

TR-A-0126

26

手書き文字品質の定量評価

Objective-Evaluation of Handwritten Character Quality

加藤 隆仁

1991.10.14

ATR 視聴覚機構研究所

〒619-02 京都府相楽郡精華町乾谷 ☎07749-5-1411

ATR Auditory and Visual Perception Research Laboratories

Inuidani, Sanpeidani, Seika-cho, Soraku-gun, Kyoto 619-02 Japan

Telephone: +81-7749-5-1411

Facsimile: +81-7749-5-1408

Telex: 5452-516 ATR J

目次

あらし	1
1. まえがき	2
2. 文字品質評定の主観評価実験	4
3. 手書き文字品質の定量化方法	7
4. 文字品質評価尺度	8
5. 手書き文字評価システム	13
6. 手書き文字品質の定量評価	14
7. むすび	17
謝辞	17
参考文献	18
図表	20
付図	31
付録1	33
付録2	38
付録3	43

あらまし 高認識率の手書き文字認識装置の開発には文字変形への対応が大きな問題である。ここでは手書き文字の変形に雑音、かすれ、つぶれ等を含めて文字品質と呼ぶが、この文字品質を定量化することによって、文字認識技術の評価が可能となる。文字品質定量化のためには、その尺度の検討が重要であるが、それに関する研究はこれまであまり多く行われていない。本論文で問題とするのは、手書き文字の品質を反映する定量化尺度とそれによる文字品質の定量化である。

まず、人間がどのように文字品質を決定しているのかを調べることによって、手書き文字の品質の決定要因を分析した。この結果、人間は共通の評価基準を持っていることが分かった。また、人間は手書き文字の品質を再現性高く安定して評価できることが分かった。更に、人間の文字品質の評価特性と文字品質の決定要因の分析について述べ、品質決定要因の定量的評価尺度を提案した。すなわち、(a) ストロークの分布 (b) 黒画素の分布 (c) 線の太さ (d) 縦横比 (e) バランスを反映した品質評価尺度である。最後に、これらの定量的評価尺度を用いて、手書き文字の品質を客観的に評価できることを示した。客観的な定量評価を行った結果は、人間による評価と同等の評価ができた。

Key Ward : Character Quality, Quality Evaluation, Hand-written Character, Optical Character Recognition, Pattern Recognition

1. まえがき

文字認識技術はパターン認識技術の一つの重要な課題として、これまでに様々な認識手法が提案されてきた。近年、大分類識別、詳細識別の組み合わせによる階層的認識方法などにより文字認識率が大幅に向上し、さらに、コンピュータの進歩、およびその周辺技術の進歩により文字認識装置は使い易いものになり、実用化されるまで至った。(1) (2) しかしながら、手書き文字の認識に関しては、その認識率はまだ不十分で、枠の中に書かれた制限付き手書き文字を扱っているのが現状である。その最大の問題点は印刷文字などに比べて自由手書き文字が、極端に大きな変形を有していることにある。手書き文字は同じ字種でも、筆記者が違えば、字形は大きく変化するし、また、同一筆記者の文字でも常に全く同じ字形とはならず、複雑な変形を伴う。したがって、認識手法の汎化、分化能力に応じて、文字の変形に伴う認識率の安定性は非常に異なる。すなわち、手書き文字認識の認識率はその扱う文字の変形度に大きく依存しているのが現状である。

ゆえに、手書き文字の認識手法の性能評価のために、認識対象とする手書き文字のデータベースの共通化や手書き文字変形度の定量化が必要とされている。手書き文字のデータベースの共通化は、すでに積極的に進められている。(3) また、最近文字品質が物理的変形と心理的変形により評価できるものとし、その文字品質を付与して発生させた変形文字パターンを評価用データとして用いた文字認識系の評価の報告(4)がされている。一方、手書き文字の変形度、すなわち品質を定量化するためには、その尺度構成が重要であるが、それに関する研究はあまり多く行われていない。最も妥当な定量化尺度を明らかにするためには、まず文字変形要因の分析が必要である。従来から手書き文字の変形解析はいくつかの尺度によ

って行なわれ、報告されている。(5) (6) (7) (8) (9)しかし、これらの尺度は多くの場合、文字変形の広がり进行分析するために提案されており、必ずしも文字品質の決定要因を反映したものではない。本論文で問題とするのは、手書き文字の品質の決定要因を反映する新たな定量化尺度と文字品質の定量化である。

2.では、人間がどのように文字品質を決定しているのかを調べることによって、手書き文字の品質の決定要因の分析について述べる。次に、3.では、手書き文字品質の定量化法について述べる。更に4.では、人間の文字品質の評価特性と文字品質の決定要因の分析について述べ、品質決定要因の定量的評価尺度を提案する。5.では、手書き文字品質の定量化法に基づいた手書き文字品質評価システムについて述べる。6.では、これらの定量的評価尺度を用いて、手書き文字の品質を客観的、定量的に評価できる可能性を示す。

2. 文字品質評定の主観評価実験

人間の感覚に適合した文字評価の研究には手書き漢字の心理的類似性の報告(10)、書の美の要因の報告(11)、さらにアルファベット文字の対して読みやすさ(Ligibility)とその要因との相関の報告(12)がある。しかし、これらは文字の主観的評価を扱った報告であり、文字品質の決定要因の分析、さらに定量化までは行なわれていない。また、OCR用の活字フォントの”良さ”の尺度を重心と大きさに定量化した報告(13)がされているが、重心と大きさだけで定量化するには十分とは言いがたい。ここでは、それらの報告の結果を参考にして、人間がどのように文字の品質を評価をしているかの文字品質評価基準を求めるために行なった文字品質評定の主観評価実験について述べる。

2. 1 評定文字

JIS第1水準手書き漢字データベースETL9(3)から漢字100字種、各字種25パターンの合計2500パターンを無作為に選択した。評定文字として使用した100字種を図1に示す。

2. 2 被験者

成人男女20代から30代の10名を被験者とした。

2. 3 手続き

評定する漢字はビットマップディスプレイ上に1字種25パターンを同時に提示した。被験者は提示された25パターンから1パターンづつマウスで選択し、1、非常にきれい 2、きれい 3、普通 4、きたない 5、非常にきたないの5段階評定を行うように指示された。また、被験

者は丁寧に評定するように、各段階には少なくとも1パターンは選択するように、評定は仕直してもよいと教示された。評定文字100字種は被験者毎にランダムな配列で提示された。実験中のディスプレイの様子を漢字'所'を例として図2に示す。評定の再現性を確かめるために、各被験者は2500パターンの主観評価実験を、日を改めて2回行った。

2. 4 評定結果

評定実験には制限時間を設けず行なったが、各被験者の平均所要時間は3時間強で、1パターンに要した時間は約5秒であった。次に、本評定の信頼性を検定するために、被験者を任意の5人ずつ2グループに分け、各グループの平均値により、2グループの相関を調べた。2グループの被験者の組み合わせをかえ相関を調べた結果、平均0.84の相関係数(データ数2500)が得られ、高い相関があると分かった。すなわち、評定結果には高い安定性があると言える。

さらに、人間の文字品質評定の再現性を調べるために、各被験者の2回評定の相関を調べた。各被験者の相関係数を平均すると、0.75の高い相関(データ数2500)が得られた。この主観評価実験で得られた10人の評価値の平均を各パターンの主観評価値とした。主観評価値順に並べた25パターンの例(漢字'所'と'葉')を主観評価値と共に図3に示す。

2. 5 人間の文字品質評価特性の考察

信頼性の検定結果より、手書き文字の品質評価に関して、人間はある共通の評価基準を持っていることが示唆された。また、再現性の検定より、人間は手書き文字の品質を再現性高く安定して評価できることが分かった。次に、文字品質の評価値に対して、どのような評価感覚を持っているかを調べた。2500パターンの評価値に対する分布は付図1に示すように平均

3.24標準偏差0.90の正規分布であった。また、評価値に対するその評価値の標準偏差の平均値を図4に示す。この結果より、きれい、きたないの両端のパターンはどの被験者も一致した評価を下し、文字品質の決定要因を見付けやすいことが示唆された。さらに、評定文字の25パターンが線形に分布しているものと仮定し、文字品質の対する評価値の平均を付図2に示す。S字曲線の特性が得られ、図4の結果を裏付け、人間の感覚特性が指数関数的であることの一致した。

手書き文字の品質に関する人間の評価結果を2500文字パターンすべてに対応させて視察した結果、人間は(a)ストロークの分布(b)黒画素の分布(c)線の太さ(d)縦横比(e)バランスなどを総合的に評価していることが分かった。たとえば、ストローク間隔が一定ではなく(ストロークの分布)、十分に広がりを持たず(黒画素の分布)、特別太い線を持ち(線の太さ)、縦または横方向につぶれて(縦横比)、上下左右のバランスが崩れている(バランス)場合、きたない文字と評価されていた。このような要因により非常にきたない文字と評価された文字パターンの例をきれいな文字と比較して図5に示す。

3. 手書き文字品質の定量化方法

人間は手書き文字の品質を様々な要因によって総合的に評価していると考えられる。その要因が明らかになれば、その要因を用いて手書き文字の品質を説明できることになる。さらに、その要因が文字品質の決定要因となる。ところが、2.で得られた視察結果は必ずしも定量性を持っていないので、4.では具体的に定量的品質評価尺度を提案する。その評価尺度値の大小によってきれいな文字や、きたない文字を表現する。

ここでは、手書き文字の品質がその複数の文字品質評価尺度の線形和で表わされ、次の品質評価式が成り立つと仮定する。

$$E = A_0 + \sum (A_i * X_i) \quad (1)$$

ここで、Eは手書き文字品質評価値、 X_i は品質評価尺度、 A_i は重み係数である。この重み係数が与えられれば、この評価式(1)を用いて被評価手書き文字の品質が定量化される。

4. 文字品質評価尺度

2. で得られた主観的評価結果とその文字パターンと対応させた視察結果を基に、文字品質の定量的な尺度を作成する。その視察結果により、次のような品質決定要因を考慮した。すなわち、(a) ストロークの分布 (b) 黒画素の分布 (c) 線の太さ (d) 縦横比 (e) バランスである。これを具体的数値として取り扱うために、主観評価実験の品質評価結果のきれい、きたないの傾向、文字構造に関する従来からの種々の報告および被験者の内省報告から、さらに文字品質評定時に、文字のどの部分を注視するかを探索する視線検出実験の結果(14)より下記の品質評価尺度を取り上げた。なお、文字は64×64画素の2値画像として扱う。

