

解説



アパレル産業におけるコンピュータグラフィックス†

加藤陽一†† 近藤邦雄†††

1. まえがき

アパレル（服飾）産業は婦人・子供服，紳士服など一般の衣料を製造する産業であり，流行のテンポが非常に早く，付加価値や生産性を高めるための手段としてコンピュータの利用が必要とされてきた¹⁾。この分野におけるコンピュータグラフィックスの利用は型紙の形を決めるパターンメイキング，製品寸法の大きさを決めるグレーディングを始めとして，織物や編物の生産機械の制御など早い時期から実用化が進められている。これらの成果により，衣服の製造分野の省力化が可能となった。現在では，デザイン部門においても平面的なデザインの作成で行っていたような面画的な処理のコンピュータ利用が要望され，いくつかの開発事例もみられるとともに企業にも導入の機運が高まりつつあり²⁾，さらに，研究は総合 CAD/CAM の方向に積極的に進められている^{3),4)}。

本稿ではイメージデザイン段階から製品完成までの工程においてコンピュータグラフィックスがどのように応用されているかを示し，その有効性を明らかにする。さらに，デザイン部門で実用化されているレンダリングシステム，布地のデザイン・製作，服装デザインに応用されているレンダリング手法，立体モデルの利用を示し，今後解決すべき問題点について述べる。

2. 製造工程とコンピュータグラフィックス

本章では織物の場合の一般的な衣服の製造工程とこれらの工程におけるコンピュータグラフィックスの利用状況について述べる。編物（ニット）の製造工程も製造機械や製品は異なるものの大略同じように考えて

よい。

(1) デザイン画の作成

衣料のデザインを作成し検討するに際し，その形状と布地の決定が大切である。このためにデザイナーはスケッチ画を描いている。このときコンピュータグラフィックス技術を利用したレンダリングシステム，ペイントシステムが有効なものとなる。特に，最近急速に発展したラスタ・グラフィック・ディスプレイを用いた画面表現が容易になったことから利用の声が広く聞かれるようになってきた。

布のデザインでは従来人が行っていた織り方の指定方法と同様の組織やたて糸・よこ糸などの情報を入力することによって，布地の完成予想を具体的に表示するシステムがある^{5),6)}。実際に織らずに感覚的な事前検討が視覚的に行え，それにより開発初期段階でのリスクが軽減されて生産性を高めている。このとき，レンダリングシステムを用いてスケッチを進めることにより，デザイナーのアイデア段階での検討も効率よく行われることから，数多くの形や色の組み合わせによる検討が直感的にも可能となってきている。

衣服は3次元的なものであり，上で得られたような平面的なデザインを，さらに最終的な製品の完成予想として立体的な見え方で表そうとする試みは，最近布のシミュレーションの研究が進められているがアパレルへの実務的応用にはまだいくつかの問題があり，今後発展するものと考えられる。

(2) パターンメイキング

デザイン画からそのデザインに合った服を作るための基準となる型紙を作ることをパターンメイキングという。出力としての型紙は線図であり，このためプロッタを用いた作図システムを各社が実用化している。これらのパターンメイキングシステムの設計に当たっては熟練者の行っている方法を分析し，この分析にもとづきデータベースが作成されている。しかし，デザイナーの感性に関わる曲線のデータ化や糸などの素材情

† Computer Graphics and its Application to Apparel Industry by Yoichi KATO and DR. Kunio KONDO (The Tokyo Metropolitan Textile Research Institute and Tokyo Institute of Polytechnics).

