

心的時間の分割とテンス・アスペクト表現

池田光生, * 東条敏, 安川秀樹

E-mail: ikeda@icot.or.jp, tojo@mri.co.jp, yasukawa@icot.or.jp

新世代コンピュータ技術開発機構, * 三菱総合研究所

自然言語の時間表現を物理的な線形時間ではなく、話者の主観的な心的時間で考えるために時相状況を導入した。言語化しようとする事象の時間位置を視野設定写像と視点設定写像によって時相状況に写すことにより、「る」「た」「ている」「ていた」の四つのテンス・アスペクト表現を適切に生成する方法について述べた。これにより、言語化しようとする事象の時間位置の大きさを考慮することなしに、視野と視点との相対的な関係のみで日本語のテンス・アスペクト表現を生成する方法が得られた。

A Japanese Temporal Expression by a Temporal Situation

IKEDA, Teruo, *TOJO, Satoshi, YASUKAWA, Hideki

E-mail: ikeda@icot.or.jp, tojo@mri.co.jp, yasukawa@icot.or.jp

Institute for New Generation Computer Technology, *Mitsubishi Research Institute

1-4-28, Mita, Minato-ku, TOKYO 108 JAPAN, *3-2-22, Harumi, Chuo-ku, TOKYO 104 JAPAN

A Temporal Situation, which is not based on a linear time scale but on a mental temporal-space, is introduced to represent temporal information in natural language. A temporal location of a relation which is to be uttered is mapped to a Temporal Situation with temporal point of view and temporal field of view. This mapping is applied to a generation of Japanese temporal expression.

1 はじめに

これまで自然言語処理における時間表現は、時間を永遠の過去から永遠の未来に向かって流れる一本の座標軸と考え、現在と呼ばれる一点がこの軸の上を一定速度で移動していると考えた方法が中心であった [2]。しかしながら、線形時間を用いて自然言語のテンス・アスペクト表現を考える方法には以下のような問題点がある。

第一に自然言語表現が含んでいない情報を解析的に書く必要がある。例えば、

(1) あの頃は計算機がよく止まったものだった

という文の「あの頃」が指す時区画の中で、「計算機が止まる」という事象がどのように分散していたかまで書かなければならない。第二に自然言語表現が持っている話し手の見方を表すことができない。例えば、

(2) 計算機が止まった

(3) 計算機が止まっている

という二つの文が持っている、同じ事実的内容に対する話者の見方の違いを表せなければならない。

そこで、我々は自然言語のテンス・アスペクト表現を物理的な線形時間ではなく、心的な時間の中で考える方法を提案する。心的時間とは話者が主観的に定義した心的な時間空間である。心的時間空間は弱い位相空間であり、任意の二つの時点が必ずしも時間的順序を持っていない。

この心的時間中では、話者の観察した事象はそのすべての物理的な時点ではなくその一部だけが認知され、時間的な視野・視点によって相対化されている。この相対化された時間を扱うために時相状況という概念を導入した。時相状況はある事象に対応して決まる視野・視点付き時間的狀況であり、視野・視点の設定写像によって得られる。

本稿では、相対化された心的時間の表現である時相状況を用いて、「る」「た」「ている」「ていた」の四つの自然言語表現を適切に選択して生成する方法について述べる。

これまで、自然言語処理のテンス・アスペクトは文法の一部として統語的に研究が行われてきたが、生成では命題的内容と時間的視点・視野が与えられた時にどのようなテンス・アスペクトを選択すべきかを定める根拠を与える必要がある。そこで本稿では、

目標: 現実の時間位置に対する視野・視点の設定写像を考えたことによって、「る」「た」「ている」「ていた」

の四つのテンス・アスペクト表現の体系を作り、自然言語生成に応用する。

ということを目標にする。

第二章では、時間位置の一部分をある時間的視野・視点で見るための写像について説明し、写像の結果得られた時相状況が四つの型に分けられることを述べる。第三章では写像を用いて適切なテンス・アスペクト表現を生成する方法について述べ、第四章でまとめと今後の課題について述べる。

