

## 不特定分野の自由展開型対話における話題転換のリアルタイム検出

西本 一志、安部 伸治、間瀬 健二  
(株) ATR 知能映像通信研究所

e-mail: knishi@mic.atr.co.jp

本論文では、分野を特定しない自由展開型の対話の話題転換をリアルタイムに検出する手法について検討する。3人以上の参加者による対談を書き起こした対談文から得た形態素情報と、発話の時間推移から得られる3種類の統計情報とを用い、これにいくつかの分別規則を適用することによる話題転換点検出手法を考案した。この手法によって、比較的高い精度で話題転換点を検出可能であることを確認した。

### 1. はじめに

本論文では、発話文から得られる形態素情報と、それらから得られる統計情報とを用い、これにいくつかのヒューリスティクスに基づく分別規則を適用することによって、分野を特定しない自由展開型の対話の話題転換をリアルタイムに検出する手法について検討する。

我々の研究室では、人間のコミュニケーションを支援する技術の研究を進めている。その一環として、たとえば臨場感通信会議システム[岸野91]などの高度なテレコンファレンス環境での会議を効果的に支援する手法について検討している。通常、臨場感通信会議に登場する人物像は、遠隔地にいる参加者の顔の特徴点などをネットワークを介して通信し、これに基づいて3次元コンピュータグラフィクスによって再合成されたものである。したがって、表示される人物像は実際の参加者の人物像と必ずしも同一である必要もない

し、さらには、表示される人物像のバックエンドに本物の人間がいる必要すらない。そこで、コンピュータなどによって構築した仮想人格に合成人物像を着せて構成した「エージェント」を会議に参加させる事によるコミュニケーション支援技術の研究を現在進めている[中津95]。このような支援手法の一つとして、我々は「門外漢」の役割をする仮想人物を構成し、これを専門家達によるブレインストーミングのような創造的会議に参加させ、やや異質な情報を提供させることによる創造的会議支援を提案している[西本93]。

図1に仮想門外漢システムの全体構成を示す。本システムは大きく4つの部分から構成されている。第1は入出力インタフェース部である。これは、会議参加者の発話や身振り・表情などをシステムに入力したり、あるいはシステムの出力を音声合成などによって会議参加者に提供するためのものである。第2は話題と話題転換の実時間認識部である。これによって、現在の議論の話題は何か、いつ話題が変わったか、そしていつシステムが議論に割り込みをかければよいかを判断する。第3は異質性を含む情報の抽出部であ

---

Realtime topic transition detection for a free style dialog of unspecified domain.  
Kazushi NISHIMOTO, Shinji ABE, and Kenji MASE.  
ATR Media Integration & Communications Research Laboratories, Kyoto, Japan.

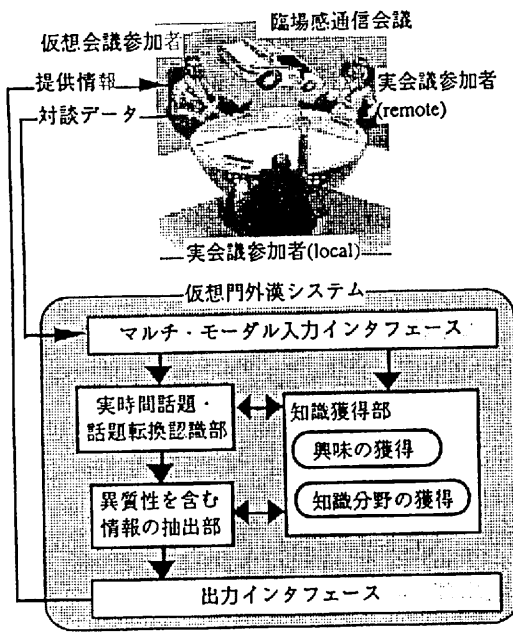


図1 仮想門外漢システムの全体構成

る。これは異分野知識を用いて会議参加者の発話内容を別の視点から把握する事によって、現在の話題と関連があると同時に異質性を含む情報を取り出すものである。第4は知識獲得部である。これによって、たとえば各会議参加者の持つ興味や知識などを獲得し、必要ならば異質性を含む情報の抽出部が抽出する情報に、各参加者の興味・知識を反映させることができるようになる。

