

タイピング動作特性の解析

高岡 詠子^{†1}, 杉浦 学^{†2}, 小宮 仁志^{†1}

本研究ではタッチタイピングのできるタイピング中級者に焦点を当てて実験を行い、タッチタイピング初心者の打鍵特性と比較や分析を行った。その結果、中級者も初心者も同じような文字を得意とし、同じような文字を苦手としている、中級者は初心者に比べ誤打鍵のミスの割合が減り、入れ替えや挿入のミスの割合が増える、中級者は左右の交互打鍵が速く、初心者は一つの指による連続打鍵のほうが左右の交互打鍵より速い、中級者は左手より右手による打鍵のほうが打鍵間隔が短い、多く打鍵すれば速く打鍵できるようになるが、正解率が高くなるとは限らない、正解率をあげるためにはある程度の速度を保ったまま多く打鍵する必要があるなどの結果が導かれた。これをもとに、有効なタッチタイピング学習方法や問題文を検討することが可能となる。

A study on typist characterization

EIKO TAKAOKA, MANABU SUGIURA and HITOSHI KOMIYA

We analyzed intermediate typist characterization and compared it and novice typist characterization through the experiment which focused on the intermediate typist. As a result, the keys that are easy to press for intermediate typists same as novice typists, and it is same with the difficult keys. The rate of intermediate typist's errors is lower than novice, and the rate of exchange or insertion errors of intermediate typists is larger than novice. Whereas intermediate typists can quickly press the keys by alternate hands, novice typists can quickly press the keys by one finger compared with alternate hands. In addition, it is easy for intermediate typists to press the keys by right hand compared with left hand. The higher the frequency of a character is, the more quickly it can be typed, however, the higher the accuracy always cannot be typed. In order to raise the accuracy, it is necessary to type with a certain amount of speed. It is possible to propose the useful training method and practice sentences for touch-typing.

1. 序論

1.1 研究の背景

現在、情報技術の発展に伴いコンピュータの存在は必要不可欠なものとなっている。コンピュータには様々な入力装置があるが最も一般的で重要な装置はキーボードである。最近ではジェスチャー入力や音声認識による入力方法が注目を浴びているが多くの場面で利用されているのはキーボードである。キーボードの入力に関してタッチタイピング（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方法、詳細は後述）が最も効率の良い入力方法とされている。タッチタイピングと対照的な入力方法としてハンド&ペック（キーボードの盤面を見ながら入力する方法、詳細は後述）がある。この方法は誰でも訓練せずに行えるという利点があるが、視線を頻繁に動かすため打鍵に時間がかかる上、疲労やストレスが発生しやすいという問題点もある。一方タッチタイピングは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ド&ペックと比べると格段に打鍵速度が上がる。視線の上下も無く疲労やストレスが発生しにくくなり作業効率の向上にもつながる。タッチタイピングはハンド&ペックと比較して明らかに有用的でコンピュータ操作には重要な手段である。しかしこの

タッチタイピングは習得するのにある程度の練習と時間が必要である。日頃コンピュータを操作しているだけでは習得は愚か、独自のタイピング手法を身につけてしまう場合が多い。独自のタイピング手法を身につけてしまった後でタッチタイピングを習得しようとするのはなおさら困難な作業である。実際一般の多くの人々は敷居の高さを感じてか、この技術を知りながら習得を諦めているという現状がある。

コンピュータの基本的な操作やネットワークの利用に関して、現在では大学教育において1年次生を対象とした科目が用意されている。しかし、大学の授業という限られた時間の中でタッチタイピングについて十分な教育が行われることは少なく、その習得にまで至らないケースがほとんどであろう。

タッチタイピングをいかに簡単に抵抗なく習得するために、学習に有効な方法論やテキスト、システムなどを開発することが非常に重要で課題の一つとなっている。

昨年我々は、タッチタイピングのできない人（以後、初心者と記述）の特徴や傾向を分析するためにタイピング学習ソフト「TUTTT」を用いて実験を行った。その結果、初心者の様々な特徴（詳細、後述）が明らかになり、初心者に対して有効な学習テキストやタイピング教育法の有効性を検討することなどが可能となった[1]。しかしこの研究ではタッチタイピング使用者の打鍵データは集められずタッチタイピングを用いて打鍵することのできる人との比較が十

^{†1} 上智大学 Sophia University

^{†2} 山梨英和大学 Yamanashi Eiwa College

分に行えなかった。そのため本研究では1分間の総打鍵数が200前後であり正解率が95%以上であるタイピストを中級者と定義し、この中級者を対象に実験を行い、初心者(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&ペック方式の打鍵を行い、1分間の総打鍵数が60前後であり正解率は80%前後)との打鍵特性の比較を行いより深く初心者の特徴や傾向を分析、考察した。

1.2 研究の目的

タッチタイピング初心者と中級者の打鍵特性を比較し、初心者のさらなる打鍵特性を解明することが本研究の目的である。そのために本研究では、中級者に焦点を当てて実験を行い、得られた打鍵データから解析を行い初心者との打鍵特性の相違点や類似点を分析していく。

2. タイピング手法について

タッチタイピングは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されている。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る。タッチタイピングと対照的な入力方法として、ハント&ペックというものがある。これはキーボードの盤面を見ながら入力する方法で、コンピュータの初心者の多くがこのハント&ペックを採用しているだろう。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[2][3]。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、というハント&ペックでの打鍵を行っているタイピング初心者のモデルである。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、視線を頻り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がない。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の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カルに変換していく。

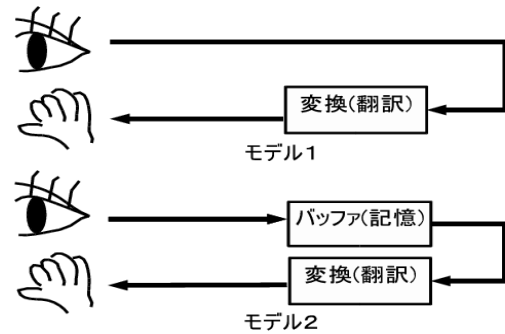


図1 ハント&ペックの認知モデル

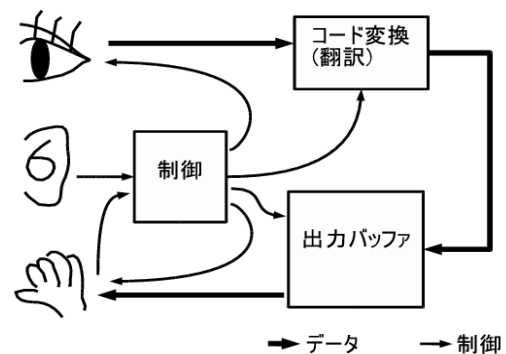


図2 タッチタイプの認知モデル

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。

このように、タッチタイピングはハント&ペックと比較して明らか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を向上することができ、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。

