

令和 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K14274

研究課題名（和文）注意のリズム特性から探るワーキングメモリにおける注意制御機構

研究課題名（英文）Rhythms in Attentional Control by Working Memory

研究代表者

川島 朋也（Kawashima, Tomoya）

大阪大学・大学院人間科学研究科・助教

研究者番号：70825851

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：注意は必要な情報を優先的に処理するための機構であり、ワーキングメモリは情報を保持し操作するために重要な認知機能である。本研究では、注意に見られるリズム特性に着目し、ワーキングメモリによる注意制御の処理機構を探求した。主に以下の二点を明らかにすることができた。第一に、注意の瞬きにおける行動成績は約10 Hzで振動し、その振動はヒト視覚野で認められる神経律動であるアルファ波と関連することを示すことができた。第二に、神経律動を感覚刺激で変調し、行動成績に影響を与えることができ、特に妨害刺激の有無によって注意の瞬きにおける振動の関与が異なることを示すことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、脳活動に認められるリズムカルな活動である神経律動と認知機能との役割との関連が注目を集めている。特に視覚的注意においては、空間的注意や特徴に基づく注意の行動成績そのものが振動することが報告されていた。本研究では時間的注意に行動振動が認められることを新たに報告しただけでなく、脳活動との対応を脳磁図を用いて明らかにした。さらに、感覚刺激によって行動成績が変化することを実験的に示したことで、脳活動を変調を示唆できた。これらの知見は、例えば在宅環境における脳刺激法の確立や、注意機能の低下の事前予防などの基礎的な資料を提供するものだと考えられる。

研究成果の概要（英文）：Attention is a mechanism for preferentially processing necessary information, and working memory is an important cognitive function for retaining and manipulating information. This study investigated the mechanism of attentional control by working memory, focusing on the rhythmic properties observed in attentional selection. The following two main points were clarified. First, behavioral performance during the attentional blink oscillates at about 10 Hz and this oscillation is related to alpha waves, a neural rhythm observed in the human visual cortex. Second, neural rhythms can be modulated by sensory stimuli to influence behavioral performance, and the involvement of neural oscillations in the attentional blink differs depending on the presence or absence of distracting stimuli.

研究分野：認知神経科学

キーワード：視覚的注意 注意の瞬き 神経律動 感覚引き込み ワーキングメモリ 認知制御

1. 研究開始当初の背景

近年、脳活動に認められるリズムカルな活動である神経律動と認知機能との役割との関連が注目を集めている。特に視覚的注意においては、空間的注意や特徴に基づく注意の行動成績そのものが振動する行動振動という現象が報告されている。しかしながら、注意の重要な要素である時間的注意についても行動振動が認められるかは明らかにされていなかった。さらに、行動振動と神経律動の関係については相関関係が調べられているにとどまっており、その因果的な関係については明らかにされていなかった。

2. 研究の目的

研究 1 は、時間的な注意の行動振動が認められるかどうか、さらに行動と相関する脳活動を明らかにすることを目的に実施された。研究 2 は、研究 1 で認められた行動振動に基づき、脳活動を感覚引き込みの手法で変調することで行動が因果的に変化するかどうかを明らかにすることを目的に実施された。

3. 研究の方法

研究 1 では、精神物理学的測定法と脳磁図計測を組み合わせ心理実験を行った (図 1)。時間的注意課題として注意の瞬き課題を用いた。実験 1a ($n = 28$) では、妨害刺激としてアルファベット刺激が連続して呈示される中に数字の標的刺激を 2 つ設け、その標的刺激の時間間隔を 100 ミリ秒から 1000 ミリ秒まで 20 ミリ秒刻みで設定し、第二標的の検出率を高い時間分解能で取得した。実験 1b ($n = 31$) では、実験 1a の妨害刺激を取り除き、2 つの標的刺激のみを時間的に連続して呈示した。時間間隔については実験 1a と同じ設定とした。これらの課題の遂行中の脳活動を脳磁図で取得した。

