D-1

全称選言の尺度推意と分配推論

神戸大学人文学研究科
徐 子程 (Zicheng XU)
xu.zc.linguistics@gmail.com

概要　全称量化子のスコープに埋め込まれる選言は分配推論を引き起こす。一般的に、分配推論は全称選言文の尺度推意を介して導出するように思われる。しかし、Crnič et al. (2015)の提示したコンテクストでは問題が発生する。本論文は Bar-Lev & Fox (2020)の導入した Innocent Inclusion バージョンの Exh 演算を基に、コンテクストによるアップデートという操作を組み合わせることで、分配推論を直接導出する方法を提案する。そして、問題となるコンテクスト、量化子の否定と強い尺度項目のコンビネーションから派生した分配推論の変種、及び下方含意の環境の分配推論に一貫して対処可能だと示す。最後に、さらに二つの潜在的に分配推論に対処可能なアプローチを概観する。本論文における提案は Crnič et al. (2015)の分析と同じく分配推論を導出できるが、細部の予測が異なる。したがって、実験の理論的根拠になり得る。

キーワード： 尺度推意、分配推論、埋め込み推意、Exhaustification

1. はじめに

1.1 背景と問題意識

全称量化子のスコープに埋め込まれる選言は、(1b)のような分配推論（Distributive inferences）を引き起こす。分配推論は(1c)を介して導き出すと思われる。そして、(1c)は(1a)の尺度推意（Scalar implicatures）として導出できる。

(1) a. All semanticists have a dog or a cat.
　　b. ⇝Some semanticists have a dog ∧ Some semanticists have a cat.
　　c. ⇝Not every semanticist has a dog ∧ Not every semanticist has a cat.

しかし、Crnič et al. (2015)の実験では、(2)のような(1c)がブロックされたコンテクストにおいても、分配推論を観察した。したがって、Crnič et al. (2015)は分配推論を得るには(1c)の条件が不要であり、代わりに(3)のより弱い推意が分配推論を導き出す条件だと主張した。

(2) Every semanticist has a dog ∧ Some of them have a cat.

(3) Not every semanticist only has a dog ∧ Not every semanticist only has a cat.

そして、(3)を得るには、(1a)の文のスコープごとの Exh 演算子の義務的な適用が必要だと論じている。

Crnič et al. (2015)の分析は Gotzner & Romoli (2018)にて観察した量化子の否定と強い尺度項目のコンビネーションから生じる尺度推意に一貫して対処できるという利点を持つ。しかし、分配推論の分析については、Crnič et al. (2015)の予測した(4)の尺度推意は(2)のコンテクストと潜在的な不整合を引き起こす恐れがある。

(4) No semanticist has both a dog and a cat.

追加の規定で(4)の読みをブロックする場合、Chierchia et al. (2013)などの尺度推意の文法学派の主張、及び Chemla (2009)、Chemla & Spector (2011)、Gotzner & Romoli (2018)などの実験の結果とは不整合が生じる。一方、Sauerland (2004)、Geurts (2009)、Geurts & Pouscoulous (2009)、Geurts & van Tiel (2013)などのネオ・グライス学派の主張とはむしろ一貫するように思われる。さらに、Crnič et al. (2015)の分析は(5)のような下方含意の環境で発生する分配推論に対処できないように思われる。

(5) I doubt that all semanticists have a dog or a cat. They only love dogs.

1.2 目的と方法

本論文は Bar-Lev & Fox (2020)の導入した Innocent Inclusion バージョンの Exh 演算を基に、コンテクストによるアップデートというモジュールを実装することで、分配推論を直接導出する方法を提案する。そして、Crnič et al. (2015)の提示したパズルのコンテクスト、量化子の否定と強い尺度項目のコンビネーション（cf. Gotzner & Romoli (2018)）から派生した分配推論の変種、さらに、下方含意の環境の分配推論にも一貫して対処可能だと示す。

本論文はさらに二つの潜在的に分配推論に対処可能なアプローチを概観する。一つのアプローチは Fox (2007)の自由選択推論（Free choice inference）の拡張に基づくものである。もう一つのアプローチは Santorio (2020)の提案した DIST 演算子の調整に基づく分析である。

本論文における提案は Crnič et al. (2015)の分析と同じく分配推論を導出できるが、細部の予測が異なる。したがって、実験の理論的根拠になり得る。

1.3 論文の構成

本論文の構成は以下の通りである。第 2 節は分配推論を検討する。2.1 節では、分配推論の導出に必要な尺度推意はどのように得られるかを確認する。2.2 節では、特殊なコンテクストで生じたパズルを確認する。2.3 節では、Crnič et al. (2015)の解決案を概観する。

第 3 節では、Crnič et al. (2015)の分析のアドバンテージと問題点を述べる。とりわけ、量化子の否定と強い尺度項目のコンビネーションから生じる尺度推意という新しいデータに一貫して分析できることを示す。しかし、分配推論の分析はある種のジレンマに陥ると述べる（3.2 節）。さらに、過少生成の問題も存在する（3.3 節）。

第 4 節では、分配推論を直接導出する方法を提案する。4.1 節はコンテクストのアップデートのモジュールを導入する。4.2 節はプレーンの分配推論の分析を示す。4.3 節ではコンテクストのパズルに対処する。そして、分配推論の変種（4.4 節）と下方含意の環境（4.5 節）に一貫して対処可能だと示す。

