

# 機器乗換え時の操作における事前使用機器の影響と

## その誤操作要因の分析

Transfer of Operational Knowledge Influenced by Experienced Appliances and its Error Analysis

高田 和豊\*<sup>1</sup>

Kazutoyo Takata

森川 幸治 \*<sup>1</sup>

Koji Morikawa

\*<sup>1</sup> 松下電器産業株式会社 先端技術研究所

Advanced Technology Research Laboratories, Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

This paper describes the transfer of operational knowledge influenced by experienced appliances and its error analysis. When a user purchases a new appliance, the user has to estimate operations based on their operational experiences of their owned appliances. To confirm the effect of different operational experiences to operational errors, several experiments were conducted. Fifteen participants were separated into 5 groups, and each group learns operations of different types of DVD recorders. Then participants got usability test for new inexperienced DVD recorders. The results showed that the different kinds of errors were observed to the same test problem from the different operational experiences. These results suggest that estimating the operational model of each user will contribute to construct a adaptive help system.

### 1. はじめに

新しく購入した機器の操作性を考える際、ユーザがその機器の動作をまったく予想できない場合はまれであり、それまでの機器使用経験などから操作方法を推定するのが普通である。本研究では、特に以前の機器使用経験の利用可能性が高い、機器の乗換え(機種変更)時の、事前使用機器の影響の調査とその誤操作の要因の分析を行う。機器の乗換え時には、以前の機器とほぼ同等の機能を持ちながら、機能の追加や削除がされ、操作パネルや用語も異なる中で操作を推定しなければならないという特徴を持つ。

これまでに、機器の操作性を改善するための様々な工夫がなされてきた。例えば、ユニバーサルデザインに基づく設計[伊藤 00]や、操作説明に関わるマニュアル作成の工夫[海保 02]等が有効である。一方、ユーザの機器利用経験はユーザ毎に異なり、ユーザの持つ操作のための知識も異なるため、ボタン位置や配色がわかりやすくて、必ずしも正しい操作が想起できるとは限らないという課題がある。

このような現象に対し、山中ら[山中 03]は、2 機種のカナビを用いた実験を行い、機器乗換え後の操作は、乗換え前に使用した機種別の操作経験を修正しながら行うことを報告している。また、伊藤[伊藤 07]は、モニターの操作メニューを題材とし、ユーザは機器を初めて操作する際、操作を繰り返しながら単純なルールを構築することを報告している。

これに対し本研究では、ユーザの操作支援システムのための基礎検討の観点から、事前使用機器が機器の操作性に与える影響とその要因を調べる実験を行った。具体的には、同等の機能を持ちながら操作方法が少しずつ異なる 4 台の DVD レコーダの操作方法をそれぞれ異なるユーザグループに学習してもらった後に、同一の評価用 DVD レコーダの操作性テストを行い、その操作行動の比較を行った。さらに、実験で得られた操作経験の異なるグループ間の誤操作の傾向と要因の分析を行い、機器乗換え時における操作経験の影響について考察する。

### 2. 操作モデルの定義

本章では、機器乗換え時に異なる操作経験を持つユーザの操作方法の推定に関して、操作モデルの概念を用いて説明する。ここでは操作モデルを、ユーザの実現したい機能(操作意図)を具体的な操作手順に変換するときのルールと定義し、機器がある操作手順で操作された場合、実際の動作に変換するときのルールを動作モデルと定義する。

図 1 に操作モデルが機器乗換え時の操作に与える影響を概念図で示す。乗換え前(1)に機器 A、B の異なる操作経験を有し、異なる操作モデルを持つ各ユーザは、乗換え後(2)に機器 C を操作する際にそれぞれの持つ操作モデルに基づいて操作を考え、操作(操作 A'、操作 B')が実行される。この操作 A' と操作 B' は必ずしも一致するとは限らない。

また各ユーザが機能を実行するまでには 2 段階の思考を行うと想定した。最初は乗換え前の操作モデルを用いて操作方法を想起する段階で、次にリモコンのボタン配置やラベル、GUI の表示などの新しい機器の操作 IF を見ながら具体的な操作を探す段階である。

