1PA137

ヒト新生児・乳児における運動と視覚の U 字型発達

○多賀藏太郎、池尻知弘、立花達史（東大・総合）、
高谷理恵子（金沢大・社会環境）、竹内恵子（福井大・教育）、
小西行郎（埼玉医大・小児）

近年、新生児が持つ様々な能力が明らかになりつつある。しかし、大脳皮質の構造すら未完成のこの時期に見られる知覚や運動の機構は、成人のそれとはかなり違うはずである。我々は、胎児から乳児そして幼児へとという発達過程での行動の動的変化の現象に着目することで、脳の構築原理と動作原理を解明することを目標とし、次のような運動計測実験と視覚心理物理実験を行った。

（1）乳児 10 人に対し、生後 4～5 ヶ月の間、1 ヶ月おきに、仰向けの姿勢で生じる手足の自発運動を計測し時系列解析を行った。多変数埋め込み法と非線形予測法を用いて、運動の複雑さを評価したところ、健常児グループでは、2 ヶ月前後に運動が単純化した後に複雑化する U 字型の変化が多く見られた。脳性麻痺のケースでは、運動が規則的な場合と完全にランダムな場合とがあり、正常発達に比べて、非線形ダイナミクスの寄与が小さかった。この結果は、単純な反射と大脳皮質の成熟という古典的な発達神経学の概念の問題点をあらわにしている。新生児はすでに複雑な運動パターンを生成するが、発達過程で自由度の凍結と解放を通じて随意運動を獲得するという原理が示唆される。

（2）生後 6 ヶ月までの乳児 60 人に対し、2 個の図形の視覚刺激を提示し、図形の色と形のバインディング課題を行った。刺激への注視時間を測定し、馴化の基準に達した後で、色と形の組み合わせだけを变化させたものを提示し、注視時間の脱馴化の有無を調べた。驚くことに、生後 1 ヶ月の新生児はすでにこの組み合わせの変化を知覚していることがわかった。また、生後 2 ヶ月台では、注視時間の馴化に著しい U 字型の変化が見られ、かえって脱馴化の成績が悪いが、3 ヶ月以降では成績が良かった。この結果は、視覚系の色や形のモジュールが発達過程で徐々に統合されるのではなく、統合された状態から分化していくというゲシュタルト的な過程として、発達が進むことを示唆している。

それぞれの例で、2 ヶ月前後に U 字型の動的な変化が見られた。他のすべての機能に関して、この月齢で同様な変化があるとは考えにくい。しかし、運動や知覚の基本的な機能の発達に関して、この時期が胎児や新生児の脳から成人型の脳への再組織化の重要な分岐点となっていると考えられる。

G. Taga, T. Ikejiri, T. Tachibana, R. Takaya, K. Takeuchi and Y. Konishi:
U-shape development of motion and visual perception in early infancy

1PA138

特徴に基づいた両眼視野闘争の構造

○田谷 文彦*, 茂木 健一郎**

(* 慶應義塾大学大学院理工学研究科計算機科学専攻、

** ソニーコンピュータサイエンス研究所)

両眼視野闘争とは、左右の眼にそれぞれ異なる画像を提示したときに、各眼に提示した画像が視野を争うように知覚される現象のことを指す。我々は、両眼視野闘争の空間的構造を調べるために、心理学実験を行った。本研究で行った実験では、左右の眼にそれぞれ異なる色の均一の背景を提示し、被験者に一定間隔で点滅する指示子の周辺の認識される色を報告させることにより、両眼視野闘争の空間的な構造を調べた。さらに、両眼に独立に水平方向に周期的に動く円を提示することにより、動く円が視覚的アウェアネスへ及ぼす影響を調べた。

動く円を提示しなかった場合の結果から、視野の端に行くほど、その端の側の眼が支配的になる傾向があることが分かった。また、動く円を提示した場合では、独立に動く二つの円の動きの位相差を変化させ、それぞれについて眼優位性を調べた。その結果、位相差が大きくなるにつれて動いている円が視覚的アウェアネスに与える影響が大きくなることが分かった。すなわち、位相差なしの場合には二つの円が同じ動きをしているので、左右の眼のどちらかが優位という場面はなく、視覚的アウェアネスの変化のパターンは動いている円の位置とは独立に決定される。位相差が大きくなると、二つの円が常に知覚できるように両眼の支配のパターンが決定されるようになる。また、円の動きの影響を調べるために円を静止した状態で調べたところ、動いている場合に比べ円の影響は少なく、円が消えてしまう場合があることが分かった。

