

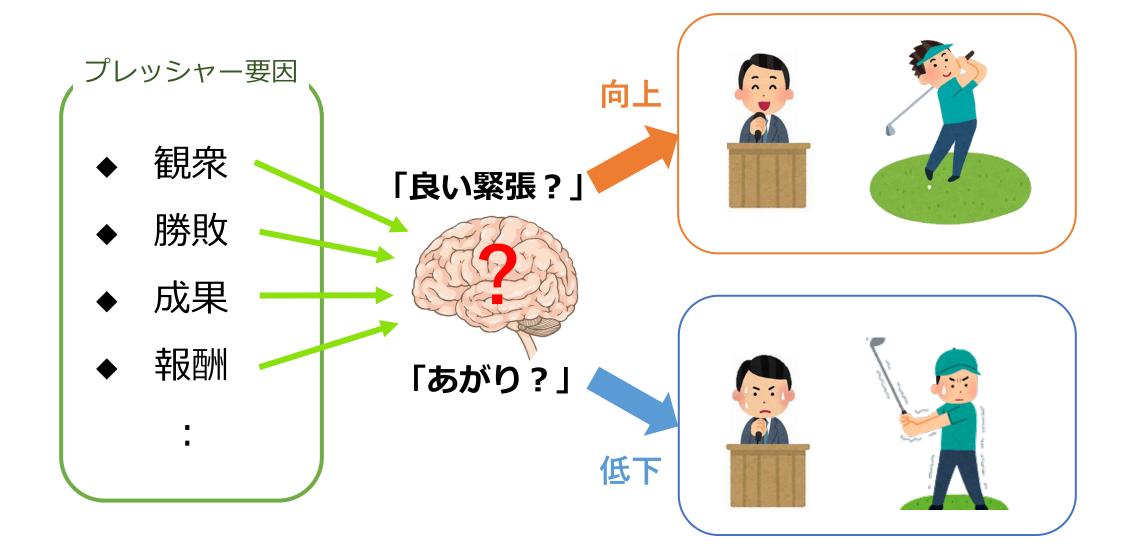
# 「あがり」改善を目指したニューロフィードバックシステムの開発

芝浦工業大学 システム理工学部 生命科学科 教授 佐藤 大樹

2024年9月19日



# プレッシャー下でのパフォーマンス変動





# あがり: Choking under pressure 心理的重圧によるパフォーマンス低下

### プロバスケットボールの例

ホームチームの<u>観客数</u>が14.7[%]増加すると、 フリースローの成功率が10[%]低下した。 (Boheim et al., 2019)



### プロゴルフの例

<u>賞金</u>が10,000[\$]増加すると、 パッティングの成功率が0.18[%]低下した。 (Hickman et al., 2015)





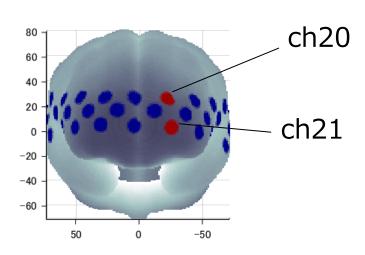
# 「あがり」は脳の現象である

プレッシャー下でのゴルフパッティング パフォーマンスに関連する脳活動を探索

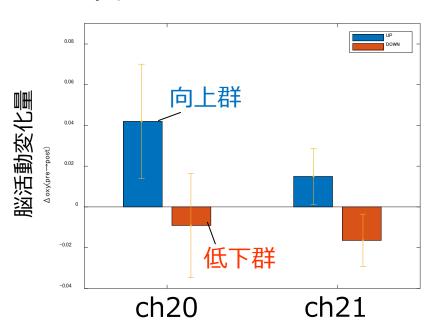


パッティング実験の様子

● パフォーマンス向上群と低下群の比較: 左前頭葉活動に差があることを確認



向上群と低下群で有意差があった 計測チャンネル(fNIRS計測の結果)





# 「あがり」を防ぐ脳活動指標

前頭前野活動の非対称性(左>右)?

