

ワークショップ：「思考の言語」とコネクショニズム
京都大学 2004年10月3日

「思考の言語」とコネクショニズム
服部裕幸

1. 機能的合成性について 美濃論文及び戸田山論文へのコメント

美濃は認知の理論の前提として、表象主義、機能主義、物理主義、「思考の言語」仮説が採用されるべきであると考えている。しかし、彼は「思考の言語」仮説を採用したとしても、そこから直ちに古典主義は帰結しないと考える。というのも、「思考の言語」仮説が想定する表象はかならずしも古典的表象である必要はないからである。そして、コネクショニストのネットワークシステムにおける分散表象とその処理を非古典的表象と非古典的処理の一例とみなす。

前のパラグラフにおける美濃の立場の要約から明らかだと筆者には思われるのだが、両者の違いは思考の言語がいかにかに処理されるか、という点にあるすぎない。そしてその故に、かつて古典主義者は、コネクショニズムは古典的認知システムを物理的に実現する、別の方法にすぎないという評価を下したわけである。しかし、これは皮相的な批判であると美濃は反論することになる。

ある認知の主体に何らかの刺激が入力されたとしよう。そして、その入力（トークン）が顕在的に（「時空的な」）統語論的構造を示しているとしよう。刺激を受け取った受容器にも、まずはこれに対応する表象が生じるであろう。古典主義者はここで、その表象トークンもそれと「時空间的に」同型の統語論的構造をもつと仮定する。次いで、古典主義者は、入力に対応するその「表象がある一定の統語論的構造をもつ」という事実によって当の表象自体がその構造に応じた因果的役割を果たすようにするために、その入力トークンに顕在的に（「時空间的に」）見られる統語論的構造とそれに則した変換規則にしたがった表象の処理が、物理的実現のレベルにおいても行われると想定する。これに対して、コネクショニストは、「表象がある一定の統語論的構造をもつ」という事実によって当の表象自体がその構造に応じた因果的役割を果たすようにするために、そのような入力（トークン）に存する見かけの（顕在的な）構造とそれに則した変換規則にしたがった処理過程ではなく、別のタイプの処理過程を想定し、それが物理的に実現されると考える。両者の間にはむしろ物理的な実現の仕方の相違があるが、それのみならず、抽象的な処理レベルにおいても相違があり、しかもそのレベルは認知推移関数を計算するレベルである。まさにこの故に、コネクショニズムは古典主義とは異なるパラダイムを提供する、と美濃は主張したがっているようである。では彼が考える別のタイプの処理過程というのは、具体的にはどのような処理過程なのだろうか。これを知るには戸田山の議論が非常に参考になるので、以下では戸田山の議論も見つつ、コメントしたい。

「古典主義者は思考の言語を措定する。思考の言語を統語論的構造にしたがって操作することが認知なのであれば、たしかに認知の規則性は簡単に説明がつく。……フレイグ星人という架空の存在を想定してみよう。フレイグ星人の思考の言語は述語論理の言語であり、思考を支配するアルゴリズムは述語論理の形成規則と演繹規則になっている。」(50)このとき、フレイグ星人の認知がなぜ規則性を示すのか、ということは容易に説明されることになる。しかし、ここで「規則

性の説明が本質的に依拠しているのは……表象の合成性と統語論感受性 [S1 と S2] だということである。」(51)ところが、戸田山によれば、S1 と S2 を満たす表象はフォーダーらが想定した思考の言語にかぎられない。彼はゲーデル星人なる存在を登場させて論ずる。「ゲーデル星人はフレイゲ星人と同じくらい論理的推論が得意なのだが、一つ違いがある。彼らの心的表象は論理式ではなく、何とそのゲーデル数なのだ。」(52)ゲーデル星人は心の中では、ゲーデル数を適当な帰納的関数に代入して計算し、最終的に「P かつ Q」から「P」を推論するのである。

この挿話から得られる教訓は、「フォーダーらが想定した思考の言語は、合成性と統語論感受性……を満たす一つの、おそらくは最も直観にかなったやり方だが、唯一のやり方ではない」(53)ということである。

