



東北大学



平成 21 年 12 月 2 日

報道機関 各位

東北大学 大学院文学研究科・電気通信研究所  
独立行政法人 産業技術総合研究所  
独立行政法人 日本学術振興会

## 音が「見せる」映像の動き

—高臨場感マルチメディア技術・感覚代行技術の開発につながる成果—

腹話術師は、人形を巧みに使い、実際には腹話術師がしゃべっているにもかかわらず、あたかも人形がしゃべっているような効果を生じさせます。この腹話術効果に代表されるように、映像（視覚情報）が、音の聞こえてくる場所という聴覚の判断（聞こえ）に強い影響を与える現象は、他にも過去いくつか報告されています。それに対し、東北大学および独立行政法人産業技術総合研究所（以下「産総研」という）らの研究グループは、音によって実際には静止した映像が動いて見えることを明らかにしました。これは、音（聴覚情報）が、映像の動きという見え方に強い影響を与えることを世界に先駆けて見いだしたものです。

この研究では、一定の位置で点滅する映像（白い棒）と同時にヘッドホンから左右の耳に交互に音を呈示すると、その映像が音に同期して左右に動いているように見えることを発見しました。また、視野の周辺で映像がはっきりと見えにくくなるほど、また映像と音の呈示タイミングが一致しているほど、音の影響が強く現れることも見いだしました。この研究成果は、見たものと聞いたもののように異なった感覚器官からの情報を脳が統合するメカニズム（いわゆる異種感覚間統合メカニズム）に関する発見です。この研究成果によって、今後、脳における異種感覚間統合メカニズムの研究や異種感覚間統合を利用した高臨場感マルチメディア技術開発を大幅に加速することができると考えられます。本研究成果は、米国の自然科学系オンライン学術誌 Public Library of Science (PLoS) ONE（2009年12月7日）に掲載されます。

本研究は、独立行政法人 日本学術振興会【理事長 小野 元之】の科学研究費補助金（特別推進研究）による助成をうけて、平成 19～24 年度の期間で進めている研究課題「マルチモーダル感覚情報の時空間統合」（研究代表者 鈴木 陽一 東北大学電気通信研究所）の成果の一部です。この研究課題では、高い臨場感と迫真性を持つコミュニケーションシステムの実現を目指して、マルチモーダル感覚情報の時空間統合メカニズムの解明を行っています。今回の研究成果にかかわったメンバーは、東北大学大学院文学研究科【研究科長 花登 正宏】の日高 聡太（博士課程後期 3 年）、同研究科の行場 次朗教授、同大学電気通信研究所【所長 矢野 雅文】の鈴木 陽一教授、岩谷 幸雄准教授、宮内 良太助教（現在、北陸先端科学技術大学院大学勤務）、寺本 渉研究員、および産総研【理事長 吉川 弘之】脳神経情報研究部門【部門長久保 泰】認知行動科学研究グループの杉田 陽一研究グループ長、間中 ゆうこ技術員です。

## ■ 概 要 ■

ヒトは、物体の動きを認識する際、映像（車体の形・色）だけでなく、耳に入る音（タイヤやエンジンの音）など、複数の感覚から得られる情報を無意識に利用している。例えば、音源の位置が、実際に音が出ている場所ではなく、映像に写っている物体の位置であるかのように聞こえる現象（腹話術効果）は古くから知られている。また、映像が動いていると、実際には動いていない音にも動きが感じられることが知られてきた。一方、動きにおよぼす音の効果については、これまで、音背景音によって動きの性質（はつらつとした動き、ゆったりした動きなど）が大きく変化することが知られている。しかし音によって映像に動きが感じられることは、全く知られていなかった。

本研究グループは、ヘッドホンから音を左右の耳に交互に呈示した際、音と同時にある一定の位置で点滅する光（白い棒）に動きが見えるかどうかを測定した。その結果、光が視野の周辺に呈示されると、実際には静止している光が一定の距離を移動するように見えることが明らかになった。この現象は、音と光の呈示タイミングが一致しているほど生じやすくなることが明らかとなった。

