企業間のスケジューリング調停システム

田辺　孝夫

1. はじめに

装置産業は，過去の成長過程において積極的に能力を拡大してきた．しかし，成熟過程を向かえ量的拡大が限界に達し，更に，世界規模での効率化が進んだ結果として価格破壊を招いてしまった．この様な成熟産業では，過剰な生産能力が問題視され，デフレ構造脱却のために業界再編成も含め，需給ギャップの解消が企業存続の重要な課題となっている．

しかし，業界全体での生産需給調整は談合構造に繋がり，一方，単独企業での生産需給調整は自らの存続を否定するものであり，現実的な解決として，競合と共生を両立する企業間協調が研究されている[1]．

例えば，石油業界では，コンビナートルネッサンス計画として，既存設備の統廃合を伴う経営効率化を図る動きがある[2]．

また，近年のIT革命の進展は，B2B（Business to Business）のeマーケットプレイス（図1）を生み，企業間取引のスピードは高速化し，生産計画はもとより，工場スケジューリング分野にまでクイック・レスポンス化が図られることによって，効率的な提携関係を構築しようとしている．

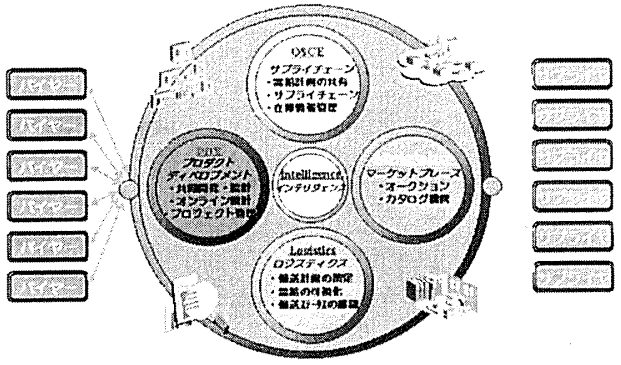

図1　eマーケットプレイスの構成図

たなべ　たかお
㈱アルファパーチェス
〒104-0061 中央区銀座1-10-6

本稿では，この様な時代背景の中で，個々の独立性をある程度保ちつつも，共有する資源や原材料を企業の枠を越えて分散環境で動的に配分するような協調システム構成を紹介して，今後の企業間のスケジューリング調停システムの在り方について言及する．

2. 石油コンビナートでの事例

石油コンビナートのSCM（Supply Chain Management）（図2）は，海外からの原油調達から始まり，油槽所への海上出荷，ガソリンスタンドへのローリー出荷，そして，ガソリンスタンドでの消費者への販売で終わる．その間，連産品の石油化学工場への出荷や，中間材を他工場と融通することで，ロスを最小限に留めるオペレーションを実施している．

特に日本では，一つのコンビナートに複数の石油精製会社や石油化学会社が隣接していることから，過当競争に陥りやすい構造にある一方，企業の枠を越えて，設備や原材料を融通しあうことで過剰な資産を減却し，更なる経営の効率化が図れるポテンシャルがある．

2.1 全体最適化の手法

単一企業内や企業グループ内での垂直/水平統合の最適化問題であれば，大規模なLP（Linear Programming）やMIP（Mixed Integer Programming）が適している．

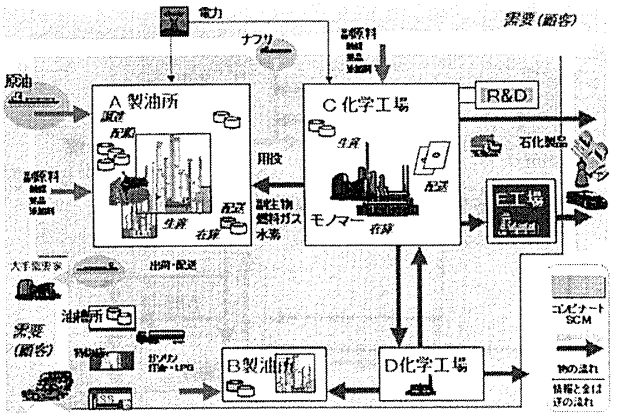

図2　石油コンビナートのSCM

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

仮に資本関係のない企業同士であっても，その企業間である程度の提携合意が形成されたとすれば，次のスキームのいずれかによって全体最適を指向できる．

(1) 利益分配型：提携企業をあたかも単一企業として最適化を行い実施するが，個々の企業のマージンは，計画上のシミュレーションによって計算された全体最適に対する貢献度によって再配分する．

