

主張の正当性を論証する文章の生成について

瀬川 修 田村 直良

横浜国立大学 工学部 電子情報工学科

E-mail: {sega,tam}@tamlab.dnj.ynu.ac.jp

概要

本研究では与えられた主張を入力ゴールとして、その正当性を論証する文章の生成について検討する。文章の内容は、ゴールを論証する過程から証明木として得られる。証明木は論理レベルでの文章の論旨を表すものであるが、実際の文章構造との間には大きな意味的ギャップがある。文章としての体裁を成すためには適切な文章構造への変換の過程が必要である。そこで、本稿では、これらの意味的な対応を考察し、証明木を文章構造(修辞構造木)へと変換する手法を中心に検討する。

Generation of Text in which a Given Assertion is Justified

Osamu SEGAWA, Naoyoshi TAMURA

Division of Electrical and Computer Engineering,

Faculty of Engineering, Yokohama National University

Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama, 240 Japan

E-mail: {sega,tam}@tamlab.dnj.ynu.ac.jp

Abstract

In this paper, we discuss a generation of text in which a given assertion(an input goal) is justified. The information to be represented in a text is obtained as a 'resolution tree' in the proof process for the given goal. Although the 'resolution tree' contains enough points of arguments in logical level, there is a large semantic gap between the 'resolution tree' and the actual text structure. The conversion process to the text structure is required. Finally we present a method to convert the 'resolution tree' to the text structure(*rhetorical structure tree*).

1 はじめに

本研究では、修辞構造理論 (RST: Rhetorical Structure Theory) [2] の枠組に基づいた修辞構造木と、導出原理を基本とした証明木の意味的な対応関係を考察し、与えられた主張を正当化する文章の生成について検討する。

話し手の意図や与えられたゴールを出発点に発話内容を決定するような生成においては、ゴールを達成するための証明系の他に、得られた論理的構造を発話の意図を伝えるために文章構造へと変換する過程が不可欠である。与えられたゴールの正当性を述べるような意味構造を生成し、それを文章構造へと変換した研究としては [3] がある。これは立論グラフの構造の大きなパターンと、それに対応する解釈に基づいて文単位の命題をスキーマのような構造に当てはめていくというものであり、論旨の展開によって部分ごとの構成まで定まっている。

本研究の中心となる変換過程は、抽象度の高い論理的な構造から文章全体の構成はスキーマを参照し、主要な論旨の展開の部分に関しては、論理的構造と文章構造の対応を意味的に関連づけた系統的な変換の手法によって、文章構造の生成を行なうというものである。

本稿で述べる生成システムは、与えられた主張を入力ゴールとして、その正当性を論証する立論を行なうものである。立論の要素としては断定と証明の二つが必要である。断定とは「捕鯨に反対」などのように、あることを主張するための述部のムードや態度のことである。一方、証明とは主張の根拠・理由を述べて、その正当性・妥当性を論証する論旨の中心となる部分である。本研究では、立論の発話内容を決定するメカニズムを一種の“定理の証明 (厳密な意味の論理的証明ではない)” と考え、リソース (システムの信念内容) を基にゴールを論証した結果、一つの解釈が成り立てばそれを文章の論旨の展開として用いる。

以下 2 章で文章生成過程のモデル化を行ない、3 章で証明系と論証過程について、4 章で文章構造への変換について述べる。

2 文章生成過程のモデル化

ここで述べる文章生成過程とは、人間が実際に立論を行なう際の思考過程をモデル化したものである。我々が文章を書く時は、まず課題 (何を書くか) を決めてから、話題の収集と文章の構成 (論旨の展開) を考える。そこで、このモデル化として考えられるのは文章生成

における話題の収集と構成を、入力されたゴール (命題) に対し “定理の証明” として行うというものである。

2.1 課題の設定

文章で何を書く (主張する) かは、システムへの入力ゴールとして与えられる。入力ゴールは「ある話題 (議論の対象) に対して筆者の見解を述べる」という形式で述語による命題として表される。ゴールのタイプとしては “肯定の見解” を述べるものと “否定の見解” を述べるものに大きく分けられる。

