

# カイロモルフォロジー： 巻貝の巻型決定には細胞骨格系分子が関与

黒田 玲子

大学院総合文化研究科 教授

<http://bio.c.u-tokyo.ac.jp/labs/kuroda/>

カイロモルフォロジー研究が私の研究室のメインテーマです。カイロモルフォロジーとは、カイラル＝キラル（左右非対称性）とモルフォロジー（形態）という言葉融合させて自ら作った言葉で、生物界、非生物界の両方で、また、マイクロからマクロの種々なレベルで現れるキラリティーを切り口に、マイクロとマクロの接点を探る新しい概念を表しています（図1）。

■ 本文へ続く

多くの動物の体は一見左右対称（アキラル）に見えますが、体内構造はキラルです。生物は分子レベルでは完全にホモキラル、つまり地球上の全生物は左右二方のキラリティーの核酸（DNA、RNA）やタンパク質からできています。生物個体はどのようにして、分子から細胞、器官、生物個体へと構成されていくのでしょうか？

私たちは巻貝のキラリティー形成に着目してこの問題に挑戦しました。巻貝には、一般の動物と異なり、内臓の配置も貝殻の形も互いに鏡像関係にある右巻と左巻の両方が存在します。しかも、一九二〇年代の交配実験から、巻貝の巻型は母性遺伝を示す一個の遺伝子によって決定されることが知られていましたが、その巻型決定遺伝子が何であるかは全くわかっていませんでした。私たちは左右両巻貝のいる種を使い、巻型決定には細胞の形を決めている分子が関係していることを明らかにしました。

巻貝の左右は、受精後まもなく始まる受精卵の細胞分裂の方向で決まっています。卵を動物極側からみた場合に、四から八細胞になる第三卵割過程では、将来右巻になる貝は、四つの小割球が四つの大割球から、右巻方向に振られて生じる右旋性らせん卵割をおこなない、一方、左巻になる貝は、左巻に振られて生じる左旋性らせん卵割をおこないます。これまで、右巻、左巻貝の初期胚の卵割は鏡像的に進むと信じられ、発生学の教科書にも記載されてきました。

しかし、私たちは、細胞骨格を形成するタンパク質をモノクローナル抗体や蛍光標識などで可視化し共焦点レーザー顕微鏡などで卵割過程を詳細に観察すること

で、実は鏡像関係が成り立っていないことを世界で初めて明らかにしました。 *Lymnaea stagnalis*（タケノモノアラガイ）の第三卵割では、優性右巻の胚では紡錘体の傾き（S1）と、小割球が生じる方向への右巻らせん的な細胞形態の変化（SD）が起きています（図2）。一方、劣性左巻の胚ではS1やSDが全く観察されず、このため、小割球はいったん大割球の真上に生じ、その後、細胞質分裂の進行とともに左旋的に振れていきます（図2）。同一種の右巻と左巻貝のらせん卵割では、左右性が生じる時期もその生じ方も全く異なり、互いに鏡像関係になく進行するのです。SDやS1の阻害実験から、この左右性の形成にはアクチン細胞骨格系が関わっていることも明らかになりました。

さらに、右巻貝のゲノムを16、左巻貝のゲノムを1516遺伝子によるF4個体群を連続戻し交配法によって作成し、これらの卵の卵割様式を観察することで、この左右巻貝の卵割様式の違いが、単なる細胞分裂の仕方の違いにとどまらず、長らく探索されてきた巻型決定遺伝子と強い関連があることを世界で初めて見出しました。

ところで、左巻が優性種の左巻個体の第三卵割は、右巻優性種の右巻個体の鏡像対称で、逆方向のSDとS1が観察されました（図2）。種内と種間では異なるメカニズムがはたらくことを示唆するものです。これらの結果はカレントバイオロジー誌に掲載され、研究室で飼育しているかわいらしい貝が表紙を飾りました（図3）。

私は元々、化学を専門としてきました

が、分子のカイロモルフォロジー分野でも、固体中での分子の再配列とキラリティー認識、固体状態測定可能なCD（円二色性）分光計の開発とそれを利用したタンパク質の凝集過程の実時間測定など、面白い成果が得られています。

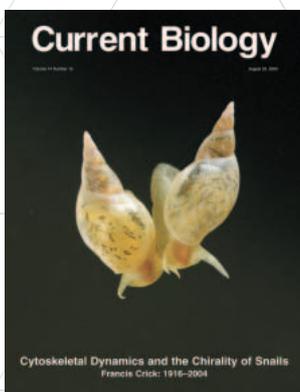


図3 学術雑誌の表紙を飾った実験材料

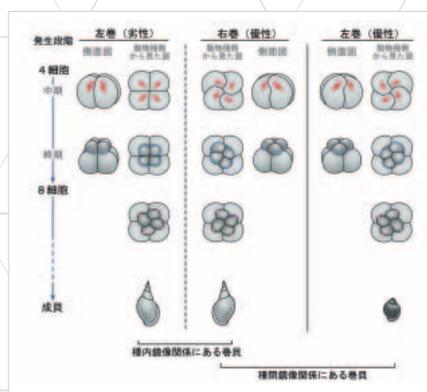


図2 左右巻貝の胚の細胞骨格動態は、同一種内では非鏡像関係、種間では鏡像関係（第三卵割）



図1 プロジェクトのロゴマーク。貝の中に分子があり、生物・非生物、マクロ・マイクロ世界のカイロモルフォロジーを具現

# 社会科学の実証研究を支えるSSJデータアーカイブ

佐藤 朋彦

社会科学研究所 附属日本社会研究情報センター 助教授

<http://ssjda.iss.u-tokyo.ac.jp/>



データアーカイブの機能とは、コンピュータ処理可能なデータを収集、整理、保存し、データの再分析、すなわち二次分析を行う利用者に提供することにある。社会科学の分野のデータアーカイブが保存の対象とするデータは、社会調査や統計調査などによって得られたマイクロデータ（個票データ）である。

