

音楽療法一（3）情動・記憶と脳波と音楽の周波数

木村 滋* 富野 弘之*

Music Therapy: (3) Emotion, Memory, Brain Wave (EEG) and Frequency Band of Music

Shigeru KIMURA Hiroyuki TOMINO

要 旨

辺縁系由来の情動活性化、記憶、意識について脳科学を概観し、好みの音楽を聴いて影響される被験者の脳波 (α, β, θ) を調査した。また、モーツァルトの小夜曲、バッハのG線上のアリアの最初の小節とこおろぎの音のスペクトル分析をした。これらの音楽と音は癒し効果があるということでは知られている。研究者の中にはモーツァルトの音楽や秋のこおろぎのような虫の音の 3.5 KHz~4.5 KHz の周波数帯の音は癒し効果があると信じている人もいる。脳波測定の被験者は10代後半の女性、20代前半の男性、50代の男性、60代の女性で好みの1つの音楽、実験用に指定したよく知られた2つの歌謡曲、バッハのG線上のアリアを聴きながら脳波 (α, β, θ) を測定した。好みの音楽はそれぞれ β 波減少 (-11~-1.3%)、 θ 波減少 (-10~0%) と α 波増加 (+21.2~0%) を示した。指定した音楽は好みの音楽とほぼ同様の効果を示した。音響学的に分析したモーツァルトのセレナーデとバッハのG線上のアリアは上記の周波数帯には部分的にしか集まっていなかった。

キーワード：情緒的活性化、記憶、意識、脳波 (α, β, θ)

Summary

We have surveyed emotional activation originated from the neurological system (the limbic cortex), memory, consciousness, and have investigated the brain waves (α, β, θ) of subjects influenced by listening to their favorite music. We also have spectrographically analyzed the first parts of two pieces of music, Mozart's Eine Kline Nacht Musik, and Bach's Air on the G String and also a high-pitched sound (around 2.7 KHz~3 KHz) of a cricket in autumn. This music and the cricket sound are famous for their healing effect on many people. Some researchers have believed the frequency bound of these pieces of music and the sound of an insect, like a cricket, should focus on around 3.5 KHz to 4.5 KHz, the sound frequency which might affect healing. As to EEG measurements, the subjects were, a female in her late teens, a male in his early 20's, a male in his 50's and a female in her 60's. They have listened to the above music. Their favorite music decreased β wave (-11~-1.3%) and θ wave (-10~0%), and increased α wave(+21.2~0%), respectively. The assigned 3 pieces of music along with a piece of classic music (the Bach's Air on the G String) for the experiment had about the same effectiveness on them as their favorite music had. The sonogram of the part of Mozart's serenade and Bach's Air on the G string analyzed acoustically, partially showed a slight distinguished focus of the above frequency band.

* key words : emotional activation, memory, consciousness, electroencephalogram (α, β, θ)

* 木村 滋 日本赤十字秋田短期大学特任教授 (英語・音響音声学)

* 富野 弘之 日本赤十字秋田短期大学事務部 (総務課長・作曲)

本研究は平成17年度日本赤十字秋田短期大学共同研究費助成によるものである。

序

音楽療法の癒しは文化論的には宗教的な癒しに属していた。癒しは情（緒）的な衝撃を受けて人が再び健康／健全になる過程、よりよい状態にする過程である。この情（緒）的衝撃、即ち情動経由の記憶、音楽が情動的衝撃を脳に与えた時の脳波変化や周波数帯について調べる。

I. 脳科学が示唆すること

大脳新皮質（理性の座）は概略、前頭連合野（前頭葉）、運動連合野（前頭葉後部）、体性感覚連合野（頂頭葉）、聴覚連合野（側頭葉上部）、後頭頂頭連合野、視覚連合野（後頭葉）に分かれる。音楽の癒しに対して脳科学が示唆する事柄は多いが、関連する部分をまとめておきたい。

(1) 前頭連合野（前頭葉）

音楽に直に関る部分では、前頭葉の運動中枢と言葉を発するための運動性言語中枢（ブローカ野）、頂頭葉に各種の情報が集まる連合野がある。その機能には、①将来を構想する計画・企画など創造的な働き、②辺縁系の神経反応を「愛」「恥」「怒り」「恐怖」等の感情を解釈する、③その感情エネルギーの抑制、合理的処理をする結果として意志や意欲を行動にまで高める、などがある。加齢や認知障害で機能低下するのはこの部分にもある。

前頭連合野は全ての感覚連合野と運動連合野と記憶を統合する。人は内・外部の全感覚を使用して全体像を把握し、既に獲得した知識・記憶と照合して統合し判断して、自分の行動を決定・決断する。日常の会話・聞き取り・読書・考えた数秒後もその記憶を保持し新しい事実の理解・処理を同時に行なう機能 working memory の注意機能とこれを保持する機能もある。

(2) 運動連合野（前頭葉後部）

手、足、顔、目、口、体幹などの協調した運動、滑らかに目的に合わせて動かす働きをする。常に感覚系のフィードバックが必要で、動きがなくとも感じられるが、感じることなく動かない。滑らかな協調関係を可能にする感覚器官は運動系には重要で、運動系の情報の流れは一般に内から外へで、感覚系とは逆向きである。運動過程は運動連合野で始まる。そこでは環境条件で必要な運動を計画し生成する。計画ができると運動指令が運動皮質へ送られ、視床を介して脊髄へ下降する。運動系はトップダウン的に働き、処理過程は末梢で筋肉が収縮して終了する。

(3) 体性感覚連合野（頂頭葉）

触覚、方向感覚などの機能で、単純から複雑なものまで「刺激検出器」「第一次中継点」「第二次中継点」と「統合中枢」の要素を持っている。感覚を統合する過程で、脳は目の前の世界で感覚器が感じ取った情報を過去の情報と比較して知覚する（情報の質や意味を推量する）。①「感覚受容器」は刺激（光・音・熱・圧力等）の物理的信号を活動電位（神経インパルス＝電気衝撃）に変える。これ以後、感覚像はパソコン回路のように、ニューロン信号として神経系で更に処理され、第一次中継点（ニューロン）に運ばれる。感覚受容器で発生した神経インパルスがこの中継点に到達すると、そのインパルスのパターンから刺激それ自体の個々の特徴が抽出される。例えば、花を見て・嗅いで感じる時は、花の色・形・大きさ・距離・香りなどが抽出される。これが二次中継点に伝えられる。②二次中継点では花に関する処理が行なわれ、また次の段階に送られ、③「どこか」の段階で意識的な同定が行なわれて、刺激の性質と意味が決定される。この段階を「知覚」と言う。刺激に対しては最終的に適切な行動（反応）が行なわれ、情報処理は終了となる。全知覚系は、このような一般的な方法に従って働くように組織されている。人も動物も感覚系によって環境を知覚する。それ以外に体内深部からの情報（体温・血液の化学組成・血圧・血液量など）を監視する感覚があるが明確に知覚（同定）しにくい。

