



写真 13. 寺院での儀礼に捧げられた供物



写真 14. 祝祭儀礼で奉納される伝統芸能



写真 15. バリ島で生産される美術工芸品の数々

このように、バリ島の社会では、先に私たちがピグミーの世界で見てきたような人類本来の姿——すなわち、「楽しさ、おもしろさ、美しさ」という快の情動の追求と、生存のための行動とが一体化したライフスタイルが確保されており、私たちは、「本来」を失うことなく、見事、かつしたたかに確保している「本来指向型文明社会」が現存している姿をみることができる。

4-2-2. 報酬系主導の自己組織化

バリ島社会では、社会の自己組織化も報酬系主導で行なわれる。このことの詳細については、別途報告をおこなっているので（河合・大橋，2001）、詳しくはそちらをご参照いただくこととし、以下に概要を述べる。

まず、水田農耕を基盤とするバリ島社会には、水の利用をめぐる深刻な葛藤要因が潜在していることに留意する必要がある。日本をはじめ、水田農耕社会には水争いの歴史がつきものであり、水の平等な分配が、社会の死活問題ともいえる。この点において、バリの人々は、祝祭儀礼と、そこで行なわれる伝統芸能を媒とすることで、見事な葛藤の制御と社会の自己組織化に成功している。

「神々と祭りの島」と呼ばれるように、バリ島では、神々を祀るための祝祭儀礼がきわめて高い頻度で執行される。その背景には、村人たちが、地縁集団としての共同体（バンジャール）と水利組合（スパック）という次元の異なるふたつの集団に同時に所属しており、バンジャールはヒンドゥーの神々や先祖の霊、スパックは水の神を祀る信徒集団としての性格を持つということがある。

村人たちには、それぞれの信仰体系において定められた多くの儀礼を執り行う義務があり、この儀礼が、苦痛や忍耐を強いるのではなく、むしろ、そこで行なわれる伝統芸能をはじめ、強力な快感を発生させる祝祭として行なわれていることが重要である。

バリ島の芸能は国際的に広く知られ、中でもケチャやパロン劇は有名であるが、近年になって登場した観光用芸能は、その再開発物に他ならない。その源流であるチャロナランなど、村人の間で古くから行なわれている伝統芸能には、経験的に練り上げられた、人間の感性反応を確実に惹き出すためのプロトコルが装備されており、上演中に、老若男女を問わず演技者から観客までも巻き込んだトランス状態が出現することも珍しくない（Oohashi et al., 2001）。

人々は、この強烈な「快」に導かれて、自律的に祝祭儀礼に参加する。同時に、これらの祝祭儀礼を成就させるためには、同じ神を祀る信徒集団内での結束が必須で

あることから、自ずと、信徒集団としてのバンジャールやスバックの結集が高められ組織内外での争いが回避されるのである。

4-2-3. システムの優位

伝統芸能は、社会の結晶といわれるように、その拠って立つ社会の特徴を体現していることが多い。バリの伝統芸能もその例外ではなく、バリ島社会に見られる著しい特徴としての「協調原理」と、それにもとづくシステムの優位性を、そこに見ることができると言える。

バリ島の伝統芸能は、複数の人間の技を巧みにシステム化することにより、高度な表現を生み出すことをその特徴とする。たとえば、バリ島の芸能を代表するガムラン音楽には、表拍と裏拍とをふたり以上の人間が組み合わせて演奏するコテクカンとよばれる入れ子奏法がある。これによって、演奏速度を、ひとりの人間が弾く場合の限界値の倍に高めることが可能になり、神技ともいうべき 16 ビートのリズムが紡ぎ出される。最近の研究により、世界で最も早い演奏を行なうピアニストの一秒間あたりの打鍵数が約 14 回であるのに対し、バリ島のガムラン音楽の打鍵数が約 13 回と肉薄するものであることが示されている（大橋，2007）。高度な専門的訓練を積んだピアニストの演奏速度に対して、バリ島の農家の人々が入れ子方式で紡ぎだすガムラン音楽が、勝るとも劣らない演奏速度を持つこととして注目される。

有名なケチャは、サンヤンという呪的な伝統芸能をもとに比較的新しく開発された芸能である。「チャッ」というパルス状の声で紡ぎだされる 4 種類のリズムボタンを組み合わせて発生させるシステム効果により、網目模様のような 16 ビートを構成する。100 人近い男性合唱隊が紡ぎだすこの奇蹟的な声の表現によって、驚くべき合唱舞踊

劇が実現する。

ガムランのコテカンや、ケチャの合唱にみられるこれらの表現手法は、2人または4人以上の人間が息を合わせることによって初めて表現効果が発現する仕組みをもつ。つまり、ひとりでは快感を発生させる表現構造を形成することができないため、表現の成就に向けて協調原理が強く働く。演奏者ひとりひとりの関心は、自らの演奏技術の巧拙以上に、相方となる演奏者とのコンビネーションや、システム全体として最大の表現効果を達成することに向かうことになる。

バリの子供たちは、こうした共同体の芸能に参加することを通じて、システム優位の行動制御——すなわち「人と人との調和」を、それと意識することなく体得していると考えられる。この点において、3-2-3に述べたピグミーの子供たちとの深い共通性をみることができる。

4-2-4 全方位性と「非」分化

これまで見てきたように、バリ島の人々は、何よりもまず精緻な水田農耕に携わる農民であり、敬虔なバリ・ヒンドゥー教徒であると同時に、高度に専門的な訓練を積んだ西洋の芸術家に匹敵する表現を易々と達成してしまうアーティストでもある。

