

Muプロジェクトにおける 英日翻訳システムの構成

辻井潤一 (京大・工)、竹岡 誠 (富士ゼロックス)、湯村 武 (三洋電機)
久米雅子 (JCS)、壁谷祐美子 (日電)、中村順一、長尾 真 (京大・工)

1 はじめに

科学技術庁による機械翻訳プロジェクト(Muプロジェクト)においては、日英翻訳システムの開発を終え、現在英日翻訳システムを、日英翻訳システムと同様の設計思想に基づいて開発している。本稿では、このシステムにおける英語解析文法、英日トランスファ文法、および、日本語生成文法の基本的な構成と各段階での処理の概要について報告する。

2 英語解析文法

2.1 処理の流れ

解析処理は、入力の前語の並びを示す平坦な木構造を単語間の意味的依存関係を示す深層格構造に変換することを目的としている。解析文法はピリオド、コロン、セミコロン、括弧などを基に文や名詞句などの処理単位を切り出す前処理、切りだされた処理単位の解析を行う解析の本処理、処理単位ごとの解析結果を再びまとめる後処理の3つの部分に分かれている。コロンなどを手掛りに処理単位を切り出す前処理の文法も、現実のテキストを対象にするには難しい問題を含むが、以下では、文の構造を解析する本処理の部分について、その処理内容を報告する。図1に解析本処理の流れの概略をその部分文法ネットワーク名と共に示す。

SGN_PHRASAL_WORD: 複合語をまとめる。特に、ハイフンでされた語をまとめ、品詞を決める。

SGN_PHRASAL_VERB: 複合動詞(deal withなど)の要素となる前置詞や副詞の小辞を認識する。

SGN_QUOTE: 引用符で囲まれた部分を名詞相当句にまとめる。括弧などの処理を行う。

SGN_DISAMBIGUATE_POS: 複数の品詞の解釈を持つ語の品詞を周囲の環境を検査することによって決定する。多品詞語が多く存在する英語の解析においては、もっとも重要な処理の1つである。この段階で解消しない曖昧さは、以後の処理、特に後述のCUT_DOWN_TREEの段階で解消される。

SGN_INTENSIFIER_GROUPING: 形容詞の直前にあるIntensifierとしての副詞を形容詞とまとめる。MORE, MOSTが形容詞のIntensifierの一に現れている場合には、屈折変化と同等にみなして形容詞の属性として表現する。また、'so (beautiful) that'などの相関表現もこの段

階で認識される。

SGN_PHRASAL_COORDINATION_1: 並列句の中で前置詞や副詞の並列句のように単語単位の単純なものを纏める。

SGN_NP_CORE: DETERMINERから主名詞までをまとめて名詞句を作る。関係節や前置詞句、分詞による後方からの修飾は、この時点ではまだ纏めない。

SGN_DISAMBIGUATE_ENING: 現在分詞形、過去分詞形の動詞の用法を決定する。過去分詞形が不定形と同じ形をとる動詞については後述のSGN_CUT_DOWN_TREEで用法を決定する。

SGN_NP_POSTPRCS: 格を支配しない形容詞で、名詞を後方から修飾するものを名詞句に取り込む。

SGN_FIND_ADV_GOVERNOR: 文副詞、接続的副詞の処理

SGN_VG_CORE: 動詞と形容詞を中心にし、その前方の助動詞・副詞を主述部に取り込む。

SGN_PHRASAL_COORDINATION_2: 名詞並列句のスコープを各種発見的てがかりを活用することにより決定する。

SGN_CUT_DOWN_TREE: 不定詞句、分詞句、THAT、WH-語、形容詞句の存在に注目し、文単位(その中に唯一の述部をもつ)ごとの処理のスコープを決定する。また、文並列がある場合には、そのスコープを決定する。

SGN_FIND_OUT_GOVERNOR: 名詞、動詞の解析辞書に記述された格パターン、および、自由格や分詞句の係先きを決定する一般規則を呼出し、前置詞句、That節などを支配する述部を決定すること、および、名詞句内の係受け関係を決定することを行う。また、このような統語的關係を決定すると同時に、その意味的な関係(深層格)を決定する。

