

感覚要求性能を満たす設計値導出のための物理変換モデルの構築に関する研究  
生活機器の開発効率向上のための設計手法の提案

大阪市立大学大学院 生活科学研究科

博士(学術) 第5418号

居住環境学専攻

平成21年度

上西園 武良

- 目次 -

第1章 序論	1
1.1 研究の背景	2
1.2 研究目的	3
1.3 論文の構成	4
参考・引用文献	6
第2章 関連研究	8
2.1 はじめに	9
2.2 ヒトの心身機能と設計解	10
2.2.1 寸法・体格	
2.2.2 運動機能	
2.2.3 認知機能	
2.2.4 感覚機能	
2.2.5 その他の機能	
2.3 生活機器設計が対象とする感覚機能	14
2.4 過去の研究事例：感覚機能に対する設計解を求める研究	16
2.5 人間中心設計に関する具体的設計論	17
2.5.1 人間中心設計を支援する国際規格	
2.5.2 感性工学に基づく設計論	
2.5.3 官能設計工学に基づく設計論	
2.5.4 HDT（ヒューマン・デジタル・テクノロジー）に基づく設計論	
2.6 まとめ	21
参考・引用文献	33
第3章 感覚機能に対する設計解を求めるための手法の提案	35
3.1 はじめに	36
3.2 設計の現状	37
3.3 体系的手法の必要性	41
3.4 体系的手法の提案	42
3.4.1 刺激に対するヒトの反応プロセス	
3.4.2 官能値（感覚量）の捉え方と官能評価法の関係	
3.4.3 提案する手法と従来手法	
3.4.4 提案する手法の具体的内容	
3.5 手法の適用手順	51
3.6 まとめ	55
参考・引用文献	56
第4章 手法の適用(1)：温水洗浄便座の洗浄強さ感	57

4.1	はじめに	58
4.2	研究の目的・方法	59
4.3	洗浄強さ感の尺度構成	60
4.3.1	実験方法	
4.3.2	被験者	
4.3.3	実験結果	
4.4	官能値と物理量の相関付け	64
4.4.1	刺激となる物理量（衝突力）の測定	
4.4.2	官能値と物理量の相関	
4.5	必要な洗浄強さ感の範囲	69
4.5.1	実験方法	
4.5.2	被験者	
4.5.3	実験結果	
4.6	物理量と設計値の相関付け	75
4.7	まとめ	78
	補足資料	80
	参考・引用文献	89
第5章	手法の適用(2)：枕の寝返り性	90
5.1	はじめに	91
5.2	研究の目的・方法	92
5.3	寝返り性の官能評価	93
5.3.1	実験方法	
5.3.2	被験者	
5.3.3	実験結果	
5.4	官能値と物理量の相関付け	95
5.5	寝返り時の筋電図	98
5.6	物理モデルの構築と検証	101
5.7	設計解の求め方	104
5.8	まとめ	105
	補足資料	107
	参考・引用文献	112
第6章	手法の適用(3)：ミシンの操作性	113
6.1	はじめに	114
6.2	研究の背景	115
6.3	ユーザニーズの確認	116
6.4	対象ユーザと目標の設定	119
6.5	基本操作の理解促進	120
6.5.1	設計案の作成	

6.5.2 被験者	
6.5.3 評価方法・結果	
6.6 トラブル対応の迅速化 .....	125
6.6.1 設計案の作成	
6.6.2 被験者	
6.6.3 評価方法・結果	
6.7 おわりに .....	129
参考・引用文献 .....	130
第7章 総括と今後の展望 .....	131
7.1 総括 .....	132
7.2 今後の展望 .....	135
参考・引用文献 .....	136
関連する研究発表一覧 .....	137

## 第1章 序論

## 1.1 研究の背景

近年、ユーザの心身機能に配慮したモノづくりがヒトの接するあらゆるモノやシステム全体におよびつつある。このようなヒトの体格・運動・感覚・認知などの諸機能や行動特性を考慮したデザインは人間中心設計、エルゴデザイン、ヒューマン・インタフェイスデザインなどの種々の名称で呼ばれ従来から存在していた。しかし、これらが近年あらためて問われるようになった理由としては、社会的背景の変化およびづくり手であるメーカ側の背景の変化があげられる。

社会的背景の変化としては、高齢社会の到来、ユニバーサルデザイン思想の浸透、生活の質的向上への要求の高まりがある<sup>1)</sup>。一方、メーカ側の背景の変化としては、製品の差別化としてのユーザに配慮したモノづくりの推進である。従来、他社との差別化としては高機能化や多機能化が中心であったが、特にヒトが家庭内において日常的に利用する機会の多い機器（以下「生活機器」）においてはメーカ各社とも技術レベルに関して大きな違いがなくなってきており、高機能化や多機能化によって大きく他社を引き離すことは困難となっている。このような状況の中で、新たな差別化としてユーザの心身機能に配慮した製品の開発が必要となってきた。

生活機器の設計の場合、その目標性能は純粋に機械的な性能とヒトに係わる性能に分類できる。前者は、工学的に設計値（図面データ）に変換することが可能である。しかし、後者は生活機器の機能として重要であるが、この変換が容易ではない。ヒトに係わる性能の中で、ヒトの寸法・体格や生理的な能力（視力、聴力、筋力等）に係わる目標性能に関しては、設計値への変換の体系的な考え方が既に示されている<sup>2)</sup>。残された大きな課題はヒトの官能値で示される目標性能をいかに設計値に変換するかである。しかし、この課題については、個別のケースに対する研究は多数なされているが<sup>3)~16)</sup>、体系的な設計手法は示されていない。

生活機器がヒトの寸法・体格や生理的な能力に適合していることは、機器の使用にあたって最低限の条件であると考えられる。これから一步進んで、日常の使用場面において、生活機器がより快適な生活を提供できるためには、生活機器がヒトの感覚機能（官能）に適合しており快適に使用できることが重要である。このためには、設計段階においてヒトの感覚機能への適合が定量的に折り込まなくてはならない。

## 1.2 研究目的

本論文では、ヒトの官能値で示される目標性能をいかに設計値に変換するかについての設計手法を構築することを目的とする。さらに、この設計手法の構築に当っては他の生活機器への展開可能性を持たせるため、個別のケースのための設計手法ではなく、汎用性のあるより体系的な設計手法となるように考慮した。

### 1.3 論文の構成

本論文は、「序論（第1章、第2章）」、「本論（第3章～第5章）」、「総括と今後の展望（第6章）」から構成される（図1-1）。

第1章では研究の背景・目的および本論文の構成を述べた。第2章では、関連研究の現状を述べた。第3章では、ヒトの感覚機能に対する設計解を求めるための新たな手法を構築した。この手法の有効性を検証するため、第4章では「温水洗浄便座の洗浄強さ感」に適用した事例を述べた。さらに、第5章では「枕の寝返り性」に適用した事例を述べた。第6章では、手法の中の評価・検証ステップに関する事例として「ミシンの操作性向上」を述べた。最後の第7章に総括と今後の展望を述べた。



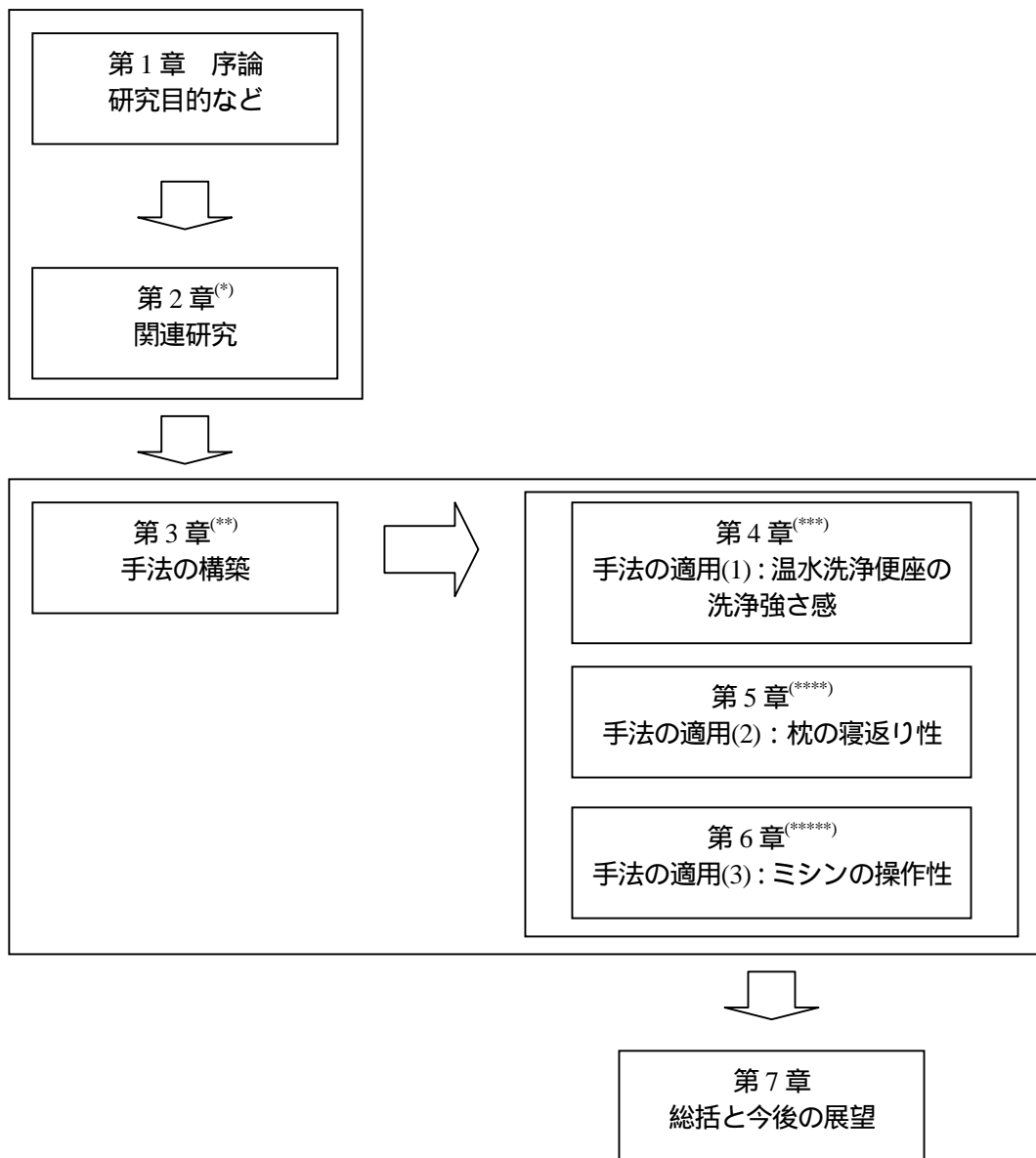


図 1-1 論文の構成

(\*)第2章の一部は副論文「快適睡眠寝室の開発」<sup>17)</sup>により構成されている。

(\*\*)第3章の一部は副論文「生活機器における感覚機能に対する設計解についての研究」<sup>18)</sup>により構成されている。

(\*\*\*)第4章の一部は副論文「温水洗浄便座における洗浄強さ感に関する研究」<sup>19)</sup>により構成されている。

(\*\*\*\*)第5章の一部は副論文「枕の開発における効率的な人間中心設計の方法」<sup>20)</sup>により構成されている。

(\*\*\*\*\*)第6章の一部は副論文「家庭用ミシンの操作性に関する研究」<sup>21)</sup>により構成されている。

## 第1章 参考・引用文献

- 1) 岡田明：エルゴデザインをめぐる国内外の動向，デザイン学研究特集号，11,2,2-7,2003
- 2) 岡田明:UDにおけるユーザ特性データの理解と活かし方,デザイン学研究特集号，13,4,10-13,2006
- 3) 稲垣大 他：シート感性品質評価法，豊田中央研究所 R&D レビュー，35,4,9-14,2000
- 4) 小川哲史 他：電気シェーバの握り性の定量評価法，松下電工技報，52,3,24-29,2004
- 5) 武田生也,稲葉泰久：ワゴン車のウインドスロップを予測する手法の開発，品質管理，50,8,82-86,1999
- 6) 大塚廉太郎 他：皮膚と布の相互作用と触感，日本機械学会福祉工学シンポジウム講演論文集，135-138,2004
- 7) 宇治橋貞幸 他：ランニング・シューズのフィット感と形態・圧力の関係，日本機械学会機械力学・計測制御部門講演会論文集，7,1111-1116,2002
- 8) 田中力 他：新型ロードスター 本革製ステアリングホイールの触感向上技術，マツダ技報，24,84-89,2006
- 9) 澤島秀成 他：配食用保温容器における食器の配置に関する研究，デザイン学研究，52,2,15-22,2005
- 10)山本貴則 他：皮膚表面温度を用いたタオルの吸水性と快適性の評価，繊維機械学会誌，58,7,83-88,2005
- 11)長沢伸也：感性工学と感性評価，ファジィシステムシンポジウム講演論文集，17,673-676,2001
- 12)西松豊典：繊維製品評価における感性情報の定量化について，繊維機械学会誌，51,12,641-645,1998
- 13)関口泰久 他：自動車におけるドア閉めの音質評価（第2報：ドア閉め音の音質目標設定法の検討），設計工学，41,6,321-326,2006
- 14)成瀬哲哉 他：人間工学的手法による木製椅子の快適性評価と機能設計に関する研究(第11報)座面の物理特性と心理量の関係,岐阜県生活技術研究所研究報告，8,27-33,2006
- 15)成瀬哲哉 他：人間工学的手法による木製椅子の快適性評価と機能設計に関する研究(第10報)座面構成と心理量の関係,岐阜県生活技術研究所研究報告，8,17-26,2006
- 16)平井一男：自動車用ステアリングホイールのイメージ分析，日産技報論文集，1986,11-20,1987
- 17) 上西園武良 他：快適睡眠寢室の開発 光環境による目覚めの最適化，人間生活工学，7,3,2006

- 18) 上西園武良 他：感覚機能に対する生活機器の設計解についての研究，人間中心設計，印刷中
- 19) 上西園武良 他：温水洗浄便座における洗浄強さ感に関する研究 洗浄強さ感を設計値に変換する方法について，デザイン学研究，83-88，55，2，2008
- 20) 上西園武良 他：枕の開発における効率的な人間中心設計の方法 寝返り性能を設計値に変換する方法について，デザイン学研究，29-34，54，5，2008
- 21) 上西園武良，細井広康，川原理恵，岡田明：家庭用ミシンの操作性に関する研究，人間工学，印刷中

## 第 2 章 関連研究

## 2.1 はじめに

本章では、まずヒトの機能の中で特に感覚機能に関して、本論文の展開に必要なことがらを整理しておく。さらに、個別製品に関して感覚機能を対象に設計解を求める研究が既に行われているので、代表的な研究例を紹介し、研究の現状を述べる。次に、過去に提唱されている人間中心設計に関する具体的設計論に関して代表的な設計論について概観し、研究の現状を明らかにする。

## 2.2 ヒトの心身機能と設計解

ヒトに適合した生活機器を設計することは、適合させたい心身機能に対する設計解を求めることに帰着する。本論文の主たる目的は、心身機能のうち特に感覚機能に対する設計解をいかに求めるかであるが、感覚機能以外の心身機能も含めて、現在の状況を整理しておく。表 2-1 にヒトの心身機能の分類<sup>1)</sup>と対応する設計要素の例についての概要を示す。

### 2.2.1 寸法・体格

生活機器において、ヒトの寸法・体格に適合した設計解を求める例としては、例えば、ヒトの頭部寸法に適合するように枕のたて方向長さを決定する、といった場合である。この場合、枕がヒトの頭部全体を支えるためには、枕の縦方向の最小長さはヒトの頭頂から頸椎点までの長さより大きくなくてはならない。このような設計を行う場合、良く整備されたデータベースとして 人間生活工学研究センターの「日本人の人体計測データベース」<sup>2), 3)</sup>があり、これを活用することにより設計解を求めることが可能である。しかし、個別の機器設計において、必要とされる人体寸法が必ずしも存在するわけではないので、既存データベースの寸法からの翻訳<sup>3)</sup>あるいは独自のデータ収集が必要になる場合がある。

### 2.2.2 運動機能

ヒトの運動機能に適合した設計解を求める例としては、例えば、温水洗浄便座の水勢調節ダイヤルの設置位置をどこにするか、といった場合である。この場合、ヒトの右手の到達範囲でかつ手首のひねりによってダイヤルの回転が楽に行える位置を特定する必要がある。この課題については、前述の「日本人の人体計測データベース」<sup>2), 3)</sup>に加えて種々の姿勢における手足の可動範囲に関するデータベース<sup>5)</sup>を利用することによって設計解（ダイヤルの位置）を見出すことが可能である。このほか家庭内および作業場での動態計測に関するデータベース<sup>6)</sup>などもあり利用可能である。しかし、寸法・体格の場合は静的な特性であるので既存データベースがかなりの部分を網羅しているが、ヒトの運動機能の場合はヒトの動作・運動そのものが動的で多様であるので、既存データベースのカバー範囲は大きくない。このため実際の設計に当っては自らデータ収集を行わなければならない場合が多いのが現状である。

### 2.2.3 認知機能

ヒトの認知機能に適合した設計解を求める例としては、例えば、使いやすい家庭用機器のリモコンのキー配置を設計する、といった場合である。まず、リモコンやキー自身のサイズ・重量・操作力等の物理的側面は、上記のヒトの寸法・体格および運動機能に適合させる必要がある。この上に立って、キー配置については、ヒト

表 2-1 ヒトの心身機能と対応する設計要素の例

心身機能	対応する設計要素の例
寸法・体格	機器の大きさ・形状など
運動機能	機器の操作力・反応時間など
認知機能	機器の操作方法、表示のわかりやすさ・気づきやすさ
感覚機能	機器の感覚への適応(快適性など)
その他の機能	・睡眠機能: 機器(寝具、寝室環境機器等)の睡眠への適応 ・循環機能: 機器の生理的循環機能(発汗・血流等)への適応 ・その他

の認知機能に適合させる必要がある。この場合、一般的指針<sup>8)</sup>は存在するが、これらに準拠したケースバイケースの対応が求められる。従って、通常的设计現場では、過去の経験に基づきキー配置のプロトタイプをまず作成し、ユーザビリティテストを繰り返して改良を重ねることによって、使いやすさを向上させている。

上記のように、認知機能を対象にした設計解を求める場合、設計解（この場合は操作マニュアル）を求める一般的指針<sup>8)</sup>は存在するが、ヒトの認知機能を考慮した体系的な手法は確立されていない。従って、評価の出発点となる設計解は専ら過去の経験によって見出し、ユーザビリティテストなどのトライアンドエラーによって設計解の精度を向上させている。このような状況であるので、本論文の目的とは別であるが認知機能の分野においても、このトライアンドエラーを低減させる体系的な手法の確立が望まれる。

#### 2.2.4 感覚機能

本論文で対象とするのがこの感覚機能である。ヒトの感覚機能に適合した設計解を求める例としては、例えば、ミシンにおいて、作業の安全性と疲労の低減のために「針先の見やすいミシン」を設計する、といった場合である。この場合、まず適切な照度を確保することが第1であるが、次には針の視認性を妨げないようなミシン本体の形状設計を行う必要がある。この場合も、特に利用可能なデータベース等は存在しないので、上記の認知機能と同じく、過去の経験に基づき試作品のミシンをまず作成し、「見易さ」に関する官能評価を実施する。目標とする見易さに達していない場合はミシンの本体形状を変更しさらに官能評価を行う。以下、目標に達するまでこれを繰り返す。このように、感覚機能に対する設計解を求める課題においては、現状では、過去の経験に基づくトライアンドエラー的な方法論が中心である。このため、効率的に設計解を求めるための体系的な手法の確立が望まれている。この課題は本論文で取り上げる中心的な課題である。

#### 2.2.5 その他の機能

その他の機能としては、睡眠機能や循環機能が考えられる。睡眠機能に関しては、寝具や寝室内の環境機器（照明機器、空調機器など）をヒトの睡眠機能に適合させる必要がある。循環機能に関しては、ヒトの生理的な循環機能（発汗、血流など）に機器（冷暖房機器、浴槽、マッサージ機器など）を適合させる必要がある。

ヒトの睡眠機能に適合した設計解を求める例としては、例えば、「良質な睡眠」を得るためのマットレスを設計する、といった場合である。この場合も特に睡眠機能に関する設計上の利用可能なデータベースが存在するわけではない。従って、通常的设计現場では、「睡眠中の体への負担を低減」することが「良質な睡眠」のための必要条件であるため、体圧分散・寝姿勢・寝返り性という3つの指標に対してトレードオフを考慮しながら設計解を求めている<sup>9),10)</sup>。しかしながら、このアプローチでは、あくまで「良質な睡眠」のための必要条件を満たしているだけであり、「良質な睡眠」を保証するものではない。一方、睡眠の質を判定するためには脳波計に



よる睡眠深度測定を行う必要があるが、電極装着による睡眠の妨害、計測・解析の煩雑さなどから設計現場での利用は進んでいない。しかし、近年、測定精度は睡眠脳波には及ばないが、「非拘束あるいは低拘束の睡眠深度測定」が可能となっており、徐々に設計現場での利用が可能となってきた。さらに、これらの「非拘束あるいは低拘束の睡眠深度測定」は単に計測器にとどまらず、製品への組み込みが可能であるため、筆者も含め、睡眠状態をリアルタイムでモニターしながら睡眠環境条件を制御する製品に向けた研究・開発が活発に行われている<sup>11)</sup>。

## 2.3 生活機器設計が対象とする感覚機能

ヒトの感覚機能のうち、生活機器の設計解を求める対象となる具体的な感覚機能にはどのようなものがあるかを検討する。

ヒトの感覚機能の分類方法は、適当刺激による分類、刺激部位による分類、臨床的分類等<sup>12)</sup>が存在するが、機器との関連で検討するに当たっては表 2-2 のような臨床的分類を用いる。これは生活機器が体のどの部位を刺激しているか、という観点での分類（臨床的分類）が議論を進めやすいからである。

内臓感覚・嗅覚・味覚は生活機器との関連は薄いと考えられる。従って、生活機器の設計が主として対象とする感覚は、触覚、圧覚、深部感覚などの体性感覚および視覚、聴覚、平衡覚などの特殊感覚である。

ただし、視覚・聴覚については、2つの種類が考えられる。心理学においては、ヒトが外界を感知する階層として、認知・知覚・感覚を区別している。このうち、「認知は、感覚や知覚だけでなく、注意、記憶、思考、問題解決、意思決定や動作の遂行を含む広い概念である。」<sup>24)</sup>とされる。さらに、感覚と知覚を以下のように使い分けている。「感覚は、明るさ、色、音の大きさ、高さなどの単純な感覚的経験を指し、知覚は、形や文字、メロディーや音声を把握するより複雑な感性体験を指す。」<sup>24)</sup>。そこで、第1の種類は、知覚と関係しないような感覚の場合である。例えば、視覚の場合であれば、家庭用ミシンの手元照明の設計に関して、ユーザが快適に縫製作業の行える照度の設計解を求める、といったケースである。また、聴覚の場合であれば、生活機器において聴覚的に不快でない作動音レベルの機器の設計解を求める、といったケースである。第2の種類は、形や文字に関するパターン認識（視覚）や音声・メロディーの認識（聴覚）に関連した視覚・聴覚で、知覚の前段階としての感覚機能である。例えば、視覚であれば、家庭用機器のリモコンの「文字が視認できるかどうか（大きさ・色）」までは単純な感覚機能の問題であり、これ以降の「読みやすい字体であるかどうか」は知覚機能の問題である。このような場合も感覚機能の段階のみを取り出せば、第1の種類と同じく、単純な感覚機能として取り扱うことが可能である。従って、本論文における感覚機能の範囲としては、通常感覚機能（第1の種類）に加えて、知覚機能の前段階としての感覚機能（第2の種類）も含めている。

