# 生地の自動柄合せ裁断システム

# Automated Pattern-match Cutting System

柄合せの必要な衣服の縫製工程では、パーツを裁断する際、柄を考慮して裁断する必要がある。従来、柄合せ裁断は、もっぱら手作業によって行っていたが、自動化された無地の裁断に比較して効率が悪く、自動化の要請が強かった。今回開発した自動柄合せ裁断システムでは、裁断布地の上方にカメラを設置し、カメラは二軸ロボット上に搭載してあるので、任意の位置に移動しながら、柄合せ点上に位置決めができる。柄合せ点付近の画像を解析して柄模様の位置を正確に計測し、各縫製パーツの裁断開始点を決定する方式を採用している。画像解析で柄位置を決定できないような微妙な柄の場合には、カラーモニタ上の画像を使って、対話によって柄位置を決定する方式を併用している。したがって、本システムではすべての種類の生地および柄模様に対して、自動または対話で柄合せ裁断が可能であり、従来の手作業による柄物の裁断に比較して、飛躍的な効率の向上が期待できる。

佐藤隆三\* Ryûzô Satô
若杉 成\* Shigeru Wakasugi
高木陽市\*\* Yôichi Takagi
加藤勝康\*\* Masayasu Katô
黒木幹雄\*\*\* Mikio Kuroki
吉岡達夫\*\*\*\* Tatsuo Yoshioka

# 1 緒 言

柄合せの必要な衣服の生産工程で、パーツを裁断する工程は柄を考慮して裁断する必要があり、商品の品質を決める重要な工程である。従来、柄物の裁断工程はもっぱら手作業に依存しており、自動化された無地の裁断に比較して効率が悪く、自動化の要請が特に強かった。柄合せ裁断工程を自動化するには、柄模様の位置を自動的に認識するためのセンサの開発が必要であった。最近、エレクトロニクス技術の進展により、高性能な画像処理装置を低価格で入手できるようになり、実用的なシステムの開発が可能となってきた。

一方、通商産業省工業技術院は、多品種少量生産を効率的に行うための自動縫製システムの研究開発を行ってきた<sup>1)~3)</sup>。自動縫製システムで開発した技術の中で、裁断用柄認識装置は、平成元年11月にインテックス大阪で開催されたワールドファッションフェアに出展し、好評を博した。ワールドファッションフェアに出展した柄合せ裁断システムの全体構成を図1に示す。また、柄認識装置を図2に、柄合せ裁断結果を図3に示す。旭化成工業株式会社と日立製作所は、自動縫製で開発した要素技術をもとにして、画像認識による生地自動裁断システム<sup>4)</sup>を製品化し、1号機をM社に納入した。本稿では、今回開発した生地の自動柄合せ裁断システムのうち、自動柄合せ技術について述べる。

