

報告

平成 27 年 講演会 社会活動委員会主催 『粘菌 一偉大なる単細胞が人類を救うー』

若 林 隆 司

はじめに

2015 年(平成 27 年)10 月 16 日(金)15 時 00 分～17 時に亘り、ホテル札幌ガーデンパレス 2 階孔雀(札幌市中央区北 1 条西 6 丁目)において、公益社団法人日本技術士会北海道本部 社会活動委員会主催の平成 27 年講演会が開催された。ここに、本講演会の報告を行う。

1. 講演会の概要

今回の講演会は、イグノーベル賞を平成 20 年に認知科学賞の部門で受賞し、さらに平成 22 年に 2 度目のイグノーベル賞を交通計画賞部門で受賞した北海道大学電子科学研究所 生命動態研究分野 教授 中垣俊之氏を講師として、「粘菌 一偉大なる単細胞が人類を救うー」と題して講演いただいた。講演の内容は、単細胞生物である粘菌(ホジホコリ)の情報処理機能・賢さについて、①迷路などの幾何学的パズルを解く、②粘菌による鉄道網設計、によりその情報処理機能について講演され、また、その粘菌の成長モデルについてお話をされた。さらに粘菌方式による北海道輸送網のシミュレーションについても報告された。

今回の講演会のプログラムは、表 1 に示すとおりである。

なお、イグノーベル賞とは、世界的権威を持つノーベル賞のパロディ賞であり、同賞は、「人々を笑わせ、そして考えさせてくれる研究」に対して与えられる賞である。同賞の創設は 1991 年で、工学賞、物理学賞、医学賞、平和賞、瀬物学賞などの部門がある。

そして、毎年 10 月に風変わりな研究を行った 10 の個人やグループに対して授与される。例え

ば、1992 年化学賞を受賞した神田不二宏ほかによる「足の匂いの原因となる科学物質の特定」や 2014 年物理学賞を受賞した馬淵清資氏の「床に置かれたバナナの皮を、人間が踏んだときの摩擦の大きさを計測した研究」などがあげられます。

本講演会に対し、北海道内外から一般や技術士総勢約 90 名の参加があり盛況であった。



写真-1 講演会場の様子

表-1 講演会のプログラム

司会 公益社団法人日本技術士会北海道本部 社会活動委員会 委員 川島 由載	
1 開会挨拶	公益社団法人日本技術士会北海道本部 本部長 能登 繁幸
2 講演 「粘菌 一偉大なる単細胞が人類を救うー」	北海道大学電子科学研究所 生命動態研究分野 教授 中垣 俊之
3 質疑応答	
4 閉会挨拶	公益社団法人日本技術士会北海道本部 社会活動委員会 委員長 岩田 徳夫

2. 講演内容

『粘菌 一偉大なる単細胞が人類を救うー』

北海道大学電子科学研究所 生命動態研究分野

教授 中垣 俊之

今回の講演で先ず、伝えたいメッセージは何かといえば、それは「見方が変わると見え方が変わる」という考え方です。私たちは今同じ会場にいて同じ時間をすごしていますが目に映る景色は一人ひとり違うのです。座っている場所も違えば見る方向も違うのであたり前と思いますが、「見方が変わると見え方が変わる」このあたり前のことがなんと奥深かったか 30 年研究してきてヒシヒシとしみじみと感じています。このことを折に触れ大事と思い、何回もアンダーラインを引き直してきました。そしてそのことが一番伝えたい今日のメッセージであり、最初に申し上げました。



写真-2 中垣教授の講演風景

私は粘菌である単細胞の賢さを 30 年間研究してきました。粘菌はネバネバした微生物で、粘菌の変形体(モジホコリ)は巨大なアメーバ細胞で外観はマヨネーズを薄く延ばした感じで(写真-3)、中を良く見ると網目のような管が張りめぐらされている(写真-4)。



