



## Kobe Shoin Women's University Repository

Title	量化研究の概要 A Review of Researches an Quantification
Author(s)	郡司 隆男 (GUNJI Takao)
<i>Citation</i>	Theoretical and applied linguistics at Kobe Shoin, No.4 : 31-56
Issue Date	2001
Resource Type	Bulletin Paper / 紀要論文
Resource Version	
URL	
Right	
Additional Information	

## 量化研究の概要\*

郡司 隆男

---

### A Review of Researches on Quantification

GUNJI Takao

#### Abstract

This brief article reports what was presented at the symposium on quantification at the annual meeting of the Linguistic Society of Japan, held at Nagoya Gakuin University on November 25, 2000. In this talk, a brief overview of the treatment of quantification in natural language semantics was given. The talk starts with the problem of propositional logic and need for predicate logic. Then, it is shown that the concept of quantification is extended in the generalized quantifier approach. The second half focuses on the treatment of what has been called donkey sentences and reviews several major approaches to this problem, including the discourse representation theory, E-type pronouns, and dynamic binding.

本稿は 2000 年 11 月 25 日に開かれた日本言語学会第 121 回大会公開シンポジウム「量化—意味論は行き詰まっているか」における発表の

---

\*本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究 (B) 「言語における制約間のインターフェースに関する総合的研究」(平成 13 年度～平成 16 年度、研究代表者: 西垣内泰介、課題番号 12410129) を受けている。

*Theoretical and Applied Linguistics at Kobe Shoin* 4, 31–56, 2001.  
© Kobe Shoin Institute for Linguistic Sciences.

概要である。<sup>2</sup>本発表では、自然言語における量化の扱いを概観した。まず命題論理のもつ問題点と述語論理の必要性を指摘した後、量化の概念が一般化量化子のアプローチで拡大されることを見た。後半はロバ文と呼ばれている現象の扱いに絞り、談話表示理論、E-type 代名詞、動的意味論などの主なアプローチを概説した

## 1. はじめに

本発表では、形式意味論において量化の問題がどのように扱われてきたかを、発表者の知る限りにおいて概要を紹介し、本シンポジウムの続く発表に対する理解を深めることを目的とする。なお、以下では、論理式まがいの表現はあくまでも直観的に理解してもらうことを目指した簡易表現である。

言語の意味を形式的に記述するという試みはアリストテレスの時代からあったわけだが、近代の命題論理がそれをより一般的な形で形式化し、さらに自然言語の文の統語的構造によりよく沿った形の形式化として述語論理の体系が整備され、それとともに、量化現象とその表現が論理の中でも中心的な話題となってきた。

### 1.1 形式意味論において、量化の問題はどのように扱われてきたか

スライド1に示すように、形式意味論のもっとも簡単な形式化である命題論理では、1文を1つの命題記号であらわすために、文の統論的な構造は見えてこない。後に見るように、量化は自然言語の統語構造と密接に結びついているために、このままでは量化は扱えないのである。

一方、自然言語の統語構造をある程度反映する述語論理においては、文の中の動詞（句）相当の部分を「述語」、主な文法的要素を項（引数）としてあらわすために、量化を扱えることができるだけでなく、量化こそが述語論理の主要な研究テーマとなってきた。

### 1.2 命題論理

例えば、スライド2の例では、(1)の命題を  $p$  で、(2)の命題を  $q$  であらわすと、(3)の命題は、 $p \vee q$  であらわすことができる。しかし、直観的には(3)と同じ意味をもつが、共通する主語を一回しか言わない(4)の命題を(3)と同じ形で

<sup>2</sup>司会: 今仁生美、発表者: 郡司、金沢誠、西垣内泰介。本稿に挿入したスライドはほぼ当日のプロジェクターによるスライドに対応しているが、本文は当日口頭で話したことと必ずしも対応しない。

スライド1

形式意味論において、量化の問題はどのように扱われてきたか

- 命題論理
  - ⇒ 文の中身をそれ以上分解しない
  - ⇒ 量化は扱えない
- 述語論理
  - ⇒ 文を「主語」「目的語」などの項と「述語」に分解
  - ⇒ 量化現象とその表現が論理の中でも中心的な話題

あらわしてよいかどうかは自明ではない。また、(5)のような「カツカレー」という新しい語彙項目が出てくる文も扱えない。

スライド2

- (1) 今夜の夕飯はカツだ。 .....  $p$
- (2) 今夜の夕飯はカレーだ。 .....  $q$
- (3) 今夜の夕飯はカツか、あるいは、今夜の夕飯はカレーだ。 .....  $p \vee q$
- (4) 今夜の夕飯はカツか、あるいは、カレーだ。 .....  $?? p \vee q$
- (5) 今夜の夕飯はカツカレーだ。 .....  $??? p \wedge q$

1.3 述語論理

これに対して、述語論理では、文を構成する要素を述語と項とに分ける。今、「カレー」で「カレーである」という述語を、「夕飯」で「今夜の夕飯」という項を、「カツ」で「カツである」という述語をあらわすことにすると、スライド2の(1)から(5)は、概略、スライド3の(6)から(10)のようにあらわされるだろう。先に問題となっていた(4)(= (9))は、「カツか、あるいは、カレーだ」に対応する複合述語を定義することによって、ほぼ自然言語の構造を保ったまま述語論理式であらわすことができる。ここで用いられている  $\lambda x[\dots x \dots]$  という式は、 $\vee$  が

