

# ネットワーク型 SCM における APS の役割

成松 克己

サプライチェーンマネジメントでは、APS が中核となるソフトウェアとして注目されている。ここでは、ネットワーク状のサプライチェーンに対して APS がどのような役割をもっているのかを整理するとともに、現在の枠組みの問題点と今後の方向性について議論する。

キーワード：サプライチェーン、ネットワーク、生産計画、柔軟性、APS

## 1. はじめに

SCM (Supply Chain Management) とは「調達先からユーザにいたる資材と製品の流れを管理する方法」である[1]。サプライチェーンの構造は最終組み立てを行う企業を頂点にピラミッド的な木構造であることが多かったが、近年の水平分業化に伴い、一つの企業が複数の重要顧客をもつネットワーク型のサプライチェーンであることの方が多い。「ケイレッツ」の力が強いといわれていた自動車業界でもオープンでネットワーク型の状況になってきている[2]。一方、APS (Advanced Planning and Scheduling) は以前のスケジューラのもつ機能に加えて中間製品のコントロールという新しい機能を提供するものであり、SCM の中核となるソフトウェアとして注目を集めている。

本稿では、ネットワーク型サプライチェーンにとっての APS の役割を議論する。

結論としては、APS は Push 型から Pull 型への転換によってインバウンドサプライチェーンの柔軟性を上げるが、その効果はアウトバウンドにおける部材調達の良し悪しに大きく影響を受ける。調達が基準生産計画をベースとしている限りは基準生産計画から受ける影響が大きく、柔軟性が十分発揮できない可能性もある。

## 2. サプライチェーンマネジメント

### 2.1 ネットワーク型サプライチェーン

サプライチェーンは基本的にネットワーク構造になっている。これは一般的に製品が複数の部品や原材料

からできており、それらを複数のサプライヤから購入していること、また最近の水平分業化の動きにより、複数の重要顧客へ納入するケースが増加していることからいえる。

以前では最終組み立て業者を頂点とするピラミッド型の企業系列階層があり、最終組み立て業者の需要がそれほど乱高下しなかったために、粗い精度の需要予測をサプライチェーンの各メンバが行うことにより、Push 型のマネジメントでも大きな問題とはなっていなかった。また、明示的に需要予測を行わなくても、需要の変動が緩やかであれば経験則により自然と対応ができるということや、市場自体が成長期であったために作ればいつかは売れるということもあり、特に柔軟性やスピードは要求されなかった。

しかし、近年では市場が成熟期に入り顧客の嗜好が詳細化しており、特定の製品としての需要は乱高下する傾向にある。さらに製品の短寿命化やビジネス自体の競争の激化による低コスト化なども影響し、それまでの Push 型の SCM では競争の優位性を保つのが難しくなっている。また、ある製品の需要増のタイミングに部品業者の能力が不足する一方、別の部品では部品業者の存続に必要な注文が長期間とれなくなるなど、単一の企業系列では部品メーカーの存続は難しくなっている。近年進んでいる水平分業化はこのような背景に基づくものであり、サプライチェーンの一部を独立させて複数のサプライチェーンに混入し、業務効率を高めることによって、需要の変動に対して強い体質を作るためのものである。

このように、木構造が中心であったサプライチェーンは水平分業化によってネットワーク構造へと変化している。また、SCM に求められているのは複数サプライチェーンの混流部分の交通整理であるといえる。

なりまつ かつみ

(株)東芝 研究開発センター

〒212-8582 川崎市幸区小向東芝町1

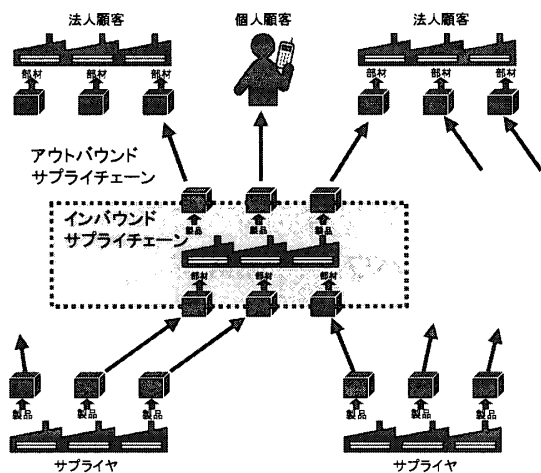


図1 インバウンドとアウトバウンド

## 2.2 インバウンド SCM とアウトバウンド SCM

サプライチェーンマネジメントの関係者で使われている言葉として、「インバウンド」と「アウトバウンド」がある。インバウンドとは、組織内部のマネジメントを指し、アウトバウンドは組織外部との調整のことを指す(図1)。

