

感性官能評価を適用したユーザ中心設計

細野 直恒

ヒューマンインタフェース（HI）人間工学とは固い機械と、柔らかい人間をうまく結合することにあるが、永年経った今でも人間の意思を生かした理想の機械は存在しない。メーカーが新製品を開発しようとする場合、一番考えなければならない問題は、何の目的を持って、誰に使ってもらうことを目指すかということである。従来、デザイナーの頭の中にあるものを元に新製品を開発して市場に問うても、ターゲットを外し、上手くいかないことが多かった。近年のユーザ中心設計（UCD: User Centred Design）に従うと、ユーザからの視点に立った製品が開発でき、メリットも多い¹⁾。しかしUCDの概念レベルは認められるとしても、方法論としての具体化はまだ為されていないのが、現状である。

この論文では、UCDを実現するため、ユーザの嗜好を元にして、感性官能評価を用いて反映させる試みを論じる。具体的には、ユーザ中心設計（UCD）という概念の重要性を認め、それを根拠として、感性官能評価と組合せ、新規にマープル法とその結果の解析方法を提案し、解析結果を元に、評価方法としての妥当性を確認した。

ユーザ中心設計プロセス（UCD）

機器やシステムの開発に関して、人的要因の重要性が認識されるようになり、マンマシンインタフェース（Man Machine Interface）、ユーザインタフェース（User Interface）、ヒューマンインタフェース（Human Interface）やヒューマンコンピュータインタラクション（Human Computer Interaction）といった概念が提唱されて来た。利用者を意識した物作りがされるようになったのは、機器やシステムが、それ以前の時代に比較すると、格段に複雑になり、作ったのは良いが使えないとか、間違いを犯してしまうというケースが、多発するようになったからである。当初これらの問題は、人間工学（Human Factors Ergonomics）により扱われていた。しかし、人間工学では、人間の身体的とか生理的側面に重点を置いて来たため、機械的インタフェースの取扱いの問題や、機械システムに関係した労働条件の問題を扱っ

て来た。したがって世間に浸透し始めた情報機器や、情報システムに対しては、これだけでは不十分となって来た。

このような時代を背景に、ノーマン（Norman D. A.）が認知工学（Cognitive Engineering）を提唱した。彼は人間の認知的側面に関する知見を基にした認知モデルを用いて、システムの最適化を図る方法論を提示した²⁾。これらの考え方を統合するものとして、人間中心設計（Human Centred Design）という概念が、ノーマンと、シャッケル（Shackel B.）により提唱された。この概念は、次にニールセン（Nielsen J.）により、ユーザビリティ工学（Usability Engineering）という形で発展した。ここでは、ユーザビリティ（使用性）が、機能や性能と同等の位置付けで扱われている。

以上の背景のもとに作られた国際規格が、ISO-13407:1999であり、そのタイトルを“Human-centred Design Processes for Interactive Systems”と言い、1999年6月に人間工学分野で国際規格化された。またこの規格は翻訳され、2000年11月にJIS Z 8530: 2000「インタラクティブシステムの人間中心設計プロセス」としてJISに制定された。人間工学の分野でも、プロセス規格が制定され始めたのは最近のことでありISO-13407:1999が、人間工学分野でのプロセス規格の先駆けの一つと言える。ただし最近は人間中心設計という概念から、より具体化してユーザ中心設計（UCD）と言われることが多いので、本論では後者の表現を採用する。

使用文脈（Context of use）

使用上の文脈とは、ユーザがその製品を使う状況を指し、大きく次の3つに分けられる（図1）。

- ユーザ特性：知識，スキル，経験など想定ユーザの特性
- タスク特性：ユーザが製品を使用して実行する仕事の特性
- 環境特性：空間，温熱，照明などの物理的環境および法律，文化などの社会的環境の特性

