

LuaTeX-ja パッケージ

LuaTeX-ja プロジェクトチーム

2012 年 5 月 23 日

目次

第 I 部	ユーザズマニュアル	3
1	はじめに	3
1.1	背景	3
1.2	p _T E _X からの主な変更点	3
1.3	用語と記法	4
1.4	プロジェクトについて	4
2	使い方	5
2.1	インストール	5
2.2	注意点	5
2.3	plain T _E X で使う	5
2.4	L ^A T _E X で使う	6
2.5	フォントの変更	7
2.6	fontspec	8
3	パラメータの変更	9
3.1	J _A char の範囲の設定	9
3.2	kanjiskip と xkanjiskip	11
3.3	xkanjiskip の設定の挿入	11
3.4	ベースラインの移動	12
3.5	トンボ	12
第 II 部	リファレンス	12
4	フォントメトリックと和文フォント	13
4.1	\jfont プリミティブ	13
4.2	psft プリフィックス	14
4.3	JFM ファイルの構造	15
4.4	数式フォントファミリ	17
4.5	コールバック	17
5	パラメータ	19
5.1	\ltjsetparameter プリミティブ	19
5.2	パラメーター一覧	20

6	その他のプリミティブ	21
6.1	互換プリミティブ	21
6.2	\inhibitglue プリミティブ	21
7	ℒ _{TEX} 2 _ε 用のコントロールシーケンス	22
7.1	NFSS2 へのパッチ	22
7.2	トンボ	24
8	拡張	24
8.1	luatexja-fontspec.sty	24
8.2	luatexja-otf.sty	24
第 III 部 実装		24
9	パラメータの保持	25
9.1	Lua _{TEX} -ja で用いられる寸法レジスタ, 属性レジスタ, whatsit ノード	25
9.2	Lua _{TEX} -ja のスタックシステム	26
10	和文文字直後の改行	27
10.1	参考:p _{TEX} の動作	27
10.2	Lua _{TEX} -ja の動作	28
11	JFM グルーの挿入, kanjiskip と xkanjiskip	29
11.1	概要	29
11.2	「クラスタ」の定義	29
11.3	段落 / 水平ボックスの先頭や末尾	31
11.4	概観と典型例: 2 つの「和文 A」の場合	32
11.5	その他の場合	34
12	psft	38
参考文献		38

本ドキュメントはまだまだ未完成です。

第 I 部

ユーザーズマニュアル

1 はじめに

LuaTeX-ja パッケージは、次世代標準 TeX である LuaTeX の上で、pTeX と同等 / それ以上の品質の日本語組版を実現させようとするマクロパッケージである。

1.1 背景

従来、「TeX を用いて日本語組版を行う」といったとき、エンジンとしては ASCII pTeX やその拡張物が用いられることが一般的であった。pTeX は TeX のエンジン拡張であり、(少々仕様上不便な点はあるものの) 商業印刷の分野にも用いられるほどの高品質な日本語組版を可能としている。だが、それは弱点にもなってしまった：pTeX という(組版的に)満足なものがあつたため、海外で行われている数々の TeX の拡張(例えば ϵ -TeX や pdfTeX や、TrueType, OpenType, Unicode といった計算機で日本語を扱う際の状況の変化に追従することを怠ってしまったのだ。

ここ数年、若干状況は改善されてきた。現在手に入る大半の pTeX バイナリでは外部 UTF-8 入力を利用可能となり、さらに Unicode 化を推進し、pTeX の内部処理まで Unicode 化した upTeX も開発されている。また、pTeX に ϵ -TeX 拡張をマージした ϵ -pTeX も登場し、TeX Live 2011 では pLaTeX が ϵ -pTeX の上で動作するようになった。だが、pdfTeX 拡張(PDF 直接出力や micro-typsetting)を pTeX に対応させようという動きはなく、海外との gap は未だにあるのが現状である。

しかし、LuaTeX の登場で、状況は大きく変わることになった。Lua コードで ‘callback’ を書くことにより、LuaTeX の内部処理に割り込みをかけることが可能となった。これは、エンジン拡張という真似をしなくても、Lua コードとそれに関する TeX マクロを書けば、エンジン拡張とほぼ同程度のことができるようになったということを意味する。LuaTeX-ja は、このアプローチによって Lua コード・TeX マクロによって日本語組版を LuaTeX の上で実現させようという目的で開発が始まったパッケージである。

1.2 pTeX からの主な変更点

LuaTeX-ja は、pTeX に多大な影響を受けている。初期の開発目標は、pTeX の機能を Lua コードにより実装することであった。しかし、開発が進むにつれ、pTeX の完全な移植は不可能であり、また pTeX における実装がいささか不可解になっているような状況も発見された。そのため、LuaTeX-ja は、もはや pTeX の完全な移植は目標とはしない。pTeX における不自然な仕様・挙動があれば、そこは積極的に改める。

以下は pTeX からの主な変更点である。

- 和文フォントは(小塚明朝, IPA 明朝などの)実際のフォント, 和文フォントメトリック(JFM と呼ぶ^{*1}), そして ‘variation’ と呼ばれる文字列の組である。
- 日本語の文書中では改行はほとんどどこでも許されるので、pTeX では和文文字直後の改行は無視される(スペースが入らない)ようになっていた。しかし、LuaTeX-ja では LuaTeX の仕様のためにこの機能は完全には実装されていない。

^{*1} 混乱を防ぐため、pTeX の意味での JFM (min10.tfm) などは本ドキュメントでは和文用 TFM とよぶことにする。

- 2つの和文文字の間、和文文字と欧文文字の間に入るグルーノカーン (JAglue と呼ぶ) の挿入処理が 0 から書き直されている。
 - LuaTeX の内部での文字の扱いが「ノードベース」になっているように (例えば, `of{}fice` で合字は抑制されない), JAglue の挿入処理も「ノードベース」である。
 - さらに, 2つの文字の間にある行末では効果を持たないノード (例えば `\special` ノード) や, イタリック補正に伴い挿入されるカーンは挿入処理中では無視される。
 - 注意: 上の 2つの変更により, 従来 JAglue の挿入処理を分断するのに使われていたいくつかの方法は用いることができない。具体的には, 次の方法はもはや無効である:


```
ちょ{}っと   ちょ\ノット
```

 もし同じことをやりたければ, 空の水平ボックスを間に挟めばよい:


```
ちょ\hbox{}っと
```
 - 処理中では, 2つの和文フォントは, 「実際の」フォントのみが異なる場合に同一視される。
- LuaTeX-japan では, pTeX と同様に漢字・仮名を制御綴りに用いることができ, \西暦 などが正しく動作するようにしている。但し, 制御綴りに使える和文文字が pTeX・upTeX と全く同じではないことに注意すること。
- 現時点では, 縦書きは LuaTeX-japan ではサポートされていない。

詳細については第 III 部を参照。

1.3 用語と記法

本ドキュメントでは, 以下の用語と記法を用いる:

- 文字は 2 種類に分けられる:
 - JAchar: ひらがな, カタカナ, 漢字, 和文用の約物といった和文文字のことを指す。
 - ALchar: アルファベットを始めとする, その他全ての文字を指す。
 そして, ALchar の出力に用いられるフォントを「欧文フォント」と呼び, JAchar の出力に用いられるフォントを「和文フォント」と呼ぶ。
- サンセリフ体で書かれた語 (例: `prebreakpenalty`) は日本語組版用のパラメータを表し, これらは `\ltjsetparameter` コマンドのキーとして用いられる。
- 下線付きのタイプライタ体で書かれた語 (例: `fontspec`) は L^ATeX のパッケージやクラスを表す。
- 「プリミティブ」という語を, LuaTeX のプリミティブだけではなく LuaTeX-japan のコアモジュールで定義されたコントロールシーケンスに対しても用いる。
- 本ドキュメントでは, 自然数は 0 から始まる。

1.4 プロジェクトについて

プロジェクト Wiki プロジェクト Wiki は構築中である。

- <http://sourceforge.jp/projects/luatex-japan/wiki/FrontPage> (日本語)
- <http://sourceforge.jp/projects/luatex-japan/wiki/FrontPage%28en%29> (英語)
- <http://sourceforge.jp/projects/luatex-japan/wiki/FrontPage%28zh%29> (中国語)

本プロジェクトは SourceForge.JP のサービスを用いて運営されている。

開発メンバー

- 北川 弘典
- 黒木 裕介
- 本田 知亮

- 前田 一貴
- 阿部 紀行
- 齋藤 修三郎

- 八登 崇之
- 山本 宗宏
- 馬 起園

2 使い方

2.1 インストール

LuaTeX-ja パッケージのインストールには、次のものが必要である。

- LuaTeX (バージョン 0.65.0-beta 以降) とその支援パッケージ: TeX Live 2011 や W32TeX の最新版ならば問題ない。
- LuaTeX-ja のソースアーカイブ (もちろん:)
- `xunicode` パッケージ (2011/09/09, v0.981)。
`fontspec` パッケージが導入されていればこのパッケージも導入されているはずであるが、この v0.981 以外のバージョンでは LuaTeX-ja 上で正しく動作しない危険性がある。

インストール方法は以下ようになる:

1. ソースアーカイブを以下のいずれかの方法で取得する。現在公開されているのはあくまでも開発版であって、安定版でないことに注意。
 - Git リポジトリの内容をコピーする:

```
$ git clone git://git.sourceforge.jp/gitroot/luatex-ja/luatexja.git
```
 - master ブランチのスナップショット (tar.gz 形式) をダウンロードする。
<http://git.sourceforge.jp/view?p=luatex-ja/luatexja.git;a=snapshot;h=HEAD;sf=tgz>.
 - 今や、LuaTeX-ja は以下のアーカイブ、およびディストリビューションにも収録されている:
 - CTAN (macros/luatex/generic/luatexja)
 - MiKTeX (luatexja.tar.lzma)
 - TeX Live (texmf-dist/tex/luatex/luatexja)
 - W32TeX (luatexja.tar.xz)これらは master ブランチの内容を元としている。
master ブランチ (従って、CTAN 内のアーカイブも) はたまにしか更新されないことに注意。
主な開発は master の外で行われ、比較的まとまってきたらそれを master に反映させることにしている。
2. 「Git リポジトリをコピー」以外の方法でアーカイブを取得したならば、それを展開する。src/をはじめとしたいくつかのディレクトリができるが、動作には src/以下の内容だけで十分。
3. src/の中身を自分の TEXMF ツリーにコピーする。場所の例としては、例えば TEXMF/tex/luatex/luatexja/がある。シンボリックリンクが利用できる環境で、かつリポジトリを直接取得したのであれば、(更新を容易にするために) コピーではなくリンクを貼ることを勧める。
4. 必要があれば、`mktexlsr` を実行する。

2.2 注意点

- 原稿のソースファイルの文字コードは UTF-8 固定である。従来日本語の文字コードとして用いられてきた EUC-JP や Shift-JIS は使用できない。

2.3 plain TeX で使う

LuaTeX-ja を plain TeX で使うためには、単に次の行をソースファイルの冒頭に追加すればよい：

```
\input luatexja.sty
```

これで (ptex.tex のように) 日本語組版のための最低限の設定がなされる：

- 以下の 6 つの和文フォントが定義される：

字体	フォント名	'10 pt'	'7 pt'	'5 pt'
明朝体	Ryumin-Light	\tenmin	\sevenmin	\fivemin
ゴシック体	GothicBBB-Medium	\tengt	\sevengt	\fivegt

- ‘Ryumin-Light’ と ‘GothicBBB-Medium’ は PDF ファイルに埋め込まずに名前参照のみで用いることが広く受け入れられており、この場合 PDF リーダーが適切な外部フォントで代用する (例えば、Adobe Reader では Ryumin-Light は小塚明朝で代替される)。そこで、これらを引き続きデフォルトのフォントとして採用する。
- 欧文フォントの文字は和文フォントの文字よりも、同じ文字サイズでも一般に小さくデザインされている。そこで、標準ではこれらの和文フォントの実際のサイズは指定された値よりも小さくなるように設定されており、具体的には指定の 0.962216 倍にスケールされる。この 0.962216 という数値も、pTeX におけるスケールを踏襲した値である。
- JAchar と ALchar の間に入るグルー (xkanjiskip) の量は次のように設定されている：

$$(0.25 \cdot 0.962216 \cdot 10 \text{ pt})_{-1 \text{ pt}}^{+1 \text{ pt}} = 2.40554 \text{ pt}_{-1 \text{ pt}}^{+1 \text{ pt}}$$

2.4 L^AT_EX で使う

L^AT_EX 2_ε L^AT_EX 2_εを用いる場合も基本的には同じである。日本語組版のための最低限の環境を設定するためには、luatexja.sty を読み込むだけでよい：

```
\usepackage{luatexja}
```

これで pL^AT_EX の plfonts.dtx と pldefs.ltx に相当する最低限の設定がなされる：

- JY3 は和文フォント用のフォントエンコーディングである (横書き用)。将来的に、LuaTeX-ja で縦書きがサポートされる際には、JT3 を縦書き用として用いる予定である。
- 2 つのフォントファミリー mc と gt が定義されている：

字体	ファミリー	\mdseries	\bfseries	スケール
明朝体	mc	Ryumin-Light	GothicBBB-Medium	0.962216
ゴシック体	gt	GothicBBB-Medium	GothicBBB-Medium	0.962216

どちらのファミリーにおいても、その bold シリーズはゴシック体の medium シリーズであることに注意。これは初期の DTP において和文フォントが 2 つ (それがちょうど Ryumin-Light, GothicBBB-Medium だった) しか利用できなかった時の名残であり、pL^AT_EX での標準設定とも同じである。

- 数式モード中の和文文字は mc ファミリで出力される。

しかしながら，上記の設定は日本語の文書にとって十分とは言えない．日本語文書を組版するためには，`article.cls`，`book.cls` といった欧文用のクラスファイルではなく，和文用のクラスファイルを用いた方がよい．現時点では，`jclasses` (p \TeX の標準クラス) と `jsclasses` (奥村晴彦氏によるクラスファイル) に対応するものとして，`ltjclasses`，`ltjsclasses` がそれぞれ用意されている．

3 フォントの変更

3.1 plain \TeX and $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$

意見：数式モード中の和文文字 p \TeX では，特に何もしないで数式中に和文文字を記述することができた．そのため，以下のようなソースが見られた：

```

1 $f_{高温}$~{($f_{\text{high temperature}}$)}$}$.           $f_{\text{高温}} (f_{\text{high temperature}})$ .
2 \[ y=(x-1)^2+2\quad \text{よって}\quad y>0 \]                 $y = (x - 1)^2 + 2 \quad \text{よって} \quad y > 0$ 
3 $5\in \text{素}:=\{\,p\in \mathbb{N}:\text{素}\{p\}$}$.           $5 \in \text{素} := \{p \in \mathbb{N} : p \text{ is a prime}\}$ .
   is a prime}\,,$}.

```

Lua \TeX -ja プロジェクトでは，数式モード中の和文文字はそれらが識別子として用いられるときのみ許されると考えている．この観点から，

- 上記数式のうち 1, 2 行目は正しくない．なぜならば‘高温’が意味のあるラベルとして，‘よって’が接続詞として用いられているからである．
- しかしながら，3 行目は‘素’が識別子として用いられているので正しい．

したがって，Lua \TeX -ja プロジェクトの意見としては，上記の入力は次のように直されるべきである：

```

1 $f_{\text{高温}}$~%
2 ($f_{\text{high temperature}}$)}.           $f_{\text{高温}} (f_{\text{high temperature}})$ .
3 \[ y=(x-1)^2+2\quad
4 \quad \text{\mathrel{\text{よって}}}\quad y>0 \]                 $y = (x - 1)^2 + 2 \quad \text{よって} \quad y > 0$ 
5 $5\in \text{素}:=\{\,p\in \mathbb{N}:\text{素}\{p\}$}$.           $5 \in \text{素} := \{p \in \mathbb{N} : p \text{ is a prime}\}$ .
   is a prime}\,,$}.

