LuaTEX-ja 和文処理グルーについて

2011/5/22

本文書では，LuaTEX-ja が（現時点において）和文処理に関わる glue/kern をどのように挿入するかの内部処理について説明する．

予備知識

説明に入る前に，段落や hbox の中身は，TEX の内部では node 達によるリストとして表現されていることに注意する．node の種類については，*The LuaTEX Reference* の第 8 章を参照して欲しい．代表的なものを挙げると，

- *glyph_node*: 文字（合字も含む）を表現する．和文処理グルーを挿入する際には，既に各 *glyph_node* が欧文文字のものか和文文字のものか区別がついている．また，しばしば *glyph_node p* と，それの表す文字の文字コード *p.char* とを同一視する．
- *glue_node*: glue を表す．
- *kern_node*: kern を表す．各 `kern_node` には `subtype` という値があり，次の 3 種類を区別できるようになっている．
  - 0: 欧文用 TFM 由来
  - 1: 明示的な `\kern` か，イタリック補正 (`\/`) によるもの
  - 2: `\accent` による非数式アクセント用文字の左右位置調整のためのもの
- *penalty_node*: penalty を表す．
- *hlist_node*: hbox（水平ボックス）を表す．
- 次のように，node がどのように連続しているかを表すことにする．

  $$\boxed{a} \longrightarrow \boxed{b}_{\mathrm{I}} \longrightarrow \boxed{c}$$

  右下についている添字は，LuaTEX-ja においてその node の役割を区別するためにつけられた値（jtype と呼ぼう）であり，次のようになっている．

I:	イタリック補正由来の kern	T:	`\[x]kanjiskip`に置換されうるkern
J:	JFM 由来の glue/kern	K:	禁則処理用 penalty
E:	「行末」との間に入る kern	KS:	`\kanjiskip`用glue
XS:	`\xkanjiskip`用glue		

- jaxspmode のようなサンセリフ体で，`\ltjsetparameter` で設定可能なパラメタ値を表す．
- タイプライタ体の `\kanjiskip`, `\xkanjiskip` は，それぞれ「和文間空白」「和欧文間空白」の意味で抽象的に用いている．
- nil 値は $\emptyset$ と書く．

JFM 由来グルーの挿入 (luatexja-jfmglue.lua)

JFM 由来グルーの処理は，「連続する 2 つの node の間に何を入れるか」という単位で行われる．そのため，

- node 生成を伴わないもの（グループ境界，\relax 等）は全て無視される．
- 一方，node 生成を伴うものは全て「透過しない」．例えば，次のソースにおいて，閉じ括弧と開き括弧の間に入る物は，左と右とで異なる：

  ）（　）\hbox{}（

- 「現在位置での JFM 由来グルーの挿入抑制」を行う \inhibitglue は，内部では専用の whatsit node (subtype = 44, user_id = 30111) を作ることによって実装している．これらの node は，「現在位置で挿入しない」というフラグを立てるためだけに存在するものであって，挿入処理中に全て削除される．

以下，q, p を連続する node とする．

■ 2 つの和文文字の間

この場合，グルー挿入に関係する量は次の通りである．これら 3 つの量の値によって，q と p の間に何が挿入されるかが決定される．これらの記号は他の場合にも用いる．

- g: JFM で指定された，q と p の間に入る glue/kern．JFM で規定されていないときは $\emptyset$ と書こう．両ノードで使われている JFM が異なる時の g の決定方法は，後に記述する．
- w: JFM で指定された，「q の直後で改行が行われた場合，q と行末の間に入るカーン量」の値．
  また，$g - w$ で，g の自然長を w だけ減算した glue/kern を表すことにする（g が glue ならばこの node は glue，g が kern ならば kern）．
- P: q に対する行末禁則用ペナルティ (post-break penalty) と，p に対する行頭禁則用ペナルティ (pre-break penalty) との和．どちらも設定されていないときは 0 となる．