[1] ストローク密度分布

文字ストロークの複雑さを表わす評価尺度である。図6-aに示すように、入力文字を各軸方向に走査し、横切るストロークの本数(N)の総計で表わす。

$$X = \sum_{i=1}^{64} N_i + \sum_{j=1}^{64} N_j$$

[2] ストローク間隔分布

文字ストロークで挟まれた白地の面積を表わす評価尺度である。図6-bに示すように、入力文字を各軸方向に走査し、ストローク間の距離(L)の総計で表わす。

$$X = \sum_{i=1}^{64} L_i + \sum_{j=1}^{64} L_j$$

[3]情報量

文字の持っている情報量を表わす評価尺度である。入力文字を黒画素の存在確率 P_{ij} の底 2 の対数の総計で表わす。すなわち次式で求める。

64

$$X = \sum_{i=1} \log_2 (P_{ij}) \times C_{ij}$$

ここで、 ij 格子点が黒画素ならば $C_{ij} = 1$

ij 格子点が白画素ならば $C_{ij} = 0$

なお、黒画素の存在確率は 64×64 点について主観評価実験で用いた評定文字の 25 パターンより求めた値を用いる。

[4]2次拡がり率

文字の拡がりを表わす評価尺度である。入力文字の重心からの黒画素の距離 (L_{ij}) の 2 乗の総計で表わす。すなわち次式で求める。

64 64

$$X = \sum_{i=1} \sum_{j=1} (L_{ij})^2 \times C_{ij}$$

ここで、 ij 格子点が黒画素ならば $C_{ij} = 1$

ij 格子点が白画素ならば $C_{ij} = 0$

[5]黒画素率

文字の黒画素数により文字線の太さを表わす評価尺度である。入力文字の外接枠 (図 6-c に示すような斜格子部分) の面積 S に対する黒画素数 n の比で表わす。

$$X = n / S$$

[6]白画素率

文字の白画素数により白地の大きさを表わす評価尺度である。入力文字を水平方向に走査し、左右の最外黒点の間隔の総計による面積と垂直方向に走査し、上下の最外黒点の間隔の総計による面積の和集合（図6-dに示すような斜格子部分）の面積Sに対するその面積S内の白画素数nの比で求める。

$$X = n / S$$

[7]外接枠の縦横比

文字の縦長、横長を表わす評価尺度である。図6-eに示すように、入力文字の外接枠の幅Wと高さHとの比で表わす。

$$X = H / W$$

[8]45° 外接枠の縦横比

文字の対角方向の長さの比を表わす評価尺度である。図6-fに示すように、入力文字を45°回転し、その外接枠の幅Wと高さHとの比で表わす。

$$X = H / W$$

[9]左右のバランス

文字の左右方向のバランスを表わす評価尺度である。図6-gに示すように、入力文字を重心位置で左右の2領域に分け、左右領域それぞれの重心を求め、その重心位置の垂直方向の差Lで表わす。

[10]上下のバランス

文字の上下方向のバランスを表わす評価尺度である。図6-hに示すように、入力文字を重心位置で上下の2領域に分け、上下領域それぞれの重心を求め、その重心位置の水平方向の差Lで表わす。

[1.1]外形特徴

文字の外形を表わす評価尺度である。図6-iに示すように、入力文字の正方形枠から各軸方向に走査し、最初のストロークまでの距離の総計で表わす。

$$X = \sum_{i=1}^{64} (L_{1i} + L_{2i}) + \sum_{j=1}^{64} (L_{3j} + L_{4j})$$

[1.2]エントロピー

文字の持っている状態量を表わす評価尺度である。入力文字の黒画素の存在確率 P_{ij} の底2の対数に P_{ij} を乗じた値の合計で表わす。

$$X = \sum_{i=1}^{64} \sum_{j=1}^{64} \{ P_{ij} \times \log_2 (P_{ij}) \} \times C_{ij}$$

ここで、 ij 格子点が黒画素ならば $C_{ij} = 1$

ij 格子点が白画素ならば $C_{ij} = 0$

なお、黒画素の存在確率は 64×64 点について主観評価実験で用いた評定文字の25パターンより求めた値を用いる。

[1.3]1次拡がり率

文字の重心からの拡がりを表わす評価尺度である。入力文字の重心からの黒画素の距離 (L) の総計で表わす。

$$X = \sum_{i=1} \sum_{j=1} (L_{ij}) \times C_{ij}$$

ここで、 $i j$ 格子点が黒画素ならば $C_{ij} = 1$
 $i j$ 格子点が白画素ならば $C_{ij} = 0$

[14] 左右対称性

文字の左右の対称性を表わす評価尺度である。入力文字を重心を通る垂直軸で左右領域で分け、左右の単純類似度を求める。

$$\sum_{j=1}^{64} \left\{ \sum_{i=1}^p (C_{p-i j} \cdot C_{p+i j}) \right\}$$

$$X = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^{64} \sum_{i=1}^p (C_{p-i j})^2} \sqrt{\sum_{j=1}^{64} \sum_{i=1}^p (C_{p+i j})^2}}$$

ここで、 p は水平方向の重心座標である。

[15] 重心

文字の位置を表わす評価尺度である。文字の重心位置を文字枠の中心からの距離で表わす。

5. 手書き文字品質評価システム

品質評価尺度を用いて、手書き文字の品質を客観的、定量的に評価するために、さらに様々な人により書かれた文字を扱えるように、手書き文字評価システムを構築した。このシステムの流れ図を図7に示す。このシステムは次のようなルーチンからなる。

(1) 評価尺度作成ルーチン

評価尺度を作成するルーチンである。評価尺度の追加、変更が容易にできる。

(2) 重み係数計算ルーチン

主観評価実験に用いた評定文字の主観評価値と各評価尺度値との重回帰分析を行ない、評価式(1)の重み係数を決定し、評価式を作成するルーチンである。まず、どの評価尺度をいくつ使うかを選択するとその評価尺度値が計算される。次に、統計処理パッケージの重回帰分析によって、重み係数が計算され、評価式が作成される。

(3) 品質評価ルーチン

スキャナーあるいはE T L 9データベースから入力された手書き漢字の品質を評価するルーチンである。まず、評価文字の文字種を指定し、スキャナーまたはE T L 9データベースかの入力装置を選択する。入力された漢字の各評価尺度を計算し、ルーチン(2)で求めた評価式を用いて、品質評価値を入力文字と共に出力する。その出力結果を図8に示す。

6. 手書き文字品質の定量評価

6. 1 評価尺度の予備検討

まず、評価尺度の有効性の予備検討を行なった。2500パターンについて、主観評価値と評価尺度との相関を字種毎に調べた。各評価尺度に対する相関係数が最大値を持つ文字について、その相関係数を表1に示す。100字種の主観評価値と各評価尺度との相関係数を付録1に示す。100字種平均の相関係数は高々0.3程度である（データ数2500）が、字種毎では無相関の字もあれば、0.6程度の高い相関を持つ字も存在することが分かった。100字種全てに有効な評価尺度が最良であるが、予備検討の結果、1つの評価尺度では手書き文字の品質評価が難しいことが予測される。これらの評価尺度の中から、5つの品質決定要因を定量化する各2つ計10個の尺度を選択した。選択した評価尺度は前述の[1]から[10]の評価尺度で、5つの品質決定要因との関係を次に示す。

(a) ストロークの分布

[1]ストローク密度分布 [2]ストローク間隔分布

(b) 黒画素の分布

[3]情報量 [4]2次拡がり率

(c) 線の太さ

[5]黒画素率 [6]白画素率

(d) 縦横比

[7]外接枠の縦横比 [8]45°外接枠の縦横比

(e) バランス

[9]左右のバランス [10]上下のバランス

6. 2 100字種1評価式

まず、上述の10個の評価尺度を用いて、(1)式による手書き文字品質の客観的な定量評価を行なった。すなわち100字種全ての漢字に対して1つの評価式で手書き文字の品質を評価する。重み係数計算ルーチンにより2500パターンに対して、主観評価値を(1)式のEに、各評価尺度の計算値をXに代入し、重回帰分析を行ない、各重み係数Aを求め、評価式を作成する。品質の評価には品質評価ルーチンにより入力文字のXを求め、評価式より評価値Eを求める。評価式の精度を確かめるために、2500パターンに対して、主観評価値と評価式より求めた客観評価値との相関を求めた。その結果、0.43の相関係数(データ数2500)で、高い相関は得られなかった。この主な原因は字種毎に評価式の重み係数がかなり異なるためである。漢字'所'と'葉'の主観評価値に対する客観評価値を図9、図10に白丸で示す。図中の45°の直線にプロットが近づけば、より精度の高い評価が可能であることになる。この結果より、100字種全ての漢字を1つの評価式で評価することは不可能であると分かった。

6. 3 1字種1評価式

次に、字種毎に評価式を持つ、すなわち字種毎に評価式の重み係数を換えて、手書き漢字の品質を評価する。1字種25パターン毎に、重み係数計算ルーチンにより主観評価値と評価尺度との重回帰分析を行ない、重み係数を求め、評価式を作成する。続いて、6.2と同様に、主観評価値と評価式より求めた客観評価値との相関を求め、評価式の精度を確かめた。その結果、0.52~0.94(データ数25)の相関係数が得られ、平均0.79であった。主観評価実験の被験者群間の相関係数0.84に近い値が得られた。これは、2.で得られた人間における再現性の結果を上回るものである。すなわち、手書き文字の品質を客観的に定量評価できることが分かった。漢字'所'と'葉'について、主観評価値に対する客観評価値を図9、図10に黒丸

で示す。

6. 4 字種に対する評価尺度

以上述べたように、10個の評価尺度で手書き文字の品質を客観的に定量評価できることが分かった。さらに、正確な品質予測の困難な字種が存在することも分かった。より詳細に分析してみると、高い相関の得られた（相関係数が0.90以上）漢字は'老'、'成'、'所'、'順'、'葉'、'上'、'一'の7文字である。しかしながら、相関の低い（相関係数が0.60以下）'我'、'計'、'無'、'問'の4文字あった。さらにこれらの文字の精度の良い評価ができるように文字品質評価尺度の検討が必要である。

評価尺度の基礎検討の結果より、字種毎に評価尺度の有効性が異なることが知られている。また、10個の評価尺度による品質の客観評価において、10個の評価尺度が全て有効に作用しているのではないことが分かった。すなわち、字種毎に有効な評価尺度を組み替えた方がよいと言える。10個の評価尺度について、主観評価値と客観評価値との相関への寄与度をその相関係数と共に付録2に示す。次に、4.で述べた残りの5つの評価尺度を加え、15個の評価尺度を用いて、主観評価値と客観評価値との相関を計算した。その結果を15個の評価尺度の相関係数への寄与度と共に付録3に示す。この結果から字種毎に有効な評価尺度を選択し、10個の評価尺度で文字品質の評価を行なった。評価の精度を確かめるために、主観評価値と客観評価値との相関を調べた。0.86の相関係数が得られ、明らかに精度は向上した。全ての字種に対して有効な評価尺度が最良であるが、現在の評価尺度では字種毎に評価尺度を選択した方が良いと分かった。

