

次世代SCMソリューション

Surplus Resource Based SCM Solutions

成松 克己

NARIMATSU Katsumi

福本 勲

FUKUMOTO Isao

鳥居 健太郎

TORII Kentaro

東芝及び東芝ソリューション(株)は、製造余力を媒介にして複数のエンジンが協調して動作する、自律協調型の次世代SCM(Supply Chain Management)エンジンを開発した。

従来のシステムは、すべての工程を一元管理することで全体的なリソース稼働効率を高めようとするものが多い。しかし、近年ますます拡大する需要の変化に柔軟に対応するために、サプライチェーンがダイナミックに組み替わることを前提としたマネジメントシステムが求められてきている。

新しいシステムは、これらの変化に対応可能なアーキテクチャとして、SCMエンジンの複数部門導入により、ネットワーク上で製品ごとの余力を交換しながら需給変動に対応していく、リアルタイムなSCMソリューションを実現する。

Toshiba and Toshiba Solutions Corp. have developed a next-generation supply chain management (SCM) engine. This engine cooperates with other engines in autonomous distributed architecture in terms of available manufacturing resources (surplus resources).

Conventional systems take a centralized approach to improving total throughput. However, there is increasing demand for the capability to cope with dynamic changes in supplier-customer relationships and quick response to demand fluctuations.

Our system solves this emerging problem by means of distributed SCM engines connected to each other as a network. Using surplus resources calculated by the SCM engines in the network supply chain, we can realize real-time planning solutions coping with uncertainties in demand.

1 まえがき

SCMは、調達・製造・販売をトータルにコントロールすることで在庫ロスと販売機会ロスを最小化し、キャッシュフローを最大化する考え方であり⁽¹⁾、1990年代から多くの製造業においてシステム化が進められている。東芝でも、国内企業としてはかなり早い時期からi2 Technologies社のSCP(Supply Chain Planning)製品を導入するなど、SCMに関して先進的な取組みを行ってきた。

現在主流となっているSCMのシステム及びパッケージソフトウェア製品は、全体最適を目指すために、一元管理を前提とした最適化を行うものがほとんどである。具体的には、需要予測及び確定した受注に対して効率よく生産するために、関連するデータを1か所に集めて生産配分の最適化計算を行う。

この一元管理によるシステムは、サプライチェーン構成における設備使用効率を高めるといったメリットがある。ただしこのメリットは、事業成長期に需要が生産能力を上回ることによって需要の予測と実際のずれが問題にならない場合に有効である。事業が成熟期に入って需要と供給の能力が均衡してくると、需要の変動に対応するために、生産配分やサプライチェーン構成自体を変えていく柔軟性が重要となる。一元管理によるシステムでは、扱うデータ量の大きさから計

画サイクルを短縮するのが難しいため生産配分を変更しにくく、全体のデータの整合性を保つために、システムとしてサプライチェーンの構成を変えにくいという問題点がある。

更に、一元管理の範囲が大きすぎると、個々の部門や企業の間での責任関係が不明確になる傾向が生じる。全体として立案された計画に対して誰がどのように責任を持つのかという課題は、企業間をまたがる場合には避けられない。

このような現状のSCMシステムの課題を解決するために、われわれは製造余力を媒介にして複数のエンジンが協調して動作する自律協調型の次世代SCMエンジンを開発した。部門や企業に顧客とサプライヤーの構成を調整できる自由度を持たせてサプライチェーン構成の柔軟性を上げ、製品ごとの余力情報を活用することで生産配分の柔軟性を上げる。

2 次世代SCMエンジンの概要

2.1 位置づけと従来技術

次世代SCMエンジンは、工場内及び工場間・企業間の両方の場面でのリソースプランニングに使用される。

従来、工場内リソースプランニングの技術としてはAPS(Advanced Planning and Scheduling)があり、これはオーダーのスケジューリングを行う生産スケジューラに、不足中