†† 東京都立繊維工業試験場

††† 東京工芸大学

報、生地物の物性や模様などを念頭においた処理についてはパタンナの能力に依存しており、システムとしての完成度は今後の開発研究に待つ点も多い。

また、注文生産においては注文者の体形を測定し、その情報に従って型紙を作成する必要がある。このようなシステムも開発が進められており、実用化への検討が行われている^{7),8)}。

(3) グレーディング

型紙を各種の体形に合ったサイズに展開することをグレーディングという。パターンメイキングで得られた基本の型紙を単純に拡大・縮小しただけでは希望する体形にあった形状は製作できない。基本型紙上の指定された位置を指定されたシフト量(変化量)で大きさを変え、さらに変更された点を曲線や直線で補間することにより、希望する衣服の型紙が作成できる。

この変更位置と変化量は、企業によって、また、製品によって異なりそれが各企業の作る衣服の特徴となって表れてくる。グレーディングを行う場合、データは熟練者が実際に行っている方法によって得られたデータベースを用いることが一般的である。

データベースとしては人体ダミーを内蔵させたものや直接計算により作成する方法などいくつかあり、完成度も高く実用の場における活用例も多い⁹⁾。図-1はグレーディングの結果を重ねて表示したものである。

(4) マーキング

特定のサイズの服を作るために必要な部品を原布上に無駄が少なくなるように配置することをマーキングという。このような技術は幾何学的には船舶の鉄板の板どりと共通の問題である。金属板の場合は曲げ方向を考慮する必要があるが、布の場合は布の方向や模様

の一致の問題がある。

型紙の配置を行うとき従来のように人手による方式では部品をとり忘れるなどがあり、これをチェックする必要があるなど生産性が低いため、多様化による数多くのデザイン作成に対応できないことからコンピュータの利用が進められた。

(5) 裁断

コンピュータグラフィックシステムを用いれば、プロッタによって高精度の線図を描くことができる。このプロッタのペンをウォータージェットやカッターなどすることによって自動裁断機が作られた。これを利用すればマーキングされた型紙を自動裁断できる。柔らかい生地を直接把持して、さらにカッティングする研究も進められている。

このように画面的なデザイン面の作成や管理データの処理、生産機械の制御部門を除けば、アパレル関係における処理内容は主として線図に関する処理が多い。これらの線図処理は技術的にはすでに開発が進んでおり、比較的完成度も高く各企業で利用され省力化に役立っている。近年では、画面表現技術が進んできたことにとともに、平面的なデザイン面における部門においてもグラフィックシステムが用いられるようになってきた⁷⁾。以下では一部実用化された企業活動のなかで利用され、今後ますます普及が進むであろうレンダリングシステムの構成・機能について述べる⁹⁾。

3. デザインシステム

アパレル製品のデザイン検討に当たって必要な機能を大別すれば服の形状と布の模様の検討の二つに分けられる。形状や模様(柄)のデザインは2次元の処理であるスケッチ法によって検討する方法、モデルを作って検討する3次元の手法がある。このうち2次元の処理は比較的完成度も高く実用の場における活用も多い。3次元の処理は布の柔らかさや形状変化をコンピュータを用いて表現しようとするものであり、近年さかんに研究が進められているが、実用面への応用は今後の開発に期待する部分が多い。ここでは2次元の処理を中心としたレンダリングシステム SCARP (Senko Computer Aided Rendering for Presentation system, 図-2) について述べる。