7. むすび

人間がどのように文字品質を決定しているのかを調べることによって、手書き文字の品質の決定要因を分析し、その結果、手書き文字の品質（変形度）に関して、人間はある共通の評価基準を持っていることと手書き文字の品質を再現性高く安定して評価できることが分かった。次に、手書き文字の品質を決定する評価尺度を提案した。この評価尺度で手書き文字の品質を客観的に定量評価を行った結果、人間による評価の再現性を上回る結果が得られた。しかし、正確な品質予測の困難な字種が存在することも分かった。今後は、この点での検討を進めるとともに、文字認識手法の安定性評価のために応用することを検討したい。

謝辞

研究の機会を与えてくださったATR視聴覚機構研究所淀川英司社長、視覚研究室上野圭一室長に感謝致します。日頃ご討論頂く視聴覚機構研究所の諸氏、特に文字データ操作にご協力頂いた視覚研究室森吉弘元研究員（現クボタコンピュータ株）に感謝いたします。

参考文献

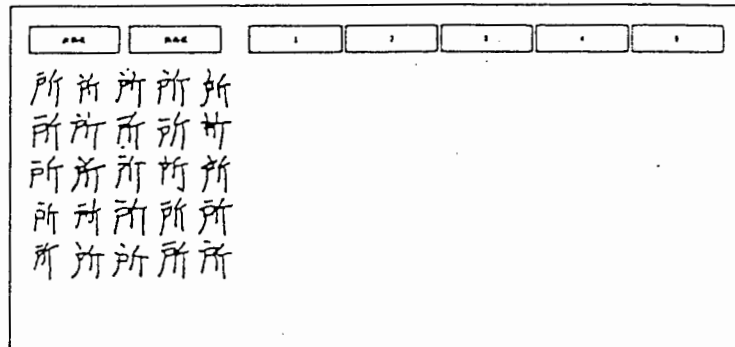
- (1) 橋本新一郎著：“文字認識概論”、オーム社（1982）
- (2) 森健一監修：“パターン認識”、コロナ社（1988）
- (3) 齊藤、山田、山本：“JIS第1水準手書き漢字データベース ETL9 とその解析”、信学論（D）、J68-D、4、
pp.757-764（1985）
- (4) 倉掛、石井：“変形文字パターンを用いた手書き文字認識系の
評価”、信学論（D）、J74-D、9、PP.1208-
1216（1991）
- (5) 森、山田、齊藤、宮川：“手書き文字の変動解析”、情報処理、
18、8、pp.818-821（1977）
- (6) 萩田、増田：“手書き漢字の位置づれと傾き変動の定量化法”、
信学技報、PRL85-75、pp.57-68（1986）
- (7) 長谷、米田、酒井、吉田：“変動エントロピーによる文字変動の
評価”、信学論（D）、J71-D、6、pp.1048-
1056（1986-6）
- (8) 内藤、小森：“手書き漢字の統計的分析”、信学技報、
PRL80-16、PP.65-72（1980）
- (9) 岡本、押木、中村、伊東、米沢：“手書き文字評価方法の検討”、
信学技報、PRU90-64、PP.47-54（1990）
- (10) 倉掛、石井：“手書き文字に対する心理的類似性の解析”、
1989信学秋季全大、D-179（1989）
- (11) 妻倉昌太郎：“書道心理学”、啓明出版（1989）
- (12) C.Y.Suen:“Human Recognition of Handprinted Character
and Distance”, Graphonomics (1986)

- (13) 吉村、山崎、飯島：“文字図形の重心とひろがりについて”、
情報処理、9、5、pp.277-284 (1968)
- (14) 加藤、山田：“視線検出による手書き文字品質の決定要因の
分析”、1990信学秋季全大D-356

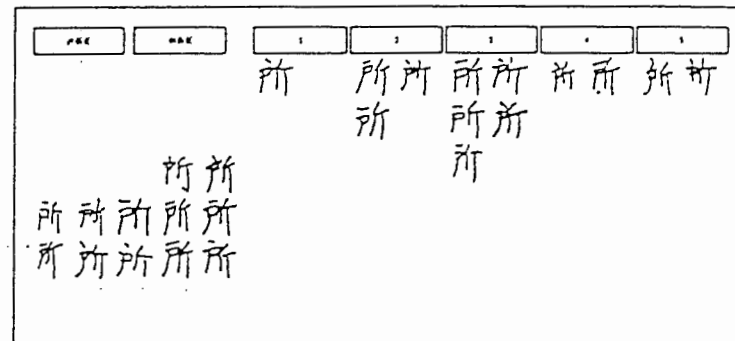
一 二 刃 人 夕 久 万 小 上 川 三 口 山 切 心
 収 火 犬 牛 王 日 以 皮 必 左 可 史 世 生 出
 玉 古 田 目 次 老 考 成 氣 多 回 兩 冷 応 初
 我 希 近 困 車 里 述 使 所 非 林 門 東 画 芽
 派 級 計 品 首 春 胃 党 夏 高 教 魚 転 間 然
 衆 極 減 尊 順 無 齒 葉 買 童 森 数 感 際 疑
 歌 関 潔 質 憲 興 巖 謝 臨 競

図1 評定文字 (100 字種)

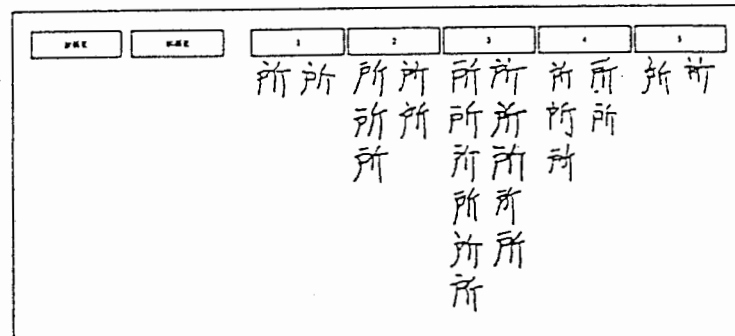
Fig.1 100 Kanji character categories using in the subjective evaluation



(a) 評定前
(a) before the evaluation



(b) 評定中
(b) during the evaluation



(c) 評定後
(c) after the evaluation

図2 主観評価実験中のディスプレイ
Fig. 2 Display during the subjective evaluation

所 1.7	所 1.8	所 1.8	所 2.1	所 2.2
所 2.3	所 2.5	所 2.5	所 2.5	所 2.9
所 2.9	所 3.0	所 3.1	所 3.2	所 3.2
所 3.3	所 3.3	所 3.4	所 3.5	所 3.7
所 3.8	所 4.0	所 4.1	所 4.2	所 4.3

(a) 漢字"所"
(a) Character "所"

葉 1.3	葉 1.3	葉 1.6	葉 2.0	葉 2.3
葉 2.4	葉 2.5	葉 2.7	葉 2.9	葉 2.9
葉 3.0	葉 3.0	葉 3.0	葉 3.1	葉 3.3
葉 3.4	葉 3.5	葉 3.6	葉 3.7	葉 3.8
葉 4.0	葉 4.1	葉 4.2	葉 4.6	葉 4.8

(b) 漢字"葉"
(b) Character "葉"

図3 25パターンの品質評定結果
Fig. 3 The evaluation values of 25 patterns obtained in the subjective evaluation

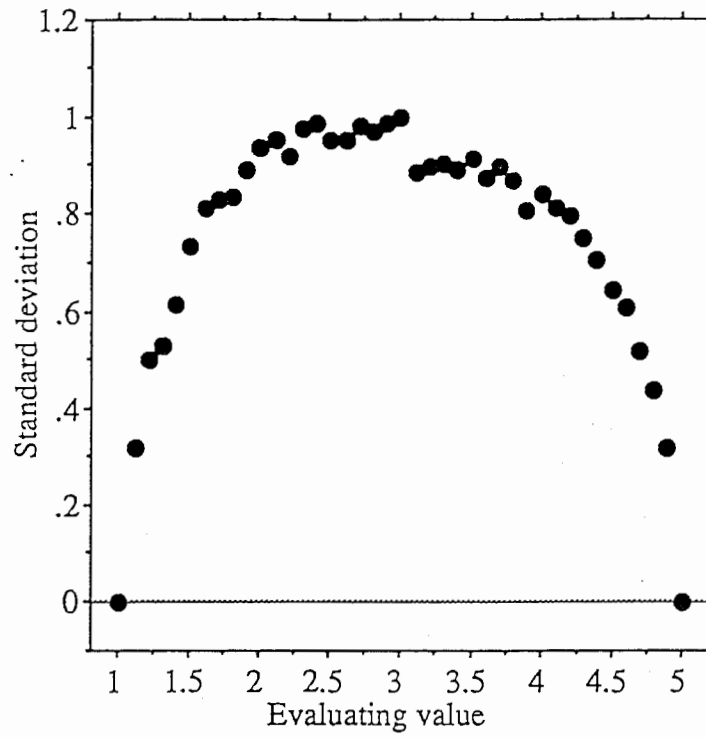


図4 主観評価値の平均標準偏差
 Fig.4 The average standard deviations of the subjective evaluation

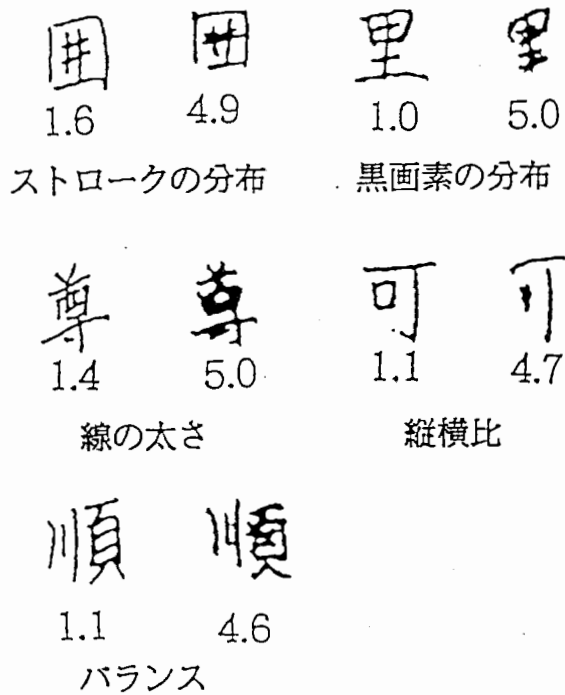


図5 非常にきれい、非常にきたないと評価された文字パターンの例と主要因

Fig. 5 Examples and main factors of neat and poor characters obtained in the subjective evaluation