(4) 聴覚連合野（側頭葉上部）

音は物体の振動で起き、それにより空気の気体分子が振動する。人が音を知覚する刺激は、その分子振動が起こす波（気圧変動）によって伝わる。音波（気圧変動）が1秒間毎に繰り返す振動の回数（ヘルツHzで表示）で音の性質を決める。ヒトの可聴範囲は1秒間に20～2万回の振動で、この聞き取り可能範囲を可聴域（音閾域、識閾＝意識する範囲）という。

聴覚系は、検出した信号（刺激）の違いを識別する。楽音の音程は、例えばピアノの中央ドの基本周波数は約220Hz、ラは440Hzというように音の高低は周波数の大（高音）～小（低音）によって感覚器が決めて（調律して）いる。楽器の音色、人の声の人らしい個性は共鳴音（倍音）と騒音性（splash patternの部分に相当）等で楽器や人物を聞き分けて同定される。

音の大きさは音の圧力の強弱によって決まり、ヒトは感じる事ができる。音圧の実体は音の波のうねり（振幅）の大小であり、音圧（振幅）はデシベル（dB）で表わす。秋の鈴虫などの音は30dBとか、耳元でのピストル発射音は110dB～120dBのように表記される。

音の感覚受容器のニューロンは蝸牛階側の基底膜に埋め込まれている有毛細胞である。コルティ器官はその有毛細胞と被蓋膜からなる。蝸牛内の液体が動くとき被蓋膜に対する基底膜の相対位置が変る。その相対位置を変えることで力がかかり、有毛細胞の繊毛が曲がる。繊毛が曲がるとNa⁺チャンネルが物理的に開き、聴覚系の感覚受容器である有毛細胞の活動電位を引き起こす（インパルス又は発火という）。コルティ器官に隣接する蝸牛階内の液体からNa⁺を取り除くと、有毛細胞は発火しなくなる。（因みに、ニューロンは何もしない時でもゆっくり発火する。その割合は1～5回/sec.程度で、1秒間に発火する回数を音と同様にヘルツ（Hz）で表示する。

ニューロンの内側と外側の（電）極性を維持する仕組みには、細胞膜内のイオンポンプの効率的な働きがある。ミトコンドリアが供給するエネルギーで動くこのポンプは細胞外のK⁺と細胞内のNa⁺を交換する。電気的には中性を保たれている状況での陽イオン同士の交換なので、ニューロンが興奮している時に細胞内に入ってくる過剰なNa⁺を外に汲み出す働きをされると言われている。細胞の内と外の電位差は1/10ボルトで普通の懐中電灯の乾電池エネルギーの5%に相当し、この電気エネルギーは小さな細胞にはかなりの量のエネルギーであると言われる。

2. 情動（辺縁系由来）エネルギーについて

感覚器官からの情報は脳辺縁系に至る。辺縁系は（傍辺縁系の視床下部を含めると）、情動を司り情動脳とも言われる。日常的には単に本能・感情脳と言う場合もある。情動と感情は日常的な表現では強度の違いだけなので同義に用いる場合もある。強い感情は情動と同じ意味であるから質的には区別できない。森崎氏（2004）は、脳科学の文脈では「情動」、日常的文脈では「感情」という使用法を提唱している。辺縁系の感情は「善・悪」の概念に結びついており、善悪の境界線（評価）は個体保存と種族維持のために、善いのか悪いのかという進化の原理からもたらされていて、カントの実践理性の出どころの一部であると言う。この出自の一部という点に関しては、下の（注1）のように補足できるかもしれない。

（注1）カントの『実践理性批判』の中で、例えば人間には、理性が基準になっていない、他者から強制される「～すべし」は実践的な規律（命法）となる。また、その命法「～すべし」がパトローギッシュな（pathologisch、即ち、感性による）動因に触発されておれば、命令の受け手の実践法則との間に抗争が起きる。例えば「年をとって生活に困らないためには、若いうちに働いて儉約せねばならない」と言うなら、聞き手には場合によっては「余計なお世話」であり、それは当事者自体に委ねられるべきである。このように、「意志は感性的（パトローギッシュ）に触発される限りでは感性的意思である。（中略）いかなる感情も常に感性的でありパトローギッシュである（同、p. 237）。（このようなことから、意志が感性的な衝動や感性的な関心によって起きていれば）その意志はパトローギッシュに（感性的動因によって）触発される限り、その意志は感性的である。「～すべし」が実践的（道徳的）なものであり、その道徳性の普遍的な純粋性を保つには感性に属する（ここで言う情動由来の）ものは度外視して差し支えない。尚、ここでいうパトローギッシュという語はパトロジー（英語ではpathology）には関係がない。

上注の感性意思はここで言う感情（情動）から起こる意思である。カントは純粋に理性で考えて誰もが「よし」とする道徳律を論じながら、現在の脳科学が言う「理性は感情（情動）の機能に色づけされている」ことを「感性（情動）から由来する意思」と言っている。理性を色づける機能は辺縁系にあり、情動から由来する意思はそのため音楽の理解や音楽療法に関っていると考えられる。情動を作り出す最も重要なものは脳辺縁系（辺縁は脳の内側の縁に位置するの意）で「動物脳」

とも言われる。その理由は辺縁系の機能が全ての哺乳類に不可欠な同類の役割を担うからである。この系は脳間の上の大脳皮質の下に位置し、脳幹の多くの領域と大脳皮質の一部の領域全てが神経回路によって結びついて情動を作り出すことに関与している。

大脳辺縁系に結びついた構造には視床前部、視床下部などがあり、視床下部のニューロンは強い情動に伴って起こる自律神経の変化（心拍数、呼吸数の変化など）を作り出す。例えば、前頭の外側部の深い場所にある扁桃核は胡桃大に細胞が集まった神経核で、攻撃行動や恐怖反応を生み出す時に関与する。顔の表情、特に恐怖など負の表情を認識するために重要であり、恐怖・怒り・愛情などの情動が付随する記憶にも重要な関わりがある。扁桃核の隣にある海馬は、情動的記憶を含む記憶に関わる。感覚受容器から入る全ての情報は、脳幹や大脳皮質の様々な処理を経て、扁桃核や海馬や視床下部の一部など大脳辺縁系の構造の少なくとも一つを通過する。大脳皮質から抹消へ下行する情報も大脳辺縁系の構造を通過するので、人の環境との関りは全て、何らかの情動的な色彩を帯びるのはこのためである。辺縁系の感情（情動）は善悪の判断と切り離せない。この場合の善悪はモラルというより進化における個の保存や種族保持のために善いか悪いかである。扁桃核は情動的評価（この種の善悪の判断）をする。その後、心理的情報である情動体験と客観的に知りうる情動表出がある。¹⁾（下線は引用者）

