

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 9 日現在

機関番号：34504

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25285206

研究課題名(和文) 生理反応の複数人同時測定による、集団内・間相互作用における潜在的心理過程の解明

研究課題名(英文) Examination of intra- and inter group interaction with simultaneously recording of EEG from multiple participants

研究代表者

片山 順一 (KATAYAMA, Junichi)

関西学院大学・文学部・教授

研究者番号：80211845

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、集団内・集団間の相互作用にかかわる認知機能とそれを支える生物学的メカニズムを明らかにすることであった。

まず、数名の小集団が実験課題を行う状況を設定し、全参加者から同時に脳波を計測し、行動モニタリングの指標として行動結果の呈示に対するフィードバック関連陰性電位(FRN)を評価する実験パラダイムを確立した。集団内相互作用については、集団意思決定実験の結果から集団意思決定への関与の仕方がメンバーの行動モニタリングを柔軟に変容することを示した。また2名のチーム2つが協力・競争する事態での検討から、集団間の相互作用は相手集団の行動結果の評価を変容することを示した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to reveal the cognitive functions related to intra- and inter- group interaction and the biological mechanisms underlying them.

The experimental paradigm was established for estimating feedback-related negativity (FRN) from all participants, performing a task in a group, simultaneously.

As for the intra-group interaction, the results from experiments requiring group decisions suggest that personal involvement for the group decision modulates outcome evaluations. As for the inter-group interaction, the results from the experiment with two two-person groups suggest that the relationship between groups, i.e., cooperative or antagonistic, is a determinant of the influence on outcome evaluation for the other group.

研究分野：実験心理学，認知心理生理学，認知神経科学

キーワード：社会的インタラクション場面 事象関連脳電位 集団意思決定 集団内相互作用 集団間相互作用 生理反応 複数人同時計測

1. 研究開始当初の背景

ヒトは社会的動物であり、共通の行動目標をもつ他者と集団を形成することで一人では不可能な目標を効率的に達成する。集団のメンバーは目標達成のために必ずしも同程度のパフォーマンスを発揮するわけではなく、他のメンバーのパフォーマンスが高い場合には手抜きをするといった、集団内における行動パフォーマンスの相互作用が生じる。さらに、集団が目標達成を目指す場合には、同様の行動目標をもつ他の集団との競争や協調を必要とする事態も生じる。このような事態では、他の集団の行動に基づいて集団の行動を変えろという、集団間の相互作用が生じる。このような集団内・集団間の相互作用はヒトの社会において日常的なものであるにもかかわらず、どのような認知機能及びその根底にある生物学的メカニズムにより支えられているのかは明らかではない。

2. 研究の目的

本研究では、集団内・間の相互作用に関わる認知機能とそれを支える生物学的メカニズムを明らかにすることを目指す。このためには、集団内・間の相互作用において、集団の各メンバーがどのように自らの行動・他者の行動・集団の行動・他の集団の行動をモニタリングし、行動修正を行うかを検討することで、社会における行為主体としてのヒトの認知機能のモデルを築く必要がある。このため、本研究では以下の3点に焦点を当てた。

(1) **実験系の確立**：実験室において参加者数名の小集団が実験課題を行う状況を設定し、全参加者から同時に脳波を計測する実験パラダイムを確立する。

(2) **集団内相互作用**：集団内のインタラクションには多様な種類がある。(1)で確立する実験系において、成員の行動から集団の行動への変換形式(多数決・リーダー制など)を操作することで、集団意思決定の方式が成員の心的過程に及ぼす影響を明らかにする。

(3) **集団間相互作用**：集団間の相互作用が成員の心的過程に及ぼす影響を検討するため、(1)で確立する実験系において、2つの小集団が協調あるいは競争して課題を行う状況を設定する。

3. 研究の方法

(1) **実験系の確立**：本研究では、集団内・間相互作用を評価する実験系として経済ゲームを基盤とした集団意思決定課題を用いた。経済ゲームは社会的な文脈における金銭的獲得・損失をめぐる駆け引きを実験状況に表現する課題である。2枚のカードのうち1枚が金銭獲得、もう1枚が金銭損失と結びついているギャンブル課題を用意して、3名の小集団が集団としてどちらかのカードを選択した。カードの選択後、成員がどちらのカードを選択したかと集団としてどちらのカードが選択されたのかが呈示された後、集

