

# 一般スコールム項をもちいた主要部内在型関係節構文の分析

大竹 壘, 吉本 啓, 佐藤 滋

東北大学

otake@insc.tohoku.ac.jp

## 概要

本論文では、結合範疇文法 (Steedman 2000) による日本語の主要部内在型関係節 (IHRC) 構文の分析を行う。Shimoyama (1999) は IHRC の解釈が持つ E-type 代名詞の性質を、空代名詞の自由変項の解釈から導かれると分析している。自由変項は主節の量化表現による束縛変項の数にしたがって異なる意味タイプを持つことになるが、文脈に応じた値の割り当て以前にどのようにしてそのタイプが決定されるのかという問題がある。この問題に対し、本論文は、論理形式においてスコープを及ぼす全ての普遍量化子の束縛変項を引数にとる一般スコールム項 (Steedman 2004) という概念をもちいた解決方法を示す。

## 1 序論

本論文で扱う主要部内在型関係節 (IHRC) 構文の例を (1) に示す。主節の述語「食べた」は「メリーが林檎をむいた(の)」という文を目的語にとっているが、意味的な項として理解されるのは「林檎」である。

(1) ジョンが [メリーが林檎をむいた] のを食べた

以下、2 節では IHRC の解釈が持つ E-type 代名詞の性質を、空代名詞の解釈から導かれるとする Shimoyama (1999) の分析を概観し、その問題点を指摘する。3 節では理論的枠組みとして一般スコールム項 (Steedman 2004) と結合範疇文法 (Steedman 2000) について述べ、4 節で分析を示す。最後に 5 節で結論を述べる。

## 2 先行研究

Shimoyama (1999) は、(2) のような例において、IHRC の解釈が指示的代名詞とも束縛代名詞とも分

析できない E-type 代名詞 (Evans 1980) の性質を持つことを指摘する。

(2) どの学生<sub>i</sub>も [{そいつ<sub>i</sub>が/pro<sub>i</sub>} 今学期ペーパーを3本書いた] のを今朝提出した

「提出した」の目的語が IHRC となっているが、この IHRC は特定の指示を持たない。なぜなら (2) の解釈として、提出されたペーパーは学生ごとに異なるはずだからである。また、「どの学生も」によって導入される普遍量化子は「そいつ」(または *pro*) を束縛しているとはいえるが、IHRC の解釈を束縛しているとはいえない。もし IHRC の解釈が「どの学生も」に束縛されているとすると、学生が自分自身を提出したという解釈になってしまうが、それは (2) の解釈ではない。以上の観察から、Shimoyama (1999) は IHRC 構文を (3) のような構造によって分析する。<sup>1</sup>*e* は空代名詞であり、これが E-type 代名詞の性質を持つことになる。

(3) [DP[CP...][D'[NP*e*][Dの]]]

この空代名詞分析によると、(2) の場合、*e* の位置には *pro* と *R* があらわれる。*pro* は普遍量化子に束縛されるタイプ *e* の変項であり、*R* はタイプ  $\langle e, \langle e, t \rangle \rangle$  の自由変項である。この自由変項に対しては、割り当て関数  $g_c$  が文脈上顕著な関係として、「 $\lambda x. \lambda y. x$  が書いたペーパー (*y*)」という値を与える。これが、1 つめの引数として *pro* をとり、その結果が「の」の引数となる。「の」はタイプ  $\langle e, t \rangle$  の引数をとってその集合から maximality を返す関数である。(2) の解釈は、「すべての学生 *x* について、*x* は今学期3本のペーパーを書き、かつ、*x* は *x*

<sup>1</sup> この分析では、IHRC は主節の IP に付加しその痕跡は解釈を受けない。IP に付加する理由は、元位置ではタイプの衝突によって解釈を得られないので、解釈の可能な位置に移動しなければならないためとされる。