今回の成果は、見たものと聞いたもののように異なった感覚器官からの情報を脳が統合するメカニズム（いわゆる異種感覚間統合メカニズム）に関する重要な発見である。この現象の発見によって、今後、脳における異種感覚間統合メカニズムの研究が大幅に加速されると考えられる。また、現在開発が進んでいる映画やアトラクション施設などの高臨場感を有したバーチャルリアリティ空間の創成において、複数の感覚器官に対する入力を利用して、よりリアルな環境を実現する高臨場感視聴覚情報提示技術の開発に大きく貢献すると考えられる。その一方で、光と音の刺激強度を可能な限り強くすることにより高い臨場感や迫力を得るといふ、ともすれば人にとって負荷が高くなるアプローチではなく、各感覚器官への入力のバランスを適切に操作することで、人にとって優しくしかも効率的な情報提示技術の開発指針を与えることが期待される。さらに、動きを感じる際、光と音との間で共通の脳内メカニズムが関与すると考えられることから、例えば視覚機能が衰えてしまった高齢者の方や視覚障害の方も、音によって健常者と等質の動きを感じる事が可能になるなど、福祉分野への応用可能な技術として利用されることも期待される。

## ■ 研究の内容 ■

まず4名の実験参加者に、暗室の中で音と光を6回ずつ呈示し、光が動いて見えるか止まって見えるかを判断させた。音は、白色雑音（85 dB SPL、持続時間50ミリ秒、立ち上がり・立ち下り時間はそれぞれ5ミリ秒）をヘッドホンから呈示した。光は、真っ暗な背景のGRTモニタ上に、一定の位置で点滅する白い棒（提示時間100ミリ秒）を呈示した【図1】。音と光がオンセット（出現）するタイミングはそろっており、オンセットの時間間隔は500ミリ秒とした。光の呈示位置と視野の中心との距離（偏心度）は、参加者の効き目の方向に1.25、2.5、5、10、20度のいずれかの視角度に設定した。モニタから参加者までの距離は57.3 cmであった。音が左右の耳に交互に呈示される場合、光の呈示位置が視野の中心に近いときには光は止まっていると正確に判断されるが、視野の周辺になるにしたがって動いていると判断された【図2】。また、音が片耳だけにしか呈示されない場合や音が呈示されない場合には、光が動いて見えると判断されなかった。

次に、6名の参加者に、音と光を2回ずつ呈示し、光が動いて見えた方向（左か右）を判断させた。音は左右の耳に交互に左・右、あるいはその逆の右・左という順番で呈示した。また音が呈示されない場面も設定した。さらに、偏心度が10度の位置に実際に移動する光を呈示した。移動する方向は、音が左右の耳に呈示される順番と一致する場合と一致しない場合を設け、それぞれ同数設定した。光の移動する距離（視角度）は、0.05、0.1、0.2、0.4度に設定した。光が移動する方向が右になるにつれ、また移動する距離が大きくなるにしたがって、右に動いたと判断される割合が高くなるが、光の移動する距離が小さい場合には判断が困難になり、右に動いたと判断される割合と左に動いたと判断される割合が半々になる【図3】。この、動きの方向判断が50%になる点を、主観的に「止まっている」と感じる光の移動量（主観的静止点）とした。音が呈示されない場面に比べて、音が左・右と呈示される場面では光が左方向に移動する点、音が右・左に呈示される場面では光が右方向に移動する点というように、音によって主観的静止点がずれていた。これは、音の呈示順序とある程度反対方向に移動する光が止まって見えることを示す。このことから、音によって光が移動するよう、実際に見えていることが分かった。

最後に、7名の参加者に、2回ずつ呈示される光と音のオンセットタイミングを、0ミリ秒から250ミ

リ秒まで、50 ミリ秒間隔でずらして呈示した。音が先に呈示される場合と光が先に呈示される場合を同数設定した。音は左右の耳に交互に左・右、あるいはその逆の右・左という順番で呈示した。光は、偏心率が10度の位置で点滅・静止していた。参加者は、光が動いて見えた方向（左か右）を判断した。各オンセットタイミングにおいて、光が動いて見えた方向が音の呈示順序と一致した割合を算出したところ、光と音のオンセットタイミングのずれが大きくなるに従って、この割合が小さくなった【図4】。このことから、音の動きにより光が動いているように見える現象は、音と光のオンセットタイミングが一致しているほど生じやすくなることが分かった。

注) 下線の単語については、この後の「用語の説明」欄を参照

#### ■ 今後の予定 ■

音によって光の動きが誘発されることが心理学的に明らかになった。しかし、これがどのように脳内で実現されるかは明らかになっていない。今後は、神経生理学および神経解剖学的研究によって、脳内メカニズムを明らかにしたい。また、横方向だけではなく、縦方向や奥行き方向においても音が光の動きを誘発するかを明らかにし、高臨場感マルチモーダル情報提示技術を実現するバーチャルリアリティ空間の開発への応用を図りたい。

