

プログラム名：脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現

PM名：山 川 義 徳

プロジェクト名：携帯型 BMI

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 29 年度

研究開発課題名：

脳状態推定と誘導

研究開発機関名：

国立大学法人 大分大学

研究開発責任者

末谷 大道

## I 当該年度における計画と成果

### 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

外部からの雑音的な入力に対して脳波は巨視的なレベルで再現性の高い応答を示す。これは、非線形力学系における共通雑音による同期現象や大自由度カオスの部分的な秩序化と関連すると予想される。そこで、カーネル法や多様体学習等の統計的学習手法を時間相関を持つデータの解析に拡張し、その非線形ダイナミクスとしての特性を解析する。さらに、個人毎の解析結果の類似性や相違性に注目することで精度の高い個人認証技術の開発を目指す。

### 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

#### 2-1 進捗状況

今年度は、ノイズ的視覚刺激実験の際に同時に計測した安静閉眼時の脳波データを用いて、周波数スペクトルに対する多様体学習によって個人個人の脳波の特性の違いを低次元空間上に可視化することに成功した。

#### 2-2 成果

100名以上の被験者から計測した安静閉眼時の脳波データ（63チャンネル）を見ると被験者毎に異なる「形」を持っていることがわかる（図1）。

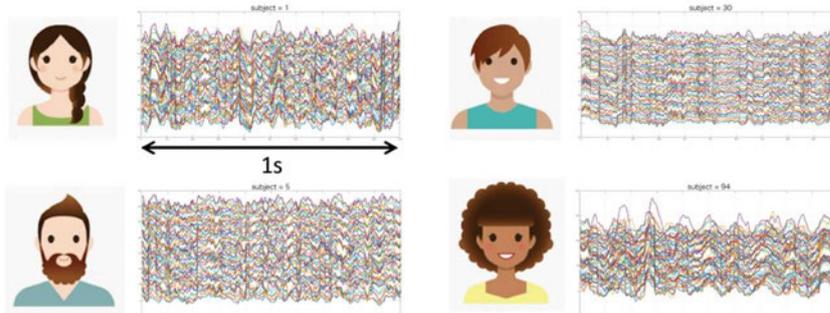


図1：脳波時系列

そこで、まず、一人の被験者の一つの試行毎に（1試行：10秒間の脳波時系列）高速フーリエ変換（FFT）を用いて周波数スペクトルを求めた（図2）。

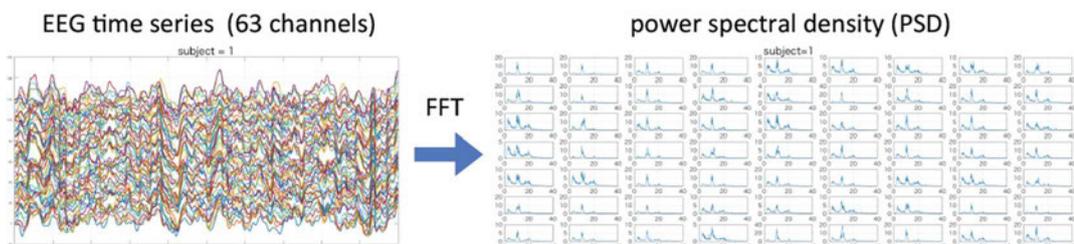


図2：周波数スペクトル

次に、情報幾何学の観点から2つの周波数スペクトル間の類似度を測る指標として、板倉-斎藤ダイバージェンスに基づく距離尺度を導入した。そして、この距離尺度を用いて求めた異なる被験者・異なる試行間の脳波の類似度に関する距離行列に対して多次元尺度構成 (Multi-Dimensional Scaling: MDS) の一般化である諸種の多様体学習 (ISOMAP、LLE、t-SNE など) を適用し、多人数・多チャンネルの脳波データの低次元空間への可視化を試みた。その結果、t-SNE で適切なハイパーパラメタ (perplexity) を選択することにより、個人個人の脳波の特性の違いを反映した「地図」を作成することに成功した (図3)。

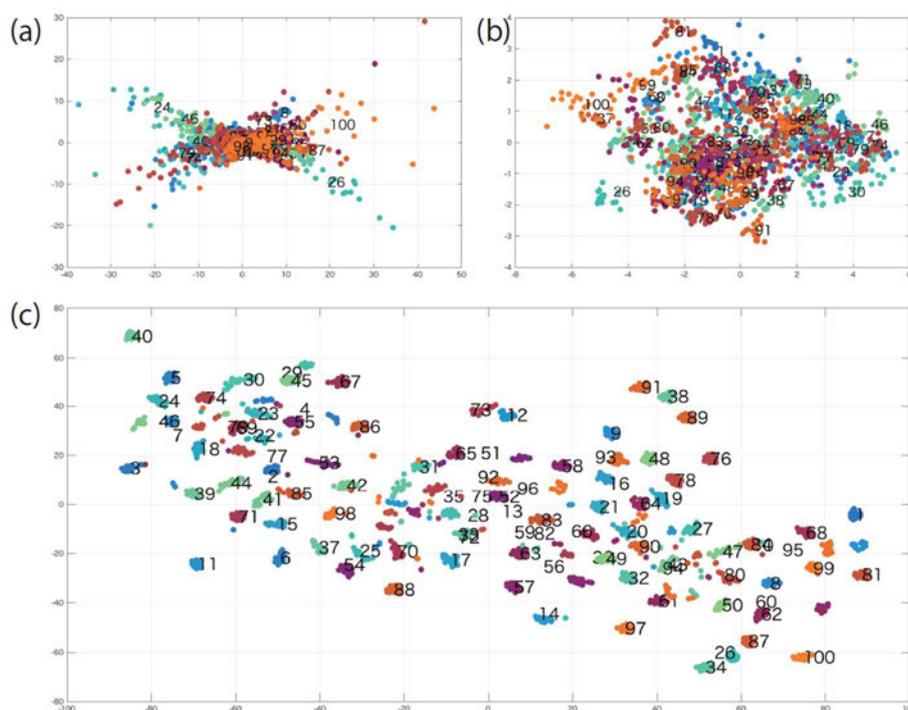


図3 : (a) 古典的 MDS (b) ISOMAP (c) t-SNE を用いた低次元可視化

また、空間平均した際のアルファ波の相対的強さに応じて被験者を色付けすると、この地図上でその強さに応じて系統的に分布していることが分かった。さらに、この際ハイパーパラメタを選択するための指標を提案した。

### 2-3 新たな課題など

現在の方法では、チャンネル毎に求めた周波数スペクトル間の板倉-斎藤ダイバージェンスの空間平均として脳波間の距離を定義しており、これは1次統計量に基づく距離尺度である。異なるチャンネルの脳波間の相関や位相同期など「関係性」に着目した解析も必要である。例えば、コヒーレンスを用いることにより板倉-斎藤ダイバージェンスを多次元時系列に拡張した研究もあるのでそれを参考にする。また、ノイズ的な視覚刺激を入力した際の脳波データの場合にも適用し、安静閉眼時の場合と比べてどのように変化するか明らかにする。

## 3. アウトリーチ活動報告

特になし。