

集団の自己組織化における情動と社会地図

筑波大学心理学系 安念 保昌

Emotion and social map in self-organization of a group

Yasumasa Annen (*Institute of Psychology, University of Tsukuba, Tsukuba 305, Japan*)

Two colonies composed of four male and four female rats of Tsukuba High and Low Emotional strain were organized in a 180×140×60 cm wooden box. Social structures of both colonies were studied from intra-colony observation and intruder tests for a month. After that a partition plate separating two colonies was removed, and then social interaction in a fusion of two colonies was observed. It was found that only one interaction of dominant males determined the dominance between both colonies. Males from the subordinated colony were exposed to furious threat, decreased their body weight, and were inhibited from access to estrus females. From those observations, a model for self-organization of a group was discussed in regard to emotion and social map.

Key words: self-organization, Tsukuba Emotional Strains, social map, phylogeny of emotion

ラットを集団で飼育していると、必ず順位ができあがる。また、遺伝的に均質な近交系ラットを使って、1匹ずつ個別にデータをとったつもりでも、データがバラついてしまうことはよく経験することである。それは、集団飼育をしていると、ケージ内において社会的な順位が発達してくるからである。

ラットにおける順位形成の様子を、雄2匹、雌1匹の最小の集団で見ると、雌をめぐる社会的関係の対称性が崩れてゆく過程と捉えることができる(安念, 1986)。しかし、この対称性が示される時期は非常に短く、集団を形成した初期に既に崩れていることが示された。

この様にラットが強要されるわけでもなく、自ら順位構造を体制化してゆくことに関わる問題を、その根底にある生物/無機物の区別のない普遍的な自己組織化(吉田民人, 1978)という枠組みで捉え、情動に関わる問題がどこに位置づけられるのかを考えてみよう。

社会的順位に関する研究は、動物の社会行動の中心的テーマであり、様々な角度から研究が行われている。順位を実験状況で厳密に研究した流れがあり、それに関連した行動特性は、非常に多く研究されている。順位は、様々な生理的指標: コルチコステロン, アンドロゲン, 包皮腺, 免疫グロブリンなどと

関連しており、(Benton, et al., 1978; Militzer & Reinhard, 1982 など)、さらに攻撃性や情動性(Ruskin, et al., 1975; 安念, 1986)、生殖的成功(DeFries & McClearn, 1970)と重要な関連を持ち、尿マーキングやテリトリ(Jones and Nowell, 1973)を介して活動性にも影響を持っている。学習場面においては、それらを通して報酬に対する動機づけに影響を持っているのである。しかし、特定の狭い状況での順位においてはある程度のことは言えるが、あらゆる状況での順位に相関を持つ共通の生理学的、行動学的因子はまだ見出されていない。これは、多様な状況それぞれでうまく適応したものが、何かの環境の異変の時に種を存続できるようにさせるには、むしろ都合がよいと見るべきである。

その中で、Rowell (1974)の考えた順位の概念が、順位の様々な現象を本質的に捉えていると考えられる。即ち、順位は優位体による“dominance”ではなく、劣位体が抑制する“subordination”が本質であり、優位な個体の体の中や行動をどう調べようが何も出てこないというわけである。

社会的順位は、このような関係の概念であるとする。順位を観察するには優位体の行動を見ているだけではだめで、劣位体の行動も見てゆかねばならない。

これまでに、社会構造を見るためにとってきた指標は、あるテリトリに入ってきた侵入者への攻撃行動が主で、攻撃研究の文脈として取り扱われてきた (Blanchard & Blanchard, 1980; 安念, 1986). その指標は、噛む (*bite*), 突進 (*lunge*), 追い駆ける (*chase*), 攻撃的な毛繕い (*aggressive groom*), 押し倒して上乗りになる (*on-top-of*), 威嚇的な体側からの接近 (*lateral display*), 向かい合ってボクシングするような格好 (*boxing*) 及び、それらの組合せに分類され、頻度が記録された。侵入者へのこれらの頻度が高い雄は、その集団の中で体重が最も重く、体についた傷が殆どないか全くない。それに比べ、侵入者への攻撃頻度が少ない雄は、体重が軽く、体の傷が非常に多いのである。こうした点から、侵入者への攻撃行動の量が、その集団での順位を反映しているものだと、それらの指標を使ってきたのである。

では、劣位体の側から順位関係を示す行動を観察すると、どのような側面が見えてくるのだろうか。雄4匹、雌4匹からなる Tsukuba 情動系ラットの2系統の集団が、社会的に体制化し、その後融合してゆく一つの事例を取り上げ、優劣行動の違いや、自ら順位構造を体制化してゆく現象を、情動との関わりで考えてみよう。とりわけ、ここで問題とするのは、遺伝的な形質として、順位が決められるのではなく、遺伝的には均質と考えられる近交系の集団において、社会的順位が決定される現象について考えてみよう。そこで順位ができるかすると、それは総て後天的な社会的関係の学習によることになる。

方法

被験体：Tsukuba 高情動系 (以下、*H*) と低情動系ラット (*L*) それぞれにおいて、雄4匹、雌4匹をコロニー居住者として使用した。侵入者として、それらの共通祖先系統である Wistar 雄ラット20匹 (実験開始時約90日齢) を、個別ゲージで飼育して使用した。

装置：90×140×60cmの合板製の箱。中が仕切り板 (厚さ1cm) で、45×70×60cmの大きさの空間に四等分されている。この4つの隣接する箱は、床面より3cmの高さから、10×10cmの正方形の穴が開いていて、相互に通行可能となっているが、1周はできないようになっている。この大きな装置を2つ容易して、予めそれら2つを繋げる通路を開けておき、融合時点までアルミ板で封印しておいた。床面には大鋸屑が敷いてある (Fig.1 参照)。

この装置の床面を総て写せるように、2台の

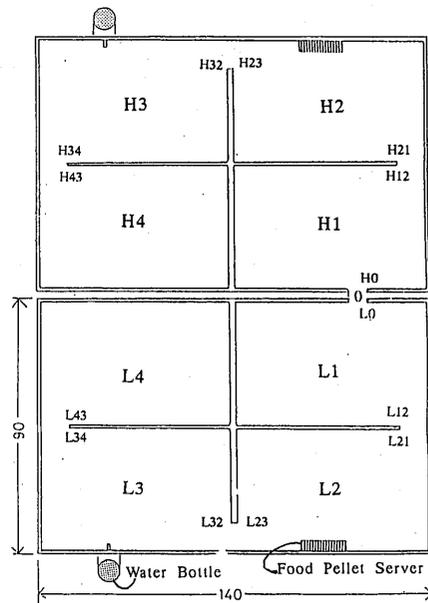


Fig.1 Apparatus

VTR システムを、天上から吊した。夜間の録画が可能なるようにするため、VTR カメラのそばに、60wの赤色光ランプを4個づつ設置した。モニターレコーダは、これらの装置の置いてある部屋の外に置き、コロニー場面を妨害しない様にした。

手続き：居住者は上記の大型コロニーで、38日齢まで母親と共に飼育され、各系統それぞれ8匹が個体識別できる様にマーキングが施され、母親から引き離された。マーキングによって、*H*・*L*それぞれにおいて、雄：N, T, R, L; 雌：E, W, S, Aの個体名を与えた。以降、これらの個体識別の呼び方を使用し、雄雌については必要以外は言及しない。系統を識別する場合はその頭に *H*, *L* を付けて、例えば、“*HN*, *LW*” などと呼ぶ事にする。餌水は、実験観察総てにわたって自由摂取できるようにした。

