

# 映像に酔うと右脳と左脳の活動が乖離する現象を発見

-安全で快適な高臨場感映像技術開発の足がかりに-

## 概要

京都大学大学院人間・環境学研究科の山本洋紀助教とキヤノン株式会社の宮崎淳吾研究員、明治国際医療大学らの研究グループは、機能的磁気共鳴画像法(functional Magnetic Resonance Imaging: fMRI)を使って、映像に酔ってしまうと、映像の動きを検出する脳部位の活動が右脳と左脳のあいだで互いに乖離する現象を発見しました。映像酔いは、近年、3D やドローンによる撮像をはじめとする様々な高臨場感映像で問題となっています。本発見は、映像をみているときの脳活動の乖離をコントロールする、安全で快適な高臨場感映像技術の開発につながることを期待されます。今回の成果は、近日中にExperimental Brain Research 誌オンライン版に掲載されます。



## 1. 背景

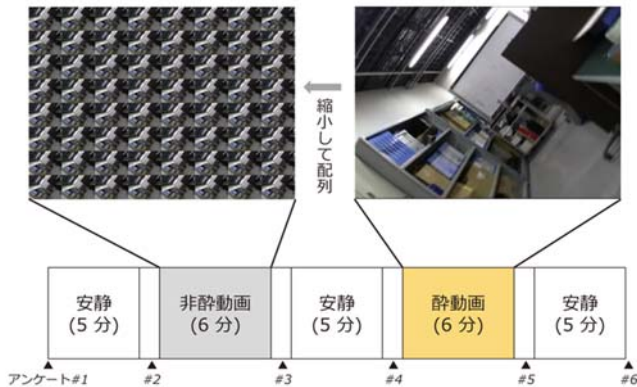
3D 映画を観て気分が悪くなったという報告が後を絶ちません（国民生活センター，報道発表資料，H22/8/4）。映画やテレビ、ビデオゲームなど、ある種の動きを含んだ映像をみているときに目の痛みや吐き気、めまいといった乗り物酔いとよく似た不快感を経験することがあります。この症状は映像酔いと呼ばれ、医学的には車酔いや船酔いとおなじ動揺病の一つと考えられています。近年、映像の技術革新（3D 映像、主観映像<sup>\*1</sup>、拡張現実感<sup>\*2</sup>、複合現実感<sup>\*3</sup>、超臨場感<sup>\*4</sup>など）が相次ぎ、ドローン撮像をはじめ臨場感の高い映像が急速に普及していますが、その一方で、映像酔いという弊害も顕著になり、その原因の究明と対策が急務となっています。

映像酔いが発生するしくみは明らかになっていませんが、有力な仮説として、眼球運動説と感覚矛盾説があります。眼球運動説は、視運動性眼振<sup>\*5</sup>と呼ばれる反射性の眼球運動が原因であるという説です。映像で誘発された視運動性眼振が眼外筋の異常な動きを引き起こし、その動きによって生じた神経信号が、前庭神経を介し自律神経系を司る延髄を刺激してその動きを乱します。結果的に、吐き気のような症状があらわれると考えられています。一方、感覚矛盾説は、身体の動きを監視する三半規管や耳石といった前庭器官が脳に伝える情報と、眼から入ってくる動きの情報とが矛盾するために、それらを脳のなかでうまく統合できないことが原因になるというものです。感覚矛盾説と一致するように、映像酔いの前兆として、止まっているはずの自分があたかも映像の中の空間で動いているような錯覚（ベクシオン<sup>\*6</sup>）を感じる場合があります。

視運動性眼振とベクシオンには、映像の動きを検出する脳部位であるMT+野(Middle Temporal complex)が関与していることがわかっています。興味深いことに、両者とも右脳の優位性を示す報告があり、関与の度合いは右脳と左脳とのあいだで大きく異なるようです。また、MT+野は、前庭感覚を司る大脳の頭頂島前庭皮質とつながっており、密に連係しています。もしかすると、映像酔いは、MT+野の脳活動の左右差が一端となり、頭頂島前庭皮質をはじめ前庭感覚に関わる脳の領域を刺激することによって生じるのかもしれませんが。しかし、映像酔いと視覚皮質活動の左右差との関連性に着目し、この可能性を検討した研究はこれまでありませんでした。

図1 実験で使った2種類の映像と実験の流れ

## 実験の流れ



(左上) 映像酔いを起こさない非酔動画の1フレーム。(右上) 映像酔いしやすい酔動画の1フレーム。非酔動画は酔動画を縮小して8×8 (64 パネル) に配列したもので、映像酔いを誘発しやすい大域的な動きを含まないので、この動画は映像酔いを起こしません。(下) 実験全体の流れ。非酔動画、酔動画の順序で被験者にみてもらいました。動画の再生の前後には、体調の安定を促すため5分間の安静期間が設けられました。脳活動は最初の安静期間の始めから最後の安静期間の終わりまで、連続して測定されました。各動画の再生と安静期間の間には、映像酔いの程度を点数に換算するアンケート (Simulator Sickness Questionnaire: SSQ<sup>27</sup>) が計6回実施されました。