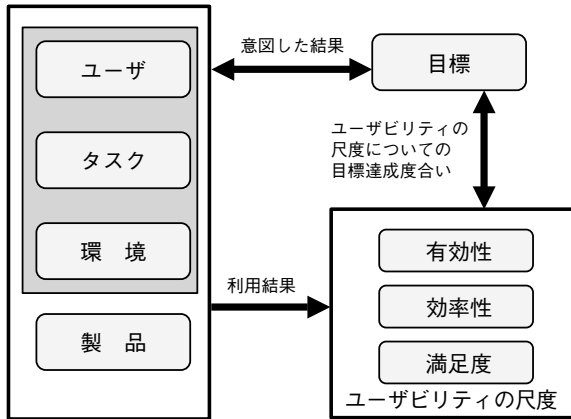


図1 Context of Use

製品企画を行う場面では、以上の利用状況における特性を考慮して、市場動向調査、マーケティング、技術動向調査などにより情報を収集、分析する。並行して、実際に製品が使われる環境はどのようなものであるかを想定する。IT化の進展にともない複雑になってゆく技術環境が存在し、一方バリアフリーやユニバーサルデザインにより人と技術の係わりを変えていこうとする社会環境も存在する。このような諸々の環境の中で製品開発を行うには、その製品が何を目指したものであるのかを明確にしておくことが重要である。

これらの概念は、1998年にISOによりISO-9241 Part 11の「使用性についての手引き」としてまとめられ、上記ISO-13407:1999と非常に強い相関関係を持っている。

感性官能評価とデータ測定構造

感性官能評価とは、人間の感覚器官を使って行う評価を言う。英語では、Sensory Evaluation, Sensory Test, Sensory Inspection (SI), Organoleptic Researchなどと言われている。ここで言う評価とは、品質をなんらかの方法で測定した結果を判定基準として、個々の品質の良・不良またはロットの合格・不合格の判定を下すこととして、

- ① 品物の品質特性を測定する。
- ② 判定基準と比較する。
- ③ 判定を行う。

の3段階に分けて考えると、①と②が感覚器官により行われるところに特徴がある。これらの感覚による品質の評価は、感覚生理や感覚心理の問題がからんでくるため、物理的な測定と異なり、刺激に対する応答にいろいろな外乱が入ってくる。測定者による差もあるし、また同じ人でも緊張と倦怠、疲労、訓練習熟、環境などの影響を受ける。また、自分で開

発した製品に対しては最真目に評価するとか、あるいは自分の能力が評価されるような場合は、良く見せたいというような心理の偏りが起きる。②の判定基準についても、感性官能評価では、物理的測定の場合のように明確でないことが多い。

このように感性官能評価では、評価の過程の中に人間という「生き物」が介在するために、問題が複雑になってくる。

幸いなことに、コンピュータの普及に伴って、統計解析が手軽に行えるようになってきた。これにより、実験的検討のためのデータ測定についても、1刺激＝1変数のような単純な対応から、複数刺激＝多変数の複雑な対応へと測定計画が移りつつある。

データ測定の2種類の型、3種類の要素

人間のデータを扱う測定は、図2に示すように、分析型と嗜好型の大きく2種類に分類できる。分析型とは、専門家による専門用語を用いた、対象・刺激の測定である。つまり専門家という、自分自身に絶対評価の尺度と持つ人間が、決った評価用語を使い、対象概念を測定することである。一方、嗜好型とは、対象や刺激による評価用語を用いた人間の測定である。つまりそこでは対象概念を、たとえばサンプルというような形で示して、被験者の人間の感性を使い、大小関係などを測定することである（相対評価）。人間、対象（刺激）、評価用語という3種類の要素があり、そのうち2種類を固定することで測定が成立する。このことは、分析型が専門家と評価用語とを評価尺としているのに対し、嗜好型が対象（刺激）と評価用語とを評価尺としている違いである。また同じ人間の測定でも、その人間の能力以上を要求すると、測定の再現性が無くなってしまうので、注意しなくてはならない³⁾。

