

ペンタブレット入力システムの操作性評価 —パフォーマンス評価と感性評価による分析—

Human Performance in Using a Pen-Tablet System —Analysis of Performance Evaluation and Kansei Evaluation—

阿曾沼 樹 西 濱 美代子

Miki ASONUMA
福岡教育大学家政教育講座

Miyoko NISHIHAMA
鹿児島県立鹿屋農業高等学校

(平成21年9月30日受理)

本研究では、ペンタブレットタイプと液晶ペンタブレットタイプの2種類のペンタブレット入力システムの操作性についての比較をパフォーマンス評価と感性評価から分析を行った。結果、液晶ペンタブレットタイプは普段文字入力に用いているキーボード入力に比べ、入力時間を1.6倍要したが、操作性に関する印象は高く、役割が十分期待できることが明らかになった。また、高齢者にとっても使いやすい文字入力装置である可能性が示唆された。

キーワード：ペンタブレット, 文字入力, ユニバーサルデザイン, 感性評価

1. はじめに

現在、パソコンの文字入力装置として最も一般的なのはキーボードである。しかし、100個余りの入力ボタンがあり、また、文字の配列が不規則なキーボードの入力に慣れるには長時間の練習が必要であることから、パソコン初心者にとってはかなりの負担となっている。特に高齢者は、その問題が若者よりも大きい。高齢者にとっての情報機器の使いやすさの研究によると、高齢者が機器の使用が困難であると感じる要因として、認知的機能低下・物理的要因・精神的要因が挙げられている¹⁻²⁾。よって、これらの負担を少なくすることで、高齢者の情報機器の利用率は上がり、社会参加の機会も多くなることが期待できる。また、高齢者にとって使いやすい機器は、ユニバーサルデザインとしても有効であり、誰もがより使いやすい機器となりえる。

そこで、キーボードの入力操作が苦手である人でも使いやすい文字入力インタフェースとして、ペンタブレット入力システムが注目されている。

ペンタブレットとは、マウスやキーボードの代わりに、専用ペンを使ってカーソルを操作したり、手書きで文字入力を行ったりするものである。近年では、携帯型ゲームや電子手帳等、キーボードの配置が物理的に難しい携帯機器に本システムが搭載され利用されているが、今後は、パソコンにも普及していくものと推測される。ペンタブレット入力システムは、専用の電子ペンと筆記面を利用するペンタブレットタイプと、専用の電子ペンと液晶筆記面を利用する液晶ペンタブレットタイプが代表的である。これらのペンタブレット入力システムは、紙にペンで書くように容易に文字や図をパソコンに入力できることから、学習支援システムや高齢者のコミュニケーションツールとしての研究が行われている³⁻⁴⁾。しかし、評価対象をどちらかのペンタブレット入力システムに固定し評価した研究例が多く、双方の操作性について比較しているものはない⁵⁻⁷⁾。

そこで本研究では、ペンタブレットタイプと液晶ペンタブレットタイプの操作性について、パフォー

マンス評価と感性評価から比較を行うことを目的とした。

2. ペン入力システムの操作性評価実験

パソコンの文字入力装置として最も一般的な装置はキーボードである。しかし、キーボードによる文字入力は、パソコン操作の初心者や高齢者にとっては大きな負担である。そこで、キーボードの代替として注目されているペンタブレット入力システムのペンタブレットタイプと液晶ペンタブレットタイプの操作性の比較を目的とし、文字認識の正誤率、時間計測等によるパフォーマンス評価を行った。

2.1 実験装置

本実験で評価したペンタブレット入力システムの機器は、ペンタブレットタイプがインテュオス 3 PTZ-631W (wacom 社製, 図1の左側), 液晶ペンタブレットタイプはDTI-520 (wacom社製, 図1の右側)である。両タブレットと接続したノートパソコンは Pavilion DV6000 (ヒューレット・パッカー社製) 15.4 インチワイドと FMV-BIBLO NF50U (富士通社製) 15.4 インチワイドであり、各ノートパソコンに搭載いる OS は Windows Vista® Home Premium である。入力された手書き文字の認識は、Windows Vista® Home Premium の「Tablet とタッチテクノロジー」で行っており、タブレット本体の機能や付属するソフトウェアでは行っていない。

実験中の被験者の文字入力動作を、2 台のビデオカメラにて同時に撮影した。まず 1 台は、被験者の文字入力動作の全体像が把握できる位置から撮影した。もう 1 台は、文字入力時のペン先の移動動作を確認するために、ペンタブレットタイプはノートパソコンの液晶画面、液晶ペンタブレットタイプは液晶入力画面のそれぞれの入力ボックスをズーム撮影した。実験に用いたビデオカメラの撮影フレーム数は 30 [フレーム/s] である。

