

---

# NEWSLETTER

---

No. 24

---

## 目 次

学会誌目次 .....	2
学会誌和文抄録 .....	2
第12回大会シンポジウム報告(2) .....	4
第12回大会ラウンドテーブル報告 .....	15
IEC23 報告 .....	23
書 評 .....	25
会員の異動 .....	30

## 日本動物行動学会事務局

〒606-01 京都市左京区北白川追分町  
京都大学理学部動物学教室内  
TEL 075 (753) 4091 (振・京都5-1637)  
FAX 075 (751) 6149

## 『Journal of Ethology Vol.12 No.1』目次

小島 純一：分巢種チビアシナガバチにおいて人為的に誘発した集団移動中にみられる行動 …	1
長谷川雅美・谷口 有美：オカダトカゲによるオオヨツボシゴミムシの視覚的拒否 ……………	9
齋藤 裕：ケナガスモゴリハダニの雄は雄間競争において血縁認識をしているだろうか？ …	15
辻 宣行・山内 克典・山村則男：ハダカアリ類のオスの翅型二型に関する数理モデル ……	19
Lovari, S.・M. Apollonio：ヒマラヤ産ゴールルの発情期における行動 ……………	25
今福 道夫：ホンヤドカリの闘争：コンピュータ・シミュレーションと実験 ……………	35
Mead, F.・C. Habersetzer・D. Gabouriaut：アシナガバチの一種 <i>Polistes dominulus</i> のコロニー発達の動態：獲物の利用可能性の影響 ……………	43
Csermely, D.：出産後8日間の放牧された雌豚の母性行動 ……………	53

## 短 報

大沢 直哉：テントウムシ野外個体群での多回交尾の頻度 ……………	63
近 雅博・大江あけみ・沼田 英治：アオクサカメムシとミナミアオカメムシの 行動的隔離 ……………	67
小林 哲・松浦 修平：モズクガニの交尾時間の変異 ……………	73
佐藤 衆介・他：ハロベリドール注射は家畜のタングプレイングを完全に抑制する ……………	77

## 『Journal of Ethology Vol.12 No.1』和文抄録

分巢種チビアシナガバチにおいて人為的に誘発した集団移動中にみられる行動

小島 純一

オーストラリア産分巢種チビアシナガバチ、*Ropalidia romandi* においてコロニー集団移動を人為的に誘発し、移動時の行動を観察した。新しい営巣場所はハタラキバチが決定し、複数の女王（産卵雌）を含むコロニーのメンバーをそこへ誘導するものと考えられる。集団移動中、ハタラキバチは木の葉等にしばしば降り、そこで葉等の表面を叩くように腹部を擦り付けた。この擦り付けを行わない個体は、降り立った葉等の表面を触角で探った。ハタラキバチの示したこれらの行動は、*R.romandi* が集団移動中に道標フェロモンを用いることを示唆している。人為的にコロニーを移動させた実験では、異なるコロニーに由来するハチが一つにまとまり、このハチが同巣以外の個体に対しても排他的でないことを示唆している。集団移動時に道標フェロモンを用いるが、移動に先立つ一時的集合を形成する時や、道標フェロンに導かれていった後に最終的に新しい営巣場所を特定する時には、

ハチの集団や群飛などの視覚的要素が重要な役割を果たしているものと考えられる。

オカダトカゲによるオオヨツボシゴミムシの視覚的拒否

長谷川雅美・谷口 有美

化学的防御と色彩パターンの異なる2種のゴミムシを、オカダトカゲが視覚的に区別できるかどうかを確かめるために、室内での飼育実験をおこなった。実験には、体色が一樣に黒色で防御物質として蟻酸を有するゴモクムシと、黒地に4つのあざやかな黄色の斑紋をもち防御物質としてメタクレゾールを有するオオヨツボシゴミムシの2種を餌として用いた。ゴモクムシは与えられた直後に捕食されたが、オオヨツボシゴミムシは一瞥して無視された。そこで、次の実験では鞘翅を人工的に黒く塗りつぶしたオオヨツボシゴミムシを与えたところ、オカダトカゲは通常の色パターンの対照区と比較して明らかに高い頻度の舌出し行動を行い、餌を化学的に識別するための反応を示した。このことは、オオヨツボシゴミムシの色パターンをオ

カダトカゲが視覚的に警告色として認識していることを示している。

### ケナガスゴモリハダニの雄は雄間競争において血縁認識をしているのだろうか？

齋藤 裕

亜社会性のハダニの1種であるケナガスゴモリハダニは、同種雄の間で激しい殺しあいをする。このハダニにおいて、雄が兄弟を認識して攻撃行動を変えるのかどうか、すなわち雄に血縁認識能力があるのかどうかを実験的に検討してみた。同母兄弟との間の攻撃性と血縁関係の弱い個体間の攻撃性を比較した結果、この種の雄は少なくとも1対1の争いにおいて、血縁の濃さによって行動を変えることはなく、血縁認識能力をもたないことが示唆された。

### ハダカアリ類のオスの翅型二型に関する数理モデル

辻 宣行・山内 克典・山村 則男

ハダカアリ類のオスにおいて、翅型の二型(有翅と無翅)の種や無翅のみの種がみられる。オスの多型と無翅オスの割合を進化的に安定な戦略モデルで解析した。繁殖シーズンには、無翅オスは有翅オスよりも早く羽化する。有翅オスよりも早く羽化したメス( $F_1$ 匹)は無翅オスとのみ交尾する。有翅オスよりも遅く羽化したメス( $F_2$ 匹)は有翅、無翅の両方のオスと交尾する。無翅交尾能力( $b_n$ )は有翅の交尾能力( $b_w$ )よりも低い。はやく交尾したメスの繁殖成功( $v_1$ )は遅れて交尾する場合( $v_2$ )よりも高い。モデルは、無翅のみ、有翅のみ、無翅と有翅の二型の3つの進化的に安定な状態を予測した。二型において無翅率が增加する条件は、無翅の生存率( $s$ )が増加する。 $v_1/v_2$ が増加する、 $F_1/F_2$ が増加する。 $b_n/b_w$ が増加する場合である。二型が存在するための必要条件は $s b_n/b_w < 1$ であり、これは観測データと一致している。 $v_1/v_2$ の値を実際の観測データより求めることは難しいが、モデルを使うと推定することができる。

### ヒマラヤ産ゴールルの発情期における行動

S.Lovari・M.Apollonio

ヒマラヤ産ゴールルが発情期に行う行動を、インド北部に位置するヒマラヤ山脈の麓の高原ヒマチャル・ブラデシュにおいて1989年10月

13日~25日の間調査した。27種類の質的に異なる行動パターンが観察された。雄が示した行動レパートリー(25種類、内14種類は雄だけに見られる)は雌が示したもの(12種類、内1種類-「反応性の排尿」-は雌に特有)に比べて多様であった。最も多く見られたのは「頭突き」と「意図的な頭突き」で、「鼻-鼻接触」がその次によく見られた。雄の行動対象は主に雌で、雄同士は通常の場合、無視し合っているように見える。求愛行動は10月22日~25日にピークを迎え、マウントも記録された。つがい形成に関しては「後追い」が唯一のものだった。ペアは時々短い距離において求愛するが、それが攻撃的な反応を引き起こすことはない。調査期間中には、縄張りを形成しているという明らかな証拠はなかった。ゴールルの行動は*Capricornis*よりも*Oreamnos*の行動に、つがい形成と同様、質的にも量的にも近いようである。〔訳：事務局〕

### ホンヤドカリの闘争：コンピュータ・シミュレーションと実験

今福 道夫

ホンヤドカリの闘争が、争う両者が利益を得る相利的(mutualistic)なものか、大きい個体が相手の損得に関係なく利益を得る一方的(one-sided)なものかを知るため、コンピュータ・シミュレーションと実験を行った。実験結果は相利的シミュレーションより一方的シミュレーションの結果とよく一致した。このことは、殻交換の結果小型個体が損をする競争的な交渉も本種の殻闘争に含まれてることを示唆した。したがって、殻交換の試みは攻撃的なものであるとみなすことができるが、ヤドカリでは相利的な出会いや、相利的な交換が頻繁に起こるであろうことを議論した。

### アシナガバチの一種 *Polistes dominulus* のコロニー発達の動態：獲物の利用可能性の影響

F.Mead・C.Habersetzer・D.Gabouriaux

この研究は獲物の利用可能性の減少がどのようにハチのコロニー発達に影響するかに焦点をあてている。栄養的食卵と幼虫発達はもっとも直接的に影響を受けるパラメーターであった。またより間接的な影響が巣の成長と幼虫産生についても検出された。〔訳：事務局〕

### 出産後 8 日間の放牧された雌豚の母性行動

D.Csermely

放牧された雌豚の母性行動を調べた。出産から 8 日目まで、7:30 から 19:30 の間からランダムにとった連続する 1-2 時間の間に雌豚を観察した。考察した行動変数と一般的実験のレイアウトは前報におけるものと同じである。屋外と屋内の条件における行動の違いをより精密に評価したが、母性行動の大きな違いは明らかにならなかった。雌豚の行動間に統計的な差はなかったが、雌豚は授乳エピソードの開始と終了を全期間にわたって増加させた。出産後の日数にともなって行動レパートリーの変異の減少傾向がみられた。これは雌豚の活動の自由さ

と自然な行動を示す能力の結果かもしれない。環境条件の行動への関係について論議した。

[訳：事務局]

### 事務局からのお知らせ

日本動物行動学会事務局の電話番号がかわりました。

(旧) 075 (753) 4073

(新) 075 (753) 4091

前号の Newsletter No.23 の一部に印刷機の不調のため見えにくいところがありご迷惑をおかけしました。ここにお詫び申し上げます。

[近]

## 第 12 回大会シンポジウム報告 (2)

### 内部観測者の視点からみた動物の行動・動物行動学に期待するもの

郡司 ペギオー幸夫\*・右田 正夫・水上 悦雄  
(神戸大・理・惑星地球科学科・惑星大講座・非線形科学)

\*：文責

我々の研究は、以下のような経緯を辿り、今やと動物行動学にぶつけても妥当な時期に達した。しかし、我々が想像してきた、動物行動学が本質的に問うているであろう問題、と、動物行動学で実際問題になっている問題との間に、隔たりがあることも否めない。我々の問題意識、研究結果を辿りながら、以下に動物行動学者の興味を喚起したい。我々の目的は、生物の自律性（それは進化、適応という一連の過程を含意する）、そこに認められる「生命の様相」をいかに解釈するか、この一点に絞られる。我々は進化という術語を、特定の論理的規則として記述できない過程に対して用いている。自律的システムという時、それは対象がいかなる特定の論理的システムとしても記述できない一方、無根拠に一つの統一とみなされる、そういった状況を指している。そのような様相に於てシステムが外部環境を観測すると言わざるを得ない状況が顕現する。かかる問題は、観測過程とは何か（対象と観測者の関係であり、部分と全体

の関係でもある）という問題に端を発する。それは捉えどころが無いのか？我々が想像するに、生物学はそれへの挑戦と挫折（生気論的神秘主義のその都度の復活）を繰り返し、かつその過度な反省としての機械論的傾倒を繰り返している。我々は、生気論でも機械論でもない立場を、科学的に展開し、新たな視座を提唱したい。

#### 1. 素朴实在論と観測者：生物学における論理的記述の破綻

科学者の大多数は、素朴实在論に組している。こういう物言いは、哲学を単なるレトリックだと考える科学者には、不用な議論に思えるであろう。「観察したもの、データ以上に確実なものがあるか。それが、そこにあるのは、疑いようもない事実ではないか。それを実在と言おうが、存在と言おうが、科学にはなにの関係もない。」というのが主たる反論、拒絶反応である。しかし、我々は、「そこにある」という確実性に対して、異議申し立てをする者なのである。

實在論に依拠するか否かは、観察結果にどのような仮定を設けるかという点で、決定的に異なる。ここで、素朴實在論を次のように定義しよう。

「記述 $X$ が与えられるとき、それに対応する、その指示対象 $\langle X \rangle$ が存在（通常の術語として）する」と考える哲学を、素朴實在論とする。

ここでは、我々が観察し、記述した結果としての $X$ は、自然界の $\langle X \rangle$ の一部、もしくは全部を写し取っているとの信念がある。無論、 $X$ と $\langle X \rangle$ の間に、観測者がいることはだれしも認めるであろう。しかし、素朴實在論においては、その観測は無視できる、もしくは問題とする必要がないと見なされる。その根拠は、観測とは、主観を排し、誰が行っても唯一つの方法で行えるような、客観的過程として存在するとする仮定にある。記述された記号 $X$ と、 $X$ と $\langle X \rangle$ を結ぶ観察の関係は、状態（形態）と機能の関係である。両者の間に、一義的（ユニークな）関係はない。前者が内に向かって閉じるものであるのに対して、後者は、外との関係に言及し、開かれるものであるから。にもかかわらず、素朴實在論は、客観的観測、観測における神の視点を仮定し、その結果、観測を無視している（この仮定を設けない限り、観測は無視できない）。

観測者の主観などを問題にしてしまったら、收拾がつかなくなりそうだ。それに科学者が議論している対象は、實在物 $\langle X \rangle$ ではなく、記述 $X$ である。多くの記述 $X_1, X_2, \dots, X_n$ がまず、奪取され、それらの関係を説明する、すなわち、 $X_1, X_2, \dots, X_n$ 間の構造を見いだすことが、科学的説明である、モデル化である。従って観測（観察）は、問題にならない。観測とは、記述 $X$ 以前の問題であるから。このように考える科学者が大多数であろう。しかし、観測の問題は、決して解消し得ない。我々は、 $X_1, X_2, \dots, X_n$ 間の構造を見いだすこと、を、形式論理に従っておこなう。それが、説明を客観的説明とする根拠だから。たとえ、数理論理に精通しない者であっても、客観的説明を退けるものはないであろうし、退けるのなら、彼は逆に、既にその時点で悪しき生氣論に墜している。従って、形式論理による説明を可能とするため、科学者が如何なる仮定を設けているのかが、次なる問題となる。

