



2023.11.22
MSIISM Conference

アスリートの潜在脳機能の解明とトレーニング

意識に上らない，無自覚的な

柏野 牧夫

日本電信電話(株) コミュニケーション科学基礎研究所 柏野多様脳特別研究室長・NTTフェロー
東京大学大学院 教育学研究科 客員教授

Partly supported by



カーブの投球イメージ

熟達者でさえ主観(イメージ)と客観(実際の動き)は乖離

極短時間(< 0.5 s)での複雑な神経情報処理

→ 意識では間に合わない

イメージや身体特性は人それぞれ → 唯一の正解はない

→ 潜在脳機能が鍵

実環境で潜在脳機能を研究する

“If you want to study a river, you don’t take out a bucketful of water and stare at it on the shore.”

Alan Watts (1915-1973)

当事者の現場



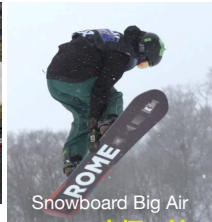
プロ野球球団, NTT東・西野球部



日本ソフトボール協会



Docomo Team Dandelion Racing



Snowboard Big Air



NTT e-Sports



音楽

発達障害
(自閉スペクトラム症)

難聴
(人工内耳、隠れ難聴)

本質的問題の発見



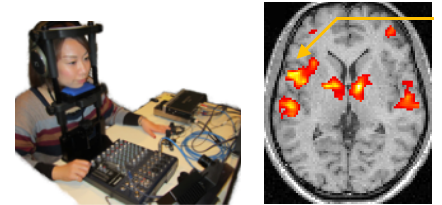
- 身体技能の熟達と不調
- 心身相互作用
- 個人間相互作用



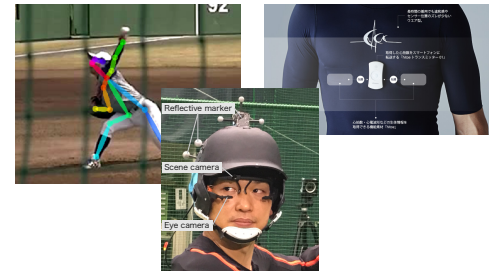
妥当性・有効性の検証

研究室

認知神経科学的原理解明



Real-world body-mind reading & modulation



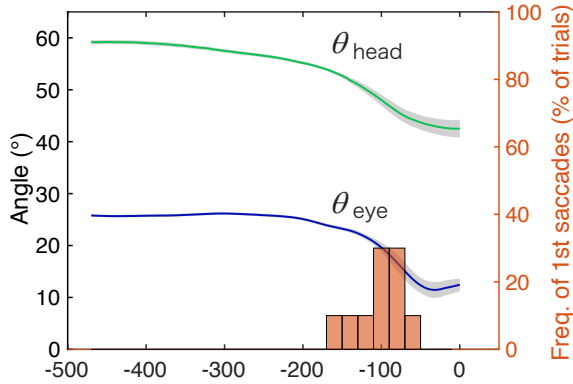
- **技の本質（“センス”）を捉える**
 - 野球打者の視線
- **技を鍛える**
 - 可視化・可聴化, リアル・ヴァーチャルシミュレータ
- **勝てる心身の状態を捉える**
 - eスポーツ・スノーボード・カーレースの実環境計測

