

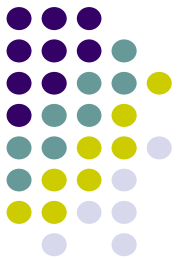
ダイポール層による 脳機能イメージング

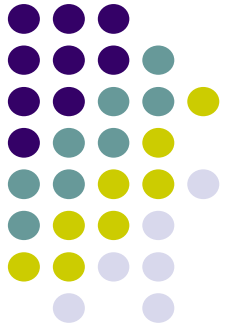
堀 潤一

工学部福祉人間工学科

Bin He

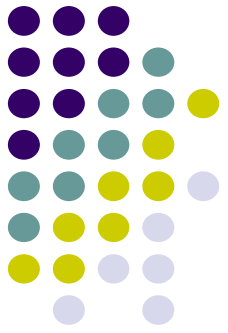
イリノイ大学シカゴ校





背景

- 脳電気活動は3次元空間上に分布し、時間とともに変化する。
- 脳波 (EEG) は、頭蓋骨などの低伝導特性の影響や電極数の制限より、空間分解能が不十分である。
- 頭皮表面で計測された電位分布から、脳表面の電位分布を推定し、高分解能脳機能計測システムを開発。



方法

- 順問題

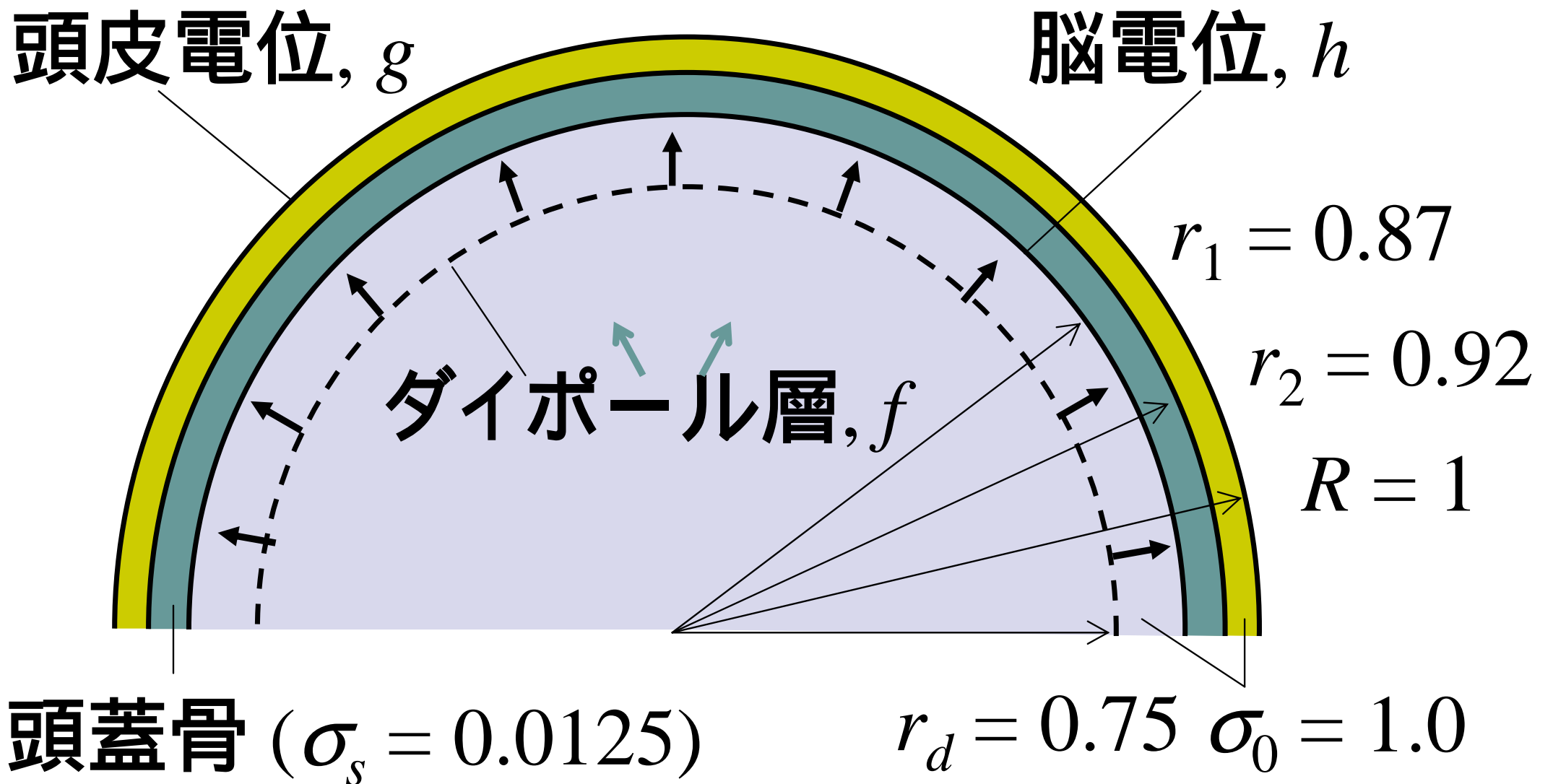
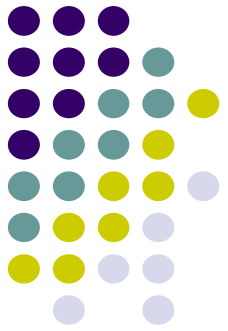
- 頭部を3層非均質同心球によってモデル化.
- 脳内に仮想的に設置したダイポール層で、信号源を等価的に表現.

