

# かな文字入力方式 SlicKey における 最適なキーサイズと文字割り当ての検討

本田拓也<sup>1</sup> 中村喜宏<sup>1</sup>

**概要:** 近年, スマートウォッチは多様な用途に利用されている。しかし現状でも, かな文字入力は困難である。スマートウォッチは, 従来の機器と比較して画面が格段に小さく, 既存のソフトウェアキーボードによる文字入力方式をそのまま適用することが困難であった。さらに, 入力内容や他の情報を表示するスペースを同画面上に確保することが難しく, 入力に十分な性能を備えているとは言えなかった。そこで我々は, 2つの子音を割り当てたキーを横1列に5つ配置して他キーへのスライドで母音を選択し, キー外へのフリックで決定するかな入力方式 SlicKey を提案した。しかし, 最適なキーサイズや文字割り当てについて検討を行っていなかった。そこで, キーサイズが異なる3種(5mm角, 6mm角, 7mm角)のキーボードで比較実験を行ったところ, 7mm角の入力速度が最も大きかった。文字割り当てについて異なる3種の文字割り当てで比較実験を行ったところ, 上方向のフリックと下方向のフリックで子音を選択する方式の入力速度が大きかった。

**キーワード:** 文字入力, スマートウォッチ, ウェアラブル端末

## Study of Optimal Key Size and Character Assignment for SlicKey, A Kana Character Input Method

TAKUYA HONDA<sup>†1</sup> YOSHIHIRO NAKAMURA<sup>†1</sup>

**Abstract:** In recent years, smartwatches have been used for various purposes, but even now, kana character input is difficult. The screen of a smartwatch is much smaller than that of a conventional device, making it difficult to use the existing software keyboard for text input. In addition, it is difficult to secure enough space on the same screen to display input contents and other information, and thus, they do not have sufficient performance for input. To solve this problem, we proposed SlicKey, a kana input method in which five keys with two consonants are arranged in a horizontal row, and the user selects a vowel by sliding to another key and decides by flicking off the key. However, we had not studied the optimal key size and character assignment. We conducted a comparison experiment using three types of keyboards with different key sizes (5 mm, 6 mm, and 7 mm square), and found that the input speed of the 7 mm square keyboard was the fastest. As a result, the input speed of the 7mm keyboard was the fastest. We conducted a comparison experiment with three different character assignments, and found that the input speed of the method that selects consonants by flicking upward and downward was the fastest.

**Keywords:** Japanese text entry, smartwatch, wearable device

## 1. はじめに

近年, スマートウォッチは電話やメールの通知, 電子決済や健康管理等の多様な用途に利用されている。しかし, 現状で困難な用途がいくつか存在する。その1つが文字入力である。スマートウォッチには, 定型文入力と音声入力が備わっており, 簡単な文章の入力は可能である。しかし, 定型文入力は送信したい文章や単語を瞬時に探して入力することが困難である。また, 音声入力は利用環境による誤入力が多く, プライバシーやセキュリティの観点から利用できる環境が制限される。スマートウォッチは従来の機器に比べて画面が格段に小さく, 既存のソフトウェアキーボードによる文字入力方式をそのまま適用することが困難であった。さらに入力内容や他の情報を表示するスペースを同画面上に確保することが難しく, 十分な入力性能を備えているとは言えなかった。

そこで我々は, 快適な入力が可能でかつ画面占有面積が小さい超小型機器向けのかな文字入力方式「SlicKey」を提案した[1]。SlicKeyは5つのキーを横1列に配置したスライド&フリックキーボードベースの入力方式であり, 1ストロークでかな文字を入力できることから速い入力および誤りの少ない入力が可能である。しかし, 最適なキーサイズや文字割り当てについて検討を行っていなかった。そこで, キーサイズが異なる3種(5mm角, 6mm角, 7mm角)のキーボードでの比較実験と, 異なる3種の文字割り当てでの比較実験を行い, 最適なキーサイズや文字割り当てについて検討を行った。

## 2. 関連研究

スマートウォッチにおける文字入力について様々な方式が提案されている。

### 2.1 手書き文字入力方式

手書き文字入力方式とは, 1文字ずつ直接タッチパネルに手書きする入力方式である[2][3]。また, これらを応用し

<sup>1</sup> 日本大学大学院生産工学研究科  
Graduate School of Industrial Technology, Nihon University  
Narashino, Chiba 275-8575, Japan

