

グローバルな事業環境変化に対応する サプライチェーンマネジメント技術

Supply Chain Management Technologies in Global Business Environment

野本 多津

Nomoto Tazu

五十嵐 健

Igarashi Ken

田口 謙太郎

Taguchi Kentaro

勝部 直行

Katsube Naoyuki

船木 謙一

Funaki Kenichi

宇於崎 雅康

Uozaki Masayasu

製造業を取り巻く事業環境が目まぐるしく変化する中、企業は激変する環境にサプライチェーン全体を迅速かつ柔軟に対応させ、グローバルな環境の下での競争優位性を築く必要がある。

日立グループは、事業環境の変化に対応したサプライチェーンマネジメントを実現する施策として、生産計画や需給調整だけでなく、工場・倉庫などの施設配置や工場が保有する生産能力などもあわせて見直すことによって、サプライチェーンの最適化を実現するサプライチェーンマネジメント技術を開発し、グループ内はもとより社外の顧客へも適用している。

1. はじめに

製造業は、急速な需要の冷え込みや新興国市場の拡大、原油価格や為替の変動など、従来は想定しなかった大きな事業環境の変化に直面している¹⁾。これらの大変化にすばやく対応できるサプライチェーンの構築・運用は、業務効率改善や納期をはじめとした顧客サービスの向上だけでなく、グローバル競争に勝ち抜くための必須条件となっている。

従来、生産・販売・調達や需給調整などを行うための計画業務は、需要変動に合わせた実行可能な計画をいかに迅速に作成するかが第一の要件とされてきた。しかし、先に挙げたような事業環境の変化に対応するためには、今まで計画業務において既定の条件と見なしてきた、工場・倉庫などの施設の配置、工場が保有する生産能力、在庫配置場所などについても見直しが必要となる。日立グループは、事業環境の変化に対応したサプライチェーンを実現するための施策として、これまでは制約とされてきた工場・倉庫などの施設の配置、工場が保有する生産能力、在庫配置場所などの条件を、調整可能なパラメータとして計画業務の中で見直すことができるようにし、事業環境変化対応力を拡大するサプライチェーンマネジメント技術を開発して、

日立グループ内だけでなく顧客へも適用している。

ここでは、事業環境変化に対応するサプライチェーンマネジメント技術と、適用事例について述べる。

2. サプライチェーンマネジメント技術

日立グループが考えるサプライチェーンマネジメントは、サプライチェーン設計、サプライチェーン計画、サプライチェーン可視化から構成される（図1参照）。

サプライチェーン設計とは、工場や販売などの拠点配置、物流経路決定、在庫配置などサプライチェーン構成を決めることであり、コストやキャッシュフローなどが評価基準となる。サプライチェーン計画は、所与のサプライチェーン上の運用に関する計画、調整、連携、指示、統制などを含み、運用の効率や精度、信頼性の向上に重要である。生産・販売・調達計画や需給調整などの業務はこの領域に含まれる。サプライチェーン可視化は、サプライチェーン上で起こっている事象の把握と経営に資する情報への変換であり、情報・通信技術の発展が直接貢献する領域である。これら3領域それぞれがサプライチェーン上の変動に対して迅速に連携して機能することが求められる。特に事業環境の変化に伴い、サプライチェーンが計画どおりに機能しなくなった際には、サプライチェーン設計の変更も視野に入れたサプライチェーン計画の見直しが必要である。

サプライチェーン設計に関する技術と、サプライチェーン計画に関する技術をそれぞれ以下に述べる。

2.1 サプライチェーン構成最適化

サプライチェーンのグローバル化を進めると、モノの流れが地理的に広がり、輸送距離も長くなるため、輸送中の貨物や多拠点に散在する仕掛かり・需要変動に備えて持つ安全在庫は増大しがちである。これらの仕掛かりや在庫が

