「理論の意味論的捉え方」と言語学

三藤　博

1. はじめに

筆者は三藤(2014)において、近年科学哲学の分野において科学理論の規定の一つとして提唱されている「理論の意味論的捉え方」が生成文法、形式意味論を中心とする理論言語学の方法論の規定としても極めて妥当であり、このことは逆に理論言語学が「理論の意味論的捉え方」の描像の正当性に対する一つの傍証となっていることを論じた。三藤(2014)の執筆後に戸田山(2015)が刊行され、そこで「理論の意味論的捉え方」についてより詳細な議論が展開されているので、本稿では戸田山(2015)の内容と理論言語学との関係について考察する。また、本稿の後半においては、現在の生成文法統語論において規定されている統語構造の binary branching（二股分かれ）について、意味論的操作との関連を中心として、人間が行なう演算操作という観点から考えてみたい。

2. 「理論の意味論的捉え方」と理論言語学

三藤(2014)で述べたとおり、科学哲学において近年、科学理論の「意味論的捉え方(the semantic conception of theories)」という考え方が提唱されている。この考え方は、自然科学研究におけるモデルの意義に基づきつつこれを更に一歩進めて、科学理論自体を一つのモデルと見なそうという考え方である。つまり、科学理論は日常的な経験の世界を直に説明対象とするものではなく、その科学理論が成立する対象として限定されたモデルを整合的に構成しているものである、と考えるのが「科学理論の意味論的捉え方」である。そして、生成文法と形式意味論と中心とする理論言語学の方法論は、まさにこの「科学理論の意味論的捉え方」の好例を提供していることを論じた。

三藤(2014)を書いた後、2015 年に入って新たに戸田山(2015)『科学的実在論を擁護する』が刊行された。本書では、タイトルに示されているとおりの科学的実在論擁護のコンテクストの中で、「科学理論の意味論的捉え方」についてより詳細な議論が展開されている。そこで、新たに戸田山(2015)における記述を踏まえつつ、自然言語を対象とする科学という見地から見た言語学がまさに「科学理論の意味論的捉え方」の科学哲学、科学方法論における妥当性、適確性の好個の例となっていることを確認してみたいと考える。

「科学理論の意味論的捉え方」において「モデル」が果たしている二重の役割について、戸田山(2015)は次のように説明している。

(1) 意味論的捉え方ではしばしば「モデル」という言葉が二重の意味で使われる。実在システムと公理系を媒介する中間項としてのモデルは、公理系との関係で言えば、公理

系の「意味論的モデル」、つまり公理系の諸記号に解釈を与える装置である。同じモデルが、実在システムとの関係では、実物の単純化した模型という意味での「モデル」になる。むしろ、意味論的捉え方はモデルにこうした二重の役割を担わせることによって成立している立場だ、と言うことができる。

(戸田山(2015) pp. 263, 264.)

つまり、まさにモデル理論的意味論における「モデル」の位置づけと同じ、本来の「意味論的モデル」が、そのまま「実物の単純化した模型という意味での「モデル」」としても機能する、という「モデルの二重性」が、上の引用で戸田山も述べているとおり、「理論の意味論的捉え方」の基本となっているわけである。

モデル理論的意味論においては、モデルはまずは解釈関数(Interpretation function)の値域を構成する役割を担っている。モデルの中に個体を設定し、例えば日本語や英語（に限らず、分析の対象としている言語）の固有名詞を解釈関数によって適切な個体に対応させ、自動詞は1項述語としてモデルの中の個体の集合と対応させ、関数適用によって順に対応関係を組み上げていき、最終的に命題のレベル、すなわちタイプtの表現に到達した段階で、文をモデルの中に個体等とは全く別個に設定されている2つの要素のいずれかに対応づけて文の真理条件の規定が完結する、というステップを踏むこととなる。

この場合、モデルの位置づけはまさに上の戸田山(2015)の(1)の引用で「公理系の諸記号に解釈を与える装置」と言われているものに他ならない。自然言語の意味論としてのモデル理論的意味論では、モデルは個体やタイプtの表現に対応する要素から構成されているので、このモデルを直ちに自然言語を単純化した模型という意味での「モデル」と見なすことはできないことは言うまでもない。

