

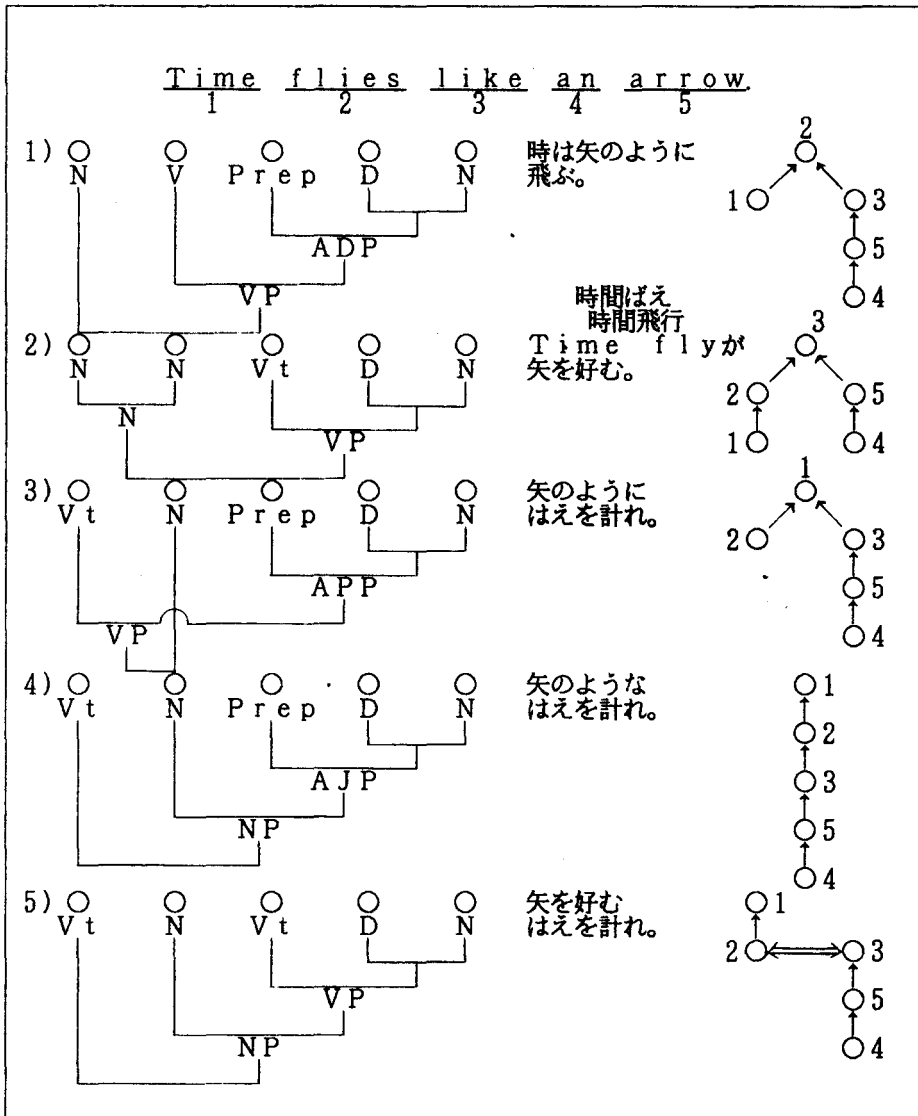
### 3. 講演会から

#### 機械翻訳研究の変遷と動向

九州大学大学院総合理工学研究科

田町常夫

「Time flies like an arrow」という英語の文章を日本語に訳すことについて考えてみます。人がみれば、これはすぐに何の疑いもなく、「光陰、矢の如し」と訳すと思いますが、これは機械翻訳40年の歴史を通じて最初から問題であり、今でも問題である一つの例です。



( 図1 )

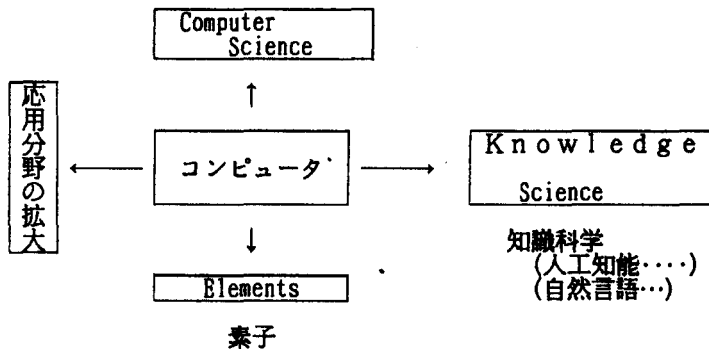
ただ、いろいろ見解が変わってきて、これを日本語に訳すと、だいたい10通りくらいの訳ができてきます。もしも非常に忠実な翻訳を主としてするならば、たくさん訳が出てきて当然です。しかし、もし一つだけ出してきたとしたら辞書が不備で一つしか出てこないのか、よく考えに考えた末に、一つしか出てこないのかわかりません。機械翻訳システムを使ってみるとわかりますが、まず「fly」を動詞とみると「時は矢のように飛ぶ」という1番目の訳が出てきます。「like」を動詞とみると、「Time flies」を名詞句とみて「Time fliesというものが矢を好む」無理に訳せば「時間ばえは矢を好む」というふうになります。これは文法的に間違いではありません。「時間ばえ」などというものは無いということが意味の上で分れば出てきません。もう一つは「Time」を動詞とみると、時間を計るという意味がありますので、構文的には三通り考えられます。前置詞句の「like an arrow」が「Time」にかかれば、「矢のようにはえを計れ」となり、「flies」にかかれば「矢のようなはえを計れ」という意味になります。もう一つは関係代名詞が略されていて「矢を好むはえを計れ」となります。言われてみると文法的に誤りはないのですが、人がこの文を見ても他のことは予想もせず、1番目の訳を選ぶでしょう。これが人間と機械の違いで、大きな問題なのです。機械の客観性を重視するならば、2番目以降の訳も可能な場合がありますから、全部出してこなければいけません。その意味で一つしか訳が出ないのなら知識不足ということになります。しかし、機械が前後の文章を考えたり人間らしい判断をした末に訳が一つだけ出てくるのであれば、それは人間らしい翻訳ということになります。その辺が非常に難しいところで、知識だけが豊かになると、いわゆる教養が邪魔をし、いくらでも可能性を探って、素直な答が出てこないということがあり得るわけです。

コンピュータ、つまり電子計算機と称するものが出来たのは1946年頃で、真空管を使った、いわゆる第1世代のものが作られました。そしてこの頃からすでに、機械で言葉を翻訳させようという切実な要求がありました。第2世代、第3世代と進むにつれて、計算機はハードウェア的にもソフトウェア的にも進歩し、現在では電子計算機のメモリの中に日本中の図書館の図書の情報全部を詰め込むことも可能な時代になっています。しかし言葉を翻訳させるとなるとまだできておらず、ようやく第5世代のコンピュータの機能としてそういうことが要求されるようになっていきます。機能として要求されるのは、問題解決の機能、学習・認知・理解の機能、言語の解釈・理解の機能、知的対話の機能といったようなことで、このようなことができるアーキテクチャーを考えようということが主題となっています。現在の情報関係の進展の方向をみるとコンピュータを中心にソフトウェアの進展、ハードウェアの基本である情報素子の進展、通信などの応用分野の進展があります。それともう一つ、人工知能に代表され、1970年代頃から急速に発展してきた知識科学と呼ばれる分野があり、自然言語等の非数値的な処理の中での人間の記憶、判断等のメカニズムへの挑戦が行われています。