2 時相状況と視野・視点の設定写像

本章では時相状況とその時間的視野・視点を設定する写像について説明する。ここでは、ある事象の時間的性質だけを考えて、その事象の時間位置をある時間的な視野・視点で見ることにより自然言語化することを考えている。これは以下のように表すことができる。

ある事象に関する時間位置 $\xrightarrow{\text{視野・視点}}$ 時相状況

ここで事象の時間位置、視野・視点、時相状況と呼んだものを説明するために以下のように定義する。

時空間領域 D : (x, y, z, t) -ユークリッド空間

時間位置 T : D のうち t -軸について切り出したもの

事象 σ : T に存在する言語化されていない情報

事象の時間位置 T^σ : 物理的に σ が生じた時間帯

時間的視野・視点 P : $Pow(T)$ から $Pow(T)$ への部分関数

時相状況 $S^\sigma \in Pow(T)$: 事象の時間位置のある部分に時間的視野・視点を与えて相対化した時間的狀況

時間位置は物理的な時点の集合であり、事象 σ に着目した時にその事象の時間位置 T^σ が存在する。話者にとっては T^σ の正確な大きさはわからない。また、「着る」「止まる」という事象の結果状態を表す「着ている」「止まっている」などの時間位置や「まだ着ていない」状態の時間位置など T^σ によって決められる時間位置を $T^{\sigma'}$ のように書く。例として「着る」という行為に関する発話を行なう場合の時間位置を図 1 に示す。

次に時相状況を定義する。時相状況とはある事象 σ に対応して決まる時間的視野・視点を持った時間的狀況であり、事象 σ のどの部分をどこからどのように見ているかを設定

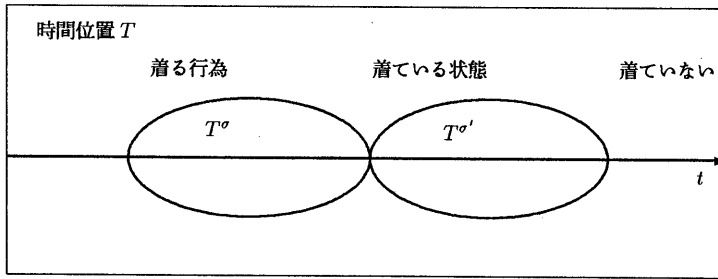


図 1: 「着る」という行為に関する時間位置

する写像によって時間位置から得られる。ここでは、「る」「た」「ている」「ていた」の四つの表現に対応した時相状況を考え、それぞれの時相状況を $S_{ru}^σ$, $S_{ta}^σ$, $S_{teiru}^σ$, $S_{teita}^σ$ で表す。時相状況は少なくとも

$$S_{\{ru, ta, teiru, teita\}}^σ \in Pow(T)$$

であるが、後述するようにテンス・アスペクト表現を生成するために必要な情報は時相状況の視野・視点の相対的な位置関係だけであるから、具体的に T 中のどこからどこまでということは明らかにする必要はない。また、時相状況内は均質であり時相状況内のどの時点間にも時間的順序関係がない。

結果状態を表す「着ている」という発話に対応する時相状況 $S_{teiru}^σ$ を図 2 に示す。結果状態を表す「着ている」という発話は「着る」という行為の終結後を言語化したものであるから、結果状態を表す時相状況 $S_{teiru}^σ$ は時間位置 T 中の「着ている」という状態 $T^σ'$ の一部分であり、さらにその時相状況における視野・視点の相対的な関係によりテンス・アスペクト表現が決まる。視野・視点についてはこの後で詳しく述べる。

次に時間的視野・視点を設定する写像を定義する。時間的視野・視点の設定写像は $Pow(T)$ から $Pow(T)$ への部分関数で表される。時間的視野・視点の設定は時間的視野・視点に関するパラメータを決めることによって行われる。どのようなパラメータが必要であるか考えるために次のように仮定する。