バッティング時の視線

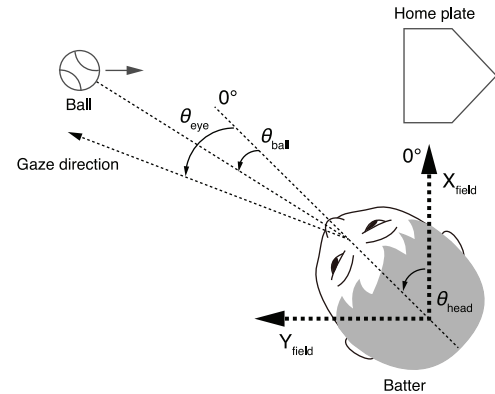
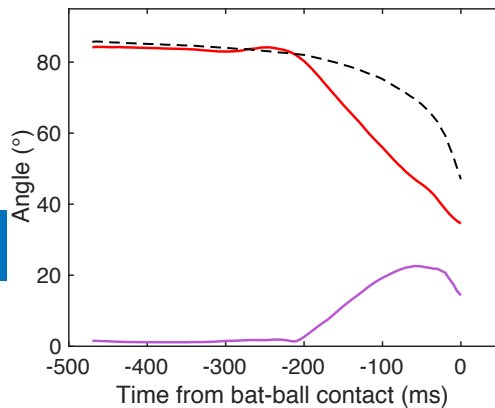
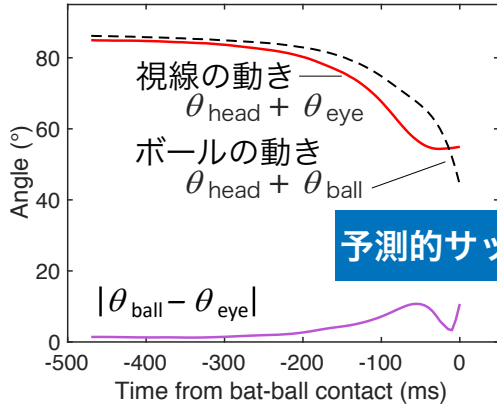
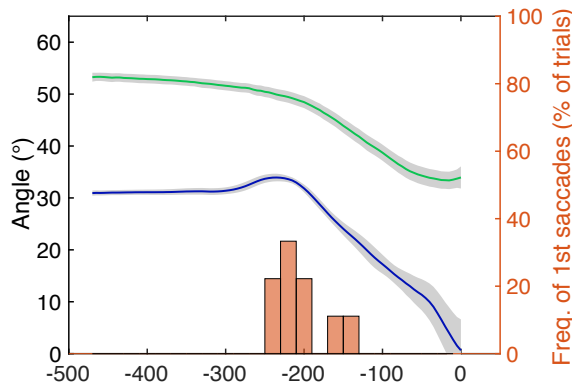


