

## 第68回アブダクション研究会開催のご案内

### アブダクション研究会

世話人 福永 征夫

TEL & FAX 0774-65-5382

E-mail : [jrfd117@ybb.ne.jp](mailto:jrfd117@ybb.ne.jp)

事務局 岩下 幸功

TEL&FAX 042-356-3810

E-mail : [yiwashita@syncreate.jp](mailto:yiwashita@syncreate.jp)

第68回アブダクション研究会の開催について、下記の通りご案内を申し上げます。

### (1) 第67回アブダクション研究会のご報告

5月16日に開かれた前回の第67回アブダクション研究会では、伊藤 伸一 氏(徳島大学)に『脳波を応用する人間生体工学とアブダクション』というテーマで、ご発表をいただきました。

お話の内容は、音楽を聴いた時の個人の脳波の特徴を定量的に捉えて、気分にあった曲を自動提供するシステムを築くために必要な情報工学的な研究に関するものですが、多くの複雑な要因が絡む、個人の脳波の特徴を定量的に捉えるために、優れた着想と作業仮説のもとに、構成的・蓋然的な方法を効果的に展開して、『気分一致曲の検出法』の基礎を構築されたことに心から敬意を表し、魅力のある可能性に満ちたご研究の先行きに益々のご期待を申し上げたいと存じます。

同時に、伊藤伸一先生のご研究は工学の領域の研究として、立派に完結したのですが、未踏の大地としての、脳波を巡る、他領域の知見とのインターセクションを大いに期待したいと願っています。そうした観点からの先行きの大きな課題として ○覚醒系・ポジティブな感情&ネガティブな感情と脳波の背景波との関係。○楽曲の周波数・パワースペクトルと脳波の事象関連電位との関係。○その時の「個人の脳波の特徴」の再現性を何とか確保する方途はないか。という三点を掲げて、大いなる期待を致したいと存じます。

以下の概説は、伊藤伸一先生のお話のうち、テーマの本論に当たる部分に的を絞り込んで、記述の正確さを期するとともに、参考文献を参照しながら、用語の説明を加えて、出来るだけ分かりやすく、編集したものであります。当日に出席出来なかった方にも、ご理解が行き届くことを目指しました。会員の皆様には、ご出席の有無を問わず、繰り返し、吟味と玩味を賜わり、ぜひとも、読後のご感想を、グループメール上などにて、積極的にお聞かせいただくことを期待しています。

なお、(2)において、パーセプトロンやニューラルネットという神経回路モデルに根拠を付与したヘップの規則で高名なカナダの神経心理学者 D・O・HEBB の著作の抜粋を再録しておきますので、参考になさってください。

### 『脳波を応用する人間生体工学とアブダクション』

[1] 期待される <BCIの研究> と <ヒトの感性・生理の脳波研究> の融合

近年、脳の活動を非侵襲的に計測し観測することの可能な脳波をマンマシーン・インターフェースとして用い、コンピュータを介して、必要な機器を操作するという技術の研究・開発が盛んになっている。これは、BCI (Brain Computer Interface) と呼ばれ、実際の動作をせずに、動作をイメージするだけで、キーボード・マウス・義手義足・ロボットなどの機器を操作できる技術のことである。また、脳波を用いて、ヒトの心理・生理的な変化を計測したり、感性や嗜好の定量化を行なう技術の研究が注目されている。二つの技術を融合できれば、外部の刺激に反応するヒトの心理・生理的な変化を定量的に捉えて、光・音・匂いなどの生活環境を自動的にコントロールできるようになることが期待される。

## [2] <脳波>は大脳皮質の活動電位の集合だが、脳の深部の情報をも反映している

脳波は、頭皮上から観測される大脳皮質の多数の神経細胞の活動電位の集合であると言える。だが、脳幹の活動の乱れが大脳皮質に伝わって、脳波の異常となって現れることがあるので、脳波は脳幹などの脳の深部の情報を反映しているものと考えられている。更に、脳幹の視床と大脳皮質の間には、電流の回路があり、両方から送り出された電流が、この回路で反響しあって、脳波のリズミカルなサイン波を作り出していると考えられている。

