

## 目次

|  |    |
|--|----|
| 1 はじめに .....                                   | 2  |
| 2 ユーザビリティの重要性                                  |    |
| 2.1 ユーザビリティとは .....                            | 6  |
| 2.2 機能中心設計から人間中心設計へ .....                      | 7  |
| 2.3 ユーザビリティの定義 .....                           | 8  |
| 2.4 ソフトウェアのユーザビリティ .....                       | 9  |
| 2.5 ユーザビリティ向上によるインパクト・効用 .....                 | 10 |
| 3 ユーザビリティ向上を実現するための開発プロセスの変革                   |    |
| 3.1 ユーザビリティとソフトウェア開発プロセス .....                 | 14 |
| 4 ユーザビリティの基本技術（設計編）                            |    |
| 4.1 組込みシステムのユーザビリティ向上のため設計原則 .....             | 19 |
| 4.2 組込みシステムのユーザビリティ向上のための基本的な考え方 .....         | 20 |
| 4.3 インタラクティブシステムにおける<br>ユーザビリティ向上のための留意点 ..... | 26 |
| 4.4 タスク分析によるユーザビリティの問題の抽出と解決 .....             | 30 |
| 4.5 安全工学とユーザビリティ .....                         | 32 |
| 5 ユーザビリティの基本技術（評価編）                            |    |
| 5.1 ユーザビリティ評価の必要性 .....                        | 34 |
| 5.2 ユーザビリティ評価の指標と評価方法 .....                    | 34 |
| 6 おわりに .....                                   | 41 |
| 資料編 ユーザビリティの歴史と発展 .....                        | 42 |
| 資料編 ユーザビリティに関連する規格・標準・規制 .....                 | 45 |
| 資料編 ユーザビリティ用語集 .....                           | 48 |

## 1

## はじめに

現代、私たちの生活は身の回りを様々な組み込みソフトウェアに囲まれて暮らしています。私たちは普段、これらのソフトウェアを意識することはあまりありませんが、2005年度経済産業省調査では、開発される機械機器のほぼ94%が組み込みシステムを搭載していると発表されています（図1.1）。エアコン・電子レンジ・テレビ・ビデオなどの家庭内の家電・AV機器から携帯電話・デジカメ、オフィスでのコピー機、ビルのエレベータや駅の自動改札、病院での医療機器、自動車など組み込みソフトウェアを搭載した製品を挙げたらキリがありません。

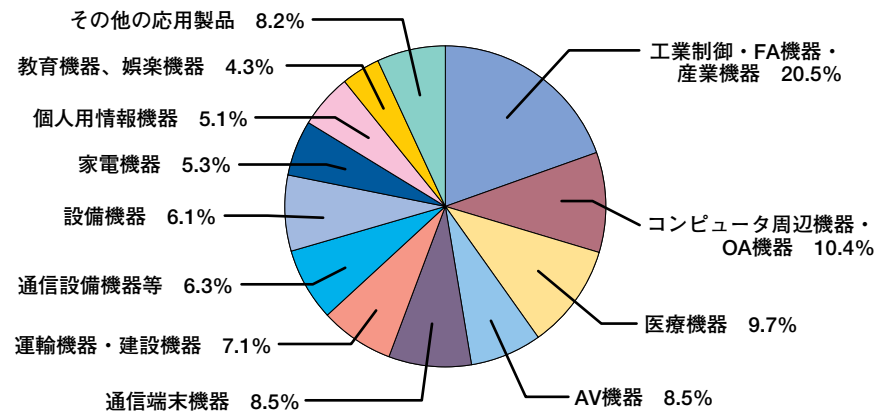


図1.1 組み込みソフトウェアが搭載される製品  
組み込みソフトウェアを含む製品を開発している企業数の割合を示したもの  
(経済産業省2005年度「組み込みソフトウェア産業実態調査」)

組み込みソフトウェアは、製品開発の上で多くのメリットをもたらし、製品付加価値の向上に寄与しています（図1.2）。

|          |   |
|----------|---|
| 製造コストの低減 | 機能をソフトウェアで実現することにより機械部品や電子部品の点を削減でき、製造コストや検査コストが低減できる。                          |
| 製造品質の向上  | 機能をソフトウェアで実現することにより、部品点数が削減され、製品の製造にかかわる不良率が低減できる。また、ソフトウェアは経年変化による性能や品質の劣化がない。 |
| 付加価値の向上  | ソフトウェアは多彩できめ細やかで複雑な制御を実現しやすい。また部品点数の削減により、製品の小型軽量化ができる。                         |

多機能化と操作の複雑化の進行

製品の「使いやすさ」が重要な競争力となってくる！

図1.2 組み込みソフトウェアのメリットと課題

しかし、一方でソフトウェアによる多機能化の実現により、製品の使い勝手の改善やユーザの満足度の向上を図る手法が求められています。

携帯電話を例にとりましょう。通話、メール、インターネットはもちろんのこと、カメラ・ナビゲーション機能、ラジオ・テレビ・テレビリモコン機能やゲーム・電子手帳機能、最近では電子マネーやミュージックプレイヤーといったアプリケーションまで搭載されています。携帯電話の機能の充実は、私たちの生活に圧倒的な利便性をもたらしましたが、一方で小さな子供から高齢者に到る多くの消費者は、次々に開発される複雑な機能や新しい操作器具に向かいあうことを余儀なくされ、「操作を覚えられない」「操作を誤る」「情報を見間違える」などの日常的な不利益をもたらしています。例えば、「大切な写真が撮れていなかった」「スケジュールが消えてしまった」というような話は、例えユーザが正しい操作をしなかったことに起因していたとしても、操作への誤解を与える要素があるとすれば、それはユーザにとっては製品の欠陥同様、「使えない」ものであり、ユーザ

ビリティの低い製品といえます。

こうした携帯電話や家電製品、自動車などを動かす上で必須の電子制御技術を総称して組込み技術と呼びます。現在、この業界を構成している組込み系エンジニアの就業人口は17万5千人ともいわれています。

組込み系エンジニアのほとんどは、機能を実現したり、正確な制御コントロールを構築するための緻密な訓練を受けているものの、生身の人間のことや生活・暮らしの中での効果といったユーザ要求事項の取りまとめには不慣れで、そのために利用品質が低下するといった懸念もあるのではないのでしょうか？

本書では、こうした組込み系エンジニア（特にソフトウェア開発系）の人たちに、ユーザビリティ確立を目指したエンジニアリング的な手法や知識を紹介したいと思います。ユーザビリティの向上は、製品の利用品質を向上させ、「使いやすい製品」としてユーザに満足感を与えます。ぜひ、このユーザビリティ向上の技術を理解して、より良い製品を世の中に送り出していただければと思います。

## ■ 本冊子の構成

本冊子では、組込みシステム製品の利用品質の向上を目的として、以下の構成で紹介します。また、組込みソフトウェア利用品質向上のための理解の参考情報も資料編として付与します。

- ユーザビリティとは
- ユーザビリティの重要性
- ユーザビリティ向上を実現するための開発プロセスの変革
- ユーザビリティの基本技術（設計編）
- ユーザビリティの基本技術（評価編）

- 参考情報：資料編（ユーザビリティの歴史、規格・標準・規制、用語集）

## ■ 本冊子の対象読者

本冊子では、以下のような読者層に対して、ソフトウェアの利用品質向上のための方法論や考え方を知っていただくことを目指しています。

### 経営者の方へ

より高い製品の品質を目指す中で、また、来るべき高齢者社会の増加へ対応する必要性も含めて、製品の「使いやすさ」、すなわち利用品質の向上は、ますます重要な課題となってきます。組込み製品の利用品質向上の意義と必要性を認識されることを期待しています。

### 組込みシステム開発のマネージャー、チームリーダの方へ

本冊子で紹介する組込みソフトウェアの利用品質向上のための技術や、考え方を理解していただき、それらをご自身が担当するプロジェクトの中で実践していただくことを期待しています。

### 組込みシステムエンジニアの方へ

組込みソフトウェアのヒューマンインタフェース設計など、ご自身が担当される業務の中で、常に利用品質を意識した作業を心がけ、品質の作りこみを実践されたいことを期待しています。

## 2

## ユーザビリティの重要性

## 2.1 ユーザビリティとは

ユーザビリティという言葉は、日本語では「使いやすさ」「使い勝手」「利用品質」「使用性」「利用性」など、様々な言葉で訳されることが多いようです。

しかし、これら日本語では一般に、使いやすさの程度を表す言葉であり、「使い勝手がいい・悪い」、あるいは「使いやすい・使いにくい」といったように、その意味合いはかなり広いものです。

組込みシステムにとって、ユーザビリティとは製品の品質を表す概念のひとつであるといえます。製品の品質には、製品としての設計の良し悪し、実装の良し悪しなどがあります。例えば、製品の信頼性・耐久性などがこうした要素です。これらは作る側から見たモノの品質であり、従来から品質管理で扱われてきた品質です。これに対して利用者側から見た新しい品質の捉え方として、利用品質が注目されるようになってきました。ユーザビリティは、この利用品質のひとつの特性として、今までの品質管理になかった人間（ユーザ）中心のニーズ指向の品質概念として位置付けられるようになってきました（図2.1参照）。

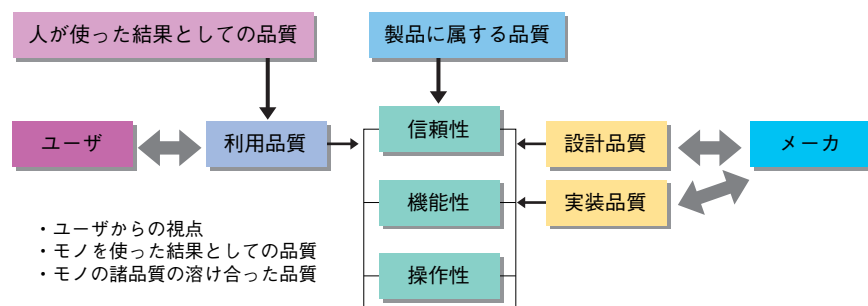


図2.1 ユーザビリティ（利用品質）の考え方

## 2.2 機能中心設計から人間中心設計へ

ユーザビリティに関連する組込みシステムの基本的かつ現実的な問題は、利用におけるトラブルです。最近では、品質トラブルによる製品の回収の問題が挙げられますが、報告されている多くのトラブルの内のいくつかは、ユーザビリティに関するものが含まれています。このようなトラブル、回収による無駄なコストを抑えるには、開発上流工程において適切にユーザビリティを確保することが効果的です。

忘れてはならないのが、品質トラブルの延長上にある「事故」です。仮にメーカー側がバグではないと主張する場合でも、想定される利用状況を誤ると事故になります。製造物責任法に関わる可能性もあるため開発には細心の注意が必要です。

また、このような「事故」に至らないような場合でも、ユーザの想定する利用方法を見誤り、適切な使い方を導き出せなければ、ユーザから見れば「使えない製品」となってしまいます。つまり、ユーザから見れば製造者側の事情はどうであれ、ユーザビリティの低い商品は欠陥品であるといえます。このような背景の中、近年、システム設計における「機能中心」から「人間中心」への視点変換の必要性の認識が求められています。

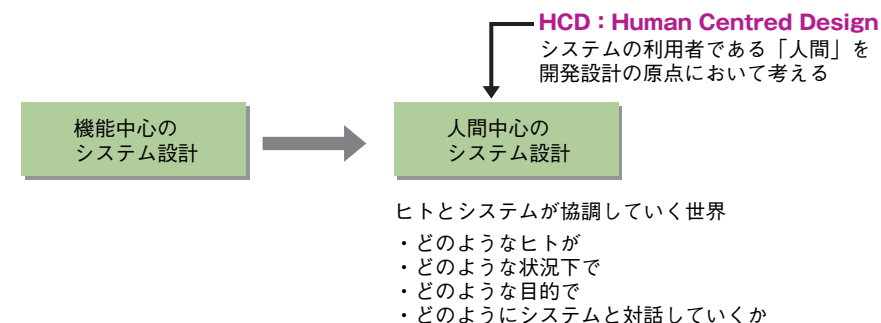


図2.2 組込みシステムと人間中心設計

## 2.3 ユーザビリティの定義

では、具体的にユーザビリティの定義とはどのようなものでしょうか。ユーザビリティの定義には、一般にはISO9241-11（ユーザビリティの国際規格）が用いられます。

