

# こっくりさん遂行中の二者間の脳活動の同調:無意識的な同調を探る A joint ideomotor effect increases the inter-brain synchronicity between two people engaging in a “Kokkuri-san”

久保賢太<sup>†</sup>, 片平健太郎<sup>†‡</sup>, 池田大樹<sup>†</sup>, 岡田正人<sup>†‡</sup>, 岡ノ谷一夫<sup>†‡</sup>, 川合伸幸<sup>†§</sup>  
Kenta Kubo, Kentaro Katahira, Hiroki Ikeda, Masato Okada, Kazuo Okanoya, Nobuyuki Kawai

<sup>†</sup>JST ERATO 岡ノ谷情動情報プロジェクト, <sup>‡</sup>東京大学, <sup>§</sup>名古屋大学  
JST ERATO Okanoya Information Project, The University of Tokyo, Nagoya University  
kawai@is.nagoya-u.ac.jp

## Abstract

We investigated the inter-brain activity coherence by EEG between two participants playing a Ouija board. The Ouija board is a flat board marked with the letters of the alphabet, numbers, and words (“yes” or “no”). Two or more participants place their fingers on a planchette and move it on the board to spell out words. This interaction between two or more persons that occurs when playing the Ouija board can be regarded as the ideomotor effect. The EEG results showed that the inter-brain activity coherence was observed more frequently in the temporo-parietal alpha-band when the participants shared a goal (“yes” or “no”) than when they did not. The generators of the alpha-band activity were furthermore localized in the parietal cingulate cortex. These results suggest that shared ideomotor effect elicits the synchronized brain activity in the cortical area known for mentalizing.

**Keywords — inter-brain coherence, perspective taking, ideomotor effect**

## 1. はじめに

近年,電気生理学的手法の進展により,異なる部位で測定される脳波の振る舞い(位相)の同調的反応を調べることで,コミュニケーションや言語,視覚処理に関係する認知神経活動の理解が進んでいる[1].

この手法を,コミュニケーション中の2者間の脳活動に応用した研究も行われている.2名からなる参加者のペアで,一方の参加者が,相手の動きに意図的に自分の動きを合わせたとき,2者間で側頭部から記録される脳波(Electroencephalogram; EEG)のうち,α帯域とγ帯域の脳活動において,同調的な律動が生じることが報告されている[2].

一方で,実際のコミュニケーション場面では,同じ動きをすることや,他者の意図を読み取るだ

けでは成立しない.それらに加え,共通のゴールを目指すことや予測が一致することなど,目標や予測の表象を共有することが重要である.ある表象を持つことで,その表象通りの行動を引き起こす現象は,観念運動効果(ideomotor effect)と呼ばれ,古くから心理学の分野で検討されてきた[3][4].コミュニケーションには,このような観念を共有することが,重要なかもしれない.しかしながら,予測や期待といった表象の共有に伴う行動の同調や,その際の脳の活動を2人同時に計測した研究はこれまでに行われていない.

本研究では,参加者を2名1組のペアとし,観念が共有される場面と共有されない場面を設け,個人間の脳活動の同調的活動を検討した.実験では,課題として「こっくりさん」を用いた.こっくりさんは,「はい・いいえ」などが書かれた盤上にコインを配置し,2名以上の参加者が,それを指で押さえた状態を維持する.そこで,こっくりさんの参加者あるいは第三者が質問を行うことで,盤上のコインが移動し,その答えを指し示すという,交霊術や占いとして広く知られる遊びである.このときのコインを動かそうとする意図は参加者には無く,他者の動きや予想,期待といった観念をそれぞれが有してそれが合わさることで,結果的に同調的な行動を生じさせるという,観念運動効果の例であることがいわれている[5].本研究では,観念を共有され,またそれが動きに反映される場面として,2名の参加者が1組となって参加するこっくりさんを実施した.質問に対する答えを2者ともが知っている(共有している)場合,脳活動の同調が認められるか,探索的に検討した.

さらに、その同調的活動が認められた場合、頭皮上で認められた同調的な脳活動の機能を推定するため、電脳源推定を行った。

## 2. 方法

実験は、参加者 10 名(男性 9 名, 女性 1 名, 平均年齢 23.2 歳)を, 知り合い同士の 2 名を 1 組とし, 2 名を同時に参加させた。ペアになった 2 名があらかじめ答えを知っている質問(実験日の日付, 天気など)と, 一方のみが知っている質問(10 年後の実験日と同じ日の曜日, 来月の天気など)を調べるために, 参加者に, 実験前に 30 項目の質問紙に回答させた。質問紙では, 質問項目に対して, 知っている/知らないの 2 つの選択肢のうちどちらかに回答するよう求めた。さらに各質問項目に対して, 相手はこの質問の答えを知っていると思う/知らないと思う/わからない, の 3 つの選択肢のうちどれかに回答するよう教示した。質問紙調査の結果, 2 者ともが知っていると回答し, 相手も知っていると回答した項目を共有項目として 10 項目採用した。さらに, 自分も知らないと回答し, 相手も知らないあるいはわからないと回答し質問項目を非共有条件の質問項目として 10 項目用意した。