しかし、統語的構造に対する意味の付与のしかたとして、モデルを構成して統語的構造をそのモデルに対応させることによって文の真理条件の具体的な表示に至る、というモデル理論的意味論の理論構成それ自体が人間の言語能力の一部をなしている言語の意味に関する能力の「単純化した模型」となっている、ということは妥当な主張であろう。生成文法が颯爽と登場した当時、伝統文法に対して、人間の言語能力を全面的に前提としその能力に依拠した理論体系であり、言語能力そのものの解明には全く至っていない、という批判を行ない、自らの統語理論では統語操作に関する明示的な規定（最初期においては、句構造規則と変形規則）を立てて人間の言語能力の説明(explanation)を目標としたことにならって考えれば、言語能力の一部をなす言語の意味に関する能力それ自体の解明に取り組むためには、人間が自然言語の意味処理を行なっている際にはどのような操作が行なわれているのかを解明することが不可欠であると考えられる。モデル理論的意味論による意味処理のメカニズムは、この操作に関する、まさに一つの「単純化した模型」としてのモデルを提示しているものと見ることができるのである。

また、この考察は、三藤(2014)でも論じたとおり、科学哲学における「理論の意味論的

捉え方」の妥当性に対する好個の傍証ともなっているのである。

3. 意味論的操作から見た binary branching

本節では、前節で見た人間の言語能力のモデル化の一つとして、統語構造と意味構造における binary branching について考えてみたい。現代の生成文法統語論であるミニマリズムでは、統語構造はすべて binary branching（二股分かれ）から構成されていると考えられている。このことは、改めて言うまでもなく、統語構造を生成する基本操作である Merge が二つの要素 α と β から新たな要素を作り出す操作として定義されていることによる。二つの要素に対して（のみ）基本操作 Merge が適用されるのであるから、でき上がる統語構造がすべて binary branching で構成されることは当然のことである。

統語部門を離れて、意味論の観点からこの構造の問題を考えてみると、純粋に意味論的な観点からは、すべての節点が binary branching になっていなければならないという必然性は認められないばかりか、むしろ逆に、例えば ternary branching（三つ叉分かれ）があってもなんら不思議はない、と言える。たとえば、他動詞を考えると、他動詞は 2 項述語であるので、論理学においてもプログラム言語などの情報処理の世界においても、(2a)の基本的な意味は(2b)のように表示されるのが通例である。

(2) a. Naomi likes Ken.
b. like(Naomi, Ken)

2 項述語の引数（項）として見れば、第 1 項の Naomi と第 2 項の Ken とは対等の位置づけにある。さらに、このような 2 項述語に対してはモデルの中の個体から作られる順序対の集合を対応させ、次のような意味解釈規則を立てるのが自然であり、実際論理学やプログラム言語の意味論などではそのようにされている。

(3) Fを 2 項述語、a, b を個体項とする。F(a, b)が真となるのは、<[[a]], [[b]]>∈[[F]] のとき、そしてそのときに限る[1]。

もちろん自然言語の意味論においても(3)のような意味解釈規則を立ててなんら問題はない。ただ、統語論と意味論との間には準同型(isomorphism)の関係が成立していなければならないので[2]、(3)のような意味解釈規則があると、これに対応する統語論の操作は、他動詞とそれが要求する二つの項を一挙に処理することとなるので、動詞句VPの節点が ternary branchingとならざるを得ない。現在の形式意味論では、統語論との準同型対応の

---

[1] <a, b>は a と b の順序対(ordered pair)で、順序を問う。すなわち、一般には<a, b>≠<b, a>

[2] この統語論と意味論との間の準同型関係の要請がいわゆる「構成性の原理(the principle of compositionality)」の本質にほかならないことについては、三藤(2013)で詳論した。

観点から(3)のような意味解釈規則を避けて、統語論における構造形成の順序に合わせるために、他動詞の意味解釈を二段階に分けて行なうschönfinkelizationという手段が用いられている。タイプが<e, <e, t>>である他動詞が先ず内項としての直接目的語とMergeしてタイプ<e,t>の動詞句を形成し、次に外項としての主語とMergeすることによってタイプtの文が形成される、という手順になる。(3)のような意味規則によって2項述語の2つの項を一度に処理するやり方とschönfinkelizationによって二段階に分けて処理するやり方とは全く同等の結果を与えるのであるから、自然言語の意味論において特段(3)のようなやり方に固執する理由はなく、schönfinkelizationを用いて二段階の意味解釈を行なうことが妥当であることに異論はない所である。