が今学期書いたペーパーを全部提出した」のようになる。

この分析の問題点として、2点あげられる。ひとつは Shimoyama (1999) も述べているように、割り当て関数が単に文脈上顕著な性質・関係を与えるというだけでは不十分なことである。IHRC の解釈は IHRC 内部の要素から選ばれるが、この分析はその事実をとらえていない。もうひとつの問題点は、主節の量化表現による束縛変項の数にしたがって、空代名詞の位置にあらわれる要素が変わってくることである。例えば (1) で空代名詞の位置を占めるのはタイプ  $\langle e, t \rangle$  の自由変項  $P$  である。この自由変項に対しては、割り当て関数  $g_c$  が文脈上顕著な関係として、「 $\lambda x$ .メリーがむいた林檎 ( $x$ )」という値を割り当てる。(1) の全体の解釈は、「メリーが林檎をむいた。そして、ジョンがメリーがむいた林檎を全部食べた」のようになる。(4a) の例では、空代名詞の位置にはタイプ  $e$  の自由変項が2つと、タイプ  $\langle e, \langle e, \langle e, t \rangle \rangle \rangle$  の自由変項  $Q$  が必要になる。 $Q$  は  $g_c$  によって、「 $\lambda x.\lambda y.\lambda z$ .先生 ( $x$ ) の目の前で授業 ( $y$ ) の間寝ていた学生 ( $z$ )」という値を割り当てられる。さらに極端な例として、(4b) のような場合、空代名詞はタイプ  $e$  の束縛変項5つと、タイプ  $\langle e, \langle e, \langle e, \langle e, \langle e, t \rangle \rangle \rangle \rangle \rangle$  の自由変項に分解されることになる。

- (4) a. どの先生も、すべての授業で、[目の前で学生が寝ている]のを叩き起こした  
 b. どのバンドのどのギタリストもすべてのコンサートで(どの曲の)(どのギターソロでも)[ギターのチューニングが狂っている]のをその場で叩き壊した

このように、自由変項に対して割り当て関数が文脈から顕著な値を割り当てる以前に、その自由変項のタイプが文脈からの情報を得て(空代名詞全体のタイプが  $\langle e, t \rangle$  となるように)決定されていることになるが、この決定のメカニズムが明確でない。この問題に対する解決を、3節で採用するスコールム項をもちいることによって示す。

### 3 理論的枠組み

本節では、一般スコールム項 (Steedman 2004) という概念と Steedman (2000) の結合範疇文法 (Combinatory Categorical Grammar) について述べる。

スコールム項とは、普遍量子子のスコープ内ではその束縛変項に応じた値を返し、スコープを及ぼす普遍量子子がない場合には定項としてはたらく項である。Steedman (2004) においては、論理形式の要素として、引数に関して未指定のスコールム項  $skolem'p$  ( $p$  は名詞のあらず述語) があらわれ、派生の任意の時点でスコールム指定という操作を受けることにより、環境に応じた引数をとるというメカニズムが与えられる。その結果生じる  $sk_p^E$  を一般スコールム項と呼ぶ。 $E$  はスコールム指定時におけるスコールム項の環境をあらわす。環境とは、それまでの派生によってスコープを持つ普遍量子子の束縛変項からなる順序集合である。

結合範疇文法における文法範疇の例を (5) に示す。(6) の規則によって、例えば (7) の派生が可能となる。論理形式はコロソ演算子 ( $:$ ) の後に  $\lambda$  式によって表記される。<sup>2</sup>論理形式の命題部分の右肩に環境が書かれる。ただし環境が空集合である場合には省略してよいことにする。(6) において、結果の範疇の環境  $E$  は、入力となる2つの範疇の環境  $F, G$  の和集合 ( $F \cup G$ ) となる。

$$(5) \text{ admires} := (S \setminus NP) / NP : \lambda x.\lambda y.[\text{admire}'xy]^{\{\}}$$

