

# 脳活動から 指先の動きを正確に再現する

今水 寛

情報通信研究機構・神戸研究所  
バイオICTグループ

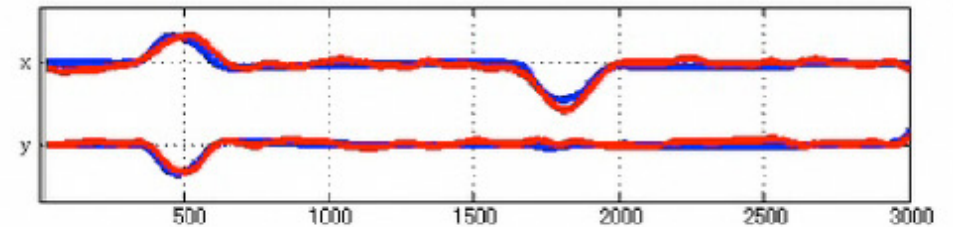
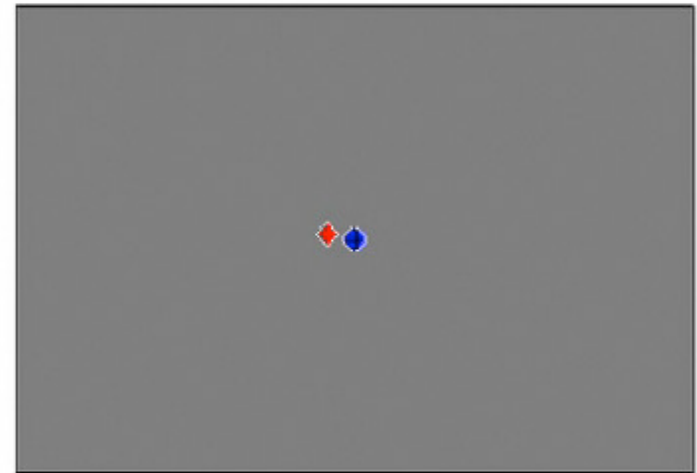
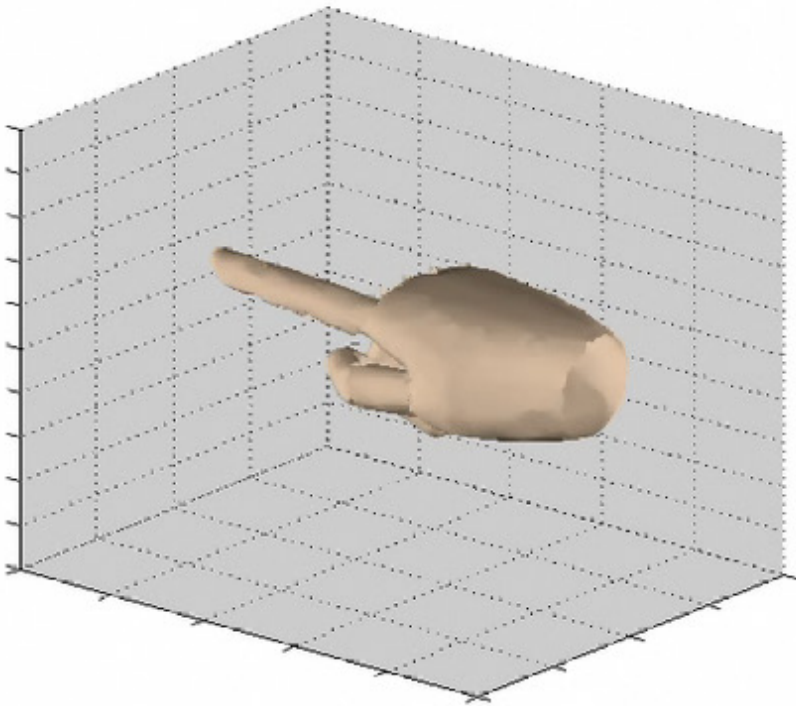
2010.10.20

# 実現したこと

指先の速い運動を,脳活動から滑らかな動きで再現

脳活動から再現

脳活動から再現(赤)  
実際に計測(青)

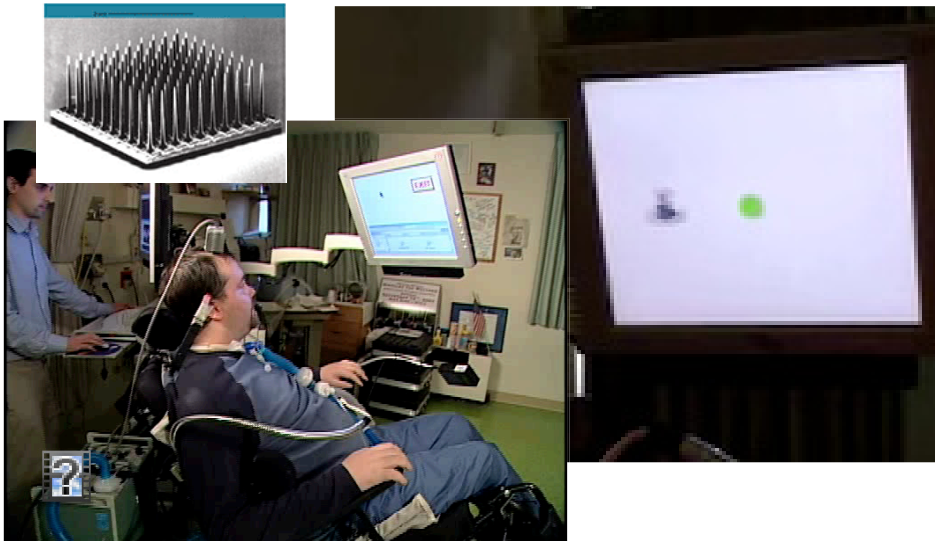


# ブレイン-マシン・インターフェイス(BMI)

脳活動 → 解析 → 機械・コンピュータ

## 【 侵襲型 】

脳に電極 → 危険性



Hochberg et al. (2006)

## 【 非侵襲型 】

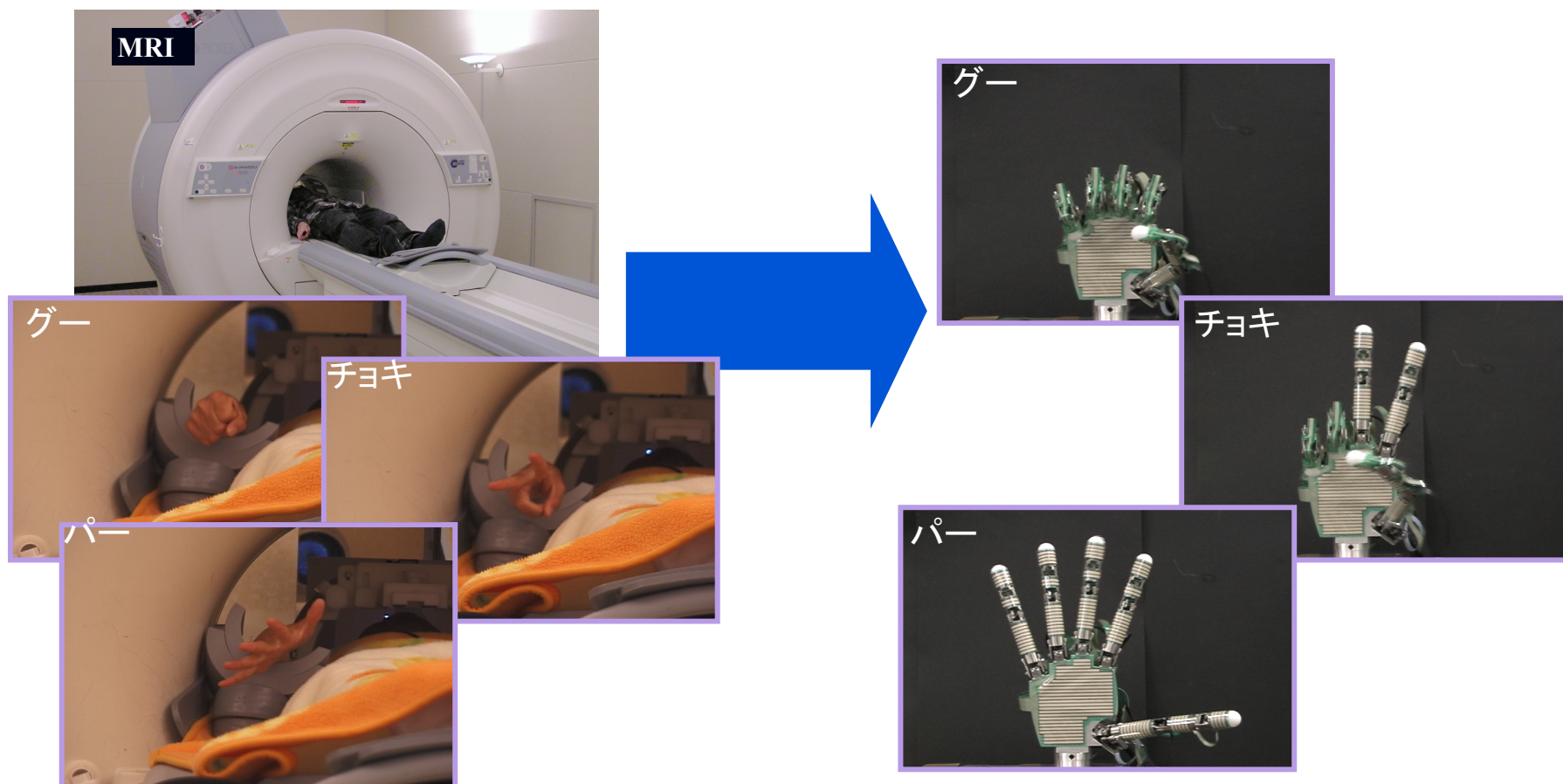
脳波でカーソルを動かす  
トレーニング必要  
(人間がBMIに合わせる)



