

# 初心者のタイピング動作特性の解析

高岡詠子<sup>†1</sup> 田村啓<sup>†1</sup> 杉浦学<sup>†2</sup>

本研究ではタッチタイピングのできないタイピストに焦点を当てて実験を行うことで、初心者の苦手な文字の傾向などを分析した。その結果、文字ごとの正解率と打鍵速度には相関があること、打鍵速度に関わらずミスの種類は誤打鍵が最も多いこと、左下のキーが打ちづらく、ホームポジション左のキーが打ちやすい、右手の打鍵については文字位置によってばらつきがあること、打鍵頻度が大きい文字は打鍵速度が速い傾向が見られるが、文字の打鍵頻度が少ない文字が必ずしも文字打鍵速度が遅いわけではなく、同じ打鍵頻度が少ない文字でも文字位置によって速度が大きく異なるなどの結果が導かれた。これをもとに、タイピング教育ソフトにおける問題文の適切さなどを評価したり、有効なタッチタイピング教育法の検討などを行うことが可能となる。

## A study on novice typist characterization

EIKO TAKAOKA<sup>†1</sup> KEI TAMURA<sup>†1</sup>  
MANABU SUGIURA<sup>†2</sup>

We analyzed novice typist characterization through the experiments. As a result, the study found that there were correlations between typing speed and accuracy for each character, typing errors occur most commonly as a result of misstrokes, it is difficult to press the keys at the lower left, it is easy to press the keys at the left side of home position and there is great variability among character position regarding the right hand key strokes. Although the higher the frequency of a character, the more quickly it can be typed, the lower the frequency of a character, the more quickly it always can not be typed. It is possible to evaluate the adequacy of the text for typing training and propose the useful training method for touch-typing.

### 1. はじめに

タッチタイピングとは、キーボードの盤面を見ずに正しい指使いでそれぞれのキーを叩くことであり、キーボードによる入力方法の中で、最も効率の良い入力方法であると

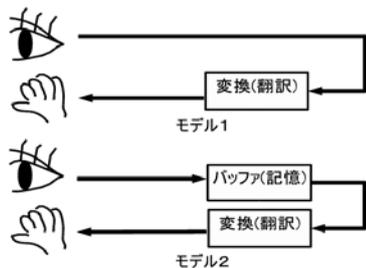


図1 ハント&ペックの認知モデル

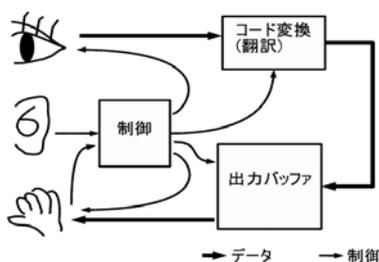


図2 タッチタイプの認知モデル

とされている。タッチタイピングと対照的な入力方法として、初心者の多くに見られるハント&ペック（キーボードの盤面を見ながら入力する方法）がある。ハント&ペックは誰でも訓練をせずに行える手法であるというのが利点で

ある。図-1は、大岩らにより発表さ

れているハント&ペックの認知モデルである[1,2]。

図-1のモデル1は、視認した1文字をキーボード上で探し指の動きに変換し入力していく、という全くのタイピング初心者のモデルである。これについて1文字ずつ入力していくので時間的効率が良くないのは明らかであるが、視線を頻繁に動かさなければならないので疲労やストレスを発生させやすいというのも問題点である。またモデル2は、モデル1が1文字ずつの入力であるのに対して単語単位で入力している場合のモデルである。視認した単語をバッファに記憶して、それを1文字ずつ探して入力していくのである。モデル1と比較すればある程度効率的になったと言えるが、入力速度や疲労度は実用的なレベルとは言えない。これらに対して図-2は、熟練タイピストによるタッチタイプの認知モデルである。タッチタイピングは視認した入力すべき情報をキーボードへ視線を送らずに入力していき、さらに自らが入力した文字を見ることもない。また原稿上で視線が追っている文字は、タイプしている文字よりも数字から十数字、すなわち数単語先である。数単語先の情報を視認し、出力バッファに貯えていくのである。つまり、視線は常に原稿を向いていて、熟練者になればよりたくさん情報を出力バッファに貯えておくことができるようになる。そして、貯えられた情報を順番に指の運動へとリズムミカルに変換していく。タッチタイピングにおいては、目から取り込んだ情報が無意識のうちに指の運動へと翻訳されるため、タッチタイプの熟練者は原稿とは無関係な会話をしながらでもタイピングを行うことができる。原稿が無

<sup>†1</sup> 上智大学 Sophia University  
<sup>†2</sup> 山梨英和大学 Yamanashi Eiwa College

い場合のタイピングについても、タッチタイピングは思考をそのままキーボードを見ることなく打鍵することができるので、ハント&ペックと比較して時間的効率については比べ物にならないほどの効果を発揮する。さらに、視線の上下も無くキーボード操作へのストレスが圧倒的に少ないので思考を内容に集中させることができるのである。このように、タッチタイピングは訓練をしていない初心者のハント&ペックと比較して明らかな有用性を示すことができる。タッチタイピングの習得はコンピュータ操作全般の利用効率にバイアスを掛けることができ、その訓練法を研究することは現代社会のニーズを的確に捉えていると考えたため、本研究の目的としている。

