primary motor cortex. Neurosci Lett. 269, 33-36.
[9] Miyachi, S., Lu, X., Inoue, S., Iwasaki, T., Koike, S., Nambu, A., Takada, M., 2005. Organization of multisynaptic inputs from prefrontal cortex to primary motor cortex as revealed by retrograde transneuronal transport of rabies virus. J Neurosci. 25, 2547-2556.

3 サルの脳と行動から考えた

われわれが外界の感覚情報の多くを視覚に頼っていることに納得する人は多いだろう。確かに視覚は空間的に有益だ。里山を歩いていて3頭のクマに出くわしたとしよう。「あら，熊さん♡」などと歌っている場合ではない。逃げるのに1秒かかるとする。光は秒速約30万kmなので，クマが遠くにいるうちに見つければ楽に逃げることができる。しかも，3頭が同時に現れたとしても，どれが一番危険そうなのか判断することができる。また，音は秒速約300 mなので，3頭が同時に吠えたら聞き分けることはできないかも知れないが，熊の声が聞こえてからでも逃げられるだろう。しかし，クマが噛んでいる圧力を感じてからでは，たとえ首筋と腕と背中の3箇所に加わっていることが正確にわかっても，もう逃げられない。暗闇では役に立たないが，視覚入力には空間情報が豊富に含まれている。

多くの人は日常的に視覚に頼っている（と思い込んでいる）。視覚像は直感的にわかったような気になる。感覚知覚の研究をしようとしても，感覚知覚のイメージがわかなければ，何をどう調べればいいのかわからない。だから，何を食べても味の違いが分からない人が味覚研究に手を出すことはないだろうし，音楽を道楽にしない人が聴覚研究を専門にすることもないだろう。しかし，絵を観たり写真を撮ったりすることが趣味でなくても，花を見てきれいだと感じなくても，多くの人は円と楕円を区別できるし，黄色と青色の違いが分かる。だから必然的に，感覚知覚研究では，視覚モダリティーが対象になることが多い。

視知覚は直感で分かった気がするため，敢えて知ろうとしないかぎり直感以上に理解されにくい。私自身京都大学霊長類研究所に赴任する前のこと，上司に研究計画を話したところ，「V1なんてもういっぱい論文あるのに今さら何やるんや？もうやることないよ！」と言われた。確かに現在行われている一次視覚野（V1）研究は，非常に多くをヒューベルとウィーゼルの一連の研究に拠っている。

しかし，本当にV1には研究の余地がないのであろうか？敢えて調べてみた。

■大脳皮質では視覚処理はV1から始まる

外界の刺激は感覚受容器に入力した後，さまざまに中継されて大脳新皮質に到達する。大脳皮質の中で初めて外界からの入力を受ける場所を一次感覚野と言う。一次感覚野の機能は外界を正確に再現し，他の関連する他の部位に情報を送ることである。サルではV1だけで大脳皮質の17%を占有している。V1の視空間表現には網膜部位対応があり，網膜というCCDに写っている映像は，視野の中央部にあたる視空間が強調されているものの，見えている通りの位置関係を保ったままV1というモニターディスプレイに表示されている。したがって，V1を構成する個々のニューロンは，視空間のどこか対応した場所を受容野として情報処理を行っていて，視対象の傾き，色，運動方向，空間周波数などの特徴に反応選択性を持つ。しかし，そうしたニューロンは，でたらめに並んでいるのではなく，共通の特徴に選択的に反応するニューロンどうしが集って，少しずつその選択性を変えながら規則的に並んでいる。こうした機能的構造は，機能的コラムと言われる。例えば，水平付近の方位にはよく反応するが，垂直付近に方位には反応しないなど，視対象の輪郭の傾きに選択的に反応するニューロン群があり，こうした方位選択性をもつ機能構造は方位コラムと言う。入力される眼や色に選択性のもつ機能コラムを眼優位コラム，色コラムという。それらのコラムはV1上で住み分けているのではない。一つのニューロンの選好性は複数の次元にわたる。例えば，右眼からの入力に反応し方位に選択性を持たないが，緑色の大きなテクスチャによく反応するニューロンなどがある。V1の1mm四方に含まれるニューロンを集めると，全ての視覚的特徴を処理できる最少単位ができあがる。ブラウン管や液晶パネルが3色あるいは4色を1区画として画面の全体を覆っているために，画面のどの部分でも色が再現されているように，V1全体もそのような1mm四方の区画で構成されているため，視対象が視野のどこにあっても，V1ではその特徴を分析できるようになっている。