サプライチェーンマネジメントで全体最適を目指すには、インバウンド SCM の範囲を広げる方向とアウトバウンド SCM で効果を上げる方向の大きく二つの方向性がある。インバウンド SCM の範囲を広げる方法とは、顧客やサプライヤまでも自部門と同様に扱い、計画立案を行うことである。アウトバウンド SCM とはあくまでも別組織として個別に計画を立案することをベースとするが、互いに協調することである。

本稿では、これらを踏まえてインバウンド SCM、アウトバウンド SCM の現在の状況と今後の可能性について、特に APS の役割を中心に議論する。

## 3. インバウンド SCM

インバウンド SCM は、組織内のサプライチェーンマネジメント、すなわち自己組織にとっての直接の顧客/サプライヤとの関係を維持し、自己組織の利益を上げるために、内部の生産/調達計画を作成し、実行することである。

### 3.1 インバウンド SCM の一般的な構造

製造業を対象にした場合の、組織にとって基本的な入出力と機能を図2に示す。

この図は、需要予測・基準生産計画を中心に、単純なジョブショップスケジューラを使って SCM 活動を行う製造業の基本的な構造となっている。入力を受注、資部材納入、出力は納品および資部材発注である。

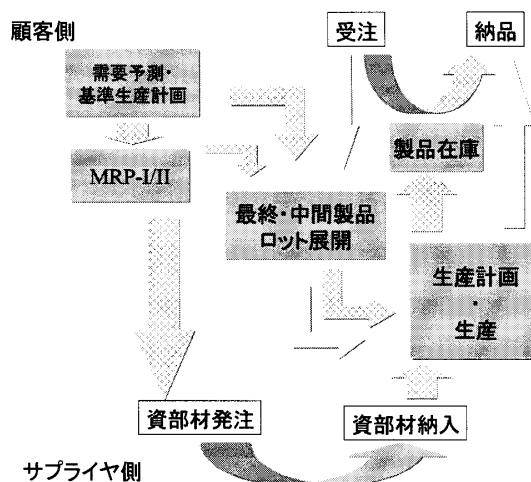


図2 従来の基本的な生産計画構成

この図では、生産の形態として受注生産と在庫生産の2種類を表している。受注生産品に対しては基本的には受注を受けてからロット展開し、あらかじめ需要予測と MRP (Material Resource Planning) によって事前発注されている資部材納入計画と内部リソースを使用する生産計画を立案し、生産して顧客に納品する。在庫生産品に対しては、需要予測を行って基準生産計画を立てると同時に MRP によって中間製品製造計画と資部材使用計画を立案し、資部材発注を行う。中間製品および最終製品は計画に基づいて製造され、顧客から注文が来た時点で製品在庫から納品を行う。MRP は必要な資部材や中間製品が存在することを保証するために作られたものであり、生産計画では主要な数種類の資部材だけを例外発生のための保険として考慮し、ほとんどの資部材は考慮せず計画立案することが多い。

このように単純なジョブショップスケジューラでは、基本的に内部資源制約のみを考慮して生産計画を立案するものであり、資部材の納入タイミングや中間製品の製造タイミングは MRP によってコントロールされていた。したがって基本的にはスケジューラで中間製品の同期を取る仕掛けはなく、MRP によって展開された中間製品ロットや最終製品ロットの開始がその部品供給によって事実上コントロールされるため、実際には MRP によって大枠のスケジュールがコントロールされ、スケジューラは詳細部分での不整合を解消する役割を担っていた。