文どうししか結びつけることができないので、いきなり [カツ ∨ カレー] のような形に書くことができないために用いられる。これは引数を 1 つとる関数を定義しており、その関数の引数が [...  $x$  ...] の中の  $x$  にわりあてられるようなものである。したがって、 $\lambda x[\text{カツ}(x) \vee \text{カレー}(x)]$  という複合述語は「 $x$  がカツであるか  $x$  がカレーである」と解釈される。この複合述語が「夕飯」という引数をとると、2 か所の  $x$  の位置に「夕飯」が入って、カツ(夕飯) ∨ カレー(夕飯) になり、最終的に得られる式には「夕飯」が 2 回あらわれることになる。

ただし、ここでも、(5) (= (10)) は扱うことができない。ここでは「カツ」という語と「カレー」という語から「カツカレー」という複合語が作られているため、語彙意味論のレベルできちんと意味を記述する必要がある。

### スライド 3

- (6) 今夜の夕飯はカツだ。.....カツ(夕飯)
- (7) 今夜の夕飯はカレーだ。.....カレー(夕飯)
- (8) 今夜の夕飯はカツか、あるいは、今夜の夕飯はカレーだ。  
.....カツ(夕飯) ∨ カレー(夕飯)
- (9) 今夜の夕飯はカツか、あるいは、カレーだ。??? [カツ ∨ カレー](夕飯)  
→ 今夜の夕飯は [[ $x$  はカツ] か、あるいは、[ $x$  はカレー]] だ。  
..... $\lambda x[\text{カツ}(x) \vee \text{カレー}(x)](\text{夕飯})$   
= カツ(夕飯) ∨ カレー(夕飯)
- (10) 今夜の夕飯はカツカレーだ。..... ???  $\lambda x[\text{カツ}(x) \wedge \text{カレー}(x)](\text{夕飯})$   
= カツ(夕飯) ∧ カレー(夕飯)
- 今夜の夕飯はカレー、かつ、カツだ。(語彙意味論の問題)

## 2. 述語論理

### 2.1 構成性原理 (Frege の原理)

述語論理においては文を構成する要素を  $P, Q$  のような述語と  $a, b, x, y$  のような項とに分ける。そして、文の意味は、述語の意味を関数、項の意味を引数として、 $P(a), Q(a, b)$  のような関数適用によって得られるとする、構成性原理 (Frege の原

理)に従っている。構成性原理は再帰的に働き、関数適用によってできた命題をさらに演算子によって組み合わせていくときにも適用される。例えば、 $\neg P(a)$ の意味は $P(a)$ に依存して決まり(具体的には逆の真理値をもつ)、また、 $P(a) \wedge Q(a, b)$ の意味は $P(a)$ の意味と $Q(a, b)$ の意味に依存して決まる(具体的には両者がともに真のときにのみ真となる)。

## 2.2 量化

量化表現を可能にするためには、まず、項に2種類の区別をたてなければならない。1つは定項であり、通常、 $a, b$ のようなアルファベットの先頭の方の文字を使う習慣がある。定項は与えられたモデルで一定の解釈をもち、量化には直接関係しない。もう1つは変項と呼ばれ、通常、 $x, y$ のようなアルファベットの後ろの方の文字を使う習慣がある。変項には基本的にはそれ自体の解釈は存在せず、量化の文脈においてはじめて解釈が定まる。変項を含む述語論理式を束縛する量子子には、「 $\forall$ 」(普遍量化)と「 $\exists$ 」(存在量化)があり、 $\forall x P(x), \exists y Q(a, y)$ のように、述語論理式を何らかの量子子で束縛すると、量化の表現になるわけである。

## 2.3 スコープ

量化表現の量子子の影響の及ぶ範囲をスコープ(scope)と言う。スコープは厳密に決まっている。少なくとも、論理式の記述においては、曖昧さの生じないような書き方をする約束になっている。スライド4の(11)や(12)では後続する式全体が量子子の影響を受けるが、(13)では量子子の直後の式のみが影響を受ける。(14)のように、量子子に続く部分全体に影響を及ぼすには、全体を括弧で括る必要がある。

## 2.4 スコープの多義性

項が複数ある場合には、その束縛のしかたによってスコープの違いが生じ、それが意味の多義性を反映したものであるとの扱いがなされてきた。例えば、スライド5の(15)の文には、親戚の一人一人について奈緒美から連想する人物が別々であってもよい解釈(16)と、すべての親戚が同じ人物を連想するという解釈(17)が存在する。これらは、それぞれ、外側に置かれた量子子が広いスコープをもち、内側の量子子に束縛される変項の解釈が外側の量子子によって束縛される変項のそのときに依存した解釈をもつ。したがって(16)では「奈緒美から連想する人物

## スライド 4

## スコープ

$$(11) \forall x P(x)$$



$$(12) \exists y Q(a, y)$$



$$(13) \exists y Q(a, y) \wedge P(y)$$



$$(14) \exists y [Q(a, y) \wedge P(y)]$$



(y)」はそのときの親戚 (x) が誰であるかに依存するのに対して、(17)にはそのような依存関係はない。

このようなスコープの多義性は自然言語の意味の多義性を反映していると考えられるが、実際には、(17)がなりたてば(16)が必ずなりたつので、(17)は(16)の特殊な場合にすぎず、多義性とは考えないという立場もある。

## 2.5 論理形式 (LF)

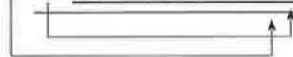
以上が量化の基本的な扱い方である。自然言語の統語論においても、統語構造にスコープの多義性を反映させようという考え方が、70年代以来の論理形式 (LF) などの表現様式を生んできている。この場合、スライド6に示すように、表層の構造よりさらに先の構造を想定して、量化子に相当する表現を文頭に移動してスコープを明示的に示す。「誰も」と「誰か」のように、スコープをとり得る表現が2つある場合には、どちらがより先に（木構造ではより高く）あるかによって異なる2つのLFが得られる。

