

1. 研究の背景と目的

近年、機械の多機能化に伴いタッチパネルの重要性が高まり銀行など金融機関のATM、自動販売機のような不特定多数のユーザが扱う公共性の高い機器をはじめ、携帯電話、携帯ゲーム機、コピー機、カーナビなど、デジタル情報機器を中心に多方面で使用されている。タッチパネルを用いる利点として、機器全体の小型化や直感的な操作が可能となるという点がある。一方、タッチパネルは押しボタンと比べクリック感がないので、操作の確実性や快適性に問題があると考えられる。しかし、これらが具体的にどの程度ユーザに影響を与えるかは未だ十分に研究されていない。本研究では、タッチパネルとボタンのインターフェースの機能を比較することで、ユーザへの影響の程度を計り、タッチパネルのインターフェースの可能性を探ることを目的とした。

2. 実験計画

2-1. 実験概要 3種類の電卓A(一般的に使われている凸型押しボタン式のもの¹⁾)、電卓B(iPad mini上に電卓Aを模したボタンを表示させたタッチパネル式のもの)、電卓C(iPad mini上に電卓Bと異なり、音と色のフィードバックがあり、ボタンが大きく色と配置が異なるタッチパネル式のもの)(図1)を用いた。被験者(大学生の男女10名)に計算を行わせ、その様子をビデオ撮影した。撮影した画面を図2に示す。尚電卓BのインターフェースはPC上でProcessingを用いて制作し、Splashtopを用いてPCの画面をコンピュータネットワークを通じてiPad miniで遠隔操作させた。また、電卓CはiPad用計算アプリのCalculator Xを使用した。

2-2. 実験の流れ 被験者に各電卓を用いて三桁の四則演算を行わせ、ビデオ撮影によるデータから打鍵時間(図3)、誤入力数を測定し、手の動きを観察した。電卓により計算し、答えが出たらクリアキーを押し、次の問題に取りかかるよう指示した。問題数は、珠算・電卓実務検定試験²⁾4級~6級(乗算・除算)と同じ30問とした。計算の数値(100~999)と四則はExcelを用いて無作為に抽出した。

2-3. 心的負担の評価 被験者の心的負担を測定する評価方法として、NASA-TLX³⁾(NASA Task Load Index)を用いた。被験者には、各電卓での計算終了後に表1に示す6つの評価項目(精神的要求、身体的要求、時間的圧迫感、作業達成度、努力、不満)

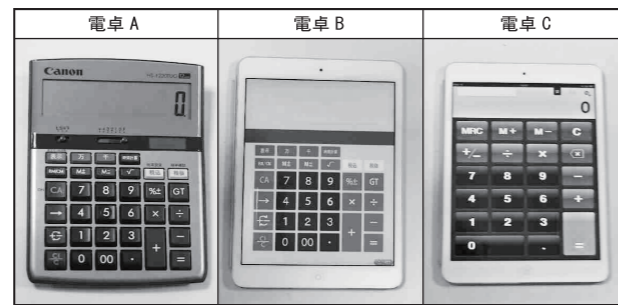


図1. 3種類の電卓



図2. ビデオ撮影の画面の様子

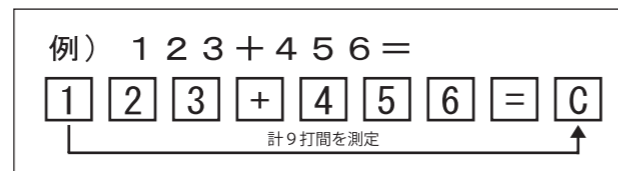


図3. 打鍵時間の詳細

表1. NASA-TLXの評価項目と説明内容

評価項目	項目の説明
精神的要求 (小さい-大きい)	課題を実行中に、数字を記憶する、考えるなどどれくらいの知覚的活動が必要だったと感じたか
身体的要求 (小さい-大きい)	課題を実行中に、指や顔を動かすなどどれくらいの身体的活動が必要だったと感じたか
時間的圧迫感 (小さい-大きい)	課題を実行するにあたって、課題の頻度または速度から感じた時間的圧力はどの程度だったと思うか
作業達成度 (良い-悪い)	課題目標について、どの程度成功したと思うか
努力 (少ない-多い)	与えられた課題の維持・達成にどの程度がんどったと思うか
不満 (低い-高い)	作業中に、いらいら、不安、落胆、ストレス、悩みなどをどの程度感じたか