サルではV1を含めると視覚に関連する領野が32あり，V1で抽出された特徴が，例えば，動きや形の処理に特化した視覚関連領域に送られることで，見ている対象が何であるかを認識できるようになる。受容野に含まれるテクスチャが同

じならリンゴの赤色も小鳥の赤色も V1 は同じように反応する，すなわち区別しないが，側頭葉の視覚連合野ならそれらを区別する。V1 は全ての視覚処理の最初期段階であり要素の物理的特徴の抽出に関わるため，V1 は初期視覚野あるいは低次視覚野と言われることがある。ちなみに，視対象の形態に選択性を示す側頭連合野の歴史的研究によれば，その細胞は視対象の形態要素を抽出し，形の類似した図形には同等の反応をする [1]。しかし，おそらく唇とピーマンを区別していなくても，この領野は高次視覚野と呼ばれる。

■ V1 ニューロン方位選択性の可塑性

V1 ニューロンは常に外界を正確に再現することが求められる。しかし，個体の経験によって，その働きは変化しないのであろうか。V1 ニューロンには方位選択性がある上に，方位刺激は物理的特性を細かく操作できるため，視覚実験ではよく用いられている。

麻酔下の動物では，方位刺激を呈示した後に，V1 に薬物あるいは電気刺激を与え，あたかも神経細胞がその刺激に対して興奮したかのように操作すると，同調曲線が変化し，神経細胞の興奮と連合させた刺激方位に対して発火頻度の増えたニューロンが見つかった。しかし，覚醒動物においては，このような同調曲線の変化は確認されていない。そのかわり，刺激方位からわずかに離れた方位を最適方位とする神経細胞で同調曲線の傾きが変化したり，刺激方位を最適方位とする神経細胞では同調曲線がなだらかになったりした。いずれの場合も，学習の影響は小さく，刺激方位に対する反応強度が高くなるわけではなかった [2] が，結果を解釈しなおして見ると刺激付近の方位で反応を誘発される細胞の数が増えたことになる。この点では，麻酔下動物でも覚醒動物でも同じである。さらに，単一細胞の活動ではなく，細胞どうしの活動を観察すると，変化は閾下レベルではあったが，正刺激には，高周波数帯での同期性同調現象のパワーが負刺激よりも高くなることや，刺激図形の特徴ではなく報酬と連合した刺激によって同期性が変化すことが知られている。これらのことは，他領野からの入力によって V1 の反応が修飾されることを示唆している。したがって，V1 の学習による影響は，単一ニューロンではなくニューロン群に表現されるのではないかと考えられる [3]。

■光学測定法による計測

上記の実験は，細い電極を用いて調べられた結果である。ニューロンの電気活動を測定する方法として，電極を用いる電気生理学的手法が主流であるが，認知機能は単一細胞，あるいは限られた範囲の細胞群では実現されない。数個のニューロン活動を記録する微小電極法では，広い範囲の多数のニューロン活動を同時に調べることは不可能である。

このような電気生理学的方法の欠点を補う方法として，fMRI，2-DG 法などがあるが，内因性信号を用いた光学測定法もそうした方法の一つである。これは，酸素化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの吸光特性が光の波長ごとに違うことを利用して，神経活動に伴うそれらの比率の変化や血流量の変化による拡散を CCD カメラを使って記録することで，皮質活動を間接的に調べる方法である。1 個の CCD には検出される領域内にある活動に関連したシグナル変化の平均化された大きさが反映されている。この点で，局所電場電位と似ている。しかし，光学測定法では電極法では不可能だった広範囲からの同時記録ができる。それ以上に，皮質活動を可視化できる利点がある [4]。図 1 に，水平方位をサルに見せたときの皮質活動を反映する画像と垂直方位を見せたときの画像の差分画像を示してある。暗いところには水平方位により強く反応するニューロン群，明るいところには垂直方位により強く反応するニューロン群が集まっていることを示している。光学測定法によって，広範囲の V1 の活動を調べると何が観察できるだろうか。

