

研究会報告

「複雑系の科学」研究会*報告

福井県立大学情報センター
山川 修
osamu@laputa.cis.fpu.ac.jp

(1994年12月16日受理)

1. はじめに

複雑系ということばをよく耳にするようになったが、「複雑系とはどんなシステムか?」という問いに答える一般的な定義はいまのところまだ無い。そこで、本稿を始めるにあたり私が考える複雑系のイメージ(定義と呼べるほど厳密ではない)を最初に述べることにする。

● 開放系であること

最近まで物理学が対象として扱ってきたのは、内と外とでエネルギー、物質、情報などのやりとりのない閉鎖系であった、これに比べて複雑系は、開放系であるといえる。閉鎖系では熱力学第2法則によりエントロピーを減らすことができないが、開放系では内部で発生したエントロピーを捨てることにより、系の内部のエントロピーを減らし、内部の秩序を高めることができるだろう。つまり開放系であることが自己秩序化するための必要条件だと考えられる。

● 要素間の非線形な相互作用が存在すること

系全体を理解するために、物理学ではその要素間の相互作用を記述し、それを積み上げることにより全体を記述しようとしてきた。ところが、複雑系では、要素に分解しそれを記述し再構築をするという方法では、系全体を理解することが困難である。これは、複雑系の要素同士が非線形な相互作用をして、お互いが密接に関係しているためではないかと考えられる。

もちろん、この2つの項目が複雑系であるための十分条件だとは思わないが、様々な現象に存在する複雑系を統一的に理解する糸口にはなると考える。このような性質を持つ複雑系の具体例としては、生物、脳神経系、免疫系、経済現象、社会的組織、言語などをあげることができるが、これらの複雑系を支配する共通の法則を探究するのがこの研究会の目的である。

たとえば、社会的な組織論においては、人間組織を生物学的なシステムとのアナロジーで捉えようとする試み⁽¹⁾が行われてきたが、これは違う種類の複雑系の間に共通な構造があることを示唆する一つの例だろう。

2. 活動状況

上記のような目的で、福井地域の高等学術機関である、福井県立大学、福井大学、福井医科大学、に呼びかけて1993年5月から研究会を開いてきた。福井県立大学には経済学部、生物資源学部と看護短期大学部、福井大学には工学部と教育学部、福井医科大学には医学部があり、経済学、生物学、医学、物理化学、哲学等の専門家が複雑系の基本原理を解明するという同一の興味であつまり、議論した。

実際には、1993年5月から1994年12月にかけて、8回の研究会を開いた。以下にそのタイトルと簡単な内容を示す。なお、括弧のなかは参加人数である。

● 第1回「神経活動の光学的計測」 1993.5.14 (21名)

講師は福井大学工学部の村瀬一之氏。脊髄内の神経活動の光学的計測の話。神経繊維を走る電気信号を電位感受性色素で染め出して記録した映像はきれいであった。

● 第2回「企業組織と自己組織化」 1993.7.15 (13名)

講師は福井県立大学の田中求之氏。組織論において、人間組織という「複雑なもの」がいかにつえられ論じられているか、またそこにはどのような問題が存在しているかが紹介された。後半では社会科学と自然科学（特に物理学）の違い、社会的な組織と生物のアナロジーは有効か、などの議論がなされた。

● 第3回「興奮性神経回路と抑制性神経回路の接点」 1993.11.18 (15名)

講師は福井医科大学解剖学教室の玉巻伸章氏。記憶に重要な役割をになっているとされる海馬を中心に、脳のなかでの記憶のメカニズムにせまった。後半の議論では主に海馬と記憶に対する質疑に終始した。

● 第4回「混作の世界（アフリカ文化の価値観）」 1994.4.22 (11名)

講師は福井県立大学経済学部の杉村和彦氏。アフリカのザイールでは1つの耕地に同時に複数の作物をそだてる混作と呼ばれる農業がおこなわれている。これは単作が近代的なパラダイムであるとする、そのアンチテーゼとしておもしろい。後半では、単作のバックボーンがニュートン的な世界観だとしたら、複雑系の科学が混作のバックボーンになりうるか、などの議論がなされた。

● 第5回「生体防衛機構」 1994.6.16 (12名)

講師は福井県立大学生物資源学部の海藤敏雄氏。生体の防衛機構としては、生まれたときにすでに備わっている自然免疫と、生後獲得される獲得免疫に分けられるが、この講演は、自然

免疫の話。抗原抗体反応で知られる獲得免疫との違いなどが議論された。

● 第6回「縁起の世界観」 1994. 9. 22 (9名)

