

婦人服用 CAD システムの試作†

安居院 猛** 田原勝己** 中嶋正之**

現在アパレル業界では、マーキング（一定の布から、効率よく型紙をとるための、配置を決める）、グレーディング（標準の型紙の拡大、縮小）等に CAD システムが応用され始めているが、パターンメイキング（型紙作製）はまだまだ手つかずの状態である。本論文では、パターンメイキング、グレーディングのための、CAD システムの作製について述べる。パターンメイキングは、基本原型の作製、デザインパターン（基本原型にデザインを付加したもの）の作製に分けられる。グレーディングでは、体格に合わせて原型を拡大、縮小する。現存する大規模なシステムに対して、8ビットのマイクロコンピュータを用いて、これら両工程を効率化する、操作性のよい安価なシステムを作製した。

1. はじめに

近年、コンピュータの低価格化に伴い、各種のコンピュータ・グラフィックス応用プログラムが普及してきた。現在、各種の CAD システムが実用化されている。CAD システムが、普及してきた理由として、生産工程における省力化がたやすいこと、これにより生産時間を大幅に短縮できること、などの生産の効率化があげられる。

現在、アパレル業界においても、CAD/CAM 化の波が、おしよせてきている。アパレル製造工程は、デザイン→パターンメイキング→グレーディング→マーキング→裁断→縫製→仕上げの順に行われる。すでに、グレーディング（標準サイズの型紙の拡大、縮小）、およびマーキング（一定の布から効率よくパターンをとるための配置をきめること）などにおいては、CAD/CAM の実用化が進んでいる。しかしその前の段階である、デザイン、パターンメイキング（型紙作製）などでは CAD システムの導入は行われてはいるものの、システムが大規模かつ高価なものとなっている。

本論文では、おもにパターンメイキング、グレーディングについての、CAD システムについて述べる。パターンメイキングは、基本原型の作製および、デザインパターン（基本原型に切込みなどを加えたもの）の作製の二つに分けられる。これらの工程を効率化するシステムの設計が、本論文の目的である。また現存する大規模なシステムに対し、8ビットや16ビット

のマイクロコンピュータによる操作性のよい、安価なシステムとすることも考慮した。

2. 既製服と注文服の相違について

初めに、既製服と注文服との相違点について述べる。両者は、基本的に違う作業を行うわけではないが、作製する対象が異なるために発想や方法の違いが生じてくる。パターンに生じる相違点を考えると、次の三つが考えられる。

(1) パターンの普遍性

既製服は、不特定多数の人々を対象とするため、できるだけ多くの人々に最も違和感のないパターンが必要とされる。したがって、パターンに普遍性が必要である。これに対し、注文服は特定個人を対象とするため、普遍性を必要としない。

(2) パターンの審美性

既製服は、多くの人々に認められる客観的な美しさが必要とされる。これに対し、注文服のパターンは、特定個人の美意識が満足されることが必要とされる。

(3) パターンの経済性

既製服では、パターン技術は、企業採算上管理されるものであることが大切である。しかし、注文服の場合、経済性は個々の場合により異なり明確な基準がない。

これらのパターン製作の工程における違いを、図1に示す。上記した三つのうち、パターン作製技術において最も影響をおよぼすのが、(1)のパターンの普遍性である。この両者は、対象とする人の数の違いに大きく影響される。注文服は個人の体型、体格を大きく反映したものであるのに対して、既製服は多数の個々の体格、体型の中から標準の体格、体型を導き出し、これをダミーまたは原型に置き換える。これが、図1に

† A C.A.D. System for Dressmaking by TAKESHI AGUI, KATSUMI TAHARA and MASAYUKI NAKAJIMA (Imaging Science and Engineering Laboratory, Tokyo Institute of Technology).