団のカード選択の結果(金銭的獲得・損失)が呈示された。この課題を遂行しているときの3名の脳波を同時に計測した(図1, 2)。

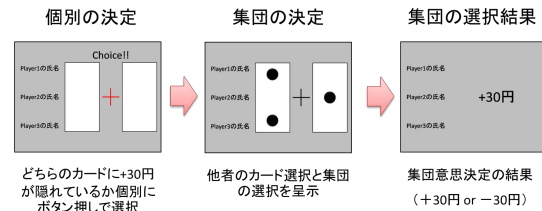


図1 集団意思決定課題の一例

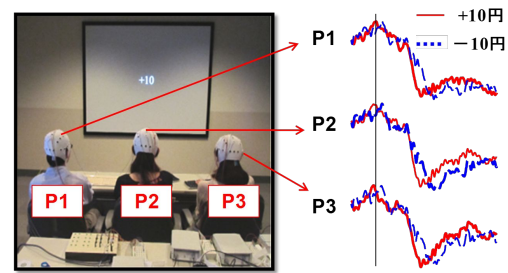


図2 実験状況と脳波の一例

(2) **集団内相互作用**：集団内相互作用の種類を操作するため、上記課題において集団の意思決定方式を操作した。すなわち、多数決によりどちらかのカードを選択する状況(多数決)、ブロックごとにリーダーを決めてリーダーの選択が集団の選択となる状況(リーダー制)などを設定した。

(3) **集団間相互作用**：集団間相互作用を検討するために2名を一つのチームとして、2つのチームが交代でカードを選択するギャンブル課題を開発した。集団間相互作用を検討するため、チーム間が協調する状況と競争する状況を設定した。ギャンブル課題遂行中の4名から同時に脳波を測定した。

(4) **行動モニタリングを反映する事象関連脳電位(ERP)成分**：本研究では、集団内・間の相互作用における成員の行動モニタリングの変容に焦点を当てた。行動モニタリングの指標として、行動結果の呈示により生じるフィードバック関連陰性電位(feedback related negativity, FRN)を用いた。FRNの振幅は、行動結果の感情的な重要性を反映し、行動モニタリングの中でも結果評価を鋭敏に反映する。さらに、FRNの振幅は行動結果への責任により変容する。このため、集団意思決定課題において集団の選択結果に対するFRNを計測することで、集団内・間の相互作用が行動モニタリングに及ぼす影響を検討することができる。

4. 研究成果

本研究では、上記の研究目的と研究方法に基づき、下記の4つの研究成果を得た。

(1) **多数決**：多数決で集団意思決定を行う状況が行動モニタリングに及ぼす影響を検討した。実験では、上記の集団意思決定課題を用いて、3名の小集団が多数決によりどちらかのカードを選択する状況を設定した。毎試行の成員の選択を他の成員の選択との関係性から全会一致、多数派、少数派の3つの種類に分けた。全会一致は成員の選択が他の2名の成員と一致していた試行、多数派は成員の選択が他の1名の成員と一致していた試行、少数派は成員の選択が他の2名の成員と一致していなかった試行、を表している。ここで、全会一致と多数派のときには、成員の選択は集団の意思決定と一致しているのに対して、少数派のときには、成員の選択は集団の意思決定と一致していない。

実験の結果、集団の選択結果に対して生じたFRNの振幅値は、成員の選択が多数派のときに最も大きく、少数派のときに最も小さかった(図3)。多数決では、少数派は集団の意思決定へ関与していないため集団の選択に対する責任が減衰する。このため、まったく同一の金銭結果であっても、集団意思決定への関与の低下が結果の重要性を低減したと考えられる。このことは、集団意思決定への関与の仕方が成員の行動モニタリングを柔軟に変容することを示している。