美濃や戸田山がコネクショニストのシステムを古典主義的システムに代わるものとして描き出すときに考えていることが、今や明らかになったように思われる。彼らによれば、人工ニューラルネットワークによる分散表象の処理はゲーデル星人の心の中でのゲーデル数の計算のようなものなのである。しかしながら、美濃戸田山の見解にしたがうならば、古典主義もコネクショニズムも、ある抽象的レベルにおいては、入力はともに同じ統語論的処理をされることになる。異なるのは、その際に利用される思考の言語が古典的か非古典的かということであり、それに応じて、処理メカニズムも古典的かネットワーク型か、という点である。そうであるとすれば、結局のところ、コネクショニストモデルは古典主義モデルとは異なるものの、やはり古典主義的認知システムの一つの実現形態にすぎないのではないだろうか。しかし、戸田山はここで次のように反論する。表象がどう処理されるかという「処理の観点から見ればどちらも明示的な構成要素をもつと言えるということを知りて認めたとしても、そこからどちらのモデルも同じだという結論は導かれない。『処理の観点』から見て重要なことは、何を処理しているかだけではない。どのように処理しているかもそれ以上に重要だ。古典主義とコネクショニズムは依然として実質的な違いをもつアーキテクチャーなのである。」(同)おそらく、美濃もこういうことを言いたかったのであろうと推察される。

さて、以下では戸田山の見解にいくつかのコメントを加えていこう。まず、最後に引用した箇所においては、戸田山は明らかに言い過ぎている。古典主義とは異なるパラダイムと想定されるコネクショニズムに批判的な論者といえども、コネクショニストモデルと古典主義モデルが「同じモデルだ」とは主張しない。彼らが主張するのは、どちらも同じ古典主義的認知理論ないし認知モデルの異なる実現形態だということである。ひょっとすると「モデル」という言葉の使い方が戸田山とわれわれとで異なっているだけなのかもしれないが、誤解を招きやすいので、あえて指摘しておきたい。

次に、ゲーデル星人の比喻についても一言。あるゲーデル数から別のゲーデル数を導く帰納的関数はアルゴリズムの典型例である。また、記号(列)からゲーデル数を算出する手続きも、逆にゲーデル数から記号(列)を復元する手続きも実効的である。したがって、ゲーデル星人の推論過程は、記号(列)をそのまま変換していく、通常の推論過程　これは古典主義的過程である　とは異なるものの、完全な古典主義的過程であるように思われる。

より重要なことは、戸田山が、古典主義もコネクショニズムも、表象のもつ統語論的構造に基づいて表象が処理されるという点で同じだとしても、その表象をどのように処理しているかが重要だ、と述べている点である。ここで戸田山が「古典主義もコネクショニズムも、表象のもつ統語論的構造に基づいて表象が処

理されるという点で同じだ」ということを認めているのかどうかは明らかでないが、古典主義者へ譲歩した場合には、古典主義とコネクショニズムの違いはアーキテクチャーの違いだと、彼は明らかに認めるのである。それにも関わらず、彼は（そしておそらく美濃も）コネクショニストモデルは古典主義モデルとは異なるものの、やはり古典主義的認知システムの一つの実現形態にすぎない、という結論には帰結しないと考える。なぜか。

戸田山の場合、そのトリックは「実装」と「実現」を区別することにある。「『実装』を物理的『実現（realization）』と混同してはいけない。そもそも実装という語は、PASCAL で書かれたプログラムが、アセンブラ言語で実装され、アセンブラ言語が物理的コンピュータの機械語で実装される、というような使い方をされる。決して、アルゴリズムとその物理的実現の関係に限定されたものではなく、異なるレベルのアーキテクチャー間（つまり抽象的マシン間）の関係一般に用いられる概念である。」(33)なるほど、より上位のレベルを一つ下のレベルが実装するという関係をもついくつもの階層が存在するという戸田山の指摘は正しい。しかし、フォードらが言わんとしていたことは、アルゴリズムレベルより下のレベルを一括して「実現」のレベルと呼び、古典主義とコネクショニズムの違いは、古典主義的アルゴリズムが物理的にどう実現されるかの違いでしかない、ということだったのではなからうか。そうであるとすれば、戸田山は実質的には彼らの見解を論駁しているわけではなく、むしろ彼らに同意しているように思われる。この点、美濃はどう考えるのだろうか。

戸田山は、コネクショニズムにおいてはそもそも、古典主義と共通するアルゴリズムのレベルなどないと主張するかもしれない。しかし、もしそうだとすると、表象に「陰伏的に『潜んでいる』統語論的構造」と戸田山が言うとき、彼が何を意味しているのかが明らかではなくなるし、その統語論的構造に基づいた表象の処理の規則性がどのようなものかということも明らかでなくなるだろう。