また、祝祭儀礼に限らず、バリ島の農村を歩いていると、彫刻のように美しく整えられた水田をはじめ、水田のあちこちに立てられた水の神をまつる祠や、そこに具えられた供物、風をうけて魅力的な音をたてるビンジャカンやスナリといった発音性の細工物、道沿いに所狭しと並べられた絵画や彫刻などのひとつひとつに、「楽しく、おもしろく、美しい」ことを追求する彼らの感性が横溢していることを感じずにはいられない。バリの人々の日常生活のすべてがアートであると言って過言ではない。こ

のように、環境すべてに対して開かれた健全な感性と、それを基盤として構築された全方位型の活性が、自然や社会環境との高度な調和を実現していることの意味について、私たちは今、日本の子供たちの現状に照らしつつ、あらためて考えてみるべきではないだろうか。

以前に、現地で聞き取り調査を行なった際、画家でもあり、ガムランの名手でもある農家の方に職業を尋ねたところ、「質問の意味がわからない」とでもいうべき怪訝な反応に出合ったことがあった。バリの人々にとって、水田農耕は、職業というまでもない当たり前の生業であると同時に、画家やガムラン奏者としての活動も、職業という言葉が不適合に感じられるものであったのだろう。

バリ島の子育ては、こうした人々を再生産する構造をゆるぎなく保っている。この経験を通じて、私たちは、「職業」という概念自体が、近代専門化社会に特有のものであることに気づかされると同時に、バリの人々からみれば、水田農耕もアートも、彼らの中に培われたラサ——「感性」の発露としての「楽しみ」に他ならないことをあらためて感じずにはいられなかった。

5. むすび

以上、「遺伝子に約束された人類本来のライフスタイル」を知ることを通じて、現代日本が抱える子育ての問題について、生物学的な指針を得ることを目的とした検討を試みた。もとより研究の第一歩であり、論文表題の緒に就いたばかりであることはいうまでもない。

とはいえ、こうして得られた新しい知見は、いま混迷を深める幼児教育の理論と方法について効果的な見直しと再生の道を開き、持続可能な社会における子育ての再

構築にヒントを与えてくれる手ごたえを感じさせる。今後より本格的にアプローチを進めていきたいと考える。

(水稲文化研究所)

*写真撮影は、大橋 力、河合徳枝、八木玲子による。

謝辞

本研究にあたり、貴重な端緒を与えてくださいました早稲田大学・海老澤 衷教授に厚く御礼申し上げます。また、懇切なご指導をたまわりました文明科学研究所・大橋 力所長および文明科学研究所の皆様、バリ島での現地調査にご協力くださった I Made Susila 氏、アフリカ熱帯雨林での現地調査にお力添えを賜りました信州大学・分藤大翼准教授には、大変御世話になりました。厚く御礼申し上げます。

(本稿のもととなる調査は、科学研究費補助金・基盤研究(A)「東アジア村落における水稲文化の儀礼と景観」(課題番号 16202016、代表：海老澤 衷・早稲田大学教授)、同・挑戦的萌芽研究「子供の社会行動教育に関する生物学的文化人類学研究」(課題番号 20650097、代表：八木玲子・国際科学振興財団専任研究員)等により行なわれた。)

<参考文献>

- 原子令三. 1980. 「狩猟採集民の成長段階と遊び」『明治大学教養論集』137: 1-44.
- 亀井伸孝. 2001. 「狩猟採集民バカにおけるこどもの遊び」市川光雄・佐藤弘明編著『森と人の共存世界』京都大学学術出版会: 93-139.
- 河合徳枝・大橋 力. 2001. 「バリ島の水系制御とまつり」『民族藝術』17: 42-55
- Lorentz K. 1983: *Der Abbau des Menschlichen*. München: R. Piper & Co. Verlag (谷口 茂訳. 1999. 『人間性の解体』新思索社).

大橋 力. 1989. 『情報環境学』朝倉書店.

Oohashi T, Kawai N, Honda M, Nakamura S, Morimoto M, Nishina E, Maekawa T, 2002. Electroencephalographic measurement of possession trance in the field, *Clinical Neurophysiology* 113: 435-445.

大橋 力. 2007. 「近現代の限界を超える〈本来指向表現戦略〉」『科学』77:687-693.

大橋 力. 2010. 「利他的遺伝子の優越する生命文明の地平に向かって」 稲盛和夫編『地球文明の危機【文明崩壊のシナリオ編】』東洋経済:142-243.

大橋 力. 2011. 「利他的遺伝子, その優越とは」『科学』81:83-90.

竹内 潔. 1995. 「狩猟活動における儀礼性と楽しさ—コンゴ北東部の狩猟採集民アカのネット・ハンティングにおける協同と分配」『アフリカ研究』46: 57-76.

都留大泰. 2001. 「森の精に歌いかける人々—バカ・ビグミーの「べ(be)」における踊りと歌の実践」. 澤田昌人編著『アフリカ狩猟採集社会の世界観』京都精華大学創造研究所:55-93.

White, T.D., 2003. Pleistocene *Homo sapiens* from Middle Awash, Ethiopia. *Nature*, 423: 742-747

八木玲子. 2006. 「バリ島の伝統継承にみる子供の活性構築」『講座 水稻文化研究Ⅱ バリ島の水稻文化と儀礼』白峰社:125-143.

安田喜憲. 2004. 『文明の環境史観』中央叢書.

＜江戸の音＞の超知覚構造——尺八の響きを対象として
Supra-perceptible Structure of “The Sounds in Edo”
-- Study on the Sound of the *Shakuhachi*

八木玲子、中村明一、仁科エミ
YAGI Reiko, NAKAMURA Akikazu, NISHINA Emi

●要旨

日本の伝統楽器音、とりわけ江戸時代に進化した虚無僧尺八を対象に、西欧近現代楽器音との著しい違いとして、知覚を超える音構造すなわち、人間の知覚限界をこえる超高周波成分と、マイクロな時間領域のゆらぎに注目した。

虚無僧尺八の音を超高忠実度で記録するとともに、意識で捉え難く五線譜上に記述することのできない超知覚要因の高度な情報構造とその表現機能にアプローチし、尺八の音が人間の感性脳に及ぼす影響を考察した。

●Summary

We were interested in the sound structure of the Japanese traditional musical instrument “*Komusou Shakuhachi*,” which evolved during the Edo Period. More specifically, we focused on the supra-perceptible sound structure including inaudible high-frequency components and spectral fluctuations at the micro-temporal level, making a remarkable contrast with Western Europe modern musical instruments.