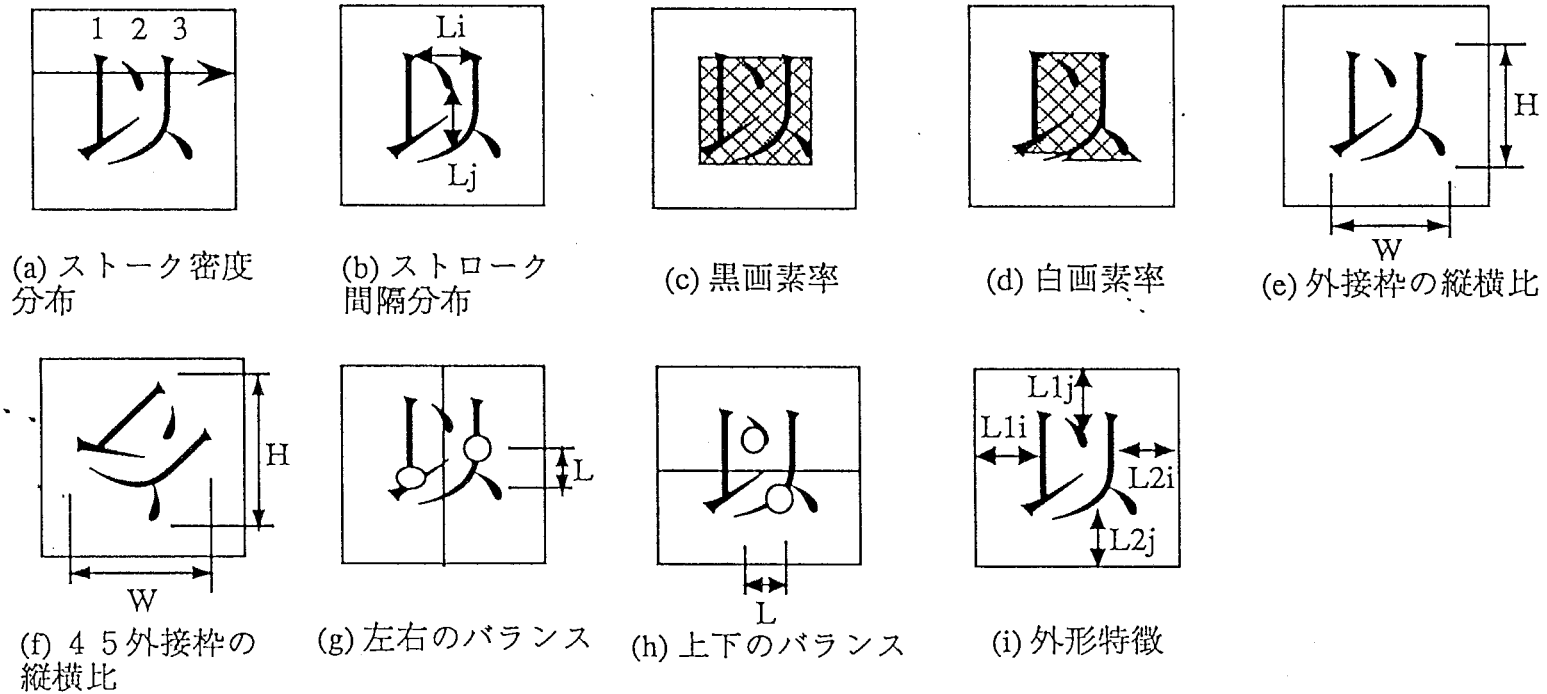


図 6 評価尺度の説明図
Fig. 6 Evaluation measures

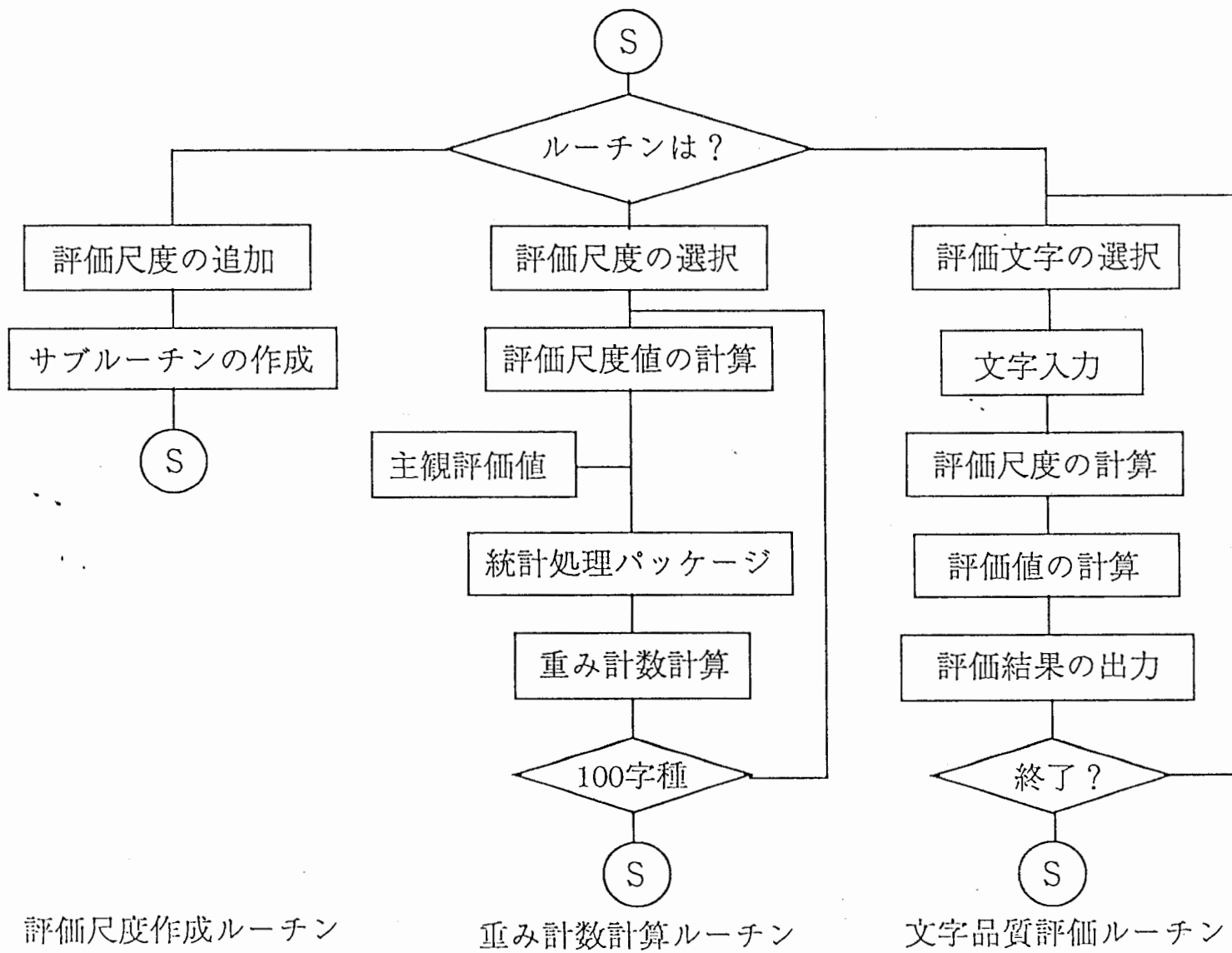


図7 手書き文字品質評価システムの流れ図
 Fig. 7 A flow chart for evaluating the quality of hand-written characters

評価文字

所

文字の評価

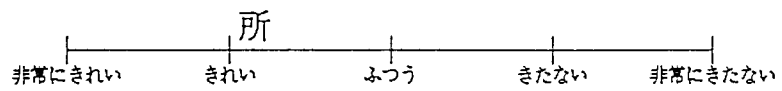


図8 手書き文字品質評価システムの出力例
Fig.8 The output of the hand-written character evaluation system

表1 主観評価値と各評価尺度との相関係数
 Table 1 Correlation coefficient of subjective
 evaluation values and evaluation measures

文字種	相関係数														
	stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 拡がり	黒画 素率	白画 素率	縦横 比	45縦 横比	左右 バランス	上下 バランス	外形 特徴	エン トロー ピー	1次 拡がり	左右 対称	重心
平均	.28	.28	.21	.25	.23	.30	.21	.17	.24	.22	.22	.19	.19	.18	.18
減	.66	.48	.01	.33	.30	.58	.26	.08	.08	.17	.06	.13	.19	.10	.25
老	.40	.66	.01	.61	.31	.52	.34	.11	.46	.33	.17	.54	.24	.54	.14
玉	.46	.46	.65	.41	.06	.09	.17	.22	.16	.09	.27	.28	.03	.47	.03
所	.35	.54	.07	.65	.01	.52	.45	.46	.34	.49	.25	.33	.26	.55	.29
人	.66	.63	.27	.60	.73	.64	.43	.11	.30	.35	.68	.36	.48	.33	.44
尊	.30	.50	.25	.09	.53	.66	.08	.25	.17	.13	.13	.42	.30	.02	.31
口	.11	.10	.36	.21	.03	.11	.58	.18	.26	.33	.00	.01	.14	.07	.24
史	.24	.07	.06	.24	.51	.24	.32	.66	.02	.24	.41	.11	.12	.23	.34
車	.05	.10	.07	.02	.02	.05	.10	.02	.58	.48	.23	.13	.01	.16	.17
胃	.21	.08	.58	.18	.32	.07	.14	.39	.44	.66	.41	.32	.13	.28	.17
人	.66	.63	.27	.60	.73	.64	.43	.11	.30	.35	.68	.36	.48	.33	.44
老	.40	.66	.01	.61	.31	.52	.34	.11	.46	.33	.17	.54	.24	.54	.14
述	.19	.16	.11	.16	.17	.13	.26	.21	.07	.01	.04	.14	.56	.07	.14
一	.33	.41	.15	.37	.20	.12	.03	.03	.43	.53	.48	.22	.25	.58	.16
上	.03	.20	.16	.06	.34	.25	.53	.32	.03	.17	.49	.35	.51	.04	.69

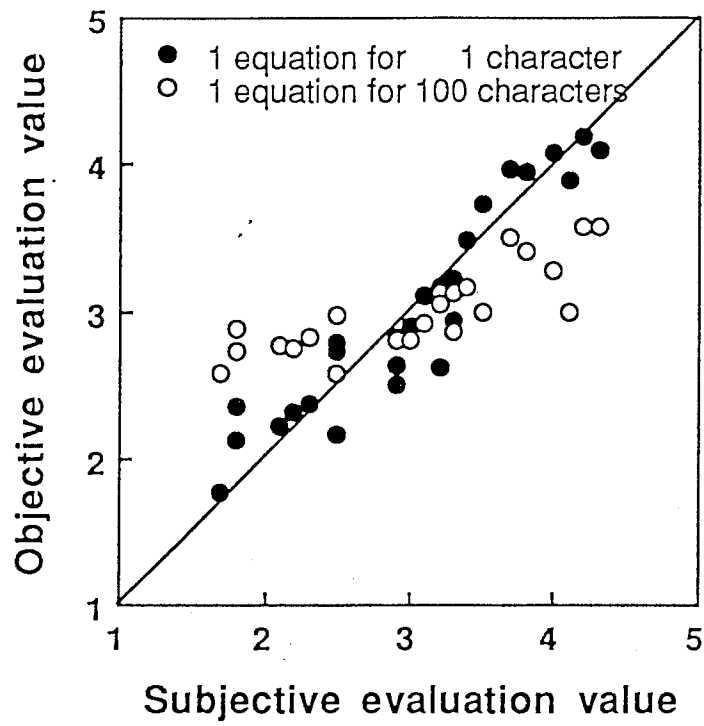


図9 漢字”所”の主観評価値に対する客観評価値
 Fig. 9 Objective evaluation values plotted against subjective evaluation values for the character ”所”

