

システム技術開発調査研究

14 - R - 15

オンデマンドサービス・製造技術に  
関する調査研究  
報告書

- 要 旨 -

平成 15 年 3 月

財団法人 機械システム振興協会

委託先 社団法人 人間生活工学研究センター



この事業は競輪の補助金を受けて実施したものです。

## 序

わが国経済の安定成長への推進にあたり、機械情報産業をめぐる経済的、社会的諸条件は急速な変化を見せており、社会生活における環境、防災、都市、住宅、福祉、教育等、直面する問題の解決を図るためには、技術開発力の強化に加えて、ますます多様化、高度化する社会的ニーズに適応する機械情報システムの研究開発が必要であります。

このような社会情勢に対応し、各方面の要請に応えるため、財団法人 機械システム振興協会では、日本自転車振興会から機械工業振興資金の交付を受けて、経済産業省のご指導のもとに、機械システムの開発等に関する補助事業、新機械システム普及促進補助事業等を実施しております。

特に、システム開発に関する事業を効果的に推進するためには、国内外における先端技術、あるいはシステム統合化技術に関する調査研究を先行して実施する必要がありますので、当協会に総合システム調査開発委員会（委員長 放送大学 教授 中島尚正 氏）を設置し、同委員会のご指導のもとにシステム技術開発に関する調査研究事業を民間の調査機関等の協力を得て実施しております。

この「オンデマンドサービス・製造技術に関する調査研究報告書」は、上記事業の一環として、当協会が社団法人 人間生活工学研究センターに委託して実施した調査研究の成果であります。

今後、機械情報産業に関する諸施策が展開されていくうえで、本調査研究の成果が一つの礎石として役立てば幸いです。

平成15年3月

財団法人 機械システム振興協会

## はじめに

製品の機能・種類を絞り込み、海外で安く大量に生産することで圧倒的な低価格を実現し、それを大量に流通させて利潤を得るというビジネス戦略が、曲がり角に来ている。このようなビジネスだけに頼っている、日本の産業再生はままならない。ことに、製造拠点が続々と海外に移転してしまうことによる産業空洞化は、日本の抱える深刻な課題である。この傾向は、労働集約型産業である衣服、靴、メガネなどの業界で顕著である。これらの業界において、日本は欧州のような圧倒的なブランド力を有しておらず、ブランドに頼った付加価値戦略には限界がある。日本が得意とする計測・情報通信技術を活かした、別の付加価値戦略が求められている。

大量生産・大量流通により、品質の安定した低価格のものが手に入る時代になった反面、製品のデザインやサイズは、どうしても画一的なものに陥りやすくなっている。一方、これを身につける人間の方は、面白いことに、工業化と大量生産が進むにつれて、体型の個人差が拡大するという状況にある。これは、工業化によって、食生活が向上し、動物性タンパク質の摂取が増えたことが主要因である。たとえば、日本の 20 歳成人男子の平均身長の変遷を見ると、明治以前は 25 年間で 1.0mm しか変化しなかったのに対し、明治以降はその 25 倍、25 年間で 25mm も増加しているのである。同時に、平均寿命も伸びていることから、現代は、身長が 140cm に満たない高齢者女性と、2m を超える若者が同時に生活している時代 - 大世代差時代なのである。この傾向は、欧米でも同様に顕在化しており、また、工業化が著しいアジア圏でも、欧米より少し遅れて高身長化が始まっている。すなわち、これからの 50 年間、世界中が大世代差時代を迎えることになる。皮肉にも、大量生産による工業化が、大量生産製品では満足できないほど、消費者の体型をばらつかせてしまったことになる。

この状況を福と転じたい。画一的な大量生産・大量流通製品ではなく、大きな個人差に対応して、個人の体型に適合した製品を、顧客個人の要望（デマンド）に応じて生産・流通する付加価値戦略である。これを「オンデマンドサービス・製造」と呼ぶ。ここでは、最新の三次元計測技術を用いて顧客個人の体型を計測し、それを解剖学的にデジタルモデル化する。この個人の体型モデルに、まだ現物がない衣服や、靴、メガネを仮想的に装着して、コンピュータグラフィックイメージとして再現提示する。これにより、顧客が潜在的に持っているファッション感性を引き出すことができる。デジタル体型データと、マイニングされたファッション感性データは、ネットワーク、ないしは、セキュリティメディアの形で、容易に、短時間に、低コストで、設計者に搬送される。設計者は、デジタル化された顧客個人の体型に合わせた、衣服、靴、メガネを、デジタル設計技術によって短時間で効率よく設計し、さらに、コンピュータ制御された製造機器により、無駄なく、迅速に個別対応製品を製造していく。従来の画一的なサイズや、ファッション感覚に満足しきれなかった顧客、不満を持っていた人達に対し、大きな付加価値のある商品提案となろう。事実、意匠デザインを選べるマイオリジナル製品は、不況下にあっても順調に売り上

げを伸ばしている。また、デマンド取得から、設計、生産、納品までの迅速性も、重要なポイントである。海外工場での大量生産から、消費地に近いことを利点とする近郊型オンデマンド生産の方が適していることになる。

このような「オンデマンドサービス・製造」の実現においては、個人の体型や感性のデジタル化技術、それに基づくデジタル設計技術、デジタル製造技術などの技術的側面だけでなく、個人の体型データがデジタル情報として搬送されることに対する消費者意識などの社会的側面、オンデマンド製品に対してどの程度の付加価値（価格上昇）を許容できるかなどの経済的側面での検討が不可欠である。本調査では、このような観点に基づき、当該技術を巡る技術的、経済的、社会的な状況、問題点、実現可能性、市場規模等を総合的に調査する。

平成15年3月

社団法人 人間生活工学研究センター

# 序

## はじめに

## 目 次

1 . 調査研究の目的.....	1
2 . 調査研究の実施体制.....	2
2.1 実施体制.....	2
2.2 業務分担.....	2
2.3 調査委員会.....	3
2.3.1 総合システム調査開発委員会.....	3
2.3.2 オンデマンドサービス・製造技術調査委員会.....	3
3 . 調査研究の内容.....	5
第1章 消費者の個人情報配信に関する意識調査.....	5
1.1 アンケート調査の概要.....	5
1.2 消費者ニーズに関する調査.....	6
1.3 個人特性の計測による買い物経験.....	7
1.4 仮想提示による買い物経験.....	9
1.5 「オンデマンドサービス・製造技術」に対する期待.....	10
1.6 個人情報の取り扱い（セキュリティ）に関する意識.....	12
1.7 個人情報の二次利用についての意識.....	14
第2章 店舗等で簡便に個人の人間特性を測定する計測技術の調査.....	15
2.1 人体特性計測技術の研究動向.....	15
2.2 実用化されている製品の現状.....	17
2.3 まとめ.....	24
第3章 人間特性をデジタルモデル化し、それをネットワーク配信する技術の調査.....	25
3.1 人間特性のデジタルモデル化技術.....	25
3.2 人間特性データをネットワーク配信する技術.....	27
3.3 まとめ.....	30
第4章 個別適合製品の構成技術・仮想提示技術の調査.....	31
4.1 個別適合製品の構成技術.....	31

4.2	人体特性データを用いた個別適合商品の仮想提示技術.....	34
4.3	まとめ.....	36
第5章 個別に構成された製品やサービスを、大量生産とは異なる技術で、低コストかつ迅速に製造・提供する技術の調査..... 38		
5.1	利用者特性に対する個別製造技術・生産機械の現状.....	38
5.2	海外の技術開発動向.....	40
5.3	まとめ.....	41
第6章 調査研究の今後の課題及び展開..... 42		
6.1	今後の課題.....	42
6.1.1	技術課題.....	42
6.1.2	実用化の課題.....	42
6.2	今後の展開と経済的波及効果.....	44
6.2.1	オンデマンドサービス・製造技術による創生市場.....	44
6.2.2	創生市場の分類.....	45
6.2.3	市場形成のシナリオ.....	46
6.2.4	市場規模推定.....	47

おわりに

## 1. 調査研究の目的

本調査研究の目的は、生活者個人の人間特性に応じた製品及びサービスを、即時提供するための、機械システムを中心とする「オンデマンドサービス・製造技術」に関し、当該技術を巡る技術的、経済的、社会的な状況、問題点、実現可能性、市場規模等を調査することにある。

戦後の急速な高身長化と長寿命化により、製品利用者の人間特性、特に寸法・形態等の人体特性のばらつきが増大している。さらに、市場のグローバル化により、生活者の人種差まで考慮する必要が生じている。にもかかわらず、現在は、画一的な製品を提供する大量生産が主流となっている。しかるに、生活者は、自分自身の人間特性に適合する製品やサービスの提供を受けることができない現状にある。

本事業で調査する「オンデマンドサービス・製造技術」は、個人の人間特性を測定し、それに応じた個別の製品・サービスを提供するための機械システムを中心とする技術基盤である。具体的には、以下の4つの技術からなる。:(1)店舗、病院、工場などの実環境(非実験室環境)で、簡便に個人の人間特性を測定する技術、(2)人間特性をデジタルモデル化し、それをネットワーク配信する技術、(3)デジタル化された人間特性に応じた、個人に適合した製品・サービスをコンピュータ上で構成する技術、(4)個別に構成された製品やサービスを、大量生産とは異なる技術で、低コストかつ迅速に製造・提供する技術である。

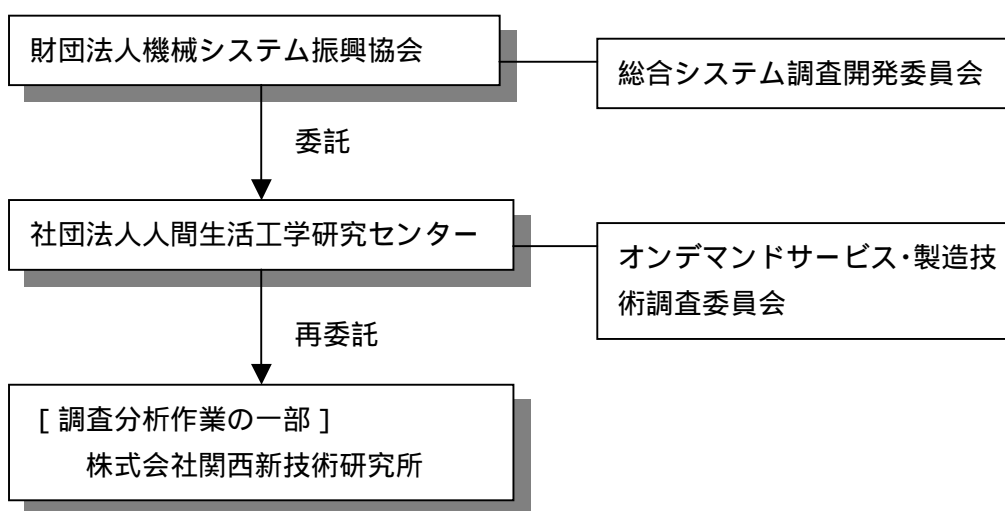
- 「オンデマンドサービス・製造技術」を確立することにより、
- (1) 製造者は、生活者個人の人間特性に適合した付加価値の高い製品の製造が可能となり、消費地から離れた低価格・大量生産型の製造から、消費地に近接した高付加価値・個別生産型の製造へのシフトが図られる。
  - (2) 高齢者をはじめとする生活者が自分自身の人間特性に適合した使いやすい製品・サービスを得ることができ、質の高い生活を送ることができる社会が形成されることに大きく貢献することが期待されており、「オンデマンドサービス・製造技術」の技術的課題等について把握することは必要不可欠である。



## 2 . 調査研究の実施体制

### 2.1 実施体制

(社)人間生活工学研究センターにおいて、主体的に調査研究を実施した。調査方針、調査内容等については、独立行政法人産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究ラボの指導を受けるとともに、「オンデマンドサービス・製造技術調査委員会」を設置して、審議、確認を受け推進した。



### 2.2 業務分担

オンデマンドサービス・製造技術の経済的課題・市場規模等については、(株)関西新技術研究所に再委託を行う。

## 2.3 調査委員会

### 2.3.1 総合システム調査開発委員会

総合システム調査開発委員会は以下の委員で構成した。

#### 総合システム調査開発委員会委員名簿

(順不同・敬称略)

委員長	放送大学 教養学部 教授	中 島 尚 正
委 員	政策研究大学院大学 政策研究科 教授	藤 正 巖
委 員	東京工業大学 大学院総合理工学研究科 知能システム科学専攻 教授	廣 田 薫
委 員	東京大学大学院 工学系研究科 助教授	藤 岡 健 彦
委 員	独立行政法人産業技術総合研究所 つくば東事業所 管理監	野 崎 武 敏
委 員	独立行政法人産業技術総合研究所 つくば中央第2事業所 管理監	太 田 公 廣

### 2.3.2 オンデマンドサービス・製造技術調査委員会

オンデマンドサービス・製造技術調査委員会は以下の委員で構成した。

#### オンデマンドサービス・製造技術調査委員会委員名簿

(順不同・敬称略)

委員長	独立行政法人産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究ラボ 副研究ラボ長	持 丸 正 明
-----	--	---------

委員	グラフィック株式会社 開発本部商品企画部 部長	秋間 邦明
委員	株式会社アイウェアラボラトリー 代表取締役	木村 幸三
委員	独立行政法人産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究ラボ 主任研究員	河内 眞紀子
委員	浜松ホトニクス株式会社 システム事業部 システム第3営業部 主任部員	小林 昌史
委員	デジタルファッション株式会社 専務取締役 技術統括	坂口 嘉之
委員	東京大学 人工物工学研究センター 助教授	下村 芳樹
委員	株式会社アシックス スポーツ工学研究所 所長	中川 盛雄
オブザーバー	株式会社関西新技術研究所 テクノサービス部コンピュータ科学グループ 部長	杉本 一郎

### 3 . 調査研究の内容

## 第 1 章 消費者の個人情報配信に関する意識調査

### 1.1 アンケート調査の概要

#### 【調査の目的】

「オンデマンドサービス・製造技術」によって得られる「オンデマンド製品」に対する消費者ニーズや、個人の人体特性データ（画像データを含む）がネットワーク配信され、製造メーカー等のサーバーに保存され、（個人認証により）利用されることの消費者意識等についてアンケート調査を行い、「オンデマンドサービス・製造技術」の市場性やシステム全体の必要なセキュリティ等について把握する。

#### 【調査の項目】

- ・ 「オンデマンド製品」に対する消費者ニーズ
- ・ 画像データを含む個人人体特性データをネットワーク配信し、製造メーカー等のサーバーに保存され利用されることに対する消費者意識

#### 【調査の概要】

配布先	首都圏ならびに関西圏在住の10代～70代の男女消費者500名
期間	調査票配布：平成14年12月12日 調査票回収：平成15年1月下旬
回収数	314通（回収率62.8%）
有効回答数	312通（有効回答率99.4%）

調査会社の消費者モニターを利用し、500通のアンケート調査票を消費者（モニター）に郵送した。当初は平成14年12月12日の発送で返送期限は同年同月23日としたが、最終の返送は平成15年1月下旬となった。

無効票（4頁抜け）を除いて312件を集計・解析の対象とした。

有効回答者の男女比率（男性47.8%、女性52.2%）は女性が少し多いものの概ね半数ずつである。年代別に見ると、30代～60代の回答者層が厚めになっている。職業別では、フルタイム勤務、専業主婦、パート・アルバイトが中心となっている。年収は、回答者本人の年収ではなく家計の年収として回答を求めており、250万～1000万円あたりが多くなっている。居住地の分布は東京・大阪が中心となっているが、首都圏・関西圏として見ると、ほぼ同数（首都圏49.4%、関西圏50.6%）の分布となっている。