現在までに第3の部分である異質性を含む情報の抽出手法について主に検討し、関連性と異質性とを併せ持つ情報の抽出の可能性を確認している[Nishimoto 95]。しかし、実際の対話の場にこれを適用するためには、さらに現在の対話状況を的確に把握する機能が不可欠である。なぜならば、現在の対話内容に基づく情報を抽出できる必要があるからであり、さらに抽出された情報を適切なタイミングで提供する必要があるからである。

一般に発想支援システムでは、人の思考の

流れを妨害しないように支援する必要性から、支援タイミングが非常に重要な意味を持つ。このため、実用的な発想支援システムの研究開発では速応性が一つの重要な設計指標となっている[國藤93]。本研究の目指す創造的会議支援手法は、異質性を含む情報を提示することによって新たな話題を提供し、対話を活性化することを目標としている。したがって、対話が沈滞した状態に入ったことを的確に検出して割り込みをかけ、情報提供する必要がある。しかしその一方で、対話が活性状態にあって様々なアイデアが続々と出つつある状況では、逆にシステムの割り込みによって話の腰を折るようなことがあってはならない。

そこで本論文では、第2の部分のうち特に話題転換の実時間認識手法について検討し、システムが割り込みタイミングを適切に判断できるようにすることを目指す。

以下、第2章ではこのような目的に使用するための話題転換検出手法の技術的要件と従来研究について述べる。第3章では、人が認識する話題の粒度と、話題転換と判断する条件を得るために行った被験者実験とその結果、およびその結果に基づく話題転換点の検出手法について説明する。第4章では実験結果に基づき、各要因の話題転換への影響について検討する。

2. 本研究における話題転換検出手法の要件  
前章で述べたような目的に使用できる話題転換点の検出手法は、少なくとも以下の四つの要件を満たす必要がある。

(1) 自由展開型対話に適用可能であること

新しいアイデアを造るための創造的な対話・議論は一般に決まった形式を持たず、雑談に近いような非常に自由奔放な形式で展開するであろう。特にブレインストーミングでは基本的に発言は言いつ放しであり、発話対の存在すら期待できない。

## (2) 不特定分野の対話に適用可能であること

画期的なアイデアは、一見異質に見える情報の結びつきから得られる可能性が高い[川喜田67]ことから、創造的会議の話題の分野を限定することは好ましくない。むしろ多くの分野にまたがる対話内容となるべきである。

## (3) リアルタイム検出が可能であること

適切な割り込みタイミングの獲得のためには検出の遅延は許されない。

## (4) 人が通常の対話の中で認識する粒度での話題転換を検出できること

リアルタイム性と同様、適切なタイミングでの対話への割り込みのためには、適切な粒度での話題転換の検出が必要である。

従来話題検出手法の多くは、対象対話を目的指向型に限定し、プラン・ゴールモデルに基づく対話構造を利用することによって検出精度とリアルタイム性の実現を目指すものであった[吉田91]。一方、自由展開型対話を対象とする例では、プランに基づく対話構造を使用できないため、たとえば単純な形態素情報のマッチングによる検出などが試みられている[竹下91]。しかし形態素情報のマッチングのみによる検出では話題の決定に数発話分の話題候補語を蓄積する必要があるためリアルタイム性にやや欠ける場合がある。また、検出精度も不十分なものであった。そこで検出精度向上のためにドメイン知識や発話の係り受け構造を用いたり[竹下92]、談話に木構造のモデルを仮定する方法[高野88]などによってリアルタイム性や検出精度の向上を試みている。

本研究で求める話題転換検出手法では、(3)と(4)の要件から、やはりリアルタイム性と検出精度を両立させる必要がある。しかし、(1)の要件により、木構造や係り受け構造などの対話構造情報を使用することはできない。また(2)の要件により、ドメイン知識を使用することもできない。もちろんあらゆる分野に関するドメイン知識を準備し、それらを話題

