

## 制約条件を用いた事象の時間構造の記述

玉野健一 松本裕治

{kenit-t,matsu}@is.aist-nara.ac.jp

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

自然言語の文において述べられている事象の順序関係を考えることは、そこで述べられている事象を理解する上で重要である。これを機械で扱うことを含めて手続的に処理するためには、事象の時間的構造や前後関係に関する形式的な記述法を整備する必要がある。本稿では、個別言語に固有な階層と言語に依存しない階層を分離し、動作相と時制の情報から事象および発話の時間的構造を記述する体系を提案する。

キーワード：時制、動詞、動作相、形態変化、印欧語

## A study of constraint based description of temporal structure

TAMANO Ken'iti, MATSUMOTO Yuji  
Graduate School of Information Science,  
Nara Institute of Science and Technology

It is important to consider the order of events in order to understand natural language texts. When we want to process the order of events by machines or computational procedures, it is necessary to define the formal representation system of the temporal structures and temporal order of events. This paper proposes a formal representation system of temporal structure of events, which consists of two components, morphological and semantical class. This system requires the information of Aktionsart and tense.

**Keywords:** tense, verb, Aktionsart, conjugation, Indo-European language.

### 1 はじめに

自然言語で我々が陳述しているものを一般に事象と呼ぶ。一連の陳述の中においては、事象の間に何らかの関係が存在する。

そのような関係には様々なものがあると考えられるが、ここでは時間的な関係を論点として考えてゆくこととしたい。

#### 1.1 時間的な関係

自然言語の文においては、種々の形式で時間的な関係が示されている。時間的な関係は、陳述されている事象の前後関係や、事象の局面を明らかにする上で重要な情報である。また、それによって因果関係を暗示することもできるものと考えられる。

従って、このような時間的な関係を自然言語の文から抽出することは、自然言語を理解する上で必要な情報を提供し、理解を助けるものである。

#### 1.2 今までの研究

論理の分野における時間的な関係についての研究は従来から行われている。一つには主としてプランニングや推論の観点から行われてきている時間論理の流れがあり、一方では言語現象としての時制に注目する時制論理の流れがある。

論理上で時間的な関係を表示し、その統語論・意味論を考える試みは、[McDermott82]ならびに[Allen84]の時間論理を基調として、数々行われている。それらの研究は、主として時間的な関係や因

果関係などについての推論、またプランニングなどを行うための理論的基盤として利用される。

また一方、言語現象としての時制を見れば、殊に印欧語において時間に関する現象が形態的に豊富である。言語学では時制に関する形態論、統語論、意味論、などの諸分野において研究が行われてきた。形態的な時制に関する現象を意味論的な見地から記述することは、[Reichenbach47]において基盤が生成せられている。これは時制の一致に対する意味論的な説明の試みであったが、その後の形式的な時制理論の基盤となった。

また、談話表示理論 ([Kamp93] など)の分野においても、文脈上の時間的な絆や関係などについて表示するための装置として時刻変数を導入し、その時間軸上の位置を計算する方式を構築している。

これらの研究においては、例えば時制の一致の現象を説明するために、言語の表層の形態変化を対象物としているところがある。一方では時制の時間的構造から説明を行うために、表層の形態変化の体系から離れたところでの議論が行われている部分もある。表層の時制などの形態変化を正確に捉え、かつその時間的構造をも視野に入れつつ説明を行うだけの規則体系を提示するには至っていない。

また、実際に自然言語の解析や生成などの機構において、動詞の形態変化に関わる部分に関して考えると、表層の時制などの形態変化の体系を捉えることと、そこで述べられている事象の構造を捉えることは、相互に連携していなければならない。つまり、これら二つの分野の研究を統合し、表層の形態から深層の事象の時間的構造に至る、またその逆の道筋を整備する必要がある。

## 2 基本的な考え方

表層の時間的表現の時間的な構造を表示し、それを考察してゆくときに問題となることに、一つの表層時制に置かれた動詞の時間的な意味が一つではない、ということが挙げられる。そこには、表層時制そのものが有している意味の幅の問題と、語彙項目によって変化する意味の幅の問題の二つが存在する。

なお、動詞の語彙的な曖昧性、つまり多義性についての議論はここでは行わない。これはここでの本質的な問題ではない。

### 2.1 表層時制の意味の幅

表層時制に置かれた動詞の時間的な意味が一つではない点に関しては、その時制に対応する深層への変換規則において意味の幅を持たせることとする。これはとりもなおさず、曖昧性を曖昧なままとして深層にまで持ち込むことである。人間はこれを、常識的な予想などによる判断や、文脈情報などからの推論を行うことによって理解しているものと考えられる。このような装置を考えることもできるが、今後の課題である。