## 2. 先行研究

タイピング特性に関する従来の研究を述べる。文献[3,4]ではタッチタイピング教育システムの開発と運用して得られた学習データ(速度、ミス率)の解析を行っている。[3]ではタイピング教育の成長に焦点を当てておりその結果、タイプミス低下率と速度上昇率の二つには相関があり、また学習を日数を空けずに継続して行うことが重要だということも述べている。[3]のシステムは、日本語をローマ字入力するタイプのシステムで、打鍵した文字を即画面に表示(エコーバック)するタイプのシステムである。間違えたら正しい打鍵を行うまで先に進めないという特徴のためにミスをするとタイピング作業が強制的に中断されてしまう。また、ミスをしてしまうという緊張感が学習者のタイピングのリズムを阻害してしまうという問題が存在する。タイピングのリズムが阻害されることにより図2のタッチタイピングのモデル形成における出力バッファの容量が増えていく流れを狂わせてしまう影響が指摘されている。そういった問題点を改善するため[4]では、打鍵した文字をエコーバックしない、ミスをして打鍵は止まらず最後まで打鍵できるレッスンを中間トレーニングとして導入して運用実験および解析を行っている。その結果、導入前と比較してシステムの取り組み回数や取組日数の減少が見られている。つまり、図2のタッチタイピングのモデル形成にはエコーバックしないタイプのほうが効果的であることが示されている。

文献[5]では心理学(認知学)の観点からタイピング動作を捉え、タイピングの認知モデルを構築し、紹介している。タイピングは複雑な指の運動であり、大脳や小脳、側頭葉などそれぞれの脳の機能がタイピング動作においてどのような役割を果たすのかを詳しく述べている。[2][5]の文献より、認知や心理側からのアプローチが効果的であることが導かれていることより、[3][4]の結果をふまえ、本研究ではエコーバックしないシステムを採用した。認知モデルに関する文献[6]ではタイピング動作におけるリズム感に着眼

点を置いて、打鍵速度を制御するピーブ音(メトロノームのように一定のタイミングで発生する音)を用いた打鍵制御システムの試用実験を行い、自由に打鍵させるよりもピーブ音で制御させた方がより打鍵間隔が安定していることを検証している。解析を行う際に複数の要素が入ることにより評価が難しくなるため本研究では音による制御は行わなかったが、今後は評価要素に取り入れたい。

文献[7]ではタッチタイピング教育システムにおける誤り検出のプログラムのアルゴリズムについて述べている。問題文と入力分を用いて比較をして比較内容によってミスの種類を分類(挿入、脱落、誤打鍵など)することができるアルゴリズムで、本研究で採用したシステムはこのアルゴリズムを使ってミス进行分类している。ここで従来の研究の中でも本研究に大きく関連する二つの研究について、言及し、その中で本研究の位置づけを述べる。

### 『Aspect of skilled typewriting』[8]

タイプライターの打鍵における指の動きについて様々な角度から検証している。紙などから文字を読みとり、先読みできる(バッファにためこまれる)文字は4~8文字と述べている。また、タッチタイピング習得者を対象にした実験で、打鍵する文字の前後の文字の文脈がタイピストのキーストロークに大きく影響を及ぼしていることを証明した。文字の前後関係によるキーストロークは論文の中では以下のように分類されている。

One Finger(1F) 一つの指でキー入力するストローク  
例:de dd

Two Finger(2F) 片方の手、二つの指でキー入力するストローク  
例:se

Two Hand(2H) 左右の手で二つのキー入力するストローク  
例:pe

そして、打鍵の遅い初心者は1Fの文字を速く打鍵し、2Fや2Hのタイピングは遅い、打鍵の速い熟達者は2Fや2Hを速く打鍵し、1Fの文字はこれら二つより遅いという結果を導きだしている。本研究では連字の関係についてまでは行っていないために、これらの確認していないが今後のタイピング特性研究の課題として連字の関係についても考慮するつもりである。

### 『英語けん盤配列の評価』[9]

タッチタイピングを使用する熟練タイピストの運動特性の実験について述べている。左右の手を使った打鍵を交互打鍵、片方の手を使った打鍵を連続打鍵と定義し、連続打鍵は交互打鍵よりも余計に時間がかかることを示唆。経験を積んだ女性の熟練タイピスト(平均176ms/ストロークで打鍵)4名を対象にランダム文を打鍵させ、一文字ごとの打鍵の速さ(文字間隔)を解析し、文字ごとの総合打鍵特性を示した(図3)。その結果、熟練者は下記の特徴を持つことが導かれた。

