

# 機能と感性品質を考慮した電子機器のボタン設計に関する研究

品質マネジメント研究

5209C015-3

崔太峰

指導教員

棟近雅彦

## A Study on Design of Button on Electrical Device Considering Function and Kansei Quality

CUI Taifeng

### 1. 研究目的

感性品質を製品設計に反映する方法は、従来から様々な研究がなされている。しかし、電子機器のボタンのように複数の機能を持つ部品の設計においては、感性品質を反映した設計方法の研究は行われていない。

電子機器のボタンには、電源、テンキーなどの多数の機能があり、電源ボタンに対しては「ON/OFF の状態がわかりやすい」ことが重視され、テンキーに対しては「スムーズな操作」が重視されるなど、ボタンの機能によって重視される感性品質に違いがあると考えられる。そのため、同じ電子機器のボタンであっても、感性品質に影響する物理特性の最適水準も異なる可能性がある。

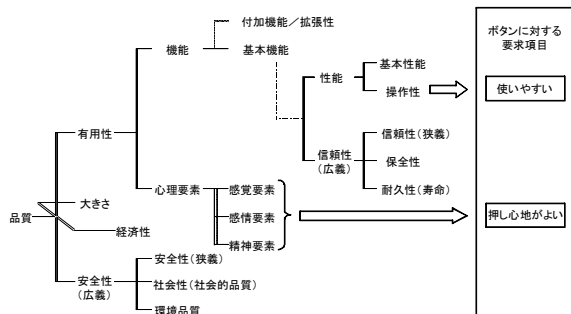
そこで本研究では、複合機のボタンを事例として、機能と感性品質を考慮した電子機器のボタン設計方法を検討し、機能ごとに物理特性の最適化を行う方法を提案する。

### 2. 現状把握と本研究のアプローチ

ボタンの機能ごとの感性品質の差異を確認するために、複合機のボタンを大きく「電源ボタン」、「テンキー」、「モードボタン」、「ナビゲーションボタン」、「スタート/ストップボタン」の 5 種類に分けて、機能ごとに要求や不満を抽出するためのグループインタビューを実施した。調査の概要を以下に示す。

**評価者:** 複合機の利用経験者 7 名  
**評価対象:** 複合機 4 台の電源ボタン、テンキーなど  
**評価方法:** 各ボタンに対する要求や不満の自由回答、サンプル間の比較による満足点や不満点の自由回答

そして、ボタンの機能ごとの調査データを、狩野ら<sup>[1]</sup>による製品品質の内部構造をもとに整理した。その結果、全ての機能のボタンに対する要求項目が、大きく「使いやすい」と「押し心地がよい」の 2 種類に分かれ、それぞれ品質の内部構造「操作性」および「心理要素」に対応することがわかった。図 1 に示す。



「使いやすい」に関係する要求には、電源ボタンに対する「ON/OFF の状態がわかりやすい」や、テンキーに対する「スムーズな操作ができる」など、一部機能ごとに固有の要求が存在することがわかった。表 1 にボタンの機能ごとに固有の要求項目を示す。

表 1. 機能ごとに固有の要求項目

| ボタン種類 | 固有の要求項目            |
|-------|--------------------|
| 電源    | ON/OFF の状態がわかりやすい  |
|       | ON/OFF の操作がわかりやすい  |
|       | ON/OFF 操作時に音の違いがある |
|       | 電源が早くつく            |
| テンキー  | スムーズな操作ができる        |
|       | 中央のボタンの出っ張りが大きい    |
|       | 中央のボタンの押し心地がよい     |
| スタート  | ほかのボタンより目立つ        |
|       | 画面と近い              |
|       | 驚かすような音がしない        |
|       | 押したときエアーっぽいや音がしない  |