第 5 節は二つの潜在的に分配推論に対処可能なアプローチを概観する。最後の第 6 節はまとめ、結論と展望を述べる。

2. 分配推論とそのパズル

2.1 分配推論の導出

一般的に、全称選言文の分配推論は尺度推意を介して導き出すように思われる。したがって、当面の課題は目標の尺度推意がどのように得られるかとのことである。尺度推意の理論は文法学派とネオ・グライス学派の二つのアプローチに大別される。ネオ・グライス学派（e.g., Sauerland (2004)）は推意の対象を発話行為に限定する。そして、グライスの合理的な推論に基づいて尺度推意を算出する。

一方、文法学派（e.g., Chierchia et al. (2013)や Fox (2007)）は Exh という演算子を用いることで、任意位置で発生する尺度推意に対処可能である。本論文では Fox (2007)で導入した Innocent Exclusion（IE）バージョンの Exh 演算を用いる。ただし、表記統一のため、Bar-Lev & Fox (2020)の表記を援用する。

(6) a. $[\![\mathrm{Exh}^{\mathrm{IE}}]\!](C)(p)(w) \Leftrightarrow p(w) \wedge \forall q \in \mathrm{IE}(p,C)[\neg q(w)]$

b. $\mathrm{IE}(p,C) = \cap\{C' \subseteq C\text{: } C' \text{ is a maximal subset of } C\text{, s.t. } \{\neg q\text{: } q \in C'\} \cup \{p\} \text{ is consistent}\}$

(6)のように、Exh 演算子は命題 p とその発話候補（Alternatives）の集合 C を入力し、命題 p に真を、且つ IE 候補に属する全ての命題に偽を割り当てて出力する。そして、IE 候補とは、集合 C のうち、偽を割り当てても命題 p と矛盾しない候補からなる最大の部分集合の共通部分のことである。

(6)で定義した Exh 演算子を用いて(7)の全称選言文を分析すれば、(8)の尺度推意が得られる。

(7) All semanticists have a dog or a cat. $\forall x(Ax \vee Bx)$

(8) Not every semanticist has a dog ∧ Not every semanticist has a cat. $\neg\forall xAx \wedge \neg\forall xBx$

分析は(9)に示す。Exh 演算子を(7)の文のグローバル単位に適用する。そして、(7)の候補を集合 C の通りに仮定する。

(9) Exh(All semanticists have a dog or a cat) = $\mathrm{Exh}\forall x(Ax \vee Bx)$

$C=\mathrm{Alt}(\forall x(Ax \vee Bx))=\{\forall x(Ax \vee Bx),\ \forall xAx,\ \forall xBx,\ \forall x(Ax \wedge Bx)\}$

$C'=\{\forall xAx,\ \forall xBx,\ \forall x(Ax \wedge Bx)\}$

$\mathrm{IE}=\{\forall xAx,\ \forall xBx,\ \forall x(Ax \wedge Bx)\}$

$\mathrm{Exh}\forall x(Ax \vee Bx)=\forall x(Ax \vee Bx) \wedge \underline{\neg\forall xAx \wedge \neg\forall xBx} \wedge \neg\forall x(Ax \wedge Bx)$

下線部が目標の(8)の尺度推意である。(7)と(8)から、(10)の分配推論が導出される。

(10) Some semanticists have a dog ∧ Some semanticists have a cat. $\exists xAx \wedge \exists xBx$

ここで強調しておきたいことは、文法学派とネオ・グライス学派の最も大きな争点は埋め込み位置の推意である。埋め込み推意を考慮しない限り、Exh 演算はグライス的推論のショートカットだと見なせる。(8)の尺度推意を得るには Exh のグローバル適用が必要である。したがって、本節の議論においては、何れのアプローチを取っても実質な違いはない。

2.2 パズル

Crnič et al. (2015)は以下の通りのパズルを提示している。(11)のコンテクストでは、(7)の全称選言文が真である。同時に、(10)の分配推論も成立するように思われる。にもかかわらず、(11)のコンテクストでは、(8)の尺度推意がブロックされている。

(11) Every semanticist has a dog ∧ Some of them have a cat. $\forall xAx \wedge \exists xBx$

Crnič et al. (2015)の実験では、$\forall xAx$ のコンテクストでの$\forall x(Ax \vee Bx)$の文の真理値の判断テストを実施した。真だと判断する場合、$\neg\forall xAx \wedge \neg\forall xBx$ の尺度推意の読みにアクセスしていないことを意味する。その場合、もし分配推論は$\neg\forall xAx \wedge \neg\forall xBx$ を介して導き出すものであれば、ブロックされるはずである。しかし、予測に反して、分配推論を観察した。さらに、分配推論は(8)の尺度推意と共存しない傾向も観察した。この観察はパズルにほかならない。

2.3 解決

Crnič et al. (2015)は、分配推論には$\neg\forall xAx \wedge \neg\forall xBx$ の尺度推意が不要だと主張した。代わりに(7)における(12)の尺度推意が分配推論を導き出す条件だと述べた。

(12) Not every semanticist only has a dog ∧ Not every semanticist only has a cat.