の展開に応じて適切に選択・組み合わせて使用する方法も考えられるが、そのような手法は今のところ非現実的である。したがって、基本的にはリアルタイム性の実現のために形態素情報を中心とする処理を行うが、検出精度向上のために、対話構造やドメイン知識などに代わる新たな仕組みが必要となる。本研究ではその仕組みとして、発話文から得られる形態素情報と、それらの形態素情報と発話の推移時間とを組み合わせて得られるいくつかの統計値とに被験者実験から得られたヒューリスティクスに基づく分別規則を適用することによって話題転換の有無を判別する仕組みを検討する。

## 3. 被験者実験と話題転換点検出手法

### 3.1 実験結果と形態素的特徴による分類

実際の対話において、人はどの程度の粒度で話題を認識しているか、また話題の転換をどのような要因に基づいて認識しているかを調べるために、以下のような被験者実験を行った。

実験で用いた対話データには、婦人公論に掲載された3つの対談記事を用いた。使用する対談記事には、すべて三人以上の話者による対話で、しかも特定の司会者役を担当する人物がいないようなものを選んだ。このような記事を使用した理由は、創造的会議における対話は一般にこのような多人数・司会者不在の対話になると想定されるからである。これらの対談記事を、それぞれの記事について4～6名の被験者に提供し読んでもらった。この際、じっくり意味を考えようとせずに、流し読みするつもりで読むように要求した。そして、読んでいて「話題が変わったな」と思ったら、そう思った箇所にチェックしてもらおう。この際、実際に話題が変わったのは少し前だと思ったとしても、そこに遡ってチェックせず、「変わった」と思った場所でチェックしてもらおうようにした。このような

条件付けは、実際にその対話が行われている場で被験者が対話を聞いている状況に少しでも近い状況にするためである。さらに以上の作業が終わった後で、被験者に対し各チェック箇所について、なぜそこで話題が転換したと判断したかをインタビューした。

次に対談文中の各発話文にそれぞれどのような形態素的特徴があるかを調査した。調査対象の形態素的特徴は、一般に話題転換にかかわりがあるとされるもの（キーワードなど）のほかに、被験者からのインタビュー結果から得たもの（相手特定）もある。対象とした形態素的特徴を以下に列挙する。なお、ここで対象発話とは現在形態素的特徴を調査している一発話のことを言う。

- (1) 名詞：対象発話中に出現したすべての名詞を取り出し、後述する名詞評価値を求める。
- (2) 同義語：対象発話中に、その前発話に出現した語の同義語があれば取り出し、後述する同義語評価値を求める。
- (3) 反対語：対象発話中に、その前発話に出現した語の反対語があるかどうか。
- (4) 指示語：対象発話中に指示代名詞が含まれるかどうか。
- (5) 接続詞：対象発話中に接続詞が含まれるかどうか。
- (6) コメント文：対象発話の第1文が「～ね。」で終わるかどうか。
- (7) 疑問文：対象発話が疑問文かどうか。
- (8) 応答文：相づち的な発話かどうか。なお、本研究では便宜的に20文字以下の短い発話を応答文とみなしている。
- (9) キーワード・クルーフレーズ：以下のいずれかの語・フレーズ。  
ところで、じゃあ、ちょっと話が逸れますが、もうひとつ、それにしても、～といえ  
ば、話は変わりますが
- (10) 相手特定：対談に参加しているある人に対し、その人の名前を呼び掛ける部分を含む発話かどうか。

なお、対象発話の直前の発話が応答文である場合には、同義語・反対語は対象発話とその応答文とを比べて求めるのではなく、対象発話と応答文の前の発話とを比べて求める。

これらの各形態素的特徴と、被験者実験で得られた話題転換点とを比較した結果、以上の各形態素的特徴のうち、(9)のキーワードおよび(10)の相手特定型フレーズの出現と被験者による話題転換の認識とに正の相関関係が認められた。しかし、その他の(3)～(8)の形態素的特徴については、それらの出現と話題転換検出の間には少なくとも正の相関関係を認める事はできなかった。

そこで、全発話を形態素的特徴(3)～(10)に基づいてまず以下の3つのカテゴリーに分類した。

- (a) 強転換群：形態素的特徴(9)あるいは(10)を持つ発話（(3)～(8)については不問）
- (b) 弱転換群：形態素的特徴(3)～(10)のいずれも持たない発話
- (c) 維持群：形態素的特徴(9),(10)は持たず、(3)～(8)のいずれか一つ以上を持つ発話

