



TOHOKU GAKUIN

東北大学

2016年9月23日

報道機関各位

山梨英和大学  
東北学院大学  
東北大学電気通信研究所

## 頭を動かしている最中は音が動いたことに気づきにくくなる -音空間知覚の仕組みの解明につながる研究成果-

### 【概要】

- ・頭を自ら動かしている最中は音空間の変化に気づきにくくなることを世界に先駆けて明らかに
- ・より少ない情報量で高い臨場感を持つ音場情報を実現する技術の開発につながる成果

私たちが音の位置を知覚する時は、音源から左右の耳に届く音の変化や差異を手がかりにしています。したがって、従来の研究では、頭を動かす場合と頭を動かさない場合を比較すると、頭を動かした場合のほうが、音の位置を正確に判断できるという報告が数多くなされてきました。

このたび、山梨英和大学人間文化学部 本多明生（ほんだあきお）准教授、東北大学大学院情報科学研究科修了生 大場景翔（おおばかげしょう）氏、東北学院大学工学部 岩谷幸雄（いわやゆきお）教授、東北大学電気通信研究所 鈴木陽一（すずきよういち）教授の研究グループは、聴取者が頭を動かしている最中に音を移動させると、頭を動かしていない時と比べて、音が動いたことに気づきにくくなることを発見しました。これは、私たちの音空間知覚が、聴覚情報のみならず自己運動感覚情報にも基づいていることを示すもので、音空間知覚に関する脳情報処理の仕組みの解明につながる重要な研究成果です。また、工学応用の面でも、より少ない情報量で同等の臨場感を持つ音場情報制御や提示を実現する情報処理技術の開発につながる成果です。

この研究成果は、2016年9月16日に、知覚心理学に関するオープンアクセスの国際学術誌「アイ・パーセプション (*i-Perception*)」に「Detection of Sound Image Movement during Horizontal Head Rotation (和文：頭部水平回転時の音像移動の検知)」というタイトルで掲載されました。

(問い合わせ先)

山梨英和大学人間文化学部

本多 明生 准教授

電話番号：055-223-6020

e-mail：honda@yamanashi-eiwa.ac.jp

## 【研究内容】

私たちが音の位置を知覚する時は、左右の耳に音が到達する時間の違い（両耳間時間差：interaural time difference）や左右の耳の間の音の強さの違い（両耳間強度差：interaural level difference）を手がかりにしています（Blauert, 1997）。そのため、頭を動かすと、両耳間時間差や両耳間強度差に変化が生じることから、音の位置の判断が正確になることが知られています。ところが、近年、頭を早く動かしている最中に音を提示し、提示終了後に音の位置を判断すると、頭を動かさない場合と比べて、音の位置を正しく回答することが困難になることも報告されるようになってきました（例えば Cooper et al., 2008 では平均秒速  $124^\circ$  で頭を回転させた場合にそのような現象が起きたことを報告しています）。したがって、私たちがどのように音空間を知覚しているのか、自己運動感覚が聴覚にどのような影響を与えるのか、など、私たちの音空間知覚の仕組みは依然として解明されていないのが現状です。

このたび、山梨英和大学人間文化学部 本多明生（ほんだあきお）准教授（専門：心理学）、東北大学大学院情報科学研究科修了生 大場景翔（おおばかげしょう）氏、東北学院大学工学部 岩谷幸雄（いわやゆきお）教授（専門：音響通信工学）、東北大学電気通信研究所 鈴木陽一（すずきよういち）教授（専門：音情報システム）の研究グループは、聴取者が頭を動かしている最中に聴取音を移動させると、頭を動かしていない時と比べて、音が動いたことに気づきにくくなることを発見しました。これは、音が提示されている正にその時点で音の位置判断が困難になっていることを世界に先駆けて示したものです。

この研究では、音の動きを厳密に制御するために、頭部運動感応型 3 次元聴覚ディスプレイ（virtual auditory display）という、バーチャルリアリティ装置を使用して、聴覚が正常な人（実験 1 は 8 名、実験 2 は 9 名）を対象にして実験を行いました。実験では、聴取者の正面を  $0^\circ$  としたときの左もしくは右  $60^\circ$  にバーチャル音を提示しました。その聴取音は所定の位置から移動（円周上を遠ざかってから所定の位置に戻る）する条件と移動しない条件がありました。聴取者は、秒速  $60^\circ$  で聴取音の提示方向に動かす条件、頭を動かさない条件、二つの条件で実験に取り組みました。聴取者に求められた課題は、聴取音が移動する条件と音が移動しない条件を聞きくらべて、音が移動した条件を回答することでした（実験 1）。実験の結果、頭を動かさない静止条件では、聴取音が  $3.6^\circ$  移動すれば音が動いたことに気づきましたが、頭を秒速  $60^\circ$  で動かすことを求められた運動条件では、聴取音が  $17.7^\circ$  移動しなければ、聴取者は音が動いたことに気づきませんでした（図 1）。