次に、生活機器が生じる刺激がヒトの感覚機能に適合してはならない理由は、第1に許容限度を超えた刺激は危険であるということであるが、通常の場合にはそこまで極端な刺激発生に至るケースは少ない。主たる理由は感性（＝外界の刺激に応じて感覚・知覚を生じる感覚器官の感受性 [sensitivity]<sup>13)</sup>）に対する適合である。つまり、生活機器が生じる刺激がヒトにとって「快適であること」（快適が困難な場合は少なく「不快ではない」）を目指しているからである。

表 2-2 感覚機能の臨床的分類<sup>12)</sup>

分類	部位	感覚の例
特殊	頭	視覚、聴覚、平衡覚、 嗅覚、味覚
体性	表面	皮膚、粘膜
	深部	骨格筋、腱、関節、骨
内臓	内臓	内臓痛、関連痛、 臓器感覚

## 2.4 過去の研究事例：感覚機能に対する設計解を求める研究

上記の 2.3 で述べたような感覚を対象に設計解を求める研究が既に行われている<sup>14)~25)</sup>。代表的な研究例を紹介し、研究の現状を述べる。

「触覚・圧覚」を対象に稲垣ら<sup>14)</sup>は、車のシートの座り心地・乗り心地に関して、従来、シートの「物理特性と感性品質の直接的な関連付け」が行われていたが、両者の間にはこれを橋渡しする「人間の要因」が介在しているため、人間の感覚器を介した効果を考慮する必要性を述べている。しかし、この考えの実際への適用としては、シートのフィット感(なじみ性)を評価する指標として $C_p$ (シートたわみ率/圧力)を提案し、2種類のシートにて両者が相関することを示すのみに留まっており、両者の定量的関係までは示していない。

「触覚・圧覚」を対象に小川ら<sup>15)</sup>は、電気シェーバの握り性に関して、官能値の設計特性への変換を行っている。重回帰分析によって握り性が握り幅感覚、重量感覚および接触感覚の3つに分解できることを示し、さらに、これらを設計特性(重量、厚み等)に定量的に関連つけている。一方、握り性と物理的指標である把持圧分布(中指中節圧力/母指丘圧力)との定量的相関を示しているが、これらの物理的指標は設計との関連で捉えられておらず、あくまで参考評価の位置付けである。設計手法としては、稲垣らが言う「物理特性と感性品質の直接的な関連付け」に留まっている。

「触覚・圧覚」に関する第3の例として、大塚ら<sup>16)</sup>は、布の触感であるチクチク感に関して、繊維の先端が皮膚に刺さり刺激しているという物理モデルから、繊維の座屈荷重とチクチク感の関連を推定している。しかし、具体的な定量化、設計手法の確立に至っていない。

「聴覚」を対象とした例としては武田ら<sup>17)</sup>の研究がある。車の例ではあるが、目的は不快な音の低減であり、生活機器にも共通している。具体的には、車のサンルーフを開放したまま走行する時に発生する音の不快感に関して、音の官能値と物理的指標(音のピークを含むバンドレベル)との定量的関係を見出している。さらに、この物理的指標と車両の設計諸元(設計解)との定量的関係も示している。従って、物理的指標を介して官能値と設計諸元が結び付けられており、対象とする不快音の発生要因が変化しない限りにおいては設計手法としては有用である。しかし、物理的指標と車両の設計諸元の関係は現象論的に求められており、車両の設計諸元に基づきどのようなメカニズムでこの物理的指標が説明されるのか(物理モデル)は示されておらず、汎用的な設計手法としては不十分と思われる。

上記のいずれの研究においても、官能値と物理量(または物理特性)との相関が論じられているが、どのような物理量を取り上げるのかの一般的指針は論じられていない。また、物理モデルに基づく物理量と設計値との定量的な相関関係を求めるまでは至っていない。従って、官能値が与えられた時に設計解を求めるための体系的な手法はまだ確立されていない。

## 2.5 人間中心設計に関する具体的設計論

本論文の目的である感覚機能に関する設計解を求める体系的な手法を検討することは、2.4の個別ケースの設計解を求める過去の研究事例とは異なり、より一般性のある設計論を構築することとなる。従って、本節では、まず、人間中心設計を支援する国際規格の現状を述べ、次に、過去に提唱されている人間中心設計の具体的設計論に関して代表例について概観し、研究の現状を明らかにする。

### 2.5.1 人間中心設計を支援する国際規格

人間工学の規格化や標準化が最も進められているのはISO (International Organization for Standardization: 国際標準化機構)である。1975年、ISOにTC159 (人間工学専門委員会)が設置された。国内においても、国からの委託で日本人間工学会にISO/TC159対策委員会が設置され、活発な活動が展開されており、規格数が年々増加している<sup>(\*)</sup>。

人間工学のISOの制定目的は大きく分けて次の3つである<sup>18)</sup>。

- (1) 安全性・健康の保証
- (2) 使い易さ・分かり易さの保証
- (3) 設計・評価方法の保証

本論文の目的である「ヒトの官能値で示される目標性能をいかに設計値に変換するかについての設計手法を構築する」と関連が深いのは上記の(3)であり、具体的な規格としてはISO13407「インタラクティブシステムの人間中心設計過程」である。名前が示す通り、コンピュータなどのインタラクティブシステムの設計を念頭に置き、人間中心のプロセスと考え方を示したガイドライン規格である。この規格に示されている設計のプロセスは図2-1のようであり、基本的な考え方は人間とインタラクションを行う機器・システムの開発にあたり、使う人の立場や視点に立って設計を行うというものである。ISO13407はプロセスをマクロに規定しており、コンピュータシステムの具体的な設計に関しての手順や設計方法に関しては、SC4「人間とシステムのインタラクション」が規定している。このISO13407のマクロなプロセスに関する考え方は、コンピュータの搭載の有無を問わずユーザインターフェイスを有する全ての機器・システムに適用できると思われる。しかし、「ヒトの官能値で示される目標性能をいかに設計値に変換するかについての設計手法」に関しては上記SC4に相当する規格はまだ存在していないのが現状であり、規格化に耐えうるような研究の推進が求められている。

---

(\*)現状のISO/TC159規格、規格原案、関連JIS規格を補足資料[2-1]に示す。

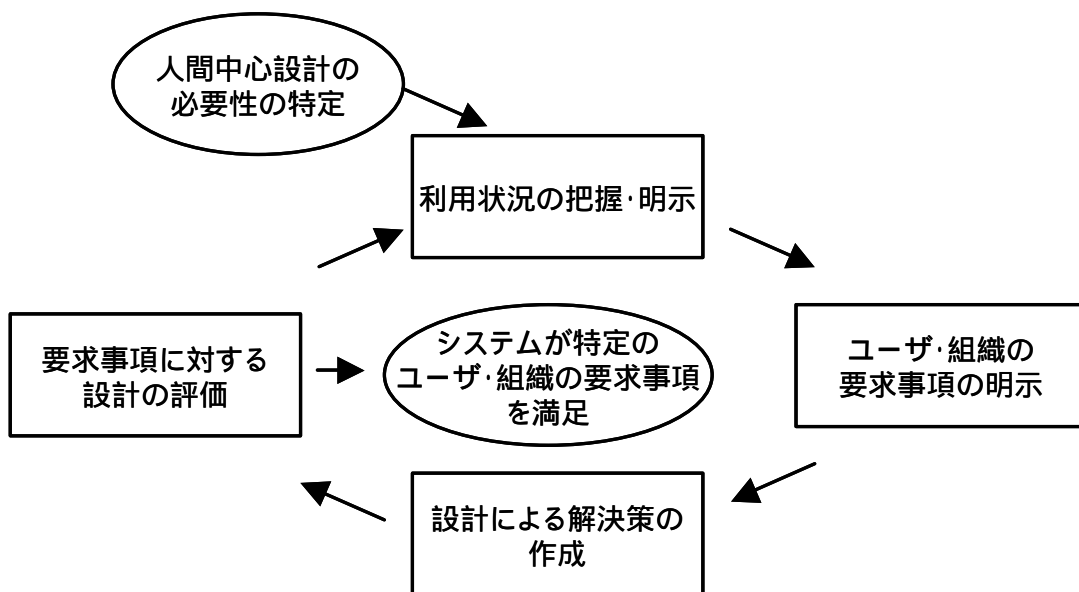


図 2-1 人間中心設計プロセス

### 2.5.2 感性工学に基づく設計論

ヒトの感性で示される目標性能をいかに設計値に変換するかについては感性工学による設計手法が示されている。感性工学手法第 類における設計手法は以下のようである<sup>19)</sup>。商品企画によって決定された「ヒトに優しい」、「人馬一体」などの感性的な製品コンセプト（ゼロ次感性）をより詳細なコンセプト（1次感性）に分解し、さらに細かいコンセプト（N次感性）に分解し、製品の物理特性に対応するまでこれを繰り返す。一方、感性工学手法第 類においては、感性ワード（官能）とアイテム/カテゴリー（設計値）の双方に対してデータベースを構築し、多変量解析の手法を用いて両者を現象論的に結び付けている<sup>16)</sup>。従って、感性工学は、高次の感性を取り扱う場合や多数個の感性を同時に取り扱う場合に活用され豊富な実績を蓄積してきた。感性工学が対象とするのは高次の感性であり、これとは別に製品の物理特性に近い特定の感覚機能を対象とし、ヒトとモノとの具体的な物理的・心理的な相互作用を取り込んだ設計手法を検討する余地は残されていると思われる。

### 2.5.3 官能設計工学に基づく設計論

主として食品の設計に関して、熊王・神宮<sup>20)、21)</sup>らは官能設計工学という設計手法を提唱している。目的は、商品の感性評価を行い、その感性構造を把握した上で、よりおいしく、食べたい商品进行設計することである。実際の設計プロセスとしては、まず、対象とする食品の感性評価を行い、このデータを多変量解析（主として主成分分析）を用いて解析し、感性構造を把握する。この感性構造から商品価値を向上させるために必要な特性を抽出する。さらにこの特性を引き伸ばすための手法を検討する。この手法としては、主として工程変更（焼成工程の変更など）であり、現状品よりも特性を引き伸ばせたら設計を完了する。

提案されている手法は、対象としている食品という製品に関しては有効な手法と思われる。しかし、ターゲットとする特性を毎回感性評価によって決定しなくてはならず、この結果によって対策手法も異なることとなり、食品以外へのこの設計論の適用は困難と思われる。さらに、容易に試作が可能であることを前提にしていることも、機械設計を伴う生活機器にとっては適用が困難であると思われる。

### 2.5.4 HDT（ヒューマン・デジタル・テクノロジー）に基づく設計論

人間中心設計を具体的に行うための設計論として、山岡<sup>22)</sup>がHDT（ヒューマン・デジタル・テクノロジー）を提唱している。HDTによれば、製品開発のプロセスを、ユーザリクアイアメント（ユーザ要求）の抽出、コンセプトの構築、デザイン、評価の4ステップに分類し、各ステップを実行するための具体的手法を提案している。この手法は、人間中心設計を具体的に展開することを可能にしている。さらに、「ユーザの無意識の行動を分析することにより潜在化したユーザニーズを得ることができる」<sup>22)</sup>ことを強く意識し、潜在ニーズを商品コンセプトとして顕在化させ、具体的な新規商品開発に結び付けることを可能にしていることが大きな特徴で

ある。実際の設計への適用例においても潜在ユーザーニーズを捉えた製品設計に寄与している<sup>7)、23)</sup>。ややもすると抽象的な設計論が多く提案されている中で、人間中心設計の具体的に実行可能なプロセスとして提案したことに大きな意味合いがある。

本論文でテーマとしている「感覚機能に関する製品機能の設計解を得る」という内容は、HDTにおいては「デザイン」<sup>22)</sup>のステップに相当するが、次のように述べられている。「生理面、認知面、身体運動面、心理面などのデザインをまとめる際に活用できるデータがあれば活用する。しかし、汎用のデータがない場合、人間工学や心理で使われている手法を活用してデータを構築しなくてはならない」<sup>22)</sup>としている。この部分はHDTの実行者に委ねられている形であり、具体的な手法の提案はなされていない。おそらく、個別設計の領域とみなされているものと思われる。従って、本論文で展開していることから、人間中心設計の実行に当ってHDTと併せて活用することにより、人間中心設計をより強固なものにすることに貢献すると考えられる。



## 2.6 まとめ

- (1) 個別製品に関する既往研究において、官能値と物理特性または物理量との相関が論じられているが、設計値との定量的な相関関係を求めるまでは至っていない。
- (2) 感性工学においては、高次の感性を対象とする設計手法が確立されている。しかし、製品の物理特性に近い特定の感覚機能を対象とし、ヒトとモノとの具体的な物理的・心理的な相互作用を取り込んだ設計手法はまだ確立されていない。
- (3) 官能設計工学においては、感性評価・感性構造の把握・特性抽出・特性向上という手法が提案されており、食品に関して有効な設計手法となっている。しかし、手法のプロセス中にトライアンドエラーが混在しており、機械設計を伴う生活機器にとっては適用が困難であると思われる。
- (4) HDT においては、製品企画および評価のそれぞれのステップに関して有効な手法が展開されているが、感覚機能に対する目標値が設定された後にいかに設計解を求めるかのステップに関しては、HDT の実行者に委ねられている形となっている。
- (5) 上記(2)～(4)に述べたように、感覚機能に対する設計解を求める試みはなされているが、目標となる官能値が与えられた時に設計解を求めるための体系的な手法はまだ確立されていない。

## SC1 Ergonomic guiding principles

### **SC1/WG1 Principles of the design of work systems**

- ISO 6385:2004 Ergonomic principles in the design of work systems  
(JIS Z 8501 人間工学 - 作業システム設計の原則) 発行予定
- AWI 6385-1 Ergonomics -- Part 1: Basic concepts, terms and definitions
- AWI 6385-2 Ergonomics -- Part 2: Ergonomic principles in the design of work systems

### **SC1/WG2 Ergonomic principles related to mental work**

- ISO 10075:1991 Ergonomic principles related to mental work-load  
General terms and definitions  
(JIS Z 8502:1994 人間工学 - 精神的作業負荷に関する原則 - 用語及び定義)
- ISO 10075-2:1996 Ergonomic principles related to mental work-load Design principles  
(JIS Z 8503:1998 人間工学 - 精神的作業負荷に関する原則 - 設計の原則)
- ISO 10075-3:2004 Ergonomic principles related to mental work-load  
-Part 3: Principles and requirements concerning methods for measuring and assessing mental work-load

### **SC1/WG4 Usability of everyday products**

- ISO 20282-1:2006 Ease of operation of everyday products  
- Part 1: Design requirement for context of use and user characteristics
- TS 20282-2:2006 Ease of operation of everyday products  
- Part 2: Test method for walk-up-and-use products
- PD PAS 20282-3 Ease of operation of everyday products  
- Part 3: Test method for consumer products
- PD PAS 20282-4 Ease of operation of everyday products  
- Part 4: Test method for the installation of consumer products

## SC3 Anthropometry and biomechanics

## **GEN Lead 規格**

- NP 12892 Ergonomics Reach envelopes
- ISO 14738:2002 Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery
- ISO 15534-1:2000 Ergonomics Access dimensions for the design of machinery  
– Part 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole body access into machinery
- ISO 15534-2:2000 Ergonomics Access dimensions for the design of machinery  
Part 2: Principles for determining the dimensions required for access openings
- ISO 15534-3:2000 Ergonomics Access dimensions for the design of machinery  
Part 3: Anthropometric data
- ISO 15536-1:2005 Ergonomics Computer manikins, body templates  
Part1: General requirements
- ISO 15536-2:2007 Ergonomics Computer manikins, body templates  
Part2: Verification of function and validation of dimensions for computer manikin systems of computer manikins
- ISO 15537:2004 Principles for selecting and using test persons for anthropometric aspects of industrial products and designs

## **SC3/WG1 Anthropometry**

- DIS 7250-1 Basic human body measurements for technical design  
Part 1: Body measurement definitions and landmarks
- NP TR 7250-2 Basic human body measurements for technological design  
Part2: Statistical summaries of body measurements from individual ISO populations
- NP 7250-3 Basic human body measurements for technological design  
– Part 3: Worldwide and regional design values for use in ISO equipment standards
- ISO 15535:2003 General requirement for establishing anthropometric database
- ISO 20685:2005 3D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases

## **SC3/WG2 Evaluation of working postures**

- ISO 11226:2000 Ergonomics Evaluation of static working postures

### **SC3/WG4 Human physical strength : manual handling and force limits**

- ISO 11228-1:2003 Ergonomics Manual handling Part 1: Lifting and carrying
- ISO 11228-2:2007 Ergonomics Manual handling Part 2: Pushing and pulling
- ISO 11228-3:2007 Ergonomics Manual handling Part 3: Handling of low loads at high frequency

### **SC3/WG5 Principles and Application of the Standards**

- TS 20646-1:2004 Ergonomic procedures for the improvement of local muscular workloads  
- Part 1: Guidelines for reducing local muscular workloads

### **JIS 規格**

- JIS Z 8500:1994 人間工学 - 人体寸法測定
- JIS Z 8500:2002 人間工学 - 設計のための基本人体測定項目
- TS Z 0026:2006 人間工学 - 作業中の局所筋負担軽減のための人間工学手順

## **SC4 Ergonomics of human-system interaction**

### **SC4/SC7JWG**

- ISO/AWI 27851 System and software product quality -- Requirements and evaluation (SQuaRE) - Common industry format for usability - General framework for usability-related information

### **SC4/WG1 Fundamentals of controls and signalling methods**

- ISO 1503:1977 Geometrical orientation and directions of movements  
( JIS Z 8907:1985 方向性及び運動方向通則 )
- ISO DIS1503(rev) Spatial orientation and direction of movement - Ergonomic requirements
- ISO 9355-1:1999 Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators  
Part 1: - Human interactions with displays and control actuators
- ISO 9355-2:1999 Part 2: Displays

ISO 9355-3:2006 Part 3:Control actuators  
DIS 9355-4 Part 4:Location and arrangement of displays and control actuators

#### SC4/WG2 Visual display requirements

ISO 9241-3:1992 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals(VDTs)  
Part 3: Visual display requirements  
( JIS Z 8513:1994 人間工学 - 視覚表示装置を用いるオフィス作業 - 視覚表示装置の要求事項 )

ISO 9241-3:1992/Amd 1 :2000  
Ergonomic requirements for office work with VDTs  
Part 3: Visual display -Amendment 1: Annex C(normative):  
Visual performance and comfort test  
( JIS Z 8513:2006 人間工学 - 視覚表示装置を用いるオフィス作業 - 視覚表示装置の要求事項 ) : 補遺視覚表示試験

ISO 9241-7:1998 Part 7: Display requirements with reflections  
( JIS Z 8517:1999:人間工学 - 視覚表示装置を用いるオフィス作業 - 画面反射に関する表示装置の要求事項 )

ISO 9241-8:1997 Ergonomic requirements for office work with VDTs  
Part 8: Requirements for displayed colours  
( JIS Z 8518:1998 人間工学 - 視覚表示装置を用いるオフィス作業 - 表示色の要求事項 )

ISO 13406-1:1999 Ergonomic requirements for work with visual displays based on flat panels  
Part1: Introduction  
( JIS Z 8528-1:2002 人間工学 - フラットパネルディスプレイ (FPD) を用いる作業  
- 第1部 : 通則

ISO 13406-2:2001 Ergonomic requirements for work with visual displays based on flat panels  
Part2: Ergonomic requirements for flat panel displays  
( JIS Z 8528-2:2006:人間工学 - フラットパネルディスプレイ (FPD) を用いる作業  
- 第2部 : FPD の人間工学要求事項

DIS 9241-300 Ergonomics of human system interaction Part 300:  
Introduction for electronic visual displays

DIS 9241-302	- Part 302: Terminology for electronic visual displays
DIS 9241-303	- Part 303: Ergonomic requirements for electronic visual displays
DIS 9241-304	- Part 304: Usability laboratory test methods for electronic visual displays
DIS 9241-305	- Part 305: Optical laboratory test methods for electronic visual displays
DIS 9241-306	- Part 306: Workplace test methods for electronic visual displays
DIS 9241-307	- Part 307: Analysis and compliance methods for electronic visual displays
TR 9241-308	- Part 308: Surface conduction electron-emitter displays (SED)

#### SC4/WG3 Control, workplace and environmental requirements

ISO 9241-4:1998	Ergonomic requirements for office work with VDTs Keyboard requirements ( JIS Z 8514:2000 人間工学 - 視覚表示装置を用いるオフィス作業 - キーボードの要求事項 )
ISO 9241-5:1998	Ergonomic requirements for office work with VDTs Part 5: Workstation layout and postural requirements ( JIS Z 8515:2002 人間工学 - ワークステーションのレイアウト及び姿勢の要求事項 )
ISO 9241-6:1999	Ergonomic requirements for office work with VDTs Part 6: Guidance on the work environment ( JIS Z 8516: 人間工学 - 視覚表示装置 ( VDTs ) を用いたオフィス作業に対する 人間工学的要求 - 作業環境に関する指針(原案提出) )
ISO 9241-9:2000	Part 9 Requirements for non-keyboard input devices ( JIS Z 8519:人間工学 - 視覚表示装置 ( VDTs ) を用いたオフィス作業に対する 人間工学的要求 - 非キーボードの入力装置の要求事項(原案提出) )
ISO 9241-400	Ergonomics of human system interaction Part 400: Guiding principles, introduction and general design requirements for physical input devices
DIS 9241-410	Ergonomics of human system interaction Part 410: Design criteria for physical input devices

#### SC4/WG4 Task requirements

- ISO 9241-2:1992 Ergonomic requirements for office work with VDTs  
Part2: Guidance on task requirements  
( JIS Z 8512:1995 人間工学 - 視覚表示装置を用いるオフィス作業  
- 仕事の要求事項についての指針 )

#### SC4/WG5 Software ergonomics and human-computer dialogues

- ISO 9241-1:1997 Amd 1 :2001  
Ergonomic requirements for office work with VDTs  
Part 1: General introduction Amendment 1  
( JIS Z 8520:1999 人間工学 - 視覚表示装置を用いるオフィス作業 -  
対話の原則 )
- ISO 9241-110:2006 Ergonomics of human system interaction Part110:  
Dialogue principles
- ISO 9241-11:1998 Ergonomic requirements for office work with VDTs Part  
11:Guidance on usability  
( JIS Z 8521:1999 人間工学 - 視覚表示装置を用いるオフィス作業 -  
使用性の手引 )
- ISO 9241-12:1998 Ergonomic requirements for office work with VDTs  
Part 12:Presentation of information
- ISO 9241-13:1998 Ergonomic requirements for office work with VDTs Part  
13:User guidance
- ISO 9241-14:1997 Ergonomic requirements for office work with VDTs Part  
14:Menu dialogues  
( JIS Z 8524:1999 人間工学 - 視覚表示装置を用いるオフィス作業 -  
メニュー対話 )
- ISO 9241-15:1997 Ergonomic requirements for office work with VDTs Part  
15:Command dialogues  
( JIS Z 8525:2000 人間工学 - 視覚表示装置を用いるオフィス作業 -  
コマンド対話 )
- ISO 9241-16:1999 Ergonomic requirements for office work with VDTs  
Part 16:Direct manipulation dialogues  
( JIS Z 8526 人間工学 - 視覚表示装置を用いるオフィス作業  
- 直接操作対話 (原案提出) )
- ISO 9241-17:1998 Ergonomic requirements for office work with VDTs Part  
17:Form filling dialogues  
( JIS Z 8527 人間工学 - 視覚表示装置を用いるオフィス作業

- 書式記入対話 (原案提出)

ISO DIS 9241-151 Ergonomics of human system interaction Part 151:  
Guidance on World Wide Web user interfaces

ISO DIS 9241-171 Ergonomics of human-system interaction Part 171:  
Guidance on software accessibility

ISO 14915-1:2002 Software ergonomics for multimedia user interfaces  
- Part 1: Design principles and framework

(JIS Z 8531-1 人間工学 - マルチメディアを用いるユーザインタフェ  
ースのソフトウェア

第1部: 設計原則及び枠組み (原案提出)