2.2 論証過程

論証過程では、設定された課題 (入力ゴール) を論証することによっていわゆる “what-to-say” の決定を行なう。ゴールを証明する過程そのものが文章としての論旨の展開に相当する。ここではゴールのタイプによって最適な論証の戦略を選択し、筆者の信念内容などのリソースからゴールの “定理証明” における証明木を生成する。すなわち、この過程で得られた証明木は論理レベルでの文章の論旨を表す。

2.3 文章構造変換過程

論証過程において生成された証明木から文章構造は一意に定まるものではない。そこで、証明木との意味的な対応関係を考慮しながら文章構造 (修辞構造木) へと変換するのが文章構造変換過程である。

文章の構成にはスキーマのようなスクリプト的談話構造を利用する。これは筆者の持つ文章の構成に関する知識に相当するものである。論説文においては、起承 - 転 - 結や問題提起 - 例証 - 結論のような構成 [4] がよくみられるが、このような論旨の展開の類型を幾つか用意しておくことで、証明木から文章の修辞構造を決定する。

2.4 テキストプランニング過程

“what-to-say” の決定によって文章構造を表す修辞構造木および一文ごとの意味表現が得られるが、複数の文からなる文章を生成するためには、文章の結束性、結束構造を考慮したテキストプランニング処理が必要である。この過程では文章性を高めるためにオーダリング (文の順番)、結束構造評価などの “how-to-say” プランニングを行なう。

2.5 表層化過程

テキストプランニング過程において決定される最終的な内部表現を、表層文章へと変換する過程である。ここでは、統語的・文法的知識を用いて、表層名詞句の生成、参照表現の実現、修辭的機能の実現方法である接続詞や法助動詞の選択、時制やアスペクトの生成、形態素の合成などが行なわれる。この表層化過程については本研究の範囲外とする。

2.6 文章生成のモデルの構成

上述した文章生成過程のモデルの構成を what-to-say プランニングの部分を中心にして図1に示す。

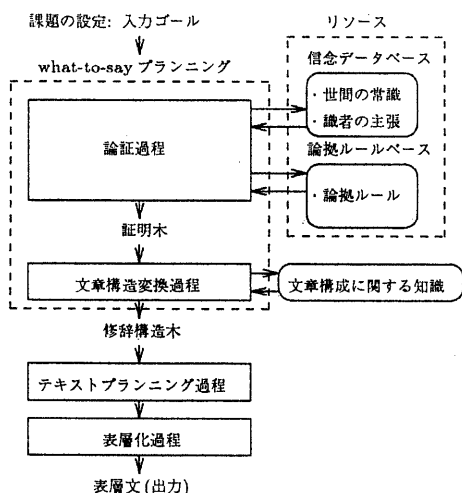


図 1: 文章生成の過程

3 証明系 — 論証過程

3.1 論証に用いるリソース

論証過程で用いるリソースは大きく分けて(1)信念データベース、(2)論拠ルールベースから構成される。

(1) 信念データベース

システムの信念内容が、命題¹として記述されている。筆者の信念内容はさらに以下の二つに分けられる。

¹厳密に言えば、(例)の $\neg G(h(A))$ や $J=A$ などは $\forall x\{ \text{agent}(x,y) \wedge A(y) \wedge h(x) \rightarrow \neg G(x) \}$ や $\forall x\{ J(x) \rightarrow A(x) \}$ と表記するべきであろうが、本研究における“定理証明”とはあくまでも発話内容の決

世間の常識 …世間一般で常識として通用している事実

(例) $\neg G(h(A))$: 「軍隊の海外派遣は遺憾である」

識者の主張 …世の中の権威者の発言、文献からの引用

(例) $J=A$: 「自衛隊は軍隊である」

(2) 論拠ルールベース

ある主張に対して筆者の論拠に相当するルールが記述してある。論拠ルールは立論のドメインに依存する部分でもある。

論拠ルール (例) $U(X) \leftarrow K(X), G(X)$:

「法案 X が国会で可決かつ合憲ならば、法案 X は有効である」

3.2 証明系

ここでは、論証過程における証明系について述べる。まずゴールの証明の基本となる導出の定義を与え、本過程における論証とは何かを示す。

[導出]