(2) 資源分配型：提携の対象となるリソースに対する各会社のシャドープライスを公開して，ある会社にとっては余剰リソースでも，別の会社にとっては不足しているリソースである場合，シャドープライスに応じたプレミアムを加えて売買を促進する．

(3) オークション型：提携の対象となるリソースについては，自社で調達したものであっても全てマーケットに売り出し，入札によって買い戻すオークションを行うことで，リソースの最適配分を実現する．もちろん，売買が成立しなかった場合は，売り手が引き取る．

しかし，いずれのスキームも，事前の交渉によって合意されたルールに従って運用されるため，マーケットや，内部環境の日々の変化によって，価値観の違う企業（組織体）間で絶対的な目的関数を維持することは難しい．

そこで，オークション型のスキームを，時間軸上で細分化，更に，リソースも，購入品に留めることなく設備や中間材にまで拡張することで，変化に柔軟に対応した全体最適が実現できると考える．

この考えは，近年，分散環境でのスケジューリング問題への応用が注目されているラグランジュ緩和調整法[3, 4]に繋がる．

例えば，図3に示す様に，2製油所の全体最適を親問題として，ラグランジュ緩和によって分解された子問題を個々の製油所のスケジューリング問題に対応させ，競合するリソースの制約に対するラグランジュ乗数を企業間の取引コストまたは価格に対応させることで，互いに協調関係を実現するシステムが考えられる[5]．

2.2 システム導入での留意事項

実際のシステム導入に際しては，危険物を取り扱う連続生産プロセスを有す石油コンビナートの特性と，足下の経済状況を十分理解した上でシステム提案を行わなければならない．

2.2.1 レガシーシステムへの対応

連続安定操業を追求し，プラント制御から生産計画に至るまでシステム投資を積極的に展開してきた石油コンビナート各社にとって，既存のレガシーシステムの有効活用は欠かせない．

加えて，各企業が独自に導入したレガシーシステムに単純に対応するインターフェースを持つだけでは不十分で，環境の変化にさらされ変わっていくビジネス面での変更にも対応していくことが必要となる．

具体的には，自律分散型のシステム構成（図4）を採用することで，柔軟性と拡張性を実現する．

自律分散型生産システム（図4）は，自律分散ネットワーク上に，属性を持って出力されたデータをプールし，各システムは個々の機能（役割）を果たすために必要なデータを各自が選択・取得し，独立して処理を行うことで結果を出力する．

2.2.2 安全で確実な企業間協調の支援

石油コンビナートでは，防災の面から，多くのオペレーションは，責任者や対処方法に対して細かく規程が定められている．一般にレガシーシステムは，そのルールに従って個別に設計されている部分が多く，純

