

## 機械翻訳における構造処理能力の評価

成田 一  
大阪大学言語文化部

翻訳システムの評価方法としては、個別の文法構造ごとにその構成因子を制御し、構造処理能力を検証するのがもっとも適切かつ客観的である。本稿では、同一の文法データを主要機械翻訳システムで処理した結果の一部を報告し、文法構造処理能力を評価する手続きを具体的に示した上で、言語処理の問題点と解決法を提案する。文法構造全体について適切な因子制御を図れる文法データが作成できるならば、これは翻訳能力評価プログラムの開発に結びつく。この評価プログラムは、翻訳システムの改良のために情報をフィードバックできる能力を備えたものになる。

### **Evaluation of Machine Translation Systems with Respect to the Capacity for Processing Structures**

*Hajime NARITA*  
*Faculty of Language and Culture, Osaka University*  
1-1 Machikaneyama, Toyonaka-City, JAPAN

A reliable and objective program for evaluating translation systems must be equipped with procedures to measure the capacity for processing grammatical structures, by controlling the factors which constitute each structure. I intend to report part of the results obtained by processing the same set of linguistic data by most of the major machine translation systems developed in Japan. I will illustrate procedures for evaluating particular structures, and further point out some problems of each system and propose specific solutions. If we can design the linguistic data which properly control relevant factors of every grammatical structure, this will constitute the core of a smart evaluation program, capable of feeding back information necessary for the improvement of the translation systems.

## 1. 翻訳評価プログラム

### 1.1 テキスト翻訳能力の評価

翻訳システムの構造処理能力を評価する方法として、テキストを入力し、(1)原文を参照しないで、英米人が出力文をどれだけ理解できるか、(2)原文と比較対照して、出力文がどれだけ正確に翻訳されているか、などについて所定の基準で評価するという提案がある。この評価方法では、概略次のような評価段階を認めている。

#### (A)理解度

1 文意明瞭で文法文体上の修正も不要。2 文意明瞭だが文法文体上の修正が必要。3 文意の把握が可能だが修正に原文の理解が必要。4 文意の把握がほとんど不可能。5 理解不能。

#### (B)忠実度

1 原文の構造が訳文に忠実に再現され修正も不要。2 原文の構造が訳文に忠実に再現されているが修正が必要。3 原文の構造がほぼ忠実に再現されているが修飾関係、文法に誤りがある。4 原文の構造があまり良く再現されてなく修飾関係、文法の誤りのほか欠落要素がある。5 原文の構造が良く再現されてなく欠落要素もあるが文としては成立する。6 原文の構造が全く再現されてなく文としても成立しない。

こうした評価方法には、次のような基本的な問題が存在する。翻訳文だけを見て評価する場合、原文にある表現の欠落、修飾関係の誤り、指示、時制の誤りなどが生じている場合でも、英文としては理解可能な文として高い評価を与える危険性が大きい。実際の評価報告でもそうした結果が指摘されている。したがって、この方法は翻訳システムが読める程度の最低限の水準に達しているかを大体見るスクリーニング程度にしか使えない。また、原文と訳文を対照する方式では、評価対象と評価基準の設定の仕方によって、得られる評価結果の利用度が異なってくる。評価対象となるテキストに含まれる文を、それぞれ全体としてどの程度忠実で自然な翻訳になっているかという形で評価していくと、仮に表現の欠落、修飾関係の誤り、指示、時制、各品詞の誤りなど全文に共通の簡単なチェック項目を設けていても、結局個々の文の評価の寄せ集めにしかならない。こうしたテキスト入力による翻訳能力の評価方式は、偶然文中に含まれる個別構造の処理がうまくいっているかどうかをそのメカニズムに迫る形で評価できるわけではない。コメントを書き込む欄を設けてもその構造のある局面を主観的な基準で場当りの判断にすぎない。したがって、方法的に限界があり、個別の文法構造の処理能力の厳密な検証が困難で、翻訳システムの改良に向けての具体的な提案もできない。

### 1.2 構造処理能力評価プログラム

そこで、翻訳システムの翻訳能力を検証するもっとも適格かつ客観的方法として、個々の文法構造そのものに照準をおいた文を作成し、これを翻訳システムへ入力し、出力との比較対照をする評価方法を提案する。この場合、個々の文法構造についてその統語的行動

