

和欧混合文書組み版システムの試作と組み版規則の検討

長谷部紀元 亀山豊久

図書館情報大学

1. 概要

JTROFF は科学技術などの分野で使用される、和文と欧文が混在した論文、書籍などの文書を汎用電子計算機で出版物の品質で組み版、出力するためのシステムである。和字について、字種毎に異なる字幅を持つフォントを前提としている点で、通常の和文の組み版とは方針が異なる。JTROFF は日本語エディタなどで作成した原稿を入力、組み版し、結果をドット・イメージとして出力する。

質のよい組み版を行うものとして、印刷業界には当然のこととして高度な専用システムが存在する。しかしこれを原稿執筆者が直接に利用するには、原稿記述の方式が複雑すぎるなど種々の困難がある。さらに本質的な問題として、汎用電子計算機の上での情報生産・処理の環境を利用できないことがある。ここでの目的は研究者が自分の研究環境の上で、最終的な出版物の形を制御できる機能をもった原稿を容易に作成するための手段を用意することである。

本稿では、和文と欧文の混合した文書を統一的に組み版するための規則についての検討と、それに基づいて組み版を実現するための、JTROFF で使用したアルゴリズムとその実現方法について報告する。これによれば、通常の清書システムと同程度の簡便な入力原稿を統一的なアルゴリズムによって処理し高品質の組み版出力を得ることができる。

JTROFF は、UNIX[1] で使用されている欧文用の組み版プログラム troff[2] を基に、和文に対する処理を新に組み込んで開発した。troff は計算機制御の写真植字機で版下を作成するためのものである。汎用計算機の環境が利用できる上に、作表や数式表示、さらには図形の表示などのための、多数の補助プログラムが用意されていて、応用範囲が極めて広い。JTROFF はこのような環境を充分に利用できるよう設計を行った。さらに新たな補助プログラムを開発することも容易である。

なお汎用電子計算機の上で和文と欧文の混合組み版を行うシステムとしては、T_EX を基にしたもの[3] が発表されている。

2. 横組み和文の組み版規則

ここでは JTROFF の和文組み版の内部的な処理の基本方針について述べる。

2.1 欧文組み版との統合

JTROFF は和文の組み版を欧文組み版と調和させることを目的としている。それで、欧文に関する規則やページ仕上げなどの全体的な規則については、欧文のものをそのまま使用した。欧文の組み版については[4] に詳しく解説されている。和文については、以下に述べるように欧文組み版の基本概念である“語”を使用して、和文組み版の規則[5, 6] を再構成した。

組み版での最も基本的な処理は、出力ページの行長に合わせて追い込みと改行を行ったあと、行長を調整して右端を揃えることである。この処理を行う上での和文と欧文との最も大きな差異は、欧文の単位がアルファベットが連続して並んでいる“語”であるのに対して、和文では単独の文字であることである。これを統一的に処理するため、JTROFF は和文を構成する和字、つまり漢字や仮名を内部的には1文字で“語”として扱うことを基本とした。

原稿中の和字は、文字を単位に語として切り離れたあと、欧文の語と同様の処理を行なう。この操作によって和文

は、欧文と基本的に同じアルゴリズムで処理することができる。

2.2 禁則

和文の組み版で最もよく問題にされるのは“禁則”である。これは従来の規則では、ある種の約物（やくもの、句読点や記号）に対して行頭あるいは行末に位置することを禁止するという形で表現されている。JTROFFではこれを語の概念を援用して別の形に規則化した。

例えば行頭の禁則文字、つまり行頭に位置することが禁止されている“()”や“.”などの約物は、それに先立つ和字と融合した語とする。語はハイフネーションなどの特別の場合を除いて2行にまたがることはないので、行頭の禁則文字は必ず他の字の後に位置することになり、禁則と同じ結果をより整理されたアルゴリズムで得ることができる。