記述 $X_1, X_2, \dots, X_n$ の集まり（内部に位

相があってもなくてもよい）を $S$ で表そう。この時、説明とは、 $C(S, S)$ でしめされる $S$ から $S$ への変換規則の集まりから首尾よくひとつを見いだすとに他ならない。ここで、説明 $f$ が次のように、 $X_{i+1} = f(X_i)$ と見いだされたとしよう。しかしこの説明が可能であるためには、記述 $S'(X_1', X_2', \dots, X_n')$ の集まり）や、記述 $S''(X_1'', X_2'', \dots, X_n'')$ のような記述が、 $S$ と本質的に同じデータであるのか否かが判断できなければならない。そうでないなら、説明が客観的實在であるか、客観性の乏しい故の、見かけ上のものかが判断できず、説明の客観性を基礎付ける根拠がなくなるから。すなわち、もし本質的に同じであるなら、客観的記述 $X_i$ と見かけ上の違いを有する記述 $X_i'$ の間には、 $X_i' = G(X_i)$ のような関係式が成立しなければならない。これが成立しないデータが表れたとき、科学者は初めて新たな知見が得られたことを認め、説明 $f$ を別の $f'$ へと変更するのである。さて、従って、客観的説明は、客観的記述か否かが判定できること、主観的記述を排除できることによって根拠付けられている。それは論理の中で、客観的記述を可能とする観測者の存在を仮定することに他ならない。

形式論理において全ては記号化されている。記述 $S'$ をする観測者 $O'$ 、記述 $S''$ をする観測者 $O''$ というように、そして $O'$ のなす対象 $Y$ への観測は、変換規則 $u: Y \rightarrow Y$ と観測 $m: O \rightarrow Y, m': O \rightarrow Y$ 間の可換図式、 $m' = m u$ というように。従って、客観的記述を可能とする観測者（これを $\lim O$ と書こう）は、任意の観測者 $O$ の記述を真の観測結果へと書き換えられる観測者として、形式論理内に存在する。実は、全ての形式論理において、体系内の命題が有意味である（その形式論理で得た定理はその論理に於て正しいと言えるということ）には、このような客観的観測者が定義されていなければならないのである（それこそ圏論におけるリミットの定義に他ならない）。我々が形式論理によって説明できるためには、全てのデータの見方（任意の観測者）を知っている客観的観測者を仮構せねばならないのである。従って、その観測者は、一瞬の内に全てを見渡す観測者、時間を無視する観測者として仮構される。もとより、形式論理の中に時間は存在しない。ここでいう時間は、科学者が一般に想像する時計のような時間、1, 2, 3...のような全順序構造に他な

らない。形式論理の中には、このような順序構造としての時間は導入できる一方、客観的観測者は、その構造を見渡す特別な地位にある者として定義されるのである。この文脈で、我々は、客観的観測者は観測速度無限大で観測しているということが出来る。

客観的記述、形式論理による説明は、観測速度無限大を仮定している。だからどうなんだ？ その範囲で説明すればよいではないか、と大多数の読者はまだ反論するであろうか。しかし、客観的記述、論理的記述を指向するとき、記述する観察者は観測速度無限大を仮定するにも関わらず、観測対象であるシステムは、程度の差こそあれ有限観測速度で進行する。そのギャップが記述における矛盾を導くのである。

さて、我々は上述の議論に於て、観測の問題を切り放し、記号化されたデータのみを問題にするとした筈である。そのような記号列を演繹する形式体系を得ることを説明と定義した。これに対し、記号の外部にある有限観測速度下で進行するシステムを持ち出すのはおかしいのではないか？ 読者はそう思うであろう。しかし、自然科学と数学はそこが違ふ、とひとまず言っておこう。自然科学は、単なる記号ではなく、データである記号を問題にする。そのために、異なる説明を余儀なくする、異なるデータ、 $X_i$ と $X_i'$ との間に $X_i' = G(X_i)$ のような関係式が成立するか否かが問われたのである。我々は、客観主義のもとに無限大の観測伝播速度を仮定した。しかしそれは、真に異なる説明を余儀なくするデータ( $X_i$ に対する) $Y_i$ なるデータの存在も許容することに他ならない。この時、同時に、「真に異なるデータ $Y_i$ と見かけ上異なるデータ $X_i'$ の間に、両者の違いを根拠付ける規則Fは実在するであろうか？」という疑問が浮かぶであろう。

我々は、かかる規則Fを決めることはできる。それは特定の形式論理を選ぶことに他ならない。特定の形式論理を特徴付ける客観的観測者、その定義が規則Fの定義に相当するから。しかし、その選択の根拠は、実はどこにもない。規則Fは勝手に選ばれたのである。我々は、自然とのつながりにおいて、規則Fの使用を、そのようなデータを扱う科学者集団に於て合意しているのであり、合意の根拠は論理的でないのである。自然とのつながりとは、まさしく、そのようなデータを使用する言語集団と同義であるが、こ

こではそれを自然と言うことにする。つまり、観測者である我々は、観測という記述X以前の所作を、記述体系から完全に排除できないのだ。X以後の記号体系に、科学的説明を限定しようとしても、それはできないのである。先に、我々は、それが数学と自然科学の違いであるといった。ところが、特定の言語体系は、如何なる言語であっても、特定の言語のみで閉じることはない。それは数学においてすら例外でない。数学体系は、ある公理系から演繹される言語体系であるが、その公理系は無根拠でありながら、数学者以外の言語ともつながりを持ち、公理系の選択は、そのような大きな言語のネットワークによって支えられている。我々は、特定の言語体系とおぼしきものが、どこで閉じているのか決して言明できない。むしろ、言語が、記号Xと指示対象〈X〉との対応関係によって基礎付けられるとする仮定から、種々の問題が生じているのである。この文脈で、数学と自然科学の間に原理的相違はない。

記号Xと指示対象〈X〉との対応関係としての言語、そのような規則としての言語、それは、むしろ、言語を使用して成立するシステムの原動力、原理なのではない。まず、言語が言語として使用される様態があり、そこに、我々観測者が、規則としての言語を見いだそうとするに過ぎない。指示対象〈X〉は、その過程ででっち上げられる。それこそが、ウィットゲンシュタイン、クリプキによって徹底的に論じられた言語ゲームのアイデアである。言語ゲームそのものにはこれ以上言及すまい。ただ、ウィットゲンシュタイン、クリプキが実在論を否定したからといって、それが言語そのものを否定したことにならない点には注意が必要である。数学も、またあらゆる特定の言語とおぼしき様態も、言語ゲームとしてあるのである。

我々は、規則としての言語の危うさ、規則の無根拠性を曝かざるを得ない状況におかれるか否か、そのような状況を自覚するか否かにおいて、観測の問題をかいまみることになる。規則が実在しないことの逆説としてのみ、観測を視野に収めることができる。我々は、この文脈に於て、数学と自然科学とを区別しよう。自然科学とは、観測問題を狙上に載せる特定の言語ゲームなのであり、そこでの問題は、まさしくウィットゲンシュタイン、クリプキの問題に直接するのだ。

## 2. 有限観測速度、生物のしなやかさ

さきに述べた「真に異なるデータ  $Y_i$  と見かけ上異なるデータ  $X_i'$  の間に、両者の違いを根拠付ける規則  $F$  は実在するであろうか？」という問題が、深刻に受け止められるような状況、生物学は果してそのような状況にあるであろうか？ この問題は、 $X_{i+1} = f(X_i)$  なる形式が希にでなく成立しない状況において顕現しよう。すなわち観測者はデータを説明するに当たり、頻々一対多型の関数（ある入力対し、出力値が一義的に決定できない）を見いだすことになる。それこそ、観測対象が観測速度有限で進行する状況である。例を挙げよう。

### (1) タンパク質の三次構造に起因するコンフォメーション変化

論理的記述を指向する者にとって、システムは機械=計算機として記述される。生物システムにおいて、酵素の三次構造（立体構造）の成すキーロック関係が、論理スイッチと見なされることになる。ところが、酵素スイッチは、我々が普段用いているシリコンチップと異なり、計算中、もしくはスイッチに入った情報を同定するあいだにもスイッチ自身が変化する。この不安定性は三次構造が弱い非共有結合によって決定されることに起因する。従って、もしかかるスイッチの不安定性を考慮して、酵素スイッチを論理式で記述しようとするなら、我々は次のような状況に直面することになる。

スイッチは、関数の形式（同一の入力にたいしては出力は一義的）で与えられる。我々はそれを有限のデータから構成する。例え  $s_i = f(s_0)$ 、( $s_i$  はスイッチの状態) のように。しかしスイッチが状態  $s_0$  として確定されるのは、スイッチの外部環境の影響下で実現される。別言すると、スイッチは、外部環境を観測（これこそ相互作用である）しながら自らの状態を変化させる。その変化速度が有限にも関わらず、スイッチの状態を  $s_0$  と確定するのは、論理スイッチとして記述しようとする観測者において他にはいない。故に、観測者が論理、客観性、機械論者の立場を徹底させるほど、状態  $s_0$  を確定することは不可能となる。なぜなら、理想状態としての  $s_0$  と、変化の進行する状態のギャップを埋めようとする如何なる努力も無限退行へと導かれるから。言葉を厳密に使用している点に注意して欲しい。我々は、観測という述語を、

物質レベルの相互作用、および我々人間が行う観測、両者に対して用いている。この時、観測が論理、客観性を要請するとき観測速度は無限大となる。従って、物質レベルの相互作用を論理的に観測（=記述）しようとするとき、観測速度の相違が矛盾をもたらす。

スイッチを物差しだと思おう。物差しで対象を測定することは、入力を計算して出力することに対比される。有限観測速度下の計算とは、温度に敏感な例えば鉄性の物差しで、高温の対象を計るようなものなのである。この時、物差し（スイッチ）自身が伸張することになる。この物差しが元の“冷えた”状態に戻る時間を  $t$  としよう。ところが、 $t$  を有限の精度で決定する限り、我々は“十分”冷却されない物差しによって計算することを余儀なくされる。これによって同一の対象を計算するのに異なる長さという出力が得られる（関数でなくなる）。それでもなお、論理的にスイッチ（物差しによる計算）を記述しようすると、我々は、物差しが元の長さに戻るまでの時間を無限大の精度で決定しなければならなくなるから、物差しの長さの変化を知るための物差しが必要になり、いずれにせよ、無限退行へと導かれることになる。それでも開き直って、無限の精度を取り込めるとするなら、すぐさま不動点（数学的に抽象化された矛盾の形式）が得られる。

### (2) 細胞間相互作用における細胞骨格の機能的役割

細胞間相互作用は並列式論理回路でモデル化できると一般には考えられている。しかし回路の要素である細胞には、細胞骨格を構成するマイクロチューブル、マイクロフィラメント、ニューロチューブルなどが付着している。更にそれに付着する MAPs (Microtubule Associated Proteins) や IFAPs がある。これら細胞付属物は、単に細胞の形態維持のための構造的役割を果たすだけでなく、相互作用に於ける機能的役割をも果たしている。すなわち細胞にもたらされる入力信号は、入力用酵素スイッチに受信された後、細胞膜上に分布する細胞骨格構成タンパク質に沿って伝播し、出力用酵素スイッチに入って、細胞外へと出力される。従って、細胞骨格構成タンパク質の細胞膜上分布パターンは、入力情報の同定機構を担うことになる。更に、この同定機構自身は甚だ不安定なものであ

る。従って入力情報が辞書によって同定される  
とき、その辞書が時々刻々変化するような状況  
が見いだされる。これはまさしく有限観測伝播  
速度で進行する相互作用の典型的例と言える。  
同一の入力情報“1”に対し、これを“0”と  
翻訳する場合と、“1”と同定する場合の両者  
を、この不安定な辞書（情報同定機構）は含む  
こととなる。詳しい矛盾の導出は(1)同様である。

### (3) 動物個体間の相互作用（動物行動）

もはやこのような例を出す必要は無いはずである。何故なら、いかなる生物個体も(1)や(2)によって基礎付けられたシステムなのであるから。生物個体が、何等かの外部環境情報を同定し、計算して、行動へと移す過程は、(1)のようなタンパク質の不安定な反応の連鎖として成立するのである。これは、生物システムが複雑な巨大システムであるという点を論拠とするものではない。もしも生物個体の、環境（他個体の状態等）同定から行動までの過程を、論理的に記述しようとしても環境情報同定に有限の時間を要することによって、かかる論理的記述は不可能となるのである。このような例は、しかし、動物行動学者は既に自覚しているのではなからうか？ある個体が他個体の特定の状態を観測し、自らの状態を決定するとき、どこまで他個体の状態として同定しているといっているのか？そのような問題は、論理的に決定不能である。にもかかわらず、我々は生物個体が決定しているような様相を見いだすことができる。非論理的な、やわらかい論理として。それは厳密な論理の破綻と同時に、近似としては論理が成立するという、微妙な様相として認められる。

以上を次のように言い替えておくこともできる。我々は経験的に生物（実は物理現象全体）の階層構造を認めている。その上で、階層構造全体のシステムを記述しようとしている。科学者は一般に、記述に当たって、ある特定の階位（レベル）を階層構造全体から分離して記述することが可能であると信じている。しかし我々の考察によれば、ある特定のレベルを分離し、かかるレベルの要素間相互作用を記述しようとすると、そのレベルより下位の、すなわち要素内相互作用に言及せざるを得なくなり、結局特定のレベルを分離して記述することができなくなるのである。ことはきわめて普遍的な問題で

ある。このような問題は、システム内にある要素としての観測者の立場に、客観的記述を持ち込んだときのみ顕現する。我々はこの逆説的記述、矛盾を射程にいった記述を内部観測者の対象と呼ぶのである。

