

原著論文

タブレット端末のソフトウェアキーボードによる文字入力の特徴 —加齢効果および利き手、非利き手による違い—

長谷川 旭¹⁾²⁾, 長谷川 聡²⁾, 宮尾 克¹⁾

¹⁾名古屋大学大学院 ²⁾名古屋文理大学

Characteristics of the Input on Software Keyboard of Tablet Devices: Aging Effects and Differences Between the Dominant and Non-dominant Hands for Input

Akira HASEGAWA¹⁾²⁾, Satoshi HASEGAWA²⁾, Masaru MIYAO¹⁾

¹⁾Nagoya University, ²⁾Nagoya Bunri University

Abstract: This study was conducted to compare the typing performance of subjects inputting alphabet characters using software keyboards on tablet devices and hardware keyboards (n=106, 19-79 average 44.4±20.3 years of age). As the results, input speed decreased and the input error increased in elderly people. Input speed was slower and error rate was higher when using non-dominant hand than using dominant hand or both hands in case of software keyboard.

Keywords: touch-panel, tablet device, virtual keyboard, physical keyboard and human-computer interaction

キーワード: タッチパネル, タブレット端末, バーチャルキーボード, 物理キーボード, ヒューマンコンピュータインタラクション

1. はじめに

Apple社のiPadに代表されるタブレット端末は、直接画面に触れて直感的に操作できるタッチパネル端末である[1,2]。物理的なボタンと違って、タッチパネルには、操作に必要な入力ボタンのみを適宜表示させることができるなどメリットが多い。しかし、タッチパネルでは物理的なボタンのような押下感がなくフィードバックが得られにくいなど、タッチパネルは物理的なボタンとは特性が異なる[2-5]。タッチパネル端末は、押し下げるという操作しかできない従来の物理的なボタンとは異なり、フリック入力といったジェスチャー入力も可能である。近年、タッチパネル端末の特性に適した新たなヒューマン・コンピュータインタラクションスキームの必要性が指摘[6]されている。今後普及が予想されるソフトウェアキーによる文字入力の作業が人間に与える影響を知ることは安全なVDT作業のために必要である。また、タッチパネルに適した入力方式を提案するために、タッチパネル端末の操作性を評価して特性を明らかにする必要がある。

タッチパネルによる入力の特性としては、Murataら[4]がタッ

チパネルにおけるポインティング操作は、マウスによるポインティング操作と比較して、高齢者でも入力操作しやすいと指摘している。また高橋ら[7]はタッチパネル操作について、非利き手と利き手での入力を、若年層と高齢層にわけて比較し、若年層では、利き手での利用が非利き手での利用と比較して有意にエラー率は低いが、高齢層では有意な差ではなかったことから、若年層に比べて疾病や怪我などで非利き手を利用する機会が増えると想定される高齢層においては、タッチパネルは扱いやすいインターフェースであると指摘している。これらの先行研究は、ATM や券売機のような据え置き型のタッチパネル端末を人差し指でポインティング操作する事を想定したものである。

iPadのようなタブレット端末では、単純なポインティング操作だけでなく、実物のキーボード(以下、ハードウェアキーボード)付きのPCのように、画面に表示されたQWERTY配列のキーボード(以下、ソフトウェアキーボード)を使った文字入力を利用できるのが一般的である。ポインティング操作とソフトウェアキーボードでの文字入力操作では、入力特性が異なると考えられるが、ソフトウェアキーボードによる文字入力特性についての研究はまだ十分でない。

本研究では、タブレット端末での文字入力の特性を明らかにすることを目的として、文字入力の被験者実験を行った。実

2011年11月15日受理

験は、若年層から高齢層までを被験者とし、比較のためソフトウェアキーボードとハードウェアキーボードの2通りの端末で行った。また、入力に利用する手について、両手、利き手、非利き手の3通りの場合について調べた。