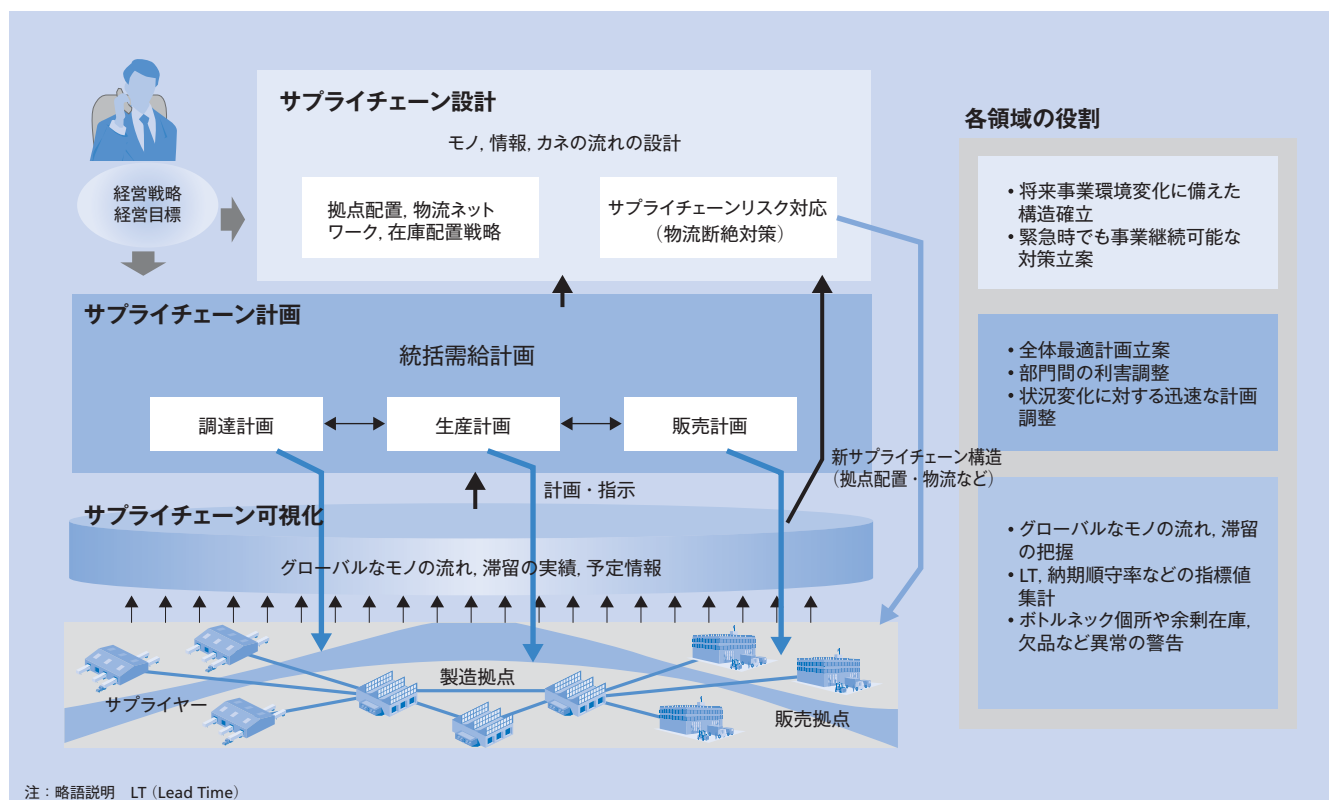


図1 | 日立グループが考えるサプライチェーンマネジメント

事業環境の変化において、サプライチェーン設計、サプライチェーン計画、サプライチェーン可視化の各領域での役割を示す。

発生する場所および量は拠点の配置や供給リードタイムに依存するため、サプライチェーン設計時には、需要変動に伴う仕掛かり量や在庫量の大小も考慮すべきである。一般のサプライチェーン設計では、施設配置を決めてから在庫配置および安全在庫量を定めるという段階的方法がとられている²⁾。しかし、この方法では製造・物流費は下がるものの在庫費が膨らんでしまうことがある。例えば、コストの安い拠点に生産拠点を置いたものの、輸送リードタイムが長くなり輸送中在庫が増えるというような問題である。在庫費も含めたトータル費用が少なくなるような構成にするためには、施設配置と在庫配置を同時に考慮してサプライチェーン構成を設計する必要がある。ところが、在庫の最適な配置場所を決めるための在庫量計算式は複雑であり、一般の最適化ソルバーで解くと計算量が膨大になる。