コロニー飼育開始後約3ヶ月がたった時点、132日齢より、侵入者テストを週に1回の割合で、151日齢まで5回行なった。

コロニーで新たに産まれた仔は、密度を保つために約30日齢で取り出した。また、コロニー内の成員は、なるべく妨害しないように、実験者が触れる機会はマーキングが薄れて個体識別ができなくなる時に、再マーキングする時に限った。この時に体重の測定と傷の測定も同時に行なった。

侵入者テスト：実験室の消灯 (20:00) の後、VTR を準備状態に設定して30分間おいてから、コロニー集団の安状状態を30分録画し、その直後に、

侵入者を餌箱のある区画に入れ、15分間録画した。

VTR再生によって、居住者8匹間の相互作用と、各系統のコロニーの8匹の成員と侵入者を含めた9匹の交互作用について、5秒毎のレスポンス・サンプリングを行なった。起こり得る個体関係の組み合わせは、コロニー内観察では56通り、侵入者テストでは72通りである。

行動記録法：従来の量を重視する方法から、関係を重視する方法へ変えたことが、この研究の重要な点である。これまでのコロニーの研究から、いったん優劣関係が決定すると、それは長く持続し、優位体に肉体的障害が目立つようになるまでは最優位雄はその順位を落とさないことが分かっている(安念, 1986)。このため、観察時間内で優劣が変わる可能性は少ないと考えることができるので、観察時間内で誰が誰にどのカテゴリの行動をしたかだけを、記録すればよいことになる。個体名を予め書いてある記録用紙に、生じた行動のカテゴリを示す矢印で行動の方向を記入し、起こった行動をアルファベット1文字で書き込む。

行動項目は上記の攻撃行動に加え、防御行動、性行動、宥和行動である。

攻撃行動(Offense)	防御行動(Defense)
<i>bite</i> <i>b</i>	<i>retreat</i> <i>r</i>
<i>lunge</i> <i>t</i>	<i>boxing</i> <i>x</i>
<i>chase</i> <i>c</i> ↔	<i>flight</i> <i>f</i>
<i>aggressive groom</i> <i>a</i>	
<i>on-top-of</i> <i>o</i> ↔	<i>on-the-back</i> <i>k</i>
<i>lateral display</i> <i>l</i> ↔	<i>defensive upright</i> <i>d</i>
性行動(Sexual)	宥和行動(Appease)
<i>mount</i> <i>m</i>	<i>social groom</i> <i>s</i>
<i>genital sniff</i> <i>g</i>	

これらの行動項目の定義は、Annen and Fujita (1985), 安念 (1986) によっている。(以下、この略記を使うこともある。)

結果

融合直前の、侵入者への攻撃の頻度による順位の作り方であるが、*bite* による順位についてみると、H系コロニーではR, L, N, Tの順になる。一匹のボスが全体を支配する形の絶対順位は見られなかった。そのかわり、一匹の雄HTが全く攻撃を示さない絶対的な劣位体が出現した。

これに対して、L系コロニーでは、4匹の雄とも侵入者に対して激しい*bite* 攻撃を示し、R, L, N, Tの順になり、全く攻撃を示さない雄はいなかった。*bite* だけを見ると、LRが他の3匹の雄の約2倍の

頻度を示し、突出しているが、*lunge* を見ると逆にL, T, Nの方がはるかに高い頻度を示している。この傾向は、H系には余り顕著ではないがみられ、HNにおいては*bite* よりも*lunge* の方が目立った (Fig. 2 参照)。

では、これらの頻度を無視して、誰が誰にどうしたかという関係だけで表わすと、次の Fig. 3 に示される。HR, LR がそれぞれのコロニーでボスと考えて差し支えないであろう。融合前後の体表の傷と体重は、雄は表1, 雌は表2に示されている。この表からもそのことが分かるであろう。

融合直後3時間の相互作用を Fig. 4 に示す。この間に、集団の融合において最も重要な現象が起きている。この過程を詳しく述べると次の様になる。

開通2分後に、LNがH側に入って、HNから*bite, on-top, aggress groom, chase* されて、26秒で敗走している。ついで、開通4分後、LのボスであるLRがH側に入り、今度は、HTから*chase, lunge, aggressive groom, box, on-top* され、これも*retreat, flight* している。それから、10分以上経ってから、LNがH側に入り込み、HNから*bite, on-top, chase, lateral display* を受けている。さらに、開通後30分以上経つと、今度は、HのボスであるHRがL側に入り込み、相手のボスLRから、*bite, lateral display, chase* を受け、逃げ戻っている。その後、HNとLRの間で、L側において攻撃的な相互作用があり、H側に近いところでは、HNはLRに*bite, lateral display* を行って優位に立つが、L側の奥に入り込むと立場が逆転して、LRがHNを*bite, lateral display, chase* する場面が生じた。

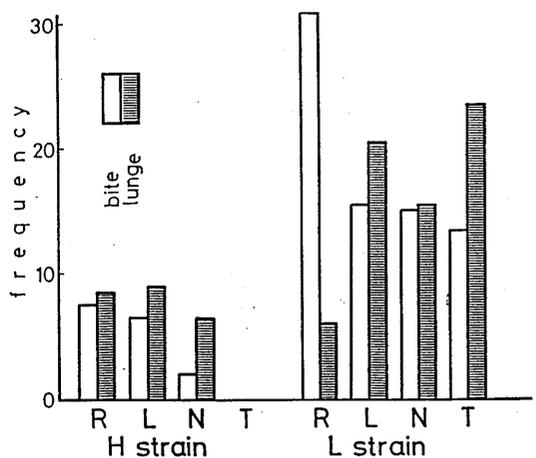


Fig. 2 Frequency of bite and lunge against intruders in H and L colony male residents.

