

特集 「編集委員今年の抱負 2013」

ダイナミクスから知能を考える



我妻 広明 九州工業大学

あるところで知能の話をしてこう言われたことがある。「でも、結局ロボットって、命令を聞いて動くか、動かないかの0か1かじゃないですか。これで、ロボットの脳がつかれるんですか?」はて、0か1かとは異なることを言う。それは、右に動くか、左に動くかという **alternative** な選択肢についての決断のことを言っているのだろうか。我々、人間の認知能力ではたやすく思える「可能な選択肢を列挙する」行為は、実は高度な知能だ。区別、あるいは差別化するところに、「限定」し「量子化」する過程が内包されており、「情報」の定義やシンボル生成の問題が潜んでいる。

さて、それをいともたやすく遂行できるあなたは、昼食を求めてパン屋に入ったとして、どのパンを選ぶだろうか? クロワッサンか、デニッシュか、はたまたスコーン。それともベーグルか、やっぱりあんパンかもしれない。という、ずいぶん迷いのある人のように思える。いやいや、私が買うのは「カレーパン」に決まっていると答えるかもしれない。それとも「本日のお勧め」か、公平性を重視するなら全候補に順序を付けると言うだろうか。人気のパン屋では1日100種類以上のパンをつくるという。現実的には、次々時間差で焼かれる100種類のパンを一日中眺めている暇な人はそういない。なぜなら、お昼休みはたいがい1時間で、選ぶ時間が長ければ食べる時間が少なくなるということを知っているから。そこで、第一に、並んでいるパン、つまり自分がこだわられる範囲は時空間の制限(限定)が与えられる。第二の限定は、好きなパンには好みがあるという点。例え100種類同時に並んでいても、嗜好によって手に取るパンは限られてくる。

この例題はおなじみのフレーム問題であり、第一の限定は「身体性」が問題解決の鍵と考える立場の主な論拠である。つまり、環境とエージェントあるいはロボットの身体がもつ特性によって、無限の可能性は限定され、有限時間で問題が解けると考える。第二の限定は、心理学やマーケティングで注視する点で、近年ではSNSや推薦システム開発で大量かつ個人嗜好の正確な取得技術が議論されている。脳科学でも、人の意思決定は、論理思考と情動的衝動の折衝を含む脳内過程で行われ、「自分で決めた」とする自覚は追認に過ぎないとする驚愕な仮説も飛び出している[下條08]。事実、意思決定の中核とされる前頭前野に情動系の情報を送る回路に不具合があると、朝歯磨きをするのに、コップをもつのが先か、歯ブラシをもつのが先かなどと些細な選択を一つ一つ悩み、家から出掛けることができないという症例報告もある[山鳥08]。

私は、計算論的神経科学、ロボティクス、非線形力学を背景に、この問題に必要な数学的道具の準備に悩み、今は「連続性」と「構造(幾何)」を正面から扱う「ダイナミクス(動力学)」に少々の手応えを感じている。

神経回路モデルの研究から、ロボット工学・機械制御の問題に踏み込んだときに受けた最初の洗礼は、急進的な身体性論者による「脳機能のミニマリズム」といえる。ある動作を生成するためには、身体自由度に対する適切な拘束条件が必要であり、彼らは、脳(中枢)の作用よりも、身体力学と環境(課題)の相互作用がそれを決めると主張する。しかしそれは程度と場合の問題であろう。私は、発達や脳損傷のリハビリテーション臨床との関わりから、生物の身体はあまりに自由度が高く、それだけでは十分な拘束条件が与えられないと考えている。脳の働きは、身体知における拘束条件の過不足を、目的(計画や意図)に沿って調停し、あるいはすでに起こったことを追認し、全体性をデザイン・再構築することであろう。次の洗礼は、統計モデル vs ダイナミカルシステムであった。平和主義者としては中庸を保ちたいが、それを許してくれないらしい。今年は、道具立てを強化する必要性に駆られている。この際、鷺田先生の「臨床哲学」[河合10]に習って「臨床数学」としたいが、随分先のことだろう。

サイコロは1から6の数字を選択する確率モデルとして多用される。ここで「六面体として数字の順に線を引きつないでいくとして、線は多面体の表面を沿って進むだろうか?」を考えてみる。条件を満たすサイコロは、右巻きと左巻きが存在し得るが、世の多くのサイコロは3~4間が立方体中心を通過する構造をもつ。これが地球儀なら、北極を始点として地表に沿って右回りを続けたらせんが、赤道に到達すると地殻を貫通し逆側に現れ、今度は左回りにらせんを描いて南極に到達する。つまりサイコロは多面体(球)に拡張すると、右巻きと左巻きのスプリングが連結した構造と位相同型ということがわかる。そんなことを考えながら、人(ロボット)の身体の運動生成の自由度や連続性と、認知における量子化と不連続性との関係が、多様体と位相幾何を用いて扱えないだろうか考える昨今である。

参考文献

- [河合10] 河合隼雄, 鷺田清一: 臨床とことば, 朝日新聞出版(2010)
 [下條08] 下條信輔: サプリミナル・インパクト—情動と潜在認知の現代, 筑摩書房(2008)
 [山鳥08] 山鳥重: 知・情・意の神経心理学, 青灯社(2008)