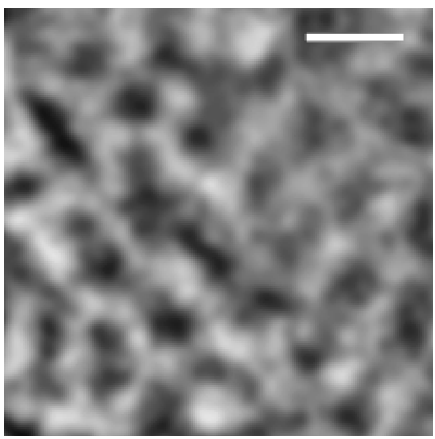

図 1　光学測定法で記録したサル V1 の方位地図。後頭葉の方位選択コラムは V1 を一様に規則正しく並んでいる。水平方位に苦良く反応するところは暗く，垂直方位に強く反応するところは明るく表示してある．ちなみに，麻酔下動物で記録した機能構造と違いはないだろうが，これは覚醒動物で記録した地図である。スケール = 1mm.

■弁別訓練の影響

実際に弁別訓練中の皮質活動を記録してみた。

アカゲザルに水平と垂直の縞刺激をそれぞれ正刺激と負刺激として弁別訓練を行い，水平刺激が呈示されている期間にボタンを押せばある基準でジュースを与えたが，垂直刺激が呈示されている間にボタンを押してもジュースを与えなかった。

弁別訓練前では，どちらの方位刺激が呈示されていてもボタンを押せばジュースを与えたが，信号の強度も時間経過も，方位選択性に関わらずどのドメインでも刺激間に差はなかった（図２左）。しかし，弁別課題を導入すると，刺激条件間で内因性信号の変化がピークに達するまでの潜時は，測定したドメインの方位選択性とは無関係にＳ＋試行でＳ－試行よりも早かった（図２右）。

また，水平・垂直ドメインでの全体としての信号強度は，弁別訓練を開始すると，刺激の正負に関わらずどちらの方位を最適方位とするドメインでも，非最適方位に対する反応が減弱していた。したがって，弁別訓練により，もともと信号強度が低い非最適方位に対する活動がより低くなったことで，刺激の意義に関わ

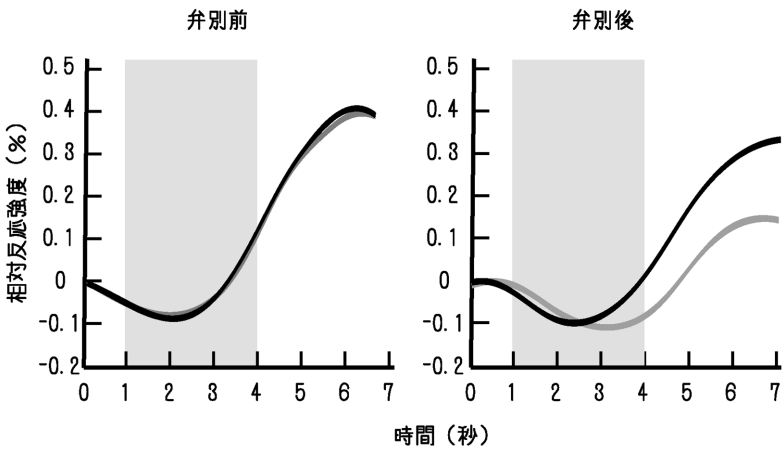

図２　方位弁別訓練の V1 の影響。黒い線は水平方位，灰色の線は垂直方位に対する信号強度の変化を示す。影をつけた期間に刺激を呈示した。活動に伴い酸素を消費した領域は，波長の長い赤い光を吸収しやすくなる（反射しにくくなる）ため，呈示された刺激に強く反応する領域の反射光量は小さくなる。つまり，値が低いほど皮質活動が高いことを示している。詳細は本文を参照。

