

全称量化表現の文理解過程—Incremental-DRT モデルの実証的検討—

井上 雅勝¹・蔵藤 健雄²・松井 理直³・大谷 朗⁴・宮田 高志⁵

(1 武庫川女子大学, 2 琉球大学, 3 神戸松蔭女子学院大学, 4 大阪学院大学, 5 ジャストシステム)

はじめに

近年、文解釈研究の分野においても、従来の言語理論に基づく説明や心理実験による検証だけでなく、両者を合わせたアプローチが積極的に試みられるようになってきている (e.g., Menezes-Benito, 2003)。そうした試みのひとつである Kurafuji et al. (2007) では、

(1a) 警官が犯人を捕まえた男性を…

(1b) すべての警官が犯人を捕まえた男性を…

のような一時的な解釈の曖昧性を持つ文における主語の全称量化が、ガーデンパス (GP) 効果の減少に関与することを指摘し、そのメカニズムについて理論的、実証的に論じている。本稿では、彼らの仮説が目的語、および主語・目的語両方の量化においても成り立つのかを検討した。彼らの枠組みでは、いずれの場合も GP 効果は小さくなるはずであるが、実際には主語・目的語を全称量化した条件で GP 効果が大きいという結果となった。以下、彼らの主張を外観し、次いで本実験の詳細およびそれに基づく仮説の修正について述べる。

Kurafuji et al. (2007) は、談話表示理論 (DRT) (Kamp & Reyle, 1993) の理論的枠組みを基礎とし、新たに Intra-Sentential Merger (ISM) とよばれる意味論的操作を導入した漸進的意味解釈モデル ‘Incremental-DRT’ を提案した。このモデルでは、まず文の各要素が、

(2) [指示対象のセットの領域: 条件のセット領域] という 2 つの領域からなる box 上の構造 (DRS 構造) として表現される。上述の ISM とは、

(3) [u: 警官(u)] ⊗ [e: λx[倒れた(e) & 行為者(x, e)]] = [u, e: 警官(u), 倒れた(e), 行為者(u, e)]

のように、順次出現する DRS-box を融合して ((3)の ⊗)、漸進的に文解釈をつくりあげる操作である。その際、DRS-box 内にある指示対象 u を変項 x に代入することによって解釈が確定する。この操作は、

(4) **The Locality Preference of λ-Reduction:** 変項と同じ DRS-box 内にある指示対象を代入せよ。

(5) **The Early Completion Strategy:** 融合された DRS-box 内に変項があれば、その DRS-box 内に存在する指示対象をすぐに代入せよ。

という 2 つの原則によって制御される。

ここで、上の (1b) の意味解釈過程は以下のように説明できる。まず、「すべての警官が」は、

(6) [: [u: 警官(u)] → ALL[:]]

のように、2 つの sub-box があらかじめ生成されると仮定する。後続する要素「犯人を」は ISM によって box 内に順次融合される。このとき、

(7) [: [u: 警官(u)] → ALL[e, v: 犯人(v),

λx[捕まえた(e) & 行為者(x, e) & 主題(v, e)]]]

には sub-box 内に指示対象 (u) が存在しないことから、変項 x はそのまま残される。従って、後続する「男性 (r)」が右側の sub-box に融合されても、

(8) [: [u: 警官(u)] → ALL[e, v, r: 犯人(v),

λx[捕まえた(e) & 行為者(x, e) & 主題(v, e), 男性に(r)]]]

動詞「捕まえた」の変項 x に「男性(r)」が割り当てられるため、処理負荷は高くない。

一方、全称量化表現を含まない (1a) では、main-box 内にすべての要素が融合されることになる。

(9) [u, v, e: 警官(u), 犯人(v), λxλy[捕まえた(e) & 行為者(x, e) & 主題(y, e)]]

ここで原則 (4), (5) によってすべての変項 x, y に指示対象 (u), (v) がそれぞれ代入され、解釈が確定する。

(10) [u, v, e: 警官(u), 犯人(v), 捕まえた(e), 行為者(u, e), 主題(v, e)]

しかし、このあと main-box に融合された「男性 (r)」には代入すべき変項がない。そのため、指示対象を変更するための再解釈が必要となり、GP 効果が生じる。

このように、Incremental-DRT は、全称量化表現では main-box 内に sub-box が導入されることにより変項が残される (一般的に言えば、一時的に処理が遅延される) ことが、先行研究で観察された全称量化表現における GP 効果の減少という事実の本質であると説明する (cf. Portner, 1989)。井上 (2007) はこの仮説をさらに検証するため、