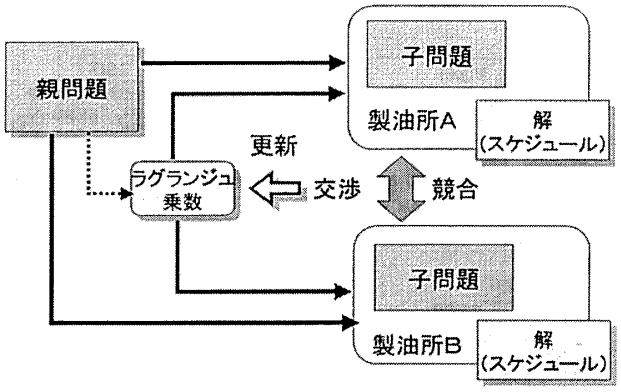

図3　ラグランジュ緩和調整法の概念図

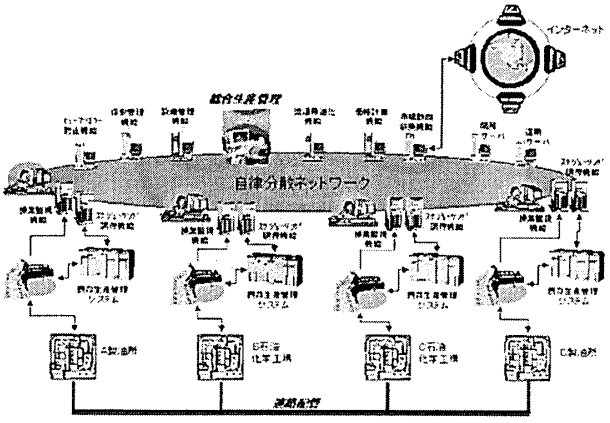

図4　自律分散型のシステム構成

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

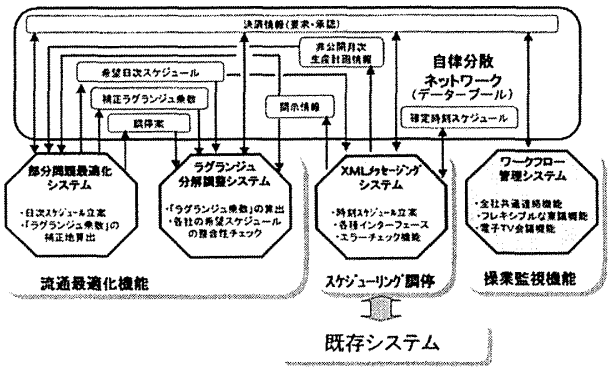

図5　システムとデータ関連図

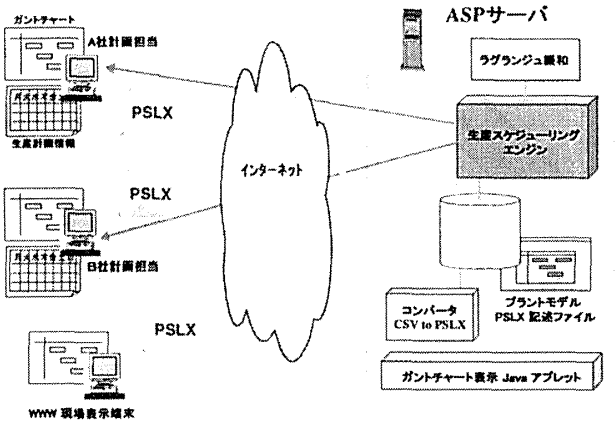

図6　PSLXのシステム構成

粋に自律分散のスキームを導入しただけでは，意思決定や稟議に関する部分が保証されなくなってしまう．

そこで，図5に示す様に，自律分散型のシステムが確実に，かつ，効率的に動作し，会社間の合意形成を支援するために，電子TV会議システムを中心とした稟議システムによるワークフロー管理機能を併せ持つことが重要となる．

2.2.3　連続生産システムへの対応

月次や週次での企業間協調においては，バッチ的に取引量の総量や，パイプライン移送の流速の目標値を事前に決めることは可能であるが，通常のオペレーションでは，時々刻々と変化するプラントの状態に応じて，ロスを最小限に抑えるために，スケジュールの調整と変更を行うのが常である．

したがって，連続生産プロセスにおいて効率的に企業間連携を実現するためには，リアルタイムで，生産スケジューリングシステムレベルでの連携が求められる．

このシステム連携の具体策として，PSLX (Planning and Scheduling Language on XML based representation) [6] によるXML (eXtensible Markup Language) 連携を採用して，各工場の生産スケジュール情報の共有を可能にする．

