

## 感じ方まで変わる？息と音の不思議な関係

### 呼吸と音の相互関係とその心理的効果

#### Does breathing change the impression of a sound?

Interactive relationship between respiration and sound, and its effect on emotion



守谷特別研究室

佐藤 尚 Takashi G. Sato

#### プロフィール

NTT コミュニケーション科学基礎研究所 守谷特別研究室 研究主任。東京大学博士(情報理工学)。神経工学、生体生理工学を専門。近年は特に「音と呼吸の関係の解明と応用」、「触覚による呼吸誘導」、「可視光通信による集団の状態計測」の研究に従事。IEEE、電子情報通信学会、計測自動制御学会、日本神経科学学会、各会員。

呼吸、心臓、睡眠、歩調など、私達が何気なくすごしているときも体は常に多種多様なリズムを作り出しています。ではそのような周期的な活動が、知覚に与える影響はないのでしょうか？私達の感情(情動)が呼吸に深く影響することは、息が詰まる、息を潜めるといった言葉にも見られるように、よく知られています。一方で、呼吸の状態が知覚体験に与える影響はまだ研究の途に着いたばかりです。我々のグループでは呼吸と音の関係を探ることにより、人間理解を深めるだけでなく、より深い感動を生むインタフェース(音提示装置)の設計に生かすことをめざし、研究を行っています。

#### 呼吸のタイミングと自律神経系の反応

呼吸は一時的に止めることはできても息を止め続けることはできません。実際、呼吸の制御経路は自分の意思で働く大脳皮質由来の経路と、自分の意思とは関係なく働く脳幹を中心とした自律神経系の経路の2つが大きく関わっています。この意思とは関係なく働く自律神経系は、外からの刺激に常に反応しながら感情の基礎を形作ります。例えば音が突然聞こえたりする

と、定位反応と呼ばれる心拍、血流量、脳波等の一時的変化が現れ、来るべき状況に対する心と体の準備を行うのです。今までの多くの研究は、この定位反応が呼吸といった短い周期の変化に対しては変わらないという前提で行われてきました。我々は独自の視点から実験を行い、この音に対する定位反応が吸う吐くといった呼吸のタイミングによって異なることを発見しました[1]。この反応の差は知覚的に認識できるようなものではありませんが、体の反応が異なるということは、それが積み重なることによって認知的な体験が異なってくる可能性があることを示しています(図1)。

#### 呼吸と合った音の印象

我々は呼吸と音のタイミングの関係が音の印象に影響を与える可能性を探るために、新たに呼吸と音の関係をコントロールできるシステムを作成しました。このシステムを実装するに当たっては、呼吸の位相を解析する信号処理技術や引き込みモデルなどが応用されています。このシステムを使うと、周期的変化のある音のデータに対して、楽譜のようにどこで息を吸うか、

どこで息を吐くかの情報を追加することで、呼吸の動作と音の周期的変化を同調させることができます。すなわち、このシステムを使うことにより、継続的に息を吸うと音が高くなる、吐くと音が低くなる、といった状況を作り出すことができるようになります。我々はこの装置を使った実験を通して、呼吸と音の変化を一致させると、まったく同じ音に対しても感じ方が変わるということを示すことに成功しました[2]。つまり、呼吸をするタイミングと音の変化のタイミングをコントロールすることで、体の微弱な反応を変えるだけでなく知覚的な印象をもある程度左右できることを、示すことができたこととなります(図2)。

#### 呼吸と音の関係を極めた先の新たな体験の提供を目指して

ではこのような呼吸変化が起きることが、音楽を聴くという知覚体験に何らかの意味を与えるのでしょうか？実は、ここまでお話しした呼吸と音のタイミングが体と感情に影響を与えるという現象を、我々は無意識のうちに活用している可能性があります。例えば一定のリズムで打たれる太鼓の音を聴いていると呼吸周期が音に引っ張られて速くなることが知られています。では呈示

