

((

発行：日本のお手玉の会本部 〒792-0013 愛媛県新居浜市泉池町 10 番 1 号

TEL:0897-32-0302 / FAX:0897-32-0311

**特別寄稿・連載**

**『お手玉と前頭前野』**

『お手玉が脳にとって良いのか否か』

## 第 1 2 回 『美と脳』：「赤の部屋」と「緑の部屋」

脳科学者 森 昭 雄（日本のお手玉の会顧問）

5 世紀末にレオナルド・ダ・ビンチは、対立色を構成するかについて、全ての色の組み合わせで最も心地よく感じられるのは相対立する色から成り立っている場合である。と述べたといわれています。むしろ、感覚的な脳がそうしたのだろうし、その意味では天才的なものであると思います。レオナルド・ダ・ビンチは、基本的な人体解剖学をかなり勉強していてデザイン能力が高く、かつ絵画の描写法も独特なものであろうと思います。当然、色の配合は知り尽くしていたのであろうと思う。一方、光の混合でも、赤、緑、青があれば白を表現することができます（図 1）。

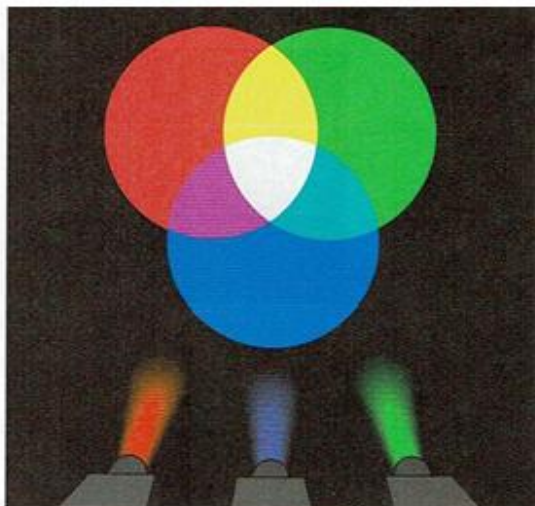


図1 光の混合による色 赤、緑、および青の光の混合で、の3タイプは等しく活性化され、その結果「白」が知覚される。

19 世紀のフランスの化学者ミシェル・シュベールは、色が周囲の影響を受けることを過去の偉大な画家たちが色の配列で、視覚細胞が赤黄色で興奮し、青で抑制する。また、これらの細胞の生理学的解明は、白黒の場合、白色が興奮、黒色が抑制に働くことが、ここ 30 年ぐらいの 21 世紀初頭で明らかになってきました。

私たちは、「なぜ」、緑を視たら安心し、落ち着くのであろうか？

週末、家族で緑の森に行ったりするのは、「なぜ」だろうか？

### 巨匠アンリ・マティスの「赤い部屋」

NHK の番組で色の魔術師とよばれている巨匠アンリ・マティスが大富豪に依頼されて「赤の部屋」を描いた有名な名作がサントベルグから日本に来るということで、一連の過程を VT で記録してそれを放映する 1 時間の特別番組を企画した。そこで、マティスが描

((

いた作品は、「緑の部屋」だったらしいことがキャンパスの淵から判明したことから、な



ぜ「緑から赤に」塗り変えたのか？ そこで、NHK はなぜ「緑の部屋から赤の部屋に」塗り変えたのか、疑問の解明のために私のところに脳科学的に証明して欲しいと依頼がきました。その理由としては、依頼主のところで不幸が続いていたので青い部屋をマティスに依頼して塗り替えして欲しいと。

その塗り替えた「赤い部屋」の写真と映像を載せておきま

した（写真上）。「青の部屋」では、リラックスしている時に出現する脳波成分である $\alpha$ 波帯域が強く、視線を変えて部屋の窓の外の木々の緑も脳波は相変わらず $\alpha$ 波帯域優位であった。

一方、青から赤に塗り替えた「赤の部屋」を見せると興奮する脳細胞と関係している $\beta$ 波帯域の脳波が強く出現し、部屋の窓に視線をやると外の緑に対してリラックス時に出現する $\alpha$ 波帯域の脳波が出現しました。

それは、私が予測したとおりの結果で、青でリラックスの $\alpha$ 帯域の脳波、赤で脳にとっては刺激的な $\beta$ 帯域の脳が出現するだろうと思っていました。それは、見事に的中していました。