- 逆問題

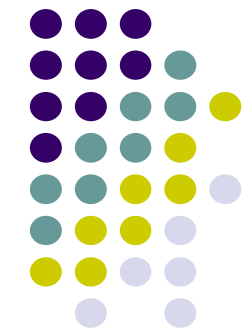
- 雑音の統計的情報を考慮した空間逆フィルタを使用(パラメトリック射影フィルタ).
- 信号源の数、性質に依存せずに脳内電気活動を推定可能.

3層頭部モデル

導電率を考慮
した非均質同
心円モデル



脳機能マッピング

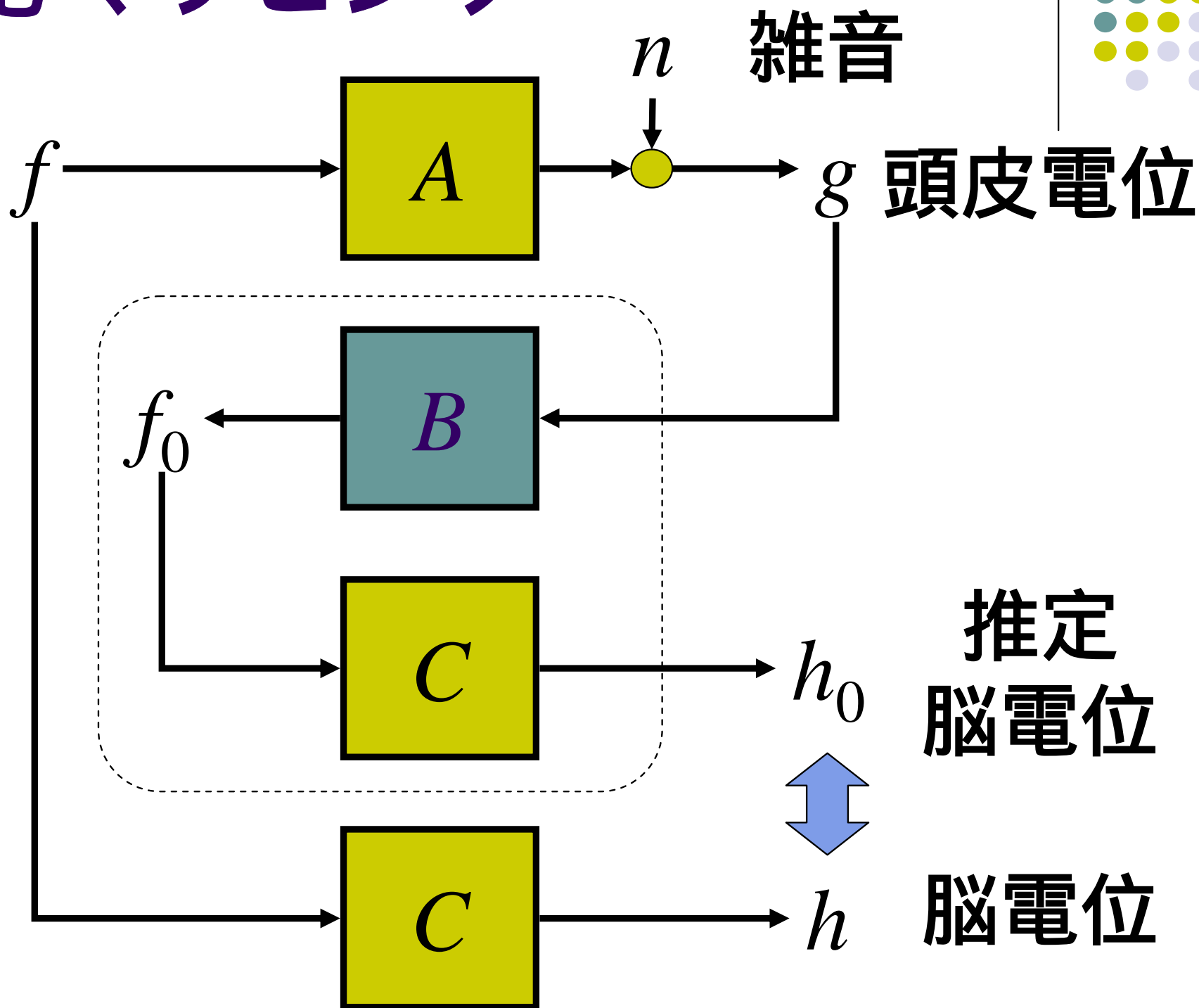


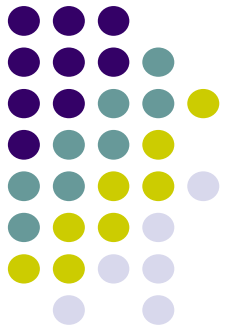
ダイポール