ISO9241-11は1998年に制定され、1999年にはJIS化（JIS Z8521）もされています。ユーザの行動と満足度による、ユーザビリティの規定または評価について説明しており、ユーザビリティに関する厳格な定義が行われています（表2.1）。

|     |   |
|-----|---|
| 有用性 | 使用の指定された状況の中で有効性・効率、および充足を備えた指定された目標を達成するために、指定されたユーザによって製品が慣れることができる範囲 |
| 有効性 | ユーザが指定された目標を達成する上での正確さと完全さ  |
| 効率  | ユーザが目標を達成する際の正確さと完全さに費された資源   |
| 充足  | 不快さのないこと、および製品使用に対しての肯定的な態度   |

表2.1 ISO9241-11でのユーザビリティの定義

### ニールセンの定義

ユーザビリティの定義で代表的なものに、もう1つニールセンの定義があります。ウェブ・ユーザビリティの権威であるヤコブ・ニールセンが自身の著書『ユーザビリティ・エンジニアリング』の中で定義したユーザビリティは、ISO 9241-11の定義よりも限定的になっており「スモールユーザビリティ」ともいわれています。

#### ●ニールセンの定義（スモールユーザビリティ）

- ・学習しやすさ：簡単に学習でき、すぐ作業を始められること。
- ・効率性：一度学習すれば効率的な使用が可能。さらに高い生産性を上げられること。
- ・記憶しやすさ：しばらく使わなくても覚えていてすぐに使えること。
- ・エラー：エラーの発生率が低くエラーを起こしにくい。もしエラーが発生しても簡単に回復できること。また、致命的なエラーが起きることがない。
- ・主観的満足度：ユーザの好みや楽しさに合っていて、個人的に満足できること。

## 2.4 ソフトウェアのユーザビリティ

それでは、ソフトウェアのユーザビリティ(利用品質)とはなんのでしょうか？

特にソフトウェア製品の品質について、その特性を様々な角度から分析・整理したものがソフトウェア品質特性モデルと呼ばれ、ISO/IEC9126（JIS X 0129-1）に定義されています。品質特性は6つの大きな分類と、それぞれいくつかの副特性の定義とで構成されています（図2.3）。

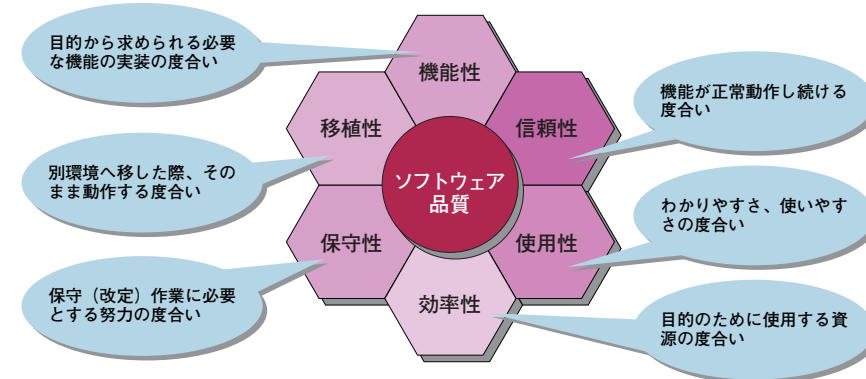


図2.3 ISO/IEC9126 (JIS X 0129-1) ソフトウェア品質特性

その中でもユーザビリティは使用性といった品質特性に分類され、使いやすさ、わかりやすさの度合いとして「理解性」「習得性」「運用性」「魅力性」「使用性標準適合性」の5つの副特性から構成されています（表2.2）。

|     |   |          |  |
|-----|---|----------|--|
| 使用性 | 指定された条件下で利用するとき、理解、習得、利用でき、利用者にとって魅力的であるソフトウェア製品の能力 | 理解性      | ソフトウェアが特定の作業に特定の利用条件で適用できるかどうか、およびどのように利用できるかを利用者が理解できるソフトウェア製品の能力 |
|     |   | 習得性      | ソフトウェアの適用を利用者が習得できるソフトウェアの能力                                       |
|     |   | 運用性      | 利用者がソフトウェアの運用および運用管理を行うことができるソフトウェア製品の能力                           |
|     |   | 魅力性      | 利用者にとって魅力的であるためのソフトウェア製品の能力  |
|     |   | 使用性標準適合性 | 使用性に関連する規格、規約、スタイルガイドまたは規則を遵守するソフトウェア製品の能力                         |

表2.2 ISO/IEC9126 (JIS X 0129-1) ソフトウェア品質特性と副特性

## ■ 2.5 ユーザビリティ向上によるインパクト・効用

### (1) ビジネスへのインパクト

ユーザビリティを重視した商品の評価は高まる一方です。2002年度に経済産業省が実施した調査「人間生活指向型製品の製造・販売に係る経済的効果などに関する調査研究」によれば、使いやすいと消費者が認めた製品の約64%が「人気（反響）が高い」と回答（図2.4）、また、約50%がこれら製品により、「企業イメージ・ブランドイメージが向上し図た」と回答しており（図2.5）、企業予測を平均で30%を超えた売上げを示しています（図2.6）。

### (2) 企業とユーザへの効果

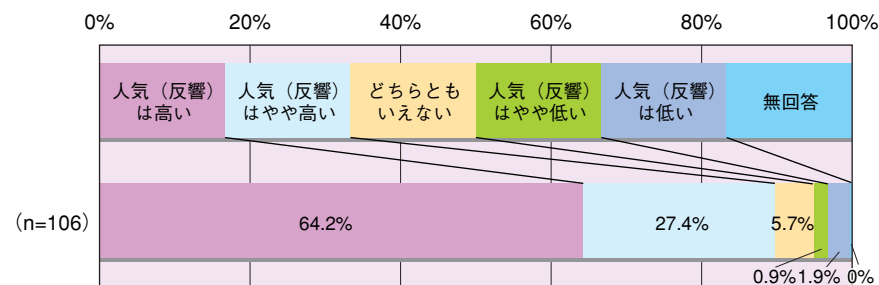
前述で示したように、ユーザビリティを重視した人間生活指向型製品は、生活者へのメリットのみならず、企業経営に対する効果も測りしれません。以下に生活者ならびに企業への効果を示します（表2.3、表2.4）。

### 企業への効果

| 人間生活指向型製品の経済的効果<br>企業への開発・製造・販売・アフターケアにおける効果 |   |
|--|---|
| 利益   | <ul style="list-style-type: none"> <li>売上高の増加（初代製品）- 企業アンケート調査結果では、販売前の売上予想と比較した売上実績数量は+30.0%増加（全サンプル平均）。</li> <li>ラインナップの多様化による売上高の増加（2代目製品以降）- 企業ヒアリング調査結果では、従来に類似製品がない場合において、ラインナップを多様化し、売上数量を増加させている製品が多い。</li> <li>利益率の向上 - 企業アンケート調査結果では、他の製品に比べた営業利益は+4.4%ポイント増加（全サンプル平均）。</li> <li>特許収入の確保 - 企業アンケート調査結果では、特許収入がある製品は全体の13.2%、年間特許収入額は10～2000万円。</li> </ul> |
| 技術・ノウハウ                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>新技術の確立 - 企業アンケート調査結果では、特許を取得している製品は50.9%。1製品あたりの平均取得件数は23.5件。</li> <li>人間特性データベースの整備</li> </ul>  |
| 人材   | <ul style="list-style-type: none"> <li>人間生活指向型製品の開発に係わる人材のスキルアップ</li> </ul>   |
| 企業ブランド                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>企業ブランド、知名度、好感度の向上 - 企業アンケート調査結果では、人間生活指向型製品の販売により、企業知名度、ブランドイメージが向上したが全体の88%。</li> </ul>   |

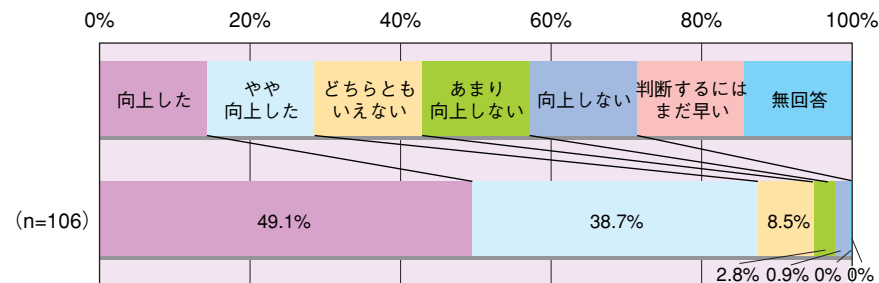
出典：2002年 経済産業省「人間生活指向型製品の製造・販売に係る経済的効果などに関する調査研究」

表2.3 人間生活指向型製品の企業への効果



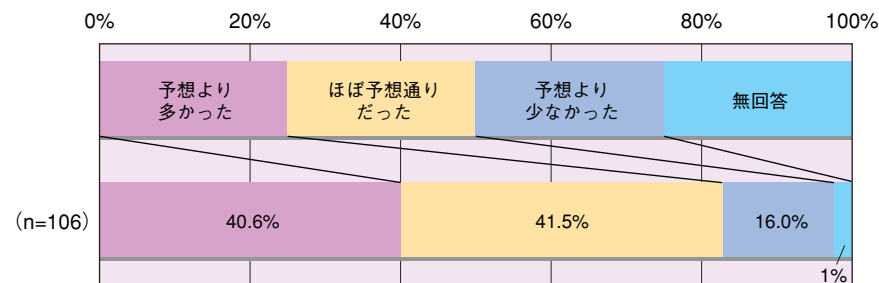
「人間生活指向型製品（調査対象製品）の消費者からの人気（反響）は、自社の他の製品と比べてどの程度高いか」との設問に対して、「人気は高い」が全体の64.2%、「人気はやや高い」が27.4%で計91.6%と大多数を占める。

図2.4 人間生活指向型製品の消費者からの人気（反響）



企業知名度、企業イメージ、ブランドイメージ等の向上に対しては、「向上した」が最も多く49.1%、次いで「やや向上した」が38.7%と、これら肯定的回答が全体の87.8%を占める。

図2.5 人間生活指向型製品の販売による企業知名度、企業イメージ、ブランドイメージ等の向上



販売前の売上予想と比較した具体的な売上実績数は全サンプル平均で+30.0%と人間生活指向型製品は非常に良好な売上実績を確保しており、経済的効果は非常に大きいものと判断される。

図2.6 販売前の売上予想と比べた売上実績数

## ユーザへの効果

| 人間生活指向型製品の経済的効果<br>ユーザへの購入・使用による効果（家電品） |  |
|---|--|
| 本質的効果                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>従来製品に比べた機能・性能の向上（改善型製品）</li> <li>従来製品にない新しい機能・性能の授受（革新型製品）</li> </ul>   |
| 金銭的効果                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>従来製品に比べたコストパフォーマンスの向上（機能・性能対イニシャルコスト）</li> <li>省電力設計による使用コスト（電気料金）の削減</li> <li>被作業製品（衣類）の損傷軽減</li> </ul>  |
| 時間的効果                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>製品操作に要する時間の削減（＝素早く製品を作動させることができる）</li> <li>製品の効果を得るための所要時間の削減（＝短い時間で効果を得られる）</li> </ul>   |
| 空間的効果                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>設置スペースの削減</li> <li>使用上の空間制限の軽減</li> <li>収納スペースの削減</li> </ul>  |
| 身体的効果                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>使用に係わる身体的作業負荷の軽減</li> <li>装着負荷の軽減</li> <li>装置体制の自由度向上</li> <li>メンテナンスに係わる作業負荷の軽減</li> <li>衛生水準の向上</li> <li>使用に伴う皮膚炎症などの発生抑制</li> <li>火災など事故発生率低減</li> </ul> |
| 精神的効果 A<br>（ストレス等）                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>機能メニューの多様化による快適性向上</li> <li>騒音発生の軽減</li> <li>熱発生の軽減</li> <li>空気汚染の軽減</li> </ul>   |
| 精神的効果 B<br>（審美性、楽しさ等）                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>多様なデザイン・色彩による選択自由度の向上</li> <li>デザインの斬新性による愛着感の向上</li> <li>作業負荷の軽減による使用の楽しさの向上</li> </ul>  |

