

事象関連脱同期／同期を用いた反応抑制に関する脳活動評価

高寄正樹 (日本大学生産工学部教養・基礎科学系)

目的・背景

- ヒトの運動や行動は中枢神経系(脳・脊髄)の働きによって制御されている。
- 脳機能研究は、医療、福祉、教育、経済等の分野に対する貢献が期待される。
- 脳波(EEG)は時間分解能が高く、さまざまな解析法が用いられる。

- 事象関連脱同期／同期(ERD/ERS)は、比較的容易に求めることができ、ブレインマシンインターフェイス(BMI)の信号源としても利用される。
- ERD/ERSを指標とした反応抑制に関する脳活動評価のBMIなどへの応用をめざす。

「脳機能計測法」

非侵襲的脳機能計測法

- 脳波(EEG)
- 脳磁図(MEG)
- 機能的磁気共鳴画像法(fMRI)
- 陽電子放射断層撮影法(PET)
- 単一光子放射断層撮影法(SPECT)
- 近赤外分光法(NIRS)

EEG(脳波)の特徴

- 時間分解能が高く、ミリ秒オーダーで脳機能を評価できる
- 空間分解能が低い

EEGの主な解析方法

- 事象関連電位(ERPs)
- 高速フーリエ変換(FFT)
- コヒーレンス解析(Coherence)
- ダイポール推定(Dipole)
- 事象関連脱同期／同期(ERD/ERS)

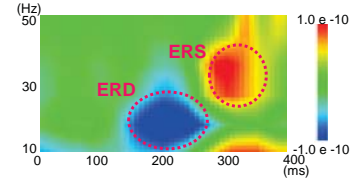
EEG周波数成分

- シータ(θ)波 : 3-8 Hz
- アルファ(α)波 : 8-13 Hz
- ベータ(β)波 : 13-30 Hz
- ガンマ(γ)波 : 30-70 Hz

「事象関連脱同期／同期(ERD/ERS)」

- ある脳機能に関連して、一定の周波数律動のパワーが減少(脱同期:ERD)または増加(同期:ERS)する現象

ERD ⇒ 大脳皮質活動の**亢進**
ERS ⇒ 大脳皮質活動の**不活性化**



原理・方法

「EEG記録方法」

<Recording condition>
Sampling rate : 500 Hz
High cut filter : 200 Hz
Low cut filter : 0.1 Hz
Impedance : >70 kΩ

Ag/AgCl sponge sensor, Sensor net, Amplifier, Data acquisition computer running EEG acquisition software, Monitor, Photogrammetry system, 3D model

「ストップシグナル課題」

• 100 trials × 5 sets
• Go trial : Stop trial = 50 : 50
• SSD; Stop Signal Delay
• SSRT; Stop Signal Reaction Time [median Go RT - Avg. SSD]

200 ms から開始 (Band et al., 2003)
反応抑制に...
成功 ⇒ +33 ms
失敗 ⇒ -33 ms

「ERD/ERS解析方法」

Time-Frequency Analysis
◆ ウェーブレット変換
◆ 短時間フーリエ変換

Filter specific Hz, Rectification, Average

Temporal spectral evolution

「レースモデル」

Signal-respond, Signal-inhibit

Go stimulus, Stop stimulus, Time

p (respond), p (inhibit), RT_{in}, Go RT Distribution Time

結果・まとめ

Behavioral data

	Go RT (ms)	Errors (%)	SSRT (ms)	SSD (ms)	ρ (inhibit)	Failed stop RT (ms)
Mean	450.2	2.9	279.8	173.6	0.52	361.4
SD	43.8	3.3	32.7	58.1	0.06	43.1

Region of interest (ROI)

Time-frequency analysis

The time-frequency plots of the each conditions (a: Successful inhibition, b: Failed inhibition) in ROI electrodes.

ERD/ERS (13-20 Hz)

The time course of averaged beta 1 (13-20 Hz) power changes in ROI electrodes.

応用分野・用途

- ERD/ERS もしくは EEG データの BMI, BCI などへの応用
- BMI, BCI への応用を見据えた、より簡易な脳活動計測、ならびに解析方法の開発
- EEG を利用した抑制機能以外の脳機能評価
- fMRI, TMS など EEG 以外の抑制に関する脳活動評価