リソースの節集合の任意の二つの節 C_1, C_2 から推論によって新たな節をつくることを導出という。新たに作られた節を C_1 と C_2 とからの導出形という。

[論証]

証明系においては、リソースの論拠ルールと次の1～3によって何かを証明することを論証という。

1. 世間で常識とされていることは主張してよい。
2. 識者が主張していることは主張してよい。
3. 上記1,2および3の主張から導出されたことは主張してよい。

3.3 入力ゴール

システムへの入力ゴールとして命題の形で与えることにする。ゴールの形式は、様相を含んだ述語であらわす[3]など幾つか考えられるが、本研究では次の形式をとる。

定のための過程であり、証明木から文章構造への変換が中心となるため、このような略記を用いて以降の議論を進めることにする。

[入力ゴールの形式] View(Subj,Type)

View …筆者の下す断定を述語で定義する。

Subj …文章で議論する対象

Type …ゴールのタイプで肯定型は(+)、否定型は(-)の値をとる。

(例)Subj …WH: 捕鯨

View …Obj:X に反対

とすれば入力ゴールは Obj(WH,-)

3.4 証明の基本原則

導出原理は第一階述語論理の論理式の恒真性を証明するアルゴリズムである。本研究ではゴールの証明の手法として基本的にこの導出原理の枠組を用い、システムの信念内容などのリソースから証明木を生成する。導出原理による効率的な証明の戦略として線型導出法がある[1]。本研究では導出の戦略として基本的にこの線型導出法を用いる。

3.5 導出の戦略

線型導出法では、頂上節に何をとりかによって論証の過程(すなわち論旨の展開)が変わってくる。そこで、本研究では導出の戦略をゴールのタイプによって(S1)肯定型と(S2)否定型に分けることにする。

(S1) 肯定型

ゴールのタイプとして「～に賛成である」や「～は有効である」のように肯定的見解を述べるものは肯定型の戦略を用いる。

肯定型の導出の手順としては――

リソース(信念データベース、論拠ルールベース)の節集合全体および論証すべきゴールの節の否定から成る節集合を S 、頂上節 C_0 をゴールの含まれる節($G \vee \neg G_1 \vee \neg G_2 \vee \dots \vee \neg G_n$)とする。節集合 S からの C_n の論証とは、図2の(S1)に示す形式の推論であり、この図で、

1. $i = 0, 1, 2, \dots, n-1$ について、 C_{i+1} は C_i (中心節)と B_i (側節)とからの導出形である。
2. 各 B_i は S の節であるか、あるいは、 $j < i$ なる j に対する C_j かのいずれかである。

肯定型ではゴールそのものを導出することが目的であることから、導出において最終的に矛盾を導くところまで至らなくても証明は終る²。

(S2) 否定型

一方、「～に反対である」や「～は無効である」のように否定の見解を述べるものは否定型の戦略を用いる。否定型の導出の手順としては――

リソース(信念データベース、論拠ルールベース)の節集合全体および論証すべきゴールの節の否定から成る節集合を S 、頂上節 C_0 をゴールの否定($\neg G$)とする。節集合 S からの C_n の論証とは、図2の(S2)に示す形式の推論であり、この図で、

1. $i = 0, 1, 2, \dots, n-1$ について、 C_{i+1} は C_i (中心節)と B_i (側節)とからの導出形である。
2. 各 B_i は S の節であるか、あるいは、 $j < i$ なる j に対する C_j かのいずれかである。

始めにゴールの否定($\neg G$)を仮定し、そこから矛盾($P, \neg P$)を導く。

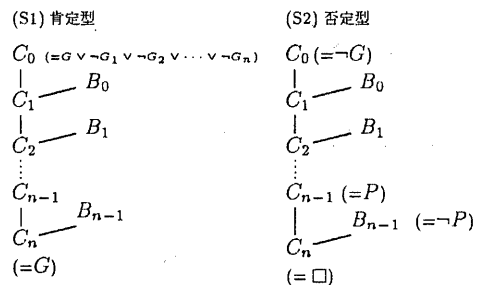


図2: 導出の戦略

4 文章構造変換過程

論証過程で得られた証明木は文章の論旨の展開を表すものであるが、純粋に論理的な証明の過程が記述されているのみで、実際の文章構造との間には大きな隔りがある。読者にとって平易でより説得力のある文章を生成するためには、文章構成に関する知識などを参照して証明木を文章構造(修辞構造木)に変換する必要がある。

