

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 27 年 度

研究開発課題名：

高密度脳情報計測

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、理研チームで実施された脳波実験のデータに対して、正準相関分析と多次元尺度構成法を組み合わせることで脳波データの個人間の違いを低次元空間に可視化する方法を確立した。同時にロジスティック判別、サポートベクトルマシン等の基本的な教師有り学習について検証する予定であったが、予定通りに進まなかった。この点に関しては、リザバー計算を利用した非線形化を含めて来年度に実施する。また、非線形ダイナミクスとしての特性を解析するためにニューラルネット力学系に雑音を与えた際の応答について調べ北米神経科学学会年会において発表するなど、概ね予定通りの進捗であった。

#### 2-2 成果

2つの脳波データ（同一個人内の2試行、あるいは異なる個人間の2試行）間の適切な類似度を正準相関分析によって測り、その類似度を用いた多次元尺度構成法によって低次元空間に可視化する方法を確立した。図1は、視覚ノイズの強度を上げて行った際のMDS空間における脳波データの配置の変化を表したものである。この図から分かるように、同一個人内での試行間のばらつきが個人間のそれより相対的に小さくなる（コンシステントな応答性が上がる）ことによって、個人間の違いが顕著になった。

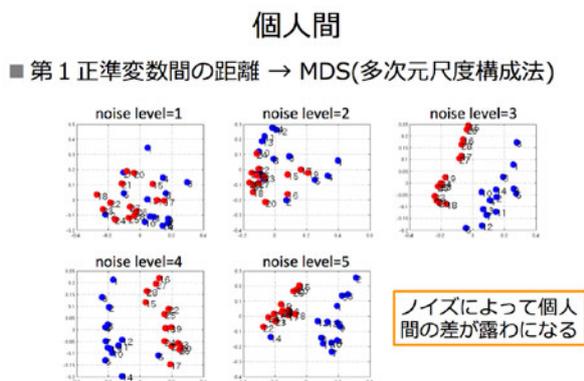


図 1

また、コンシステンシーの上昇が見られる被験者では、図2にあるようにシータ波（7Hz付近の振動）がはっきり見られ、その周期性がノイズによって上昇することがわかった。このような現象は非線形物理学の分野ではコヒーレンス共鳴と言われているが、これがコンシステンシーの背後にあるメカニズムと関連することが示唆された。

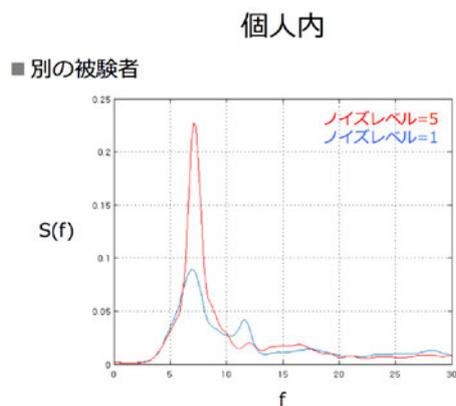


図2

ニューラルネットモデルを用いたシミュレーション研究もおこなった（図3）。その結果、外部からの周期入力（上段）に対して素子レベルではコンシステントな応答性がないもの（中段）、正準相関分析で得られた成分には明確な周期性が現れることを発見した（下段）。

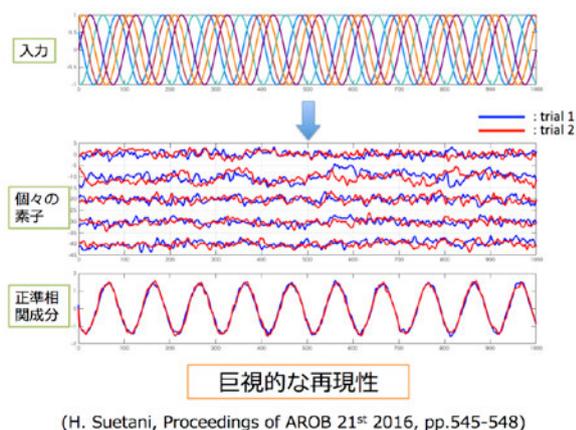


図3

### 2-3 新たな課題など

現在は正準相関分析を試行間毎に行っているので同一被験者でも相手のデータが変わるとその変換も変わる。各個人で変換を共通化するように手法を改善する。また、本年度実施する予定であった教師あり学習との比較もリザーブ計算に基づく非線形化への拡張を含めて検討している。簡単な数理モデルで巨視的なコンシステンシーが見られることを確認したが、実際の脳波実験と比較するためにはより定量的に正しい脳波モデルが必要である。

脳波実験データで得られた結果（ノイズによるシータ波成分のコヒーレンス共鳴）を含めて新たな課題が見つまっている。

### 3. アウトリーチ活動報告

特になし。