Wolpaw & McFarland (2004)

# 非侵襲でトレーニングなし:成功例

磁気共鳴画像(fMRI) → 画像パターン分類  
→ じゃんけんの手をあてる



# 非侵襲でトレーニングなし:従来

脳波・fMRI信号の分類

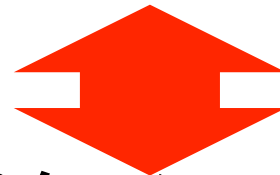
→ 予め決められた数種類の運動パターン



fMRI計測の限界 = 低い時間分解能

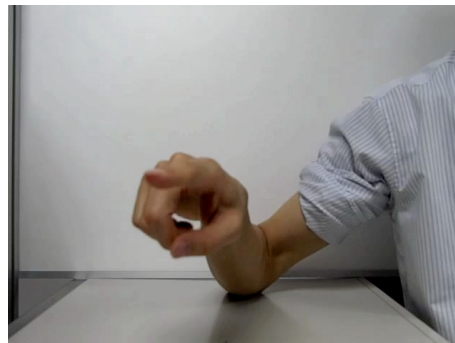
→ 数秒に1回しか計測できない

しかし

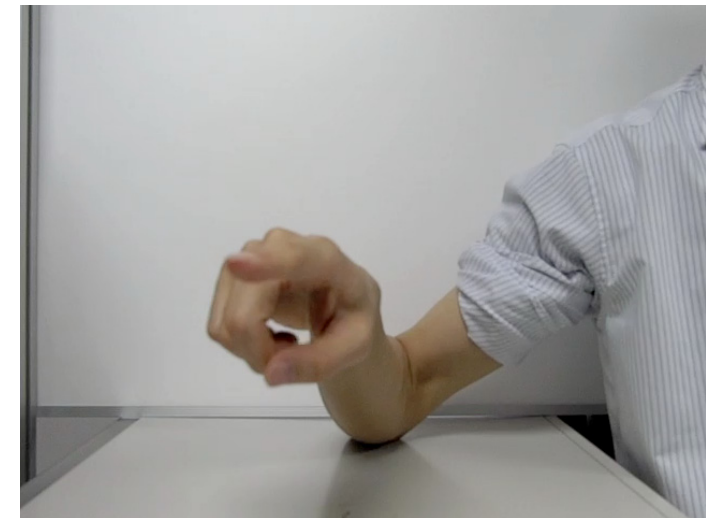


ヒトの動きは無数のパターン  
短時間で滑らかに変化

これでは作業が  
できません →



1秒ごとに再生



30 フレーム/秒で再生  
(0.03秒ごと)