²従って、ゴールの否定は表層に現れない。

以下、本研究で用いる文章構造である修辞構造木の概要と証明木からの変換の手法を述べる。

4.1 修辞構造木

修辞構造理論 (RST) の枠組を基に、表層文章で主に接続詞等によって表現される修辞関係によって文章を階層的に表現することにより、文章全体を二分木の木構造として記述する。個々の関係は RST スキーマと呼ばれ、文のブロック間の二項関係として定義される。二つのブロックはそれぞれ nucleus(核: 主要部)、satellite(衛星: 従属部) と呼ばれ、単一のユニット、あるいは文章中の連続した任意個のユニット (これをスパンと呼ぶ) から成る。

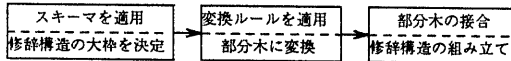
4.2 修辞関係の種類

一般の論説文などと比べて本研究で生成の対象としている文章においては、論旨の展開を表す修辞関係の種類は比較的限定されたものになると考えられる。本研究で用いる修辞関係の種類を以下に示す。

CNT(対比)・RSN(理由)・RST(換言)・CLD(結論)
SEQ(順接)・CND(条件)・PAR(並列)

4.3 修辞構造木への変換の概要

修辞構造木への変換に際しては、まず論証過程で用いた戦略に適したスキーマを参照し、修辞構造の大枠を決定する。そこで証明木に、順次変換ルールを適用し、部分木の接合によって修辞構造木を生成する (下図)。



4.4 文章構成に関する知識

以下に述べるスキーマは、文章構成に関する知識に相当するものである。これを参照することによって修辞構造の大枠を決定する。論証過程で用いた戦略が肯定型か否定型かによって最適なスキーマを適用する。

(1) 肯定型スキーマ

導入部でゴール (G) が成り立つ条件を述べ (サブゴール G_1, G_2, \dots, G_n を列挙)、順にサブゴールの論証を行なう (図2の S1 に対応)。

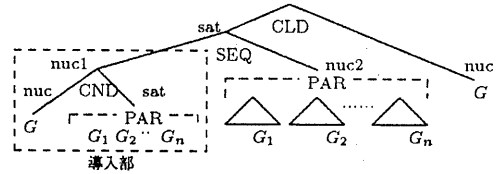


図4: 肯定型スキーマ

(注) 図4 の Δ はサブゴール (G_1, G_2, \dots, G_n) の論証の部分木である。

肯定型スキーマにおけるサブゴール (G_1, G_2, \dots, G_n) の論証と証明木の対応は図5 のようである。

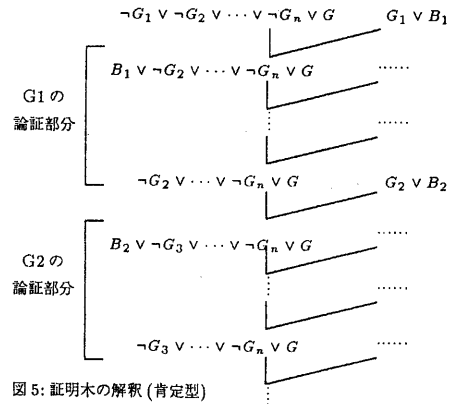


図5: 証明木の解釈 (肯定型)