レベルによるサッカード開始タイミングの違い

プロ野球レギュラー選手A



プロ野球ファーム選手B



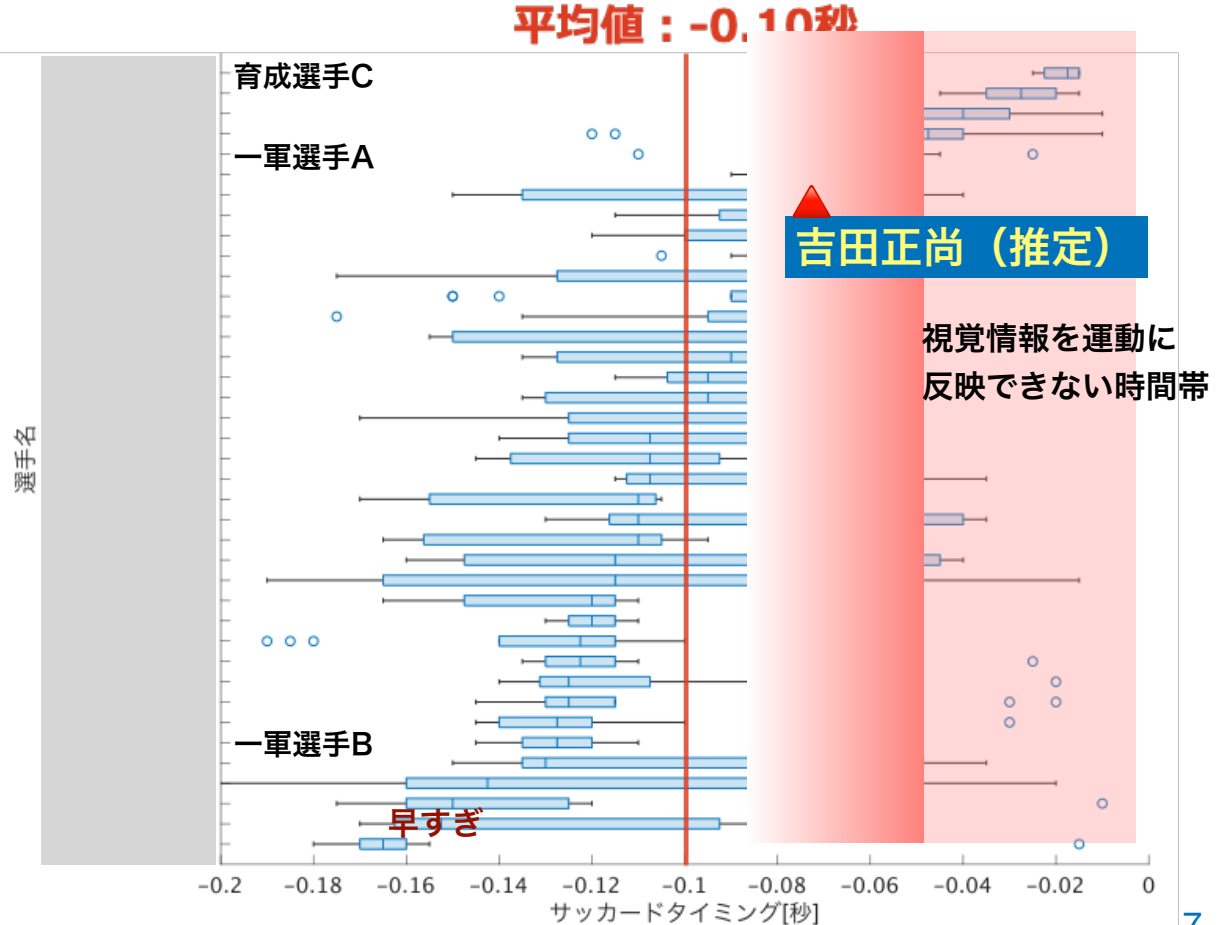
Kishita, Ueda, Kashino (2020a)
Front. Sports Act. Living