間部品のロット展開など資材所要量展開機能を付加したものである⁽²⁾。また、工場間・企業間リソースプランニングはSCPと呼ばれ、BOM(Bill Of Materials)と呼ばれる製品 - 部品構成と運送経路から各工場での生産量配分を行う技術である。どちらの技術も、生産要求に対して必要な工程と使用する機械や部材を確保しながら出荷する時刻と数量を回答し、これに伴う各部材や機械の使用計画を立案する点では共通している。SCPは数量計画にフォーカスし、搬送や物流も取り扱うことによって工場間・企業間の計画に特化したものと言える。

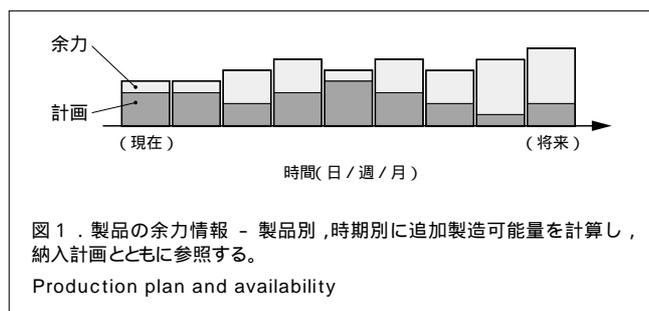
また、APS及びSCPは共に、事前の生産配分調整による部材の先行発注が行われる場合が多い。生産要求があった時点でサプライチェーン範囲の末端にある部材を調達しようとしても間に合わない場合が多いため、需要を予測して先行発注を行うことによりレスポンスを速め、販売機会ロスを減らすためである。先行発注された部材は、納入計画としてAPS及びSCPの制約条件となる。

次世代SCMエンジンは、単体としてはAPSと同様に工場内を中心とした計画作成を行うが、複数のエンジンをネットワーク接続することによって、SCPが使われるケースまで使用することができる。

2.2 技術的特長

2.2.1 製品ごとの余力情報 次世代SCMエンジンと従来のSCMシステムとの最大の違いは、製品ごとの余力情報を提示する技術にある。製品ごとの余力とは、既に計画されて使用が決まっている部分以外のリソースを使用した場合における、製品ごとの製造可能な最大数量である。この余力は時間帯ごとに計算され、それらが時系列的に並べられると、現時点でどの時期にどのくらいの発注が可能であるかを把握することができる。この情報を媒介としてサプライチェーンの上流側と下流側へ受発注を行うことによって、より緊密な連携を行うことができる(図1)。

製品ごとの余力計算では、製品への共有リソースの配分計算は行わない。したがって、ある時点で余力が存在しても、少し時間が経つと、その間に要求された他の製品などに使用されることによって、余力がなくなっている可能性がある。そのため、余力通知はできるだけ多頻度で行い、リアルタイムに近い状態で余力が参照できるようにする。従来のシステム



では、実際に部材を発注し納入計画が立案されてからでないと、その部材を使った製品の受注可能性が判断できないが、次世代SCMエンジンでは、余力情報によってどのような製品がいつごろであれば発注可能かを随時把握できる。

このように、製品ごとの余力情報によって顧客とサプライヤーがより緊密に連携できるようになる。

2.2.2 差分計算 次世代SCMエンジンは全計画を一度に立案するだけでなく、以前に立案された計画をベースに、変更された差分だけについて計画調整を行う機能を持っている。すなわち、全体スケジュールのうち、変更したいものだけが再計画対象となり、その他の計画は固定される。