$$(6) \text{ a. } X/Y : f' \quad Y : a' \Rightarrow X : f'a' \quad (>)$$

$$\text{ b. } Y : a' \quad X \setminus Y : f' \Rightarrow X : f'a' \quad (<)$$

$$(7) \begin{array}{ccc} \text{Harry} & \text{admires} & \text{Louise} \\ \hline NP & (S \setminus NP) / NP & NP \\ : \text{harry}' & : \lambda x.\lambda y.\text{admire}'xy & : \text{louise}' \\ & \hline & S \setminus NP : \lambda y.\text{admire}'\text{louise}'y > \\ \hline & S : \text{admire}'\text{louise}'\text{harry}' < \end{array}$$

スコールム指定が派生のどの時点で行なわれるかによってスコープの多義性が説明される。

<sup>2</sup> 演算の順序は左結合性 (left associativity) の規約に従う。例えば  $\text{admire}'xy$  は  $(\text{admire}'x)y$  と等価である。

$$\begin{array}{c}
\text{ジョンが} \quad \text{メリーが林檎をむいた} \quad \text{のを} \quad \text{食べた} \\
\hline
NP : john' \quad S : peel' apple' mary' \quad NP \setminus S : \lambda p.skolem' \lambda x.abt' px \quad (S \setminus NP) \setminus NP : \lambda y.\lambda z.eat' yz \\
\hline
NP : skolem' (\lambda x.abt' (peel' apple' mary') x) < \\
\hline
S \setminus NP : \lambda z.eat' skolem' (\lambda x.abt' (peel' apple' mary') x) z < \\
\hline
S : eat' skolem' (\lambda x.abt' (peel' apple' mary') x) john' <
\end{array}$$

図1 「ジョンがメリーが林檎をむいたのを食べた」の派生

$$\begin{array}{c}
\text{どの学生も} \quad \text{ペーパーを3本書いたのを} \quad \text{提出した} \\
\hline
NP \quad \quad \quad NP \quad \quad \quad (S_{DIST} \setminus NP) \setminus NP \\
: all\_student' \quad : skolem' (\lambda x.abt' (write' 3papers' (pro'y)) x) \quad : \lambda z.\lambda w.\forall u[u \in w \rightarrow turn\_in' zu]^{u\} \\
\hline
S_{DIST} \setminus NP : \lambda w.\forall u[u \in w \rightarrow turn\_in' (skolem' (\lambda x.abt' (write' 3papers' (pro'y)) x)) u]^{u\} < \\
\hline
S_{DIST} : \forall u[u \in all\_student' \rightarrow turn\_in' (skolem' (\lambda x.abt' (write' 3papers' (pro'y)) x)) u]^{u\} < \\
\cdots \cdots \cdots (i) \\
S_{DIST} : \forall u[u \in all\_student' \rightarrow turn\_in' (skolem' (\lambda x.abt' (write' 3papers' (pro'u)) x)) u]^{u\} \\
\cdots \cdots \cdots (ii) \\
S_{DIST} : \forall u[u \in all\_student' \rightarrow turn\_in' sk_{\lambda x.abt' (write' 3papers' (pro'u)) x}^{(u)}]^{u\}
\end{array}$$