- 左手よりも右手のほうが敏捷である
- 叩きやすさはホーム段、上段、下段の順となる
- 指の速度は中指、人差し指(内)、人差し指(外)、薬指、小指の順に遅くなる
- 段の切り替え量が2の時、打鍵速度が落ちる
- 指の切り替え速度は切り替え量に対して2(人差し指と薬指など),1(隣の指),交互打鍵、3,0(同じ指)の順に遅くなる
- 指の切り替え量が0の時に速度が遅くなるということについては[8]において熟達者が1F(一つの指で二つの文字を打鍵するストローク)が遅いという結果と一致する。

本研究で使用したレッスンテキストの文字ごとの打ちづらさの評価値はこの特性式を利用している。また本研究は初心者を対象とするため、熟練者との違いを導くために有用な参考文献である

打鍵した手 打鍵文字の列 打鍵文字の指 交互or連続 交互列切替数 交互指切替数

$$t = 256 + 16 \begin{bmatrix} -1 \\ +1 \end{bmatrix} + 4.0 \begin{bmatrix} -1 \\ -2 \\ 3 \end{bmatrix} + 0.5 \begin{bmatrix} -7 \\ -2 \\ -13 \\ 3 \\ 19 \end{bmatrix} + 19.3 \begin{bmatrix} 0 \\ +1 \end{bmatrix} + 0.8 \begin{bmatrix} 0 \\ -3 \\ -1 \\ 5 \end{bmatrix} + 0.4 \begin{bmatrix} 0 \\ 13 \\ -4 \\ -8 \\ 6 \end{bmatrix}$$

右手	上列	人差し指(内)	交互打鍵	交互打鍵	交互打鍵
左手	ホーム列	人差し指(外)	連続打鍵	列切替 0	指切替 0
	下列	中指		1	1
		薬指		2	2
		小指			3

図 3 打鍵速度の数式化

### 3. タイピングの動作特性に関する実験

#### 3.1 実験の目的

タッチタイピングのできない初心者に対しての動作特性を解析することで、動作特性に対して学習テキストやタイピング学習の方法論を評価する基盤や方法を検討していくことが目的である。初心者の動きの特性を測定するためにタイピストの映像データや打鍵履歴データなどから解析する。本実験の前に何人かの初心者、熟練者を対象にした予備実験を行った。予備実験で得られたデータを参考に本実験の方向性を練り、解析データや環境などを設定した。

#### 3.2 タイピングソフト TUTTT

タイピングソフト TUTTT は豊橋技術科学大学大岩研究室が企画、開発したソフトウェア[1,7]で、タッチタイピングの基礎であるホームポジションの練習から正しい指使いなどを練習できる。学習画面を図4に示す。この学習ソフトは10以上のレッスンがあり、レッスンごとに3~4の一分

間のセクションで構成されている。レッスンを進めるごとに指を動かす幅や量が増えていき、最終的には通常の英文ESCキーでメニュー

《レッスン 10 セクション 1》1 回目

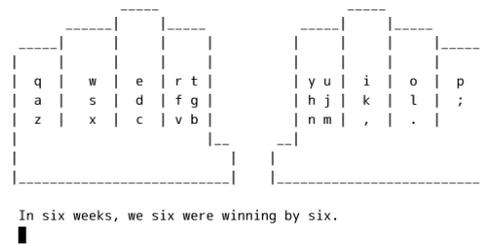


図 4 TUTTT による学習画面

を打つような練習になる。本研究では、TUTTT に学習者がタイピングした打鍵履歴、一文字ごとにかかる時間などの学習データを蓄積する機能を追加し、後日その学習データの解析が行えるようにして利用した。

また、先行研究において述べた図3のモデルを参考に本システムのテキストの平均速度理論値(その打鍵文字を打鍵する前の平均時間)を各セクションごとに算出した結果、図5に示すような結果が得られた。縦軸は平均速度理論値を示しており、この数値が小さいほど速やかに打鍵することができる、タイピストにとって打ちやすいテキストと言える。また横軸はTUTTTのテキストのセクション(レッスン1のセクション1から一つごと)を示しており、セクションが進むにつれてホームポジションから離れた文字などが多く含まれるようになり、難易度が上がっていく。

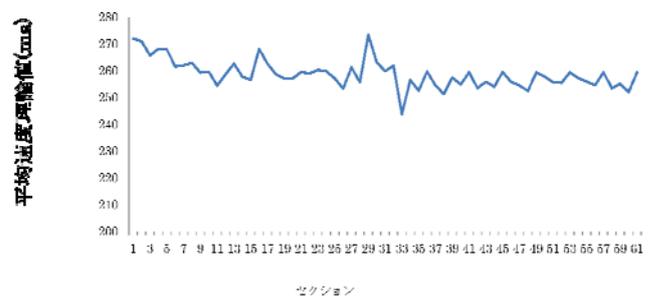


図 5 セクションごとの平均速度理論値

29番目のセクションが速度理論値が大きく、33番目のセクションが速度理論値が少なくなっている。29番目のセクションに関しては左手の打鍵が多いことや、同じ手を用いる連続打鍵の連字が多く含まれることが原因と考えられる。33番目のセクションに関しては打鍵のしやすい人差し、中指の打鍵文字が多く、また指切り替えや列切り替えが行いやすい切り替え数の連字(列切り替え2、指切り替え3など)