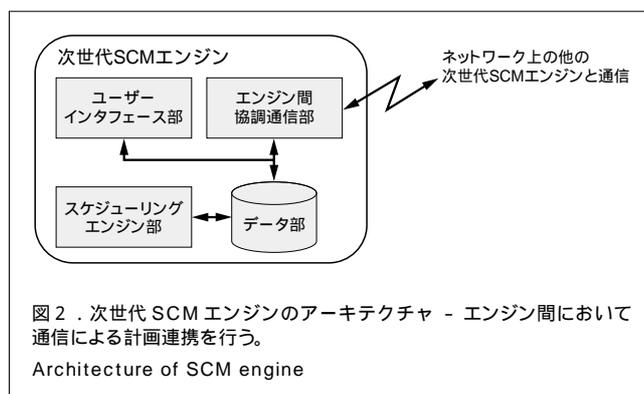
多くのAPSに用いられているスケジューリング技術では、アクティビティの順序計画を立案し、作業指示に使用することが目的となっていることが多い。このため、部分的再計算では固定したアクティビティを調整する自由度がなく、虫食い状態となってリソースの使用効率が低下する可能性がある。これを避ける目的で全体を再計画することが多い。

次世代SCMエンジンはリソース負荷計画に主眼を置いており、工数配分を中心とした計画を立案する。現場で詳細な順序計画を行うための調整余裕を設けることにより、部分的な再計画によるリソース使用効率の低下を避けている。

2.2.3 エンジン間通信機能 次世代SCMエンジンのアーキテクチャを図2に示す。次世代SCMエンジンは、スケジューリングエンジン部、エンジン間協調通信部、ユーザーインタフェース部及びデータ部から成る。スケジューリングエンジン部はオーダーの数量計画及びスケジューリングを行い、エンジン間協調通信部は異なる部門のエンジン間の通信を行う。

スケジューリングエンジン部は常に動作させておくことを想定している。エンジン間協調通信部はインターネットとイントラネットの両方に対応し、顧客やサプライヤーなどに導入されたほかの次世代SCMエンジンへ変更された計画を通知する機能を備えている。

例えば、サプライヤーとの契約が必要な新しい部材がデータとして追加されると、エンジン間協調通信部がサプライ



ヤー側のエンジンと通信し、コネクションを確立する。コネクションが確立すると、サプライヤー側のエンジン間協調通信部が余力情報を送信し、余力情報は部材の最大発注可能量として更新される。スケジューリングエンジン部によってこの部材がオーダーに割り当てられると、その部材のサプライヤーに対する発注がエンジン間協調通信部により行われ、サプライヤー側のエンジンで計算された結果が回答される。

3 次世代 SCM エンジンのメリット

前述のように、次世代 SCM エンジンは製品ごとの余力情報提示と差分計算の機能、また、ほかのエンジンと通信を行いながら動作するアーキテクチャを備え、これらによってリアルタイム、ネットワーキング、ダイナミックの三つのメリットをソリューションとして提供する。

3.1 リアルタイム

従来の一括計算によるシステムにおいては、対象サプライチェーンの範囲が広い場合にモデル精度の悪化やバッチ処理時間の長大化という問題が起きる。バッチ処理の間隔ではより多くの計画調整要求が発生し、次のバッチタイミングに持ち越されるため、バッチ処理間隔が長いほど多くの計画調整が一度に集中する。

次世代 SCM エンジンでは、ネットワーク状の自律分散システムの形態により、モデル精度の確保とバッチサイクルの短縮を図る。個々のエンジンが扱うデータの大きさをある程度に抑えることによって、個々のエンジンにおけるバッチサイクルの長大化を防ぎ、製品ごとの余力情報によってエンジン間の調整を効率化して、トータルとしてのレスポンスタイムを短くできる。また、差分計算機能によってスケジューリングの対象を絞ることができる点も、リアルタイム性の向上に役だっている。

バッチサイクルが短縮されてリアルタイムに近づくことによるメリットは、以下の二つが考えられる。

- (1) オーダーに対する回答のレスポンス速度が上がり、販売機会ロスが低減できる。
- (2) 1回の再計画における計画修正の量を減らし、計画の連続性を高めつつ製品ごとの余力情報を活用することにより、製品ごとの余力状況を見ながら各製品の手配数量を少しずつ修正する運用が可能となる。これにより、製品間の数量配分を確定するタイミングを遅らせ、需要予測の不確実性を吸収することができる。