個人差を詳しくみると...

某プロ野球球団選手39名
(育成～一軍)

- ・ サッカーが遅いほど優れた打者であると単純には言えない
- ・ 各打者の特性に依存
 - 経験に基づく予測の重み
 - 身長, 身体能力
- ・ 伸びしろの予測に有益

個人の特性(リソース)をうまく活用できるように適応 → 成功



- 技の本質（“センス”）を捉える
 - 野球打者の視線
- 技を鍛える
 - 可視化・可聴化, リアル・ヴァーチャルシミュレータ
- 勝てる心身の状態を捉える
 - eスポーツ・スノーボード・カーレースの実環境計測

投球フィードバックシステム

投球フォームフィードバック (リアルタイム版)

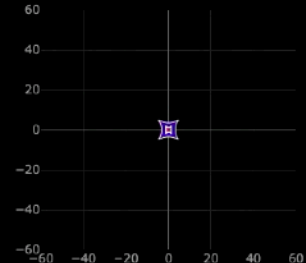
回転軸XY: 正面 (打者視点)



回転軸XZ: 真上

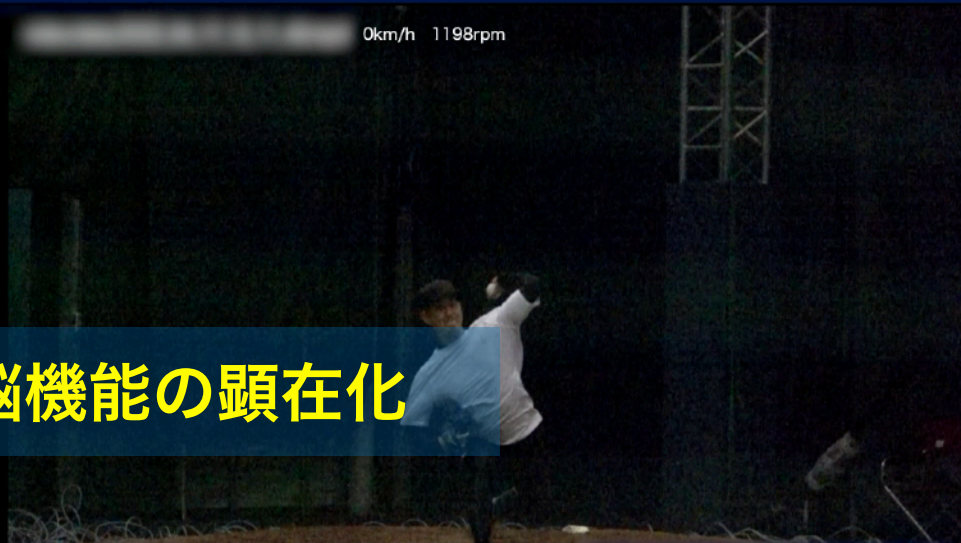


変化量



潜在脳機能の顕在化

0km/h 1198rpm



00:00 / 00:03

再生速度: 1.0

ダウンロード:

比較再生: **SxS** **Overlay** 再生中の動画を比較対象に追加 リリースタイミング調整

削除 球速 回転数 映像 リリース

Show 10 entries ■ 最新投球を自動選択 Search: ● OR検索 ○ AND検索

| 選択 | 比較 | 映像 | axis_x | axis_y | axis_z | theta | 回転数 | リリース | 球速 | 縦変化量 | 横変化量 |
|-------------------------------------|----|----|--------|--------|--------|-------|------|------|----|------|------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 追加 | | 0.557 | -0.137 | -0.819 | 0.261 | 1198 | 28 | 0 | 0 | 0 |
| <input type="checkbox"/> | 追加 | | 0.605 | 0.211 | 0.768 | 0.306 | 1404 | 33 | 0 | 0 | 0 |
| <input type="checkbox"/> | 追加 | | 0.245 | 0.217 | 0.945 | 0.397 | 1818 | 30 | 0 | 0 | 0 |