を反映する文を用意することになるが、このためには検証すべき文法構造の構成因子を操作、統語、意味などの面から言語学的に解明する必要がある。(構造によっては言語学上の一般条件なども考慮しなければならない。)この方法では、各文法構造の処理能力を出力結果に応じて、入力を因子制御しつつ検証する。換言すると、出力構造が個別の文法構造を構成する操作のどこに欠陥があるかを直接反映するように因子制御することになる。このため、構造処理能力を個別の構造を構成する因子、操作にまで掘り下げて検証することが可能で、翻訳プログラムの改良にも直接フィードバックできる。

しかし、機械翻訳の出力結果には、他の構造への誤分析に起因するものなど、単に個別の構造に限定した検証では対応できない逸脱もある。したがって、翻訳評価プログラムは、構造処理能力を検証するだけでなく、翻訳結果の逸脱の度合い、様式、誤分析などを系統的に分類するなどの機能も備えていなければならないが、これは文法構造処理能力の評価プログラムの延長線上の周辺機能として捉えられるので副次的に対応していけばいい。

### 1.3 文法知識診断プログラム

評価プログラムの設計にあたっては、因子制御して入出力の対応を図る過程で、翻訳システムの個別文法用の文法プログラムを推論するなどの作業が介在することになるが、この副産物として文法プログラムに文法知識上の欠陥があれば、これを指摘する判断機構を設計する可能性もある。これは個別の文法構造に関し、複数の因子の処理内容を検証することで、文法知識のどこに欠落、誤りがあるかを診断するプログラムである。

文法知識診断プログラムにどのような点検項目が含まれるかを比較構文の場合を例にとると、およそ下記のようなようになるだろう。

- (A) 形容詞、副詞の比較変化の有無[語尾変化、more付加などを欠く例ある]
- (B) 形容詞、副詞の比較変化が適切か[音節数、品詞により語尾変化、more付加が異なる]
- (C) 修飾対象となる名詞の前位か後位か[形容詞によって異なる]
- (D) 比較節にthanが選択されるか[<より=from>とする処理もある]
- (E) thanの後の名詞の格選択は適切か[格の選択が必要なのに、目的格だけとる例もある]
- (F) 程度を表す表現の選択が適切か
- (G) ラテン系形容詞の比較にtoを選択するか[prefer, seniorなど]

比較構文の場合でもより高度な検証事項もあるが、基本的な翻訳規則を検証するにはこの程度でいだろう。一般的処理能力からみて中級レベルの翻訳システムでも、下記のサンプルのように基本的処理ができていないことが、この点検項目から指摘できる。

- (1) The child walks *fast* than *me*. (その子は僕より速く歩く。)
- (2) I am *young* than *him*. (僕は彼より若い。)
- (3) I like a newspaper *from* a novel. (僕は小説より新聞が好きだ。)[better欠如]
- (4) I read a *difficult* book than this book. (僕はこの本より難しい本を読んだ。)  
[difficult はmoreを伴ってthanの直前になければならない]

## 2. 評価サンプル

### 2.1 数量詞・類別詞

名詞を数える場合、英語では数量詞を用いるが、日本語ではものの形状に基礎を置く類別詞を用いる。数量表現の基本的統語特性としては、英語では単に名詞の前に数詞を置く簡単な修飾ですますところを、日本語では類別詞を用い統語的にも複雑な行動を示す。

- (5) [two cars] are parked there. (名詞句内での数詞による修飾)
- (6) \*[2つの車]がそこに止まっている。(数詞による名詞句内直接変換)
- (7) [[2台]の車]がそこに止まっている。(類別詞は名詞句内にある)
- (8) [車[2台]]がそこに止まっている。(類別詞後置:名詞句内部の移動)
- (9) [車]が[2台]そこに止まっている。(類別詞浮遊:名詞句外への移動)
- (10) [車]がそこに[2台]止まっている。(類別詞浮遊:名詞句外への移動)

すなわち、日本語の類別詞では、[[[数詞][類別詞]]の[主名詞]]を基本形式とした場合、類別詞後置形を一次派生形式、類別詞浮遊形を二次派生形式と呼べるが、通常、基本形式よりも一次派生形式が、そしてこれよりも二次派生形式が自然な言語形式である。したがって、英日翻訳においては[[数詞][主名詞]]を日本語でも同じ構造に翻訳すると容認できないし、類別詞を付加しても基本形式のままではぎこちない。派生形式それでもできれば二次派生形式への変換が望ましい。一方、日英翻訳では、派生形式が出てきた場合でも、英語では[[数詞][主名詞]]という言語形式に変換してやる必要がある。