が多く含まれると考えられる。それ以外は『TUTTT』におけるテキストの難易度は比較的安定しているということがわかった。ただ、図3はタッチタイピングをこなせる熟練タイピストを元に作られたモデルである。そのために初心者タイピストが学習を行う上での評価式は異なると考えられるため、この評価法が絶対であるとはいきれない。図3の式で評価した結果からは、このテキストは熟練者のタイピストにとって打ちやすいテキストであること、セクションが進むにつれてホームポジションから離れた文字などが多く含まれるようになり、少しずつ難易度が上がっていくが、全体を通し、『TUTTT』におけるテキストの難易度は比較的安定しているということが導かれた。もともとTUTTTのテキストはP.S. Pepeの”Personal Typing in 24 hours”[10]から引用しており、すべてよく使用される英単語で構成されているため、テキストを単語あるいは句単位で指の運動パターンに変換していく機構が形成されやすい[7]ということからもこの評価は信頼性があるといえる。

### 3.3 予備実験

被験者のタイピングの様子をビデオカメラで視線や手元の動きを撮影し、動画解析ソフトウェアを用いて初心者の特徴を調査する。また、手元をかくさないで自己流で行った場合と、手元をハンカチなどで隠して正しいフォームでタイピングさせた場合の違いなどを得られた学習データから解析していき、ビデオ解析で得られたデータと合わせて検討することにより、初心者の問題点などを探った[11]。被験者は理系女子学生2名、主婦60代、文系女子学生、50代事務職女性、理系男子学生それぞれ1名ずつの計6人で大部分はキーボードを見て文字を探しながら入力していくハント&ベック方式の打鍵である。実験は一人ずつ行い、一人約50分の時間が経過するまで続けた。50分の制約をつけた理由は、文部科学省で定められている中学生の授業時間が50分を一区切りとしており[12]、集中力を考慮し、また実験の期間と被験者の数を考慮してこの時間が適当だと考えたためである。適切な実験時間については今後の課題の一つである。

予備実験では、初心者タイピストは入力時におけるキーボードを見る時間、及び各指の遷移時間が熟練タイピストに比べると非常に大きいこと、ハント&ベック方式だと入力が早くなればなるほど視線を動かす頻度が大きくなるということがわかった。このことからハント&ベックに慣れて入力が早くなるほど一定時間における目の負担が大きくなるのではないかと考えられる。タッチタイピング技術を習得すれば入力数に関わらず視線を上下に動かさずに済むために学習者の疲労を減らすことができる。また、タッチタイピング方式で行った場合とハント&ベック方式はタイプミスの種類が違うことが予想された。

予備実験では一つのセクションごとに訓練しながら行っ

たため打鍵の遅い学習者と早い学習者でデータの取れる量が大きくばらついてしまったことや、ハンカチで手を隠して行ったためにハンカチのずれなどを気にしてしまったことが反省点としてあげられた。そのため本実験ではこれらの点を考慮して、『約一時間の実験においてタッチタイピングの訓練を行わずにセクションを進めることを優先する』ことや文字の入っていない『無刻印キーボード』を導入するなどより快適かつ正確な実験データを得られるように改善した。また、予備実験ではビデオカメラで撮影したデータを中心的に解析したが、大きな成果は得られなかったので本実験ではテキストの打鍵履歴を中心として初心者のタイピングにおけるデータ解析を行うこととした。

## 4. 本実験

### 4.1 実験の対象

本実験では14人に増やして実験を行った。タイピストの大部分はキーボードを見て、文字を探しながら入力していくハント&ベック方式の打鍵である。予備実験では年齢がばらついていたが本実験では大学生が多い。これに関しては予備実験の結果(年齢が比較的上の人でも成績が高い人がいた)から、年齢が偏っても影響は少ないと思われる。各タイピストの性別や所属、特徴を表1に示す。なお、被験者の実験番号は実験を行った順番である

表1 実験対象者の特徴

番号	性別	文理	学年
1	女	文	3
2	女	理	2
3	女	理	2
4	女	理	1
5	女	文	4
6	男	理	2
7	女	理	1
8	女	理	1
9	女	文	卒業
10	女	文	3
11	女	文	3
12	男	理	1
13	女	文	4
14	女	理	1

### 4.2 実験の手順

実験は一人ずつ行い、事前のアンケートも含め予備実験同様45~50分の時間が経過するまで続けた。

- 事前アンケートを被験者に記入してもらい、アンケートデータを取ることで、成績との関連性を調べることができるためである

2. システムの使い方を説明し、刻印付きキーボードを使ってレッスン10のセクション2~4をやってもらう  
 レッスン10が一般的な文章や単語を取り扱っており、日常の動きに近いデータが得られると判断したためである
3. レッスン10が終わったら無刻印キーボードに入れ替えて、簡単なタッチタイピングの解説をしたあと、レッスン1~10のセクション1のみやってもらう  
 セクション1だけをやってもらうほうが時間内に多様な文章を打たせることができると判断したためである
4. 実験時間が余ったらレッスン1~10のセクション2のみやってもらう