$\neg\forall x(Ax \wedge \neg Bx) \wedge \neg\forall x(Bx \wedge \neg Ax)$

(12)の条件は(8)より意味論的に弱い。言い換えれば、(8)は分配推論を導き出す十分条件ではあるが、必要条件ではない。そして、(12)の尺度推意を用いれば、パズルは解決される。

一般的に、Ax と$\neg$Bx と文脈的同値の可能性がある（排他的な状況）。すなわち、$\neg\forall xAx$ と$\neg\forall x(Ax \wedge \neg Bx)$と

文脈的同値の可能性がある。しかし、(11)のコンテクストでは、そのような状況は成立しない。

(12)の尺度推意を得るには、Magri (2011)の仮定に従って(13)の分析のように、全称選言文のスコープごとの Exh 演算子の義務的な適用が必要である。分析は(14)に示す。

(13) $Exh_{matrix} \forall x Exh_{embedding}(Ax \vee Bx)$

(14) Exh_{matrix}(All semanticists $Exh_{embedding}$(x have a dog or a cat))

$C_e = Alt(Ax \vee Bx) = \{Ax \vee Bx, Ax, Bx, Ax \wedge Bx\}$

$C'_e = \{Ax, Ax \wedge Bx\}, \{Bx, Ax \wedge Bx\}$

$IE_e = \{Ax \wedge Bx\}$

$Exh_e = (Ax \vee Bx) \wedge \neg(Ax \wedge Bx)$

$C_m = Alt(\forall x Exh_e(Ax \vee Bx) = \{\forall x Exh_e(Ax \vee Bx),\ \forall x Exh_e Ax,\ \forall x Exh_e Bx,\ \forall x Exh_e(Ax \wedge Bx)\}$

$C'_m = \{\forall x Exh_e Ax,\ \forall x Exh_e Bx,\ \forall x Exh_e(Ax \wedge Bx)\}$

$IE_m = \{\forall x Exh_e Ax,\ \forall x Exh_e Bx,\ \forall x Exh_e(Ax \wedge Bx)\}$

$Exh_m = \forall x(Ax \vee Bx) \wedge \neg\exists x(Ax \wedge Bx)\ \wedge\ \underline{\neg\forall x(Ax \wedge \neg Bx) \wedge \neg\forall x(Bx \wedge \neg Ax)}\ \wedge\ \neg\forall x(Ax \wedge Bx)$

下線部が目標の(12)の尺度推意である。全称選言文と(12)から、分配推論が導出される。

かくして、Crnič et al. (2015)は$\neg\forall x Ax \wedge \neg\forall x Bx$ の尺度推意の読みは理論的にブロックされ、実際にも存在しないと主張した。注意に値するのは、(13)の分析は埋め込み推意の存在を仮定している点である。また、Exh 演算子の適用を義務的なものだと捉えている点である。したがって、この分析は文法学派の理論をサポートする。一方、ネオ・グライス学派はこの分析を許容しない。

3. 利点と問題点

3.1 強い尺度項目の推意

Crnič et al. (2015)の分析の一つのアドバンテージは、Gotzner & Romoli (2018)にて観察した量化子の否定と強い尺度項目のコンビネーションから生じる尺度推意という新しいデータに一貫して対処できることである。

(15) a. No semanticist has both a dog and a cat. $\neg\exists x(Ax \wedge Bx)$

b. $\rightsquigarrow$All semanticists have a dog or a cat. $\forall x(Ax \vee Bx)$

(15a)のローカル位置の Exh 演算子の挿入は不可である。なぜなら、$\neg\exists x Exh(Ax \wedge Bx)$の位置の Exh 演算子は意味論的に空虚であり、Fox & Spector (2018)の経済性条件により、このような適用はブロックされるからである。一方、Crnič et al. (2015)と Magri (2011)の仮定を用いることで、(15)は(16)の通りに分析できる。

(16) $Exh_{matrix} \neg\exists x Exh_{embedding}(Ax \wedge Bx)$

$C_e = Alt(Ax \wedge Bx) = \{Ax \wedge Bx, Ax, Bx, Ax \vee Bx\}$

$IE_e = \varnothing$

$Exh_e = Ax \wedge Bx$

$C_m = Alt(\neg\exists x Exh_e(Ax \wedge Bx)) = \{\neg\exists x Exh_e(Ax \wedge Bx),\ \neg\exists x Exh_e Ax,\ \neg\exists x Exh_e Bx,\ \neg\exists x Exh_e(Ax \vee Bx),$
$\neg\forall x Exh_e(Ax \wedge Bx),\ \neg\forall x Exh_e Ax,\ \neg\forall x Exh_e Bx,\ \neg\forall x Exh_e(Ax \vee Bx)\}$

$IE_m = \{\neg\exists x Exh_e Ax,\ \neg\exists x Exh_e Bx,\ \neg\exists x Exh_e(Ax \vee Bx),\ \neg\forall x Exh_e(Ax \vee Bx)\}$

$Exh_m = \neg\exists x(Ax \wedge Bx)\ \wedge\ \exists x(Ax \wedge \neg Bx)\ \wedge\ \exists x(Bx \wedge \neg Ax)\ \wedge\ \underline{\forall x(Ax \vee Bx)}$

