

脳-コンピュータ インターフェース (BCI)

我々の開発している

脳-コンピュータ会話システム
(Brain-Computer Communication
System, BCCS)

について

はじめに

運動失調症

筋萎縮性側索硬化症 (ALS)

- ・運動神経の異常により、全身の筋肉が萎縮
筋ジストロフィー
- ・筋の異常により、全身の筋肉が萎縮

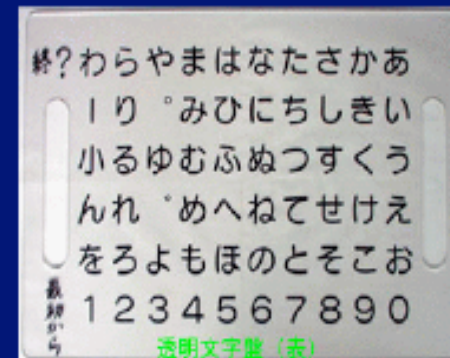
コミュニケーション方法



まばたき



指先の動き



透明文字盤

はじめに

運動失調症

筋萎縮性側索硬化症(ALS)

- ・運動神経の異常により、全身の筋肉が萎縮

筋ジストロフィー

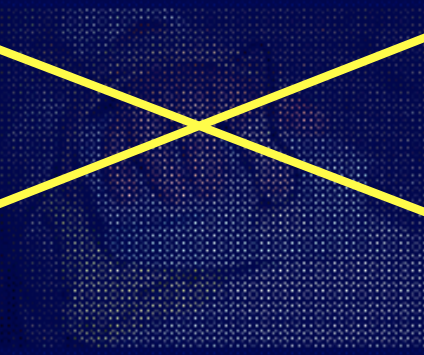
- ・筋の異常により、全身の筋肉が萎縮

症状の進行

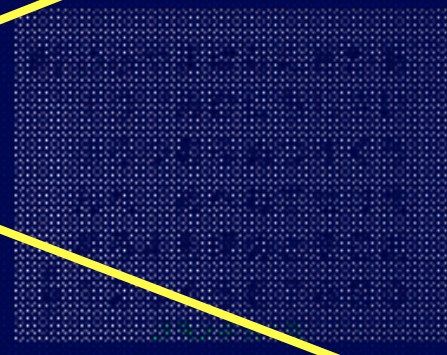
コミュニケーション方法



まはたき



指先の動き



透明文字盤

はじめに

運動失調症 (ALS, 筋ジス, etc)

- ・感覚神経、自律神経系は正常

— コミュニケーション方法 —

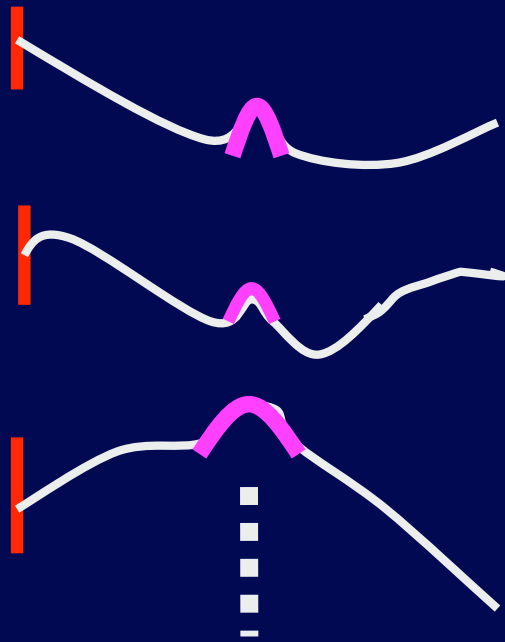
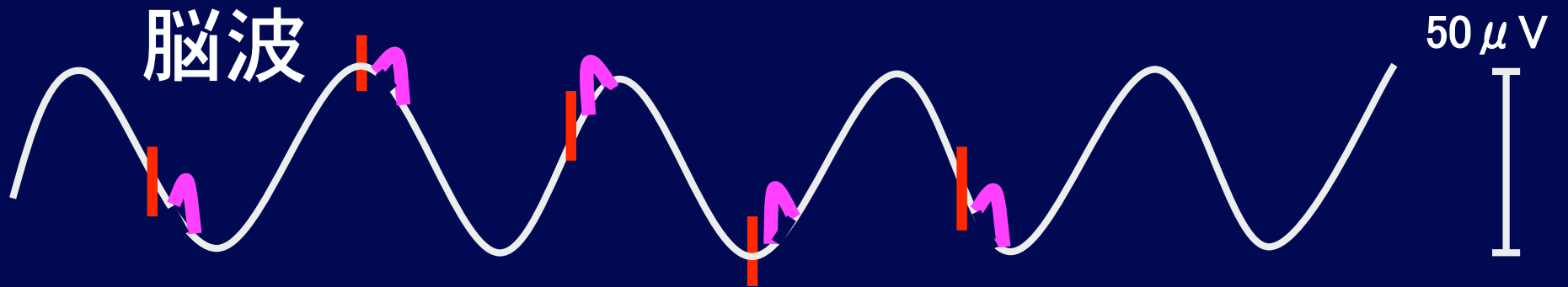
脳波を利用した研究

研究目的

脳波を用いた意思伝達

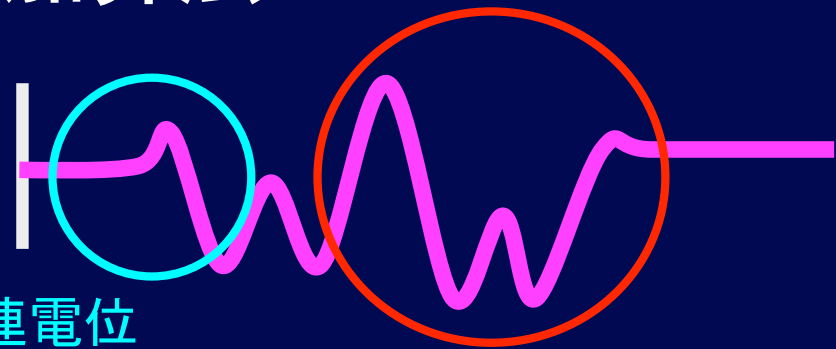
- ・効果的な解析方法
- ・効果的な呈示画像数
- ・問題点と新しい意思伝達システム
- ・訓練の影響