3. タイピングに関する先行研究

タイピング特性に関する従来の研究を以下に簡潔に述べる。また、従来の研究の中でも本研究に関連している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。さらに、昨年の研究である『初心者のタイピング動作特性の解析』について記述する。

3.1 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

この論文[4]ではタッチタイピング教育システムを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．ここ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．このシステムは，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るとタイピング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る．

3.2 タイピング学習手法の提案と検証

この論文[5]では[4]で指摘された問題点を改善し，打鍵した文字をエコーバックしない，ミスをした後も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り組み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方が効果的であることが示されている．

3.3 タイプ作業認知モデルの脳科学的知見

この論文[6]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関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．文献[3]とこの論文より，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，[4][5]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．

3.4 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

この論文[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．問題文と入力文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を分類している．

3.5 Aspect of skilled typewriting

この論文[8]では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，タイピング習得者を対象にした実験では，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．

具体的な例として，片方の手のみを使う単語より（fr など）も，両方の手を用いた単語（fire など）のほうが打鍵間隔は30%近く減少したなどの現象が挙げられる．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出している．

この論文を参考に，本研究ではタッチタイピングのできない初心者とタッチタイピングをある程度習得している中級者の両方を対象に文字の前後関係を含めた連字についても解析を行い，キーボードでもこの論文と同様の結果が導き出せるのか検証した．

3.6 英語けん盤配列の評価

タッチタイピングを使用するエキスパートタイピストの運動特性の実験について述べている[9]．この論文では打鍵のストロークを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ている．交互打鍵は左右の手が独立した打鍵のため，打鍵すべき文字に依存し前の打鍵文字の影響を受けないと述べている．その一方で連続打鍵は片方の手で連続している．前の文字から連続した打鍵のため，前の文字打鍵における指の動きの影響を受ける．そのため，連続打鍵は交互打鍵よりも余計に時間がかかるということが述べられている．この論文では経験を積んだ女性のエキスパートタイピスト（平均171ms/ストロークで打鍵）4名を対象にランダム文を打鍵させ，3時間以降の一文字ごとの打鍵の速さ（文字間隔）を解析している．最初に交互打鍵における解析結果を以下の表1に示す．指ごとの対応した文字間隔の平均を示しており，また文字ごとに間隔のばらつきも表示している．

表 1 打鍵文字ごとの平均間隔(ms) ()内は変動係数(%)

左手

小指	薬指	中指	人差(外)	人差(内)
Q	W	E	R	T
311(8.0)	271(9.2)	246(12.2)	256(8.6)	264(6.8)
A	S	D	F	G
245(13.9)	251(8.4)	262(6.9)	258(8.1)	278(8.6)
Z	X	C	V	B
295(6.1)	301(8.3)	272(8.8)	295(9.5)	277(9.0)
左手の平均 272				

右手

人差(内)	人差(外)	中指	薬指	小指
Y	U	I	O	P
234(4.7)	232(5.6)	224(5.4)	243(10.7)	240(6.7)
H	J	K	L	;
225(6.2)	249(6.8)	235(6.0)	233(5.7)	237(6.3)
N	M	,	.	/
234(3.8)	239(5.9)	256(4.3)	247(4.9)	264(5.3)
右手の平均 240				

表 1 より交互打鍵における平均速度は以下の一次式で近似することができる.

$$t_a = a + bH + cR + dF$$

- a:前交互打鍵の平均速度
- bH:左手と右手にかかる打鍵の差 (左の場合)
- cR:列ごとの打鍵にかかる時間 列の打鍵しやすさ
- dF:指ごとの打鍵にかかる時間 指の叩きやすさ

次に交互打鍵時間を基準に連続打鍵における, 余計にかかる追加所有時間を求めて表 2 に示した. 追加所有時間は連続打鍵時間から交互打鍵時間を差し引いたもので, 表 2 における縦の列は, 前の打鍵から列の切り替え量を下から上の移動を+として表したものである.

また横の列は指の切り替え量で, 外側の指から内側の指を+にしたものである

表 2 上段:平均追加所有時間(ms) 中段:変動係数(%) 下段:組み合わせ数

指 列	-3	-2	-1	0	1	2	3	列切替の 平均値
-2	20 90 4	10 160 6	23 87 8	23 70 14	16 163 8	18 144 6	36 44 4	20.5
-1	14 157 8	14 121 12	10 100 16	22 109 28	18 167 16	16 225 12	31 100 8	19
0	8 263 12	9 256 18	18 133 24	-1 3,700 42	23 148 24	25 124 18	33 109 12	19.3
1	1 800 8	8 238 12	9 278 16	30 120 28	24 150 16	33 106 12	48 96 8	22.5
2	10 110 4	12 175 6	13 200 8	33 79 14	45 87 8	44 91 6	61 69 4	30.9
指切替の 平均値	9.3	10.3	15.8	26.7	23.8	26.1	39.3	全体の 平均値 19.3(0,0 含) 21.6(0,0 除)

交互打鍵時間の結果と表 2 より文字の連続打鍵における平均追加所有時間は以下の一次式に近似できる。

$$t_i = kh + lr + mf$$

- kh : 全連続打鍵の平均速度と全交互打鍵の平均速度の差
- lr : 列の切り替え量にかかる時間 (列の切り替えの容易さ)
- mf : 指の切り替え量にかかる時間 (指の切り替えの容易さ)

以上の検討よりタイピングにおける総合打鍵特性は以下の式に示すことができる。

$$t = t_a + t_i = a + bH + cR + dF + kh + lr + mf$$

表と式より以下の式 (モデル) が導き出せる。このモデルを図 3 に示す。

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

打鍵した手	打鍵文字の列	打鍵文字の指	交互列切替量	交互or連続	交互指切替量
右手	上列	人差し指(外)	交互打鍵	交互打鍵	交互打鍵
左手	ホーム列	人差し指(内)	連続打鍵	0	0
	下列	中指		1	1
		薬指		2	2
		小指		3	3

