

## 動的意味論を用いた漸進的談話解釈モデル

松原 茂樹† 外山 勝彦‡ 稲垣 康善†

† 名古屋大学工学部

‡ 中京大学情報科学部

## 1 はじめに

漸進的解釈 (incremental interpretation) とは、文あるいは談話を語単位でその出現順序に従って順次解釈することをいう。人間が言語理解過程において漸進的解釈を行なうことは心理学の分野で実証されている [1], [12]。また、計算言語学の分野でも、漸進的解釈の計算モデルがいくつか提案されており、自然言語の曖昧性を効率的に解消する方法を与えるのに用いられている [5], [8]。これらのなかで、漸進的解釈の必要性は対話理解において一層顕著である [10]。しかしながら、これまで提案された漸進的解釈の枠組は談話を対象とするものでなく、それらの枠組でもって対話理解をモデル化することは難しく、談話の漸進的解釈に関する基礎理論の確立が重要な課題として望まれている。

一方、談話解釈には動的解釈が不可欠である [13]。動的解釈とは、言語表現と文脈との間の相互作用、すなわち、言語表現の意図している意味が文脈に依存して決定され、かつ、その意味により新たな文脈が形成されることをいう。近年、その重要性の認識に伴い、このような自然言語の動的解釈に関する研究は活発におこなわれている。なかでも動的意味論 (dynamic semantics) は、論理式の意味を情報の更新と捉える意味論であり [4]、遷移系 (transition system) との関連で捉えることができる [2]。すなわち、遷移系は状態の集合と状態間の到達可能関係との組で定義されるため、論理式の動的な意味を遷移系における到達可能関係と見なせる。よって、論理式を解釈するごとに状態が遷移するモデルを構成できる。このモデルにおいて状態を文脈と見なすと、文脈に依存して論理式が解釈され、かつ、その解釈によって新たな文脈に遷移するという動的解釈を実現できる。さらに、語に対して到達可能関係を規定すれば漸進的解釈が実現可能となる。

このような考え方に基づいて、本報告では、動的意味論を用いた談話の漸進的解釈モデルを提案する。具体的には、語に動的意味論を与えその上で遷移系を構成し、談話を漸進的にかつ動的に解釈することにより、談話を理解しながら文脈と相互作用することが可能なモデルを提案する。

本論文の構成は以下の通りである。まず2節では、本報告で提案するモデルの基本的アイデアについて述べる。3節で動的意味論を用いた漸進的解釈のモデル化について説明し、4節で関連研究との比較を与える。

## 2 動的意味論と漸進的解釈

本節では、動的意味論 [4] が漸進的解釈とどのように関連するのかについて述べる。2.1 節では、その準備として動的意味論とその遷移系について、例を用いて説明する。なお、動的意味論とよばれる枠組には、談話表示理論 (Discourse Representation Theory: DRT) [7]、更新の論理 (Update Logic) [4]、動的述語論理 (Dynamic Predicate Logic: 以下 DPL) [3] などがあるが、本報告では DPL を取り上げる。また、2.2 節では DPL を用いたときの漸進的解釈の問題点を指摘し、それに対して動的意味論を用いて漸進的解釈をモデル化するための基本的アイデアを示す。

## 2.1 動的意味論と遷移系

次の (1) は文にまたがる照応関係を含む談話である。

*A man walks. He whistles.* (1)

談話 (1) を 1 階述語論理式へ構成的に変換すると、

$\exists x(\text{man}(x) \wedge \text{walk}(x)) \wedge \text{whistle}(x)$  (2)

となる。以下では、論理式 (2) の DPL における解釈について述べる [3]。

まず、2 項組  $M = \langle D, F \rangle$  を構造という。ここで、 $D$  は個体の集合、 $F$  は  $n$  引数述語記号  $p$  に対して  $F(p) \subseteq D^n$  を対応づける写像である。また、付値関数  $g$  は変数  $x$  に個体  $g(x) \in D$  を割り当てる関数であり、 $h[x]g$  で付値関数  $h$  と  $g$  とでは変数  $x$  以外のすべての変数について同じ値を割り当てることを意味する。以下のように構造ならびに付値関数によって論理式の意味を定める。

**定義 2.1**  $G$  をすべての付値関数の集合とすると、論理式  $\phi$  に対して、 $[\phi]_M \subseteq G \times G$  を対応づける意味評価  $[\ ]_M$  を次に定義する。以下では添字  $M$  を省略する。

