

カナタイピストにおける
指の運動特性について(続報)

渡辺 定久
電子技術総合研究所

日本文の入力をタッチ打法によって行う場合の入力速度を支配する要因を考察し、特に初心のタイピストの場合、漢字を読むことの影響が大きいらしいことを指摘した。

実験には新しく制定されたJIS C 6236(仮名漢字変換形日本文入力装置用けん盤配列)によるけん盤配列が使用されており、この配列の特徴についても言及した。

FINGER MOTION CHARACTERISTICS OF KANA TYPIST.

Sadahisa WATANABE

Electrotechnical Laboratory
Sakura -mura, Niihari -gun , Ibaragi , Japan

Several factors which affect typing speed of touch typing for Japanese text are considered. This report pointout that the most important factor for untrained typist, will be the recognition time of phonetic expression for kanji. Experiment was carried out by the keyboard specified by JIS C 6236 (BASIC KEYBOARD LAYOUT FOR JAPANESE TEXT PROCESSING USING KANA-KANJI TRANSLATION METHOD). The typing performance of the keyboard is also described.

はじめに

キーボードをタッチ打法で操作する場合の指の運動特性については、片手を連続して使用するより両手を交互に使用した方が打けん速度が高いとか、小指や薬指よりも中指や人差し指の方が動かしやすいとかいったことがよく知られており、キーボードの設計を行うにあつては、交互打ちの頻度を高くして片手の連続打ちの頻度は低くするとか、使いにくい指使いはなるべく使用しないようにするなどの考慮が払われるのが普通である。

けれども、筆者の限られた範囲の経験によれば、一般に使いにくいと考えられる指による打けん時間が極めて短かったり、反対に、一般には使いやすいと考えられる指使いによる打けんに、比較的長い時間を要していることが観察されている。このことは、実際の打けん時間が上に述べたような指の生理的な動かしやすさだけによって決まるのではなく、それ以外の要素（多分、日本語の構成要素としての漢字などの性質）の影響を受ける可能性があることを示している。

この推定はキーボードの設計や評価に際して、指の運動特性を考える必要がないということの意味している訳ではまったくないけれども、タッチ打法の技術を習得する上では参考になることを含んでいるように考えられる。

本稿では、仮名漢字変換形日本語入力装置用けん盤配列「JIS C 6236 -1986」の配列によるキーボードによって入力した天声人語の文章の打けんデータと、文章情報を含まないと考えられる無作為文による打けんデータを比較し、文字の性質などが実際の打けん速度にどのような影響を与えるかについて考察する。

1. JIS C 6236の打けん特性について

図1にJIS C 6236（仮名漢字変換形日本語入力装置用けん盤配列）のけん盤配列を示す。この配列は日本語入力の生産性の向上をねらって設計されたものであり、その主な特長は以下の通りである。

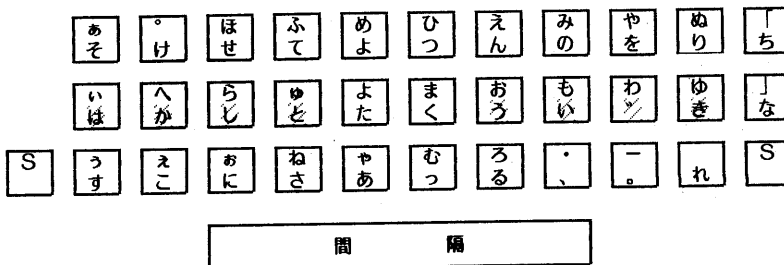


図. 1 JIS C 6236 の仮名・仮名記号の配列

上側：シフト側文字
 下側：アンシフト側文字
 英数字の配列は C 6233 と同じ

- ① 仮名・仮名記号のためのキーを32個（B段に10個、C段に11個、D段に11個）とし、55文字の仮名と8文字の仮名記号（合計63文字）をこの32個の文字キーに収容した。
- ② シフトキーをプレフィックス形とし、シフトキーを文字キーと同じ感覚で操作できるようにした。
- ③ 文字配列の設計方針として次の5項目を採用し、実際の配列設計は高校教科書（9教科・9冊）の文章の仮名文字の頻度データを使用して行った。
 - シフトキーの使用頻度を少なくなるようにする。
 - 交互打けんの頻度が最大になるようにする。
 - 片手の連続打ち、特に使いにくい左手による連続打ちの頻度を少なくする。
 - 段越え打ちの頻度が最小になるようにする。
 - 同じ指を連続して使用する頻度を最小にする。
 - 指の負荷配分が不自然にならないようにする。