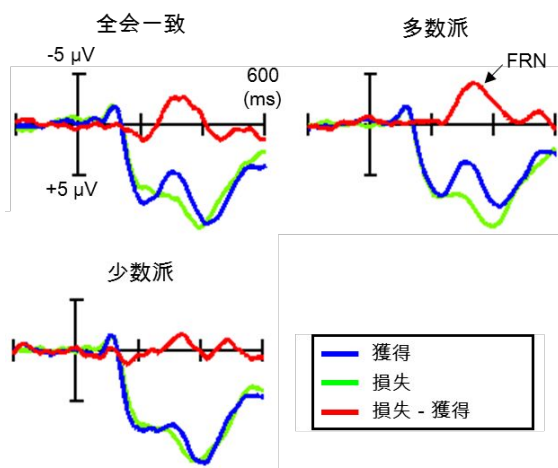


図3 多数決時の集団の選択結果に対するERP(FCz) (N=23)

(2) **リーダー制**：集団内でリーダーを決めて集団意思決定を行う状況が行動モニタリングに及ぼす影響を検討した。実験では、3名の成員各々がブロック毎に交代してリーダーを務めた。他の2名(フォロワー)の選択を参考にしたリーダーの選択が集団の選択となった。(1)と同様、毎試行の成員の選択を他の成員の選択との関係性から全会一致、多数派、少数派の3つの種類に分けた。

実験の結果、リーダーのときに集団の選択結果に対して生じたFRNの振幅値は、多数派試行よりも全会一致試行で小さかった(図

4上)。一方、フォロワーのときのFRNは多数派試行で最も大きく、少数派試行で最も小さかった(図4下)。このことは、集団の選択結果の責任がリーダーにあり、責任の所在が明確な場合であっても、成員は結果の重要性を他の成員との選択の一致、不一致に基づいて変容させていることを示している。

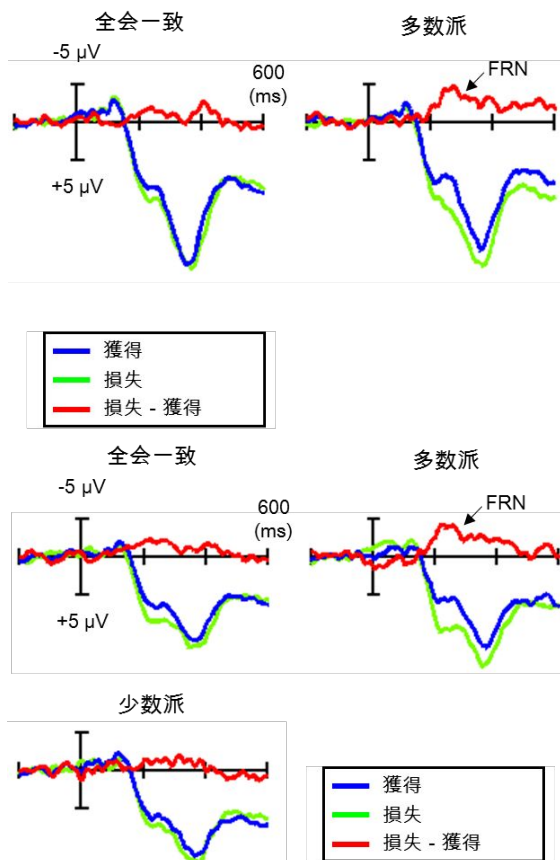


図4 リーダー時(上)・フォロワー時(下)の集団の選択結果に対するERP(FCz) (N=18)

(3) **協力・非協力**：他者と一緒に作業を行う社会的状況において、集団内の成員が協力する文脈が行動モニタリングに及ぼす影響を検討した。実験では、小集団の3名が個別に選択結果を伴うギャンブル課題を実施した。このとき、成員の選択結果が他の成員に影響する(すなわち、3名の獲得総計を3名で分配する)協力文脈と影響しない(各成員の獲得結果は各成員自身のもの)非協力文脈を設定した。(1)と同様、毎試行の成員の選択を他の成員の選択との関係性から全会一致、多数派、少数派の3つの種類に分けて選択結果に対して生じるFRNを計測した。

