

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 7 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2021

課題番号：20K21804

研究課題名（和文）「意識の流れ」を取り出す：音楽の知覚過程を利用した挑戦的研究

研究課題名（英文）Accessing the stream of consciousness through music

研究代表者

岡ノ谷 一夫（Okanoya, Kazuo）

東京大学・大学院総合文化研究科・教授

研究者番号：30211121

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：意識の流れを実験的に検出するための研究を行った。まず時間長と周波数帯域を多重変数として一方に注意すると3拍子、他方に注意すると4拍子になる刺激を作成した。被験者を十分訓練し、注意の属性に注意させることで同じ刺激を異なる拍子として知覚できるようになり、また、拍子が切り替わる際に特徴的な陰性電位が検出できた。次に楽譜を見てメロディーを聴くときの眼球運動を手がかりとして、メロディーの階層性知覚を計測する方法を確立し、音楽構造の破壊と知覚の階層性との対応を記述できた。最後にコロナ禍の中で実行可能な研究としてオンラインによるリズム知覚の実験を行い、音色の変化で弁別力が低下する現象を発見した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義としては、意識の流れの現象学的記述を客観的に計測する方法を、音楽という流れが本質である刺激を材料として開発することができた。これらの方法をさらに発展させることで、現象学的意識の神経相関についての知見を集積することができる。社会的意義としては、今回のコロナ禍のように対面実験が限定される場合でも、情報技術の活用によりオンラインによる研究を進展させることが可能であることを示した。オンライン実験を成功させるためには、被験者の関心度・参加意欲・注意度を計測できるようなプロープ施行を適宜挿入することが重要であることがわかった。

研究成果の概要（英文）：We conducted three experiments to detect stream-of-consciousness. First, stimuli were created that were 3 beats when attended to duration and 4 beats when attended to frequency band and vice-versa. Well-trained subjects were able to perceive the same stimulus as different beats by paying attention to one of the attributes, and they evoked characteristic negative potentials when the beats were switched. Next, we established a method to measure the hierarchical perception of melody by using eye movements when listening to a melody with a musical score. With this procedure, we were able to describe the correspondence between the disruption of musical structure and the hierarchy of perception. Finally, as a feasible study within the Covid-19 situation, we conducted online experiments on rhythmic perception and discovered a phenomenon in which a change in timbre causes a decrease in discrimination. These experiments all succeeded in describing phenomenological stream-of-consciousness.

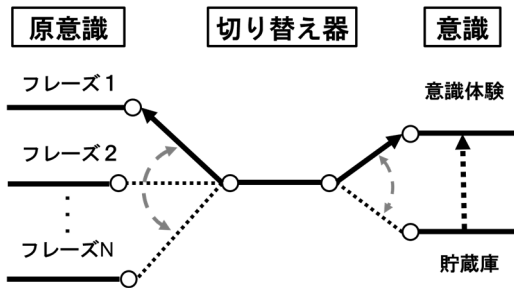
研究分野：生物心理学

キーワード：意識の流れ 注意 リズム 視線 脳波 音楽 コロナ禍 非対面実験

## 1. 研究開始当初の背景

近年、意識を自由エネルギーの最小化過程として捉えるモデルや、情報処理システムの連結様式として捉えるモデルが研究されている。これらは計算論的には興味深い、現象学的な意識体験を扱う媒体としては抽象度が高すぎる。日常の意識体験をそのまま扱うような研究課題が必要である。W. James によって提唱された「意識の流れ」は意識の動的な性質に着目した概念であるが、その実体は知られていない。並列に流れる「原意識」の一部が直列な「意識体験」に変換されるモデル（意識の並列直列モデル）は多くの研究者により提唱されているが（Townsend 1990, Psychological Science に総説）、その実証は難しい。本研究では、流れこそが本質である音楽を対象として、この難問に挑む。