#### 【用語の説明】（五十音順）

##### ◆視角度

光が、実際に眼の中に映る大きさ（角度）。57.3 cmの距離から観察された1 cmの光は、1度となる。

##### ◆主観的静止点

物理的にも物が動いていても、主観的には静止まわっていると感じられる値

##### ◆腹話術効果

実際に音が出ている場所（聴覚情報）ではなく、映像によって与えられる情報（視覚情報）に基づいて音源の位置を判断する現象。腹話術において、実際には腹話術師がしゃべっているにもかかわらず、腹話術師が操作する人形の口の動きにより、実際に声が出ている場所は違うにも関わらず、脳が、声は口から出ていると錯覚することに由来する。テレビの横にあるスピーカーから音が出ているにもかかわらず、画面の中の話者の位置から声が出てくるように感じられることが多いが、これも腹話術効果によるものである。

類似の現象として、映像に動きがあると、音源は動いていないにもかかわらず、音像も動いているように聞こえることが少なくないことが報告されている。

このように、これまで、聴覚（聞こえ）が視覚情報の影響を強く受ける現象は様々なものが報告されている。それに対し、視覚（見え）が聴覚情報の影響を強く受けるという研究はたいそう少ない。

##### ◆偏心率

視野の中心から光が呈示されるまでの距離

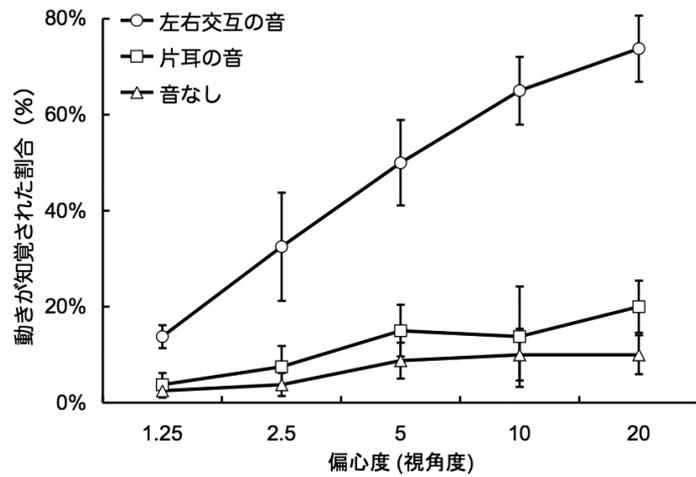
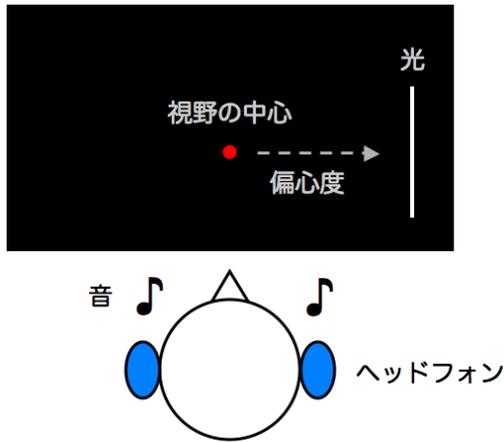
##### ◆臨場感

そもそも「あたかもその場にいる感じ」を表す言葉であるが、それが転じて「迫力がある」、「リアリティがある」、「本物っぽい」といった印象などを表現する言葉として使用されている。

