

## 携帯情報端末における手書き文字入力枠の最適値 -- 文字種と枠の形状からの検討 --

加藤泰史<sup>†</sup>, 孔京<sup>†</sup>, 任向実<sup>†</sup>

### 概要

現在, 市場に出回っている携帯情報端末における手書き文字入力枠のサイズは, ソフトウェアアプリケーションによって様々である. これは, 携帯情報端末における枠サイズをどれくらいに設定すれば人間にとって最適なのか解明されていないためである. そこで, 本論文では携帯情報端末における手書き文字入力枠サイズの最適値について, 文字の種類 (実験 1), 文字入力枠の形状 (実験 2) 及び主観的評価 (実験 1, 2) の 3 方向から検討した. なお, 本論文では最適値を, 入力効率に優れ, 使用者の疲れや好みなどの主観評価を考慮し, その中で最小である文字入力枠と定義した. 実験の結果, 枠サイズの最適値が英数字のとき  $1.09 \times 1.66 \sim 1.44 \times 1.44$  cm 付近, 平仮名・片仮名とかな混じり漢字のとき  $1.44 \times 1.44$  cm 付近であることを明らかにした.

## The Optimal Sizes for Pen-Input Character Boxes on Handheld Devices -- A study on kinds and shapes of character box--

Taishi Kato<sup>†</sup>, Kong Jing<sup>†</sup>, Xiangshi Ren<sup>†</sup>

### Abstract

Handwritten character input box sizes on handheld devices such as Personal Digital Assistants (PDAs) differ according to the software application for which they are to be used. As well the optimal size for handwritten character input boxes has not been clearly established. This study seeks to determine the optimal size for pen-input handwritten character boxes on PDAs into which users can most efficiently write English, Chinese, hiragana, alphanumeric characters, and other grapheme sets. The results assess in terms of high performance factors such as high character recognition rates and minimal stroke protrusions outside the character box about the character type (experiment 1) and shape of the box (experiment 2). The analyses of the results of experiments 1 and 2 show that the optimal size of character boxes for the input of alphanumeric characters ranges from  $1.09 \times 1.66$  to  $1.44 \times 1.44$  cm, and for hiragana, katakana, and mixed Kana with Chinese characters it's in the  $1.44 \times 1.44$  cm range.

### 1. はじめに

携帯情報端末 (PDA など) におけるペンによる手書き文字入力方法では, ソフトウェアによって文字入力枠のサイズ, 形状, 個数等に違いがある (例: Windows CE 標準, 図 1 .Decuma Japanese 標準, 図 2) .PDA

画面は非常に小さいため, 文字入力枠のサイズ等のデザインによっては情報領域の減少や, 筆記が困難になる場合がある.

したがって, 文字入力枠サイズの最適値を求めることは, 使用者にとって心地良い手書き文字入力インタフェースを設計する上での基礎データになるものと考えられる.

---

<sup>†</sup> 高知工科大学

Kochi University of Technology

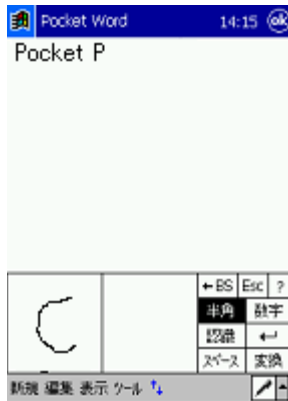


図1 Windows CE 標準

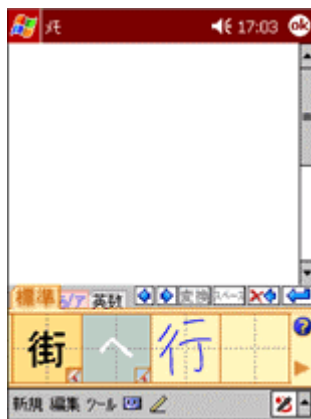


図2 Decuma Japanese

ペン入力分野において、文字などの記入枠に関する研究として文献[2]がある。先行研究で求めた準最適値は文字の種類によって大きさは異なり、また形状も縦長となっていた。この研究は、B5サイズのペンコンピュータ上の実験で、評価指標がはみ出しのみであった。