写真-3 粘菌の変形体は
巨大なアメーバ



写真-4 網目状の粘菌の管

また、粘菌は、藪の中の枯れ葉や朽ち木が土にまみれて積もってじめじめしているところに生息している。単細胞で脳も神経ももたないが、何億年にも及ぶ厳しい自然淘汰を乗り越えてきた。死に絶えることなく生きながらえてきたことは、しかるべき情報処理能力を持ち、賢さの一端があるようにも思え、そんな期待をしながら粘菌の賢さの研究を始めました。

(1) 迷路などの幾何学的パズルを解く

～粘菌の迷路解き実験より～

実験は粘菌の変形体(モジホコリ)を使用し、大きさ 10cm のシャーレの上にカンテンを敷く。粘菌の変形体は乾燥が苦手なため、湿ったカンテンで何とか生きられる状態である。なお、カンテンの中に養分は無く水分だけ供給される。そのカンテンの上に壁に当たる部分だけプラスチックフィルムを張り付ける。壁のところが乾燥するため、粘菌はフィルムの上をあまり這おうとはしない。餌にはオートミールを使用している。迷路実験の結果を図-1 に示す。

初期段階は図-1 の a に示すように 1 匹の粘菌が全体的に広がっている。次いで餌を図中の AG の 2 か所に設置し、最終的には体の繋がりを保っていたとの要請があり、ほぼ最短な経路を選択しそれが 1 本の太い管となっている。つまり、最短のものを残して管が消滅した。粘菌の迷路解きである。

このことは、単細胞な粘菌が迷路における短経路を導き出さずある程度の計算能力があると考えられる。つまり、その計算のためのアルゴリズムが何らかの形で粘菌にあると示唆される。

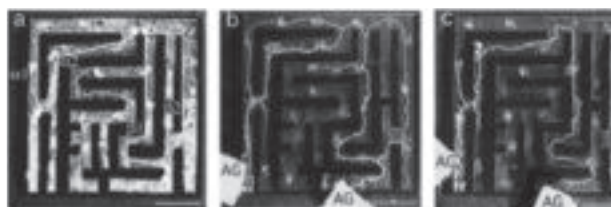


図-1 粘菌による迷路実験

これらの実験より、それぞれの粘菌の管はそこを流れる流れの量によって適応的に管の太さを変える性質があることが解った。粘菌の管の中のドロドロ

した流れが活発だと少し太くなり、太くなると流れの抵抗が下がりますます流れやすくなる。さらに抵抗が下がり雪だるま式に管は太くなる。逆にあまり流れなくなると管は少し細くなり抵抗は上がりさらに管はさらに細くなる。この繰り返しの最後には管は絶えてしまう性質を持っている。一方、道路の場合交通量によって車線が増えることは無いが、流れに応じて太さが変わるのが生物の特徴(血管や葉脈など)である。

このように、迷路解きの場合では、それぞれの管状の部分が自分のところの流れだけに反応して、いわば身勝手に振舞っているにもかかわらず、それが全体として見事に機能して、例えば迷路を解いたり、優れたネットワークを築きあげたりする。このような方法は、「自律分散方式」と呼ばれ、生物の問題解決方法の著しい特徴です。

(2) 粘菌による鉄道網設計

この実験は、公立はこだて未来大学の高橋清二先生が行った実験です。関東地方をかたどった容器(縦 21 センチ、横 17 センチ)の中で、関東圏の主要な都市 30 あまりを選び、それらの駅にエサをおくと、粘菌は、エサを求めて広がり始め下記の結果を得た。また、実験結果を図-2 に示す。

- ①左上図：関東圏の主要都市に粘菌の餌場所を配置。さらに、山手線内に大きな餌を置き、そこに粘菌を置く。
- ②5 時間後、8 時間後、11 時間後：餌を求めて粘菌は時間を経るごとに広がって行った。
- ③16 時間後、24 時間後：餌と餌に集まった粘菌同士が、お互い輸送ネットワークをつなぎ始めていく。
- ④26 時間後：輸送ネットワークは、粘菌にとって“うれしい”状態を選択して、つながったり切れたりしながら、最終的には主要駅を結ぶ効率的な粘菌ネットワークが完成した。

