文字構造を考慮した手書き風ワープロ文章の印字方法

正員 才木 常正^{*,**} 非会員 北川 洋一^{**}
非会員 林 昭博^{***}

Printing Method Considering Character Structures of Word-processed Sentences with Personal Fonts

Tsunemasa Saiki^{*,**}, Member, Yoichi Kitagawa^{**}, Non-member, Akihiro Hayashi^{***}, Non-member

Although word-processed sentences are easy to read because of the use of standardized character fonts and their orderly arrangement, these sentences lack a writer's individual style and thus fail to convey the writer's true message. Recently in response to this, word-processed sentences with personal fonts are desired. On the other hand, distinguished calligraphers decide character arrangements in consideration of the character structures. In order to create word-processed sentences with personal fonts, we measure character arrangements and structures, and investigate the relationship between them by means of multiple-regression analysis. We propose based on the results a new printing method of word-processed sentences with personal fonts. When the method is used, character arrangements of word-processed sentences with personal fonts resemble handwritten sentences. Word-processed sentences made by this method give readers a better feeling than those made by the traditional one.

キーワード：ワードプロセッサ, 手書き, 文字, 印刷, 重回帰分析

Keywords: Word-processor, Handwriting, Character, Printing, Multiple linear regression analysis

1. まえがき

近年のOA化に伴い、事務文書においてワードプロセッサで印刷された文章（以後、ワープロ文章という）が多く用いられている。この理由として、文字が整っておりワープロ文章が読み易いことと、ワードプロセッサの編集機能を用いることで文書作成が容易であることが挙げられる。一方、近年、手書き文章で書かれた手紙やはがきの個人間の私信も増加している。この理由として、個人毎に字体が異なる手書き文章を用いることで読み手に書き手の個性を感じさせ温かい印象を与えることと、その結果として書き

手の真意が読み手に伝わり易いことが考えられる。これらのように、ワープロ文章及び手書き文章共に異なった利点が存在する。

これらの利点を持ち合わせた手書き文字で書いたようなワープロ文章を作成するためには、予め多くの文字種から構成される手書き風和文フォントを制作しておかなければならない。和文フォントはJIS X 0208でも6,932文字の文字種があり、JIS X 0212では12,999文字種にのぼる。これを新たに制作するためには非常に多くの時間と労力を必要とする。そこで、筆跡の癖を抽出することで少ない文字種の文字から多くの文字種の文字を生成する研究等^{(1)~(4)}が行われ、最近では個人の手書き風和文フォントを制作するサービス⁽⁵⁾もある。これらのことから、近い将来、多くの人が自分の手書き風和文フォントを用いてワープロ文章を作成できるようになると考えられる。以後、ユーザが手書きした文字をフォントとして利用して印刷したワープロ文章を手書き風ワープロ文章という。

一方、ワープロ文章は予め用意されたテキストデータをもとにして和文フォントの文字を用紙又はディスプレイ上の指定した位置に配置して作成する。文字の配置に関係する過去の研究^{(6)~(11)}においては、大きさが均一で且つ10mm以上の文字の場合、文字間の空白を文字の大きさの1/4程度にして均一に文字を配置することが良いと報告されてい

* 大阪大学大学院基礎工学研究科

〒560-8531 大阪府豊中市待兼山町1-13

Graduate School of Engineering Science, Osaka University
1-13, Machikaneyama-cho, Toyonaka, 560-8531

** 兵庫県立工業技術センターものづくり開発部

〒654-0037 神戸市須磨区行平町3-1-12

Product Innovation Department, Hyogo Prefectural Institute
of Technology

3-1-12, Ikuhira-cho, Suma-ku, Kobe, 654-0037

*** 神戸市立工業高等専門学校電子工学科

〒651-2194 神戸市西区学園東町8-3

Department of Electronic Engineering, Kobe City College of
Technology

8-3, Gakuenhigashi-machi, Nishi-ku, Kobe, 651-2194

る。しかし、文字の大きさが個々に変わる手書き風和文フォントを用いる場合においては、この方法によって文字を配置すると逆に読み手に違和感を与える可能性がある。

また最近では、文字間の空白を視覚の誘導場理論を用いて電界と類似したポテンシャルで表し、主観評価によりそのポテンシャルとバランスよく感じる文字間の空白の関係について調べた研究⁽¹²⁾がある。この研究では、ポテンシャルを用いることで文字の形状等の構造的な要因を考慮して文字を配置していると考えられる。しかし、この報告においては、一定枠内に書かれた活字体を用いており手書き風和文フォントのように一つ一つの文字の大きさが異なる字体については議論されてなく、また文字間の空白について1次元的に議論しており文字と文字の2次元的な配置についても議論されていない。