### ・ゴルフ

運動準備中の前頭前野活動が<u>左優位状態</u>の時、 パッティングが成功する傾向が見られた。 (Chen et al., 2019)



#### ・サッカー

運動準備中の前頭前野活動が<u>左優位状態</u>の時、ペナルティキックが成功する傾向が見られた。 (Slutter et al., 2021)





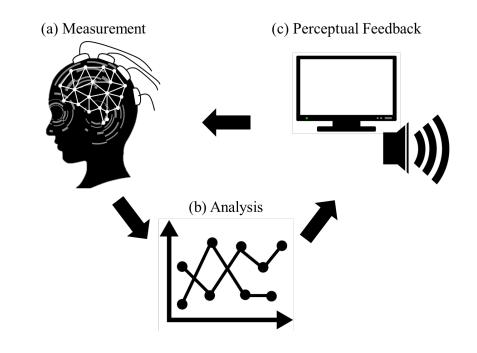
# ニューロフィードバックによる 「あがり」改善に向けて

### ニューロフィードバック(Neuro Feedback: NF)

解析した脳活動信号(指標)をリアルタイムでフィードバック することで、脳活動の自己調整を促す技術

### 「あがり」改善への適用イメージ

前頭前野活動の非対称性を フィードバックし、左半球優位 に調整するトレーニングを実施 すれば、本番でも、その状態を 再現でき、「あがり」が改善できる のでは?





### NFシステムの現状と課題

研究レベルでは、様々なNFトレーニングの効果が報告されているが、実用化には至っていない

- 大がかりな装置(fMRIなど)は、精度が良くても高コスト
- 脳波および機能的近赤外分光法(fNIRS)がコスト面で有望だが、フィードバックする指標の妥当性が不十分で検討が不十分



# 「あがり」改善を目指した NFシステムの提案

### 特徴1

機能的近赤外分光法 (functional Near-infrared Spectroscopy: fNIRS)の利用

- 小型・軽量な装置は、使用者への負荷が 少ない。
- 多少の体動や電磁ノイズに強く、 日常環境下で使いやすい。
- 通常のスマートフォンでアプリ化でき、 低コストで利用できる。



ウェアラブルfNIRS装置 (HOT-2000, NeU)



# 「あがり」改善を目指した NFシステムの提案

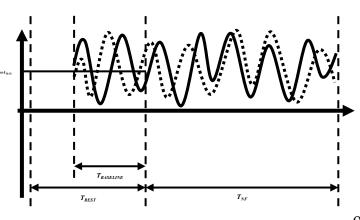
#### 特徴2

前頭葉活動の非対称性指標(Laterality Index: LI)を 独自アルゴリズムで算出

● これまでの知見から「あがり」と関連することが分かってきた前頭葉活動の非対称性を利用 → 妥当性の確保

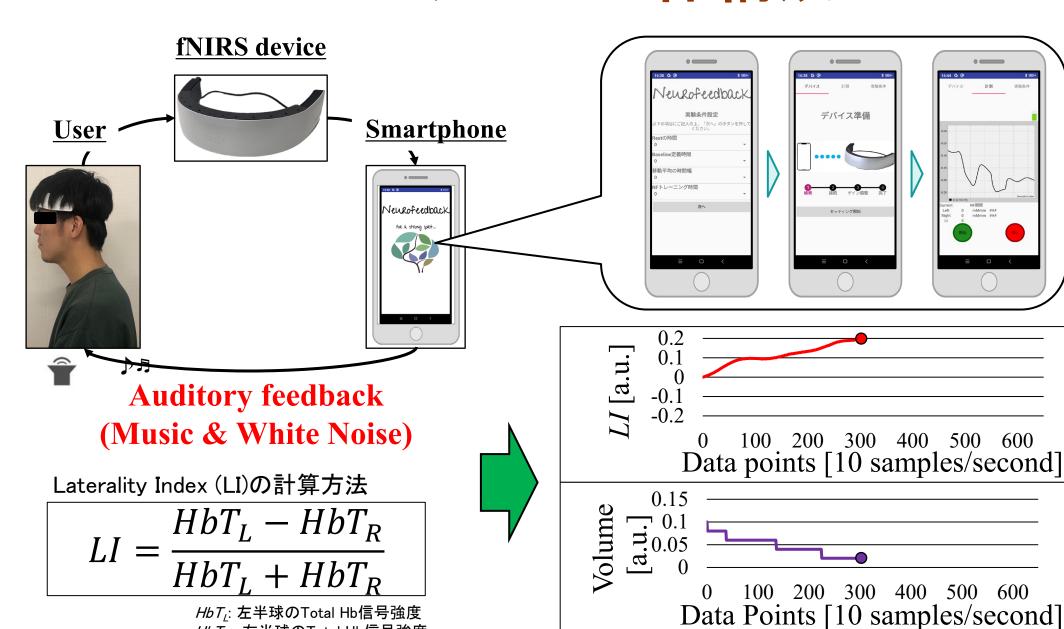
$$LI = \frac{Hb_L - Hb_R}{Hb_L + Hb_R}$$

