

1. はじめに

今日の重要な動向のひとつであるグローバリゼーションは、輸送分野に変革を迫っていると認識できる。この動きに関連し、しばしば中国等へのわが国企業の海外進出をはじめとした製造業の水平分業による貿易量の増加といった量的な側面が指摘されるが、しかしながら輸送分野においては、貨物量拡大への対応等という量的な要素のみではなく輸送の質的な要素も重要になりつつあると考えられる。

グローバル化した経済の下では、世界各国の消費者がターゲットとなるために市場の規模は拡大するが、同時に企業は世界各国の企業との競争に直面する。このため企業は生産拠点等の世界レベルでの立地最適化を図り極限までのコスト削減を行うとともに、顧客に対してのサービス水準の差別化を図る必要に迫られている。

この目的を達成するためのマネジメント手法として、サプライチェーンマネジメント (Supply Chain Management: SCM) やロジスティクス等のマネジメント手法が脚光を浴びつつある。しかしグローバルスケールでのこれらの手法の展開には種々の困難が伴う。地理的な距離の拡大による輸送のリードタイムの長期化もその要因のひとつである。これらのマネジメント手法の実施を支援するため、国際物流の拠点である港湾は、その重要性が一層増しているものと考えられる。

近年ではこれらのマネジメント手法については企業によるマネジメントの効率性の改善という目的から研究がなされているが、それを支援する観点からの物流部門、とりわけ港湾の役割についての研究は行なわれていない。本研究はこのような事項を背景とし、企業がグローバルスケールにおいてこれらのマネジメントを実施するにあたり、港湾がどのような機能を果たし、またサービスを提供して支援していくべきかについて、企業の実態調査や文献等により考察を行うことを目的とする。

本研究では、まず背景事項としてグローバリゼーションと企業の動向との関係を整理した上で、グローバルスケールでのマネジメント手法をグローバルロジスティクス戦略と定義してその概念の整理を行った。それらを踏まえこのような戦略を企業が円滑に実施するために港湾が果たすべき役割について分析を行った。

また、グローバルロジスティクス戦略は製造業や流通分野において国際的な競争力強化のために重要なツールとなりつつあり、わが国の産業競争力を支援する観点からこの戦略支援のための港湾政策が必要となっている。この視点から現在国土交通省港湾局の「スーパー中枢港

湾」施策において、港湾を価値を付加するためのプロフィットセンターとして育成する「ロジスティクスハブ (Logistics Hub)」構想が打ち出されており、本資料においてはこのような側面についても検討を行う。

さらに同施策において、例えば港湾リードタイムの2日間短縮といった具体的な施策目標が示されているが、簡易なサプライチェーンのモデリングにより、このような施策効果の定量的な評価手法についても構築を試みた。

2. グローバリゼーションと企業活動

2.1 グローバリゼーションとは

グローバリゼーションという概念がカバーする領域は非常に広く、またこの概念そのものについての多くの議論が存在するため、本資料ではこの概念自体についての議論は行わず、グローバリゼーションが進展するに従って生じてきている以下の事項を整理するにとどめる。具体的には以下の4つが挙げられる (Arntzen et al.(1995), Salvatore(1998))。

(1) 消費マーケットのグローバル化

テレコミュニケーションと交通の発達で、文化的な収斂をもたらし、結果として消費者の嗜好を同一化している。その結果「グローバル製品」(ソニー、マクドナルド、コカコーラなど) が全世界的に広まってきている。

(2) 企業生産活動のグローバル化

グローバルスケールでの競争に対応するため、企業は活動を全世界的に広げてきている。R&D、部品調達、原材料調達、生産について世界規模での最適化を図り、また企業自体も多国籍の株主によって所有されている。

図-2.1 に示すように、これらは複雑なネットワークを形成している。

(3) 労働市場のグローバル化

近年では発展途上国や中国などに安い労働力を求める動きが生じている。以前は単純労働が求められていたが、近年では例えばIT関連産業における比較的複雑で技能を要する労働までもが発展途上国へアウトソースされてきている。

(4) 市場解放の進展

EUをはじめとした世界各地における統一市場への動きや、WTOによる貿易障壁の除去への動きなどが挙げられる。また近年中国がWTOに加盟し、市場開放を進めていることも記憶に新しい。

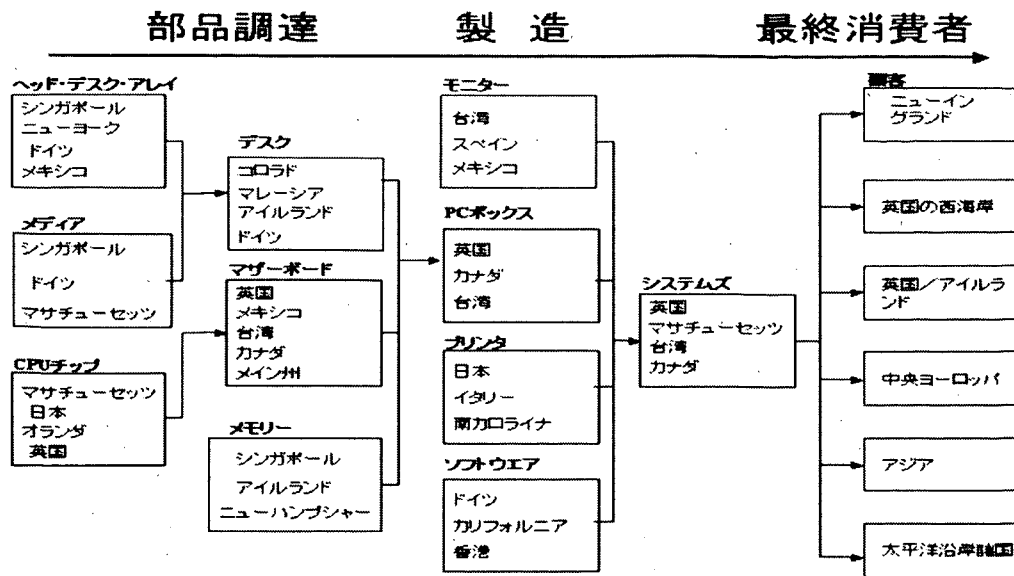


図-2.1 PCメーカーのグローバルサプライチェーン

2.2 生産活動のグローバル化の動向

前述した4つの事項をはじめとしたグローバル化に影響され、様々な業種の企業がグローバルな展開を図りつつあるが、我が国企業の国際競争力の強化という観点から特に重要なのは製造業のグローバル化である。ここでは、企業生産活動のグローバル化について概観する。

製造業のグローバル化にはいくつかの段階があり、例えば、海外における販売拠点の設立という段階から、その後、部品を本国から輸出して現地で組み立てを行うなど海外における一部生産活動の開始、そして部品、製品ともに海外の生産拠点でのフル生産を行うといった段階をたどるといわれている。明確にこれらの段階を区分することは容易ではないため、本資料ではわが国のある自動車メーカーの例を元にした企業活動のグローバル化のモデルを紹介する。

(1) 第一期 (図-2.2)

この段階は、「インターナショナル化」段階と呼ばれるべきもので、80年代以降に起こったものである。わが国企業が、海外での現地販売を開始する段階である。そのきっかけとしては関税や輸入規制、貿易協定、顧客へのサービス水準の向上への要請、国際物流インフラ整備の進展など種々ある。この段階では、わが国が製品の供給拠点となっており、製品を海外拠点へ輸出して販売を行うという方式が取られる。

(2) 第二期 (図-2.3)

この段階は「マルチナショナル化」段階と呼ばれるべきもので、海外拠点の数が増えるとともに、これらの拠点での生産が開始される。製品に加え、日本から部品が海外拠点へ輸出され組み立てが行われるという形態が開始される。しかしながら海外拠点は、それらが存在する地域内での組み立て・供給拠点としてのみ機能しており、また日本からの供給が依然として多い。このため物流活動についても、日本から海外拠点へ向けたものが主流である。

(3) 第三期 (図-2.4)

この段階が生産活動の「グローバル化」の段階であり、全世界的な拠点の立地と、それらを有機的に連携させた生産活動の世界規模での最適化が行われる。例えば、ある車種がある国において特に販売量が多い場合には、その国をその車種の生産拠点として位置づけ、部品や完成品の生産を集中化させることで、規模の経済によるメリットを活用することもその戦略の一つである。

この段階においては、日本以外の拠点も日本と同様に本格的な生産・供給拠点として機能し、地域外への供給も行うようになる。この結果として、日本とこれら海外拠点間の物流に加え、日本を介さない海外拠点間の物流が拡大する。

企業をこのような戦略へ向かわせるものは、世界規模での立地最適化であり、この際には以下のような要素が考慮され具体的な立地戦略が取られているという指摘がある (Waters(1999), Arntzen et al.(1995))。

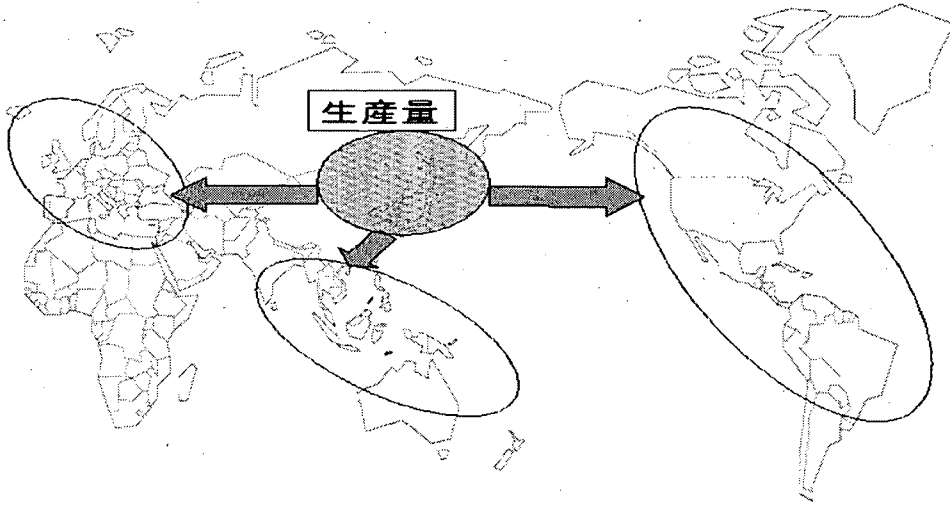


図-2.2 インターナショナル化段階

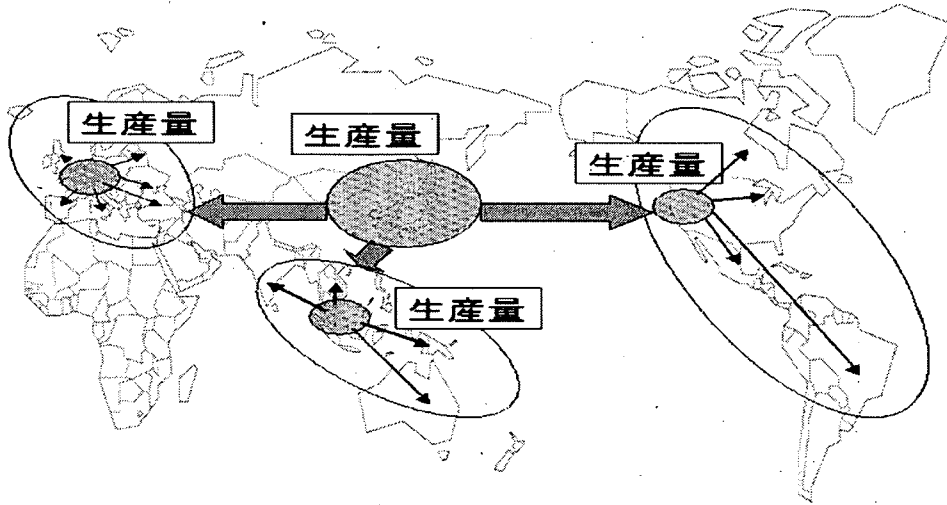


図-2.3 マルチナショナル化段階

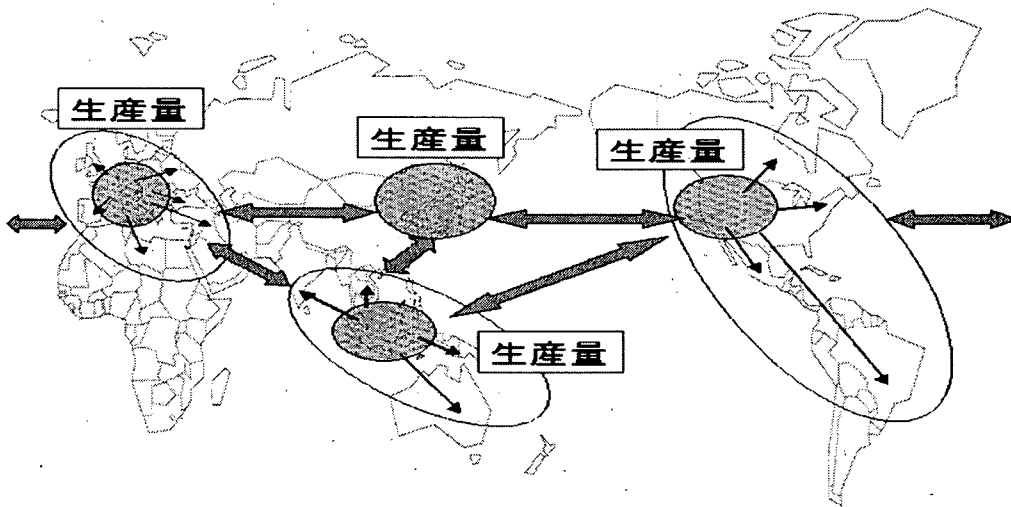


図-2.4 グローバル化段階

- ①各拠点の規模（規模の経済の追求、もしくは拠点の分散によるリスク回避）。
- ②販売のターゲットとする顧客の規模、立地、求められるサービスの水準。
- ③R&Dなどの中枢機能の立地場所。
- ④コスト・品質的に優れた原材料や部品の供給者の立地場所と能力。
- ⑤安価で良質な労働力の確保の容易性。
- ⑥拠点間の輸送時間とコスト。
- ⑦輸出入規制、関税、インフラのレベル、その他立地しようとする国における規制や政策。