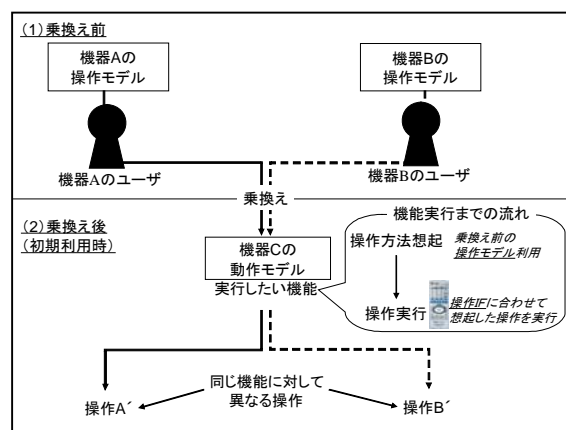


図1 機器乗換え時の操作モデルの影響

連絡先: 高田和豊, 松下電器産業株式会社 先端技術研究所, 京都府相楽郡精華町光台 3 丁目 4 番地, TEL 0774-98-2523, takata.kazutoyo@jp.panasonic.com

このように考えると、ユーザの操作モデルと、機器の動作モデルが一致していれば、ユーザは思った通りに機器を操作できるが、反対に、ユーザが誤った操作モデルを持つ場合には、機器はユーザの意図通りに動作できず、誤操作が発生する。また、操作 IF の中から具体的な操作が見つけられない場合にも、誤操作が発生すると考えられる。

### 3. 実験

#### 3.1 目的

本実験の目的は、事前に類似機器の操作学習を行った後に初めて使用する機器の操作結果の違いを検証することである。実験に使用する機器は、ほぼ同等の機能を持ちながら操作方法が異なる機器として HDD 搭載型 DVD レコーダを選定した。HDD 搭載型 DVD レコーダは従来のテープ型 VTR とは映像の記録媒体等が異なり、比較的新しい映像操作等の機能を実行するための操作体系が、機種ごとに異なっていた。

#### 3.2 実験方法

##### (1) 被験者

被験者は DVD レコーダの操作経験のない大学生 15 名とし、実験は 2005 年 7 月 25 日～7 月 29 日に行った。

##### (2) 実験構成

本実験で用いた実験対象機種は、DMR-EH60(Panasonic:以下、機器 A1 と記載)、DMR-E95H(Panasonic:機器 A2)、DES-7700(Sony:機器 B)、RD-XS43(Toshiba:機器 C)の 4 種類とした。選定に当たっては、実験実施時に広く入手可能であり、かつ、動作モデルの異なることを基準とした。

実験装置の配置を図 2 に示す。被験者とテレビ画面との距離 (180cm) は通常家庭でテレビを見る自然な距離として決定した。また、被験者への問題提示、及び機器操作を行うため、実験者は被験者の後方にて待機した。

図 3 に実験に用いたリモコンの一部を示す。特に操作方法が異なる、機能選択のためにカーソルを上下左右に移動させ決定する部分を抽出した。機能選択と決定ボタンは使用頻度が高く、これらのボタンのデザインと、その周辺のボタン配置は各機器の設計思想や動作モデルと関連している。また、図 3 に操作の一例として HDD の録画コンテンツを一覧表示するボタンを丸で囲んで示す。機器 A1 では「再生ナビ」、機器 A2 では「プログラムナビ」、機器 B では「ホーム」、機器 C では、「見るナビ」となっており、機器ごとにボタン名や位置、デザインが異なっている。他にも TV 電源や DVD 電源の ON/OFF、再生するメディア (HDD か DVD か) の切替え方法などに大きな違いが見られた。

##### (3) 実施方法

実験は 3 つのステップで行った。15 人の被験者を 3 人ずつの 5 つの学習グループに分け、うち 4 グループは事前の操作経験を得るため上記の 4 機器のうちのひとつの機器の操作方法を学習した。また、1 グループは機器の操作経験を有しない初心者として想定するため学習を行わなかった。学習なしのグループはステップ 3 のみを行っている。実験は一人ずつ順番に行い、被験者 1 人に対する実験時間は 60 分であった。

