

# SynPIX によるグローバル PSI の実現

## Realizing Global PSI Management by SynPIX

事業環境の変化から製造業の海外進出、特に生産拠点の海外移転が加速度的に進行しており、国内外をグローバルに連鎖する PSI (Production Sales Inventory) を効率的に管理する仕組みの必要性が高まっている。本稿では、グローバル PSI を需要領域 (Outbound) と供給領域 (Inbound) にモデル化する。供給領域に SynPIX を適用し、計画リードタイム削減、在庫半減という導入効果が得られたことで供給領域と SynPIX が持つ機能の親和性を確認できた。一方で、性能改善・同時実行制御という SynPIX の課題が明らかになった。SynPIX 次期バージョンではこれらの課題の改善に取り組んでいく。

海老名 拓 Ebina Taku  
 高橋 完 Takahashi Kan  
 鈴木 広美 Suzuki Hiromi  
 黄 双全 Huang Shuangquan  
 千葉 憲昭 Chiba Noriaki

### 1. はじめに

近年、日本企業の海外進出が加速度的に進行している。製造業に着目すると、生産拠点の海外移転などにより、国内設備投資が横ばいもしくは縮小傾向にあるのに対して、海外設備投資は右肩上がりの傾向にある。その背景には、様々な事業環境の変化があるが、グローバル化の傾向は、今後ますます進むことが予想され、各企業は、生き残りを賭けた国際分業体制の構築に取り組んでいる。本稿では、こうした体制をサプライチェーンプランニングの側面から支える情報通信システムである SynPIX の適用事例と今後の取り組みについて報告する。

### 2. 国際分業体制とサプライチェーン

円高、電力不足、環境規制、労働規制など、企業は厳しい国内事業環境に晒されている。これらに加え、新興国の経済発展に伴う需要拡大、中間財のモジュール化による最終生産工程の相対的な付加価値低下などの要因から、製造の全工程を対象とする生産拠点の海外移転が加速している。

移転先の選択は、移転先の国内事情、最終需要地との地理的要因、種々のリスク要因などを考慮して決定され、当然のことながら各拠点は複数国をまたがる複雑なサプライチェーンをグローバルに構成することになる。

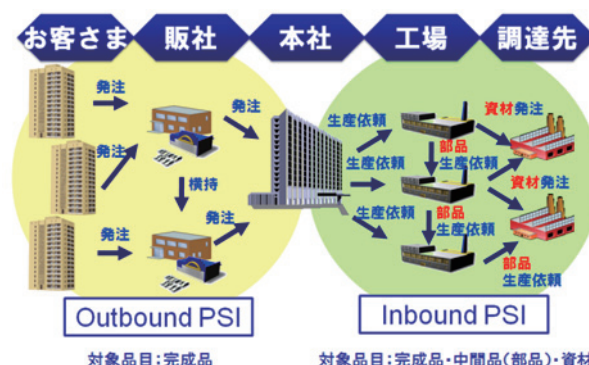


図 1 OutBound PSI と Inbound PSI

### 3. グローバル PSI とは何か

#### 3.1 グローバル PSI のモデル化

国際分業体制が確立されていく中で、グローバルに展開されるサプライチェーンを効率的に管理、運用することが重要となり、関連するキーワードとして「グローバル SCM(Supply Chain Management)」「グローバル PSI(Production Sales Inventory)」といった言葉がよく使われる。概念全体を漠然とイメージするには便利な言葉ではあるが、業務を支える具体的な情報システムを検討するためには、完成品の需給調整ポイントを境界に、需要領域、供給領域を分けてモデル化すると理解しやすい。二つの領域は、管理、運用の目的、特性が異なる(図 1)。ここで、需要領域に属する部分を Outbound PSI、供給領域に属する部分を Inbound PSI と呼ぶことにする。

### 3.1.1 Outbound PSI (需要領域)

需要者の要求を満たすための完成品の量と時間や空間上の位置をコントロールすることが最重要な要素である(完成品在庫のコントロールが重要である)。そのために、どのように需要を予測するか、場合によっては、キャンペーンなどの拡販行為によって需要自体をどうコントロールするかを手段とし、結果として、機会損失と資産の固定化(在庫化)との間のバランスをとり、販社ごとの在庫水準を決定していく。また、決定した在庫水準を指標とし、現に目の前に存在する実体在庫だけではなく、輸送中、入庫見込みなどを含め、在庫の時間軸、空間軸上の偏在を常に監視し、主として在庫の変化をトリガにして状況の変化に対応していくことが求められる。