SGN_BUILDING_PHRASE_STRUCTURE: 決定された係先に従って句構造を作る。

SGN_A_T_INTERFACE: 深層テンスやアスペクトを決定し、句構造を次のトランスファ過程が処理対象とする依存構造に変える。

図1 解析文法の流れ

2.2 支配構造決定の処理

図1に示した解析文法において、その中心となるのは部分文法ネットワークFIND_OUT_GOVERNORが行う係受け関係の決定、および、それに先立って行なわれるCUT_DOWN_TREEによる文的要素のスコープ決定である。

スコープ決定においては、THAT、不定詞句を作るTO、WH-語、分詞形の動詞、従属接続詞など表層に現れた単語を基本的な手掛りとして文的要素が支配しえる範囲を図2のような木構造で表現するが、

The present system uses two heat sources which are independent of each other.

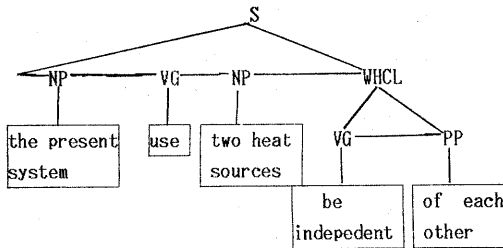


図2 CUT-DOWN-TREE 後の木構造

(1) もし1つのレベルに2つ以上の述部が存在する場合には、THATの省略された補文、関係代名詞の省略された関係節、などが存在するかどうかを検査し、1つのレベルには唯一つの述部しか存在しないようにする(例えば、図3)。

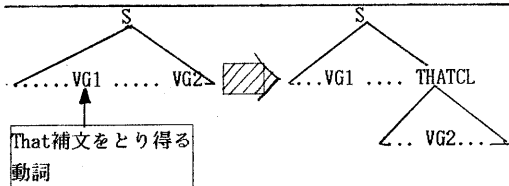


図3 CUT-DOWN-TREEでの処理の例

(2) 同一レベルに主述部の解釈を取りえる語が幾つ存在するかを検査することによって、(i) 過去形の主動詞と過去分詞形の名詞修飾句、(ii) 現在形の主動詞とTOなしの不定詞、などの2つ以上の解釈の可能性を持っている語の機能を確定する。

(3) 接続詞andやorの周囲を検査することによって、文並列と述部並列の区別をする。また、文的要素の挿入句の存在を認定する

など、表層の単語を手掛りとするだけでなく、ある程度大局的な周囲環境を見る必要のある処理も同時に行なう。

次のFIND_OUT_GOVERNORでは、この処理のスコープを基にそのスコープ内での係受け関係を決定するが、関係の強さに応じて次の4つの段階に分けて処理される。

[PHASE1] 各レベルの述部の右側にある名詞句の主名詞の中で、支配しやすい前置詞や補文形などが辞書に指定されている名詞があれば、指定の前置詞や補文形が実際にその右側に存在するかどうかを検査し、存在すれば、それらの係先をその名詞に決定する(この処理はGRADEの辞書規則の機能を使って行なわれる)。また、この係受け関係によって囲まれる句は、その範囲内に係先を持つはずなので、この部分だけを切り取って、PHASE2以降の処理を再帰的に起動する。

[PHASE2] 述部の動詞の辞書規則を起動することによって、辞書中の格構造と入力文との照合を行なう。PHASE1の場合と同様に、格要素と述部に囲まれた部分の係先をPHASE3以降の処理を再帰的に起動することによって決定する。

以上2つの段階の処理は、処理のスコープを示す木構造の最も下位のレベルから順次起動され、そのレベルで係先が決定できない句は、より前方の(木構造中の上位のレベルにある)単語に係り得る可能性があるとして、一段上のレベルに持ち上げられて、そのレベルでのPHASE1・PHASE2の処理が行なわれる(図4)。

A applied B developed by B to C.

