

# 機械翻訳における言語学上の問題

荒 木 泰

## 1. マスコミ情報による機械翻訳の現状

最近「機械翻訳」に関する記事が新聞・雑誌にかなり頻繁に見かけられる。筆者の講読する僅か教誌でそう思われるのであるから、実際にははるかに多くの記事が掲載されていると見ていいであろう。

「文芸春秋」1994年9月号に国際電信電話株式会社市原社長へのインタビューが掲載されている。

『— ところで、日本人にとってまだまだ言葉の壁というのは厚いようですが、自動翻訳機、それも音声も可能なものを研究されてるのですか。

市原 今、おおいに研究開発中です。〔中略〕書いたものを翻訳するのはかなりできるようになっていますが、話し言葉はとてもむずかしい。それでも一生懸命にやっていて、かないいいセンまで来ているんですよ。〔中略〕まだ実現までには時間がかかりそうですが、かならずできると信じています。』

また新聞〔文献10〕では「日本語論文 翻訳機で紹介」という見出しで、「日米の政府代表は10日、ワシントンで日米新経済協議・技術参入分野の作業部会を開き、各種の日本語論文を自動翻訳機で英文に訳す日米機械翻訳センターを、1995年度中にもワシントン近郊に設置することで合意した。〔中略〕日本語の論文を自動翻訳する施設で、翻訳機はまだ正確さなどの面で問題が多いものの、論文の大まかな内容をつかむことは可能。米国の研究者にとって、自分と同じ分野で日本の研究者がどんな研究をしているかを知るのに役立つ。併せて、自動翻訳の性能向上も図る、という。〔後略〕」<sup>(4)</sup>

機械翻訳に関する最も新しい新聞記事は朝日新聞夕刊に今年8月11日に引続き、9月28日の科学欄に出た、かなり詳しく現状を報告した記事である。見出しは「機械翻訳 まだ発展途上」とあり、副題として「速くて大量にこなせるが、手直しも大量」となっている。「コンピューターを使った機械翻訳は、すでに使用説明書などの翻訳に使われ始めているが、まだ手作業で多くの修正が必要だ。文法から理詰めで迫る戦略には壁が厚く、多くの用例を機械に丸暗記させ、うまい訳文をあみだす研究も始まった。」

ここで手直しとはどういうものかという例が挙げられている。市販されている機械翻訳システムで二百字余の「関西空港開港」の新聞記事を英訳してもらった。一分間ほどで訳文が画面にでた。が、訳がおかしい部分がある。

例えば「世界で初めて本格的な海上空港・関西空港が開港した」。英訳は「...sea airport and Kansai district airport opened」となり、二つの空港が開港してしまった。これを「海上空港である関西空港」と直したら、うまくいった。

関西空港が「成田と肩を並べる」は「成田と肩が並んでいる」とでた。そこで「成田と同等の」としたらよくなった。(中略)結局、記事を機械が理解しやすいように手直しし、訳し直すのに約20分かかった、という。この手直しにはかなりの当該外国語の知識が必要であり、そのような人ならば機械に頼らなくとも翻訳できるわけであるが、しかしこの面倒に思われる手直しをしても、処理量は訳者によるものの約三倍になるという。このため幾つかのメーカーからの英日・日英の機械翻訳システムの市販が可能となった。

## 2. 機械翻訳の発展

コンピュータ<sup>④</sup>が万能に近い用途にまで開発が進んでくると、翻訳もコンピュータに任せられるのではないかと多くの人が考えるようになった。学校で学習した外国語というものは、辞書をひき、単語や句の位置を置き換える単純な作業の繰り返しであった。従ってコンピュータを用いれば、このような作業

はいとも簡単に出来るのではないかと思われたのは当然である。

例えば英・独語で最も簡単な場合

S (主語)+V (他動詞)+O (目的語)において、日本語の単語との置換でS+は/が+O+を+V〔する〕と導くか、あるいはその逆である。

この方法は逐語訳とか直訳と呼ばれ、翻訳の品質としては劣ることが多いが、学校ではこれで通用することが結構多い。

これと対照的に翻訳の難しさの例としてよく引用されるのが河端康成の「雪国」の冒頭の一文である<sup>(9)</sup>。

(a) 国境の長いトンネルを抜けると雪国であった。

サイデンステッカー氏の名訳では

(b) The train came out of the long tunnel into the snow country.

