



# 機械学習を用いた 睡眠ステージ分析

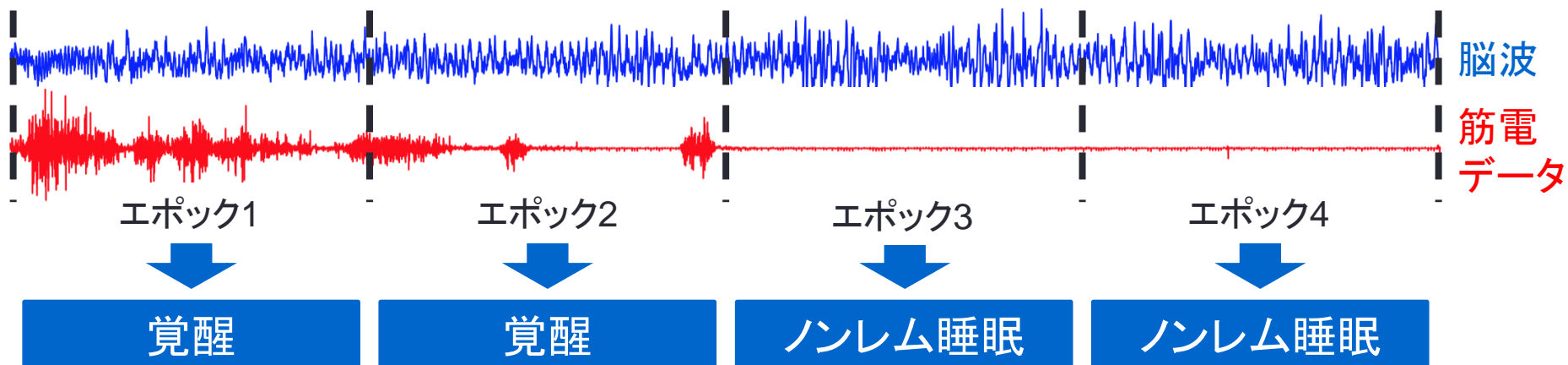
---

筑波大学計算科学研究センター  
計算情報学研究部門  
北川博之

共同研究者：柳沢正史，堀江和正，山部剛士，住谷 雄樹，  
鈴木悠太，塩川浩昭，佐藤牧人

# マウスの睡眠ステージ

- マウスの睡眠ステージ: 脳の状態を大きく3つのステージに分類
  - レム睡眠 (Rapid Eye Movement sleep)
  - ノンレム睡眠 (Non Rapid Eye Movement sleep)
  - 覚醒
- マウスの睡眠ステージ判定
  - 睡眠ステージごとの脳波・筋電データの周波数特性の違いを利用
  - 脳波および筋電データの解析は一定区間(**エポック**)ごとに区切って行う



# 先行研究



- 脳波の周波数スペクトルから特徴波(デルタ波など)を抽出
  - 主成分分析とニューラルネットワークを用いた判定手法 [横山ら, 1993]
  - 波形認識法と決定木学習を用いた判定手法 [花岡ら, 2001]
  - 特徴波抽出と赤外線ロコモーションセンサを用いた手法 [Kohtoh et al., 2008]
  - 線形判別分析と分類木を用いた手法 [Brankack et al., 2010]
- 特徴抽出方法: 脳波および筋電データに対する主成分分析
  - 単純ベイズ分類器を用いた手法 [Rempe et al., 2015]
  - FASTER: 密度ベースクラスタリングを用いた手法 [Sunagawa et al., 2013]
  - exFASTER: 密度ベースクラスタリングと状態遷移モデルを用いた手法