実験の結果、集団内の成員が協力する文脈において、全会一致試行、多数派試行のFRN振幅値は少数派試行に比べて小さかった(図5上)。一方、集団内の成員が協力しない非協力文脈では、試行の種類によるFRN振幅値の違いは見られなかった(図5下)。このことは、集団内相互作用が行動モニタリングに影

響を及ぼすには、単に集団が同じ環境で作業を行うだけではなく、他の成員と協力するという社会的な協力文脈が必要であることを示している。

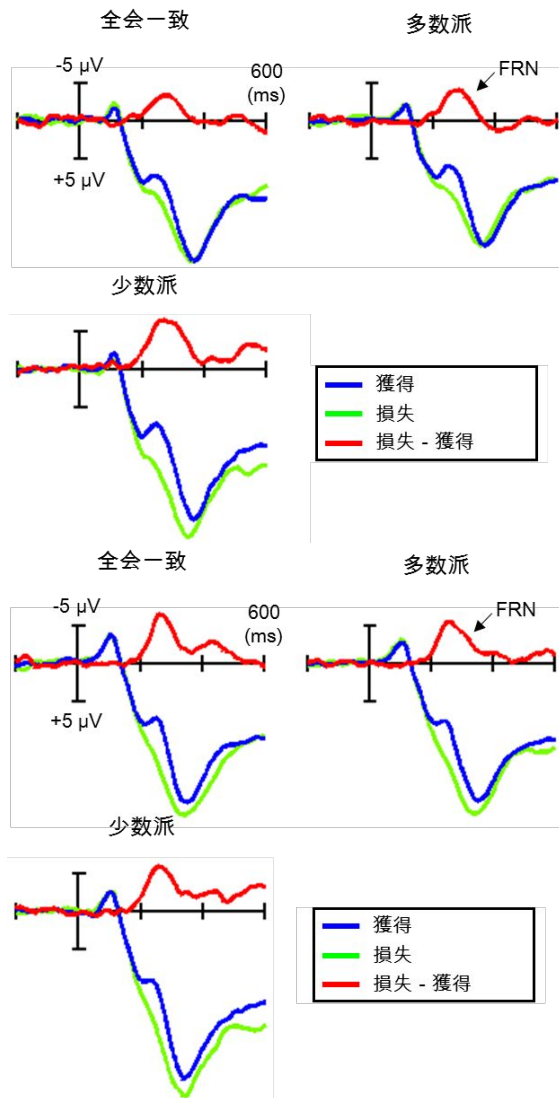


図5 協力文脈(上)・非協力文脈(下)における選択結果に対するERP(FCz)(N = 18)

(4) 集団間相互作用：集団間相互作用が行動モニタリングに及ぼす影響を検討した。上記のとおり、実験では、2名を一つのチームとして、2つのチームが交代でカードを選択するギャンブル課題を使用した。カード選択では、チームのうち一人が金銭の「獲得」・「損失」の大きさを決めるカードを選択(大小選択)した後、もう一人が「獲得」か「損失」を決めるカードを選択(結果選択)した。カードの選択結果は、各カードの選択直後に提示した。集団間相互作用を検討するため、チーム間が協力する状況と競争する状況を設定した。行動モニタリングの指標として、チームの選択が「獲得」か「損失」かが呈示されたときのFRNを計測した。

実験の結果、協力する状況では、自チーム

の「損失」結果に対するFRN振幅値と相手チームの「損失」結果に対するFRN振幅値に差はなかった(図6上)。一方、競争する状況では、自チームの「損失」結果に対するFRN振幅値は、相手チームの「損失」結果に対するFRN振幅値よりも大きかった(図6下)。この結果は、集団が相互に協力する状況では、他集団の失敗は自集団の場合と同程度に重要だと評価されるのに対して、集団が競争する状況では、他集団の失敗の重要性は低減することを示している。このことは、集団間の相互作用は相手集団の行動結果の評価を変容することを表している。