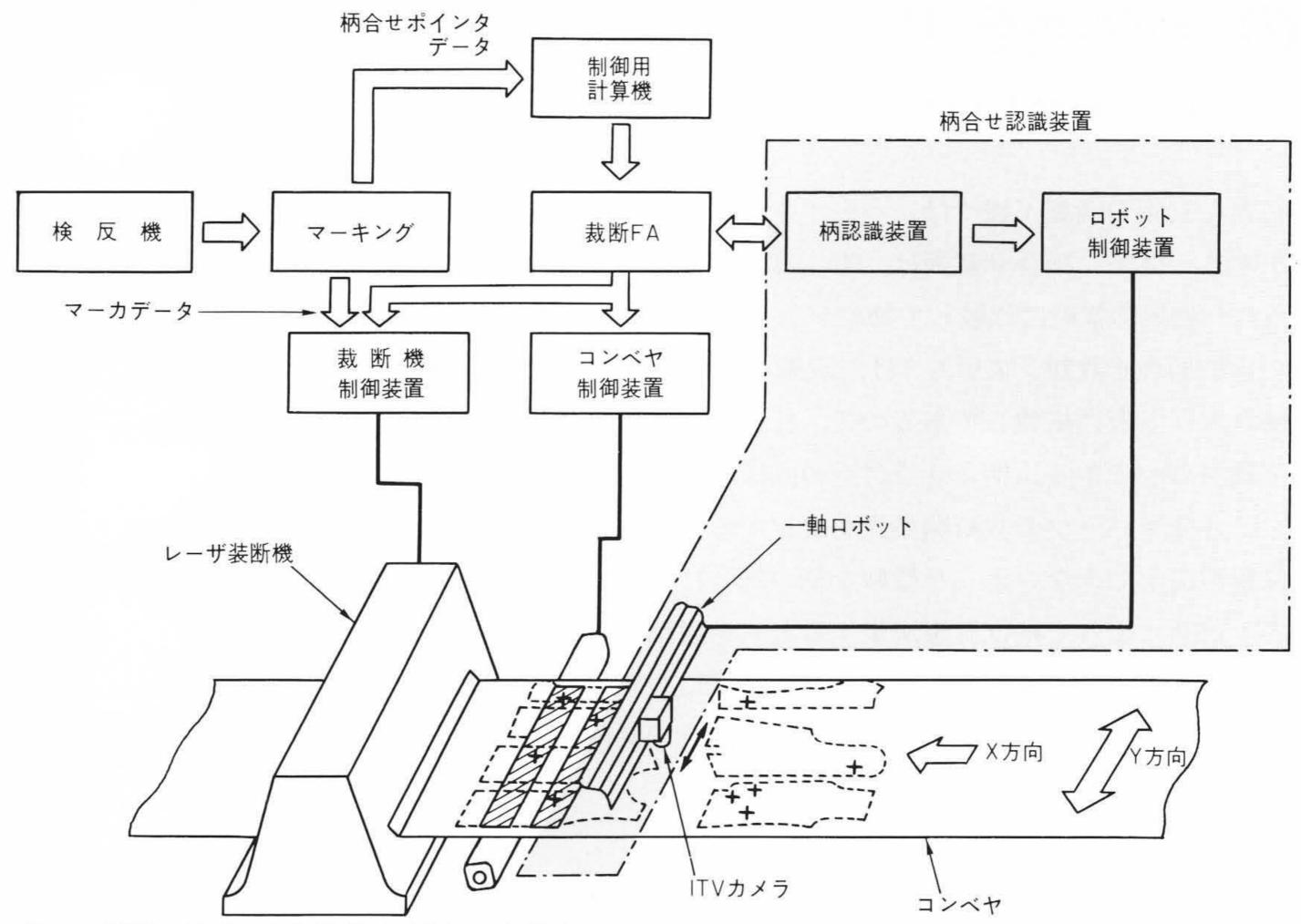
# 2 システムの概要

自動柄合せ裁断による柄物の縫製パーツ全製造工程の一例を図4に示す。今回開発した生地の自動柄合せ裁断システムは、従来のアパレルCADに自動柄合せに必要な機能を付加し、柄認識装置を新規に追加して実現した。本システムの主な特徴は次のとおりである。

- (1) 柄位置決定は、高性能画像処理装置による全自動柄位置 決定方式と、カラーカメラ画像を使って、オペレータがディ ジタイザまたはマウスで柄位置決定をする対話柄位置決定方 式を併用している。
- (2) 全自動柄位置決定方式では、柄合せ点へのカメラの移動と、柄認識をすべて自動的に行う。柄認識は、高速濃淡画像処理装置(HIDIC-IP/200)を使用して行う。この方式は、比較的に明りょうな柄模様で、特徴点が明確なものに適用する。
- (3) 対話柄位置決定方式では、柄合せ点へのカメラの移動を 自動的に行い、柄位置決定はモニタ上の画像を使用して、オ ペレータがディジタイザを操作して行う。モニタ画像はカラ 一画像である。
- (4) 布地の明るさに対応して、入力画像の明るさを一定にするために、入力画像を解析して自動的にカメラの絞りを調整する機能を持っている。
- (5) 全自動柄位置決定方式では、以下のような特徴がある。

<sup>\*</sup> 旭化成工業株式会社 アパレルシステム開発販売部 \*\* 日立製作所 大みか工場 \*\*\* 日立製作所 機電事業部

<sup>\*\*\*\*</sup> 日立製作所 システム事業部



注:略語説明 ITVカメラ(工業用テレビジョンカメラ)

図 I 柄合せ裁断システムの全体構成 自動縫製システムで開発した柄合せ裁断システムの全体構成を示す。レーザ裁断機と画像認識装置を組み合わせて、ワールド ファッション フェアに出展し好評を博した。