以上の分析のように、(15b)の尺度推意が得られる。

3.2 予測のジレンマ

しかし、Crnič et al. (2015)の分析は文法学派にある種のジレンマをもたらす。分配推論の分析においては、(18)の尺度推意も同時に予測される。

(17) $Exh_{matrix} \forall x Exh_{embedding}(Ax \vee Bx)$

$= \forall x(Ax \vee Bx) \wedge \underline{\neg\exists x(Ax \wedge Bx)}\ \wedge\ \neg\forall x(Ax \wedge \neg Bx) \wedge \neg\forall x(Bx \wedge \neg Ax)\ \wedge\ \neg\forall x(Ax \wedge Bx)$

(18) No semanticist has both a dog and a cat. $\neg\exists x(Ax \wedge Bx)$

しかし、(18)もパズルの生じる(11)のコンテクストと矛盾する。この望ましくない予測を避けるため、埋め込み位置の Exh の候補から、$Ax \wedge Bx$ の候補を除外しなければならない。調整した分析は(19)に示す。

(19) $Exh_{matrix} \forall x Exh_{embedding}(Ax \vee Bx)$

$C_e = Alt(Ax \vee Bx) = \{Ax \vee Bx, Ax, Bx\}$

$IE_e = \varnothing$

$Exh_e = Ax \vee Bx$

$C_m = Alt(\forall x Exh_e(Ax \vee Bx) = \{\forall x Exh_e(Ax \vee Bx),\ \forall x Exh_e Ax,\ \forall x Exh_e Bx,\ \forall x Exh_e(Ax \wedge Bx)\}$

$IE_m = \{\forall x Exh_e Ax,\ \forall x Exh_e Bx,\ \forall x Exh_e(Ax \wedge Bx)\}$

$Exh_m = \forall x(Ax \vee Bx)\ \wedge\ \neg\forall x(Ax \wedge \neg Bx) \wedge \neg\forall x(Bx \wedge \neg Ax)\ \wedge\ \neg\forall x(Ax \wedge Bx)$

Crnič et al. (2015)は候補の除外に関する制限を設け、そして、$Ax \wedge Bx$ の除外は制限に違反しないと主張した。本論文では候補の除外条件の詳細を検討しない。ただし、除外した場合、どういう問題が生じるかを指摘する。

文法学派は全称選言文の(18)の読みという予測を重要な理論的根拠として扱う（e.g., Chierchia et al. (2013)）。実際に、Chemla (2009)、Chemla & Spector (2011)、Gotzner & Romoli (2018)などの実験もその読みの存在を報告している。(18)の読みをオプションとして扱う場合、むしろ Sauerland (2004)、Geurts (2009)、Geurts & Pouscoulous (2009)、Geurts & van Tiel (2013)などのネオ・グライス学派の主張と一致するように思われる。したがって、Crnič et al. (2015)の分析はある種のジレンマに直面せざるを得ない。

さらに、候補が除外可能だとしても、なぜ除外するのかという根本的な説明は依然として重要である。追加の規定で埋め込み位置の候補を除外することにより、コンテクストと矛盾する読みを避けるというのは、いささか合理性に欠けるように思われる。とりわけ、連言は二つの選言肢よりも選言のベーシックな候補だと思われる。

3.3 過少生成

さらに、過少生成の問題も存在する。(20)の文は下方含意の環境のため、一般的に推意が生じない。(20)の前半の文の字義的な意味は(21)の通りである。その結果、コンテクストに不整合が生じる（ないしは前後の関連性の薄い読みになる）。

(20) I doubt that all semanticists have a dog or a cat. They only love dogs.

(21) $\neg\forall x(Ax \vee Bx) \Leftrightarrow \exists x(\neg Ax \wedge \neg Bx)$

(21)に Exh 演算子を適用させるには、スコープごとの義務的適用の仮説を用いることは可能である。それのみならず、下方含意の環境の Exh 演算は意味論的な弱化をもたらすため、Fox & Spector (2018)に従い、尺度項目にフォーカスを示すピッチアクセントの存在を仮定した上、Exh¬Exh 構造で分析する必要がある。その結果、(22)のように、Exh 演算子を三回適用することになる。

(22) $Exh_3\neg Exh_2(\forall x Exh_1(Ax \vee_F Bx))$

$\Rightarrow \forall x(Ax \wedge Bx)$

下付きの F はフォーカスの位置を表す。フォーカスにより、埋め込み位置の $Ax \vee Bx$ の候補が $Ax \wedge Bx$ に限定される。分析の詳細を省略するが、(22)の分析は$\forall x(Ax \wedge Bx)$を含意する結果になる。明らかに、$\forall x(Ax \wedge Bx)$は(20)の望ましい読みではない。

(23) $\neg(\forall x(Ax \vee Bx))$

$\leadsto \neg(\exists x Ax \wedge \exists x Bx) \Leftrightarrow \neg\exists x Ax \vee \neg\exists x Bx$

(23)のように、下方含意演算子のスコープの中で分配推論を導き出す読みが望ましいように思われる。しかし、Crnič et al. (2015)の分析でどのように以上の読みを得られるかは不明である。

4. 分析の提案

4.1 モジュールの実装

本論文は Bar-Lev & Fox (2020)の導入した Innocent Inclusion（II）バージョンの Exh 演算を基に、コンテクストによるアップデートというモジュールを実装することで、分配推論を直接導出する方法を提案する。まず、Bar-Lev & Fox (2020)の定義を(24)に示す。その後、コンテクストのアップデートのモジュールを導入する。