図 3 打鍵速度の数式化

これらの式から、以下の事が言える。

- 左手よりも右手のほうが敏捷である
- 列の叩きやすさはホーム列, 上列, 下列の順となる
- 指の速度は中指, 人差し指 (外), 人差し指 (内), 薬指, 小指の順に遅くなる
- 列の切り替え量が 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 2,1 交互打鍵, 3,0 の順に遅くなる

左手よりも右手のほうが敏捷であるということについては被験者が右利きだという事が言え, 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, 文献[9]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。本研究で利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

3.7 タイピング初心者に対する実験

昨年度, 我々はタッチタイピングのできない初心者を対象に実験を行った[1]。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った。しかし, この研究ではタッチタイピングにより, 一定速度以上で打鍵できる被験者の打鍵データは集められず, タイピング熟達者との比較が十分に行えなかった。また, データ解析の際, アルファベット 1 文字についての打鍵間隔や打鍵正解率などを求め, 2 文字以上の連字についての解析は行わなかった。そのため, 本研究では中級者を対象に実験を行い 2 文字以上の連字についても解析を行った。

4. タイピングの動作特性に関する実験

4.1 実験の目的

本実験の目的はタイピング中級者のタイピング動作特性を解析し, タッチタイピングのできない初心者との類似点や相違点を明らかにすることである。初心者の打鍵特性と比較するために本実験では, タイピング中級者には初心者と同様の時間 (約 1 時間) で, 同様の手順で実験を実施した。また, 初心者と中級者の比較を行なう際, 同じ時間内に打鍵したデータを解析することを目的としたため中級者には初心者が打鍵したテキストに加え, 初心者が打鍵していない別のテキストも打鍵してもらった。

4.2 実験の使用機器

本実験に用いた実験機器は以下の通りである。

- キーボード
- 無刻印キーボード
- タイピング学習ソフト 「TUTTT」

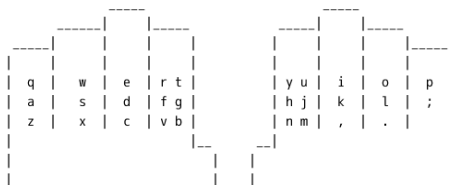
4.3 実験の使用ソフト「TUTTT」について

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, レッスン選択画面を図 5

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、最終的には一般的な英文を打つような練習になる。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はデータベースに蓄積され、後日データ解析が行えるような仕組みになっている。

ESCキーでメニュー

《レッスン 10 セクション 1》1 回目



In six weeks, we six were winning by six.

図 4 TUTTT による学習画面

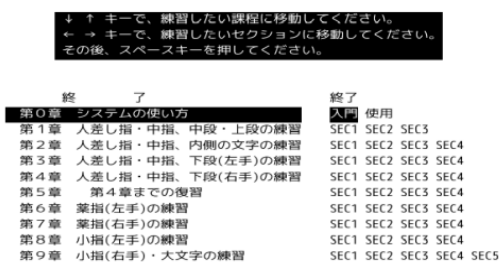


図 5 TUTTT のレッスン選択画面

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を図 6 に示す。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く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1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。

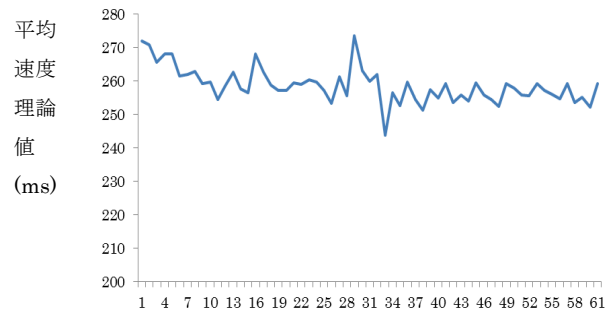


図 6 セクションごとの平均速度理論値

図 6 より、「TUTTT」におけるテキストのセクションごとに打鍵の難易度のばらつきは少ないということがわかった。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、区単位で指の運動パターンに変換していく機能が形成されやすい[8]ということからこの評価にはある程度の信頼性があると考えられる。しかし、図 3 はタッチタイピングを用いる熟練タイピストをもと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、この評価方法が初心者に対する難易度を適切に表現できるとは限らないという問題もあり、今後初心者をもとに作られたモデルが作られた場合は当てはまらない可能性も出てくると考えられる。

4.4 実験の対象者

本実験ではタッチタイピングを習得しているタイピスト 9 人に焦点を当てて実験を行った。1 分間の総打鍵数が 150 文字以上でそのうち誤打鍵数が 5 文字以下という条件が実験の被験者として理想的な条件だが、この条件を満たすタイピストを複数人集めるのは困難なため正解率が 95% 以上もしくはそれに近い成績を本実験の被験者の条件とした。実験を開始する前に、タイピング学習ソフト「TUTTT」を用いてこの条件を満たす被験者を選別した。本実験の被験者は大学生で、各タイピストの性別や所属、選別時における 1 分間の総打鍵数と正解率を以下の表 3 に示す。

表 3 本実験の被験者リスト

番号	性別	所属	利き腕	1 分間の総打鍵数	正解率 (%)
1	男	学部	右	225	96
2	男	院	右	283	95
3	男	学部	右	171	95
4	女	学部	右	203	94
5	男	学部	左	223	96
6	男	学部	右	244	96
7	男	院	右	258	99
8	男	学部	右	200	95
9	男	院	右	231	96

4.5 実験の手順

本実験は上記の被験者を対象に以下の手順で行った。所属学部は理系の情報系学部である。実験は一人ずつ、約 1 時間行った。以下の手順の①から③は、タイピング初心者の実験時と同様の手順であり、本実験では新たに手順④と⑤を追加し、さらに多くの打鍵情報を集めた。