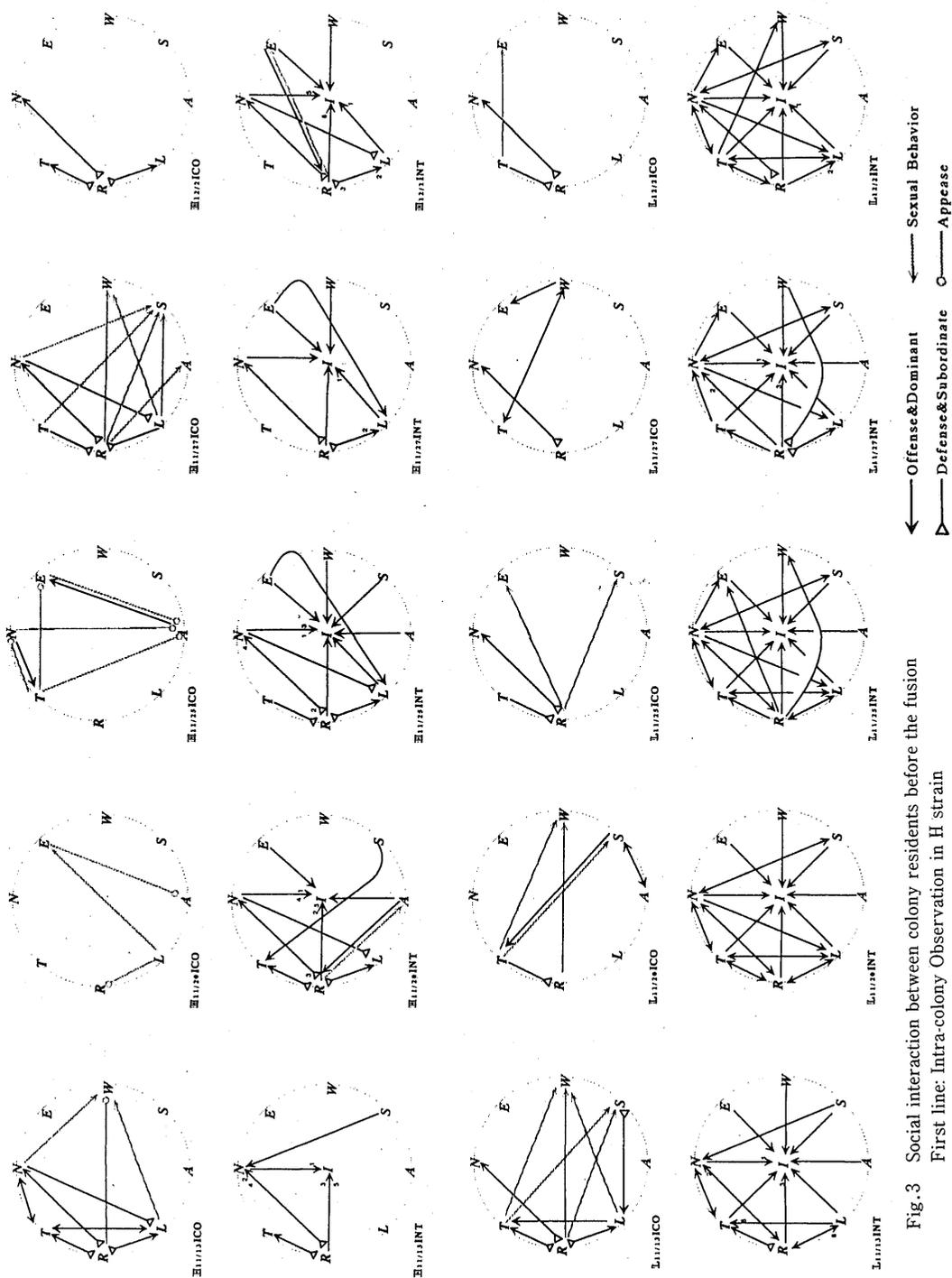


Fig. 3 Social interaction between colony residents before the fusion
 First line: Intra-colony Observation in H strain
 Second line: Intra-colony Observation in L strain
 Third line: Intra-colony Observation in H strain
 Fourth line: Intra-colony Observation in L strain

Table.1 雄の体表の傷の長さ (mm) と個数 (括弧内) および体重 (g, 下段)

記録 日齢	H系コロニー				L系コロニー			
	HN	HT	HR	HL	LN	LT	LR	LL
144	後背部 傷多し 546	後背部 傷多し 480	無傷 552	後背部 傷多し 524	5 (1) 440	10(2) 428	無傷 436	10(2) 396
152	開 通							
170	64(11) 546	121(29) 500	10(2) 564	137(34) 544	121(11) 340	137(12) 336	56(6) 360	103(11) 308

Table.2 雌の体表の傷の長さ (mm) と個数 (括弧内) および体重 (g, 下段)

記録 日齢	H系コロニー				L系コロニー			
	HE	HW	HS	HA	LE	LW	LS	LA
144	無傷 314	無傷 324	無傷 356	無傷 334	無傷 296	無傷 256	無傷 280	無傷 334
152	開 通							
170	13(3) 360	15(1) 334	5(1) 326	8(1) 356	31(5) 266	28(6) 292	56(5) 284	— —

開通後50分経つと、L1 (場所を指す略記, Fig. 1 参照) において、HR がLR から retreat した後、HN がLR を lateral display し、LR が retreat して、HR、HN、LR 間の関係がこれを見る限りでは、HN→LR→HR の順位構造ができあがったように見えた。しかし、H側においては、HR はHN に威嚇(i)し、HN はHR に服従姿勢(d)をとっている (HR→HN)。開通1時間後にも、L側にて、HN がLR を攻撃する場面があり、また逆にLR がHN を攻撃して押さえつける場面が繰り返された。しかし、これらの社会的な事象は総てL側でなされており、総体的にみると、LR に対してHN 優位であることにはかわりない。それは、開通後2時間を過ぎるとはっきりしてきた。

開通後2時間3分には、L3 においてさえ、LR はHN から威嚇されると防御的な行動をとるようになった。この時、HR はL1 からL2 にいて、HN が戻ろうとすると、HR から威嚇され戻るに戻れない状況であった。その4分後には、LR は自らL3 において、HN から身を引くようになり、完全に優位を失ってしまった。HR はこの時でも、LR が攻撃してこないにもかかわらず、LR に対して、自ら身を引いている。しかし、開通後2時間40分を過ぎると4匹のL雄達は、HT に対しても防御行動を示す

ようになり、L4 に引き籠るようになっていった。こうして、2つの集団の再体制化は、ほぼ完了した。

融合1日後、1週間後、1カ月後の相互作用の様子をFig. 5 に示す。

開通後21時間経っても、HR がHN に対して優位であるという状況は変わらず、HR の新しいポストとしての地位は確立した。HR は4匹のL雄をL4 に追いやり、bite, lateral display, chase, lunge を行い、また、4匹のL雄は甲高い声を発生して、隅にうずくまり、完全に服従状態となった。また、L側においても、HR はHN を威嚇追跡し、HN も同様に、甲高い声と同時に、HR に完全服従した。

1週間後には、L雄達の毛並が悪くなりはじめ、背中に傷が目立ち出し、居場所はL3 からL4 に限定された。近づくHのどの雄にも服従的な行動をとった。1カ月後でも、その状況は変わらず、体の大きさの違いが一目で分かるようになったのである (表1 参照)。

侵入者テストでbite 攻撃をするのは、HR だけであり、1カ月後には、HN は侵入者に近づきもしくなくなった。しかし、雌だけは違って、どちらの系統とも、侵入者への攻撃も自由だし、どの区画にはいつでも、HR の威嚇を引き起こさなかったのである。

開通後に、相手コロニーの雌への性行動は非常に多くなる。開通時の主要な行動は、性行動と順位行動しか起こらない。コロニーのポストの優劣がはっきりとつく、開通後2時間40分までは、雄は相手コロニーに入って相手側の雌へmount することは殆ど無いが、相手コロニーから入ってくる雌には盛んにmount する。しかし、同時に、侵入雌はそこにいる雌からも攻撃を受けるので、雌が相手の区画へ入ると、雄と雌から追いかけることになる。

しかし、雄の集団間の優劣がはっきりしてくると、劣位となった雄達は、たとえ自分のコロニーの雌に対しても性行動が抑制される。近くに、優位側の雄の気配が無ければ性行動は可能であるが、ちょっとした他個体の足音にも敏感に反応するようになるため、実際にはかなり制限されることになる。

1カ月後には、全体のポストとなったHR は、唯一発情していたLW を独占してmount した。HR が攻撃威嚇状態にないときには、H系の劣位雄も一緒に発情雌にmount できたが、HR が攻撃威嚇状態の時は、HR に近づけず、HR が発情雌を独占することができた。