(24) a. $[\![Exh^{IE+II}]\!](C)(p)(w) \Leftrightarrow \forall q \in IE(p,C)[\neg q(w)] \wedge \forall r \in II(p,C)[r(w)]$

b. $IE(p,C) = \cap\{C' \subseteq C\text{: } C' \text{ is a maximal subset of } C\text{, s.t. } \{\neg q\text{: } q \in C'\} \cup \{p\} \text{ is consistent}\}$

c. $II(p,C) = \cap\{C'' \subseteq C\text{: } C'' \text{ is a maximal subset of } C\text{, s.t. } \{r\text{: } r \in C''\} \cup \{p\} \cup \{\neg q\text{: } q \in IE(p,C)\} \text{ is consistent}\}$

(24)のように、Innocent Inclusion バージョンの Exh 演算子は IE 候補に属する全ての命題に偽を、且つ全ての II 候補に属する命題に真を割り当てて出力する。IE 候補は Innocent Exclusion バージョンと同様である。II 候補は、集合 C のうち、真を割り当てても、命題 p、及び IE 候補の命題の否定と矛盾しない候補からなる最大の部分集合の共通部分のことである。

本論文は以上の定義を基に、コンテクストによるアップデートのモジュールを組み合わせる。

(25) a. $s \in CU$ iff $s=1 \wedge s \in R$

b. $IE(p,C) = \cap\{C' \subseteq C\text{: } C' \text{ is a maximal subset of } C\text{, s.t. } \{\neg q\text{: } q \in C'\} \cup \{p\} \cup \{s\text{: } s \in CU\} \text{ is consistent}\}$

c. $II(p,C) = \cap\{C'' \subseteq C\text{: } C'' \text{ is a maximal subset of } C\text{,}$

$\text{s.t. } \{r\text{: } r \in C''\} \cup \{p\} \cup \{s\text{: } s \in CU\} \cup \{\neg q\text{: } q \in IE(p,C)\} \text{ is consistent}\}$

(25a)の示すように、コンテクストに関連性を持つ真である命題 s はコンテクストのアップデートの集合 CU に属する。IE 候補と II 候補の計算は、命題 p のみならず、s との一貫性も考慮に入れると仮定する。この仮定は、尺度推意の算出、さらに、ある発話の可能な候補の真理値を判断する際に、コンテクスト的情報を用いるという仮定に基づいている。

注意に値するのは、この仮定は Magri (2011)における Exh の計算は一般知識やコンテクスト情報を用いないという仮説と露骨に衝突する。したがって、例えば(26)のような Magri (2011)でうまく分析できるデータについては、本論文の仮説でどのように説明できるかが問題になる。

(26) #Some cats are animals.

(26)の例は本論文の検討範囲を超えるため、今後の課題にしておきたい。

4.2 プレーンの分配推論

コンテクストによるアップデートのモジュールを実装した Innocent Inclusion バージョンの Exh 演算はどのように分配推論を導出できるかを示す。まずはプレーンのケースである。

(27) a. All semanticists have a dog or a cat. $\forall x(Ax \vee Bx)$

b. Exh(All semanticists have a dog or a cat) = Exh$\forall x(Ax \vee Bx)$

$C = Alt(\forall x(Ax \vee Bx)) = \{\forall x(Ax \vee Bx),\ \forall xAx,\ \forall xBx,\ \forall x(Ax \wedge Bx),$
$\exists x(Ax \vee Bx),\ \exists xAx,\ \exists xBx,\ \exists x(Ax \wedge Bx)\}$

$CU = \varnothing$

$IE = \{\forall xAx,\ \forall xBx,\ \forall x(Ax \wedge Bx),\ \exists x(Ax \wedge Bx)\}$

$II = \{\forall x(Ax \vee Bx),\ \exists x(Ax \vee Bx),\ \exists xAx,\ \exists xBx\}$

$Exh\forall x(Ax \vee Bx) = \forall x(Ax \vee Bx) \wedge \underline{\exists xAx \wedge \exists xBx} \wedge \neg\forall xAx \wedge \neg\forall xBx \wedge \neg\exists x(Ax \wedge Bx)$

c. Some semanticists have a dog $\wedge$ Some semanticists have a cat. $\exists xAx \wedge \exists xBx$

(27)の分析では、Exh 演算子の一回のグローバル適用により、分配推論が直接導出される。強調しておきたい点は、$\neg\forall xAx \wedge \neg\forall xBx$ や $\neg\forall x(Ax \wedge \neg Bx) \wedge \neg\forall x(Bx \wedge \neg Ax)$ の尺度推意を介する必要がないため、Crnič et al. (2015)の提示したパズルは自然解消する。プレーンのケースでは特殊なコンテクストを考慮しないため、コンテクストのアップデートの集合は空集合である。

4.3 コンテクストのアップデート

次に、パズルの(28)のコンテクストの分配推論を分析する。

(28) Every semanticist has a dog $\wedge$ Some of them have a cat. $\forall xAx \wedge \exists xBx$