## 1.2 消費者ニーズに関する調査

「オンデマンドサービス・製造技術」が実現した際に適用される場面とは、個人の身体の形状等を計測する都合上、消費者が店舗に出向き自分で購入する場合が想定される。そこで潜在的な導入候補となる製品を明らかにするために普段の購入行動において、自分が店舗で購入するもの・しないものを尋ねたところ、全体として、女性の方が買い物に対する積極性が高い傾向が出ている。

### 【オーダーメイドの経験】

本調査研究で検討している「オンデマンドサービス・製造技術」へと最も移行しやすいと考えられるのは既製品の製造ではなく、オーダーメイドでの製造においてである。そこで、オーダーメイドで製作した製品の購入について、どのような製品を購入する際にオーダーメイドを利用したかの経験の有無について尋ねたところ、経験がある人の割合は男性約36%、女性約26%という結果が得られた。商品種類では男女ともに「衣服」が第1位で次いで「眼鏡のフレーム」が多かった。したがって、「オンデマンドサービス・製造技術」が実現された際には、最初の普及対象として、これらの商品への適用が想定される。

表3 - 1 - 1 : オーダーメイド利用の製品の性別分布 (回答者数 ; 複数回答有)

	衣服	下着	靴	靴下	ストッキング	帽子	スポーツ用品	眼鏡フレーム	宝石類	その他	経験なし	無回答
男性	44	1	5	0	0	0	1	14	3	1	92	3
女性	24	4	7	0	1	2	0	16	10	1	118	2
全体	68	5	12	0	1	2	1	30	13	2	210	5

### 【オーダーメイドへの満足度】

続いてオーダーメイドの利用経験者に対し、その製品への満足度を尋ねたところ、全体的な傾向として女性の方が男性よりオーダーメイドしたいという願望が高かった。

「非常に満足」「やや満足」の人の割合(満足度)は、既製品に対してオーダーメイドのほうが、衣服で約4倍、靴が約2倍、眼鏡フレームが約5倍という結果が得られている。

また「オンデマンド製品」として希望する商品と、オーダーメイドしたい商品を比較すると同じ傾向ではあるが、まだ普及していないこれから始まる「オンデマンド製品」により期待を抱いていると言えるのではないだろうか。

### 1.3 個人特性の計測による買い物経験

#### 【計測の経験】

製品を購入する際に店員が手作業で寸法などを計測するのではなく、計測器を使って計測した経験の有無を尋ねたところ、計測器が設置されている店舗が少ないためか、未経験者が大半を占めるという結果となった。

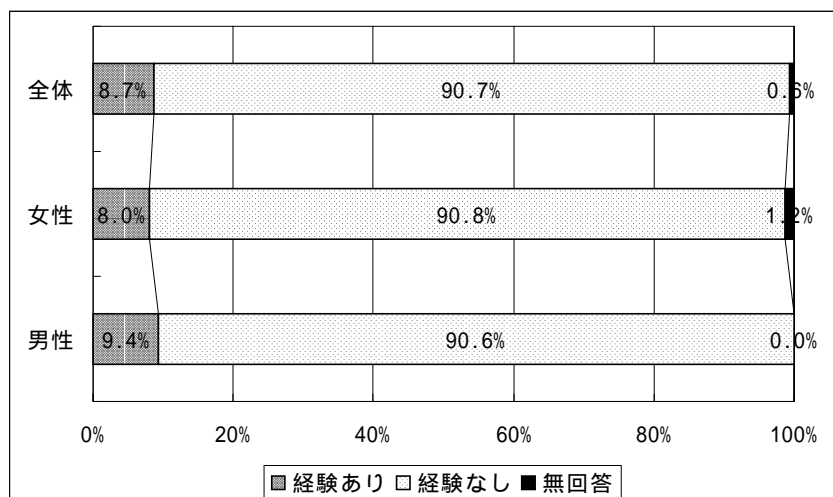


図3 - 1 - 1 : 計測器利用の計測経験の有無 (比率)

#### 【計測後のデータの扱い】

機械計測の「経験あり」と回答した人に対し、計測した結果のデータをその後どのように扱ったかを尋ねたところ、次のような結果が得られた。

表3 - 1 - 2 : 計測後のデータの扱い (回答者数)

	店が保有	消去した	自分で所有	何もしていない	わからない	無回答
男性	7	0	0	1	6	0
女性	6	0	3	0	3	1
全体	13	0	3	1	9	1

「店が保有」が約半数を占めている。「わからない」回答者については店が保有していることも考えられる。

#### 【未経験者の計測の希望】

計測器による製品の購入に「経験なし」と回答した人に対し、機械で測ってもよいと思うかについて尋ねたところ、次のような結果が得られた。

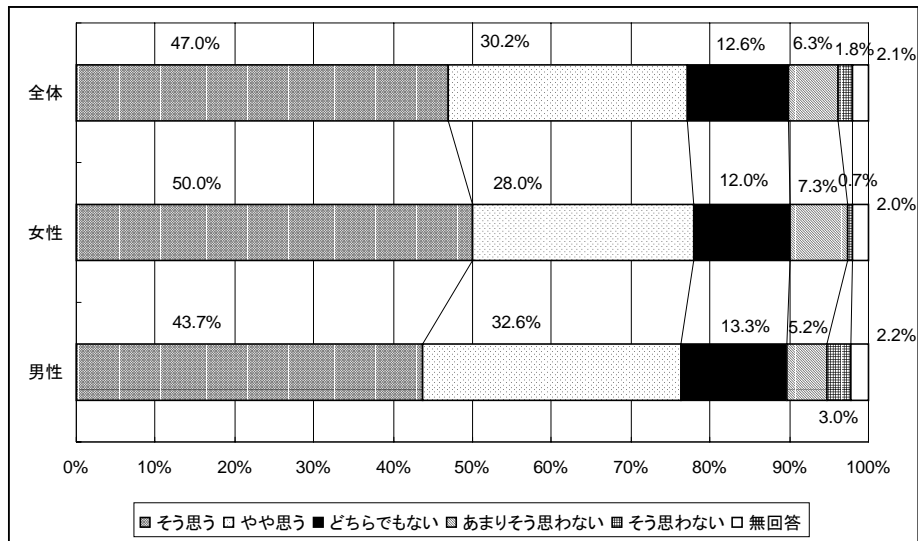


図 3 - 1 - 2 : 未経験者の計測の希望

計測を希望することを示す「そう思う」「ややそう思う」を合わせた比率は、「あまりそう思わない」「そう思わない」を合わせた比率を大きく上回っている。このことは自分に適合した製品が提供されるなら、身体を計測してもよいと考える人が、計測してほしくないと思う人よりも格段に多いことを意味し、オンデマンドサービス・製造技術が実現化した際に一般消費者に受容される可能性が高いことを示唆している。

## 1.4 仮想提示による買い物経験

### 【仮想的に製品を画面上に表示してもらった経験の有無】

機械計測した結果を利用して、実際に試着するのではなく画面上で様々な製品を仮想的に試すような経験の有無について尋ねたところ、次のような結果が得られた。

表 3 - 1 - 3 : 仮想表示の経験の有無

	あり	なし	無回答	合計
男性	1	148	0	149
女性	3	158	2	163
全体	4	306	2	312

「経験あり」はすべて「眼鏡のフレーム」を購入する際にそのようなサービスを受けたと回答している。また計測後のデータの処理については、「店が保有」に女性が1人、「自分で所有」に女性が1人、「わからない」に男性が1人という結果であった。

### 【未経験者の仮想提示の希望】

実際に試着するのではなく、画面上で様々な製品を仮想的に試すような経験のない人に対して、そのようなサービスを受けたいと思うかについて尋ねたところ、次のような結果が得られた。

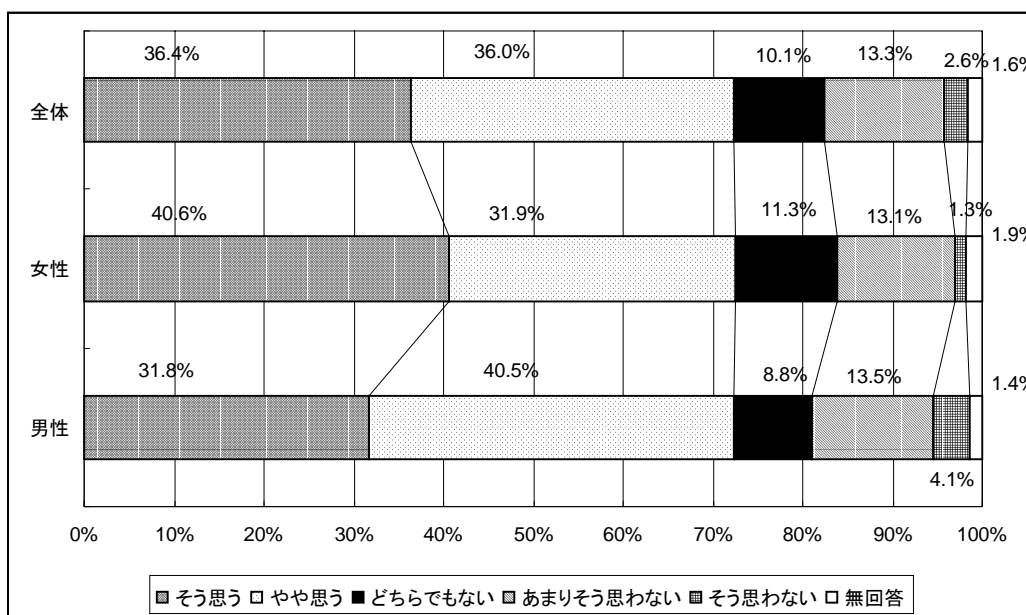


図 3 - 1 - 3 : 未経験者の仮想提示の希望

希望者層（「そう思う」＋「やや思う」）が70%を超えていることより、このようなサービスの提供によって消費者の満足度が向上する余地があると考えられる。



## 1.5 「オンデマンドサービス・製造技術」に対する期待

### 【望む製品】

「オンデマンドサービス・製造技術」が実現した際にはどのような製品の購入を希望するかという設問（複数回答有）に対する結果は、特に衣服・靴を希望するという結果となった。

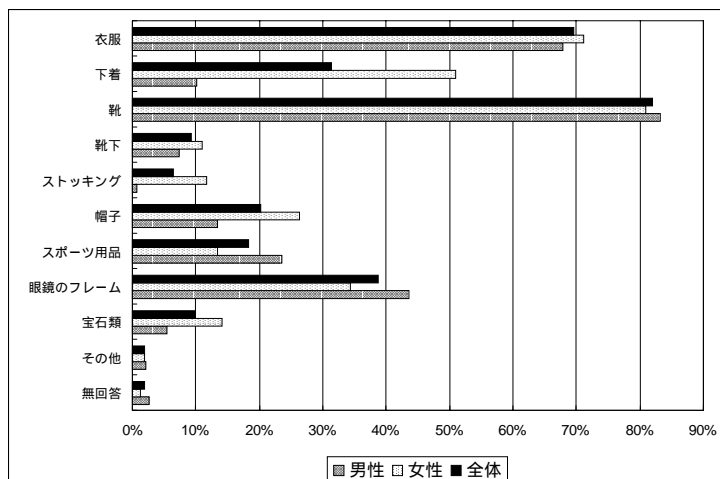


図3-1-4：オンデマンドサービス・製造技術に望む製品（比率）

### 【希望する条件】

「オンデマンドサービス・製造技術」が実現した際にはどのような条件を重視するかという設問（複数回答有）に対する結果は、男女とも90%以上の回答者が「自分の望む寸法・サイズのものが提供される」ことを望み、次いで男女とも70%以上の回答者が「自分の望む色・デザインのものが提供される」ことを希望している結果であった。

### 【製品受取期間】

「オンデマンドサービス・製造技術」が実現した際に注文してから製品を受け取るまでの期間がどの程度であることが望ましいかという設問に対する結果は以下の通りである。

表3-1-4：オンデマンドサービス・製造技術に望む製品受け取り期間

	その場	当日中	1～2日	3～5日	1週間	その他	無回答	総計
男性	7	9	25	19	85	3	1	149
女性	11	7	24	36	80	3	2	163
全体	18	16	49	55	165	6	3	312

「1週間以内」と回答した人数が最も多く、次いで「3～5日以内」「1～2日以内」の順となっている。

### 【価格帯】

「オンデマンドサービス・製造技術」が実現した際に、既製品と比較してどの程度まで

の金額なら支払ってもよいかという設問に対する結果は以下の通りである。

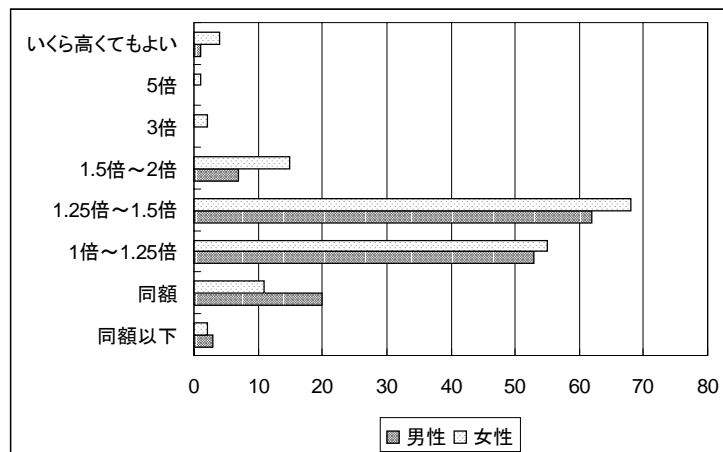


図3-1-5: オンデマンドサービス・製造技術に望む価格帯 (回答者数)

調査票の回答は具体的な数値を記入する形式になっており、各回答者の希望する価格帯(「既製品の何倍程度」という数値)を加重平均することで、全体として消費者が支払ってよいと考えている価格帯を推定することができる。その結果、男性は1.31倍、女性は1.43倍、平均して既製品の1.37倍まで高く支払ってもよいという結果が得られている。

【オンデマンドサービス・製造技術のニーズ】

「オンデマンドサービス・製造技術」を推進すべきだと思うかという設問に対する回答は以下の通りであった。

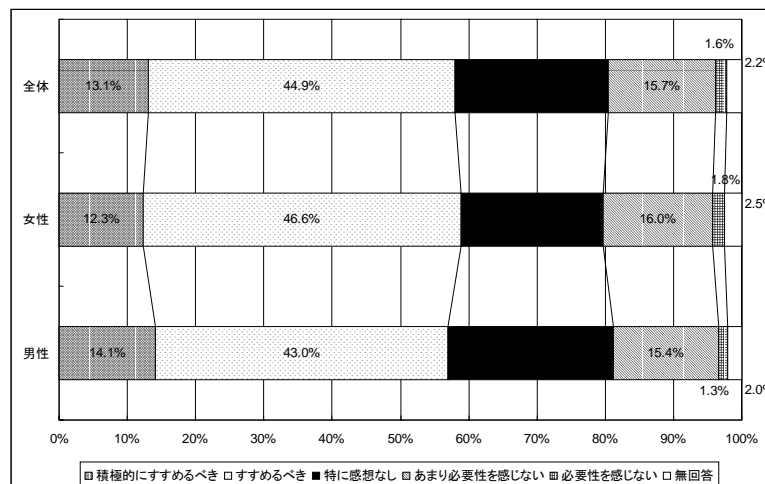


図3-1-6: オンデマンドサービス・製造技術推進の可否 (比率)