コンピュータの推移 (素子)			(10cm) <sup>3</sup> 内の素子数
第1世代	1946	真空管	4~5
第2世代	1960	トランジスタ	~150
第3世代	1965	集積回路 (IC)	500万
第3.5世代	1975	大規模集積回路 (LSI)	1億
第4世代	1980	超LSI (VLSI)	数10億~100億
第5世代	1985~	?	数100億

第5世代に期待する機能

- (1) 問題解決の機能
- (2) 学習・認知・理解の機能
- (3) 言語の解析・理解の機能
- (4) 知的対話の機能

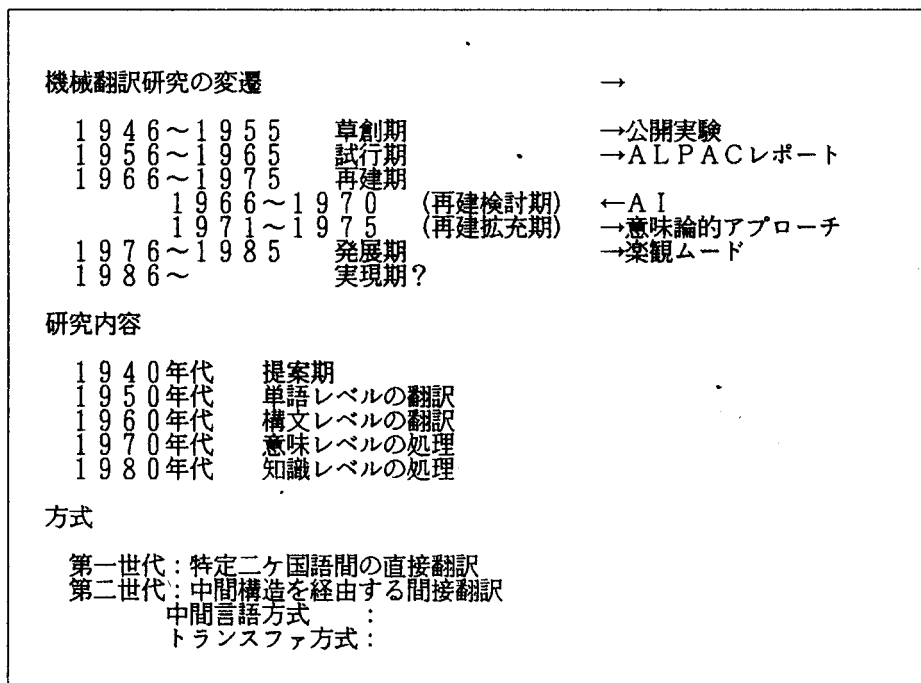


( 図 2 )

機械語翻訳 (Machine translation : MT) の歴史をふり返ってみると、10年ごと位の節目に特徴的な事が起っている事が分かります。1946年にMTのアイデアが出され、それから10年の間にいろいろな進展があり、1955年頃には小規模であります但しデモンストレーションが行える様になりました。この時代は小規模なシステムの為に小回りがきき、きめのこまかい事が可能でした。次の10年ではだんだん規模を大きくしていき、アメリカ、ソ連、欧州諸国、中国や日本など全世界的に実験が行われています。この実験にはいろいろな問題を含んでいるにもかかわらず、実験の反響が非常に大きかったために、その問題点はかき消され、アメリカはこの研究に莫大な政府の資金を投入しました。しかしその後10年を経過しても目標そのものは達成されず、その資金額は2000万ドルにも及びました。1966年米国科学財団 (National Science Foundation) の組織した Automatic Language Processing Advisory Committee (ALPAC) という委員会が、当時のMTの研究状況と周囲の状況からみて、近い将来MTが有用であると予測できる展望がなく、もっと基礎的な分野の研究を強化すべきであるという内容のALPACレポートを提出しました。以後アメリカ政府はMTに対する資金援助を打ち切り、現在もなお政府の資金はほとんど出ていません。一応これが節目となり、この後は沈

滞気味となり、言語そのものの含んでいる基礎的な問題を研究するようになりました。以上はアメリカの例ですが、カナダやヨーロッパでは多少事情が違ってきます。

カナダでは公用語が英語と仏語の2ヶ国語、ヨーロッパでは3ヶ国語を公用語とするような国もあり政府関係の書類はすべて2ヶ国語、あるいは3ヶ国語で作成しなければならず、言葉の障壁が非常に大きいために積極的にMTの研究を行っていたのですが、アメリカの影響を受けて沈滞気味になったのは確かです。1966年頃からはいわば「再建期」に入り、人工知能(AI)関係の仕事が進展し、またデータベースの検索を自然言語で行うことや、シソーラスの問題など自然言語の意味を利用する研究が進んできました。言語理論の進展とともに1970年頃からは言葉の意味論的なアプローチが盛んになりました。1976年頃からこのことがさらに進展してきて自然言語処理が多角的に研究されるようになり、現在ではMTに対して「楽観ムード」の状況下にあると言えます。そして今後が実現期と予想されるのではないかと思います。



( 図3 )

研究内容についていうと、言葉の処理の段階にはほぼ対応して、1940年代は提案期、50年代は単語の翻訳のみの時期、60年代は構文処理の時期、70年代は意味のレベルまで考える時期、80年代には知識レベルの処理の時期というように、進んできていると思います。

機械翻訳の方式は、大きく分けて特定の2ヶ国語で直接翻訳する第1世代の方式と、特定の2ヶ国語にこだわらず中間的構造を経由して間接翻訳する第2世代の方式とに分けることがで

き、さらに第2世代の方式も中間言語方式とトランスファ方式とに大別できます。現実にもものになりつつあるのは第1世代の方式で、第2世代の方もやがて実現化が期待されます。機械翻訳の方式についても少し詳しく述べると、まず完全に入力から出力まで自動的にやらせる完全自動システムがあり、それには直接翻訳と間接翻訳とがあって、前者の代表例としてSYSTRAN、後者の代表例としてカナダのモントリオール大学の TAUM と、フランスの GETA などがあります。また完全自動でなく人間支援型 ( Human - aided ) のシステムがあり、これは人間が機械翻訳を助けるという意味で、会話型システムがその例です。人間が前編集や後編集をやることを前提にしたもの、さらに途中のプロセスにも関与して、人間が介入しシステムを改善していくことも考えられます。これらの考え方は実用システムとして非常に有望で期待が持てます。さらに機械支援型翻訳 ( Machine - aided translation ) のシステムもあり、これは人間が翻訳するときの助けとして使うものです。ヨーロッパなどでは、情報科学といえば図書館情報学のことを指すというくらい文献情報が重視されていて、専門の翻訳者がおり、専門用語のデータベース作成などに積極的に取りこんでいます。翻訳者が翻訳するとき、機械支援型翻訳を用いてわからない単語やテクニカルな単語の訳を知り効率をあげており、また翻訳者自身がこのシステムを改善していくことができるようになっていきます。

機械翻訳の方式	例
完全自動翻訳	
直接翻訳	SYSTRAN
間接翻訳	TAUM, GETA
構文レベルのトランスファ方式	
意味レベルのトランスファ方式	
中間言語方式	
人間支援型翻訳 ( Human - aided translation )	
会話型システム	CULT, MIND.
機械支援型翻訳 ( Machine - aided translation )	
	LEXIS, EURODICAUTOM.
	TERMIUM, NORMATERM.