大腦誘發電位



平均加算法

事象関連電位

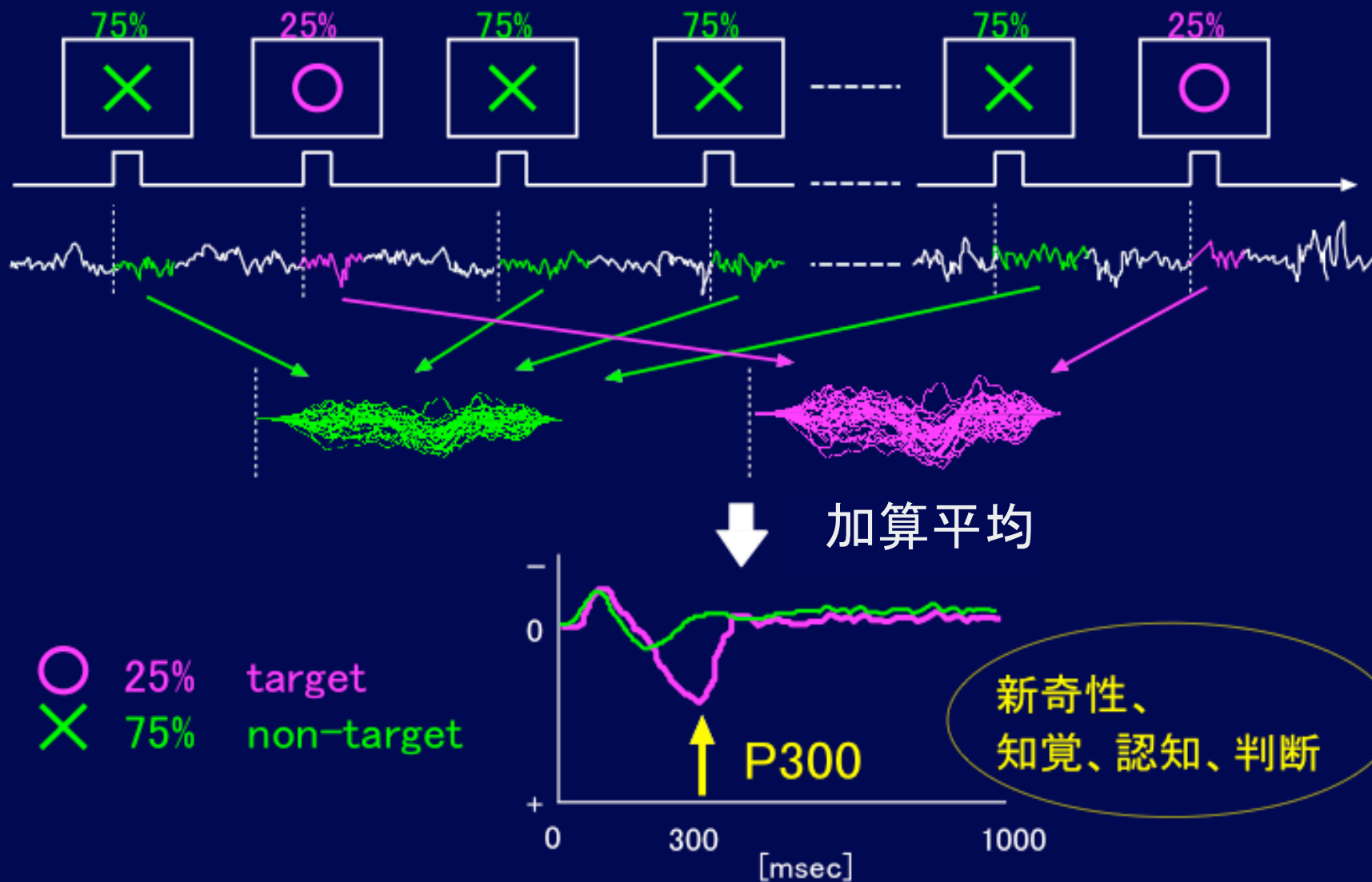


刺激関連電位

$$s/n = \sqrt{N}$$

事象関連電位の抽出

オドボール課題

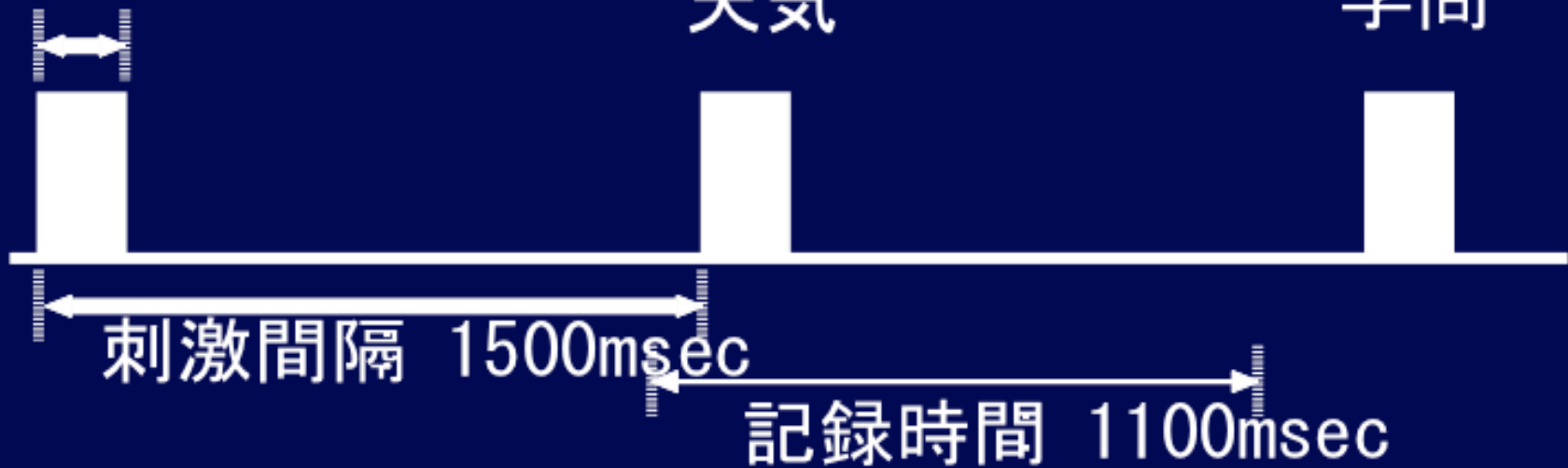


均等確率呈示方法

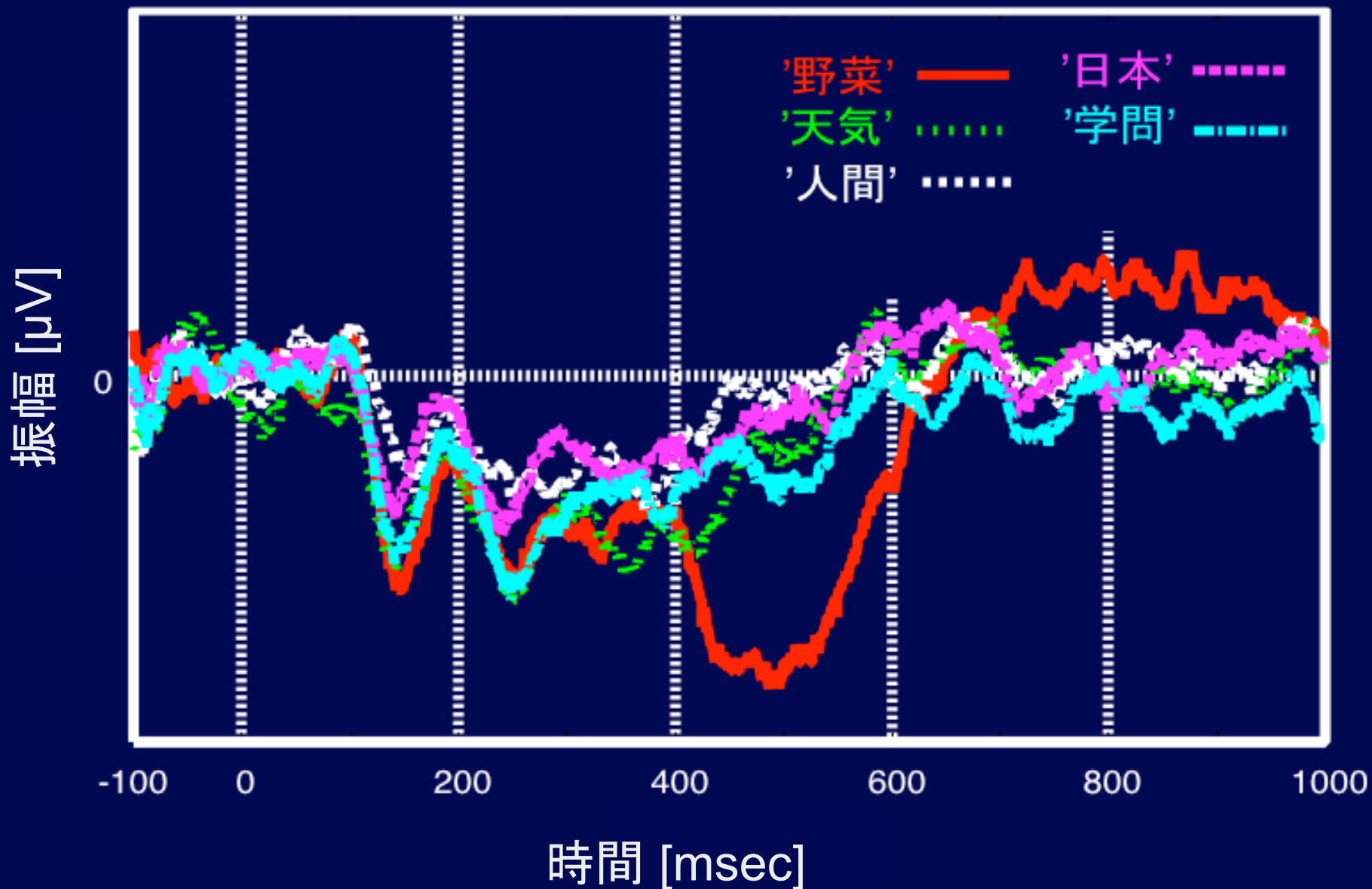
「野菜」「天気」「人間」「日本」「学問」

各文字20%の確立でランダムに呈示

呈示時間 300msec



均等確率呈示方法

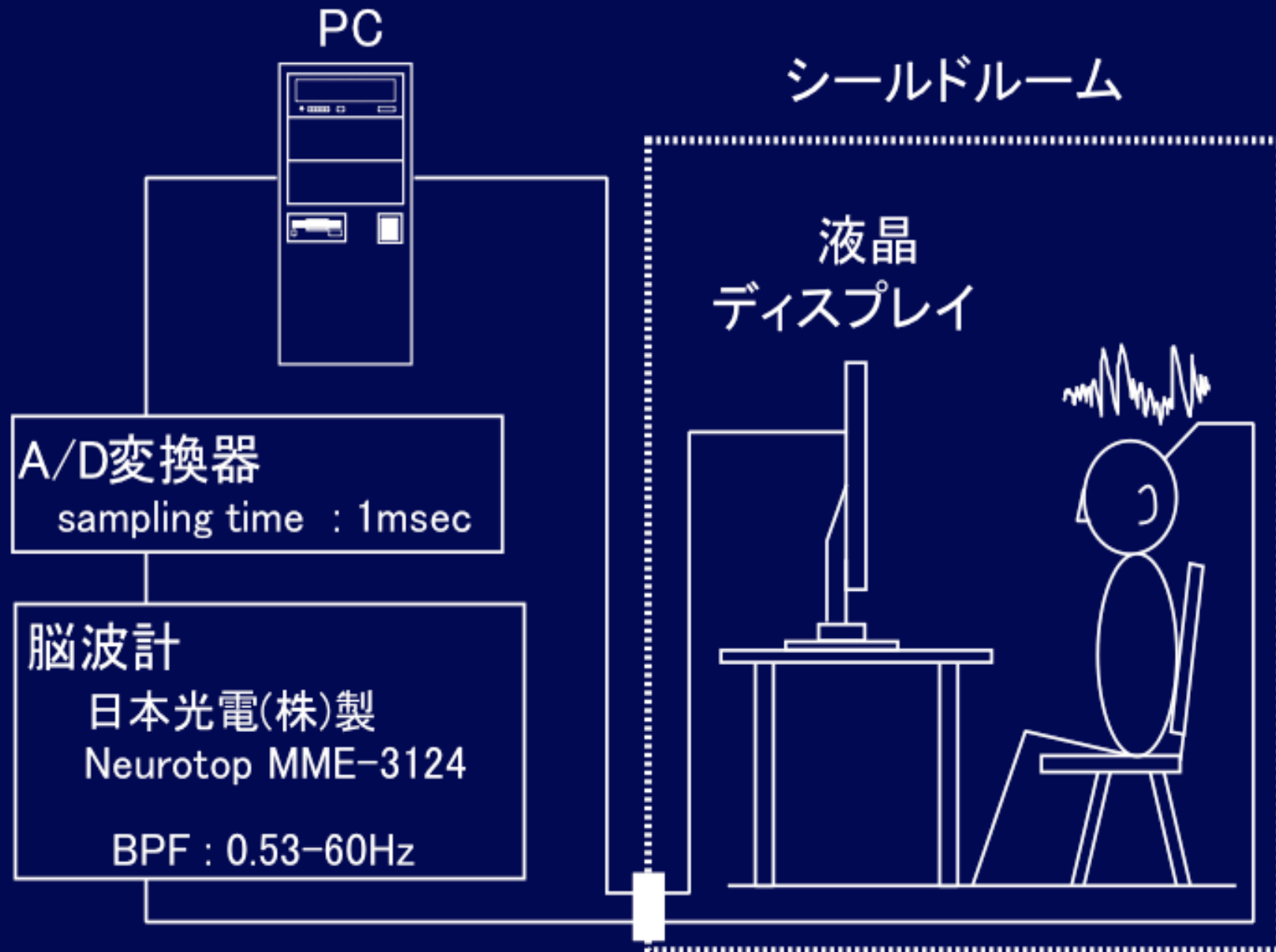


研究目的

脳波を用いた意思伝達

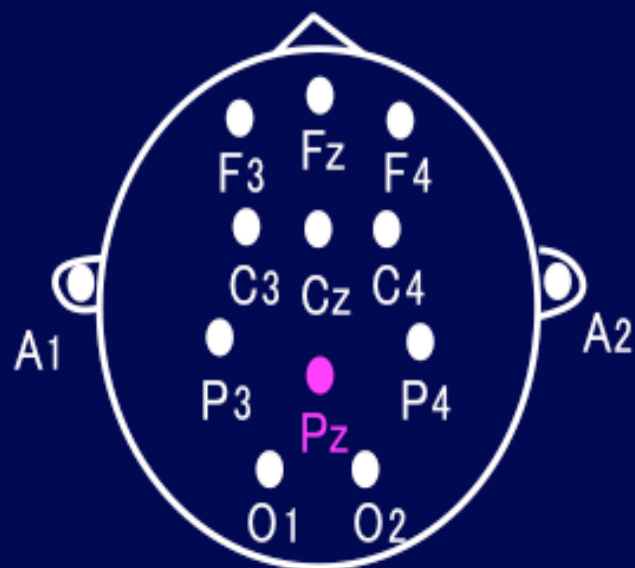
- ・効果的な解析方法
- ・効果的な呈示画像数
- ・問題点と新しい意思伝達システム
- ・訓練の影響