分類の結果を表1に示す。この表で、該当発話数は対応するカテゴリーに分類された発話の数である。また転換点数は、60%以上の被験者が転換と判断した発話（以下このような発話を転換点、それ以外の発話を非転換点と呼ぶ）の個数、転換率は、各カテゴリーにおける転換点数と該当発話数との比である。

この結果を見ると、まず強転換群に含まれる発話は当然のことながら高い確率で話題転換点とみなされる。一方、維持群の転換率は

category	該当 発話数	転換 点数	非転換 点数	転換率
強転換群	22	19	3	86.4%
弱転換群	66	7	59	10.6%
維持群	342	5	337	1.5%
合計	430	31	399	7.2%

表1 形態素的特徴に基づく発話の分類と話題転換数

非常に低く、このような発話は非常に転換点とみなされ難いことがわかる。弱転換群の転換率は強転換群の場合よりはるかに低いものの、維持群よりはかなり高い。

維持群の場合のような非常にまれな話題転換検出の要因を見出す事はおそらく容易ではない。実際、後で示す3種類の統計情報なども使用して維持群に含まれる発話の識別を試みたが、現在のところうまい識別法を見出すことはできていない。また、実用的な面から言っても、維持群に分類される発話の転換点検出精度を向上させても、システム全体の精度向上に対する寄与は比較的小さい。むしろ、強/弱転換群に分類される発話についてさらに精度を向上させることの方が実的に有意義である。そこで、本研究では形態素的特徴(3)~(8)は話題転換と負の相関を持つものと仮定する。つまり維持群に含まれる発話では話題転換は起こらないものとみなす。そして、強/弱転換群に分類される発話について対話の推移時間や形態素的特徴の(1),(2)などを用いて分別する事によって、システム全体の実用的な精度の向上をねらう。

### 3.2 対話時間の推移と形態素的特徴による三種類の統計情報

強/弱転換群に含まれる発話の分別のために、以下に示す3つの統計情報を導入する。これらの統計値の値域は本来0から1の範囲だが、実際にはすべて0から0.5の範囲としている。ここで、値1は話題が転換する可能性が高いことを示し、0.5は話題が維持されなくてもよいが、一方必ずしもそこで転換する必要はないような中立状態になっていることを示し、0は話題が維持される可能性が高い状態であることを示す。つまり、値域が0から0.5ということは、これら3つの統計値はすべて話題維持の指標であり、転換についてはせいぜい「転換してもよい」ことを示すものである。

(1)継続指数 $C_n$ ：話題転換が発生した直後は一

般に話題の転換が発生しにくく、ある程度対話が経過すると次の話題の転換が発生する可能性が高くなると考えられる。このような対話の進行に依存した、話題の転換しにくさを示す指数を継続指数と呼ぶ。第 $n$ 発話の継続指数 $C_n$ を次式で定義する。

$$\begin{aligned} O_{n-1} = 1 &\Rightarrow C_n = 0, t = 0 \\ O_{n-1} = 0 &\Rightarrow C_n = \frac{1}{2(1+e^{-2t+6})} \quad (1) \end{aligned}$$

ここに、 $t$ は前の話題転換点からの経過時間である。ただし、書き起こした対談文を使用しているため、ここでは便宜上1発話で $t$ が1増加するものとしている。 $O_{n-1}$ は第 $n-1$ 発話においてシステムが判断した話題の転換の有無(1:転換, 0:不転換)である(被験者実験の結果ではない)。したがって継続指数は話題転換検出直後に値0をとり、以後対話の進行とともに0.5に漸近する。最大値が0.5であるのは、時間の経過によって必ずしも話題転換が発生しなければならないことはないからである。