( 図 4 )

現在、各国がどのようなことをやっているかについて少しふれておきます。

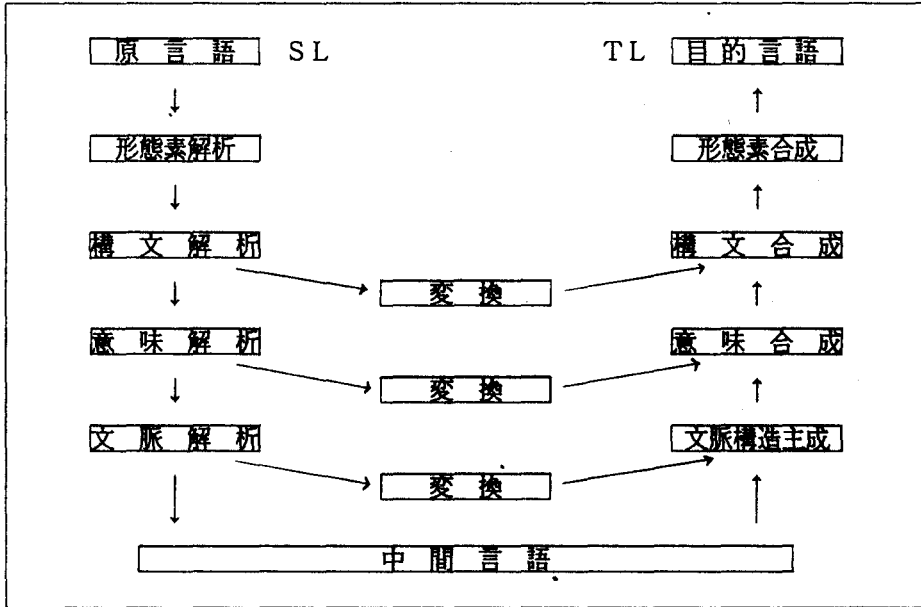
アメリカでは大学、研究所、企業の機械翻訳に対する政府機関の援助はほとんどなく、人工知能の一部として機械翻訳の問題を取り扱うところが多いようです。機械翻訳のデモンストレーションを最初に行った Georgetown大学のシステムに改良を重ねて作った Systran を使っているところが多くありますが、独自の方法を考えている研究機関としては、Stanford、Yale、Texas、Carnegie Melom、NewYork、Harvard、Illinois、MIT、Pennsylvania の各大学や IBM等があります。米空軍では Systran を使用し、アポロ・ソユーズ計画の間はこのシス

テムの前身のものを使用していました。Systran というシステムは現在 Systran社という会社が提供しているもので、その他 Weidner社のものはこれとは別なシステムで Brigham Young 大学等で利用されています。

アメリカ以外の国では政府が力を入れていて、カナダではその援助資金で Montreal大学が TAUM というシステムを開発中で、この中で TAUM METEO というシステムは天気予報の翻訳を実用化しています。私共も気象情報を翻訳するシステムを持っていますが、天気予報や気象通報の文章はあいまいな表現をしないよう厳選されているため、取り扱いが簡単なわけです。その他に Mitel社や、GM Canada では Weidnerシステムを使っています。西独では連邦政府言語局が力を入れており、機械支援型の翻訳システムは古くからあります。さらにもう一つ、ルクセンブルグに本部がある欧州共同体では、EC各国語間の翻訳をすることを全体的に考えています。EURONET という国際間のネットワークが通じて、学術情報の交換なども行っているのですが、言葉の障壁が一番の難関です。従って翻訳ということを最重点に掲げて EUROTRA というシステムを作る研究計画が進められ、EC各国がこの仕事を分担して行っています。このようなことからヨーロッパは切迫感があるのですが、それにひきかえ、かつての日本では、暇仕事のような感じがしないでもありませんでした。しかし、最近の日本は国際化の波にのり、「とにかく日本語は外国語に訳さなければ外国から知られない。」とか「こういう情報戦争の時代には、何とか大量の翻訳を行わないといけない。」などという社会的、国際的ニーズにたって、非常に積極的になってきています。それからもう一つ付け加えたいのは、CULT というシステムのことです。これは中国（とはいっても香港ですが）のシステムで、中国の数学の雑誌を英語に訳して出版し、現在実用化されています。注目すべきことは、お国がらの事情が出ていることです。日本の場合だと省力化は一つの大きな目標に掲げられるのですが、中国では人的資源が豊富で、翻訳の途中で少しでもひっかかるとすぐ人が訳すというふうにな人が介入できるので、非常に立派なものができます。これは人間支援型翻訳の中で数少ない実用化システムの一つであるといえます。

次に我国の現状ですが、政府機関を中心とした代表的なものとしては科学技術庁の JICST があります。JICST、京都大学、電総研、工業技術院筑波センターの共同で、科学技術情報センターが出している科学技術文献の抄録の日英翻訳システムが作られています。この方式は意味の問題を追求せず、構文処理の徹底で成功している例です。その他企業等にはいろいろなシステムがあって、日英、英日が試行的に作られています。大学では京都大学、九州大学、その他があります。その他市販の自動翻訳システムが幾つかあり、機械支援型翻訳で出力は後編集することを前提にし、一応小規模のものとして16ビットパソコンで出来るレベルの物が売られています。また、直接翻訳型の自動システムも開発されています。いずれも Weidner や Systran などの日本語への応用と見てよいと思います。

次に翻訳の手法について述べてみたいと思います。翻訳の方式のところ、構文レベルのトランスファ方式とか、意味レベルのトランスファ方式、中間言語方式などがあると述べましたが、いずれにしても翻訳の流れは図5のような経路をとることになります。



( 図5 )

まず原言語を入力し、その形態素解析（単語自身の語幹や語尾変化などの形を明確に決めること）を行い、それから構文解析を行います。簡単な場合にはこれからすぐに目的語の構文に変換して、（実はこの場合、変換と構文合成は一緒になります）形態素合成（語尾変化「てにをは」などを決める）をして出すというわけですが、もう少し深く入って意味解析を行うときは意味構造を明らかにし、それを目的言語の構造に換え、これから目的言語の構文を作り上げます。意味処理の過程では、実際に意味的に正しいか正しくないかなどを判断する必要があります。もう少し深く入ると、前後の文脈を調べ、この文脈ではどういう意味が正しいという判断をするところまでいきます。意味理解のシステムというのは、言語の内容を理解しようということですから、この段階を目指しているといえます。もっと深く入って、言葉のニュアンスまで含めた中間言語が考えられるなら、一番下まで行って言語によらない内容をとらえることにはなりますが、これはまず無理でしょう。

形態素解析、構文解析、意味解析、文脈解析の各段階ではどのような方法が用いられているかについて図6に示します。

### 文解析の手法

- 形態素解析 : (TAUM, GETAが典型)
- 構文解析 : 非制限パーサ (柔軟な置き換え規則に基づくもの)
  - TAUM (Q-system)
  - Winograd (PROGRAMMAR)
  - etc.
  - 拡大遷移網 (ATNG) に基づくもの
  - DCG (Definite Clause Grammar)
- 格文法
- 意味解析 : Wilksのモデル  
Schankの概念依存構造  
Montague文法  
イメージモデル  
特徴成分モデル
- 文脈解析 : Schankのscript  
Minskyのflame

( . 図6 )