- fNIRS信号の特性から生じる、連続的なー LIのノイズを除去するアルゴリズム
  - → 指標の高精度化(特許のポイント)





## NFシステムの全体構成



HbT<sub>i</sub>: 左半球のTotal Hb信号強度 HbTR: 右半球のTotal Hb信号強度



### ① 単純な非対称性指標

(Marc Cavazza et al., 2015, Gabor Aranyi et al., 2015)

Asymmetry = L - R

② 正規化された非対称性指標 (Laterality Index: LI)

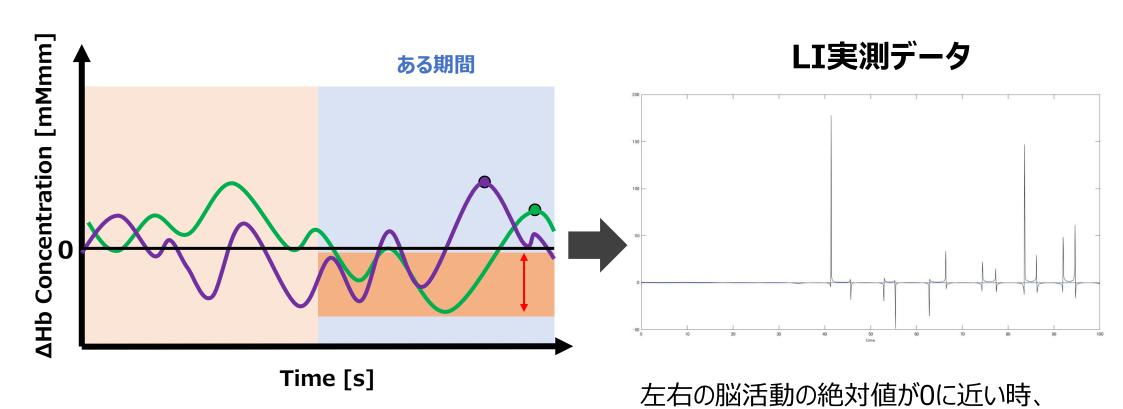
$$LI = \frac{L - R}{L + R}$$

#### <従来手法と比較した利点>

左右の脳活動の差分を全体の脳活動量で 正規化しているため、信号振幅の個人差に影響されない相対的な値を算出できる。



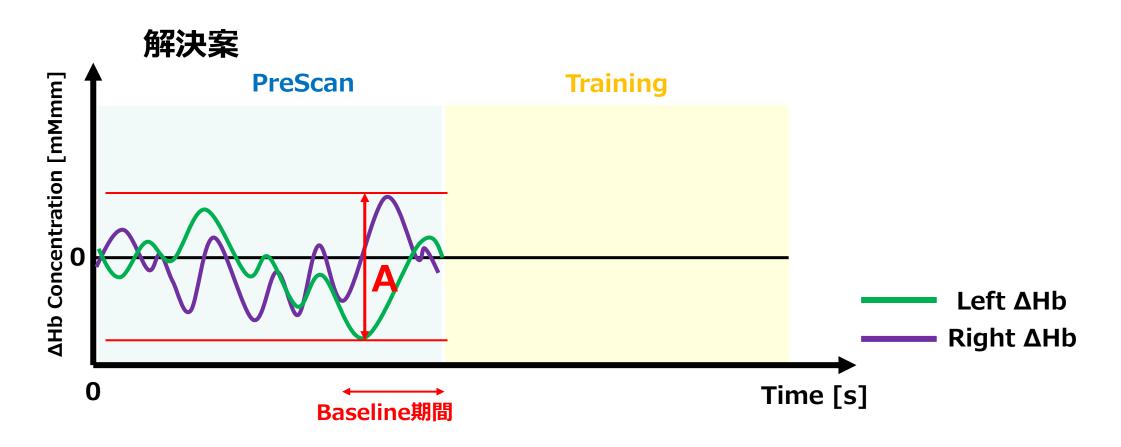
連続的に(リアルタイムで)LIを算出するとどうなるか?