実験方法



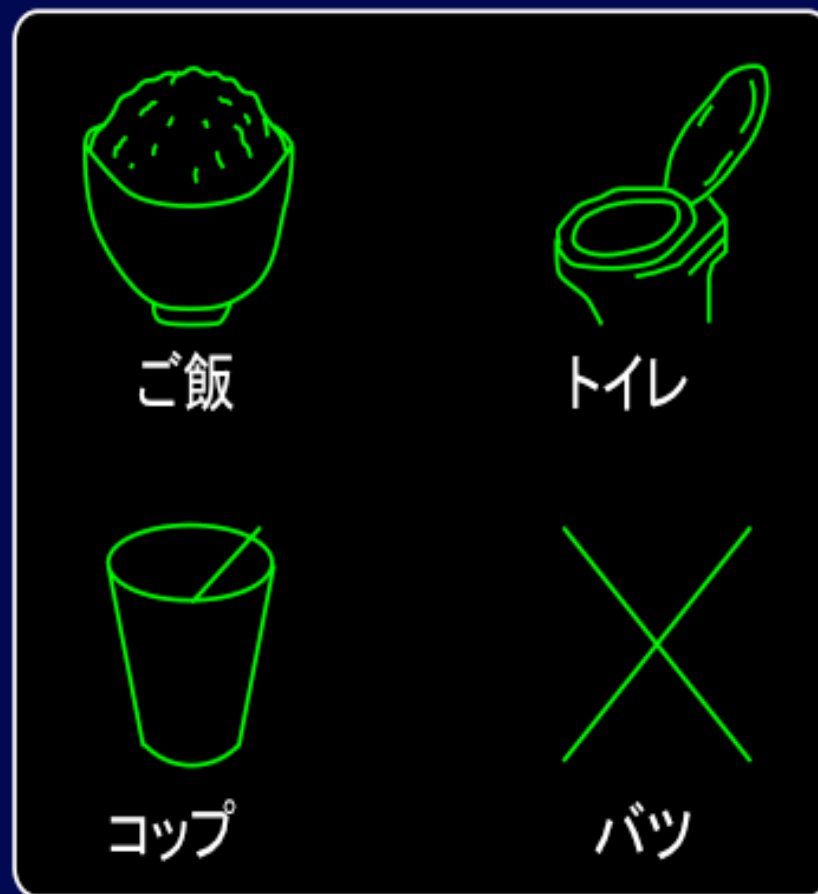
実験条件

- 対象： 健常者8名 (21~24才)
- 状態： 開眼安静
- 測定部位



- 刺激画像： 4個

- 画像呈示方法： 3種類



- 照度： 50~56 ルクス

画像呈示方法1 背景色変化法

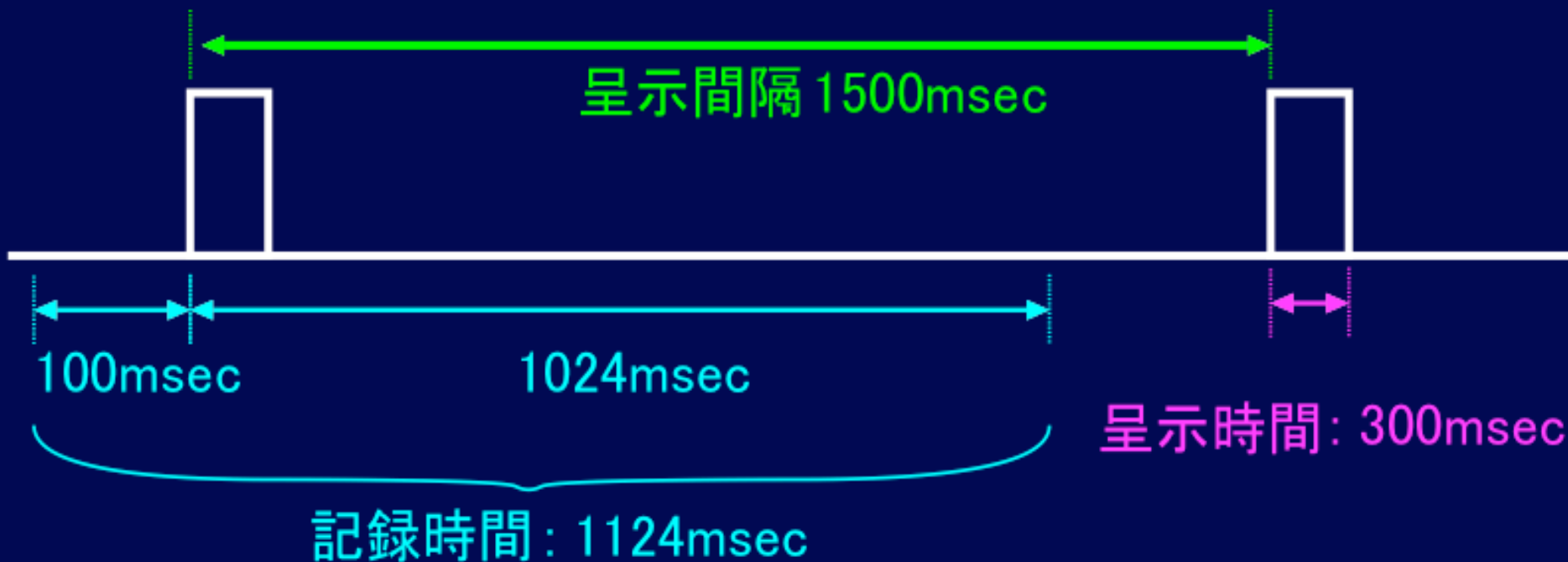
呈示時



非呈示時



呈示時



Targetの選択

target
指定

non-target



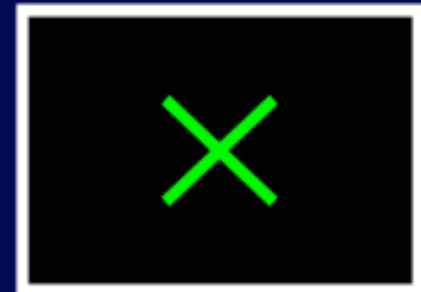
25%



25%



25%



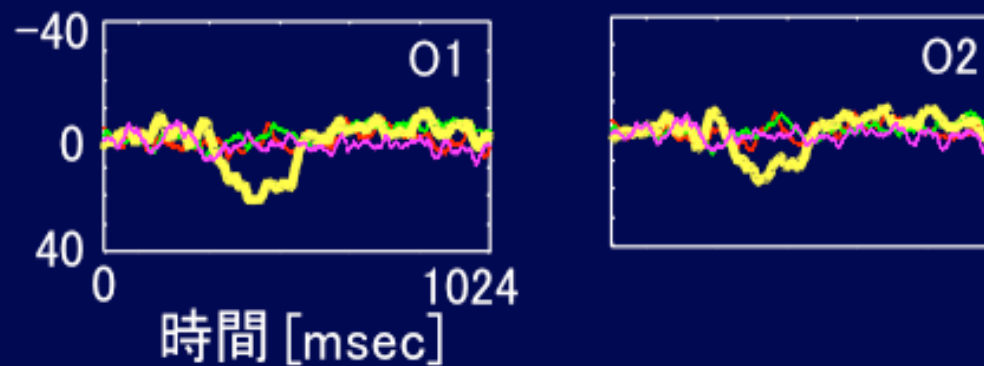
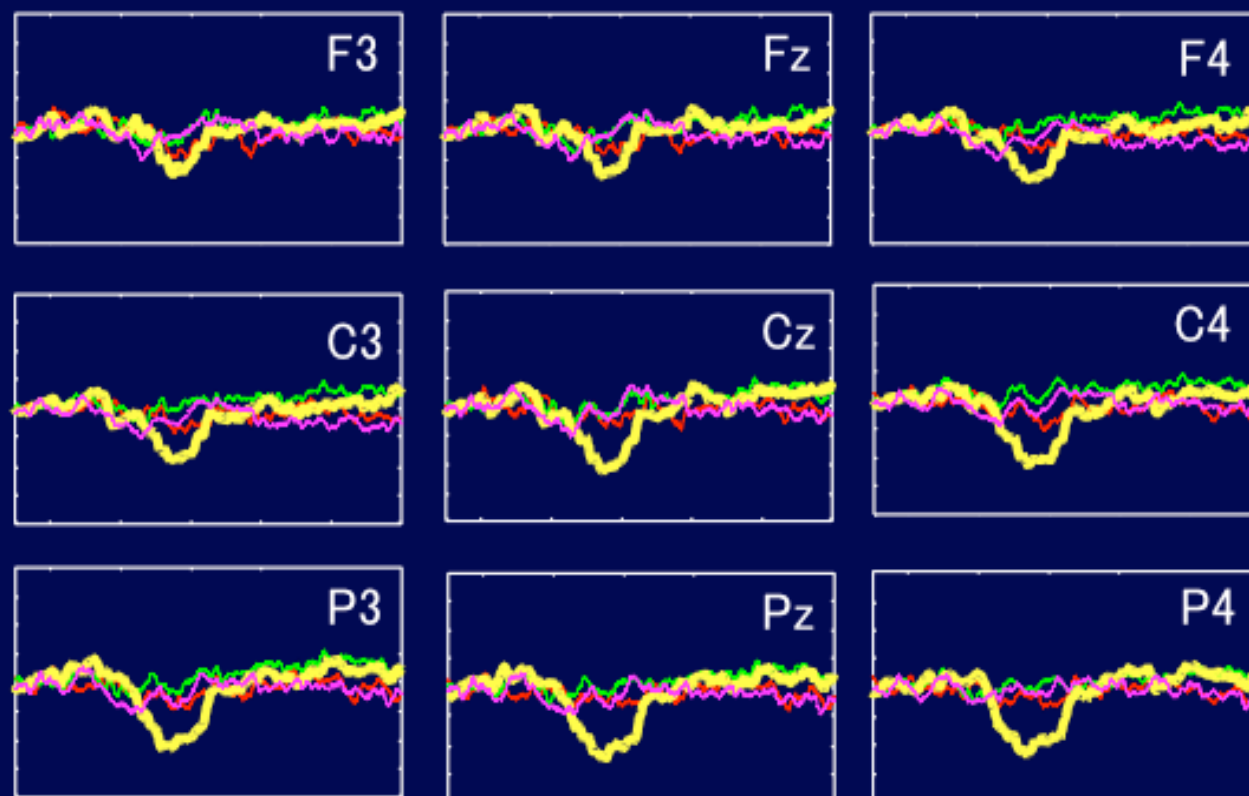
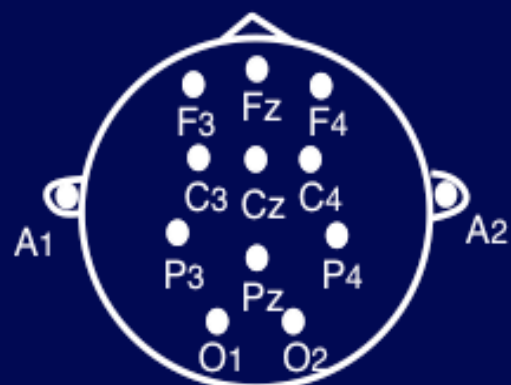
25%

- 1試行の刺激回数：各画像10回 ランダムに呈示
- 実験試行数：各呈示方法 4試行
 試行間に2分間の休憩
 呈示方法の順番はランダム

各部位のP300

Target: 飲み物

- 食事
- トイレ
- 飲み物
- バツ



時間 [msec]