** 東京工業大学情報工学研究施設

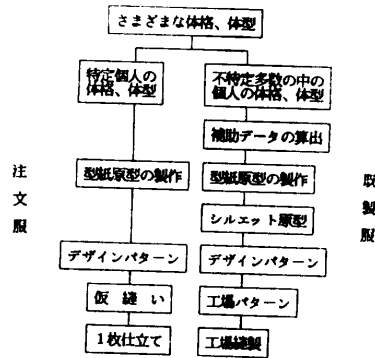


図1 注文服と既製服の製作過程の比較

Fig. 1 Comparison between processes of made-to-order dress and that of ready-made.

示した体格、体型の標準化である。

もう一つの大きな相違点は、注文服の場合、仮縫い、補正を行うことを前提としているため、型紙にそれほどの精密さが必要とされない。しかし、既製服は生産工程上、仮縫い、補正を行わないために精密さが必要とされる。

図1に示したシルエット原型の作製は、デザインパターンを平面上で作製するための準備である。ダミーのうえに実際に布を被せ、これをデザインどおりに作製したあと、平面に展開した原型をシルエット原型と呼ぶ。

以上両者の違いをふまえたうえで、注文服型紙作製に保利式型紙作製法¹⁾、既製服型紙作製に三紫式型紙作製法²⁾による手法を導入することとした。なお、製作過程の違いに注目し、かつその両者のもつ共通性を利用して、システム的设计を行った。

3. 注文服型紙作製へのコンピュータの応用

3.1 保利式型紙作製法

注文服型紙作製を、コンピュータで行う場合に従来の型紙作製法を利用することにした。前章で述べたとおり、コンピュータで処理する場合、3次元での人体形状と2次元での型紙の形状との対応がつけば、計算上非常にわかりやすくなる。したがって、立体裁断法を基本的に利用し、3次元と2次元との対応の明確な従来の型紙作製法を用いて、2次元平面上でパターン作製を行う。

上記の理由により、保利式型紙作製法を使用する。この方法の特徴を以下に示す。

- (1) 基本は立体裁断法である。
- (2) 人体の16カ所の計測寸法により作製される。
- (3) 基本となる公式、作図法が明確である。
- (4) 身頃(前、後)、スカート(前、後)、袖(2種のパターン)、ワンピース(前、後)、の計8種の原型パターンがある。
- (5) 曲線形状に独自の曲線定規を使う。

3.2 システムの概要

操作用コンピュータに8ビットパソコンであるFM-7を用いる。また、出力装置としてA3判まで出力可能なX-YプロッタであるマイプロットIIを使用する。記憶装置に、ミニフロッピーディスクを用いる。プログラムは、F-BASICにより作成し、扱いやすさを考慮して対話形式とした。

3.3 コンピュータによる型紙作製法の説明

(1) プログラムの特徴

型紙の形状は計測寸法をもとに、FM-7を使って公式により求め、その座標データをX-Yプロッタに送ることにより型紙を表示する。座標データは、それぞれ直線の両端の座標で示される。したがって、曲線部分においては座標間の補間を行い、それを微小区間での直線近似に置き換える作業が必要とされる。データはすべて直線データとしてファイルに格納する。

本章で使用した方法は、具体的に三つある。第一は、曲線部分を円、または楕円の一部と考え近似する方法である。第二は、あらかじめ決定された微小区間で直線近似された曲線定規を、補間する両端の点にあてる方法である。第三は、スプライン曲線で補間を行い微小区間の直線近似に置き換える方法である。

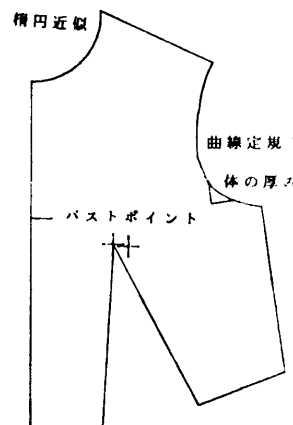


図2 身頃原型(前)
Fig. 2 Basic pattern of front of body.

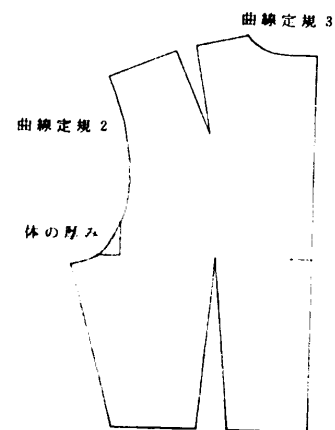


図3 身頃原型(後)
Fig. 3 Basic pattern of back of body.