### 2.2 動作相の問題

一方、語彙項目によって変化する意味の幅の問題に関しては、語彙項目に対応する事象を、その展開の様相によって分類し、その情報を以って深層の意味表示を変化させるようにする。これは、一般に動作相 (Aktionsart) と呼ばれる区別の範疇である。

動作相の分類に関しては [Vendler57] をはじめとする多くの先行研究が存在する。しかし、一般的な動作相の分類や研究を目してはいるものの、殆どの研究が英語の動詞を対象としており、また表層の語彙項目の多義性に関する注意が払われているものも少ない。ここでは、表層の語彙項目に対する動作相の分類を行わず、動詞が述べている事象に対して分類を行うこととした。

## 3 記述形式

[玉野 96] で提案した記述の形式について述べる。

これは、形式としては時点を装置として用いている [Reichenbach47] の体系を時区間を用いた記述に拡張したものとも考えることができる。

### 3.1 形式

[玉野 96] では、事象の時間的構造に関わるものとして、事象そのものの生じている時区間 (事象時区間) と、事象を観察している謂わば窓のようなものとしての時区間 (注視時区間) を用意し、この二つの時間的前後関係を以って発話ならびにそこに含まれる事象の時間的構造を記述した。(図 1)

それぞれの時区間は始点と終点の二時点の組として表現せられ、それぞれの時点については時間的な制約によって記述するものとしている。この制約

図 1: 陳述の時間的構造

発話時点 $S$ :	{ 時刻変数への制約 }	
	注視時区間 $V$ :	
始点 $V_i$ :	{ 時刻変数への制約 }	
終点 $V_f$ :	{ 時刻変数への制約 }	
事象時区間 $E$ :	長さ : { 点   有界   無界 }	
	方向 : { 無   有 }	
	始点 $E_i$ :	{ 時刻変数への制約 }
	終点 $E_f$ :	{ 時刻変数への制約 }

表 1: フランス語複合過去による制約条件

	点	有界	無界
有向	$E_i = E_f = V_i < S$	$E_f = V_i = V_f \leq S$	$V_i \leq S \leq V_f$
無向	$E_i = E_f = V_i = V_f < S$	$E_f = V_f \leq S$	$V_i = V_f < S$

は、互いの間の前後関係や、時刻定数との一致、または全く制約のない状態などを含むものである。

ここでは制約のない状態、つまり「判らない」状態を許容する。例えば事象の始まった時点が不明であっても構わない。これは、人間の発話によく見られる情報の欠落を考慮するからである。

(図 1) は原則的に一つの事象について一つ構成される。複文のように複数の事象が一文で述べられている場合については、複数の構造を併記する。

### 3.2 導出の概略

このような深層の意味表示を作るために、ここでは動作相と表層の時制との組み合わせによって満すべき制約条件を、あらかじめ定めておくこととした。

動作相については、次のような性質によって各事象を分類することとした。(表 2)

表 2: 動作相分類の基準

性質	値		
方向	無	有	
長さ	点	有界	無界

この分類に従って、各言語の各時制に置かれた事象がどのような時間的な構造を持つべきであるかを

用意する。例えばフランス語複合過去形に関しては表 1 のようなものが考えられる。

このような二つの装置を用意し、表層の動詞語彙項目に対する事象の動作相分類を行うことによって、図 1 のような事象の時間的構造が導出できる。

### 3.3 特徴

本体系では、時制による制約条件の有様や動作相の分類について、可能な限り、言語独立な部分と各言語固有な部分とを分離しようと試みている。また言語現象に関する説明についても、それがどの階層で説明すべきものであるのかを考察した上で規則化する。

一つには、普遍的な規則が考えられる。これには、例えば更の文が続く場合に成り立つ線型順序による規則などが挙げられる。これは、時間に関する接続詞や副詞など、何らかの時間的な言語表現によって変更されない限り成り立つと思われる。言語においては、暗黙のうちに、先に述べたことが先に起ったものである、という仮定が働いている。その順序を乱すときにだけ、様々な時制、特に完了相の時制が用いられるのである。

また、雨が降り始める前には雨は降っていない、などの事象の起承転結に関する常識的知識も、言語によらず成り立つ普遍的規則に分類できよう。

一方で、各言語によって異なる現象も存在する。これらは各言語に固有な規則として、表層と深層と

の変換において重要である。

基本的に時制の分布や用いられ方は各言語によって異なり、一概に基準を決めて分類するわけにはいかない。典型例が後述する(4.3節)英語の現在完了形とフランス語の複合過去形である。これらを各言語毎に規則化することによってより精度のよい分析ができる。