同じ文を優秀な機械翻訳機で訳したと仮定すると、せいぜいのところ

(b') After passing through the long border tunnel, it was the snow country.

となり、前半のフレーズでの主語が不確定であり、それ (it) がトンネルを抜けた後で雪国になってしまうため不適切である。

一般に機械というものの特性から、機械翻訳は文学には全く不向きのものであると言える。

グロータス神父は“Linguists consider MT(machine translation) an impossible dream: The dreamer does not know what kind of thing a language is.”と述べておられるが、これは主として上のような文学作品についてはその通りである。多くの機械翻訳プロジェクトにおいて、文学作品の翻訳については、かつて一度も計画のなかに入れられたことはなかった。

一方限られた専門分野、特に科学技術系の部門では、徐々に実用化が進んできている。以下文献3の石綿俊雄氏による「機械翻訳の現段階」から引用すると、「機械翻訳は80年代の終りから新しい時代を迎えたようである。機械翻訳の実用化は1970年代のTAUMMETEOが最初であった。これはカナダで、気象情報についての英語からフランス語への自動翻訳で、現在まで引き続いて用

いられるものである。この翻訳が可能であったのは、適用分野が気象情報という狭い分野だという限定があったとこと、したがって、用語も、文の構造も、表現も、ほぼある範囲のものに限定されていて、特殊で例外的なものがほとんどなかったからだといわれている。」この場合は機械の出力を人間が修正することなくそのまま利用するという段階を迎えている。

機械翻訳の歴史については「ドイツ言語学辞典」〔*maschinelle Übersetzung* の項〕でも簡単に触れているが、第一世代の機械翻訳（1950年ごろから1960年代の中ごろまで）と呼ばれる初期の段階では、単語から単語への翻訳を主として、統語処理は可能な範囲で行うものが多かった。出力された翻訳文も、人間が相当手をいれてようやく使いものになる、いわゆる後編集（*post-editing* ; *redaktionelle Nachbearbeitung*）を必要とするものであった。

次に本格的な統語論的な解析と生成を含み、ある程度の意味処理を行う段階にいたったものが現れた。これを第二世代という（1960年代中ごろから1970年代の終りごろまで）。その代表的なものが上記カナダの RAUM-METEO である。たとえば同じ英語の *morning* に対してフランス語で *matin, matinée* が当たる場合、*in the morning* のような継続的な用法の場合には *dans le matinée* のような訳を与え、*this morning* のような非継続的な観点の場合には *ce matin* の訳語を与える。

一般にまず入力文（原語）を解析して原語中間構造を得る。これを対象語中間構造に変換し、この時二言語辞典を用いる。ここから対象語の合成を行い、その際に統語論的調整と形態論的な調整を行って訳文を得る。それでも冠詞の処理は行われていず、今後の課題とされている。

さらに範囲の限定されない、やさしい読みものを訳そうとすると、あらかじめすべての場合を予想しきれないため、疑問の点は人間に問いかける“*interaktiv*”な機械翻訳を設計する試みもあった。

この世代の翻訳機もマスコミにやや誇大に採り上げられて、今にも実現化するような印象すら与えたが、実験してみると例えば、

*Time flies like an arrow.* を「時蠅矢を好む」と珍訳して笑い物にもされ

た。

これは like が他動詞, 名詞, 前置詞, 副詞, 形容詞のような多品詞語であるため, 文の解析が困難な一例である。ここでは引用を省略するが, 僅か30語からなる平易な英文中に多品詞語が14もあり, そのすべての組合せは 248,832 通りにもなる<sup>(4)</sup>。

実用に近い機械翻訳の未完成の訳例としては次のようなものである。

入力文「低コスト, 低不良率で高品質の製品が得られ溶剤が不要などの特長がある。」

出力文 A characteristic is had in that the 低コスト and highquality product can be obtained, and that a solvent is FUYOODA.

「低コスト」は未登録語と思われ, 「不要だ」は通常, 「不要, 不要である, 不要の」のような形で用いられるため, 疑問の訳として出てきたのであろう。is had も変だが, 「低不良率で」が完全に脱落しているのは何故であろうか?