## 2. 研究の目的



このように、切り替え器と貯蔵庫を付加したのがこのモデルの特徴である。

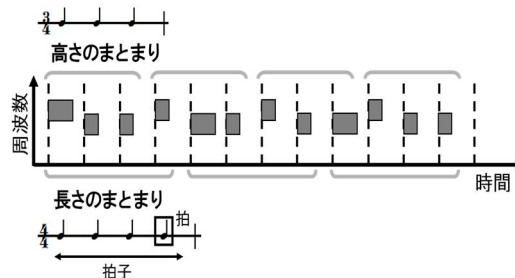
多義音列や多声音楽を利用して、意識の流れと切り替えに伴う主観体験と生理指標を測定し、意識の並列直列モデルを検証することを本研究の目的とする。

本研究では、左図に示した概念モデルを検証する。並列に流れる原意識は、切り替え器によって切り替えられ、意識体験を生み出す。一部の原意識は、切り替え器によってすぐに貯蔵庫に入り、後に意識体験に送られる場合もある。

## 3. 研究の方法

### (1) 多義リズムの知覚と注意の切り替え

音高に注意すると3拍子、音長に注意すると4拍子に聞こえる多義刺激を作成し、注意の切り替えによって知覚を変化させることができるかどうかを調べる。また、その際に記録された脳波を3拍子または4拍子として加算平均し、音高または音長に注意した際の特徴的な波形を観察する。さらに、機能的MRIにより一方の手がかりにのみ注意を向けている際の脳活動を計測する。その後、もう一方の手がかりに注意を切り替え、注意が切り替わったときの主観的経験をボタン押しで報告させ、注意が安定するまでの脳活動の変化を計測する。音高に注意すると3拍をまとまりとして聞き、4拍めに切り替え器の働きを反映するMMNまたはN400が検出されるであろう。音長であれば4拍をまとまりとして聞き5拍めにそれらが検出されるであろう。MRI計測では、音高に注意を払うことで聴覚系の活動が、音長に注意をすることで基底核系の活動がより高まる。注意の移行期間において、切り替え器の活動として前帯状皮質および前障の活動が高まるであろう。



### (2) 多声音楽の知覚・生成に伴う眼球運動記録と脳活動



声部が複数ありそれぞれの声部に重なりのある音楽を、楽譜を見ながら聞く際の眼球運動を記録する(曲1:フレーズ1は2より3小節先んじる)。このことで、各声部を独立して追っているのか、またはすべての声部を同時に処理しているのかを推測する。さらに、音楽聴取時に脳波をとり続け、フレーズの頭または眼球の移動終了をトリガーとして脳波を加算平均し事象関連電位を計測する。また、多声音楽と類似した構造を持つが多声ではない音楽(曲2:フレーズ1と1'はオクターブ異なるだけ)を作り、その2つを聴取している際の脳活動を機能的MRIで比較する。演奏中は、そのフレーズではなく次に出てくるフレーズを記憶しようとして視線が動くだろう。聴いているのみの場合は、聴取中のフレーズの途中で先んじてあらたなフレーズに視線が飛び、その結果は貯蔵庫に収納され後に意識経験となろう。これを反映し、フレーズの頭よりも眼球移動終了後に明瞭な事象関連電位が検出され

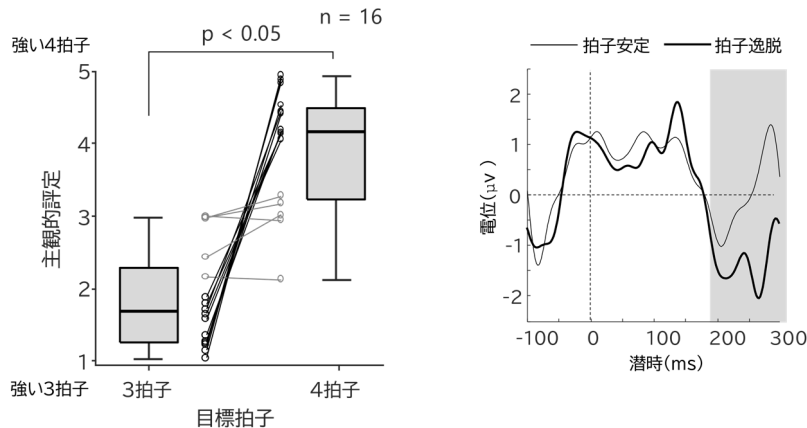
るであろう。MRI では、多声では聴覚系・基底核系・前帯状皮質・前障の活動がとれるが、多声ではない音楽では聴覚系の活動にとどまるであろう。