(2) 否定型スキーマ

ゴールの否定 ($\neg G$) が成り立つと仮定し、そこから生ずる矛盾を指摘する。

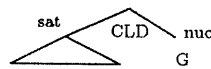


図6: 否定型スキーマ

(注) 図6 の Δ は $\neg G$ から矛盾を導く論証の部分木である。

4.5 変換ルール

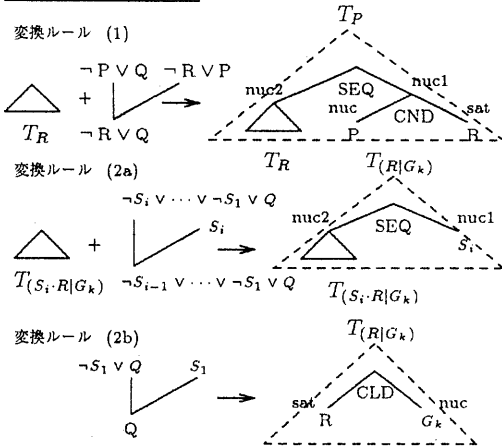
各スキーマの部分木 Δ に関しては、変換ルールを有限回適用することにより修辞構造木を生成できる。変換ルールの適用は次のような手順で行なう。

- 変換ルールの適用は、証明木の二つの節 (中心節と側節) から新しい節を導出する部分ごとに行なう。
- 変換ルールの適用は、証明木の頂上節から開始して、否定型の場合は最後に矛盾を導くところまで続ける。肯定型の場合はゴールそのものを導出するところで終る。

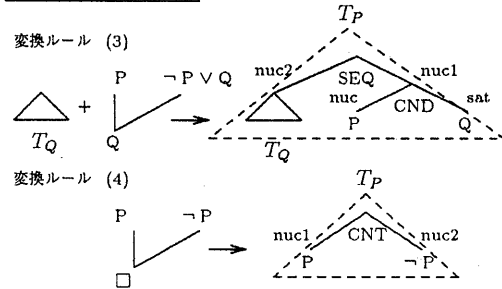
[変換ルールの補足説明]

- T_X は、全体として X について述べている部分木を表す。 $T_{\{P\}X}$ は全体として X について述べているが、同時に P についても述べなければならない部分木を表す。ただし $T_X = T_{\{a\}X}$ である。
- 変換ルール (2a),(2b) の Q は $Q(= G_{k+1} \vee \dots \vee G_n \vee G)$ を略したものである。論証すべきゴール G のサブゴールを $G_k (k = 1, 2, \dots, n)$ とすれば、(2a),(2b) は G_k の論証の部分のみで適用されるルールである (図5参照)。
- 変換ルール (2a),(2b) の $S_i (i = 1, 2, \dots, n)$ は単体の節で G_k のサブゴールである。
- 変換後に $C_1 \wedge C_2 \wedge \dots \wedge C_n$ のように連言のまま残ったノードについては、修辭関係の並列 (PAR) を用いて部分木に展開する。

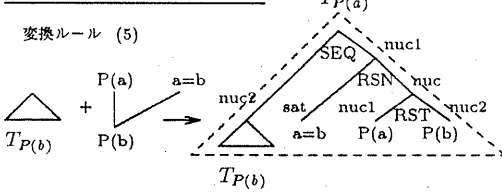
肯定型に適用されるルール



否定型に適用されるルール



肯定型・否定型に適用されるルール



4.6 命題と意味表現との対応

もともと述語を定義した段階で概念があったことから、証明木のノードである命題と一文単位の意味表現の対応は以下ようになる。

(例) 「X は合憲である」

$G(X) \Leftrightarrow \{obj/X, pred/be, comp/\text{合憲}\}$

5 テキストプランニングと表層化について

以上の過程によって文章の修辭構造と一文の意味表現は決定する。表層文章として出力するための残りの処理、すなわち以下の文章性を高めるためのプランニング

- オーダリング (文の順番)
- 省略、代名詞化、照応関係などによる結束構造

および最終的な内部表現からの表層化は、本研究の範囲外であるとし、今回は詳細については触れない。

6 評価と検討

本システムは現在のところ計算機上で実現されていないが、論証過程と文章構造変換過程における動作の一例を以下にトレースする。最後にその評価と検討について簡単に述べる。

6.1 論証過程の例

入力ゴールの例としては次のようなものを考える。

- (例1) 肯定型 $U(P,+)$: 「PKO 協力法案は有効である」
- (例2) 否定型 $\neg U(P,-)$: 「PKO 協力法案は無効である」

[論証に用いるリソース]