図2 「どの学生もペーパーを3本書いたのを提出した」の派生

$$\begin{array}{c}
\text{どの先生も} \quad \text{すべての授業で} \quad \text{学生が寝ているのを} \quad \text{叩き起こした} \\
\hline
NP \quad \quad \quad VP/VP \quad \quad \quad NP \quad \quad \quad (S_{DIST} \setminus NP) \setminus NP \\
: all\_prof' \quad : \lambda f.\lambda y.\forall t[t \in all\_class' \rightarrow during' t (fy)]^{t\} \quad : skolem' (\lambda x.abt' (sleep' student' x)) \quad : \lambda z.\lambda w.\forall u[u \in w \rightarrow wake' zu]^{u\} \\
\hline
S_{DIST} \setminus NP : \lambda w.\forall u[u \in w \rightarrow wake' (skolem' (\lambda x.abt' (sleep' student' x)) u)]^{u\} < \\
\hline
S_{DIST} \setminus NP : \lambda y.\forall t[t \in all\_class' \rightarrow during' t (\forall u[u \in y \rightarrow wake' (skolem' (\lambda x.abt' (sleep' student' x)) u)]^{t,u\})]^{t\} > \\
\hline
S_{DIST} : \forall t[t \in all\_class' \rightarrow during' t (\forall u[u \in all\_prof' \rightarrow wake' (skolem' (\lambda x.abt' (sleep' student' x)) u)]^{t,u\})]^{t\} < \\
\cdots \cdots \cdots (i) \\
S_{DIST} : \forall t[t \in all\_class' \rightarrow during' t (\forall u[u \in all\_prof' \rightarrow wake' (sk_{\lambda x.abt' (sleep' student' x)}^{(t,u)} u)]^{t,u\})]^{t\}
\end{array}$$

図3 「どの先生もすべての授業で学生が寝ているのを叩き起こした」の派生

例えば *Every farmer owns some donkey* という文において, *some donkey* が狭いスコープをとる読みは, (8) のような派生によって生じる.

$$\begin{array}{c}
(8) \quad \text{Every farmer} \quad \text{owns} \quad \text{some donkey} \\
\hline
S/(S \setminus NP) \quad (S \setminus NP)/NP \quad NP \\
: \lambda f.\forall y[farmers' y \rightarrow fy]^{y\} \quad : \lambda x.\lambda y.own' xy \quad : skolem' donkey' \\
\hline
S \setminus NP : \lambda y.own' (skolem' donkey') y > \\
\hline
S : \forall y[farmers' y \rightarrow own' (skolem' donkey') y]^{y\} < \\
\cdots \cdots \cdots \\
S : \forall y[farmers' y \rightarrow own' sk_{donkey' y}^{(y)}]^{y\}
\end{array}$$

点線は, スコーレム指定を示す. この時点で *skolem' donkey'* は普遍量化子のスコープ内にあるので, 環境 (y) を引数にとる一般スコーレム項

$sk_{donkey'}^{(y)}$  となる. これにより *some donkey* が農夫ごと異なる口バを指す読みが生じる. *some donkey* が広いスコープをとる読みの派生を (9) に示す.

$$\begin{array}{c}
(9) \quad \text{Every farmer} \quad \text{owns} \quad \text{some donkey} \\
\hline
S/(S \setminus NP) \quad (S \setminus NP)/NP \quad NP \\
: \lambda f.\forall y[farmers' y \rightarrow fy]^{y\} \quad : \lambda x.\lambda y.own' xy \quad : skolem' donkey' \\
\hline
NP : sk_{donkey'} \\
\hline
S \setminus NP : \lambda y.own' sk_{donkey' y} > \\
\hline
S : \forall y[farmers' y \rightarrow own' sk_{donkey' y}^{(y)}]^{y\} <
\end{array}$$

(9) では, スコーレム指定が行われる時点において, *skolem' donkey'* は普遍量化子のスコープ内になく,

環境は空集合である。したがって一般化スコレム項  $sk_{donkey}$  は引数をとらない定項である。つまり、*some donkey* がある特定の口バを指す読みになる。このように、一般スコレム項の導入によって、スコープの解釈に関する様々な問題が解決できる。

#### 4 分析

IHRC の解釈は IHRC 内部の要素から選ばれるという制限を取り入れるために、 $abt'$  を “aboutness” をあらかず関係演算子として (10) のように定義し、「の」+格助詞の範疇を (11) のように定義する。<sup>3</sup>

$$(10) \text{ } abt' := \lambda p.\lambda x.\forall s \in \wedge p.x \text{ exists in } s$$

$$(11) \text{ のが, のを } := NP \setminus S : \lambda p.skolem'(\lambda x.abt' px)$$