#### 4. 研究成果

研究開始の直前にコロナ禍が始まり、対面による行動・脳活動データ取得を中心とする本課題の遂行は困難を極めた。その中でも感染防止を最優先として行った実験から、以下の成果が得られた。

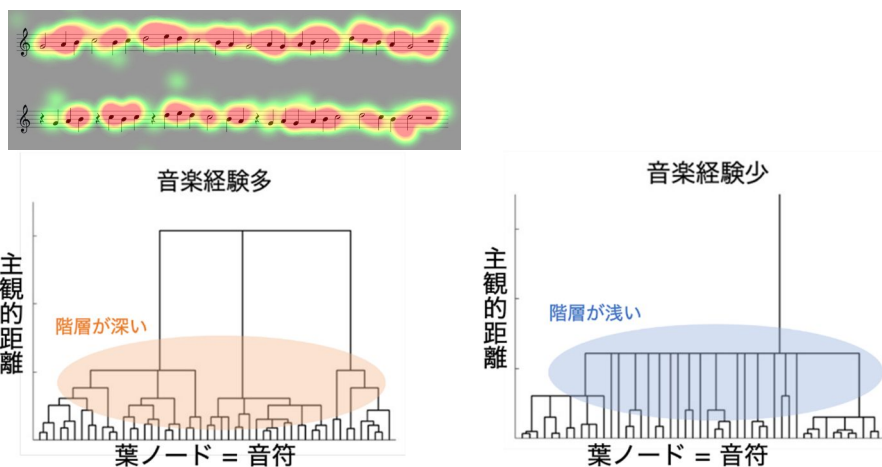
##### (1) 多義リズムの知覚と注意の切り替え

音高注意時と音長注意時で異なる拍子を感じうる多義的な音列刺激を作成した。注意の切り替えに関する脳波を計測するための準備として、刺激聴取時の主観的な拍子体験が実際に注意によって変化するかを検証した。注意すべき音響特徴(音高か音長)を被験者に教示してから刺激を呈示し、何拍子を感じたかを回答させる試行を繰り返したところ、注意を切り替えて異なる拍子を経験できることが示唆された( )。また、上述の行動実験で切り替えの精度が高かった被験者を対象に、刺激聴取時の脳波を計測する予備実験を行った。一方の音響特徴に注意した場合は拍子体験が安定するが、他方に注意した場合は拍子が維持できないように多義音列の規則性を操作すると、拍子が保てない際に特徴的な陰性電位が現れた。この電位は注意の切り替えと関連している可能性があり、今後被験者を増やして検討を深める予定である。