(29) Exh(All semanticists have a dog or a cat) = Exh$\forall x(Ax \vee Bx)$

$C = Alt(\forall x(Ax \vee Bx)) = \{\forall x(Ax \vee Bx),\ \forall xAx,\ \forall xBx,\ \forall x(Ax \wedge Bx),$
$\exists x(Ax \vee Bx),\ \exists xAx,\ \exists xBx,\ \exists x(Ax \wedge Bx)\}$

$CU = \{\forall xAx \wedge \exists xBx\}$

$IE = \{\forall xBx,\ \forall x(Ax \wedge Bx)\}$

$II = \{\forall x(Ax \vee Bx),\ \forall xAx,\ \exists x(Ax \vee Bx),\ \exists xAx,\ \exists xBx,\ \exists x(Ax \wedge Bx)\}$

$Exh\forall x(Ax \vee Bx) \Rightarrow \exists xAx \wedge \exists xBx \wedge \exists x(Ax \wedge Bx) \wedge \neg\forall x(Ax \wedge Bx)$

分配推論は同じく直接導出される。したがって、Crnič et al. (2015)のパズルはこの分析にも影響しない。さらに、コンテクストのアップデートにより、(29)の分析は $\neg\exists x(Ax \wedge Bx)$ というコンテクストと矛盾する読みを予測しない。代わりに $\neg\forall x(Ax \wedge Bx)$ の読みを予測する。したがって、Crnič et al. (2015)の分析のジレンマも生じない。

4.4 分配推論の変種

さらに、量化子の否定と強い尺度項目のコンビネーションから派生した分配推論の変種の分析を示す。

(30) a. No semanticist has both a dog and a cat. =(15a) $\neg\exists x(Ax \wedge Bx)$

b. $\Leftrightarrow$All semanticists either do not have a dog or do not have a cat. $\forall x(\neg Ax \vee \neg Bx)$

c. $\rightsquigarrow$Some semanticists do not have a dog $\wedge$ Some semanticists do not have a cat. $\exists x\neg Ax \wedge \exists x\neg Bx$

(30a)（=(15a)）は(30b)と論理的に同値である。そして、(30b)から(30c)の分配推論は問題なく成立するように思われる。(30b)の分析は(31)に示す。

(31) Exh$\forall x(\neg Ax \vee \neg Bx)$

$C = Alt(\forall x(\neg Ax \vee \neg Bx)) = \{\forall x(\neg Ax \vee \neg Bx),\ \forall x\neg Ax,\ \forall x\neg Bx,\ \forall x(\neg Ax \wedge \neg Bx),$
$\exists x(\neg Ax \vee \neg Bx),\ \exists x\neg Ax,\ \exists x\neg Bx,\ \exists x(\neg Ax \wedge \neg Bx)\}$

$CU = \varnothing$

$IE = \{\forall x\neg Ax,\ \forall x\neg Bx,\ \forall x(\neg Ax \wedge \neg Bx),\ \exists x(\neg Ax \wedge \neg Bx)\}$

$II = \{\forall x(\neg Ax \vee \neg Bx),\ \exists x(\neg Ax \vee \neg Bx),\ \exists x\neg Ax,\ \exists x\neg Bx\}$

$Exh\forall x(\neg Ax \vee \neg Bx) = \forall x(\neg Ax \vee \neg Bx) \wedge \underline{\exists x\neg Ax \wedge \exists x\neg Bx} \wedge \neg\exists x(\neg Ax \wedge \neg Bx)$

以上のように(30c)の分配推論が直接導出される。この変種の分析において重要なのは、Crnič et al. (2015)の分析を採用する場合、分配推論を得るには、以下の通りの(32)の尺度推意を介さなければならない。

(32) $\neg\forall x(\neg Ax \wedge Bx) \wedge \neg\forall x(\neg Bx \wedge Ax) \Leftrightarrow (\exists xAx \vee \neg\forall xBx) \wedge (\exists xBx \vee \neg\forall xAx)$

この読みはかなり複雑であるため、実際にアクセス可能なのかについて、実験による証拠が必要である。

さらに、変種のケースにおいても、Crnič et al. (2015)のパズルを作れる。パズルのコンテクストは(33)の通りである。そして、(34)のコンテクストのアップデートで対処可能である。

(33) Every semanticist does not have a dog $\wedge$ Some of them do not have a cat. $\forall x\neg Ax \wedge \exists x\neg Bx$

(34) $CU = \{\forall x\neg Ax \wedge \exists x\neg Bx\}$

$Exh\forall x(\neg Ax \vee \neg Bx) \Rightarrow \forall x(\neg Ax \vee \neg Bx) \wedge \exists x\neg Ax \wedge \exists x\neg Bx \wedge \neg\forall x(\neg Ax \wedge \neg Bx)$

その際に、(31)の $\neg\exists x(\neg Ax \wedge \neg Bx) \Leftrightarrow \forall x(Ax \vee Bx)$ の読みがブロックされることを予測する。対照として、Crnič et al. (2015)の分析では、追加の規定がない限り、以上の読みを予測する。二つの分析における予測の違いは実験の理論的根拠になり得る。

4.5 下方含意の環境

第 3.3 節に示したように、Crnič et al. (2015)の分析は(35)のような下方含意の環境で生じる分配推論に対処できない。

(35) a. I doubt that all semanticists have a dog or a cat. They only love dogs.

