

## 個性的な日本字署名のデザイン

吉村ミツ 森旬子 竹内元浩 安田佳世 吉村功 押木秀樹

名古屋市立大学芸術工学部 東京理科大学 上越教育大学

〒464-0083 名古屋市千種区北千種2-1-10 (052) 721-5211/yosimura@sda.nagoya-cu.ac.jp

〒162-8601 新宿区神楽坂1-3 (03) 3260-4272 (内5170)/isao@ms.kagu.sut.ac.jp

〒943-8512 上越市山屋敷1 (0255) 21-3317/oshiki@juen.ac.jp

あらまし 横書き署名を対象として、他人に真似されにくい日本字署名のデザイン法を提案する。日本人の名前は普通、6文字以内くらいの日本文字から構成されている。署名ではそれを楷書で、左から右に、あるいは上から下を書くことが多い。発想を変えて、これらの構成文字を行書や草書の崩し文字にし、しかも右から左、あるいは下から上と逆順に書けば、真似されにくい独特な署名が作れると思われる。署名は照合性能が高いと同時に、美的で書きやすいことも必要である。前記の発想とこの要請とを同時に考慮に入れたグラフィック署名と書道的署名のデザイン原則を考え、3人の署名に具体化した。これらのデザイン法で作られた署名の照合における性能を実験で調べたところ、オンライン照合では高い性能が発揮できていたが、オフライン照合での性能は不十分であった。

キーワード 日本文字署名、署名デザイン、花押、崩し文字、自動照合

## Design of Japanese Signatures Enhancing Individuality

Mitsu Yoshimura Jyunko Mori Motohiro Takeuchi Kayo Yasuda Isao Yoshimura Hideki Osiki

Nagoya City University Science University of Tokyo Jyousei University of Education

2-1-10 Kitachikusa, Chikusa-ku, Nagoya, 464-0083, Japan  
+(81)052-721-1225 (ext.5211)/yosimura@sda.nagoya-cu.ac.jp  
1-3 Kagurazaka, Shinjuku-ku, Tokyo, 162-8601 Japan  
+(81)3-3260-4272 (ext.5170)/isao@ms.kagu.sut.ac.jp  
1 Yamayashiki, Jyousei, Niigata, 943-8512 Japan  
+(81)255-21-3317/oshiki@juen.ac.jp

### Abstract

A Japanese name is usually composed of a few Japanese letters such as Kanji, Hiragana or Katakana. These letters are sequentially written from left to right or from top to bottom. If we write these letters in reverse order using a cursive style, the realized signature is quite difficult to be traced or imitated without highly intensive training. Based on this viewpoint, we designed various signatures. We performed an experiment to examine the ability of the created signatures as a mean to establish authenticity. The experiment indicated that the design method was effective on a on-line verification.

key words Japanese signature, Written seal, Cursive style signature, Design method, Automatic verification.

## 1 はじめに

本論文では、他人に真似されにくい日本字署名のデザイン法を考える。

署名は、個人識別の手段であると同時に個性の発現の一手段でもある。そこで美的でしかも個人識別の性能が高い日本字署名の構成法が望まれる。そのためには一般的な方法論の存在が望ましい。本論文はこの社会的要求に応えようとするものである。

著者らの一部は、筆記の個性についての研究を通して、日本字署名が署名社会の外国人署名より個人識別性能が低いことを示してきた[1]。彼らは、その一因が署名を楷書で書く日本の習慣にあると考え、草書体署名で実験を行ない、誤照合率が楷書署名よりずっと低くできることを示した[2]。

日本人の名前は、2～6個の日本文字から構成されている。ここではそれを横書きにする場合を考える。われわれは通常これを左から右に書くが、それを逆順に書くと真似されにくくなりそうである。ここに目をつけて、美的かつ個性的な照合性能の高い横書き署名をデザインすることにする。

以下にこのアイデアの下での署名のデザイン法、それに基づく署名の例、署名照合実験などについて述べる。署名としては、オフライン署名すなわち紙の上にかかれた署名と、オンライン署名すなわち書いているときにその書き順と筆圧が分かる署名、の両方を対象とする。照合方法としては、人が目視で判断する方法と計算機による自動照合とをとり上げる。