出典：2002年 経済産業省「人間生活指向型製品の製造・販売に係る経済的効果などに関する調査研究」

表2.4 人間生活指向型製品のユーザへの効果

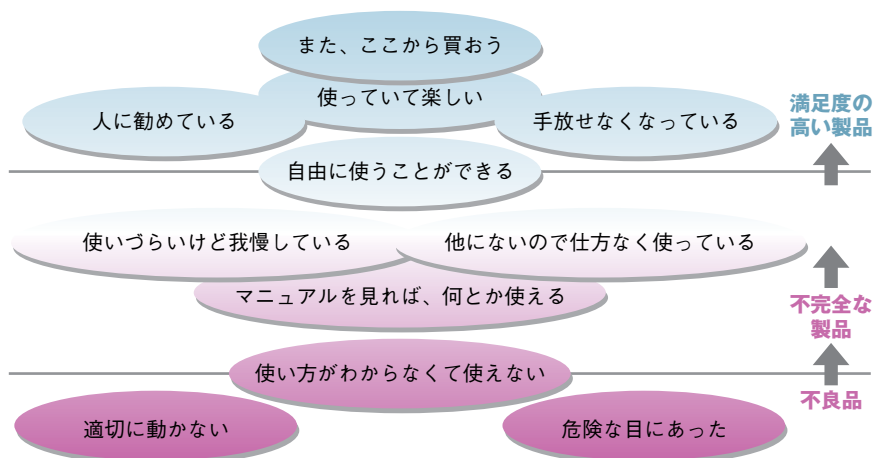


図2.7 組込みシステムへのユーザビリティ導入効果

## シーズ指向とニーズ指向

製品やシステムの開発においては、シーズ指向 (seeds-oriented)、ニーズ指向 (needs-oriented) というアプローチが区別されています。シーズ指向とは、設計開発にあたって技術の種 (シーズ) を中心にして考える姿勢で、新しい要素技術が開発されると、それを利用しシーズが開発できないかを考えるものです。他方、ニーズ指向とは、設計開発にあたって、まずユーザや市場の要求 (ニーズ) を確認し、それに適合した製品やシステムを開発することで、目標が定まった後、その開発に必要な要素技術を集めてくるというものです。

シーズ指向のアプローチは、必ずしもユーザのニーズに適合した製品やシステムを生み出さないことから、以前からニーズ指向の必要性が叫ばれていました。

ユーザのニーズを的確に把握しようという目標のもと、マーケットリサーチのアプローチが注目されました。市場のニーズを把握する、という目的で、統計的な情報を使ったり、質問紙調査を実施したり、集団面接でユーザの声を聞いたりしました。しかし、統計的な情報はマスの動向を知るためには有用ですが、どのようなものが必要とされているかに関する具体性に欠けます。質問紙調査や集団面接は、質問項目に設定した以上の情報が得られることが少なく、一般に会議室で行われます。いいかえれば仕事をしている現場で情報を得るわけではないため、ユーザが頭で考えた情報、ユーザがその場で思い出した情報だけが得られることになってしまいます。

このように、マーケットリサーチで用いられてきた手法は、必ずしも開発にとって十分適当な情報を提供してきませんでした。こうした状況の中で、人間に関する研究をしてきた人間工学や認知工学の中から、特にIT (Information Technology) を対象とした取り組みが生まれてきました。

参考文献：黒須正明「人間中心設計の考え方とその実践」  
人間中心設計推進機構・機構誌 2005 第1巻・第1号

## 3

## ユーザビリティ向上を実現するための開発プロセスの変革

## ISO-13407での人間中心設計プロセス

ISO-13407では、人間中心設計プロセスとして以下の4つのプロセスを定義しています。

- (1) 利用の状況の把握と明示
- (2) ユーザと組織の要求事項の明示
- (3) 設計による解決案の作成
- (4) 要求事項に対する設計の評価

以下に、それぞれについて解説します。

## (1) 利用の状況の把握と明示

利用の状況の把握とは、「対象の製品をどのような人がどのような環境で何のためにどのように使用する」といったことを明確にすることです。

状況の把握にあっては市場調査や技術調査だけでなく、利用現場でのユーザの様子を観察したり、インタビューしたりする（文脈における質問手法などが知られています）アプローチがとられます。それにより、情報を収集し分析、活用するほか、開発しようとしている製品が実際に使われる場をイメージし、その利用シーンのシナリオなど具体的に示していくプロセスにあたります（図3.2）。

|        |   |             |
|--------|---|-------------|
| ユーザの特性 | 想定するユーザ層<br>年齢層・知識・スキルなど                                      | 誰が？         |
| 環境の特性  | 対象製品が使用される環境の特性<br>物理的環境（空間・温度・時間帯など）<br>社会的環境（組織・言語・法律・文化など） | いつ？<br>どこで？ |
| 仕事の特性  | 実現されるインタラクション<br>精度・速度・信頼度 など                                 | 何のために？      |

図3.2 利用の状況における主な特性

## 3.1 ユーザビリティとソフトウェア開発プロセス

仕様や設計、あるいは実装の際のユーザビリティ面への配慮は自分の業務範疇外などと考えられている組込みソフトウェア技術者は少なくないのではないのでしょうか？

「ISO-13407 コンピュータを用いたインタラクティブシステムのライフサイクルプロセス」という国際規格があります。この規格では、ソフトウェア開発プロセスの中で、いかに人間中心設計を確保していくかに焦点をあて、そのために必要なプロセス・マネジメントの原則を規定しています。より良い製品開発のためにこの指針をソフトウェア開発工程へ組み入れることが考えられています（図3.1）。

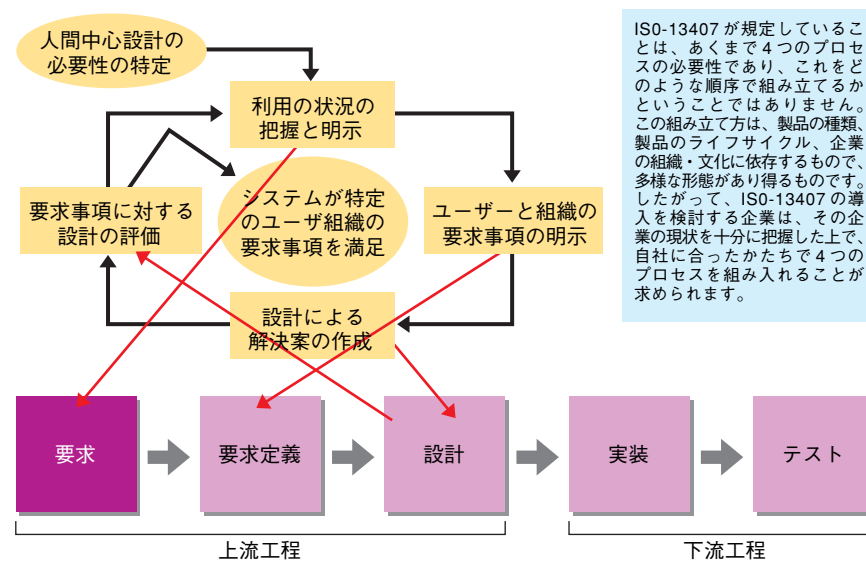


図3.1 ISO13407で規定されている人間中心設計プロセスとソフトウェア設計工程



## (2) ユーザと組織の要求事項の明示

要求仕様を作成する活動は、人間中心設計に限らず通常実施されていますが、人間中心設計プロセスでは、製品の要求仕様の記述に先立って、ユーザの要求事項を「利用の状況」との関係に基づいて明示的に記述することが求められています。記述するドキュメントや内容としては、例えば次のようなものがあります（表3.1）。また、各ドキュメントには根拠となるデータやその収集・分析方法も求められます。

| ドキュメント  | 主な記述する内容  |
|---------|---|
| 製品開発戦略書 | 製品開発の目的「市場における位置付け」「市場へのインパクト」など                      |
| ユーザ分析書  | 「想定されるユーザの範囲」「想定されるユーザの動向」「開発される製品に関わるステークホルダ」など      |
| 要求分析書   | 「ユーザ視点での要求事項」「ステークホルダからの要求事項」「異なった要求項目間の優先順位」など       |
| 法規分析書   | 「準拠すべき法律・国際規格・国内規格・産業規格」など                            |
| 利用品質定義書 | 「製品が達成すべき利用品質（理解性・取得性・運用性・魅力性）」の目標」「利用品質目標評価のための指標」など |

表3.1 ユーザと組織の要求事項の把握のためのドキュメントとその記述例

## (3) 設計による解決案の作成

このプロセスは、要求仕様に従って具体的な設計を行い、設計の妥当性を確認し、アウトプットとして、基本設計・運用設計を起こすプロセスです。設計の妥当性の確認にはシミュレーションやモデル、モックアップなどを用い、具体的な設計と模擬タスクの実行を目標が達成できるまで繰り返すことにより、利用者から見た設計の確認を行います。また、この中で教育や訓練の方法・マニュアルの作成指針の策定といった運用設計も行っていきます。なお、ここでのプロトタイプは、スケッチのような簡単なものから実際の製品を意識したシミュレータなどの広義のものを指します（図3.3）。

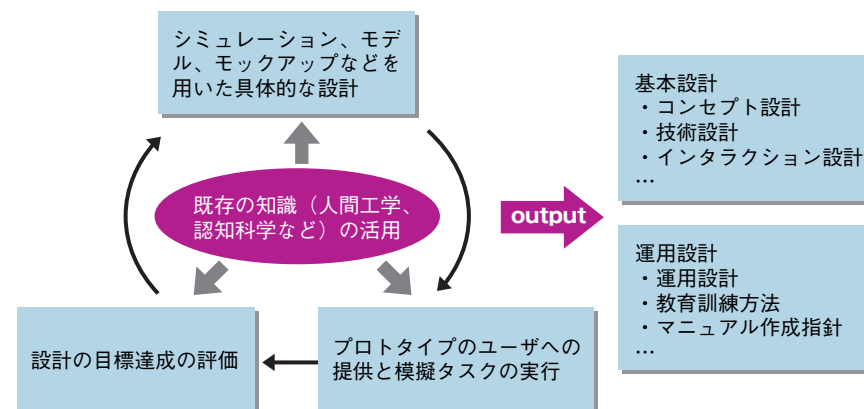


図3.3 設計による解決案の作成

## (4) 要求事項に対する設計の評価

設計の評価は、人間中心設計の中で最も重要なステップです。

設計を行ったら評価を行い、問題点が見つかったらそれを再設計し、また再評価することが大切です。こうした反復設計をすることで、利用品質は徐々に改善されてゆくのです。

設計の評価は、以下の目標のもとに実施されます

- 設計改善のためのフィードバックの提供
- ユーザおよび組織の目標を達成したかどうかの査定
- 長期的なモニタリング

「長期的なモニタリング」とは、製品やシステムの長期間の使用の中で問題点を明らかにすることです。このモニタリングは製品出荷後を含めて継続的に実施されます（図3.4）。

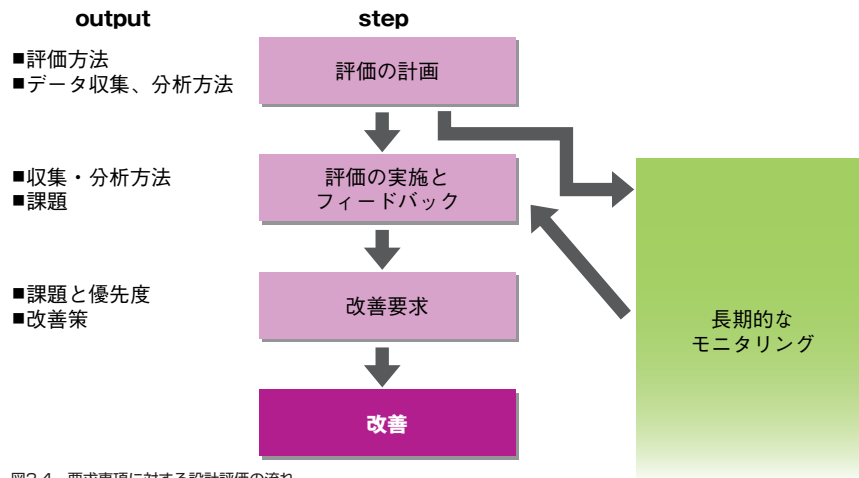


図3.4 要求事項に対する設計評価の流れ

### ペルソナ／シナリオ法による利用者視点の開発

ペルソナ／シナリオ法とは、仮想ターゲット設定による要求分析法です。ペルソナとは、「仮説の中のターゲットの人格設定」になります。つまり、開発対象の製品を使うのは、こういう人が一番多いという人の1人です。ペルソナには、年齢、性別、住所、職業、家族構成や趣味嗜好から、その時にどのような事を考えているかまで、様々な属性を与えます。

ペルソナ／シナリオ法での要求分析は、このペルソナが満足するための製品開発の目標設定を行います。そして、このペルソナが、どのようなステップで開発対象製品の操作を行い、学習していくかを考察したものがシナリオです。シナリオを詳細に作成し、それを1項目ずつ検証していく過程でユーザビリティに関する問題を洗い出していきます。