前向きな回答を示している回答者(「積極的に進めるべき」+「進めるべき」)の比率が約60%、積極的な回答を示していない回答者(「あまり必要性を感じない」+「必要性を感じない」)の比率が16%と、大きな差が見られることからオンデマンドサービス・製造技術に対する期待は消費者の中に十分にあると思われる。

## 1.6 個人情報の取り扱い（セキュリティ）に関する意識

### 【個人特性データの取り扱い】

「オンデマンド製品」を実現するためには、計測したデータを計測場所（例えば店舗）以外の場所に渡す必要があるが、個人の身体形状・寸法・身体機能・嗜好などの計測データは基本的にその個人のプライバシーに属するものである。したがってその取り扱いについては十分に配慮しなければならない。そこで計測データをどのように扱うべきかを尋ねたところ以下のような結果が得られた（複数回答有）。

男女ともに「個人で保存する」が過半数を占めた。次いで「商品ができ次第消去する」「メーカーが保管する」の順に多かったが、これら3つすべての割合において、男性が女性を上回っていた。

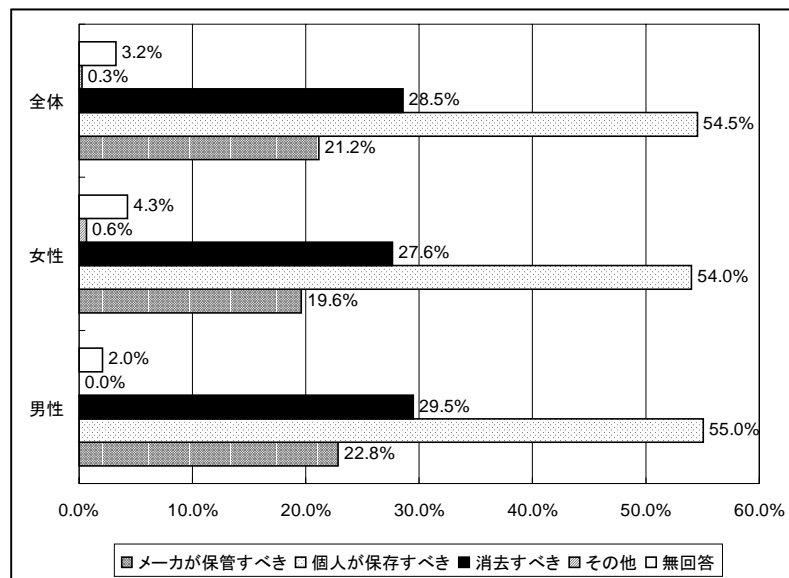


図3 - 1 - 7：計測データの取り扱い（比率）

### （1）「メーカーが保管すべき」とした理由

前設問で「メーカーで保管すべき」とした回答者にその理由を挙げてもらったところ以下のような結果が得られた（複数回答有）。

男女（男性 73.5%、女性 84.4%）ともに「今後注文することがあるため」を選んだ人が多かったが、女性は男性を上回っており、ここからも女性の方が買い物に対して高い積極性があることが伺える。

「メーカーを信用しているため」は、全体で 42.4%が選択していた。

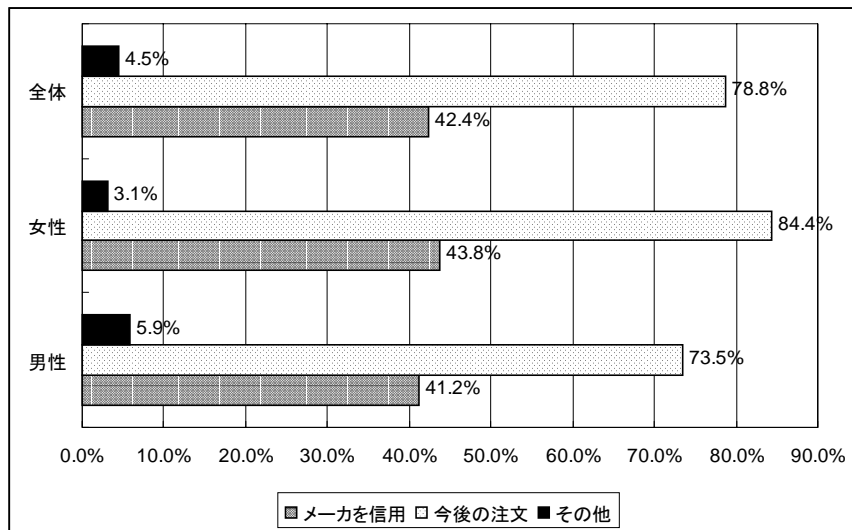


図3 - 1 - 8 「メーカーが保管すべき」と回答した理由（比率）

(2) 「個人保有」「製品ができ次第消去」とした理由

一方、前設問で「メーカーで保管すべき」としなかった回答者にその理由を挙げてもらったところ以下のような結果が得られた（複数回答有）

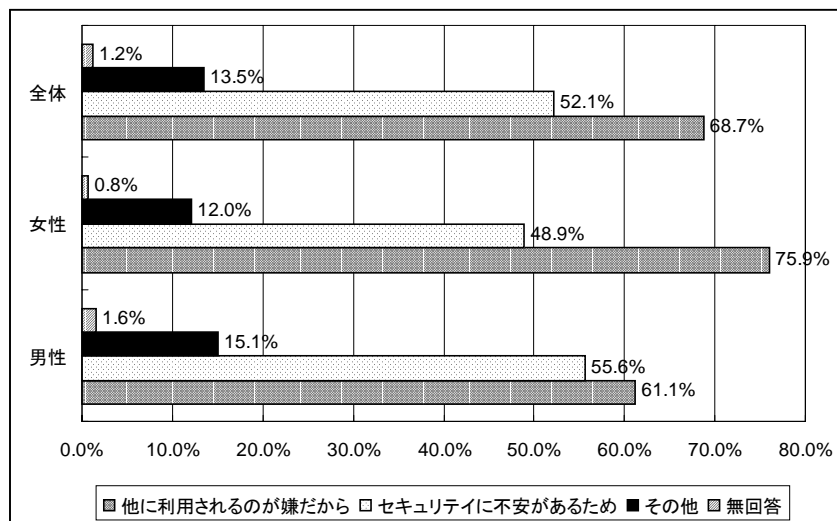


図3 - 1 - 9 : 「個人保有」「製品ができ次第消去」とした理由（比率）

「他に利用されるのが嫌だから」という理由が最も多いという結果となった。「セキュリティに不安があるため」という理由もそれと同程度である。これに対し「その他」の理由には、「個人で所有して他の製品を作るときに共有であるとよい」という前向きな内容の意見もいくつか見られた。

この設問への回答で示されるように、個人計測データに対し転用への不安・データ保全に対してどのように対応するかで、オンデマンドサービス・製造技術が消費者に受容されるかどうかということが影響を受けられると思われる。

## 1.7 個人情報の二次利用についての意識

オンデマンドサービス・製造技術を実現するために計測されたデータは第三者的な機関（データベースセンター等）が保管することにより、有効に利用することが考えられるが、転用や保全に関して消費者が不安を抱いていることも事実である。そこで、データを蓄積して利用するために講じるべき処置は何であるかを尋ねたところ、次のような結果が得られた。（複数回答有）

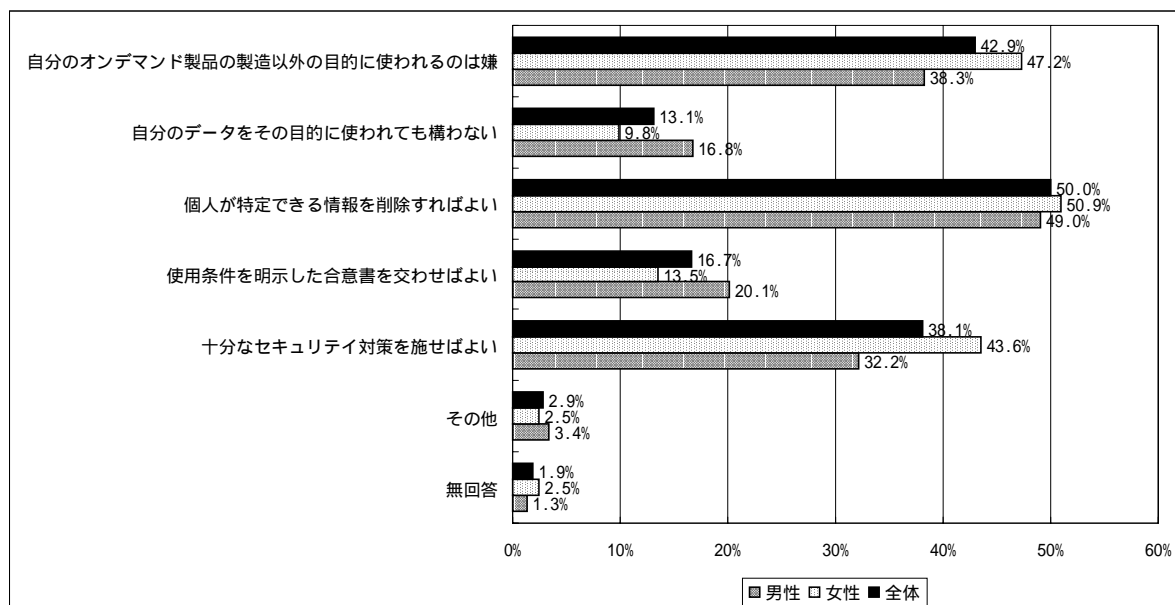


図3 - 1 - 10：データ処理に関する希望（比率）

男女ともに第1位の意見（全体50.0%）としては「個人が特定できる情報を削除すればよい」であり、男女間の差は余り無かった。また、「自分のオンデマンド製品の製造以外の目的に使われるのは嫌」としている人でも、半数以上の人はある条件が満たされれば、個人情報を二次利用されても構わないと考えていることが分かる。全体（312名）から「自分のオンデマンド製品の製造以外の目的に使われるのは嫌」と「その他」の選択者と無回答者を除いた243名（約78%）の人が、何らかの対策を講じれば、個人情報を二次利用されてもいいと考えていることになる。

したがって、十分なセキュリティ策を施し、利用者の合意を得ることによりデータの二次利用は可能と思われる。

## 第2章 店舗等で簡便に個人の人間特性を測定する計測技術の調査

店頭で簡便に個人の人間特性を測定する計測技術について、現状・実施例・技術課題・今後の見通し等の調査を行った。

### 2.1 人体特性計測技術の研究動向

#### 【文献調査】

人体特性計測技術の研究動向を把握するために既往の研究開発事例について文献調査・精査を行い、本調査研究に関係が深いと思われる以下の2本が抽出された。

表3-2-1 文献抽出結果一覧

番号	タイトル	著者
D2-	A new approach to 3D body scanner	W. Yu, R.Ng and S. Yan
D2-	Human Shape Analysis: Applications and Methods in Clothing Applications	Graham Hutton

#### 【特許調査】

文献調査では人体測定技術や装置について該当するものをあまり抽出できなかったが、本調査研究に関連すると思われる特許を抽出すると、興味深い技術がいくつか見られた。抽出結果一覧を表3-2-2に示す。

表3-2-2：特許抽出結果一覧

番号	発明の名称	特許番号	出願人
1	距離測定装置	特許 1599757 号	浜松ホトニクス
2	距離測定装置	特許 1719813 号	浜松ホトニクス
3	3次元形状計測装置	特許 1860472 号	浜松ホトニクス
4	足の測定および履物のサイズを決定するシステム	特許 2989664 号	フットイメージテクノロジー
5	形状測定装置の測定原点探索方法	特開 2000-298014	リコー
6	3次元データ取得装置および3次元データ取得方法	特開 2000-321050	ミノルタ
7	立体表面計測方法および装置	特開 2001-264035	ネットワーク
8	身体計測装置と身体着用物製造方法	特開 2001-324312	太田哲夫
9	3次元形状データ生成装置	特開 2002-098521	ミノルタ
10	人体モデル作成装置およびその方法ならびに人体モデル作成プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体	特開 2002-183758	東洋紡
11	測定装置	特開 2002-214100	清野慧

これらの発明は、人体の形状の計測装置または測定原理に関するもので、従来の装置・方法よりも高速かつ正確に計測結果を得るための研究成果を反映したものである。

特許として公開されているものは、計測精度を上げるための方策として、複数の計測装置を組み合わせるか、単一の計測装置で済むようにして計測器または計測対象を移動（回

転) させて行うような技術である。

#### 【ヒアリング調査】

実環境での人体特性計測技術について、計測技術の研究を行っている研究機関・企業を訪問し、ヒアリングを実施した。

その結果、実環境での人体特性計測技術の応用としては、いくつかの企業では計測装置を店頭に置きサービスを提供しているが、全身・足を計測するものが中心で、顔の計測はまだオーダーメイドの眼鏡フレームに行われている程度である。一方で、高速計測が可能な足や全身用の三次元人体形状計測装置の開発・導入が進められている。測定装置の普及のためには、操作や運用上の改善のための技術開発が必要である。

また、計測時に隠れ部位の処理及び補間の技術的課題がある。隠れ部位専用のセンサを設置すれば計測可能となるが、それだけ装置が大きくなったり被測定者への負担が大きくなるため、さらなる研究開発が望まれる。

一方、実環境、装置自体の大きさも考慮しなければならない。店舗内に設置するのであれば、それだけ売り場面積を占有するわけであるから、あまり大きいと毛嫌いされるであろう。さらに普及に際して最も切実な課題はコストの低減であろう。実際に店舗に設置して採算が取れるのかという視点で判断した場合、300万円程度以下でないとなかなか普及しにくいとの意見があった。

## 2.2 実用化されている製品の現状

三次元人体形状計測については、近年、仕様を限定することで、低価格・省スペースの計測装置が提供されるようになってきた。製品化され国内で入手可能な人体特性計測装置は以下の通りである。なお三次元物体の計測・デジタル化を行う装置は他にもあるが、計測精度は高いものの計測範囲が狭いなど人体の計測を想定していないものは除いた。

表 3 - 2 - 3 : 国内外の人体用三次元計測装置一覧

	製品名	メーカー
	ボディラインスキャナ	浜松ホトニクス
	Danae-S	NECエンジニアリング
	Danae-R	NECエンジニアリング
	INFOOT	アイウェアラボラトリー
	InSpeck-3D	InSpeck
	VIVID	ミノルタ
	Voxelan	浜野エンジニアリング
	三次元足型自動計測器	三洋電機
	WHOLE BODY 3D SCANNER	Cyberware
	VITUS 3D Body Scanner	Human-solutions
	Body Measurement System	TC <sup>2</sup>
	SYMCAD Size Match	Telmat Industrie

ボディラインスキャナ（浜松ホトニクス社製）

光学式三角測量法を採用しているため非接触で計測することができ、被測定者に拘束による不快感を与えない。また計測時間と計測精度の組み合わせを変えることで用途に応じた使い方をすることができる。すなわち詳細な測定データがほしいときには計測時間を多くとって計測し、一方で、被計測者が高齢者や子どもであるなど、計測時間中静止姿勢をとり続けることが負担になる場合には計測精度を下げて計測時間を短くすることができる。