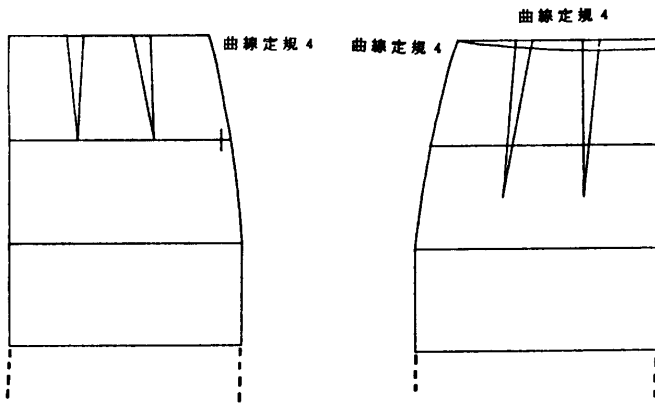


図 4 スカートの前
Fig. 4 Basic pattern of front
of skirt.

図 5 スカートの後
Fig. 5 Basic pattern of back
of skirt.

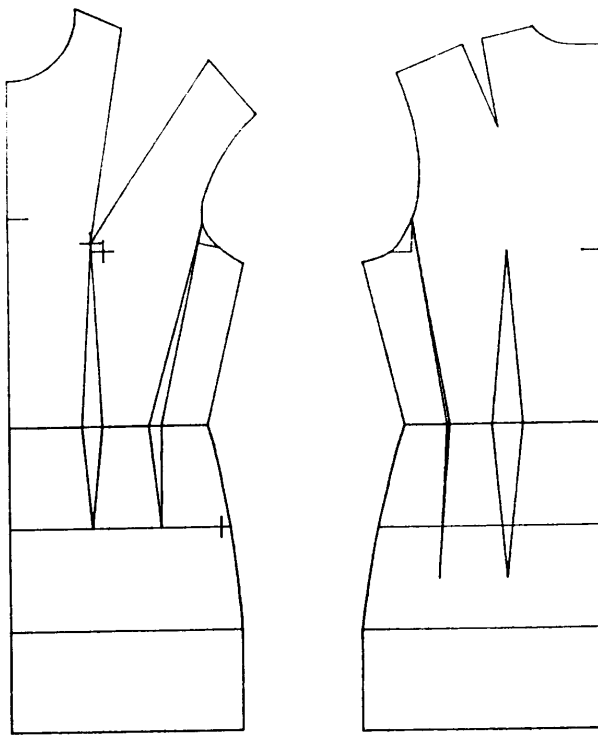


図 6 ワンピース (前)
Fig. 6 Basic pattern of front
of one-piece.

図 7 ワンピース (後)
Fig. 7 Basic pattern of back
of one-piece.

「楕円による補間」

この方法を、1カ所だけ使用した。それは、前身頃における、首まわりの曲線である。この楕円の拘束条件を以下に示す。

- (1) 楕円の中心は、体の中心線上に存在する。
- (2) 身頃原型の前と後ろをつなげたとき、肩の上にある接点での微分係数をゼロとする。

「曲線定規による補間」

曲線定規を用いる方法について示す。これは、身頃原型の前部で1カ所、後部で2カ所、スカートで前後それぞれ1カ所ずつ、袖原型でそれぞれ2カ所ずつ使用した。使用した曲線定規は全部で4種類ある。定規を約1.0 cm 程度の長さ分割し、順番どおりにプロットし、つなぐことで、曲線定規は再現できる。コンピュータへのデータの格納は、座標の数が最初で次に X 座標、Y 座標を交互に格納し、また定規が時計回りに凸になるようにしている。時計回りに凹のデータを扱いたいときは Y 座標を負に反転すればよい。