現実には鉄道を敷設するためには、地形をも考慮に入れなければいけない。山岳地帯や河川は極力通らずにすむような効果を実験にもたらすために次のステップでは光を用いている。河川や海洋には非常に強い光をあて、山岳地帯には標高が高くなるにつれ強い光をあてます。このような条件のもとで生ま

れるネットワークは、やはり JR の路線と似ている結果となる。

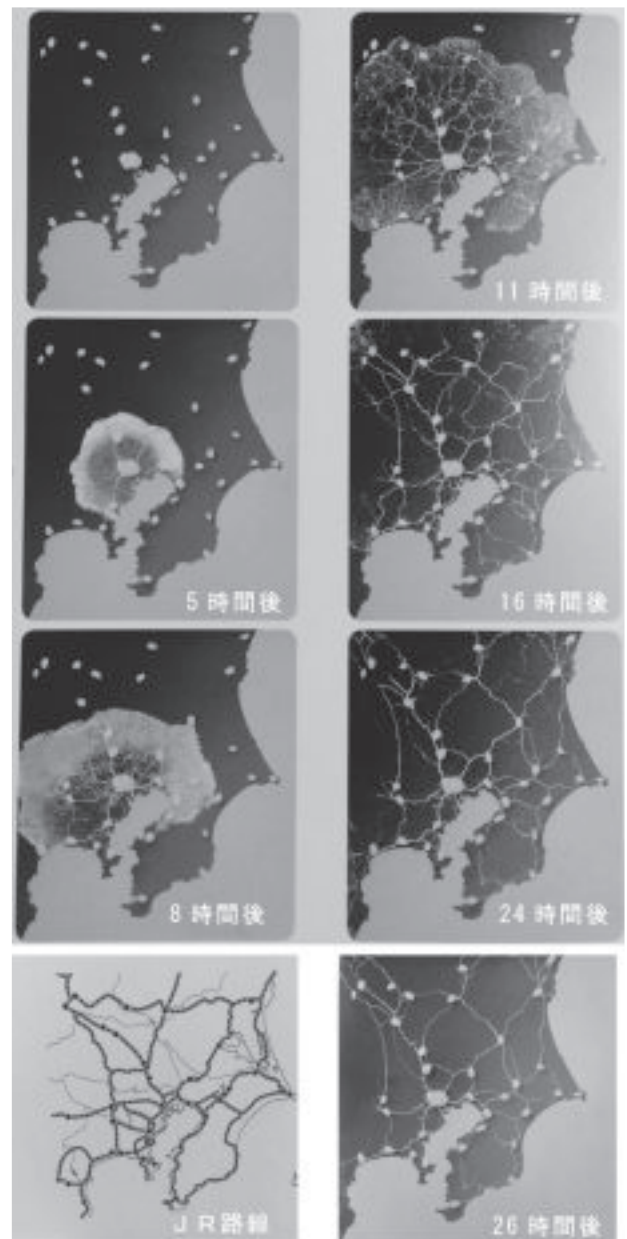


図-2 粘菌による鉄道網実験と JR 路線図

ネットワークの評価については、3つの評価基準を定めた。それが、①経路の最短性(コスト、経済性)、②耐故障性(保険：迂回路)、③連絡効率の3項目で、①コストと②耐故障性、③連絡効率はトレードオフの関係になります。JRと粘菌を比べると、詳細見れば若干粘菌の方が優れている点もありそうですが、3つの評価基準はほぼ同様のようです。粘菌では各々が司令塔もなしに自律的に行動しても、全体としてはうまく機能する自立分散方式でネットワークを作り上げました。