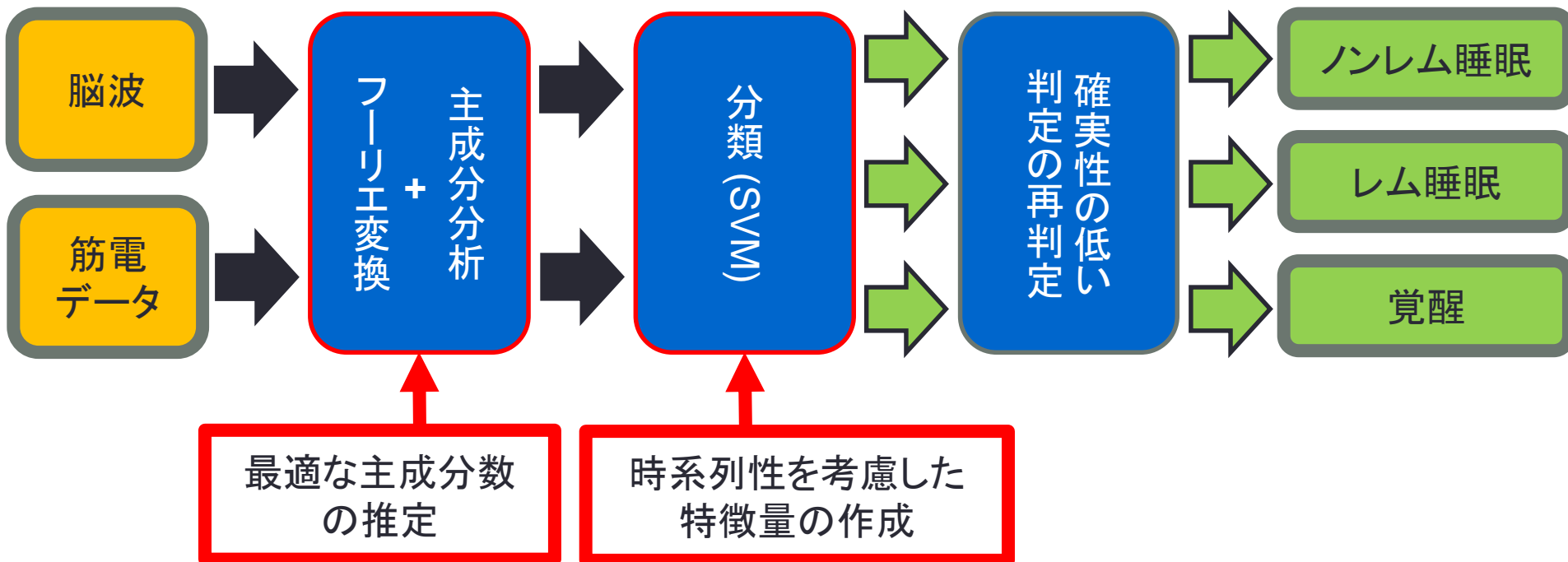
レム睡眠についてはまだ要求されている判定精度を満たしていない

# MASC

(Machine learning approach to Automatic Sleep stage Classification)