## 解析

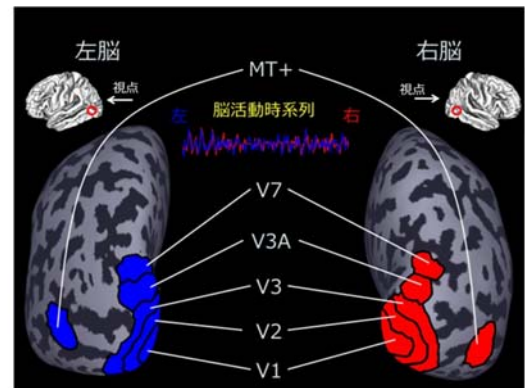


図2 左脳と右脳の時系列脳活動の類似度の評価方法  
視覚的運動処理の中核とされる MT+をはじめ、視覚野 V1, V2, V3, V3A, V7 の合計 6 視覚野について、動画を観察している際の左脳と右脳の脳活動時系列データを測定しました。そして両半球の脳活動の時系列パターンの類似度を示す相関係数を計算しました。各視覚野は、映像酔い脳活動計測実験に先立って全 14 名の被験者各人について視覚野同定 (\*4 レチノトビー) 実験を行って同定した。

## 2. 研究手法・成果

私たちは、“映像に酔うと視覚野 MT+の活動が左右間でお互いに乖離する”、という仮説を検証するために、映像酔いを起こしやすい動画 (酔動画) と起こしにくい動画 (非酔動画) で脳活動のリズムが左右でどのくらい違うのかを、fMRI という装置を使って調べました (図 1 参照)。酔動画はアーム付きの車にカメラを取り付け、カメラをアームで激しく動かしながら、室内を移動して撮影したもので、いわゆる主観映像の一種です。非酔動画は酔動画を小さくして多数並べたものです。2つの映像は各々6分間にわたって再生され、その間、脳活動は連続して測定されました。脳活動の左右間の乖離の程度を数値化するため、右脳と左脳の活動リズムの類似度 (ピアソンの相関係数) を算出しました (図 2)。この相関係数は、右脳と左脳の活動リズムが完全に一致するときは 1.0、全く異なるときには 0.0 になります。

実験には 14 名が参加し、そのうちの 8 名は酔動画を見たときに映像酔いを訴え (酔い群)、残りの 6 名はいずれの動画でも酔いを経験しませんでした (健常群)。各動画を再生した時の脳活動を比較した結果を図 3 に示します。視覚野 MT+の分析結果で、棒グラフが高いほど、左脳と右脳の脳活動の相関が高い、つまり、活動が似ていることを意味します。左側の 2 つの棒グラフは、酔い群の結果です。右脳と左脳の活動の相関は、非酔動画を見ている際には高いのですが、酔動画を見ると大きく低下することがわかりました。この結果は、酔動画によって脳活動が左右で乖離するという仮説を支持するものです。一方、右側の 2 つの棒グラフは、健常群の結果です。健常群ではそのような相関の低下は認められませんでした。他の視覚野 V1, V2, V3, V3A, V7 についても調べましたが、MT+で観測された右脳・左脳間の相関の低下はいずれの群でも確認されませんでした。まとめると、映像に酔った人たちの視覚野 MT+でのみ、左脳と右脳で活動が乖離することがわかりました。

## 3. 波及効果

今回発見された映像酔いにもなる MT+野の変調現象は、映像酔いの神経メカニズムを理解する糸口になります。MT+野は映像の動きの検出だけでなく、映像酔いの前兆である眼や身体の動きの制御・検出にも重要な脳部位です。他の視覚野ではなく、動きを司る MT+野だけに変調が見られたという事実は、MT+野が映像酔い解明の鍵を握る脳部位であることを強く示唆しています。視覚野 MT+と脳内の他の領域とが映像酔いを生じる過程でどのように関わり合っているのか、今後の研究によって明らかにされていくことで、映像酔いだけでなく、動揺病が生じるしくみの理解が推進されていくと考えられます。