スライド5

スコープの多義性

(15) 親戚の誰もが奈緒美から誰かを連想する。

(16)  $\forall x \exists y$  [親戚(x)  $\rightarrow$  奈緒美から連想する(x,y)]



親戚の一人一人について奈緒美から連想する人物が別々であってもよい解釈

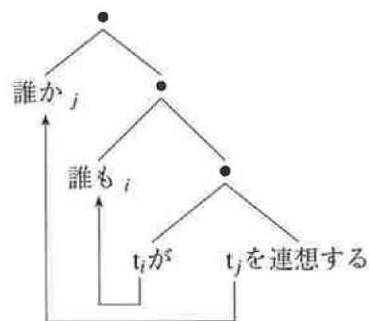
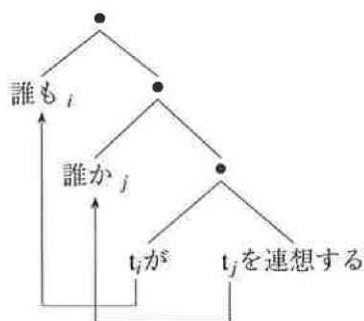
(17)  $\exists y \forall x$  [親戚(x)  $\rightarrow$  奈緒美から連想する(x,y)]



すべての親戚が同じ人物を連想するという解釈

スライド6

論理形式 (LF)





### 3. 一般量化子 (Generalized Quantifier)

#### 3.1 一階述語論理

一方、同じ70年代に、Montague が量化の少し違った観点からの表現を提案した (Montague 1974)。従来の述語論理は一階の論理であり、自然言語の名詞句 (主語) と動詞句のうち、後者を述語としてきた。これは、主語が「健」のような个体名である場合には都合がよいが、主語が「誰もが」のような量化表現である場合には不都合が起り、一階述語論理として得られる形式化に統一性がない。何よりも構成性原理に従わず、「あらゆる」に相当する表記を恣意的に導入するしかなくなる。例えば、スライド7に示すように、主語が固有名である (18) の場合には、「笑っている (健)」のような論理式が問題なく得られるが、主語が量化表現である (19) の場合には、標準的な論理式の  $\forall x$ [笑っている (x)] では、主語に対応するのが、量化子の  $\forall x$  およびそれによって束縛される、「笑っている」の項の  $x$  とに分離してしまっている。これは構成性原理に従っていないばかりか、「あらゆる」に相当する表記を恣意的に導入することになっている。

#### スライド7

##### 一階述語論理

- 名詞句 (主語)  $\rightsquigarrow$  項
- 動詞句  $\rightsquigarrow$  述語

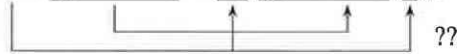
固有名の場合

(18) 健が笑っている  $\rightsquigarrow$  笑っている (健).



量化表現の場合

(19) 誰もが笑っている  $\rightsquigarrow$   $\forall x$ [笑っている (x)].



### 3.2 高階述語の導入

ここで Montague は発想を変えて、名詞句が述語、動詞句が項になり得るとした。すると、個体名を主語とする文も、量化表現を主語とする文も、構成性原理に従った形で、統一的にあらわせるのである。すなわち、これらの文では、主語の名詞句の意味を関数として、動詞の意味を項として、文の意味が計算される。そうすれば、どちらも同じような関数適用によって意味が計算され、統一性が保たれるのである。

スライド 8 に示すように、(18) も (19) も、主語を述語、動詞句を項とする表現に対応させることができる。この場合、主語の「健」の意味論的対応物の健と「誰も」の意味的対応物の誰もを適切に定義しておけば、同値の一階の述語論理式として伝統的なものと同じものが得られる。なお、健と誰もとの定義は決してアドホックなものではなく、前者は「健という人物がもつ属性の集合」、後者は「すべての人物がもつ属性の集合」という、統一した定義を与えられている。

#### スライド 8

##### 高階述語の導入

- 名詞句 (主語)  $\rightsquigarrow$  述語
- 動詞句  $\rightsquigarrow$  項

固有名の場合

(18') 健 (笑っている).

健 =  $\lambda P P(\text{健})$

健 (笑っている) = 笑っている (健).

量化表現の場合

(19') 誰も (笑っている).

誰も =  $\lambda P \forall x P(x)$

誰も (笑っている) =  $\forall x$  笑っている ( $x$ )

### 3.3 集合による定義付け

ここで、やや複雑な例をとって、主語の名詞句と動詞句との関係をもう少し詳しく見ていこう。スライド9の(20)の「誰も」に対応する意味的対応物は論理式に展開される形に定義されているが、(21)の「誰も」は2つの集合を項としてとり、集合間の関係を与えるものとして定義されている。誰も<sub>3</sub>の解釈は、主語があらわす集合 Q が動詞句があらわす集合 P にそっくり含まれるということであり、直観的に「誰も」があらわす意味に対応している。

#### スライド9

##### 集合による定義付け

(20) 親戚の誰も笑っている。→ 誰も<sub>2</sub>(親戚)(笑っている)

$$\text{誰も}_2 = \lambda Q \lambda P \forall x [Q(x) \rightarrow P(x)]$$

$$\text{誰も}_2(\text{親戚})(\text{笑っている}) = \forall x [\text{親戚}(x) \rightarrow \text{笑っている}(x)]$$