ISO 14915-2:2003 Part 2:Multimedia control and navigation

ISO 14915-3:2002 Part 3:Selection of media and media combination

(JIS Z 8531-3 人間工学 - マルチメディアを用いるユーザインタフェ  
ースのソフトウェア

第3部: メディアの選択と組合せ (原案提出)

TS 16071:2003 Ergonomics of human-system interaction

Guidance on accessibility for human-computer interfaces

#### **SC4/WG6 Human centred design process for interactive systems**

ISO 9241-1:1997 Ergonomic requirements for office work with VDTs  
General introduction

(JIS Z 8511:1999 人間工学 - 視覚表示装置を用いるオフィス作業 -  
通則)

ISO DIS 9241-20 Ergonomics of human-system interaction Part 20:  
Accessibility guidelines for  
information/communication technology (ICT) equipment  
and services

ISO 13407:1999 Human-centred design processes for interactive  
systems

(JIS Z 8530:2000 インタラクティブの人間中心設計過程)

TR 16982:2000 Usability methods supporting human-centred design

ISO PAS 18152:2003 A specification for the process assessment of  
human-system issues

TR 18529:2000 Ergonomics Ergonomics of human-system interaction  
Human-centred lifecycle process descriptions

#### **SC4/WG8 Ergonomic design of control centres**

ISO 11064-1:2000 Ergonomic design of control centres



- Part1: Principles for the design of control centres  
 ( JIS Z 8503-1:2002:人間工学 - コントロールセンターの設計  
 - コントロールセンターの設計原則 )
- ISO 11064-2:2000 Ergonomic design of control centres  
 Part2: Principles for the arrangement of control suites  
 ( JIS Z 8503-2:2006:人間工学 - コントロールセンターの設計  
 - コントロールスイートの基本配置計画の原則 )
- ISO 11064-3:1999 Ergonomic design of control centres Part3: Control  
 room layout  
 ( JIS Z 8503-3:1999 人間工学 - コントロールセンターの設計  
 - コントロールルームの配置計画 )
- ISO 11064-4:2004 Ergonomic design of control centres  
 Part4: Layout and dimensions of workstations  
 ( JISZ8503-4: 人間工学 - コントロールセンターの設計—第 4 部 :  
 ワークステーションの配置及び寸法 (原案提出))
- FDIS 11064-5 Part5: Displays, controls, interactions
- ISO 11064-6:2005 Part6: Environmental requirements for control  
 centres  
 ( JISZ8503-6: 人間工学 - コントロールセンターの設計—第 6 部 :  
 コントロールセンターの環境 (原案提出))
- ISO 11064-7:2006 Part7: Principles for the evaluation of control  
 centres

#### **SC4/WG9 Haptic and tactile interactions**

- CD 9241-920 Ergonomics of human-system interaction -- Guidance on  
 haptic and tactile interactions

#### **SC5 Ergonomics of the physical environment**

##### **SC5/WG1 Thermal environments**

- ISO 7243:2003 Hot environments Estimation of the heat stress on  
 working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe  
 temperature)  
 ( JIS Z 8504:1999 人間工学 - WBGT (湿球黒球温度) 指数に基づく作  
 業者の熱ストレスの評価 )
- ISO 7726:2003 Ergonomics of the thermal environment  
 Instruments for measuring physical quantities
- ISO 7730:2005 Analytical determination and interpretation of

	thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort
ISO7933: 2004	Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain
ISO 8996:2004	Ergonomics-Determination of metabolic heat production
ISO 9886:2004	Evaluation of thermal strain by physiological measurements
ISO 9920:1995	Ergonomics of the thermal environment Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble
FDIS 9920(rev.)	Ergonomics of the thermal environment Estimation of the thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble
ISO 10551:2005	Assessment of the thermal environment using subjective judgment scales
ISO 11079:1993	Evaluation of cold environments Determination of required clothing insulation (IREQ)
DIS 11079(rev.)	Evaluation of the thermal environments Determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation (IREQ) and local cooling effects
ISO 11399:1995	Ergonomics of the thermal environment Principal and application of International Standards
ISO 12894: 2006	Ergonomics of the thermal environment Medical supervision of individuals exposed to hot or cold environment
ISO 13731: 2006	Ergonomics of the thermal environment Vocabulary and symbols
ISO 13732-1:2006	Ergonomics of the thermal environment Methods for assessment of human Responses to contact with surface Part 1: Hot surfaces
TS 13732-2:2003	Ergonomics of the thermal environment Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces - Part 2: Human contact with surfaces at moderate temperature.
ISO 13732-3: 2005	Ergonomics of the thermal environment Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces - Part 3: Cold surface

- TS 14415: 2005 Ergonomics of the thermal environment  
The Application of international standards for people with special requirements
- ISO 14505-1:2006 Ergonomics of the thermal environment Vehicles  
-Part 1: Principles and methods for assessment of thermal stress
- ISO 14505-2:2006 Ergonomics of the thermal environment Vehicles  
-Part 2: Determination of Equivalent Temperature
- ISO 14505-3:2006 Ergonomics of the thermal environment Vehicles  
-Part 3: Evaluation of thermal comfort using human subjects
- ISO15265: 2004 Ergonomics of the thermal environment  
Risk assessment strategy for the prevention of stress or discomfort in thermal working conditions
- DIS 15743 Ergonomics of the thermal environment Working practice in cold:  
Strategy for risk assessment and management and environments
- NP 15742 Determination at the combined effect of the thermal environment, air pollution, acoustics and illumination on humans

#### **SC5/WG2 Lighting Environments**

- ISO/CIE 8995: 2002 Lighting of indoor work places

#### **SC5/WG3 Danger signals and communication in noisy environments**

- ISO 7731:2003 Danger signals for public and work areas Auditory danger signals
- ISO 9921:2003 Ergonomics - Assessment of speech communication
- ISO 11428:2003 Ergonomics Visual danger signals General requirements, design and testing
- ISO 11429:2003 Ergonomics System of auditory and visual danger and information signals
- PRF TR 19358:2002 Ergonomics Construction and application of tests for speech technology systems

#### **SC5/WG4 Integrated environments**

- NWIP Ergonomics of the Physical environment – Assessment of

environments by means of an environmental survey involving measurements of the environment and subjective responses of people

#### **SC5/WG5 People with special requirements**

- NP 24500 Guidelines for all people, including elderly persons and persons with disabilities  
Auditory signals on consumer products
- NP 24501 Guidelines for all people, including elderly persons and persons with disabilities  
Auditory signals on consumer products Sound pressure levels of signals for the elderly and in noisy conditions
- NP 24502 Guidelines for all people including elderly persons and persons with disabilities Visual signs and displays - Specification of age-related relative luminance and its use in assessment of light

#### **TC159/WG2 Ergonomics for people with special requirements**

- ISO/TR22411 Ergonomic data and ergonomic guidelines for the application of ISO/IEC Guide 71 to products and services to address the needs of older persons and persons with disabilities

#### **【参考規格】**

**ISO/IEC/JTC1/SC35/WG6 User Interfaces for People with Special Needs -- including children, the elderly, the permanently or temporarily disabled and people in constrained used environments ergonomics for people with special requirements**

- PDTR 19765: Information Technology Survey of icons and symbols that provide access to functions and facilities to improve the use of IT products by the elderly and persons with disabilities
- PDTR 19766: Information Technology Guidelines for the design of icons and symbols to be accessible to all users, including the elderly and persons with disabilities
- NWIP: Information technology Framework for establishing and evaluating accessibility in interactive systems

## 第2章 参考・引用文献

- 1)岡田明：エルゴデザインをめぐる国内外の動向，デザイン学研究特集号，11，2，2-7，2003
- 2)人間生活工学研究センター編：日本人の人体計測データベース，人間生活工学研究センター，1997
- 3)人間生活工学研究センター編：日本人の人体計測データベース 2004-2006，人間生活工学研究センター，2008
- 4)畠中順子：人体寸法データベースの活用(4)製品設計への活用(3)データの翻訳，人間生活工学，7，4，43-45，2006
- 5)小原二郎編：デザイナーのための人体・動作寸法図集，彰国社，1985
- 6)<http://www.hql.jp/project/funcdb2000/doutai/doutai/frame.html>：高齢者対応基盤整備データベース，動態計測データベース
- 8)人間生活工学研究センター編：ワークショップ 人間生活工学 第3巻 インタラクティブシステムのユーザビリティ，人間生活工学研究センター，丸善，137-166，2005
- 9)山田浩，上西園武良，角谷明子：寝返り性向上マットレスの開発，人間生活工学，30-35，5，4，2004
- 10)上西園武良：ベッドの技術，日本人間工学会誌第43巻特別号（日本人間工学会第48回大会講演集），8-9，2007
- 11)上西園武良，森井達弥，木村禎祐，折居直純：快適睡眠寝室の開発 光環境による目覚めの最適化，人間生活工学，25-29，7，3，2006
- 12)大地陸男：生理学テキスト第5版，文光堂，128-128，2007
- 13)新村出（編）：広辞苑第5版，856，岩波書店，1998
- 14)稲垣大他：シート感性品質評価法，豊田中央研究所 R&D レビュー，35，4，9-14，2000
- 15)小川哲史 他：電気シェーバの握り性の定量評価法，松下電工技報，52，3，24-29，2004
- 16)大塚廉太郎 他：皮膚と布の相互作用と触感，日本機械学会福祉工学シンポジウム講演論文集，135-138，2004
- 17)武田生也，稲葉泰久：ワゴン車のウインドスロップを予測する手法の開発，品質管理，50，8，82-86，1999
- 18)岡田明：人間中心設計を支援する人間工学の国際規格と標準化，デザイン学研究特集号，11，4，40-45，2004
- 19)長町三生：感性工学のおはなし，日本企画協会，2003
- 20)熊王康弘 他：感性評価によるローストビーフの匂い特性に関する研究，日本味と匂学会誌，10，3，789-792，2003
- 21)人間生活工学研究センター編：ワークショップ 人間生活工学 第4巻 快適な

- 生活環境設計，人間生活工学研究センター，丸善，137-166，2005
- 22)山岡俊樹：人間工学からエルゴデザインへのアプローチ，デザイン学研究特集号，11，2，16-23，2003
- 23)澤島秀成 他：配食用保温容器における食器の配置に関する研究，デザイン学研究，52，2，15-22，2005
- 24)大山正 他：心理学小事典，有斐閣，180-181，2006

### 第3章 感覚機能に対する設計解を求めるための手法の提案

### 3.1 はじめに

第2章で述べたように、本論文のテーマである「感覚機能に対する設計解を求める手法」については、過去に種々のアプローチがなされているが、現時点では、体系的な手法としては提案されていない。本章では、新たな体系的な手法を提案する。

ヒトの感覚機能のうち、生活機器の設計解を求める対象となる具体的な感覚機能にはどのようなものがあるかを検討する。ただし、本論文においては、「2.3 生活機器設計が対象とする感覚機能」で述べたように、単純な感覚機能に加えて、認知機能の第1段階（入口）としての感覚機能も含めて、ヒトの感覚機能と定義している。



## 3.2 設計の現状

一般的に、製品設計のプロセスは図 3-1 のようである。準備のプロセス（シーズ技術開発、ユーザ調査等）を経て商品企画の段階で目標性能が決定される。次のステップは「設計」のプロセスであり、与えられた目標性能（目標値）を設計値（図面データ）に変換するプロセスである。生活機器の設計の場合、その目標性能は「純粋に電氣的・機械的な性能」と「ヒトに係わる性能」に分類できる。前者は、工学的な設計計算によって設計値（図面データ）に変換することが原理的に可能である。しかし、後者のヒトに係わる性能に関しては、工学的な設計計算等に加えてヒトがどのように反応するかを考慮した結果を踏まえる必要があり、設計値（図面データ）への変換が容易ではない。本論文で対象とするのは、後者の「ヒトに係わる性能」の変換で、特に「ヒトの感覚機能」に関する目標値の設計値への変換である。

尚、本報では詳しく述べないが、上記の変換ができた場合でも、トレードオフのクリアを考慮すべきである<sup>1)</sup>。つまり、個々の要素の「最適値」を組込むことが全体の最適値とならない場合は、全体のデザインコンセプトに基づいて、「適正值」や「許容値」を目標性能として設定する必要がある。例えば、睡眠用のマットレスにおいて、良質な睡眠のための重要な特性として、「体圧分散性」と「寝姿勢」がある。これらはマットレスにとって重要な特性であるが、以下に示すように一方を最適化すると他方が最適値から大きくずれるという相互にトレードオフの関係となっている。「体圧分散性」は睡眠時において人体とマットレスの接触部において体圧がどの程度分散されていることを示す指標である。「最適値」としては、接触部において同一の圧力（＝体重/接触面積）となることである。体圧分散性の優れたマットレスとして、ウォーターベッド（マットレス内部に袋があり水で満たされている）があり、人体との接触部の圧力はほぼ同一となる。しかし、容易に想像できることであるが、このマットレスの場合、人体の荷重分布に従い臀部が大きく沈み込み、このときの寝姿勢は「く」の字に折れ曲がった形となる。一方、「寝姿勢」の最適値としては、「ヒトが立位の姿勢をとった形」で仰臥位となっている寝姿勢であると言われている。これに近いマットレスを実現しようとする、非常に硬い素材でマットレスを製作すれば可能である。例えば、硬い床に直接寝ている状態がこれに近い。しかし、この場合はマットレスと人体との接触面積は非常に小さくなり、体圧は高い値となる。このように、「体圧分散性」と「寝姿勢」は一方を最適化しようとする、他方が最適値から大きく外れることになり、お互いにトレードオフの関係となっている。マットレス全体として「最適値」となるためには、いずれの特性に対しても「最適値」ではなく「許容値」を設定する必要がある。

「ヒトの感覚機能」に関する目標値の設計値への変換に関しては、現実の設計現場で行われている対応は大きく分けて次の2つの方法である。

準備: シーズ技術開発、ユーザ調査、  
競合動向の調査等

商品企画: 目標性能の決定

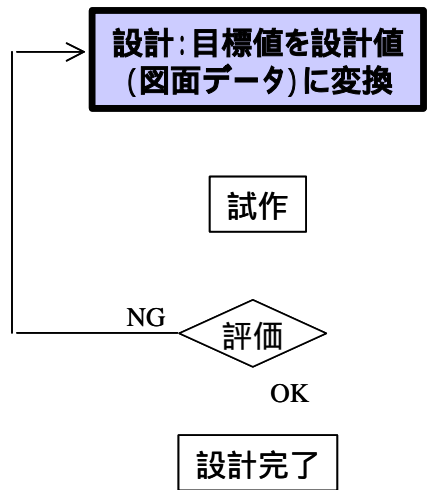


図 3-1 製品設計のプロセス

#### (A)トライアンドエラー（直接の相関）

いわゆる「設計」と呼ぶにはふさわしくないとも思われるが、「ヒトの感覚機能」に関する目標値に対しては現状では設計計算が行えないため、いきなり関連する設計値を変化させて複数の「試作」を行い、ヒトによる評価（生理評価、官能評価、パフォーマンス評価等）によって目標を達成しているかどうかを確認する方法である。関連する設計値が1つか2つの場合は容易であるが、3つ以上になると試作・実験の工数が膨大となる欠点を有する。通常、全くの新製品でない場合は、各企業が保有する過去の類似製品の設計値・設計データを元に最初の試作品を製作し、これを評価のスタートとしている場合が多い。

具体的な事例の第一としては「2.2.4 感覚機能」でも述べたミシンにおける「針先の見易さ」がある。設計目標として「見易さの程度」を設定しても現状ではこれに対応する設計計算が行えないので、まず、過去の類似製品の経験を元に試作品を製作し、官能評価のスタートとする。目標とする見易さに達していない場合はミシンの本体形状（設計値）を変更しさらに官能評価を行う。以下、目標に達するまでこれを繰り返す。

具体的な事例の第二としては、筆者らが研究を行った操作マニュアルの例<sup>13),14)</sup>で、感覚機能である「視覚」が認知機能の入口となっており、トライアンドエラーのアプローチで設計解を得る。設計課題は、初心者にも理解しやすいミシンの操作マニュアルを設計する、というものである。第1の例と同様に過去の類似製品の経験を元に操作マニュアルの試作品を製作するところまでは同様である。次のステップとしては、ユーザビリティテストの一種であるパフォーマンステストを行い、ユーザ操作の成功率を測定する。この成功率が目標値に達していない場合は操作マニュアルを変更しさらにパフォーマンステストを行う。以下、目標に達するまでこれを繰り返す。

#### (B)現象論的な方法（代用特性）

これも「設計計算」を行わない点では同等であるが、上記(A)よりも少し進んだ方法で、関連する設計値を変化させて複数の試作を行い、ヒトによる評価を行う点では同じであるが、この評価を行う際にヒトの評価に関連しそうな物理量をできるだけ多く測定しておく。さらに、測定後に統計的品質管理（SQC）手法（分散分析、多変量解析、実験計画法等）<sup>2)~4)</sup>を用いて、これらの物理量とヒトの評価との相関を現象論的に求める。高い相関を見出すことができれば、これ以降は物理量（代用特性）を指標として設計値の最適化を行うことができ、最終的な確認評価以外のヒトの評価を省略することができる。近年SQC手法を簡便に利用できるソフトウェアが種々流通しているので、多くの企業でこの方法が用いられている。

例えば、温水洗浄便座の「洗浄強さ感」に関しては、代用特性として「噴流の最大高さ（物理量）」が用いられる場合がある。実使用の場合、噴流は人体（肛門部）と衝突して遮断されるが、「噴流の最大高さ」の測定時には遮蔽物がない状態で噴

流を上方に噴出させる。噴流は重力と釣り合う高さまで上昇し、下降する。この際に噴流が到達する最大高さが「噴流の最大高さ」である。この「噴流の最大高さ」は過去の分析（官能評価の解析結果）により「洗浄強さ感」と相関が高いため、代用特性として用いられる。設計仕様としては、「洗浄強さ」の最大と最小の代用値として、「噴流の最大高さ」の最大値と最小値を決定し、この範囲がカバーできるように製品設計・評価を行う。尚、この事例については、後述の体系的手法の適用例として再考を行う。

### 3.3 体系的手法の必要性

上述のように、現状では「ヒトの感覚機能」に関する目標値に対しては設計計算が行えない状況である。本論文の目的はこの設計計算が行えるようにすることであり、このためには体系的な手法を確立する必要がある。

単にモノを製造するという立場からは、設計計算は必ずしも必要ではなく、前述の「トライアンドエラー（直接の相関）」や「現象論的な方法（代用特性）」によって性能を満足した製品を作ることが可能である。設計計算が行えることのメリットは以下のようなものである。

#### 効率化

「トライアンドエラー（直接の相関）」や「現象論的な方法（代用特性）」においてはいきなり試作を行うこととなり、試作・評価の回数が多くなる。妥当な設計計算が行えれば、最小の場合は、性能確認の試作・評価を1回だけ行えば良いこととなり、少なくとも現状より回数を減らすことができる。結果的に工数・費用を低減することができ効率的な開発が行える。

#### メカニズムの明確化

設計計算を可能にするためには、対象のプロセス・メカニズムを明確にする必要がある。言い換えれば、対象のプロセス・メカニズムを明確にしない限り、設計計算を行うことはできない。一方、上記の「現象論的な方法（代用特性）」を用いれば「トライアンドエラー（直接の相関）」に比較して、ヒトの評価の部分で低減でき効率的であるが、代用特性とヒトの評価との相関はあくまで現象論的であり、なぜ相関があるのかは不明のままである。換言すれば、プロセスまたはメカニズムが不明のままに留まる。

以上のような考えに基づき、次節以降において具体的に体系的な手法を提案する。

### 3.4 体系的手法の提案

ここで提案する手法（設計計算手法）は、ヒトの評価に至るプロセスまたはメカニズムを明確にし汎用性を確保することを主眼としている。このため、本報で提案する「官能値から設計解を得る体系的手法」は、ヒトが外部刺激に対してどのように反応するか、というプロセスに基づいて構築する。

#### 3.4.1 刺激に対するヒトの反応プロセス

そこで、まず、生活機器からの刺激に対するヒトの反応プロセスを整理すると、図 3-2 上段のようになる。機器からの外部刺激をヒトの感覚受容器が受容し、さらにこの情報が中枢に送られ情報処理がなされる。この結果として心理反応が生じ、官能評価によって定量的に測定できる。同時に生理反応を生じるので、測定が可能なものは生理量あるいはその変化量として測定できる。

プロセスは上述のようであるが、情報の流れだけを取り出すと、図 3-2 下段のようになる。すなわち、設計情報によって作られた機器はヒトにとっては外部刺激となる物理量を発生する。さらに、この物理量がヒトの感覚器に伝わり、受容量に変換され、神経経路を通じて中枢に伝達される。最後に中枢において官能値と生理量に変換される。

#### 3.4.2 官能値（感覚量）の捉え方と官能評価法の関係

提案する体系的手法には官能評価をどのように行い、結果をどのように整理するか、という部分が含まれる。一方、官能（感覚）の定量的な捉え方は種々あり、これに伴って、実際の使用する官能評価法が異なってくる。このため、この節では、官能値（感覚量）の捉え方と官能評価法の関係を整理しておく。

異なる刺激を与えた場合に、その「比」を判断させる方法と「距離」を判断させる方法がある。前者は、Stevens<sup>5)</sup>らによって提唱されている方法で、この方法を用いて、種々の刺激に対して実験を行い、次のような関係を見出している（Stevensのベキ法則）。

$$R = kS^n \quad (3-1)$$

$R$ : 官能値

$S$ : 物理量（刺激量）

$k$ : 定数

$n$ : 刺激の種類によって定まる定数

これに応じて、「比」判断のための官能評価法として、マグニチュード推定法、マグニチュード表出法、分割法、倍数法が用いられる。

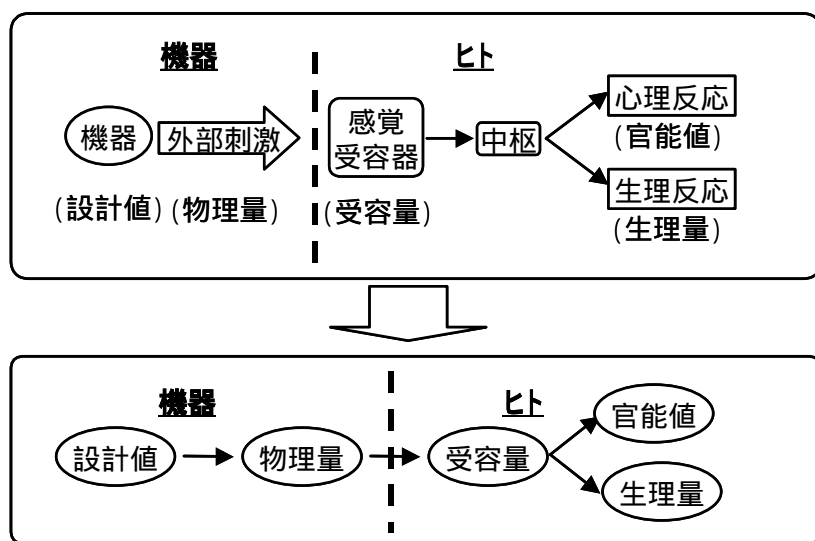


図3-2 刺激・反応のプロセス

一方、Thurston<sup>6)</sup>は「距離」を判断させる方法として、「比較判断の法則」という仮定のもとに、対象となる刺激の混同される程度から間接的にそれらの主観的距離を構成することを提唱している。Stevens(比判断)とThurston(距離判断)のいずれの方法が基本的であるかは議論の分かれるところであるが、印東<sup>7)</sup>は「比判断と距離判断との間の対応関係から、いずれを基本としても一応無矛盾な理論は構成できること、しかし、実験事実としては距離判断から出発する方が無理のないこと」を述べている。また、周知のように、通常の官能評価は距離判断の方法を用いており、一対比較法・評点法などによって主観的距離(心理距離)を測定し、正規分布を仮定して統計分析を行っている。