らず，どちらの刺激も相対的により広い範囲で表現されていたことになる。水平から離れた方位を最適方位としていた神経細胞が水平刺激によく反応し，垂直からかなり離れた角度を最適方位としていた神経細胞が垂直刺激にもよく反応するようなったことを示唆している。

以上のことから，学習によって，課題に関連する刺激の特徴はより明瞭に抽出され，刺激の意義の違いは皮質活動の時間経過の違いとして反映されることがわかった。V1 における効率的な処理は，V1 以降の視覚関連領野での活動に大きな変化を引き起こすことが知られている。したがって，意義のある刺激の処理はより効率的になることを示している。また，方位コラムの配列は変わっているように見えなかったことから，方位ドメインの最適方位は経験によって変わらなかったと言える。広い範囲で表現されるなど，表現に重みづけが加わっても，最適方位が変わらない限り外界は正確に再現されるため，こうした変化は適応的であると考えられる。

サル大脳皮質には視覚関連領野は 32 あるが，それらが相互に関連し，適応的に視覚機能が発揮されることが最終目標である。脳は全体として機能する。領野ごとに役割分担が違うだけである。V1 は有能な秘書として，情報を重要度に応じて，時には補足資料を添付しながら，処理の優先度にめりはりをつけているのである。以降の 31 部署での処理が円滑に行われるかどうかは V1 の働きに左右されるだろう。V1 が低次であるわけがない。

■他の感覚野での学習による影響

学習による一次感覚野の可塑性研究は聴覚野や体性感覚野でよく報告されている[5]。一次聴覚野（A1）では，モルモットやスナネズミに条件付けや弁別訓練の影響を電極法と 2-DG 法で調べられてきた。種や訓練法や測定法の違いに関わらず，訓練後には最適周波数が刺激周波数に置き換わったり，最適周波数は変わらなくても刺激周波数に対する反応が高くなったりした。2-DG 法で可視化してみると刺激周波数に反応する領域が広がっていた。すなわち，A1 でも，学習によって文脈依存的に意義のある周波数はより多くのニューロンで表現されるようになるのである。一次体性感覚（S1）では，ヨザルで指に与えた刺激の時間パターンの弁別の影響を調べている。この訓練は，視覚での方位次元や，聴覚における周

波数次元のように刺激連続体の2点の弁別ではないため，他モダリティーでの訓練とは質が異なる。しかし，刺激された指に応答する皮質面積は増えていた。すなわち，感覚モダリティーや動物種の違いはあっても，経験によって一次感覚野はしなやかにその活動を変化させ，意義のある刺激を表現するニューロンを増やすのである。

感覚受容器（視覚なら網膜）から視床の感覚中継核（視覚なら外側膝状体）までは，画像処理に関わる中継核がない。また，頻繁にパラメータとして使われる方位は，皮質の段階以外には表現されない特徴である。しかし，聴覚や体性感覚では，感覚受容器（蝸牛管や皮膚）から視床（内側膝状体や後腹側核）までにいくつもの中継核があり，音の周波数も触刺激も大脳皮質に至る前に繰り返し表現されている。視覚が他の感覚モダリティーより高度だと思い込んでいるヒトは多い。V1とA1やS1とは刺激次元の現れ方が違うのだが，それぞれのモダリティーにおいて，一次感覚野は外界を正確に表現しつつ，刺激の意義に応じて情報に付加価値をつける機能は共通である。

■視覚認知は形成された概念に左右される

脳の活動記録は行動の観察を伴わなければならない。音読をしても将棋をしても前頭前野は活動するというが，前頭前野が活動するのを観察しただけでは，どんな認知過程が反映されているのかわからない。したがって，上記の弁別学習のV1表現への影響を調べるには，行動実験を通して脳活動と関連した認知機構も理解しておく必要がある。