図 3 - 2 - 1 : ボディラインスキャナ装置外観



Danae-S (NECエンジニアリング社製)

多眼正弦波格子位相シフト法の応用により、計測対象表面(全身)の凹凸を約5秒で精度1mmの水準で計測することが可能である。

また製品名に「スタイルシミュレータ」とあるように、計測したデータを用いて三次元グラフィックスとして表示・採寸し、理想・目標とするサイズや体重を入力することで体型(ボディーライン)のシミュレーション結果を表示する機能を持つ。



図3 - 2 - 2 : Danae-S 装置外観

Danae-R (NECエンジニアリング社製)

多眼正弦波格子位相シフト法の採用により高速に計測できることを利用して、計測対象(顔用)の同一ポイントを複数回自動計測することで測定によるノイズを除去、より精度の高い計測を可能にしている。またキャリブレーションも不要なため被計測者への負担を軽減することができる。

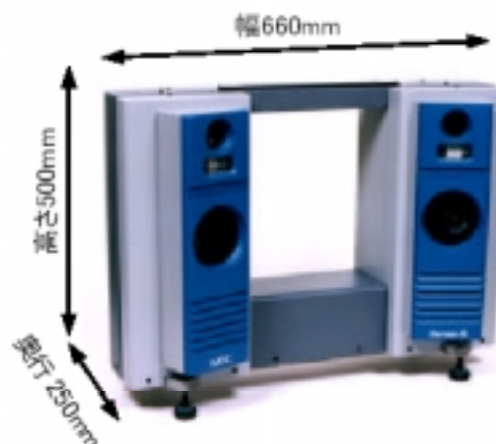


図3 - 2 - 3 : Danae-R 装置外観

INFOOT（アイウェアラボラトリー社製）

8台のカメラを利用する低価格な足形状計測装置である。足裏を含む足の形状と解剖学的特徴点を同時に計測し、約20項目の自動採寸データを出力する。また、産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究ラボと共同開発した「足の三次元モデル」を自動生成でき、さらに、その個人差をFFD法（Free Form Deformation法）で定式化し、それに応じて靴型を変形するソフトウェアを実装している。国内外の研究機関や小売店舗で利用されている。



図3 - 2 - 4 : INFOOT 装置外観

InSpeck-3D（カナダ：InSpeck社製）

カナダのLAVAL大学が開発した独自の光学技術を応用している。0.3秒で計測対象の物体を計測・デジタル化することができる。本体の躯体が小さく、1台で計測できる範囲は小さいが、複数台を組み合わせることで、人体全身のデータを把握することができる。



図3 - 2 - 5 : 3D Capturor 装置外観

VIVID（ミノルタ社製）

CCD カメラによる受光データを回転フィルタで分光することにより、距離データと同一 CCD により 640×480 点のカラー画像データを得る機能も装備している。

さらに一度の操作ではデータを取得することが困難であった明るい色と暗い色が混在している測定対象であっても走査することができる。



図 3 - 2 - 6 : VIVID 装置外観

Voxelan（浜野エンジニアリング社製）

複数の CCD カメラによって、それぞれ高精度計測を行い、画像を合成することで全身の形状を構成する。同時に輝度測定を行うので人体に貼ったマーカーを測定し解析に利用することも可能である。

標準的な装置を備えた HEW-1800 を基本として、CCD カメラを 2 台とし測定対象を回転させることで全体を計測する HEW-1100、反射鏡を利用することで計測距離を短くして装置全体をコンパクトにした LPW-1800 も提供されている。



図 3 - 2 - 7 HEW-1800 装置外観

### 三次元足型自動計測器（三洋電機）

3D スキャナーで足首から下の甲、踵、つま先、足裏等の6万個所を計測する。計測データから足の立体形状を表示し、独自の足型分析ソフトウェアにより足長、足囲、アーチ長等を提示する。準備時間を除き、計測から足の3D表示まで片足13秒でできる。



図3 - 2 - 8 3DCapturor 装置外観

### WHOLE BODY 3D SCANNER (Cyberware)

Cyberware 社はスタンフォード大学と共同で、ミケランジェロの彫像作品を三次元計測してデジタル化する、Digital Michelangelo Project を進めており、その技術は高く評価されている。また同社はこの他に頭部の形状と色彩を計測する Head & Face Color 3D Scanner システムや Model Shop Color 3D Scanner システム、小さい物体の三次元計測を行うための Mini Model Shop Color 3D Scanner や Desktop 3D Scanner システム及びこれら进行操作するためのソフトウェアなども提供している。スキャナヘッドはヘリウムネオンレーザー発光部と受光カメラから構成され、250 ミクロンの解像度で計測することが可能である。



図 3 - 2 - 9 Model WB4 (左)・Model WBX (右)

### VITUS 3D Body Scanner (Human-solutions)

スリット状のレーザー光で測定対象を走査し、その反射光を CCD カメラで受光した結果を三角測量の原理で測定している。システムに添付される ScanWorX というソフトウェアで操作し、取得した後のデータの処理を行う。VITUS / Pro では必要に応じて受光カメラを 4 台・8 台・16 台と追加して、より高い精度を求めることができる。一方 VITUS / smart は店舗等で頻繁に利用することを想定し、カメラも 1 台とし、シンプルな構造となっている。

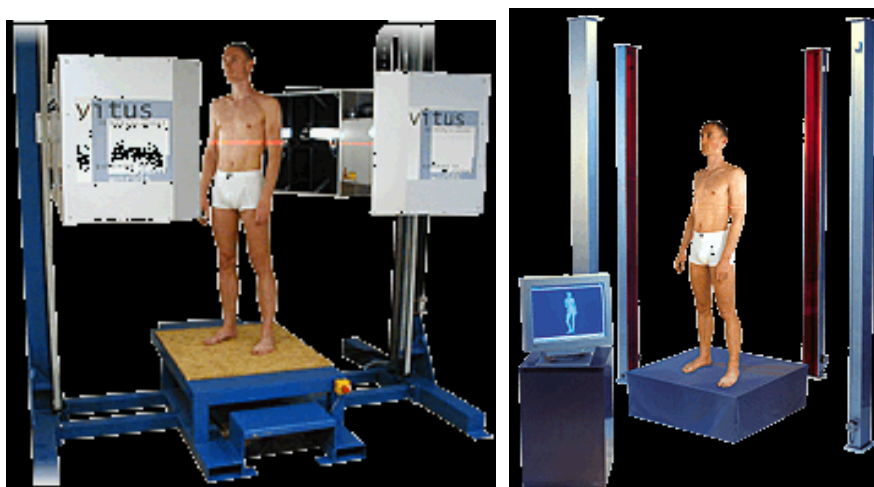


図 3 - 2 - 10 VITUS / Pro (左)・VITUS / smart (右)

なお、Human-Solutions 社は 2002 年 10 月にテクマス（Techmath AG）社の人体計測関連部門が独立して設立された企業である。

#### Body Measurement System（TC<sup>2</sup>社）

スリット状のレーザー光で測定対象を走査し、その反射光を CCD カメラで受光した結果を三角測量の原理で測定している。ただし位相の異なる 4 種類の光を 4 台のカメラで受光し、その結果を解析して三次元データを構成する点が特徴的である。



図 3 - 2 - 1 1 Body Measurement System

#### SYMCAD Size Match（Telmat Industrie社）

モアレトポグラフィを用いている。SYMCAD Size Match は衣服製作用の採寸装置という位置づけを強く打ち出しており、Opti Fit という連携して稼動するソフトウェアを利用することで CAD データとして利用したり、Master Tailor というソフトウェアでは顧客の体型のゆとりを考慮しながらサイズとカット案を提示することができる。



図 3 - 2 - 1 2 SYMCAD Size Match

## 2.3 まとめ

「店頭等で、簡便に個人の間人形状・特性を測定する」ためには、基本的に非接触・被拘束で計測することが想定され、これにより、光(レーザー)を利用した計測方法となる。この受光装置及び受光結果から計測データを抽出する部分の装置技術・処理アルゴリズムに関する研究は多く行われているようである。ただしこれらは論文という形で発表されるのではなく、特許や具体的な装置として実装するという形で行っているようである。そのため、関連する特許の項目や計測装置に関する項目と比較して、文献として公表されているものが少なくなっているものと思われる。

その中で、共通して挙げられていた人体計測の技術的課題は、非接触・非拘束で、かつ専門家ではない一般店員が顧客に負担を与えずに人体の形状計測ができる技術が求められることと、腋の下・股間・女性のバスト下部など、特に光学的な手法で身体計測した際に、受光部分から見え隠れてしまう部位の計測及び補間をどのように処理するのかという点である。腕をあげてもらうことで胸の下部の計測を行うというような運用でこの問題を回避するという方策も採られているようであるが、この腕をあげるという動作のために胸の近辺の形状が変化してしまうという別の問題も発生してしまう。また隠れ部位専用のセンサを設置すれば計測可能となるが、それだけ装置が大きくなったり被測定者への負担が大きくなったりすることも考慮する必要がある。

国内の人体計測用の計測機器メーカーは10社程度であり、全身用のものとしては、ボディラインスキャナ(浜松ホトニクス) Voxelan(浜野エンジニアリング) Danae-S(NECエンジニアリング)がある。ボディラインスキャナは下着の店舗で使用されている。Voxelanには国家プロジェクトで開発された高速計測版(1.8秒)があるが、大型のため店舗での使用は不向きである。足の簡易な三次元計測器(三洋電機、アイウェアラボラトリー)が、靴店舗でオーダーメイド向け等に活用されている。前者は250万円、後者は150万円程度で可搬型である。店舗での対投資効果の点からは一層のコストダウンが必要とされる。

靴店舗における三次元計測は、計測自体は5秒程度ででき、形状寸法の表示も簡単に行えるが、特徴点へのマーキング等の準備に時間とある程度の技術を必要とする。店舗のイメージアップにもつながり、顧客の反応もいい。

実用上の課題として、実環境に設置する場合は、装置自体の大きさも考慮しなければならない。店舗内に設置するのであれば、それだけ売り場面積を占有するわけであるから、小型化が望ましい。また店舗に設置し、専門家ではなく普段販売を担当している店員がこの計測装置を操作することを考えれば、着衣のまま計測可能で、店員がマーキングをしなくてもすむ解剖学的特徴点を自動認識できる技術が必要とされる。

課題の中で最も切実なものは、コストの低減である。技術改善などで低廉化の方向にあるものの、全身の人体形状計測器では、まだ1台あたり800万円以上であり、実際の店舗での採算性を考慮した場合、300万円程度以下でないと言及しにくいと考えられる。



## 第3章 人間特性をデジタルモデル化し、それをネットワーク配信する

### 技術の調査

#### 3.1 人間特性のデジタルモデル化技術

人間特性のデジタルモデル化技術について、現状・実施例・技術課題・今後の見通し等の調査を行った。

##### 【文献調査】

人間特性のデジタルモデル化技術の研究動向を把握するために既往の研究開発事例について文献調査・精査を行い、本調査研究に関係が深いと思われる以下の11件を抽出した。

表3-3-1：文献抽出結果一覧

番号	タイトル	著者
	ポリウムモデルによる人体皮膚の一表現法	田中法博、河合利幸
	多方向振動入力を受ける人体のダイナミクスとモデリング	玉置元、吉村卓也
	CG 骨格モデルを用いた人体モデリング	有沢博 他
	人体3次元形状の利用技術	河内まき子、持丸正明
	局所的な剛体変換に基づく肩形状の記述法	吉村英也、美濃導彦 他
	2次元射影による点群データからの人体表面再構成	毛呂功、美濃導彦 他
	人体3次元形状のモデリングとブラジャー着用シミュレーションへの応用	黒川隆夫
	弾性モデルで表現された体組織を用いた人体の動作シミュレーション	稲葉洋、長谷川純一 他
	3次元形状モデルを用いたカメラワークプランニング	西山学、松山隆司
	3次元人体モデル中心処理	美濃導彦
	人体3次元形状を用いたブラジャー着用に伴う形状変化の分析と着用シミュレーション	大神晃、黒川隆夫 他

表3-3-1に抽出された文献によれば、人体特性をデジタルモデル化するための技術には、その用途にしたがって、身体の全体または部位の形状を再現するもの、表面の質感を現実的に再現を試みるもの、身体の動きを再現するものが挙げられる。動特性をデジタルモデル化する技術においては、骨格を基本にその接続関係をモデル化するアプローチと、関節を単位にその組み合わせで人体を構成するアプローチが見られる。またそれらを統合しようとする試みも見られる。

その一方で、身体の形状を忠実に再現するためではなく、体型矯正用の下着などを装着した場合のように、ある処置を施したときにどのように体型が変化するかをシミュレートする研究もなされていることがわかる。



### 【特許調査】

本調査研究に関連すると思われる特許を抽出すると、興味深い技術がいくつか見られた。抽出結果一覧を表3-3-2に示す。

表3-3-2：特許抽出結果一覧

番号	発明の名称	特許番号	出願人
	下着用3次元人体計測装置	特許第2868985号	マルコ テクノアーツ研究所 住金エスピックス
	複数3次元形態の平均形態生成方法及びその装置	特許第3106177号	工業技術院長
	3次元形状データ処理装置及びモデリングシステム	特開平11-188183	ミノルタ
	3次元形状データ処理装置及びモデリングシステム	特開平11-191162	ミノルタ
	三次元データ処理装置及び記録媒体	特開2000-251092	脳科学・ライフテクノロジー研究所
	人台の製造方法およびその装置	特開2001-140121	経済産業省産業技術総合研究所長 学校法人文化学園

旧来、主に用いられていた計測方法は、暗室に近い状態でレーザーを測定対象に照射し、その反射光をセンサで受け取り、その距離を測定することで対象表面の凹凸を把握するという原理であった。ここに抽出された特許は、基本的にこれを簡便化し、計測結果を即座にモデル化するための装置や計測方法に関するものである。逆に言えば、デジタルモデル化をしやすいためにはどのような計測データが得られればよいかを絞り、その処理を短時間で済むように工夫がなされた技術と、その成果としての装置と言える。

### 【ヒアリング調査】

人間特性のデジタルモデル化技術について、技術的な課題・実用化の事例・将来への展望等についてヒアリング調査を行った。

その結果、実環境で計測した結果をデジタルモデル化する技術は、計測装置から提供されるデータを三次元データとして再現するためのものであるから、計測装置にバンドルして提供されるソフトウェアが利用されることが多く、すなわち計測装置の操作と一体化して、取得したデータを三次元化しているものが多いことがわかった。しかしながら、それらのデータは機器固有のフォーマットであり互換性がないため、データの再利用ができない課題があることも判明した。

### 3.2 人間特性データをネットワーク配信する技術

#### 【文献調査】

人間特性データのネットワーク配信技術の研究動向を把握するために既往の研究開発事例について文献調査・精査を行い、本調査研究に関係が深いと思われる1件が抽出された。

表3-3-3：文献抽出結果一覧

番号	タイトル	著者
1	統合的な頭部医用画像のインターネット配信	木野屋美恵 他

抽出された文献は、頭部医療用の画像の配信についてである。数年前までは医療行為は対面で行うことが前提となっていたために法的に不可能であったが、昨今の状況の変化により、医療用データを転送して診断を行うことが可能となった。これを実施する際の問題点をまとめたのがこの文献である。