ここで、書道家などの熟練者が書いた美しい手書き文章の文字の配置について考えてみる。これらの美しい手書き文章を見ると、以下の点に気が付く。

- (a) 意味の区切りでは文字間は比較的広い
- (b) 大きな文字同士の文字間は比較的広い
- (c) 小さな文字同士の文字間は比較的狭い
- (d) 縦長文字同士の文字間は非常に狭い

このことから、熟練者は(a)の文節や単語等の意味的な要因と(b)~(d)の文字の大きさや形状等の構造的な要因を考慮して、文字を2次元的に美しく配置して書いていると推測できる。

そこで本論文では、定量化しやすい文字の構造的な要因に注目して、熟練者の文字配置を網羅した手書き風ワープロ文章の印字方法について検討する。以下、まず、文字構造を考慮した熟練者の文字配置モデルを考える。次に、熟練者の手書き文章の文字構造と文字配置を構成する因子を計測し、それらの関係を重回帰分析により解析することにより、文字構造を考慮した熟練者の文字配置モデルを求める。そして、そのモデルを用いた印字方法により手書き風ワープロ文章を作成し、アンケートを用いた主観評価によりこの印字方法の効果について検証する。

2. 文字構造を考慮した文字配置モデル

本章では、書道家などの熟練者が書いた美しい手書き文章の文字配置をモデル化する。まず、本研究においては、熟練者は直前に書いた文字と次に書こうとしている文字の構造から次の文字の配置を決定していると仮定する。

本研究で用いた文字構造と文字配置を構成する因子を図1に示す。前の文字の構造を構成する因子は側辺と y 方向を一致させて描いた文字の外接四角形の x 及び y 方向の長さで表される文字幅 W_f と文字高さ H_f と、文字画像の重心位置を基準としたときの x 及び y 方向に文字画像を写像し積算された分布の二次モーメント I_f, J_f と、文字の外接四角形の中心位置を基準としたときの文字画像の重心位置の x 及び y 方向へのずれ X_f, Y_f の6個である。同様に、次の文字の構造を構成する因子は $W_s, H_s, I_s, J_s, X_s, Y_s$

図1 文字構造と文字配置を構成する因子

Fig. 1. Factors of character structures and character arrangements.

の6個である。一方、文字配置を構成する因子は2つの文字の外接四角形の間の長さで表される文字間の空白 L 、及び後の文字の x 方向の文字中心位置から前の文字のそれをついた文字のずれ P の2個である。

ここで、文字構造を構成する因子を説明変数とし文字配置を構成する因子を目的変数とすれば、上記の仮説は下記の重回帰式(1), (2)で表すことができる。

$$\begin{aligned} L = & a_{Lf}W_f + b_{Lf}H_f + c_{Lf}I_f \\ & + d_{Lf}J_f + e_{Lf}X_f + f_{Lf}Y_f \\ & + a_{Ls}W_s + b_{Ls}H_s + c_{Ls}I_s \\ & + d_{Ls}J_s + e_{Ls}X_s + f_{Ls}Y_s + E_L \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P = & a_{Pf}W_f + b_{Pf}H_f + c_{Pf}I_f \\ & + d_{Pf}J_f + e_{Pf}X_f + f_{Pf}Y_f \\ & + a_{Ps}W_s + b_{Ps}H_s + c_{Ps}I_s \\ & + d_{Ps}J_s + e_{Ps}X_s + f_{Ps}Y_s + E_P \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

ここで、 $a_{Lf}, b_{Lf}, c_{Lf}, \dots, f_{Ps}$ は偏回帰係数であり、 E_L, E_P は残差である。

式(1), (2)の各偏回帰係数および残差を求めることにより、前後の文字構造から文字の配置が可能なモデルが求まる。

3. 文字構造から文字相対位置を求める重回帰式

本章では、前節の文字構造を代入することで文字配置を計算する重回帰式の偏回帰係数と残差について調べる。

〈3・1〉実験及び解析方法 まず、前節の重回帰式の説明変数と目的変数を求めるために用いた熟練者の手書き文章のサンプルの一部を図2に示す。これらのサンプルはペン習字の教本⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾から抜粋した2人の熟練者A, Bの縦書き手書き文章である。サンプルの文字数の合計は熟練者Aが295文字であり、熟練者Bが105文字である。これらの手書き文章のサンプルは行間15mmで縦方向の長さが

図2 熟練者の手書き文章のサンプルの一部

Fig. 2. Parts of samples of handwritten sentences by professionals.