2. 実験方法

2.1 被験者

被験者は、106名の男女である。被験者の年齢は、19歳から79歳まで(平均 44.4 ± 20.3 歳)であった。後述の実験結果の年齢別比較では、被験者を、若年層($n=39$, 19歳から29歳、平均 22.1 ± 1.8 歳)、壮年層($n=28$, 30歳から49歳、平均 43.4 ± 4.8 歳)、高齢層($n=39$, 50歳から79歳、平均 67.5 ± 7.8 歳)の3つの年齢層に分類した。実験では、普段近見時にメガネもしくはコンタクトレンズを使う被験者は普段通り装着して行った。また、事前にハードウェアキーボード操作とソフトウェアキーボードの操作の慣れについて、「慣れている」「まあ慣れている」「あまり慣れていない」「まったく慣れていない」の4段階で自己評価させた。ハードウェアキーボードについては、「慣れている」と回答した割合が、若年層で71%、壮年層で68%、高齢層で33%であった。ソフトウェアキーボードについては、逆に「まったく慣れていない」と回答したのが若年層で62%、壮年層で64%、高齢層で90%であった。

2.2 実験端末

実験に利用した端末は、iPad(第1世代)である。ソフトウェアキーボードとして、iPadの画面内に表示される標準のQWERTY配列のキーボードを、横幅の長いランドスケープモード(図1(a))にて利用した。iPadにランドスケープモードでソフトウェアキーボードを表示させると、キーピッチは17mmである。ハードウェアキーボードとして、Apple Wireless Keyboard(図1(b))をiPadで利用した。Apple Wireless Keyboardのキーピッチは、 19 ± 1 mmとなっており、JISによってフルサイズキーボード[8]と定義され通常のパソコンで利用されているキーボードと同じ大きさである。

2.3 実験手順

被験者は椅子に座った状態で文字入力を行った。入力する文字は、ランダムに配置した小文字のアルファベット10文字(図2)とした。ソフトウェアキーボード、ハードウェアキーボードのそれぞれについて、両手、利き手、非利き手での入力を試行するため各被験者は6通りの入力を行った。

入力する文字列は6種類用意し、ひとりの被験者が6回の試行で同じ文字列を利用することなく、利用する文字列と入力方法の組み合わせは被験者ごとにランダムになるよう提示した。被験者には、紙に印刷された文字列(図2)を提示し、入力方法を指定したうえで、いずれも、なるべく早く正確に文字入力するように指示した(図3)。また、両手入力時には、なるべく両手を均等に利用するように指示した。

実験では、文字入力にかかった時間を計測し、誤入力数をカウントした。また、「使いにくい」を0、「どちらとも言えない」を3、「使いやすい」を6とする0-6の7段階の数値によって使いやすさの主観評価を調べた。



(a) ソフトウェアキーボード



(b) ハードウェアキーボード

図1 実験に利用した端末

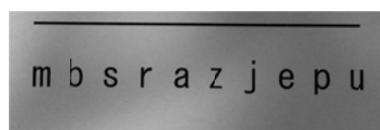


図2 提示した文章(6通りのうちの1例)



図3 実験の様子

3. 実験結果

図4,5,6には、両手、利き手、非利き手ごとに、年齢層を要因とした一元配置分散分析の結果を示した。また、図7,8,9では、年齢層ごとに、両手、利き手、非利き手を要因とした一元配置分散分析の結果を示した。

3.1 入力速度

入力速度(CPM: Characters Per Minute)は、計測した入力時間をもとに次式のように求めた。

$$\text{入力速度 (CPM)} = [10(\text{文字}) / \text{入力時間 (秒)}] \times 60$$

入力速度を年齢層によって比較した結果(図4)では、ソフトウェアキーボード利用時もハードウェアキーボード利用時と同様に、若年層、壮年層、高齢層の順に遅くなっている(図4)。入力速度を両手、利き手、非利き手で比較した結果(図7)では、ソフトウェアキーボード利用時もハードウェアキーボード利用時と同様に、両手、利き手、非利き手の順に入力速度は遅くなる傾向があった。入力速度の差は、ハードウェアキーボードでは、若年層で顕著であり高齢層では小さかった。しかし、ソフトウェアキーボードでは、全年齢層においても、両手と利き手の差が小さく、有意差は確認されなかった(図7)。