について、0~100まで10刻みの11段階で主観評価を行わせた。また、この主観評価の他に、尺度間の負担要因としての重要度を一対比較により評価した。一対比較により得られた重みによる6つの評価尺度の加重平均である総合値をWWL(Weighted Workload)と呼び、総合値が大きくなるほど心的負担度が大きいことを表している。総合値の算出には簡易手法であるAWWL(Adaptive WWL)を用いた。AWWLは評価値が小さい順番に1から6の重

み付けを行った平均で求めることができる。

3. 結果・考察

3-1. 計測結果 各電卓における打鍵時間の平均を図4、誤入力の要因ごとの誤入力数の平均を図5に示す。各平均値に対して多重比較検定⁴⁾を行った。打鍵時間において、電卓AとBを比較すると電卓Aの方が短く有意差も認められた。これは、電卓Aにはボタンを押し込んだ感覚や音のフィードバックがあるが、電卓Bにはフィードバックがないため、入力されたかどうかを判断するのに時間が掛かり、次の動作に移行するのが遅れてしまうからだと考えられる。同様に、電卓Bと電卓Cを比較すると電卓Cの方が短く有意差も認められた。これは、自由記述に「電卓Cはイコールボタンとクリアボタンに誘目性のある色がついていることで、数字を入力した後の指の動きに無駄がなく感じられた」とあるように、入力が速くなったためであると考えられる。また、「音がすばやく鳴るので反応が早く感じる」とあり、色や音によるフィードバックがあることも要因であると考えられる。誤入力数において、押しても反応がないという点で、電卓Bと電卓A、電卓C間で有意差が認められた。これは、撮影データにより、電卓Bがコンピュータネットワークを介して操作しているためタイムラグが発生してしまったのが要因であると考えられる。

3-2. 心的負担の評価 各電卓における被験者の各評価項目の評価値の平均を図6、AWWLの平均を図7に示す。各平均値に対して多重比較検定を行った。身体的要求について、電卓Bと電卓Cを比較すると電卓Bの方が評価値が高く、有意差も認められた。これは、自由記述に「電卓Bにフィードバックがないためボタンを強く押しすぎてしまい手に負荷がかかったから」とあるようにフィードバックの有無により生じた差によるものだと考えられる。不満については、電卓Bの評価値が高く、電卓Bと電卓A、電卓C間に有意差も認められた。これは、自由記述に「電卓Aは押し心地が良く、音もあるのでさほどストレスなく作業できた」という記述があったことから、電卓Aと電卓B間では、ボタンを押ししたときの感覚の違いが、電卓Bと電卓C間では、ボタンを押ししたときの音の有無が要因であると考えられる。また、電卓Aと電卓Cでは有意差は見られなかったが、自由記述に「電卓Cにおいてボタンを押ししたときのボタンの色の変化により入力された数字を確認する行為が少なかった」とあり、電卓