需要動向の変化へ対応するための在庫は需要領域の責任で適性に確保する計画を立案し、突発的な変化に対しては需要領域内で可能な限り対応する。供給領域に対しては、精度の高い需要計画を一定期間先まで提示することが重要である。

取扱品が、最終財か中間財かで、この領域に対する管理レベルは大きく異なる。最終財を取り扱っている場合は、先に述べたように、戦略的な拡販計画立案により需要自体をコントロールできるかもしれないが、中間財を扱う場合は、ほとんどコントロールの余地は無く、予測や内示に頼ることになる。

この領域での情報システムの役割は、情報の迅速な伝達と共有のための手段を提供することが第一となり、複雑なロジックは基本的に要求されない。もちろん、取扱品目の需要特性に応じて統計的需要予測を適用したり、過去実績や予測値からの在庫水準を計算したりといった数値計算は必要となるが、サプライチェーン全体に対する最適解の算出などの大規模なロジックは不要な場合が多い。

### 3.1.2 Inbound PSI (供給領域)

Outbound からの完成品要求に対して、供給を保証するためのあらゆる手段をとることが最重要事項となる。一般的に、製造業でグローバル PSI と表現される場合は Inbound PSI のことを指している。中間財メーカーにとっての最終財メーカー、最終財メーカーにとっての販社など、Outbound 領域は別の企業体が担っており Outbound からの要求にグローバルに展開される供給網

でいかに応えるかが重要な企業課題となる。

Inbound 領域の管理対象は、当然のことながら、完成品、完成品を構成するすべての部品/部材まで及ぶ。サプライチェーンは、品目構成を対象とするため、必然的に多段階のネットワーク構造となり、供給可能性を検討するために考慮すべき制約条件の種類も多岐にわたる。設備能力、部材調達量、輸送・検査リードタイムといった、完成品供給量の上限を決定するような制約だけではなく、稼働率維持など供給量の下限を決定する制約なども存在する。

仮に、すべての制約条件が数値化可能だったとしても、最適解を算出することは容易ではないし、最適解が存在するとも限らない。さらに、サプライチェーン上の突発的な事象も頻繁に発生するため、そういった変化に可能な限り追随し、最適解に近い(と納得できる)実行可能解を業務上許容される時間内で見つけ出すことが要求される。つまり、この領域では、全体最適解を見つけ出す行為(制約条件を考慮したシミュレーション)をサポートする情報システムが必要となる。

### 3.1.3 境界領域

境界は、Outbound と Inbound の要求を調整する機能を担うことになる。最終財を取り扱っている場合は、Outbound からの要求数量に対する妥当性検証や変更を行うことができる場合もあるが、どちらかと言うと Inbound と連携して、Outbound の要求に応えるための需給調整を行うことが重要な項目となり境界領域を含め Inbound PSI としてよい場合が多い。

ただし、この境界領域を担う部門は、短期的な需給調整対応だけではなく、サプライチェーン全体の機能性を俯瞰して、中長期的な戦略立案、サプライチェーン網の再構築を行う役割を持つことも忘れてはならない。

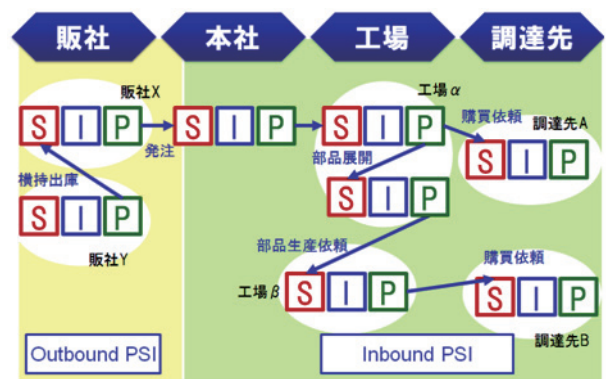


図 2 PSI 連鎖モデル

#### 4. Inbound PSI のための情報システム

Inbound PSI のための情報システムを検討する上で、PSI の連鎖という観点からモデル化すると図 2 のようになる。拠点間の PSI 連鎖、拠点内での PSI 連鎖が入れ子で存在し、よくあるケースとして、各 PSI を管理する情報システムが個別に存在し（図 2 の背景白部分）、P と S の間で情報の「バケツリレー」が行われることが多い。ここで「バケツリレー」とは、あるシステムを利用した計画立案結果が夜間バッチなどある特定のタイミングでまとめて次の計画システムに伝達される状況を指す。「バケツリレー」には次のような問題がある。