予備実験で行ったようなタイピング教育は行わず、どのタイピストにおいても効率的になるべく同等の環境で打鍵データを収集することを優先させた。その代わりとして無刻印キーボードのFとJ(ホームポジションの人差し指にあたる)の位置に丸型の赤いステッカーを貼り、タッチタイピングの概念を簡単に説明して画面上に文字位置が表示されるアシストを参考にして実施してもらった。

#### 解析対象のデータ

本実験では14人の被験者から以下のデータを得た。

- セクションごとの打鍵成績
- 一分当たりの英文字入力数
- 打鍵正解率
- 被験者が打鍵した文字の打鍵履歴
- 打鍵文字ごとの文字間隔(ひとつ前の文字を打鍵してから打鍵文字を打鍵するまでの間隔)
- 打鍵文字ごとの正否 ミスした場合、誤打鍵、挿入、脱落、入れ替えとミスの種類まで分類される

これらの14人の被験者によって得られた多くの打鍵情報データより以下のようなデータをまとめた

- 文字ごとの打鍵頻度(回) aを何回、bを何回打鍵しているかなど
- 文字ごとの平均の打鍵間隔 タイピストごとと全ての平均を出す
- 文字ごとの平均の正解率 同上
- ミスの種類と分類

また、全てのタイピストの内、タイピスト11においては一分間における平均打鍵数が100を超えており(他は80未満)、また手を隠した後のセクションでも100前後もしくはそれ以上の入力を行っていた。そして事前アンケートにおいてもタッチタイピング可能と解答していたため、タイピスト11のみはタッチタイピング可能なタイピストとして4.3.6の結果で平均文字間隔、平均正解率およびミスの

種類に関して個別のデータを示す。なお、他にもタッチタイピング可能と解答したタイピストは4と10の二人いたが、成績を見ると手を隠した際に明らかに(40~50程度)入力数が落ちていたため、個別のデータは示さない。

#### 4.3 実験結果と考察

##### 4.3.1 文字の出現頻度と打鍵速度

本実験の結果を一文字ごとに解析したデータを示し、考察を行う。まず、タイピスト1~14の打鍵した文字の頻度を図6に示す。図より、dとeの文字が非常に多い頻度で入力されていることがわかり、出現頻度の多い文字とそうでない文字の差が大きいという結果が出た。次に、各レッスンに含まれる出現文字数とタイピングの一分間における入力数を図7に示す。横軸の出現文字数はレッスン1~10の出現文字数を左から順に示しており(カッコ内はステップ番号)、縦軸は全てのタイピストの一分当たりの平均入力数を示している。

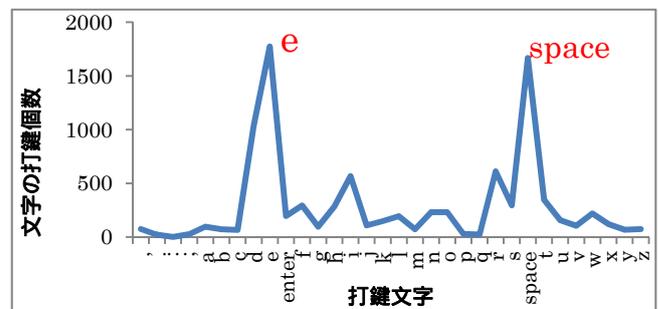


図6 文字ごとの打鍵頻度

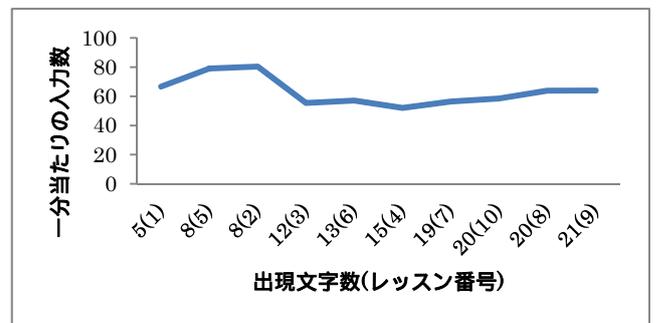


図7 文字種類数と一分間の平均入力数

図7から出現文字が一定(8~12の間)で一分当たりの入力数が減少し、緩やかな上昇を描いていることがわかる。このことから出現文字が一定数を超えたあたりから図2のタッチタイピングの認知モデルにて文字情報を処理するのが困難になってくるということが考えられる。これは打鍵している文字より約1秒分先を読み、これは5文字に匹敵する[13]が、その後の研究[14]でそのバッファは11文字くらいまで拡張できることから裏付けられる。

##### 4.3.2 打鍵速度と正解率

打鍵速度と正解率の間に関係があるかどうかについての解

析を行った。まず、各レッスンごとのタイピスト 14 名の打鍵速度と正解率の間には相関が認められた。タイピスト 11 を除いた相関値のほうが高かった。次に、各タイピストごとの打鍵速度と正解率についても調べたがタイピスト 4,8,2,12 という順に相関が見られたがそれ以外のタイピストには相関が見られなかった。このことから、打鍵速度と正解率の関係はテキストの打ち易さと関連があることが予想される。したがって、打鍵文字ごとの正解率と打鍵速度を解析することとした。