連続した約物について、途中で改行することを禁止している禁則の場合にも、合わせて1語とすることにより、統一的なアルゴリズムで目的を達することができる。

もともと禁則は、約物と和字との間の連結性に由来しているのであるから、JTROFFの規則の方が自然である。従来の禁則が別の表現をとっているのは、ここで使用している意味での語の概念が存在しなかったためであろう。

2.3 アキと行長の調整

アキは植字される文字と文字の間に意図的にとるスペースであり、印刷物の可読性の上で大きな意味を持っている。主として問題となるのは、約物の前後にとるアキと、和字とアルファベットである欧字や数字との間の字種の変化点でのアキである。

現行の組み版規則では約物は、アキを抱き合わせて全角（漢字の字幅）あるいは2分（にぶん、全角の1/2）などという固定的な幅を持つものとして取り扱われている。従って約物の前後には自動的にアキがとられる。それでアキの幅を変更することは即ち、それに付随する文字を同じ字の別の幅を持つものに交換するということになる。

行長の調整においても、交換によってアキの量を変更するのが基本になっている。しかしながら、この方法では行中のアキが不均一になることが避け難い。また、作業上にも大きな無理がある。それで通常の組み版規則では、約物については行の右端からはみ出てもよい（ブラ下げ）、などという逃避規則が設けられている。この方式は全ての字が全角であった和文組み版の歴史と、作業上の便法に由来している。

これに対してJTROFFは、和字を可変な文字幅を持つフォントで植字することを前提としている。それで欧文の方式を採用して、約物の字幅からアキを切り離すこととした。代りに、アキが必要なところでは語を分け、その間にスペースをおくことにした。

行長の調整は欧文の場合と同様に、調整分を行中の既に存在するスペースに分配する方式で行なう。従ってブラ下げは必要がない。

この場合、1語としてとりあつかう和字の間に通常はスペースを置かないという、欧文には存在しない事情が問題となる。JTROFFでは和字の間に、欧文の語間のスペースに対応する、微小な字間のスペースを置くことにした。このようなスペースの置き方の点で和字の語は欧文本来の語とは異なるところがある。JTROFFでの語については、あとで詳しく述べる。

2.4 例外手段

アキのための語への分割が禁則に抵触することは、禁則の性質からありえない。禁則のための語への分割がアキの必要性和矛盾することもほとんどない。しかし種々の例外的な場合に備えて、JTROFFの標準処理に優先してアキを禁止するための手段や、任意の字の間の改行を禁止ないし許可するための手段を用意してある。

和文のアキを欧文の語間スペースと同等に取り扱う方式では、現行の組み版規則で行われている、前後の状況によってアキの幅を変更するようきめ細かな処理はできない。これが必要かどうかは実験によって確めるべきことである。実験のために、任意の幅のアキを任意の場所に置くための手段を用意した。

3. 原稿の記述法

ここでは前章で述べた内部処理の方針に基づく、JTROFF システムへの入力原稿の記述方法の基本について述べる。方針は、自然で容易な記述によって、複雑な指定の必要なしに、品質の高い組み版結果が得られるようにすることである。JTROFF の基礎となっている troff との共通の事項については、文献に譲ることとして簡単に触れるに止める。なおあとでも述べる通り、記述方法をより柔軟なものに拡張することは容易である。

3.1 用字法

和文のうち漢字や仮名などの和字は JIS C 6226 に準拠したコードで入力する。種々のシステムで用いられている JIS コードの間の細かな差は、変換プログラムによって容易に処理できるので問題にならない。JIS C 6226 に基づくコードで記述される文字を以下では簡単のために JISCII と呼ぶ。JISCII で入力された文字は、和文用に用意されているフォントで出力する。片仮名は JIS C 6226 に含まれているので、JIS C 6220 で定義されているコードは使用していない。

欧文は欧字、数字、約物とも ASCII 7 ビットコードで入力する。以下これを ASCII と呼ぶ。ASCII で入力された文字は全て欧文用に用意されているフォントで出力する。