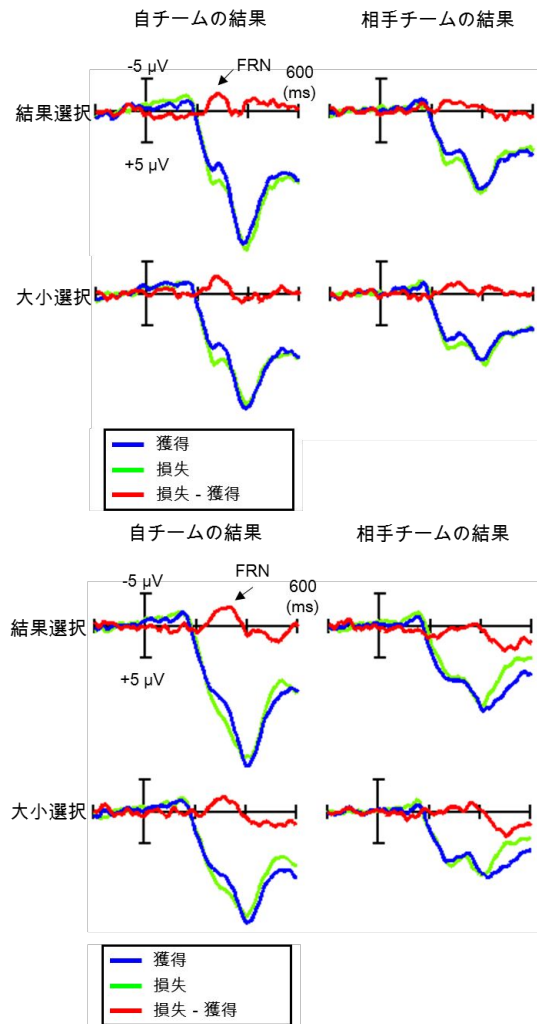


図6 集団間協力状況(上)・競争状況(下)における選択結果に対する事象関連脳電位(FCz)(N = 16)

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計15件)

1. Sugimoto, F., Kimura, M., Takeda, Y., & Katayama, J. (in press). Temporal attention is involved in the enhancement of attentional capture with task difficulty: an ERP study. *NeuroReport*. [査読有]