$[p(x_1, \dots, x_n)] = \{ \langle g, h \rangle \mid h = g, \langle h(x_1), \dots, h(x_n) \rangle \in F(p) \}$

$[\phi \wedge \psi] = \{ \langle g, h \rangle \mid \exists k : \langle g, k \rangle \in [\phi], \langle k, h \rangle \in [\psi] \}$

$[\exists x \phi] = \{ \langle g, h \rangle \mid \exists k : k[x]g, \langle k, h \rangle \in [\phi] \}$

定義 2.1 より、論理式 (2) の意味は次のようになる。

$$[\exists x(\text{man}(x) \wedge \text{walk}(x, y) \wedge \text{whistle}(x))] = \{ \langle g, h \rangle \mid h[x]g, h(x) \in F(\text{man}), h(x) \in F(\text{walk}), h(x) \in F(\text{whistle}) \}$$
 (3)

論理式 (2) において  $\text{whistle}(x)$  の変数  $x$  は自由である。しかし、DPL の意味論によれば、 $\text{walk}(x)$  の変数  $x$  と同一の値が割り当てられる。これは照応が解決されたことを示す。

次に、動的意味論に基づく遷移系について述べる[2]. 遷移系は論理式の集合を $\Phi$ とすると、2項組 $T = \langle 2^G, \{[\phi]\}_{\phi \in \Phi} \rangle$ で定義される。 $q \subseteq G$ が状態とよぶとき、遷移系 $T$ は論理式の解釈による状態遷移を規定する。

**定義 2.2** 状態 $q \subseteq G$ のもとで論理式 $\phi \in \Phi$ を解釈したとき、遷移後の状態 $[\phi](q) \subseteq G$ は遷移系 $T$ により、

$$[\phi](q) = \{h \mid g \in q, \langle g, h \rangle \in [\phi]\} \quad (4)$$

で与えられる。従って、各論理式に対しては次のように規定できる。

$$\begin{aligned} [p(x_1, \dots, x_n)](q) &= q \cap \{g \mid \langle g(x_1), \dots, g(x_n) \rangle \in F(p)\} \\ [\phi \wedge \psi](q) &= [\psi]([\phi](q)) \\ [\exists x \phi](q) &= [\phi](\bigcup_{g \in q} \{h \mid h[x]g\}) \end{aligned}$$

状態 $q \subseteq G$ で論理式(2)を解釈したとき、遷移後の状態は定義2.2より、

$$\begin{aligned} &[\exists x(man(x) \wedge walk(x) \wedge whistle(x))](q) \\ &= \bigcup_{g \in q} \{h \mid h[x]g, h(x) \in F(man), \\ &\quad h(x) \in F(walk), h(x) \in F(whistle)\} \end{aligned} \quad (5)$$

となる。このように論理式の意味を付値関数間の関係と規定することによって、論理式の解釈による状態遷移をモデル化できる。

## 2.2 動的意味論による漸進的解釈のモデル化

論理式の解釈により状態が遷移するという見方は、一見、漸進的解釈に適しているように思われる。ところが、漸進的解釈では語を解釈することに状態が遷移する必要があるのに対して、2.1節で示したような遷移系が与える状態の遷移は論理式の構造によって決定される。このためMilwardは、動的意味論が漸進的解釈のための意味論として適切でないと主張している[9]。以下では、動的意味論と漸進的解釈との関連性について述べる。

論理式(2)の解釈による状態遷移について、定義2.2より式(6)が成立する。

$$\begin{aligned} &[\exists x(man(x) \wedge walk(x) \wedge whistle(x))](q) \\ &= [whistle(x)]([\exists x(man(x) \wedge walk(x))](q)) \end{aligned} \quad (6)$$

また、仮に

$$[\exists x](q) = \bigcup_{g \in q} \{h \mid h[x]g\} \quad (7)$$

と定めると、定義2.2の $[\exists x \phi](a)$ は、 $[\phi]([\exists x](q))$ と表せる。よって、式(6)より、

$$\begin{aligned} &[\exists x(man(x) \wedge walk(x) \wedge whistle(x))](q) \\ &= [whistle(x)]([man(x) \wedge walk(x)]([\exists x](q))) \\ &= [whistle(x)]([walk(x)]([man(x)]([\exists x](q)))) \end{aligned} \quad (8)$$