JISCII は欧字、数字や約物など、ASCII と共通の字種を含んでいる。しかしながら JTROFF は、これら和字以外の字種に対する特有の組み版規則の適用を容易にするため、和文の中でも、これらの字種については JISCII のものを使用しないことを原則としている。元来、これらの字種は和字に合わせて無理に書体の設計が行われているために植字効果が悪く、通常の印刷物では使用しないのが原則である。また、スペース文字についても ASCII を使用することとし、JISCII は使用しない。

言語あるいは文字集合毎の組み版規則の適用を、コードの種別によって切り替える方法は自然で容易な記述法と考えられる。このような用上の便法のために、JISCII で入力されたものは、全て和字であるとして処理することが可能である。JISCII でしか記述できない約物については、現在のところ禁則などについて例外としての指定が必要である。

3.2 組み版制御情報

JTROFF の入力原稿は本文の他に、組み版の書式を制御するための情報を含む。troff の組み版制御情報には、細かな指定をするための基本的な機能が多数用意されており、和文の組み版にも応用できるものが多い。

制御情報は形態上次の 2 種がある。

i. 制御要求 (request)

要求であることを示す特別な文字 (“.”) で始まる行の形をしている。要求の種別は ASCII 文字 2 文字以内の要求名で与える。troff の制御要求の中で和文にも適用できるものには、改行 (break)、頭字下げ (indent)、中央揃え (centering)、柱 (title) など多数がある。

ii. 制御文字列 (escape sequence)

特別な文字 (エスケープ文字、“\”) で始まる文字列であって、本文の中に埋め込んで使用する。制御文字列の機能はエスケープ文字の次の 1 文字で指定する。制御文字列の中で和文にも適用できるものに、作表のための文字列長計算機能など多数がある。

制御要求、制御文字列とも各種のオペランドをとるが、JTROFF ではオペランドの文字列として和字を指定できる。

なお troff 同様、制御情報の指定が複雑になる場合には、制御要求と全く同じ簡単な使用方法ができる、マクロにまとめる方法がある。マクロ・パッケージの使用によって、JTROFF の機能を大きく拡張することができる。

JTROFF に新しく組み込んだ制御要求と制御文字列を表 1 に示す。

制御要求	機能
.JP	和字のフォントの種類とフォント番号の対応をつける。
.JF	和字のフォントを番号で指定する。
.JZ	和字のサイズをポイント数で指定する。
制御文字列	機能
\F	和字のフォントを番号で指定する。
\Z	和字のサイズをポイント数で指定する。
\M	全角のサイズのアキを挿入する。
\N	2分 (半角) のサイズのアキ挿入する。
\T	3分 (全角の 1/3) のアキを挿入する。
\Q	4分 (全角の 1/4) のアキを挿入する。
\O	8分 (全角の 1/8) のアキを挿入する。
\B	次文字との間での改行を許可する。
\X	次文字との間での改行を禁止する。

表 1. jtprep の制御情報

3.3 本文

禁則とアキの二つの問題は下に述べるように、スペース文字による一種の分かち書きを使用することによって、極めて自然に実現できる。

3.3.1 和文による本文

原稿の上での表現および組み版時の処理の基本は、通常の和文の習慣と同じである。原稿の上の改行は意味を持たず、和字間のスペース文字は無視される。組み版時には追い込みを行う一方、行長に合わせて任意の和字の間で改行を行う。

3.3.2 欧文による本文

欧文に関する組み版規則は通常の習慣と同じであり、スペース文字または改行で語の切れ目を表す。欧字の中で ASCII に存在しないものは、troff と同じ制御文字列として入力する。

3.3.3 和文中の欧字、数字、約物

ASCII で入力することを原則とする。ASCII とそれに隣接するスペース以外の文字との間で改行が起きることはない。JISCI にはかない約物についてはそれを使用する。

3.3.4 アキ

和字と欧字、数字、約物との間に置く“アキ”はスペース文字または改行で表現する。アキは組み版出力の行頭、行末では当然のことながら消去される。

例外的な場合として、和字と和字あるいは JISCI で指定された文字一般との間にアキをとりたい場合は、アキを指定するための制御文字列を使用する。スペース文字によるアキの幅が組み版上不適当である場合にも、アキ指定を代りに使用する。