企業は、これらの要素を加味して拠点の立地やそれら間の機能分担等に関して複雑な意思決定をしている。中でも原材料や部品の調達には重要な要素である。競争が激しくなるにつれ、企業はコスト、質、納品等のサービス水準に関して全世界中からもっとも有利な調達先を選択する傾向にある。

2.3 グローバリゼーション下における企業戦略

グローバル化とは、世界各国の企業と競争を行うことでもあり、この競争に対応するため前節で紹介した立地最適化をはじめ、種々の戦略が取られてきている。

例えばフォードイズム型生産とは、フォード社がかつて行っていた規格大量生産のことであり、規模の経済を利用した安価な製品の生産がその目的であった。しかし80年代後半以降、競争の尺度が価格に加え「製品の多種類」「革新」という要素が重要となり、「ポストフォードイズム型」の生産が重要となった（例えば Notteboom and Winklemans (2001)）。

この生産方式の特徴として、生産拠点間のネットワーク化が挙げられる。技術革新等への対応を容易にするため、図-2.1においても見られるように各々の拠点はそれぞれ専門化した拠点としての役割のみを担うようになり、それ以外の機能はアウトソース（外部化）される傾向にある。例えばNIKEの場合は、製品開発拠点は北米に立地しているが、製品の生産はアジア地域等で行われている。技術革新などの変化に対応することが必要な場合には、供給者（サプライヤー）を変更することで迅速に対応を行う（Christopher (1998)）。

また、競争の激化により、製品のライフサイクルが短くなる傾向にある。例えばPCの場合には3ヶ月ごとに新しいモデルが販売されると言われている。また、日々のマーケット動向の変化も激しい。これに対応するため、製品開発のための期間や、原材料から生産・販売までのサイクル時間を短くするという戦略（時間圧縮アプロー

チ）がPCやアパレル等の業種において重要となっている。

このような生産形態の成功例としては、スペインのZARAというアパレルの会社が有名である。販売店から直接売れ筋の製品のデータを入手し、それを活かして世界的な生産ネットワークによって調達コストを下げ、同時に生産サイクルの短期化に成功している。また通常数ヶ月かかる新製品の企画から販売実施までを、数週間というスケールで行っている（Christopher(1998)）。

上記の戦略を国際物流の観点から考察すると、量と質の両面から変化していることが考えられる。

量的な面については、これまで主に国内で調達されていたものが、世界各国の拠点へその供給機能がアウトソースされ、世界中の拠点間でやりとりされることから各国間の貨物量が増加する。また質的な面では、これらの拠点間において多品種、小ロットの貨物が、高い頻度で輸送されるようになることが想起される。

3. グローバルロジスティクス戦略

3.1 グローバリゼーションと適切なマネジメント手法の必要性

グローバリゼーションにより、企業は従来より厳しい競争に直面し、製品そのものの質や価格という面のみではライバル社との差別化が困難になっている。一方、拠点間の地理的な距離の増大が、この目的達成の手法を複雑化している。具体的に企業は、以下の2点からの対応に迫られている。

(1) 顧客満足の上昇

今日は顧客満足（Customer Satisfaction: CS）の時代であると言われている。顧客満足を顧客に与えるための顧客サービス（Customer Service）とは例えば

「To get the right product to the right customer at the right time for the right place.（正しい製品を正しい顧客に、正しいタイミングで、正しい場所に届けること）」

と定義されている（Kearney(1994)）。

より具体的には以下の要素が挙げられる。

- ①製品が顧客の欲しいときに常に購入可能である。
- ②納入が確実である。
- ③製品を注文してから納品までのリードタイムが短い。
- ④製品の注引量に関わらず、高頻度のデリバリーが受けられる。
- ⑤製品のバラエティに富んでいる。

などである。また、嗜好や言語等が異なる複数の国の市場に対し製品を適切に提供することが必要となる。製品の質や価格のみでなく、高いレベルでの顧客満足の実現により企業は他社との差別化を図ろうとしている。

(2) 輸送距離の増大に対する対応

(1)で述べたように、高いレベルでの顧客満足の実現が必要であるが、その一方グローバルスケールで活動する企業は、以下のような輸送に関する困難性に直面することとなる。

- ①国際的な取引、物品の輸送は、遂行に時間が掛かり、また複数のモードにまたがる。
- ②国際的な輸送は外部の組織によってなされることが多い。この場合には、貨物が荷主のコントロール外となることから輸送の不確実性が增大する。
- ③国際輸送は特に国ごとによって異なる規制の影響を受けやすい。
- ④天候やストライキ等によるリスクが大きい。

このため国際物流においては、一般的に輸送の時間的なりードタイム自体が長期化し、また輸送の不確実性が增大する。企業はこのような輸送の不確実性の中で、高いレベルでの顧客満足を実現することが必要となっている。

(3) 適切なマネジメント手法の必要性

従来顧客サービスの実現には、在庫を保有することで対応してきた。例えば輸送が不確実であれば、その分の在庫を保有することでそれに対応するという考え方である。しかし在庫の保有は、以下のような理由からコストをもたらす。

- ①世界的な企業間競争により製品のライフサイクルが短くなる中で、在庫が陳腐化する恐れがある。売れ残った製品の価格は大幅に下落するか、最悪の場合マイナスとなる。
- ②在庫保有のためのコスト（在庫金利、倉庫等の施設関連費、荷役費など）が生じる。
- ③企業は、在庫を生産するために要したキャッシュ分を他の投資等に回すなどして活用する機会を失う。

このため、在庫などの無駄を極力排除した新しいマネジメント、すなわち、在庫をなるべく抱えずにコストを最小限に押さえつつ不確実で変化の激しい顧客の需要に的確に 대응することができるマネジメント手法が必要となっている。近年の競争の激化により、企業は在庫の削減

にまで対策を講ずる必要に迫られている。

3.2 グローバルロジスティクス戦略の定義と基本概念

(1) グローバルロジスティクス戦略の定義

前節では、グローバルスケールで企業が顧客満足の向上による競争力を確保するため、適切なマネジメント手法が必要であることを示した。本資料ではこのマネジメント手法をグローバルロジスティクス戦略と定義し、その概念について整理を行う。

図-2.1ならびに図-2.4においては、販売、製造、部品の主体が複雑なネットワークを形成しているが、このような異なる主体間のネットワークは図-3.1のように簡略化して表現することが出来る。これは製品を供給する関係にあることから、サプライチェーン（Supply Chain: SC）と呼ばれるものである。

原材料から各種の生産を経て、最終消費者までのサプライチェーンを、Potterはバリューチェーン（価値連鎖）と定義している。すなわち、これらのサプライチェーンにおける各過程を経て、原材料から最終消費者までの価値が付加されていくことになる。このサプライチェーンを適切にマネジメントすることによって、企業はコストならびに顧客サービスにおいて競争力を確保することが可能となる。

このためのマネジメント手法を、本資料ではグローバルロジスティクス戦略（GL 戦略）と定義する。例えば Christopher (1998) は、

「顧客から期待されるサービスレベルを実現し、コストの最適化を図るため、原材料から最終消費者までに必要な全ての行為を計画・調和させること」

と定義している。近年良く用いられている用語であるサプライチェーンマネジメント（Supply Chain Management: SCM）についてもその目的、概念、機能はグローバルロジスティクス戦略のそれと同一であるが、SCMは例えば、部品の製造者とその供給者（サプライヤー）が異なる企業の場合におけるマネジメントを指すことが多く、グローバルロジスティクス戦略の一つの形態であると考えることが出来る。企業活動の実態としては、これらの明確な区別は困難であることから、本資料においては、グローバルロジスティクス戦略という用語に統一する。

また、わが国においてロジスティクスという用語が、上述のようなサプライチェーンを統合化するためのマネジメント手法ではなく、物流企業のイメージアップのため

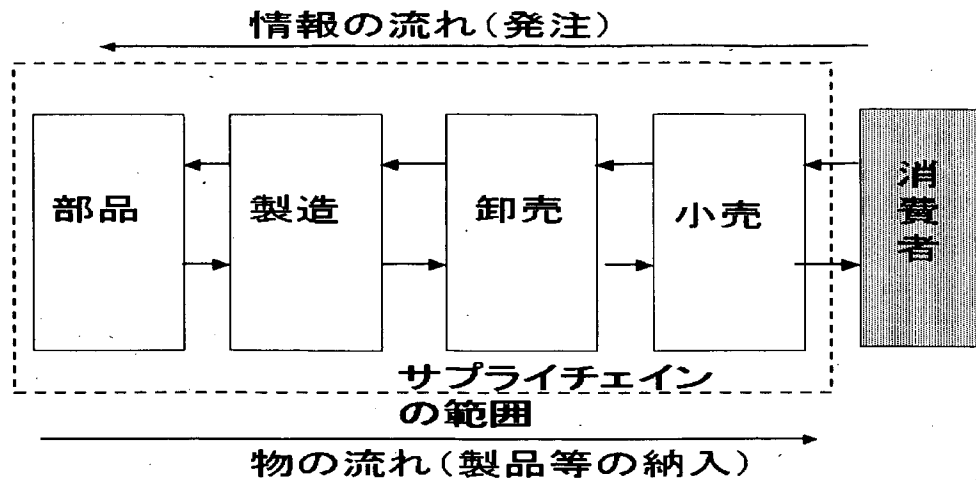


図-3.1 サプライチェーンの概念図

単にその中のひとつである物流機能を指すものとして用いられることが多いが、グローバルロジスティクス戦略という用語はこの用語との区別も念頭においたものである。

(2) グローバルロジスティクス戦略の基本概念

サプライチェーンの概念図は 図-3.1 に示す通りであり、ここでは小売業者、卸売業者、製造メーカー、部品メーカーという4つのメンバーからなるサプライチェーンをイメージしている。最終消費者から小売業者へ販売がされれば、小売業者は在庫を補充するため、卸売業者へ発注を行う。同様にして、消費者を始点として、サプライチェーンメンバーの上流へ情報（発注情報）が流れていく。この発注を受けて、例えば卸売に着目すると、小売から注文を受けてから小売に製品を発送し、一定の輸送時間の後に小売にそれが納入される。このような、情報と逆向きの流れが納品のための物流である。本資料では物流はグローバルロジスティクス戦略の一つの要素である、物品の輸送のことを指すものとする。広い意味では自分の上流がサプライヤー、下流が顧客となる。

また各々のサプライチェーンメンバーはある程度の在庫を有している。これは、サプライチェーンにおけるすぐ下流のメンバーである自らの顧客からの需要が不安定、すなわち予測が困難であり、品切れを起せば顧客サービスにおける水準が著しく低下するからである。

顧客サービスの水準を保ちながら在庫を如何に圧縮するかがグローバルロジスティクス戦略の主要な目的のひとつである。

このための重要なキーワードとして、「部分最適」ならびに「全体最適」が挙げられる。藤野(1999)によれば、

図-3.2 に示すとおり、現状では各企業もしくは企業内の各部門が「部分最適」を行っているとしている。この図において、サプライチェーンのメンバーは自らの最適化のみを追求しようとする。

例えば、製造メーカーは、

- ・自らの顧客である卸売からの需要はいつどの程度のものか完全には予測できないため、品切れ（顧客サービスの低下）を防ぐために在庫を多めに抱える。
- ・生産コストの低減化のために大量生産を行い、保有する在庫量が増大する。
- ・仮に部品メーカーからの製品納入が不安定であれば、安全のため在庫を多く保有する。
- ・卸売へ製品を輸送する際、なるべく大きなロットで輸送を行って規模の経済性を追求しようとする。

同様の行為をサプライチェーンの各メンバーが行うことで、各々が在庫を抱えることとなり、サプライチェーン全体で高コストが生じることになる。

これに対し、グローバルロジスティクス戦略の目標となるのが 図-3.3 に示す「全体最適化」であり、サプライチェーンの各々のメンバーが、互いに密な連携を図ることにより、サプライチェーン全体での最適化を図ろうとするものである。

このため、グローバルロジスティクス戦略の目的の実現のためには、供給者から最終消費者までの情報と物品の流れが適切にマネジメントされることが必要であり、そのために異なる企業間（もしくは同一企業内の異なる部署）が互いに結びつき、密な連携を行うことが必要である。目的は、グローバルなサプライチェーン全体を通じてのコストの最小化、顧客サービス水準の最適化である。

サプライチェーンの現状～「部分最適」

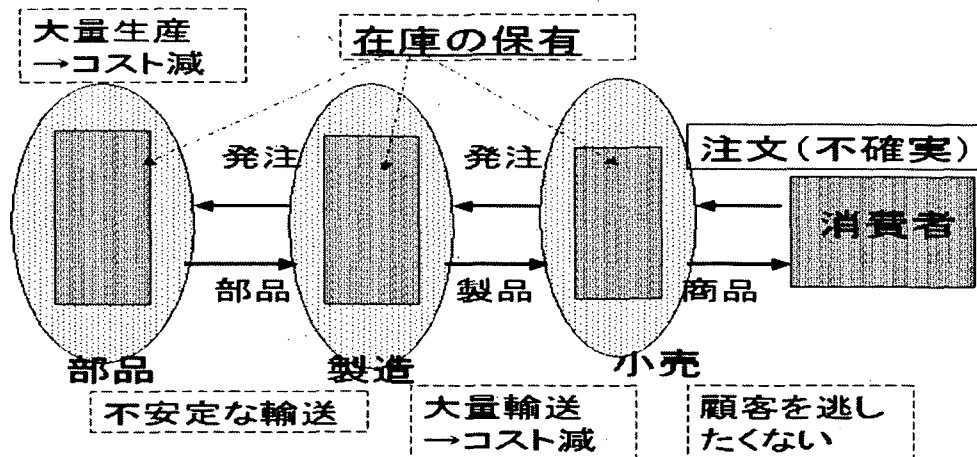


図-3.2 サプライチェーンの部分最適

全体最適

= 在庫を削減しつつ顧客の需要に確実に応える。
密な連携

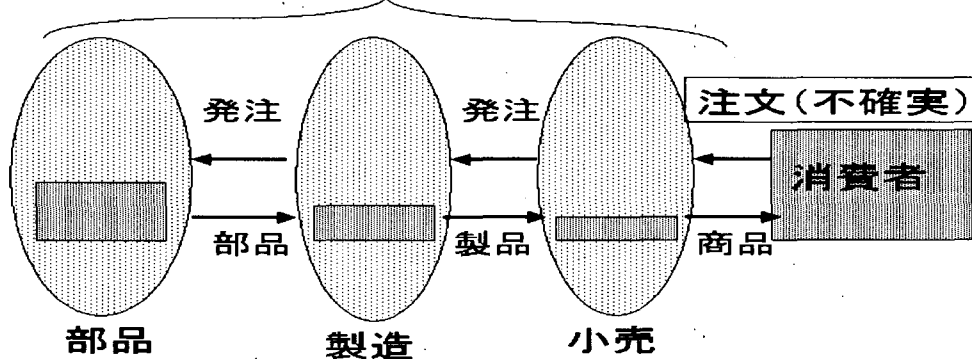


図-3.3 サプライチェーンの全体最適

3.3 グローバルロジスティクス戦略の基本方針

グローバルロジスティクス戦略には、一定の顧客サービスレベルを保ちつつ在庫等のコストを最小化するリーン戦略と、さらに進んで、変化の激しい市場により早く対応していこうとするアジャイル戦略がある (Manson-Jones et al.(2000), Christopher and Towill(1998), 阿保(1998))。