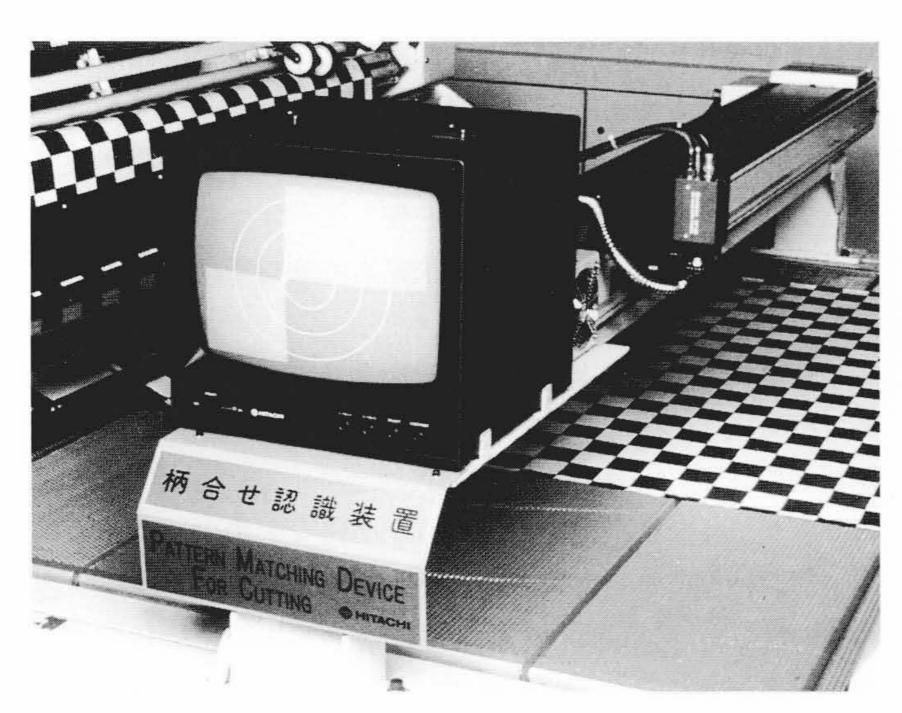


図 2 裁断用柄認識装置 自動縫製システムで開発した柄認識装置 の外観を示す。

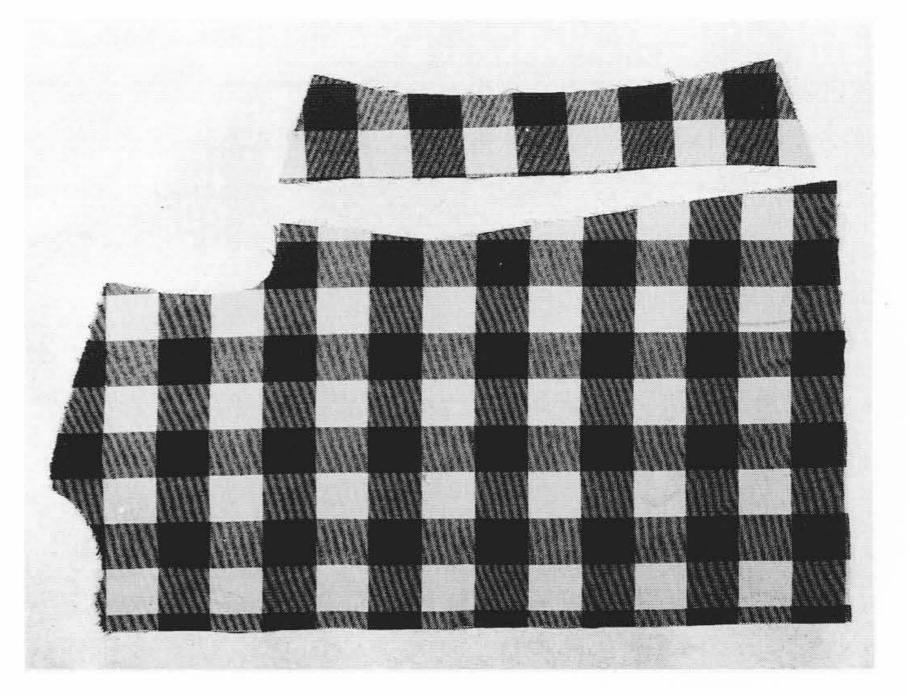


図3 柄合せ裁断結果 柄合せ後、レーザ裁断した布地である。ペアの柄がよく合っていることがわかる。

# (a) 柄模様教示

柄模様をシステムに教示するとともに, 教示内容をフロッピーディスクに記憶し, 保存する機能を持つ。

# (b) 教示データの有効性の確認

教示データを実際の布地上で認識テストを行い,確認す

# る機能を持つ。

# (c) オペレータ介入

自動柄認識処理途中で正常に柄位置を計測できない状態 が発生した場合,オペレータが介入して対話で柄位置を決 定するためのモード自動切換機能を持つ。

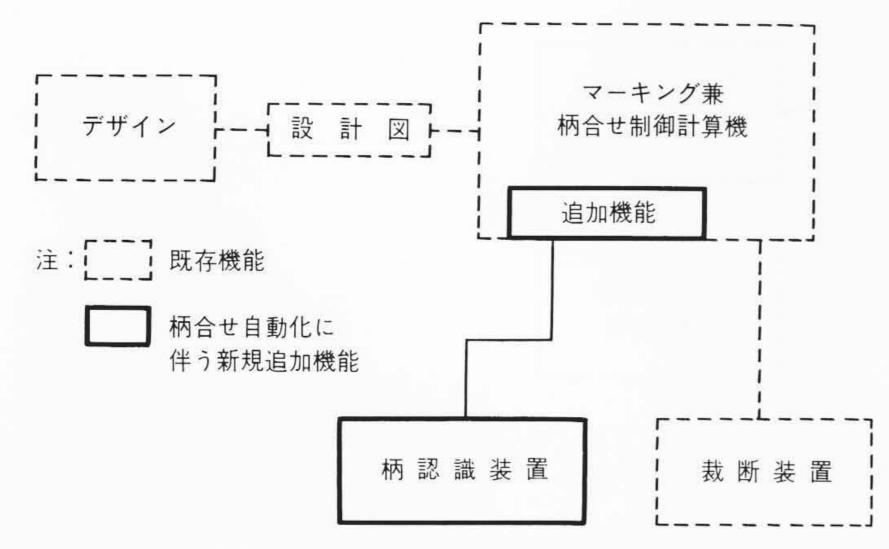


図4 柄物の縫製パーツの全製造工程 柄合せを自動化した縫製パーツの全製造工程の例を示す。実線部分が自動柄合せに伴う追加部分である。

# マーキング兼柄合せ制御計算機 (CADシステム) 裁断装置 カメラ位置決め用 ロボット 柄認識装置 生 地 自 動 裁 断 機 本 体

図5 システム構成図 自動柄合せ裁断システムのシステム構成例 を示す。マーキング兼柄合せ制御計算機, 柄認識装置, カメラ位置決め ロボット, 裁断機などから構成されている。