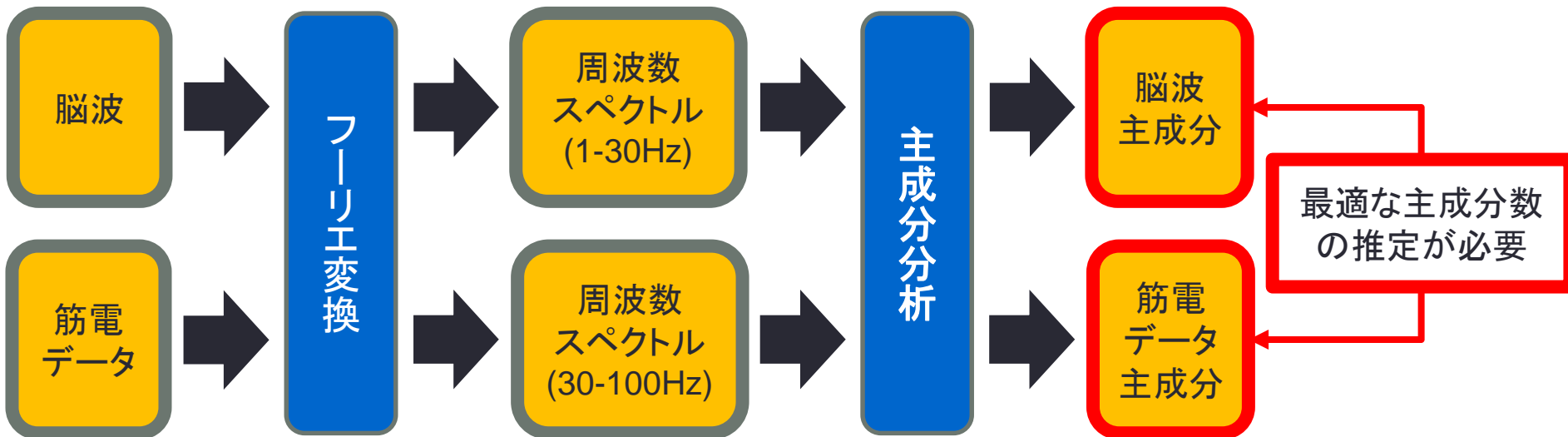
## MASCのアプローチ

1. 各睡眠ステージの特徴をよく表現できる特徴量の推定
2. 睡眠ステージの時系列性を考慮した特徴量の作成
3. 分類器による判定の確実性が低い判定に対する再判定



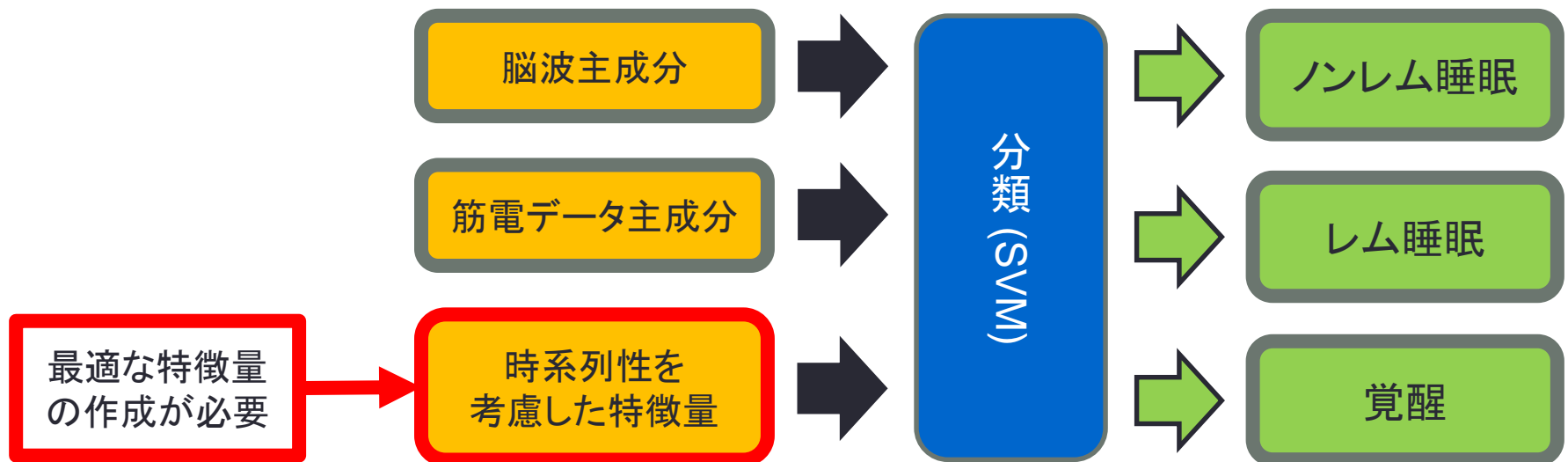
# 1. 最適な主成分数の推定

- 既存手法においてレム睡眠が正しく判定できない原因
  - 脳波／筋電から特徴抽出する時, **レム睡眠の特徴が十分に抽出できていない**
  - すべての睡眠ステージの特徴を十分に抽出することが必要
- 実データを用いた分類により, 最も判定精度が高くなる主成分数の推定