# 本研究の目標

さまざまな方向の動きをそのまま滑らかに再構成



細かい時間間隔 = 0.02秒

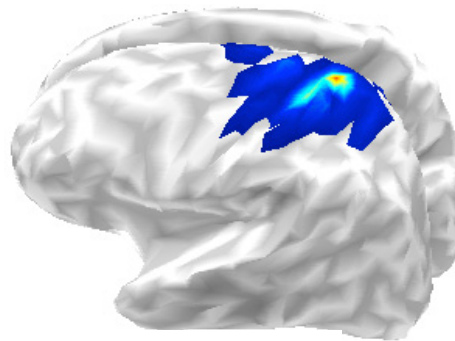


脳活動の細かな時間変化を知る必要



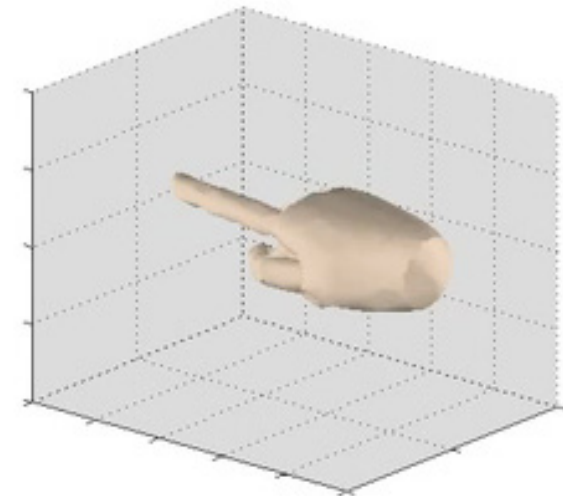
脳活動の計測

「実際に手を動かす」



解析

「オフライン」



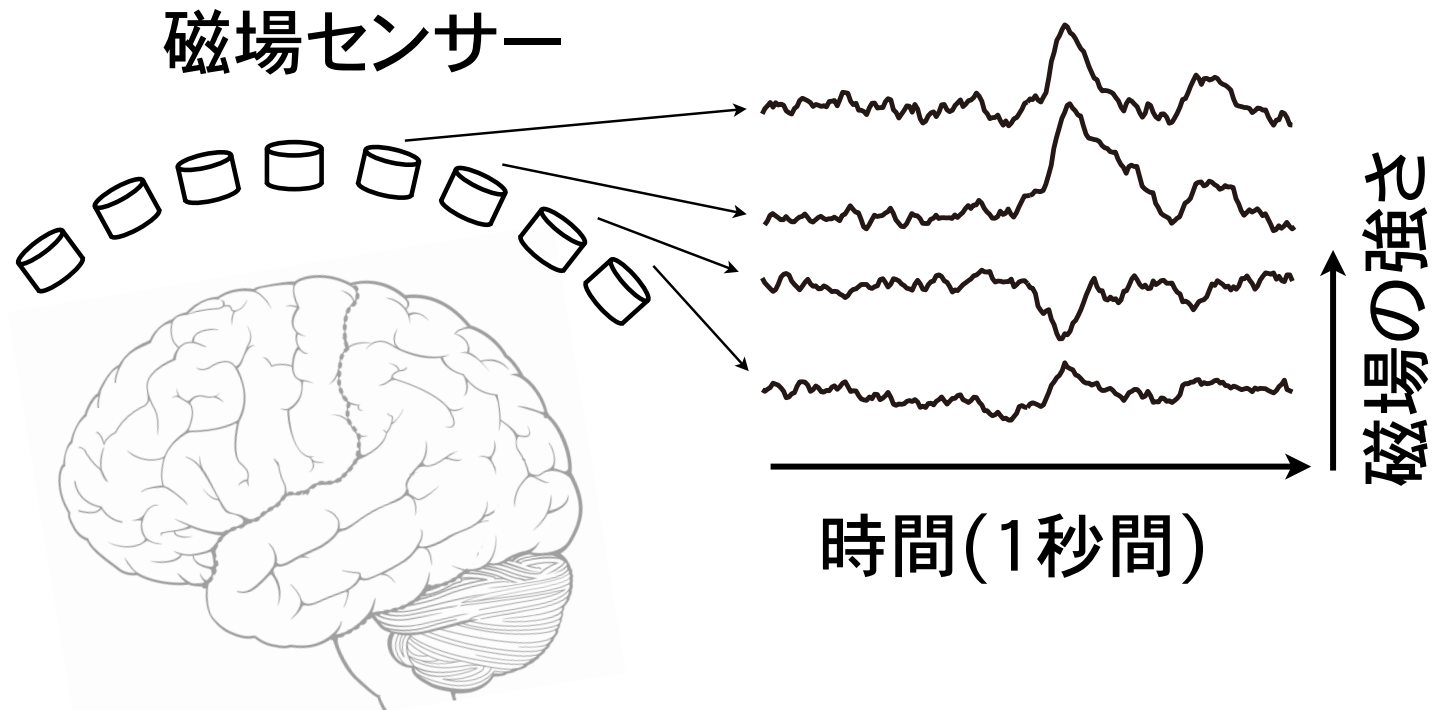
指先の動きを再構成

# 脳磁図(MEG)の長所

脳活動の細かな時間変化を計測できる



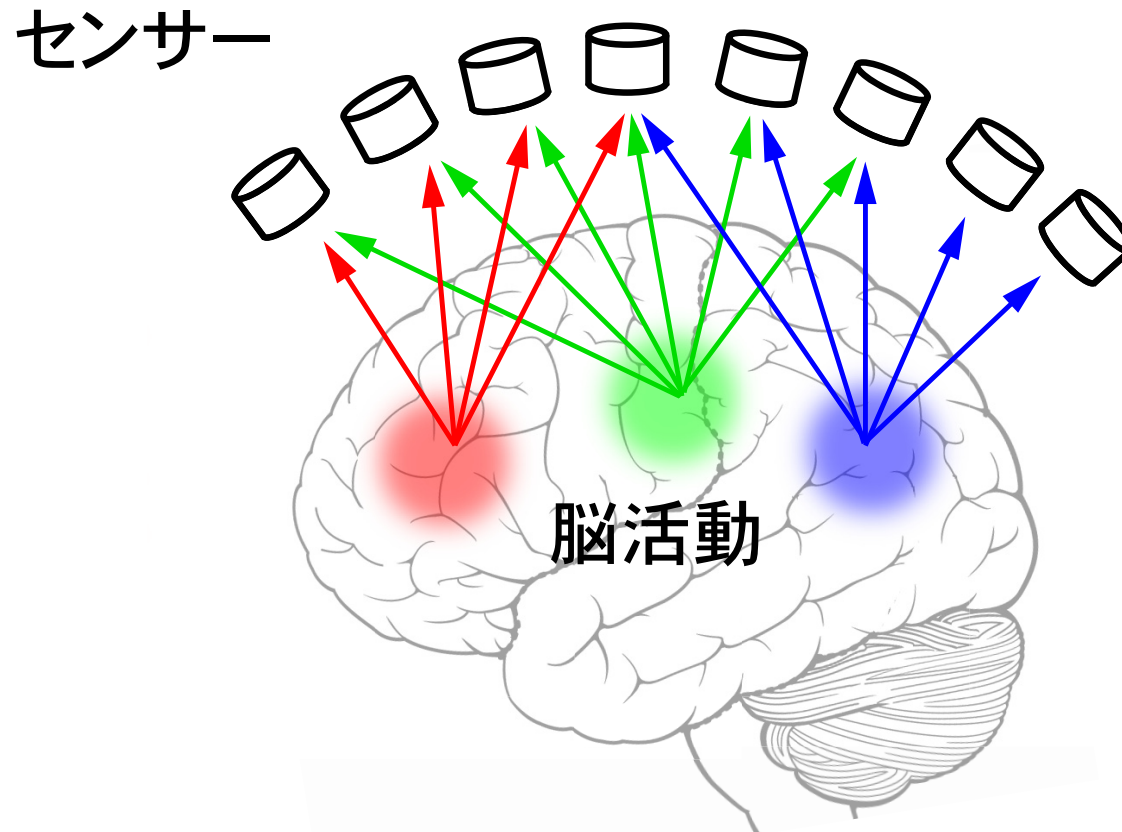
MEG装置  
写真提供 横河電機(株)