- ① システムにログインしてもらい、システムの使い方などを説明する。
- ② レッスン 10 のセクション 2~4 を刻印キーボードで打鍵してもらう
- ③ 無刻印キーボードに替え、レッスン 1~10 までのセクション 1 を打鍵してもらう
- ④ レッスン 1~10 までのセクション 2 を打鍵してもらう
- ⑤ レッスン 11~14 までのセクション 2,3,4 を打鍵してもらう (レッスン 11-2→レッスン 11-3→レッスン 11-4→レッスン 12-2→・・・)

4.6 解析するデータ

本実験では、9 人の被験者から以下のデータが得られた。

- ・セクションごとの打鍵成績
 - 1 分あ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次の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 4 種類に分類される。

これらの打鍵データをマクロによる自動計算を用いて解析し、以下のようにデータをまとめた。打鍵特性の比較を行うために以下の項目は全て初心者タイピストと中級者タイピストごとに別々にまとめた。

- 文字ごとの打鍵数 (回) ⇒ a を何回, b を何回打鍵しているかなど
- 文字ごとの平均打鍵間隔
- 文字ごとの平均の正解率
- ミスの種類の割合
- タイピストごとの 1F, 2F, 2H の平均速度
- 2 文字の平均打鍵間隔
- 単語の平均打鍵間隔

平均打鍵間隔と正解率は

$$\text{平均打鍵間隔 (ms)} = \frac{\text{打鍵間隔の合計}}{\text{打鍵数}}$$

$$\text{正解率 (\%)} = \frac{\text{正しく打鍵できた回数}}{\text{問題文に出てくる回数}} \times 100$$

と定義した。これらのデータから中級者の特徴を明らかにし、初心者との類似点や相違点を探っていく。

4.7 実験の結果、考察

4.7.1 文字ごとの打鍵数

初心者の実験と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、初心者タイピストと中級者タイピストの打鍵した文字の頻度を図 7 に示す。

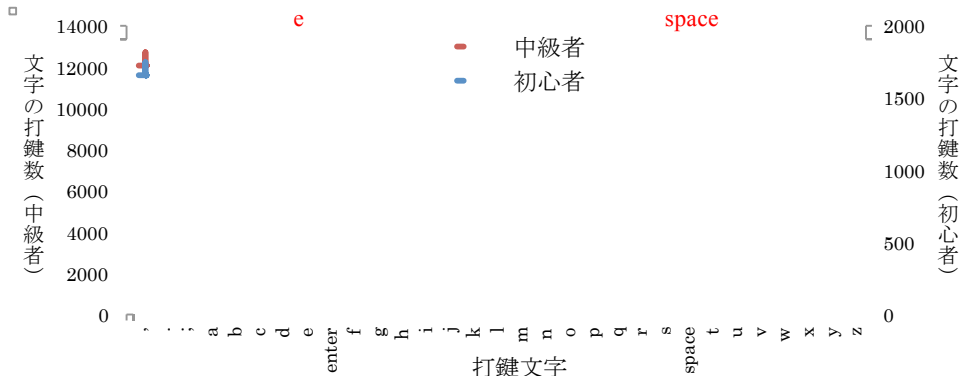


図 7 文字ごとの打鍵数 (回数)

中級者は初心者の打鍵したレッスンに加えさらに別のレッスンも打鍵したが、打鍵数の割合は中級者と初心者で変わらないということが導かれた。このことは、本研究で行っている中級者と初心者の打鍵データの比較に意味があることの裏付けになる。

4.7.2 文字ごとの平均打鍵間隔

図 8 にタイピング中級者と初心者の打鍵文字ごとの平均打鍵間隔を示す。値が大きい文字ほど打鍵に時間がかか

っていることを示している。

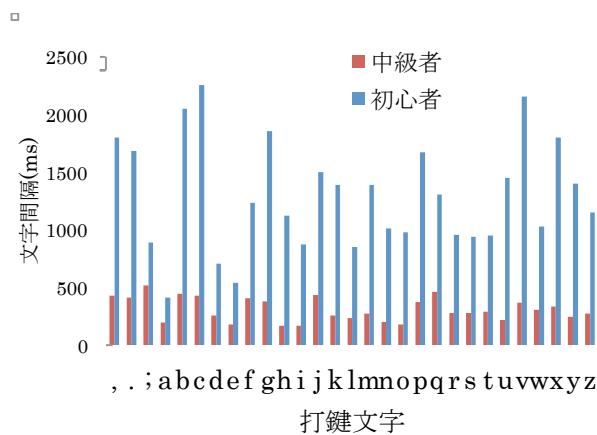


図 8 文字ごとの平均打鍵間隔

図 8 から、中級者は初心者ほど文字ごとの打鍵間隔の差は小さいが、苦手な文字と得意な文字があるということがわかった。特に、.; の記号や b, c, j, q などの文字の打鍵間隔が大きく、a, e, i, o, u, h, n などの文字の打鍵間隔が小さいという結果になった。記号文字の、.; や j, q などはおそらく普通のタイピングで打鍵しない文字のため打鍵間隔が大きくなっていると考えられ、b, c の文字は初心者と同様にタイピング中級者も左手の下段に位置する文字が苦手な文字で打鍵間隔が大きくなったのではないかと考えられる。a, e, i, o, u などの文字は打鍵間隔が短いという結果だったが、これはおそらく被験者達は母音の入力に慣れていて打鍵間隔が短くなっていると考えられる。

中級者と初心者は同じような文字 (a や e など) を苦手としており、同じような文字 (b, c, v など) を得意としているという傾向が見られた。しかし中級者が苦手な ; や q などの文字は、初心者は比較的打鍵間隔が小さく中級者ほど苦手としてはいないという結果になった。これはおそらく中級者はこれらの文字を普段打ちなれていないため他の文字に比べて打鍵が遅くなってしまいが、初心者は他の文字と同様の感覚でこれらの文字を打鍵するため中級者のように打鍵間隔が大きくなってしまいうことにはならない、ということが考えられる。

次に、打鍵の遅い文字に注目し解析を行う。中級者は ; , b, j などの文字の打鍵が遅く、初心者は b, c, v などキーボード左下の文字の打鍵が遅いという結果になった。下の表 4 と表 5 に初心者の苦手な文字である b, c, v と中級者の苦手な文字である ; , b, j の前に打鍵した文字の中で特に打鍵の遅い文字を示す。