が成り立つ。いま、語 $w$ の意味を $\llbracket w \rrbracket$ で表す。談話(1)を構成する語の意味 $\llbracket a \rrbracket, \llbracket man \rrbracket, \llbracket walks \rrbracket, \llbracket whistles \rrbracket$ を、それぞれ、 $[\exists x], [man(x)], [walk(x)], [whistle(x)]$ とする。このとき式(8)より、

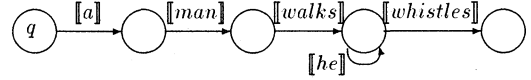


図 1: 談話 (1) に対する状態遷移図

$$\begin{aligned} &[\exists x(man(x) \wedge walk(x) \wedge whistle(x))](q) \\ &= \llbracket whistles \rrbracket(\llbracket walks \rrbracket(\llbracket man \rrbracket(\llbracket a \rrbracket(q)))) \end{aligned} \quad (9)$$

となる。これは、語に動的意味論を与えることによって語の解釈による状態遷移が実現可能となることを示唆する(図1)。

これらの考察から、次節では、語に対する動的意味論を規定し、その上で遷移系を構成することにより、談話の漸進的解釈の形式的モデルを提案する。

## 3 談話の漸進的解釈モデル

本節では、談話の漸進的解釈モデルについて述べる。まず、3.1節で語に対する意味論を示す。3.2節では漸進的解釈モデルを定義する。

### 3.1 語の意味

以下では、自然言語の単語を語といい、そのすべての集合を $W$ とする。 $W$ には、コンマ(“,”)、ピリオド(“.”)も含まれる。

**定義 3.1** 語はその範疇により次のように分類される。なお、範疇 $A$ に対して $B_A \subseteq W$ でもって範疇 $A$ の語の集合を示す。

- (1)  $B_{CN}$ (普通名詞) =  $\{man, boy, car, book, \dots\}$
- (2)  $B_{TN}$ (固有名詞) =  $\{Sue, John, Mary, \dots\}$
- (3)  $B_{PN}$ (代名詞) =  $\{she, him, it, \dots\}$
- (4)  $B_{IV}$ (自動詞) =  $\{walks, whistles, ran, \dots\}$
- (5)  $B_{TV}$ (他動詞) =  $\{loves, owns, saw, \dots\}$
- (6)  $B_{AD}$ (形容詞) =  $\{new, pretty, happy, \dots\}$
- (7)  $B_{AR}$ (不定冠詞) =  $\{a, an\}$
- (8)  $B_{AE}$ (定冠詞) =  $\{the\}$
- (9)  $B_{CP}$ (コンマ、ピリオド) =  $\{“,”, “.”\}$

次に語の動的意味論を定義する。

**定義 3.2** 次のような組 $M = \langle D, I \rangle$ を構造という。ただし、

- (1)  $D$ は個体の空でない集合である。
- (2)  $I$ は $W$ を定義域とする写像で、 $w \in B_{CN} \cup B_{TN} \cup B_{PN} \cup B_{IV} \cup B_{AD}$ に対して $I(w) \subseteq D$ 、 $w \in B_{TV}$ に対して $I(w) \subseteq D \times D$ 。

このような構造でもって語に意味を与えるため、変数、ならびに、変数に $D$ の元を対応づける付値関数を用いる。以下では、変数の集合を $V$ 、付値関数の集合を $G$

とする。また、変数の空でない系列  $t \in V^n$  と付値関数  $g \in G$  との対  $(t, g)$  を状況という。

例 3.1  $x, y$  を変数,  $g, h$  を付値関数とするととき

$$(x, g), (xy, h), (xyx, g)$$

は状況である。

定義 3.3  $S \subseteq V^n \times G$  を状況の集合とする。また,  $\text{Range}(g) \subseteq D$  で付値関数  $g$  の値域を示すものとする。このとき、構造  $M$  のもとで語  $w \in W$  に意味を与える写像  $\llbracket \cdot \rrbracket_M : W \rightarrow \mathcal{P}(S \times S)$  を次のように定義する。なお、以下では、構造を示す添字  $M$  を省略する。

