

アルファ波の揺れが目に見えた ～アルファ波のリズムを変える技術を世界で初めて開発～

【ポイント】

- アルファ波のリズムを変える技術を開発し、アルファ波が視覚的な揺れとして目に見えることを実証
- ジター錯視の揺れの速さがアルファ波のリズムを直接反映することを確認
- アルファ波のリズムを変えることで、将来的に短期記憶能力などの認知機能向上の可能性あり

国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT、理事長: 徳田 英幸)脳情報通信融合研究センター 天野薫主任研究員らは、本来揺れていない物体が 10 Hz 付近で揺れて知覚されるジター錯視¹の揺れが、ヒトの脳内に元々存在するアルファ波²のリズムから生じることを発見しました。

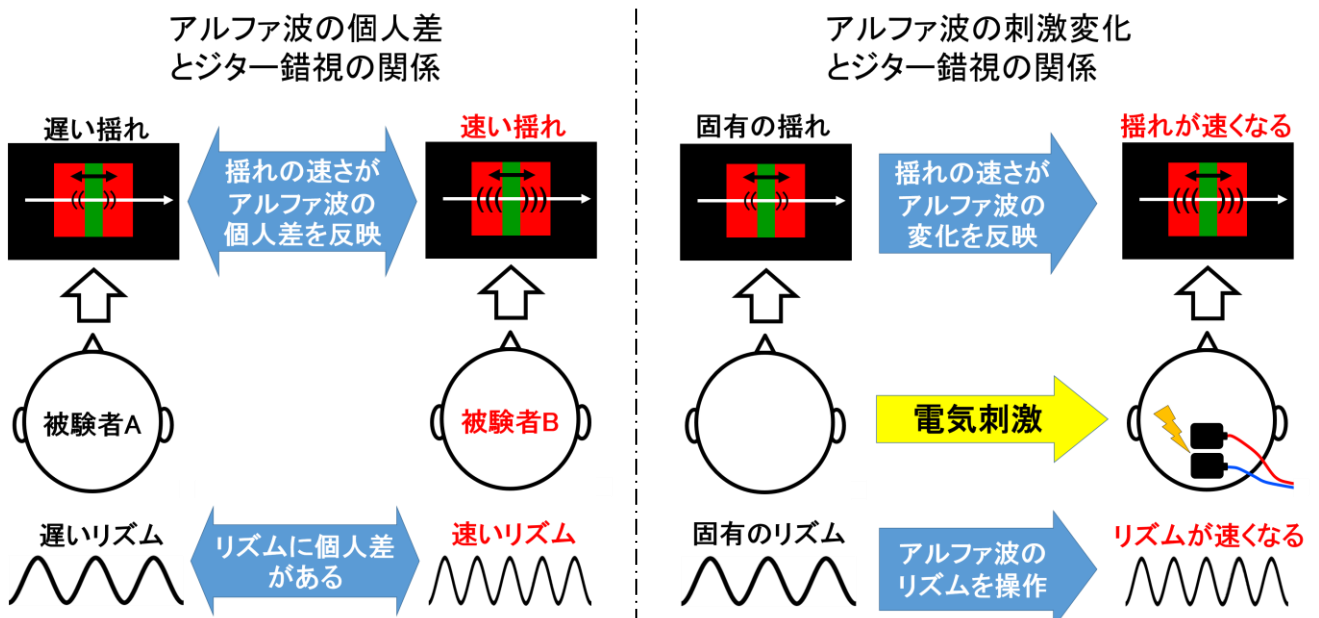
今回実験に使用したジター錯視は、赤い正方形の真ん中に明るさの等しい緑の縦棒が配置された図形を、黒い背景の上で水平方向に一定の速さで移動させると、実際には揺れていない緑のバーが水平方向に行ったり来たりするように感じられる現象です。このジター錯視の揺れがどのくらいの速さで感じられるかには個人差があります。我々は、アルファ波が遅い人はジター錯視も遅く、速い人は速く見えることを実証しました。さらに、被験者の後頭部に微弱な電気刺激を与えてアルファ波のリズムを人工的に変調する技術を開発し、アルファ波の周波数の上げ下げに応じてジター錯視の周波数も変化することを示しました。これらの結果から、視覚入力の有無に依らず脳内に元々存在するアルファ波のリズムが、視覚的な揺れとして知覚されていることが実証されました。今後、アルファ波の周波数を変調する技術を応用し、短期記憶などの認知機能のパフォーマンス向上につなげられる可能性があります。