これまでの研究では、優位体の攻撃的側面だけを見て、劣位体側のそれに対応す防御行動以外は見過ごしてきた。劣位体の側から示す行動は、その抑制

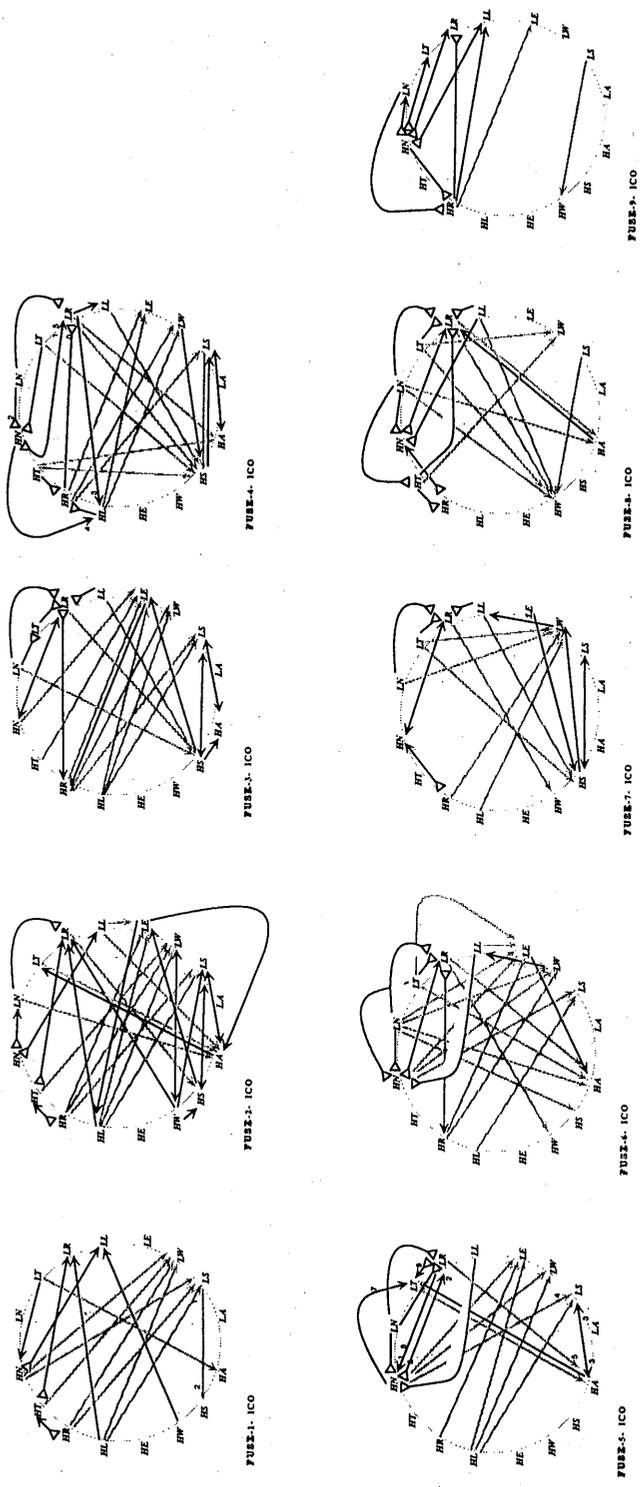


Fig. 4 Social interaction between H&L colony residents just after the fusion
Each figure represents 15 minute's interaction in time order.

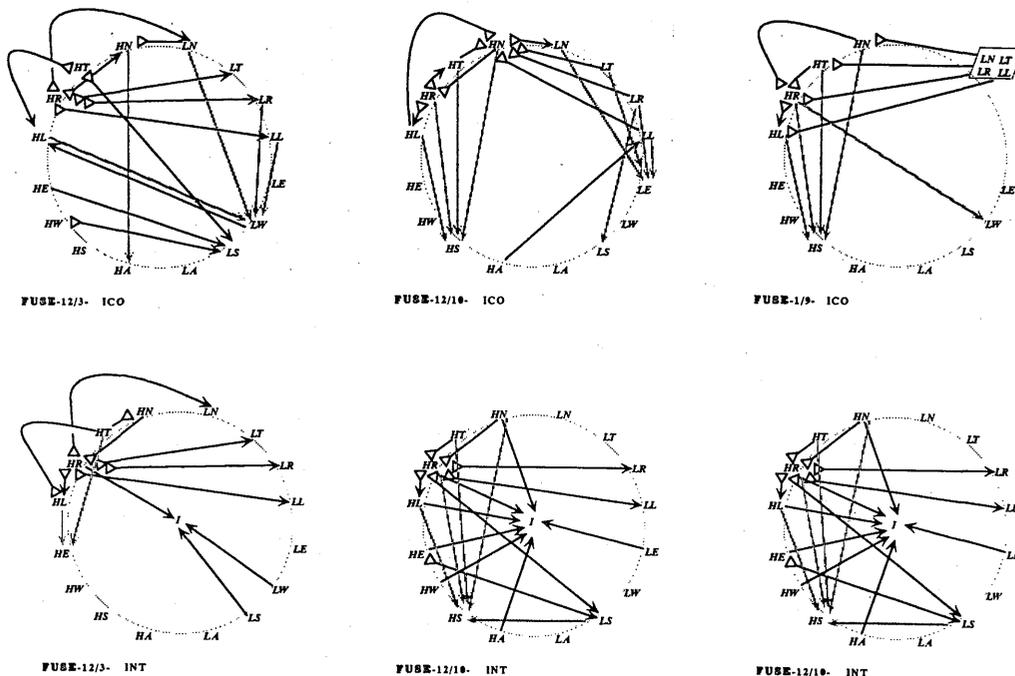


Fig.5 Social interaction between H&L colony residents one day, one week and one month after the fusion, successively. Upper: Intra-Colony observations. Lower: Intruder tests.

的な側面を詳細にみると、これまで記録に残らなかった多くの行動を示していることが分かった。それを以下に列挙する。

- ・優位体が、遥か遠くにいても、こちらへ接近してこようとしている時には、進路を妨害しないように、道をよけたり、場所をあけたりする。後ろから接近されても、同じように、その空間から身をかわす。
- ・通路を通ろうとしている優位雄に、分け入って通ろうとはしない。
- ・顔や体をそむけて、あたかも視線を合わせないようにする。
- ・面と向かってしまったときには、甲高い発声をする。この時、大抵尻尾も振れる。
- ・ぱったりと目と目を合わせてしまうと、一瞬動きが止まり、転移行動として、性行動や、*self-groom*を行う。
- ・雌の場合、優位体に対して苛立つが、手を出せないときには、大鋸屑を掘り返すような行動をとる。これは、防衛的埋藏行動と、関連があるかもしれない。
- ・優位雄が首の下に顔を入れてきたら、劣位雄は体を動かさないでいる。もし、背けたりすると、*c. t. b. o*を食らうことになる。しかし、優位雄が、もし別の方向を意図して動いていたなら、その限りでは

ない。

- ・優位雄が性行動に従事しているときには、攻撃を受けない。このことを応用して、攻撃されそうになると、近くの雌に *m* して攻撃をかわすこともある。
- ・顔を合わせるだけで、発声して、*retreat* してしまう劣位雄でも、性行動だけは平気で優位雄のそばに近づいてゆく。あるいは、優位雄も、ちょっと前まで、攻撃していた劣位雄が、*m* しているときには、攻撃を全く加えない。
- ・これに対して、優位体は全く相手のことを構わない。自分より劣位の個体の上を歩く。
- ・劣位雄や、雌が、攻撃行動を引き起こすときは、*lunge* が中心で、*bite* は滅多に起こらない。侵入者への攻撃で、劣位雄が *bite* するときは、何度も躊躇したあげくに *bite* することが多い。これに対して、優位雄は平気で *bite* する。
- ・ボスは物音のする方向へ走ってゆく。
- ・雌が侵入者へ発声していると、ボスは遠くにいても近づいてきて、一緒に攻撃に加わる。

これらの行動は、一事例研究で得られた現象に過ぎず、ラットにおいて、必ず起こるものとは言えないかもしれない。しかし、遺伝的に均一と考えられている近交系ラットによって、実験室状況下でこれ

だけ多様な社会的現象が生み出されることは事実である。

考 察

1. 社会的文脈

ラットの社会行動を見るとき、これまで文脈を全く考えていなかったといってもよい。それは、ラットが個体識別ができると考えていなかったからかも知れない。Tsukuba 情動系ラットが、臭いによって系統を弁別できることが示されている(安念・藤田, 1990)が、今回の観察では、系統弁別を含む個体識別を行っていることが示唆される多くの事例が見い出された。