P300振幅の頭皮上分布

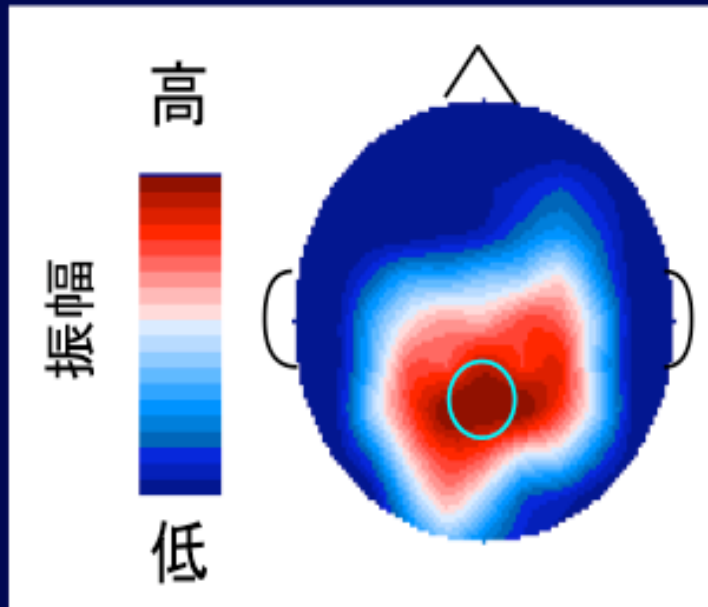


図.targetのP300 振幅値

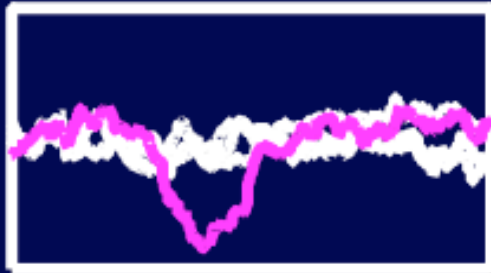
P300の最大振幅



Pz付近

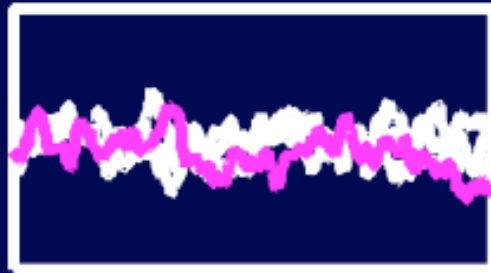
正答率

- 呈示方法比較の指標： 加算回数毎の正答率



P300 振幅値

target > non-target → 正答

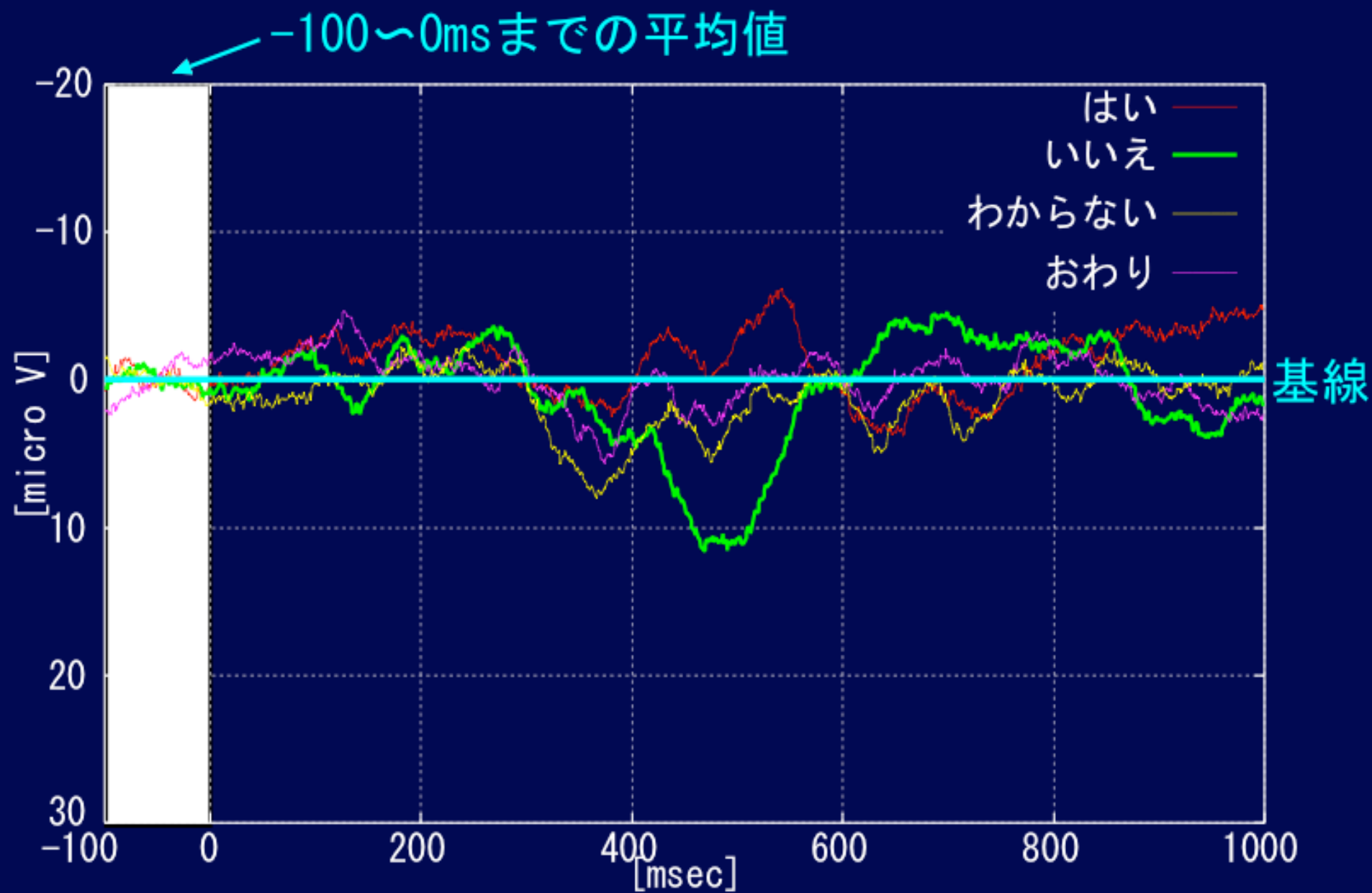


P300 振幅値

target < non-target → 誤認

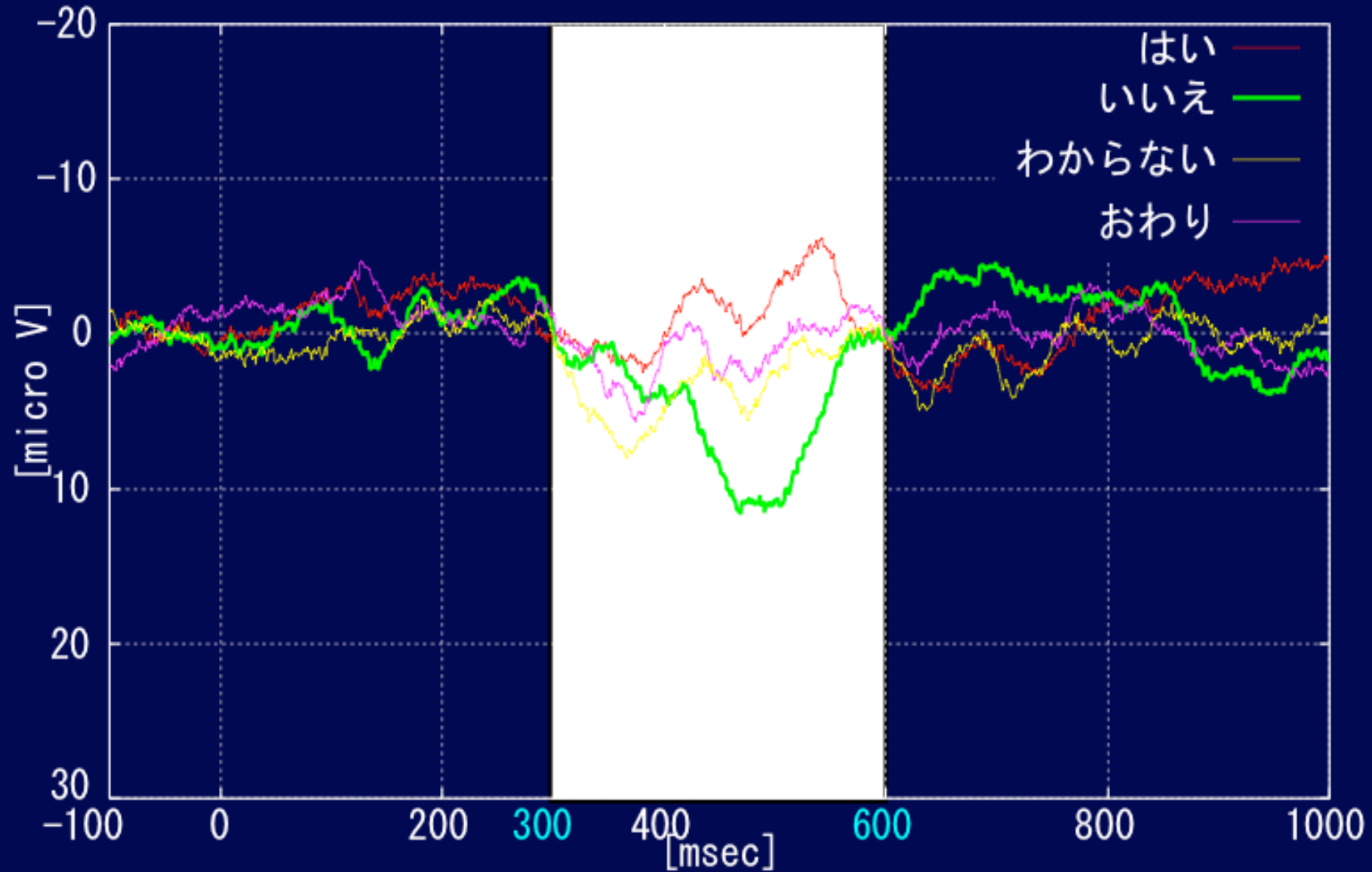
$$\text{正答率 [\%]} = \frac{\text{4試行中正答した試行数}}{\text{4試行}} \times 100$$