# 3 生地の自動柄合せ裁断システム

### 3.1 システム構成

生地の自動柄合せ裁断システムのシステム構成を**図5**に示す。本システムは、柄認識装置、カメラ位置決め用ロボット、マーキング兼柄合せ制御計算機、裁断装置などから構成されている。システムを構成する機器の概略仕様を**表1**に示す。

# (1) 柄認識装置

柄認識装置のハードウェア構成を図6に示す。柄位置自動認識に使用している高速濃淡画像処理装置HIDIC-IP/200のシステム構成を図7に、その外観を図8に示す。柄合せ誤差は±1mmで、柄認識時間は柄合せ点1点当たり1秒以下である。微妙な柄はカラーの画像モニタとディジタイザを使用して、対話によって柄位置を決定する。カメラはカラーカメラを使用している。照明は白昼光に近い蛍光灯を使用し、高周波電源を使用した。画像の明るさを最適に調整するため、レンズの自動絞り調整機構を付加してある。自動絞り機構は対

表 | 機器仕様 システムを構成する各機器の概略仕様を示す。

機器名	<b>仕</b> 様
自動柄認識装置	形式:HIDIC-IP/200 M5-A
対話用カラー画像表示装置	画像表示装置本体 20インチモニタテレビジョン(ディジタイザ付き)
カメラ	形式:XC7II(カラーカメラ)
照明	高周波蛍光灯
カメラ絞り自動調整機構	パルスモータでレンズを直接駆動する方式
カメラ位置決め用ロ ボ ッ ト	形式:DCサーボ駆動方式 ストローク:X方向4,600 mm, Y方向1,800 mm 最大動作速度:40 m/min
マーキング兼柄合せ制 御 計 算 機	ミニコンピュータ
裁 断 機	機械式裁断機