これは、初めてロシアの美術館で作品ごと額を外すところから日本の東京の美術館に飾るまでの過程などと、私どもの実験も紹介されました。

### 脳科学からみた視覚野の分析

視覚野の研究で明らかになってきたのは最近のことで、まだまだ、不明なことだらけなのです。例えば、「見ること」と「理解すること」ではどうなってい

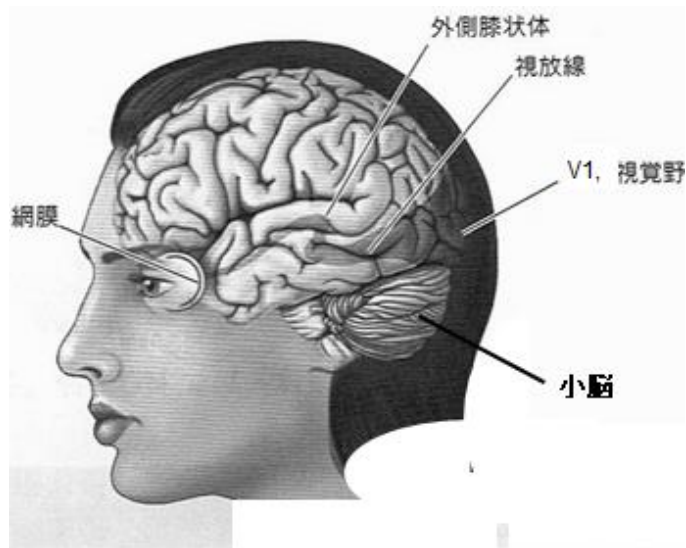


図2 網膜—視覚神経—外側膝状体から視放線を形成して視覚野への投射

((

るのか？

網膜から視覚神経、外側膝状体を介して、視放線、視覚野と投射しています（図2）。

視覚情報は、脳の後頭部に位置し比較的大きい領域をもっています。これは、視覚野（V1）と呼んでいます。視覚に関する領域は、V1～V5（図3）であり、特にV1は、視覚信号を選別し、他の視覚野へと分配する属性を処理しています。

V1の周りは視覚連合野を形成していて、まだ解明されていない細胞もあります。V1の情報は、色に関するもの、動きに関するもの、輝度に関するもの、形に関するもの、奥行きに関するものなどさまざまな視覚刺激の情報信号が含まれています。

V1は、郵便物を何区とか北海道、茨城県、埼玉県という具合に中央郵便局のように、特殊な視覚信号分配器によって速いスピードで目的の場所に振り分けしている細胞が存在していると考えてください。

## 視覚的システムの発見

美と脳とから少し脱線しますが、視覚脳について基礎的な話をします。

網膜から視覚伝道路を經由してV1からV5に行く経路は、先ほど記述しましたが、それとは別の経路があることが明らかになったのです。

V1の損傷によって全盲になった患者は、動きが見えるという不思議な現象が報告されていたが、当時の視覚脳の機構についての考え方に合わないので、忘れてきました。

この報告は、英国の神経化学者ジョージ・リドックが第二次大戦中に受けた傷によって盲目になったものの視野の中に動きを見えることを自覚する患者がいることを報告した。しかし、前述した理由から70年近く眠り続けてきたのです。

それが、最近になってV5は、解剖学的研究の結果、網膜から直接行く経路があり、速い動きや、その方向を検出するなど簡単な能力を持つことが明らかとなったのです。

美とは直接関係ありませんが、V1は皮質網膜と呼ばれています。V1に関するものは、先に述べたように色、明るさ、形、動き、奥行など属性の異なるものも一瞬に入ってきます。

これらを知覚するのにかかる時間を考えたりすると、これを同時に知覚されていないことが、明らかされてきました。動きより前に形が、形よりも前に色が知覚され、動きに対する色の先行時間は約60～80ミリ秒といわれています。

視覚処理は並列システムに加えて、時間的階層が存在します。非常に短い時間に変化する運動の方向性、その色の場合に脳はまず色を知覚し、運動の方向性を記録するのです。我々の脳は、最初に色、次に動きなのです。非常に短時間では、脳は同時に起こったことを結びつけることはできないと思われれます。



((

2019年に日本で開催された世界大会のラグビー選手権では、スピーディーな動きには、敵、味方を色で瞬間的に区別して、

V5細胞が動きを察知しボールを目的の場所に投げるのです。脳では色で区別し、動きを察知しボールを目的の場所に投げるのです。V1から段階的に視覚連合野に投射していたのでは、動作が遅れてしまうので、網膜からV5に投射しているのです(図3~5)。選手権では、ラグビーボールをスピーディーに失敗しないように普段のトレーニングによって、この能力を高めているのです。