こっくりさんとして, その原型であるウィジャ盤を用いて行った。ウィジャ盤はこっくりさんとほぼ同じ構造である。コインの代わりにブランシェットと呼ばれる小さな板をウィジャ盤上の中央に配置し, その上に参加者それぞれの右人差し指を置かせ, 指先以外は机に触れないように指示した。質問は, はい・いいえで回答が可能な形式を行った。参加者には, 特に動きに関する教示は行わず, 質問に対する回答を頭に思い浮かべるよう教示した。質問に対して, ブランシェットが移動を開始し, 終了するまでを 1 試行とした。ブランシェットが移動しない場合, 最大で 2 分間まで, 反応を待ち, それ以降は試行を打ち切った。

質問に対する答えを両者とも知っている場合を共有条件, 一方のみが知っている場合を非共有条件とした。実験はブロックデザインで行った。共

有条件/非共有条件共に各ブロックでそれぞれ 10 試行ずつ質問を行い, ブロック中の脳活動を測定した。

脳波は, 国際 10%法に基づく 32ch から左耳朶基準で記録した。サンプリング周波数は 500 Hz, バンドパスフィルタは 0.05-50 Hz とした。2 者間の EEG の同調を検討するため, 2 者の脳波を同時に測定した。分析区間は, 各試行のブランシェットが移動を開始したタイミングを起点とし, 移動開始前 5 s から開始後 2 s の計 7 s 区間とした。脳波の同調的な反応を検討するため, 各試行の EEG データに対して, wavelet 解析により帯域周波数ごとの振動活動を求め, 2 者間で対応する部位間(例えば一方の参加者の Fz から記録された EEG ならば, 比較する EEG はもう一方の参加者の Fz から記録された EEG を使用)の channel coherence と phase coherence を算出し, 有為である時間・周波数をプロットした。

channel coherence が最も強く認められた潜時から 100 ms 後の区間において, 共有/非共有条件による差が認められる電脳源を推定するため, 100 ms 区間の平均振幅に対して sLORETA を用い, 各ボクセルにおける振動値に関して条件間で対応のある  $t$  検定を行った。

## 3. 結果

実験の結果, ブランシェットが移動した平均回数は共有条件で 9.8 回, 非共有条件では 9.3 回だった。本研究では, 移動しなかった試行をエラー試行とし, 移動した試行を正解試行と見なして, 正解試行のみを分析対象とした。

EEG の結果では, すべてのペアにおいて同調を示す channel coherence が先行研究と同様の部位(CP6)で認められた[1]。本研究では, この部位における脳波の結果を報告する。

channel coherence と phase coherence を概観するために全ペアにおける有為な同調的活動が認められた潜時と周波数を平均した図を示す。

Figure 1 には共有条件を, Figure 2 には非共有条件を示す。共有条件において, 反応開始前約 3 s

付近における $\alpha$ 帯域において、共有条件に対する脳活動の同調が強く認められている。一方でこの時間帯・帯域における同調は非共有条件では認められていない。この同調は **phase coherence** があ