##### ステップ 1: 学習 (20 分)

学習グループごとに指定された DVD レコーダの解答付き問題用紙を配布した。機器 A1 の学習用の用紙の一部を表 1

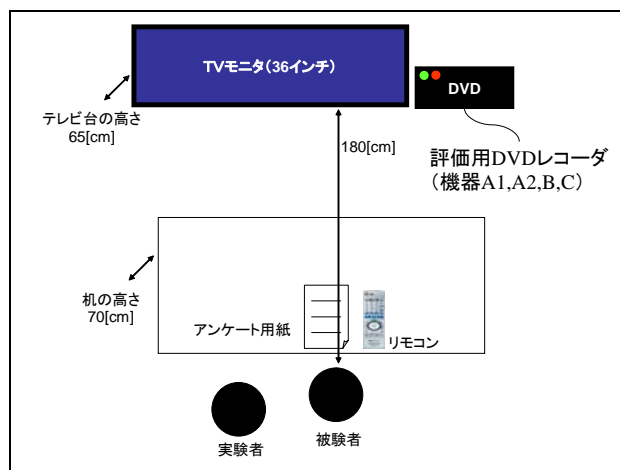


図 2 実験装置の配置図

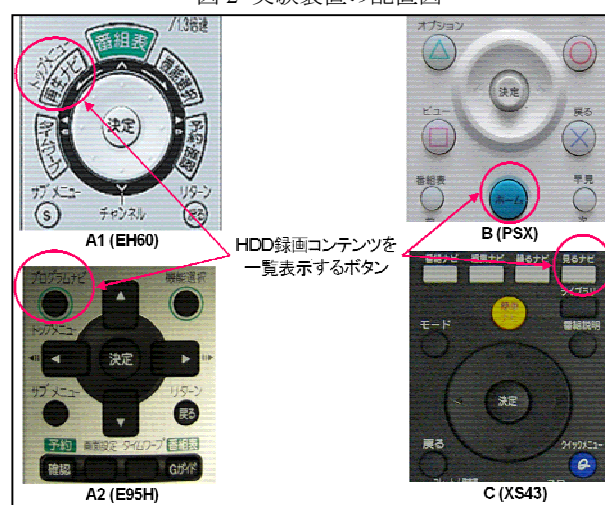


図 3 リモコンインターフェースの違い

に示す。表 1 に示すように、問題は連続した操作を想定して作成した。問題は全部で 20 問用意し、全機器に共通した 20 個の機能と対応付けている。学習は正解操作付き問題用紙をユーザに渡し、実際にリモコン操作を行いながら行った。正解操作欄にはリモコンのボタンの操作手順を記載している。なお、Q5 のように複数の操作手順を要する場合には『⇒』と表記している (「HDD」ボタンを押した後に「再生」ボタンを押す)。このステップ 1 により、実験的に図 1 の (1) に示す乗換え前の操作モデルの獲得を想定した。

##### ステップ 2: 確認テスト (10 分)

ステップ 1 で学習した操作方法の確認テストを行った。間違えた操作は再度学習を行った。全問正解になったことを確認した後、ステップ 3 に進んだ。ステップ 2 により、実験的に図 1 の (1) に示す乗換え前の操作モデルの獲得とした。

##### ステップ 3: 操作テスト (30 分)

操作テストは学習時に用いた機器以外の 3 つの評価用機器 (学習なしグループに対しては 4 つの機器) に対して、ステップ 2 と同一の問題に対する操作をリモコン操作面が印刷された紙面に記入させた。紙面への回答により、機器の実際の動作によるフィードバックをなくし、未使用の 3 つの機器に対する操作テストに対する学習効果が現れないようにした。ステップ 3 により、実験的に図 1 の (2) に示す乗換え後の操作結果を取得した。

なお、結果の集計時には 3 名ずつ割り当てた各グループの被験者のうち、機器 C の被験者 1 名は信頼性の欠けるデータとして、実験の解析対象から除外した。(日本語がわからない被験者で、リモコンボタンの文字が十分理解されなかったため)。