```

また Lua \TeX -ja プロジェクトでは，和文文字が識別子として用いられることはほとんどないと考えており，したがってこの節では数式モード中の和文フォントを変更する方法については記述しない．この方法については 4.4 節を参照のこと．

plain \TeX plain \TeX で和文フォントを変更するためには，`\jfont` プリミティブを直接用いる．4.1 節を参照．

$\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ (NFSS2) $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ については，Lua \TeX -ja ではフォント選択システムを p $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ (`plfonts.dtx`) の大部分をそのまま採用している．

- 2 つのコントロールシーケンス `\mcdefault` と `\gtdefault` がそれぞれ明朝体とゴシック体のデフォルトのフォントファミリを指定するために用いられる．初期値：`\mcdefault` は `mc`，

`\gtdefault` は `gt` .

- `\fontfamily`, `\fontseries`, `\fontshape`, そして `\selectfont` が和文フォントの属性を変更するために使用できる .

	エンコーディング	ファミリ	シリーズ	シェープ	選択
欧文	<code>\romanencoding</code>	<code>\romanfamily</code>	<code>\romanseries</code>	<code>\romanshape</code>	<code>\useroman</code>
和文	<code>\kanjiencoding</code>	<code>\kanjifamily</code>	<code>\kanjiserie</code>	<code>\kanjishape</code>	<code>\usekanji</code>
両方	—	—	<code>\fontseries</code>	<code>\fontshape</code>	—
自動選択	<code>\fontencoding</code>	<code>\fontfamily</code>	—	—	<code>\usefont</code>

ここで, `\fontencoding{<encoding>}` は, 引数により和文側か欧文側かのどちらかのエンコーディングを変更する . 例えば, `\fontencoding{JY3}` は和文フォントのエンコーディングを JY3 に変更し, `\fontencoding{T1}` は欧文フォント側を T1 へと変更する . `\fontfamily` も引数により和文側, 欧文側, あるいは両方のフォントファミリを変更する . 詳細は 7.1 節を参照すること .

- 和文フォントファミリの定義には `\DeclareFontFamily` の代わりに `\DeclareKanjiFamily` を用いる . しかし, 現在の実装では `\DeclareFontFamily` を用いても問題は生じない .

3.2 fontspec

`fontspec` パッケージと同様の機能を和文フォントに対しても用いるためには `luatexja-fontspec` パッケージをプリアンブルで読み込む必要がある . このパッケージは必要ならば自動で `luatexja` パッケージと `fontspec` パッケージを読み込む .

`luatexja-fontspec` パッケージでは, 以下の 7 つのコマンドを `fontspec` パッケージの元のコマンドに対応するものとして定義している :

和文	<code>\jfontspec</code>	<code>\setmainjfont</code>	<code>\setsansjfont</code>
欧文	<code>\fontspec</code>	<code>\setmainfont</code>	<code>\setsansfont</code>
和文	<code>\newjfontfamily</code>	<code>\newjfontface</code>	<code>\defaultjfontfeatures</code>
欧文	<code>\newfontfamily</code>	<code>\newfontface</code>	<code>\defaultfontfeatures</code>
和文	<code>\addjfontfeatures</code>		
欧文	<code>\addfontfeatures</code>		

```
1 \fontspec[Numbers=OldStyle]{TeX Gyre
   Terms}
2 \jfontspec{IPAexMincho}
3 JIS-X-0213:2004 辻
4
5 \addjfontfeatures{CJKShape=JIS1990}
6 JIS-X-0208:1990 辻
```

和文フォントについては全ての和文文字のグリフがほぼ等幅であるのが普通であるため, `\setmonojfont` コマンドは存在しないことに注意 . また, これらの和文用の 7 つのコマンドでは Kerning feature はデフォルトでは off となっている . これはこの feature が JAgglue と衝突するためである (4.1 節を参照) .

3.3 プリセット設定

よく使われている和文フォント設定を一行で指定できるようにしたのが `luatexja-preset` パッケージである。このパッケージは、`otf` パッケージの一部機能と八登崇之氏による `PXchfon` パッケージの一部機能とを合わせたような格好をしており、内部で `luatexja-fontspec` を読み込んでいる。

一般的なオプション

`deluxe` 明朝体 2 ウェイト・ゴシック体 3 ウェイトと、丸ゴシック体 (`\mgfamily`) を使用可能とする。ゴシック体は細字・太字・極太の 3 ウェイトがあるが、極太ゴシック体はファミリの切り替え (`\gtebfamily`) で実現している。`fontspec` では通常 (`\mdseries`) と太字 (`\bfseries`) しか扱えないためにこのような中途半端な実装になっている。

`expert` 横組専用仮名を用いる。また、`\rubyfamily` でルビ用仮名が使用可能となる。

`bold` 明朝の太字をゴシック体の太字とする。

`90jis` 出来る限り 90JIS の字形を使う。

`jis2004` 出来る限り JIS2004 の字形を使う。

`jis` 用いる JFM を `jfm-jis.lua` とする。このオプションがない時は `LuaTeX-j` 標準の `jfm-ujis.lua` が用いられる。

小塚フォント まず、小塚フォントを用いる設定を述べる。単ウェイト時のゴシック体は小塚ゴシック R では細いように感じるので、小塚ゴシック M に変更している。さらに、丸ゴシック体はないので便宜上小塚ゴシック H で代用している。

	kozuka4	kozuka6	kozuka6n
明朝体細字	小塚明朝 Pro R	小塚明朝 ProVI R	小塚明朝 Pr6N R
明朝体太字	小塚明朝 Pro B	小塚明朝 ProVI B	小塚明朝 Pr6N B
ゴシック体細字			
単ウェイト時	小塚ゴシック Pro M	小塚ゴシック ProVI M	小塚ゴシック Pr6N M
多ウェイト時	小塚ゴシック Pro R	小塚ゴシック ProVI R	小塚ゴシック Pr6N R
ゴシック体太字			
ゴシック体極太	小塚ゴシック Pro H	小塚ゴシック ProVI H	小塚ゴシック Pr6N H
(丸ゴシック体)	小塚ゴシック Pro H	小塚ゴシック ProVI H	小塚ゴシック Pr6N H

モリサワ・ヒラギノ モリサワ・ヒラギノ用の設定はそのようなことは行っていない。まずヒラギノフォントから：

	hiragino	hiraginon
明朝体細字	ヒラギノ明朝体 Pro W3	ヒラギノ明朝体 Pr6N W3
明朝体太字	ヒラギノ明朝体 Pro W6	ヒラギノ明朝体 Pr6N W6
ゴシック体細字	ヒラギノ角ゴ Pro W3	ヒラギノ角ゴ ProN W3
ゴシック体太字	ヒラギノ角ゴ Pro W6	ヒラギノ角ゴ ProN W6
ゴシック体極太	ヒラギノ角ゴ Std W8	ヒラギノ角ゴ StdN W8
丸ゴシック体	ヒラギノ丸ゴ Pro W4	ヒラギノ丸ゴ ProN W4

次はモリサワフォントを用いる設定である：

	morisawa4	morisawa6n
明朝体細字	リュウミン Pro L-KL	リュウミン Pr6N L-KL
明朝体太字	太ミン A101 Pro Bold	太ミン A101 Pr6N Bold
ゴシック体細字	中ゴシック BBB Pro Med	中ゴシック BBB Pr6N Med
ゴシック体太字	太ゴ B101 Pro Bold	太ゴ B101 Pr6N Bold
ゴシック体極太	見出ゴ Pro MB31	見出ゴ Pr6N MB31
丸ゴシック体	じゅん Pro 101	じゅん Pr6N 101

単ウエイト用設定 次に、単ウエイト用の設定を述べる。この4設定では「細字」「太字」の区別はない。また、丸ゴシック体はゴシック体と同じフォントを用いる。

	noembed	ipa	ipaex	ms
明朝体	Ryumin-Light (非埋込)	IPA 明朝	IPAex 明朝	MS 明朝
ゴシック体	GothicBBB-Medium (非埋込)	IPA ゴシック	IPAex ゴシック	MS ゴシック

HG フォントの利用 すぐ前に書いた単ウエイト用設定を、Microsoft Office 等に付属する HG フォントを使って多ウエイト化した設定もある。

	ipa-dx	ipaex-dx	ms-dx
明朝体細字	IPA 明朝	IPAex 明朝	MS 明朝
明朝体太字	HG 明朝 E		
ゴシック体細字			
単ウエイト時	IPA ゴシック	IPAex ゴシック	MS ゴシック
jis2004 指定時	IPA ゴシック	IPAex ゴシック	MS ゴシック
それ以外の時	HG ゴシック M		
ゴシック体太字	HG ゴシック E		
ゴシック体極太	HG 創英角ゴシック UB		
丸ゴシック体	HG 丸ゴシック体 PRO		

なお、HG 明朝 E・HG ゴシック E・HG 創英角ゴシック UB・HG 丸ゴシック体 PRO の4つについては、内部で

標準 フォント名 (HGMinchoE など)

90jis 指定時 ファイル名 (hgrme.ttc, hgrge.ttc, hgrsgu.ttc, hgrsmp.ttf)

jis2004 指定時 ファイル名 (hgrme04.ttc, hgrge04.ttc, hgrsgu04.ttc, hgrsmp04.ttf)

として指定を行っているので注意すること。

3.4 \CID, \UTF と otf パッケージのマクロ

pL^AT_EX では、JIS X 0208 にない Adobe-Japan1-6 の文字を出力するために、齋藤修三郎氏による otf パッケージが用いられていた。このパッケージは広く用いられているため、LuaT_EX-ja においても otf パッケージの機能の一部をサポートしている。これらの機能を用いるためには luatexja-otf パッケージを読み込めばよい。

¹ 森\UTF{9DD7}外と内田百\UTF{9592}とが\
UTF{9AD9}島屋に行く。

森鷗外と内田百閒とが高島屋に行く。

²

³ \CID{7652}飾区の\CID{13706}野家，

葛飾区の吉野家，葛飾区の吉野家

⁴ 葛飾区の吉野家

`otf` パッケージでは、それぞれ次のようなオプションが存在した：

`deluxe` 明朝体・ゴシック体各 2 ウェイトと、丸ゴシック体を扱えるようになる。

`expert` 仮名が横組・縦組専用のものに切り替わり、ルビ用仮名も扱えるようになる。

`bold` ゴシック体を標準で太いウェイトのものに設定する。

これらは、`otf` パッケージが文書中で使用する和文用 TFM を自前の物に置き換えていることで可能になっている。

一方、`luatexja-otf` パッケージでは、文書中で使用する和文用 JFM を置き換えることはしない。そのため、上に述べた 3 つのオプションと同等のことは実現するには、2.5 節 (NFSS2) や 2.6 節 (`fontspec`) によって事前に設定しておかなければならない。

4 パラメータの変更

LuaTeX-ja には多くのパラメータが存在する。そして LuaTeX の仕様のために、その多くは TeX のレジスタにではなく、LuaTeX-ja 独自の 방법으로保持されている。そのため、これらのパラメータを設定・取得するためには `\ltjsetparameter` と `\ltjgetparameter` を用いる必要がある。

4.1 JAchar の範囲の設定

JAchar の範囲を設定するためには、まず各文字に 0 より大きく 217 より小さい index を割り当てる必要がある。これには `\ltjdefcharrange` プリミティブを用いる。例えば、次のように書くことで追加漢字面 (SIP) にある全ての文字と‘漢’が「100 番の文字範囲」に属するように設定される。

```
\ltjdefcharrange{100}{"10000-"1FFFF,`漢}
```

この文字範囲の割り当ては常にグローバルであり、したがって文書の途中でこの操作をするべきではない。

もし指定されたある文字がある非零番号の範囲に属していたならば、これは新しい設定で上書きされる。例えば、SIP は全て LuaTeX-ja のデフォルトでは 4 番の文字範囲に属しているが、上記の指定を行えば SIP は 100 番に属すようになり、4 番からは除かれる。

文字範囲に番号を割り当てた後は、`jacharrange` パラメータが JAchar として扱われる文字の範囲を設定するために用いられる。例えば、以下は LuaTeX-ja の初期設定である：

```
\ltjsetparameter{jacharrange={-1, +2, +3, -4, -5, +6, +7, +8}}
```

`jacharrange` パラメータには整数のリストを与える。リスト中の負の整数 $-n$ は「文字範囲 n に属する文字は ALchar として扱われる」ことを意味し、正の整数 $+n$ は JAchar として扱うことを意味する。

初期設定 LuaTeX-ja では 8 つの文字範囲を設定している。これらは以下のデータに基づいて決定している。

表 1. 文字範囲 3 に指定されている Unicode ブロック .

U+2000–U+206F	一般句読点	U+2070–U+209F	上付き・下付き
U+20A0–U+20CF	通貨記号	U+20D0–U+20FF	記号用ダイアクリティカルマーク (合成可能)
U+2100–U+214F	文字様記号	U+2150–U+218F	数字に準じるもの
U+2190–U+21FF	矢印	U+2200–U+22FF	数学記号 (演算子)
U+2300–U+23FF	その他の技術用記号	U+2400–U+243F	制御機能用記号
U+2500–U+257F	罫線素片	U+2580–U+259F	ブロック要素
U+25A0–U+25FF	幾何学模様	U+2600–U+26FF	その他の記号
U+2700–U+27BF	装飾記号	U+2900–U+297F	補助矢印 B
U+2980–U+29FF	その他の数学記号 B	U+2B00–U+2BFF	その他の記号及び矢印
U+E000–U+F8FF	私用領域 (外字領域)		

- Unicode 6.0 のブロック .
- Adobe-Japan1-UCS2 による Adobe-Japan1-6 の CID と Unicode の間のマッピング .
- 八登崇之氏による upTeX 用の PXbase バンドル .

以下ではこれら 8 つの文字範囲について記述する . 番号のあとのアルファベット ‘J’ と ‘A’ はデフォルトで JAchar か ALchar かを表している . これらの設定は PXbase バンドルで定義されている prefercjk と類似のものである .

範囲 8^J ISO 8859-1 の上位領域 (ラテン 1 補助) と JIS X 0208 の共通部分にある記号 . この文字範囲は以下の文字で構成される :

- § (U+00A7, 節記号)
- ¨ (U+00A8, トレマ)
- ° (U+00B0, 度)
- ± (U+00B1, 正又は負符号)
- ´ (U+00B4, アクセント・アクセント)
- ¶ (U+00B6, 段落記号)
- × (U+00D7, 乗算記号)
- ÷ (U+00F7, 除算記号)

範囲 1^A ラテン文字 . 一部は Adobe-Japan1-6 にも含まれている . この範囲は以下の Unicode のブロックから構成されている . ただし , 範囲 8 は除く .

