

# マルチメディア理解システム IMAGES-Mにおける 日本語表層構造と意味構造の相互変換

岡出 高德      弘中 大介      笠 晃一      横田 将生  
(福岡工業大学)

マルチメディア理解システム IMAGES-Mの日本語表層構造と意味構造の相互変換について報告する。入力した日本語文は、構文解析、意味構造生成を経て、意味構造へと変換される。逆に、意味構造は、意味合成、依存構造生成、表層構造生成を経て表層構造へと変換される。この処理系は完全に可逆的であり、辞書の解釈方向を変えるだけで、解析と合成の両方の処理を行うことが可能である。

## Mutual conversion between Japanese surface structure and meaning structure in multimedia understanding system IMAGES-M

Takanori Okade      Daisuke Hironaka      Koichi Ryu  
Masao Yokota  
(Fukuoka Institute of Technology)

This paper, reports mutual conversion between Japanese surface structures and meaning structures, which is executed by one of processing modules of multimedia understanding system IMAGES-M. Input Japanese sentences are translated into meaning structures through syntactic analysis and meaning structure generation. Meaning structures, on the other hand, are translated into surface structures through meaning synthesis, dependency structure synthesis and surface structure synthesis. This module works reversibly and can execute both of analysis and synthesis, using the same dictionaries.

### 1 まえがき

近年、計算機によるマルチメディア情報通信が大量かつ頻繁に行われるようになり、画像や音声などからなる情報を統合的に理解す

るシステムが必要とされている。このような知的処理システムに必要なものの一つに、さまざまなメディアの情報を統括的に検索する機能がある。すなわち、文書、音声、画像情

報などの、共通な処理系の構築が難しい情報を、統括的に理解し、かつ理解内容に合致するデータを検索する知的機能である。この場合、データベースのデータと検索キーの表現メディアが異なる場合にも対処できなければならない。この機能の実現のための基礎となるものが異種メディア間における表現の相互変換技術（これをメディア翻訳と呼ぶ）である。

筆者らはかねてより、独自に開発したメディアに依存しない知識表現 [1] (属性空間における軌跡に対応する述語論理式 (軌跡式)) を介するメディア翻訳技術を基礎として、マルチメディア情報の知的アクセスに関する基礎技術を確立しようとしてきた。そしてこのような高次のマン・マシンコミュニケーションを実現するには、人間の脳や感覚器官の機能を無視してはならないと考えてきた。それは第一に人間の知的処理が、言語のみでなく、人間生来のものではない後天的に体験・学習した心像に基づいており、人間の感覚器官の機械的能力や脳の認識理解過程の性向などがそれに影響を及ぼしているからである。また第二に、人間の知的処理こそが自己の物理的・精神的世界における経験によって蓄積してきた言語・非言語的知識間の照合に基づく総合的な情報処理であるという事実からである。我々はこのような考えに基づき、既に英語理解システム IMAGES-I を試作している。今回はこれの日本語版を作成し、IMAGES-M の日本語表層構造と意味構造の相互変換処理部としている。

この処理部では構文、意味のそれぞれの処理が独立で機能する。これはこのシステムにおいての意味表現が、我々が先に提案した軌跡式表現に基づいており、これがそれぞれの処理が厳密に区別される根拠となっている。

本処理部は、日本語入力文に対して意味解釈を行い、最終的に入力文に対する複数の日本語解釈文を出力する機能をもっている。また、互いに独立した構文および意味処理機能

を定性的および定量的に把握するために入力文の非文法性、構文的曖昧性、意味的異常性、意味的曖昧性、同義性を検出する機能を備えている。

図1はIMAGES-Mの日本語表層構造と意味構造変換処理の概念図である。この処理系は入力解析部および出力合成部よりなり、さらに入力解析部は形態素解析過程、構文解析過程、意味構造生成過程より、出力合成部は意味合成過程、依存構造合成過程、表層構造合成過程よりなっている。これらの処理過程は単語辞書、単語間結合規則、語群形成規則、語群間依存規則、意味辞書を参照しつつ、それぞれ(入力文の)表層依存構造、可能な意味構造、妥当な意味構造、(出力文の)単語、表層依存構造を出力する。