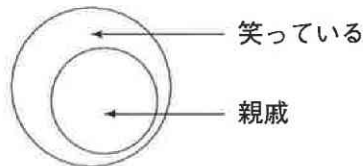
(21) 親戚の誰も笑っている。→ 誰も<sub>3</sub>(親戚)(笑っている)

$$\text{誰も}_3 = \lambda Q \lambda P [Q \subseteq P] = \lambda Q \lambda P [(Q - P) = 0]$$

$$(P = \{x | P(x)\}, Q = \{x | Q(x)\})$$

$$\text{誰も}_3(\text{親戚})(\text{笑っている}) = \text{親戚} \subseteq \text{笑っている}$$

$$(\text{親戚} = \{x | \text{親戚}(x)\}, \text{etc.})$$



### 3.4 他の量子子への拡張 (一般量子子)

主語の名詞句の意味を関数とするためには、「健」のような個体名をあらわす名詞句の意味も高階の論理式にせざるを得ないが、このような形で量化の扱いを拡大すると、「ほとんどの少年」「3人以上の少女」などのような、従来形式化が与えられなかった表現にも、正確な形式化が与えられるようになり、1980年代の

一般化量子子の理論へと発展していった (Barwise and Cooper 1981)。

スライド 10 に示すように、「誰か」は 2 つの集合の共通部分があること、「ほとんど」は 2 つの集合の共通部分が主語に対応する集合の一定の割合 ( $c$ ) より大きいこと、というように定義することができる。

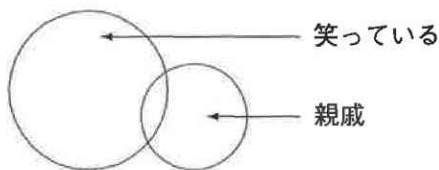
スライド 10

他の量子子への拡張 (一般量子子)

(22) 親戚の誰かが笑っている。→ 誰か (親戚)(笑っている)

$$\text{誰か} = \lambda Q \lambda P [Q \cap P \neq \emptyset] = \lambda Q \lambda P [|Q \cap P| > 0]$$

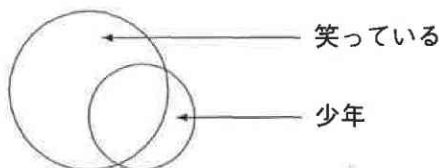
$$\text{誰か (親戚)(笑っている)} = |\text{親戚} \cap \text{笑っている}| > 0$$



(23) ほとんどの少年が笑っている。→ ほとんど (少年)(笑っている)

$$\text{ほとんど} = \lambda Q \lambda P [|Q \cap P| > c|Q|]$$

$$\text{ほとんど (少年)(笑っている)} = |\text{少年} \cap \text{笑っている}| > c|\text{少年}|$$



3.5 一般量子子の性質

一般量子子理論は、自然言語の名詞句の統語論・意味論に密接に関係し、また、言語の意味論的普遍性の研究にも興味深い結果を出してきている。ここで、一般量子子に見られるいくつかの性質を見ておこう。スライド 11 に見るように、保守性は、主語について述べられている性質は主語に対応する集合の外に言及することは無いということである。これはたいていの一般量子子についてなりたち、

自然言語が一般的にもつ意味論的な普遍性の一つであると考えられている。対称性は主語と動詞句を交換しても同じことが言えるという性質だが、これはなりたつ量子化となりたない量子化とがある。反射性は主語と動詞句に同じものがきてもよいということだが、(32)のようになりたないものもある。(32)は意味的に逸脱した文である。

### スライド 11

#### 一般量子化の性質

保守性 (conservativity):  $GQ(Q)(P) \Leftrightarrow GQ(Q)(Q \cap P)$

(24) 親戚の誰もが笑っている。⇔ 親戚の誰もが笑っている親戚だ。

(25) 親戚の誰かが笑っている。⇔ 親戚の誰かが笑っている親戚だ。

(26) ほとんどの少年が笑っている。⇔ ほとんどの少年が笑っている少年だ。

対称性 (symmetry):  $GQ(Q)(P) \Leftrightarrow GQ(P)(Q)$

(27) 親戚の誰もが笑っている。✗ 笑っている人の誰もが親戚だ。

(28) 親戚の誰かが笑っている。⇔ 笑っている人の誰かが親戚だ。

(29) ほとんどの少年が笑っている。✗ ほとんどの笑っている人が少年だ。

反射性 (reflexive):  $GQ(Q)(Q)$

(30) 親戚の誰もが親戚だ。

(31) 親戚の誰かが親戚だ。

(32)#ほとんどの少年が少年だ。

### 3.6 単調性 (monotonicity)

さらに、単調性という興味深い性質がある。これには4種類あるが、スライド12の(33)を例にとると、主語に対応する集合より大きい集合に対応する主語をもってきても同じことが言える場合に、これを左単調増加↑MONと呼ぶ。左単調減少↓MONは逆に主語に対応する集合より小さい集合に対応する主語で同じことが言える場合である。これらの右の版は動詞句に対応する集合の大小を問題にする点を除いて同様に定義される。

スライド 12

**単調性 (monotonicity)**

↑MON:  $GQ(R)(P) \Rightarrow GQ(Q)(P)$  if  $R \subseteq Q$

(33) 遠い親戚の誰かが笑っている。⇒ 親戚の誰かが笑っている。

↓MON:  $GQ(Q)(P) \Rightarrow GQ(R)(P)$  if  $R \subseteq Q$

(34) 親戚の誰もが笑っている。⇒ 遠い親戚の誰もが笑っている。

MON↑:  $GQ(Q)(R) \Rightarrow GQ(Q)(P)$  if  $R \subseteq P$

(35) ほとんどの少年が笑い泣きしている。⇒ ほとんどの少年が笑っている。

MON↓:  $GQ(Q)(P) \Rightarrow GQ(Q)(R)$  if  $R \subseteq P$

(36) せいぜい 5 人の少年が笑っている。⇒ せいぜい 5 人の少年が笑い泣きしている。

(せいぜい 5 人 =  $\lambda Q \lambda P [(Q \cap P) \leq 5]$ )