2. Kimura, T., & Katayama, J. (2017). Regularity of approaching visual stimuli influences spatial expectations for subsequent somatosensory stimuli. *Experimental Brain Research*, 235, 1657-1663. [doi: 10.1007/s00221-016-4863-6] [査読有]
3. Kimura, T., & Katayama, J. (2017). Visual stimuli approaching toward the body influence temporal expectations about subsequent somatosensory stimuli. *Brain Research*, 1664, 95-101. [doi: 10.1016/j.brainres.2017.03.030] [査読有]
4. Sugimoto, F., & Katayama, J. (2017). Increased visual task difficulty enhances attentional capture by both visual and auditory distractor stimuli. *Brain Research*, 1664, 55-62. [doi: 10.1016/j.brainres.2017.03.026] [査読有]
5. Kimura, K., & Katayama, J. (2016). Cooperative context is a determinant of the social influence on outcome evaluation: An electrophysiological study. *International Journal of Psychophysiology*, 100, 28-35. [doi: 10.1016/j.ijpsycho.2015.12.005] [査読有]
6. Kimura, T., & Katayama, J. (2015). Approach of visual stimuli modulates spatial expectations for subsequent somatosensory stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 96, 176-182. [doi: 10.1016/j.ijpsycho.2015.04.002] [査読有]
7. 杉本史恵・片山順一(2014) 注意資源配分量の指標としてのP300:体性感覚プローブ刺激と聴覚プローブ刺激の比較 生理心理学と精神生理学, 32, 18-28. [doi: 10.5674/jjppp.1403oa] [査読有]
8. Kimura, K., Murayama, A., Miura, A., & Katayama, J. (2013). Effect of Decision Confidence on the Evaluation of Conflicting Decisions in a Social Context. *Neuroscience Letters*, 556C, 176-180. [doi: 10.1016/j.neulet.2013.09.020] [査読有]
9. Kimura, M., Ueda, M., Takeda, Y., Sugimoto, F., Katayama, J. (2013). Aftermath of 3/11: Earthquakes and involuntary attentional orienting to sudden ambient sounds. *Biological Psychology*, 94, 419-425. [doi: 10.1016/j.biopsycho.2013.08.008] [査読有]
10. Kimura, K., & Katayama, J. (2013). Outcome evaluations in group decision making using the majority rule: An electrophysiological study. *Psychophysiology*, 50, 848-857. [doi: 10.1111/psyp.12068] [査読有]
11. 木村健太・江原清香・片山順一(2013) ポジティブ情動における情動経験と表情筋活動 感情心理学研究, 20, 96-104. [doi: 10.4092/jsre.20.96] [査読有]
- (2017). Sadness can be related to the approach motivation: Evidence from frontal alpha power asymmetry. 24th Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society. 2017/3/28, San Francisco (USA).
2. Sanada, M., Fuseda, K., & Katayama, J. (2017). EEG frontal alpha power asymmetry can evaluate temporal dynamics of our emotion. 24th Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society. 2017/3/27, San Francisco (USA).
3. Kimura, T., & Katayama, J. (2016). The spatial expectation for subsequent somatosensory stimuli is modulated by regularity of approaching visual stimuli. 56th Annual Meeting of Society for Psychophysiological Research. 2016/9/24, Minnesota (U.S.A.).
4. Fuseda, K., & Katayama, J. (2016). Effect of physical attractiveness of the opposite sex on P2 to irrelevant probe stimuli. 56th Annual Meeting of Society for Psychophysiological Research. 2016/9/22, Minnesota (U.S.A.).
5. Fuseda, K., & Katayama, J. (2016). Effects of physical attractiveness of opposite sex on heartbeat evoked potential in men. 31st International Congress of Psychology. 2016/7/27, PACIFICO Yokohama (Kanagawa, Yokohama).
6. 木村 司・片山順一(2016) 体近接空間および身体へ接近する視覚情報が後続する体性感覚事象の空間的予測に及ぼす影響 第34回日本生理心理学会大会 2016/5/15 名古屋大学東山キャンパス豊田講堂(愛知県名古屋市)
7. Sugimoto, F., & Katayama, J. (2015). Difficulty of visual oddball task modulates amplitude of P3 elicited by task-irrelevant auditory distractors. [Symposium 5.2 Psychophysiological research in Japan and South Korea] 55th Annual Meeting of Society for Psychophysiological Research. 2015/10/3, Seattle (U.S.A.).
8. Kimura, T., & Katayama, J. (2015). The spatial expectation is modulated by congruency between approach of visual stimuli and location of subsequent somatosensory stimuli. 55th Annual Meeting of Society for Psychophysiological Research. 2015/10/2, Seattle (U.S.A.).
9. 木村健太・澤田広樹・片山順一(2015) 集団意思決定への責任が選択結果の評価に与える影響:事象関連脳電位を用いた検討 第33回日本生理心理学会大会 2015/5/24 グランフロント大阪(大阪府大阪市)
10. 杉本史恵・片山順一(2015) 聴覚イメージの複雑さが課題無関連な聴覚および体性感覚刺激に対するERPに及ぼす影響 第33回日本生理心理学会大会 2015/5/24 グランフロント大阪(大阪府大阪市)

[学会発表](計40件)

