

身体中心軸における聴触覚マグネット効果の検証

Investigating the Audiotactile Magnet Effect Along the Body's Central Axis

加賀美 果歩[†], 小鷹 研理[†]
Kaho Kagami, Kenri Kodaka

[†]名古屋市立大学大学院
Graduate School of Nagoya City University
yuki.popjam1115@gmail.com

概要

本研究では、音の周波数に同期した触覚刺激を4つの身体部位に提示し、音響マグネット効果の部位特異性について検討した。その結果、頭部および頭部上に置かれた手への刺激において、音が触覚の位置から鳴っているように感じられる効果が顕著であった。行動指標も同様の傾向を示し、音響マグネット効果が頭部という身体部位に特有の知覚的特性に基づいて生じる可能性が示唆された。

キーワード：視覚・聴覚・音声、多感覚統合

1. 背景

音がどこから聞こえるのか、あるいはどれほど近くにあるのかということ、ヒトは聴覚のみならず視覚や触覚といった他の感覚モダリティから得られる手がかりと統合することで判断している。このような多感覚統合の過程において、ある感覚が他の感覚の知覚に影響を及ぼす現象は、これまで数多く報告されてきた。例えば、Caclin ら (2002) は、左右方向から提示される音と同時に、正面に配置された手に触覚刺激を与えることで、音の知覚位置が中央へと引き寄せられる現象を報告している。このような聴触覚キャプチャ効果は、視覚と聴覚の統合によって視覚刺激の位置に音の定位が引き寄せられる、いわゆる腹話術効果と類似したメカニズムによるものであると考えられている。また、Tajadura-Jiménez ら (2012) は、参加者が床を叩く動作に対応して提示されるタップ音の発生位置を操作することで、身体表象が変化することを示した。具体的には、実際の動作位置の2倍の距離からタップ音を提示した場合に、腕の触覚距離知覚が拡張されることが観察された。これは、提示される音の位置によって、身体の長さや広がりといった空間的知覚が変化する可能性を示しており、聴覚フィードバックが身体表象を動的に再構成しうることを意味している。このように、聴触覚統合は音の空間定位に影響を及ぼすだけでなく、身体の構造や触覚刺激に基づいて、音の知覚上の位置が変化することが示されている。

図1 XRAYHEAD Garden と音響マグネット効果



我々は近年、ハーフミラーを用いた視覚像と音・触覚刺激を組み合わせることで、手や音が頭内に侵入しているかのように感じられる体験装置「XRAYHEAD Garden」において、音の提示と同時に体験者の頭部に触覚刺激を与えることで、音が頭部の方へ引き寄せられて感じられる、頭部音響マグネット効果を報告した (Kodaka & Kagami, CHI2025)。この現象においては、音と触覚刺激の同期提示によって音の知覚位置が身体に近づくように変化することが確認されている。さらに我々が先に行った実験 (加賀美・小鷹, 日本認知心理学会 2025) では、視覚情報を排除した聴触覚刺激のみの提示でもこの効果が生起すること、また触覚刺激の対象が肩よりも頭部でマグネット効果が増強することを明らかにしている。しかしながら、これまでの検討では、音響マグネット効果の部位依存性が、「頭部」という身体部位に特有の現象であるのか、あるいは「身体を中心軸上にある部位」であることによるものなのかを区別することができていない。すなわち、頭部という特異な身体部位に起因する効果なのか、あるいは身体中心軸という構造的要因が影響しているのかという点は未解明である。本研究では、この点において、音響マグネット効果が頭部に特有のものであるという仮説を立て、これを検証することを目的とした。