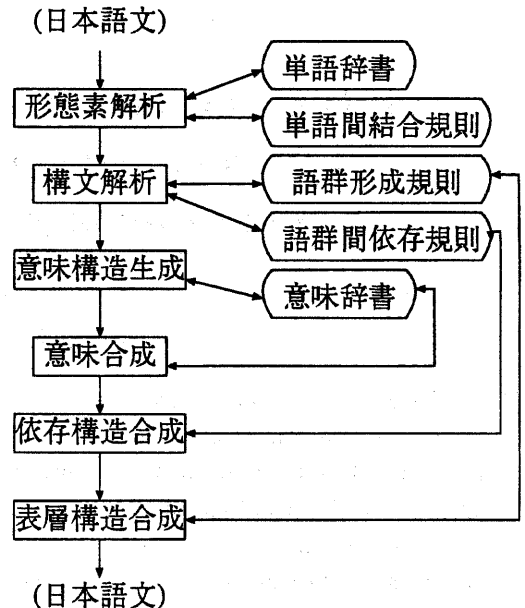


図1 IMAGES-Mにおける表層依存構造および意味構造の相互変換

## 2 形態素解析過程の構成

この過程を詳細に図示したものが図2である。ここでは日本語文の単語切り出しと、単

語結合状態の検索を行っている。単語切り出しについては単語辞書（表1）を用いて最長一致法により切り出しを行っている。また、さまざまな単語候補が考えられるので、1文を成立させる単語候補が無くなるまで、再帰処理により同処理を繰り返す（例1）。

表1 単語辞書（一部）

単語	品詞
私	代
味噌	名
は	係助
と	格助
食べる	他
歩く	自

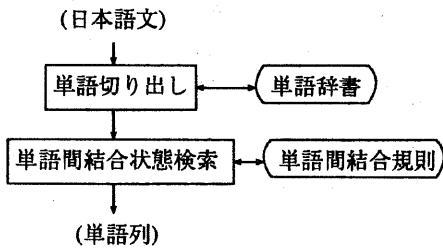


図2 形態素解析

例1：入力文「私は明日味噌と豆腐を食べる。」

- 1 [私 | は | 明日 | 味噌 | と | 豆腐 |  
を | 食 | べ | り | ます | 。]
- 2 [私 | は | 明日 | 味噌 | と | 豆腐 |  
を | 食 | べ | り | ます | 。]
- 3 [私 | は | 明日 | 味噌 | と | 豆腐 |  
を | 食 | べ | り | ます | 。]
- 4 [私 | は | 明日 | 味噌 | と | 豆腐 |  
を | 食 | べ | り | ます | 。]
- 5 .....

また単語辞書には品詞情報も含まれており、選出された単語に品詞情報を添付する。この情報より単語間結合規則辞書（表2）を参照し、日本語文を常套な並びの品詞順に抽出する（例2）。

表2 単語間結合規則辞書（一部）

cost	結合規則
42	代, 係助, 名, 名, 格助, 名, 格助, 他
42	名, 係助, 名, 名, 格助, 名, 格助, 他
52	代, 係助, 名, 名, 未, 格助, 名, 格助, 他
...	...

例2：入力文「私は明日味噌と豆腐を食べる。」

- 1：私（代）は（係助）明日（名）味噌（名）  
と（格助）豆腐（名）  
を（格助）食べる（動）
- 2：私（名）は（係助）明日（名）味噌（名）  
と（格助）豆腐（名）  
を（格助）食べる（動）
- 3：.....

### 3 構文解析過程の構成

この過程を詳細に図示したものが図3である。この過程では語群分割、語群間依存関係解析の処理群がある。形態素解析過程において日本語文から単語列に変換された結果を語群形成規則、語群間規則の2つの構文辞書を参照することにより表層依存構造に変換している。また、変換不可能なものは棄却している[2]。

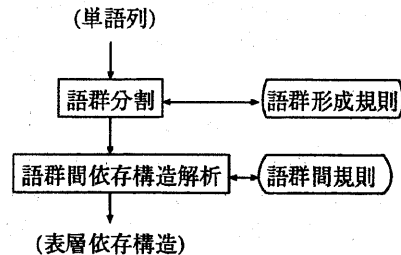


図3 構文解析処理

### 3.1 語群分割

ここでは形態素解析より受け取った単語列を品詞情報を基に語群に分割している。すなわち、語群形成規則(表3)により先頭より順に単語を語群として再分割している。また、語群にもそれがいかなる語群であるかの語群名を添付して出力している(例3)。

表3 語群形成規則

語群名	規則
感動詞	Ig:=Int
形容詞	Ajg:=(Adv)*(Adj)*Adj(Aux)*(J)*
副詞	Adg:=(Adv)*4Adv
名詞	Ng:=(N)*N(J)*
連体詞	Mng:=Mn
動詞	Vg:=(V)*V(Aux)*(J)*

