

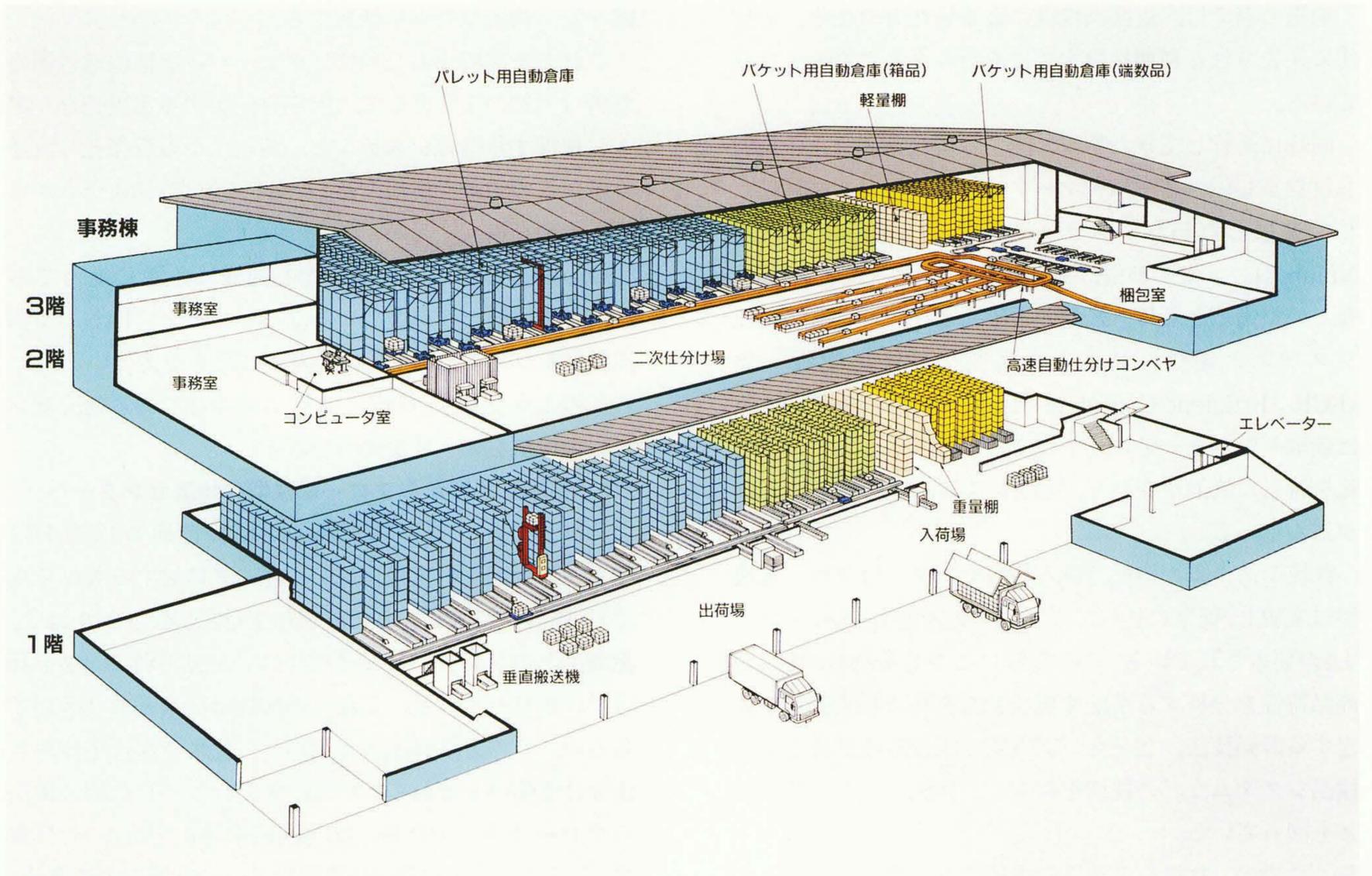
物流システムとその計画技法

Logistics and Its Planning Engineering

桐生隆久* *Takahisa Kiryū*

島内義典** *Yoshinori Shimauchi*

黒木幹夫*** *Mikio Kuroki*



物流センター

物流センターでは、商品の保管、ピッキング、仕分け、検品が行われる。入荷から出荷までの情報管理がリアルタイムで行われる。

生産と消費を円滑につなげるものが物流システムである。昭和40年代から登場した物流のシステム化は着実に進展し、同時に進行してきた物流に関する情報システムの発展と相まって、物流システムの見直し(BPR: Business Process Re-engineering)が進んでいる。