される音が複雑な音楽になった場合はどうでしょうか？直感的には音楽と呼吸は関係すると思うかもしれませんが、学術的には呼吸が速くなる傾向があるという以上の知見はありませんでした。そこで、我々は同じ音楽を繰り返し同じ人に聞かせる実験を行いました。すると、同じ曲を聞かせても人それぞれに特有の呼吸パターンが浮かび上がってくることを発見しました[3]。つまり、その曲の経験を積むほど、どの音の場面で息を吸うか、吐くかといったパターンが決まってくるということです。我々が得た知見(息のタイミングと音の変化が一致すると知覚的印象が変わる)とあわせてみると、より音楽の印象を深く感じるために無意識的に呼吸を変化させているとも言えます。これらの知見は将来的により音楽を楽しむためのインタフェース等を作る上で大きなヒントにもなります。

我々のグループでは呼吸と音の関係の知見を深めるとともに、音の信号処理、触覚刺激などの様々な技術を組み合わせ[4]、より楽しめる呼吸へ誘導したり、より心に響くタイミングで音を出したりといった、新たな感動を生むインタフェースへの応用も模索して研究を行っています。

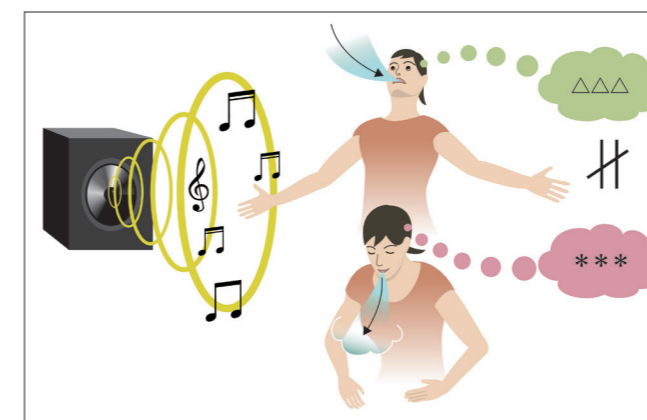


図1:物理的にまったく同じ音を聞いたとしても呼吸のタイミングによって身体の反応が異なります

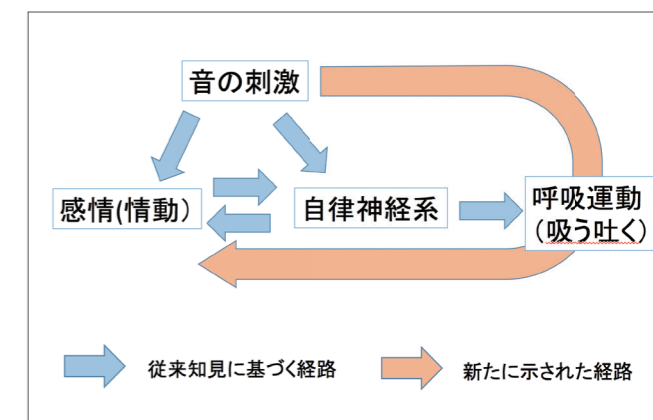


図2:我々は呼吸の運動と音の刺激タイミングを合わせることによって、感情(情動)に影響を与えることを発見しました

#### 関連文献

- [1] T. G. Sato, Y. Ooishi, "Sound presentation during different respiration phases alters the sound-induced vasoconstriction mediated by the sympathetic nerve," *Neuroscience Letters*, Vol. 521, pp. 67-70, 2012.
- [2] T. G. Sato, J. Watanabe, T. Moriya, "Presenting changes in acoustic features synchronously to respiration alters the affective evaluation of sound," *Int. J. Psychophys.*, pp. 179-186, 2016.
- [3] T. G. Sato, M. Ohsuga, T. Moriya, "Increase in the timing coincidence of a respiration event induced by listening repeatedly to the same music track," *Acoustical Science and Technology*, Vol. 33, No. 4, pp. 255-261, 2012.
- [4] T. G. Sato, M. Ohsuga, H. Boutani, T. Moriya, "Tactile phantom sensation for coaching respiration timing," *IEEE Trans. Haptic*, Vol. 8, No. 1, pp. 119-125, 2015.