表 1 問題用紙の一例(学習機器:機器 A1)

	問題	正解操作
Q5	DVD-ROM 再生	DVD⇒再生
Q6	再生を停止	停止
Q7	6ch を表示	HDD⇒6
Q8	6ch を HDD に録画	録画
Q9	録画を停止	停止
Q10	HDD の録画番組一覧表示	再生ナビ

### 3.3 実験結果と事前使用機器の影響の確認

#### (1) 学習グループ別の正解率(評価対象:機器 A1)

まず、特定の評価対象機器に対する各グループの操作正解率を比較した。評価対象機器は機器 A1 とした。正解率は多くの問題で類似していたが、4 つの学習グループの操作テスト結果の内、グループ間の操作正解率の差が 0.5 以上見られた問題に対する正解率と全問題の平均を表 2 に示す。平均の正解率を見ると機器 A2 学習グループが他よりも高くなり、他学習グループ間の正解率の差は小さい。しかし、Q7,Q10,Q20 に関しては、学習グループによって正解率に偏りが見られた。この正解率の偏りは、評価対象が機器 A2、機器 B、機器 C の操作結果についても同様の傾向として見られた。

表 2 学習グループ別の評価機器 A1 の正解率

	学習なし	機器 A2 を学習	機器 B を学習	機器 C を学習
Q7	0.0	1.0	0.0	0.0
Q10	0.7	1.0	0.0	0.0
Q20	0.0	1.0	0.0	0.7
全問題の平均	0.78	0.98	0.83	0.80

#### (2) 各学習グループの相互正解率遷移図

次に各学習グループの各評価機器に対する相互の操作正解率の遷移図を図 4 に示す。図 4 は、各学習グループから評価機器へ矢印を結び、表 4 の全問題の平均正解率を付記した。例えば機器 A1→0.77→機器 B は、機器 A1 の操作を学習したグループが機器 B を操作した時の 3 名の被験者の 20 問の平均正解率が 0.77 であった、という意味である。

学習なしグループの各機器に対する正解率は 0.73~0.78 で大きな差は見られず、各社のインタフェースがわかりやすく設計され、全体的な正解率も 0.7 以上となっている。一方、特定機器の学習経験を持つグループでは正解率にばらつきが見られた。特に、機器 C→機器 B の正解率(0.65)が学習なし→機器 B の正解率(0.77)を下回っている。この結果は事前の学習が乗換え後の機器操作に悪影響を与えている例である。逆に、機器 A1→機器 A2 の正解率(0.98)は、学習なし→機器 A2 の正解率(0.73)より高い。機器 A1 と機器 A2 は類似したインタフェースを持ったため、操作モデルも類似していて乗換え後の機器操作に好影響を与えていると言える。

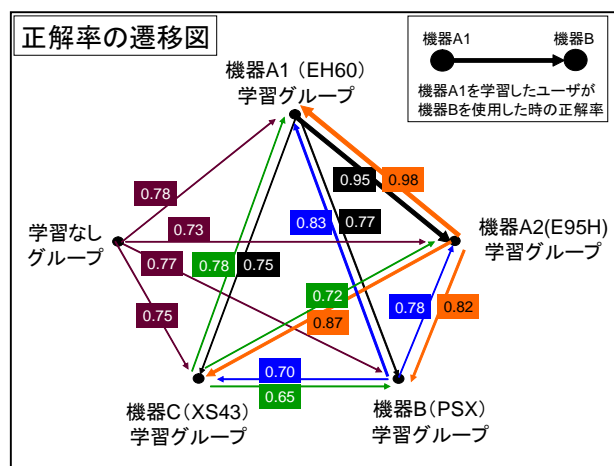


図 4 学習グループ別の正解率遷移図

### 3.4 誤操作要因の分析

図 1 で示したように、乗換え後に同じ機能に対して操作が異なる要因には、乗換え前の操作モデル(操作手順)が異なる場合と、操作インタフェースが異なる場合とが考えられる。そこで、特徴的な誤操作事例をいくつか抽出し、要因抽出と分析を行った。