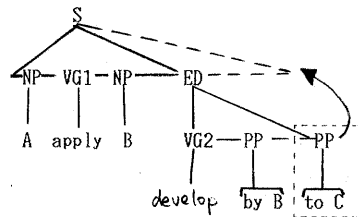


図4 PHASE1・2の処理

これは、PHASE1・PHASE2が個々の動詞や名詞の辞書に記述された必須格、および、任意格の中でも特定の動詞(や名詞)が支配しやすい格要素を処理するものであることから、次のPHASE3・PHASE4で処理する関係よりも優先するためである。また、この2つの段階で処理される係受け関係の深層格関係は、いずれも、支配する動詞や名詞の辞書に直接その解釈が記述されている。

[PHASE3] PHASE2が終った段階でまだ係先が決定されていない前置詞句(これらは、再びPHASE1が起動された時点のレベルに戻されている)について、各前置詞ごとの『強い係先決定文法』を起動し、その係先を決定する。これらの規則は、同時にその深層格関係も決定する。

[PHASE4] PHASE3と同様の手順で『弱い係先決定文法』を呼ぶが、これは、各前置詞句を、係り得る最も近い句の修飾句と解釈する。

以上の処理手順の中で、PHASE2における動詞の各ターンの照合においては、受動態などの態変換の処理、およ

び、各レベルの文的単位の性質(関係節、TO-不定詞句、T HAT補文など)において構造的なギャップが存在するかどうかの判断、存在するとしたらどこに存在するかの認定、などの処理が行なわれる。

解析文法は、現在INSPECの英文抄録に現れる文に対して解析実験を行ない、実際の英文に現れる減少に対処するための精密化を行っている。特に、挿入句や同格句などの処理、および、各種の意味関係の認識処理を精密にする必要がある。

3. 変換処理

3.1 変換処理の流れ

変換過程は、英語固有の表現を日本語を意識した構造に変換する変換前処理、主として訳語の選択を行なう変換メイン、日本語固有の表現へと変換する変換後処理の3段階に分れている(図5)。ここでは、変換前処理と変換後処理について述べ、変換メイン処理は、次節で述べることにする。

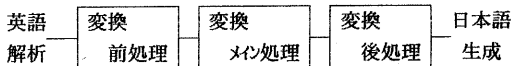


図5 変換処理の流れ

変換前処理(Pre-Transfer-Loop)では、英語と日本語の間の時制およびアスペクトの調整、態に関するプロパティの付与、未知語の処理、使役文(make, letなど)や have および get を使った受動態的な表現を日本語の助動詞を使った表現にする処理、などを行なう。

また、変換後処理(Post-Transfer-Loop)では、主動詞(seemなどの動詞)の助動詞化、複合表現の語彙化(early stage: 早い段階→初期)など、英語の特徴を残した構造から日本語として自然であり生成処理がしやすい構造へと変換する。

3.2 変換メイン処理

変換メインの主な処理は、英語での各単語に対応する日本語訳を与えることである。訳語選択では、名詞をどのように訳出するかも大きな問題であるが、本稿では英語の骨組を作る機能語(前置詞、接続詞など)および文構造を支配する動詞、形容詞の訳語選択がどのように行なわれているかについて述べる。

(A) 前置詞の訳語選択

特定の動詞や名詞に強く結びついた前置詞(必須格および慣用的結びつき)は、直接その前置詞を支配する動詞や名詞の辞書に前置詞の訳出形(日本語の格助詞など)に関する情報を持たせることにより適切に処理できる。これに対して、比較的自由に動詞や名詞と関係する場合には、その前置詞句の中心となる名詞の意味マー

カ、支配する動詞句の素性などを参照する一般的な規則で訳出形を決めなければならない。そこで、以下の手順で訳出形を決定する。

(i) 前置詞を支配する語による訳語選択

前置詞を伴う動詞の必須格の訳出形は、各動詞ごとに交換辞書に指定されているが、動詞以外にも特定の前置詞を支配しやすい名詞もあり、この場合には、その名詞ごとに前置詞の訳出形が決まる。従って名詞交換辞書に結びつきやすい前置詞とその日本語での訳出形の情報を持たせる(図6)。

例) effect on ~ (~ の影響)

```

(E_LEX effect)
(E_CAT N)
(TRANSLATION
((E_UID 1)
(J_LEX 影響)(J_CAT 名詞)
(J_UID 1)
(FOLLOWING_PREP ((E_PREP_LEX on)
(J_BKK_LEX へ))))))
  