- U+0080–U+00FF: ラテン 1 補助
- U+0100–U+017F: ラテン文字拡張 A
- U+0180–U+024F: ラテン文字拡張 B
- U+0250–U+02AF: IPA 拡張 (国際音声記号)
- U+02B0–U+02FF: 前進を伴う修飾文字
- U+0300–U+036F: ダイアクリティカルマーク (合成可能)
- U+1E00–U+1EFF: ラテン文字拡張追加

範囲 2^J ギリシャ文字とキリル文字 . JIS X 0208 (したがって多くの和文フォント) はこれらの文字を持つ .

- U+0370–U+03FF: ギリシャ文字及びコプト文字
- U+0400–U+04FF: キリル文字
- U+1F00–U+1FFF: キリル文字補助文字

範囲 3^J 句読点と記号類 . ブロックのリストは表 1 に示してある .

範囲 4^A 通常和文フォントには含まれていない文字 . この範囲は他の範囲にないほとんど全ての Unicode ブロックで構成されている . したがって , ブロックのリストを示す代わりに , 範囲の定義そのものを示す :

表 2. 文字範囲 6 に指定されている Unicode ブロック .

U+2460–U+24FF	囲み英数字	U+2E80–U+2EFF	CJK 部首補助
U+3000–U+303F	CJK の記号及び句読点	U+3040–U+309F	平仮名
U+30A0–U+30FF	片仮名	U+3190–U+319F	漢文用記号 (返り点)
U+31F0–U+31FF	片仮名拡張	U+3200–U+32FF	囲み CJK 文字・月
U+3300–U+33FF	CJK 互換用文字	U+3400–U+4DBF	CJK 統合漢字拡張 A
U+4E00–U+9FFF	CJK 統合漢字	U+F900–U+FAFF	CJK 互換漢字
U+FE10–U+FE1F	縦書き形	U+FE30–U+FE4F	CJK 互換形
U+FE50–U+FE6F	小字形	U+20000–U+2FFFF	(追加漢字面)

表 3. 文字範囲 7 に指定されている Unicode ブロック .

U+1100–U+11FF	ハングル字母	U+2F00–U+2FDF	康熙部首
U+2FF0–U+2FFF	漢字構成記述文字	U+3100–U+312F	注音字母 (注音符号)
U+3130–U+318F	ハングル互換字母	U+31A0–U+31BF	注音字母拡張
U+31C0–U+31EF	CJK の筆画	U+A000–U+A48F	イ文字
U+A490–U+A4CF	イ文字部首	U+A830–U+A83F	共通インド数字に準じるもの
U+AC00–U+D7AF	ハングル音節文字	U+D7B0–U+D7FF	ハングル字母拡張 B

```
\ltjdefcharrange{4}{%
  "500-"10FF, "1200-"1DFF, "2440-"245F, "27C0-"28FF, "2A00-"2AFF,
  "2C00-"2E7F, "4DC0-"4DFF, "A4D0-"A82F, "A840-"ABFF, "FB50-"FE0F,
  "FE20-"FE2F, "FE70-"FEFF, "FB00-"FB4F, "10000-"1FFFF} % non-Japanese
```

範囲 5^A 代用符号と補助私用領域 .

範囲 6^J 日本語で用いられる文字 . ブロックのリストは表 2 に示す .

範囲 7^J CJK 言語で用いられる文字のうち , Adobe-Japan1-6 に含まれていないもの . ブロックのリストは表 3 に示す .

4.2 kanjiskip と xkanjiskip

JAgglue は以下の 3 つのカテゴリに分類される :

- JFM で指定されたグルー / カーン . もし \inhibitglue が和文文字の周りで発行されていれば , このグルーは挿入されない .
- デフォルトで 2 つの JAchar の間に挿入されるグルー (kanjiskip) .
- デフォルトで JAchar と ALchar の間に挿入されるグルー (xkanjiskip) .

kanjiskip や xkanjiskip の値は以下のようにして変更可能である .

```
\ltjsetparameter{kanjiskip={0pt plus 0.4pt minus 0.4pt},
  xkanjiskip={0.25\zw plus 1pt minus 1pt}}
```

JFM は「望ましい kanjiskip の値」や「望ましい xkanjiskip の値」を持っていることがある . これらのデータを使うためには , kanjiskip や xkanjiskip の値を \maxdimen の値に設定すればよい .

4.3 xkanjiskip の設定の挿入

xkanjiskip がすべての JAchar と ALchar の境界に挿入されるのは望ましいことではない。例えば xkanjiskip は開き括弧の後には挿入されるべきではない(‘(あ’ と ‘(あ’ を比べてみよ)。LuaTeX-ja では xkanjiskip をある文字の前 / 後に挿入するかどうかを、JAchar に対しては jaxspmode を、ALchar に対しては alxspmode をそれぞれ変えることで制御することができる。

```
1 \ltjsetparameter{jaxspmode={`あ,  
    preonly}, alxspmode={`!\!,postonly  
    }}  
2 pあqい!う
```

2 つ目の引数の preonly は「xkanjiskip の挿入はこの文字の前でのみ許され、後では許さない」ことを意味する。他に指定可能な値は postonly, allow, inhibit である。

なお、現行の仕様では、jaxspmode, alxspmode はテーブルを共有しており、上のコードの 1 行目を次のように変えても同じことになる：

```
\ltjsetparameter{alxspmode={`あ,preonly}, jaxspmode={`!\!,postonly}}
```

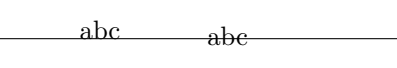
また、これら 2 パラメータには数値で値を指定することもできる (5.2 節を参照)。

もし全ての kanjiskip と xkanjiskip の挿入を有効化 / 無効化したければ、それぞれ autospacing と autoxspacing を true/false に設定すればよい。

4.4 ベースラインの移動

和文フォントと欧文フォントを合わせるためには、時々どちらかのベースラインの移動が必要になる。pTeX ではこれは \ybaselineshift を非零の長さに設定することでなされていた (欧文フォントのベースラインが下がる)。しかし、日本語が主ではない文書に対しては、欧文フォントではなく和文フォントのベースラインを移動した方がよい。このため、LuaTeX-ja では欧文フォントのベースラインのシフト量 (yalbaselineshift パラメータ) と和文フォントのベースラインのシフト量 (yjabaselineshift パラメータ) を独立に設定できるようになっている。

```
1 \vrule width 150pt height 0.4pt depth  
    0pt\hskip-120pt  
2 \ltjsetparameter{yjabaselineshift=0pt,  
    yalbaselineshift=0pt}abcあいう  
3 \ltjsetparameter{yjabaselineshift=5pt,  
    yalbaselineshift=2pt}abcあいう
```



上の例において引かれている水平線がベースラインである。

この機能には面白い使い方がある：2 つのパラメータを適切に設定することで、サイズの異なる文字を中心線に揃えることができるのだ。以下は一つの例である (値はあまり調整されていないことに注意)：


```

1 xyz漢字
2 {\scriptsize
3 \ltjsetparameter{yjabaselineshift=-1
   pt,                                xyz 漢字 XYZ ひらがな abc かな
4   yalbaselineshift=-1pt}
5 XYZひらがな
6 }abcかな

```

4.5 トンボ

トンボは用紙の四つ角と水平 / 垂直方向の中心を表す印である。pL^AT_EX と LuaT_EX-ja ではトンボの出力をサポートしている。トンボを出力するためには以下の手順が必要である：

1. まず、用紙の左上に印刷されるバナーを定義する。これは `\@bannertoken` にトークンリストを与えることでなされる。

例えば、以下はバナーとして 'filename (YYYY-MM-DD hh:mm)' を設定する：

```

\makeatletter

\hour\time \divide\hour by 60 \@tempcnta\hour \multiply\@tempcnta 60\relax
\minute\time \advance\minute-\@tempcnta
\@bannertoken{%
  \jobname\space(\number\year-\two@digits\month-\two@digits\day
  \space\two@digits\hour:\two@digits\minute)}%

```

2. ...

第 II 部

リファレンス

5 フォントメトリックと和文フォント

5.1 \jfont プリミティブ

フォントを和文フォントとして読み込むためには、`\jfont` プリミティブを `\font` プリミティブの代わりに用いる。`\jfont` プリミティブの文法は `\font` と同じである。LuaT_EX-ja は `luaotfload` パッケージを自動的に読み込むので、TrueType/OpenType フォントに `feature` を指定したものを和文フォントとして用いることができる：




```

1 \jfont\tradgt={file:ipaexg.ttf:script=
   latn;%                                當／體／醫／區
2 +trad;-kern;jfm=ujis} at 14pt
3 \tradgt{}当 / 体 / 医 / 区

```

なお、`\jfont` で定義されたコントロールシーケンス(上の例だと `\tradgt`)は `font_def` トークンではないので、`\fontname\tradgt` のような入力はエラーとなることに注意する。以下では `\jfont` で定義されたコントロールシーケンスを `\jfont_cs` で表す。

表 4. LuaTeX-ja に同梱されている JFM の違い

	jfm-ujis.lua	jfm-jis.lua	jfm-min.lua
例 1*2	ある日モモちゃんがお使いで迷子になって泣きました。	ある日モモちゃんがお使いで迷子になって泣きました。	ある日モモちゃんがお使いで迷子になって泣きました。
例 2	ちょっと！何	ちょっと！何	ちょっと！何
Bounding Box			

JFM 「はじめに」の節で述べたように、JFM は文字と和文組版で自動的に挿入されるグルーノカーンの寸法情報を持っている。JFM の構造は次の小節で述べる。 `\jfont` プリミティブの呼び出しの際には、どの JFM を用いるのかを以下のキーで指定する必要がある：

`jfm=<name>` JFM の名前を指定する。もし以前に指定された JFM が読み込まれていなければ、`jfm-<name>.lua` を読み込む。

以下の JFM が LuaTeX-ja には同梱されている：

`jfm-ujis.lua` LuaTeX-ja の標準 JFM である。この JFM は `upTeX` で用いられる UTF/OTF パッケージ用の和文用 TFM である `upnmlminr-h.tfm` を元としている。`luatexja-otf` パッケージを使うときはこの JFM を指定するべきである。

`jfm-jis.lua` `pTeX` で広く用いられている「JIS フォントメトリック」`jis.tfm` に相当する JFM である。`jfm-ujis.lua` とこの `jfm-jis.lua` の主な違いは、`jfm-ujis.lua` ではほとんどの文字が正方形であるのに対し、`jfm-jis.lua` では横長の長方形である。

`jfm-min.lua` `pTeX` に同梱されているデフォルトの和文用 TFM である `min10.tfm` に相当する JFM である。この JFM と他の 2 つの JFM の間には表 4 に示すような特筆すべき違いがある。

`jfmvar=<string>` Sometimes there is a need that ...

注意：kern feature いくつかのフォントはグリフ間のスペースについての情報を持っている。しかし、この情報は LuaTeX-ja とはあまり相性がよくない。具体的には、この情報に基づいて挿入されるカーニングスペースは JAgglue の挿入過程の前に挿入され、JFM に基づくグルーノカーンも挿入される場合には 2 文字間の意図しないスペースの原因となる。

- `script=...` といった feature を使いたい場合には、`\jfont` プリミティブに `-kern` を指定するべきである。
- もしプロポーショナル幅の和文フォントをそのフォントの情報に基づいて使いたいならば、`jfm-prop.lua` を JFM として指定し、.....TODO: kanjiskip?

*2 from: 乙部蔵己, min10 フォントについて. <http://argent.shinshu-u.ac.jp/~otobe/tex/files/min10.pdf>.

5.2 psft プリフィックス

`file:`と`name:`のプリフィックスに加えて、`\jfont` プリミティブ(と`\font` プリミティブ)では`psft:`プリフィックスを用いることができる。このプリフィックスを用いることで、PDF には埋め込まれない「名前だけの」和文フォントを指定することができる。「標準的な」和文フォント、つまり‘Ryumin-Light’ と ‘GothicBBB-Medium’ の指定でこのプリフィックスが使われる。

`cid` キー 標準で `psft:`プリフィックスで定義されるフォントは日本語用のものであり、Adobe-Japan1-6 の CID に対応したものとなる。しかし、`LuaTeX-ja` は中国語の組版にも威力を発揮することが分かり、日本語フォントでない非埋込フォントの対応も必要となった。そのために追加されたのが `cid` キーである。

`cid` キーに値を指定すると、その CID を持った非埋込フォントを定義することができる：

```
1 \jfont\testJ={psft:Ryumin-Light:cid=Adobe-Japan1-6;jfm=jis} % 日本語
2 \jfont\testD={psft:Ryumin-Light:jfm=jis} % 無指定時は Adobe-Japan1-6
3 \jfont\testC={psft:AdobeMingStd-Light:cid=Adobe-CNS1-5;jfm=jis} % 中国語繁体字
4 \jfont\testG={psft:SimSun:cid=Adobe-GB1-5;jfm=jis} % 中国語簡体字
5 \jfont\testK={psft:Batang:cid=Adobe-Korea1-2;jfm=jis} % 韓国語
```

上のコードでは中国語・韓国語用フォントに対しても JFM に日本語用の `jfm-jis.lua` を指定しているので注意されたい。

今のところ、`LuaTeX-ja` は上のサンプルコード中に書いた 4 つの値しかサポートしていない。

```
\jfont\test={psft:Ryumin-Light:cid=Adobe-Japan2;jfm=jis}
```

のようにそれら以外の値を指定すると、

```
1 ! Package luatexja Error: bad cid key `Adobe-Japan2'.
2
3 See the luatexja package documentation for explanation.
4 Type H <return> for immediate help.
5 <to be read again>
6         \par
7 1.78
8
9 ? h
10 I couldn't find any non-embedded font information for the CID
11 `Adobe-Japan2'. For now, I'll use `Adobe-Japan1-6'.
12 Please contact the LuaTeX-ja project team.
13 ?
```

というエラーが出る。

5.3 JFM ファイルの構造

JFM ファイルはただ一つの関数呼び出しを含む Lua スクリプトである：

```
luatexja.jfont.define_jfm { ... }
```

実際のデータは上で { ... } で示されたテーブルの中に格納されている．以下ではこのテーブルの構造について記す．なお，JFM ファイル中の長さは全て design-size を単位とする浮動小数点数であることに注意する．

dir=*(direction)* (必須)

JFM の書字方向．現時点では 'yoko' のみがサポートされる．

zw=*(length)* (必須)

「全角幅」の長さ．

zh=*(length)* (必須)

「全角高さ」(height + depth) の長さ．

kanjiskip={*(natural)*, *(stretch)*, *(shrink)*} (任意)

「理想的な」kanjiskip の量を指定する．3.2 節で述べたように，もし kanjiskip が \maxdimen の値ならば，このフィールドで指定された値が実際には用いられる（もしこのフィールドが JFM で指定されていないければ，0pt であるものとして扱われる）．*(stretch)* と *(shrink)* のフィールドも design-size が単位であることに注意せよ．

xkanjiskip={*(natural)*, *(stretch)*, *(shrink)*} (任意)

kanjiskip フィールドと同様に，xkanjiskip の「理想的な」量を指定する．

上記のフィールドに加えて，JFM ファイルはそのインデックスが自然数であるいくつかのサブテーブルを持つ．インデックスが $i \in \omega$ であるテーブルは「文字クラス」 i の情報を格納する．少なくとも，文字クラス 0 は常に存在するので，JFM ファイルはインデックスが [0] のサブテーブルを持たなければならない．それぞれのサブテーブル（そのインデックスを i で表わす）は以下のフィールドを持つ：

chars={*(character)*, ...} (文字クラス 0 を除いて必須)