これらの文は前編集 (pre-editing ; redaktionelle Vorbereitung) もせず, 後編集もしていないというし, 他に立派な出来ばえの翻訳も多々あるため, 評価は人によって異なるろう。ショウでのデモンストレーションでは, あらかじめ入力文を予定してあるために成功例も多い反面, 市販の自動翻訳機と称するものの中には極めて幼稚なものもある。(1992年当時)

He makes a dress for her. 彼は彼女にとって衣類を作る。

He makes her happy. 彼は彼女を作る (幸福な)。

He makes a preparation. 彼は準備 (予習) を作る<sup>(4)</sup>。

英語 (仏語, 独語等) を日本語に訳す場合と, 日本語をそれらに訳す翻訳とでは, 英 (仏, 独) →日翻訳のほうがはっきりした結果を出しやすい。これは英 (仏, 独) 語のほうが構造がはっきりしていて, 捕らえやすいということがある。日→英 (仏, 独) では前編集が大変であり, また出力した英 (仏, 独) 語を日本人が後編集するのは難しい。例えば日本語には主語を補ってやり, 後述する「の」などの係り受けを明確にする作業は手数のかかるものであり, また後編集は冠詞の脱落や語順の問題など, 大なり小なりどこちない訳文の書き

直しがあり、ネーティブかそれに準じる者でないと無理であろう。

### 3. 主要な問題点

#### 3. 1 多義性の解消と意味理解

機械翻訳において身近で至る所に発生する「難しさ」がある。それは、自然言語の「多義性」とか「曖昧性」といわれるものである。多義性の背景には、「人間が言語を運用する際には、なるべく簡単な型式で、やかましい論理性には気を使わずに済ませよう」といった「節約原理」「Sprachökonomie」のようなものが存在する。

多義性は、単一言語の範囲内で（人間が）言語運用をしている際には気づかずに済ませられるが、翻訳、つまり他の言語に言い換えようとする、とたんに顕在化するものが多い。例えば、「よい」という日本語を英訳しようとすれば、“good”, “smart”, “fine”, “beautiful”, “well”, “gentle”, “efficient” などのうちの一つを（多義性解消により）選択しなければならなくなる。選択は、主語や被修飾語の意味的な性質（例：判断、思考、天候、外観、健康、人柄、効率）に依存して行われる。

機械翻訳が上記のような多義性を解消するためには、単純な構造変換と語彙置換だけでは済まされない。なんらかの形で言語理解を近似する必要がある。最も多く行われる言語理解の近似法は、連続する語句間における意味素性の両立性を判定する方法である。例えば“take”という英単語は、その使用環境に応じて、「乗る (take a bus), 「乗っ取る (take a plane with a gun), 「持って行く (take him the book) のように訳し分ける必要がある。そのためには、主語と目的語の位置を占める名詞の意味素性ごとに、異なる訳語を記述しておく必要がある。

村山首相はその所信表明演説で「人にやさしい政治」など、「優しい」という言葉を数回使っている。こうなると翻訳者泣かせである。

Foreign Press Center の非公式訳を見ると、「人にやさしい政治」は a gov-

ernment that cares about people, 「強い国よりもやさしい国」は not to be a powerful country but to be a caring country, 「人と環境にやさしい国」は a people-friendly, environment-friendly society, 「男性と女性がやさしく支えあい」が both(men and women) can give each other the thoughtful support となっている。(朝日新聞日曜版「いんぐりっしゃ漫歩」より)

科学技術の領域においては術語の多義性が比較的少ないため、意味変換が容易ではあるが、それでも分野別訳語指定ができれば、これに越したことはない。

Verbindung	【機械】継手, 連結	【電気】接続, 結線	【化学】化合〔物〕
Welle	【機械】〔動〕軸	【電気】電波	
Kanal	【土木】運河	【機械】管路	【電気】チャンネル
Kreis	【一般・数学】円形	【電気】回路	
Kern	【鑄造】中子	【電子】心, 磁心	

多義性は単語レベルにとどまるわけではない。もっと手ごわいのは、構文レベル、特に文の係り受け構造に関するものである。日本で外国語を学び訳す時に、前置詞句が名詞に係るのか、動詞を修飾するのかで悩むことの多い例である。

「国境の長いトンネル」のような

名詞＋の＋形容詞＋名詞

あるいは

形容詞＋名詞＋の＋名詞

という典型的な日本語の名詞句の構造には、係り受け（依存）構造の多義性が潜んでいる。さらにイディオム的な意味の多義性にも対応する必要がある。

- A 1 型 トンネルの暗い照明（トンネルの照明，照明は暗い）
- A 2 型 照明の暗いトンネル（トンネルに関して言えば照明が暗い）
- B 1 型 暗いトンネルの照明（トンネルの照明，照明は暗い）
- B 2 型 暗いトンネルの照明（トンネルの照明，トンネルは暗い）
- B 3 型 長い髪の女（女に関して言えば髪が長い）