形態素解析は翻訳であろうと理解であろうと自然言語で入力をし、分析をする場合には必ず行わなければなりません。これにはまだ標準化された方法がなく、いろいろな方法がありますが、欧米では TAUM とか GETA とかのシステムを典型的なものとして利用することが多いようです。構文解析には代表的なものとして非制限パーサと拡大遷移網という手法があります。英語の様な文章の場合にはこれでいいのですが、日本語では動詞が最後にくる以外は大体自由に交えられるので、この方法は適当でなく、格文法というのが適しています。非制限パーサは原理的には書き換え規則で、TAUM とか Winograd の PROGRAMMAR などがあります。拡大遷移網は文脈自由型言語として表現でき、これをプログラムの記述にあうようにした例が DCG です。意味解析には代表的なものとして、Wilks のモデル、Schank の概念依存構造、Montague 文法、イメージモデル、特徴成分モデルなどがあります。文脈解析は、文と文の前後の関係から欠けた情報を補ったり、あいまいな情報を確定するものですが、Script、つまりある特別な環境で起きる筋書きの情報を貯えておいて意味を確定しようというような方法があります。翻訳システムは、分野や用語の範囲を限ると、かなりきめの細かいことができます。それはパソコンででき、市販の高価なソフトを買わなくても自分でできるわけです。



( E J )

I HAVE HEARD OF A NATION CELEBRATING THE BIRTHDAY OF ANOTHER NATION BY SENDING A PRESENT.

ワタクシハ オクリモノヲ オクルコトニヨッテ タノクニノ タンジ ヨウヒ ヲ  
イワウ クニニツイテ キイタコトカ アル。

( E J )

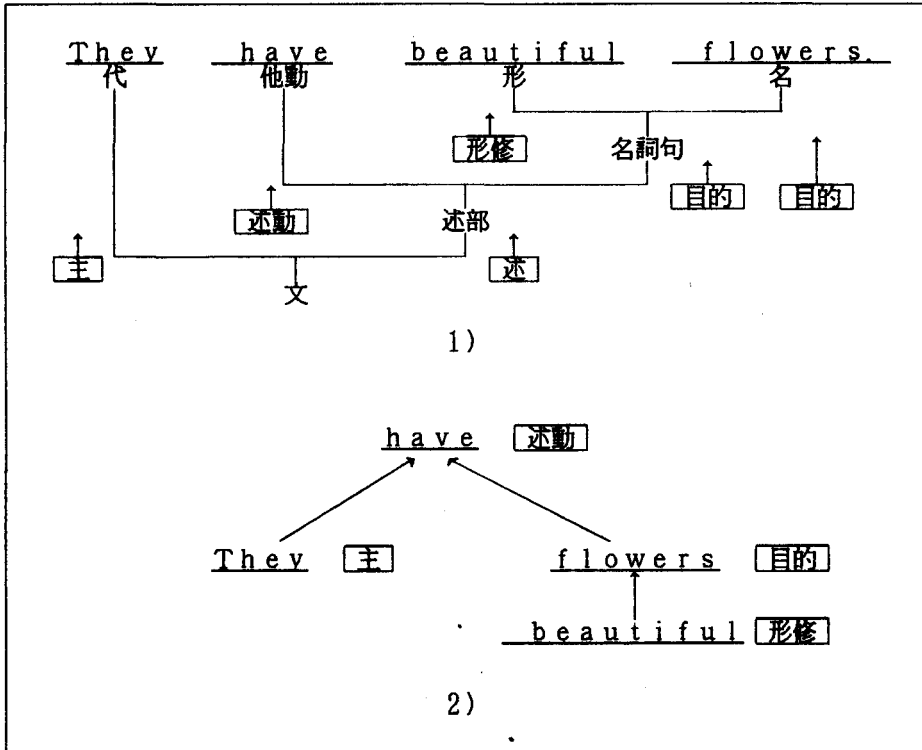
THE TEACHER SAID THAT THERE WERE A LOT OF THINGS TO STUDY ABOUT COMMUNICATION AND THAT THE BEST WAY WOULD BE TO DIVIDE THE CLASS INTO GROUPS FOR THAT PURPOSE.

JACK AND BETTY BELONGED TO GROUP A. AT ITS FIRST MEETING MR. JOHNSON SAID THAT THE FIRST THING FOR YOU TO DO IS TO DISCUSS HOW YOU CAN FIND INFORMATION YOU WANT. THEN HE ASKED BETTY IF SHE COULD TELL THEM ANY WAY OF GETTING INFORMATION.

センセイ ハ ツウシンニツイテ ヘンキョウスル タクサンノコトカ アル ト  
ソシテ モットモヨイホウホウカ ソノモクテキノタメニ クラスヲ グループ ニ  
ワケルコト テ アロウ ト イッタ。 JACK ト BETTY ハ グループ Aニゾクシ  
タ。 ソレノサイショノカイト JOHNSONサンハ アナタカ スル サイショノコトカ  
イカニ アナタカ アナタカ ホッスル ジョウホウヲ ミツケルコトガ デキル カラ  
トウロンスルコト デアル トイッタ。 ソレカラ カレハ BETTY ニ カノジョガ カレ  
ラニ ジョウホウヲ ウルコトノ ドンナ ホウホウヲ ツケルコトガデキル カラタズ  
ネタ。

( 図 7 )

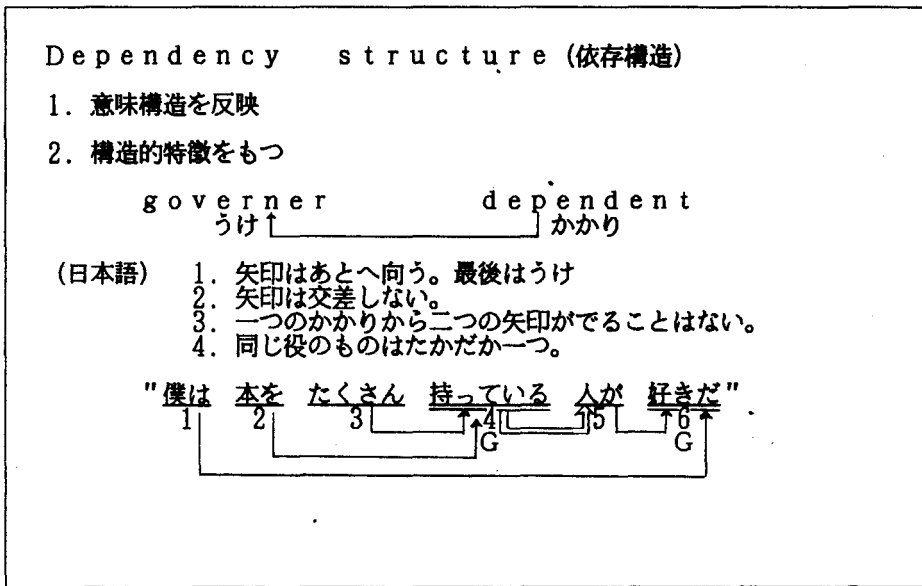
図7は私共がKULTSというシステムで行っただいぶ古い例ですが、文章の範囲が限ってあればこの程度のことはできます。今なら漢字かな混じりで出力する所です。中学校の英語教科書からとった文章で訳文もあまり良い訳とは言えませんが、プログラムは非常に単純で範囲を限れば何とかできるという一つの例です。



( 図 8 )