「スプライン曲線による補間」

スプライン関数は、離散的な点を与えられた場合、それらを滑らかに結ぶ曲線を与える近似関数である。N 個の座標をもつ m 次のスプライン関数は、各区分ごとに異なった関数で表され、m 次スプライン関数とは、(m-1) 次までの導関数が連続となり、隣りあう区間における二つの多項式は、各接点で滑らかに接続される³⁾。本論文ではマイコンの処理能力を考え、従来の三次のスプライン曲線で近似を行った。

実際に、スプライン曲線を使用したのは、二つのパターンで袖の付け根における曲線の2カ所である。これらの、袖の付け根においては5個の点を滑らかにつなぐ必要があったためである。また、スプライン関数の基本的な性質を利用することで、他の直線に接するスプライン曲線を描くことが容易だからでもある。スプライン曲線の直線との接点においては、接点の隣に微小間隔離れた接線上の点を、データとして付加することで、直線と接するスプライン曲線を描くことができる。スプライン曲線は、前述した曲線定規のよう

に曲線の形状が固定されているのではなく、通る座標が4点以上与えられれば、それらを結ぶ滑らかな曲線を描くことが特徴といえる。

(2) 型紙原型の出力

(1)により、特殊な寸法、曲線の描き方について述べた。その他の、直線データとして扱える型紙上の座標については、保利式型紙作製法により算出した。出力は X-Y プロッタにより行った。

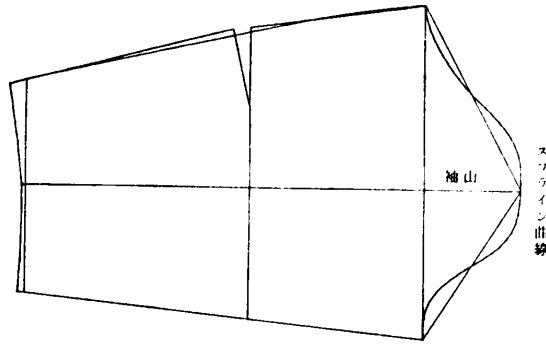


図 8 袖 (パターン1)
袖山が低い

Fig. 8 Basic pattern of sleeve (pattern 1).

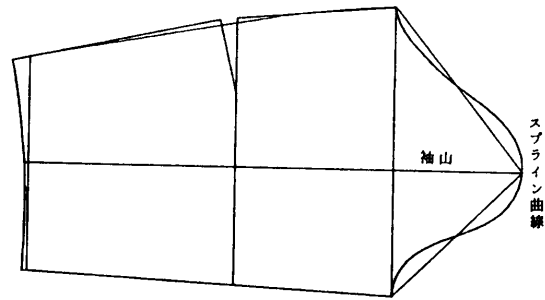


図 9 袖 (パターン2)
袖山が高い

Fig. 9 Basic pattern of sleeve (pattern 2).

型紙原型出力に必要なデータは型紙の種類, 16カ所の計測寸法, 型紙のスケールである. 次に身頃 (前, 後), スカート (前, 後), 袖 (二つのパターン), ワンピース (前, 後) のそれぞれについての出力結果について論じる. 今回, データは最も標準と考えられる9号のデータを用いて出力したものを扱う. これによる出力を, 図2から図9に示す.

3.4 出力の評価

これにより, 出力に費やす時間は, 種類により異なるがデータ入力から1枚15分から20分の間である. 精度は X-Y プロッタで決定され, 0.05 mm であり, 不自然さはなく実用上支障はない.

4. 既製服原型作製へのコンピュータの応用

4.1 三業式型紙作製法

既製服の型紙作製におけるコンピュータの応用は, 「婦人既製服パターンの理論と操作」²⁾ によるものを利用した. これは, 従来の型紙作製法である文化式 (文化服装学院の型紙作製法) をもとに, 立体裁断法の考え方を導入したものといえる. したがってこの方法も保利式と同様, 3次元と2次元との対応がつけやすくコンピュータで処理するのに適している. 基本的には注文服で行った方法と似ている. まずこの方法の特徴をあげる.