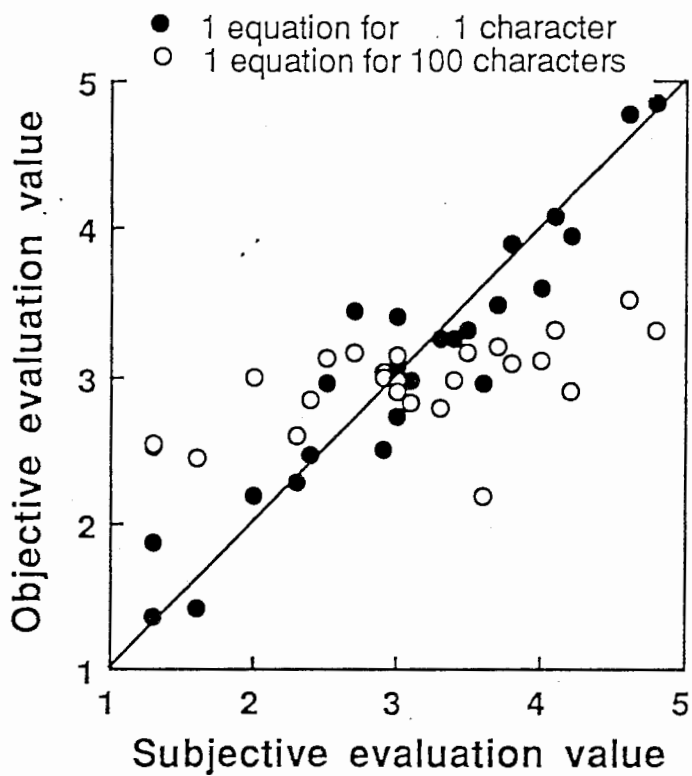
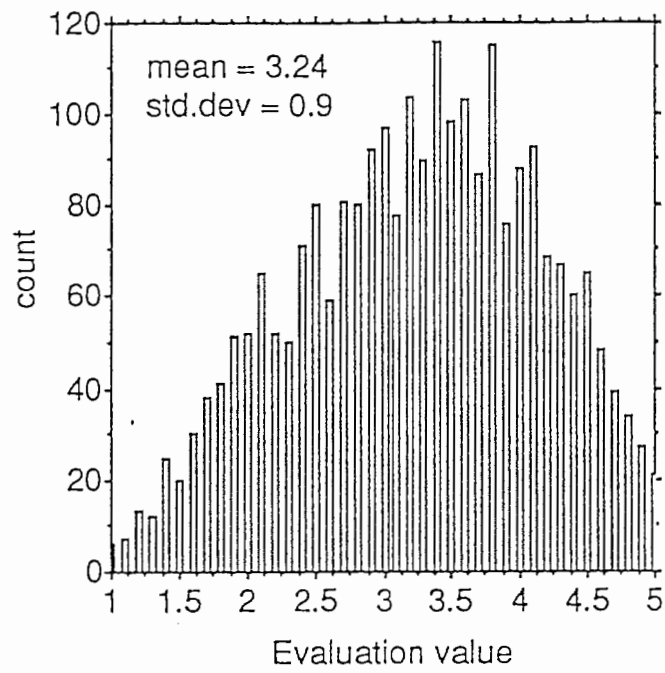
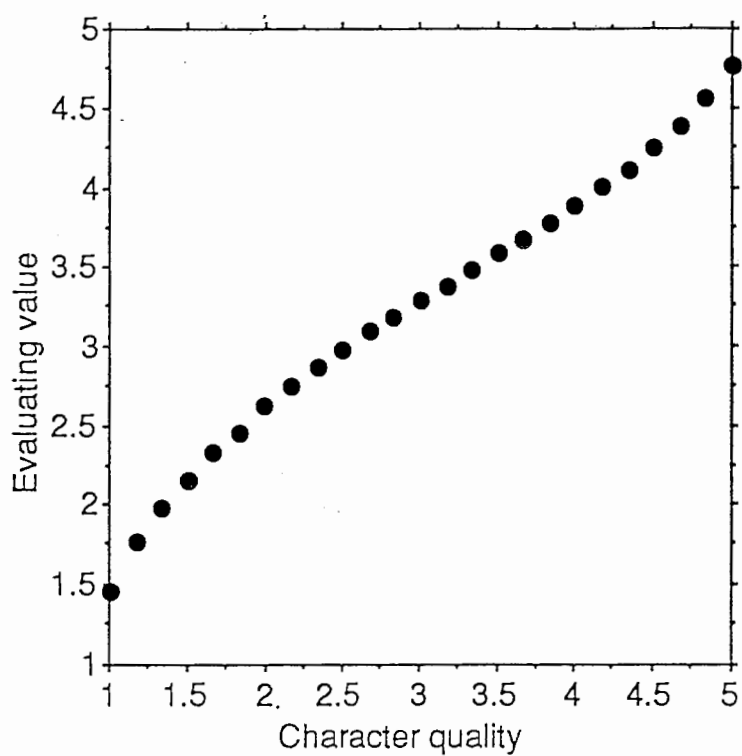


図 10 漢字“葉”の主観評価値に対する客観評価値
 Fig. 10 Objective evaluation values plotted against
 subjective evaluation values for the character “葉”



付図1 評定値の頻度分布



付図 2 文字品質の感覚特性

付録1 主観評価値と各評価尺度との相関係数

文字種	相関係数														
	stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 拡がり	黒画 素率	白画 素率	縦横 比	45縦 横比	左右 バランス	上下 バランス	外形 特徴	エン トロー ピー	1次 拡がり	左右 対称	重心
1	.19	.25	.42	.12	.04	.31	.23	.04	.40	.29	.56	.18	.06	.37	.57
2	.36	.23	.29	.16	.35	.42	.04	.12	.22	.21	.49	.07	.10	.03	.46
3	.18	.17	.24	.22	.18	.02	.33	.14	.27	.29	.06	.00	.19	.02	.10
4	.40	.66	.01	.61	.31	.52	.34	.11	.46	.33	.17	.54	.24	.54	.14
5	.58	.38	.09	.18	.05	.00	.02	.19	.38	.14	.15	.37	.38	.27	.32
6	.19	.16	.11	.16	.17	.13	.26	.21	.07	.01	.04	.14	.56	.07	.14
7	.47	.47	.06	.46	.36	.32	.31	.08	.02	.23	.44	.27	.09	.54	.13
8	.11	.47	.19	.43	.09	.17	.08	.12	.12	.00	.44	.22	.08	.28	.14
9	.54	.44	.19	.09	.52	.48	.34	.03	.21	.16	.37	.10	.27	.19	.29
10	.05	.40	.01	.12	.21	.36	.04	.14	.42	.45	.26	.21	.33	.04	.14
11	.10	.24	.20	.13	.06	.20	.02	.33	.41	.01	.27	.14	.33	.28	.24
12	.49	.34	.45	.20	.48	.57	.18	.00	.29	.19	.11	.35	.00	.02	.22
13	.39	.10	.27	.27	.20	.34	.20	.16	.15	.23	.08	.03	.22	.11	.06
14	.21	.13	.01	.05	.13	.08	.02	.08	.51	.08	.15	.17	.40	.12	.18
15	.20	.44	.08	.33	.27	.57	.18	.17	.07	.17	.12	.14	.23	.10	.14
16	.38	.25	.20	.29	.41	.45	.39	.05	.10	.13	.13	.20	.07	.06	.12
17	.64	.65	.04	.49	.24	.52	.06	.37	.17	.16	.16	.14	.39	.42	.20
18	.18	.27	.36	.12	.15	.51	.02	.38	.37	.30	.09	.09	.08	.12	.11
19	.40	.52	.41	.03	.59	.59	.22	.02	.19	.15	.23	.43	.18	.32	.11
20	.32	.13	.45	.05	.12	.24	.32	.09	.28	.07	.13	.20	.06	.02	.09

文字種	相関係数															
	stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 拡がり	黒画 素率	白画 素率	縦横 比	45縦 横比	左右 バランス	上下 バランス	外形 特徴	エン トロー ピー	1次 拡がり	左右 対称	重心	
21	心	.13	.01	.27	.13	.01	.11	.48	.27	.18	.01	.26	.10	.54	.07	.17
22	夕	.11	.27	.47	.25	.09	.19	.12	.13	.23	.03	.07	.19	.39	.23	.02
23	久	.38	.37	.30	.47	.15	.39	.47	.26	.25	.25	.40	.32	.18	.24	.38
24	万	.07	.13	.17	.33	.29	.21	.39	.38	.54	.61	.12	.18	.08	.17	.12
25	近	.26	.07	.14	.24	.26	.23	.25	.12	.50	.50	.25	.15	.10	.14	.19
26	収	.21	.18	.09	.14	.24	.38	.11	.20	.48	.39	.00	.02	.14	.10	.10
27	成	.09	.57	.33	.50	.17	.09	.29	.02	.48	.31	.16	.50	.27	.47	.55
28	皮	.31	.32	.21	.19	.30	.31	.30	.34	.02	.03	.22	.12	.41	.07	.08
29	使	.12	.25	.07	.15	.27	.35	.30	.39	.28	.24	.00	.06	.20	.18	.28
30	所	.35	.54	.07	.65	.01	.52	.45	.46	.34	.49	.25	.33	.26	.55	.29
31	必	.53	.47	.09	.48	.03	.62	.10	.21	.41	.55	.08	.09	.02	.18	.43
32	気	.37	.53	.25	.51	.03	.04	.42	.15	.40	.36	.13	.49	.42	.51	.53
33	教	.51	.52	.24	.12	.28	.38	.18	.15	.04	.09	.07	.13	.03	.20	.12
34	歌	.01	.40	.17	.35	.15	.12	.01	.03	.08	.03	.36	.24	.24	.06	.24
35	減	.66	.48	.01	.33	.30	.58	.26	.08	.08	.17	.06	.13	.19	.10	.25
36	数	.25	.04	.42	.08	.33	.37	.18	.10	.01	.03	.14	.29	.06	.15	.06
37	尊	.30	.50	.25	.09	.53	.66	.08	.25	.17	.13	.13	.42	.30	.02	.31
38	臨	.41	.40	.21	.54	.10	.41	.21	.07	.38	.08	.33	.08	.29	.39	.00
39	感	.51	.44	.21	.44	.44	.63	.10	.48	.25	.13	.15	.28	.10	.02	.02
40	謝	.48	.44	.08	.45	.21	.43	.10	.31	.06	.16	.23	.08	.05	.36	.02