- (1)  $\llbracket w \in B_{CN} \rrbracket$   
 $= \{ \langle (x, g), (y, h) \rangle \mid y = x, h = g, h(y) \in I(w) \}$   
 $\cup \{ \langle (xy, g), (z, h) \rangle \mid z = y, h = g, h(z) \in I(w) \}$
- (2)  $\llbracket w \in B_{TN} \rrbracket$   
 $= \{ \langle (x, g), (y, h) \rangle \mid y = x, h[y]g, h(y) \in I(w) \}$   
 $\cup \{ \langle (xy, g), (z, h) \rangle \mid z = y, h[z]g, h(z) \in I(w) \}$
- (3)  $\llbracket w \in B_{PN} \rrbracket$   
 $= \{ \langle (x, g), (y, h) \rangle \mid y = x, h = g, \}$   
 $\cup \{ \langle (xy, g), (z, h) \rangle \mid z = y, h = g \}$
- (4)  $\llbracket w \in B_{IV} \rrbracket$   
 $= \{ \langle (x, g), (y, h) \rangle \mid y = x, h = g, h(y) \in I(w) \}$   
 $\cup \{ \langle (xy, g), (z, h) \rangle \mid z = y, h = g, h(z) \in I(w) \}$
- (5)  $\llbracket w \in B_{TV} \rrbracket$   
 $= \{ \langle (x, g), (xy, h) \rangle \mid h = g, \langle h(y), h(z) \rangle \in I(w) \}$   
 $\cup \{ \langle (xy, g), (xy, h) \rangle \mid h = g, \langle h(z), h(v) \rangle \in I(w) \}$
- (6)  $\llbracket w \in B_{AJ} \rrbracket$   
 $= \{ \langle (x, g), (y, h) \rangle \mid y = x, h = g, h(y) \in I(w) \}$   
 $\cup \{ \langle (xy, g), (z, h) \rangle \mid z = y, h = g, h(z) \in I(w) \}$
- (7)  $\llbracket w \in B_{AR} \rrbracket$   
 $= \{ \langle (x, g), (y, h) \rangle \mid y = x, h[y]g \}$   
 $\cup \{ \langle (xy, g), (z, h) \rangle \mid z = y, h[z]g \}$
- (8)  $\llbracket w \in B_{AE} \rrbracket$   
 $= \{ \langle (x, g), (y, h) \rangle \mid y = x, h[y]g, h(y) \in \text{Range}(g) \}$   
 $\cup \{ \langle (xy, g), (z, h) \rangle \mid z = y, h[z]g, h(z) \in \text{Range}(g) \}$
- (9)  $\llbracket w \in B_{CP} \rrbracket$   
 $= \{ \langle (x, g), (y, h) \rangle \mid y \neq x, h = g \}$   
 $\cup \{ \langle (xy, g), (z, h) \rangle \mid z \neq y, h = g \}$

このように語の意味を状況間の関係と定める。各語の意味は、語の解釈による状況から状況への遷移関係を示す。

例 3.2 語 Sue, loves, a, man の意味を次に示す。

$$\begin{aligned} \llbracket \text{Sue} \in B_{TN} \rrbracket &= \{ \langle (x, g), (x, h) \rangle \mid h[x]g, h(x) \in I(\text{Sue}) \} \\ &\cup \{ \langle (xy, g), (y, h) \rangle \mid h[x]g, h(x) \in I(\text{Sue}) \} \\ \llbracket \text{loves} \in B_{TV} \rrbracket &= \{ \langle (x, g), (xy, g) \rangle \mid \langle g(x), g(y) \rangle \in I(\text{loves}) \} \\ &\cup \{ \langle (xy, g), (xy, g) \rangle \mid \langle g(x), g(y) \rangle \in I(\text{loves}) \} \\ \llbracket a \in B_{AR} \rrbracket &= \{ \langle (x, g), (x, h) \rangle \mid h[x]g \} \\ &\cup \{ \langle (xy, g), (y, h) \rangle \mid h[y]g \} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \llbracket \text{man} \in B_{CN} \rrbracket &= \{ \langle (x, g), (x, g) \rangle \mid g(x) \in I(\text{man}) \} \\ &\cup \{ \langle (xy, g), (y, g) \rangle \mid g(y) \in I(\text{man}) \} \end{aligned}$$

### 3.2 漸進的解釈モデル

以下では、談話の漸進的解釈モデルを定義する。また、モデルを用いた談話解釈例を示す。

定義 3.4  $S \subseteq V^n \times G$  を状況の集合,  $\llbracket w \rrbracket$  を語  $w \in W \subseteq S \times S$  の意味とする。このとき、2項組  $T = \langle 2^S, \{ \llbracket w \rrbracket \}_{w \in W} \rangle$  を漸進的解釈モデルという。