### 3. 自律的行動：事前論理と事後論理に分節させる非論理的階層構造

さて以上のような立場で問われる矛盾、これは原理的には決して解消できる問題ではない。ならば不可知論として退けるべきであろうか？

我々の立場はそうではない。客観的記述とは単に、記述を予測に置き換えるものである。それは生物システムをコントロール可能なものとみなす態度に他ならない。そこには機構説明、すなわちシステムの振舞いに根拠を見いだす以外に、システムの理解はないと考える態度がある。我々は、生命の理解に対して、このような枠組みは狭すぎると考えるのである。生命は根拠があって生きることが可能なのではなく、単に生きている、この様相を理解する枠組みの一部に、制御可能なシステムの理解があるのである。物理学的常識からするとこの提案は、物理系と生物系の包含関係を逆転させていると思われるかも知れない。一般には物理系の一部を成す特殊な複雑システムとして生物系が位置づけられるから。しかしそれは、観測速度を無限大とする、厳密には記述体系を無矛盾とする論理全体を見渡す観測者によって記述される体系を、物理系であると考え場合に成立するに過ぎない。むしろ、生物学の問題を通して、隠れた物理学の問題が浮き彫りにされ、その拡張を問題とせねばならないのである。そしてまた、そのような新たな枠組みの提案は、決して再度特定のモデルを提案するというわけではない。我々のモデルは、自然界の实在物を写し取った形式的システムではなく、そのような实在論的抽象の不毛を理解する道具としてのみ機能するわけであるから。

従って、我々は、観測者が予測、制御という立場を採用する限り、矛盾する場合があることを認めざるを得ないが、一方これは観測者が、事前にシステム記述をする場合には不確定性を認めざるを得ないことを含意する。すなわち、不確定性を埋め込んだ事前論理の他に別な論理を必要とすることになる。ここで我々は、時間という様相について全順序構造により複雑な構



造を提案する。時間とは、観察者の測定、周期的繰り返しによる数え上げ、に端を発して生起する。故に、時間は、観察者がいかなる尺度によって計測するかに依存するが、それは些末な問題である。如何なる尺度を採用しようと、繰り返し数えようとする営為と数えられようとする対象世界のずれが認められ、そこに時間が感得される。生物学的には、かかる時間という様相こそ自律性として認められるものであろう。制御しようとする論理でシステムの挙動を記述しようとする（部分から演繹される予測型モデル）際の、かかる特定のモデルからのずれ、それが経験的、事後的に認められ、かつ事後に於てなお別の特定の制御型モデルを想起せざるを得ない状況に於て、我々はシステムが制御不可能でありながら一つの統一体であるという様相を認める。無論、ずれを認めつつ単独の統一体（帰納的経験的全体保持）とみなそうという指向は、観測者から発せられるものであるが、観測者の論理自体閉じようもなく、自律性は観測者の認識様式にのみ依存するとは決して言えない。観測者は統一体という全体性に関する定義を留保しつつ、部分と全体のダイナミックな関係のみに自律性を見いだす。我々は、このような、部分と全体の関係が、全順序構造としての時間という座標の中で、事前論理（演繹）と事後論理（帰納）の関係として形式化されるという枠組みを提案している。

二つの論理、事前論理と事後論理とは以下のような手順で見いだされ、関係付けられる。まず特定の論理Aにおいて、観測伝播速度が有限である運動を記述する。このように特定の論理を採用することで既に記述者は、無限大の観測速度を仮定している。これに依って我々は、公理系と意味を結ぶ表現において自己参照的特性を仮定せざるを得なくなり、不動点という形式で矛盾に導かれる。不動点を解消するには問題そのものが論理Aで成立しないように代数構造を作り替え、新しい論理Bを考えればよい。こうして論理Aで、特定の状態aかそうでない(not a)かが決定できるのに対し、論理Bでは論理Aにおけるaにおいて、aともnot aとも決定できない場合が存在するように論理Bを構成できる。論理Aに対して、相対的に論理Bは不確定性を埋め込まれている。論理Bですら、何等かの特定の論理である以上、無限大の観測速度を仮定している。したがって不確定性は論

理Aにたいしてのみ不確定性たり得る。この点が単独の論理でなく、異なる二つの論理を採用せざるを得ない理由でもある。

論理A, Bは問題としているシステムの運動に対して、如何なる関係にあるのであろうか？有限の観測速度で進むシステムが、無限大のそれを仮定して矛盾という形式でしか逆照射できない以上、我々は、真の存在する対象（もはやそれが存在しないのである）に対し、いずれの論理がよりよい近似を与えるかということとはできない。むしろ両者は、対象としているシステムの異なる二つの側面を描き出すのである。それが、時間における二つの側面である。何故なら無限大の観測速度を仮定すること $\Rightarrow$ 完全な論理で記述すること、とは、同時双方向的相互作用もしくは「観測」を、予測可能という枠組みで記述することに他ならないから。一方、科学のより一般的には認識の、帰納的、経験的側面において、我々は無根拠に、事態が確定的であることを認める。我々が論理に於て見失いがちな経験の様相もまた、有限観測速度で進むシステムの記述には取り込まれねばならない。否、科学に於て演繹と帰納とはむしろ排他的関係にあったのではないか。データが集約され、そこに規則が見いだされた刹那、データが経験的に集約されたという過程自身が存在理由を失い、規則のみが存在する。一方、あるデータが規則を覆す決定的データとして合意されるや否や、それ自体に規則は見いだされない。両者の繰り返し、両者の補完的關係は、科学者の営為の中、科学の歴史にのみあり、提出される理論、モデル、論文の結論の中には両者の共存はない。

さていまや、かかる二つの論理で時刻のある一点が内包する事前の不確定・事後の確定を記述する枠組みを構成するに至った。例えば、事前論理として制約付きの擬ブール代数（これを束 $L_p$ で定義する）、事後論理としてブール代数（同じく $L_b$ ）を採用し、時間発展がシステムの要素間相互作用で記述される形式的システムを有限観測速度で進行するシステムのモデルとして構成できる。まず全順序構造として時間が1, 2, ..., t, t+1, ...のように定義され、そこで、擬ブール代数によって記述される事前の〈時間発展形式〉が $b^{t+1} = f_{p^t}(b^{-t}, b^t, b^{t+1})$ のように与えられる( $f_{p^t}: L_p^3 \rightarrow L_p$ , ただし $b^{-t}, b^t, b^{t+1}$ は $L_p$ の元)。最も単純な例としては、システムが一次元で、 $b^{-t}$ ,

$b + '$ はシステム要素  $b'$ の最隣接要素である場合を想起すればよい。事前論理において、全体は部分から演繹されると仮定されるから、事前の時間発展形式はシステム全体の任意の部分系に対して普遍性を有する。ここで事前の〈時間発展形式〉によって得られた〈状態〉を、 $L_p$ から  $L_b$ への関数  $\phi : L_p \rightarrow L_b$ によってブール代数上に落とす。但しいかなる  $\phi$ を選ぼうと、 $\phi(f_{p'}(b-', b', b+')) = f_{p'}(\phi(b-'), \phi(b'), \phi(b+'))$ が成立するような  $\phi$ は存在しないから、二つの論理は非可換で、両者の間には常に辻褃が必要となる。こうして、ブール代数上で、 $\langle \phi(b_0^{t'}) \dots, \phi(b_i^{t'}) \dots, \phi(b_N^{t'}) \rangle$ および  $\langle \phi(b_0^{t+1}) \dots, \phi(b_i^{t+1}) \dots, \phi(b_N^{t+1}) \rangle$ が得られ、この両者を、最もうまく関連付ける  $f_{b'} : L_b \rightarrow L_p$ が選択され、 $f_{b'}$ に対応する(但し唯一つには決まらない)  $f_{p'} : L_p \rightarrow L_b$ が採用される。このように、かかる形式的システムでは、事前論理の〈時間発展形式〉と、それによって演繹された状態を事後論理に置き換え、事後的な〈状態〉から帰納された事後論理上の時間発展形式との間で、論理的無矛盾性を小さくするような運動が進行し、その結果としてシステムの自律性が現前する。スキームを次のようにまとめておこう(図1)。

事前論理における〈時間発展形式〉、事後論

理における〈状態〉は、それぞれの論理に於て計算の前提をあたえるものとして  $\langle \rangle$ で囲んである。すなわち観測者が、事後論理で計算された〈状態〉を観測するように、かかる形式的システムは構成されている。このことから、各論理における演繹的、帰納的役割、部分と全体の関係がよくわかるであろう。

このようなシステムは、論理的階層構造を自己組織化することが示唆される。事後論理で計算された全体の〈状態〉から全体の〈状態〉への時間発展を演繹するような  $f_{b'}$ は一般に存在しない。従って  $f_{b'}$ の定義で構成される  $L_b \rightarrow L_p$ の形式の局所的相互作用は、近似的にしか論理的足り得ない。一方、そのような局所的相互作用が一對多型の関数になっていることから、相互作用を論理的关系と見なす限りに於て、システムは揺らぎを受けているかのように振舞うことになるが、揺らぎは、決定不能な状態を許容する擬ブール代数上の時間発展規則によって伝播するので、決してストカスティックな過程なのではない。揺らぎは、再隣接相互作用をシステム内でいくつかのブロックに分節するが、その分節する位置がある時間間隔で伝播していくため、分節された領域は部分系のように振舞うことになる。したがって再隣接相互作用を担う要素よりも大きな部分系の相互作用が認められることになる。これは、有限観測速度で進行

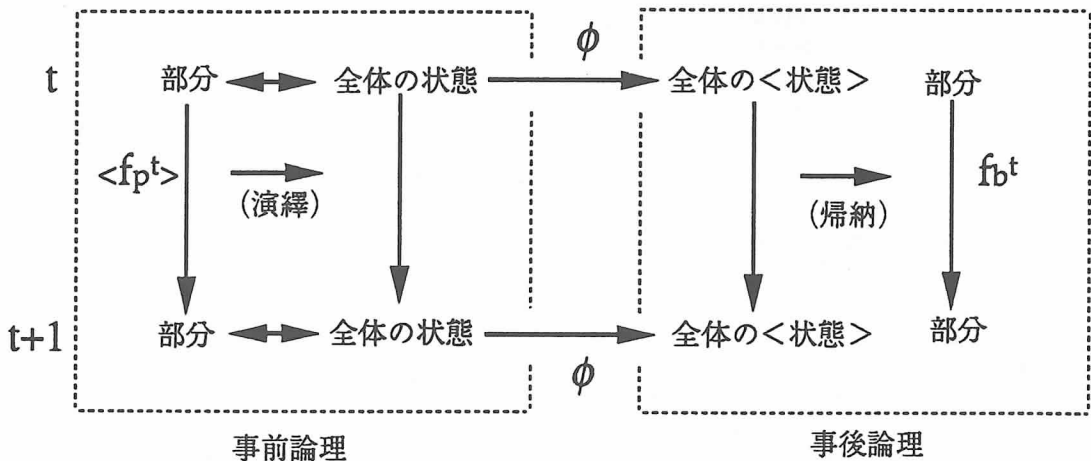


図 1

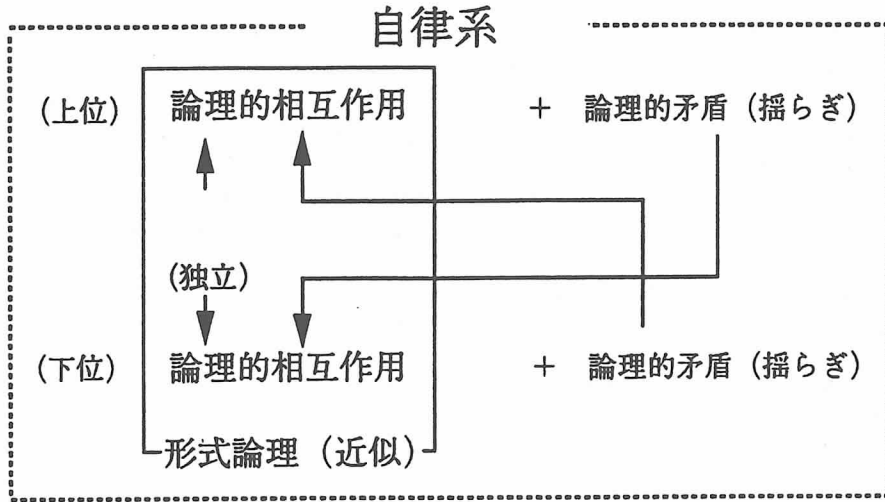


図 2

するシステムの一つの重要な特徴であろう。如何なるレベルで相互作用を論理的に記述しようとしても、論理的に完結しない。その、非論理的“相互作用”こそが上図のように階層構造を不可避的に出現させるのである。我々はこのようなシステムを自律系と呼ぼう (図 2)。

以上の考察から次のように結論付けられる。観測速度が有限のシステムは、事前論理、事後論理が非可換でありながらも、両者が辻褃合を進めることで、部分と全体、演繹と帰納、オペレーター (時間発展形式) とオペランド (状態) の間の補足的関係が満足される。そしてそのような相補的關係が、特定の閉じた論理 (完全な論理) で記述できない為に、観察者をして階層構造を認めさせることになる (近似的に上位、下位構造を論理的に書き下せるが、両者の関係は論理的に記述できない)。

逆に、このような非論理的階層構造を見いだすことで、自律系を裏付けるデータを得ることができよう。自律系とは、観察者が論理的記述を徹底的に押し進めることで、逆説的に見いだされるしかない。論理的記述を試みると、矛盾するにも関わらず、一つの統一体として機能するシステムとして。我々は、従来単純な機械論的規則で決定されるとされたタコの縄張り行動に於て、論理的階層性が見いだせるか否かの解析を進め、それを示唆する予察の結果を得た。以上の方向を進めることで、二つの論理で構成

される生物システムモデルのより一般的理論を構築するのが我々の目的である。

我々が行ったタコの縄張り行動に関する階層的論理行動解析は、以下の方法に従っている。

(1) 0.5×1.5mの水槽に2匹のタコを飼育すると、各タコは水槽の特定の地点を常駐位置として縄張りを形成する。すなわち縄張りの中心、周縁で行動が異なり、滞在頻度は中心に向かって高くなる。それらは互いに重なりを持ち、時間と共に空間移動する。そのようすをビデオ撮影するが、長時間の連続撮影が必要なため、微速度撮影変換デッキで微速度撮影を行う。

(2) ビデオデータは計算機用ファイルに落とされ、各タコの位置時系列が記録される。

(3) まず位置時系列を時間ユニットL毎に分節 (粗視化) する。Lで認識される各タコの縄張りを、空間を200個のセルに分割してコンタマップを計算することで同定する。各セルにおけるタコの滞在頻度の高い順に、セルには番号を振る (s(8)のように)。s(1)が縄張りの中心となる。

