

物流情報システムにおける自律分散アーキテクチャとその実装検証

片岡 信弘
小泉 寿男
清水 秀明
(三菱電機)

ホスト集中処理方式の物流情報システムは、ホスト計算機上に全ての製品在庫に関する情報（販売・在庫・欠品）を集中して持ち、これに基づいて発注・照会、出荷指示、入着・照会等の処理を行っていた。クライアントサーバシステム方式においては、これらのシステムは単にダウンサイジングされるだけではなく、物流情報のいっそうの活用、事業所の生産管理情報システムとの密な連携の要求に応じるため、それぞれの商品を生産している事業所毎の自律分散システムに変身をしていくこととなる。この複数の事業所システムより構成される自律分散システムは、販売店、販売代理店から見れば、一つのシステムとして振る舞うことが期待される。本論文では、物流情報システムにおける自律分散アーキテクチャの提案を行うと共に、その実装検証として、変身プロセスでの一形態のシステムの実現例について論じる。

Autonomic Distributed system's architecture and the verification of implementation for Logistics information management system

Nobuhiro Kataoka
Hisao Koizumi
Hideaki Simizu
(Mitsubishi Electric Corporation)

In centralized Logistics information management system all Data Base is in host computer. And DB has all information's about stocked products for example quantity of stocked and lacked products. System use this DB for order inquiry, shipment direction, arrival inquiry. When we construct these systems under the downsizing environment we realize not only current functions but also we change architecture to Autonomic Distributed system. This systems composed by many factory systems, each system has DB of products that factory manufacture and also have responsively for the products. The purpose these systems are to be integrate sales and manufacture systems and to use DB for other variable use. From the view of sale or sales agent shop member this system act as if these systems are one system. This paper propose the architecture of these systems and discuss one model system for verification of changing process from main frame Autonomic Distributed system.

1. まえがき

ホスト集中処理方式の物流情報システムは、ホスト計算機上に全ての製品在庫に関する情報（販売・在庫・欠品）を集中して持ち、これに基づいて発注・照会、出荷指示、入着・照会等の処理を行っていた。クライアントサーバ（以下CSと略する）方式では、これらのシステムは単にダウンサイジングされるだけではなく、物流情報のいっそうの活用、生産管理情報システムとの密な連携のため、それぞれの商品を生産し事業責任を持つている事業所毎の自律分散システムに変身をしていくことが要求される。この複数の事業所システムは、それぞれが自律的に振る舞いかつ、販売店、販売代理店から見れば、一つのシステムとして見えることが要求される。本論文では、ホスト集中型の物流情報システムの問題点を述べるとともに、自律分散型の物流情報システムのモデルについて提案すると共に、これに求められる機能、自律分散処理モデルのアーキ

テクチャーについて論る。また、ホスト集中処理モデルから、自律分散処理モデルへの変身のプロセスを示すとともに、自律分散モデルの検証のため構築した変身途中のシステムの実現例について論じる。

2. 物流情報システムの課題

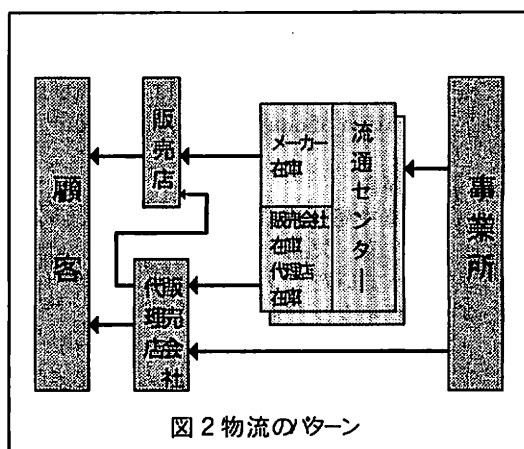
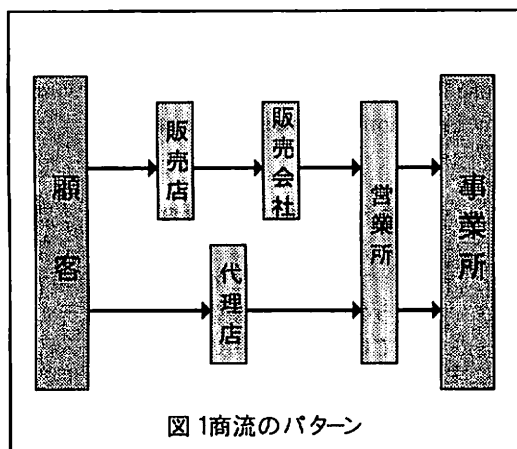
2.1 物流情報システムに求められるもの