情動体験には一次性情動体験と、それから派生する二次性情動体験がある。

①一次性情動体験

これは欲求または本能という種の保存に不可欠の身体的欲求（体液浸透圧・血糖・酸素及び二酸化炭素の張力・体温・睡眠や休息など）に対する渇き・空腹・空気飢餓・求温・求冷など）に伴って生起される情動である。

②二次性情動体験

①の基本的な欲求が充足されないと起きる不快・苛立ち・怒り・恐れ・驚き・不安・悲しみ・落胆・嫉妬・憂鬱・劣等感などの情動体験である。欲求充足をし、欲求阻害要因の除去時の快感・喜び・高揚感・歓喜・優越感・安心感・希望・満足・愛などの情動体験である。

③情動体験に含まれる知的な高等な感情で、初め大脳皮質に対象や事象のイメージがあり、それに「辺縁系」が色づけした感情である。例えば、恥・悔恨・失望・虚無・羨望・自惚れ・憧憬・郷愁・崇高・精神的愛・同情・愛惜等である。これらはヒトに固有の高等感情であるので、三次性情動と呼ぶにふさわしい（注2）。

これらの要素が音楽刺激の生理的反応（前編2参照）にアントニオ・ダマシオが既に行なっていた方法がある。人の皮膚の上に置いた二電極間の電気の通りは汗をかけばよくなる。生理作用は自律神経が制御するので、自律神経は感情の起伏により大きく影響を受ける（嘘発見器にも用いたメカニズムがそれである）。快や不快を与える画面を被験者に見せると、被験者の感情の起伏は自律神経を刺激し発汗量を左右し、それが電気の伝導量の変化となって現われる。脳腫瘍切除に成功して、言語や記憶・運動能力・IQなどは通常と何ら変らない（知能障害はない）が社会生活をできない人はこの実験結果、感情の起伏を示さないという報告があった。ダマシオは、前頭葉が判断力などの高次の知能を発揮するには、実は、感情脳（大脳辺縁系）の裏付けが必要であると推測し、残る要素では、まさに「感情の起伏」が人間の優れた判断力（前頭葉・理性脳）を発揮する上で不可欠な要素となると考えた。この結果、彼は、判断力等の高次知能を発揮するには、感動し、喜び、悲しんだりして、感性（感情脳）を豊かにする必要があると結論した。

3. 意識（心）と音楽の癒し—科学の限界

「意識へのアプローチには知覚、記憶、身体と環境がある。意識を記憶、知覚、言語との相互関係の中に位置づける考えでは脳の働きの一部が心で、心とは記憶、知覚、意識の総体であり、言語は心の一部をなし、心の中心は意識というよりも、むしろ記憶ではないか」²⁾と言われる。

意識は、現在の瞬間に脳で何が起きているかを示す一つの根拠である。記憶には、生きてきた歴史が脳に刻まれており、現在よりもっと長い。意識は正常でも記憶が全くなければ、自分が何者

であるかの手がかりが分からない。だから、人の心は、意識の有無だけでなく、人の誕生後から蓄積した脳の情報の総体、つまり記憶に関係し、現在意識より記憶のほうに重みがある。³⁾

音楽療法は、音楽が意識（心）を癒すという前提がある。それが心の病気を医学が治療する場合と同じかどうか定かではない。脳を損傷した成人の患者に日常会話を語りかけ続けると意識喪失患者は次第に意識が回復し、言語喪失患者は少しずつ言語を取り戻した逸話もある。音楽にもそういう癒し効果があるかもしれない。現在、確かに言えることは、音楽が疲れた心を癒しストレスを減少させるという、日常的に我々が感じている癒しである。現在の音楽療法はその両方の可能性を信じて行なわれている。それでは意識（心）とはどのように理解すればよいのか。結論を先に言えば、現状では、ニューラル・ネットワーク機能がなぜ意識（心）を生み出すかを明確に説明できる状況には至っていない。

（１）最も単純明快な意識（心）の説明（一元論）

脳（体）と意識（心）は別であるとする二元論がある。心身は別々で、脳は霊的なものと考え、ユングのように心と神話と結びつけることに傾斜した例、死後の世界を想像する場合もあるが、これらは否定されている。大筋では一元的論的、脳（体）の機能はコンピューターのように脳の部品が集まって機能した結果が意識を構成するとするのが現在の趨勢である。

意識とは「物や事に注意を向ける働き」と「自分が自分であることを意識できる自己意識」を指すと定義すれば、自分は今、見ている、触っている、喜んでいる、記憶を思い出している、自分のことを考えていると感じる心の重要な働きである。つまり、意識とは、知・情・意・記憶（言語を含む）と、学習全体を自分で統合する働きだと一般には考えられている。人は無意識にコップを落とさないように注意する。立つ時は無意識に足の筋肉に力をこめて「無意識に足をふんばった」と言う（注3）。この時の無意識の危機意識の記憶は扁桃核と隣の海馬に関する。フロイドのいう無意識も心の理解に加えるための説明ができると思われる（注3）。心と体は一体であるという一元論は次のように説明する。⁴⁾意識を生み出すにはそれぞれのニューラル・ネットワークが分担して、様々な情報処理をする。例えば、赤いリンゴの認定には、色素を識別するニューラル・ネットワークのモジュール（セットになった部品、機能を担う部分）があり、丸い形の物体、動き、陰影、質感等の識別担当モジュールがあり、それらが別々に識別され、その後で統合されて赤いリンゴであると知覚・意識される。リンゴを見て食べようという「意思」（意）を作り出すモジュール、リンゴの美味しさを想起させ幸せな気分させる「情」のモジュールもある。「意識」は知覚・想起・知・情・意は、それぞれを担当するモジュールの機能の総体であるとする。各モジュールの情報処理は、意識される以外は、各モジュールの作業は無意識のうちに処理されている。一元論的はこのように説明する。にもかかわらず、「意識（心）」が脳のどのような情報処理の結果で、どのように説明できるのか分かっていない。

意識の鍵は「注意」で、何かに注意を向けることである。注意が外界認識に向かえば「知」に、悲しい時は「情」に、行動を意図すれば「意」に、自分を意識する時は「私」に意識が向けられる。この説明は合理的で、コンピューターの仕組みのように単純明快であるが、ニューラル・ネットワークを結びつけるもの（binding）、例えばオーケストラの各パートを合わせてシンフォニーにする指揮者の役割（統合）は何であるか分からない。脳全体の神経細胞の40Hzの共鳴現象を計測し、それが「意識」であると言う人もいた。脳全体の動きを観察するものを「内なる目」と言い、それも脳の機能であるという人もいるが決定的な説明はない。

