

研究室訪問

東北大学大学院 工学研究科 電気・通信工学専攻 石黒章夫 教授 訪問記
(第15回受領者)

7月16日、阿草清滋選考委員長(名古屋大学大学院情報科学研究科・教授)にご同行いただき、東北大学大学院工学研究科電気・通信工学専攻の石黒章夫教授(システム制御工学分野)を訪問しました。石黒先生の研究室は、杜の都仙台市の中心部から西に、広瀬川を渡り、青葉城址を左に見つつ、さらに西に進んだ青葉山キャンパス内に位置しています。梅雨明け直前の曇り空ではありませんでしたが、水分を十分に吸って生い茂る木々の青葉たちが、我々を迎えてくれました。

○ まずは、現在どのような研究テーマに取り組んでおられるか
お聞かせ下さい。

生物の知能を研究しています。と言っても、生物に電極を刺したり、解剖したり、薬を与えたり、遺伝子を調べたりするのではなく、「ロボットを創りながら理解する」という構成論的アプローチを採用しています。

その目的は、原始的な生き物ですら示す生き生きとした動きのからくりを理解し、どう見ても生きているとしか思えないような人工物(ロボット)を創ることです。そしてその先には、知能だけでなく生命現象の発現原理(モノからコトへ)を理解するという壮大な夢があります。

従って、生物学だけでなく、数理、そして材料、機械、電気、情報などの工学を融合した新しいタイプの生物学の研究といってもいいでしょう。

○ そのような研究テーマに至った動機は何でしょうか？

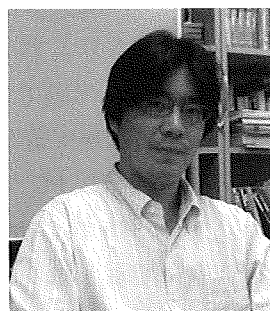
今のロボットは、なまじ人間に似せようとして逆に変な動きをします。また想定した環境から逸脱すると機能しなくなります。それが、何万行にも及ぶプログラムで最適に制御されているにもかかわらず。その反面、人間や生物がやっているような単純な動作ができない。このような最適化のアプローチの線上に、壮大な未来は描けないと思いました。

一方で小さな虫は、神経細胞の数もさほど多くないにもかかわらず、複雑な振る舞いをして、環境の中で生き残ります。しぶとくて、したたかで、打たれ強くて、実世界で生き残る低次脳機能を研究しようと思いました。最適化を金科玉条の思想にせず、耐えて耐えて最後にダウンするというしぶとさ、そのからくりを、ロボットを作り実験しながら、理解することが重要だと思いました。

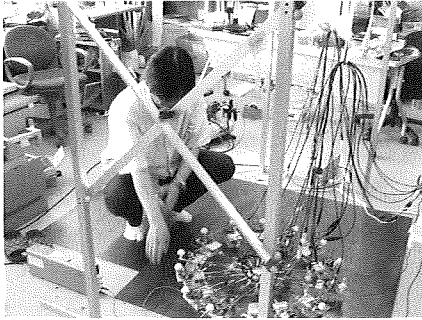
○ その中で現在注力しているテーマについて詳細をお聞かせ下さい。

生物における自律分散制御の解明に注力しています。生物のからくりを実現するには、脳だけの中央制御では限界で、制御の地方分権化、すなわち自律分散制御が重要であると思っています。自律分散は、(1) 個々の要素は比較的単純であるが全体からはきわめて興味深い特性が生み出される(2) 大規模なシステムに対しても適用可能である(3) いくつかの要素が故障しても他の要素が機能を代替することができるといった利点を持つ制御手法です。

そのために、真正粘菌の変形体という多核単細胞生物をお手本にして、粘菌型アメーバロボットを作っています。真正粘菌というのは、ある時は孢子として飛んでいき植物のような振る舞いをするが、ある時は動物のように環境に反応して動きます。その動物の状態を変形体というのですが、



石黒章夫 教授



石黒章夫教授と粘菌型アメーバロボット

これには脳がなく、各部分の協調性と自律性が絶妙に絡み合っており、餌などの誘因刺激に向かって進んでいきます。まさに自律分散制御のお手本なのです。

このようなアメーバロボットを作っているのは、世界でも唯一だと思います。原形質の量がほぼ保存されているので、それを風船で模して作りました。各部分が隣同士では圧力などの力学的情報で通信し、全体的には波を作りながら、誘因刺激に向かって動いていくことに成功しました。