180mm の用紙に書かれている。

これらの手書き文章のサンプルを 600dpi, 256 階調の画像データとしてコンピュータに取り込み、2 値化処理を行う。次に、熟練者 A, B のサンプル毎に、文字構造を構成する 12 の因子と文字配置を構成する 2 つの因子の値を求める。ここでは、句読点や促音と拗音に使われる小さな文字（例えば、「っ」「ゃ」「ょ」等）は文字配置が特殊なので、これら文字が前後の文字に含まれる場合は計測対象外としている。得られた文字構造を構成する 12 の因子の値を説明変数とし、文字配置を構成する 2 つの因子の値を目的変数として、重回帰分析を行う。そして、文字間の空白 L と文字のずれ P を求めるために必要な偏回帰係数及び残差を求める。

〈3・2〉 解析結果 文字間の空白を求める重回帰式の各偏回帰係数をまとめて、図 3 に示す。横軸は偏回帰係数名を表し、縦軸は各偏回帰係数の値を表す。また、●印及び○印はそれぞれ熟練者 A 及び B の偏回帰係数の値を表す。この図を見ると、前の文字の偏回帰係数の a_{Lf} から f_{Lf} の変化と後の文字の偏回帰係数の a_{Ls} から f_{Ls} の変化は熟練者 A, B に関わらずほぼ同じである。これは、前後の文字の同じ文字構造を構成する因子の値（例えば、 H_f と H_s や I_f と I_s の値）が同じように変化した場合に文字間の空白 L はほぼ同じように変化することを表している。次に、偏回帰係数毎に詳しく見ると、 c_{Lf} , c_{Ls} , e_{Lf} , e_{Ls} は正の値であるので、 I_f , I_s , X_f , X_s が大きくなるほど L が広がることを示している。また、 b_{Lf} , b_{Ls} は負の値であるので、 H_f , H_s が大きくなるほど L が狭まることを示している。

図3 文字間の空白を求める重回帰式の偏回帰係数

Fig. 3. Partial regression coefficients used to calculate character spaces L .

図4 文字のずれを求める重回帰式の偏回帰係数

Fig. 4. Partial regression coefficients used to calculate character shift lengths P .

また、文字のずれを求める重回帰式の各偏回帰係数をまとめて、図 4 に示す。この図を見ると、前の文字の偏回帰係数の a_{Pf} から f_{Pf} の変化と後の文字の偏回帰係数の a_{Ps} から f_{Ps} の変化が熟練者 A, B に関わらず 0 を境にほぼ逆転している。これは、前後の文字の同じ文字構造を構成する因子の値が同じように変化した場合に文字のずれ P がほぼ逆に変化することを表している。具体的な例を挙げれば、前の文字の重心が中心より左にずれている (X_f が正の値をとる) 場合には文字のずれ P は大きくなり、後ろのそれが同様に左にずれている (X_s が正の値をとる) 場合には文字のずれ P は小さくなる。次に、偏回帰変数毎に見ると、 e_{Pf} , c_{Ps} は正の値であるので Y_f , I_s が大きくなると P が大きくなり、 c_{Pf} , e_{Ps} は負の値であるので I_f , Y_s が大きくなると P が小さくなる。

以上のことより、文字の空白とずれを求める各偏回帰係数において熟練者 2 人に大きな差異はないことがわかった。このことから、熟練者は文字の構造をもとにして同じように文字を配置していると推測できる。

4. 文字構造を考慮して印字した熟練者の手書き風ワープロ文章

本章は、前節で得られた偏回帰係数と残差を代入した各熟練者の重回帰式を用いて、文字構造を考慮して文字を配置した手書き風ワープロ文章を作成する。そのために、ま

(a) Writer A

(b) Writer B

図5 文字間の空白の計算値と実測値の変化

Fig. 5. Variations of calculated values and experimental values of character spaces.