3.3.5 禁則

例えば行頭の禁則については、和字とそれに続く約物である禁則文字の間にスペース文字を置かず、最後の約物の後にスペース文字を置く。

JISCI の約物を使用して JISCI が連続することになった場合には、JISCI の間に改行禁止の制御文字列を挿入する。

3.3.6 操作性

上に述べてきたように JTROFF では、通常の文章の記述法と同様の自然な方法で原稿を作成すれば高品質の出力を得ることができる。和文は JISCII で入力すればよく、改行は任意の文字位置で行ってよい。欧文および数字、記号は ASCII で入力すればよく、スペースまたは改行が語の切れ目となる。アキは自然な場所にスペースまたは改行を置くことで生成される。

4. インプリメンテーション

4.1 JTROFFの構成

JTROFF は UNIX Version 7 で稼働している PDP-11/44 で開発した。JTROFF のプログラム構成とその間のデータの流れを図 1 に示す。これらのプログラムは 1 個のコマンドによって一体のものとして起動される。

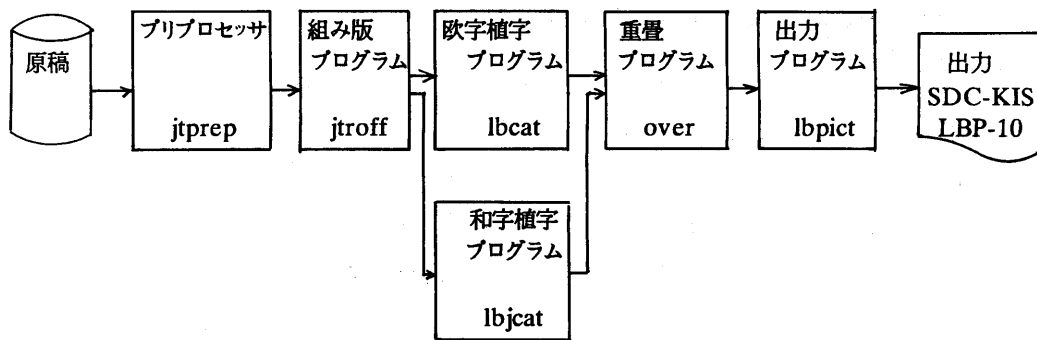


図 1 JTROFF のプログラム構成

以下に JTROFF の主要構成要素であるプリプロセッサ jtprep と組み版プログラム jtroff の機能の概要を述べる。なお jtroff からの中間的な組み版の結果は、ASCII 部分と JISCII 部分に分けられ、それぞれ別個の植字プログラムである lbcat と lbjcat によってページに対応するドットイメージに変換される。両者は重量プログラム over によって合成されたあと、ドットイメージ出力プログラム lbpict によってレーザービームプリンタに出力される。これらのうち lbcat と lbjcat が使用するフォントのファイル形式については、troff のドットプリンタへの UCB で開発された応用版である vtroff のものを基にしている。

現在レーザービームプリンタとしては分解能 240 dot/inch の SDC-KIS/LBP-10 を使用している。和字のフォントは 40×40 ドットのものである。JTROFF はこれらの物理的な要素の変更に対して容易に対処できる柔軟なソフトウェア構成になっている。

4.2 プリプロセッサ jtprep

JTROFF への入力原稿を jtroff の入力形式に変換する。和文に固有の処理は全てここでここなう。最低限度のものとして必要な機能は次のとおりで、極めて単純である。

- i. 和文の語への分割
連続する JISCII の間にスペース文字を挿入する。
- ii. JISCII の変換
JISCII の字種に依存する情報をフォントファイルなどから収集して jtroff の入力形式へ変換する。
- iii. JTROFF 制御情報
JTROFF 固有のアキ指定などの組み版制御情報を jtroff の形式へ変換する。