層強度分布

推定ダイ
ポール層

FORWARD

INVERSE

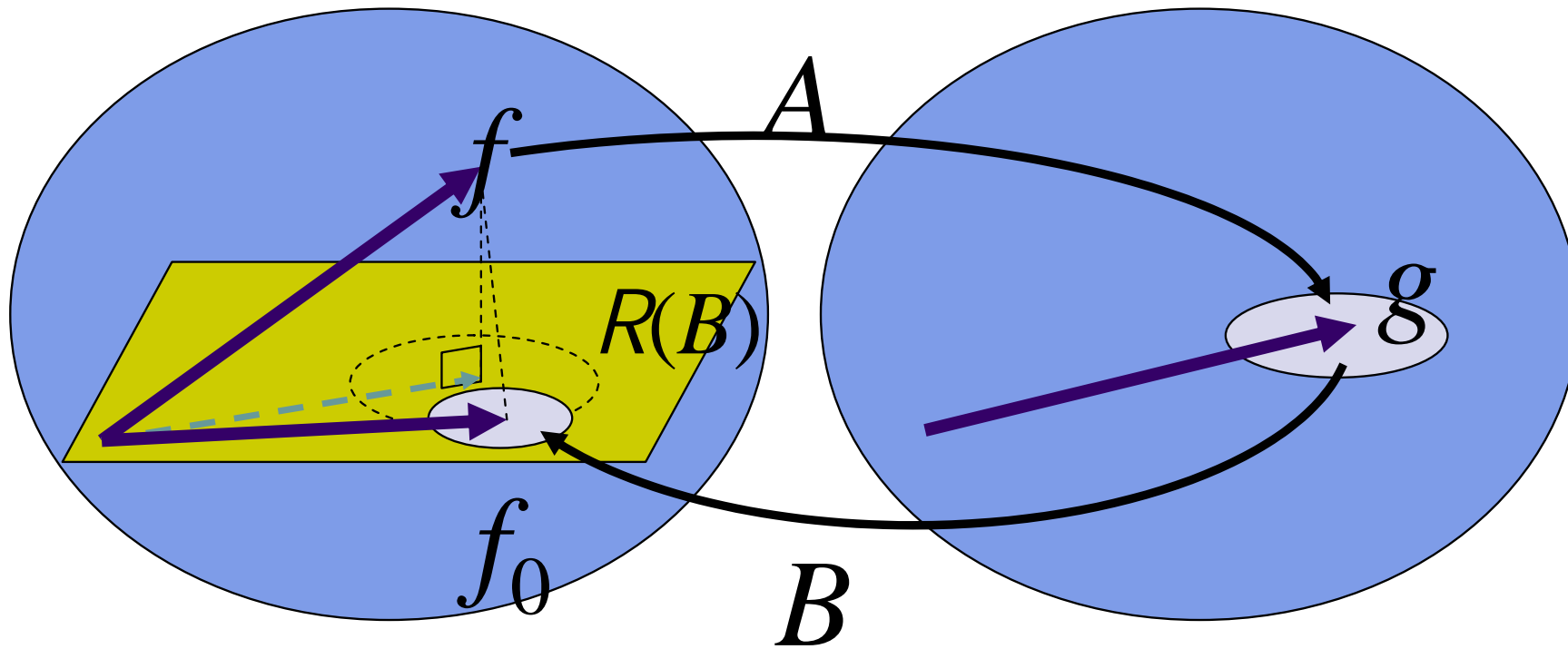




パラメトリック射影フィルタ

ダイポール層空間

頭皮電位空間

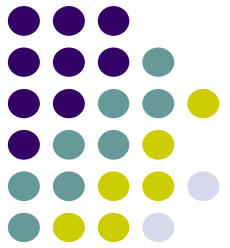


- 評価関数 $J(B) = \| B A - P \|^2 + \gamma E \| B n \|^2$
- 逆フィルタ $B = A^* (A A^* + \gamma Q)^+$