## 2 二つのデザイン法の導入

昔の日本の署名には「花押（または華押、書判、花書）」があった（図1）。これは一つの文書が誰によって発給されたものかを証明するための記号である。花押が使われる前の律令制時代では、公文書や私的な売買契約書などに楷書による自署が使われていた。しかし楷書では個人識別の特徴が乏しかったので、特に私文書では、行書も使われるようになり、平安時代には草書や仮名書の自署も行われるようになった。これがやがてもっと特徴的に変形され、花押になったと言われている。本来は自署であったのが、鎌倉時代以後は西洋と同様、署名の下に書かれることも多くなり、室町時



図 1: 花押の例

代頃からは、印章のように木に彫って押すことも行われるようになったといわれている[3, 4]。

署名についてのこのような歴史的経過は、断定できるほど詳しくは調べていないが、欧米においても概ね同じである。すなわち署名に求められることは、名前が分かることあるいは名前に基づいていることと、美しい形でユニークさが表現されていることである。デザイン法にはこれを同時に実現することが求められる。

われわれは二つの接近法を考えた。一つはグラフィックデザインからの接近であり、他の一つは書道からの接近である。

## 3 グラフィック署名

### 3.1 タイ文字署名からのヒント

グラフィックデザイナーの仕事の一つは文字のデザインである。文字のデザインとは美しいフォントを作ることである。この視点はそのまま署名デザインの目標にもなる。そこで本研究では、グラフィックデザイナーの視点で署名をデザインし、その有効性を調べることにした。

デザインでは、視覚的に独特なタイ文字の書き方[5]が参考になる。タイ文字は文字というより形のようなもので構成されている記号である。書き方のルールも定まっていない。下から上へ、あるいは右から左へ書くものもあるし、他の書き方のものもある。日本人がタイ人の署名を真似ることは極めて困難である。

われわれはタイ文字署名のこの特徴を利用することにして、以下に例示するように、右から左へ戻ったり、下から上へ進む部分を含めた署名をデ

ザインした。すなわちまず、名前を構成している文字がどのような図形からなるかを検討した。直線であれば縦が何本で横との交点の関係はどうかを調べ、四角形や、三角形などの図形が文字中にあるかどうかを探した。これらを書き順を意識せずに、一つの署名として組み合わせることを試みた。

こうして得られるものは、一目見ただけでは解読困難なものや、解読は容易でも書き順が不明なものなどである。そればかりではない。デザインされた署名は、実際に書いたときになんか書きにくいものになっている。いわゆる「戻り」という行為があるため、書いていくときのリズムがとれず、いくども練習しないと結果が安定しないのである。自分で書きにくいものが他人に真似しにくいのは当然で、特にオンライン署名（タブレット上で筆記の時間的動きを記録するもの）では、個性が顕著に発現する。

### 3.2 グラフィック署名デザイン法

署名のデザイン法としては、以下の法則を設定した。「吉村ミツ」「竹内元浩」「甲斐民子」の3人の署名を事例として示しながら、各法則を説明する。

**法則1（回転法則）：**構成する各文字を90度ずつ回転させる。

「吉村ミツ」については、「吉」は通常の書き順どおりを崩し、「村」は、通常、木偏の横から書き始めるところを、縦から書き、それをまた「吉」から続ける。偏と傍の横は共有させ、「村」の傍を「ミ」に続ける。ここまで3文字は、何らかの形で繋がっている。この後で「ツ」を独立させ、最後は「村」の傍、すなわち「寸」の点で終わらせる。視覚的には傍の「寸」の「点」で終わっていることが認識されにくいのが特徴となる。「ツ」は右から左への進行方向を持つので、書きにくいものにもなっている。

「竹内元浩」については、「竹」と「内」を、普段の書き順どおりに崩してつなぐ。「内」からは「元」のはねへ続けさせ、横二本の後、「浩」の偏へ続ける。最後は「浩」の傍から「元」のはらいへ戻す。この場合も左から右へ進むだけではなく、途中に戻る動作を含めている。