```

図6 「effect」の変換辞書

(ii) 前置詞句の主名詞による訳語選択

特定の名詞に前置されて特定の意味(従って特定の訳)になる場合も名詞の交換辞書にその名詞の前にくることの多い前置詞とその訳出形が指定されている(図7)。

例) under construction (建設中)

```

(E_LEX construction)
(E_CAT N)
(TRANSLATION
((E_UID 1)
(J_LEX 建設)(J_CAT 名詞)
(J_UID 1)
(PRECEDING_PREP ((E_PREP_LEX under)
(J_LEX 中)(J_CAT 接語+接辞))))))
  
```

図7 「construction」の変換辞書

(iii) 深層格による訳語選択

名詞、動詞の辞書中に前置詞の訳出形を指定しておくのは、その結びつきが特殊な場合だけである。すべての語に対してこの指定を行なうと、その記述量は膨大になるので、通常の場合は、一般的な規則によって訳出形を選択する必要がある。この選択は、解析過程によって得られた、その前置詞が示す深層格、表層の前置詞、主名詞の意味マーカ、述部の素性などを参照することによって行なわれる。表1に深層格と表層前置詞による訳し分けの例を示す。

| 前置詞 | 深層格とその訳 |
|-----|--|
| by | SPA(のそばに) TTO(までに) TOO(で) AGT(によって)... |
| for | TIM(に) DUR(の間) BEN(に) COC(の割に) PUR(のために)... |
| in | STO(に) TIM(に) MAN(で) DUR(の間) RAN(において)... |

表1 前置詞の深層格による訳し分け

前置詞'by'の各深層格と例文を示す。

SPA(space:場所)

- sit down by the river 川のそばに

TTO(time-to:時・終点)

- finish it by the evening 夕方までに

TOO(tool:手段・道具)

- go by car 車で行く

AGT(agent:主体)

The book was written by him 彼によって

この訳し分けは、同じ深層格でも以下のように主名詞の意味マーカや述部素性によって、さらに変更をうける。

- play by the river : 川のそばで遊ぶ

- go by the church : 教会のそばを通る

(iv) デフォルトによる訳語決定

広い分野を対象とした機械翻訳では、解析で深層格を必ず決定できるとは限らない。この場合には、表層の前置詞に対する最も一般的な訳が与えられる。

例) in:において for:に対して by:で

(B) 従属接続詞の訳語選択

従属接続詞は、文の先頭にあるかなどの構文上の環境によって働きが異なり、解析過程で異なった意味解釈(深層格)を受けている場合がある。従って、この場合にも前置詞の場合と同様に訳し分けの情報として深層格を用いる。

表2に従属接続詞とその深層格および訳の一部を示す。

| 従属接続詞 | 深層格とその訳 |
|-------|--------------------------------|
| as | MAN(ように) TIM(時) CAU(ので) ... |
| since | CAU(ので) TFR(から) |

表2 従属接続詞の深層格による訳し分け

従属接続詞'as'の各深層格と例文を示す。

MAN(manner:方式)

Do as you like. 好きなように~

TIM(time:時)

He arrived just as I was leaving.

~している時

CAU(cause:原因・理由)

As he often lies, I don't like him.

嘘をつくので~

(C) 動詞・形容詞の訳語選択

動詞・形容詞などの述語は、かなり多様な使われ方をするので格支配情報や特定の名詞との共起、あるいは特定の意味マーカを持つ名詞との共起などの環境を参照し訳語を選択する必要がある。

本システムでは動詞・形容詞の訳語を選択する場合に、一定のフォーマットに従って作られた、訳語、訳し分け条件、格対応関係などの情報を持った変換辞書を用いている。図8に動詞'introduce'の訳し分け条件および格の対応関係を示す。この例は、対象(OBJ)格の名詞の意味マーカ(E_SEM)が人間(OH)の場合は、「紹介する」に、それ以外の場合は「導入する」に訳すことを示している。

| *** introduce 1 *** | | | |
|---------------------|-----|-------|---------|
| 英語深層格 | AGT | OBJ | E_UID=1 |
| 条件 | 属性 | E_SEM | E_CAT=V |
| | 値 | OH | |
| 日本語深層格 | 主体 | 対象 | 紹介する |
| 付加条件 | | | J_VP=1 |
| 見出 | | | |
| 品詞 | | | |
| *** introduce 2 *** | | | |
| 英語深層格 | AGT | OBJ | E_UID=1 |
| 条件 | 属性 | | E_CAT=V |
| | 値 | | |
| 日本語深層格 | 主体 | 対象 | 導入する |
| 付加条件 | | | J_VP=1 |
| 見出 | | | |
| 品詞 | | | |