ペルソナ／シナリオ法のメリットは、設計や実装時に制約となるハードウェアやプログラムのデザインによって操作のデザインが左右されることなく、想定されるユーザが必要とする機能だけが無駄なく付加されることです。

また、ペルソナという代弁者がいることで、自然とユーザの視点に立った要求の割合が増えてくることもメリットです。

### 4.1 組込みシステムのユーザビリティ向上のため設計原則

ユーザビリティの研究が始まってから30年以上の年月を経ており、現在では定義された基本的なユーザビリティに関する設計指針がまとめられています。

製品のユーザビリティ向上の最初の一步は、こうした原則を理解し製品開発への適用を考えることです。組込みシステムのユーザビリティを向上させるための手法はいくつかありますが、ここでは、組込みソフトウェア技術者が取り組むことができる基本的な手法や原理・原則（使いやすいユーザインタフェースを作る上での基本的な設計指針）について解説します。組込みシステムのユーザビリティを向上させるには、設計指針をかみ砕いた設計ガイドに従うことで、製品のユーザビリティをある程度高めることが考えられます。

これらのガイドは、製品のユーザビリティを高めるために、どのようにユーザインタフェースを設計すれば良いのかを示しています。経験則のみならず、人間工学や心理学・生理学・認知科学・社会学・人類学・民俗学など関連する研究領域の成果を基に考えられています。

これらを理解し実践することは、製品の利用品質向上に向けての初めてのステップにすぎませんが、製品のユーザビリティを高めていくには大切なステップです。

ここでは、組込みシステムのユーザビリティ向上のための設計原則をいくつかの例を挙げて解説します。

## ■ 4.2 組込みシステムのユーザビリティ向上のための基本的な考え方

では、実際に設計原則に従い、ユーザビリティの高い製品を実現するにはどのような手段をとったらよいのでしょうか？ 本章では、ユーザビリティ向上のための設計原則を、いくつかの例を挙げて解説します。

ユーザビリティ向上のための、設計原則の根底にある特に重要なキーワードとしては、

- (1) 一貫性
- (2) フィードバック
- (3) わかりやすさ

があります。本章ではこれら3つのキーワードについて説明したいと思います。

### (1) 一貫性

操作を覚えやすく、ユーザがスムーズに利用できるユーザビリティの高い機器にするためには、機能を実現する操作や操作時の画面遷移の構成、画面表示のレイアウトなど、操作や表示の一貫性が重要になってきます。

では、一貫性を持たせるとはどのようなことでしょうか？ ここでの一貫性とは、同じ考え方でユーザインタフェースの全体を設計し、操作手順の作法や表示の仕方を統一することを指します。こうすれば、ある機器の一部の操作手順などを覚えるだけで、同じ機器の他の操作や他の機器の操作に応用できることとなります。一貫性を持たせるには用語や画像の表現、配置の統一の他、優先する操や警告表示の統一など、いくつかのチェックポイントがあります。

表4.1にユーザビリティの一貫性のためのチェックポイントの例を示します。

### (2) フィードバック

インタフェースの世界でフィードバックとは、ユーザの行動に対する機

※各チェック項目は○で示した要素と対応します。

|    | 一貫性に関するチェック項目                              | 一貫性を確保する要素 |      |         |         |         |    |      |
|----|--|------------|------|---------|---------|---------|----|------|
|    |  | 分類の機能      | 優先操作 | 画面遷移の方法 | アイコンの配置 | 画像などの表現 | 用語 | 警告表示 |
| 1  | 異なる機能でも、同じ操作は同じ名称・色・形であること                 |            |      |         |         | ○       | ○  |      |
| 2  | 複数の異なる画面でも、同じ機能は同じ位置にあること                  |            |      | ○       | ○       |         |    |      |
| 3  | 複数の異なる機能でも、類似の操作は同じ手順で実行可能であること            | ○          | ○    | ○       |         |         |    |      |
| 4  | 文字の省略規則や用語の文法規則が一貫していること                   |            |      |         |         |         | ○  |      |
| 5  | エラー表示の方法やエラーへの対処の方法は同じパターンであること            |            |      |         |         |         |    | ○    |
| 6  | 複数の異なる機能でも、同じ操作や項目は同じ名称を使用していること           |            |      |         |         |         | ○  |      |
| 7  | コマンドの入力位置や状態の表示位置は同じ位置に配置されていること           |            |      |         | ○       |         |    |      |
| 8  | 入力時の表示形式やフィードバックの表示形式が統一されていること            |            |      |         |         |         | ○  | ○    |
| 9  | アイコンやウィンドウの形式、絵柄の表示方法が統一されていること            |            |      |         |         | ○       |    |      |
| 10 | データの更新や削除、処理の開始と終了など操作の手順が統一されていること        | ○          | ○    | ○       | ○       |         |    | ○    |
| 11 | 画面内の操作ボタンのオン・オフ・押下げ・選択不可・選択完了の状態が統一されていること |            |      |         |         | ○       |    |      |

（「日経エレクトロニクス」2006.1.16、松原幸行、「組込み技術者のユーザビリティ講座（5）」を参考に作成）

表4.1 一貫性に関するチェック項目の例

器からの返答のことを指します。フィードバックは、ディスプレイや液晶への表示だけではなく、スイッチのON/OFFへのLEDの点灯／消灯や、電話機のプッシュボタンを押下した時の「ピポバ」といったサウンド、カーナビジョンの音声ガイダンス、テレビゲーム機のバイブレーション機能といったものもフィードバックです。

フィードバックは機器の操作を行う上で、ユーザが目的とする仕事（タスク）を達成す上で判断に迷わず、直感的に認識・理解の上、操作を進めて行くという意味で、ユーザビリティ向上で非常に重要な要素です。

## 効果的フィードバック実現のためのポイント

以下に効果的フィードバック実現のためのポイントを示します。

### ①フィードバックの速度を考慮する

ユーザの操作に対して、機敏にできるだけ適切な反応を返すことが重要です。フィードバックに対する時間の目標を明確にすることが設計時には重要です。例えば、テレビのリモコンスイッチの電源ONを行った時、1秒を越えて本体のLEDが点灯したら、多くの人にはリモコンスイッチの再押下を行うことでしょう。ほとんどのテレビのリモコンスイッチは電源のON/OFFをひとつのボタンで兼ねているため、場合によっては、電源のON/OFFが繰り返されしまうことになります。これはユーザビリティ上、重大な問題です。

### ②操作ミスの可能性を減らす仕組みを入れる

操作のミスにはいろいろなことが考えられますが、多くのミスはその場で気付けば訂正は容易で、大きな誤操作に至らなくてすむものがあります。ミスを「気付かせる」ためには、例えば、「データの削除機能」のように、誤って選択してしまった場合に重大な結果をもたらすような機能には、背景や色・警告音といった視覚や聴覚に訴える方法が効果的です。また、内容や状況にもよりますが、一般的には書かれた言葉よりも視覚および聴覚に直接的に訴える方が有効といわれています。

### ③機器の状態や操作の理解の手助けの仕組みを入れる

ユーザが自分の行った操作の結果を正しく理解するため、操作前の状態と操作後の結果の関係をわかるようにすることもフィードバックでは重要な要素です。例えば、HDDビデオレコーダでは、電源OFF時に終了処理

としてHDDへの情報書き込みを行い、電源が切れるまでに多少の時間が掛るものがあります。これは設計時の制約ですが、多くのユーザにはそのような事情はわかりません。終了のための情報書き込み中であることのメッセージを液晶に表示するなど、電源OFFは受け付けたが少しの時間が掛ることをユーザに理解させることが重要です。

このように、フィードバックとはユーザに対して、ユーザ自身が行った操作、機器の状態を理解させるなど、ユーザビリティの向上のために重要な要素です（表4.2）。

| フィードバックの種類 |         | 概要  |
|------------|---------|---|
| 操作前        | 説明情報    | ロールオーバーやスクロールでフォーカスが当たったボタンなどへ注意事項や説明を表示する        |
|            | 選択可能状態  | ボタンがオンにできる状態であるなど、対象の操作が現在、操作可能であることを示す           |
|            | 選択不可状態  | ボタンがオンにできない状態であるなど、対象の操作が現在、操作不可能であることを示す         |
|            | 待ち状態    | 機器やソフトウェアが処理を実行中であり全ての操作を受け付けないことを処理の待ち時間の表示などで示す |
| 操作後        | 操作への反応  | ユーザの操作への反応を示す（ボタンが押されたことを示すなど）                    |
|            | 適正操作の判定 | 実際の処理を進める前にユーザの操作が適正なものか判断し、適正でない場合、判定を促す         |
|            | 実行前の確認  | ファイル削除など、後戻りできない操作に対して、ユーザに実行の確認をとる               |
|            | 操作結果    | 操作が完了した/完了できなかったという情報、および得られた結果を表示する              |
|            | 操作過程の表現 | 操作を受付、ファイルのコピーなど、機器が行っている操作の過程を示す、ユーザへ状況を認識させる    |

（「日経エレクトロニクス」2005.12.19、小川俊二、「組み込み技術者のユーザビリティ講座（3）」を参考に作成）

表4.2 フィードバックの種類

### (3) わかりやすさ

組み込みソフトウェアの場合、不具合により動作しなくても、操作ミスや

使い方がわからなくても、ユーザにとっては要求が達成されないという点で同じ不具合ということが出来ます。ユーザが操作を間違わない、操作に迷わないといった観点から、「わかりやすさ」は非常に重要なチェック観点です。「わかりやすさ」を達成するには、前述の「一貫性」や「フィードバック」もたいへん重要ですが、その他にも、以下の注意すべき事項があります。

- 操作のわかりやすさ
- 構成のわかりやすさ
- 見やすさ

上記のチェック観点について以下に紹介します（表4.3参照）。

| チェックポイント     |                     |
|--------------|---------------------|
| 操作のわかりやすさ    | 操作手順がシンプルでわかりやすい    |
|              | 次の操作に迷わない           |
|              | 操作内容がすぐに理解できる       |
|              | エラー内容が容易に理解できる      |
|              | 警告音やサウンドを効果的に使用している |
| 表示や構成のわかりやすさ | 難しい専門用語や略語を使用していない  |
|              | 重要な情報が強調されている       |
|              | 用語やアイコンに統一感がある      |
| 見やすさ         | 表示の明るさが適切である        |
|              | 文字の大きさ色が適切でメリハリがある  |
|              | 表示される情報が多すぎない       |

表4.3 わかりやすさのチェックポイント

## ユーザビリティは誰が考える？

ソフトウェアのデザインは、大きく2つに分けられます。1つはユーザが直接見たり触れたりする部分のデザインです。画面や操作のデザインです。そして、もう1つは、製品の機能を実現するためのアーキテクチャや設計を構成するプログラムデザインです。本来、この2つのデザインは別に考えなければなりません。

工業デザイナーといわれる職業の人々は、組込みソフトウェアの出現以前から、ユーザの視点でユーザが本当に欲しいものを創り出す仕事をしてきました。その意味では、ユーザビリティに関わる仕事は、工業デザイナーの仕事でもあるといえますが、ソフトウェア設計に関わるユーザビリティに関しては、工業デザイナーの仕事として定着していません。ソフトウェアという新たな課題に取り組まなければならないので、誰でもすぐに取り組めるわけでないのです。

ソフトウェア技術者は、コンピュータ科学をベースに、コンピュータシステムの開発から実装、ユーザへの導入から維持メンテナンスまで幅広い仕事をします。彼らの業務の中心は、要求仕様を満足し、問題なく確実に動くものを決められた納期とコスト内で作ることです。ユーザの立場から設計するという考え方は、あっても後回しとなってしまいます。人間中心設計に関心を持たなくても製品は完成します。しかし、人間中心設計がソフトウェア技術者の主要な仕事ではないと思われるにも関わらず、設計のすべてをソフトウェア技術者に任せてそのまま製品として市場に出回るものがたくさんあります。デザイナーがいくら頑張ってもソフトウェア技術者がそれを受け入れなければ実現しません。そういった意味でも人間中心設計は、まずはソフトウェア技術者を教育するのが先決とはいえるのではないでしょう？

参考文献：八木大彦「システムエンジニアへの人間中心設計教育」  
人間中心設計推進機構・機構誌 2005 第1巻・第1号

### ■ 4.3 インタラクティブシステムにおけるユーザビリティ向上のための留意点

ISO9241-10（JIS-Z-8520）は、視覚表示装置（VDT）を用いたオフィス作業に対する人間工学的要求事項を定義しています。その中でユーザビリティに関しては、Part10で「対話の原則」として、一般用語で表した人間工学的原則を示し（表4.4）、Part11ではユーザビリティを定義しています。