表 4 b, c, v の前に打鍵した文字

	b	c	v
初心者	d,h,e	a,y,space	x,s,g
中級者	c,y,m,x	s,h,c	s,v,space

表 5 ; , b, j の前に打鍵した文字

	;	b	j
中級者	n,t,e	c,y,m,x	t,d,c
初心者	i,e,a	d,h,e	y,e,x

表 4 と表 5 より初心者も中級者も左手で打鍵した後の文字の打鍵間隔が遅いことがわかる。また、中級者は c を打った後の打鍵文字の速度が遅いようである。

4.7.3 文字ごとの打鍵正解率

タイピング中級者と初心者の文字ごとの正解率を図 9 に示す。初心者が打鍵した問題文には ; と p の文字が現れなかったので正解率は求められなかったので省いてある。

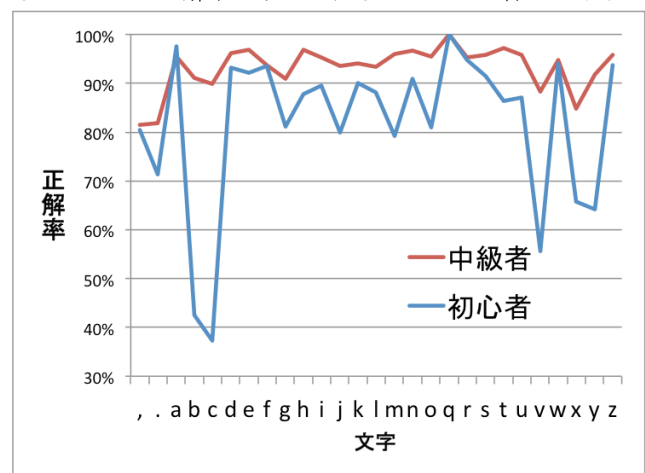


図 9 文字ごとの正解率

中級者は初心者より全体的に正解率が高く、文字ごとのばらつきは初心者ほどなかった。中級者の正解率が低い文字として、.; の記号や b, c, v, x などが挙げられるがこれらの文字は比較的打鍵間隔も大きくなっている。つまり中級者にとって、.; の記号や b, c, v, x などの左下の文字が打ちづらいということが言える。左下の文字が打ちづらいという特徴は初心者の特徴と同じである。また、中級者の打鍵間隔の短い a, e, i, o などの文字は正解率も比較的高くなっているため中級者にとって得意な文字であったことが推測できる。

4.7.4 相関

文字ごとの打鍵数と打鍵間隔、正解率の間に相関があるかどうか調べた。各タイピストの文字ごとの相関係数を表 6 にまとめた。

表 6 打鍵数, 打鍵間隔, 正解率の相関(*: p<0.05)

	タイピスト	打鍵数・ 間隔	打鍵数・ 正解率	間隔・ 正解率
中級者	タイピスト 1	.380*	.165	.127
	タイピスト 2	.451*	.341	.525*
	タイピスト 3	.458*	.335	.479*
	タイピスト 4	.432*	.321	.625*
	タイピスト 5	.410*	.284	.122
	タイピスト 6	.284	.196	.538*
	タイピスト 7	.404*	.075	.036
	タイピスト 8	.478*	.245	.265
	タイピスト 9	.443*	.268	.638*
	タイピスト 1~9 の平均値	.580*	.438*	.601*
初心者	タイピスト 1	.437*	.245	.384
	タイピスト 2	.446*	.316	.387
	タイピスト 3	.371	.197	.301
	タイピスト 4	.457*	.146	.230
	タイピスト 5	.619*	.299	.647*
	タイピスト 6	.517*	.208	.220
	タイピスト 7	.290	.377	.068
	タイピスト 8	.515*	.270	.591
	タイピスト 9	.523*	.166	.303
	タイピスト 10	.517*	.168	.160
	タイピスト 11	.401*	.252	.777*
	タイピスト 12	.434*	.185	.362
	タイピスト 13	.358	.323	.038
	タイピスト 14	.531*	.249	.529*
タイピスト 1~14 の平均値	.531*	.322	.811*	

表 6 よりほとんどのタイピストは打鍵数と打鍵間隔に相関があることがわかった。打鍵間隔と正解率の間では中級者と初心者で相関がある人となない人がいたが中級者のほうが相関がある人が多かった。このことから打鍵が速い人のほうが正解率が高くなる傾向があるということがわかる。また、どのタイピストも打鍵数と正解率の間に有意な相関が認められなかった。しかし中級者全員のデータの平均値を用いて打鍵数と正解率の相関を調べてみると有意な相関が認められた。このことについて詳しく調べるため、正解率を目的変数、打鍵数と打鍵間隔を予測変数とした有意水準 5%の重回帰分析を行った。その結果、中級者も初心者も打鍵数の偏回帰係数が有意でなかった。つまり、表 6 の中級者のタイピスト 1~9 の平均値を用いたデータに打鍵数と正解率の間に有意な相関があったという結果は打鍵間隔に影響された見かけの相関であり、打鍵数と正解率の間に

は実質的な相関はないということが言える。

これらのことから、中級者も初心者も多く打鍵する文字は速く打鍵でき、中級者になれば正解率が高い文字を速く打鍵できるようになるという傾向が強くなるが、多く打鍵したとしても正解率が上がるわけではない、ということがわかった。多く打鍵すれば速く打てる。正解率の高いキーはやはり速く打てている。正解率を上げるためには多く打鍵すれば良さそうであるが直接の関連性はないことを考えると、ある程度の速度を保ちつつ多く打鍵することが必要であるのではないだろうか。「TUTTT」ではある程度の速さを保ちつつ練習することが大切であるという設計理念があるが、それを裏付ける結果になった。つまり、打鍵する文字を見て打鍵速度が落ちるくらいならば打鍵した文字をエコーバックしないほうがよいということが裏付けられた。

4.7.5 ミスの種類と割合

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は表 7 に示す。そしてタイピスト 1~9 のすべての打鍵についてのミスの種類の割合を以下の図 10 に示す。

表 7 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	余分な文字を打鍵した	ABCDE	ABBCDE
脱落	打つべき文字を打鍵しなかった	ABCDE	ABDE
入れ替え	前後の文字を入れ替えて打鍵した	ABCDE	BACDE

