

3.4.1 未来ICT研究センター バイオICTグループ

グループリーダー 大岩和弘 ほか58名

未来のコミュニケーション技術をより快適なものとする萌芽的コア技術の開発

概要

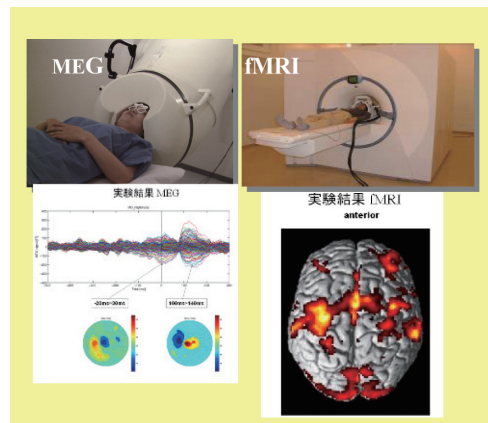
ヒトの脳機能や生物の生体機能を解析し、脳情報の利用技術や超低エネルギーで高機能なバイオ型分子の利用通信技術、状況・環境の変化を自律的に判断し柔軟に情報通信を行うことができる生物のプログラムに学ぶ(バイオインスパイアード)アルゴリズムなどの萌芽的な要素技術の研究開発を行う。

- (1) 脳情報通信技術の研究開発：人間の脳を情報通信の最も重要なインターフェイスととらえ、その機能の非侵襲脳機能計測法の統合・高度化を通じて脳情報抽出技術の精緻化を進める。課題実験に対する脳の反応をこの計測法を用いて測定、情報の受け手の「わかり」（理解度）や「情報ストレス」に関する情報を獲得する。視覚や運動制御に関連する課題実験に対する脳機能の計測により、情報の送り手の視覚イメージや運動意図の復号化の基礎的実験を行い、脳情報を用いた情報通信の最適化を目指す。
- (2) 分子通信技術の研究開発：ナノメートルスケールでの情報通信のモデルとして、細胞や生体分子の情報処理・伝達機能を詳細に解析、この機能を素子として再構築する。この情報処理機能の解析を通して細胞・分子によるナノメートルスケールの情報処理伝達機構を理解、これを情報通信技術へ応用する。
- (3) 生物アルゴリズムの研究開発：細胞等の生物モデルの解析や蓄積した知見を基にして、新しい情報処理アルゴリズムの抽出を行い、コンピュータ上での計算モデル化を行う。

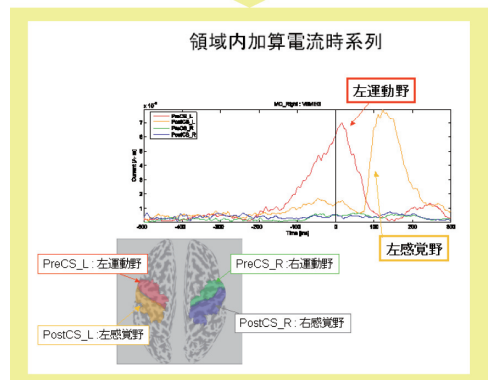
平成19年度の成果

(1) 脳情報通信技術の研究開発

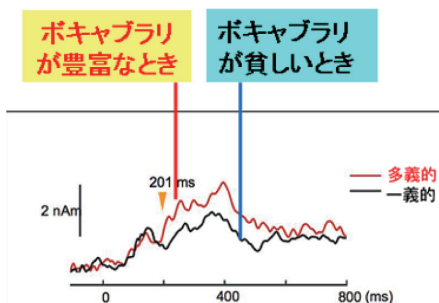
- ① 非侵襲脳活動計測の統合化として、400チャンネル規模の超多チャンネル脳磁場計測法(MEG)と機能的磁気共鳴画像法(fMRI)の統合解析法によって脳活動計測の精度向上及び脳情報抽出技術の高度化を進めている。fMRIによる脳活動領域の緩い束縛の下で階層ベイズ推定によりMEG信号源を特定、数ミリメートルの距離で向き合っている脳の二つの領域の活動を数ミリ秒の時間分解能で分離することに成功した。
- ② 情報の質にかかわる脳機能の研究として、ことばの多様な意味に対して、脳内で候補となる様々な“意味”表象がいったん並列的に賦活して、その後与えられた手がかり(文脈など)によってその活動が収束することを見いだした。文脈を利用して言葉の曖昧性を解消する脳内の情報処理を、その活動部位と活動時間の面から初めて示した。これは、個人の語彙の豊富さに即した情報呈示を行う情報通信技術につながる研究成果である。