次に、英語の and, or などや日本語の「と」「か」などのような典型的な等位接続詞について考えてみる。改めて言うまでもなく、and と or は命題論理においてはそれぞれ conjunction, disjunction として基本結合子であり、意味解釈についてはそれぞれ(4a), (4b)のように規定されている。

(4) a. PとQを命題とするとき、命題P∧Qが真となるのは、PとQがともに真のとき、そしてそのときに限る。
b. PとQを命題とするとき、命題P∨Qが偽となるのは、PとQがともに偽のとき、そしてそのときに限る[3]。

つまり、∧にしても∨にしても2つの命題を結合して1つの命題を作り出す作用を果たしている。自然言語における典型的な等位接続詞、たとえば英語で言えば and と or の意味解釈も、命題論理における(4)の意味解釈規則にならって、(5)のように規定するのが自然である。

(5) a. αとβを文、γを「αandβ」とするとき、γが真となるのは、αとβがともに真のとき、そしてそのときに限る。.
b. αとβを文、γを「αorβ」とするとき、γが偽となるのは、αとβがともに偽のとき、そしてそのときに限る。

この(5)の意味解釈規則も、他動詞に対する意味解釈規則(3)と全く同様に、統語構造に対しては節点γが ternary branching となることを要請することとなる。

現在の形式意味論においては、統語論において binary branching が確立されているために、他動詞の場合と同じく、(5)のような形の意味解釈規則を立てるのではなく、統語論の Merge に適応させる形で schönfinkelization を適用して二段階の意味解釈とし、binary

[3] (4b)の規定においては、命題論理における通常の前提として、排中律が成り立っているとし、「真」と「偽」の二値論理（一般的な古典論理）を想定している。(5b)についても同様である。

branching を保つ方策が採られることが普通である。繰り返し述べてきているとおり、統語論と意味論との間の準同型関係は絶対的な要請であるので、統語論サイドにおける binary branching を認めるならば、意味論サイドにおいてもこれに対応させて意味解釈規則を binary branching とせざるを得ないわけである。しかし、他動詞の場合には初めに動詞と内項に相当する項を Merge させた結果がタイプ<e, t>となり、自動詞の場合と同じく動詞句としてのステータスを有することから、schönfinkelization による binary branching にも説得力があったのに対して、等位接続詞の場合には、他動詞の場合に比べてはるかに、意味論的には必ずしも自然な処理とは言えないのではないか、という疑問が生じる。つまり、英語の and, or、日本語の「と」や「か」のような等位接続詞の場合は、他動詞の場合以上に schönfinkelization による二段階の処理が統語論サイドからの binary branching の要請に合わせるための便宜的対応策、という側面が強く感じられる。

そもそも命題論理における conjunction や disjunction は二つの命題を結合して新たに一つの（複合）命題を作り出す操作であり、たとえば conjunction「P∧Q」の場合には P と Q とが全く対等な資格で結合子∧によって結び付けられている。このことは、命題論理における「同値(equivalence)」を考えるとよりいっそう明確になるのではないだろうか。命題「P≡Q」の真理値は(6)のような規則によって決定される。

(6) 命題「P≡Q」が真となるのは、P と Q が共に真のときと P と Q が共に偽のとき、そしてそのときに限る。

(6)は命題論理の形式的な定義になっているが、要するに、「P と Q とは同値」というのは「P と Q との真理値が同じ」ということであり、「真理値が同じ」かどうかを見るためには二つの命題 P と Q の真理値を両方とも参照することが必要不可欠であることは理の当然のことである。

また、命題論理の命題結合子と数学における集合の演算との間に密接な関係があることは改めて言うまでもない。命題論理における conjunction（∧）は集合の演算では二つの集合の交わり（共通部分、intersection)を取ることに対応し、disjunction（∨）は二つの集合の結び（union）を取ることに対応している。命題結合子と集合の演算との間の関係は非常に緊密で、交換法則（conjunction を例に取ると、(P∧Q)=(Q∧P)）、結合法則（同様に、((P∧Q)∧R)=(P∧(Q∧R))、分配法則（論理の方では、(P∧(Q∨R))=((P∧Q)∨(P∧R))など）をはじめとして、主要な演算法則がすべて共通して成り立つ。そこで集合の演算を考えてみると、交わりを取る操作も結びを取る操作もともに二つの集合を対象とする操作であることがいっそう明瞭である。命題結合子の場合には、schönfinkelization によって命題を一つずつ処理していくことが可能である（し、実際に形式意味論において行なわれている）が、集合の演算の場合には、一つの集合に対して交わりを考えたり結びを考えたりすることは全く意味をなさない。つまり、交わりや結びを取るという集合の演算の

