

NEWSLETTER

No. 25

日本動物行動学会 1995～96 年度会長・運営委員選挙開票結果

1994年10月14日(金) 京都府立大学農学部3F会議室において、福井昌男、今福道夫(事務局)氏立ち合いのもとに、開票を行いました。

結果は以下のとおりです。

選挙管理委員長 高田 肇

会 長	投票総数	131 票	河 田 雅 圭	42 票	当選	
	有効票数(含白票4票)	119 票	長谷川 真理子	42 票	当選	
	無効票数(現会長を指名)	12 票	巖 佐 庸	41 票	当選	
	伊 藤 嘉 昭	31 票	当選	桑 村 哲 生	35 票	当選
	杉 山 幸 丸	12 票	次点	今 福 道 夫	34 票	当選
	木 村 武 二	10 票		杉 山 幸 丸	34 票	当選
	小 原 嘉 明	7 票		山 岸 哲 昭	33 票	当選
	青 木 重 幸	5 票		伊 藤 嘉 昭	30 票	(会長当選)
	巖 佐 庸	5 票		山 村 則 男	28 票	当選
	山 岸 哲	5 票		椿 宜 高	27 票	次点
	粕 谷 英 一	4 票		上 田 恵 介	23 票	
	他に3票3人、2票7人、1票13人			青 木 重 幸	22 票	
	運 営 委 員	投票総数	1310 票	木 村 武 二	22 票	
		有効票数(含白票40票)	1295 票	長谷川 寿 一	21 票	
		無効票数	15 票	岸 由 二	20 票	
		粕 谷 英 一	61 票	当選	小 原 嘉 明	20 票
	日 高 敏 隆	44 票	当選			

以下省略

目 次

選挙結果報告	1	総会報告	23
学会誌目次	2	会計報告	24
学会誌和文抄録	2	学会誌会計報告	25
行動学諸分野の紹介	5	第12回大会会計報告	26
運営委員会報告	23	書 評	26
編集委員会報告	23	会員の異動	32

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) 4073 (振・京都5-1637)
 FAX 075(751)6149

『Journal of Ethology Vol.12 No.2』目次

上野 吉一：フサオマキザル (<i>Cebus apella</i>) における尿臭への反応：種識別と群識別	81
小林 朋道：シベリアシマリスの対ヘビモビング行動の生物学的機能の解析： I. 他個体に対する信号的効果をもつのか？	89
上田 哲行：クロイトトンボにおける雌探索雄の空間分布	97
今福 道夫：ヤドカリの左巻の貝殻に対する反応	107
宗原 弘幸・竹中 晃子・竹中 修：雄が卵保護を行う交尾型カジカ、ニジカジカの 非血縁卵の保護	115
小林 朋道：地下鉄の乗客で見られた姿勢に関連した行動の性差とその生物学的機能	121
杉浦 直人：単独性ハナバチの一種、トモンハナバチにおける親の投資と子孫の性比	131
M.Nshombo：鱗食シクリッド <i>Perissodus microlepis</i> の多色と採餌行動との関連	141
M.Woyciechowski・Z.Warakomska：ミツバチのワーカーの遺伝的多様性は花粉の 多様性に関係しない	163
上野 秀樹：ナミテントウにおける P2 値の種内変異について	169
K.Sommer・B.Hölldobler・K.Jessen：アリの一種 <i>Pachycondyla tridentata</i> の 異常な社会構成	175
短 報	
伊藤 嘉明・J.Chao・S.Lu・土田 浩治：チビアシナガバチの沖縄と西台湾における 営巣場所の違い	187

『Journal of Ethology Vol.12 No.2』和文抄録

フサオマキザル (*Cebus apella*) における尿臭への反応：種識別と群識別

上野 吉一

フサオマキザルは排尿をする際、非常に頻繁に“Urine-Washing”をおこなう。これまでの研究から、この行動の機能に関していくつかの仮説（社会的、非社会的）があげられてきている。もし Urine-Washing がコミュニケーションの手段として機能するマーキング行動ならば、フサオマキザルは残された尿の匂いから何らかの情報を得ることができなければならない。そこで本研究では、さまざまな尿の匂いに対する反応の比較から、以下の2つの点に関する情報を尿の匂いから得ることができるかを調べた。1) フサオマキザルは自群と同種・他群の尿の匂いを識別することができるか。2) フサオマキザルは同種と他種（リスザル、ワタボウシタマリン、ウーリーモンキー、アカゲザル、ニホンザル）の尿の匂いを識別することができるか。同種・他群の匂いが付けられた棒を提示した時、自群や他種の匂いが付けられた棒を提示した時に比較して、棒に対する反応（嗅ぐ、なめる、かじる）が有意に多く見られた。また、この反応は、メスよりオスにより多く見られた。これ

らのことから、フサオマキザルは自群と他群の識別ができることが示された。また、フサオマキザルは自種と他種の識別もできるし、性差は、オス・メス間の社会的役割の違いを反映したものと考えられた。以上の結果、フサオマキザルは Urine-Washing を社会的コミュニケーションの手段として用いている可能性が支持された。

シベリアシマリスの対ヘビモビング行動の生物学的機能の解析：I. 他個体に対する信号的効果をもつのか？

小林 朋道

シベリアシマリス *Eutamias sibiricus* による対ヘビモビング行動の信号的効果（他のシマリスにヘビの存在を知らせる効果）が調べられた。実験用のケージに2匹のシマリスを入れ充分慣らした後、シマリスに気づかれないようにケージの角から麻酔されたヘビ（頭の部分のみ）を提示した。ヘビの提示後、1匹目のシマリスがヘビを発見するまでの時間及び2匹目のシマリスがヘビを発見するまでの時間を測定し両者を比較した。その結果、1匹目のシマリスがヘビを発見するまでの時間は比較的長く、試行毎にランダムに変化するのに対し、1匹目のシマ

リスがヘビを発見してから2匹目のシマリスがヘビを発見するまでの時間は顕著に短く、またその値は比較的安定していることが明らかになった。これらの結果は、1匹目のシマリスによるヘビ発見後のモビングは2匹目のシマリスによるヘビ発見を促進していることを示しており、対ヘビモビング行動の信号的効果が強く示唆された。

クロイトトンボにおける雌探索雄の空間分布

上田 哲行

クロイトトンボの雌雄は産卵場所となる池、あるいはその周辺で出会う。調査した池での雌探索雄の空間分布は次のような2つの単純な、互いに独立した規則によって形成されいた。すなわち、(1) 昨夜のねぐらから遠く離れない、(2) いったんある場所に到達すると、その場所での滞在時間の長さは、その場所の産卵場所としての質に依存する。最初の規則は、池での交尾可能雌の数が岸から離れるほど減少することに、第2の規則は、好適な産卵場所ほど雌の飛来の予測性が高いことに対応していると思われる。

ヤドカリの左巻の貝殻に対する反応

今福 道夫

好ましくない殻を背負うヤドカリは、新しい殻を与えられるとすぐ引越す。そのさい、与えられた殻に砂が詰まっていると、それをある方向に回転させて空にしてから移る。そこで、ヤドカリの殻を回転させる行動が固定的なものか、殻の形態によって変わる柔軟的なものか、彼らが野外で出くわすことのない左巻の殻（ヒドリマキイクチガイ）や、それと対照的な形の右巻の殻（ナガサキニシキニナ）を使って調べた。ヤドカリは、右巻の殻を砂の出やすい左方向に回転させたが、左巻の殻は左右いずれの方向にも回した。ビデオテープの分析の結果、左巻の殻に対する回転方向のバラツキは、彼らの殻に対する位置によって生ずることがわかった。ヤドカリは、殻口に対して内唇側に位置するときには、左巻の殻を右に回し、外唇側にいるときは左に回した。つまりヤドカリは、殻の巻き方や殻に対する位置とは関係なく、つねに、水平に倒された長い殻の上面を押すようにして殻を回すことがわかった。

雄が卵保護を行う交尾型カジカ、ニジカジカの非血縁卵の保護

宗原弘幸・竹中晃子・竹中 修

ニジカジカの繁殖行動は産卵と引き続いて行われる交尾からなり、産み出された卵は雄によって守られる。本研究は、DNAフィンガープリントを用い、雄とその雄に守られる卵の血縁を明らかにした。最初に、水槽内で雌を産卵の度に異なる雄とつがわせ、得られた4つのクラッチそれぞれの血縁を調べた。その結果、雄は雌が未交尾の時以外、その時の産卵で血縁のある子を得ることは出来なかった（雌が未交尾の時、交尾の際に海水中の溢れ出る精子で受精される）。しかし、雌がその後に産卵する時、雄は子を残せる機会があった。

次に、産卵期の終わり頃、野外から雄とそのなわばりにあった卵を採集し、雄と卵の血縁を調べた。その結果、雄は血縁のない卵を保護していた。以上から、ニジカジカの雄は交尾し将来のクラッチを受精する機会のために、血縁のない卵を保護していると結論した。

地下鉄の乗客で見られた姿勢に関連した行動の性差とその生物学的機能

小林 朋道

地下鉄の乗客、特にドアの近くに立っている人について、姿勢に関連した行動が調べられた。一人で立っている乗客について次のような事実が明らかになった。1) 腕の位置について、男性は比較的上にあげる傾向があり（MAH）、女性は男性に比べて下に保つ傾向があった（FAL）。2) 体の向きについて、女性は乗客を背にしてドアに体を向けて立つ傾向があり、男性は女性に比べ乗客に体を向けて立つ場合が多かった。3) MAH-FALという傾向は20代の個体で最も顕著に観察された。カップルの乗客については次のような事実が明らかになった。1) MAL-FALという傾向は単独の個体に比べカップルの個体でより顕著であった。2) 立つ位置については、男性-女性-ドアという位置が比較的多く観察され、MAH-FAL傾向は他の位置関係の場合に比べこの位置関係の場合により顕著であった。HAH-FALは繁殖期の男女間におけるペアーボンドの形成や強化に機能しているという可能性が示唆された。

単独性ハナバチの1種、トモンハナバチにおける親の投資と子孫の性比

杉浦 直人

トモンハナバチは筒孔類に営巣する単独性ハナバチの1種である。本種において、いかに母バチのコンディションが子孫の性比の決定に影響を及ぼしているかを調査した。オス成虫の体サイズは一般にメス成虫よりも大型で、この事実は子に対する親の投資量が両性間で異なることを示している。成虫の体サイズはオスの交尾成功度との間には相関を示したが、メスの営巣成功度との間には相関を示さなかった。投資能力に恵まれた大型で若い母バチはオス子孫に対してより多くの投資を配分していたが、小型で老いた母バチはメス子孫に対してより多くの投資を配分していた。以上の結果は、Trivers & Willard (1973) が哺乳類の性比調節について予測した結果と同様に、本種の母バチが自己の投資能力に応じて子孫の性比を適応的に操作できることを示している。

鱗食シクリッド *Perissodus microlepis* の多色と採餌行動との関連

Muderhwa Nshombo

鱗食魚である *Perissodus microlepis* の個体群内での採餌行動の変異をタンガニカ湖北西岸で調べた。成体と亜成体の個体では、個体毎に体色がベージュ、黒、灰色、縞の4種に分類される違いが認められた。この体色形態は性別や体サイズとははっきりとした関係はなかった。それぞれの体色をもつ個体は、それぞれ独自の微小生息場所にて、獲物を襲う方法もそれぞれで異なっていた。ベージュ個体は、これらもつとも多数であったが、湖底の開けた場所で獲物を待ち伏せたのに対し、黒色個体は岩陰を待ち伏せ場所として用いていた。灰色個体は魚群に混じって中層を浮遊しながら、その魚群の構成員を襲い、縞個体は水中を上下に遊泳しながら、主に底生魚を襲っていた。餌の対象の選好は襲撃方法に応じてそれぞれの体色で異なっていたが、襲撃成功率は方法間では似たようなものだった。標識個体を観察した結果、その個体襲撃方法はいつも同じで、ときにはその場所もほとんど変えなかった。種内における採餌の特殊化について、体色の機能と餌魚の生活様式の多様性と関連して考察する。

[訳：事務局]

ミツバチのワーカーの遺伝的多様性は花粉の多様性に関係しない

Michal Woyciechowski・Zofia Warakomska

人工的にワーカーの遺伝的多様性を減らしたコロニーによって集められた花粉と自然に交尾した女王に由来するコロニーのそれとの間に種多様性において違いが見られなかった。このような結果は、より広い食物資源を利用するための遺伝的基盤をもたらすことにより、女王の複数回交尾がコロニーの適応度を増加させるという仮説を支持しない。

[訳：事務局]

ナミテントウにおけるP2値の種内変異について

上野 秀樹

ナミテントウにおけるP2値の種内変異について実験を行った。Parker et al. (1990) の方法により解析した結果、本種では2回目に交尾した雄の精子による貯蔵精子の流しだしが行われている可能性が示唆された。2回目の交尾における長時間の精子移送は高い受精成功を2回目の交尾雄にもたらした。体サイズそのものは精子の流しだしの効率と関係しなかったが、長時間の精子の移送と大量の射精により大きな体サイズの雄が高い受精成功を収めていることが示された。

アリの一種 *Pachycondyla tridentata* の異常な社会構成

Kathrn Sommer・Bert Hölldobler・

Karla Jessen

マレーシアのアリの一種 *Pachycondyla tridentata* のコロニーは女王がいる場合とない場合がある。我々のみつけた総計7コロニーのうち女王の有無にかかわらず80%以上のワーカーが交尾していた。これはこれまで知られていないアリの社会構成である。女王とワーカーは等しく繁殖について競争する。観察されたコロニーでは数頭のアリが産卵した。行動観察はコロニー・メンバーの間の継続する優劣の相互作用を明らかとした。少数のアリ(女王とは限らない)がトップの地位を占めた。最優位のアリの除去は新しいヒエラルキーをもたらした。それにおいて発達した卵巣をもつ下位のアリは非繁殖的アリより頻繁に攻撃を受けた。平均すると羽化後間もない個体は年をとった下位のア

りより攻撃的で、コロニーのほとんどの年とつた産卵ワーカーと置き換わった。同巢個体の認識テストによると、非繁殖アリは発達した卵巣

をもつアリより見知らぬアリに対してより攻撃的だった。

[訳：事務局]

行動学諸分野の紹介

第7回 コミュニケーション研究

数理から見たシグナルの進化、最近の諸問題

谷内 茂雄 (京大・生態研センター)

1. はじめに

動物にとっても直接行動に移る前に何らかの情報を集めて対象の状態を推定したり、対象の次の行動を予測して意志決定に役立てることができれば有利である。一方で、みずからシグナルを発信することで情報を伝達、あるいは操作して他個体の意志決定に能動的に働きかけることが有利な状況も多い。