## [3] <脳波>を形成する特徴波 = 事象関連電位・自発脳波 (背景波)・混合波 =

皮膚刺激、光・音などの刺激を与えられたときに、大脳皮質の感覚野などで、直接的に誘発される電位を、誘発脳波という。事象関連電位とは、誘発脳波が、間接的に観測された波形をいう。脳波のリズミカルなサイン波は、自発脳波と呼ばれ、脳波の基礎をなす波の連なりという意味で、背景波ともいわれる。事象関連電位と自発脳波を合わせて、混合波という。

## [4] <脳波>のリズミカルなサイン波は、 $\delta$ 波・ $\theta$ 波・ $\alpha$ 波・ $\beta$ 波 に分けられる

脳波のリズミカルなサイン波は、デルタ波 (0.5~4Hz)、シータ波 (4~8Hz)、アルファ波 (8~13Hz)、ベータ波 (13~40Hz) の4つに分けられる。このうち、正常成人に多いアルファ波が、脳の最も基本的なリズム。アルファ波が、眼を閉じてくつろいでいる時に現れるのに対し、ベータ波は、眼を開けて何かに集中していたり、考えごとをしている時などに現れやすい波形。シータ波やデルタ波は、脳の働き具合が弱まった時に現れ、健康な時には、眠りにつくと現れる。また、いろいろな病気が原因となって起こる意識障害の時にも現れ、意識障害の程度が重くなるにつれて、シータ波からデルタ波へと波形が変わっていくのが普通。

## [5] <脳波>の定量分析法としての 高速フーリエ変換法・パワースペクトル法

観測された脳波は、振動数 (周波数) から $\delta$ 波・ $\theta$ 波・ $\alpha$ 波・ $\beta$ 波などの周波数バンドに1Hzごとに区分され、コンピュータによる高速フーリエ変換と振幅成分の積分計算によって、周波数ごとのパワースペクトルが算出される。事象関連電位と自発脳波のそれぞれの揺らぎに起因して、複雑な揺らぎを示す、混合波としての脳波を、周波数ごとに分解して、波の強さを周波数ごとに計算したものがパワースペクトルで、いわば、白色の太陽光をプリズムに通したときに生じる光のスペクトルに相当するような物理量を指している。

## [6] 気分にあった音楽を自動的に提供するBCIのシステムづくりをめざす

われわれの日常生活において、音楽の抗ストレス効果が大きな役割を果たしていることに異存のある人はいないだろう。しかし、人により、音楽に対する感受性の違いは様々で、聴取される曲によっても異なり、その効果を定量的に捉えることは容易ではない。しかし、日常生活では、その時の気分にあった曲を選んで、好んで聴いていることが多いものと思われる。先行研究でも、気分一致した曲が、こころを癒し、落ち着かせるという効果をもつことが注目されている。そこで、その時の気分を表わしている個人の脳波の特徴を定量的に分析し推定して、多くの種別と膨大な楽曲の中から、個人のその時の気分一致した曲を自動的に選曲して、自動的に提供するBCIのシステムづくりに繋がる研究として、『前頭前野の脳波を用いた気分一致曲の検出法』のテーマで研究を進めた。

[7] その時の「個人の脳波の特徴」を定量的に分析し推定して、気分一致した曲を検出する  
その時の「個人の脳波の特徴」は、頭蓋骨や髄液などの身体物理的な特性、内外部の刺激に対するその時の感受特性、更には、その時の体調や気分の状態など、多くの複雑な要因に依存して決まってくるものと考えられ、それらの要因の筋道立った分析と統合に基づく論理的なアプローチを難しくしている。  
そこで、作業仮説のもとに、構成的で蓋然的な方法を展開して、テーマの最終的な目標であるBCIのシステムづくりのために不可欠な『気分一致曲の検出法』の基盤を作ることを試みた。