b. $\neg(\forall x(Ax \vee Bx))$

$\rightsquigarrow \neg(\exists xAx \wedge \exists xBx) \Leftrightarrow \neg\exists xAx \vee \neg\exists xBx$

一方、Innocent Inclusion ベースの Exh 演算は尺度推意を介さずに分配推論を直接導出できるため、Exh 演算子を(36)のように、否定のスコープの中に挿入すれば良い。

(36) $\neg(\text{Exh}\forall x(Ax \vee Bx)) = \neg(\exists xAx \wedge \exists xBx)$

しかし、下方含意の環境の Exh 演算子の適用は原則禁止されている（cf. Fox & Spector (2018)）。したがって、Exh 演算子の適用を許容するための補助仮説を導入しなければならない。

(37) Exh 演算子の適用原理の補助仮説：コンテクストに不整合が生じる場合、且つ、Exh 演算子を下方含意演算子のスコープに挿入することで、その不整合が解消できれば、Exh 演算子を適用して良い。

(37)の補助仮説は以下のように正当化可能である。解釈の不整合は他の解釈を求める動機である。Exh 演算は意味を強める操作であるため、新たな解釈を導き出し得る。

以上のように、Innocent Inclusion ベースの Exh 演算と適用原理に関する補助仮説を組み合わせることで、下方含意の環境で生じる分配推論にも対処できる。ただし、(37)の補助仮説は Exh 演算子の適用がオプションであることを前提にしている。対照として、文法学派は Exh 演算子の適用を義務的に捉える。一方、ネオ・グライス学派は埋め込み位置の推意を一切認めない。したがって、(37)の補助仮説は必ずしも文法学派やネオ・グライス学派の何れの主張をサポートするものではない。

5. 他の潜在的なアプローチ

5.1 自由選択推論の拡張

本論文の最後、さらに二つの潜在的に分配推論に対処可能なアプローチを概観する。(38a)の全称選言文は(38b)を論理的に含意する。したがって、(38b)を介して分配推論を導出することも可能である。

(38) a. All semanticists have a dog or a cat. $\forall x(Ax \vee Bx)$

b. ⇒Some semanticists have a dog or a cat. $\exists x(Ax \vee Bx)$

c. $\rightsquigarrow$Some semanticists have a dog ∧ Some semanticists have a cat. $\exists xAx \wedge \exists xBx$

可能性演算子のスコープに現れる選言は(39)のような自由選択推論（Free choice inference）を引き起こす。Fox (2007)は非単称形態の存在量化子に埋め込まれる選言から、(38c)の論理形式への推論をある種の自由選択推論の拡張だと主張している。

(39) a. Mary is allowed to have a dog or a cat. $\Diamond(A \vee B)$

b. $\rightsquigarrow$Mary is allowed to have a dog ∧ Mary is allowed to have a cat. $\Diamond A \wedge \Diamond B$

したがって、全称選言文の含意を介して、目標の分配推論を自由選択推論の拡張として導出するアプローチも可能なように思われる。分析の詳細は省略するが、自由選択推論も同じく Exh 演算で導出できる。

5.2 DIST 演算子

もう一つのアプローチは Santorio (2020)の提案した DIST 演算子に基づく分析である。DIST 演算子は以下のように機能する。その結果、複数表現の分配的読みが成立する。

(40) a. The semanticists have a dog.

b. ⟦[The semanticists] DIST[have a dog]⟧

=True iff $\forall x$: ⟦Semanticist⟧ (x)=1, ⟦Have a dog⟧ (x)=1

=For each of the semanticists, she has a dog.

Santorio (2020)は DIST 演算子を調整し、(41)の選言前件の簡素化（Simplification of disjunctive antecedents）（cf. Ciardelli et al. (2018)や Bar-Lev & Fox (2020)）の分析に応用した。

(41) a. If it rained or snowed, the game would be cancelled.

b. [If it rained or snowed] DIST_{π}[would [the game be cancelled]]

c. $\rightsquigarrow$If it rained, the game would be cancelled ∧ If it snowed, the game would be cancelled.

同様に、DIST 演算子を調整して、分配推論の分析に応用することも可能である。

(42) a. The semanticists have a dog or a cat.

b. ⟦[The semanticists] DIST[have a dog or a cat]⟧

=True iff $\forall x$: $x \in \{$x have a dog, x have a cat$\}$, ⟦Semanticist⟧ (x)=1

=A semanticist has a dog ∧ A semanticist has a cat.

この分析の DIST 演算子は(40)と(41)の二つのバージョンと異なる点は要注意である。(42)の分析は単に個体を分配するのみならず、選言肢も分配している。そして、DIST 演算子の適用原理も検討する価値があるように思われる。

6. 結論と展望

本論文は Crnič et al. (2015)の分析に対して、Bar-Lev & Fox (2020)の分析にコンテクストのアップデートのモジュールを実装することで、分配推論、及び様々な変種に一貫して対処可能な分析を提案した。さらに、二つの潜在的に分配推論を導出できるアプローチも概観した。

本論文で検討した四つのアプローチ以外にも分配推論を分析できるアプローチが存在することを付け加えておきたい。例えば(43)の Exh 演算子の再帰的適用も分配推論を導出できる。

(43) Exh(Exh $\forall$x(Ax$\vee$Bx))