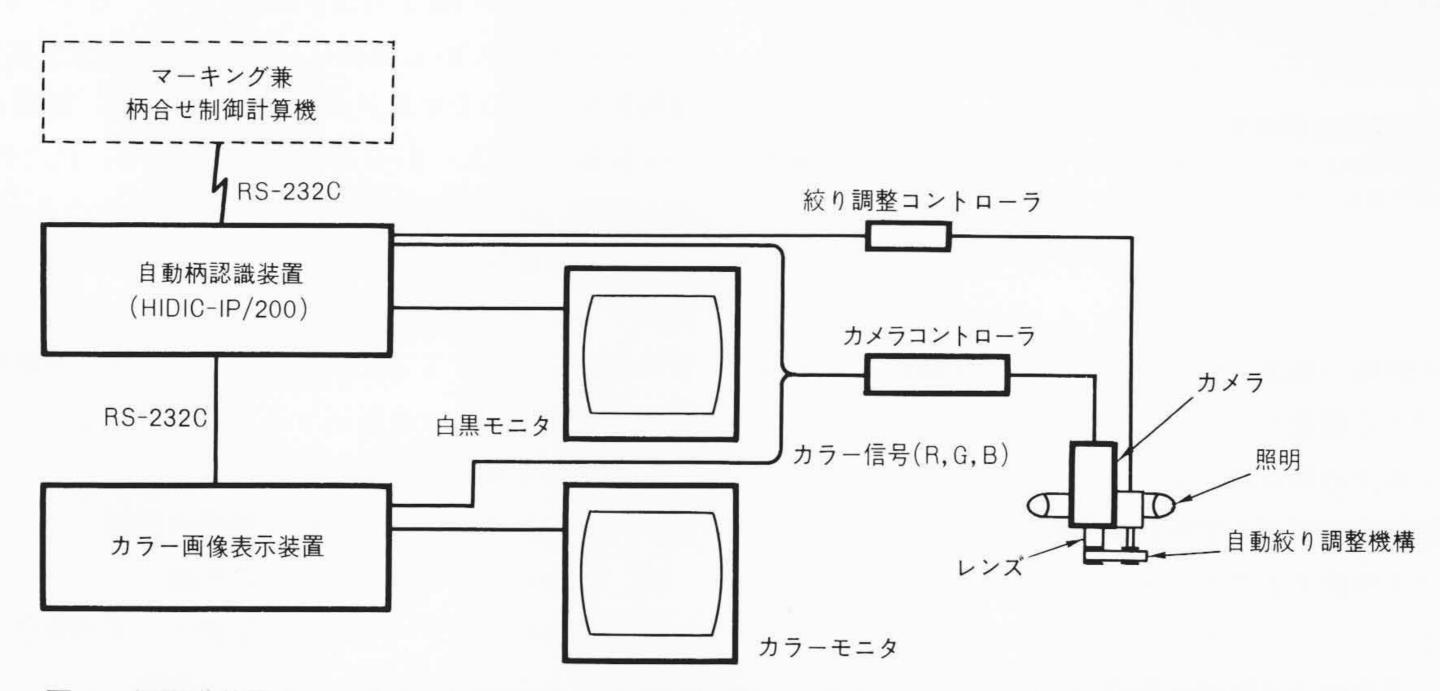
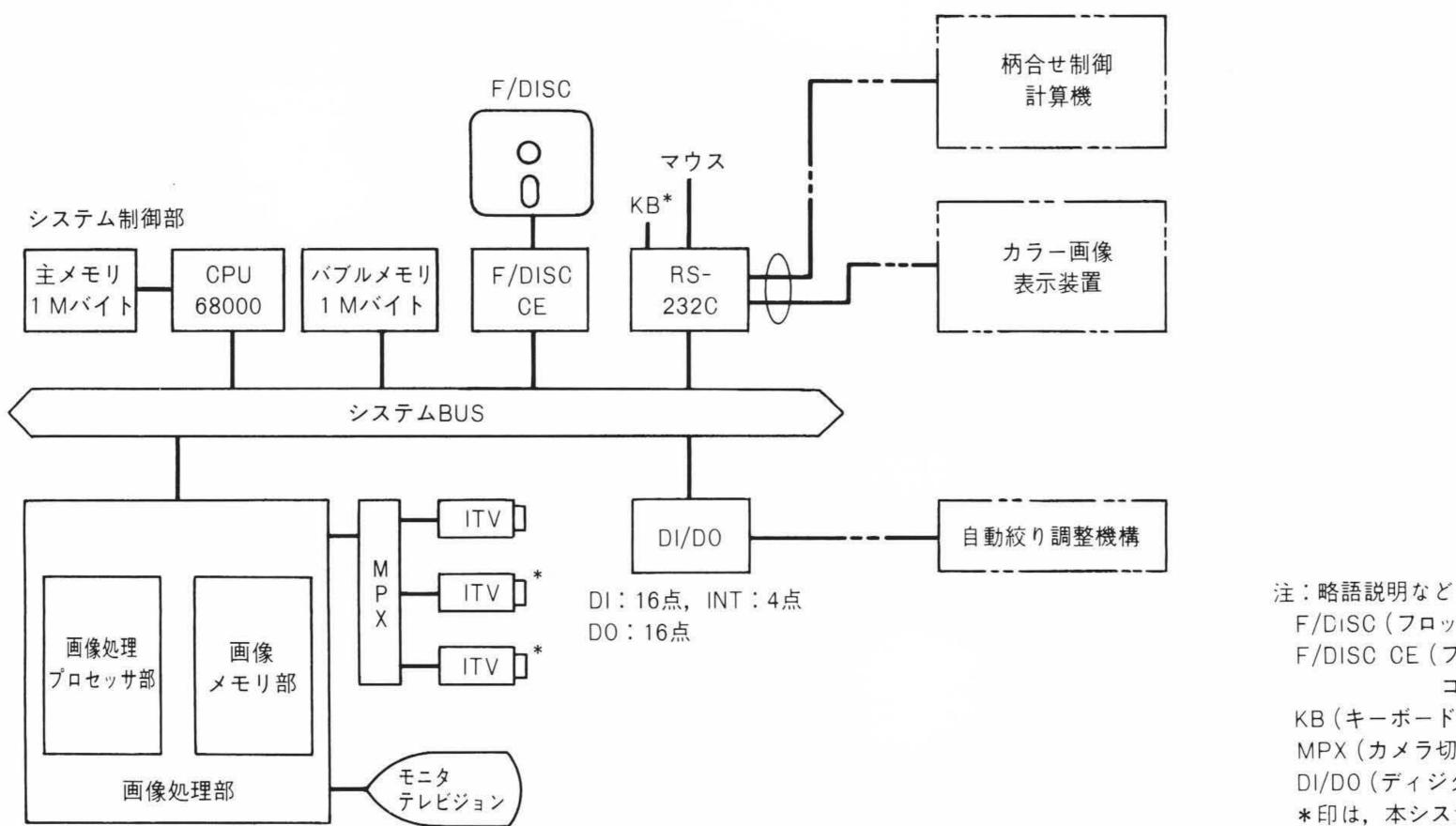


図 6 柄認識装置のハードウェア構成図 柄認識装置は、自動柄合せのための画像処理装置と、対話方式で柄合せを行うためのカラー画像表示装置などから構成されている。



F/DISC (フロッピーディスク装置)
F/DISC CE (フロッピーディスク
コントローラ)
KB (キーボード)
MPX (カメラ切換器)
DI/DO (ディジタル入出力装置)
\* 印は、本システムでは未使用

図7 柄認識用画像処理装置のシステム構成図 自動柄認識に使用の高速濃淡画像処理装置HIDIC-IP/200のシステム構成を示す。画像処理プロセッサ部は,前処理機能,特徴量処理機能などをLSI化し,高速・軽量化を図っている。