た一筆書き入力方式も提案されている。EdgeWrite[4]は、矩形の入力領域における4つの頂点を結ぶ一筆書きでアルファベットを入力する方式である。また、同様にカタカナを入力する方式[5]も開発されている。しかし、これらは一筆書きの特殊入力方式を覚える必要があり、習熟の負荷が大きい。また、入力時に多くの画面面積を使用するという問題もある。

## 2.2 ソフトウェアキーボード方式

ソフトウェアキーボードとは、タッチパネル上にキーを配置してタッチやストローク等でアルファベットやかな文字を入力する方式である。5-TILES Keyboard[6]は、アルファベット入力方式の1つである。5つのキーにそれぞれ5~6文字のアルファベットを割り当て、他キーへのスライドで入力する方式である。そのため、アルファベット入力において画面占有面積の小さい方式として有効である。かな文字入力には、ローマ字入力を用いる。よって、操作回数増加により誤入力が増加する。

尾崎らのストロークジェスチャとタッチの組み合わせ[7]やNo-look Flick[8]、QuadKey[9]は、かな文字入力方式の一部である。尾崎らの方式は、角型スマートウォッチのベゼルに沿った10種のジェスチャに子音を割り当て、その後タッチで母音を決定する方式である。そのため、円型のスマートウォッチへの利用が困難である。No-look Flickは、スマートフォン向けのアイズフリーなかな文字入力方式である。画面を3つの領域に分割し、そのうちの2つの領域を子音に、1つを母音に割り当て、子音、母音の順に2回のフリックで1文字を入力する。よって、かな文字1つの入りに2アクションが必要であるため、キーの押し間違いやフリック方向の間違いによる誤入力が増加する。QuadKeyは、各キーに3つの文字群(15文字)を割り当てた4つのキーを2×2で配置するフリックキーボードベースのスマートウォッチ向けのかな文字入力方式である。タッチで入力したい文字群を絞り、垂直方向と水平方向の隣接したキーの中央までスライドすることで割り当てた文字群を切り替える。その後、タッチしているキーから4方向へのフリックで文字を入力する方式である。しかし、画面の大きさが24mm×24mmとし各キーの大きさを縦8mm×横10mmとした場合、他の情報を表示するスペースが確保できない問題がある。

## 3. SlicKey

図1に提案したかな文字入力ソフトウェアキーボード「SlicKey」を示す。SlicKeyは、キー数を5つにすることで画面占有面積が小さく、かつ他の入力方式と同等な大きさを確保することができる。また、キーを横1列に配置しているため、入力内容や他の情報を表示するスペースを同画面上に確保することができ、入力する際にキーが指に隠れてしまった場合も入力の大きな妨げにはならない。

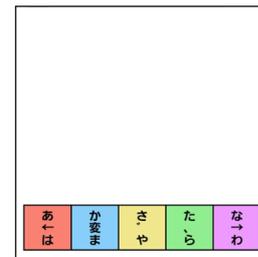


図1 SlicKey

Figure 1 SlicKey.

### 3.1 入力方法

図2に文字「さ」を入力する場合の例を示す。最初に表示内容に従って、入力したい文字の子音が割り当てられているキーをタッチダウンする。この時、各キーの表示内容はタッチダウンしたキーに割り当てられている文字へ変わる。次に、タッチダウンしたキーから他キーへのスライドで入力文字の母音を選択する。表示内容に従って、入力したい文字があるキーまでスライドする。最後に入力したい文字が各キーの上部に表示されている場合は、スライド先のキーから上フリックを行う。また、入力したい文字が各キーの下部に表示されている場合は、スライド先のキーから下フリックを行う。各キーの中央に表示されている文字を入力したい場合は、スライド先のキー内でタッチアップして入力を行う。また、スライド先が左端キーの場合は左フリック、右端キーの場合は右フリックで文字を入力することが可能である。この仕組みにより、5つのキーで85文字(5キー×5スライド×3方向+5キー×2スライド×1方向)を割り当てることができ、かな文字を46個割り当てても39個の特殊文字や機能を割り当てることが可能である。