文字種	相関係数															
	stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 が 拡り	黒画 素率	白画 素率	縦横 比	45縦 横比	左右 バ ランス	上下 バ ランス	外形 特徴	エン トロ ピー	1次 が 拡り	左右 対称	重心	
41	左	.18	.06	.44	.15	.10	.13	.24	.01	.18	.08	.03	.20	.23	.11	.20
42	刀	.08	.15	.22	.01	.15	.08	.52	.16	.05	.32	.29	.22	.50	.01	.27
43	火	.40	.33	.07	.32	.42	.45	.34	.31	.01	.16	.39	.14	.15	.22	.20
44	犬	.28	.46	.04	.37	.14	.59	.21	.10	.07	.12	.03	.24	.07	.16	.20
45	多	.04	.23	.26	.26	.10	.01	.04	.04	.26	.55	.11	.05	.29	.11	.11
46	可	.26	.10	.12	.22	.24	.21	.27	.08	.35	.31	.19	.07	.35	.23	.12
47	史	.24	.07	.06	.24	.51	.24	.32	.66	.02	.24	.41	.11	.12	.23	.34
48	世	.34	.41	.45	.50	.05	.11	.20	.03	.29	.20	.05	.30	.16	.47	.11
49	魚	.03	.06	.28	.30	.37	.18	.34	.19	.09	.21	.34	.14	.11	.00	.00
50	順	.26	.28	.30	.23	.39	.65	.04	.22	.19	.15	.49	.24	.01	.00	.09
51	党	.04	.17	.13	.10	.06	.18	.17	.14	.28	.28	.34	.02	.44	.06	.15
52	計	.40	.26	.03	.11	.09	.13	.21	.24	.17	.13	.19	.11	.07	.09	.11
53	質	.40	.16	.39	.24	.34	.29	.10	.06	.14	.01	.13	.21	.18	.01	.09
54	転	.02	.43	.16	.26	.27	.06	.36	.12	.10	.07	.26	.28	.13	.40	.00
55	夏	.46	.10	.54	.03	.34	.47	.19	.33	.10	.09	.14	.44	.08	.22	.07
56	無	.45	.29	.23	.35	.12	.17	.06	.15	.13	.12	.12	.20	.14	.37	.07
57	齒	.16	.33	.09	.20	.12	.11	.20	.08	.41	.12	.15	.19	.11	.04	.04
58	憲	.42	.15	.37	.03	.31	.62	.14	.40	.16	.27	.13	.34	.24	.19	.22
59	興	.32	.41	.09	.32	.19	.11	.14	.03	.29	.43	.09	.41	.32	.08	.13
60	葉	.22	.47	.33	.10	.33	.63	.09	.04	.42	.05	.23	.31	.40	.09	.40

文字種	相関係数															
	stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 拡が り	黒画 素率	白画 素率	縦横 比	45縦 横比	左右 バラ ンス	上下 バラ ンス	外形 特徴	エン トロ ピー	1次 拡が り	左右 対称	重心	
61	小	.07	.17	.35	.07	.04	.58	.25	.14	.17	.14	.25	.07	.14	.50	.16
62	生	.22	.10	.05	.29	.16	.15	.09	.02	.25	.30	.25	.19	.14	.03	.06
63	上	.03	.20	.16	.06	.34	.25	.53	.32	.03	.17	.49	.35	.51	.04	.69
64	人	.66	.63	.27	.60	.73	.64	.43	.11	.30	.35	.68	.36	.48	.33	.44
65	川	.37	.15	.41	.18	.20	.05	.15	.01	.03	.09	.10	.07	.17	.37	.22
66	牛	.53	.37	.12	.20	.57	.20	.27	.04	.16	.09	.58	.07	.20	.08	.15
67	出	.09	.28	.38	.15	.05	.31	.13	.17	.16	.05	.24	.11	.19	.19	.02
68	玉	.46	.46	.65	.41	.06	.09	.17	.22	.16	.09	.27	.28	.03	.47	.03
69	古	.16	.02	.24	.04	.40	.19	.36	.26	.10	.16	.27	.15	.31	.15	.04
70	品	.18	.01	.14	.17	.14	.07	.35	.01	.02	.24	.04	.20	.01	.06	.12
71	非	.26	.22	.24	.26	.00	.02	.38	.15	.34	.40	.17	.23	.05	.29	.07
72	問	.06	.06	.24	.03	.04	.12	.16	.22	.39	.19	.27	.05	.11	.08	.05
73	首	.53	.15	.12	.35	.33	.27	.06	.07	.11	.07	.35	.11	.19	.06	.24
74	囲	.09	.02	.32	.03	.06	.30	.34	.04	.01	.03	.33	.19	.17	.17	.08
75	春	.33	.23	.23	.04	.33	.48	.16	.20	.20	.38	.14	.16	.22	.10	.28
76	買	.41	.27	.06	.49	.34	.46	.41	.02	.49	.13	.00	.00	.17	.38	.07
77	童	.40	.03	.17	.29	.39	.43	.41	.14	.07	.03	.22	.11	.02	.15	.34
78	関	.42	.47	.48	.40	.49	.60	.21	.30	.23	.29	.10	.08	.02	.16	.04
79	胃	.21	.08	.58	.18	.32	.07	.14	.39	.44	.66	.41	.32	.13	.28	.17
80	競	.19	.46	.26	.24	.13	.30	.18	.07	.15	.16	.04	.07	.30	.16	.06

文字種	相関係数															
	stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 拡がり	黒画 素率	白画 素率	縦横 比	45縦 横比	左右 バランス	上下 バランス	外形 特徴	エン トロー ピー	1次 拡がり	左右 対称	重心	
81	王	.01	.17	.19	.07	.05	.16	.20	.20	.41	.25	.08	.12	.12	.05	.32
82	日	.14	.11	.11	.04	.43	.19	.19	.30	.37	.30	.42	.30	.09	.26	.18
83	三	.29	.38	.05	.46	.56	.12	.20	.06	.43	.24	.47	.32	.17	.44	.62
84	田	.16	.26	.11	.32	.04	.18	.10	.52	.51	.54	.39	.37	.33	.10	.36
85	二	.28	.39	.42	.26	.05	.07	.13	.04	.51	.06	.09	.00	.06	.15	.13
86	一	.33	.41	.15	.37	.20	.12	.03	.03	.43	.53	.48	.22	.25	.58	.16
87	目	.09	.24	.11	.18	.03	.18	.24	.16	.33	.43	.46	.20	.15	.00	.30
88	口	.11	.10	.36	.21	.03	.11	.58	.18	.26	.33	.00	.01	.14	.07	.24
89	山	.09	.01	.26	.10	.36	.37	.27	.15	.04	.06	.16	.00	.27	.15	.01
90	林	.14	.23	.18	.17	.08	.34	.21	.11	.23	.28	.25	.04	.12	.14	.05
91	門	.31	.33	.14	.13	.29	.35	.27	.32	.29	.09	.03	.24	.06	.01	.06
92	東	.18	.18	.09	.36	.54	.38	.37	.39	.38	.34	.44	.30	.08	.05	.02
93	車	.05	.10	.07	.02	.02	.05	.10	.02	.58	.48	.23	.13	.01	.16	.17
94	回	.03	.11	.00	.11	.00	.07	.15	.39	.00	.40	.27	.16	.14	.10	.07
95	里	.42	.47	.28	.59	.28	.53	.24	.11	.18	.35	.00	.44	.13	.26	.11
96	森	.47	.60	.04	.37	.55	.33	.13	.18	.13	.37	.45	.13	.09	.19	.20
97	両	.58	.41	.01	.51	.37	.55	.00	.16	.15	.21	.20	.13	.01	.07	.12
98	高	.52	.29	.43	.25	.53	.61	.13	.29	.36	.22	.07	.33	.07	.14	.30
99	画	.07	.21	.10	.27	.00	.22	.01	.23	.04	.04	.26	.16	.08	.08	.04
100	芽	.31	.04	.22	.30	.11	.06	.08	.11	.20	.19	.21	.09	.30	.05	.18

付録2 主観評価値と客観評価値との相関係数および各評価尺度の寄与率

文字種	相関係数	寄与率										
		stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 拡がり	黒画 素率	白画 素率	縦横 比	45縦 横比	左右 バラ ンス	上下 バラ ンス	
001	以	.71	.02	.09	.72	.30	.72	.49	.57	.50	.24	.71
002	次	.75	.70	.95	.98	.92	.05	.53	.42	.39	.34	.16
003	切	.70	.12	.28	.88	.95	.95	.97	.92	.94	.28	.25
004	老	.85	.18	.56	.93	.90	.83	.28	.96	.01	.62	.11
005	冷	.92	1.00	.90	.97	.26	.62	.99	.72	1.00	.89	.94
006	述	.86	.98	.95	1.00	.99	.89	.42	.78	.24	.54	.02
007	応	.73	.26	.92	.82	.43	.62	.60	.54	.30	.03	.73
008	初	.65	.76	.59	.56	.66	.56	.30	.57	.34	.05	.16
009	考	.83	.49	.92	.98	.55	.15	.57	.80	.71	.45	.12
010	潔	.86	.95	.98	.04	.24	.64	.64	.27	.08	.57	.73
011	派	.78	.00	.94	.80	.01	.12	.76	.26	.93	.07	.7
012	級	.86	.34	.83	.90	.04	.61	.92	.66	.44	.95	.51
013	然	.84	.65	.86	1.00	.99	.59	.75	.99	.77	.90	.49
014	我	.69	.89	.56	.26	.57	.25	.41	.03	.24	.97	.59
015	希	.75	.89	.87	.29	.26	.37	.85	.23	.70	.89	.09
016	衆	.84	.96	.83	.81	1.00	.44	.63	.28	.53	.99	1.00
017	際	.84	.17	.98	.84	.41	.58	.79	.68	.93	.90	.79
018	疑	.82	.35	.85	.80	.29	.36	.15	.96	.76	.38	.37
019	蔽	.89	.90	1.00	.63	.26	.98	.21	.01	.06	.46	.34
020	極	.86	.99	.44	1.00	.08	.97	.80	.12	.47	.30	.87