このフィールドは文字クラス i に属する文字のリストである．このフィールドは $i = 0$ の場合には必須ではない．なぜならば，文字クラス 0 には，0 以外の文字クラスに属するものを除いた全ての JAchar が属するからである（よって，文字クラス 0 はほとんどの JAchar を含む）．このリストでは，文字はその文字コードを用いて，もしくは文字それ自体（長さ 1 の文字列）によって指定される．さらに，このリストで指定される「仮想的な文字」も存在する．これらについては後に記す．

width=*(length)*, height=*(length)*, depth=*(length)*, italic=*(length)* (必須)

文字クラス i に属する文字の幅，高さ，深さ，イタリック補正の量を指定する．文字クラス i に属する全ての文字は，その幅，高さ，深さがこのフィールドで指定した値であるものとして扱われる．しかし，例外が一つある：もし 'prop' が width フィールドに指定された場合，文字の幅はその「実際の」グリフの幅となる．

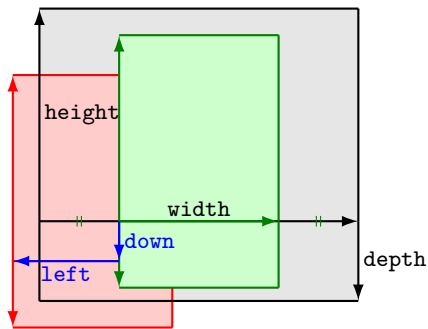
left=*(length)*, down=*(length)*, align=*(align)*

これらのフィールドは「実際の」グリフの位置を調整するためにある．align フィールドに指定できる値は 'left', 'middle', 'right' のいずれかである．もしこれら 3 つのフィールドのうちの 1 つが省かれた場合，left と down は 0，align フィールドは 'left' であるものとして扱われる．これら 3 つのフィールドの意味については図 1 で説明する．

多くの場合，left と down は 0 である一方，align フィールドが 'middle' や 'right' であることは珍しいことではない．例えば，align フィールドを 'right' に指定することは，文字クラスが開き括弧類であるときに実際必要である．

kern={*[j]*=*(kern)*, ...}

glue={*[j]*={*(width)*, *(stretch)*, *(shrink)*}, ...}



align フィールドの値が'middle' である和文文字を含むノードを考えよう。

- 黒色の長方形はノードの枠である。その幅、高さ、深さは JFM によって指定される。
- align フィールドは middle なので、「実際の」グリフは水平方向の中心に配置される（緑色の長方形）。
- さらに、グリフは left と down の値に従ってシフトされる。最終的な実際のグリフの位置は赤色の長方形で示された位置になる。

図 1. 「実際の」グリフの位置。

上で説明した通り、chars フィールド中にはいくつかの「特殊文字」も指定可能である。これらは、大半が pTeX の JFM グルーの挿入処理ではみな「文字クラス 0 の文字」として扱われていた文字であり、その結果として pTeX より細かい組版調整ができるようになっている。以下でその一覧を述べる：

- 'lineend' 行の終端を表す。
- 'diffmet' JFM やサイズが異なる 2 つの JAchar の間の境界として用いられる。
- 'boxbdd' 水平ボックスの先頭と末尾、及びインデントされていない(\noindent で開始された)段落の先頭を表す。
- 'parbdd' 通常の(\noindent で開始されていない)段落の先頭。
- 'jcharbdd' 和文文字と「その他のもの」(欧文文字, glue, kern 等)との境界。
- 1 行中数式と地の文との境界。

pTeX 用和文用 TFM の移植 以下に、pTeX 用に作られた和文用 TFM を LuaTeX-ja 用に移植する場合の注意点を挙げておく。

- 実際に出力される和文フォントのサイズが design size となる。このため、例えば 1zw が design size の 0.962216 倍である JIS フォントメトリック等を移植する場合は、
 - JFM 中の全ての数値を 1/0.962216 倍しておく。
 - T_EX ソース中で使用するところで、サイズ指定を 0.962216 倍にする。L^AT_EX でのフォント宣言なら、例えば次のように：

```
\DeclareFontShape{JY3}{mc}{m}{n}{<-> s*[0.962216] psft:Ryumin-Light:jfm=jis}{}
```

- 上に述べた特殊文字は、'boxbdd' を除き文字クラスを全部 0 とする (JFM 中に単に書かなければよい)。
- 'boxbdd' については、そのみで一つの文字クラスを形成し、その文字クラスに関してはグルー/カーンの設定はしない。

これは、pTeX では、水平ボックスの先頭・末尾とインデントされていない(\noindent で開始された)段落の先頭には JFM グルーは入らないという仕様を実現させるためである。

- pTeX の組版を再現させようというのが目的であれば以上の注意を守れば十分である。ところで、pTeX では通常の段落の先頭に JFM グルーが残るという仕様があるので、段落先頭の開き括弧は全角二分下がりになる。全角下がりを実現させるには、段落の最初に手動で \inhibitglue を追加するか、あるいは \everypar のハックを行い、それを自動化させるしかなかった。

表 5. 和文数式フォントに対するプリミティブ.

和文フォント	欧文フォント
$\backslash\text{jfam} \in [0, 256)$	$\backslash\text{fam}$
$\text{jatextfont}=\{\langle\text{jfam}\rangle, \langle\text{jfont_cs}\rangle\}$	$\backslash\text{textfont}\langle\text{fam}\rangle=\langle\text{font_cs}\rangle$
$\text{jascriptfont}=\{\langle\text{jfam}\rangle, \langle\text{jfont_cs}\rangle\}$	$\backslash\text{scriptfont}\langle\text{fam}\rangle=\langle\text{font_cs}\rangle$
$\text{jascriptscriptfont}=\{\langle\text{jfam}\rangle, \langle\text{jfont_cs}\rangle\}$	$\backslash\text{scriptscriptfont}\langle\text{fam}\rangle=\langle\text{font_cs}\rangle$

一方, Lua $\text{T}_\text{E}\text{X}$ -ja では, 'parbdd' によって, それが JFM 側で調整できるようになった. 例えば, Lua $\text{T}_\text{E}\text{X}$ -ja 同梱の JFM のように, 'boxbdd' と同じ文字クラスに 'parbdd' を入れれば全角下がりとなる.

```

1 \jfont\g=psft:Ryumin-Light:jfm=test
   \g
2 \parindent1\zw\noindent{ }      「      二分下がり
3 \par 「      二分下がり          【      全角下がり
4 \par 【      全角下がり          {      全角二分下がり
5 \par {      全角二分下がり

```

但し, $\backslash\text{everypar}$ を利用している場合にはこの仕組みは正しく動かない. そのような例としては箇条書き中の $\backslash\text{item}$ で始まる段落があり, [ltjclasses](#) では人工的に 'parbdd' の意味を持つ whatsit ノードを作ることによって対処している*3

5.4 数式フォントファミリ

$\text{T}_\text{E}\text{X}$ は数式フォントを 16 のファミリ*4で管理し, それぞれのファミリは 3 つのフォントを持っている: $\backslash\text{textfont}$, $\backslash\text{scriptfont}$ そして $\backslash\text{scriptscriptfont}$ である.

Lua $\text{T}_\text{E}\text{X}$ -ja の数式中での和文フォントの扱いも同様である. 表 5 は数式フォントファミリに対する $\text{T}_\text{E}\text{X}$ のプリミティブと対応するものを示している. $\backslash\text{fam}$ と $\backslash\text{jfam}$ の値の間には関係はなく, 適切な設定の下では $\backslash\text{fam}$ と $\backslash\text{jfam}$ の両方に同じ値を設定することができる.

5.5 コールバック

Lua $\text{T}_\text{E}\text{X}$ 自体のものに加えて, Lua $\text{T}_\text{E}\text{X}$ -ja もコールバックを持っている. これらのコールバックには, 他のコールバックと同様に `luatexbase.add_to_callback` 関数などを用いることでアクセスすることができる.

`luatexja.load_jfm` コールバック このコールバックを用いることで JFM を上書きすることができる. このコールバックは新しい JFM が読み込まれるときに呼び出される.

```

1 function (<table> jfm_info, <string> jfm_name)
2   return <table> new_jfm_info
3 end

```

*3 `no_runtime/ltjclasses.dtx` を参照されたい. JFM 側で一部の対処ができることにより, `jclasses` のように if 文の判定はしていない.

*4 Omega, Aleph, Lua $\text{T}_\text{E}\text{X}$, そして ϵ -(u)p $\text{T}_\text{E}\text{X}$ では 256 の数式ファミリを扱うことができるが, これをサポートするために plain $\text{T}_\text{E}\text{X}$ と $\text{L}\text{A}\text{T}_\text{E}\text{X}$ では外部パッケージを読み込む必要がある.

引数 `jfm_info` は JFM ファイルのテーブルと似たものが格納されるが、クラス 0 を除いた文字のコードを含んだ `chars` フィールドを持つ点が異なる。

このコールバックの使用例は `ltjarticle` クラスにあり、`jfm-min.lua` 中の `'parbdd'` を強制的にクラス 0 に割り当てている。このコールバックは `LuaTeX-japan` のコードを書き換えない。

`luatexja.define_font` コールバック このコールバックと次のコールバックは組をなしており、Unicode 中に固定された文字コード番号を持たない文字を非零の文字クラスに割り当てることができる。このコールバックは新しい和文フォントが読み込まれたときに呼び出される。

```
1 function (<table> jfont_info, <number> font_number)
2   return <table> new_jfont_info
3 end
```

`jfont_info` は以下のフィールドを持つ：

`jfm` JFM のインデックス番号。

`size` スケールド・ポイント (= 2^{-16} pt) を単位としたフォントのサイズ。

`var` `\jfont` の呼び出しの際に `jfmvar=...` で指定された値。

戻り値の `new_jfont_info` テーブルもこれら 3 つのフィールドを含まなければならない。

`font_number` はフォント番号である。

これと次のコールバックの良い使用例は `luatexja-otf` パッケージであり、JFM 中で Adobe-Japan1 CID の文字を `"AJ1-xxx"` の形で指定するために用いられている。このコールバックは `LuaTeX-japan` のコードを書き換えない。

`luatexja.find_char_class` コールバック このコールバックは `LuaTeX-japan` が `chr_code` の文字がどの文字クラスに属するかを決定しようとする際に呼び出される。このコールバックで呼び出される関数は次の形をしていなければならない：

```
1 function (<number> char_class, <table> jfont_info, <number> chr_code)
2   if char_class~=0 then return char_class
3   else
4     ....
5     return (<number> new_char_class or 0)
6   end
7 end
```

引数 `char_class` は `LuaTeX-japan` のデフォルトルーチンか、このコールバックの直前の関数呼び出しの結果を含んでおり、したがってこの値は 0 ではないかもしれない。さらに、戻り値の `new_char_class` は `char_class` が非零のときには `char_class` の値と同じであるべきで、そうでないときは `LuaTeX-japan` のデフォルトルーチンを書き換えることになる。

このコールバックは `LuaTeX-japan` のコードを書き換えない。

`luatexja.set_width` コールバック このコールバックは `LuaTeX-japan` が `JChar` の寸法と位置を調節するためにその `glyph_node` をカプセル化しようとする際に呼び出される。

```
1 function (<table> shift_info, <table> jfont_info, <number> char_class)
2   return <table> new_shift_info
3 end
```

引数 `shift_info` と戻り値の `new_shift_info` は `down` と `left` のフィールドを持ち、これらの値は文字の下 / 左へのシフト量 (スケールド・ポイント単位) である。

良い例が `test/valign.lua` である。このファイルが読み込まれた状態では、JFM 内で規定された文字クラス 0 の文字における (高さ) : (深さ) の比になるように、実際のフォントの出力上下位置が自動調整される。例えば、

- JFM 側の設定 : (高さ) = $88x$, (深さ) = $12x$ (和文 OpenType フォントの標準値)

- 実フォント側の数値：(高さ) = $28y$, (深さ) = $5y$ (和文 TrueType フォントの標準値) となっていたとする。すると、実際の文字の出力位置は、

$$\frac{88x}{88x + 12x}(28y + 5y) - 28y = \frac{26}{25}y = 1.04y.$$

だけ上にずらされることになる。

6 パラメータ

6.1 `\ltjsetparameter` プリミティブ

先に述べたように、`\ltjsetparameter` と `\ltjgetparameter` は LuaTeX-ja のほとんどのパラメータにアクセスするためのプリミティブである。LuaTeX-ja が pTeX のような文法 (例えば、`\prebreakpenalty`) = 10000) を採用しない理由の一つは、LuaTeX のソースにおける `hpack_filter` コールバックの位置にある。9 節を参照。

`\ltjsetparameter` と `\ltjglobalsetparameter` はパラメータを指定するためのプリミティブである。これらは $\langle key \rangle = \langle value \rangle$ のリストを引数としてとる。許されるキーは次の節に記述する。`\ltjsetparameter` と `\ltjglobalsetparameter` の違いはスコープの違いのみである。`\ltjsetparameter` はローカルな指定、`\ltjglobalsetparameter` はグローバルな指定を行う。これらは他のパラメータ指定と同様に `\globaldefs` の値に従う。

`\ltjgetparameter` はパラメータの値を取得するためのプリミティブであり、常にパラメータの名前を第一引数にとる。そして、いくつかの場合には加えてさらに引数 (例えば文字コード) をとる。

```

1 \ltjgetparameter{differentjfm},
2 \ltjgetparameter{autospacing},           average, 1, 10000.
3 \ltjgetparameter{prebreakpenalty}{`}}.

