

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 2 9 年 度

研究開発課題名：

脳状態推定と誘導

—NIRS ニューロフィードバックによる認知機能の低下の防止と回復—

研究開発機関名：

株式会社島津製作所

研究開発責任者

井上 芳浩

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

- ・NIRS での fMRI 成果の検証

NIRS 結合ネットワーク変動要因の調査を継続する (50 例相当)。ステージ 1 で開発した fMRI-NIRS 同時計測用ホルダおよびファイバを使用して、fMRI と NIRS の同時計測を追加で 20 例程度行ない、ステージ 2 にて、fMRI-NIRS 同時計測データ等を用いて求めた NIRS ニューロフィードバックの基礎となる NIRS 結合ネットワークを検証および追加解析を行う。

- ・NIRS での脳機能結合解析ソフトウェア開発

NIRS 結合ネットワークを検証および追加解析のため、ステージ 2 で開発した NIRS 脳機能結合解析ソフトウェアの改良を行う。指定機関 ATR の fMRI での認知機能の低下を防止・回復させるニューロフィードバック技術の開発成果にもとづいて、原理検証用の NIRS でのニューロフィードバックシステムのプロトタイプ試作を継続する。

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

本年度の研究項目について、以下に進捗状況を示す。

- ・NIRS での fMRI 成果の検証

NIRS 結合ネットワーク変動要因の調査を継続した。調査用データは前年度に計測した 48 例の NIRS データ (1 人の被験者を経時的に安静時の NIRS 計測を行い、2 週間で 3 人に対し、1 人 16 回、時間をあけて繰り返し計測を行ったデータ) を使用した。NIRS 結合ネットワーク変動は比較的大きく、変動要因を認知機能の変動の関連性を含めて調査を継続する必要がある。

また、NIRS ニューロフィードバックの基礎となる NIRS 結合ネットワークを検証および追加解析のために、前年度に実施した健常被験者 40 名の計測と同条件で安静時の fMRI-NIRS 同時計測および作業記憶課題を追加で 30 例計測した。前年度に得られた NIRS の脳機能結合と作業記憶課題との間の相関の実証と、MRI と NIRS の脳機能結合と認知機能の相関の違いを上述の変動要因を含めて追加解析する必要がある。(参考：前年度の 40 例では、安静時の NIRS 計測による右の前頭頭頂間の機能結合 (図 1 参照) と作業記憶課題との間に相関がみられた ($R=0.7$)。しかし fMRI での先行研究では、左の前頭頭頂ネットワークが関連すると考えられている。)

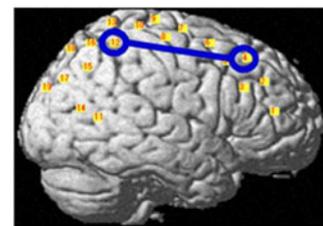


図 1 右の前頭頭頂間の機能結合

- ・NIRS での脳機能結合解析ソフトウェア開発

NIRS 結合ネットワークを検証および追加解析のため、ステージ 2 で開発した NIRS 脳機能結合解析ソフトウェアの改良を行なった。ステージ 2 で開発した NIRS 脳機能結合解析ソフトウェアは、処理部は NIRS 計測データを前処理する機能、チャンネル間の結合解析機能を備え、表示部はそれぞれのチャンネル間の結合の強さをカラーで表現する脳機能結合マトリクス表示機能と、脳機能結合の強さを脳画像上にノード (丸) とエッジ (線) で表示する空間的脳機能結合表示機能と、表示切り替えを

備えている。本年度は fMRI 成果の検証のために、fMRI で用いられている関心領域 (ROI) での脳機能結合解析を行うために、チャンネル単位から ROI 単位に変換する機能や、時間変動解析のための 2 つの脳機能結合解析結果の差分表示機能等の追加改良試作を行った (図 2 参照)。

指定機関 ATR の fMRI での認知機能の低下を防止・回復させるニューロフィードバック技術の開発成果を参考に、原理検証用の NIRS でのニューロフィードバックシステムの部品レベル試作を行った。NIRS でのニューロフィードバックシステムのプロトタイプは NIRS とフィードバック用 PC で構成し、フィードバックソフトウェアは PC 上で動作する。本年度は部品レベルの試作として、フィードバック条件設定機能、リアルタイム脳機能結合解析機能、フィードバック呈示機能のソフトウェアを試作した (図 3 参照)。フィードバック条件設定機能では計測プロトコルの時間設定や脳機能結合解析条件を設定し、リアルタイム脳機能結合解析機能では NIRS 計測データをリアルタイムに入力し設定した脳機能結合解析条件で解析し、フィードバック呈示機能では解析結果をスケール変換しバー形式などの表示方式で表示することができる。本年度試作した部品レベルの試作部を結合し、NIRS ニューロフィードバックシステムのプロトタイプの試作を継続する。

