「アパレル」特集

21世紀へのファッションテクノロジー

清水 義雄

1. 宇宙船地球号—多様な他者との豊かな共生—

20世紀の終わりを迎えて、今世界が激しく変わりつつある。ヨーロッパ経済共同体やアメリカ・カナダの経済協力体制、ソ連の解体などの様に、分離と融合が急激に生じて、歪を含んだまま固定されていた世界が、より自然な形を求めて動きだした。

このような変動は、科学技術的背景から見ると、物質・エネルギーの近代科学技術から情報科学技術への移り変わりと密接な関係にある。即ち、近代科学技術は、物質の生産性を向上させ、大量生産により近代産業社会を支え、さらにハイテクと呼ばれる様々な革新技術を生み出した。このハイテクの中心をなすものは、計算機を始めとする情報機器で、この進歩が近代工業化社会に対する物の見方・考え方をえようとしている。例えば通信衛星の発達により、地球上の様々な出来事は、どこの国の人でも同時に同じ事件を見たり聞いたりでき、情報に対する多様性と同時性の認識手段を手にすることができるようになった。この結果、地球規模の環境問題も、すみずみまで目が届くようになり、地球はもう無限の大きさの大地や海や空からできていないと言うことを、日常人々は意識し始めている。ゴミや汚水を垂れ流せば自分の飲み水が汚れ、ばい煙やフロン、二酸化炭素などを安易に気中に捨てれば酸性雨、オゾン層破壊、温暖化となって我が身に降りかかることを知れば、今までの無限に大きい地球と言うイメージを変えなければならなくなっている。

以上のことを総合すれば、情報科学技術時代に生きるとは、多種多様な人々が、互いにコミュニケーションを交わし合いながら、小さな宇宙船地球号に乗ることであると気づく(図1)。

Fashion Technology in the 21st Century

筆者紹介 YOSHIO SHIMIZU

Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University

信州大学繊維学部, 助教授, 工学博士

筆者は繊維製品工学, 衣服工学を専門とされ, 現在「対話型デザインの研究」等を通じユーザーの個性にあった衣服作り(ファッションテクノロジー)に従事されている。趣味は山歩き。

本稿では上記研究の意味, 方法と成果, 今後の展望について解説していただいた。

図1 宇宙船地球号

一方、現在の激動は、近代科学技術と言う物質科学を背景にした、社会主義、共産主義、資本主義などと言ったイデオロギー的な社会観が崩壊して、より自由で一人一人の存在を大切にする民主主義の実践に向かったの移行過程と見ることもできる。民主主義の実践とは、一人一人がより充実した自己を実現し、物質的豊かさから精神的豊かさへ転換した人間的に豊かな生活をするのである。しかし、もはや自分一人だけの豊かさを求めているのでは豊かさの実現は困難であり、「地球全体の環境の保全・保護」が必要であり、「他者も豊かに生活していること」が満たされなければならず、「多様な価値観を持った他者との共生」を人々は願い始めた。

このような考え方は、宇宙船地球号と言う小さな乗合バスに相乗りして行くしかないという現実がもたらした結果であり、この認識の上にこそ、今まで明確なイメージを持ちにくかった「民主主義」に、「多様な他者との豊かな共生」という具体的な意味が与えられる。

2. ファッションテクノロジーの役割

以上のように、多様な価値観を持った人々との共生を宇宙船地球号の中で実現していくのが、21世紀の課題である。では、新しい世紀に、ファッションテクノロジーはどのような意味と役割を果たすのかを考えてみたい。

2.1 変化し続けて存在する形・ファッション

ファッションという言葉は、辞書によると、服装や風俗並びに言語の流行、様式、方法、形という意味の他にライフスタイルなどもあり、使う人々によって多様に用いられているが、ここでは、「形」をファッションの意味とする。形と言う言葉に、目や手などの感覚器官を通して認識される形の他に、話し方、感じ方、考え方、生き方など存在するすべてを形という言葉で代表させる。

また、形或いは存在するものすべては、一般的には、「いつも一定不変な形を保っているが故に存在する」と言う考え方がなされるが、これを、「いつも変化し続けることによって存在し続ける」と考える。つまり、変化していないようにみえるしっかりした形ほど、激しく変化していると考ええる。物理的な存在としての物体（衣服や石仏など）はそれを構成している粒子間の激しく変化する振動現象の連続として考えられるが、美しいものを見たときの感情や、妻に対する愛情や人生に対する考え方などの脳の中に生じる様々な感情や考え方も、その形が強い程、美しい程、強い意志とエネルギーで思い続けることができ、変化しながら存在し続けることができると考える。このたゆみない変化の連続として形（考えや感情など）を維持し続ける意志と緊張感が、脳を活性化して、快適を感じ、充実感のある人生を可能としている。