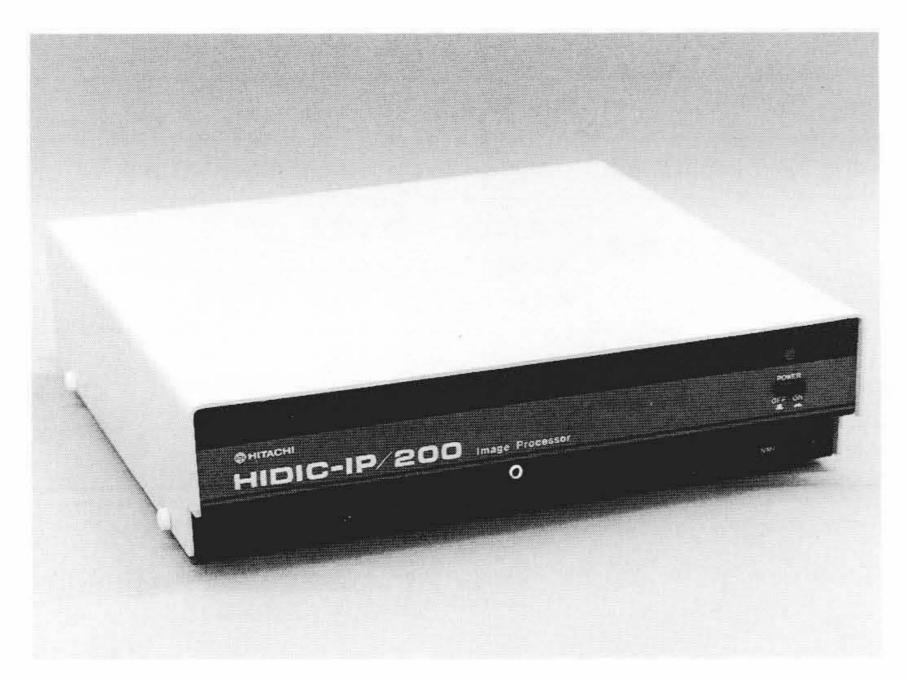


図 8 柄認識用画像処理装置の外観 自動柄認識に使用する高速 濃淡画像処理装置HIDIC-IP/200の外観を示す。機能のLSI化により、高性 能なわりに外形寸法は小さい。

象物の明暗や照明の照度の変化に対応して,正確にレンズの 絞りを制御できる構造とした。

#### (2) カメラ位置決め用ロボット

柄認識は裁断テーブル上で行い,裁断テーブル上の任意の位置へカメラを移動する必要があるので,ロボットは二軸ロボットを使用している。移動速度は最高40 m/minである。