なお，間に \inhibitglue による指定があった場合，$g = \emptyset$, $w = 0$ として処理される．

設計方針としては，

- JFM 由来で入るものが kern の場合，この場所では行分割は許さない．
- そうでない場合，(penalty の値 P があるが）この場所での行分割は可能である．

である．さて，次が実際の場合わけである：

1. $w \neq 0$, $g = \emptyset$ のとき

$$\boxed{q} \longrightarrow \boxed{\text{kern } w}_{\text{E}} \longrightarrow \boxed{\text{penalty } P}_{\text{K}} \longrightarrow \boxed{\text{kern } -w}_{\text{T}} \longrightarrow \boxed{p}$$

   この $\boxed{\text{kern } -w}_{\text{T}}$ は，「q と p の間で行分割されないときは間に何の glue/kern もないように見える」ために挿入されたものである．次のステップで \[x]kanjiskip の挿入が行われる時に，この node は \[x]kanjiskip 用の glue に置換される．

2. $w \neq 0$, $g \neq \emptyset$ のとき：

$$\boxed{q} \longrightarrow \boxed{\text{kern } w}_{\text{E}} \longrightarrow \boxed{\text{penalty } P}_{\text{K}} \longrightarrow \boxed{g - w}_{\text{J}} \longrightarrow \boxed{p}$$

3. $w = 0$, g: kern のとき

$$\boxed{q} \longrightarrow \boxed{g}_{\text{J}} \longrightarrow \boxed{p}$$

4. $w = 0$, g: glue のとき

$$\boxed{q} \longrightarrow \boxed{\text{penalty } P}_{\text{K}} \longrightarrow \boxed{g}_{\text{J}} \longrightarrow \boxed{p}$$

5. $w = 0$, $g = \emptyset$, $P \neq 0$ のとき

$$\boxed{q} \longrightarrow \boxed{\text{penalty } P}_{\text{K}} \longrightarrow \boxed{p}$$

6. $w = 0$, $g = \emptyset$, $P = 0$ のとき

$$\boxed{q} \longrightarrow \boxed{p}$$

なお，両ノードで使われている JFM が異なる時の g の決定方法であるが，

1. g_{L} を，q に使用されている JFM における，「q と文字 'diffmet'」の間に入る glue/kern の値とする．
2. g_{R} を，p に使用されている JFM における，「文字 'diffmet' と p」の間に入る glue/kern の値とする．
3. 両方から，実際に入る g の値を計算する．
   − g_L, g_R の少なくとも片方が $\emptyset$ のときは，$\emptyset$ でない方をそのまま採用する．
   − 両方とも $\emptyset$ でない場合は，differentjfm の値にそって g の値を計算する．

■和文文字と（和文文字，**kern** 以外の **node**）の間
「和文文字の間」の場合に対して，以下が異なる：

- g は，q に使用されている JFM における，「q と文字 'jcharbdd'」の間に入る glue/kern の値である．
- p が **penalty** でない場合は，いつもこの位置で行分割できるようにするため，case 6 (w, $P = 0$, $g = \emptyset$) の場合にも，q と p の間には 0 という値の penalty が入る．即ち，次のようになる．

$$\boxed{q} \longrightarrow \boxed{\text{penalty } 0}_{\text{K}} \longrightarrow \boxed{p}$$

■（和文文字，**kern** 以外の **node**）と和文文字の間
この場合も，基本的には「和文文字の間」と似ているが，以下が異なる：

- g は，p の JFM における，「文字 'jcharbdd' と p」の間に入る glue/kern の値である．
- 常に $w = 0$ である．
- いつもこの位置で行分割できるようにするため，case 6 (w, $P = 0$, $g = \emptyset$) の場合にも，q と p の間には 0 という値の penalty が入る．