機械翻訳システムの処理結果をみると、英日翻訳に関しては、英語の[[数詞][主名詞]]構造を同じ構造に変換するものもあるが、これでは日本語にならない。類別詞の選択が主名詞に依存する基本形式への変換もみられるが((12)参照)、これをさらに自然な派生形式へ変換する機能は備えていない。しかし、基本形式への変換が可能なシステムでも、数量詞が名詞句外で単独で用いられると、数詞への直接変換しかできない((14),(15)参照)。

- (11) There were [thirty] boys in our class.
- (12) われわれのクラスに[30人の]少年がいた。
- (13) Only [six] of them passed the examination.
- (14) それらのうち[6]だけが、試験を通過した。
- (15) He lost [three hundred] of his men in crossing the river.
- (16) 彼は川を横断する際に、[300の]彼の人損をした。[出力文のまま]

また、不適切な類別詞に変換するものもある。

- (17) それらのほんの[6個]は調査に合格した。[(13)の和訳]

日英翻訳の場合は、翻訳システムで処理能力にかなり開きがみられる。下記の日本語に対する翻訳文をみると、能力の低いものは類別詞への対応が全くできず未処理である。

- (18) [三人の学生]が来た。

- (19) [学生三人]が来た。
- (20) [学生]が[三人]来た。
- (21) 3人 student was along.
- (22) Student 3人 was along.
- (23) Student was along in 3人 .

ただし、下記の日本語については二次派生形式を除けばかろうじて対応している。

- (24) 僕は[二冊の本]を買った。
- (25) 僕は[本二冊]を買った。
- (26) 僕は[本]を[二冊]買った。
- (27) The servant bought 2 books. (servant-僕)
- (28) The servant bought 2 books.
- (29) The servant bought in 2 books.

中級のシステムでは、主語名詞句が主部の場合、類別詞「人」が普通名詞扱いとなり派生形式に対応できないし、目的語名詞句が主部の場合は一次派生形式が処理できない。

- (30) 3 students came.
- (31) Student 3 persons came. (persons-人)
- (32) 3 people students came.
- (33) I bought 2 book.[出力文のまま]
- (34) I bought this 2.[出力文のまま]
- (35) I bought 2 books.

これと同等か多少良いと思われる翻訳システムの処理は主語名詞句の場合、目的語名詞句の場合ともに一貫していて、それぞれ同じ言語表現を出力している。

- (36) 3 men of student came.
- (37) I bought 2 books.

適切な翻訳をしている別の翻訳システムもやはり一貫した言語表現を出力している。

- (39) Three students came.
- (40) I bought two books.

ここまで見たところでは、最後の翻訳システムが類別詞に対して十分な対応ができていような印象を与えるかも知れないが、類別詞を[[主部][助詞]]と隣接しない位置まで浮遊させると、これは処理できないことが分かる。最後の翻訳システムと中間レベルの翻訳システムも、基本形(7)、後置形(8)、浮遊形1(9)についてはそれぞれ下記(41),(44)の同一形を出力し、浮遊形2(10)は処理に失敗している((42),(44)参照)。

- (41) 2 cars are stopping there.
- (42) The car is stopping there by 2.
- (43) 2 cars have stopped at that place.

(44) A car has stopped at that place 2.

こうした観察から分かることは、日英翻訳システムに認められる類別詞の処理水準の違いは、文法操作の面から幾つかの段階に分けてとらえられることであろう。すなわち、

(A) 全く処理できない。

(B) [[数詞][名詞]]として処理し語順調整もない。(当該の類別詞が未登録などの理由)

(C) [[数詞][類別詞]]としての処理がみられ、語順の調整がある。

(D) [[数詞][類別詞]]から[数詞]への変換が必要な語類でもこれできていない。

(E) [[数詞][類別詞]]から[数詞]への変換が必要な場合適切な変換ができていない。

(F) 類別詞の後置が処理できる。

(G) 類別詞の[[主部][助詞]]と隣接する位置までの浮遊に対応できる。[浮遊1]

(H) 類別詞の[[主部][助詞]]と隣接しない位置までの浮遊に対応できる。[浮遊2]