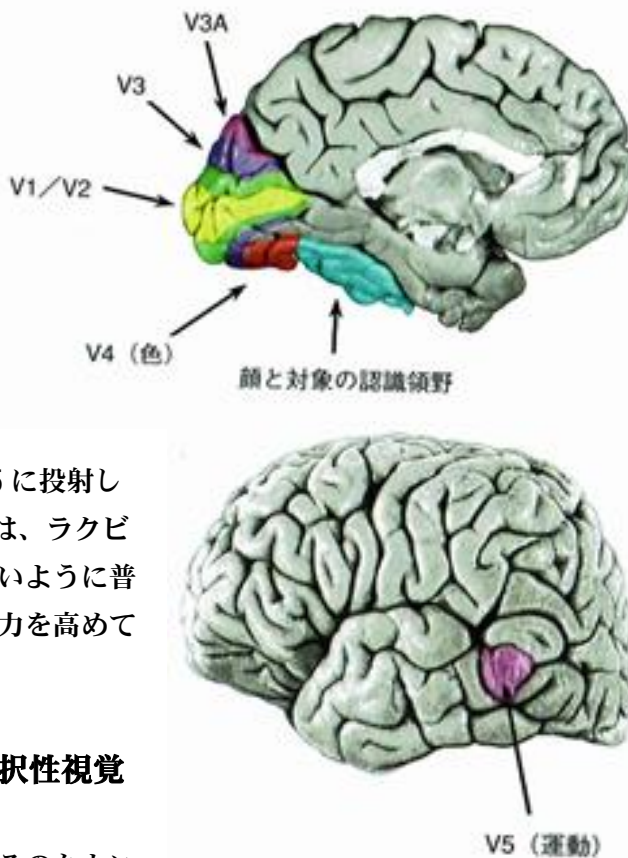
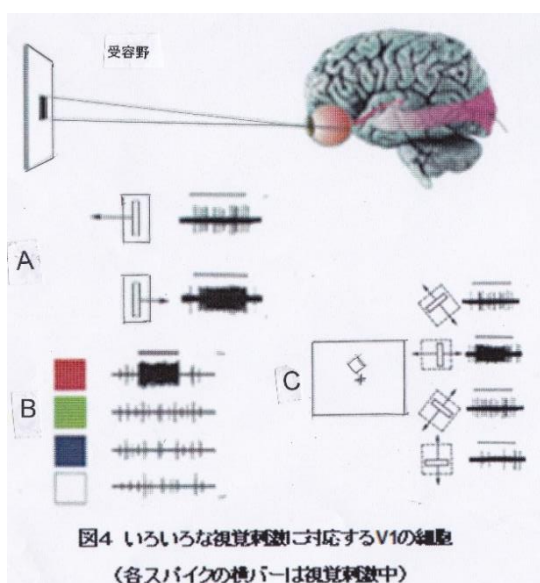


図3 視覚領域(視覚野)は、特殊化した機能を持つ複数の領域からなっている。V1(黄色部位)およびその部位を取り囲むV2(緑部分)は網膜から視神経を介して視覚野に入力を受ける。また、V3~V5部位を色別にそれぞれ示している。

### 赤のみに反応する・運動方向選択性視覚細胞

色でもあっても色すべてに反応するのかというそうではなく、赤のみに反応する選択性神経細胞があることをここ数十年で明らかにされたのです(図4)。運動選択性を持ち、特定の方向の運動には反応するが、それと反対方向の運動には全く反応



しないものも存在するといわれています。運動方向選択性細胞の存在も明らかになったのです。その大きさが異なっても同様に反応します(図5)。これらの細胞は、色の選択があるかという、それは全くなくて、どんな色でも運動刺激に反応します。