仮定 1 時間的視野・視点設定写像には“ている”を選択する写像と“る”または“た”を選択する写像とがあり、それらの組み合わせによって「る」「た」「ている」「ていた」

のそれぞれの言語表現が生成される。

この仮定は以下に示すような日本語のテンス・アスペクト表現の「る」と「た」の対立、およびそれらと「ている」との対立を考慮して得たものである。「る」「た」の選択を視点の設定と呼び、「ている」の選択を視野の設定と呼ぶことにする。

視野 \ 視点	る	た
ている	ている	ていた
ε	る	た

以下では、上記の仮定をもとにして視野パラメータおよび視点パラメータを設定し、「る」「た」「ている」「ていた」の四つのテンス・アスペクト表現を生成する根拠を与えるためにはこれらのパラメータの設定を考えれば十分であることを示す。

図 2 に示した結果状態を表す「着ている」という発話に対応する時相状況 $S_{teiru}^σ$ を他の時相状況と区別するものは上記の仮定により「ている」を表す視野パラメータと「る」を表す視点パラメータである。この時相状況 $S_{teiru}^σ$ は、時間位置 T の「着る」という行為 $T^σ$ の終結後の一部分に「ている」および「る」を表す時間的視野・視点を設定することにより切り出したものである。

ここで注意しておかなければならないのは以下の二点である。

- 時相状況の大きさは明らかにしていない
- 時相状況内のどの時点間にも時間的順序関係がない

話者は視野・視点を設定することにより時間位置のある一部分を切り出す、それが具体的にどの場所のどれくらいの大

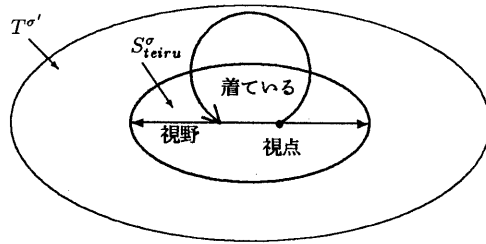


図 2: 「着ている」に対応する時相状況

きさであるかということは認識できないし、またその必要がない。問題となるのはどのような視野・視点を設定したかということである。この時相状況の性質について次の例文で説明する。

- (1) 彼は今日はセーターを着ていた(今も着ている)
- (2) ついさっきまでセーターを着ていた(今は着ていない)

(1)(2)とも、「ている」を表す写像により広がりのある視野を設定しているが「着ている」状態の具体的な大きさは認識していない。また、「た」を表す写像により心的に過去であるかのような視点を取っているが、視点は相対的なものであり時間位置で表すことはできない。しかし、(1)(2)とも少なくとも「着る」に関する時間位置における「着ている」状態を表す部分 $T^{\sigma'}$ に含まれる一部分に視野・視点を設定している。(1)(2)の時間位置と時相状況との関係を図3に示す。

したがって、時相状況の大きさは明らかにする必要はないし、また時相状況の内部の時点間に時間順序を考える必要はない。そこで、以下のように仮定することができる。

仮定 2 時相状況の持つ視野・視点的な関係によってのみテンス・アスペクト表現が一意に得られる。

仮定 1, 仮定 2 に基づいて以下のように視野パラメータおよび視点パラメータを定義する。

視点 (point of view): 対象となる時相状況をどこから見ているかを表す。(a)参照する状況の内部に視点を置くか、(b)参照する状況を過去として見るように視点を置くかのいずれかの状態をとる。ここで、 S^{σ} の任意の時点 t について、 $t < \text{視点}$ であるとき、 $S^{\sigma} <_t$ 視点' と書く。

(a) 視点 $\in S^{\sigma}$

(b) $S^{\sigma} <_t$ 視点

視野 (field of view): 対象となる時相状況を (a) 全体的、継続的な広がりとして見るか、(b) 部分的、非継続的な対象として見るかを表す。対象となる時相状況の属性として以下のように記述する。

