

日英機械翻訳のための プリエディット支援ツールの開発

松平 正樹
沖電気工業 (株)
mmatsu@okilab.oki.co.jp

現在の機械翻訳技術では、プリエディット、ポストエディットといった人間の介在が必要不可欠である。しかし、日英翻訳において最も効果の大きいと考えられるプリエディット作業の翻訳作業全体に占める割合は高い。

我々は、日英翻訳におけるプリエディットの現状を調査し、プリエディットを効率的に行なうための支援システムを開発した。我々の開発したシステムは、プリエディットすべきパターンとその変換パターンをルールとして保持している。このルール群を利用して、プリエディットすべきと考えられる箇所を指摘し、その部分に対するプリエディット候補を表示し、使用者がそれを選択することにより、半自動的に日本文をプリエディットできる。

A pre-editing support system for Japanese-English machine translating

Masaki Matsudaira
Oki Electric Industry Co., Ltd.
mmatsu@okilab.oki.co.jp

Present machine translation systems necessarily need human aid - pre-editing and post-editing. But, pre-editing, which is most effective for Japanese-English machine translating, occupies large part of machine translating work.

We investigated actual condition of pre-editing for Japanese-English machine translating, and developed a pre-editing support system. Our system has some patterns and the conversion patterns, as rules. The system shows some part of Japanese sentences which should be pre-edited, and the paraphrases for each. User can change Japanese sentences semi-automatically by selecting each paraphrase.

1. はじめに

現在の機械翻訳技術の研究は、従来の意味解析に加え、大量の例文から抽出した用例を利用した翻訳方式[1],[2],[3]や統計情報を利用した翻訳方式[4],[5]など、かなり進んできている。また、機械翻訳に必要な知識を半自動的に抽出する研究も行われている[6]。しかし、これらの技術を用いてもまだ広く普及するレベルには達しておらず、構文的、意味的な曖昧性が一部解消されるに過ぎない。従って、現状では、リエディット、ポストエディットあるいはインターエディットといった人間の介在なしに機械翻訳システムを有効に利用することは考えられない。

ここで、実際の機械翻訳システム（翻訳支援システムも含めて）の利用形態を以下のようにシステムの利用者の分類に従って今一度整理し、システムにどのような機能が必要か検討してみる。

- ・原言語および目的言語に精通している翻訳者
- ・目的言語には精通しているが原言語にはあまり精通していない人
- ・原言語には精通しているが目的言語にはあまり精通していない人

まず、原言語および目的言語に精通している翻訳者が利用するシステムとしては、翻訳例を検索して表示したり、専門用語の対訳を表示したりする機能を有するものが考えられる。このシステムは、深い意味解析などを行わなくてもよいが、用例や辞書などを大量に持っているような翻訳支援システムということになる。このようなシステムの研究についてはかなり行なわれている[7],[8]。しかし、まだ用例の収集、辞書の構築などに問題が残っている。

次に、目的言語には精通しているが原言語にはあまり精通していない（一般の日本人が英文を日本語に翻訳するような）場合、多少原文を修正する（文を分割する程度）こともあるが、主に出力された目的言語の範囲内で修正作業を行なうことになる。従って、ポストエディット中心の機械翻訳システムということになる。ポストエディットの機能として、他の翻訳候補を出力する機能、訳語選択機能、語順の操作機能ぐらいを装備していればよい。このようなシステムの形態は現在の商用システムではほとんど実現されているが、原言語の解析能力と自然な訳文への変換能力といった「翻訳」の部分にまだ問題を残している。