スライド 13 に、いくつかの一般量化子について、その形式的な定義と、これまでに見てきた性質をまとめておく。

**4. ロバ文 (Donkey Sentence)**

**4.1 ロバ文とは?**

1970 年のもう一つの動きとして、一階述語論理の世界に限っても、一見説明されない自然言語の代名詞の扱いをめぐる議論がある。典型的な症状を示す例文から「ロバ文」と呼ばれる一群の文においては、一階述語論理式ではスコープの外に出てしまうような変項に対応することになってしまうものが代名詞であらわされており、しかも、話者の直観では、そのような代名詞は束縛されているように理解されるのである (Geach 1962)。例えば、スライド 14 の (37) では、b. のように、*it* を *y* としても  $\exists y$  のスコープの外にあるので束縛されない。かといって、c. のように  $\exists y$  のスコープを強引に *y* を含むように拡大すると奇妙な解釈になってしまう。

スライド 14 の (37) の c. の解釈は、概略、スライド 15 のようになる。問題は、

## スライド 13

	保守性	対称性	反射性	↑MON	↓MON	MON↑	MON↓
誰も	✓		✓		✓	✓	
誰か	✓	✓		✓		✓	
ほとんど	✓					✓	
せいぜい5人	✓	✓			✓		✓

- 誰も =  $\lambda Q \lambda P [ |Q - P| = 0 ]$
- 誰か =  $\lambda Q \lambda P [ |Q \cap P| > 0 ]$
- ほとんど =  $\lambda Q \lambda P [ |Q \cap P| > c|Q| ]$
- せいぜい5人 =  $\lambda Q \lambda P [ |Q \cap P| \leq 5 ]$

## スライド 14

## ロバ文とは?

(37) Every farmer who owns a donkey beats it.

a.  $\forall x [ [\text{farmer}(x) \wedge \exists y [\text{donkey}(y) \wedge \text{own}(x, y)]] \rightarrow \text{beat}(x, it) ]$

└──────────┘ ↑

b.  $\forall x [ [\text{farmer}(x) \wedge \exists y [\text{donkey}(y) \wedge \text{own}(x, y)]] \rightarrow \text{beat}(x, y) ]$

└──────────┘ ↑

↑ 束縛されない

c.  $\forall x \exists y [ [\text{farmer}(x) \wedge [\text{donkey}(y) \wedge \text{own}(x, y)]] \rightarrow \text{beat}(x, y) ]$

└──────────┘ ↑

↑ 束縛されるが...

もとの文にこのような読みがあるのか、ということである。

スライド 15

$$\forall x \exists y [[\text{farmer}(x) \wedge \text{donkey}(y) \wedge \text{own}(x, y)] \rightarrow \text{beat}(x, y)]$$

1. 農夫の誰にとっても、下線部を真にするような  $y$  が存在する。
2. 下線部は  $p \rightarrow q$  の形
3.  $p \rightarrow q$  は  $p$  が偽のときは常に真。
4.  $\text{farmer}(x) \wedge \text{donkey}(y) \wedge \text{own}(x, y)$  が偽のときは常に真
5. 例えば、 $y$  が猫のときは  $\text{farmer}(x) \wedge \text{donkey}(y) \wedge \text{own}(x, y)$  は偽
6. したがって、 $y$  が猫のときは、それをぶつかどうかに関わりなく、下線部は真
7. 一般的に、一人一人の農夫がロバでないものをもっているか、ロバが他人のものであれば、それをぶたなくても、下線部は真

4.2 複数の読み

ロバ文には複数の読みがあることがある。

普遍読み (universal reading)

普遍読み (あるいは全称読み) は、英語の a donkey のような表現も論理上は普遍量化子によって束縛されるような変項に対応するとする読みである。この場合、スライド 14 の (37) は、スライド 16 に示すように、「ロバを飼っている農夫の誰もが、飼っているロバのすべてをぶつ」という解釈を受ける。

スライド 16

普遍読み (universal reading)

$$\forall x \forall y [[\text{farmer}(x) \wedge [\text{donkey}(y) \wedge \text{own}(x, y)]] \rightarrow \text{beat}(x, y)]$$



↑ 束縛されている



### 存在読み (existential reading)

一方、存在読みは、スライド 17 の (38) のような文の一般的な読みである。この場合、(39) のような普遍読みの解釈を与えてしまうと、(40) のような読みがあることになるが、これは奇妙であり、直観的には、(41) のような読みになるであろう。それに対応するのは (42) のような論理式である。

#### スライド 17

#### 存在読み (existential reading)

(38) Every man who had a quarter put it in the meter.

