

眼球運動運動準備電位における一考

船瀬 新王 †‡

Andrzej Cichocki ‡

内匠 逸 †

†名古屋工業大学大学院工学研究科

‡理化学研究所脳科学総合研究センター

1 はじめに

近年、信号処理の発展と計算機の計算能力の向上から微少信号である脳波を用いたインタフェースの研究・開発が盛んに行われている。脳波を用いたインタフェースは、Brain Computer Interface(BCI), Brain Machine Interface(BMI) と呼ばれる脳から発生する生体信号を利用したインタフェースの一種である。BCI, BMI は、脳から発生する生体信号をインタフェースの入力とするために、体を動かすことなしにコンピュータやその他の機器を動かすことができる。よって、重度肢体不自由者用インタフェースとして大きな着目を得ている。特に脳波は、他の生体信号と比較して「計測が簡便である」・「計測機器が安価である」という特徴を有しているために特に盛んに研究が行われている。

しかしながら、この一般的な脳波インタフェースの研究においては、入力速度に重点を置いた研究となっており、使用している脳波に対する考察をおろそかにしている。特に、入力信号としている脳波の性質からの脳波を分類するのではなく、機械学習の分類性能に頼って脳波を分類するものが多い。

2 Cued movement 時の眼球運動

2.1 実験環境

実験課題は、Visually guided saccade task である。つまり、本実験の運動は視覚刺激を手がかりとした Cued movement 時の眼球運動である。被験者は、実験開始時に正面にある LED を注視する。正面の LED の注視を 3~5 秒間行う。この後、正面の LED が消灯し左右どちらかの LED が提示される。被験者は提示された LED へ視線を動かし、提示された LED を 1 秒間注視する。その後、左右いずれかの LED は消灯し、正面の LED が提示される。それにともない、被験者は正面の LED を注視する。これを左右 25 回、計 50 回繰り返す。

被験者は正常な視覚を持つ右利きの男性 5 名で、年齢は 25 歳~26 歳 (平均年齢は 25.4 歳) である。

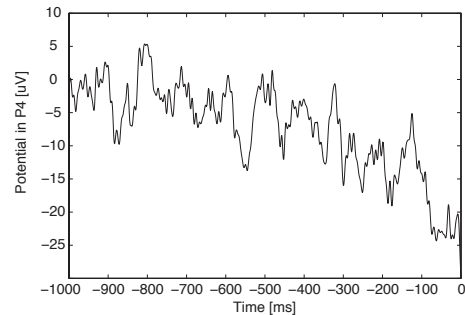


図 1: 右への眼球運動時の脳波 (P4,Cued movement, on-set:眼球運動開始時刻)

2.2 結果

図 1 は、被験者 A における右へ眼球運動を行った際の視覚刺激実験の結果である。本脳波は、国際 10-20 法による P4 で観測された、眼球運動開始時刻を on-set とした脳波であり、縦軸が脳電位、横軸が時刻を示している。時刻の 0[ms] に関しては眼球運動開始時刻を示している。また、視覚刺激提示から眼球運動開始までの潜時平均は 304[ms] である。

本脳波は、眼球運動前約 800[ms] から電位を降下させており、眼球運動直前まで降下を続けている脳波である。この脳波は、眼球運動方向の右後頭葉の電極である P4, O2 で観測されていた。また、左に眼球運動を行った際には左後頭葉の電極である P3, O1 にて同様の脳波が観測された。

図 2 は、被験者 A における図 1 の加算平均の on-set を視覚刺激提示時刻へ変更した図である。この結果、視覚刺激提示時刻前から徐緩性の脳波が発生しており、視覚刺激提示時刻後にその傾きを大きく変えているのが観測される。この傾向は、この脳波は、眼球運動方向の右後頭葉の電極である P4, O2 で観測されていた。また、左に眼球運動を行った際には左後頭葉の電極である P3, O1 にて同様の脳波が観測された。

3 Free movement 時の眼球運動

3.1 実験課題

実験課題は、Free movement task である。被験者は、実験開始時に正面にある LED を注視する。正面の LED

Discussion on Saccade-related cortical potential
 †‡Arao FUNASE ‡Andrzej CICHOCKI †Ichi TAKUMI
 †Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology
 ‡Brain Science Institute, RIKEN