#### (3) マーキング兼柄合せ制御計算機

今回のシステムでは、ミニコンピュータを使用している。

#### (4) 裁断装置

今回の開発システムでは、機械式の裁断装置を使用した。

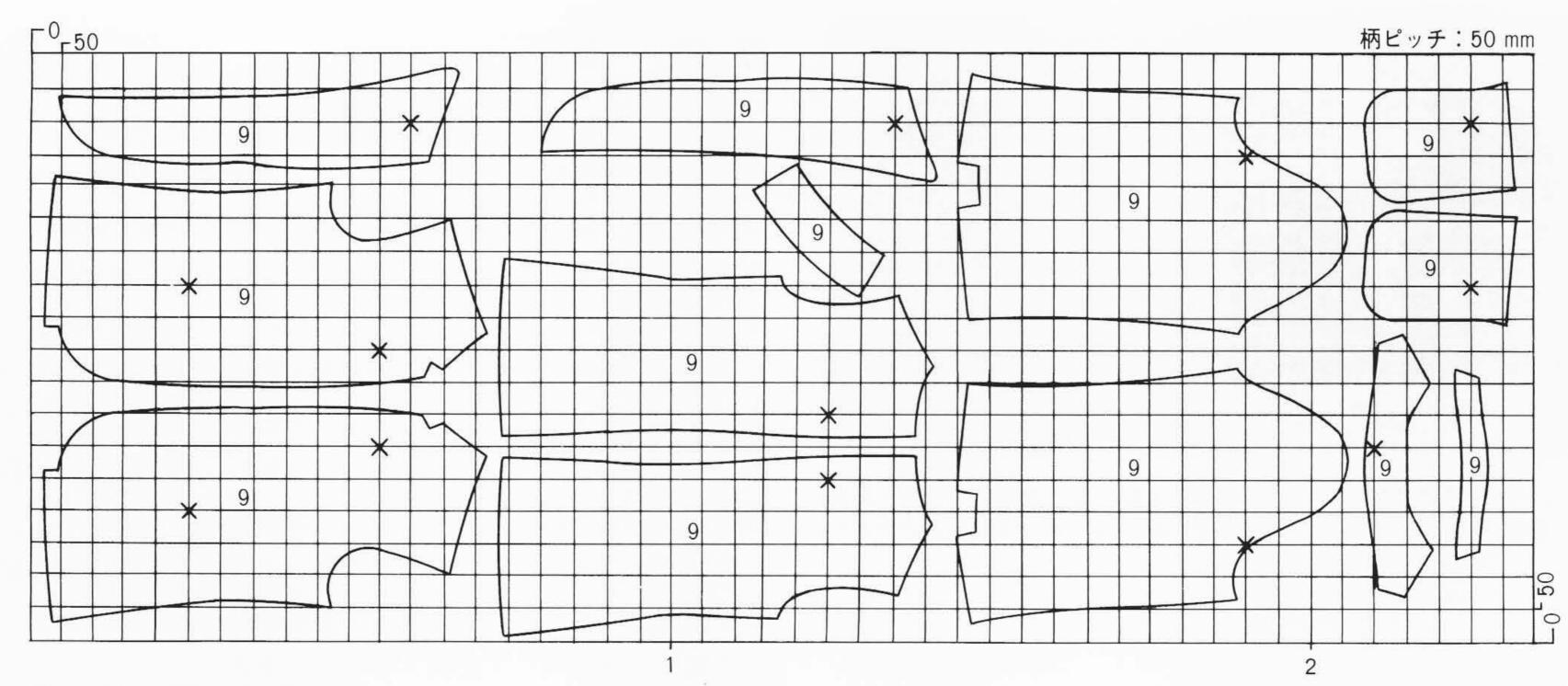
#### 3.2 自動柄合せ処理内容

#### (1) 自動柄合せ処理の手順

柄ピッチなどの生地条件により、 柄合せマーカレイアウト (オリジナルマーカレイアウトと呼ぶ。)を作成する。 柄合せマ ーカレイアウトを図9に示す。この柄合せマーカレイアウト は理論的なレイアウトであり、実際の生地の柄ピッチのずれ、 ひずみ、曲がりなどは考慮されていないので、 柄生地を裁断 する場合には、生地の状況に合わせパーツの位置を修正する 必要がある。この修正方法を図10に示す。カメラがパーツPの 柄合せ点 $P_0(X, Y)$ に移動し、その点での画像を取り込み、画 像解析を行うのでオリジナルマーカに対し、実際の生地の柄 合せ位置がPa(X, Y)にあることがわかる。 $P_0$ とPaの座標値 から偏差( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ )がわかる。この偏差( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ )を柄合せ制 御計算機に転送し、オリジナルマーカレイアウトのパーツPの 裁断データを修正し、裁断を行うことになる。全パーツの位 置の補正を終了すると、 柄合せ制御計算機は裁断装置に全パ ーツの裁断用データを転送する。裁断装置は, データの受信 を終了すると裁断を開始する。

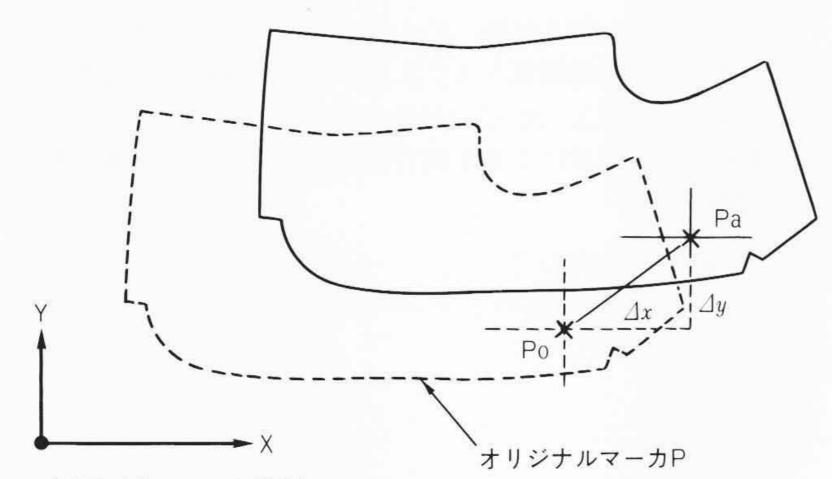
# (2) マーキング兼柄合せ制御計算機の機能

- (a) 柄合せマーカレイアウトの作成
- (b) 柄合せ位置データと位置制御データの作成
- (c) カメラ位置決め用ロボットの制御
- (d) マーカレイアウトの補正と生地裁断用データの作成



注:×印は、柄合せ点を示す。

図9 柄合せマーカレイアウト 理想的な柄模様の上に、各パーツを配置してある。各パーツは、相手パーツとの柄合せを行うための基準点(柄 合せ点)を持っている。



(オリジナルマーカ原点) 生地裁断原点

図10 柄合せマーカレイアウトの修正 オリジナルマーカ原点と生 地原点を,、まず一致させる。両原点の一致化は, 画像処理機能を使用し て行う。次に、柄合せ点にカメラを移動し、柄位置を画像解析によって 計測し, 各柄合せ点ごとに修正を行う。