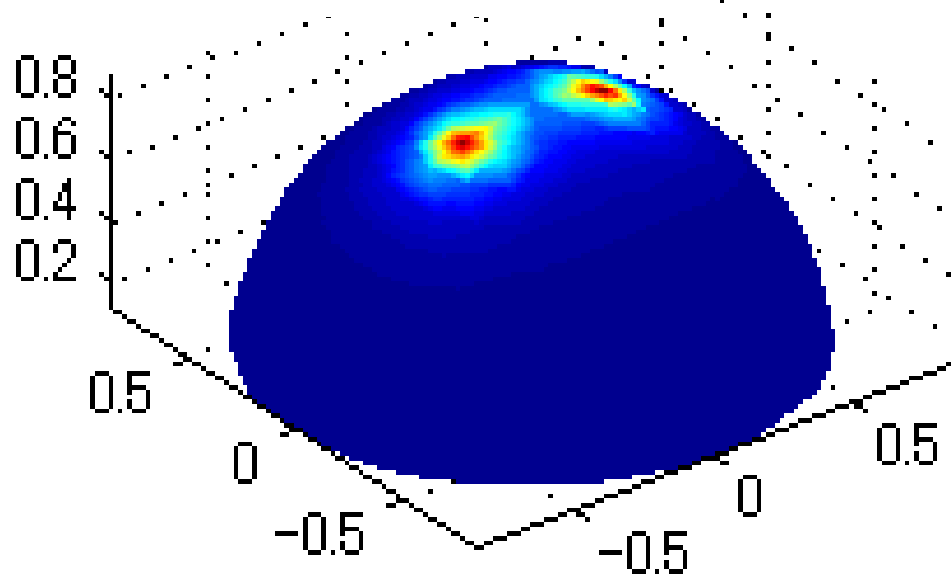
復元精度と雑音抑制を両立

Q : 雑音共分散行列
 γ : 正則化パラメータ

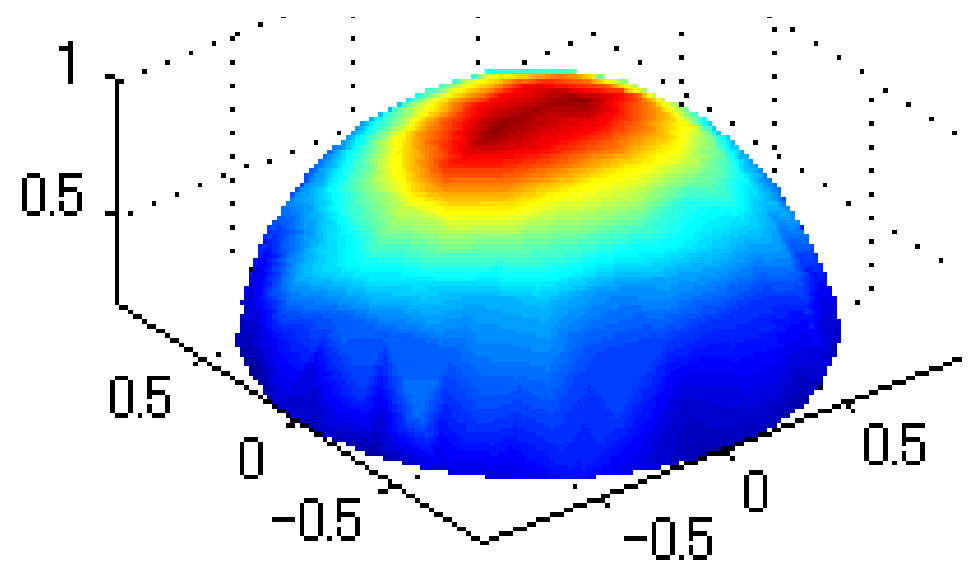
シミュレーション結果



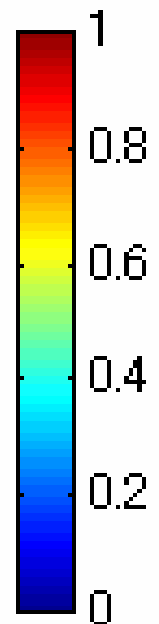
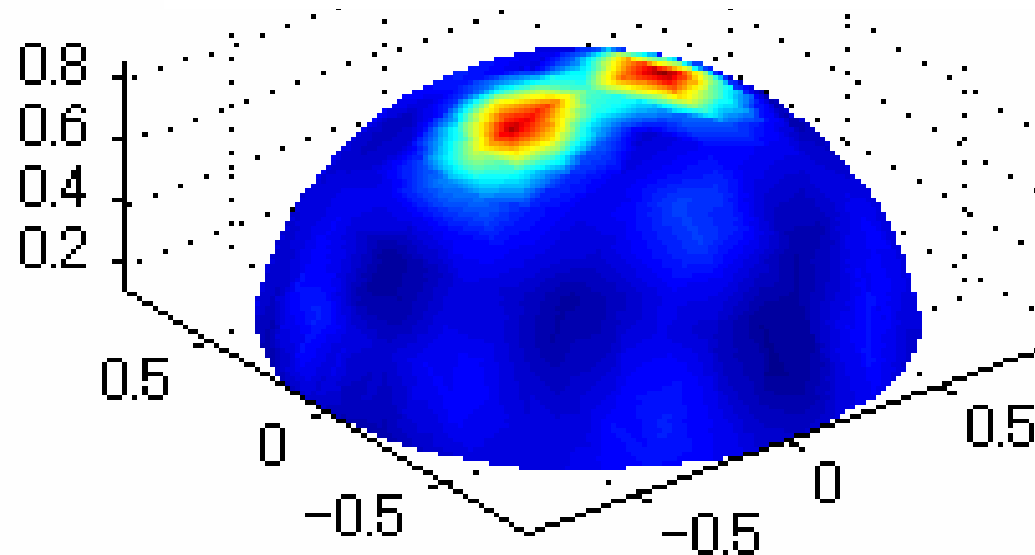
脳電位