#### 【特許調査】

本調査研究に関連すると思われる特許の抽出を試みたが、人間特性データのネットワーク配信のセキュリティ技術に関しては、該当する特許は抽出できなかった。

#### 【ヒアリング調査】

人間特性データのネットワーク配信について、技術的な課題・実用化の事例・将来への展望等についてヒアリング調査を行った。

海外ではいくつか計測結果データを製造ラインに送信して製品を提供しているという事例があるが、わが国ではここまで進んだ事例はない。店舗等で人体特性計測を行っている企業については、計測結果データを自社のサーバーに蓄積してあるとのことであった。現在ではそれぞれの計測機器によって計測結果データファイルのフォーマットが独自形式を採用しているため互換性がなく、自由に流通して転用ということが難しいのが現状であり、同一企業の異なる店舗での利用は可能であっても、現状では自分の計測データを自分で保管しても他の店舗で利用できない可能性が高いと言える。皮肉なことにファイルの互換性がないという事態によって他への流通が防がれているという一面があるとの指摘もなされていた。

また、個人の人体計測データは個人情報のため、これを保存するか消去するかを選択を個人が行うべきであろうとの意見があった。

【世界各国の個人情報関連保護法制度】

個人情報の扱いについて各国では以下のような取り組みがなされている。

表：3 - 3 - 4：世界各国の個人情報関連保護法制度

国・機関	法律・規定名
OECD	プライバシー保護と個人データの国際流通についてのガイドラインに関するOECD理事会勧告（1980）
EU	個人データ処理に係る個人の保護および当該データの自由な移転に関する欧州議会および理事会の指令（1995）
イギリス	データ保護法（1984、1988年）
フランス	情報処理・データと自由に関する法律（1978）
ドイツ	連邦データ保護法（1977、1990）
米国	（包括的なプライバシー保護法案はない）
韓国	公共機関における個人情報保護に関する法律（1994）
シンガポール	（包括的なプライバシー保護法案はない）
日本	（包括的なプライバシー保護法はない）

（１）OECD（経済協力開発機構）

制定されている法律や規定としては「プライバシー保護と個人データの国際流通についてのガイドラインに関するOECD理事会勧告」（1980）がある。データを収集する際には、まずデータ収集の目的が明示され、そのことを測定時またはそれ以前に説明し、被験者が納得した上で測定すること、及びその明確化された目的以外に使用しないことが求められている。

（２）EU

制定されている法律・規定としては「個人データ処理に係る個人の保護および当該データの自由な移転に関する欧州議会および理事会の指令」（1995）があり、EU加盟国は1998年10月14日までに当指令に沿った国内法を整備することを要請されている。

（３）英国

制定されている法律・規定としては「データ保護法」（1984、1988年）があり、官民双方を対象としたデータ保護を規定している。データ主体の同意または契約の履行時にのみ処理されること・明示された適切な目的に対する処理のみ可能であることを規定している。

（４）フランス

制定されている法律・規定としては「情報処理・データと自由に関する法律」（1978）があり、英国の「データ保護法」と同様、官民双方を対象としたデータ保護を規定している。

（５）ドイツ

制定されている法律・規定としては「連邦データ保護法」（1977、1990）があり、官民双方を対象としたデータ保護を規定している。原則として書面による当事者の同意がなければデータの処理・利用は禁止されている。

( 6 ) 米国

包括的なプライバシー保護法案はなく、個別分野ごとに「金融プライバシー権利法」「公正信用報告法」「ビデオプライバシー保護法」「有線プライバシー保護法」「家庭教育の権利とプライバシーに関する法」「運転者プライバシー保護法」「電話利用者保護法」「情報の自由法」などが制定されている。

( 7 ) 韓国

制定されている法律・規定としては「公共機関における個人情報保護に関する法律」(1994)があり、公的部門を対象としたデータ保護を規定している。本法律では個人情報の収集・ファイルの保有を制限し、データ主体による個人情報の開示請求を認めている。

( 8 ) シンガポール

シンガポールには包括的なプライバシー保護法案はないが、個別の分野・対象によってデータ保護の枠組みが制定されている。

( 9 ) 日本

わが国には包括的なプライバシー保護法は、現時点ではなく、「個人情報保護に関する法律」の法案が審議を待っている段階である。

国家行政機関に関しては「行政機関の保有する電子計算機処理に係る個人情報保護に関する法律」(1988)があるが、民間におけるデータ取得とその利用については現在、それを規定する法的枠組みがない。

### 3.3 まとめ

人間特性をデジタルモデル化し、それをネットワーク配信する技術について調査を行った結果、三次元人体計測装置の開発と比例して、人体形状および特性のモデル化技術も多角的に研究が進められている。

人間特性をデジタルモデル化する技術については、身体形状の再現、表面の質感の再現、身体の動きを再現するものがあげられる。この内、動特性については、筋骨格系を反映した自然な動きの再現ができていない。人体形状のデジタルモデル化については、製品に対応した足、膝、顔・頭部、トルソー（体幹部）の各部位や全身のデジタルモデル化が進んでいる。大型の三次元計測器ではカメラを増やすことによりある程度解決策がとられているものの、脇の下や顎の下等の隠れ部位の補正が課題である。そしてそれを実装した計測装置及びその計測装置によって測定されたデータを用いてモデル化する装置・システムも見られる。しかし、デジタルモデル化装置は通常、計測装置とバンドルしているため、異なる装置とのソフトやデータフォーマットの互換性を図る必要がある。

人間特性データのネットワーク配信技術についてであるが、運用上・通信上のセキュリティ確保という課題はあるが、それが人間特性データであることによる固有の問題や、固有の装置・技術というものは見られない。文献調査・特許調査を行っても、該当するものが見られなかった。ヒアリングにおいても、一般的なデータのセキュリティ確保という課題が指摘された。

靴の店舗において、顧客の了解が得られた三次元計測データを店舗で保存している例がある。本社部門や第三者機関によるデータベースの集中化による、製品開発等への活用が課題である。

しかしながら、個人情報の電子データの扱いについては、海外（特にEU）では官民双方に対する法律が整備されている。国内においては、個人情報保護法案が提出された段階であり、早急な法的対処が望まれる。

## 第4章 個別適合製品の構成技術・仮想提示技術の調査

個別適合製品の構成技術・仮想提示技術について、現状・実施例・技術課題・今後の見通し等の調査を行った。

### 4.1 個別適合製品の構成技術

適合製品を製造する場合、個人の体型を三次元計測し、そのデータをもとに服や靴のCAD上での設計(デザインや色も含めて)および型紙等への変換を行う手順が必要となる。これまでの技術では、服に関してはアパレルCADと呼ばれる分野のCAD製品があり、コンピュータ上でのアパレルデザイン支援を行うソフトで、複数の部品(襟、ポケット、生地や柄など)を選択していけば画面上に服が完成し、その服に対して型紙の製作まで行ってくれるものがある。しかし、これらのCAD製品では、あらかじめ決められた大量生産品のサイズ(S,M,Lとか9,11号など)がインプットされており、それらに対してのサイズ変更や微調整は比較的簡単にできるものの、個別形状への対応はされていない。個別対応を行う場合、顧客によって体型は様々であるため、三次元的に機械計測されたデータから個別に服や靴などの設計が行うことが必要となる。これらの個別適合製品の設計・構成技術に関する調査を行った。

#### 【文献調査】

デジタルモデル化技術の研究動向を把握するために既往の研究開発事例について文献調査・精査を行い、本調査研究に関係が深いと思われる以下の5件が抽出された。

抽出結果一覧を表3-4-1に示す。

表3-4-1：文献抽出結果一覧

番号	タイトル	著者
1	人体3次元モデルに基づく体形特徴の抽出と表示	森直子、黒川隆夫 他
2	人体形態の解析と衣服設計への応用に関する研究	松山容子
3	Functionality and Personalization. Importance of Design Aspects and Methodological Approach	A. Garcia, R. Porcar, A. Bataller, A. Page, A. Martinez, J.C. Gonzalez
4	Virtual reality and CAD/CAM systems applied to custom shoe manufacture on a mass market basis	Marco Sacco, Giampaolo P. Vigano, Ian Paris
5	A fit metric for footwear customization	Ameersing Luximon, Ravindra S. Goonetilleke, Kwok-L. Tsui

抽出した国内論文は、人体形状モデルの曲線・曲面化による簡略化と、三次元的に型紙を作成して衣服設計を行うものの2件であった。人体形状を測定した場合、分解能が細くなるほど1体あたりのデータ容量が増え、表示も含めた処理が複雑になってしまう。点データの集まりを曲面近似させることで、データ容量の削減が可能となり、型紙設計などのCAD上にてデータの扱いが簡単になる。

海外文献は、すべて靴についての個別適合設計に関するもので、三次元測定器のデータをそのまま使用して設計を行うのではなく、機能や要素などを加味して、よりフィット感のある製品の設計を行う方法について述べている。

#### 【特許調査】

本調査研究に関連すると思われる特許を抽出したところ以下のような結果が得られた。

表 3 - 4 - 2 : 特許抽出結果一覧

番号	発明の名称	特許番号	出願人
1	3次元形状モデルからの衣類の型紙作成方法	特開平 8-246219	東洋紡績
2	組立構造体の着装状態解析方法ならびに衣料服飾品の製造方法および製造支援装置	特開 2000-3383	東レ
3	セミオ ダ 靴製造方法	特開 2001-208	山中スポーツ
4	3次元形状設計方法と装置	特開 2002-92051	産業技術総合研究所

抽出した特許は、服・靴の製造において個別適合製品を実現する場合に、三次元人体形状モデルをどう用いるかに関するものである。

#### 【ヒアリング調査】

適合製品設計について研究・開発を行っている研究機関・企業に現状技術および将来性等についてヒアリングを実施した。

その結果、CAD を用いて作成されたパターンに基づいて型紙を製作する CAM 装置はかなり普及が見られるものの、布や皮革を切断する自動裁断機はまだ普及には至っていない。デジタルモデルデータから製品設計を行う研究は近年行われるようになってきたが、設計と製造との間の十分な連携ができていない。製造に関するノウハウを十分に設計に反映できていないということも一因と考えられる。

#### 【海外の技術開発動向】

適合商品の仮想提示技術と適合製品設計について、人体形状測定から製品の製造までの一貫したマスカスタマイゼーションシステムの実現を目的としたプロジェクトとして EU の E-tailor プロジェクトがある。

これは個人に適合した服を提供するために、新しいバーチャル販売サービスなどの販売システムについても開発を行っている。

表3 - 4 - 3 : E-Tailor プロジェクトの概要

<b>プロジェクト名</b>	E-TAILOR
<b>対象</b>	Integration of 3D Body Measurement, Advanced CAD and E-Commerce Technologies in the European Fashion Industry
<b>代表機関</b>	European Apparel and Textile Organisation (Belgium)
<b>代表者</b>	Constantin Carl
<b>ファンド機関</b>	EC IST FP-5
<b>構成国</b>	Belgium, Spain, Ireland, France, Germany, UK, Switzerland, Greece
<b>実施期間</b>	2000/01 ~ 2002/12
<b>URL</b>	URL : <a href="http://www.atc.gr/e-tailor/">http://www.atc.gr/e-tailor/</a>



## 4.2 人体特性データを用いた個別適合商品の仮想提示技術

個別適合商品を購入する場合、大量生産品と異なり、体にフィットするだけでなく、自分の好みに合った色やデザインの選択が必要となる。本調査研究でいうところの人体特性データを用いた適合商品の仮想提示技術は、顧客の三次元計測された詳細な人体形状（眼鏡なら顔形状、服なら体形状、靴なら足形状）データを用いてコンピュータ画面上に人体モデル（Avatar）を作り出し、そのモデルに眼鏡、服や靴を試着させ、三次元的にあらゆる角度で色やデザインの見え方などを顧客が確認することで、購入前の不安感を取り除くものである。また、服や靴のサイズも人体モデルと同じ縮尺で詳細に三次元モデル化され、仮装試着によって顧客本人が試着したときと同様に体にあっているかどうかのフィット感が表現されることで、サイズに対する適合具合も確認できることが望ましい。以下、人体特性データを用いた適合商品の仮想提示技術に関する現状と今後の見通しについて調査した。

### 【文献調査】

人体特性のデータを用いた個別製品の仮想提示技術の研究動向を把握するために既往の研究開発事例について文献調査・精査を行い、本調査研究に関係が深いと思われる以下の4件が抽出された。

抽出結果一覧を表3-4-4に示す。

表3-4-4：文献抽出結果一覧

番号	タイトル	著者
1	身体の計測、モデリングと着装シミュレーション	美濃導彦、坂口嘉之
2	適合メガネフレーム開発を目的とした3次元顔形状分類	持丸正明、河内まき子
3	A Platform for Fashion Shopping with Individualized Avatars and Personalized Customer Consulting	Henning Hinderer, Thorsten Gurzki, Uwe Rotter
4	Applications of KANSEI engineering to personalization: (practical ways to include consumer expectation into personalization)	R. Porcar, M. Such, E. Alcantara, A. Garcia, A. Page

抽出された国内文献は、バーチャルに服を着装して、実際に購入者が着用したときの服の質感や動きをシミュレーションにてリアルに確認することができる技術と、従来のサイズ分類よりもフィット感のあるメガネの開発のための顔形状の分類に関するものの2件であった。仮想提示技術に関しては、人体形状の計測装置がまだ広く普及していないため、計測器および計測されたデータを用いたサービスも製品の製造に利用されているのに留まり、具体的な購買を促すサービスはこれからと思われる。

海外文献は、商品選択システムに関するもので、商品の選択に感性工学を利用したり、色々な個別情報から最適なものを提示するコンサルタント機能についてである。

### 【特許調査】

本調査研究に関連すると思われる特許を抽出したところ表3 - 4 - 5のような結果が得られた。

表3 - 4 - 5 : 特許抽出結果一覧

番号	発明の名称	特許番号	出願人
1	型紙の組立形状視覚化方法および装置	特開平 5-266149	旭化成
2	データ立体化装置及びデータ立体化プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体	特開 2001-117963	ゲンゼ
3	仮想形態生成装置及び生成方法	特開 2001-344616	経済産業省産業総合研究所長

抽出された特許は、サービスに関するものではなく、データを三次元的にどう表現するか  
の技術に関するものであった。3件中2件はここ数年の公開であるため、今後これらの  
技術やサービスに関する出願が今後多くなるものと考えられる。

### 【ヒアリング調査】

適合商品の仮想提示技術について研究・開発を行っている研究機関・企業に現状技術お  
よび将来性等についてヒアリングを実施した。また、適合商品の仮想提示について民間企  
業の取り組み（実用例）についてインターネットによる調査を行った。

その結果、現在の技術では、衣服や眼鏡については、画像やモデル化した人体に装着し  
たイメージを表示するということが可能ではあるが、それをどこまで消費者に提供するか、  
どのようなサービスが必要かによって、システムを個別に構築しなければならず、十分に普  
及していないということがわかった。

#### デジタルファッション（DressingSim AZ）

DressingSim AZ は、型紙設計用のソフトウェアで、パソコン画面の右半分に二次元の  
衣服型紙を表示し、左半分にはその型紙から作り出される衣服を三次元人体モデルに着せ  
た状態をシミュレーションで表示できる。

#### ベネトン

Web サイトにて商品のカタログやコーディネートを確認できるサービスを行っている。  
このシステムは、デジタルファッション(株)にて開発した HAOREBA を用いている。  
HAOREBA は、予め登録しておいたファッションアイテムをパソコン上で、マネキンに着  
せることができるシステムで、シャツの上にジャケットをはおったり、衣服やアクセサリ  
を身に付けてから、360度くると回って、サイドや後ろ姿の確認もできる。