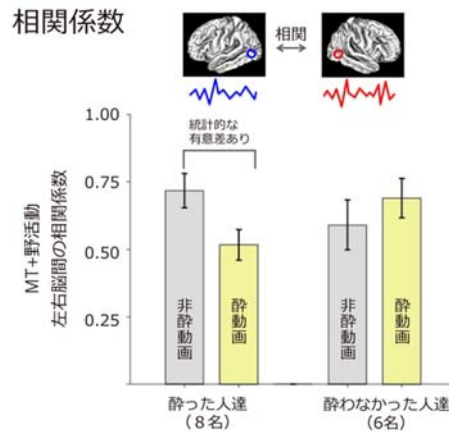


図3 視覚野 MT+の脳活動の左右脳半球間の相関に及ぼす映像酔いの効果。

産業応用という面では、MT+野の脳活動の左右差を指標にすることで、映像が人に与える生体影響を早期に客観的に評価する新しい技術への展開が期待されます。評価だけでなく、より積極的に、MT+野の乖離を減少させることで快適な映像を提供するマジックのような技術の開発も可能かもしれません。近年、ディスプレイの大画面化、高精細化、そして 3D 映像に代表される臨場感の強化が進められていますが、それらは同時に映像酔いをまねく環境にもなり得るため、映像がみる人に及ぼす悪影響を監視し、状況に応じて映像を適切にコントロールする技術が求められています。今回の成果は、そのような技術の足がかりとなるものです。

#### 4. 今後の予定

今回は映像をみているときの脳活動に着目しましたが、映像酔いは安静期間の脳活動にも影響を及ぼす可能性があります。近年、安静時の脳機能ネットワークの研究が急速に発展し、右脳と左脳の活動の相違は安静時でも注目されています。今後は、酔い前後で安静時の脳活動を脳全体で比較し、酔いが脳全体のネットワークに及ぼす影響を調べたいと考えています。

#### <論文タイトルと著者>

**Inter-Hemispheric Desynchronization of the Human MT+ during Visually Induced Motion Sickness**  
 Jungo Miyazaki, Hiroki Yamamoto, Yoshikatsu Ichimura, Hiroyuki Yamashiro, Tomokazu Murase, Tetsuya Yamamoto, Masahiro Umeda, Toshihiro Higuchi

#### <用語解説>

##### \*1 主観映像

特定の人視点で撮影された映像のこと。映画などで、登場人物が見ている視界を視聴者に共有してもらう効果を演出するために用いられることがある。ドローンによる撮像もその手法のひとつである。

##### \*2 拡張現実感

実写映像にコンピュータ・グラフィックスなど仮想の映像を重ね合わせた映像を視聴することによってもたらされることのある、現実感を拡張した感覚のこと。そのような感覚を提供する機器は、拡張現実 (Augmented Reality: AR) システムと呼ばれ、Google 社の Google Glass をはじめ盛んに開発が進められている。

##### \*3 複合現実感

実写映像と仮想の映像を重ね合わせた映像を視聴することによってもたらされることのある、現実と仮想とが継ぎ目なく融合されて新たに惹起された現実感のこと。そのような感覚を提供する機器は複合現実 (Mixed Reality: MR) システムと呼ばれ、開発が進められている。

##### \*4 超臨場感

限りなく現実に近い感覚、または現実には体感できない感覚を指して使われる用語。そのような感覚を提供する機器の実現へ向けて、日本では超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム (<http://www.urcf.jp/index.html>) が設立され、研究開発が進められている。

\*5 視運動性眼振

人が連続する運動パターンを観察するとき反射的に生じる眼球運動。運動パターンを追うゆっくりとした運動（緩徐相）と、眼球位置をリセットする速い運動（急速相）の2つのフェーズで構成される。例えば、電車の中から窓の外の景色を眺めるときに生じることがある。

\*6 ベクシオン

人が視野広域に一樣な運動パターンを観察したときに生じることがある、あたかも自分自身が運動しているかのような錯覚（視覚誘導自己運動感覚）。身近な例として、停止している電車の中から隣のホームを進行する車両を見たときに、自身の車両が進行しているかのような錯覚を覚えることがある。

\*7 Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)

シミュレータ酔い (Simulator Sickness, 飛行機シミュレータなどを操作しているときに経験することがある乗り物酔いに似た不快症状) の程度を評点するために開発されたアンケート。被験者は目の痛み、吐き気、ふらつき感など16項目の質問について0（いいえ）から3（はい）の4段階で回答する。シミュレータ酔いに限らず、映像酔いの研究でも使用されることが多い。

\*8 レチノトピー（網膜部位再現性）

大脳視覚野の神経細胞群が、網膜上の位置関係と対応した配列で構成されている性質のこと。第1次視覚野 (V1) をはじめ、脳の後頭領域に存在する複数の視覚野は、この性質にしたがってそれぞれが完結した視野のマップを有している。この視野マップを同定する実験（レチノトピー実験）を行うことによって、大脳皮質に占める各視覚野の領域を定義することができる。