知覚は概念に左右される。見渡して周りにある黄色い物をいくつか見つけたら目を閉じてみよう。それらがどんな黄色だったか思い出せるだろうか。赤色に近い黄色も緑色に近い黄色もあり，淡い黄色や鮮やかな黄色までもあったはずである。職業として訓練を受け膨大な数の色に名前のつけられる人でなければ，それらの色を再現するのは困難だったはずだ。困難な原因は，黄色というラベルを付けた色が黄色カテゴリーを形成するためである。どんな黄色も，どんな赤色やどんな緑色とも区別はできる。しかし並んでいれば区別できる二つの黄色も，一つずつ見せられたらさっきの黄色と同じ色だったかどうか分からなくなる。名前のつけられない対象を認識するのがこれほど心細いものなのか。言語を持つとされ

ないヒト以外の動物も世の中をこのように知覚しているのかと感じる。

こうした概念形成はラベル化と深く関わり，したがって文化間で異なる。つまり，ヒトである以上受容器も視覚野も同じ構造を持つにもかかわらず，物理的に同じ色に対して異なる概念を形成しているために，色の判断が変わる。すなわち色の見え方が異なるのである。それほど，形成する概念は大きな影響力をもつ。カテゴリー内の構成要素は区別しにくくカテゴリー間の要素どうしはどんなに物理的に類似していても区別しやすい。例えばパプアニューギニアの人は，イギリス人が green と呼ぶカテゴリー内に wor と nol と呼ばれる色カテゴリーの境界がある。したがって，物理的には同じ色でも，彼らはイギリス人には区別のしにくい色を楽に区別することができる。また，パプアニューギニアの人が nol と呼ぶカテゴリーの中に英語の blue と green と呼ぶカテゴリーの境界がある。したがって，物理的には同じ色でも，彼らはイギリス人には楽に区別できる色が区別しにくい[6]。我々が訓練するサルもチンパンジーもハトもキンギョも同じような色カテゴリーを持つことが知られている[7-10]。しかし，文化圏の大きく異なる人が実験をしたなら，それらの動物も報告されているのとは異なるカテゴリーを形成したに違いない。

カテゴリーは色だけに影響するのではない。大げさなようだが，ある人をアラブ人と認識すると，その人がムハンマドさんだったかエイブラハムさんだったかわからなくなるが，日本人ではなかったことぐらいは覚えていられる。そのかわりアラブ人とカテゴリー化しておけば一人ひとりの名前を覚える必要がなくなり認知処理を節約できる。カテゴリー化の功罪である。

■方位概念の検証

さて，方位刺激は物理的特性を細かく操作できるため，視覚実験ではよく用いられてきた。その割には，実際にサルがどのようにそれらの刺激を認識しているのはあまり調べられていなかった。方位知覚にも概念に基づくのだろうか。実験を行ってみた[11]。

まず，アカゲザルに 0°（水平）あるいは 90°（垂直）と，それらから反時計回りに 30°傾けた方位の弁別訓練を行った。1 試行には 2 方位のどちらか一方の刺激を呈示した。正刺激が呈示された試行で，サルがスイッチを押すとジュースを与

え，負刺激であればジュースは与えないようにした。そうすると，正刺激に対する反応を維持し，負刺激に対する反応は抑制するようになる。訓練が基準に達した後，0°から150°まで30°間隔の6方位を用いて般化テストを行った。呈示した刺激には，弁別訓練中に呈示された2方位と訓練中に呈示しなかった4方位が含まれている。この弁別後般化テスト法は，授業中に解いた練習問題と授業では扱わなかった応用問題を出題して，その解答から生徒の考え方を知ることができるように，訓練中の認知過程を調べるのに有効である。

テストの結果，0°や90°をＳ＋として訓練されたサルは弁別訓練中に呈示されなかった90°や0°にも反応した。また，30°や120°をＳ＋として訓練されたサルは訓練中に呈示されなかったすべての斜方に反応した。訓練で用いた刺激どうしは弁別基準を満たしていたため，テストにおいてサルがでたらめに反応していたのではなく，弁別訓練で採用していた方略が反映されていたことになる。呈示したすべての刺激が少なくとも30°離れていたため，サルが刺激どうしの物理的な違いが区別できなかったはずはない。つまり，0°と30°の弁別訓練を受けたサルは，これらの弁別刺激対のうち0°からは直方，30°からは斜方という特徴を抽出したといえる。また，直交している0°と90°を一つのカテゴリーとして反応していたのは，それらを直方としてではなく斜方以外の方位カテゴリーとして反応したためであろう。線が傾いていることは，斜方どうしの傾きの違いを無視させるほど際立った特徴なのだと考えられる（図3左）。