(4) 各タコがLで認識される縄張りをどのような規則で時間発展させるかという規則のプログラムを計算機で決定する。それ  $s_1(1)^{t+1} = f(s_1(1)^t, s_1(2)^t, \dots, s_2(1)^t, s_2(2)^t, \dots)$  という形式で与えられ、(下付き添え字はタコの番号) 我々はこれを二値論理に変換してブール代数で記述する。

(5) ブール代数で記述された縄張りの時間発展規則プログラムを、クワイン-マクラスキーの定理により非冗長プログラムに書換え、そのプログラムの長さを求める。以上を様々なLで計算し、Lを横軸プログラム長を縦軸に採るとLは減衰しながらところどころで上に凸となる。従ってプログラム長の極小点を与えるLに、我々は単純な論理を見いだすことができる。しかも複数の階層論理があってその間が上に凸ならそれは各階層が、あたかも独立に機能することを示唆する。

(6) 同時に、各論理階層における特徴的行動パターン、ディスプレイを同定する。これはLで認識された縄張りにおける位置との相関から決定される。

ここでの解析意図と結果を、簡単に述べておこう。生物システムでは、観測速度が有限であることが顕現するため、事前論理は不確定性を伴うものであることは既に述べた。そしてそれは、オペランドを確定できるものとする限り（もしこれを認めないなら、データを否定することになり、不可知論に陥る）、オペレーターに関する不確定性として観測される。従って、生物から得られたデータから、論理的な時間発展規則を見いだそうとすると、それは近似でしか成立しない。しかし、逆に、いかなる特定の粗視化レベルに注目しても、論理的に閉じることがないということは、近似として論理的階層構造が見いだせることを含意する。故に、特定の論理に従って様々な粗視化レベルで時間発展規則を書き下すなら、近似の非常によい場合と悪い場合という形で、階層構造が見いだせるはずである。ここでは、その近似の度合をプログラムの複雑さという観点で見積もっている。非冗長プログラムに直すというのは、例えば、 $2 \times 3$ を計算するのに、 $1 \times 1 \times 1 \times \dots \times 1 \times 2 \times 3$ のような冗長な計算を除くことであるが、それは決して最短のプログラムを決定することではない。最短であるか否かは決定できないが、特定の非冗長形式を固定することで、複雑さを比較することはできる。また、如何なる特定の論理を採用しても、それが論理である限り、事後論理として採用されることに注意して欲しい。我々は、データから見いだされる規則を決定するという営為自身に、事前論理と事後論理との辻褃裕を実現するわけである。その辻褃裕を時間（データの配列が創る全順序）に於て進める

のでなく、粗視化レベルで実行することで、階層を見いだすのである。

不確定性を含むデータから、無理やり事後論理において時間発展規則を書き下すわけである。その結果我々は、解析(5)において、(i) 短期的記憶のみで機械的に他個体と相互作用するとみられたタコの縄張り行動に於て、いくつかの特徴的長さを有する長期記憶を利用した行動を見いだせること、(ii) いくつかの長期記憶を利用した行動は、各々論理的に独立のように捉えられること（もし異なる論理的階位が論理的に関係付けられるなら、両者の間でプログラム長が大きくなる）、さらに解析(6)において(iii) 短期記憶のみで行動すると考えると解釈不能な行動パターンが、実はある長期記憶依存の行動で利用される言語として機能すること、等の結果を得た。さて、もしここで、様々な時間長の独立に見える論理が、独立に実在するというなら、我々は各論理の時間をコントロールする環境パラメータを捜すことも可能である。しかし、おそらくそれはみつかってもすぐに覆されるという過程を繰り返すことになろう。みつめることは可能であるが、その可能性を詮索すること自身が無限退行する。自律性とは、かかる消極的、逆説的方法でしか、自律性を認めることはできない。しかし、我々は、むしろそのようにして自律性を科学の中で論じることができるという点をこそ強調したいのである。

#### 4. 内部観測としての自律性：結びに代えて

事前論理と事後論理の論理的非可換性、それはオペレーターとオペランド、状態変位とエネルギー、構造と機能、システムと環境の関係として、様々な形態をとって認められる。両者の関係は、有限観測速度を考慮する限りユニークに決定することはできないし、なんらかの幅をもたせてすら、原理的に特定できない。例えば、変位とエネルギーの関係を消費者と供給者の関係とみなすこともできる。両者の間に論理的関係があるならば、消費者は、供給されたものを機械的に消費するものとしてのみ認識されるであろう。もしそうでなく、かつ我々観察者が消費と供給の関係を一つの統一的システムと認めるときには、消費者が供給されるものに対し、なんらかの行動を起こす様相が認められることになろう。それがここで述べた内部観測であり、消費者として見いだされる自律性のなのである。

科学者は、両者の関係を、独立であるか、論理的であるか、どちらか一方に決定できるという論理のなかでのみ対象を論じる。我々はその枠組みを拡張する方法に関して論じているのである。

システムと環境が分離できるとする限り、システムの構造と、システムが外部環境に言及する機能とを分離できるとする限り、システムの説明とは、機能的説明を与えるか、構造的説明を与えるかのどちらかになる。前者に立脚するならば、システムがそのように選択され進化してきた過程に与えられる境界条件の安定性、および初期条件の特定（ランダムであるというものもある特定条件である）が仮定される。すなわち、変異の起源という問題が生じると共に、それは不問にふされる。後者に立つならば、変異の起源を構造的に決定することで、選択過程を無視することになる。そして変異の起源を説明する際の境界条件、初期条件の起源はここで不問にふされる。この、機能的、構造的説明はともに、生物にとって重要な側面である。しかし、両者は、相補的（補完的）関係にはない。もし、機能的説明が、変異集団が被る時間発展を明らかにし、構造的説明がその変異の物理的起源に言及するというのなら、両者は論理的階層構造で結び付くことになる。その論理的階層構造は、境界条件が安定で特定できる限りに於てのみ妥当である。すなわち観測速度が無限度であるときのみ。従って、そのような論理的補完性は期待できない。また、構造的説明がシステムの要素間の結び付きを明らかにし、機能的説明がシステムの振舞いを明らかにするものであると定義すると、（システム論が明らかとしたように）構造と機能はアジョイントと呼ばれる関係を通じて、互いに言い替えてしかなくなる。さきに両者の関係が排他的といったのはこれを指している。

殆どの問題はまさしく、内部観測を無視できるとする仮定から生起する。適応や学習に関する問題は、実在するのではなく、システムと環境は分離できるとした仮定から導かれる。進化過程においてすら、過程を特定の時間発展規則で記述できないが為に内部観測が進行する。それは、変異生成が環境の影響を被るか否か原理的に決定できないことを含意する。しかし近似に於て、影響は殆ど認められない。そこで獲得形質の遺伝は否定される。一方、個体発生におけ

る時間発展規則では、その時間発展規則が環境の影響で変化するという近似的記述が有効である場合がある。そのとき、規則を変化させる規則が実在するように認められ、一般にそれは学習と呼ばれて要る。規則の変化が認められないならそれは生得的と呼ばれることになる。しかし両者はともに、観測速度有限のシステムであり、学習か、生得的かは程度の問題となろう。そこに内部観測を見いだすことが適応、学習の、論理的でない、過程としての（時間が進行するいかなる一瞬においても規則として記号化できない。記号化できるならそれは過程ではない）様相を解説することであろう。

我々の研究は、構造主義生物学、オートポイエシス、人工生命、バイオホロニクスが提示した問題と、始源の問題設定を共有する。構造主義生物学は、「生物はオペラント・オペレーターが非分離で、観測者が無理に分離するならば両者に不確実性が持ち込まれることになる」という展開をすることによってのみ意義を持ち得たが、形態形成の機構を解明しようというに留まった（この態度はまさに機能と構造の説明は論理的に補完するとする、論理的階層構造を前提とする態度である）。オートポイエシス、人工生命、バイオホロニクスが強張するのは、生物システムにおける内・外を分ける境界の自律的生成である。システムの自己生成過程から不可避免的に非自己生成が伴われ、境界がブーツストラップ的に立ち上がることを力説する。従って、前者が観測者のモデルの論理体系に内属するのに対し、後者はその論理体系で証明できないものの存在として認められることになる。しかしこの、両者が論理的関係で記述できない関係に依って、共に境界を形成する点はいずれもモデル構成に於ても殆ど未整備である。我々の研究は、この問題に対する強力な第一歩なのである。

## 5. 付 録

先の動物行動学会（於・静岡大）ラウンドテーブルにおいて、我々はここで論じたような内部観測者の描像を展開した。その際の主な質問およびコメントを採録し、ここで我々若干の応答を加えておく。

Q-(1) 予測不可能性を考えるというだけでカオスとどこが違うのか？それ以上に何かしようとしても無限退行に陥るだけだ。解釈の違いだけではないか？パターン形成、形態形成なら観

測速度の問題は顕著に表れるだろうが、動物の行動においてはそこまで考える必要がない。实在論を越える必要はどこにあるのか？ 貴方の言いたいことは科学言語になっていないのではないか？

(佐倉 統)

A-(1) カオス力学系に於て、任意の初期値の軌道を決定できるかという決定できない。そのような予測不可能性は、チューリングの停止問題（任意のプログラムが停止するか否かを決定する機械的手段（プログラム）は存在しない）、ゲーデルの不完全性定理と同形である。しかしそのような決定不能性は、カオスを眺める観測者の存在において成立する。我々の意図は、そのような決定不能性がシステムの時間発展に埋め込まれるような様相を見いだすことである。本論で述べたシステムは、エレメンタリーオートマトンの規則空間の中で規則の選択を状態によって決定しており、時間発展の中に決定不能性が折り込まれている。いうなれば、カオスが実在すると仮定するならば、我々は、カオスの“使われ方”を問題にしている。例えば、Langton や Kauffmann は、カオスとオーダーの臨界的振舞いが生物に多く認められることを主張する。そしてその理由を大自由度カオス系に求める（カオスが特定の使われ方をしている）。しかしそのような力学系の起源に関しては論理的選択過程を援用する二段構えの枠組みを提出する。我々はそのような振舞いが、観測速度が有限であることに起因する極めて普遍的現象であり、進化、自律性が必然的（論理的規則が実在するというのではなく）であるという様相を明らかにしたのである。それ以外の質問に関しては本論を参照せよ。

Q-(2) チューリングマシンは何でも書き下せる。ならば論理的でないとは何なのか？ 非論理的ということは有り得ない筈ではないか。「あとで筆者がバイオチップの計算機に関して言及すると」それならば、貴方の動機は非常によく解ります。

(徳永 幸彦)

A-(2) 何でもとはなにか？ チューリングマシンが万能であるというとき、それがシミュレートできるのは原始帰納関数に過ぎない。チューリングマシンは原始帰納関数のクラスと同型であるに過ぎない。その外側を問題にするには、停止問題自身を生物システムに見いだすようなアプローチが必要となる。

Q-(3) 現在の動物行動学がやっていること：

機能に関する進化的説明をとりあえず与える。しかし得られていた行動と異なる行動データが得られると、また異なる説明を与える。このイタチごっこを繰り返す、ある種、詐欺のような状況にある。かかる近視眼的説明を乗り越えようとしているような気はする。解析技術としては使ってみよう。何等かの解析を行えば何等かのパターンは読み取れよう。普通は、まず生物の特定の挙動に関する知見が得られ、我々はそれを説明する。知見自身が生物学的に意味があることが説明の動機となる。その生物学的意味は何なのか？

(細馬 宏通)

A-(3) もし動物行動学の現状がそうであるならば、それは、他分野の現状と似ていると思うし、我々はそのような現状を打破したいと考えている。論じてきたように、説明（機構を論理的に明らかにすること）とは得られたデータがそれ以外の可能性を含まないときのみ有効である。我々は、進化可能性、自律性を含意する生物学的過程とは、逆にデータ以外の可能性に言及するデータとして認められると考える。実在する機能、意味の否定という逆説的方法でしか、それを捉えられない。故に「意味は何なのか」という問いの前提を崩すことが、我々は生物学的問題であると考えている。このようなコメントは大変勇気づけられた。

Q-(4) 行動を観察する際、それは必ず行動の一部を切り出している。従ってデータに対する説明は常に不完全となろう。より詳細なデータが、常に必要となる。無限退行に陥らないか？

(片野 修)

A-(4) データは対象のある側面を写しているかのように認められる。データは他の可能性を言及している。まさしく我々が問題にしているのはその点である。しかし、もし他の様々な可能性が、現実のシステムとして実在するから、と片野氏がいうのであるならば、我々の立場とは異なるものとなる。自然界の一部を切り取ることによる記述不可能性とは、自然界を素朴無限として構成することに他ならない。そのような素朴無限としての自然は、実在するのではなく、実在するものとして構成される。実在するものとして構成せざるを得ない様相こそが、決定不能性に起因する無限の様相である。我々は、かかる無限の様相（我々は無限をいかに構成してしまうか）を解読するのであり、構成した無限と有限の記述との無限退行してしまう関係を解

決しようとしているのではない。後者は不可知論しかもたらさない。

Q-(5) 貴方の言っていることの重要性はよく解る。しかし動物行動学者は現在そこまでテーマを煮つめていない。それが理解されるのは10年後くらいではないか？今のところは機能的・因果論的説明を積み重ねることで誰もが事足りると考えているのが現状である。

(黒田 末寿)

A-(5) そう言う黒田氏が、既にそして最も、そのような説明には飽き足らないのではなからうか。

Q-(6) 貴方の本は読んだがよく解らなかつた。その解らなさは講演を聞いても全く変わらなかつた。行動学と関係があるのだろうか？言語が余りにも異なる。

(桑村 哲生)

A-(6) システムがその外部を同定するとき、有限時間を要するなら、その様子を論理的に記述しようとする、特定の規則として同定過程を決定できない。そこに、システムの内部観測が認められる。この問題は、むしろ、システムを個体と言い替えるとき、最も理解し易いのではないだろうか？それは、動物の行動に関する問題である。観測というのは擬人法ではない。論理的記述の逆説として観測という言葉が使われている。動物の行動を科学として理解しようとするとき、擬人法を無節操に用いることへの危ぐがあろう。しかし擬人法を退けることによってのみ科学たり得るのではなく、擬人法を採らざるを得ない様相を擬人法を用いずに論じることができであろう。

