

## ストローク種別に基づく文字形状生成方式

上原 徹三      国西 元英      下位 憲司      鍵政 秀子      菊池 純男

( 日 立 製 作 所 中 央 研 究 所 )

ストローク種別に基づくフォント表現の一方式が、太さ等の変形の可能なフォントの表現として有効であることを、ゴシック体の漢字を例として示す。文字形状を、それを構成するストロークに関する情報の系列で表現する。このストローク情報とは、文字セットで定まるストローク種別と、ストロークの骨格点座標列と、太さ等の形状パラメタとの組合せである。形状パラメタとしては、ストローク個別の局所的形状パラメタの他に、ストローク種別対応の全域的形状パラメタを設け、前者の指定を後者より優先し、前者の指定がなければ後者の指定に従うものとする。ストローク情報よりストロークの輪郭形状を生成する。2種の形状パラメタによって、ストロークの太さや端辺角度等の輪郭形状の種々の変形が可能であると共に、フォント内の統一性が維持できる。ストローク種別はゴシック体の漢字の場合、16種を設けた。

A STROKE TYPE-BASED REPRESENTATION METHOD  
OF KANJI FONTTetsuzou UEHARA, Motohide KOKUNISHI, Kenji SHIMOI,  
Hideko KAGIMASA and Sumio KIKUCHICentral Research Laboratory, HITACHI Ltd.  
Kokubunji, Tokyo 185, JAPAN

We show a stroke type-based representation method useful for various font patterns with different stroke thickness. We define each character pattern by a sequence of stroke information consisting of Stroke Type, Skeleton Points of the stroke and Shape Parameters(SP). Two kinds of SP are used: Local SP for each stroke of each character, and Global SP for each stroke type of the font. Local SP has higher priority than Global SP. If no Local SP is specified for a stroke, Global SP of the stroke type is used to generate the stroke shape. By this method, it is possible to realize many shape variations and unified design of font characters. Authors applied this to generate some 6000 characters of Gothic KANJI font with 16 stroke types.

## 1. はじめに

### 1.1 背景と目的

コンピュータでの文字出力・表示（可視化）の通常的方式は、文字形状をドット行列として表現するものである。文字形状の可視化方式とメモリ上の保持方式とが同一方式である必要はないが、従来、保持方式もドット行列であることが多かった。この保持方式をドット行列方式、その文字パターンをドット文字と呼ぶ。

ドット文字は拡大・縮小による品質の劣化が著しいので、最近の文字サイズ・書体の多様化や文字形状の高品質化の要求の高まりに応えるには、サイズ毎に作成し保持する必要がある。これは字種の多い漢字の場合、メモリ量と作成工数を大きくするという問題を持つ。更に、文字形状の高品質化のためプリンタの解像度は向上しており、同サイズの文字の出力にも高ドット数が必要になって来た。

上述の情勢はドット行列方式に代る新しい文字保持方式を要請している。

ドット文字が上記の変形に弱いのは、独立なドットの集まりのみを保持し、構造的な情報を保持しないためである。線情報を保持するXYプロッター等のストローク文字では、これらの変形が可能であるが、太さ情報を持たないため品質面で不十分である。

肉厚を持つ図形情報として文字形状を保持して上記の問題を解決しようとする試みが、まず、英文字で実用化された。文字形状の輪郭線を図形として保持し、サイズ・傾き等の変換後、必要なら輪郭内をぬりつぶすアウトライン文字方式である。この場合も、可視化段階ではドット行列を用いることが多いが、図形としての変形を可視化前に実現できることに意義がある。紙の上の模範文字をスキャナー等でコンピュータ内に取込み、輪郭線の追跡後、対話修正によりアウトライン文字形状を完成する。文字形状の作成工数は、特定サイズのドット文字形状のそれと同レベルである。各種サイズを用意すべきドット文字と比べてメモリ量が少ないことも本方式の利点である。

ところで、文字に関する最近のニーズの拡大は、次のような要請を含んでいる。

- (1) 同一の書体で各種サイズの出力を行ないたい。文字デザインの経験則により、文字サイズをある程度以上大きくすると、ストロークの太さを文字サイズ比率以上に太くしたい。
- (2) 基本書体のデザイン方針を変えず、太さや端辺形状の異なる新書体を作りたい。