サルにとって傾きに違いがあっても，斜方は斜方だと判断した。しかし，斜方どうしを弁別できないのか？　同じ6方位を使って調べてみた。どれか1方位を正刺激とし，1試行に6方位のうち1方位ずつ呈示した。正試行ではジュースを与え，残りの5方位が呈示されている試行での反応は消去した。正刺激が，直方であった場合は，それが水平であっても垂直であってもすぐに基準に達した。しかし，正刺激が斜方の場合，それがどの方位の斜方であっても，基準達成までの訓練期間は長かった。つまり，直方と斜方では知覚のされ方が違うのである。どうやら，水平・垂直と斜方の3方位を処理すると考えられる。従って，上記の実験でいう直方カテゴリーはやはり非斜方カテゴリーと考えるべきであろう。直方と斜方では方位弁別などの閾値に差がある。こうした感覚レベルでの異方性の他に，ヒトでは知覚レベルでの異方性も指摘されている。斜方は上述の通り30°以上離れていたため感覚レベルで混同するはずはない。弁別に支障を生じさせたの

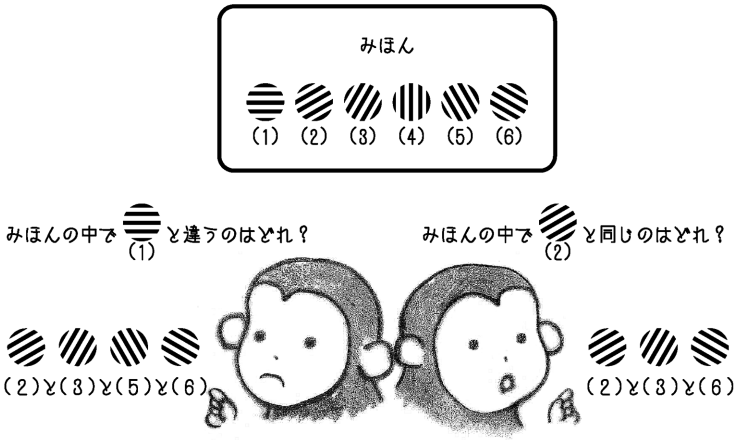

図3　サルは概念に基づいて方位を知覚する。まっすぐな線（直方）と対比すれば，傾いた線（斜方）はどれも同じである。しかし，斜方どうしは，どちらにどれほど傾いているか（方向と方位）で判断される。詳細は本文を参照。

は，認知過程があるに違いない。

そこで，正刺激を斜方の2方位として同様の訓練を行った。正刺激が傾きの大きさを共有する2方位（30°と150°あるいは60°と120°）と方向を共有する2方位（30°と60°あるいは120°と150°）であった場合，早く基準に達した。しかし，正刺激が傾きの大きさも方向も共有しない2方位（30°と120°あるいは60°と150°）であった場合，基準に達するまでの期間が長かった。これらの結果は，サルが斜方から抽出するのは，まず方位の傾きの大きさか傾きの方向のどちらかであったことがわかる。このようなカテゴリーを仮定しなければ，どの2方位を標的としても成績は同じであったはずである。しかし，傾きの大きさも方向も異なる方位刺激を選択する条件で基準に達するまでに長い訓練期間を要したのは，傾きの方向や大きさのカテゴリーに従って反応できなかったためであろうと考えられる（図3右）。

サルは対比される刺激対によって，方位を直方（非斜方）/斜方あるいは水平/垂直/斜方に分類し，斜方はさらに傾きの大きさ/方向によって分類される。縞刺激という単純な図形知覚であっても，その判断は概念に裏付けられている。

弁別訓練を行うと水平から離れた方位を最適方位としていた神経細胞が水平刺激によく反応し，垂直からかなり離れた角度を最適方位としていた神経細胞が垂直刺激にもよく反応するように皮質の反応がかわった。弁別刺激に対して不必要