例えば，図6に示す様に，各工場の計画担当は，公開可能な生産計画基礎情報をPSLXフォーマットでASPサーバ (Application Service Provider) に登録し，他社の公開された情報を受けて，自社の生産スケジュールを作成する．それと同時に，他社に関連する生産スケジュールを提示することができる．もちろん，PSLXによって格納された生産スケジュールは，ネットワークに接続されたパソコンにインターネットのブラウザがあれば，現場で簡単に表示できる．

3.　eマーケットプレイスでの事例

現状，eマーケットプレイスは，三つに大別できる．購買力のある企業や企業集団が集中購買や共同購買を実現しているバイサイト，マーケットシェアの大きいメーカ系企業が，同業他社の製品やサービスも含めて新たな販売チャネルとして実現しているセルサイト，そして，バイヤーとサプライヤーの希望を中継ぎするマッチングサイトである．

3.1　既存のマーケットプレイスの限界

バイサイトは，工場の箇所購買や単一企業における購買範囲を広げ，ボリュームディスカウントによる製品価格の低下や，購買プロセスを改善することで，一時的な効率化が可能である．

しかし，提携関係や取引関係のない企業を含めて広く展開することはできず，規模の拡大が限界に達する．

同様に，セルサイトも，古い流通機構の改革によるコスト低減と，ダイレクトマーケティングによる個別ニーズへの対応で，増販・増益が見込めるが，売り手企業の商品やサービスに限定され，買い手が，他のメーカと比較することが容易に行えない欠点がある．

マッチングサイトは，そもそもインターネットの双方向性という特徴を生かしたオープンな取引所として生まれたコンセプトであった．そのため，低い初期投資額で取引所を開設し，トランザクションを増やすことで収益を上げていくという収穫逓増モデルと考えられていた．このような性格から，数多くのベンチャー企業が参入し，たくさんの取引所を開いてきている．

ただ，取引所を利用する都度手数料を支払うことに対しては抵抗もあり，取引所機能しかない単なるマッチングサイトにおいては，一部を除いては淘汰されると考えられる．

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

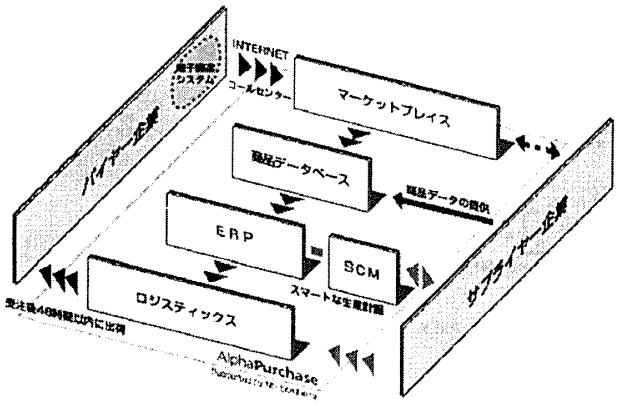

図7　ビジネス・オペレーティングの概念図

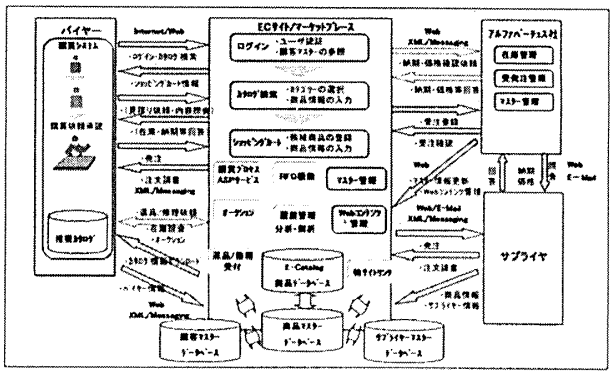

図8　マーケットプレイスの機能全体

3.2　求められるマーケットプレイス

企業間取引を考えた場合，単なる情報流の統合や共有化だけでは不充分で，物流・商流・情報流を一元的に制御することが望まれる．そこで，中立的な第三者が，図7に示す様に，バイヤーとサプライヤー間の全てに対して責任をもってサポートするビジネスモデルを提案する．