距離判断の場合において刺激と反応の関係を考察する場合は、比判断の場合とは異なり、用いるべき法則が固定されているわけではない。個々の刺激に対する反応を実験によって求めれば、一般には次のような関係を得る。

$$R = R(S) \quad (3-2)$$

$R$ : 官能値  
 $S$ : 物理量(刺激量)

この関係のひとつとして、Weber-Fechnerの法則が知られており、以下のように表される。

$$R = \alpha \ln(S / \beta) \quad (3-3)$$

: 定数  
: 定数

ただし、Weber-Fechnerの法則が成り立つためには、Weber比(=弁別閾/刺激強度)が考察する刺激の範囲で一定でなくてはならない。従って、この法則の適用に当たっては、適用可能かどうかを個々のケースについて検証する必要がある。一般に「刺激強度の小さい間はWeber比が大となり、刺激強度が増大すると次第にWeber比が減少し、その後ほぼ一定となる傾向がある」<sup>8)</sup>。以下に提案する手法においては、Weber-Fechnerの法則が適用できない場合は、実験結果に基づいて、(3-2)の関係を確定する必要がある。

### 3.4.3 提案する手法と従来手法

本報で提案する手法の概略は次のようである。代用特性とは異なり任意性のある物理量ではなく、上述の外部刺激となっている物理量を中心に据えて手法を構築する。具体的には、図 3-2 下段の刺激・反応のプロセスを逆に辿り、「官能値と物理

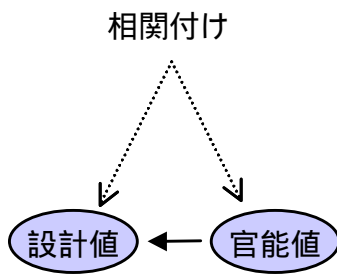


量の相関」と「物理量と設計値の相関」を用いて、官能値 物理量 設計値という順番で官能値を設計値に変換するものである（図 3-3 の (C)）。

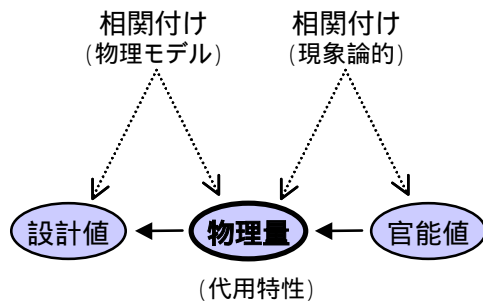
この手法と従来手法との差異を述べる。まず、3.2 で述べた設計現場にて良く使われている方法である「トライアンドエラー（直接の相関）」および「現象論的な方法（代用特性）」を図 3-3 の(A)および(B)に示す。トライアンドエラー（直接の相関）の場合、この相関のメカニズムは全くのブラックボックスで現象論的に相関を求めているだけで、本論文が目的としている「設計計算」行うこととはかけ離れている。次に「現象論的な方法（代用特性）」との差異であるが、図 3-3(B)および(C)の比較からわかるように、2つの相関から設計値を求める点では同一である。ただし、差異は官能値と物理量の相関付けにあり、提案する手法では「ヒトの刺激と反応に基づく相関付け」を行う。一方、「現象論的な方法（代用特性）」では、官能値が生ずるベースである「ヒトの刺激と反応」は考慮されていない。まさに現象論的な相関付けであり、プロセスまたはメカニズムの解明が行き止まりとなる。例えば、3.2 で述べたような「洗浄強さ感」と「噴流の最大高さ」のような相関であり、実験的に相関は見出せても、これ以上のプロセスまたはメカニズムの解明を行うことができない。

次に、本論文の手法と 2.4 で述べた過去の研究事例との差異を述べる。「触覚・圧覚」を対象にした稲垣ら<sup>9)</sup>の例や大塚ら<sup>10)</sup>の例は、本論文の手法と同様のことを提唱していると思われる。しかし、提唱は概念に留まり、具体的な手法の提案や手法の適用には至っていない。「触覚・圧覚」を対象に小川ら<sup>11)</sup>の例では、複合的な感覚（電気シェーバの握り性）がより低位な 3 つの感覚（握り幅感覚、重量感覚、接触感覚）に分解できることを示している。しかし、分解された 3 つの感覚と設計値との対応は図 3-3 の(A)の直接の相関に留まっている。「聴覚」を対象とした武田ら<sup>12)</sup>の例では、官能値と物理量の相関は「ヒトの刺激と反応に基づく相関付け」を行っている。しかし、物理量と設計値の相関に関しては現象論的であり、物理モデルによる相関付けを行っていない。また、手法としての一般化も行っていない。以上のように、過去の研究事例においては、概念的に本論文の手法と同様な提案はあるが、体系的な手法としての「具体的な手法の提案」や「手法の適用」には至っていないと考えられる。

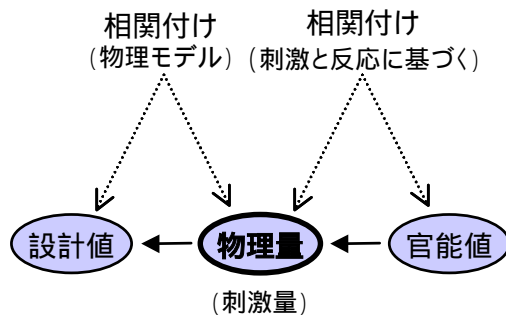
本論文で提案する手法は、特殊な手法ではなく、可能な限り現象論的な取り扱い（＝ブラックボックスとしての取り扱い）を避けながら、ヒトの心理反応である官能値が生ずる刺激・反応のプロセス（図 3-2）の逆をどのように辿れば官能値から設計値に変換できるかを述べた手法である。従って、「ヒトの感覚機能」に関する目標値を設計値に変換するために本来そうあるべき方法を示したものである。



(A)トライアンドエラー（直接の相関）



(B)現象論的な方法（代用特性）



(C)提案する方法

図 3-3 官能値から設計値への変換

#### 3.4.4 提案する手法の具体的内容

##### ( )官能値の定量化

まずは、機器側の条件を変化させた実験を行い、設計対象である官能（感覚）を上記 3.4.2 で述べた理由により、一対比較法・評点法による距離判断によって定量化を行い、統計処理を行う。

##### ( )官能値と物理量の相関付け

上記の機器側の条件を変化させた時にヒトに与える刺激が変化しているが、重要なポイントは、刺激されている部位にてどのような現象が起きており、この結果としてどの外部刺激が設計対象の感覚を生じさせているかを詳細に検討することである。この結果として、候補となる刺激（物理量）を見出す。さらに、回帰分析により、推定した刺激が実際に官能と相関しているかを検証する。この回帰分析によって、感覚量と刺激量の関係は上記 3.4.2 で述べた式(3-2)となる。この際、Weber比がほぼ一定であれば、Weber-Fechner の法則に基づいた関係が得られる。

感覚を生じさせている主要な刺激がひとつである場合ばかりとは限らない。すなわち、感覚を生じさせる主要な刺激が複数である場合も考えられる。このような場合には、目標の感覚を刺激・反応のプロセスで捕捉可能な下位の感覚に分解する必要がある。分解の必要性の判別については、以下のような手順が考えられる。比較的単純な感覚の場合、分解の必要はない。例えば、武田ら<sup>12)</sup>の例のような「ウインドスロップによる聴覚的な圧迫感」の場合、おのずから、刺激としてはウインドスロップによる車室内の圧力変動と特定される。また、若干込み入った感覚であっても、設計的に分離が可能な場合も分解の必要はない。例えば、後述の「温水洗浄便座の強さ感」の場合、この感覚に対しては水の温熱感と水勢感が寄与すると考えられる。しかし、温水洗浄便座の使用条件としては、一般的に最も好まれている水温（37.5、水温設定の「中」）で使用されることが多いため、水温を一定に保ち、洗浄強さ感 = 水勢感として、水勢感を生じさせる刺激を見出せば良い。つまり、複数の因子があったとしても、設計上より少ない因子での評価で十分な場合が多い。さらに、後述の「枕の寝返り性」に関しても同様で、この感覚に関しては頭部回転時の枕のすべり感と枕の抗力感が寄与すると考えられる。しかし、使用する枕シーツを固定すれば、すべり感は固定されるため、抗力感を生じさせる刺激を見出せば良い。

上記のようなケースに当てはまらない場合は、目標の感覚を分解する必要がある。この場合、小川ら<sup>11)</sup>が行ったように、目標の感覚（電気シェーバの「握り性」）を構成すると考えられる複数の下位の感覚によって因子分析を行う。これによって目標の感覚の構成因子（「A：握り幅感覚」、「B：重量感覚」および「C：接触感覚」）を見出すことができる。さらに重回帰分析によって構成因子の定量的な寄与度が明確になる。また、各因子の相乗効果が目標の感覚に対して大きく影響を与える場合は、重回帰式の中に相乗効果の項（ $A \times B$ など）を含めることによって、相乗効果を

盛り込むことが可能である。

分解された構成因子であるそれぞれの官能値に対して、対応する刺激（物理量）を見出す。この場合の官能値から設計値への変換のプロセスは図3-4のようである。ただし、分解されたひとつの官能値に対して、対応する刺激が複数の場合もあり得るが、既に下位の官能値に分解されているので、可能性は少ないと思われる。

#### ( )設計値と物理量の相関付け

次に、上記の物理量が機器のどのようなメカニズムによって発生しているかを考察し、定量的な物理モデルを構築する。このプロセスは純粹に工学的であり、適切な物理モデルを構築すれば、物理量  $S$  は複数の設計パラメータ（図面值や使用・環境条件等）に定量的に関連付けられ、次式のような関係が得られる。

$$S = f(p_1, p_2, \dots, p_k) \quad (3-4)$$

$f$ : 関数

$p_i$ : 設計パラメータ ( $i = 1, 2, \dots, k$ )

$k$ : 設計パラメータの個数

ここで、設計パラメータとは、温水洗浄便座の「洗浄強さ感」の例で示すと、物理量  $S$ （この場合は肛門への噴流の「衝突力」）を決定する設計量であり、噴流の流量、噴出孔から肛門までの位置などである。

以上によって、物理量と設計解（設計値）とを定量的に相関付ける。

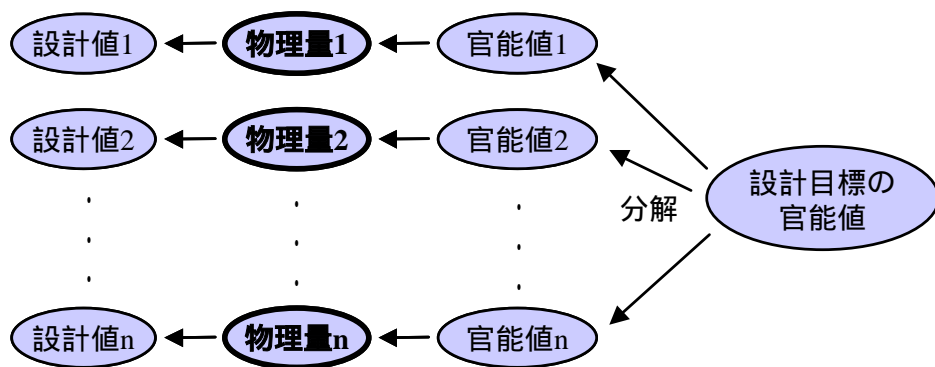


図 3-4 官能値から設計値への変換（複数刺激の場合）

( )官能値から設計解を求める

上記の2つの相関(官能値と物理量、物理量と設計値)を利用すれば、目標とする官能値は、官能値 物理量 設計値という2回の変換によって設計値に変換される。ただし、この変換ができた場合でも、トレードオフのクリアを考慮すべきである<sup>1)</sup>。つまり、個々の要素の「最適値」を組み込むことが全体の最適値とならない場合は、全体のデザインコンセプトに基づいて、「適正值」や「許容値」を目標とする官能値として再設定する必要がある。

上記に提案した手法の長所は、全ての機器に対して原理的に同様の方法が適用できるという点であり、その理由は以下のようなものである。

- ・ 「官能値と物理量の相関」に関しては、ヒトが外部刺激に対してどのように反応するかというプロセスに基づいて決定しており、任意の物理量ではなく反応に対応する刺激量としての物理量を用いており、任意性が少なく統一的である。
- ・ 「設計値と物理量の相関」に関しては、メカニズムがブラックボックス化された現象論的な相関付けではなく、物理量が発生する定量的なメカニズム(物理モデル)の結果として相関付けられている。
- ・ 上記の2つの相関はいずれの機器に対しても求めることができ、この2つの相関のみで目標とする官能値を設計値に変換することができる。

従って、この手法の主たる適用要件は以下のようなものである。

- ・ 対象としている感覚(官能)は必ずしも単純な感覚である必要はないが、手法が適用できるためには、この感覚と相関の高い刺激(物理量)を見出す必要がある。
- ・ 物理量を発生させる明確なメカニズム(物理モデル)の推定が必要である。

以上が提案する手法である。

### 3.5 手法の適用手順

3.4 にて提案した体系的手法を具体的な設計課題に適用する場合の手順を以下に述べる。

#### 【手順1】設計課題と目標の明確化

##### (手順1-1) ターゲットユーザの明確化

まず、設計対象である機器のターゲットユーザを明確にする。感覚機能はユーザによって差異が大きいため、ターゲットユーザの属性（年代・性別・国籍等）をできる限り明確にしておくことが重要である。

##### (手順1-2) 設計課題の明確化

次に、感覚機能に関する設計課題を明確にする。対象とする機器によって種々の設計課題が存在するが、下記のような課題が想定される。

目標範囲に対する設計：ユーザが必要とする官能の範囲に対する機器の設計値を求めることが課題となる。官能にかかわる性能が可変である場合は、このようなケースが多いと考えられる。

目標値（固定値）に対する設計：目標性能が固定値の場合で、機器から得られるユーザの官能値をどのレベルに設定するかを明確にする必要がある。例えば、5段階評価（-2～+2）であれば、平均値が「やや良い」に相当する+1以上、あるいは、5%タイル値が0以上、などである。そして、この設定値に対応する設計値を求めることが課題となる。官能にかかわる性能が固定（可変できない）場合は、このようなケースが多いと考えられる。

その他

##### (手順1-3) 設計目標値の明確化

設計課題を明確にしたならば、次は設計目標値を明確にする。上記の のような設計課題に対しては以下のようなようである。

目標範囲に対する設計：範囲の上下限を決定する。

目標値（固定値）に対する設計：目標とするユーザの官能値を決定する。

#### 【手順2】官能値 物理量の変換

##### (手順2-1) 刺激の検討

対象とする感覚を生じさせている刺激が何であることを検討し、主要な刺激の候補を見出す。比較的単純な感覚の場合は、刺激の候補としては、ひとつに絞られる場合が多い。そうでない場合は、因子分析によって、より下位の単純な感覚に分解し、

それぞれの感覚を生じさせている主要な刺激の候補を見出す。

#### (手順 2-2) 感覚 (官能) の定量化

ヒトの感覚機能を定量的に扱うためには官能値を定量化する必要がある。設計対象の感覚(あるいは分解された感覚)に対して、何らかの方法で刺激を変化させて、一対比較法・評点法などで定量化を行う。

#### (手順 2-3) 物理量の検討

ここでは、物理的な刺激の中味を詳細に検討し、何が感覚を生じさせているかを検討しこれらの物理量の候補を抽出する。例えば、音が感覚を生じさせる刺激となっている場合は、物理量の候補としては、音圧・周波数・圧力変動などが想定される。

#### (手順 2-4) 物理量の測定

これらの物理量に関して測定を行う。このとき重要なのは、「(手順 2-2) 感覚 (官能) の定量化」で行った測定と同一条件で測定を行うことである。このことにより、物理量と官能値の相関検討が可能となる。

#### (手順 2-4) 官能値 物理量の変換 (物理量と官能値の相関検討)

「(手順 2-2) 感覚 (官能) の定量化」の結果と「(手順 2-4) 物理量の測定」の結果の基づき、物理量と官能値の相関の有無を検討する。高い相関が見出せれば、設計対象の感覚を生じさせる主要な物理量を特定できたことになる。しかし、候補として抽出したいずれの物理量に対しても高い相関が見出せない場合は、「(手順 2-2) 感覚 (官能) の定量化」に戻り、再検討を行う。

### 【手順 3】 物理量 設計値の変換

#### (手順 3-1) 物理モデルの検討

上記「(手順 2-4) 物理量と官能値の相関検討」にて特定した物理量に対して、設計対象の機器がどのようなメカニズムでこの物理量を発生させているのかを考察し、定量的な物理モデルを構築する。この結果、物理量は複数の設計パラメータに定量的に関連付けられる。

#### (手順 3-2) 物理量 設計値の変換

「(手順 1-3) 設計目標値の明確化」で設定した目標値は、「(手順 2-4) 物理量と官能値の相関検討 (官能値 物理量の変換)」の結果を用いて物理量に変換される。さらにこの物理量は、「(手順 3-1) 物理モデルの検討」の結果を用いて、設計パラメータに変換される。



この後に具体的な設計（図面化）を行う。ただし、当該機器に求められる種々の制約条件（生産性、コスト、他の性能とのトレードオフなど）を勘案して、トータルとして最適になるように図面化を行う。さらに製品試作を行い、目標性能を満たしているかどうかの評価・検証を行う。目標性能を満たしていなければ、上流のステップに戻り、再検討を行う。どこのステップに戻る必要があるかは、目標未達の原因によって異なる。

上記に述べた手順を図に示したものが図3-5である。

【手順1】設計課題と目標の明確化

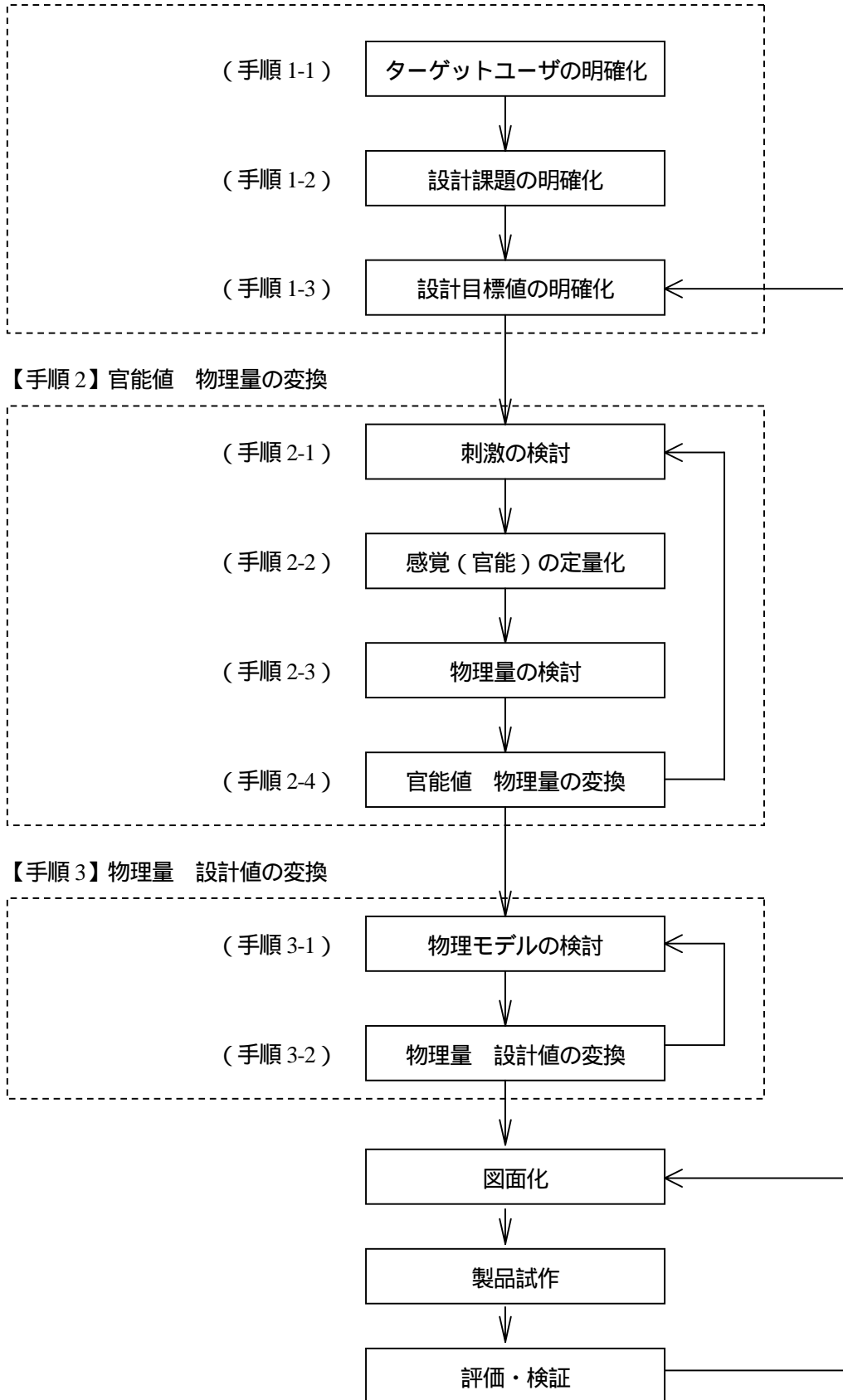


図 3-5 手法適用の手順

### 3.6 まとめ

感覚機能に対する設計解を求める手法を提案した。

この手法の長所は、ヒトを刺激し感覚機能を生じさせるような機器に対して原理的に同様の方法が適用可能である点であり、その理由は以下のようなものである。

- ・ 「官能値と物理量の相関」に関しては、ヒトが外部刺激に対してどのように反応するかというプロセスに基づいて決定しており、任意の物理量ではなく反応に対応する刺激量としての物理量を用いており、任意性が少なく統一的である。
- ・ 「設計値と物理量の相関」に関しては、メカニズムがブラックボックス化された現象論的な相関付けではなく、物理量が発生する定量的なメカニズム（物理モデル）の結果として相関付けられている。
- ・ 上記の2つの相関はいずれの機器に対しても求めることができ、この2つの相関のみで目標とする官能値を設計値に変換することができる。

次の第4章および第5章では、ここで提案した手法を実際の設計に適用し、適用可能性を検証する。

### 第3章 参考・引用文献

- 1)岡田明：ユニバーサルデザインにおける人間特性データの応用，経営システム，16，3，129-133,2006
- 2)森口繁一：品質管理講座 新編 統計的方法 改訂版,日本規格協会,1991
- 3)石村貞夫：分散分析のはなし，東京図書,2003
- 4)日本規格協会 名古屋QC教育研究会 編：実践 SQC 虎の巻,日本規格協会,1998
- 5)Stevens, S.S. : The direct estimation of sensory magnitude, *Am. Jour. Psychol.*,69, 1-25,1956
- 6)Thurston, L.L. : Measurement of values, *Univ. Chicago Press*, 1959
- 7)印東太郎：「感覚尺度構成法」，和田洋平ほか（編）：『感覚知覚心理学ハンドブック』，誠信書房，56-73，1963
- 8)大山正ほか（編）：『感覚知覚心理学ハンドブック』，誠信書房，6-8，2000
- 9)稲垣大 他：シート感性品質評価法，豊田中央研究所 R&D レビュー，35，4，9-14，2000
- 10)大塚廉太郎 他：皮膚と布の相互作用と触感，日本機械学会福祉工学シンポジウム講演論文集，135-138，2004
- 11)小川哲史 他：電気シェーバの握り性の定量評価法，松下電工技報，52,3,24-29,2004
- 12)武田生也，稲葉泰久：ワゴン車のウインドスロップを予測する手法の開発，品質管理，50，8，82-86，1999
- 13)Kaminishizono T. : Research concerning human-centred design; applicability to a household sewing machine，Related papers; Posters，16th World Congress on Ergonomics，2006
- 14)上西園武良,細井広康,川原理恵,岡田明：家庭用ミシンの操作性に関する研究,人間工学,印刷中