We recorded the sound of the “*Komusou Shakuhachi*” with high fidelity and analyzed its rich supra-perceptible information structure that cannot be described as a music score. We examined the function of expression of their information structure and the effect on the human “*Kansei brain*.”

*** **

はじめに

伝統楽器は、人類が育んできた多様な民族の叡智の結晶といえる。日本や東南アジアの伝統楽器音は、人間の音知覚能力の限界をこえる構造を豊かに具えている点で、西欧近現代楽器音との間に大きな違いがあることが、すでに指摘されている。特に、人間の知覚限界(20kHz)をこえる高周波成分やマイクロな時間領域でのゆらぎ構造が顕著に認められること¹⁾、そうした超知覚情報構造の中には、基幹脳ネットワークを活性化し²⁾音をより美しく快く感じさせるとともに心身の健康を改善する効果(ハイパーソニック・エフェクト)をもつものがあること¹⁾が見出されている。

ところが、こうした構造をもつわが国の伝統楽器の録音技術においては、記録再生周波数が知覚領域に限定されたCDなどのメディアがまだ主流であり、それによって、伝統楽器音に含まれる超知覚情報の民族藝術学的研究はもとより、その演奏の次世代への継承についても無視することのできない限界が存在している。

こうした限界を克服するために、私たちは、伝統楽器音の音響的特徴を忠実に記録することが可能な録音システムを始めとするさまざまな研究手段を新たに構築してきた。それらを活用して、今回は、＜江戸の音＞のひとつの典型といえる尺八の響きに注目し、

著者の一人で虚無僧尺八を伝承する中村明一による演奏を超高忠実度で記録するとともに、その超知覚情報構造を明らかにする研究を行った。その結果の中から、ここでは、可聴域を超える高周波成分の存在状態と、マイクロな時間領域における周波数スペクトルの変化——ゆらぎ構造——について報告する。

1. 尺八の響きの高忠実度録音と分析

1.1 録音システムの構築

尺八をはじめとする非西欧伝統楽器の響きの音響的特徴を、知覚領域および超知覚領域にわたって記録するためには、人間の知覚限界とされる 20kHz を大幅に上回る帯域まで平坦な特性を実現した高い忠実度の録音システムを構築する必要がある。しかし、現在実用化されている音楽用の録音システムは、放送や商業音楽スタジオで用いられるプロ用のものであっても、アナログ信号をデジタル信号に変更する際のサンプリング周波数が 48kHz ないし 96kHz のものが殆どであるため、記録可能周波数上限は理論上、それぞれ 24kHz、48kHz にとどまっている。そこで私たちは、早稲田大学山崎芳男教授開発による新しい信号処理方式・高速標準化 1 ビット量子化方式³⁾を用いた 5.6448MHz サンプリングによるオリジナルレコーダーを開発し、計測用マイクロフォンとして超高周波帯域に忠実度の高い応答を示すデンマーク B&K 社 4939 を用いて、100 kHz 以上の帯域まで平坦な周波数特性を実現した超広帯域音響収録システムを構築した。このシステムを用いて、中村による尺八の演奏（虚無僧伝承曲『鶴の巣籠』）を収録した。また、比較対象として、琵琶、箏、長唄、ピアノ、ベルカントの歌声、フルート⁴⁾、ハーブ⁵⁾の演奏音を選択し、同じ手法で分析した。

1.2 分析手法の開発

録音したデータについて、持続する音の構造分析において現在最も一般的に使われている高速フーリエ変換法 (FFT) によるスペクトル解析を行った。分析には小野測器 CF-5220 を使い、分析対象周波数の上限は 100kHz とした。

これに加えて、最大エントロピースペクトルアレイ法 (Maximum Entropy Spectrum Array Method) を使って音のもつ高複雑性構造の定量分析⁶⁾を行った。この方法は、知覚限界をこえるマイクロな時間領域のゆらぎを可視化するために私たちがオリジナルに開発したものである。地球物理学で地震の波動解析等のために提案された「最大エントロピー法」を応用したもので、非定常的に変化する短時間の信号から比較的安定した精度の高いスペクトルを求め、その変化を画像として表現することができる。音楽信号の時系列データを高速サンプリングによりアナログ/デジタル変換した後、音信号を 10 ミリ秒ごとの区間に分割し、それぞれの区間の最大エントロピースペクトル (ME スペクトル) を求め、それらを三次元アレイ状に配列して ME スペクトルアレイを描き、マイクロな時間領域でのスペクトル形状の経時的な変化を視覚的に観察できるようにした。

さらに、最大エントロピー法によって可視化したスペクトルの変化を定量的に把握するための指標を開発した。まず、時間の経過にともなうスペクトルの「包括的な変化の総量」、すなわち変化量の積算値を定量化する指標を設定した。そのために、10 ミリ秒ごとに描いた ME スペクトルを時間軸に沿って一階微分し、得られた変化の量を「絶対値」、すなわち変化の方向は問わずに変化の大きさのみの値にしたうえで、解析対象となる時間と周波数帯域を通して積算し、「累積変化量」を求めた。この値を、〈ME ス

ベクトル一階微分累積変化量」とした。

こうして得られる一階微分累積変化量は、音符に対応するマクロな変化から、余韻や立ち上がりのように音符には現れない、複雑でマイクロな変化までを包括的に反映する指標となる。したがって、一方向性の単調な増加や減少、あるいは音符に対応した基音のマクロな変化だけでも大きな値を示す一方で、基音は一定で、倍音成分のみがマイクロな時間領域で複雑に変化しているようなケースには大きな値を示さない可能性もある。そのため、一階微分だけではマイクロな時間領域のゆらぎの評価には十分ではないと考えられる。