現在、採餌、闘争、配偶行動、など行動の種類に関わらずシグナルを介したコミュニケーションが直接行動の前提となったり、ある場合にはそれだけでこの決着がつくように動物の行動が進化してきたのには理由がある。

この小論では数理から見た動物のシグナルの進化に関する最近の諸問題を紹介したい。その際、まず2節から7節までに問題の理解に必要なコミュニケーション全般の状況を簡単に要約し、8節と9節で現在の数理サイドからの研究状況の紹介をおこなうことにしよう。

2. コミュニケーションの3要素

初めにコミュニケーションに関することから簡単にまとめておこう。コミュニケーションは基本的に2者以上を前提にしている。そして次の3つの要素を明確にする必要がある。

(1) シグナルの方向性：シグナルの発信者(シグナラー)はだれで受信者(レシーバー)はだれであるか？この際、潜在的なシグナラーとレシーバーもぜひチェックしたい。もう1つ大切なことはこの場合のシグナラーとレシーバーの利害関係の一致の程度である。

(2) シグナルの媒体とパタン

(3) シグナルの担う情報

3. シグナルの担う情報

情報を大きく区別することは有益である。さしあたって、1. 種、血縁関係、所属集団などを表す identity、2. 闘争の能力や健康状態を表す quality、3. シグナラーの次の行動・意図を知らせる intention、そして後述の操作説での4. “無意味”の4種類を区別しておこう。

4. 現在のシグナルがもつ特徴とシグナルの多様性

現在のシグナル(2-(2)のパタンの意味で)は進化の過程でさまざまな共通する特徴を備えるようになった(ritualization)。代表的なものは1. redundancy, 2. conspicuousness, 3. stereotypy である。一方でシグナルのパタンは近縁の種間で、あるいは同種でも環境によって大きな違い(多様性)が見られる。また1つの行動に複数個のシグナルが共存する(threat display)、あるいは使う(multiple signalling)という意味での多様性も存在する。このシグナルのパタンの持つ共通性と多様性を理解するためにいくつかの仮説がつけられた。

5. 伝達効率、正直さ、操作の3仮説

シグナルを進化させる要因として大きく3つの仮説がある。いずれも4節を説明しようとするものであるが簡単に要約しておこう。

(1) 伝達効率最適化説(efficacy)：シグナルの伝達を妨害するものとしてバックグラウンドノイズやエネルギーの減衰、レシーバーのエラーなどがシグナル強度の減衰やパタンの混同を招く。そういうノイズに対していかにシグナルが正確にレシーバーに伝達されるかがシグナルのデザインの大きな選択圧だとする立場であ

る。

(2) 正直さの維持 (honesty) : シグナルが正確にレシーバーに受信されてもそのシグナルの担う情報を信用してよいものだろうか? この説は、現在のシグナルがシグナルとして機能するのは進化の過程でシグナルとそれが担う情報との相関を維持するように、いいかえると信頼性を保つような選択圧がはたらいてきたからだとする立場だといえる。

(3) 操作説 (manipulation) : 基本的にはシグナラーの、レシーバーがもともと依存しているコミュニケーションシステムへの寄生、あるいは sensory exploitation のようなもともとレシーバーが隠しもっていた好み (hidden preference) への寄生といった状況を考えている。したがってレシーバーにとってシグナルには本来の情報・意味はなく信頼できない。この状況でレシーバーがシグナルに対する抵抗性を進化させ、シグナラーはさらにシグナルの強度を上げる、両者の共進化がシグナルをデザインするという立場である。

以上であるが、これらの仮説は互いに排他的なものではない。視点が違うのである。シグナルの進化に際してこれらのしくみが同時にはたらくことや、あるいは時間の経過によって支配的なしくみが変わることも十分考えられる。その個々の役割を正当に評価することが求められる。

6. 2つの正直さの区別

前置きが長くなったが、ここからは2番目の仮説“正直さの維持”に関する最近の理論的諸問題に話をしぼろう。まず2つの正直さを区別することが便利である。3節において4つの情報を区別したが、そのうち quality と intention の2つをシグナルが担う場合を考えると大きな違いがある。

(1) quality = 自己の品質との相関 : 変更不可

(2) intention = 未来の行動との相関 : 変更可 → 通常進化しない。

つまり、quality はもともとその個体もつ性質であり、コミュニケーションの行われる時間間隔では変更できない。一方、intention は自己の未来の行動であり、シグナルを発信したあと変更可能である。この理由から、従来 intention に関するシグナルは進化しにくいと

されてきたが、現在には明らかに intention を伝達している事例がある。この小論で紹介する正直さの維持に関する研究は主に quality に関するものであると注意を促しておこう。

7. 正直さを維持するしくみ

大きく4つに場合を分けよう。

(1) コストフリーシグナル: 2 - (1) で示唆したようにシグナラーとレシーバーの利害の一致の程度 (conflict of interest) が正直さの維持に関して大きな影響を持つ。両者に利害の対立がない場合にはシグナルの伝達に最低限必要なコストをかけるだけでその情報の信頼性が維持されることが期待できる (コストフリーシグナル)。後述するように Maynard Smith (91) はコストフリーシグナルが進化的に安定であるためには両者に利害の対立がないことが必要条件であることを示している。

(2) ~ (4) はシグナラーとレシーバーの利害が一致しない場合のしくみである。

(2) ハンディキャップ、Index, RHP:Zahavi (75) を代表とした説である。シグナラーには quality に関して変異が存在し、レシーバーはその quality を直接知ることはできず、シグナルをもとに優れた quality の個体を選択する状況を想定している。このようなシグナラーに cheater が侵入しうる状況では、そのシグナルは cheater がまねできないもの、あるいはまねできてもそれが割にあわないようにシグナルの伝達に最低限必要とする以上のコストがかかることが、シグナルと quality との相関を保つ条件だとする仮説である。“ハンディキャップ”と一括する場合が多いが、その分類・名称は研究者によって違いがある。基本的には Pomiankowski (87, 88)、Iwasa, Pomiankowski & Nee (91) などの集団遺伝学モデルの定義による “pure epistasis”、“revealing”、“conditional” の3つのしくみと Grafen (90a,b) の “strategic choice” が代表的である。しかし Maynard Smith, Harper らのようにシグナルの定義からシグナルでない RHP とシグナルであるハンディキャップ、Index を区別する場合もある。また Hasson (89) に代表される “amplifier” は “ハンディキャップ” と混同しやすい概念であるが、彼はレシーバーはその quality を直接知

ることができる、とする立場であり、その quality の差異を増幅する装置を “amplifier” と定義しているから基本的には異なるものとするべきだろう。

(3) コンベンショナル (conventional) : もともとは小鳥の “badge (羽根の模様の変異)” という一見ローコストに見え、簡単にまねできそうなシグナルが闘争の決着を決める情報をどんなしくみで維持できるのか、という “badge of status” 問題からでてきた説である。(2) とおなじく、結局はコストがかかることでシグナルと quality の相関が維持されるとする。ただしコストはシグナルを作る過程でかかるよりはむしろ、発信後の社会的相互作用でかかるとする。

(4) サイクリック : シグナルには機能する寿命があり、信頼性を失ったシグナルは新しいシグナルにとってかわられる、あるいは複数のシグナルが頻度依存的に交代するとする説である。だから基本的に正直さを維持するしくみはないとみている。

8. Grafen (90) ~ Maynard Smith (94)

この節では 7 - (1)、(2) に関する Grafen, Johnstone, Maynard Smith の 3 人の仕事を紹介する。それは Grafen (90a,b), Maynard Smith (91) がシグナルの進化に関する理論の上での大きな成果であり、その後の発展の基礎となっているからである。

(1) Grafen (90a) : Zahavi (75,77) のハンディキャップ原理に忠実に性選択過程を直接モデル化している。状況は次のとおりである。オスの quality q に関して変異が存在し、メスは直接この quality を知ることができず、オスの発信するシグナルからそれを推定する。そして 4 つのフェイズからなる仮想的な生活史を設定する : 1. オスの quality q が環境によってさだまる → 2. オスが自己の quality に応じて自由にシグナルのレベル a を決める : $A(q) \rightarrow$ 3. 初期生存率 α がオスの quality と選択したシグナルのレベルによって決まる : $\alpha(q,a) \rightarrow$ 4. 配偶期間にメスが自己のシグナルをもとにした選択ルールにしたがって一度だけオスを選び交尾する : $D(a,t)$ 。この機会のオスとの出会いは sequential な Poisson 過程にしたがうとする。

このモデルでオスの戦略は自己の quality に応じてシグナルを決めるルール (関数) $A(q)$ であり、メスの戦略は配偶期間のある時刻 t に出会ったシグナルレベル a のオスと交尾する確率分布関数 $D(a,t)$ である。これらの戦略をコードする遺伝子が 1 locus, 2 locus 等と仮定して突然変異に対する侵入不可能条件を集団遺伝学モデルで求めるとオス、メスそれぞれの適応度に関するよく知られた ESS の条件式 (不等式) がでてくる。ここに初期生存率 $\alpha(q,a)$ については次の 3 条件を仮定する : $\alpha_2 < 0$ (シグナルにはコストがかかる)、 $\alpha_1 > 0$ (quality が高いほど良い)、 $\alpha_{21} > 0$ (マージナルコストは quality レベルの高いオスほど小さい。つまり quality レベル q が高いほど、そのオスがより高いレベルのシグナルに切り替えたときのコストの負担は小さくなる)。ただし α_1 、 α_2 はそれぞれ α の q 、 a に関する偏微分である。この仮定のもとにオス、メスの適応度を戦略の関数として計算して ESS の性質を調べるわけだが、メスの戦略が確率分布関数 $D(a,t)$ であり、動的計画を使って最適解を計算するなど複雑である。しかし、結果はシンプルで 2 つの ESS があることがわかる。1 つは非シグナル解であり、オスは自己の quality に関わらず最低レベルのシグナル $A(q) = \min\{a\}$ を選択し、メスはオスのシグナルのレベルに関わらずすべてのオスを同じ確率で受け入れる戦略 $D(a,t) = D(t)$ が進化的に安定となる。この場合シグナルは実質的にないのと同じであり機能していない。もう 1 つの解はシグナル平衡解であり、オスは自己の quality に応じて連続的に増加するシグナルを発信し、メスはシグナルのレベルが高いオスほど受け入れる確率が高いものが進化的に安定になる。

Grafen は初期生存率などにその条件を満たす簡単な関数を仮定して具体的な数値解を示している。注目すべきは、まずシグナル平衡解においてオスの net viability は quality の単調増加関数にはならないことである。その形は quality に関して U 字形で中間レベルの quality のオスが一番低くなる。しかし net fitness は quality の単調増加関数になる。Grafen のモデルでは quality の変異が毎世代環境によって維持されているので selection によって net fitness が等しくなることは必要ない。次にシグナル平衡時と非シグナル平衡時の

メスの平均適応度を比較し、前者が後者より低くなるという、いっけん直観に反する結果を導いている。これは、確かにオスの honest signalling によってメスは quality の高いオスを選べるというメリットを得るが、それ以上に、増大するシグナルのコストでオスの生存率が下がりオスにうまく出会う機会が少なくなるというデメリットの方が大きくなるからである。

(2) Grafen (90b) : やはり性選択を例にとっているが、その詳細を離れ、シグナルの進化を論じるのに必要な essence だけを取り出してモデル化している。生活史は入れていない。オスの quality に関して変異が存在し、メスは直接この quality を知ることができず、オスの発信するシグナルからそれを推定するという状況は同じである。オスの戦略は自己の quality に応じてシグナルのレベルを決めるルール (関数) $A(q)$ であり、メスの戦略は受け取ったシグナルレベル a から逆にそのオスの quality レベル q を推定するルール (関数) $P(a)$ である。次にオスの適応度は自己の quality レベル q 、シグナルレベル a 、そしてメスの推定値 $P = P(a)$ の3変数の関数 $w(a, p, q)$ とする。一方、メスの適応度は自己の推定値 $P = P(a)$ とそのオスの真の quality レベル q とのズレをあらわす関数 $D(q, p)$ (正確にはそれをオスの頻度分布 $G(q)$ で重みづけした平均値) が大きければ大きいほど目減りすると仮定する。

この2つのオス、メスの適応度に関して 90a で導いた ESS の条件式をもちいて次の結果を導いている。

1 : $w_1 < 0$ (シグナルにはコストがかかる)、 $w_2 > 0$ (メスが高く評価すればするほど良い)、 $(w_1/w_2)_s < 0$ (特別な場合には、 $w_{1s} > 0$) (マージナルコストパフォーマンスは quality レベルの高いオスほど大きい、あるいはマージナルコストは quality レベルの高いオスほど小さい) の3つの仮定をおくと、ESS には正直なシグナル平衡解が存在する。つまり、オスは quality レベルの高いオスほど大きなシグナルを発信する、一方メスの推定関数 $P^*(a)$ は $P^*(A^*(q)) = q$ 、つまりズバリオスの真の quality レベルを見破るものが解となる (honesty)、いいかえるとオスの戦略 $A^*(\cdot)$ の逆関数となっている。このとき推定関数 $P^*(a)$ に関して常微分方程式の境界値問題が導かれ、それを解け

ば $P^*(a)$ 、ついで逆関数を求めれば $A^*(q)$ が求められる。

2 : Zahavi のハンディキャップ原理に沿うかたちに 1 の結果を言い替えると次のようになる。

$w_2 > 0$ (メスが高く評価すればするほど良い) であり、オスの戦略 $A^*(q)$ が quality レベルの増加関数である性質を持つものが ESS であるためには、

$P^*(A^*(q)) = q$ (つまりそれは正直なシグナル) であり、 $w_1 < 0$ (シグナルにはコストがかかる) が必要で、さらに $(w_1/w_2)_s < 0$ (マージナルコストパフォーマンスは quality レベルの高いオスほど大きい) ことが必要条件となる。

このあと Grafen は適応度などにその条件を満たす簡単な関数を仮定して具体的な解析解・数値解を示している。本質的な結果は 90a と同じである。

Grafen (91) に本人自身によるわかりやすい解説がある。

以上の2論文で Grafen は Zahavi のハンディキャップ原理が論理的にちゃんと働くことを示したといえる。

(3) Maynard Smith (91) : Grafen (90a,b) を受けてよりシンプルなモデルでその本質をとらえようとしたもの。たった2ページの論文だが重要な結果を含み、以後のハンディキャップ原理のモデルがこれを基本としてさまざまなバリエーションをつけて発展したのだから見落とせない。