(1) リーン戦略

リーン戦略の目的は、コスト削減の観点から無駄を極力省くことにある。リーン(lean)とは英語で無駄なものをそぎ落としたという意味である。ここで無駄とは、例えば単に半製品を在庫として途中段階で放置しておくことなど、商品に価値を与えない行為全般を指す。

この一つの形態が、在庫ゼロを目指すジャストインタイム (Just In Time: JIT) 戦略であり、このためには供給者と

配送者が品物を、生産においてそれが必要な時に生産ラインに届けることが求められる。

JIT 戦略の性格として、以下の事項が挙げられる。

- ①納入される部品等の質と、輸送の正確性が特に求められる。例えば不良部品は生産ラインを止めることとなる。
- ②製品の質と輸送の定時性を確保するため、供給者は数社に絞られ、需要者と密接な関係を持つ。例えば系列はこの一例である。
- ③情報化による活動の調和・同期化が不可欠である。
- ④輸送については、小ロット、多頻度輸送が必要となり、実質的にこれが在庫の代わりとなる。

JIT 戦略としてはトヨタのカンバン方式が有名であるが、これは「スムーズに売れのスPEEDで作る」ことがその目標であると言われている。基本的に作った分だけ必要な部品を補充し余分な仕掛り在庫を持たない。この

ために、低コストでの生産が可能となっている。

(2) アジャイル戦略

リーン戦略は無駄の排除，すなわち顧客サービスレベルを確保しつつコストを削減することを目的とした戦略であるが，近年，価値の差別化のための戦略としてアジャイルな（agile: 俊敏な）戦略が提案されている。

「リーン方式は，需要が安定しており，需要の予測が容易，また扱う製品のバラエティが少ない場合に適している。これに対して，需要の変動が大きく，求められるバラエティが大きい場合には，高いレベルでの柔軟性が求められる。」（Christopher and Towill (1998)）

この際には2つの方向性があるものと考えられる。

一つは，需要動向等の市場の変化が激しい場合への対応である。これは，需要の動向に対する予測を立てても，それに基づいて生産等を行い消費者へ販売しようとする間に需要動向が変化し，この需要と供給とのタイムラグによって当初の予測が意味をなさなくなるということへの対応である。このために企業は在庫を保有する必要性に迫られている。全体の生産等のサイクルをスピードアップすることで，需要と供給とのタイムラグを減じることが必要である。またリアルタイムでサプライチェーンにおける各メンバーの在庫状況，生産状況，輸送の状況，生産能力等の動向を把握し，変化する動向に対して俊敏に対応，すなわちリアルタイムでスケジュールを再調整していくという戦略が求められる。

もう一つは，製品や仕様のバラエティの向上への対応である。例えば洋服の場合，サイズ，色などの品揃えを欠品の無いように向上させる必要がある。またPCでも，近年では個人向けにカスタマイズされた製品が販売されている。さらに，国際的なブランドであっても，国によって違う仕様に対応する必要がある。例えばPCのキーボード，パッケージ，添付する取扱書説明書などがこの例として挙げられる。

3.4 グローバルロジスティクス戦略における課題

グローバルロジスティクス戦略を有効に活用することにより，企業はグローバル経済下においても競争力を維持することが出来るものと考えられるが，この際には，前述したように，輸送の時間的距離の拡大という側面を如何に適切にマネジメントするかがポイントとなる。ここでは，より具体的に輸送距離の拡大がグローバルロジスティクス戦略に及ぼす影響について考察する。

(1) 輸送の時間的距離増大

輸送の時間的距離増大は，以下のような負の効果をグローバルロジスティクス戦略に及ぼす。

- ①供給のためのリードタイムが長期化し，オーダーを受けてから納品までの期間が長くなり，顧客サービス水準が低下する。また需要動向の変化にあわせて俊敏に対応することが困難となる。
- ②輸送時間が長期化すると，輸送途上の段階の在庫量が増加する。例えば海上輸送が20日であれば，この分の在庫が洋上に存在する。
- ③輸送時間の長期化は在庫の保管期間の長期化をもたらすため，在庫の陳腐化のリスクが増大する。
- ④輸送の不確実性が増大し，このような不確実性に対処するための在庫（安全在庫）を多く抱える必要が生ずる。
- ⑤輸送中の貨物の可視性（Visibility）が確保されない場合，サプライチェーンメンバー間のリアルタイムでの同期化などが困難になる。
- ⑥小ロット多頻度輸送を行おうとする場合に輸送効率が低下し，コストが増大する。また貨物を一定規模にまとめようとするれば，そのための時間を要する。
- ⑦JITのためには，納品の確実性を確保し，また仮に問題が生じた場合には高いコストをかけてでもすぐにリカバーすることが必要であるが，輸送距離が長い場合には状況の把握やリカバーに困難が生ずる。

これらのことから，グローバルロジスティクス戦略においては，輸送におけるコストに加え，時間などの他の要素が重要になるものと考えられる。

近年では，この困難性を克服する戦略も取られてきており，小ロット・高頻度の輸送はコスト高になるが，他の供給者等と共同輸送することでコストを削減することや，欠品，顧客からの要求の変更等の不測の事態に対して，航空便の利用や，小規模の在庫を抱えることでリカバーするなどの方法も取られている。

(2) 需要予測の拡幅（ブルウィップ効果）

サプライチェーンは，意思決定を行う複数の主体が有機的に結合されたものと捉えることができるが，これがブルウィップ（Bullwhip）効果という負の効果を及ぼし，またこの効果はメンバー間のリードタイムが長い場合に助長されやすいことが知られている。

サプライチェーンの概念を再度整理したものを図-3.4に示す。製造メーカーに着目し，サプライチェーンのメンバーの行動について考える。製造メーカーは，卸売か

ら注文を受けるが①、可能な限りこれを満たすように卸売へ納品を行う②。この際、一定量以上の在庫レベルを有している必要がある③。部品メーカーへ発注した品物は、一定期間（リードタイム）を経て、製造メーカーに納品される④。在庫量が減少すると、顧客からの予測しづらい発注に応えることが出来なくなる事態を避けるため、製造メーカーは適宜自らのサプライヤーである部品メーカーに発注を行う必要が生じる。具体的には、製造メーカーは①～④の情報を元に、部品メーカーへの発注量を決定するという意志決定を行う⑤。サプライチェーンにおいて、他のメンバーも同様に意思決定を行い、自らの顧客へのサービスレベルが維持されるように在庫をコントロールしている。

ブルウイップ効果とは、サプライチェーンにおいて複数の異なる主体が意思決定を行うことにより、図-3.5に示すように消費者からサプライチェーンの上流（本資料においては、小売、卸売、製造、部品メーカーとさかのぼるにつれ）各々が観測する自らの顧客からの需要レベルの振幅が大きくなるという現象である。

結果として、過大な在庫の保有や、逆に顧客からの注文に対応できないという事態が生じる。また、このような需要の振幅に合わせて生産量の調整を行おうとすれば、この調整のためのコストも大きくなる。結果として、サプライチェーン全体で高コスト構造となり、また顧客サービス水準での競争力が低下する。

ブルウイップ効果が発生する要因はいくつかある。例えば図-3.6において、需要の偶発的な急増や、納品のための輸送の遅れなど何らかの原因により、品切れや在庫レベルの著しい低下が発生したものと仮定する。この場合、例えば小売は在庫切れを防ぐために、過剰な発注をする傾向にある。またこの一方で、常にストックしておくべき安全在庫の水準を引き上げる。このことも発注量の増加につながる。結果として、この小売自らが消費者から受ける需要よりも大目の発注を卸売に対して行うことになる。これが需要の歪曲であり、同様なことが卸売、製造の意思決定においてもなされ、結果として部品メーカーは最終消費者による需要から歪んだ（拡張された）発注を受けることになる。

上記の例のような、需要の急増や輸送の遅れ、中断といった事態が生じなくとも、発注から納品までのリードタイムがゼロでなく、需要予測等の見込みをもって発注量を決定する場合にはブルウイップ効果が発生することが知られている。特に、サプライチェーンメンバー間のリードタイムが長いとこの効果はより増長される。

この需要の拡張効果を軽減するため、以下の事項が有

効であると考えられる。

- ア) 発注から納品までのリードタイムを短縮する。
- イ) 遅れ等の輸送の不安定性を軽減する。ないしは、輸送状況のリアルタイムでの把握を行うことで過大な発注を防ぐ。
- ウ) 最終消費者の需要動向など、歪みのない情報をリアルタイムで、サプライチェーンにおけるメンバー間で共有する。
- エ) 意思決定主体であるサプライチェーンメンバーの数を減らすなどサプライチェーンの構造を変更する。このように、グローバルロジスティクス戦略ではメンバー全体での情報共有などの協力関係が必要となる。特に重要なのがサプライチェーン全体でのリアルタイムでの輸送、生産などの活動の可視性（Visibility）の確保である。

4. グローバルロジスティクス戦略を支援する国際物流方策

4.1 国際物流の目指すべき方向

グローバルロジスティクス戦略における物流の役割は、顧客とサプライヤーとの空間的・時間的なギャップを埋めることにある。このため輸送機能がグローバルロジスティクス戦略において果たすべき役割は非常に大きい。グローバルロジスティクス戦略を実現するためには、前述した輸送の時間的距離増大等による負の効果に適切に対応することが必要である。具体的には、輸送の不確実性の緩和や、輸送リードタイムの短縮といった、前述の課題を改善するための物流品質の面での対応が求められることになる。

この物流品質とは、輸送リードタイムの短縮、輸送の確実性の向上、並びに輸送の可視性の確保、の3つの要素に集約することができる（例えば、Morash and Clinton (1997)）。

- ①輸送リードタイムの短縮
 - ・関係主体間の効率的な連携によるトランジットタイムの短縮、並びにその他輸送に関わる活動全体のスピードアップ
 - ・高い水準での輸送頻度の確保
- ②輸送の確実性の向上
 - ・遅れや中断の防止
 - ・輸送途中における貨物のロスやダメージの防止
- ③輸送の可視性の確保
 - ・リアルタイムでの輸送状況の把握

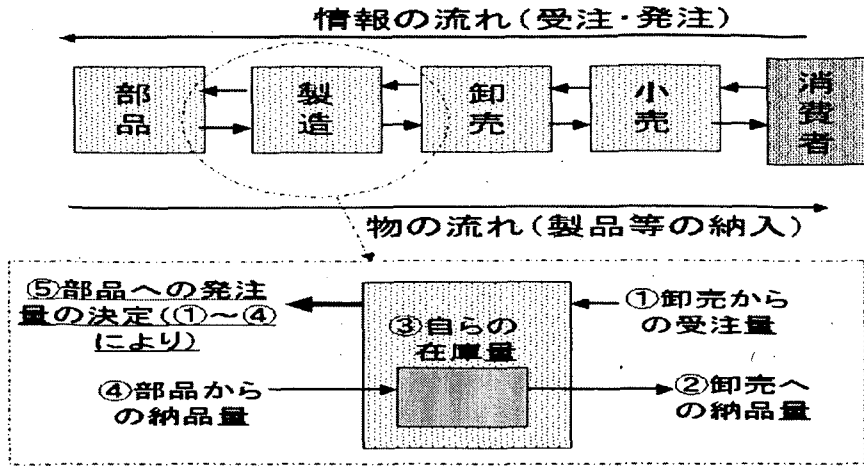


図-3.4 サプライチェーンにおける意志決定

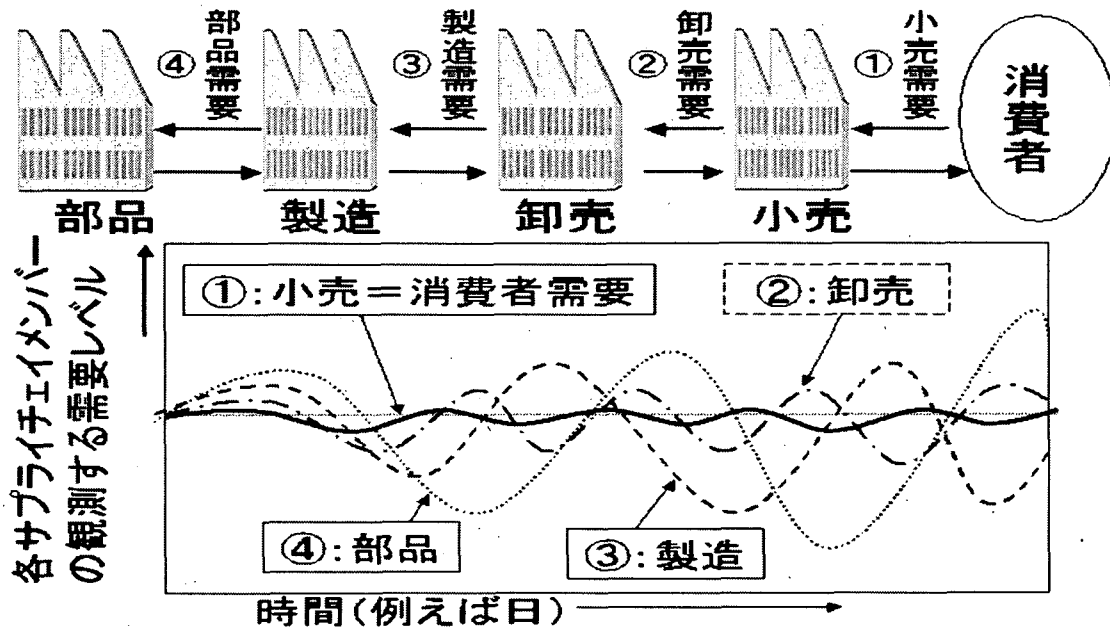


図-3.5 ブルウィップ効果(イメージ)

