

音楽と空間認知の発達の関係

梅本堯夫

On the Developmental Relations between Music and Spatial Cognition

UMEMOTO, Takao

音楽の空間認知に及ぼす影響についての研究を展望し、生得的、神経心理学的な空間認知能力と音楽との間のつながりと、後天的な学習による認知能力にたいする音楽の影響とに交互作用のあること、従って神経心理学的アプローチと心理学的アプローチの対応をたえず検討する必要があることが強調された。

【キー・ワード】音楽の効果, 空間認知, モーツアルト効果, 神経心理学的分析

Developmental researches on the effect of music on spatial cognition were reviewed. The need of analyses of interactions between innate and acquired properties of spatial cognition, musicality, and other personality properties was stressed. It is suggested that frequent examination on correspondence between scientific brain approaches and psychological approaches are necessary.

【Key Words】Effects of music, Spatial cognition, Neurological basis of music

音楽性と空間認知という一見全く関係のない事象の間に何か関係があるらしいということが、最近注目されだして、極端な場合には、モーツアルトの曲を10分聞いただけで、知能検査の中の空間認知能力に関する問題の得点が上昇するという、いわゆる「モーツアルト効果」が提唱されたり(Rauscher, Shaw, & Ky, 1993)、また否定されたりした(Chabris et al., 1999)。一方で知能検査の空間認知得点にこれまで性差のあることが知られているので、音楽才能とホルモンとの関係や、大脳の半球優位性との関係までが議論の対象となっている。マスコミでは「モーツアルト効果」は完全に否定されたように報道されているが、事実はそう簡単ではない。この問題は案外複雑であり、もっと根本的に考え

る必要がある。

まず音楽を聴いたといっても、どのような音楽を、どれほどの時間、どのような状態で聞いたのか、それが何歳のときであったのか、など特定化すべき条件はあまりにも多い。それを広く音楽経験という範疇のなかで考察できるようにする必要がある。というのはそれによって、これまで音楽経験の効果として報告されていたこととの関係が明らかになる可能性が考えられるからである。国際音楽知覚認知学会の第6回大会でSlobodaら(Sloboda et al., 2000)は音楽経験とはなにかについて、はじめて実証的研究を発表し、いくつかの興味深い結果を報告している。

また Mozart 効果について、最初の報告

(Rauscher, Shaw, & Ky, 1993)では知能検査の空間課題の遂行得点が上昇したということであったが、それ以外の精神的特性に影響はないのか。パーソナリティへの影響はどうかという文脈で考えてゆくと、いわゆる音楽療法の原理とも関連してくる。そしてこれまでのどの研究にも問題にされていないことは、そもそも生得的に人間の音楽能力と空間処理能力の関係がないのか、単に後天的に経験だけが空間処理能力に関連してくるのか、という問題が残されている。そしてもしかりに事実が認められたとしたら、それをどう解釈するかが問題となる。モーツァルト効果が発表される以前にも、このような効果を高次の脳機能の変化としてとらえるモデル(Leng, & Shaw, 1991)や、性ホルモンと関係させる説(Hassler, 1991)などが提唱されていたが、まだ決定的な結論はでていない

この問題に関しては、すでに1985年にHasslerら(Hassler, Bilbaumer, & Feil, 1985)は9歳から14歳の男女各60名を被験者とし、音楽能力と視覚的空間能力との関係を縦断的に分析している。それまでに空間認知の能力の性差は思春期以後にみられることから、性ホルモンの分泌と関係がないか、そして思春期以後に音楽能力と空間認知能力の関係があらわれるのではないかという仮説をたてた。また大脳の左右半球優位性(これを測定するテストとしては両手の中指と人差し指で隠れた無意味図形を10秒間触り、その直後にそれと同じ図形を視覚的に見て同定するというWitelson Diphatic Stimulation Testを用いた)は性差があり、少年のほうが少女よりも空間認知能力が高いことを見出し、そこから少女でも男性性の高いものほど音楽能力が高いという仮説も立てて検証している。そして全般的に視覚的空間的能力は両性性(androgyny)と関連しているのではないか