アウトライン方式で太さの変形を行なうには、作成工数の利点を犠牲にして情報を付加してやる必要があろう。また、端辺形状の変形方法は未解決である。

本報告では、このような変形に適した方式として、ストローク種別による文字形状の構造的保持・生成方式を提案する。本方式では、文字を構成するストロークの形状を与えるストローク情報の系列で文字形状を表現する。ストローク情報を、当該フォントの文字パターンの基本ストロークの分類を与えるストローク種別と、ストロークの骨格点の位置と、太さ等の形状パラメタとの3種の情報で表現する。これにより、拡大・縮小等の変形に限らず、ストロークの太さの制御やストロークの端辺形状の変更が可能である。ドット文字と対比して、アウトライン文字方式と本方式とは、ベクトル文字方式に分類される。前者を輪郭ベクトル文字／方式、後者を骨格ベクトル文字／方式と呼んで区別する。

本方式の形状パラメタは上記の個々のストロークに対する局所的な指定の他に、ストローク種別対応の全域的指定を可能とする。局所的指定は全域的指定に優先して適用され、局所的指定がないとき、全域的指定が適用される。これにより、フォント内デザインを統一しつつ、個々の文字の特徴を備えたフォント・デザインが可能となる。

本報告では、骨格ベクトル方式による文字形状の生成方法を述べ、ゴシック漢字への適用例を紹介する。また、ストロークの太さの変更、端辺の角度や形状の変化等の本方式の特徴について記す。本方式の実用性を検討するために、JIS規格の全漢字を試作した。このとき用いたストローク種別は16種である。

## 1.2 研究の経過

アウトライン方式の考え方は古い〔1〕が、英字についての実用化は最近のことである〔2〕。平仮名についての実験的研究もなされていた〔3〕。この方式が広く採用される契機は、ページ記述言語の解釈・実行機能を内蔵した出力装置が現われ、それが文字出力に本方式を採用したことであろう〔4〕。日本でも、アウトライン方式の漢字フォントの製品化が盛んになって来た。

骨格ベクトル方式による漢字形状生成方式としては、メタフォント〔5〕の応用例〔6〕が発表されている。〔6〕はストローク種別を用いて、共通の骨格からゴシック体、明朝体、宋朝体等の各書体の漢字を生成する例を示している。メタフォントは文字形状の記述・生成に適した図形言語であるが、それ自身にはストローク種別の概念を含まない。漢字や仮名に骨格ベクトル方式に類する考えを適用した例が日本に数例ある〔7, 8, 9〕。これらの中には、ストロークの中心線と太さ情報を持ち、ストロークの種別を持たないものも含まれる。本報告の方式については、当初、明朝体による原理実験を行ない〔10〕、会話型編集機能の作成〔11〕の後、ゴシック体の漢字約6000字（JIS第1, 2水準〔12〕）の試作を行なった。

## 2. ストローク種別に基づく骨格ベクトル文字方式

### 2.1 文字方式の基本的考え方

ストローク種別に基づく骨格ベクトル文字方式は、文字セットで定まる比較的小数の基本ストローク（エレメントともいう）の組合せで文字形状が表現できるというレタリングの分野の知見にヒントを得ている〔13〕。この基本ストロークの分類をそのままコンピュータにおける文字パターンの保持に採用できる可能性がある。そうでなくとも、新たに設定したストロークの分類によって生成した形状の組合せでエレメントが表現できればよい。このようなストロークの分類をストローク種別と呼ぶ。漢字のストローク種別としては、縦線、横線、左右の払いなどがある。これらの種別毎のストロークの形状を高品質に生成する方法があれば、文字内の各ストロークの配置の指定によって、文字形状を高品質に生成できるはずである。ストロークの太さや端辺形状については、その特徴を形状パラメタとして指定する。これらの情報によって、文字を構成する各ストロークの厚みを持った輪郭が生成できる。

