

ヒューマンテクノロジー(以下、HT と略記)とは、「人間を科学的に解析して、人間に関する諸情報(生理、心理、認知、行動など)を設計要件(ヒューマンリクアイアメント)にする技術」と定義し、商品開発プロセス(企画、仕様化、デザイン・設計、評価)に活用している。特に、タスク分析とAHP (Analytic Hierarchy Process: 階層的意味決定法)は、デザイン・設計業務以外にも有用であり、多くの活用事例がある。

Human technology has the function of constructing the human requirements of a product, scientifically based on human needs and information (physiological, psychological, and cognitive aspects).

This paper introduces the concept and methodology of human technology used in the product development process. In particular, detailed explanations are given on the use of task analysis and the analytic hierarchy process (AHP) method, which are useful in any business sphere.

1 まえがき

当社デザインセンターでは、HTを「人間を科学的に解析して、人間に関する諸情報(生理、心理、認知、行動など)を設計要件にする技術」と定義し、デザイン業務に活用している。HTは、QC分野で使われているSQC (Statistical Quality Control)やQFD (Quality Function Development)と方法が似ているが、それほど体系化しているわけではなく、人間工学(ergonomics)を核とし、多変量解析、実験心理学、認知心理学、ユーザビリティ工学、デザイン工学、感性工学などが混然一体となった方法を形成している。

HTが必要になってきた背景は、ユーザーの感性、使い勝手が、商品選択の際の決定要素、あるいは訴求要素、差別化要素として重要視されてきているためである。例えば、ふたの閉まる感触、質感を配慮したモバイルパソコン“Libretto”、四隅の柱から構成され開放感を獲得した画像診断装置MRI (Magnetic Resonance Imaging) “OPART_{TM}”や人に優しいフラット画面のテレビ“FACE_{TM}”などは、ユーザーの感性や使い勝手に訴え、好評を得ている。特に、使い勝手は商品機能の複雑化、ブラックボックス化に対して、その役割が高まってきている。また、高齢者や障害者に対する配慮もユニバーサルデザインというコンセプトの下、非常に重要なデザイン・設計要件となってきている。

ここでは、HTの基本概念および商品開発プロセスに活用する場合の考えかたや手法について述べる。

2 商品開発プロセスにおけるHTの5機能

HTは、商品開発プロセス(企画、仕様化、デザイン・設

計、評価)の各プロセスにかかわっている。①企画プロセスではユーザーニーズの抽出、②仕様化プロセスではユーザーニーズに基づくデザイン・設計の項目化、③デザイン・設計プロセスではユーザーに関するデザイン・設計データの明確化、④評価プロセスではデザイン・設計案の評価であり、これらの各プロセスに共通にかかわってくるのが⑤デザイン・設計データの構築である。

これら五つの機能の根底にあるのが、現場主義の考えかたである。人間がかかわる商品を作る以上、その使用現場を知らないで、デザイン・設計を行うことはできない。元ロンドン大学の故P.Branton教授(人間工学)は、ヒューマンマシンインタフェース(HMI)における人間の働きをとらえるには、①直接観察(direct observation)、②科学的測定(scientific measurement: 動作解析、生理計測、パフォーマンス評価、ほか)、③アスキング(asking: 本人に聞く)の三つの手法が重要だと主張している⁽¹⁾。現場主義を実践するための手法は、まさしくこの“直接観察”と“アスキング”である。HMIに何か不適合があると、人間側あるいは機械側にそのしわ寄せが出てくる。この現象を直接観察あるいはアスキングにより構造的に把握すればよい。アスキングの場合、通りいっぺんの対応では、なかなか現場の情報を教えてくれず、現場作業者と仲よくなるまで、つまりラポール(rapport)が出るところまでもっていかなければ効果はない。

ともあれ、製品開発プロセス時に活用する手法は、①時間がかからないこと、②取扱いが簡単であること、③効果的であること、の三要素であることが重要である。特に、時間がかからないことは、ビジネスの世界では鉄則である。得たデータは、あくまでデザイナー、エンジニアが思考、