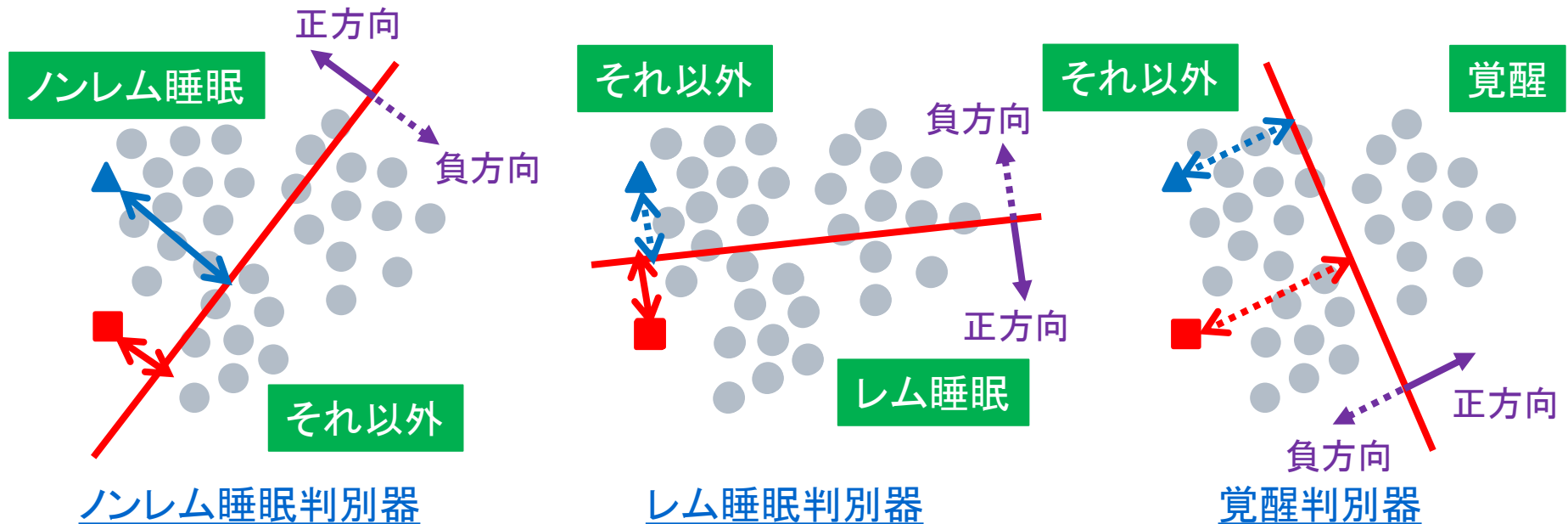
## 2. 睡眠ステージの時系列性を考慮した特徴量の作成

- 睡眠ステージは無規則に遷移したり、頻繁に睡眠ステージが遷移することではなく、一定の規則に従って遷移する
- 人間が判定する場合、前後数エポックの流れを見て判定する
  - 睡眠ステージ判定において時系列性を考慮することは重要
  - 分類器の入力として、**睡眠ステージの時系列性を考慮した特徴量**を与える



### 3. 確実性の低い判定に対する再判定

- 確実性の高い判定 (▲)
  - 1つの睡眠ステージを判定するSVMでのみ正方向に大きく離れている場合
- 確実性の低い判定 (■)
  - 2つ以上の睡眠ステージを判定するSVMで正方向に離れている場合
    - ▶ コンピュータは正方向に最も離れたSVMを選ぶが, 誤判定の可能性が高い