これらの議論から、APS 以前では複数サプライチェーンの混流に対する交通整理については、需要予測と生産調整会議がほぼすべての役割を果たしていたといえる。

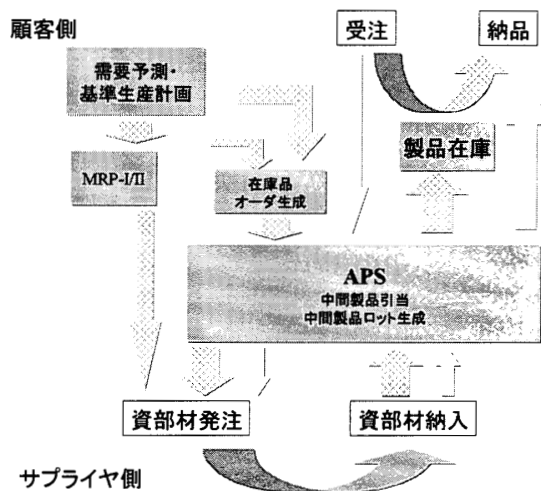


図3 APS導入後の生産計画構成

### 3.2 APSの導入と効果

APSの歴史や定義については様々な議論があり[3],ここでは深く議論しないが,簡単のためにAPSは中間製品の在庫引当や不足分の新規ロット展開機能をもったジョブショップスケジューラであるとする,少し言い方を変えると,MRPの機能を一部取り込み,中間製品の製造計画と最終製品の製造計画を同期させる機能をもつスケジューラであるともいえる.この機能によって,先に述べた一般的なSCMの構成は図3のように変化する.

図3では意識的に製品在庫をAPSの外側に位置付けているが,製品在庫自体もAPS内部で取り扱うことが多い.

APSは製造ロットに対して中間製品を引き当て,中間製品ロットのスケジュールと連動させたスケジューリングを行う.このとき,中間製品の欠品状況に基づいて新規中間製品ロットの新規作成を行う機能によってPull型の生産システムが構築できるのが一つの大きな特徴となる.

しかし,在庫品生産向けの汎用部品などについては,需要予測があればMRPで先行発注した方が受注時にすばやく対応ができるため,需要予測によるPush型とAPSによるPull型の混合になっていることが多い.APS以前では少量品種の製品についても中間製品や基本部材についてMRPによってロット展開していたため,実受注による計画との乖離によって時間的ロスや数量的ロスが発生していたところを,APSでオーダ投入時に自動的に中間部品の直接引当やロット生成ができるようになったため,少量品種に対して有利になったと考えられる.多品種少量化は世の中の流れでもあり,APSはこの流れに沿ったものである.

このように,APSは複数サプライチェーンの混流に対する交通整理としては,部分的にPull型のしくみを導入することで生産調整会議からMRP展開される中間製品計画を柔軟に変更可能にし,短期の需要変動に対する調整を可能にしたといえる.

## 4. アウトバウンドSCM

アウトバウンドSCMは,組織外部のサプライチェーンマネジメント,すなわち自己組織にとっての顧客/サプライヤの関係をコントロールすることである.

アウトバウンドSCMで重要なのは,自律性とWin-Winの関係構築である.

### 4.1 インバウンドの範囲を広げる方向性の功罪

全体最適を目指すには,インバウンドの範囲を広げるといのも一つの方法である.社外のサプライヤもパートナーという位置付けで一括最適化計画に組み込むというやり方である.

原理的には,それぞれが製造する製品や部品の種類と価格,必要な資源とそのキャパシティなどがすべて決まった状態で,さらにある企業グループの集団が規定できるとすれば,その企業グループにとっての顧客の需要からグループにとってのサプライヤの供給力などを考慮し,一括してコントロールを行うことによりグループ内の利益を考えた最適化が可能である.

しかしながら,インバウンドの範囲が広くなればなるほど,内部のモデル精度が粗くなる傾向にあり,目的的效果が得られなくなる可能性がある.また,インバウンドの範囲すべてが一つの需要予測に頼った生産計画を強いられることになり,需要予測が当たらなかったときの影響がインバウンドの範囲が広ければ広いほど大きくなる.さらに,グループ内のメンバが個別に意思をもたずに機械的に業務をこなすような組織になりやすく,企業の成長に必要なイノベーションが起りにくくなり,結果としてメンバの成長力が削がれる危険性さえ生じかねない.

このように,インバウンドの範囲を広げることにはデメリットも多く,適正な範囲でインバウンドSCMを行い,全体最適に向けてアウトバウンドSCMに力を注ぐべきである.特に,各メンバが周囲のメンバと協調しつつ,自分の利益を上げるように自律性を保つことが企業の成長にとっても重要である.