#### ■ 論文名と著者の英文表記 ■

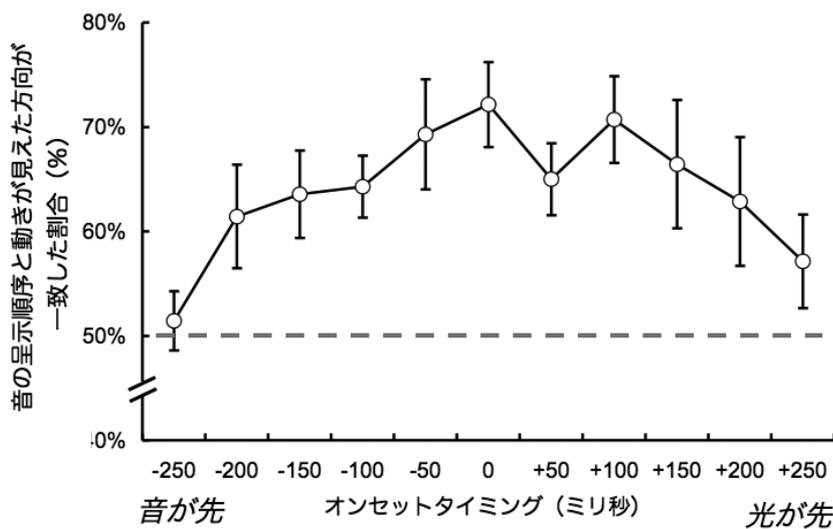
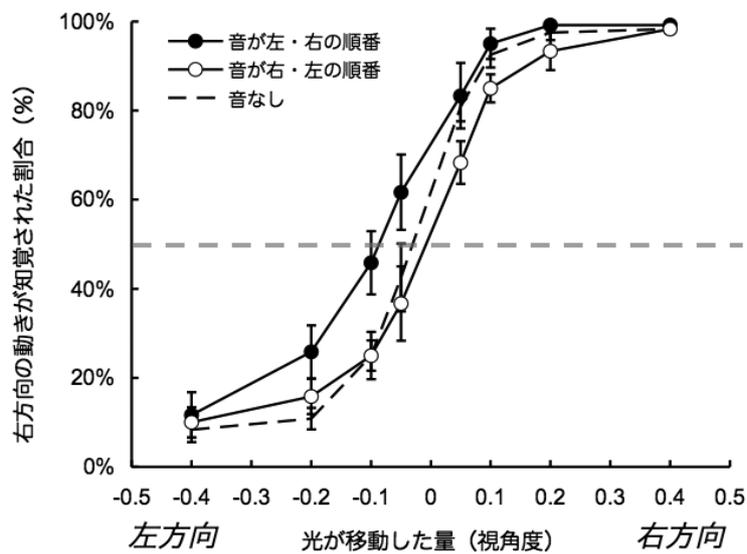
Alternation of Sound Location Induces Visual Motion Perception of a Static Object

Souta Hidaka, Yuko Manaka, Wataru Teramoto, Yoichi Sugita, Ryota Miyauchi, Jiro Gyoba, Yōiti Suzuki, and Yukio Iwaya



左：図1 実験場面の模式図。

右：図2 左右交互の音，片耳の音，音なしの場合で光に動きが知覚された割合。縦軸：動きが知覚された割合。横軸：偏心度。



上：図3 音の呈示順序による主観的静止点の変化。横軸は光が移動した量，縦軸は右方向の動きが知覚された割合。横軸に沿って描かれている点線が，動きの方向判断が50%になる点（主観的静止点）。

下：図4 オンセットタイミングの効果。横軸は音の呈示順序と動きが見えた方向が一致した割合。横軸はオンセットタイミング

○本件問い合わせ先

東北大学大学院文学研究科  
博士課程後期 日高聡太 〒980-8576 宮城県仙台市青葉区川内 27-1  
TEL : 022-795-6048  
E-mail : hidaka@sal.tohoku.ac.jp

東北大学電気通信研究所  
研究員 寺本渉 〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1  
TEL : 022-217-5460  
E-mail : teraw@ais.riec.tohoku.ac.jp

東北大学電気通信研究所  
准教授 岩谷幸雄 〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1  
TEL : 022-217-5460  
E-mail : iwaya@ais.riec.tohoku.ac.jp

東北大学電気通信研究所  
教授 鈴木陽一 〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1  
TEL : 022-217-5460  
E-mail : suzuki@ais.riec.tohoku.ac.jp

脳神経情報研究部門 認知行動科学研究グループ  
独立行政法人 産業技術総合研究所  
研究グループ長 杉田陽一 〒300-4201 茨城県つくば市大字寺具字柏山 1497-1  
TEL : 029-869-1921 FAX : 029-869-1904  
E-mail : y.sugita@aist.go.jp

東北大学大学院文学研究科  
教授 行場次朗 〒980-8576 宮城県仙台市青葉区川内 27-1  
TEL : 022-795-6043  
E-mail : gyoba@sal.tohoku.ac.jp

<報道担当>

東北大学電気通信研究所 総務課研究協力係  
〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1  
TEL: 022-217-5422 FAX: 022-217-5426  
E-Mail : riec-ken@jm.riec.tohoku.ac.jp