次にこの配列を用いて天声人語の文章を入力した被験者2名（ON, MM）の打けんデータを図2～6、表1～2に示す。

このデータを収集するに当たって使用した供試装置は、パーソナルコンピュータ（PC 8800）のキーボードの一部を改造し、文字配列をプログラムによって JIS C 6236用に変更したものである。キートップ上の表示は、従来のJIS C 6233のままとした。

図4で、交互打ちによる入力時間をもっとも短く以下、右手の連続打ち、左手の連続打ちの順になっていること、図5、6でC段（ホーム段）の入力時間をもっとも短いことなどは、設計のねらいが実際のデータに現れたものと考えられる。

シフト側文字の入力時間は、図2、3および表1、2に示したようにアンシフト側の1.5倍程度であった。この値はC 6236の設計時の予想（1.25倍以下）をこえているものの、シフト側文字の出現頻度はアンシフト側文字の10%程度であつて、学習効果がアンシフト側の文字に及ばないことを考えれば当然であると

図2 学習曲線 (A)

装置: JIS C 6236
 テキスト: 天声人語
 1回当たり: 5編
 被験者: ON

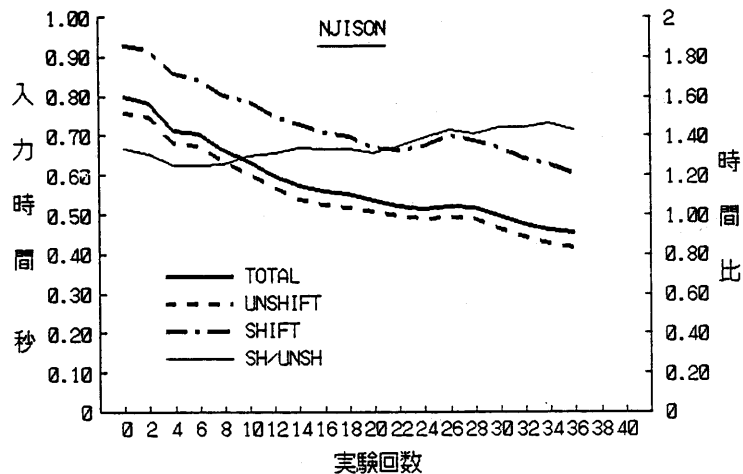


図3 学習曲線 (B)

装置: JIS C 6236
 テキスト: 天声人語
 1回当たり: 5編
 被験者: MM

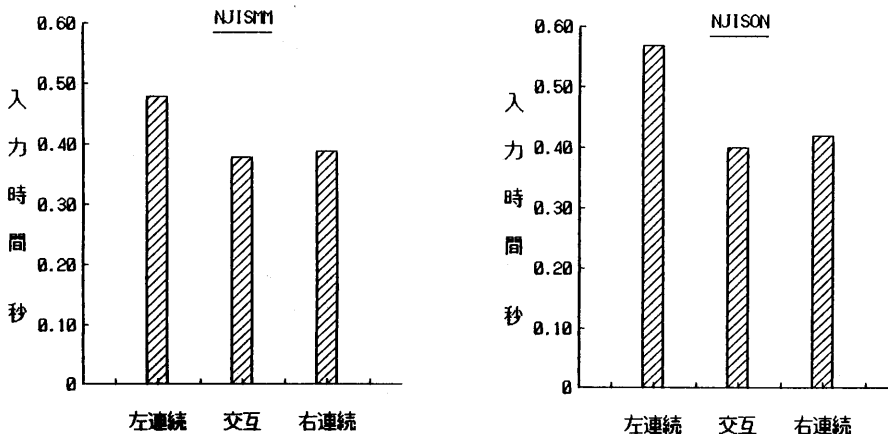
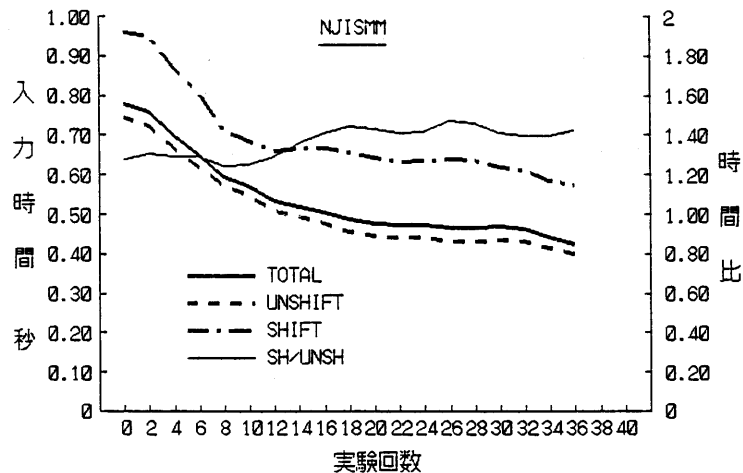