従来システムでは、部材先行発注及び全体的な効率を高めるため、事前に計画された生産配分が生産・販売目標となる。この計画に合わせて部材の先行発注と販売計画を調整し、受注を計画するといった運用が多い。

更に計画段階では、全体的な効率を高めるために生産能力を100%使いきることを前提に生産計画を作成する。この

状態で需要の変動に対応するために製品ごとの数量配分を変更するには、増量する製品と減量する製品を人間系で選択する運用が必要であり、この調整に手間が掛かるという問題がある。

一方、次世代 SCM エンジンでは、時間の経過による製品ごとの余力情報の推移と不確実性を含めた需要予測の推移を見ながら、製品ごとの数量を修正していく運用形態を想定している。需要予測の精度が低い将来時点の配分量を減らし、生産配分を確定する時期を消費点に近づけることによって、需要予測の精度を高めて在庫ロスや販売機会ロスを減らす効果が期待できる。

3.2 ネットワーキング

次世代 SCM エンジンは部門ごと又は企業ごとに配置され、エンジン間はネットワークで結ばれる。エンジン間の関係はすべてピアツーピア(peer-to-peer)の顧客やサプライヤーとの関係として扱われる。各エンジンが複数の顧客、複数のサプライヤーとピアツーピアの関係を持つことによって、ネットワーク状のサプライチェーンを構成する。

従来一括計算のモデルでも、モデル内の定義においてはネットワーク状のサプライチェーンを扱うことができる。しかし、規模が大きくなるとすべての情報を一括計算の中に盛り込むことが難しくなり、実際の現場での運用と一括計算の内容が乖離(かいり)しやすくなる。特に、細かな組織変更やリソース構成の調整など、個々の組織がそれぞれ目的を持って改善を行うような場合にも、全体として管理しているモデルに反映させるかどうかを、統括部門に問い合わせ調整する必要が生じる。

次世代 SCM エンジンでは、エンジンごとに部門データとビジネスモデルを個別に実装することができ、個々の部門の意思をシステムに反映することができる。特に、自社と取引のあるサプライヤーが自社以外の顧客とも取引があるような場合でも、互いに次世代 SCM エンジンが導入されていれば余力情報を介した計画連携が可能となり、ボーダレスのサプライチェーンを実現できる。

3.3 ダイナミック

従来一括計算によるシステムにおいては、先にも述べたように、集中管理されているデータを管理する統括管理部門と現場部門が分離しやすい。統括管理部門が積極的にサプライチェーン構造の変革のための現場の改善を行っていかないかぎり、需要の変動に対応したサプライチェーン構造自体の改革は難しい。このため、一度サプライチェーンモデルを構築すると、実質的に変更が行われず、固定的になってしまうケースが多い。

次世代 SCM エンジンでは、個々のエンジンがエンジン間の接続構成のデータを持っており、各企業又は各部門が独自の判断でよりコストの低いサプライヤーを探し、サプライヤー