図 2. に jtprep と jtroff の処理を示す。

- a. JTROFF への入力原稿
 _ は ASCII スペース
 今日は, _1985_年_5_月_8_日です.
- b. jtprep の出力
 𐀀 は JISCH の jtroff への入力形式
 𐀀 𐀁 𐀂 𐀃 𐀄 , 1985 年 5 月 8 日 𐀅 𐀆 𐀇 𐀈 𐀉 𐀊 .
- c. jtroff の追い込み処理の結果
 𐀀 𐀁 は JISCH に対する jtroff の内部表現
 | は字間スペース
 _ は語間スペース
 𐀀 | 𐀁 | 𐀂 | , 1985 年 5 月 8 日 | 𐀃 | 𐀄 | .
- d. jtroff の出力
 今日は, 1985 年 5 月 8 日です.

図 2. JTROFF における和文の処理

4.3 組み版プログラム jtroff

jtroff は troff に和文を取り扱うための改造を施したものである。そのために導入したデータ構造とアルゴリズムについて述べる。

なお、改造の量は troff の全体約 9000 行に対して約 1000 行である。

4.3.1 JISCH の表現

JISCH は jtroff への入力データの上では下のような形式で表現される。

```
\J'2033'\W'48'\F'01'\P'0a'\I'000a'
```

この形式は troff の制御文字列に合わせたもので、troff の旧来の処理の中を通過するのを容易にしている。'にはさまざまなパラメタはすべて 16 進数である。'J に先導されたパラメタは文字の JISCH コードを、\W は文字の幅を、\F はフォント番号を、\P は文字のサイズを、\I は和字の前後の文字間隔をそれぞれで表わす。このうち字幅に関する情報は jtprep がフォントファイルから入力するものであって、文字種毎に可変である。その他のものは jtprep が原稿中の制御情報などから生成する。

jtroff はこれを文字単位にバッファに格納し、それへのポインタを ASCII と同等に取り扱う。但しマクロの処理など中間過程では、上記形式の文字列のまま処理している。

4.3.2 アキの指定

字間のアキの指定は JISCH と同じ形式をしている。通常の JISCH とは文字コードが '2020' であることで区別される。アキの幅は \W の値で指定する。

4.3.3 語としての和字

jtroff にとっての語は、ASCII スペースまたは改行によって区切られた文字列である。欧文と同様に JISCH がこれらによって区切られているところを語の境界として処理する。JISCH が他の文字と連続していれば複合した語となる。

4.3.4 追い込み

jtroff は語を基本単位として次のような 2 段階の処理によって出力行を作成する。

- a. 追い込み (filling)
1 行の長さに入る限りの語を集める。語間には適切な幅のスペースを設定する。行頭、行末に位置するスペースは消去する。
- b. 行長調整 (adjusting)
行の右端が指定された行長に合うように、行長の余りを行中のスペースに追加配分する。

jtroff が取り扱うスペースの入力形式には次の 3 種類がある。

- i. ASCII スペース
改行は ASCII スペースに変換される。
- ii. アキ指定
- iii. JISCII の jtroff 形式での \I による文字間の幅の指定

一方、追い込み処理で作りに出されるスペースは次の 2 種類である。

- I. 語間スペース
欧文の組み版において語と語の間におかれるもの。
- II. 和字間スペース
和文の組み版のために新しく導入したもの。

jtroff への入力の上でのスペースと組み版出力上のスペースとの間の変換は次のように行う。

1. アキ指定は指定された幅の和字間スペースとする。
2. ASCII スペースが ASCII 文字に隣接して存在する場合には語間スペースとする。この幅は欧文用の標準値である。
3. ASCII スペースはその両側が JISCII あるいはアキ指定である場合には無視する。
4. JISCII 同志または JISCII と ASCII が連続している場合には、その間に iii で定められる幅の和字間スペースを挿入する。前後の JISCII での値が異なるときには大きいほうの値をとる。片方が ASCII の場合には JISCII だけで定める。