以下では、状況の集合  $q \subseteq S$  を状態という。漸進的解釈モデルによる状態遷移は次のように定義される。

定義 3.5  $q \subseteq S$  を状態とする。状態  $q$  で語  $w \in W$  を解釈したとき、遷移後の状態  $\llbracket w \rrbracket(q)$  は漸進的解釈モデル  $T$  により、

$$\llbracket w \rrbracket(q) = \{ j \mid i \in q, \langle i, j \rangle \in \llbracket w \rrbracket \}$$

で与えられる。

$\llbracket w \rrbracket(q)$  は語  $w$  を解釈した時点での文脈を表現する。

例 3.3 照応関係を含む談話 Sue loves a man. She saw him の漸進的解釈例を示す<sup>1</sup>。なお、解釈前の状態を  $q_0 = \{ \langle x, f \rangle \mid \exists v : f(v) \in F(\text{man}) \}$  とする。状態  $q_0$  は男の人がいるという文脈を表現する。

$$\begin{aligned} q_1 &= \llbracket \text{Sue} \rrbracket(q_0) \\ &= \{ \langle x, g \rangle \mid \exists v \exists f : g[x]f, g(v) \in F(\text{man}), g(x) \in F(\text{Sue}) \} \\ q_2 &= \llbracket \text{loves} \rrbracket(q_1) \\ &= \{ \langle xy, g \rangle \mid \exists v \exists f : g[x]f, g(v) \in F(\text{man}), g(x) \in F(\text{Sue}), \langle g(x), g(y) \rangle \in F(\text{loves}) \} \\ q_3 &= \llbracket a \rrbracket(q_2) \\ &= \{ \langle y, h \rangle \mid \exists v \exists x \exists f : h[x]y, f, h(v) \in F(\text{man}), h(x) \in F(\text{Sue}), \langle h(x), h(y) \rangle \in F(\text{loves}) \} \\ q_4 &= \llbracket \text{man} \rrbracket(q_3) \\ &= \{ \langle y, h \rangle \mid \exists v \exists x \exists f : h[x]y, f, h(v) \in F(\text{man}), h(x) \in F(\text{Sue}), \langle h(x), h(y) \rangle \in F(\text{loves}), h(y) \in F(\text{man}) \} \\ q_5 &= \llbracket . \rrbracket(q_4) \\ &= \{ \langle z, h \rangle \mid \exists v \exists x \exists y \exists f : h[x]y, f, h(v) \in F(\text{man}), h(x) \in F(\text{Sue}), \langle h(x), h(y) \rangle \in F(\text{loves}), h(y) \in F(\text{man}) \} \\ q_6 &= \llbracket \text{he} \rrbracket(q_5) \\ &= \{ \langle x, h \rangle \mid \exists v \exists y \exists f : h[x]y, f, h(v) \in F(\text{man}), h(x) \in F(\text{Sue}), \langle h(x), h(y) \rangle \in F(\text{loves}), h(y) \in F(\text{man}) \} \\ q_7 &= \llbracket \text{saw} \rrbracket(q_6) \\ &= \{ \langle xu, h \rangle \mid \exists v \exists y \exists f : h[x]y, f, h(v) \in F(\text{man}), h(x) \in F(\text{Sue}), \langle h(x), h(y) \rangle \in F(\text{loves}), h(y) \in F(\text{man}), \langle h(x), h(u) \rangle \in F(\text{saw}) \} \end{aligned}$$

<sup>1</sup> 本報告では、照応解決手法については述べない。詳細は [11] を参照されたい。

$q_8 = [him](q_7)$

$= \{(y, h) | \exists v \exists y \exists f : h[x, y]f, h(v) \in F(man), h(x) \in F(Sue), \langle h(x), h(y) \rangle \in F(likes), h(y) \in F(man), \langle h(x), h(y) \rangle \in F(saw)\}$

ここで提案したモデルは語の解釈による状態遷移を与えるものであり、談話を動的にかつ漸進的に解釈することができる。

#### 4 従来の関連研究との比較

これまで提案されてきた漸進的解釈の計算モデルは、主に、自然言語の曖昧性解消に用いられた [6]。統語的に曖昧な文に対してすべての可能な統語解析結果を求める方法では、排除されるであろう多くの解析結果を生成することになり、効率が悪い。よって、できる限り早い段階で曖昧性を解消するために漸進的解釈を用いる。Mellish は曖昧性を早期に解消するモデルを提案した [8]。ところがその枠組は厳密に左から右へ解釈が進行するモデルではなかった。そこで Haddock は、Mellish の枠組を洗練し、定名詞句を漸進的に解釈するモデルを提案した [5]。Haddock のモデルでは、語を解釈するごとに名詞句の指示対象に関する制約を生成、蓄積し、制約充足処理をおこなう。指示対象が唯一に定まったとき、そこが名詞句の終了時点であるとみなす。よって、名詞句の後に続く前置詞句が、動詞を修飾するのか、あるいは、名詞句を修飾するのかという曖昧性を早期に解消できる [1]。ただし、制約充足処理は与えられた文脈に依存するが、新たな文脈を構成することはない。よって、Haddock のモデルは動的解釈を実現していない。