Grafen (90a,b) が性選択の状況をモデル化したのと異なり、Maynard Smith は利他行動の状況を設定した。イングランドに実在した人物 Sir Philip Sidney のエピソードから発想したこのモデルを彼は Sir Philip Sidney game と名付けている。状況は次のとおりである。

戦場に負傷した2人のプレイヤー、donor D と beneficiary B がいる。donor は分割できない資源 (水の入った水筒) をもち、それを自分で使うかあるいは beneficiary に与えることができる。もし自分でつかえば確実に生き残ることができるが、相手に与えれば自分の生存率は少し減る ($S < 1$)。一方 beneficiary の状態は

水がなければ確実に死ぬ状態 (thirsty) かあるいは水がなくてもそれなりの生存率 ($V < 1$) を維持できる状態 (not thirsty) のいずれかである。そして beneficiary の状態は donor には直接知ることはできないとする。さらに両者は血縁度 r で結ばれているとしよう。したがって適応度は包括適応度ではかることになる。このような状況で beneficiary が自己の状態に応じてコスト t ($0 \leq t \leq 1$: 生存率の減少分ではかる) のシグナルを発信できるとしよう。このとき 1. beneficiary は thirsty のときだけシグナルを発信し、2. donor は beneficiary がシグナルを発信したときだけ資源を与えるという“正直”な解が ESS となる条件を求めている。主要な結果は 2 つある。

1: “正直な”解が ESS であり、しかもそのシグナルがコストのかからないもの (コストフリーシグナル: $t=0$) であるには、donor と beneficiary の間に利害の対立がない (no conflict of interest) ことが必要条件となる (しかし、十分ではない)。

2: 利害の対立がある場合に、“正直な”解が ESS であるためには、そのシグナルにはコストがかかる ($t > 0$) ことが必要条件となる (しかし十分ではない)。

Maynard Smith のモデルは Grafen (90) の連続的なモデルと異なり離散的な状態・戦略であるが本質的に同じ結論を導いている。

(4) Johnstone & Grafen (92a): Grafen (90b) をスタンダードモデルとしてノイズ、特にレシーバーの perceptual error のある現実的な状況下 (error-prone system) でのハンディキャップ原理の成立の可否を調べている。Grafen (90b) と異なるのは、シグナラーの発信したシグナル a を $1-d$ の確率でみのがしてしまい (detection error)、さらに d の確率で受信したシグナル a を $P(p;a)$ の確率でシグナル p と混同してしまう (discrimination error) 点である。そしてメスの戦略はこの perceptual error の入ったシグナル p をもとにそのオスの quality レベル q を推定するルール (関数) $I(p)$ となる。ここに perceptual error 関数 $P(p;a)$ については、 $P_{ll}/P_{hl} > P_{lh}/P_{hh}$ (シグナルレベル a が大きいほどそのオスが高いレベルのシグナル p を出している) と知覚

されやすい) という性質を仮定する (P_{hl} など P (high p , low a) などの略号であり偏微分ではない)。これらの仮定のもとに Grafen (90b) と同様の適応度関数を使い、今度はその perceptual error のもとでの平均適応度を計算する。結果は次の通りである。

オスの戦略 $A^*(q)$ が quality レベル q の増加関数となるものが ESS であるためには、メスの戦略 $I(p)$ は知覚されたシグナルレベル p の増加関数 (つまりそれは正直なシグナル) であり、 $w_1 < 0$ (シグナルにはコストがかかる) ことが必要で、さらに $w_{13} > 0$ (マージナルコストは quality レベルの高いオスほど小さい) ことが必要条件となる。つまり perceptual error のある状況ではメスは完璧な推定はできないが、それでもシグナルレベルの高いオスほど quality レベルも高いと推定するやりかたが ESS となる。したがってオスの側からみると quality レベルの高いオスほど大きなシグナルを発信し、平均的にメスからも高い quality レベルを持つとみなされることになる。ハンディキャップ原理は平均的に成り立つのである。

Johnstone & Grafen (92a) はこの perceptual error のもとでの研究が、“multiple signalling” や Hasson (89) の “direct perception of quality”、“amplifier” といったアイディアを取り込むのに役立つことを示唆している。

(5) Johnstone (94): Johnstone & Grafen (92) に具体的な関数形を仮定し、数値計算によって perceptual error 下でのシグナル平衡解 (ESS)、とくにオスの戦略 $A^*(q)$ の性質を調べている。主な結果は次の通りである。

1、まずシグナル平衡解 (ESS) は複数個存在しうる。これは error-free 下での結果 Grafen (90b) と大きく異なる。2、 $A^*(q)$ の関数形は不連続な階段状の増加 (非減少) 関数となる。特に、シグナルを発信しない quality レベルの低いオスのクラスが発生し、シグナルを発信する quality レベルの高いオスのクラス (さらにいくつかのサブクラスにわかれる) とにはっきり分離する。この原因にたいして Johnstone (94) は次のような説明をおこなっている。: perceptual error の存在によってレシーバー (メス) はシグナルの小さな違いを区別しにくくなり、その結果シグナラー (オ

ス)は自己の quality の違いを知らせるのにより大きなシグナルの発信を必要とする。しかしある程度まで quality レベルが高くないとその負担には耐えられず、結局シグナルを発信しないでメスに quality の違いを知覚させえないことに甘んじる quality レベルの低いオスのクラスが発生することになる。

Johnstone (94) はさらにディスプレイのいわゆる “typical intensity” を説明する新しい仮説としてこの “all-or-nothing” 的なシグナルボタンを提出している。

(6) Johnstone & Grafen (92b): Maynard Smith (91) のモデルにおいて離散的だった状態・戦略を連続的な変数に変えて Grafen (90b) の方法でそのシグナル平衡解の性質を解析している。

Maynard Smith (91) において、2人のプレイヤー、donor D と beneficiary B の生存確率をそれぞれ状態 (quality) x, y ($0 \leq x, y \leq 1$) とし、一様分布すると仮定する。両者ともに自己の状態はわかるが相手の状態はわからない。beneficiary は自己の状態 y に応じて自由にシグナルレベル q を選択し発信する。ここにシグナルレベル q は同時に自己の生存確率を y から $y-q$ へと引き下げるコストの大きさでもある。beneficiary の戦略はしたがって関数 $Q(y)$ となる。一方 donor は beneficiary の発信したシグナルレベル q と自己の状態をもとに分割できない資源を自分で使うかあるいは beneficiary に与えるかを決める。donor の戦略はしたがって自己の状態 x をもとに beneficiary に資源を与えるための最低限 beneficiary が発信すべきシグナルレベル p を決める関数 $P(x)$ となる。以上の状況で適応度の期待値を計算し、その ESS 条件からシグナル平衡解を求めている。

シグナル平衡解は解析的にもとまり、次のような性質を持つ。

1、beneficiary の戦略である関数 $Q(y)$ は自己の状態 y の減少関数となる。つまり beneficiary は “正直” であり、自分が苦しいときはシグナルレベルを高くする。 $y=1$ のときは $Q(y)=0$ 、つまり自分の生存が確実なときにはシグナルを発信しない。2、donor の戦略である関数 $P(x)$ もやはり自己の状態 x の減少関数となる。つまり、自己の生存率が高くなるにしたがってよりシグナルレベルの低い

相手にも資源を与えるようになる。特に、 $x=1$ のときは $P(x)=0$ 、つまり自分の生存が確実なときには無条件で資源を相手に与える。

Johnstone & Grafen (92b) はさらに第3のプレイヤーである “メッセンジャー” を組み込んでこのモデルを拡張している。

シグナラー (beneficiary) のシグナルはまずメッセンジャーに発信され、受信したメッセンジャーがあらためてそれをレシーバー (donor) に発信する。メッセンジャーはシグナラーからシグナルレベル q を受け取り、それを別のシグナルレベル t に変換して送り出す。したがってメッセンジャーの戦略はシグナルの変換のしかたを決める関数 $T(q)$ である。

シグナラー、メッセンジャー、レシーバーの3者はそれぞれ異なる血縁度を互いに持ち、シグナラーとレシーバーは互いの包括適応度を最大にしようとするが、メッセンジャーだけはシグナラーとレシーバーの生存率を血縁度で重みづけたものを最大にするべくシグナルのチューニングをおこなうと仮定する。具体的には被子植物の種子における母体と胚の parent-offspring conflict を考え、3倍体ゲノムを持つ胚乳が両者の仲介役 (メッセンジャー) となることでこの conflict に由来するシグナルのコストが小さくなる可能性を考えている。解析の結果はメッセンジャーの存在下では安定なシグナル平衡解は存在しない。メッセンジャーは3者の血縁関係によって最大限のシグナルレベルあるいは最小限のシグナルレベルで伝達しようとする。

(7) Johnstone & Grafen (93): Maynard Smith (91) の離散的な状態・戦略の仮定はそのままだが、beneficiary の population にはシグナルのコストがそれぞれ t_1, t_2 、donor との血縁度がそれぞれ r_1, r_2 と異なる2つのクラス1, 2が $q:1-q$ の割合で混じっている状況を考える。donor にはクラス1と2のbeneficiary を直接区別することはできない。この状況でクラス1のbeneficiary は thirsty なときに限ってシグナルを発信し (honest)、一方、クラス2のbeneficiary はいつでもシグナルを発信する (dishonest)、そして donor は beneficiary がシグナルを出したときに限り資源を与えるという解が ESS となる場合がある。

この場合にクラス1の頻度 q は最低限必要ないき値がある。このようにシグナラーの population に quality 以外の状態（たとえば血縁度やコストの大きさ）に違いが存在するときには、レシーバーはシグナルだけでは beneficiary のクラスまで特定できず、結局低頻度で dishonest な戦略をとるクラス2を許してしまうのである。

(8) Maynard Smith (94) : Johnstone & Grafen (92b) の結果を受けて、Maynard Smith (91) の離散状態・戦略の仮定の下で導いたコストフリーシグナルの存在条件がどれだけ一般性をもつか検討している。

Maynard Smith (91) の状況下で、beneficiary の生存率 V ($0 \leq V \leq 1$) は連続的な変数で確率分布し、donor の生存率 S ($S_{\min} \leq S \leq S_{\max}$) も連続的な変数とし、やはり確率分布する。beneficiary にとっては自己の生存率 V と donor の平均的な生存率 S_{mean} は知ることができる。一方、donor は自己の生存率 S とコストフリーシグナルを発信したときとしないときの beneficiary の平均生存率 V_2, V_1 を知ることができる。このような仮定のもとで、1. beneficiary は自己の生存率があるいき値 V_{crit} より低くなるときに限りコストフリーシグナル ($t=0$) を発信し、2. donor はコストフリーシグナルを受け取ったら常に資源を与える、という戦略の組が ESS となる S と V の分布を数値的に探している。

解析の結果、そのような分布は実際存在する。注目すべきは、もし donor が beneficiary の正確な生存率 V を知っていたら資源をわたさないような領域、いいかえると利害の対立がある領域が $V < V_{\text{crit}}$ の分布に存在することである。しかし donor の情報には限界があるために実際にはその領域の V を持つ beneficiary のコストフリーシグナルにも答えてしまうのである。とはいえ、そのような利害の対立がある領域（の頻度）はあまり大きくてはならない。以上より、Maynard Smith (91) の結果は連続状態のときにも一般的に成り立つことだと結論している。

次に Maynard Smith (94) は beneficiary のコストフリーシグナルが信用されない、いいかえるとコストのかかるシグナルが必要となる

パラメーター領域において、donor の生存率 S がきわめて低く、たとえ beneficiary が thirsty であっても資源をわたすべきでない状況を考える。このようなときに、もし逆に donor がコストフリーシグナルによって beneficiary に自分は資源をわたさないということを伝達できればそれは beneficiary がむだにコストのかかるシグナルを発信してさらに弱のを防ぐことができる。この donor が発信するコストフリーシグナルに beneficiary がしたがう場合が ESS となりうるかを、再び離散的な状態に戻って数値的に検討している。この場合は両者の 2-way communication game となり解析が複雑となるがそのような例もありうることを示している。

9. 今後の展開

(1) 性選択との関係

性選択に関しては Andersson (94) や Møller (94) など豊富な情報があるのでモデルの説明以外その内容には触れなかったが、シグナルの進化に関する研究が最も恩恵を受けた分野である。とくに Pomiankowski (87,88)、あるいは Pomiankowski, Iwasa & Nee (91)、Iwasa, Pomiankowski & Nee (91) に代表される量的遺伝モデルによるハンディキャップ過程と Fisher 過程の比較解析は、Grafen, Johnstone & Grafen による一連の仕事と並ぶ大きな成果である。最近の発展としてシグナラーが複数のシグナルをもちいる multiple signalling の理論的研究として Pomiankowski & Iwasa (93)、Iwasa & Pomiankowski (94) がたいへん興味深い結果をだしている。

90年代に入ってから Ryan らが提出している sensory exploitation とよぶ性選択の新しい仮説もシグナルの起源・進化の方向などを考えるうえでおもしろい。Enquist & Arak (93)、Arak & Enquist (93) はニューラルネットモデルと遺伝的アルゴリズムをもちいて、sensory exploitation のもととなるいわゆる “hidden preference” あるいは “sensory bias” がニューラルネットのような人工的なシステムにも必然的に発生することを具体的に示し、その説明を試みている。

また、信頼できる正直なシグナルとして FA (Fluctuating Asymmetry) が注目されている。これは multiple signalling の理論的研究にいつ

そう関わってくるだろう。

以下、思いつくままに重要な問題を挙げよう。

(2) より現実的なコミュニケーションにおけるシグナルの理論

Grafen (90b)、Grafen & Johnstone (93) が示唆し、8節で説明した彼らの一連の論文でもすでに研究が進んでいる。

1. ノイズ下でのコミュニケーションへのハンディキャップモデルの拡張: Johnstone & Grafen (92a)、Johnstone (94)。

2. multiple signalling モデル: Pomiankowski & Iwasa (93)、Iwasa & Pomiankowski (94)、アプローチが異なるが Johnstone & Grafen (93)。

3. メッセージャー等を含む3者以上のコミュニケーションモデル: Johnstone & Grafen (92b)。

4. シグナラーが quality 以外の状態 (trait) を持ち、それに変異がある場合のモデル: Johnstone & Grafen (93)、また闘争における Maynard Smith (82) の一連のモデル。

5. シグナラーとレシーバーが交互にその役割を交代する 2-way signalling game: Enquist & Leimar (83,87)、Leimar & Enquist (84) らの一連の sequential assessment game や Maynard Smith (94) にその芽生えが見られる。