(a) S^{σ} [継続]

(b) S^{σ} [非継続]

視点パラメータは心的に事象を完了したと捉えるか未完了と捉えるかを表すパラメータであり、参照する時相状況の内部に視点を置いた場合には言語表現に「る」を使用し、参照する時相状況を過去として見る場合には言語表現に「た」を使用する。

視野パラメータは参照する時相状況を継続的なものとして見るか、点的なものとして見るかを定めるパラメータであり、パラメータ値が継続の場合には言語表現に「ている」を使用し、非継続の場合には「ている」を使用しない。

本稿で扱う四つのテンス・アスペクト表現は視野パラメータ、視点パラメータの組み合わせによって生成することができる。それぞれのパラメータの設定は時間位置から時相状況への写像によって行われ、視野設定写像、視点設定写像の合成により四通りの写像を考えることができる。視野・視点設定写像の組み合わせとテンス・アスペクト表現との関係を以下に示す。

視野パラメータ	視点パラメータ	
	心的未完了 (視点 $\in S^{\sigma}$)	心的完了 ($S^{\sigma} <_t$ 視点)
継続	ている	ていた
非継続	る	た

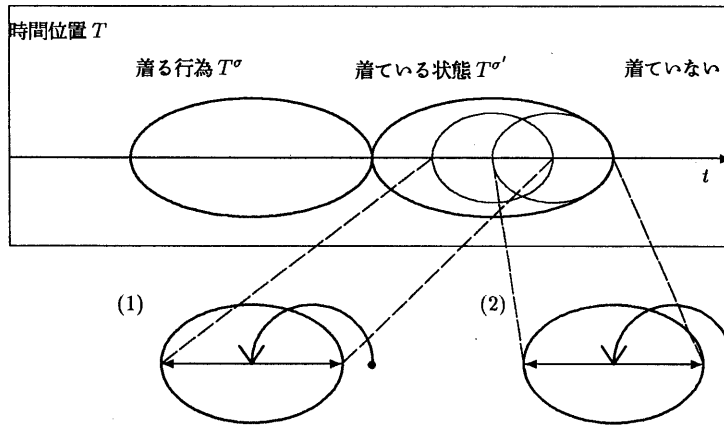


図 3: 時間位置と時相状況との関係

次に結果状態を表す「着ていた」という発話と進行状態を表す「着ていた」という発話を比較してみる。結果状態を述べた「着ていた」という発話を表す時相状況は図2に示したように「着る」という行為の結果として「着ている」状態を表す時間位置 $T^{o'}$ の一部分に対して視野パラメータを継続に設定し、視点パラメータを心的完了に設定したものである。また、進行状態を述べた「着ていた」という発話を表す時相状況は、実際に「着る」という行為を行っている時間位置 T^o の一部分に対して、視野パラメータを継続に設定し、視点パラメータを心的完了に設定したものである。進行の「着ていた」を表す写像を図4に示す。

結果状態と進行の二つの写像を比べてみると視野パラメータ・視点パラメータの設定に関してはまったく等しいことがわかる。これは上で述べた仮定に基づいて時間的視野・視点を設定したからである。

本稿では事象に関する時間位置に対して時間的視野・視点を設定する写像を行うことによりテンス・アスペクト表現を得るという仮定の下に、「る」「た」「ている」「ていた」の四つのテンス・アスペクト表現を適切に生成する根拠を与えることを目標としていた。そのためには、上記の四つのテンス・アスペクト表現は時間的視野・視点のみで決まっていることから、写像に関しては視野設定写像、視点設定写像の二種類を考えれば十分であることがわかる。したがって時相状況に関して言えば、これらの写像によって得られた時相状況を視野・視点に関して抽象化した四種類の時相状況の型だ