図4 交互打ち分析 (集計対象は天声人語の最終10編)

いえよう。

ただし、その時間を、①シフトキーを打つまでの時間と、②シフトキーを打ってから文字キーを打つまでの時間、に分けて測定すると、②は①に比較してはるかに短い。このことは、シフト側の文字を打つのに必要な二つの動作が被験者の意識の中では一連ものとして行なわれていることを示していると考えられる。

さらに、①の時間はシフト側の字を打つべく行動を起こしてからキーをたたくまでの時間であるが、これがアンシフト側文字の平均打けん時間と比較してわずかに長いのは、すでに述べたように、シフト側文字に対する入力経験の不足と、シフトキーが文字キーと比較して打ちにくいことによっていると考えられる。

2. 入力時間の文字依存性

前節での説明は、『実験によって得られたJIS C 6236の打けん特性は、設計時に意図したものを一少なくとも見掛け上は完全に満たしている』ということを変更して述べたに過ぎないし、そのこと自体にうそはないといってよい。従って、JIS C 6236は大変よく作られているということで、このはなしをこれで終りにすることもできないことではないが、一方、この実験の結果は筆者に取って期待はずれなものであった。

というのは、前節で取りあげた2名の被験者（ONとMM、いずれも国立大学の女子学生）はこの実験の以前2回の夏期休暇を利用して仮名キーボードによるタッチ打法の実験を無作為文によるテキストによって行っており、そのときの実績から考えて

JIS C 6236による1字当たりの平均入力時間が、図2および3で示したように0.4秒にも達しないというのは予想外であったからにはかならない。実際、無作為文による実験でもほぼ同じ学習期間で0.4秒程度の入力時間は観察されていた。

そこでこの節では、被験者の振舞いをやや詳しく検討し、入力速度が筆者の予想を下回った理由について考えることにする。

まず表3～4は実験の最終時期に入力した天声人語20編の文章の打けん特性であって、アンシフト側の文字の入力時間と文字数を、先行文字の属性ごとに集計したものである。

この表によると、

- ① 右手による入力時間については、交互打ちの効果が顕著に現れており、概して短い。特に、濁点は一般に使にくいとされている薬指の分担であるにもかかわらず、もっとも短い時間で入力されている。
- ② 左手による入力時間については、交互打ちの効果がはっきりとは見られず、左手の連続打ちによる方が交互打ちの場合より短い時間で入力されている文字があり、入力時間そのものも一般に長い。

特に、左手による入力時間は右手に比べて著しく長いため、全体の入力速度を低下させる原因になっているとも考えられる。

このことを確かめるには、同じ被験者が無作為文のテキストについて行ったデータと比較すればよい。結果を被験者ONについて示すと（被験者MMの分は割愛した）、表5のようになる。

表 3 JIS C 6236による打けん特性

NJISON 111～130（天声人語）
上側数字：入力時間（単位：秒）
下側数字：入力文字数

D段

先行文字の属性	ソ	ケ	セ	テ	ヨ	ツ	ン	ノ	ヲ	リ	チ
左手アンシフト側	0.98 39	0.58 72	0.63 43	0.42 159	0.35 84	0.38 123	0.15 415	0.21 172	0.47 46	0.51 83	0.41 49
右手アンシフト側	0.67 106	0.61 180	0.59 147	0.50 384	0.40 169	0.51 139	0.24 286	0.36 378	0.56 204	0.60 123	0.48 110

C段

先行文字の属性	ハ	カ	シ	ト	タ	ク	ウ	イ	ゝ	キ	ナ
左手アンシフト側	0.58 168	0.65 222	0.61 178	0.43 157	0.47 191	0.35 191	0.15 403	0.21 621	0.09 1767	0.31 96	0.42 195
右手アンシフト側	0.57 368	0.61 704	0.58 667	0.56 404	0.48 564	0.52 154	0.30 253	0.38 510	0.30 156	0.51 243	0.48 252