例えば、開通後55分経った時点での出来事である。HNが入ってきて、LR、LSのいる通路へ入ろうとした時、その近くにいたLTもその通路を通ろうとして簡単に通れたが、HNは通れなかった。それは、LRとLSが、*lunge* 様の前肢をばたつかせて、侵入を阻止したからである (Fig. 6 参照)。

しかし、その直後HLがLWを*m*のために追って来た時には、簡単にその通路を通してしまった。そして、その直後には、LRが入ってきたHLの背を*b*(bite)している。その騒ぎの大きさに、近づいていた劣位雄LLとLNは、L側の領内深くへ逃げた。その動きに対して、LRはLLとLNを追跡し、たまたまそばにきたLWを*b*した。しかし、その騒ぎに、HNは動じず、その通路から中に入ろうとして、再びLR、LSと対峙した。そこへ、LEが通路を通ろうとして、すんなりと通れたが、HNは奥には入れてもらえなかった。

その後、L12にHNがいて21にLRがいて、LRはHNの侵入を阻止しようと*d*して前足をばたつかせている。LWもL1にいて、L2に入ろうとしてい

るが、彼らの後ろを通過してL21の通路を何気なく通過した。

その後ろ(L1)で、LSはHAに*t, b, co*し、HAはLSへ*i, o*して仰向けとなったLSの性器部が、HNの方に向いたので、HNはLRへの威嚇をやめLSへの*g*を始めた。それに次いで、LRはL1でHAへ*m*した(LRはL1にいたHAに*m*した)。HNの攻撃状態がなくなると、LRはそばにHNがいても堂々と性行動を始めたのである。

HNが元の威嚇状態になったのはその10秒後であった。始め、もじもじと大鋸屑をいじくっていたが、L21にいたLTに対して威嚇を始めると、LRは慌ててL1からL2に戻り、*d*状態になった。

しかし、LRはHA(L12)へ*m*しようとして、HNへの防御姿勢を示しながら*m*をしようとしていた。それに対してLRは*t*を行って、HAへの*m*を防いだ。その後、HNがHNがH1に出ていくとすぐに、LRがHAへ*m*し始めた。

これらは、LRがHNがいまどこにいるのかを常に警戒していることを示す。それどころか、HNがいま何をしようとしているのかの表象を持つことを示唆する。しかし、他のHの劣位雄に対しては、あまり関心を示していなかったのである。

HNがL1まで戻った時、L0にいてH側を覗いているLTを発見し、即*b*攻撃した。それで、LTはL2、L3へと逃げだし、それを追いかけてHNがL2に入った時、LRがでHNへ*b*することが起きた。その後、HNは元の状態を回復するため、*l*によって相手を威嚇し出したが、L2ではLRも負けられずに、*l*して、*x*状態が暫く続いた。L2ではLRの方が強く、HNはLL12に戻らざるを得なかった。HNがL12に戻る時も、すぐには戻らず、一旦LRを*t*してから、あいてが怯んだ隙を見て、素早くL12に戻っている。これは、そのまま逃げてしま

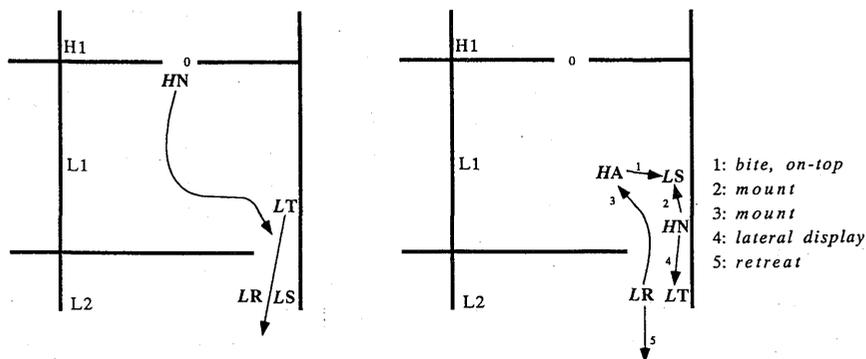


Fig. 6 Social interaction 55 minutes after the fusion

うと、自分の劣位を宣言したことになるからであろう。こうして、再び、L12にいたHNとL21にいたLRのにらみ合いが続いた。そこへLRのそばへLTがやってきて、LRがLTにcしたために、HNはLRを追ってL12に入り込んだ。こうして、HNとLRのにらみ合いはL23に移った。しかし、LRはtによって、HNをL2の中程へ突き飛ばし、b, t, cして、L1へ逃げざるを得なかった。以上は、開通後55分から10分間での出来事である。(Fig. 6 参照)

この様にラットは社会的文脈の中で相手を弁別して適切な行動をとっているのである。

2. 社会地図

こうした、社会的文脈の中で、個体間関係の推移を詳しくみると、劣位雄Bが、他のさらに劣位の個体Cや、侵入者Iを攻撃した場合、優位雄Aはその劣位雄Bを攻撃することが非常に多く観察された。Fig. 3と4の中に示した数字は、その個体間関係を示すものである。H11/13INTでは、HNが侵入者を攻撃すると(1)、次にHRは侵入者への攻撃を止めて、HNを攻撃し(2)、その後で侵入者を攻撃(3)、再びHNを攻撃(4)、そして、侵入者をまた攻撃(5)している。

また、L11/13/INTでも、LNが侵入者を攻撃すると(1)、次にHRは侵入者への攻撃を止めて、LNを攻撃し(2)、その後で侵入者を攻撃(3)し、暫く間をおいてから、今度は、LLがLTを攻撃する(5)と、LRはLLを攻撃(6)しているのである。

さらに、興味深いのは、FUSE-4-ICO(融合後45分から1時間のコロニー内観察)で、HNがLRを攻撃して(1)、LRがHNに服従的になり始めると、LRに対して劣位だったLNも、HNから攻撃を受けていないのに、HNに服従行動を示しだした(2)のである。

これら以外にも、非常に多くの三者間の関係事象がみられた。社会行動が、単に他個体から直接受けた行動に反応しているだけなら、自分に向かってきていない行動に反応して、攻撃行動や服従的な防御行動を示す必要はないのである。それを引き起こさせているのは、社会行動が個体関係がどうなっているのかという表象に頼って、起こっているからで、それは、優位体だけでなく、劣位体もそれに依存している。この表象を社会地図と呼ぶなら(安念・藤田, 1989), 社会的関係が長期間持続される状況では、常に現実の社会的関係をこの地図と照らし合わせていることになる。そして、食い違いが見つかる時、現実を修正しようと社会行動を実行に移すのであ

る。これが、現状保守的な方法であるが、LRが自分のエリアで度重なる攻撃を受け、自分の社会地図の方を修正せざるを得ない場合も出てくるのである。

3. 自己組織化

今回の観察事例を見ながら、集団の自己組織化について考えてみよう。そもそもこの言葉は、吉田民人(1978)の造語で、自らの秩序をプログラムを媒介して自ら制御・保持・変容させる能力を有するシステムと定義している。自然選択(外生選択)による自己組織性と主体選択(内生選択)による自己組織性を区別している。

ここで言う自己組織化とはラットに、実験者側が何も手を加えていないのに、彼らが自分で優劣の構造を再編していったことを指す。雄2匹、雌1匹の最小の集団において、優劣の非対称性が非常に早い時期から存在していることが分かった(安念, 1989)が、今回の研究では、2つの体制化していた集団が隔壁を開通してからわずか、2時間40分で新たな基本構造の原型が作られたのである。しかも、そのもっと基本的部分は、開通後50分ごろに起こったただ1回の相互作用で、決定されてしまった。さらに、その後1時間にわたる10回足らずの社会的相互作用は、その関係が固定していった過程であるといつてよいだろう。即ちただ1回の社会的相互作用による関係が、その後の数カ月にわたる関係を決定してしまったのである。