(1) 情報伝達速度低下

各階層で数日かけて計画立案し、次の拠点へ結果を連携させる。そのため、最終的な Inbound 全体の計画が立案されるまでの時間が長くなる。このため、限られた時間内で全体最適のための見直しをする余裕が無くなる。これは各階層が個別の責任範囲(KPI)を重視しがちなのに加えて、階層ごとの情報システムが異なり物理的に PSI 情報の伝達を階層ごと一括して行わざるを得ないことが原因である。

(2) 情報不可視化による独自判断

前後の階層の決定事項だけが連携され、連携される側は、その数値の妥当性に納得がいかず、結局はサプライチェーンの構成要素が独自の判断で動き始めてしまい、全体最適から遠のく。

(3) バッファの積み重ねによる無駄

情報伝達速度の低下、不信任増大のために、実際に連携される情報とは別に各階層が独自予測を行い始める。結果的に連携される情報と独自予測との乖離分がそのまま階層独自の無駄なバッファとなり、Inbound 全体としては、各階層のバッファを積み上げた膨大な量の在庫が蓄積される。

いずれも、「すばやく効率の良い実行可能解算出」という Inbound PSI の最重要事項の達成を困難にする。

全体最適を実現するには、SCM 部門など強力なリーダーシップを発揮する主体が必要となり、Inbound 全体の PSI を扱うための次のような情報システムが必要となる。

(1) Inbound 全体、つまりグローバル全体の PSI 連鎖を統合、俯瞰し、部分的な PSI の変化が全体へどう影響するかについてバケツリレーを待たずに把握、検証可能な仕組み。

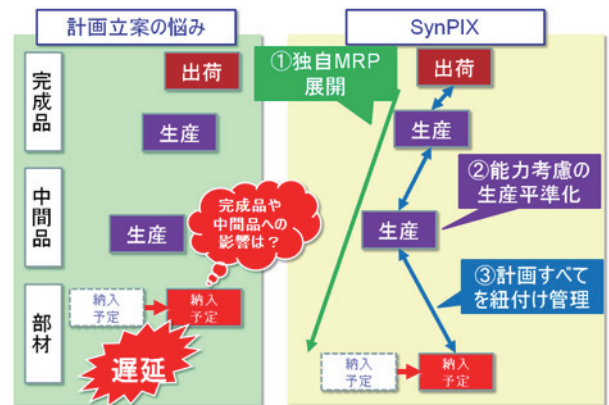


図 3 SynPIX の特徴

(2) 所要量展開と同時にサプライチェーンの各階層の能力と負荷量を同時にすばやく計算する仕組み。単純な所要量計算だけではなく、能力と負荷量を考慮することは Inbound 全体の実行可能性を担保するために重要である。

#### 5. SynPIX による Inbound PSI の実現

##### 5.1 SynPIX の特徴と Inbound PSI との親和性

SynPIX は、当初、一拠点内での生産計画立案をサポートする仕組みとして設計、開発された<sup>1)</sup>。特徴とする機能がいくつか存在するが、ここで重要な特徴は次の 3 点である（図 3）。

(1) 独自の MRP 展開（所要量展開）

完成品の計画立案後、基幹システムでの処理を待たずに、中間品、調達品へ所要量展開でき、品目間の PSI を 1 システム内で俯瞰できる。

(2) 能力考慮の生産平準化(ラフカット)

日産台数という考え方で、バケット（日・週・月）ごとの設備能力を管理し、所要量展開と同時に設備能力を考慮した平準化(前倒し、後倒し)を行う。時分秒単位の厳密な小日程計画は立案しないが、実行可能解を探すために必要十分なラフカットロジックによって現実的な生産計画を作成する。

(3) 計画すべてを紐付け管理

完成品から部材までの計画情報(発注残や指示済みを含む)に対して、すべての計画を紐付け管理しており、BOM(Bill Of Materials)階層中で発生する欠品や納期遅延などの問題検知、問題の影響範囲の見極めを容易にする。