(39)  $\forall x \forall y [[\text{man}(x) \wedge [\text{quarter}(y) \wedge \text{own}(x, y)]] \rightarrow \text{put-in-the-meter}(x, y)]$

(40)#25 セント貨をもっている男の誰もが、もっている硬貨のすべてをメータに入れる。

(41) 25 セント貨をもっている男の誰もが、もっている硬貨のいくつかをメータに入れる。

(42)  $\forall x [[\text{man}(x) \wedge \exists y [\text{quarter}(y) \wedge \text{own}(x, y)]] \rightarrow \exists y [[\text{quarter}(y) \wedge \text{own}(x, y)] \wedge \text{put-in-the-meter}(x, y)]]$

どのような文の場合にどちらの解釈になるのかという問題は盛んに研究されている分野である。Kanazawa (1994) などを参照されたい。

### 4.3 何を数えるのか

ここで、ロバ文に含まれる量化表現は何の量を計っているのかを考えておく必要がある。これは歴史的に比率問題 (Proportion Problem) と呼ばれている問題である。(43) を次のような状況で考えてみよう。

(43) おもちゃをもっているほとんどの少年はそれを大事にしない。

状況

- おもちゃをもっている少年が 100 人。おもちゃの総計は 300 個。
- 99 人は一人一個ずつのおもちゃ、100 人目の少年は一人で 201 個のおもちゃをもっている。

- 99 人の少年はおもちゃを大事にする
- 100 人目の少年は、201 個のうち、1 個しか大事にしない。

この場合、スライド 18 に示すように、少年の数で数える場合とおもちゃの数で数える場合とでは、文の真理値がちがってしまう。少年の数で数える場合、一般に「ほとんど」の意味から  $c$  は 0.5 より大きいので、文は偽になる。一方、おもちゃ（あるいはおもちゃと少年の対）の数で数える場合には、 $c$  が  $2/3$  を越えない場合に真となるので、「ほとんど」を過半数程度に考えている場合には真になる。

スライド 18

- 少年の数で数える場合

ほとんど (おもちゃをもっている少年)(それを大事にしない)

$$= |\text{おもちゃをもっている少年} \cap \text{それを大事にしない}|$$

$$> c | \text{おもちゃをもっている少年} |$$

$$| \text{おもちゃをもっている少年} | = 100$$

$$| \text{おもちゃをもっている少年} \cap \text{それを大事にしない} | = 1$$

$$1 \not> c \cdot 100 \quad \text{for } 0.01 < c < 1$$

文は偽

- おもちゃ（あるいはおもちゃと少年の対）の数で数える場合

ほとんど (少年のもっているおもちゃ)(それを大事にしない)

$$= |\text{少年のもっているおもちゃ} \cap \text{それを大事にしない}|$$

$$> c | \text{少年のもっているおもちゃ} |$$

$$| \text{少年のもっているおもちゃ} | = 300$$

$$| \text{少年のもっているおもちゃ} \cap \text{それを大事にしない} | = 200$$

$$200 > c \cdot 300 \quad \text{for } 0 < c < 2/3$$

文は真になり得る

#### 4.4 唯一性の前提 (uniqueness presupposition)

さらに問題とされるのが、「それ」や *it* のような単数代名詞で表現されるものに、しばしば、それがただ 1 つだけ存在するという前提が伴うと主張されること

である。例えば、スライド 19 の (44) では、買ってもらったおもちゃが 1 つの場合、「それ」は唯一のおもちゃを指すだろうが、(44) や (45) では、おもちゃやクレジットカードを 1 つしかもっていない状況はむしろ考えにくい。また、(47) に至っては、セージの苗を同時に 9 つ買っているわけなので、唯一のセージの苗というものは存在し得ない。この問題については、次節でまた考える。

### スライド 19

#### 唯一性の前提 (uniqueness presupposition)

- (44) おもちゃを買ってもらった少年は誰もそれを大事にする。  
それ = 買ってもらった (その) おもちゃ。
- (45) おもちゃをもっている少年は誰もそれを大事にする。  
それ = もっている (その) おもちゃ
- (46) Every man who has a credit card will use it.  
it  $\neq$  the credit card that the man has
- (47) Every girl who bought a sage plant bought eight others with it.  
it  $\neq$  the (unique) sage plant that the girl bought

## 5. 古典的述語論理の拡張

### 5.1 無差別束縛 (unselective binding)

今まで見てきた現象にはいくつかのアプローチが提案されている。一つは、自然言語の代名詞やある種の表現は本質的に自由変項であり、それが、一定の環境では、一括して (無差別的に) 束縛されるという考え方である。その結果、一階述語論理としては自由変項のない表現が得られるが、束縛を指示する表現が自然言語の表現の中に直接あるわけではない。このような考え方は、従来手が付けられていなかった、文を越えた談話の扱いをも可能にし、1980 年代の談話表示理論 (Discourse Representation Theory) へと発展していった (Kamp 1981, Heim 1982)。

自然言語の表現がそのまま論理的な量子子に対応するのではなく、単なる自由変項にすぎないというのがその基本的な考え方である。日本語の「誰」という表現

も、それ自体に意味があるというよりは、その後につく「か」や「も」によって量化への関与のしかたが変わってくるという点で自由変項に似ていると言えるだろう。以下、もう少し詳しく見ていこう。

### 文を越えた談話と談話表示理論

まず自由変項を導入して、後にそれを束縛するという考え方は、文境界を越えて代名詞が使われる状況をうまく説明できる。スライド 20 に示すように、(48)の文単独では  $x$  と  $y$  という 2 つの自由変項が導入される。

#### スライド 20

### 文を越えた談話と談話表示理論 (1)

(48) A farmer owns a donkey.

$x$	$y$
farmer( $x$ )	
donkey( $y$ )	
own( $x, y$ )	

この後に、スライド 21 の (49) のように代名詞を伴う文が続くと、とりあえず、それぞれの代名詞に対応して新たな自由変項  $u$  と  $v$  が導入され、それらが先行する文で導入された自由変項と同定される（その際には、**he** は人間の男と、**it** は人間でないものと同定されるが、これは談話表示理論の外にある意味的制約に依存して決まる）。

### ロバ文と談話表示理論

談話表示理論の代名詞の同定は先のロバ文にも適用できる。スライド 22 に概略を示したように、関係節を含む主語によって導入された自由変項の 1 つがロバ代名詞の **it** と同定される。このメカニズムは文を越えた代名詞の同定とまったく同じである。

ただ、この形でロバ文を表示してしまうと、普遍読みの解釈しか得られず、存

## スライド 21

## 文を越えた談話と談話表示理論 (2)

(49) A farmer owns a donkey. He beats it.