（２）老人の記憶と音楽療法

連合野には、運動中枢と言葉を発することに関する運動性言語中枢（作文・発話のブローカ野）や各種の情報が集まる連合野がある。機能の一部には、将来計画・企画への関与し、それが創造機能に関っている。この部分は、辺縁系から入る神経反射を「愛・怒り・恐怖・恥」などの感情を解釈すると言われる。ここは「意志の座」ともいわれ、前述のカントが述べるように、単なる「意志」だけでは行動の原動力にはならず、感情的（情動）エネルギーを伴って意欲まで高められ、意志（前頭葉）＋感情エネルギー（辺縁系）⇒行動の意欲（前頭葉） の図式が成り立つ。行動

を起こさせる原動力は前頭葉よりも古い辺縁系（感情・情動）にある。

一般に老化に伴う体力の減衰には、生きる意義（意志決定の基）、情熱の減少、情熱の対象を見出すことが困難になる側面が伴う。それに病気をすれば、それだけ生きることが辛い。音楽療法の場面に認知症で言語使用も殆ど見られない人がいた。その人は小学校時代の校歌を聞いて、それを思い出して歌いだした。その人が過去の記憶にある部分が蘇っただろう生きいきとした表情を取り戻した例である。認知症や病気の程度は様々でも、音楽療法の場面に居た高齢者たちは、一様に、音楽と共に過ごす時間が終わらないように引き伸ばそうと、あの手この手を用いた。この人達にとって音楽とそれを奏でる人達とそこに居ること自体が「快」であり、その中で人生の一部の懐かしい美しい記憶を取り出すだろう。即ち、意欲が減少しても感情エネルギー（辺縁系）により行動を起こす意欲（前頭葉）を回復させ、憧憬・虚無感・郷愁・崇高・精神的愛・同情・愛惜等まで想起することにつながる。

記憶には、意識的に取り出す陳述記憶（declarative memory）と無意識に取り出される手続き記憶（procedural memory）がある。3日前の食事内容の記憶や、3ヶ月前の月曜日の朝から昼までの行動の記憶などは意識的に取り出される。加齢と共に意識的に取り出す意欲（意思）を失い面倒になって薄れていく場合がある。

一方、竹馬乗りや車の運転技能、技術習得の記憶は、手続き記憶（procedural memory）で無意識に取り出される。車の運転は技術習得の段階では陳述記憶であり、やがて無意識に運転する手続き記憶になる。

記憶にある怒り・喜び、悲しみ、感激などの感情や、匂い、音、味、手触りなどの感覚経験や事柄は、さほどの努力なしに後年まで持続する。⁵⁾既に述べたように感覚や情動（感情）と結びついているからである。しかし、記憶には次の3つの未解決の問題が残っている。⁶⁾①意識的な陳述記憶はダメになって何かを記憶し思い出すことができない障害が残るが、技術獲得に必要な記憶力は残っており、絵を描く新しい技術習得は手術後も積み重ねていくことができた事例では、新技術の習得を本人は意識の上では何も覚えていないが、脳が無意識のうちに習得する。この手続き記憶を司る部位は分からない。②歴史年号や電話番号のように一度記憶してもすぐ忘れ非常にもろい。一度長期記憶に入ると、何十年の間、膨大な量の事柄も記憶に蓄えることもできる。記憶はどのような形で脳のどこに蓄えられているのか分からない。そして既述のように③意識（心）とは何か、どういうことかは記憶の最大の課題である。

脳細胞は20歳頃から毎日死滅し始めるという通説は事実に反し「髄鞘は60代まで増え続け感情脳と理性脳との連絡も加齢と共に性能が良くなり頭が冴えることは十分可能である」⁷⁾と分かった。故人となった著名な黒澤明映画監督の場合のように、加齢と共に感性と理性の双方の性能が向上することがある。

II. 音楽と脳波と音の周波数

前節までの事実の概要は次のようになる。理性は情動（感情）を抑制するが、情動は理性に色付けをする（神経経路は辺縁系⇒大脳新皮質の方がその逆よりも太い）。個人の理性による意思決定には感性（情動脳・扁桃核由来の情動）を豊かにする必要がある（ダマシオ）。意識（心）は「情動優位+理性的判断」から「注意」を向ける対象が浮上する。それを処理する神経回路網単位（モジュール）が異なり、それらがどこかで binding され前頭葉で統合される。意識の大きな要素である記憶には辺縁系由来の「情動+経験の記憶」が海馬に長期間把持され、この系の扁桃核は無意識の記憶に関係する。

1. 音楽の美しさ

ニーチェの芸術哲学は以下のようなアポロ的な芸術と、ディオニュソス的な芸術があり、前者は「ギリシャ的快活」であり、それは生存が苦悩や不条理に満ちているからこそ価値があるとギリシャ人が判断した健康こそが「ギリシャ的快活」の原因である。ディオニュソス的なものを承認しつつ力強く生きる実験が「ギリシャ悲劇」であり、観客に対して健康確認の機会を与えていた。⁸⁾

①アポロ的な（光り輝く、美しい、表面的な）芸術は、固体化、節度、限定の中で成立する。芸術

としては絵画、建築がある。

- ②ディオニュソス（バックス）的な（暗い、恐ろしい、深みのある・深遠な）芸術は、固体（人）の節度・限定を越えた豊かさがある。我を忘れる恍惚感、魂を奪われる非日常的な根源的な歓喜・陶酔があり、芸術としては音楽がある。

芸術の美は、魅力的な異性や緑豊かな大地等が発する美の刺激に対して扁桃核が「自然」に種族維持・個体保持の理由から下した快（イエス）の情動評価と情動体験・情動表出の全経験と等価である。⁹⁾ 音楽の美しさ、のどかな小鳥のさえずり、香しい香水、ロマン派（Mozart、Schubert等）の音楽にもこの種の美が多い。しかし、嫌な怖い音楽も文学もあり、扁桃核が否定するものもある。この場合、受け手は（作品と自分は関係がないという）距離感・安堵感が生み出される。その時、嫌・怖等の刺激はイエス系列に変更されて、ヒトの場合は「同情・憐憫・哀悼・節度を保った恐れ」という情動体験を創造させる。その結果、それらは受け手を感動させる芸術として受容される。これは芸術等の鑑賞で、そこに展開される世界に感情移入し日常の抑圧を解放し快感、特に悲劇がもたらす快感と同類の効果（Aristotleのカタルシス＝浄化）といえる。

2. 音楽療法への脳波の応用

脳波は睡眠に関して言及される場合が多い。睡眠にはREM（rapid eye movement sleep）睡眠と、non-REMがある。一晩のREM睡眠は睡眠全体の25%を占め、明け方に近づくほど長くなる（新生児は50%がREM睡眠）。その特徴は次のようである。