場合には、命題論理においてそれぞれに対応する conjunction や disjunction 以上に、二つの対象（集合）を必要とする演算であることがはっきりしている。

このように集合の演算との対応を考えると、命題結合子の意味論上の処理として、論理の世界で通常行なわれている「P∧Q」、「P∨Q」などの真理値をワン・ステップで決定する方法が極めて自然なものであることが浮かび上がってくるのであるが、さらに視野を広げて、演算一般においてはどのような状況になっているのか、考えてみることとしたい。

演算という操作について最も一般的に、抽象化された立場から考察しているのは、やはり数学の中の代数学ということになろう。代数学において出発点となるのは、まさに今考察の対象としているような演算の最も基本的な性質を研究する群論(group theory)である。代数学における群の定義は、(7)のように与えられる。

(7) G を空でない集合とし、G において 2 項演算「・」が与えられていて、次の 3 つの条件を満たすとき、G を群という。

(G1) 任意の a, b, c∈G に対し、a・(b・c)=(a・b)・c

(G2) e∈G が存在して、任意の a∈G に対し、e・a=a・e=a

(G3) 任意の a∈G に対し、a に対応した元 x∈G が存在し、a・x=x・a=e

（桂(2004) pp. 1, 2. 各条件の名称など、一部を省略した。）

「2 項演算」と明確に規定されているとおり、演算「・」は 2 つの対象（ここでは集合 G の元）a と b を取って新たに「a・b」を作り出す操作である。代数学における演算「・」は、算術・数学に現れる様々な演算の言わばエッセンスを抽出して抽象化された演算であって、日常的にも我々にごく親しい加法の演算「＋」や乗法の演算「×」などをはじめ、上で見てきた集合の演算「∪」、「∩」や命題論理の命題結合子「∨」、「∧」などに共通する、演算としての最も基本的な性質を取り出したものと考えてよいだろう。つまり、このことは日常的に用いている加法の演算「＋」や乗法の演算「×」を考えてもよく分かることであるが、「a・b」という演算の形はあらゆる演算の基本を成している、と言えるのである。

このことを踏まえた上で、これまでの議論を逆に遡ってみると、自然言語の等位接続詞の意味解釈としては、演算の基本形式に従っている命題論理の命題結合子の（通常規定されている）意味解釈規則(4)の方がやはり自然な規定であったことが改めて確認されるのである。

このことはつまり、統語論サイドからの binary branching の要請が、一般的な演算の形式から見ればやや特別なパターンとなっていることを示唆していると言える。統語論の文献では、2 つの要素 α と β から新しい要素を作り出すのであるから Merge が最も基本的な操作であるという説明がなされていることが多いが、本節で見てきたことを考慮すると、2 つの要素 α と β から新しい要素を作り出す操作としては、代数学にまとめられているよ

うな2項演算「α・β」の形式の方がむしろより基本的な操作ととらえるべきであることが分かる。そして、(4)や(5)のような意味解釈規則はまさにこの操作に対応しているのである。

上にも述べたように、代数学における演算「・」は、加法の「+」、乗法の「×」をはじめとする様々な演算が有する最も普遍的な性質を抽出したものであると考えられる。つまり、人間による演算処理の形式として最も普遍的、基本的な形式であると考えて差し支えないであろう。また、三つ以上の対象に対する演算は、ごく日常的に我々が足し算や掛け算を行なう場合のことを考えても明らかなように、二つの対象に対する基本演算を繰り返し行なうことによって遂行される。(7)の群の定義における第1の条件(G1)(結合法則)は、この時に演算が有するべき最も基本的な性質を規定しているわけである。この基本的な演算処理を意味論に当てはめると、これまで詳しく見てきたとおり、等位接続詞で結ばれている部分はternary branchingの構造となる。つまり、(4)や(5)のような意味解釈規則は人間の演算処理形式一般のパターンに照らしても正当な位置づけを持っていることが分かるのである。