と考え、Bem(1974)の性度検査の得点との関係も求めた。音楽能力の測定にはWingの標準音楽的知能テストと、さらに即興演奏をさせて専門家にその録音テープを評価させた得点とを用いた。空間能力のテストとしては、Thurstoneの空間関係テスト(空間定位の認知)と埋め込み図形発見テスト(視覚化能力)を用いた。上記の被験者は音楽経験の約4年半以上の群と、約3年の群と、全く音楽訓練をうけたことのない群に分けられた。分散分析の結果関係($F=5.04$, $p<.003$)がみられたが、空間関係の認知との間には有意な関係は認められなかった。Bemの両性性と音楽性得点との間には、少年の集団だけに有意な関係があった。1年後、もとの被験者のうち51名の少年と54名の少女に同じ検査が施行された。音楽経験の4年半以上の群のうち優秀な音楽性を示した少年8名と少女9名には作曲および即興演奏をもさせた。その結果、以前の研究と同じように視覚化や言語流暢性との間に有意な関係が見られただけでなく、前にみられなかった空間関係と音楽能力の間にも有意な関係があった。特に作曲と即興の得点は少年の場合に空間認知と視覚化の2つのテスト得点で有意な関係があり、少女の場合には空間認知得点で関連がみられた。彼女はこの結果を性ホルモンの差異と関係づけようとしているが、その結論はまだ十分、確認されたとはいえない(Gambris, 1998)。このように音楽性と空間認知との関係を先天的、あるいは生理的な側面から解釈しようとする傾向に対して、後天的な音楽経験の影響をみようとする研究は、音楽教育や音楽療法やBGMの理論的根拠をみるという意味で最近盛んに問題にされるようになった。

大学の学生に音楽を聞かせただけで成績が上昇したという報告(Schreiber, 1988)や、音楽的環境で教育すると成績やセルフエスティームが

よくなるという報告(Lynch, 1994)がなされているが、それを否定する研究(Kooyman, 1989; Legette, 1994)もあり、結果は確証されたとはいえない。Costa-Giomi (2000)の報告によると、子どもの親やピアノ教師はピアノを習うことで子どものしつけ、集中力、リラックスする能力、自信、責任感、セルフエスティームなどが養われ、子どもの生活に喜びをあたえると信じている(Duke, Flowers, & Wolf, 1997)。しかしこのことはピアノレッスンを受けたためだけの効果とはいえ、だいたいピアノを習う子は米国でもカナダでも比較的裕福な家庭の白人の少女が多く、両親の教育程度も高いので、その影響がかもしれない。

そこでCosta-Giomi (2000)は収入の高くなく(年収4万カナダドル以下)家庭にピアノのない一般的な階層の小学校4年の子ども(少女58名、少年59名)で、3年間のピアノ個人レッスンをして結果を分析した。うち67名は実験群とし50名は統制群とした。レッスンは、はじめの2年間は毎週30分、3年目は45分である。9人の経験をつんだピアノ教師がレッスンをうけもち、各生徒には電子ピアノを与えた。行われたテストは発達の認知能力テスト(DCAT)のレベルE、Gordonの音楽適性プロファイル、運動巧緻性テスト、カナダ学力検査の14水準の言語および数学の検査、Coopersmithのセルフエスティーム検査などである。

結果を実験群と統制群との比較でみると、認知能力テストの得点は2年のレッスンの後に有意な差がみられた。多重回帰分析をすると、レッスンを休んだ回数および毎週の練習時間でみたピアノ学習へのモチベーションによって空間認知能力の21%、認知能力全体の22%が説明できた。また実験群のセルフエスティーム得点は3年の間に有意に増加したが、統制群では変化