そこで、もうひとつの指標として、「変化」の変化量」、すなわち「スペクトルアレイの起伏の複雑さ」を定量化する指標を設定した。そのために、10ミリ秒ごとに描いたスペクトルを時間軸に沿って二階微分、すなわち、「1階微分により得られた変化の値に対して、次の変化がどれほどの差を持つか」の絶対値を求め、対象となる時間と周波数帯域を通して積算し、累積変化量を得た。この値を〈ME スペクトル二階微分累積変化量〉とした。二階微分の値は、単調増加や単調減少の場合など、速度の遅い変化の場合はゼロに近づく一方で、マイクロな時間領域での起伏が複雑になればなるほど大きくなるという特徴を持つ。このことから、〈ME スペクトル二階微分累積変化量〉は、音符に表現されるかどうかを問わず、複雑で高速・多様な変化を反映した指標とすることができる。

2. 「江戸の音」の音響分析結果

2.1 FFTによる周波数パワースペクトルの分析

開発したシステムを用いて収録した虚無僧尺八の演奏音をはじめとする複数種類の音楽について、まず、FFTにより周波数スペクトルを分析した。その際、同じカテゴリーに属すると考えられる西洋音楽と日本伝統音楽の音源とを組み合わせたいくつかのセットを構成して分析し、両者の違いを抽出することを試みた。

こうして構成したベルカント唱法による声楽と長唄、ハープと箏、ピアノと琵琶、そして、フルートと尺八というセットについて、それぞれのパワースペクトルを図1に示す。今回、比較対象としてとりあげた西洋音楽の周波数成分は、ほとんど20kHz以下の知覚領域におさまる分布をみせている。それに対して、長唄、箏、琵琶の音、そして尺八といった日本伝統音楽には、いずれも50kHzをこえ、特に、琵琶や尺八には、100kHz以上に及ぶ超高周波成分が豊かに含まれていることが見出された。

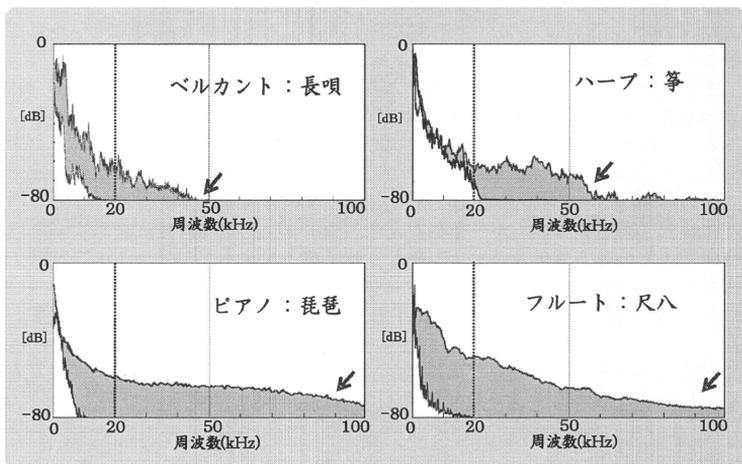


図1 西洋音楽と江戸の音のパワースペクトルの比較

2.2 MESAM によるマイクロな時間領域のゆらぎ構造の分析

次に、最大エントロピースペクトルアレイ法によるマイクロな時間領域のゆらぎ構造を分析した(図2)。

まず、いずれも調律された金属をたたく鍵盤楽器に属する、インドネシア・バリ島のガムランと西洋音楽を代表するピアノという2種類の楽器のセットを対象に解析を行った。この際、両楽器とも、五線譜で記述すると同一の譜面となるひとつの楽曲を演奏した。

その結果、ガムランの音は、50 kHz をこえる超高周波成分を豊富に含むと同時に、音が持続している間は、基音の音程が変化しなくても、超高周波域におよぶスペクトルの複雑で激しい非定常的な変化が10ミリ秒単位で発生していることが見出された。それに対して、ピアノの音の周波数成分はほぼ10 kHz 以下の帯域に限られ、スペクトルの形状は、音符に対応して音程が変化する個所に限って不連続に変化する状態が観察された。

<ME スペクトル1階微分平均値>と<二階微分平均値>は、いずれも、ガムランの音が、ピアノの音よりも高い複雑性をもつことを共通して示した。

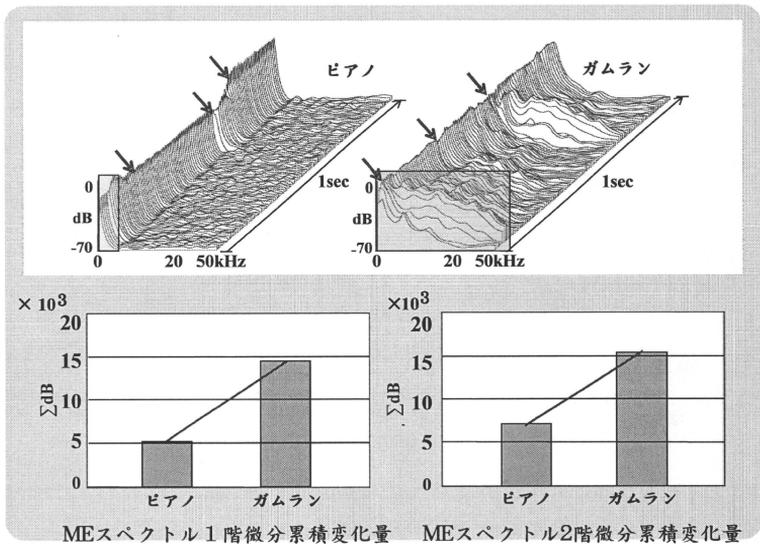


図2 ガムラン音とピアノ音のマイクロなゆらぎ構造とその定量化

次に、同様の比較を、尺八と、同じ管楽器に属するフルートとを対象に行った(図3)。その結果、尺八の音には 100 kHz をこえる超高周波成分が豊富に含まれることが、先の FFT 解析を裏付ける状態と認められた。さらに、持続する音のあらゆる時点で、ダイナミックで複雑なスペクトルの変化が観察された。