このように考えてくると、このことを統語論と意味論との間の準同型関係に対して意味論サイドから要請して、等位接続詞で結ばれている部分が統語構造としても ternary branchingになっている可能性を考慮することも十分考えられるように思われる。

もちろん統語論サイドからは、すべての統語構造はMergeによって組み上げられる以上、統語構造にternary branchingはあり得ない、と主張されるであろう。このとき、上にも述べたとおり、統語論では、二つの対象αとβから新たな対象を作り出す操作として、Merge という操作は最も基本的な操作であるということが前提されているように思われる。しかし、本節で詳しく見てきたとおり、二つの対象αとβに対する演算としては、2項演算「α・β」の方がむしろより基本的な操作であると考えられる。Mergeにおいては、二つの対象α、βのうちのどちらか一方の性質が新たに作り出された対象に継承される(つまり、α、βのうちのどちらか一方が統語論上のHeadとなる)という性質から、単純な(つまり、αとβが演算の対象として対等のステータスを占める)2項演算ではなく、三藤(2014)でも論じたとおりMergeに対応する意味論上の規則、言わばSemantic mergeとしての関数適用(Functional application)においていっそう明確に現れているとおり、αとβのうちHeadとなる方が他方を項(引数)として取る関数の構造、つまりα(β)またはβ(α)という処理がなされている、と見る方がより実態に近いと言える。もちろん、α(β)のような関数ー項(引数)の構造も、2項演算と並んで人間の基本的な演算処理の一つであることは疑いを容れない。

しかし、ここで関数ー項の構造と2項演算との間に演算処理の性質として大きな違いがあることに注意しなければならない。それは、演算の対象が三つ以上になった場合に現れる違いである。上でもふれた通り、演算「・」の場合には、演算の対象がたとえばα、β、γとなった場合でも、演算としてはあくまでも「(α・β)・γ」や「β・(γ・α)」のよう

に基本演算としての2項演算の繰り返しによって計算されるのに対して、関数ー項の構造の場合には、α、β、γのうちたとえばαを関数、βとγを項とする場合、αを2変数の関数として「α(β,γ)」を一挙に計算することが可能である。つまり、2項演算「α・β」の場合にはこの演算が基本的な演算であると明確に言えるのに対して、関数ー項の構造の場合には「α(β)」が基本的な構造であるとは必ずしも言えない。もちろん、項（引数）が一つの関数（数学の用語で言えば「1変数関数」）の方が項が二つ以上ある関数（「多変数関数」）に比べて単純であるとは言えよう。しかし、この場合の「単純」というのはなんら原理的な意味ではなく、単に変数が一つの方が変数が多くあるよりも扱いが簡単である、といった程度のごくインフォーマルな意味しか持ち得ない。現に、数学や物理学においては一般にn変数関数による記述を構築できれば1変数の場合は単にn=1と置いた特殊ケースに過ぎないわけである。

このように考えてくると関数ー項の構造「α(β)」はより一般的な構造である「$\alpha(\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_n)$」においてn=1とした特殊ケースであり、2項演算「α・β」のような人間の演算処理におけるいわば特権的な基本演算としての地位を認めることは難しいことが分かる。そしてこのことは、統語論におけるMergeの操作とその結果としての統語構造のbinary branchingを二つの要素α、βに対する最も基本的な操作であるという観点から根拠づけることは難しいことをも示唆している。

4. おわりに

以上、戸田山(2015)に照らして、近年の科学哲学において提唱されている「科学理論の意味論的捉え方」の考え方の妥当性に対して生成文法と形式意味論を中心とする理論言語学が好個の傍証となっていることを改めて論じ、後半部においては、人間の演算操作の基本としては2項演算「α・β」が最も基本的な演算であり、統語論におけるMergeはむしろ関数ー項の構造として捉えられ、必ずしも最も基本的な演算のパターンとは言えないことを示唆した。

参考文献

桂　利行(2004)『代数学Ⅰ 群と環』東京大学出版会。

戸田山和久(2005)『科学哲学の冒険』日本放送出版協会。

戸田山和久(2015)『科学的実在論を擁護する』名古屋大学出版会。

三藤　博(2013)「意味論の基礎についての一考察」『自然言語への理論的アプローチ』（大阪大学言語文化共同プロジェクト2012）, pp. 41-48.

三藤　博(2014)「言語学と哲学をめぐって」『自然言語への理論的アプローチ』（大阪大学言語文化共同プロジェクト2013）, pp. 41-48.