6. “direct perception of quality” の問題: Hasson (89,90,91) などの一連のモデル。

(3) 各分野へのハンディキャップモデルの適用

Godfray (91) の parent-offspring conflict、Vega-Redondo & Hasson (93) の predator-prey 系へのハンディキャップモデルの適用などがある。今後も理論的予測を得る指針としていろいろなコミュニケーション系のモデル化がされるだろう。

(4) intention の正直さを維持するしくみとシグナルの起源

Maynard Smith (82)、Enquist (85)、conventional signalling の文脈で、Maynard Smith & Harper (88)、Johnstone & Norris (93) などで扱われているが私にはもう1つすっ

きりしない。

Krebs & Dawkins (84) では mind-reading による intention に関する情報がシグナルの進化の起源となるとする説があるがそのところとつじつまがあうのかも気になっている。

(5) conventional signalling のしくみ、正直さを維持する各しくみの役割

Maynard Smith & Harper (88)、Johnstone & Norris (93) でおもに “badge of status” の維持のしくみをテーマに展開しているが、ハンディキャップモデルに比べるとまだ研究が進んでいない印象を受ける。数理モデルではないが M. Dawkins & Guilford (91) などが重視している。

7節で説明した正直さを維持する各しくみの現実での各役割や重要性を比較し、あきらかにすることはシグナルの進化を理解するうえで大きな意味をもつ。

(6) シグナル、コミュニケーションの概念の整備

Krebs & Dawkins (84) のシグナルの担う情報に対する見解と Grafen (90b) の見解とのへだたり、あるいは最近 Maynard Smith, Harper らが提唱するシグナルの定義と分類、Hasson (94) の cheating とコミュニケーションシステムの分類などをみるとすぐに研究者間で合意が形成されるとは思えない。

(7) 操作説の状況の明確化と cheating、擬態のしくみ

Krebs & Dawkins (84) の操作説は、4節の3仮説のなかでは状況・概念ともあまり明確とはいえない。モデルをつくり検討する必要がある。またコミュニケーションシステムにはつきものの cheating、擬態のしくみについても正直さを維持する各しくみの理解をふまえて検討しなおす必要がある。

(8) cognitive な機構と intentional signalling
興味深いテーマであるが実はよく知らない。
Hauser & Nelson (91) などが参考になる。

10. 文 献

コミュニケーション全般に関するすぐれたレビュー (1) と本論 8 節であげた論文の出典 (2) を書いておこう。他の論文の出典については (1) あるいは (2) の references に多くがのっているので略した。

(1)

Krebs & Davies (93) An introduction to behavioural ecology 3rd ed:349-374.
Harper (91) In Krebs & Davies Behavioural ecology 3rd ed:374-397.
Phil.Trans.R.Soc.Lond.B v340 (93).

(2)

Grafen (90a) J.Theor. Bio. v144:473-516.

Grafen (90b) J.Theor. Bio. v144:517-546.

Grafen (91) In Krebs & Davies Behavioural ecology 3rd ed:23-31.

Maynard Smith (91) Anim. Behav. v42:1034-1035.

Johnstone & Grafen (92a) Proc.R.Soc.Lond. B v248:229-233.

Johnstone (94) Proc.R.Soc.Lond.B v256:169-175.

Johnstone & Grafen (92b) J.Theor.Bio. v156:215-234.

Johnstone & Grafen (93) Anim. Behav. v46:759-764.

Maynard Smith (94) Anim. Behav. v47:1115-1120.

ディスプレイの機能に関する議論のための予習

藪田 慎司 (京大・理・動物)

「信号行動」という用語の三つの用法

エソロジーの論文にはしばしば信号 (signal) という言葉が現れますが、その意味は大きく次の三つに分けられます。

一つ目は、表象としての信号です。表象とは、何らかの存在や状態を代理して表すものことで、例えば、火の存在を示す煙、止まれを意味する交通標識、Aを表すモールス信号などは、みな表象です。信号 1 とは「何かを表すもの」のことです。

二つ目は、コミュニケーションの手段としての信号です。コミュニケーションには、信号とその送り手の他に受け手の存在が不可欠です。つまり、ある刺激がただ知覚されたというだけでは、それは雑音とかわりないわけで、その刺激が信号なら刺激の受け手はそれによって何らかの影響を受けるはずで、つまり、信号 2 とは「他個体に影響を与える手段」を意味します。

三つ目は、どのようにして影響を与えるのかという問いに関係します。この問いに対しては、情報を伝えることによってであるとする答えが一般的です。ここでいう情報とは情報理論において数学的に定義される情報 (Shanon's information) ではなく、もっと日常的な用法

における情報：意味論的情報 (Semantic information) です。これは、簡単にいえば「意思の決定の際、判断材料になるような知識」のことです。信号 3 は、このような受け手にとって重要な「情報を伝達するもの」のことです。

たいていの人は信号という言葉がこの三つのどれかの意味で用い、そして同じことを視点を変えて述べているのだと感じています。実際、現在最もポピュラーなコミュニケーションの理解はこの三つを混ぜ合わせて作られています。

「信号行動はある意味論的情報を『表象』している。送り手はこの信号行動を行うことによって、受け手へこの『情報を伝達』することが出来る。この情報は送り手が知っているが受け手の知らない情報であり、受け手はこの情報をもとに意思決定を行うから、信号が発せられた場合とそうでない場合には受け手の行動は異なってくるだろう。従って、送り手は信号行動を行うことによって、受け手の行動へ『影響を与える』ことが出来る。」

この図式は我々が持っている信号を用いたコミュニケーションのイメージによくあっているため、広く流布してします。確かに、この図式は一見明快で疑問の余地のないように見えます。

しかし、この図式には無視できないあいまいさがあり、それが、行動によるコミュニケーションを巡る議論に混乱をもたらしています。そのあいまいさは、信号1と信号3、信号2と信号3の間にある微妙だが決定的な違いに起因しています。

Dawkins & Krebs (1978) は信号2と信号3のあいだのずれを指摘しました。他個体に影響を与えるための方法は、情報を伝達することだけではありません。エソロジストにおなじみのリリーサーは、情報を介在させずに他個体の行動に直接影響を与えるものではなかったでしょうか。この二つの違いは、一見受け手の自由な意思決定を想定するかしないかというナイーブな区別のようにみえますが、そうとばかりもいえません。情報によって意思決定が行われる場合、その情報が信用できるかどうか大きな問題になるでしょうが、リリーサー的なメカニズムを想定する場合、そのような正直さは問題になりえません。というのは、リリーサーが伝えるのは、言語化するなら「なににないをせよ!」という命令文だからです。命令文の真偽を問うことが出来るでしょうか。

彼らの指摘は重要なものですが、今回は主に信号1:「何かを表すもの」と信号3「情報を伝えるもの」の間にあるずれに焦点を当てようと思います。

信号行動が情報を「伝える」二つの場合

信号行動が「表している情報」と信号行動によって「伝えられる情報」は同じものでしょうか。たいていの場合この二つは一致すると見做されます。あるいはこのような問い掛けそのものが発せられません。信号がその「表していることを伝える。」のは自明というわけです。しかし、行動が情報を伝える伝え方には実は二つの異なるやり方があります。このことは、「行動が情報を伝える」という言い方がどのように使われるかを反省してみればよくわかります。私達はこの言い方を次のような異なる二つの現象の両方に適用します。

例1: カケスの一種 (*Garrulus G. gradarius*) を数匹ケージに入れておくと、餌を食べる順番を巡って直線的順位が生じます。高位の個体が餌を食べているところへ、低位の個体が近づくと高位の個体はこれを一瞥しますが、このとき低位個体が不用意な対応をすると

攻撃されてしまいます。Bossema & Burgler (1980) は、この高位個体が低位個体を一瞥する仕方(片目で見ると、両目で見ると)が、高位個体の「怒り」を表していることに気がつきました。一瞥に対して低位個体が同じ反応をした場合で比べると、両目で見られたときの方が、攻撃される可能性が高いのです。このことは低位個体に伝わっているといえます。なぜなら、両目で見られたときの方が服従的な行動をとる頻度が高いからです。

例2: ヒキガエル (*Bufo bufo*) は他の多くのカエルと同じように、オスの鳴き声の振動数が、体の大きさにほぼ比例していて、大きなカエルほど低い声を出すことが出来ます。Davies & Halliday (1978) は、すでにペアになったメスを乗っ取るようとしているオスに対して、ペアの傍においてスピーカーから低い声を流すと、高い声を流したときより攻撃の頻度が鈍ることを確かめました。このことから、彼らはヒキガエルは鳴き声から他個体の体の大きさを計っているのだと結論しました。

この二つの例は、どちらも「行動が情報を伝えている」ということができます。つまり「両目で見ることが怒りを伝えている」のであり「鳴くことが体の大きさを伝えている」のです。しかし、この二つは同じものではありません。ヒキガエルの場合「鳴くことが体の大きさを伝えている」ともいえますが「鳴き声の振動数の違いが伝えている」ともいえるわけです。しかし、カケスの場合そのような言い換えはできません。

Enquist (1985) は、これらを次のように区別しました。彼によれば、カケスの場合は行動の「選択 (choice)」による伝達、ヒキガエルの場合は行動の「やり方 (performance)」による伝達、と表現されます。行動が情報を伝える伝え方に、二種類あるとはこういうことなのです。だから、行動が伝えている情報と行動が表している情報を同じものであるとは、簡単に断定できません。では、この二つのうちどちらを行動が情報を表していると呼べばいいのでしょうか。

「表象」としての行動

何かを代理として表す表象の本質は差異だといえます。なぜなら、何かを表すということは、それが別の何かではないことを表すということ

だからです。例えば猪をAという表象で表現するのなら、猪という概念が区別されなければならない別の概念、西や猿や戌を表す表象はAであってはなりません。それはBやCやDと表現されなくてはならないのです。つまり、重要なのはAが猪のことだと約束することではなく、猪以外の概念を表わす表象がAと異なっていることなのです。簡単な話、西という概念をイノシシと発音することにしたのなら、我々は西という概念はもちろん猪という概念さえも表現することが出来なくなってしまいます。このことから、表象が何かを表すためには、別の表象との違いこそが重要であることがわかります。受け手が表象を認識するとは、それを他の表象と区別することによってです。ですから、行動が表象として働くとは行動が差異として働くということだといえます。

行動を差異として捉える。難しいことのように見えますが何のことはありません。これは行動カテゴリーを記載する(定義する)ことに他ならないのです。ある行動カテゴリーを立てるとはどの行動がそのカテゴリーに入らないかを定めることだからです。

さて、以上のことから「行動がある情報を表わす」ということのより精密な表現が得られます。それは「行動を定義した差異と情報を表わす差異が同じ差異である」という表現です。この二つの差異が同じものである場合、今後これを「行動が表象として働く」と表現することにしましょう。これは Enquest のいう行動の選択による情報伝達という表現と本質的には同じことです。

では、先の二つの例のうち、行動が表象として働いているのはどちらでしょうか。これは、明らかにカケスの場合だといえます。ここでは両目で見るという行動を定義するのは、両目で見ること/片目で見ることとの差異なのですが、まさにこの対立が、怒りの相対的、高/低と対応しているのです。だから、これは両目で見るという行動が、相対的により高い怒りという内的状態の表象となっているといえるわけです。

情報伝達の「場」としての行動

「行動が表象として働いている」とき、それは確かに「行動が情報を伝えている」という状態です。イノシシと発音する行為は、確かに猪という概念を伝えています。しかし、「行

動が情報を伝達する」という言い方で表現される現象はそれだけでしょうか。イノシシの例でいえば、そう発音する行為は、発音者の性別、個性性、感情(怖がっているのか、喜んでいいのか)等の情報を伝えることが出来ます。もちろん、これらの情報は決してイノシシという単語が表している情報ではありません。

こういったことが起こるのは、生の行動と定義された行動の違いによっています。実際に行動が行われているときには、行動を定義する差異以外の差異が同時に生じているのです。イノシシと発音する行為でいえば、定義に採用されている差異: トリやサルといった他の表象との発音上の違い、と同時に、声の振動数、抑揚、発話の速度、もっといえば顔の表情等、「定義に用いられた差異とは別の差異」が生じており、それらが情報を伝えているのです。ヒキガエルの場合、鳴き声をだす/ださないという、鳴くという行動を定義する差異と同時に、鳴き声の振動数の違いという別の差異が共起し、これが体の大きさの表象になっているわけです。

さて、問題はこのときの行動、ヒキガエルで言えば鳴くこと、それ自身の役割をどう呼べばよいのかということです。こういった現象では、情報が行動によって表されているのではなく、情報は「行動している間に伝わった」のですが、そのときの行動自身の役割を一言で述べるとなるとうまい言葉が思い当たりません。とりあえず、情報伝達の「場」としての行動という言葉提案しておきたいと思います。

私は、この「場」という概念が特に動物の視覚的ディスプレイを用いたコミュニケーションを研究するために重要であると考えています。というのは、視覚的ディスプレイは多くの場合「我々が期待している情報」の表象にはなっていないからです。

例えば、動物の闘争に用いられるディスプレイは直接的な手段に頼らずに決着をつけるための情報を伝えるのだと期待されます。しかし、動物の闘争の多くは、「同じ」ディスプレイをとって睨み合うという形で起こります。この場合、ディスプレイが闘争を終結させる: 勝敗を決するような情報、例えば力の強さ、覚悟の強さ等の表象になっていないことは明らかです。もしそうなら、勝つほうと負けるほうで異なる行動カテゴリーに分類される別のディスプレイをしていなくてはならないからです。あわてて

付け加えておきますが、決してそのような情報が伝わらないと言っているわけではありません。もし、それが伝わるとしても、それは Enquist の言い方でいえば、ディスプレイのやり方の違いによる伝達、つまり同じディスプレイ同士の間、微妙な差異やあるいは、ディスプレイしている間に明らかになった体の大きさ等による伝達になっているはずですが、したがって、もしこのような儀式的闘争がなんらかの情報伝達によって決着づけられている：勝敗が決しているとしてもディスプレイはそのような情報の表象ではなく場としての役割をはたしていることになりません。

広義の意味論的情報

さて、私はこのはなしの最初の段で「意味論的情報」が私たちの興味の対象なのだと言いましたが、ここでこの概念を少し拡張します。

Ch.S. パースは記号の意味を「別の記号体系へ翻訳されたもの」と呼んだそうですが、私たちがそれにちなみ「意味論的情報」を「(私たちの) 言語に翻訳された情報」と言い換えて、この言い換えの示しているものを広義の意味論的情報としましょう。これによって、私たちは言い換える前の概念を含み、さらにそれよりも広い適用範囲を持っている、新たな概念を手に入れることになります。