打鍵文字ごとの、全体の平均打鍵間隔を図 8 に示す。また、タイピスト 11 の平均打鍵間隔を図 9 に示す。値が大きい文字ほど打ちづらいことを示す。

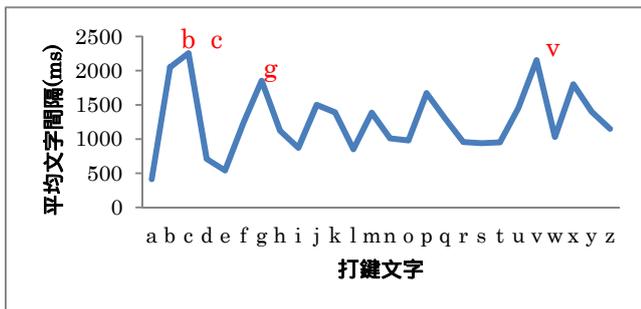


図 8 文字ごとの平均打鍵間隔

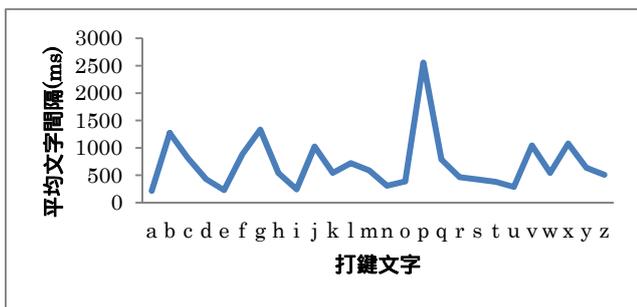


図 9 タイピスト 11 の平均打鍵間隔

全てのタイピストは b,c,v,x など左手の下段に位置する文字の平均間隔が大きくなっている。これは、左下の文字が初心者にとって打ちにくいということが言える。それ以外は文字によってばらつきがあり例えば g や p などホームポジションから離れた文字が打ちにくい場合がある。d や e など左手のホームポジションにある文字は間隔が小さく、打ちやすいと言えるが、右手のホームポジションにある j、kなどはそれほど打ちやすいという結果ではなく、むしろ左手のホームポジションのが打ちやすいと考えられる。この原因は打鍵頻度から考えられ、d や e などの文字は打鍵頻度が多く、タイピストが打っていくうちに慣れていくために打鍵間隔が短くなっているのではないかと考えられる。これらの結果は、文献[9]によって示されている熟練者の特徴である「左手より右手のほうが敏捷である、叩きやすさはホーム段、上段、下段の順となる、指の速度は中指、人差し指(内)、人差し指(外)、薬指、小指の順に遅くなる」

といった現象と異なっていることがわかる。

また、比較的入力早いタイピスト 11 に関しても同じく b,c,v,x といった左下の文字が打鍵間隔が大きくなっており、また p の打鍵間隔が極端に大きくなっている。これは p の位置が右手小指にあるために動かしづらく、時間がかかったのかと考えられる(小指の動きに慣れていない)。

#### 4.3.3 ミスの種類

ミスの種類を誤打鍵、挿入、脱落、入れ替えに分類した。ミスの種類の詳細について表 2 に示す。そして、タイピスト 1~14 の全ての打鍵についてミスの種類ごとの割合を調べたところ、誤打鍵 72%,脱落 21%,挿入 5%,入れ替え 2%となった。一方、入力速度が一番早いタイピスト 11 におけるミスの種類の割合は、誤打鍵 94%,脱落 4%,挿入 2%となった。ほとんどが誤打鍵であり速度が速いタイピストはその傾向が顕著である。

表 2 ミスの種類の分類

種類	内容	問題例	入力例
誤打鍵	別の文字を打鍵した	ABCDE	ABFDE
挿入	余分な文字が打鍵された	ABCDE	ABBCDE
脱落	打つべき文字が打鍵されなかった	ABCDE	ABDE
入れ替え	前後の文字が入れ替わっている	ABCDE	BACDE