<1> 作業仮説を立てる =脳波には、重要な情報を多く含む成分と、そうではない成分=次のような作業仮説を立てた。『脳波の周波数成分には、重要な情報を多く含む成分と、そうではない成分とがあり、それらの組み合わせが、その時の「個人の脳波の特徴」を表している。』

### <2> 遺伝的アルゴリズムの手法で、重要周波数成分の組み合わせを選定する

遺伝的アルゴリズム (GA) の手法の適用に創意と工夫を加えて、その時の「個人の脳波の特徴」をより良く示す重要周波数成分の組み合わせを探索し、より最適なものを選定することとする。  
より良い重要周波数成分の組み合わせを探し出すことは、重要周波数成分の組み合わせをより良く表わす、より適応度の高い遺伝子の組み合わせを探し出すことである。  
それは、サンプル曲 (50曲) に対する『機械による気分一致曲の検出力』を示す、適応度関数の値が高いレベルに達するように、遺伝子の組み合わせを進化させ、一定の終了条件を満たすに至るまで、より最適な組み合わせを探索した上で、選定されることになる。

### <3> サンプル曲聴取時の個人の左前頭葉の脳波を測定する

個人が知らない曲・嫌いな曲を除外した個人別のサンプル曲 (50曲) を個人に聴取してもらい、  
(イ) 曲ごとに、聴取時の左前頭葉の脳波データを測定する。  
(ロ) 曲ごとに、その曲が、その時の『気分一致の曲』だったか、あるいは、『気分不一致の曲』だったか、を主観アンケートで評定してもらう。  
計測部位は、国際 10-20 法の定めるFP1 (左前頭葉の部分) の箇所。脳の全体活動を制御する前頭連合野の脳波の一部を計測することができる部位であり、バンド型の脳波計を使用することによって、実生活の場で、システムの実用的な運用が期待できる。

<4> パワースペクトル対比という指標 =「個人の脳波の特徴」を定量的に分析し推定する=遺伝子の組み合わせは、その時の「個人の脳波の特徴」をより良く示す、重要周波数成分の組み合わせを表現し、解像するための情報処理の媒体である。  
情報媒体としての遺伝子の表現と解像のポテンシャルを増大させるために、遺伝的アルゴリズムの運用に創意と工夫がなされている。とりわけ、パワースペクトル対比という指標は、「個人の脳波の特徴」を定量的に分析し推定するためのポイントとなる。

#### ① 重要周波数にパワースペクトル値が代位される

単一の列の遺伝子文字列ではなく、互いに独立な二列の遺伝子文字列が用いられている。二列の文字列ともに、4Hz (シータ波域) から22Hz (ベータ波域) まで、1Hzごとに、19個の1または0の値がランダムに割り付けられる。進化のプロセスとともに、適応度を評価して、値の割り付けが選択され、変異して、より最適な組み合わせの方向に推移し変化して行く。  
1は、重要な情報を多く含む、重要周波数成分であり、0は、そうではない、重要ではない周波数成分。そして、1には、当該周波数における、サンプル曲聴取時に測定された個人の脳波データのパワースペクトル値が、代位される。0は、棄却される。

二列の遺伝子文字列の1に代位され、当てはめられる、個人の脳波データのパワースペクトルの値は、値の大小にかかわらず、重要周波数成分の意味のある情報として取り扱われる。

進化しつつある遺伝子の組み合わせの一つ一つについて、サンプル曲（50曲）の聴取時に測定された、個人の一曲一曲の脳波データのパワースペクトル値が、当てはめられて、適応度関数の値の算出に結びついて行く。

## ② パワースペクトル対比の値とその平均値

一列目および二列目の遺伝子の1に当てはめられたパワースペクトルの値の合計が、それぞれに算出されて、  
[  $C_r$  (パワースペクトル対比) = (一列目遺伝子のパワースペクトル値の合計) / (二列目遺伝子のパワースペクトル値の合計) ] で定義されるパワースペクトル対比が算出される。

進化しつつある遺伝子の組み合わせの一つ一つについて、サンプル曲（50曲）の聴取時に測定された、個人の一曲一曲の脳波データのパワースペクトル対比の値を合算し、それを聴取されたサンプル曲数で除して、平均値を算出する。この平均値を「気分一致」または「気分一致ではない」を機械で判定するための閾値として使用する。