企業を取り巻く環境として、消費者の価値観の多様化、高度化による製品の種類の増加、製品ライフサイクルの短命化が大きな課題となっている。このような中で、消費者動向を適確に把握し、販売の第一線である代理店、量販店での情報をいかに素早く事業所での生産計画に反映するかが大きな課題である。すなわち物流情報システムと事業所の情報システムを一体化し、販売、生産、資材、物流等の業務の流れ（ビジネスプロセス）に沿ってこれらの業務のデータが連続して処理されるような情報システムを構築していくことが要求される。これは、ビジネスプロセスをシームレスにカバーする情報システムを構築することを意味する。こうすることにより販売から生産、物流のサイクルタイムを短縮することが可能となる。これにより従来、独立システムであった物流情報システムもこのような生産情報システムと販売情報システムが一体となった情報システムの一部となっていく。図1に商流の典型的なパターンを示す。ここで顧客は、販売店／代理店より商品の購入を行うが、販売店では、商品の在庫不足が発生すると、販売会社に出文を出し、これが営業所を通じて、事業所への在庫補給の要求となる。また代理店方式の販売では、代理店より営業所を通じて事業所に補給の要求が出される。

次に図2に物流の典型的なパターンを示す。商品は、全国に幾つか存在する流通センターを通じて販売店、販売会社、代理店に配送されると共に、流通センターには、必要に応じて事業所より在庫の補給がなされる。

2.2 ホスト集中処理モデルとその問題点

図3にホスト集中処理モデルでの物流情報システムの例を示す。また図4に示すように、物流情報システム上のデータベース（以下DBと略す）には商品型名ごとの在庫数情報が、流通センター別に保持されている。在庫の管理は、流通センター別に商品型名ごとに予め設定されている補給点を切った商品に対して、予め決められている量が事業所に対して自動的に補給指示が出され流通センターの在庫に補給される。販売店、販売会社、代理店からの発注情報は、物流情報システムに送られ、ここより流通センターに出荷指示がなされる。しかし、物流情報システム在庫情報のDBにはすべての商品型名に関する情報を集中して持つことが必要であり、その時点、時点での在庫情報しか持つことができない。したがって過去の在庫の履歴等の動きにより需要の動きの判断を行うと言った処理ができず次のような要求を抱えていた。



