

31. May 2014

MEG and EEG analysis using Brainstorm 3.2

スライド日本語対訳

p2. 前書き グラフィックインターフェース

p3. 前書き スクリプト環境

ファイルとプロセスの高速選択

Matlab スクリプトの自動生成

プラグイン構造：プロセスのカスタム化が容易

p4. ブレインストームとは・・・

- ・無料で公開されているアプリです。
- ・Matlab と Java： プラットフォームに依存しません。どのOSでも使えます。
- ・Matlab 環境向けに設計されています。
- ・スタンドアローン版もあります。
- ・インターフェイス： クリック、ドラッグ、ドロップ
- ・Matlab を使ったことがなくても大丈夫です。
- ・このソフトは日常的にアップデートされています。

P5. 略歴

- ・研究・開発歴 14 年
- ・いくつかの団体とコラボ中です。
 - 南カリフォルニア大学、ロサンジェルス
 - サルペトリエール病院、パリ
 - ニューロスピン、パリ
 - ロス・アラモス国立研究所、ニューメキシコ
 - ウィスコンシン医科大学、ミルウォーキー
 - クリーブランド・クリニック、オハイオ
 - マルティノス・センター／マサチューセッツ総合病院、マサチューセッツ
 - マクガバン研究所／MIT、マサチューセッツ
 - モントリオール・神経学研究所／マギル大学、ケベック
- ・70 か国で、9000 名以上がユーザー登録しています。

P6. 作業の流れ

解剖（脳画像） + センサー情報 = 統合して登録

MEG／EEG（脳活動情報）を追加し、活動源を推定

解析

P7. データベース

- ・3 層構造
 - プロトコル （プロジェクト、実験名）
 - サブジェクト （被験者 ID など）
 - コンディション （実験トライアルを管理）
- ・ポップアップ・メニュー
- ・ファイルはすべて、Matlab の .mat 形式で保存されます。
- ・同一のファイル構造

P8. 解剖

- ・ T1 MRI 画像
- ・ BrainVISA, FreeSurfer, BrainSuite といった特定のソフトで抽出された皮質表面

P9. アトラス

- ・ FreeSurfer で自動生成された皮質表面に基づく脳地図をサポートしています。

P10. MEG と MRI の位置合わせ (1)

- ・ 3 点 (鼻根、左耳介、右耳介) に基づく基本的推定
 - MRI : MRI ビュアーで脳容積内にマーキング
 - MEG : Polhemus など追跡したデータを取得

P11. MEG と MRI の位置合わせ (2)

- ・ 頭部の形に基づいて自動修正
 - 頭部の位置 (Polhemus でデジタル化) と頭部表面 (MRI) を適合させるように。
- ・ 最終的な位置合わせは手動でおこなうこと。

P12. 連続的記録

- ・ 連続した記録の手動によるチェック
- ・ ノイズ源の同定
- ・ 不良チャンネルや不良区間をマーク
- ・ 刺激マーカーをチェック、カスタムイベントを追加

P13. 前処理 フィルター

- ・ シノソイド除去
 - 50Hz あるいは 60Hz の電源の影響を除外する。
- ・ バンドパス・フィルター
 - 遅いドリフトを取り除く (ハイ・パス)、高い周波数を除外する (ロー・パス)

P14. 前処理 クリーニング

- ・ アーティファクト特定と除去
 - 心拍、まばたき、体動など

P15. 前処理 クリーニング

- ・ 2 種類のアーティファクト
 - 特定しやすく、再現されやすく、短く、頻繁である
 - ・ 心拍、まばたき、さまざまな刺激要因
 - ・ 避けがたく、頻繁である：単に無視することはできない
 - ・ モデル化可能で、記録された信号から効率的に除去できる
 - 脳活動記録を変えてしまうような他のイベント
 - ・ 体動、建物の振動、近くの地下鉄など
 - ・ モデル化するには複雑すぎるあるいは反復が足りないもの
 - ・ 不良区間として区別し、無視するのがより安全

P16. 前処理 クリーニング

シグナル・スペース・プロジェクション (SSP)

- ・ アーティファクト特定
- ・ エポックを連結する

PCA

空間成分を確認

- ・ 成分を選択する

- ・プロジェクターを計算する（線形処理）
- ・EEG/MEG に適用する

P17. 前処理 クリーニング

- ・心拍によるアーティファクトの例

P18. 前処理 クリーニング

- まばたきのよるアーティファクトの例

P19. 前処理 平均化

- ・エポック化：関心イベント（刺激、スパイクなど）前後の記録を小ブロックとして抽出する

P20. 前処理 平均化

- ・全トライアルを平均化：当該イベントに対しタイムロックされた信号の特徴を明らかにする
→ 誘発反応フィールド（あるいは電位）

P21. 信号源推定

- ・信号源空間：皮質表面（あるいは全頭ボリューム）
- ・フォーワード・モデル = 頭部モデル
信号源 => センサー
- ・インバース・モデル： ミニマム・ノーム・エスティメイト
センサー => 信号源