文献[1]では、PDAを用いて英数字における手書き文字入力枠サイズの最適値について、入力パフォーマンス、人間の生理パラメータを用いた疲労度および主観的評価から検討した。先行研究は、字種が英数字だけで、評価対象の文字枠が正方形のみであった。

そこで、本論文では文献[1]に引き続き、新たな字種（平仮名・片仮名、かな混じり漢字）の最適値を、また形状を正方形の他に縦長を用いることでも最適値を求めることにした。本論文の定義する最適値とは、入力効率に優れ、人間の疲れや好みなどを考慮し、その中で最小である文字入力枠をと定義した。

第2章では文字種を変えての評価実験、第3章では形状を変えての評価実験について述べ、最後に総合的な結果と考察について述べる。

## 2. 実験1（文字種）

### 2.1. 被験者

20歳から22歳まで（平均年齢22.8歳）の大学生11名と教員1名（37歳）計12名（男女各6名、右利き）、内2名は過去に1～1.5年のPDA使用経験があった。

### 2.2. 使用機器

Compaq製PDAのiPAQ Pocket PCを用いた。主な仕様は、OS：Microsoft Pocket PC 2002 Software (Windows CE 3.0)、重さ：約190g、サイズ：84 mm(W) x 16 mm(D) x 134 mm(H)、入力の空間分解能：0.24 mm / pixelである。実験用ソフトウェアはMicrosoft embedded Visual C++を用いて作成した。

### 2.3. 実験デザイン

#### 2.3.1. 入力字種

入力文字の種類は、平仮名・片仮名、かな混じり漢字を入力字種とした。

#### 2.3.2. 枠の形状及びサイズ

枠の形状は2種類（正方形と縦長）を対象とした。正方形の枠サイズはサイズによ

る影響を調べるため、大きすぎるサイズから小さすぎるサイズまでの以下の 5 種類を対象とした。

- ・ 0.24 x 0.24 cm
- ・ 0.48 x 0.48 cm
- ・ 0.96 x 0.96 cm
- ・ 1.44 x 1.44 cm
- ・ 1.92 x 1.92 cm ( Windows CE 標準 )

また、縦長の枠は先行研究[2]の準最適値を参考に以下のようにした。

- ・ 平仮名・片仮名：0.82 (W) x 1.15 (H) cm
- ・ かな混じり漢字：0.94 (W) x 1.38 (H) cm

これら縦長の枠は、正方形の枠のどのサイズに近いかを調べるために行った。

### 2.3.3. 枠数

枠が大きいものから小さいものまでの 5 種類の枠サイズについて実験を行うため、枠数は 2 個とした。

### 2.3.4. 入力姿勢

入力姿勢によって評価が換わってくる可能性があるため、「座った状態で利き手にペン、他方に PDA を持ち、PDA を持った手を机の上において筆記」という姿勢に限定した。

## 2.4. 実験の流れ

実験は、被験者 1 名に対して 6 種類の枠サイズと文字種をランダムに行った。各実験の間には 10 分間の休憩を挟み、それぞれの影響ができるだけないようにした。評価指標は、文字の認識率、書き間違った回数、枠をはみ出した回数、1 文字あたりの平均入力時間及びアンケートを用いた。また、被験者には実験環境に慣れてもらうために