即ち，次の 3 通りになる．

1. g: kern のとき

$$\boxed{q} \longrightarrow \boxed{g}_{\text{J}} \longrightarrow \boxed{p}$$

2. g: glue のとき

$$\boxed{q} \longrightarrow \boxed{\text{penalty } P}_{\text{K}} \longrightarrow \boxed{g}_{\text{J}} \longrightarrow \boxed{p}$$

3. $g = \emptyset$ のとき

$$\boxed{q} \longrightarrow \boxed{\text{penalty } P}_{\text{K}} \longrightarrow \boxed{p}$$

■和文文字と **kern** の間，**kern** と和文文字の間

和文文字の後に kern が続いた場合，あるいは kern の後に和文文字が続いた場合，この間で行分割はできないものとしている．そのため，以下の 3 ケースに限られる：

1. g: kern のとき

$$\boxed{q} \longrightarrow \boxed{g}_{\mathrm{J}} \longrightarrow \boxed{p}$$

2. g: glue のとき

$$\boxed{q} \longrightarrow \boxed{\text{penalty } 10000}_{\mathrm{K}} \longrightarrow \boxed{g}_{\mathrm{J}} \longrightarrow \boxed{p}$$

3. $g = \emptyset$ のとき

$$\boxed{q} \longrightarrow \boxed{p}$$

なお，ここでの g は，

- q が kern だった場合は，p の JFM における，「'jcharbdd' と p」の間に入る glue/kern の値．
- p が kern だった場合は，q の JFM における，「q と 'jcharbdd'」の間に入る glue/kern の値．

■要検討の箇所

私が推測するに，欧文では，

- 単語内ではフォントは変わらない；
- 単語内では，明示的に/ハイフネーションにより挿入された discretionary break 以外では行分割がおきない；

という事情があるため，TFM 由来の kern や合字処理は（node を生成しないもの以外は）何も透過しないという状態になっているものと思われます．

そのため，JFM グルー等の仕様を考える場合，欧文でいう「単語」に対応するようなものは何か，というのを考える必要があります．現実装では，素直に欧文の合字処理と同様のものであると考え，透過する node はない，という仕様にしています．しかし，`\[x]kanjiskip` の処理と共通にしてしまうというのも考え方によってはありかもしれません．

- イタリック補正の **kern** の周囲

  例えば，`jfm-ujis.lua` では，'jcharbdd' は文字クラス 0 であるため，今の実装では，「）\/（」という入力からは，次の node の並びを得る：

$$\begin{aligned}\boxed{)} &\longrightarrow \boxed{\text{penalty } 10000}_{\mathrm{K}} \longrightarrow \boxed{\text{glue } 0.5\,\mathrm{zw}_{-0.5}}_{\mathrm{J}} \\ &\longrightarrow \boxed{\text{kern } \backslash/} \qquad \longrightarrow \boxed{\text{penalty } 10000}_{\mathrm{K}} \longrightarrow \boxed{\text{glue } 0.5\,\mathrm{zw}_{-0.5}}_{\mathrm{J}} \longrightarrow \boxed{(}\end{aligned}$$

  一方，イタリック補正を JFM 由来グルーが透過するとしたならば，当然

$$\boxed{)} \longrightarrow \boxed{\text{kern } \backslash/} \longrightarrow \boxed{\text{glue } 0.5\,\mathrm{zw}_{-0.5}} \longrightarrow \boxed{(}$$

  となる（実際の組版イメージでは，「*斜め）*（」「*斜め）*（」）．どちらにするか？

- **penalty** の周囲

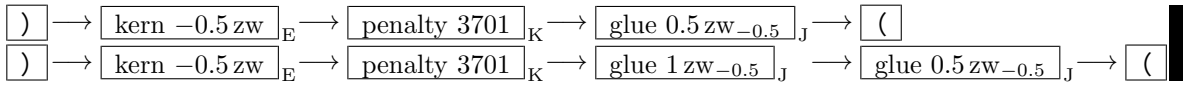
  これも，例えば次の設定の下では，「）`\penalty1701`（」からは以下を得る：

