

# ジョブ特性を考慮した優先制御機構を有する 脳機能解析システムの設計と構築

大阪大学情報科学研究科

市川 昊平

伊達 進

大阪城南女子短期大学幼児教育科

水野(松本) 由子

大阪大学サイバーメディアセンター

下條 真司

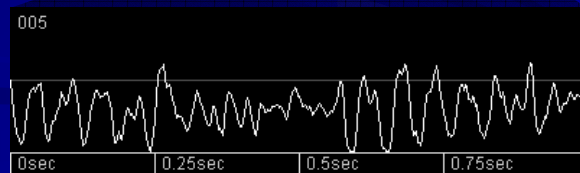
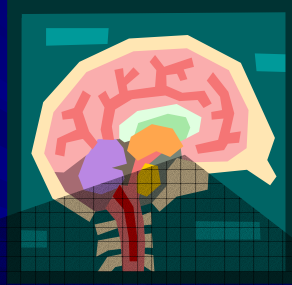
## 発表内容

- 研究の背景と目的
- 脳機能解析
- 問題点
- アプローチ
- 構築した脳機能解析システムの設計と実装
- まとめ

# 背景

## ■ 脳科学分野に対する期待

- 近年、重要視されている
- 高齢化社会
  - 脳疾患の増加
- 脳機能解析
  - 脳の解明へ



# 背景 (cont'd)

## ■ 測定機器の高度化

- MEG
- fMRI

## ■ MEG (Magnetoencephalography)

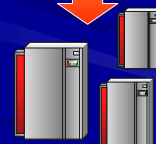
- 時間的高解像度
  - サンプル周波数、1KHz
- センサ数

## ■ データの増大

- 解析のための計算機資源への要求増大



データ増大



大規模計算環境への期待

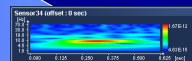
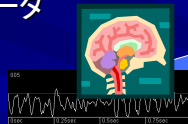
## 背景 (cont'd)

- 現状ではIT組織との協同研究の例は少ない
  - 高度な機器及び関連データの共有
  - より高度な研究基盤の構築
- 仮想研究環境
  - グリッドを用いた仮想研究環境

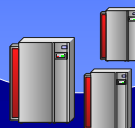


## 目的

- 脳科学のためのグリッドを用いた仮想研究環境の構築
  - シームレスな結合
    - 測定装置、関連データ
    - 大規模計算機資源
    - 可視化



シームレスな結合

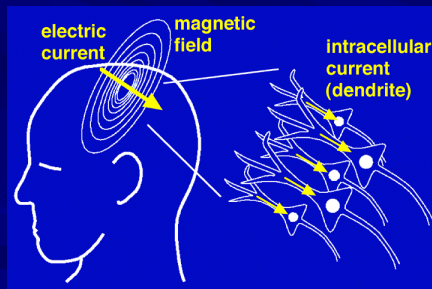


# 発表内容

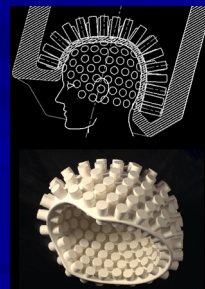
- 研究の背景と目的
- **脳機能解析**
- 問題点
- アプローチ
- 構築した脳機能解析システムの設計と実装
- まとめ