□

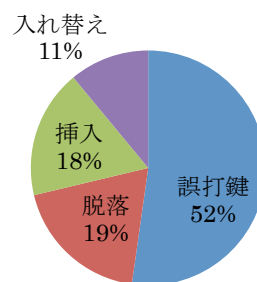


図 10 中級者のミスごとの種類の割合

初心者は、誤打鍵 72%、脱落 21%、挿入 5%、入れ替え 2%という結果になっている。これと比較すると、中級者は初心者ほど誤打鍵の割合は大きくなく、その分挿入と入れ替えの割合が大きくなっている。これはおそらく中級者は

タイピングをしている際、打鍵している文字より先の文字を読んでいるためその先読み文字が挿入や入れ替えのミスを引き起こしているのではないかということが考えられる。

4.7.6 1F, 2F, 2H の平均打鍵間隔

図 11 に初心者と中級者の 1F, 2F, 2H の平均打鍵間隔を示す。値が大きいほど打ちづらいことを示す。また、タイピストごとの 1F, 2F, 2H の平均打鍵間隔で t 検定を行った結果、初心者も中級者もすべてのキーストローク間で有意差があった ($p < 0.05$)。

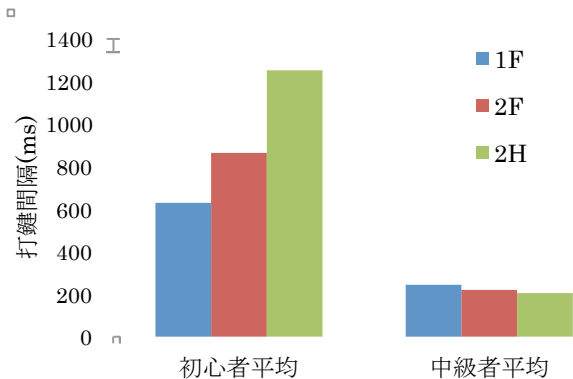


図 11 初心者と中級者の 1F, 2F, 2H の平均打鍵間隔

図 11 より初心者は 1F, 2F, 2H の順に打鍵が得意ということがわかり、中級者はその逆で 2H, 2F, 1F の順で打鍵が得意ということがわかる。この結果は文献[8]が示す「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」という特徴と同じ結果になった。文献[8]ではタイプライターを用いて実験を行い上記の結論を導き出したが、本実験よりキーボードでも同じ結果が得られるということが証明された。また、本実験では 150 文字 / 分以上のタイピストを対象に実験を行っており、打鍵の速い熟達者とまではいかないタイピストを対象にしているが文献[8]と同様な結果になった。おそらく本実験のタイピストよりさらに打鍵の速いタイピストで実験を行うと 1F, 2F, 2H の打鍵間隔の差は顕著に表れるのではないかとと思われる。

4.7.7 2文字の解析

次にアルファベット 2 文字による解析を行い、初心者や中級者は具体的にどのような連字が苦手なのかを調べた。表 8 に初心者の打鍵間隔の大きい 2 文字と打鍵間隔の小さい 2 文字を 10 個示し、表 9 に中級者の打鍵間隔の大きい 2 文字と打鍵間隔の小さい 2 文字を 10 個示す。表中の文字のカッコ内は文献[8]で分類されたキーストロークを表記した。

表 8 初心者の打鍵の遅い 2 文字と打鍵の速い 2 文字

打鍵の遅い文字	打鍵間隔 (ms)	打鍵の速い文字	打鍵間隔 (ms)
bi(2H)	5197	an(2H)	390
ci(2H)	4224	ie(2H)	795
ey(2H)	3765	ed(1F)	828
dg(2F)	3423	ee(1F)	850
go(2H)	3351	at(2F)	1020
by(2H)	3334	es(2F)	1030
ig(2H)	3174	er(2F)	1055
ix(2H)	3113	de(1F)	1166
be(2F)	2995	en(2H)	1224
gg(1F)	2960	fo(2H)	1388

表 9 中級者の打鍵の遅い 2 文字と打鍵の速い 2 文字

打鍵の遅い文字	打鍵間隔 (ms)	打鍵の速い文字	打鍵間隔 (ms)
dg(2F)	978	co(2H)	100
gh(2H)	971	ou(2F)	293
ob(2H)	830	he(2H)	294
tw(2F)	809	em(2H)	304
ef(2F)	769	en(2H)	310
be(2F)	758	ak(2H)	313
fa(2F)	750	hi(2F)	316
ud(2H)	742	id(2H)	316
Pa(2H)	723	oo(1F)	319
fu(2H)	710	un(1F)	325

表 8 より初心者は打鍵間隔の大きい左下の文字 (b, c, x) を含む連字は打鍵間隔が大きくなるということがわかった。また 1 文字では比較的打鍵間隔の大きくない i や y なども苦手な連字の中に多く含まれていた。これらの文字はおそらく前後の打鍵文字によって打鍵間隔が大きく変わるのではないかということが推測できる。また、打鍵の遅い連字の中に 2H (左右の手でキー入力するストローク) の文字が多くみられた。これは 4.7.6 で述べた結果と一致している。初心者の打鍵の速い連字としては a や d, e を含む 2 文字が多く見られた。これらの文字は 1 文字でも打鍵が速い文字なので前後の文字にあまり左右されずに打鍵がスムーズにできるのではないかということが考えられる。打鍵の速い文字の中に 1F (一つの指で打鍵するストローク) の文字が多くみられた。これも 4.7.6 の結果と一致している。

表 9 より中級者の打鍵の遅い連字として d や g, f などの文字を含む 2 文字が見られた。“dg”や“gh”, “tw”などは日本語入力をする際にはあまり打鍵しないストロークなのでタイピストは打鍵が遅いのではと考えられる。また、打鍵の遅い文字の中に 1F (一つの指で打鍵するストローク)

の文字が含まれていなかった。中級者の打鍵の速い連字として e や o を含む連字が多く見られた。これらの文字は比較的前後の文字に影響されず速く打鍵することができ、特に e の文字は初心者と同級者どちらも速く打鍵できていると言える。打鍵の速い文字のほとんどは 2H (左右の手でキー入力するストローク) の文字であった。

4.7.8 単語解析

次に解析する文字数を増やし、単語単位で解析を行った。タイピストごとに打鍵間隔の小さい単語順に順位をつけ、その順位の平均が高い単語トップ 10 と低い単語トップ 10 を求めた。その結果を表 10 と表 11 に示す。

