

言葉の意味をどのように説明するか：形式意味論と分布意味論を比較する観点から

峯島宏次

慶應義塾大学

形式意味論と分布意味論はどちらも言葉の意味を形式的・数理的な手法を使って分析する理論的な枠組みである。形式意味論は論理と記号表現、分布意味論は統計とベクトル表現という形で、それぞれの枠組みが依拠する手法は異なるが、言葉の意味を計算するという目標は両者に共通している。形式意味論は、歴史的にはフレーゲによる哲学、論理学の研究に端を発し、現在では理論言語学の一分野として広く研究されている。一方、分布意味論は、1950年代の構造主義言語学の研究から始まり、認知科学におけるいわゆるコネクショニズムの伝統と結びついて、深層学習を利用した最近の自然言語処理技術の急速な発展の契機の一つとなった。形式意味論が言葉の意味の記述から心理的な要素をできるだけ排除しようとしたフレーゲの反心理主義的な傾向から強い影響を受けているのに対して、分布意味論の方は人間の認知プロセスの研究と直接結びつきやすく、また窪田氏と大谷氏の解説にあるように、認知言語学の「用法基盤的な言語観」とも親和性が高いと予想される。ただし現状としては、計算可能なモデルを目指す分布意味論と、認知言語学や構文文法の研究の間にはまだ大きなギャップがあり、両者を結びつける研究にはこれから探求の余地が豊富に存在するように見える。

形式意味論と分布意味論についてはそれぞれ個別にすでに多くの解説が書かれているので*1、ここではそれぞれの特徴についていくつかの観点から整理をし、両者の実りある関係について考察したい。具体的にはまず形式意味論の特徴として、(1) 文の中心性、(2) 意味の構成性、(3) 真理条件と推論、(4) 意味論と語用論の区別という4点に着目する。

形式意味論は、フレーゲの文脈原理「語の意味は文という脈絡において問われるべきであって、孤立して問われてはならない」(『算術の基礎』序文)に簡潔に要約されるように、語ではなく、文を基本単位として言葉の意味を説明する。語の意味は、文の意味にどのように貢献するのかという点から記述され、文の意味を語の意味と文の構造から計算する手続きが定義される(意味の構成性)。このアプローチの利点は、例えば、助詞のような機能語、あるいは否定などの論理的表現の意味をどう記述するかという問題を考えるとわかりやすいだろう。文という単位が重視される理由は、それが情報を表現する基本単位とみなせるからである。ここでいう「情報」とは典型的には真であったり偽であったりという評価ができるような対象、つまり、真理条件を担うものである。同時に、そこから何

*1 言語の理論研究からみた分布意味論の最近の進展については、[1]や[3]などを参照。

が帰結し、他の情報とどのような関係をもつのか、このような推論関係を担うのも、文という単位である。こうして真理条件と推論が意味論が説明すべき中心的なデータとなる。また、文の意味（すなわち、真理条件と推論）は、慣習的な要素だけでは決まらず、文脈や話者の意図を考慮する語用論による補完を必要とする。指標詞などの文脈に依存する要素、前提や推意などの推論の多様なタイプを区別することで、真理条件と推論に寄与する様々なファクターが細かく分析される。この観点から見ると、語用論なしには真理条件や推論の説明は完結しない。

他方で分布意味論は、「単語の意味はそれが出現した周囲の単語（文脈）によって決まる」という分布仮説に基づいて言葉の意味を表現する。単語の意味は、コーパスでその周辺に出現する単語の頻度に基づいて、単語ベクトル（分散表現）として表現され、それに基づいて単語間の意味的な関連性や類似性を計算することが可能になる。また、最近の手法（文脈化された単語ベクトル）では、単語ごとに固定した分散表現を割り当てるのではなく、単語の個々の出現（トークン）に対して分散表現を割り当てるのが可能になる。