## ③ judgment gene とその排他的論理和の処理

遺伝子には、一列目および二列目ともに19個の情報があるが、それとは別に、judgment gene と呼ばれる2個の情報があり、それぞれが、進化しつつある遺伝子において、ランダムに1または0の値を取る。2個の情報を取り得る値には4つの組み合わせがあるが、それぞれを排他的論理和で処理すると、次のような結論になる。

「 $1 \text{ XOR } 1 = 0$ 」 「 $0 \text{ XOR } 0 = 0$ 」 「 $1 \text{ XOR } 0 = 1$ 」 「 $0 \text{ XOR } 1 = 1$ 」

そして、結論が1の場合は、進化しつつある遺伝子の組み合わせの一つ一つについて、サンプル曲（50曲）の一曲一曲を聴取した時に測定した、個人の脳波データのパワースペクトル対比の値が、閾値以上のときに限って、「気分一致」の機械判定を出すこととする。また、結論が0の場合は、進化しつつある遺伝子の組み合わせの一つ一つについて、サンプル曲（50曲）の一曲一曲を聴取した時に測定した、個人の脳波データのパワースペクトル対比の値が、閾値以下のときに限って、「気分一致」の機械判定を出すこととする。

このような仕組みを導入すれば、閾値以上のパワースペクトル対比の大きな値と、閾値以下のパワースペクトル対比の小さな値をバランスよく活用でき、両方を、重要周波数成分の意味のある情報として取り扱うことができるようになる。

## <5> 適応度関数は、『機械による気分一致曲の検出力』を示す

『機械による気分一致曲の検出力』を示す、適応度関数は、次のように定義される。 [ 適応度 = { アンケートの主観評価で「気分一致」とされた曲数のうち、機械判定が「気分一致」とした曲数の比率 } - { アンケートの主観評価で「気分不一致」とされた曲数のうち、機械判定が「気分一致」と判定してしまった曲数の比率 } ]

以上に述べた遺伝的アルゴリズムの手続きを機能させて、その時の「個人の脳波の特徴」をより良く示す、重要周波数成分の組み合わせをより良く表わす、より適応度の高い遺伝子の、準最適な組み合わせを探し出して選定するために、1世代=100通りの遺伝子の組み合わせを、1000世代に亘って、 $100 \times 1000 = 10$ 万通りの組み合わせの適応度が、一つ一つ点検されている。

## <6> 選定された遺伝子を適用した場合の『機械による気分一致曲の検出力』を評価する

選定された遺伝子を適用した場合の『機械による気分一致曲の検出力』を評価するために、ヒット率と混入率の2指標を設定する。

[ ヒット率 = アンケートの主観評価で「気分一致」とされた曲数のうち、機械判定が「気分一致」とした曲数の比率 ] [ 混入率 = アンケートの主観評価で「気分不一致」とされた曲数のうち、機械判定が「気分一致」と判定してしまった曲数の比率 ]

以上の【7】において述べた『気分一致曲の検出法』による被験者のヒット率は、70~90%で、混入率は、15~25%である。

以上

(2) カナダの神経心理学者 D・O・HEBB は、『ESSAY on mind』の EMOTIONS AND MOTIVATION の項で次のように記述している。====Lindsley (1951) が指摘しているように、脳幹深部の覚醒系が感情の行為・ふるまいに本質的な関連を有する。感情には認知的な要素があり、また、覚醒系と同じように、辺縁系も関係しているが、感情の反応にエネルギーを与えるのは覚醒系である。大脳皮質が機能しようとするれば覚醒系の活動が必要であり、大脳皮質がより大きくなり、作用がより複雑になるにつれて、覚醒系の役割の重要性が増大したと考えるのは理に合わないことではない。このような基礎に立って、われわれは知性と感情の密接な関係を理解することができる。