文字種	相関 係数	寄与率										
		stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 が 抜き	黒画 素率	白画 素率	縦横 比	45縦 横比	左右 バラ ンス	上下 バラ ンス	
021	心	.84	.91	.55	.90	.97	.08	.68	.19	.78	.75	.25
022	夕	.71	.18	.42	.11	.85	.91	.92	.55	.95	.86	.36
023	久	.81	.03	.06	.80	.21	.81	.69	.73	.47	.89	.69
024	万	.82	.54	.77	.24	.80	.49	.26	.08	.67	.02	.73
025	近	.75	.98	.80	.02	.42	.50	.83	.23	.67	.76	.93
026	収	.70	.57	.50	.22	.10	.71	.11	.24	.23	.53	.91
027	成	.79	.23	.92	.92	.71	.17	.84	.65	.23	.50	.52
028	皮	.80	.37	.91	.99	.46	.16	.90	.74	.98	.96	.14
029	使	.80	.97	.97	.51	.35	.85	.91	.92	.97	.45	.04
030	所	.93	.04	.32	1.00	1.00	.64	.92	.89	.19	.71	1.00
031	必	.79	.46	.59	.68	.51	.65	.09	.47	.63	.51	.13
032	気	.86	.14	.48	.99	.96	.72	.85	.99	.22	.58	.95
033	教	.87	.97	.96	.95	.43	.23	.99	.97	.93	.96	.95
034	歌	.69	.81	.96	.82	.84	.50	.23	.53	.88	.79	.02
035	減	.82	.53	.94	.26	.71	.70	.68	.93	.12	.72	.76
036	数	.59	.13	.30	.75	.11	.35	.52	.09	.08	.10	.09
037	尊	.81	.85	.83	.55	.82	.47	.81	.84	.14	.62	.65
038	臨	.77	.45	.20	.20	.54	.85	.64	.76	.37	.96	.32
039	感	.85	.79	.99	.68	.67	.39	.32	.20	.65	.60	.78
040	謝	.68	.19	.65	.70	.82	.55	.57	.48	.51	.56	.7

文字種	相関 係数	寄与率										
		stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 拡が り	黒画 素率	白画 素率	縦横 比	45縦 横比	左右 バラ ンス	上下 バラ ンス	
041	左	.63	.14	.81	.82	.17	.34	.39	.71	.14	.44	.41
042	刀	.87	.41	.74	.93	.30	.76	.02	1.00	.43	.61	.71
043	火	.78	.48	.41	.22	.40	.48	.02	.89	.90	.69	.55
044	犬	.88	.99	1.00	.98	.52	.06	.36	.82	.57	.75	.95
045	多	.68	.47	.51	.21	.28	.62	.33	.61	.20	.03	.6
046	可	.72	.64	.76	.95	.89	.25	.66	.85	.75	.68	.2
047	史	.75	.45	.20	.35	.29	.17	.58	.45	.96	.27	.15
048	世	.70	.87	.37	.92	.97	.17	.85	.85	.22	.83	.19
049	魚	.78	.55	.04	.74	.72	.04	.60	.87	.02	.48	.88
050	順	.82	.66	.77	.90	.80	.48	.90	.17	.14	.26	.3
051	党	.68	.08	.94	.90	.77	.03	.42	.17	.36	.15	.78
052	計	.60	.82	.01	.67	.04	.57	.02	.18	.14	.77	.57
053	質	.79	.53	.91	.93	.68	.86	.91	.69	.57	.17	.14
054	転	.77	.90	.89	.88	.27	.93	.90	.77	.61	.97	.75
055	夏	.79	.37	.52	.97	.61	.62	.52	.81	.76	.45	.15
056	無	.59	.77	.52	.19	.26	.06	.36	.01	.50	.67	.77
057	齒	.70	.22	.90	.58	.36	.15	.61	.21	.65	.91	.39
058	憲	.84	.63	.93	.98	.20	.88	.50	.75	.99	.74	.92
059	興	.85	.08	.83	1.00	.94	.37	.94	.06	.85	.32	.88
060	葉	.93	.67	.76	.43	.77	.68	.98	.38	.22	.86	.88

文字種	相関 係数	寄与率										
		stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 拡が り	黒画 素率	白画 素率	縦横 比	45縦 横比	左右 バラ ンス	上下 バラ ンス	
061	小	.76	.18	.46	.86	.52	.29	.63	.44	.09	.64	.59
062	生	.48	.05	.39	.13	.52	.31	.21	.12	.67	.51	.22
063	上	.90	.63	.98	.92	.33	.45	.62	.98	.83	.60	.07
064	人	.82	.81	.43	.88	.28	.66	.77	.70	.65	.10	.29
065	川	.70	.85	.94	.71	.06	.53	.19	.26	.27	.31	.59
066	牛	.79	.42	.75	.80	.12	.68	.68	.59	.24	.39	.54
067	出	.65	.09	.71	.60	.86	.15	.23	.14	.47	.78	.25
068	玉	.87	.99	.70	1.00	.95	.80	.93	.81	.24	.97	.96
069	古	.79	.84	.92	.94	.99	.74	.74	1.00	.96	.10	.35
070	品	.83	.85	.20	.88	.99	.82	.31	.91	.77	.95	.99
071	非	.65	.35	.47	.28	.51	.09	.46	.86	.35	.63	.45
072	問	.74	.78	.77	.77	.82	.00	.11	.74	.60	.04	.93
073	首	.75	.42	.38	.79	.87	.41	.95	.07	.53	.70	.17
074	囿	.77	.91	.53	.71	.95	.79	.95	.92	.86	.24	.01
075	春	.79	.28	.71	.98	.50	.79	.47	.97	.51	.38	.61
076	買	.85	.36	.80	.97	.97	.34	.41	.95	.90	.98	.47
077	童	.77	.61	.12	.53	.37	.31	.71	.89	.17	.69	.96
078	関	.79	.40	.32	.87	.72	.19	.30	.01	.23	.71	.73
079	胃	.85	.69	.86	.98	.35	.23	.89	.86	.41	.82	.97
080	競	.79	.01	.97	.99	.66	.64	.41	.28	.16	.71	.27

文字種	相関 係数	寄与率										
		stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 拡が り	黒画 素率	白画 素率	縦横 比	45縦 横比	左右 バラ ンス	上下 バラ ンス	
081	王	.61	.51	.58	.04	.15	.22	.59	.14	.14	.42	.24
082	日	.77	.43	.96	.63	.76	.93	.83	.05	.24	.45	.67
083	三	.88	.85	.16	.62	.83	.80	.99	.55	.10	.78	.73
084	田	.83	.45	.65	.99	.73	.29	.44	.25	.18	.31	.75
085	二	.72	.05	.30	.88	.76	.46	.04	.47	.59	.95	.87
086	一	.89	.99	1.00	.86	.03	.60	.50	.54	.68	.01	.93
087	目	.82	.76	.69	.89	.68	.23	.21	.62	.04	.47	.79
088	口	.83	.73	.70	.29	.85	.77	.89	.95	.20	.55	.83
089	山	.81	.85	.25	.98	.98	.53	.09	.45	.99	.92	.95
090	林	.76	.47	.75	.96	.85	.95	.91	.50	.18	.90	.7
091	門	.59	.05	.57	.29	.67	.40	.34	.54	.17	.52	.1
092	東	.85	1.00	.73	.94	.84	.73	.79	.82	.94	.18	.33
093	車	.75	.79	.12	.62	.22	.42	.65	.02	.87	.89	.72
094	回	.73	.90	.40	.29	.90	.18	.43	.22	.67	.04	.97
095	里	.88	.72	.34	.99	1.00	.18	.50	.53	.18	.69	.85
096	森	.87	.20	.99	.47	.05	.83	.93	.38	.46	.06	.91
097	両	.81	.07	.29	.64	.56	.02	.10	.69	.52	.83	.92
098	高	.85	.84	.65	.99	.93	.15	.38	.31	.67	.89	.74
099	画	.70	.95	.53	.42	.91	.05	.84	.29	.80	.49	.04
100	芽	.76	.89	.21	.97	.95	.15	.91	.54	.40	.50	.12

付録3 主観評価値と客観評価値との相関係数および各評価尺度の寄与率

文字種	相関係数	寄与率														
		stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 が 拡 り	黒画 素率	白画 素率	縦横 比	45縦 横比	左右 バラ ンス	上下 バラ ンス	外形 特徴	エン トロ ピー	1次 が 拡 り	左右 対称	重心
001 以	.90	.55	.46	.34	.86	.96	.49	.92	.86	.10	.74	.93	.70	.22	.97	.91
002 次	.92	.86	.42	.84	.94	.01	.99	.80	.31	.47	.23	.94	.98	.71	.27	.91
003 切	.89	.74	.70	.93	.99	.33	.95	.86	.12	.96	.36	.72	.78	.41	.69	.87
004 老	.94	.66	.81	.81	.68	.44	.34	.31	.04	.46	.20	.64	.96	.66	.25	.80
005 冷	.96	1.00	.47	.99	.48	.91	.98	.52	.93	.40	.84	.88	.53	.86	.64	.43
006 述	.93	.21	.17	.99	.41	.75	.15	.88	.76	.45	.67	.91	.96	.88	.90	.73
007 応	.84	.53	.50	.43	.03	.20	.48	.15	.37	.44	.49	.43	.42	.47	.88	.50
008 初	.81	.47	.07	.81	.86	.01	.45	.69	.53	.48	.65	.74	.19	.54	.34	.83
009 考	.90	.64	.78	.95	.80	.42	.32	.63	.12	.03	.58	.12	.67	.63	.55	.40
010 潔	.91	.95	.94	.62	.29	.66	.23	.47	.49	.77	.10	.37	.61	.87	.91	.86
011 派	.92	.65	.73	.95	.10	.21	.56	.66	.97	.06	.65	.01	.75	.23	.31	.97
012 級	.93	.63	.86	.63	.11	.27	.07	.35	.70	.98	.45	.57	.60	.74	.82	.94
013 然	.93	.86	.17	.98	.63	.52	.62	.99	.20	.16	.23	.15	.00	.05	.75	.94
014 我	.87	.84	.83	.91	.04	.15	.79	.34	.94	.44	.12	.70	.32	.91	.19	.94
015 希	.80	.85	.89	.10	.71	.53	.56	.67	.36	.87	.26	.53	.71	.73	.38	.21
016 衆	.86	.38	.79	.64	.75	.62	.25	.47	.45	.98	.90	.48	.51	.03	.01	.25
017 際	.90	.93	.46	.50	.54	.40	.82	.18	.49	.61	.51	.56	.70	.90	.26	.09
018 疑	.94	.09	.64	.17	.20	.97	.99	.94	.65	.97	.97	.98	.35	.71	.67	.05
019 蔽	.91	.24	.90	.31	.59	.24	.01	.41	.68	.65	.37	.13	.05	.13	.74	.81
020 極	.95	.83	.52	1.00	.67	.35	.92	.57	.92	.13	.95	.67	.72	.49	.02	.93