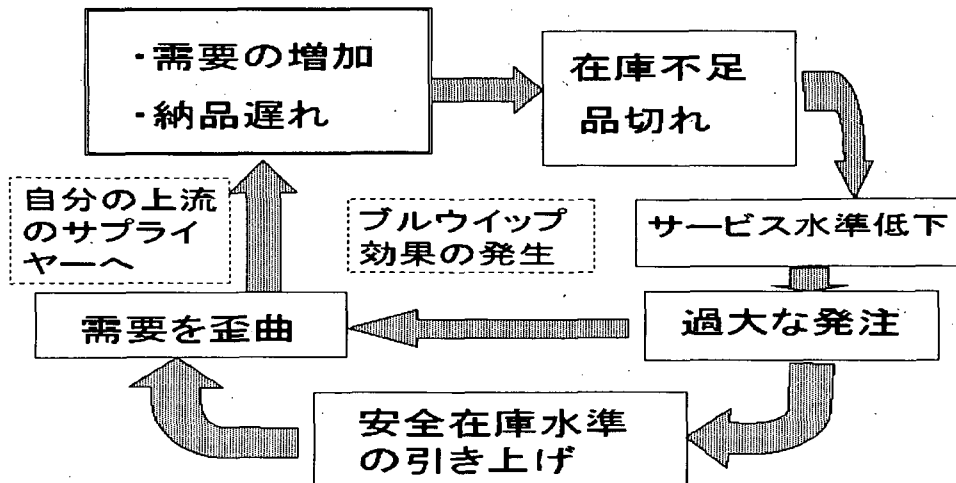


図-3.6 ブルウィップ効果の発生要因

③については、JIT 戦略における同期化をスムーズに行うために必要である。またこれは不確実性の緩和と柔軟性の向上に繋がるものである。リアルタイムでの輸送状況の把握によって、不測の事態が生じた場合には、例えば航空輸送への切り替え等柔軟な対応が可能となる。この意味で、情報の活用は不確実性による影響を除去・緩和し、在庫の代わりをなすものと考えることができる。

上記の物流品質の確保は、各々の輸送モードにおけるスピードアップ、港湾等の物流ノードにおける円滑な輸送によって実現することが求められる。後者には、荷役や通関などの手続きのスピードアップ、倉庫でのピッキングや、混載のスピードアップなどがあげられる。特にこれらの活動に関与する異なる主体間で情報・活動を有機的に結合させ、シームレスな輸送を実現することが必要となる。

4.2 グローバルロジスティクス戦略を支援する国際物流方策

企業がグローバルロジスティクス戦略を採用するにつれ、これを支援するための種々の国際物流方策が取られるようになってきている。

(1) クロスドック

先に述べたように、企業がグローバル化するにつれ、部品の供給拠点が分散化し、これらの各拠点間が互いに部品を供給しあう状況となる。この結果、図-4.1 に示すように拠点間の輸送動線は細いものとなり、輸送頻度が低下し、リードタイムの長期化が生ずる。これを防ぐため、ある自動車メーカーでは図-4.2 に示すようにクロスドックを採用している。

クロスドックは在庫機能を持たず、仕分け・配送機能のみを有する。図-4.1 においては、このような機能がない場合、個々のサプライヤーと組立工場とは細い動線で結ばれるが、図-4.2 のようにクロスドックを設けることで種々のサプライヤーからの部品をまとめて個々の工場へ配送することにより輸送効率が向上し、また輸送頻度・リードタイムの向上を図るものである。

(2) 遅延化戦略

先に述べた通り、今日世界企業は数多くの国々において製品を販売している。この際は同一の製品は、規模の経済の活用の観点から1箇所ないしは数箇所の拠点において製造し複数の国のマーケットで販売することが有利と考えられるが、これには限界がある。例えば世界的なブランドであっても、国ごとに応じたニーズに適應させ

るためのカスタマイズが必要である。

また、近年の顧客はバラエティに富んだ品揃えを要求する傾向にあり、さらに自らの好みにカスタマイズされた商品を好む傾向にある。例えばデルコンピュータは、顧客の細かな注文を把握し、それに適合したパソコンを製造して販売するパソコンのカスタマイズを行っている。しかし、複数種類の製品の製造はコスト的に不利になり、また受注生産を行えば注文から製造、納品までのリードタイムが長期化し顧客サービス水準が低下する恐れがある。

これを改善するための戦略として、遅延化戦略が取られている。これは、製品の完成を遅らせ、最終消費者になるべく近いところでこれを行うことである。図-4.3 に概念を示すように、半製品の段階までをリーン戦略によって製造することでコストを削減し、製品の最終段階で個々のマーケットや顧客に合わせたカスタマイズを行うものである。

例えば欧州では、複数の国のマーケットに製品を販売する際、これらの各国に配送拠点を設けるのではなく、欧州の一つの国を選択して欧州での拠点を設ける場合がある。この拠点は地域物流拠点と呼ばれることもあり、その拠点において最終的な製品の組み立てを行い、欧州全体に発送を行っている。

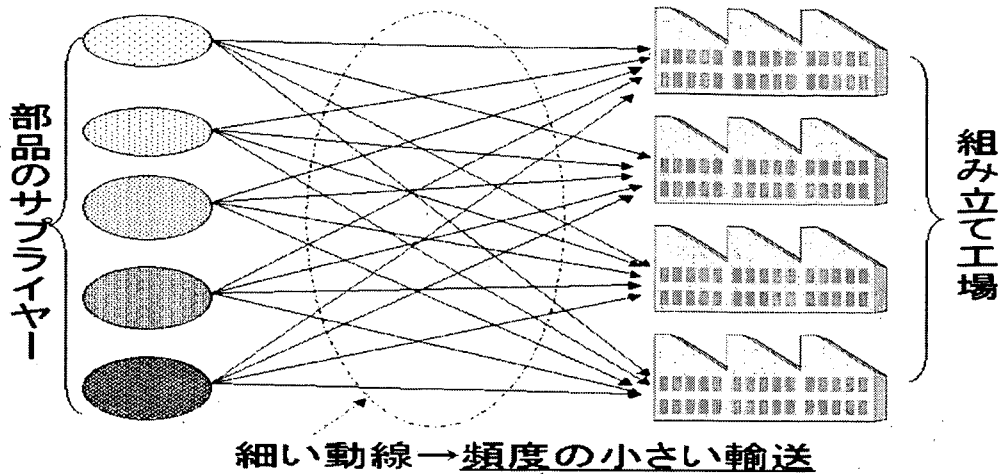


図-4.1 拠点の分散化と輸送頻度の低下

効果：輸送頻度の増大＝リードタイムの短縮，在庫削減
輸送効率の向上＝輸送コスト削減

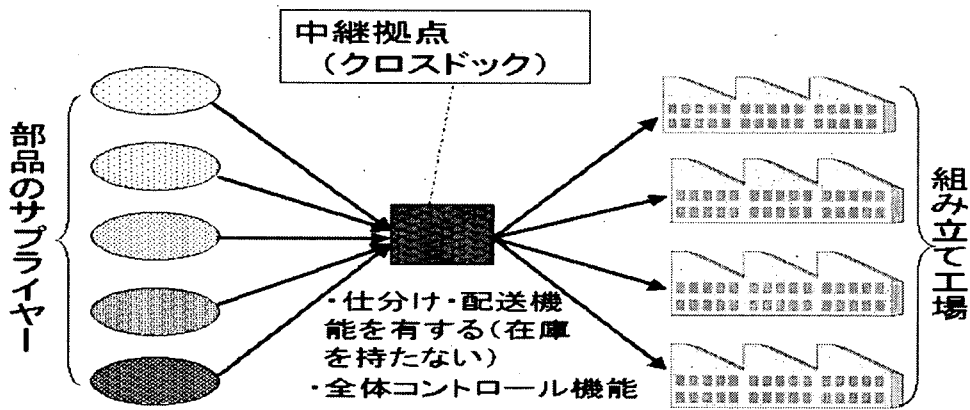


図-4.2 クロスドックの概念

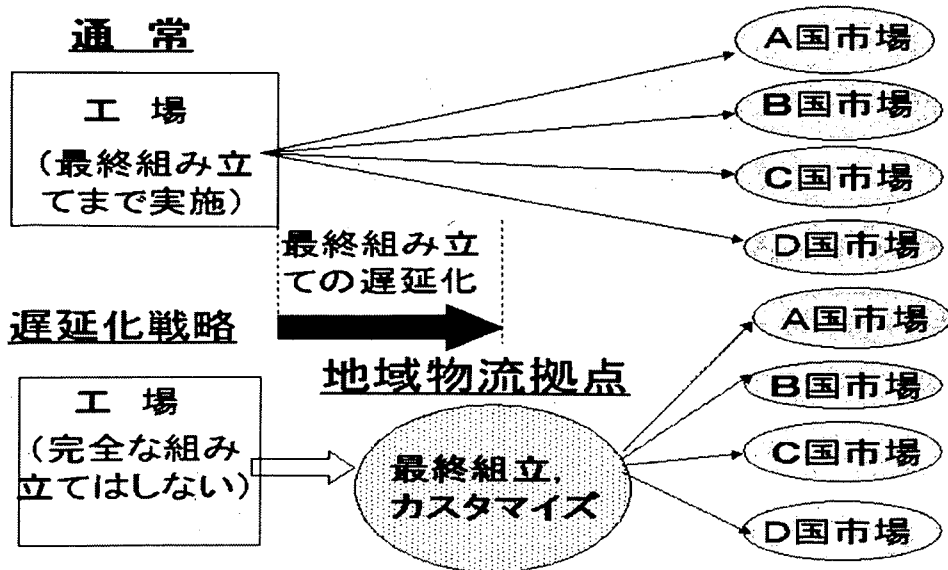


図-4.3 遅延化戦略の概念

(3) 情報技術の活用

地理的距離、国境、複数モードによる輸送など国際輸送における困難性はITの利用によって克服される。このITの活用には以下の2つのレベルがあると指摘されている(Davidson(2001))。

a) 事務手続のスピードアップと費用削減

これは直接的な費用削減効果であり、例えば、EDIによるコミュニケーションによって各種活動全体のスピードアップが可能となり、またペーパーレス化は費用の削減につながる。さらに、情報の入力度が1度ですむことから、入力の省力化とそれによるエラーの防止に繋がる。

b) シームレスな輸送の実現と非常時の対応の強化

これはさらに異なる輸送主体間でシームレスな接続を可能とするなどの効果である。例えば、リアルタイムでの輸送状況の把握とその情報の共有化より、異なるモード・主体間での連携の強化を図ることができる。

また貨物のロスやダメージなど不測の事態が発生した場合には、ITの利用によるトラッキングサービス、非常時の代替経路の検索、オンラインブッキングなどを通じ、代替措置を速やかに講ずることが可能となる。しかしITの活用には、種々の問題が指摘されており、例えば

- ①情報フォーマットの統一化、標準化。
- ②情報源・情報データベースの統一化：複数の情報源があるとそれらの内容が食い違う可能性がある。
- ③企業間での情報の開示もしくは適切なセキュリティ対策。

等の問題がクリアされなければ、ITの活用の効果は半減することとなる(Davidson(2001))。

輸送トラッキングサービスは既に実現が図られており、近年では、船社や航空貨物会社において、貨物のトラッキング(検索)情報が荷主に対して提供されている。例えば、船社系のロジスティクスサービス会社では、インターネットのHPにおいて貨物の番号を入力することで、洋上も含め、対象貨物のリアルタイムに近い形での輸送状況に関する情報がインターネットにより提供される。

5. グローバルロジスティクス戦略を支援する港湾の機能とサービスのあり方

以上、グローバルロジスティクス戦略の概念と、それを支えるための国際物流の役割について考察を行ったが、

これらを踏まえ、グローバルロジスティクス時代において港湾が果たすべき役割について分析する。

かつて港湾は、荷主から国際輸送のボトルネックと見なされる傾向にあり、そのため港湾から貨物をいかにスムーズに通過させるかが主眼であった。しかしこの認識は、グローバルロジスティクスの時代においては、港湾は単なる国際輸送の結節点以上の重要な役割を果たすものと認識が変わってきている。多くの企業は港湾の評価と選択に非常に重点を置くようになってきている。

特に世界各国の港湾はロジスティクスハブとして機能を強化する動きにあり、わが国のスーパー中核港湾施策においても港湾をプロフィットセンターと捉えて育成する施策が打ち出されている。

ここではグローバルロジスティクス戦略を支える港湾の役割等について考察を行うが、その視点としては以下の2つである。

①港湾サービス水準の向上

先に物流品質(輸送リードタイムの短縮、輸送の確実性の向上、輸送の可視性の確保)の重要性を示したが、この品質を如何に高めていくかという視点。

②港湾における価値を付加する機能の強化(ロジスティクスハブ機能の強化)

港湾がプロフィットセンターとして機能するためには、単なる「物流の通過点」以上の役割を果たす必要がある。企業がグローバルロジスティクス戦略において行う価値の付加のため、港湾としてどのような機能を果たして支援すべきかという視点。

5.1 港湾サービス水準の向上

グローバルなスケールでのロジスティクス戦略を支援するため、物流品質の改善が重要であると述べたが、そのための港湾サービス水準改善の具体的な方策について考察する。

(1) 我が国の港湾サービスの現状

我が国の現状での港湾サービス水準は諸外国の港湾と比較し高い水準にはないことが指摘されている。例えば港湾リードタイムは、輸入の場合では本船がコンテナターミナルに着桟してからコンテナの通関許可が下るまでの時間と定義されているが、我が国港湾の場合平均3日であり、欧米港湾とほぼ同程度であるものの、1日であるシンガポールより劣っている((社)日本物流団体連合会調査)。このため、スーパー中核港湾施策において、現在3日である港湾リードタイムを1日程度にする目標が掲げ

られている。リードタイムが世界の港湾と比較して長い理由として以下の事項が挙げられる（財務省関税局調査、並びに著者らが中枢港湾におけるターミナルオペレータに対して行ったヒアリングによる）。