次に、本方式による文字形状の生成法をより具体的に説明する。

同じ種別のストロークでも、それが用いられる文字毎あるいは文字内の部分毎に、大きさや形状が異なる。本方式では、ストロークの形状の大きさ・位置を指定するために、当該ストロークの骨格点の位置を与える。ストロークを構成する骨格点の数は、ストローク種別毎に定める。当該文字を構成するストロークに適切な順序（筆順に従うのが適当）を与えて番号を付け、1, 2, . . . , I とする。文字形状を作成する矩形の左下隅を原点とする直交座標系を考えて、ストローク  $i$  に対して、ストローク種別と、ストロークを構成する骨格点座標列と、形状パラメタとを与える。これを、当該文字を構成するストロークの各々 ( $i = 1, 2, . . . , I$ ) に対して行なう。ストロークの線の太さや端辺の角度等の輪郭形状は、個々の文字の、個々のストロークに対して与え得る形状パラメタによって指定する。しかし、一つのフォント内では文字のデザインは統一されるので、個々のストローク毎にその形状を指定するのは冗長である。そこでストローク種別毎に形状パラメタを指定できるようにする。この2種の形状パラメタの内、前者を局所的形状パラメタ、後者を全域的形状パラメタという。前者が指定されていればこれを有効とし、指定されていない場合は後者を有効とする。

結局、一つのフォントに対する文字表現は、以下の階層構造の情報より成る。

(1) ストローク種別毎の全域的形状パラメタ (フォントについて1セット)

(2) 文字を構成する下記ストローク情報の系列 (文字対応)

(2.1) ストローク情報

(ストローク対応)

(2.1.1) ストローク種別

(2.1.2) ストローク骨格点座標列

(2.1.3) 個別形状パラメタ

この方式によると、文字サイズの拡大縮小、および、サイズと独立なストロークの太さ制御が可能である。ストローク形状を文字セット内で統一でき、また、特定種別のストロークの生成形状の変更により当該ストロークを含む全文字の形状の様な変更が可能である。以上より、本方式は文字フォント表現方式として望ましい特徴を備えているといえる。

次に、本方式におけるストロークの輪郭形状の生成法について述べる。

## 2.2 ストローク輪郭の生成

本方式による文字形状の生成法の基本は、上記のストローク情報から、そのストロークの輪郭図形を生成することである。このことを、例を用いて説明する。図2.1は、ストローク種別「左払い」のゴシック体ストロークについて、その骨格点と輪郭生成法との関係を示したものである（簡単のためやや単純化した）。図で黒丸印が骨格点 ( $S_1, S_2, S_3$ ) である。ストローク種別と骨格点列（の位置）と個別形状パラメタ ( $P_a, P_b, P_c, W_1, W_2, W_3$ ) とが、本ストロークのストローク情報であるものとする。このストローク情報からストロークの輪郭図形を求めるために、まず、輪郭特徴点の列を求める。輪郭特徴点とは、ストロークの輪郭線上の点であり、それらの間を適当な曲線（直線、円弧、ベジエ曲線等）で補間することによって輪郭曲線が得られる。特徴点間を補間する曲線の線種は、予め、当該ストローク種別の形状設計時に、ストローク種別内の部分毎に定められている。

さて、次にストローク輪郭曲線の生成法の概略を説明する。図2.1に示したストローク種別「左払い」は、「行」という字の第1, 2画のように、上方S1から始まりS2を経て左方向に曲がりつつ下方に進みS3で終わるストロークである。ストロークの上端には筆の入りの形状を表現できるように、Pa, Pbの2種のパラメタを用意した。ストロークの下端はパラメタPcをもつ。パラメタW1, W2, W3は、上端、中間、下端の太さを指定する。以上から、図のように輪郭特徴点A, B, C, D (= S3), E, F, G, H, Iを得る。3点A, B, CとE, F, Gとをそれぞれ後述の「擬似スプライン曲線」で補間し、3点C, D, EとG, H, Iをそれぞれベジエ曲線で補間し、I, A間を直線で補間する。

以上より図2.1に指定された「左払い」ストロークの輪郭図形が生成できる。

### 2.3 文字形状の合成

文字を構成する各ストロークの輪郭を生成して貼合わせると、基本的には、その文字全体の輪郭形状が生成できる。しかし、ストローク同士のつながりの部分では、単なるストローク輪郭の貼合わせでなく、接合部分の変形が要求される場合がある。これをストロークの接合部整形と呼ぶ。

ストロークの先頭および末尾の骨格点が、他のストロークの骨格点と重なったとき、あるいは、骨格点とは重ならず骨格線（骨格点間を結ぶ線分）上に乗ったときに、接合部整形の条件が成立するものとする。このとき、更に接続関係の詳細を調べ、当該ストロークの輪郭に変形を加えることが出来る〔10〕。