```

`\ltjgetparameter` の戻り値は常に文字列である。これは `tex.write()` によって出力しているため、スペース ' ' (U+0020) を除いた文字のカテゴリコードは全て 12 (other) となる。一方、スペースのカテゴリコードは 10 (space) である。

6.2 パラメータ一覧

以下は `\ltjsetparameter` に指定することができるパラメータの一覧である。`[\cs]` は pTeX における対応物を示す。また、それぞれのパラメータの右上にある記号には次の意味がある：

- 記号なし：段落や水平ボックスの終端での値がその段落 / 水平ボックス全体で用いられる。
- ‘*’：ローカルなパラメータであり、段落 / 水平ボックス内のどこでも値を変えることができる。
- ‘†’：指定は常にグローバルになる。

`jcharwidowpenalty = \langle penalty \rangle` [`jcharwidowpenalty`] パラグラフの最後の字が孤立して改行されるのを防ぐためのペナルティの値。このペナルティは (日本語の) 句読点として扱われない最後の JChar の直後に挿入される。

`kcatcode = \{ \langle chr_code \rangle, \langle natural number \rangle \}` 文字コードが $\langle chr_code \rangle$ の文字が持つ付加的な属性値 (attribute)。現在のバージョンでは、 $\langle natural number \rangle$ の最下位ビットが、その文字が句読点とみなされるかどうかを表している (上の `jcharwidowpenalty` の記述を参照)。

`prebreakpenalty={⟨chr_code⟩,⟨penalty⟩}` [`\prebreakpenalty`] 文字コード `⟨chr_code⟩` の JAchar が行頭にくることを抑止するために、この文字の前に挿入/追加されるペナルティの量を指定する。

例えば閉じ括弧「`]`」は絶対に行頭にきてはならないので、標準で読み込まれる `luatexja-kinsoku.tex` において

```
\ltjsetparameter{prebreakpenalty={`}] ,10000}}
```

と、最大値の 10000 が指定されている。他にも、小書きのカナなど、絶対禁止というわけではないができれば行頭にはきて欲しくない場合に、0 と 10000 の間の値を指定するのも有用であろう。

```
\ltjsetparameter{prebreakpenalty={`か,150}}
```

`postbreakpenalty={⟨chr_code⟩,⟨penalty⟩}` [`\postbreakpenalty`] 文字コード `⟨chr_code⟩` の JAchar が行末にくることを抑止するために、この文字の後に挿入/追加されるペナルティの量を指定する。

pTeX では、`\prebreakpenalty`、`\postbreakpenalty` において、

- 一つの文字に対して、`pre`、`post` どちらか一つしか指定することができなかった（後から指定した方で上書きされる）。
- `pre`、`post` 合わせて 256 文字分の情報を格納することしかできなかった。という制限があったが、LuaTeX-ja ではこれらの制限は解消されている。

`jatextfont={⟨jfam⟩,⟨jfont_cs⟩}` [TeX の `\textfont`]

`jascriptfont={⟨jfam⟩,⟨jfont_cs⟩}` [TeX の `\scriptfont`]

`jascriptscriptfont={⟨jfam⟩,⟨jfont_cs⟩}` [TeX の `\scriptscriptfont`]

`yjabaselineshift=⟨dimen⟩*`

`yalbaselineshift=⟨dimen⟩*` [`\ybaselineshift`]

`jaxspmode={⟨chr_code⟩,⟨mode⟩}` 文字コードが `⟨chr_code⟩` の JAchar の前/後ろに `xkanjiskip` の挿入を許すかどうかの設定。以下の `⟨mode⟩` が許される：

- 0, `inhibit` `xkanjiskip` の挿入は文字の前/後ろのいずれでも禁止される。
- 1, `preonly` `xkanjiskip` の挿入は文字の前では許されるが、後ろでは許されない。
- 2, `postonly` `xkanjiskip` の挿入は文字の後ろでは許されるが、前では許されない。
- 3, `allow` `xkanjiskip` の挿入は文字の前/後ろのいずれでも許される。これがデフォルトの値である。

このパラメータは pTeX の `\inhibitxspcode` プリミティブと似ているが、互換性はない。

`alxspmode={⟨chr_code⟩,⟨mode⟩}` [`\xspcode`]

文字コードが `⟨chr_code⟩` の ALchar の前/後ろに `xkanjiskip` の挿入を許すかどうかの設定。以下の `⟨mode⟩` が許される：

- 0, `inhibit` `xkanjiskip` の挿入は文字の前/後ろのいずれでも禁止される。
- 1, `preonly` `xkanjiskip` の挿入は文字の前では許されるが、後ろでは許されない。
- 2, `postonly` `xkanjiskip` の挿入は文字の後ろでは許されるが、前では許されない。
- 3, `allow` `xkanjiskip` の挿入は文字の前/後ろのいずれでも許される。これがデフォルトの値である。

`jaxspmode` と `alxspmode` は共通のテーブルを用いているため、これら 2 つのパラメータは互いの異名となっていることに注意する。

`autospacing=⟨bool⟩*` [`\autospacing`]

`autoxspacing=⟨bool⟩*` [`\autoxspacing`]

`kanjiskip` = $\langle skip \rangle$ [`\kanjiskip`]
`xkanjiskip` = $\langle skip \rangle$ [`\xkanjiskip`]
`differentjfm` = $\langle mode \rangle^\dagger$ JFM (もしくはサイズ) が異なる 2 つの JAchar の間にグルー / カーンをど
 のように入れるかを指定うる . 許される値は以下の通り :
 `average`
 `both`
 `large`
 `small`
`jacharrange` = $\langle ranges \rangle^*$
`kansujichar` = $\{ \langle digit \rangle, \langle chr_code \rangle \}$ [`\kansujichar`]

7 その他のプリミティブ

7.1 互換プリミティブ

以下のプリミティブは pTeX との互換性のために実装されている :

```

\kuten
\jis
\euc
\sjis
\ucs
\kansuji
  
```

7.2 \inhibitglue プリミティブ

`\inhibitglue` プリミティブは JAglue の挿入を抑制する . 以下は , ボックスの始めと ‘あ’ の間 , ‘あ’ と ‘う’ の間にグルーが入る特別な JFM を用いた例である .

<pre> 1 \jfont\g=psft:Ryumin-Light:jfm=test \g 2 \fbox{\hbox{あうあ\inhibitglue う}} 3 \inhibitglue\par\noindent あ1 4 \par\inhibitglue\noindent あ2 5 \par\noindent\inhibitglue あ3 6 \par\hrule\noindent あ off\inhibitglue ice </pre>	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">あ</td> <td style="padding: 2px 10px;">うあう</td> </tr> </table> <pre> あ 1 あ 2 あ 3 あ office </pre>	あ	うあう
あ	うあう		

この例を援用して , `\inhibitglue` の仕様について述べる .

- `\inhibitglue` の垂直モード中での呼び出しは意味を持たない . 4 行目の入力で有効にならないのは , `\inhibitglue` の時点では垂直モードであり , `\noindent` の時点で水平モードになるからである .
- `\inhibitglue` の (制限された) 水平モード中での呼び出しはその場でのみ有効であり , 段落の境界を乗り越えない . さらに , `\inhibitglue` は上の例の最終行のようにリガチャとカーニングを打ち消す .
- `\inhibitglue` を数式モード中で呼び出した場合はただ無視される .

8 L^AT_EX 2_ε用のコントロールシーケンス

8.1 NFSS2 へのパッチ

2.4 節で述べたように、LuaT_EX-j_a は NFSS2 への日本語パッチである pL^AT_EX 2_ε の plfonts.dtx を単純に取り入れている。便宜のため、ここでは 2.5 節で述べていなかったコマンドについて記述しておく。

```
\DeclareYokoKanjiEncoding{<encoding>}{<text-settings>}{<math-settings>}
```

LuaT_EX-j_a の NFSS2 においては、欧文フォントファミリーと和文フォントファミリーはそのエンコーディングからのみ作られる。例えば、OT1 と T1 のエンコーディングは欧文フォントファミリーに対するものであり、和文フォントファミリーはこれらのエンコーディングを持つことはできない。このコマンドは和文フォントファミリー（横書き用）のための新しいエンコーディングを定義する。

```
\DeclareKanjiEncodingDefaults{<text-settings>}{<math-settings>}
```

```
\DeclareKanjiSubstitution{<encoding>}{<family>}{<series>}{<shape>}
```

```
\DeclareErrorKanjiFont{<encoding>}{<family>}{<series>}{<shape>}{<size>}
```

上記 3 つのコマンドはちょうど DeclareFontEncodingDefaults などに対応するものである。

```
\reDeclareMathAlphabet{<unified-cmd>}{<al-cmd>}{<ja-cmd>}
```

和文・欧文の数式用フォントファミリーを一度に変更する命令を作成する。具体的には、欧文数式用フォントファミリー変更の命令 *<al-cmd>* (`\mathrm` 等) と、和文数式用フォントファミリー変更の命令 *<ja-cmd>* (`\mathmc` 等) の 2 つを同時に行う命令として *<unified-cmd>* を (再) 定義する。実際の使用では *<unified-cmd>* と *<al-cmd>* に同じものを指定する、すなわち、*<al-cmd>* で和文側も変更させるようにするのが一般的と思われる。

本命令は

$$\langle \textit{unified-cmd} \rangle \langle \textit{arg} \rangle \longrightarrow (\langle \textit{al-cmd} \rangle \text{ を 1 段展開したもの}) \langle \textit{ja-cmd} \rangle \text{ を 1 段展開したものの} \langle \textit{arg} \rangle$$

と定義を行うので、使用には注意が必要である：

- *<al-cmd>*, *<ja-cmd>* は既に定義されていなければならない。`\reDeclareMathAlphabet` 後に両命令の内容を再定義しても、*<unified-cmd>* の内容にそれは反映されない。
- *<al-cmd>*, *<ja-cmd>* に `\@mathrm` など `@` をつけた命令を指定した時の動作は保証できない。

```
\DeclareRelationFont{<ja-encoding>}{<ja-family>}{<ja-series>}{<ja-shape>}
```

```
{<al-encoding>}{<al-family>}{<al-series>}{<al-shape>}
```

いわゆる「従属欧文」を設定するための命令である。前半の 4 引数で表される和文フォントファミリーに対して、そのフォントに対応する「従属欧文」フォントファミリーを後半の 4 引数により与える。

```
\SetRelationFont
```

このコマンドは `\DeclareRelationFont` とローカルな指定であることを除いてほとんど同じである (`\DeclareRelationFont` はグローバル)。

`\userelfont`

現在の欧文フォントエンコーディング / ファミリ / を, `\DeclareRelationFont` か `\SetRelationFont` で指定された現在の和文フォントファミリに対応する「従属欧文」フォントファミリに変更する. `\fontfamily` のように, 有効にするためには `\selectfont` が必要である.

`\adjustbaseline`

...

`\fontfamily{<family>}`

元々の \LaTeX 2_ϵ におけるものと同様に, このコマンドは現在のフォントファミリ (欧文, 和文, もしくは両方) を `<family>` に変更する. どのファミリが変更されるかは以下のようにして決定される:

- 現在の和文フォントに対するエンコーディングが `<ja-enc>` であるとしよう. 現在の和文フォントファミリは, 以下の 2 つの条件のうちの 1 つが満たされているときに `<family>` に変更される:
 - エンコーディング `<ja-enc>` におけるファミリ `<fam>` が既に `\DeclareKanjiFamily` によって定義されている.
 - フォント定義ファイル `<enc><ja-enc>.fd` (ファイル名は全て小文字) が存在する.
- 現在の欧文フォントに対するエンコーディングを `<al-enc>` とする. 欧文フォントファミリに対しても, 上記の基準が用いられる.
- 上記のいずれもが適用されない, つまり `<family>` が `<ja-enc>` と `<al-enc>` のどちらでも定義されないような場合がある. この場合, 代替フォントに用いられるデフォルトのフォントファミリが欧文フォントと和文フォントに用いられる. \LaTeX のオリジナルの実装とは異なり, 現在のエンコーディングは `<family>` には設定されないことに注意する.

この節の終わりに, `\SetRelationFont` と `\userelfont` の例を紹介しておこう.

```
1 \gtfamily{}あいう abc
2 \SetRelationFont{JY3}{gt}{m}{n}{OT1}{
   pag}{m}{n}          あいう abc あいう abc
3 \userelfont\selectfont{}あいう abc
```

8.2 トンボ

9 拡張

9.1 luatexja-fontspec.sty

2.6 節で述べたように, この追加パッケージは `fontspec` パッケージで定義されているコマンドに対応する和文フォント用のコマンドを提供する. オリジナルの `fontspec` での 'font feature' に加えて, 和文版のコマンドには以下の 'font feature' を指定することができる:

```
CID=<name>
JFM=<name>
JFM-var=<name>
```

これら 3 つのキーはそれぞれ `\jfont` プリミティブに対する `cid`, `jfm`, `jfmvar` キーとそれぞれ対応する. CID は下の `NoEmbed` と合わせて用いられたときのみ有効である. 詳細は 4.1 節と 4.2 節を参照.

NoEmbed これを指定することで、PDF に埋め込まれない「名前だけ」のフォントを指定することができる。4.2 節を参照。

9.2 luatexja-otf.sty

この追加パッケージは Adobe-Japan1 の文字の出力をサポートする。luatexja-otf.sty は以下の 2 つの低レベルコマンドを提供する：

`\CID{⟨number⟩}` CID 番号が $\langle number \rangle$ の文字を出力する。

`\UTF{⟨hex_number⟩}` 文字コードが (16 進で) $\langle hex_number \rangle$ の文字を出力する。このコマンドは `\char"⟨hex_number⟩` と似ているが、下の記述に注意すること。

注意 `\CID` と `\UTF` コマンドによって出力される文字は以下の点で通常の文字と異なる：

- 常に `JAchar` として扱われる。
- OpenType feature (例えばグリフ置換やカーニング) をサポートするための `luaotfload` パッケージのコードはこれらの文字には働かない。

JFM への記法の追加 `luatexja-otf.sty` は JFM の記法を拡張する。JFM の `chars` テーブルのエントリとして 'AJ1-xxx' の形の文字列が使えるようになる。これは Adobe-Japan1 における CID 番号が xxx の文字を表す。

第 III 部

実装

10 パラメータの保持

10.1 LuaTeX-ja で用いられる寸法レジスタ、属性レジスタ、whatsit ノード

以下は LuaTeX-ja で用いられる寸法レジスタ (dimension)、属性レジスタ (attribute) のリストである。

`\jQ` (dimension) `\jQ` は $1Q = 0.25\text{ mm}$ と等しい。ここで、'Q' (もしくは「級」) は日本の写植で用いられる単位である。したがって、この寸法レジスタの値を変更してはならない。

`\jH` (dimension) 同じく写植で用いられていた単位として「齒」があり、これも 0.25 mm と等しい。`\jH` は `\jQ` の別名である。

`\ltj@zw` (dimension) 現在の和文フォントの「全角幅」を保持する一時レジスタ。

`\ltj@zh` (dimension) 現在の和文フォントの「全角高さ」(通常、高さ と 深さの和) を保持する一時レジスタ。

`\jfam` (attribute) 数式用の和文フォントファミリの現在の番号。

`\ltj@curjfnt` (attribute) 現在の和文フォントのフォント番号。

`\ltj@charclass` (attribute) 和文文字の `glyph_node` の文字クラス。

`\ltj@yablshift` (attribute) スケールド・ポイント (2^{-16} pt) を単位とした欧文フォントのベースラインの移動量。

`\ltj@ykblshift` (attribute) スケールド・ポイント (2^{-16} pt) を単位とした和文フォントのベースラインの移動量 .

`\ltj@autospc` (attribute) そのノードで `kanjiskip` の自動挿入が許されるかどうか .

`\ltj@autoxspc` (attribute) そのノードで `xkanjiskip` の自動挿入が許されるかどうか .

`\ltj@icflag` (attribute) ノードの「種類」を区別するための属性 . 以下のうちのひとつが値として割り当てられる :

italic (1) イタリック補正 (`\/`) によるグルー . このグルーの由来の区別 (`\kern` か `\/` か) は `xkanjiskip` の挿入過程において必要になる .

packed (2)

kinsoku (3) 和文文字のワードラップ過程において挿入されたペナルティ (*kinsoku*) .

from_jfm (4) JFM 由来のグルー / カーン .

line_end (5) 和文文字が行末にきたとき , 行末との間に挿入されるカーンである .

kanji_skip (6) `kanjiskip` のグルー .

xkanji_skip (7) `xkanjiskip` のグルー .

processed (8) `LuaTeX-ja` の内部処理によって既に処理されたノード .

ic_processed (9) イタリック補正に由来するグルーであるが , まだ処理されていないもの .

boxbdd (15) ある水平ボックスか段落の最初か最後に挿入されたグルー / カーン .

`\ltj@kcati` (attribute) *i* は 7 より小さい自然数 . これら 7 つの属性レジスタは , どの文字ブロックが `JChar` のブロックとして扱われるかを示すビットベクトルを格納する .

さらに , `LuaTeX-ja` はいくつかの「ユーザ定義の」`whatsit` ノードを内部処理に用いる . これらの全てのノードは自然数を格納している (したがってノードの `type` は 100 である) . 次の `user_id` が使用される :

30111 `\inhibitglue` が指定されたことを示すノード . これらのノードの `value` フィールドは意味を持たない .

30112 `LuaTeX-ja` のスタックシステム (次の節を参照) のためのノード . これらのノードの `value` フィールドは現在のグルーブを表す .

