

fNIRSによる能力評価の可能性検討

航空機分野の脳機能計測

データ提供: 全日本空輸株式会社 ANA

Key Points

- ① 熟練パイロットと若年訓練生において、実際の飛行訓練で使用しているフライトシミュレータを用いて、難易度の異なる2つの着陸シミュレーション中の背外側前頭前野 (DLPFC) の脳活動の違いをfNIRSで評価しました。
- ② 熟練パイロットは若年訓練生に比べて高いDLPFC活動が見られ、左右間で有意差も見られましたが、若年訓練生では有意差はありませんでした。
- ③ これは、20年以上のパイロット訓練による飛行に対する熟練度が、脳活動に影響したことを示唆するものであり、fNIRSが能力評価の一助となる可能性を示唆しています。

Regions of Measurement

- ・被験者数: ANAに所属する男性操縦士12名
熟練パイロット6名: 48±4歳、累積飛行時間10,490±1260時間
若年訓練生6名: 24±2歳、累積飛行時間120±72時間
- ・計測部位: 前頭前野22チャンネル (Fastrak位置計測およびNIRS-SPMから算出したブロードマンエリア寄与率分布に従って左右DLPFCのROIを設定) (図1a)



図1. a. 左右DLPFCの関心領域 b. ANAブルーベースのボーイング767-300ツインエンジンシミュレータによる実験風景

Task & Analysis

被験者は、フライトシミュレータ内で、リラックスしたレスト状態を2分保持後、タスクとして、高度2000フィートから4分間で着陸する操縦シミュレーションを5回 (簡単なタスクを2回、難しいタスクを3回) 繰り返し行いました。(図2) NIRSデータには、ノイズ除去のために0.1Hzローパスフィルタおよび、血流動態分離法を実施し、各データのタスク開始点を0としてベースライン補正を行いました。これらの処理後、1500フィートから500フィートまでの飛行におけるOxy-Hbの平均値を算出しました。

パフォーマンスの評価として、1500フィートから500フィートまでの間のフライトシミュレータ計器による採点を行いました。飛行シミュレータ (対気速度、ピッチ、方位、バンク、グライドスロープ及びN1 (エンジン推力設定値)) の能力を用いて、各パラメータの理想値からの偏差を積分し、平均と標準偏差値を算出しました。これらは、スコアが低いほど、パフォーマンスが良いことを意味します。

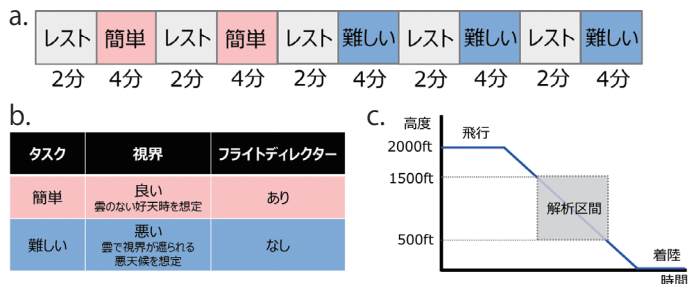


図2. a. 計測プロトコル概要 b. 簡単なタスクと難しいタスクの内容 c. 解析に使用したデータ区間

Data

フライトシミュレータのスコアは、タスクの難易度に関わらず、熟練パイロットの方が若年訓練生よりも良いパフォーマンスが見られました。DLPFC活動 (Oxy-Hb平均値) は、両被験者群において、難しいタスクの方が簡単なタスクよりも、高い傾向がみられました。また、タスクの難易度に関わらず、熟練パイロットは若年訓練生よりも高いDLPFC活動がみられました。熟練パイロットは不測の事態を考慮しながら良いパフォーマンスで飛行しており、これが、高いDLPFC活動につながった可能性が考えられます。