(11a, b) 警官が/すべての警官が犯人を捕まえたので夜道が安心だった。

のような複文構造をもつ 2 つの条件を比較し、「ので」以降の語句の RT に差がないことを見いだした。この結果は、「すべての警官が犯人を捕まえた」という単文解釈の plausibility が低い (1b) の GP 効果が小さくなるという説明可能性を排除し、Incremental-DRT の考えが妥当であることを示すものである。

本実験の目的は、以上の仮説が目的語および主語・目的語の両方が全称量化された場合にも成り立つのかを実証的に検討することである。現行の枠組みでは、いずれの場合にも変項が残されると仮定できるため、GP 効果は小さくなると予測される。

方法

被験者. 武庫川女子大学学生 52 名であった。

刺激. (1) の一時的な解釈曖昧性を持ち、名詞句の全称量化表現が異なる 4 つの条件、

(12a) 警官が犯人を捕まえた男性を上司に紹介した。

(12b) 警官がすべての犯人を捕まえた男性を上司に紹介した。

(12c) すべての警官が犯人を捕まえた男性を上司に紹介した。

(12d) すべての警官がすべての犯人を捕まえた男性を上司に紹介した。

を 1 セットとする 32 セット、計 128 文を作成した。各条件から 8 文ずつ計 32 文と、他の構造をもつフィラー文 96 文の計 128 文をランダムに提示した。

実験計画. 主語量化 (裸名詞/全称量化) × 目的語量化 (裸名詞/全称量化) の被験者内 2 要因計画であった。

手続き. Hewlett-Packard 社コンピュータ上で、玄海堂 LinguaLab β 版によりプログラムが制御された。各刺激文が文節毎にディスプレイに呈示され、語句呈示からスペースキーを押すまでの RT が語句毎に記録された。その後、理解テスト文が呈示され、刺激文の一部ないし全体と同じ意味になるかどうかの yes / no 反応が求められた。

Table 1 各語句の条件別平均残差 RT (ms) および SD

| | 主語量化 | 目的語量化 | 警官が | 犯人を | 捕まえた | 男性を | 上司に | 紹介した |
|-------|------|-------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| (12a) | 裸名詞 | 裸名詞 | 134 (241) | 44 (166) | -33 (117) | 215 (262) | -48 (149) | -173 (124) |
| (12b) | 裸名詞 | 全称量化 | 85 (204) | 45 (155) | -28 (146) | 87 (177) | -63 (145) | -196 (144) |
| (12c) | 全称量化 | 裸名詞 | 68 (152) | 60 (186) | -48 (171) | 113 (240) | -61 (151) | -186 (134) |
| (12d) | 全称量化 | 全称量化 | 57 (171) | 33 (148) | -49 (164) | 229 (279) | -63 (178) | -247 (146) |

結果

除外データ. 正答は全試行の 86%であった。ここで、誤答と暫定的に 200ms 以下および 5000ms 以上の RT を含む試行を以下のデータ分析から除外した。

データの変換. 個人差に対処するため、実験刺激の RT について被験者毎に文字数とモーラ数を説明変数とする重回帰式を算出し、残差 RT をデータとして用いた。

統計検定結果. 各語句の条件別平均残差 RT を Table 1 にあげる。なおここでは、GP 効果の指標となる語句 4 (e.g., 男性を) の検定結果のみを記す。被験者内 2 要因分散分析の結果、主語量化の要因、目的語量化の要因はともに有意ではなかった (被験者分析: $F_{1s} < 1$, 項目分析: $F_{2s} < 1$)。一方、交互作用が有意であった ($F_{1(1,51)} = 23.66, p < .01$ $F_{2(1,31)} = 15.66, p < .01$)。また、単純主効果は、(12a) > (12b), (12a) > (12c), (12d) > (12b), (12d) > (12c) のように有意であった ($ps < .05$)。Table 1 に明らかなように、語句 4 の残差 RT は、主語ないし目的語が全称量化された条件 (12b), (12c) よりも、2 つの名詞句が裸名詞の条件 (12a) と、共に全称量化された条件 (12d) の方が有意に長くなっている。

考察

主語・目的語が全称量化された文 (12d) で GP 効果が大きいという結果が得られたことから、本稿では Incremental-DRT の当初の記述を一部修正する。ここで、主語が全称量化された場合 (12c) を例に考えると、まず「すべての警官が」が導入された時点で、

(13) [U: 警官(U), [u: u ∈ U] → ALL[:]]

のように、警官全体の集合 (U) とそれに含まれる個々の対象 (u) を条件の領域に加える。次いで、「犯人(v)」が main-box と sub-box のいずれかに融合される 2 つの場合分けを仮定する。

(14a) [U: 警官(U), [u: u ∈ U] → ALL[v: 犯人(v)]]