ボタンの機能ごとに固有の要求項目を分析した結果、ほぼ全ての項目が配置、音、形状、サイズなどの特定の物理特性そのものに対する要求であることがわかった。

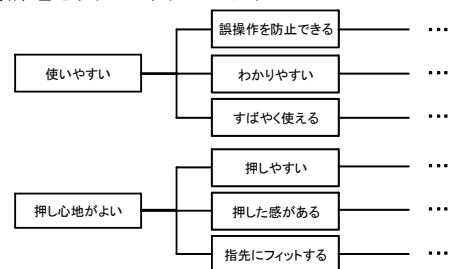
一方で、「押し心地がよい」に関する要求項目には、ボタンの機能ごとに固有の要求項目はなく、全ての項目が各機能のボタンに共通する項目であることがわかった。

そこで本研究では、「押し心地がよい」をボタンに対する総合感性とし、全てのボタンに共通する感性品質について検討する。そして、感性品質へ影響する重要な物理特性を導出し、ボタンの機能ごとの物理特性水準の最適化を行う方法を提案する。

### 3. ボタン設計方法の検討

#### 3.1. 機能ごとの要求品質の構造化

本研究では、2 章で示したボタンの機能ごとに実施したインタビュー調査で抽出された要求や不満による全ての要求項目をボタンに対する要求品質とする。そして、それらを「目的と手段」の関係により整理し、ボタンの機能ごとの要求品質構造を作成した。電源ボタンとテンキーの要求品質構造を図 2 と図 3 に示す。



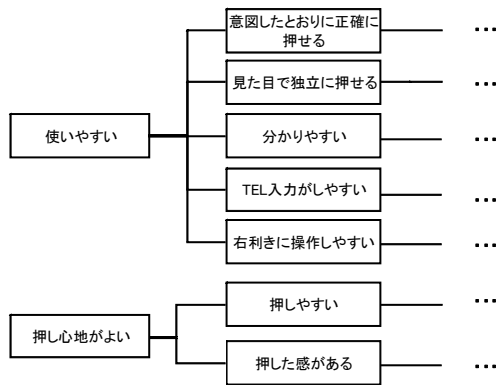


図 3. テンキーに対する要求品質構造(一部)

図 2 と図 3 のように、「モードボタン」、「ナビゲーションボタン」、「スタート/ストップボタン」の要求品質構造も、大きく「使いやすい」と「押し心地がよい」に分かれることがわかった。したがって、複合機のボタンに対する要求品質は機能ごとに異なる「使いやすい」と、機能に依存せずに全ての機能に共通する「押し心地がよい」の 2 種類の要求品質から構成されていることがわかった。

### 3.2. 感性品質項目の選定

全ての機能に共通するボタンの感性品質構造を把握するために、まず、「電源ボタン」、「テンキー」、「モードボタン」、「ナビゲーションボタン」、「スタート/ストップボタン」の 5 種類のボタンに対する要求品質構造から、「押し心地がよい」に関する要求品質を抽出した。そして、これらの 5 種類の要求品質構造を統合し再構造化することで、ボタンに対する「押し心地がよい」を総合感性とする感性品質の構造を把握した。その結果を図 4 に示す。

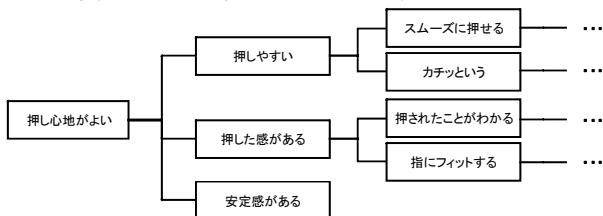


図 4. 全てのボタンに共通する感性品質の構造(一部)

そして、図 4 の全てのボタンに共通する感性品質の構造から「指にフィットする」、「指の形に合う」のように同じ要求を指す表現を 1 つの感性品質に整理することで、最終的に 12 項目を抽出し、全てのボタンに共通する感性品質項目とした。その結果を表 2 に示す。

表 2. 全てのボタンに共通する感性品質項目一覧

| No. | 感性品質項目     | No. | 感性品質項目      |
|-----|------------|-----|-------------|
| 1   | 皮膚感覚で分かる   | 7   | ボタンの抵抗が感じない |
| 2   | フィードバックがよい | 8   | 押した感がある     |
| 3   | 堅いボタンである   | 9   | 軽く押して反応する   |
| 4   | 指にフィットする   | 10  | 安定感がある      |
| 5   | 押されたことが分かる | 11  | 押しやすい       |
| 6   | カチッという     | 12  | 押し心地がよい     |