①CIQ手続き（税関や検疫等）の執務時間の制限

執務時間は昼間時間帯のみであり、夜間には手続きを行うことができない。時間外の申請等が可能ではあるが、手数料を徴収されるため利用しない場合が一般的である。

②Sea-Naccsにおけるペーパー提出の必要性

当システムはEDIを活用し、大部分はペーパーレスとなっているが、原産地証明など一部の書類は依然としてペーパーでの提出が求められている。

③通関に必要な書類の不備

通関手続きを行う際には、複数の書類を取りまとめて申告を行う必要があるが、CTや海貨業者等複数の主体間で書類がやりとりされるためこれが滞り、通関申請が遅れる場合がある。

④荷役時間の制限

本船が着船しても、荷役の時間外であれば荷役は行なわれない。ただし労使協定の改善によりこの問題は相当の改善がなされている。

(2) 港湾サービス向上のための施策

上記の現状を踏まえ、港湾の物流品質向上、すなわち輸送リードタイムの短縮、輸送の確実性の確保、並びに輸送の可視性の確保のため、以下の施策が必要である。

a) 港湾フルオープンの実現

CIQ関係の24時間化、日曜夜間荷役の円滑な実施等を図ることで、港湾リードタイムの短縮、輸送の確実性の向上を図る必要がある。

著者らが中枢港湾におけるターミナルオペレータに対して行ったヒアリングによれば、通常は朝に本船が接岸して荷役が開始され、夕方にはコンテナターミナルへの搬入が終了する。しかし通関や検疫の執務時間は終了していることから、臨時開庁手数料の負担を避けて翌日までこれらの申告を行わないのが通例となっており、リードタイムの長期化の一因となっている。これに対して、海外諸国においては通関の手続きは貨物の到着以前に完了するような制度となっていたり、また夜間でも昼間と同様にオンラインで通関の受付がなされることが通常である（白井(2002)）。近年、通関や検疫については執務時間外の申告が可能になってきているが、さらなる改善が

望まれる。

b) 港湾関係主体間を連携させる情報システムの実現と普及

港湾においては、種々の主体がオペレーションに関与している。先にも述べたように、ITを活用することで、円滑な情報のやりとりを実現し、シームレスな陸海の接続が行なわれる必要がある。すなわち港湾内での主体間、またこれに加えてトラック事業等の港湾外の主体との活動の同期化が必要である。また同時に、港湾内における貨物のリアルタイムでの状況が荷主に対して提供されればサプライチェーンにおける可視性が実現され、グローバルロジスティクス戦略に対する重要な支援となる。

この観点から、海外の港湾では港湾関係主体間を有機的に連携させる情報システムの導入がされている例がある。これは、港湾関連主体間での情報の伝達、情報の共有化などの機能を有するシステムである。貨物のリアルタイムでの状態を、これらの関係者において共有することが出来れば、関係者は適切なタイミングで適切な行動をとることが可能となる。また港湾内のみではなく、港湾に関する諸手続きのオンラインでの受付や、船社から送信されたベイプラン情報のヤードオペレーションへの活用、またトラック業者へ引き取りのタイミング指示など、外部との接続がされているものもある。

我が国においても現在港湾物流情報プラットフォームの開発が進められており、早期の実現と普及が期待される。

c) 港湾サービス向上のためのその他施策

a) ならびに b) については現状の港湾サービスにおける問題点の改善のために必要な施策である。それ以外にも港湾サービスの向上のため以下の施策を実施することが必要である。

ア) 本船ダイレクト寄港の確保

グローバルロジスティクス戦略を支援するためには、わが国への大型コンテナ船等のダイレクト寄港が確保される必要がある。他のアジア諸国における港湾においてトランシップされる場合には、平均的な輸送時間が長くなり輸送のリードタイムが長期化する他、積み替えの際のハンドリングコストにより輸送コストが増大し、さらにはこの際のロスやダメージのリスクが高くなる。

本船の寄港を確保するとともに、コンテナ船が引き続き大型化することが予想されているため、この動向に十分対応した施設整備が不可欠である。すなわち、ライナ

一輸送の本来の目的である定時性・スピードのある輸送という特性が発揮されるよう、港湾が十分な取り扱い能力を有することが必要である。

イ) 輸送におけるボトルネックの除去

輸送のスピードの向上と輸送の確実性向上の観点から、天候によるリスクの軽減等海上輸送における各種ボトルネックの除去や、港頭地区での道路混雑の防止等が必要である。

ウ) コンテナターミナルのオペレーションの自動化

ストライキ等の影響を軽減したより安定的な荷役の実現のため、コンテナターミナルのオペレーションの自動化推進も検討に値するものと考えられる。

エ) フリータイム制度の充実

コンテナターミナルにおいてフリータイムが活用されていることは、港湾がサプライチェーンにおける行程間において同期化を図るための調整機能を有していることを示唆している。これは次の行程での貨物の受け入れが出来ていない場合、港湾のフリータイムを活用して準備が整うまで港湾に蔵置するという考え方である。このような「急がない貨物」に対する支援機能を港湾において充実させることも検討に値するものと考えられる。

5.2 港湾における価値を付加する機能の強化

(ロジスティクスハブ機能の強化)

(1) 港湾へのクロスドックの導入

グローバルロジスティクス戦略におけるクロスドックの機能は前述した通りであるが、グローバルロジスティクス戦略を行う場合には、国際物流の拠点である港湾においてクロスドックを行う有利性が生ずるものと考えられる。その一つとして、図-5.1にわが国の港湾をクロスドック拠点として活用するイメージを示している。

企業が今後さらにグローバルスケールで立地最適化が進めば、アジア地域内において拠点が分散的に配置されることが想定される。同様に、アジア地域外においても拠点が立地し、アジア地域内と地域外の拠点間において、部品や半製品のやり取りがさらに活発化することが予想される。この際に、地理的有利性から、例えば北米地域における拠点と、アジア地域における拠点との間の輸送拠点である、部品や半製品輸送に対するクロスドック機能立地の現実性が比較的に高いと考えられる。国際輸送の拠点という観点からクロスドックと国際ハブ港湾と概念は類似しているが、国際ハブ港湾はコンテナ単位で積み替えがなされるのに対し、クロスドックにおいてはコンテナの中身が仕分される点が異なる。

クロスドックが単なる仕分のための拠点としての機能のみを有するとした場合には、単純労働コストの安い他のアジア諸国との競争が困難である。わが国の港湾にこのような拠点を立地させるためには、わが国の港湾背後に立地している高度な産業集積と連携させたクロスドックとするなど、アジア地域内の他国における港湾との差別化を図ることが必要と考えられる。

図-5.2はわが国の港湾におけるクロスドックの概念を示したものである。わが国の港湾が北米等における拠点とアジア地域内における拠点との仕分・混載の拠点として機能するが、この際、わが国港湾背後の高度な産業集積を活用して生産され、海外拠点へ輸出される部品を合わせて取り扱うか、若しくは、海外拠点から供給される部品を、わが国の高度な産業集積を活用して組み立てを行い他国へ輸出するなど、アジア地域内の他国における港湾との差別化を基本戦略としている。

(2) 港湾への遅延化戦略の拠点の導入

遅延化戦略の概念は前述した通りであるが、これは最終消費者が国内の場合と国外の場合に分類される。

市場が国内の場合には、半製品を輸入し、港湾において保管し、流通加工や最終組み立て等を行うものである。国外で行う場合と比較して、国内の顧客の需要動向の変化や、国内の顧客の細かな要求に柔軟に対応できる点が有利点として挙げられる。

また図-5.3のように、わが国の港湾がアジア地域の市場に対する遅延化拠点として機能することも想定されるが、この場合には、クロスドックの場合と同様に、わが国において最終的な組み立て等を行う優位性を見出す必要がある。

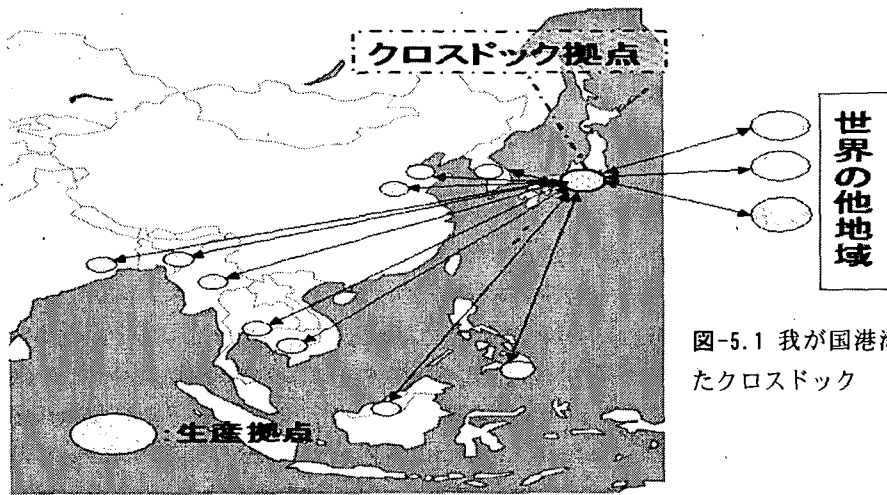


図-5.1 我が国港湾を活用したクロスドック

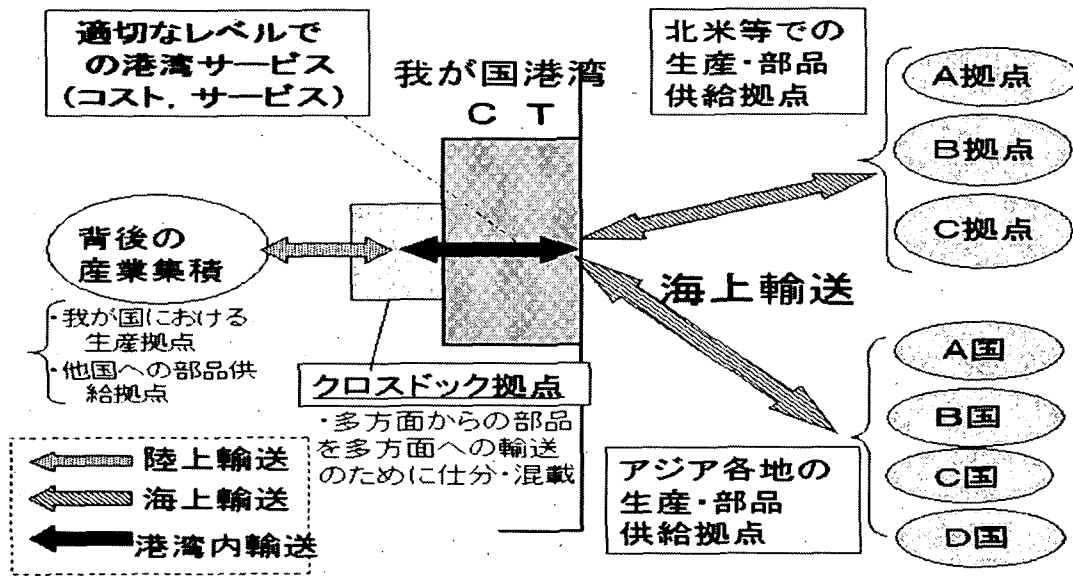


図-5.2 背後の産業集積と連携したクロスドック

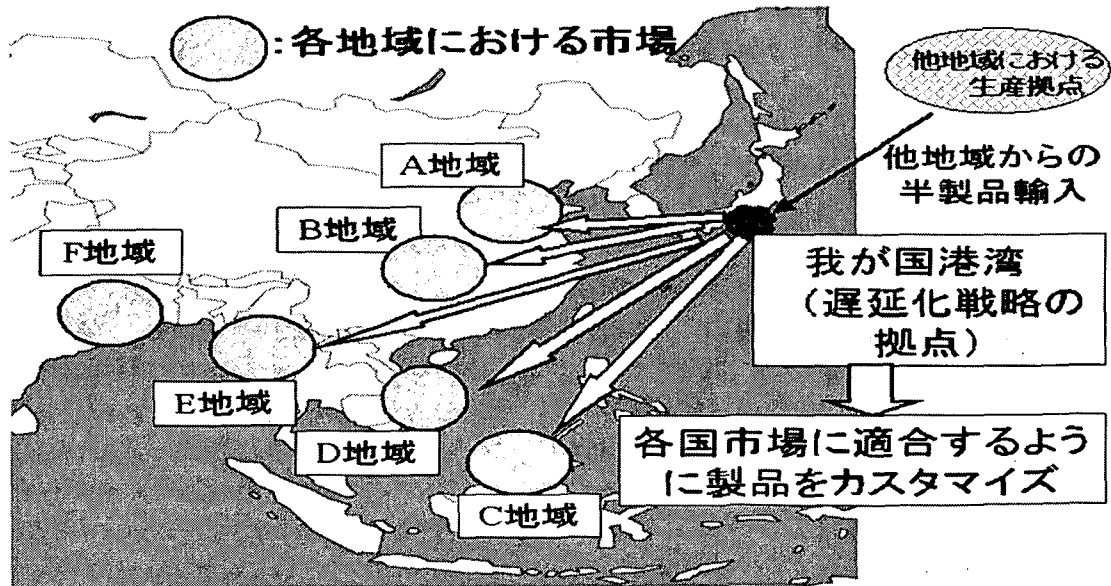


図-5.3 我が国港湾の遅延化戦略の拠点としての活用

6. 港湾サービス水準がグローバルロジスティクス戦略に及ぼす影響の定量的評価の試み

これまでに、グローバルロジスティクス戦略を支援する観点から港湾サービス水準の向上の必要性等について定性的に分析した。

現在、国土交通省港湾局において「スーパー中核港湾」施策を推進しているところであるが、その主要施策の一つに、港湾リードタイムの削減（現状で概ね3日であるものを1日に短縮すること）が挙げられている。ここでは、このような政策の定量的評価を試みた。すなわち物流品質が向上した場合のサプライチェーン全体のパフォーマンスへの影響について、本資料では輸送リードタイムを例に定量的評価を試みた。

6.1 モデル化の概要

モデル化においては、時系列的なシミュレーション手法であるシステムダイナミクスアプローチを採用した。図-6.1に対象とするサプライチェーンを示す。

モデリングの対象とするモデルについては、4つのメンバーを想定し、国内が消費地（最終需要の発生する場所）であり、国内の小売・卸売に対して国外の部品・製造メーカーから製品が供給され、この途中に海上並びに港湾から構成される国際輸送があるものとした。すなわち、本試作モデルにおいて港湾は国際輸送の一部として考慮されている。このリードタイムは政策変数として可変としている。