一方、フルートの音の成分は、ピアノの場合と同様にほぼ 20 kHz 以下の帯域に限られ、スペクトルの顕著な形状変化は基音の音程の変化する個所に限って観察された。ME スペクトルの〈一階微分平均値〉と〈二階微分平均値〉は、尺八の音の複雑性がフルートの音よりも高いことを共通して示している。

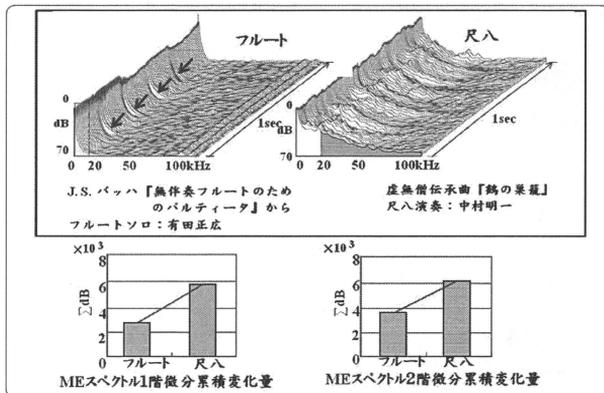


図3 尺八音とフルート音のミクロなゆらぎ構造とその定量化

以上の結果から、尺八をはじめとする江戸の音は、そうした音符で表せる構造に加えて、ひとつの音符の内部に築かれた「ミクロな時間領域のゆらぎ構造」を高度に具えているのに対して、西洋近代音楽は「マクロな時間領域で構成される明示的な情報構造」、つまり楽譜で表すことができる音の組み立ての変化が変化成分の主力を構成していると考えられる。

さらに、尺八について、同一の楽器を用いて、同一の楽曲を同一の奏者(中村明一)が異なる演奏法で演奏し、演奏法と超知覚情報生成との関係について検討した。その結果、尺八を西洋楽器風(フルート風)の音色で演奏した場合は、その楽器音には高周波成分はほとんど含まれず、ミクロな時間領域における変化も小さく音の時間構造は定常的だった。それに対して、伝統的な虚無僧尺八の奏法で演奏した場合には、可聴域をこえ 50kHz 近い超知覚領域にわたって複雑に変化するゆらぎ構造が現れ、スペクトルとその変化はフルート風演奏の場合と歴然と異なっている。この自在で大規模なスペクトルの操作が、尺八という楽器の表現力の骨子になっていると考えられる。さらに演奏者独自の技法と解釈により虚無僧尺八の特徴を一層強調して演奏した場合には、100kHz をこえる極めて豊富な超高周波成分が発生すると同時に、そのスペクトルがミクロな時間領域で劇的に変化する「波乱万丈のゆらぎ構造」を形成していることが見出された(図4)。民族音楽研究の第一人者、小島美子先生が「たった一本の竹で、世界のどんな楽

器も、シンサイザーも、オーケストラも表現できないような音の宇宙が現出されてくる」7)と指摘した中村の演奏の特徴が可視化されたものといえよう。

一本の竹をもって、聴き手に驚異的な感動と衝撃を与える尺八の演奏音が、この「超高周波成分」と「マイクロな時間領域のゆらぎ構造」という、意識で捉えることのできない超知覚構造を自在に制御し、きわめて高密度高複雑性の情報世界を繰り広げていることが注目される。そして、この知覚をこえる情報構造は、超知覚構造をきわだって高度に発達させた日本の江戸の音文化の特異性を浮き彫りにするものと考えられる。

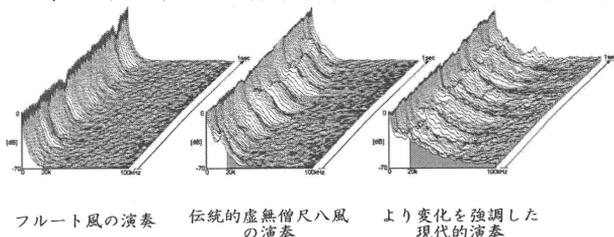


図4 尺八の演奏方法によるMEスペクトルアレイの相違

3. 考察—脳科学が明らかにする超知覚音構造の生理的効果

今回分析した箏、尺八、琵琶といった日本の伝統楽器音に共通して、可聴域上限を超える高周波成分の豊富な存在と、知覚限界を超えるマイクロな時間領域での変化が見出された。また、知覚限界を超える超高周波成分の含有やマイクロな時間領域での変化は、演奏法によって大きく異なる場合があることも明らかになった。五線譜に記せばきわめて簡素な構造を示す「江戸の音」が、非定常的な周波数構造の複雑な変化を、可知覚領域のみならず超知覚領域にもわたって展開していたことは興味深い。これらの結果は、私たちがこれまで蓄積してきた世界諸民族の楽器音等に関する研究成果1)とも高度に整合している。これらの情報構造が人間の脳に及ぼす影響について、先端的な脳科学の知見を踏まえて考察したい。