- |             |             |           |
|-------------|-------------|-----------|
| ・仕事への適合性    | ・自己記述性      | ・可制御性     |
| ・利用者の期待への一致 | ・誤りに対しての許容度 | ・個人化への適合性 |
| ・学習への適合性    |             |           |

表4.4 対話の原則

#### (1) 仕事（タスク）への適合性

仕事への適合性とは、ユーザインタフェースを使って、ユーザが目的とする仕事（タスク）を効果的かつ効率的にナビゲーションできるかということを示します。

ユーザが製品を利用するさまざまな局面で、ユーザが主に実行するタスクを明確にして、タスクに適合するように具体的な操作手順を設計することが「タスクへの適合性」の意味です。そのためには設計者は、ユーザの典型的な行動を事前に分析し、タスクを理解していることが必要になります。

#### 「仕事（タスク）への適合性」の具体例 —— 携帯電話

多くのユーザは、初めての受信を行った相手の通話を切ったあとに、相手の番号をアドレス帳への登録を行う。このように頻繁に行う操作・作業は効率的に行えるナビゲーションを備えるよう設計をする。

#### (2) 自己記述性

自己記述性とは、ユーザが操作している対象などを、即座に理解できるようにする、あるいは機器からのフィードバックによって、状態をすぐに理解できるようにすることを示します。機器はユーザからの問い合わせに応じて状況を適切に説明しなければなりません。そのために設計者は、画面のデザインや操作ボタン・操作手順の設計を工夫することが必要です。

#### 「自己記述性」の具体例 —— HDDビデオレコーダ

番組の録画予約を失敗しないために、予約操作最中に選択した番組のテレビ画面への表示、同一時間帯に既に予約番組が存在している場合には警告やその番組名の表示、操作完了後に予約完了のメッセージ表示をするなど。ユーザが操作や機器の状態が即座に理解できるように設計をする。

#### (3) 可制御性

可制御性とは、ユーザが目標に到達するまで、ユーザが操作の主導権を持ち、次の操作をどうするか、操作のスピードなどを制御できること示します。

使いづらいシステムでは、ユーザが操作の途中で操作方法がわからなくなったり、やむを得ず操作を中断したりすることがあります。このような時、ユーザはシステム操作の主導権を失ってしまいます。こうした状況に陥らないよう、また陥りそうになった時に、ユーザが再びシステムを操作できる状態に回復できるようにすることを「可制御性」と呼びます。

#### 「可制御性」の具体例 —— カーナビゲーション

目的地設定を行っている時、ユーザが地図スクロールの速度やスクロールの幅を調整できる。目的地設定を中断した時は現在位置に表示を戻すなど。ユーザが操作に主導権を持てるように設計をする。

#### (4) 利用者の期待への合致

「利用者への期待への合致」とは、システムの操作が、対象となるユーザのタスクに対する理解度、経験、常識などと矛盾がないことを示します。

ユーザは機器を利用する際に、頭の中で自分なりの利用の仕方を想定しています。それに合わせて、操作全体を構成する必要があります。これによって、ユーザが操作の開始時や操作途中で迷うことを少なくできます。

##### 「利用者への期待への合致」の具体例 —— コピーFAX複合機

メニュー項目の選択や項目の決定などの操作方法が、コピーとFAXといった異なる機能においても、操作や表示の一貫性が保たれユーザが操作に迷わないように設計をする。

#### (5) 誤りに対しての許容度

「誤りに対しての許容度」とは、ユーザが誤った操作をしても、最小の訂正作業や訂正作業なしでも、意図した結果に到達できることを示します。基本的には誤った操作を行わないようなユーザインタフェースを設計することが前提ですが、ユーザにとって決定的な誤りになるような操作に対しては可能な限りリカバリーの処置を考え、安全性に係わるような操作に対しては、「注意をうながしたり」「確認」のステップを入れるなどの設計が重要です。

##### 「誤りに対しての許容度」の具体例 —— 電子手帳

ユーザが作成したファイルを削除する操作を実行する際には現在の操作が「ファイル削除」であることを強調し、再度確認メッセージを表示する。また、消去後も削除済みフォルダに一定期間保存するなど。ユーザが誤って削除しない、また、仮に誤って削除してしまっても直後であれば復旧できるなどの設計をする。

#### (6) 個別化への適合性

「個別化への適合性とは」、ユーザの嗜好や熟練度、機能の必要性に合わせて機器の設定カスタマイズを可能にすることです。熟練度に応じ「デフォルトの機能を自動／手動といったように設定」「使わない機能を表示メニューに出さないようにする」などがあります。しかし、一方でカスタマイズ可能な機能を増やしていくことは、機能の複雑化を招き、使いづらい製品になる危険性も含んでいます。特に、安全性に係わる製品や不特定多数の人が利用する公共の機器は、カスタマイズの度合いを十分考慮する注意が必要です。また、こういった性質の製品では、「カスタマイズは特定の権限者のみ行えるようにする」「普段はカスタマイズ操作時の機能は見えないようにする」といった設計の配慮も必要です。

##### 「個別化への適合性」具体例 —— 電子炊飯器

タイマー機能は使用せず、時計表示は不要と思うユーザのために、液晶表示の時計を非表示にできるように設計をする。

#### (7) 学習への適合性

「学習への適合性」とは、機器がユーザの機器の使い方を学習することに対して支援を行い、誘導することです。つまりユーザが機能の効果を実感でき、機器の機能や操作を学習していくことを自然の流れの中で行えるよう設計することです。「学習への適合性」を実現するには、用語をわかりやすくする、ユーザが覚えることを減らすなどといったように、ユーザが学習していくにあたって障害とならないよう配慮することも重要です。

##### 「学習への適合性」具体例 —— デジタルカメラ

スポーツモード、人物撮影モードといったように、モードの違いによって撮影した画像に違いが現れる場合、それぞれのモードで撮影した時、どのような違いが発生するか確認できるような機能を設け、ユーザが常に適切なモードを選択していくように学習する仕組みの設計をする。

## ■ 4.4 タスク分析によるユーザビリティの問題の抽出と解決

タスク分析とは、機器を使う際のシーンごとのタスク（仕事）に関して、ユーザの操作や行動を観察してシステム設計上の問題点を抽出する方法です。製品を使うシーンからタスク毎に問題点を抽出し、解決策を導くアプローチです。

基本的に、タスクとその目的を定義することから始まり、タスクをおこなう上で必要な段取りを明確にすることによって、分析が行われます。

タスク分析では、ユーザインタフェース上の問題点を以下の側面から捉え、抽出された問題点に対し、理想的な解決策と現実的な解決策の検討を行います。理想的な解決策と現実的な解決策にギャップがありそうな場合は、その理由も記録すると良いでしょう。

### ユーザインタフェースの問題点抽出の視点

情報入手：①レイアウト（位置）が悪い、②見にくい、③強調されていない、④参照情報がない、⑤マッピングされていない

理解判断：①意味不明、②アフォーダンス（無意識に行う仕組み）がない、③紛らわしい、間違える、④フィードバックがない、⑤手順が問題、⑥一貫性がない、⑦メンタルモデルが問題（ユーザが心的に持っている機器の動作と実際の機器の振る舞いにギャップがある）

操作：①身体的特性と不一致、②面倒である

タスク分析の手順は下記の通りです。

- (1) 該当製品の使われる代表的なシーンを特定する。
- (2) そのシーンにおける一般的なタスクの流れを特定する。各シーンで行われるタスクを順番に記録し、サブタスクが存在する場合、

これも記録する。

- (3) それぞれのタスク・サブタスクに対して、ユーザの「情報入手」「理解・判断」および「操作」の各ステップにおいて手がかりを参照して、問題点を抽出する。
- (4) 最後に抽出された問題点に対する解決案（リクアイアメント）を以下の手がかりを活用して考え出す。
  - 構造、操作方法を変える。
  - システムを変更する。
  - 生活提案をする。
  - PL、ヒューマンエラーの観点から対策をたてる。
  - 人間工学やユニバーサルデザインの観点から対策をたてる。
  - 環境面から対策をたてる。
  - 同類・異種の製品と比較して考える。

解決策は、理想的な解決策と現実的な解決策として記録します。また、理想と現実にギャップが存在する場合には、その理由も記入します。

|                   | ユーザインタフェース上の問題点                           |   |               | 解決策                    |                        |                     |
|-------------------|---|---|---------------|------------------------|------------------------|---------------------|
|                   | [情報入手]                                    | [理解判断]  | [操作]          | 理想の解決策                 | 現実の解決策                 | 解決策のギャップ            |
| タスク<br>(サブタスク)    | ①レイアウト<br>②見にくい<br>③強調<br>④参考情報<br>⑤マッピング | ①意味不明<br>②アフォーダンス<br>③紛らわしい<br>④フィードバック<br>⑤手順問題、<br>⑥一貫性<br>⑦メンタルモデル | ①身体的特性<br>②面倒 |                        |                        |                     |
| タスクとなるシーンや操作を記入する | 予想される問題、ヒューマンエラーを記入する                     |   |               | 問題点やエラーに対する理想の解決策を記入する | 問題点やエラーに対する現実の解決策を記入する | 理想と現実の解決策のギャップを記入する |
| タスクXX             |   |   |               |                        |                        |                     |
| タスクXX             |   |   |               |                        |                        |                     |

（参考文献：山岡俊樹、西村睦夫「ヒューマンデザインテクノロジー」人間中心設計推進機構・機構誌 2005 第1巻・第1号「3Pタスク分析」を参考に作成）

表4.5 タスク分析シートの例



## ■ 4.5 安全工学とユーザビリティ

安全工学は、人はエラーをおかすもの、機械・システムは故障するものとの前提で、機械・システムや人工環境の安全を工学的に保証する技術です。その基盤となる考え方には、エラー、事故防止のための心がけや仕掛けのヒントがあります。そして、これらは私たちがユーザビリティの高い組込みソフトウェアの開発をする上でも重要な指針となってきます。

### ヒューマンエラーとは

人間の見まちがいや操作のミス、判断ミスで、意図しなかった結果が起きてしまったような失敗・事故を、「ヒューマンエラー」といいます。

ヒューマンエラーによる事故は、人災ともいえます。しかし、ヒューマンエラーの考え方は失敗した当人を事故の原因として、責任を負わせることで終わらせることではありません。個人の責任だけを追求し、叱咤するだけでは、事故は減りません。人間は、どんなに気をつけていても、ミスを犯すものです。その前提に立って、どうしたら失敗を防げるか、事故を防止できるのかを考えるのが、ヒューマンエラー防止の考え方です。

人間の犯した失敗を事故の原因として考えるのではなく、むしろ、様々な要因の「結果」として考え、どんな原因が人間のミスを導いたのかを考えるのです。

見間違いをしたのは、警告やメータの表示が見にくかったのではないか。ボタンを押し間違えたのは、ボタンの形や場所が悪かったのではないか。このように考えて、人間工学的な研究を重ね、間違いの起こりにくいデザインができていきます。

また、ヒューマンエラーは機械・システムの仕組みだけではなく、人間の体調や心理状況も要因となります。「焦っている」「疲れている」「眠い」「緊張している」「やる気がおきていない」など、心理的、社会的な問題が

浮かび上がってくる場合もあります。

### 安全工学とユーザビリティ

安全工学は、このように人はヒューマンエラーを犯すもの、さらには機械・システムは故障するものとの前提で、機械・システム人工環境の安全を工学的に保証する技術です。

しかし、一方で安全工学の考え方はユーザの小さな利便性と背反すると思われる時があります。カーナビを例にとってみましょう。通常、自動車メーカーの純正品といわれるカーナビは、走行中の操作が行えないように設定されています。そして、これを不満とを感じるユーザも少なくありません。いわば、カーナビに気をとられて事故を起こすリスクとユーザのちょっとした利便性をトレードオフしているわけです。では、この考え方は「安全性は高いがユーザビリティは低い」といえるのでしょうか？ 答えは違います。高いユーザビリティは全ての安全性を優先して初めて実現するのです。

| 安全対策                     | 考え方                  | 例  |
|--------------------------|----------------------|--|
| フルプルーフ<br>fool proof     | 馬鹿なことをしても大丈夫な仕掛け     | <ul style="list-style-type: none"> <li>ギアがパーキングに入っていないとエンジンが始動しない自動車</li> <li>正しい向きにしか入らない電池ボックス</li> <li>パスワードを入れないとできない登録処理</li> </ul> |
| アフォーダンス<br>affordance    | 自然にそうしたくなる仕掛け        | <ul style="list-style-type: none"> <li>形を使う（シェイプコーディング）</li> <li>色を使う（カラーコーディング）</li> <li>場所を使う（ポジションコーディング）</li> </ul>                  |
| フェールセーフ<br>fail-safe     | 起きた際の被害を最小限度にとどめる仕掛け | <ul style="list-style-type: none"> <li>揺れの検知で消火する石油ファンヒータ</li> <li>ネットワークの二重系</li> <li>停電時の自家発電への自動切替</li> <li>ファイルの自動バックアップ</li> </ul>  |
| 多層防御<br>defense-in-depth | ひとつがだめでも、次、その次がある仕掛け | <ul style="list-style-type: none"> <li>コンピュータセキュリティの多重防御</li> </ul>  |

