

# 隊員の認識拡張技術の研究

## ～脳活動計測による認知的負担度の推定～ (1/2)

### 研究の背景と目的

#### 脳活動から認知的負担度(脳が行う情報処理に伴う負担の程度)を推定する研究

各種の情報を取得し、状況判断、意思決定を迅速に行えることは、外部の変化に対して機敏に行動するために重要である。現在、無人機技術等が発展してきているが、将来的にも認識の部分(状況判断、意思決定)には人間の介在が引き続き必要となると考えられる。しかし、扱う**情報量の増大**等により、人間による状況判断、意思決定は現在以上に複雑となり、**人間がボトルネック**となる可能性が懸念される。

隊員の状況判断、意思決定の加速化のためには、装備側を高度化するだけでなく、隊員各人がシステムとシームレスに連携して調和し、認識に関するパフォーマンスを最大限に発揮できるようにする必要がある。そのため、隊員の**認知状態を推定**し、それに合わせてシステムが最適な状況判断支援を行うことが求められる。

当室は、隊員の認知状態に最適な状況判断支援を行い、意思決定を加速する次世代装備システムを実現するための最初の段階として、認知状態の中でも推定に関する基礎技術が確立されつつある認知的負担度について、隊員各人の状況に合わせた最適化を目指し、脳波を用いた隊員の**認知的負担度の定量化**に取り組んだ。

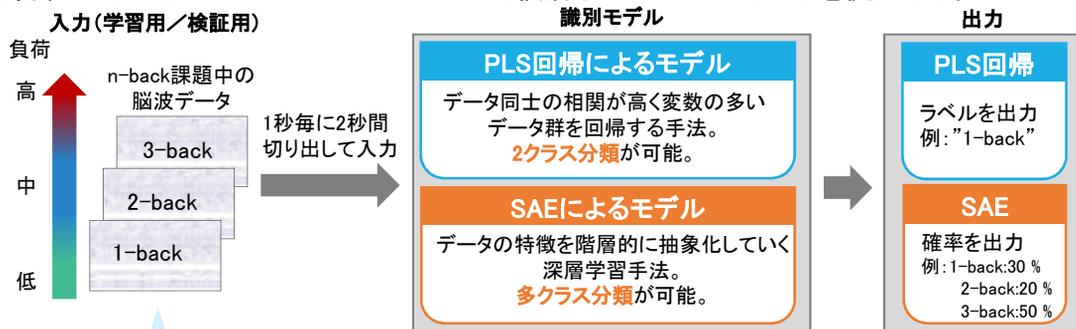
#### ○成果の活用先の候補

- ・隊員各人の状況に合わせた情報表示インターフェース
- ・認知的負担の増大やヒューマンエラーの防止(隊員の異常や不調を察知し、適切な処置を実施)

本研究は①**基準課題による識別モデルの作成**、②**シミュレーション課題による識別モデルの評価**の2つの実験から構成される。

### 実験① 基準課題による識別モデルの作成

認知的負担度を変化させられる基準課題(n-back課題)実施中の**脳波**を計測し、2つの機械学習のアルゴリズムを使用して脳状態を推定する識別モデルを作成した。検証用の脳波データをそれぞれのモデルに入力し、識別率を検証した。アルゴリズムには、一般的アルゴリズムであり、情報処理中の状態評価で優秀と言われているpartial least squares regression: PLS回帰(部分的最小二乗回帰)と、深層学習のうち認知的負担度の解釈に効果があると言われているstacked autoencoder: SAE(積層オートエンコーダー)を使用した。

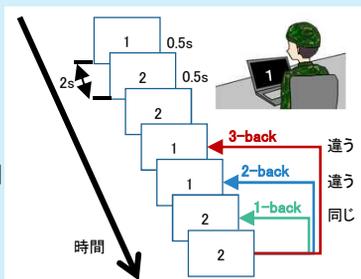


#### N-back課題とは

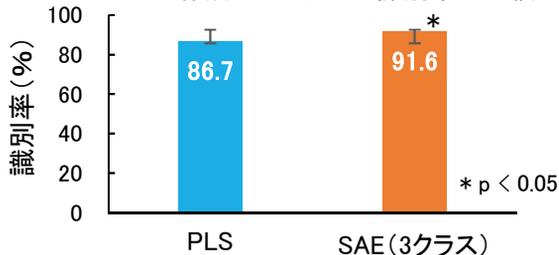
次々と提示される文字についてn個前の文字と同じかどうかを回答させる課題である。nの値を大きくすることで認知的負担度を大きくすることができる。例えば本研究における2-backの回では、カードが表示される毎に2枚前のカードと文字が同じかどうかキーボード入力で回答する。

#### 条件

- n: 1~3
- 提示する文字: 1, 2
- 提示時間: 0.5秒
- 提示間隔: 2秒
- 試行数:
  - 提示数22個 × 各4回
- 実験参加者: 9名
- 脳波計測点: 18箇所
- サンプリング周波数: 300 Hz