頭皮電位

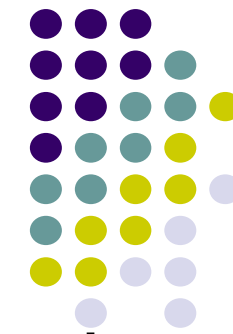


脳電位の推定値

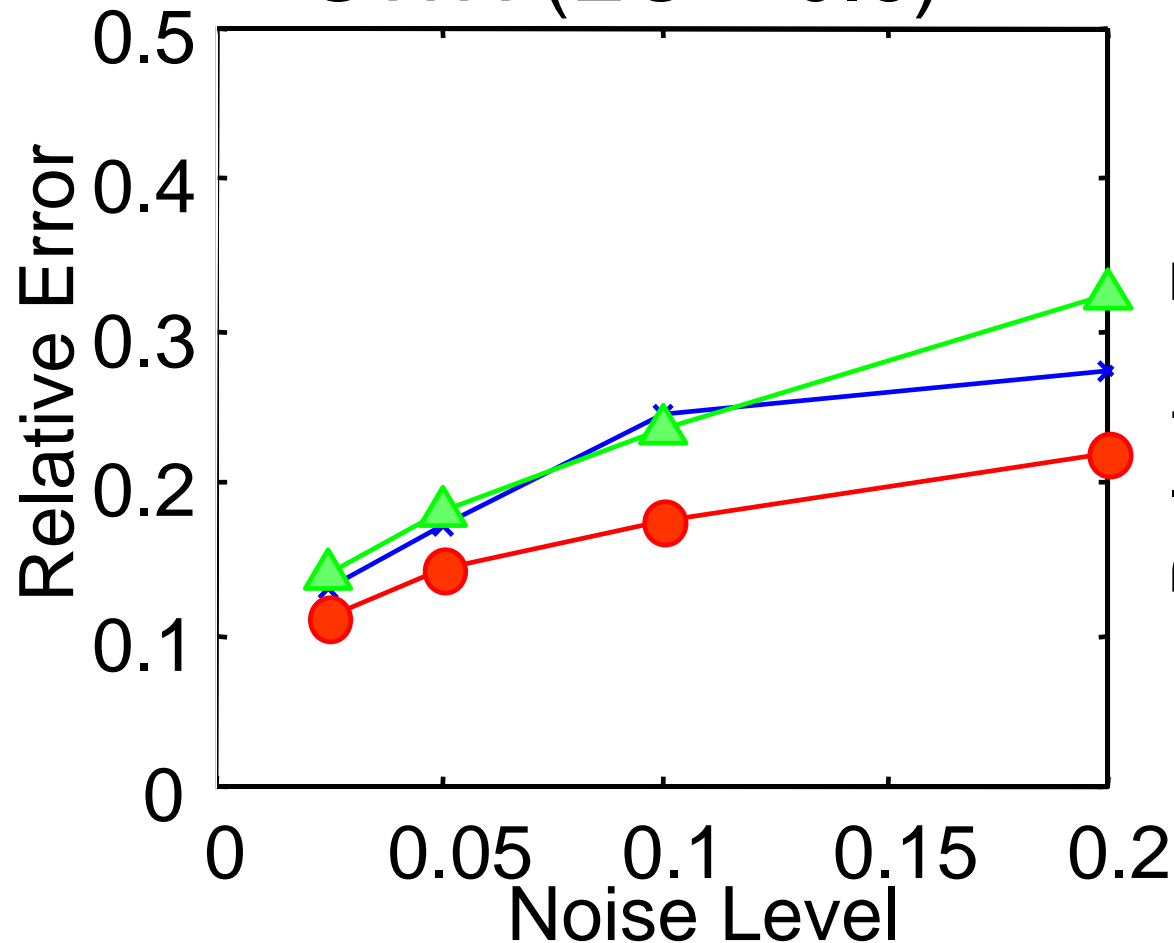