#### (3) 柄認識装置の機能

柄認識装置は,従来,人間の視覚が担っていた機能を行う 装置である。全自動柄合せの場合には以下の処理を行う。

#### (a) 柄模様の教示機能

布地の柄模様を装置に教え込むための機能を持つ。また, 教示結果を確認する機能を持つ。

# (b) 柄認識機能

カメラから布地表面の画像を取り込み,画像解析によっ て柄模様の位置を計測する。

#### (c) 座標変換および転送

布地上の柄模様の位置を画像座標系から物理空間座標系 に変換し, 柄合せ制御計算機側に転送する。

#### (d) カメラレンズの自動絞り調整機能

布地の明るさに応じて、カメラレンズの絞りを最適にす るための制御を行う。

#### (e) オペレータ介入機能

布地やマーキングの条件により、部分的に柄認識できな い状況が発生した場合、オペレータ介入によってモニタ画 面とマウスを使用して,対話で柄合せを行う。

自動で柄認識できないような微妙な柄の場合には,以下の ような対話柄合せ機能を持つ。

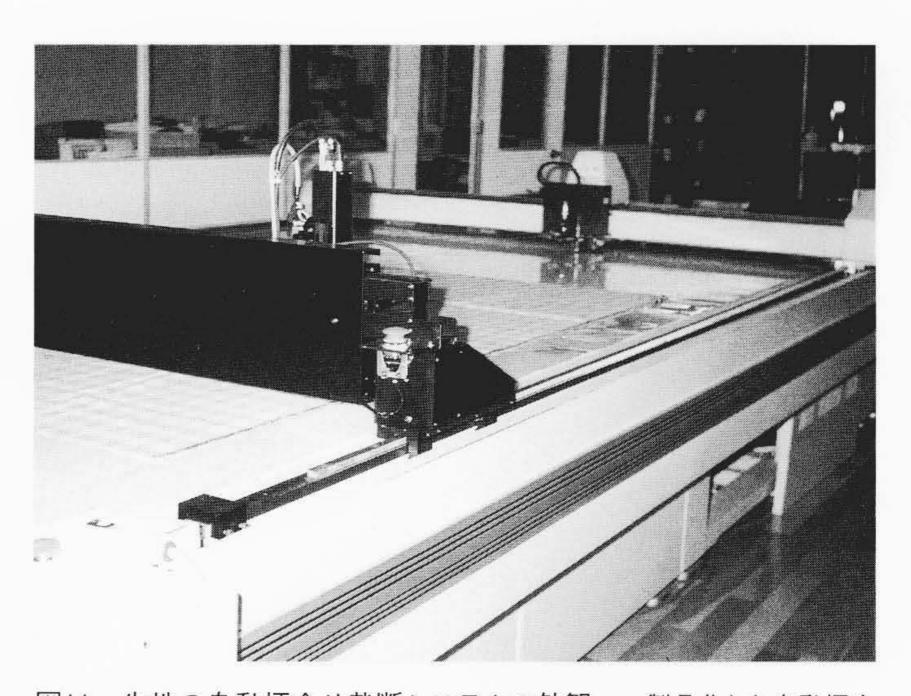


図 | 生地の自動柄合せ裁断システムの外観 製品化した自動柄合 せ裁断システムの外観を示す。手前側が、カメラ位置決め用ロボットで ある。ロボットには、カメラが搭載されている。ロボットは2軸ロボッ トで、裁断装置と同じテーブルの上方を移動する。後方のものが機械式 の裁断装置である。



図12 柄合せ裁断結果 図口に示す自動柄合せ裁断システムで製造した縫製パーツを示す。相手パーツとの柄がよく合っていることがわかる。

# (a) 対話による柄合せ機能

カラーモニタ上にカメラ画像を表示し,ディジタイザを 使用し,柄位置を対話的に決定する。

# (b) 座標変換および転送

対話による柄合せ結果を,画像座標系から物理空間座標 系に変換し,柄合せ制御計算機側に転送する。

本システムの外観を図11に、その自動柄合せ裁断結果を図12に示す。

# 4 結 言

以上述べたように、画像認識による自動柄合せ裁断システムは実用化の段階に入っている。全自動で柄合せできる割合は、紳士服で30~40%、婦人服および子供用衣服では90%程度と予想される。今回のシステムでは対話方式との併用で、すべての柄物の裁断に対応できると思われ、従来の手作業による柄物の裁断に比較して、飛躍的な効率の向上が期待できる。なお本システムは、平成2年5月に幕張メッセで開催された国際アパレルマシンショーに出展し、国内外からの関係者から注目され、高い技術的な評価を得ることができた。

終わりに、本システムは自動縫製システムの要素技術の成果を使用しており、通商産業省工業技術院および共同研究企業の関係各位に対して感謝する次第である。

#### 参考文献

- 1) 高木,外:自動縫製システムにおける画像技術の応用例について,第5回産業における画像センシング技術シンポジウム,4-3,141~146(1990-6)
- 2) 森,外:2次元画像処理による布地の検反,寸法計測,柄合 せの自動化,加工技術,Vol.24, No.9,576(1989)
- 3) 高木,外:自動縫製システムにおける画像技術,画像ラボ, Vol.1, No.11, 30~32(1990-11)
- 4) 若杉:画像認識による生地自動裁断システム,映像情報(I) (1990-9)