

アルミサッシ製品自動倉庫の計算機制御

Computer Controlled Automatic Warehousing System for Products

日鐵カーテンオール株式会社前橋製造所において、HIDIC350計算機制御システムが稼動を開始した。

本システムは、在庫管理・荷役機械制御・発送業務などを実行するものである。

これらの機能に関連して以下に示す新技術が開発された。

1. 高密度簡易型入出庫計画アルゴリズム
2. 異常処理を包含した物流追跡・制御技術

横林 寛 昉* Hiroaki Yokobayashi

富賀見 久** Hisashi Togami

川野正一郎*** Masaichirô Kawano

山 縣 振 武*** Shinbu Yamagata

1 緒 言

近年、企業の労働力不足は深刻なものがあり、これを反映して企業規模の大小を問わず自動倉庫の導入が積極的に行なわれつつある。本システムは中規模倉庫として典型的なものであり、入庫コンベヤ、出庫コンベヤ、ピッキングコンベヤ及びスタッカー・クレーンを備えている。この規模程度のシステムで特徴的なことは、扱いやすい規模であるがゆえに、システム設計の段階における要求が増大傾向になり、どのようにして要求を集約し、有効な自動倉庫システムを構成するかが課題であった。

本自動倉庫システムにおいては、入出庫作業及び在庫管理はすべて電子計算機により行なわれ安全、迅速、且つ正確なサービスが可能となった。一方、入出庫作業については、コンパクトな入出庫アルゴリズムによって効率的な入出庫運用を可能にすると同時に、異常処理のフィロソフィを確立して、システムのタフネスさを強化した。

2 自動倉庫システムの概要

2.1 自動倉庫システムの概要

日鐵カーテンオール株式会社前橋製造所においては、アルミサッシの製造が行なわれており、今回対象とした自動倉庫は製造ラインと本社営業との間に存在するバッファである。図1は本自動倉庫システムの位置づけを示す。顧客からの注文は、同社東京本社で取りまとめられ注文情報はテレックスにより日単位に前橋製造所へ伝送される。注文情報には、注文先番号、品種、数量などが含まれている。出庫の方法としては、注文情報を参照して出庫作業を実行すればよいとも考えるが、3.2でも述べるように、何もくふうせずに出庫作業を行なうと端数パレットが増加し、倉庫システムの実質上低下することになる。一方、くふうして出庫作業を行なおうとすると、人間の不得手な形式の仕事を行なう必要があり、そのため間違いや混乱が生じやすい。従って、この種の仕事は計算機制御の対象とし、今回は出庫計画アルゴリズムを適用した。一方、製造ラインから入ってくる情報としては、上記注文情報のようにまとまったものはない。製品を入庫するタイミングに入庫設定をすることにより、随時、情報を計算機制御システムに入力することになる。