予め実験前に大小の英字 ( A ~ Z , a ~ z ) を各 1 回、数字 ( 0 ~ 9 ) を 2 回入力してもらった。

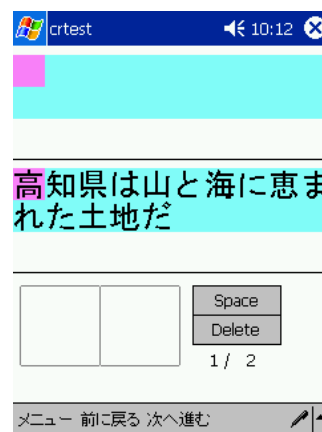


図 3：実験画面

図 3 は、被験者に筆記をしてもらう実験画面である。被験者には実験の概要について説明を行った後、実験の実施方法を示した。

実験の流れとしては、実験画面の表示の後、被験者は中段にある例文を見てもらい、下段の文字入力枠に筆記を行ってもらった。すべての例文を筆記し終わるとアンケートに記入してもらい、次のサイズ、文字種で実験を行ってもらった。書き間違った場合、下段にある「Delete」キーを押してもらい、書き直してもらった。アンケートは「読みやすさ、書きやすさ、疲労度、枠の好み及び総合評価」について、1 (最も悪い) から 7 (最も良い) までのスケールで評価してもらった。

実験の筆記総字数は被験者 12 名で最終的に平仮名・片仮名 5544 字、かな混じり漢字 5400 字になった。実験の終了と同時に、筆跡データ、はみ出し回数、書き間違った回数、1 文字あたりの平均入力時間等のデ

ータはファイル形式にして保存された。はみ出し回数は、1 ストローク中にはみ出しが1度でもあれば1回カウントした。書き間違っただ数は「Delete」キーを押した回数で計測した。1文字あたりの平均入力時間は、文字が筆記されて図3の上段に文字が表示されるまでの時間として計測した。