狭義の意味論的情報はつまり知識のことです。Krebs & Dawkins (1981) はこれを「何かについての」情報と呼びましたが、このことからわかるように、これは「・・・は・・・である」という叙述文として言語化できる種類の情報をさします。ところで、よく知られているように彼等は操作という概念を狭義の意味論的情報に対比させたわけですが、この操作という機能は「・・・せよ」という命令文の形式で言語化できます。つまり彼等のいう情報と操作はともに広義の意味論的情報の概念に含めることができるわけです。そしてそのうえで言語化された形式の違い(叙述文/命令文)によって区別されることになります。今後、単に情報というときはこの広義の意味論的情報をさすこととします。

行動が伝える情報はすでに述べたようにそれを表象する差異の違いによって、2つに分けることができます。その差異が問題としている信号行動を定義するのに用いられた差異と同

じである場合には当の信号行動はその情報の表象と呼ばれます。一方、情報を表象する差異が行動を定義する差異以外の差異、たとえば行動の強度の違いとか行動の付随的要素である場合には行動は情報伝達の場であるということになります。

以上、私たちは情報の種類に「命令文」と「叙述文」を区別し、その情報伝達に関して信号行動が果たす役割に「表象」と「場」を区別してきました。これらの新たな用語を用いてディスプレイの機能を説明するために提出されてきた考えを明確に分類することができます。

信号行動の機能

信号行動とくにディスプレイの機能を説明する仮説には、意図の予告、操作、共通の背景、の3つがあります。(それぞれの詳しい説明は行動生態学の教科書をご覧ください。)

意図の予告が想定している情報は「私が次に行う行動は攻撃である」あるいは「私はこんなに怒っている」といった叙述文で表わせる情報です。そしてこの情報を表わすのは信号行動(威嚇ディスプレイ)をすることそのものと想定されています。つまり信号行動は表象として働いています。

この考え方を古典的見解と呼んで批判した Krebs & Dawkins (1981) が提出した操作という考え方は、すでに述べたように命令文で記述できるような情報を伝達するコミュニケーションと考えられます。この点で彼等の考え方は叙述文で表わされる情報を考えた古典的見解と対照をなしますが、しかし、情報伝達における信号行動の役割としてはいぜん表象としての役割を考えています。

一方、Zahavi (1979) の提出した共通の背景という考え方は信号行動の役割を表象ではなく場としてとらえているという点で前二者ときわだたした対比を見せます。というのは彼は定型化した同一のディスプレイが個体間の差異をきわだたせるための共通の背景として働くと考えているからです。ここでコミュニケーションの相手に伝達される個体間の差を表わすのはディスプレイすることとは考えられません。なぜならどの個体も同じディスプレイをしているからです。個体間の差を表わしているのはディスプレイを定義する差異とは別の差異なのです。さて、このとき伝達されている個体間の差とは具

体的に言えばどういう情報かといえば、たとえば個体のもつ RHP (資源保持能力) とか雌から見て重要な雄の能力といった情報です。つまり叙述文で表わされるような種類の情報なわけがこの点では Zahavi の考え方は、意図の予告と同じです。以上を整理すると次のような表になります。

仮説	情報		役割
	叙述文	命令文	表象場
意図の予告	+		+
操作		+	+
共通の背景	+		+

正直な信号について

最近の話題といえば正直な信号という考え方が数理的な面で進展をみせたことでしょうか。この議論の数学的な構造についてはもっとふさわしい方に解説していただくとして、ここでの問題はこの考えが先の表ではどのように位置付けられるのかということです。

正直な信号、正確に言えば「正直な信号にはコストがかからねばならない」という考え方はもともと Zahavi が handicap 原理を説明するなかで提出し (Zahavi 1977)、Grafn が 1990 年の論文で一般的な定式化をおこなったものです。ここで考えられている状況は、雄を選ぼうとしている雌は直接はわからない雄の質 (例えば精子の活性、あるいは子の保護能力等) に関する情報を雄の特定の特徴 (例えば尾の長さや角の長さのような形態的な特徴、理論的には行動的なものでもよい) における個体差 (=信号) をみることで知ろうとしているといったものです。Grafn はこの質の差 (情報) と形態の差 (信号) の正直な対応を成立させる進化的な仕組みがありえることをしめたのです。

さて、ということは正直な信号の考え方で扱われている情報は「送り手の質はこれこれである」という叙述文であり、また、信号と呼ばれているものは形態の差異であり、先の情報を表象しているのはまさにこの差異になっているということです。したがって、正直な信号という考え方は意図の予告という古典的な見解と同じ範疇に分類されることになります。

これは古典的な見解に対する批判を出発点とし

た議論が、ひとまわりして古典的な見解と同じ立場に立ったということなのでしょう。この見方に対し古典的な見解で扱われているのは意図に関する情報であって、今扱われているのは質であるという点を指摘して反論することも可能でしょう。しかし意図か質かという区別は、より本質的な、コストがかかるかからないかという区別に置き換えられるべきものであって、それほど重要ではないということができません。これまでは、意図に関する正直な信号にかかるコストを想像しにくいゆえに区別されてきたにすぎません。実際、Enquest (1985) はリスクというコストを想定することによって意図 (彼は局所的戦略とよんでいる) に関する正直な信号がありうることを示しています。

古典的な意図の予告から現在の正直な信号に関する議論の距離を正確に測るためには Zahavi が、背景という考え方と正直な信号という考え方をどのように組み合わせているかをみてみねばなりません。彼はディスプレイは正直な信号のための共通の背景である、と記述しています。ここで注目すべきなのは、「ディスプレイ」と正直な「信号」が「別のもの」として扱われていることです。つまり、2つの異なる差異：ディスプレイを定義する差異と、正直な信号として働いている差異の2種類が「同時に」意味をもつような状況が想定されているのです。

おそらく、Zahavi の指摘で最も生産的な部分は、ディスプレイを用いたコミュニケーションは水準の違う2種類のコミュニケーション、つまり正直な情報の伝達とそのための共通の背景の提供の2つが同時におこると考えている点にあるというべきでしょう。

おわりに

この小論はもっぱら「表象」と「場」という区別することを一つの大きな狙いとして始めました。意味論の情報という概念をわざわざ拡張したのも、操作という考えにこの区別を適用しようとするためでした。

というのは私のようなフィードワーカーが動物の社会交渉を観察する際、その交渉に影響を与える「情報を確定する作業」と、「ディスプレイを定義する作業」とはたいい独立に行われるので、これらの間の関係は事後的に検討されるべきなのにもかかわらず、多くの人がディ

スプレイ=表象という漠然としたイメージのもとで議論をしているように感じられたからです。それで、表象ではない場合、つまりディスプレイが情報伝達の場として働く場合のあることを説明したいと思ったわけです。

さてこういった理由のため読み返してみるとどうもディスプレイの「場」としての役割を強調しすぎた感がありますが、「表象」としての役割が重要ではないという意味ではありません。特にディスプレイが命令文の表象として働く場合に注目することは、闘争におけるディスプレイの役割を理解するうえで重要でしょう。というのはMaynard Smith & Price (1973)が動物の儀式的闘争の進化を説明しようとして提出した報復者戦略において、ディスプレイは命令文情報の表象ととらえられるからです。

この戦略はディスプレイによって対戦をはじめ、相手が戦いを挑んできたなら自分も戦いを挑むというものですが、これは裏を返せば、相手がディスプレイをするなら自分もディスプレイをする戦略ということです。従って、受け手が報復者戦略をとっている時には、送り手のディスプレイは相手にディスプレイをとらせるリリサーとして働くことを意味します。つまりディスプレイは「同じディスプレイをせよ」という命令文情報の表象として働いていることになるのです。

私のみたところ、報復者戦略と操作を結びつけて考案した例はみあたりません。しかし、この類似は今後議論をより本格的なものにしてゆ

く際には、前段でのべたZahaviの考えとともに重要な論点となるでしょう。

謝 辞

この文章を書く機会を与えていただいたことと、長い間ニューズレターの編集をしてこられたことに対し、京都大学動物学教室の近雅博氏に対してお礼申し上げます。

引用文献

- Bossema, I & R. P. Burgler 1980. *Behaviour* 74, 274-283.
- Davies, N. B. 1978. & Haliday, T. R. 1978. *Nature*, Lond. 274, 683-5.
- Dawkins, R. & Krebs, J. R. 1978. In J. R. Krebs & N. B. Davies (eds). *Behavioural Ecology: an Evolutionary Approach*, pp.282-309.
- Enquist, M. 1985. *Anim. Behav.* 33, 1152-61.
- Grafen, A. 1990. *J. theor. Biol.* 144, 517-546.
- Krebs, J. R. & Dawkins, R. 1981. In J. R. Krebs & N. B. Davies (eds). *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach*, 2nd edn. pp.380-402.
- Zahavi, A. 1977. *J. theor. Biol.* 67, 603-605.
- Maynard Smith, J. & Price, G.R. (1973) *Nature*, Lond. 246, 15-18.
- Zahavi, A. 1979. *Behaviour* 72, 77-81.

コミュニケーションはどこに？

—コミュニケーション論に踏み出す前に—

細馬 宏通 (京大・理・動物)

●発信者は？受信者は？シグナルは？

ヒトの行動を観察してしばしば自分をやっかひに感じるの、目の前で起こっていることが「わかりすぎてしまう」ことだ。

たとえば、街中で人のありさまを眺める。誰かと誰かがことばを交わしている。ああ、「コ

ミュニケーション」が起こっているな、と感じる。あるいは、情報が交わされているな、と感じる。

目の前でなにかがやりとりされている。それを、研究者はあっという間に了解してしまう。しかし、そのやりとり、つまり「コミュニケーション」とはどういうできことだろうか。そも

そも「コミュニケーション」は本当に起きているのだろうか。

ヒト以外の動物、特にわたしたちとかなり異なる環境世界に生きている動物を見ると、「コミュニケーション」に対して次々に疑問が湧きおこってくる。

たとえば、目の前に2頭の昆虫が向き合っている。一方が触角を上げる。ああ、挨拶をしているのだな、などと簡単に考えるわけにはいかない。この触角上げは、果たしてもう一方の個体に何かを伝達するためのものなのか？それとも単なる生理的現象なのか？そして相手はそれをシグナルとして受けとめているのか？あるいは受けとめているが無視したのか？……

そして、じつはヒトの場合だって「コミュニケーション」はそれほど自明ではない。そのことをクールに記述したのはA. シュッツという社会学者だ。

「他者は、この記号として解釈されるものによって彼の思考を表明しようとしているのではないかも知れないし、また、伝達の意図を全くもっていないかもしれない。つまり、どのような観相学的な事象も、他者の思考の記号として解釈されることがある。(中略) たゞ記号が伝達という文脈で働くべく出されたにしても、解釈者は必ずしもその記号の受け手である必要はない。(中略) さらに、伝達的な記号関係の受け手と送り手は必ずしも相互に知り合っている必要はない(たとえば、道標をたてた人とそれを見る通行人はそれぞれ互いに知ろうとも思っていない)。(現象学的社会学)

シュッツの日常生活への問いは、ハンガリーからアメリカへ亡命した後次々と論文となって現れる。異国で体験するさまざまな日常の慣習の違いが、当たり前前に済ませがちな「コミュニケーション」を改めて問い直すきっかけになったのかもしれない。

ともあれ、ここで注意したいのは、彼が、シグナルの発信者、受信者、意図といった、従来社会学で当たり前のこととして見過ごされてきた内容を徹底的に問い直そうとしている点だ。

動物行動学とその関連分野ではコミュニケー

ションモデルと進化に関するさまざまな議論が行われるが、これらの議論は、コミュニケーションの発信者と受信者が特定でき、しかもシグナルも特定できた後の、シグナルの解釈をその中心に置いている(むろん、これはこれで実りのある議論である: 谷内氏の原稿を参照)。

シグナルとノイズの議論にしばしば援用されるシャノンとウィーバーの情報理論モデル(図1)からもわかるように、従来のコミュニケー

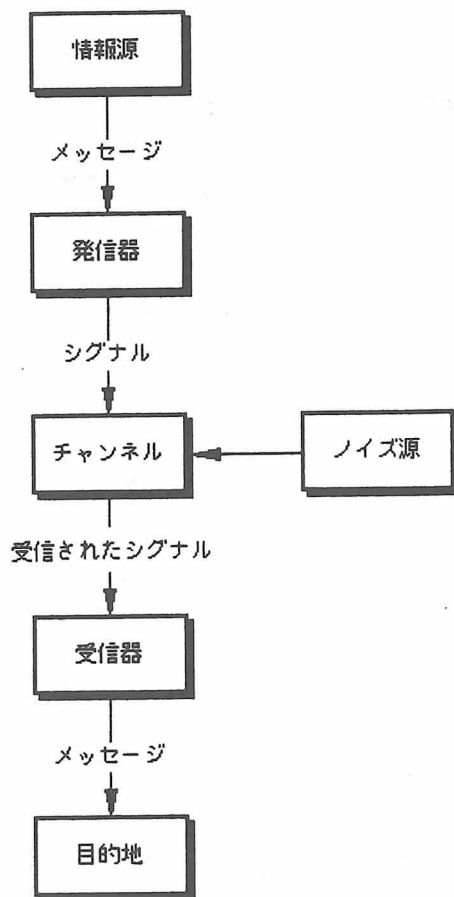


図1 シャノン=ウィーバーのモデル

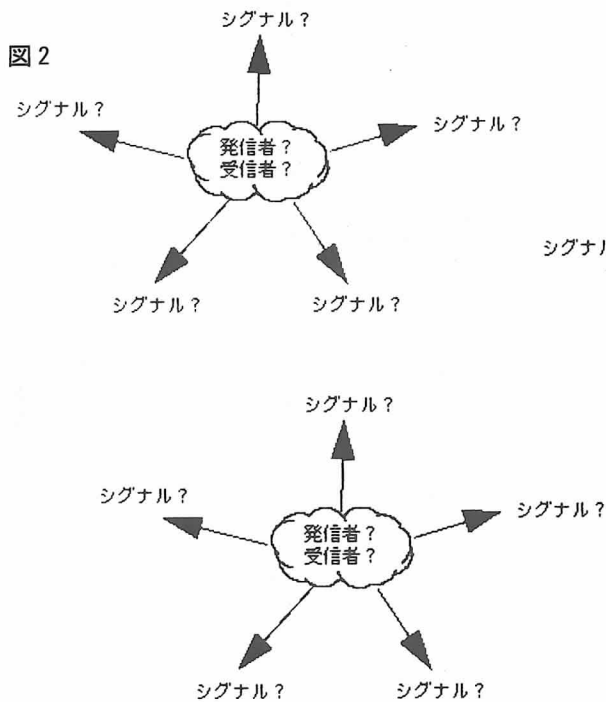
ション理論の図式の多くは、ともすると、あらかじめ発信者も受信者も情報の内容も経路も定まっているかのような印象を与えがちだ。この発信者から受信者への整然としたベクトルはアリストテレスの昔から変わっていない。