##### (2) 多声音楽の知覚・生成に伴う眼球運動記録と脳活動

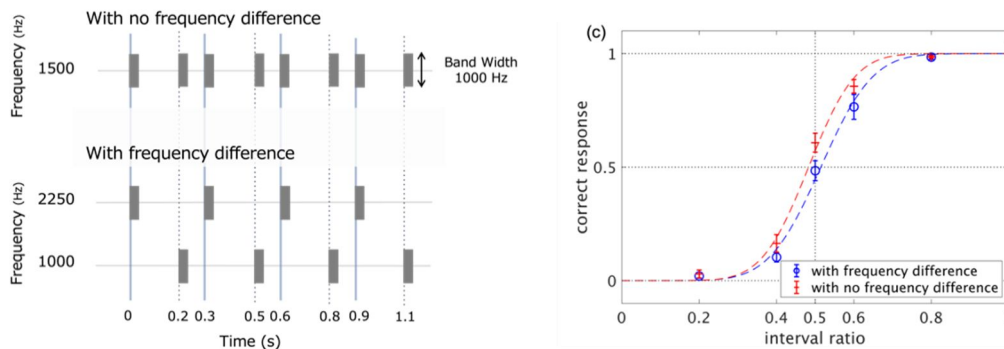
多声音楽を利用した研究については、視線計測装置により楽譜を読む際の視線計測実験を実施した。視線の動きを主観的な音のまとまりとして捉え、得られたデータをクラスター分析して樹形図を作る方法を確立した。カテゴリー化の様子は、音楽経験の多寡によって異なっていた。これを基盤として、4拍で1小節、4小節で1フレーズをなす音楽を作り、小節内での音符の入れ替えや小節間の配列の入れ替えによって生ずる視線の変化から、クラスター分析により視線の動きを樹形図として示した。結果、どちらの操作でも元の刺激に基づく樹形図と比べて操作に対応する変化が見られた。



### (3) オンラインによるリズム知覚実験

コロナ禍の下でも研究を続けるため、オンラインによる実験施行とデータ取得を試みた。被験者の統制ができないこと、刺激の統制が難しいことから、頑健な刺激と頑健な反応の取得を工夫した。いくつかの実験のうち1例を紹介する。

音系列のうち音色が異なるもの同士は群化されにくい。このことがリズムパターンの知覚精度にも影響を与えるだろうか。本研究はこの問いを検証するために、帯域雑音の周波数帯域を変えることで音色を操作した音系列を用い、そのリズムパターンを判断させる実験をおこなった。2つの音系列を継時的に提示し、リズムの違いを弁別させる課題を、オンライン実験として実施した。得られたデータをシグモイド近似により分析したところ、リズムパターンによらず、帯域雑音系列の中心周波数が変化する場合において弁別精度が下がることがわかった。このことは、リズム知覚が時間構造のみならず系列群化によっても影響を受けることを示唆する。



以上のように、当初予定していた研究とは一部異なるものになったが、制約のある状況で意識の流れについての研究をいくつか施行し、音楽刺激が意識の流れを検出する上で有効であること、音楽聴取時の注意の振り分け方の量的な記述が可能であることを示すことができた。

#### < 引用文献 >

Kondoh, S., Okanoya, K., & Tachibana, R. O. (2021). Switching perception of musical meters by listening to different acoustic cues of biphasic sound stimulus. *Plos one*, 16(8), e0256712.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kondoh Sotaro, Okanoya Kazuo, Tachibana Ryosuke 0.	4. 巻 16
2. 論文標題 Switching perception of musical meters by listening to different acoustic cues of biphasic sound stimulus	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0256712
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0256712	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 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 近藤聡太郎、橘亮輔、岡ノ谷一夫
2. 発表標題 音楽的拍子の切替と訓練効果の検討
3. 学会等名 CiShuB公開講義「人間研究のための基礎知識」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 仁田純、橘亮輔、岡ノ谷一夫
2. 発表標題 楽譜上での視線計測による音楽階層性認知の検討
3. 学会等名 CiShuB公開講義「人間研究のための基礎知識」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤聡太郎
2. 発表標題 同期・同調の基盤としての音楽的拍子
3. 学会等名 第2回共調的社会脳研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤聡太郎、橘亮輔、岡ノ谷一夫
2. 発表標題 拍子の知覚検出：多義的な音列刺激を用いた検討
3. 学会等名 第22回音楽と脳研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤聡太郎、橘亮輔、岡ノ谷一夫
2. 発表標題 音楽的拍子の検出と逸脱：多義的音刺激による研究
3. 学会等名 日本音響学会聴覚研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤聡太郎、橘亮輔、岡ノ谷一夫
2. 発表標題 音楽的拍子の知覚と逸脱：多義的な音刺激を用いた探究
3. 学会等名 第3回共調的社会脳研究会
4. 発表年 2021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
---------	---------