自己組織化という言葉を使わなければ、この現象を説明しづらいのは、実験者側から、彼らの行動を差し向けるような、環境の操作は何一つ行っていないからである。

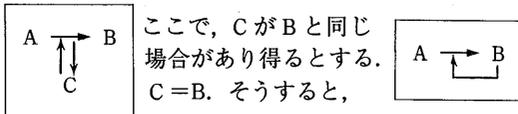
ここで、なぜ、ただ一回の事象がその後の関係と、集団の間の体制化の方向を決定付けることができるかについて、モデルを考えてみよう。

4. 自己組織化のモデル

4.1 関係評価の最小モデル

最小の関係事象が発生するには、少なくとも二者が必要で、それらが何らかの影響を与えることで、関係が発生する。それを以下の矢印で表示する。しかし、それを認識する主体が存在しなければ、その関係の存在の意味がなくなるので、第三者がその関係を評価しなければならぬ。ここで、評価はAB間の関係に影響を持ち得るものだとすると、同じ矢印で書くことができる。これが、ある関係が存在するための最小条件で、最小の社会としての三者関係

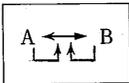
である。



ここで、CがBと同じ
場合があり得るとする。
C=B. そうすると、

という構造になる。Aから受けた影響をBが評価し、それがABの関係にフィードバックするのである。これは、次回Aからの影響があった時には、前の関係を強固なものにする方向へ進むことになる。この最も単純な構造によって、単一事象が、その後の関係を決定し、社会的な学習が急速に成立する要因になっているかもしれない。こうして、社会的関係の学習は、個体の中を探しても、その本質部分は見つからないことになる。

この事例の場合、影響の仕方は、行為をする側とされる側で二通りある。HNがLRに *chase, lateral display, on-top* を行うという事象を考えると、それに対応した防御行動が必ず起こり、LRが *flight, defensive upright, on-the-back* をHNに行うことになる。そのため、上の構造は、AとBに関して対称で



となる。

こうして、関係事象の評価を相互に、関係の仕方にフィードバックするため、わずかな回数で、関係の仕方が固定化するのである。

4. 2 三つ巴関係

今回の実験の事例では、最初、両コロニーのボスが出会って、一度HRがLRに負けている。その一度の事象によって、HRがLRに対してだけ服従的に振舞うことが、約2時間も持続した。しかし、それが両コロニーの体制化にまで影響を与えなかったのは、その最初のボス同士の出会いの直後に、LRはHNに、L側のエリアで攻撃を受け、*lateral display* によって、劣勢に立たされたためである。

その後、このLRとHNの間で頻繁に攻撃的相互作用を繰り返した。それは、LRにとっては、直前にHRに勝つという事象の経験がその関係への仕方へフィードバックされ、HNに対しても繰り返し、攻撃を挑ませたのであろう。一方、HNの方も一度、LRに対して優位にたった経験が、関係への仕方にフィードバックされ、その後もLRに対して優位を続けさせたのであろう。

繰り返しのLRの敗退で、LRはかつてのボスとしての関係の仕方を変えざるを得なくなった。開通2時間40分後には、総ての相手のコロニーの雄に対

して防衛的に振舞うようになったのである。

ここで、重要なのは、初期の状態では、三つ巴状態であったことである。それが、外からの操作なしに彼ら自身で、安定な方向に向かった。もし、自然環境において、三つ巴の不安定な状態が長続きしたら、これら2つの集団がよその集団に乗っ取られたり、あるいは戦い疲れて、捕食者に食われていることになるだろう。この三つ巴の解消はどの様にしてなされたのであろうか。

それは、HRとHNの強固な優劣関係が持続されていたことにある。もし、HNがLRに対して優位に立った時に、その関係の仕方をHRとの関係にもフィードバックしたら、三つ巴関係は解消できなかったであろう。HRは、HNがLRを攻撃するたびに、その物音を聞きつけてHNに接近し、優劣の確認を行っているのである。しかも、その時、HRはLRに服従の姿勢さえ示している。上で述べた構造により、HNとLRは攻撃的相互作用を繰り返し、LRにネガティブコントラストと同じ現象を引き起こし、ボスとしての関係の仕方を放棄させたのである。これによって、LR→HRの優劣が解消され、安定した優劣構造が体制化したのである。

4. 3 社会地図による自己組織化

ここで興味深いのは、HRが物音を聞きつけ頻繁にHNのところへ、自分との関係を確認しに行っている点である。HRは、自分に関わりのない他個体の社会的事象に関わる必要は元々ないはずである。しかし、実際には、HNがHRを攻撃したら、たびたびH側の奥からL側にまで入り込んできて、HNに近づいて行ったのである。これは、自己組織化を助けるもう一つの構造、つまり、H側のボスHRの持っている社会地図である。常に現実の社会的関係をこの地図と照らし合わせ、食い違いが見つかったら、現実を修正しようと社会行動を実行に移すのである。ボスが何か物音をしたところへはすぐに駆けつける性質を持っているのも、そのためである。こうして考えると、社会的体制化とは、このボスの持つ社会地図の現実との対応付けと捉えなおすことができる。

5. 自己組織化の原動力

こうして、関係評価と、社会地図によって、ラットは自分の集団あるいは融合集団の自己組織化を進めることができる。しかし、これだけでは、自己組織化してゆかないだろう。なぜなら、例えば、社会地図と現実の関係に食い違いが分かったとしても、修正する必要はなく、放っておいてもいいからであ

る。そこには、社会の自己組織化を推進させている原動力が必要である。

それは、単に順位を作ることにあるのではないだろうか。集団状況におかれたラットは必ず、優劣関係を作る。雄が順位を作らない状況は、ただ一つで、今回の事例におけるように、4匹のLの雄達が、どのHの雄からも攻撃を受けるようになり、L雄がどのH雄にも服従的になる状況になると、L雄の中では順位関係は消失する。

しかし、順位を作らせる原動力は、単に遺伝的に決定されているだけであろうか。順位には、少なくとも、次の三つの構造が関わっていると考える。

5. 1 無機質の順位

先ず第一は、全く遺伝というシステムを介さない、無機質な構造で、それは何らかの形質に関してある現象を捉えたと、必ず順番が付けられる、並べられるということである。例えば、体重、背の高さ等は、ある平均値の回りに正規分布するが、順番を付けようとするれば必ず付けられるのである。あらゆる現象は、ランダムなばらつきを持っていて、完全には均一にはなり得ないのである。

5. 2 意味の発生

第二は、順位の実行者としての「意味」である。これは、ある時点での情報が次世代に伝わる、遺伝のシステムにおいて、発生してくる問題である。遺伝システムは、次世代でのその形質を再現するメカニズムである。ただし、次世代でも同じ数だけ再現されるわけではなく、5. 1の理由で次世代数はばらつく。しかし、当然のことながら、次世代に1つも残されなかった遺伝子は、それ以降存在しなくなり、一方残った遺伝子はその後の世代も同じことを続けるだけである。意味が発生してくるのは、残った遺伝子による次世代での形質と、消えた形質の差が、次世代と環境の間において相互作用する時点である。どの形質のどの方向が、次世代に残ってゆかないかが分かってくるのである。ここに、意味が発生する。次世代で、遺伝子を減らした形質は、「危険」であり、増やした形質は、「安全」という意味を持ち得る。しかし、この段階ではそれをその実行者の種自身がその意味を知り得ていない。そのためには知的進化のための形質間のもと高度な組織化が必要である。