図において4つのチェーンメンバーがあり、これらの各々は在庫・生産機能を有している。お互いは情報（発注）ならびに物流（製品納入）によって互いに結びついている。サプライチェーンをこれらの情報の流れと物の流れを介して、個々のメンバーが意志決定するというシステムと捉える。このシステムの中に、海上輸送と港湾のリードタイムを政策変数として入れ、これがチェーン全体にどのように影響するかを分析した。

ここで「意志決定」の概念について述べる。図-6.2に示すように、サプライチェーンの各メンバーは、それぞれ顧客とサプライヤーを抱えており、各メンバーは顧客の注文(①)に応じて、在庫があれば顧客へ納品(②)する。自らは、在庫の水準(③)や次の時点での顧客からの注文に対する需要予測、これまでに発注を行ってサプライヤーから納品される製品(④)を考慮に入れて、サプライヤーへの発注量を決定する。すなわち「意志決定」とは、各々のメンバーが自分のサプライヤーへの発注量を定めることである。発注した製品は、一定のリードタイムの後に自らの在庫に納品される。ここでリードタイムは、輸送によるリードタイム、発送や生産によるリードタイムを考慮した。

本モデルでは、サプライヤーへの発注量決定のスキームとして Disney(2003) らによる APIOBPCS (Automatic Pipeline, Inventory and Order Based Production Control System) を採用している。

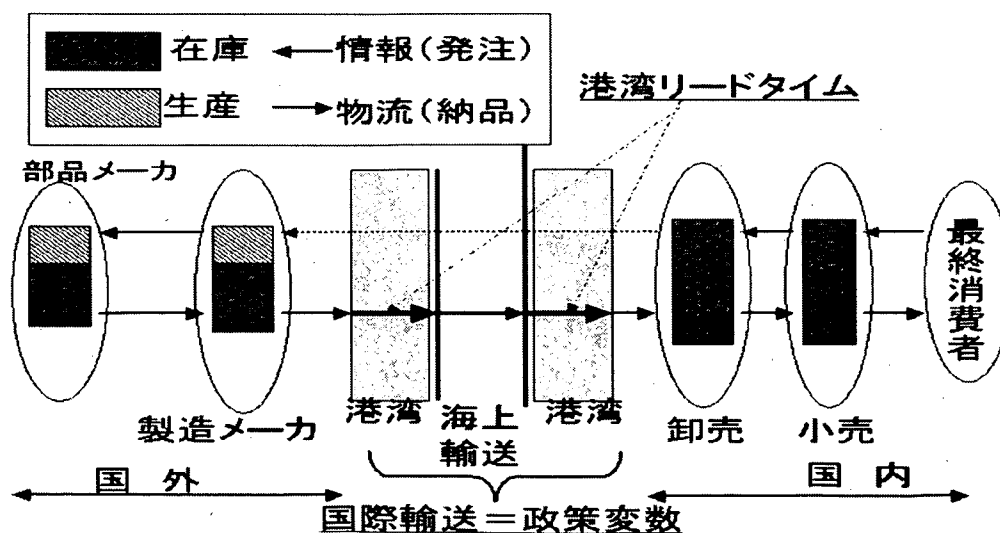


図-6.1 モデリング対象とするサプライチェーン

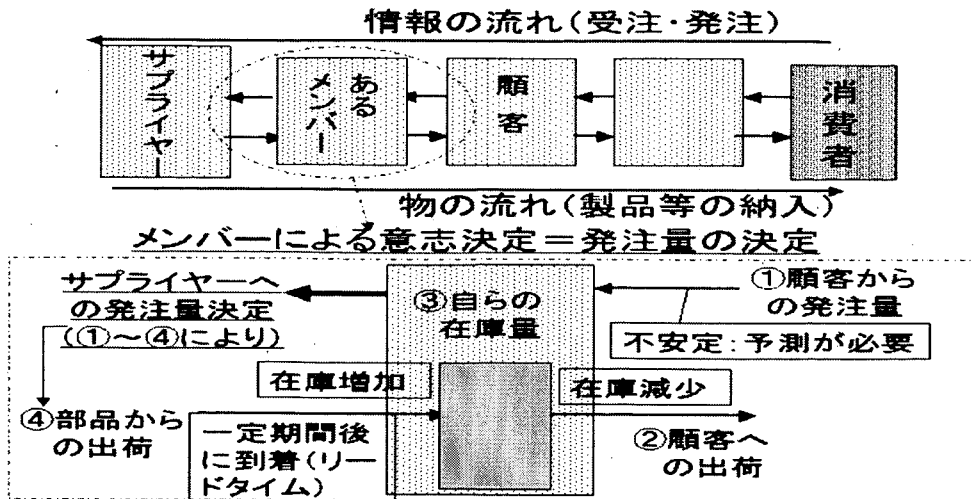


図-6.2 サプライチェーンにおける意志決定

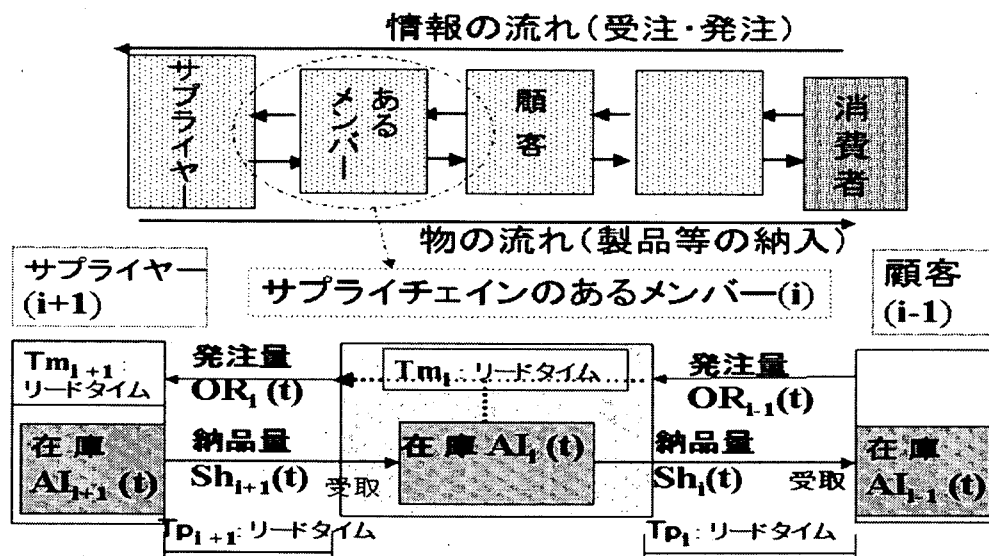


図-6.3 モデリングにおける変数

このモデルにおいて、一つのサプライチェーンメンバーに着目すれば

- 発注量 = 需要予測量 (顧客からの注文を予測)
- + 理想在庫量と実際の在庫量ずれ
- + 理想仕掛量と実際の仕掛量のずれ

である。ここで仕掛量とは、発注をしたが未納品である数量である。これは一つのサプライチェーンメンバーにおける意志決定の考え方である。本モデリングの対象は図-6.1の通りであり、4つのサプライチェーンメンバーが同様の考え方により顧客とサプライヤーを有し、意志決定を行うものとしている。

図-6.3 は i 番目のサプライチェーンメンバーに着目したものであり、この主体は顧客 ($i-1$ 番目) とサプライヤー ($i+1$ 番目) を有している。ここでサプライチェーンの下流から順に $i=1, 2, 3, 4$ すなわち小売が $i=1$ 部品メーカーが $i=4$ としている。この図において

$$\begin{aligned} \text{発注量 } OR_i(t) = & FDi(t) \\ & + (Tli - Ali(t)) / Ti \\ & + (TWi - AWi(t)) / Tw \end{aligned} \quad (1)$$

ここに、 $FDi(t)$: 顧客からの需要に対する予測量, Tli : 理想在庫量, $Ali(t)$: 在庫量, TWi は理想仕掛量, $AWi(t)$: 仕掛量である。本モデルにおいては理想在庫量と実際の在庫量のずれ、ならびに理想仕掛量と実際の仕掛量のずれについてはそのまま発注量に加えるのではなく、これら

をそれぞれパラメータ T_i , T_w で除して加えている。

$FD_i(t)$ は指数平滑法により、

$$FD_i(t) = FD_i(t-1) + (OR_i(t) - FD_i(t-1)) / (T_a + 1) \quad (2)$$

とした。ここに、 $FD_i(t-1)$: 1 時間ステップ前の需要予測、 $OR_i(t)$: 顧客からの発注量、 T_a : 指数平滑法における予測パラメータ である。

在庫量 $AI_i(t)$ は、在庫の保存式

$$AI_i(t) = AI_i(t-1) + Sh_{i+1}(t) - Sh_{i-1}(t) \quad (3)$$

により更新され、ここで $Sh_{i+1}(t)$ はサプライヤーから受ける納品量、 $Sh_{i-1}(t)$ は顧客需要 $OR_i(t)$ に対する納品量である。これらは、

$$Sh_{i+1}(t) = OR_i(t - T_{mi+1} - T_{pi+1}) \quad (4)$$

$$Sh_{i-1}(t) = OR_i(t - T_{mi}) \quad (5)$$

とした。すなわち、発注した後、一定のリードタイム T_{mi+1} , T_{mi} , T_{pi+1} の後に納品がなされる。ここで T_{mi+1} , T_{mi} はそれぞれサプライヤー、注目しているサプライチェーンメンバーが発注を受けてから発送までに要するリードタイム、 T_{pi+1} はサプライヤーから発送されてから製品がこのサプライチェーンメンバーに到着までの輸送のリードタイムである。なお、十分な在庫が無い場合には納品は行わないものと仮定した。

仕掛量 $AW_i(t)$ については以下の式によりに算定した。

$$AW_i(t) = AW_i(t-1) + OR_i(t) - Sh_{i+1}(t) \quad (6)$$

ここに、 $OR_i(t)$: サプライヤーへの発注量、 $Sh_{i+1}(t)$: サプライヤーから受ける納品量である。

パラメータは以下のように設定した。

① サプライチェーンのメンバーにおける発注量決定に関するパラメータについては、全てのメンバーについて一定 ($T_a = 3.0$, $T_i = 7.0$, $T_w = 14.0$) とした。これは計算の安定性を考慮して設定したものである。

② リードタイムについては、

・ サプライチェーンメンバー間の輸送リードタイムは 1 日を基本とするが、政策変数であるサプライチェーンメンバー間 (国内の卸売業者と国外の製造メーカーの間) の国際輸送のリードタイムについては、

15, 10, 5 日の 3 ケースを設定した。

・ 発注情報が伝わるリードタイムはゼロ、発注を受けてから発送までのリードタイム T_{mi} は一律 3 日とした。

③ 理想在庫量は、リードタイムの水準に応じて設定している。リードタイムが長い場合は、安全のための在庫保有を考慮して、理想在庫水準 T_{ii} を大きくした。サプライチェーンに対する消費者からの最終需要は、一定需要とランダム需要の 2 ケースを設定した。サプライチェーン全体のパフォーマンスは、各メンバーの在庫保有量と、またプルアップ効果の影響について評価を行うために発注量によって評価した。計算は時間 1 ステップを 1 日とし、エクセルシートにより行うことが可能である。

6.2 結果の概要と考察

今回のモデルの対象とした 4 つのサプライチェーンメンバーは、上記の式に従って各々独立して各時間ステップにおいて発注量の決定を行うが、これらの発注量は、その後の各メンバーの発注量、在庫量に影響を及ぼす。すなわち、本モデルにおいて、サプライチェーンの各メンバーは比較的簡易な仕組みで意思決定をしているが、これが互いに影響し合い、全体では複雑なシステムを構成している。そのシステムを構成する重要な要素の一つが、各メンバー間の輸送リードタイムである。

以下、グラフは横軸に時間 (日)、縦軸に在庫量若しくは発注量 (仮想の単位) をとったものである。

(1) 一定需要に基づく解析結果

まず国際輸送のリードタイムが 15 日で、時間ステップ $t = 1$ 日から一定の需要 20 (単位) を与えた場合である。これは新製品が急に発売になって一定量売れはじめた状況を想定している。各メンバーの発注量を示したものが図-6.2.1 で、在庫量を示したものが図-6.2.2 である。まず卸売メーカーに注目すると、国際輸送のリードタイムが 15 日と長いと、 $t = 30$ (日) 程度までは小売からの注文に安全在庫により対応する一方で、製品が十分に納品されないことから在庫が減り、それを補うため卸売の発注量が多くなる。この発注量は卸売のすぐ上流の製造メーカーに伝わるが、製造メーカーについては部品メーカーへの発注から納品までの輸送のリードタイムが短いと、在庫は大きくは減少しない。

一定の時間が経過した後には、卸売メーカーに部品が到着しはじめ、在庫量が十分になることから、その後発注量は減少する。 $t = 30$ (日) 程度まで発注量の水準が