っていることから、先行研究でも認められた2者間の $\alpha$ 帯域 EEG の同調的活動が、本研究でも認められた[1][6]。

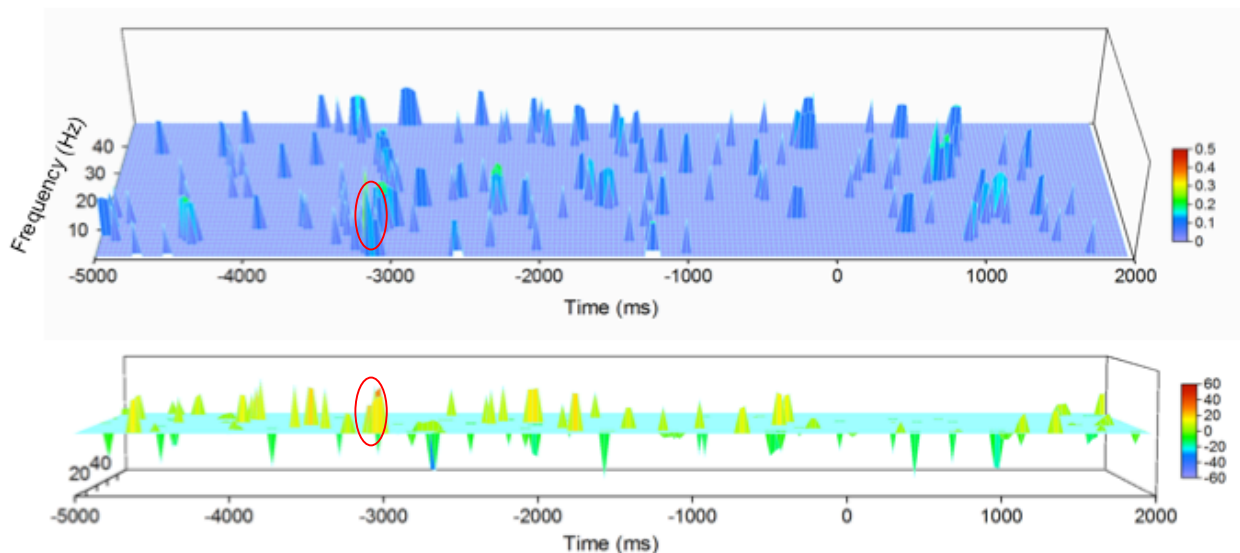


Figure 1. 共有条件における有為な channel coherence(上段)と phase coherence(下段)が認められた潜時と周波数.

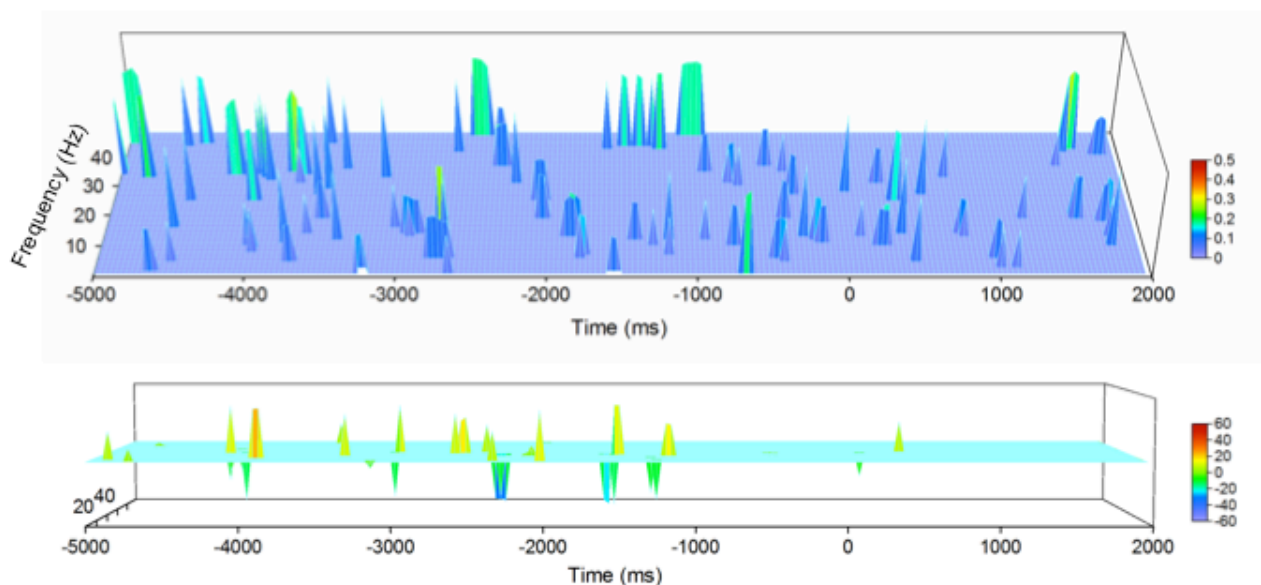


Figure 2. 非共有条件における有為な channel coherence(上段)と phase coherence(下段)が認められた潜時と周波数.

各ペア間の最も $\alpha$ 帯域における同調的反応が強い時間帯 100 ms 区間において、参加者ごとの EEG 区間平均値を算出し、sLORETA による条件間の

電脳源の比較を行った結果、条件間で有為な差がある電脳源が認められた。Table 1 に有為な部位 ( $ts(18) > 7.00, ps < .05$ )を示す。また、sLORETA