なお、本研究成果は、「*Current Biology*」のオンライン版に日本時間7月28日(金)午前2時に掲載される予定です。

【背景】

アルファ波とは脳から発生する 8-13 Hz (1 秒間に約 10 回) 程度の電気的な振動(脳波)のことで、目を閉じたり、リラックスしたりする時に顕著に現れることから、従来は積極的な機能を果たしていないと考えられてきました。ところが、最近の研究で、我々がものを見る機能、すなわち視覚情報処理への関与が報告され、例えば、見ている対象に注意を向ける機能などと密接に関係していることが分かってきました。しかし、先行研究で報告されてきた視知覚とアルファ波の関係は相関関係(関係があるかないか)の議論の域を出ず、アルファ波が「原因」として視知覚に関与しているという証拠は、明確に示されてきませんでした。

【今回の成果】



本研究では、本来揺れていないはずの物体が、1秒間に10回程度揺れて感じられるジター錯視と呼ばれる現象に着目し、被験者が感じるジター錯視のリズムの個人差が、アルファ波のリズムの個人差を反映することを確認しました。つまり、アルファ波のリズムが速い人はジター錯視も速く、遅い人は遅く見えるということが分かったのです。また、アルファ波の周波数は個人内でもわずかにゆらぎますが、このゆらぎに応じてジター錯視の見え方も変化することが分かりました。

さらに、人体に害のない微弱な電気刺激(経頭蓋電気刺激³⁾)を被験者の後頭部に与えることで、アルファ波が持つリズムの速さを人工的に変化させる技術を開発し、実際にリズムが速くなったり遅くなったりすることを世界で初めて観測しました。

脳に交流電気刺激を与える従来の手法では、電気刺激そのものがノイズとなって、電気刺激を与えている時の脳活動を脳磁図(MEG)⁴などの脳機能計測法で観測することが困難でした。本研究で開発した変調技術の優れた点は、電気刺激を従来の手法とは異なる特殊な波形にすることで、電気刺激のノイズを伴わずに特定の脳活動を観測できることです(補足資料 1. 参照)。この技術を用いてアルファ波のリズムを速くしたり遅くしたりしたところ、被験者が感じるジター錯視の揺れも同様に変化しました。この結果から、アルファ波の持つリズムがジター錯視の知覚に寄与していることが実証されました。さらに、本研究結果から、脳の別々の場所で処理された形や動きなどの情報を統合するタイミングをアルファ波が決めていることが示唆されました(補足資料 2. 参照)。

今後、アルファ波の周波数と対応する認知機能が明らかになれば、本研究で開発したアルファ波変調技術を用いることで、これらの認知機能のパフォーマンスを人工的に向上できるようになる可能性があります。

【今後の展望】

今回、アルファ波が「原因」でジター錯視が「結果」であるという因果的な関与を実証しましたが、アルファ波と関連する認知機能は視覚、聴覚、記憶をはじめとして多岐にわたる可能性があります。

今後は、本研究で開発したアルファ波変調技術を応用し、これらの認知機能とアルファ波の、より詳細な関係性の解明を目指します。例えば、アルファ波のリズムを変えることにより、お年寄りの認知機能を補ったり、短期記憶の能力の向上を図ったりすることが可能になるかもしれません。また、人々が日常生活の中でデスクワークなどを行う際に必要になる認知機能と、アルファ波との関係性を精査することで、私たちの日常行為のパフォーマンスを高めるような研究も進めていく予定です。

<掲載論文>

掲載誌: *Current Biology*

DOI: 10.1016/j.cub.2017.06.033

URL: <http://www.cell.com/current-biology/>

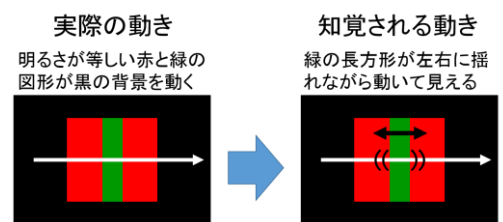
掲載論文名: Illusory Jitter Perceived at the Frequency of Alpha Oscillations

著者名: Sorato Minami, Kaoru Amano

<用語解説>

*1 ジター錯視

錯視の一種。黒い背景の中で、赤い正方形と緑の長方形を同じ速さで動かすと、本来揺れていないはずの緑の長方形が揺れて見える現象。この現象は、明るさの違いがある赤と黒の境界線に比べて、明るさが等しく色のみが異なる赤と緑の境界線の方が遅く知覚され、その遅れを、脳が何らかのタイミングで補正することによって生じているものだと考えられている。



*2 アルファ波

ヒトや動物の脳内における電氣的活動を頭皮上の電極などで計測したものを脳波といい、特に8-13 Hzで振動する活動のことをアルファ波と呼ぶ。アルファ波はリラックスしたり目を閉じたりすると大きくなるが、近年では、様々な視覚現象と関連することが報告されている。