- (1) REM睡眠中は急激な眼球運動を伴い、脳波は起きていた状態と同じβ波（14Hz以上）となり、これが一晩に5～6回起こる。金縛り状態で体を動かすことができない場合もある。怖い夢を見て声も出ず逃げることができない。空中浮遊の心地は入眠時のREM睡眠のためという。REM睡眠中の脳は覚醒時以上に酸素を消費し、難解な数学問題を解いている時の酸素消費量より多い相当活発に活動する。REM睡眠時には体温調節機能が止まり体温低下が起り、心拍や呼吸も覚醒時よりも激しく不規則になる。この睡眠中には体は休養中であるのに、脳は全解放の無意識に似ている。この睡眠中の夢は旧脳の間脳の橋という部位が睡眠中にランダムに放電するのを受けて、大脳新皮質が蓄積した記憶を呼び出して、勝手に統合・意味付けを行なう結果であるらしい。
- (2) Non-REM睡眠は体が動かせるが休脳状態にある。寝返りはこの睡眠中にする。この時の脳波はθ波（4～7Hz）で、更に深い睡眠でδ波（3Hz以下）である。Non-REM睡眠中は、脳と体のエネルギー消費は最低になり心拍数や呼吸数も低下し夢を見ることがある。何故睡眠が必要かは、唯一脳が休養できるのはNon-REM睡眠中なので、脳を休ませ機能回復を促す説、覚醒継続はエネルギー消費量過多になり（それを補充する食物摂取中は最も身の危険に遭う可能性が高いので）護身とエネルギー消費量抑制の環境適応とする説等がある。¹⁰⁾

3. 音楽刺激により変化した脳波の測定

音楽刺激が脳にもたらす状況を上記の脳波の変化（種類）で読み取る試みがある。覚醒時の脳波は概略次のようになる。被験者は今後の個々の事例の脳波測定の指標とするために被験者には健常者を選んだ。被験者は10代女性、20代男性、50代男性、60代女性の4名で、平常時（音楽無し）である。分析は、好みの音楽／指定した音楽を聞きながら前頭部（額Fp¹－Fp²）と耳（auricular）との電位変化を見る単極誘導で行った。分析時間は3分（平均／1人）で、カッコ内は測定した脳波全体の振幅毎の平均値（μV）である。検出される脳波の種類はθ波（4～6Hz）、slow α波（7～8Hz）、mid α波（9～11Hz）、fast α波（12～14Hz）、β波（15～23Hz）である（4Hz以下は多くの場合ノイズである）。

- (1) 覚醒時の脳波と音楽を聴いている時の脳波と効果（β波効果、α波効果、θ波効果）
平常時の測定値と、音楽計測値は平均値で脳波全体の％で表示された。脳波の種類は以下である。
- ①緊張・興奮を伴って脳が活動している時の脳波（β波、15～23Hz）
②平常心で落ち着いている状態のα脳波（slow 7～8Hz）、mid（9～11Hz）、fast（12～14Hz）

③通常の生活状態の脳波と音楽刺激を受容した脳波の比較は、その影響を β 波効果、 α 波効果、 θ 波効果として知ることができ、音楽刺激の変化でその効果を測定できる。

(2) 音楽を聴いている間の脳波の分析結果(資料1参照)と考察

測定システムでは、 α 波には振幅数が多い(β 波寄りの)ものと、振幅数が少ない(θ 波よりの)ものがあるが、測定上の目安はfast α 、mid α (リラックスそのもの)、slow α を合計した α 波を表示した。測定データが示す傾向は次のとおりである。考察の方法は上記(1)覚醒時の脳波と音楽を聴いている間の脳波と効果である。

(2.1) 脳波と「好みの音楽」を聴いている時の脳波への効果

(a) α 波効果(平常心・落ち着き・自信がある・ものを考える態勢ができています)

好みの音楽を聴いた場合は、 α 波は性別・年齢に関係なく増加した。

(b) β 波効果(緊張・興奮・活動している・ニューロンの発火が多い・ものを考えている)

好みの音楽を聴いた場合は性別・年齢に関係なく β 波が減少傾向を示すが、1名の音楽専門家は僅かに(1.1%)増加した。

(c) θ 波効果(休脳状態でニューロンの発火が少ない・あまりものを考えていない)

好みの音楽を聴いた場合は性別・年齢に関係なく θ 波効果(休脳傾向の減少)で脳の活動が「緩やか」に加速していることを示した。

(2.2) 実験的に「指定された音楽」を聴いている時の被験者の年代と脳波への効果

この結果は年代・性別・歌毎に示すと次のとおりである。

①「指定された音楽」歌を聴いた時の脳波への効果(音楽「青い山脈」-資料:表2.1)

	(10代女性)	(20代男性)	(50代男性)	(60代女性)
(a) β 波効果	-6.3%	+1.4%	+2.0%	+2.5%
(b) α 波効果	+6.5%	-2.3%	+3.6%	+8.6%
(c) θ 波効果	-0.9%	+0.8%	-6.2%	-11.6%

②「指定された音楽」歌を聴いた時の脳波への効果(音楽「タッチ」-資料:表2.2)

	(10代女性)	(20代男性)	(50代男性)	(60代女性)
(a) β 波効果	-8.2%	-0.2%	+1.1%	-2.4%
(b) α 波効果	+15.4%	+2.8%	+2.1%	+10.6%
(c) θ 波効果	-7.9%	-2.8%	-3.7%	-8.8%

③「指定された音楽」歌を聴いた時の脳波への効果(音楽「G線上のアリア」-資料:表2.3)

	(10代女性)	(20代男性)	(50代男性)	(60代女性)
(a) β 波効果	-9.9%	+2.0%	+1.9%	+0.3%
(b) α 波効果	+17.7%	-1.7%	+2.2%	+9.7%
(c) θ 波効果	-8.0%	+0.7%	-4.4%	-10.3%

(3) 健常な被験者の平常時の脳波

これらの健常な被験者の平常時の脳波(特にmid α)はその時々状況で多様である。上記のデータと資料(表1)が示唆することは、測定時の精神状態が(β 波)考え緊張する傾向、(fast α) β 波に近い平静な状態、(slow α ・ θ 波)休脳傾向、(mid α 波)リラックス傾向と言える。「指定音楽」を聴いた時の脳波への効果を含めて以下のように解釈できよう。

(3.1) 10代女性

β 波+fast α (考えや緊張傾向)は43.3%で、賦活化考えや気配りをして脳が活動している状態にある。そのためリラックス度(16.1%)は全体に低く脳は生きいきと全体的に活性化している。 θ 波+slow α 波は40.7%で休脳・没入傾向も多い。賦活化も多いが休脳状態も多い。

(3.2) 20代男性

β 波+fast α は3.4%で、考えや緊張は減少傾向にある。リラックス状態(68.1%)は高く物怖じも少なく賦活化も少ない。 θ 波+slow α 波(休脳傾向)は23.3%で休脳状態は10代女性の被験者より低い。その分賦活化が多い。意識は関心事に向いていたと考えられる。

指定音楽を聴いた時の脳波への効果は全ての歌でfast α が減少しそれだけmid α +slow α が多い。 α 波は好みの音楽より少ない。 θ 波は好みの音楽では最高で、指定音楽では遠い昔の音楽(青い山