これらの議論から,アウトバウンドSCMに必要なことは,「自律性を保ち,個別最適を前提としながら,全体として調和して無駄のないマネジメント」という

ことになる。

#### 4.2 一般的な方向性

アウトバウンド SCM に関しては、VMI (Vendor Managed Inventory) および CPFR (Collaborative Planning Forecasting and Replenishment) と呼ばれる需要予測の共有による全体最適化のコンセプトが提唱されている。

VMI は顧客側の在庫状況を見てベンダ側の責任で補充を行う方法であり、すでに多くの取引で実際に行われている発注形態である。顧客側にとっては在庫管理の手間が少なくなり、サプライヤ側にとっては自部門の都合を反映して納入することができるというメリットがある。しかし、顧客側とサプライヤ側の責任範囲を明確にするのが難しく、顧客側の急な需要増にどこまで対応するか、その場合のコストをどちらがどこまで負担するかなどを決めておかないと、ただ単に顧客側の在庫を単にサプライヤ側に押し付けただけとなる可能性もある。

CPFR は顧客とサプライヤの需要予測を互いに開示し合い、差分を調整していくことによって顧客-サプライヤ間の不整合をなくすというコンセプトであり、いくつかのベンダがこのコンセプトを提唱し、対応するソフトウェアツールなどの提供を始めている。このコンセプトは、需要予測自体が難しいため実際の効果がやや上がりにくいのと、需要予測が外れたときの責任の決め方が難しいという問題点があるが、これらの問題がクリアできれば効果は大きいと考える。

また、CPFR は VMI を補完するものと位置付けることができる。CPFR は VMI が過去の実績だけから今後の在庫レベルを判断しがちとなる欠点を克服し、将来的な計画を加味することで互いの意図を反映させるものである。

#### 4.3 APS にとってのアウトバウンド SCM の重要性

APS は部材納入計画や自部門保有リソースを制約条件にして Pull 型の計画システムを提供するインバウンド SCM であるが、アウトバウンドとの協調が重要である。APS によって行われる納期回答は、予定納入部材をベースにしたものであり、部材発注が間に合わなければ納期遅れの回答となる。回答すること自体にも意味はあるものの、希望納期に合わない状態が続くことには問題があり、先手を打って部材調達ができるだけ同期するようにサプライヤとの連携が必要になる。このため、サプライヤからの供給部材について

は VMI/CPFR によつて的確な補充を受け、受注可能性がうまくコントロールされることが必要になる。また、一部の顧客に対して VMI 形態をとることも多く、顧客側とサプライヤ側の両方について CPFR でのすり合わせが必要になる場合もある。

### 5. 現状のまとめと問題点

これまで見てきたように、APS は Pull 型生産のしくみを提供することによってインバウンドの柔軟性を上げるものである。柔軟性とは、客先からの要求に対して答えられる範囲を増やすことであり、客先から提示された要求に対してリーズナブルな納期回答がより多くできるということが APS の効果といえる。

ただし、APS にも VMI や CPFR といったアウトバウンド SCM による適正部材調達のサポートが必要であるが、部材調達は需要予測や基準生産計画がベースとなっていることが多い。通常基準生産計画を作成するために製品の製品間利害関係調整を行う生産調整会議が開かれるが、生産調整会議はそれほど頻繁にできないため、一度決まった基準生産計画は変えにくく、APS となじみにくいという問題がある。また、VMI については責任の所在が不明確になり、結局サプライヤの好意に頼る形となるという問題がある。

### 6. 次世代の SCM に向けて

東芝ではこれらの現状の問題点に対応するために、新しい SCM 手法および計画エンジンの研究開発を行っている[4]。

従来の APS がオーダに対する納期回答がメインの機能であったのに加えて、製品毎の余力情報を顧客側に提示する機能を追加し、顧客とサプライヤがより密接に連携できるようにする。余力とは、部材や設備において、すでに計画したオーダの使用部分以外、すなわち、まだ引当が行われていない部材や設備を使って生産可能な製品の量を時間バケット毎に表したものである(図4)。

余力を参考にして顧客側が発注を行い、サプライヤ側では受注に対して計画を立てて実施可能かどうかもしくは納期を回答する。この計画によってリソース使用状況が変化するため、それに応じてまた余力が変化し、顧客側に通知される。このため、余力があってもリソースを共有している別の製品に注文が入ると、次のタイミングでは余力がなくなっているという場合があることが前提となる。したがって、余力は製品毎の