# MEGの短所

脳の活動場所を正確に知ることが難しい

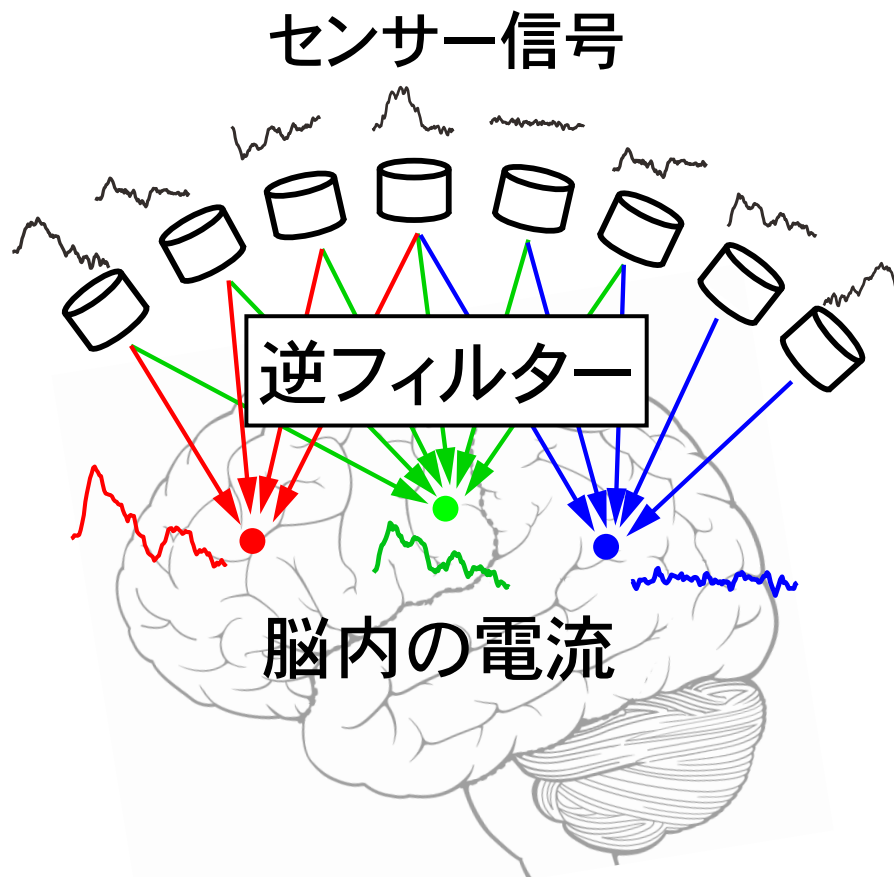
センサー信号には,様々な場所からの脳活動信号が入り混じる





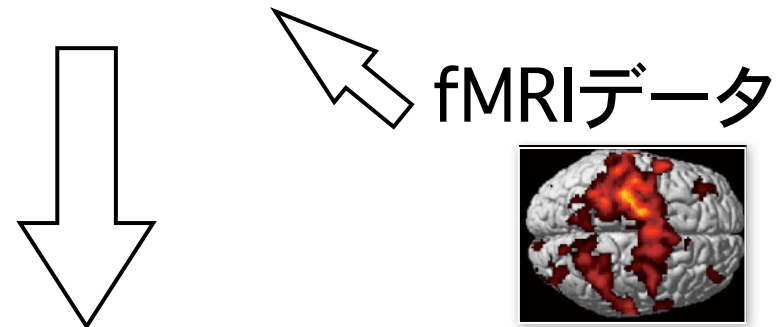
# 逆フィルター

MEGセンサー信号を脳内の電流に変換



コンピュータで仮想的に計算する

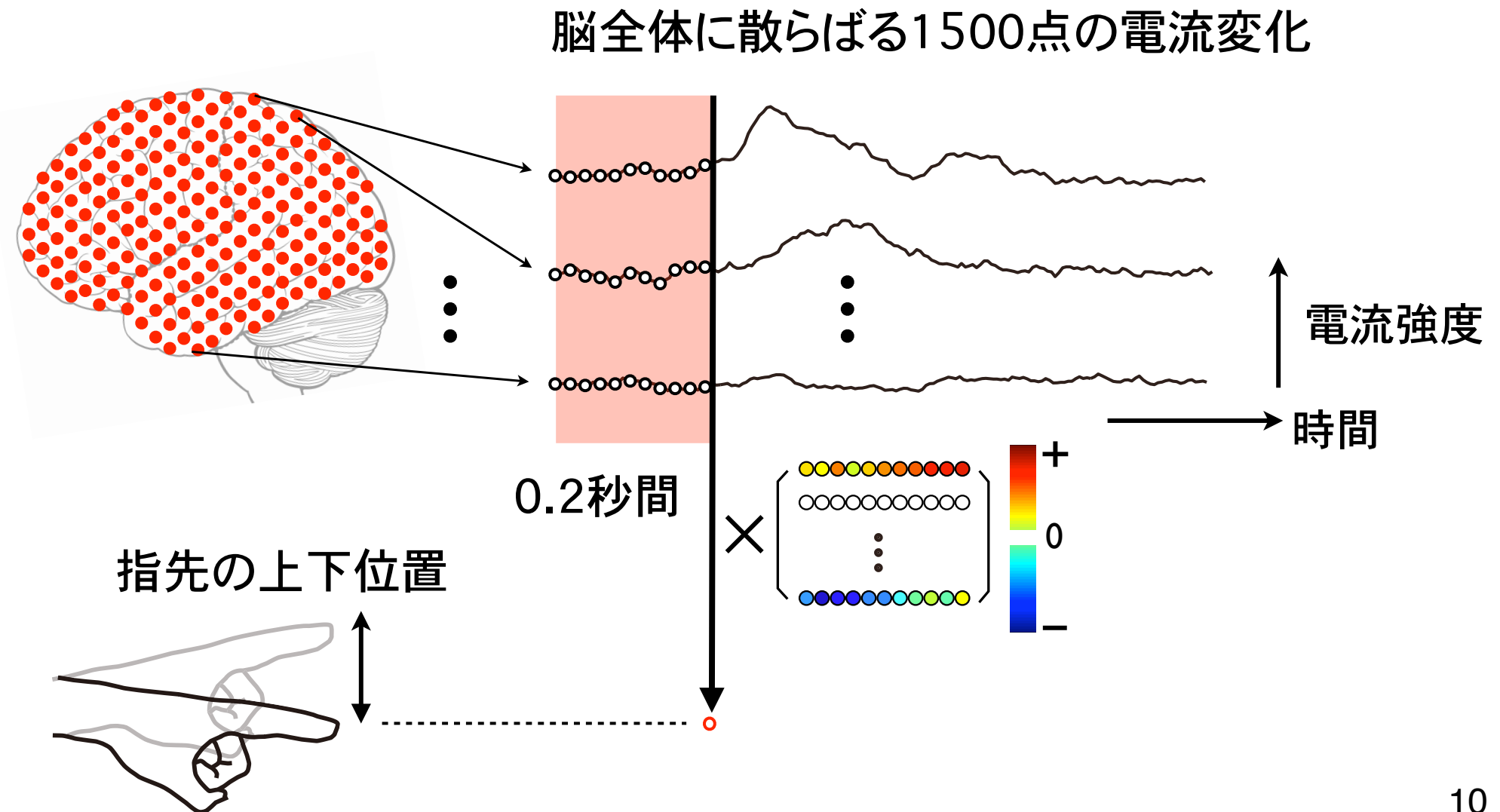
逆フィルターの計算に  
「階層変分ベイズ法」を利用



数ミリメートルの精度で場所  
を特定した脳内電流を計算