## 第12回大会ラウンドテーブル報告

### ラウンドテーブル『動物の行動における自律性と階層性 — 内部観察者を含んだ記述 —』

加納 義彦 (清風高校)

今回のラウンドテーブルで話題になったことは、動物の行動における自律性をいかにして形式化するか、また、それをどのようにしてデータから裏付けるかという問題であった。この問題は必然的に部分と全体、あるいは個と社会という階層的な問題を含んでいる。何故ならば、動物の行動は原理的に一対多型の運動法則に従う運動であるため、局所的な時間発展の規則を近似的に確定して記述すると、必ず矛盾する現象が観察される。その矛盾を解消するために、大域的な時間発展の規則を導入しなければならないからである。しかし、その規則もさらに上位の規則によって補完されるので、部分と全体は双方向的に還元することができず、我々は、その対象に、部分と全体の階層性を見いだすことになる。

例えば、バラタナゴの局所的な行動の規則として、縄張り雄の侵入者に対する追い払い行動と雌に対する誘導行動の規則を近似的に確定す

ると、追い払い行動とも誘導行動とも確定できない侵入者や雌に対するあいまいな行動が観察される。その結果として、侵入者のスニーキング行動が成立する場合がある。この侵入者のスニーキング行動を許す縄張り雄の行動を新たに区分するために、上位の大域的な産卵形態の時間発展規則を定義しなければならなくなる。つまり、ある条件の時はペア産卵であるが、この産卵形態はそれぞれの産卵床(貝)においてペア産卵からグループ産卵へ、または、グループ産卵からペア産卵へ移行する時間発展規則があると仮定することによって、局所的な行動の規則の矛盾を新たな場合分けで解消するのである。すなわち、ペア産卵が維持されているときは追い払い行動と誘導行動の規則は成立しているが、グループ産卵に移行すると順番に放精と産卵を繰り返す規則が現れる。しかし、この大域的な産卵形態の変化規則も原理的に一対多型の運動法則に従う運動であるため、より上位の時間発

展の規則を考えなければならない。このようなバラタナゴの繁殖生態には、局所的な個体間の行動と大域的な産卵形態の変動という階層性が認められる。

今回のラウンドテーブルで、私は、単に産卵場において個体数の密度が変動することだけで、侵入者のスニーキング行動が起こるのではない、ということを示した。縄張り雄やスニーカーが有限の認知（観測）能力しかもてないこと、つまり、周りの状況を把握する観測速度に限界があるために、行動の規則が原理的に確定しないことを直観的に示した。しかし、スニーキング行動を考える上で、動物の“認知”の問題が重要であると述べてみても、動物の行動を観察している者にとってはあたりまえのようなことで、何が言いたいのかもう一つ要領を得なかったようである。我々は、生物を科学するとき、論理を詰めていくことで、“認知”を逆照射していくことが重要であり、認知を情緒的に潜在させるべきでない。認知という自明な様相を非自明的に構成することが重要なことなのである。その意味で、認知を認めない極端な行動主義に基づく生物学を形式主義的生物学と呼ぶなら、認知をあたりまえだとする生物学を情緒的生物学と呼ぶべきだろう。我々はそのどちらでもない視座に立つべきである。

ここで、動物の認知速度についてももう少し説明しておこう。動物が周りの状況を把握するのに有限の時間がかかるということは、それぞれの個体間の相互作用が、物質の作用反作用のように瞬時に立ち現れるのではなく、有限の時間がかかるということである。換言すると、認知する速度に限界があるということは、動物の情報伝達過程において、伝文の送り手と受け手の間で情報伝達に有限の時間がかかり、常に不確定性を含むということの意味する。従って、動物の行動は事前には不確実な情報のまま進行していくが、常に事後的には辻褄合をしていくので、我々にはその行動が目的をもっているように映る。ここで注意してほしいことは、この行動の事前と事後という言葉の用法である。個体間の行動において、相互作用に有限の時間を要するということは、変化規則と状態を分離することができないということであり、どの瞬間においても事前と事後が含まれているのである。我々は、この内部観察者の認知する速度に限界があることを、“観測伝播速度の有限性”と呼

んでいる。自律系の問題は、この観測伝播速度の有限性を含むモデルを考えるかどうか焦点になっている。

森誠一氏は、このような局所的な個体の相互作用から生じる動物の行動と大域的な社会的な変動をいかにして記述するかという試みを、個体間の関係枠に目を付け、二個体間の関係枠を類型化し、その関係が時間的にどのように変動するかを報告した。個体の個性はその個体独自にあるのではなく、関係枠によって示されるものであるとし、その関係がどのような条件のもとで現れ、時間発展するかを多次元尺度法を用いて示した。この試みは、部分と全体の関係を表す新しい方法論であるばかりか、共時的な関係の時間的推移を如何に表すかという問題の突破口になっていると私は感じている。何故ならば、この方法を用いるためには、多数個体の個体識別と、膨大な個体間の関係のデータを生活史を通じてとらなければならない。これは、森氏の研究対象がハリヨであるからこそ成せるという利点がいくつかあるものの、このようなデータを採用することは並大抵のことではあるまい。この研究は個体間の関係の総体として動物の社会を捉え、動物の行動と社会性を考える上で、新たな研究方法と解析方法を示したものだと思う。しかしながら、この関係の表記は、私の考える動物の行動における自律性および階層性を表しているわけではない。と言うのも、それぞれの関係枠の時間的推移をクラス分けしてしまうことは、観測伝播速度の有限性を示すことではなく、むしろ無限大に近似したときの関係が示されているからである。私は、この関係枠の多次元尺度法から親密度、あるいは、干渉度を求め、有限の観測伝播速度過程における情報生成量を示すことで、個と社会の階層性を示せるのではないかと考えている。

先程、観測伝播速度が有限である動物の行動を記述しようとする、その行動は原理的に一対多型の運動に従っているため、一つの形式論理では記述不可能であると述べた。しかし、このような動物の行動を形式化しようとするればどのようなになるだろうか。行動の観察データは有限のデータであるから、その結果を記述することは可能である。しかし、データから帰納的に考えられた規則（形式論理）は、動物の行動が一対多型の運動に従っている限り、矛盾を含む近似でしかない。その矛盾を解消するための演



繹論理を考え出すと、今度は新たなデータによって、また矛盾が生じる。そこで再度、新たな演繹論理を構築しなければならない。常に我々は、一対多型の運動に従っている動物の行動を、帰納と演繹によって辻褃拾をすることで記述を繰り返してきた。しかし、この無限に続けなければならない過程は、自律系である動物の行動を形式論理で記述しようとするところから生じるものであるから、動物の行動そのものを形式論理で記述しようとするのではなく、逆説的に決定論では記述できないことをデータで示せばよいのである。ただし、それは矛盾という形式だけで示すのであるならば、今までの方法と全く違いが解らない。そこで、郡司幸夫氏は、我々が動物の行動を記述するために、事前の演繹論理と事後の帰納論理の辻褃拾する過程から非論理的な階層構造を見いだすことになるということを示した。

郡司氏はこの非論理的な階層構造を観察データから示すことができれば、動物の行動における自律性を裏付けることができると提案し、非論理的階層構造を示すデータとして、タコの縄張り行動における短期記憶と長期記憶について発表した。その内容を要約すると、非論理的階層構造とは、どの階層レベルをとってもその階層だけで規則が閉じていず、さらに、他の階層へ還元することができない構造のことである。この構造は、有限の観測伝播速度で行動する動物（内部観察者）を記述しようとするとき不可避免的に生じるものである。彼は、2個体のタコの縄張り行動を連続して撮影することによって、同じ観察データを短期から長期へと粗視化する時間間隔を変えて処理し、帰納的な方法から導かれた規則の長さ（プログラムの長さ）を粗視化する時間の長さごとに比較したのである。その結果、短期的に変化する状態の規則と長期的にみた規則とが異なり、さらに、それぞれの規則が不連続であることを示した。つまり、このグラフはタコの縄張り行動における非論理的な階層構造を示すのである。このようなデータは、単にランダムな動きや周期的な運動には決して現れないことは分っている。ここで示されたデータ解析は、行動の周期性を示す、フーリエ解析や相互相関関数とはまったく意味が異なる。時間的な周期性を変えることによって、パワースペクトルや相互情報量が変化するという話ではなく、局所的な時間発展規則と大域的な時間発

展規則がまったく異なり、相互に還元できないことを示しているのである。このデータから、プログラム長が短くなっているところで、この動物の特有な行動の意味を見つけ出すことができる。ただし、同一個体であっても、新たな観察データから同じ時間長（一般性）を導き出せるとは限らない。そのことは我々にとって、二義的な問題であって、我々にとって最も重要なことは、プログラム長の極小値が複数現れることによって、非論理的な階層構造が示されていることである。

今回の小集会で、これらの動物の相互作用において、有限の時間が必要であることが、記述不可能性と結び付くことを、黒田末寿氏や細馬宏通氏はよく理解されていたようだが、プログラム長の変動グラフと周期性の強度を示すパワースペクトルなどの統計グラフとは、どこが違うのか疑問に思われていたようだ。佐倉統氏はフィードバック系のモデルやカオス理論とどこが違うのか疑問視されていた。私なりにカオス理論とどこが違うかを一言で言うと、観察者が観察する対象と分離独立され得るかどうかの一点に絞られる。カオス力学系のモデルは、非線形の決定論であり、一対一型の運動法則に従う運動にもかかわらず、外部に設定された観測者の観測能力の限界が予測不可能性を導き出す。すなわち、初期値の僅かな誤差が予測不可能な状態を生むのである。私が考える動物の行動は原理的に一対多型の運動法則に従う運動である。この違いは、内部観察者である動物の観測伝播速度の有限性を認めたくえでモデル化するか否かによって生じる。この観測伝播速度の有限性を認める自律系のモデルは、観察者が外部に設定されず、記述する我々をも含む問題になっている。

おわりに、動物行動学において現在問題になっている個体や遺伝子レベルの適応度の問題は、事後的な結果としてより適応度が増す方向へ進むという考えであり、我々の主張する自律性の問題とは何ら抵触することはない。従って、行動生態学的な研究の重要性を私は認める。しかし、そのプロセスを考えると、ランダムな変異と自然選択によって適応度が増す方向が、事前には決定され得ないということをつけ加えておく。

## ラウンドテーブル『ベーツ式擬態とミュラー式擬態 — 実証的アプローチをめざして —』

林 文男 (都立大・理・生物)

自然を正確に理解するだけでなく、自然を見る目を豊かにすることも生物学の一つの課題であると思う。珍奇な生物を見つけると胸踊るように、古来から生物学は科学的厳密さとは裏腹に、意外性の追求を他方の柱としてきた。ベーツ式擬態やミュラー式擬態という現象の発見もそういった意外性の追求のたまものであったかも知れない。しかし、いつの間にか、ある枠組みの中での厳密性だけが生物学全体をおおいつくそうとしている。意外な研究は、最初は記載的で、間接的証拠のみである場合が多い。そういうものはなかなか論文として受け付けてもらえず、伝達されないことが多い。それならば口頭で議論しあうことによってお互いに自然を見る目を肥やそうということで、ラウンドテーブルは格好の場である。

意外な擬態系の存在とそれをういた実証的研究の可能性に関して、1993年12月3日に表記ラウンドテーブルとして3つの講演があった。全部で47名が参加し、直に自然に触れているような内容の講演と質疑応答が2時間あまり続いた。以下にそれぞれの要旨を掲載して(文責、林)紹介文としたい。

### 「擬態による生活史転換」

林 文男 (都立大)

中国南部から東南アジアに分布するミケヘビトンボの成虫は通常のヘビトンボ類と異なり、光沢があってカラフルである。体は黒と黄色の縞模様、翅は真っ黒の地色に真っ白の水玉模様がついている。色彩パターンだけでなく、体の大きさや翅の形、胴体の形、いずれも南方系のマダラガ類の仲間によく似ている。マダラガ類は昼行性の毒蛾である。東南アジアに広く生息する九官鳥にミケヘビトンボを与えると食べてしまうので、このヘビトンボは毒蛾であるマダラガにベーツ式擬態をしていると考えられた。そこで、非擬態種であり、しかも本種に近縁であると思われるヒメヘビトンボと習性を比較して以下の違いを見い出した。

(1) 幼虫は両種とも夜行性であったが、成虫は

ヒメヘビトンボでは夜行性、ミケヘビトンボでは昼行性であった(複眼も小さい)。つまり、擬態のために成虫の日周活動が変化している。

(2) 両種とも卵塊産卵をする。ヒメヘビトンボでは生涯に最大3卵塊を産み落とすが、一卵塊あたりの卵数は第一卵塊が圧倒的に多く、第二、第三卵塊に含まれる卵数はごくわずかである。ミケヘビトンボでは最大5卵塊を産み、一卵塊あたりの卵数は産卵回数とともにそれほど激減しない。また、産卵間隔に比べ前産卵期間が非常に長い。この違いは、擬態の効果によって長寿が期待できることに対応していると考えられる。

(3) オスが交尾の際に作る精包(外側のゼリー状物質はメスが食べておそらく栄養として利用)の大きさはヒメヘビトンボに比べてミケヘビトンボの方が大きかった。この違いは、長寿であるミケヘビトンボの方がメスの栄養要求性(精包の栄養貢献度)が高いためかも知れない。

このように、擬態によって、どのような生活史転換が生じているかという問題設定は他の多くの動物にも適用することができる。擬態にとりもなう利益とコストを明確にすることによって、擬態系の進化あるいは、どうしてあるグループでは擬態系が発達しないのかを考察できるかも知れない。

### 「大擬態集団の構造と機能」

大場 信義 (横須賀市博)

東南アジア一帯には、多数のホタルが特定の木に集合して一斉に発光する、いわゆるクリスマスツリーと呼ばれる現象が知られている。パプア・ニューギニアの *Pteroptyx cribellata* という種のホタルは、高さ約30mの木に数万個体が集合し、一晩中一斉に点滅を繰り返す。昼間も同じ木に止まっている。集合する木は特定されており、大集団は年間を通して維持されている。ところが、大集団内には、このホタルにそっくりのベニボタル科、ジョウカイボン科、カッコウムシ科、ハムシ科、鱗翅目の昆虫が多種混在し、ホタルと一緒に葉に止まっているこ