基線の決定



P300振幅測定

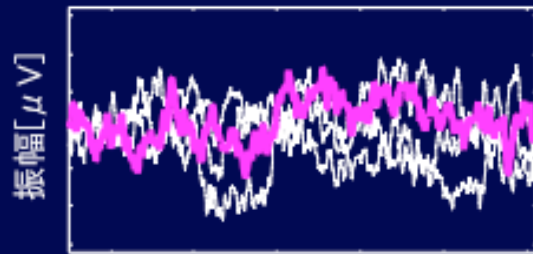
300～600ms内の最大振幅



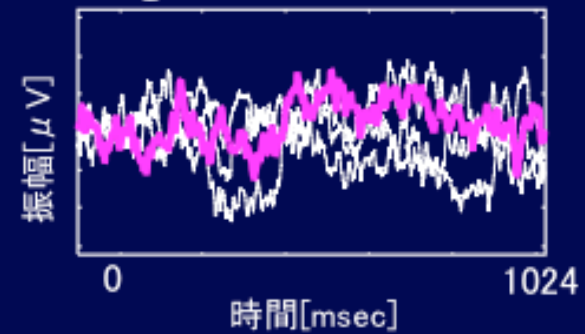
解析方法 加算平均

1 試行

1 回目

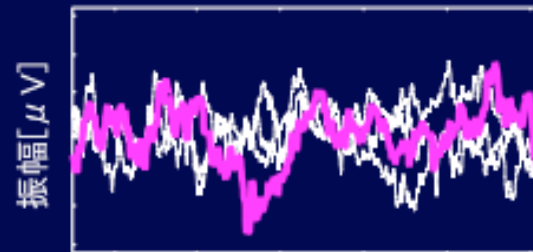


— target — non-target

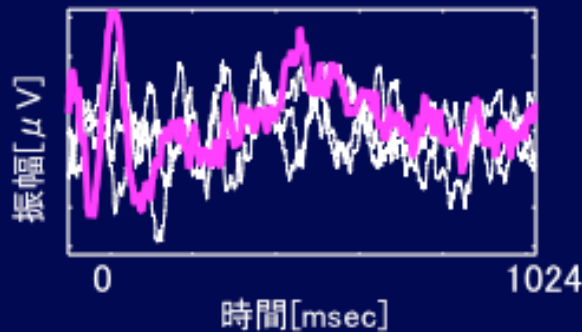


1 回加算

5 回目



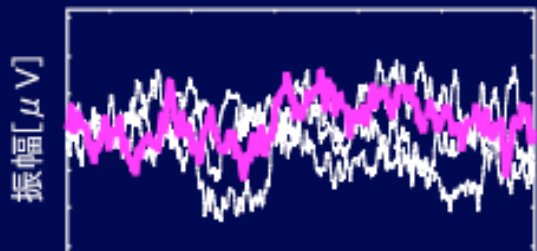
10 回目



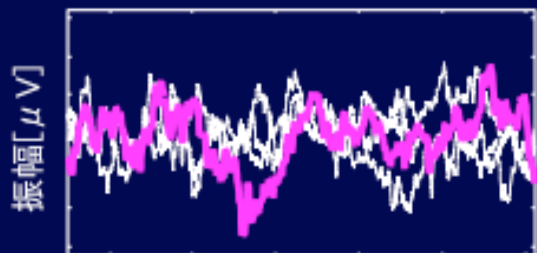
解析方法 加算平均

1 試行

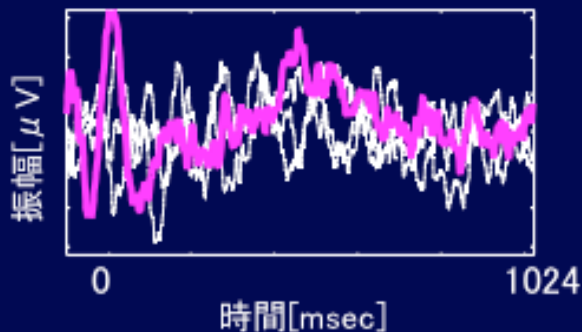
1 回目



5 回目

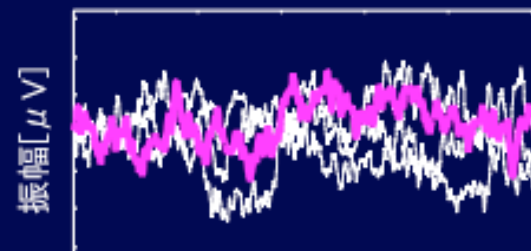


10 回目

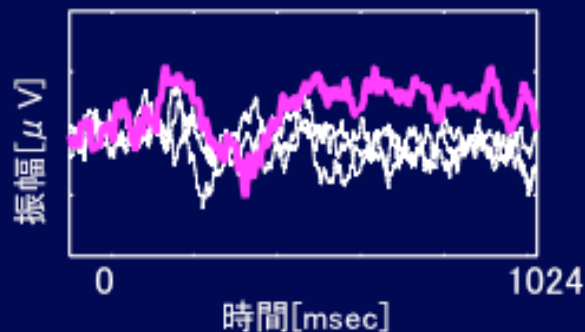


加算平均

— target — non-target



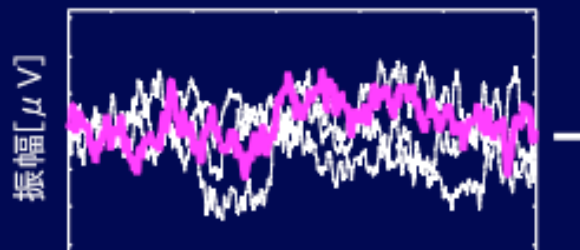
5 回加算



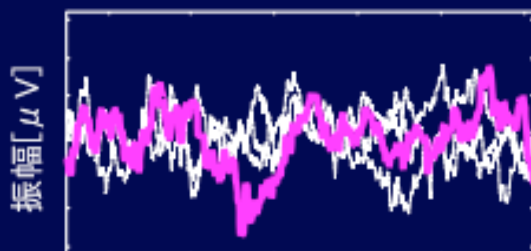
解析方法 加算平均

1 試行

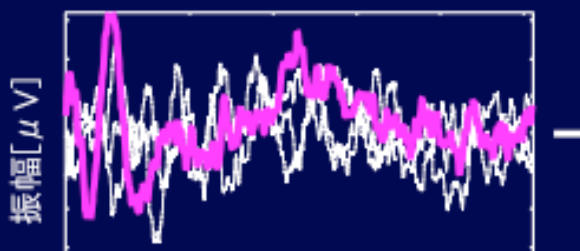
1 回目



5 回目

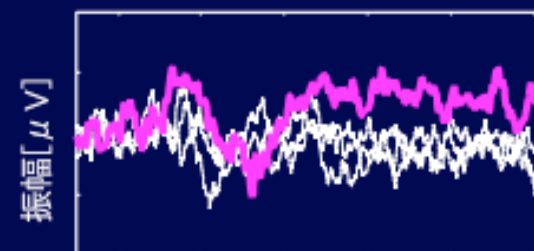
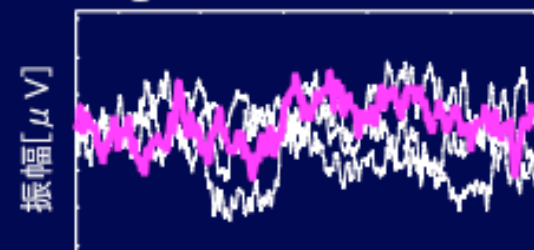


10 回目

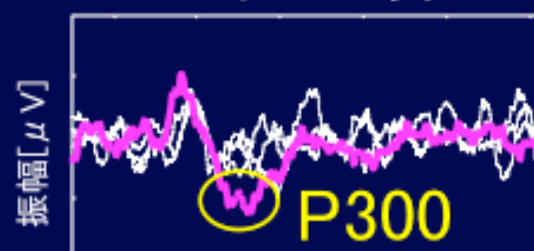


加算平均

— target — non-target



10 回加算

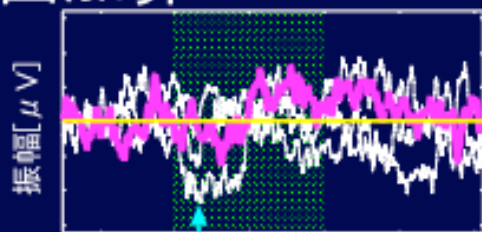


時間 [msec]