相手投手シミュレータ

わかる ≠ できる

潜在学習

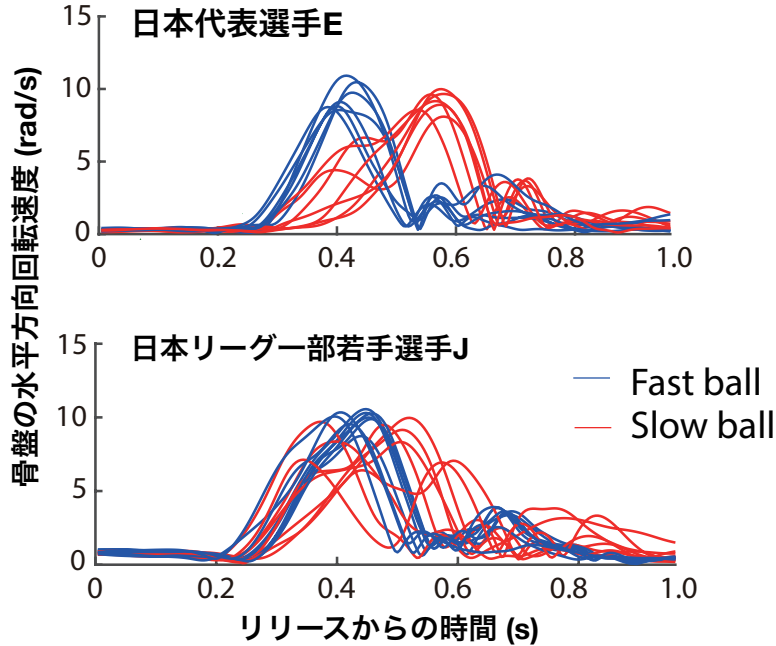
アメリカ投手の映像と
球種を再現した 打撃練習装置

VRを活用した選手評価

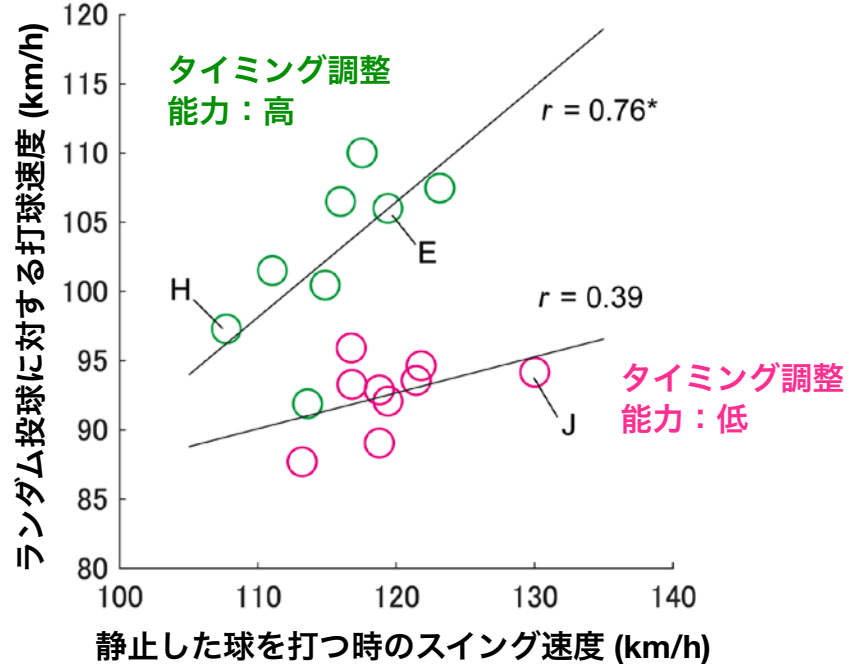


パワーがあれば打てるのか？

速球・遅球ランダム投球に対する打撃時の身体の動き

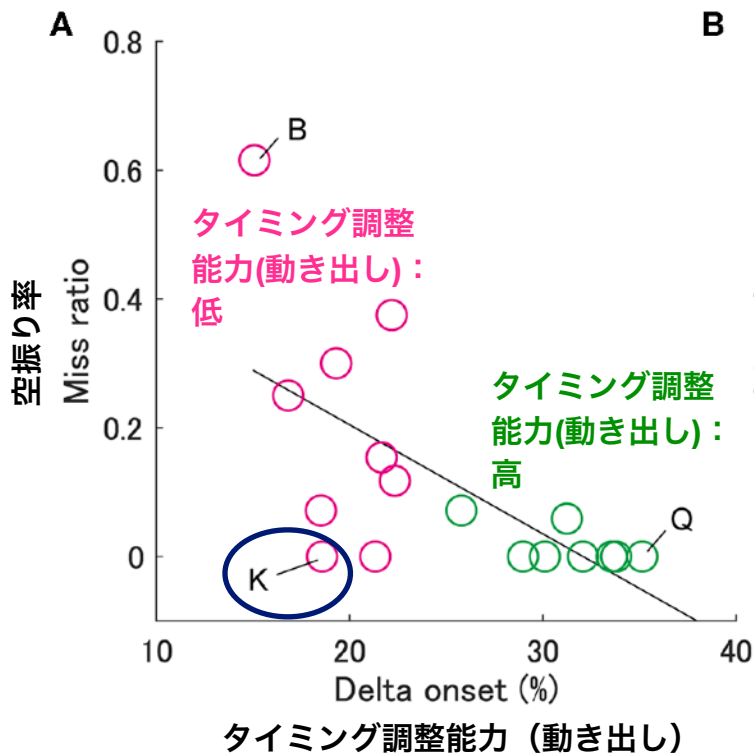


[実打実験のデータ]