### 3.2 視覚フィードバック

図3にSlicKeyの視覚的フィードバックを示す。SlicKeyには、入力を補助するために各キーを5色(左から赤、青、黄、緑、紫)で表示する。そして、キーをタッチダウンしたとき、全てのキーがタッチダウンしたキーの色に変化する視覚的なフィードバックを提供する。さらにタッチダウン後、スライドしている間は触れているキーの色を灰色で表示する。これらの視覚フィードバックによりタッチダウンしたキーとスライドで選択しているキーを確認することが可能である。

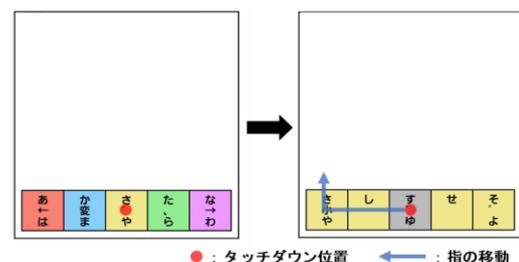


図2 文字入力の例「さ」

Figure 2 Example of text entry.

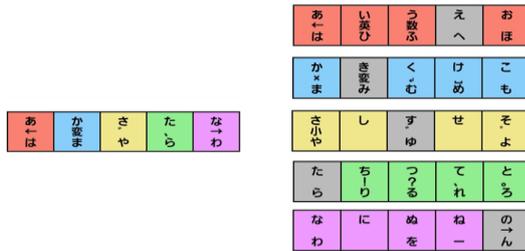


図 3 視覚フィードバック

Figure 3 Visual feedback.

### 3.3 文字割り当て

表 1 に各キーに割り当てている文字を示す。5つのキーを左から順に key1~key5 とした。表 1 の左端 1 列 (縦の key1~key5) がタッチダウンするキーの位置, 表 1 の最上段 1 行 (横の key1~key5) がスライド先のキーを示す。また, 表 1 の左から 2 番目の各列 (上, なし, 下, 左, 右) がフリック方向を示す。

各キーに「あかさたな」の子音を 1 つと「はまやらわ」の子音を 1 つ割り当てた。さらに, スライド先の key1 に「あ段」, key2 に「い段」, key3 に「う段」, key4 に「え段」, key5 に「お段」の母音をそれぞれ割り当てた。

表 1 文字割り当て

Table 1 Character assignment.

タッチ	フリック方向	スライド先				
		key1	key2	key3	key4	key5
key1	上	あ	い	う	え	お
	なし	←	英	数		
	下	は	ひ	ふ	へ	ほ
	左					
	右					
key2	上	か	き	く	け	こ
	なし	BS	変	↓	┌	
	下	ま	み	む	め	も
	左					
	右					
key3	上	さ	し	す	せ	そ
	なし	小		、		。
	下	や		ゆ		よ
	左					
	右					
key4	上	た	ち	つ	て	と
	なし		!	?	、	。
	下	ら	り	る	れ	ろ
	左					
	右					
key5	上	な	に	ぬ	ね	の
	なし					→
	下	わ		を	一	ん
	左					
	右					

## 4. 評価実験

SlicKey の最適なキーサイズと文字割り当てについて検討するために, 異なる 3 種のキーサイズ(5mm 角, 6mm 角, 7mm 角)における入力速度と修正済みエラー率の比較実験と, 異なる 3 種の文字割り当てにおける入力速度と修正済みエラー率の比較実験を行った。実験は, キーボードと同画面上に表示される単語を入力する文字入力の転写実験を行った。大学生と大学院生の男性 3 名 (年齢: 20~22 歳) と女性 4 名 (年齢: 19~21 歳) の計 7 名に実験に協力してもらった。全実験協力者が右利きであり, 普段からスマートフォンでフリックキーボードを用いた文字入力を行っている。また, 実験協力者は SlicKey の入力方法を習熟してもらうために 35 日間 SlicKey (6mm 角) による文字入力を行った。実験はスマートウォッチを想定した実験用プロトタイプ of SlicKey をスマートフォン上に実装し, 左手で機器を持って右手の人差し指で入力する方法で行った。使用するスマートフォンは, 各自の Android 端末又は iOS 端末を用いて, 各キーボードが同じ大きさになるようにそれぞれ実装した。