被験者は、標準的な高さの椅子 (高さ 0.45 m) に座り、標準的な高さの机 (高さ 0.70 m) の上で



図1 ペンタブレットと液晶ペンタブレット

機器を操作した。また、ペンタブレット・液晶ペンタブレット・ノートパソコンはそれぞれ体の正面で操作した。

2.2 実験方法と実験条件

実験を行う入力方法は、以下の 4 種類である。

入力 1 : キーボード

入力 2 : 手書き (A4 用紙, 23 mm 角のマス目)

入力 3 : 液晶ペンタブレット

入力 4 : ペンタブレット

4 つの入力方法を評価するそれぞれの目的は、入力 1 は最も利用されているパソコンの文字入力装置 (キーボード) の操作性の基準を得て、ペンタブレット入力システムと操作性の比較を行うため、入力 2 は日常行っている紙とペンによる手書きの速さの基準を得て、手書きを利用するペンタブレット入力システムとの差を確認するため、入力 3 と入力 4 はキーボードの代替装置として期待されている 2 種類のペンタブレット入力システムの操作性を評価するためである。これら 4 つの入力方法を評価・比較することでペンタブレット入力システムの操作性を評価した。なお、入力方法 2 ~ 4 に用いたペンの各サイズは、手書き用ペン (長さ 142 mm, 直径 8 mm, 重さ 21 g), 液晶ペンタブレット専用電子ペン (長さ 148 mm, 直径 7 mm, 重さ 10 g), ペンタブレット専用電子ペン (長さ 175 mm, 直径 10 mm, 重さ 17 g) と、ペンによって長さや重さが異なるが、入力する際の身体的な負担の差はないという内観報告を事前調査にて得た。

液晶ペンタブレットとペンタブレットの操作に慣れさせるため、簡単な操作方法を説明した後、両装置をそれぞれ 5 分程度使用させ、実験をおこなった。表 1 に入力させた 3 種類の文章と文章を構成する「かな」、「漢字」、「句読点」の構成比率を示す。4 種類の入力方法について、3 種類の入力文章をランダムに計 12 回入力させた。

被験者は、福岡教育大学の学生 11 名 (男性 3 名, 女性 8 名), 年齢は 21 ~ 24 歳 (平均年齢 22.0 歳) である。通常読み書きができる視力と手の運動能力を有する者を対象とした。なお、実験当時、被験者全員がパソコンを所有していたが、文字入力でブラインドタッチができるほどのパソコン操作の習熟者はいない。入力方法は、11 名全員ともにローマ字入力である。また、若者との比較対象者として高齢者 1 名 (66 歳女性) についても、同様の実験を行った。この被験者のパソコン操作経験は、50 歳台後半に仕事で数年間、

主に会計の数値入力をしてきた経験がある程度であり、現在はパソコンを所有しておらず、また、日常のパソコン利用もない。入力方法は、大学生とは異なり、カナ入力である。

表1 入力文と構成比率

入力文	漢字 [%]	かな [%]	句読点 [%]
その日はとても 天気のよい日でした。 おおかみは赤ずきんに 話しかけました。	17	77	6
新春のお喜びを 申し上げます。 本年もどうぞよろしく お願い申し上げます。	29	65	6
今秋以降、世界的な 景気後退が急速に進み 企業は厳しい状況に 追い込まれている。	54	41	5

2.3 分析方法

実験で得られたデータからペン入力の文字認識率と時間計測によるパフォーマンス評価を行った。各入力におけるタイピングや手書きに要した時間は、ストップウォッチで計測した。文字認識の正誤率を計測するために、ペンタブレット・液晶ペンタブレットは訂正の作業を行わず、その正誤率から誤認識率を導いた。

液晶ペンタブレットとペンタブレットの操作には、その機能上、画面のデスクトップ上に表示されるタブレット機能専用の手書き入力 Window 内にある Enter キーの位置から、先頭の入力ボックスで入力し始めるまでの時間に差が出てくると考えられる。そのため、手書き入力 Window の Enter キーを押す改行動作の終了後から、先頭の入力ボックスで再び手書き入力し始めるまでの動作をビデオカメラにて撮影し、コマ送りのフレーム数から (30 フレーム/秒) 移動動作に要した時間を抽出した。

2.4 実験結果

図2に全被験者の結果を平均した文字入力時間と標準偏差を示す。平均文字入力時間はキーボードによる入力が最も速く、手書きよりも9%速く入力できる。液晶ペンタブレットタイプは手書きに対して1.6倍の入力時間となった。初めて利用するため、正しく、丁寧に文字を書く被験者が多