このスペースに関する変換処理は追い込み処理以外でも行われる。入力行を追い込み処理しないでそのまま出力行とする場合、文字列の長さを計算する場合などがそれにあたる。

4.3.5 行長の調整

行長の調整に当たっては、上のようにして基本的な幅を決定した各スペースに対して、行長の余り分をその幅に比例して配分する。但し、和字間スペースに対しては適当なゲタを履かせることにしている。これは語間スペースのほうが遙かに大きいため、配分の結果として語間スペースが不当に大きくなってしまふのを防ぐためである。

5. プリプロセッサによる JTROFF の拡張

3 章では jtroff の機能を直接的に使用するだけの極めて単純なレベルのプリプロセッサについて述べた。これは組み版プログラム本体とは独立であるので、より使い易く高機能のものに拡張することが容易である。ここではその可能性のいくつかについて述べる。

5.1 JISCII から ASCII へのコード変換

和文の混在した原稿を作成するためには日本語エディタを利用する必要がある。日本語エディタのある種のものであるが、和字である JISCII と欧字である ASCII の混在したテキストを作成するのは、JISCII のみのものを作成するのに比較して操作性が悪い。さて、ASCII の文字種は全て JISCII に含まれているが、JTROFF はこれを使用しないことを基本としている。

従って本来 ASCII であるべきものを操作性のよい JISCII で入力しておき、プリプロセッサで ASCII へ変換することが無理なく可能である。

さらに JISCII で定義されている約物でありながら、横書きの和文では欧文での対応するものを使用する習慣のものがいくつかある。前項と同じ操作性の観点から JISCII の入力を ASCII の対応物に変換するのがよい。表 2 にそれを示す。

JISCII	ASCII
、	，
。	．
「 」	‘ ’
『 』	“ ”

表 2. 約物の横組み和文用の変換

5.2 アキの幅の調節

JTROFF の組み版出力の基本は、和文同志の間にはアキを置かず、和字と欧字、数字の間には欧文の語間と同じアキを置くというものである。このアキの幅は和文組み版では 3 分と呼ばれているものに相当する。

このアキの幅は標準的な習慣では 4 分であり、実際前項で使用している 3 分では少し大きすぎるように感じられる。また別の事項として格助詞の後に適当なアキを置く分ち書きによって、和文の可読性を向上できる可能性がある。このようにアキの幅を、文脈によって調節することもプリプロセッサに手を加えることによって実現できる。

具体的には JISCII 同志あるいは JISCII と ASCII ではさまれたスペースを適当な幅のアキ指定に変換する。但し文末を示す約物、たとえばピリオドあとのスペースに対してはこの変換は適用しない。

以上 2 種の機能は既の実現されており、オプションとして使用することができる。

5.3 他の拡張

5.3.1 他の言語、文字への応用

前章で述べたように、JTROFF では和文の言語と文字に依存する処理は全てプリプロセッサで行われる。組み版プログラム本体は原型である troff が処理する欧文、特に英文に関するものは別として、言語と文字に依存する処理は全く行っていない。文字のフォントに関する情報も名前として受け取り、植字プログラムに渡すだけである。従って JTROFF は和文ばかりでなく、他の言語と文字による文書に対しても適用できる可能性を有している。これは新しい言語と文字に対するプリプロセッサを用意することによって実現できる。

5.3.2 人工知能的手法の応用

組み版の質をさらに向上させるために、文脈を解析する自然言語処理などの機能をプリプロセッサに組み込む可能性が考えられる。

5.3.3 Literate Programming への応用

Knuth の WEB[7] のような、ソースプログラムとドキュメントが一体となったソフトウェアを一挙に作成するシステムの開発には、汎用の計算機システムの上で稼働する高機能の組み版プログラムの存在が前提となる。JTROFF は日本語の上の WEB 流のシステムの基礎として充分使用できる。