2.2 かつこよく生きる技術

人間はたえず欲求をもって生きる動物である。様々な欲求が人の心の中に存在するMaslow¹⁾やMcGregor²⁾は、人間の欲求を低次から高次の5段階に分けて説明している。低次の欲求から順に挙げていくと、①生物的生存欲求、②安全・保全欲求、③社会的帰属の欲求、④自我の欲求、⑤自己実現の欲求となる。物質的に豊かな現在では①、②、③の欲求はほとんど満たされており、④自我の欲求や⑤自己実現の欲求に重点がおかれる。特に、精神的に自己を高め充実した人生を送りたいと言う自己実現の欲求が今後の中心課題となるだろう。自己実現の欲求を満たすとは、人それぞれの感性に従って「心地よさ」を満たしてくれるモノや精神的な形を求めることである。「心地よさ」とは、「脳が快感を感じる」ことであり、前節で述べた、強くて、美しい形（感情や考え方）をたゆみない変化の連続として維持し続けることで

ある。

つまり、ファッションテクノロジーとは、MaslowやMcGregorの言う「自己実現」の技術であり、「よい形、美しい形によって充実した人生を送る」為の技術のことであり、「かつこよい」生き方をするための技術と言うことになる。

3. 21世紀のファッションテクノロジー

MaslowやMcGregorの言う最終的な価値レベルにある自己実現の欲求は、精神的に充足された「快適な」状態を脳の中に作り出すことであると考え、これを実現する技術のことを前節でファッションテクノロジーと定義した。脳の快感を得るためには、薬に頼るなど種々の方法がある。しかし大切なことは、宇宙船地球号の他の人との共生をしながら自分の形を作り、結果として心地よさを得ることが条件である。個人の快感が閉鎖された個人の中だけで生じるようなものなら「多様な他者との豊かな共生」はできない。

また、他者とのやり取りには被服などの物質の介在が必要である。それによって得られる快感は、精神的な現象であるが、これを得るには様々な道具立てが必要である。

カーライルは、衣装哲学³⁾で「人間の現世的な関心がきっちりボタンで留められ、服に支えられて立っている」と言っているが、服を見ただけで年齢、国籍、財力、社会的地位ばかりが、個人的な微妙な個性や思想まで見抜くことができる。このように、我々が利用する被服などのモノは、それを用いる人を代表し、人と人との関係づけるインターフェースであり、自己実現を達成するためになくてはならないモノである。

3.1 消費される物作りから、用いられるモノ作りに

しかし、現在巷にあふれている物は、それを利用する特定の人を意識して作られることはなく大量に生産されて、大量に消費されることを前提としている。例えば、下着一つ取り上げてみても自分の体にピッタリの製品を探し出すことは非常に難しい。

製品を享受するユーザーの立場に立てば、ユーザーにピッタリのモノが日常のストアで注文できるシステムが欲しい。しかも、利便性や機能性もさることながら一人一人の知性や感性に対応した物語性のある本物のモノが欲しい。バブル経済がはじけた今、堅実なユーザーは、本当に必要なよいモノを求めている。本物に対する市場は十分に成熟している。後は、どの様にしてこの市場要求に応えるモノ作りのシステムを作るかである。

3.2 ユーザーモデルを持つ生産システム

製品が生産される時の、メーカーとユーザーとの関係は様々であるが、大きく分けてみれば次の3つになる。

①一つは、性能・機能・形態などが固定しており、特定のユーザーを持たず大量生産を基本とするもので、ユーザーモデルを必要としないもの。②二つは、不特定多数の消費者をいくつかのグループに分け、グループごとに一定な性能・機能・形態などを特たせ、場合によっては消費者の要求を限られた範囲で満たした製品で、複数のユーザーモデルを想定しているもの。③三つは、特定のユーザーのためにのみ作られる一品製品で、特定のユーザーモデルを持つもの。

高度に発達した技術社会の今、我々が使うどの様なモノでも我々の好みに合わせて作ってもらえるようなシステムがあってもよいと思う。しかし現状は、手作りを主とする場合を除いて、ほとんどの製品が、①の関係によって生産されており、ユーザーの好みに合わせて製品を供給できるシステムはない。毎日使う多くのモノが、一人一人のユーザーのために生産されて、ユーザーが豊かな気持ちで日々を送ることができること、これが次の時代には、必要である。そのためには、メーカーは、ユーザー一人一人の感性、好みなどの特徴や製品の利用目的などを把握すること（ユーザーモデルを持つこと）が大切である。

3.3 ユーザーモデル

被服のようなモノは、様々な製品の中でもユーザーの個性を最もよく反映するモノである。従って、ユーザーモデルを持った個人対応のモノ作りの例として、被服作りは、最適である。21世紀のファッションテクノロジーは、被服作りに凝縮できると考えられる。