文字種	相関 係数	寄与率															
		stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 が 抜き	黒画 素率	白画 素率	縦横 比	45縦 横比	左右 バラ ンス	上下 バラ ンス	外形 特徴	エン トロ ピー	1次 が 抜き	左右 対称	重心	
021	心	.96	.72	.85	.98	.08	.77	.91	.65	.89	.93	.08	.98	.44	.97	.78	.86
022	夕	.84	.12	.33	.82	.77	.52	.53	.87	.11	.84	.66	.22	.86	.82	.15	.86
023	久	.93	.92	.76	.52	.61	.74	.13	.57	.70	.92	.90	.67	.86	.86	.76	.92
024	万	.88	.91	.74	.40	.77	.52	.12	.52	.60	.23	.64	.13	.26	.89	.55	.04
025	近	.81	.53	.67	.28	.57	.25	.53	.59	.10	.45	.68	.46	.48	.79	.34	.66
026	収	.76	.30	.11	.15	.16	.65	.23	.51	.22	.17	.73	.40	.27	.30	.01	.11
027	成	.93	.40	.93	.81	.08	.79	.74	.03	.62	.31	.68	.74	.73	.72	.83	1.00
028	皮	.96	1.00	1.00	.61	.25	.42	.13	.91	1.00	.49	.69	.42	.97	.99	.89	.46
029	使	.84	.67	.17	.12	.15	.05	.47	.65	.87	.55	.34	.14	.33	.45	.09	.57
030	所	.94	.59	.57	.99	.96	.14	.29	.62	.51	.63	.98	.16	.53	.72	.61	.78
031	必	.82	.56	.11	.58	.11	.29	.11	.02	.01	.13	.24	.37	.40	.35	.27	.45
032	気	.91	.10	.65	.96	.67	.37	.37	.93	.20	.56	.94	.29	.43	.47	.78	.71
033	教	.92	.96	.78	.92	.03	.20	.94	.96	.91	.67	.74	.14	.49	.51	.74	.93
034	歌	.73	.66	.80	.75	.57	.35	.45	.43	.61	.55	.07	.46	.22	.20	.47	.35
035	減	.89	.31	.54	.11	.28	.73	.87	.90	.15	.57	.79	.47	.20	.18	.89	.52
036	数	.86	.68	.36	.94	.82	.86	.82	.83	.20	.39	.69	.61	.98	.17	.39	.61
037	尊	.83	.21	.69	.17	.63	.40	.18	.47	.25	.56	.39	.09	.27	.30	.05	.32
038	臨	.87	.90	.64	.74	.53	.72	.56	.43	.30	.97	.46	.12	.55	.95	.07	.55
039	感	.87	.79	.94	.69	.68	.01	.42	.16	.43	.66	.34	.33	.24	.61	.06	.02
040	謝	.78	.35	.03	.56	.29	.83	.59	.56	.55	.25	.32	.81	.27	.36	.46	.52

文字種	相関 係数	寄与率															
		stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 拡り	黒画 素率	白画 素率	縦横 比	45縦 横比	左右 バランス	上下 バランス	外形 特徴	エン トロー ピー	1次 拡り	左右 対称	重心	
041	左	.73	.03	.06	.79	.50	.51	.71	.03	.21	.15	.06	.77	.48	.01	.18	.06
042	刀	.94	.00	.85	.34	.23	.90	.79	.99	.16	.70	.89	.91	.58	.21	.99	.93
043	火	.90	.17	.42	.10	.91	.24	.90	.47	.54	.07	.66	.86	.88	.73	.08	.27
044	犬	.95	.97	.99	.99	.95	.49	.79	.86	.53	.88	.98	.16	.84	.01	.95	.04
045	多	.86	.91	.76	.74	.02	.88	.97	.96	.25	.35	.84	.95	.18	.93	.66	.13
046	可	.87	.94	.68	.86	.86	.27	.12	.98	.48	.21	.86	.39	.26	.81	.25	.55
047	史	.82	.52	.15	.61	.84	.16	.27	.39	.93	.53	.14	.06	.61	.62	.12	.52
048	世	.78	.67	.62	.92	.96	.72	.70	.87	.48	.72	.06	.55	.74	.36	.41	.54
049	魚	.94	.80	.55	.20	.81	.93	.88	.31	.75	.66	.88	.26	1.00	.19	.42	.27
050	順	.89	.49	.52	.92	.74	.56	.80	.18	.66	.35	.29	.42	.92	.51	.31	.56
051	党	.83	.88	.42	.85	.02	.24	.39	.04	.11	.42	.77	.00	.29	.91	.50	.23
052	計	.86	.70	.82	.88	.99	.60	.96	.42	.62	.96	.90	.82	.86	.79	.37	.77
053	質	.89	.46	.75	.68	.55	.07	.22	.53	.82	.30	.64	.39	.53	.59	.80	.96
054	転	.95	.99	.94	.95	.22	.93	.03	.94	.22	.83	.66	.79	.50	.99	.73	.59
055	夏	.91	.96	.66	.98	.22	.59	.44	.16	.20	.16	.20	.62	.37	.98	.08	.84
056	無	.78	.15	.38	.25	.25	.61	.72	.47	.19	.81	.92	.79	.03	.56	.61	.75
057	齒	.80	.71	.55	.07	.62	.15	.04	.20	.44	.84	.25	.01	.30	.74	.73	.51
058	憲	.98	.99	1.00	1.00	.98	.97	1.00	.96	1.00	.24	1.00	.70	.77	.96	1.00	1.00
059	興	.92	.83	.85	.63	.30	.71	.02	.28	.87	.12	.29	.14	.90	.88	.91	.85
060	葉	.95	.55	.39	.18	.81	.05	.76	.53	.29	.88	.62	.05	.27	.85	.21	.84

文字種	相関係数	寄与率															
		stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 が 抜き	黒画 素率	白画 素率	縦横 比	45縦 横比	左右 バ ランス	上下 バ ランス	外形 特徴	エン ト ロー ピー	1次 が 抜き	左右 対称	重心	
061	小	.85	.45	.23	.50	.08	.70	.28	.00	.53	.07	.67	.28	.71	.23	.07	.86
062	生	.78	.80	.81	.19	.71	.28	.64	.28	.92	.90	.16	.19	.63	.90	.51	.38
063	上	.91	.64	.34	.27	.10	.17	.23	.72	.47	.39	.14	.32	.05	.29	.33	.51
064	人	.90	.22	.79	.52	.35	.85	.69	.76	.67	.79	.30	.05	.95	.22	.48	.08
065	川	.89	.58	.84	.46	.92	.02	.51	.66	.04	.64	.34	.24	.24	.94	.98	.28
066	牛	.85	.51	.46	.31	.51	.09	.63	.02	.23	.26	.19	.75	.30	.67	.14	.48
067	出	.79	.59	.84	.67	.59	.83	.35	.86	.48	.70	.30	.79	.87	.57	.45	.40
068	玉	.93	.93	.20	.76	.40	.95	.28	.80	.11	.79	.53	.13	.98	.24	.15	.37
069	古	.88	.63	.97	.02	.34	.78	.53	.90	.88	.19	.83	.53	.87	.00	.57	.55
070	品	.89	.40	.65	.66	.07	.59	.76	.79	.24	.65	.68	.57	.67	.64	.40	.88
071	非	.70	.28	.59	.07	.25	.20	.31	.62	.01	.32	.44	.27	.47	.38	.06	.24
072	問	.83	.94	.31	.02	.10	.76	.62	.90	.10	.42	.83	.63	.80	.53	.57	.38
073	首	.95	.87	.97	.24	.99	.86	1.00	.94	.15	.92	.32	.17	1.00	.98	.42	.97
074	困	.90	.81	.41	.42	.73	.63	.31	.93	.67	.61	.25	.79	.64	.87	.75	.72
075	春	.90	.46	.82	.99	.36	.88	.72	.96	.51	.74	.12	.86	.73	.53	.50	.85
076	買	.94	.18	.53	.97	.99	.83	.11	.99	.81	.77	.02	.34	.94	.79	.61	.73
077	童	.87	.51	.50	.67	.71	.00	.11	.44	.15	.07	.75	.50	.14	.81	.83	.88
078	関	.89	.16	.54	.68	.25	.14	.29	.23	.18	.09	.57	.80	.28	.78	.68	.93
079	胃	.91	.37	.59	.95	.49	.73	.89	.16	.04	.81	.95	.85	.65	.09	.86	.24
080	競	.88	.53	.93	.98	.63	.62	.17	.02	.10	.73	.37	.58	.26	.08	.74	.32

文字種	相関 係数	寄与率															
		stroke 密度	stroke 間隔	情報 量	2次 が 拡 り	黒 画 素 率	白 画 素 率	縦 横 比	45 縦 横 比	左 右 バ ラ ン ス	上 下 バ ラ ン ス	外 形 特 徴	エ ン ト ロ ピー	1次 が 拡 り	左 右 対 称	重心	
081	王	.92	.97	.55	.53	.06	.32	.97	.07	.51	.97	.43	.93	.28	.99	.8	1.00
082	日	.86	.18	.77	.87	.85	.40	.85	.72	.82	.34	.85	.73	.82	.85	.73	.45
083	三	.93	.72	.06	.51	.46	.91	.10	.41	.01	.31	.27	.07	.70	.13	.68	.53
084	田	.88	.04	.66	.97	.20	.71	.68	.42	.28	.43	.63	.82	.34	.64	.05	.08
085	二	.87	.44	.71	.07	.49	.64	.28	.81	.59	.85	.85	.49	.93	.04	.06	.35
086	一	.94	.89	.35	.17	.87	.71	.86	.29	.43	.38	.97	.91	.28	.39	.85	.68
087	目	.96	.80	.59	.99	.24	.29	.56	.93	.44	.83	.59	.99	.32	.97	.98	.76
088	口	.94	.99	.15	.01	1.00	.19	.43	.78	.31	.57	.67	.98	.87	.97	.21	.72
089	山	.94	.67	.83	.82	.47	.64	.02	.84	1.00	.64	.91	.55	.34	.93	.95	.82
090	林	.88	.26	.23	.94	.39	.64	.39	.64	.40	.55	.44	.78	.88	.26	.45	.33
091	門	.70	.16	.30	.25	.78	.65	.53	.38	.16	.79	.64	.77	.27	.78	.47	.82
092	東	.92	.94	.49	.38	.94	.83	.61	.90	.67	.58	.05	.87	.64	.22	.27	.11
093	車	.89	.47	.23	.69	.35	.92	.69	.25	.44	.28	.59	.94	.03	.45	.79	.91
094	回	.85	.88	.40	.09	.12	.22	.75	.30	.85	.05	.94	.57	.93	.66	.65	.75
095	里	.92	.91	.44	.97	.93	.23	.10	.21	.18	.65	.56	.19	.18	.30	.62	.05
096	森	.88	.42	.33	.42	.12	.30	.60	.04	.21	.07	.79	.31	.08	.42	.39	.29
097	両	.89	.57	.37	.29	.62	.21	.36	.14	.26	.79	.90	.50	.79	.50	.20	.60
098	高	.91	.15	.38	.96	.41	.40	.33	.24	.61	.73	.58	.41	.20	.43	.81	.65
099	画	.79	.89	.66	.55	.52	.15	.62	.21	.15	.27	.23	.04	.60	.71	.68	.82
100	芽	.84	.65	.83	.95	.27	.76	.53	.27	.81	.74	.61	.82	.25	.35	.37	.83