(2)名詞評価値 $N_{w,n}$ ：初めて出現した名詞、あるいは前回出現してから長い間使用されず、久しぶりで出現したような名詞は新しい話題の話題語となる可能性がある。逆に直前の発話に出現した名詞が次の発話でも現れた場合は、この名詞は話題の維持の要因となる可能性が高い。また、対話全体にわたって現れる出現頻度の高い名詞は、対話全体を貫く大きな話題と関わる語とみなされるので、たとえばある部分で比較的長い間出現しなかったとしても局所的な話題の転換の要因とはなり難いと思われる。そこで、ある名詞の出現頻度、および前回使用されてから今回使用されるまでの経過時間を用いて、その名詞が話題の転換にどう寄与するかを示す指標を定義する。この指標を名詞評価値と呼び、ある名詞 $w$ の発話 $n$ における名詞評価値 $N_{w,n}$ を次式で与える。

$$N_{w,n} = \frac{1}{2(1+e^{-\sqrt{(t_w/35)^2 + (t_w/2)^2 + 6}})} \quad (2)$$

ここに $t_w$ は語 $w$ の前回出現からの経過時間であるが、ここでは、文字数を時間の代わりとしている。また、 $f_w$ は発話 $n$ までの対話の中での語 $w$ の出現頻度である。

当初、初出語は話題転換を強く促す指標と考えていた。しかし、実際には初出語は相当多数の発話に出現し、話題転換と明確な正の相関を持つとは言い難く、それをすべて強い転換の指標とみなしていると誤認識率が非常に高くなる結果となってしまう。そこで、名詞評価値についても転換の指標としてよりは話題維持の指標と考え、初出語が多く現われる発話では話題が積極的に変わるとみなすのではなく、維持されなくても良いとみなすことにした。このため名詞評価値の値域も0から1ではなく、0から0.5とした。

なお、一つの発話の中には一般に名詞は複数出現する。そこで、実際には出現した名詞すべての名詞評価値の2モードをとってその発話の代表値 $N_n$ とする。

(3)同義語評価値 $S_{w,n}$ ：ここでいう同義語には同一語も含んでいる。直前の発話に含まれた名詞の同義語が現発話に現れた場合、一般に現発話は前発話と継続している可能性が高い。ただし、対話全体に現れるような頻度の高い語の同義語であった場合は、同義語の存在は必ずしも話題を継続させる要因とはならないだろう。そこで、同義語についても(2)式の名詞評価値を使って継続の指標とする(したがって値の範囲は0から0.5となる)。複数の同義語が現れる場合には最大の値をとる同義語の評価値をその発話の代表値 $S_n$ とする。なお、同義語を含まない発話の $S_n$ は0.5とする。

図2に被験者実験で用いた対談文(i)における強/弱転換群に含まれる発話での名詞評価値および同義語評価値(ただし、維持群に含まれる発話についてはいずれの値も0としている)、および被験者実験による各発話での話題転換指示人数を示す。

### 3.3 統計値による発話の分別

以上の統計値を用いて強/弱転換群に含まれる発話文について検討した結果、以下のような分別を行うとかなり高い精度で話題の転換・非転換を分離できることがわかった。

#### (1) 強転換群の場合

$S_n, C_n, N_n$  のいずれか 2 つ以上  $> 0.39$

である発話で話題転換

#### (2) 弱転換群の場合

発話文中に同義語が含まれず、かつ

$C_n, N_n > 0.09$ 、かつ

$C_n, N_n$  の少なくともいずれか一方  $> 0.39$

である発話で話題転換

これらの規則を適用した場合の、被験者実験で使用した3つの対談に関する認識数・誤認識数などを表2に示す。表2で、認識率とはシステムが転換と判断した箇所のうち正しく転換点と一致した箇所の数と転換点数との比、誤認識率とはシステムが転換と判断した箇所のうち実際には非転換点であった箇所の数と非転換点数との比である。したがって認識率100%、誤認識率0%が理想的な結果である。しかし、現状のアルゴリズムでは維持群の発話はすべて非転換とみなすので、認識数の上限は26箇所である。つまり強/弱転換群に関してはこのアルゴリズムで転換点はすべて抽出されている事になる。また、誤認識数(率)については、カテゴリー分類の段階では、強転換群で3点、弱転換群で59点、計62点(15.5%)の誤認識数(率)であったのが、最終的に6点(1.5%)と、大幅に改善されている。

対談文	話者数	発話数	転換点数	認識数(率)	誤認識数(率)
(i)	3	136	11	10 (91%)	1 (0.8%)
(ii)	4	127	6	6 (100%)	2 (1.7%)
(iii)	4	167	14	10 (71%)	3 (2.0%)
合計		430	31	26 (84%)	6 (1.5%)