### 4.1 キーサイズ実験

#### 4.1.1 比較対象

キーサイズ実験には, 5mm 角, 6mm 角, 7mm 角の 3 種を選択した。西村らの研究によると 5mm 角は実験協力者が無理なくポインティングできる最低限の大きさである [10]。また, 7mm 角は, 現在市販されているスマートウォッチの中で適用できる機種が存在する最大級のサイズである。よって, 5mm 角, 6mm 角, 7mm 角の 3 種を比較対象として選択した。

#### 4.1.2 用意したキーボード

図 4 にキーサイズ実験用キーボードを示す。また, 表 2 に各キーサイズおよび画面サイズを示す。キーサイズ実験では, 5mm 角の場合はスマートウォッチの画面サイズを 27mm×27mm, 6mm 角の場合はスマートウォッチの画面サイズを 32mm×32mm, 7mm 角の場合はスマートウォッチの画面サイズを 37mm×37mm と想定した。また, 各キーボードの各端から 1mm の余白を取った。

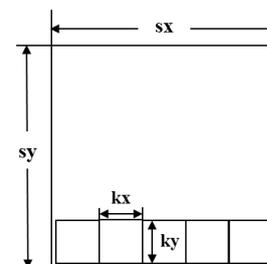


図 4 キーサイズ実験用キーボード

Figure 4 Keyboard for key size experiment.

表 2 各キーサイズおよび画面サイズ (mm)

	kx	ky	sx	sy
5mm	5	5	27	27
6mm	6	6	32	32
7mm	7	7	37	37

#### 4.1.3 用意した単語

出題単語は、国立国語研究所の現代日本語書き言葉均衡コーパス(BC-CWJ)の頻度リスト[11]から 5 文字の単語を 800 個抽出して用いた。抽出条件として、数詞と助詞は単語に含まれる文字の偏りが大きいため除外し、読み方が同じ単語は 1 つに統合した。

キーサイズ実験で使用する文字は、かな文字 50 音と濁点 (゛), 半濁点 (゜), 小文字のみである。

#### 4.1.4 評価指標

キーサイズ実験では、入力速度とエラー率を測定した。入力速度の評価指標には、CPM (Characters Per Minute) を用いた。CPM は 1 分間あたりの文字入力回数であり、値が大きいほど良好な結果と言える。エラー率の評価指標には、修正済みエラー率である Cerr (Corrected Error Rate) [12] を用いた。Cerr は実験中に修正した文字数を全入力回数で割って 100 をかけて求めた割合であり、値が小さいほど良好な結果と言える。

#### 4.1.5 手順

最初に、35 日間 SlicKey (6mm 角) の文字入力を行った実験協力者 7 名に実験内容について十分に説明した。そして、SlicKey (6mm 角) を用いて実験を 5 日間行った。想定したスマートウォッチ領域内の上部に表示される単語を入力してもらった。800 単語から重複なくランダムで抽出された 5 単語 (25 文字) を 1 セッションとし、1 日 5 セッション (125 文字) 行った。また、セッションごとにインターバル 3 分程置いた。次に、2 つ目のキーサイズ (5mm 角, 7mm 角) を用いて 6mm 角と同条件、同様の手順で実験を行ってもらった。2 つ目のキーサイズ実験が終了したら、3 つ目のキーサイズ (5mm 角, 7mm 角) を用いて 1 つ、2 つ目と同条件、同様の手順で実験を行ってもらった。この実験を 5 日間行った。実験はコロナ禍の影響で各自の自宅等で行ってもらい、その際に集中できる環境であることを毎回確認してもらった。

実験において、入力された文字は 1 文字ごとに正誤判定を行い、正解の場合のみ次の文字入力に進み、単語の最終文字まで正解した場合に次の単語が自動で表示されるようにした。また、実験順序が与える影響を打ち消すために 2 つのキーサイズ実験 (5mm 角, 7mm 角) の行う順序はランダムに割り振った。

## 4.2 文字割り当て実験

### 4.2.1 比較対象

文字割り当て実験には、異なる 3 種を選択した。表 3 に異なる 3 種の文字割り当てにおける子音と特殊文字の位置を示す。SlicKey には、5 つのキーをタッチダウンし、他キーへのスライドとスライド先のキーから上下フリック、タッチアップの入力と左端キーで左フリックと右端キーで右フリックの入力が可能である。上クリックを使う入力は 25 通りあり、下フリックを使う入力とタッチアップを使う入力も同じく各 25 通りある。かな文字は 46 個あるため、この 3 種の中から 2 種を組み合わせてかな文字を割り当てる。上フリックと下フリックの組み合わせの文字割り当てを type A とし、タッチアップと下フリックの組み合わせの文字割り当て type B, タッチアップと上フリックの組み合わせの文字割り当て type C を提案し、比較した。