次に構文分析の話に移ります。分析にはいろいろな方法がありますが、図8のように「They have beautiful flowers.」という文章を分析する時に、各単語が文の中でどのような役割を持っているかということを調べ、例えば主語であることが分かれば「誰々は」と「は」がつけられるし、目的語であることが分かれば「何々を」と「を」をつけることができます。分析を行う時に、プログラム言語の方では、文脈自由型の句構造が単純ですので非常に尊重します。図中の1)は文の句構造を示したもので、「beautiful flowers」つまり「きれいな花」というのはまとめて一つの名詞句となり、「きれいな花を持つ」で一つの動詞句となり、これが述部で「何々が」というのが主部となって、主部と述部がまとめて文になっています。ところが2)の格構造という考え方は、語順に支配されません。例えばこの文章で、文のまとめ役をしているのは「持つ」という動詞ですが、「持つ」というと「誰が持つのか」という疑問が生じます。その「誰が」に相当するのが「彼ら」なのです。「彼らが持つ」ということが分かります。これは主語（動作者）の役割をします。又、「持つ」というと「何を持つのか」という疑問が生じます。この時は「花を持つ」となります。この「花」が目的（対象）になります。そして「どんな花だ」というと「きれいな花」ということで、「持つ」が中心となり、下矢印の出る側にあるのが「かかり」、上（矢の先）にあるのが「受け」となって「かかり受け」の関係がでできます。つまり「きれいな」は「花」にかかります。

江戸時代の国文法も、日本語の構造をこのようにかかり受けの関係として考えてきたものです。そして、この観点からどれが主格なのか、目的格なのかといった役割を決めることが格構造を決めることになります。語順に関しては、日本語を表現するときには、1番上にあるものを1番最後に置き、そしてそこにかかる順序はどうでもよいと決めておくと、一応素直な日本語になります。英語の場合には、主格になるものを最初に、次にその受けになっているものをもって来るというふうにすると英語らしくなります。このように日本語でも英語でも格の考え方があてはまるのは好都合です。ヨーロッパの言語では、もっと有効なパーサがありますから、こういった意識はあまりはっきりしていません。日本語のかかりと受けを矢印でつなぐとすると、「僕は本をたくさん持っている人が好きだ」などのように文が中に入っても同様に考えることができます。それから矢印は交差しません。これが交差すると文として人が理解しにくくなるからです。日本語はきれいな構造をしていると、改めて認識を深くするわけです。



( 図9 )

ところで皆さんがパソコンでプログラムを作って翻訳をやらせると、分析の各段階であいまいさが出てくると思います。例えば plant のように品詞は一つだけれども訳がいく通りかあり、前後関係でそのどれであるかが分かると思われるかもしれませんが、pinapple - slicing plant と言われると植物のようでもあり、工場のようにあるわけです。また、一つの単語で品詞がたくさんある場合、たとえば先程の「Time flies…」とか「They are flying planes.」の「fly」がその例ですが、後者の文は、彼らは飛んでいる飛行機なのか、飛行機を飛ばせつつあるのかといったあいまいさがあります。英語の場合、名詞はたいてい動詞にすることができるので非常に困ります。

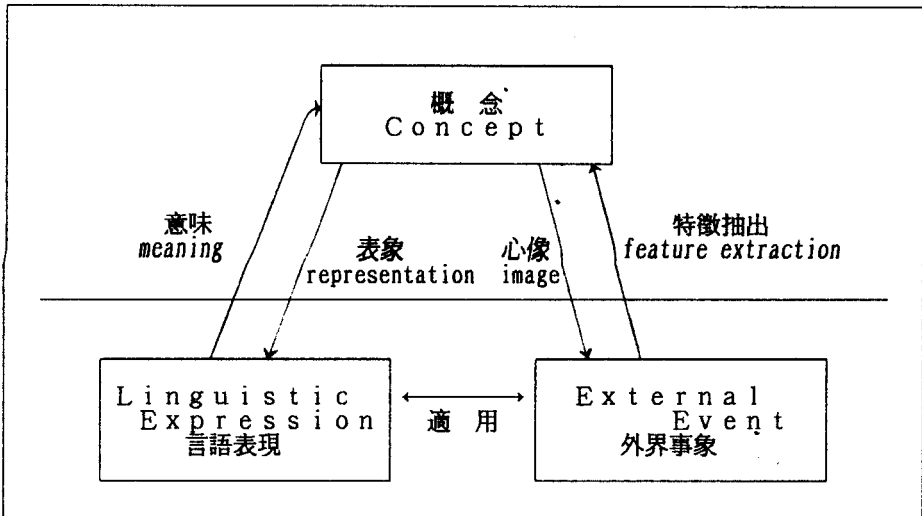
日本語において、前述のかかり受けは単純には決まりません。文の形からいうと「旅行してきた人の話」と「すさんだ人の心」は「・・・した～の～」と形は同じですが、前者の場合「旅行してきた」は「人」にかかるのであって「話」にかかるのではなく、後者の「すさんだ」は「人」でなく「心」にかかります。形は同じでもかかり方は全く異なるこのようなものは意味的に判断せざるを得ません。「青い目の大きい人」となると、意味的にどちらのとり方でもとれます。普通は「青い目で、その目が大きい人」ととりますが、「青い目の体の大きい人」とも（顔などが）青い、目の大きい人」ともとれ、選択に困ります。また「彼は外国人で日本語の話せる人を探しています。」などもあいまいですが、これはコンマを「彼は、外国人で日本語の話せる人を探しています。」「彼は外国人で、日本語の話せる人を探しています。」のように入れれば片付きます。このようなたぐいのものは新聞などによく出てきます。

英語の本質的な難点は、前置詞句の役割で、前の名詞を修飾するのか、動詞を修飾するのかという問題がいつでもつきまといまいます。「I shot the man with a gun」は「私は銃でその人を撃った。」でも「銃を持った人を撃った。」と訳しても文法的には正しいわけです。さらに長い文脈の例としては「若いとき、私たちの習い覚えたことは忘れない。」では、「覚える」と「忘れない」の2つの述語がありますが、かかり方は「若いときに覚えたこと」であって「若いときに忘れない」ではありません。しかし「緊急のとき、彼の言うことは役に立たない」では、これにも「言う」と「役に立たない」の2つの動詞がありますが、「緊急のときに、役に立たない」であって、「緊急のときに、言う」ではありません。このように構造的には全く同じでもかかり方が違うというようなことから、どうしても意味的な判断に頼らざるを得ません。

また特に問題なのは、英語の場合も日本語の場合も、接続詞がどれとどれを接続するのかがよくわからないという場合です。英文を読んでいて、「and」などが出てくると、どれとどれを結んでいるのかが分からないことがよくあります。「A and B for C」においても「(A)と(Cに対するB)」なのか、「Cに対する(AとB)」なのかが分かりません。この訳文でさえ( )をつけないと分かりません。「and」も「と」や「および」など、いろいろな表現を使用して混乱を避け、意味で判断することも必要になります。次に意味的なあいまいさの例として、「僕はうなぎだ」というのは、「I am」なのか「I will take」なのか分かりません。それからアメリカの子どものマンガに「horse doctor」の説明の絵があって「馬が立ち上がりメガネをかけて、カバンを下げて歩いている姿」を示して、これは正しいかをきいている文がありましたが、もちろん習慣的には「獣医」のことを意味します。このような表現は教わらないかぎり分かりません。他の例として「I flew to N. Y.」を翻訳すると、文としては「私はニューヨークへ飛んだ」となりますが、機械はどう理解したか絵をかかせたら面白いと思います。その他、意味があいまいなまま使われている例がよくあります。例えば講義の名前に「電気計