SynPIX 標準ではこれらの機能は一つの拠点内で利用

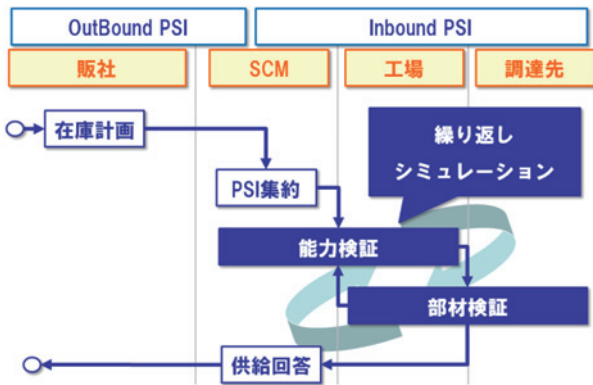


図 5 概略業務フロー

するために提供されているが、これらは BOM の各階層が複数の拠点に分散する Inbound PSI で要求される機能そのものである。実際に、拠点間連鎖機能を拡張する形で SynPIX を Inbound PSI のための仕組みとして適用した事例について以下に述べる。

拠点間連鎖機能以外の主要計画機能は、SynPIX 標準機能の簡単な拡張のみで適用している。

## 5.2 SynPIX の Inbound PSI 適用事例

今回の適用顧客では、グローバルに複数存在する販社が在庫計画を立案し、各販社の必要量を本社 SCM 部門に販社要求数量が本社 SCM 部門に集約される。SCM 部門は工場、調達先と連携しながら能力検証、部材検証を繰り返し行い、販社への供給可能数量・供給可能時期を回答する(図 4)。Inbound 領域は、生産拠点が国内/海外に複数存在し、これらの生産拠点間で PSI がやりとりされる。

SCM 部門では Inbound 領域の設備能力、部材制約を考慮し、供給量(や供給可能時期)をシミュレーションし販社に回答する。ここで需給調整の観点でシステム機能として重要なのは、以下の点であり、これらを SynPIX がサポートする。

(1) 可能な限り販社からの要求に応えるための調整を設備能力・部材制約を考慮しながら繰り返し実施できるこ

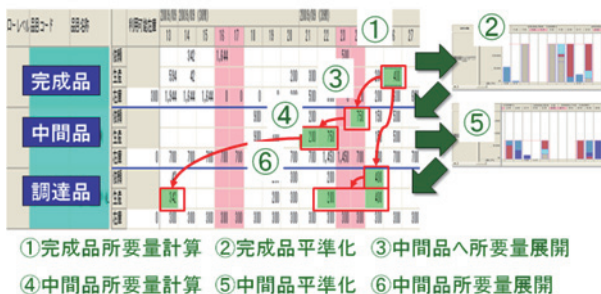


図 4 所要量展開と平準化

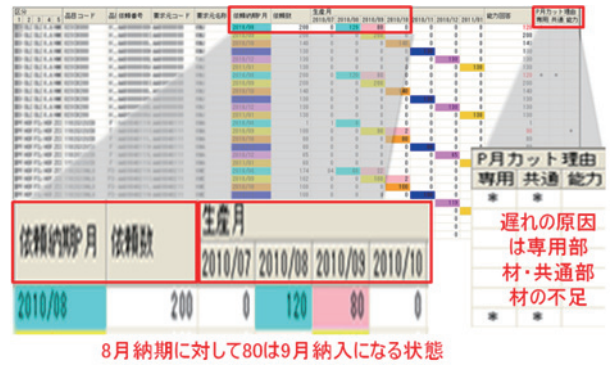


図 6 供給回答と回答理由

と(図 4, 図 5)

(2) シミュレーションの結果、何が問題で供給に制限が発生しているかわかること(図 6 右)

(3) 供給に制限が発生している場合に納期回答ができること(図 6 左)

制約条件を考慮したシミュレーションでは、BOM の各階層で能力に応じた平準化が自動で実施され(図 5)、平準化結果を元に所要量展開が実施される。平準化のための能力値は、各拠点の生産責任者によってマスタ設定されている。時分秒単位での詳細な小日程(生産順)を決めるわけではないが、SynPIX が能力値内で負荷平準化を実施し、実行可能なレベルの計画を作成する。