1日の入出庫作業が終了した後、当日テレックスにより出力された紙テープを電子計算機に読ませる。電子計算機は、この紙テープの情報をもとに、できるだけ端数パレットを出

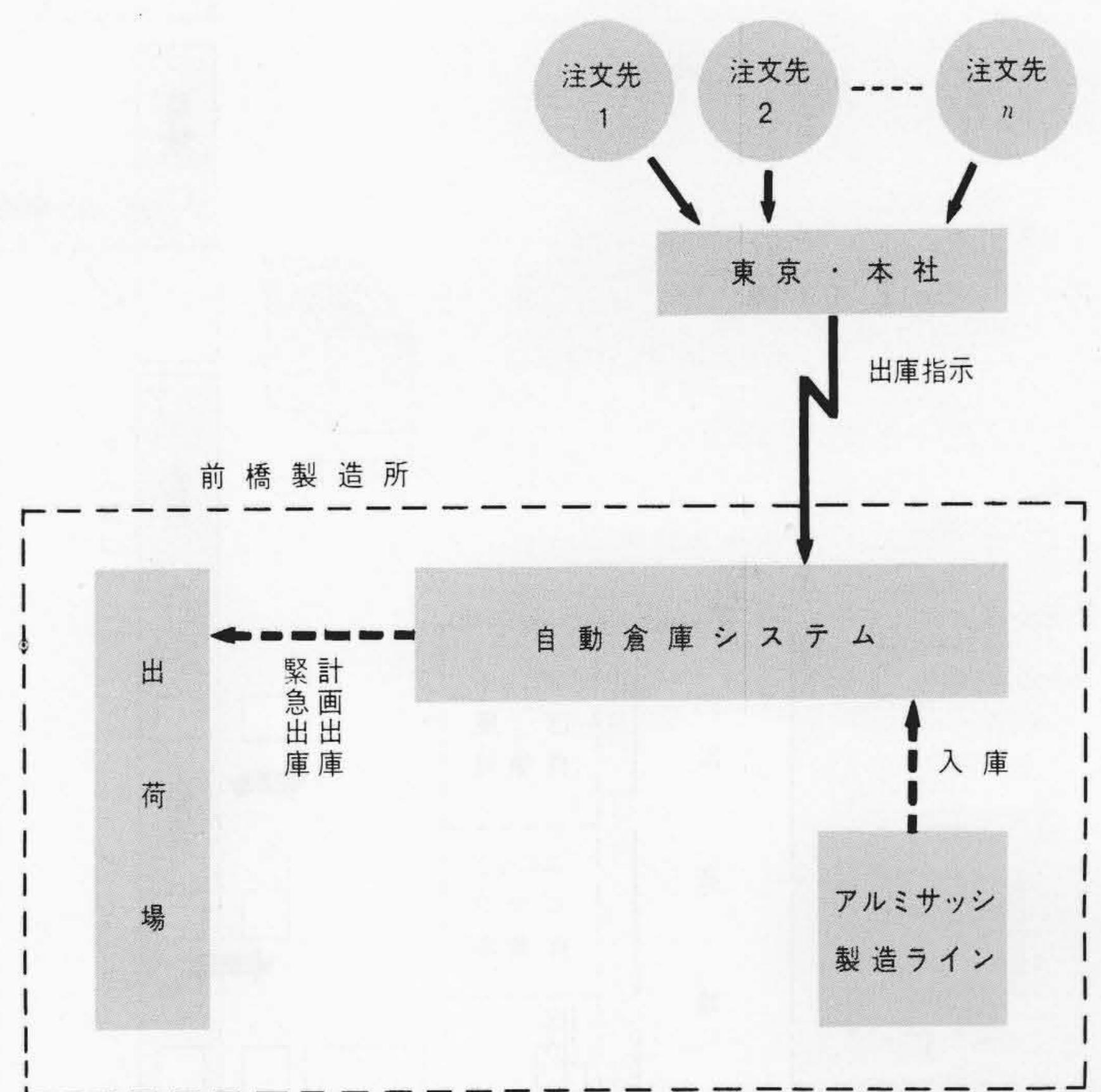


図1 アルミサッシ製品管理システム 本自動倉庫システムと本社、製造ライン、出荷場との関連を図式的に示したものである。

さぬよう効率的なパレット構成にした出庫計画を立案する。出庫計画はタイプライタで出力される。以上述べたとおり、出庫計画は前日に行ない実際の出庫作業は翌日に行なうことになる。

翌日行なう出庫作業には、上記出庫計画をもとに行なう計画出庫作業と緊急出庫作業とがある。計画出庫作業を行なうには前日作成した出庫計画ファイルに従ってパレットを順次出庫する方法も考えられるが、ここでは現場作業による製品の集約作業の信頼性を高めるために、オペレータ・コンソールより注文先番号を入力し、そのタイミングで注文先に対応したパレットを出庫することにした。作業が行なう集約作業とは、電子計算機から出力されたリストに従って、1パレット内の製品を注文先ごとに区別して出荷場に配置したり、各パレットを出荷場の所定のエリアに配置する作業である。

次に緊急出庫作業は、追加注文がきたときとか、計画出庫

*日鐵カーテンオール株式会社生産技術部設備課 課長

**オークラ輸送機株式会社企画室 室長

***日立製作所大みか工場

で割りつけたクレーンが故障で、パレットを出庫できないとき、オペレータ コンソールから品種と数量をセットすることにより、要求数量の製品を正常クレーンを使って出庫することができる。

2.2 自動倉庫システムのレイアウト

本自動倉庫システムのレイアウトと、倉庫システムの諸元を図2及び表1に示す。図2の上の部分から説明する。入庫品は入庫台に載せられ、品種番号、数量、ロット番号を入庫設定盤にセットする。電子計算機はこの情報を取り込み、パレットの動きに従ってトラッキングを行ない、そのパレットが小物の場合は①又は②の位置で、大物の場合は③又は④の

位置で分岐指令を出力する。分岐指令が出力されるとパレットは格納棚の方向へ分岐し、棚の入口にきて止まる。電子計算機は、棚の入口にパレットがあることを検知し、クレーンに作業指令を与えてそのパレットを入庫する。

出庫作業開始のタイミングは、オペレータ コンソールでの注文先番号の設定(計画出庫)か、品種、数量の設定(緊急出庫)によって与えられる。以下、計画出庫を中心に述べる。電子計算機は、出庫計画ファイルを参照して出庫パレットを決定し、クレーンに出庫指令を出力する。クレーンはこの指令によって動作し、図2の下部、すなわち出庫側の棚の出口にパレットを持ち出す。電子計算機は、出庫口に物があるこ