### 3.3. 物理特性の抽出

感性品質に影響する物理特性を把握するために、複合機のボタンの物理特性を感性品質項目から導出することにした。まず、3.2 節で抽出した感性品質項目から品質要素を抽出し、その中から技術的に測定可能な物理特性を選定

する。品質要素<sup>[2]</sup>とは、要求品質の代用特性であり、品質を評価する尺度となりうる表現である。感性品質項目から品質要素を抽出した結果を表 3 に示す。

表 3. 感性品質項目からの品質要素の抽出結果

| 感性品質       | 品質要素1  | 品質要素2 | 品質要素3 | 品質要素4 |
|------------|--------|-------|-------|-------|
| 皮膚感覚で分かる   | 材質     | 荷重    |       |       |
| フィードバックがよい | クリック感  |       | クリック感 |       |
| 堅いボタンである   | 荷重     |       |       |       |
| 指にフィットする   | 表面凹凸   | サイズ   |       |       |
| 押されたことが分かる | 音      | クリック感 |       |       |
| カチッという     | 音      | クリック感 |       |       |
| ボタンの抵抗が感じる | 荷重     | 反発力   |       |       |
| 押した感がある    | クリック率  |       |       |       |
| 軽く押して反応する  | 荷重     | 反発力   | クリック感 |       |
| 安定感がある     | ストローク量 | 高さ    |       |       |
| 押しやすい      | 荷重     | クリック感 | 形状    | サイズ   |
| 押し心地がよい    | 荷重     | クリック感 |       |       |

次に、技術者に依頼して、表 3 で抽出された品質要素を物理特性に変換し、技術的に測定可能であるかを確認した。その結果を表 4 に示す。

表 4. 品質要素から物理特性への変換

| 品質要素   | 物理特性                 | 測定可否 |
|--------|----------------------|------|
| 材質     | 材質                   | ×    |
| クリック感  | クリック率                | ○    |
| 荷重     | 押下力                  | ○    |
| 表面凹凸   | 天面                   | ○    |
| 音      | 音                    | ×    |
| サイズ    | 面積                   | ○    |
| 反発力    | 戻り力                  | ×    |
| 形状     | 形状                   | ○    |
| ストローク量 | ストローク量(P), ストローク量(B) | ○    |
| 高さ     | 凸量                   | ○    |

表 4 で、材質、音、戻り力の 3 つの物理特性は技術的に測定が難しいことが確認されたので、代替可能な物理特性への変換を検討した。その結果、戻り力は押下力とクリック率で代替可能であるが、材質と音は代替可能な物理特性が考えられなかったため、本研究では考慮しないことにした。表 5 に本研究で考慮するボタンの物理特性を示す。

表 5. 本研究で考慮するボタンの物理特性

| No. | 物理特性      | No. | 物理特性  |
|-----|-----------|-----|-------|
| 1   | 面積        | 5   | 押下力   |
| 2   | 凸量        | 6   | クリック率 |
| 3   | ストローク量(P) | 7   | 形状    |
| 4   | ストローク量(B) | 8   | 天面    |

### 3.4. 感性品質に影響する重要な物理特性の把握

感性品質に影響する重要な物理特性を把握するために、サンプルを使用してアンケート調査を行い、調査の結果から、技術者が感性品質項目と物理特性の対応付けを行う。

アンケート調査で使用するサンプルは、調査の利便性を考慮して、複合機のボタンの代わりに、複合機のボタンと同じような物理特性を持つ市販のテレビリモコンを選定した。その際、各サンプルは、面積、凸量、ストローク量、押下力などの物理特性について、それぞれバリエーションがあるものを選定した。また、サンプルに対する評価項目として、3.1 節で導出した全てのボタンに共通する感性品質項目を用いた。アンケート調査の概要を以下に示す。