### パリミキ

眼鏡の選択に仮想提示技術を利用している。店頭で行うものと、顧客が自宅など店外でインターネット上にて利用できるものの2種類のサービスを行っている。店頭でのオリジナル眼鏡合成サービスでは顧客の顔をカメラで撮影し、コンピュータ上にてオリジナル眼鏡を作成する。インターネット上での眼鏡選択サービスでは、顧客の顔の特徴や、用途、目的、好み、感性など心理的要素まで分析し、ベテラン販売員のように最適なメガネを提案する機能を持っており、自分の顔画像を用意することで、その写真画像に直接メガネをあわせることも可能である。

### ビジョンメガネ

インターネット上で特別な治具を用いることなく視力等を測定（自己視力測定）するサブシステムと、選択したフレームやレンズを仮想的に試着し調整（バーチャル試着）するサブシステムから構成されるサイトを提供している。

## 4.3 まとめ

個別適合製品の構成技術・仮想提示技術について調査を行った結果、両技術ともに近年研究開発が活発化してきている。三次元モデルから商品設計を行う技術は10年ほど前から研究されてきたが、近年のコンピュータの高機能化・低コスト化および三次元計測器の高機能化によって、急速に研究が行われるようになった。

オーダーメイド靴の店舗で、三次元計測器による人体形状データから、顧客に最適な靴のパターンを選択し、数100種類用意された試し靴により顧客の好みや要望を取り込んでいるところがある。このアナログ的な履き心地が靴の仕上がりを決定する大きな要因になるため、顧客の感性をどうデジタル化するかが大きな課題である。

個別適合製品の仮想提示技術では、顧客の身体データを基に、デジタル設計された個人の適合製品を提示する事例は、現状では見あたらない。コンピュータ上のマネキンに着せ替えを行い、顧客の好みに応じた組み合わせを選択できる衣服がアパレルメーカーのWebで利用されている。メガネの店舗で、三次元計測した画像を基に、オーダーメイドの眼鏡フレームの装着状態をモニターできるサービスを行っているところがある。服・メガネ・靴などを使用した場合のシミュレーションの可視化は技術的に可能であるが、ここでも、仮装試着の着心地や履き心地、ファッション性等の顧客の感性をどう再現するかが課題である。全身の仮想提示については、個人のリアルな体型ではなく、理想的なマネキンの方が購買意欲が増すと意見もある。

人体モデルデータから製品設計を行う研究はあまり行われていない。設計と製造との連携がうまくいっていないため、製造に関するノウハウを十分に設計時に反映できていない。海外では、EUの衣服のマスカスタマイゼーションを目的とするE-Tailorプロジェクトが行われている

個別適合製品構成技術では、

- ・CADでのスムーズな処理を行うための1体が数10Mbにもなるデータ容量の削減
- ・測定時の隠れ部位の補正や削減

- ・姿勢によって変わる人体形状への対応
- ・CADデータの互換性（現状は、測定器が異なればデータフォーマットも異なる）

など、人体モデルデータを設計に利用するためだけでも、まだ解決しなければならない問題は多い。また設計時に、様々な人体形状に対する個別設計を行うためには、人体モデルデータのどの部分を利用すれば効率的な設計を行えるか等の課題についても今後検討が必要である。

個別適合製品の仮想提示技術では、

- ・商品のデザインや色が顧客の希望するものかどうかをオンラインでもできるようにバーチャルに試着することで選択の手助けをする
- ・顧客の人体形状を用いて、バーチャルに商品のフィット感をあらわす

の2つの目的があるが、顧客が不愉快にならずに商品選択・購入ができるようにすることが必要と思われる。

## 第5章 個別に構成された製品やサービスを、大量生産とは異なる技術で、低コストかつ迅速に製造・提供する技術の調査

利用者特性に応じた製品の個別製造技術・生産機械の現状・実施例・課題・今後の見通しについて調査した。

### 5.1 利用者特性に対する個別製造技術・生産機械の現状

オンデマンド製造やマスカスタマイゼーションという用語が、欧米を中心として聞かれるようになり、アメリカではリーバイストラウスやナイキが個人向け商品の販売サービスを開始している。しかし、この2社についても三次元計測器（リーバイストラウス）や、好みのデザイン選択（ナイキ）は行っても、製造は手作業によっている。個別製造技術についての明確な定義がされていないのが現状である。

#### 【文献調査】

利用者特性の対する個別製造技術の研究動向を把握するために既往の研究開発事例について文献調査・精査を行い、本調査研究に関係が深いと思われる以下の7件が抽出された。抽出結果一覧を表3-5-1に示す。

表3-5-1：海外文献抽出結果一覧

番号	タイトル	著者
	PROCOS - Interlinking Product, Content and Service as a Revolutionary Strategy for Mass Customization	Doerte Hartmann
	Process Planning and Scheduling for Mass Customized Shoe Manufacturing	A. Zangiacomi, Z. Liao, M. Sacco, C. R. Boer
	The future of shoe mass customization as a perfect merge of old and new economy: the EUROShoE project	Claudio R. Boer, Sergio Dulio
	The road to shoe mass customization calls for increased flexibility: the SPI 6 project	Sergio Dulio, Claudio R. Boer
	Enabling IT for the process management of mass customization -towards the extended user oriented shoe enterprise	Hans-Jorg Bullinger, Frank Wagner, Mehmet Kurumluoglu, Andreas Broecker
	The application and Development of Tailor-made Production Mode at San Mao Group	Ge Jin Ru ,Sun Yan
	Beauty of mass-customization: Design-sell-produce with zero stock	Ken Chew Tan

抽出した文献は全てEUまたは香港からのものであり、どちらもマスカスタマイゼーションに関する研究やプロジェクトが盛んな地域である。また、EUからの発表はほとんど何らかのプロジェクトに関するものであった。文献は、靴のマスカスタマイゼーションに関するもので、SPI6プロジェクトで実施している研究内容については、目的から製作

したテストベッドまで詳細に記述されている。

#### 【特許調査】

本調査研究に関連すると思われる特許を抽出したところ表3 - 5 - 2のような結果が得られた。

表3 - 5 - 2：特許抽出結果一覧

番号	発明の名称	特許番号	出願人
	自動衣服検査及び測定システム	特許第 316077 号	リーバイストラウス
	履物フィッティングシステム	特表 2000-502914	ナイキ
	衣類製造用データ処理システム	特開 2000-123058	浜松ホトニクス
	衣料・服飾品の縫製システム	特開 2001-11724	東レ
	人体形状適合用具開発装置、人体形状適合用具製造方法及びその記録媒体	特開 2001-155042	ライオン
	衣類の3次元型紙データ生成方法、衣類の型紙作成方法、衣類の3次元型紙データ生成装置および衣類の型紙作成装置	特開 2001-329423	ワコール 日立製作所
	服飾シミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体、服飾シミュレーションプログラム、服飾シミュレーション装置、および、縫製データ生成方法	特開 2002-279014	東洋紡績

検索結果からは、個別サービスをすでに実現しているアメリカのリーバイストラウスやナイキが日本でも出願されており、ナイキは国内でもサービスを行っている。他の検索結果のほとんどはここ数年に公開されたものであり、服の型紙作成に関するものであった。現在、各企業ともに服の三次元データから実際に生地をカッティングする工程や縫製工程への研究が進んでいるものと推測される。

#### 【ヒアリング調査】

オンデマンド製造について研究・開発を行っている研究機関・企業に現状技術及び今後の見通し等についてヒアリングを実施した。

個別適合製品については、アジア諸国との付加価値等の違いをもたせる意味合いから期待は大きく、また個別適合製品の一貫生産では、消費者の満足を得るだけでなく、製造メーカーにも在庫の削減等の効果が期待できる。

具体的な製造方法については、例えば布地や皮革をCAMにてカッティングできる装置も技術的には可能になってきているが、対象の製品が異なればカッティングの方法も異なる。カッティング工程の前後の設計や縫製と合わせて、システムとして最適化する必要がある。

## 5.2 海外の技術開発動向

海外、特に EU においては、文献検索数にも表れているように、衣服や靴を対象としたマスカスタマイゼーションに関する国家的なプロジェクトが実施されている。その中でも、2001 年に始まった EUROShoE ( Extended User Oriented Shoe Enterprise ) プロジェクトが SPI6 プロジェクト ( 1994 年から開始された Italian Ministry of Scientific Research to foster the development of Innovative Manufacturing Systems ) からの発展として行われており、靴の製造の自動化に向けて研究を進めている。EUROShoE では、すでに靴の自動製造プラントのテストベッドに着手しており、全自動のマスカスタマイゼーションではトップレベルにあると思われる。

この EUROShoE プロジェクトは労働コストの安い国への移動等によるヨーロッパの靴産業衰退を回復するために始められた。このプロジェクトが目指すマスカスタマイゼーションは、靴の製造方法にウェイトがおかれている。靴の納品には 2 週間という目標を掲げており、それを実現するために製造に IT システムを可能な限り組み込む方針で進められている。

表 3 - 5 - 3 : EUROShoE プロジェクトの概要

プロジェクト名	EUROShoE (Extended User Oriented Shoe Enterprise)
対象	Shoe
代表機関	Istituto di Technology Industriali e Automazione(Italy)
代表者	-
ファンド機関	EC FP5 GROWTH
構成国	Italy, Spain, Portugal, Ireland, France, Germany,UK, Switzerland,Belgium
実施期間	2001/03 ~ 2004/02
URL	<a href="http://www.euro-shoe.net/">http://www.euro-shoe.net/</a>

### 5.3 まとめ

特許・文献・ヒアリング調査から、衣服や靴の個別適合製品製造技術として、CAD によるデザインや型紙設計、CAD と連携した型紙製作、生地自動裁断、生地プリント等を行う CAM が実用化されている。しかし、縫製・縫合・組み立て工程については、手作業が主であり職人の経験や勘に負うところも残されている。

オンデマンドサービス・製造に必要な様々な技術基盤が整いつつあるものの、部分的であり、設計から製造まで一貫した取り組みができていない。衣服では、CAD でデザインしたのから型紙を生成するカッティングマシン、型紙を作らず直接生地を裁断する自動裁断機がある。しかし、手作業が主の縫製プロセスに関しては、トータル的な自動化は今後とも難しい課題と考えられる。これには、型紙設計においても、デザイナー、パターンメーカー、製造メーカー各々に考え方の違いがあり、十分な連携ができていないことも一因と考えられる。しかし、ニット製品については、CAD と連携した縫製作業を必要としない全自動編み機が国内外で普及を拡大（2000 台）している、

靴の場合は、衣服に比較して高い精度が要求される。また、足の形状寸法は個人差が大きく、また左右異同、ヒール高の補正等があり、多種類の木型が必要となる。オンデマンドサービス・製造の基盤技術として、身体データに基づいた NC 加工による木型製作、型紙製作や皮素材のカッティングの自動化の検討が進んでいるが、靴の組み立て工程は複雑であり、手作業をいかに削減するかが課題である。

メガネフレームは多品種小ロットであるため、オンデマンドサービス・製造技術に対応しやすい。フィット性向上のために、顔のデジタルモデル分析によるフレーム設計を行った製品展開を行っているところがある。メガネフレームは店舗で個人適合の調整を行うことが通常であるため、フィット性が高い。

個別適合製品製造の実現には、自動化等による縫合・縫製プロセスの技術的な革新が必要である。しかし、縫合・縫製プロセスは手作業が主なため労働コストの安い中国等のアジア諸国に移転が激しく、技術開発のインセンティブが低下している。数 10 種類もあるミシンのように一つの機能に特化したものや CAD データを用いてカッティングを行う CAM 装置のように汎用性を持たせたため、逆に使用しづらい装置になっている等、縫製メーカーと製造機械メーカーとの十分な連携ができていない。

この現状を打破するためには、アパレル・靴などの商品メーカーと製造機械メーカーが一体になって問題点を解決していく必要がある。欧州では、官学民が一体となって、靴のマスカスタマイゼーションを目指した国家プロジェクト（EUROShoE）が実施されている。自動製造機械の開発を行う等、IT を利用した靴製造工程の全自動化を目指している。



## 第6章 調査研究の今後の課題及び展開

### 6.1 今後の課題

#### 6.1.1 技術課題

今後オンデマンドサービス・製造技術を確立するために、その要素技術である人体特性計測技術、人体形状モデル化技術、個別適合製品構成・仮想提示技術、個別適合製品製造技術について課題を列挙する。

人体特性計測技術については、計測精度、計測時間ともにわが国は世界のトップクラスにあるものの、まだ実用的な計測手法については確立しているとはいえず、衣服を着装のまま計測できないこと、腋・バスト下・耳裏等の隠れ部位の計測が精度よくできないことが課題として残っている。人体形状モデル化技術については、人体の特徴点を同定するためにランドマークを人体に貼付する必要があるが、この作業も依然として人手を介して行われている。個別適合製品構成については、個別の人体特性に合わせて製品を設計・構成し、その設計書を作成するためのCADシステムが確立されていない。知識やノウハウが断片化していること、製品に用いられる素材に天然素材が多く、その素材の材料特性を簡単に計測する技術が不足していることが原因である。これらを踏まえた上で、“着心地”や“履き心地”を計算機上で仮想評価する技術開発が必要となる。仮想提示技術は、単にユーザーに見せることだけでなく、具体的に提示することで、ユーザーが潜在的に持っているファッション感性を引き出す技術が必要である。材料特性などを踏まえ、よりリアルに提示する技術もさることながら、ユーザーの反応に応じて次候補を的確に選び出して紹介していく感性検索技術も必要である。個別適合製品製造技術については、デジタルデータによる型紙の自動裁断が可能になっているが、縫製・縫合・製靴等ノウハウを要する最終製造工程は部分的な自動機械があるものの手作業が主であり、トータル的な自動化については見通しが無い。

各要素技術の連携・統合の観点からは、人体特性計測技術と人体形状モデル化技術は一連の技術として確立しつつあるが、個別適合製品構成技術についてはその分野の職人のノウハウに負っているところもあり、自動化するためにはドメイン・オリエンテッドな知識の集積が望まれる。さらに、個別適合製品製造技術も含めた連携を考えると設計図面と製造図面のギャップを埋めるプロダクション・オリエンテッドな知識の集積が必要となってくる。

#### 6.1.2 実用化の課題

オンデマンドサービス・製造技術の実用化に向けて、人体特性計測技術、人体形状モデル化技術、個別適合製品構成・仮想提示技術、個別適合製品製造技術について課題を総括する。

人体特性計測技術、人体形状モデル化技術については、前述したように一連の技術とし

てほぼ技術基盤ができつつあり、低価格の人体形状計測装置も出始めているが、店頭で一般店員が顧客に負担を与えずに計測・モデル化するには、着衣のままの計測できること、計測方法および計測結果の判定に専門的な知識が不要なこと等の課題が挙げられる。個別適合製品構成・仮想提示技術については、スタイリストやシューフィッターには人体特性だけでなく製品・素材の知識・ノウハウおよびファッションとしてのコーディネート能力も要求され、これらの知識・ノウハウ・能力の電子化が当面の課題となる。個別適合製品製造技術については、技術課題とは別に安価で豊富な労働力を有するアジア圏各国の製造能力や低コスト製品との差別化が課題とされる。

