

# MEGデータの独立成分分析(ICA)を

## Clustering Analysis of MEG Data using (ICA)

甲斐島 武<sup>1</sup>, 水野(松本) 由子<sup>2</sup>, 伊達 進<sup>1</sup>, 鵜飼 聡<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 大阪大学大学院情報科学研究科, <sup>2</sup> 大阪城南女子短期大学, <sup>3</sup> 大阪大学

Takeshi Kaishima<sup>1</sup>, Yuko Mizuno-Matsuda<sup>2</sup>,  
Masakiyo Yamamoto<sup>3</sup>, Shunsuke Kawaguchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

<sup>3</sup> Department of Neuropsychiatry, Osaka University

# を用いた信号成分のクラスタリング解析

## ng Independent Component Analysis (ICA)

<sup>3</sup>, 山本 雅清<sup>3</sup>, 川口 俊介<sup>3</sup>, 篠崎 和弘<sup>3</sup>, 下條 真司<sup>4</sup>

大阪大学医学部精神医学教室, <sup>4</sup> 大阪大学サイバーメディアセンター

sumoto<sup>2</sup>, Susumu Date<sup>1</sup>, Satoshi Ukai<sup>3</sup>,  
uchi<sup>3</sup>, Kazuhiro Shinosaki<sup>3</sup>, Shinji Shimojo<sup>4</sup>

ology, Osaka University, <sup>2</sup> Osaka Jonan Women's College,  
versity, <sup>4</sup> Cybermedia Center, Osaka University

# 背景(1)

- **複数部位**で**同時**に発生する脳活動信号の混合であるMEGデータ利用
  - これまでの知識から予測される信号変化モデルとの適合度の検定
  - 病気時の波形パターンとの比較による診断
  - 仮説検証型アプローチ
- **仮説検証型**のアプローチから**仮説主導型**アプローチへ
  - 既存の理論から推測される結果をデータ解析で検証する(仮説検証型)
  - 解析データから新たな仮説を構築し、その妥当性を検証する(仮説主導型)

- 混合信号を統計的に独立な信号に分離する手法ICA(独立成分分析)
  - 異常波だけを抽出し解析
  - 同時に発生している信号間の相互関係を調べる
  - 複雑な脳機能の解析への適用が有効
  - 仮説主導型アプローチ
- ICA応用への課題
  - 各分離信号がどの種の脳波を表しているかの意味付けが必要
  - 膨大な解析時間の短縮
  - 前処理や後処理などの様々なアルゴリズムの容易な統合

# 3

## 目的

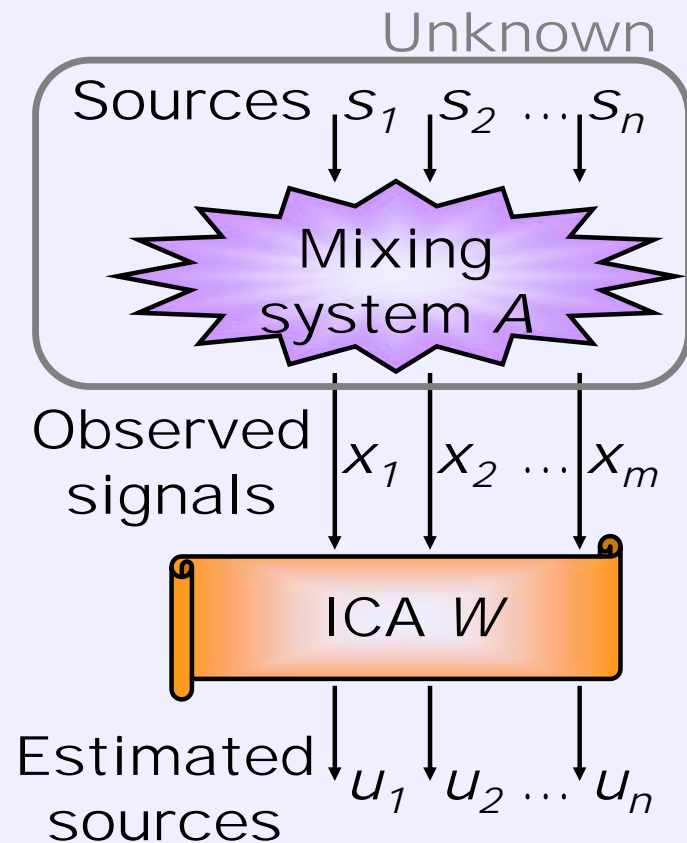
- ICA応用のための手法と計算基盤の提案
  - クラスタリング解析
  - 並列計算
  - 統合プラットフォーム
- ICAにおける理論・シミュレーション・応用の各研究をシームレスに統合
- 生命科学研究の加速・革新技術の開発