### 大脳性色盲

V4は、美的効果に関与していることは解っています。V1までの経路は全く問題がないのですが、V4を損傷した大脳性色盲という症候群を生じることが知られています。

((

この患者は、全て灰色の濃淡でしか知覚することしかできません。

視覚刺激には反応する V1、V4、V5 の細胞の活動領域を示しています。

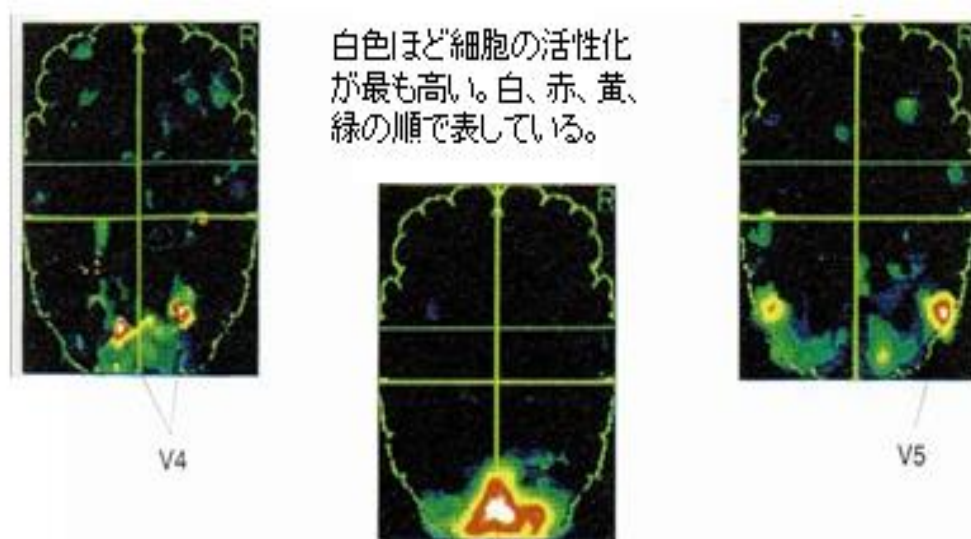
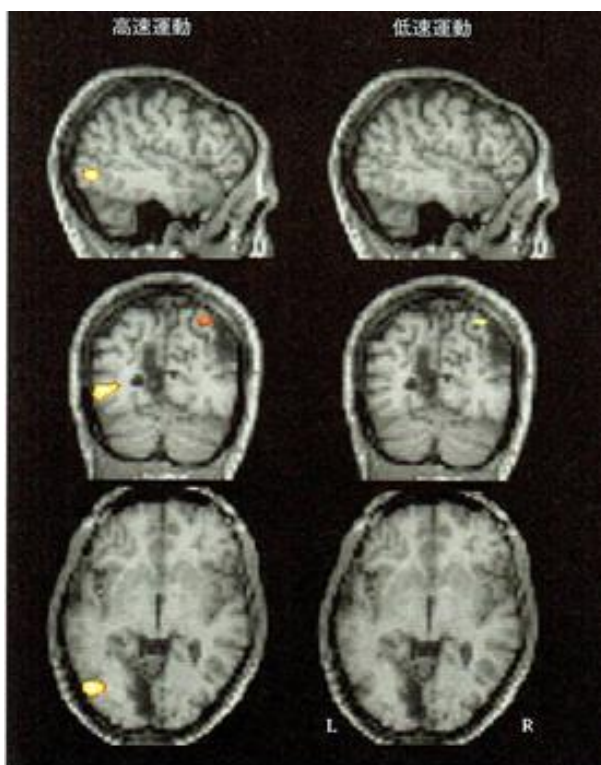


図5 視覚刺激に反応するV1, V2, V5の細胞。V4は、色付きの光景を眺めているとき。V5は、動きのある光景を眺めているとき。中央は、いずれの刺激でもV1を活性化させる。Rは、右半球を示す。



V4は色付きの光景を眺めている時です。V5は動きのある光景を眺めている時です。いずれの刺激も中央に示しているように、V1を活性化させた時の結果を表しています(図5)。

V5は、視覚的運動を処理するための特殊化された部位、皮質領野であります。キネティック・アートを鑑賞するためには、この機能が必要である。V5のほとんどの細胞は、運動刺激には全く反応しなかった人のV5細胞の活動性。お手玉遊びで考えると、お手玉の数が増れるほどV5細胞の働きが活発になります。色がシマウマのような縞模様やカラフルになるほど網膜から視覚野を刺激することができるのです。

図6 V1の損傷によって皮質盲になった人のV5細胞の活動性。右側は、速いスピードの運動による細胞の活性化。左側は、遅い運動で細胞の活性化が生じない。上段は、矢状。中段は、冠状。下段は、水平方向断面。V5は、黄色と赤色で示している。Rは、右半球を示す。



((

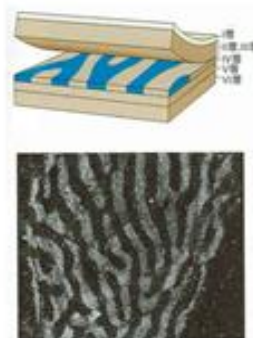


図7 盲膜から入力の違いによる大脳皮質の縞状構造。サルの眼球にアイソトープ標識アミノ酸を注入し、その後、標識細胞をオートラジオグラフィーによって外側膝状体—大脳皮質投射の終末の分布を知ることができる。有線野皮質のIV層に縞模様状に分布していた。皮質表面に対して垂直配列している。aは、正常視覚入力。bは、片目視覚遮断。