逆に、原言語には精通しているが目的言語には

あまり精通していない（一般の日本人が日本語を英文に翻訳するような）場合、原言語の範囲内で修正作業を行ない、後は機械が翻訳して、結果はそのまま利用できることが望ましい。すなわち、リエディット中心の機械翻訳システムである（インターエディットも考えられるが、原文の解析木を見て解析が間違っている箇所を修正するなどといったことは、ある程度自然言語処理の知識を要するものであり、一般的には難しいと考える）。人手でリエディットする場合、どこを、どのようにリエディットすべきかを判定するのが困難であり、システムの支援が望まれる。しかし、現在、リエディット支援機能を備えたシステムはあるが、実用性が低い。また、制限言語などの研究[9],[10]は古くから行なわれているものの、リエディット支援システムの研究は一部で行なわれているに過ぎない[11],[12]。これは、機械翻訳の理想を追及するあまり、リエディットやポストエディットよりも「翻訳」を重視した影響であると言わざるを得ない。

我々は、この分類結果をもとに、実用的な日英翻訳システムを目標として、日英機械翻訳システムPENSÉEのためのリエディット支援システムの開発を試みた。本稿では、まず、リエディットと「翻訳」の実力との関係を明らかにする。次に、現状のリエディット作業を分析し、リエディットでどのようなことをすべきかを説明する。そして、我々が開発したリエディット支援システムの構成を述べ、実際の動作を説明する。

2. リエディットと「翻訳」

機械翻訳で問題となる以下の点について、機械の「翻訳」能力とリエディットについて考えてみる。

- (1) 構文の曖昧性
- (2) 意味の曖昧性
- (3) その他の機械翻訳が困難な表現、文法の不足など

まず、構文の曖昧性の例として、並列句の曖昧性の解消について考える。

- (a) パソコンとホストコンピュータの価格

これは、「AとBのC」のパターンであり、一般に「(AとB)のC」とするか「Aと(BのC)」とするか

の曖昧性が存在する。すなわち、

- (a') (パソコンとホストコンピュータ) の価格
- (a'') パソコンと (ホストコンピュータの価格)

の2つの曖昧性が存在する。しかし、「パソコン」と「ホストコンピュータ」に<具体物>、「価格」に<数量>といった簡単な意味素性が与えられている場合、(a')の場合は意味的な矛盾は存在しないが、(a'')の場合は「パソコン」と「価格」の並列関係の意味的な矛盾を検出することができる。従って、(a'')が棄却され、正しい解析結果が得られる。

では、以下の例はどうだろうか。

- (b) パソコンとホストコンピュータのCPU

この場合、簡単な意味素性では「パソコン」、「ホストコンピュータ」、「CPU」のすべてが<具体物>になってしまい、曖昧性が解消されない。この問題に対して意味素性をより細かく(例えば、数千種類に)分類すればよいという立場や例文から抽出した知識によって解決するという立場もある。しかし、前者では意味素性の分類、意味素性の付与、意味の多義性など、後者では知識の収集などに問題があり、完全な解決は難しい。

このような曖昧性は、並列関係を指定する記号を次のように加えることにより、解消することができる。

- (b') [パソコンとホストコンピュータ]のCPU

このように、簡単に解決できない問題はリエディットで対処したほうが確実に正しい結果が得られるという利点がある。

次に、意味の曖昧性の例として、動詞の訳語選択について考える。

- (c) 水をかける
- (d) 橋をかける

(c)と(d)は同じ構文であるが、「かける」の訳語は(c)では“pour”、(d)では“build”としなければならない。しかし、この場合、例えば「水」に<液体>、「橋」に<建造物>の意味素性を与え、目的語の意味素性により訳語を変更するルールを記述しておけば、正しく訳出することができる。しかし、「かける」は他にも

- (e) カーテンをかける
- (f) エンジンをかける

など意味の異なった用法が数多く存在する。これらすべてを正しく翻訳するためにはより細分化した意味素性や用例などの知識が必要となり、並列句の曖昧性の解消と同様の問題が起こる。

この曖昧性も、リエディットで、「かける」を次のように書き換えれば解決できそうである。

- (c') 水を注ぐ
- (d') 橋を建造する (架設する)
- (e') カーテンを吊す
- (f') エンジンを始動する

この場合、書き換えた後の単語が、意味が一意的な単語あるいは比較的単純に意味の違いによって訳語選択できる単語であれば正しく翻訳されるが、そのような単語に書き換えることは機械の支援なしでは多少困難である。