表4.6 安全対策の考え方

表4.6に示すように、安全工学の基盤となる考え方は、私たちが機器やソフトウェアを開発する上でも重要な指針となります。

## 5

ユーザビリティの基本技術  
(評価編)

「ある製品が、指定されたユーザによって、指定された使用状況下で、指定された目的を達成するために用いられる際の有効さ、効率、利用者の満足度の度合い」。

また、有効性、効率、利用者の満足度については次のように定義されています。

- (1) 有効性：ユーザが指定された目標を達成する上での正確さ、完全性。
- (2) 効率：ユーザが目標を達成する際に正確さと完全性に関連して費やした資源。
- (3) 満足度：製品を使用する際の不快感のなさ、肯定的な態度。

つまり、ユーザビリティ評価ではこれら3つの指標で評価する必要があります。有効性、効率、満足度と評価の関係は以下の通りとなります(表5.1)。

|     | 評価の視点                  | 評価の結果        |
|-----|------------------------|--------------|
| 有効性 | ユーザがタスクを達成できたか         | ■達成率 ■エラー率   |
| 効率  | ユーザがどのくらい効率的にタスクを達成したか | ■達成時間        |
| 充足  | ユーザの主観的な満足感            | ■主観的な記述 ■評価点 |

表5.1 有効性、効率、満足度の評価の関係

上記、3つの指標を同時に測定できる評価方法はありません。複数の評価方法を組み合わせて評価を行う必要がありますが、設計段階では時間をかけて評価することが難しいので、3つの指標のうち1つか2つに絞って評価されることもあります。いずれにしても、どの指標で評価すべきかを検討した上で、評価方法を選択する必要があります。また、それぞれの評価方法で求められる指標が違うので、いくつかの評価方法を組み合わせて評価する必要があります。以下に主だったユーザビリティ評価方法を紹介します。

### (1) ヒューリスティック法

設計の早い段階で、設計仕様書や紙のプロトタイプを見ながら、インタ

## 5.1 ユーザビリティ評価の必要性

人間中心設計プロセスに関する国際規格のISO13407が1999年に制定され、その日本版ともいえるJIS Z 8350が翌年の2000年に制定されたことを受け、家電産業やIT産業の主だったメーカーがユーザビリティ評価を行うためのテストングラボを設置する動きが続いています。また、ユーザビリティ評価を行う専門の会社もすでに国内にもいくつか設立されており、多くの企業がユーザビリティ評価を行うようになるとその数はこれからも増えると考えられています。

なぜ、このようにユーザビリティが重視され始めたのでしょうか。それは、使いやすさが製品の価値を判断するための品質の一部であるとユーザに認識され始めたからです。製品を買ってもらうには、当然使いやすさの面でもユーザに満足してもらえらる品質に高める必要があるわけです。インターネットの発展もあり、現在では、ユーザは製品についての情報を容易に入手できます。また、自分の買った製品の使いやすさを個人のホームページに公開している人も多くいます。

このような状況で、メーカーは自社製品のユーザビリティを向上させることが必要となり、そのためには設計前のニーズ調査や設計途中の評価を何度も行い、使いにくい部分を改良して、より使いやすい製品を提供することが必要となり、ユーザビリティ評価の重要性が増しています。

## 5.2 ユーザビリティ評価の指標と評価方法

第2章「ユーザビリティの概念」でも述べましたが、ISO 9241-11 (JIS Z 8521)では、ユーザビリティの有用性を次のように定義しています。

フェースの問題点を見つけ出すインスペクション法の一つです。仕様書の内容が設計ガイドラインの各項目に適合しているかを判定します。適合していなければ、改良点としてリストアップします。短時間でコストを余りかけずに評価できる利点がありますが、設計ガイドラインが抽象的な場合、評価者の主観に影響され、客観性が薄れるという欠点があります。この欠点を補うため、設計ガイドラインの構造化と細分化を行い専門家だけでなく、一般の設計者によって評価ができるようになっている「構造化ヒューリスティック法（sHEM）」といったものも提案されています。

## (2) ユーザビリティテスト

ユーザビリティテストは、ヒューリスティック法と並んで多用される手法です。ユーザが製品を使用する様子をビデオに撮影し、ユーザの発話や行動をデータ化して、ユーザが間違った個所や混乱した箇所はどこなのか、どういう原因でそうなったかを分析する評価方法です。文字化された発話データと行動データからユーザの認知過程、ユーザモデル（ユーザが製品に対し持っているイメージ）を推測することができ、根本的な問題点を発見することができます。実際のユーザからデータが得られるため、エンジニアサイドの理解や共感を得やすいという利点がありますが、データ化や分析に時間と費用が掛かります。実際に動作するプロトタイプや試作品を使って評価します。ユーザビリティ評価について経験をつんだ評価者が担当することが望ましいといえます。

## (3) 認知的ウォークスルー法

設計ガイドラインを基準にするのではなく、人の認知過程を基準にした評価法です。ヒューリスティック法と同様に複数の評価者によって行われ、設計仕様書や紙のプロトタイプを見ながら改良点を見つけ出します。例え

ば、ユーザの目標、意図、入力選択、入力実行、ディスプレイの知覚、解釈、評価のそれぞれのプロセスがスムーズに進むかどうかを仕様書やプロトタイプで評価し、問題点を見つけていきます。行為自体を7段階に分けていることで、どの段階で問題があるかが明確になるため改良案を考えやすいという利点がありますが、認知科学に熟練した専門家が必要となります。

## (4) ログデータ分析法

ユーザがいつどのボタンを押したか、その結果機器の状態がどのように変化したかなどを自動的に記録してくれるツール（ロギングツール）を使い、そのログデータを分析する評価方法です。設計途中の製品をそのまま使用できることは稀で、ログデータを取得できるように部分改良を必要とする場合が多いようです。パソコン上のアプリケーションであれば、比較的簡単にログデータが取れるので、この評価方法は有効です。しかし、携帯電話や情報家電を始めとする多くの組込み系のソフトウェアは、専用のハードウェア上で動作するため、製品そのものを使用しての評価が難しくなります。そのため、パソコンで動作するプロトタイプを別に作成して評価を行うことがあります。

この評価方法は、定量的データを得ることができるので、説得力のあるデータとなる利点がありますが、機器の操作の初心者のようにあちこち触ってシステムを覚えていくことの評価には使えず、あらかじめ決まった手順で操作する場合に、どの操作部分を改良すれば効率が上がるかを評価する方法です。

## (5) 観察法

ユーザが製品を使用している現場、あるいはマジックミラーのついたテストングラボにユーザを呼んで、実際に製品を使用している状況を観察

する評価方法です。組立工場などでは、組立ラインを横から観察して、細かいタスクの達成時間や歩く補数を計測するなど組立工程の改善案を提案してきました。簡単な方法なので一般の設計者にもでき、評価時間も少なくて済みます。時間計測を併用することで定量的なデータも得られます。しかし、小さなボタンだと、どのボタンが押されたか、表示のどの部分を見ているかなどは判別がつかず、観察終了後のインタビューによって確認する必要がある場合が多く、ユーザのタスクを分析する必要のある場合に有効です。

## (6) インタビュー法

ユーザが製品を使用している現場、マジックミラーのついたテストングラボあるいは会議室などでユーザに実際に製品を使用させて意見を聞く評価方法です。1人のユーザ、あるいは数人のユーザグループに意見を聞く（グループインタビュー）という2通りの方法があります。また、質問が決まっている場合（構成的インタビュー）と、ユーザの意見に合わせて次々と質問を考えながら行う場合（非構成的インタビュー）があります。いずれの場合も、インタビュー中にユーザを拘束する必要がありますが、プロトコル分析法やログデータ分析法などのように長時間拘束されないので、ユーザの心理的負担が少なくて済みます。ユーザニーズ調査では、製品を見せずにインタビューを行うこともあります。ユーザビリティ評価では必ず製品を使わせて評価する必要があります。さもないとユーザは臆測だけで意見を述べることもあるからです。また、グループインタビューでは人の意見に左右される危険性もあります。いずれにしても、インタビューについてのある程度の専門知識が必要で、あらかじめいくつかの質問をアンケート用紙のようにリストにして答えに○をするだけにしておくことで手間が省け、定量的分析にも使えます。インタビュー法やアンケー

ト調査法は他の評価方法と併用して、ユーザの満足度を評価するのに使うことが有効的です。また、これらの評価方法ではユーザに問題点を指摘してもらうこともできますが、むしろユーザニーズの調査に有効です。

## (7) 質問紙法

広く行われている評価方法で、多数のユーザに意見を聞けるという利点があります。また、質問紙の設計次第で定量的な分析が可能です。しかし、インタビュー法と違い、実際に機器を使用した上で回答している保証もなく、思いつきだけで評価される危険性もありますが、ユーザにとっては好きな時間に記入できるので心理的負担は少なくて済むという利点があります。個々のユーザビリティ評価項目に関しては、標準的な質問紙がすでに開発されているので、それらを参考にして製品の特性やユーザの特性に合わせて変更を加えると良いでしょう。

代表的な質問紙を以下に示します。①と②は英語版で有料。③は日本語版でWebの評価用として作られています。

- ① QUIS (Questionnaire for user Interaction Satisfaction)  
<http://www.lap.umd.edu/QUIS/>  
 アメリカのメリーランド大学で開発された質問紙。
- ② SUMI (Software Usability Measurement Inventory)  
<http://sumi.ucc.ie/>  
 イギリスのコーク大学で開発された質問紙。
- ③ WUS (Web Usability evaluation Scale)  
[http://www.id.co.jp/files/his\\_10th\\_paper.pdf](http://www.id.co.jp/files/his_10th_paper.pdf)  
 イードと富士通が共同で開発。論文として公開。

質問紙調査法はインタビュー法と同様に他の評価方法と併用してユーザの満足度を評価するのに使えます。また、この評価方法もユーザニーズの調査に有効です。

# 6

## おわりに

「使いづらいより使いやすいほうが良い」。あたり前のことです。しかし、このあたり前のことを製品開発者が実現するには実に多くの障壁があります。「コストや納期」「従来機種との互換」「多様性の受け入れ」「デザイン」の指針として細かいところまで決めてもソフトウェアのアーキテクチャ・実装の制約との矛盾が生じたり」。また、そもそも「良いユーザビリティとは？ どうすれば使いやすいのか？ この解が見えない」。

組込みソフトウェア技術者の多くはユーザビリティの重要性を認識しつつも、実開発には盛り込むには大きな障壁を感じているのも事実です。そうした意味でも本冊子が皆様のプロジェクトでのユーザビリティ向上のための活動の理解の助けとなり、その中でユーザビリティ向上を実践するきっかけとなれば幸いです。

本書は、経済産業省組込みソフトウェア開発力推進強化委員会、および独立行政法人 情報処理推進機構 ソフトウェア・エンジニアリング・センター（IPA SEC）のもとに組織されたタスクフォースによって作成されたものです。本タスクフォースでは、「組込み技術者の正しい社会的地位確立と人材育成の基準づくり」「現場で役立つ組込みソフトウェアエンジニアリングの導入」を目的に、さまざまな手法の開発や施策検討・展開を進めています。組込みソフトウェア開発に適したユーザビリティ向上のための開発・普及も、この活動の一環として勧めており、本冊子はこれらの活動の成果です。この成果を積極的に利用していただき、みなさまの組織内での組込みソフトウェア開発力の強化につなげていただければと思います。

| 評価手法        | 評価する視点 |    |     |
|-------------|--------|----|-----|
|             | 有効性    | 効率 | 満足度 |
| ヒューリスティック法  | ◎      | ○  | ×   |
| ユーザビリティテスト  | ◎      | ○  | ×   |
| 認知的ウォークスルー法 | ◎      | ○  | ×   |
| ログデータ分析法    | ○      | ◎  | ×   |
| 観察法         | ○      | ◎  | ×   |
| インタビュー法     | △      | △  | ◎   |
| 質問紙法        | △      | △  | ◎   |

表5.2 評価手法と評価する視点の対応

### SuicaとICOCA

SuicaはJR東日本の、ICOCAはJR西日本の非接触型ICカードです。自動改札機にタッチするだけで改札を通過できます。最近では、利用されている方も多いのではないのでしょうか？