このシステムの中で、遺伝子を増やすことが、「適応的」と言われるが、「適応」という言葉は、そうしたシステムの構造の中で定義される。ここでいう形質には、ある状況でどう振舞うかという行動

的傾向も含まれるが、それは適応に大きな影響を持っている。こうして、振舞いに関しても、危険か安全かを意味付けられるようになる。ここに、行動遺伝学のテーマがある。

5. 3 情動の発生

そして、最後は、行為主体者の情動である。意味の発生が、第三者ではなく、行為主体者に認識されるほど、その種が知的に進化してくると、情動が発生してくる。即ち、情動は、遺伝システムがある状況での意味の発生を、行為主体者に伝えるメカニズムであると定義できる。情動とは、そのシステムが重要だと認識した行動を安定的に遂行させるためのものと考ええる。

6. モデルによる検証

6. 1 今回の事例

以上のモデルを、今回の実験で考えてみよう。二つのコロニーのそれぞれのボスは、対等な関係では存在できなかった。劣勢になったボスはどんどん劣悪な状況に追い込まれ、かつての劣位雄との優劣関係も失われ、ひどい傷と度重なる威嚇攻撃によって、餌水の摂取も抑制されたため、体重が極端に減少していったのである。自由に動き回れる空間も与えられず、隅に押しやられた。一方、優位にたったボスは、どのエリアも自由に動き回り、同時に、発情雌へのmountは、自由に行うことができた。優位にたったHの劣位雄も、ボスから威嚇は受けたが、体重の減少はなく、発情雌へのmountも、比較的自由であったのである。これによって、次世代に伝えられてゆく遺伝子は、優位にたった側のものが多くなることが、容易に想像がつく。優劣関係を決定する行動の、ちょっとしたミスが、次世代での遺伝子頻度を決定していくことに、この種のシステム上で意味を見い出すと、その行動に対して、それが重要であることを伝えるものが必要となってくるのである。こうして、優劣決定行動に意味と情動が付与され、あとは、社会地図と、関係評価の構造によって、自己組織化してゆくのである。

6. 2 他の事例 —ライチョウの場合

他の、生態学的観察をとりあげて、自然場面で考えてみよう。例えば、ライチョウは、亜寒帯針葉樹林とその周辺に適応し、一部は高山帯とツンドラに適応したキジ目の鳥である。そのなかで、半砂漠のヨモギ草原にすむセーザライチョウは、大きな後尾集団を作って特徴ある求愛儀式を行うので知られている。雌雄の体格が著しく違っていて、繁殖期に近

づくと巨大な雄が数十匹から四百匹も求愛場が集まってくる。この求愛場で雄は10-20平方mの縄張りを作る。その中心部には大型の雄がいて、周辺にはルーズな縄張りを持つ雄や縄張りを持っていない雄がいる。縄張りの境界は、2匹の雄が互いに胸部の羽毛を広げた誇示姿勢のまま押し合ったり、羽で叩き合うことによって決定される。雌はこの求愛場を数週間にわたって訪れるが、それは最も優位な雄の縄張り付近である(伊藤, 1978)。このように、雄が広げる羽の大きさや押しの強さで順位が決定して、それによって雌の獲得が決定される場合、そのシステムが動き出す最初の瞬間は意味も情動も何も発生していない。しかし、その順位の効果がこのシステムへフィードバックし始めると、セージライチョウの広げる羽には、意味が発生し、それがそのシステムにおいて重要なものであると認識され出すと情動も発生し始める。その情動は、この羽の叩き合いが、非常に重要なものであることを行為主体者に伝え、当面関係のない行動を引き起こして不完全な遂行に終わらないように、その行動を駆動させるのである。どの様な情動なのか、その内観を探ることはできないが、ヒトにもその感情は共感できるのである。

6. 3 非生物システム

この自己組織性のモデルは、遺伝を介さない非生物的なシステムにもあてはめられるはずである。例えば、データベースの自己組織化について考えてみよう。情報氾濫時代においては、計算機に様々なデータを溜めこんでも、それを有効に活用できなければ意味がない。ラットがよそから訓練を受けなくても、自分で社会構造を作り上げてゆくように、雑多なデータが自分で体制化してくれればよいということになる。

まず、データ1個1個が、独立していて、なんらかの形質に関する順序が先ず問題となる。それは、全体容量であったり、タイムスタンプであったりするかも知れない。しかし、そのデータが、ある時間を経て同じコピーをたくさん増やせるとしよう。コピーを増やすのは、未知の未来の状況変化に対して対処するためである。しかし、コピーは無限大に増やせるのではなく、全体容量が決まっているとすると、何を残してどれを消すかという問題が起こってくる。この時に、データ相互の関係が、データの生き残り・消失に関わってくる状況が必要であろう。そうすると、データ間の関係を包み込む環境が必要となる。この問題もうまく解決すると次に、ある似たデータの群れが、どの様な形質を持っていれば残り易いのか、残っているデータの中に蓄えられて

きて、データの形質に、環境との相互作用における意味の認識が、システムとしてできあがってくる。こうして、データの群れの中で、生き残るにはデータのどの形質が重要で、どれが重要でないかが個々のデータにフィードバックされてゆく。この時、データ間の相互作用でどうすれば生き残れるかという法則が出現しているように見える。これが、生物では情動にあたる。

このレベルまで達すると、個々のデータは他のデータとの関係を把握していることが重要になってきて、関係情報を操作する部分がデータの中に作られるのである。

あるデータが入力される、より多くのそのコピーを残すにはどう振舞うかという情報が、そのデータ自身に蓄積されてゆくようにすれば、あとは自動的に、データの情報空間が出来上がるだろう。これを達成するには多くのプレイクルーが必要であるが、不可能ではない。しかし、この様なシミュレーションが、必ず人のために有益な情報空間を提供してくれるかどうかは、分からない。あるデータそれ自身にとって特異的に有益であるかもしれない。

6. 4 Tsukuba 情動系ラットの選択交配

野生ラットは、地下の穴のシステムに、食物を蓄え、巣材を運んで、仔をそこで育て、さらに外で何か危険が迫った時には、とっさに穴に逃げ込む。野生のラットだけでなく、屋根裏やビル等、人工的な環境に適応している鼠においても、かれらの巣穴から外へ出てゆく時は、あたりを見回し、少しでも物音がすると、すぐ引っ込んでしまうなど、非常に慎重に行動する。

ラットにとって、危険が迫っている時、穴から外に出るか否かの決定は、とりわけ重要な自然選択圧上の意味を持っている。例えば、穴の外にイタチやフクロウなどの捕食者のいる場所や、あるいは、人による穴の破壊工作などの時、穴から出ていくことは、捕えられる可能性が高い。しかし、逆に、あらゆる物音にびくついて、外に出ないでいたのでは、餌のありそうな場所を探す事もできず、また配偶者に出会う機会も少なくなるであろう。こうして安全な場所から外にでるという行動は鼠に限らず、あらゆる生物にとって、その自然選択の歴史上、重要な意味を持っていたはずである。

藤田(1975)は、それらの生態学的な事象を「臆病さ」=“emotionality”という点において、モデル化して、実験室に取り込んだ。藤田はそれをモデル化するにあたり、地下の穴の安全な狭くて暗い空間に相当する出発箱と、地上の明るくて広いフィー

ルドに相当する直線走路の二つに分かれた構造を持つランウェイ装置を作り出した。そして、出発箱から外に出て、接続された明るい直線走路をどれくらいよく動き回るか、あるいは、全く外に出ないか、に関して人為的に選択兄妹交配を重ねていき、その行動特性を遺伝的に両極端化、固定化していった。