また、簡単なタスクと難しいタスクを合わせた全体的な結果 (各被験者につき5回の着陸の平均) においては、熟練パイロットは右DLPFCより左DLPFCで有意に高い脳活動を示しましたが ($p < 0.001$)、若年訓練生では左右の脳活動に有意差はみられませんでした (図3)。高齢者では、若年者と比べて特徴的な脳活動が報告されており、「ある機能に対して、若年者は左右のどちらかが優位に活動し、脳活動は左右非対称となるが、高齢者は左右の脳を協働させ機能低下を補うため左右非対称性が減少する」とする認知加齢モデルがあります。本結果は、年齢は低いパフォーマンスの良くない若年訓練生は、左右の脳を協働させてタスクを実行しているのに対し、年齢は高いパフォーマンスの良い熟練パイロットは、左DLPFCを優位に働かせタスクを実行していると考えられます。このことは、この認知加齢モデルの脳活動の左右非対称性が、年齢ではなく、能力や熟練度の違いに基づくものであるというエビデンスを提供しており、fNIRSが能力評価の一助となる可能性を示唆します。

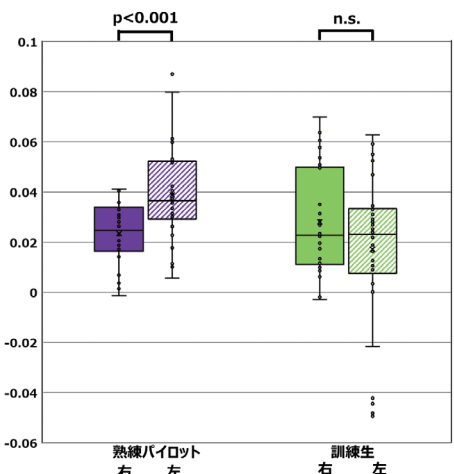


図3. 熟練パイロットと若年訓練生におけるDLPFC活動の左右差比較

Reference

1) K Kawaguchi, et al. (2024). Heliyon. 2024 Apr 25;10(9):e30242. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e30242. eCollection 2024 May 15.

システム構成

本データは下記構成で取得できます。小型で扱いやすいポータブルタイプのシステムです。

品名	概観
LABNIRS™ ・LIGHTNIRS™ 本体 1台 (22チャンネル)	
ホルダ、タイプA LIGHTNIRS用光ファイバ 2m (8組)	
3次元位置計測システム ビデオシステム	

幅広い研究用途に対応

より広範囲をシームレスに計測できる拡張性の高いシステムもございます。
幅広い研究用途に対応しておりますので、お気軽にお申し付けください。

品名	概観
LABNIRS 本体 8組 (24チャンネル、L型光ファイバ) ※参考 最小4組 10チャンネル 最大40組 142チャンネル	
全頭用ホルダ	

脳機能イメージング (fNIRS) >



LABNIRSおよびLIGHTNIRSは、株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。

本文書に記載されている会社名、製品名、サービスマークおよびロゴは、各社の商標および登録商標です。
なお、本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。
本製品は、医薬品医療機器法に基づく医療機器として承認・認証等を受けておりません。
治療診断目的およびその手続き上での使用はできません。
トラブル解消のため補修用部品・消耗品は純正部品をご採用ください。
外観および仕様は、改良のため予告なく変更することがありますのでご了承ください。

株式会社 島津製作所

分析計測事業部

604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町1

製品情報



価格お問合せ



東京支社 (官公庁担当) (03) 3219-5631
(大学担当) (03) 3219-5616
(会社担当) (03) 3219-5622
関西支社 (06) 4797-7230
札幌支社 (011) 700-6605
東北支店 (022) 221-6231
郡山営業所 (024) 939-3790

つくば支店 (官公庁・大学担当) (029) 851-8511
(会社担当) (029) 851-8515
北関東支店 (官公庁・大学担当) (048) 646-0095
(会社担当) (048) 646-0081
横浜支店 (官公庁・大学担当) (045) 311-4106
(会社担当) (045) 311-4615
静岡支店 (054) 285-0124

名古屋支店 (官公庁・大学担当) (052) 565-7521
(会社担当) (052) 565-7531
京都支店 (官公庁・大学担当) (075) 823-1604
(会社担当) (075) 823-1603
神戸支店 (078) 331-9665
岡山営業所 (086) 221-2511
四国支店 (087) 823-6623

広島支店 (082) 236-9652
九州支店 (官公庁・大学担当) (092) 283-3332
(会社担当) (092) 283-3334

島津コーラルセンター ☎ 0120-131691
(操作・分析に関する相談窓口) IP電話等:(075) 813-1691