次に衣服、靴、眼鏡の固有の課題について概括する。

まず、衣服のオンデマンドサービスの最大の問題点は、試着である。試着の目的は、サイズや着心地のフィット性を見るだけでなく、自分が着て見て色合いが似合うか、シルエットがどうであるかなど、ファッション的な感性に基づく評価を行う点にある。つまり、仮装的に試着してそのファッション性を評価するしくみの構築が課題となる。また、試着において自分自身が似合っていると判断した場合でも、他の人の目にどう映るか、もっと自分を良く見せる色合いがあるのではないか、コーディネートはどうすれば良いかといった、プロのスタイリストからのファッション性の評価とファッション性を高めるためのノウハウの取得・蓄積も重要な課題となる。

次に、靴のオンデマンドサービスにおける最大の問題点も試着である。しかしながら、衣服との違いは、着装に伴う変形が少ないため、試着の主目的が形態的・運動的なフィット性に置かれる点である。つまり、通勤・通学、運動、旅行、普段の買い物といった用途に応じた動的な適合性が大きな課題となる。また、「20%以上の人自分が合った靴を履いていない」と言われているように、自分自身で形態的・動的な適合性を評価することが困難なことも問題となる。よってシューフィッターのような専門家の知識・ノウハウの取得・蓄積とプロの目から見た適合性の評価手法の構築も課題となる。さらに、冠婚葬祭、パーティといった場合には、既に所有している衣服とのトータルコーディネートが必要な場合もあり、プロのスタイリストの知識の集積も衣服と同様に必要となる。

眼鏡の場合も同様に試着が問題となるが、本来の目的である視力補正については専用の機械とそれを運用するノウハウが普及しており、そもそもレンズは完全なオンデマンド製造となっているので特に問題とはならない。それよりも、眼鏡は装着者にとって衣服や靴より近い身体の一部でありその着け心地のフィット性と、顔がその人の印象を一番特徴付ける身体部位であるため、表情も含めたベーシックなファッション性が重要である。つまり、衣服や靴よりも精密な寸法適合性と表情の動きに合わせた動的適合性が基本的な課題となる。加えて、装着者が他の人からどう見られたいかといった、第三者の視点での仮想評価も今後の大きな課題である。

上記の技術的な課題に加えて、「オンデマンドサービス・製造技術」が今後市場に受け入れられ普及するためには、関連業界が手を組んで取り組みを行う必要があり、業界横断的な技術があるため、国が政策的に推進役を果たすことが重要である。

## 6.2 今後の展開と経済的波及効果

### 6.2.1 オンデマンドサービス・製造技術による創生市場

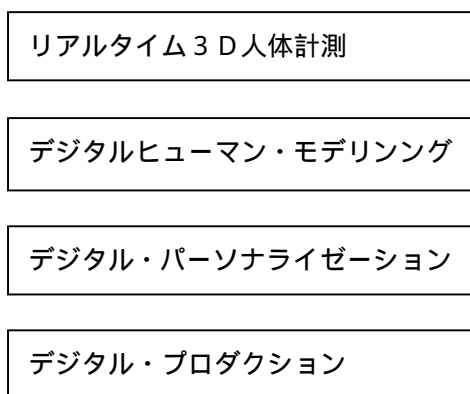
リアルタイム3D人体計測、デジタルヒューマン・モデリング、デジタル・パーソナライゼーション、デジタル・プロダクションを統合したオンデマンドサービス・製造技術の確立によって「個人の特性および嗜好に合った製品」を低価格・短時間で提供することが可能となる（このように提供される製品を「マス・カスタマイズ製品」という）。

マス・カスタマイズ製品は従来の大量生産品（既製品）とは異なり、オーダーメイドあるいはセミオーダーメイド製品に類するものであり、オンデマンドサービス・製造技術が製造業界に浸透するにつれてこれらの市場が即座に反応して拡大する。それと同時に、価格の面において既製品で我慢していた潜在需要者がマス・カスタマイズ製品を求め、価格的には既製品より少し割高であるがオーダーメイドより安価な新たな製品市場を形成すると予想される（以上の市場を「マス・カスタマイズ製品市場」という）。

また、リアルタイム3D人体計測、デジタルヒューマン・モデリング、デジタル・パーソナライゼーション、デジタル・プロダクションの各要素技術を組み合わせることによって「個人の特性および嗜好に合ったサービス」を即座に提供することも可能となる（このように提供されるサービスを「マス・カスタマイズサービス」という）。

マス・カスタマイズサービスはマス・カスタマイズ製品の広告・販売・流通手段として有効なだけでなく、電子商取引とも相性がよく、サービス単体としても高付加価値化により既存サービス市場を飛躍的に拡大する可能性を有すると共に、ファッションコーディネートやコンサルティングのような新規サービスの市場形成が期待できる（以上の市場を「マス・カスタマイズサービス市場」という）。

#### オンデマンドサービス・製造技術



#### オンデマンドサービス・製造関連市場

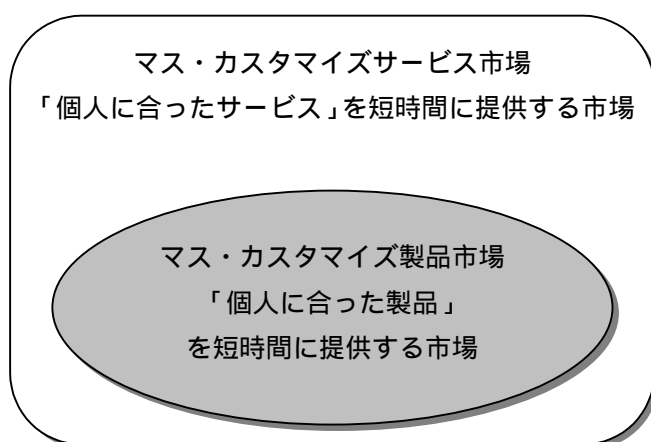


図3 - 6 - 1 : オンデマンドサービス・製造技術による創生市場

## 6.2.2 創生市場の分類

マス・カスタマイズ製品市場では、衣服、靴、眼鏡を含む製品カテゴリとして「衣服・繊維製品」「靴・スポーツ用品」「眼鏡・矯正具」の市場に焦点を当てる。「衣服・繊維製品」市場とは男性服、婦人・子供服、補正着、手袋・帽子の製造業および小売業、「靴・スポーツ用品」市場とは紳士靴、婦人・子供靴、履物、スポーツシューズ、運動用具の製造業および小売業、「メガネ・矯正具」市場とは眼鏡フレーム、眼鏡レンズ、コンタクトレンズ、補聴器の製造業および小売業を指す。

また、マス・カスタマイズサービス市場では、前記の製品カテゴリに直接的に関連するサービスとして「衣装・スポーツ用品レンタル」「健康・トレーニングレッスン」「ファッションコンテンツ」に注目する。「衣装・スポーツ用品レンタル」市場とは洋服等の衣装レンタルサービスやスポーツウェア、スキー、スケート等のスポーツ用品レンタルサービスを指す。

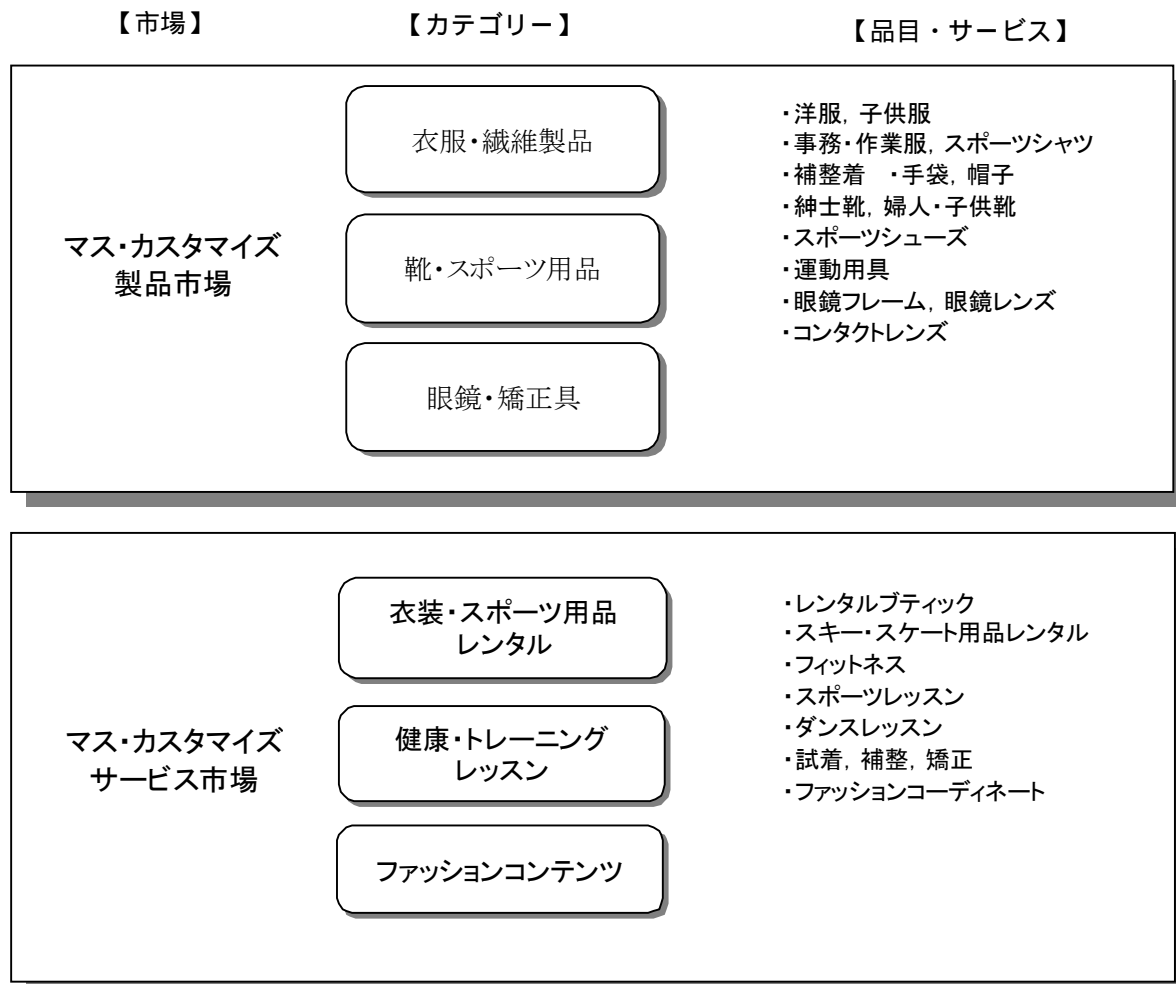


図3 - 6 - 2 : 創生市場の分類

「健康・トレーニングレッスン」市場とは、フィットネス、ゴルフ教室、ダンス教室、ピアノ教室等での個人レッスンのサービスを指すが、ここではインターネットを利用したバーチャル・レッスン等のサービスも含むものとする。

「ファッションコンテンツ」市場とは、インターネット上で個人にカスタマイズした体型の補整・矯正のための衣服の選定アドバイス、制作サポートおよびファッションコーディネートコンサルティングサービスを想定しており、オンデマンドサービス・製造技術の展開による新規市場といえる。

### 6.2.3 市場形成のシナリオ

#### (1) マス・カスタマイズ製品市場

現行の「衣服・繊維製品」「靴・スポーツ用品」「眼鏡・矯正具」市場の内、オーダーメイドおよびセミオーダーメイドの製品（以降「セミ・カスタムメイド製品」という）は、オンデマンドサービス・製造技術の導入によって容易にマス・カスタマイズ製品に移行できると考えられ、この市場を「ベース市場」とする。また価格的に既製品で我慢していた需要層の一部は、マス・カスタマイズ製品の購買層として「潜在市場」に位置づけられる（市場規模を既製品市場の1%と想定する）。

マス・カスタマイズ製品の市場形成の初期段階では、オンデマンドサービス・製造技術の導入によりベース市場は金額的・数量的に拡大しつつ内容的にはマス・カスタマイズ製品市場に変貌する。そして次の段階では、「衣服・繊維製品」「靴・スポーツ用品」「眼鏡・矯正具」の潜在市場が徐々に顕在化しながら拡大し市場が形成されると予想される。

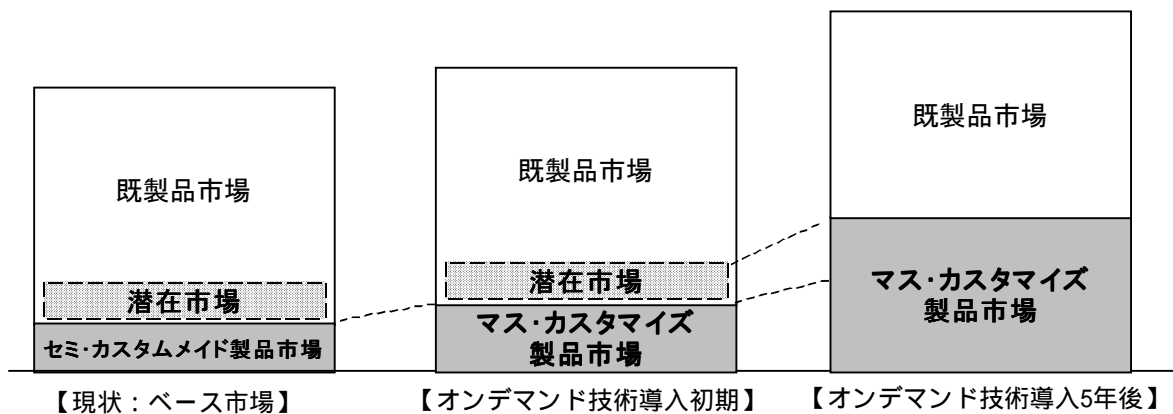


図3 - 6 - 3：マス・カスタマイズ製品の市場形成シナリオ

#### (2) マス・カスタマイズサービス市場

現行の「衣装・スポーツ用品レンタル」「健康・トレーニングレッスン」市場の内、「健康・トレーニングレッスン」に属する個人レッスン（例えばスキー、ゴルフの個人レッスン）にオンデマンドサービス・製造技術が最も導入し易いと考えられ、このサービス市場を「ベース市場」とする。また「衣装・スポーツ用品レンタル」市場については個人の特性および嗜好に合った衣装、スポーツウェア、スポーツシューズをレンタルすることが可

能となり、メニューの増加と共にサービス料金の拡大が見込まれ「潜在市場」と位置づけられる（市場規模を現行のレンタル市場の10%と想定する）。

「ファッションコンテンツ」はこれまでの“製品を売るための付随的なサービス”から独立して、補整・矯正のための衣服の選定やファッションコーディネート等の指南といった“コンサルティングサービス”として新規のサービス市場を形成すると期待される（市場規模を現行の男子服・婦人服・子供服小売市場の1%と想定する）。

マス・カスタマイズサービスの市場形成の初期段階では、オンデマンドサービス・製造技術の導入により個人にカスタマイズされたレッスン市場（「マス・カスタマイズレッスン」）とマス・カスタマイズ製品を利用した「衣装・スポーツ用品レンタル」市場（「マス・カスタマイズレンタル」）が立ち上がる。そしてレッスンとレンタルのマス・カスタマイズサービス基盤が確立した後、「ファッションコンテンツ」市場が新たに立ち上がると予想される。