私たちはこれまで、可聴域上限をこえる高周波成分を豊富に含む非定常に変化する複雑性の音が、その音の受容者の「基幹脳」(視床、視床下部、脳幹を含む基幹的機能を担う深部構造)およびそれに発する神経ネットワークを活性化し2)(図5)、それを反映した領域脳血流値の増大、脳波α波の増強、免疫活性の上昇、ストレス性ホルモンの減少、音のより美しく快い受容の誘起、音をより大きく聴く行動の誘導など多岐にわたる反応を導く現象を見出している。100kHzをこえるほどの超高周波成分を豊かに含む尺八をはじめとする江戸の音は、人の感性脳をとりわけ高度に活性化させ、芸術的感興を高めるとともに、心身の状態を改善・向上に導いていることが推定される。

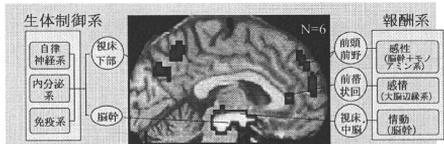


図5 ハイパーソニック・サウンドは基幹脳ネットワークの血流増加を導く

また、「マイクロな時間領域のゆらぎ構造」については、聴覚神経系の仕組から興味深い事実が浮かび上がってくる 8)。人間の耳から入ってきた空気振動は、鼓膜で機械振動となり、内耳にある有毛細胞によってそれが神経インパルスに変換される。そして、蝸牛神経を通して脳幹、視床にある神経核で何度か中継された後、大脳皮質へと達する。こうした複雑な階層構造をもった聴覚神経系で、音がどのように処理されるかについては多くの研究がなされているが、興味深いことに、日本人の聴覚生理学研究は、歴史的に、一定の音の高さの知覚よりも音の高さが変化する状態を知覚する仕組に対してより高い関心を払ってきた。1980年代に入るとこの関心が世界に広がって音の変化を捉える仕組が急速に解明された。

その結果、一定に保たれた音の構造をちょうど楽譜を読み解くように分析しているのは、内耳の蝸牛にある基底膜の有毛細胞から発信された信号が一次聴覚神経を經由して蝸牛神経核に集められ、そこから下丘を經由して内側膝状体に至る神経回路であることがわかった。つまり、定常構造の分析は、高次脳の手前の内側膝状体までではほぼ完了する。

一方、音の高さの変化やゆらぎなど、音符で表すにはマイクロに過ぎる時間領域での音構造の変容の分析は、おおむね下丘から始まり内側膝状体から本格化する。より上位にある一次聴覚野から聴覚連合野にかけてのいわゆる高次脳領域では、定常的な音に対する応答はかなり弱く、周波数・振幅の連続した変化やゆらぎ構造など非定常構造の分析が主力を占めている。つまり、音楽に反応する高次脳機能は専ら、音の非定常な変化を検出するために働いており、音楽を感じる高次脳すなわち<音楽脳>は変化を検出する脳だ、ということが出来る。このことから考えると、マイクロな時間領域で音の構造がダイナミックに変容することが、音楽が人の心動かす上で重要な条件であろうことは否定できない。

これらの知見を踏まえてみると、江戸の音を特徴づける構造すなわち知覚限界をこえる超高密度高複雑性構造は、基幹脳ネットワークの活性を高めて音をより美しく快く感じさせると同時に、変化を検出する脳すなわち音楽脳を効果的に刺激してより興味を感じさせるといふ、脳科学的にみても合理性、有効性の高い、驚くべき表現戦略の精華といえよう。

今後はこうした知見をより高い普遍性、信頼性のもとに明らかにするために、日本の伝統楽器および西欧文化圏に属する楽器音双方との厳密な比較データの蓄積をはかりたい。そして、江戸の音に含まれる超知覚情報が人間に及ぼす影響を生理・心理学・民族芸術学的総合研究として結実させたいと考えている。

文献および資料

大橋 力、『音と文明』、岩波書店、1993。

- 1) Oohashi T, Nishina E, Honda M, Yonekura Y, Fuwamoto Y, Kawai N, Maekawa T, Nakamura S, Fukuyama H and Shibasaki H, Inaudible high-frequency sounds affect brain activity, A hypersonic effect, Journal of Neurophysiology, 83, 3548-3558, 2000
- 2) 山崎芳男、太田弘毅、西川明成、野間政利、飯塚秀幸、「広帯域音響信号の高速標本化 1bit 処理」、電子情報通信学会 信学技報、EA93-102、1994。
- 3) 有田正広、『バッハ:フルートソナタ全集』より、J. S. バッハ「無伴奏フルートのためのパルティータ」、DVD-audio、コロムビアミュージックエンタテインメント、COAQ-23、2004。

- 4) 内田奈織、『HEART MIST』より、J. シュトラウス「春の声」、DVD-audio、テイチク TEAD-35001、2004.
- 5) 仁科エミ、森本雅子、八木玲子、福島亜理子、本田 学、前川督雄、河合徳枝、大橋 力、「ハイパーソニック・サウンドの音響構造について（その2）日本伝統楽器音の超知覚構造」、日本音響学会春季研究発表会講演論文集、851-852、2009.
- 6) 中村明一『虚無僧尺八の世界 東北の尺八』（監修：小島美子）、ライナーノート、財団法人日本伝統文化振興財団、VZCG-610、2006.
- 7) 大橋 力、「日本伝統音楽のゆらぎ」、小島美子他編『日本の音の文化』、第一書房、27-60、1994.