しかし、わたしたちがフィールド観察で、あ

るいはデータ解析でまず取り組まねばならないのは、発信者も受信者も定かでない、できごとまたできごとの山である。そこから「コミュニケーション」を引き出して初めてコミュニケーションモデルの議論へと突入できる。

わたしたちはシュツに習って以下のような問いを発する必要がある。

目の前でほんとうにシグナルらしきものがやりとりされているのか。だとしたら発信者は誰か。受信者は誰か。目の前の発信者・受信者



発信、受信といったできごとは実際には、行動連鎖の海の中から浮かび上がってくる、ある種のストーリーだ。

できごと (event) が観察される。できごとは、ある行動の始まりかもしれないし、終わりかもしれないし、もしくはなにかしら生理的状態の変化かもしれない。もっと漠然と、何個体かの状況の変化かもしれない。

とにかく、できごとAが起り、それは個体1のできごとだ、としよう。あまり時間をおかずに、できごとBが観察される。個体2のできごとだ、としよう。

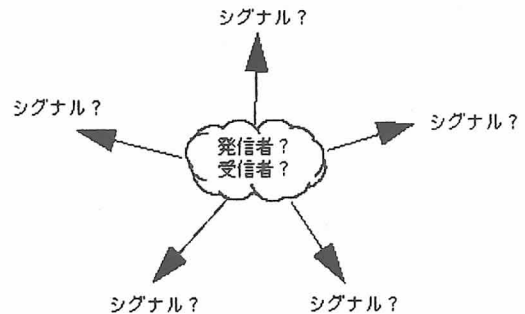
それを見た観察者は、Aから「発信」を、B

候補以外の可能性は考えられないか。

こうした基本的な問いに対して、動物行動学はどのような答えが用意できるだろう。

●コミュニケーションの手がかり：時間データ

フィールドで予備観察を行った。個体識別も済んだ。そのとき、目の前の動物の「やりとり」らしきものは、図1のような整然とした形ではなく、むしろ図2のように感じられる。

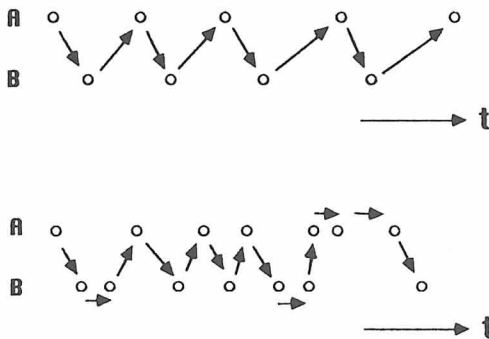


から「受信」を読みとる。Aは個体1から個体2への「シグナル」として読みとられる。

こうした読みとりは、わたしたちの時間・空間認識によっている。できごとの間になにか規則的な時間・空間構造があるとき、そこにわたしたちは因果関係を読みとろうとする。発信・受信もそうして読みとられた、できごととできごとの関係に過ぎない。自分がどのような時間・空間構造に対して発信あるいは受信を語ろうとしているのか、わたしたちは多少なりとも自覚する必要がある。その方法として、図示、及び統計的手法が考えられる。

詳細な解析に入る前に、まずデータを時間軸上に図示してみよう(図3上)。フィールドではわからなかったいくつかの行動の連関が見てとれるかもしれない。それは時間的な重なり(規則であったり(なんとなく同調している、互い違いになっている、など)行動と行動との時間間隔の規則であったり(短い間隔において行動が次々に起こる、など)行動連鎖の規則だったりする。忙しい行動学者なら、これをやって

図3: わたしたちはできごとを分類し、できごととできごととの間に連なりを見出すことで「発信」「受信」を語ろうとする(上)。しかし、こうした連なりは、ときにはランダムなできごとの間にも見出されてしまうことがある(下)。連なりについてさらに検討するには、連なりの順序に関する規則を見つける(たとえばA→B、A→A、B→A、B→Bの頻度差を調べる)か、時間の重なりや間隔に関する規則を見つける(本文参照)必要がある。



おくだけでもやっておくとずいぶん発見がある。

ただし、時間データを扱うには慎重を要する。目で見て二つの行動に関係がありそうだと思えても、それは単なる偶然かもしれない(図3下)。それが偶然でないかどうかを調べるには、さらなるフィールドワークや実験を行うか、統計の力を借りる必要がある。

●再びフィールドに行けるなら

もし再びフィールドに行き、さまざまな状況で行動が観察できるなら、異なる状況どうしを比較するのが「コミュニケーション」を読みとるよい方法だろう。たとえば、「繁殖期の雄は

雌に行動Aを行う」というアイデアを確かめるためにまず思いつくのは、繁殖期でないときはどうか、雌がいないときは雄は行動Aを起こさないか、といった比較だ。

ただし、こうした比較には注意が必要だ。シグナルの有無を比較するという一方で、研究者は暗に、ひとつのシグナルにひとつの意味だけを担わせていることが多い。しかし、一つのシグナルが同時に複数の意味を担ったり、別の場面で別の意味を担うことはじゅうぶんありうる。たとえば、同じ行動Aが、その場の異なる個体に対してそれぞれ異なる意味を持つ場合もある。また、繁殖期と非繁殖期に行動Aが同じ頻度で見られたからといって、行動Aが繁殖とは無関係だとは限らない。

行動Aの前後に複数個体の行動連鎖に注意してこれらの可能性についても考えておく必要がある。

●データ解析をする

何度もフィールドに行けない場合は、手元のデータで考え抜くしかない。

先にも書いたように、発信あるいは受信とは、複数のできごとの時間・空間関係から読みとられる。データからそれを読み取るには、関係を解析する統計ツールが必要になる。ここではもっぱら時間関係の解析法についてざっと書き連ねてみよう。

まず、解析にかける前に、どれくらいの秒数ごとにデータをサンプリングするか(サンプリング間隔)、手元のデータをどのくらいの秒数ごとに解析するか(解析単位)に注意する必要がある(Hosoma 1989)。大きな解析単位で考える場合は、解析単位を少しずつずらしながら解析する移動平均法、移動解析法などがある。こうした手法については、経済学の時系列解析の概説書などが参考になる。

時間パターンの重なりに関しては二つの行動パターン間で相関や類似度を取ることで評価できる。ただし、行動の発生パターンは正規分布をすることはほとんどないため、通常の相関係数をそのまま使うのは危険である。再サンプリング法などの力技で、その誤差を評価してやる必要があるだろう。

間隔についてはどうか。時間間隔の頻度分布

もまた、正規分布することはほとんどない。行動の生起確率と時間間隔のシンプルなモデルを仮定すると解析がある程度進む。たとえば、時間間隔データをもとに、行動が一定の生起確率で起こるかどうかを調べるには間隔データが負の指数分布になるかどうかを調べる（粕谷・藤田を参照 1984）。また、生起確率がときおり減少する場合、つまりバウトとバウトの間に長い間隔が生じる場合については、Slater (1974) 以来、対数生存曲線などを使った手法が議論されている。

複数の内部過程によって行動が生じるようなモデルがいくつか考えられる場合には、モデルの中でどちらが妥当か評価しなければならない。これは情報量基準 AIC などの応用が考えられるだろう（鈴木 1991）。

行動連鎖に関してはマルコフ連鎖を中心にいくつかの解析法がある（粕谷・藤田 1984）。また、同じ行動の規則的に繰り返しを解析するには自己相関や相互相関、スペクトル解析などを用いることができる。

●時間パターンの認識

以上のような解析を進めるにつれ、発信、受信と感じられたことは、時間の流れのなかで、複雑なできごととできごとの関係として捉えられるようになる。こうした関係の記述こそが「コミュニケーション論」ということになるだろう。

しかし、次のような疑問がわき起こってくるかもしれない。

確かにできごととできごとの時間関係は記述できる。しかし、それらの関係は、当初思いついた、発信・受信ということがらと果たしてイコールなのだろうか。それとも発信・受信といったことがらは、時間関係から感じとられた虚構に過ぎないのだろうか。

その問いを考えるためには、観察者自身の時間認知構造が問題になってくるだろう。時間パターン解析を考えることは、観察者であるわたしたち自身がどのような時間構造を手がかりに世界を見ているかという問題に向けて、ぱっくりと口を開いている。

（いくつかの補足）

●さまざまなコミュニケーションモデルを概観するには、心理学、社会学、非言語コミュニケーションなどを広くカバーした、コミュニケーション行動の簡便な教科書、Ruben, B. D. 1992 “Communication and human behavior (3rd ed.)” Prentice Hall, New Jersey.

を挙げておく。

●シュッツの論文の抄録に触れるには、シュッツ、A、1980「現象学的社会学」森川眞規雄・浜日出夫訳、紀伊國屋書店全訳に当たりたい方はマルジュ社から刊行されているシュッツ著作集を。

●この文章では、シュッツ以降の社会学の流れについては特に触れていない。こうした流れに関わるバーガー＝ルックマン、ゴッフマン、ガーフィンケル、サックスといった人々の著作は邦訳で数多く出版されているので興味のある方はそちらを。また

山口節郎 1980「社会と意味」（劉草書房）はガーフィンケルらのエスノメソドロロジーの長短をコンパクトに論じていて興味深い。

●行動の時間データの基本的な扱いに関しては、マーチン、P.、ベイトソン、P. 1985/1990「行動研究入門」粕谷英一・近雅博・細馬宏通訳 東海大学出版会

なお、原版では第2版が出版されている。Martin, P & Bateson, P 1993 “Measuring Behaviour -an Introductory Guide-(2nd ed.)” Cambridge University Press.

●バウトと時間間隔モデルについては、最近では Berdoy, M. 1993 Anim. Behav.46, 387-396.

●行動の重なりについては、Hosoma, H. 1989 J.Ethol.7.7-16.

●行動の連鎖解析などについては粕谷英一・藤田和幸 1984「動物行動学のための統計学」東海大学出版会

●経済学では株価予測などの手法として時系列解析に関する詳細な方法が発達している。たとえば、溝口敏行・刈屋武昭 1983「経済時系列入門」日本経済新聞社

●AIC の簡便な説明は以下の本で読める。鈴木義一郎 1991「先を読む統計学」講談社ブルーバックス

●時系列データではモデルが複雑になりやすい。最近、行動学における時系列解析に関する以下

の本が出版されたが、簡単な時間パターンのグラフや対数生存曲線のグラフが多く挙げられている点が興味を引く。時系列データでは、複雑なモデルを立てることもさることながら「visual scanning method」つまり図示によって見当

をつける方法が重要だということだろう。

Haccou, P. & Meelis, E. 1994 "Statistical analysis of behavioural data." Oxford University Press.

運営委員会報告

日 時：1993年12月2日(金) 15:30~16:50
場 所：大阪教育大学A棟会議室
出席者：日高 敏隆、伊藤 嘉昭、桑村 哲生、
山村 則男、巖佐 庸、山岸 哲、
長谷川真理子、河田 雅圭、粕谷 英一、
今福 道夫、木村 武二(編集長)、
小汐 千春・能田由紀子(事務局)

議 事：

- 副会長として長谷川真理子氏を選出。
- 事務局は継続して京大でおこなう。
- 次期編集長は、現会長と次期副会長で早急に決める。(大会会期中に粕谷英一氏に決定)
- 編集委員の任期は4年とし、2年ごとに半数が交代する。次年度は比較的新しい委員半数を残し、残り半数を編集委員会および運営委員会の推薦や分野などを考慮して、新編集長が決める。
- 編集委員会報告……別項参照
- 受理論文の増加には、掲載を遅らせたり号数を増やすのではなく、予算のゆるすかぎり1号当たりのページ数を増やすことで対処する。
- 編集事務の効率化のため、e-mailなどの積極的活用を検討する。
- 学会事務作業の効率を考え、団体会員を廃止して、雑誌は学会事務センターを通じて販売することとする。それにともない会則を変更する。
- 1993年度決算については事務局の案をそのまま総会に提出するが、1993年度の印刷編集費の赤字分は1994年度の会計から補填する。
- 1995年度予算については雑誌の増ページを考慮し、印刷編集費を260万円と修正して事務局案を総会にかける。
- 次期大会は兵庫県立人と自然の博物館で行うことを検討する。 [今福]

編集委員会報告

出席者：木村 武二(編集委員長)、小原嘉明、
河田 雅圭、椿 宜高、藤岡 正博、
山岸 哲、山村 則男、日高 敏隆
(会長)、伊藤 嘉昭(次期会長)、
今福 道夫(事務局)、堂前 雅史
(編集事務局)

- 投稿数が増えてきたので、受領から掲載までの期間が長くなってきた。解決策として現行の年2巻を年3~4号にするか、1巻当たりを増頁するかが検討された。その結果13巻以後の増頁で対応することになった。したがって、13巻1号の増頁に伴い、この時点で13巻2号に掲載される予定であった原稿は、13巻1号に掲載されることとなった。
- 新しい編集長、編集局の候補が検討され、近雅博氏に依頼することとなったが、その後の結果は総会での報告を参照されたい。
- 編集委員会のメンバーの交替について議論された。また、現在の編集委員会メンバーがカバーしていない分野(心理、魚類、社会性昆虫など)の人材を強化することも検討された。
- 掲載論文で研究対象とされた動物種のバリエーションが増えているという事務局の調査結果が紹介された。 [堂前]

総 会 報 告

日 時：1994年12月3日(土) 12:30~13:25
場 所：大阪教育大学A棟(A-215)
議 事：

- 学会会長あいさつ(日高敏隆)
選挙の結果、次期会長として伊藤嘉昭氏
が選出された。
- 次期学会会長あいさつ(伊藤嘉昭)
副会長は長谷川真理子氏に、編集長は粕
谷英一氏に決定、事務局はこれまでどお

- り京大で行う。
 ○次期編集長あいさつ（粕谷英一）
 ○大会会長あいさつ（長田芳和）
 ○会務報告（今福道夫）
 会員数などについて報告
 ○編集委員会報告（木村武二）
 報告参照