30113 `luaotfload` のコールバックによる処理が適用されない和文文字のためのノードで , `value` フィールドにその文字のコードが格納されている . この `user_id` を持つノードはそれぞれが `luaotfload` のコールバックの処理の後で `'glyph_node'` に変換される . この `user_id` は `luatexja-otf` パッケージでのみ使用される .

30114 Nodes for indicating beginning of a paragraph. A paragraph which is started by `\item` in list-like environments has a horizontal box for its label before the actual contents. So ...

これらの `whatsit` ノードは `JAgglue` の挿入処理の間に取り除かれる .

10.2 `LuaTeX-ja` のスタックシステム

背景 `LuaTeX-ja` は独自のスタックシステムを持ち , `LuaTeX-ja` のほとんどのパラメータはこれを用いて保持されている . その理由を明らかにするために , `kanjiskip` パラメータがスキップレジスタで保持されているとし , 以下のコードを考えてみよう :

```

1 \ltjsetparameter{kanjiskip=0pt}ふがふが
   .%
2 \setbox0=\hbox{\ltjsetparameter{           ふがふが. ほげほげ. ぴよぴよ
   kanjiskip=5pt}ほげほげ}
3 \box0. ぴよぴよ\par

```

5.2 節で述べたように、ある水平ボックスの中で効力を持つ `kanjiskip` の値は最後に現れた値のみであり、したがってボックス全体に適用される `kanjiskip` は 5 pt であるべきである。しかし、LuaTeX の実装のために、この ‘5 pt’ はどのコールバックからも知ることはできない。 `tex/packaging.w` (これは LuaTeX のソースファイルである) の中に、以下のコードがある：

```

void package(int c)
{
    scaled h;           /* height of box */
    halfword p;        /* first node in a box */
    scaled d;          /* max depth */
    int grp;
    grp = cur_group;
    d = box_max_depth;
    unsave();
    save_ptr -= 4;
    if (cur_list.mode_field == -hmode) {
        cur_box = filtered_hpack(cur_list.head_field,
                                cur_list.tail_field, saved_value(1),
                                saved_level(1), grp, saved_level(2));
        subtype(cur_box) = HLIST_SUBTYPE_HBOX;
    }
}

```

`unsave` が `filtered_hpack` (これは `hpack_filter` コールバックが実行される場所である) の前に実行されていることに注意する。したがって、上記ソース中で ‘5 pt’ は `unsave` のところで捨てられ、`hpack_filter` からはアクセスすることができない。

解決法 スタックシステムのコードは Dev-luatex メーリングリストのある投稿^{*5}をベースにしている。

情報を保持するために、2 つの TeX の整数レジスタを用いている：`\ltj@stack` でスタックレベル、`\ltj@group@level` で最後の代入がなされた時点での TeX のグループレベルを保持している。パラメータは `charprop_stack_table` という名前のひとつの大きなテーブルに格納される。ここで、`charprop_stack_table[i]` はスタックレベル i のデータを格納している。もし新しいスタックレベルが `\ltjsetparameter` によって生成されたら、前のレベルの全てのデータがコピーされる。

上の「背景」で述べた問題を解決するために、LuaTeX-ja ではもう一つの手法を導入する：新しいスタックレベルが生成されようとするとき、`type`、`subtype`、`value` がそれぞれ 44 (`user_defined`)、30112、そして現在のグループレベルである `whatsit` ノードを現在のリストに付け加える (このノードを `stack_flag` とする)。これにより、ある水平ボックスの中で代入がなされたかどうかを知ることが可能となる。スタックレベルを s 、その水平ボックスグループの直後の TeX のグループレベルを t とすると：

- もしその水平ボックスのリストの中に `stack_flag` ノードがなければ、水平ボックスの中では代入は起こらなかったということになる。したがって、その水平ボックスの終わりにおけるパラメータの値はスタックレベル s に格納されている。

^{*5} [Dev-luatex] `tex.currentgrouplevel`: Jonathan Sauer による 2008/8/19 の投稿。

- もし値が $t+1$ の `stack_flag` ノードがあれば、その水平ボックスグループの中で代入が起こったことになる。したがって、水平ボックスの終わりにおけるパラメータの値はスタックレベル $s+1$ に格納されている。
- もし `stack_flag` ノードがあるがそれらの値が全て $t+1$ より大きい場合、そのボックスの中で代入が起こったが、それは「より内部の」グループで起こったということになる。したがって、水平ボックスの終わりでのパラメータの値はスタックレベル s に格納されている。

このトリックを正しく働かせるためには、`\ltj@@stack` と `\ltj@@group@level` への代入は `\globaldefs` の値によらず常にローカルでなければならぬことに注意する。この問題は `\directlua{tex.globaldefs=0}` (この代入は常にローカル) を用いることで解決している。

11 和文文字直後の改行

11.1 参考:pTeX の動作

欧文では文章の改行は単語間でしか行わない。そのため、 \TeX では、(文字の直後の)改行は空白文字と同じ扱いとして扱われる。一方、和文ではほとんどどこでも改行が可能のため、 $p\TeX$ では和文文字の直後の改行は単純に無視されるようになっている。

このような動作は、 $p\TeX$ が \TeX からエンジンとして拡張されたことによって可能になったことである。 $p\TeX$ の入力処理部は、 \TeX におけるそれと同じように、有限オートマトンとして記述することができ、以下に述べるような 4 状態を持っている。

- State N : 行の開始。
- State S : 空白読み飛ばし。
- State M : 行中。
- State K : 行中 (和文文字の後)。

また、状態遷移は、図 2 のようになっており、図中の数字はカテゴリーコードを表している。最初の 3 状態は \TeX の入力処理部と同じであり、図中から状態 K と「 j 」と書かれた矢印を取り除けば、 \TeX の入力処理部と同じものになる。

この図から分かることは、

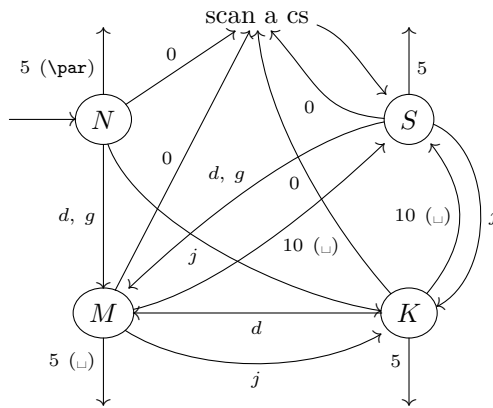
行が和文文字 (とグループ境界文字) で終わっていれば、改行は無視される

ということである。

11.2 LuaTeX-ja の動作

$\text{Lua}\TeX$ の入力処理部は \TeX のそれと全く同じであり、コールバックによりユーザがカスタマイズすることはできない。このため、改行抑制の目的でユーザが利用できそうなコールバックとしては、`process_input_buffer` や `token_filter` に限られてしまう。しかし、 \TeX の入力処理部をよく見ると、後者も役には立たないことが分かる：改行文字は、入力処理部によってトークン化される時に、カテゴリーコード 10 の 32 番文字へと置き換えられてしまうため、`token_filter` で非標準なトークン読み出しを行おうとしても、空白文字由来のトークンと、改行文字由来のトークンは区別できないのだ。

すると、我々のとれる道は、`process_input_buffer` を用いて $\text{Lua}\TeX$ の入力処理部に引き渡さ



$d := \{3, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 13\}$, $g := \{1, 2\}$, $j := (\text{Japanese characters})$

- 数字はカテゴリーコードを表わしている .
- カテゴリーコード 9 (無視する文字), 14 (コメント文字), 15 (無効文字) は上の図では省かれている .

図 2. pTeX の入力処理部の状態遷移 .

れる前に入力文字列を編集するというものしかない . 以上を踏まえ , LuaTeX-ja における「和文文字直後の改行抑制」の処理は , 次のようになっている :

各入力行に対し , その入力行が読まれる前の内部状態で以下の 3 条件が満たされている場合 , LuaTeX-ja は U+FFFFF 番の文字^{*6}を末尾に追加する . よって , その場合に改行は空白とは見做されないこととなる .

1. `\endlinechar` の文字^{*7}のカテゴリーコードが 5 (end-of-line) である .
2. U+FFFFF のカテゴリーコードが 14 (comment) である .
3. 入力行は次の「正規表現」にマッチしている :

$$(\text{any char})^*(\mathbf{JAchar})({\text{catcode}} = 1) \cup {\text{catcode}} = 2)^*$$

この仕様は , 前節で述べた pTeX の仕様にできるだけ近づけたものとなっている . 最初の条件は , verbatim 系環境などの日本語対応マクロを書かなくてすませるためのものである . しかしながら , 完全に同じ挙動が実現できたわけではない . 差異は , 次の例が示すように , 和文文字の範囲を変更した行の改行において見られる :

```

1 \ltjsetparameter{autoxspacing=false}
2 \ltjsetparameter{jacharrange={-6}}xあ          xyzあ u
3 y\ltjsetparameter{jacharrange={+6}}zあ
4 u

```

もし pTeX とまったく同じ挙動を示すならば , 出力は「x yzあu」となるべきである . しかし , 実際には上のように異なる挙動となっている .

- 2 行目は「あ」という和文文字で終わる (2 行目を処理する前の時点では , 「あ」は和文文字扱いである) ため , 直後の改行文字は無視される .

^{*6} この文字はコメント文字として扱われるように LuaTeX-ja 内部で設定をしている .

^{*7} 普通は , 改行文字 (文字コード 13 番) である .

- 3行目は「あ」という欧文文字で終わる（2行目を処理する前の時点では、「あ」は欧文文字扱いである）ため、直後の改行文字は空白に置き換わる。

このため、トラブルを避けるために、和文文字の範囲を`\ltjsetparameter`で編集した場合、その行はそこで改行するようにした方がいいだろう。

12 JFM グルーの挿入, kanjiskip と xkanjiskip

12.1 概要

LuaTeX-ja における和文処理グルーの挿入方法は、pTeX のそれとは全く異なる。pTeX では次のような仕様であった：

- JFM グルーの挿入は、和文文字を表すトークンを元に水平リストに（文字を表す）`\langle char_node \rangle`を追加する過程で行われる。
- xkanjiskip の挿入は、水平ボックスへのパッケージングや行分割前に行われる。
- kanjiskip はノードとしては挿入されない。パッケージングや行分割の計算時に「和文文字を表す 2 つの `\langle char_node \rangle` の間には kanjiskip がある」ものとみなされる。

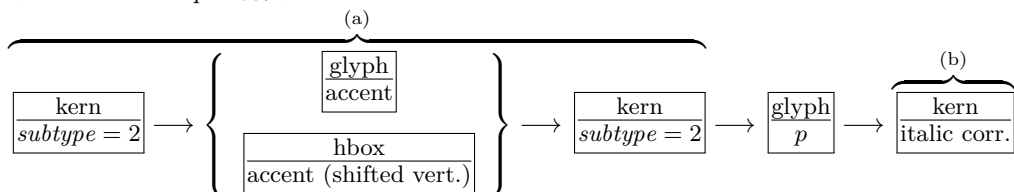
しかし、LuaTeX-ja では、水平ボックスへのパッケージングや行分割前に全ての JAgglue、即ち JFM グルー・xkanjiskip・kanjiskip の 3 種類を一度に挿入することになっている。これは、LuaTeX において欧文の合字・カーニング処理がノードベースになったことに対応する変更である。

LuaTeX-ja における JAgglue 挿入処理では、次節で定義する「クラスタ」を単位にして行われる。大雑把にいうと、「クラスタ」は文字とそれに付随するノード達（アクセント位置補正用のカーンや、イタリック補正）をまとめたものであり、2 つのクラスタの間には、ペナルティ、`\vadjust`, `whatsit` など、行組版には関係しないものがある。

12.2 「クラスタ」の定義

定義 1. クラスタは以下の形のうちのどれかひとつをとる連続的なノードのリストである：

1. その `\ltj@icflag` の値が [3,15) に入るノードのリスト。これらのノードはある既にパッケージングされた水平ボックスから `\unhbox` でアンパックされたものである。その `id` は `id_pbox` である。
2. インライン数式でその境界に 2 つの `math_node` を含むもの。その `id` は `id_math` である。
3. `glyph_node p` とそれに関係するノード：
 - (1) `p` のイタリック補正のためのカーン。
 - (2) `\accent` による `p` に付随したアクセント。



`id` は `glyph_node` が和文文字を表すかどうかによって `id_jglyph`, もしくは `id_glyph` となる。

4. ボックス様のノード、つまり水平ボックス、垂直ボックス、罫線 (`\vrule`)、そして `unset_node`。その `id` は垂直に移動していない水平ボックスならば `id_hlist`, そうでなければ `id_box_like` となる。

5. グルー, subtype が 2 (*accent*) ではないカーン, そして任意改行. その *id* はそれぞれ *id_glue*, *id_kern*, そして *id_disc* である.

以下では *Np*, *Nq*, *Nr* でクラスタを表す.

id の意味 *Np.id* の意味を述べるとともに, 「先頭の文字」を表す *glyph_node Np.head* と, 「最後の文字」を表す *glyph_node Np.tail* を次のように定義する. 直感的に言うと, *Np* は *Np.head* で始まり *Np.tail* で終わるような単語, と見做すことができる. これら *Np.head*, *Np.tail* は説明用に準備した概念であって, 実際の Lua コード中にそのように書かれているわけではないことに注意.

id_jglyph 和文文字.

Np.head, *Np.tail* は, その和文文字を表している *glyph_node* そのものである.

id_glyph 和文文字を表していない *glyph_node p*.

多くの場合, *p* は欧文文字を格納しているが, ‘ffi’ などの合字によって作られた *glyph_node* である可能性もある. 前者の場合, *Np.head*, *Np.tail* = *p* である. 一方, 後者の場合,

- *Np.head* は, 合字の構成要素の先頭 (その *glyph_node* における) 合字の構成要素の先頭 と再帰的に検索していったどり着いた *glyph_node* である.
- *Np.last* は, 同様に末尾 末尾 と検索してたどり着いた *glyph_node* である.

id_math インライン数式.

便宜的に, *Np.head*, *Np.tail* ともに「文字コード -1 の欧文文字」とおく.

id_hlist 縦方向にシフトされていない水平ボックス.

この場合, *Np.head*, *Np.tail* はそれぞれ *p* の内容を表すリストの, 先頭・末尾のノードである.

- 状況によっては, TeX ソースで言うと
`\hbox{\hbox{abc}...\hbox{\lower1pt\hbox{xyz}}}`
のように, *p* の内容が別の水平ボックスで開始・終了している可能性も十分あり得る. そのような場合, *Np.head*, *Np.tail* の算出は, 垂直方向にシフトされていない水平ボックスの場合だけ内部を再帰的に探索する. 例えば上の例では, *Np.head* は文字「a」を表すノードであり, 一方 *Np.tail* は垂直方向にシフトされた水平ボックス, `\lower1pt\hbox{xyz}` に対応するノードである.
- また, 先頭にアクセント付きの文字がきたり, 末尾にイタリック補正用のカーンが来ることもあり得る. この場合は, クラスタの定義のところにもあったように, それらは無視して算出を行う.
- 最初・最後のノードが合字によって作られた *glyph_node* のときは, それぞれに対して *id_glyph* と同様に再帰的に構成要素をたどっていく.

id_pbox 「既に処理された」ノードのリストであり, これらのノードが二度処理を受けないためにまとめて 1 つのクラスタとして取り扱うだけである. *id_hlist* と同じ方法で *Np.head*, *Np.tail* を算出する,

id_disc discretionary break (`\discretionary{pre}{post}{nobreak}`).

id_hlist と同じ方法で *Np.head*, *Np.tail* を算出するが, 第 3 引数の *nobreak* (行分割が行われない時の内容) を使う. 言い換えれば, ここで行分割が発生した時の状況は全く考慮に入れない.

id_box_like *id_hlist* とならない box や, rule.