## 4

## 独立成分分析 (ICA)

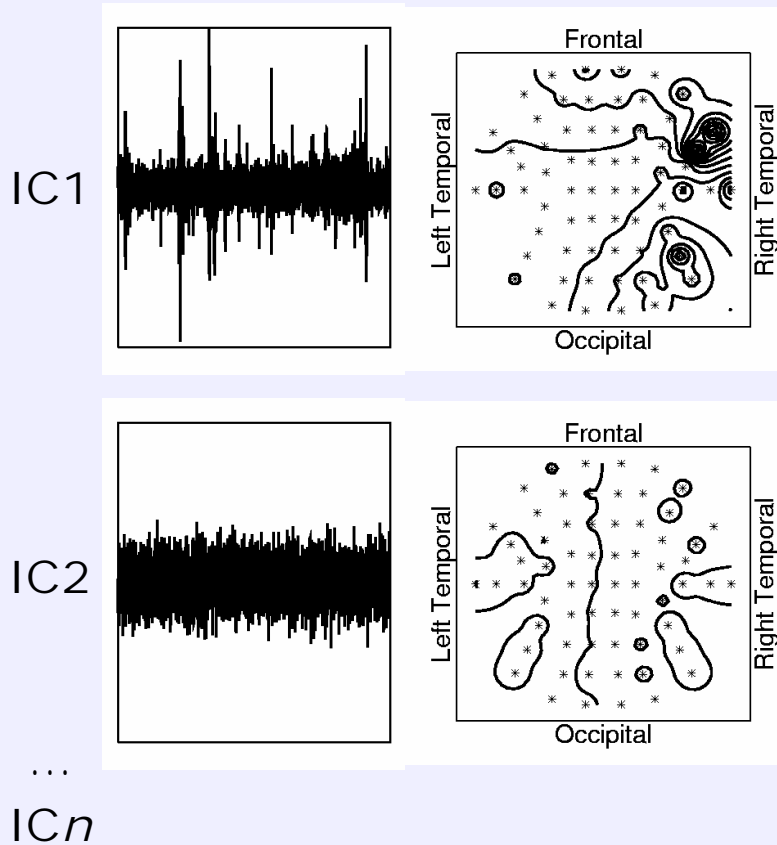
- 原信号ベクトル:  $s(t)$
- 観測信号ベクトル:  $x(t)$
- 仮定1: 混合過程が線形  
$$x(t) = A s(t)$$
- 仮定2: 各  $s_i(t)$  の発生確率が独立である
- 観測信号ベクトル  $x(t)$  を独立成分  $u(t)$  に分離することで原信号ベクトル  $s(t)$  を推定

$$u(t) = W x(t)$$



5

## 問題(1):意味付け



- ICAは**統計的に独立**な成分に分離するのみ

異常波成分？

雑音成分？

- **意味付け**を全分離信号に適用する必要

# 6

## 問題(2): 解析計算

- MEGデータ
  - 64チャンネル
  - 160秒間
- ICAに必要な時間
  - 6.4時間  
(チャンネル数)<sup>6</sup> に比例
- 最適な条件が未知であり試行錯誤が必要
  - アルゴリズムの変更
  - パラメータの変更
- **手動**で選択・結合・実行するのに必要な時間
  - 6.4時間 ×  
アルゴリズム数 ×  
パラメータ数 ×  $\alpha$



## 7

## 手法(1): クラスタリング

- 各分離信号がどの部位に寄与しているか

$$x(t) = W^{-1} u(t)$$

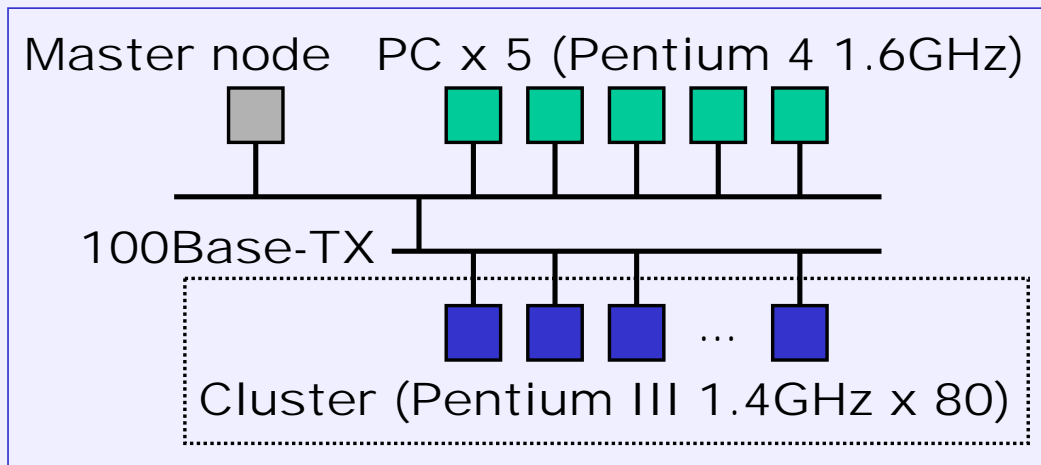
- $W^{-1}$  の各行ベクトルを階層的クラスタリング
  - $n$  次元ベクトル空間  
平均ユークリッド距離