## 脳機能解析

- MEG
  - 脳内の神経細胞の活動を磁場の变化からとらえる
  - 完全非侵襲



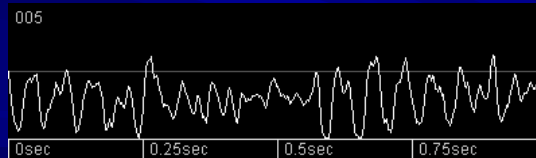
神経細胞のイオン電流とその磁場



SQUIDセンサ

# 脳機能解析 (cont'd)

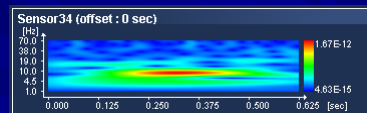
- ダイポール解析
- 周波数解析
- 時間周波数解析
- 独立成分分析



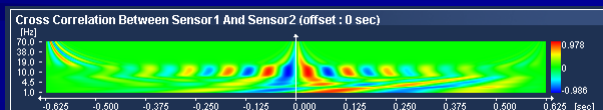
一つのセンサから得られるデータは一次元の波形

# 脳機能解析 (cont'd)

- 時間周波数解析
  - ウェーブレット解析
    - 信号を時間-周波数空間へ写像
    - 信号のパターン認識



- ウェーブレット相互相関解析
  - ウェーブレット解析結果の相互相関
  - 信号の伝播の追跡

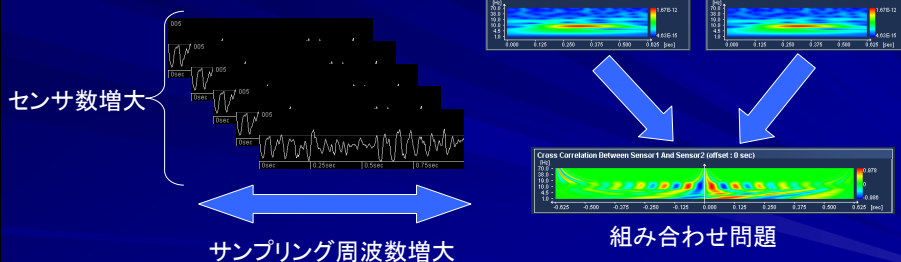


# 発表内容

- 研究の背景と目的
- 脳機能解析
- **問題点**
- アプローチ
- 構築した脳機能解析システムの設計と実装
- まとめ

## 脳機能解析における問題点： 計算パフォーマンス

- センサ数、サンプリング周波数の増大
- 組み合わせ問題

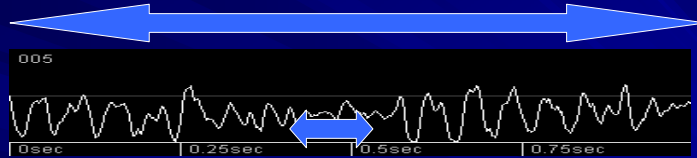


Pentium III 1.4GHz の環境で 1 センサの 30 秒分のデータをウェーブレット解析するのに約 5 分

相互相関解析は約 4 時間

# 脳機能解析における問題点： ユーザの関心領域

## ■ 解析空間が広大



ユーザの関心領域

ユーザは解析前のデータ中でも関心の高い領域を抽出できる部分がある