(3) 管の成長方程式

手老、中垣、小林らによれば、管の成長方程式は、粘菌において流量の多い管は成長するのに対し、流量の無い管は減衰、消滅するので、管の成長方程式は次のようにおける。

$$\frac{d}{dt}D_{ij}=f(|Q_{ij}|)-rD_{ij}$$

D_{ij} ：管の太さ

Q_{ij} ：管内を流れる原形質の流量

この方程式では D_{ij} の値は $f(|Q_{ij}|)/r$ に近づくので、内部を流れる原形質の流量 $|Q_{ij}|$ が大きければそれだけ管の太さ D_{ij} は大きくなるし、 $|Q_{ij}|=0$ の場合は $D_{ij} \rightarrow 0$ となり、管は消失する。

今後、カーナビや他産業への応用も開けてきたように思う。

(4) 粘菌方式による北海道輸送網のシミュレーション

北海道の交通網について、実験でなく粘菌方式によるシミュレーションを行った(図-3)。

人口上位の23都市だけをあらかじめ取り上げたケースでは、ちょうど選からもれた名寄市(図中④)、紋別市(図中⑤)、長万部(図中⑥)が交通の要所として自然に浮かび上がった。このことは、北海道の街の分布は、地理的要因に強く関与していることが、粘菌方式のシミュレーションでも明らかになり、具体的な事例として新しいことと思う。

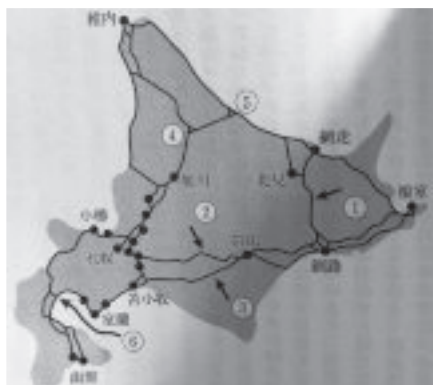


図-3 粘菌方式による北海道輸送網のシミュレーション

(5) 粘菌学者南方熊楠氏の言葉と研究への想い

粘菌に関して、その研究で知られる明治時代の南方熊楠は、アカデミックな地位に就くことなく、市井の人として過ごし、自由な発想を大事にしてきた

ことが窺える。その姿勢が端的に表れている言葉が、親友に宛てた手紙に次のように述べられている。

「宇宙万有は無人数なり。ただし、人すでに心あり。心ある以上は心の能うだけの楽しみを宇宙より取る。宇宙の幾分を化しておのれの心の楽しみとす。これを智と称することかと思う。」(明治36年6月30日付けの土宜法龍宛書簡に述べられた言葉。南方熊楠顕彰館所蔵資料)

恣意的な解釈かもしれないが、「その人の見識しだいで身の周りの世界から楽しみを得ることが出来て、その広大な宇宙のほんのわずかであるが、それが生きる一つの喜びである、まさにそれが智である。」と示唆にとんだ言葉と感じ、研究室の掲示板に張って日々研究を行っている。

おわりに

我々技術士にとって、粘菌学という普段なじみの少ない学問ですが、この講演会にて粘菌の特性に理解が深まり、今後、道路、鉄道、カーナビへの応用も期待されるなど、本講演会の内容をさらに外部に発信し、今後の社会活動に生かしていけるよう努力していきたい。

最後に、関係各位と講師の皆様にご尽力頂いた結果、講演会に多くのご参加を頂いた。改めて感謝申しあげる。

■引用 本稿の図、写真、文言の一部は下記の書籍・論文を引用させていただきました。

中垣俊之「粘菌 一偉大なる単細胞が人類を救う一」、文春新書(2014-10)、文芸春秋社

中垣俊之 文、斉藤俊行 絵、「かしこい単細胞粘菌」絵本(2015-10)、福音館書店

手老篤史、中垣俊之、小林亮、「真正粘菌による迷路・最短ネットワーク・最適交通網問題の解法」、(2008-10)

若 林 隆 司(わかばやし たかし)

技術士(水産/建設部門)

日本技術士会北海道本部
社会活動委員会 委員
株式会社アルファ水工コンサルタンツ