「甲斐民子」については、基本的には、左から

右へ進ませるが、「民子」の部分で右から左へ手を動かす動きも入れる。「甲」から「斐」にいくときは、「非」の縦の部分に続くようにする。「非」の横部分は3つを一つとして書き、「文」へ続け、「民」を逆から書き、最後を「子」で止める。

**法則2（逆左右法則）：**左から右という書き順を逆にする。

「吉村ミツ」については、「ツ」「ミ」「村」までは一筆で書き、その後を「吉」の横まで続ける。さらに「吉」の縦から「口」までを書いて終わる。滑らかな曲線の構成の中で、「村」のみが鋭角を持つ折れ線で構成されているので、署名を書く速度がここで低下するのが特徴である。

「竹内元浩」については、「浩」「元」「内」「竹」をすべて一筆で書くことができる。書き順もふだん使用している順序どおりなので、署名から文字構成がはっきり認識できる。

「甲斐民子」については、「子」「民」はふだん使用する書き順どおりにし、この後を「斐」の「非」に続け、「斐」の「文」と「甲」を極力省略する。

**法則3（縦横変更法則）：**縦組みの文字を横組にして表す。

「吉村ミツ」については、「吉」の「土」と「口」の位置関係をずらし、「口」から「村」の偏の縦へつなげ、次に偏と傍の横を共有させ、「村」の「寸」の点を省略して「村」の偏のはねとめを一筆で書き、最後の「ミ」と「ツ」も一筆で書く。「ツ」を下から上へ書くことで書きにくさを増やしている。

「竹内元浩」については、「竹」「内」を極力省略した上で「内」から「元」の横2本を続け、「元」のはらいと「浩」の偏までを一筆で書く。最後に「元」のはねから「浩」の傍を続けて書く。

「甲斐民子」については、角張った「甲」をすべて曲線で表現し、「甲」の縦と「斐」の「非」の縦部分を共有させる。「斐」も「甲」と同様に曲線で構成し、「非」部分の縦2本を1本で表現し、「民」「子」へ続ける。「甲」の縦が「子」の部分まで大胆に貫通させることで、「甲斐民子」と解読することを難しくしている。

**法則4（鏡像法則）：**文字を裏返し鏡像にする。

「吉村ミツ」については、「ツ」「ミ」を続け、「ミ」から「村」の横線と「吉」の「土」の上横線

標準的な ABCD	標準的な AABC	標準的な DCBA	標準的な AABC	標準的な DCBA
村	斐	民	子	元
村	斐	民	子	元
村	斐	民	子	元
村	斐	民	子	元

図 2: グラフィック署名の例

を共有させて続ける。この後、「村」と「士」の上横線以外の部分を続け、「村」の偏のはねととめを点で表現して終わりにする。「村」は2つの鋭角折れ線と点のみで構成する。

「竹内元浩」については、ほぼ書き順どおりに進める。「浩」から「元」「内」「竹」の横までを一筆で書き、「竹」を鋭角折れ線一つで表現する。

「甲斐民子」については、「子」の横線以外を一筆で書き、「子」の横線から「民」の横線と「斐」の「非」の全横線を共有する線を書き、続いて「民」を右から左へ書き、「斐」の「非」の縦2本へ続ける。最後に「斐」の「文」を極力省略した曲線で表現し、「甲」へ続ける。

以上の法則を適用して作った署名の例を図2に示す。見た目に美しく、署名から署名者の名前を連想することは極めて困難なものになっていることが明らかであろう。署名主の名前がわかっているとしてもその署名が名前の中のどの部分かわかりにくいことも特徴として見て取れよう。

## 4 書道的署名

### 4.1 日本字署名についての方針

すでに示した例から分かるように、グラフィック署名はよほど感覚の鋭い人でないと、どういう名前を形象化したか判読できない。これは自分が書こうとしたときに、安定した署名の習熟に苦労することでもある。これらの欠点を補うには通常の書道で行われているような崩し字を利用するのが有効であろう。