く見られた。よって、使用経験によっては、入力時間が短くなる可能性がある。

一方、ペンタブレットは手書きの2.4倍の入力時間を要した。また、誤入力も多く、文字入力装置としてはあまり有効ではないと考える。ペンタブレットタイプの入力時間が液晶ペンタブレットタイプより長くなった原因としては、文字入力を行う筆記面と表示面(ノートPCの画面)が一致していないため、視覚と体性感覚の統合が難しいためと考えられる。

図3に、入力位置の決定に要する平均時間と標準偏差を示す。液晶ペンタブレットが1.84[s]で入力位置を決定できるのに対し、ペンタブレットは3.44[s]を要した。ペンタブレットで入力位置を決定する場合には、筆記面が表示面(ノートパソコンの液晶画面)と一致していないため入力ボックス先頭の書き始め位置を決定するのに時間がかかることが明らかになった。さらに、ペンの動きを示すカーソルが小さく視覚的にも負担である。入力位置の決定は入力時間に関わり、ましては使用者の負担感にも関わる。先頭入力ボックスの位置の把握に戸惑った場合、文字入力にかなりの負担感を感じるという内観報告を得た。今回は、Enter キー確定から入力ボックス先頭の書き始め時間、つまり、行間のペン移動の時間を計測した

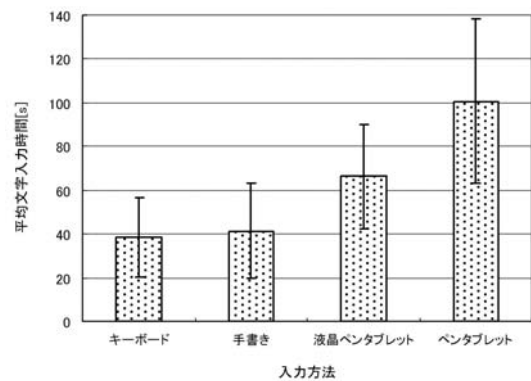


図2 平均文字入力時間

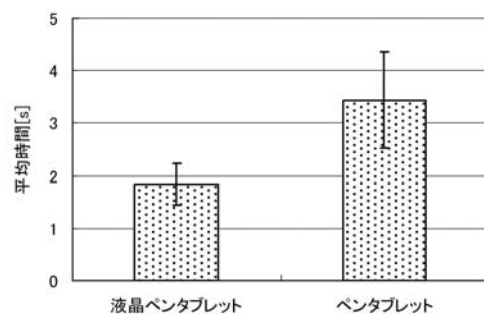


図3 入力位置決定に要する平均時間

が、文字間のペン移動の際に生じる時間にも両タイプの間には差が生じると推測される。

2.5 学生と高齢者の入力時間の比較

図4に、高齢者と大学生の文字入力に要した時間の割合を示す。入力に最も時間がかかるペンタブレットタイプの入力時間を100%とし、各入力方法の割合を示している。高齢者の特徴は、入力時間が液晶ペンタブレットよりもキーボードの方が長くなる点である。普段ほとんどキーボードによる文字入力を行わない高齢者にとっては、キーボード入力は大変負担であることが分かる。それに比べ、液晶ペンタブレットタイプは手書きと同様にスムーズに入力が可能である。一方、ペンタブレットタイプは、大学生と同様に入力にかなりの時間を要し、負担が大きいことが分かった。文字入力の軌跡が表示される画面（視覚）と文字を入力する筆記面（体性感覚）を一致させることが難しいことに加え、表示画面内のペンの動きを表すカーソルが小さく、高齢者にとっては画面上の筆跡が見にくいことも操作の妨げにもなっていると考えられる。

実験後に実施したアンケートの結果については、液晶ペンタブレットタイプは普段の手書きのような感覚で文字の入力ができるので、使いやすく「自分でも買って使用したい」という意見が聞かれた。以上の結果より、液晶ペンタブレットは、高齢者にとっては、キーボードの代替として有効である可能性が示された。