- (1) 立体裁断法を基本とする.
- (2) 実際に計測するのは身長, バスト, ウエスト, ヒップの4カ所で, これからその他30カ所の寸法を算出する.
- (3) 基本となる標準寸法の式, および作図法が明確である.

- (4) 身頃 (前, 後), スカート (前, 後), 袖 (1枚袖, 2枚袖) の計6種の原型パターンをもつ.
- (5) 体格, 体型, 生地の種類によって「ゆとり」を変化させる.
- (6) 曲線は指定された座標を滑らかに連結する.

4.2 システムの概要

操作や計算の基本的な部分は保利式と同様であるため, 注文服作製と同様なハードウェア構成を利用した.

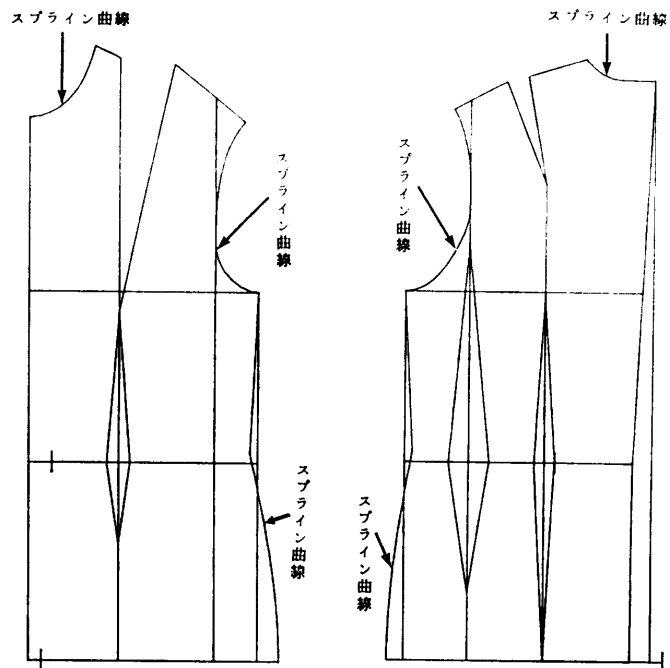


図 10 身頃原型 (前)
Fig. 10 Basic pattern of front of body.

図 11 身頃原型 (後)
Fig. 11 Basic pattern of back of body.

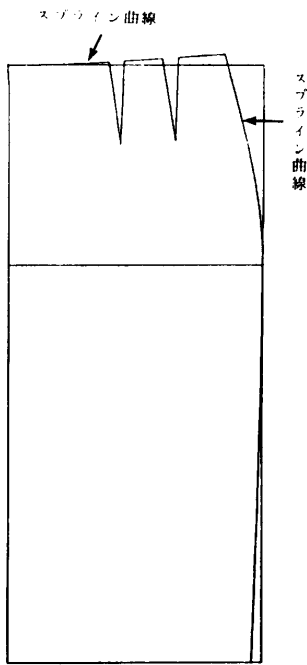


図 12 スカートの前
Fig. 12 Basic pattern of front of skirt.

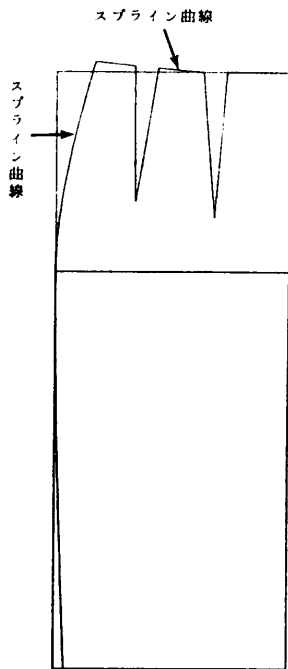


図 13 スカートの後
Fig. 13 Basic pattern of back of skirt.