### - ユーザの関心領域

- てんかん性の波形
- 刺激に対する反応

# 脳機能解析における問題点： ユーザの関心領域

## ■ 単純にバッチジョブによる一括処理するだけではユーザの要求を満たすことは不可能

### - データを一括処理、一括返信

- 関心の高い部分のデータを手に入れるまでの時間が長い
- 広大な解析空間上の結果をユーザに突き返すことになる

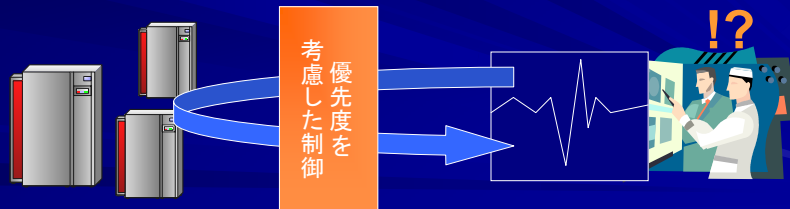


優先して解析を行いたい  
解析結果も区別したい

# 脳機能解析における問題点： ユーザを支援する仕組み

## ■ 透過的な操作方法

- ユーザの要求を最終的にグリッド上の計算機上で動作するプロセスに反映する方法の提供
- グリッドのミドルウェアの機能だけでは不十分



一貫した透過的操作方法の提供が必要

## 発表内容

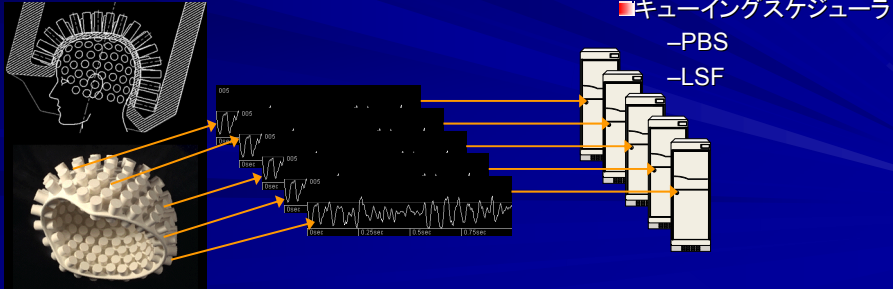
- 研究の背景と目的
- 脳機能解析
- 問題点
- アプローチ
- 構築した脳機能解析システムの設計と実装
- まとめ



# アプローチ： パフォーマンス

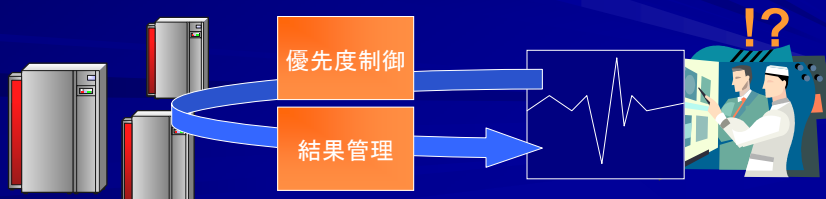
## ■ パフォーマンスの問題

- 独立した並列分散処理
  - 解析手法はセンサと時間に独立
- SPMD型 (Single Program Multiple Data) 分散



# アプローチ： 優先度制御

- ジョブの優先度制御
  - ユーザの要求を最終的なプロセス生成に反映させる
- ジョブの実行状態管理
  - プロセスの終了を検知し、結果取得のための情報生成
- 結果取得のための情報管理
  - 解析結果と優先度を管理する