各記号、述語、関数の定義を以下のように定める。

P: PKO 協力法案	J: 自衛隊	A: 軍隊
PP: 非武装地域	PO: 非戦闘任務	
$U(X)$: 法案 X が有効	$P(X,Y)$: X を場所 Y へ派遣	
$G(X)$: X が合憲	$L(X,Y)$: X の任務を Y に限定	
$K(X)$: 法案 X が国会で可決	$h(X)$: X の海外派遣	
$S1(X)$: 法案 X が衆院で可決	$ex(X)$: 法案 X の施行	
$S2(P)$: 法案 X が参院で可決		

世間の常識		識者の主張
$S1(P)$	$P(J,PP)$	$A=J$
$S2(P)$	$L(J,PO)$	$G(h(J)) \leftarrow P(J,PP), L(J,PO)$
$\neg G(h(A))$		
$h(J)=ex(P)$		

論換ルール
$U(X) \leftarrow K(X), G(X)$
$K(X) \leftarrow S1(X), S2(X)$
$G(X) \leftarrow G(ex(X))$

生成された証明木を図8と図9に示す。

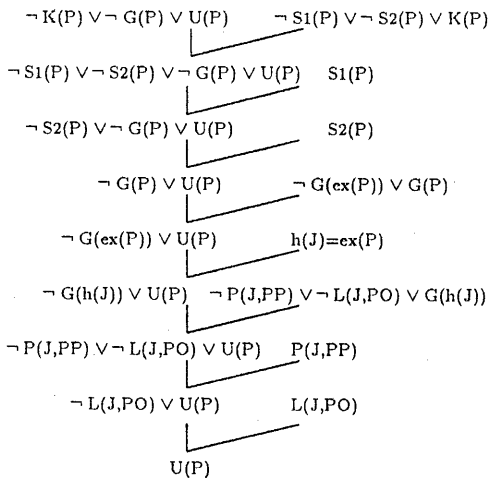


図8:(例1)の証明木

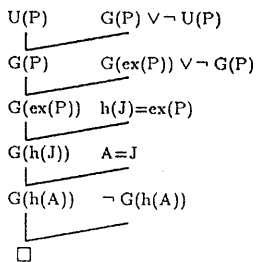


図9:(例2)の証明木

6.2 文章構造変換過程の例

証明木にスキーマおよび変換ルールを適用することによって生成された修辭構造木を図10と図11に示す。

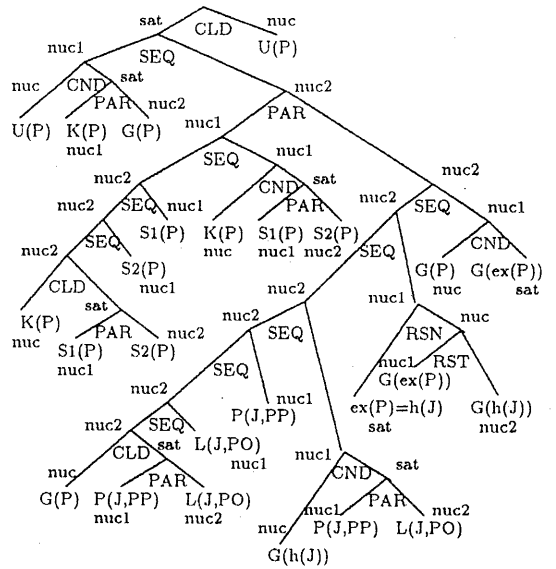


図10:(例1)の修辭構造木

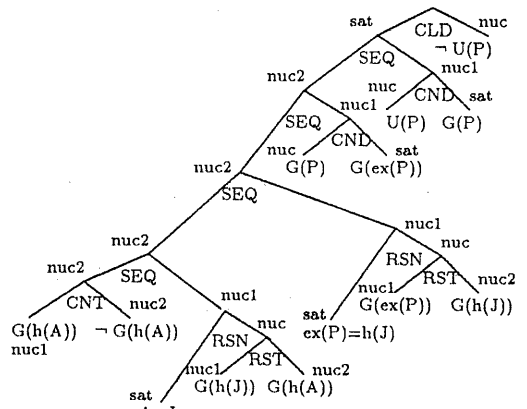


図11:(例2)の修辭構造木

最後に修辭構造木と一文の意味表現から想定される出力である表層文を以下に示す。

[想定される表層文 (例1)]