B段

先行文字の属性	ス	コ	ニ	サ	ア	ッ	ル	、	。	レ
左手アンシフト側	0.66 46	0.54 105	0.59 107	0.69 67	0.78 52	0.12 117	0.17 182	0.23 242	0.36 103	0.30 116
右手アンシフト側	0.71 133	0.69 272	0.54 295	0.80 189	0.69 164	0.23 112	0.33 177	0.32 257	0.39 227	0.60 59

表5を表3と比較すると、表5では表3で問題になった左手による入力時間についても、交互打けんの効果が認められるだけでなく、右手と比較して大きな差がないなどの点で、表3とは異なっている。

念のために繰返すと、表3は表5の実験が行なわれた翌年、表5の実験に要したのとはほぼ同じ実験期間の最終期に収集したものである。このため、タッチ打法については、表3の場合の方がより習熟していたはずであって、表3で左手による入力に時間がかかっている理由が、左手が動かしにくかったからであるとは考えられない。表3と表5の実験で使用したキーボードの文字配列は同じではないから、先に使用した表5のキーボードの経験が表3の実験の邪魔をして、上達を妨げたということは考えられるけれども、そうすると表3で、右手の入力速度が左手を上回っていることの説明ができなくなる。

すでに述べたように、表3、5とも実験の最終期のデータである。そこで、表3と5に見られる関係が、実験のその他の時期ではどのようになっているかを調べてみた。結果を表6に示す。

表6は、天声人語で使用頻度の上位6字の仮名(ゝ、い、か、し、う、ん)の入力時間を入力順に100字ごとに平均したものであり、比較のため、表5の供試装置でこの6文字と同じキーで打たれた文字(い、き、し、て、と、ち)についても同じ集計を行った。

この表によると、無作為文の入力データでは文字ごとの入力時間が比較的一様であり、実験の初期ではJIS C 6236による天声人

語の場合よりよい成績を上げている例が多いが、さらに文字ごとに見ると次のようになる。

まず、実験の最初からJIS C 6236と天声人語の組みあわせによる方が、無作為文の場合よりよい成績をけているのは濁点(ゝ)の場合だけであり、比較的速く無作為文の成績に追いついている文字に「ん」、やや遅れて無作為文の成績に到達する文字に「う」があることが分る。「い」も最終的には無作為文の場合を越えてはいるけれども、その時期は上の場合に比べて遅くなっている。

これに対して、「し」の入力時間は初期値がタッチ打法によるとは考えにくい程度に大きいだけでなく、実験の全期間を通じて無作為文の場合より大きな値を示している。「か」は被験者MMの場合だけその最終値が無作為文の成績をこえているものの、その値は無作為文と大きな差はなく、「し」に近い性格の文字であると考えられる。なお、「ん」や「い」などのカテゴリに入る文字には、このほかに、「°」「る」「っ」「ょ」があった。

3. 被験者の振舞い

以上述べたように、天声人語の入力時間には文字による依存性が強く見られ、使用頻度の高い文字でも無作為文の入力時間をこえている例が多く、その様な文字によって全体の平均入力時間を低下させていることが分かった。このような事態はキーボード入力によって文書作成業務の生産性の向上を図る上での障害になる。そこでここでは、入力時間の文字依存性がどうして生ずるのか、想像を交えながら考えることにする。

表 4 JIS C 6236による打けん特性

NJISHM 095~114 (天声人語)
上側数字：入力時間(単位：秒)
下側数字：入力文字数

D段

先行文字の属性	ソ	ケ	セ	テ	ヨ	ツ	ン	ノ	ヲ	リ	チ
左手アンシフト側	0.56 32	0.44 80	0.48 53	0.46 183	0.28 85	0.40 84	0.24 430	0.35 157	0.44 68	0.64 84	0.63 53
右手アンシフト側	0.57 123	0.47 149	0.45 154	0.41 337	0.31 148	0.44 149	0.25 316	0.37 322	0.38 156	0.56 130	0.46 118

C段

先行文字の属性	ハ	カ	シ	ト	タ	ク	ウ	イ	ゝ	キ	ナ
左手アンシフト側	0.47 170	0.41 262	0.49 213	0.40 168	0.43 213	0.41 151	0.24 409	0.27 532	0.19 1733	0.47 114	0.47 180
右手アンシフト側	0.47 324	0.38 641	0.45 702	0.46 326	0.41 601	0.50 152	0.31 239	0.37 480	0.31 132	0.49 221	0.45 263