表 3 に評価機器 A1 の操作テストにおける誤操作例を示す。テレビの 6ch を表示させる Q7 において、正解操作が「HDD」ボタンを押してテレビを表示させるモードに切替えた後に、「6」ボタンを押す手順であるのに対し、誤操作した機器 B、機器 C 学習グループでは「6」ボタンを最初に選択している。これは、機器乗換え前後の操作手順の違いにより生じた誤操作と言える(機器 B、C では「6」ボタンを最初に押す操作手順が正解)。同様に Q20 も Q7 と同様に機器乗換え前後の操作手順の違いから生じた誤操作である。一方、Q10 は図 3 に示すように、同一の機能に対するリモコンボタンの名前、位置が異なる。また、機器 A2 を学習したグループは、操作手順、リモコンボタンの名前、位置が評価機器 A1 と同じため正解操作であった。以上のよう誤操作の傾向は他の評価機器に対しても同様であった。

表 3 評価機器 A1 に対する誤操作例

	正解	学習なし	機器A2 を学習	機器B を学習	機器C を学習
Q7	HDD⇒6	6	-	6	6
Q10	再生ナビ	番組表	-	HDD	番組表
Q20	決定	録画モード 予約確認	-	録画 予約確認	録画モード

以上の事例から、誤操作が生じる要因を、「ボタン位置」「ボタン名」「操作手順」の 3 項目に分類し、この分類項目と誤操作した問題、正解した問題とを対比した。学習グループ間のいずれか正解率が 0.5 より小さくなった問題を誤操作した問題とし、それ以外の問題は正解問題とし、誤操作問題に対する対比表を表 4 に、正解問題に対する対比表を表 5 に示す。表では項目に相違点がある場合は「●」、相違点が無い場合は「-」を付している。また、ボタン位置はリモコンを上部、中央部、下部と三分したエリアと定義している。ボタン名は一部一致する場合(例えば「再生ナビ」と「見るナビ」)は相違点なしとしている。

表 4 と表 5 を比較すると、学習機器と評価機器で操作手順とボタン名が異なる問題に誤操作が生じている。逆に、ボタン位置が離れていても、類似したボタン名であれば誤操作は生じて

いない。これより、機器乗換え前後にリモコンボタンの位置だけは異なっても正解操作が推測できる一方、操作手順が異なる場合や、リモコンのボタン名が異なる場合には、乗換え前の操作経験によって異なる誤操作が生じることがわかった。

表4 誤操作問題における学習機器との相違点

	ボタン位置	ボタン名	操作手順
Q2	●	●	●
Q3	-	-	●
Q5	-	-	●
Q7	-	-	●
Q8	-	-	●
Q10	●	●	-
Q13	●	●	-
Q16	●	●	-
Q18	●	●	●
Q20	-	-	●

表5 正解問題における学習機器との相違点

	ボタン位置	ボタン名	操作手順
Q1	-	-	-
Q4	●	-	-
Q6	-	-	-
Q9	●	-	-
Q11	-	-	-
Q12	-	-	-
Q14	-	-	-
Q15	-	-	-
Q17	-	-	-
Q19	●	-	-

#### 4. 考察

ここでは実験実施上の課題、実験結果の操作支援への応用、従来技術との関連について順に述べる。

今回の実験では GUI 画面に対する操作を対象としなかった。GUI 操作では複数の画面に跨って操作する必要があり、被験者は複数ステップにわたる操作手順を想起する必要がある。今回の実験では操作に対する最初のボタンのみで評価しており、GUI の操作に対応するためには複数ステップの操作手順と機器側とのインタラクションを考慮できる操作モデルの拡張が必要である。

次に、実験結果から得られた知見の操作支援への応用について述べる。表1の問題の内、操作手順が異なるために誤操作した問題には、入力切替や記録媒体切替操作が多く見られた(例えば Q5,7,8 など)。HDD 搭載型 DVD レコーダの場合にはテレビと DVD からの映像との入力映像の切替、HDD と DVD の記録媒体の切替が存在し、これらを切替える操作体系が機器ごとに異なることが誤操作の共通要因である可能性がある。そのため、機器乗換え時の操作支援には、機器特有の操作対象の切替概念を教示して適切な操作モデル獲得を支援することが、誤操作の防止につながると考える。