2. 「思考の言語」仮説について 戸田山論文へのコメント

ともあれ、前節での議論から浮かび上がってくるのは、コネクショニズムにおいても思考の言語は存在するが、古典主義と違って、それは連鎖的合成性もたず機能的合成性のみをもつ、という論点である。そして、美濃はまさにこのことを主張しようとしていた。これに対して、戸田山は最終的には、コネクショニズムは弱い意味での思考の言語が存在するとする仮説と両立可能ではあるが、コネクショニズムはそれを含意しないし、むしろ、「思考の言語仮説にさよなら」すべきであると論ずる。彼は次のように述べている。「もしコネクショニストが弱い思考の言語仮説をあらゆる認知処理に当てはまる基本的仮説として採用したいなら、入出力の連鎖的合成性に依存しない形で、分散表象が機能的合成性をもつのはいかなるときかについての基準を提案しなければならない。しかし、それは機能的合成性の概念の性格からしておそらく不可能だろう。」(65)以下では、彼のこの見解に対して若干のコメントを加えてみたい。

「認知」（ないし「認識」）あるいは「認知活動」（ないし「認識活動」）という言葉はかなり包括的に用いられており、人間の言語理解や記憶などの説明において「思考の言語」仮説が有用であるとしても、それがすべての認知理論にとっても不可欠であるとは考えがたい。すべての認知活動について、その説明には「思考の言語」仮説があてはまるというようなことを、古典主義者であれコネクショニストであれ、認知科学者や認知哲学者が主張しているとするれば、戸田山の

意見には同意したい。

しかし、美濃は、あるいはフォーダーらは、本当にそのような強い主張をしていたのだろうか。少なくとも筆者の場合には、人間の言語理解や記憶のような認知活動の説明は「思考の言語」仮説を仮定しないと困難になるだろう、という理由でその仮説を採用するにすぎない。また美濃も、「人間のよう認知システムのうちには自然言語と同様の統語論的機構が内蔵されていると考えることがほとんど避けがたい」(92)(傍点は引用者)と述べ、実質的には人間ないしそれに近い認知システムしか考えていないように思われる。したがって、戸田山が真に美濃やフォーダーらに反対して、「思考の言語」仮説にさよならすべきだと主張するとすれば、彼らが念頭においている認知システムについて、「思考の言語」仮説を捨てるべき積極的理由を与える必要がある。

戸田山は、図的表象を用いた認知過程は人間にも見られるし、しかも思考の言語を用いた認知過程ではない、と考えているのかもしれない。これはたしかに反例になるかもしれない。しかし、ゲーデル数を弱い意味での思考の言語とみなすことを許すのであれば、図的表象を弱い意味での思考の言語とみなすことも許されるかもしれない。戸田山は、「思考の言語仮説を拒否するということは、思考の媒体 (medium) として統語論的表象を拒否することだ」(67)と述べているが、統語論的構造 = 自然言語と同様の統語論的構造、ではないだろう。下嶋や大沢の示唆するところによれば、図的表象も(自然言語や述語論理の言語とは異なるものの)、ある種の構造をもち、その構造に応じた推論がなされるからである。それでは、スキーのターンをするときの体重のかけ方の認知のような場合はどうであろうか。ここでも、思考の言語のようなものが認知過程において用いられているようには見えない。これはおそらく真の反例になるであろう。

この場合、戸田山の言うように、コネクショニズムは弱い思考の言語仮説さえも含意しない。それゆえ、「思考の言語」仮説はコネクショニズムの本質的特徴ではなくなるが、このとき、スキーのターンをするときの体重のかけ方の認知のような事例にこそコネクショニズムの本質的特徴 それが何であれ があることになろう。このときにはコネクショニズムはもはや反表象主義的に解された力学系アプローチの一種にしかならように思われる。むろん、この立場は戸田山(あるいは信原)の路線と両立可能ではあるが、戸田山は反表象主義に与すると明言してはいない。