階層ベイズ推定

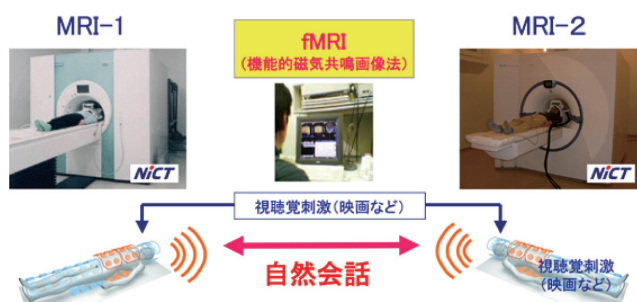


階層ベイズ推定を用いた非侵襲脳活動計測法の統合化

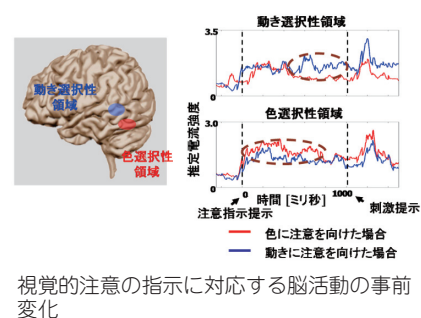


脳磁場計測装置によって測定した語彙の豊富さや単語の一義性に関連した脳活動

③ 人間にとっての情報通信の質を向上させるために、コミュニケーションへの情動・感情的効果の科学的定量化、客観的評価法の開発を目指している。感情刺激に対する脳活動・諸生理指標の同時計測システムの開発に成功したり、脳活動計測装置内で自然な会話を行うための騒音低減化マスクマイクの製作を行うなど、独自の実験システムの構築を進めている。



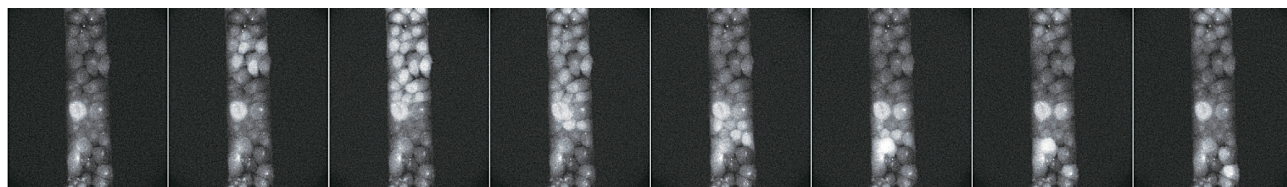
④ 情報の受け手の状態を理解した効率的な情報提示技術の開発を目指し、受け手の将来の状態やパフォーマンスを脳活動から予測する研究を実施した。視覚的特長に対する選択的注意については、色と動きのどちらに注意を向けているかによって、色や動きが見える前の脳活動に有意な差があることが確認された。また、発話生成にかかわる脳部位の活動が上昇している場合には、ノイズの多い環境でも発話を正しく認知できることが判明した。



視覚的注意の指示に対応する脳活動の事前変化

(2) 分子通信技術の研究開発

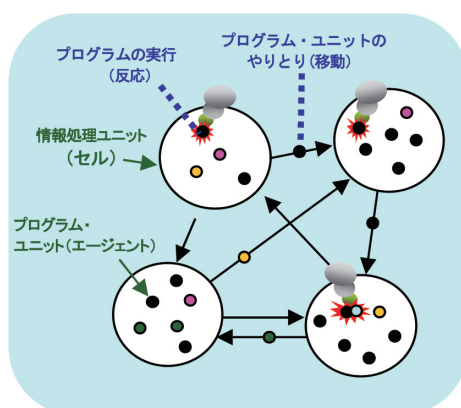
- ① 細胞や生体分子のイメージングの高度化として、光学顕微鏡観察と電子顕微鏡観察の融合イメージング技術の開発を進め、細胞内情報分子の解析に有効なツールを提供した。これによって細胞内情報分子の構造とダイナミクスを対比させて高精度で計測することに成功した。
- ② 生体の情報処理システムの中から比較的シンプルな構成要素を取得、この要素を工学的に加工・配列することで、ナノ・マイクロスケール・ネットワークを形成、通信機能体への再構築を行った。特に、遺伝子改変によって細胞間情報伝達を司るタンパク質の発現を行い、細胞内 Ca^{2+} 濃度を利用した培養細胞間情報伝達モデルを構築、隣接する細胞間での自律性のある情報伝送を実現して、その可視化にも成功した。



生体機能要素としての細胞の情報伝達機能を利用。人為的に配置した細胞間での情報伝達を Ca 濃度変化として可視化することに成功

(3) 生物アルゴリズムの研究開発

- ① 生物内の反応プロセスや細胞内情報伝達回路を解析、これより得た情報を用いて、複数かつ多種の要素間での調和調整機能を情報学的モデルへと展開した。これは、多数の情報処理ユニットが、隣同士だけで(局所的に)エージェントをやりとりするプログラムであり、全体パターンを自発的に形成するシステムの構築につながる基礎的研究である。



生体機能を模して構築した情報学的モデルの概念図