脈)でも多い。音楽への没入度が低く何気なく聴いている状況を窺わせる。好みの音楽は没入度が高く β 波がゼロに θ 波(休脳傾向)は見られない。

(3.3) 50代男性

β 波+fast α (考え緊張する傾向)は5%で、考えや気配りも殆ど必要がない状態にある。リラックス状態(波45.3%)は10代、20代被験者より低く、20代被験者より気掛かりや気配りが多いと考えられる。それだけ全体的に休脳傾向が少ない。

θ 波+slow α 波(休脳傾向)は49.6%で、10代女性、20代男性被験者より高い。それだけ賦活化が見られず気配り関心事、好奇心の方が多いと見られる。リラックス状態(45.3%)で休脳状態は比較的高いので、精神状態は平静である。

指定音楽を聴いた脳波の変化では全ての歌でfast α が減少し、それだけmid α +slow α が多い。 α 波は好みの音楽より少ない。 θ 波は好みの音楽では最高で、指定音楽では遠い時代の音楽でも多い。没入度が低く何気なく聴いている状況を窺わせる。全ての音楽への没入度が高く β 波(考え等)がゼロで、 θ 波(休脳)は半減に近く(以下に)減少した。

(3.4) 60代女性

β 波+fast α (考え緊張する傾向)は19%で、脳波状態の5割(α 19%+mid α 31%)は考えや気配りが必要な脳の状態にあり、この割合は被験者中最も多い。リラックス状態(31%)は20代女性の被験者の次に低く考え気掛かり気配り傾向が多い。休脳傾向(θ 波+slow α 波)は50%で、被験者中最も高い。全体的にリラックス状態は3割程度で、脳の活動では考えや気配りが必要な状態は2割弱(α 19%+fast α 1.3%)である。指定音楽による脳波の変化はfast α が減少し、その分だけmid α +slow α が多い。 α 波は好みの音楽よりも指定の音楽に多く、 θ 波(賦活傾向)は減少した。

(4) 測定値の変化に見る音楽刺激による脳波への効果の全体的傾向

この測定に使用した音楽全ての脳波効果の全体的傾向は次のとおりである。

(4.1) 使用した音楽の全体的効果の傾向

歌が流行した時代・ジャンルに関係なく、fast α が減少し、mid α +slow α が多かった。従って、音楽は「考える/緊張すること」に対して緩やかな抑制効果がある。 θ 波(休脳状態)を少なくとも継続させるか半減させる効果があり古典音楽で全被験者にその傾向が見られた。

(4.2) 好みの音楽、又はそれに近い音楽

好みの音楽、それに近い音楽は「考え・緊張」に「緩やかな抑制効果」が大きい。

(4.3) 古典音楽の効果

この効果は10代の被験者を除く全被験者に好みの音楽、又はそれ以上に考えや緊張に対する緩やかな抑制効果があり、50~60代に θ 波(休脳系傾向)を半減させる効果があった。

4. 音(楽)の快の刺激と周波数(「小夜曲」、「G線上のアリア」、〈こおろぎの音〉について)

古典音楽が上記のように、好みの音楽に近い効果がある要因はよく分からない。ここではよく言われる、快い「虫の音」と「古典音楽」の周波数帯について見る。

快の音の周波数帯について『ザ・モーツァルト・セラピー(「ラジオアングル」)(注4)は「モーツァルトの音楽に多く含まれる3.5KHz~4.5KHzの高周波音が脳の自律神経の中枢を含む脳幹、視床下部に反響するからではないか」という。音楽がもたらす快・不快刺激が自律神経に緩やかな電位変化をもたらす可能性があるのは脳波測定でも確かであるが、そのメカニズムは今のところ不明である。また「モーツァルトの音楽に多く含まれる3.5KHz~4.5KHzという高周波音」は本当に集まっているかどうか確認する必要がある。例えば、モーツァルト「小夜曲」(出だしから約8秒後の部分)の音響分析(スペクトル、末尾資料参照)では、必ずしもそのような分布はない。またバッハの「G線上のアリア」も同様でない。それでも両方とも美しく心に響く。中秋の〈こおろぎの音〉の周波数帯例では周波数帯は3KHz~3.6KHz程度に集中している。この音も美しく心に響く。モーツァルトの音楽はバイオリンなどの高周波を出す楽器が多く、その性格上高周波が多い。このスペクトルを見れば周波数分布は一様ではない。バッハの「G線上のアリア」も低周波~高周

波があり、その分布は一様ではなく低周波の部分も多く見られる。基音と倍音の関係は〈基音× n 、 $n \geq 2$ でオクターブの数〉であり、独奏であるためにスペクトルが見やすい「G線上のアリア」の旋律の初めは2 oct.のE〈12平均率で係数(K) ≈ 1.095 〉は659.2Hzから始まり、3音符目は2 oct.のG (391.99×2 \approx) 783.98Hzに移行する。これらの基本周波数は5倍音になると、それぞれは約3.2KHz、3.9KHzである。このHz帯に多くの高周波はない。「小夜曲」も同様である。その点では〈こおろぎの音〉の周波数分布は集合している状態である。そのため、〈こおろぎの音〉の周波数帯が快であるから、モーツアルトの「小夜曲」もバッハの「G線上のアリア」もそうだとする類推は成立しない。この点を明らかにするには、もっと多くのモーツアルト等の音楽について調べる必要がある。

音はうねり(振幅・横移動のスペクトル)であり、周波数帯の底部にある基本周波数(基音)と倍音(基音× n 、 $n \geq 2$)の総計である(末尾の資料参照)。また、周波数帯はスペクトルの下方ほど音は大きく上に行くほど音は小さい。(音がなければ分析してもノイズ(画面は砂嵐状)になる。ノイズは白く修正(enhance)して見やすくする。)音の大きさ(dB)はTVの音量と同じで相対的量であり分析のdBの範囲が違っていても全体の割合は変わらない。音叉の純音のようなくこおろぎの音は鈴の音のようにきれいで心に響くので、モーツアルトの「小夜曲」やバッハの「G線上のアリア」の高周波数帯も心に響くとは言えない。これを厳密に知るにはモーツアルト音楽の3.5Kz~4.5KHz 辺りのスペクトルを音ごとパソコンに取り込み、その他の周波数帯を全て除いた音を聴けばよい。

本節の結論は次のようである。音楽は脳に快の刺激を与える。快の刺激を与えるのは好きな音楽で、モーツアルトなどのクラシックも快の刺激を与える。美しい音楽はそれ自体美しさを備えているので、音楽の持つリズム、旋律、速度(肉体メトロノームというべき脈拍とテンポとの関係)、表情(速度の変更、緩急法:愛らしく・優雅に・静かに・素朴に、など)、ジャンル、音楽に関する人や心の状況などとの関わり等を検討する必要がある、今後の課題としたい。

(注1) E. カント、波多野精一、宮本和吉、篠田英雄(共)訳『実践理性批判』岩波、2003、pp. 48-51。(カッコ内と下線は引用者)