ところで、(F),(G),(H)に対応できるというのは、[[数詞][類別詞]]から[数詞]への変換が必要な場合には適切な変換をし、さらに主部の前に移動するという操作が適用されていることを意味する。しかし、どの翻訳システムも、[浮遊2]には対応できていないことから、主部と隣接する位置では類別詞の認定ができるので、シーケンシャルなレベルの処理は行っているが、(S節点からの支配という)主部との姉妹関係の認識という機能的な認識の仕組みは備えていないということが分かる。この関係の認識機構というのは原理的には困難なものではない。文の中の関係成分を辞書情報に従って、機能的に結合すれば認識機構として成立するはずである。また、これができるとすれば、主部を含む名詞句内部の類別詞の処理と、名詞句から外に浮遊し主部名詞句と姉妹関係になった文中各位置の類別詞の処理をそれぞれ統一的な原理で処理するのが望ましい。

## 2.2 関係節

関係節の処理能力をみる場合の着目点としては、関係節内部に想定される主部と同一の成分の文法機能を変更しても同じく処理できるか、他の構造への誤分析、誤変換がないか、その条件は何か、関係節内部の構造が埋め込み文を含む場合も処理可能か、などの点である。日本語の関係節形成は、関係節内部に想定される主部と同一の成分を削除する文法操作であり、英語の関係節に変換するには、この削除成分を関係詞として関係節の最初の位置に回復しなければならない。ここでは、この削除成分が主語、目的語の場合に、適切な翻訳が得られるかどうかを下記の日本語によって検証する。

(45) 和服を着た女性がパーティに現れた。(削除成分が主語)

(46) その女性が着た和服は総ての参加者の注目を引いた。(削除成分が目的語)

検証の対象となった翻訳システムの中には、全く翻訳になっていないものもあるので、検証に値するものだけについて扱う。翻訳能力の低いものでは次の訳が得られた。

(47) [Skirt[wearing a kimono]]appeared in the party.(skirt-女性)

(48) [The kimono[worn by that skirt]]deducted the reproof by a partaker of 総て.

このシステムでは一貫して分詞を用いた処理を採用しており、関係節への変換はとっていない。しかし、現在分詞、過去分詞を文法関係に対応して適切に使い分けている。

中級のシステムでは下記の処理が得られたが、これは関係節への変換方式をとっている。

- (49) [The woman[who wore kimono]]showed to a party.  
(50) [kimono[that the woman wore]]attracted an attention of a participant of all  
上級の2システムも関係節への変換方式をとっている。  
(51) [The woman[that wore Japanese clothes]]appeared on a party.  
(52) [The Japanese clothes[that the woman wore]]drew the attention of the  
participnat of a whole て.  
(53) [The woman,[who puts on the japanese clothes,]]appeared to the party.  
(54) [The japanese clothes[the woman puts on]]pulled all participation persons'  
attention.

このテスト文は、関係節を含む名詞句が主語であるが、この名詞句が目的語の場合も基本的には同様の結果を得ている。この他、英語であれば典型的には関係副詞を用いる文法関係を担う要素の削除を伴う関係節についても検証しているが、前置詞の選択など改善点は残すものの一応の処理は可能である。一例についてだけ代表的翻訳結果を挙げる。

- (55) 僕がその道を渡った所に猫が居た。  
(56) The cat stayed in the location that the servant crosses the field.  
(57) There was a cat in the place where I crossed the way.  
(58) There was a cat in a place where I cross the way.  
(59) The cat was in the place to which I cross the road.

### 2.3 疑似関係節

日本語には、形式上関係節に類似している疑似関係節があるが、関係節では文成分に欠如要素があるのに、疑似関係節では欠如要素がないという点で基本的な違いがある。この構造の処理を幾つかのシステムについてみる。

- (60) 僕は母親が魚を焼く臭いがとても好きだった。  
(61) Very, the servant is partial to the smell baking a fish by a mother.  
(62) A mother fish I liked very much although be it burns be ill-smelling.  
(63) I possibly liked a smell that a mother burns fish.  
(64) I liked the smell by which the mother burns the fish very much.