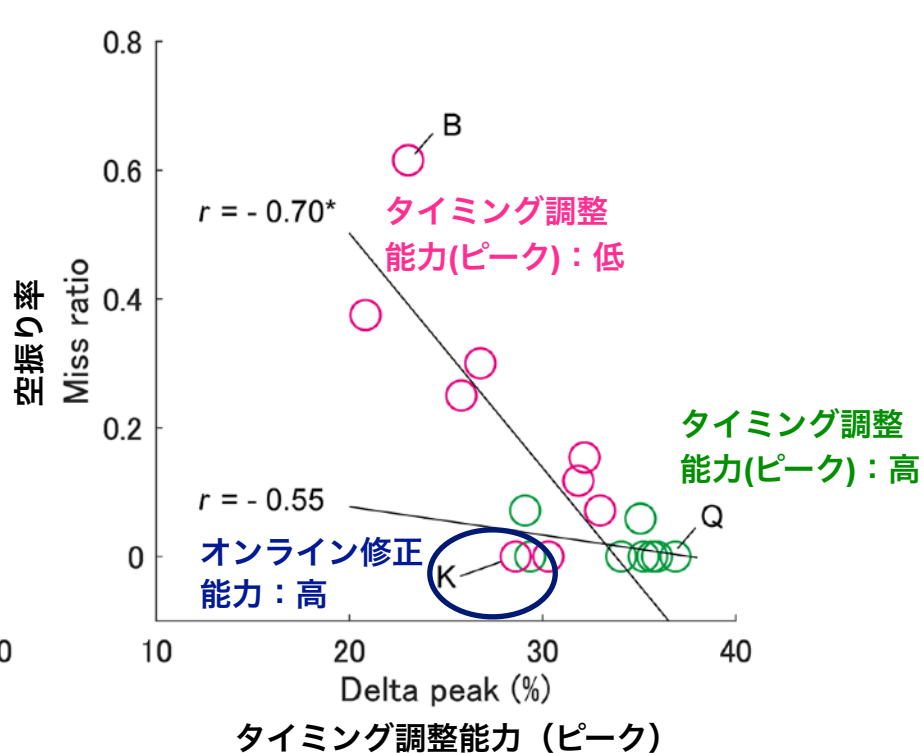


Nasu, Yamaguchi, Kobayashi, Saijo, Kashino, Kimura
(2020) *Front. Sports Act. Living*

選手のタイプ・レベルの判別, 才能発掘



[実打実験のデータ]

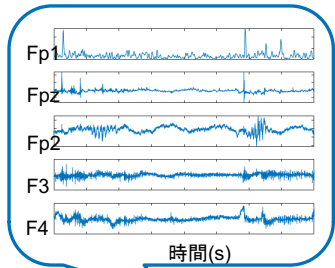


Nasu, Yamaguchi, Kobayashi, Saijo, Kashino, Kimura
(2020) *Front. Sports Act. Living*

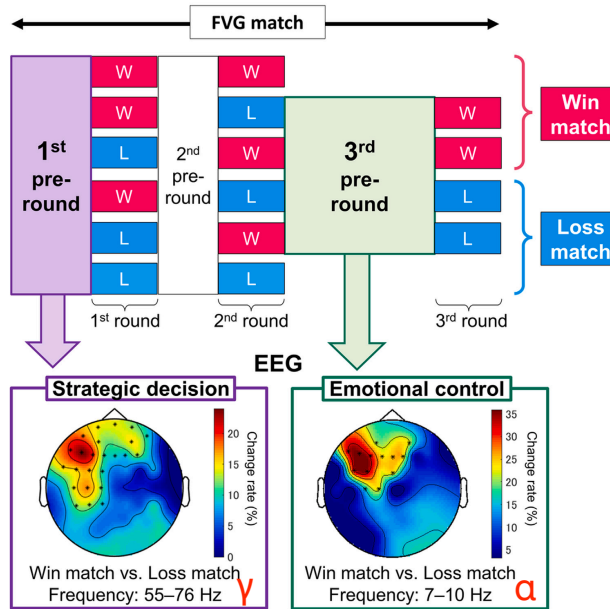
- **技の本質（“センス”）を捉える**
 - 野球打者の視線
- **技を鍛える**
 - 可視化・可聴化, リアル・ヴァーチャルシミュレータ
- **勝てる心身の状態を捉える**
 - eスポーツ・スノーボード・カーレースの実環境計測