- 信号波形ではなく信号の出現パターンを分類
  - 信号波形の分類では各部位での意味が不明となる
    - 各部位に含まれる信号成分で意味付けするため

## 8

## 手法(2): 並列計算

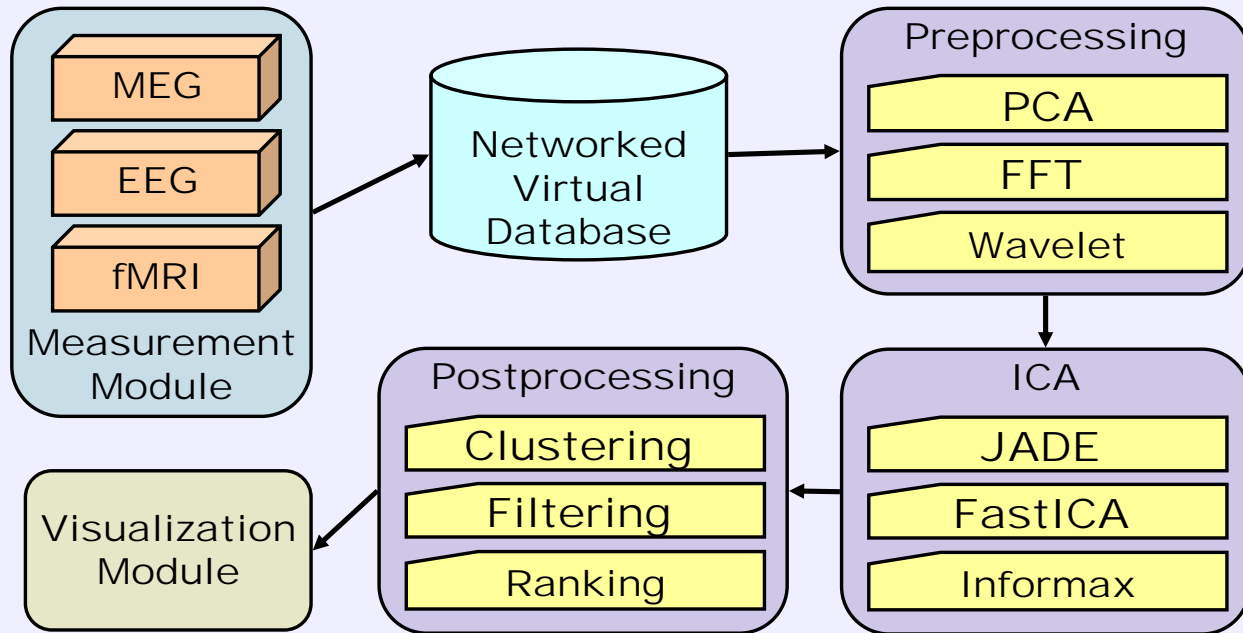
- 広域ネットワーク上に分散した計算および情報資源を活用して大規模計算を実現する**グリッド**技術の利用
- 4次クロスキュムラント行列のブロックマッピングによる**並列計算**