### 4.2.2 実験環境

図 5 に文字割り当て実験用キーボードを示す。文字割り当て実験では、キーサイズ実験の 6mm 角と同条件のキーサイズを用いた。また、出題単語はキーサイズ実験と同じ 5 文字の単語 800 個を用いて、同じ評価指標で評価した。

表 3 異なる 3 種の文字割り当て

Table 3 3 different character assignments.

文字 割り当て	フリック 方向	key1	key2	key3	key4	key5
type A	上	あ	か	さ	た	な
	なし	←	変	゛	,	→
	下	は	ま	や	ら	わ
type B	上	←	変	゛	,	→
	なし	あ	か	さ	た	な
	下	は	ま	や	ら	わ
type C	上	あ	か	さ	た	な
	なし	は	ま	や	ら	わ
	下	←	変	゛	,	→

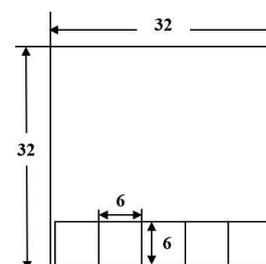


図 5 文字割り当て実験用キーボード (mm)

Figure 5 Keyboard for character assignment experiment.

### 4.2.3 手順

キーサイズ実験が終了した実験協力者7名に協力してもらい、type Aについては、キーサイズ実験で既にデータを収集済みのため、残り2種について実験を行った。最初に、SlicKeyのtype B, type Cの文字割り当てについて十分に説明した。そして、1つ目のパターン (type B, type C) を用いて実験を行った。キーサイズ実験と同様に想定したスマートウォッチ領域内の上部に表示される単語を入力してもらった。800単語から重複なくランダムで抽出された5単語(25文字)を1セッションとし、1日5セッション(125文字)を行った。また、セッションごとにインターバル3分程置いた。次に、2つ目のパターン (type B, type C) を用いて1つ目と同条件、同様の手順で実験を行ってもらった。この実験を5日間行った。実験はコロナ禍の影響で各自の自宅等で行ってもらい、その際に集中できる環境であることを毎回確認してもらった。

実験において、入力された文字は1文字ごとに正誤判定を行い、正解の場合のみ次の文字入力に進み、単語の最終文字まで正解した場合に次の単語が自動で表示されるようにした。また、実験順序が与える影響を打ち消すために2つの文字割り当て実験 (type B, type C) の行う順序はランダムに割り振った。

## 5. 結果と考察

### 5.1 キーサイズ

#### 5.1.1 入力速度

表4にキーサイズ実験での各実験協力者における5日間の平均入力速度を示す。括弧内の数字は標準偏差を示している。また、図6にキーサイズ実験での各日の平均入力速度を示す。5日間の平均入力速度は、5mm角、6mm角、7mm角の順にそれぞれ50.80CPM、51.12CPM、53.04CPMであった。3種のキーサイズにおける入力速度に有意差があるか有意水準5%で片側t検定を行った。5mm角と6mm角で行った結果、 $t(6) = 0.39$ ,  $p = 0.35 > 0.05$ で有意差が認められなかった。次に5mm角と7mm角で行った結果、 $t(6) = 2.66$ ,  $p = 0.02 < 0.05$ で有意差が認められた。最後に6mm角と7mm角で行った結果、 $t(6) = 3.70$ ,  $p = 0.01 < 0.05$ で有意差が認められた。よって、7mm角が最も速い入力速度であった。

5日間の平均入力速度で7mm角が最も速かった理由を以下に考察する。SlicKeyは、1ストロークでかな文字入力をする方式である。そのため、キーサイズが大きくなると、タッチダウンキーのターゲティングや、スライドによるスライド先キーの選択がより容易になり、結果として、速い入力速度に繋がったものと考えられる。