タイピスト 1~14 における打鍵文字ごとの正解率を図 10、タイピスト 11 における打鍵文字ごとの正解率を図 11 に示す。

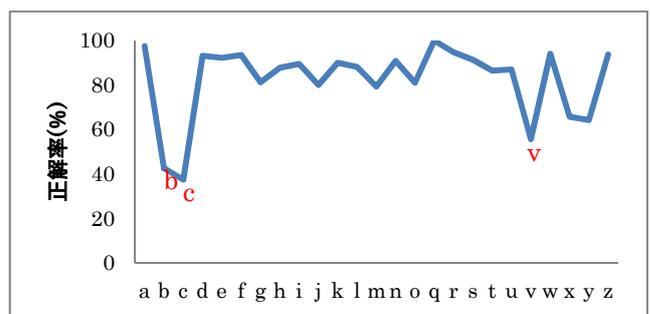


図 10 文字ごとの正解率

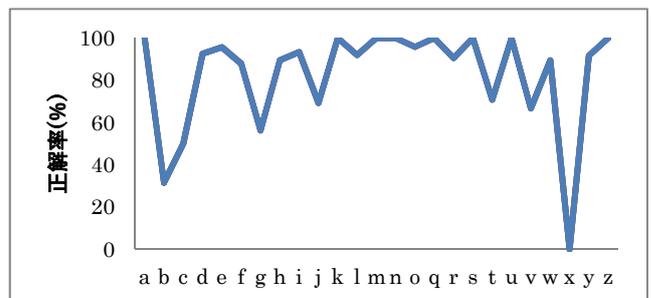


図 11 タイピスト 11 の文字ごとの正解率

打鍵文字ごとの平均文字間隔が大きい文字(b,c,v など)が平均文字正解率が低いことがわかる。そして、これらの文字がタイピング初心者にとって『打ちづらい文字』であることが言える。また、入力速度の速いタイピスト 11 も同傾向の様子を示していることがわかった。このことより、左下の文字はタイピスト全体において打ちづらいことがわかる。

表 3 アンケート結果

番号	利き腕	タッチタイプ	英文レポート	TOEIC	TOEFL	PC経験(年)	ピアノ経験(年)	機器経験
1	右	×	月2	なし	520	10以上	14	タブレット
2	右	×	月1	なし	なし	1~5	5	スマホ
3	左	×	なし	なし	なし	5~10	5	スマホ
4	右	×	なし	なし	なし	5~11	8	スマホ
5	右		なし	なし	なし	10以上	なし	スマホ
6	右	×	なし	なし	なし	10以上	なし	なし
7	右	×	なし	なし	なし	1未満	12	スマホ
8	右	×	なし	なし	なし	5~10	8	スマホ
9	右	×	なし	なし	なし	10以上	6	スマホ
10	右		なし	400	なし	1~5	3	なし
11	右		なし	なし	なし	10以上	なし	スマホ
12	右	×	月1	なし	なし	5~10	2	なし
13	右	×	なし	なし	なし	10以上	4	スマホ
14	右	×	なし	なし	なし	1~5	6	スマホ

また、事前にとった被験者アンケートの結果を表3に示す。これらの質問はピアノ経験(指の独立運動)やタブレットなどの機器経験、英文レポート(問題文に含まれる英単語の認知度)などの経験がタッチタイピングの技能において影響を及ぼすのではないかという仮定を前提に作成したものの、表5の結果を考察すると実際にその影響があったとは考えにくい。例をあげると、比較的入力の早いタイピスト 11 においてはピアノ経験がまったくなく、また英語経験もなかったことや、英語経験もありピアノ経験、PC経験ともに10年を超えるタイピスト1は入力速度が10番目だったという結果が挙げられる。これらのことからタッチタイピング技術の習得にはピアノや英語の認知度など大きく関連しているとは考えにくいと言える。また、表3の被験者の文系(タイピスト 1,5,9,11,13)と理系生徒(2,3,4,6,7,8,12,14)と成績が関係あるのかも調べてみたところ、一分あたりの平均入力数は、文系 66.27 文字、理系 61.19 文字となり、有意な差は見られなかった。

## 5. 結論と展望

本研究の目的はタッチタイピングできない初心者に対しての動作特性を解析することによって初心者に有効な学習法や問題文テキストなどを検討していくことにある。本実験によって得られた結果を考察すると、タイピスト 1~14 において特に重要な特徴は以下のようにまとめることができる。

- b,c,v,x など左下のキーが打ちづらく(正解率が低く、平均文字間隔も長い)、a,d,f などホームポジション左のキーが打ちやすい(正解率が高く、平均文字間隔も短い)、右手の打鍵については文字位置のよってばらばらについている。
- 打鍵頻度が大きい文字は、打鍵速度が速い傾向が見られるが、文字の打鍵頻度が少ない文字が必ずしも文字打鍵速度が遅いわけではなくというわけではなく、同じ打鍵頻度が少ない文字でも文字位置によって速度が大きく異なる。(a と c など)

これらのことより、タイピング初心者に関して、得意な文字、苦手な文字の傾向があること、また苦手な文字に関してはほぼすべてのタイピストに同様の傾向が現れることが導かれた。

本実験で得られた成果により、こういったタイピング学習法、または学習テキストが学習効率を促していくのかに関する考察を以下に数点に分けて述べる。

### 1. 文字頻度

図6を示す打鍵の文字頻度を見るとかなりばらばらについており、文字頻度の大きいdやeなどの文字は平均打鍵間隔が短いなど、比較的打ちやすいポジションとはいえかなり打ちやすいという結果が出ている。つまりテキスト内での文字頻度が大きいことにより学習者が文字位置を感覚的に把握しており、得意になっていることを示している。このことからテキストの文字頻度を考慮し、現実でも使用されやすい文字を多めに配置するなどの問題文構成を行えばより学習者が得意な文字を増やすことができるのではないかと考えられる。この点については今後、テキストの文字頻度を焦点にした研究や実験などを行えばより明確な結果が得られ、練習に有効なテキストのモデルなどが考えられるかもしれない。