画像先鋭化
による信号
源の推定

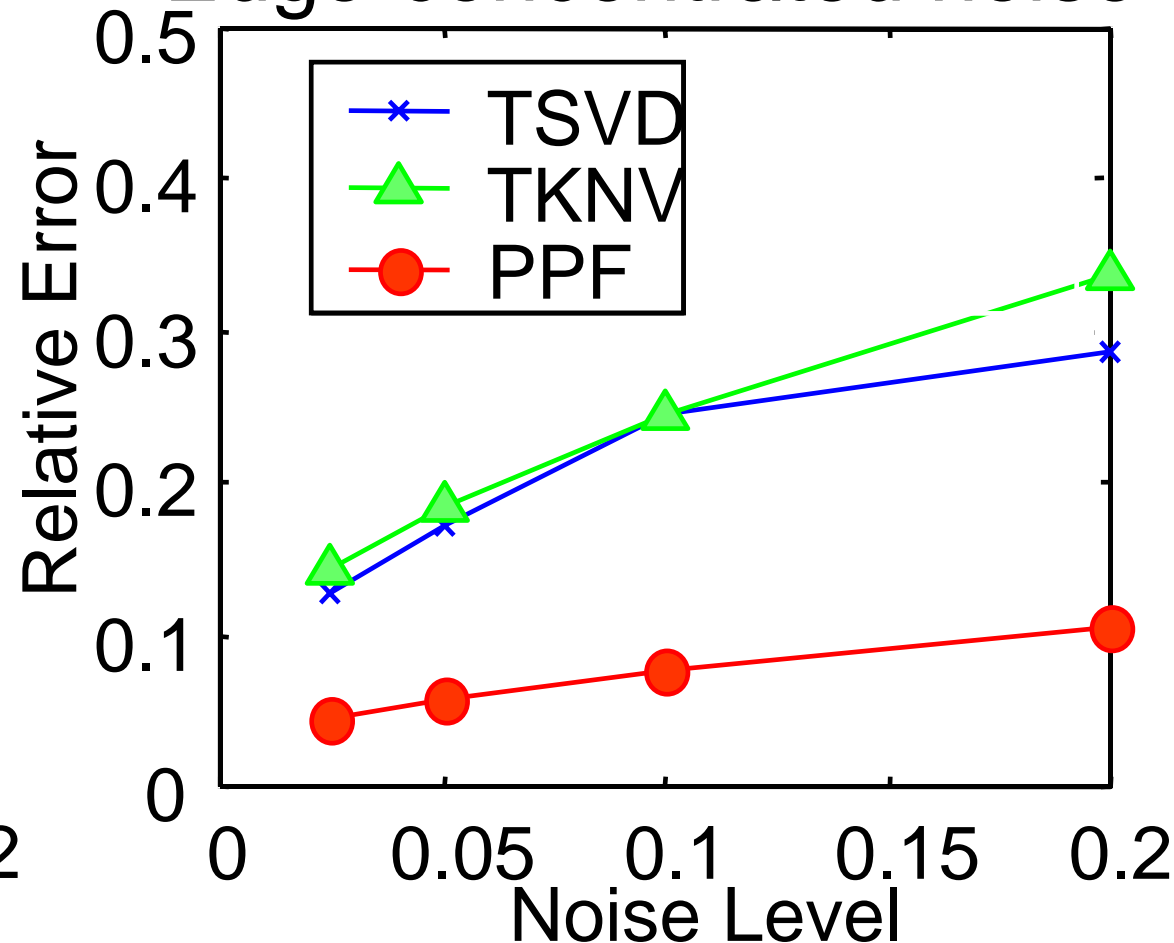
相対誤差 vs. ノイズレベル



GWN (EC = 0.6)