はなかった。一方、学力は言語、数学ともに変化はみられなかった。

このような3年にわたる長期の音楽学習が小学上級生の認知能力を向上させるということは、セルフエスティームの上昇という認知能力以外の特性の変化を媒介としている可能性がある。これに対して前に述べたRauscherら(1993)は大学生36人を被験者としているがW. A. Mozartの2台のピアノのためのソナタ二長調K.448の1楽章をわずか10分間(反復をふくむ)聞かせた後に、スタンフォードビネー知能検査の空間推理課題をやらせたところ、無音状態やリラックス状態の後にやるよりも得点が高かった。Rauscherら(1995)はさらにダンス音楽やミニマル音楽など他の音楽を聞く条件、あるいは物語を聞く条件などをいれて79人の大学生について5日間に実験配置をし、検査は同じくスタンフォードビネー知能検査ではあるが紙きり問題および短期記憶課題をやらせたところ、短期記憶課題では差は見られなかったが、紙きり課題ではモーツァルトを聞いた群の得点が1日目から2日目にかけて上昇した。彼らはこの結果を神経科学的な見地から解釈し、Mozartの音楽をきくことで大脳皮質の興奮パターンの形成が促進されるためとしている。Rauscherらはさらに研究を続け(Lamont, 2000による)、縦断的研究では7歳以前に鍵盤楽器による音楽訓練を開始し、2年以上つづけるのが最も効果があるとしている。そしてその効果は空間的・時間的なスキルにのみあられ、一般知能の向上にはつながらないという。かれらがその理論的根拠としているのはLeng & Shaw (1991)で、7歳以前には皮質にまだ可塑性があるので、頻りに音楽経験を積むことで音楽に関係する右脳と言語化に必要な左脳を結ぶ脳梁が太くなるという。そして絶対音感をもっている音楽家の脳がその

特徴を示していることを示唆した。

RauscherらのいうMozart効果に対しては反証も多く、とても決定的な結果が揃っているとはいえない。そこで日本でも大南(1999)はこの実験の追試を行った。被験者は男子36人、女子36人の大学生(19歳から28歳)である。曲としてはMozartの2台のピアノのためのソナタのほか、Granadosの「演奏会用アレグロ」、Ravelの「水の戯れ」の3曲を用いた。各被験者は無音条件と音楽条件の両方を10分ずつカウンターバランスしてうける。3種の曲ごとに12名ずつ分けておこなった。空間認知に関する課題は、京大NX知能検査の15歳用と、京大SX知能検査から図形分割、点図形、折り紙パンチの3種の問題を大体難易度をそろえて構成し、各2分間ずつ、合計6分おこなう。

結果を音楽条件と無音条件の比較で見ると、分散分析では有意差はなかったが、t検定でモーツァルト群は折り紙パンチの得点において10%水準で音楽条件(6.17)が無音条件(5.63)よりもよかった。図形分割ではグラナドス群で音楽条件が無音条件よりも5%水準でよかった。音楽経験が10年以上の被験者でみると、ラヴェルで図形分割と点図形で逆に無音条件のほうがよいという結果がでていた。また音楽が好きかどうかという5点尺度の評定との関係を見ると、モーツァルト群で折り紙パンチの得点は好きなほど高いという相関 $r=.46$ があり、特にクラシックが好きなほど折り紙パンチの得点が高いという相関 $r=.68$ が見られた。グラナドス群では有意な相関はみられなかったが、ラヴェル群では図形分割と点図形でラヴェル作品の好きな程度と無音条件の得点との間に有意な相関がみられた。

大南はモーツァルトの音楽に限らず、音楽をきくことが認知課題の遂行に影響をおよぼすので

あるから、「モーツァルト効果」という命名は適当ではないとのべているが、かれの結果は被験者の曲に対する好みや音楽経験で認知課題の遂行にたいする影響が異なることを示しているの

で解釈は簡単ではない。Hasslerら(Hassler, Nieschlag, & De La Motte, 1990)は男子23名、女子14名の作曲家に作曲をさせて、その曲を独創性、専門性、形式感、音楽言語への関連性などの側面から評価(著者の一人de la Motteがおこなった)し、被験者に行ったWingテスト、空間関係テスト、埋め込み図形発見テスト、言語テスト、半球優位性テスト、利き手テスト、唾液ホルモン、などの数値との関係をしらべた。結果はやはり埋め込み図形発見テストと女性作曲家の作品の創造性との間に.62の有意な相関がみられた。かれらは神経科学的な側面から音楽性を究明しようとしていて、それが結果的に空間認知機能と音楽性との関係を生み出していると考えている。