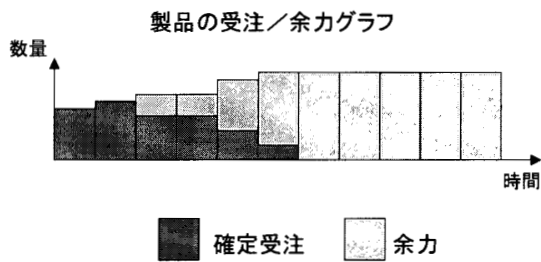


図4 製品毎の余力

受注キャパシティを保証するものではないが、製品や部材毎におおよそのリードタイムは把握できる。

### 6.1 インバウンド SCM への効果

この余力情報の時間的推移を見ながら営業活動を行い、発注のタイミングを製品別に捉えることができる。余力にかなり余裕があり、リードタイムが短いときには不確定な受注案件については生産の確定を遅らせて失注リスクに備え、余力がなくなってきてリードタイムが長くなっている場合には在庫を抱えるリスクを考慮したうえで先行発注をかけて機会損失リスクを小さくするといったように、製品別の需要状況と供給状況を考慮して発注のタイミングを調整することができる。

この需給調整作業は製品もしくは製品ファミリー単位で独立に行うことができ、それぞれの製品に対するプラン変更が与える影響は他の製品の需給状況に短時間で反映される。このように、製品毎の需給状況に合わせた需要予測/発注のしくみを整えることにより、製品間で独立した状況対応型の Pull 型システムが構築できるというメリットがある。また、先行発注リスクを、製品を出荷する部門で負うことによって生産調整会議を行う必要がなくなる可能性もあり、製品毎の意思決定の独立性と自律性を高め、組織全体としての柔軟性とスピードが上がると考えている。

また、製品にとって最も長いリードタイムの部材に部品使用計画を同期させるという効果もある。これにより、発注点方式などの在庫補充方式などに比べ、早い段階で在庫を抱えるリスクを押さえ、使用するタイミングに在庫補充を同期させながら受注可能性の判断が可能になる (図5)。

### 6.2 アウトバウンド SCM への効果

サプライヤは製品毎に余力情報を提供するため、この余力情報をリソースの余力情報として顧客側の計画に反映させることによって、顧客側では余力範囲を参考にして追加発注を前提とした計画を作成し、サプライヤに対して自動的に発注オーダをかけることができる。このようにサプライヤの余力を考慮に入れて受発

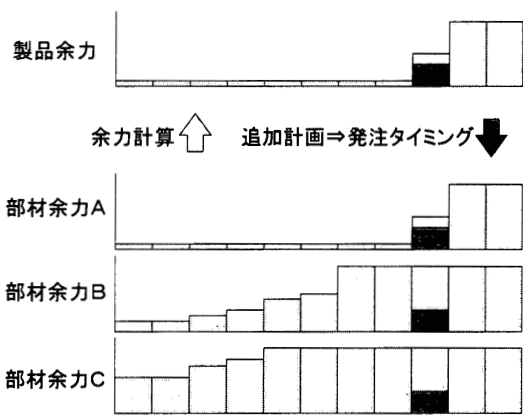


図5 ネット部材への発注タイミングの同期

注のタイミングをコントロールすることで、サプライヤ側のキャパシティの動向を自分の計画に組み込み、さらには顧客の計画にまで反映され、サプライチェーンをスルーした連携が可能になる。この連携はサプライチェーンがネットワーク状になっていても、同じように扱うことができる。

## 7. おわりに

本稿では、ネットワーク状のサプライチェーンに対する APS の役割は、Pull 型のコントロール機能を提供することによってインバウンド SCM の柔軟性を高めるものであることを述べた。また、アウトバウンド SCM での適正な部材補充が APS を使ったインバウンド SCM にとっても非常に重要である。最後に基準生産計画や生産調整会議の問題についても触れ、今後のために社内で行っている取り組みについても述べた。APS の提供する Pull 型システムからもう一步踏み込むことによって、企業や部門がサプライチェーンの複雑な絡みから自律性を確保し、顧客やサプライヤとも共存共栄を目指した Win-Win のネットワークが構築できるものと考えている。

### 参考文献

- [1] 黒田充 (編著): 「サプライチェーンマネジメント」, 朝倉書店, 2004.
- [2] 中野和夫: 「スケジューリング技術の変遷と APS ソフトウェア」, システム/制御/情報, Vol. 45, No. 1, 2001.
- [3] 近能善範: 「自動車部品取引のオープン化とサプライチェーンマネジメントの今後の課題」, オペレーションズ・リサーチ, Vol. 48, No. 12, 2003.
- [4] 成松克己他: 「次世代 SCM ソリューション」, 東芝レビュー, Vol. 58, No. 12, 2003.