1. Fuseda, K., Matsubara, A., & Katayama, J.

11. Sugimoto, F., & Katayama, J. (2014). Increased difficulty in visual discrimination enhances attentional capture by visual but not auditory deviant stimuli when they appear in different sequence from task relevant stimuli. 44th Annual Meeting of the Society for Neuroscience. 2014/11/19, Washington DC (U.S.A.).
 12. Sugimoto, F., & Katayama, J. (2014). Increased difficulty in visual discrimination enhances attentional capture by both visual and auditory deviant stimuli. [Symposium C9: Introduction of ERP studies by young psychophysicists in Japan] The 17th World Congress of Psychophysiology. 2014/9/27, International Conference Center Hiroshima (Hiroshima).
 13. Kimura, K., & Katayama, J. (2014). Choice-induced preference increase for chosen stimuli accompanies increased allocation of attentional resource to the stimuli. The 17th World Congress of Psychophysiology. 2014/9/24, International Conference Center Hiroshima (Hiroshima).
 14. Kimura, T., & Katayama, J. (2014). The approach of visual stimuli influences expectation of subsequent somatosensory stimuli. The 17th World Congress of Psychophysiology. 2014/9/24, International Conference Center Hiroshima (Hiroshima).
 15. Sugimoto, F., & Katayama, J. (2014). Irrelevant probe technique using somatosensory stimuli for evaluating the amount of attentional resource allocated to a task. [Symposium C2: Psychophysiology in industrial setting] The 17th World Congress of Psychophysiology. 2014/9/24, International Conference Center Hiroshima (Hiroshima).
 16. 杉本史恵・片山順一(2014) 視覚課題の難度上昇は聴覚刺激による注意の捕捉を促進する: 視覚刺激の不呈示に対する注意の影響を統制した検討 日本心理学会第78回大会 2014/9/12 同志社大学今出川キャンパス(京都府京都市).
 17. 木村健太・片山順一(2014) 選択による嗜好の上昇は刺激への注意の増加を伴う: 事象関連脳電位を用いた検討 日本感情心理学会第22回大会 2014/6/1 宇都宮大学(栃木県宇都宮市).
 18. 木村健太・佐藤悠平・片山順一(2014) 欺き行動における行動モニタリングの事象関連脳電位による検討 第32回日本生理心理学会 2014/5/18 筑波大学大学会館(茨城県つくば市).
 19. 木村司・片山順一(2013) 視覚刺激の接近が後続する体性感覚刺激の予測に与える影響 第32回日本生理心理学会 2014/5/18 筑波大学大学会館(茨城県つくば市).
 20. Kimura, K., & Katayama, J. (2013). Effects of collaborative context on outcome evaluation in group members. 43rd Annual Meeting of the Society for Neuroscience. 2013/11/13, San Diego (U.S.A.).
 21. Sugimoto, F., & Katayama, J. (2013). The attenuation of ERPs caused by repetition of irrelevant somatosensory stimuli varies with the difficulty of a main task. 53rd Annual Meeting of Society for Psychophysiological Research. 2013/10/3, Florence (Italy).
 22. Kimura, T., & Katayama, J. (2013). Visual cue modulate somatosensory target ERP in the spatial cueing task. 53rd Annual Meeting of Society for Psychophysiological Research. 2013/10/3, Florence (Italy).
 23. 木村健太・村山綾・三浦麻子・片山順一(2013) 知覚的意思決定における確信度が対人葛藤の処理に及ぼす影響 日本心理学会第77回大会 2013/9/19 札幌コンベンションセンター(北海道札幌市).
 24. 木村健太・片山順一(2013) 集団の協力状況における責任の分散が失敗結果の評価に与える影響: フィードバック関連陰性電位を用いた検討 第31回日本生理心理学会 2013/5/19 福井大学教育地域学部(福井県福井市).
- 〔その他〕
ホームページ等
<https://sites.google.com/site/jklabatkgu/home>
<http://researchmap.jp/jkatayama/>
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
片山 順一 (KATAYAMA, Jun'ichi)
関西学院大学・文学部・教授
研究者番号: 80211845
 - (2) 研究分担者
三浦 麻子 (MIURA, Asako)
関西学院大学・文学部・教授
研究者番号: 30273569

木村 健太 (KIMURA, Kenta)
国立研究開発法人産業技術総合研究所・
自動車ヒューマンファクター
研究センター・研究員
研究者番号: 40589272
 - (3) 連携研究者
 - (4) 研究協力者
杉本 史恵 (SUGIMOTO, Fumie)
木村 司 (KIMURA, Tsukasa)
伏田 幸平 (FUSEDA, Kohei)
真田 原行 (SANADA, Motoyuki)