により、加工メーカーの生産計画と生産実績との乖離が大きくなる可能性が高い。

### 3. サプライチェーンにおける顧客の課題と対応策

図3に鉄鋼業のサプライチェーンにおける顧客の課題と対応策を示す。図3の上部に示すように、サプライチェーン上の多数の企業間で非常に多くの注文情報、生産計画情報、在庫情報が交換されている。この情報交換方法は、専用線、電話、FAX、電子メールを用いた1対1の情報交換が主体である。その結果、最終顧客～商社～鉄鋼メーカーの間で情報の連鎖が発生し、数百社の取引先とFAXを用いた情報交換が行われるケースもある。また、商社では1～数期前の情報から翌期の注引量を計算する場合もあり、在庫過多の要因になっている。これらの課題に対応するために、図3の下部に示すように、最終顧客～商社～鉄鋼メーカーのサプライチェーン上の各企業の生産計画情報、在庫情報等を共有し、企業間電子情報交換を用いて随時情報を交換することで、サプライチェーン全体の在庫量削減や業務効率化を実現する仕組みを構築中である。

しかし、2.3節で述べたように顧客の規模・業態が異なるため、抱えている課題も異なり、図3の下部の仕組みで全ての顧客の課題に対応できるわけではない。また、図3の下部の仕組みを構築できない顧客も存在する。したがって、顧客タイプ別に課題をまとめ、そ

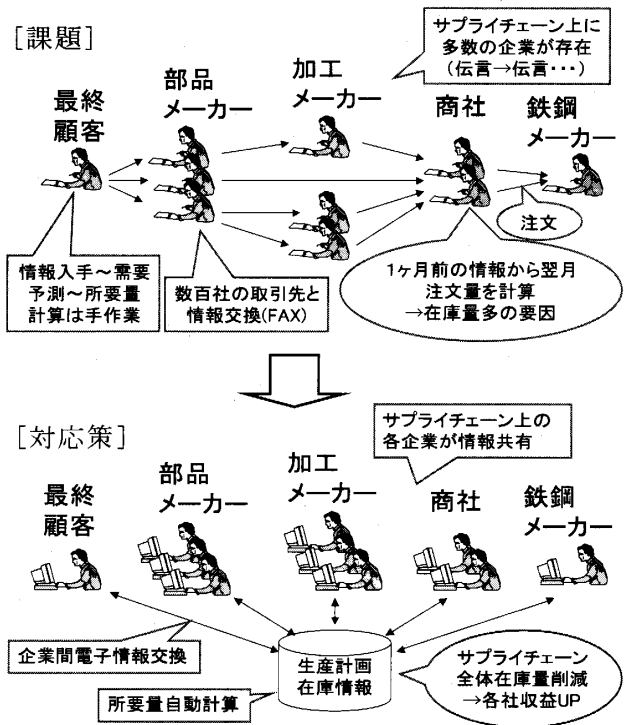


図3 サプライチェーンにおける顧客の課題

れぞれの課題へ対応する事が必要となる。まず、顧客タイプ別に課題を要約すると、下記となる。

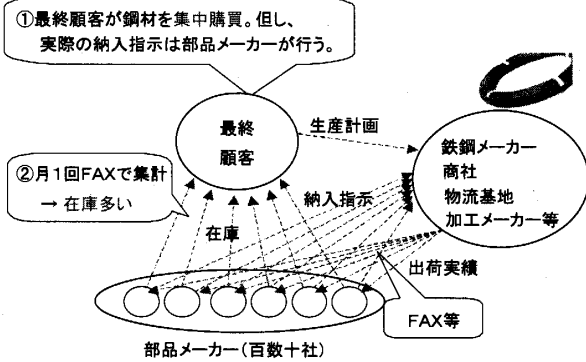
- ① 最終顧客…最終顧客に部品を供給する部品メーカー数が多く、全体在庫をコントロールできない。
- ② 部品メーカー…規模の小さい企業の場合は、紙主体の企業間情報連携のため、転記入力が必要となる。その結果、データのチェックに手間と時間がかかる。
- ③ 加工メーカー…加工メーカーから最終顧客までのリードタイムが長いため、最終顧客の生産計画と実生産の変動を吸収するための、納期調整の工数が大きい。さらに、景気上昇局面では安全在庫を保有する事が多い。