以上のように、「臭い」を同格節の主部とするか分詞、関係節の動作主として扱うなど、疑似関係節に対応できる翻訳システムは一つもない。これには、理由がある。翻訳の対象となる日本語にだけ存在し、目標言語の英語に存在しない構造の場合、構造処理を原則とする翻訳システムでは対応構造がない以上、翻訳のしようがない。しかし、この構造は日本語では有用な構造でこれを翻訳できないシステムは能力的に欠陥があると言わざるを得

ない。そこで、これを翻訳可能にする方法だが、これは疑似関係節を英語の構造に直接変換するのではなく、適当な言語処理を施すことが考えられる。疑似関係節は第二関係節とも呼ばれるが、これを翻訳システム前段に組み込む前処理プログラムで通常の（第一）関係節に変換し、さらに翻訳部の関係節処理規則で目標言語に変換すれば適切な翻訳が得られる。この前処理を構造還元処理と呼び、既に文部省の科学研究費特定研究「言語情報処理の高度化のための基礎的研究」の報告書などでも提案しているが、この処理を施した文を既存のシステムに入力し適切な訳文を得ている。

(65) the smell of a fish that a mother burns.

処理方法だけを簡単に示そう。

(66) [[炭火で魚を焼く] におい] > [[[[炭火で\_\_焼く] 魚] の] におい]

要するに、疑似関係節の主部と密接な関係を有する名詞（魚）を、この節の新たな主部としてコピーし、関係節形成規則の適用可能な構造に変え、節内部の元の同一名詞を削除するという操作で、疑似関係節を関係節に変える。続いて、新主部と旧主部の関係を表す助詞「の」を挿入する。これにより、この表現の翻訳は、関係節の処理と[NPのNP]という構造の処理の組み合わせで実現できることになる。この2つの言語処理は既存のシステムでも可能なので、疑似関係節構造は適切に翻訳される。意味的にも問題はない。

#### 2.4 無限移動

英語では、WH語を節頭に移動する規則があるが、この語が埋め込み文の中にある場合、原理的には幾つでも節境界を越えて移動されることになる。これを無限移動と呼ぶが、実は関係節形成もこの操作を含む規則であり、関係節が単文の場合だけではなく、内部に埋め込み文を含む場合にも対応できなければならないが、中級のシステムの方が上級のシステムより適切な規則化が認められる。

中級と上級システムの翻訳例だけを以下に示す。

(67) [[父を喜ばせる]と私が思った]ニュース。

(68) [[その男が殺した]と私が信じていた]女性。

(69) [[その作家が書いた]と君が主張した]手紙。

(70) It is news that [I thought that [a father is cheered up]].

(71) It is the woman who [I believed that [the man killed]].

(72) It is the letter that [you asserted that [the writer wrote]].

(73) News I think making of the pleasure of the father.

(74) Woman I believe to have killed by the man.

(75) Letter [you insist that [the writer wrote]].

上級システムの最後の翻訳例は、これだけを見ると適切に処理されているようだが、これが末尾の名詞を除く複文の処理の結果か関係節処理かは不明であり、他の翻訳例の処理との違い、一貫性の無さを考えると、さらに検証が必要である。



### 3. おわりに

今回の翻訳能力の評価にあたっては、日本語の主要な構造を網羅する例文を用いた。この中には、各種の基本的単文はもとより、使役、可能、受動文などの主要構造、日本語固有の構造などが網羅されている（日英用例文総数892）。また、英語も主要な構造は網羅している（英日用例文総数689）。しかし、枚数制限の関係で評価例は日英翻訳に片寄り、対象構造も限られている。詳細な報告は後日用意することになる。

\*本稿の基礎となる翻訳処理に際しては、大阪大学言語文化部三木邦弘助手、大型計算機センター馬野元秀講師ならびに翻訳システム開発各社の協力を得た。ここに謝意を表する。

#### 参考文献

- 長尾真(1983)：「制限言語の試み」、『自然言語処理技術シンポジウム報告集』，情報処理学会
- 長尾真(1985)：「Muプロジェクトにおける日英翻訳結果の評価」、『自然言語処理研究会資料 47-11』，情報処理学会
- 成田一(1987)：「機械翻訳と言語処理」、『第4回大阪大学知識科学研究会報告資料』
- 成田一(1987)：「機械による構造解析」、『言語理解』（特定研究「言語情報処理の高度化ための基礎的研究」第3回研究会要旨集）
- 成田一(1988)：「言語理解システムの視点」、『誤訳・難解訳の分析による翻訳過程の認知科学的研究』（一般研究(B)研究成果報告書）
- 吉田・日高(1987)：『規格化日本語による文書の作成に関する研究』（特定研究報告書）

\*参考文献は紙数制限上、直接本文の内容に関係するものにとどめた。