本方式では、ストロークの接続関係を調べて、必要ならば、ストローク輪郭を変形した上で、各ストロークを指定の位置に貼合わせ当該文字の輪郭を合成する。

以上の方法により、「家」という文字のゴシック体パターンについて、骨格情報より輪郭形状を生成する例を図2.2に示した。

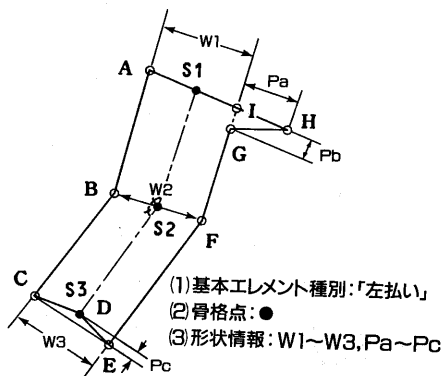


図2.1 ストローク情報

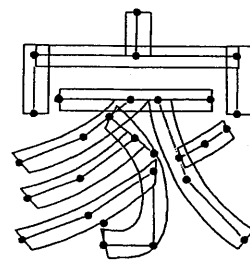


図2.2 文字パターンの生成

### 3. ゴシック体漢字への適用

#### 3.1 ストローク種別

文字フォントを設計するには、まず、そのデザイン方針を定める。その基本はエレメントの設計である。ゴシック体漢字フォントについて、文字デザイナーの協力によりエレメントの基本を設定し、それを効率的に実現するためのストローク種別の設定とその形状の設計を行なった。

文字フォントの作成において、オペレータが骨格情報を指定する際の効率には、ストローク種別の個数、ストローク種別の明解さ、1文字の形状を表現するためのストロークの個数等が影響する。妥当なストローク種別とその形状設計は最初から定められるものではなく、実際に文字パターンの作成作業に適用し、その際の作業効率や作成結果の文字形状の品質等を参考にして幾度かの改訂を重ねることによって、完成に近づいて行くものといえる。

本方式の場合、約3000字（JIS第1水準）の作成実験を経た段階で、ゴシック体（より詳細には、角ゴシック体）の漢字の16種のストローク種別とその骨格点および形状パラメタの種類を定めた。ストローク種別とそのストロークの基本的な形状を図3.1に示す。表3.2には、ストローク種別を構成する骨格点の数を示すと共に、各ストローク種別が、いくつかの文字のどのストロークで用いられているかを例示した。この表から、「家」という字は、

「横線」2本、「縦線」3本、「左払い」4本、「右払い」、「流れ」各1本のストロークより成っており、文字全体を構成する骨格点数は合計30個である。

ストロークの設計においては、ストローク種別と骨格点位置に加えて形状パラメタを設定する必要がある。これには、ストローク種別毎のストロークの形状の取り得るバリエーションを考え、そのための輪郭特徴点を想定し、それらを生成するための形状パラメタを設定するという設計過程をとる。ここでは詳細を省略するが、ストローク種別「横線」の輪郭特徴点の個数は10個であり、2.2で簡略化した例を示したストローク種別「左払い」の実際の輪郭特徴点数は11点である。また、形状パラメタの個数は、前者で7個、後者で12個である。形状パラメタの役割は、ストロークの太さ、端辺の角度、ストロークの始終端の形状変化等を与えることである。

ストロークの設計は、基本的なデザインを共通にする、ある程度の書体のバリエーションに対処し得るように行なった。つまり、ここで設定したストローク仕様を用いて、（同一の書体グループに属する）複数のフォントが生成できる。あるフォントにおいては全く用いられない形状パラメタが、他のフォントでは重要な意味を持つことがある。