図8 「introduce」の訳し分け条件と訳語

このように動詞変換辞書中の訳し分け条件としては、格要素となる名詞の意味マーカ、および存在する深層格の種類などが参照されているが、特定の名詞と共起して動詞が特別な訳になる場合には、名詞変換辞書の記述をもとに訳語が決定される。例えば、「make + progress」を「進歩する」と訳すことは、「progress」の変換辞書に記述されている。

同じような機構は、形容詞を訳す場合にも使用され、situation が hard に形容された場合に hard の訳として「厳しい」を選択するのは、名詞変換辞書中の記述によって行なわれる(図9)。

(E_LEX situation)
 (E_CAT N)
 (TRANSLATION
 ((E_UID 1)
 (J_LEX 状況)(J_CAT 名詞)
 (J_UID 1)
 (ASSOCIATION ((E_LEX hard)
 (E_CAT ADJ)
 (E_DET_LEX 厳しい)
 (E_DET_CAT 形容詞))))))

図9 「situation」の変換辞書

3・3 変換処理に残された課題

前置詞などの機能語の訳語を選択する規則が、意味マーカなどを使って一般的な規則で処理できれば、辞書もコンパクトにまとまり、文法も見通しのよいものとなる。しかしながら、現在の文法や意味マーカの体系においては語彙レベルでしか処理できない部分も多く、自然な訳語選択を目指せば目指すほど単語ごとに記述された辞書中の訳し分け条件を精密化していく必要がある。また、ある種の名詞のための訳し分け条件は、動詞以上に分野や文脈に依存しており、今後さらに多くの例を調査してゆく必要がある。

4 日本語生成過程

4・1 生成過程の基本方針とその流れ

生成過程の入力は図10に示すような依存構造である。この依存構造を最終的には図11に示す句構造の形に変換し、活用形などの表層語形を決定する形態素合成への入力木構造にするのが、生成過程である。生成過程は、句読点の処理や同一見出し語の助詞が複数個ある場合における次候補への変更処理など最終出力に備えた調整処理と、前述の態変換などの比較的大きな構造変換とに分けられる。日本語の表層構造が関与する調整処理は句構造表現に対して、また、大きな構造の変換は依存構造に対して起動される。したがって、生成過程は、依存構造に対して規則が起動される段階(Pre-Generation段階)、依存構造から句構造へ変換する段階(Main-Generation段階)、句構造上で最終的な調整を行う段階(Post-Generation段階)の3つの段階に分かれる。以下にこの3段階の概要を示す。

(1)Pre-Generation段階：この段階では、生成辞書から得られる単語固有の情報(辞書規則³⁾)の形で表現されるを用いて、以下の処理を行う。

- ・ 使役、態変換、補文標識の選択
- ・ 品詞の転換 (eg. 形容詞の連用形を副詞に変える)
- ・ 助数詞表現の選択

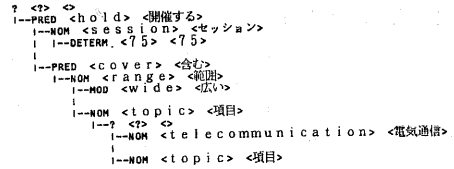


図10. 生成過程への入力

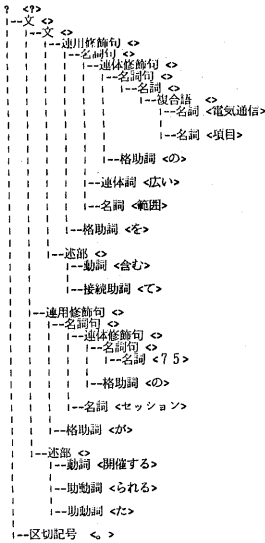


図11. 生成過程の出力

(2)Main-Generation段階：一般的な文法規則を用いて、語順の決定処理や、節点の属性として表現されている格や時制等の情報から、具体的な助動詞や助詞等を決定する処理を行い、依存構造を句構造に変更する。

