

舞踊理論の工学応用 ～ロボットの表現動作の設計～

中田 亨

1. 舞踊とロボット工学

「舞踊とテクノロジー」という時、ふつうは舞踊の記録・分析技術や演出効果増大のための技術、つまり人間の手伝いのための技術が話題になる。しかし、ロボット工学は人間にとってかわる機械を作る学問なので、舞踊という現象のからくりを解明して、ロボットに代行させようとする。本稿もこのような意図を含んでいる。

身体を持った機械のことを、ロボットという。しかし何故か自動人形や動く縫いぐるみをロボットとは呼ばない。つまりロボットには臨機応変に動作を変えられる賢さが求められるようである。

別の見方もある。パントマイムのロボットダンスとは、生き物らしい体つきなのに、生き物らしくないぎこちない動作を行うことを指す。自動人形は生き物の真似をするものであり、ロボットは人間と対立する非生物という観念があるらしい。生き物らしさや芸術性などの感性の世界と、無味乾燥な工学との対立の図式の延長である。

このような背景のためか、自動人形まで含めたロボットと舞踊の関係性は実は相当長いのであるが、今でも私が「ロボットを踊らせる研究」と言うと、趣味的な研究だなという印象を持たれる。

しかし本稿では、舞踊という現象は、科学的に理論付け出来る側面を含んでおり、また理論付けることで工学的な応用が見込めることを述べたい。

逆に理論付けしなければ、応用もうまくいかない。応用の典型例であるペットロボットは一時のブームは去った。適当に振り付けをして踊らせるだけでは、動く縫いぐるみとの差が判然としなない。このため飽きられてしまったのではないだろうか。人を永く喜ばせるためには、ロボットは、感情を感じさせ、不自然ではない動作を行う必要があるだろう。つまり、踊ることとは何かについてよく考えて、その知見をロボットに実装する必要がある。

もちろん、エンタテインメント以外の舞踊の工学応用のアイデアは多々あって、適切な身振りを伴った対話を人間と行う機械や、人の身振りからその人の心理状態を感じ取る機械など、実現すれば人と機械とのコミュニケーションは情緒の面に補強されるだろう。

2. 身体表現動作の理論化

芸術は表現である。表現とは信号であると工学

者は考える。つまり、送信者が伝えたい内容を信号にして受信者に提示し、受信者は信号から内容を復元する行為が、工学で言えば通信であり、芸術の創造と鑑賞である。信号が成立するためには、伝達内容を信号にしたり、信号から内容を復元するためのルールが、送信者側にも受信者側にも共通に存在しなければならない。このように、芸術には創造と解釈の仕方の共通ルールが（どこまで拘束力があるかは別として）存在する。

身体表現動作にも当然ルールが存在するはずである。進化論で有名なダーウィンもまた、このルールについて考えた人だった^[1]。彼は、動物の表現的身体形状・動作特徴には攻撃形態と服従形態の二極構造から成り立っていること、そしてそれは連想表現の原理と反対表現の原理によって生じたことを指摘した。

このダーウィンの理論は、各方面に継承された。動物行動学ではティンバーゲンが継承し、動物の踊り（求愛ダンスなど）は、心理状態の混乱が引き起こした攻撃動作と服従動作の混合物が、偶然に進化の歴史の中で特定意味を表す表現として流通するようになったものと述べている。

舞踊の分野では、ラバンらドイツ表現舞踊家がダーウィン理論に注目し、それをより詳細化した。ラバンは、ダーウィンの示した攻撃/服従二極構造を攻撃/陶醉二極構造と微調整した。これを縦糸として、動作の力加減、継続性、方向指向性、円滑性の4つの動作特徴に関する項目を横糸とし、動作を特徴づけるもの「エフォート」の概念を構築した。例えば、怒っている人は、力強く、突発的で、相手の向きへ集中した、緊張気味の動作を行う。陶醉している人は、無駄な力が抜けた、継続的で、方向が散漫な、のんびんだらりとした動作を行う。こうした着眼点から人間の動作を特徴づけたものがエフォートであるが、二極しかなかったダーウィン理論の詳細化としては、自然科学の観点からしてもかなり成功したものであると言える。

ラバン理論はさらに拡張され、人の姿勢の全身的特徴を把握するためのシェイプの概念が追加された。

心理学ではS.フロイトがダーウィン理論に興味を示している。攻撃と服従という対立がフロイトの理論にも持ち込まれている。ケステンバークはフロイトの娘A.フロイトからフロイト派の幼

児心理学を学んだ人であるが、彼女が後にラバン理論を学んだとき、フロイト理論との相性の良さを感じたかもしれない。両理論は共通の始祖ダーウィンを持っているのであるから。