12

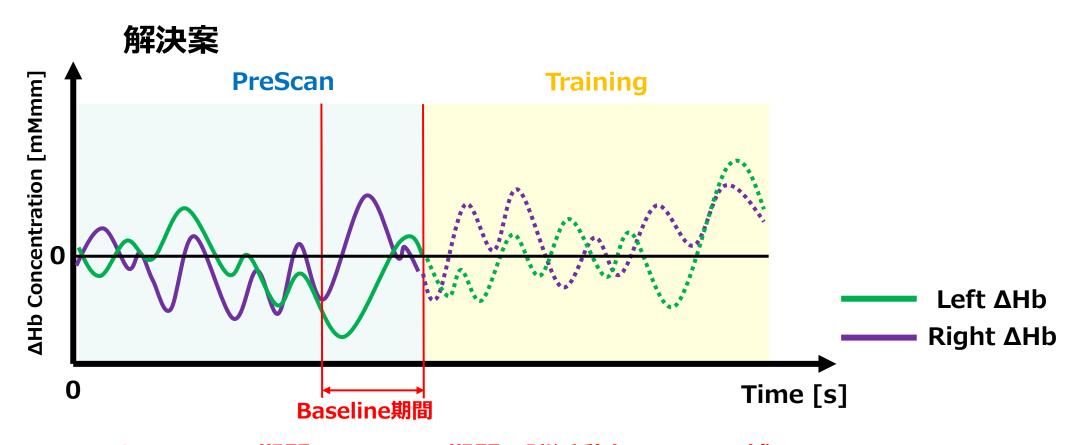
分母の値が小さくなり、LI値のスパイクが起こる





①PreScan期間における脳活動の最大振幅値Aを取得

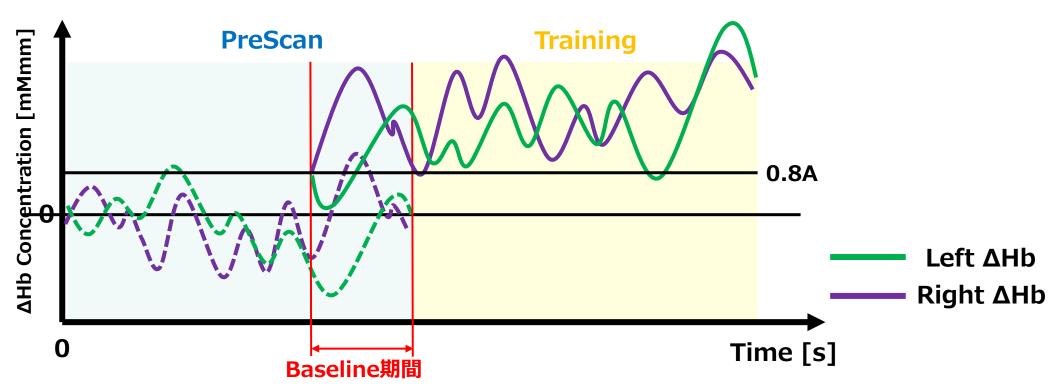




②Baseline期間+Training期間の脳活動をBaseline補正 (Baseline期間の最初を「β=最大振幅値A×重み0.8」に近い値にする)