この場合は, *Np.head*, *Np.tail* のデータは利用されないため, 2 つの算出は無意味である. 敢えて明示するならば, *Np.head*, *Np.tail* は共に nil 値である.

他 以上がない *id* に対しても, *Np.head*, *Np.tail* の算出は無意味.

クラスタの別の分類 さらに、JFM グルー挿入処理の実際の説明により便利なように、*id* とは別のクラスタの分類を行っておく。挿入処理では 2 つの隣り合ったクラスタの間に空白等の実際の挿入を行うことは前に書いたが、ここでの説明では、問題にしているクラスタ *Np* は「後ろ側」のクラスタであるとする。「前側」のクラスタについては、以下の説明で *head* が *last* に置き換わることに注意すること。

和文 A リスト中に直接出現している和文文字。*id* が *id_jglyph* であるか、

id が *id_pbox* であって *Np.head* が JAchar であるとき。

和文 B リスト中の水平ボックスの中身の先頭として出現した和文文字。和文 A との違いは、これの前に JFM グルーの挿入が行われない (xkanjiskip, kanjiskip は入り得る) ことである。

id が *id_hlist* か *id_disc* であって *Np.head* が JAchar であるとき。

欧文 リスト中に直接 / 水平ボックスの中身として出現している欧文文字。次の 3 つの場合が該当：

- *id* が *id_glyph* である。
- *id* が *id_math* である。
- *id* が *id_pbox* か *id_hlist* か *id_disc* であって、*Np.head* が ALchar。

箱 box, またはそれに類似するもの。次の 2 つが該当：

- *id* が *id_pbox* か *id_hlist* か *id_disc* であって、*Np.head* が *glyph_node* でない。
- *id* が *id_box_like* である。

12.3 段落 / 水平ボックスの先頭や末尾

先頭部の処理 まず、段落 / 水平ボックスの一番最初にあるクラスタ *Np* を探索する。水平ボックスの場合は何の問題もないが、段落の場合では以下のノード達を事前に読み飛ばしておく：

`\parindent` 由来の水平ボックス (*subtype* = 3), 及び *subtype* が 44 (*user_defined*) でないような `whatsit`。

これは、`\parindent` 由来の水平ボックスがクラスタを構成しないようにするためである。

次に、*Np* の直前に空白 *g* を必要なら挿入する：

1. この処理が働くような *Np* は和文 A である。
2. 問題のリストが字下げありの段落 (`\parindent` 由来の水平ボックスあり) の場合は、この空白 *g* は「文字コード 'parbdd' の文字」と *Np* の間に入るグルー / カーンである。
3. そうでないとき (`noindent` で開始された段落や水平ボックス) は、*g* は「文字コード 'boxbdd' の文字」と *Np* の間に入るグルー / カーンである。

ただし、もし *g* が glue であった場合、この挿入によって *Np* による行分割が新たに可能になるべきではない。そこで、以下の場合には、*g* の直前に `\penalty10000` を挿入する：

- 問題にしているリストが段落であり、かつ
- *Np* の前には予めペナルティがなく、*g* は glue。

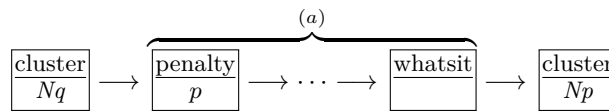
末尾の処理 末尾の処理は、問題のリストが段落のものか水平ボックスのものかによって異なる。後者の場合は容易い：最後のクラスタを *Nq* とおくと、*Nq* と「文字コード 'boxbdd' の文字」の間に入るグルー / カーンを、*Nq* の直後に挿入するのみである。

一方、前者（段落）の場合は、リストの末尾は常に`\penalty10000`と、`\parfillskip`由来のグルーが存在する。よって、最後のクラスタ N_p はこの`\parfillskip`由来のグルーとなり、実質的な中身の最後はその1つ前のクラスタ N_q となる。

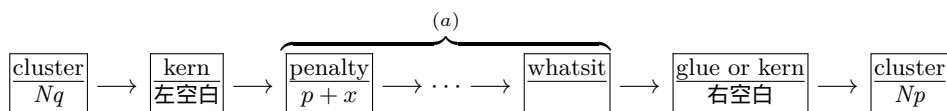
1. まず N_q の直後に（後に述べる）line-end [E] によって定まる空白を挿入する。
2. 次に、段落の最後の「通常の和文文字 + 句点」が独立した行となるのを防ぐために、`jcharwidowpenalty` の値の分だけ適切な場所のペナルティを増やす。
ペナルティ量を増やす場所は、`head` が `JAchar` であり、かつその文字の `kcatcode` が偶数であるような最後のクラスタの直前にあるものたちである*8。

12.4 概観と典型例：2つの「和文A」の場合

先に述べたように、2つの隣り合ったクラスタ、 N_q と N_p の間には、ペナルティ、`\vadjust`、`whatsit` など、行組版には関係しないものがある。模式的に表すと、



のようになっている。間の (a) に相当する部分には、何のノードもない場合ももちろんあり得る。そうして、JFM グルー挿入後には、この2クラスタ間は次のようになる：



以後、典型的な例として、クラスタ N_q と N_p が共に和文Aである場合を見ていこう、この場合が全ての場合の基本となる。

「右空白」の算出 まず、「右空白」にあたる量を算出する。通常はこれが、隣り合った2つの和文文字間に入る空白量となる。

JFM 由来 [M] JFM の文字クラス指定によって入る空白を以下によって求める。この段階で空白量が未定義（未指定）だった場合、デフォルト値 `kanjiskip` を採用することとなるので、次へ。

1. もし両クラスタの間で`\inhibitglue`が実行されていた場合（証として `whatsit` ノードが自動挿入される）、代わりに `kanjiskip` が挿入されることとなる。次へ。
2. N_q と N_p が同じ JFM・同じ `jfmvar` キー・同じサイズの和文フォントであったならば、共通に使っている JFM 内で挿入される空白（グルーかカーン）が決まっているか調べる。
3. 1. でも 2. でもない場合は、 N_q と N_p が違う JFM/`jfmvar`/サイズである。この場合、まず

$$\begin{aligned} gb &:= (N_q \text{ と「文字コードが'diffmet'の文字」との間に入るグルー/カーン}) \\ ga &:= (\text{「文字コードが'diffmet'の文字」と } N_p \text{ との間に入るグルー/カーン}) \end{aligned}$$

として、左側由来・右側由来の空白（グルー/カーン）を（それぞれの JFM から）求める。
 ga と gb のどちらか片方が未定義であるならば、定義されている側の値をそのまま採用する。
もし ga と gb が両方決まっているならば、両者の値を平均*9した値を採用する。

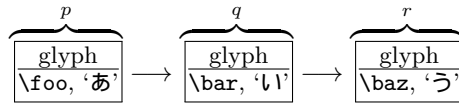
例えば、

*8 大雑把に言えば、`kcatcode` が奇数であるような `JAchar` を約物として考えていることになる。`kcatcode` の最下位ビットはこの `jcharwidowpenalty` 用にも利用される。

*9 `differentjfm` パラメタの値によって、「大きい方」「小さい方」「合計」に変えることができる。

```
\jfont\foo=psft:Ryumin-Light:jfm=ujis
\jfont\bar=psft:GothicBBB-Medium:jfm=ujis
\jfont\baz=psft:GothicBBB-Medium:jfm=ujis;jfmvar=piyo
```

という 3 フォントを考え、



という 3 ノードを考える (それぞれ単独でクラスタをなす)。この場合、 p と q の間は、実フォントが異なるにもかかわらず (2) の状況となる一方で、 q と r の間は (実フォントが同じなのに) `jfmvar` キーの内容が異なるので (3) の状況となる。

`kanjiskip [K]` 上の `[M]` において空白が定まらなかった場合、`kanjiskip` の値を以下で定め、それを「右空白」として採用する。この段階においては、`\inhibitglue` は効力を持たないため、結果として、2 つの和文文字間には常に何らかのグルー / カーンが挿入されることとなる。

1. 両クラスタ (厳密には $Nq.tail$, $Np.head$) の中身の文字コードに対する `autospacing` パラメタが両方とも `false` だった場合は、長さ 0 の `glue` とする。
2. ユーザ側から見た `kanjiskip` パラメタの自然長が `\maxdimen = (2^{30} - 1)sp` でなければ、`kanjiskip` パラメタの値を持つ `glue` を採用する。
3. 2. でない場合は、 Nq , Np で使われている JFM に指定されている `kanjiskip` の値を用いる。どちらか片方のクラスタだけが和文文字 (和文 A・和文 B) のときは、そちらのクラスタで使われている JFM 由来の値だけを用いる。もし両方で使われている JFM が異なった場合は、上の `[M]` 3. と同様の方法を用いて調整する。

「左空白」の算出とそれに伴う補正 次に、「左空白」にあたる量を算出する：

`line-end [E]` Nq と Np の間で行分割が起きたときに、 Nq と行末の間に入る空白である。ぶら下げ組の組版などに用いられることを期待している。

1. 既に算出した「右空白」がカーンである場合は、「左空白」は挿入されない。
2. 「右空白」が `glue` か未定義 (長さ 0 の `glue` とみなす) の場合は、「左空白」は Nq と「文字コード 'lineend' の文字」との間に入るカーンとして、JFM から決定される。
3. 2. で決まった「左空白」の長さが 0 でなければ、その分だけ先ほど算出した「右空白」の自然長を引く。

禁則用ペナルティの挿入 まず、

$a := (Nq^{*10}$ の文字に対する `postbreakpenalty` の値) + (Np^{*11} の文字に対する `prebreakpenalty` の値)

とおく。ペナルティは通常 $[-10000, 10000]$ の整数値をとり、また ± 10000 は正負の無限大を意味することになっているが、この a の算出では単純な整数の加減算を行う。

a は禁則処理用に Nq と Np の間に加えられるべきペナルティ量である。

`P-normal [PN]` Nq と Np の間の (a) 部分にペナルティ (`penalty_node`) があれば処理は簡単である：それらの各ノードにおいて、ペナルティ値を (± 10000 を無限大として扱いつつ) a だけ増加させればよい。また、 $10000 + (-10000) = 0$ としている。

*11 厳密にはそれぞれ $Nq.tail$, $Np.head$ 。

表 6. JFM グルーの概要 .

Np	和文 A	和文 B	欧文	箱	glue	kern
和文 A	$\frac{E \quad M \quad K}{PN}$	$\frac{O_A \quad K}{PN}$	$\frac{O_A \quad X}{PN}$	$\frac{O_A}{PA}$	$\frac{O_A}{PN}$	$\frac{O_A}{PS}$
和文 B	$\frac{E \quad O_B \quad K}{PA}$	$\frac{K}{PS}$	$\frac{X}{PS}$			
欧文	$\frac{E \quad O_B \quad X}{PA}$	$\frac{X}{PS}$				
箱	$\frac{E \quad O_B}{PA}$					
glue	$\frac{E \quad O_B}{PN}$					
kern	$\frac{E \quad O_B}{PS}$					

ここで $\frac{E \quad M \quad K}{PN}$ は次の意味である :

1. 「右空白」を決めるために, LuaTeX-ja はまず「JFM 由来 [M]」の方法を試みる . これが失敗したら, LuaTeX-ja は「kanjiskip [K]」の方法を試みる .
2. Nq と Np の間の「左空白」は「line-end [E]」の方法で決定される .
3. LuaTeX-ja は 2 つのクラスタの間の禁則処理用のペナルティを調節するために「P-normal [PN]」の方法を採用する .

少々困るのは, (a) 部分にペナルティが存在していない場合である . 直感的に, 補正すべき量 a が 0 でないとき, その値をもつ *penalty_node* を作って「右空白」の (もし未定義なら Np の) 直前に挿入.....ということになるが, 実際には僅かにこれより複雑である .

- 「右空白」がカーンであるとき, それは「 Nq と Np の間で改行は許されない」ことを意図している . そのため, この場合は $a \neq 0$ であってもペナルティの挿入はしない .
- 「左空白」がカーンとしてきちり定義されている時(このとき, 「右空白」はカーンでない), この「左空白」の直後での行分割を許容しないといけないので, $a = 0$ であっても *penalty_node* を作って挿入する .
- 以上のどれでもないときは, $a \neq 0$ ならば *penalty_node* を作って挿入する .

12.5 その他の場合

本節の内容は表 6 にまとめてある .

和文 A と欧文の間 Nq が和文 A で, Np が欧文の場合, JFM グルー挿入処理は次のようにして行われる .

- 「右空白」については, まず以下に述べる Boundary-B [O_B] により空白を決定しようと試みる . それ失敗した場合は, xkanjiskip [X] によって定める .
- 「左空白」については, 既に述べた line-end [E] をそのまま採用する . それに伴う「右空白」の補正も同じ .
- 禁則用ペナルティも, 以前述べた P-normal [PN] と同じである .