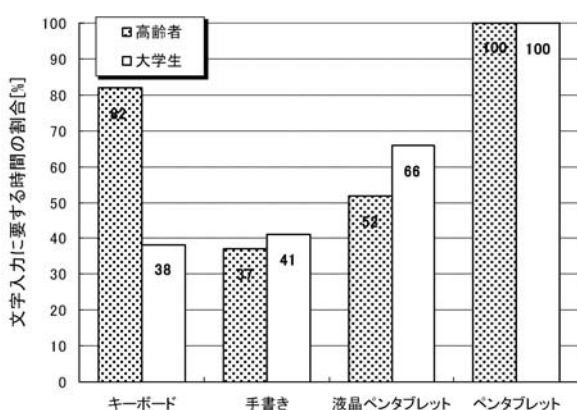


図4 大学生と高齢者の文字入力時間の割合

3. ペンタブレット入力システムの感性評価実験

3.1 実験方法

まず始めに、ペンタブレットタイプと液晶ペンタブレットタイプを使い文章を入力させる。な

お、本実験で使用したペンタブレット・液晶タブレットの機器、および、入力させた文章は2章の実験で使用したものと同じものがある。そして、文章入力後、ペンタブレット入力システムの使用感について24項目のアンケートを行い、その結果をSD法にて解析した。

被験者は、21名（男性5名、女性16名）、年齢は19～34歳（平均22.0歳）である。なお、通常の読み書きができる視力と手の運動能力を有する者を実験の対象とした。

3.2 実験結果と考察

実施したアンケートの24項目について因子分析（主因子法、プロマックス回転）を行い、因子負荷が1つ以上の因子について0.40以上を示す19項目を選出した（表2）。初期の固有値の大きさと減衰状況から判断して、3つの因子が選択された。第1因子は「操作性因子」、第2因子は「視覚性因子」、第3因子は「印象性因子」と解釈した（表3）。

表4、に因子得点の平均値を示す。SD法による印象評価では、ペンタブレットタイプ、液晶ペンタブレットタイプ、キーボードの印象評価に、それぞれ差が生じた。普段から使い慣れているキーボードは全ての因子が正の値となった。液晶ペンタブレットは因子3「印象性」のみが負の値となった。キーボードよりも値が大きくなったのは因子2の「視覚性」である。液晶ペンタブレットタイプはペンで紙に文字を書いているように文字の入力ができる。そのため、文字の筆記面と表示面が異なるペンタブレットタイプはもちろん、文字列がバラバラであるキーボードよりも大きい値になったと考えられる。本実験の被験者は、キーボードは普段から使用している文字入力装置であるのに対して、ペンタブレットタイプと液晶ペンタブレットタイプは、ほぼ初めて使用する入力装置であるため、このような印象の評価結果となっているが、各入力装置の使用経験が長くなれば、操作性の印象評価も変化すると考えられる。ペンタブレットタイプと液晶ペンタブレットタイプの利用回数を増やして印象評価を行い、操作の慣れによりどのように操作性に対する印象の評価が変化していくか、また、使いやすさに影響を与えるかを確認することが、今後の課題として挙げられる。

今回、対象にした大学生は普段からパソコンを使用しており、ブラインドタッチこそできないが、キーボードによる文字入力の操作には慣れている。そのため、普段の手書き感覚で文字入力可能な

液晶ペンタブレットタイプに関しては、使いやすいという印象を持っているが、慣れているキーボードによる文字入力を変えてまで、ペンタブレット入力システムを使いたいとは感じていない。しかし、キーボードによる文字入力が苦手である高齢者1名を対象としたパフォーマンス評価を行ったところ、液晶ペンタブレットタイプについては、比較的操作性が良いことが明らかになった。よって、キーボードによる文字入力が苦手な高齢者等の被験者に対しても、ペンタブレット入力システムの感性評価を引き続き行う必要性がある。

表2 因子負荷量

	因子		
	1	2	3
好き	.909	-.108	-.011
買いたい	.811	-.049	.154
動作が軽い	.718	-.016	-.109
書きやすい	.705	.060	-.060
不十分	.704	-.184	.347
違和感がない	.699	-.063	.280
楽	.634	.249	.162
使いたい	.582	.267	.256
楽しい	.562	.330	-.122
疲れない	.557	.287	-.042
面倒でない	.528	.333	-.015
機能的	.421	.172	.230
単純	.539	.313	-.421
快	.169	.630	.275
見やすい	-.203	.920	.027
分かりやすい	.419	.465	-.183
安心	.076	.596	.411
印象が薄い	.134	.044	-.918
明確	.151	.272	.545
	8.451	5.922	3.275

表3 形容詞と因子の意味づけ

因子	形容詞	回転後の 負荷量 平方和	因子の 解釈
1	好き、買いたい、動作が軽い、書きやすい、不十分、違和感がない、楽、使いたい、楽しい、疲れない、面倒でない、機能的、複雑	5.92	操作性
2	快、見やすい、分かりやすい、安心	5.92	視覚性
3	印象が薄い、明確	3.28	印象性