積極的な感情（ポジティブな感情）と消極的な感情（ネガティブな感情）の関係というのも現われる。覚醒には最適なレベルがあるように見える。このレベル以下では、主体は、覚醒のレベルを上げようとする傾向があり、レベル以上では、覚醒のレベルを下げようとする傾向がある。積極的な感情というのは、その覚醒の幅のより下位の部分と中位の部分において見出され、消極的な感情というのは、上位の部分において見出される。積極的な感情は、主体が、刺激を受けている客体や状況とのコンタクトを維持しようとしたり、一層密接にコンタクトしようとしたり、また、コンタクトを繰り返そうとしている状態である。簡単に言えば、その刺激が望ましいものなのだ。消極的な感情は、望ましくない刺激に対する反作用である。それは、主体が、刺激を受けている条件を変えようとする状態（攻撃・怒り・回避によって）であったり、主体が刺激を受けている条件を制御できない悲しみのような状態（例えば、死による放心）である。幾分、単純化すれば、覚醒の低いレベルは、退屈で、主体は興奮を求める。中庸のレベルは、目が覚めているときの行為・ふるまいの規準で、主体はそれを維持し、同時的に行為しふるまう。覚醒の高いレベルは、怒りまたは恐怖の形を取り易く、それに至った行為・ふるまいを妨げる（少なくとも一時的に）傾向がある。言っても良いのは、異なる種類の行為・ふるまいが、言わば、異なる覚醒のレベルを許容するのかも知れないということだ。100ヤード競争のダッシュに例を取れば、それは、暴力の形であり、細やかな大脳皮質の機能を要求しなくて、覚醒の状態は、ダッシュの行為だけに集中した高いレベルのものになるだろう。考慮しなければならぬ異なる種類の覚醒の形が存在するのも明白であるようだ。もう一つ、言っても良いのは、非常に高いレベルの覚醒は、普通より長く、（すなわち、数秒以上の間）思考の機能を損傷し、いわゆる恐怖麻痺という運動系の損傷さえも、もたらすということだ。

覚醒系が、どのような心理的な影響もつのかは、なお、推測の域を出ていない。覚醒系の活動が大脳皮質を通過する感覚のメッセージを伝達するのに必要であり、大脳皮質系の中での相互作用にも必要なことは知られている。われわれは、そこで、次のように考えて良いのかもしれない。興奮していない状況では、覚醒のレベルを上げるような、いかなる刺激に対しても、反応は、覚醒を維持しながら、選択的になされるだろう。また、大脳皮質は覚醒系を興奮させることができる、などだ。だから、興奮している最中での思考が行為・ふるまいを制御することが出来て、興奮から抜け出すことになる。しかしながら、覚醒のレベルが、なお高い時には、大脳皮質の伝達性や興奮性が高まり過ぎるかも知れない。大脳皮質の諸プロセスは干渉したり、あるいは、互いに抑制し合うのだが、プロセスが同時に起こって、その状況に導いた行為・ふるまいを壊してしまうかも知れない。

“麻痺”に関してだが、それは、即座のアクションを頼まなければならないような危険な状況に置かれていることに、予期せず、突然に、気付いた人たちの場合に、時々観察される何かであるのだ。それは、実際に動くのが不能になったり、同じように重大なのだが、明晰な思考が不能になったり、行動の決定が不能になったり、という形を取ることになるかも知れない。(Tyhurst, 1951)

例えば、怒りや笑いでは、異なる覚醒の形が見られるが、それらが覚醒系の発火のパターンの違いから生じているのは明白だ。恐怖や怒りでは、交感神経系が興奮し、覚醒の残効がしばらくの間、継続する。笑いでは、瞬間の効果は非常に強力だが、(“笑いが止まらない”) 自律神経系の残効がほとんどない。覚醒系は、約 28 個の細胞核集団から成り立っており、それらは、異なった活動パターンを作ることが出来るのだが、全部のものが同じく大脳皮質を活性化する機能を有するものの、他の互いに異なった特性を有する。  
=== (以上、原文を世話人が訳出したもので、訳出の文責：福永征夫)