さて、ユーザーモデルの定義をしておく、ユーザー（着装者）を、ありのまま全部理解することはできないから、対象となるユーザーを代表すると考えられるいくつかの事柄を取り上げ、抽象化、データ化して記述した

図2 ユーザーモデル

ものがユーザーモデルである。従って、モデル化の方法によって様々なモデルが生ずる。

図2に示すようにユーザーモデルは、例えば物理的なものとメンタルなものがある。物理的なモデルとは、着装者の人体や作ろうとする被服の物理的特性（形状、機能、動的な特性）などであり、メンタルモデルとは、着装者の感性（被服の美しさや着心地など）や知性（物の考え方）などの他に社会的状態（職業や地位など）も含める場合もある。

各事柄をどの様にモデル化するかは、重要な問題である。人体や被服の形状などは、表面各点の三次元数値データ（一般的には、圧縮されたもの）がモデルであり、被服の温熱特性はclo値などを採用すればよい。被服デザインの場合には、パターンデータや画像データの集合がモデルである。以上のように一般に物理モデルは、数値の集まりとして表現されるが、メンタルモデルは、数値で表すことができるものとできないものがある。例えば官能検査によって統計的に処理された場合には数値的なモデルとして表現できるが、一般的にはメンタルモデルは、明文化モデルである。また、後述のようなニューラルネットやファジイ的な手法で複雑な人間の感性モデルを表現することもできる。

4. ファッションテクノロジーの要素技術

以上のような考え方に立って、多くの人が気軽に自分の好みにあった一品モノの高品位被服を生産するコンピュータ支援オーダーメイドシステム（エレガンス・オーダー・システム以下EOS（イーオス）と記す）について考えてみよう。図3は、現在我々が開発中のEOSの概略図である。EOSは、着装者自身が設計に参加して自分好みの被服ができるよう、対話型（ユーザーとシステムとが会話をしながら）システムとなっている。この図は、次世代のファッションテクノロジーの種々の要素技術を含んでいる。

図3 エレガンスオーダーシステム

男性

女性

図4 胸部の形状と柔らかさ

(a)乳房を持ち上げ

(b)下がり始め

(c)下に垂れる

図5 女性の胸の振動シミュレーション

まず、体に合った被服作りには、着装者の体の特徴を知ることが大切である。人体測定装置によって体の形状や柔らかさなどの特性を測り、ユーザーの人体モデルを作る(A)。ユーザーと対話する事によって、着装目的や被服の好みなどを知りメンタルユーザーモデルを作る。これらの人体モデルとメンタルモデルとを基に画像データベース(様々な被服のパターンや図案が格納)や知識データベース(材料の知識など)(E)を活用して、デザインを行う(B)。着装状態の形状を求めるには、形状シミュレータを用いる(C)。以上のような設計データは、縫製ロボットに送られて型紙生成、生地裁断、三次元立体縫製の工程を経て被服に仕立てあげられる(D)。設計に当たっては専門的なコンピュータ等の知識を必要とせず、日常の言語によって被服の形や色採を決定できるようなユーザーインターフェイスが不可欠である(H)。ユーザーが行った被服デザインを、最終的に専門のデザイナーが確認やアドバイスをを行うようにする。これによって、信頼感のある被服を供給することができる(G)。尚、設計推論機構

(F)は、システムの要でEOSの人工知能の働きをする。

以上の要素技術の中から現在開発中のいくつかの例について簡単に紹介したい。

4.1 人体の形状と特徴の把握

人体の形状や柔らかさ等は人によって著しく異なっているが、この違いを測定し被服の設計に利用したい。種々の圧力で移動するスライディングゲージを多数備えた人体の形状と柔らかさの測定装置⁴⁾を用いて、女性と男性の胸部を測定した結果⁵⁾を図4に示すが、折れ線が三次元形状を、色の濃さが柔らかさを表している(白い所ほど柔らかい)。女性の乳房は男性の胸に比較して非常に柔らかいことが分かる。女性の場合には、ブラジャーは非常に重要な下着であるが、乳房が振動しないように最適なブラジャーを作るには、乳房の振動シミュレーションが可能とならなければならない。図4に示した女性の乳房の形状・柔らかさの測定結果を用いてモード解析で振動シミュレーションを行った結果⁶⁾について図5に示す。上方に持ち上げられていた乳房が下ってくるこ