このような所要量展開と平準化の繰り返しは複数の拠点をまたいで実施され、ある拠点での計画結果は次の拠点への調達依頼(生産依頼)として SynPIX 内で連鎖する。この連鎖は BOM を完成品からだけではなく調達品からもたどることができる。ある階層での納期遅れや欠品、生産遅れなどの影響を BOM の上位、下位、関連する生産拠点間など、PSI 連鎖のあらゆる方向にたどることを SynPIX という 1 システム内だけで可能としている。

## 5.3 導入効果

この事例では、SynPIX 導入前後を比較したときに業務上次のような効果が得られている。

(1) 計画リードタイムの半減

SynPIX 導入前は、Inbound PSI 全体を俯瞰してシミュレーションするための横断的なシステムが存在せず、複数システムの計画データを SCM 部門が手作業で収集し、調整を実施していた。また、Inbound PSI の PSI 連鎖を判断するには、基幹システムによる所要量展開(夜間バッチ)を待つ必要があった。これに対して SynPIX 導入後は、一度 SynPIX に PSI データを集約してしまえ

ば、SynPIX 上で全体シミュレーションが可能となるため、Outbound からの要求数量に対する回答を作成するまでの計画リードタイムを半減することが可能となった(6日→3日)。

#### (2) 確定期間の短縮

また、計画リードタイムが短縮され、シミュレーションが容易に実施できるようになったこともあり、最終的な計画の確定を引き付けられるようになった(2ヶ月先生産確定→半月先確定)。

#### (3) 製品在庫削減

計画リードタイム、確定期間の短縮は、必然的に Inbound 全体の安全在庫レベルを下げることに寄与している。また、納期回答精度向上と問題情報の共有が、Outbound PSI に対する信頼性向上に寄与し、関連部門での合意形成がしやすくなった。結果的に不要/不急在庫の撲滅につながっている(製品在庫半減)。

### 5.4 課題と現在の取り組み

今回、SynPIX をベースに Inbound PSI を支える情報システムの構築について報告したが、いくつかの点で課題が残っている。

#### 5.4.1 シミュレーション性能

今回報告した事例では、SynPIX 導入前との相対的な比較で Inbound PSI の高速シミュレーションを実現しているが、システムの性能面で、より一層の向上が望まれている。上述のように、SynPIX の初期開発時は一拠点内でのシミュレーションを想定していたため、複数拠点にまたがる Inbound PSI 全体の膨大なデータを取り扱うには性能面で課題がある。事例では、現実世界でのサプライチェーンをそのままシステム上でモデル化するのではなく、システムの取り扱いデータ量を削減するため、拠点を一部集約した形でマスタ化して SynPIX を利用している。集約した状態を前提に、SynPIX で取り扱う計画データは 5,000,000 件程度であり、SynPIX は 60 分程度で所要量展開・平準化計算を行う。

情報システムを利用するためのモデルの変更は、現実世界での調達先や生産拠点の変更時のモデル再設計が必要になるなどの弊害があり、現実世界をそのままの形で情報システムにマスタ化できることが要望されている。また、限られた時間で、より一層の業務的な効果を得るために、日中のオンライン業務で何度もシミュレーションできる仕組みとなることが期待されている。

13 年度にリリース予定の SynPIX の次期バージョンでは、グローバル全体の大量データを取り扱い可能とするように、所要量展開・平準化処理を含む計画立案機能全体の高速化対応を実施する。想定する取扱データは上述の事例の 3 倍 15,000,000 件、所要量展開・平準化時間の目標を 5 分以内としている。

マルチコア、スレッディング、クラウドなど基盤技術の進歩から、立案機能の高速化手法として、ロジックの並列化は有力な手段であると考えられる。実際に、並列 MRP (Material Resource Planning)、分散 MRP など、所要量展開に対しての様々な高速化手法が過去に考案されている<sup>2)</sup>が、これらの手法は SynPIX の「所要量展開と同時に平準化も実施し実行可能解をシミュレーションする」という特徴を考慮すると、そのまま SynPIX の性能改善に取り入れることが困難である。実際、現状の SynPIX でも、個々の品目の所要量計算は品目ごとに並列実行しているが、平準化(設備割付)処理の逐次実行が全体の処理性能を向上させるためのボトルネックとなっている。