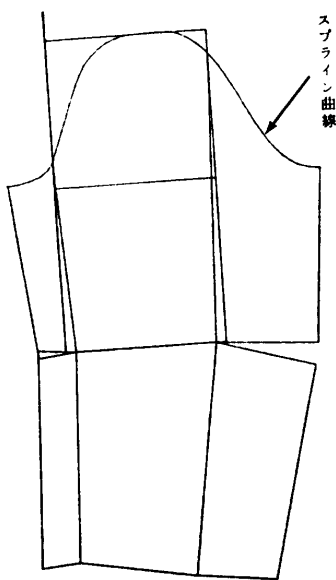


図 14 1枚袖
Fig. 14 Basic pattern of one-sheet-sleeve.

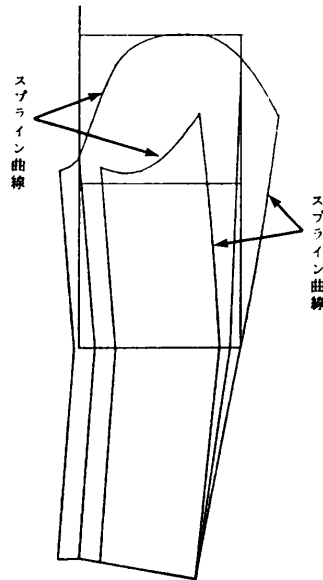


図 15 2枚袖
Fig. 15 Basic pattern of two-sheet-sleeve.

4.3 人体データの抽象化

これから扱う方法は、立体裁断法に基づくものである。立体裁断法の基本的な考えかたは、人体やダミーの表面に直接布を張り付け、これを平面に展開すること

とで、立体と平面の対応づけを明確にすることにある。したがって、数値データだけの入力では、平面上で型紙を作製することが容易になる。

この作業は、注文服の型紙作製のときにも行うが、しかし不特定多数を対象とする既製服の場合、サンプルとしたデータの分布状態、平均値等を調べ標準の体格、体型を抽出することが必要とされる。これを人体データの抽象化と呼ぶ。

人体データの抽象化を考えるうえで重要なのが、おのおのの部分の寸法間のバランスである。現在、基本とするデータは、身長、バスト、ウエスト、ヒップの4カ所とし、その他30カ所の実測データとのバランスを調べている。30カ所のデータが基本とするデータに対して、相関関係をもつことは、経験的に知られている。したがって、人体の実測データの分布を調べることにより、標準の体格、体格のデータの算出が可能である。また、標準的なバランスを決定することにより、寸法を基本データとの一次関数と見ることができ、こうして求めた寸法は似ている基本データを持ち、体格、体型の異なった多数の人に、最も違和感のないバランスをもつこととなる。こうしたバランスをもつ体型を、標準体型という。

4.4 コンピュータによる型紙作製法

(1) プログラムの特徴

作成したシステムは、標準データ計算、身頃原型作製、スカート原型作製、袖原型作製、に大別できる。標準データ計算は、入力を身長、バスト、ウエスト、ヒップの4カ所として標準化の公式により、他の30カ所のデータの計算を行っている。さらに、体型を判断して、「ゆとり」を加える作業を行う。身頃原型作製、スカート原型作製、袖原型作製はいずれも、標準化されたデータをもとに、型紙の座標計算を FM-7 で行い、X-Yプロッタに座標データを送ることによって型紙を描く。また、曲線はすべてスプライン曲線を使用した。三葉式型紙作製法によれば、曲線が通らなければならない点列が座標計算によって指定されてしまうために、このすべての座標を通る滑らかな曲線を求め

ることが必要とされるためである。この出力を、図10から図15に示す。

4.5 出力の評価

このシステムは、入力するデータ数も4カ所と少なく、曲線もスプライン曲線に統一したため、1枚の出力時間は10分程度である。また精度は0.05mmで実用上満足すべきものである。

5. コンピュータによる型紙作製の応用

5.1 展開原型

これまで作製してきた型紙は、すべて原型である。実際に作製される洋服には、さまざまなデザイン的要素が必要とされる。これは、デザインがその服のもつ印象のほとんどであり、消費者側の需要とも密接な関係があるためである。本章ではコンピュータを使って、原型にデザイン的要素を付加するための方法についてのべる。