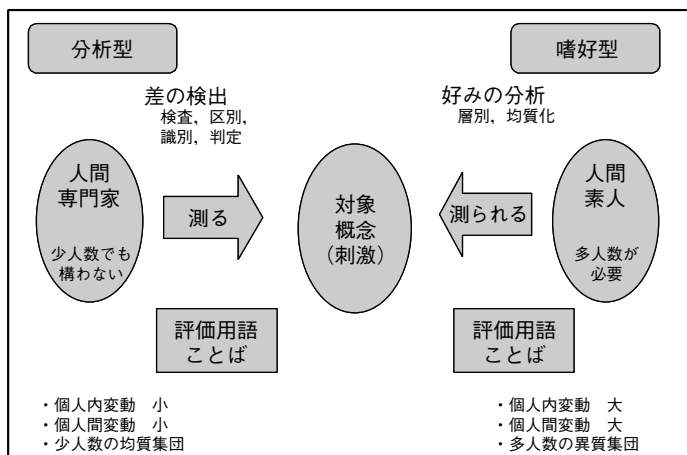


図2 分析形評価と嗜好型評価の比較

本論では、嗜好型評価を元にして、専門家では無い人間の感性・官能を評価する方法として、マーブル法を提案する。

ユーザ要求の抽出法（マールブル法）

UCDを実現させるためには、ユーザからの要求を素直に取り込まなければならない。しかしユーザ要求というものは、使用文脈 (Context of use) によりさまざまに変わる¹⁾。また一般のユーザは、好きとか嫌いとかいう官能レベルは区別がつくが、自分自身の中で評価するための固定した評価尺度を、持ち合わせていないのが常である。しかし幸いなことに、2種のものを比べて大小関係や、上下関係を比較することは可能である。

本研究はこの点に注目し、D.ノーマンによるEmotional DesignのVisceral Level（本能的レベル）に述べられているような、本能的な要素を元にした評価方法を構築した⁴⁾。これを体系化したのが、マール法である⁵⁾。そこでは、比較のため被験者に数種類のサンプルを渡し、同時に与えた数個のマールの中から、どのサンプルが被験者に取って好きか、または嫌いかということを経験して、各サンプルに対して、被験者が投票をする方法である。これにより、定性的なユーザからの要求（ニーズ）を定量化する。得られたデータの解析のためには、こういう目的のために良く使われる手法である対応分析（数量化Ⅲ類）を用いた⁶⁾。理由は、マール法により得られた結果が、被験者が複数のサンプルの大小関係を相対比較して得られたものであると、その特性を表現できる解析法が、対応分析であるからである。

図3.1にマープル法を使った時の被験者による投票風景を示す。机上にある用紙に、AnneからVickyまで、ここでは9種ある項目が評価対象（サンプル）であり、被験者が手に持つものが、マープルである（図3.2）。被験者は、好みに応じて表1のような要領で、該当する評価対象の升に、与えられた数のマープルを置いてゆく。

マープル法は、基本的に被験者の感性、官能情報を収集する方法である。感性官能評価とは、人間の五感を用いてデータをとる方法の総称である。たとえば食関係の分野で「おいしさ」について用いられている。また、最近では人間の複合的な感覚への評価へと研究

が進み、使いやすさについての感性官能評価も研究が始まってきている。しかし従来は、好き、普通、嫌いなどという文字による定性化データの記述で表現したり、SD法 (Semantic Differential Method) のように、非常に好き、まあ好き、普通、多少嫌い、大変嫌いなどの、5段階で多少定量的に表現したりしたものを適用していたのが常であった。ここで被験者に与えるマーブルの個数Tは、

$$T = (\text{サンプル数}) \times (\text{各サンプルの最大規定枠数}) \times (1/3)$$

という個数を、被験者に付与する必要最小限のマーブル数とし、その確認するため、シミュレーションを実施した。

一方、被験者の人数に関しても同様のシミュレーションを実施し、最小限の被験者数は、サンプル数の2倍以上が必要であると結論した。

本研究では、より詳細に感性、官能情報を簡便に引き出す方法を検討した。基本的な考え方としては、次章以

表1 マーブル法による記入用紙への記入例

Samples											
Anne	●	●									
Betty	●										
Cathy											
Dorothy	●	●	●	●	●						
Emmy	●	●	●								
Francy											
Jane	●	●	●	●	●	●	●				
Mary	●	●									
Vicky	●	●	●	●	●						



図3.1 マーブル法による投票風景-1



図3.2 マーブル法による投票風景-2

降に説明するサンプル抽出の時点で、約10種類くらいのサンプルを選択し、それらのモックアップや描画された図などの方法で被験者に見せて、サンプルに対する、彼らの好きか、嫌いかという官能上の評価値を導き出す。