- 運営委員会報告（日高敏隆）
 報告参照
 ○1993年度決算案の承認（能田由紀子）
 ○1995年度予算案の承認（能田由紀子）
 ○次期大会について
 兵庫県立人と自然の博物館を検討中
 [今福]

会 計 報 告

95年度会計予算

収 入	予算	(参考)93年度決算
会費	4,032,000 ¹⁾	3,858,750
文部省出版助成金	540,000 ²⁾	480,000
B N売上金	50,000	53,800
前年度からの繰越金	4,000,000 ³⁾	1,871,890
その他	100,000	3,249,242
計	8,722,000	9,513,682

支 出	予算	(参考)93年度決算
人件費	900,000 ⁴⁾	680,500
事務費	100,000	32,256
通信費	700,000	650,287
印刷費	700,000	671,821
J E編集発行費	2,600,000 ⁵⁾	2,200,000
大会準備金	400,000	344,637
予備費	100,000	78,709
次年度への繰越金	3,222,000	4,855,472
計	8,722,000	9,513,682

註1) 会費は、現在の会員数から以下のように計算した。

国内一般	$5,000 \times 600 = 3,000,000$
学生	$3,000 \times 140 = 420,000$
団体	$8,000 \times 10 = 80,000$
海外一般	$8,000 \times 10 = 80,000$
学生	$6,000 \times 2 = 12,000$
団体	$11,000 \times 40 = 440,000$

(書店経由を含む)

- 2) 文部省出版助成金は、増額されることとなった。
 3) 前年度からの繰越金は、94年度予算の次年度への繰越金より。
 4) 人件費の内訳は以下の通り。
 (事務アルバイト代は、94年9月から増額された)
 事務アルバイト $50,000 \times 12 = 600,000$
 編集アルバイト $20,000 \times 12 = 240,000$
 その他、NL謝金など。
 5) J E編集発行費は、投稿数の増加によりページ数の増加が見込まれるため、増額することとした。

93年度会計決算

収 入	予算	決算
会費	3,870,000	3,858,750 ¹⁾
92年度会費		181,000
93年度会費		3,677,750
文部省出版助成金	440,000	480,000 ²⁾
B N売上金	200,000	53,800
前年度からの繰越金	200,000	1,871,890
その他	100,000	3,249,242
第11回大会余剰金		235,016
別刷代		500,497
IEC 特別会計戻り		2,500,000 ³⁾
利子		13,129
IEC バック売上(2個)		600
計	4,810,000	9,513,682

支 出	予算	決算
人件費	700,000	680,500
事務アルバイト		408,000 ⁴⁾
東大編集アルバイト		240,000
NL謝金		32,500
事務費	100,000	32,256
消耗品		32,256
通信費	700,000	650,287
JE11(1) 発送料		43,230
JE11(2) 発送料		62,246
NL(22) 発送料		136,837
NL(23) 発送料		191,314 ⁵⁾
切手代(JE 海外発送費を含む)		210,240
荷物送料		1,340
電話・FAX 代		4,680
印刷費	700,000	671,821
NL(22)		138,329
NL(23)		338,355 ⁵⁾
23IEC 案内		22,618
振込通知票		52,550
封筒		103,124
コピー代		16,845
JE 編集発行費	2,000,000	2,200,000 ⁶⁾
大会準備金	150,000	344,637
プログラム印刷費		120,000 ⁷⁾
大会案内印刷費		70,390
荷物送料		3,976
会議費弁当代		5,830
切手代(プログラム発送料)		135,625 ⁷⁾
封筒印刷費		7,416
その他(受付2名弁当代)		1,400
予備費	260,000	78,709
別刷代返却		12,910 ⁸⁾
外貨取引手数料		43,494
振替手数料		675
プリンター修理代		21,630 ⁹⁾
次年度への繰越金	200,000	4,855,472
計	4,810,000	9,513,682

註1) 91年度以前の会費については、BN売上金とした。

2) 文部省出版助成金は、93年度から増額された。

3) 86年度から90年度まで毎年500,000円ずつ学会から補助していたIEC 拠出金が、

全額返還された。

4) 34,000円×12ヶ月

5) 会員名簿を載せたため、発送料・印刷費とも高くなった(下記頁数参照)。

6) 92年度の編集費の赤字分に対する追加編集費200,000円を含む。この件に関しては、93年度の総会で承認済み。

7) 大会プログラム印刷費、発送料とも例年より高いが、これは上質の紙を用いたためである(重さにして、一部あたり前年の約2倍)。

8) 印刷代が二重に支払われていたので、返却した。

9) 学会用のエプソンプリンターHG800の給紙部分が故障したので修理した。

※JE及びNLの頁数は以下の通り。

JE11(1) 75頁 NL(22) 20頁
JE11(2) 82頁 NL(23) 70頁

[能田]

Journal of Ethology 1993年度会計報告

1) Journal of Ethology 編集費

収 入	
1992年度繰越	△198,163
事務局より送金	2,000,000
追加送金(註1)	200,000
収入合計	2,001,837

支 出	
事務費(文具)	49,146
英文校閲料	305,795
印刷費(註2)	1,727,710
[JE11(1)]	803,400
[JE11(2)]	900,220
[JE10(2) 消費税分]	24,090
封筒印刷費	13,390
郵便料金	215,103
振込手数料	1,545
1994年度繰越	△310,852
支出合計	2,001,837

2) 人件費

収入	
1992年度繰越	0
事務局より送金	240,000
<hr/>	
収入合計	240,000
支出	
人件費	240,000
<hr/>	
支出合計	240,000

(註1) 1993年度総会決定に基づく追加配分

(註2) 印刷費の下の [] 内は内数。

△は赤字を示す

[堂前]

第12回大会会計報告

収入	
大会参加費	839,000
懇親会費	659,500
要旨売り上げ	4,000
広告寄付	178,000
雑収入	47,127
<hr/>	
収入合計	1,727,627
支出	
懇親会	588,252
会場用コーヒー	100,000
会場使用料	46,730
講演要旨集印刷費	154,500
資料等印刷費	154,500
事務用品	44,971
アルバイト	580,000
雑費	58,674
<hr/>	
支出合計	1,727,627

上記のとおり相違ありません。

1994/09/29 大会会計係 竹内浩昭

— 書 評 —

『性の人類学—サルとヒトの接点を求めて』

高 畑 由起夫 編
世界思想社(1994)
榎 本 知 郎 (東海大・医)

教科書は、読んでつまらない。体系的ではあっても、知識の羅列でしかないからだ。これに対して、たとえ一般向けの本であっても、主張のある本はおもしろい。研究論文では抑えられがちな著者の人となりがまざまざと表現され、それぞれの個性が浮き彫りになる。何をテーマに論理を構築するかで、その人の世界観をはからずも示してしまう。世界観なくして、研究はありえない。本を書くことは、それをみずからに確認させる作業だとも言える。

1994年は、近年になく霊長類学の本の当た

り年である。手元にあるものだけでも、榎本知郎『人間の性はどこから来たのか』(平凡社)、高畑由起夫編『性の人類学』(世界思想社)、和田一雄『サルはどのように冬を越すか』(農文協)、中川尚史『サルの食卓』(平凡社)、西田利貞『チンパンジーおもしろ観察記』(紀伊國屋書店)、山極寿一『家族の起源』(東京大学出版会)、同『サルはなにを食べてヒトになったか』(女子栄養大学出版部)、南徹弘『サルの行動発達』(東京大学出版会)が出版された。それぞれ対象に対する取り組み方や見方がちがっ

ていておもしろい。

これから論評する『性の人類学』は、これらのなかで、もっとも専門家向けのクリティシズムである。それにしても、驚くほど安価だ。金欠病を嘆くむきでも、これくらいの投資はいとうべきではない。編者を含む六人の手になる論文集なのだが、ただの羅列ではなく、編者によって方向づけられている。その範囲で、それぞれの著者がそれぞれの世界を興味深く語っている。

本文は四部からなっている。以下に目次をあげてみよう。

* * *

第一部『雄の「性」』

雄の「性」—あるいは性選択理論再考

……D・スプレイグ

ニホンザルの父子判定が教えてくれるもの

……井上美穂

第二部『雌の「性」』

「性」と時間……高畑由起夫

雌の「性」—子づくりと子育てのはざま

……高畑由起夫

第三部『ヒトの「性」』

失われた発情、途切れることのない「性」、

そして隠された排卵……高畑由起夫

チャムスの民族生殖理論と性—欺かれる女たち

……河合香吏

狩猟採集民の母性と父性……菅原和孝

第四部『生物学とフェミニズム』

生物学とフェミニズムの交錯—霊長類研究を

中心に……宮藤浩子

* * *

だいたいの内容は、これでおわかりだろう。本の冒頭に編者、高畑の手になる『「性」をいかに語るべきか』という「少し長い序章」がおかれ、その後半部には各章のエッセンスが簡潔に述べられている。概要を知りたい方は、本屋でまずここを立ち読みされたらいい。

編者の高畑は、その序章で、かなり饒舌な独特の言い回しで対象へのスタンスの取り方を披露している。高畑のめざすのは、性現象を「還元主義にも全体主義にも堕ちずに」人類学本来の道筋をたどることだという。還元主義や全体主義は堕ちるべき陥穽であり、その中間に立つべき地平があるということなのだろう。中間にもいろいろな立場がありうるが、それが本文中で明示されるわけではない。その読み取りは、読者にまかされている。

『雄の「性」—あるいは性選択理論再考』の章で、スプレイグは、この理論が提供する仮説にまつわる研究をいくつか解説しつつ、鋭く論評を加える。若々しく、批判精神にあふれていて良い。そのなかで、さまざまな繁殖から逸脱した性について解説し、「その機能は、挨拶とか緊張緩和、社会関係の維持強化などと主張されるが、そう主張することは純粋な生物学から逸脱する道だ」と指摘する。これは、正統的な立場かもしれない。しかし、わたしはこれらも生物学で扱えると考えている。そうでなければ、人間の趣味の行動などは、生物学の言葉で説明できないということになる。それも、さびしい。みなさんは、どうお考えだろうか。この著者は、社会生物学を批判しつつ、その理論が多くの課題を提供することを評価し、「動物行動学の最盛期に研究生活を送っていることを感謝しなければならぬ」と結んでいる。それに基づくか基づかないかにかかわらず、これは科学理論に対する最大級の賛辞だろう。

井上の書く『ニホンザルの父子判定が教えてくれるもの』は、DNAフィンガープリントによる多型検出法を用い、ニホンザルの遺伝的な父子関係を特定することによって、社会生物学の仮説を検証したものである。うれしいことに、霊長類学領域にも次から次へと新しい技術が導入される。おかげで、父子関係がわかってオスの繁殖成功度が計算でき、将来的には進化学説の有効性が検討できるというわけである。ただ、井上の紹介する結果の解釈はきわめてむずかしい。サルという動物は、おいそれとは単純化を許さない、なかなか手ごわい対象のようである。

これは、次の『雌の「性」—子づくりと子育てのはざま』『失われた発情、途切れることのない「性」、そして隠された排卵』という長めの題のつけられた二章にも関係してくる。優劣順位が高いほど交尾の回数は多いが、子どもの数は多いとはいえないという。それなら優位であることの利点はなにか？ メスは遺伝的に優秀とは思えないものの子どもを生む。それはなぜなのか？ そもそもなぜメスは発情するのか？

高畑は、各項目をていねいに吟味していく。この二章で展開される多方面の文献に目を配った緻密な論証は、こうしたクリティシズムの模範にもなるものだろう。読者は、安心して現在の霊長類学の到達点を概観することができる。ただ、そのぶん気楽には読めない。なにしろ、

あいまいで検討の足りない点が指摘され、結論が持ち越されていくのである。読者は、気合いを入れて、あわよくば新たな仮説を打ち立てようとの意気込みで熟読するのが正しい読書法かもしれない。

高畑は、ヒトの姿を安易にサルに重ね合わせ、サルの姿をヒトになぞらえる擬人法を拒否する。その姿勢自体は、わたしは道がちがうが、評価したい。サルはサル、ヒトはヒトである。種は、他の種のモデルになるために進化したわけではない。科学方法論さえきちんとわきまえておけば、擬人法も捨てたものではないし、霊長類の行動はそれなくして解けない。ただ、みずからも欺く形で現象を解説し、往年の社会ダーウィニズムにも似た説を唱える人を見ると、やはり考えてしまう。また、仮説だと割り切る余裕がなくなって、それを信仰してしまうのも困りものである。

河合の『チャムスの民族生殖理論と性一欺かれる女たち』の章は、門外漢の感想として、じつにおもしろかった。科学者でも理論に束縛され、みずからを欺く人が多い。人間の認識のいとなみとはなんだろうと、つい考えてしまった。この章で扱われる「性」は、あまりに属性が多く、それを過不足なく表現するには、むしろ文学的な手法が必要なのかもしれないも思った。サルのなかでも、なんと人間という存在は複雑なのだろうか。わたしは、人間として、また、霊長類学者として、20年生きてきた。わたしのサルへの理解は、たぶんひとりよがりだし断片的なものだ。しかし、それでも人間行動より理解している気がする。もっとも、人間をやめたら、あんがい、人間がわかってくるのかもしれない。

菅原の『狩猟採集民の母性と父性』は、サルの研究から出発して人間行動の研究へと進んだ著者ならではの分析が随所に見られて興味深い。性を考える手がかりとして父性と母性を考えている。手がかりには違いないが、話はサルの性の範囲を越えて大きくなり、ついには狩猟採集民の平等主義の「一般的互酬性」という概念にまでたどりつく。父性は、文化的な実体だ。この性質は、血縁淘汰という過程がなくても成立しただろうと推論する。やはり人間を生物学で語るのはむずかしい。だからこそ、やりがいもあるのだ。

わたしは、カール・R・ポパーが言うように、

科学理論は事実から帰納されて生まれるものではないと考えている。事実をたくさん知ることには、必ずしも真理への近道にはならない。S. K. ランガーが『シンボルの哲学』で述べたように、科学の課題は「世界観が問いの形式に表現された」ものである。そういう意味で、宮藤の手になる『生物学とフェミニズムの交錯』では、霊長類研究を進める研究者の側の性を問題にする視点がおもしろかった。

社会生物学は、洞察から生まれた科学理論の典型である。高畑は序章で、リチャード・ドーキンス流の現象の割り切り方を「シュールな美しさがある」と評価する。しかし、「その立場で霊長類／人類社会を理解しようという人たちの言説の多くにシュールな美しさが微塵も感じられない」と批判する。そうかもしれない。現象は雑多でとりとめがないものだが、サルやヒトでは、われわれ自身がサルでありヒトであるため、なおさら複雑に見える。それを理論の眼鏡で単純に解釈しすぎると、どうしても説得力に欠けてしまうようである。複雑な現象には、それなりの理解の仕方が必要なのである。