最後に、機械翻訳が困難な表現や構文を考えてみる。

- (g) ランプの点灯している装置
- (h) 仕様を満たしていること

正しく翻訳するためには、(g)は「の」が「が」の代用であり、(h)は「こと」が義務・命令を表わしているという知識が、システムの中に取り込まれている必要がある。しかし、このような単語に依存するような知識をすべて網羅することは非常に困難である。

これに対し、

- (g') ランプが点灯している装置
- (h') 仕様を満たしていなければならない

と意味を的確に表現するように書き換えれば、正しく翻訳することができる。

3. リエディットの現状

2章で述べたように、リエディットにより翻訳品質が向上することは明らかであるが、リエディットすべき箇所を手手で発見し、適確なリエディットを行なうには、経験を必要とする。この問題を解決するためには、リエディットすべ

き部分を検出し、どのように変更すればよいかを指示してくれるプリエディット支援システムが必要である。

さて、実際に上記のようにプリエディットしなければならない文がどのくらい発生するのであるか。8種類のマニュアルあるいは技術資料134文(116文+36名詞句：名詞句を0.5文としてカウント)を専任の翻訳者に正しく翻訳できるようにプリエディットしてもらい、どのようなプリエディットをしたかを以下の項目にしたがって分類した。

<a>文の分割

1文を複数の文に分割する

省略要素の補完

主語、目的語などの省略要素を補う

<c>構文的曖昧性の指定

構文的に曖昧な部分にプリエディット記号を挿入したりする

<d>意味的曖昧性の指定

意味的に曖昧な単語を曖昧性のない単語へ変更する

<e>その他の翻訳困難な表現の修正

上記以外に慣用表現あるいは文法の不備などにより正しく訳出できない表現を修正する

結果を表1に、プリエディットの例を表2に示す。

結果から、プリエディットは1文につき平均2ヶ所行なわれ、そのうち<e>その他の翻訳困難な表現の修正が全体の80%近くを占めていることがわかる。このことから、従来考えられていた構文的、意味的な曖昧性よりも、特定の単語(列)あるいは品詞列に依存する言語現象に応じたプリエディット支援が重要であることがわかる。このよ

うな結果となった要因として、現在の機械翻訳は構文的、意味的な曖昧性に関してはある程度正解率が高くなってきているが、日本語の多彩な表現をまだまだ取り込めていないということが考えられる。

4. プリエディット支援システム

上述した問題に対して、正しく翻訳できない語句を自動的に書き換える自動プリエディットの方式が提案されている[13]。しかし、書き換えのルールは開発者が作成するものであり、使用者の対象とする文書に必ずしも適応するものではない。また、自動である(すなわち選択的でない)ことは文法に記述することと本質的に同等であり、一意に決定できないような表現に対処できないという問題がある。

我々は、上記の問題点を考慮し、以下の機能を有するプリエディット支援システムを目的として開発を行なった。

- ・プリエディットすべき箇所を指摘する
- ・その部分に対するプリエディット候補を表示する
- ・使用者が候補を選択することにより、原文を修正する
- ・それをパターンを記述したルールを用いて行ない、そのルールは使用者も作成できる

プリエディットすべき部分を検出するためには、<a>-<d>に対しては構文・意味解析の結果を利用するのが一般的である。しかし、プリエディットの80%近くを占める<e>翻訳困難な表現に関しては解析が失敗することが多く、入力文字列あるいは

表1 プリエディット数の分類

文書	文数	分野	プリエディット数					
			総数	<a>分割	補完	<c>構文	<d>意味	<e>その他
A	26.5	計算機	48	1	7	2	1	37
B	24.5	計算機	39	1	3	2	0	33
C	15	電子	28	5	1	2	1	19
D	11.5	化学	35	3	2	0	2	28
E	23	機械	55	8	0	3	4	40
F	10	電気	22	2	1	1	0	18
G	10	電子	21	3	1	3	1	13
H	13.5	機械	20	0	0	2	1	17
合計	134	-	268	23	15	15	10	205
比率	-	-	100.0%	8.6%	5.6%	5.6%	3.7%	76.5%