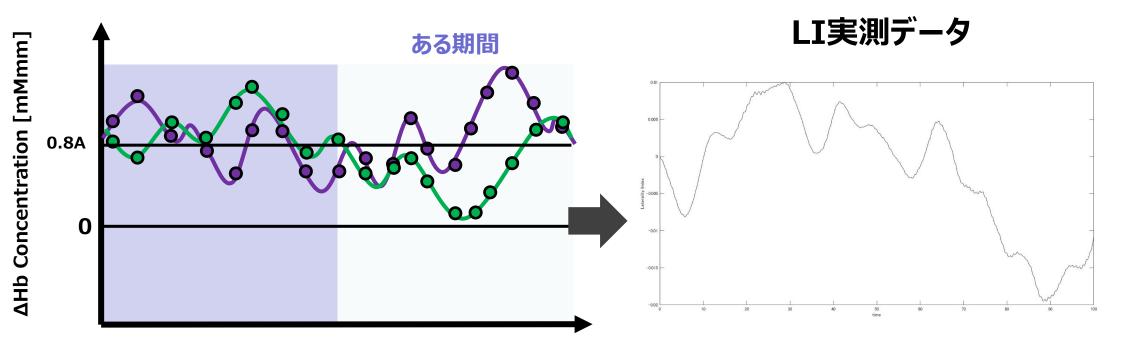
#### 解決案



②Baseline期間+Training期間の脳活動をBaseline補正 (Baseline期間の最初を「β=最大振幅値A×重み0.8」に近い値にする)



#### 今回の手法を使ってLIを算出した場合



Time [s]

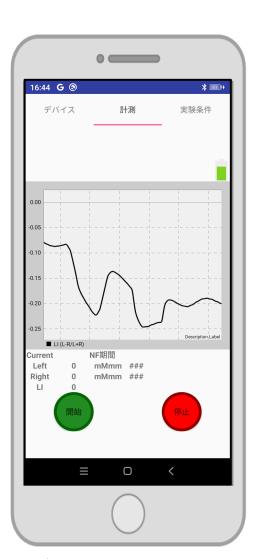
装置のサンプリング時間に合わせて Laterality Indexを順次計算 左右の脳活動値が正の値を取るよう補正した ため、LI値のスパイクが起こらない。 そのため、左右差を示すLIをリアルタイムで フィードバックできるになった。