2. 方法

図 2 実験の様子

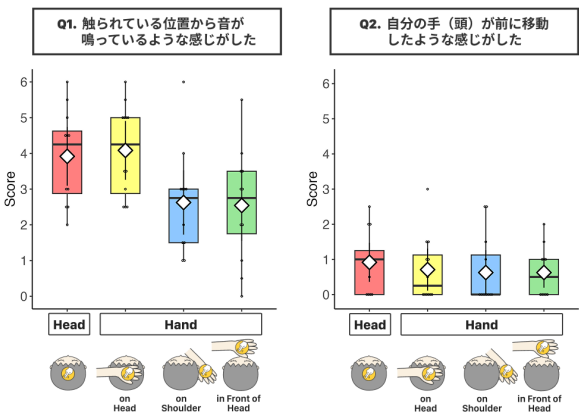


本研究では、音響マグネット効果に対して、頭部固有性と身体を中心軸性の影響を分離して検証することを目的とし、接触刺激の提示部位として以下の4条件を設定した(①頭頂部、②頭の上に置いた手の甲、③肩に置いた手の甲、④顔の前10cmに置いた手の甲)。これらの部位は、頭部・中心軸上・身体外側といった構造的および空間的要因を操作するために選定された。音刺激は、光の強度に応じて周波数の高低が変化する市販の音響玩具を用いて、参加者の頭部から40cmの距離で提示した。音の提示中、触覚刺激として、3本の指による上方からの押圧を加え、その強度を音の変化に同期させて連続的に変調した。参加者には目隠しをしてもらった状態で、各条件につき、30秒間の聴触覚刺激提示を行い、その後に評価を実施した。評価には主観評価と行動指標の2種類を用いて行い、各条件はランダムな順序で2回ずつ実施した。主観評価では、2項目(設問1: 触られている位置から音が鳴っているような感じがした、設問2: 自分の手(頭)が前に移動したような感じがした)について7段階(0~6)の評定尺度で回答を求めた(0: まったく感じない、6: 非常に強く感じる)。

行動指標では、音の知覚位置に関して指差しによる回答を求めた。実験参加者の頭部右側に前後方向の位置を指示するための板を設置し、その上で音の位置を指し示してもらった。1回目の試行では「現在音が鳴っていると感じる位置」、2回目の試行では「30秒間のうち、もっとも自分の方へ近づいたと感じた位置」をそれぞれ回答させた。実験参加者は、大学生12名(男性3名、女性9名)であった。

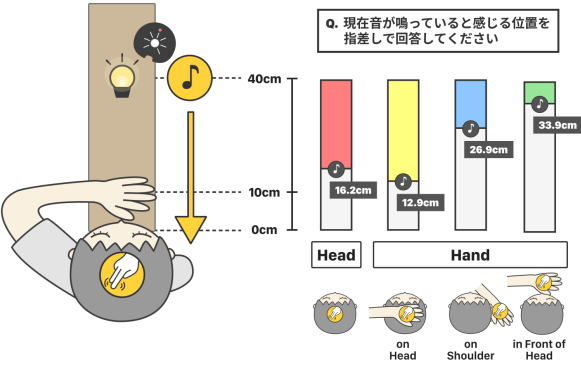
3. 結果

図 3 主観評価の結果



「触られている位置から音が鳴っているような感じがした」という主観評価(質問1)に対し、触覚提示部位(Head, Hand on Head (HoH), Hand on Shoulder (HoS), Hand in Front of Head (HiFoH))を要因とした反復測定分散分析を行った。その結果、主効果が有意であることが示された($F(3, 33)=4.34, p=.011$)。Holm補正による事後比較の結果、頭部への刺激(Head, HoH)とそれ以外の条件との間に、有意傾向($p<0.1$)が確認された。「自分の手(頭)が前に移動したような感じがした」という主観評価(質問2)に対する同様の分析では、主効果は非有意であった($F(3, 33)=2.24, p=.102$)。

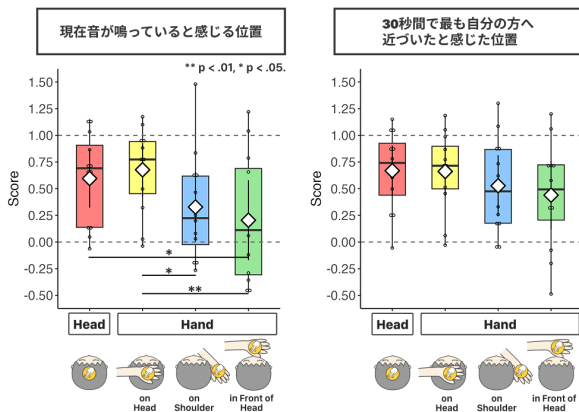
図 4 行動指標で得られたデータ



音の主観的な最終位置に関する行動指標(1回目)として、参加者が指差した位置を基に、音源位置(40cm)を0.0、頭部位置を1.0とした吸着率を算出した。顔の前の手の甲条件では、手を頭から10cmのところに配置したため、10cmを1.0として同様に正規化した。分散分析の結果、触覚提示部位に主効果が認められた($F(3, 33)=6.39, p=.0015$)。Holm補正による事後比較の結果、