#### 5.1.2 エラー率

表5にキーサイズ実験での各実験協力者における5日間の平均Cerrを示す。括弧内の数字は標準偏差を示している。

また、図7にキーサイズ実験での各日の平均Cerrを示す。5日間の平均Cerrは、5mm角、6mm角、7mm角の順にそれぞれ11.61%、9.48%、11.33%であった。3種のキーサイズにおけるCerrに有意差があるか有意水準5%で両側t検定を行った。5mm角と6mm角で行った結果、 $t(6) = 2.42$ ,  $p = 0.05 = 0.05$ で有意差が認められなかった。次に5mm角と7mm角で行った結果、 $t(6) = 0.31$ ,  $p = 0.77 > 0.05$ で有意差が認められなかった。最後に6mm角と7mm角で行った結果、 $t(6) = 1.95$ ,  $p = 0.10 > 0.05$ で有意差が認められなかった。

表4 各実験協力者における5日間の平均入力速度  
 Table 4 Average input speed of each experimenter for 5 days.

	5mm	6mm	7mm
#1	56.87(6.02)	57.57(7.50)	61.13(7.77)
#2	56.20(6.78)	57.35(8.20)	60.93(8.18)
#3	39.41(4.93)	38.74(3.61)	40.99(6.28)
#4	57.58(5.46)	54.51(8.13)	56.59(7.71)
#5	51.91(6.09)	50.95(4.81)	51.68(5.89)
#6	47.89(7.35)	49.21(6.10)	50.41(6.75)
#7	45.75(7.75)	49.56(7.20)	49.54(6.58)
平均	50.80(2.86)	51.12(2.86)	53.04(2.62)

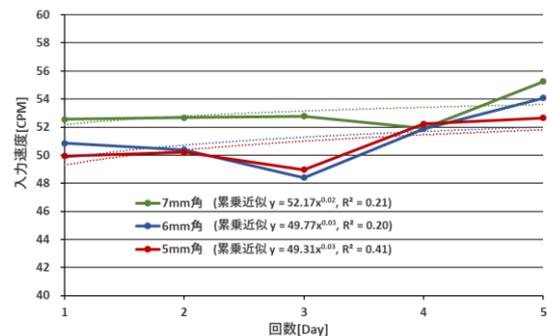


図6 各日の平均入力速度

Figure 6 Average input speed for each day.

表5 各実験協力者における5日間の平均Cerr  
 Table 5 Average Cerr of each experimenter for 5 days.

	5mm	6mm	7mm
#1	8.55(7.39)	7.14(7.08)	7.65(7.72)
#2	11.97(6.77)	10.56(8.28)	9.14(7.04)
#3	13.52(7.52)	14.51(5.48)	13.87(6.89)
#4	5.36(6.68)	3.94(4.36)	9.35(8.13)
#5	6.06(6.00)	4.94(5.91)	7.21(7.29)
#6	15.17(11.26)	9.36(7.99)	12.01(10.52)
#7	20.64(8.87)	15.94(6.50)	20.06(8.37)
平均	11.61(3.26)	9.48(2.86)	11.33(3.46)

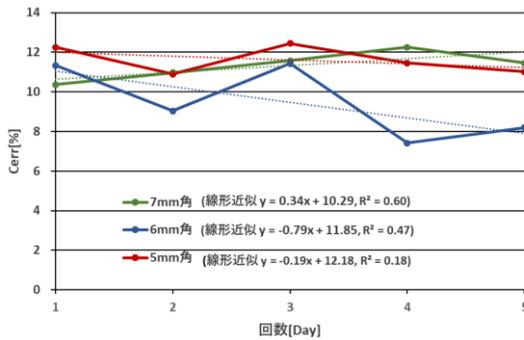


図 7 各日の平均 Cerr  
 Figure 7 Average Cerr for each day.

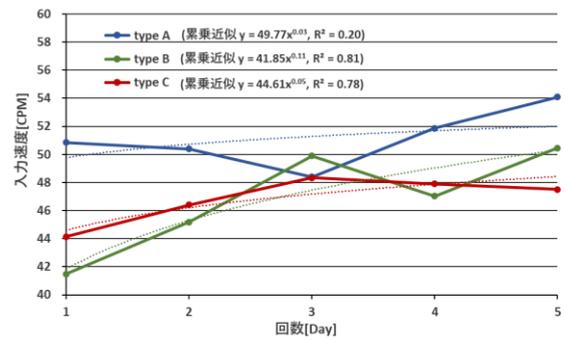


図 8 各日の平均入力速度  
 Figure 8 Average input speed for each day.