(1) ハードウェア

繊維工業試験場で開発してきた SCARP システムには、特別な装置はなく、図形入力、画

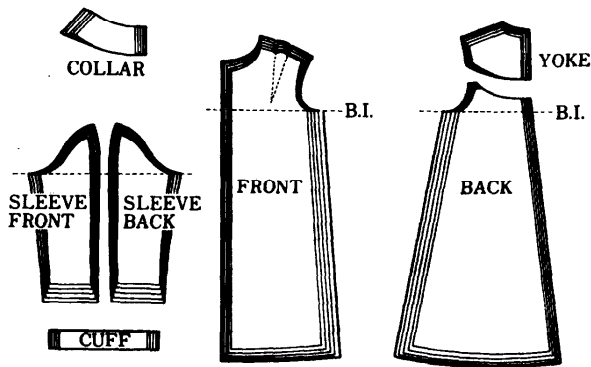


図-1 型紙のグレーディング例

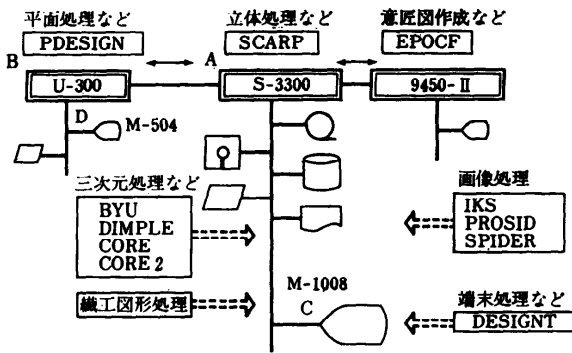


図-2 SCARP システムと情報の流れ

像入力のためのタブレット、スキャナ、テレビカメラ、画像出力のためのディスプレイなどであり市販されているものを活用している。普及などのために一部の機能についてはパソコンも活用し単機能的にも利用できるようにした。

(2) ソフトウェア

アパレル関係のソフトウェア構成の特徴は、(1)豊富な濃淡表現および(2)デザイナーの意図に合ったものを対話形式で容易に描くことを可能とした点にある。アパレル独自のものとしては、織物の織り方の指定方法と同様の入力を行い結果を質の高い表示としてディスプレイ上に表現できるようにし、また、編物におけるデザイン作成も同様に製品の完成予想と製造のための意匠図などの作成を可能にした。これらの処理データはアプリケーションプログラム間で連携をとって相互に活用できるように配慮してある。ディスプレイを媒体としてソフトウェアやデータを共通化したことは各種のデザイン画を作画し、多くの事前検討を行うためにも有効なものである。

これらの処理を実現しているシステムが最近多くのメーカーから発表されてきており、パソコンシステムとして処理機能も充実して比較的安価なものも市販されている¹⁰⁾。

以下では、SCARP システムを用い、布のデザインと濃淡機能を表示した平面的デザインの作成、人体の立体モデルを利用したアイデアスケッチの立体的作成法について述べる。

4. 布地の作成

4.1 織物

布地は、織物と編物に大別され、織物はさらに先染め織物と後染め織物に分かれる。先染め織物とは糸を

染めてから織るものであり、後染め織物とはプリントとも呼ばれ、織った布に後で模様を付けるものである。プリント模様作成のためにはレンダリングシステムは表示画面上の柄の大きさと実際の生地上の大きさの関係などに留意すれば、事前検討用に有効である。ディスプレイ上の模様はプリント生地にデザイナーが描いたものと同様に直接表現できるため、製品のでき上り予想を確認しつつ処理作業を続行することが容易となる。図-3 [1135 頁掲載] は後染め織物のペーズリーの作画例である。

後染め織物に対して先染め織物は、織り方や糸の組み合わせによってデザイナーの意図に合う生地となるかどうかを企画段階では想像しにくい。このため、実際に織る代わりにコンピュータの表示画面を見て検討することが望まれた。この実務の事前検討のためには、次のような問題点があった。

(1) たて糸・よこ糸が交差する部分の組み合わせによる色変化の表現

(2) 生地の組織(織り方)の違いによる模様の変化

(3) 糸の密度による色変化

(4) 糸の質・形状による色・模様の変化

このなかで、(1)、(2)の問題については、システム内で処理可能となってきた。図-4 [1135 頁掲載] は先染め織物の作画例である。(3)、(4)の問題は非常に細かな表現が必要とされ、人が描くことも困難であり、グラフィックス分野においても試行段階である。

ここでは、織物組織図、たて糸・よこ糸の配列という製織データを与え、織物を表現する上記(1)、(2)の方法について述べる。

アパレル製品としての通常の織物は、圧倒的に一重織物(たて糸とよこ糸が交差した点ではどちらかの糸が表面に現れ、糸の色は途中では変化しない)が多い。このことからディスプレイ上に織物として表現する場合、糸の交差点の情報と各ピクセルを対応づけ、表面に現れる部分にそれぞれのたて糸・よこ糸色情報を設定して織物として表現する。

このとき、単純に色を当てはめるとフラットな表現効果しか得られないので、よこ糸に対応するピクセル情報にはたて糸よりも減算した色を当てはめる。この結果、同じ太さや色のたて糸・よこ糸で構成されている織物でも組織感や素材感が表現できる。このような手法によって作画した例を図-5 [1135 頁掲載] に示

