

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 2 月 24 日現在

機関番号：13701

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24650220

研究課題名(和文) 大脳局所電場電位の シンクロニ による上肢運動時のサル・ヒトの脳機能比較

研究課題名(英文) Comparison of brain activity between human and monkey by beta-gamma synchrony of the local field potentials during bilateral arm movement

研究代表者

川島 卓 (KAWASHIMA, Takashi)

岐阜大学・医学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：90161314

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：二匹のサルに、コンピュータディスプレイ上に提示される目標に対して、両手でジョイスティックを操作させその位置カーソルが追いかける運動課題を学習させた。左右両側の脳一次運動野を中心とする領野の硬膜に25極のECoG電極を慢性的に設置し両手運動と同期して発生する 周波数(20～50Hz)シンクロニー活動を訓練期間から長期にわたり記録した。報酬獲得時に行っている両側運動の方がその他の両側運動時よりも大きなLFPの同期活動が観測できた。よってこの活動は報酬系あるいは注意機構によって修飾を受けている。一方ヒトのEEGからは両手運動時の シンクロニーは観測されにくかった。

研究成果の概要(英文)：To investigate the beta-gamma synchrony of LFPs of bilateral MI of the two macaque monkeys during the bimanual tracking task, two 25-ECoG electrodes systems were set on the dura mater and long time recording were executed during the training period and the well trained period. Stronger beta-gamma synchrony were observed between right and left MI during the reward period of folding the position cursor in target area by both arms than other simultaneous moving period of arms. Reward or attentional neural system might modulate the beta-gamma synchrony of bilateral MI cortices. On the contrary, such beta-gamma synchrony in human EEG were difficult to observe during the same bilateral arm movement.

研究分野：神経生理学

キーワード：ECoG EEG 周波数 サル 人 神経シンクロニー 両手運動

1. 研究開始当初の背景

左右の大脳で神経活動を記録しお互いの相関を調べて互いの結合強さを調べようとするアイデアは古くからあり、大脳視覚野一次運動野などでも多くの成果が得られている。

ところが、もっと大がかりに視覚追跡運動課題などの視覚から運動までの大脳の入力から出力までに関連したタスク遂行時に、覚醒動物の大脳の LFP の広範な同時記録：左右の一次視覚野、頭頂連合野、前頭連合野、運動前野、補足運動野、一次運動野のすべてから同時に ECoG 記録を同時におこない、神経的につながりのある半球内、および半球間の記録部位をすべて記録し、タスク中の相互相関関数をしらべた結果はまだない。このような実験は、覚醒のサルを使う実験しか方法がなく大脳全体を賦活するタスクを選ばなければならない。両方の視野から視覚刺激を受けてこの情報に従って両手を使う視覚標的追跡課題はこのような目的のためには最適のタスクと考えられる。

近年硬膜に植え込むコマーシャルベースの ECoG 電極が開発されこのような実験を長期間安定して行なうことが可能になった。この電極を植え込むことにより左右大脳の広範囲の領野間の神経結合を知ることが可能になった。

この研究では、運動学習の達成過程と LFP のシンクロニーの変化を経時的に長期間調べることにより 両大脳の間に関連領域間の神経結合の強さのダイナミックな変化を調べる。

上肢運動時に大脳皮質に現れる局所脳波や神経活動の同期活動が現れることが知られている。この同期活動の神経生理学的性質を調べるために、実験を行った。

2. 研究の目的

ヒトでは感覚処理および運動遂行において左右の脳の機能特異性が古くより議論されてきた。

1) 空間認識における右頭頂連合野の優位性 (右頭頂連合野損傷による左側半側空間無視症候群)

2) 言語に伴う左脳の優位性

3) 右手の利き手による左側一次運動野の優位性

これらの関係は互いに密接な因果関係があるとされており言語脳と右手の利き手が空

間認識の右脳優位性をもたらしたとの解釈が一般に認められている。

この説明は本当に正しいのであろうか？サルではこのような大脳の優位性はないのであろうか？

マカクザルにおいては行動から判断すると人のような優位な利き手があるとは報告されていない。このような視覚や運動の情報処理における半球特異性が人にもみられるのかそれとも、サルでもあるのかを調べることもこの研究の目的とした。