(3)Post-Generation段階：(2)により生成された句構造に対して、文全体を見渡した処理を行う。例えば、標準語順を文節の長さ等の観点により見直し、同一格助詞が複数個出現する場合には次候補の格助詞に置き換える。また、最終的に句構造を形態素合成に適した形に変換する処理も行う。例えば、「の中に」や「ている」等の表現は、構文レベルの生成文法中では、文法記述の容易さから、格助詞相当語、助動詞相当語という形で一語として扱っているが、このような表現を形態素合成で直接扱うことは不必要に形態素合成を複雑にするので、いくつかの単語に分解する(「の」+「中」+「に」、 「て」+「いる」等)。

以下では、日本語生成過程で行っている処理のいくつかを例を用いて述べる。

4・2 生成過程での処理

(1) 態変換処理：英日変換過程では、英文の態や「surprise」等の特殊な動詞の辞書規則によって決定された属性が、日本語動詞の態属性として付加される。この情報が日本語生成文の態の候補を示しているが、生成文の態は単語固有の性質や文のモーダルにより変更しなければならない場合がある。例えば、「face」の訳語「直面する」は日本語動詞としては、受動態表現にはなじまない動詞であるため、変換過程で「受動」が選択されていても、能動態で訳出する必要がある。また、「られることができる」のように受動態と可能等が重なった重い表現を避けるために、可能表現の文は能動態で出力した方がよい。前者のように個々の単語に依存する態変換は辞書規則として、後者は一般規則で扱われる。次に決定した態の表現方法を述べる。

上記のように決定された態を表層形に実現するためには、動詞の持つ標準格パターン(能動態のパターン)を変換する必要があるが、この変換は動詞固有で、その文型変化パターンは現在13種類ある(表3)。受動態の文を生成する場合、動詞の辞書中に記述されている形式番号(表の番号)によって、受動態処理の文法規則が適用される。

(2) 助数詞表現の選択：日本語における助数詞表現(～人、～個、～つ、～枚、第～回、第～代、～番目、など)は名詞固有なものが多いため、一般的な規則ではこれを選択することはできない。現在のシステムではこれを次の3段階に分けて行う。

(i) 名詞の辞書規則を用いて、単語固有の助数詞を選択する。

(ii) 名詞の意味マーカーを用いた文法規則(eg. 人間→人, 動物→匹, 植物→本, 等)を適用する。

(iii) デフォルトの文法規則によって、数が9以下の場合には「つ」を選択し、それ以外の場合には助数詞を採用しない。

(3) 語順の決定：日本語の語順は、かなり自由ではあるが、「手紙を彼に3通私は書いた」があまり自然ではないという例からもわかるように完全に自由ではない。現在のシステムでは、まず標準語順を次のように定める。

主体→時・場所→観点・原因等→必須格→頻度→述部(eg. 彼は先月学校で郵便で/英語で先生にレポートを3回提出した。)

この標準語順は、主題、文節の長さによって変更を受け、最終的な表層語順となる。これらの処理は、標準語順を決定した後に、さらにその語順を変更することによって行なわれる。なお、主題の情報は、英語の解析段階で文頭に現れた前置詞句等に付与されている。

生成過程の精密化は、自然な翻訳結果を得るためには不可欠の問題である。特に、今後の課題として、(1) 述語と体言の変換、(2) 自動詞と他動詞の変換、(3) 1文を複数文に分割するなどがあり、それぞれ検討中である。