# 脳内の電流から指先の位置を予測

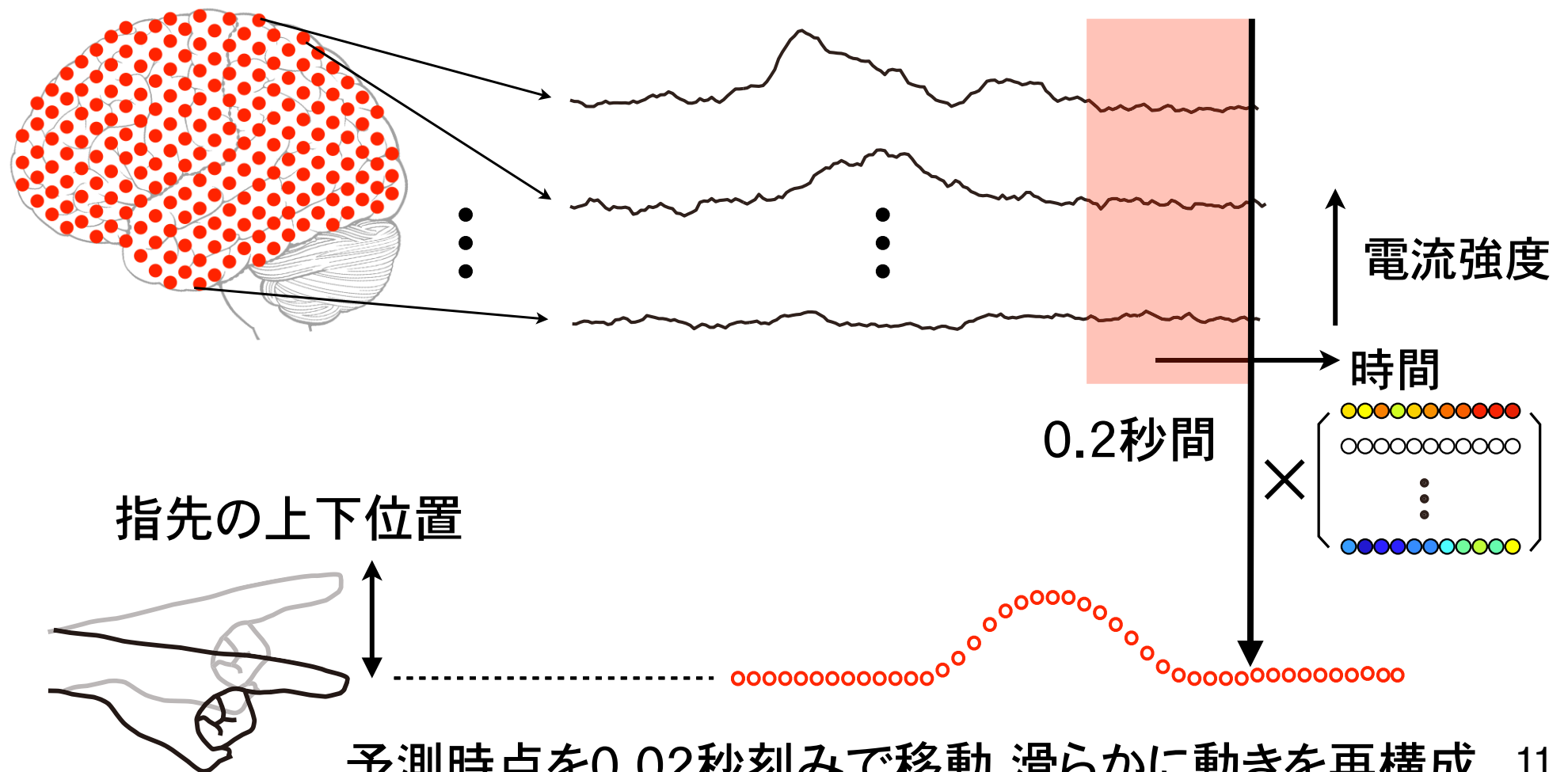
## 線形予測モデル



# 脳内の電流から指先の位置を予測

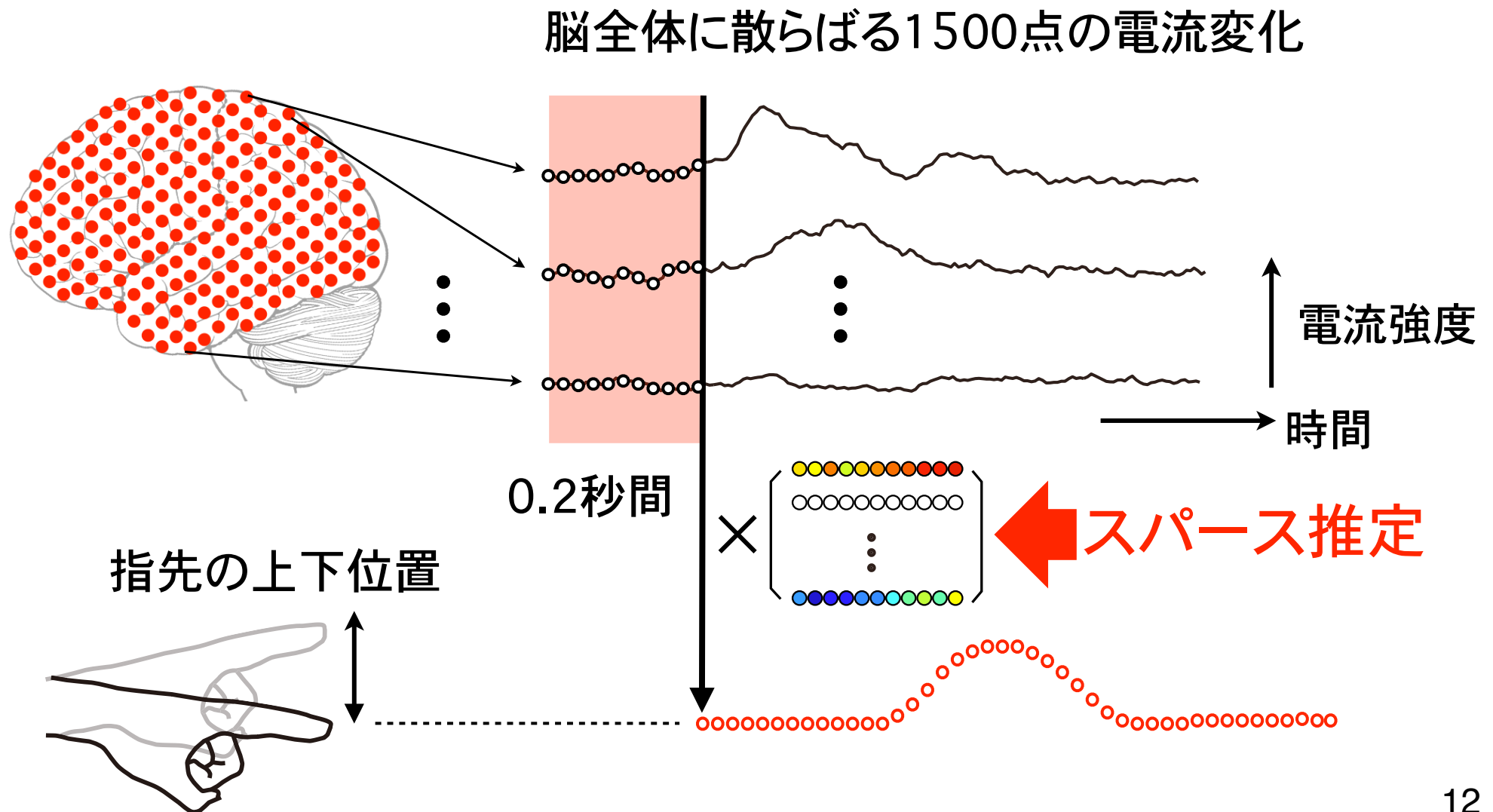
## 線形予測モデル

脳全体に散らばる1500点の電流変化



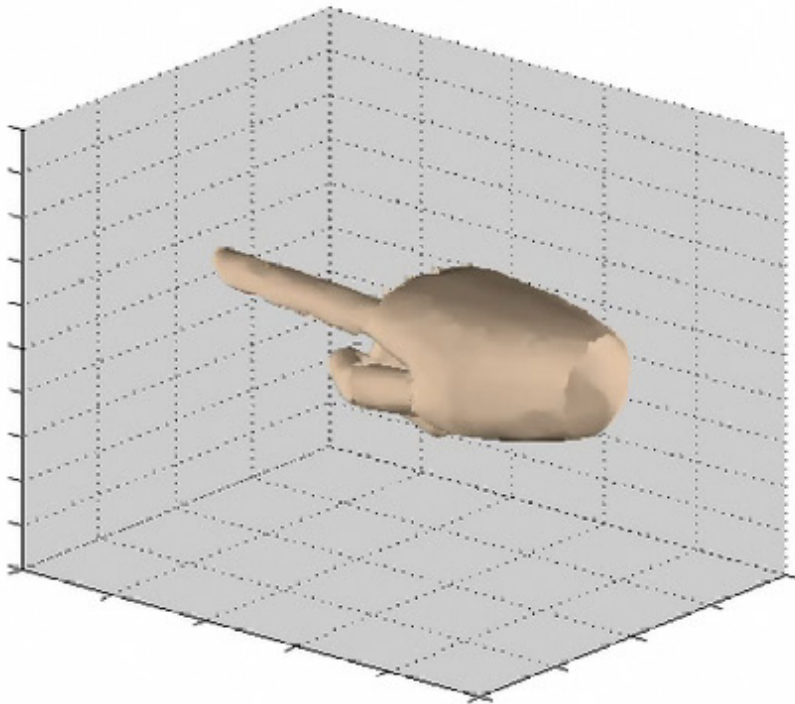
# 脳内の電流から指先の位置を予測

## 線形予測モデル

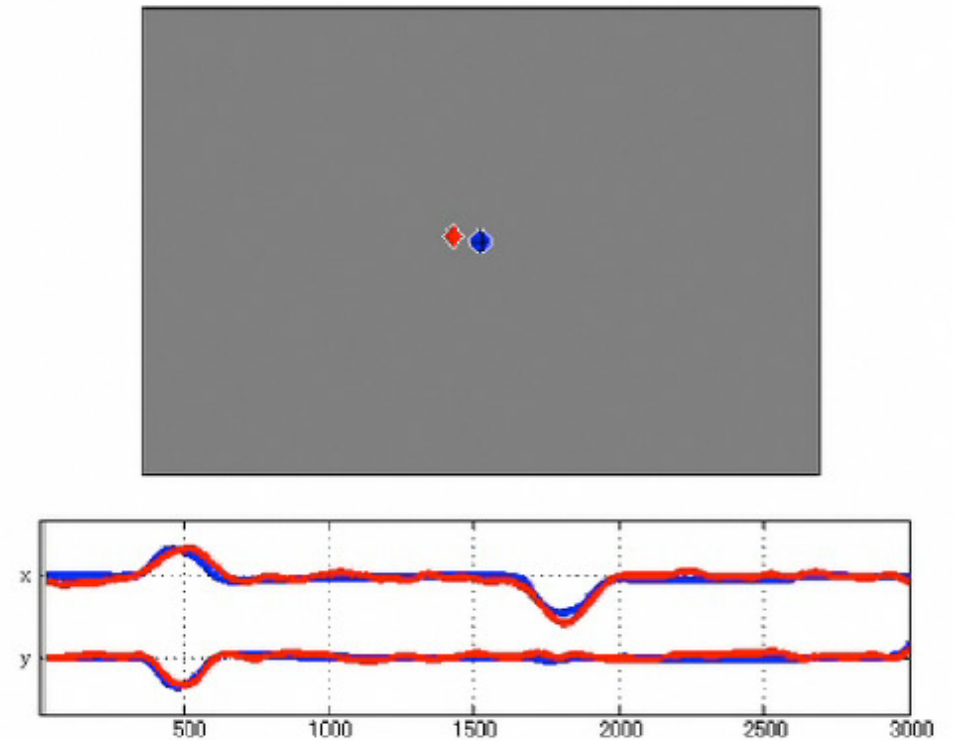


# 結果

脳活動から  
再構成した動き



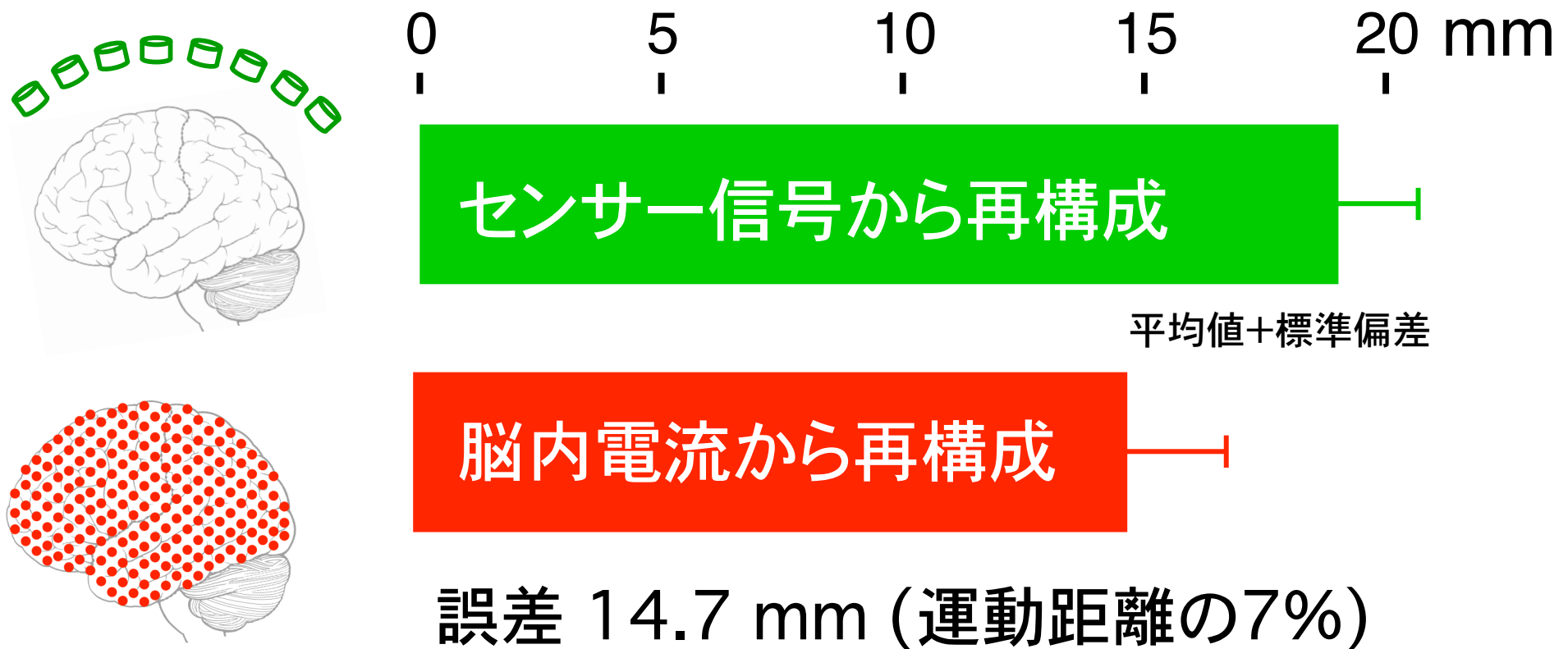