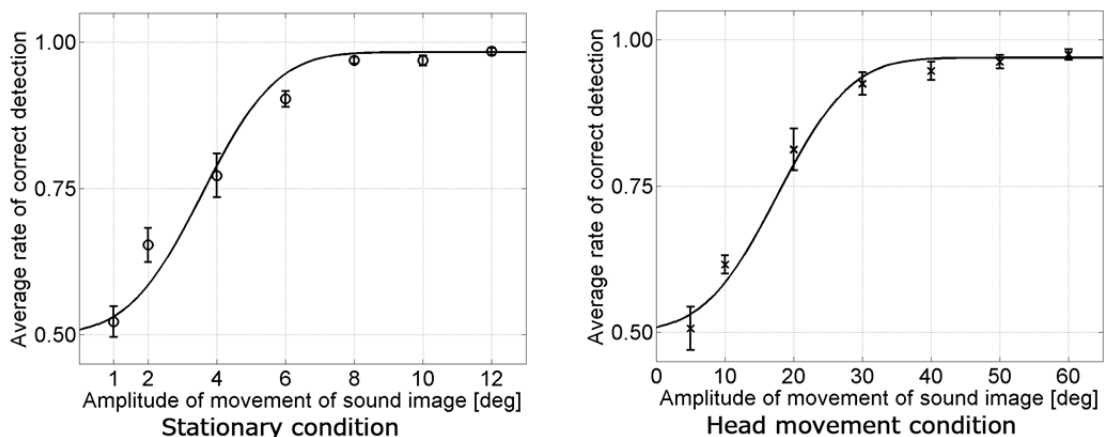


図 1. 実験 1 の結果（左：頭を動かさない静止条件，右：頭を動かす運動条件）

その後の実験(実験2)では、頭を動かす速度によって結果が異なるのかについても検討を行いました。その結果、より遅い速度(秒速30°)で聴取者が頭を動かした場合でも、実験1(秒速60°)と同様に、聴取者が頭を動かしている最中は、音が動いたことに気づきにくくなることがわかりました(図2)。

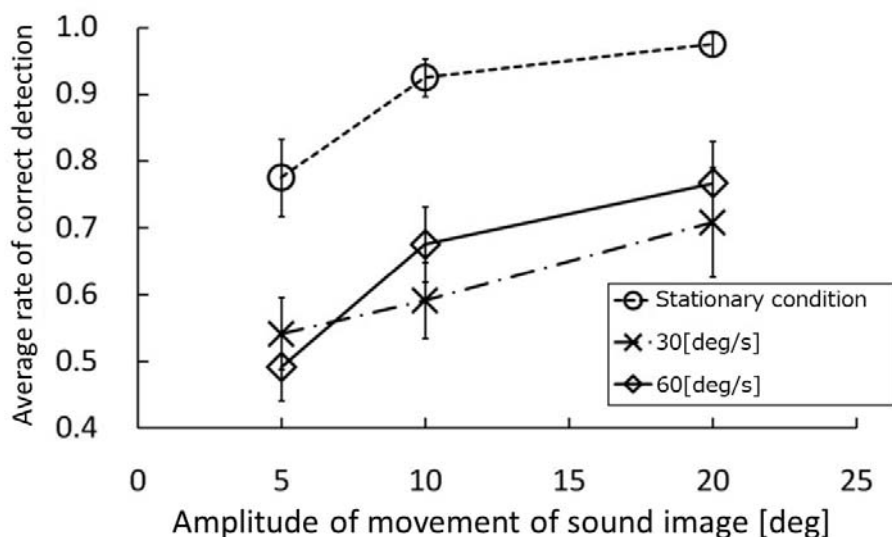


図2. 実験2の結果

人間の知覚の仕組みには、早さを優先すると正確さが損なわれる「トレード・オフ関係」があります。これまでの研究結果は、トレード・オフ関係による説明が可能でしたが、私たちの研究成果は、頭を動かしている最中は、たとえ、動的な音を聴取した場合でも、頭の動きの速度にはあまり依存せずに、頭を動かしたことによって音空間知覚の働きが抑制されることを示唆するものです。したがって、この研究成果は、私たちの音空間知覚の仕組みの解明につながる重要な研究成果といえます。この研究を発展させることによって得られる知見は、近年普及しつつある、HMD(ヘッドマウントディスプレイ)を用いたバーチャルリアリティ装置やソフトウェアの設計において、より少ない情報量で同等の臨場感を持つ音場情報を実現するための情報圧縮や制御、提示技術などに応用できる可能性があります。

本研究は、2016年9月16日、知覚心理学に関するオープンアクセス(注1)の国際学術誌「アイ・パーセプション(*i-Perception*)」に「Detection of Sound Image Movement during Horizontal Head Rotation(和文:頭部水平回転時の音像移動の検知)」(注2)というタイトルで掲載されました。

なお、この研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金(科研費)19001004, 24240016, 16H01736, 26280078, 26540093と、東北大学電気通信研究所の共同プロジェクト研究によるものです。

注1: オープンアクセスとは、オンライン上で無料、制約無しで閲覧可能な学術誌のことです。

注2: 論文情報は以下の通りです。

Honda, A., Ohba, K., Iwaya, Y., & Suzuki, Y. (2016). Detection of Sound Image Movement during Horizontal Head Rotation. *i-Perception*. doi: 10.1177/2041669516669614