以下では、それぞれの課題への対応策について事例を用いて説明する。

#### 3.1 最終顧客の課題と対応策

図4に最終顧客の課題と対応策の一例を示す。最終顧客の中には、部品メーカーが使用する鋼材を最終顧客にて集中購買し、部品メーカーに支給して部品を製造させる企業がある。その際の鉄鋼メーカーや物流基地への納入指示は、部品メーカーが行う。また、部品メーカーの在庫情報は、FAXにて1回/期の頻度で最終メーカーへ送信される。この結果、最終顧客は部品メーカーの在庫状況をタイムリーに把握することが

[課題]



[対応策]

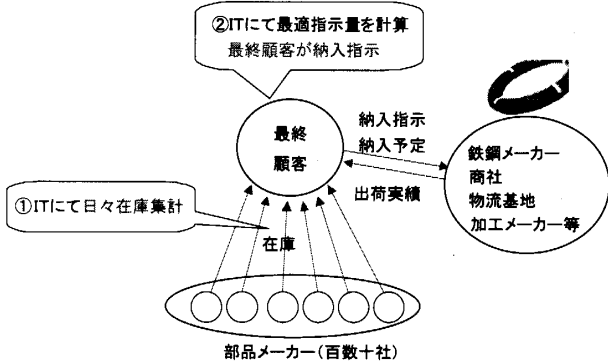


図4 最終顧客の課題と対応策

できず、最終顧客と部品メーカーを合わせたトータル在庫量が多いという課題があった。

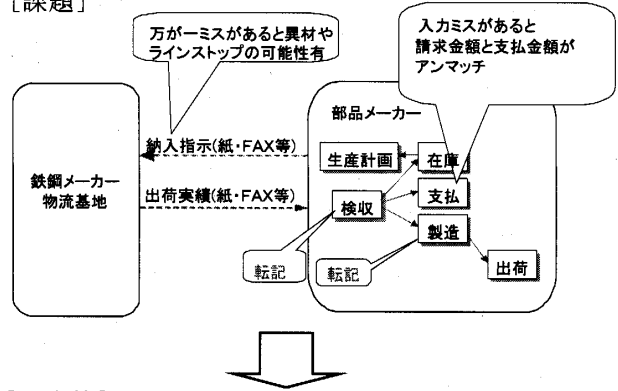
この課題に対し、IT技術を用いて、部品メーカーの在庫量を日々集計する事で、全ての部品メーカーの在庫量を把握できる仕組みを構築した。さらに、最終顧客側で最適納入指示量を計算し、最終顧客の納入指示に基づき物流基地および加工メーカーから鋼材を納入させる方法に改善した。

この結果、最終顧客と全ての部品メーカーを合わせたトータル在庫量の削減を実現している。

3.2 部品メーカーの課題と対応策

図5に部品メーカーの課題と対応策の一例を示す。部品メーカーには中小規模の企業で、高価な無人電子情報交換を利用できない企業も多い。このような企業では、鉄鋼メーカーや物流基地への納入指示、鉄鋼メーカーや物流基地からの出荷情報は紙の伝票やFAXを用いて交換される。この出荷情報の中から、部品メーカーに必要な情報をコンピュータにハンド入力した後に、生産計画作成と製造指示、検収と支払等を行う。この結果、業務工数が多い事に加え、入力ミスによる異材が発生するリスクや請求金額と支払金額の不一致が発生するリスク等の課題があった。

[課題]



[対応策]