$x$	$y$	$u$	$v$	
farmer( $x$ )				
donkey( $y$ )				
own( $x, y$ )				
$u = ?$				
$u = x$				← 代名詞の同定
$v = ?$				
$v = y$				← 代名詞の同定
beat( $u, v$ )				

在阅读をどうやって得るのかという問題が残る。

## 5.2 E-type 代名詞

以上見てきたアプローチは、従来量化表現として扱われてきた自然言語の表現のいくつかを単なる変項とし、必ずしも論理式での量化子に対応させないという考え方だが、一方、あくまでもこれらの量化表現を量化子に対応させたまま、代名詞の解釈を変更するという考え方もあり得る。特に、E-type 代名詞と呼ばれるアプローチ (Evans 1980) では、存在量化子に後続する文では代名詞が照応的に使えることを、そのような代名詞を、概略「前文によって云々のもの」という形の確定記述によってとらえる。

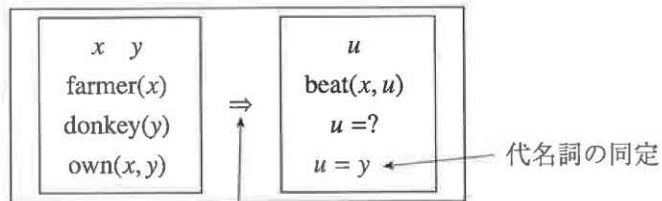
### ロバ文と E-type 代名詞

例えば、スライド 23 の (51) の文は E-type 代名詞のアプローチでは、(52) のような表示を与えられる。ここで、*'the-donkey-x-owns'* は、厳密には、(53) のようにあらわされ、 $x$  が所有する唯一のロバをさす。この方法の旨味は、(54) のよ

スライド 22

ロバ文と談話表示理論

(50) Every farmer who owns a donkey beats it.



→ 普遍読み

$\forall x$  による無差別束縛

$$\forall x \forall y [[\text{farmer}(x) \wedge [\text{donkey}(y) \wedge \text{own}(x, y)]] \rightarrow \text{beat}(x, y)]$$

存在読みはどうするのか?

うな文に対しても適切な表示を与えることができることで、この場合、 $\exists!x$  で無差別に beat の第 2 項を束縛してしまうと、ロバをぶつ農夫がただ 1 人しかいないことも主張してしまい、不適切な解釈になってしまう。

他の例

スライド 24 に、代名詞の特異な用法の他の例をあげておく。(55a) と違って、(55b) は特定のワインの瓶を指すことができない。(56a) と違って、(56b) は特定の下院議員を指すことができない。また、(57) では、文の後半の it が文の前半に出てきた paycheck を指すことができない例である。

このように、E-type アプローチが得意とする現象があるが、一方、確定記述はある条件を満たすものが唯一存在することを前提とするため、先に見た唯一性の前提がなりたたない場合はどうするのか、という問題がある。

5.3 動的意味論 (dynamic semantics)

自然言語の量化表現を量子子に対応させたまま、自由変項の解釈のしかたを変えらもう一つのアプローチは動的意味論である。これは、一文の解釈は、その文

## スライド 23

## ロバ文と E-type 代名詞

(51) Every farmer who owns a donkey beats it.

(52)  $\forall x [\text{farmer}(x) \wedge \exists y [\text{donkey}(y) \wedge \text{own}(x, y)] \rightarrow \text{beat}(x, \text{'the-donkey-}x\text{-owns'})]$ .

(53) *'the-donkey-}x-owns'*: 「 $x$  が所有する唯一のロバ」

$\exists u [[\text{donkey}(u) \wedge \text{own}(x, u)] \wedge \forall v [[\text{donkey}(v) \wedge \text{own}(x, v)] \rightarrow v = u]$

(54) Exactly one farmer owns a donkey, and he beats it.

$\exists!x [\text{farmer}(x) \wedge \exists y [\text{donkey}(y) \wedge \text{own}(x, y)]]$

$\wedge \text{beat}(\text{'the-farmer-who-owns-a-donkey'}, \text{'the-donkey-the-farmer-owns'})]$ .

$\# \exists!x [\text{farmer}(x) \wedge \exists y [\text{donkey}(y) \wedge \text{own}(x, y)] \wedge \text{beat}(x, y)]$ .

無差別束縛ではうまくいかない?

の真理値を与えるだけでなく、後続する自由変項の解釈にも影響を与えるという考え方を形式的な論理解釈の中に組み込んだ理論であり、発話とその処理によってダイナミックに文脈情報が蓄積されていくさまを形式的にとらえるものである (Groenendijk and Stokhof 1991, Chierchia 1992, 1995)。これも、従来の静的意味論ではうまく扱えない、ロバ文や文を越える談話に対して、適切な意味論を与えることができる。

その正確な定式化は文献に譲ることにして、ここではその基本的な考え方を簡単な例に即してみることにする。

## 文を越えた談話と動的意味論

スライド 25 の (58) のような文の列が与えられたとき、第 1 文の意味表示を得る前には、2つの自由変項  $u, v$  に適当な値 (おそらくこの文より以前の文脈に依存した値) が割り当てられているが、(58) に登場する 2つの量化子  $\exists x$  と  $\exists y$  の解釈がおこなわれると、この文を真にする  $u$  と  $v$  の値 (この例では、Pedro と Chiquita) の割り当ての結果が残り、次の文の解釈に対して文脈として伝えられる。したがっ

スライド 24

他の例

代名詞の指示的用法ではない。

- (55) a. John bought just one bottle of wine and served it with the desert.  
 b. Every host bought just one bottle of wine and served it with the desert.
- (56) a. President Clinton thought that only one congressman admired him and he was very junior.  
 b. Every president thought that only one congressman admired him and he was very junior.