ず、熟練者の手書き文章のサンプルから得られた文字構成を構成する因子の値を重回帰式の説明変数に代入し、目的変数である文字配置を構成する因子の値を計算する。そして、このようにして得られた計算値とサンプルから得られた実測値の差異を調べる。更に、この得られた計算値を用いて熟練者の字体の文字を配置し手書き風ワープロ文章を印字して、本印字方法の効果を調べる。

〈4・1〉 重回帰式によって計算された文字配置 熟練者の手書き文章から求めた重回帰式を用いて計算した文字間の空白と、実測値の変化をまとめて、図5に示す。横軸は手書き文章のサンプルの1から15文字までの番号を、縦軸はその番号の文字後の文字間の空白 L を表す。また、●印、○印、点線はそれぞれ文字間の空白の計算値、実測値、実測値の平均をそれぞれ表す。熟練者 A、B 共に、文字間の空白の計算値と実測値は大まかに見ると同じような傾向で推移している。

文字間の空白 L の実測値と計算値の重相関係数 R を求めると、熟練者 A が 0.54 であり、熟練者 B が 0.63 である。ちなみに、文字間の空白の実測値とその平均値との重相関係数は 0 となる。このことから、重回帰式によって求めた計算値を用いることで、実測値の平均を用いる場合より、遥かに実測値に近い文字間の空白となることがわかった。

次に、熟練者の手書き文章から求めた重回帰式を用いて計算した文字のずれと、実測値の変化をまとめて、図6に示す。熟練者 A、B の文字のずれは、どちらの熟練者におい

(a) Writer A

(b) Writer B

図6 文字のずれの計算値と実測値の変化

Fig. 6. Variations of calculated values and experimental values of character shift lengths.

ても計算値が実測値に追従しており、重相関係数 R も 0.76、0.79 と大きい。このことから、重回帰式によって求めた計算値を用いることで、文字のずれは実測値に非常に近い値になることがわかった。

〈4・2〉 作成した熟練者の手書き風ワープロ文章 次に、熟練者の手書き文章の字体を用いて、〈4・1〉で計算された文字間の空白と文字のずれをもとに文字を配置し、手書き風ワープロ文章（以後、文字構成を考慮した手書き風ワープロ文章という）を作成する。そして、作成した手書き風ワープロ文章の文字配置を、オリジナルの手書き文章とワープロ文章のように一定間隔で印字した手書き風ワープロ文章（以後、一定文字間の手書き風ワープロ文章という）の文字配置と比較して調べる。文字配置が異なる手書き風ワープロ文章のサンプルを図7に示す。(a) 及び (b) のサンプルはそれぞれ熟練者 A 及び B の字体を用いた文章である。(a)(b) 共に、左側のサンプルは2値化処理を行ったオリジナルの手書き文章であり、中央のサンプルは文字構成を考慮した手書き風ワープロ文章であり、右側のサンプルは一定文字間の手書き風ワープロ文章である。ここで、一定文字間の手書き風ワープロ文章の文字間の空白は実測した文字間の空白の平均値であり、この文章の各文字の x 方向の中心位置は揃えている。

(a) の熟練者 A のサンプルを見ると、「平」-「素」の文字間の空白において、一定文字間の手書き風ワープロ文章より文字構成を考慮した手書き風ワープロ文章の方が狭く、

図7 文字配置が異なる手書き風ワープロ文章のサンプル

Fig. 7. Samples of word-processed sentences with personal fonts in which characters arrangement differ.

オリジナルの手書き文章に近い。また、「の」-「御」の文字間の空白においては、一定文字間の手書き風ワープロ文章より文字構造を考慮した手書き風ワープロ文章の方が広く、オリジナルの手書き文章に近い。一方、(b)の熟練者

Bのサンプルを見ると、「す」の位置が一定文字間の手書き風ワープロ文章より文字構造を考慮した手書き風ワープロ文章の方が左にずれており、オリジナルの手書き文章に近い。また、「ご」の位置が一定文字間の手書き風ワープロ文章より、文字構造を考慮した手書き風ワープロ文章の方が右にずれており、オリジナルの手書き文章に近い。

これらのことより、文字構造を考慮することでオリジナルの文字配置に随所で近づくことが確認でき、熟練者の文字配置が再現できることがわかった。

5. 文字構造を考慮した印字方法の効果

前章において、熟練者の文字構造を重回帰分析を用いて考慮することで、熟練者の字体を用いて作成した手書き風ワープロ文章の文字配置がオリジナルの手書き文章のそれに近づくことがわかった。本節では、この文字構造を考慮した文字配置による印字方法の効果について検討する。