とがわかった。これらはすべて、前胸背板が赤褐色、上翅が黒色である。ホタル類は外敵に対して忌避物質を分泌することが知られているので、これに擬態したいろいろな昆虫が大集団に入り込んでいると説明できる。ベニボタル類やジョウカイボン類は一般的に忌避物質を有するのでホタルに対してミューラー式擬態、鱗翅類は忌避性がなくベーツ式擬態であると考えられる。

一方、マレー半島のマングローブが生える河口域では、同族の*P.tener*というホタルがやはり大集団を形成しており、一年を通して、夜になると一斉に点滅するのを見ることができる。集団中には、やはりホタルにそっくりのジョウカイボン科、ハムシ科、ウンカ類などの昆虫が多数見られた。このホタルは先のホタルと色彩が異なり、上翅が茶褐色である。当然、これをモデルとしている擬態種はすべて茶褐色であった。

このようなホタルの大集団内における擬態系では、木の枝葉を無作為にピーティングして構成種の個体数割合を比較的容易に推定できる(例えばマレー半島の一例では、モデルであるホタルが60%強、擬態者が40%弱)。ホタル、それに対するミューラー式擬態種、ベーツ式擬態種の3者の構成比を季節的に、地理的に比較することなど、この大擬態集団は野外におけるモデルと擬態者の動態を明らかにする上で好適な対象と考えられる。

#### 「島嶼群集の中での擬態系」

長谷川雅美(千葉県博)

伊豆諸島において、2種の陸貝(シモダマイ

マイとハコネマイマイ)の殻の色彩パターンを島毎に比較した結果、それぞれの島に生息するシマヘビの色彩パターンと似ていることが明らかとなった。伊豆諸島ではどういふわけか島毎にシマヘビの体色パターンが非常に違っている。結果を単純に言えば、胴体に縞模様を有するシマヘビが棲む島では、そのカタツムリの殻にも明瞭な縞模様が見られ、体全体が茶褐色で、鱗がキラキラしたシマヘビが棲む島ではカタツムリの殻にも茶褐色の鱗状模様が見られる。また、このようなカタツムリとシマヘビの色彩パターンの類似度(例外なくそっくりか、あるいはあまり似ていないカタツムリも多いか)は、シマヘビの密度が高い所ほど高い傾向があった。つまり、シマヘビの密度が高い島では、ヘビに対する鳥の警戒が強く、ヘビの体の一部(草むらに見え隠れする胴体)に擬態したカタツムリほど鳥による捕食を免れると考えられる。逆に、シマヘビが稀な島では、鳥のヘビに対する警戒がうすれるため、カタツムリの擬態の効果が小さくなり、殻の模様がヘビに似る必然性がなくなると考えられる。

通常、ミューラー式擬態にしる、ベーツ式擬態にしる、捕食者が餌を見極めることにかかわる進化パターンの例である。しかし、シマヘビとカタツムリの例では、捕食者(主に鳥)の天敵(ヘビ)と餌(カタツムリ)の見極めにかかわる擬態系となっている。いやな餌(餌だと思って近づいたら天敵のヘビだった)と本当の餌(カタツムリ)という点ではベーツ式擬態と言えるが、昆虫の目玉模様の進化とも合い通ずる背景があるかも知れない。

## ラウンドテーブル『動物行動学と博物館と動物園と水族館(第3回)』

大谷 剛(兵庫県立人と自然の博物館)  
 大場 信義(横須賀市自然博物館)  
 福田 道雄(東京都恩賜上野動物園)  
 大庭 照代(千葉県立中央博物館)

はじめに

1989年大会で始められたこのラウンドテーブルは、そもそも動物行動学にたずさわる研究者が、博物館や動物園や水族館などの大学等の

研究・教育機関以外で活動していることを考慮して始まった。いかにして専門分野から日頃の仕事や機関の要請にかかわるかを、望みや悩みを含めて率直に話し合い、また博物館・動物園・

水族館ならではの動物行動学における具体的な貢献について、事例研究や情報の交換を行なうことを趣旨としている。当初、タイトルに水族館という言葉はなかった。しかし、すぐに水族館もその対象であることは明らかで、無意識のうちに3年ぶりに開かれたラウンドテーブルのタイトルは、「動物行動学と博物館と動物園と水族館（第3回）」になっていた。今回は、行動データの蓄積と利用をテーマとして、1993年12月5日の午後4時半よりの1時間半、4つの発表と意見交換が行なわれた。プログラムは次のとおり。

- 1) 断続的なデータ収集と1個体追跡法
- 2) ホタル発光行動データの博物館展示への活用
- 3) 飼育下のチンパンジーの道具を使う行動（ビデオによる記録例）
- 4) 環境の充実をめぐる動物行動学の可能性
- 5) 生物および自然環境の音の録音コレクション：収集・整理保存・利用（その2）
- 6) 意見交換・コメント

各発表については、以下に発表者より内容をまとめてある。

#### 断続的なデータ収集と1個体追跡法

動物園や水族館で最も動物に接しているキーパーは、ノルマの仕事の合間の観察になり、断続的なデータにならざるをえない。断続的なデータとはいえ、ほとんどのものはキーパーならではの貴重なものである。どのようにまとめたらよいか。どのように活かしたらいいのだろうか。

動物の行動は単なる「刺激-反応系」ではない。過去の経験が影響する。満たされると、さっきまで激しく求めていた刺激に見向きもしなくなる。断続的観察では行動の変化の原因を見落とすことがしばしばある。したがって、断続的なデータに必要なのは、観察していないところを推測できる連続データである。

連続データを確実にとる方法のうち、飼育施設にかなり適しているのはビデオ撮影だろう。動物の行動範囲が限定されているので、ビデオの位置をうまく設定すれば、画面から外れないようにすることができる。

しかし、広い範囲を動き回れるような飼育施設ではビデオは使えない。そこで、私が常用する「1個体追跡法」。大型哺乳類で普通に採用されているものだが、私は「マークした1個体

だけの追跡」-「記録紙への記録」-「データ入力」-「パソコンによる集計」の一貫したシステムを意識的に使用している。タイムスケールを切った記録用紙に行動をすべて記録していくので、いわばニュートラルなデータである。そのとき無関係と思ってあつて貴重な行動であることもあり、それはちゃんと記録されている。

この記録用紙へ書き込んだあとはディジタイザーで入力しているが、この手間を省くためにプログラムを組める電子手帳に直接入力する方法を現在検討中で、全面的な採用は無理としても部分的には十分使えそうである。

「1個体追跡法」の欠点はサンプル数が少ないことで、これを補うには同一タイプのデータをデータベース化するしかない。ばらばらのデータでも同一の方式で記録されていれば同一の処理ができるから、データベース化は断続データを強力なものにする1つの方向ではないかと考えている。（大谷 剛）

#### 博物館における動物行動の音声・映像資料の収集管理保存と活用

自然史博物館の資料収集活動において、収集対象・収集範囲・収集数などの目標をどこに位置づけるのかは、最も重要なことである。博物館が置かれている周辺状況、例えば収蔵能力や博物館の性格・特徴などからこの目標は異なってくる。自然史博物館は従来伝統的な標本資料を中心とした収集・研究・展示を行っていたが、近年めざましく進展した電子機器の普及により、質的に異なる音声・映像情報を大量に収集可能となり、生物現象理解を促進した。これにより、伝統的な標本を中心とする展示から生物の全体像をみわたす展示へと指向することが可能となった。

#### ◎横須賀市自然博物館の場合

地域博物館として、地域の自然史の解明を1つの柱にするとともに、発光生物の調査・研究と展示を特色ある第2の柱としている。従って地域博物館として、最優先して収集すべき資料は必然的に上記に関わるものとなる。音声・映像資料も上記の調査・研究を遂行するなかで収集されたものを中心となる。博物館の資料収蔵能力には限界があり、分類・整理・活用を有効に図る上でも一定の目標に沿った資料だけを収集せざるをえない。私は発光生物のなかで私の

研究対象の中心に据えているホタル類について次の音声・映像資料を標本とともに収集・保管・活用している。

### 1) 生態観察記録と発光パターン・行動解析

ホタルの発光・行動記録にはテープレコーダーを利用して得たカセットテープ音声記録資料がある。さらに映像記録資料としては発光行動を収録したVHS-C・VHS・8mmカセットVTRテープを保管する。

夜間調査では以上の情報記録媒体は大変有効であり、標本資料と併行関連づけて収集・保管している。上記の原資料を元に、コンピューター波形解析を行い、発光パターンの比較研究を行っている。波形解析結果はファイル管理されフロッピーディスクに記録、元資料との対応を図っている。ファイルは形の上では二次資料であるが、標本でいえば、ラベルを付して同定整理された標本に準じる資料と考えている。

こうした音声・資料映像の元資料や解析資料からホタルの配偶行動・活動習性・個体間の相互関係・種間関係・集団発光機構などを分析し、ホタルの分類・系統進化を明らかにしようとしている。

### 2) 展示教育への活用

博物館において映像は展示教育普及活動を進める上で大変効果的な媒体である。特に子供たちにとっては映像情報は日常的に受け入れられているので、博物館活動においても工夫次第では大きな効果が期待できる。では博物館においてどのような内容と質の映像を収集し、活用するのが問題となる。博物館で収集保存・活用を図る必然性が明確でない限り、収集保管だけに終わり、ほとんど活用されることもないことが予想される。また映像の内容や質の情報が不十分な場合には活用することができない。最も適切な収集方法は博物館研究者自らが対象生物を研究調査する過程において得ることだろう。私はホタルに関わる音声・映像資料を具体的に次のように活用している。

#### 〈常設展示〉

ゲンジボタル・ヘイケボタル・ヒメボタルの発光交信様式を展示。各種の雌雄の発光パターンを各々について発光・音（発光パターンに対応）・波形（オシロスコープで表示）で発光パターンを表現。

#### 〈特別展示〉

ホタルの発光パターンのVTR映像展示。

生息環境の紹介。

#### 〈観察会〉

ホタル観察会においてホタルの生態映画や発光行動のVTR映像を活用した解説。

#### ◎今後の課題

これまで自然史博物館では伝統的に形態分類を中心とした研究に重点が置かれてきたために、対象資料の生時の情報はきわめて乏しく、標本を中心とした資料収集が行われてきた。従って、音声・映像資料は二次資料という視点が高く、標本と同列に位置づけられていなかった。それは博物館における生物学の手法が固定化されている傾向が強かったことが一因となっているように思える。しかし、最近では質の高い音声・映像資料が得られるようになり、生物学の進展に不可欠となった。分類学は系統進化を考察することを目標としているので、形態はもとより、生態・行動・生理・遺伝ほか様々な視点から対象生物を観ていくことが不可欠である。従って、行動解析を進める上に映像資料はきわめて情報量が多くて、有効である。こうした観点から標本資料と同様に重要な資料であり、広く認識が広まることを期待したい。

最後に北アメリカのホタルの発光交信様式の研究を進めているフロリダ大学のJ.E.ロイド教授の研究方法和音声や標本資料の保管方法を紹介し、音声資料の収集管理・活用を対比する。ロイド教授は1966年に北アメリカのホタル（*Photinus*属）が雄と雌の間できちんとコード化された光交信をしていることを発表し、世界の研究者に衝撃を与えた。教授はホタルの発光シグナルをイメージ・インテンシファイアチューブで感受し、音声変換してステレオテープレコーダに記録した。録音テープは研究室で再生、オシロスコープでモニターし、必要に応じてペンレコーダで波形を描かせた。野外で記録する際に詳細な観察記録を並行してテープに同時録音しているので、発光シグナルの内容が即座に判る。それぞれのデータには観察コード番号がきちんと登録されているので、フィールドノートとの照合も容易である。さらに、観察の対象としたホタルがどのホタルであるのかといったことについても、観察対象としたホタルの標本を必ず作成し、同様に観察番号を付している。教授はホタルの発光シグナルの音声資料・観察音声資料・観察対象ホタルの標本資料を全て対応させて一貫管理するといった方法をとっている。

これは、北アメリカのように同じ場所に大変よく似た多種のホタルが生息し、一見して判別できない状況にあるためにとらざるを得なかった背景から生み出されたといえる。

(大場 信義)

#### 飼育下のチンパンジーの道具を使う行動（ビデオによる記録例）

飼育下という大きな制約の中ではあるが、生きた野生の大型動物の行動を観察できる場所がある。東京都多摩動物公園では、10頭以上のチンパンジーを群飼育している。ここでは、いわゆる“退屈”からくる飼育下の弊害を少しでも解消するため、野生チンパンジー研究によって知られてきた各種の道具を使う行動の再現を試みてきた。一方、外郭団体の東京動物園協会では野生動物の知識普及のため、そのような試みをビデオ化している。今回用いたビデオは、その中の一つで、動物園関係の集会などでの上映目的に編集されたものであった。人工アリ塚や石器などと名付けられた設置物を、それぞれ克明に来歴のわかっているチンパンジーたち（集会参加者の間ではそれなりに有名で、親しまれているものたち）がどのように馴染んでいくかを記録している。飼育下の利点を生かし、設置物の形状や、与える手順などに各種の変化を加えているところが面白い。遠いアフリカでの出来事を、多くの人々に少しでも身近なものにするための格好の材料だと思われる。

(福田 道雄)

#### 生物および自然環境の音の録音コレクション： 収集・整理保存・利用（その2）

1992年の大会での紹介（その1）に引き続いて、生物音響資料が自然史博物館でどのように収集され、利用のために整備されつつあるの

かを報告した。特に、録音などのように著作物として認識される行動学的な資料は、著作権の尊重という大切な決まりごとがあるが、貴重な資料を博物館に納めていただくために、また博物館で整理され保存される資料が十分利用されるために、一昨年報告の修正と新しい考え方の補足、また今後の方向性を提示した。