5.2 文字割り当て

5.2.1 入力速度

表 6 に文字割り当て実験での各実験協力者における 5 日間の平均入力速度を示す。括弧内の数字は標準偏差を示している。また、図 8 に文字割り当て実験での各日の平均入力速度を示す。5 日間の平均入力速度は、type A、type B、type C の順にそれぞれ 51.12CPM、46.81CPM、46.86CPM であった。3 種の文字割り当てにおける入力速度に有意差があるか有意水準 5% で片側 t 検定を行った。type A と type B で行った結果、 $t(6) = 2.72$ ,  $p = 0.02 < 0.05$  で有意差が認められた。次に type A と type C で行った結果、 $t(6) = 2.53$ ,  $p = 0.02 < 0.05$  で有意差が認められた。最後に type B と type C で行った結果、 $t(6) = 0.05$ ,  $p = 0.48 > 0.05$  で有意差が認められなかった。よって、type A が最も速い入力速度であった。

5 日間の平均入力速度で type A が最も速かった理由を以下に考察する。type A は、フリックをほぼ全てのかな文字入力に使うのに対し、type B や type C はかな文字入力の半分がタッチアップになる。そのため、上段の文字と下段の文字でフリックとタッチアップを切り替えることが認知的負荷となり、結果として入力速度が遅くなったことが考えられる。

表 6 各実験協力者における 5 日間の平均入力速度

Table 6 Average input speed of each experimenter for 5 days.

	type A	type B	type C
#1	57.57(7.50)	52.72(8.15)	53.06(6.35)
#2	57.35(8.20)	55.47(10.73)	57.57(9.91)
#3	38.74(3.61)	38.17(5.41)	38.26(6.56)
#4	54.51(8.13)	44.66(8.95)	42.05(10.23)
#5	50.95(4.81)	52.18(7.34)	47.82(6.23)
#6	49.21(6.10)	40.04(7.22)	41.70(6.31)
#7	49.56(7.20)	44.45(8.93)	47.60(8.01)
平均	51.12(2.86)	46.81(5.16)	46.86(3.44)

5.2.2 エラー率

表 7 に文字割り当て実験での各実験協力者における 5 日間の平均 Cerr を示す。括弧内の数字は標準偏差を示している。また、図 9 に文字割り当て実験での各日の平均 Cerr を示す。5 日間の平均 Cerr は、type A、type B、type C の順にそれぞれ 9.48%、13.07%、13.77% であった。3 種の文字割り当てにおける Cerr に有意差があるか有意水準 5% で両側 t 検定を行った。type A と type B で行った結果、 $t(6) = 2.21$ ,  $p = 0.07 > 0.05$  で有意差が認められなかった。次に type A と type C で行った結果、 $t(6) = 1.92$ ,  $p = 0.10 > 0.05$  で有意差が認められなかった。最後に type B と type C で行った結果、 $t(6) = 0.62$ ,  $p = 0.56 > 0.05$  で有意差が認められなかった。

表 7 各実験協力者における 5 日間の平均 Cerr

Table 7 Average Cerr of each experimenter for 5 days.

	type A	type B	type C
#1	7.14(7.08)	11.10(9.94)	8.70(7.18)
#2	10.56(8.28)	10.31(6.88)	9.40(6.99)
#3	14.51(5.48)	14.13(8.04)	17.64(10.11)
#4	3.94(4.36)	16.03(8.98)	20.80(10.30)
#5	4.94(5.91)	6.60(4.98)	9.80(7.69)
#6	9.36(7.99)	14.71(8.51)	13.38(8.63)
#7	15.94(6.50)	18.60(9.23)	16.68(9.36)
平均	9.48(2.86)	13.07(4.00)	13.77(2.32)

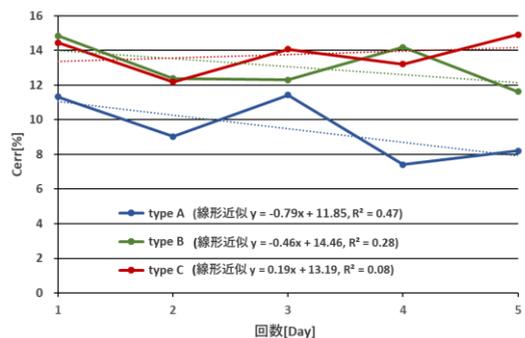


図 9 各日の平均 Cerr  
 Figure 9 Average Cerr for each day.