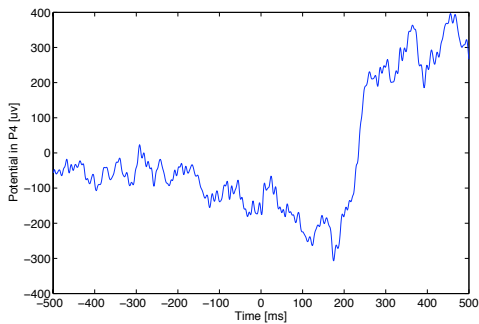


図 2: 右への眼球運動時の脳波 (P4,Cued movement, onset:視覚刺激提示時刻)

の注視を 3~5 秒間、被験者の自由意志において行う。この後、左右に提示された LED へ被験者の自由意志において視線を動かし、提示された LED を約 1 秒間注視する。その後、被験者は正面の LED を注視する。これを左右 25 回、計 50 回繰り返す。被験者は正常な視覚を持つ右利きの男性 2 名で、年齢は 22 歳である。

3.2 結果

図 3 は、被験者 A における右へ眼球運動を行った際の視覚刺激実験の結果である。本脳波は、国際 10 - 20 法による P4 で観測された脳波であり、縦軸が脳電位、横軸が時刻を示している。時刻の 0[ms] に関しては眼球運動開始時刻を示している。

本結果より、Free movement の衝動性眼球運動時には、2つの成分を確認することができる。第一に眼球運動前約 1000[ms] から 500[ms] 前までの上昇傾向のトレンドを持つ成分である。第二に、眼球運動前約 500[ms] から眼球運動直前まで下降傾向のトレンドを持つ成分である。

本成分は、2名の被験者共に確認された。また、左に眼球運動を行った際には左後頭葉での電極 (P3) にて同様の成分を確認することができた。

3.3 考察

図 1 と図 3 を比較することにより、衝動性眼球運動時の脳波の性質を考察する。

まず、Cued Movement 時には単一の下降傾向を持つトレンドのみを観測することができる。一方、Free movement 時には眼球運動前約 500[ms] から眼球運動直前まで下降傾向を持つトレンドを計測されている。このことは、眼球運動前約 500[ms] 以降の成分においては、Cued

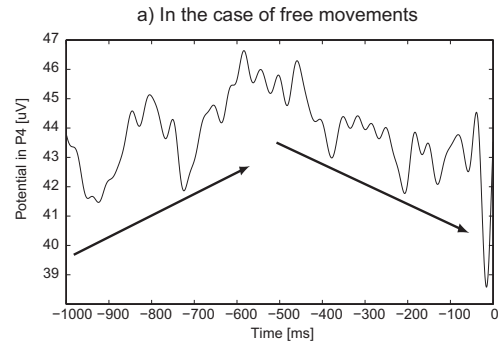


図 3: 右への眼球運動時の脳波 (P4,Free movement)

movement と Free movement の実験において同様の成分である可能性を指し示している。同様の成分であると考えられるならば、本成分が運動の決定に関連している成分であると考えることが可能であると考えられる。

つぎに、Free movement 時には眼球運動前 1000[ms] 前から 500[ms] 前まで上昇傾向のトレンドを持つ。一方 Cued movement 時には見ることができない。このことは、500[ms] 以前の脳活動は Free movement と Cued movement において別の脳活動を行っている可能性を示している。現時点において、この成分が何を示しているのかを明らかにすることは難しい。

4 むすび

本研究においては、従来研究における眼球運動直前に発生する以外の脳波変動に着目し、眼球運動と脳波の関連性について検討を行った。その結果、眼球運動を行う 800[ms] 前から眼球運動方向側の後頭葉に配置された電極から徐緩性の陽性成分が観測された。また、自由運動の眼球運動に関連している成分と比較検討を行うために、Free movement での衝動性眼球運動実験を行った。その結果、眼球運動方向側の後頭葉に配置された電極から徐緩性の陽性成分と陰性成分を観測した。

現時点において、これらの成分がどのような脳活動に起因しているかを決定することはできないが、Cued movement と Free movement 時に計測される陰性の徐緩性成分については、眼球運動を行うことに関連している物であると類推する。

今後は、本脳波の性質を明らかにするためにさらに詳細な検討を行っていく。