脳活動から再構成(赤)  
実際に計測(青)



# 提案手法の特長(1)

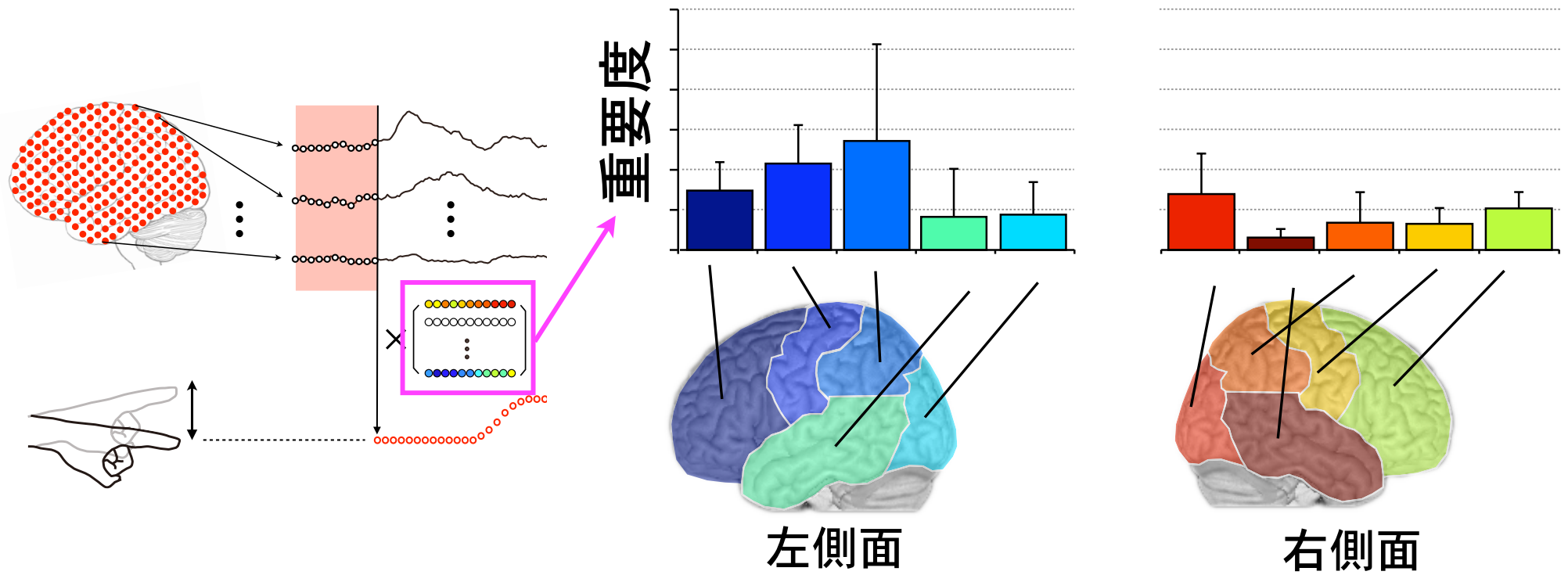
センサー信号を,そのまま使うより誤差が少ない

誤差 = 再構成した位置 と 実際の位置 のずれ



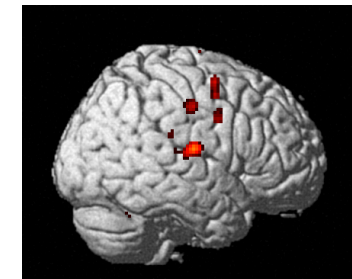
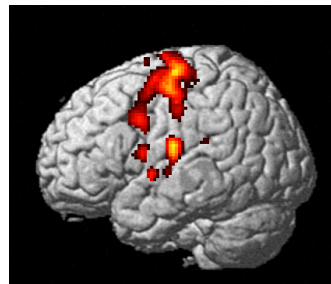
# 提案手法の特長(2)

脳のどの場所の情報が重要であったか解る



【比較】

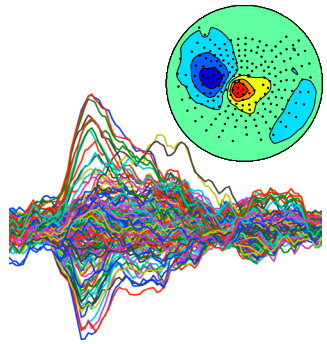
右手運動による脳活動  
(fMRI)