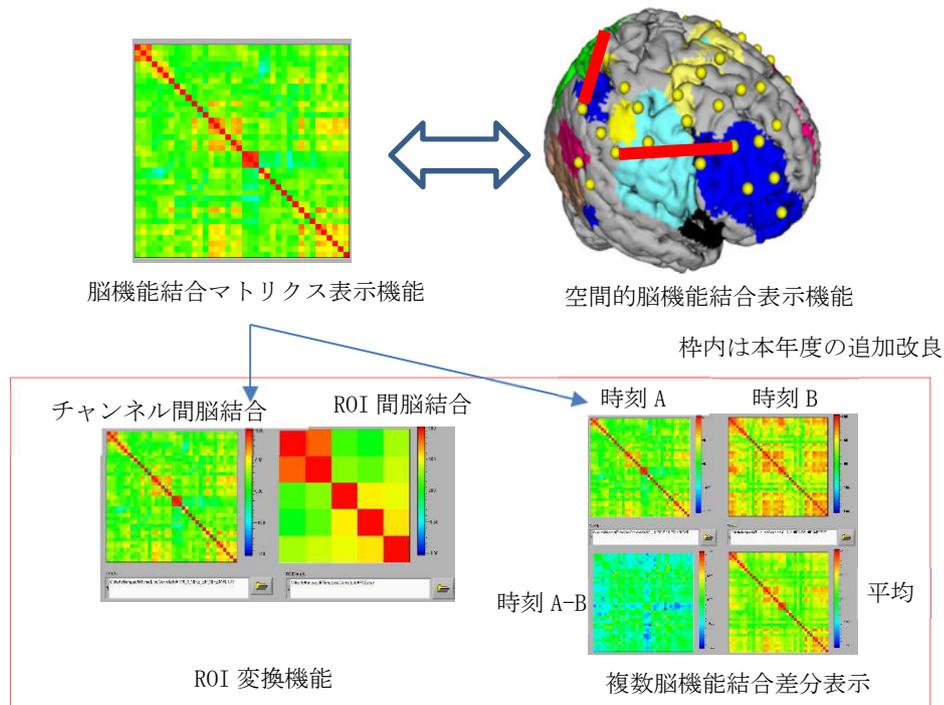


図 2 脳機能結合解析ソフトウェア例

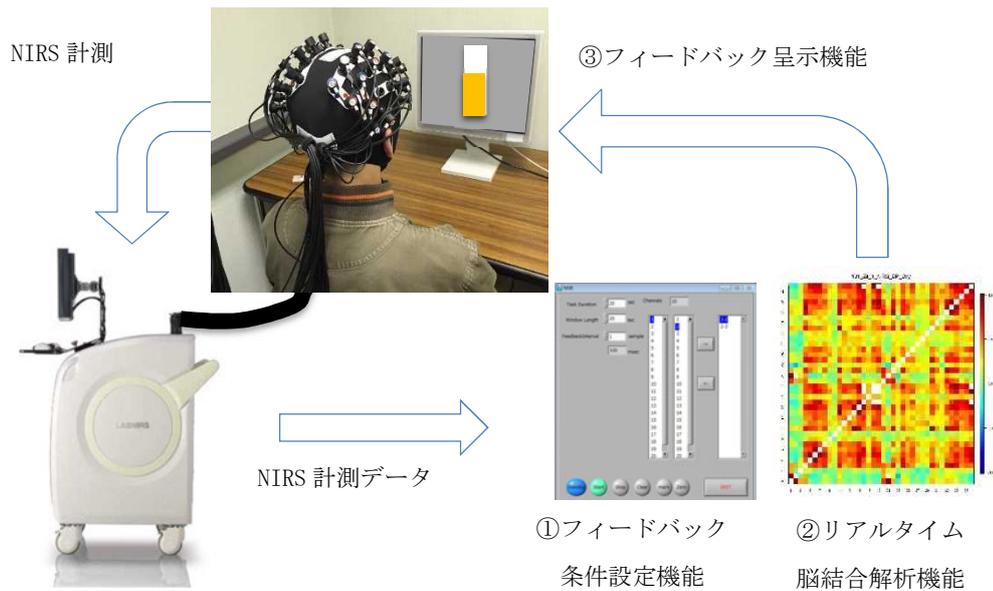


図 3 NIRS ニューロフィードバックシステムのプロトタイプの部分試作例

2-2 成果

前年度の成果（健常被験者 40 名の安静時の fMRI-NIRS 同時計測と作業記憶課題の計測で得られた安静時の NIRS 計測による右の前頭頭頂間の機能結合と作業記憶課題との間に相関）の検証および追加解析のために、30 例の安静時の fMRI-NIRS 同時計測と作業記憶課題の追加計測を行なった。

NIRS での脳機能結合解析ソフトウェアの追加改良試作およびニューロフィードバックの部分試作を行った。認知機能の低下防止・回復のための NIRS 脳結合等を利用したニューロフィードバックシステムの試作準備が進展したと考える。

2-3 新たな課題など

NIRS 脳機能結合の変動は比較的大きく、変動要因の調査を継続する。変動要因を含めて、NIRS の脳機能結合と作業記憶課題との間の相関の実証と、fMRI と NIRS の脳機能結合と認知機能の相関の違いを解析する必要がある。

3. アウトリーチ活動報告

なし