判断するための参考資料として位置づけられるべきである。最終判断はデザイナー、エンジニアが行い、さらに魅力的な商品にしたてるのは、彼らのセンスである。

3 ユーザーニーズの抽出

ユーザーニーズの抽出では、定性的調査方法としてグループインタビュー、レパトリートグリッド法、レパトリートグリッド発展手法、ラダリング、タスク分析、観察法、定量的調査方法としてアンケート法などがある。グループインタビューは、ユーザーの頭の中にある潜在ニーズをグループ内でのインタビューを通して抽出する方法である。一方、タスク分析や観察法は、HMIにおける不適合点から発生したユーザーの行動をチェックすることにより、その問題点を抽出する方法である。ここでは、問題点イコールユーザーニーズの裏返しと考えている。

タスク分析は、ジョブを構成するタスクのレベルで分解し、それぞれのタスクに関するHMI上のPL(製造物責任)あるいは人間工学上の問題点を抽出し、その解決案を提案する方法である(図1)。

一般的なタスクはシーケンシャルであるため、順に並べて分析していけばよい。図1の問題点の抽出のところで、PLや人間工学に関する評価項目(チェックリスト)によってチェックするが、GUI(Graphical User Interface)などに代表される画面インタフェースデザインに関しては、次の可視化三原則、画面インタフェースデザインの六原則の項目を切り口として分析を行う。

(1) 可視化三原則

- (a) 簡潔性 見えやすさと関係し、デザイン要素をいかに整理するかがポイントである。
- (b) 強調 検索性の容易さと関係があり、重要な情

タスク	問題点 (予測される問題点)	解決案
スイッチを押す	<ul style="list-style-type: none"> ・スイッチの位置がわかりにくい ・小さくて押しづらい 	<ul style="list-style-type: none"> ・ラベルなどで強調する ・径を大きくする
(a)		
タスク	問題点 (予測される問題点)	解決案
メニューを見る	<ul style="list-style-type: none"> ・可視化三原則 ・画面インタフェースデザインの六原則 ・何を指しているのかわからない ・用語の意味が不明 	<ul style="list-style-type: none"> ・対応付けを明確にする ・あいまいな用語を使用しない
(b)		

図1. タスク分析のフォーマット 一般用(a), インタフェース画面向け(b)のフォーマットを示す。

Format of task analysis

報は強調して、瞬時にわかるようにする。

- (c) 一貫性 ここでは視覚に関する一貫性に限定している。
- (2) 画面インタフェースデザインの六原則
- (a) 用語 わかりやすく、あいまいでないことが大切。
 - (b) 手がかり アクションを起こすうえで必要な道標である。
 - (c) マッピング 対応付けの意味で表示と操作部のような画面要素間の関係からユーザーと機械の関係まで含まれる。
 - (d) フィードバック ユーザーと機械との対話を成立させ、透明性を高めるための必要な条件である。
 - (e) 一貫性 一貫性により文脈が発生し、ユーザーは操作を容易にできるようになる。
 - (f) 動作原理 どのような原理で機械が動いているのか、その機能の概略を知ることにより、操作やその意味について理解することができるようになる。

ワープロソフトウェアのようにタスクが階層型になっている場合は、階層型タスク分析を行う。これは各階層においてタスク順に横に並べ(この部分はシーケンシャルになる)、階層を作っていく方法である。ポイントはどの程度までタスクを細分化するか見極めることである。

この段階では、実際の商品を対象にするか、新機能で既存の商品がない場合は、予測されるタスクのシーケンスを構築し、それを分析することになる。

レパトリートグリッド発展手法⁽²⁾は、評価対象群を5段階の総合評価を行い、該当する5段階のカテゴリーに評価対象物を割り付けることから始める(図2)。それぞれ割り付けられたグループ間での評価理由を聞く。つまり、図2で“好ましくない”に選択された機器と“やや好ましくない”の機器の選択理由を聞くのである。さらに、この二つのグループをまとめて、隣の“どちらでもない”の機器と同様に比較していく。以上から得た評価項目の上位と下位の項目をインタビューによって求め、体系化を図り、製品に対