この (20Hz ~ 50Hz) 周波数帯の同期同期活動の強さを反映する相互相関をコンピュータで計算する。相互相関係数の大きさは2つの記録部位の神経結合の強さを表す可能性が高い。

これをもちいて左右大脳間及び半球内の各領野間での神経結合の強さを比較した。

長期の運動学習過程における、相互相関係数の変化すなわち LFP の周波数シンクロニーとダイナミックな時間的な神経結合変化の関連性を調査した。

BMI への応用を考慮し、ヒトで同じタスクを行うとき、頭皮上から記録された EEG シンクロニーを記録しサルとの空間分布の比較を行うことを調べる。

3. 研究の方法

実験はサルとヒトを用いて行なった。

1) 共通の運動タスクとして、両手でジョイスティックレバーをリニアに動かすことによりディスプレイ上に位置標的が、走り回るターゲット標的を追いかける運動タスクを用いた。

サルに、訓練開始時からの LFP 記録のため 3mm おきに配置された 25 本のマルチ電極からなる電極を左右大脳一次運動野を中心とした対称部位の硬膜上に配置し、これより記録される LFP の局所電位を同時記録し、同期活動の空間的広がりを調べた。

周波数帯の LFP の相互相関を計算させ神経シンクロニーの解析を行った。

2) 長期間の運動学習とシンクロニーの発生確率の変化について関係を調べた。

3) 両上肢同時運動時の、運動開始直前、急

速運動時、標的捕捉時（報酬獲得時）に分けて行い各々の時期のシンクロニーの発生を詳しく解析した。

4) ヒトからは、サルとまったく同じタスクを行なうとき、頭皮上 EEG を F3、FZ、F4、T3、C3、Cz、C4、T4、T5、P3、PZ、P4、T6、O1、O2 の計 15ヶ所から同時記録し各記録部位間の周波数シンクロニーの解析を行なった。

4. 研究成果

1) サルが両手運動をするとき両側の脳に出現する ECoG の周波数のシンクロニーの生理学意味についてサルを訓練することにより学習との関係を調べた。運動学習未達成期、学習達成初期、運動達成期で比べた。この結果一匹のサルについては両側の $\beta\gamma$ シンクロニーの発生頻度とその空間的分布がそれぞれの時期に応じて大きく変化することを、観測することができた。しかしながらもう一匹については同じ傾向を見ることはできなかった。 $\beta\gamma$ シンクロニーが記録部位間の運動学習過程の神経結合の変化として反映する現象であるかどうかを確かめるためには更なる実験が必要である。

2) シンクロニーは、二匹のサルにおいて共通して明らかに報酬獲得（標的捕捉時）の運動時に大きく観測された。このことは、シンクロニーが単なる運動だけに伴う神経同期現象ではなく、注意あるいは報酬系の神経機構にも修飾を受ける活動であると考えられる。

3) 5人のヒトの被験者にサルと全く同じタスクを行わせ、頭皮上より EEG を記録した。しかしサルの ECoG 記録と比較すると、空間的な記録精度が悪くサルにみられるような両方の上肢の同時運動時の $\beta\gamma$ シンクロニーの発生も検出しにくかった。

BMI への応用を考慮して、人から記録した EEG によるシンクロニーとの関連を調べたが空間精度が非常に異なっており EEG のシンクロニーを ECoG のシンクロニーの代用として使うことは難しいと考えられた。

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

An event-related potential investigation of sentence processing in adults who stutter Neuroscience Research InPress, Shinobu Murase, Takashi Kawashima, Hirotaka Satake, Seiichi Era. 査読有。

〔学会発表〕(計 1 件)

Language Related Brain Potentials who Stutter Shinobu Murase, Takashi Kawashima, Hirotaka Satake, Seiichi Era, Poster presented at 35th Annual Meeting of Japan Neuroscience Society, 2012年9月18-21日, 名古屋国際会議場(愛知, 名古屋市)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川島 卓 (KAWASHIMA, Takashi)
岐阜大学・医学(系)研究科・准教授
研究者番号: 90161314

(2)研究分担者

村瀬 忍 (MURASE, Shinobu)

岐阜大学・教育学部・教授

研究者番号： 40262745

佐竹 裕孝 (SATAKE, Hirotaka)

岐阜大学・医学(系)研究科・講師

研究者番号： 30187158