## 2. 学習者の傾向

図 8、図 10 から学習者は左手の下の文字を比較的苦手に出ているという結果が出た。この点と前述した 1 の点を考慮に入れ左下の文字を多く打鍵するような問題文を増やしたり、学習者の苦手文字に合わせて問題文を構成できるような仕組みを作ることが有効な練習法の提案につながると考えられる(例として練習ステップで苦手だった文字を含む単語から問題文を自動作成して練習させるような仕組み)

## 3. 実際に使うテキストとの関連性

近年 SNS や掲示板などが普及し、学習者が日常に打ち込むような文章内容をそのまま反映し、日常会話などの要素を絡めたテキストなどが有効なのではないかと考える。日本語の文章を多く打っている人に対して英単語のタイピングトレーニングを行うより、実際に打つような日本語の会話文などを問題文として盛り込んだ方が有効と考える。

## 4. インターフェイスなどの学習環境

1,2 の点と同じように苦手な文字などが明確になったことが本実験でわかったので、それをどのように学習者に意識してもらい、練習してもらおうかが練習の効率を上げる重要な要素となっていると考える。そのために学習システム側で苦手なキーを意識させやすいインターフェイスにすることが重要だと考える(例えば正答率の低いキーを画面上に映し出すなど)。前述した文字の打鍵頻度を考慮したテキストと合わせるとより効率的な学習法、学習システムができるなどの効果が期待できると考えられる。

これらを総括すると、初心者には有効な学習法や問題テキストなどの検討を行うという本研究の目的は達成されたとと言える。さらに今後の展望について述べる。

本研究では初心者を対象に実験を行い、初心者のタイピング動作特性の解析を行った。テキスト評価に関しては図 3 で示した熟練者の打鍵速度の数式[9]を用いたが、今後、今回取得したデータを用いて、初心者の打鍵速度の数式化を行うことができる。また、初心者の打鍵特性が文献[8]で述べられている熟練者のタイピング動作特性と異なるかどうかについての検証も行う必要がある。

それにより、初心者と熟練者での打鍵特性の違いが導かれれば、初心者のタイピング教育に有効なテキストの特徴や練習法などが具体的に提示できると考えられる。

**謝辞** 本研究を行うにあたり、慶應義塾大学名誉教授の大岩元先生に数々のアドバイスをいただいたことにここに感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 大岩元, 高嶋孝明: TSS によるタッチタイブトレーニングシステム, 電気通信学会 ET79-12 pp.37-42(1980).
- 2) 河合和久, 大岩元: タイピング教育のための認知モデル. 人工知能学会研究会資料 SIG-HICG-8801-2, pp.11-19 (1988).
- 3) 橋本知佳: タッチタイピング学習システムを用いたタッチタイピング訓練法に関する研究, コンピュータと教育研究会研究報告, CE-106, pp1-10(2010).
- 4) 田村啓, 高岡詠子: タイピング学習手法の提案と検証, 情報教育シンポジウム(SSS2011), 情報処理学会, Vol.52 No.6, pp119-126.(2011).
- 5) 岡留剛, 小野芳彦, 山田尚勇: タイプ作業認知モデルの脳科学的知見. 全国大会講演論文集 第 33 回昭和 61 年後期(2), pp1797-1798, 1986-10-01(1986).
- 6) 村田俊和, 竹田尚彦, 河合和久, 大岩元: 打鍵速度制御型タイピング教育システム -有効性の検討-. ヒューマンインターフェース Vol29, No.2, pp1-10(1999).
- 7) 竹田尚彦, 押切実, 河合和久, 大岩元: 英文タッチタイピング練習プログラムにおける誤り検出アルゴリズム. 情報処理学会論文誌 Vol33, No.10, pp1224-1234(1992).
- 8) Cooper, W.E.: Cognitive, Aspects of Skilled Typewriting", Springer-Verlag(1981).
- 9) 小西和憲, くれ松明, 田代秀夫: 英語けん盤配列の評価, 電子通信学会技術研究報告, EC81-21, pp45-52(1981).
- 10) Pepe, P.S.: Personal Typing in 24 hours, McGraw-Hill(1985).
- 11) 田村啓, 高岡詠子: タイピングにおける動作特性の解析, 情報教育シンポジウム(SSS2012), 情報処理学会, Vol.52, No.6, pp119-126.(2012).
- 12) Q&A 文部科学省 <[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/qa/01.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/qa/01.htm)>(2013年4月10日アクセス).
- 13) Butsch, R.L.C.: Eye movements and the eye-hand span in typewriting, J. Educ. Psychol. Vol.23, No.2, pp104-121(1932).
- 14) Fleischer, A.G.: Control of eye movements by working memory load, BIOLOGICAL CYBERNETICS, Vol.55, No.4, pp.227-238(1986).