以上

糖尿病患者の神経障害は健康関連 QOL とは 独立に抑うつに関連する

吉田寿美子¹⁾, 平井正史²⁾, 鈴木 進³⁾, 粟田主一⁴⁾, 岡 芳知⁵⁾

Sumiko Yoshida, Masashi Hirai, Susumu Suzuki, Shuichi Awata, Yoshitomo Oka

日本人糖尿病患者において、想定できる交絡因子を統制して抑うつに関連する独立因子を特定した。197人の糖尿病外来患者のうち129(タイプ1:24,タイプ2:105)人を対象に,社会人口統計学的指標と健康関連指標に関するアンケート調査を実施した。Zung's Self-Rating Depression Scale (SDS)を用いて抑うつのスクリーニングを行った後に,熟練した精神科医が半構造化面接によるDSM-IV診断を行った。その結果47人(36.4%)の患者に症候学的な抑うつが認められた。SDSにおける40点のカットオフポイントはDSM-IVの大うつ病エピソードの検出に良好な感度(100%)と控えめな特異度(59%)を示した。抑うつを持つ患者は,抑うつを持たない患者に比べて,神経障害・網膜障害・体の痛みを伴いやすく,全般的健康感が低く,社会的支援を欠いていた。しかし,年齢,性別,婚姻状況,糖尿病のタイプ,インスリンの使用,糖尿病罹病期間,HbA1c,腎障害には差異が認められなかった。多変量ロジスティック回帰分析では,体の痛み(OR 3.26, 95% CI 1.31-8.08)と微小血管合併症(糖尿病性神経障害・腎障害・網膜症のうち少なくとも1つ以上ある場合, OR 2.81, 95% CI 1.13-6.98)が独立に抑うつに関連していた。特に糖尿病性神経障害(OR 3.10, 95% CI 1.17-8.22)は年齢,性別,婚姻状況,社会的支援, QOL, 糖尿病のタイプ, 糖尿病罹病期間, HbA1c, インスリンの使用とは独立に抑うつに関連していた。従来の糖尿病患者に認められる抑うつは糖尿病合併症による二次的なQOL低下に伴って出現するとの見解とは異なり,糖尿病合併症,特に神経障害は,糖尿病患者の抑うつに独立に関連することが明らかになった。今回の結果は糖尿病の抑うつと糖尿病性神経障害の両者に共通する生物学的な基盤を究明する必要性を示唆している。

<索引用語:抑うつ,糖尿病,メンタルヘルス,神経障害,QOL>

1. はじめに

欧米諸国では糖尿病患者にうつ病が多いことが知られている。糖尿病患者は非糖尿病患者の2倍以上うつ病になりやすく^{2,7)},抑うつ的な糖尿病

患者は血糖コントロールが悪く,活動性が低く,より肥満になること^{6,15,19)}が報告されている。以上から,うつ病は糖尿病管理に非常に重要な要因と考えられる。

著者所属:1) 国立精神・神経医療研究センター病院, 2) 平井内科医院(前:東北大学大学院医学系研究科内科病態学講座分子代謝病態学分野), 3) 太田綜合病院(前:東北大学大学院医学系研究科内科病態学講座分子代謝病態学分野), 4) 東京都健康長寿医療センター研究所, 5) 東北大学大学院医学系研究科内科病態学講座分子代謝病態学分野

Neuropathy is Associated with Depression Independently of Health-related Quality of Life in Japanese Patients with Diabetes

Sumiko Yoshida

Psychiatry and Clinical Neurosciences, Volume 63, Number 1, p. 65-72, 2009

今日まで、①社会人口統計学的要因として女性⁷⁾・若年^{7,24)}・非婚^{7,12,23)}・低い教育歴^{23,24)}・社会的支援の欠如²⁰⁾が、②健康関連要因として低い全般的健康感¹³⁾・体の痛み⁹⁾が、③糖尿病の要因として糖尿病罹患期間²³⁾・不良な血糖コントロール^{12,19)}・糖尿病の治療方法(インスリン注射の有無)・糖尿病合併症^{22,23)}・神経障害^{25,27,28)}・網膜症^{5,20)}がうつに関連していると報告されている。しかし、これらの報告は想定できる交絡因子を十分に統制できていない。抑うつと糖尿病の基盤となる共通の要因はあるのだろうか。

現在までに熟練した精神科医による DSM-IV¹⁾ 診断を用いた日本人糖尿病患者の大うつ病エピソードの出現頻度の報告は見当たらない。さらに日本を含めたアジア諸国でも糖尿病患者における抑うつの関連要因に関する報告は少ない。そこで我々は最初に日本人糖尿病患者に大うつ病エピソード出現頻度が高いことを確認するために、有病率を調べた。次に想定できる交絡因子を統制した後、糖尿病患者の抑うつと関連する可能性のある要因を多変量ロジスティック回帰分析法で検討した。

2. 方法と結果

対象：2003年11月に東北大学病院糖尿病代謝科を受診した197名の患者全てを対象に、社会人口統計学的指標と健康関連指標に関するアンケート調査を面接法で実施した。タイプ1またはタイプ2糖尿病の診断はアメリカ糖尿病学会の診断基準に基づき行われた²⁶⁾。なお、本研究は東北大学倫理委員会の了承のもと、文書による説明を行った後に患者から署名入りの同意を得て行われた。

測度：社会人口統計学的変数として、性別・年齢・婚姻状況・家族の人数・教育年数・社会的支援を調べた。社会的支援として、以前の日本での研究で用いられた5項目^{17,21)}のうち、今回の検討で最も抑うつと相関が高かった1項目(困った時の相談相手の有無)を調べた。健康関連指標に関しては日本語版 Short-Form 36 Health Survey questionnaire^{10,11)}の低位尺度の「体の痛み」と

「全般的健康感」を調べ、得点は日本人の標準値で二分した。

糖尿病のタイプ(タイプ1・2)、罹病期間(10年以上・10年未満)、ボディマス指数(body mass index; BMI)、糖尿病の治療薬、降圧剤の要否、高脂血症治療薬の要否、血圧をカルテ記録から調べた。空腹時血糖、ヘモグロビンA1c(hemoglobin A1c; HbA1c 7%以上・7%未満)、血清脂質(TG・T-cho・HDL・LDL)を血糖コントロールの状態として調べた。

糖尿病性神経障害・腎障害・網膜症のうち少なくとも1つ以上ある場合を微小血管合併症があると定義した。腎障害は持続的なたんぱく尿の存在、神経障害は下肢の両側性の神経症状の存在 and/or 両側性のアキレス腱反射の消失と定義した。網膜症は眼科医によって単純網膜症、増殖前網膜症、増殖網膜症、または問題なしと診断された。