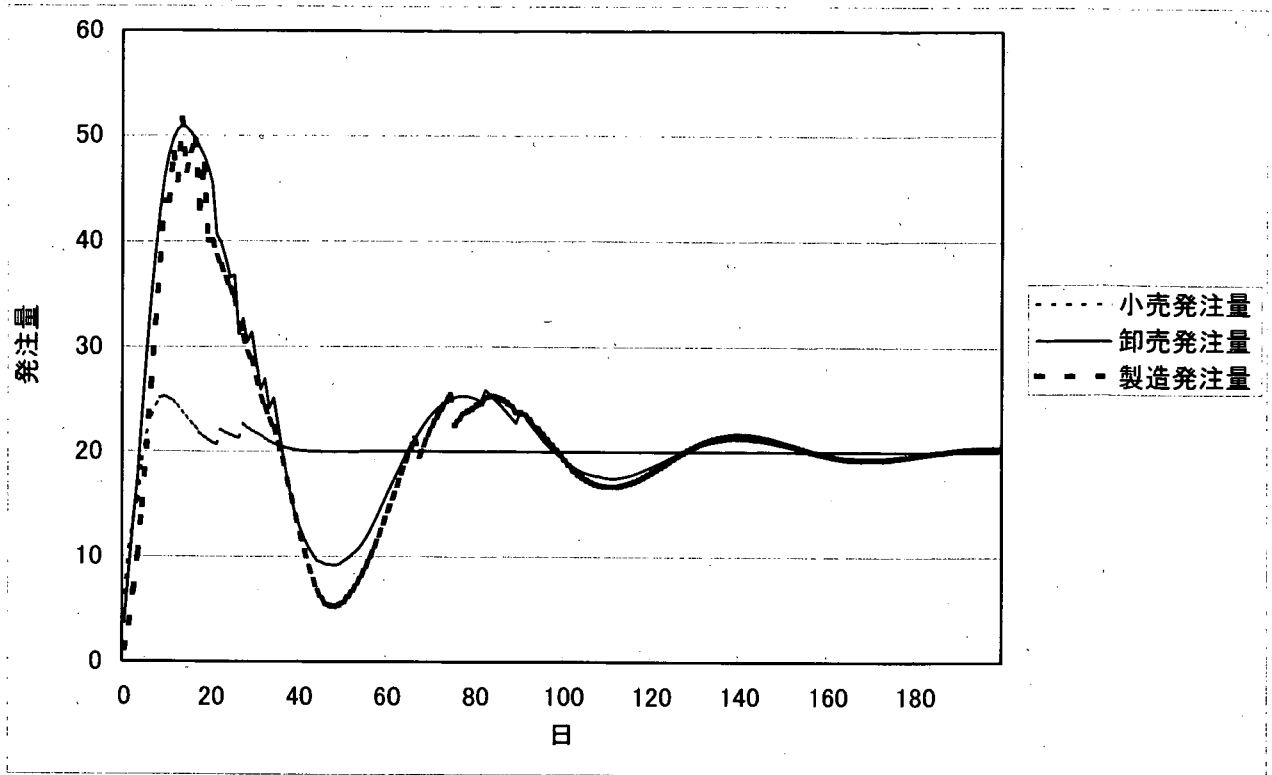


図-6.2.1 発注量 (一定需要, リードタイム 15 日)

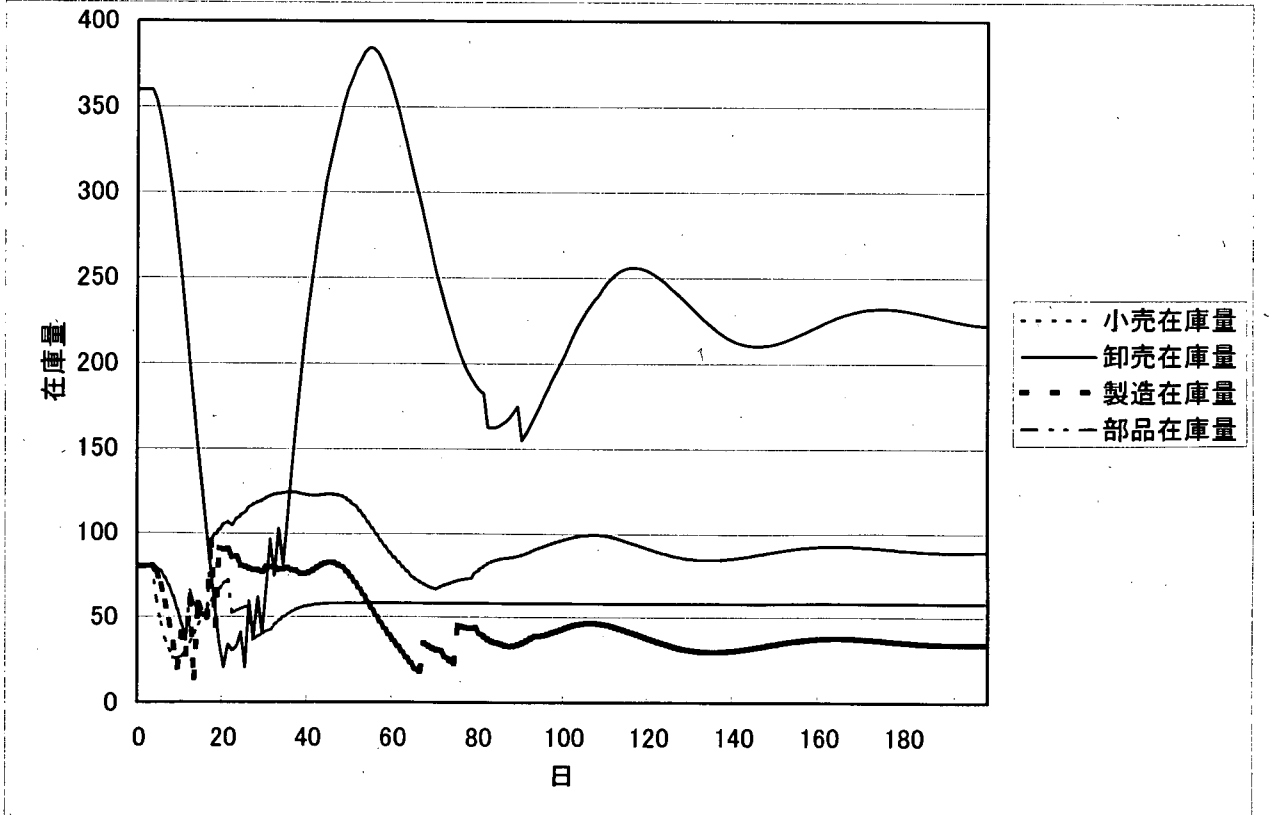


図-6.2.2 在庫量 (一定需要, リードタイム 15 日)

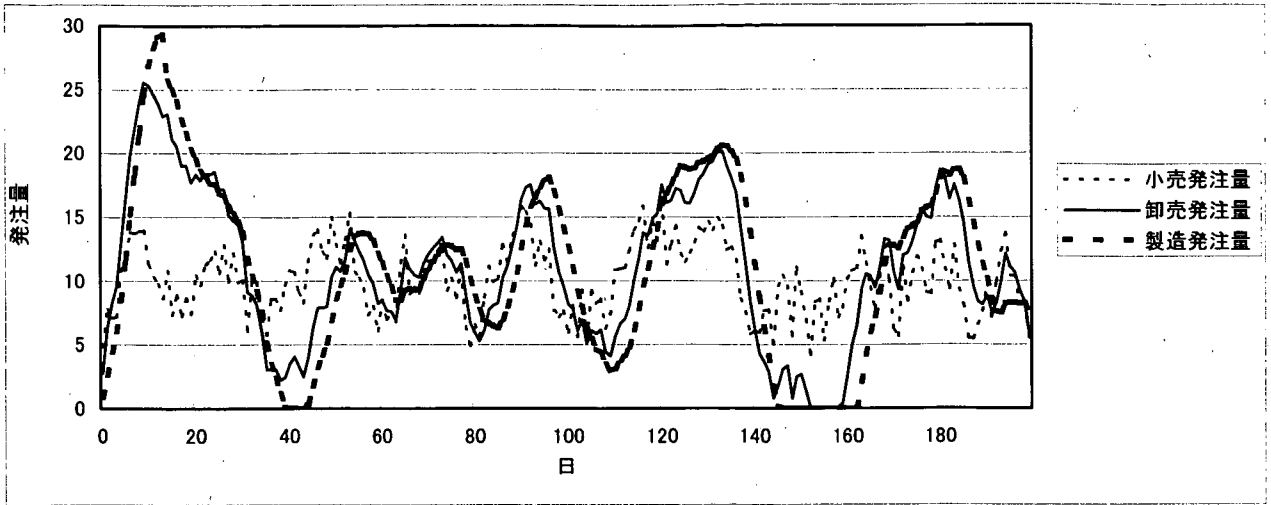


図-6.2.3 発注量 (ランダム需要, リードタイム 15 日)

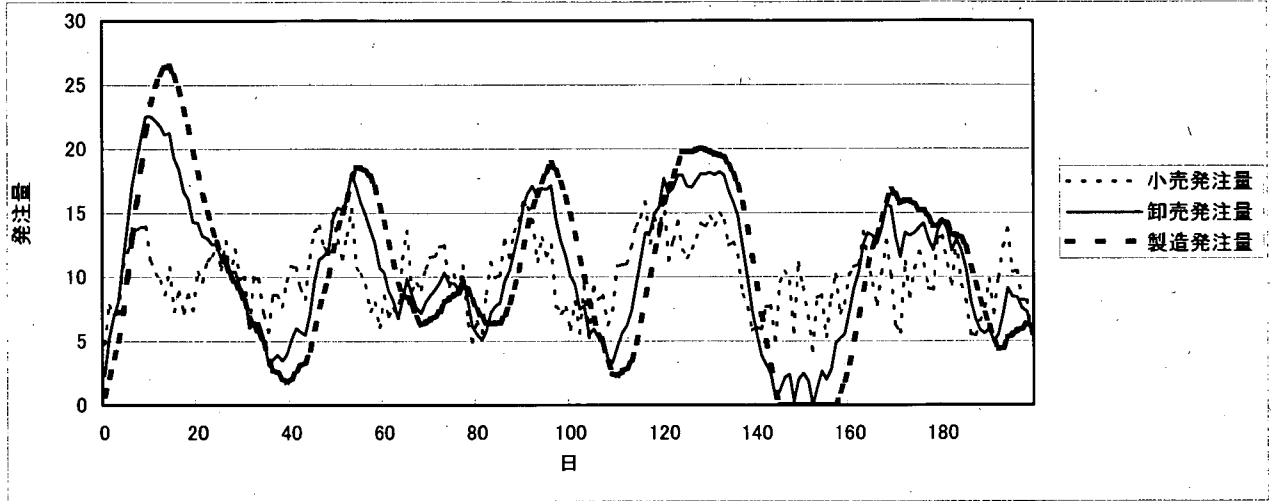


図-6.2.4 発注量 (ランダム需要, リードタイム 10 日)

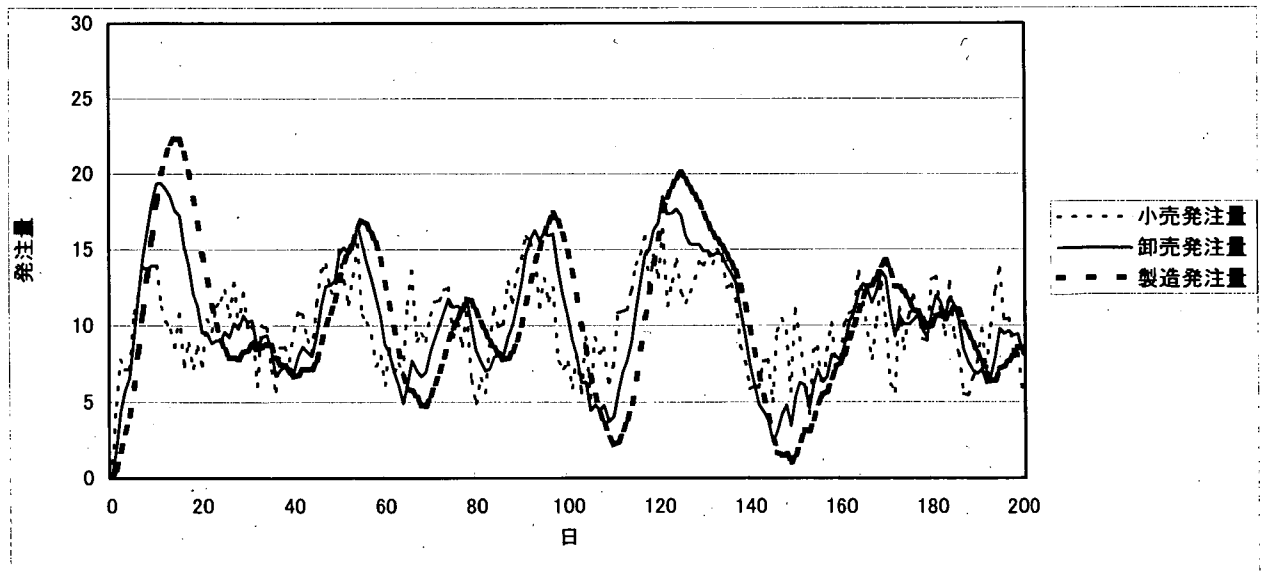


図-6.2.5 発注量 (ランダム需要, リードタイム 5 日)

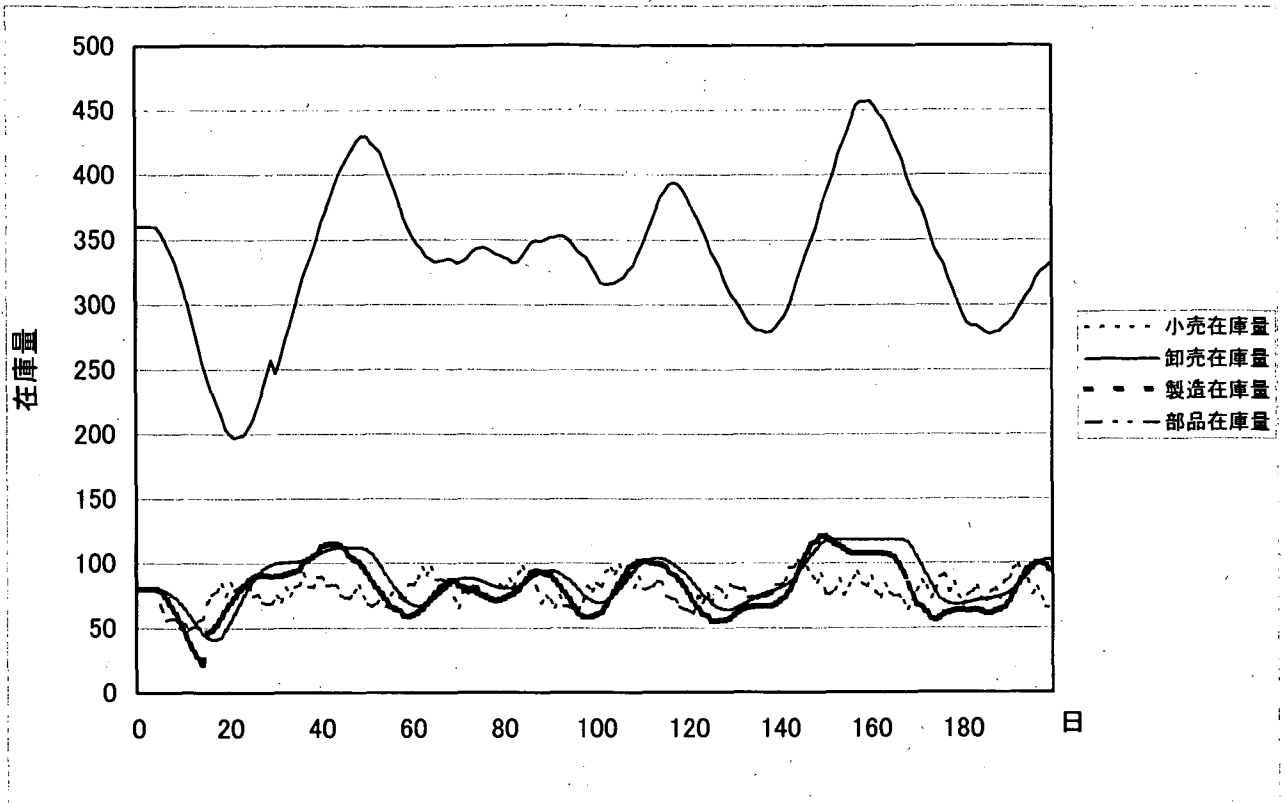


図-6.2.6 在庫量(ランダム需要, リードタイム15日)