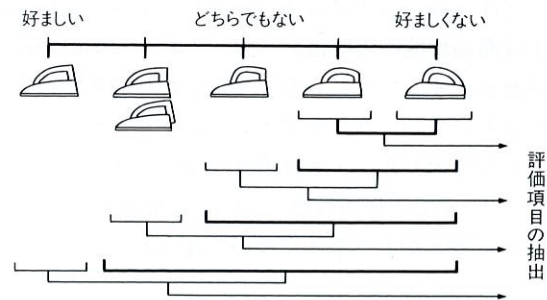


図2. レパトリートグリッド発展手法 評価理由を聞きそれぞれの評価項目を抽出する。

Evaluation grid method

するユーザーの認知構造を探ることができる。通常、複数のユーザーで行い、特定のキーワードが数多く選択されるので、このキーワードが製品コンセプトを構築するうえで重要なポイントとなる。また、得たデータは多変量解析によって定量的に解釈することもできる。

4 ユーザーニーズに基づくデザイン・設計項目化 (図3)

ユーザーニーズの抽出により、コンセプトの概要を構築し、大まかな製品仕様を決めた後、このプロセスではその詳細や重要項目を絞り込んでゆく。そのため、主に多変量解析が使われる。抽出された設計項目案に対し、それらのデータを階層化する“① ISM (Interpretive Structure Modeling), ② DEMATEL (DEcision MAKing Trial and Evaluation Laboratory)”, データの集約化を行う“①主成分分析, ②数量化Ⅲ類”などによって、設計項目を絞り込んでいく。また、階層化されたデータは AHP (3)の対比較を使って設計項目のウェイト付けや各設計項目に対するコスト配分を行うこともできる。この統計解析を行うには、実際のユーザーのアンケートやインタビューが必要である。

さらに、ユーザーによる他社商品比較を行い、例えば、購入したいとの基準で、ユーザーが製品を判別 (①判別分析, ②数量化Ⅱ類) したり、総合評価を行い望まれる製品仕様を推測 (①重回帰分析, ②数量化Ⅰ類) することもできる。また、いろいろな設計項目を組み合わせ、何種類かの仕様案あるいはデザイン案に対しコンジョイント分析により、最適な仕様の組合せ案を選択することもできる。ここでは、どの設計項目がポイントかがわかれば十分である。

5 ユーザーに関するデザイン・設計データの明確化

このプロセスでは、感性要素、ユニバーサルデザイン、

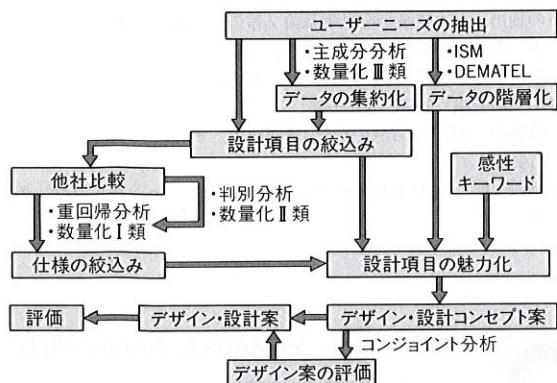


図3. 製品開発プロセスにおける多変量解析の活用 製品開発の各プロセスにおいて、多変量解析を行い必要な情報を得る。

Multivariate analysis used in product development process

PL, CS (顧客満足度) などのような製品を成立させる必要十分条件に対し、製品を魅力的にするための検討が行われる。感性要素をデザイン・設計にフィードバックするには、ユーザーの主観量と機械側の物理量との関係を明確にすることである。つまり、設計コンセプトから要求される主観量から機械側の物理量を特定し、求められた物理量が実現できるようにデザイン・設計すればよい。そのつど実験を通じてデータを構築するのは大変であり、非常にラフなとらえかたになるが、感性の高いデザインにするため、次のキーワード(4)を使ってデザイン・設計することもできる(4)。