B段

先行文字の属性	ス	コ	ニ	サ	ア	ッ	ル	、	。	レ
左手アンシフト側	0.63 63	0.50 101	0.56 114	0.57 48	0.65 57	0.28 118	0.29 152	0.29 230	0.27 141	0.35 112
右手アンシフト側	0.63 117	0.55 270	0.53 294	0.62 166	0.57 156	0.32 168	0.37 195	0.42 247	0.36 217	0.47 86

まず天声人語のテキストと無作為文テキストの違いを改めて考えて見ると次のようになる。

- ① 無作為文では文字の使用頻度がすべての文字でほぼ一様であるのに対して、天声人語ではよく使われる字とそうでない文字とでは使用頻度に大きな違いがある。
- ② 天声人語のテキストは漢字仮名交りで表記されているのに対して、無作為文はすべて仮名表記である。
- ③ 天声人語が意味のある文章であるのに対して、無作為文は仮名文字をまったく無秩序に並べたものである。

この相違点うち、①が入力時間の文字依存性の要因になり得ないことは、文字依存性が使用頻度の高い文字でも生じていることから考えて明らかであろう。

そこで②について考えると、テキストの表記法が違くと、テキストを見て行うタッチ打法のやり方も異なったものになることに気がつく。つまり、テキストが仮名だけで表記されているのであれば、文字を見てその通りに指を動かせばそれでよい。けれども、漢字に対しては漢字を見てその通りに指を動かせばよいという訳には行かない。少なくとも漢字をどう読むか理解しなければならぬし、漢字には読みが複数個あることを考えると、漢字ごとにその読みを理解しようとするのは危険であって、少なくとも熟語としてとらえるか、場合によっては③でいう文章の意味までさかのぼって理解する必要があるかもしれない。このために必要な時間は漢字や熟語の第1音の入力時間に加算されるから、その様な文字の入力時間が生理的な指の運動能力から予想されるより著し

く長くなるとしても当然であるといえよう。これに対し、漢字の読みの第2音以下の入力時間にはこのような時間はふくまれないから、指の運動特性がそのまま入力時間となって観測されるということになる。

この議論が正しいかどうかを確かめるには、仮名として入力された文字の原文での使われ方を知る必要があるので、筆者の手持ちのデータによって行うことはできない。けれどもすでに述べたように、濁点や半濁点、あるいは「ん」、「っ」、「ょ」のように漢字の読みの第1音には明らかになり得ない文字の入力時間が短いことは、この議論が正しいことの証拠であると考えて考えられないこともないように思われる。

この要因による入力速度の低下を防ぐには、一よくいわれていることではあるけれども一入力対象となる文字列やそれに対応する打けんパターンを記憶し、打けん作業はこの記憶に従って進めると同時に、視線は新しい文字列を追いかけて現に入力している文字列の先にむいているような作業形態をとる必要がある。

このような技術あるいは打けんパターンを身につけるのは困難であるらしく、本稿で引用した被験者の場合についていえば、濁点や漢字の2音目が「ん」などで終わる場合やシフトキーと文字キーが作る打けんパターンに限られていたらしい。

筆者の経験によれば、指がキーボード上の文字の位置を覚えるのに必要な時間は1日の練習時間を3時間として10日もあれば十分である。それから先は実際の文章による練習を行って、打けんパターンを身につけるようにすることが、タッチ打法による入力速度を向上させる上で効果的であると思われる。

表. 5 供試装置による打けん特性

3DOM 121~130 (無作為文)
上側数字:入力時間(単位:秒)
下側数字:入力文字数

D段

先行文字の属性	エ	カ	タ	コ	サ	ラ	チ	ク	ツ	セ	マ
左手アンシフト側	0.40 66	0.43 34	0.34 48	0.36 61	0.33 70	0.39 59	0.35 65	0.30 45	0.32 42	0.37 38	0.31 37
右手アンシフト側	0.42 65	0.36 62	0.30 46	0.33 61	0.32 55	0.32 46	0.33 65	0.36 104	0.46 39	0.35 73	0.31 85

C段

先行文字の属性	ウ	シ	テ	ケ	、	”	ト	キ	イ	ハ	°
左手アンシフト側	0.39 59	0.41 50	0.33 44	0.37 45	0.39 51	0.31 48	0.30 65	0.28 72	0.28 53	0.30 43	0.32 79
右手アンシフト側	0.38 81	0.33 61	0.31 59	0.32 53	0.37 66	0.35 66	0.31 68	0.31 77	0.35 78	0.38 52	0.29 68