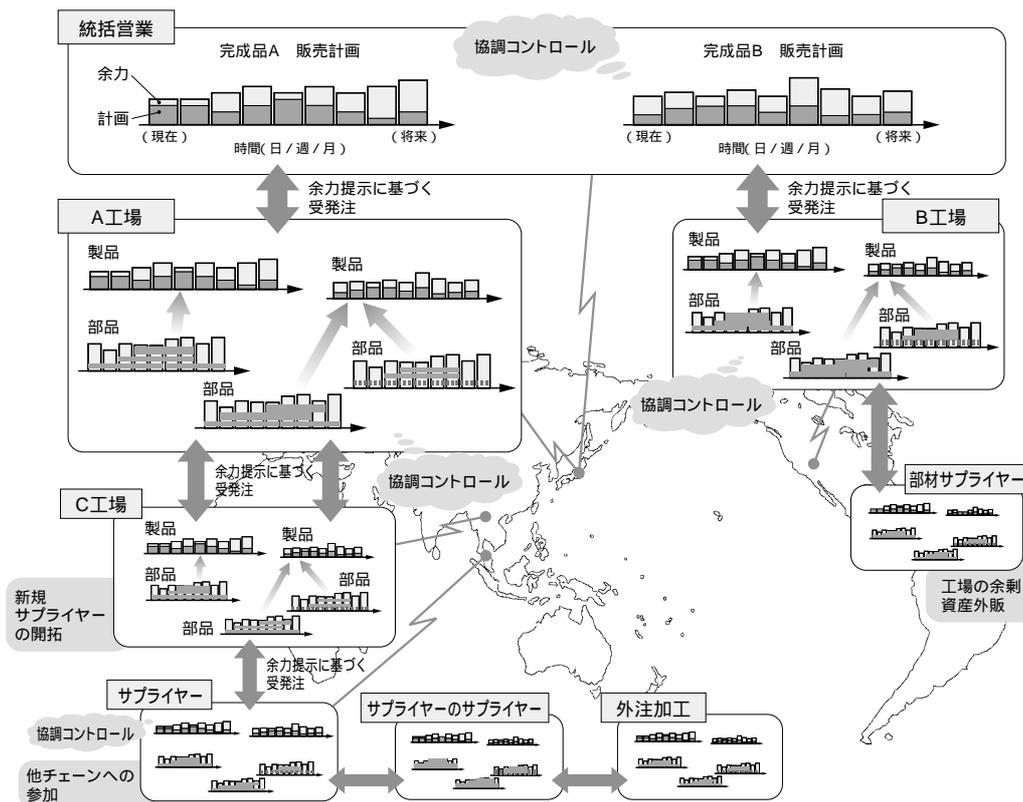


図3 . 次世代SCMエンジンの運用モデル - 企業内・企業間を問わず、顧客とサプライヤーの関係として計画連携を行う。
Cooperative planning network model with SCM engines

の追加や切替えを行うことが容易となる。また、製品ごとの余力を営業や調達のアクションの判断材料としても使うことができる。例えば、余力の多い製品については、独自に新規顧客を開拓するための営業活動に注力し、余力の少ない製品に対しての受注制限又はサプライヤーの追加によるリソースの増強などのアクションを検討できる。

このように、キャッシュフローや収益性を向上させるために、各部門がそのときの受注状況及びリソース充足状況に応じて、独自の判断でサプライチェーンの構造を柔軟に変化させることができる。

4 あとがき

次世代SCMエンジンは、余力情報を媒介にして複数のエンジンが連携してサプライチェーンを構成する。これにより、サプライチェーン構造の柔軟性を高めるとともに、余力情報を活用することで、サプライチェーン全体をスルーした生産能力の可視化を実現し、リアルタイムな生産調整によって生産配分の柔軟性も高めることができる(図3)。

更に、需要変動への迅速な対応を実現することで、設備・資産の最大ポテンシャルを発揮し、ROA(総資産利益率)向

上、スループット最大化の実現につながると思う。

このソリューションは、今後SCMソリューションの一つとして展開していく。

文献

- (1) SCM研究会 . 図解サプライチェーンマネジメント . 東京 , 日本実業出版社 , 1999 , 228p .
- (2) 中野一夫 . 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 . 45 , 1 , 2001 , p.12 - 15 .



成松 克己 NARIMATSU Katsumi

研究開発センター システム技術ラボラトリー研究主務。
生産計画システムの研究・開発に従事。日本OR学会、日本スケジューリング学会会員。
System Engineering Lab.



福本 勲 FUKUMOTO Isao

東芝ソリューション(株)ソリューション第三事業部 クロスインダストリーソリューション部主任。SCM業務システムのコンサルティング及びシステムインテグレーション業務に従事。
Toshiba Solutions Corp.



鳥居 健太郎 TORII Kentaro

研究開発センター システム技術ラボラトリー。
生産、物流、交通などにおける計画システムの研究・開発に従事。
System Engineering Lab.