

3.3.1 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 今水 寛 ほか 63 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】

バイオ ICT グループでは、人間の脳機能や生物の生体機能を解明し、その成果を情報通信に利用することを目指している。具体的には、人間の脳活動を計測することで、コミュニケーションにとって重要な「わかり」や「ひらめき」、感情やストレスを評価する技術を開発したり、脳活動からその人がどのようなことをしようとしているのかを読み取り、通信機器の操作に利用する技術の開発を行っている。また、細胞や生体分子を情報通信に利用することで、超低エネルギーで高機能な通信技術を開発したり、外乱や故障に強い生物の情報処理に学んだ、情報処理アルゴリズムの開発を行っている。

- (1) 脳情報通信技術の研究開発：脳活動計測の基礎となる計測技術の開発を行っている。複数の計測方法を組み合わせることで、空間分解能 10mm 以下、時間分解能 5ms 以下の精度で脳情報を計測できる技術の開発を目指している。このような技術を、「わかり」や「ひらめき」、感情やストレスを評価することに応用したり、脳活動からその人がどのようなことをしようとしているのかを正確に読み取ることに応用する。
- (2) 分子通信技術の研究開発：生物に見られる超低エネルギーで高機能な情報処理・伝達の仕組みに学んだ柔軟性に富むインターフェース技術を開発するために、生体機能の実験を通して自己組織性、自律性、特異的認識能力等の要素技術の抽出を行っている。
- (3) 生物アルゴリズムの研究開発：生物や人間の優れた特性である適応性や自律性を情報通信システムに生かすために、通信処理を自ら最適化する機能を有する新しいアルゴリズムの研究開発を行っている。

【平成 22 年度の成果】

(1) 脳情報通信技術の研究開発

- ① 複数の計測方法を組み合わせた脳活動計測を用いて、10 mm の空間分解能、5 ms の時間分解能を、感覚運動制御に関連する脳活動で検証した (図 1)。
- ② 劣化画像中に隠された対象を創発的に理解 (ひらめき認識) する脳の仕組みについて、脳活動の計測を行い、視覚対象の表現部位でランダムサーチが行われているという理論が妥当であることを明らかにした (図 2)。また、ストレスと密接に関係する脳の場所を特定し、ストレスを客観的に評価する技術の基礎を築いた。
- ③ 人間の運動意図を脳活動から推定する技術では、手先の運動をリアルタイムで再構成する基礎を築いた。