の結果、条件間で有為に共有条件が推定される部

位のボクセルを示した図を Figure 3 に示す。

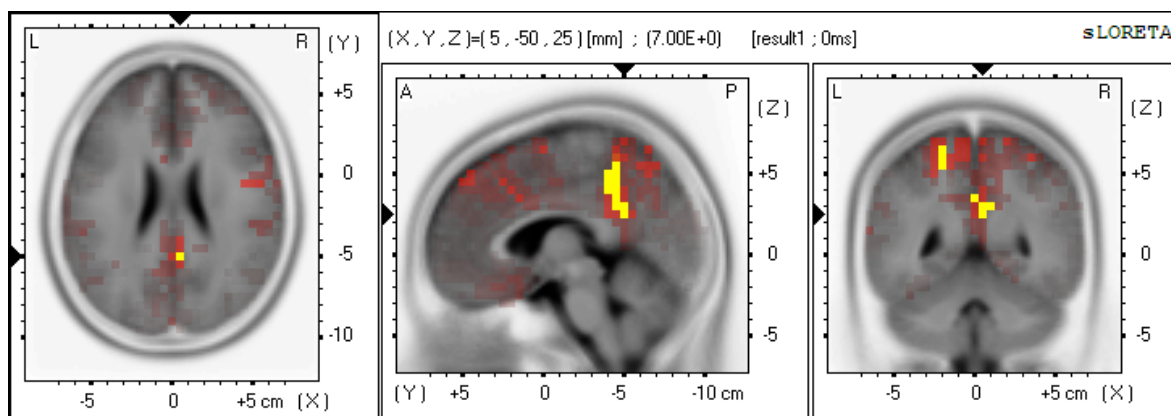


Figure 3. 共有条件における同調活動を示した EEG の電脳源推定マップ

Table 1. 共有条件が非共有条件に比べて有為に電脳源が認められた領域

| Anatomical region   | BA | Talairach coordinates<br>(x, y, z) |
|---------------------|----|------------------------------------|
| Posterior Cingulate | 23 | 5, -50, 25                         |
| Precuneus           | 31 | 5, -50, 30                         |

#### 4. 考察

本研究は、2者間の期待や予測といった観念が共有されることで、脳活動の同調的反応が見られるかどうかを探索的に検討した。課題として、動きは最小限にもかかわらず、観念の共有の有無を操作可能なこっくりさん課題を用いた。その結果、観念が共有されることで、先行研究と同様の部位から記録されたα帯域活動において、2者間の同調的律動が認められた。さらに、同調が認められた脳活動について、電脳源推定を行った結果、後部帯状回(posterior cingulate cortex)や楔前部(precuneus)が、観念の共有に伴う脳活動の同調のソースとなる部位だったことが示された。後部帯状回は、痛みを感じている他者の立場に自分において、その痛みを想像するときに活動することがいわれており、他者の視点取得の機能を持つ部位である[7]。今回の実験において、2者間で次の目標や期待が共有されるということが、相手の立場に立とうとする機能を駆動させ、2者間で視点取得に関する機能的結び付きを生じさせる可能性が

新たに示された。

さらに、後部帯状回には目標となる空間を認知する機能があることもいわれている[8]。2者が答えを知っている、すなわちこれから自分たちが目指す場所や方向が共通したため、この機能が働いたことが考えられる。本研究の結果は、共通の目標を目指した瞬間をとらえているのかもしれない。

しかしながら、本研究では行動データをほとんど取得していない点に問題点がある。脳波の同調と行動の関係や、同調したことによるその後の認知や知覚の変化について、今後は検討していく必要がある。

[1] 北城圭一・山口陽子 (2007). 脳波位相同期解析による視知覚の研究. *Vision*, 19(4), 193-200.

[2] Dumas G, Nadel J, Soussignan R, Martinerie J, Garnero L (2010). Inter-Brain Synchronization during Social Interaction. *PLoS ONE* 5(8): e12166.

doi:10.1371/journal.pone.0012166

[3] James, W. (1890). *Principles of Psychology*.

[4] Kumpf, L., Aschersleben, G., & Prinz, W. (2001). *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 779-798.

[5] 渡邊克巳 (2008) 他力本人: 他者の潜在的影響. *心理学ワールド* 43号「身体に生じる変化と心理学」, 日本心理学会/実務教育出版.

- [6] Tognoli E, Lagarde J, DeGuzman G. C, Kelso J. A. S. (2007). The phi complex as a neuromarker of human social coordination. *PNAS*, 104, 8190–8195.
- [7] Jackson, P. L., Brunet, E., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2006). Empathy examined through the neural mechanisms involved in imagining how I feel versus how you feel pain. *Neuropsychologia*, 44, 752–761.
- [8] Spreng, R. N., Stevens, W. D., Chamberlain, J. P., Gilmore, A. W., & Schacter, D. L. (2010). Default network activity, coupled with the frontoparietal control network, supports goal-directed cognition. *Neuroimage*, 53, 303–317.