ここでは、4章で示したように熟練者2人の文字配置が似ているので、熟練者2人の偏回帰係数と残差の平均を求め、サンプルを書いた用紙の罫線幅で規格化する方法を用いた。この方法で得た文字間の空白及び文字のずれを計算する式(3)、(4)を以下に示す。

$$L = (-0.2W_f - 1.86H_f + 2.64I_f + 0.01J_f + 2.77X_f + 0.05Y_f + 0.23W_s - 1.83H_s + 2.96I_s + 1.26J_s + 2.49X_s - 0.51Y_s + 21.78) \times 10^2 \quad [\text{mm}] \dots\dots\dots (3)$$

$$P = (-0.3W_f + 1.09H_f - 2.64I_f - 0.05J_f + 4.03X_f + 1.16Y_f - 0.12W_s - 0.66H_s + 1.65I_s + 0.47J_s - 4.21X_s - 0.22Y_s + 1.96) \times 10^2 \quad [\text{mm}] \dots\dots\dots (4)$$

次に、実験式(3)、(4)を用いて文字配置される手書き風ワープロ文章の効果を調べるために、他の熟練者1名と素人3名の字体を用いた手書き風ワープロ文章のサンプルを用意した。素人の書き手の習字歴は11、6年及び無しである。

まず、他の熟練者のサンプルを作成するために、ペン習字の教本⁽¹⁵⁾から無作為に2つの文章を取り出した。また、素人のサンプルを作成するために、三島由紀夫著の小説「潮騒」の冒頭部分を10mm間隔の罫線を引いた用紙に書いてもらい、書いてもらった手書き文章の中から書き手毎に2つの文章を取り出した。ここで、取り出した文章の文字数は10から15文字である。

そして、それら文章をコンピュータに画像データとして取り込み、2値化処理を行い、文字構造を構成する因子の値を計測した。その後、これら文字構造を構成する因子の値を式(3)、(4)に代入し文字間の空白及び文字のずれを計

図 8 文字配置が異なる手書き風ワープロ文章のサンプル

Fig. 8. Samples of word-processed sentences with fonts in which characters arrange differ.

図 9 文字構造を考慮した手書き風ワープロ文章の方が一定文字間の手書き風ワープロ文章より好ましいと答えた人の割合

Fig. 9. Ratios of subjects, who prefer the word-processed sentence arranged by character structures to the word-processed sentence whose character spaces are fixed.

算し、これらの値をもとにして文字を配置した。このようにして、一般化した重回帰式を用いて、異なった書き手の文字構造を考慮した手書き風ワープロ文章を 8 つ作成する。また、比較のために、これらの書き手の字体を用いて文字間の空白の平均値で文字を配置した一定文字間の手書き風ワープロ文章も 8 つ作成する。

こうして作成した文字配置が異なる書き手の手書き風ワー

プロ文章のサンプル例を図 8 に示す。(a)(b)(c)(d) のサンプルはそれぞれ他の熟練者と習字歴が 11, 6, 0 年の素人の文章であり、それぞれの左側のサンプルは文字構造を考慮した手書き風ワープロ文章であり、右側のサンプルは一定文字間の手書き風ワープロ文章である。これらの 8 つの手書き文章のサンプル対を 20 から 57 才の男女の 15 名の被験者に提示し、好ましい文字配置であると思われる文章を答えてもらった。その結果をまとめて、図 9 に示す。横軸は文章の番号を、縦軸は文字構造を考慮した手書き風ワープロ文章が一定文字間の手書き風ワープロ文章より好ましいと答えた人数の割合を表す。この結果、全ての文章において、文字構造を考慮した手書き風ワープロ文章の方が一定文字間の手書き風ワープロ文章より被験者は好ましいと感じていることがわかった。

6. むすび

文字構造を考慮した手書き風ワープロ文章の 2 次元文字配置モデルを構築するため、まず、熟練者の手書き文章の文字構造及び文字配置を構成する因子を計測した。ここで、実験に用いた文字構造を構成する因子は、文字の外接四角形の幅と高さ、横と縦方向の文字の広がりを表す 2 次モーメント、文字中心位置を基準としたときの文字重心位置の縦と横方向のずれの 6 つである。また、文字配置を構成する因子としては、前後の文字間の空白と前後の文字中心位

置のずれの2つである。

そして、計測された文字構造を構成する因子を説明変数とし文字配置を構成する因子を目的変数として、重回帰分析を行った。そして、得られた重回帰式を用いて文字構造から文字配置を求めるモデルを構築し、このモデルを用いた文字構造を考慮した新しい手書き風ワープロ文章の印字方法を提案した。