(例3) 入力: 芋 | と | パン | を | 拾う。

出力: [[ [芋], [と] ],

名詞語群

[[ [パン], [を] ],

名詞語群

[[ 拾う ]]

動詞語群

### 3.2 語群間依存構造解析

ここでは語群間依存規則(表4)を基に可能である全ての語群間依存構造を生成する。大局的な表層依存構造の形成に最も重要な役割を果たすのは動詞語群である。入力文中に出現している動詞語群はそれぞれある範囲内の他品詞語群を支配している。このような支配範囲をブロックと呼ぶ。入力文の語群系列をブロックに分割し、まずそれぞれのブロック内、次にブロック間における語群間依存構造を求めるようにすると考慮すべき語群対の数が激減し妥当な依存構造を効率よく求めることができる。

IMAGES-Mでのブロック分割手順は接続詞語群(“、”等を含む)では、その前後

がブロックの境界となり、それ自身でブロックを構成するようになっている(例4)。また接続助詞語群ではその後ろで分割を行う(例5)(ブロックの境界は/で示す)。

表4 語群間依存規則

語群係受	例文
Ajg → Ng	赤い   花
Ajg → Vg	赤く   咲く
Ajg → Ajg	赤くて   可愛い
Ng → Ajg	花が   赤い
Ng → Vg	花が   咲く
Ng → Ng	象の   鼻
Adg → Vg	かなり   歩く
Adg → Mng	かなり   たいした
Adg → Ng	もっと   東
Mng → Ng	大した   男
Vg → Vg	焼いて   食べた
Vg → Ng	燃える   太陽
Vg → Ajg	燃えて   赤い

(例4) … /、 / … / と / …

(例5) … ながら / …

## 4 意味構造生成

入力文の表層依存構造は意味構造生成過程において表4の意味辞書を参照することで意味構造に変換される [1][3]。

表4 意味辞書(一部)

```
dic(Name,Pos,Inf,Com) :- Name = '行く',
Pos = vi,
Inf = null,
Com = (ep[locus(Φ,X0,X1,X2,A12)]),
c([locus(Φ,X0,'動物','動物',a42),
locus(Φ,X1,'場所','場所',a42),
locus(Φ,X2,'場所','場所',a42)]),
link([[[[X0,Pos0],[は',jx]],
[[X0,Pos0],[が',jc]],
[[[X1,Pos0],[から',jc]],
[[X1,Pos0],[より',jc]],
[[[X2,Pos0],[まで',ja]],
[[X2,Pos0],[に',jc]],
[[X2,Pos0],[へ',jc]]]]]]).
```

本過程ではまず、支配要素をとり、その意味を意味辞書から抽出し、依存構造の結合規則（意味辞書内に含まれている link を使用している。）を調べ、条件に当てはまれば依存要素の意味を意味辞書から抽出する。次に支配要素の概念に結合することのできる依存構造の概念を調べ、これが成立すれば意味構造を出力する。以下に例を示す（例6）。

（例6）入力：[[福岡],[へ]], [[行く]]  
 名詞語群            動詞語群

```
dic(Name,Pos,Inf,Com) :- Name = '行く',
Pos = vi,
Inf = null,
Con = (ep[locus(Φ,X0,X1,X2,A12)]),
c([locus(Φ,X0,'動物','動物',a42),
locus(Φ,X1,'場所','場所',a42),
locus(Φ,X2,'場所','場所',a42)]),
link([[[[X0,Pos0],[は',jr]],
[[X0,Pos0],[が',jc]],
[[[X1,Pos0],[から',jc]],
[[X1,Pos0],[より',jc]],
[[[X2,Pos0],[まで',ja]],
[[X2,Pos0],[に',jc]],
[[X2,Pos0],[へ',jc]]]]]])).
```

## 5 出力合成部

出力合成部での処理と入力解析過程の諸処理は形態素解析過程を除いて可逆的であり、辞書は共用となっている。出力合成部では入力解析で用いた辞書群を逆に解釈して入力文の意味構造から言い換え文（解釈文）を合成する。この時、本処理系では表層構造のみを解析しているため、入力文の構造に関する情報は全く保持していないので、入力文とは paragraph 関係にある複数の文が出力される。すなわち、1つの入力に対して、その意味だけを保持した複数個の解釈文を出力するという処理である。以下では、例7を用い、その入力文と意味構造から出力合成部について解説する。但し、意味構造の表記は記述スペースの関係上簡略化されている。