表 10 初心者の苦手な単語と得意な単語

苦手単語	得意単語
just	deed
bees	all
quit	till
jury	at
key	deeded
for	jeerer
by	see
very	jeered
big	deer
rugged	in

表 11 中級者の苦手な単語と得意な単語

苦手単語	得意単語
judge	I
Pay	count
two	in
fixing	the
few	all
fuel	how
Look	into
big	at
trips	sure
job	too

表 10 より初心者は j や b を含む単語が苦手だということがわかり、ee や ll を含む単語が得意だということがわかった。ee や ll は 1F (一つの指を用いて打鍵するストローク) であり 4.7.6 の図 11 の結果と一致する。また、表 11 より中級者は f を含む単語や大文字で始まる単語が打鍵に時間がかかってしまうことがわかり i や a で始まる単語が得意だということがわかった。

また、初心者は中級者より打鍵したテキストが少なく、大文字を含んだテキストなどをあまり打鍵していない。そ

のため表 10 と表 11 だけでは十分な比較が行えないので、中級者が打鍵した単語の中で初心者が打鍵した単語のみを抽出し、苦手な単語と得意な単語を解析した。その結果を表 12 に示す。

表 12 初心者が打鍵した単語の中で中級者が苦手な単語と得意な単語

苦手単語	得意単語
judge	in
big	the
fed	all
bees	at
feed	men
old	soon
by	dike
jury	did
civic	duke
very	tall

表 10 と表 12 より、中級者は初心者にはなかった fed や feed などの単語を苦手としていることがわかる。そのほかは同じような単語を苦手としているが、得意な単語は all, at, in だけが共通してみられ、初心者の得意な jee や dee を含む単語は中級者の得意な単語の中にはなかった。これらは 1F を含んでいるため中級者はあまり打鍵が速くないということが考えられるが、同じ 1F の oo や ll などを含む単語が中級者の得意な単語の中にみられた。このことから 1F のキーストロークの中にも打鍵の速いストロークと打鍵の遅いストロークがあることがわかる。

次に、単語の打鍵数と打鍵速度、正解率の間の相関係数について下の表 13 に示す。

表 13 単語の打鍵数、打鍵間隔、正解率の相関係数 (*: p<0.05)

	打鍵数・間隔	打鍵数・正解率	間隔・正解率
中級者	0.177*	0.135*	0.446*
初心者	0.091	0.026	0.357*

打鍵間隔と正解率の間では、初心者より中級者のほうが強い相関が認められた。しかし、打鍵数と打鍵間隔、及び打鍵数と正解率の間には中級者はほとんど相関がなく、初心者は有意な相関が認められなかった。これらのことから、打鍵が速い単語は正解率が高いが、多く打鍵する単語が速く打鍵でき正解率が高いわけではない、ということが言える。

表 14 初心者の平均打鍵間隔(ms)

小指	薬指	中指	人差 (外)	人差 (内)	人差 (内)	人差 (外)	中指	薬指	小指	段平均
q 1307	w 1030	e 540	r 957	t 952	y 1400	u 1452	i 872	o 979	p 1673	1116 ←上段
a 413	s 940	d 709	f 1234	g 1853	h 1123	j 1501	k 1391	l 852	; 887	1090 ←ホーム段
z 1149	x 1802	c 2258	v 2153	b 2051	n 1009	m 1387	, 1802	. 1684	/ 	1700 ←下段
左手の平均 1290					右手の平均 1287					
指の平均										
小指 1086		薬指 1215		中指 1262		人差(外) 1447		人差(内) 1398		

表 15 中級者の平均打鍵間隔(ms)

小指	薬指	中指	人差 (外)	人差 (内)	人差 (内)	人差 (外)	中指	薬指	小指	段平均
q 465	w 308	e 181	r 279	t 291	y 247	u 220	i 170	o 181	p 375	272 ←上段
a 198	s 278	d 257	f 406	g 381	h 168	j 436	k 258	l 235	; 516	313 ←ホーム段
z 274	x 332	c 427	v 367	b 445	n 201	m 272	, 429	. 414	/ 	351 ←下段
左手の平均 326					右手の平均 294					
指の平均										
小指 365		薬指 291		中指 287		人差(外) 330		人差(内) 289		

4.7.9 文字位置による解析

図 3 の打鍵速度の数式化から導き出された上級者の特徴と比較を行うためにキーボードの文字位置に注目して解析を行った。その結果を表 14 と表 15 に示す。表 14 と表 15 より主に以下のようなことがわかった。

- ① 中級者は左手より右手のほうが敏捷である。初心者は左右の速度はほとんど同じであるが、個人データを見ると被験者によって傾向がバラバラであり、特に小指キーを全く触っていない場合もある一方で z,コンマ,ピリオドなどを高速に打つ被験者もいるという状態であり、さらに解析が必要である。
- ② 中級者は上段、ホーム段、下段の順に打鍵が遅くなり、初心者はホーム段、上段、下段の順に打鍵が遅くなる。
- ③ 中級者は中指、人差し指(内)、薬指、人差し指(外)、小指の順に打鍵が遅くなり、初心者は小指、薬指、中指、人差し指(内)、人差し指(外)の順に打鍵が遅くなる。

- ④ 中級者に関しては得意なキーは表 1 の値より小さくなっている場合もある。

文献[9]の結果と比較すると、①は中級者に関しては同様の結果となった。②については初心者は文献[9]の結果と一致したが、中級者は文献[9]の結果と異なりホーム段より上段のほうが打鍵が速いという結果になった。これらおそらく、上段には中級者の得意な母音文字(i,u,e,o)が多くあり、ホーム段には f や j, ; など日本語では普段あまり打鍵しない文字が多くあるため上段のほうが打鍵が速いという結果になったと考えられる。より打鍵が速くなれば、ホーム段の打鍵が速まり文献[9]の結果になることが予想される。③については中級者は人差し指(外)と薬指の順が文献[9]と異なったがそれ以外は同じ結果となった。しかし初心者は文献[8]と大きく異なる結果になった。これは初心者はどの指も打鍵に慣れていないためキーボードの端にある文字のほうが打鍵がしやすい、ということが考えられる。④に関しては、表 1 のデータがランダムな文章を対象とし、打