# NFアプリの画面構成例



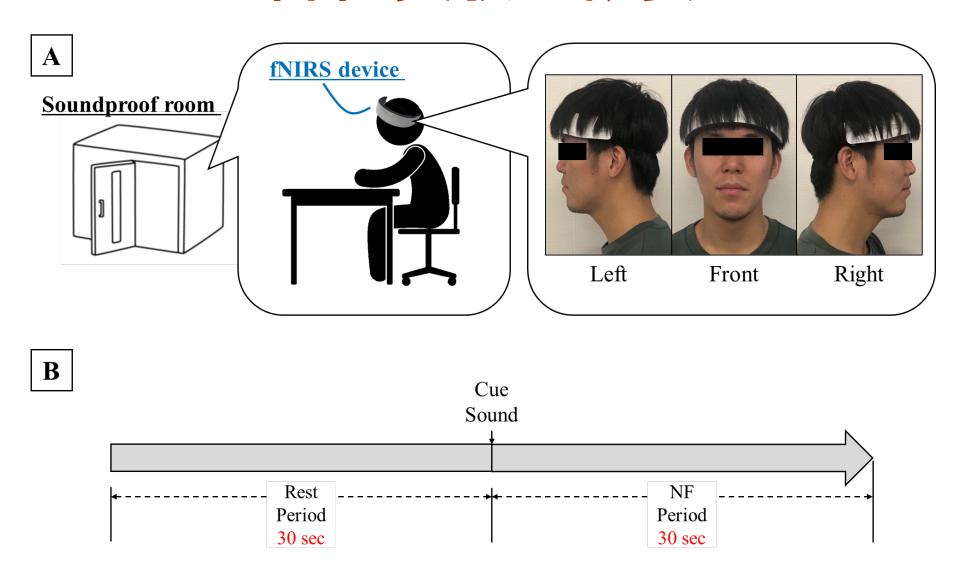




シンプルな構成により、1人でNFトレーニングが可能



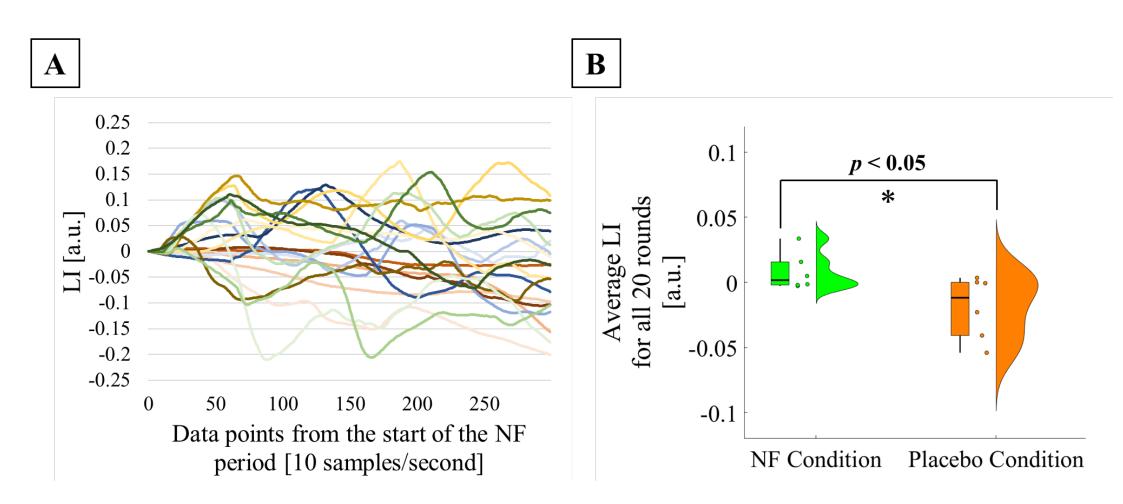
## 評価実験の概要



成人6名がダブルブラインドクロスオーバー評価実験に参加



# 評価実験の結果



正しくLIをフィードバックしたNF条件では、プラセボ条件に 比べ平均LIが有意に向上した(左半球優位になった)。



## 新技術のまとめ

- プレッシャー下でもパフォーマンスを維持できる 脳状態と考えられる前頭葉非対称性(LI)に着目 し、低コストかつ簡便に使用できるNFシステムを 開発
- 従来のLI算出アルゴリズムで生じていたスパイク 状のノイズを除去する独自アルゴリズムにより、 リアルタイムのLIフィードバックに成功
- 評価実験により、実際に前頭葉の非対称性を変化 させられることを確認



### 想定される用途

- アスリートのメンタルトレーニングに有効であると考えられる。
- また、スポーツやテストにおける「あがり」 防止を目的とした一般向けメンタルトレーニ ングとして、汎用的なスマホアプリへも展開 できると考えられる。



# 実用化に向けた課題

- 本システムにより前頭葉の非対称性が変化させられるということまでは確認できたが、それによる「あがり」抑制効果については現在取り組み中である。
- NFシステムの効果には個人差、また対象となる 競技や状況による差が存在すると考えられる。今 後、更なる体系的評価が必要である。
- 今後の実用化に向けて、より効率的かつアトラク ティブなフィードバック法を開発する必要がある。



### 企業への期待

• 簡易型fNIRS装置の低コスト製品の開発、または一般向けNFアプリケーションの開発を主導できる企業との共同研究を希望。



## 企業への貢献、PRポイント

- 本NFシステムに限らず、脳機能計測や生体 信号計測の応用に関する知見を有するため、 様々なニーズに対するソリューション提案で 企業に貢献できると考えている。
- 本技術を発展させた新しい共同研究も可能。



# 本技術に関する知的財産権

発明の名称 : フィードバックシステム

● 出願番号 : 特願2023-215740

• 出願人 : 芝浦工業大学

• 発明者 : 佐藤大樹、檜山凌祐



# 産学連携の経歴

● 2018年-2023年 脳科学関連企業と共同研究実施

● 2018年-2024年 総合電機企業と共同研究実施

● 2020年-2022年 科研費・基盤研究Cに採択

● 2022年-2024年 食品製造企業と共同研究実施

● 2023年-2025年 科研費・基盤研究Bに採択

26



### お問い合わせ先

芝浦工業大学 研究推進部研究企画課

T E L 03-5859-7180

F A X 03-5859-7181

e-mail <u>sangaku@ow.shibaura-it.ac.jp</u>