以上のことについて、ここで提案したモデルで、系統発生的背景を全く持たない人工的な生物で考えてみよう。臆病さの指標である、ランウェイ装置での通過区画数に関して、0から300前後までの数の無機質な順位が形成できる。これに対して、次世代に残るかどうかの選択が行われ、次の交配に参加できたものとできなかったものとの間における環境に対する差異として、意味が発生する。つまり、出発箱から全く外に出ないか、頻繁に出ることが「安全」であり、中途半端に出ることが「危険」である。この行動形質が、人にとってはびくついたり、堂々と外へ出てきたりする現象に見えるので、以上を要約すると「臆病さ」という意味を担っている様に実験者に見える。しかし、この意味が、人為選択交配のシステムに認識されてはいない。選択基準は前もって決められているだけであり、ケージに閉じこめられたその生物の集団にはフィードバックされていないのである。

もし、それがフィードバックされる状況になると、どうなるであろうか。繰り返しの選択によって、生き残ったものの中で相互作用が始まる。臆病さという行動形質に関して、生き残れる数に限りがあると、そこに社会性がでてくるのである。こうしてこのシステムが、その臆病さという行動形質の意味を認識し始めると、臆病さに関わる行動を正しく駆動させるために情動が発生してくる。つまり、意味としての「臆病さ」と、「臆病さ」の情動は異なるのである。こうして、臆病さの順位を作ることへの原動力が完成し、関係評価と社会地図を持った個体による相互作用によって、「臆病さ」に関する集団が自己組織化してゆく。ここで体制化される社会では、びくつくとか、堂々と振舞うことだけに価値があることになる。例えば、非常にびくついている個体Aに対して、さらにびくつく個体Bが現れ、それぞれの持つ社会地図に、相手の行動の自分に対する関係の意味情報が書き込まれ、さらにびくつくかどうか、彼らの社会行動となる。

しかし、実際の自然環境では、臆病さに代替される同じ効果を持った行動形質が多面発現的に存在し、それらの意味と情動が多様に系統発生しているのである。

6. 5 ヒトの記憶

高度に知的に発達したヒトの脳において、雑多な情報がどうやって理路整然と貯蔵され、必要な時に適切に活用されるのだろうか。ちょっとした仕事や会話をするにしても、多様な記憶階層を間違えずに引出し、蓄えていることが、最近の人工知能の研究から明らかにされてきた。ミンスキー(1985)はその様を、微細な仕事を受け持つエージェント間のコミュニケーションによって表現し、ここ30年の人工知能の歴史をまとめている。

生き残りを賭けて順位争いをするという今回のモデルは、脳の中でミンスキーの言うエージェント間のコミュニケーションにも適用できるはずである。脳に入る神経細胞の数が決まっていて、その中で維持されるエージェントにも限りがあるはずである。最小のエージェントが神経回路の中で存続と消滅を繰り返しているなら、同じ領域にいるエージェントは、存続のために順位を争うことになる。生き残ったエージェントは、さらにその存続を確かにしようと、数を増やしたりできる。最も破局的な状況は、その脳を持つヒトにとって、重要なことに相当するエージェントが、破れた場合、例えば、運転中に覚醒エージェントが眠りのエージェントに破れた場合、肉体を含め全てが死滅してしまう可能性がある。そこに至らずとも、危険なエージェントは常に消滅している。この場合の順位は何で計られるのであろうか。反応の早さで、先に相手のエージェントに抑制をかけ、消滅させてしまったり、シナプスの数の多さによる加重で、相手を圧倒したり、他の伝達物質の神経系と共同など、まさに人の『社会』でみられるのと同じことが、手段として可能であろう。こうした存続と消滅の情報が、上位のエージェントにフィードバックされると、エージェントにとっての意味と情動が発生してくる。この意味と情動は、我々が意識しているそれとはレベルが異なるが、上位レベルでは同じものも出てくるであろう。

こうして、エージェント達が自分で駆引きをしながら、自己組織化してゆくため、我々は、それを意識的に操作せずとも、高度な知的活動に従事できるのである。

まとめ

ラットの2つの集団の融合という事例を取り上げ、その背後にある自己組織化の構造に関するモデルを考えた。ボスラットは、自分に降り掛かってこない社会的事象に関して、自分の持つ社会地図に合わない現実ならば、実際の社会行動で修正した。

また、ただ1回の相互作用で、優劣関係が非常に長く影響を受けるには、相手からの社会行動を評価して、関係自体へフィードバックしているメカニズムが必要である。

しかし、これら2つのメカニズムは、関係を操作するだけであり、それだけでは融合集団は自己組織化しないであろう。それを駆動させる、順位形成への原動力が必要である。それには3つのレベルがあり、先ず全く無機質の順位が必ず存在している点である。次いで、多くの存在の中から残るものと消えるものがあり、残るものの中から、同じ存在を増やして、再び同じ操作がなされるシステムが出来上がる。すると、残るかどうかの無機質な順位に対して、社会的な意味が発生してくる。このシステムにとっての意味を、システム自身が認識し始めると、その意味の実現のための安定的に遂行させるメカニズムが必要となってくる。それを、情動と考えた。

遺伝的あるいは非生物システムにおいて、このモデルが適用できないかについて考察した。

文 献

- Annen, Y. & Fujita, O. 1984 Intermale aggression in rats selected for emotional reactivity and their reciprocal F1 and F2 hybrids. *Aggressive Behavior*, **10**, 11-19.
- Annen, Y. & Fujita, O. 1985 Septal lesions and biting attacks in rats bidirectionally selected for emotionality. *Behavioral and Neural Biology*, **43**, 132-142.
- 安念保昌 1986 情動性に関して選択交配されたラットにおける侵入者攻撃と順位行動. *心理学研究*, **57**, 273-280.
- 安念保昌 1986 ラットにおける情動性と社会構造. 学位論文(筑波大学).
- 安念保昌 1989 情動性に関して選択交配されたラットにおける社会行動の系列構造と発達の変化. *心理学研究*, **59**, 326-333.
- 安念保昌・藤田統 1988 空間の記憶と適応行動—生態学的アプローチ. 伊藤正男・佐伯胖編「認識し行動する脳」, 東京大学出版会.
- 安念保昌・藤田統 1990 情動性と社会的体制化: 7 —臭いによるHL系統弁別—. *日本心理学会第54回大会発表論文集*, 627.
- Benton, D., Goldsmith, J. F., Gamal-El-Din, L., Brain, P. F. & Hacklebridge, F. H. 1978 *Physiology and Behavior*, **20**, 459-464.
- Blanchard, R. J. & Blanchard, D. C. 1980 The colony model: Experience counts a reply to Lore, Nikolettseas and Flannelly. *Behavioral and Neural Biology*, **30**, 109-112.
- DeFries, J. C. & McClearn, G. E. 1970 Social dominance and Darwinian fitness in the laboratory mouse. *American Naturalist*, **104**, 408-411.
- 藤田統 1975 ラットの情動反応性の測定としてのランウェイテストにおける諸反応の行動遺伝学的分析: I 表現型変異と子—親回帰に基づく遺伝率推定値. *心理学研究*, **46**, 281-275.
- 伊藤嘉昭 1978 比較生態学. 岩波書店.
- Militzer, K., and Reinhard, H. J. 1982 Rank position in rats and their relations to tissue parameters. *Physiological Psychology*, **10**, pp. 251-260.
- Minsky, M. 1985 The society of mind. 安西祐一郎訳『心の社会』 産業図書.
- Rowell, T. E. 1974 The concept of social dominance. *Behavioral Biology*, **11**, 131-154.
- Ruskin, R. S., Davis, G. G., and Deperalta, A. 1975 The relationship between emotionality and dominance in the hooded rat. *Journal of General Psychology*, **92**, 53-58.
- 吉田民人 1978 ある社会学徒の原認識. 吉田民人編『社会学』 日本評論社.