物流システムの中核である物流センターは在庫重視型からフロー重視型に変貌(ぼう)し、フロー型の新物流センターでは、より高い処理能力(スループッ

ト)が要求されている。

このフロー型の新物流センターのため、「現状の商品特性を分析する手法」、「分析を基にピッキング方式等を確定する計画技法」、「画像処理装置応用の検品システム」などを開発した。これらより、自動化設備だけでなく、作業員、固定棚、作業場所などトータルな設計を可能とし、効率的な物流センターを実現して、物流コストの低減に寄与できるものと考えられる。

* 日立製作所 機電事業部 ** 日立製作所 土浦工場 *** 日立プロセスコンピュータエンジニアリング株式会社

1 はじめに

昭和40年代から物的流通システムと呼ばれた物流のシステム化は、自動倉庫をはじめとする各種の設備導入による機械化、省力化をテーマとして進められ、物流センターとして整備されてきた。

輸送の面では、道路網整備による輸送力の強化、宅配便に代表される利便性はすでにあたりまえのものとなっている。

同時に進行してきた物流に関する情報システムの発展も目覚ましい。スーパーマーケットでのレジスタ対応として発展したPOSシステムやJAN(Japanese Article Number)コードの整備、物流標準シンボル(ITFコード)などの整備とともに、最近の電子化と呼ばれる情報処理システムと通信システムの高度化による生販一体(ECR: Efficient Consumer Response)やボーダレス化は商取り引きを一挙に電子化する勢いである。この電子化を背景に流通が変わり、物流システムの見直し(BPR)が進んでいる。

物流システムの中核である物流センターはフロー重視型に変貌し、従来に比べてより高い処理能力(スループット)が要求されている。この要求にこたえるため、現状の商品特性を分析する手法や現状分析を基に将来構想を確定する計画技法、ピッキング方式や画像処理装置応用の検品システムなどの技術確立し、物流コストの低減などを図っている。

ここでは、物流システムの中核である物流センターを取り巻く環境、物流センターの計画技法および物流センターの情報処理の原点となる検品システムについて述べる。

2 変革する物流センター

2.1 物流システムの新コンセプト

物流の世界ではQR(Quick Response)、ECR、EC(Electronic Commerce: 電子商取り引き)、CALS(Commerce at Light Speed)などの情報技術を基礎とした流通の革命が進んでいる。これらの米国を起点とするコンセプトは、(1)企業間の垣根を越えた生販一体の考え方をベースに流通の合理化、物流コストの削減を図り、(2)高度、広域(グローバル)な情報システムの根幹を成し、(3)米国のBPRの主要なコンセプトとして、効果を上げている。

具体的には、販売部門(会社)の情報システムと製造部

門(会社)の情報システムを広範囲に結合させ、実販売量をリアルタイムに把握し、「売れたものだけを生産し供給する」ことを指向する。

生産部門(会社)では、これらの情報を用いて、資材の調達、生産計画を合理化し、小ロット生産やリードタイムの大幅な短縮を図る。物流部門(会社)では、在庫の圧縮を行い物流コストを低減する。

これらを実現するためにはグローバルな情報通信網の整備は当然のこととして、POSを代表する実販売をリアルに把握する情報システムと、製造元から販売元へ流通する商品の的確な情報追跡(トラッキング)システムが重要な役割を担う。