日本字の書体でもっとも可読性の高いのは楷書

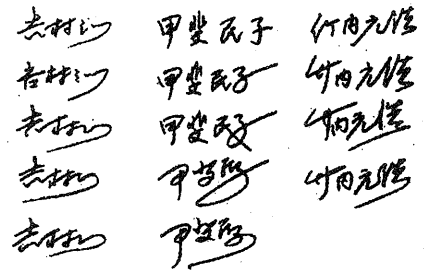


図 3: 書道的署名の例

であるが、すでに述べたように署名に適さない。花押には、歴史的に行書・草書が多く用いられている。本文にも同一書体が使い得るという意味で違和感が少なかったからであろう。日常に使われている他の書体には篆書・隸書がある。前者は特殊性が高いが連続的でないので手書きに向いていないし、後者は楷書に近く特殊性、連続性の両面で目的にあわない。可読性と特殊性があって連続的に書け、真似しにくいことを考慮すると、行書に草書を混ぜるのが妥当であろう。

字形（フォント）については、これまで用いられてきたものを基本にする。長い歴史の中で、美しさ・読みやすさといった要素の他に、ある程度速く滑らかに書けることが試されてきたと思われるからである。

### 4.2 書道的署名デザイン法

可読性と運動動作の連続性を損なわないように注意しながら、字形を多少変形する。変形の方法としては、ストロークの長さや方向、ストローク間の間隔、相対的な方向、部分形の大小と位置関係を変更する。これらを適当に組み合わせると、同一の文字に対しても特殊性が生まれる。以上の視点で作られた署名の例を図3に示す。

## 5 署名照合実験

### 5.1 実験の構成と対象資料

すでに述べた方針で構成した署名が、署名照合でどのような意義を持つか調べるために、

- I: (目視実験) 目視によるオフライン照合
  - II: (オフライン実験) 計算機による照合
  - III: (オンライン実験) 計算機による照合
- という三つの実験を行った。

実験では本人の署名(真筆)と他人が真筆を真似た署名(偽筆)を用いた。真筆は3人(竹内元浩、甲斐民子、吉村ミツ)の署名をそれぞれ4種類(楷書署名、通常使用署名、グラフィックデザイン署名、書道家デザイン署名)、計12種の署名を用いた。この12種について、本人には各種を10回ずつ、他人には各種を1回ずつ計10人分、書いてもらった。

筆記は、計算機と接続されているタブレット装置上に薄い紙を置き、筆圧ペンを用いて署名を書いてももらった。この筆記で、紙にはオフライン実験で用いる署名が、計算機にはオンライン実験に用いるデータが、入力される。他人の場合は、本人の書いた署名を手本にして、納得がいくまで練習をしてももらった。被験者は、一人を除いてすべて大学生であり、真筆を書いている筆順は他人に見られないようにした。

実験に使用した真筆署名の例を図4に示す。これらには最初にデザインした署名を各自が自分流に書きやすくしたものも含まれている。

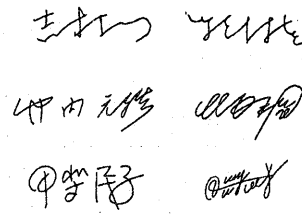


図 4: 実験対象とした真筆署名

表 1: 実験で得られた誤照合率 (%)

	グラフィック署名			書動的署名		
	T1	T2	平均	T1	T2	平均
視覚	18.3	5.0	11.6	43.0	23.0	33.0
オフライン	20.0	8.7	14.3	16.7	18.3	17.5
オンライン	11.5	33.0	22.2	33.3	31.7	32.5

ファイルに取り込んだ。このビットマップデータを二値データに変換し、ノイズを除去した。位置の正規化処理の後、計算機で特徴抽出を行い、辞書を作成し、対象署名の照合を行った。特徴抽出には局所円弧パターン法[6]を用い、相違度を疑似マハラノビス距離[7]で測定した。