*3 経頭蓋電気刺激

頭蓋骨の上から、極めて微弱な電気を流すことで、非侵襲的に脳を刺激する手法。この刺激によって脳活動を変化させることで、認知機能に様々な影響が見られることが知られている。特に刺激が交流電流のものは経頭蓋交流電気刺激(tACS)と呼ばれ、特定の周波数の脳波がどのような機能を果たしているのかを研究する手法として使われている。

*4 脳磁図(Magnetoencephalography, MEG)

脳内の神経活動に伴って生じる微弱な磁場を計測する非侵襲イメージング技術の一つ。脳活動の時間変化を計測することができる。今回の実験では、このMEGを用いて被験者の脳波を検出した。

1. 今回開発したアルファ波変調技術

本研究で開発した、電気刺激を用いたアルファ波変調技術の概略図を図 1 に示します。我々は、実験の始めに、被験者が持つアルファ波の固有の周波数 (PAF: Peak Alpha Frequency) を測定しました。その周波数よりも 1 Hz 速い、あるいは遅い周波数 (ターゲット周波数) へ、アルファ波を変化させるために電気刺激を与えました。ここで、PAF \pm 1 Hz の交流電流をそのまま与えてしまうと、電気刺激によって大きなノイズが生じるため、アルファ波の脳活動を測ることができなくなってしまいます。そこで我々は、図 1 の中央図に示すような高周波数 (200 Hz) の振幅をターゲット周波数で変化させました (刺激波形の赤色の部分) (AM 変調)。この波形で出力された電気刺激は、高い周波数 (200 Hz 付近) の帯域にしかノイズを発生させないので、アルファ波帯域の脳活動には、電流ノイズが載らないというメリットがあります。この電気刺激を流している時の脳内では、被験者固有のアルファ波のリズムが、電気刺激の赤色の峰の部分を持つリズムに誘導され、結果として、被験者のアルファ波のリズムも変化することになります。この手法を用いることで、電流を被験者の頭部に流した状態での脳波計測が可能になり、アルファ波のリズムが変化の様子を直接観察することができます。