(注2) 森崎信尋「脳の世紀 美を感じる脳、信念を作る脳」近代文芸社、2004、pp. 29-30)

(注3) 前野隆司「脳はなぜ「心」を作ったのか」筑摩書房、2005、pp. 21-22)

(注4) 『ザ・モーツアルト・セラピー (「ラジオアングル」日曜、午前10時、デジタルラジオ・ミュージックバード)』、朝日新聞、2005年10月5日(番組紹介記事)

引用文献

1. Floyd E. Bloom, Charles A. Nelson, Arlyne Lazerson BRAIN, MIND, AND BEHAVIOR, 2002, 中村克樹, 窪田競他訳『新脳の探検下』講談社, 2004, pp. 79-80)
2. 野村進『脳を知りたい!』新潮社, 2001, p. 212。引用部分は東京大学大学院総合文化研究科酒井邦嘉助教授の説と紹介されている。
3. 野村進, 同, pp. 212-213
4. 前野隆司, 同, pp. 21-22
5. 吉成真由美『やわらかな脳の作り方』新潮社, 2002, pp. 204
6. 吉成真由美, 同上, p. 207
7. 吉成真由美, pp. 26-27
8. 清水真木『ニーチェ』講談社, 2003, p. 107
9. 森崎信尋, 「脳の世紀 美を感じる脳, 信念を作る脳」近代文芸社, 2004, 同, p. 57
10. 吉成真由美, 同上, pp. 210-215

参考文献

- 1) 西尾幹二『ニーチェとの対話』ツァラトスウトラ私評, 講談社, 2000
- 2) 竹田青嗣『ニーチェ入門』ちくま書房, 2000
- 3) 芥川也寸志『音楽の基礎』岩波書店, 2002

- 4) 清水真木『ニーチェ』講談社, 2003
- 5) E. カント, 波多野精一, 宮本和吉, 篠田英雄 (共) 訳『実践理性批判』岩波, 2003
- 6) 茂木健一郎 (監修), 竹内薫『脳のからくり』中経出版, 2003
- 7) 山内兄人『脳の人間科学』コロナ社, 2003
- 8) Rita Carter, MAPPING The MIND, 1998。藤井留美訳, 養老孟司 (監修)「脳と心の地形図」原書房, 2003
- 9) 村本 治『神の神経学 脳に宗教の起源を求めて』新生出版, 2004
- 10) 池谷裕二『進化しすぎた脳』朝日出版社, 2004
- (11) 茂木健一郎『脳内現象』NHKブックス, 2004
- 12) 村本 治『神の神経学』朝日出版, 2004

表1 被験者が「好み」の音楽を聞きながら測定した脳波(%) - 指標としての健常者の脳波(sec.)

*この分析はMind Sensor II for Windows、Version 4.0により2005年10月に実施した。

性別年代	女性(10代)		男性(20代)		男性(50代)		女性(60代)	
	通常時の値	(音楽)Amazing Grace	通常時の値	(音楽)Will	通常時の値	(音楽)魅惑の音	通常時の値	(音楽)蜜柑の花咲く丘
β	11.9	0	1.8	5.1	0	1.3	5.2	7.6
fast α	31.4	6.5	6.4	10.5	5.1	3.4	13.8	15.5
mid α	16.1	96.8	68.1	89.4	45.3	36.2	31	32
slow α	28	36.8	17.8	29.5	39.3	53.7	29.3	32
θ	12.7	2.6	5.5	5.5	10.3	4.7	20.7	11.7

(注)表(1)及び(2)中のduration(時間)は測定時間全体の脳波の長さ(sec.)を%で表示した数値である。表中の(音)は音楽名。

表2. 1 「指定」された音楽を聞いている被験者の脳波測定結果(%) - 指標としての健常者の脳波(sec.)

音楽名	女性(10代)		男性(20代)		男性(50代)		女性(60代)	
	通常時の値	(音楽名)青い山脈	通常時の値	(音楽名)青い山脈	通常時の値	(音楽名)青い山脈	通常時の値	(音楽名)青い山脈
β	11.9	5.6	1.8	3.2	0	2	5.2	7.7
fast α	31.4	14.9	6.4	7.4	5.1	5.1	13.8	20.2
mid α	16.1	82.1	68.1	90	45.3	45.9	31	33.7
slow α	28	35.9	17.8	18.4	39.3	42.3	29.3	28.8
θ	12.7	11.8	5.5	6.3	10.3	4.1	20.7	9.1

表2. 2 「指定」された音楽を聞いている被験者の脳波測定結果(%)—指標としての健常者の脳波(sec.)

音楽名		(音楽名) タ ッ チ											
性別年代	通常時の値	女性(10代)			男性(20代)			男性(50代)			女性(60代)		
		通常時の値	音楽聴取時の値	通常時の値	通常時の値	音楽聴取時の値	通常時の値	通常時の値	音楽聴取時の値	通常時の値	通常時の値	音楽聴取時の値	
β		11.9	3.7	1.8	1.6	0	1.1	5.2	2.8				
fast α	31.4	2.7	6.4	4.9	5.1	8.7	13.8	14.8					
mid α	16.1	75.6	91	68.1	92.3	95.1	45.3	89.7	91.8	31	74.1	40.9	84.7
slow α	28	39.4	17.8	20.5	39.3	45.4	29.3	29					
θ		12.7	4.8	5.5	2.7	10.3	6.6	20.7	11.9				

表2. 3 「指定」された音楽を聞いている被験者の脳波測定結果(%)—指標としての健常者の脳波(sec.)

音楽名		(音楽名) G 線 上 の ア リ ア (AIR FOR THE G-STRING by J. S. Bach)											
性別年代	通常時の値	女性(10代)			男性(20代)			男性(50代)			女性(60代)		
		通常時の値	音楽聴取時の値	通常時の値	通常時の値	音楽聴取時の値	通常時の値	通常時の値	音楽聴取時の値	通常時の値	通常時の値	音楽聴取時の値	
β		11.9	2	1.8	2.8	0	1.9	5.2	5.5				
fast α	31.4	6.4	6.4	9	5.1	7.1	13.8	18					
mid α	16.1	75.6	93.3	68.1	92.3	90.6	45.3	89.7	91.9	31	74.1	36.7	83.8
slow α	28	34.6	17.8	21.2	39.3	38.2	29.3	29.1					
θ		12.7	4.7	5.5	6.2	10.3	5.9	20.7	10.4				

KAY ELEMETRICS CORP. MODEL 5500
SIGNAL ANALYSIS WORKSTATION

Date: 2006年10月21日 (金)
Analysis by: Shigeru Kimura

INPUT SETTINGS	Channel 1	Channel 2
Source	LEFT CONNECTORS	LEFT CONNECTORS
Frequency Range	DC - 8 KHz	DC - 8 KHz
Input Shaping	HI-SHAPE	HI-SHAPE
Buffer Size	4.0 SECONDS	4.0 SECONDS