P22. ミニマム・ノーム ノイズ共分散行列

- ・インバース・モデル（ミニマム・ノーム・エスティメイト）には、センサー上のノイズレベルの推定が必要
- ・ノイズ共分散行列 = 「意味ある」データを含まないセグメントの共分散
- ・典型的には：無人部屋での測定、あるいは刺激前のベースライン

P23. 信号源の活動

P24. 関心領域

- ・皮質レベルでの関心領域（スコート）
= 脳内のいくつかのダイポールの下位セット
= 皮質表面の頂点のグループ

P25. 信号源推定：MEG

- ・MEG 解析で勧告すること
 - ・被験者の頭部はヘルメットの中で動き得る
 - ・一つのセンサーが一つの脳領域と対応しているわけではない
 - ・センサーのタイプの違い（マグネット／グラジオメーター）
 - ・読み取り、再現、比較が難しい
- ・信号源空間に転換することで、これらの問題が解決される

P26. マルチモーダル・イメージング

以下を統合できる：

- ・MEG
- ・EEG
- ・ECoG
- ・SEEG

近い将来：

- ・ NIRS

P27. スペクトル解析

- ・ ファスト・フーリエ変換 (FFT)
- ・ パワー・スペクトラム・デンシティ (PSD)

P28. 時間周波数

Morlet ウェーブレット

Hilbert 変換

P29. 時間周波数

P30. 時間周波数

P31. グループ解析 正規化

- ・ それぞれの被験者の脳をテンプレートに位置合わせする
グループ解析、平均、対比

P32. グループ解析

被験者 (脳) > FreeSurfer : 位置合わせ > 被験者の脳の右半球 > シェパード補間法 > テンプレートの右半球 > FreeSurfer : 位置合わせ > デフォルト脳

P33. グループ解析 統計

- ・ 被験者間あるいはコンディション間の対比
- ・ 統計的解析 : z 値、t 検定
- ・ 複雑なパラダイムから素早く測定結果を抽出 => 抽出先 : SPM、R、エクセル、Statistica、SPSS、Matlab など

P34. コネクティビティ

- ・ 目的 : 脳の 2 つの領域間のかかわりを説明し、脳内ネットワークを特定する
- ・ 方向性なし : 機能的結合
 - ・ 相関 / コヒーレンス
 - ・ フェーズ・ロッキング・バリュー
- ・ 方向性あり : 実効的結合
 - ・ グレンジャー・コーザリティ
- ・ センサーとソースレベルの両方

P35. コネクティビティ

P36. ユーザー・サポート

- ・ オンライン・チュートリアル : 20 時間の自習プログラム
- ・ 稼働中のユーザー・フォーラム : 月に 150 件の投稿あり
- ・ 随時アップデート : 月に 500 件のダウンロードあり
- ・ 特定の質問や要望があれば、ご連絡ください。必要な機能を追加いたします。

P37. サンプル・データ プロトコル

- ・ 正中神経刺激 (2011 年 11 月、モントリオール神経学研究所、マギル大学)
 - ・ 両腕へのランダムな電気刺激
 - ・ 片腕ごとに 100 回ほどの試行
 - ・ 1200Hz で測定
 - ・ CTF275MEG センサーで記録したうえ、

- リファレンス・センサー26 個
- EOG+ECG+STIM+などなど=302 チャンネルを割り当て
- ・ 6 分間の測定、500Mb

P38. サンプル・データ 測定準備

刺激提示用コンピュータ > 刺激 > 被験者（本日の講師） > MEG > 記録用コンピュータ
Polhemus > 3D ポイント
MEG 波形

P39. 朝 To-Do リスト

- ・ 新規プロトコル作成、サブジェクト一人
- ・ 脳イメージ（MRI、表面）を準備
- ・ 解剖学的アトラス
- ・ MRI と MEG の位置合わせ
- ・ 連続ファイルの見直し
- ・ SSP で瞬きを修正
- ・ エポック化と平均化
- ・ 信号源推定

P40. 午後 To-Do リスト

- ・ 関心領域（スコート）
- ・ 周波数解析：FFT、時間周波数、ヒルバート
- ・ ファンクショナル・コネクティビティ
- ・ スクリプト記述式インターフェイス
- ・ グループ解析と統計
- ・ デフォルト脳への位置合わせ

P41. 貢献者