さらに「腹の黒い男」などは「イディオム登録」しなければならないが、これはメモリーの爆発的浪費が生じる。

同じようなことが機能動詞構文についても言える。問題点は機能動詞構文の大多数が構成のままでは翻訳できないことにある。take measures→Maßnahmen ergreifen (treffen) であって, Maßnahmen nehmen (take) ではない。単一動詞への翻訳も極めてしばしばである: Im Rückstand liegen→lag behind (遅れている)。この場合 lag behind はあくまで im Rückstand liegen であって, in einem Rückstand liegen あるいは in dem Rückstand liegen ではない。しかし lag behind considerably→in einem beträchtlichen Rückstand liegen である。

すなわち eine Vereinbarung treffen, zur Darstellung bringen, einen Aufschwung erleben (協定する, 描写する, 発展する) およびその拡張可能性 einen beträchtlichen Aufschwung erleben (飛躍的な発展をとげる)。これらは別個に辞書に記述なされなければならない。独和辞書でも最近では機能動詞構文を熟語扱いして別個に意味を記載するようになったが、すべての機能動詞構文を網羅するわけにはいかずとも、その分だけが記載事項が増したことになる。

しかし言語の本質は文字列としての語, 文, 文の集合ではなく、それらが表す概念にある。したがって翻訳はAという言語で表現された概念を, Bという言語で表現し直すことである。しかし民族によって概念は必ずしも一致しない。よく例に出されるのが日本語の唇と英語の lips の比較である。lips は粘膜の部分だけでなくその周辺をも包含するため、辞書によると

moustache: hair growing on the upper lip

口髭: 口の周囲に生やしたひげ, 特に上唇に沿って 鼻の下 に生やしたひげ。

### 3. 2 具体的な問題点

一般的な明確さ不足の迅速な決定は、話された言葉を聞く際の主要な知覚的



能力である。これは語用論的規則によって行われ、言語のすべての構造特性を利用する。

表面統語論 ヴァレンツ〔結合価〕構造を用いて、多くの問題がより深く解析されるが、これらの ヴァレンツ枠は多くの場合、言語間で一致しない：“He likes the car”→“Der Wagen gefällt ihm”のような主語—術語交換，“Das Programm heißt ESPRIT”→“The Programme is called ESPRIT”におけるような異なる数の統語論的 ヴァレンツの問題がある。

### 時制とアスペクト

翻訳の問題点として述べたその他の現象の場合と同様、時制とアスペクト形態の使用は著しく言語固有に決定される：

ドイツ語の現在は英語に四つの翻訳がある：

Er schläft. →He sleeps./He is sleeping.

Er schläft seit 4 Uhr.→He has slept since 4 O'clock

→He has been sleeping since 4 o'clock.

EUROTRA システムでは、時制とアスペクトのための言語間特徴システムを開発する試みが行われた。これは大部分のヨーロッパの言語に使用できることが明らかとなった。しかしこのシステムは談話レベルまで拡大されなければならないであろう。

### 意味論情報

解釈において意味の知識を処理しなければならない幾つかの翻訳に重要な現象がある。

○ 原語の多義の表現から目標語のそれぞれの語彙素への翻訳。

この場合等価の選択は例えば次のものに左右される：

- 語の意味論的クラスの間関係：der große Raum→the large room, der große Stuhl→the big chair, die große Hoffnung→the great hope, die große Frau→the tall women

- 専門固有のまたは状況依存の名辞の使用（例えばドイツ語：Pferd, 英語：horse またはチェスの場合は knight）
  - 発話内行為の機能（例えばコミュニケーション動詞の場合：ドイツ語：darstellen, 英語：describe（使役的）, state（作為的）, explain（含意的）, portray/show/display（映像的））。
- 例えば原語または目標語の語彙の豊富さと貧弱さ（例えばドイツ語：Himbeere, Brombeere, Johannisbeere, Heidelbeere, 英語：raspberry, bramble などに、スウェーデン語にはさらに種々な野いちごの表現があるが、日本語では精々野いちご、山いちごくらいの表現しかない。

#### 態・冠詞・否定・省略

態またはその交替は機械翻訳の問題であることが明らかになっている。これは種々な態の現象をコード化する統語論的プロセスから原語によって異なるためである。したがって英語における能格性(ergativity)は、能格動詞等級の要素によって表現することができるが、ドイツ語ではこれに反して再帰化による。例えば

Peter moved the car. The car moved. →Peter bewegte das Auto. Das Auto bewegte sich.