#### 第4章 手法の適用(1)：温水洗浄便座の洗浄強さ感

## 4.1 はじめに

本章では第3章で提案した手法を「温水洗浄便座の洗浄強さ感」に適用し、手法の妥当性を検証した事例を述べる。

1960年代に製品化された温水洗浄便座は日本人の清潔志向とも適合し、2005年度での普及率は64%であり広く普及している<sup>1)</sup>。このため、温水洗浄便座に関しては普及率の高さに伴う環境影響の大きさから省エネなどの環境負荷低減の観点からの研究が多い<sup>2-9)</sup>。一方、ヒトに関わる研究としては、便座の座り心地に関する研究例があるが<sup>10)</sup>、洗浄の快適性に関して系統的に研究された例は見当たらない。

洗浄の快適性の中でも主要なアイテムである洗浄強さに関しては、ヒトによって好みが大幅に異なるため、市販されているほとんど全ての機種で可変できるようになっている。各製造メーカーとも過去の経験によって洗浄強さの範囲を決定している。国民生活センターが実施した市販の4機種に関する洗浄のモニターテストによれば、「水勢調節でも全般に『中』位置が好まれ、『強』側も目立った」という解析がされ、水勢の範囲に偏りがあることが示唆されているが<sup>11)</sup>、定量的にユーザが求める水勢範囲をどの程度満たしているかは不明である。さらに、強さ感(官能値)の必要範囲が決定されたとしても、設計に反映させるためには設計値に変換する必要があるが、このような研究例は見当たらない。

## 4.2 研究の目的・方法

本章では、温水洗浄便座の設計に関して、ユーザが必要とする洗浄強さ感（官能値）の範囲を決定し、さらにその範囲を設計値に変換することを目的としている。

まず8名の被験者実験にて洗浄強さ感の比例尺度を構成し、次に61名の被験者実験にて大多数のヒトに適合できる強さ感の範囲（平均 $\pm 2$ ）を推定した。さらに、この官能値で示された範囲をいかに設計値に変換するかを検討した。

### 4.3 洗浄強さ感の尺度構成

最初に官能値を定量化するために、一対比較法にて洗浄強さ感の比例尺度を構成した。

#### 4.3.1 実験方法

実験に使用したのは市販の温水洗浄便座（INAX 製 A120）である。この機種は、洗浄流量範囲が比較的広く、結果的に洗浄強さの範囲も広く、本実験に適しているためである。また、

ダイヤルの回転によって洗浄流量を連続的に可変できるようになっており、回転範囲は0～180度である。ただし、30度未満では肛門の位置まで噴流が到達しないため、実質の可変範囲は30～180度である。

官能値の尺度構成法は種々存在するが、絶対的な内的基準を必要とせず比較判断のみを行えば良いという利点があるため一対比較法を採用した。一方、一対比較法は刺激数が増すと急激に試験数が増大し、被験者を疲労させるという欠点を有する。このため、4つのダイヤル位置（50度、90度、120度、160度）を以下の方法で抽出し、比較対象をこの4つの刺激に限ることによって被験者の負担を軽減させた。両端位置（50度、160度）は極端な大きさの刺激を避けるため、可変範囲の両端から20度の位置とした。又、中間位置（90度、120度）は予備実験にて実験者のひとりが概略等分位置と感じられた2つの位置とした。従って、どの2つの組合せでも明らかに違いが感知できる設定となっている。

被験者には2つの刺激を提示し、7段階（かなり強い、強い、やや強い、変わらない、やや弱い、弱い、かなり弱い）で評価<sup>(\*)</sup>してもらった。この実験においては、上記のように明らかに違いが感知できる刺激を提示するため、順序効果を考慮しない「中屋の変法」（シェッフエの一対比較法）によって実験・解析を行った。このため被験者ひとり当りの評価回数は6回（ ${}_4C_2$ ）であった。

実験時の噴流の温水条件は中設定（37.5℃）で実施した。

#### 4.3.2 被験者

被験者<sup>(\*\*)</sup>は温水洗浄便座をほぼ毎日使用する男性ユーザ8名で、年齢は平均39.3才（範囲：32～49才）であった。

---

(\*)実験に使用した質問紙を補足資料[4-1]に示す。

(\*\*)被験者の属性を補足資料[4-2]に示す。



### 4.3.3 実験結果

試験を行った4つのダイヤル位置(50度、90度、120度、160度)をそれぞれ $A_i$  ( $i=1,2,3,4$ )で表すと、各被験者の評価データの構造 $x_{ijk}$ は以下のようである<sup>12)</sup>。

$$x_{ijk} = (\alpha_i - \alpha_j) + (\alpha_{ik} - \alpha_{jk}) + \gamma_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (4-1)$$

$i, j$ : ダイヤル位置の識別

$k$ : 被験者の識別,  $k=1, 2, \dots, 8$

$\alpha_i$ :  $A_i$ に対する洗浄強さ感(被験者の平均値)

$\alpha_{ik}$ :  $A_i$ に対する被験者 $k$ の洗浄強さ感の $\alpha_i$ からの差

$\gamma_{ij}$ : 組合せ効果

$\varepsilon_{ijk}$ : 誤差

評価データ<sup>(\*)</sup>から求めた $\alpha_i$ の推定値<sup>(\*\*)</sup>を表4-1に示す。

表4-2に分散分析表を示す。F値からは、主効果および交互作用(主効果\*個人)が共に有意(危険率1%未満)であるが、寄与度で見ると主効果が圧倒的に大きく、表4-1の結果に対する交互作用(主効果\*個人)の影響は小さいと考えられる。また、( $\alpha_i - \alpha_j$ )の95%信頼区間<sup>(\*\*\*)</sup>は全ての組合せに対して有意であった。従って、ダイヤル位置(主効果)による官能値の違いが個人差(主効果\*個人)による官能値の違いよりも圧倒的に大きく、表4-1の結果は各ダイヤル位置に対する官能値として妥当であることがわかった。

---

(\*)評価データを補足資料[4-3]に示す。

(\*\*)推定値を求めた手順を補足資料[4-4]に示す。

(\*\*\*)95%信頼区間を補足資料[4-5]に示す。

表 4-1 洗淨強さ感  $i$  の推定値

$i$ (ダイヤル位置)	1 (160度)	2 (120度)	3 (90度)	4 (50度)	計
$i$	1.72	0.38	-0.66	-1.44	0.00

表 4-2 分散分析表

項目	平方和	自由度	不偏分散	F	寄与度
主効果	178.938	3	59.646	183.9 <sup>**</sup>	89.4%
主効果 * 個人	11.563	21	1.285	3.960 <sup>**</sup>	2.4%
組み合わせ効果	1.688	3	0.563	1.734	0.4%
誤差	6.813	21	0.324		7.8%
総平方和	199	48			100.0%

#### 4.4 官能値と物理量の相関付け

感覚強度である洗浄強さ感が発生するメカニズムとしては、ノズルから噴出した噴流が肛門およびその周辺の皮膚に衝突し、噴流の運動量が衝突力に変化し、この衝突力による刺激を皮膚内の機械受容器が受容し、洗浄の強さ感として感知されると考えられる。噴流の衝突力の受容には複数の受容器が関与していると考えられ、脳では刺激を受ける部位（肛門周辺）全体での洗浄強さ感として感知される。

従って、洗浄強さ感を生じさせる刺激量としては上記の「噴流の衝突力」が有力な候補であると考えられる。この仮説に従い、以下では、噴流の衝突力（刺激量）と洗浄強さ感（感覚強度）間に相関が見られるかを検討した。

##### 4.4.1 刺激となる物理量（衝突力）の測定

上記の相関を検討するため、各ダイアル角度での噴流の衝突力を測定した。

###### 4.4.1.1 刺激となる物理量（衝突力）の測定

図 4-1 に示すような構成にて噴流の衝突力を測定した。肛門の位置に置かれた円盤で噴流の衝突力を受け、この力はロッドを通じて比較的小さな力の測定に適した歪みゲージ式ロードセル（共和電業製 LVS-50GA）に伝えられる。さらにロードセルは通常の動歪計に接続されている。

###### 4.4.1.2 実験結果

図 4-2 にダイアル角度に対する衝突力の計測結果<sup>(\*)</sup>を示す。前述のように、ダイアル角度 30 度未満では噴流が弱く円盤の位置（肛門の位置）まで到達しない。このため 30 度未満では衝突力が発生していない。

##### 4.4.2 官能値と物理量の相関

上記より、洗浄強さ感に対応すると推定した刺激量である噴流の衝突力を知ることができた。両者の相関を調べるため、横軸に衝突力（図 4-2）、縦軸に洗浄強さ感の平均値とその 95%信頼範囲（表 4-1）をプロットしたものが図 4-3 である。なお、各ダイアル角度（50 度、90 度、120 度、160 度）に対する衝突力は図 4-2 中の内挿式によって求めた。

図 4-3 より当初の推定通り、官能値である「洗浄強さ感」と相関の高い主要な物理量が「噴流の衝突力」であることが示された。両者の関係は(4-2)の式で表され、Weber-Fechner の法則に良く従っている。

---

(\*)衝突力の計測結果の数値データを補足資料[4-6]に示す。

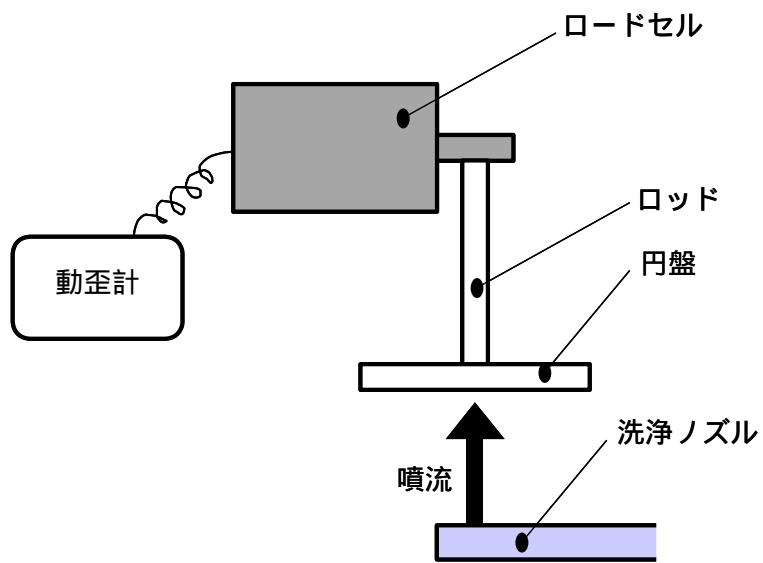


図 4-1 衝突力の測定装置の概略図

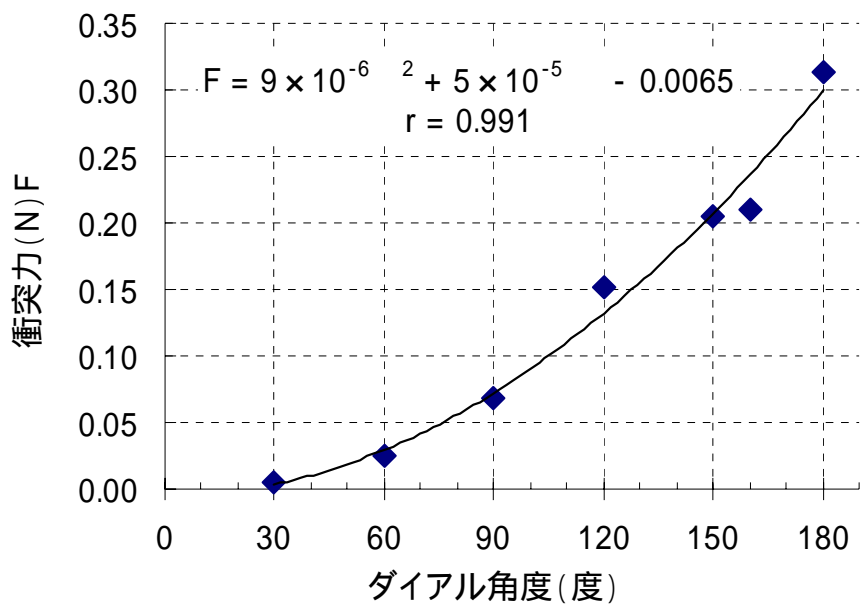


図 4-2 衝突力の測定結果

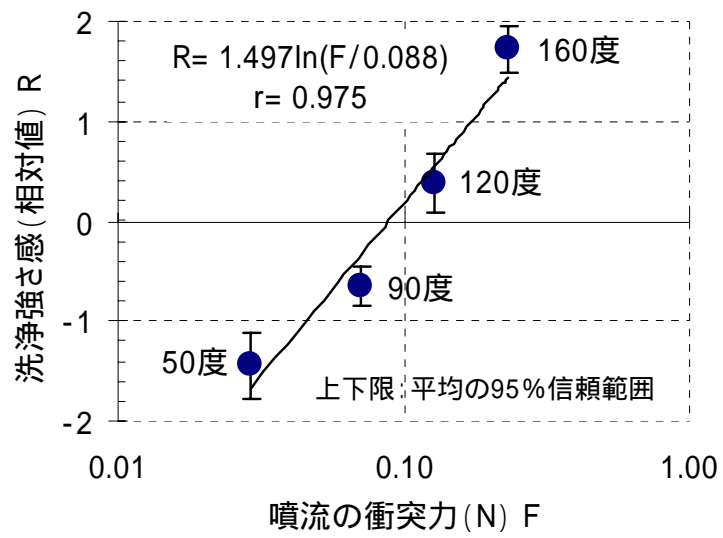


図 4-3 衝突力と強さ感の相関

$$R = 1.497 \ln(F / 0.088)$$

(4-2)

$R$ : 官能値 (洗淨強さ感, 相対値)

$F$ : 物理量 (噴流の衝突力, N)



## 4.5 必要な洗浄強さ感の範囲

次に、洗浄強さ感について大多数のヒトに適合できるための範囲を推定するための実験を行った。この範囲として、機械系を対象とする場合は通常「平均±3」を採用するが、ヒトの特性の場合はバラツキが大きいことを考慮して、本論文では「平均±2」とした。

### 4.5.1 実験方法

実験に使用した温水洗浄便座は 4.4.1 の実験で用いたものと同一である。被験者に対し「使用する水勢範囲の上限値と下限値をダイヤル角度で答えて下さい」という指示を与え、テスト室の中で実際に温水洗浄便座を使用しながら質問紙<sup>(\*)</sup>に記入してもらった。

実験時の噴流の温水条件は中設定(37.5)で実施した。

### 4.5.2 被験者

被験者<sup>(\*\*)</sup>に関しては性別・年代の偏りを少なくするため、男性 31 名・女性 30 名(計 61 名)とし、さらに 20 代～50 代の各年代のヒトが含まれるように配慮した。男性の平均年齢は 37.7 才(範囲:24～56 才)、女性は 34.8 才(範囲:23～57 才)、全体は 36.3 才(範囲:23～57 才)であった。

### 4.5.3 実験結果

実験結果<sup>(\*\*\*)</sup>を解析するに当っては次のようなことを考慮した。被験者には使用する上下限をダイヤル角度で答えてもらったが、ダイヤル角度は個別機器の固有特性であるため、図 4-2 の関係を利用して衝突力に変換した。この衝突力に対する上下限の分布を考察したが、下限側の分布において「平均-2」の値がマイナス(負の衝突力)となり、意味のある結果を得られなかった。そこで、物理的に意味のない負の衝突力が発生しないように衝突力の自然対数を取り、これに対する分布を考察した。また、式 4-2 より洗浄強さ感<sup>(\*)</sup>は衝突力の対数と相関が高いことから妥当な方法であると考えられる。

図 4-4 と図 4-5 にそれぞれ使用域の下限側および上限側の分布をヒストグラムで示す。

---

(\*)実際に使用した質問紙を補足資料[4-7]に示す。

(\*\*)被験者の属性を補足資料[4-8]に示す。

(\*\*\*)実験結果のデータを補足資料[4-9]に示す。

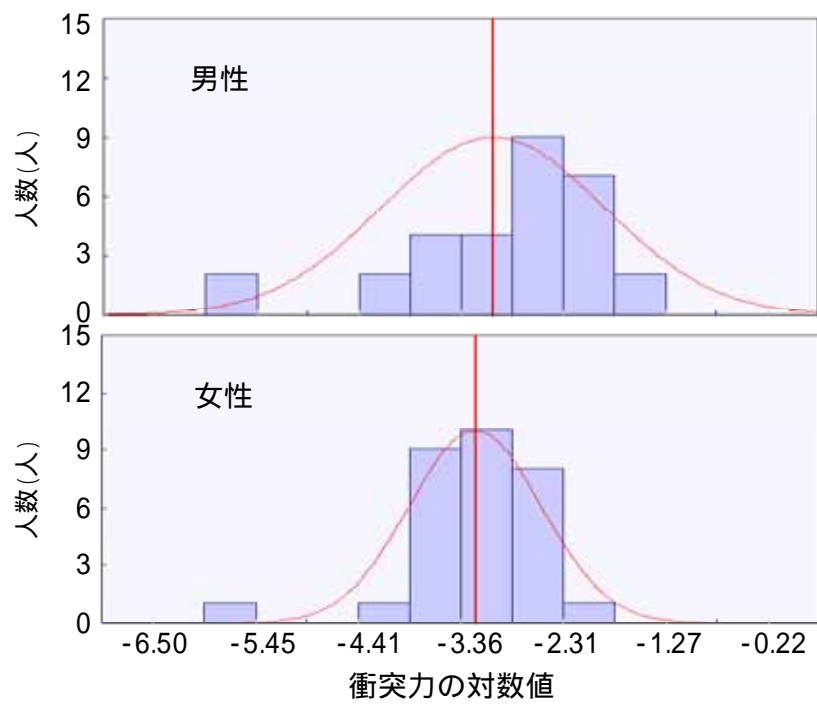


図 4-4 使用域の下限側の分布

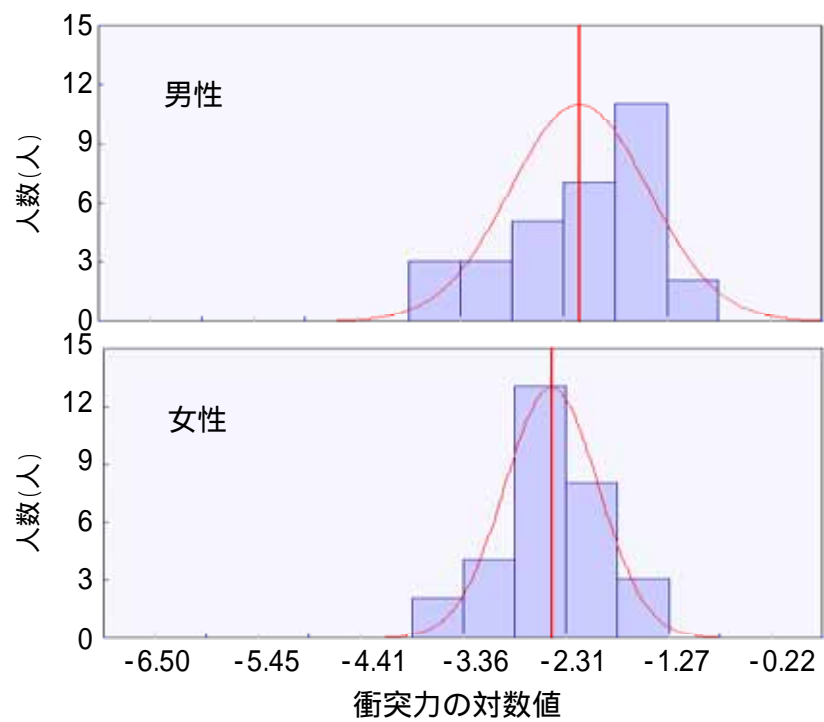


図 4-5 使用域の上限側の分布

これらの結果から、下限側については「平均-2」、上限側については「平均+2」を求めると表 4-3 のようになる。対数を元に戻すと表 4-4 のようになる。この表より、大多数のヒトに対して洗浄強さ感を満足させる（=使用域が存在する）ためには、噴流の衝突力として  $4.9 \times 10^{-3} \sim 4.7 \times 10^{-1} \text{N}$ （0.50 ~ 48.2gf）の範囲をカバーする必要があることがわかる。これらの上下限值はバラツキの大きい男性被験者の分布より導かれた。

表 4-3 In(F)の分布のまとめ

	下限側			上限側		
	平均		平均-2	平均		平均+2
男性	-3.03	1.14	-5.31	-2.15	0.70	-0.75
女性	-3.21	0.68	-4.57	-2.46	0.48	-1.50

表 4-4 分布のまとめ

	下限側 (N)			上限側 (N)		
	平均		平均-2	平均		平均+2
男性	0.048	3.13	$4.92 \times 10^{-3}$	0.116	2.02	0.472
女性	0.040	1.97	$1.04 \times 10^{-2}$	0.086	1.61	0.223

#### 4.6 物理量と設計値の相関付け

上記 4.5 で求めた洗浄強さ感の必要範囲を設計値に変換する検討を行う。

4.4 で述べたように、ノズルから噴出した噴流が肛門およびその周辺の皮膚に衝突し、噴流の運動量が衝突力に変化すると考えられる。この場合、噴流に時間的な変化がない連続流であれば、単位時間あたりの運動量の変化が衝突力に等しいことを考慮すると、衝突力  $F$  は以下の式で表される。

$$F = (\rho S_0 v_0) v \quad (4-3)$$

$\rho$  : 水の密度 (kg/m<sup>3</sup>)  
 $S_0$  : ノズル噴出孔の面積 (m<sup>2</sup>)  
 $v_0$  : ノズル噴出孔での噴流の初速 (m/s)  
 $v$  : 噴流が衝突するときの速度 (m/s)

簡単な流体力学的な考察より、 $v_0$ と $v$ については以下の式が導かれる。

$$v_0 = Q / S_0 \quad (4-4)$$

$$v = \sqrt{(Q / S_0)^2 - 2gh} \quad (4-5)$$

$Q$  : 噴流の流量 (m<sup>3</sup>/s)  
 $g$  : 重力加速度 (m/s<sup>2</sup>)  
 $h$  : ノズル噴出孔から洗浄位置までの距離 (m)

式(4-3)および式(4-4)を式(4-5)に代入すると、衝突力を表す次式が得られる。

$$F = \rho Q \sqrt{(Q / S_0)^2 - 2gh} \quad (4-6)$$

この式は、噴流の流量と洗浄ノズルの設計値（ノズル噴出孔の面積および洗浄位置までの距離）がわかれば、衝突力を算出することができることを示している。

式(4-6)が実際の衝突力と一致するかどうかを見るために、この式から計算される衝突力と図 4-2 で示した実測値を比較したものが図 4-6 である。計算値と実測値はよく一致しており、式(4-6)によって衝突力を推定することが可能である。

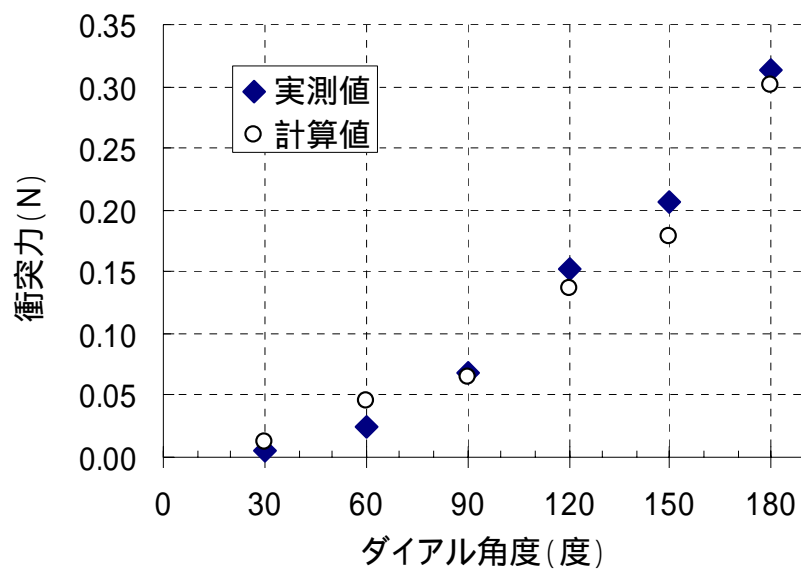


図 4-6 衝突力の比較



この結果より、大多数のヒトに対して洗浄強さ感を満足させるための噴流の衝突力の範囲  $4.9 \times 10^{-3} \sim 4.7 \times 10^{-1} \text{N}$  は予測式(4-6)を用いて設計値に変換することができる。例えば、ノズル噴出孔の面積 ( $S_0$ ) とノズル噴出孔から洗浄位置までの距離 ( $h$ ) を設計的に固定すれば、必要な流量範囲 ( $Q$ ) を式(4-6)と上記の衝突力の範囲によって決定することができる。