5.3.4 組み版ソフトウェア設計への新しいアプローチ

上に述べたように JTROFF の設計に当たっては、組み版プログラム自体に日本語に直接依存する機能を組み込むことを避けた。この考え形を拡張すると、次のような組み版ソフトウェア設計の新しいアプローチに導かれる。つまり、中核となる組み版プログラムから個別の言語に依存する機能 (cf. ハイフネーション) は一切排除する。

その一方、全世界の言語の組み版を行うための一般的、基本的な機能 (cf. アラビア語に見られる右横書) を整理された形で用意する。このようなプログラムの上に、各種の言語の文法、習慣に対応するプロセッサを準備すれば、全世界の言語を同一の枠組みの上で組み版できることになる。ただこの場合の言語対応プロセッサは前処理だけではなく、ハイフネーションの処理のように相互作用のあるものにする必要があるであろう

6. フォントの開発

6.1 和字的可変字幅フォント

本項の組み版では和文字の幅を全文字種について固定して植字している。これに対して他の部分では仮名文字について字形に応じた幅になっている。これは元来固定字幅であるフォントを元に、幅の情報を目測で設定し直して使用している。比較して明らかのように可変字幅の植字の方が横方向の字の視覚的な連続性がよい。

固定字幅の場合には連続性の悪さを補うために行間隔をより大きく取る必要が生じる。現在の日本の通常の書籍では実際、文字間隔、行間隔とも大きく可読性が悪い。さらに紙面の情報密度を低くすることになって、情報の伝達能力をも低下させている。欧米の書籍と比較して、日本語版がかさ張ることが多いことの原因の一半はこれにあるのではなからうか。JTROFF はこのような観点から可変字幅の和字を基本としている。

6.2 高精度フォント

現在の印刷技術による印刷物の分解能は 1 インチ当り 1000 ドット以上と言われている。従って JTROFF のようにフォントを直接に操作するシステムで、真に印刷物に匹敵する出力を得るためには、一辺 200 ドット程度以上の精度のデジタルフォントが必要である。

ドットプリンタのみならず、将来使用される超高精度のディスプレイ端末のためにも、このようなフォントの開発は必要と考えられる。JTROFF は可変字幅や高精度のフォントを設計するための評価の道具としても有効である。

7. まとめ

本稿は JTROFF システムによって組み版されたものである。使用しているフォント自体に起因する問題を別にして、初期の目的である出版物のレベルに近い品質が得られた。実用性についても、表 1. の作表プログラムとの連動に見られるように充分である。

原稿の記述法は自然なもので、通常の記事とほとんど変わらない原稿で高品質の結果を得ることができる。また、プリプロセッサを変更して、機能を多様に拡張することも容易であるなど、柔軟で拡張性のあるシステム構成とすることができた。

JTROFF で採用した和文組み版の機能を欧文組み版システムに組み込むための手法は、一般の組み版システムへの適用可能性があると考えられる。

(謝辞) 和字のフォントを貸与された (株) 日立製作所に感謝の意を表する。

(参考文献)

1. D. M. Ritchie, K. Thompson. The Unix Time-sharing System. *Comm. Assoc. Comp. Mach.* Vol.17, No.7, p.365-375 (July 1974).
2. Joseph F. Ossaana. *Nroff/Troff User's Manual*. Bell Laboratories, 1977, 33P.
3. 藤田博, 工藤司. “ \TeX 出力システムの開発”. 情報処理学会第 28 回 (昭和 59 年前期) 全国大会講演論文集 (I). 情報処理学会編, 東京, 1984-3, 情報処理学会. 東京, 情報処理学会, 1984, p.243-244.
4. Oxford University Press. *Hart's Rule for Composition and Readers*. Oxford, The University Press Oxford, 1983, 182P.
5. 日本エディタースクール. “横組の組方の原則”. 標準校正必携 第 4 版. 日本エディタースクール出版部, 1981, p.213-228.
6. 大塚享. 写真植字の 15 章. 東京, 印刷学会出版部, 1981, 177P.
7. Donald E. Knuth. Literate Programming. *The Computer Journal*. Vol.17, No.2, p.97-111 (1984).