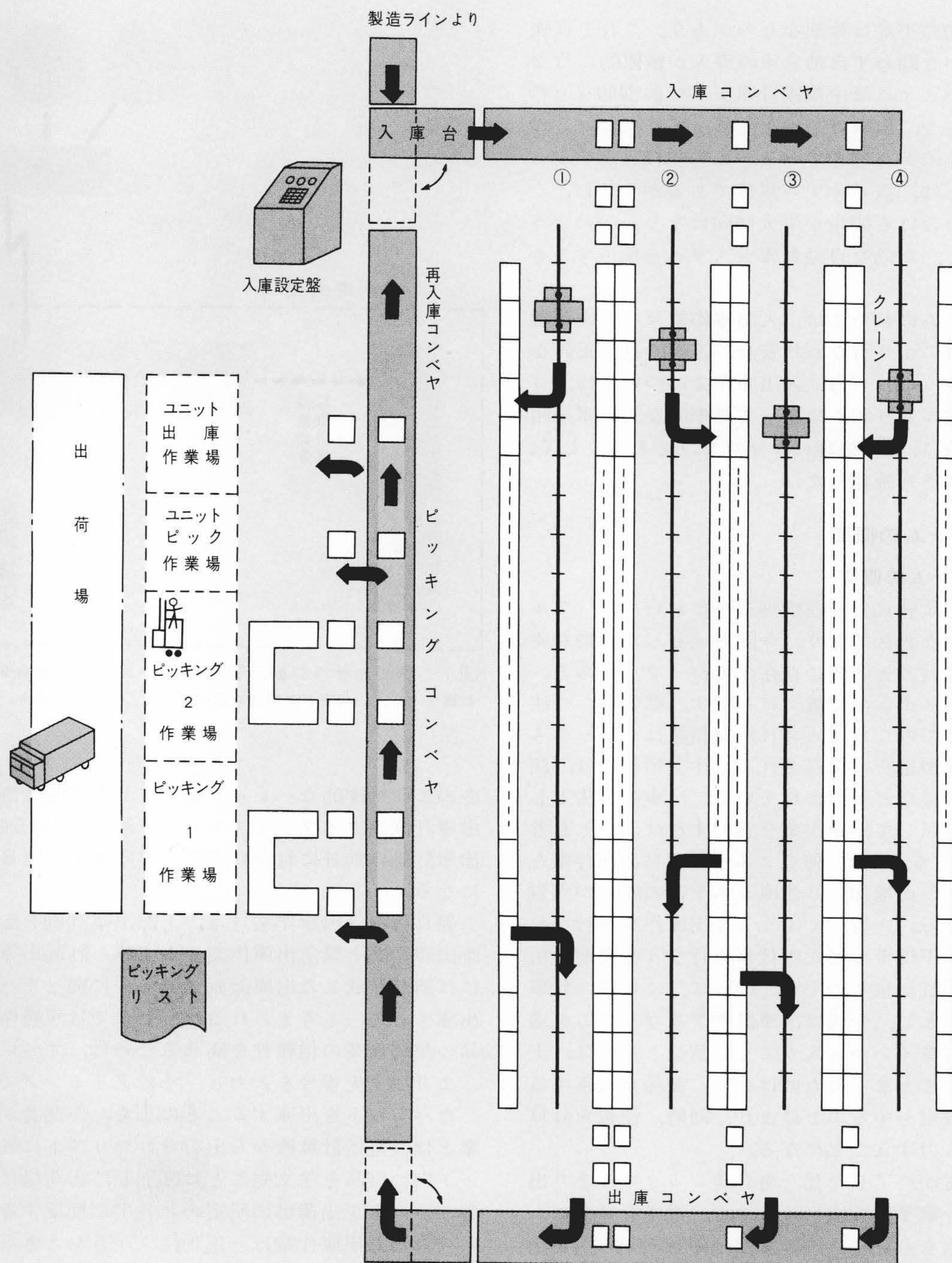


図2 自動倉庫レイアウトと物の流れ 自動倉庫のレイアウトと入出庫、ピッキング、再入庫品の流れ及びピッキング作業場の区分が分かる。

表 1 倉庫システムの諸元 倉庫システムの規模と能力が分かる。

項番	項 目	規 模, 能 力	備 考
1	クレーン台数	4 台	大物用 2 台, 小物用 2 台
2	棚 数	4,784棚	8 列×46連×13段
3	品 種	600品種	—
4	流 動 量	20パレット/h	max 30パレット/h
5	倉庫稼動時間	8 h/d	—

とを検知し、出庫コンベヤのほうから出るパルスによってタイミングを取って合流指令を出力し、出庫コンベヤ上にパレットを載せる。出庫コンベヤ上のパレットはピッキングコンベヤ上へ輸送され、電子計算機はトラッキング情報をもとに該当のピッキング作業場への分岐指令を出力する。ピッキング作業によってパレット内の一部の製品を抜き取られたパレットは、再入庫する。作業者がこのパレットを合流口に配置しておく、電子計算機はこの状態を検知して、ピッキングコンベヤ制御装置からのパルスによってタイミングをとって合流指令を出力する。このようにしてパレットは再入庫コンベヤに載って入庫設定盤の位置まで到達し再入庫設定が行なわれる。この際は、確認のため数量の変更を入庫設定盤によって行なう。

ピッキング作業場には、ピッキング作業場 1, 2, ユニットピック作業場及びユニット出庫作業場の 3 種がある。ピッキング作業場より出庫されるパレットは、現場作業が必要数だけ製品を抜き取ったときに残数がでるものである。このパレットは再入庫の対象となる。次に作業が必要数だけ抜き取ったときに残数がでないパレットが生ずる。このとき、抜き取った製品が複数の注文先にまたがっているならば、パレットはユニットピック作業場に出される。一つの注文先のものであればユニット出庫作業場に輸送される。

作業場に出された製品は、電子計算機によって出力された作業指示書に従って、作業員が各注文先ごとに集約作業を行ないトラックへの積込みに便なようにする。

なお、倉庫システムの諸元については、表 1 に示したが、本倉庫システムは中程度の規模ということができる。

3 計算機制御の実際

3.1 計算機制御の概要

物の流れについては 2.2 で説明したので、本項では図 3 にそい機能別に説明を加える。

(1) 設定盤処理

入庫設定盤では、品種コード、数量、ロット番号、入庫区分(新入庫/再入庫)の合理性チェックを行なって、正常であればトラッキングテーブルに上記データのセットをする。また入庫条件のチェック(機械故障、棚満杯、コンベヤ満杯など)を行ない、すべての条件を満足していれば、コンベヤに発進指令を出力する。

オペレータコンソール処理では、設定情報により各種の問合せプログラム、帳票出力プログラムを起動し、日時設定出庫要求の設定などを行なう。

(2) 入庫コンベヤ制御

パレットが入庫コンベヤに搬送され、コンベヤ上の各分岐点に到着すると、電子計算機にパレット到着信号が入り分岐条件のチェック(機械故障、棚満杯)を行なって分岐指令を出力する。なお、先の図 2 に見られるように、入庫コンベヤ上