## 5.2 視覚実験

実験としては筆順等が分からないオフライン照合であるが、対象資料としてはオンライン署名を紙に印刷したものを利用した。薄い紙での記録が目視で見えにくかったためである。具体的には、参照署名を紙面の左上に示し、照合対象を中央に示した。照合対象は、乱数によって提示順序をランダムにし、真筆、偽筆19個を、筆圧が0の部分で消して表示した。20個のうちに真筆がいくつあるかを被験者に分からないようにした上で、真筆と思われるものに○を、偽筆と思われるものに×を強制的につけさせた。

計算機にはUNIXワークステーションを用い、プログラムにはC言語とFORTRANを使用した。

## 5.3 オフライン実験

紙に書かれた署名は、まず濃淡白黒画像でスキャナー(横x縦が600x364ピクセル、150dpi)で

## 5.4 オンライン実験

実験材料には、タブレットから直接計算機に入った署名、すなわち位置と筆圧の時系列を用いた。前処理では書き始めから書き終わりまでの時点数つまり標本点数がまちまちである。これでは計算機処理が難しいので、時点数を一定にし、大きさ、重心の位置を合わせた。その後オフライン実験同様、辞書を作成して照合を行った。特徴には位置座標、筆圧、ペンの移動方向を用い[8, 9]、相違度の測定にはDPマッチング法[10]を利用した。

## 6 実験結果

### 6.1 二種類の過誤

照合においては誤りが少ない方がよいが、このときの誤りには第1種の過誤と第2種の過誤がある。第1種の過誤は真筆を偽筆と間違えることである。本論文では、記号で type 1 あるいは T1 と

表 2: 提案したデザイン法の効果を調べる実験で得られた誤照合率(%)

	楷書			従来慣用署名		
	T1	T2	平均	T1	T2	平均
視覚	20.7	13.0	17.0	16.7	11.3	14.0
オフライン	6.7	3.0	4.8	6.7	4.0	5.3
オンライン	10.0	18.3	14.2	18.9	23.3	21.1
	グラフィック署名			書道的署名		
	T1	T2	平均	T1	T2	平均
視覚	18.3	5.0	11.6	43.0	23.0	33.0
オフライン	20.0	8.7	14.3	16.7	18.3	17.5
オンライン	11.5	33.0	22.2	33.3	31.7	32.5

書くことにする。これに対して第2種の過誤は偽筆を真筆と間違えることである。本論文では記号で、type II あるいは T2 と書くことにする。実験ではこの二つの過誤の確率（データでは誤照合率）を評価した。

第1種の誤照合率が大きいことは自分が署名を安定して書けないか、さもなければ判定の閾値が小さすぎるかである。これに対して第2種の誤照合率が大きいことは署名が真似されやすいか、さもなければ閾値が大きすぎるかである。二つの誤照合率が同時に小さいものが理想的な署名である。

## 6.2 デザイン法の評価

実験で得られた誤照合率の平均値を表1に示す。3実験とも、グラフィック署名の方が平均の誤照合率が低い。書道的署名より独自性が高いためであろう。全般に第1種の誤照合率よりも第2種の誤照合率の方が低かった。自動照合では、閾値の設定がやや厳しすぎたのか、あるいはデザイン署名の安定性が不十分だったためであろう。

## 7 考察

### 7.1 従来の署名との比較

一般に日本人は、署名を楷書で行うことが多く、多少工夫したとしても明瞭に名前が判読できるのが普通である。本論文で提案したデザイン法で構成した署名が、これら従来慣用の署名に対してどの程度の照合性能を持つか調べるために、すでに述べた実験と同じ材料、照合方法で実験を行った。その結果を表2に示す。表の下半分は表1と同じも

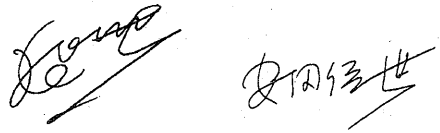


図 5: グラフィック署名(左)と書道的署名(右)



図 6: グラフィック署名(左)と書道的署名(右)の書き順

のである。

見れば分かるように、従来の署名の方が誤照合率が低い。これは「はじめに」で紹介した結果と逆である。なぜだろうか。考えられるのは、被験者が他人のデザインした署名を十分な練習なしに用いたことである。後で紹介する被験者の感想にもそのことが述べられているが、特にグラフィック署名は何を自分が書こうとするかが判然としないため、自分自身の署名が不安定になってしまうのである。このようなデザイン署名を実用するには、十分習熟するまで時間と回数をかけて練習することが必須のようである。