所要量展開は、BOM をローレベルで順序付けられた有向グラフと見なすことで、並列処理単位を「品目」という形で抽出するのが容易である。これに対して、平準化(設備割付)の場合は、「品目」と「設備」の組合せを考慮する必要あり、さらに、ある時点の平準化が実施されない限り、次の時点の平準化が実施できないという時間軸上の依存関係がある。このため並列処理単位の抽出が所要量展開よりも複雑になる。

現在プロトタイピングを実施中であるが、この「品目」「設備」さらに「時間軸上の割り付け位置」の組合せを解析し、並列処理単位の抽出と有向グラフ化し、平準化処理を並列化する手法について検討中である。

プロトタイピングによる事前評価では、4 スレッドによる並列化で、平準化(設備割付)の処理時間を 1/3 に短縮できるという結果が得られている。

#### 5.4.2 シミュレーションの同時実行制御

Inbound PSI 全体の最適化を行うためには、業務的には PSI を集中管理するための SCM 管理部門がすべてを一括してシミュレーションすることが望ましい。しかし、実際の計画シミュレーション(システム操作)は、Inbound PSI 全体が可視化されている、影響範囲が即座に把握できる、BOM の依存関係が少ない、などいくつかの前提があれば、計画業務を効率的に行うために、各

拠点で部分的に同時実行したいことがある。今回報告した事例では、SCM 管理部門が一括でシステム操作を実施することを想定して構築されており、各拠点での部分的な実施はシステム内のデータ整合性を確保するためのシステム的な制約からサポートしていない。この部分実行、特に Inbound 領域でサプライチェーンを構成している各拠点単位で、同時計画シミュレーションをサポートするために、SynPIX の次期バージョンでは、同時実行制御の仕組みの改善を実施する予定である。

## 6. おわりに

SynPIX の持つ特徴は、一拠点内の生産計画をサポートするだけでなく、Inbound PSI を支えるシステムとしても有用なものである。実際に、いくつかのカスタマイズを行った上で顧客適用し、業務での効果が得られている。

SynPIX 次期バージョンでは、グローバルに展開される現実の SCM 網をそのままシステム上に表現した場合に想定される大規模 PSI データに対応する。大規模 PSI データを対象に、限られた業務時間内で計画シミュレーションを何度も実施可能とする性能改善、計画業務の並列性を向上させるための同時実行制御の改善が次期バージョンのエンハンス項目となる。

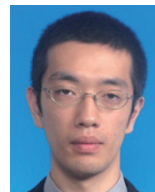
本稿では Inbound 領域を支える SynPIX を中心に述べたが、弊社には需要予測・在庫可視化など Outbound 領域への適用が可能なソリューションが複数存在する 3)4)。今後は、これらを連携させ、Outbound, Inbound 両面からグローバルに展開する企業へ貢献していく。

### 参考文献

- 1) 今野 他：ハイテク家電業界向け生産計画システム「SynPIX」の開発 日立 TO 技報(2005)
- 2) 築島隆尋, 佐藤匡弘, 大成尚, "並列 MRP システムにおける同期管理方式の開発", 電気学会論文誌 C 巻, Vol.122-C, No.7, pp.1209-1217, 2002
- 3) 浦邊 他：PSI 意思決定を支援する新しい在庫評価指標とその可視化手法 日立 TO 研報(2010)
- 4) 松根：需要特性に応じた在庫計画の応用 日立 TO 技報(2011)



海老名 拓 2000 年入社  
P S I ソリューション第一グループ  
製造業向け生産計画システムのシステムエンジニアリング  
t-ebina@hitachi-to.co.jp



高橋 完 2008 年入社  
P S I ソリューション第一グループ  
製造業向け生産計画システムのシステムエンジニアリング  
kan@hitachi-to.co.jp



鈴木 広美 1992 年入社  
ソリューション営業第三グループ  
SCM 関連ソリューションの展開  
h-suzuki@hitachi-to.co.jp



黄 双全 2010 年入社  
研究開発グループ  
在庫管理, 需要予測, 意思決定支援技術の研究, 開発  
souzen.kou.01@hitachi-to.co.jp



千葉 憲昭 1994 年入社  
ビジネスソリューション本部  
BI, SCM 関連ビジネスの展開  
n-chiba@hitachi-to.co.jp