3.2 エラー率

誤入力の種類としては、同じキーを二重にタップや、隣接のキーのタップなどが見られ、それぞれ1文字毎に誤入力1回とカウントした。

エラー率を、計測した誤入力数から次式のように求めた。

$$\text{エラー率}[\%] = [\text{誤入力数} / 10(\text{文字})] \times 100$$

エラー率を年齢層によって比較した結果(図5)では、ソフトウェアキーボードでも、ハードウェアキーボードと同様に高齢層でエラー率が高くなる傾向があった。特にソフトウェアキーボードでの高齢者のエラー率は、両手、利き手、非利き手に限らず大きく、若年層との間に有意差が確認された。

エラー率を、両手、利き手、非利き手で比較した結果(図8)では、ハードウェアキーボードでは有意な差がなかった。一方、ソフトウェアキーボードでは、両手での利用時にエラー率が高い傾向がみられ、特に高齢者では両手で有意に高かった(図8)。

3.3 主観評価

使いやすさの主観評価を年齢層によって比較した結果(図6)では、ソフトウェアキーボード利用時もハードウェアキーボード利用時と同様に、高齢になるほど入力しにくいと評価された。

使いやすさの主観評価を、両手、利き手、非利き手で比較した結果(図9)は、ハードウェアキーボードでは、両手、利き手、非利き手の順に入力しやすいと評価された。ソフトウェアキーボードでは、両手と利き手の評価にほとんど差がなく、非利き手の評価のみが他の2つに比べて低かった。

4. 考察

実験の結果をポインティング操作についての先行研究と比較して考察する。ポインティング操作に限定する場合においても、触覚的なフィードバックの有無[9]や、ボタンの大きさや形や配置[10]、さらにボタンの色など様々な要因[11]によって操作性に差がみられることが知られている。本研究の結果から、QWERTY配列による文字入力の場合には、ポインティング操作の場合とは異なる特性が加齢効果、および利き手、非利き手の比較において見いだされた。

4.1 加齢効果

Murataら[4]は、マウスによるポインティング操作と比較して、タッチパネルでは高齢者と若者の間で入力に要する時間の著しい違いはないとした。しかし、QWERTY配列での文字入力について調査した本研究の結果では、ソフトウェアキーボード利用時もハードウェアキーボード利用時と同様に、若年層、壮年層、高齢層の順に入力速度が有意に遅くなった(図4)。エラー率についても、高齢層になると高くなる傾向(図5)があり、ハードウェアキーボードよりもソフトウェアキーボードで顕著にエラー率が高かった。使いやすさの主観評価においても、ハードウェアキーボードと同様に、高齢層になるほど入力しにくいと評価(図6)された。高齢層は、他の年齢層と比較してハードウェアキーボード、ソフトウェアキーボード共にあまり慣れていない、まったく慣れていないと回答した割合が多く、慣れが操作成績に影響した可能性も考えられる。しかし、非利き手での入力にはどの年齢層も慣れていないとは考えにくく、少なくとも非利き手の実験結果には、慣れは影響していないと考えられる。

少なくとも本研究で用いたタッチパネル端末のソフトウェアキーボードでの文字入力は、高齢者にとって使いにくい環境である事を示している。このような結果となった原因に、ソフトウェアキーボードでの文字入力は、入力後に指を画面から離す必要があり、ハードウェアキーボードのようにボタンの上に指を乗せておくことができないことが関係している可能性がある。タッチパネルでポインティング操作にあたるボタン選択をするだけなら手を固定する必要はないが、ハードウェアキーボードでの入力については、手のひらの下部をキーボードの下において固定して利用するのが一般的であり、ソフトウェアキーボードでは、手腕を固定させることができないことが、運動能力の低下した高齢層で、操作性の低下が顕著となった要因の一つである可能性が考えられる。