#### 作成したモデルの識別率の比較



検証用脳波データをモデルに入力し、得られた識別結果の正誤の割合の平均値を識別率とした。

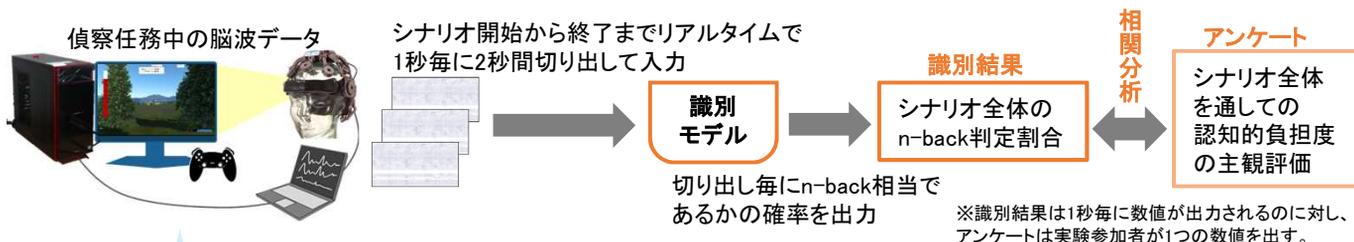
- SAEがPLSよりも有意に高い識別率を示した。
- SAEで3段階の負担度が識別できることが示されたため、実験②では**SAEでモデルを作成し、評価を行った。**

# 隊員の認識拡張技術の研究

## ～脳活動計測による認知的負担度の推定～ (2/2)

### 実験② シミュレーション課題による識別モデルの評価

シミュレータ上での偵察任務実施中の脳波を計測し、n-back課題遂行時の脳波を学習させた識別モデル(SAEによるモデル)によって負担度をリアルタイムに識別した。そして、実験参加者の主観との相関を分析してモデルの妥当性を検証した。一般的な認知的負担度の評価法に倣い、任務終了後に隊員に対してアンケートを行うことで主観評価を数値化した。アンケート内容はNASA-TLX(Task load index)の認知的要求の項目について実験参加者に0-100の数値で評価させた。



#### 偵察任務とは

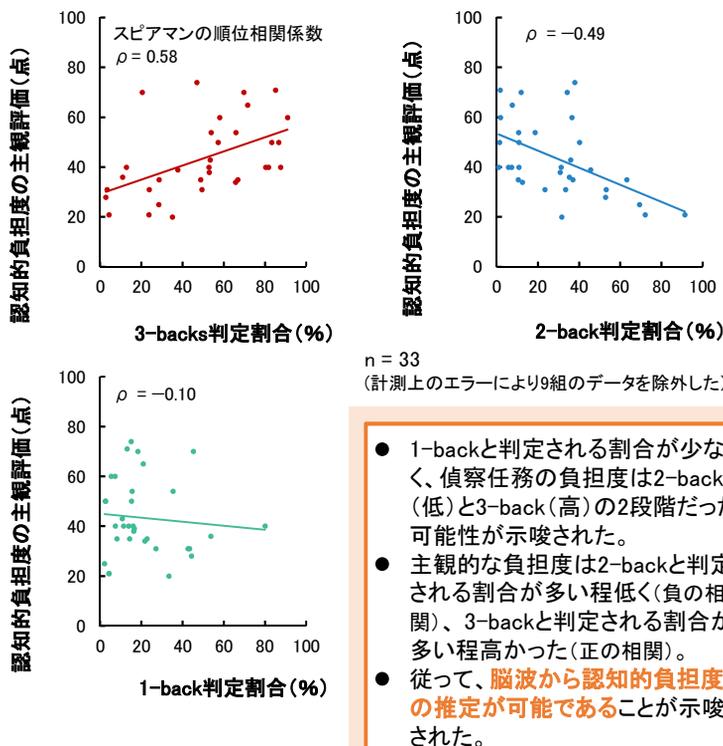
仮想空間上で目標を探し出し、座標を入力する。画面左上のバーの色と高さによって、脳波から判断される認知的負担度をリアルタイム(約1秒毎)で表示している。

#### 条件

- 試行数: 一人あたり6回
- 実験参加者: 7名
- 脳波計測点: 18箇所
- サンプリング周波数: 300 Hz



#### シナリオ全体の識別結果と主観評価の相関分析



### まとめ

N-back課題をベースとしたモデルによる偵察任務中の認知的負担度の識別と、主観評価との相関を確認できたことから、脳波によって隊員の認知的負担度を推定できる可能性が示唆された。

しかし、モデルによる負担度識別は約1秒毎に行われるのに対し、アンケートによる主観評価では全体を1つの数値にすることしかできない。ここで、**認知アーキテクチャ**を使用することでシミュレーション中の負担度を経時的に全て数値化できる。したがって今後は、ACT-R等の認知アーキテクチャが推定する認知的負担度との比較によって、**識別モデルを経時的に評価**することを計画している。

さらに、より詳細に隊員の認知状態を推定するために、本研究で実施した脳波からの認知的負担度リアルタイム推定技術を発展させ、より高度な技術が必要である**情報処理の内容(違和感の検出等)の評価**に関する研究を進め、将来の状況判断・意思決定を迅速化するシステムの実現を目指す。