に広い面積が活動するのは，かえって分解能を低くするはずで，感覚レベルでは適応的ではない。しかし，水平・垂直といった物理的な方位というより，緩やかな勾配・急な勾配という概念が表現されているとしたら，認知レベルでは刺激の検出力を高める結果となり適応的だと考えられる。スナネズミの A1 においては概念表現が報告されている。つまり，概念は外界からの信号の入り口である一次感覚野の活動に影響する可能性がある。ならば，V1 を低次視覚野とラベル付けしている人は，まさか V1 の皮質活動と概念とを結びつけようとは思わないであろう。不必要なラベル化は観察眼を曇らせかねない。

*

サルの脳と行動でもう少し考えた。サルは特別か？

日頃サルを相手にしていて，彼らがヒトとは違うと感じる。しかし彼らはヒト以下ではないし，もちろん以上でもない。類人猿もサルもヒト化の途中にあるのでない。全ての現存種は 38 億年の系統発生の歴史をもつ。それぞれの種は，それぞれの環境で適応的に進化しただけのことである。

前述の実験で用いたサルは 3 ～ 4 歳であった。訓練方法が異なるため単純に比較はできないが，方位を正しく認知できるのは，ヒトでは 8 歳以降だと考えられる[12]。それならば, 3 ～ 4 歳のアカゲザルはヒトの 8 歳児のすることができるか。ヒト 8 歳児とサルとを区別するのは難しいが，実験室で行うような検査や訓練をすれば，残念ながらヒトに軍配が上がる気がする。

全ての認知機能は脳活動の産物であるが，ヒトにできることがサルにできないのは神経細胞が足りないからではない。サルの脳とヒトの脳は違うからなのだ。現存種のサルには 100％完成したサル脳があり，それは未完成なヒト脳あるいは損傷を受けたヒト脳とは違う。同じことはキンギョにもトリにも当てはまる。

ヒト言語はヒト化の結果，ヒト脳がまるごと一式揃って初めて生じる能力である。したがって，言語はヒトに固有な能力と主張する人がいてもおかしくはないが，だからヒトが特別に高度だということにはならない。たとえ解剖学的にヒト言語野の相同領域がサルにあっても，ヒト脳の中に備わったヒトのための言語野でないため，系として機能しないだろうから言語は生じない。実験的に操作すればヒト言語に共通の機能を観察できるだろうが，言語が生じても発声器官が適合

しなかったりそれを制御する脳構造がない。

トリは下等脊椎動物と呼ばれる。下等とラベル化すると，そのようにしか扱えなくなる。見えるはずの現象を見落とすことになる。一方，サルや類人猿は高等哺乳類と呼ばれる。高等とラベル化すると，何を観察しても高等に思えてくる。そうなれば，見えないはずの現象が見えたように思えてくる。しかし，そう呼ばれるのは遺伝学的により近縁だからであろう。確かに，近しいものには心情として特別な感情が芽生える。オーケストラの団員が自分の担当している楽器について，例えば，「ビオラの音って人の声に似てるんです」と言っているのをよく聞く。似ているかどうかは別として，似ているからどうなのか。似ているだけではないか。

極端な例を挙げる。トリはヒトと異なる進化の道筋を辿った。脳の構造はまるで違う。トリの大脳は哺乳類特有の皮質構造をしていないし，主要な視覚経路も哺乳類では視床経由なのに対しトリでは視蓋経由である。しかし，トリにはさまざまな能力がある[13]。ハトは膨大な数の画像を記憶し，視覚概念を形成する。また，視覚シンボルを使ってコミュニケーションをすると思えば，キュビズムと印象派の作風を理解する[14]。その上，将来に備えて貯食することを覚えたり[15]，推移的推論を発揮し，嘘をつくことだってある。ニューカレドニアカラスは葉っぱや見たことが無いはずの人工物で道具を作ってエサを採り，道具作りの知識を仲間に伝える。カササギには保存の概念があり，カケスにはエピソード記憶があるとされ，貯食したエサを他のトリに盗まれないように，エサの場所を変えたりする。まさに心の理論ではないか。フクロウはヒト顔負けの音源定位の能力を持つし，オウムやジュウシマツなどの鳴禽類が歌を学習によって獲得する。この特質はヒト言語行動の前提条件と同じである。ヨウムにいたっては，数概念や関係概念をもち，言葉で答える。したがって，こうした認知能力は，6層構造でシワシワの脳を持つ動物に固有な能力でないことを示している。遺伝学的な近さと認知的能力すなわち脳機能の間に，相関関係はあるかも知れないが因果関係はない。