この動きはわが国の場合でも同様に急激に進んでおり、すでにかなり普及した商品バーコード“JAN”や物流標準シンボル“ITF”の普及がこれを支えている。

このような動きが物流システムの中核である物流センターの性格を大きく変えつつある。

2.2 在庫重視型からフロー重視型の物流センターへ

物流センターの役割は、商品の保管、流通加工、仕分けである。商品を一定量保管し、オーダーに対する欠品を無くし、顧客の要求に応じた流通加工(再包装、ラベルはり、他商品との詰め合わせなど)を行い、注文先別に商品を仕分け、取りそろえる。これらの機能は従来どおり必要であるが、その力点は大きく変わり、従来の保管主体から仕分け主体へと変わっていく。すなわち、(1)在庫主体からフロー主体への転換、(2)情報追跡(トラッキング)重視、(3)流通加工の強化、(4)共同配送への転換などである。

従来、「販売店から物流センターへ」、「物流センターから製造部門(会社)へ」と商品流通の逆ルートで段階的に流れていた注文は、「販売店から製造部門(会社)」へ直接流れる。

物流センターへの入荷時点では、その商品がどの販売店へ配達されるかがあらかじめ割り当てられている場合も多くなる。これら即出荷可能商品は物流センターでの在庫時間が短く(半日とか1日とか)、入荷と同時に商品加工(再包装、ラベルはり、商品の組み合わせなど)が行われ、出荷していくこととなる。また、従来と同じ在庫型の商品であっても、生産リードタイムの短縮によって物流センターでの在庫量を減らしていくことができる。

このようにして保管の機能を分担している自動倉庫設備主体の従来の物流センターは、フローを重視したことにより、商品の仕分け取りそろえを行うピッキング装置、仕分け装置、これらを支援するかご車(枠付きの手押し台