表2 プリエディット例

分類	原文	プリエディット原文
<a>分割	..の順に組立て、モータ側面を.. ..規定するもので、版下作成時..	..の順に組立てる。モータ側面を.. ..規定するものです。これは、版下作成時..
補完	..多重仮想記憶の概念を有し..（主語なし） ..規定するもので、版下作成時..	..このソフトウェアは多重仮想記憶の概念を有し.. ..規定するものです。これは、版下作成時..
<c>構文	..流体の温度、圧力、密度、粘度の.. ..安全規格、作業性、サービス性および品質向上を目的とした..	..流体の[温度、圧力、密度、粘度]の.. ..[安全規格、作業性、サービス性および品質向上]を目的とした..
<d>意味	..常温の水で.. ..通報を行い、迅速な..	..常温の水を使って.. ..通報を行うことにより、迅速な..
<e>その他	..ワークステーションを使用すること ..生産すると、基板が.. ..挿入する際に必要とする基準穴で..	..ワークステーションを使用しなければならない ..生産した場合、基板が.. ..挿入する際に必要な基準穴で..

は形態素解析後の品詞列から検出したほうが効率がよい。したがって、我々の方式では、入力文字列あるいは品詞列でのパターンマッチによってプリエディットすべき部分を検出する。

4.1 本システムの構成

図1に、本システムの構成を示す。

本システムは、入出力部、プリエディット部およびプリエディットルール群から構成される。

入出力部は、使用者への表示や入力などを処理する部分である。

プリエディット部は、日本語形態素解析およびプリエディットルール群を利用して、プリエディットすべき部分を指摘し、プリエディット候補を出力する。

プリエディットルール群は、プリエディットの対象となるパターンとその変換パターンを集めたもので、システムがあらかじめ持っているものと使用者が記述するものがある。

日本語の形態素は、日英PENSÉEの日本語形態

素解析部および構文・意味解析部を利用し、プリエディット候補の日本語生成は、英日PENSÉEの日本語形態素生成部を利用している。

4.2 プリエディットルール群

プリエディットルール群は、単語変換ルールと構文変換ルールから構成される。これらは、使用者が自由に登録できる。

単語変換ルールは、プリエディット項目の<d>に対応するもので、意味的に曖昧性のある単語について、その意味を一意に決定するような言い換え候補を変換パターンとして持っている。例えば、動詞「かける」に対しては、「注ぐ」、「建造する」、「始動する」などの言い換え候補を持っている。

構文変換ルールは、<e>および<a>-<c>の一部に対応するもので、マッチングパターンと複数の変換パターンおよび変換のガイダンスから構成される。マッチングパターンおよび変換パターンは、単語ID、見出し、品詞、変化形、その単語が複数個連続する場合の連続数からなる単語情報を語順にしたがって、"で区切って並べたものである。例えば、「～の...する」を「～が...する」に変換する構文変換ルールは、以下のようになる。

マッチングパターン：

[1][名詞][0][2][の][格助詞][0],
[3][動詞][0]

変換パターン1：

s1,[0][が][格助詞][0],s3

ガイダンス：

「AのBする」→「AがBする」

主格を示す「の」は「が」に変更して

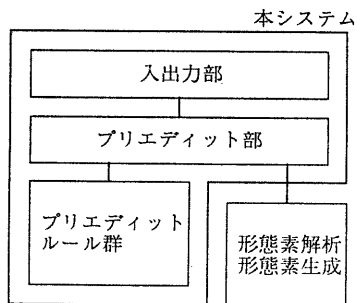


図1 システム構成

ください。

マッチングパターン、変換パターンで未記入の項目は指定なしを表わし、s1,s3はそれぞれ単語IDが1,3の単語をそのまま出力することを表わす。単語IDが0の単語は変換パターンで新しく生成する単語を表わす。