(1) マーブル法の特徴

被験者の感覚的な部分の評価を数量化する方法として、従来からの順位法や一対比較法がある。マーブル法はそれらと比較すると、次に挙げるような長所を有している。

- 被験者に対して直感的な方法である。
- 基本的には、被験者の数や被験者の能力を要求しない。
- 評価する際、事前の評価用語についての訓練がほとんどいらない。
- 被験者は全体の項目の一覧が可能なので、全体と各項目の間のバランスを取ることが可能となる。
- 一般の被験者からでも専門家に近い意見を抽出することも可能である。
- 微妙で中間部分の感覚も、数量化されたデータとして収集できる。
- マーブル法は、被験者に対して、大小関係や上下関係を聞く相対評価を元に行っている。そのため絶対評価のように、被験者に対して、過度の専門知識を要求しない。
- このようにマーブル法で得られた被験者の結果は、同様に相対的な解析を基本とする対応分析との相性が良い。
- 同じ環境での被験者集団であれば、再現性のある近似した結果が得られる。
- 他の方法に比べ、比較的少ない被験者数であっても、被験者の嗜好の傾向は掴める。

一方、欠点として、

- 準備段階で、張り替え可能なシールを規定枚数準備するなどの手間は掛かる。
- データのロバストネスという観点からは、マーブル法は嗜好型の感性官能評価を基本とするため、被験者の能力に依存することと、サンプル数の限界がある。
- 被験者は、個々のサンプルに対して、マーブルの個数で差を付ける能力が要求されるので、評価者は、被験者の能力に応じて、サンプルの機能や内容という項目に関して調整が必要となる。

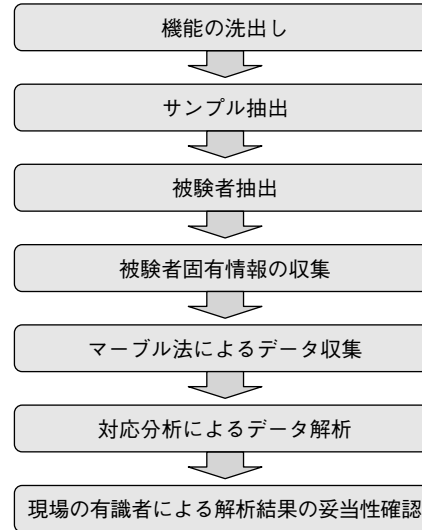


図4 処理手順概要

(2) マーブル法の処理手順

マーブル法は、全く新しい製品を開発する立場になった設計者にとって有効な手段と言える。その際、7ステップの処理手順を図4に示す。詳細は、以下の適用例を使い説明する。

(3) マーブル法の適用例

ここでは、初めて携帯情報端末（PDA: Portable Digital Assistants）を開発する場面に立ったデザイナーが、どのような市場のユーザに対して、どのように使ってもらおうことを目指して開発したら良いのか、ということを確認するために、マーブル法を適用した例を紹介

表2 抽出されたサンプル一覧

サンプル名	スクリーンサイズ (SS) [inch]	拡張データサイズ (PC) [Pages](MB)	キーボード (KB)	体積容量/重量 (VM) / (WT) [Carrying Style](g)	堅固性 床に落とした時 (RB)
T	2	100 (2MB)	無	腕時計型 (80g)	機能せず
D	5	400 (8MB)	無	ポケット/ネックレス型 (350g)	機能せず
E	5	400 (8MB)	有	ポケット/ネックレス型 (350g)	機能せず
F	5	400 (8MB)	無	ポケット/ネックレス型 (350g)	機能続行
G	5	400 (8MB)	有	ポケット/ネックレス型 (350g)	機能続行
H	8	800 (16MB)	無	肩掛け型 (850g)	機能せず
J	8	800 (16MB)	有	肩掛け型 (850g)	機能続行

表3 固有値一覧

次元	1	2	3	4	5
固有値	0.396	0.296	0.138	0.064	0.018
寄与率 (%)	43.5	32.4	15.1	7.0	1.6
累積寄与率 (%)	43.5	75.9	91.0	98.0	99.6