1) 在庫の適切性の管理

補給点の設定は、過去の販売実績データに基づいて決められているが、その後の変化に対応する必要がある。すなわち、時系列での在庫の動きより補給点の適切性評価要求。

2) 需要の予測と生産計画への反映

過去の販売台数の推移を集積すれば需要の予測のデータが得られるため、これによる事業所の生産計画への活用要求。

3) 在庫費用の管理

製品の在庫日数、単価によるトータルの在庫費用の管理の要求。

4) 事業所の生産管理システムとの連携

事業所の生産管理の情報システムとの統合により、補給依頼に対して、事業所在庫が不足する時に生産計画に乗っている台数まで組み込むと言った木目細かい連携への要求。

3. 自律分散処理モデルの提案

3.1 自律分散モデルの目的

以上の要求は、主として、在庫情報がその時点その時点のものであり、時系列の情報がないこと、物流情報システムが事業所の生産管理のための情報システムと独立していることにより発生している。我々は上記の要求を満足させるため次の自律分散処理モデルの提案を行う。各商品は各事業所が事業責任を持っており、商品の需要予測による生産計画への反映、長期の市場動向予測による生産設備計画への反映を行う必要がある。このために、商品の在庫管理と共に、商品の販売量の推移より生産投入計画の策定を行う必要があり、物流情報システムと、生産管理システムが統合されたシステムとする必要がある。これらの計画策定は商品の種類により、やり方が異なるために事業所ごとにシステムを持つことにより木目細かい対応が可能となる。このような物流情報システムに要求される機能は従来のホスト集中システムの機能に加えつぎのようなものである。

- ・在庫の管理機能が適切かの評価機能
- ・在庫推移の状況より長期、短期の需要予測と生産計画への反映の機能
- ・各流通センター在庫、事業所在庫、生産計画に乗っているものを含めたトータルの在庫管理機能

また各事業所のシステムは、他の事業所のシステムと連携を行いながら機能していくことが必要である。この連携の機能には次のものがある。

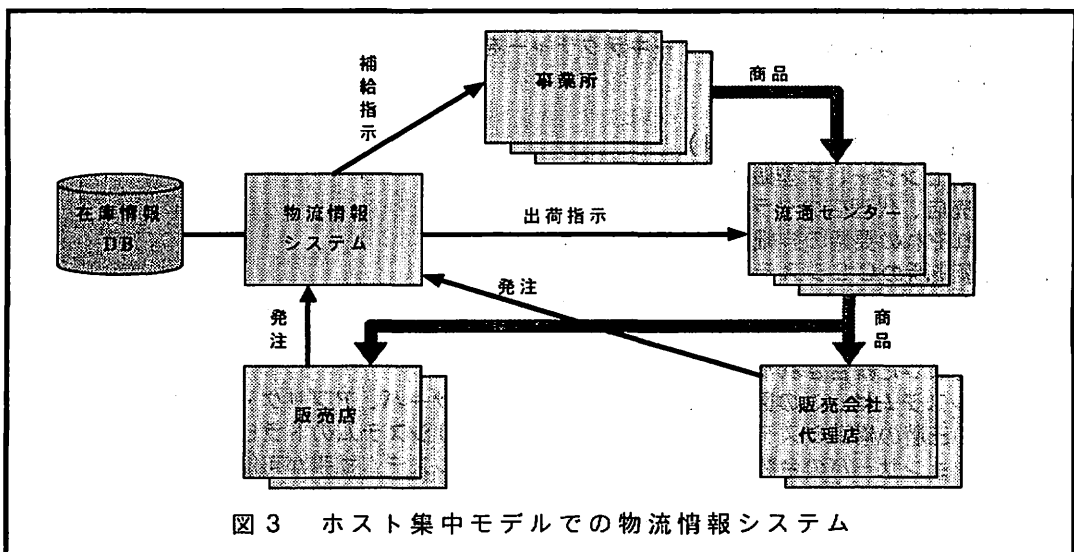
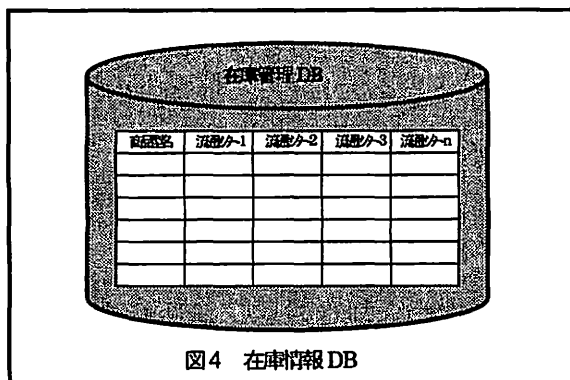