抑うつの判定：Zung's Self-Rating Depression Scale (SDS)²⁹⁾を用いて抑うつのスクリーニングを行った。SDS得点が40点以上の患者を症候学的に「抑うつ」と判定した^{4,30)}。日本語版 SDSのうつ病スクリーニング尺度としての妥当性は福田らによって確認されている⁹⁾。SDS得点が40点以上の患者全てに対し、1カ月以内に大うつ病エピソードの診断のために、熟練した精神科医の DSM-IV に基づく半構造化面接を受けるように促した。SDS得点40点未満の患者についても、ほぼ同数の患者を無作為に抽出して、同様の面接を行った。面接を受けた患者に向精神薬を服用していた者はいなかった。

統計：抑うつを伴う患者と伴わない患者の特性の差異は χ^2 検定またはt検定を用いて比較した。抑うつと想定できる予測因子との関連を推定するために多変量ロジスティック回帰分析を行い、オッズ比(OR)と95%信頼区間(95% CI)を計算した。有意差5%未満を統計学的に有意とした。

結果：197人のうち129人が調査を受けた(反応率65%)。129人中47人(36.4%)に抑うつがあり、47人中31人が熟練した精神科医の半構造化面接を受けた。31人中7人(タイプ1:3人、

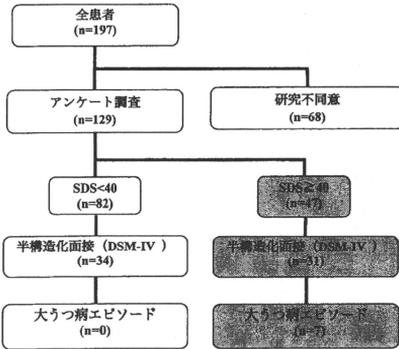


図1 研究デザイン

タイプ2: 4人)が大うつ病エピソードと診断された。同じ面接を受けた34人のSDS得点が40点未満の対象には大うつ病エピソードと診断された者はいなかった(図1)。以上から、大うつ病エピソードの1カ月間の期間有病率は7.9%と推定された。糖尿病のタイプ1とタイプ2の間で有病率に有意差はなく(p=0.34)、SDS得点40のカットオフは大うつ病エピソードを抽出するのに良い感度(100%)と特異度(59%)を示した。

抑うつを伴う糖尿病患者と伴わない糖尿病患者の特徴を表1に示す。抑うつを伴う糖尿病患者は抑うつを伴わない糖尿病患者に比較して社会的支援を欠き、体の痛みがあり、全般的健康感が低いと感じ、微小血管合併症の合併率も有意に高かった。一方、年齢、性別、婚姻状況、教育年数、糖尿病のタイプ、糖尿病罹病期間、BMI、インスリンの要否、血圧、降圧剤の要否、空腹時血糖、HbA1c、血清脂質、高脂血症治療薬の要否、腎障害では有意な差はなかった。

多変量ロジスティック回帰分析の結果、体の痛み(OR=3.26, 95%CI=1.31-8.08)と微小血管合併症(OR=2.81, 95%CI=1.13-6.98)が独立に抑うつに関連していた(表2)。微小血管合併症ではなく神経障害に焦点を当てると、神経障害(OR=3.10, 95%CI=1.17-8.22)は年齢、

表1 糖尿病患者の特性

変数	SDS < 40 (n = 82)	SDS ≥ 40 (n = 47)
性別		
女性	35	23
男性	47	24
年齢	54.12 ± 10.31	52.72 ± 10.47
婚姻状況		
既婚	66	32
非婚	16	15
家族の人数	3.13 ± 1.45	3.32 ± 1.80
社会的支援		
+	77	38
-	5	9*
SF 36: 体の痛み	76.72 ± 23.80	63.24 ± 27.00**
SF 36: 全般的健康感	54.82 ± 18.00	40.93 ± 22.91**
教育		
~ 中学	9	4
~ 高校	42	33
~ 専門学校(大学)	31	10
糖尿病のタイプ		
タイプ1	13	11
タイプ2	69	36
糖尿病罹病期間		
< 10年	53	24
≥ 10年	29	23
BMI (kg/m ²)	24.07 ± 4.69	24.07 ± 3.74
インスリン		
+	45	27
-	37	20
降圧剤		
+	25	12
-	57	35
高脂血症治療薬		
+	27	9
-	55	38
血圧 (mmHg)		
収縮期	127.6 ± 15.0	126.3 ± 15.8
拡張期	77.4 ± 10.1	75.0 ± 8.8
空腹時血糖 (mg/dL)	146.61 ± 38.20	154.04 ± 66.90
HbA1c (%)	7.00 ± 1.19	7.12 ± 1.69
TG (mg/dL)	112.76 ± 59.93	118.57 ± 73.70
TC (mg/dL)	193.82 ± 28.90	193.60 ± 35.99
HDL (mg/dL)	56.40 ± 19.84	52.60 ± 17.25
LDL (mg/dL)	113.57 ± 26.10	117.40 ± 30.83
微小血管合併症		
+	28	28**
-	54	19
腎障害		
+	12	5
-	70	42
神経障害		
+	14	18**
-	68	29
網膜症		
+	19	20*
-	63	27

注釈: 数値は平均値±標準偏差または人数。BMI: body mass index, HbA1c: hemoglobin A1c, TG: triglycerides, TC: total cholesterol, HDL: high density lipoprotein cholesterol, LDL: low density lipoprotein cholesterol. SF 36: Short-Form 36 Health Survey questionnaires, 体の痛みがない人は得点が高く、全般的健康感が高い人は得点が高い。*: p < 0.05, **: p < 0.01 by t-test or χ^2 test