### 視覚野の機能的円柱構造の発見

視覚野分野で功績のあった Dr. T. N. Wesel ら有名な研究を挙げておきます。

サルの眼球にアイソトープ標識アミノ酸を注入後、その標識細胞をオートラジオグラフィーによって外側膝状体—視覚野への大脳皮質投射（有線野皮質）の終末の分布を知ることが出来ます。機能的円柱有線野皮質のIV層に縞模様状に分布していた。これらは、皮質表面に対して垂直に配列を明らかにしている（図7）。

その発見者の一人である Dr. T. N. Wesel がロックフェラー大学の学長の時に招待を受けた際に撮った写真です（写真右、右が森）。



### 絵画の美について

美に関しては、自然、彫刻、焼き物など沢山あるが、その人の感性や経験が影響しています。花を観てもきれいだと感じる人もいますし、そうでない人もいます。環境で人の脳の状態が違います。ここでは、限界がありますので、一部の絵画に絞って美について考えたい。デュシャンとピカソの例を挙げて説明したいと思います。

((

デュシャンの作品は、運動を意識した絵画の中でも、「階段を降りる裸体2」1912年が有名である。これは、階段を下りるという連続行動を描いたもの。キネティック・アートは、V5の関与が必要とされています。

このことで、生み出される美的効果には、この領域の細胞の働きによって知覚する（写真右上）。

ピカソの作品で「座るアルルカン」1923年制作。服装はカラフルで色の配色がよく、顔は写実的ですがっきり描いている（写真右下）。このことは、顔に美的効果をねらって表現したものだと思えます。

ピカソはキュビズムの代表的な作家であり「涙にくれる女」



1937年の作品である。これは対象の外観をいくつかの連続的な視点から見るために対象の周辺を動き回った結果の静的表象である。

脳ではいろいろな角度から総合的に多（写真左）。これは、美を超えた心の内面を表現していて、我々では理解できない領域である。



## 日本人で版画の世界的巨匠

私の知人で家族同様のお付き合いをさせていた日本人で世界的な木版画の巨匠がいました。その人は萩原英雄先生で、その作品はニューヨーク近代美術館、ボストン美術館など世界の50以上の美術館に入っています。萩原先生は、ピエナーレで7回の最高賞を授与されていて、ノーベル賞受賞者の副賞としての作品5種類を、抽象版画で納めて欲しいという依頼を受けました。

萩原先生は、それを2年間、忙しいから他の人に依頼して欲しいとお願いしたら、是非ということで3年目に引き受けて納入しました。その後、ノーベル賞委員会からノーベル賞の金メダルが贈られてきました。このことは、ニュースになってもおかしくないが、本人の萩原先生も全然興味がなかったというのが本音です。この依頼は、スペインのミロが依頼を受けています。

日本では川端康成がノーベル文学賞を受賞したので、ノーベル賞委員会は日本の最高の芸術家に依頼するそうです。萩原先生は、川端康成の本を読み、5冊の本を選択し、それを抽象画にしたとっていました。萩原先生は、名誉よりも後世に作品が評価してくれる

((

ということをお話されていきました。今でも海外の英国スコットランドの美術館や米国の美術館で展開しています。

萩原先生は、絵画を勉強すればするほど、ピカソの偉大さ、自分との距離が離れていくのがよくわかるとお話ししていました。私がニューヨークに住んでいた時に、ピカソの幼少時から晩年までの作品を観る機会がありました。幼少時の作品は、写実画が非常に素晴らしく、美しいのですが、年を重ねることで作品が変化していきます。改めて基礎が出来た上で心の内面を表現するように変化してくるのがよく理解できました。

萩原先生は70歳から富士山をスケッチし、75歳で版画を彫り上げて作品を昭和の三十六富士として完成させる偉業を成し遂げました。その一部の画像は、森昭雄の公式サイトで見ることが出来ます。江戸時代と異なることは、高速道路を車で走っているところや、大井川付近から東海道新幹線が走行している風景が観られます。美しい富士の風景も視ることが出来ます。

萩原先生は、必ず江戸時代の富岳三十六景と昭和の富士三十六景と比較される時代が来ることを予測していました。世界の人々が愛する美しい富士は、一度も同じ姿を現すことはないとお話ししていました。空の色、雲の流れ、輝き、雄大な姿をもつ富士山は、これらが偶然に一致したとき美を脳で知覚することが出来るのです。

これは、視たもの豊富な経験が脳に貯蔵され、かつ、比較、照合します。脳は、視たこともない風景で美に対する評価をするのだらうと思います。この詳細な説明は将来の課題の一つです。

(つづく)