

# 事物一般の機械工学を目指す

## 抽象機構論 Abstract Machinery Theory の試み

藤野 光士 (Akito Fujino)

F.A.C. Ltd. / 有限会社エフ・アート・センター

本発表では、「抽象機構論 (Abstract Machinery Theory; AMT)」という、事物一般 (特に生命科学と認知科学の研究対象によくみられる従来の方法では取り扱いが困難であった事物) を取り扱うことを目標とした、計算論的枠組みに基づいた新しい工学的手法を提案する。AMT は「機構 (Machinery)」という事物を基本オブジェクトとし、その概念的定式化を意図的・方法的に多型的におこない、その振る舞いを記述・解析・制御・設計・予測する工学的手法たることを目指す。本発表では、AMT の全体構想と、原理や仕組みを構成する事実群と、それらの間に成り立つ定理的・法則的關係を示し、その構築の過程で生じる諸問題と、それに対する対処方法の試案について述べる。

まず、「機構 (Machinery)」という概念について説明する。従来、「機械 (Machine)」という事物は、機械工学において、剛体である部品が連結され固定的な関係の下で並進運動や回転運動をする構造として定義されてきた。しかしこのような定義の「機械」という概念を、生物の柔軟で流動的な構造を理解する際にそのまま適用することは困難であった。たとえばタンパク質は生物物理学などの生命科学の典型的な研究対象であるが、*in vitro* の結晶状態であっても依然として柔らかく、*in vivo* の細胞内においてはつねに動的に変形して、一定の構造や相対位置や決まった関係性を維持しているとは限らないという点で「機械」とは大きく異なっている。生命科学でも生物工学でも、このような対象を扱うためには機械工学とは異なるアプローチが必要と考えられ、個別分野で具体的な対象に対する *ad hoc* な研究がなされるのみという状況が長らく続いてきた。このように、従来の機械工学の意味での「機械」では、事物一般を扱うに十分とは到底言うことはできないため、機構という新たな事物と概念を指定することにした。

ここで「機片子 (Fragment)」という概念を導入する。機片子とは、必ずしも人為的に設計されたものだけではなく、自然に存在する対象をも含む、AMT のコンポーネントである。たとえば、森の中で偶然見つけた枝のようにそのままでも何らかの機構となり得るものが典型例である。機構は、こうした機片子が単独または複数で組み合わせたり、相互に接続されることで成立する。何らかの対象を機片子と呼ぶための最小条件となるのは、「性質 (Property)」と「接続腕 (Connector)」をもつことである。接続腕とは、ある性質がその他の性質とどのように接続できるかという可能性と接続方法のことである。(どの性質がどれとどのように接続できるかという点はあらかじめ定まっているものと考えたことにした。この判断が内包する実在論的問題についても触れる。)

機構の「抽象度」について説明する。機構は、具体的な状態からより抽象的な状態へと段階的に変換することができる。この変換は、典型的には、対象を適切な要素に分解し、それら要素を逐次的に追加・削除する操作によってひとつの系列として表される。そのようにして得られたもっとも抽象的な状態では、機構は、骨格のような最小限の構成となり、純粋な形式と最も希薄化された意味との組で表される。このとき、AMT の最も基本的な形態が得られる。

さらに「機片子情報 (Fragmenton)」という概念を導入する。これは、機片子を計算論的に扱うために情報と計算のオントロジーへ射影したものである。ただし、この情報の量の定式化には、対象への視点や記述の人称の採りかたによって複数の表現があり得る。このような多型的な表現をもつ情報をどのように扱うか、また多型性を意図的・方法的に活用できる可能性について議論する。またそれらを単一種類の情報量により統合的に論じることでもできる可能性が示唆されていることと、そうしようとした際に生じる問題についても述べる。

AMT は、こうした機構論の枠組みを用いて、事物一般を整理・記述することを目指す。そのため、その都度の個々具体的な状況に即した適切な抽象化を為す手続きを、手続き再現性のあるかたちで明示的に与えることを仕様として重視するスタンスをとる。

AMT を用いる利点について述べる。このようにして構成された AMT という知識表現をフォーマットとして用いることで、あるときの現状において「何が判明していて何が判明していないのか」を整理することができる。そして、代数を用いて方程式を解くことで未知数を求めるように、未知の部分を知の部分との関係から特定できる場合がある。また、同様に、(「原理 (Principle)」と区別される)「仕組み (Shikumi)」という事物を未知項として設計問題を解くことができる可能性が示唆されている。

最後に、AMT を含む機構論的な記述一般が有する利点について述べる。AMT のような計算論的な機構論による記述は構成論的科学研究との接続がよい。従来は、構造の記述と動力学の記述が別々に扱われることが多く、それだけでは対象を実際に構成するための知識としては不十分であった。一方、計算論的な枠組みは、情報の相互作用としての計算として対象を捉えることで、構造と動力学を統合的に扱うことができる。また、構成論的理解が要請する種類の知識を与えることができる。AMT はこのような計算論的枠組みに基づくため、従来では複数の枠組みを併用しなければ得られなかった一揃いの知識を単体で提供することのできる枠組みとなる可能性を有している。