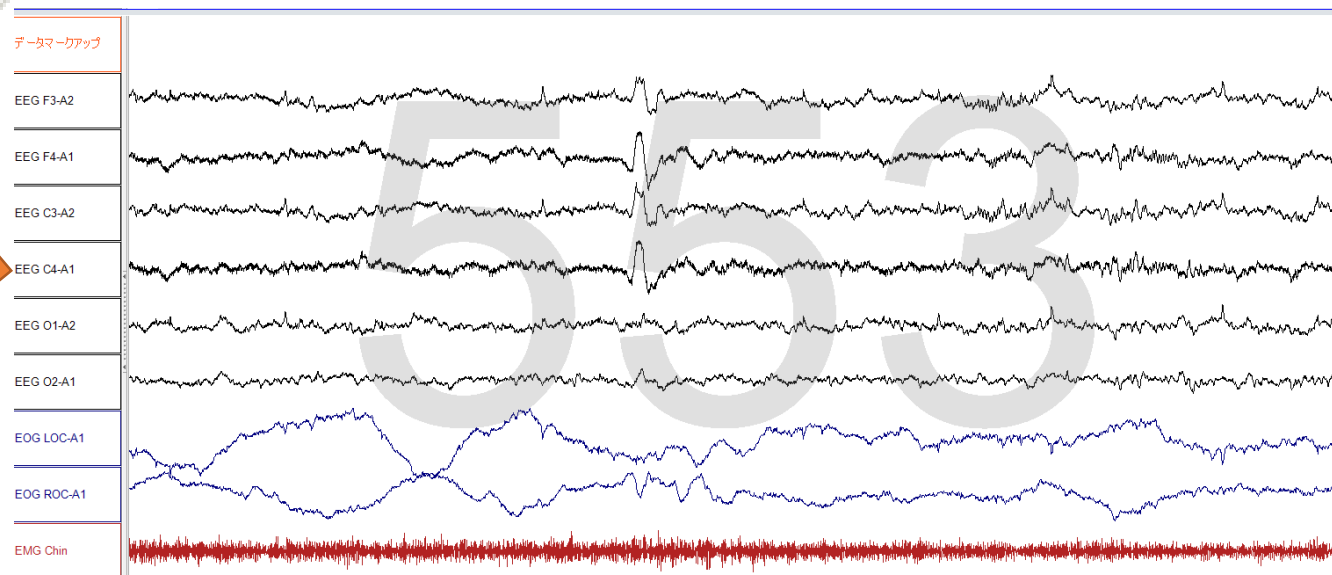


# 技師による ヒト睡眠ステージ判定概要



睡眠ポリグラフィ(PSG)  
脳波, 眼電図, 筋電図等

①  
生体信号を  
計測, epoch  
間隔で分割



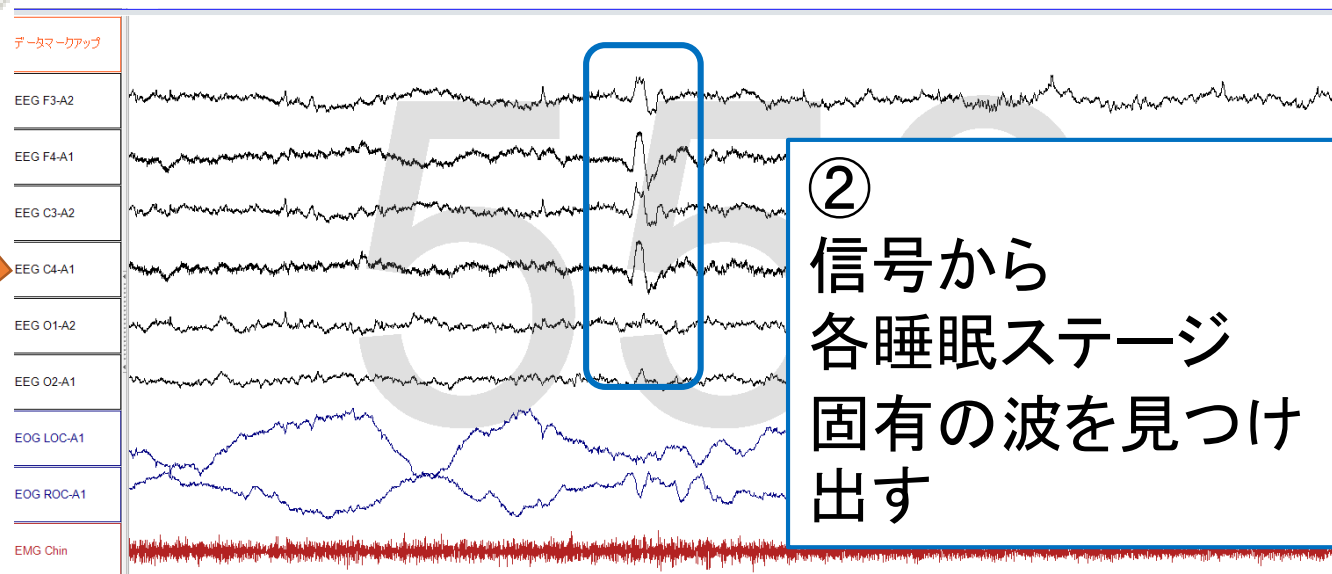


# 技師による ヒト睡眠ステージ判定概要



睡眠ポリグラフィ(PSG)  
脳波, 眼電図, 筋電図等

①  