他にも、時制の一致の現象に対する説明は、基本的に各言語固有の規則として規則化される。これは、時制の一致を行う言語と行わない言語があったり、それによる時制の変化が言語によって異ったりすることを考えれば妥当なものである。

## 4 適用

上で述べた記述のための体系は、事象の前後関係について記述するものとしている。この上に、各言語について成り立つ規則を積み重ねることによって、実際の表層の言語現象についての解説が可能である。

上記の記述体系を用いて、実際の言語現象を説明する試みを以下に若干示す。

### 4.1 動作相と意味

事象によって同じ時制でも意味が異なることを、動作相の概念を導入して説明することは2.1節でも述べた。実際には表1のように、動作相によって違う制約条件を課すような表を作成しておくことになっている。

例えば *She is running.* と *She is dying.* は陳述している部分と、動詞によって示されている事象との関係が異っている。前者はまさに「run」している場面を陳述しており、後者は「die」する直前を陳述している。これを図示すると、次のようになるだろう。

図 2: *She is running.*

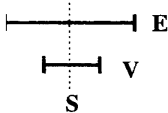
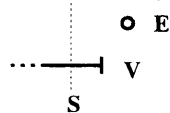


図 3: *She is dying.*



これを現在進行形に対する制約が異っている、と説明することができる。

これらの図から、run に対応する動作相の制約条件は、 $E_i < V_i < S < V_f < E_f$  であり、一方 die に対応する動作相の制約条件は、 $S \leq V_f < E_i$  であると言うことができる。

実際にはこのような用例から時制に関する制約条件を考えてゆくことになる。

### 4.2 時制の一致

単文の組み合わせから複文が生成されるときに、従属節の時制は様々な変化を示す。これは一般に時制の一致と呼ばれるが、この現象について説明を試みる。

#### 話法の転換

直接話法を間接話法に変換する場合、英語では時制の変化が生ずる。

直接話法	He said "I read a book".
間接話法	He said that he read a book.

上表のように直接話法においては現在形で語られているものが、間接話法では過去形となっている。

上の二文で述べられている事象のうち、彼が本を読んだことは同じである。異なるのはそれをどの時点からどのように観察して述べているか、という点であり、英語では間接話法に変換した場合にそれが変化するとと言える。

このような変化に対しては、英語では間接話法に変換した場合、従属節の発話時点が主節の発話時点に斉一化される、という規則を導入すればよい。一方、直接話法では発話の中身の発話時点は主節の事象時区間の中に収められることになる。事象時区間の中のどこに入るかは、主節の事象の動作相による。

一方、[和久利 60] によれば、ロシア語においては話法の転換に伴う時制の変化がない。(下表)

直接話法	Он сказал: «Я читаю книгу».
間接話法	Он сказал, что он читает книгу.

いずれの話法においても、主節の動詞「言う」は сказал という過去形に置かれているにも拘らず、従属節の動詞「読む」を表す читаю / читает は現在形に置かれている<sup>1</sup>。

<sup>1</sup>形態の違いは人称によるものである。

従って、ロシア語では上の英語の場合とは異り、話法に関らず従属節の発話時点は主節の事象時区間の中に収められる、とすればよい。

このような規則の階層は各言語に依存する階層である。

### 4.3 共起制限と時制

英語の現在完了形は、現在と切離された過去を表すような時間副詞とは共起しないことが知られている。例えば、**She read Herodotus yesterday.** は許容されるが、**She has read Herodotus yesterday.** は許容されない。

一方、英語の現在完了形と形態的にはほぼ平行する形式であるフランス語の複合過去形は、現在と切離された過去を表すような時間副詞との共起を発生する。すなわち、**Elle a lu La Chanson de Roland hier.** は、「彼女は昨日『ローランの歌』を読んだ」という意味の、正しい文として許容される。

この差異は、双方の時制によって発生する制約条件に違いがあることをもって説明できる。副詞に関しては今後の研究課題であるが、これは現在とは切離された時間に生じた事象を記述できるかどうか、という問題であると見做すこともできる。

ここで英語の現在完了形の場合、注視時区間は長さを持たない。即ち  $V_i = V_f$  である。また完了相の制約条件から、注視時区間と事象時区間の重なりは、事象時区間の終点になっている。つまり  $V_i = V_f = E_f$  である。一方、現在であることから発話時点と注視時区間は重ならなければならない。即ち  $S = V_i = V_f$  である。従って  $S = V_i = V_f = E_f$  となり、注視時区間、発話時点、事象の終点が一致している。従って、発話時点すなわち現在から切離された過去の事象を陳述することはできない。