# まとめ

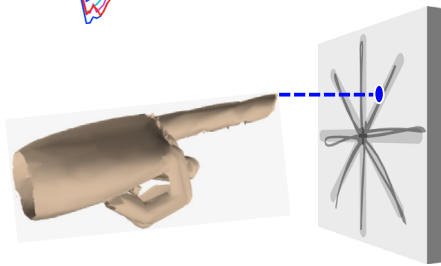
## 脳活動から指先の運動を再構成する手法の概要

MEG センサー信号



逆フィルター

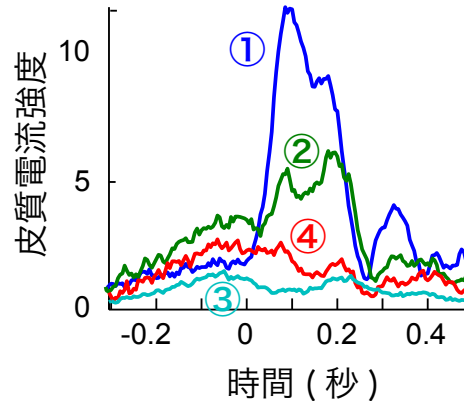
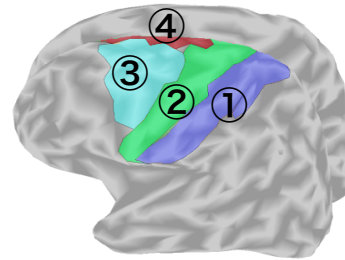
階層変分ベイズ法



手の運動

2次元平面に  
投影した指先の位置

脳内の電流



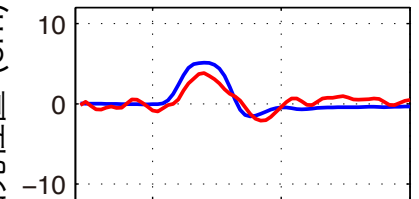
線形予測モデル

スパース推定法

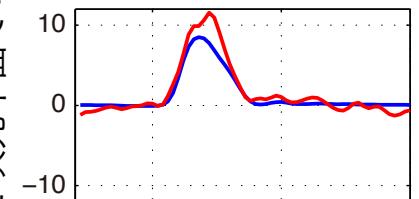
指先位置の時間変化

— 実測値  
— 脳活動から再構成

水平方向の変化



垂直方向の変化





# BMIにおける意義

- 速い運動を 滑らか 正確 に再構成

(運動時間0.4秒)(0.02秒刻み)(誤差7%)

「自分で操作している」という操作感・主体感

遠隔地からのロボットアーム操作などで重要

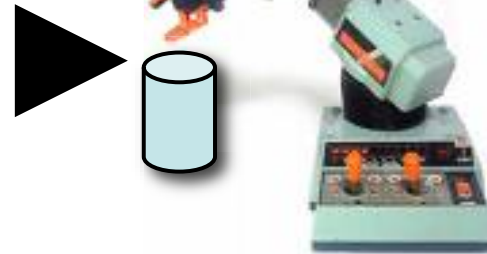
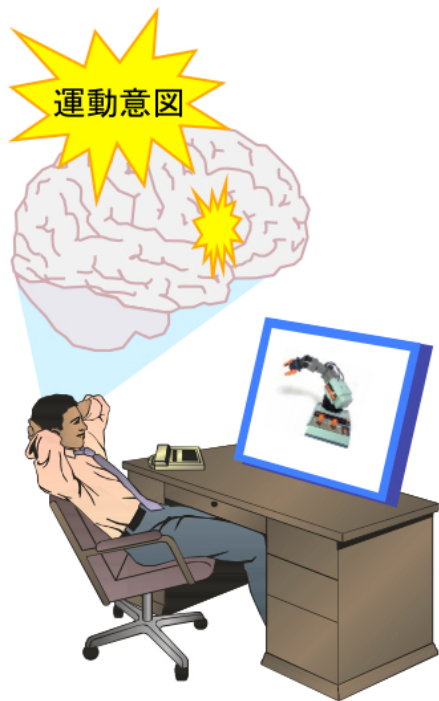


# 今後の展望

- 今回はオフラインで再構成  
次は,オンライン・リアルタイムで再構成
- 軽量・簡便化で実用に近づける  
MEG → 脳波                  fMRI → 近赤外計測
- イメージしたとき,動かす前の脳活動から再構成

# 今後の展望

「意図しただけで自在に操作できる」インターフェイス



手を動かさなくても操作可能

© 2002 FOX AND DREAMWORKS LLC.  
(二次利用はお控え下さい)

# 脳情報通信融合研究プロジェクト

NICT・大阪大学・ATR

- 脳研究を情報通信に役立てる
- 思い描いたイメージ,意図をそのまま伝える情報通信

脳情報通信融合研究  
キックオフ・シンポジウム

場所 東京国際フォーラム(有楽町)

日時 平成22年3月10日(水)  
午後1時~午後5時

シンポジウム式次第

13:00	主催者挨拶 挨拶 文部科学大臣 NICT理事長	文部科学大臣 橋田寿賀子	文部科学大臣 橋田寿賀子	文部科学大臣 橋田寿賀子
13:10	来賓挨拶			
13:20	第1部 基調講演 「脳」の多様な機能システムと脳と情報通信の融合			
14:00	第1部 総合研究概観 「脳情報通信融合研究の進捗と展望」			
14:20	休憩			
14:50	招待講演 1 「サブミクロン領域の脳に与える影響について」			
15:20	招待講演 2 「脳機能存在と情報通信の関係」			
15:50	第2部 挨拶 文部科学大臣 橋田寿賀子			
16:00	第2部 記念講演 1 「計算機科学と情報通信」			
16:30	第2部 記念講演 2 「Intelligence in Brains and Machines」			
17:00	閉会 謝辞 文部科学大臣 橋田寿賀子			
17:30-19:00	交流会			

主催 / 脳情報通信融合研究プロジェクト、国立大学法人大阪大学、情報通信研究機構脳情報融合研究センター、共同 / 財団法人情報通信融合研究センター  
お問い合わせ e-mail: no-yugo@karc.nict.go.jp シンポジウム事務局

2009.01.07 基本協定締結

2010.03.10 キックオフ・シンポジウム

# 研究実施機関・研究者名

(独) 情報通信研究機構(NICT)

バイオICTグループ 今水 寛

(株) 国際電気通信基礎技術研究所(ATR)

脳情報通信総合研究所

脳情報研究所 川人光男

脳情報解析研究所 佐藤雅昭

認知機構研究所 今水 寛

長岡技術科学大学

工学部電気系 戸田明祐

# 資料情報

## 論文著者名とタイトル

Akihiro Toda\*, Hiroshi Imamizu\*, Mitsuo Kawato, Masa-aki Sato (\*は共同筆頭著者)

“Reconstruction of two-dimensional movement trajectories from selected magnetoencephalography cortical currents by combined sparse Bayesian methods”

*NeuroImage* doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.09.057

掲載号は未定, 校正済み原稿はScience Direct社のサイトから購入可能

<http://www.sciencedirect.com/>

## 本説明会のスライド・ムービーなどダウンロード先

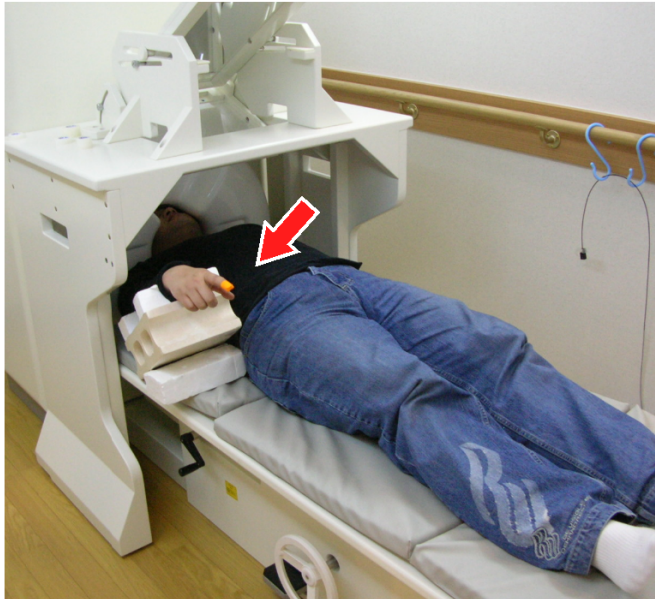
NICTサイト : <http://www.nict.go.jp/news/press.html>