表 3

受動態文
型変化パ
ターン

- | |
|---|
| (1) AがBをXする(物価上昇が家計を圧迫する)→BがAによってXされる |
| (2) AがBをXする(客が業者を信頼する)→BがAからXされる |
| (3) AがBにXする(子が親に先立つ)→BがAにXされる |
| (4) AがBにXする(消費者が医薬品に不信感を抱く)→BがAからXされる |
| (5) AがBにCをXする(彼が本にカバーを被せる) |
| →BがAによってCをXされる |
| CがAによってBにXされる |
| (6) AがBからCをXする(警官が彼から免許証を取り上げる) |
| →BがAによってCをXされる |
| CがAによってBからXされる |
| (7) AがXする→DがAにXされる(親が子供に死なれる) (迷惑の受身) |
| (8) Aが(Bの)CをXする(買手が売手の足許を見る)→BがAにCをXされる |
| (9) Aが(Bの)CにXする(彼女が彼の熱意に水を差す) |
| →CがAからXされる |
| BがAにCにXされる |
| (10) AがBをXする(彼が能力を発揮する)→(Aの)BがXされる |
| (11) AにおいてBをXする(公社において新製品を開発する) |
| →BがAにおいてXされる |
| (12) AがBをXする(4人が広報班を構成する)→BがAでXされる |
| (13) AがBとXする(マスコミが「～」と報道する)→AによってBとXされる |

5. 実行例

本報告で述べたシステムは実際にGRADE¹⁾によって記述され稼働している。図12では、その実行例の一部を示す。翻訳実験の対象として、1982年度と1984年度のINSPECの文献(表題と抄録)を用いている。

6 終りに

本稿で述べた英日翻訳システムは、現在そのプロトタイプ・システムが動作し始めた段階であり、今後多くの文を対象に翻訳実験を繰返すことによって、各文法の充実を図ってゆく予定である。

なお、本研究は、国の科学技術振興調整費による「科学技術文献の速報システムに関する研究」の一部として行っているものである。

参考文献

- 1) 辻井他:Muプロジェクトにおける英語解析文法, 情処第31回全国大会, 1985.9.
- 2) 湯村他:Muプロジェクトにおける英日変換文法, 情処第31回全国大会, 1985.9.
- 3) 竹岡他:Muプロジェクトにおける日本語生成文法, 情処第31回全国大会, 1985.9.
- 4) 中村:文法記述用ソフトウェアGRADE, NL研34-6, 1984.7.

NO. 1: B82000001_1_1
Annals of national electric technology
国家電気テクノロジーの年報

NO. 2: B82000005_3_1
abstracts of individual papers can be found under the relevant classification codes in this or future issues.
この号か別号の号において関連がある分類コードの下に個々の論文の抄録を得ることができる。

NO. 3: B82000011_3_1
It comprises six chapters covering DC and AC, circuits and network theorems, steady-state and transient analysis of linear circuits using the exponential and Laplace transformations, circuit analysis and network topology, frequency response loci and bode diagrams, and polyphase power circuits.
それが直流電流と交流電流, 回路と回路網定理, 線形回路のラプラス変換の安定した状態および過渡的だ分析, 回路分析と回路網位相幾何学, 周波数応答軌跡とボデ線図, およびpolyphase電力回路を含んだ6つの章から成っている。

NO. 4: B82000019_2_1
The following topics were dealt with: digital filters; preprocessing techniques; modem techniques; adaptive and general techniques, and digital speech.
次の項目が述べられた: デジタルフィルタ; 前処理技術; モデム技術; 適応することができて, 一般的だ手法およびデジタルの音声

NO. 5: B82000020_3_1
Seventy-five sessions were held covering a wide range of telecommunication topics.
電気通信項目の広い範囲を含んで, 75のセッションが開催せられた。

NO. 6: B82000021_6_1
In exceptional cases, heat storage can also be employed.
例外的だ事例においては熱貯蔵を用いることができる。

NO. 7: B82000023_1_1
Learning high-quality soldering
高品質のハンダづけを習得すること。

NO. 8: B82000023_2_1
A 5-day training course which teaches soldering techniques to technicians who work on high-reliability electronic equipment is described.
高信頼性の電子設備の上に働く技術者にハンダづけ技術を教える5日の訓練コースが述べられている。

NO. 10: B82000034_2_1
This study investigates the role of gatekeepers in the transfer of information within a single R&D location by comparing directly the performance of project groups with and without gatekeepers.
この研究がゲートキーパーをもったとゲートキーパーなしのプロジェクトグループの実行を直接比較することにより, 単一な研究開発位置内の情報の伝達におけるゲートキーパーの役割を調べる。

図 12. 実行例