けを考えれば十分である。したがって、以降では、

抽象化: 視野設定写像と視点設定写像の合成写像によって得られた時相状況を抽象化して、時相状況の四種類の型だけを問題にすればよい

という前提で話を進めることにする。

3 テンス・アスペクト表現の生成

本章では前章で述べた四種類の時相状況の型のうちのどれを選択すれば適切にテンス・アスペクト表現を生成できるかということを考える。ここでは、四種類の時相状況の型のうち、発話の状況に応じてきわめて不自然な表現を生成してしまう時相状況への写像を排除して、適切な写像を残すという考え方を取る。

- (1) きのう計算機が止まった
- (2) きのうから計算機が止まっている
- (3) きのう計算機が止まる

例えば、(1)(2)は比較的容易に言い換え可能であるのに対し、(3)はかならずしも不可能ではないが文脈全体を大きく変換するような視点の変化を必要とするように思える。ここでは、(3)のような文の生成は考えないことにする。自然言語の柔軟さは状況に応じてさまざまなテンス・アスペクト表現を使用することを許すが、ここでは多様な状況に対応して

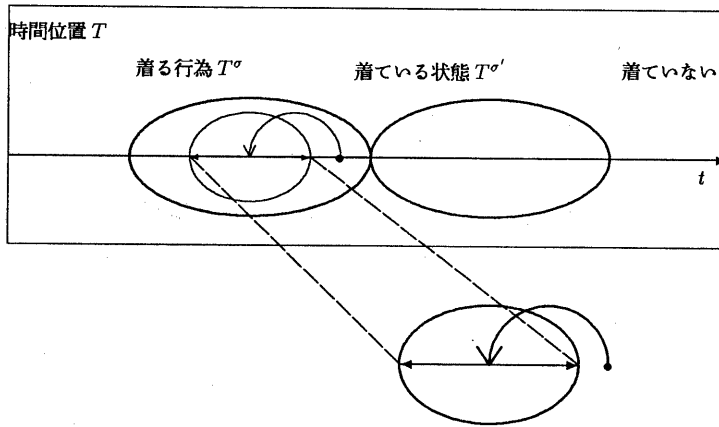


図 4: 進行の「着ていた」を設定する写像

実際に存在する自然言語文のすべてをカバーすることはあきらめて、自然言語生成における基本的な方策を与えることを考える。

また、テンス・アスペクト表現は時間を表す修飾語によって影響を受ける。例えば以下の四つの例文で(4)(7)は不自然さを伴う。

- (4) きのうから計算機が止まった
- (5) きのうから計算機が止まっている
- (6) きのう計算機が止まった
- (7) きのう計算機が止まっている

ここでは、時間を表す修飾語の影響は考えないものとし、上の例文はすべて生成できるようにする。さらに行為者、対象など、その事象のロールがどのようなものであるかということも考えない。したがって、事象の時間的性質と視野・視点と発話時点のみで、テンス・アスペクト表現の適切性を判断する。

以上の方針により以下の時間的パラメータを用いてテンス・アスペクト表現の適切性を判断する。

- 事象の時間位置 T^σ (time of event)
- 発話時点 (time of speech)
- 視点 (point of view)
- 視野 (field of view)

これらのパラメータのうち、視点、視野は写像によって設定される。事象の時間位置 T^σ は時間位置 T に含まれている。また、話者は発話時点と T^σ との関係を設定していると仮定する。 T^σ の任意の時点 t が、 ' $t < \text{発話時点}$ ' であるとき、 ' $T^\sigma <_t \text{発話時点}$ ' と書くことにする。発話時点と T^σ との関係は

$$\begin{aligned} & \text{発話時点} <_t T^\sigma \\ & \text{発話時点} \in T^\sigma \\ & T^\sigma <_t \text{発話時点} \end{aligned}$$