研究 2 では、感覚刺激による神経律動の引き込みを用いた心理実験を行った。実験 2 として、注意の瞬き課題における妨害刺激あり条件となし条件において、試行の直前に純音の音系列を 10 Hz (1 秒間に 10 回音を呈示する) または 4 Hz (1 秒間に 4 回音を呈示する) で 5 秒間実験参加者に曝露した。これらの実験はすべてオンライン実験で行った。

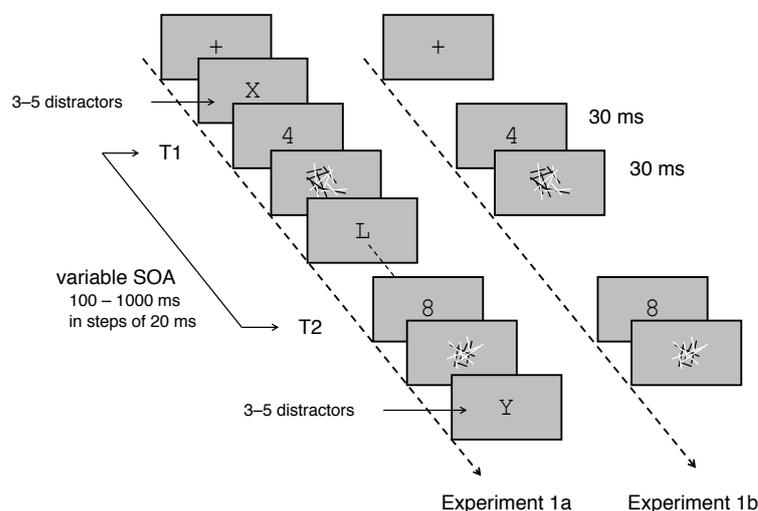


図 1. 実験 1 の試行例

4. 研究成果

実験 1 の結果、妨害刺激の有無によって行動振動が異なった。まず、妨害刺激が呈示されていた実験 1a では、第二標的の検出率がおよそ 10 Hz で振動した。一方、妨害刺激が呈示されていなかった実験 1b では、第二標的の検出率がおよそ 4 Hz で振動した。さらに、このときの脳活動を脳磁図によって調べたところ、10 Hz の行動振動は視覚野のアルファ波と、4 Hz の行動振動は頭頂野のシータ波と対応することが示唆された。これらの研究成果は *bioRxiv* で公開した。

実験 2 の結果、10 Hz で音刺激系列を注意の瞬き課題直前に呈示した場合、妨害刺激がある条件において注意の瞬きが増大した。一方、4 Hz で音刺激系列を注意の瞬き課題直前に呈示した場合、妨害刺激がない条件において注意の瞬きが増大した。このように、10 Hz と 4 Hz の音刺

激系列は妨害刺激の有無によって注意の瞬き課題に与える作用が異なることが示された (図 2)。この結果から、4 Hz 帯域であるシータ波と、10 Hz 帯域であるアルファ波というそれぞれの神経律動が時間的注意に因果的に関わっていることが実証された。これらの研究成果は *European Journal of Neuroscience* 誌に原著論文として掲載された。

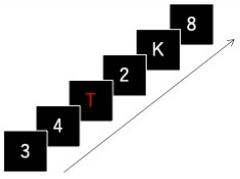
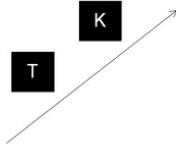
<p style="text-align: center;">attentional blink</p>		
<p>auditory entrainment</p>		<p style="text-align: center;"><i>no effect</i></p>
<p><i>alpha</i></p> 	<p style="text-align: center;"><i>no effect</i></p>	
<p><i>theta</i></p> 	<p style="text-align: center;"><i>no effect</i></p>	