図3 ホスト集中モデルでの物流情報システム



- ・商品は物理的には、流通センタで管理されており、トータル在庫量を管理する必要がある。
 - ・商品の需要動向を他の事業所の製品の需要動向を参考にしながら判断を行う。たとえば、夏物家電と冬物家電、扇風機とエアコン、TVとビデオの関係などである。
- 以上より自律分散システムの果すべき機能は次のものとなる。

1) 受注・配送処理（従来のホスト処理機能）

- ・ 代理店、販売会社からの受注処理
 - ・ 受注した商品の配送処理
 - ・ 免注点を切った製品の事業所への補給依頼処理
- 2) 自律在庫管理機能
- ・ 在庫の時系列での推移を管理し、適切な在庫状況であることを監視し品切れや過剰在庫に対する警告を発する
 - ・ 流通センター間での在庫の偏在の監視
 - ・ 受注量の推移の監視による今後の需要予測（過去のデータ、需要見込み）
 - ・ 事業所生産量能力の最大値、最小値の間で生産が推移していることの監視
- 3) 自律物流管理機能
- ・ 免注点の適切性の管理
 - ・ 物流費用のトータル管理（事業所ごとの）
- 4) エージェント機能
- ・ 各事業所のシステムをエージェントがスキャンして回ることにより、在庫全体の状況、物流費全体の把握を行う。実際には、特定のクライアントから、事業所システムを順次アクセスすることとなる。

3.2 自律分散処理モデルのアーキテクチャ

図5に自律分散処理モデルのアーキテクチャを示す。このシステムは、次の4の要素より構成される。

- ・ 各事業所のCSシステム
- ・ 広域ネットワーク（WAN）
- ・ 流通センター、大型販売店のCSシステム
- ・ 販売店、代理店のクライアント

以下それぞれの要素の詳細について記述する。

(1) 各事業所のCSシステム。

このCSシステムのデータベースには事業所の生産する商品の現在の在庫、過去の数年間在庫履歴、商品の単価、その他の商品特性情報を持つ。このBDは事業所の生産管理システムのDBと一体となつた統合されたDBとなっている。

このシステムは、この図にあるようにデータベースサーバ、アプリケーションサーバ、クライアントの三層の構造システムとなっている。これによりシステムのトラヒック増大した時にアプリケーションサーバの台数を増やすことにより容易にシステム拡張が可能である。またデータベースアクセスのためのSQLコマンドは、データベースサーバとアプリケーションサーバの間でのみやり取りされ、アプリケーションサーバとクライアントとの間では、クライアントGUI情報のみとなる。したがってWANのトラヒックを低く押さえることができる。

(2) 広域ネットワーク (WAN)

TCP/IP の広域ネットワーク (WAN) により各事業所のシステム、流通センター、大型代理店のCSシステム、販売店、代理店のクライアントとの接続がなされる。

(3) 流通センター、大型販売店のCSシステム

流通センターや大型代理店のCSシステムは、これらの場所でのOAのためのCSシステムを兼ねる目的でCSシステムになっており、これに関しては三層の必要は必ずしも存在しない。各クライアントはWAN (物流ネットワーク) 介して事業所ごとのシステムに接続される。代理店、販社のクライアントは、各事業所のシステムと接続がなされており、クライアント上のデスクトップアプリケーションにより注文情報の入力となされ、これが、対応する事業所システムへOLE (Object Linking and Embedding) で受け渡すこととなる。これを図6に示す。この図において、利用者のGUIは、デスクトップアプリケーションとして、作成され、入力さ