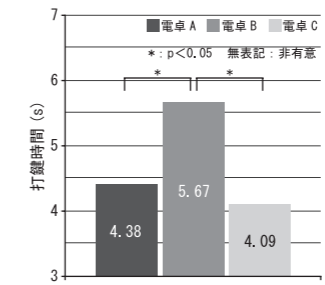


図4. 打鍵時間の平均の比較

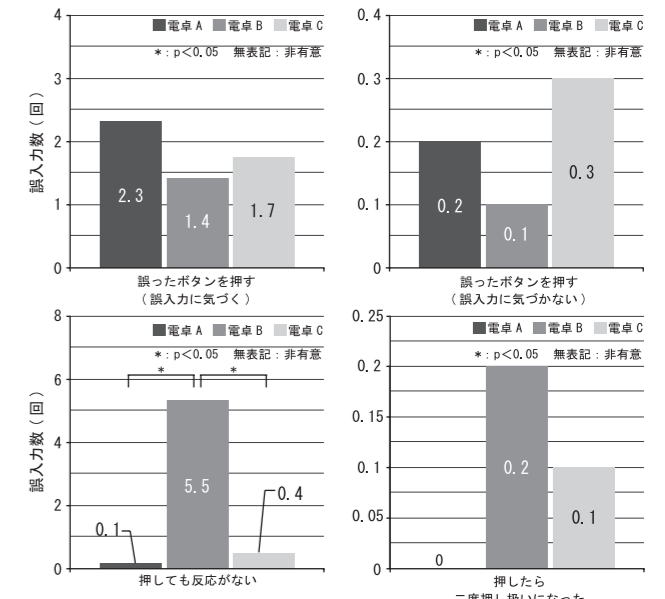


図5. 誤入力数の平均の比較

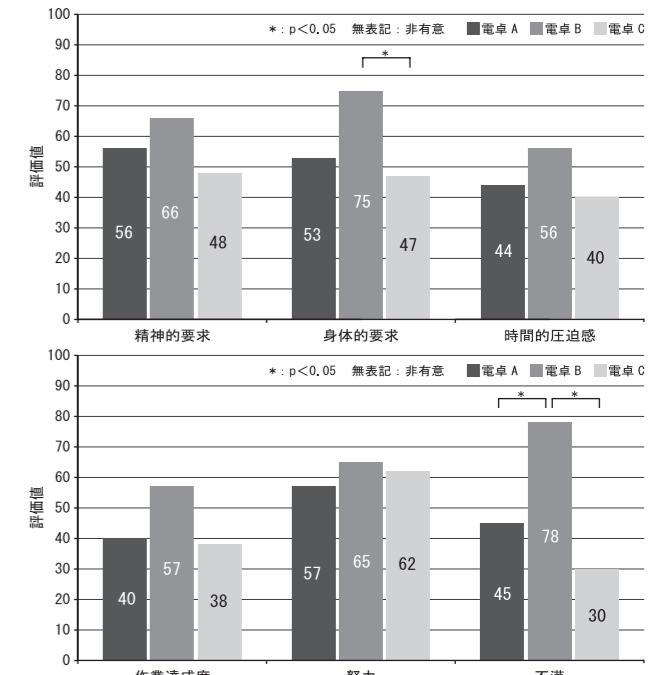


図6. 各評価項目の平均の比較

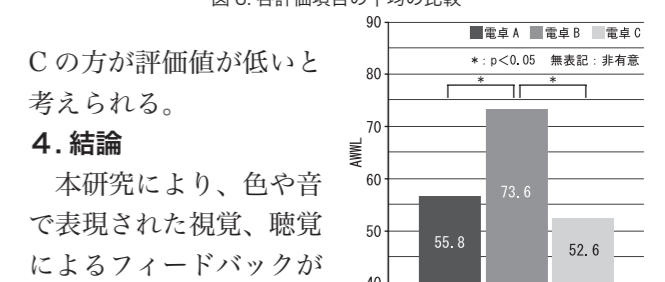


図7. AWWLの平均の比較

Cの方が評価値が低いと考えられる。

4. 結論

本研究により、色や音で表現された視覚、聴覚によるフィードバックが備わっているタッチパネルのインターフェースは、主に触覚や聴覚による凸型押しボタンのインターフェースの代わりに十分なるという可能性が示された。

【注釈及び参考文献】

- 1) Amazon.co.jp で一番売れている電卓(2013)
- 2) 公益財団法人全国商業高等学校協会が主催する検定
- 3) 芳賀繁：メンタルワークロードの理論と測定，日本出版サービス，2001
- 4) 内田治，石野祐三子，平野綾子：JMPによる医療系データ分析，東京図書株式会社，2012