鍵3時間目以降の交互打鍵のみのデータであること、我々のこれまでの解析結果は完全にランダムな文章を対象としておらず、打鍵をはじめてから数分後から1時間の計測値であり、すべての打鍵を対象にしていることを考えると、さらに詳細な解析が必要であることが導かれた。

5. 結論と展望

本研究の目的は、タッチタイピング中級者の動作特性を解析しタッチタイピングのできない初心者との違いを明らかにし初心者のさらなる打鍵特性を解明することであった。本実験の結果を受けて、初心者には有効な学習方法や問題テキスト文などを検討することが可能である。本実験によって得られた結果を考察すると、中級者の主な特徴、及び初心者との違いを以下のようにまとめることができる。

タッチタイピング中級者の主な特徴

- 左手より右手のほうが打鍵が速い。
- ホーム段より上段のほうが打鍵が速い。
- b,c,v,x など左下の文字が打ちづらく(平均文字間隔が大きく、正解率が低い)、a,e,i,o,uの母音とh,nなどの文字が得意(平均文字間隔が小さく、正解率が高い)である。
- 1F(一つの指で打鍵するストローク)の打鍵が遅く、2H(左右の手で打鍵するストローク)の打鍵が速い。
- dやf,gを含む連字が苦手なeやiを含む連字が得意である。

タイピング中級者と初心者の主な違い

- 中級者は左手より右手のほうが打鍵が速いが、これは初心者とは違う傾向である。左利きの初心者の打鍵速度は左手の方が右手より速かった。ただし、初心者の場合は打鍵していないキーもあり、さらに被験者数はそれぞれ1名であるため、検証するにはさらに被験者数を増やす必要がある。
- 中級者は母音すべての文字が得意だが、初心者は母音の中でuの文字が苦手である。
- 中級者は;とqが苦手だが、初心者は苦手というわけではない。
- 中級者は左右の手を使った交互打鍵が速く、初心者は一つの指による連続打鍵のほうが交互打鍵より速い。
- 中級者は初心者と比べ誤打鍵のミスの割合が減り、入れ替えや挿入のミスの割合が増える。

以上のことからどういったタイピング学習方法、そして問題テキスト文が有効なのかを以下に数点に分けて述べる。

● 打鍵数と打鍵速度、正解率の関係

本実験の結果より、多く打鍵する文字は速く打鍵できる、得意な文字は速く打鍵でき正解率が高くなるが、多く打鍵したとしても正解率が必ずしも上がるわけではない、ということがわかった。正解率を上げるためにはある程度の速度を保ちつつ多く打鍵することが必要であることが言える。打鍵する文字を見て打鍵速度が落ちるくらいならば打鍵した文字をエコーバックしない方法を使ったほうがよい。

● 初心者の苦手な打鍵

初心者は左右の手を用いた交互打鍵や、中指、人差し指(内)を使った打鍵、キーボード左下の文字の打鍵がタッチタイピングを習得している人に比べ特に遅いことがわかった。よってこれらのことを考慮した問題文(例えば、右手で打鍵した後cもしくはvを打鍵するなど)を多く取り入れればより効率的にタッチタイピングを習得できるのではないかと考えられる。

● 文字頻度を考慮した問題文

中級者の特徴からわかるように、普段の日常で多く打鍵している文字は打鍵速度が速く正解率も高い傾向にあった。また日本語では普段あまり打鍵しないキーストローク(dgやgh)は打鍵が遅い傾向にあった。つまり文字頻度の大きい文字やストロークは文字位置を感覚的に把握しており打鍵が得意になっていることを示している。このことを考慮して、普段の日常でも使用されている日本語の単語や文章を多く取り入れた問題文を構成することによって中級者のタイピング能力を効率よく一定以上に引き上げることができるのではないかと考えられる。ただし、これは中級者の特徴に基づいた結果であるので、初心者には適用できない。

● 中級者向けの学習システム

ある程度打鍵が速くなった人の打鍵速度をさらに上げるためには、より多様な文章を打鍵してもらう必要がある。タイピング中級者は;,.の記号やSHIFTキーを用いた打鍵に時間がかかっていたため、これらの文字を取り入れた文章や、中級者の苦手な文字(b,j,qなど)を含んだ文章を多く打鍵させることでより打鍵速度が上がるが考えられる。

これらを総括すると、中級者と初心者の打鍵特性を明らかにするという本研究の目的は達成されたと言える。また、初心者には有効な学習方法や問題テキスト文などの検討を行うこともできた。さらに今後の展望について以下に述べる。

● タイピング熟練者の打鍵特性

本研究ではタッチタイピングを習得しているタイピング中級者を対象に実験を行った。今後はタッチタイピングを用いてより速く打鍵することのできるエキスパートタイピストを対象に実験を行えば、より多くの考察が得られるのではないかと考えられる。

● テキストデータの不足

本実験では英語の単語や文章を打鍵してもらったが、新聞の切り抜き記事の日本語の文章やランダムに生成された文字列など、様々なパターンのテキストを打鍵させることによって、より有意義な結果が表れるのではないかと考えられる。

● 文字の出現頻度

文字頻度はタイピング学習において非常に重要な要素である。英語や日本語の文章の中でよく使われる文字や単語を調査し解析することでより有効な問題文を構成することができると考えられる。今後は文字の出現頻度にも焦点を当てて研究・実験をすることでより明確な結果が得られ、タイピング学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。

● 打鍵特性の数式化

本実験のテキスト評価に関して図 3 で示した熟達者の打鍵速度の数式が用いられたが、今後、今回取得した中級者のデータや昨年の初心者のデータを用いて中級者と初心者の打鍵速度の数式化を行うことができる。それによってタイピング学習をするうえでの問題文が中級者や初心者にとって適切なかを評価することができる。

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) 田村啓, 高岡詠子, 杉浦学, 初心者のタイピング動作特性の解析, 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告 2013-CE-120(9), 1-8(2013)
- 2) 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)
- 3) 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 SIG-HICG-8801-2, pp.11-19 (1988)
- 4) 高岡詠子, 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)
- 5) 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 No6, pp119-126(2011)
- 6) 岡留剛, 小野芳彦, 山田尚勇, タイプ作業認知モデルの脳化学的知見. 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)

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)