PKO 協力法案が有効であるためには、PKO 協力法案が国会で可決かつ合意でなければならない。PKO 協力法案が国会で可決されているということは、衆参両院で可決されているということである。PKO 協力法案は衆院で可決されている (ということは世間の常識)。PKO 協力法案は参院で可決されている (ということは世間の常識)。よって、PKO 協力法案は国会で可決されている。また、PKO 協力法案が合意であるためには、PKO 協力法案の施行が合意でなければな

らない。PKO 協力法案の施行が合意ということは、換言すれば、自衛隊の海外派遣が合意ということである。なぜなら、PKO 協力法案の施行は自衛隊の海外派遣に相当するからである。ところで、(識者の主張によれば)自衛隊の任務を非戦闘任務に限定かつ、自衛隊の非武装地域へ派遣するならば、自衛隊の海外派遣は合意である。自衛隊の任務を非戦闘任務に限定する(ということは世間の常識)。自衛隊の非武装地域へ派遣する(ということは世間の常識)。よってPKO 協力法案は合意である。したがって、PKO 協力法案は合意かつ既に衆参両院で可決されているので有効である。

[想定される表層文(例2)]

もしPKO 協力法案が有効なら、PKO 協力法案が合意でなければならぬ。PKO 協力法案が合意なら、PKO 協力法案の施行が合意でなければならぬ。PKO 協力法案の施行が合意ということは、換言すれば、自衛隊の海外派遣が合意ということである。なぜなら、PKO 協力法案の施行は自衛隊の海外派遣に相当するからである。自衛隊の海外派遣が合意ということは、換言すれば、軍隊の海外派遣が合意ということである。なぜなら、(識者の主張によれば)自衛隊が軍隊だからである。ところが、軍隊の海外派遣が違憲であることは憲法の条文から明らかである。これは、PKO 協力法案は有効であるとした仮定から導かれたことと明らかに矛盾する。よって、PKO 協力法案は無効である。

6.3 評価と検討

- ゴールのタイプによって最適な戦略を選択し、発話内容の決定を行なうことが可能になった。
- 論理レベルでの文章の論旨を表す証明木から、それに対応する適切な文章構造が得られた。
- 文章全体として論旨の展開がまわりくどいと感じる。これは論理レベルでの論証の過程を文章構造へと変換する際に、少なからず冗長な部分が生じるためであろう。冗長さに関しては、結束構造評価によるプランニング(代名詞化・省略)によってある程度解消できる。
- 文章性の詳細な評価に関しては、システム全体の実現を待たねばならない。

7 おわりに

本研究では、与えられた主張を正当化するような文章の生成について検討した。発話内容の決定を一種の“定理の証明”と考え、与えられた主張(ゴール)を論証する過程から論理レベルでの文章の論旨を証明木として得

た。また、文章構成に関する知識の利用によって証明木から文章構造への変換を行なう手法について述べた。その結果、論理レベルから意味レベルへの対応を関連づけた変換によって、文章の修辭構造木の生成が可能になった。

今後の課題としては、立論を行なう者の立場の違いを文章の論旨に反映させると更に発話内容に幅を持たせることができると思われる。

参考文献

- [1] Chin-Liang Chang and Richard Char-Tung Lee. コンピューターによる定理の証明. 日本コンピュータ協会, 1973.
- [2] W. C. Mann. Rhetorical structure theory : Description and construction of text structure. In G. Kempen, editor, *Natural Language Generation*, pp. 279-300. Martinus Nijhoff Publishers, 1987.
- [3] IKEDA Teruo, KOTANI Akira, HAGIWARA Kaoru, and KUBO Yukihiko. Argument text generation system(dulcinea). *In the Proceedings of International Conference on Fifth Generation Computer Systems 1992*, 1992.
- [4] 所一哉. 日本語思考のレトリック. 匠出版株式会社, 1986.