（例7）入力文：私はケーキを家から学校へもって行く。

意味構造：((Φ,私,家,家,A12)  
 ・((Φ,私,家,学校,A12)  
 Π(私,ケーキ,家,学校,A12)  
 ・(Φ,私,学校,学校,A12)

## 5.1 意味合成過程

意味合成過程では、入力文の意味構造および推論規則の適用によって生じた意味構造が、意味辞書によって依存関係情報を担った単語として言語化される。処理戦略としては、まず事象（動詞）概念を抽出し、続いて必須要素（主語など）概念、任意要素（修飾語）概念を取り出す[4]。事象概念を最初に抽出するのは、その強い構文的拘束力にある。すなわち、動詞は文の骨格的意味および構文を決定する。

### 5.1.1 動詞の抽出

第1に取り出す動詞概念は事物の存在を表す'いる、ある'である。この場合名詞として言語化される事物が入力文意味構造から抽出される。第2に意味辞書に従って概念部に関するパターンマッチングおよび結合条件の検定を行い、事物の事象概念が取り出される。動詞概念が選択されると同時にその結合規則を参照してその動詞の必須的依存要素の概念を入力文意味構造の中から抽出し言語化する。例えば、例7を入力すると陽に表現されている単なる「移動」の概念（"行く"等）はもちろん、そうでない「出発」の概念や「到着」の概念も抽出できる。また、先に記述した表4に示す例のように"行く"の意味記述の結合条件から、例7の"私"は"行く"の主語たりえるが、"ケーキ"は主語になれない。従って、"ケーキは家から学校へ行く"などという文は言語化されない。"行く"の結合規則の c([locus(Φ,X0,'動物','動物',a42),locus(Φ,X1,'場所','場所',a42),locus(Φ,X2,'場所','場所',a42)])がそれを指している。すなわち、"行く"の場合、主語として結合する事物が「動物」でなくてはならない。

### 5.1.2 推論処理

推論処理では変形操作によって入力文意味構造には陽に含まれていない動詞概念を主に抽出する。例えば、結合規則を逆に利用し、出てきた意味構造同士でユニフィケーションを行えば、例7の意味構造から“到着する”を抽出できる。

すなわち、 $((\Phi, 私, 家, 家, A12)) \cdot ((\Phi, 私, 家, 学校, A12)) \Pi (私, ケーキ, 家, 学校, A12)) \cdot (\Phi, 私, 学校, 学校, A12))$ の中で、 $(\Phi, 私, 家, 家, A12)$ と $(\Phi, 私, 家, 学校, A12)$ と $(\Phi, 私, 学校, 学校, A12)$ は“到着”を表す意味構造である。その他多くの定型意味構造がある。

### 5.1.3 出力合成処理を行った文

例7の「私はケーキを家から学校へ持っていく」を入力文の例にとると、最終的に出力される文は以下のようになる。

- 1: 私は家にいる
- 2: ケーキがある
- 3: ケーキは私と一緒に動く
- 4: ケーキは私と一緒に行く
- 5: 私はケーキを運ぶ
- 6: …

## 6 むすび

マルチメディア理解システムIMAGES-Mの日本語表層構造と意味構造の相互変換機能について述べた。このサブシステムは、現段階ではまだ簡単な文の入力しか行っていないが、かなり一般性のある成果が得られたと考へて 本サブシステムの問題点および今後

の課題は以下のようである。

- 大型形態素解析辞書使用のための速度の問題。
- 日本語文中の活用形の判断、時制の問題など。
- 簡易登録もしくは簡易作成可能な辞書システムの準備。
- 日本語入力に対する制限の緩和。
- 談話型文章の処理。

## 参考文献

- [1] 横田将生:『心像意味論を構成する基本概念の性質』, 福岡工業大学言語情報工学研究所彙報 第5巻(1994)。
- [2] 吉武, 横田, 田町:『自然言語理解システムIMAGES-Iの構文解析過程について』, 信学論(D), J67-D, 10, pp.1147-1154 (昭59-10)。
- [3] 吉武, 横田, 田町:『自然言語理解システムIMAGES-Iの意味解析過程について』, 信学論(D), J69-D, 5, pp.777-784 (昭61-05)。
- [4] 吉武, 横田, 田町:『自然言語理解システムIMAGES-Iの出力合成過程について』, 信学論(D), J70-D, 11, pp.2267-2272 (昭62-11)。
- [5] 吉武, 横田, 田町:『自然言語理解システムIMAGES-II』, 信学論(D-II), J74-D-II, 9, pp1243-12254(平3-9)。