ところで、このSuicaとICOCA、運賃收受方法に大きな違いがあるそうです。関東のSuicaでは、乗車時に初乗り分の運賃だけを先に引き、降車時に運賃から初乗り分を差し引いた金額を引きます。つまり乗車駅で初乗り分のプリペイド残高がないと自動改札が開きません。

それに対し、関西のICOCAでは、降車時に全区間の運賃を引きます。つまり始発駅で、カード残額が10円でも改札内に入ることができるそうです。関西の文化や習慣に配慮したかは定かではありませんが、急いでいる時でも、残額を気にせず電車に乗れるといったことのように。何げないことかも知れませんが、これもユーザビリティの高いサービスといえるかも知れません。

ちなみに、法的な根拠は、Suicaは鉄道営業法の原則に基づきICOCAは鉄道営業法施行規則の特例に基づくものだそうです。

| 東日本鉄道線 上り |                        | 西日本鉄道線 上り |                       |
|-----------|------------------------|-----------|-----------------------|
| ●         | こんど 10:04 急行イースト5号 東京① | ●         | 先発 10:04 急行ウエスト5号 大阪① |
|           | つぎ 10:20 普通 東京②        |           | 次発 10:20 普通 大阪②       |
|           | そのつぎ 10:26 快速 東京①      |           | 次々発 10:26 快速 大阪①      |

鉄道関係で関西と関東の違いで有名なものに列車がくる順番の表現があるそうです。関東では「こんど→つぎ→そのつぎ」と表されることが多く、一方、関西では「先発→次発→次々発」が一般的です。しかし、最近では関西方式の方がわりやすいと関東でも、関西方式を採用するところが多いとか。

## ■ 1 70年代、マン・マシンインタフェースの時代

1970年代には、ユーザビリティという言葉はまだ使われていませんでした。コンピュータがようやく一般の業務に入り始めた時代で、表示装置にはCRTが使われ、コンピュータを使うのは専門のオペレータに任されていた時代です。そこで問題になったのはCRTがオペレータの眼に与える影響、CRTから発する電磁波による妊産婦の流産の問題など、人間の身体的生理的側面からの問題や、キーボードの角度・文字配列・キーストロークなど、人間とハードウェアとの関係に注目が集まった時代です。マン・マシンインタフェースという概念でとらえられていました。

## ■ 2 80年代、ユーザフレンドリーの時代

1980年代に入るとコンピュータが専任のオペレータだけでなく、一般の人たちにも浸透し始め、一般の人にとってコンピュータは扱いにくいものという見方が広まってきました。専任オペレータの場合は、扱いにくいものを使いこなすところにプロとしての価値があったので、あまり問題になりませんでした。この時の問題は、以前のようなハードウェアに関する問題よりも、ソフトウェアの設計に関わる、わかりにくさや、理解性に変わってきました。そこで、コンピュータにもっと親切に振る舞ってもらおうということで、ユーザフレンドリーという言葉が使われるようになりました。しかし、ユーザフレンドリーという言葉は、概念的で具体性には乏しく、特に基準や方法論などがあつたわけではないため、具体的にユーザフレンドリーマシンと示されるまでにいたりませんでした。

80年代半ばには、認知科学者であるドナルド・ノーマンが人間の認知

特性に合わせたコンピュータを開発するという新しい視点を彼の著書『User Centered System Design』（1985）で提案しました。この頃、欧米各地でコンピュータと人間の関わりに関心を寄せる会議や学会が開催されました。日本でも計測自動制御学会の第1回ヒューマンインタフェースシンポジウムが1986年に大阪で開催され、ユーザビリティ評価のための各種手法も提案され始め、ユーザビリティに関する関心が専門家の間で高まってきた時代となりました。

## ■ 3 90年代、企業におけるユーザビリティ改善活動の始まり

1991年にアメリカの大手週刊誌ニューズウィークが、「コンピュータに限らず、最近のわけのわからない機器類にはもう我慢ができない」という特集記事を発表しました。「ユーザフレンドリーというけれど、実際は何も改善されてこないだけでなく、事態はますます悪化して来ている」といった内容のものでした。これに応えるかのように、ユーザビリティ向上の動きが各界に広がるようになり、同年、ISO/IEC9126:1991（JIS1994）によって、ソフトウェアの品質特性を6つに規定し、使用性(usability)がソフトウェアの品質特性のひとつとして位置づけられました。

国内では、90年代後半から大手情報機器メーカーを中心にユーザビリティに対する関心が高まり、社内にユーザビリティ評価部門を設置し、評価のための専用のテスト室を持つところも出てきました。また、設計の段階からユーザビリティの向上を目指すためにソフトデザイン室、インタフェースデザイン室などを設計部門に設置する動きも現れました。当時のユーザビリティ向上の活動は、既にできてしまった製品の問題点の指摘をもとに社内で問題意識を高めることが主な狙いでありました。1998年にISO/IEC 9241-11:1998（JIS Z 8521:1999）が制定され、製品の機能、性能を含めたユーザビリティが定義されました。

#### (4) 2000年～、ユーザビリティをプロセスへ

1999年、前年ISO 9241-11で定義されたユーザビリティをベースに、開発工程でどのように進めればユーザビリティの向上が実現できるかをプロセスで規定したISO13407「インタラクティブシステムの人間中心設計プロセス」が制定されました。この規格は、システムの開発プロセスに責任を持つ管理者を対象としており、その狙いはできてしまったものを評価して問題改善するだけでなく、開発の最初の工程からユーザビリティを作り込んでいく必要性とその方法を認識させることにありました。この規格の制定以来、ユーザビリティへの関心はさらに高まり、大手メーカー各社では専門部門を作って具体的な活動に力を入れるようになってきました。しかし、こうした動きは現状では大手企業が中心であり、各企業に浸透するのはまだこれからです。

#### ■60年代～80年代

- 人間工学
  - ・体特性とが生理特性をベースとしてマンマシンインタフェースの改善

#### ■80年代～

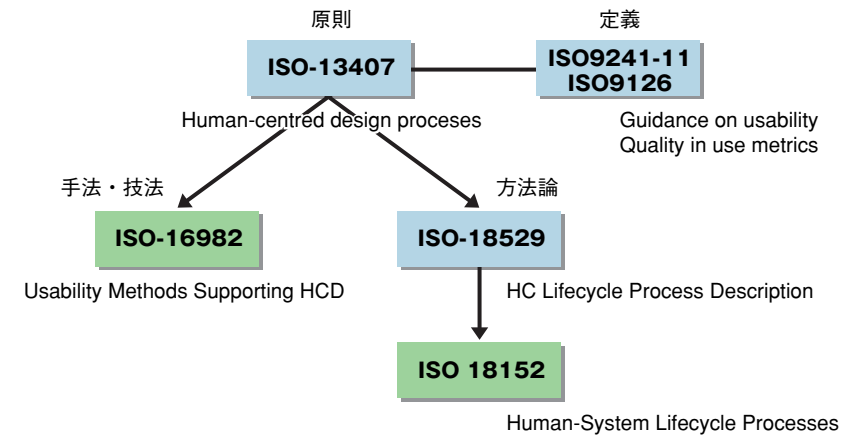
- 認知工学
  - ・取扱いやすさ・わかりやすさが重視

#### ■90年代～

- ユーザビリティの時代
  - ・90年代前半 評価中心
  - ・90年代後半 ISO9241-11 ISO13407
  - ・2000年頃 ユニバーサルデザインとの連携
  - ・現代 コンセプトマーケティングをユーザビリティの視点から

## ■1 ユーザビリティに関する規格

### ユーザビリティを構成する基本規格



#### ①ソフトウェア品質におけるユーザビリティ

ISO/IEC 9126-1:2001 Software engineering -- Product quality -- Part 1: Quality model  
 ISO/IEC TR 9126-2:2003 Software engineering -- Product quality -- Part 2: External metrics  
 ISO/IEC TR 9126-3:2003 Software engineering -- Product quality -- Part 3: Internal metrics  
 ISO/IEC TR 9126-4:2004 Software engineering -- Product quality -- Part 4: Quality in use metrics

#### ②オフィスシステムにおけるユーザビリティ

ISO 9241-11:1998 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- Part 11: Guidance on usability

### ③ ユーザインタフェースのガイドライン

ISO 9241-10:1996 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- Part 10: Dialogue principles

### ④ ユーザビリティプロセス

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

ISO/TR 18529:2000 Ergonomics -- Ergonomics of human-system interaction -- Human-centered lifecycle process descriptions

ISO/PAS 18152:2003 Ergonomics of human-system interaction -- Specification for the process assessment of human-system issues

### ⑤ ユーザビリティ手法

ISO/TR 16982:2002 Ergonomics of human-system interaction -- Usability methods supporting human-centered design

### ⑥ ユーザビリティ規制

ANSI NCITS 354:2001 : Information Technology - Common Industry Format for Usability Test Reports-formerly

## 2 ユニバーサルデザイン

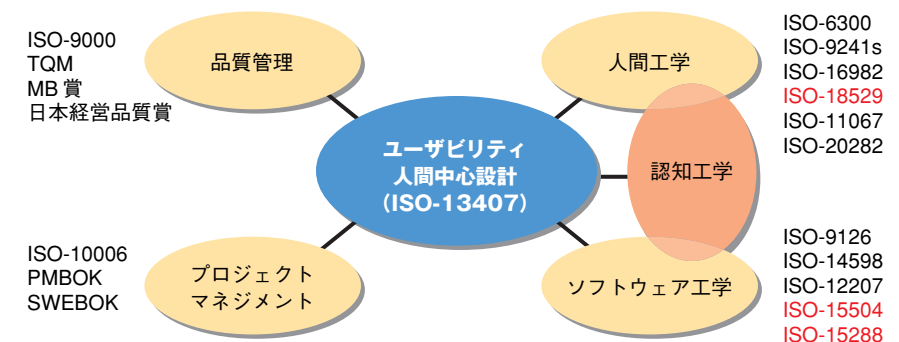
ISO/IEC Guide 71:2001 Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities

ISO/TS 16071:2003 Ergonomics of human-system interaction -- Guidance on accessibility for human-computer interfaces

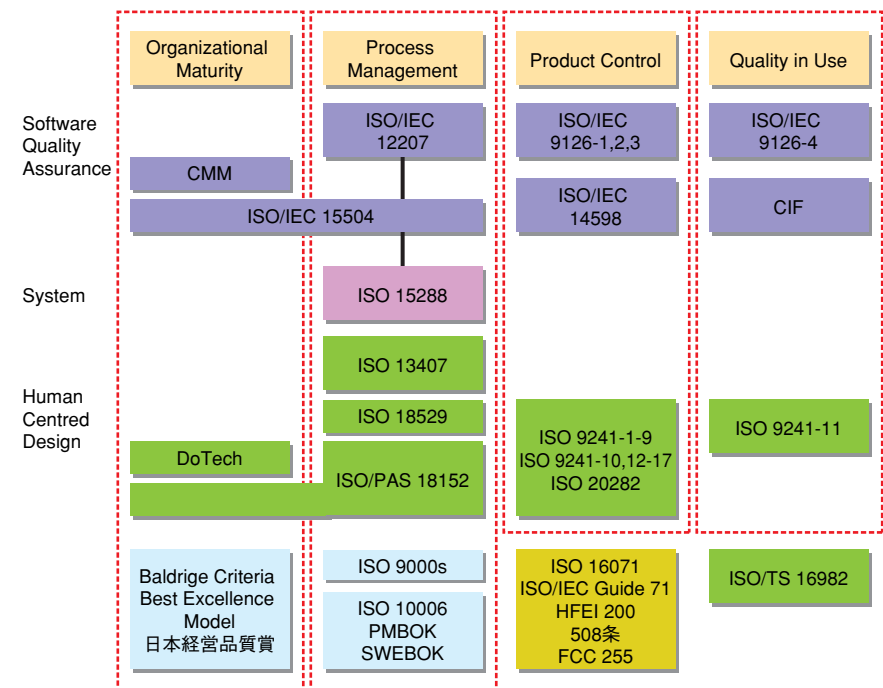
The Federal Communications Commission (FCC) Section 255 : Telecommunications Access For People with Disabilities

Section 508 Standards

## 3 ユーザビリティ関連領域



## 4 ユーザビリティ周辺規格





**アフォーダンス**

もともとは知覚用語ですが、インタフェースの用語としても定着しています。形、色、材質、などオブジェクト自身をどう取り扱ったら良いかについてのメッセージをユーザに対して発している考えであり、適切な行なためを自然に誘う仕掛けです。