## 2.5. 結果と考察

### 2.5.1. 平仮名・片仮名

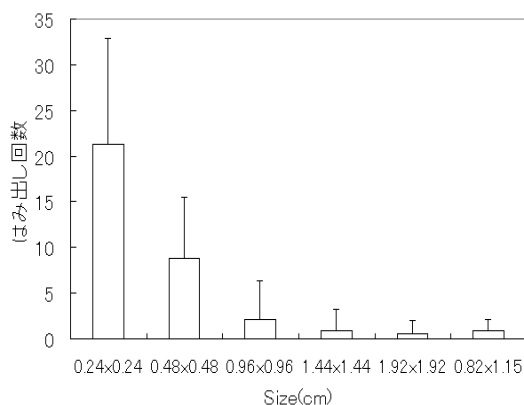


図4：はみ出し回数（平仮名・片仮名）

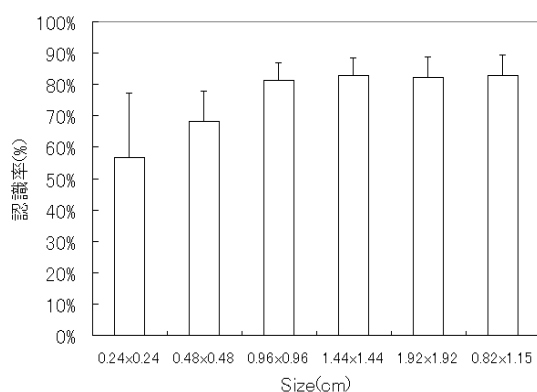


図5：認識率（平仮名・片仮名）

1文字あたりの平均入力時間は、各枠間の有意差は認められなかった。その理由としては、枠が大きければ筆記速度は速くなるが、ストロークが大きくなってしま

で時間がかかり、枠が小さい時はその逆が言えるので、両者に差がなくなる。また多少差があったとしても、枠間の移動時間が枠の大きいものでは多く、小さいものでは少なくなるので、結果的に有意差が認められなかったと考える。はみ出し回数(図4)は枠間の有意差があった( $F(5,66) = 23.87, p < .001$ )。はみ出し回数が少なかったのが1.92 x 1.92 cm 枠 (mean = 0.58), その次が1.44 x 1.44 cm 枠と縦長 (mean = 0.92), 次に0.96 x 0.96 cm 枠 (mean = 2.17) であった。しかし、四者の間には有意差はなかった。つまり、0.96 x 0.96 cm 枠, 1.44 x 1.44 cm 枠, 1.92 x 1.92 cm 枠, 縦長が同程度に、はみ出しが少ないという結果を得た。0.48 x 0.48 cm 枠と0.24 x 0.24 cm 枠の場合は移動対象が小さいため、あるいは単に枠のサイズが小さすぎたために生じたと考えられる。書き間違っただ数は、各枠間の有意差は認められなかった。その理由としては、今回の実験では認識せずに被験者の筆記文字そのままを表示しており、被験者によっては、ある程度文字として見ることができれば「Delete」ボタンを押さずに、続けて筆記している。このことが、書き間違っただ数に有意な差が認められなかった原因であると考えられる。文字認識率(図5)は、枠間の有意差があった( $F(5,66) = 12.72, p < .001$ )。1.44 x 1.44 cm 枠のときに認識率が高かった (mean = 82.90%), 縦長のとき 82.79%, 次に1.92 x 1.92 cm 枠のとき 82.25%, 次に0.96 x 0.96 cm 枠のとき 81.28% であった。しかし、四者の間には有意差はなかった。この結果から、0.96 x 0.96 cm 枠, 1.44 x 1.44 cm 枠, 1.92 x 1.92 cm 枠, 縦長は同等な書きやすさであることがいえる。

次に、アンケートの集計結果について評価の高い順に 3 個示す。読みやすさは、各枠間の有意差はなかった。この理由は、平仮名・片仮名は書きやすい、また書きなれているため、枠にとらわれず、筆記できていたことが原因であると考えられる。書きやすさは、1.44 x 1.44 cm 枠(mean = 6.25,  $F(5,66) = 39.36$ ,  $p < .001$ ), 1.92 x 1.92 cm 枠, 縦長となった。三者間の有意差はみられなかった。疲労度の一番少なかったのが 1.44 x 1.44 cm 枠(mean = 5.92,  $F(5,66) = 27.85$ ,  $p < .001$ ), 1.92 x 1.92 cm 枠, 0.96 x 0.96 cm 枠となった。三者間に有意差はみられなかった。枠の好みは、1.44 x 1.44 cm 枠(mean=5.75,  $F(5,66) = 22.23$ ,  $p < .001$ ), 0.96 x 0.96 cm 枠, 縦長であった。三者間の有意差はみられなかった。総合評価は、1.44 x 1.44 cm 枠(mean = 5.83,  $F(5,66) = 28.4$ ,  $p < .001$ ), 0.96 x 0.96 cm 枠, 縦長となった。三者間の有意差はみられなかった。以上より、アンケートより求まる最適値は、1.44 x 1.44 cm 付近であると判断された。