  – 「)」と行末の間に $-0.5\,\mathrm{zw}$ だけ kern を入れる．

  – 「)」「(」の行頭/行末禁則用 penalty の値はどれも 1000．

$$\begin{aligned}\boxed{)} &\longrightarrow \boxed{\text{kern } -0.5\,\mathrm{zw}}_{\mathrm{E}} \longrightarrow \boxed{\text{penalty } 1000}_{\mathrm{K}} \longrightarrow \boxed{\text{glue } 1\,\mathrm{zw}_{-0.5}}_{\mathrm{J}} \\ &\longrightarrow \boxed{\text{penalty } 1701} \longrightarrow \boxed{\text{penalty } 1000}_{\mathrm{K}} \longrightarrow \boxed{\text{glue } 0.5\,\mathrm{zw}_{-0.5}}_{\mathrm{J}} \longrightarrow \boxed{(}\end{aligned}$$

例えば penalty を合算することとした場合，上の入力例では本来「)」「(」の間に 1701 の penalty があるのだから，



のどちらか（上は penalty を透過する場合，下は透過しない場合）にするのが良いと思われます．

- **discretionary break の取り扱い**

  discretionary break (*disc_node*) は，行分割時の行末の内容 ⟨*pre*⟩，行頭の内容 ⟨*post*⟩，それに行分割しないときの内容 ⟨*no_break*⟩ の 3 つをリストの形で持っている．`linebreak.w` を見る限り，LuaTEX でも ⟨*pre*⟩, ⟨*post*⟩, ⟨*no_break*⟩ の中身には glue や penalty を許容していないようだ．

  現行の実装では，⟨*pre*⟩, ⟨*post*⟩, ⟨*no_break*⟩ のどれも，和文フォントへの置換の段階からして行われていない（だから中身は全部欧文扱いとなる）．単純にサボっていました^^; ⟨*pre*⟩, ⟨*post*⟩, ⟨*no_break*⟩ の中身に glue や penalty が許容されないことから，これらに対する和文用処理の方法として，次の 2 種類が挙げられる．私は前者で良いのではないかと思っているのだが……．
  - （現行のまま）discretionary break の中身に和文文字はないものと想定する．例えば ⟨*pre*⟩ の中身に和文文字を入れたい場合は，⟨*pre*⟩ の中身全体を必ず hbox で括ることとする．
  - 「glue を挿入」を全部「自然長だけを取り出した kern を挿入」に置き換え，普段の和文処理グルー挿入処理を流用する．

- **数式の取り扱い**

  まだ数式中に和文文字が（hbox でカプセル化されることなく）出現することは想定していない．実用的にはそれでも十分だと思うが，もし pTEX のように単に

  ```
  $aあa$
  ```

  などと書いても和文文字が出力されるようにするとなれば，「数式リストから変換されてできた水平リストでは，和文処理グルーの挿入処理を無効とする」ようにしないといけないだろう．

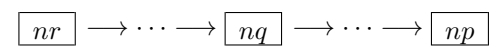
\[x]kanjiskip の挿入

現実装の `\[x]kanjiskip` の挿入の方針として，

- JFM グルーが挿入されていないところに「標準の空き量」として挿入する．
- 実際の段落/hbox の内容に即して，組版イメージの見た目に関係のないところは透過する．

■処理の概要

`\[x]kanjiskip` 挿入処理では，次の 3 つの node を用いている．



- *nr* と *np* の間に `\[x]kanjiskip` を挿入しようとする．
- 実際に node の形で挿入しようとする場所は *nq* の直後である．
- *nr*, *nq* は異なる node とは限らない．
- *np* はリストの先頭から末尾までループで渡る．その過程で *nr*, *nq* を適宜更新し，実際の node 挿入処理を行っている．
- 厳密には，コード中では *nr* という変数は使っていない．代わりに使われているのは，