す。図-5 は最も基本的な平織組織を与えて、たて糸とよこ糸による組み合わせ効果の検討を行ったものであり、また、図-6 [1136 頁掲載] は事前には完成予想のやや困難な滝ばかしの事例である。これらの処理結果は再加工して実務の場で利用されている。

4.2 編物

編物¹¹⁾も織物と同様に組織情報と糸色使いの効果を予測する場合がある。また、織物とは根本的に異なる製造方法として形を作りながら編地を作成する成形編み(フルファッションという)があり、加えて種々の文様を製品内に編み込むなどの情報の検討も要望されている。図-7 [1136 頁掲載] は編目を表現した例である。図-8 [1136 頁掲載] は形状を変化させたものに任意の柄をレンダリングした例である。同図上の曲線部の表現はデザインの描かれたカーブを3次のベジェ曲線¹²⁾で置き換えたものである。さらに、この曲線情報を壊さずに実際に編みやすいように編目を規則的に並べ、これらを拡大出力して型紙の製作に結び付け、成形編み設計情報の出力とする。このとき模様を作成や修正はデジタイザで必要な部分をピックすれば行える。実際に使用する糸を用いてあらかじめ試編みを行い、その単位面積当たりの基本糸量を求めておけば、これを表示画面上の図(意匠図と考えて)と対応づけて、必要な総糸重量などを容易に計算できる。

普及用にはパソコンを用いたシステムが販売されている¹³⁾。

5. 服装の形状デザイン

5.1 レンダリングによるスケッチ画

デザイナーがスケッチを行う道具として、レンダリングシステムを用いることはスケッチの時間短縮だけでなく、デザインの高品質化につながる。人手によってスケッチを行う場合、(1)一つの図を描くために時間がかかる。(2)一部分を変更したような図の比較がしにくい。(3)高度な技術を必要とする。という問題があった^{14), 15)}。これに対して対話形式のレンダリングシステムを用いれば、問題が解決され効率よく作画を行うことができる。

図-9 [1136 頁掲載] はレンダリングシステム SCARP を用いて描いた編物の出力例である。

5.2 立体モデルの利用による着装評価

人体の立体モデルを利用してアパレル製品を表現することは、より違和感のない着装状態で評価でき得るという長所がある。人体の立体モデルを利用する方法

として、(1)立体モデルに対し型紙に模様をつけてマッピングする方法¹⁶⁾、(2)布の拘束条件を用い、スカートの柔らかな状態を表現する方法^{17)~19)}、(3)表示された立体モデルに対し、2次元処理によって得た衣服を合成する方法²⁰⁾などが提案されている。

ここでは、上記(3)の方法による例を示す。デザイナーがマネキン(人台)に自分のイメージを描いていく場合を想定し、型紙を作る前のアイデアスケッチ段階で立体モデルを利用する。

立体モデルは、人台の測定データを基に、 x 、 y 平面で断面を作り、これを z 方向に並べて結合する方法で作成する。このワイヤ・データをもとに、陰面処理した後スムーズな濃淡表示を行ったものが 図-10 [1136 頁掲載] 人体基本モデルである。

衣服としての完成予想の作成は、まず表示された立体モデルの輪郭をタブレットでトレースし、それを輪郭情報の基準として考え平面的デザインの作画を行う。次いで作画された衣服の平面的なデータと既表示の立体モデルのデータとを色演算し、ピクセル単位で合成して着装状態を作り上げた。これにより、ディスプレイ上の人体の大きさに合致した衣服をデザインを含めて表現することが可能となる。あらかじめ基本の輪郭情報を与えておけば、その後の合成処理は数秒で完了する。これら一連の処理作業を対話的方法で行えるようにした結果、「デザイナーは立体モデルなどの処理内容について意識することなく、普段イラスト作画を行う手順と同様に感性や固有技術を反映させながら事前検討を進めることができた。実際の場で活用し企業活動に反映したい」という評価を得ている。