表4 因子得点の平均値

	操作性	視覚性	印象性
ペンタブレット	-1.04	-0.86	-0.53
液晶ペンタブレット	0.27	0.68	-0.47
キーボード	0.77	0.18	1.01

4. まとめ

本研究では、パソコンの一般的な文字入力装置であるキーボードの代替として注目の集まるペンタブレット入力システムの操作性を明らかにするために、まず、大学生を対象にパフォーマンス評価を行った。その結果、液晶ペンタブレットタイプはキーボードの代替としての役割が十分期待できることが明らかになった。一方、ペンタブレットタイプは操作性が低いことが明らかになった。ペンタブレットタイプと、液晶ペンタブレットタイプとの大きな違いは、視覚と体性感覚を統合させる難易度の差である。液晶ペンタブレットタイプは両者がほぼ一致しているため、負担感が比較的少なく、また、操作性も高い。一方、ペンタブレットタイプは、視覚と体性感覚を一致させることが難しいため、操作時の負担が大きく、キーボードの代替としては有効ではないことが明らかとなった。しかし、キーボード入力を普段から行っている大学生にとってはキーボード入力に変えてまでペンタブレット入力システムを起用したいとは感じていなかった。

そこで、キーボード入力に不慣れである高齢者を対象として実験を行った。その結果、キーボードによる文字入力をかなり負担に感じている高齢者にとっては、液晶ペンタブレットタイプは負担感の小さな文字入力装置であり、入力時間もキーボードよりも短く、比較的受け入れやすい文字入力装置ことが分かった。しかし、大学生と同様に、視覚と体性感覚の統合が難しいペンタブレットタイプは、負担感が大きく、キーボードの代替となる文字入力装置としては有効ではない。

インタフェースの使いやすさは、機器そのものによる要因もちろんであるが、使う人の感性も大きく関わってくる。そこで、アンケート調査による感性評価を行った。感性評価でも、液晶ペンタブレットタイプは「視覚性」が高いため、使いやすい入力装置であることが明らかになった。

本研究の課題としては、キーボードの代替としてペンタブレット入力システムの操作性をより詳細に評価するため、被験者数を増やし、年齢層やパソコン操作の習熟度の違う者を対象とした実験

を引き続き行う必要がある。また、ペンタブレット入力システムは、文字を書き込む先頭入力ボックスの位置を把握できず、大きな負担を感じているということが内観報告により明らかになった。本研究では、Enter キーの確定入力から先頭入力ボックスの書き始めまでの時間、つまり、行間のペン先の移動時間を計測した。そして、液晶タブレットタイプとタブレットタイプの間には移動時間に大きな差があることが明らかになり、これが負担感を増す原因の一つになっていることが明らかになった。これと同様な問題として、文字間の移動時間にも時間差があると推測される。これについても、引き続き検討を行う必要がある。これらの課題を解決し、だれもが使いやすい入力インタフェースのデザイン開発を行っていきたい。

謝辞

本研究にあたり、御協力くださいました被験者の皆様に厚く御礼申し上げます。並びに、実験を行うにあたり、機器類を提供して頂いた九州工業大学大学院生命体工学研究科生体機能専攻生体機能システム講座・和田研究室に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 飯田健夫, 石本明生, 畠山順子: 高齢者のIT利用特性に関するデータベースの構築と類別化, 信学技報, WIT2006-123, pp.103-108, 2007.
- 2) 赤津裕子, 三樹弘之: 高齢者にとっての使いやすさの研究, 沖テクニカルレビュー, 第199号, Vol.71, No.3, pp.54-57, 2004.
- 3) 大木洋介, 富永浩之, 林敏浩, 山崎敏範: ステレオカメラを用いたビデオタブレットの試作と性能評価, 信学技報, WIT2003-59, pp.47-52, 2004.
- 4) 和気早苗: 高齢者向けメールソフトータブレットPCを用いた文字入力実験とメールソフトの設計一, 信学技報, WIT2003-59, pp.52-57, 2004.
- 5) 鈴木哲, 笠松慶子, 矢頭悠介, 二宮理喜: ペン入力システム操作時におけるパフォーマンス評価とその推定に関する考察, 日本生理人類学会誌, Vol. 9, No. 3, pp.9-14, 2004.
- 6) 森田健宏: 幼児のパソコン利用導入期における入力デバイスの操作性についての検討, 日本教育工学会論文誌, 29号, 4巻, pp.627-635, 2006
- 7) 岡田英彦, 秋庭孝行: 小画面端末におけるペ

ン入力ユーザインタフェースのユーザビリティ評価, 京都産業大学論集自然科学系, 36, pp.51-68, 2007.