4.2 利き手、非利き手による差異

高橋ら[6]は、タッチパネル端末でのポインティング操作に関して、若年者では利き手での利用が非利き手での利用と比較して有意にエラー率が低いが、高齢者では有意な差ではないことから、タッチパネルは高齢者において扱いやすいインターフェースであるとした。しかし、QWERTY配列での文字入力について調査した本研究の結果では、ハードウェアキーボードでは、両手、利き手、非利き手の順で入力速度が速いが、ソフトウェアキーボードでは、両手、利き手、非利き手による差が小さく、特に両手と利き手の間にはほとんど差がない。エラー率においては、ハードウェアキーボードでは、両手、利き手、非利き手の差があまりなく、ソフトウェアキーボードでは、両手の時に最もエラー率が高い。これは特に高齢者で顕著である。使いやすさの主観評価においても、両手、利き手、非利き手の順に入力しやすいと評価されたが、ソフトウェアキーボ

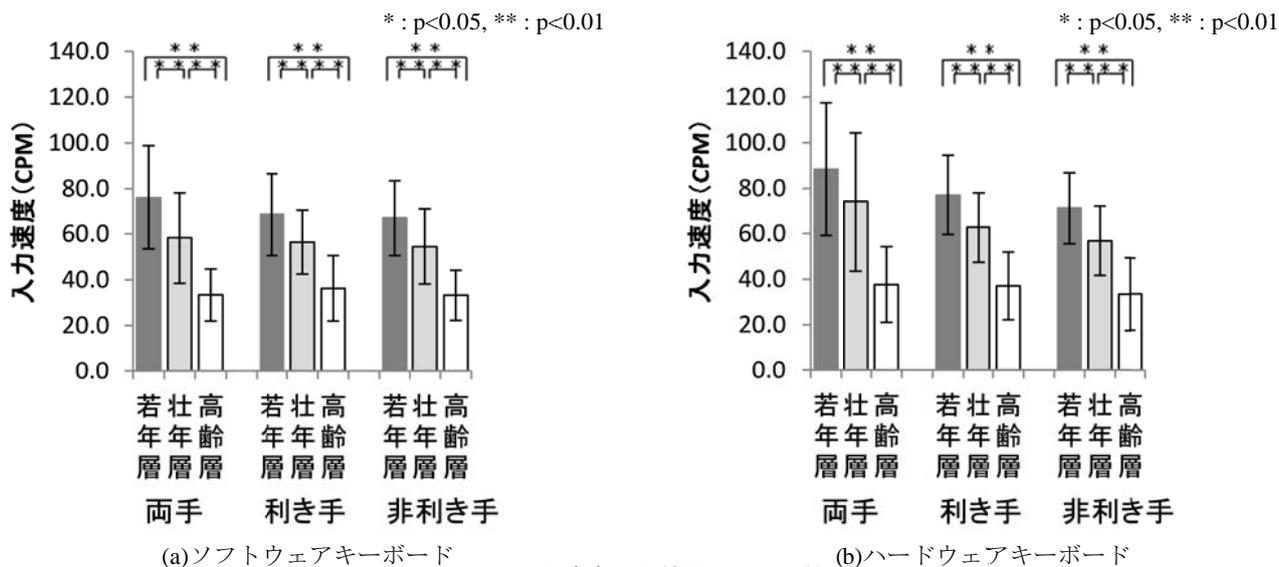


図4 入力速度の年齢層による比較

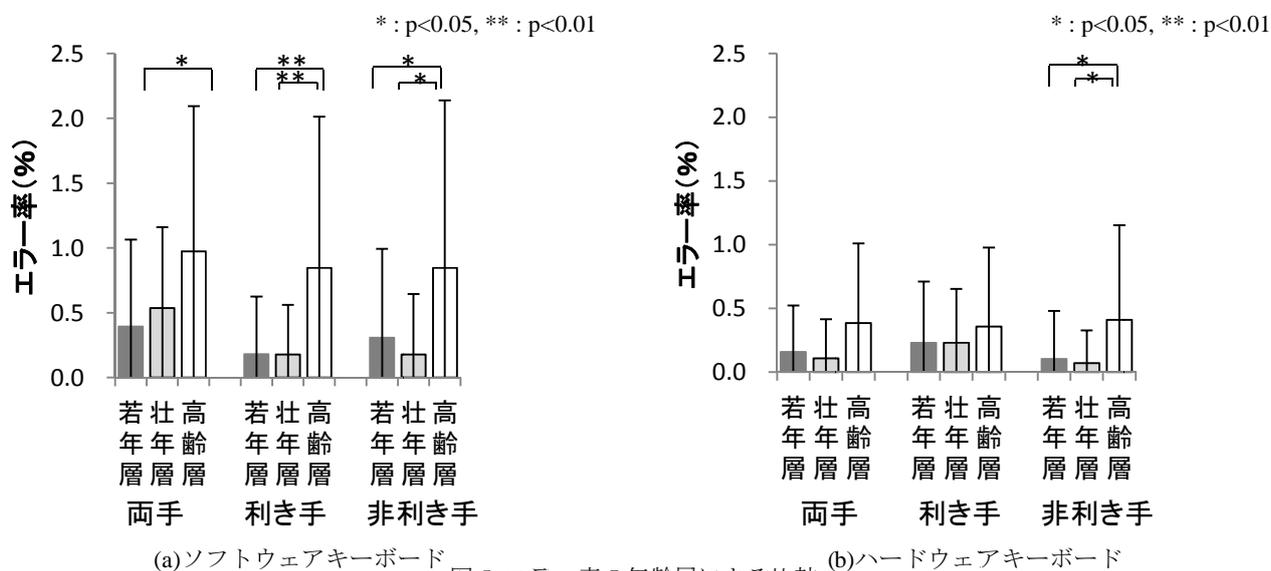


図5 エラー率の年齢層による比較