一方、フランス語の複合過去形は、発話時点が注視時区間から離れることを許容していると考えられる。従って、注視時区間と事象時区間の関係は英語と同じであるものの、発話時点がそれよりも後に来ることができるため、発話時点すなわち現在から切離された過去の事象を陳述することもできると説明できる。

## 5 今後の研究

現段階は、図1に示した構造の基礎を提示した段階である。

この体系において、表層と深層の間の変換に関する規則を研究することは、言語現象の統一的な説明を行うことや、また複数言語間の翻訳における精度向上などに繋がる。

また、深層の構造からは事象の時間的な位置やその局面などが取得でき、ここでは時間的な推論などを行うための基盤を作ることができる。

今後考えなければならない問題としては、次のようなものがある。

1. 表層階層と深層階層との変換
2. 各言語の時制による制約条件の取得
3. 深層における規則性
4. 時間以外の関係の考察
5. 応用

### 5.1 表層階層と深層階層との変換

ここで提案した体系は、機械における実装を目的したものではなく、従って実際の自然言語の文からこのような形式的表現を得るための方法は考慮されていない。今後はこのような、機械における実装なども考えつつ、よりよい変換の方法などを考えることが必要である。

### 5.2 各言語の時制による制約条件の取得

実装など、実効的な処理を行うことを考えれば、表層の述語(主として動詞)から、その意味している事象の時間的な性質、すなわち表層の動作相を如何に決定するか、各言語の表層の時制に対する制約条件の付与を如何に効率的かつ効果的に行うか、などの問題を解決しなければならない。

以上の問題に対しては、結局、実際の用例を用いて情報を得る他はないものと考えられる。一例としては時間に関する副詞や接続詞との共起条件を考えることによって分類が可能ではないか、と考えられる。

### 5.3 深層における規則性

また、本稿で述べたように、実際の言語現象の大部分は各言語個別の規則として説明される。本稿で

提案した深層の体系自体には殆ど何ら実効的な規則は存在していない。今後、深層の体系において成立する規則や制約、またそこで用いることのできる計算規則などについての考察も行わなければならない。

#### 5.4 時間以外の関係の考察

印欧語における動詞の形態変化は時制のみに留まらず、法や態などの概念をも含む。一体、時制も純然たる時間関係の表示ではなく、話者の信念や叙述の態度を示す要素が含まれる。このような、叙述態度などの要素を取り込むことも、考察に値するものとする。

#### 5.5 応用

この体系を言語処理へ応用することも考えなくてはならない。

第一に考えられるのは、時間の表現に差のある言語間の翻訳などのシステムへの応用である。本稿で挙げたように、印欧語の中でも言語によってその時制システムは様々である。フランス語とイタリア語のように、同じイタリック語派に属している言語の間でも差はあり、このような言語間の翻訳において、本体系のような言語に依存しない時間表現は中間言語であるとも言える。

また、深層構造からは事象の生じた時間に関する情報が抽出でき、これは推論やプランニングなどの分野の用に供することが期待できる。

### 6 まとめ

事象の時間的構造に関する記述形式について提案を行った。これは、事象の生じている時区間と、それを観察している時区間、および発話の時点と、始点終点に課せられる時間的制約によって表示し、発話における時間的構造を記述するものである。この形式には時制が何であるか、と事象の動作相の情報を用いて変換する。

また、この構造を用いて言語現象を説明し、時間的な関係を抽出するために整備すべき規則は、各言語に依存するものと独立したものの二つの階層に分けて整備すべきであることを述べた。

### 参考文献

- [Allen84] Allen, J. F.: *Towards a General Theory of Action and Time*, *Artificial Intelligence*, Vol. 23, pp. 123–154 (1984).
- [Kamp93] Kamp, H. and Reyle, U.: *From Discourse to Logic*, No. 42 in *Studies in Linguistics and Philosophy*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Nederland (1993).
- [McDermott82] McDermott, D.: *A Temporal Logic for Reasoning about Processes and Plans*, *Cognitive Science*, Vol. 6, No. 2, pp. 101–155 (1982).
- [Reichenbach47] Reichenbach, H.: *Elements of symbolic logic*, Collier-Macmillan, London, England (1947).
- [Vendler57] Vendler, Z.: *Verbs and Times*, *The Philosophical Review*, Vol. 66, pp. 143–160 (1957).
- [玉野 96] 玉野健一：動詞形態変化の形式意味論的研究 (NAIST-IS-MT9451071), 修士論文, 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科, 奈良 (1996).
- [和久利 60] 和久利誓一：テーブル式ロシア語便覧, 評論社, 東京 (1960).