次に、真正粘菌変形体で言えることは他の生物でも正しいのかを確認するために、蛇型ロボットを作成しています。体は多節の蛇ですが、心（制御のからくり）は真正粘菌変形体というものです。オペレータが進む方向だけを入力すると、その時の床との摩擦係数に対応して、各節の協調性と自律性により全体をくねらせながら、その方向に進んでいきます。これも、各節の力学的なコミュニケーションを通じて環境に適応するという地方分権のからくりを示しています。

○ 立石財団の助成テーマは、その後どのように進みましたでしょうか？

あのテーマは、初めて外部からまとまった金額の助成金をいただいた研究でした。それがその後、科研費（科学研究費補助金）、特定領域研究、そして今のCREST（戦略的創造研究推進事業）と繋がっていきました。まさに立石財団の助成が起爆剤になったわけです。

助成テーマでは「脳と体のカップリング」ということで、以下のコンセプトで研究に取り組みました。（1）脳だけが全てではない、体だけが全てではない、有機的に連関することで面白い知能が創発する。（2）生物知能は、ハードとソフト、制御とその対象の明確な線引き区別はない、脳と体が自律分散して、有機的に連関することで生物に近い面白い知能が実現できる。

現在の研究の基本的な考え方がこの時に確立しました。ただ助成テーマでは、目的関数を与えずに、自明性が高くなってしまい、紙芝居になりました。目的関数を与えれば与えるほど紙芝居（きれい）になります。でも目的関数がないとうまくいかない。そのバランスが難しいのです。そういう意味で、一度壁にぶつかりましたが、それがその後の研究に繋がっていきました。いい失敗をしたと考えています。

○ その他にどのような点が難しく、それをどのようにブレイクスルーされましたか？

自律分散制御には設計論がないという問題に直面しました。すなわち協調しつつも自己主張するようなお手本をいかに見つけるかが問題でした。その時に、協調性と自律性が絶妙に絡み合ったいいお手本として、真正粘菌の変形体を見つけました。脳がなく、原始的であるだけでなく、各部分（かけら）が切り貼りできるという性質が、実験・観察を容易にしてくれました。この作戦は成功して、個の振る舞いと全体の振る舞いを結ぶロジックのからくりが明らかになりました。

○ 研究成果は、どのような分野で活用され、社会や人類にどんな貢献をするのでしょうか？

具体的な応用については、今は考えていません。もちろん、フィールドロボティクス、医療福祉などに役立つとは思っています。実世界の知能、リアルワールドで動くからくりなのだから使えな



蛇型ロボットを前に、左から、石黒章夫教授、阿草清滋選考委員長、佐藤貴英さん(D1)、武田光一さん(M2)、田中敏文常務理事。

いはずがない、原理を究めれば必ず何かの役に立つはず、という確信はあります。しかし今は、そういうことを考えるよりも、生物のからくりを究めることが私の使命だと思っています。

○最後に、当財団へのご要望などがありましたらお聞かせ下さい。

萌芽的な研究、海のものとも山のものとも分からない研究へのサポートを、3割程度でいいので是非お願いします。アウトカムがでてくるかどうかかわからないようなコンセプチャルなレベルでも、勢いがあり面白い申請書を採用して欲しいです。それにより、これまでの研究業績に左右されないような研究、また科研費では拾えないような研究を拾って欲しいと思います。

あとがき

石黒先生からは、研究テーマの意義からはじまり、この報告書には書き切れないほどの技術的な詳細内容を、大変分かりやすく説明していただきました。

特に、当財団からの助成テーマでの失敗をバネにして、考え方は間違っていないとの信念のもと、国家レベルの補助金やプロジェクトにまで発展させた、それこそ「しぶとくて、したたかで、打たれ強い」研究への情熱に深く感銘を受けました。

また、ロボットのデモをしていただいた佐藤貴英さん（D1）と武田光一さん（M2）の説明からも、真摯な研究姿勢や活気のある研究室の風土を垣間見ることができました。

短時間ではありましたが、真夏間近な「学びの杜」で、明日の日本を背負う研究者の熱き思いと気概に触れることができ、一足早く晴れ晴れとした嬉しい気持ちになれました。

石黒先生と研究室の益々のご活躍、ご発展をご祈念申し上げます。ありがとうございました。

（レポート：常務理事 田中敏文）