のうちのどれかを取る。ただし、 σ のうち「止まる」など瞬間的なものは、発話時点 $\in T^\sigma$ という関係を取ることができない。

さらに、「ある」「いる」、形容詞など状態性の σ を区別するためこれらの σ に状態性という属性を与え σ' と書く。

適切なテンス・アスペクト表現を得るための写像を選択するために以下の規則を設ける。

規則 1 “発話時点 $<_t T^\sigma$ ” の時に “心的完了 ($S^\sigma <_t \text{視点}$)” となる写像は行わない。

この規則はまだ生じていない状態性のない事象については「た」「ていた」という表現を使用しないということの意味する。例えば「明日計算機が止まった」「明日はこのセーターを着ていた」という表現を生成できないようにする。ただし、「金曜日には会議があった」とような状態性の事象には適用されない。

し、「金曜日には会議があった」のような状態性の事象には適用されない。

規則 2 “発話時点 $\in T^o$ ” の時に “非継続 (S^o [非継続])” となる写像は行わない。

この規則は現在生起している状態性のない事象については「る」「た」という表現を使用しないことを意味する。例えばセーター着る行為の最中に「セーターを着る」「セーターを着た」という表現を生成しないことを意味する。

規則 3 “ $T^o \prec_i$ 発話時間” の時に “心的未完了かつ非継続 (視点 $\in S^o$ [非継続])” となる写像は行わない。

この規則はすでに終結した事象については「る」という表現を使用しないことを意味する。例えば「昨日計算機が止まる」「昨日はこのセーターを着る」という表現は生成しない。

規則 4 「ある」「いる」など状態性の事象 (o^o) については、“継続 (S^o [継続])” となる写像は行わない。

この規則はいくつかの述語は「ている」を付けられないことを述べている。

以上の規則を用いて実際にテンス・アスペクト表現の生成を行う。目標は、以下のようにある事象を言語化しようとするときに \square の中のテンス・アスペクト表現を適切に生成することである。

例 1 明日は計算機が止ま \square 。 (発話時間 $\prec_i T^o$)

ここで発話時間と事象の時間位置との関係は話者によって設定されている。ここでは、発話時間 $\prec_i T^o$ である。この命題に関して前章で述べた四種類の写像を適用すると以下ようになる。

視点設定写像	視野設定写像	言語表現	判定
視点 $\in S^o$	S^o [非継続]	る	OK
$S^o \prec_i$ 視点	S^o [非継続]	た	×(規則 1)
視点 $\in S^o$	S^o [継続]	ている	OK
$S^o \prec_i$ 視点	S^o [継続]	ていた	×(規則 1)

例 2 昨日は計算機が止ま \square 。 ($S \prec_i$ 発話時間)

視点設定写像	視野設定写像	言語表現	判定
視点 $\in S^o$	S^o [非継続]	る	×(規則 3)
$S^o \prec_i$ 視点	S^o [非継続]	た	OK
視点 $\in S^o$	S^o [継続]	ている	OK
$S^o \prec_i$ 視点	S^o [継続]	ていた	OK

例 3 金曜日には会議があ \square 。 (発話時間 $\prec_i S$)

視点設定写像	視野設定写像	言語表現	判定
視点 $\in S^o$	S^o [非継続]	る	OK
$S^o \prec_i$ 視点	S^o [非継続]	た	OK
視点 $\in S^o$	S^o [継続]	ている	×(規則 4)
$S^o \prec_i$ 視点	S^o [継続]	ていた	×(規則 4)

上で述べた規則を用いて、いくつかの極めて不自然なテンス・アスペクト表現を生成しないようにすることができたが、自然なテンス・アスペクト表現のみを生成するためには、従属節、連体修飾、時の修飾語について考えなければならない。このことを調べるために、以下の文章の \square にこれまで述べた規則を用いて「る」「た」「ている」「ていた」のどれかをあてはめるといふ思考実験を行った。