図-11 [1136 頁掲載] はパターンやグラデーションを立体モデル上で合成し、水着として表現したものであり、図-12 [1137 頁掲載] は基本立体モデルに腕を追加した後、透孔編み的なカーディガンを表現したものである。いずれも立体モデルのもつ陰影や外形情報を損うことなく表現されている。図-13 [1137 頁掲載] はスカートのドレープの様子をスケッチしたものであり、視覚的にもあまり違和感のない表現効果が得られた。

6. まとめ

本稿では、アパレル産業におけるコンピュータグラフィックスの利用について述べた。特にデザイナーのアイデアを表現し、製品として評価できるレンダリングシステムの一例とその作画例について筆者らの成果を

もとに詳しく紹介した。総合的な活用にはさらに改良などを加える必要もあるが、部分的には実用の場面で利用できる見通しも得られたことから積極的に普及化を図っていきたい。

今後は、さらに総合的な CAD/CAM が求められ、そのなかでコンピュータグラフィックスを活用した処理が重要なものとなるであろう。このためには、次のような問題点を解決していく必要がある。

- (1) 人体など3次元データの入力方法の確立とそれらのファイリング化
 - (2) 感性領域のデータ処理とテクスチャの表現
 - (3) (1), (2)を統合化し知識データベースをもつ人工知能システムの開発
 - (4) 多岐にわたる各製造工程の連携と流通機構の統合化
 - (5) レンダリング情報による直接的製造法の開発や制御情報の出力
 - (6) 繊維の特徴を反映した物性の表現と動的検討方法の確立
- などである。

参 考 文 献

- 1) 加藤ほか：繊維業におけるコンピュータ・グラフィックスの利用と問題点, PIXEL, No. 49 61年10月号 pp. 98.
- 2) 佐藤：自動裁断, bit, Vol. 15, No. 8.
- 3) 野中：西陣織におけるCAD/CAM, 情報処理関西支部セミナー, 昭和60年10月.
- 4) 加藤ほか：コンピュータによる衣服デザイン統合化, 日経 CG, 昭和61年10月, pp. 130.
- 5) 神戸：先染織物シミュレーションシステム, TEX-SIM, PIXEL, No. 62.
- 6) 加藤ほか：コンピュータによるアパレル製品企

画に関する研究, 都立繊維工業試験場研究報告, 29-32号, 昭和56年.

- 7) 飯田, 長江：被服構成学からみたアパレルメーカーの自動化, 図学研究記念号, 昭和52年5月号.
- 8) 堤：人体体幹部形状の理解と衣服原型設計の試み, 日本図学会, '88年度大会講演論文集, 63年5月.
- 9) 加藤ほか：コンピュータによるアパレル製品企画, 第3回 NICOGRAPH 発表論文. 62年11月 pp. 268.
- 10) 西川, 今井：紙器・段ボールにおけるコンピュータ・グラフィックスの動向, 紙器段ボールの技術, 62年3月.
- 11) 加藤ほか：ニット企画のシステム化に関する研究, 都立繊維工業試験場研究報告, No. 33, 59年.
- 12) 近藤, 田嶋：モダングラフィックス一技術と応用—コロナ社57年.
- 13) 情報処理協会：編物小町, 富士通FIP(株)57年.
- 14) 酒井：イラストレータが使える CG システム, PIXEL, No. 49. 61年10月号 pp. 98.
- 15) 近藤：インタラクティブレンダリングシステムによる3次元形状の表現, 情報処理, Vol. 26, No. 11 (1985).
- 16) 中嶋：計算機を用いた洋裁用型紙作成およびデザインシステム, 情報処理学会グラフィックスとCAD 研究会資料, 14-1 (1988).
- 17) 赤見：自動縫製システムにおけるCAD, 計測自動制御学会 CG と CAD 講習会資料, 57年.
- 18) 安居院ほか：束縛条件の強い布地物体の表現, 電子情報通信学会春季全国大会, 63年.
- 19) 増永：布と紐の大変形の簡易モデリング, 昭和61年東京大学卒業論文.
- 20) 加藤ほか：コンピュータによる衣服デザインの立体表現に関する研究, 都立繊維工業試験場研究報告, 33, 35号, 59, 61年.

(昭和63年5月31日受付)