日立グループは、在庫量計算の処理を最適解探索計算の外に出すことにより、コストが最小となる施設配置と在庫配置、および安全在庫量を同時に求める最適化技術を開発した。計算量は、一般の最適化ソルバーと比較して、百分の一に抑えることができた。現在、日立グループのサプライチェーン構成設計に活用している。

2.2 生産能力可変型生産計画最適化

事業環境変化に伴って予想以上の需要変動が起きた場合には、生産品目を何に変更するかといったプロダクトミッ

クスの見直しだけでなく、総生産量として幾つ作るかという規模の見直しも求められる。しかし、生産量を減らすと、生産能力として確保している作業員や設備の遊休を招き、増やすと追加の人件費や設備費が必要となる。従来は、遊休や追加の手配に伴うロスを避けるため、生産能力手配後に需要が変動した場合は、生産量の変更を残業の増減などの微調整にとどめ、その範囲で生産品目を変更することで在庫調整することが多い。ところが、すべての製品の需要が落ち込むといった変動が起きると、残業の削減だけでは調整しきれず、在庫量が増加する(図2参照)。

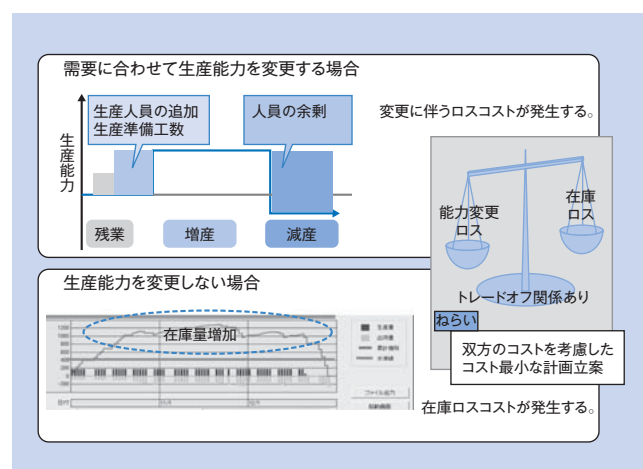


図2 | 生産能力可変型生産計画の課題

需要に合わせて生産能力を変更する場合にも、生産能力を変更しない場合にもコストが発生する。双方のコストを考慮した計画立案が必要である。

以上のように、生産能力の変更に伴うコストと、必要以上に在庫を持つロスにはトレードオフ関係があるため、需要変動に対して、ロスが最小となる計画を立案するためには、生産計画作成時に、双方のロスを考慮した計画立案が必要である。しかし、生産能力の変更は生産現場で対応できるかを、現場管理者と調整する必要がある。対応できるとしても、生産現場では遊休や設備の変更を避けようとするため、なぜ変更したほうがよいかを説明する必要がある。これらの調整・説明には手間がかかる。

日立グループは、生産能力の増減費用と、在庫費用とのトレードオフを考慮して、生産能力と生産計画の両方を同時に立案する生産能力可変型生産計画最適化技術を開発した³⁾。生産能力の増減は、設備数や作業員数といった、整数で解を求める必要があるが、一般に、実数と比較して整数を求めるのには計算時間を要する⁴⁾。この技術では、生産能力の増減を、整数条件よりも組み合わせ数が少なくて解きやすい選択枝条件、例えば「n日に設備を増やす／増やさない」、「m日に作業員をx人にする／しない」と定義することで、計算時間を抑えている。この技術により、生産能力計画と生産計画を同時に立案でき、生産能力の増減と在庫発生を明確に示すことができるため、生産現場を含めた納得性の高い計画立案が可能となる。