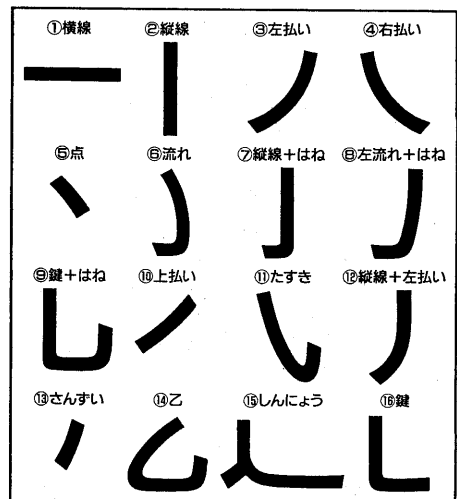


図3.1 ストローク種別

ストローク種別のセットは、基本的なデザインを異にするような別書体に対しては、改めて設計する必要があるものと考え。このとき、ある書体では同じストローク種別に属していた2つのストロークが、別の書体では異なるストローク種別に属することがある。更に、前にも触れたが、同一の書体に対してストローク種別のセットの設定法には任意性がある。必要なことは、設定したストローク種別を組合わせて、対象の書体のエレメントが効率的に生成できることである。

### 3.2 ストロークの輪郭曲線

本方式の書体対応のストローク設計は、ストローク種別の設定、その形状を制御する骨格点と形状パラメタの設定、これら骨格情報に基づく輪郭特徴点列の生成法と、輪郭特徴点列の補間法の決定という一連の設計項目を含む。本項では、この中の最後の項目に関して、輪郭特徴点の補間曲線について述べる。

さきに、「左払い」ストロークについて、ストローク情報からの輪郭特徴点の生成法と補間法について紹介した(2.2)。このストロークでは、補間曲線として、直線、擬似スプライン曲線およびベジエ曲線を用いていた。ゴシック体漢字のストローク種別全体についての輪郭特徴点の補間曲線としては、この他に、円弧を用いている。

一般には、対象フォントの書体デザインが異なると、ストローク種別の設計が異なることは、前に述べた通りである。しかし、このことは、輪郭特徴点間の補間曲線の種別にまでは影響しないようである。つまり、対象フォントの書体デザインが異なっても、上記の補間曲線以外の曲線を追加する必要は少ない。むしろ、輪郭ベクトル方式による英文字の実用化例を見ると、3次式ベジエ曲線で広範囲の書体の輪郭を表現している〔4〕。

表3.2 ストローク種別とその用途

(注) 第4フィールド以下は、第1行に記す文字を構成する各ストロークが属するストローク種別を示す。数字は、当該文字を構成するストロークを筆順に並べたときの番号である。

| NO | ストローク種別 | 骨格点 | 荒       | 家        | 羽   | 池   | 式     | 込   | 乙 |
|----|---------|-----|---------|----------|-----|-----|-------|-----|---|
| 1  | 横線      | 2   | 1,5     | 3,5      | 1,5 | 4   | 1,3,5 | 1,5 | 1 |
| 2  | 縦線      | 2   | 2,3,4,8 | 1,2,4    |     | 6   | 4     |     |   |
| 3  | 左払い     | 3   |         | 6,8,9,10 |     |     |       | 2   |   |
| 4  | 右払い     | 3   |         | 11       |     |     |       | 3   |   |
| 5  | 点       | 2   |         |          | 3,7 | 1,2 | 6     | 4   |   |
| 6  | 流れ      | 5   |         | 7        |     |     |       |     |   |
| 7  | 縦線+はね   | 4   |         |          | 2,6 |     |       |     |   |
| 8  | 左流れ+はね  | 4   |         |          |     | 5   |       |     |   |
| 9  | 鍵+はね    | 4   | 9       |          |     |     |       |     |   |
| 10 | 上払い     | 3   |         |          | 4,8 |     |       |     |   |
| 11 | たすき     | 4   |         |          |     |     | 2     |     |   |
| 12 | 縦線+左払い  | 3   | 7       |          |     |     |       |     |   |
| 13 | さんずい    | 3   |         |          |     | 3   |       |     |   |
| 14 | 乙       | 4   |         |          |     |     |       |     | 2 |
| 15 | しんによう   | 5   |         |          |     |     |       | 6   |   |
| 16 | 鍵       | 3   | 6       |          |     |     |       |     |   |

ところで、ある程度の表現力を持った曲線の間では、曲線の種別の選択の問題が、フォントの編集（入力・修正）を対話型で行なう場合の操作性の観点から論ぜられることが多い。これは、輪郭ベクトル方式の保持パターンを表現する輪郭曲線形状そのものを、文字フォントを編集するオペレータの操作対象にするためであろう。

本方式による文字形状の保持・生成法では、通常、フォント編集オペレータの操作対象は骨格情報であって、輪郭形状はその結果としてコンピュータによって生成されるものである。しかし、輪郭生成後の編集の可能性も残したい。また、出力処理の複雑さや処理性能との関係からも、輪郭曲線の種別の特性を考慮しておく必要がある。