### 7.2 二つのデザイン

従来の署名との比較でも、グラフィック署名と書道的署名との比較でも、実験結果からは、署名の書き易さが鍵になると思われる。それを検討するために追加実験を行った。これは他人ではなく被験者が自分自身でグラフィック署名と書道的署名をデザインし、それを用いるものである。

具体的には、まず各被験者が自ら、「デザイン法則」に基づいた署名と書道的方針での署名を、図5に例示するようなものとして作成する。その際には、可読性と書き順の違いを特に意識してもらう。デザイン法則に基づく場合を「安田佳世」を例に

表 3: 実験で得られた誤照合率 (%)

	グラフィック署名			書道的署名		
	T1	T2	平均	T1	T2	平均
視覚	44.4	21.3	32.9	43.2	11.1	27.2
オフライン	20.0	0.0	10.0	30.0	10.0	20.0
オンライン	2.0	0.0	1.0	2.0	2.0	2.0

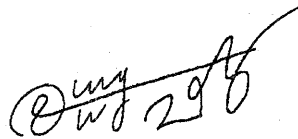


図 7: 難しい書き順の部分

例にして述べると (図??)、まず、「安」を天地逆にし、「田」はそのままで、「佳」を時計周りに 270 度回転し、「世」をそのままにした。下から上、左から右の書き順は、最初の書き始めと、最後のほうところに特に注意が払われている。結果を見ると、滑らかに書けることと広がりすぎないことに意識が集中されているので、美しさの考慮は必ずしも十分でないが、上記の趣旨は実現されていると感じられる。書道的署名は、文字の崩し方が載っている辞書 [?] に頼って行われた。草書は現代では一般的でないので、行書の方をベースにしてある。

このようにして構成した署名について、前記の実験と同様に真筆、偽筆を用意し、照合実験を行った。その結果を表??に示す。視覚実験では、全体的に誤照合率が高かったが、それでも書道的署名の方が誤照合率が低かった。内容が分からない記号的な側面が強いと目視判定が困難のようである。

自動照合であるオフライン実験ではこれが逆になる。被験者によるばらつきはあるが、全般的にグラフィック署名の方が誤照合率が低い。閾値の定め方を改良すればその差はもっと大きくなりそうである。

オンライン実験ではグラフィック署名、書道的署名の両方とも、誤照合率が非常に低くなった。特に前者の低さが目立っている。予想したように、本人が習熟するのに時間がかかり、一般的に多少不安定になる傾向があっても、書き順が他人には理解できないものがオンライン署名として有効である。

### 7.3 実験参加者の感想

読めない署名は、模倣署名を作ろうとしたとき真似の糸口がつかみにくい。視覚的に模倣署名を見破るときでも、どこを見比べればよいのかわからないので判定がむずかしい。これが参加者の感想であった。模倣署名を練習する際には、形よりも

特徴をつかむことに力を入れたという報告もあった。デザイン署名に対して、自分にはこの筆の運びができないということでデザインの一部を変更した人もいた。たとえば、図??で左から右へ線を引いたところから一旦止め、上に跳ね上げて書いていく部分である。

このように書きにくいところを修正して書きやすくすると、第 1 種の過誤が少なくなると思われるが、これは署名を真似されやすくすることでもあるから、第 2 種の過誤が増えないように慎重にしなければならない。日本人の場合、署名を使わないで過ごすことも多いので、忘れにくいことも重要である。

### 7.4 文字の書き順

日本人は文字を上から下、左から右に書くように教育され、それが一般的だと信じている。だが、アラブでは文字を右から左に書くし [?], タイでは文字を端にある円の部分から書き始めることも許されている [?]. この発想を利用すると、特にオンライン署名の場合、見た目は普通だが書き順が違って真似されにくい署名を作ることができる。