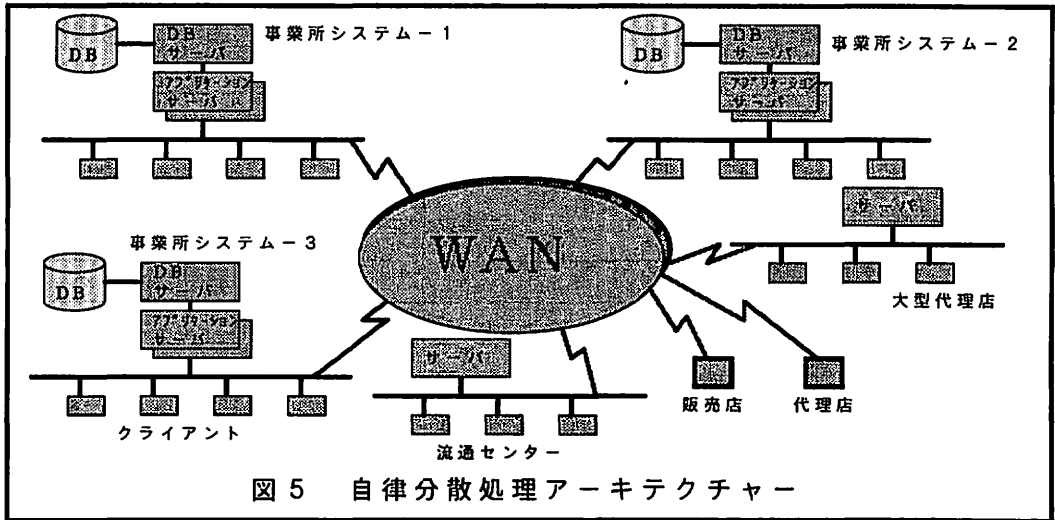


図5 自律分散処理アーキテクチャ

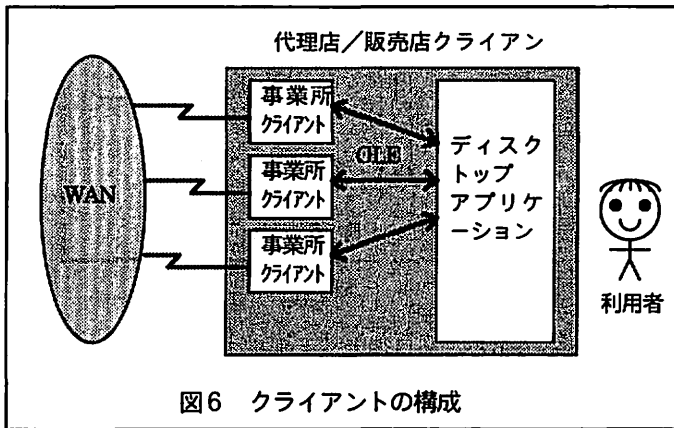


図6 クライアントの構成

れた注文情報により、OLEでこれを受け渡す事業所システムクライアントが決定することとなる。このためシステムの利用者からは、複数のシステムではなく一つのシステムに見える。また、複数の商品に対する発注の場合には、クライアントで複数のオーダーへ分割を行い、各事業所のシステムにこれを要求する。

(4) 販売店、代理店のクライアント

流通センター、大型販売店のCSシステムのクライアント動作と同じでありOLEで事業所クライアントと接続を行う。

次にこのシステムの特長を以下に述べる。

1) 事業所ごとのシステムは、物流システムと生産管理等の事業所のシステムが統合されたDB

もとので一体となったシステムであること。

- 2) 多数の独立したシステムでありながらシステムの利用者からは、一つのシステムとして見えること。
- 3) エージェント機能により、流通センターから見ればあたかも一つの物流情報システムのもとで管理されているように機能すること。

3.3 ホスト集中処理モデルより自律分散処理モデルへの変身プロセス

既存のシステムでホスト集中処理方式より、自律分散処理モデルへ変身を行う場合には、図7に示すようなプロセスを経ることとなる。この図において、ホスト集中物流情報システムと自律分散物流情報システムの間に位置している変身過程システムでは、物流処理そのものは、ホスト集中処理システムで行い、この在庫情報を活用して在庫情報の過去の履歴等からの自律在庫管理機能、自律物流管理機能を事業所ごとに実現するものである。これらの変身プロセスでの実現機能の一覧を表1に示す。