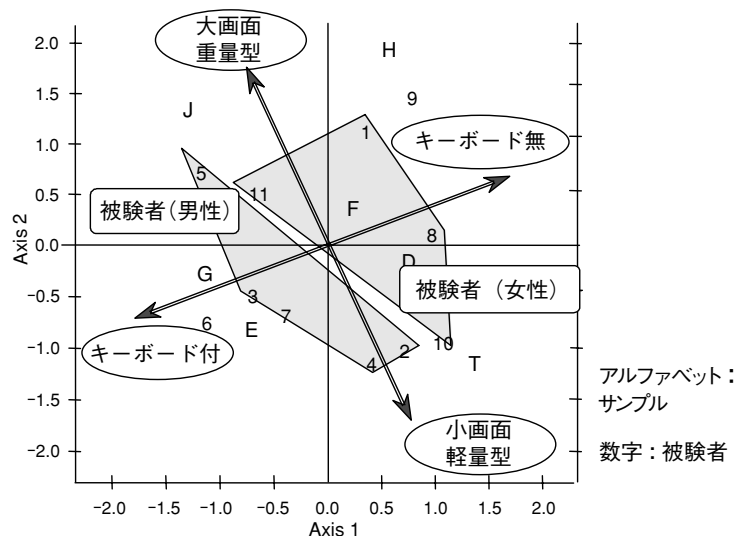


図5 散布図（被験者：看護師とセラピスト）

する。表2は、抽出された7種のサンプル一覧である。それを元に、表3と図5は、慶応義塾大学医学部や月が瀬リハビリテーションセンターの看護師やセラピスト11人（男性7人、女性4人）による、携帯情報端末への思いや要求を、マーブル法と対応分析により、固有値と散布図で示した結果である。なお多変量解析での固有値とは、正方行列Aに対して、 $Ax = \lambda x$ が成立する時の λ を指し、また x を固有値ベクトルという⁶⁾。図5の横軸は、第1固有値を軸にしており、縦軸は同様に第2固有値を軸にしてある。対応分析の出力である散布図では、似たような好みを持つ被験者のグループは、その好みに近いサンプルの近隣にプロットされるという性質を持つ。逆に言うと、ある選択されたサンプルは、その周辺の被験者に支持され、売れ筋につながるということである。

表3で、マーブル法により収集したデータを、対応分析により処理した結果を見ると、固有値の寄与率は、2軸までの累計で75.9%を包含していたので、2軸までで殆ど説明がつくと考えられる。一般の被験者に比べて。この場合は、高い固有値の寄与率を示しているが、病院の中で医療看護という環境での使用という、確たる目的を持っているからと考えられる。

対応分析の結果の散布図から、看護師とセラピストの場合では、スクリーンサイズとキーボードについて、新たな傾向の内在した軸が発見できた。つまりそれらは、スクリーンのサイズや、重量を気にする被験者のグループが存在する。またキーボードの有無、無しを気にするグループが存在することが判明した。ここでスクリーンサイズは、体積や重量と比例関係にある。散布図から読み取れる被験者の好みの傾向としては、バックライト付き

で5インチのスクリーンサイズで、頑強性と適当なPCMCIAによるメモリ領域が要求された。

また興味深いことは、男性のセラピストは物理的なキーボードを好み、20代の女性の看護師はそうではない。これは女性の場合は、ハンドバックなどの容量が制限されているので、外付けのキーボードのようにかさばるものより、画面上に表示される小型のものを好んだものではないかと推測される⁷⁾。

以上の結果を元にして、ターゲットの製品像を切り出し、米国市場での訪問看護師向けの携帯情報端末として開発した。そこでは日本と同様に、米国の看護師は圧倒的に女性が多いので、今回の評価結果を参考にした。また米国で患者宅へ訪問する場合は、車を利用する。訪問先では、患者宅の電話線を利用しセンタとの情報交換を行う。これらの要件を鑑み、物理的キーボードは無し、頑強性に優れた作りにし、スクリーンの上に蓋も付けた。また、訪問看護の場合の情報は、患者宅の電話線のRJ11端子を使うため、ソフトモデムを内蔵させ、大き目のメモリ容量を準備した。さらに米国は車社会であるので、多少大きくて重量が高んでも、さほど問題にならないが、米国の看護師の場合、割に年配者も多いので、活字が大きくはっきり見えるためにスクリーンサイズが大きく、バックライト付きの5インチのものを採用した。