3. 日常的推論の体系化不可能性について 信原論文へのコメント

信原論文のコネクショニズムの評価にはおおむね賛同することができる。疑義があるのは、日常的推論や日常語は体系化不可能であるという彼の議論である。

まず、些細な点から述べよう。彼は日常的推論のうち演繹的推論について、それが体系化不可能であることを示すために「試合に負けたら、丸坊主になる」と言っていた人が丸坊主になったのを見て、試合に負けたんだなと推論する人の場合を例に挙げているが、これは演繹的推論ではなく、通常は帰納的推論もしくは遡及的推論として分類されるものであろう。信原はこの推論を暗黙の前提を用いた演繹的推論とみなすことができず、コネクショニズムではじめてうまく扱えるということ論じているが、仮にその議論が正しいとしても、それは帰納的推論もしくは遡及的推論を演繹的推論に還元することはできないということであって、日常的な演繹的推論がコネクショニズムによってはじめてうまく扱えるということが示されたわけではない。

次に、彼がその論文において与えている論点は次の二つである。一つは、彼が挙げた例が適切であったかどうかは別にして、（暗黙の前提を用いた）日常的な演繹的推論を古典主義的に説明しようとする、暗黙の前提が関わる無意識的過程がなぜ高速なのかが説明できないということ。もう一つは、必ずしも意識化ないし明示化されない無意識的過程がどのような仕方で明示的前提とともに推論に関わるかが明らかでないということである。第二点については、古典主義者は次のように答えるのではなからうか。すなわち、意識的に入力されたものは、まずそれに対応する心的表象として心の中の推論過程に参加する。それに対して、暗黙の前提は記憶などの形ではじめから心的表象として心の中に存在している。したがって、この推論のメカニズムに特に疑問を抱かせるような点はない、と。

第一点はたしかに重要な論点でありうる。事実、力学系アプローチの提唱者たちはこの点をもっとも重要視している。が、これとて決定的な問題ではないかもしれない。古典主義者は（苦し紛れに？）次のような応答をするかもしれない。ある社会システムにおいては、各部署間の情報伝達が郵便によってなされているとしよう。これに対して、もう一つのシステムでは、ファックスによって成されているとしよう。そしてそれ以外の点においては、システムに基本的な違いがないとしよう。このとき、おそらくシステムの意志決定は、前者よりも後者のほうが素早くなされるであろう。しかし、この処理速度の相違はシステムの基本的構造の違いによるものではない。同様に、（あまり説得力があるとは筆者には思えないが）暗黙の前提が関与する無意識的推論過程が高速であるのも、そのメカニズムの違いによるというよりはむしろ別の理由によるのではないかと。

古典主義に対するコネクショニズムの優位性を示す信原の議論は、連想的推論や「ヒラメキ」的推論、アナロジーの発見、などについては妥当するように思われる。これらは演繹的推論と違い、いまのところ一群の規則の適用によって説明されるようなものではないので、少数の特殊例を別にすると、古典主義的システムではうまく扱えていないからである。フレーム問題にしても同様である。

しかし、結局のところ、信原は、帰納的推論や遡及的推論を日常的推論の典型例とみなし、それらを適切にモデル化しているのは古典主義のモデルではなくコネクショニズムのモデルであることを論拠にして、次のように論じるのである。つまり、「日常的推論に本質的に含まれるニューロン群の興奮パターンの変形がやはり形式的な変形と機能的にすら等価とはみなせないという点にある。……そうだとすれば、コネクショニズムでは、日常的推論は体系化不可能ということになる。」(239)帰納的推論や遡及的推論については今のところ、演繹的推論がきれいに体系化されていることと比較すれば、体系化が成功しているとは言い難いので、彼のこの結論はそれほど驚くべきものではない。

ひょっとすると信原は、われわれがおこなっている日常的推論には、論理学者が作り上げた論理システムによって無理なく説明できるような演繹的推論は、ごく特殊な例を除けば、ほとんどない、と考えているのかもしれない。もしそうであるとすれば、筆者はそれには同意しがたい。

参考文献

- 信原幸弘、「コネクショニズムと日常的推論」、戸田山他編、『心の科学と哲学』、昭和堂 2003、pp.226-245
美濃正、「新しい認知の理論としてのコネクショニズムの可能性」、戸田山他編、『心の科学と哲学』、昭和堂 2003、pp.79-114
戸田山和久、「心は（どんな）コンピュータなのか」、信原幸弘編、『心の哲学「ロボット篇」』、勁草書房 2004、pp.27-84