**評価者:** 20 名 (20 代～50 代の OA 機器の利用者)  
**評価対象:** テレビ用リモコン 8 台の数字ボタン  
**評価項目:** 総合感性「押し心地のよい」、その他関連項目 11 項目  
**評価方法:** SD 法 (7 点法)

調査結果に対して、総合感性である「押し心地がよい」に影響する物理特性を把握するために、評価項目の「押し

心地がよい」に対する評価点数を目的変数、各サンプルの面積、凸量、ストローク量、押下力などの物理特性の値を説明変数として、質的変数も含めた重回帰分析を行った。重回帰分析の結果を表 6 に示す。

表 6. 重回帰分析の結果

| 目的変数      |     | 自由度調整済み寄与率 |
|-----------|-----|------------|
| 押し心地がよい   |     | 0.994      |
| 説明変数      |     | 偏回帰係数      |
| 定数項       |     | -5.653     |
| 凸量        |     | 3.077      |
| ストローク量(P) |     | -4.940     |
| 押下力       |     | 0.033      |
| 形状        | 円   | 0.000      |
|           | 楕円  | 3.763      |
|           | 正方形 | -0.262     |
|           | 長方形 | 3.756      |

表 6 を参考に、技術者の判断で「押し心地がよい」に影響する物理特性を抽出した結果、面積、ストローク量、押下力、クリック率、形状の 5 つの物理特性が、ボタンの感性品質に影響する重要な物理特性であると判断した。

### 3.5. 機能ごとの物理特性水準の最適化

機能ごとの物理特性水準の最適化を行うために、3.4 節で導出した感性品質に影響する重要な物理特性を因子にとり、ボタンの機能ごとの試作品を作成した。そして、試作品に対するアンケート調査を実施し、ボタンの機能ごとの物理特性の最適水準を求めた。なお、この調査の実施において、特に以下の二点を考慮した。

まず、3.4 節では感性品質に影響する最も重要な物理特性として、面積、ストローク量、押下力などの 5 つの物理特性が抽出されたが、その中で、面積と形状は表 1 の検討により、ボタンの機能ごとに固有の要求品質が存在することがわかった。したがって、試作品の作成において、面積と形状はボタンの機能ごとに固有の設定値にする必要がある。そこで、試作品作成においての面積と形状は、現状製品を参考に表 7 のように設定した。

表 7. 面積と形状の機能ごとの設定値

| 因子 | 電源 | テンキー | モード | スタート/ストップ |
|----|----|------|-----|-----------|
| 面積 | 50 | 50   | 100 | 100       |
| 形状 | 円  | 四角   | 四角  | 円         |

次に、機能を考慮したアンケート調査を行うには、ボタンの機能ごとの試作品に対し、被験者に機能を想像させながら評価させる必要がある。そこで、調査時に、ボタンに機能を明記したラベルを付けると同時に、被験者にボタンの機能を想像しながら評価を行うように口頭で説明した。

この二点を考慮して、試作品の作成において、技術的制約を考慮し、押下力は 3 水準に設定し、ストローク量とクリック率は 2 水準に設定した。その結果を表 8 に示す。

表 8. 試作品の因子と水準

| 因子 |        | 第1水準 | 第2水準 | 第3水準 |
|----|--------|------|------|------|
| A  | 押下力    | 240  | 180  | 120  |
| B  | クリック率  | 60   | 40   | -    |
| C  | ストローク量 | 1.0  | 1.5  | -    |

そして、これらの試作品に対して、3.2 節で抽出した全てのボタンに共通する感性品質項目を評価項目とし、アンケート調査を行った。アンケート調査の概要を以下に示す。

**評価者**：16 名（20 代～50 代の OA 機器の利用者）  
**評価対象**：電源ボタン、テンキーなど 4 種類の試作品  
**評価項目**：総合感性「押し心地のよい」、その他関連項目 11 項目  
**評価方法**：SD 法（7 点法）

アンケート調査の結果に対して、3 元配置分散分析法を適用した。その結果、「電源ボタン」と「モードボタン」の最適水準が同一水準になり、「テンキー」、「スタート/ストップボタン」の最適水準は異なる水準になった。最適水準を求めた結果を表 9 に示す。