– *insert_skip* $\in \{$*no_skip*, *after_schar*, *after_wchar*$\}$: 「node *nr*」の種類を表す：
  - *no_skip*: 「node *nr*」の後ろ（*nr* と *np* の間）に \[x]kanjiskip が入ることはない．
  - *after_schar*: 「node *nr*」を，欧文文字（の入った *glyph_node*）であり，かつ alxspmode パラメータの指定により「*nr* の後ろに \xkanjiskip の挿入を許可する」ようなものとみなす．
  - *after_wchar*: 「node *nr*」を和文文字（の入った *glyph_node*）とみなす．
– *nrc*: 「node *nr* の文字コード」を表す．
– *nrf*: 「*nr* のフォント」を表す．
– *nr_spc*[1]: 「node *nr*」における autospacing（\kanjiskip の自動挿入を行うか否か）の設定値．
– *nr_spc*[2]: 「node *nr*」における autoxspacing（\xkanjiskip の自動挿入を行うか否か）の設定値．

nrc, *nrf* の値は，*insert_skip* = *after_wchar* のときのみ用いられる．*insert_skip* = *no_skip* のときには，それだけで情報は十分であるから，*nr_spc*, *nq* の値も用いられない．

ループの中で，以下の場合には *nr* は変化せず，$nq \leftarrow np$ となる．つまり，これらの node に対して \[x]kanjiskip は透過する：

- *np* が penalty の場合
- *np* が subtype = 0 の kern（TFM 由来）の場合．
- *np* が subtype = 1 の kern（つまり，明示的 kern かイタリック補正由来）であって，jtype が

  I (イタリック補正)，E（行末との間），T（一時的）

  であった場合．後者 2 つは JFM グルーの挿入で入るものなので，ユーザは「イタリック補正は透過」と考えればよい．
- *np* が insertion, mark, \vadjust, whatsit の node である場合．これらは水平リストからは消え去る運命にある．

■ *np* が文字 (*glyph_node*) の場合
この場合がやはり一番基本となる．

1. *insert_skip* = *after_schar*, *np*: 和文文字の場合
   前に書いたように，「node *nr*」は（直後に \xkanjiskip の挿入が許可されている）欧文文字とみなされている．そのため，「node *nr*」と *np* の間に \xkanjiskip の入る条件は以下である．
   – 文字 *np* に対する jaxspmode パラメータの指定において「直前への \xkanjiskip の挿入が許可」されている．
   – 「node *nr* における」autoxspacing パラメタの値 (*nr_spc*[2]) か，*np* における autoxspacing の値の少なくとも一方が真である．

   まず，実際に入る \xkanjiskip の量 g を次の方法で決定する：
   – xkanjiskip パラメータの自然長が \maxdimen でない場合，xkanjiskip パラメータの値をそのまま採用する．
   – xkanjiskip パラメータの自然長が \maxdimen の場合は，*np* で使われている JFM に設定されている \xkanjiskip の量を用いる．
   – 上の 2 つのどれでもない場合，fallback として 0 を用いる．
     要検討：既に JFM グルー挿入処理で和欧文間の行分割は可能としているので 0 を挿入する意味はない？

次にこのようにして決定された g を実際に挿入する：

– ほとんどの場合，g の値をもつ glue を nq の直後に挿入する．

$$\boxed{nr} \longrightarrow \cdots \longrightarrow \boxed{nq} \longrightarrow \boxed{\text{glue } g}_{\text{XS}} \longrightarrow \cdots \longrightarrow \boxed{np}$$