次に、4種の輪郭曲線がどのようなストローク種別に用いられるかを述べる。

- ・直線は、ゴシック体の漢字では、ほとんど全てのストロークで用いる。直線は、2点の輪郭特徴点に対して指定される。
- ・円弧は、「縦線+左払い」の左への曲がりのところに用いる。円弧は、弧の両端の2点の輪郭特徴点と中心とで指定される。
- ・擬似スプラインは、「左払い」、「右払い」、「上払い」、「さんずい」等で用いられ、前に述べたように、その上を通る3点に対して指定される。
- ・ベジエ曲線は、全てのストローク種別で用いられ、頻度も直線より更に多い。ベジエ曲線は、3点または4点の輪郭特徴点に対して指定され、そのうち両端の2点を通り、指定の3角形または4角形の中に収まる。

ここで、擬似スプライン曲線について述べる。

図3.3は、点 $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ および $P_3$ を通る擬似スプライン曲線とする。点 $P_1$ における $P_{i+1}$ 側の接線ベクトルを $T_i$ と記し、点 $P_{i+1}$ における $P_i$ 側の接線ベクトルを $S_{i+1}$ と記す（ $i$ は0, 1, 2）。

中間点 $P_{j+1}$ における接線ベクトルの方向は線分 $P_j P_{j+2}$ に平行である（ $j$ は0, 1）。接線 $T_0$ が $P_0 P_1$ となす角は角 $P_1 P_0 P_2$ に等しく、接線 $S_3$ が $P_3 P_2$ となす角は角 $P_1 P_3 P_2$ に等しいものとする。接線 $T_0$ と $S_1$ の大きさは $P_0 P_1$ 、接線 $T_1$ と $S_2$ の大きさは $P_1 P_2$ 、接線 $T_2$ と $S_3$ の大きさは $P_2 P_3$ とする。

そこで、擬似スプライン曲線は、2点 $P_1$ および $P_{i+1}$ を通り、両点での接線ベクトルが $T_i$ および $S_{i+1}$ である3次曲線である。これは、4点 $P_1$ 、 $Q_i$ 、 $Q_{i+1}$ 、および $P_{i+1}$ を制御点とするベジエ曲線でもある。ここで、

$$Q_i = P_1 + T_i / 3$$

$$Q_{i+1} = P_{i+1} + S_{i+1} / 3$$

である。

直線はベジエ曲線の特別の場合として表現でき、円弧はベジエ曲線で近似できる〔14〕。従って、本方式で輪郭特徴点の補間に用いている曲線は、全て、ベジエ曲線に置き換えられる。

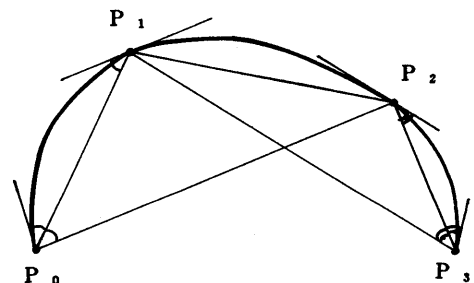


図3.3 擬似スプライン曲線

### 3.3 文字生成例

本方式に基づき文字パターン編集プログラムを試作した。模範となる文字の概形を画面上に表示し、それをなぞってストローク情報を入力していく対話プログラムである〔11〕。図3.4には、「家」という文字について、太さと端辺形状の変形例を示す。図3.5には、JIS規格約6000字のゴシック体漢字を試作する際に設定したデザイン方針（これを全域的形状パラメタに反映した）による文字生成例を、いくつかの太さについて示す。