2.3 挽回日程計画立案

現在のサプライチェーンは、販売拠点はもちろんのこと、供給拠点多く国境を越えて広がる。これは、サプライチェーンが製品需要の変動だけでなく、サプライヤーからの部材供給変動の影響を受けることを示唆する。部材の供給が遅れて顧客の要求納期どおりに生産できない場合には、挽(ばん)回して納入可能な日を明らかにするために「いつなら生産可能か」という挽回日程計画を立案する必要がある。部材の供給状況や製品の需要は逐次変動しているため、その変化が計画のどこに影響するかを即座に把握し、どのように生産日程を変更するかを迅速に決定する仕組みが求められる。

現在普及している生産計画システムの多くは生産日程変更機能を備えているが、その機能とは、人が画面などから入力した要求条件(納期・数量など)に対して再計算するものである。「いつなら生産可能か」がわからないと、実行可能な納期を探るために、要求条件入力と再計算を何回も行わなければならない、計画立案工数が大きくなるという問題がある。そこで日立グループは、挽回日程計画技術を開発した(図3参照)。

この技術では、MRP (Material Requirements Planning) 展開で部材不足、もしくは生産能力不足となった需要計画

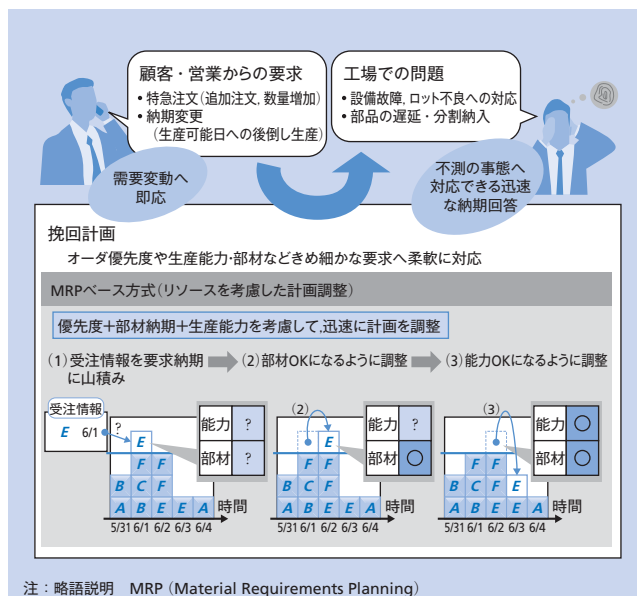


図3 挽(ばん)回日程計画技術

受注情報に基づき、部材の納期と生産能力を見て、生産可能な最早日を高速に計算する。

について、部材の入庫予定日(能力不足の場合は生産可能日)からMRPを逆にたどるように製品完成に向かって日程計算することにより、挽回が可能な最短期を計算する。このとき、内蔵した計算順序制御アルゴリズムにより、同じ部材の所要量計算をまとめて処理できるようにし、高速化を図っている。共通部材がある場合には、製品の供給可能量が最大となるように部材を配分することも可能である。この技術により、人手で納期を探らなくとも、自動で実行可能な日程計画を作成することができるため、計画立案時間の短縮が期待できる。

3. サプライチェーンマネジメント技術の適用事例

前述したサプライチェーンマネジメント技術は、サプライチェーンプランニング製品「SCPLAN」に搭載し、製造業向けソリューションとして社外の顧客および日立グループに提供中である。二つの適用事例を以下に述べる。

3.1 株式会社リコーへの適用

デジタル複合機、レーザープリンタを製造・販売している株式会社リコーは、中国と日本で集約生産を行い、日本・欧州・米国・アジア・中国へ出荷・販売しているグローバル企業である。生産現場では、ワールドワイドでの激しい需要変動に対応するため、しばしば生産能力(1日に生産可能な量)の増減が必要となる。リコーでは、週次サイクルで生産能力計画と生産計画の両方を見直すことで、需要変動に対応することにしたが、二つの計画を手で立案するのに時間を要するため、計画担当者の作業負担が大きくなっていた。そこで、生産能力可変型生産計画最適化技術