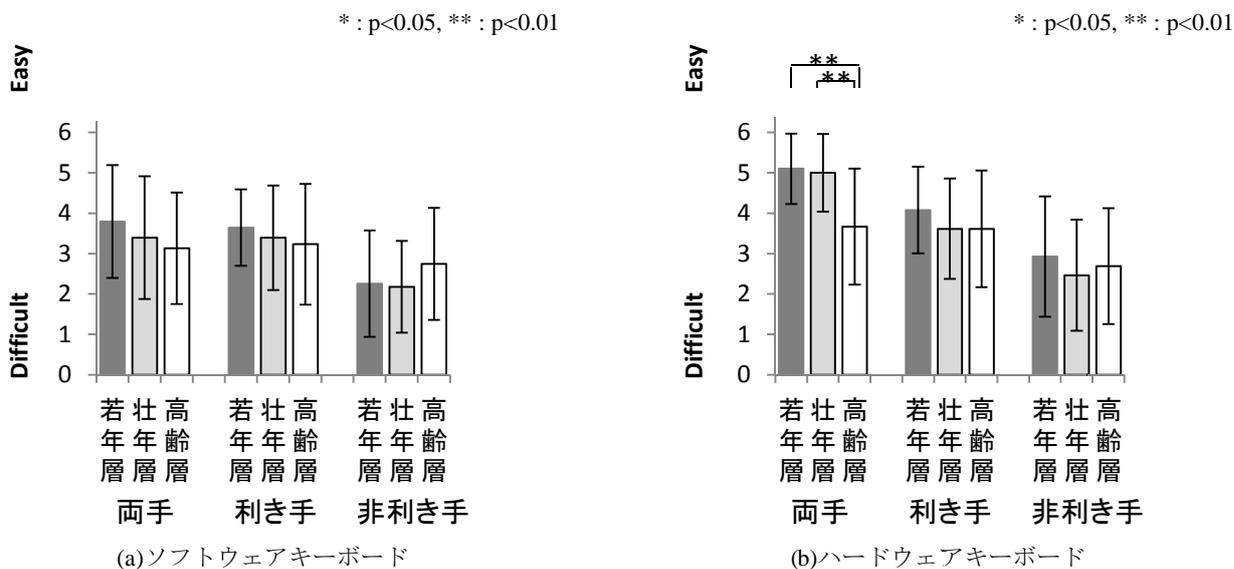


図6 主観評価の年齢層による比較

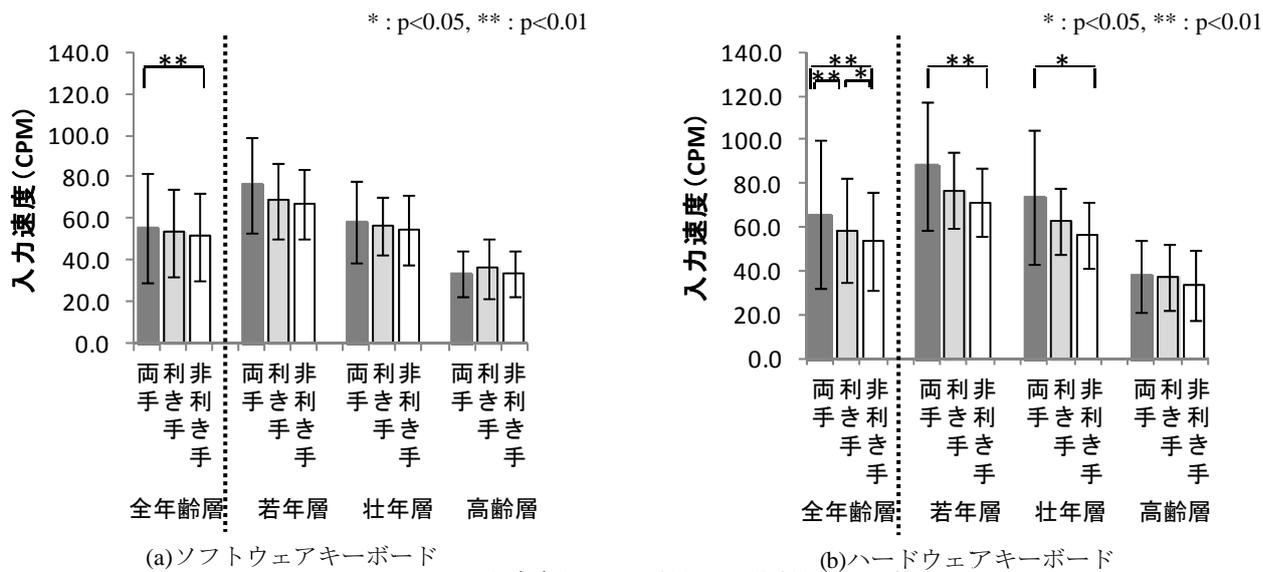


図7 入力速度を両手、利き手、非利き手で比較

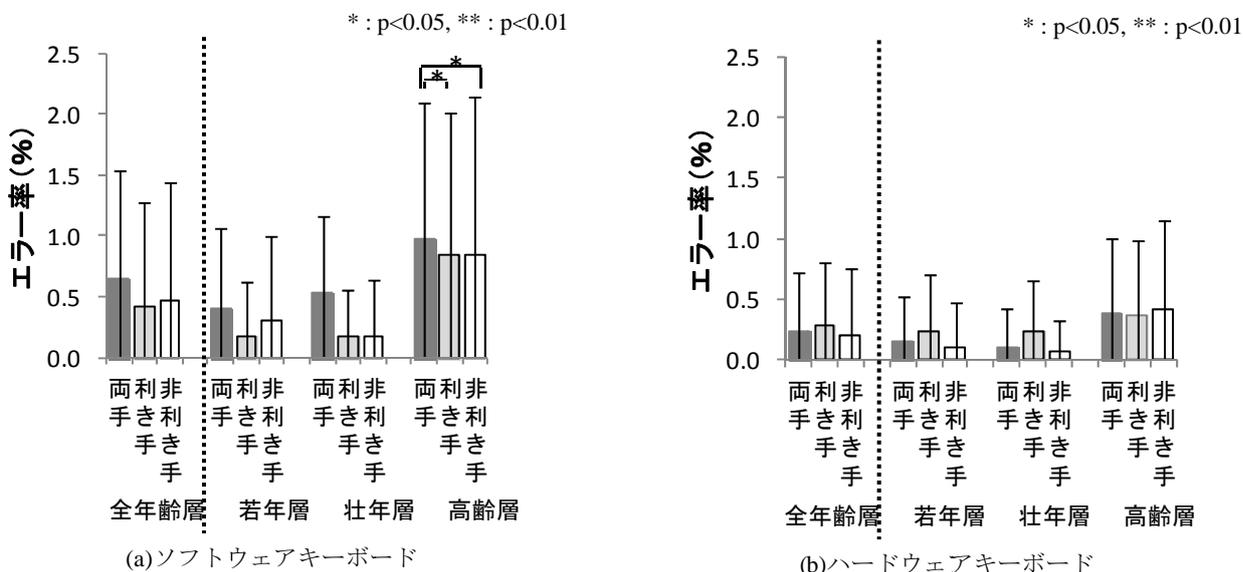


図8 エラー率を両手、利き手、非利き手で比較

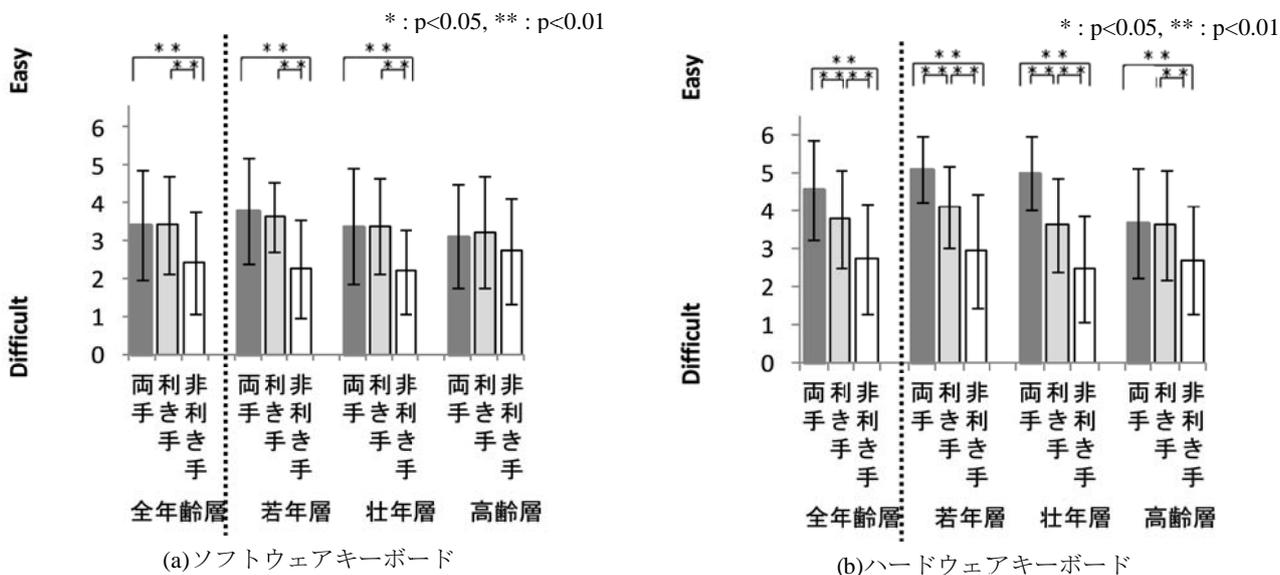


図9 主観評価を両手、利き手、非利き手で比較

ードにおいては、両手と利き手との差が見られなかった。

少なくとも本研究で用いたタッチパネル端末のソフトウェアキーボードでの文字入力は、両手での入力が特に高齢者にとって使いにくい環境である事を示している。本研究では検証されていないが、このような結果となった原因として、片手で文字入力する場合は、画面から手を離れた状態で行うのが自然だが、ソフトウェアキーボードを両手で文字入力する場合は、ハードウェアキーボードの時のようにホームポジションに指をおいておくことができないためと考えることもできる。このため、入力エラーが多くなり、使いやすさの評価も利き手だけの時に比べて高い評価とならなかつた可能性がある。