図6 言葉で形を変える

色彩の感性表現

色 彩

言葉の絵の具

図7 言葉で色を創る

が分かる。

4.2 対話型デザインの要素技術

日常の言葉によって EOS とやり取りできれば、被服デザインの設計に一般のユーザーが参加できる。「言葉でデザインを」が EOS の重要なテーマである。

4.2.1 言葉で形を

図6は、円筒と半球の基本図形から任意の割合で中間の図形を合成する方法である⁷⁾。この方法は、各図形の曲率ベクトルの重み付き線形合成和の例であるが、他にも EOS では、ホップフィールドによる変わり格子柄の生成法⁸⁾など様々な図形生成の方法を開発中である。何れも図形生成関数と言語との簡単な関係から、言葉でユーザーが欲している図形の生成が可能である。

4.2.2 言葉で色やテクスチャーを

色彩設計は、一般のユーザーにとっては難しい問題である。図7に示すように日常の言葉によって様々な色彩設計ができれば被服デザインも非常に楽しいものになる

だろう。階層形ニューラルネットワークを用いた言語による色彩設計システム⁹⁾は、一度ユーザーに合わせて言語と色彩の学習をさせておくと、複数の言語の入力により各言語のイメージからくる色彩を合成した色を表現することができ、言語で色彩のクリエイションが可能である。

また、画素の強度分布の分散を変えることで、テクスチャー表現を変化させることができる。この場合のテクスチャーの変化は、布の暖かさの表現と関係しているので、結局分散を変えることによって暖かさの表現がコントロールできる¹⁰⁾。

4.2.3 言葉で体の姿勢を変える

体の姿勢によって被服圧などは大きく変化する。どの様な着心地の被服を作るかをシミュレーションするためには、言葉で人体モデルを変形させたい。ファジィ理論と言語とを用いて人体モデルに各種の動作をさせた例を図8に示す¹¹⁾。

図8 言葉で人体モデルの姿勢を変える

5. 今後の課題

前節では、言葉による被服デザインの要素技術¹²⁾の例を見てきたが、他にもハードウェアからソフトウェアまで様々な技術を開発する必要がある。例えば、ソフトマテリアルハンドリングは自動縫製ロボットの実現にとって基本的な問題である。また、被服素材から感性まで広い分野を統合した複雑なユーザーモデルの構築はデータベースや並列処理の問題とも絡んだスケールの大きな問題である。同時にユーザーモデルというパーソナルデータベースが外部に漏れることなく、安全に運用されるような仕組みも考えなければならない。

また、今後重要な課題として老人や病人の衣料の問題がある。今まで弱者とされた人々にこそ、各人の状態に合わせた適切な衣料を作りたい。

以上は、どれも繊維科学技術の最先端の問題であるが、同時に情報科学技術や他の学問分野にとっても新しく面白く問題である。ファッションテクノロジーには、今後見る夢の技術が山のように隠されている。他の分野と繊維科学技術との融合が21世紀のファッションテクノロジーを創造し、生き生きとした心豊かな人々が宇宙船地球号というオムニバスに仲良く乗り合うようにしたいものだ。

引用文献

1. MASLOW, A.H., Higher and lower needs., *J. of Psychol.*, **25**, 433-436 (1948)
2. MCGREGOR, D., 1960., *The human side of enterprise*, McGrawHill (1960), 高橋達男 (訳) 「企業の人間的側面」, 産業能率短期大学出版部, pp, 42-45 (1966)
3. トマス・カーライル「サター・リザータス」春秋社 柳田泉 (訳) (1940)
4. 坂口明男, 佐々木和也, 篠原和夫, 清水義雄, 近田淳雄, 清水裕子, 染谷久雄, 繊維学会, 第12回繊維連合研究発表会講演要旨集p187 (1990)
5. 清水義雄, 佐々木和也, 坂口明男, 篠原和夫, 近田淳雄, 清水裕子, 繊維学会, SEN-I GAKKAI PREPRINTS S-113 (1990)
6. 佐々木和也, 坂口明男, 清水義雄, 近田淳雄, 繊維学会, SEN-I GAKKAI PREPRINTS S-160, 1991; 織学誌投稿中
7. Y. Shimizu, J. Wang, A. Konda, K. Terada, N. Kumota and K. Kanda, *SEN-I GAKKAISHI*, **45** 5, 199-205 (1989)
8. 前田昭一, 唐沢朋久, 清水義雄, 近田淳雄, 織学誌投稿中
9. Yoshio SHIMIZU, Akinori FUJIWARA, Takao FURUKAWA, kazuya SASAKI, Atsuo KONDA, 織学誌 **48**, 5, 199-205 (1992)
10. 手島邦臣, 唐沢朋久, 清水義雄, 近田淳雄, 繊維学会, SEN-I GAKKAI PREPRINTS F-88 (1991); 織学誌投稿中
11. 汪進, 清水義雄, 近田淳雄, 第7回北信越ファジィ研究会 (1991); 織学誌投稿中
12. 篠原昭, 白井汪芳, 近田淳雄共編, 「ニューファイバーサイエンス」, 培風館, pp, 97-114 (1990)

(平成4年4月20日受理)