また、機器がユーザの操作モデルを適切に推定できれば、それぞれの操作モデルに応じた支援が可能になる。操作モデルの推定方法としては、簡単には直接使用経験のある機器を入力してもらう方法が考えられるが、ユーザの負担が大きく現実的ではない。もしも、表3に示す操作モデル別の誤操作事例のデ

ータベースを予め実験等から用意すると、ユーザの誤操作した機能とその操作内容から操作モデルを推定できる可能性がある。例えば、表3のQ10「録画一覧を表示する」という機能に対して、HDD ボタンを押下して間違えた場合には、ユーザは機器Bの操作モデルを持つと推定できる。さらに、乗換え前の操作モデルが推定できれば、例えばQ20「番組表から録画予約」を初めて行う際に「録画や予約録画ではなく決定ボタンで録画予約が行えます」とヘルプ提示することで、誤操作を未然に防止できる。

次に従来研究との関連について述べる。本研究の操作モデルは広義にはメンタルモデルと呼ばれている[ノーマン 90]。一方で、本村[本村 07]はユーザの行動を推定するためのモデルをユーザモデルと定義し、複数ユーザの行動事例を元にベイズ推定を用いて行動予測を行っている。この方法では、多くのユーザが誤操作しそうな操作に対して支援が行える。しかし、機器乗換え時の操作は表3に示すように、事前の操作経験によってばらつくため、個人ごとに事前に持つ操作モデルを考慮することで、不要なヘルプの防止や、間違え方の違いに応じた操作ヘルプの提示など、細やかな支援を行える可能性がある。

#### 5. おわりに

本研究では、機器乗換え時に事前使用機器が機器の誤操作に与える影響に着目し、実験と分析を行った。

実験結果から、同一の評価機器に対して、事前に持つ操作モデルによってユーザの操作が異なる傾向を確認した。また、一部の機能では、操作経験によって誤操作の内容自体も異なることを発見した。これにより、操作モデルの修正の可能性や事前に持つ操作モデルの推定の必要性を示した。

また、誤操作の要因を分析した結果、誤操作には乗換え前に持つ操作モデルに起因するものと、機器のインタフェースの違いに起因するものに分類できることがわかった。また、入力機器や記録媒体を切替える基本的な操作概念の有無が誤操作の共通要因になるため、これらの概念教示による操作モデルの修正が機器の操作性向上に有効である可能性を示した。

なお、今回の実験では被験者数が少なく、実験結果の統計的有意差検定ができていない。この点については、今後被験者数を増やした実験結果を報告する予定である。また、誤操作要因の分析を詳細に行い、異なる操作モデルを持つユーザに対する誤操作防止のための教示方法についても、今後報告する予定である。

#### 参考文献

- [伊藤 00] 伊藤英一: 計算機インタフェースのユニバーサルデザイン, ヒューマンインタフェース研究会報告 2000-HI-90, pp.25-31 (2000)
- [伊藤 07] 伊藤育世: 操作モデルの簡潔なインターフェイスの提案, 日本認知科学会第 24 回大会論文集, pp.332-333 (2007)
- [海保 02] 海保博之: くだばれ、マニュアル!, 新曜社 (2002)
- [本村 07] 本村 陽一, 西田 佳史: ページアンネットワークによるヒューマンモデリング, 人工知能学会誌, Vol. 22, No. 3, pp. 320-327 (2007)
- [ノーマン 90] D. A. ノーマン: 認知科学者のデザイン原論, 新曜社 (1990)
- [山中 03] 山中裕也: 複数機種のカバーナビゲーション操作に適応するメンタルモデル構築過程, 電子情報通信学会技術研究報告 HCS(ヒューマンコミュニケーション基礎), Vol. 103, No. 586, pp.43-47 (2003)