P300振幅値による解析

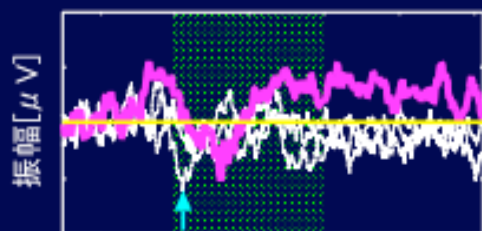
P300 振幅値… 200–600msec 間の基線からの最大陽性成分

1回加算



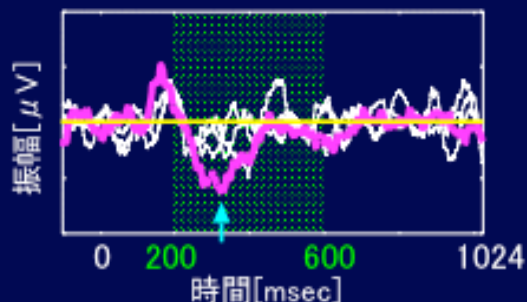
non-targetが最大 → 誤答

5回加算



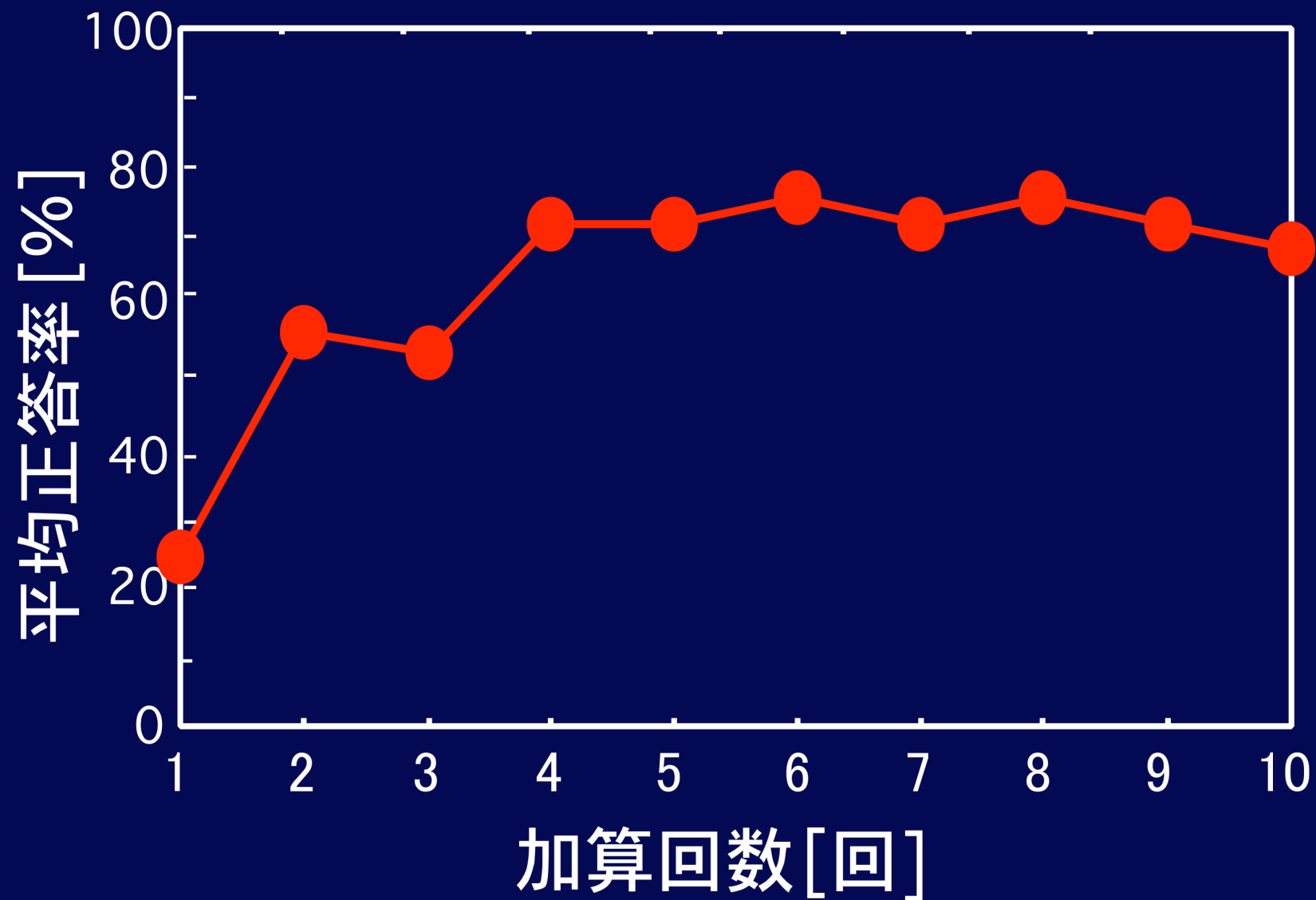
non-targetが最大 → 誤答

10回加算



targetが最大 → 正答

平均正答率



大脳誘発電位

平均正答率 約70~80%

低確率

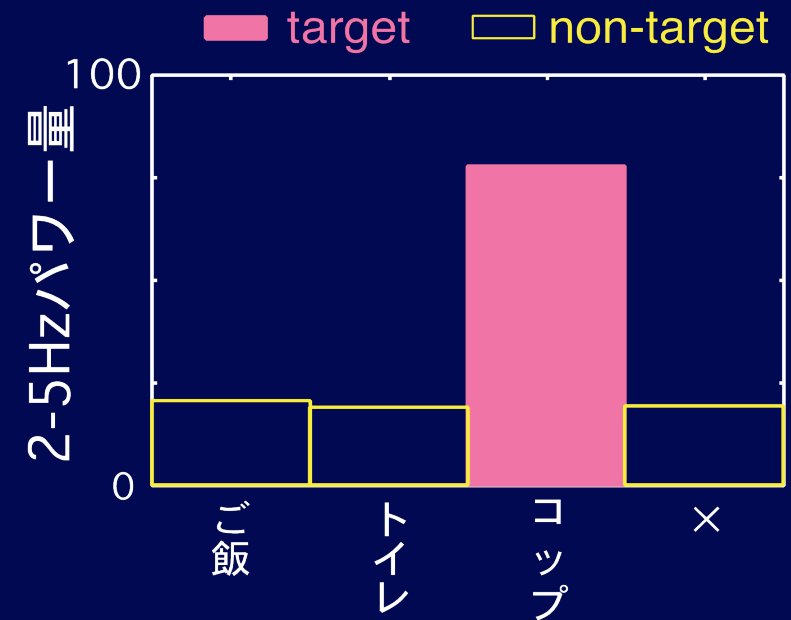
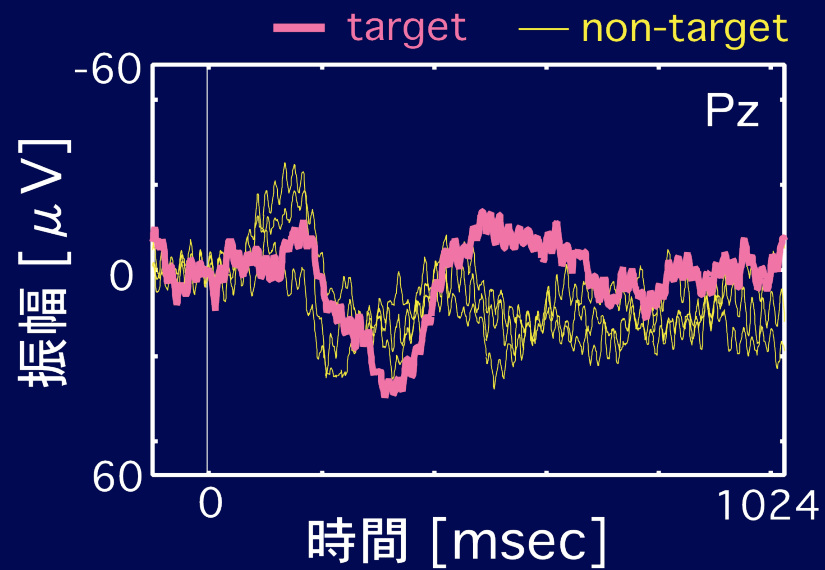
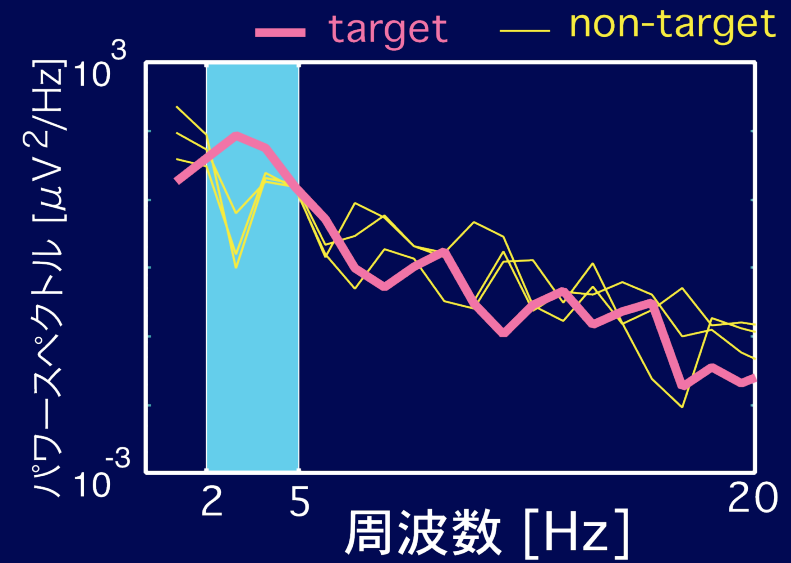
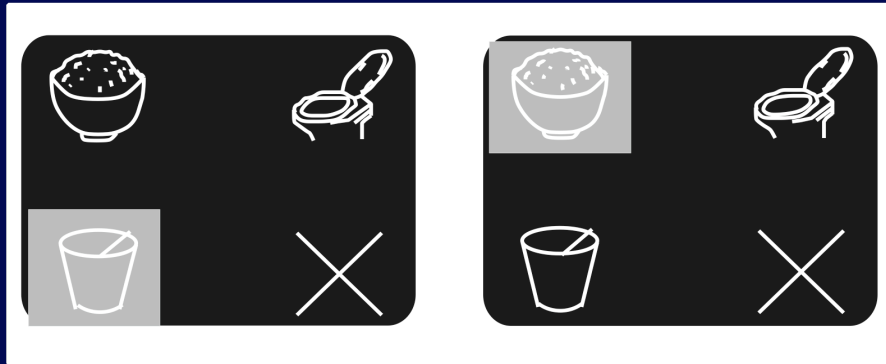
~~P300振幅値~~



高確率になる解析方法の検討

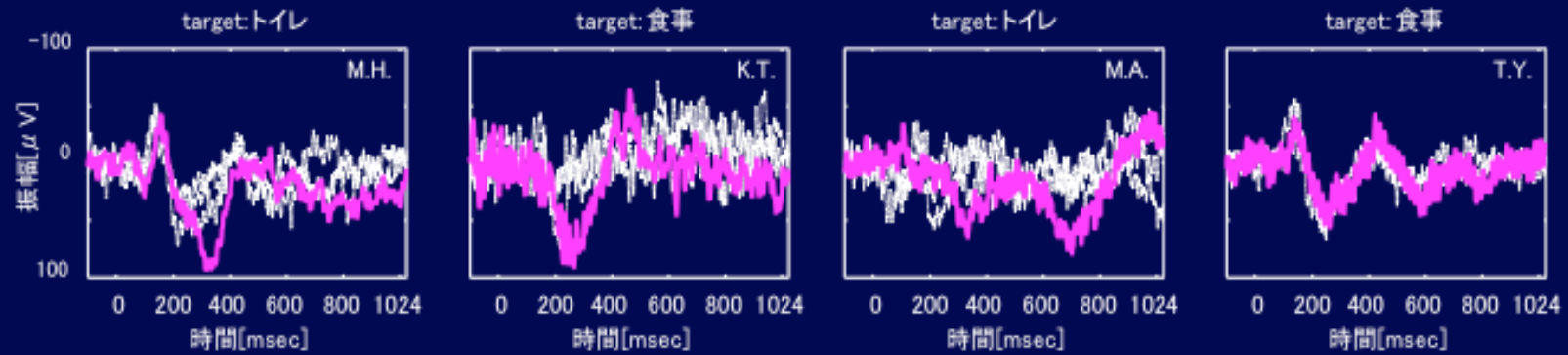
周波数解析

周波数解析

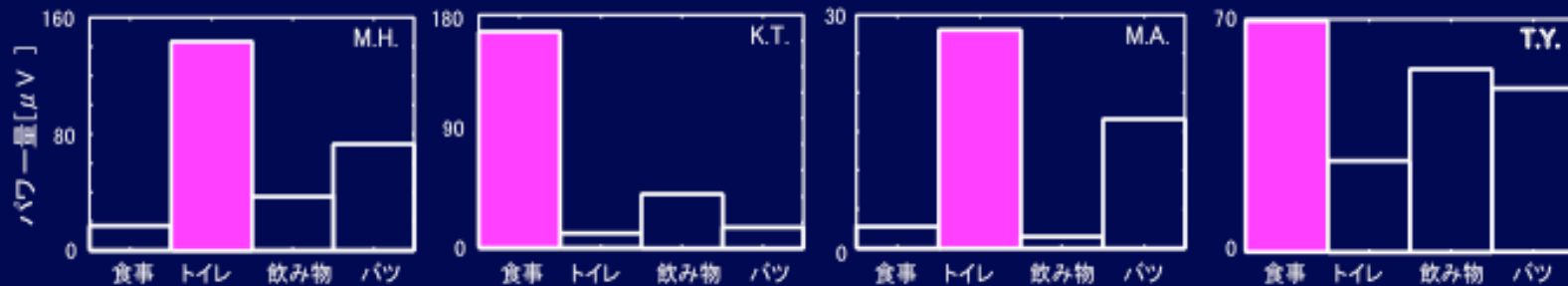


健常人記録例

P300振幅



2-5Hzパワー量



正答率

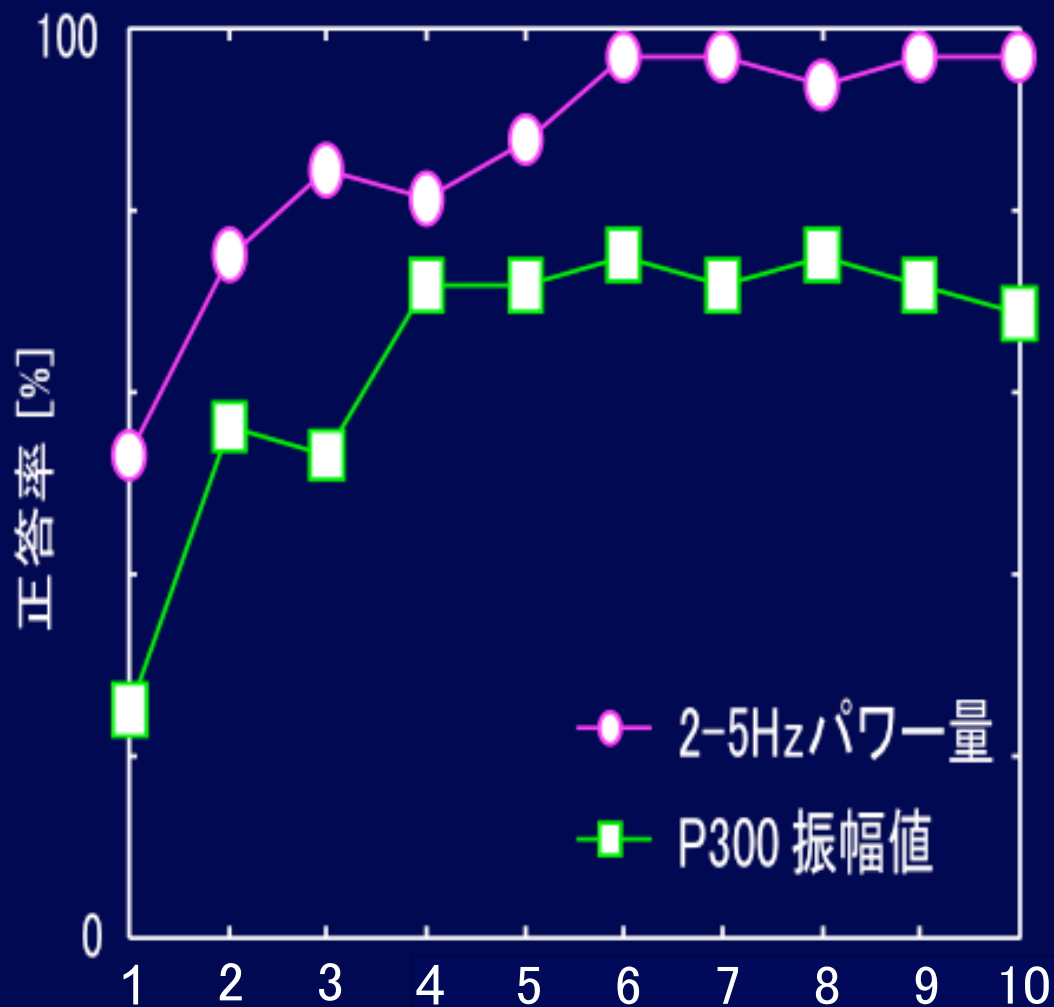
$$\text{正答率[\%]} = \frac{\text{正答した試行数}}{\text{実験試行数}} \times 100$$