霊長類学や人類学の領域の性行動について、いまわかっている材料から論理的に示されることは、著者らも指摘するように、きわめて限られている。そして、新たな課題に挑戦していくためには、現在までの知識をきちんと整理しておかなければならない。それはわかるのだが、中堅の研究者が書いたにしては、主張がいくぶん禁欲的すぎると印象を受けた。著者らの個性によるのだろうが、もう少し冒険してほしかった。この本においても、社会生物学はさまざまに批判されている。どんな理論でも同じだが、これもやはり不完全なのだ。しかし、批判として効果的なのは、その理論の仮説を反証することではなく、新しい理論にもとづく興味深い課題を提示することである。

新しい知識は常につけ加わり、仮説は次から次へと否定されてゆく。研究者は、それが科学の常だと割り切ってみずからの世界観をみつめ、そのときどきの仮説を語っていくしかない。高畑は、序章で「究極の勝利者はひょっとして『構造』ではないだろうか」と控えめに言う。しかし、そう言った以上、それへ向けた理論構築がなされていくことを、評者として期待していきたい。

『Tools, Language, and cognition in Human Evolution』

K.R.Gibson & T.Ingold 編
Cambridge Univ. Press (1993)
橋 彌 和 秀 (京大・霊長研)

「ヒト進化における道具・言語・認知」と題したこの本は現代の言語起源論の本である。

言語起源に関する議論が再燃したのはここ20年あまりのことである。再燃、とした理由はほかでもない。1865年パリ言語学会において、言語の起源と普通言語の創造とに関する論文を受けつけないことが取り決められた。実証科学としての立場を当時とりつつあった言語学が、「思弁的すぎる」言語起源論を排除したのである。

以来、言語起源論は日陰者であった。なんとなく、怪しいのだ。しかし100年あまりをへて、言語起源論は装いもあらたに、実証的かつ学際的な色合いを特徴とし、言語学・哲学にとどまらない領域として復活している。

本書もその潮流に沿うもので、現在この問題に関わる領域のすそ野を感じさせ「日陰者」にしておけないだけの知見を現代の言語起源論が蓄積したことを感じさせる。同時に、控えめな表題（坂本百大氏のように「言語起源論の新展開」といった表題もつけられたはずなのに）が象徴する、編者自身も感じているであろう、ある種のつかみどころのなさも再認識させられる。

内容は1990年3月にポルトガルの Cascais で開催された “Tools, language and intelligence: evolutionary implications” と題するシンポジウムをまとめたものである。企画者であった Ingold, Gibson の2人が編者となっているが、シンポジウムでの発表者のうち Liebermann と Greenfield との論文はなぜか掲載されていない。両者とも本書刊行と同時期にかなり大きな論文を発表しているため、重複を避けたのかも知れない。

構成は、2編のプロローグと1編のエピローグとに挟まれたテーマ別の全5章からなる。各章が3～5編の論文から構成されており、編者によるイントロダクションが章の冒頭に配されている。編者もふくめ24人の著者によって書かれた本であり、それぞれの専門もかなり広い

範囲にわたるので、いきなり要約するのは無理がある。長くなるが、順をおって各章の内容をまとめることにする。

第1章：この章で扱われているのは、ポピュラーな「言語」へのアプローチ：すなわち身振りと言語との対応・類人猿の「言語」プロジェクト・音声コミュニケーションの種間比較である。

まずエソロジカルな非言語コミュニケーション研究をおこなっている Adam Kendon が、会話と同起する身振りについてまとめ、言語もヒトのおこなう様々な表出行動と共通の認知的基盤にたつことを指摘し、「認知過程において言語は特殊なものではない」と主張している。

Goldin-Meadow は健聴の両親に育てられた聾児の身振りを分析し、その身振りが健聴児の身振りや両親の身振りや手話と異なり、健聴児の通常の言語獲得過程と多くの共通点をもつことをあきらかにした。

Rumbaugh 夫妻は、もはや有名人であるカンジをはじめとするボノボを被験者としておこなった一連の言語習得プロジェクトから、おもに語順の理解や生成に関する短いまとめをおこなっている。

Snowdon は、動物の音声コミュニケーション全般について概括している。彼は音声レパトリーの少ない類人猿をヒトの言語のモデルとしてもちいることの限界を指摘し、よりゆたかな音声行動をもつ他の動物種（鳥類等）との比較研究が不可欠であるとの立場をとる。そのうえで、文法・概念的知覚・発達等、言語がもつさまざまな側面を種間で比較検討している。

第2章：実験から1編・フィールドから2編、計3編の論文が集められている。ここで問題になるのは霊長類の道具使用行動である。McGrew はより一般的な問題も含めてあつかっているが、他の2つは観察学習の問題に重点をおき、発達

心理学者の関心を近年あつめている「心の理論 (“THEORY OF MIND”）」と呼ばれる、他者の認識の理解に関わる話題に重心をおいている。

Visalberghi は南米産のフサオマキザルの実験的研究をおこなっている心理学者である。彼女はある個体に学習させた道具使用行動が、観察をとおして他個体に学習されることがフサオマキザルにはないことを示した。

McGrew は、チンパンジーの道具使用行動に関する問題と展望とを 20 の提言にまとめている。ヒトの道具使用行動の起源を探るためのモデルとしてのチンパンジー研究の有効性を認めたとうえで、その限界についても言及している。また、音声言語の発生やラテラリティー研究と道具使用行動とを安易に結びつけることへの疑問点を提示している。

Boesch は、彼らのフィールドであるコートジボアールのタイ・フォレストでのチンパンジーの道具使用行動の世代間での伝播過程を詳細に観察し、コドモの学習を母親が促進している(教えている!) 可能性を強力に示し、その促進過程を分類している。

第 3 章：言語、身振りと道具使用との生理的な基盤である大脳の領野が重複していることを指摘し、大脳進化に関するいくつかの仮説を提示している。

Kempler は、アルツハイマー氏病患者にみられる失語・先行を実験的に分析し、言語と身振りのどちらにおいても、生成と理解との両方の側面が同時に障害されることを報告した。

Falk は、大脳のラテラリティーの進化に関する議論をおこなっている。一部の哺乳類には大脳のラテラリティーに顕著な性差が認められるが、これはなわばりの空間認知・テリトリーコールを含めた雌雄の繁殖戦略の相違と関連があると考えられている。初期の人類から大脳に特に大きなラテラリティーが認められているが、性差についてはほとんど研究がない。現生のヒトで、視空間的な課題(展開図課題等)の成績に性差(オトコの方が成績がよい)が認められていることをふまえ、ヒト大脳のラテラリゼーションにおける性差の役割という新しい問題を提示した。

Calvin は、言語・道具使用を含めた運動の前提となる系列情報の処理に注目し、大脳化においてどのような外的要因が淘汰圧となるかも

論じている。系列的情報処理をおこなう「汎用的な」感覚運動系の発達が大脳皮質の増大をもたらしたと指摘し、この再構築をもたらした最大の要請は、「正確な投(石)能力」と「構造化された言語」であると述べている。本書の表紙にもなっている旧石器時代のハンドアックスが、(フリスビーのように)獲物に投げて使用されていたという説に基づいて投石に必要な系列情報の処理能力の進化を論じる部分は具体的で、新鮮だ。

Gibson はおもにピアジェの発達理論を背景に「認識の階層性の深さ」から道具使用や言語行動をとらえ、ヒトと類人猿との相違を説明しようと試みた。認知科学の概念である並列分散処理過程が階層的認識には不可欠であるとし、ヒトにおける大脳容量の増大を階層性の反映としてとらえるモデルを提唱している。背景のひとつとして取り上げられたヒトとチンパンジーとの比較発達の事実関係には疑問が残るが。

第 4 章：「発達からの展望」である。反復説の問題を考慮しつつ言語・道具使用行動の進化を論じた Lock, Parker & Milbrath の 2 編と、認知発達そのものの種間比較をおこない、その進化について論じた Langer の 1 編からなる。

Lock は、ヒトのコミュニケーション行動の発達をごく穏当に 5 段階に分類しまとめた上で、個体発生・系統発生・文化という 3 つの問題を安易に混同することに警告を發している。発達のデータからの知見は、進化について「仮説的に可能なシナリオ」としてのみ効力を持ちうると述べている。

Langer はヒト・フサオマキザル・カニクイザルの認知発達を比較して論じた。論理的認知(例：分類行動等)と因果的認知(例：直接的因果性の理解)とがヒトではほぼ並行して発達するのに対し、他の 2 種では因果的認知が先行する。Langer はここで S.J.Gould らが唱えた「異時性」の概念を導入し、異なる認知的能力の発現時期のずれが、ヒトと他の霊長類との認知的能力の相違に関与するという仮説を提示している。

Parker & Milbrath は言語・道具使用の進化と発達とを比較した場合に成体のガイダンスの有無という相違があることを指摘するものの、基本的に反復説的な立場に立った論を展開する。その上で、推論・計画の認知的能力(プランニ

ング)がまず進化し、言語・道具使用行動が共進化した側面があると述べている。

第5章:「考古学・人類学的な展望」。前半3編は考古学者・後半2編は人類学者による。

Toth & Schick は、考古学的資料から先史ホミノイドの認知能力を推定する研究とその展望を紹介している。ここでは出土したオールドワン型およびアシュール期の旧石器を詳細に比較分析してその制作過程を復元し、石器タイプの伝播過程とあわせて、制作技術の前提となる認知的能力を検討している。その結果、アシュール期の石器制作に必要ないくつかの認知的側面は言語コミュニケーションを前提としたものであると主張する。

Davidson & Noble の主張は Toth & Schick と大きく異なる。アシュール期のハンドアックス、剥片製作法であるルバロワ技法・ムスティエ期の石器など従来目的(完成品)イメージが不可欠とされ推論能力を示すとされていた考古資料が、推論能力の前提なしに、より節約的に説明可能であることを論証している。その上で言語と推論能力とを結びつけて論じ、言語はヒト進化の過程でごく最近(約4万年前以降)発生したとの立場をとる。

一方 Wynn は、考古学的な道具使用の研究をもとに言語能力を検証することに否定的な見解を示している。道具使用行動は特殊化した認知過程を含まず、より一般的な過程に基づく点で言語行動と大きく異なると指摘し、道具使用と言語とはそれぞれ独立に進化し得るという。

Raynolds は、ヒト以外の霊長類の道具使用行動が1個体内で完結するのに対し、ヒトでは複数個体の分業協力行動が見られるという相違を重視する。この特殊性は技術や操作能力よりもヒトの社会構造に規定されているという。一方、会話に見られる話者の交代も分業協力行動と類似した構造をもつことから、言語と社会的な分業協力との共進化仮説を提唱している。

Ingold もある意味で Raynolds と共通している。道具や単語はそれ自身意味を持たない。それらが使われる文脈がいかにかに形成されるかに Ingold は注目する。道具使用や言語の起源を知性という特殊な心的能力の進化の単一軸上でとらえるのではなく、ヒトという特殊な行動様式を持った動物の進化過程としてとらえ、包括的な環境世界との相互作用を重視する必要性を

Humphrey や Gibson の議論をもとに指摘した。

勿論、現代言語起源論のすべてを本書が紹介しているわけではない。たとえば、近年注目を集めている、エソロジカルな実験手法を用いたヒトの音声発達の発達心理学的研究(正高信男や Fernald.A. はその代表であろう)や、発声系の進化の問題・視聴覚間の感覚情報統合の問題・直立二足歩行との関連などは、本書ではほとんど触れられていない。そういう意味では、タイトルが示す通り「道具使用行動から見た言語起源論」の趣きがなくはない。それでも、この内容の多彩さは十分に楽しめる。本家の言語学を抜きにして(イントロダクションでは言及されているが)これだけ多彩な論文を集め、「言語の起源」を論じてしまったことがまず第一の面白さだ。

論文は、各領域専門の研究者には多少物足りないかも知れないが、これは本書が個別分野の総説集として書かれたのでないためでやむをえない。

むしろ本書の利点は、「言語起源論」というひとつの視座のもとで見慣れた研究の見直しをせまり、進化への展望と研究領域間の有機的なつながりを再考させる点だ。「これって言語と関係あるよなー。」などと漠然と考え、日頃の議論をかすめていたテーマが、大量の新しいデータとともに改めて再構成・再配列される。各章冒頭につけられたイントロダクションに、個々の研究をどう配列しどんなパースペクティブを与えようともがく編者の苦闘がしのばれ、思わず共感したりもする。

もちろん、自分の専門領域外の研究を概観できることも大きな利点である。引用文献目録も各論文に添えられ充実しており、より詳細な情報を得たい読者にも便利。巨大なテーマだけにこれだけの広い領域にわたる研究をフォローするのは困難だ。その意味でも本書の文献目録は有益だろう。

たしかに、大規模な企画意図ゆえのごった煮的印象はある。しかし冒頭でふれた控えめな表題はおそらくこれを意識したものでらうし、またこの状況こそが現在の言語起源論を反映している。全世紀のトップダウン的言語起源論に対し、現在の言語起源研究はボトムアップのかつ並列的に進んでいる。

この進み方を納得する反面、「では結局、言

語は一体どのように進化し得たのか」という問いに正面から答える難しさに直面してしまうのも、もう一方の事実である。本書で提示された資料から言語起源論の全体像が浮かび上がってこないのは、無いものねだりと分かっているにもかかわらずやはりもどかしい。言語起源論も分解され細分化された「現代の学問」なのかと、少し弱気になる。もっとも、本書でも繰り返し指摘された系列情報の処理過程などは、これからの言語起

源研究の有力な軸となりうると思われるが。

堅実だが、どこか遠くて、むずがゆい。ルソーの、コンディヤックの、ヘルダーの、ドン・キホーテ的潔さにどこかで憧憬を感じてしまっているのにもふと気づくのである。しかし、マイルストーンとしての興奮と期待を本書は十二分にはらんでいる。道は遠い、だがまだ日は暮れていないのだろう。

お し ら せ

日本動物行動学会では次の本の寄贈を受けました。

H.E.エヴァンズ著、日高敏隆訳
『虫の惑星1, 2』ハヤカワ文庫NF182, 183
大方洋二著
『もっと知りたい魚の世界』海遊舎(1994)

第9回 「大学と科学」公開シンポジウム

『地球共生系』

—多様な生物の共存する仕組み—

- 平成7年1月28日(土)～29日(日)
- 有楽町朝日ホール：
東京都千代田区有楽町2-5-1
TEL 03-3284-0131