## 4.7 まとめ

本章では第3章で提案した手法を「温水洗浄便座の洗浄強さ感」に適用し、手法の妥当性を検証した。具体的には、温水洗浄便座の洗浄強さ感(官能値)に関して、目標とすべき範囲の決定とこれの設計値への変換について検討した。

「3.5 手法の適用手順」で示した手順に従い整理を行うと以下のものである。

### 【手順1】設計課題と目標の明確化

#### (手順1-1) ターゲットユーザの明確化

ターゲットユーザは日本人の成人男女である。

#### (手順1-2) 設計課題の明確化

設計課題はユーザが必要とする「洗浄強さ感」の範囲を設計値に変換することである。

#### (手順1-3) 設計目標値の明確化

必要範囲の上限については、(上限に関するユーザの平均値) + (2 )とし、下限については、(下限に関するユーザの平均値) - (2 )とした。

### 【手順2】官能値 物理量の変換

#### (手順2-1) 刺激の検討

対象とする感覚である「洗浄強さ感」を生じさせている刺激はノズルからの噴流である。従って、「洗浄強さ感」は噴流の特性によって生じていると考えられる。さらに、噴流温度を固定すれば、「洗浄強さ感」は噴流が局部に衝突する時に発生する機械的特性によって生じていると考えられる。

#### (手順2-2) 感覚(官能)の定量化

「洗浄強さ感」を一対比較法によって定量化を行った。

#### (手順2-3) 物理量の検討

噴流が感覚強度である洗浄強さ感が発生するメカニズムとしては、ノズルから噴出した噴流が肛門およびその周辺の皮膚に衝突し、噴流の運動量が衝突力に変化し、この衝突力による刺激を皮膚内の機械受容器が受容し、洗浄の強さ感として感知されると考えられる。このため、物理量の候補としては「噴流の衝突力」とした。

#### (手順2-4) 物理量の測定

噴流の衝突力を「(手順2-2) 感覚(官能)の定量化」で行った測定と同一条件で

測定した。

(手順 2-4) 官能値 物理量の変換 (物理量と官能値の相関検討)

「(手順 2-2) 感覚 (官能) の定量化」の結果と「(手順 2-4) 物理量の測定」の結果の基づき相関を調べた結果、「洗浄強さ感」(官能値)と「噴流の衝突力」(物理量)の間に高い相関を見出した ( $r=0.975$ )。従って、「洗浄強さ感」と相関の高い物理量のひとつが「噴流の衝突力」であることがわかった。また、設計範囲は、 $4.9 \times 10^{-3} \sim 4.7 \times 10^{-1} \text{N}$ であることを見出した。

### 【手順 3】物理量 設計値の変換

(手順 3-1) 物理モデルの検討

噴流の衝突に関する物理モデルを構築した。

(手順 3-2) 物理量 設計値の変換

この物理モデルによって、衝突力と設計パラメータを関連付ける式(4-6)を見出した。

上記のように、第 3 章で提案した手法は、温水洗浄便座の洗浄強さ感を設計値に変換することに関しては有効であることを確認した。

今後の課題としては下記の項目が挙げられる。

- ・ 物理モデルの構築：本章で示した物理モデルは噴流が連続流の場合である。近年は省エネとコンパクト化の要請から断続流を用いた機種も増加しているため、断続流の物理モデルを構築する必要がある。
- ・ 高齢者への対応：本章で求めた必要とされる洗浄強さ感の範囲は若年～中年の被験者に基づく結果である。より一層の人間中心設計のためには、高齢者を対象に調査を行う必要がある。
- ・ 第 3 章で提案した手法の妥当性の検証のためには、他の事例においても手法が有効であることを示す必要がある。

## 第4章 補足資料

### [4-1] 実験に使用した質問紙

#### 官能評価シート

問：基準強さ(前者)に対して評価強さ(後者)はどうか7段階にて評価下さい。

	かなり強い (+3)	強い (+2)	やや (+1)	かわらない (0)	やや (-1)	弱い (-2)	かなり弱い (-3)
組合せ1 (160度・120度)	-----						
組合せ2 (160度・90度)	-----						
組合せ3 (160度・50度)	-----						
組合せ4 (120度・90度)	-----						
組合せ5 (120度・50度)	-----						
組合せ6 (90度・50度)	-----						

補図 4-1 実験に使用した質問紙

[4-2] 被験者の属性

補表 4-1 被験者の属性

被験者No	年齢(才)	性別
1	32	男
2	35	男
3	41	男
4	49	男
5	32	男
6	35	男
7	41	男
8	49	男
平均	39.3	
標準偏差	6.9	
最大	49	
最小	32	

[4-3] 評価データ（生データ） $x_{ijk}$

補表 4-2 評価データ（生データ） $x_{ijk}$

評価対 (i - j)	1 - 2	1 - 3	1 - 4	2 - 3	2 - 4	3 - 4
ハネラ1	2	1	3	1	1	1
ハネラ2	1	3	3	0	1	1
ハネラ3	1	2	3	2	3	1
ハネラ4	2	3	3	1	2	1
ハネラ5	2	2	3	1	2	0
ハネラ6	1	2	2	1	1	0
ハネラ7	2	3	3	1	3	2
ハネラ8	2	3	3	2	3	1

ただし、 $i, j$ とダイヤル角度との対応は以下のようである。

補表 4-3  $i, j$ とダイヤル角度との対応

$i, j$	1	2	3	4
ダイヤル角度	160度	120度	90度	50度

[4-4] 推定値  $\alpha_i$  を求めた手順

推定値  $\alpha_i$  を求めた手順<sup>12)</sup>以下に示す。

(手順1)  $x_{i \cdot k} = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 x_{ijk}$  を求める。

補表 4-4  $x_{i \cdot k}$

ダイヤル角度	160度	120度	90度	50度	
パネル1	6	0	-1	-5	0
パネル2	7	0	-2	-5	0
パネル3	6	4	-3	-7	0
パネル4	8	1	-3	-6	0
パネル5	7	1	-3	-5	0
パネル6	5	1	-3	-3	0
パネル7	8	2	-2	-8	0
パネル8	8	3	-4	-7	0
	55	12	-21	-46	0

(手順2) 平均の洗浄強さ  $\alpha_i = \frac{1}{8 \times 4} \sum_{k=1}^8 x_{i \cdot k}$  を求める。

補表 4-5 平均の洗浄強さ  $\alpha_i$

ダイヤル角度	160度	120度	90度	50度
$i$	1.72	0.38	-0.66	-1.44

[4-5] (  $\mu_i - \mu_j$  )の95%信頼区間

補表 4-9 (  $\mu_i - \mu_j$  )の95%信頼区間

評価対 (i - j)	1 - 2	1 - 3	1 - 4	2 - 3	2 - 4	3 - 4
95% 上限	1.704	2.735	3.517	1.392	2.173	1.142
95% 下限	0.983	2.015	2.796	0.671	1.452	0.421



[4-6] 衝突力の計測結果

補表 4-10 衝突力の計測結果

ダイヤル角度 (度)	実測荷重 (N)
30	0.005
60	0.025
90	0.069
120	0.152
150	0.206
160	0.211
180	0.314

[4-7] 実験に使用した質問紙

**No.1**

(ご注意)

- ・角度は、ダイヤルの「赤い点」のある位置で読み取ってください。
- ・下記に(1)(2)(3)を試すに当たっては、必ずダイヤル(角度)位置 90 から開始ください。

(1) **頼りない**と感じるダイヤル(角度)範囲が有りますか

有り  度以下

なし

[頼りないと感じる内容(複数選択可)]

強さが不足  
当てる面積が不足  
水量が不足  
洗える気がしない  
その他

(ご自由にお書きください)

(2) **強すぎる**と感じるダイヤル(角度)範囲が有りますか

有り  度以上

なし

[強すぎると感じる内容(複数選択可)]

痛い  
水量が多すぎる  
水が飛び散る  
その他

(ご自由にお書きください)

(3) **快適**に使用できるダイヤル(角度)範囲が有りますか

有り  度 ~  度

なし

(4) 上記の「快適」「頼りない」「強すぎる」以外の感じ方があれば、ご記入ください。

補図 4-2 実験に使用した質問紙

[4-8] 被験者の属性

補表 4-11 被験者の属性

男性			女性		
No.	被験者No.	年齢	No.	被験者No.	年齢
1	1	29	1	31	27
2	2	29	2	32	25
3	3	28	3	33	25
4	4	25	4	34	24
5	5	25	5	35	25
6	6	26	6	36	28
7	7	26	7	37	28
8	8	27	8	38	23
9	9	24	9	39	27
10	10	24	10	40	27
11	11	36	11	41	31
12	12	36	12	42	32
13	13	38	13	43	35
14	14	39	14	44	30
15	15	36	15	45	32
16	16	31	16	46	33
17	17	34	17	47	34
18	18	35	18	48	33
19	19	38	19	49	30
20	20	38	20	50	29
21	21	53	21	51	48
22	23	53	22	52	42
23	24	44	23	53	43
24	25	49	24	54	46
25	26	43	25	55	48
26	27	43	26	56	50
27	28	56	27	57	57
28	29	45	28	58	40
29	30	54	29	59	43
30	61	52	30	60	48
31	62	53			
平均年齢		37.7	平均年齢		34.8
標準偏差		10.3	標準偏差		9.3
最大		56	最大		57
最小		24	最小		23

[4-9] 実験結果のデータ

補表 4-12 実験結果のデータ (生データ)

男性			女性		
被験者 No	最小角度 (度)	最大角度 (度)	被験者 No	最小角度 (度)	最大角度 (度)
16	150	180	47	120	150
23	140	160	51	100	130
14	130	150	54	100	120
62	130	150	37	90	120
15	120	170	38	90	140
20	120	140	39	90	120
24	120	150	52	90	100
17	110	170	57	90	140
29	110	150	59	90	100
28	100	120	33	80	100
30	100	150	35	80	100
2	90	120	42	80	100
8	90	180	34	70	100
10	90	120	44	70	130
13	90	110	46	70	100
19	90	120	48	70	80
21	90	150	49	70	110
61	90	100	56	70	110
25	80	160	60	70	80
3	70	100	31	60	80
5	70	100	32	60	90
18	70	80	40	60	90
1	60	120	43	60	90
4	60	90	45	60	120
6	60	110	50	60	80
7	60	100	53	60	90
9	50	80	55	60	90
26	50	60	58	60	90
11	30	60	36	50	60
12	30	60	41	30	60
27	30	70			

#### 第4章 参考・引用文献

- 1) 総理府統計局：家庭用エネルギー消費機器の使用実態調査,平成 16 年全国消費実態調査,8,2005
- 2) 山崎猛：最近の衛生設備器具について, 建築設備と配管工事, 43,10, 44-51,2005
- 3) 梶田卓司：あらためて省エネルギー・省エネ,住まいと電化,19,6,36-38,2007
- 4) 古林満之 他：超省エネ温水洗浄便座, Matsushita Tech J,52,6,474-477,2006
- 5) 青野拓：環境と省エネルギー, 建築設備, 別冊付録, 158-162,2006
- 6) 松下電器産業：給湯機器/バスタイレ機器-自動化から省エネ・ネットワーク技術による快適・安心・環境創造型へ-, Matsushita Tech J,51,3,242-247,2005
- 7) 千葉智成 他：全電化住宅におけるライフスタイルの変更による省エネルギー効果の推定, エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集, 20,391-394,2004
- 8) 青野拓：設備講座 環境と省エネルギー(8)「水環境」水まわり商品の節水技術, 建築設備, 55,2,91-95,2004
- 9) 吉野博 他：全電化住宅を対象としたライフスタイルの変更による省エネルギー効果, 日本建築学会技術報告集, 18,213-218,2003
- 10) 白木彰人 他：温水洗浄便座 座り心地の改良, 第 29 回官能評価シンポジウム報文集,93-98,1999
- 11) 国民生活センター：温水洗浄便座の比較テスト結果, 温水洗浄便座の比較テスト結果 平成 10 年, 4-6,1998
- 12) 佐藤信：統計的官能検査法, 日科技連,263-270,1985

## 第5章 手法の適用(2)：枕の寝返り性

## 5.1 はじめに

本章では、第4章に引き続き、第3章で提案した手法を別の設計事例である「枕の寝返り性」に適用し、さらに手法の妥当性を検証した事例を述べる。

睡眠中の体動は粗体動と細体動の2種類に分類されるが、本報で対象とする「寝返り」は粗体動のうち、仰臥位から側臥位に変わるなど睡眠姿勢の変位が起きる体動である。枕におけるヒトに係わる性能（体圧分散性、寝姿勢、寝返り性等）のなかで寝返り性は重要である。体幹部を支える寝具（マットレス、敷布団）の寝返り性が良好であっても、枕の寝返り性が悪い場合、頸部への負担となり痛みの原因となると考えられる。また、Aaronsonら<sup>1)</sup>はNREM-REM睡眠の移行時点で睡眠姿勢の変位（寝返り）が起こる確率が高いと報告しており、NREM睡眠とREM睡眠が交互に現れる良質な睡眠を得るためにも寝返りが容易であることが重要である。

## 5.2 研究の目的・方法

本章では、枕の寝返り性（官能値）に関する目標性能を設計値への変換することを目的としている。

16名の被験者にて6種類の異なる枕を用い、寝返りし易さの官能評価を実施した。一方、これら6種類の枕上にて人体頭部の回転トルク相当量を測定した。さらに物理モデルを構築し、回転トルクを図形的な設計パラメータに変換した。



### 5.3 寝返り性の官能評価

最初に官能値を定量化するために、材料・形状の異なる6種類の枕（低反発ウレタン3種類、羽毛1種類、そば殻1種類、樹脂弾性体1種類）について「寝返りし易さ」に関する官能評価を実施した。

#### 5.3.1 実験方法

実験の方法としては、マットレスを固定し、各枕を使用して被験者に数回寝返りを実施してもらい、-2~+2の5段階で寝返りのし易さに関して評価点(\*)を記入してもらった。

#### 5.3.2 被験者

被験者(\*\*)は16名で、内訳は男性10名、女性6名で、平均年齢は35.1才（範囲：25~54才）であった。

#### 5.3.3 実験結果

図5-1に実験結果(\*\*\*)を示す。枕の種類によって寝返り性の官能評価値が大きく異なることがわかる。ただし、図中のA~Fは以下のようなものである。

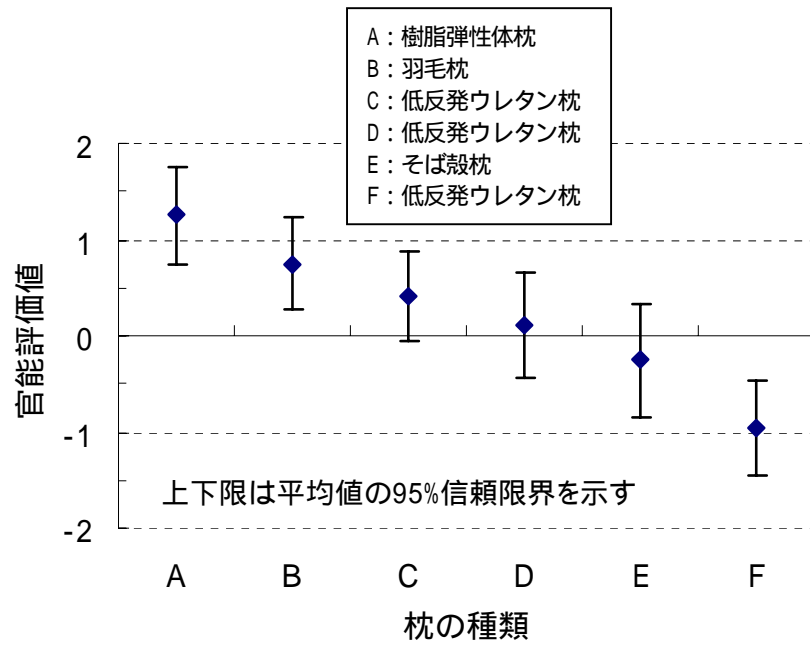
- A：樹脂弾性体枕
- B：羽毛枕
- C：低反発ウレタン枕
- D：低反発ウレタン枕
- E：そば殻枕
- F：低反発ウレタン枕

---

(\*)実験に使用した質問紙を補足資料[5-1]に示す。

(\*\*)被験者の属性を補足資料[5-2]に示す。

(\*\*)実験結果のデータを補足資料[5-3]に示す。



## 5.4 官能値と物理量の相関付け

枕の寝返り性に関して、官能値と物理量の相関付けを考察すると以下のようなものである。

敷布団、またはマットレスを固定した場合、枕の寝返りのし易さは、枕上で頭部を回転させようとする時にこれを妨げる枕からの回転トルクの大小によって決定されると思われる。つまり、回転トルクが大であれば寝返りし難く、回転トルクが小であれば寝返りし易いであろう。さらに、ヒトが固定されれば頭部の形状は変化しないことから、「寝返り時の頭部の回転トルク」が目的とする最有力の物理量であると推定できる。

上記の仮説に従い、頭部の回転トルクを測定した。人体での直接測定は困難であるため人体頭部を模擬した円筒の回転トルクが測定できる装置<sup>2)</sup>(図5-2)を用いて測定した。寝返り時にヒトが受ける回転トルクは個人毎に異なっているため、測定された回転トルクは平均値に相当すると考えられる。

図5-2の装置を用いて上記6種類の枕(A~F)に関して回転トルクを測定した<sup>(\*)</sup>。

この回転トルクの測定値と前述の官能評価点の結果を個人毎にみると、大多数の被験者(16名中14名)は回転トルクが小さいほど寝返りし易いという相関を示したことにより、全員の平均値に基づく両者の関係を単回帰分析により求めた(図5-3および式5-1)。

$$R = -1.588 \ln \frac{\tau}{0.379} \quad (5-1)$$

R: 官能値 (寝返りのし易さ)

: 物理量 (回転トルク, Nm)

Weber-Fechnerの法則<sup>3)</sup>に良く従い、当初の推定通り、官能値である「寝返りし易さ」と相関の高い物理量のひとつが「寝返り時の頭部の回転トルク」であることがわかった。設計手法としてはこの平均値を用いたモデルを採用することとした。

---

(\*)実験結果のデータを補足資料[5-4]に示す。

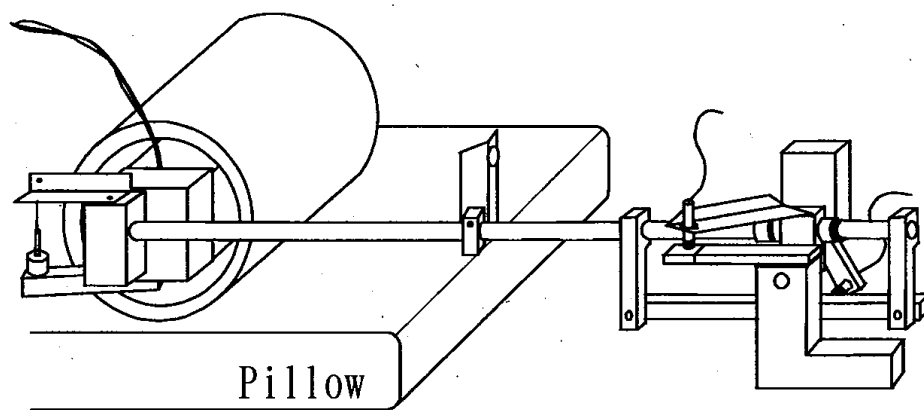


図 5-2 回転トルクの測定装置<sup>2)</sup>

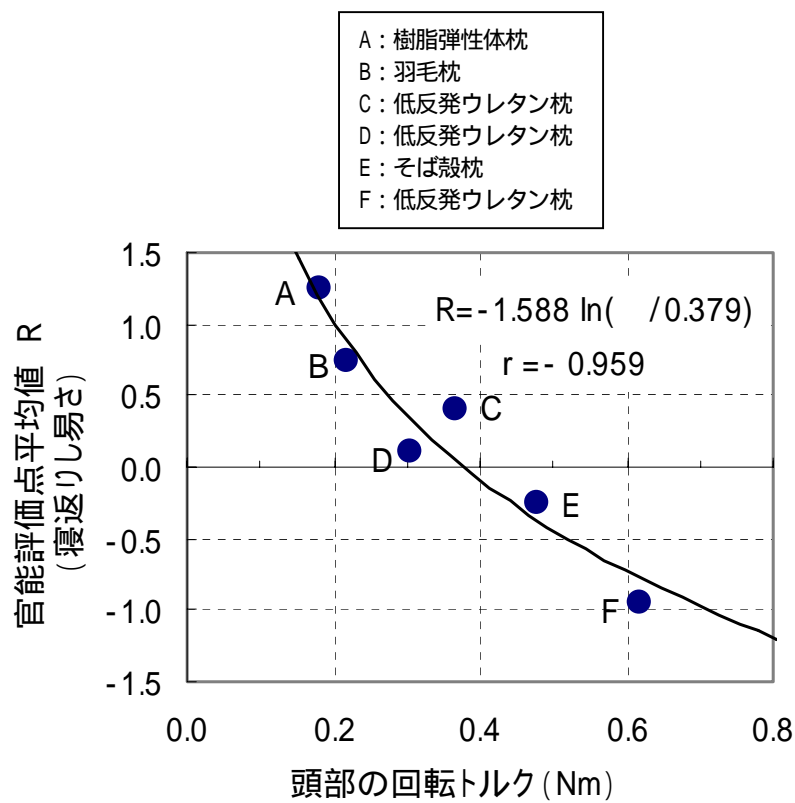


図 5-3 物理量と官能値の相関

## 5.5 寝返り時の筋電図

官能値の裏付けとして生理量（筋電図）を測定した。測定対象の枕は図 5-1 中のA（樹脂弾性体枕）とF（低反発ウレタン枕）であり、6種類の枕の中で、最も寝返りがし易かった枕（A）と最も寝返りがし難かった枕（F）である。被験者は身長・体重ともに日本人の若年成人男子の平均値に近い成人男子（170cm/65kg）である。測定時の体の動きを図 5-4 に示す。実際の測定では、寝返り動作によって筋活動が発生しそうな部位を 20 点程度測定した。このうち比較的大きな筋電位が発生した部位についてその測定結果を図 5-5 に示す<sup>(\*)</sup>。F（低反発ウレタン枕）はA（樹脂弾性体枕）に比べて、僧帽筋（下行部）・大胸筋・広背筋において筋電位が高く、筋負担が大きいことを示しており、官能評価の結果を裏付けている。寝返り動作との関連で考察すると、回転トルクの大きな寝返りし難い枕の場合、人体頭部を回転させるための比較的大きな駆動トルクが頸部の僧帽筋にて発生していると考えられる。また、大胸筋と広背筋で筋活動が大きくなっているのは、上記の回転トルクを体幹部の動きが補助しているものと考えられる。