- P300 振幅値
 - 2-5Hzパワー量
- 加算回数毎の正答率

コンピュータが自動的に判別

平均正答率

N=8



2-5Hzパワー量は有効

他の周波数帯域は？

ALS患者への応用

健常者を対象

背景色変化法
2-5Hzパワー量



加算回数6回で
正答率95%以上
(32試行中31試行)



ALS患者にも効果的か？

実験条件

■ 被験者

健全者 10名(21~24歳)

ALS患者 4名

Y.K 40代男性 会話はほとんど不可能

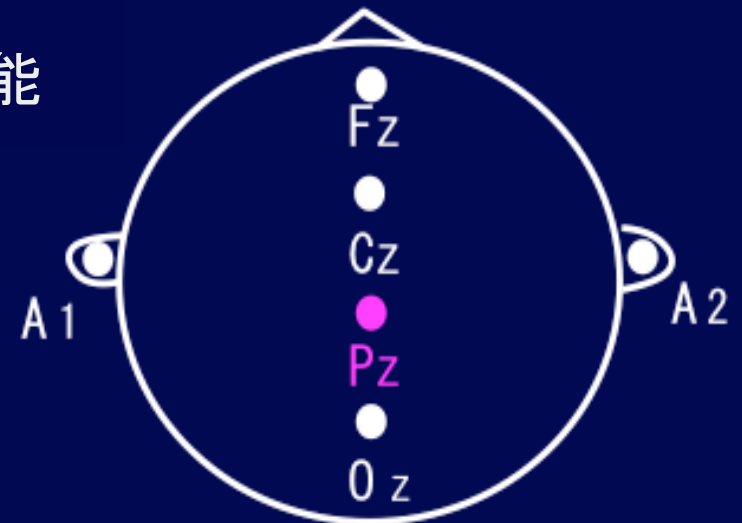
N.T 40代男性 会話はほとんど不可能

E.O 20代男性 会話は可能

K.T 60代女性 会話はほとんど不可能

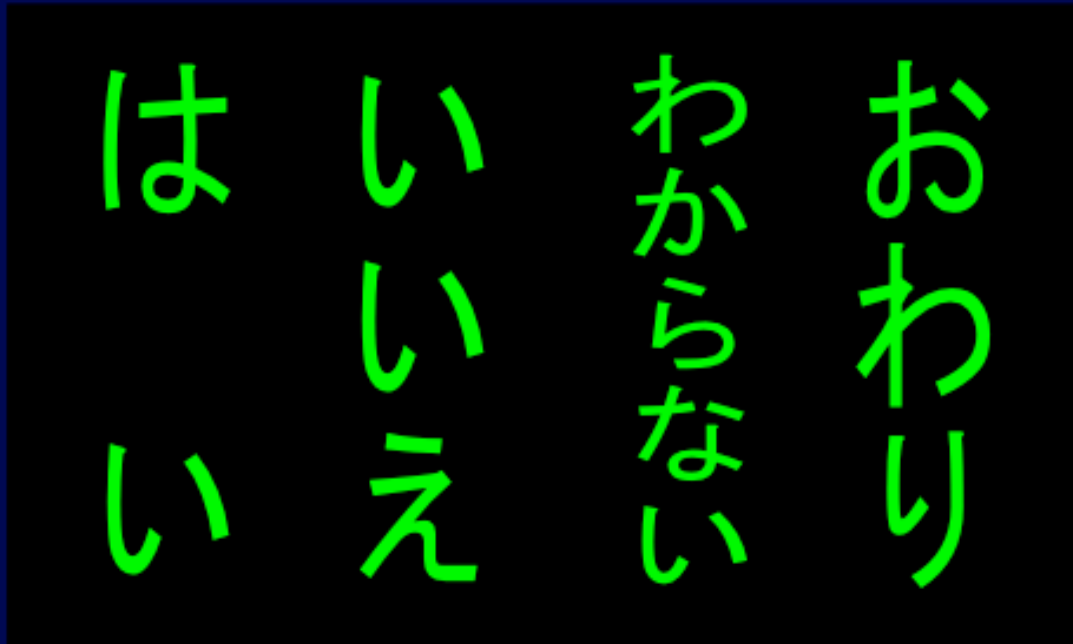
■ 状態:開眼安静

■ 測定部位



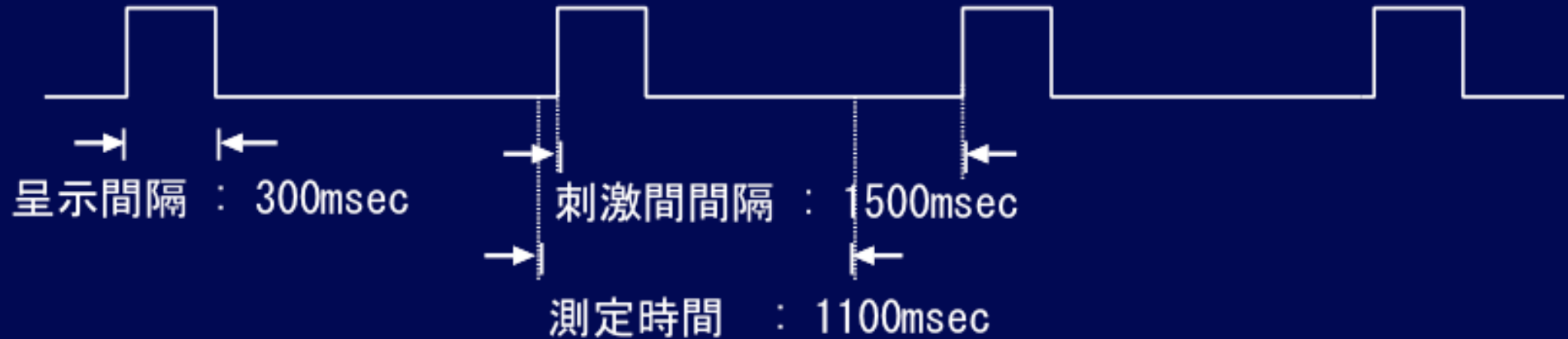
画像呈示方法

刺激画像



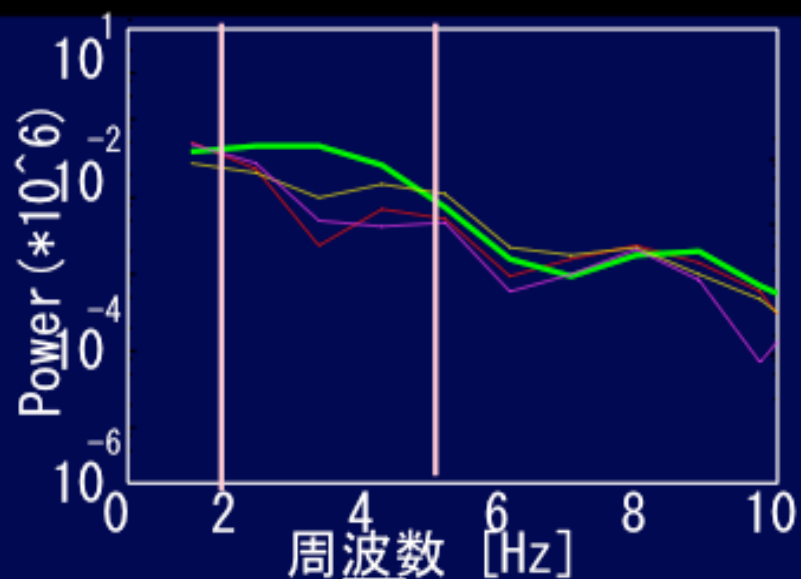
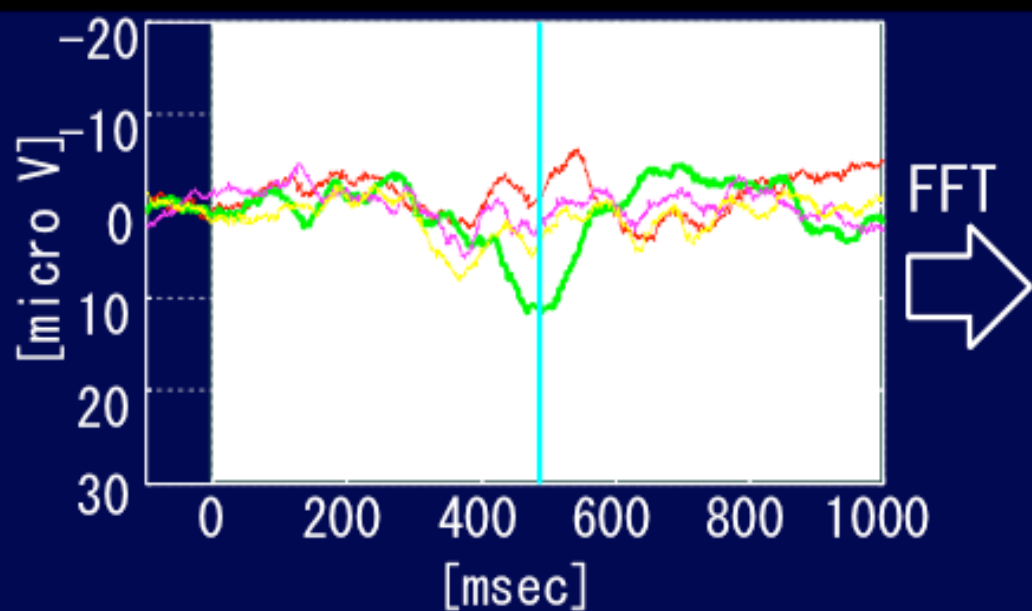
簡単な質問に対してALS 患者が答えられるようなシステム