勝てる脳の状態 (eスポーツ)

eスポーツ上級者から対戦中の脳波(EEG)を計測

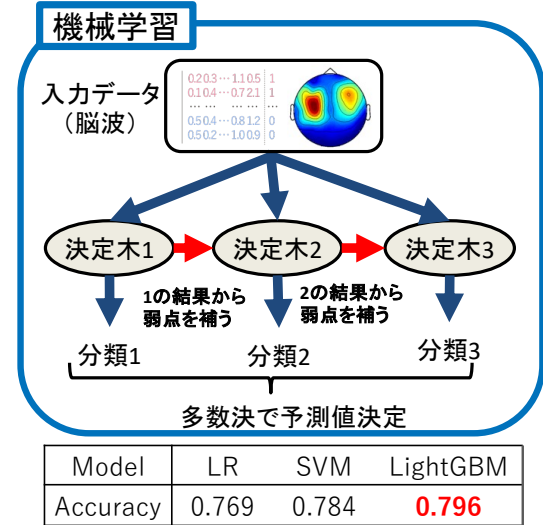


発見1: 勝敗と直接関連する脳活動が試合の直前に出現



Minami, Watanabe, Saijo, Kashino (2023) *iScience*

発見2: 試合前の脳波から勝敗を高精度に(約80%)予測可能



Minami, Watanabe, Saijo, Kashino (2023) *IEEE CoG*

勝てる脳と身体の状態 (スノーボードビッグエア)

国内トップ20選手らによる最高峰の大会で生理・動作計測



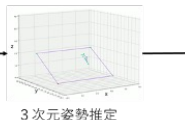
動作解析

滑走速度



ジャンプ台長さ (10m) / ジャンプ台通過時間
通過時間: 通過フレーム数 ÷ 120
※1フレーム: 1/120秒

旋回速度



板の両端と両肩の成す角の変化量

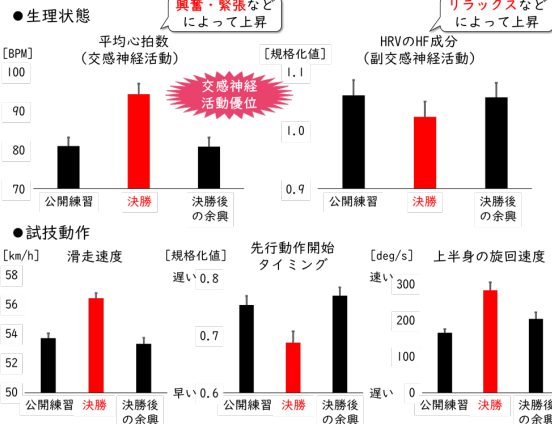
先行動作開始タイミング



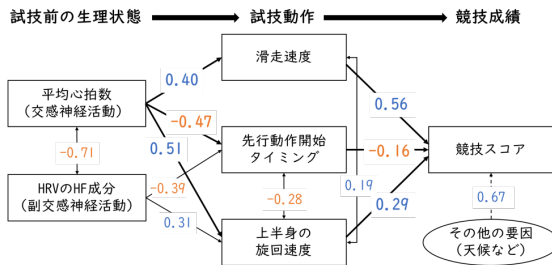
ボトムライン通過から先行動作開始までのフレーム数をジャンプ台通過の総フレーム数で除算