---

(\*)他の測定部位の筋電図を補足資料[5-5]に示す。

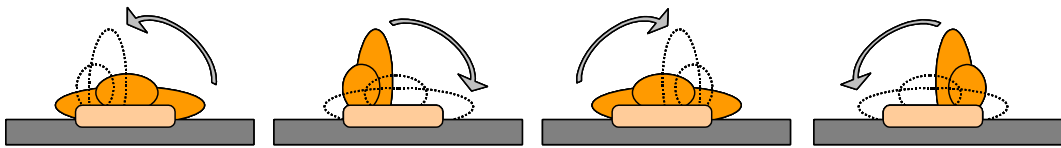


図 5-4 筋電図測定時の体の動き

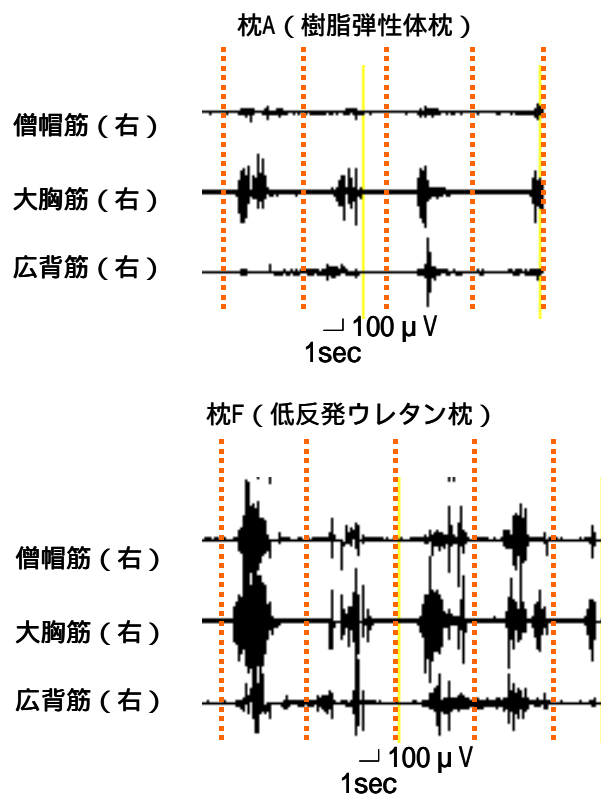


図 5-5 筋電図の測定結果



## 5.6 物理モデルの構築と検証

官能値に相関する物理量を見出すことができたならば、次のステップはこの物理量と設計値（設計パラメータ）との相関を見出すことである。具体的には、何らかの物理（数学）モデルを構築し、機器とヒトの相互作用によってどのようなメカニズムでこの物理量が発生するかを明確にすることである。「枕の寝返り性（寝返りし易さ）」においては、相関の高い物理量のひとつが「寝返り時の頭部の回転トルク」であるが、設計計算を行う上でトルクは力学量であるため扱いが容易ではない。このため、トルクの生じるメカニズムを検討し、トルクと同等で設計計算において直接的に扱える図形的な設計パラメータへの変換を検討した。

ヒトの頭部の回転に伴うトルクの発生要因は以下のように考えられる。変形しない平らな枕を想定すると、回転のためのトルクはほぼ 0 である。しかし、実際の枕では頭部を枕に載せると図 5-6 (A) のように枕は変形し沈み込みが生じる。この状態から回転するためには、図 5-6 (B) に示すように枕の力学的物性値と形状に依存して生じる「水平面とある角度( )をなす坂」を登ることになる。従って、重力に抗して頭部がこの坂を登るのに必要なトルクとして回転トルクが発生する、と考えられる。これを図示したものが図 5-7<sup>2)</sup>であり、この図から式 5-2 の関係式が得られる。

$$\tau = rmg \sin \theta \quad (5-2)$$

$r$  : 頭部の半径 (m)

$m$  : 頭部の質量 (kg)

$g$  : 重力加速度 ( $m \text{ s}^{-2}$ )

: 等価的な坂の傾き角度 (rad)

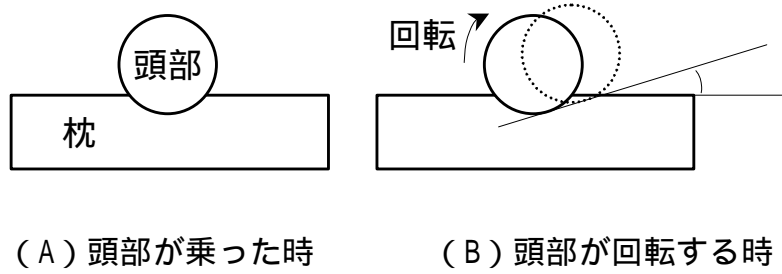


図 5-6 寝返り時の頭部の回転

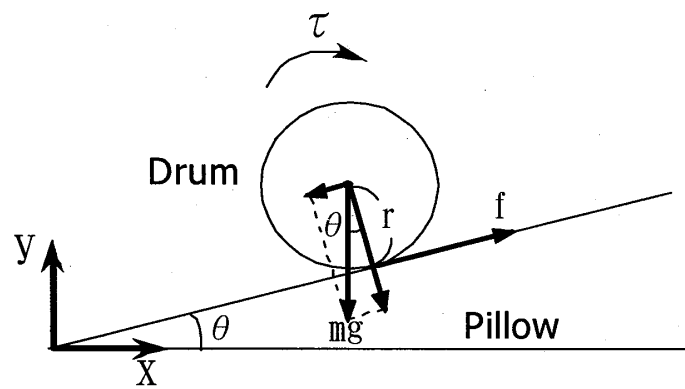


図 5-7 物理モデル<sup>2)</sup>

## 5.7 設計解の求め方

前節までの議論により、官能値と相関する物理量を見出し、この物理量が発生するメカニズムによって設計パラメータとの相関がわかったので、目標とする官能値を設計パラメータに置き換えることができる。

例えば、設計目標として、-2~+2の評点法にてユーザの官能評価を行った結果として、ユーザの平均値1(=「やや寝返りし易い」)を得ることを目標とする場合、式5-1よりトルクとしては0.20 Nmが目標値となる。さらに式5-2より、設計パラメータ(等価的な坂の傾き角度)としては、 $6.4 \times 10^{-4}$  radが目標値となる。ただし、回転トルク測定時の測定条件である、 $r: 80\text{mm}$ ,  $m: 6.4\text{kg}$ ,  $g: 9.8 \text{ m s}^{-2}$  を用いた。この後、具体的な枕の設計値(寸法、材質等)に展開する必要がある。種々の方法が考えられるが、例えば枕および図5-2の円筒の3次元形状をモデリングし、力学的な数値計算(例えば有限要素法)を行えば、設計パラメータ(等価的な坂の傾き角度)を計算することが可能である。

## 5.8 まとめ

本章では、第4章に引き続き、第3章で提案した手法を「枕の寝返り性」に適用し、手法の妥当性を検証した。具体的には、枕の寝返りし易さ(官能値)に関して、目標とすべき範囲の決定とこれの設計値への変換について検討した。

「3.5 手法の適用手順」で示した手順に従い整理を行うと以下のものである。

### 【手順1】設計課題と目標の明確化

#### (手順1-1) ターゲットユーザの明確化

ターゲットユーザは日本人の成人男女である。

#### (手順1-2) 設計課題の明確化

設計課題はユーザが「寝返りし易い」と感じる枕を設計することである。

#### (手順1-3) 設計目標値の明確化

ユーザの平均値として「やや寝返りがし易い」(-2~+2の評点法において+1)が得られることを設計目標値とする。

### 【手順2】官能値 物理量の変換

#### (手順2-1) 刺激の検討

枕の「寝返りのし易さ」は、枕上で頭部を回転させようとする時にこれを妨げる枕からの回転トルクの大小によって決定されると思われる。つまり、回転トルクが大であれば寝返りし難く、回転トルクが小であれば寝返りし易い。従って、「寝返り時の頭部の回転トルク」が官能に対応する物理量の有力な候補であると推定できる。

#### (手順2-2) 感覚(官能)の定量化

「寝返りのし易さ」を-2~+2の評点法によって定量化を行った。

#### (手順2-3) 物理量の検討

上記「(手順2-1) 刺激の検討」にて検討を行った。

#### (手順2-4) 物理量の測定

回転トルクを「(手順2-2) 感覚(官能)の定量化」で行った測定と同一条件で測定した。

(手順 2-4) 官能値 物理量の変換 (物理量と官能値の相関検討)

「(手順 2-2) 感覚 (官能) の定量化」の結果と「(手順 2-4) 物理量の測定」の結果の基づき相関を調べた結果、「寝返りのし易さ」(官能値)と「回転トルク」(物理量)の間に高い相関を見出した ( $r=0.959$ )。従って、「寝返りのし易さ」と相関の高い物理量のひとつが「回転トルク」であることがわかった。

### 【手順 3】物理量 設計値の変換

(手順 3-1) 物理モデルの検討

枕における寝返りトルクに関する物理モデルを構築した。

(手順 3-2) 物理量 設計値の変換

この物理モデルによって、回転トルクと設計パラメータを関連付ける式(5-2)を見出した。この式より、目標値である「やや寝返りがし易い」に相当する設計パラメータ (等価的な坂の傾き角度) は、 $6.4 \times 10^{-4}$  radであることを見出した。

上記のように、第 3 章で提案した手法は、枕の寝返りし易さを設計値に変換することに関しては有効であることを確認した。

今後の課題としては下記の項目が挙げられる。

- ・ 物理量の探索：本章で示した手法においては、官能値に相関する直接的な刺激となる物理量を見出す必要がある。しかし、この物理量を見出す体系的な方法が確立していない。手法を一般化するためには何らかの方法を示す必要があるので検討を進める。
- ・ ユーザ個人への対応：本章で示した手法においては、ユーザを平均した官能値と設計値との相関を考慮している。人間中心設計の第 1 歩としては妥当と思われるが、今後、ユーザ各個人への対応方法の検討を考慮していく。
- ・ 手法の適用可能性：第 3 章で提案した手法は、2 つの具体的な設計事例において有効であったので、妥当性の高いものと思われるが、今後、さらに多くの事例によって適用範囲を拡大していく。

第5章 補足資料

[5-1] 実験に使用した質問紙

枕: _____							
		かなり	やや	も ない	ど ちら で	やや	かなり
		2	1	0		-1	-2
1	安定感が良い(仰臥時)						安定感が悪い(仰臥時)
2	寝返りしやすい						寝返りにくい
3	安定感が良い(側臥時)						安定感が悪い(側臥時)
4	仰臥時に戻りやすい						仰臥時に戻りにくい
5	頭部を左右に動かしやすい						頭部を左右に動かしにくい
6	音が気になる						音が気にならない
7	臭いが気になる						臭いが気にならない
8	高い						低い
9	硬い						柔らかい
10	落ち着く・しっくりくる						落ち着かない・しっくりこない
11	好きな						嫌いな
12	寝やすそう						寝にくそう
13	欲しい						欲しくない

補図 5-1 実験に使用した質問紙

[5-2] 被験者の属性

補表 5-1 被験者の属性

No.	性別	年齢(才)	身長(cm)	体重(kg)
1	男	27	173	98
2	男	25	171	56
3	男	25	165	60
4	男	25	173	65
5	男	35	170	70
6	男	43	172	62
7	男	43	168	60
8	男	49	167	72
9	男	54	165	57
10	男	51	163	63
11	女	25	157	55
12	女	28	168	50
13	女	28	156	50
14	女	32	154	50
15	女	36	163	53
16	女	36	168	52
平均年齢		35.1		
標準偏差		10.0		
最大		54		
最小		25		



[5-3] 実験結果のデータ

補表 5-2 実験結果のデータ

枕	SFF	羽毛	低反発 (アソニクジャパン)	低反発 (ロフター)	そば殻	低反発 (テンビュール)
	A	B	C	D	E	F
被験者1	2	0	1	2	-1	-1
被験者2	2	1	1	2	0	-1
被験者3	1	1	-1	-1	1	-1
被験者4	1	-1	0	-1	-2	-1
被験者5	2	1	0	0	-1	-2
被験者6	2	1	1	1	-1	-1
被験者7	2	1	1	-1	1	-1
被験者8	1	2	2	-1	1	2
被験者9	-1	0	2	1	-1	-1
被験者10	-1	1	-1	1	-1	-1
被験者11	1	0	1	1	-1	0
被験者12	2	-1	-1	-2	-2	-1
被験者13	2	1	1	1	1	-2
被験者14	1	1	1	1	-2	-1
被験者15	-1	-1	-1	0	0	-2
被験者16	2	2	-1	1	0	-1
平均	1.25	0.75	0.40	0.10	-0.25	-0.95
信頼区間 (95.0%)	0.50	0.48	0.47	0.55	0.59	0.49

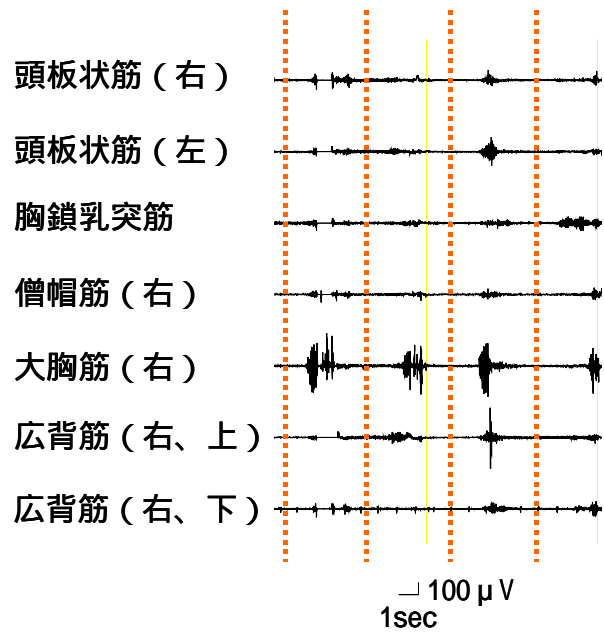
[5-4] 回転トルクの測定値

補表 5-3 回転トルクの測定値

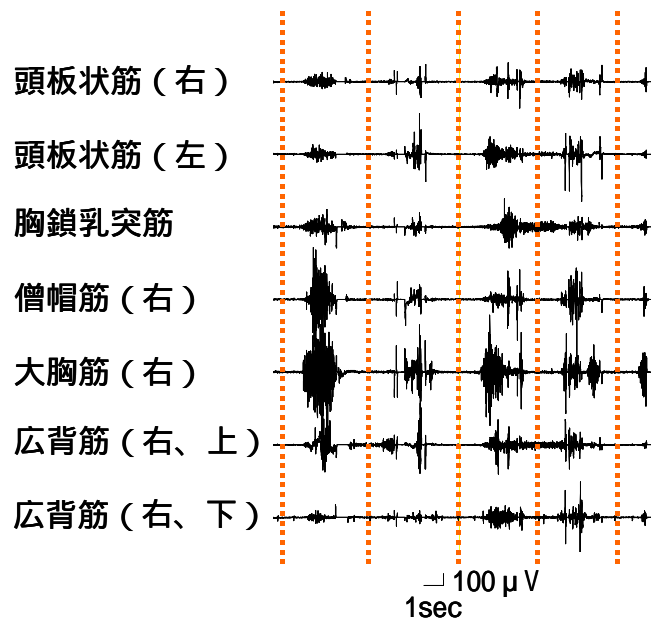
枕	SFF	羽毛	低反発 (アソニックジャパン)	低反発 (ロフター)	そば殻	低反発 (テンビュール)
	A	B	C	D	E	F
トルク(Nm)	0.180	0.219	0.365	0.305	0.478	0.620

[5-5] 筋電図のデータ

枕A (樹脂弾性体枕)



枕B (低反発ウレタン枕)



補図5-2 筋電図のデータ

## 第5章 参考・引用文献

- 1) Aaronson S.T. et al : Brain state and body position. A time-lapse video study of sleep, Arch Gen Psychiatry 39,330-335,1982
- 2) 村田康弘, 和阪学弘, 安達優, 池浦良淳, 上西園武良, 内藤公孝, 水谷一樹, 澤井秀樹 : 枕の寝返り性評価に関する研究, 日本人間工学会東海支部 2006 年研究大会論文集, 14-15, 2006
- 3) 大山正, 今井省吾, 和気典二編: 感覚・知覚心理学ハンドブック ,6-8, 誠信書房, 2000

## 第6章 手法の適用(3) : ミシンの操作性

## 6.1 はじめに

本章では、手法の最終ステップである「図面化、評価・検証」の部分を実例（ミシンの操作性）に適用した例を述べる。「3.5 手法の適用手順」で述べたように、このステップの内容を再録すると、「具体的な設計（図面化）を行う。ただし、当該機器に求められる種々の制約条件（生産性、コスト、他の性能とのトレードオフなど）を勘案して、トータルとして最適になるように図面化を行う。さらに製品試作を行い、目標性能を満たしているかどうかの評価・検証を行う。目標性能を満たしていなければ、上流のステップに戻り、再検討を行う。どこのステップに戻る必要があるかは、目標未達の原因によって異なる。」のようである。

上記のように、当該ステップでは種々の制約条件（生産性、コスト、他の性能とのトレードオフなど）を勘案する必要があるが、本論文が対象としている「生活機器のヒトに関わる性能」の中では、感覚・知覚機能を包含する認知機能に関わる性能の確保が重要である。従って、本章では、認知機能を対象に、どのように評価・検証を行い、最終的に図面化に至るかを述べる。

## 6.2 研究の背景

ミシンの操作性に関しては、糸を使用しこれを取り回すというミシンという機械の特性上、他の家庭用機器に比べて面倒な操作が必要であり、従来、ユーザの適応能に依存する比重が多かった。しかし、近年、ユーザの心身機能に配慮したモノづくりがヒトの接するあらゆるモノやシステム全体におよびつつあり<sup>1)~6)</sup>、ミシンに関してもユーザビリティの向上によってユーザの負担を軽減することが求められている。この課題に関しては、工業用ミシンにおいて研究された例はあるが<sup>7)</sup>、家庭用ミシンにおいて本格的にユーザビリティの向上に取り組んだ研究事例は見当たらない。

本章では、「図面化、評価・検証」の具体的な事例として、操作に不慣れな初心者ユーザでも、ミシン操作前のセッティング（主に糸配り）が容易にでき、さらに、トラブルに遭遇しても自力にて解決できることを目標に、搭載型の簡易セッティングマニュアルおよび簡易トラブルシューティングマニュアルによってユーザの認知負担を軽減することにより家庭用ミシンの操作性を向上した事例を述べる。

### 6.3 ユーザニーズの確認

UI (User Interface) を改良することが、ユーザの満足度に繋がるかを確認するためアンケート調査を実施した。被験者としては、調査時点の1年前以降に新しくミシンを購入した女性14名(20歳代3名・30歳代7名・40歳代4名)を対象とした。これは、家庭用ミシンの主たるユーザは女性であることと、できるだけ最近のユーザ意識に基づいた調査を実施するためである。表6-1で示すUI・縫製機能・デザインに関する22項目に対して、A(全く不要)、B(ほとんど不要)、C(やや重要)、D(非常に重要)の得点をつけてもらった。要・不要をより明確にするため、「どちらでもない」というカテゴリーは設けなかった。

CまたはDを選んだ割合の高かったものを図6-1に示す。この図のように上位の項目は全てUIに関する項目であり、事前の想定通りUIに関する項目を重視(CまたはDを選択)するユーザが多く、UIの向上がユーザの満足度の向上に繋がると考えられる。



表6-1 アンケート調査項目

No.	分類	質問
1	UI	布の取り回しがしやすい
2		上糸、下糸のセットが簡単
3		糸調子の調整が簡単である
4		ワンタッチで返し縫いができる
5		ライトが点灯し、手元が見やすい
6		糸を針穴に簡単に通せる
7		作業面が広い
8		縫いのアドバイスを本体に表示
9		拡大鏡で針落ち付近がよく見える
10	縫製機能	模様数が豊富で、様々な縫い模様が楽しめる
11		まつり縫い押さえ、サイドカッター等の付属品が豊富
12		縫い目の長さを微調整できる
13		送り歯を下げ、刺しゅうやキルティングができる
14		デニム6枚をきれいな縫い目で縫える
15		押さえ圧力微調整で、薄物が縮まずきれいに縫える
16		ジグザグの幅を微調整できる
17		押さえを膝で上下できるニーリフターがついている
18		マイナスイオン発生器が搭載され、快適に作業できる
19		ミシンに時計がついていて、時間が分かる
20		針数のカウンターがついており、何針縫ったかわかる
21	デザイン	斬新でモダンなデザインである
22		古典的でアンティークなデザインである

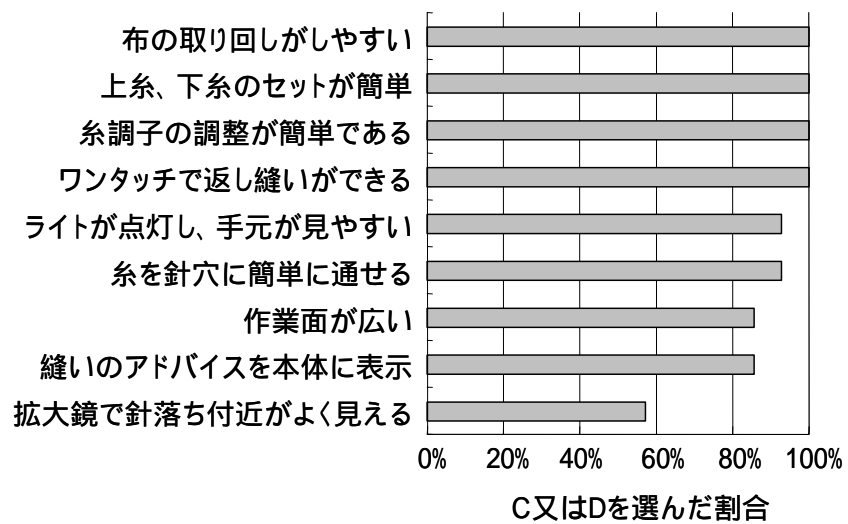


図6-1 アンケート結果

#### 6.4 対象ユーザと目標の設定

UI の改良を目指す具体的内容としては、ミシン操作の初心者ユーザを対象とする場合と既にある程度習熟したユーザを対象とする場合では異なってくる。本報の場合は、新たな製品企画である「初心者ユーザにも使いやすい家庭用ミシン開発」の一環の中で研究を行った。このため、対象ユーザとしては、「ミシン操作に不慣れな初心者ユーザ」を想定している。また、「使いやすさ」に関しては、下記の項目を目標とした。

- (1) 縫いの基本操作がすぐ分かる。
- (2) トラブル対応方法がすぐ分かる。

## 6.5 基本操作の理解促進

### 6.5.1 設計案の作成

「縫いの基本操作がすぐ分かる」という目標に対しての設計案を検討した。

通常、新しくミシンを購入したユーザは、電源の接続や縫うまでの基本操作（上糸・下糸のセッティング等）に関して、付属の取扱説明書を参照することを求められる。しかし、これは大部分のユーザにとって面倒な作業であり、メーカー側が期待するほどに正確な作業が行われない。このため、単純な操作ミスによりユーザがトラブルに陥りやすい。また、メーカーのサービス部門へのユーザの問い合わせの多くはミシンの故障ではなく、上記の単純な操作ミスである。このことはユーザの不満となっているとともに、メーカー側として対応工数を割かなければならないという問題点が生じている。

上記の状況を勘案して、設計案としては、ミシンの本体上に「簡易セッティングマニュアル」を設置し、「ミシンを購入したユーザが取扱説明書を見なくても直ぐに縫い始めることができる」ことを目標とした。また、家庭用ミシンは世界各国へ輸出され使用されるので、上記マニュアルを言語主体で記述する場合は10ヶ国語程度が必要になり、本体上に設置することは事実上不可能である。従って、イラスト主体のマニュアルとした。

このマニュアルはユーザが作業をしながら使用できる位置に設置した（図6-2）。図6-3に最終的に採用したマニュアルを示す。

### 6.5.2 被験者

このマニュアルの性質上、日常的にミシンを使用している人にとっては不要である。また、全くミシンを使用したことのない人は対象ユーザから除外した。これは、大多数の国において、義務教育の過程で一度はミシンの操作を習っていること、または、家庭にてミシンの操作教育がなされていることを勘案したためである。従って、習熟度として下記の を同時に満たす20～40歳代の女性を被験者とした。