- (1)デザインイメージ, (2)色彩, (3)フィット性, (4)形態,
- (5)機能性・利便性, (6)雰囲気, (7)新しい組合せ, (8)質感, (9)意外性

6 デザイン・設計案の評価

デザインや設計案の評価には AHP を使用する。最近、これをさらに発展させた ANP (Analytic Network Process)(6)が注目を浴びているが、ここでは、豊富な事例のある AHP に絞り紹介する。AHP は一種の意思決定法で、問題を目標、評価基準および代替案に分けることから始める。ここではエアコンのデザインについて考えてみる。

- (1) 目標 デザイン案の決定
- (2) 評価基準 形態(新規性など), 色(インテリア性), サイズ・プロポーション(設置性), 操作性, メンテナンス性
- (3) 代替案 モックアップ(模型) かレンダリング(完成予想図) によるデザイン案数案

ここで、目標が商品案の決定ならば、評価基準は、商品性、デザイン、基本性能、コスト、操作性(広い意味で安全性も包含される)などが考えられる。評価項目は重要と思われる5項目程度に集約させる。

以上のような階層構造を作った後、評価項目のウェイト付けを行う。ウェイト付けは各評価項目間の対比較から始める。対比較は二つの項目が、「同じくらい重要であるとき:1」, 「片方がやや重要であるとき:3」, 「片方がかなり重要であるとき:5」, 「片方が非常に重要であるとき:7」, 「片方がきわめて重要であるとき:9」のスコアを付ける。評価の方法は、エアコンを例にとると、図4のような評価項目のマトリックスを組み、縦と横に置かれた評価項目どうしでウェイト付けをする。縦の項目のほうが、重要ならばそれに相当するウェイト値を入力するが、逆に重要でないならばその相当するウェイト値の逆数を付ける。しかし、このやりかたでは、一般のユーザーにはわかりづらいので、図4のフォーマットで行うと直感で理解できる(6)。

得たウェイト値のデータは、固有値問題に帰着し、固有ベクトルが各評価項目のウェイト値となる。固有ベクトル

比較	形態	色	サイズ	操作性	メンテナンス	幾何平均
形態	1	3	2	2	5	$5\sqrt{1 \times 3 \times 2 \times 2 \times 5}$
色	1/3	1	1	1	5	$5\sqrt{1/3 \times 1 \times 1 \times 1 \times 5}$
サイズ	1/2	1	1	1/3	5	$5\sqrt{1/2 \times 1 \times 1 \times 1/3 \times 5}$
操作性	1/2	1	3	1	7	$5\sqrt{1/2 \times 1 \times 3 \times 1 \times 7}$
メンテナンス	1/5	1/5	1/5	1/7	1	$5\sqrt{1/5 \times 1/5 \times 1/5 \times 1/7 \times 1}$

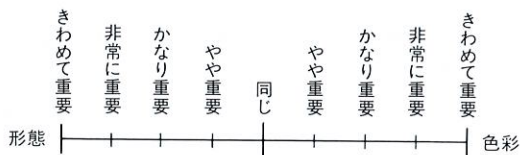


図4. AHPにおける一対比較と質問のフォーマット 比較マトリックス表で縦と横の評価項目どうしてウェイト付けをする。下の図は直感的にわかる質問形式を示す。

Paired comparison in AHP and format of questionnaire

を求める簡易な方法として幾何平均を求めて、各幾何平均の合計値に対する比で代用することもできる。次に、評価項目のウェイト付けができたところで、各評価項目に関する各代替案の評価を同様に行う。最後に評価ごと得られた代替案のウェイト値に評価項目のウェイト値を掛けて、合算する。そこで、総合得点が高い代替案が選ばれる。評価者(意思決定者)の答えが、整合しない場合もあるので、整合度=(最大固有値-評価項目数)/(評価項目数-1)を求め、0.1以下ならば有効性があると言われている。最大固有値も簡易に求めることができる。各評価項目のウェイト値を図4の比較マトリックス表の各評価項目の縦の値に掛け、横の合計を求める。各合計値を各評価項目のウェイト値で割り、それぞれの求めた値の平均値が最大固有値である。