以上の結果から、視覚的アウェアネスの変化の構造は、提示された画像の特徴に依存して変化し、動く円を優先的に認識できるように処理していることから、より重要な情報を優先的に処理しているものと推測される。よって、視覚的アウェアネスは、空間視経路と物体視経路からの情報を統合した後、多義的に解釈され得る情報の中から、より重要であると考えられる情報を優先的に認識できるように形成されるものと考えられ、前頭葉や頭頂葉、側頭葉といった高次野からのトップダウン的な処理が行われていると推測される。

F.Taya*, K.Mogi**: Feature based structuring in binocular rivalry

1PA139

ヒト視覚野における刺激応答反応の増強

○ 精山明敏^{1,2}、田邊宏樹³、宮内 哲³、江田英雄²、
佐瀬一郎²、喜多村祐里^{1,2}、柳田敏雄^{1,2}
(¹大阪大学・医・情報生理、通信総合研究所・²柳田プロジェクト・³脳機能研究グループ)

【はじめに】網膜から送られてくる視覚情報は、最初に後頭葉の一次視覚野に伝達される。今回我々は、安静閉眼時の被験者に閃光刺激を行った際、刺激の繰り返しにともない視覚野の血行動態の変化に顕著な増強応答が生じることを見いだしたので報告する。

【実 験】健常男性（31～45 歳）4 名を被験者とし、10 分間の暗順応後に実験を行った。視覚野における血行動態のモニターには、近赤外分光装置（島津 OM-100）を用いた。脳波の変化は、10-20 電極法に従いモニターした。閃光刺激（刺激頻度：0.5Hz, 1Hz, 8Hz, 21Hz）は 30 秒間の刺激と 60 秒間の非刺激を 1 セットとし、4 回繰り返した。

【結 果】1）刺激回数の影響：閃光刺激の繰り返しにともない、視覚野におけるヘモグロビンパラメータ（HP）の増加及び後頭部脳波の α/β 比の減衰がみられた。2）閃光周波数の影響：HP の変化は、0.5Hz と 21Hz で大きく、1Hz と 8Hz では小さな変化が見られた。脳波の α/β 比の減衰の程度は、0.5Hz の方が 8Hz より大きく現れた（ただし、photic driving の効果を除く）。3）刺激間隔の影響：刺激-刺激間隔を 1 分から 5 分まで変化させたところ、間隔時間の増加に対して HP は指数関数的に減衰し、脳波の α/β 比は逆に指数関数的に増加した。以上の結果は、光計測により得られた血行動態の変化が、視覚野の賦活状態と良くカップリングしていることを示している。

A.Seyama, H. Tanabe, S. Miyauchi, H. Eda, I. Sase, Y. Kitamura, T. Yanagida: Enhanced Optical Response In Visual Cortex.

1PA140

視覚の意識 (visual awareness) のゆらぎは

共通の脳内確率過程で起きる

○村田 勉、柳田敏雄（通信総合研究所・柳田プロジェクト）

【目的】意識の問題への科学的アプローチとして、視覚入力が一定なのに意識上の見えの内容 (visual awareness) が自律的に切り替わる現象 (多義図形知覚や両眼視野闘争) の研究をあげることができる。近年、視野闘争は意識の神経相関を探る手がかりとして電気生理や非侵襲計測による研究が行われているが、一方、ダイナミクスの側面からの研究はその重要性にもかかわらずほとんどなされていない。我々は様々な種類の多義的刺激を用いて、それらに共通な意識の切替りダイナミクスの法則性について調べた。

【方法】ネッカーキューブや 顔と杯など 5 種類の多義図形および両眼視野闘争刺激について、それぞれ 20 名程度の被験者で見えの切替りインターバルを記録した。得られた切替りインターバルの分布に対して、ガンマ分布などの理論分布を高い計算精度でフィットさせた。

【結果と考察】切替りインターバルの分布は、刺激の種類によらずガンマ分布によくフィットした (約 8 割が χ^2 乗検定の棄却を免れた)。ガンマ分布は 2 つの任意の正実数 b と n によって数式的に与えられるが、 n が自然数のときだけ明確な物理的意味を持つ：つまり、頻度 b で発生する独立な確率事象 (ポアソン過程) が n 回起きるまでにかかる時間の分布がガンマ分布になる。実験データに最適フィットさせたガンマ分布のパラメータ n の値は刺激の種類に依存しなかった ($H(11,182)=7.038, p=0.796$)。そこですべての刺激の結果を合わせて n の分布を見ると、 $n=2, 3, 4$ に明らかなピークが認められた。 ($n>5$ は度数が低く不明、 $n=1$ のピークのずれは被験者の反応時間限界で説明できる。) このよう

にガンマ分布のパラメータ n が自然数を取ったことから、脳内にポアソン過程様の discrete な確率過程があり、これが自然数回起きることによって見えの意識が切り替わること、およびこの メカニズムは刺激の種類に依存しない共通のものであることが示唆される。

T. Murata, T. Yanagida : Stochastic process in switching of visual awareness