5. まとめと今後の課題

実験結果から次のような、タブレット端末のソフトウェアキーボードによる文字入力の特性が確認された。

- i. 高齢になるほど入力速度は低下し、エラー率も高くなる傾向がある。この傾向は、ハードウェアキーボードよりもソフトウェアキーボードで顕著である。
- ii. ソフトウェアキーボードを両手で入力した場合、利き手や非利き手で入力するよりも、入力速度が低下しエラー率が増加する傾向がある。

本研究の実験結果からは、タッチパネル端末におけるポインティング操作を対象とした先行研究[4,6]とは異なり、ソフトウェアキーボードでは、加齢とともに文字入力しにくくなり、非利き手での利用が有利ではないことが示された。これは、ソフトウェアキーボードでは、ボタンの上に指を乗せておくことができないことが要因の1つであると考えられる。

本研究で得られたソフトウェアキーボードでの文字入力の特性の知見を基に、タブレット端末での文字入力作業の作業者への影響を理解し、タブレット端末の特性を生かした文字入力方式の提案にもつなげたい。

参考文献

- [1] 亀井, 黒川, 他: 入力機器とのインタラクション, 田村, ヒューマンインタフェース, pp.170-184, オーム社 (1998).
- [2] 西村, 瀬尾, 他: スイッチのサイズ及び形状が抵抗膜方式タッチパネル携帯端末の操作性に及ぼす影響について, 日本機械学会論文集(C編), Vol.77, No.780, pp.85-84 (2011).
- [3] 赤羽, 村山, 他: 触感提示機能を持つタッチスクリーンのための押下感生成信号の検討, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.8, No.4, pp.591-598 (2006).
- [4] Murata, A. and Iwase, H.: Usability of Touch-Panel Interfaces for older Adults, The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, Vol.47, No.4, pp.767-776 (2005).
- [5] Charness, N., Holley, P., Feddon, J. and Jastzembski,

T.: Light Pen Use and Practice Minimize Age and Hand Performance Differences in Pointing Tasks, The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, Vol.46, No.3, pp.373-384 (2005).

- [6] Huang, H., Lai, H.: Factors influencing the usability of icons in the LCD touchscreen, Displays 29, pp.339-334 (2008).
- [7] 高橋, 村田: タッチパネル操作における利き手と非利き手のエラー特性の違いについて-若者と高齢者の比較-, 人間工学, Vol.45, No.3, pp.173-177 (2009).
- [8] 日本規格協会: JIS Z 8514-視覚表示装置を用いるオフィス作業-キーボードの要求事項, JIS ハンドブック 37-3 人間工学 2009, pp.390-411, 日本規格協会 (2009).
- [9] Pitts, M., Burnett, G., Skrypchuk, L., Wellings, T., Attridge, A., Williams, M.: Visual-haptic feedback interaction in automotive touchscreens, Displays 33, pp.7-16 (2011).
- [10] Chen, C., Chiang, S.: The effects of panel arrangement on search performance, Displays 32, pp.254-260 (2011).
- [11] Bhowmik, A.: Developments in Human-Computer Interface and Interactive Display Technologies, IMID 2011, pp.176-177 (2011).

著者紹介



長谷川 旭 (学生会員)

名古屋文理大学情報文化学部卒、名古屋商科大学大学院経営情報学研究科修了。現在、名古屋文理大学図書情報センター主任。名古屋大学大学院情報科学研究科博士後期課程在籍。



長谷川 聡 (正会員)

名古屋文理大学情報文化学部情報メディア学科教授。名古屋大学理学部物理学科卒、同大学院情報科学研究科(博士後期課程)修了博士(情報科学)。(株)島津製作所、名古屋文理短期大学勤務を経て現職。モバイル学会理事。



宮尾 克 (正会員)

1977年名古屋大学医学部医学科卒。1982年医学博士。同大学医学部助手・講師・助教授、教授(多元数理科学・情報連携基盤センター)を経て、2009年情報科学研究科教授、現在に至る。人間工学・公衆衛生学を通じ、3D映像の生体影響、ケータイ・モバイル機器のユーザビリティ、多言語情報システムを研究。