**エルゴノミクス**

労働科学。さまざまな労働場面で、人間の特性を考慮した最適化をめざすものです。コンピュータや装置や機械を利用した労働場面をも対象としています。

**競合分析**

競合他社のブランドやデザインと比較した時の位置付けを検証するものです。製品をユーザビリティという観点から細かく比較・分析していきます。

**時間圧**

ユーザにとって厳しい時間制限があるなどの場合に、精神的にかかるプレッシャーが掛り、集中力がそがれたり、ミスを起こす可能性が高くなるといわれています。身近な例では、ATMでの入金操作や電話をかける時の電話番号入力があります。

**シミュレーション**

特定のシステムの動作を模倣することです。別のシステムの中に、目標とするシステムの動作を埋め込んで実現するのはエミュレーションと呼ばれます。

**ステイクホルダ**

製品、システムに何らかの形で関係を持っている組織および人。製品開発の場合、最終ユーザのほか、セットメーカ、部品メーカ、販売店、メンテナンス、サービスなどの様々な人々が関わります。これらの組織および人をステイクホルダと呼びます。

**タスク分析**

タスク分析とは、タスク（仕事）の手段の理解を深め、適切なサポートを提供できるようにするために、タスクを細かく分解する手法です。タスクの目的を定義し、タスクを行う上で必要な段取りを明確にし分析を行います。

**長期的モニタリング**

製品やシステムが市場に投入された後の、時間の経過を待たなければ発現しないような課題を収集するための手段。安全や健康に関わる課題の他、操作性などに関わる課題も含まれます。また、モニタリングのデータは次世代製品開発に繋がります。

**人間科学**

心理学、社会学、人類学といういわゆる行動科学に、人間工学や感性工学などの関連分野を含めた総称を指します。人間科学は人間に関する科学的知見の集積であり、これに基づいて広義の人間工学が運用されます。

**人間工学**

人間の身体的、心理的特性といった人的要因に適合した製品にすることにより、操作性の向上や、作業効率、安全性、ユーザの負担軽減を高めることを目的とした工学。エルゴノミクス（労働科学）とも同じ意味に使われています。

**人間中心設計**

人間を中心にすえて機器やシステムを設計しようとする考え方。ユーザの利用の状況の把握と明示、ユーザと組織の要求事項の明示、設計による解決案の作成、要求事項に対する設計の評価といったステップの繰り返しを特徴としています。

**バリアフリー**

障害に対して、それを克服することを目指したデザインの取り組み方。障害者や高齢者の生活に不便な障害を取り除こうという考え方が有名で

すが、ハイテク弱者や製品取り扱い者、他言語圏への人々の障害も取り除こうという考え方も入ります。また、ユニバーサルデザインと同義語に用いられることもありますが、ユニバーサルデザインが広義の取り組みの考え方を示すのに対し、障害となる個別の事象に対して対応を行うといった狭義の意味に用いられることもあります。

**ヒューマンファクタ**

人的要因。それに関連した問題を研究する分野が人間工学です。

**フィードバック**

インタフェースの世界でフィードバックとは、ユーザの行動に対する機器からの返答のことを差します。

**プロトタイプ**

評価に使用できる製品、もしくはシステムの一部または全体を表現しているもの。モックアップがデザイン分野、試作品がエンジニアリングで用いられてきたのに対し、ソフトウェアの分野で用いられることが多くあります。プロトタイプを利用して、機能のチェックやユーザビリティのチェックを行うのことをプロトタイプピングといいます。

**マーケティング**

生産から消費にいたる一連のプロセスに関わるすべての活動。顧客ニーズをつかんで製品計画を立て、販売経路の選択や販売促進活動により、需要の創出と市場開発を図る企業の諸活動。

**メンタルモデル**

メンタルモデルとは、実際の機器のふるまいとの整合性に関らず、ユーザが心的に持っている機器の動作に関するモデルです。人間が機器を使用とした時に「この機器の構造はこうなっている」と思い描くイメージのモデルのことです。

**メタファー**

メタファーは、隠喩ともいい、言語表現における修辞技法のひとつです。例えば、WindowsやMacintoshでは、画面全体を「デスクトッ

プ」として机に、作成したデータを「ファイル」、それを格納する場所を「フォルダ」といったように隠喩し、ユーザの操作をわかりやすくしています。

**モックアップ**

試作品あるいは実物大模型。粘土や発砲スチロールなどでコンセプトを表したのから、シミュレーションによって動作を確認できる機能を実装したもので含まれます。

**ユーザ工学**

人間中心の立場で、特に利用状況の適切な把握と、デザイン案の評価というプロセスに重点をおいて機器やシステムを設計するアプローチを指します。ユーザビリティ評価に重点をおくユーザビリティ工学の上位概念にあたります。

**ユーザ中心設計**

ユーザを中心に製品を開発するという方法論です。人間中心設計と同義後に用いられています。

**ユニバーサルデザイン**

障害の有無、言語の違い、利き手の違い、老若男女といった差異を問わずに誰もが利用することができる設計・工業デザイン。バリアフリーと同義に用いられることもありますが、設計に入る段階で、できるだけ多様な人々が利用できるように機器や環境を作ろうとする点で違いがあります。

**要求工学**

ユーザの視点に立った製品やシステムの要求事項を体系的に収集・分析する方法論を検討している工学。巨大なソフトウェアシステムの開発に際して、ユーザ視点での要求項目の分析が不十分なために「システムは完成しても使い物にならない」という状況への反省から取組みが始まりました。

**利用品質**

ユーザビリティと同義です。主に品質管理の分野で用いられていた概念です。

## 参考文献

### ■ユーザビリティ・エンジニアリング

- ・『Webサイトユーザビリティハンドブック — Webビジネス成功に不可欠なサイトの「使いやすさ」を検証する』、Mark Pearrow 著、茂出木謙太郎監訳、ログ・インターナショナル訳、オーム社
- ・『ユーザインタフェースの実践的評価法 — チェックリストアプローチによる使いやすさの向上』、S.ラブデン／G.ジョンソン著、東基衛監訳、小松原明哲訳、海文堂
- ・『ユーザビリティテストの秘訣230』、Rolf Molich 著、岡本明監訳、奥泉直子訳、ノーバス
- ・Norman, D., Draper, S., User Centered System Design, Lawrence Erlbaum Associates, 1986
- ・Shackel,B., Ergonomics in information technology in Europe -a review, BEHAVIOUR AND INFORMATION TECHNOLOGY, 4, 4, 263-287, 1985
- ・Shackel,B., Richardson,S., Human factors for Informatics Usability - Background and Overview. In Shackel,B and Richardson,S (ed.), Human Factors for Informatics Usability, Cambridge University Press, 1991
- ・ISO/IEC 9216, Software engineering - Product quality 2001
- ・ISO 9241-11(JIS Z 8521), Ergonomics of human system interaction - Guidance on usability (人間工学—視覚表示装置を用いるオフィス作業—使用性についての手引き)、1999
- ・ISO/IEC 15504, Information technology - Process assessment -, 2004
- ・ISO/TR 18529, Ergonomics of human system interaction -Human-centered lifecycle process descriptions, 2000
- ・『人間中心設計に係わる国際規格への対応に関する調査研究』、人間生活工学センター、2000

### ■ユーザインタフェースデザイン実践

- ・『ユーザ優先のデザイン・設計 — 新しい商品開発の考え方』、山岡俊樹編著、共立出版
- ・『構造化ユーザインタフェースの設計と評価 — わかりやすい操作画面をつくるための32項目』、山岡俊樹／鈴木一重、藤原義久編著、(株)人間生活工学研究センター／ユーザインタフェース設計委員会SIDE実証研究会編、共立出版
- ・『GUIデザイン・ガイドブック — 画面設計の実践的アプローチ』、海文堂
- ・『ユーザインタフェースデザインの実践 — 応用人間工学の視点に基づく』、山岡俊樹／岡田明著、海文堂
- ・『ペーパープロトタイプリング 最適なユーザインタフェースを効率よくデザインする』、Carolyn Snyder 著、黒須正明監訳、オーム社
- ・『XHTML時代のWebデザインバイブル』、Ann Navarro 著、茂出木謙太郎監訳、ログ・インターナショナル訳、オーム社
- ・『ユーザインタフェースの設計 — やさしい対話型システムへの指針』、ベン・シュナイターマン著、東基衛／井関 治訳、日経BP社、1995
- ・『ユーザインタフェースデザイン — Windows95時代のソフトウェアデザインを考える』、

アラン ケーパー著、テクニカルコア訳、翔泳社、1996

- ・『インタラクティブシステムデザイン』、Newman,W.他著、北島宗雄監訳、ピアソン・エデュケーション、1999

### ■HCD理論,マネージメント

- ・『ISO13407がわかる本』、黒須正明／平沢尚毅／堀部保弘／三樹弘之共著、オーム社
- ・『認知インタフェース』、加藤隆著、オーム社
- ・『ユーザ工学入門 — 使い勝手を考える・ISO13407への具体的アプローチ』、黒須正明／伊東昌子／時津倫子著、共立出版
- ・『デザインセクションに見る創造的マネージメントの要諦』、山岡俊樹編著、海文堂
- ・『使いやすさのためのデザイン — ユーザセンタード・デザイン』、日本アイ・ピー・エム株式会社 山崎和彦／松田美奈子／吉武良治編著、丸善
- ・ISO13407 (JIS Z 8530), Human-centered Design Processes for Interactive Systems, 1999

### ■ユニバーサルデザイン

- ・『ユニバーサルデザイン実践ガイドライン』、日本人間工学会編、共立出版
- ・『ITのユニバーサルデザイン — ISO 13407,JIS X 8341 などへの対応』、三樹弘之／細野直恒編著、丸善
- ・『新・ユニバーサルデザイン — ユーザビリティ・アクセシビリティ中心・ものづくりマニュアル』、ユニバーサルデザイン研究会編、日本工業出版

### ■要求定義

- ・『シナリオに基づく設計 — ソフトウェア開発プロジェクト成功の秘訣』
- ・Beyer, H., Holtzblatt, K., Contextual Design, Morgan Kaufman, 1998
- ・『要件プロセス完全修得法』、スザンヌ・ロバートソン／ジェームズ・ロバートソン著、茆部英司訳
- ・『組み込みシステムの要求仕様定義、システム設計編 (Dコース)』、平沢尚毅著、(株)半導体理工学研究センター、2004

### ■ユーザビリティ評価

- ・『ユーザビリティ・エンジニアリング原論』、Nielsen,J.著、篠原稔和監訳、株式会社トッパン、1999
- ・Dumas, J., Redish, J., A Practical Guide to Usability Testing, Intellect L & D E F a E, 1999
- ・『ユーザビリティテストング』(黒須正明編著、共立出版)

●執筆者

青木奈央 IPA SEC／キャッツ(株)  
鱗原晴彦 (株)人間中心設計推進機構／(株)U'eyes Design  
大野克巳 IPA SEC／トヨタテクニカルディベロップメント(株)  
奥村 洋 IPA SEC／(株)ガイアシステムソリューション  
辛島光彦 (株)人間中心設計推進機構／東海大学  
平沢尚毅 (株)人間中心設計推進機構／小樽商科大学  
平山雅之 IPA SEC／(株)東芝  
堀部保弘 (株)人間中心設計推進機構／(株)三菱総合研究所

●監修

組込みソフト開発力強化推進委員会

謝辞：

本冊子の執筆に当たっては、NPO人間中心設計推進機構理事会の皆様に、原稿の確認や監修を含め多大なご協力をいただきました。改めて感謝いたします。

●本書は環境対応の材料と技術で作成しました。

表紙：古紙100%再生紙／本文：古紙100%再生紙／印刷インキ：大豆由来の植物性油脂を利用したインキ／製本メルト：古紙リサイクル時に不純物として容易に除去できる難細裂化メルト／表紙保護フィルム：とうもろこし樹脂を使用した保護フィルム

## 組込みソフトウェア開発における 品質向上の勧め [ユーザビリティ編]

2006年5月31日 初版第1刷発行

編著者 独立行政法人 情報処理推進機構  
ソフトウェア・エンジニアリング・センター  
発行人 速水浩二  
発行所 株式会社翔泳社 (<http://www.seshop.com/>)  
印刷・製本 日経印刷株式会社

©2006 IPA All Rights Reserved

本書は著作権法上の保護を受けています。本書の一部または全部について（ソフトウェアおよびプログラムを含む）、株式会社翔泳社から文書による許諾を得ずに、いかなる方法においても無断で複写、複製することは禁じられています。

本書へのご質問は、弊社Webサイトの専用質問フォーム (<http://www.seshop.com/book/qa/>) をご利用ください。