(1) 注文服原型の展開

もっとも基本的なデザインとして、ダーツ (dart, 型紙への切込み) がある。また、ダーツが、あたえられた原型は、展開原型と呼ばれている。本論文では、その一例として前身頃原型に対する展開を取り上げる。

本論文では、展開の基本的操作をディスプレイ上で行えるエディタを製作した。展開の基本操作を以下に示す。

- 〈1〉 直線または曲線の、型紙を切断するための切込み線を描く。
- 〈2〉 切断した型紙を回転する。
- 〈3〉 型紙の座標データを平行移動する。
- 〈4〉 不必要な線を消去する。

これらの4種を基本操作として、画面上で前身頃原型を展開する。前身頃原型のデータ形式は、それぞれの座標のX座標、Y座標のほか、始点か終点かを表すデータ、直線、あるいはどの曲線(楕円、曲線定

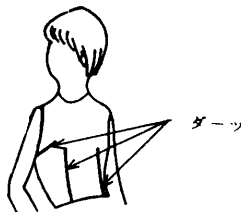


図16 デザイン面の例(脇とウエストのダーツ)
Fig. 16 An example of a design sketch (darts at the side and the waist).

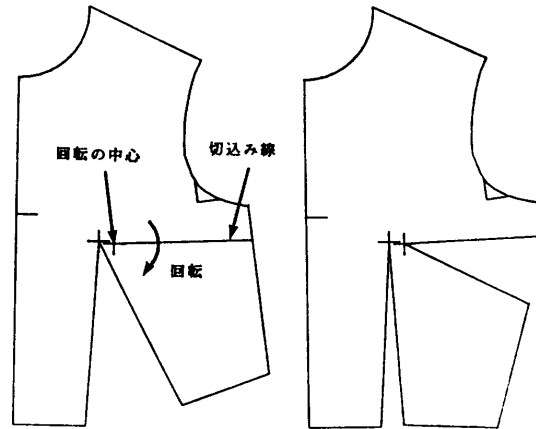


図17 原型の切込み
Fig. 17 Basic pattern with a cut-line.

図18 展開原型
Fig. 18 Unfolded design pattern.

規、スプライン曲線)かを表すデータ、によって構成される。上に述べた四つの方法を、任意の座標に加えることで、展開原型が作製される。

例を示す。図16に示したデザインを平面に展開したのが図18である。これは、脇とウエストにダーツをもつ。ウエストのダーツは最初から存在するので、図17のように脇から切込み線を加え、そのあとウエストラインで型紙が水平になるように回転を加えたものといえる。

(2) 考 察

展開原型を作製する場合、エディタを用いる方法だと、コンピュータに対する若干の知識を必要とするが、その反面、より多種の展開原型の作製が可能である。しかし、その作製において、多くの操作を必要として、大量生産には向かない。つまり、エディタを用いる方法は、多種小量生産向きといえる。したがって、注文服の展開にエディタを用いることは非常に有効である。

5.2 グレーディングへの応用

(1) グレーディングについて

一般に洋服は、標準サイズで標準体型のダミーを用いて、作製される。しかし、実際の対象とする消費者の体格、体型は、さまざまである。こうした場合には、標準サイズのパターンを拡大、縮小することが必要とされる。この拡大、縮小の作業はグレーディングと呼ばれている。

(2) コンピュータで行うグレーディング

コンピュータでは、注文服も既製服も座標データの集りで型紙をあらわしている。したがって、たんなる相似な図形として、拡大、縮小することはたやすい。

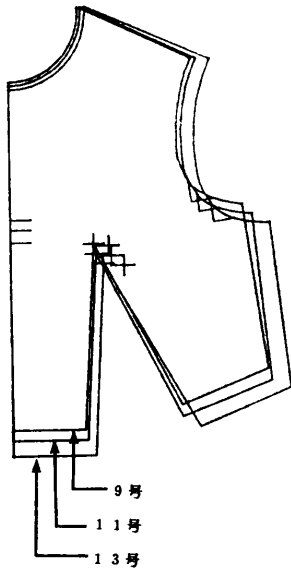


図 19 注文服のグレーディング
Fig. 19 Graded basic patterns for
made-to-order dress.