それに対して本報告で提案した漸進的解釈モデルは、談話理解で必要不可欠な動的解釈を実現する。例えば、不定名詞句の解釈によって新たな対象を文脈に導入することができる。すなわち、文脈を動的に扱うことができる。

一方、Milward は  $\lambda$  計算を用いて漸進的解釈をおこなうモデルを提案した [9]。Milward のモデルでは、状態を  $\lambda$  項で表現し、また、語の意味も  $\lambda$  項で表す。状態遷移は状態表現と語の意味表現との  $\lambda$  変換に基づく。しかし、Milward の枠組での解釈対象は一文の範囲に限られており、談話を解釈することはできない。さらに、不定名詞句、あるいは、定名詞句を含む文に対する漸進的解釈については明らかでない。

それに対して、本報告の漸進的解釈モデルは談話を対象とする。また、不定名詞句および定名詞句についても妥当な解釈を与える。

#### 5 むすび

柔軟な対話理解をモデル化するために、談話の漸進的解釈に関する基礎理論の確立が望まれる。また、談話理論としては、解釈が動的なものが要求される。

本報告では、以上の認識に基づき、動的意味論を用いた談話の漸進的解釈の形式的モデルを提案した。本モデルは、談話を語の連鎖と捉え、談話理解過程を語の動的解釈過程と見なすことで、談話の漸進的解釈を実現する。このような観点から見て、本報告で述べたモデルは談話の漸進的解釈に関する基礎理論として位置付けられる。

なお本報告で想定する談話とは、情報が単調に増加するものである。しかし、本来、そのような範疇に属さない談話も多くみられる。また実際、人間が漸進的に解釈できない談話も存在する。このような談話をも含めた言語理解のモデル化は今後の課題である。

#### 参考文献

- [1] Altmann, G. T. M. and Steedman, M. J.: Interaction with Context During Human Sentence Processing. *Cognition*, **30**, pp. 191-238 (1988).
- [2] Fernand, T.: Transition Systems and Dynamic Semantics, *LNAI*, **633**, pp. 232-251 (1992).
- [3] Groendijk, J. and Stokhof, M.: Dynamic Predicate Logic, *Linguistics and Philosophy*, **14**, pp. 39-100 (1991).
- [4] Groendijk, J. and Stokhof, M.: Two Theories of Dynamic Semantics, *LNAI*, **478**, pp. 55-64 (1990).
- [5] Haddock, N. J.: Incremental Interpretation and Combinatory Categorical Grammar, *IJCAI'87*, pp. 661-663 (1987).
- [6] Haddock, N. J.: Computational Models of Incremental Semantic Interpretation, *Language and Cognitive Processes*, **4**, (3/4), pp. 337-368 (1989).
- [7] Kamp, H.: Discourse Representation Theory, What it is and Where it Ought to Go, *Natural Language at the Computer*, **LNCS**, **320**, pp. 85-111 (1988).
- [8] Mellish, C. S.: *Computer Interpretation of Natural Language Descriptions*, Ellis Horwood Limited (1985). 田中穂積 (訳): 自然言語意味理解の基礎, サイエンス社 (1987).
- [9] Milward, D.: Dynamics, Dependency Grammar and Incremental Interpretation, *COLING 92*, pp. 1095-1099 (1992).
- [10] Milward, D., and Cooper, R.: Incremental Interpretation: Applications, Theory, and Relationship to Dynamic Semantics, *COLING 94*, pp. 748-754 (1994).
- [11] 松原, 外山, 稲垣: 発話の連続性に基づく談話理解モデルを用いた照応解決, 人工知能学会第 8 回全国大会, pp. 619-622 (1994.6).
- [12] Sanford, A. J. and Garrod, S. C.: What, When, and How?: Questions of Immediacy in Anaphoric Reference Resolution, *Language and Cognitive Processes*, **4**, No. 3/4, pp. 235-262 (1989).
- [13] 白井 賢一郎: 自然言語の意味論 - モンタギューから状況への展開 -, 産業図書 (1990).