– np の直前が jtype $=$ T な node の場合，その node に g の分だけ自然長/伸び/縮み量を加算する．

$$\boxed{nr} \longrightarrow \cdots \longrightarrow \boxed{nq} \longrightarrow \cdots \longrightarrow \boxed{\text{glue } h}_{\text{T}} \longrightarrow \boxed{np}$$
$$\Downarrow$$
$$\boxed{nr} \longrightarrow \cdots \longrightarrow \boxed{nq} \longrightarrow \cdots \longrightarrow \boxed{\text{glue } g+h}_{\text{XS}} \longrightarrow \boxed{np}$$

$$\boxed{nr} \longrightarrow \cdots \longrightarrow \boxed{nq} \longrightarrow \cdots \longrightarrow \boxed{\text{kern } k}_{\text{T}} \longrightarrow \boxed{np}$$
$$\Downarrow$$
$$\boxed{nr} \longrightarrow \cdots \longrightarrow \boxed{nq} \longrightarrow \cdots \longrightarrow \boxed{\text{glue } g+k}_{\text{XS}} \longrightarrow \boxed{np}$$

最後に，次のループに移るために，次の処理を行う：

– $nq \leftarrow np$, nr_spc の設定, $nrf \leftarrow np.font$, $nrc \leftarrow np.char$

– $np \leftarrow next(np)$

– $insert\_skip \leftarrow after\_wchar$

2. $insert\_skip = after\_wchar$, np: 欧文文字の場合

前に書いたように，「node nr」は和文文字とみなされている．そのため，「node nr」と np の間に \xkanjiskip の挿入が起こるための条件は次の 3 条件が満たされていることである：

– nrc 番の和文文字に対する jaxspmode パラメータの設定で，「直後への \xkanjiskip 挿入」が許可されている．

– np の文字（もし np が合字であれば，合字の構成要素の最初の文字）に対する alxspmode パラメータの設定で，「直前への \xkanjiskip 挿入」が許可されている．

– nr における autoxspacing パラメタの値 $(nr\_spc[2])$ か，「node nr」における autoxspacing の値の少なくとも一方が真である．

この後，実際に \xkanjiskip の量を計算し，node の形で実際に挿入するところは，量の決定のところで np の代わりに nrf を用いる以外は同じである．最後の，次のループに移るための処理では，次が行われる．

– $nq \leftarrow np$, $nrc \leftarrow np.char$, nr_spc の設定

– $np \leftarrow next(np)$

– $insert\_skip$ の設定．

$insert\_skip \leftarrow after\_schar$ となるのは，np の文字（もし np が合字であれば，合字の構成要素の末尾の文字）における alxspmode パラメータの設定で，「直後への \xkanjiskip 挿入」が許可されている場合である．そうでないときは，$insert\_skip \leftarrow no\_skip$ となる．

3. $insert\_skip = after\_wchar$, np: 和文文字の場合

この場合は \xkanjiskip の代わりに \kanjiskip を挿入することとなる．jaxspmode, alxspmode のように「直前/直後への \kanjiskip 挿入許可の制御」を行うパラメータは存在しない．「autospacing で自動挿入が禁止される」とマニュアルでは言っているが，それは挿入する \kanjiskip の量を一時的に **0** にしているだけで，「**node** nr」と np の間には常に \kanjiskip が入ることには変わりはないことに注意．

実際に入る \kanjiskip の量 g は次の方法で決定される：

– nr における autospacing の値 $(nr\_spc[1])$ か，np における autospacing の値が共に偽なら，$g = 0$．

– kanjiskip パラメータの自然長が \maxdimen でない場合，kanjiskip パラメータの値をそのまま採用する．
– xkanjiskip パラメータの自然長が \maxdimen の場合は，np で使われている JFM に設定されている \kanjiskip の量を用いる：
  • 「node nr」で使用されている JFM と，np で使用されている JFM それぞれに \kanjiskip の値が設定されている場合，……．
– 上の 3 つのどれでもない場合，fallback として 0 を用いる．

g を実際に挿入するところは，今の場合も 1. の場合と変わらない．次のループに移るために nq 等の設定処理も，1. と同じである．

■ np が **hbox** の場合

\[x]kanjiskip は，垂直変位が 0 である（即ち，\raise, \lower により上下に移動されていない）hbox の境界を跨ぐ．

1. hbox 内の「最初の node」*first_char* と「最後の node」*last_char* を探索する．この探索は，次を透過する：
   – 垂直変位が 0 である hbox の境界（但し，空 hbox は透過しない）．
   – insertion, mark, \vadjust, whatsit, penalty 用の node．
   – 「最初の node」「最後の node」それぞれにいえることだが，文字 (*glyph_node*) でない場合は *first_char*, *last_char* はそれぞれ $\emptyset$ となる．