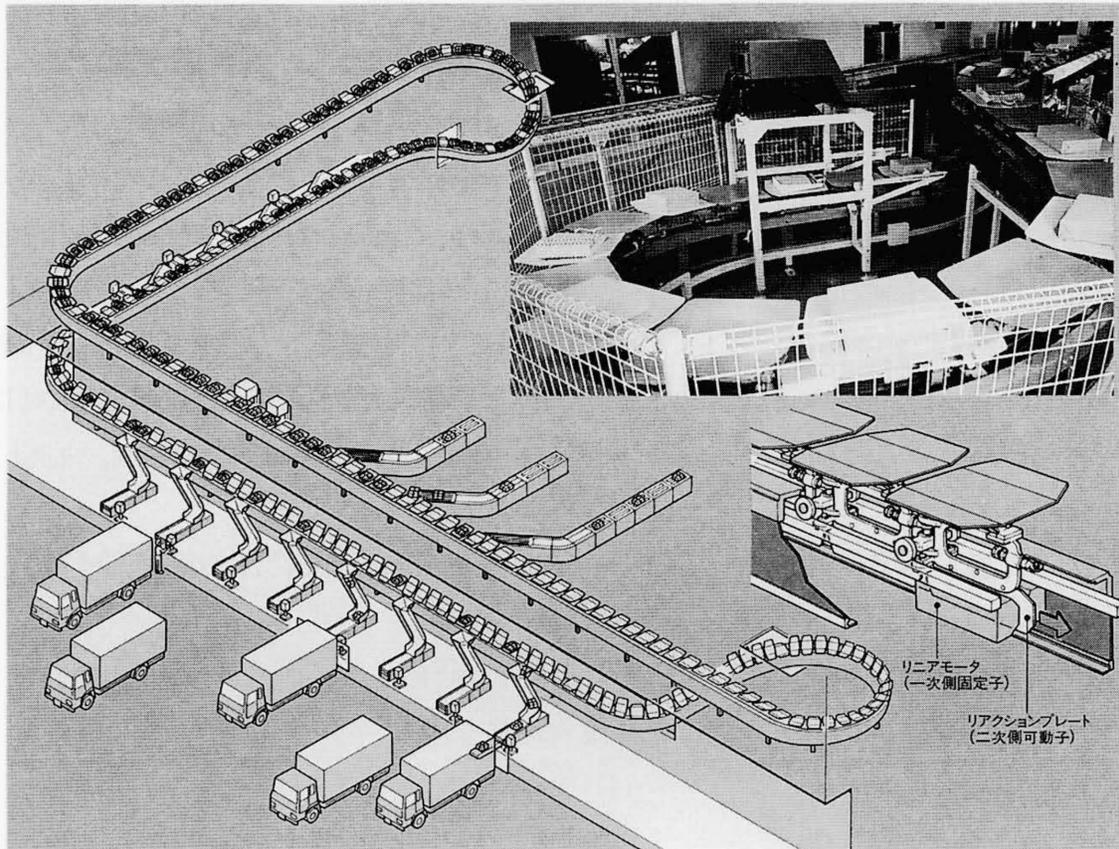


図1 仕分け装置
リニアモータ応用の高速仕分け装置を示す。

車で商品を混載し、そのままトラックへ積載できるものの仮置き場所など作業スペース重視型に変貌する。

3 物流センターへの期待

3.1 フロー機能と検品

フロー機能を重視する物流センターで重要なのは検品である。正しい商品が注文どおりの数量で入荷、出荷することをチェックすることが検品である。

誤配送が発生すると顧客の信用がなくなる。しかも、少ない在庫で運用しているフロー型の物流センターでは、誤配送を回復するための処理時間やコストが大である。生産も含めたトータルの管理システムにも齟齬(そご)が出てくる。

検品の自動化のためのシステムとして日立製作所が大手スーパーマーケットへ納入した検品システムの例については後述する。この例は入荷時の検品であるが、出荷時点の検品の合理化の例としてはシールピッキングの実例がある。

3.2 シールピッキング

出荷すべき商品を注文に応じて商品棚から指定個数取り出すことをピッキングという。ピッキングの方法としては、その日に出荷するすべての数を取り出し、ほかの商品と合わせて送り先ごとに再度仕分けするトータルピッキングと、送り先ごとに指定数量を取り出し、すべての商品を送り先単位でそろえるオーダピッキングの2種類がある。

トータルピッキングは品種が多く、送り先が少ない場合に有効であり、オーダピッキングは品種が少なく送り先が多い場合に有効である。トータルピッキングの場合は、最後の商品のピッキングまで各送り先ごとの品ぞろえができないために出荷作業に取りかかれないという欠点があるが、大量の処理ができるメリットがある。

一方、オーダピッキングは1送り先ごとに作業が完了するため、ピッキング作業と並行して出荷作業ができるメリットがある。

どちらの方法が良いかは取扱量(個数と品種数)から作業量を把握して決めていくことになる。

ピッキング作業は計算機の指示に基づいて行う。そのため、各種のピッキングシステムが実用化されている。(1) 計算機の出力したリストを参照しながら、商品棚からピッキングする方式、(2) 商品棚にピッキング数量を表示指示するもの(デジタルピッキング)、(3) 台車上の端末に数量を指示し、商品棚内を移動しながら数量をピッキングし同時に表示を更新していくもの(ピッキング台車)などがある。

シールピッキングは、これらと併存する形でピッキングと検品が同時に処理できるメリットがある。

シールピッキングでは、計算機が剥(はく)離紙ラベルに商品名、送り先をピッキング個数分印字してピッキングを行いながら、このラベルを商品にはり付ける。これによってピッキング、検品、出荷のためのラベルはり付けを同時に、かつ正確に処理することができる。

すべてのラベルが無くなると、正しくピッキングが完了したことを確認することができる。この方法は食品関連の物流センターで普及しており、フロー型物流センターの誤配送防止に効果を上げている。

3.3 物流センターの設備と作業

フロー型の物流センターでは、より高い処理能力(スループット)が要求される。同時に、物流システムの宿命であるピーク対応が可能な設備構成でなければならない。商品特性の変化にも耐え得る必要がある。

残念ながら万能の設備はない。商品特性と取扱量に合わせて、各種の自動倉庫、仕分け装置(図1参照)、ピッキング装置や搬送機器を組み合わせる。さらにこれらの自動化設備ではなく、フォークリフトや通常の商品棚などを人手作業で処理する部分も多い。むしろ、フレキシビリティを考えると人手作業の価値は大きい。

ただし、しっかり管理し誤りなく物流精度の高い物流センターを運営するためには、作業計画、作業指示を計算機が的確に行い、かつわかりやすくだれでもが作業できるように配慮する必要がある。前述のシールピッキングもその方法の一つである。