表1. 変身プロセスでの実現機能

要求機能	ホスト集中処理	変身過程システム	自律分散処理
受注・配送・補給処理	○	○	○
自律在庫管理	×	○	○
自律物流管理	×	○	○
生産管理システムとの一体化	×	×	○
エージェント機能	—	×	○

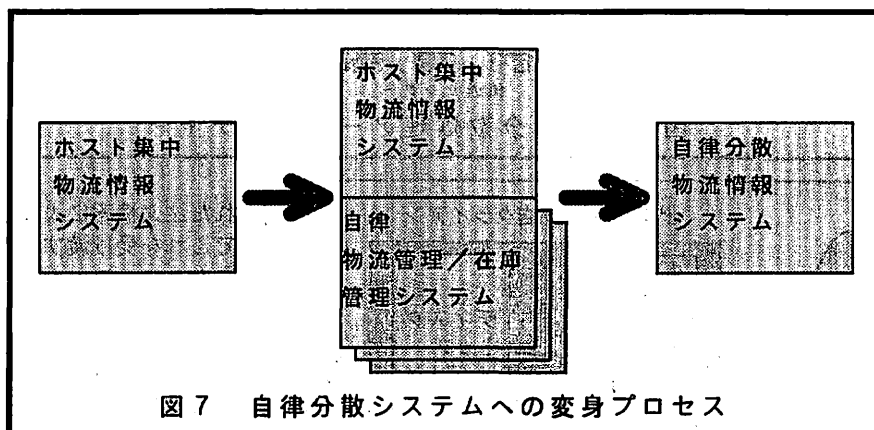


図7 自律分散システムへの変身プロセス

4. 自律分散処理システムへの変身過程システムの検証

我々は、今まで述べたような、ホスト集中モデルから自律分散モデルへの変身のプロセスでの一形態のシステムを構築することにより、自律分散モデルの検証をおこなった。このシステムの概要を図8に示す。これは、ホストシステムとのゲートウェイを果たす3270エミュレータ、ファイルサーバ、計算サーバ（高性能パソコン）、クライアントより構成されており、ホストシステムより3270エミュレータを通してダウンロードされた在庫情報は、ファイルサーバのDBに格納される。また計算サーバはダウンロードされた、データをデータベース追加し、警告処理等の処理を行う。

このシステムに於いては、ホストシステムから、その事業所の商品について日別・商品型名・流通センター別の入出庫・在庫データを毎日ダウンロード行いこれらを数年分保持している。こ

の時系列のデータを活用することにより自律在庫管理、自律物流管理機能を実現している。このシステムの主な機能は次のものである。

1) 日次警告（在庫警告）機能

各流通センターの前日までの出荷状況と在庫から、近日中に品不足となる恐れのある品目を洗い出し、毎朝在庫担当者に警告を行う機能である。

2) 旬警告機能

10日毎に、出荷実績と計画値の乖離の激しい品目を持つ流通センターに対して、基準在庫量の変更の警告を行う。

3) 在庫推移グラフの作成機能

図9に示すように、流通センターごとに、品名ごとの在庫の推移のグラフを作成し、在庫の補給の適切性、流通センター間の在庫の偏在、売れ筋品目のチェックを行う。この図で、横軸は、日時であり、縦軸は特定商品の在庫数および補給点を示す。

