

生物に学ぶ最短経路探索アルゴリズム

手老 篤史・中垣 俊之（北海道大学）

小林 亮（広島大学）

アメーバ生物である真正粘菌変形体は、何ら分化した器官を持たないので、環境のセンシング・判断・運動を体全体で渾然一体となって行う。その体は高度に均質なサブシステムからなっている。したがって、身体性に基づく情報機能の創発を、物質レベルの自己組織化機構から解き明かすには、非常に適したモデル実験系である。

粘菌変形体の巨視的な形は、細かく枝別れした管状構造のネットワークからなる。この管は原形質流動のチャネルであり、ゆえに管のネットワークは原形質の流路網である。粘菌が移動する時や形を変える時には、この流路網に従って原形質を輸送しながら同時に流路網の形自身を劇的に変える。このような運動により、変形体は採餌したり危険を忌避したりして生きている。

我々は実験と数理モデルの2つの手段を両輪として、この生物の情報処理と運動について理解しようとチャレンジしている。このように物と情報が絡み合った自律分散系の振る舞いに対してアプローチするには、数理モデリングとそのシミュレーションを実験と相補的に行うことが、最も適した手段であると考えられるからである。

適当な条件のもとでは、粘菌変形体が迷路を解いたり最短経路を見いだしたりできることが中垣らによって報告された(Nature, 2000)。我々はこの変形体の迷路解きをモデル化して行く過程で、抽象的なネットワーク上の最短経路探索問題の解法を抽出することに成功した。このモデルは、変形体のネットワークを構成している管が、流量に対してあるルールに従って適応的に太さを変化させるということを数理的に記述したものである。このモデルは、巨大で複雑なネットワークであっても確実に最短経路を求めることができ、しかも所要時間が節点数の1.32乗に比例するという高速ソルバーである。カーナビゲーションやインターネット上での経路探索への応用が期待でき、まさしく「粘菌に教わったアルゴリズム」といえよう。また、少しタイプの違うスタイナー経路問題についても、時間が許せばお話ししたい。