この種の現象の原則的な扱いは、統語論的レベルで行われるべきではなく、意味論的に処理されなければならない。

冠詞の分布は著しく言語固有である。一方の言語の NP が冠詞をもっているに対して、それが他方の言語にはないことはしばしばある。ここではフランス語で地名に通常定冠詞がつく (l'Allemagne) という事実のような特異統語論的現象を必ずしも意味せず、次のような問題である：

He wrote to President Bush. →Il s'est adressé au President Buch.

Il est médecin. →He ist a doctor.

Herons eat fish. →Les hérons mangent du poisson.

別のタイプの問題は例えば、所有代名詞がイタリア語では形容詞であり (la

nostra casa),あるいは英語には二つの指示代名詞があり,これに対してドイツ語では三つあるという事実にある。

翻訳のためには少なくとも幾つかの事例において,否定の作用範囲を知ることが不可欠であると思われる。

da sie keine Bücher gelesen hat.→since she hasn't read any books.

言語はそれがどの程度に省略要素を可能とし,あるいは優先するかを顧慮して区別され,その場合省略部分が完全に再構成された連鎖〔シンタグマ〕によって翻訳されなければならないことがしばしばある。

He saw and thanked the King.

\*Er sah und dankte dem König.

Er sah den König und dachte ihm.

原語の解析における簡単な再構成は一般的解決ではない。これは特に,少なくともあまりにも下手な繰り返しの翻訳にいたるであろうためである。

原語における省略は極めてしばしば目標語における代用形に翻訳される。

John has read the book and Martha has too.

John hat das Buch gelesen und Martha hat dasselbe getan.

Ich weiß, daß er das Examen bestanden hat, aber er weiß es nicht.

I know that he has passed the exam, but he doesn't.

この領域では種々な言語における言語固有の省略形成を顧慮した対照的研究が必要であろう。

### 話法とモダリティ

原語の文の話法は簡単に目標語にコピーすることはできない。というのも話法の使用は言語固有に決定されているためである。したがって例えばフランス語 *devoir* の英語への翻訳の際に,義務的/認識的の区別が重要となる。

Il ne doit faire chaud ici en hiver.→It can't be very warm here in winter.

Doit-il le faire? →Must he do it?

### 3. 3 音声入力 of 機械翻訳〔通訳〕

話される言葉の翻訳の領域では、特に日本の研究所 ATR(Advanced Telecommunications Research Institute International, Kyoto) が傑出している、とドイツの研究報告書に記されており、“Interpreting Telephony” プロジェクトの枠内で日本とアメリカのパートナーの間の電話会話の翻訳を目指している。またこのプロジェクトは、ここ数年内にジーメンス株式会社、カールスルーエ大学などによって共同開発されたドイツ語成分の分だけ拡大することになっている。したがってその場合は、まだ著しく制限された機能範囲ではあるが、三ヶ国語のプロトタイプが提供されることになる。

問題点の多くは文字入力の翻訳に発生するものであるが、文献〔8〕の研究は連続音声の通訳に関するものであり、また別の困難を抱えている。この研究は連邦研究・技術省のイニシアチブと委託によって生まれ、同省の助成を受けた。VERBMOBIL 移動通訳装置プロジェクトの目標は、次の10年間に話される言葉の機械翻訳の領域において、ドイツ連邦共和国に国際的競争における技術的な指導的地位を確保することにある。主として音響学、音声学、言語学（文音韻論〔プロソディー〕を含む）を組合わせてプロジェクトが進められている。

音声翻訳の方は文字入力に比して開発方法が全く異なっている。生成文法後の統語論的理論およびすでに対話モデルすら、もはや音韻論レベルを含めてはいない。これらはいわば音声無視である。

ドイツの言語学の状況は音声学と音韻論の領域では実に優れたものがある。しかし人工知能 (KI) の統合システムへの直接の変換のためには、多くの研究所は十分に広い学際的背景を備えていず、それは能力ある言語学との協力の可能性を欠くためか、あるいは情報科学学部への結びつきに欠けるかのいずれかのためであるとされている。