を用いたシステムをリコーの生産計画業務に適用した。このシステムにより、生産能力の変更を加味した生産計画を10分以内で計算することができるようになり、計画立案時間を約1.5時間削減した。現在、同社御殿場事業所の全ラインを対象に適用中である。

3.2 日立グループ内事業部への適用

ディスクストレージやエンタープライズサーバ、ATM (Automated Teller Machine: 現金自動預け払い機) などの製品を扱う日立グループ内の事業部においては、販売・生産拠点のグローバル展開に伴い、計画業務で扱うデータ容量が膨らんでいる。計画業務の中で特に負担が大きいのは、部材が予定どおりに供給されない場合や、特急注文が入った場合の計画調整業務である。

計画調整業務では、納期遅延が発生した部品がどの製品納期にどのくらい影響があるのか、特急注文を受けることで他の注文にどのくらい影響があるのかなどを把握し、実行可能な計画に調整する必要がある。ある事業部の例では、この調整に約2日を要していた。そこで、計画調整業務のうち、製品納期の影響を把握するツールとして、挽回日程計画技術を用いたシステムを適用した。

このシステムでは、最新の需要情報、供給情報に基づき、必要な資材所要量を計算するとともに、供給不足が発生した場合、いつなら生産可能かの挽回日程計画を自動で作成できる。また、納期優先、顧客重要度優先などの優先度ルールも考慮することができる。適用の結果、計画対象期間6か月、対象品目点数2万8,000点、計画数1万5,000件の計算規模に対して挽回日程計画を約30秒で計算でき、グローバル市場で発生する需要変動や部材納期遅延への迅速な対応が可能となった。

4. おわりに

ここでは、事業環境変化に対応するサプライチェーンマネジメント技術と、適用事例について述べた。

この技術は、SCPLANに搭載するとともに、製造業向けソリューションとして日立グループだけでなく社外の顧客にも適用中であるが、より多くの製造業のグローバル競争力強化の一助となるよう、技術のさらなる深化を続け、製品およびソリューションに適用していく所存である。

参考文献

- 1) 経済産業省、厚生労働省、文部科学省：2010年版ものづくり白書、経済産業省 (2010.6)
- 2) K. Funaki : State of the Art Survey of Commercial Software for Supply Chain Design, white paper, Georgia Institute of Technology Supply Chain & Logistics Institute (2009)
- 3) 野本、外：組立製品における生産能力計画最適化システムの研究、日本オペレーションズ・リサーチ学会 2009年秋季研究発表会アブストラクト集 (2009.9)
- 4) 今野、外：整数計画法と組合せ最適化、日科技連出版社 (1982.6)

執筆者紹介



野本 多津

1991年日立製作所入社、生産技術研究所 生産システム第一研究部 所属
現在、サプライチェーンマネジメント技術の研究開発に従事
日本経営工学会会員、日本オペレーションズ・リサーチ学会会員



田口 謙太郎

1997年日立製作所入社、生産技術研究所 生産システム第一研究部 所属
現在、サプライチェーンマネジメントシステムの研究開発に従事
日本機械学会会員



船木 謙一

1993年日立製作所入社、生産技術研究所 生産システム第一研究部 所属
現在、サプライチェーンマネジメントシステムの研究開発に従事
博士 (工学)
日本経営工学会会員、日本オペレーションズ・リサーチ学会会員



五十嵐 健

1991年日立製作所入社、情報・通信システム社 ソフトウェア事業部 IT基盤ソフトウェア本部 第3基盤ソフト設計部 所属
現在、SCPLANの設計・開発に従事



勝部 直行

1986年日立製作所入社、情報・通信システム社 産業・流通システム事業部 産業第二システム本部 第六システム部 所属
現在、サプライチェーンマネジメントソリューションの拡販・構築に従事



宇於崎 雅康

1996年日立製作所入社、情報・通信システム社 産業・流通システム事業部 産業第二システム本部 第六システム部 所属
現在、サプライチェーンマネジメントソリューションの拡販・構築に従事