Boundary-B [O_B] 和文文字と「和文でないもの」との間に入る空白を以下によって求め、未定義でなければそれを「右空白」として採用する。JFM-origin [M] の変種と考えて良い。これによって定まる空白の典型例は、和文の閉じ括弧と欧文文字の間に入る半角アキである。

1. もし両クラスタの間で`\inhibitglue` が実行されていた場合（証として `whatsit` ノードが自動挿入される）、次へ。
2. そうでなければ、 N_q と「文字コードが `'jcharbdd'` の文字」との間に入るグルー / カーンとして定まる。

xkanjiskip [X] この段階では、`kanjiskip` [K] のときと同じように、`xkanjiskip` の値を以下で定め、それを「右空白」として採用する。この段階で`\inhibitglue` は効力を持たないのも同じである。

1. 以下のいずれかの場合は、`xkanjiskip` の挿入は抑止される。しかし、実際には行分割を許容するために、長さ 0 の `glue` を採用する：
 - 両クラスタにおいて、それらの中身の文字コードに対する `autoxspacing` パラメタが共に `false` である。
 - N_q の中身の文字コードについて、「直後への `xkanjiskip` の挿入」が禁止されている（つまり、`jaxspmode` (or `alxspmode`) パラメタが 2 以上)。
 - N_p の中身の文字コードについて、「直前への `xkanjiskip` の挿入」が禁止されている（つまり、`jaxspmode` (or `alxspmode`) パラメタが偶数)。
2. ユーザ側から見た `xkanjiskip` パラメタの自然長が $\backslash\maxdimen = (2^{30} - 1)\text{sp}$ でなければ、`xkanjiskip` パラメタの値を持つ `glue` を採用する。
3. 2. でない場合は、 N_q, N_p (和文 A / 和文 B なのは片方だけ) で使われている JFM に指定されている `xkanjiskip` の値を用いる。

欧文と和文 A の間 N_q が欧文で、 N_p が和文 A の場合、JFM グルー挿入処理は上の場合とほぼ同じである。和文 A のクラスタが逆になるので、Boundary-A [O_A] の部分が変わるだけ。

- 「右空白」については、まず以下に述べる Boundary-A [O_A] により空白を決定しようと試みる。それが失敗した場合は、`xkanjiskip` [X] によって定める。
- N_q が和文でないので、「左空白」は算出されない。
- 禁則用ペナルティは、以前述べた P-normal [PN] と同じである。

Boundary-A [O_A] 「和文でないもの」と和文文字との間に入る空白を以下によって求め、未定義でなければそれを「右空白」として採用する。JFM-origin [M] の変種と考えて良い。これによって定まる空白の典型例は、欧文文字と和文の開き括弧との間に入る半角アキである。

1. もし両クラスタの間で`\inhibitglue` が実行されていた場合（証として `whatsit` ノードが自動挿入される）、次へ。
2. そうでなければ、「文字コードが `'jcharbdd'` の文字」と N_p との間に入るグルー / カーンとして定まる。

和文 A と箱・グルー・カーンの間 N_q が和文 A で、 N_p が箱・グルー・カーンのいずれかであった場合、両者の間に挿入される JFM グルーについては同じ処理である。しかし、そこでの行分割に対する仕様が異なるので、ペナルティの挿入処理は若干異なったものとなっている。

- 「右空白」については、既に述べた Boundary-B [O_B] により空白を決定しようと試みる。それが失敗した場合は、「右空白」は挿入されない。
- 「左空白」については、既に述べた `line-end` [E] の算出方法をそのまま採用する。それに伴う「右

空白」の補正も同じ。

- 禁則用ペナルティの処理は、後ろのクラス N_p の種類によって異なる。なお、 $N_p.head$ は無意味であるから、「 $N_p.head$ に対する `prebreakpenalty` の値」は 0 とみなされる。言い換えれば、

$$a := (N_q^{*12} \text{の文字に対する } \text{postbreakpenalty} \text{ の値}).$$

箱 N_p が箱であった場合は、両クラスの間での行分割は（明示的に両クラスの間で `\penalty10000` があった場合を除き）いつも許容される。そのため、ペナルティ処理は、後に述べる P-allow [PA] が P-normal [PN] の代わりに用いられる。

グルー N_p がグルーの場合、ペナルティ処理は P-normal [PN] を用いる。

カーン N_p がカーンであった場合は、両クラスの間での行分割は（明示的に両クラスの間でペナルティがあった場合を除き）許容されない。ペナルティ処理は、後に述べる P-suppress [PS] を使う。

これらの P-normal [PN], P-allow [PA], P-suppress [PS] の違いは、 N_q と N_p の間（以前の図だと (a) の部分）にペナルティが存在しない場合にのみ存在する。

P-allow [PA] N_q と N_p の間の (a) 部分にペナルティがあれば、P-normal [PN] と同様に、それらの各ノードにおいてペナルティ値を a だけ増加させる。

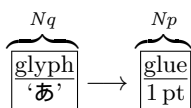
(a) 部分にペナルティが存在していない場合、`LuaTeX-ja` は N_q と N_p の間の行分割を可能にしようとする。そのために、以下の場合に a をもつ `penalty_node` を作って「右空白」の（もし未定義なら N_p の）直前に挿入する：

- 「右空白」がグルーでない（カーンか未定義）であるとき。
- 「左空白」がカーンとしてきっちり定義されている時。

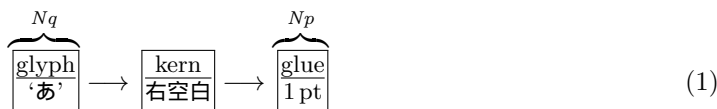
P-suppress [PS] N_q と N_p の間の (a) 部分にペナルティがあれば、P-normal [PN] と同様に、それらの各ノードにおいてペナルティ値を a だけ増加させる。

(a) 部分にペナルティが存在していない場合、 N_q と N_p の間の行分割は元々不可能のはずだったのであるが、`LuaTeX-ja` はそれをわざわざ行分割可能にはしない。そのため、「右空白」が glue であれば、その直前に `\penalty10000` を挿入する。

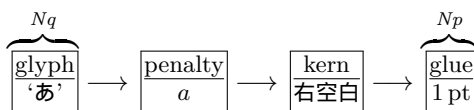
なお、「右空白」はカーン、「左空白」は未定義の



のような状況を考える。このとき、 a 、即ち「あ」の `postbreakpenalty` がいかなる値であっても、この 2 クラス間では最終的に



となり、 a 分のペナルティは挿入されないことに注意して欲しい。`postbreakpenalty` は (a は) 殆どの場合が非負の値と考えられ、そのような場合は (1) と



との間に差異は生じない*13。

*13 `kern→glue` が 1 つの行分割可能点（行分割に伴うペナルティは 0）であるため、たとえ $a = 10000$ であっても、 N_q と N_p の間で行分割を禁止することはできない。

箱・グルー・カーンと和文 A の間 N_p が箱・グルー・カーンのいずれかで、 N_p が和文 A であった場合は、すぐ上の (N_q と N_p の順序が逆になっている) 場合とほぼ同じであるが、「左空白」がなくなることにのみ注意。

- 「右空白」については、既に述べた Boundary-A [O_A] により空白を決定しようと試みる。それが失敗した場合は、「右空白」は挿入されない。
- N_q が和文でないので、「左空白」は算出されない。
- 禁則用ペナルティの処理は、 N_q の種類によって異なる。 $N_q.tail$ は無意味なので、

$$a := (N_p^{*14} \text{の文字に対する prebreakpenalty の値}).$$

箱 N_q が箱の場合は、P-allow [PA] を用いる。

グルー N_q がグルーの場合は、P-normal [PN] を用いる。

カーン N_q がカーンの場合は、P-suppress [PS] を用いる。

和文 A と和文 B の違い 先に述べたように、和文 B は水平ボックスの中身の先頭 (or 末尾) として出現している和文文字である。リスト内に直接ノードとして現れている和文文字 (和文 A) との違いは、

- 和文 B に対しては、JFM の文字クラス指定から定まる空白 JFM-origin [M], Boundary-A [O_A], Boundary-B [O_B]) の挿入は行われない。「左空白」の算出も行われない。例えば、
 - 片方が和文 A, もう片方が和文 B のクラスタの場合、Boundary-A [O_A] または Boundary-B [O_B] の挿入を試み、それがダメなら kanjiskip [K] の挿入を行う。
 - 和文 B の 2 つのクラスタの間には、kanjiskip [K] が自動的に入る。
- 和文 B と箱・グルー・カーンが隣接したとき (どちらが前かは関係ない), 間に JFM グルー・ペナルティの挿入は一切しない。
- 和文 B と和文 B, また和文 B と欧文とが隣接した時は、禁則用ペナルティ挿入処理は P-suppress [PS] が用いられる。
- 和文 B の文字に対する prebreakpenalty, postbreakpenalty の値は使われず, 0 として計算される。

次が具体例である：

1 あ .\inhibitglue A\\	あ .A
2 \hbox{あ .}A\\	あ .A
3 あ .A	あ .A

- 1 行目の `\inhibitglue` は Boundary-B [O_B] の処理のみを抑止するので、ピリオドと「A」の間には `xkanjiskip` (四分アキ) が入ることに注意。
- 2 行目のピリオドと「A」の間においては、前者が和文 B となる (水平ボックスの中身の末尾として登場しているから) ので、そもそも Boundary-B [O_B] の処理は行われない。よって、`xkanjiskip` が入ることとなる。
- 3 行目では、ピリオドの属するクラスタは和文 A である。これによって、ピリオドと「A」の間には Boundary-B [O_B] 由来の半角アキが入ることになる。

13 psft

参考文献

- [1] Victor Eijkhout, *TEX by Topic, A T_EXnician's Reference*, Addison-Wesley, 1992.

付録 A Package versions used in this document

This document was typeset using the following packages:

<code>geometry.sty</code>	2010/09/12 v5.6 Page Geometry
<code>ifvtex.sty</code>	2010/03/01 v1.5 Detect VTeX and its facilities (HO)
<code>ifxetex.sty</code>	2010/09/12 v0.6 Provides ifxetex conditional
<code>amsmath.sty</code>	2000/07/18 v2.13 AMS math features
<code>amstext.sty</code>	2000/06/29 v2.01
<code>amsgen.sty</code>	1999/11/30 v2.0
<code>amsbsy.sty</code>	1999/11/29 v1.2d
<code>amsopn.sty</code>	1999/12/14 v2.01 operator names
<code>amssymb.sty</code>	2009/06/22 v3.00
<code>amsfonts.sty</code>	2009/06/22 v3.00 Basic AMSFonts support
<code>xcolor.sty</code>	2007/01/21 v2.11 LaTeX color extensions (UK)
<code>pict2e.sty</code>	2011/04/05 v0.2y Improved picture commands (HjG,RN,JT)
<code>trig.sty</code>	1999/03/16 v1.09 sin cos tan (DPC)
<code>multienum.sty</code>	
<code>amsthm.sty</code>	2009/07/02 v2.20.1
<code>float.sty</code>	2001/11/08 v1.3d Float enhancements (AL)
<code>booktabs.sty</code>	2005/04/14 v1.61803 publication quality tables
<code>listings.sty</code>	2007/02/22 1.4 (Carsten Heinz)
<code>lstmisc.sty</code>	2007/02/22 1.4 (Carsten Heinz)
<code>showexpl.sty</code>	2011/08/22 v0.3i Typesetting example code (RN)
<code>calc.sty</code>	2007/08/22 v4.3 Infix arithmetic (KKT,FJ)
<code>ifthen.sty</code>	2001/05/26 v1.1c Standard LaTeX ifthen package (DPC)
<code>graphicx.sty</code>	1999/02/16 v1.0f Enhanced LaTeX Graphics (DPC,SPQR)
<code>graphics.sty</code>	2009/02/05 v1.0o Standard LaTeX Graphics (DPC,SPQR)
<code>varwidth.sty</code>	2009/03/30 ver 0.92; Variable-width minipages
<code>multicol.sty</code>	2011/06/27 v1.7a multicolumn formatting (FMi)
<code>metalogo.sty</code>	2010/05/29 v0.12 Extended TeX logo macros
<code>luatexja-otf.sty</code>	2012/04/20 v0.2
<code>luatexja-ajmacros.sty</code>	2012/05/08 v0.1a
<code>luatexja-preset.sty</code>	2012/05/18 v0.0
<code>expl3.sty</code>	2012/04/23 v3570 L3 Experimental code bundle wrapper
<code>l3names.sty</code>	2012/03/04 v3494 L3 Experimental namespace for primitives
<code>l3bootstrap.sty</code>	2011/12/29 v3110 L3 Experimental bootstrap code
<code>luatex.sty</code>	2010/03/09 v0.4 LuaTeX basic definition package (HO)
<code>l3basics.sty</code>	2012/03/04 v3491 L3 Experimental basic definitions
<code>l3expan.sty</code>	2012/02/26 v3460 L3 Experimental argument expansion
<code>l3tl.sty</code>	2012/03/04 v3490 L3 Experimental token lists
<code>l3seq.sty</code>	2012/03/04 v3490 L3 Experimental sequences and stacks
<code>l3int.sty</code>	2012/03/04 v3490 L3 Experimental integers
<code>l3quark.sty</code>	2012/02/12 v3384 L3 Experimental quarks
<code>l3prg.sty</code>	2012/03/04 v3490 L3 Experimental control structures
<code>l3clist.sty</code>	2012/03/04 v3490 L3 Experimental comma separated lists
<code>l3token.sty</code>	2012/03/04 v3491 L3 Experimental token manipulation
<code>l3prop.sty</code>	2012/03/04 v3490 L3 Experimental property lists
<code>l3msg.sty</code>	2012/04/23 v3568 L3 Experimental messages
<code>l3file.sty</code>	2012/03/09 v3520 L3 Experimental file and I/O operations

l3skip.sty	2012/03/05 v3499 L3 Experimental dimensions and skips
l3keys.sty	2012/03/03 v3487 L3 Experimental key-value interfaces
l3fp.sty	2012/03/04 v3490 L3 Experimental floating-point operations
l3box.sty	2012/03/04 v3490 L3 Experimental boxes
l3coffins.sty	2012/03/03 v3482 L3 Experimental coffin code layer
l3color.sty	2011/09/07 v2776 L3 Experimental colour support
l3luatex.sty	2012/02/09 v3355 L3 Experimental LuaTeX-specific functions
luatexja-fontspec.sty	2011/09/23 v0.2
fontspec.sty	2011/09/18 v2.2a Advanced font selection for XeLaTeX/LuaLaTeX
xparse.sty	2012/04/23 v3570 L3 Experimental document command parser
fontspec-patches.sty	2011/09/18 v2.2a Advanced font selection for XeLaTeX/LuaLaTeX
fixltx2e.sty	2006/09/13 v1.1m fixes to LaTeX
fontspec-luatex.sty	2011/09/18 v2.2a Advanced font selection for XeLaTeX/LuaLaTeX
fontenc.sty	
xunicode.sty	2011/09/09 v0.981 provides access to latin accents and many other characters in Unicode lower plane
hyperref.sty	2012/02/28 v6.82p Hypertext links for LaTeX
hobsub-hyperref.sty	2012/04/25 v1.12 Bundle oberdiek, subset hyperref (HO)
hobsub-generic.sty	2012/04/25 v1.12 Bundle oberdiek, subset generic (HO)
hobsub.sty	2012/04/25 v1.12 Construct package bundles (HO)
intcalc.sty	2007/09/27 v1.1 Expandable calculations with integers (HO)
etexcmds.sty	2011/02/16 v1.5 Avoid name clashes with e-TeX commands (HO)
kvsetkeys.sty	2012/04/25 v1.16 Key value parser (HO)
kvdefinekeys.sty	2011/04/07 v1.3 Define keys (HO)
pdfescape.sty	2011/11/25 v1.13 Implements pdfTeX's escape features (HO)
bigintcalc.sty	2012/04/08 v1.3 Expandable calculations on big integers (HO)
bitset.sty	2011/01/30 v1.1 Handle bit-vector datatype (HO)
uniquecounter.sty	2011/01/30 v1.2 Provide unlimited unique counter (HO)
letltxmacro.sty	2010/09/02 v1.4 Let assignment for LaTeX macros (HO)
hopatch.sty	2011/06/24 v1.1 Wrapper for package hooks (HO)
xcolor-patch.sty	2011/01/30 xcolor patch
atveryend.sty	2011/06/30 v1.8 Hooks at the very end of document (HO)
atbegshi.sty	2011/10/05 v1.16 At begin shipout hook (HO)
refcount.sty	2011/10/16 v3.4 Data extraction from label references (HO)
hycolor.sty	2011/01/30 v1.7 Color options for hyperref/bookmark (HO)
kvoptions.sty	2011/06/30 v3.11 Key value format for package options (HO)
url.sty	2006/04/12 ver 3.3 Verb mode for urls, etc.
rerunfilecheck.sty	2011/04/15 v1.7 Rerun checks for auxiliary files (HO)
xy.sty	2011/05/27 Xy-pic version 3.8.6
lltjp-xunicode.sty	2012/04/18 Patch to xunicode for LuaLaTeX-ja
lltjp-listings.sty	2012/02/02 0.51
epstopdf-base.sty	2010/02/09 v2.5 Base part for package epstopdf
grfext.sty	2010/08/19 v1.1 Manage graphics extensions (HO)
nameref.sty	2010/04/30 v2.40 Cross-referencing by name of section
getttitlestring.sty	2010/12/03 v1.4 Cleanup title references (HO)
lstlang1.sty	2004/09/05 1.3 listings language file
lstlang2.sty	2004/09/05 1.3 listings language file
lstlang3.sty	2004/09/05 1.3 listings language file