(3) 既存の領域的な知をベースにして、新たな領域的な知を探索し、それらを広域的に組み換えて、より高次の領域的な知を仮説形成的に創造することを目標に、アブダクション研究の飛躍を期して参りますので、各界、各分野の皆様の積極的なご参加をお願いします。

#### 記

◇ 日 時： 2009年7月18日(土) 13:00~17:00 (例会)  
17:30~19:30 (懇親会)

◇ 場 所： 日本電気厚生年金基金会館 201号室 (中山氏のお名前で申し込み)  
東京都 世田谷区 代沢5丁目33-12 電話：03-3413-0111 (代)  
\* 小田急線/京王・井の頭線 下北沢駅 下車 徒歩約8分  
\* 会場の地図は、グループメールのブリーフケース内「下北沢 NEC 厚生年金基金会館 MAP」  
に収載。 <http://groups.yahoo.co.jp/group/abduction/files/>

◇ テーマ： 研究発表 石川勝美氏 (高知大学)  
『水の資源・環境問題とアブダクション』

#### 参考文献

1. 荒川洋治：水の書、共立出版
2. 上平恒：水の分子工学、講談社
3. 水の特性と新しい利用技術、エヌ・ティー・エス

#### ◇ プログラム：

- |              |             |             |
|--------------|-------------|-------------|
| (1) 諸連絡      |             | 13:00~13:10 |
| (2) 研究発表     | PART [1]    | 13:10~14:25 |
|              | — 休憩 (5分) — |             |
|              | PART [2]    | 14:30~15:45 |
|              | — 休憩 (5分) — |             |
| (3) 総合的な意見交換 |             | 15:50~16:50 |

- (4) その他の連絡事項 16:50~17:00  
 (5) 懇親会 (楽しく勉強になります。是非積極的にご参加ください) 17:20~19:30

\* 当日の連絡先 (岩下幸功・携帯電話) 070-5541-4742

## 第68回 アブダクション研究会 (7/18) の出欠連絡

- \* 7/13 (月)までの返信にご協力下さい。ご連絡なしの当日出席も無論可ですが、会場や資料の準備の都合もありますので、できるだけ、ご協力くださるようお願いいたします。

FA X: 042-356-3810  
 E-mail: abduction-owner@yahooogroups.jp 岩下 幸功 行

出席	出席
7/13 (土) の例会に、未定ですが調整 します。	懇親会に、未定ですが調整 します。
欠 席	欠 席

☆ 出欠の連絡は、グループメールメニューの「投票」コーナーから行うこともできます。

<http://groups.yahoo.co.jp/group/abduction/polls>

- \* 次々回第69回例会は、2009年9月5日 (土) に開催いたします。  
 信州大学の 寺沢 宏次 氏 に『認知と行動の制御とアブダクション』(仮題) のテーマで、  
 ご発表いただくことになっています。  
 \* 参考文献は、後日にご案内致します。  
 \* 大いにご期待をいただき、奮ってご参加ください。

ご署名 \_\_\_\_\_

### <定例アンケート調査>

もしご協力がいただければ、という趣旨であり、必須ではありません。  
 皆様のメッセージ集として他の会員にも伝達しますので、情報の交流に積極的に参画下さい。

- (1) 今、アブダクションの研究・実践と関連のある事項で特に興味をもって取り組んでおられること。
- (2) 研究会の議論の場を通して INTERSECTIONAL なアイデアや知見の INCUBATION が進んでおり、例会で発表したいと思っ  
 ておられること。
- (3) これまで (第1回~第67回) の研究発表やなされた議論 (「議事録」を参照下さい) に関して、さらに改めて質疑や意見を表  
 明したいと考えておられること
- (4) アブダクションの観点から、注目すべき人・研究グループ・著書 (古今東西不問)。
- (5) 細分化された「知」の再構築を図るという視点から、注目すべき人・研究グループ・著書 (古今東西不問)。
- (6) 貴方ご自身がお考えになられている「知」の定義とは?
- (7) その他のご意見、ご要望、連絡事項など。  
 特に他学会・研究会での発表内容や発表論文等についても是非お知らせ下さい。

.....  
 .....  
 .....