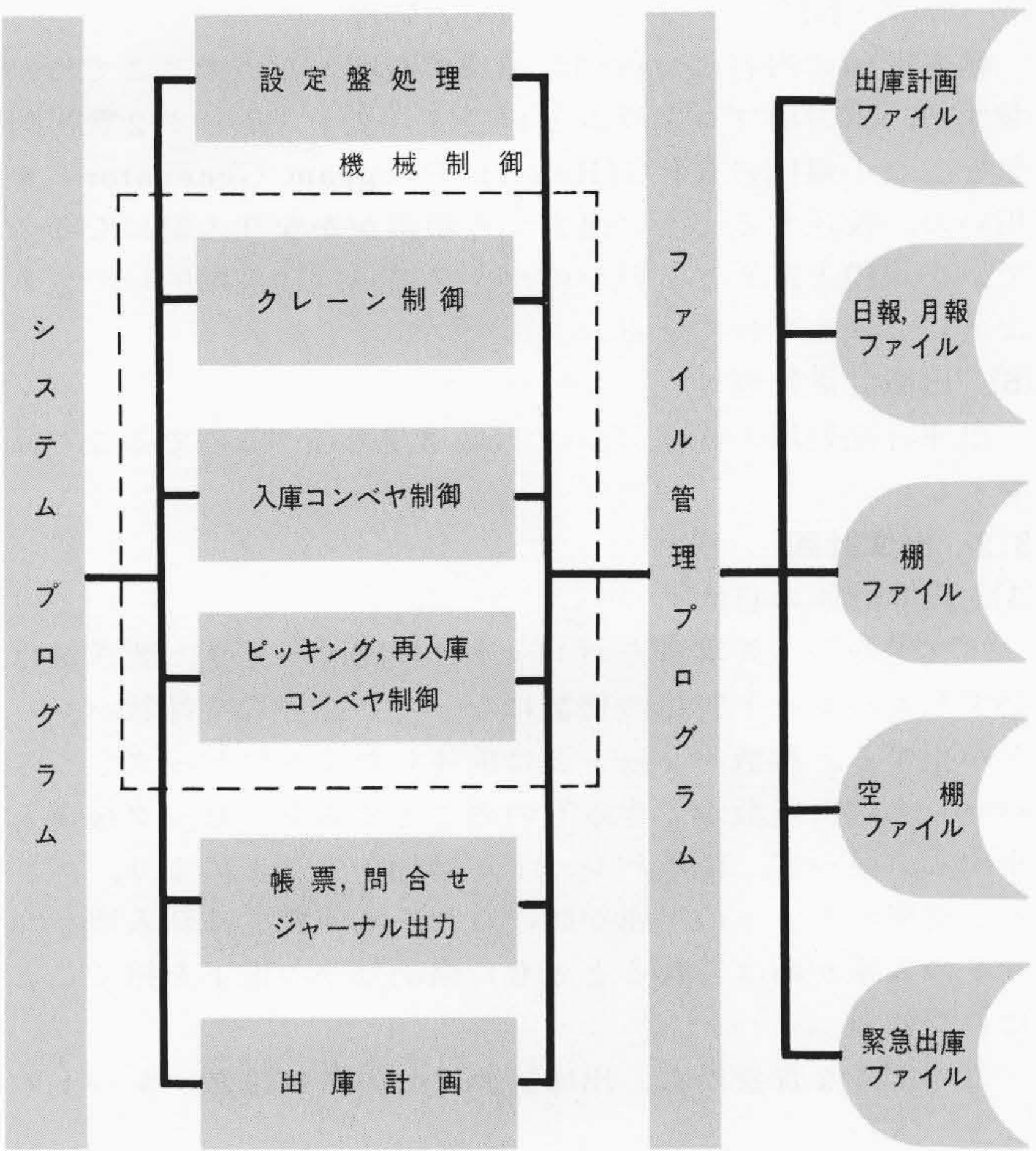


図 3 ソフトウェア機能ブロック ソフトウェアの各機能を示し、システムプログラムの下に各アプリケーションプログラムが管理され、ファイル管理プログラムの下に各ファイルが管理されている状態を示す。

のパレットをどこで分岐させるかは、自由度のあるところであるが、これはカウンタによって交互に分岐させるようなシンプルな構成とした。

(3) 出庫・ピッキング・再入庫コンベヤ制御

パレットは出庫コンベヤに合流する地点でいったん停止し、出庫コンベヤが一定距離移動するごとにコンベヤ制御装置が出力する合流タイミングパルスを電子計算機が取り込み、その時点で合流指令を出すと出庫コンベヤに合流する。ピッキング及び再入庫コンベヤについてもこれと同様の原理で制御をしている。

(4) クレーン制御

各分岐点で分岐したパレットが、入庫口に到着すると電子計算機に到着信号が入る。このタイミングで入庫棚を決定し、クレーンに入庫指令を出力する。入庫棚の決定に当たっては空棚検索の起点棚番号を毎回シフトさせることによって、倉庫の一部分へパレットの格納が集中化するのを避け、重量のバランスを保っている。

次に、クレーンが指令された棚にパレットを格納すると、電子計算機に完了信号が送られ、電子計算機は図 3 の棚ファイルを更新するとともにタイプライタに入庫ジャーナルを出力する。これによりパレットが棚に格納されたことが確認される。

出庫に際しては、クレーンが作業受付可能か否かを判定し出庫計画ファイルから出庫作業を探して割り付ける。出庫作業対象の注文先の数は常時 2 以下である。これは出庫作業の円滑化を図るために、前記ピッキング作業場に各 1 の注文先(合計 2)を割り付けたことから生じた条件である。このような条件をふまえ、各ピッキング作業場へのパレットの出庫を均等にするため、作業受付用のテーブルを注文先ごとに 1(合計 2)持つことにした。