遺伝子という食材はタンパク質という料理を作るためにある。特定の遺伝子にどれほどの共通点があろうと，1%でも違えば別の生き物だ。たとえ食材が同じでもどのように切るか擦り下ろすか，さらにどれぐらい茹でるか炒めるかによって，出来上がりがずいぶん変わる。したがって，同じような食材で作ったとしても，コンビニの大盛りビーフカレーとホテルのシェフお勧めの特製ビーフカレー

は違う。しかし，どちらかが優れていると決めつけるのは下品だし，遜色ないとして違いを無視するのも卑しい。どちらにも最適な TPO があるはずだ。霊長類だけでなく，昆虫も含めて違いを違いとして認めることが重要だ。みんな違ってみんないい。

テクノロジーは進歩する。観測精度が高くなったおかげで，冥王星が惑星ではなくなった。同じように，そのうち，今以上にヒトとサル，類人猿の違いがますます顕著になり，他の動物，例えばショウジョウバエとヒトが思ったほど違いはないと思える程度になるかもしれない。いつまでも霊長類だけが高等哺乳類と主張し続けると，イデンテキニキンエンという錦の御旗が消えたときに全てを失うことになる。

[1] Fujita, I., Tanaka, K., Ito, M. and Cheng K. (1992) Columns for visual features of objects in monkey inferotemporal cortex. Nature, 360: 343-346.

[2] Ghose, G.M., (2004). Learning in mammalian sensory cortex. Curr. Opin. Neurobiol., 14: 513-518.

[3] Fries, P., (2005) A mechanism for cognitive dynamics: neuronal communication through neuronal coherence. Trends Cogn. Sci., 9: 474-480.

[4] Wakita, M., (2004a). Intrinsic signal recording from a monkey whose behavior was maintained by a schedule of reinforcement. Neurosci. Res., 50: 45-53.

[5] Davidoff, J., (2001). Language and perceptual categorisation. Trends Cogn. Sci., 5: 382-387.

[6] Davidson, H.P., (1935). A study of the confusing letters b, d, p, and q. J. Genet. Psychol., 47: 458-468.

[7] Goldman, M., Lanson, R. and Rivera, G., (1991), Wavelength categorization by goldfish (*Carassius auratus*). Int. J. Comp. Psychol., 4: 195-209.

[8] Wright, A. and Cumming, W., (1971), Color-naming functions for the pigeon. J. Exp. Anal. Behav., 15: 7-17.

[9] Matsuzawa, T. (1985), Colour naming and classifications in a Chimpanzee (*Pan troglodytes*). J. Hum. Evol., 14: 283-291.

[10] Sandell, J.H., Gross, C.G. and Bornstein, M.H., (1979), Color categories in Macaques. J. Comp. Physiol. Psychol., 93: 626-635.

[11] Buonomano, D. and Merzenich. M.M., (1998). Cortical plasticity: from synapses to maps. Annu. Rev. Neurosci., 21: 149-186.

[12] Wakita, M., (2004b) Categorical perception of orientation in monkeys. Behav. Proc., 67: 263-272.

[13] The avian brain nomenclature consortium, (2005) Avian brains and a new understanding of vertebrate brain evolution. Nat. Rev. Neurosci., 5: 151-159.

[14] Watanabe, S., Sakamoto, J. and Wakita, M., (1995) Pigeon's discrimination of paintings by Monet and Picasso. J. Exp. Anal. Behav., 63: 165-174.

[15] Wakita, M., Kawamura, H. and Watanabe, S. (1994) Hoarding behavior in the pigeon (*Columba livia*)：performance under the restriction of food availability. Behav. Proc., 31: 167-176.

[1：三上章允，2：宮地重弘，3：脇田真清]