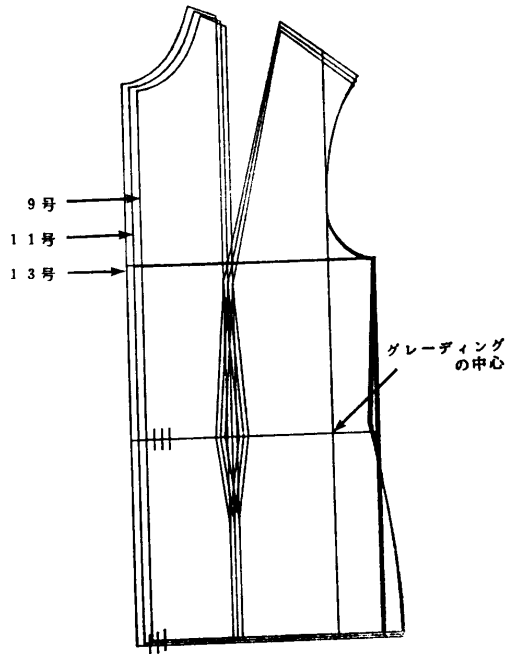


図 20 既製服のグレーディング
Fig. 20 Graded basic patterns
for ready-made dress.

たとえば、座標間の距離に、拡大したい倍率を、かけてやればよいからである。しかし、体型の拡大のピッチ (pitch) は、すべての寸法において、一定ではない。つまり、たんなる図形の拡大、縮小とは、条件が異なる。実際には、注文服作製では 16 カ所の、既製服作製では 4 カ所の基本寸法に対して、個々の寸法の拡大の倍率を決定するピッチ表がある。本論文では、これを利用する。

例として、前身頃原型の型紙をグレーディングして、それぞれ重ねて出力する。データは、ピッチ表より、9号、11号、13号である。図 19 が注文服の出力の例、図 20 が既製服原型の例である。

6. 結 論

型紙作製は、3次元物体を2次元平面上に展開することを基本としている。したがって、その展開における対応関係は、かならず数式で表すことができ、しかも作図法が存在する。これが、立体裁断の発想の原点であり、保利式型紙作製法や三葉式型紙作製法に紹介された方法である。実際これらの方法はコンピュータ

で処理する場合、よい結果を示し、型紙作製もコンピュータの処理対象として考えられることがわかった。

型紙原型の展開においては、デザインにあわせて展開を行うための、操作ささえ覚えれば、ディスプレイ画面上で、型紙原型の作製からデザインパターン作製までを一度に行うことも、可能であることを確かめた。

システム設計の段階で、マイクロコンピュータを利用したが、メモリや使用言語に制限があるため、プログラムを一度に実行することは困難である。これを解消するためには、16ビットのマイクロコンピュータを使用し、コンパイルできる言語でシステムを構

成することが必要である。

本研究で、作製したシステムによって、パターンメイキング、グレーディング、デザインパターンの作製までを一度に行う CAD システムの可能性を確認できた。これによって、パターンナの労力を軽減し、能率のよい型紙作製ができることが確かめられた。また当初の目的であった、安価で操作性のよいシステムを設計するという目標も、8ビットのマイクロコンピュータで十分実用になることが明らかとなった。

参 考 文 献

- 1) 保利式型紙作製法, 特許番号 55-165885 (1980).
- 2) 小野喜代司: 婦人既製服パターンの理論と操作, 文化出版局, 東京 (1982).
- 3) 市田浩三, 吉本富士市: スプライン関数とその応用, 新曜社, 東京 (1979).
- 4) 安居院, 金子, 中嶋: 洋裁用型紙を用いた人体3次元データの再構成とその応用, 信学技報, IE 83-76 (1983).

(昭和 59 年 8 月 17 日受付)
(昭和 59 年 11 月 15 日採録)