(5) 帳票・問合せ・ジャーナル出力処理

帳票関係の内容については、3.3で説明するのでここでは割愛する。出力用プログラムとしては、タイプライタ2台を対象とした小規模のRPG(Report Program Generator)を用いた。後述するように出力する帳票がかなりの量になるので、小規模と言えども互いのバックアップは自動的にできるようにくふうされている。

(6) 出庫計画処理

出庫計画処理の詳細については、3.2で述べるのでここでは触れない。

3.2 出庫計画

(1) 出庫計画の目的

注文先からの要求量をパレットに展開するとき、要求量は必ずしもパレット容量の倍数になっていないので端数パレットが生ずる。端数パレットとは前述したようにピックしてもパレット内に残数ができるもののことであり、ピック後再入庫する。従って、端数パレットが増加することにより、ユニット出庫パレットの出庫が妨げられ、入庫側では新入庫パレットの入庫が妨げられるとともに格納効率の低下を招くことになる。

このような背景から、出庫計画においては端数パレットの

減少を重点的に取り上げた。

(2) 出庫情報入力

テレックスによって伝送されてきた紙テープを電子計算機に読み込ませ、出庫計画用の前処理ファイルを作成する。1アイテムの情報は注文先番号、品種コード及び数量で構成されている。

(3) 出庫計画の原理

図4において、パレットの容量は全品種とも50であるとする。注文先1, 2, 3において同図に示すような品種ごとの要求数量が与えられた場合、何もくふうせずに出庫パレットを割り当てたのが、出庫パレット決定前処理の欄である。ここで破線で示したものが端数パレットであり、9個ある。そこでこれを図示のような方法で集約する。同一品種のものは、注文先が異なってもまとめてしまう。その結果、総計パレット数で4個の減少になる。また入庫側を考えると、以前は9個であった再入庫パレットが2個に減少することになる。

出庫パレットを決定する際に考慮している事項としては、端数優先、先入れ先出しの原則もある。通常、新入庫する際には端数は生ぜず、再入庫したときに生ずる。このように、端数パレットは入庫年月日の古い物になる傾向があり、従って再入庫したときに再入庫パレットの入庫年月日を最小値にセットしておくことにより、先入れ先出しの原則と、端数優先の原則が満足できることになる。

その他、出庫計画をするに当たっては、クレーンの負荷バランスを考え、できるだけ均等に作業を割り当てることにしている。

(4) 時間帯区分

以上、出庫計画を倉庫システムの入出庫能力の実質的拡大と言う観点を中心に述べた。しかし、ここで倉庫システムの全体運用に目を向けると、ピッキング作業場の面積と言う問題が生ずる。入出庫能力は上がったけれども、他の注文先用の要求量も同時に出してしまうので、注文先ごとの集約作業のタイミングの同期化が図れていないと、集約作業の完了していない製品が作業場に置かれることになり、作業場が満杯になることがあり得る。このような事態を避けるために時間帯を設定し、端数パレットの集約は同一時間帯内の注文先について行ない、集約作業も同一時間帯内で行なうこととした。

3.3 帳票・問い合わせ・ジャーナル

(1) 各種帳票類

表2は帳票類の一覧表である。ピッキングリストは、現場作業者が注文先ごとの製品集約作業をするときに用いるもので、タイプライタで5部プリントし、各作業者に配布する。日報、月報は管理資料として用いるものであり棚リストは棚卸し時に使用し、空棚リストは例えば、電子計算機と輸送機械とのリンケージが異常になったとき、電子計算機から指令出力せず遠隔自動運転によって入庫するとき、倉庫内の空棚を知るためのものである。緊急出庫リストは緊急出庫要求をしたときに実時間で出力される。現場作業への作業指示書で、フォーマットはピッキングリストと同じである。また、入出庫ジャーナルは、倉庫への入出庫作業を確認するためのものである。

(2) ピッキングリスト

前述した出庫計画において、ピッキング作業場において各注文先ごとに集約作業を行なうが、この指示書がピッキングリストである。この実例は図5に示すとおりである。最上段には日付が示されており、次に注文先番号と、時間帯が記されている。この例においては、222703と言う品種を300要求