デザイン案の評価は、ターゲットユーザーに該当するモニタを抽出し、評価してもらうのがよい。一人ずつ行うのは時間がかかるので、数人のグループでディスカッションしながら意見をまとめてゆく。このディスカッションはグループインタビューの良いところを踏襲したものであるが、意見が合わない場合、各自が考えるウェイト値の幾何平均値を求め代用する。

AHPはデザイン案の評価レベルで活用するだけでなく、企画案、コンセプト案、仕様案などの検討、確認にも活用できる。また、前述した感性キーワードを評価項目として、製品の感性評価を行うこともできる。この場合、その商品に合った用語に修正する。例えば、フィット性は、かばんのハンドルならば握りやすさであろうし、車のシートならば体を包み込むような一体感となる。さらに、QFDでのAHPの活用、ISMにより対象情報を階層化して、AHPを使う方法、およびAHPにより求めた各評価項目や各代替案のウェイト値を用いて、ファージ積分による総合評価の試みもされている。このようにAHPは他の手法と組み合わせ

て今後、幅広く活用されるものと思われる。しかし、なんといってもAHPの良いところは、電卓で計算できる手軽さであり、その構造のわかりやすさであるので、企画や営業の担当者、デザイナーやエンジニアの思考、戦略のツールとして、その活用範囲は広い。

ユーザーニーズの抽出のところで述べたタスク分析を、この評価プロセスで活用してもよい。この段階では、図面あるいは試作品しかないので、この範囲で行うことになる。

7 デザイン・設計データの構築

デザイン・設計に活用できる人間に関する基本的な情報は、人間工学を中心として整備されている。しかし、商品に活用する場合は特別解になるので、そのつどデータを構築しなくてはならない。前述した直接観察、アスキングでは、主にビデオカメラ、科学的測定での動作解析、生理計測(EMG(筋電図)、EOG(眼球電図)、ECG(心電図)、CFF(フリッカ値)など)、パフォーマンス評価ではコンピュータやポリグラフなどを使って、人間に関する諸々の情報を収集することができる。これらのデータが商品競争力に寄与する。

8 あとがき

以上、HTの基本概念および商品開発プロセスに活用する場合の考えかたと手法を述べた。特に、強い商品作りにタスク分析が重要であり、日常気がつかない設計項目が抽出されるなど、その効果は高いものと思われる。担当商品ごとの評価項目を作り、AHPと併せてタスク分析をすることが大切である。

文献

- (1) 堀野定雄. 人間工学から見たヒューマン・インタフェース・デザイン. 神奈川大学工学研究所所報, 12, 1989.
- (2) 讃井純一郎, 他. レポートリー・グリッド発展手法による住環境評価構造の抽出. 日本建築学会計画系論文報告集, 367, 1986, p.15-22.
- (3) 刃根 薫. ゲーム感覚意思決定法-AHP入門. 日科技連出版, 1986.
- (4) 山岡俊樹. 感性設計方法論の検討. 第2回感性工学学術シンポジウム. 日本学術会議, 1996, p.15-22.
- (5) 高橋肇朗. AHPからANPへの諸問題I. オペレーションズ・リサーチ, 1, 1998.
- (6) 真鍋龍太郎. AHP利用上のヒント. オペレーションズ・リサーチ, 4, 1989.



山岡 俊樹 YAMAOKA Toshiki, Ph.D.

デザインセンター, 主幹, 学博。
ユーザーインタフェースデザインの研究に従事。HFES(米
国人間工学会), ACM/CHI, HFAC(カナダ人間工学会),
日本人間工学会, 日本デザイン学会会員。
Design Center