   前者の具体例として，例えば，次の入力を考える．

   あ\hbox{a}い\hbox{\hbox{}b\hbox{}}う\hbox{}cえ\hbox{\hbox{d}}お

   すると，

   1. 「あ」「い」の間の hbox $\longrightarrow$ *first_char* = 「a」, *last_char* = 「a」
   2. 「い」「う」の間の hbox $\longrightarrow$ *first_char* = $\emptyset$, *last_char* = $\emptyset$
   3. 「う」「c」の間の hbox $\longrightarrow$ *first_char* = $\emptyset$, *last_char* = $\emptyset$
   4. 「え」「お」の間の hbox $\longrightarrow$ *first_char* = 「d」, *last_char* = 「d」

   となる．

2. np の前に \[x]kanjiskip を挿入するか否か，あるいは実際に挿入する量の決定は，*first_char* に対しての処理をそのまま適用する．つまり，上の例では
   – 「あ」と「a」の間に \xkanjiskip が挿入されることから，「あ」と hbox 1. の間には \xkanjiskip が挿入される．
   – 「い」と hbox 2. の間には \xkanjiskip が挿入されない．

3. 同様に，np の後ろに \[x]kanjiskip を挿入するか否かは，文字 *last_char* の後ろに対してどうなるかの値を用いる．上の例では，
   – 「a」と「い」の間に \xkanjiskip が挿入されることから，hbox 1. と「い」の間には \xkanjiskip が挿入される．
   – hbox 2. と「う」の間には \xkanjiskip が挿入されない．

   次のループに進むための設定も，node *last_char* における値をもとに行う．

以上より，項目 1. で与えられた入力では，次の出力が得られる：

あ a いbうc え d お

要検討：空の hbox は跨がないようにしているのは，次の 2 つを使い分けられるようにするため：

• JFM グルー挿入の抑止：\inhibitglue

• 全ての和文処理グルー挿入の抑止：`\inhibitglue\hbox{}\inhibitglue`

なお，np の垂直変位が 0 でない場合は，np の前後への `\[x]kanjiskip` の挿入は行われない（即ち，$insert\_skip \leftarrow no\_skip$ となる）．

■ np が **kern** の場合

前に書いたように，`subtype` が 0 の kern（TFM 由来）や，`subtype` が 1 であっても jtype が I, E, T の kern は挿入処理を透過してしまうので，今問題にしているのはそうでない場合である．

• `subtype` $= 1$ の場合．

挿入処理で透過されないのは jtype がない（明示的 kern）か，jtype が J（JFM 由来グルー）という 2 つの場合であるが，いずれの場合も，np の周囲には `\[x]kanjiskip` の挿入は行われない．そのため，次ループのために行われる処理は，$insert\_skip \leftarrow no\_skip$, $np \leftarrow next(np)$ だけである．

• `subtype` $= 2$（`\accent` 由来）の場合．

np はリストの先頭から走査されていることから，np に続く node の並びは

$$\boxed{np = \text{kern}} \longrightarrow \boxed{\text{アクセント文字}} \longrightarrow \boxed{\text{kern}} \longrightarrow \boxed{\text{アクセントのつく文字}}$$

となっている．pTEX-3.2 と同様に，LuaTEX-ja では `\[x]kanjiskip` 挿入処理でアクセント文字は無視することにしている．そのため，nq は変化せず，次回のループで処理対象となる np は $np \leftarrow next(next(next(np)))$ となる．