この分布意味論のアプローチのもとでは、フレーゲの言う文脈原理「語の意味は文という脈絡において問わなければならない」が表面上は維持されているように見える。ただし、形式意味論において文という単位が真理条件と推論を担うものとして中心的な役割を果たしていたのに対し、分布意味論では文は単語を取り巻く文脈の一つであり、真偽評価が可能な情報の担い手というよりも一般的な役割を果たしている点に注意が必要である。また、分布意味論に基づくアプローチのもとで、構成性、及び、真理条件と推論という意味の側面がどのように説明されるのかは、認知科学におけるコネクショニズム論争から長く論じられている問題である。最近の深層学習に基づく言語モデルによってこれらの側面がどれくらい実現されているのかについては、現在でも議論が続いている*2。適切な評価を行うためには、ターゲットとなる概念（例えば、構成性）が言語の使用にどのように反映されるのかを分析し、その分析に基づいてベンチマークを設計することが重要になる。

分布意味論の経験主義的観点から探究する価値があるのは、形式意味論が前提してきた構成性や、文が担う真理条件や推論を可能にする特質は、明示的に記号表現としてコード化しなくても、何らかの形で分散表現の中に潜在している、という見方であろう。意味論と語用論の区別についても同様に、その区別を前提せずに、慣習の意味がどのように成立するのか、その発生メカニズムを問うことが主たる問題となる。この観点からすると、形式意味論と分布意味論はまったく対立するというものではない。むしろ、分布意味論が

*2 日本語を対象として最近の言語モデルの構成性を経験的に評価する研究としては [5, 6] を参照してほしい。

扱う問題の一つは、形式意味論が言葉の意味を説明するときに前提している概念（文とその構成性、真理条件と推論、慣習的意味）が、どのように言葉の具体的な使用の蓄積から生じるのかを厳密な仕方でも説明することである。これはちょうどグライス [2] による意味の理論の構成と平行に理解できるだろう。グライス [2] は、慣習的意味の概念を前提として推意 (implicature) の導出を試みると同時に、慣習的意味を話し手の意図を中心とする心的なメカニズムによって説明することを試みた。分布意味論の場合、説明の基底となるのは、話し手の意図ではなく言語の具体的な使用である。この点で、グライス [2] が示唆し、スクームズ [4] が発展させたような自然的意味から非自然的意味（慣習的意味）を導出しようとするプログラムと共通点があるといえるだろう。

分布意味論に基づく意味のモデルによって自然で流暢な会話がこれまで予想もしなかった精度で実現されることは実に驚くべきことであるが、そこからさらに形式意味論が依拠するような言語の特質がどうやって実現されるのかは明らかではなく、今後も様々な試行錯誤が続くだろう。言語観や方法論の対立はともすれば真つ二つに割れがちであるが、「言葉の意味をどのように説明するか」という共通の問いから出発して、「意味のモデル」を構築するための具体的な手法や知見を共有することが本講演の目的である。言語の理論と記述、計算と認知という視点が交差するところで対話と交流が進むことで、今後面白い研究が生まれるにちがいない。

参考文献

- [1] Gemma Boleda. Distributional semantics and linguistic theory. *Annual Review of Linguistics*, 6(1):213–234, 2020.
- [2] Paul Grice. *Studies in the Way of Words*. Harvard University Press, 1989. 清塚邦彦訳『論理と会話』勁草書房, 1998年.
- [3] Ellie Pavlick. Semantic structure in deep learning. *Annual Review of Linguistics*, 8(1):447–471, 2022.
- [4] Brian Skyrms. *Signals: Evolution, Learning, and Information*. Oxford University Press, 2010.
- [5] Hitomi Yanaka and Koji Mineshima. Assessing the generalization capacity of pre-trained language models through Japanese adversarial natural language inference. In *Proceedings of the Fourth BlackboxNLP Workshop*, 2021.
- [6] Hitomi Yanaka and Koji Mineshima. Compositional Evaluation on Japanese Textual Entailment and Similarity. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 10:1266–1284, 2022.