

脳 と 音 楽

新潟大学脳研究所・脳機能解析

中 田 力

Music and Brain

Tsutomu NAKADA

*Department of Integrated Neuroscience
Brain Research Institute, University of Niigata*

Music is common to all cultures. In spite of the fact that music lacks specific sound-concept association, musical communication has not been totally replaced by more precise verbal language communications. Certain impressions and emotions, which are difficult to be defined clearly by verbal languages, can often be conveyed more successfully by direct musical intuition than verbal languages. Harmonic intervals such as octave, fifth, fourth, or third, which are spontaneously preferred by individuals of various backgrounds, are an integral component of music. While pitch and chords are simultaneous patterns, rhythm, lyric, and prosody are sequential patterns. Cortical representation of music, even without lyric, has to be global in the brain utilizing basic components inherent to the human brain. This makes music an especially attractive subject to be studied in search for neuronal substrates of complex higher brain function.

Key words: Tchaikovsky, 旋律結合, ゼーター関数, 波動関数, 平均律

高次機能としての音楽

Diana Deutsch によって紹介された musical illusion に scale illusion なるものがある¹⁾。これは、音楽における音の群化が旋律上の滑らかさに基づくもので、空間的位置によるものではないという原則を示したものである。上昇する音階と下降する音階とを左右の耳に交互に聞かせる。ほとんどの人が交差する音階ではな

く、それぞれの耳で独立した、高低部に分離した音階を認識する。右利きの人には高音列を右耳で、低音列を左耳で聞くと言われる。その後、Butler は scale illusion が古典音楽の中で使われている実践例をいくつか提示したが、中でも、Tchaikovsky の第6交響曲「悲愴 P-athetique」の最終楽章における第一 violin と第二 violin¹の旋律結合は代表例とされる(図1)。

Reprint requests to: Tsutomu Nakada,
Department of Integrated Neuroscience,
Brain Research Institute, University of
Niigata,
Niigata 951-8122, Japan

別刷請求先: 〒951-8122 新潟市旭町通1-757
新潟大学脳研究所・脳機能解析学 中田 力

Tchaikovsky
Pathétique Adagio lamentoso

Original



Perception



図1

言語と音楽

1957年に出版された Noam Chomsky の Syntactic Structures²⁾ は現代言語学の出発点と言われる。Harvard 大学の若き研修生であった Chomsky はそれまで「刺激と反応」と言う図柄の上でのみ語られていた言語機能を、ヒトが生まれながらに持つ抽象概念機能に基づく創造過程のひとつであると位置づけた。幼児は言語を教えられるのではなく獲得する。高度な知能に支えられた思考機能の発達の過程で、与えられた環境の中から自己の思考を伝える媒体となる言葉を見つけ出し、内在する普遍的文法 universal grammar に従って言語機能を獲得するとの理論である。サルは調音器官を持つがこの「言語獲得機能」を持たないとされる。

ドイツの音楽学者 Heinrich Shenker は Syntactic Structures の発表される20年以上も前に全く同じ理論を音楽学 musicology に展開していたと言われる³⁾。Shenker の理論が Chomsky の理論の原点であったかどうかは別として、言語と音楽とが高度の類似性を

持った高次機能であることには異論の余地がない。Chomsky の Language and Mind⁴⁾ に啓蒙された Berstein が音楽そのものを自然言語として位置づける努力を重ねたことも良く知られている⁵⁾。事実、言語との対比は音楽の脳機能を理解する上で重要な役割を果たして来た。音楽をその phonology, syntax, そして semantics の立場から解析する試みは少なくとも音楽の心理学を通して現象論的成功を収めている。

実存と harmonics

ドイツの物理学者 Max Planck が放射スペクトルの不連続性を説明する理論として「放射スペクトルとして運ばれるエネルギーにはある単位とその整数倍だけが許される」との仮説を提唱したのは1900年、Planck が42歳の年であった。これが量子力学の始まりとされる。デンマークの Niels Henrik David Bohr は Planck の「量子化」を電子軌道に応用し、そこから近代物理学の祖とも言うべき「波動・粒子の二重性 (wave-