以上の結果を踏まえ開発された訪問看護師向け携帯情報端末は、1990年代後半に数万台輸出された。

現場の有識者による妥当性確認

次に、この提案した方法論は、果たして従来の経験則に準じているものか、確かめなくてはならない。そのた

表4 現場専門家による評価結果

	ユーザ層	シーズ	調査企画	仕様化	試作開発	量産試作	量産製造	製品改良	分り易さ
平均	2.8	4.0	4.0	4.2	2.7	1.7	1.2	4.2	3.0
標準偏差	0.98	0.63	0.89	0.41	0.82	0.52	0.41	0.75	0.63

め企業内の工業デザイナー、開発ラインの管理者ら7人に対し、実施した方法と手順を説明し、また被験者から得られた結果を示して、ヒアリングを実施した。質問は以下の項目である。

- [Q 1] この結果によりユーザ層が、より明確になるか？
 [Q 2] 適用しそうな技術（シーズ）が明確になるか？
 [Q 3] 開発プロセス：調査企画＞仕様化＞試作開発＞量産試作＞量産製造で調査企画の中に反映できるか？
 [Q 4] 開発プロセスの中で仕様化に反映できるか？
 [Q 5] 開発プロセスの中で試作開発に反映できるか？
 [Q 6] 開発プロセスの中で量産試作に反映できるか？
 [Q 7] 開発プロセスの中で量産製造に反映できるか？
 [Q 8] 散布図は、開発プロセスに反映できそうか？
 [Q 9] 市場に既に出された製品の改良にも適用可能か？
 [Q10] 適用可能なら、開発から製造までのプロセスのうち、どの段階に一番有効か？（自由記載）
 [Q11] そのほか、何か気がついたことはあるか？
 [Q12] この結果の表現は、わかりやすいものだったか？

その際、評価者への質問を5段階スケール（最大：5、最小：1）のSD法により、またSD法では表現し切れない部分を、評価者からのコメントとして、文章により補足した。

これらSD法の質問の概要は、ユーザ層の明確化、設計開発プロセスへの反映可能性、散布図の理解度などである。SD法では聞いていないQ8、Q10、Q11を除外した結果を表4に示す。

結果と考察

表4から得られた結果を解釈すると、次のことが言えた。

- 調査企画、仕様化、試作開発、製品改良など、上流プロセスに有効である。
- マーケティングの判断材料として使える。
- 重心近辺のグループと、離れたグループの分離ができる。
- 適用する領域により、機能が変わるので、注意が必要である。

まとめと今後の展開

本論文では、設計開発プロセスの早い段階で、ユーザ

要求を吸い上げ、新製品開発に反映する方法を提案した。方法の妥当性を検証するため、現場の有識者の反応を確認した。結果として、マーブル法は、準備に多少の手間がかかることと、散布図の解釈のため、経験が要求されるが、ユーザ要求を具現化する一方法として、効果があると言えた⁸⁾。

また適用可能な範囲として、高齢者や障害者によるWebアクセシビリティの評価にも使える。また社会的側面（ソーシャルアспект）の解析にも適用可能である。その際、個と個、個とグループ、グループとグループからの要求が、とかく相反し齟齬や副作用が発生することが多い。このような場合に、トレードオフを考慮して、悩ましいスレッショールドを引くための基準としても適用可能である。さらに新規商品開発のための、商品戦略やマーケティングから、ブランディングやCI（Corporate Identification）に到るまで、応用を拡張させることが可能で、活用領域は広いと考えられる。是非この研究成果を、今後の製品開発に生かしていきたいと考える次第である。



参考文献

- 1) 黒須正明、三樹弘之、他：ISO13407がわかる本、オーム社、2001年
- 2) D. Norman, Things that make us smart, Addison-Wesley, 1993
- 3) 井上裕光：集計データの比較 [第1報] モデル構成と変化の記述、千葉県立衛生短期大学紀要、Vol.12 No.1, 1993年
- 4) D. Norman, Emotional Design, Basic Books, 2004
- 5) 井上裕光：主観評価測定法の開発とその応用、日本人間工学会第36回大会講演集Vol.31, pp.70-73, 1995年
- 6) 藤沢偉作：多変量解析法、現代数学社、1985年
- 7) N. HOSONO: User Centred Design Utilizing Sensory Analysis, HCI2003, Vol.10, No.2, pp.395-399, 2003
- 8) 細野直恒：ユーザ中心設計に関する研究、慶応義塾大学博士課程学位論文、2003年

筆者紹介

細野直恒：Naotsune Hosono. 沖コンサルティングソリューションズ株式会社