■ np が数式境界 ($math\_node$) の場合

数式境界は，便宜的に「文字コードが -1 である文字」とみなして内部で処理している．

■その他の場合

以上に出てきていない node（vbox, rule, discretionary break, glue, margin_kern）の周囲には `\[x]kanjiskip` の挿入は行われない．

JFM 由来グルーとの関係の例

最後に，今まで説明した，JFM 由来グルーと `\[x]kanjiskip` の処理によって，実際にどのように node の並びが変わるかをいくつかの例で示す．上付きで $*$ がついている node は，値が 0 だと挿入されないことを示す．

• 例 **1: 2** つの連続する和文文字の間

$$\boxed{\text{和文文字}} \longrightarrow \boxed{\text{和文文字}}$$

$$\Downarrow$$

$$\boxed{\text{和文文字}} \longrightarrow \boxed{\text{kern } w}^{*}_{\text{E}} \longrightarrow \boxed{\text{penalty } P}^{*} \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \boxed{\text{glue/kern } g+w}_{\text{J}} \\ \boxed{\texttt{\textbackslash kanjiskip} + w}_{\text{KS}} \end{array} \right\} \longrightarrow \boxed{\text{和文文字}}$$

• 例 **2:** 和文文字と欧文文字の間

$$\boxed{\text{和文文字}} \longrightarrow \boxed{\text{欧文文字}}$$

$$\Downarrow$$

$$\boxed{\text{和文文字}} \longrightarrow \boxed{\text{kern } w}^{*}_{\text{E}} \longrightarrow \boxed{\text{penalty } P} \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \boxed{\text{glue/kern } g+w}_{\text{J}} \\ \boxed{\texttt{\textbackslash xkanjiskip} + w}_{\text{XS}} \end{array} \right\}^{*} \longrightarrow \boxed{\text{欧文文字}}$$

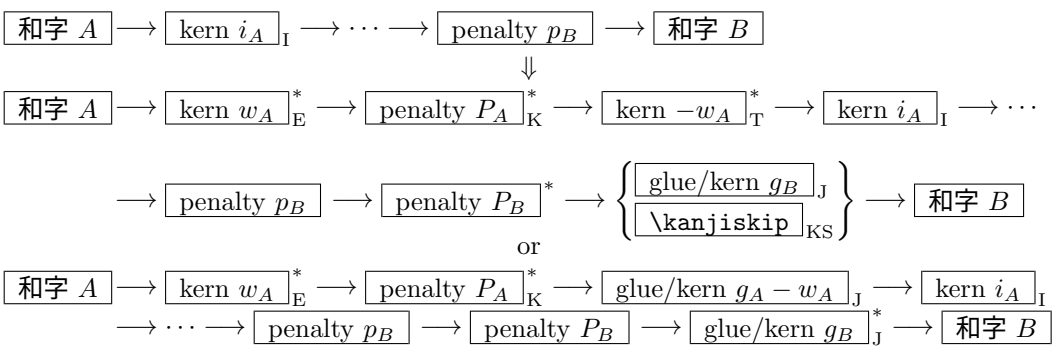
ここで，上の 2 つの例に出てきた記号の意味は次の通り：

– w: 前側の和文文字と行末の間に入る kern 量．

– g: 2 つの文字の間に入る glue/kern（JFM 由来）．

– P: 2 つの文字の禁則用 penalty の合計値．

• 例 3: 2 つの和文文字の間にいくつかの「無視される」node 達



ここで，

- w_A: 和文文字 A と行末の間に入る kern 量．
- P_A: 和文文字 A の行末禁則用 penalty．
- g_A: 和文文字 A と 'jcharbdd' との間に入る glue/kern．
- P_B: 和文文字 B の行頭禁則用 penalty．
- g_B: 'jcharbdd' と和文文字 B の間に入る glue/kern．