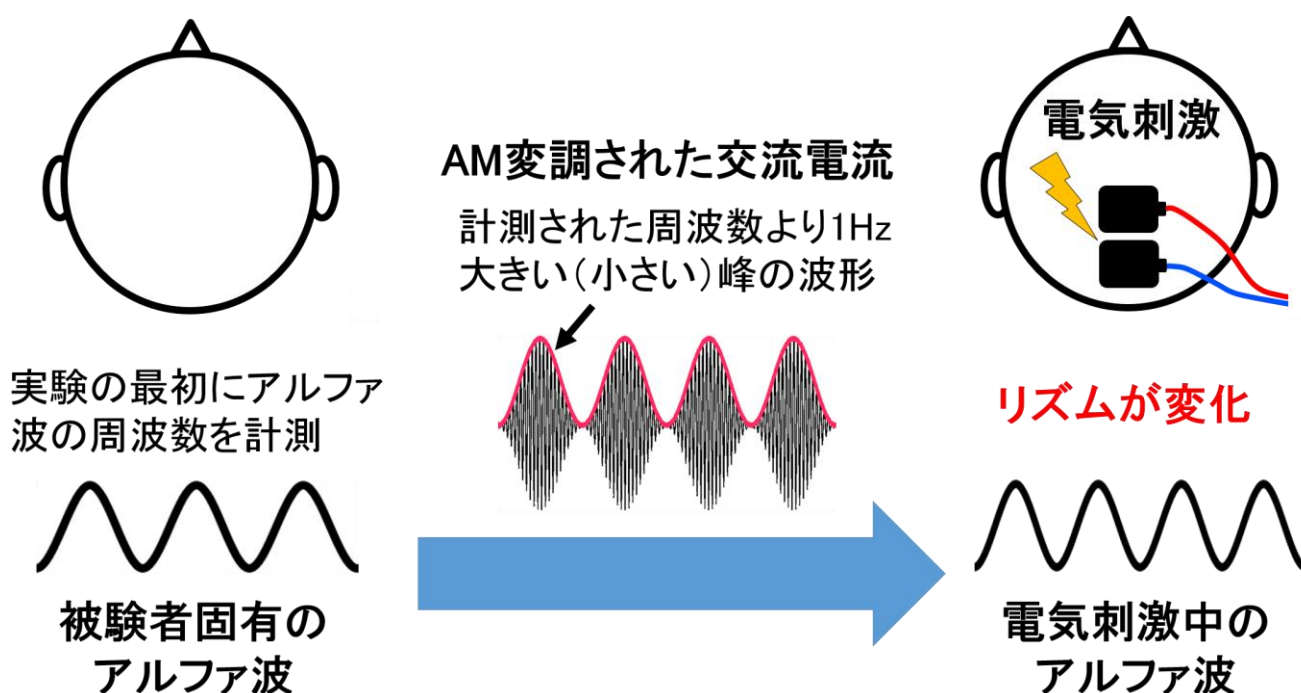


図 1: アルファ波変調技術の概略図

2. 本研究により示唆されるアルファ波の機能的役割

本研究によって示唆された、アルファ波の機能的役割を図 2 に示します。ヒトの脳内には、視覚情報を処理する経路として、物体の運動などの情報処理に特化した背側視覚経路と、物体の形状などの情報処理に特化した腹側視覚経路が存在します。本研究においてジター錯視を知覚する時の脳活動を観測した結果、この背側視覚経路に属する下頭頂小葉(IPL)と腹側視覚経路に属する下側頭回(IT)の間でアルファ波帯域のコヒーレンスが増大すること、つまりこれらの領域間での同期性が増大することが明らかになりました。これは二つの経路で行われる情報処理が、アルファ波のリズムで同期して処理されることを意味します。背側視覚経路と腹側視覚経路は相互に連絡していることが知られているので、アルファ波は、異なる視覚経路が情報のやり取りを行う際、そのタイミングを決定する、ある種のペースメーカーとして機能している可能性が考えられます。

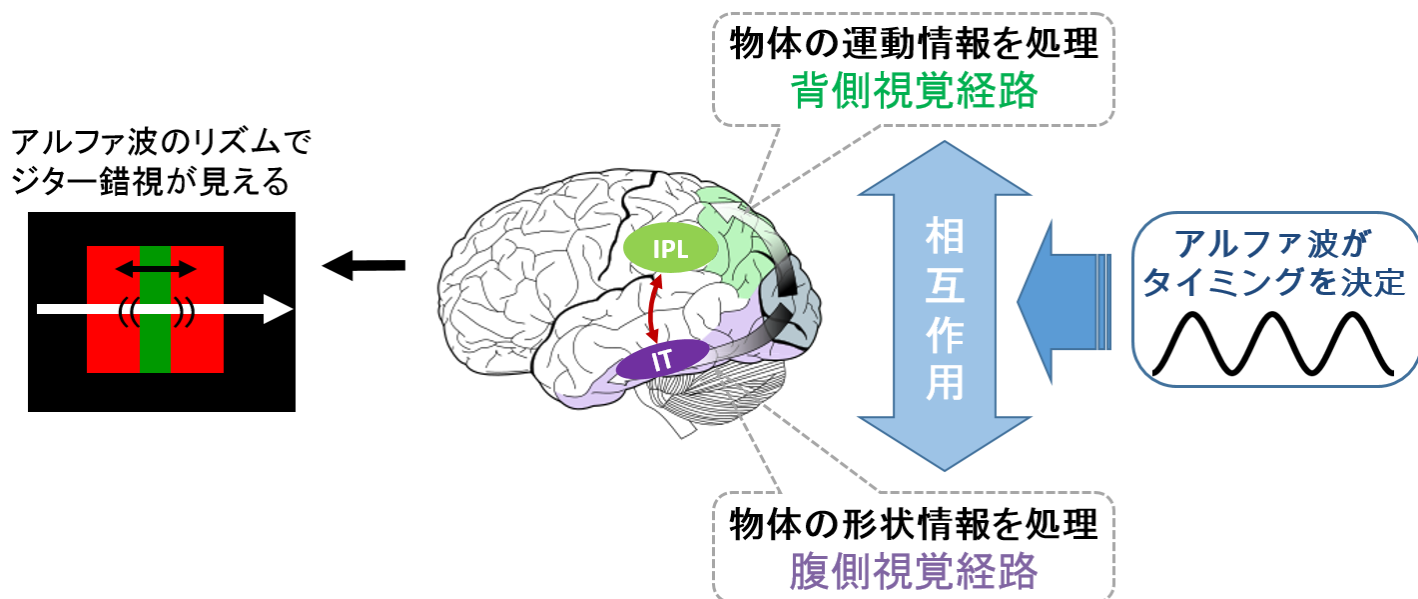


図 2: アルファ波の機能的役割についての説明

< 本件に関する問い合わせ先 >

国立研究開発法人情報通信研究機構
脳情報通信融合研究センター
脳情報通信融合研究室
天野 薫
Tel: 080-9098-3241
E-mail: kaoruamano@nict.go.jp

< 広報 >

広報部 報道室
廣田 幸子
Tel: 042-327-6923
Fax: 042-327-7587
E-mail: publicity@nict.go.jp