4 物流センターの計画技法

4.1 計画の手順

フロー型の物流センターでは、自動化設備だけではな

く、作業員、固定棚、作業場所など人間系も含めて設計していかなければならない。特に、しっかりした数値を把握し、計画していくことが重要である。

新しく物流センターを建設するために必要なことは、まず現状分析である。現状の商品特性、物流量を把握したうえで生産部門、販売部門を含めた情報システム、管理運用コンセプトを設定し、将来の物流量を確定していく。

ただし、実際は敷地の制約、短い建設時間などの制限条件の中で確定しなければならない。手順を要約すると次のとおりである。

(1) 現状分析：(a) 商品特性の把握、(b) 物流量の把握、(c) 変動量の把握

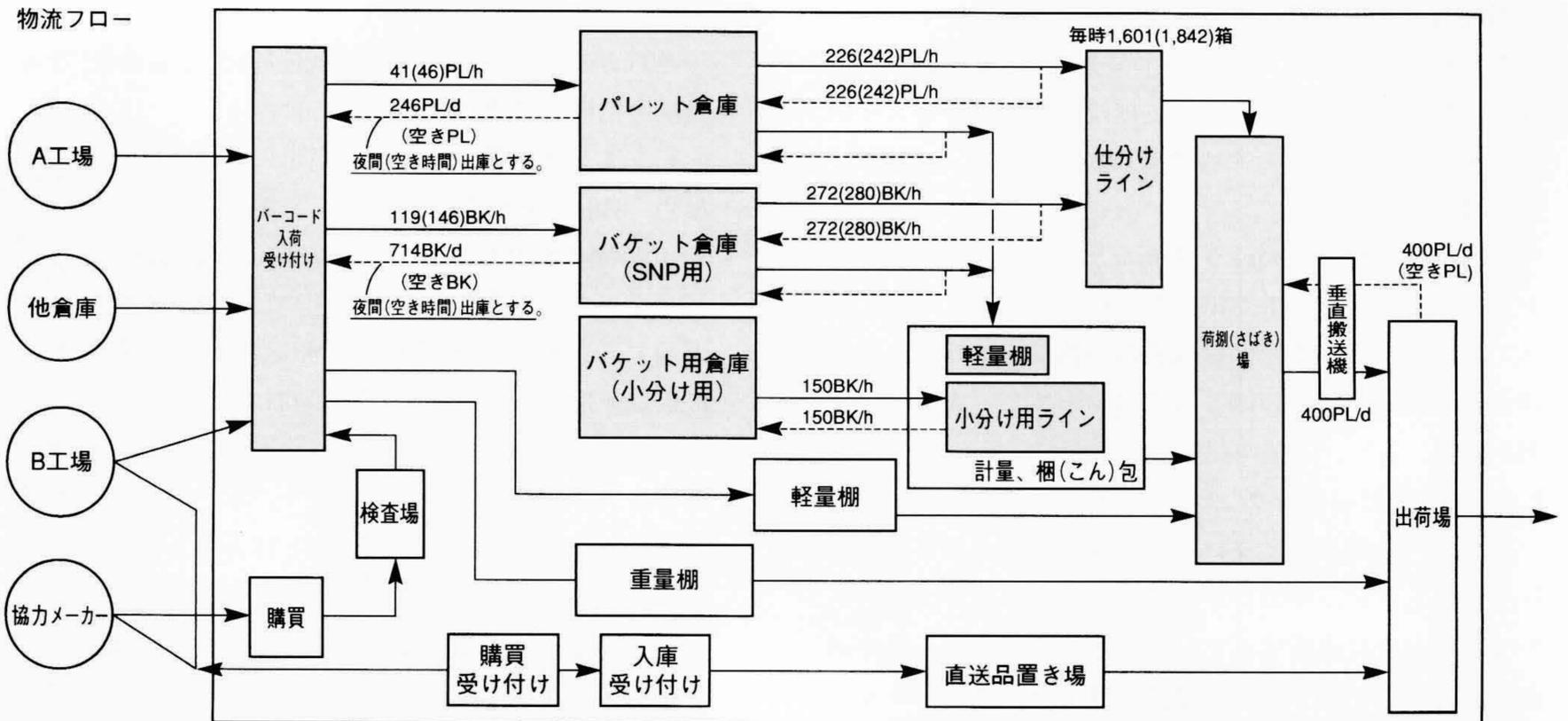
(2) 計画：(a) ピッキング方式の確定、(b) レイアウトと動線

4.2 現状分析

(1) 商品特性と物流フロー

物流センターの現状を分析する手法として物流フローの作成がある。商品を大きさ、形状、入荷先、出荷先、取扱量の多寡、ハンドリングの方法(パレットを用いたハンドリング、手押し台車への積みつけ)などに分類し、入荷から出荷までの作業を整理する(図2参照)。