→ 10月20日付けプレスリリースのページへ(本日16時から)

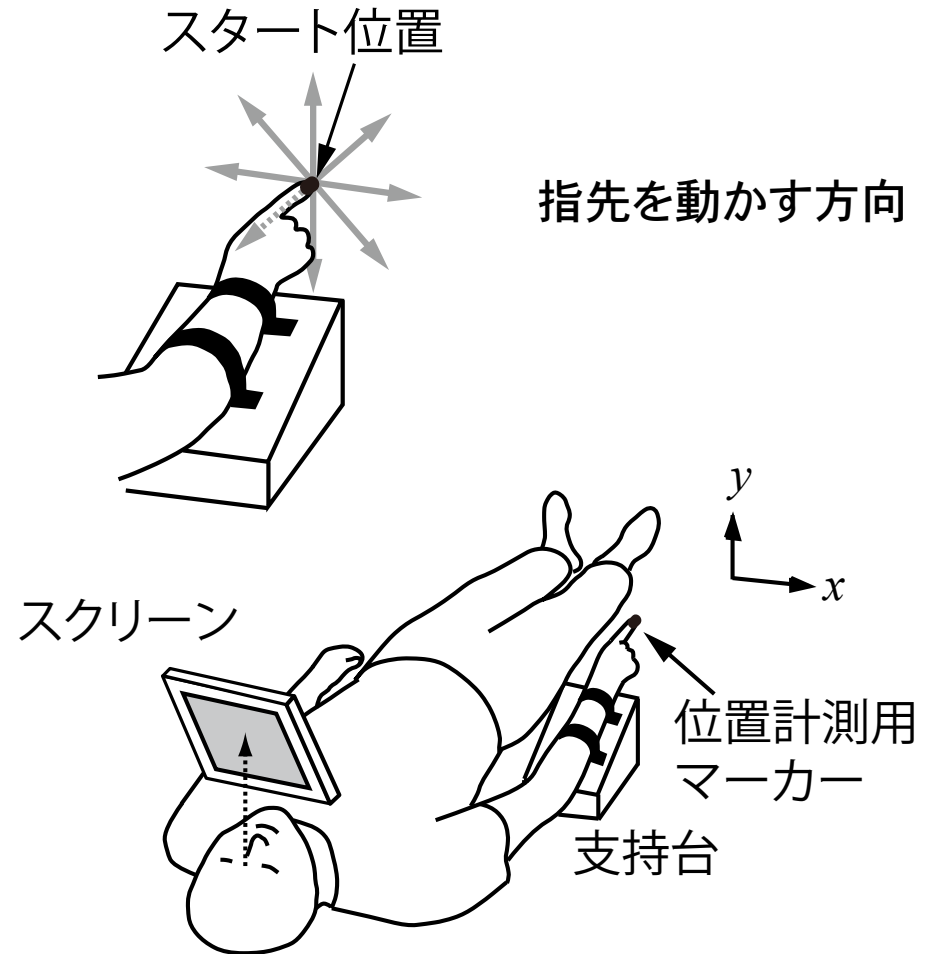
ATRサイト : <http://www.cns.atr.jp/home-2/pressrelease/20101020-2/>

# 参考図

## 実験状況



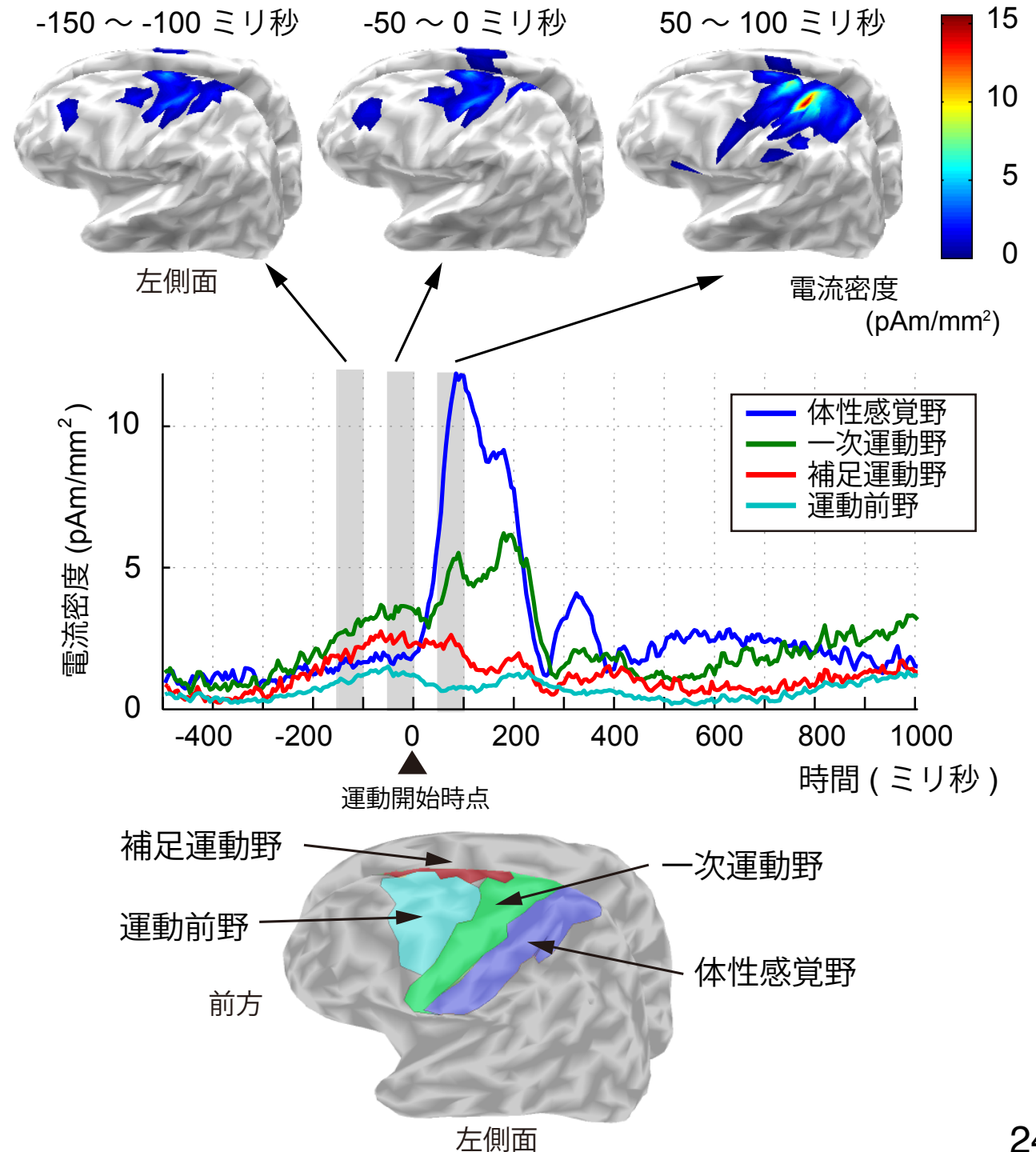
MEG装置  
横河電機 PQ1400RM  
ATR-Promotions



MEG装置の中での被験者の姿勢

# 参考図

## 脳の領域ごとの電流の変化





# 参考図

様々な運動方向(黒い矢印)に  
指先を動かしたときの位置変化

赤は脳活動から再構成した位置  
青は計測装置による実測位置