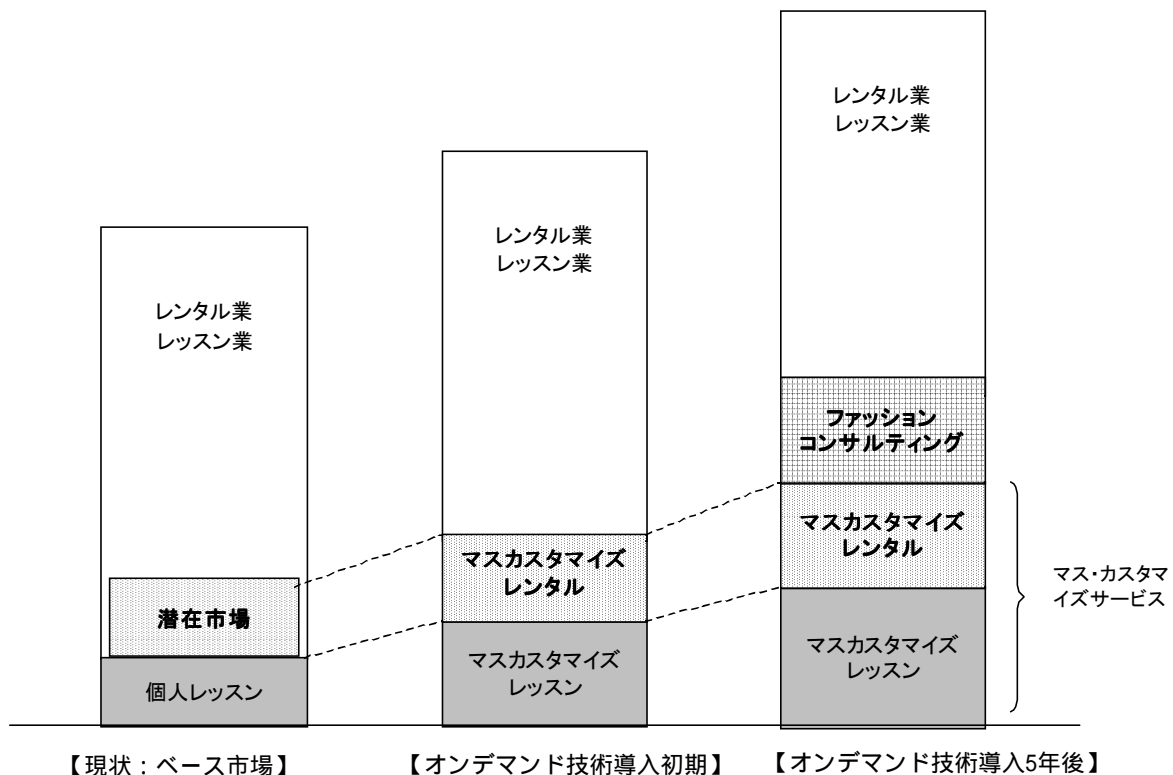


図3 - 6 - 4：マス・カスタマイズサービスの市場形成シナリオ

#### 6.2.4 市場規模推定

##### (1) マス・カスタマイズ製品市場規模の推定

マス・カスタマイズ製品の市場規模を推定するに当たり、母数となる売上額は「平成9年度商業統計表」から抽出した。ベース市場の規模は主として各業界の公表値並びに推計値を基に算定を行い、市場拡大率は独自に実施した「一般消費者アンケート調査」の結果から算出した。また、市場規模推定年度はオンデマンドサービス・製造技術の導入3年後（導入初期）と5年後とした。

以上のデータからマス・カスタマイズ製品の推定市場規模は、ベース市場規模 2 兆 480 億円に対して導入初期で 2 兆 3,410 億円、5 年後には 2 兆 9,960 億円となり約 3 兆円の規模が見込まれる。また市場全体の増加額については、導入初期で 2,930 億円、5 年後に 9,480 億円となり約 1 兆円の市場拡大が期待できる。

表 3 - 6 - 1 : マス・カスタマイズ製品市場推定規模 (単位: 億円)

カテゴリ	ベース市場 (2002 年)	マス・カスタマイズ製品・ サービス市場		市場拡大額
		導入初期	導入 5 年後	
衣服・繊維製品	16,650	19,070	24,250	7,600
靴・スポーツ用品	2,840	3,220	4,240	1,400
眼鏡・矯正具	990	1,120	1,470	480
合計	20,480	23,410	29,960	9,480
増加額	-	2,930	9,480	-

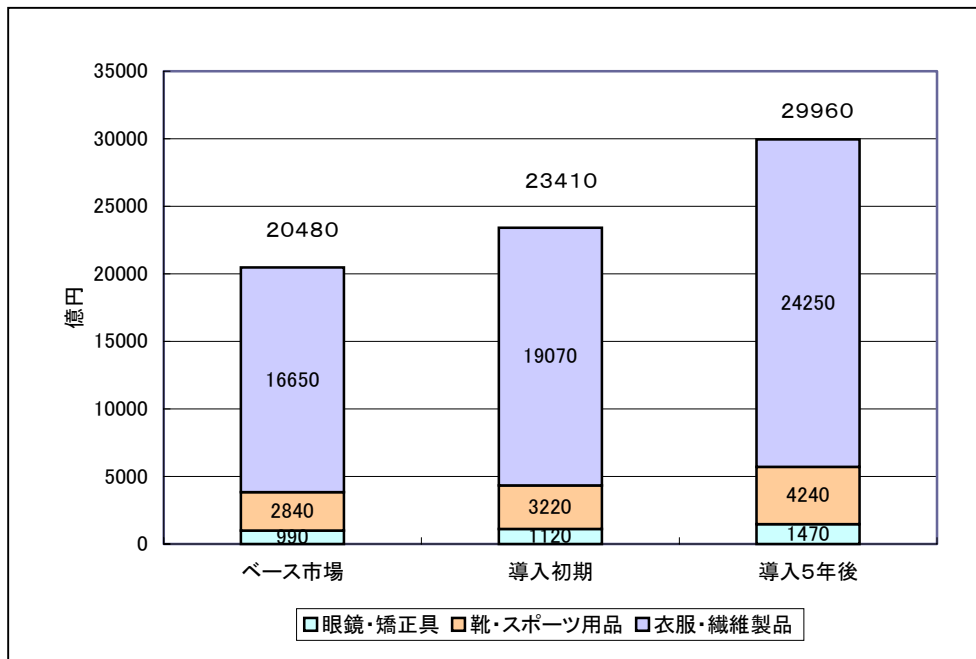


図 3 - 6 - 5 : マス・カスタマイズ製品市場推定規模 (単位: 億円)

## (2) マス・カスタマイズサービス市場規模の推定

マス・カスタマイズサービスの市場規模を推定するに当たり、「衣装・スポーツ用品レンタル」と「健康・トレーニングレッスン」の母数となる売上額は「総務省統計局平成 11 年サービス業基本調査」から、「ファッションコンテンツ」の母数となる売上額は「平成 9 年度商業統計表」から各々抽出した。ベース市場の規模は主として各業界の公表値並びに類似市場の推計値を基に算定を行い、市場拡大率は独自に実施した「一般消費者アンケート調査」の結果から算出した。また、市場規模推定年度も製品市場と同様にオンデマンドサービス・製造技術の導入 3 年後 (導入初期) と 5 年後とした。

以上のデータからマス・カスタマイズサービスの推定市場規模は、ベース市場規模 640

億円に対して導入初期で 910 億円、5 年後には 2,190 億円となり 2 千億円以上の規模が見込まれる。また市場全体の増加額については、導入初期で 270 億円、5 年後には 1,550 億円となり約 1,500 億円の新規市場が創生される。

表 3 - 6 - 2 : マス・カスタマイズサービス市場推定規模 (単位: 億円)

カテゴリ	ベース市場 (2002 年)	マス・カスタマイズ製品・ サービス市場		市場拡大額
		導入初期	導入 5 年後	
衣装・スポーツ用品 レンタル	0	180	220	220
健康・トレーニング レッスン	640	730	880	240
ファッションコン テンツ	0	0	1,090	1,090
合計	640	910	2,190	1,550
増加額	-	270	1,550	-

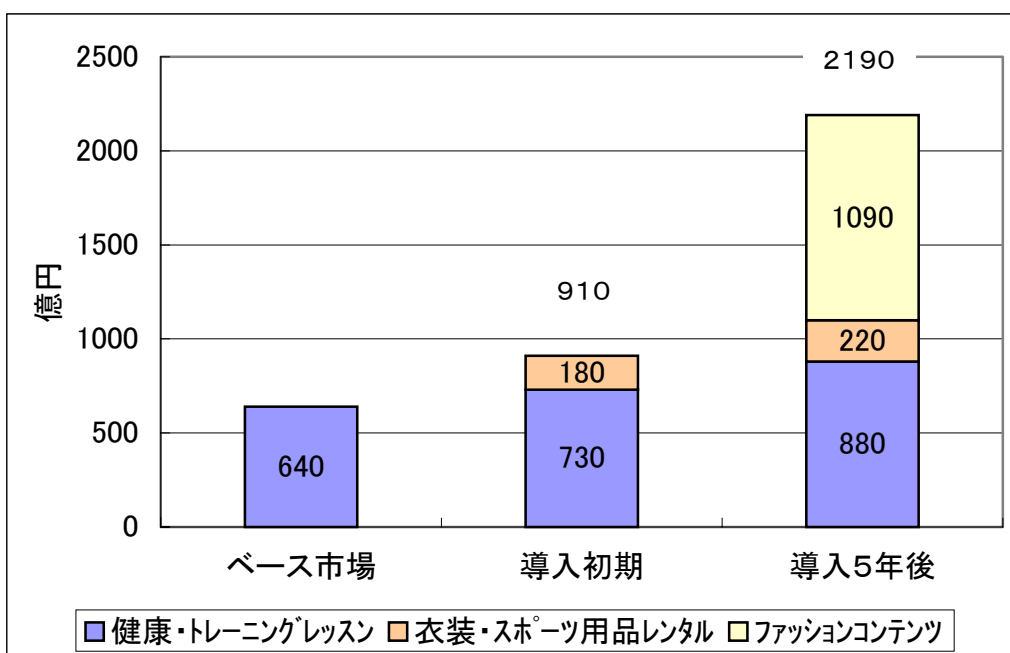


図 3 - 6 - 6 : マス・カスタマイズサービス市場推定規模 (単位: 億円)

マス・カスタマイズ製品およびサービスの推定市場規模を総合すると、合算したベース市場規模 2 兆 1,120 億円に対して導入初期で 2 兆 4,320 億円、5 年後には 3 兆 2,150 億円となり、3 兆円を超えるマス・カスタマイズ製品・サービス市場が形成される。特に、マス・カスタマイズ製品・サービス市場全体の拡大については、導入初期で 3,200 億円、5 年後に 1 兆 1,030 億円となり 1 兆円を超える極めて大きな市場の拡大と創生が期待できる。



### (3) 雇用創出推定

マス・カスタマイズ製品およびサービス市場の増加額（創生額）を基に、オンデマンドサービス・製造技術がもたらす新たな雇用の創出を概算する。

マス・カスタマイズ製品市場の創生額約 9,500 億円の半分が「衣服・繊維製品」「靴・スポーツ用品」「眼鏡・矯正具」の製造業による雇用創出に効果を与える生産額として、その値を製造業の「従業員 1 人当たり生産額」（全国値：約 2,500 万円）で除することにより、製造業として約 2 万人の新規の雇用規模が見込まれる。

また、マス・カスタマイズサービス市場の創生額約 1,500 億円とマス・カスタマイズ製品市場の創生額（約 9,500 億円）の残り半分が「衣服・繊維製品」「靴・スポーツ用品」「眼鏡・矯正具」のサービス業の雇用創出に効果を与えるものとして、合算値をサービス業の「従業員 1 人当たり生産額」（全国値：約 1,000 万円）で除することにより、サービス業として約 6 万人の新規雇用が見込まれる。

よって、オンデマンドサービス・製造技術の導入 5 年後に「衣服・繊維製品」「靴・スポーツ用品」「眼鏡・矯正具」の市場だけでも、製造業約 2 万人、サービス業約 6 万人、合計して約 8 万人と、現在の同市場の 10%にあたる雇用規模が創出される。

なお、この試算は直接効果のみを対象にしているため、間接効果も入れるとさらに大きな雇用の創出が期待できる。

以上の市場拡大・創生と雇用創出は、年々市場規模・就業者が低下する「衣服・繊維製品」「靴・スポーツ用品」「眼鏡・矯正具」の産業界にあっては、オンデマンドサービス・製造技術がこれらの業界全体を活性化し、内需拡大と共に雇用促進にも繋がることを示唆している。

おわりに

「オンデマンドサービス・製造」という、海外生産拠点型の大量生産とは、一線を画する付加価値ビジネス戦略の確立に向けて、当該技術を巡る技術的、経済的、社会的な状況、問題点、実現可能性、市場規模等を総合的に調査した。

全体的にオンデマンドサービス・製造に対する消費者の期待は大きく、個人の体型やファッションセンスに適合する製品であれば、平均で 1.4～1.5 倍の価格を許容できるという結果となった。納期も 1 週間ということであり、現在の技術水準に新たな技術を加えれば、実現可能な水準と言える。一方で、デジタル情報のセキュリティ管理を求める声は強く、個人の体型やファッション感性のデジタル搬送に関しては、セキュリティ技術を十分に活用するとともに、個人情報情報を絶対に配信しないシステム作りが必要である。

「オンデマンドサービス・製造」に対する期待に応えるための技術のうち、人体特性計測技術、特に、人体三次元形状計測技術については、精度・価格ともに国産技術が強い競争力を有していることが分かった。ただし、計測された形状データを、人体特性を考慮してモデル化する技術や、それに応じて、個別適合製品を計算機上で構成する技術、その結果を人体モデルに仮想着装してリアルに提示する技術においては、大学や国研での研究にとどまっていたり、技術開発が断片的であったりして、まだ十分な連携が図れていない。ことに、個別適合製品を計算機上で構成する技術については、基礎的研究も遅れており、産学官一体となった研究開発が急務である。また、最終的な製品をコンピュータ制御された産業機器によって製造する技術は、要素技術が不十分のところも多く、数年間の研究で完全な自動化を実現するのは困難である。コストと時間がかかっているところを、重点的に自動化していく研究戦略が必要となる。

調査報告書にもある通り、「オンデマンドサービス・製造」に注目しているのは、日本だけではない。マスカスタマイゼーション (Mass Customization) という呼称で、特に、欧州で積極的に研究開発が進められている。EU での大型プロジェクトも動き出している。「オンデマンドサービス・製造」は、電子商取引との親和性が高く、欧州の技術であっても、国境なく、容易に日本市場やアジア市場に参入できる。欧州が、そのブランド力に加えて、個別対応での付加価値を実現するのであれば、それは、日本の業界にとって大きな脅威となろう。産学官連携での早急な技術の確立と、消費者へのコンセンサス形成が求められる。

- 禁無断転載 -

平成14年度  
オンデマンドサービス・製造技術に関する調査研究報告書  
- 要旨 -

発行 平成15年3月

発行者 財団法人 機械システム振興協会  
〒108-0073 東京都港区三田一丁目4番28号  
電話 03-3454-1311

社団法人 人間生活工学研究センター  
〒541-0047 大阪市中央区淡路町三丁目3番7号  
電話 06-6221-1660

本報告書の内容を公表する際は、あらかじめ上記にご連絡下さい。