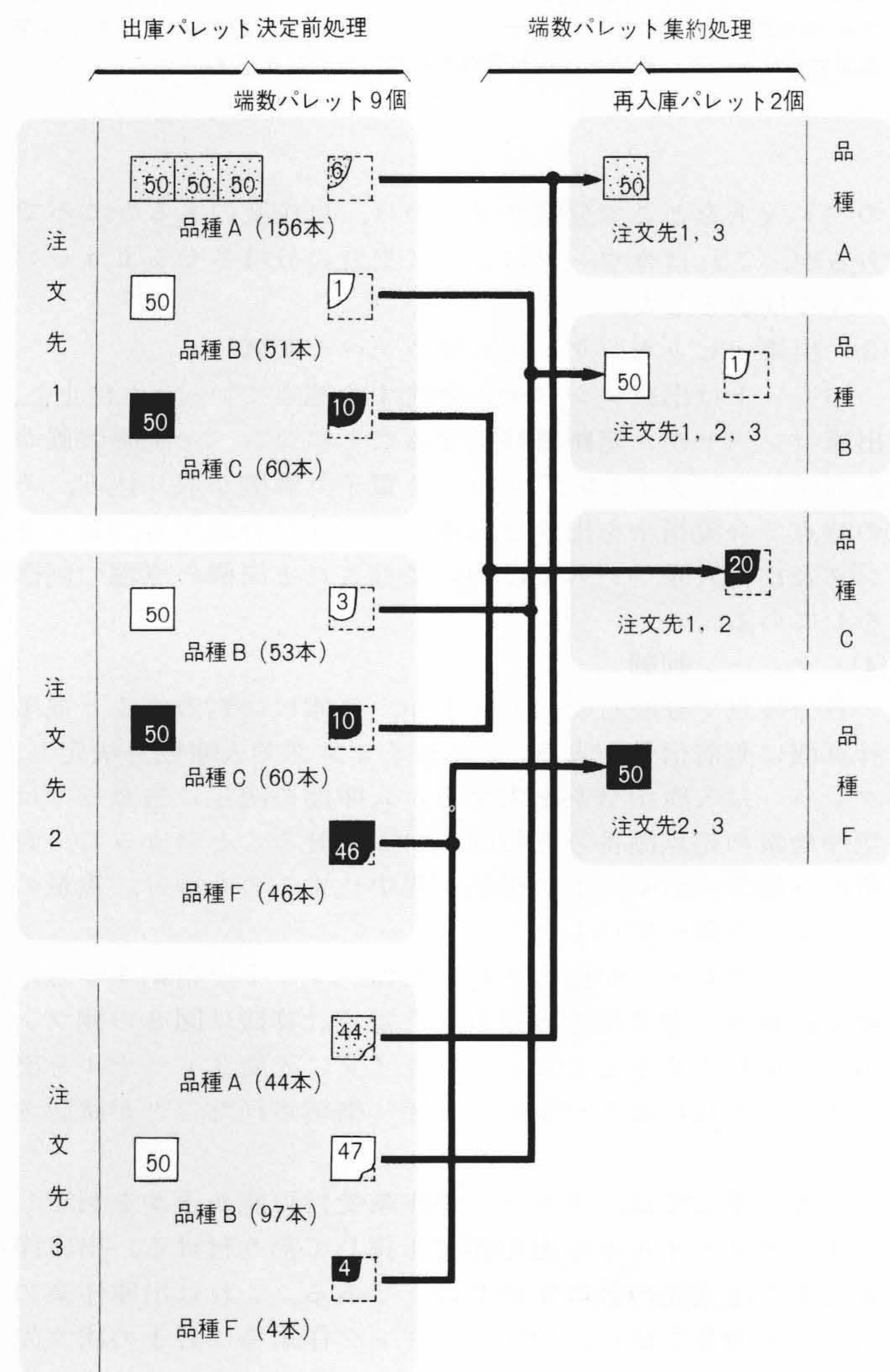


図4 出庫計画の原理 図示のような品種ごとの要求数を与えられた場合、第1段階では注文先ごとに在庫パレットを割り当て、第2段階では、そのうち端数パレットを品種ごとに集約している。

表 2 出力帳票一覧 本システムにおいて使用される帳票、保守用リスト、問合せリストの仕様一覧表を示す。

項番	項 目	仕 様
1	ピッキング リスト	出庫、集約作業指示表
2	日 報 ・ 月 報	各在庫品種に対する入出庫量を日、月ごとに出力
3	棚 リ ス ト	棚別に、格納パレットの品種、数量、ロット番号を出力
4	空 棚 リ ス ト	空棚の棚アドレスを出力
5	緊急出庫リスト	緊急出庫の設定ごとに出力される作業指示表
6	入出庫ジャーナル	入出庫実績を出力
7	棚 問 合 せ	指定された棚に入っているパレット情報の出力
8	ロット番号問合せ	指定されたロット番号について品種、数量を出力
9	品 種 問 合 せ	指定された品種について、品種、ロット番号、数量を出力

している。その内訳としては、ユニット出庫パレットが5個でてきている。この時はたまたま端数パレットが在庫していたからこのようになっている。ユニット ピックについては注文先番号6のものも一緒に出庫するということになる。従って、もし注文先番号6の出庫を要求するタイミングが早ければそのタイミングで出庫されることになる。この例では再入庫が必要なパレットは出てこない。

図5では割愛したが、実際には、UNIT、UPICK、PICK欄の右側に、棚番号がプリントされる。これは、当日、計画出庫作業実行中に万一計算機が故障したとき、この棚番号を参照して遠隔自動運転で出庫作業を行なうものである。

3.4 異常処理のフィロソフィ

図6は、本自動倉庫システムにおける異常処理のフィロソフィを示すものである。異常が発生すると、該当機械はいったん停止し異常情報をセットする。以上の処理は機械制御装置で行なわれる。次に電子計算機は、異常情報に対応した異常メッセージを出力する。その異常に関連した機器を停止させる必要がある場合は、電子計算機より停止指令を出力する。これによって該当機器と連結した機械(例えば異常コンベヤの輸送元の正常コンベヤ)が停止する。以上の処理後オペレータが介入することになる。オペレータは電子計算機によってプリントされた異常メッセージより、どの機械の異常かを知る。オペレータ処理の第1段階として、異常状況の把握が行なわれる。ここでは、異常メッセージの情報から異常に関係した情報をプリントし、現場の機械上の物と情報との突き合わせを行なう。異常によっては情報をプリントしなくてもよい場合があるが、これは異常処理方案の指示に従う。次いで異常回復作業を行なう。ここでは現場における物の処理をしたり、異常信号リセット、再スタート用入力などを行なう。また次に電子計算機は、これらの情報からファイル更新を行なった後、再スタートする。

ここで異常が情報系の異常の場合には、別の考え方も可能である。この代表例としては、倉庫内のある棚に実際は物がないのに、電子計算機のファイル上はある場合である。クレーンが正常動作をしていれば情報異常であり、情報異常はクレーンの動きに直接影響を与えないので、その作業はスキッ

