半導体の革新 粘菌にヒント

環境変化に適応、解導く

東工大、計算手順を考案

東京工業大学の青野真士准教授らは、粘菌という奇妙な生物の動きをまねた新しい発想の半導体素子の研究を進めている。環境の変化に合わせてアメーバ状の体の形を変える仕組みをまねたアルゴリズム（計算手順）を開発して素子への応用に取り組む。刻々と条件が変わる問題を瞬時に判断できるコンピューターへの足がかりになるという。5年後には実用的な素子の試作を目指す。

人間は車が来れば右か左によけ、雨が降れば建物に入るか傘をさすか、ぬれたまま歩くかを判断する。そんなコンピューターができればよい―。青野准教授はこんな考え方で研究を進める。

新発想のコンピューターは粘菌の習性を利用する。粘菌を放射状に広がった通路に囲まれた基板の中心に入れると、粘菌は通路の先端にあるエサを求めて広がろうとする。そこで通路のいくつかに嫌いな光を当てると、粘菌は伸ばしかけた体を引っ込める。

光を「妨害信号」、形を「出力」として計算に利用する。光を当てる場所を変えても、粘菌は最終的に光ができるだけ当たらない自分にとって最も心地よい形に変わる。

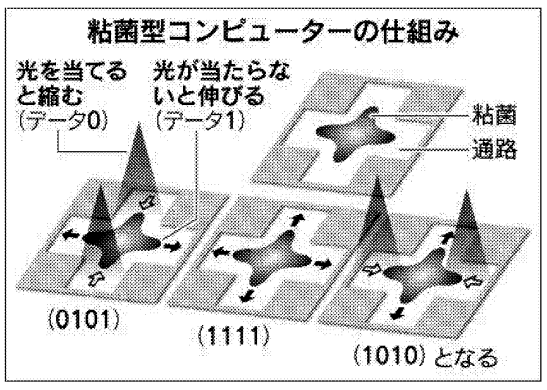
従来のコンピューターはすべての選択肢を計算したうえで最適な解を求める。しかし、選択肢が膨大になったり、条件が頻繁に変わったりする計算は苦手だ。一方、粘菌は臨機応変に広がろうとしながら最適な形、つまり解を見つける。粘菌が長い年月をかけて進化する過程で身につけた能力だと考えられる。この性質を利用すれば、ムダな選択肢を次々と省いていくことができる。

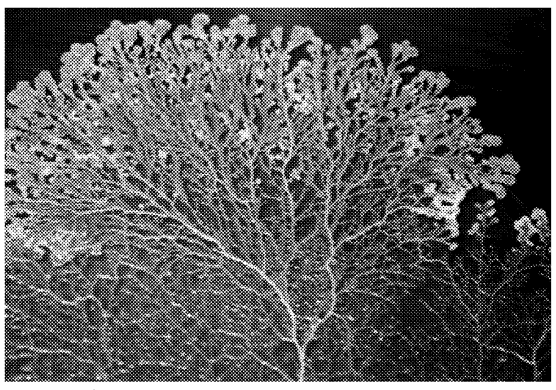
粘菌そのものを使うコンピューターの実現は難しい。青野准教授は粘菌の仕組みを半導体素子で実現し、コンピューターに応用することを狙う。まず、粘菌の形状変化をまねて無数の条件から最適な解を見つけ出すアルゴリズムを考案した。

次の目標はそのアルゴリズムを載せる専用の素子の開発だ。北海道大学の葛西誠也教授らが考案した新しい構造の半導体を使うことで実現しようとしている。2014年に共同研究を始めた。

粘菌が通路で体を伸縮させる様子を再現する針状の回路を開発、5月に英物理学会の専門誌に発表した。電子が流れると体を伸ばし、流れないときは引っ込めると見立てる。この回路を多数並べた素子を作ることで粘菌の動きを再現できる。素子で電子の流れが広がるパターンから解を導く。青野准教授は「粘菌型素子の実現へ道筋がみえてきた」と話す。

将来は人間が深く考えて意思決定するような問題を解くことが可能になるという。「専用の半導体をパソコンやスマートフォン（スマホ）、自動車、災害救助ロボットなどに組み込んで、状況を判断できるシステムを10年以内に実現したい」と意気込む。





半導体開発の参考にした粘菌「モジホコリ」。複雑な形だが1つの細胞だ

粘菌

「変形体」ロボに応用も

粘菌は植物、動物、菌類のいずれにも属さない原生生物。ふだんは森の朽ちた倒木や落ち葉の陰でくらしている。キノコやカビなどと同じように、直径約10㌮（㌮は100万分の1）㍍の球状をした胞子で繁殖する。アメーバのような単細胞の「真正粘菌」と、多細胞になる「細胞性粘菌」に分けられる。

真正粘菌は変形菌とも呼ばれ、薄いシート状で枝分かれした「変形体」という状態になる。変形体は数㌢㍍～数㍍の大きさに育つ。細胞の核はたくさんあって分裂して増えるが、細胞質は分かれないため1つの細胞のままだ。

真正粘菌はこれまでに約800種類見つかっている。日本では明治から昭和にかけて、博物学者の南方熊楠による研究が知られているほか、生物学者でもある昭和天皇も手がけた。変形体の性質を参考に、多数のロボットを協調して動かす群ロボットや並列コンピューターへの応用を目指した研究が進んでいる。

視点

コンピューター 原理一新探る

現在のコンピューターは正確な答えを速く導けるように開発されてきた。人間が作ったプログラムにそって手順通りに問題を解いていく。すべての可能性を洗い出すため正確だが、条件が少し変わると計算量が爆発的に増え、処理時間も長くなる。

半導体の集積化などの技術革新で計算速度は飛躍的に高まった。一方で、使う大規模集積回路（LSI）の素子が増え、消費電力が膨らむという課題を抱えている。

そこで、従来の原理とはまったく違う新型コンピューターが注目されている。人間の脳をまねた脳型コンピューターはそのひとつだ。脳の研究は活発であるものの、いまだに情報処理の仕組みが解明されないなど謎が多く、試行錯誤が続いている。

粘菌には脳も中枢神経もないが、伸縮する流動性を使ってあたかも「知性」があるかのように動く。粘菌が収縮したり膨張したりする様子は脳の神経を信号が伝わるパターンと似ている。粘菌を研究することで、脳型コンピューターを実現する手がかりが得られるかもしれない。

異分野の知恵 連携カギ

粘菌の仕組みをまねたコンピューターは2度計算しても同じ答えを出すとは限らない。今のコンピューターでは答えを導きにくい複雑な問題でいくつかの選択肢を示したり、意外な発想を生んだりできるようになるという。

実現するには、電子工学や数学、生物学などさまざまな研究者の知恵が必要だ。そのためには異分野の研究者が集まる環境を整備し、資金援助する体制も欠かせない。

（黒川卓）

(C)日本経済新聞社 無断複製転載を禁じます。