発見1: 勝者は交感神経系優位, それに伴い動作が変化

①本番時は非本番時と異なる心身の状態に遷移

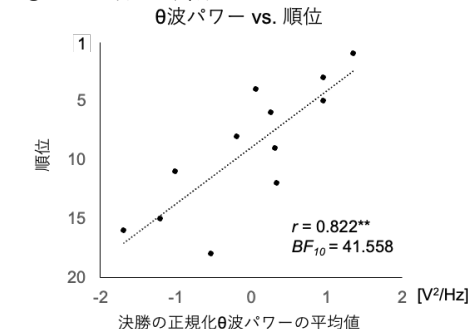


②生理状態は試技動作への影響を介し、競技成績と関連

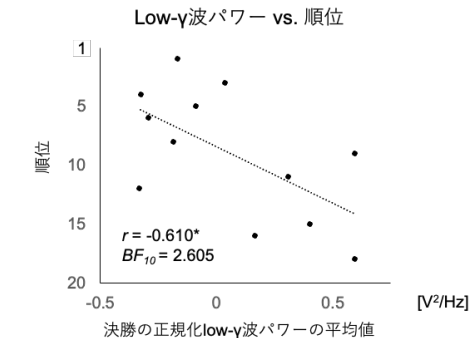


発見2: 勝者の脳はリラックス状態

③脳波と順位の関係



θ波のパワーが大きいほど、良い順位



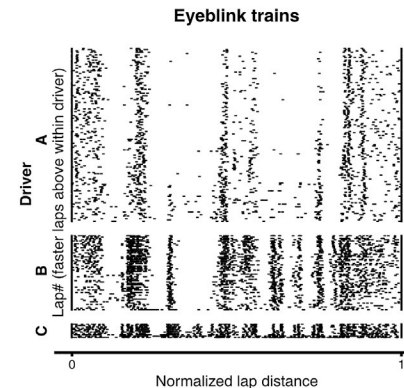
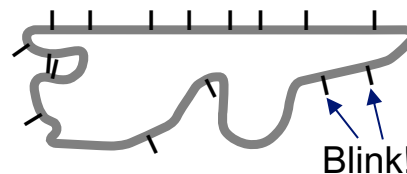
Low-γ波のパワーが小さいほど、良い順位

瞬目パターンと認知状態 (スーパーフォーミュラ)

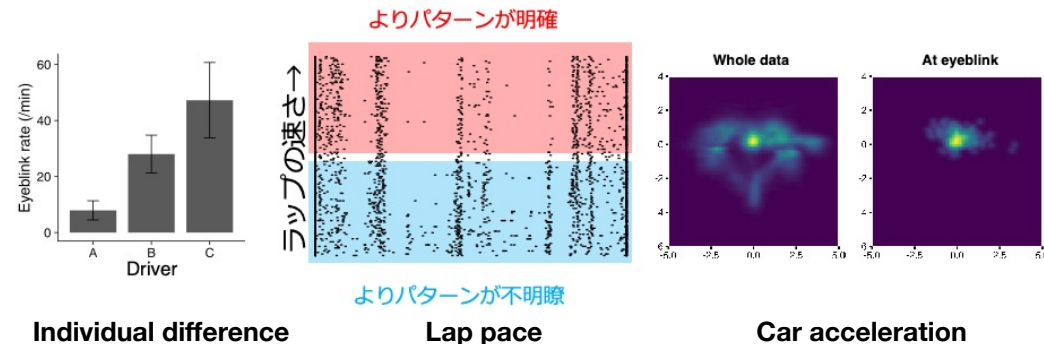
フォーミュラカー運転中のドライバーの瞬目を計測



発見1: 瞬目位置に明確なパターンが存在

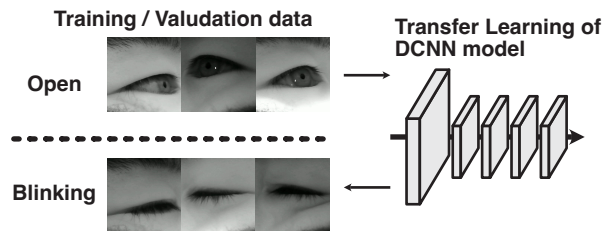


発見2: 瞬目パターンを決める3要因を特定



運転行動に伴う認知状態の変化

自発的瞬目を画像処理でロバストに検出, 車の挙動と合わせて解析

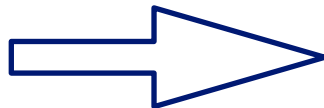


Nishizono, Saijo, Kashino (2023) IEEE SMC

スポーツアナリティクスはどう進化するか？

・ スポーツアナリティクス1.0

- ボールの挙動, 身体動作
- ビッグデータの統計解析



・ スポーツアナリティクス2.0

- 生理状態も加え, 脳と心を推定
- 人間の原理に基づく予測

表層から本質へ

本質を理解し, 選手に応じて伝えられるアナリストやコーチが不可欠

スポーツを超えて

- 意のままに操る・上手くなる・新たな自己に気づく → それ自体が快 (喜び, ウェルビーイング) 教育, 健康, リハビリ, ...
- 「身体」は意思決定やコミュニケーションなどスポーツ以外にも潜在的に重要な役割を果たす (しかしオンラインでは軽視)
- AI: 人間とのインタフェース, シンボル・グラウンディング, 生体情報の利用