表2 被験者実験に用いた3つの対談文に対する最終的な検出結果

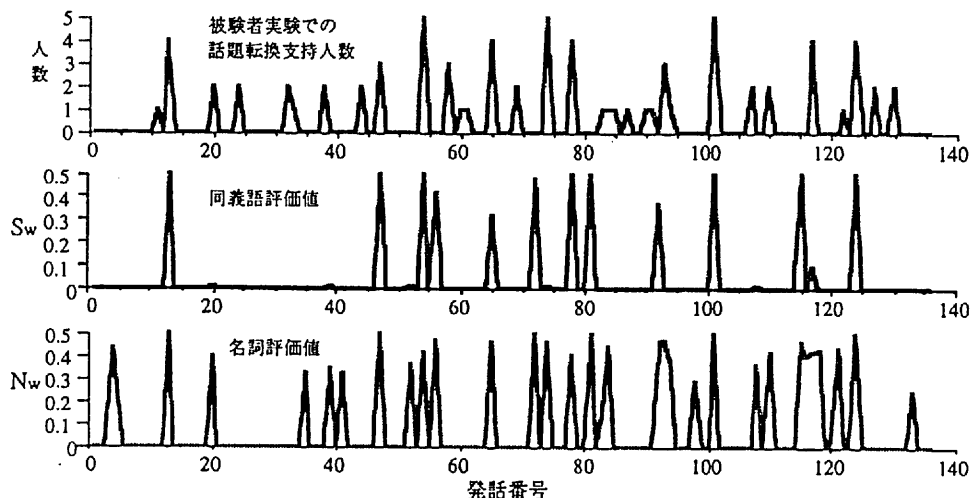


図2 対談文(i)における、同義語評価値、名詞評価値、および被験者実験において話題転換を指示した被験者数の推移

### 3.4 オープンテスト

3.3までで使用したのとは別の対談文(iv)によるオープンテストを試みた。まず対談文(iv)について同様に被験者実験を行って転換点を抽出する。一方でこの対談文(iv)を本システムで処理し、その結果と被験者実験結果を比べてみた。比較結果を表3に示す。このように非常に高い認識率かつ低い誤認識率となり、チューニングに使用した対談文以外の対談文に対しても、本論文で示した話題転換検出アルゴリズムが有効に作用することが確認できた。

### 4. 考察

本システムの検出手法の特徴は、話題転換を検出するのではなく、各発話の話題維持力を求め、そこから逆に話題転換しても良いところを見出すところにあると言える。

当初は、キーワードや相手特定のほかに

も、初出語や提題表現などを積極的に話題転換を引き起こす要因とみなし、これらを抽出することによって話題転換を直接に検出する方法を試みていた。しかし、これらの要因の大半は、実は非常に高頻度に多くの発話に現われる。一方、話題転換は全発話中で7.2%程度しか発生しない比較のまれな現象である。つまりほとんどの要因について話題転換と明確な正の相関を見出すことは困難である。このため、このような要因から直接に話題転換を検出しようとする、どうしても誤認識率が高くなる結果となっていた。

そこで我々は、話題を転換させる要因と維持する要因の二つを併せて使用することによる検出精度の向上を目指した。つまり、まず3.1で述べたカテゴリ分類で、おおまかな意味での積極的な話題転換要因を検出する。これによってある程度話題転換の可能性が高い発話を選択した後、それらについて話題の維持力が弱い発話をさらに選び出し、これらを話題転換点とみなすのである。これによって比較的高い検出精度を得ることができた。

なお、使用した分別規則は強転換群と弱転換群とでやや異なり、全般に強転換群の場合

対談文	話者数	発話数	転換点数	認識数(率)	誤認識数(率)
(iv)	4	121	9	9(100%)	0(0%)