製造工場とは異なり、物流センター内の作業は必ずしも系統的に分類されたり、確定されたりしていない。種々の応用動作が行われており、また平常時とピーク時では作業が異なる。このようなあいまいさの中から商品を商



注：略語説明ほか PL(Pallet), BK(Bucket), SNP(Standard Number of Pallets), ()内数値はピーク時を示す。

図2 物流フローの例

商品特性ごとに、その取扱量をパレットやバケットなどの容器単位で把握する。

品特性別に分け、ヒアリングや作業観察によって物の流れ(物流フロー)を整理すると、より正確に把握することができる。

(2) ABC分析, 動的ABC分析と物流量

商品特性を商品種類と取扱量で分析する手法がABC分析である。横軸に品種を、縦軸にその取扱量をプロットしたものを取扱量の順番に並べたものである。

古典的な方法であるが、よく動く商品から動かない商品まで広く分布する中で、特定の商品で取扱量のかなりを占めるといふ物流の特性を良く表し、取扱量の多いA商品はパレット単位で扱い、少ない商品はケース単位で扱うなど、搬送、保管、ピッキング、仕分けなどの方法の確定に貴重なデータを提供してくれる。

さらに、このABC分析を単位期間ごとに行い、ある1期間に、あるランクに位置づけられる商品が他の期間にどう変化するかを見る手法がある。これを動的ABC分析と呼ぶ。ある期間にA(取扱量が多い)にランク付けされた商品が他の期間どのように変動するかを見る。他のランクに変動する商品が多いほど、その商品の売上変動が多いことを示す。時期的に商品特性が変動することも考えて物流設備の計画をしなければいけないことがわかる。

なお、物流量の把握は個数単位ではなく、ハンドリング単位(パレット、段ボール箱、ピースなど)に換算して作業量へ置き換えが必要となる。このためには、1パレットにどの程度の段ボール箱が積載できるかSNPを決めておく必要がある。計算機の商品マスターに設定されていれば簡単に手に入るが、そうでない場合は、パレットパターンの自動計算ソフトウェア(日立の商品名“LA-PLUS MINI”)などを用いて段ボール箱の寸法から計算する必要がある。

パレット単位などへの置き換えは、データがソフトウェア化されていれば表計算ソフトウェアで容易に行うことができる。

(3) 変動量の把握

物流は平常時とピーク時の差が大きい。年間変動(年末ピーク、期末ピーク)、月間変動、週間変動、日間変動がある。これらの変動はマクロにつかんで平常日との比率を把握しておく。変動には朝の入荷ピーク、夕方の出荷ピークや年末のピークなどの消費動向に起因するものも多いが、営業部署の手配時期など改善できるものもあり、ピークカットのくふうは必要である。

変動量は物流量として把握できなくとも、売り上げなど入手しやすいデータで分析するほうが効率が良いし、

マクロに把握することができる。

4.3 計 画

(1) ピッキング方式の確定

現状分析を基に将来構想を確定する。将来の取扱量の想定がついた段階で新物流センターの具体的な計画を立てる。基本的にはピッキングをどの方式で行うかがキーポイントとなる。品種数、個数と送り先数の組合せで方式が決まるが、確立された選定方式はない。また、商品を商品特性ごとに分類して別のピッキング方式を採用してもよい。具体的には、幾つかの方式を仮定し、上記の数値から必要作業人員を計算し、コストメリットで決めていくことになる。

(2) レイアウトと動線

設備の配置その他考慮しなければならないことは多いが、レイアウト決定のための基本は作業員、フォークリフトなどの動きを単純化することである。錯綜(そう)した動線を避け、重い物は近くに、軽い物は奥に配置するなどトン・メートルが最小となる配置を心がける。これが商品のフロー能力を高めることになる。