$abt' px$  は  $p$  が真となるようなすべての可能世界  $s$  において  $x$  が存在することをあらかず。この定義を取り入れた (1) の派生を図 1 に示す。 $abt'$  のはたらきによって、空代名詞分析の問題点のひとつめが解決されている。この派生においてスコレム項は、さらにスコレム指定を受けるが、スコープを持つ普遍量化子がないために定項をあらかず。この定項は「メリーが林檎をむいた」という命題と必然的な関連を持つ個体であることから、メリーがむいた「林檎」であることになる。(2) の派生は図 2 のようになる。<sup>4, 5</sup> (i) は照応解決のプロセスを示している。これによって  $y$  は  $u$  に束縛される。<sup>6</sup>(ii) はスコレ

ム指定である。この時点において、スコレム項は普遍量化子のスコープ内にある。指定をうけることによってこのスコレム項は環境 ( $u$ ) を引数とし、その値に応じた指示対象を返す。 $u$  の値は「どの学生も」に含まれるそれぞれの個体であるので、このスコレム項は、学生ごとに異なる 3 本のペーパーを指示することになり、正しい解釈が得られる。(4a) の派生を図 3 に示す。(i) はスコレム指定を示している。このように、スコレム指定は、その時点での環境をすべて引数としてとることが解釈のメカニズムとして明示的に述べられているので、空代名詞分析におけるタイプの分解の問題が生じない。

#### 5 結論

本論文では、Shimoyama (1999) の E-type 代名詞分析を発展させ、IHRC の持つ束縛変項の数にしたがって異なる意味タイプを与えることが一般スコレム項 (Steedman 2004) をもちいて解決できることを示した。これにより、日本語の名詞句の意味論においてスコレム項の解釈が有用であることが示唆される。

#### 謝辞

本研究は、東北大学 21 世紀 COE プログラム (人文科学)「言語・認知総合科学戦略研究教育拠点」の補助を一部受けて行われています。

#### 参考文献

- Evans, Gareth (1980) “Pronouns,” *Linguistic Inquiry* 11, 337–362.
- Shimoyama, Junko (1999) “Internally Headed Relative Clauses in Japanese and E-type Anaphora,” *Journal of East Asian Linguistics* 8, 147–182.
- Steedman, Mark (2000) *The Syntactic Process*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Steedman, Mark (2004) *Surface-Compositional Scope-Alternation Without Existential Quantifiers*. Draft 5.0, November 2004.<sup>†</sup>

<sup>3</sup> “aboutness” については Shimoyama (1999:179, fn. 23) において Angelika Kratzer に帰せられている定義をもとにしている。

<sup>4</sup> この IHRC には遊離数量詞が含まれるが、ここでは  $S$  の解釈を単に  $write\ 3papers'(pro'y)$  とする。 $(pro'y)$  は「書いた」の主語に相当する。 $pro'$  は照応表現であることを示す要素で、引数をそのまま返す恒等関数である。 $pro'$  の引数は自由変項として導入され、照応解決によって値が定まると考える。

<sup>5</sup> Steedman (2004) の議論にしたがい、普遍量化子は、分配読みを持つ動詞の解釈として導入されるという分析を採用する。しかし、「どの学生も」の解釈に普遍量化子の解釈を与えたとしても議論の大筋は変わらない。

<sup>6</sup> このプロセスは、統語的なものとは考えない。なぜなら、かなり不自然ではあるが、 $y$  がある特定の個体を指示するとして、ペーパーを書いたのが 1 人のゴーストライターであるという解釈も可能であるからである。なお、その解釈においても提出されたペーパーはその名義の学生ごとに異なりうる。

<sup>†</sup> <http://www.iccs.informatics.ed.ac.uk/~steedman/papers.html>