千葉県立中央博物館は、著作物の一つとして生物や自然環境の音を録音テープなどに固定した資料を、職員が録音するだけでなく、必要に応じて録音物の製作委託・購入・寄贈・提供・寄託・交換・借用することにより収集する。資料を納入していただくにあたって、千葉県立の全博物館がこれらの資料を通常の博物館活動に活用するとともに、一般の利用者が学術研究・教育のために非営利目的で利用することを前提とする。利用に当たっては、原著作者等の権利を尊重して、著作権法に基づいた運用を図る。なお、出版など営利的な活動であったり、その可能性のあるときには、原著作者等の許可を事前に得ることを常とする。このほか、利用の手引きなどを整備中である。研究者の残した貴重な録音資料およびそれに付随する科学的なデータ等を、専門の学芸研究員のいる博物館に集約するようにご理解と協力を求める。

(大庭 照代)

最後に、書記を決めておかなかったために、意見交換の際の意見をすべてここに紹介できないのは申し訳ない。しかし、行動学的データや音声や電子的な記録も、実物標本と併せて博物館などの重要な資料たり得るということや、当然のことであるけれども、博物館・動物園・水族館に働く研究者の意向が反映されていくことについて、参加者の理解を得られたのではないかと考えている。

## I E C 23 報 告

## “Satellite Meeting on Brood Parasitism at the 23rd IEC Relationships between brood parasites and their hosts Granada 10-12 September 1993”

高須 夫悟 (京大・理・生物物理)

昨年(1993年)、スペインは地中海に面する街トレモリーノスで第23回国際動物行動学会議(以下IEC)が開催されました。IEC本会についてはさておき、2年前の京都でのIECと同様に、今回もBrood Parasitismに関するサテライトミーティングが場所をグラナダに移して行われました。もう半年以上も前のこととなりますが、この場をお借りしましてグラナダで催されたミーティング“Relationships between brood parasites and their hosts” 10-12 September 1993についての報告をいたします。

前回の軽井沢でのミーティングが大成功に終わったことから、グラナダ大学のM. Soler 教授とその学生さんたちの尽力で今回のミーティングが実現しました。前回は鳥の托卵におけるパラサイトとホストの共進化というテーマが中心になりましたが、今回は題材を広げてBrood Parasitismを鳥に限らず、社会性昆虫(蟻)にまで広げた内容でした。参加者は托卵研究のバイオニアの研究者から学位取得をめざす学生まで、そして社会性昆虫の研究者を交えた約20名で、小さいながらも密度の濃いミーティングをめざす心意気を感じられました。

Brood Parasitismといえば、カッコウなどの托卵鳥がまず頭に浮かび、次に魚か、というのがそれまでの私の認識だったのですが、今回参加した社会性昆虫の研究者の発表を聞くと、Nest usurpation/Brood parasitismの例は蟻についてもたくさんある、とのことでした。社会性昆虫の研究者と托卵鳥の研究者がBrood Parasitismという共通した観点で意見を交換するという点で、今回のミーティングは高く評価できるものだと思います。

最初の発表は社会性昆虫(蟻)におけるBrood Parasitismの話です。社会性昆虫の研究者、J. Heinze (ドイツ) は蟻の Nest

usurpation/Brood parasitismを紹介しました。パラサイトのQueenがホストの巣に侵入し、これに乗っ取ってホストのWorkerにパラサイト蟻の世話をさせる、というのが一般的であるようです。これはまさに托卵鳥の研究者たちが長年研究してきた、托卵鳥とそのホストの関係そのものです。またもう一人のA. Tinaut (スペイン) は社会性パラサイトとホストの関係を両者の系統関係から説明しようとする研究を発表しました。Nest usurpation/Brood parasitismの性質を持つものと持たないものの関係は外部形態だけでなく、遺伝子レベルでの分子系統を調べることによって、いっそう知見が広がるものと予想されます。托卵鳥の場合、托卵を拒絶できるホストが存在することがわかっていますが、社会性昆虫にも同様な例があるのかどうかについては、彼らは触れませんでした。もしあるとすれば托卵鳥での議論がそのまま社会性昆虫の例にも当てはまり、共通した視点で研究が進む可能性があります。今後の研究に期待したいと思います。

社会性昆虫の発表の後、いよいよ托卵鳥についての発表が始まります。托卵鳥については、1) 托卵排除という適応的行動をとるホストがいる、2) パラサイトは卵擬態などの適応的性質を持っている、ことが過去の野外調査実験であきらかになっています。これらの事実は概ね、パラサイトとホストの軍拡競争型共進化という考え方で説明できるのですが、細かい点については、うまく説明できない事実が多く残っています。例えば、托卵排除のメカニズム、卵擬態のメカニズム、全く托卵を拒否しないホストの存在、などについては謎が多く、統一した見解ははまだ見いだされていません。今回はこれらの点に的を絞った研究が数多くありました。

ノルウェーのA. Moksnes, I. J. Øien. & E. Røskoft はホストの卵を数多く集め、クラッチ

内とクラッチ間の卵の色、パターンの変異と、そのホストが示す托卵排除の能力との間に相関があるという研究を発表し、ホストの卵認識能力についての考察を述べました。また、イギリスの D. G. Noble はアフリカのスペシャリストパラサイトとそのホストの卵排除能力についての実験の結果を発表しました。それによると、アフリカにおいても、ホストの卵排除の能力は様々であって、これはどうやら過去の歴史（托卵されたことがあるかないか）に関係しているらしい、ということでした。

私が特に興味を引いたのは、この会を主催した M. Soler とその学生 (J. G. Martinez, J. J. Soler) による、マフィアモデルを検証する実験です。マフィアモデルは A. Zahavi が提唱した考えで、全く托卵排除をしないホストの存在を説明するものです。すなわち、托卵を拒絶するとパラサイトが仕返しにやってくるので、ホストは托卵を受け入れるのだ、という考えです。Soler らの実験によると、この説はあながちの外れではない可能性があるとのことでした。Zahavi の考えは突飛なものが多く、はじめはあまり見向きされていなかったようですが、いづれにしても仮説を検証する実験はおおいに実行してもらいたいものです。

私はパラサイトとホストの適応的性質（卵擬態、卵排除）について理論的考察をおこない、両者の関係がたどるであろう進化的道筋を示した研究を発表しました。参加者の中で唯一私だけが、現物を扱わない研究者で、数理モデルを基にした発表をどこまで理解してもらえたのか少々不安がありました。今思えば、少々説明を数式に頼りすぎたきらいがあったのではないかと反省しています。良いモデルとはその本質的な点を必ずしも数式に頼らないものですから、参加者がよく理解できなかつたとするなら、これは説明する側の責任であるといえましょう。しかし、若い研究者（特に大学院生クラス）は、私のやるようにグラフを書いたりして理論的に考える方法に興味を持ってくれて、発表の後でも個人的にじっくり話ができたことがなよりの収穫でした。

また最近のツバメの Fluctuating Asymmetry の研究で有名なスウェーデンの A.

P. Møller はパラサイトとホストの関係を考える際の、空間的及び時間的ダイナミクスの重要性を強調しました。野外実験とならんで理論的研究の必要性を説く Møller の考えには深く共感するところがあります。

ほかには、托卵のミーティングには顔馴染となった以下の研究者の発表がありました。Screaming Cowbird についての研究 (R. M. Fraga)、カッコウの社会行動と Mating System の研究 (H. Nakamura)、ホストの卵認識のメカニズムについての研究 (A. Lotem, H. Nakamura, & A. Zahavi)、ホストの年齢と托卵排除率との関係を調べた研究 (S. G. Sealy)、カッコウの卵抜き取り行動の研究 (T. Matsuda & H. Uchida)、ホストの Parental care とパラサイトについての研究 (T. Redondo & J. M. Zúñiga) などがありません。

今回のミーティングは、理論関係の発表が私を含めて2つということ（前回は1つ）、また、前述したように、社会性昆虫の研究者も交えたという点で、多様な題材と手法による研究発表の場となりました。これらはいずれも Brood Parasitism というキーワードを通じて結びあったものです。私個人の意見では、系統関係（特に分子進化）による知見を添えた研究がつけ加われれば、Brood Parasitism についての進化的議論がさらに進むのではないかと思います。いづれにしても、参加した研究者は皆このミーティングの内容に満足したらしく、次も是非このようなミーティングを開こうということで一致してグラナダを後にしたのであります。

発表のセッションの間には、M. Soler 教授とその学生さんが、アルハンブラ宮殿及び、グラナダの街の夜の探索、スペインの屋根シエラネヴァダ山脈ツアー、などに我々を連れていってくれました。このおかげで参加者は皆、終始打ち解けた雰囲気です。ミーティングに臨むことができました。ミーティングの内容といい雰囲気といい、今回の集まりも大成功であったと言っています。この場をお借りしまして、ミーティングの企画を計画されました M. Soler 教授とその学生さんたちに深く感謝したいと思います。



## — 書 評 —

## 『美しさをめぐる進化論』

蔵 琢 也 著  
 勁 草 書 房 (1993)  
 長谷川 寿 一 (東大・教養・心理)

上野千鶴子氏は自身を社会学のセールスレディーであると半ば自嘲気味に語っているが、(同業者がどう思っているかともかく) 門外漢としてはなるほどなずける表現だ。では、竹内久美子氏が動物行動学(あるいは社会生物学)のセールスレディーであるかといえば、行動学者の中にも、一般人の中にも、異論や反論が多いに違いない。竹内氏が近年の動物行動学の成果をポピュラーにした功績をたとえ少しは認めるとしても、彼女自身のヒトの行動や本性に関する主張や言動はあまりに非常識で多くの問題をはらんでいた。この点についてはすでに何人もの行動学者や倫理学者が批判を行っているので、ここでその追い打ちをかけるのは控えるが、彼女の言動が行動学全般に対する誤解を招いていることは、やはり嘆かわしいことだろう。ただでさえ、人間自身を扱った行動学に対する外部の目は厳しく、「鬼の首」をとらんとして虎視眈眈としている人たちは実に多いのに、竹内批判が重なって、人間社会生物学はまさに逆境の時にある。そんな時期に出版されたのが本書である。

おそらく本書も、社会生物学に条件反射的不快感を抱いている人たちからは格好の標的にされるに違いない。「……非正常な肉体を持つ者、たとえば身体障害者は正常な肉体をもつ者に比べて好まれてはいない。現代福祉社会の道德規範によれば、身体障害者を醜いと感じることは良くないことだとされている。しかし、そのような規範にもかかわらず、人間にとっては余り魅力的に感じられないのは厳しい現実なのだ。」(p.45) という一部分だけをカット&ペーストして、一般人や障害者自身に読んでもらえば、ほぼ全員が眉をひそめる(あるいは怒りの)反応を示すことは明らかだろう。

とり急ぎ私見を述べておけば、蔵氏のこの書

は、竹内氏の一連の読み物とは異なる地道な著作で、日本における人間社会生物学の幕開けを予感させるものだ。にもかかわらず、著者がこの分野で扱おうとする主題に対する防御や配慮はやはり甘かったのではないか、また、終盤のいくつかの話題は、社会生物学者にとっても受容しがたい点を含むのではないか、という印象を受けた。

もちろん、著者は、まえがきやあとがきで、社会生物学的アプローチは当為概念(人間の行動や考え方に対して、こうすべきであるとか、こうすべきでないとかいう価値判断)とは独立した研究方法であり、「本書の内容が現在社会で流布している幾つかの道德・価値体系に反するものだから認められないとするのは的外れである。」と釘をさしている。さらに、不必要な当為概念にとらわれた研究は、重要な真理をむしろつかみ損ねるだろうとも述べている。評者もその意見に基本的に賛成だ。ただし、このような主張は、研究対象の中に当為概念そのものが入り込む場合には、たちまち正当性を失ってしまう。著者はその点にかなり注意して論を進めているものの、本書の中では不用意な表現がいくつか目についた。例えば、「正常な人間」、「異常を持つ者」、「欠陥者」、「(かぎ括弧のない)デブ、バカ」、「奇形」などの表現は、それ自体当為概念を内包するものであり、別の言い方を用いるべきものだろう。さきほどの引用箇所にしても、表明するべきでない(必要もない)著者の価値観がひょっこり顔を出していると思われる。このような「フライイング」が重なれば、結局は読者の数を減らし、アンチソシオバイオロジストを勢いづけることにつながってしまう。肝心の本論では、示唆に富む考察が展開されているだけに残念に思った。

本書は3部からなり、第I部では容貌(とく

に女性の相貌)の美醜についての性淘汰説からの総論、第Ⅱ部では、毛髪、眉毛、肌の色、唇、鼻といった顔の各パーツの適応的意義、第Ⅲ部では美の文化差や時代変遷、容貌の美醜と心理機制そして肥満について議論が、それぞれ論じられている。各章には要約がついているので、手早く内容を理解したい読者には適切である。

個人的に面白く読めたのは第Ⅱ部だった。とくに白髪やハゲが男性の齢を積極的に示す信号であるとする著者の説は、たんなる老化現象の表れとしては説明できない多くの事実(例えば、なぜ他の体毛より早く白化するか、なぜコーカソイドは若ハゲの頻度が高いかなど)をなるほどうまく説明している。現代社会では、白髪やハゲは魅力を低下しているとしかみなされないが、進化史上では(ゴリラのシルバーバックのように)社会的地位の高い高齢者の信号だったというわけである。同様に、眉毛は、汗止めといった環境適応としてではなく、社会的地位に関連した淘汰の結果生じた社会的信号(具体的には眼窩上隆起のコピー)であると著者は論じる。この立場から眉毛の性差や発達変化、頭髪との色の差などを軽やかに説明している。おもしろく鏡に向かうと、自分の眉毛が見慣れたチンパンジーの眼窩上隆起にたしかに重なって見えた。いずれも魅力的な説明なので、そこから導かれる新たな予測とその証拠の提示を今後期待したい。

一方、第Ⅲ部ではあまり感心しない記述が目についた。とくに「容貌が醜いと心も歪む？」という副題のついた14章と、同じく「太ったものはバカにされる？」というテーマを扱った15章は一般読者の共感を得られるかどうか疑問が残る箇所であり、人間社会生物学の意義が問われる部分だ。