画像呈示方法

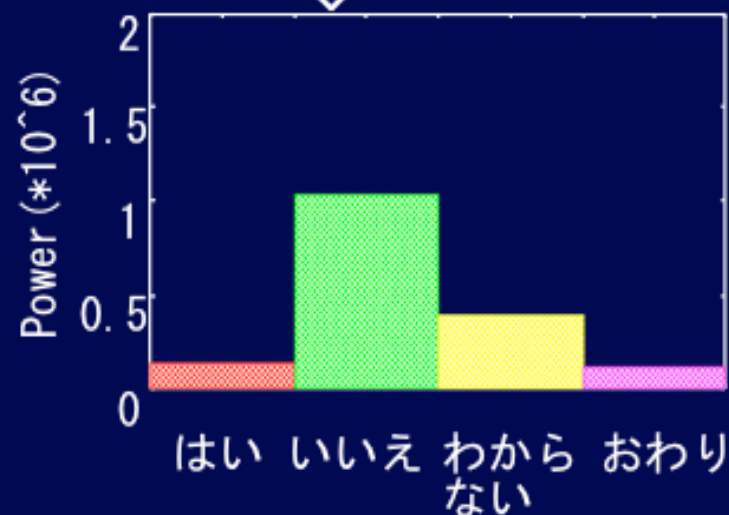


- 刺激回数 : 20回 (各単語 : 5回)
出現頻度 各25%
- 実験数 : 2 試行
- 実験のまえに被験者にtargetを選択してもらう

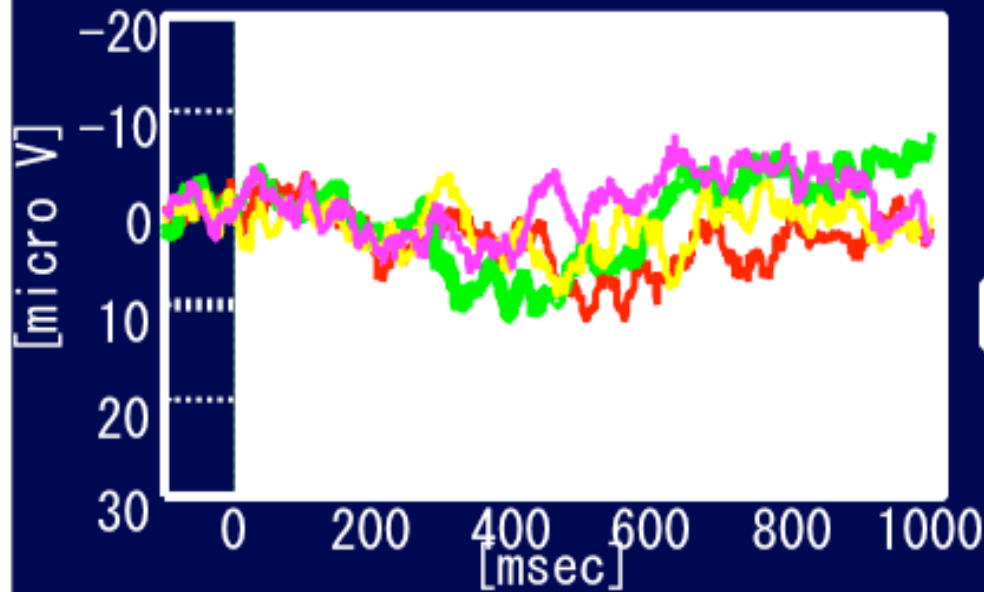
周波数解析(健常者 T.K)



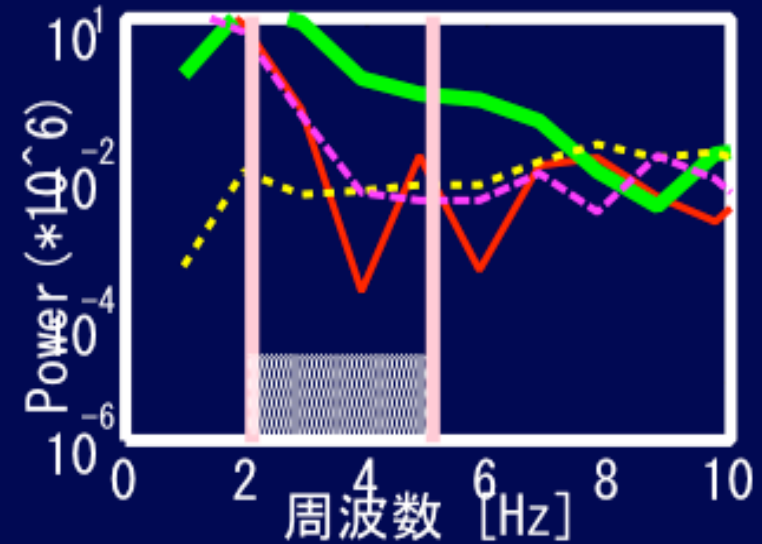
はい—
いいえ—
わからない—
おわり—



周波数解析(ALS患者 N.T)

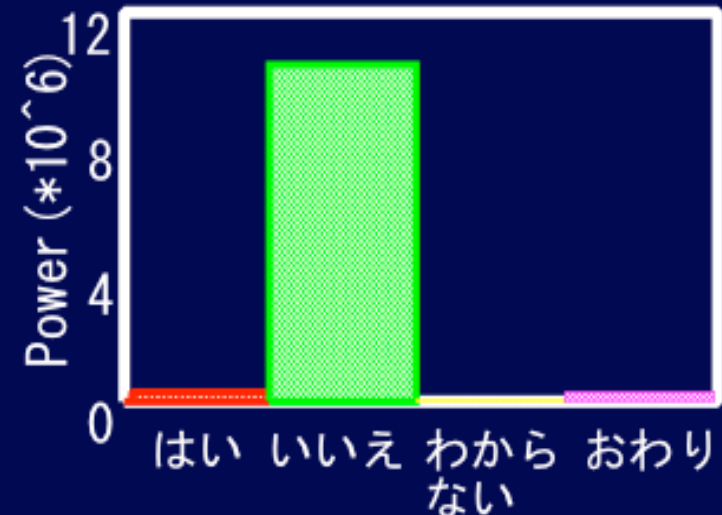


FFT
➔

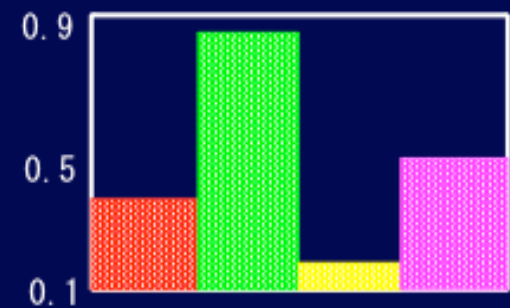
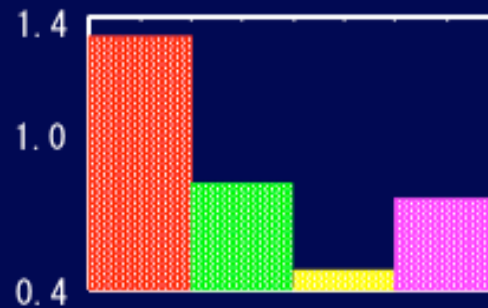
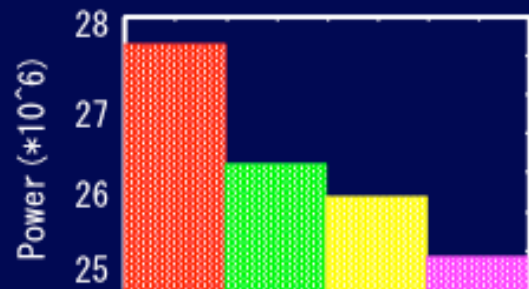
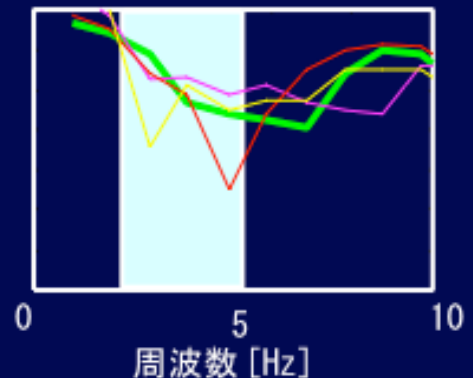
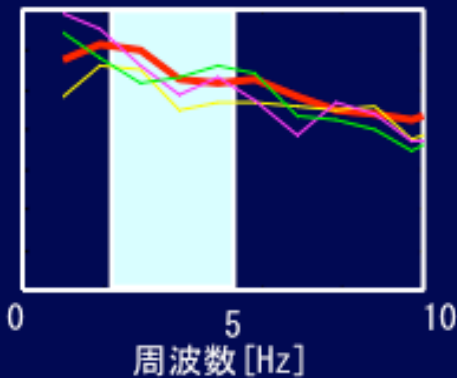
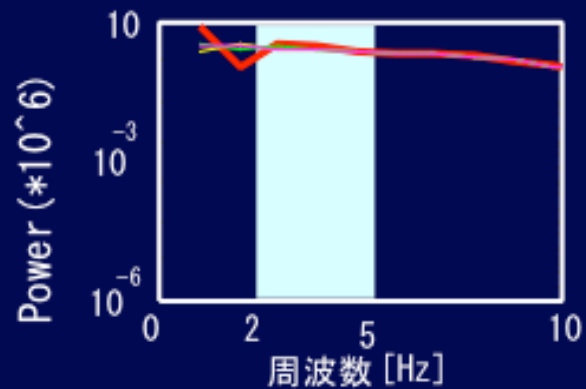
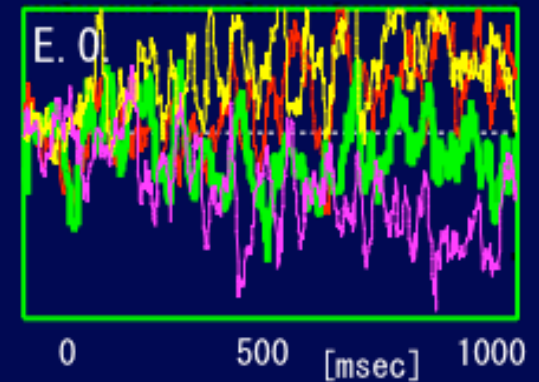
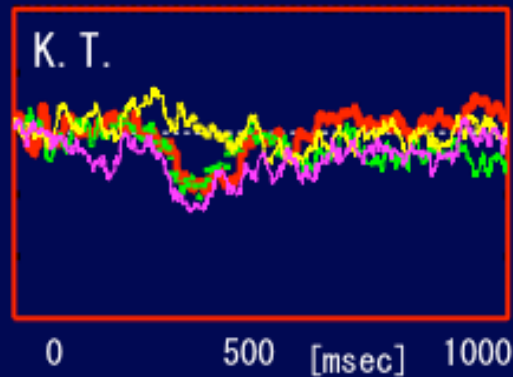
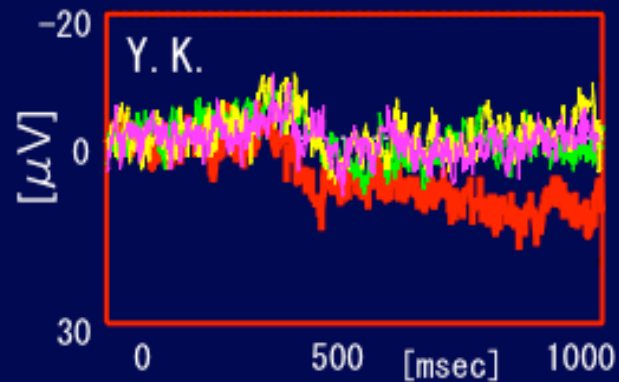


↓ 2-5Hz

はい—
いいえ—
わからない...
おわり■



他のALS患者 1試行目



正答率

| | P300振幅値 | 2~5Hz パワースペクトル |
|--------|---------|-------------------|
| 健常者 | 19/20 | 19/20 |
| ALS 患者 | 3/8 | 8/8 |



2-5Hzパワー量はALS患者に有効