Exh 演算子の適用原理や計算に必要な候補の決め方にコンテクストの影響を認める観点は先行研究に存在するものの、Exh 演算にコンテクストのアップデートを導入する提案は新しい。したがって、より多くの概念的・経験的な根拠が必要だと思われる。本論文はネオ・グライス学派と文法学派の論争に加担することを目的としない。実際に、本論文の提案は何れの立場からも独立するように思われる。

最後に、Crnič et al. (2015)の分析、及び本論文の提案は何れも分配推論を導出できる。しかし、細部の予測が異なる。例えば、変種の分析において、Crnič et al. (2015)の分析は複雑な尺度推意を予測するのに対し、本論文の提案はそのような尺度推意を予測しない。そして、コンテクストのアップデートにより、一部の読みがブロックされることを予測するが、一方、Crnič et al. (2015)の分析では予測しない。さらに、紙幅の都合上検討できなかったが、三つの選言肢の全称選言文の分配推論に関しても異なる読みを予測する。

しかし、本論文の分析は$\neg\forall$xAx$\wedge\neg\forall$xBx の読みを予測する傾向がある（$\neg\forall$xAx$\wedge\neg\forall$xBx は$\neg\forall$x(Ax$\wedge$Bx) より論理的に強いため、前者の読みが優先される）。$\forall$xAx$\wedge\exists$xBx や$\forall$xAx$\wedge\neg\exists$xBx などの環境では、全称選言文が真だと判断される傾向があるという事実から、この予測は望ましくないと言える。一つの可能な説明は以下の通りである。例えば A$\wedge$B が真であるような状況において、A$\vee$B の発話は語用論的に偽であるが、意味論的に偽であるわけではない。同じように、全称選言文の解釈において、語用論の読みより、意味論の読みがより著しいという説明に訴えることは可能である。この説明に更なる根拠が必要であることは言を俟たない。何れにせよ、Crnič et al. (2015)との予測の異同は今後の実験の理論的根拠になり得る。

謝辞　本論文の執筆にあたり、多くのご助言を賜った指導教授の澤田治先生に感謝の意を申し上げます。また、有意義な議論やコメントを下さった井原駿、平山裕人、水谷謙太、森山倭成の諸氏に感謝します。本論文の草稿の一部は阪大神大の理論言語学の研究集会で検討しました。関係者の方々、特に主催者の山口真史氏に御礼申し上げます。本論文の初期段階では北条まりな氏より有意義なコメントを頂きました。感謝の意を表します。最後に、匿名の査読者、及び発表のご来場者の方々に御礼申し上げます。

参照文献

Bar-Lev, Moshe E & Danny Fox. (2020) Free choice, simplification, and Innocent Inclusion. *Natural Language Semantics* 28(3), 175-223.
Chemla, Emmanuel. (2009) Universal Implicatures and Free Choice Effects: Experimental Data. *Semantics and Pragmatics* 2(2), 1-33.
Chemla, Emmanuel & Benjamin Spector. (2011) Experimental Evidence for Embedded Scalar Implicatures. *Journal of Semantics* 28(3), 359-400.
Chierchia, Gennaro, Danny Fox & Benjamin Spector. (2013) Scalar implicature as a grammatical phenomenon. in *Semantics: An international handbook of natural language meaning*, Vol.3, Claudia Maienborn, Klaus von Heusinger, and Paul Portner (eds.), 2297-2331. Berlin: Mouton de Gruyter.
Ciardelli, Ivano, Linmin Zhang & Lucas Champollion. (2018) Two switches in the theory of counterfactuals. *Linguistics and Philosophy* 41(6), 577-621.
Crnič, Luka, Emmanuel Chemla & Danny Fox. (2015) Scalar implicatures of embedded disjunction. *Natural Language Semantics* 23(4), 271-305.
Fox, Danny. (2007) Free Choice and the theory of Scalar Implicatures. in *Presupposition and Implicature in Compositional Semantics*, Uli Sauerland and Penka Stateva (eds.), 71-120. London: Palgrave Macmillan.
Fox, Danny & Benjamin Spector. (2018) Economy and embedded exhaustification. *Natural Language Semantics* 26(1), 1-50.
Geurts, Bart. (2009) Scalar Implicature and Local Pragmatics. *Mind & Language* 24(1), 51-79.
Geurts, Bart & Nausicaa Pouscoulous. (2009) Embedded implicatures?!? *Semantics and Pragmatics* 2(4), 1-34.
Geurts, Bart & Bob van Tiel. (2013) Embedded scalars. *Semantics and Pragmatics* 6(9), 1-37.
Gotzner, Nicole & Jacopo Romoli. (2018) The Scalar Inferences of Strong Scalar Terms under Negative Quantifiers and Constraints on the Theory of Alternatives. *Journal of Semantics* 35(1), 95-126.
Magri, Giorgio. (2011) Another argument for embedded scalar implicatures based on oddness in downward entailing environments. *Semantics and Pragmatics* 4(6), 1-51.
Santorio, Paolo. (2020) Simplification is not Scalar Strengthening. *Proceedings of SALT* 30, 624-644.
Sauerland, Uli. (2004) Scalar Implicatures in Complex Sentences. *Linguistics and Philosophy* 27(3), 367-391.