図 2 研究 2 の結果の概要図

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Kawashima Tomoya, Shibusawa Shuka, Amano Kaoru	4. 巻 56
2. 論文標題 Frequency and phase dependent effects of auditory entrainment on attentional blink	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 European Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 4411 ~ 4424
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ejn.15760	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 川島 朋也、木村 司、篠原 一光	4. 巻 53
2. 論文標題 車載機器を模したLEDの点灯が前方のブレーキランプの検出に与える影響	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 交通科学	6. 最初と最後の頁 51 ~ 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34398/kokaken.53.1_51	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 川島 朋也、澁澤 柊花、林 正道、池田 尊司、田中 悟志	4. 巻 20
2. 論文標題 脳刺激研究の現在：認知心理学との接点	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 認知心理学研究	6. 最初と最後の頁 91 ~ 101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5265/jcogpsy.20.91	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kawashima Tomoya, Shiratori Honoka, Amano Kaoru	4. 巻 -
2. 論文標題 The Relationship Between Alpha Power and Heart Rate Variability Commonly Seen in Various Mental States	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Research Square	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21203/rs.3.rs-2423665/v1	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shibusawa Shuka, Kawashima Tomoya, Amano Kaoru	4. 巻 -
2. 論文標題 Transcranial alternating current stimulation affects several alpha components depending on their frequencies relative to the stimulation frequency	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 bioRxiv	6. 最初と最後の頁 1-24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1101/2023.02.08.527578	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kawashima Tomoya, Shibusawa Shuka, Amano Kaoru	4. 巻 -
2. 論文標題 Frequency- and Phase-Dependent Effects of Auditory Entrainment on Attentional Blink	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PsyArXiv	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.31234/osf.io/8wep9	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kawashima Tomoya, Hayashi Masamichi J, Amano Kaoru	4. 巻 -
2. 論文標題 Attentional rhythmic blink: Theta/Alpha balance in neural oscillations determines the rhythmicity in visual sampling	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 bioRxiv	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1101/2022.04.15.488436	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kawashima Tomoya, Amano Kaoru	4. 巻 11
2. 論文標題 Can enhancement and suppression concurrently guide attention? An assessment at the individual level	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 F1000Research	6. 最初と最後の頁 232 ~ 232
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12688/f1000research.77430.1	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 川島朋也
2. 発表標題 注意のリズム性と脳律動との関係：感覚引き込み手法による介入の可能性
3. 学会等名 日本視覚学会2023年冬季大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shibusawa Shuka, Kawashima Tomoya, Amano Kaoru
2. 発表標題 tACS at the alpha frequency affects several alpha components in different manners
3. 学会等名 The 22nd International conference on Biomagnetism（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川島朋也，白鳥帆香，天野薫
2. 発表標題 情動の変化に伴うアルファ波と心拍変動の関連
3. 学会等名 第40回日本生理心理学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 嘉幡貴至，川島朋也
2. 発表標題 注意の瞬きを利用した隠匿情報検出の試み
3. 学会等名 日本認知心理学会第20回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川島朋也, 紀ノ定保礼, 木村司, 篠原一光
2. 発表標題 参加者近傍モニタの通知による直後の前方ブレーキランプ検出遅延
3. 学会等名 日本認知心理学会第20回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木村司, 川島朋也
2. 発表標題 マルチタスク中のプロアクティブ処理に対する周辺情報の影響
3. 学会等名 第13回多感覚研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川島朋也, 木村司, 紀ノ定保礼, 篠原一光
2. 発表標題 車載機器の通知を模した刺激の呈示による注意の妨害
3. 学会等名 交通科学研究会令和4年度研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川島朋也, 木村司, 篠原一光
2. 発表標題 車載機器を模したLED点灯がブレーキランプ検出に与える影響
3. 学会等名 日本認知心理学会第19回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 嘉幡貴至、川島朋也
2. 発表標題 先行手がかり課題を応用した隠匿情報検出の試み
3. 学会等名 日本認知心理学会第19回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川島朋也、澁澤柊花、天野薫
2. 発表標題 注意の瞬きに影響を与える感覚引き込み刺激の周波数は妨害刺激の有無によって変化する
3. 学会等名 日本基礎心理学会第40回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川島朋也、澁澤柊花、天野薫
2. 発表標題 10 Hz聴覚引き込み刺激が注意の瞬きに与える影響
3. 学会等名 日本心理学会第85回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川島朋也、林正道、天野薫
2. 発表標題 Distractor suppression modulates perceptual rhythms in sequential sampling
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------