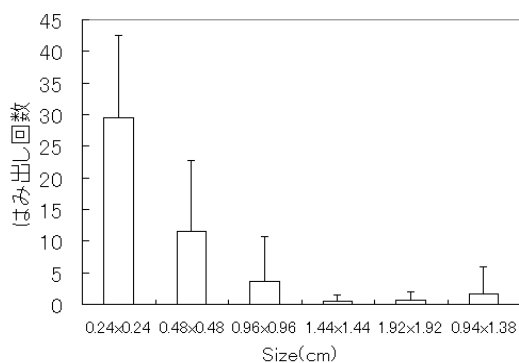


図 6：はみ出し回数（かな混じり漢字）

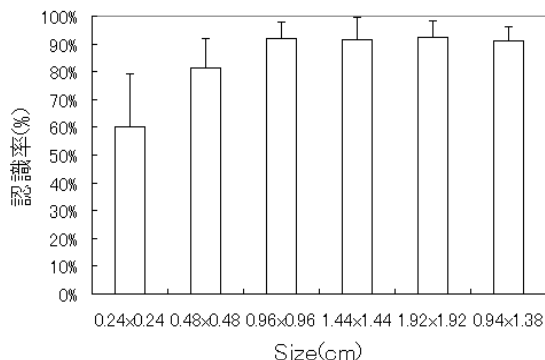


図 7：認識率（かな混じり漢字）

### 2.5.2. かな混じり漢字

1 文字あたりの平均入力時間は、各枠間の有意差は認められなかった。その理由は、平仮名・片仮名の時と同様と考えられる。はみ出し回数（図 6）は枠間の有意差があった ( $F(5,66) = 25.44$ ,  $p < .001$ )。はみ出し回数が少なかったのが 1.44 x 1.44 cm 枠 (mean = 0.58), その次が 1.92 x 1.92 cm 枠 (mean = 0.67), 次に縦長 (mean = 1.67), 次に 0.96 x 0.96 cm 枠 (mean = 3.58) であった。しかし、四者の間には有意差はなかった。つまり、0.96 x 0.96 cm 枠, 1.44 x 1.44 cm 枠, 1.92 x 1.92 cm 枠, 縦長が同程度に、はみ出しが少ないという結果を得た。0.48 x 0.48 cm 枠と 0.24 x 0.24 cm 枠の場合は平仮名・片仮名と同様の理由ではみ出しが多かったと考えられる。書き間違った回数は、各枠間の有意差は認められなかった。その理由は、平仮名・片仮名の時と同様と考えられる。文字認識率（図 7）は、枠間の有意差があった ( $F(5,66) = 12.70$ ,  $p < .001$ )。1.92 x 1.92 cm 枠のときに認識率が高かった (mean = 92.56%), 次に 0.96 x 0.96 cm 枠のとき 92.11%, 次に 1.44 x 1.44 cm 枠のとき 91.67% であった。しかし、三者の間には有意差は

なかった。この結果から、 $0.96 \times 0.96$  cm 枠、 $1.44 \times 1.44$  cm 枠、 $1.92 \times 1.92$  cm 枠は同等な書きやすさであることがいえる。

次に、アンケートの集計結果について評価の高い順に 3 個示す。読みやすさは、 $1.92 \times 1.92$  cm 枠(mean = 6.50,  $F(5,66) = 6.23$ ,  $p < .001$ )、 $1.44 \times 1.44$  cm 枠、 $0.96 \times 0.96$  cm 枠となった。三者間の有意差は見られなかった。書きやすさは、 $1.44 \times 1.44$  cm 枠(mean = 6.41,  $F(5,66) = 84.72$ ,  $p < .001$ )、 $1.92 \times 1.92$  cm 枠、縦長となった。三者間の有意差はみられなかった。疲労度の一番少なかったのが  $1.92 \times 1.92$  cm 枠(mean = 5.92,  $F(5,66) = 54.33$ ,  $p < .001$ )、 $1.44 \times 1.44$  cm 枠、縦長となった。三者間に有意差はみられなかった。枠の好みは、 $1.44 \times 1.44$  cm 枠(mean = 5.67,  $F(5,66) = 28.43$ ,  $p < .001$ )、 $0.96 \times 0.96$  cm 枠、 $1.92 \times 1.92$  cm 枠であった。三者間の有意差はみられなかった。総合評価は、 $1.44 \times 1.44$  cm 枠(mean = 6.0,  $F(5,66) = 59.21$ ,  $p < .001$ )、 $0.96 \times 0.96$  cm 枠、 $1.92 \times 1.92$  cm 枠となった。三者間の有意差はみられなかった。以上より、アンケートより求まる最適値は、 $1.44 \times 1.44$  cm 付近であると判断された。

### 3. 実験 2 (形状)

#### 3.1. 被験者

21 歳から 23 歳まで (平均年齢 21.4 歳) の大学生 12 名 (男 10 名, 女 2 名, 右利き), 内 1 名は 1 年の PDA 使用経験があった。

#### 3.2. 使用機器

PDA 端末及び実験用ソフトウェアは実験 1 と同様である。

### 3.3. 実験デザイン

入力文字種は英数字、平仮名・片仮名、かな混じり漢字とし、枠数及び入力姿勢は実験 1 と同様である。また、枠の形状は正方形と縦長とし、枠サイズについては文字種ごとに以下のようにした。