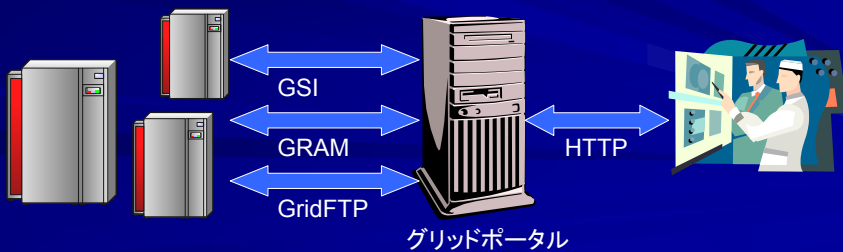
# アプローチ： ユーザの支援

## ■ 効率的な操作方法

### ー グリッドポータル

■ ユーザにグリッド環境に対して透過的なインターフェース  
を与える

ー 認証、分散処理、結果取得



## 発表内容

■ 研究の背景と目的

■ 脳機能解析

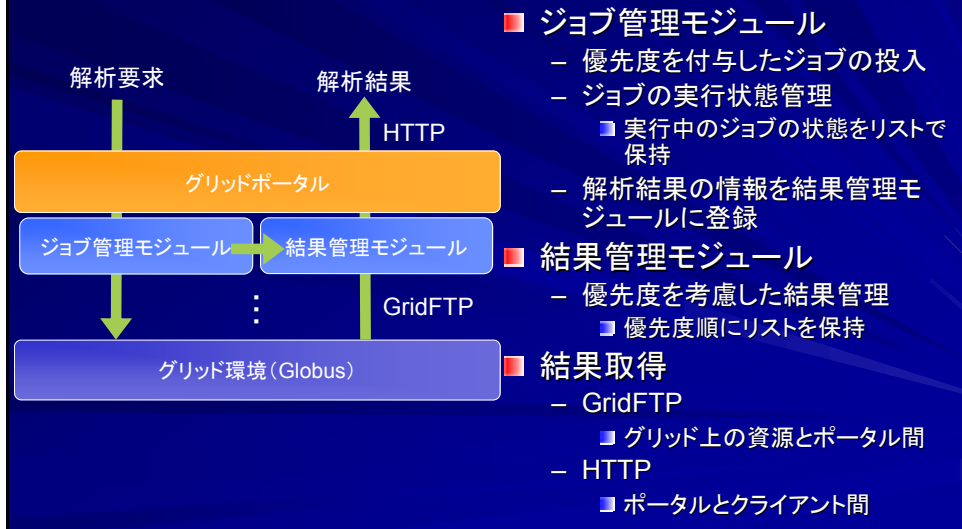
■ 問題点

■ アプローチ

■ 構築した脳機能解析システムの  
設計と実装

■ まとめ

# 構築した脳機能解析システムの 設計と実装



# 構築した脳機能解析システムの 設計と実装 (cont'd)

## ■ ローカルスケジューラの抽象化

- ジョブ投入インタフェースと具体的な実装の分離

ローカルスケジューラの  
抽象化インタフェース

ローカルスケジューラに対する  
ジョブ投入の実装

PBS用実装

Condor用実装

...

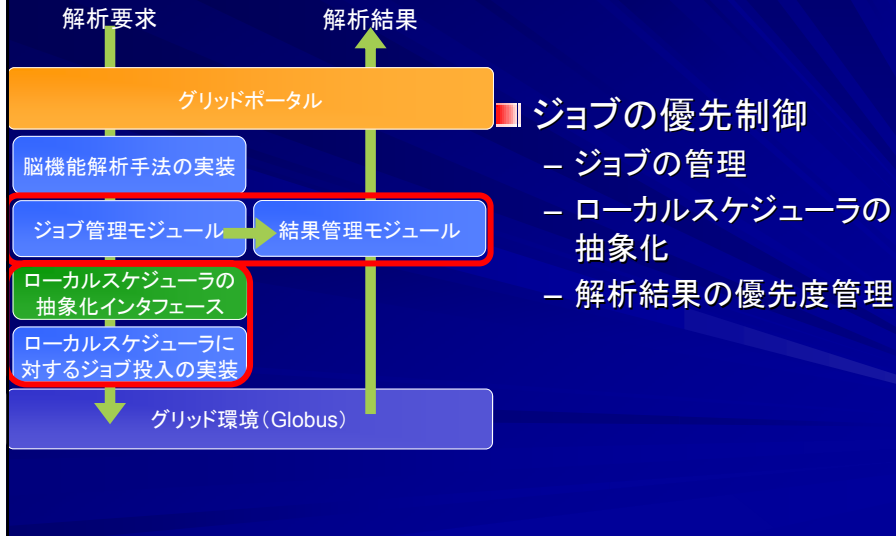
## ■ 抽象化インタフェース

- 優先度を付与したジョブの投入方法のみ定義

## ■ 実装

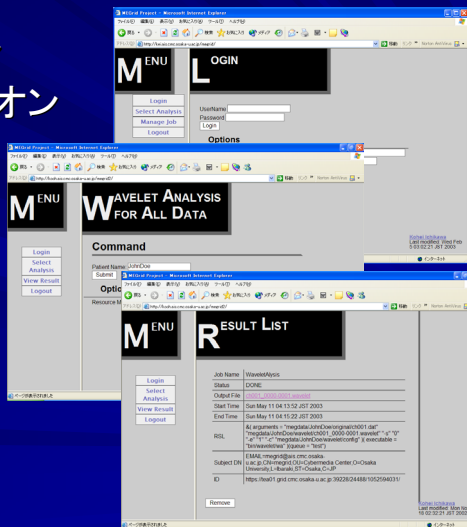
- 優先度の解釈を各ローカルスケジューラに応じた形で行う

# 構築した脳機能解析システムの 設計と実装 (cont'd)



# 構築した脳機能解析システムの 設計と実装 (cont'd)

- グリッドポータル
  - シングルサインオン
    - MyProxy
  - ジョブ投入
  - データ取得
    - GridFTP
    - HTTP



## まとめ

- 脳機能解析を支援するシステムの構築を行った
  - ユーザ要求による優先度実行順制御
    - バッチ的な解析とは区別してジョブを処理可能
  - グリッドポータルによる透過的なアクセス

## 今後の課題

- 解析結果の整理
  - 膨大な量の解析結果の管理が非常に煩雑
  - アノテーションの付与
  - 実験の再現