5 稼動シミュレーション

物流設備や作業員の動きをシミュレートして、物流センターとしての稼動状況を予測することは、負荷変動の激しいシステムの最適計画のために役立つ。グラフィックシミュレーションがこの分野で広く使われている。設備、作業員、商品をアニメーション化しワークステーション画面の中で、動画として見ることができる(図3参

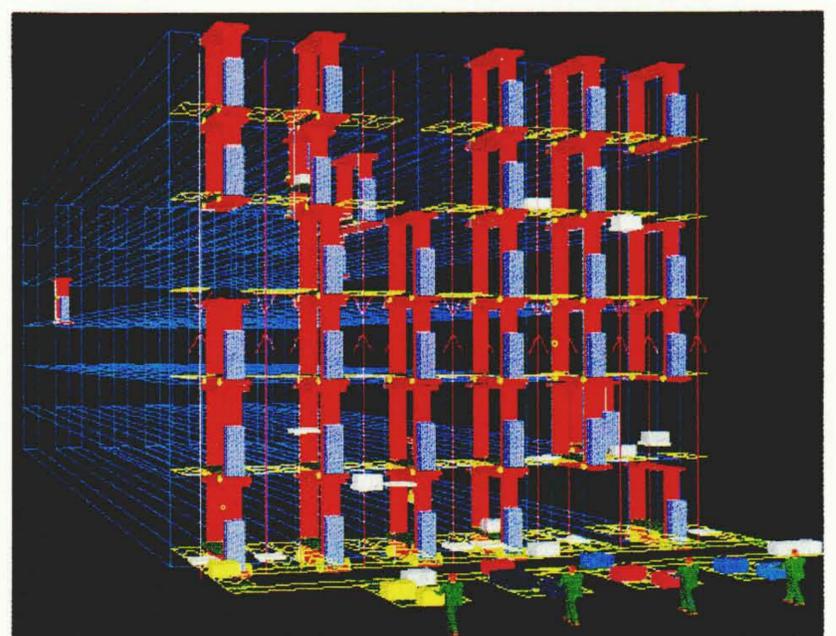


図3 シミュレーション画面の例
ワークステーションの画面に動画を表示し、ピッキング作業のバランスを評価する事例である。

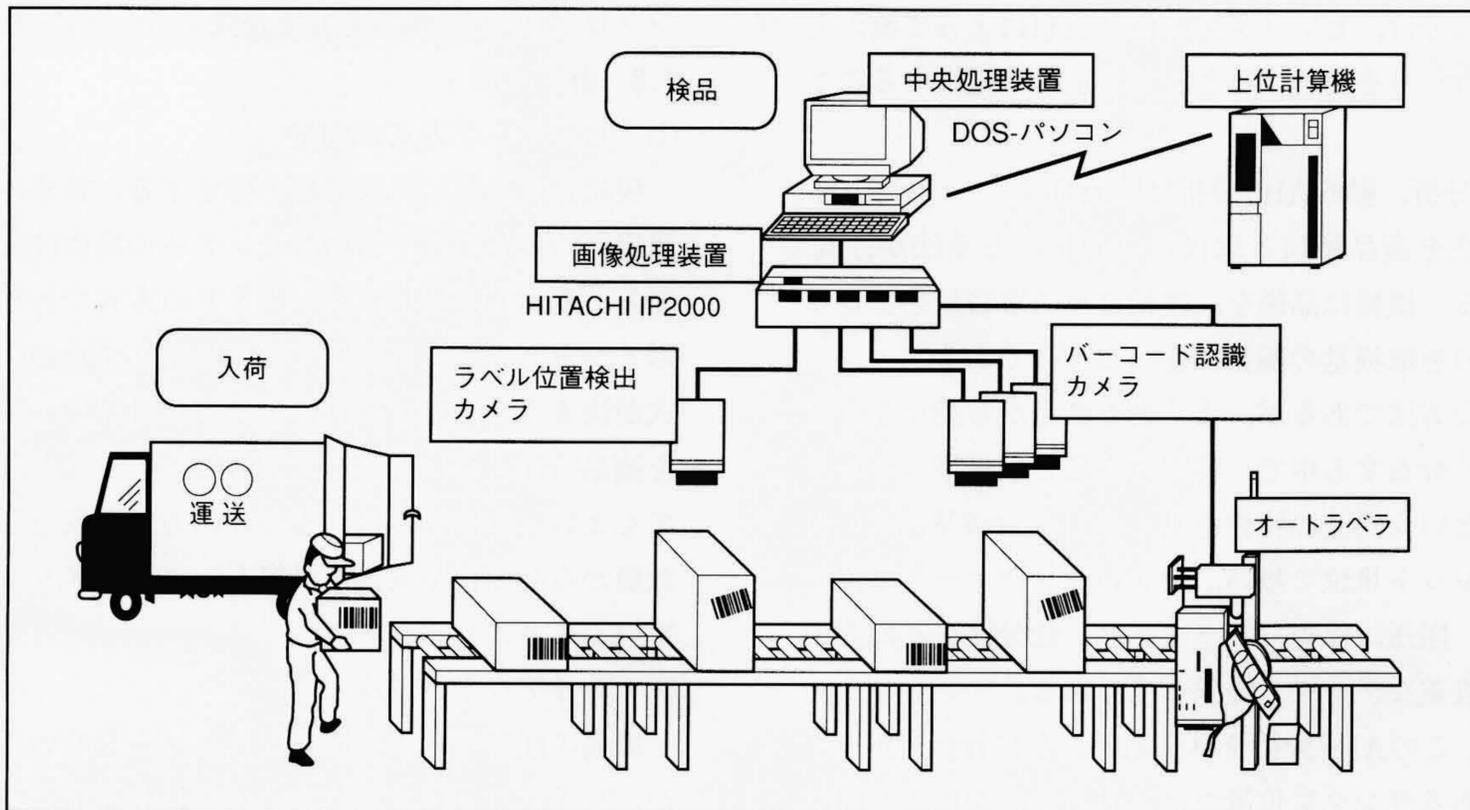


図4 入荷検品システム

商品ダンボールのITFコードや他のバーコードを自動読取りし、出荷用ラベルをはる。

照)。この画面内の動きによってシステムのネックポイント、最大処理能力を把握し、より経済的な計画の指針が確定でき、さらにシステムイメージをより实际的に把握することができる。

6 画像処理装置応用の検品システム

6.1 画像処理装置応用の入荷検品

一般に入荷検品は、ハンディ式バーコードリーダーによって人手作業で行われる。物流標準シンボル(段ボール箱の外側に印刷された商品の内容、入り個数の情報が入っているITF形式のバーコード)を読み取り、物流センターの情報システムへ入力される。この情報によって商品の入荷が確認され、出荷のための準備(行き先ラベルの貼り付けなど)が行われる(図4参照)。また、商取り引きの決済の原データとなる。