言い換えると，従来の直販商社をネットに乗せたビジネスモデルであり，米国では，Grainger.com や Enrononline.com が成功例として取り上げられている．

その一方で，日本国内商社主導によるマーケットプレイスは，自社のリアルビジネスとのコンフリクトを避ける形で，マッチング機能中心に展開している経緯もあり直販商社型のマーケットプレイスの成功例はなかった．

そこで，株式会社アルファパーチェスは，工場向け副資材（MRO品：Maintenance, Repairs and Operation）の分野で，単なる取引所機能ではなく，売買を仲介する第三者として，在庫リスクやファイナンスリスク等の取引リスクを取るビジネスを，本年6月より試験適用開始し，システムテストやビジネスモデルのチューニングを経て，本年9月より本格稼働した．

3.3　ビジネスプロセスの改革

アルファパーチェス社では，バイヤーとサプライヤーの中間に位置するマーケットプレイスを活用し，図8に示す様に，バイヤーに対しては，品質の高い電子カタログを提供すると共に，社内の購買業務ワークフローや在庫管理機能を ASP で提供することで，バイヤーの購買業務改革を支援している．

一方，サプライヤーに対しては，実際に MRO 品を使用する担当者からの情報をダイレクトに捕捉できることと，多くのバイヤーからの受注や受注履歴を下に，的確に生産要求を行うことで，サプライヤーのマーケティングと生産計画の効率化を推進している．

MRO 品に限らず，短期的な生産能力の割り当てや，中長期での経営戦略策定には，サプライチェーン上の可視性が重要になってくる．

本システムでも，石油コンビナートでの事例と同様に，現在普及しているサプライ・チェーン・プランニング・レベルでの静的な計画システム連携に加えて，物流の制御を拡張して，サプライヤーとバイヤーの生産スケジュールを連携する，動的な調停案を提示することができるシステム構成となっている．

4. おわりに

物理的に同一のエリア内での企業間連携や，インターネット上のバーチャルなｅマーケットプレイスを介しての企業間連携にしても，静的な計画系の連携はもとより，更なる効率化のためには，動的なスケジューリング協調が必要不可欠である．

言い換えると，配送のスケジューリングや工場の生産スケジューリングレベルでの動的連携を，いかに安価に，リアリティーを持って実現して行くかが今後の大きな目標であると言える．

コンビナートルネッサンスでは，物理的には同一地域での連携であるが，仮想の調停会社（機構）をネットワーク上で構築することで，具現化を目指しており，一方，アルファパーチェス社のｅマーケットプレイスは，物理的には仮想の場をネット上で展開するが，アルファパーチェスという物流まで担う実存する調停会社によって具現化を狙っている．

現時点では，コンビナートルネッサンス計画も，アルファパーチェス社のｅマーケットプレイスも，二つの異なったビジネスモデルの様に考えられるが，産業の構造改革が変化していく過程で，企業の在り方（単

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

位や構成）が変わり，ポスト・サプライチェーン・プランニング・システムとして，近い将来一つの企業間スケジューリング調停モデルに集約されることを予感している．

参考文献

[1] 石油活性化センター：水島コンビナートにおける石油精製及び石油化学の一体的運営に関する技術調査報告，PEC-1999 T-29，1999.

[2] 田辺孝夫：競合と共生を両立する企業間SCMの実現に向けて，経営システム，Vol. 9，pp. 147-152，1999.

[3] 米田清：ラグランジュ緩和法によるスケジューリング，システム/制御/情報，Vol. 41，No. 4，pp. 130-138，1997.

[4] 黒田充：ラグランジュ分解・調整法と動的スケジューリング，オペレーションズ・リサーチ，Vol. 45，No. 6，pp. 263-269，2000.

[5] 西岡靖之，久保宏：ラグランジュ調整法を用いた複数工場の協調スケジューリング，スケジューリング・シンポジウム'2000講演論文集，pp. 185-190，2000.

[6] 西岡靖之：生産スケジューリング用語の標準化とインターネット環境での利用，2000年度日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会アブストラクト集，pp. 286-287，2000.

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．