PICKING LIST	06/25 日付	
P. No. 05-1 注文先No.	TIME 2 時間帯	
HINSHU 品 種	SURYŌ 数 量	UCHIWAKE 内 訳
222703	300	UNIT (73) 3. 32. 32. 3. 3 UPICK (32) P05 (27) P06 (5) PICK (0)

図5 ピッキング作業指示書 ピッキング作業者が参照する作業指示書であり、注文先ごとに出力される。

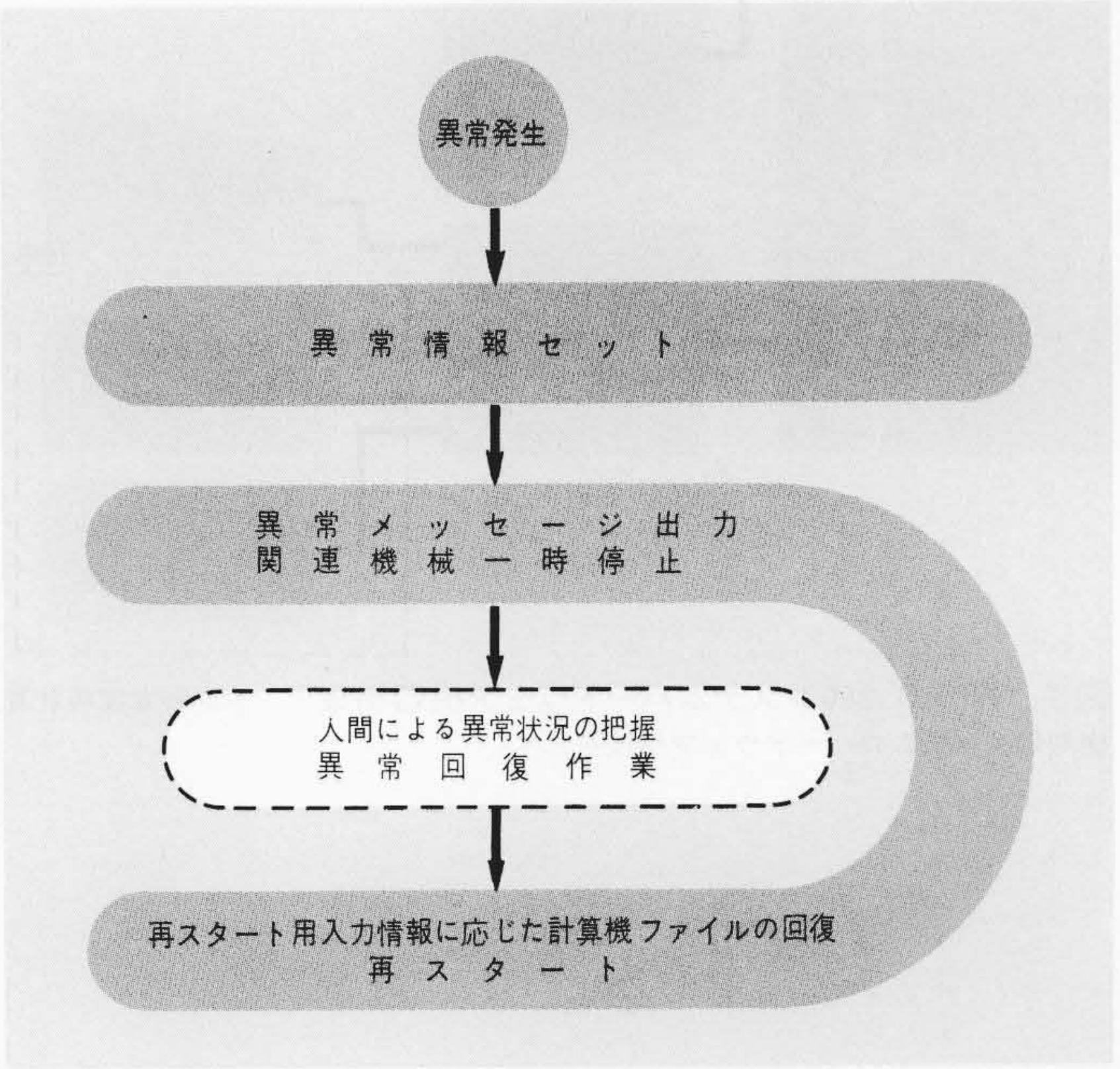


図6 異常処理のフィロソフィ 異常の発生に本システムがどのような対処をするかを示す。

プし、ある程度情報異常が蓄積したときに、まとめてファイル修正などを行なおうとするものである。これは自動倉庫システムの稼働率に重点をおいたもので、情報異常が起こるたびに機械をとめるのは能率が下がるという考えである。本システムにおいては、情報異常の起こる確率が非常に少ないこと(定常運転時で、数ヶ月に1回以下)、情報異常が1回でも起こると連鎖的に情報系異常が拡大する危険性があること、以上の2点を考慮して情報系の異常は蓄積せず、その都度処理する方針とした。

4 計算機制御システム

4.1 機器構成

以上の処理仕様を実現するためのハードウェア機器構成は、図7に示すとおりである。

4.2 各機器の概略機能

(1) 万能入出力タイプライタ

電子計算機とのデータ授受、エラーメッセージ出力のほかに、本システムでは、オペレータ コンソールのバックアップ機能、トラッキング情報入出力機能、注文先への受渡し時間帯入力機能をもち、クレーン コンベヤなどの機器異常の際も