14章では、著者はつまるところ容貌と犯罪の関連を主張したロンブローソ説の現代的復権を提案している。15章でも、「肥満している方が、女性である方が、身体障害のある方が、実力を低く見積られるのである。これらも生得性の強い評価である可能性が高く、その適応要因と前適応についても考察した」と要約されているように、著者のポイントは副題から「？」マークを除いた点にあることは明らかだ。

著者は『「犯罪者が全て醜い」とか『醜い者は全て犯罪者になる』とか言っているのではない。犯罪を行う要因は様々であり、かつ多くの

要因が重なり合って初めて起こるものである。醜いことは、犯罪を引き起こす数ある弱い要因の一つであるにすぎない。」と、述べているが、醜さと犯罪の相関に関して、本書中にあげられている研究例は、英国の新聞記事が1例、出典がないものが1例、大正時代の日本の主観的分析が1例のみである。それらはとうてい科学的な証拠とはみなせるものでなく、著者主張の実証的根拠はいかにも弱い。「多少なりとも相関する可能性」を提示したとのことだが、評者にはやはり納得がいかなかった。また(実際にあるかどうかは知らないが)「相関がない」という研究について、全く触れられていない点も公正でないと感じた。

さらに15章でも、上に引用したような弱者の実力を低く見積もる生得性の研究例・実証的証拠は全くあげられておらず、そのような傾向が適応的であるという著者の主張は、スペキュレーションの域をでていない。これらの2つの章に見られる、データ軽視や環境要因に対する配慮の欠如は、学究的な謙虚さから離れたものといえるだろう。

評者には、醜さや障害が適応度を引き下げる成分であることをやっきになって示すことより、価値観が多様化したヒトという動物にとっては、どのような適応度成分が相対的に優勢になったのかを分析する方が、意味のある作業に思われた。

社会生物学論争を乗り越えた後、欧米における人間社会生物学は、「Human Nature」誌の発刊(1990年)や、「TREE」誌での総説・研究紹介などに見られるように、近年着実に進展をみせている(Cosmidesらによる推論の歪みに関する進化心理学的研究や、BakerとBellisによるヒトの精子競争の研究などがそのよい例だ)。一方、日本の学会では、依然として人間行動に対する適応論的アプローチがタブー視されているのが現状だろう。本書はそのような状況に一石を投じたのである。論理的にも実証的にも(倫理的にも)、本書はタブーの打破には未だ成功していないが、新しい学問分野の創生にむけて、著者の今後の著作に期待したい。次著では、反適応論者から当然発せられるであろう反発を想定した方法論上の解説もぜひ望みたい。人間社会生物学が、いまだ市民権を確立していない以上、先駆者たちは権利獲得のために、ある程度犠牲的努力を払う必要があると思うからである。

## 『人間はどこまでチンパンジーか?』

J.Diamond 著  
 長谷川真理子・長谷川寿一訳  
 新 曜 社 (1993)  
 蔵 琢也 (京大・理・動物)

鳥の研究で(私たちには)知られているダイヤモンドが、人類のさまざまな側面を書いた著書である。人類の進化から人類内の性選択、言語の起源、環境問題、人類の未来にいたるまで幅広く、非専門家でも読めるように基本的な事から書いてある。

それだけではない。この本にはもう一つ大きな特徴がある。人類の進化を解説したり、題材にとったりした類書は数多くあるが、それらの平均的見解とは相当に異なった意見が多く述べられていることだ。ダイヤモンド自身の意見が非常に強く出ているのだ。

本書は5部19章に分れているが、この独自の見解に留意しつつ、各部づつ評していこう。

第一部は、ヒトの自然界での位置と進化について書いている。

本書は基本的に、人間の家族や配偶関係などの社会構造としてチンパンジーモデルを採用している。それは、本書の原題が『The Third Chimpanzee』であることに端的に現れている。ダイヤモンドは、人間をチンパンジーの一種として考えてよいと主張しているのだ。また、ヒトの進化にかんしても独自の見解が多く出ている。ホモ・ハビリスやホモ・エレクトゥス段階のヒトを三種と数えていること、ヒトの進化に影響を与えた要因として狩猟を考えることに反対していること、現在のヒトと動物との最大のギャップを新人と旧人(ネアンデルタール人)の間においていることなどだ。

最後の点に関連して、ネアンデルタール人の記述も独特だ。ネアンデルタール人は我々とは亜種のところに分類されているので、その容貌の差異を際立たせないような記述をすることが多い。たとえば、S.J.グールドは「ネアンデルタール人に洋服を着せて、ニューヨークの地下鉄にのせても、誰も気づかないだろう」というように書いている。

しかしダイヤモンドはまったく逆だ。

「ネアンデルタール人は、たとえ背広を着たりデザイナー・ブランドの服を着たりしても、今日のニューヨークやロンドンを歩けば、通りを歩いている誰もが驚いて見つめるでしょう。」という具合である。

第二部は、チンパンジーやボノボや他の哺乳類に比べて、ヒトの生物としての独自性について書いてある。ヒトの配偶者の選択や性選択、寿命の意味についての話題が中心だ。基本的に類書にも書いていることが多い。ただし、人種の外見の差の由来が環境適応だけでなく、性選択によっても形成されたと強く主張している点は独自だ。ここまではっきり主張するとは驚きである。

さて、どうしても一つ問題点を指摘したいのは、ヒトの容貌の好みについてである。ダイヤモンドは人間の容貌の好みについて、容貌のインプリンティングと言うべき考えのみに基づいて考えている。親兄弟と似ているが、ほどほど違う異性を最も好むというのだ。もちろんこのような効果は現実存在する。しかし、それだけではない。現実の人間の好みの実証研究を見てみると、親兄弟の容貌の多様性よりずっと低く、幾人かに集中する傾向がある。容貌のインプリンティングだけでは説明できないのだ。同じように他の部分でも反対意見とそれを支持するような「事実」に対しては、多く述べていない可能性がある。

第三部は人間の文化的な側面である言語、芸術、農業、嗜好品、文明の発生確率について、それぞれ一章を割いて記述してある。順に見ていこう。

言語に関する章は、ヒトの言語の起源の鍵がクレオールにあるという意見が中心だが、これについては、私には評する能力がない。ただ、とくに疑問を感じた点がなかったので、一応は納得できるものだろう。

農業についての章では、農業が人類にもたら

した大きな変化について記述してある。農業が人類に与えた影響は人口の増大などの良い面ばかりではなく、栄養状態の悪化、疫病の蔓延、寿命の低下、体格の低下などの悪い側面ももっていたことを論じているのは、普通見落としがちな点であり重要な指摘である。ただし、農業の否定的な側面を強調するあまり、それ以前の狩猟採集社会を美化しているくらいもなくなはない。

芸術や嗜好品については、今はやりの性選択の理屈の応用で論じてあるという意味で典型的な社会生物学者の著作だといえる。しかし、やや一面的であり、説得力がいま一つであると感じた。

宇宙での文明の発生確率にかんする章は、実に面白い着想である。議論の粗筋は次のようなものだ。

キツキ型のニッチを占めるための適応は、いくつかのありふれた適応を同時に持てばいいので、一見して進化しやすいように思える。しかし、実際には今まで一度しか進化しなかった。それは、自然界を見渡せば確かにありふれた適応であっても、それを同時に持つ確率はきわめて低からだ。知的生物と文明の進化も同様であり、知的生物と文明を進化させるには、多くの前適応を同時に持つという困難が何度もあるので、広い宇宙でもほとんど起こりえないだろう。

この議論は実にユニークであるが、このキツキの比喻だけで説得される人間はほとんどいないだろう。もともとETの問題は、実証データがまったくと言っていいほどないのに、議論だけがいくつもある問題だから仕方のないことだが、あまり成功した議論とはいえない。

ただし、わざわざ進んだ異星人を地球に引き寄せるために信号を発信するという事は、大変危険な行為であるという意見には賛成だ。

第四部は、文明の発展と異文化との接触、その結果として起こりがちな虐殺を中心に記述してある。

強力な文明と接触するとその地域の文化的な多様性が著しく低下してしまうこと、強力な文

明の成立は遺伝的な人種差などではなくて、その文明の生育した自然環境や地理的な位置のほう効いていること、インドヨーロッパ語族の起源と広まった原因、異文化を持つ集団の間では虐殺が起こりがちであることなどについて書いてある。その中でも、進んだ文明が広がることは単に良いことだけではなく、征服や虐殺を伴いがちであることの指摘は説得力がある。

最後の第五部は、過去に人類が滅ぼした動物や破壊した環境と、現在滅ぼしつつある動植物について書いてある。

これは単なる現代の環境問題を論じているだけではない。他の動物を滅ぼし、森林の木を使いつくして荒地にしてしまうのは、いかにヒトという種の昔からの性か、そしてその環境破壊の結果は人類自身にも跳ね返ってくる深刻な問題であることを説得力をもって記述している。とかく、独善的、宗教的になりがちな環境問題だが、そうならないのは重要な長所といえる。

各部に関しては以上のような具合だが、全体について少し述べておこう。

全体のトーンとして、少なくとも私に比べれば、人類に対して悲観的である。これはダイヤモンドが熱帯雨林の鳥類と深くかかわっていることと無関係ではあるまい。しかし、残念なことに、この悲観論にも十分に説得力があるのである。本書、特に後半部分を読めば、人間の業の深さを思い知らされる気がする。極めて押さえた調子ではあるが、環境問題に対しての読者の自覚をうながすのが、本書でダイヤモンドがもっとも言いたかったことであるともとれる。

最後にもう一度いっておくと、本書は著者の意見が強く出ていて面白い本である。一般向けに書かれているとはいえ、専攻が人類学近辺の専門家の人々でも読む価値はある。このような考えもあるのだということが分かるからだ。しかし、非専門家がこれらを標準的な意見だと勘違いしてもらっては困ると思う。平均的な意見と異なる考えを大量に出すということは、最終的にハズレになるものが多いということなのだから。

## 『The Inevitable Bond : Examining scientist-animal interactions』

H.Davis & D.Balfour 編  
Cambridge Univ.Press (1992)  
森 哲 (京大・理・動物)

動物を研究対象あるいは材料として仕事をしている科学者ならば、多かれ少なかれ必ず何らかの関係がその動物と科学者のあいだに生じる。それは、「relationship」かもしれないし、「interaction」かもしれない。あるいは、「bond」かもしれない。本書は、不可避的に生じるこのような動物-研究者間の関係を研究遂行上いかに取り扱っていくべきかということについて議論したものであり、様々な分野で活躍する研究者が各々の持論を展開している。各章をみていくと、「避けられない絆」というちょっと難解なメインテーマの解説からはじまり、引き続き 21 章で様々な分野、対象動物での具体的、実践的な話題が展開され、最後に動物-研究者間の絆についての倫理的、哲学的考察で本書の幕を閉じる。

絆という言葉から、本書で扱う動物-研究者間関係とはイヌなどの社会的な動物だけを対象にしているように思えるが、ここで問題にしているのはもっとひろい意味での関係で、議論される対象動物は哺乳類をはじめ、鳥類、爬虫類、果てはタコまで登場する。また、各章の内容を動物-研究者間関係にどう対峙するかという観点でみると大きく 3 つに分けられる。不可避的に生じるこの関係をいかに少なくして、本来の目的である研究を達成するかを議論している、いわば動物-研究者間関係を否定的にとらえている立場。動物-研究者間関係をうまく利用すれば目的とする研究がよりいっそう発展する、あるいはむしろ、この関係をうまく使っていない限りその研究は成り立たないとする動物-研究者間関係を肯定的にとらえる立場。そして、タコや爬虫類の章にみられるように、これまで動物-研究者間関係という視点からあまり省みられていなかった動物においても、そのような視点が必要であると説いている章である。

しかしながら、全体をとおして強調されていることは、この避けられない動物-研究者間関係を決して無視したり、「雑音」として軽視し

てはよくないという点である。動物を対象として研究している限り、それが実験下であれ野外であれ、必ず何らかの影響をお互いにあたえあうものなのだという当然分かっているはずで忘れがちなことを再度認識させてくれる論文集である。

尚、各章のタイトルの概訳を参考のために付記しておく。

- 1 章 避けられない絆
- 2 章 相互作用、関係、そして絆：科学者と動物の関係についての基礎概念
- 3 章 動物心理学における齧歯類と人間との相互作用の研究
- 4 章 行動研究における絆と境界
- 5 章 人間と人間以外の動物との関係における愛着現象
- 6 章 人類の「親友」：イヌとの避けられない絆の起源
- 7 章 機械的条件付けの報酬としてのヒト-イヌ間の相互作用の利用とそれがイヌの鼓動調節におよぼす効果について
- 8 章 覚醒反応とそれが実験動物と実験者におよぼす影響
- 9 章 訓練が属性をうみだす：サルの行動的、心理学的反応におよぼす反復サンプリングの影響
- 10 章 実験用リーサスモンキーの取り扱いの改良
- 11 章 鳥類の学習における条件付けとしての社会的相互作用：行動学と心理学の統合
- 12 章 オランウータン科類人猿の教育学：猿類の認知研究へのヒト-チンパンジー相互作用の貢献
- 13 章 チンパンジーの認知力の動機付けにおける社会的絆の役割
- 14 章 避けられない絆を最小限にする：自動回避装置を用いたラットの研究
- 15 章 タコを理解する
- 16 章 科学者とヘビ：爬虫類との関係

- 17章 ヒトへの恐れとそれが家畜ブタにおよぼす結果  
18章 家禽の行動におよぼす研究者の影響  
19章 酪農ヤギにおける初期のヒト-動物関係と気質の個体差  
20章 ウマの行動におよぼす研究者の影響  
21章 蹄脚類-ヒト相互作用と刷り込み現象  
22章 捕食者としてのヒト：観察を伴う研究と偽馴化の危険性  
23章 クロクマの行動研究におけるヒト-クマ間の絆  
24章 科学者と動物間の絆：ある哲学的再考

### 学会への寄贈図書

日本動物行動学会事務局では以下の本の寄贈を受けました：

- 中村 一恵著 “帰化動物のはなし”  
技報堂出版株式会社（1993）  
多紀 保彦著 “魚が語る地球の歴史”  
技報堂出版株式会社（1993）  
大隅 清治著 “クジラのはなし”  
技報堂出版株式会社（1993）
-