測」というのがありますが、これは「電気で測る」のか「電気を測る」のかわからないわけです。講義をしておられる先生が「どっちでもいい」とおっしゃることもあります。

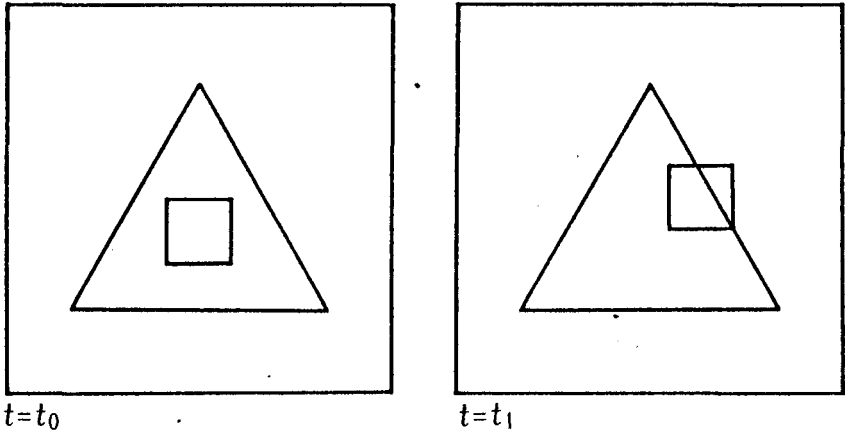
このようなあいまいさの問題を解決することが、MTでは大きな主眼になっているわけですが、**「いったい、意味をどのように機械の中に入れるか」**ということが問題です。私共の頭の中はどうなっているのか分かりませんが、何らかの現象を知っていて、それに言葉が結びついています。つまり言葉は適用すべき事象を持っていて、それを頭の中で抽象化しているわけです。私共は Osgood らが言うように、言葉の意味というのは言葉が持っている概念だと一応規定しています。概念の表象が言語であるということになります。それから、外界事象が頭の中に入って特徴を抽出し、何か像を持っているとき、その概念が外にあらわれるのが心像（イメージ）です。つまり現実に物がなくても「机」と言われると、それを思い浮かべることができます。



( 図10 )

この概念の構造を表現するモデルはいろいろありますが、大別して内包的、外延的という2つの規定のしかたがあります。外延的なとらえ方というのは、場合に応じてその中の1つの意味が出てくるようなものの全体としてとらえるのとらえ方です。内包的なとらえ方は、成分を抽出し、概念がどんな成分から組み立てられているかというのとらえ方です。「出る」という動詞を例にとり、「出る」とはどういった成分からできているかということを考えると、まず「何が」という主体が、そして「どこから」という場所が必要です。又、「出る」という以上は、その主体が前に内部のあるような所において、それが外へ移動してくるという変化が必要です。だからもちろん時間経過が必要で、以上のような要素に分解して考えることができます。そうすると、例えば画面を見て「今、何が起きているか言葉で言いなさい」と言われた時に、その画面の中からそういう要素を拾い出すことができれば「出る」という言葉を使っていいとい

うことになるわけです。このようにして文の中心になっている動詞をいろいろ分類することができます。動詞が決まるとその動詞が文章のパターンを決めるという特色があります。日本語は非常に文のパターンが複雑だというふうに思われていましたが、動詞を決めるとパターンが決まるという不思議なことがあります。それでは動詞が全部でいくつあるかという、普通に使われる日本語の動詞は、サ変動詞を除いて基本的なのは約5000語位あり、5000位の動詞についてそれぞれのパターン、意味構造などを全部記述しておけばよいことになります。今のコンピュータの技術なら、そう難しいことではないでしょう。図11は大分大学の岡田教授が実験された例ですが、 $t = t_0$  は時間の前、 $t = t_1$  は時間の後で、まず個々の要素図形を認識し、時間変化で動いたものを主語にして表現するという前提で図形を文で表現します。そうすると「正方形が正三角形からはみ出る」という文章が出てきます。各動詞の意味構造を十分把握しておけば、だいたい人間の言葉に近いものが出てくるということになります。



(a) 入力図形

1) SEIHOKEI GA SEISANKAKKEI KARA HAMIDERU.

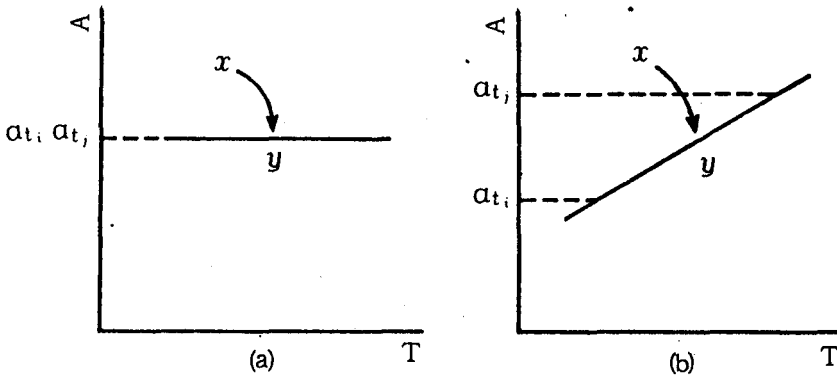
(b) 記述文

( 図11 ) 変化する図形の記述

この例は、画像の理解ということにもなりますが、言語にしる画像にしる意味の理解は共通性をもっていることがお分かりいただけると思います。

次に意味から文脈の問題に移りますが、これには理解構造の研究というのが役に立ってきます。意味理解のモデルには Schank とか Montague のモデルなどがあり、私共は今イメージモデルというのを考えています。Schank はいろんな動詞についてその成分的なもの、いわゆる内包的な意味を細かく記述してはいますが、記述に用いる言葉自身を他のもので記述することになり、どれが本質的なものかはっきりしないといった点があったので、これ以上は細かくできないという原始概念をまず考えています。言葉は何か表現するとイメージが浮かびます。その中で一番簡単なものを基本とするわけです。

原子軌跡 (S)