「～すること。」を「～しなければならない。」あるいは「～なさい。」に変換するパターンは

マッチングパターン：

[1][0][動詞][0],[2][こと][0][0],[3][。][0][0]

変換パターン1：

[1][0][未然][0],

[0][なければならない][助動詞][終止][0],s3

変換パターン2：

[1][0][連用][0],[0][なさい][助動詞][終止][0],s3

のように記述する。

変換パターンの「なければならない」は文法的には助動詞ではなく、機械処理しやすいように作成された単語（相当語）である。しかし、このような相当語を適確に記述することは、使用者はもちろん、開発者でも困難である。そこで、マッチングパターン、変換パターンを容易に記述できるようにルール作成支援機能を付与した。次節でその内容を説明する。

4.3 ルール作成支援

ルール作成支援機能は、一組のマッチングパターンに対応する例文（マッチングパターン文）と変換パターンに対応する例文（変換パターン文）を入力すると形態素解析を行ない、4.2で説明した形式のマッチングパターン、変換パターンを出力する。それぞれのパターン文は「AのBする」、「Aに...B」のように不定部分を「A」、「B」のようなアルファベットあるいは「...」で記述できる。「A」や「B」はマッチングパターン文と変換パターン文との単語の対応を示すためのIDとして機能するものとする。パターン文中の単語は、「Aする」、「Bし」などを動詞、「Cしい」、「Dしく」などを形容詞として認識し、語尾の指標のないものは名詞として認識する。また、「Aに」は副詞、形容動詞の連用形、名詞＋「に」の3通りの可能性があるが、複数の可能性があるものは、それぞれの品詞に展開する。「...」は任意の単語列と認識する。

4.4 ユーザインタフェース

本システムはWindows上で設計した。

本システムを起動し、原文（日本文）を読み込み、検索を指定すると文の先頭から順にリエディットルール群のマッチングパターンとのマッチングを行なう。マッチした場合、マッチした部分がリエディットすべき原文として編集画面上に表示され、それに対するリエディット候補を、変換パターンから生成して表示する。また、同時にマッチしたルールのガイダンスを表示する。使用者は候補を選択することによって原文が修正される。文の最後まで処理が終わると原文を保存してシステムは終了する。

5. ルール作成の実験および評価

UNIX日本語マニュアル500文を任意に抽出し、ルール作成の実験を行なった。実験では、原文を正しく翻訳できるようにリエディットし、どのようにリエディットしたかをルールとして抽出した。ただし、<a><d>はルールとしてはカウントせず、<e>だけを「A→A'」という形式でルールとして抽出した。結果を表3に、抽出したルールの総数および種類数の推移を図2に示す。また、表4に抽出したルールを頻度順に示す。

図2より、リエディット数は文数に比例して増加しているものの、ルール数は増加率が次第に小さくなり、総数に対する比率は100文で総数の約80%、500文では約50%と減少しているのがわか

表3 抽出したルール数

	リエディット数	ルール数	比率
<e>	345	170	71.6%
<a>-<d>	137	-	28.4%
リエディット総数	482	-	100%

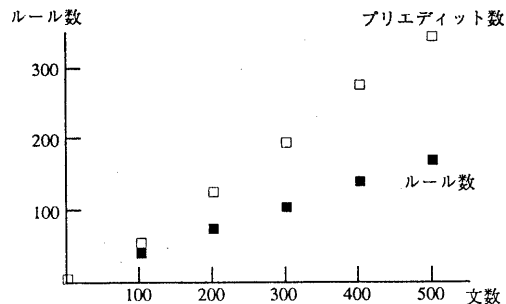


図2 リエディット数およびルール数の推移

表4 抽出したルール

順位	抽出ルール	頻度
1	Aすると→Aした場合は	16
2	Aとなる→Aだ	15
3	Aさせる→Aする	15
4	Aについては... 参照する→Aのためには... 参照する	11
5	Aに指定する→Aで指定する	9
6	A。→Aだ。	9
7	A可能だ→Aできる	8
8	複数のA→いくつかのA	7
9	Aするには→Aするためには	7
10	...Aする場合→もし...Aする場合	7