表 9. ボタンの機能ごとの共通因子の最適水準

| ボタン機能        | 最適水準   |
|--------------|--------|
| 電源ボタン        | A1B2C2 |
| テンキー         | A2B1C2 |
| モードボタン       | A1B2C2 |
| スタート/ストップボタン | A3B1C2 |

ボタンの機能ごとの物理特性の最適水準を比較してみると、ストローク量は最適水準の違いが見られていなかったが、押下力とクリック率はボタンの機能ごとに最適水準の違いが見られていた。

## 4. ボタン設計方法の提案と有効性の検証

### 4.1. ボタン設計方法の提案

これまでの調査・分析を踏まえて、日常生活で利用しているさまざまな電子機器に適用可能な、機能と感性品質を考慮したボタン設計方法を提案する。

#### 【手順 1】機能ごとの要求の抽出および構造化

電子機器のボタンを機能ごとに分類し、要求や不満を調査することで、顧客が持っているボタンに対する要求品質の全貌を把握する。そして、ボタンの機能ごとの要求品質を「目的と手段」の関係により整理して、ボタンの機能ごとの要求品質構造を作成する。

#### 【手順 2】感性品質構造の把握

手順 1 で作成されたボタンの機能ごとの要求品質構造を比較して、全ての機能に共通する総合感性を設定する。そして、総合感性に關係する要求品質項目を抽出し、「目的と手段」の関係により構造を再構築して、全てのボタンに共通する感性品質構造を把握する。

#### 【手順 3】物理特性の抽出

手順 2 で作成された全てのボタンに共通する感性品質構造から、品質要素を抽出し、それをもとに技術者が技術的に測定可能な物理特性一覧を整理する。

#### 【手順 4】重要な物理特性の把握

サンプルを使用したアンケート調査に対する重回帰分析の結果と技術的知見により、総合感性への影響度が高い重要な物理特性を把握する。

#### 【手順 5】機能ごとの重要な物理特性水準の最適化

##### 【5.1】機能ごとに固有の要求による物理特性の把握

手順 1 で作成されたボタンの機能ごとの要求品質構造から機能ごとに固有の要求品質項目を抽出し、それらに影響する物理特性を抽出する。

##### 【5.2】機能を考慮した試作品の作成

手順 4 で把握した重要な物理特性と、5.1 で抽出したボタンの機能ごとに固有の要求に関する物理特性

を比較して、共通する物理特性を抽出する。そして、共通する物理特性に対して、ボタンの機能ごとに固有の水準値を設定することで、機能を考慮した試作品を作成する。

#### 【5.3】機能ごとの重要物理特性の把握

5.2 で作成した試作品を利用して、ボタンの機能を連想しながらアンケート調査を実施することで、ボタンの機能ごとの最適水準を把握する。

### 4.2. 設計方法の有効性の検証

提案法の有効性を検証するために、3.5 節で導出した機能ごとの物理特性の最適水準と、3.4 節により導出した、ボタンの機能を考慮せずに物理特性の最適化を行った結果を比較する。

まず、ボタンの機能を考慮せずに、物理特性の最適水準を求めるために、以下に示す調査を実施した。

#### 水準設定:

| 因子       | 第1水準 | 第2水準 | 第3水準 |
|----------|------|------|------|
| A 押下力    | 240  | 180  | 120  |
| B クリック率  | 60   | 40   | —    |
| C ストローク量 | 1.0  | 1.5  | —    |
| D 面積     | 50   | 100  | —    |
| F 形状     | 円    | 四角   | —    |

被験者: 20 名 (20 代～50 代の OA 機器の利用者)

評価項目: 総合感性「押し心地のよい」、その他関連項目 11 項目

評価方法: SD 法 (7 点法)

アンケート調査では、3 水準因子と 2 水準因子が混在するため、擬水準法と  $L_{16}$  直交表を使用して、最適水準の検討を行った。その結果、A2 B1 C2 が有意となった因子の最適水準になった。この結果は、3.4 節で導出された「テンキー」の最適水準とは同一水準であるが、「電源ボタン」「モードボタン」「スタート/ストップボタン」の最適水準とは全て異なる水準になった。