Edge-concentrated noise

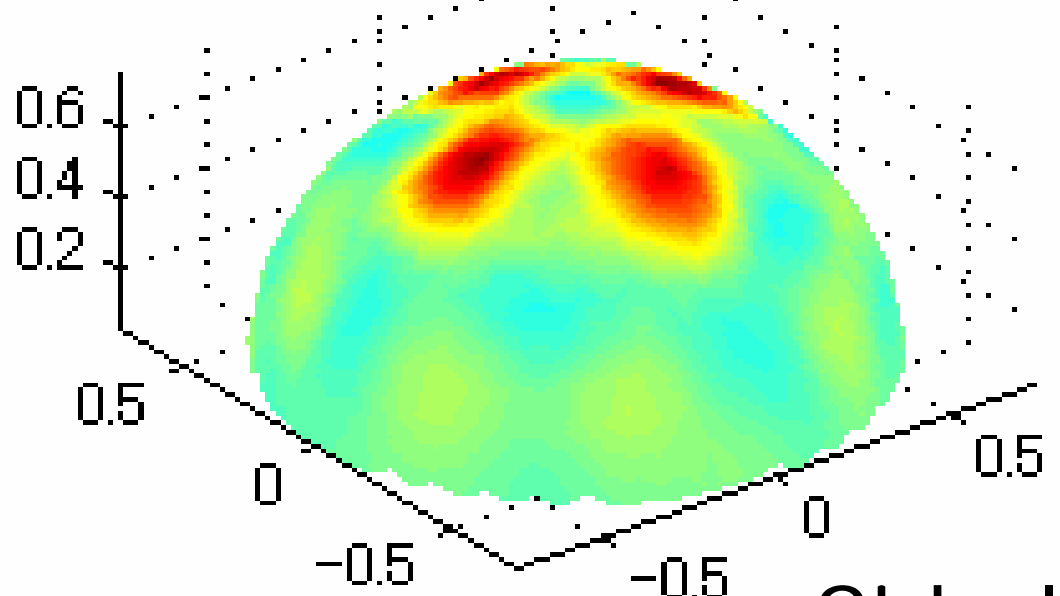


従来法と比較して誤差が少ない
信号・雑音相関が小さい場合効果大

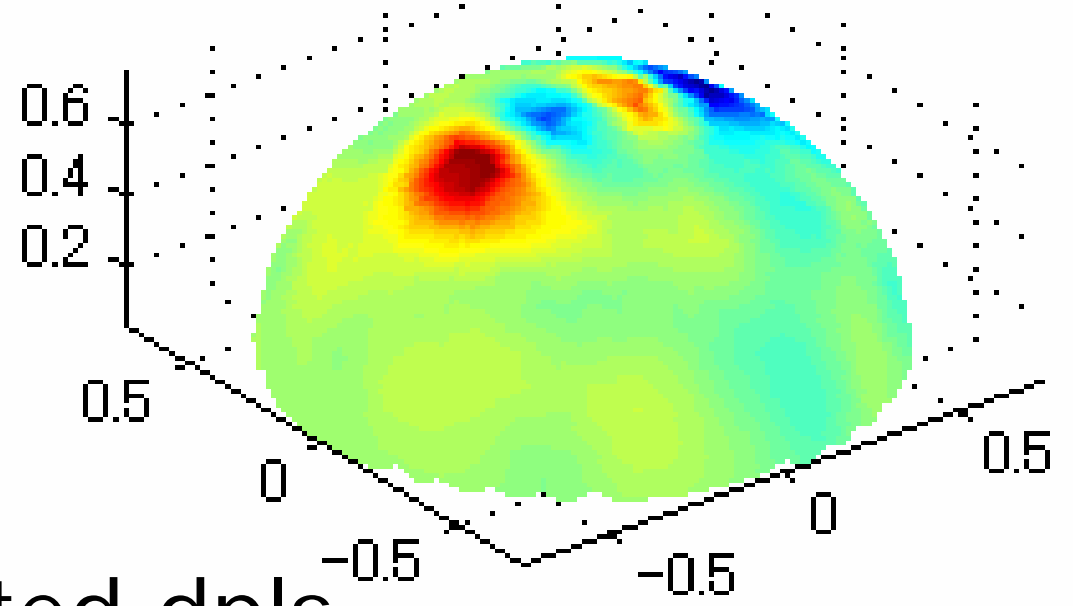
種々の信号源



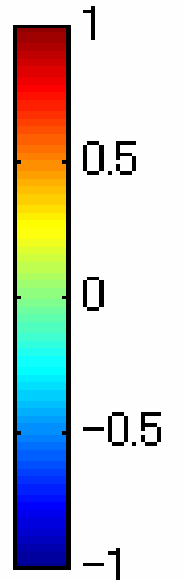
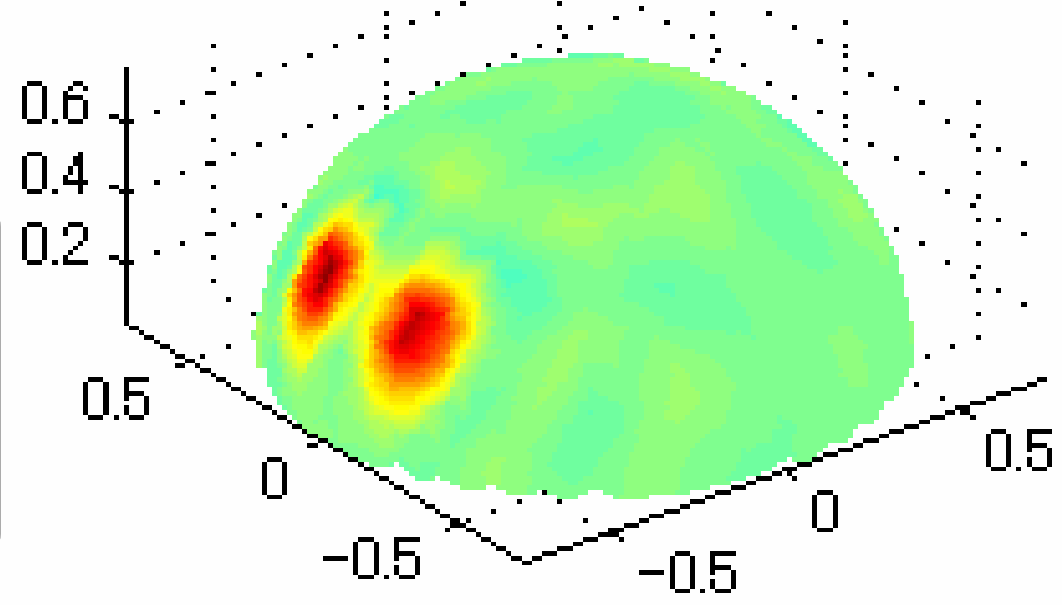
4 radial dpls



2 tangential dpls



Side-located dpls



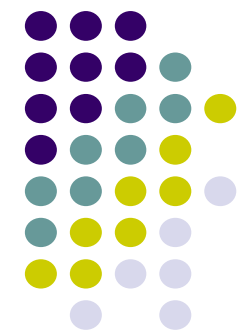
信号源の個数、
方向、位置にか
かわらず推定
可能

電極ボックス

デジタル脳波計

解析システム





今後の展望

- 脳電気活動による情報インターフェースの開発
 - 手足を使わないパソコンへの情報入力
 - ALS患者への応用
- 脳機能解析による音声・画像の品質評価
 - 新生児聴力の客観評価
 - 補聴器の性能評価
- 感情・感性の計測