B段

先行文字の属性	ヒ	ス	フ	ハ	メ	ソ	ネ	ホ	ワ
左手アンシフト側	0.38 50	0.42 39	0.38 51	0.31 51	0.34 48	0.34 61	0.33 42	0.38 59	0.32 51
右手アンシフト側	0.35 75	0.33 46	0.35 84	0.39 47	0.35 75	0.38 82	0.33 70	0.33 72	0.38 43

表 6 入力時間の学習効果

被験者：ON 上段：JIS C 6236 (天声人語) 下段：供試装置 (無作為文)

単位：ms

入力回数	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	最終値 (回数)
ゝ	260	310	230	230	240	230	220	270	260	260	260	240	270	210	230	230	240	230	240	250	200	200	240	230	200	100 (19700)
い	510	500	440	420	470	480	430	440	390	450	440	390	400	390	370	420	400	350	420	390	380	380	380	360	350	320 (3100)
い	570	590	580	650	650	580	520	520	510	630	570	610	440	530	440	450	500	510	420	400	390	420	460	440	370	240 (11000)
き	550	480	430	420	440	470	430	400	390	410	420	410	360	370	370	390	380	370	400	350	370	350	380	340	380	320 (3400)
か	940	900	860	860	880	810	830	830	880	830	770	860	780	780	890	780	760	790	810	800	820	820	730	710	790	520 (9500)
し	550	510	530	500	520	460	470	430	450	450	380	390	410	420	410	350	370	370	390	370	370	430	400	400	350	340 (3700)
して	910	900	860	770	880	890	720	880	860	890	770	750	740	770	760	630	810	750	730	920	730	730	710	740	720	550 (9200)
と	490	430	470	440	430	480	470	410	410	360	370	360	380	340	370	370	360	380	370	370	330	370	330	340	350	320 (3200)
う	320	330	420	320	340	430	320	350	470	360	360	330	330	350	360	280	320	320	360	250	320	310	280	260	310	200 (9100)
と	440	370	410	400	390	380	400	430	360	360	370	370	370	330	360	330	350	340	320	330	330	350	320	360	330	310 (3300)
ん	610	490	500	520	440	370	400	340	490	470	360	370	310	390	300	250	320	320	330	370	290	300	300	330	290	180 (8600)
ち	500	470	500	460	450	420	470	400	440	410	400	470	390	420	390	340	360	420	380	410	430	400	350	400	370	330 (3300)

被験者：MM 上段：JIS C 6236 (天声人語) 下段：供試装置 (無作為文)

単位：ms

入力回数	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	最終値 (回数)
ゝ	280	270	260	270	360	270	300	260	290	280	290	250	270	240	230	280	270	220	280	210	220	280	290	260	260	170 (19300)
い	510	500	550	510	460	450	450	490	400	450	460	450	460	430	420	460	360	390	390	370	380	420	370	370	400	370 (2600)
い	470	450	510	450	480	490	480	430	450	430	450	430	470	490	480	470	410	480	420	350	460	420	460	490	450	280 (10500)
き	460	580	440	460	460	490	530	420	400	370	400	420	390	410	430	420	400	400	380	380	350	400	370	390	400	350 (2900)
か	800	760	710	740	780	750	770	710	610	630	620	660	690	720	490	540	550	560	540	470	520	540	530	550	540	340 (9500)
し	630	600	650	570	490	480	490	430	440	400	430	490	430	410	440	450	410	450	420	440	440	440	460	450	380	380 (2700)
して	860	840	780	680	760	720	740	700	700	730	660	710	760	570	620	630	600	620	590	700	620	620	590	610	600	420 (9400)
と	580	560	560	480	480	440	470	460	390	410	390	360	390	430	410	470	420	370	370	380	360	360	400	460	380	360 (2900)
と	510	450	480	450	450	400	360	370	400	460	350	420	430	530	350	360	400	380	360	340	350	390	380	320	390	240 (9000)
と	490	490	480	480	390	410	410	400	430	340	400	350	400	400	380	410	360	370	360	360	320	340	330	380	400	320 (2800)
ん	430	440	360	360	430	380	400	390	410	410	450	440	380	360	370	350	370	370	340	380	380	310	350	350	320	240 (8700)
ち	490	500	570	420	420	420	500	430	470	420	380	380	380	440	390	360	430	380	440	400	390	370	390	380	390	320 (3000)