このようにみえてくると、音楽性と空間認知機能との関係は先天的に関連をもっているともいえるし(この事項に関しては最近のGembris 1998の著書に詳しい)、後天的に長期の音楽訓練で空間認知機能が向上することはCosta-Giomi(2000)から確認されているとみてもよい。しかし10分という短期の音楽聴取の影響があるかどうかは、まだ確認されたとはいえない。そして特にモーツァルトの音楽が強い効果をもっているということは、最近の通俗的な書物(例えばCampbell 2000などは子どもの脳細胞をモーツァルトの音楽が活性化させるといふアイデアが引用もなしにのべられている)でかえって信頼性をなくしている。もちろんRauscher(2000)がのべているように、単純に否定してかかるのも問題であるが、今後は脳科学的なアプローチと心理学的なアプロー

チの対応を忘れることはできないだろう。

引用文献

- Bem, L. S. (1974). The measurement of psychological androgyny. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, **42**, 155-162.
- Campbell, D. (2000). *The Mozart effect for children*. William Morrow.
- Chabris, C. F., Steele, K. M., Bella, S. D., Peretz, I., Dunlop, T., Dawe, L. A., Humphrey, G. K., Shannon, R. K., Kirby, J. L. Jr., Olmstead, C. G., & Rauscher, F. H. (1999). Prelude or requiem for the "Mozart effect"? *Nature*, **400**, 826-828.
- Costa-Giomi, E. (2000). The nonmusical benefits of music instruction. *ICMPC 2000 Proceedings*.
- Duke, B., Flowers, P., & Wolfe, D. (1997). Children who study piano with excellent teachers in the United States. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, **132**, 51-85.
- Gembris, H. (1998). *Grundlagen musikalischer Begabung und Entwicklung*. Augsberg: Wissner.
- Hassler, M., Birbaumer, N., & Feil, A., (1985). Musical talent and visual-spatial abilities: A longitudinal study. *Psychology of Music*, **13**, 99-113.
- Hassler, M. (1991). Maturation rate and spatial, verbal, and musical abilities: A seven-year-longitudinal study. *International Journal of Neuroscience*, **56**, 25-38.
- Kooyman, R. J. (1989). An investigation of the effect of music upon the academic, affective, and attendance profile of selected fourth grade students. *Dissertation Abstracts International*, **49**, 3265.
- Lamont, A. (2000). Musical experiences, musical representations and cognitive activities in children. *ICMPC 2000 Proceedings*.
- Leggette, R. M. (1994). The effect of a selected use of music instruction on the self-concept and academic achievement of elementary public school students. *Dissertation Abstract*, **51**, 2502.
- Leng, X., & Shaw, G. I. (1991). Toward a neural theory of higher brain function using music as a window. *Concepts in Neuroscience*, **2**, 229-258.
- Linch, S. L. (1994). Differences in academic achievement and level of self-esteem among high school participants in instrumental music, non-participants, and students who discontinued instrumental music education. *Dissertation Abstracts International*, **54**, 3362.
- 大南 崇. (1999). 「モーツアルト効果」音楽が空間課題に及ぼす影響. 京都大学教育学部卒業論文.
- Rauscher, F., Shaw, G. I., & Ky, K. N. (1997). Music and spatial task performance. *Nature*, **365**, 611.
- Rauscher, F. (2000). Is the Mozart effect "debunked"? *ICMPC 2000 Proceedings*.
- Schreiber, E. H. (1988). Influence of music on college students' achievement. *Perceptual and Motor Skills*, **66**, 338.

Sloboda, J. A., O'Neill, S. A., & Ivaldi, A. (2000). Everyday experience of music: An experience sampling study. *ICMPC 2000 Proceedings*.

<謝 辞>

英国 Keele University で開催された ICMPC 2000 に出席できなかったにもかかわらず、大会委員長の Professor John A. Sloboda の好意で Proceedings を著者に送っていただいたことに、深く感謝したい。また大南 宗君は貴重な京都大学教育学部の卒業研究を送ってくれたことにも、深く感謝したい。