講師は福井県立大学経済学部の新田雅章氏。「縁起」というのは華嚴宗の中心的思想であるが、華嚴にいたる思想の変遷、中国の禅との関係などが解説された。後半では、西洋哲学、物理学などの思想との類似点、相違点などが議論された。

● 第7回「進化ダイナミクスにおけるカオス、ランダムネス、エラー」 1994. 11. 17 (23名)

講師は東京大学教養学部の池上高志氏。コンピュータによってゲームをシミュレーションさせ、その戦略を遺伝的アルゴリズムによって進化させることを通して、「進化」という現象の本質にせまろうとしたいくつかの例が解説された。後半では、コンピュータシミュレーションを通して、コンピュータが刻む時間ではない「時間」が生み出され得るか、などの議論がされた。

● 第8回「複雑系とカオスの脳観」 1994. 12. 6 (22名)

講師は北海道大学理学部の津田一郎氏。アメリカ、ヨーロッパ、日本での複雑系研究の歴史から、複雑系の現在考えられている定義もまじえて、生体などの複雑系が示す実際のふるまいまでの、複雑系に関する幅広い解説がされた。カオスを使った脳の記憶モデルの仕組みに対する議論等がされた。

第1回～第3回の内容と議論の概要は、参考文献(2)にまとめられているので、興味がある方は参照願いたい。また第4回～第8回の内容と議論の概要に関しては、福井県立大学論集に投稿する予定である。

3. 現在の問題意識

複雑系の研究が未だ曖昧模糊としている原因の一つに、一人一人の研究者がもつ複雑系のイメージが同じではないことがあげられるのではないかと思う。わかりやすくいえば複雑系をはかる物差しが存在しない、ということである。複雑系をはかる物差しの一つである複雑性の指標(Complexity)を探そうという試み⁽³⁾は以前から存在し、いくつかの指標も提案され、比較検討⁽⁴⁾されているが、様々な複雑系に応用できていないわけではない。

現実に存在する複雑系が、複雑系の指標が張る空間の中で、どういう関係になっているかを調べるために、福井県立大学の山川(情報)と中村量空氏(物理)、福井大学の工藤清氏(物理)とその研究室の大学院生諸氏で「複雑系研究グループ」をつくり、そのなかでも研究会を始めている。現在は以前に提案されている複雑性の指標のサーベイと、自分たちで考えた指標

の比較的簡単な系への応用だが、こういう研究会をしていく中で、複雑系の指標にはどういうものが必要十分であるか、ということもまとめたいと考えている。

4. 今後の活動に向けて

様々な分野に存在する「複雑系」を司る基本原理を解明しようとする、複雑系の研究においては、様々な分野の研究者が集まって「複雑系とはなにか」について議論をする「学際的研究会」と、ある分野の研究者だけで集まって対象を限定し取り組む「専門的研究会」の2つが必要だと考える。学際的研究会だけでは、広く浅くになってしまい、他の分野からのインパクトが自分の研究に反映されにくいし、専門的研究会だけでは、なかなかその分野のパラダイムから逃れることが困難である。

学際的な「複雑系の科学」研究会と、専門的な「複雑系研究グループ」が組織されている福井地域の方向は、上記の意味での複雑系の研究方向としては妥当だと考える。また、福井県立大学では「複雑系の科学」研究会と同時期に「異文化問題研究会」という人文・社会学者が集まって、異文化を理解するという試みも始まっていて、異文化問題研究会のメンバーの何人かは「複雑系の科学」研究会にも参加しているので、この分野でも学際的な研究と専門的な研究のクロストークがおこなわれているといっていよう。

現在の情報の流れは、学際的な研究会から専門的な研究会の一方通行であるが、今後は、学際的研究会と専門的研究会のクロストークをさらに進めるために、専門的研究会の結果を学際的研究会でも発表して、そこでの議論の結果を専門的研究会に生かす、という方向で進めていくのがいいのではないかと考えている。

複雑系の基本原理を解明するという目的地からはまだまだ遠く離れているが、学際横への広がり、専門縦への探求が幾つもかさなりあったところに新しい地平が開かれるのではないかと期待している。

* この研究会は財団法人福井県大学等学術振興基金第17号の助成を受けて行っています。

5. 参考文献

- (1) C. I. Barnard, "The Functions of the Executive", Harvard University Press(1938).
山本、田杉、飯野訳「新訳 経営者の役割」ダイヤモンド社、昭和43年。
- (2) 「複雑系(Complex System)の科学」研究会報告, 福井県立大学論集第4号, pp61-90 (1994).
- (3) P. Grassberger, Int. J. Theor. Phys. **25**, pp907-938 (1986).
P. Grassberger, Physica **140 A**, pp319-325, (1986).
- (4) R. Wackerbauer et. al., Chaos, Solitons & Fractals **4**, pp133-173, (1994).