- 英数字 (W x H)
  - $0.96 \times 0.96$  cm
  - $1.20 \times 1.20$  cm
  - $1.44 \times 1.44$  cm
  - $0.61 \times 1.18$  cm
  - $0.85 \times 1.42$  cm
  - $1.09 \times 1.66$  cm
- 平仮名・片仮名 (W x H)
  - $1.20 \times 1.20$  cm
  - $1.44 \times 1.44$  cm
  - $1.68 \times 1.68$  cm
  - $0.82 \times 1.15$  cm
  - $1.06 \times 1.38$  cm
  - $1.30 \times 1.62$  cm
- かな混じり漢字 (W x H)
  - $1.20 \times 1.20$  cm
  - $1.44 \times 1.44$  cm
  - $1.68 \times 1.68$  cm
  - $0.96 \times 1.38$  cm
  - $1.18 \times 1.62$  cm
  - $1.42 \times 1.86$  cm

正方形

縦長

正方形

縦長

正方形

縦長

正方形は上記の各文字種 3 種類のサイズとした。その理由としては、文献[1]及び実験 1 から得られた結果の付近をより詳細に調べ、正方形の最適値の再確認をするためである。また、縦長は上記の各文字種 3 種類とした。その理由としては、正方形のサイ

ズの種類と同じ個数にすることで対等な評価ができると考えたからである。

### 3.4. 実験の流れ

実験は、被験者 1 名に対して形状ごとに 6 種類の枠サイズをランダムに行った。各実験の間には 5 分間の休憩を挟み、それぞれの影響ができるだけないようにした。評価指標は、文字の認識率、書き間違った回数、枠をはみ出した回数、1 文字あたりの平均入力時間、文字入力枠間の移動時間及び実験 1 と同様のアンケートを用いた。また、被験者には枠の形状に慣れてもらうために形状ごとに実験前に練習を行った。実験の流れは実験 1 と同様である。

実験の筆記総文字数は被験者 12 名で最終的に英数字 4464 字、平仮名・片仮名 2952 字、かな混じり漢字 2232 字になった。

### 3.5. 結果と考察

実験の結果、3 文字種ともに文字の認識率、書き間違った回数、枠をはみ出した回数、1 文字あたりの平均入力時間、文字入力枠間の移動時間からは有意差は認められなかった。その理由としては、枠サイズの大きさを正方形では実験 1 での最適値付近としており、また縦長では先行研究の準最適値を基準とし、その付近としたからだと考える。このことから、文献[1]と実験 1 での結果が最適値であることを再確認できたと言える。

次に、アンケートの集計結果について文字種ごと、評価の高い順に 3 個示す。

#### ・ 英数字

読みやすさは各サイズとの間に有意な差が認められなかった。この結果は枠の大き

さに影響されずに他の情報領域を見ることができたことを意味している。次に書きやすさは、1.09 x 1.66 cm 枠(mean = 5.5,  $F(5,66) = 4.65$ ,  $p < .005$ )が一番良く、次に 1.44 x 1.44 cm 枠、次に 1.20 x 1.20 cm 枠の順となった。三者間の有意差はみられなかった。疲労度の一番少なかったのが 1.09 x 1.66 cm 枠(mean = 5.42,  $F(5,66) = 3.05$ ,  $p < .05$ )、次に 1.44 x 1.44 cm 枠、次に 1.20 x 1.20 cm 枠と 0.85 x 1.42 cm 枠の順となった。四者間に有意差はみられなかった。枠の好みは、1.44 x 1.44 cm 枠(mean=5.33,  $F(5,66) = 6.14$ ,  $p < .001$ )、1.09 x 1.66 cm 枠、1.20 x 1.20 cm 枠の順であった。三者間の有意差はみられなかった。総合評価は、1.09 x 1.66 cm 枠(mean = 5.33,  $F(5,66) = 3.68$ ,  $p < .01$ )、1.44 x 1.44 cm 枠、1.20 x 1.20 cm 枠の順となった。三者間の有意差はみられなかった。以上より、アンケートより求まる英数字の最適値は、1.09 x 1.66 cm ~ 1.44 x 1.44 cm 付近であると判断された。