## 6. おわりに

本研究では、超小型機器向けのかな文字入力方式「SlicKey」におけるキーサイズが異なる3種(5mm角, 6mm角, 7mm角)のキーボードでの比較実験と、異なる3種の文字割り当て (type A, type B, type C) での比較実験を行い、最適なキーサイズや文字割り当てについて検討を行った。評価実験の結果、キーサイズは7mm角の時に入力速度が53.04CPMとなり、最も速くなった。また各サイズで修正済みエラー率に有意差はみられなかった。文字割り当ては上フリックと下フリックの組み合わせであるtype Aの時に入力速度が51.12CPMとなり、最も速くなった。修正済みエラー率に有意差はみられなかった。よって、SlicKeyは7mm角で上フリックと下フリックの組み合わせの文字割り当てがスマートウォッチのかな文字入力方式として有効であることが示された。

今後の課題として、西村らの研究によるとディスプレイ上のボタンをタッチする際、指の接触角度が大きく影響するという知見があるため、SlicKeyについても指の接触角度による影響を検証する必要がある。また、エラー率を抑えるため、辞書や入力履歴を利用して入力ミスを補正する方法とその効果についても検証する必要がある。

**謝辞** 本研究を進めるにあたって、多大なるご協力頂いた皆様に謹んで感謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] 本田拓也, 中村喜宏: 5つのキーのスライド&フリックによる文字入力方式の評価, 第195回ヒューマンコンピュータインタラクション研究会, vol.2021-HCI-195 No.30, pp. 1-6 (2021).
- [2] Google LLC: Google 手書き入力, (オンライン), 入手先 (<https://www.google.com/intl/ja/inputtools/services/features/handwriting.html>) (参照 2021-12-03).
- [3] Apple Inc.: Apple Watch Scribble, (online), available from (<https://support.apple.com/ja-jp/ht206907>)(accessed 2021-12-03).
- [4] Wobbrock, J., Myers, B. and Kembel, J.: EdgeWrite: A Stylus-Based Text Entry Method Designed for High Accuracy and Stability of Motion, Proc. ACM UIST' 03, pp. 61-70 (2003).
- [5] 松村駿, 木下雄一郎, 郷健太郎. 日本語 EdgeWrite のスマートウォッチへの実装と評価. 第20回電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, pp. 9 (2015).
- [6] ETAOI Systems : 5-TILES, (online), available from (<http://fivetiles.com>) (accessed 2020-12-18).
- [7] 尾崎尚人, 本多信吾, 田中敏光, 秋田光平, 佐川雄二: ストロークジェスチャとタップの組み合わせによる角形スマートウォッチ向けの文字入力手法, 情報処理学会論文誌, Vol.59, No.8, pp.1511-1519 (2018).
- [8] Fukatsu, Y., Shizuki, B. and Tanaka, J.: No-look Flick: Single-handed and Eyes-free Japanese Text Input System on Touch Screens of Mobile Devices, Proc. Mobile HCI 2013-Touch and Text input, pp. 161-179 (2013).
- [9] 安福和史, 中村喜宏: QuadKey: キーの数を4つに限定したスマートウォッチ向けかな文字入力方式, 情報処理学会論文誌. 1992, vol. 33, no. 12, pp. 1512-1526.
- [10] 西村崇宏, 土井幸輝, 藤本浩志: タッチパネルタブレット端末における人差し指の接触角度を考慮したボタンのサイズ及び間隔の評価, 日本感性工学会論文誌, Vol.14, No.3, pp.343-350 (2015).
- [11] 国立国語研究所コーパス開発センター: 「現代日本語書き言葉均衡コーパス」語彙表短単位語彙表データ(オンライン), 入手先 [http://pj.ninjal.ac.jp/corpus\\_center/bccwj/freq-list.html](http://pj.ninjal.ac.jp/corpus_center/bccwj/freq-list.html) (参照 2020-12-18).
- [12] Soukoreff, R. W. and Mackenzie, I. S.: Metrics for text entry research: an evaluation of MSD and KSPC, and a new unified error metric, Proc. SIGCHI Conf. on Human Factors in Computing Systems (CHI'03), pp. 113-120 (2003).