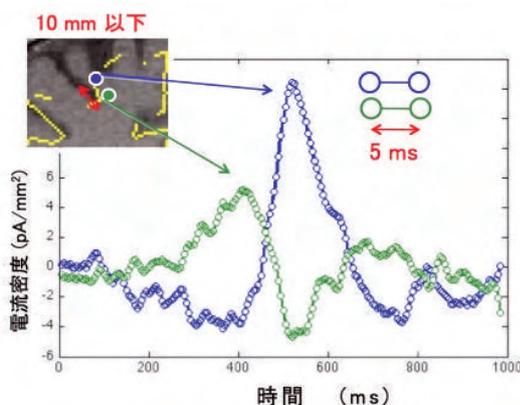


図 1 脳内距離 10 mm 以下の 2 点の脳活動

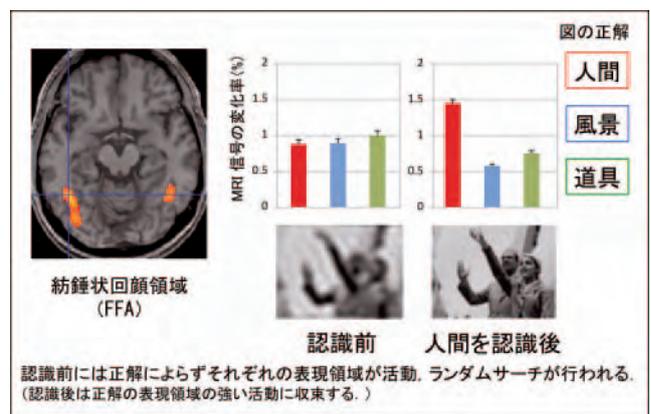


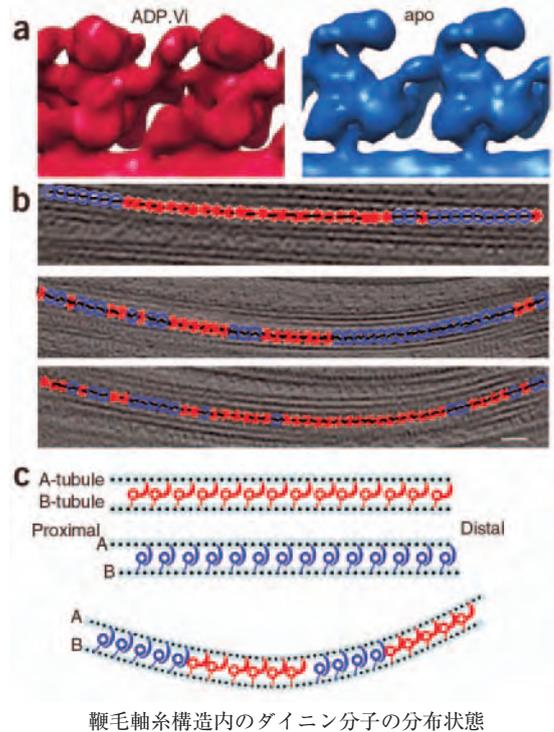
図 2 劣化画像の認識前と認識後の脳活動

(2) 分子通信技術の研究開発

- ① 生体分子機能構造体の構成様式を高精度で解析し、生体分子ネットワークの自律的動作の物理的基礎を可視化することに成功した(図3)。また、生体分子の自己組織能を活用し、生体分子システムを構成的に組み上げる手法を構築し、分子ネットワークに人為的に情報機能を付与する手法を提供することができた。
- ② 低エネルギーになると2つの細胞が接合し、ネットワークを形成することや、核膜孔複合体構造を保ったまま、物質輸送可能な仕組みがあることを発見した(図4)。この成果は、省エネでも効率良く働くシステムを構築できる可能性を示し、生物に学ぶ通信システムの設計に役立つ。
- ③ 細胞間コミュニケーションを可能とするチャネルを発見した細胞を基板上に自律的に配置することにより、分子通信ネットワークの自己調整過程のモデル化に成功した。情報伝送シミュレーションの結果と比較することを通じて、細胞における分子通信ネットワーク構築の有効性を検証し、実際に生物由来のパーツを利用することにより、分子通信ネットワークの実現可能性を初めて示した。独自に開発した高分解・高精細な細胞分子イメージング法(ライブクレム法)と遺伝情報発現計測システム(発現量解析法)を使って、生物が外部環境に適応する仕組みや遺伝情報を読み出す仕組みを明らかにした。

(3) 生物アルゴリズムの研究開発

アルゴリズムを自ら最適化する機能を有するアルゴリズム可変ネットワーク(ATN)のモデルの改良を行い、高次関数への拡張性を立証することでATNの有効性を検証した。また自律分散制御を特徴とするATNの1つの応用として、新世代電力供給網(Smart Grid)へ適用する為の基礎実験を開始した(図5)。具体的にはP2Pベースの並列計算機での動作を想定したATNプロトタイプを作製、動作確認すると共に、Smart Grid 適用への基本制御式を導出し、シミュレーション実験によりその基本動作を確認した。



鞭毛軸糸構造内のダイニン分子の分布状態

図3 生体分子構造体の可視化

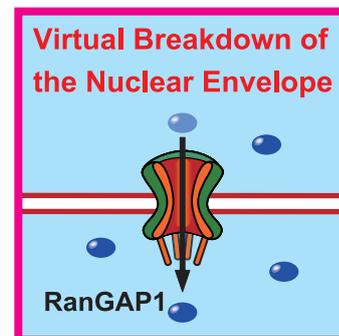


図4 核膜構造を保持したまま物質輸送を行う仕組み

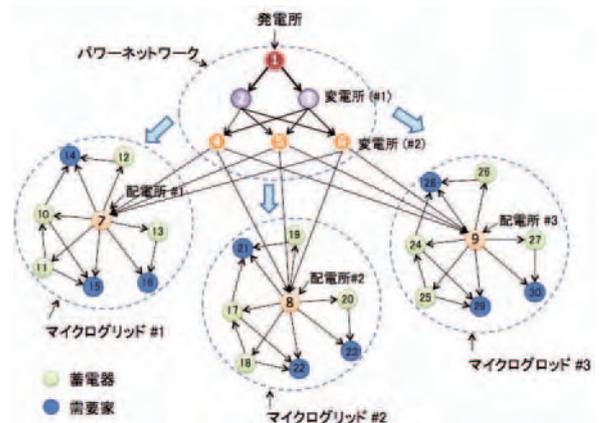


図5 ATNのスマートグリッド(電力供給網)への適用