#### ・ 平仮名・片仮名

平仮名・片仮名は、読みやすさ、書きやすさ、疲れ、枠の好み、総合評価について各枠サイズとの間に有意な差はなかった。その理由としては、平仮名・片仮名では、文字自体は書きやすい、また書きなれているために有意差が認められなかったと考えられる。

#### ・ かな混じり漢字

読みやすさは各サイズとの間に有意な差が認められなかった。この結果は英数字のときと同様のことが言える。次に書きやすさは、1.42 x 1.86 cm 枠(mean = 5.5,  $F(5,66) = 6.45$ ,  $p < .001$ )が一番良く、次に 1.68 x 1.68 cm 枠、次に 1.44 x 1.44 cm 枠の順となった。

三者間の有意差はみられなかった。疲労度は各枠サイズとの間に有意差はみられなかった。その理由は、漢字は画数が多いので全体的に疲労が増したことが原因であると考えられる。枠の好みは、1.42 x 1.86 cm 枠 (mean=5.5,  $F(5,66) = 6.63, p < .001$ ), 1.68 x 1.68 cm 枠, 1.44 x 1.44 cm 枠の順であった。三者間の有意差はみられなかった。総合評価は、1.42 x 1.86 cm 枠 (mean = 5.25,  $F(5,66) = 3.72, p < .01$ ), 1.44 x 1.44 cm 枠, 1.68 x 1.68 cm 枠となった。三者間の有意差はみられなかった。以上より、アンケートより求まるかな混じり漢字の最適値は、1.44 x 1.44 cm ~ 1.68 x 1.68 cm 付近であると判断された。

また文字種ごとのコメントとして、英数字は縦長が良く、平仮名・片仮名、かな混じり漢字は正方形がよいというコメントが 8 割を占めた。

#### 4. 総合的結果と考察

実験 1, 2 及びアンケートより、文字種ごとの文字入力枠の最適値は以下ようになった。

- ・ 英数字：1.09 x 1.66 ~ 1.44 x 1.44 cm 付近
- ・ 平仮名・片仮名：1.44 x 1.44 cm 付近
- ・ かな混じり漢字：1.44 x 1.44 cm 付近

英数字が縦長の形状が良いとなった理由としては、文字の形自体が縦長であることが要因であると考えられる。正方形の枠だと幅に余りが多く生じてしまうため心地良い筆記感を得られない。また、その幅に合わせて文字を変形させて筆記してしまうこともあり、英数字にとっては正方形より縦

長の方が良い結果になったと考えられる。この結果は文献[1]の結果の 1.44 x 1.44 cm より幅が少なくすむため、前述した最適値の定義より 1.09 x 1.66 ~ 1.44 x 1.44 cm 付近の文字入力枠とした。

次に、平仮名・片仮名では、文字自体は書きやすい、また書きなれているため形状での差が目立たないのであるが、文字の種類によっては（例：「な」、「ぬ」等）縦長だと横幅が狭いために書きづらく感じる場合があった。

次に、かな混じり漢字では、文字の画数が多いためストローク自体大きくなり、横幅の狭い縦長より正方形の評価が良かった。

以上の結果は、携帯情報端末における手書き文字入力の快適性を追求するうえで貴重な基礎データになると考える。

謝辞 本研究に貴重なご意見を頂いた田中宏氏（富士通研究所）に感謝します。

#### 参考文献

1. 坂井陽一, 加藤泰史, 任向実, 町好雄: 携帯情報端末における手書き文字入力枠の最適値, 情報処理学会シンポジウムシリーズ「インタラクション 2003」, Vol.2003, No.7, pp.139-146 (2003).
2. 任向実, 守屋慎次: ペン入力文字枠の最小値と準最適値, 情報処理学会論文誌, Vol.36, No.3, pp.654-657 (1995).