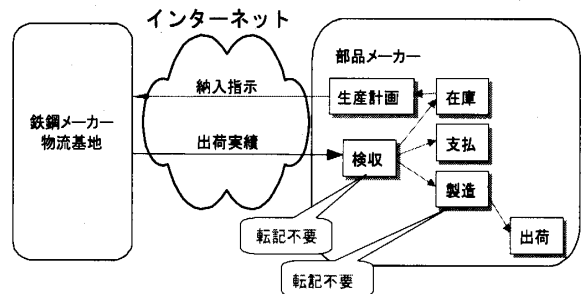


図5 部品メーカーの課題と対応策

この課題に対し、インターネットを用いて、下記の機能を有する仕組みを構築した。

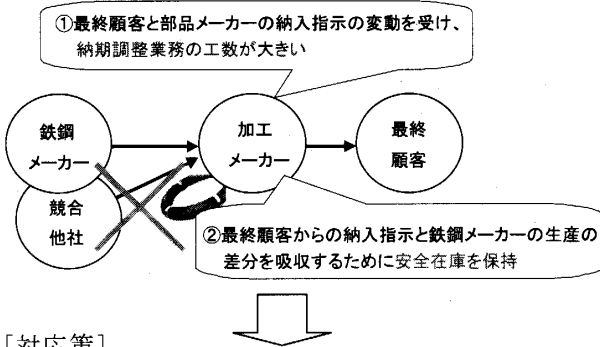
- ① 納入指示や出荷実績を安価に電送する。
- ② 鉄鋼メーカーや物流基地への納入指示をWEB画面上の在庫情報を用いて行う。
- ③ 電送された出荷実績を部品メーカーのパソコンに自動登録する等。

この結果、業務工数の削減、データ入力ミスの回避を実現している。

3.3 加工メーカーの課題と対応策

図6に加工メーカーの課題と対応策の一例を示す。通常、加工メーカーの製品は部品メーカーを経て最終顧客へ納入されるため、加工メーカーから最終顧客までのリードタイムが長い。したがって、数期先の最終顧客の生産計画を元に、加工メーカーの生産計画が作成される。このため、最終顧客と部品メーカーの生産時の納入指示が変動した場合には、加工メーカーの生産計画と生産実績との乖離が大きくなり、納期調整業務の工数が大となる課題があった。さらに、景気上昇局面では、最終顧客からの納入指示と鉄鋼メーカーの生産差分を吸収するために、安全在庫を保持する傾向が高く、サプライチェーン全体での在庫量が大となる課題があった。また、鉄鋼メーカーと加工メーカーはつながりが深いため、鉄鋼メーカーのホストコンピュータの延長端末を用いて情報共有を行っているケース

[課題]



[対応策]

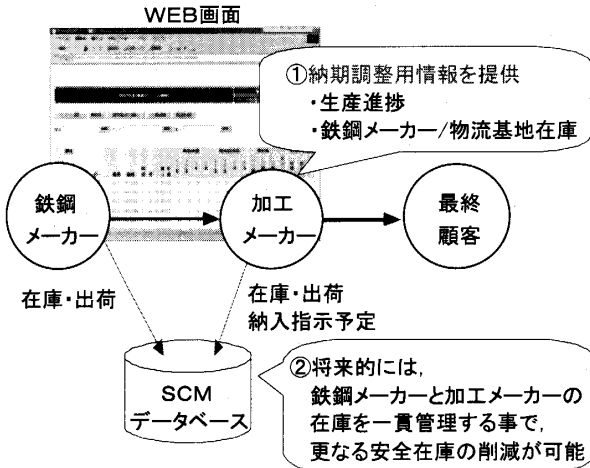


図6 加工メーカーの課題と対応策

もある。しかし、鉄鋼メーカーと物流基地の在庫情報を一覧表示できない等の課題があった。

この課題に対し、鉄鋼メーカーの生産進捗と在庫情報、物流基地の在庫情報を一貫して管理するSCMデータベースを構築し、生産予定量、在庫量などの集計を自動化することで、加工メーカーでの納期調整業務の工数削減と、安全在庫保持のためのオーバー発注の抑制を実現した。加えて、このデータベースを用いる事により、商社から鉄鋼メーカーへの発注量を計算する工数の削減と、発注量の精度をアップする事が可能となった。

将来的には、このSCMデータベースに、加工メーカーの在庫情報・生産計画・出荷情報を取り込むことで、更なる安全在庫が削減される可能性がある。

#### 4. 企業でのオペレーションズ・リサーチの活用

表2に今まで述べてきた、鉄鋼業における顧客タイプ別のSCMの課題と対応策についてまとめる。鉄鋼メーカーには、規模・業態の異なる多くの顧客が存在するため、SCM全体の生産計画・生産進捗・在庫情