表3 オープンデータへの本システムの適用結果例

の条件のほうが弱転換群の場合の条件より緩い。これは、強転換群に含まれる発話は話題転換傾向が強いため、ある程度強い話題維持力を持つ発話であっても話題を転換させてしまうが、弱転換群に含まれる発話はあまり話題転換傾向が強くないため、より弱い話題維持力でないと話題が転換し難いためである。特に弱転換群では同義語の非含有が転換のための必要条件であり、他の2つの統計値より厳しい条件づけとなっている。また、図2に示した同義語評価値・名詞評価値と被験者による話題転換検出結果とを比べると、名詞評価値では非転換点にもピークが多く現われているが、同義語評価値では非転換点に現われるピークは少なく、比較的転換点と一致した箇所ではピークが現われている。これらのことから、話題維持の要因の中でも同義語は特に強い維持要因となっており、同義語の影響の弱い発話で話題転換の可能性が高くなることがわかる。

以上から話題の転換/非転換の判定では、話題転換の指標であるキーワード・相手特定に加えて、同義語を話題維持の指標として扱うことが効果的であり、転換点の検出はこれら3つの情報を軸として、その他の要因によってさらに判定の微調整を行うのが妥当な手段であると考えられる。

## 5. おわりに

雑誌の対談記事を用いて被験者実験を行い、流し読み状況下での話題転換点抽出を行った。このデータを用いて、形態素情報によって発話を分類し、さらに形態素情報と対話の推移時間情報とから得られる3種類の統計情報、すなわち継続指数、名詞評価値、同義語評価値に、ヒューリスティクスに基づく分別規則を適用することによる話題転換の検出手法を提案した。この手法によって、不特定分野の自由展開型対話について比較的高い精度で話題転換をリアルタイムに検出する

ことが可能となった。また、話題転換検出のためには、キーワード、相手特定に加えて同義語が重要な判定材料となることがわかった。

今後は、各要因がどのような条件下でどのような役割を果たすかをさらに詳細に検討して、検出精度の向上を図る。また、今回は無視した維持群に含まれる発話についても話題転換が検出可能となる条件を求めたい。さらに非言語的な情報も利用して、より正確な話題転換点の検出を実現したい。

## 謝辞

本研究を進めるにあたりご指導いただいた、(株)ATR知能映像通信研究所の葉原耕平会長ならびに中津良平社長に深く感謝いたします。また、実験やシステム構築にあたって多大なご協力ご助言をいただいた、株式会社東洋情報システムの高橋誠様ならびに三井直貴様に厚くお礼申し上げます。

## 参考文献

- [岸野 91] 岸野文郎：人工現実感と臨場感通信会議、平成3年電気・情報関連学会連合大会、S16-6, pp. 3-73 - 3-76 (1991).
- [中津 95] 中津良平：ATR知能映像通信研究所とその狙い、情報処理学会研究報告、Vol.95, No.73 (95-SLP-7), pp.41-48 (1995).
- [西本 93] 西本一志、望月研二、岸野文郎：発想支援システムに関する一考察、情報処理学会第46回全国大会講演論文集、7R-2 (1993).
- [Nishimoto 95] Kazushi Nishimoto, Shinji Abe, Tsutomu Miyasato, and Fumio Kishino: A system supporting the human divergent thinking process by provision of relevant and heterogeneous pieces of information based on an outsider model, proc. of the eighth int. conf. of Industrial and Engineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems, pp. 575-584 (1995).
- [國藤 93] 國藤進：発想支援システムの研究開発動向とその課題、人工知能学会誌、Vol.8, No.5, pp.16-23 (1993).
- [川喜田 67] 川喜田二郎：発想法、中公新書 (1967).
- [吉田 91] 吉田英昭、山本哲也、野村康雄、山下洋一、溝口理一郎：対話管理システムMASCOTSにおける対話の流れの利用、第5回人工知能学会全国大会講演論文集13-2 (1991).
- [竹下 91] 竹下敦：表層的処理による話題抽出、情報処理学会研究報告、Vol.91, No.37(NL-83), pp. 23-30 (1991).
- [竹下 92] 竹下敦：対話のインタラクション構造を用いた話題の認識、情報処理学会研究報告、自然言語処理、87-10, pp.75-82 (1992).
- [高野 88] 高野啓、佐々木泰、高田正之、小谷善行、西村智彦：自由対話系の話題管理方式、情報処理学会研究報告、知識工学と人工知能、57-2, pp.1-8 (1988).