しかし連邦研究・技術省および EU の財政的助成および大きい研究グループ相互の並々ならぬ協力により、ドイツはヨーロッパで指導的な立場にある。

辞書、造語、統語論および意味論の領域が特定の言語について、書かれたまたは話された形態で同じ規則を有することを通常は前提としている。しかし特

に統語論においては、実現において著しい相違が見出される。連続音声においては程度の差はあれ、言語規範実現からは著しく逸れており、これは一方では発話の任意の箇所へ挿入を置くことができ、他方ではフレーズまたは前文の一部を省略することができるためである。この場合重要なのは状況的コンテキストである。学術講演の場合などとは異なり、通常の会話では主として問いと答えの構造が見られ、この場合は尋ねられたフレーズだけが答えとして実現される。先行する問いに基づいてすでに会話に導入されたすべての情報は、もう一度は実現されない。

問い：誰がコーヒーカップを割ったのだ？

答え：私ではありません！

この場合、話者は経済の原理に従っている。

話されたものの意味論も類似している。意味上明確でない表現、すなわちその意味を聞き手が使用された文の完全なコンテキストに関する知識によって初めて再構成できるような表現の使用は、対話状況では書かれたテキストよりもはるかに頻繁である。その例は「さきほど」、「ここに」、「この」などである。

ここではまたアクセント、イントネーション、音の長さ、音質、休止、発話速度などを含む文音韻論（プロソディー）が重要となってくる。

イントネーションの例として“*This is my sister, Eunice.*”という文において、話者が文末で声を上げれば、Eunice は話しかけられた人物を示し、話者が声を下げる時には第三者、すなわち姉妹を指している。種々な語のアクセントにより（ここでは大文字で標識する）、語の意味も曖昧さをいかめいすることができ、例えば英語の“*black bird*”：“*BLACKbird*”で後者は「ツグミ」を意味する。

コンピュータによる言語解析の詳細については次稿にゆずる。

#### 注

- (1) 下線は筆者による。いずれも「まだ実現までに時間がかかる」、「まだ正確さなどの面で問題が多い」、「まだ手作業で多くの修正が必要」と開発途上であることを示唆している。

- (2) コンピュータは当初コンピューターと呼ばれていたが、最近ではコンピュータと書かれるのが普通になってきた。文献5, 6の他にもコンピューター用語辞典などがある。月刊「言語」1981年10月号の特集は「コンピュータと言語」であるが、1992年の同誌特集「機械翻訳の現状と未来」ではコンピュータが用いられている。
- (3) 文献7, S. 194
- (4) 文献3, 石綿「機械翻訳の現段階」
- (5) 同上

## 文 献

- 〔1〕 月刊 言語 1981年10月号 特集・コンピューターと言語
- 〔2〕 月刊 言語 1988年1月号 特集・機械翻訳の現状と未来
- 〔3〕 月刊 言語 1992年10月号 特集・コンピュータの現在
- 〔4〕 月刊 言語 1994年8月号 特集・ロボットの言語学
- 〔5〕 草薙 裕：コンピュータ言語学入門 1983年 大修館
- 〔6〕 草薙 裕：自然言語とコンピュータ言語 1889年第2版 講談社
- 〔7〕 野村 浩郷：言語処理と機械翻訳 1991年 講談社
- 〔8〕 VERBMOBIL 移動通訳装置研究：ドイツ IBM, シーメンスなど5社, ベルリン工科大学など5大学の連合体共同研究 1991年, ミュンヘン
- 〔9〕 ALS プロジェクト報告書「言語音声と言語構造の統合分析のためのシステムのプログラム構造」ハンブルグ大学情報科学科 自然言語システム研究部門 1990年信号向きの音声処理概観 エアランゲン・ニュルンベルク大学情報科学（パターン識別）講座 1990年
- 〔10〕 「日本語論文 翻訳機で紹介」朝日新聞1994年8月11日夕刊記事
- 〔11〕 Ulrich Schmitz: Computerlinguistik eine Einführung, 1992 Westdeutscher Verlag
- 〔12〕 「機械翻訳 まだ発展途上」朝日新聞1994年9月28日夕刊記事
- 〔13〕 ドイツ語言語学辞典, 紀伊国屋書店, 1994年