HoH 条件は HoS 条件 ($p=.0046$), HiFoH 条件 ($p=.0178$) より有意に音が近くに感じられた。また, Head 条件も HiFoH 条件に比べて有意に音の近接が報告された ($p=.0267$)。「30 秒間のうちで音がもっとも近づいたと感じた位置」に関する行動指標 (2 回目) についても同様の方法で分析を行った。分散分析の結果, 有意な主効果は認められなかった ($F(3, 33)=2.0, p=.134$)。Holm 補正による事後比較においても, いずれの条件間でも有意な差は確認されなかった ($p>.05$)。

図 5 行動指標の結果 (吸着率)



4. 考察

本研究では, 音の周波数に同期した触覚刺激を 4 つの身体部位に提示した際の音響マグネット効果について検討した。その結果, 頭部に (直接または上に添えた手を介して) 触覚刺激を与える条件において, 音が触覚刺激の位置から鳴っているように感じられる傾向が他の条件に比べて顕著であった。これらの結果は, 音響マグネット効果が頭部という身体部位に特有の知覚的特性に基づいて生じている可能性を示唆する。

HoH 条件では, 触覚刺激は頭部に置かれた手に対して提示されていたにもかかわらず, Head 条件と同程度の音響マグネット効果が示された。この結果は, 頭部が音を引き寄せて知覚させる傾向が特に強い身体部位であることを間接的に示していると考えられる。さらに, 手を頭部に置くという身体配置によって, 触覚を通じて頭部の空間的位置がより明確に意識され, その結果として音がその位置に引き寄せられる効果が高まった可能性もある。こうした傾向は, 頭部という身体部位が, 自己意識や注意の中心として特別な意味を持つと同時に, 音の知覚においても優先的に統合されやすい領域であることを反映している可能性がある。実際, 音

は両耳に届く時間差や強度差が小さい場合には頭内定位しやすいという性質を持つ。本研究では, 音源が正面から提示されたことでこの傾向が強くなり, 音の知覚がより頭部に吸着されやすくなっていた可能性がある。こうした聴覚的要因と, 頭部という身体部位に対する心理的な特異性が相互に作用し, 音響マグネット効果の強度を高めたと考えられる。

一方で, 肩に添えた手, 及び頭部から 10cm 前方に置いた手に触覚刺激を与える条件では, 音響マグネット効果は相対的に弱く, 触覚刺激の位置に音が吸着される感覚は限定的であった。これらの部位は, 頭部に比べて身体の中心性や自己意識との結びつきが希薄であると考えられる。特に, HiFoH 条件では, 触覚刺激が顔の前方という空間的に中心的かつ頭部に接近した位置に与えられていたにもかかわらず, 音がその位置に引き寄せられる効果は限定的であった。このことは, 音響マグネット効果における頭部の特異性をやはり明らかにするとともに, 聴覚刺激の同期性における方向同期 (聴覚信号の左右差と, 接触部位の左右) の果たす役割が必ずしも絶対的でないことを示すものでもある。逆に言えば, 頭部に対する音響マグネット効果は, 方向性のある聴覚信号に対しても等しく生じる可能性が指摘される。今後, これらの要因を相互に分離しつつ, 音響マグネット効果における頭部の固有性をひきつづき検証していく。

文献

- Caclin, A., Soto-Faraco, S., Kingstone, A., & Spence, C. (2002). Tactile “capture” of audition. *Perception & Psychophysics*, 64(4), 616–630.
- Tajadura-Jiménez, A., Basia, M., Deroy, O., Fairhurst, M. T., Marquardt, T., Bianchi-Berthouze, N., & Tsakiris, M. (2012). Action sounds recalibrate perceived tactile distance. *Current Biology*, 22(13), R516–R517.
- Kenri Kodaka and Kaho Kagami. 2025. XRAYHEAD Garden: Intrusion of a Sound-emitting Object into the Head via Audiovisual Integration. CHI EA '25. ACM, Article 756.
- 加賀美果歩, 小鷹研理. 頭部と肩に対する聴触覚同期による音知覚マグネット効果の検証. 日本認知心理学会第 23 回大会, 京都大学吉田キャンパス 2025.5-6.