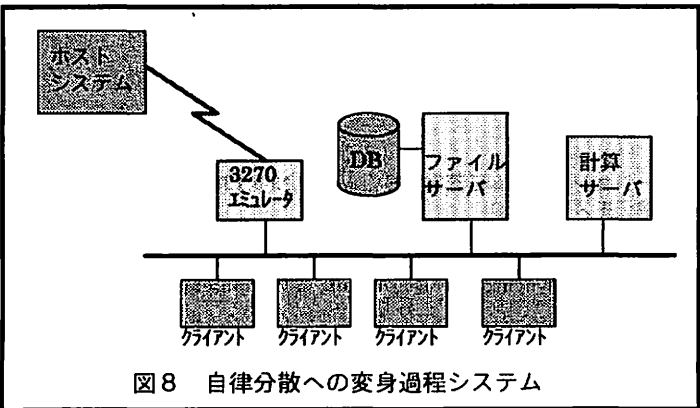


図8 自律分散への変身過程システム

4) 長期需要解析機能

3)の在庫推移グラフを利用し、前年度との対比、計画値との対比をもとに時系列回帰分析を行い、需要動向を分析する。

5) 物流データベース機能

各事業所や流通センターの入出庫・在庫量の推移を製品種類別に時系列で保管し、拠点構築検討や輸送方式の改善に利用する。表2に利用機能とその活用内容について

示している。活用対象者は大きく分けて事業所の物流担当者、営業の担当者、営業のマネージャーであり、それぞれの対象業務に於いて、利用機能と効果を示している。

表2. 検証機能とその効果

	対象業務	検証機能	効果
事業所の 物流担当	在庫チェック	日次警告	生産計画の精度
	在庫の動きの把握	在庫推移グラフ	物流コスト削減
	在庫補給	在庫推移グラフ	在庫配置の適正化
	在庫配置計画	旬警告	在庫配置の適正化
営業担当	在庫チェック	在庫推移グラフ	販売計画の精度向上
	需要解析	長期需要解析	生産計画の精度向上

5. 評価と考察

物流情報システムにおける自律分散処理モデルのアーキテクチャーを示すと共に、ホスト集中処理モデルから、自律分散処理モデルへの変身のプロセスを示した。またこの自律分散処理モデルの検証としてその変身途中でのシステムの構築検証を行った。この検証により、下記のことが判明した。

- ・ 物流情報システムにおける自律分散モデルのアーキテクチャーの有効性

・ホスト集中処理モデルから自律分散処理モデルへの変身のプロセスの有効性

変身途中でのシステムでは、表1に示すように、受注・配送・補給処理、自律在庫管理、自律物流管理の各機能が実現している。この機能は、在庫情報の時系列の集積DBより、実現できた機能であり、この集積DBの有効性を意味するものである。また事業所の各担当者は、表2に示すように各機能を有効利用しており、このシステムの効果が高いことを示している。ただし販売計画、生産計画への反映は、担当者の手作業によりおこなっており、この自動的な反映のため生産管理情報に直接に繋ぐ必要がある。このため、生産管理情報システムと一体化する必要がある、自律分散処理システムとしていくことが必要である。

6. まとめ

受注から出荷までのサイクルタイムを短縮するためには、受注から生産、出荷までの一連の企業活動を支える情報システムが一体化していることが必要であり、物流情報システムもこの一環としてとらえることが重要である。今回提案を行った物流情報システムの自律分散モデルは、これを目指したものである。また従来のホスト集中型の物流情報システムより、自律分散物流システムへの変身のためのプロセスを示し、その途中プロセスのシステムの構築例を示すことにより、このモデルの有効性を論じた。今後さらに、今回の変身プロセス途中のシステムから最終システムへの移行について論じたい。

参考文献

- (1)清水秀明他：ロジステックスナビゲーションシステム三菱電機技報,Vol69,No5,1995
- (2)唐沢豊：物流情報システム、産能大学テキスト(1991)
- (3)大場史憲他：生産システムの柔軟性とシステム更新による生産変動への対応システム制御情報学会論文誌,Vol9,No6,1996
- (4)E.Douglas Jensen : A Timeliness Model for Asynchronous Decentralized Computer System
ISAD 1993
- (5)Philipp Queinnec, Gerard Padiou : Fligh plan Management in a Distributed Air Traffic Control
system ISAD 1993