(14b) [U, v: 警官(U), 犯人(v), [u: u ∈ U] → ALL[:]] さらに、「捕まえた(e)」を融合する際には、(i) 最大イベント e の下位イベント e' が main box に融合される場合 (=「捕まえる」という出来事が 1 回あった) と、(ii) これが sub-box に融合される場合 (=「捕まえる」という出来事が警官ごとに異なる) があることから、次の 4 通りの記述が可能になる (ここではこれらの詳細な解説は省略する)。

(15a) [U, e: 警官(U), MXE(e), [u: u ∈ U] → ALL [v, e': 犯人(v), λ x [捕まえた(e') & 行為者(x, e') & 主題(v, e'), e' < e]]]

(15b) [U, e: 警官(U), MXE(e), e' < e, [u: u ∈ U] → ALL [v: 犯人(v), λ x [捕まえた(e') & 行為者(x, e') & 主題(v, e')]]]

(15c) [U, v, e: 警官(U), 犯人(v), MXE(e), [u: u ∈ U] → ALL [e': λ x λ y [捕まえた(e') & 行為者(x, e') & 主題(y, e'), e' < e]]]

(15d) [U, v, e: 警官(U), 犯人(v), MXE(e), e' < e, [u: u ∈ U] → ALL [: λ x λ y [捕まえた(e') & 行為者(x, e') & 主題(y, e')]]]]

ただし、いずれの可能性が選択されても、後続する「男性(r)」が代入されるべき変項 x が残されることから、GP 効果の程度は小さくなると説明できる。同様に、目的語が全称量化された場合も (12b)、解釈が確定する以前の段階で可能な DRS 構造が複数存在するため、解釈決定は保留される。

一方、(12d) では「すべての警官がすべての犯人を」の時点で、いったん多重の sub-box 構造

(16a) [U: 警官(U), [u: u ∈ U] → ALL[V: 犯人(V), [v: v ∈ V] → ALL[:]]]]

になるが、これは次のより単純な DRS 構造

(16b) [U, V: 警官(U), 犯人を(V)]]

とスコープに関しては違いが生じない。ここで、認知的処理容量の制限という観点から

(17) **Principle of Fewer Boxes:** より単純な DRS 構造の可能性がある場合には、余剰の sub-box をなるべく埋め込まない。

という処理原則が働くと仮定すると、(16b) が選択されやすい。従って、「捕まえた (e)」が融合されると、

(18) [U, V, e: 警官(U), 犯人を(V), λ x λ y [捕まえた(e) & 行為者(x, e) & 主題(y, e)]]]

となり、同一 main-box 内で原則 (4), (5) が働いて、

(19) [U, V, e: 警官(U), 犯人を(V), 捕まえた(e), 行為者(U, e), 主題(V, e)]]

の意味解釈が確定する。その結果、「男性(r)」を代入すべき変項がなくなるため、再解釈のための GP 効果が大きくなると説明できる。

おわりに

このように本稿では、(17) の原則と当初モデルの形式的記述にいくつかの修正を加えることによって、得られた実験結果との整合を図った。今後は、全称量化とは異なる量化表現等についても実証的検討を加えつつ、モデルの一層の精緻化を図りたい。

参考文献

- 井上雅勝 (2006). 日本語文の理解における曖昧性の解消と保留. 認知科学, 13, 353-368.
- 井上雅勝・蔵藤健雄・松井理直・大谷朗・宮田高志 (2007). 普遍量量子「すべて」によるガーデンパス効果の減少—日本語文処理における曖昧性解消への意味論的アプローチ—信学技報 TL2007-13 (pp.23-28).
- Kurafuji, T., Inoue, M., Matsui, M. F., Miyata, T., & Ohtani, A. (2007). The Effect of Quantification in Japanese Sentence Processing: An Incremental DRT Approach. *Proceedings of the Forth International Workshop on Logic and Engineering of Natural Language Semantics (LENLS2007)*. (pp. 179-193).
- Menéndez-Benito, P. (2003). Quantification and Syntactic Ambiguity: The Case of Every. In L. Alonso-Ovalle, L. (Ed.), *On semantic processing*. University of Massachusetts Occasional Papers 27 (pp. 138-166).
- Kamp, H. & Reyle, U. (1993). *From discourse to logic*. Dordrecht: Kluwer.
- Portner, P. (1989). Processing Indefinite Noun Phrases in Quantified Sentences. *Five College Cognitive Science Paper*, 89. Amherst: University of Massachusetts.
- 本研究は、平成 19 年度科学研究費補助金(基盤研究 C, 課題番号 18530578, 研究代表者 井上雅勝)の補助を受けている。