例 4 マルチ PSI/V2 は、第五世代コンピュータ・プロジェクトにおける並列推論マシンの開発の一環として開発を行 \square 並列推論マシンであ \square 。第五世代コンピュータ・プロジェクトの目的の一つは、要素プロセッサ数が 1000 台規模の並列推論マシン (PIM) を実現させ \square ことであ \square 。マルチ PSI は、並列推論マシン上で効率良く実行させ \square 並列ソフトウェアの研究開発を進め \square ために、PIM の完成に先駆けて研究開発ツールとして使用され \square 疎結合の並列マシンであ \square 。

思考実験の結果を以下に示す。複数の表現が考えられるので複数の表現をいれてある。

思考実験による生成結果

マルチ PSI/V2 は、第五世代コンピュータ・プロジェクトにおける並列推論マシンの開発の一環として開発を行 { っている, っていた } 並列推論マシンであ { る, った }。第五世代コンピュータ・プロジェクトの目的の一つは、要素プロセッサ数が 1000 台規模の並列推論マシン (PIM) を実現させ { る, ている } ことであ { る, った }。マルチ PSI は、並列推論マシン上で効率良く実行させ { る, ている } 並列ソフトウェアの研究開発を進め { ている, ていた } ために、PIM の完成に先駆けて研究開発ツールとして使用され { ている, ていた } 疎結合の並列マシンであ { る, った }。

不自然な表現が生成される原因は以下の通りである。

1. 現在行われている事象に「ていた」を使用できること。
これは「25階でお弁当を売ってた」のような文は生成できるようにしているためである。
2. これから行われる事象に「ている」を使用できること。
これは「明日は計算機が止まっている」のような文は生成できるようにしているためである。

4 終わりに

時間位置を、視野設定写像と視点設定写像によって時相状況に写すことにより、「る」「た」「ている」「ていた」の四つのテンス・アスペクト表現を適切に生成する方法について述べた。

距離空間を弱い位相を持つ空間である時相状況に写像するという概念を導入することにより、言語化しようとする状況の大きさを考慮することなしに、視野と視点との相対的な関係のみでテンス・アスペクト表現を生成する方法が得られた。

しかしながら、本稿では対象となる事象の述語と視野、視点との関係だけを用いてテンス・アスペクト表現の適切性を判定しているため、必ずしも自然な表現が得られるとは限らない。より自然な表現を生成するためには従属節や連体修飾句内でのテンス・アスペクト表現や、時の修飾語との共起関係を調べなければならない。

逆に自然な表現であるにもかかわらず生成できないものがある。例えば「1791年にモーツァルトが死ぬ」のような歴史的事実、「わあ、動いた！動いた！」のような感嘆などである。このような文を生成するためには本稿で用いたパラメータ以外に仮想的にその時点で発話したかのように考えるための参照時点を設けて、発話時点と時間位置 T^o との関係を参照時点と時間位置 T^o に置き換えればよいと思われるが、どのような場合に参照時点が設定されるかについて考える必要がある。

参考文献

- [1] R. Cooper. Aspectual classes in situation semantics. Technical Report CSLI-84-14C, Center for the Study of Language and Information, 1985.

- [2] J.F.Allen. Towards a general theory of action and time. *Artificial Intelligence*, 1984.
- [3] 金田一春彦. 日本語動詞のテンスとアスペクト. 日本語動詞のアスペクト. むぎ書房, 1976.
- [4] S. Tojo. A temporal representation by a topology between situations. In *Proc. of SICONLP '90*. University of Seoul, 1990.
- [5] 東条 敏. 状況間のトポロジーによる時間の表現. 認知科学会 *R and I* 研究会 *SIGR&I 90-1*, 1990.
- [6] 東条敏, 池田光生, 安川秀樹. 時相状況の構造と表現. 90年度 ICOT NLU-PSG-STS-ETR 合同ワークショップ, 1991.
- [7] 寺村秀夫. テンス・アスペクトのコト的側面とムード的側面. 日本語学, Vol. 1., 1982.