¹ 実際には viola と cello の旋律も同じような知覚上の結合を意図して作られている。

² Paul Dirac の表記法を借りて Schrödinger の方程式を現代風に現すと、

$$i\hbar \frac{d}{dt} |\psi(t)\rangle = H(t) |\psi(t)\rangle$$

となる。ここで、 $|\psi(t)\rangle$ は state vector, $H(t)$ は Hamiltonian operator である。

particle duality)」の概念が誕生することになる。オーストリアの Erwin Schrödinger により示された波動関数 (wave function) とその方程式²は概念を实践へと結び付ける架け橋となった⁶⁾。

音階の origin がヒト脳に存在する何らかの内因性法則にあるとする理論は未だに根強い支持を受けている。音階の基本構造は harmonics と interference である。事実、脳に音階を規定する基本法則が存在するとすれば、それはまた、harmonics と interference とを矛盾なしに受け入れるべき構造を持っていなければならない。On-off の gating を主たる機能とする neuron の統合機能として存在する高次機能に harmonics と interference を内因する基本構造が存在するとの仮説は、いわば、波動・粒子の二重性の神経版とも言える。事実、脳がそのような基本理念に基づいて構築されるとすれば、音階認知の解明は脳の基本構造を解明する近道なのかもしれない。

平均律と magical numbers

米国 Bell 社³の行った有名な study に数列の記憶がある。膨大な sampling の結果、人間が間違わずに記憶できる最大の数列は7であると結論付けられた。以来 magical number 7は人間の記憶に関する magical number として君臨することとなった⁴。また、global な magical number として人類の歴史に何度も登場する数が12である。東西を問わず Zodiac も暦も12から抜け出ることができない。そして、Magical number 12はもう一つの有名な事象、「整数の無限の和」にも登場する⁷⁾。複素数空間にまでひろげられた概念の中ではすべてのゼータ関数に意味を持たせることができ、その結果、整数の無限の和は収束して $-1/12$ との値を持つことが証明されている。

自然音階の代表とされる純正律は知覚における協和を前提とした純正音程 just intonation からなり、

octave 内の音程が主音に対してできるだけ小さな整数の周波数比となるように作られたものである。平均律は5度、4度、3度が純正律と一致し、かつ octave を均等に分割するとの妥協点に立って作られたものであり、人為操作の影は拭い切れないが、少なくとも平均律に存在する基本的な約束事はヒトの感覚に基づいた純正律に根差している。

心理学的要素と数学的法則とが一致する唯一の音階として現代音楽を代表する平均律は harmonics を結ぶ octave を12の基本音に分割することによって成り立っている。しかし、西洋音楽のほとんどは12半音階すべてを用いる訳ではなく、その中から7つの音を選んでは全音階 diatonic scale を用いる。いくつかの“ゆらぎ”は存在するものの、ヒトの脳に内在する音階と音程の法則は、基本的にこの magical numbers 7と12に縛られているようである。

参 考 文 献

- 1) Deutsch D. The Psychology of Music Academic Press, New York, 1982 .
- 2) Chomsky N. Syntactic Structures Mouton, The Hague, 1957.
- 3) Sloboda JA. The Musical Mind Oxford University Press, Oxford, 1985.
- 4) Chomsky N. Language and Mind Harcourt, Brace & Jovanovich, New York, 1972.
- 5) Bernstein L. The Unanswered Questions: Six Talks at Harvard Harvard University Press, Cambridge, 1976.
- 6) Chohen-Tannoudji C, Diu B, Laloë F. Quantum Mechanics, John Wiley & Sons, New York, 1977.
- 7) Edwards HM. Riemann's Zeta Function Academic Press, New York, 1974.

³ 現在の AT&T.

⁴ 音楽においても同様で、初見演奏 sight reading における「先取り」は7音符までとされる。