ケステンバークは、幼児の動作からその心理状態を判定する評価法を開発したが、動作の分類のカテゴリー立てとその意味づけに、ラバン理論とフロイト理論とを援用している^[3]。そのため非常に詳細に幼児の動作から心理解釈することができる。(緊張のリズム、動作の左右対称性、ラバンのエフォートなど、身体動作の9つの側面についてスコアリングし、不満や外向性などの心理状態を判定する。詳細すぎてかえって判定が正しいのか問題になるが。)

3. 身体表現動作理論のロボットへの応用

ラバン理論やケステンバークの理論は、工学にとってとても使いやすい。

ラバン派の他にも、身体動作を分類したり意味づけする理論体系(ムーブメントシステム)は、デルサルトなどが構築している。世阿弥も、動作を具体的動作と抽象的動作に分類するアイデアを「花鏡」で述べている。しかし、具体的動作とはどのような動作なのか数理的に定義することは難しい。デルサルトは動作の感性面・印象面からの分類であるので、これもまた数理の世界とは距離がある。

一方、ラバン理論は、力学や幾何学との概念との距離が近い。エフォートの実体は、身体動作の運動エネルギー、運動周期性、速度・加速度、方向一致度など、「物理量」であると考えることができる^[2]。シェイプの概念や、ケステンバーク理論で出てくる動作観察項目も、その実体は角度、面積、対称性など物理量と見なすことができる。

となれば、ロボットの動作について、その速度や加速度や角度や継続性などを“計測”し、それらの数値をエフォートにまとめ上げ、算出されたエフォートからロボットの動作が表現する意味を推定することが可能になる。例えば、ロボットの動作速度が速ければ、力強いエフォートであるから、動作は元気な感じに見えるのではないかなどと、“計算づく”で推定できる。

実際筆者は、ロボットに6つの踊りを踊らせ、各踊りが持つエフォートなどのラバン理論の特徴量が、各踊りが観客に与える印象と、直交性よく相関すること(要はラバン理論で出てくる特徴量を制御することが、動作の印象を制御することに都合がよいこと)を確認できた。

ラバン理論は、このように工学の世界と感性の世界を結びつける構造を提供してくれる。上例のように、動作の観測と計算作業だけで動作の表現内容を推定するから、この作業には人間の手はい

らない。ロボットが自分の動作の表現内容を自動的に推測できるのである。

動作の印象評価の自動化は、ロボットの舞踊の自動的創作への可能性を示唆している。

芸術において、表現形態と表現内容を関係づける理論や、表現の自由度を規制する様式や規約が登場すると、それらを利用して自動的創作を試みることがなされてきた^[4]。モーツァルトのさいころ遊びの音楽をはじめとする自動作曲法は、音楽の規約を守りながら、規約が指定しない要素は乱数などで適当に決めることで音楽を創作する。

ならば舞踊の世界でも、ロボットが、ラバン理論など身体動作の規約を守りながら、規約外の要素は乱数で適当に決めて、手足をバタバタと動かして、それをダンスと称することが一見出来そうである。

実際筆者も、ケステンバークの理論が規定するルールを守りながら、適当に動作するアニメーションを作った^[5]。しかし、踊りの雰囲気に変化が乏しく、見続けていくと単調な印象が否めない。

もっとも、自動作曲で作った音楽作品も、モチーフの乏しいという欠点を抱えている。舞踊と音楽という密接に関係したもので、同様な結果が出て当然であろう。

このような自動創造の舞踊は、テレビゲームの脇役キャラクターの振り付けなどに利用できる程度かと思われる。

芸術は信号であるから規則があると述べた。しかし、「芸術規則+サイコロ=作品の創造」とはいかないようである。やはり、人間の魂と理性が作品のモチーフを作り出しているようである。

ならば、「作品-規約-偶然性=創作意志」と引き算して心を浮き彫りにする道もありそうである。ロボットを人間そっくりに振る舞わせるためには、人間動作をよく分析して、創作意志とは何か明らかにしていくべきかと、考えている。

参考文献

- [1] Darwin. C., (1872): The Expression of the Emotion in Man and Animals, Univ. of Chicago Press.
- [2] Bartenieff. I., (1980): Body Movement, Gordon & Breach Pub.
- [3] Kestenber. J., et al. (1999): The meaning of movement, Gordon & Breach Pub.
- [4] 中野馨 (1995): 「脳をつくる ~ロボット作りから生命を考える」, 共立出版.
- [5] Toru NAKATA (2001): "Algorithmic Choreography of Animal-like Body Movement Based on Bartenieff's and Kestenber's Theories", IEEE ROMAN 2001, pp.207-212, 2001.
<http://staff.aist.go.jp/toru-nakata/index-j.html>