この文字構造を考慮した印字方法の効果を調べるために、既存のワードプロセッサで用いられている一定間隔で印字する方法と比較した。その結果、文字構造を考慮した印字方法が一定間隔で印字する方法より、オリジナルの手書き文章の文字配置に近くなることがわかった。更に、この2つの方法で作成した手書き風ワープロ文章の好ましさをアンケートにより調べた結果、人は文字構造を考慮した手書き風ワープロ文章を一定間隔で印字した手書き風ワープロ文章より好ましいと感じていることがわかった。

本論文では、連続した2つの文字による配置モデルについて検討した。しかし、人はそれ以前の文字の構造や配置も多少考慮して、文字を配置していると考えられる。そこで、今後、数文字に拡張した配置モデルについても検討する予定である。

(平成14年11月13日受付、平成15年5月21日再受付)

文 献

- (1) 大澤一爽：「文字の科学」，法政大学出版局，pp.129-146 (1985)
- (2) 安本 譲・池田尚志・堀井 洋：「大域的個性と局所的個性に基づく手書き風フォントの生成」，信学会論誌 D-II, J80-D-II, 11, pp.2930-2939 (1997-11)
- (3) 喜多伸之：「個人筆記モデルを用いた手書き文字認識の検討」，画像の認識・理解シンポジウム MIRU'92, pp.39-48 (1992)
- (4) ブーワット アッタチュー・近藤正三：「手書き過程のモデル化とその評価」，信学会技術報告，PRU86-15, pp.39-48 (1986)
- (5) 例えば，<http://www.techno-advance.co.jp/NS/product/myfont/index.html>
- (6) 小川 博・堀口真寿・望月 保：「主観評価実験より求めた CRT 漢字表示装置への文字表示条件」，テレビジョン学会論誌，32, 1, pp.40-45 (1978-1)
- (7) 鋤沢 勇：「文字形態及び文字配列に関する読みやすさの心理要因分析」，テレビジョン学会技術報告，VV145-1 (1981)
- (8) 坂本敬彦：「字間・行間・行の長さはどうあるべきか」，科学朝日，1965年2月号，pp.91-95 (1965)

- (9) 向井 一：「活字の感覚は如何にすべきか」，日眼誌，32, 5, p.453 (1982-5)
- (10) 栗田正一・宮本 正・位下雄二・網島智子：「読みやすさの観点より求めた CRT ディスプレイにおける日本語表示条件」，テレビジョン学会誌，39, 11, pp.1103-1109 (1985-11)
- (11) 鋤沢 勇・井上正之：「文章表示における文字配列条件の検討」，テレビジョン学会全大講演予稿集，1-3 (1982)
- (12) 三好正純・下塩義文・古賀広昭・井手口健：「視覚の誘導場理論を用いた感性にもとづく文字配置の設計」，信学会論誌 A, 82-A, 9, pp.1465-1473 (1999-9)
- (13) 富谷栄三郎：美しい事務用字，有紀書房，pp.34-38 (1997)
- (14) 野本翠苑：ボールペン字の基礎演習，日本文芸社，pp.58-60 (2002)
- (15) 大井川霞南：美しい基本ボールペン字，有紀書房，pp.42-43 (2002)

才 木 常 正 (正員) 1970 年生。1992 年 3 月 長岡技科大・工・電気電子システム卒。1994 年 3 月 同大学院修士課程了。1996 年 兵庫県立工業技術センター。現在に至る。2001 年 10 月より阪大大学院・基礎工・人間システム博士課程在学中。ヒューマンインタフェース，LIGA プロセスを用いたマイクロ加工の研究に従事。電子情報通信学会，ヒューマンインタフェース学会，IEEE 各会員。

北 川 洋 一 (非会員) 1955 年生。1978 年 3 月 阪大・工・応物卒。1979 年 兵庫県立工業技術センター。現在に至る。工博。ヒューマンインタフェース，光計測の研究に従事。計測自動制御学会，日本光学会，OSA 各会員。

林 昭 博 (非会員) 1946 年生。1969 年 3 月 阪大・工・電子卒。1971 年 3 月 同大学院修士課程了。1973 年 兵庫県立工業技術センター。1987 年 神戸市立高専。1989 年 同高専電子工学科教授。現在に至る。工博。ヒューマンインタフェース，光計測の研究に従事。電子情報通信学会，ヒューマンインタフェース学会，計測自動制御学会，応用物理学会各会員。