ANALYSIS SETTINGS	Lower Screen	Upper Screen
Signal Analyzed	CHANNEL 1	CHANNEL 1
Analysis Format	SPECTROGRAPHIC	COMBINATION
Transform Size	512 pts. (59 Hz)	512 pts. (59 Hz)
Time Axis	100ms (2sec)	100ms (2sec)
Frequency Axis	FULL SCALE	FULL SCALE
Analysis Window	HARTING	HARTING
Averaging Set Up	NO AVERAGING	NO AVERAGING

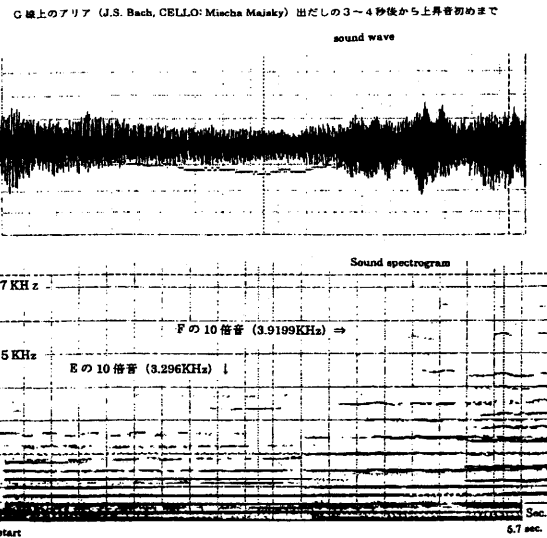
DISPLAY SETTINGS	Lower Screen	Upper Screen
Time Divisions	1000 Sec.	1000 Sec.
Freq. Divisions	1000. Hz	0.000 Hz.
Dynamic Range	24 dB	30 dB
Analysis Aften	25 dB	10 dB
Set Up Options Set to:	#00	

CURSOR READINGS:

FC1: 7400. Hz. FC2: 2040. Hz. *F: 5360. Hz.
 FC1: -8 dB. FC2: -8 dB. *F: -8 dB
 *T1: 3.718 Sec. *R2: 2.828 Sec.
 *T: 3875 Sec.

PITCH TC1: Hz TC2: Hz
 AMPLITUDE TC1: -13 dB TC2: -22 dB

SUBJECT MATTER



KAY ELEMETRICS CORP. MODEL 5500
SIGNAL ANALYSIS WORKSTATION

Date: 2006年10月18日 (水)
Analysis by: Shigeru Kimura

INPUT SETTINGS	Channel 1	Channel 2
Source	LEFT CONNECTORS	LEFT CONNECTORS
Frequency Range	DC - 8 KHz	DC - 8 KHz
Input Shaping	HI-SHAPE	HI-SHAPE
Buffer Size	4.0 SECONDS	4.0 SECONDS

ANALYSIS SETTINGS	Lower Screen	Upper Screen
Signal Analyzed	CHANNEL 1	CHANNEL 1
Analysis Format	SPECTROGRAPHIC	COMBINATION
Transform Size	512 pts. (59 Hz)	512 pts. (59 Hz)
Time Axis	100ms (2sec)	100ms (2sec)
Frequency Axis	FULL SCALE	FULL SCALE
Analysis Window	HARTING	HARTING
Averaging Set Up	NO AVERAGING	NO AVERAGING

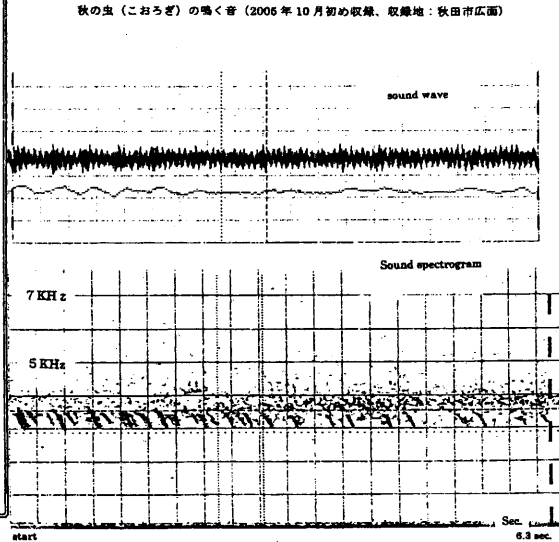
DISPLAY SETTINGS	Lower Screen	Upper Screen
Time Divisions	1000 Sec.	1000 Sec.
Freq. Divisions	1000. Hz	0.000 Hz.
Dynamic Range	24 dB	30 dB
Analysis Aften	25 dB	10 dB
Set Up Options Set to:	#00	

CURSOR READINGS:

FC1: 3560. Hz. FC2: 2880. Hz. *F: 600.0 Hz.
 FC1: -8 dB. FC2: -8 dB. *F: -8 dB
 *T1: 3.906 Sec. *R2: 2.844 Sec.
 *T: 1825 Sec.

PITCH TC1: Hz TC2: Hz
 AMPLITUDE TC1: -25 dB TC2: -27 dB

SUBJECT MATTER



KAY ELEMETRICS CORP. MODEL 5500
SIGNAL ANALYSIS WORKSTATION

Date: 2006年10月13日 (水)
Analysis by: Shigeru Kimura

INPUT SETTINGS	Channel 1	Channel 2
Source	LEFT CONNECTORS	LEFT CONNECTORS
Frequency Range	DC - 8 KHz	DC - 8 KHz
Input Shaping	HI-SHAPE	HI-SHAPE
Buffer Size	4.0 SECONDS	4.0 SECONDS

ANALYSIS SETTINGS	Lower Screen	Upper Screen
Signal Analyzed	CHANNEL 1	CHANNEL 1
Analysis Format	SPECTROGRAPHIC	COMBINATION
Transform Size	512 pts. (59 Hz)	512 pts. (59 Hz)
Time Axis	100ms (2sec)	100ms (2sec)
Frequency Axis	FULL SCALE	FULL SCALE
Analysis Window	HARTING	HARTING
Averaging Set Up	NO AVERAGING	NO AVERAGING

DISPLAY SETTINGS	Lower Screen	Upper Screen
Time Divisions	1000 Sec.	1000 Sec.
Freq. Divisions	1000. Hz	0.000 Hz.
Dynamic Range	24 dB	30 dB
Analysis Aften	25 dB	10 dB
Set Up Options Set to:	#00	

CURSOR READINGS:

FC1: 7240. Hz. FC2: 2880. Hz. *F: 4360. Hz.
 FC1: -8 dB. FC2: -8 dB. *F: -8 dB
 *T1: 2.531 Sec. *R2: 2.874 Sec.
 *T: 3625 Sec.

PITCH TC1: Hz TC2: Hz
 AMPLITUDE TC1: -30 dB TC2: -20 dB

SUBJECT MATTER