作業者は1ケース2～3秒で処理していくが、大量に入荷する場合はかなりの人員が必要になり、自動読取り装置が必要となってくる。しかし、物流標準シンボルが印刷されていない段ボール箱には別の形式のバーコードラベルがはってあり、これも読み取らなければならない

など、広い範囲で複数のバーコードを認識し処理する必要がある。このため、画像処理装置の応用によって認識する方式が有効となる。広い範囲の認識のために複数台のテレビカメラを実装し、切り替えて使用するものになっている。この設備はフロー型のシステムを必要とする大手小売業、卸業の物流センターで稼働している。

7 おわりに

ここでは、フロー型の新物流センターでの高い処理能力(スループット)対応のため、現状の商品特性を分析する手法や現状分析を基に将来構想を確定するピッキング方式等の計画技法、および画像処理装置応用の検品システムなどについて述べた。

情報化、電子化の発展とともに、家庭のパソコンで商品を注文し、指定した日時に商品が届けられ、自動的に支払いが銀行決済される電子社会が近づきつつある。この電子社会でも物を動かすことは必須である。今後も、さらに変貌する物流システムに向けて技術開発を進めていく考えである。

参考文献

- 1) 小浜, 外: FA/CIMにおける物流システム, 日立評論, 75, 10, 697~702(平5-10)