‘Pronoun of Laziness’

- (57) a. A man who gave his paycheck to his wife is wiser than one who gave it to his mistress. (Karttunen 1969)  
 b. A woman who puts her paycheck in a federally insured bank is wiser than one who puts it in the Brown Employees’ Credit Union. (Jacobson 1979)

て、次の文で *he* と *it* という代名詞が出てきても、人間であるかないかなどの他の基準と照らし合わせて、適切に解釈されるのである。

ロバ文と動的意味論

基本的にはまったく同じメカニズムで、スライド 26 の (59) のようなロバ文も適切に解釈される。この場合の論理式は、普遍量化子と含意において、動的な解釈を与えられるもので置きかえられたもの ( $\forall$  と  $\rightarrow$ ) が使われる。その正確な定義は省略するが、 $\forall x$  に伴って、動的に変項への値の割り当てがおこなわれ、結果として、 $x$  への値の割り当てに依存して、*it* に対応する変項  $v$  に適切な値が割り当てられる。



## スライド 25

## 文を越えた談話と動的意味論

(58) A farmer owns a donkey.		He beats it.
$\uparrow \exists x \exists y [\text{farmer}(x) \wedge \text{donkey}(y) \wedge \text{own}(x, y)]$	$\uparrow$	$\text{beat}(u, v)$
$\left[ \begin{array}{l} u \rightarrow ? \\ v \rightarrow ? \end{array} \right]$	$\left[ \begin{array}{l} u \rightarrow \text{Pedro} \\ v \rightarrow \text{Chiquita} \end{array} \right]$	$\llbracket \text{He} \rrbracket = \text{Pedro}$ $\llbracket \text{it} \rrbracket = \text{Chiquita}$

## スライド 26

## ロバ文と動的意味論

(59) Every farmer who owns a donkey beats it.	
$\uparrow$	$\forall x [\lambda p [\text{farmer}(x) \wedge \exists y [\text{donkey}(y) \wedge \text{own}(x, y) \wedge p]] \rightarrow \lambda p [\text{beat}(x, v) \wedge p]]$
$\left[ \begin{array}{l} x \rightarrow ? \\ v \rightarrow ? \end{array} \right]$	for each $d$ $\left[ \begin{array}{l} x \rightarrow d \\ v \rightarrow \text{the donkey } d \text{ owns} \end{array} \right]$

## 6. おわりに

最後にあげた3つのアプローチは、一概にどれが優れているという結論は出せず、最近でも活発に論争がおこなわれている。本発表では、それぞれの基本的な考え方をできるだけ非形式的に紹介するとともに、それぞれが得意・不得意とする典型的な例文を多くあげ、問題のありかを指摘した。中には、例文の判断が微妙なものがあり、簡単には結論を出せない場合もある。

本発表では、状況の数え上げ、などの新しいアプローチなど、より最近の動きには立ち入る余裕はなかったが、幸い、意味論の概説書として、Heim and Kratzer (1998), de Swart (1999), 金水・今仁 (2000), Chierchia and McConnell-Ginet (2000) などがあるので、より詳しくはこれらを参照した上で、さらにそこに紹介されているより高度な文献にあたっていたいただきたい。

参考文献

- Barwise, J. and R. Cooper, 1981. Generalized quantifiers and natural language, *Linguistics and Philosophy*, 4, 159–219.
- Chierchia, G., 1992. Anaphora and dynamic binding, *Linguistics and Philosophy*, 15, 111–183.
- Chierchia, G., 1995. *Dynamics of Meaning*, Chicago, University of Chicago Press.
- Chierchia, G. and S. McConnell-Ginet, 2000. *Meaning and Grammar: An Introduction to Semantics*, 2nd ed. Cambridge, Mass., MIT Press.
- Evans, G., 1980. Pronouns, *Linguistic Inquiry*, 11, 337–362.
- Geach, P., 1962. *Reference and Generality*, Ithaca, Cornell University Press.
- Groenendijk, J.A.G. and M.B.J. Stokhof, 1991. Dynamic predicate logic, *Linguistics and Philosophy*, 14, 39–100.
- Heim, I., 1982. *The Semantics of Definite and Indefinite Noun Phrases*, Ph. D. dissertation, University of Massachusetts, Amherst.
- Heim, I. and A. Kratzer, 1998. *Semantics in Generative Grammar*, Blackwell, Oxford.
- Kanazawa, M., 1994. Weak vs. strong readings of donkey sentences and monotonicity inference in a dynamic setting, *Linguistics and Philosophy*, 17, 109–158.
- 金水敏・今仁生美, 2000. 『意味と文脈』, 岩波書店.
- Kamp, H., 1981. A theory of truth and semantic representation, in J.A.G. Groenendijk and T.M.V. Janssen and M.B.J. Stokhof (eds.), *Formal Methods in the Study of Language* Amsterdam, Mathematical Centre.
- Montague, R., 1974. *Formal Philosophy*, (ed. with Introduction by R. H. Thomason) New Haven, Conn, Yale University Press.
- de Swart, H., 1998. *Introduction to Natural Language Semantics*, Stanford, CSLI Publications.

**Author's E-mail Address:** [gunji@sils.shoin.ac.jp](mailto:gunji@sils.shoin.ac.jp)

**Author's web site:** <http://sils.shoin.ac.jp/~gunji/>