表現

$$S \triangleq (x, y, \alpha_{t_i}, \alpha_{t_j}, A)$$

但し  $A = (A, P_1, P_2)$ ,  $t_i < t_j$

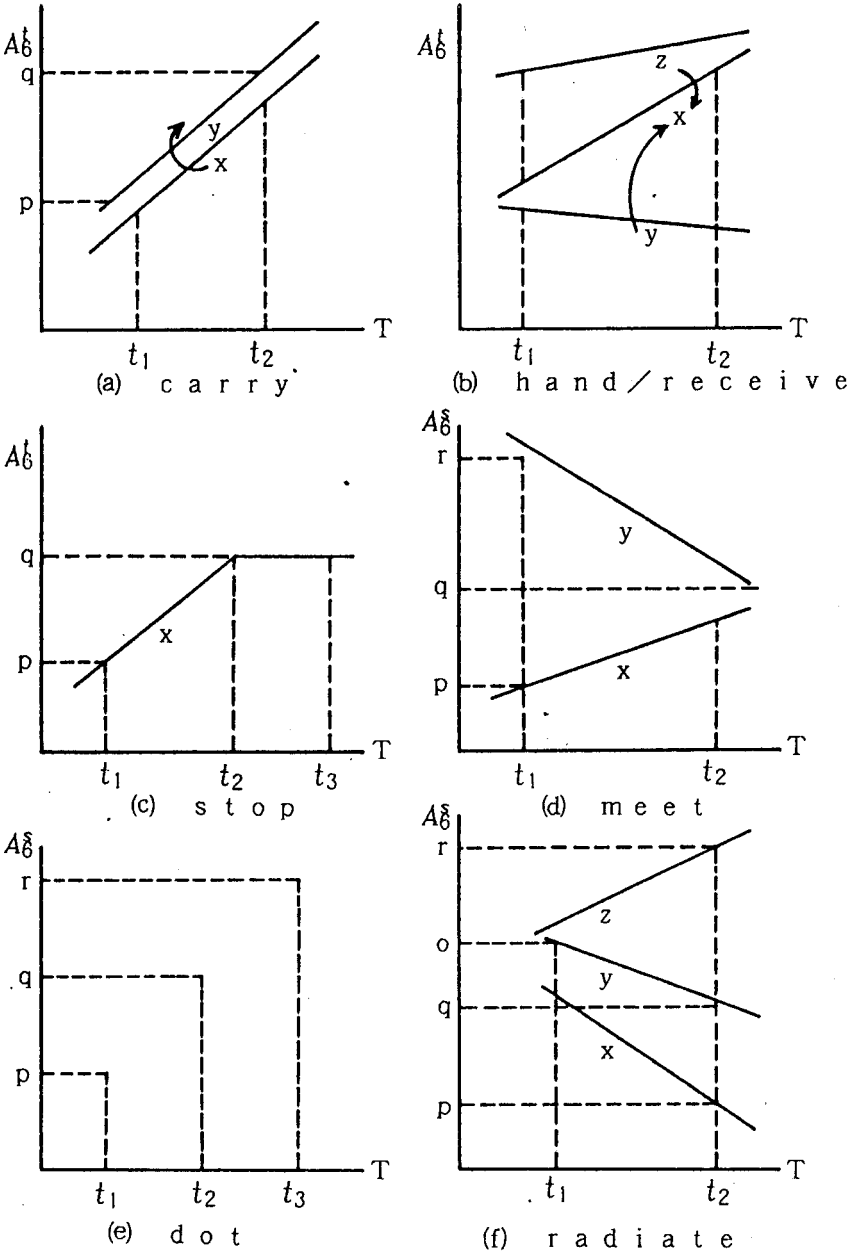
$A$  : 属性空間  $P_1$  : 第1種パラメータ

$A$  : 属性  $P_2$  : 第2種パラメータ

- 結合子
- 同時的連言 ( $\square$ )
  - 継時的連言 ( $\cdot$ )
  - 連言 ( $\wedge$ ), 選言 ( $\vee$ )

( 図12 ) 属性空間Aにおける原子軌跡と形式的表現

図12はその基本的なもので、横軸は時間軸または空間軸です。Xの作用でYが時間的に変わらない、また時間的に動いたということを表わして、こういう要素を原子概念としてこれを組合わせるといろいろな単語のイメージを記述できます。例えば図13の(a)は Carry 「運ぶ」のイメージです。



( 図13 ) 属性空間における原子軌跡



(a) ではXが時間的に動いている時、Xが作用してそれによって同時にYが付随して動いているので、XがYを持ち運んでいることを表わします。stop というのはある時間変化していたのが変化しなくなること、meet というのは2つのものが近づくといった表現がでます。つまり基本的なものを論理的（同時的、継続的）に組合わせて動詞などの意味を作ろうとしたものです。各単語についてこのような意味構造を作っておいて、文章を分析したあとその意味構造になおした言葉の意味を理解したというふうにとらえているわけです。しかし機械の中では、どういうふう理解したか分かりませんから、外に出して確かめなければなりません。その方法として、機械自身に「何か分かったことを組合わせて言葉で出さない」という言い方もあるし、こちらから質問を的的確に答えるかどうかを確かめるということもできます。

結果の一例をご紹介します。「Tom goes with a big black bag.」の英文を機械に理解させ、どのようなことが分かったかを一番簡単な事から出力させると「トムがいます。」「カバンがあります。」「トムが行きます。」「トムはカバンを持っています。」とだんだん複雑になり、このような組合わせをして出力していきます。そして元の文章になかった単語でも同じ意味構造を持つ単語があるならば、推論という形でその単語を出力していきます。このように理解させた事を出力していくことは、言葉を理解する教育にも役に立つのではないのでしょうか。

次に機械に質問して、理解したかどうかを確かめる方法があります。簡単な例として文脈を理解するシステムに「トムは氷を溶かす。」と「それから彼はそれを飲む。」の2つの文章を入れたとします。すると機械は2番目の文章に「彼」というのがあるので「彼」とは誰か、前の文脈の意味構造を探し、それより「彼」も「トム」も男であって人間であることから、「トム」というのを探してきます。次に、「それ」に対しては、前の文章から探してくるのは「氷」であり「氷を飲む」とします。しかし「飲む」対象は液体であることを知っているので矛盾します。そこで「MELT（溶かす）」の意味を探すと同時に知識を探し「氷は溶けると水になる」ということを見つけます。このような知識から「it」はこの「溶けた水」であるということ機械が判断します。「誰が飲みますか？」の問いには「トムが飲む」、「彼は何を飲みますか？」には「水」という答が出てきます。さらに「哺乳動物はいますか？」という質問をすると、元の文章に関係なしに「人間は哺乳動物である」という知識から「YES」という答が出てきます。以上の事から文脈や知識の片鱗が必要となることが分かりますが、このような一般的な知識を入れておくとすると大変な量になってくると思われます。

談話理解において必要な知識

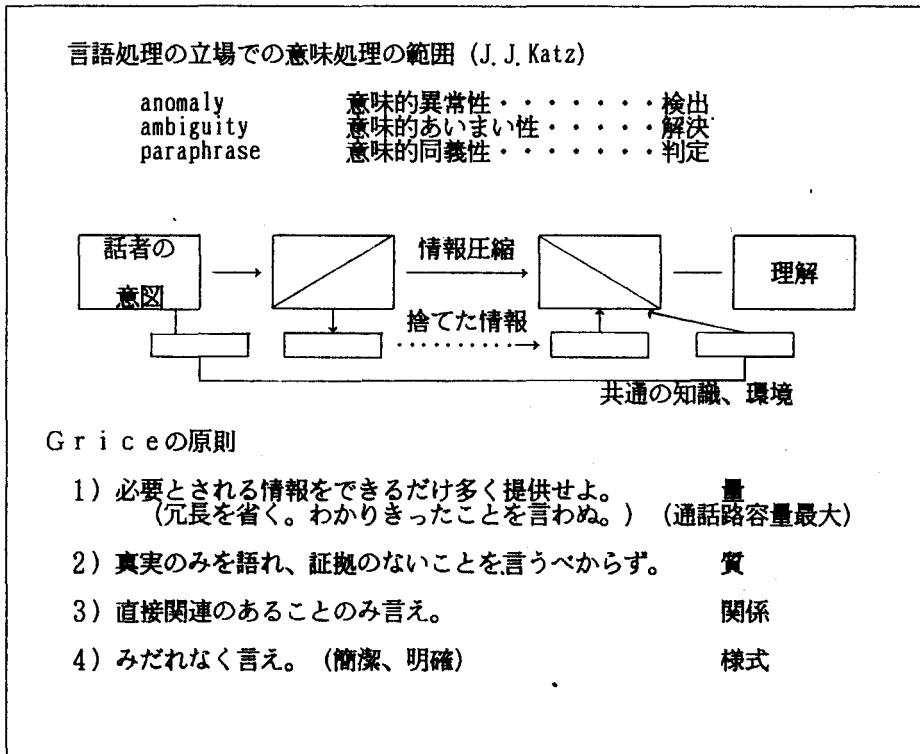
1. 普遍的知識  
自然界の法則、人間の感覚、知覚し得る知識など
2. 常識的知識  
因果関係、内界、感覚、情緒、よくあることなど
3. 談話の流れ、対話環境に関する知識  
話のすじ書、視点など
4. 言語表現上の知識  
Griceの原則に基づくものなど