9

## 手法(3): フロー統合

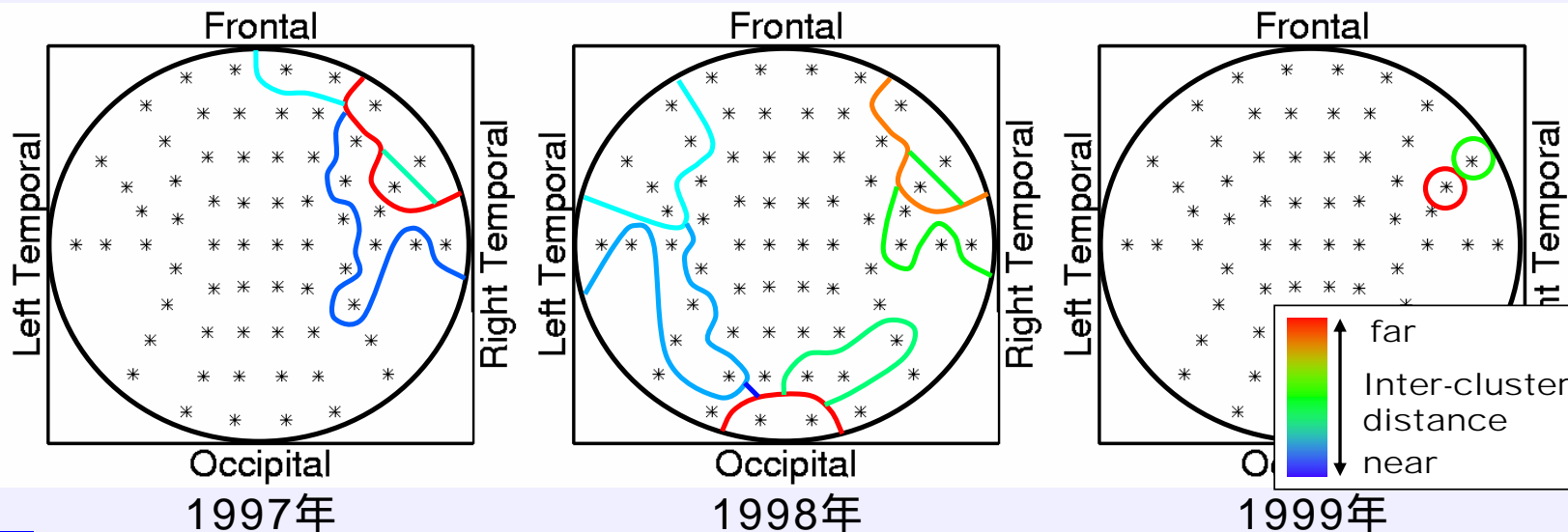
- 前処理や後処理などの様々なアルゴリズムを統合
- ネットワーク上の分散**モジュールフロー**を効率的に設計



10

## 結果(1): クラスタリング

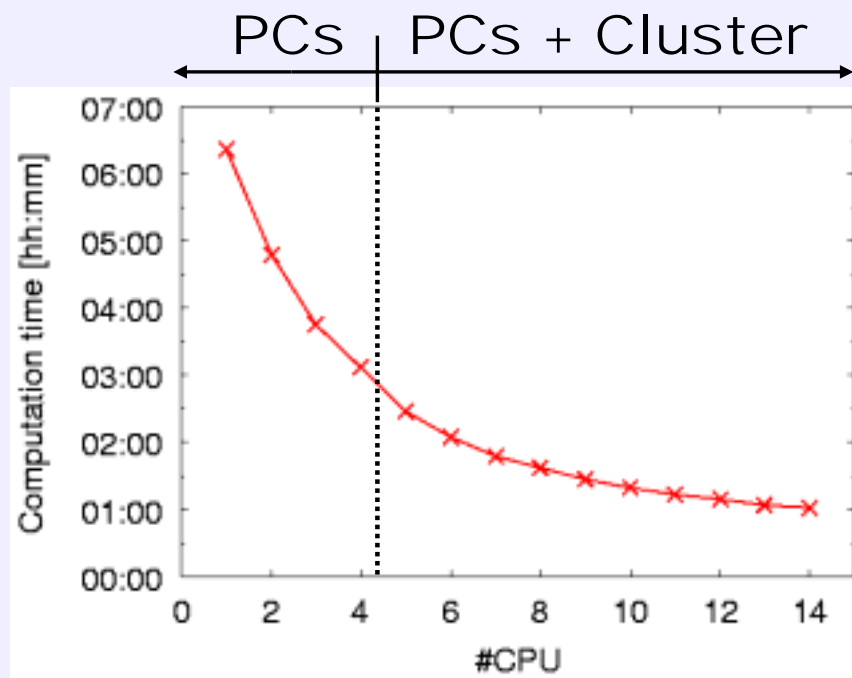
- 1995年に視覚発作を伴う複雑部分発作、1997年まで発作が多く、1998年頃から減少のてんかん患者
  - ICAを用いたクラスタリング解析が病状の変化に一致



11

## 結果(2):グリッドの利用

- ネットワーク上に分散するPCとクラスタ計算機上でシームレスに実行
- 1 CPUで6.4時間かかる計算時間を14 CPU利用し1.0時間に短縮



- 助成
  - 科学研究費補助金特定領域研究(C)  
「Grid技術を適応した新しい研究手法とデータ管理技術の研究」(13224059)
  - 文部科学省科学技術振興費主要5分野の研究開発委託事業のITプログラム「スーパーコンピュータネットワークの構築」