る。これは、抽出したルールが増加するにしたがって、そのルールが再び利用される確率が増加するためである。

さて、どの程度ルールを作成するとどの程度そのルールが利用されるのであろうか。そのための評価実験として、S文(S=50,100,150,...,450)までに抽出したルールをその後のN文(N=50)に適用した場合の適用率を以下の式によって計算した。

$$\text{適用率} = \frac{\text{N文に必要なリエディットのうちS文までに抽出したルールで対処可能な数}}{\text{N文に必要なリエディットの総数}}$$

結果を表5および図3に示す。

また、抽出したルールが不必要な部分にマッチしないかを調べるため以下の式によって誤適用率を計算した。

$$\text{誤適用率} = \frac{\text{リエディットが不必要な部分にルールがマッチした数}}{\text{ルールがマッチした総数}}$$

結果を表6に示す。

結果から、適用率は450文から抽出した158ル

ルでは、約66%であった。この程度の適用率があれば十分リエディット支援としての効果が得られる。また、誤適用率は14.0%であったが、いくつかのルール（「Aも」→「Aをも」、「Aで、」→「Aであり、」など）に集中しており、ルールの記述を工夫すればさらに低く抑えることができるだろう。

このルールを他の文書に適応した場合はどうであろうか。

UNIX日本語マニュアル500文から抽出した170ルールを先の10種類の文書の中の2つ（文書A、文書J；共にコンピュータ関連のマニュアル）と別の文書1つ（文書K；プリンタのマニュアル）に適用した。その結果を表7に示す。文書によりバラツキがあるが、文書が異なるとルール適用率がかなり低下することがわかる。したがって、汎用的なシステムとするためには、多種多様の文書からルールを抽出することが必要となり、ルール数も1,000を越える膨大なものになる。最終的にはこれが目標となるが、現在コンピュータ関連のマニュアルに用途を限定して約300ルールを抽出し、ルールを整理しているところである。この場合、用途に応じて使用者がある程度のルールを追加する必要がある。

表5 ルール適用率

文数	リエディット数	ルール適用	適用率
1-50	25	-	-
51-100	29	8	27.6%
101-150	38	23	60.5%
151-200	31	14	45.2%
201-250	37	22	59.5%
251-300	35	19	54.3%
301-350	28	14	50.0%
351-400	52	29	55.8%
401-450	35	19	54.3%
451-500	35	23	65.7%

適用率 (%)

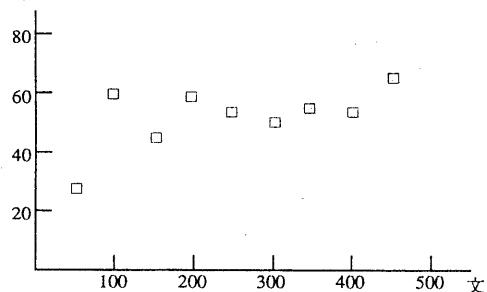


図3 ルール適用率

表6 ルールの誤適用率

リエディットが不必要な部分にルールがマッチした数	56
ルールがマッチした総数	401
誤適用率	14.0%

表7 異なる文書のルール適用率

文書	リエディット数	ルール適用	適用率
A	38	4	10.5%
H	33	7	21.2%
I	16	7	43.8%

6. まとめと今後の課題

我々は、日英翻訳におけるリエディットの現状を調査した結果、従来考えられていた構文的、意味的な曖昧性よりも、特定の単語(列)あるいはパターンに依存する言語現象に応じたリエディット支援が重要であることがわかった。この結果をもとに、リエディットすべきパターンおよびそれを変換するパターンをルールとして保持し、このルール群を利用してリエディットを効率的に行なう支援システムを開発した。