( 図 1 4 )

そこで「談話理解」という一般の話の流れにおいてどのような知識が必要となるのかを考えてみます。まず文章を理解するのに必要な知識を大まかに、図14に示します。第1に「普遍的知識」で「自然界の法則、人間の感覚・知覚し得る知識」などの物理的法則で「この空間には空気がある」という事が知識として無いと「息を吸う」ことは解釈できません。また「氷が溶けると水になる」という事ももちろん必要です。第2に「常識的知識」で「因果関係、内界、感覚、情緒」など、例えば三角関係になったときに人がどのような感情を持つかなどの常識的な知識を入れておく必要があります。第3に「談話の流れ、対話環境に関する知識」で談話の流れを記録しておく必要があり、これは前述の Schank の「スクリプト」というたぐいのものであります。私達がテレビのドラマを理解できるのは、この談話の流れに溶けこむことができるからであり、これがあると、馬がはして御飯を食べてもおかしくないことになります。そして第4の「言語表現上の知識」はもちろんのことです。言語処理の立場で一体どの程度の意味が必要かと言うことは分かりませんが、一応 J. J. Katz あたりは、「言語をあいまいなく明確に識別できればよろしい。」と言っています。例えば数学の問題でも、答を解いてしまってから、これは正しい問題だというような判断をするところまでいかななくてもよいわけです。大まかに言うと、意味的におかしいことを検出できる、意味的にあいまいなことに対し何らかの解決ができる、そして意味的に同じであることを判断できる範囲内の意味を使えばよいと言っているのですが、それが難しいわけです。

ところで前に、知識の必要性を述べましたが、一体どんな知識が必要になるかということを知るために、逆に人間が言葉を発する時にどんな情報を捨てているかということを探るといふ考え方があります。言葉というのは、すべての情報を含んでいるわけではありません。もちろん、言葉以外にも話者がどういう状況にあるかという情報が受け手側にまず必要です。次に、話者がどんな情報を捨てたかを知ることです。ところで発話の原則(Grice)によると普通、人間が人に分からせようと思って話をする時は、無意識に図15のようなことを行っていると

されています。

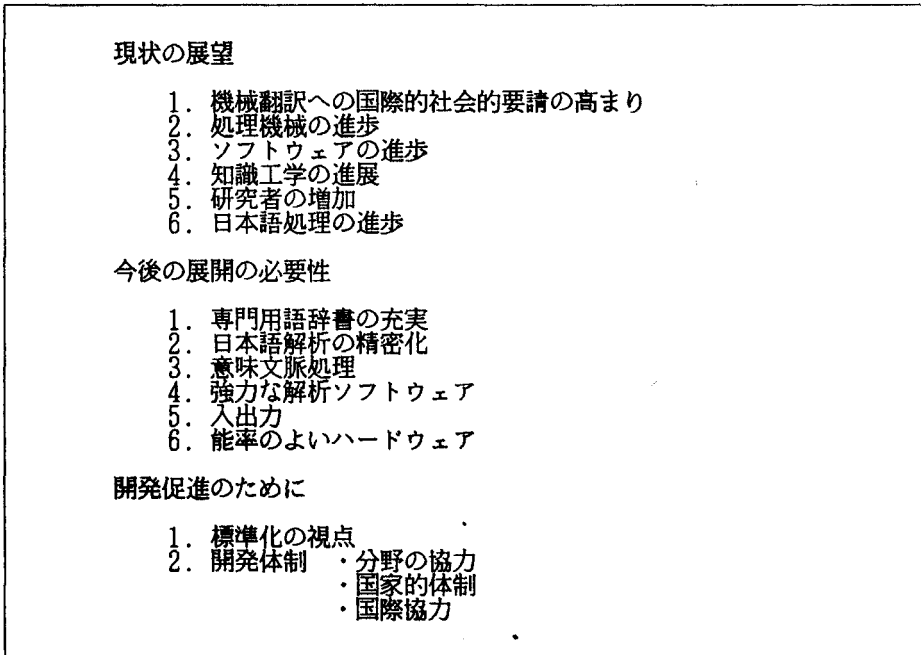


( 図15 )

まず、「必要とされる情報をできるだけ多く提供せよ。」というのは無駄を省いて分かりきったことは言わないということです。これは量の問題で、次に質の問題として「真実のみを語れ、証拠のないことを言うべからず」があります。これは相手に分からせようと思ったら自然にそうなります。そして3番目に「直接関連のあることのみを言え。」というのは、無関係なことを言うと話が混乱するということです。それから「みだれなく言え。」ということは、話の流れを順序よく明確に述べることです。このように分かりきっていることを言わないとか、冗長を省くといったことは情報理論の伝送速度最大の原理と一致します。

最後に最近10年のMTの状況をながめてみると、機械翻訳に対する国際的・社会的要請が非常に高まっています。それから処理機械の進歩、言語処理に適した論理型言語、関数型言語の登場、知識工学の進歩、研究者の増加、日本語処理の進展などがみられます。自然言語処理の発展のために今後の問題として特に必要なことは専門用語辞典の拡充、一般的にいえば言語に関するデータベース、あるいはデータバンクを豊富にすることでしょう。また日本語解析をもっと精密化していくこと、意味や文脈の処理方法の研究の推進、言語のための強力な解析ソフトウェアを作ること、OCRなどの開発、処理言語を効率よく処理できるようなハードウェアの開発などが必要です。また手法については、形態素処理のような共通的なものは、標準化

を考てもいいのではないか、また今はばらばらに行っている開発研究の協力体制を作るといったことが必要になるのではないかと思います。



( 図 16 )

最後にもう一言、機械翻訳の工学的目標はいったい何なのか、機械翻訳と人工知能との関係はどうなっているかなどといったことについて触れておきたいと思います。機械翻訳を行うには膨大な意味や知識が必要と思われますが、実際にある程度完成しているシステムをみると、意味処理にそう深くは入っていません。エキスパートシステムになると、知識は非常に豊富になるので、いわゆる百科辞典的な知識的な人間というか、そういった専門家としての対応はできるでしょうが、いわゆる人間らしい翻訳というのがそれでできるかという疑問です。さらにまた、先程言ったような「Time flies like an arrow」というのは「光陰、矢の如し」とだけ訳してくれれば人間らしい翻訳をしたことになりますが、機械はそれでいいのかという疑問も起きます。目的によってはそれではいけないかもしれません。そういう問題に対しては私共の研究者のうちでも頭の混乱が相当あります。エキスパートシステムができれば機械翻訳ができるんだと思っている人が非常に多いのですが、問題は少し違っています。人工知能そのものは推論や知識など、そういうものの制御を行うわけですから、何も言葉で言わなくてもいいわけなのですが、言語の場合はむしろコミュニケーションなのです。コミュニケーションとしての情報を間違いなく伝えることができるように、それに必要な知識だけを利用すればいいということになると思います。機械翻訳の場合と人工知能の場合の目標の違いを大まかにコミュニケーションと処理との立場の違いとして考えることもできるでしょう。そして機械翻訳は話

者の立場を理解して翻訳しなければなりません。話者が巨人ファンの場合でも野球解説者の場合でも、それぞれの立場に立たなければなりません。そういった意味で翻訳は非常に難しいわけですね。以上非常に雑多なことをお話しましたが、私の話をこれで終わらせて頂きたいと思っています。

(昭和60年11月15日講演)