次に、上記ボタンの機能を考慮しない時の物理特性の最適水準と 3.5 節で導出された「電源ボタン」の最適水準を比較するために、以下に示す調査を実施した。

評価者: 11 名 (20 代～50 代の OA 機器の利用者)

サンプル: 機能を考慮しない時の最適水準サンプル Z  
電源ボタンの最適水準サンプル D

評価項目: 総合評価「押し心地のよい」

評価方法: 一対比較

押し心地のよさの一対比較データにシェッフェの一対比較法を適用し、評価点数の点推定値を算出し、差の検定を行った。その結果を図 5 に示す。

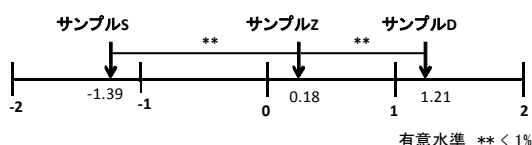


図 5. シェッフェの一対比較法による検証結果

図 5 により、3.5 節で導出された「電源ボタン」の最適水準(サンプル D)が、機能を考慮しない時の最適水準(サンプル Z)より押し心地の評価がよいことがわかった。このことから、本研究により導出されたボタンの機能ごとに

物理特性の最適水準を求めた効果が確認できた。

## 5. 考察

### 5.1. 本研究の意義

本研究では、複合機のボタンは、感性品質に影響する物理特性の最適水準が機能ごとに異なることを示した。しかし、従来は複合機のボタンのように複数の機能を持つ電子機器のボタン設計において、感性品質を反映した設計方法は確立されていなかった。そのため、感性品質に影響する物理特性の設定値において、ボタンの機能は考慮されず、主に現場の技術者が経験値で設定していた。そのため、ユーザーから求められる感性品質をボタンの設計工程に反映することができなかった。

そこで本研究では、複数のボタンに対して、機能ごとに要求品質を抽出し、要求品質から全ての機能に共通する感性品質を抽出した。これにより、ユーザーから求められる感性品質を把握することができた。

また、ボタンの機能ごとに物理特性の最適水準を求めるために、機能を考慮した試作品作成の視点と、被験者に機能を想像しながら評価させるアンケート調査方法を導入した。これにより、機能を考慮したアンケート調査をより正確に実施することができた。

したがって、本研究で提案したボタン設計方法を利用することで、複合機のボタンのように複数の機能を持つ電子機器のボタン設計において、ユーザーから求められる感性品質をボタンの設計工程に反映することが可能となった。

### 5.2. 他製品への適用可能性

複合機のボタンは、ボタンの機能によって重視される感性品質に違いがあるため、本研究では、複合機のボタンを事例に、機能と感性品質を考慮した電子機器のボタン設計方法を提案した。

提案方法の他製品へ適用の一例として、パソコンのキーボードが考えられる。キーボード設計の現状は感性品質を設計に反映するため、機能を考慮していない。しかし、パソコンのキーボードも Enter キー、Shift キーなど複数の機能を持つので、機能ごとに重視される感性品質には違いがあると考えられる。例えば、Enter キーは単独で押すため、「カチッという」が重視され、Shift キーは他のキーと一緒に押すため、「押されたことがわかる」が重視されることが考えられる。したがって、提案方法の適用が期待できる。ただし、キーボードに対しては、機能ごとで操作指の違いによる影響なども考慮する必要がある。

## 6. 結論と今後の課題

本研究では、複合機のボタンを事例に、機能を考慮した電子機器のボタンの設計方法について検討し、機能ごとの物理特性の最適水準を求めた。

今後の課題として、ボタンに対する感性品質項目、およびボタンの物理特性の一般性を確かめることを目的とした、その他の電子機器へのさらなる適用が挙げられる。

## 参考文献

- [1]狩野紀昭ら(2007):「品質管理セミナー・ベーシックコース・テキスト」, 日本科学技術連盟
- [2]大藤正ら(1997):「QFD ガイドブック」, 日本規格協会