少なくとも1回はミシンの操作を行ったことがある。

ミシンの使用頻度が2回/年以下である。

### 6.5.3 評価方法・結果

評価の方法としては、ミシンおよびその付属品を梱包から取り出した状態で机の上に並べておいた。被験者に「この簡易セッティングマニュアルを使用し、ミシンを縫える状態にして下さい」と指示し、実際に実行してもらった。

まず、評価の初期段階では、被験者2～3名にてプロトコル分析や作業実施後のインタビュー<sup>8)～10)</sup>によって問題点を洗い出し、改良を行った。このプロセスを数回繰り返すことによって、マニュアルのレベルを向上させた。



図 6-2 簡易マニュアルの設置位置



図 6-3 簡易セッティングマニュアル

この後、10名程度の被験者によって、パフォーマンステストを実施した。具体的には、図6-3に示される操作を25ステップに分解し、全ての操作の成功率（＝操作の成功者数/被験者数）が70%以上となるまで改良を繰り返した。最低の成功率として70%を目標値とした理由は以下のものである。実施したパフォーマンステストにおいては、被験者の習熟による成功率の向上を避けるため、毎回新たな被験者を採用するとともに、各被験者に対しては1回のみテスト実施とした。従って、成功率は本来100%が望ましいが、実使用においてはユーザの習熟度の向上を期待できるため、比較的高い成功率を確保しておけば、実使用上大きな問題とはならない。また、表2に示すように操作項目として25項目あり、これらが全て100%に達するまで改良を行うことは実際上困難である。筆者らの操作マニュアルに関する過去の製品開発の一般的な経験によれば、全ての項目において70%程度以上の成功率を確保しておけば、市場から「使用方法がわかりにくい」という声は非常に少ない。従って、今回もそれに従い70%以上を目標値とした。

当初の成功率が特に低かったのは、「No.1 向きを正しく電池を入れる」（50%）と「No.10 ボビンを正しい回転方向で設置する」（50%）であった。当初、No.1のステップに対応するイラストが、マシン裏面視のイラストのみであったので、電池の設置位置がわからず半数の被験者がこのプロセスを実行しなかった。このため、正面視を加えることにより（図6-3左上の部分）、成功率が90%に向上した。又、当初、No.10ではボビン挿入後、隙間に糸を通さずに済ませてしまう被験者が半数あった。このため、隙間への注意度を向上させるため、隙間を破線の円で示し注意を引くようにイラストを改良した（図6-3右上の部分）。この結果、成功率が100%に向上した。

最終的に採用した図6-3に対する試験結果（N=10）を表6-2に示す。ここに示すように全操作とも70%以上となった。また、70%の項目は25項目中の2項目であり、全25項目の平均成功率は95%であった。従って、実際の使用場面において、初めての操作で必ずマシンのセッティングができるというレベル（＝全ての項目で成功率100%）までには至らないが、初めての操作でも数少ないトライ＆エラーのみでセッティングができるというレベルであると判断した。以上より、採用した簡易セッティングマニュアルは「縫いの基本操作がすぐ分かる」という課題をクリアしたと判断できる。

表 6-2 パフォーマンステストの結果

No	操作	成功率
1	向き正しく電池を入れる	90%
2	下糸をホビンに巻く動作に入る	100%
3	点線の通り正しくスズに糸を通す	100%
4	ホビン穴に糸を通す	90%
5	ホビンを正しい位置にセットする	100%
6	ホビン巻きの糸を手で支える	70%
7	スイッチを起動させて糸を巻く	100%
8	ホビンに糸を巻き終える	100%
9	下糸をセットする動作に入る	100%
10	ホビンを正しい回転方向で設置する	100%
11	隙間から正しく糸を出す	90%
12	押えを上げる	100%
13	上糸掛け動作に入る	100%
14	実線の通り正しくスズに糸を通す	80%
15	スズから下へ行き天秤へUターンさせる	100%
16	ブーリーを回して天秤を引き出す	100%
17	天秤に糸を掛ける	100%
18	針棒糸掛けに正しく糸を通す	80%
19	針に糸を通す	100%
20	ブーリーを回して下糸を引き出す	70%
21	布を挟んで押えを下げる	100%
22	フットコンを本体に挿す	100%
23	コンセントを電源に挿す	100%
24	スイッチを入れる	100%
25	フットコンを踏んで縫い動作スタート	100%



## 6.6 トラブル対応の迅速化

### 6.6.1 設計案の作成

「トラブル対応方法がすぐ分かる」という目標に対しての設計案を検討した。

前項の「基本操作の理解促進」の「設計案の作成」で述べたような状況を勘案し、設計案としてはミシンの本体上に「簡易トラブル対応マニュアル」を設置した。「初歩的なトラブルについては、ユーザが取扱説明書を見なくても解決できる」ことを目標とした。また、簡易セッティングマニュアルと同様にイラスト主体のマニュアルとした。

トラブルとして記載するものは、下記のA~Dとした。

- A 縫いが汚い
- B 針折れ
- C 押え外れ
- D 下糸巻きが始動せず

ただし、B・C・Dについては、トラブル要因が1つであるが、Aについては下記の6つのトラブル要因を含んでいる。

- A1 糸調子ダイヤル調整不良
- A2 下糸ボビンの設置方法不良
- A3 下糸ボビンからの糸出し不良
- A4 スズへの糸掛け不良（上糸）
- A5 天秤への糸掛け不良（上糸）
- A6 針棒糸掛け不良（上糸）

サービス部門への問い合わせが多い項目としてA、B、Cを選択した。また、このミシンでは、下糸巻きを電池駆動とする新たな方式にしたため、電池切れ時のトラブル対応としてDを記載することにした。

このマニュアルもユーザが作業をしながら使用できる位置に設置した（図6-2）。また、図6-4に最終的に採用したマニュアルを示す。

### 6.6.2 被験者

被験者の属性は「6.5.2 被験者」で述べた同じ条件に当てはまる女性を採用した。

### 6.6.3 評価方法・結果

評価の方法としては、トラブル状態のミシン（例えば、押えが外れた状態）を被験者に提示し、「ここにトラブル状態のミシンがありますので、この簡易トラブル対応マニュアルを使用し、トラブルを解決して下さい」と指示し、実際にトラブルシューティングを実行してもらった。

評価・改良のプロセスは「6.5.3 評価方法・結果」に述べた内容と同様である。

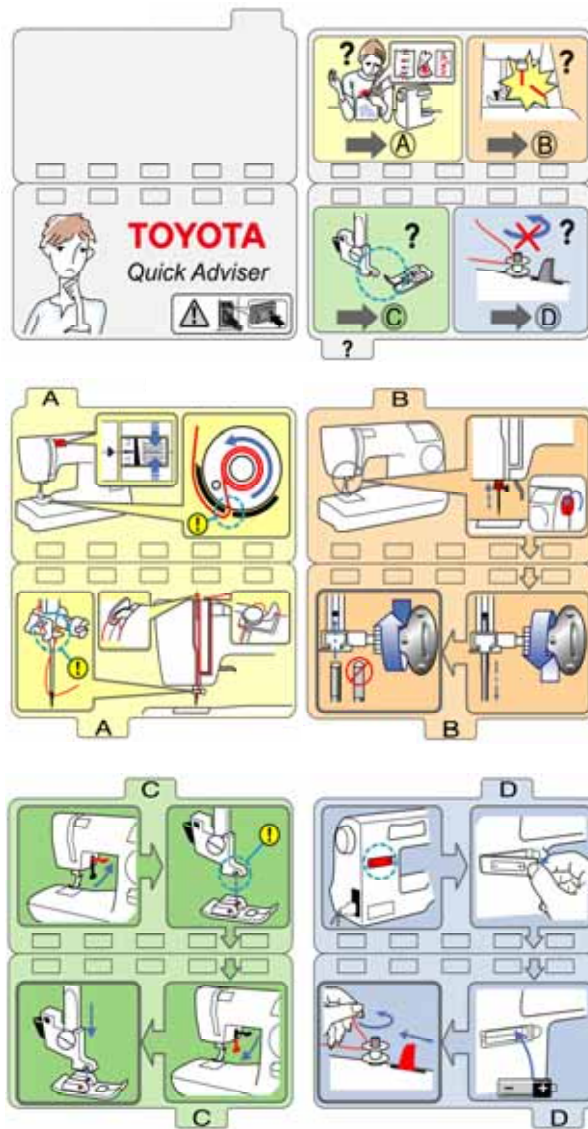


図 6-4 簡易トラブル対応マニュアル

当初の成功率が特に低かったのは、「A 縫いが汚い」であった。上述のように、A に関してはトラブル要因が A1～A6 の 6 種類であり、当初は見開き 3 面に分けて記載していた。事前の期待としては、ユーザが順次 3 面ともチェックしてくれると想定したが、ほとんどのユーザが第 1 面だけをチェックし、次の面へ移ってくれなかった。このため図 6-4 (中段左) のように見開き 1 面に集約した。この結果、成功率が向上した。

最終的に採用した図 6-4 でのパフォーマンステストの結果を表 6-3 に示す。この時の被験者数は 9 名である。

表 6-3 より A2 (下糸ボビンの設置方法不良) の成功率 67% 以外は目標成功率である 70% 以上をクリアしている。しかし、表 6-2 の No.10 (ボビンを正しい方向に設置する) の成功率が 100% であることから、ユーザが A2 のトラブルに遭遇する確率は低いと考えられ合格レベルとした。また、全 9 項目の平均成功率は 89% であった。以上より、採用した簡易トラブル対応マニュアルは「トラブル対応方法がすぐ分かる」という課題をクリアしたと判断できる。

表 6-3 パフォーマンステストの結果

	トラブル内容	成功率
A1	糸調子ダイヤル調整不良	89%
A2	下糸ボビンの設置方法不良	67%
A3	下糸ボビンからの糸出し不良	89%
A4	スズへの糸掛け不良(上糸)	78%
A5	天秤への糸掛け不良(上糸)	89%
A6	針棒糸掛け不良(上糸)	100%
B	針折れ	93%
C	押え外れ	100%
D	下糸巻きが始動せず	93%

## 6.7 おわりに

初心者ユーザでも、マシン操作前のセッティングが容易にでき、さらに、トラブルに遭遇しても自力にて解決できることを目指して、搭載型の簡易セッティングマニュアルおよび簡易トラブルシューティングマニュアルを設計した。いずれに対してもパフォーマンステストを繰り返し、ほぼ満足のできる結果を得た。今後は、市場の実ユーザの声を吸い上げ、より使いやすいものとなるように改良を行ってゆく。また、この事例を通じて、本論文で提案した手法の一部である「評価・検証」のステップの詳細を具体的に述べた。

尚、本章で示した2つの簡易マニュアルを搭載したマシン(図6-2)は、ユーザに配慮した使いやすいマシンであることが評価され、2008年度のグッドデザイン賞を受賞した<sup>10)</sup>。さらに、2009年1月には、同様の内容が認められ、ドイツのiFデザイン賞(International FORUM Design)も受賞した。

## 第6章 参考・引用文献

- 1)岡田明：エルゴデザインをめぐる国内外の動向，デザイン学研究特集号，Vol.11，No.2，P2-7，2003
- 2)人間生活工学研究センター編：日本人の人体計測データベース 2004-2006，人間生活工学研究センター，2008
- 3)人間生活工学研究センター編：ワークショップ 人間生活工学 第3巻 インタラクティブシステムのユーザビリティ，人間生活工学研究センター，丸善 P137-166，2005
- 4)ISO 13407 Human-centred design processes for interactive systems，1999
- 5)JIS Z 8530 人間工学 インタラクティブシステムの間人中心設計プロセス，2000
- 6)山岡俊樹：ヒューマンデザインテクノロジー入門，森北出版、2003
- 7)Guangyan L. et al：Factors affecting posture for machine sewing tasks，Applied Ergonomics，Vol. 26，No.1，P35-46，1995
- 8)黒須正明：ユーザビリティテストング，共立出版，2003
- 9)田村博：ヒューマンインタフェース，オーム社出版局，1998
- 10)日本産業デザイン振興会編：私の選んだ一品（グッドデザイン賞審査委員コメント集8），P96-99，阪急コミュニケーションズ，2009

## 第7章 総括と今後の展望

## 7.1 総括

本論文では、ヒトの官能値で示される目標性能をいかに設計値に変換するかについての設計手法を構築することを目的とした。さらに、この設計手法の構築に当っては他の生活機器への展開可能性を持たせるため、個別のケースのための設計手法ではなく、汎用性のあるより体系的な設計手法となるように考慮した。

第2章「関連研究」においては、まずヒトの機能の中で特に感覚機能に関して、本論の展開に必要なことがらを整理した。さらに、個別製品に関して感覚機能を対象に設計解を求める研究が既に行われているので、代表的な研究例を紹介し、研究の現状を述べた。次に、過去に提唱されている人間中心設計に関する具体的設計論に関して代表的な設計論について概観し、研究の現状を明らかにした。この結果、次のような結論を得た。

- (1) 個別製品に関する既往研究において、官能値と物理特性または物理量との相関が論じられているが、設計値との定量的な相関関係を求めるまでは至っていない。
- (2) 感性工学においては、高次の感性を対象とする設計手法が確立されている。しかし、製品の物理特性に近い特定の感覚機能を対象とし、ヒトとモノとの具体的な物理的・心理的な相互作用を取り込んだ設計手法はまだ確立されていない。
- (3) 官能設計工学においては、感性評価・感性構造の把握・特性抽出・特性向上という手法が提案されており、食品に関して有効な設計手法となっている。しかし、手法のプロセス中にトライアンドエラーが混在しており、機械設計を伴う生活機器にとっては適用が困難であると思われる。
- (4) HDT においては、製品企画および評価のそれぞれのステップに関して有効な手法が展開されているが、感覚機能に対する目標値が設定された後にいかに設計解を求めるかのステップに関しては、HDT の実行者に委ねられている形となっている。
- (5) 上記(2)～(4)に述べたように、感覚機能に対する設計解を求める試みはなされているが、目標となる官能値が与えられた時に設計解を求めるための体系的な手法はまだ確立されていない。

第3章「感覚機能に対する設計解を求めるための手法の提案」においては、過去に種々の手法の提案がなされているが、現時点では、体系的な手法としては提案されていないため、新たな体系的な手法を提案した。この手法の長所は、ヒトを刺激し感覚機能を生じさせるような機器に対して原理的に同様の方法が適用できるという点であり、その理由は以下のようである。

- (1) 官能値と物理量の相関に関しては、ヒトが外部刺激に対してどのように反応するかというプロセスに基づいて決定しており、任意性が少なく統一的であ



る。

- (2) 設計値と物理量の相関に関しては、メカニズムがブラックボックス化された現象論的な相関付けではなく、物理量が発生する定量的なメカニズム（物理モデル）の結果として相関付けられている。

第4章「手法の適用(1)：温水洗浄便座の洗浄強さ感」においては、第3章で提案した手法を「温水洗浄便座の洗浄強さ感」に適用し、手法の妥当性を検証した。具体的には、温水洗浄便座の洗浄強さ感（官能値）に関して、目標とすべき範囲の決定とこれの設計値への変換について検討した。この結果、次のような結論を得た。

- (3) 「洗浄強さ感」と相関の高い主要な物理量が「噴流の衝突力」であることがわかった。
- (4) 大多数のヒトに対して洗浄強さ感を満足させるためには、噴流の衝突力として  $4.9 \times 10^{-3} \sim 4.7 \times 10^{-1} \text{N}$  をカバーする必要がある。
- (5) 噴流の衝突に関する物理モデルの構築により、上記の範囲を式(4-6)によって設計値に変換することが可能となった。
- (6) 上記(6)～(8)より、第3章で提案した手法は、温水洗浄便座の洗浄強さ感を設計値に変換することに関しては有効であることを確認した。

第5章「手法の適用(2)：枕の寝返り性のまとめ」では第4章に引き続き、第3章で提案した手法を「枕の寝返り性」に適用し、手法の妥当性を検証した。具体的には、枕の寝返りし易さ（官能値）に関して、目標とすべき範囲の決定とこれの設計値への変換について検討した。この結果、次のような結論を得た

- (7) 官能値である「寝返りし易さ」と定量的に相関する物理量は「人体頭部の回転トルク」であることがわかった。
- (8) 物理モデルの構築により、「人体頭部の回転トルク」の発生要因は、頭部の沈み込みによって生じた坂（等価的な坂）を頭部が重力に抗して登るのに必要な回転トルクであることがわかった。
- (9) 上記(10)と(11)より、官能値である「寝返りし易さ」を設計パラメータである「等価的な坂の傾き角度」に翻訳することが可能となった。
- (10) 上記(10)～(12)より、第3章で提案した手法は、枕の寝返りし易さを設計値に変換することに関しては有効であることを確認した。

第6章では別の事例（ミシンの操作性）を用いて、最終ステップである「図面化、評価・検証」の部分を具体的に述べた。

上述のように、本論文では、ヒトの官能値で示される目標性能をいかに設計値に変換するかについての設計手法の構築を行い、この手法を2つの事例（温水洗浄便座の洗浄強さ感、枕の寝返り性）に適用し、その有効性を確認した。

残された課題は以下のものである。

(A) 提案した手法の適用に関しては以下のものである。

- ・ 提案した手法は、2つの異なるタイプ（洗浄強さ感：主として皮膚表面の体性感覚、寝返りし易さ：主として深部の体性感覚）の具体的な設計事例において有効であったので、妥当性の高いものと思われる。今後、さらに多くの事例によって検証していく。
- ・ 提案した手法においては、官能値に相関する直接的な刺激となる物理量を見出す必要がある。現状では、候補の抽出・検証という一般的な手法によって見出さざるを得ないが、何らかの効率的な手法の確立が望まれる。

(B) 温水洗浄便座の洗浄強さ感に関しては以下のものである。

- ・ 物理モデルの構築：本論文で示した物理モデルは噴流が連続流の場合である。近年は省エネとコンパクト化の要請から断続流を用いた機種も増加しているため、断続流の物理モデルを構築する必要がある。
- ・ 高齢者への対応：本章で求めた必要とされる洗浄強さ感の範囲は若年～中年の被験者に基づく結果である。より一層の人間中心設計のためには、高齢者を対象に調査を行う必要がある。

(C) 枕の寝返り性に関しては以下のものである。

- ・ ユーザ個人への対応：本論文で示した手法においては、「ユーザを平均した官能値」と「設計値」との相関を考慮している。人間中心設計の第1歩としては妥当と思われるが、今後、ユーザ各個人への対応方法を検討する必要がある。

## 7.2 今後の展望

本論文では、ヒトの官能値で示される目標性能をいかに設計値に変換するかについての体系的な設計手法の構築を行い、この手法を複数の事例に適用し、その有効性を確認した。今後、さらなる別事例への適用によって、手法の妥当性をより強固にしてゆきたい。また、この研究活動を通じて、現状ではトライ&エラー的なアプローチが主流であるヒトの感覚機能に適合した生活機器の設計に関して、体系的手法が普及することに寄与してゆきたい。

第3章でも述べたように、視覚・聴覚に関しては、単純な感覚機能と知覚の前段階としての感覚機能の2種類が存在する。本論文で取り上げた感覚機能は前者に属するものが主体であった。今後、後者に属する感覚機能を取り上げ、知覚、さらには認知に至るプロセスを体系的に扱える手法の開発を検討してゆきたい。これによって、認知機能に関わる生活機器の体系的設計手法の確立にも寄与してゆきたい。

2007年5月に経済産業省は「我が国が引き続き、暮らしぶりを向上させ、活力のある発展を遂げるためには、従来のものでづくりの価値軸（性能、信頼性、価格）に加え、新たな着眼点からの価値創造が必要になっています。」という認識に立って、「感性価値創造イニシアティブ」をとりまとめ、「国民の暮らしぶりの向上と経済の活性化のため、日本人の感性を活用したものでづくり・サービス活動を推進」しようとしており<sup>1)</sup>、今後、経済界を巻き込んだ大きな活動となると想定される。このような活動の基礎として、従来、暗黙知であった「感性」を「形式知」に変換することが重要となる。一方、ヒトの「感性」の基本となっているのは、ヒトの「感覚」であることを考慮すれば、この変換に対して本論文で展開した内容が寄与できる部分は少なくないと思われる。このような方向への研究の展開も今後検討していきたい。

## 第7章 参考・引用文献

- 1) 経済産業省 製造産業局 デザイン・人間生活システム政策室：「感性価値創造イニシアティブ」について，  
<http://www.meti.go.jp/press/20070522001/20070522001.html>，2007

## 関連する研究発表一覧

### 副論文

1. 上西園武良, 細井広康, 川原理恵, 岡田明: 家庭用ミシンの操作性に関する研究, 人間工学, 印刷中
2. 上西園武良, 岡田明: 生活機器における感覚機能に対する設計解についての研究, 人間中心設計, 印刷中
3. 上西園武良, 薬袋賢一, 岡田明: 温水洗浄便座における洗浄強さ感に関する研究 洗浄強さ感を設計値に変換する方法について, デザイン学研究, 83-88, 55, 2, 2008
4. 上西園武良, 岡田明, 池浦良淳: 枕の開発における効率的な人間中心設計の方法 寝返り性能を設計値に変換する方法について, デザイン学研究, 29-34, 54, 5, 2008
5. 上西園武良, 森井達弥, 木村禎祐, 折居直純: 快適睡眠寝室の開発 光環境による目覚めの最適化, 人間生活工学, 25-29, 7, 3, 2006

### その他の論文

1. 村田康弘, 池浦良淳, 上西園武良, 内藤公孝, 和阪学弘, 安達優, 水谷一樹, 澤井秀樹: 枕上における頭部の寝返り抵抗トルクの解析, 機械学会論文集 C 編, 1539-1545, 74, 742, 2008
2. 上西園武良: ベッドの技術, 日本人間工学会誌第 43 巻特別号 (日本人間工学会第 48 回大会講演集), 8-9, 2007
3. 安達優, 溝口泰弘, 池浦良淳, 上西園武良, 水谷一樹, 澤井秀樹: 枕の違いによる寝返り動作の解析, 日本人間工学会東海支部 2007 年研究大会論文集, 43-44, 2007
4. 上西園武良, 井上慎介, 米田悦久, 川原理恵: 寝床内温熱環境の研究, 日本機械学会東海支部総会講演会講演論文集, 39-40, 56, 2007
5. 村田康弘, 安達優, 池浦良淳, 水谷一樹, 和阪学弘, 澤井秀樹, 上西園武良, 内藤公孝: 寝返り性に関するマットレス解析, 三重大学創造開発研究センター研究報告, 29-30, 2007
6. 上西園武良, 山岡淳郎, 川原理恵, 吉田憲司, 細井広康, 宮治佳子: エルゴデザイン ミシンの開発, アイシン技報, 33-40, 10, 2006
7. Kaminishizono T., OKADA A.: Research concerning human-centred design; applicability to a household sewing machine, Related papers; Posters, 16th World Congress on Ergonomics, 2006
8. 井上慎介, 上西園武良, 米田悦久, 川原理恵: ウォーム SFF マットレスの開発, 日本人間工学会東海支部 2006 年研究大会論文集, 8-9, 2006
9. 村田康弘, 和阪学弘, 安達優, 池浦良淳, 上西園武良, 内藤公孝, 水谷一樹, 澤井秀樹: 枕の寝返り性評価に関する研究, 日本人間工学会東海支部 2006 年研究大会論文集, 14-15, 2006

10. 上西園武良, 山田浩, 角谷明子: ベッドにおける寝返り性の研究 - マットレス素材による生体負荷の差異 -, 日本機械学会東海支部総会講演会講演論文集 195-196, 54, 2005
11. 上西園武良, 川原英輝, 川原理恵: 寝返り性を向上させた枕の開発, 日本人間工学会東海支部 2005 年研究大会論文集, 86-87, 2005
12. 上西園武良, 山田浩, 角谷明子: 寝返り性向上マットレスの開発, 日本人間工学会東海支部 2004 年研究大会論文集, 76-77, 2004
13. 山田浩, 上西園武良, 角谷明子: 寝返り性向上マットレスの開発, 人間生活工学, 30-35, 5, 4, 2004