UNIX日本語マニュアル500文から実際に170ルールを抽出し、ルール適用率を計算した。その結果、同じ文書に対してはルール適用率は約70%であったが、異なる文書に対してはルール適用率は低下した。

現在、約300ルールを抽出したが、今後汎用なシステムを目指しルールを追加していく予定である。

謝辞

貴重なコメントを下された三重大学工学部情報工学科 椎野教授に感謝いたします。

参考文献

- [1] 佐藤 理史: MBT1: 実例に基づく訳語選択, 人工知能学会誌, Vol.6, No.4 (1991)
- [2] 佐藤 理史: MBT2: 実例に基づく翻訳における複数翻訳例の組み合わせ利用, 人工知能学会誌, Vol.6, No.6 (1991)
- [3] Sumita, E., Iida, H. Kohyama, H.: Translating with Examples: A New Approach to Machine

Translation, Proceedings of 3rd International Conference on Theoretical and Methodological Issues in Machine Translation (1990)

- [4] Brown, P.F., Cocke, J., Della Pietra S.A., Della Pietra V.J., Jelinek, F., Lafferty, J.D., Mercer, R.L., Roossin, P.S.: A Statistical Approach to Machine Translation, Computational Linguistics Vol.16 No.2 (1990)
- [5] Hindle, D., Rooth, M.: Structural Ambiguity and Lexical Relations, ACL Proceedings 29th Annual Meeting (1991)
- [6] 宇津呂 武仁, 松本 裕治, 長尾 眞: 二言語対訳コーパスからの動詞の格フレーム獲得, 人工知能学会第6回全国大会, 15-6 (1992)
- [7] Picchi, E., Peters, C., Marinai, E.: A Translator's Workstation, Proceedings of COLING '92 (1992)
- [8] Sato, S.: CTM: An Example-Based Translation Aid System, Proceedings of COLING '92 (1992)
- [9] アジア太平洋機械翻訳委員会: 制限日本語(第1版), 研究成果報告書(93年度版), アジア太平洋機械翻訳委員会 (1993)
- [10] 吉田 将: 日本語の規格化と制限日本語の設計, 「日本語の特性と機械翻訳」予稿集 (1987)
- [11] 平井 章博, 高岡 紀子, 梶 博行: 日英機械翻訳用前編集支援システム(1) 構文的曖昧性の検出方式, 情報処理学会第36回全国大会, 2U-2 (1988)
- [12] 芦沢 実, 平井 章博, 梶 博行: 日英機械翻訳用前編集支援システム(2) 形態素の曖昧性の検出方式, 情報処理学会第36回全国大会, 2U-3 (1988)
- [13] 白井 諭, 池原 悟, 河岡 司: 日英機械翻訳における原文自動書き替え型翻訳方式とその効果, 情報処理学会研究会, NL-95-12 (1993)
- [14] Sommers H.L.: Interactive Multilingual Text Generation for a Monolingual User, Proceedings of 4th International Conference on Theoretical and Methodological Issues in Machine Translation (1992)
- [15] 林 良彦: 技術文章向け日本文推敲支援システムの実現と評価, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J77-D-II No.6 (1994)
- [16] 林 良彦, 菊井 玄一郎: 日本文推敲支援システムにおけるの書換え支援機能の実現方式, 情報処理学会論文誌, Vol.32 No.8 (1991)
- [17] 北村 美穂子, 甲斐 郷子, 岡田 恵太, 永田 淳次: 拡張性を重視した日英機械翻訳システム, 電子情報通信学会研究会, NLC-91-24 (1991)
- [18] 亀山 三穂, 伊藤 昭典, 松平 正樹: 日英機械翻訳システムのための前編集支援ツールの開発, 情報処理学会第49回全国大会, 4K-7 (1994)