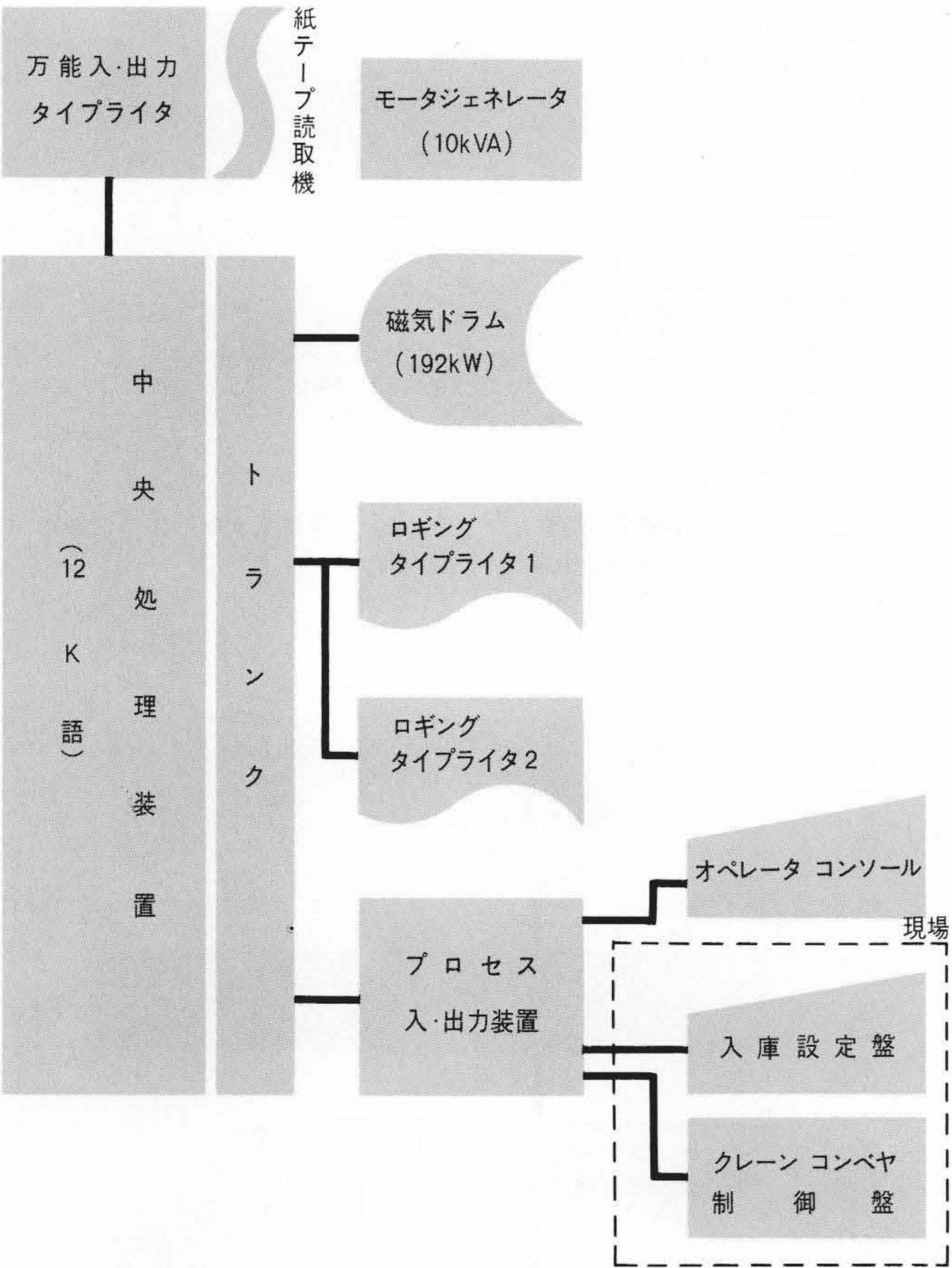


図 7 HIDIC 350システムハードウェア機器構成 本自動倉庫用計算機制御システムのハードウェア構成を示す。

- 迅速正確なデータ入手が可能である。
- (2) 紙テープ読取機
出庫要求情報紙テープの読込みを行なう。
 - (3) ロギング タイプライタ 1
ピッキングリスト、棚リスト、入出庫ジャーナルの出力
 - (4) ロギング タイプライタ 2
日報、月報、空棚リスト、緊急出庫リスト、棚問合せ、品
種問合せ及びロット番号問合せの出力
 - (5) オペレータ コンソール
各種問合せ設定、日時設定、出庫設定、緊急出庫要求、紙
テープ入力要求及び各種帳票出力要求
 - (6) 入庫設定盤
入庫パレットのデータ設定、機械異常表示

5 結 言

以上、日鉄カーテンオール株式会社前橋製造所納め計算機制御システムについて述べた。本システムは、中規模自動倉庫に今後応用が期待されるものであり、昭和48年11月納入以来順調に稼動中で、初期の目的を果たしたことが実績によって確認されている。

終わりに臨み、本システムの開発に御協力をいただいた関係各位に謝意を表わす次第である。

参考文献

- (1) 安島ほか、「日産自動車株式会社相模原部品センター納め自動倉庫計算機制御システム」 日立評論 56, 245 (昭49-3)
- (2) 山本ほか、「丸紅繊維流通センター計算機制御システム」 日立評論 56, 239 (昭49-3)

訂 正

本誌日立評論Vol.57 No. 9 掲載の「オンラインシステムの動向と評価」中、11ページ左段13行目に誤りがありました。お詫びとともに、下記のように訂正いたします。

誤	正
(c)レンタ カー, ビジネス ホテルなどとの組合せ予約	(c)ビジネス ホテルなどとの組合せ予約