漢字の書き順は、昭和 33 年に文部省が作成した教育漢字「筆順指導の手びき」 [?] にのっとって小学校低学年から学校で教えられている。これについて「筆順指導の手びき」は、学習指導上の混乱をおこさないように筆順を定めただけであり、「ここで揚げなかった筆順を誤りとするのでも否定するものでもない」とした上で、「上から下へ」と「左から右へ」書くように指示している。この教育の結果ほとんどの人は、あまり意識しなくても教えられた原則に従って漢字を書いている。

この状況の下で、下から上、左から右という今までにない始点と終点の筆の運びを行うことは、文

字を書くという意識では抵抗がある。しかし署名は文字ではなく記号であるという意識を植え付ければ、この抵抗は練習で克服できよう。書き順を変えても、結果に可読性があれば違和感は少なくなり、しかもオンライン署名では誤照合率の低い署名ができると思われる。

## 8 おわりに

書道家のデザインした署名はある程度名前が読める。これに対してグラフィックデザイナーがデザインした署名は名前が読めない。後者の方が誤照合率が低い。他人が真似しにくいためであろう。しかしこれは、自分が安定した署名を書くための訓練期間が長いことでもある。また、署名から名前がある程度連想できることは、自分の名を知らしめるために望ましいことでもある。したがって、誤照合率が小さいデザイン法が無条件に優れているというわけにいかない。二つの長所をバランスさせた良いデザイン法の探求にはまだ工夫と試行錯誤が必要と思われる。

今回の実験では、署名を書く人にも視覚判定をする人にも、実験に関する利害関係が全くなかった。もしこれに利害が絡むと、もっと真剣にかつ時間をかけて署名の練習と目視判定を行ったであろう。提案したデザイン法の有効性の吟味には、そういう現実的な状況を設定することも必要と思われる。これは今後の課題である。

謝辞 本研究においては、名古屋市立大学芸術工学部の多くの学生の協力を得た。ここに記して感謝の意を表したい。本研究の一部は文部省科学技術研究費基盤研究(C)(11680398)を用いて行われた。

## 参考文献

- [1] Yoshimura I. and Yoshimura M.: A study on the international difference of signature quality through an off-line signature verification experiment, 8th Bienial Conference of the Internatinal Graphonomics Society, 1997.
- [2] 吉村ミツ、吉村功: 自動照合用の日本字署名デザインの試み、電子情報通信学会信学技報、PRMU98-226、1999年2月。
- [3] 飯島春敬(編): 書道辞典、東京堂出版、1977年。
- [4] 原子朗: 筆跡の文化史、講談社、1997年。
- [5] 水野潔、中山玲子: 書いて覚えるタイ語の初歩、白水社、1999年。
- [6] 吉村ミツ、吉村功: 局所円弧パターン法を用いた筆者識別、電子情報通信学会論文誌D、J74-D-II、No.2、230-238、1991.2月。
- [7] Kimura S., Harada T., Tsuruoka S. and Miyake Y.: Modified quadratic discriminant function and the application to Chinese character recognition, 8-th Int. Conf. Pattern Recog., 377-380, 1990.
- [8] Yoshimura M., Kato Y., Matsuda S. and Yoshimura I.: Online Signature Verification Incorporating the Direction of Pen Movement, IEICE Trans., E.74, 7, 2083 - 2092, 1991.
- [9] Yoshimura I. and Yoshimura M.: Online Signature Verification Incorporating the Direction of Pen Movement — An Experimental Examination of the Effectiveness, Proc. 2nd Int. Workshop on Frontiers in Handwriting Recognition (I-WFHR2), Bonas, France, Sep., 23-27, 435-440, 1991.
- [10] Sakoe H. and Chiba S.: Dynamic programming algorithm optimization for spoken word recognition, IEEE Trans. Acoustics, Speech and Signal Proc., ASSP-26, 43-49, 1978.
- [11] 若尾俊平、服部大超著: くずし解説辞典、柏書房、1996年。
- [12] 大澤一爽(編著): 文字の科学、法政大学出版社、1985年。
- [13] 田近洵一(監修): 常用漢字筆順早わかり、有紀書房、1997年。