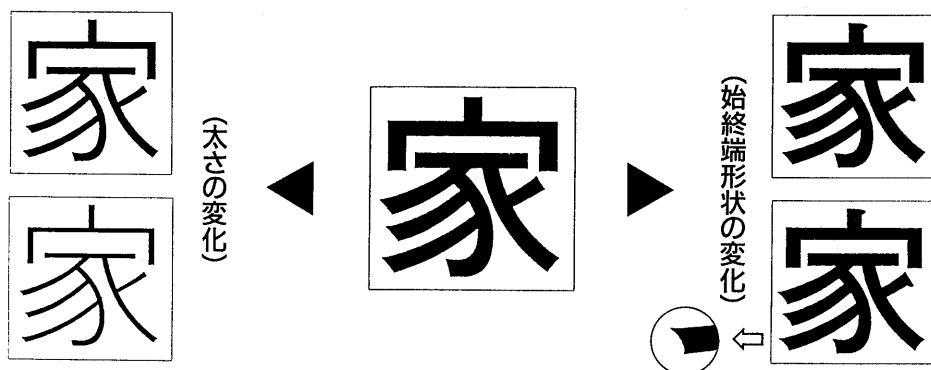


図3.4 太さと形状の変形例

太さ拡大率

100%

ROA1 ROA2 ROA3 ROA4 ROA5 ROA6 ROA7 ROA8 ROA9 ROA10  
亜 啞 娃 阿 哀 愛 挨 始 逢 葵

80%

ROA1 ROA2 ROA3 ROA4 ROA5 ROA6 ROA7 ROA8 ROA9 ROA10  
亜 啞 娃 阿 哀 愛 挨 始 逢 葵

60%

ROA1 ROA2 ROA3 ROA4 ROA5 ROA6 ROA7 ROA8 ROA9 ROA10  
亜 啞 娃 阿 哀 愛 挨 始 逢 葵

40%

ROA1 ROA2 ROA3 ROA4 ROA5 ROA6 ROA7 ROA8 ROA9 ROA10  
亜 啞 娃 阿 哀 愛 挨 始 逢 葵

20%

ROA1 ROA2 ROA3 ROA4 ROA5 ROA6 ROA7 ROA8 ROA9 ROA10  
亜 啞 娃 阿 哀 愛 挨 始 逢 葵

図3.5 文字生成例

(288dpi 文字サイズ128ドット)

## 4 . 結 び

ストローク種別に基づく骨格ベクトル文字方式の概要と、そのゴシック体漢字への適用法について述べた。

本方式の特徴は、文字サイズの変形のほか、ストロークの太さの変形、および、ストローク末端の角度や形状の制御を、フォント内の各文字のデザインの統一性を保ちつつ実現できることである。

### 参考文献

- 〔 1 〕 FRANK, A. J. : PARAMETRIC FONT AND IMAGE DEFINITION AND GENERATION;  
PROC. AFIPS FJCC(1971)
- 〔 2 〕 BIGELOW, C. : DIGITAL TYPOGRAPHY; SCIENTIFIC AMERICAN, VOL. 249, NO. 2(1983)
- 〔 3 〕 大山他 : 高品質文字フォント生成のための文字輪郭線ベクトル化方式 ;  
情報処理学会第 29 回全国大会(1984)
- 〔 4 〕 ADOBE SYSTEMS INC. : POSTSCRIPT REFERENCE MANUAL; ADDISON-WESLEY(1986)
- 〔 5 〕 KNUTH, D. E. : THE METAFONT BOOK; ADDISON WESLEY(1986)
- 〔 6 〕 HOBBY, J. D. & GU, G. : A CHINESE META-FONT; STANFORD UNIV. STAN-CS-83-947(1983)
- 〔 7 〕 高木, 坂元 : 高品質明朝体ひらがなカタカナ・フォントの計算機による生成 ;  
信学論 VOL. J68-D, NO. 4(1985)
- 〔 8 〕 杉田他 : マルチ・フォント漢字合成器 ; 信学会研究会 IE 81-120(1981)
- 〔 9 〕 梶田他 : 毛筆書体の生成アルゴリズム ; 情報処理学会第 32 回全国大会(1986)
- 〔 10 〕 菊池他 : 字体のパラメトリック基本エレメント貼付け方式による  
高品質文字形状生成方式 ; 情報処理学会第 29 回全国大会(1984)
- 〔 11 〕 国西他 : ベクトルフォント編集プログラムの機能と方式 ;  
情報処理学会第 29 回全国大会(1984)
- 〔 12 〕 日本規格協会 : J I S C 6 2 2 6 情報交換用漢文字符号系 ; (1983)
- 〔 13 〕 大町 : レタリングエッセンス ; 日本文芸社(1981)
- 〔 14 〕 山口 : コンピュータディスプレイによる形状処理工学〔II〕 ;  
日刊工業新聞社(1982)