表2 SCMの課題と対応策

顧客タイプ	SCMの課題	SCMの施策
最終顧客	1. 企業間での在庫情報共有 サプライチェーン全体の在庫削減のために、鉄鋼メーカー/商社/加工・部品メーカーの在庫情報を共有する事が必要。 2. 最終顧客指定ネットワーク 最終顧客は既に企業間業務のIT化を進めており、既構築済のネットワークへの対応が必要な場合がある。	1. サプライチェーン在庫管理システム サプライチェーン在庫管理システムを構築し、鉄鋼メーカー/商社/加工・部品メーカーの在庫情報の一元管理を実現。 2. 多様なネットワークへの対応 専用線とインターネットのどちらに対しても費用ミニマムでの対応を実現。
部品メーカー	1. 紙とFAXによる情報ボトルネック 高価な無人電子情報交換を利用できず、紙とFAXを用いたハンド業務とならざるを得ない企業の場合は、入力・チェック工数が大きく、情報ボトルネックが発生していた。	1. インターネットの本格活用 安価なインターネットにて安全に無人電子情報交換する仕組みを構築する事で、部品メーカー・鉄鋼メーカー間で相互に転記ミスなく迅速な情報交換を可能とし、情報ボトルネックを解消。
加工メーカー	1. 延長端末・電話等の情報共有の限界 既実施の大型コンピュータの延長端末・電話を用いた情報共有では、下記の課題あり。 ・延長端末では、ホストコンピュータが異なるため、鉄鋼メーカーの在庫と物流基地の在庫の一覧表示が不可。 ・電話・FAXでは、出張・夜間などで担当者が不在の場合は、情報連絡が滞る可能性有り。	1. 情報開示による生産シンクロ ・鉄鋼メーカーと加工メーカー間で生産シンクロできるように鉄鋼メーカーの生産進捗情報、物流基地の在庫情報の共有を実現。 ・将来は加工メーカーの在庫情報・生産計画を情報共有する事で、鉄鋼メーカーと加工メーカー間の在庫の最適化を実現。

報を共有すると共に、SCM上の各企業の生産所要量を自動計算し、在庫量の最適化を実現する事は実務面では難しい。

したがって、鉄鋼業でのSCMを用いた企業間連携は、鉄鋼メーカーと各々の顧客の課題を解決する事が基本となる。その際に、鉄鋼メーカーと顧客間の業務を分析し業務モデルを構築する事で、様々な顧客の課題を一般化しカテゴライズする事が大切と考える。本稿では、サプライチェーン上での顧客の機能に着目し、最終顧客・部品メーカー・加工メーカーにモデル化する事で、顧客に共通の課題を整理・抽出し、課題解決を実施した事例を紹介した。

ところで、筆者は常々、情報システムを構築する際に、業務を単純にシステムに置き換えプログラム化するのではなく、『業務分析→モデル化→改善・改革の案出』のアプローチが肝要であると考えている。このアプローチそのものが企業におけるオペレーションズ・リサーチの実践であり、実践のためのツールとして、様々な最適化手法を応用している。例えば、従来から取り組んでいる企業内の生産計画の最適化問題では、生産計画問題を定式化が『業務分析とモデル化』

に相当し、解法アルゴリズムの適用が『改善・改革の案出』に相当する。SCMにおいても同様に『業務分析→モデル化→改善・改革の案出』のアプローチを適用する事で、オペレーションズ・リサーチを実践の場に応用できたと考えている。

## 5. おわりに

SCMは企業間で情報を共有化することにより、ビジネス・プロセスを効率化する手法であり、近年、鉄鋼業でも盛んに取り組まれている。本稿では、鉄鋼業における顧客とのSCMに焦点を絞り、課題と対応策の事例を紹介した。今後のIT技術の発展とオペレーションズ・リサーチ等の最適化技術の発展に伴い、SCMも更なる進化を遂げると考える。今後も最適化技術をキーテクノロジーとした技術開発と実装システムへの適用に鋭意努める所存である。

### 参考文献

- [1] 久保幹雄:「ロジスティクス工学」, 朝倉書店, 2001.
- [2] 後川隆文:「製鉄所におけるSCM導入事例」, 鉄鋼協会 白石記念講座, pp. 75-86, 2005.