生体信号を  
計測, epoch  
間隔で分割



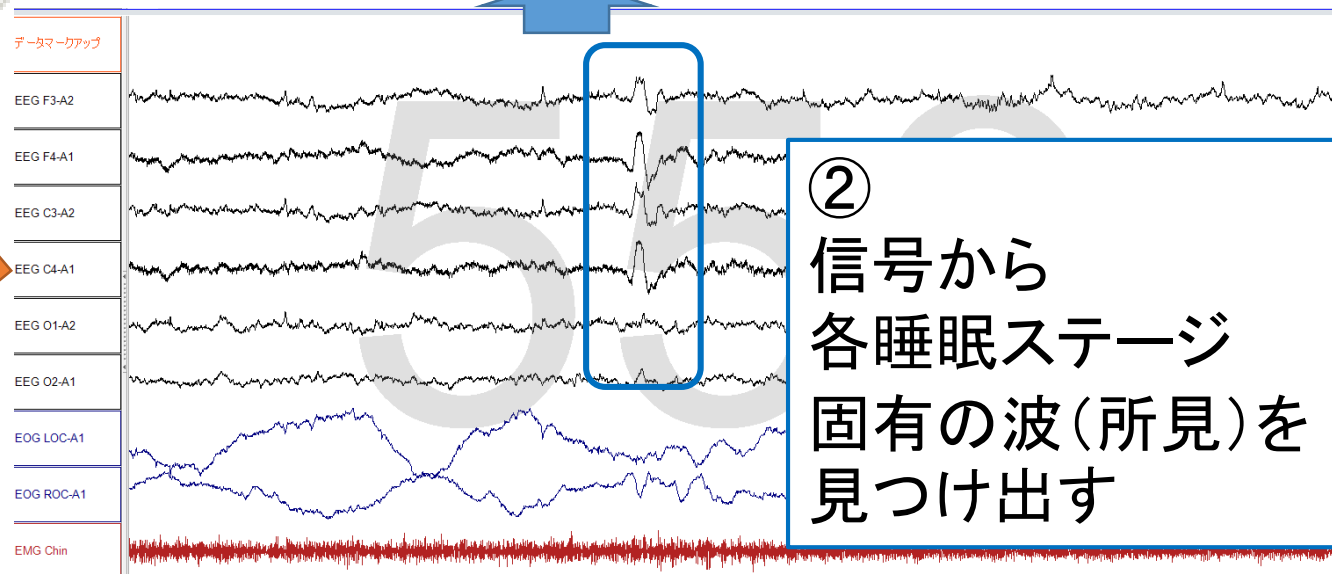
②  
信号から  
各睡眠ステージ  
固有の波を見つけ  
出す

# 技師による ヒト睡眠ステージ判定概要



ステージ判定

①  
生体信号を  
計測, epoch  
間隔で分割



# まとめ

- 国際統合睡眠医科学研究機構 (IIS) と連携した、機械学習を用いた睡眠ステージ分析の取組み
- マウス
- ヒト