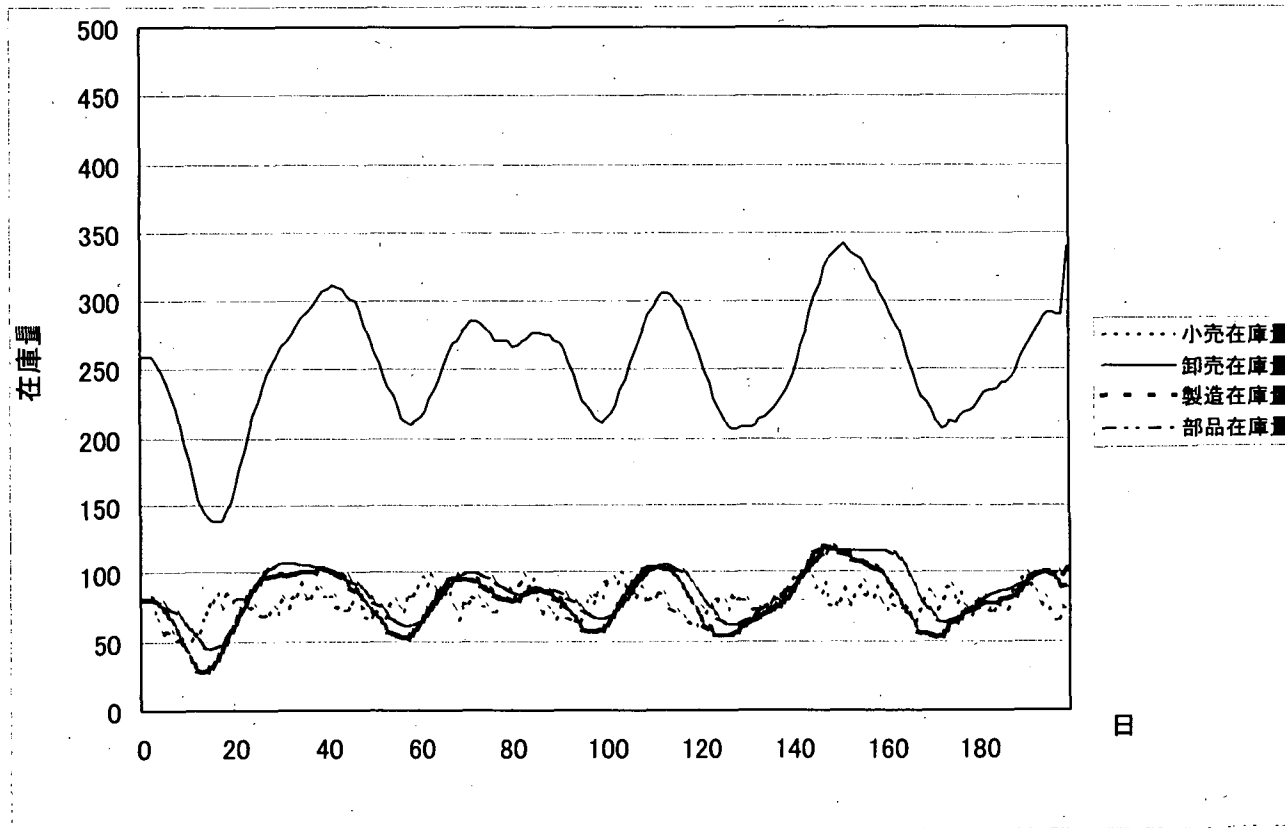


図-6.2.7 在庫量(ランダム需要, リードタイム10日)

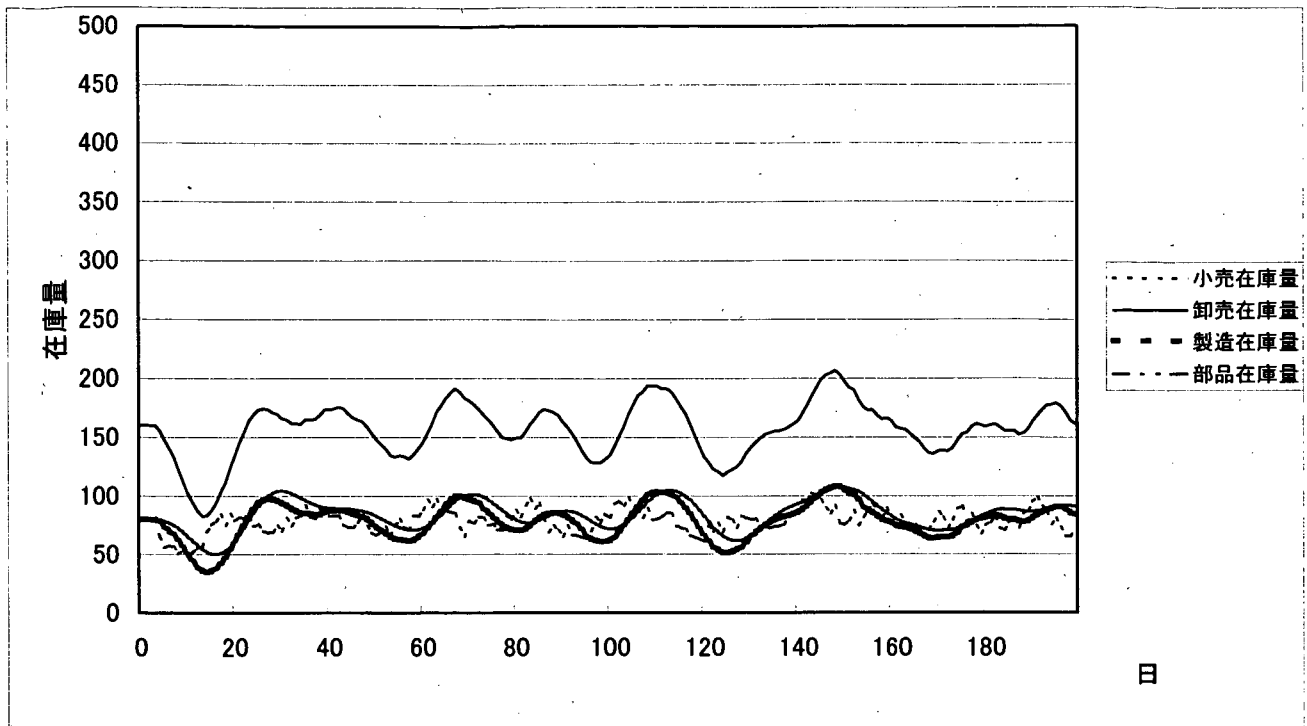


図-6.2.8 在庫量 (ランダム需要, リードタイム 5日)

なり大きくなっていったが、これらの発注量に相当する量が国際輸送のリードタイムの後に製造メーカーから納品され、在庫量が大きくなることから、その後発注量の水準がかなり小さくなることに留意すべきである。以上のような理由から、小売が直面している最終需要は一定(20単位)であるにもかかわらず、小売以外の卸売、製造メーカーの発注量は、20よりもかなり上下する。これが、輸送のリードタイムによるブルウイップ効果である。最終需要は一定としているため、長期的には発注量、在庫量にサプライチェーンのすべてのメンバーについて一定値となる。

(2) ランダム需要に基づく解析結果

図-6.2.3 はランダム需要 0 から 20 の幅で平均値 10 でのランダム需要を与え、国際輸送のリードタイムを 15 日とした場合の発注量である。ここではブルウイップ効果が明確に確認できる。すなわちチェーンの上流に行くに従って(小売→卸売メーカー→製造メーカーとサプライチェーンの上流に行くに従い)、発注量が位相の遅れを持って拡幅される傾向が見られる。同じ最終需要を与え、国際輸送のリードタイムのみを 10 日に減じた場合の発注量を図-6.2.4、同じく 5 日に減じた場合の発注量を図-6.2.5 に示す。全体に発注量の変動幅が小さくなっていく傾向が確認できる。

さらに、図-6.2.6 はランダム需要を与え、国際輸送のリードタイムが 15 日の場合の在庫量を示したものである。モデリングの仮定により卸売が多く在庫を有する結果となっているが、国際輸送のリードタイムが長く、需要の変動に対応するために発注を行ってから製品が到着するまでのタイムラグが大きいため、在庫の変動が大きくなっている。国際輸送のリードタイムを 10 日、5 日と減じた場合の在庫量がそれぞれ図-6.2.7、図-6.2.8 であるが、特に卸売に関して国際輸送のリードタイムの減少に伴い、在庫水準と、在庫変動ともに小さくなっていくことが分る。

6.3 試作結果についての評価と課題

今回試作を行ったモデルの考え方により、国際輸送のリードタイムを変化させた場合の、サプライチェーンへの影響について、輸送等のリードタイムによって発生するサプライチェーン特有の現象であるブルウイップ効果を考慮に入れつつ、在庫量、発注量という形で定量的に評価できるものと考えられる。

しかし、安全在庫水準をはじめ、多くのパラメータが仮定に基づいて設定されており、実際の企業のサプライチェーンの動向に基づいた定量的な政策評価を行うためには本モデルは不十分である。実際の企業の行動をより配慮したモデルとする必要がある。

すなわち、今回のモデルにおいては、港湾等の国際輸

送りリードタイム短縮の影響を在庫水準の低下という形で確認することができたが、政策評価に耐えうるレベルで定量化するという目的のためには、解決すべき課題が残されている。

7. おわりに

本資料においては、近年の企業によるグローバルロジスティクス戦略の概念について整理を行った上で、この戦略を支援する観点から、今後我が国の港湾が提供すべきサービスの内容や港湾が有すべき機能等についての考察を行った。さらに、港湾サービス水準とグローバルロジスティクス戦略の効果との関係について、港湾リードタイムを含めた輸送リードタイムを変数として評価する手法の構築を試みた。

グローバルロジスティクス戦略に対する我が国企業の取り組みは今後より本格化するものと考えられるが、前述したような輸送距離の増大に関する困難性以外にも他の困難性が存在している。例えば、このような高度に複雑化したマネジメントが実際に機能するのかという問題点や、近年では港湾ストライキ等のリスクがサプライチェーン全体に及ぼす負の影響が指摘されている。どの程度企業がグローバルロジスティクス戦略を本格的に採用していくのか、今後の動向を注視する必要がある。

今後、本資料で示した内容を、さらに政策として具現化するために必要な取り組みとして以下の三点が挙げられる。

第一に、企業が求める港湾リードタイムの長さ、輸送の確実性等、港湾のサービス水準と現在の満足度に関して実態的な把握がされていない。輸出入別、業種別の実態把握が必要である。

第二に、ロジスティクスハブに関して、我が国産業の競争力強化という観点から、本資料で示したクロスドックも含め、より多くのシーズの掘り起こしと、実際のニーズの把握について、業種別のグローバル化戦略を元に具体化を行う必要がある。またそれを踏まえた港湾政策としての支援策についても検討が必要である。

第三に、サプライチェーンモデルを用いた政策評価については、企業の実態を十分に踏まえた定量化に耐えるモデルへの改良が必要である。

(2003年11月17日受付)

謝辞

本研究を行うにあたり、東洋大学国際地域学部金子彰教授、国土交通省港湾局計画課企画調査室小野室長、石原専門官他、多くの皆様から多大なご支援、ご指導を頂

きました。ここに心から謝意を表します。

参考文献

- 阿保栄司 (1998): ロジスティクスの基本がわかる・できる, ビジ社
- 白井修一 (2002): 港の手続きについて, 雑誌「港湾」2002年1月号, 日本港湾協会
- 国土交通省港湾局 (2002): 我が国経済の活性化に向けたスーパー中核港湾のあり方
- 財務省関税局 (2001): 第6回輸入手続の所要時間調査の結果について
- 藤野直明 (1999): サプライチェーン経営入門, 日本経済新聞社
- Arntzen et al.(1995): Global Supply Chain Management of Digital Equipment Corporation, Interfaces, Vol. 25, January-February, pp69-73
- Christopher (1998): Logistics and Supply Chain Management (Second Edition), Financial times
- Christopher and Towill (1998): An Integrated Model for the Design of Agile Supply Chain, International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, Vol.31, No. 4, pp235-246
- Davidson (2001): A Good Web Site Aims to Reduce Shippers' Costs, Transportation and Distribution, Vol. 42, No. 2
- Disney et al. (2003): The Impact of Vendor Managed Inventory on Transport Operations, Transportation Research Part E, Vol. 39
- Kearney (1994): Achieving Customer Satisfaction Through Logistics Excellence, Managing Service Quality, Vol.4, No.2, pp47-50
- Manson-Jones (2000): Engineering the Leagile Supply Chain, International Journal of Agile Management Systems, Vol.2, No.1, pp54-61
- Morash and Clinton (1997): The Role of Transportation Capabilities in International Supply Chain Management, Transportation Journal, Vol. 36, No.3, pp5-17
- Notteboom and Winklemans (2001): Structural Changes in Logistics: How will port authorities face the challenge?, Maritime Policy and Management, Vol. 28, No.1, pp71-89
- Salvatore (1998): Globalization and International Competitiveness, Globalization, Trade, and FDI, Elsewise, pp3-18
- Waters(1999): Developing Global Logistics, Global Logistics and Distribution Planning: Strategies for Management, Kogan Page, pp293-300