■ 本文へ続く

このようなデータアーカイブによるマイクロデータの収集と保存の機能は、それだけで極めて重要なものであるが、それ以上に重要な機能がある。それは、マイクロデータに基づく実証的研究の「再現性」を担保する研究環境を提供することである。「再現性」とは、第三者が、同一のマイクロデータを利用して同一の手続き（例えば統計分析）を行えば、同一の結果が得られることを意味する。「再現性」の担保は、実証研究を支える条件である。海外の学術雑誌のいくつかは、「第三者がアクセスできないデータに基づく論文は受理しないと明記している。それは、論文の内容を検証できず、「再現性」が担保されていないことによる。

海外の主要先進国では、一九六〇年代後半から七〇年代にデータアーカイブが設立された。しかし、我が国では特定分野に関するデータアーカイブは存在したが、社会科学分野のデータを包括的に収集、整理し、二次分析に提供するデータアーカイブは、最近まで設立されてこなかった。そのため、我が国では実証的な社会科学研究には、「再現性」がほとんど担保されていないなどの問題があった。

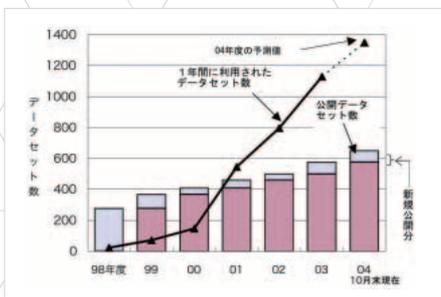
このような社会科学研究上の問題を少しでも改善するため、社会科学研究所附属日本社会研究情報センターでは、一九九八年四月に社会科学分野の総合的なデータアーカイブとして Social Science Japan (SSJ) データアーカイブを開設した。このデータアーカイブは、民間の調査機関や研究者に対して調査したマイクロデータの寄託を依頼し、寄託を受けたデータを整理、保存の後、二次分析を希望する研究者にマイクロデータを提供するというものである。すでに六〇〇を超えるデータセットを公開しており、これを二次

分析に利用する研究者の数もかなり増えてきている。

しかし、今日にいたるまでにはいくつかの課題に直面してきた。第一は、マイクロデータの寄託が行われても、そのデータに関するドキュメントが整備されていないことが多いことである。そのため、データの再整理に多くの時間をとられてきた。第二は、大学などの研究者が科学研究費など公的資金で実施した大規模調査のデータセットに関しては、海外とは異なり、政治分野など一部を除いて寄託を申し出る研究者が極めて少ないことである。こうしたわが国の状況を変えていくためには、公的資金で大規模な調査を実施する際は、研究費の提供条件として、海外と同様に調査が終了した一定期間の後には、データの寄託と公開を義務づけるのがよいのではないだろうか。第三は、研究者の間でマイクロデータを二次分析に提供することへの抵抗が強く、調査の企画者だけが当該データセットを正確に分析できるという考え方があのように思われることである。しかし「再現性」が担保されないのでは、本来の科学的な実証研究とは言えない。データセットの再分析に際して、留意すべき事項について十分なドキュメントを整備し、第三者が調査企画者と同様の条件で分析できるようにすることが、調査企画者の責務と言えよう。

今後、このようなデータアーカイブが有効に機能するためには、寄託データが蓄積されるだけでなく、同時にデータの利用率が増えることが求められる。また、二次分析を行う利用者が、データ寄託者の善意を無にするような利用の仕方をするようでは、データの寄託が進まない。データの寄託者と利用者の信頼関係が、データアーカイブの発展の鍵である。そこで、マイクロデータの提供だけでな

く、二次分析を行おうとする研究者に対して、留意すべき基本的な知識を随時提供していくことが必要であると考えられる。さらに、利用しやすい形態でのデータの提供が求められる。そこで、現在、インターネット上で集計や分析が行えるシステムの開発を進めているところである。



公開データセットの累積数と1年間の利用データセット数の推移：2001年度以降、データの利用が急激に伸びてきている。なお、2004年度は10月末までの利用者数から推計した予測値である。



SSJデータアーカイブとデータ寄託者及びデータ利用者との関係：研究機関等から寄託されたマイクロデータは、データアーカイブの担当者によって、内容が確認された後SPSS形式のファイルに変換されて保存される。また、同時に調査概要等についてのDBが作成され、インターネットで検索できるようになっている。データ利用者が二次分析の結果を論文にまとめた場合は、その論文をSSJデータアーカイブと寄託者に提供することとしている。