

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 今水 寛 ほか56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

情報通信の新概念につながる技術の実現を目指して、人間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の分子利用通信技術、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：脳情報を情報通信に利用するために、様々な非侵襲脳活動計測技術の統合・高度化を進め、空間分解能10mm以下、かつ時間分解能5ms以下の精度で脳情報を抽出する技術の研究開発を行う。このような技術の応用によって、情報の受け手の情報理解や感情・感性の観点からの脳への影響などの情報ストレスの評価技術、また送り手の意図を脳情報として復号化して通信に利用するための基礎技術の研究開発を行う。
- (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コミュニケーション・インタフェース技術としての分子通信技術を実現するために、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う。この要素技術を基に細胞・分子間相互作用による自律的情報伝達技術・インタフェース技術の研究開発を行う。
- (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に基づいた新たなアルゴリズムを持つ高機能な情報通信システム設計のために、細胞等の観測・計測手段の高度化により、遺伝情報の読み出し制御機構や酵素分子反応系、外部刺激による遺伝子発現などにおける自己調整機構の過程を分析し、既存のノイマン型計算モデルとは異なる、マイクロからマクロに至る普遍的なネットワークの中で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う。

平成20年度の成果

(1) 脳情報通信技術の研究開発

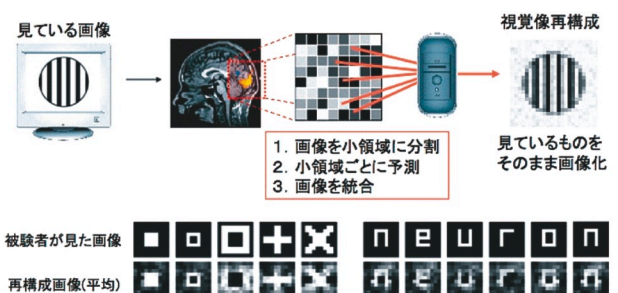
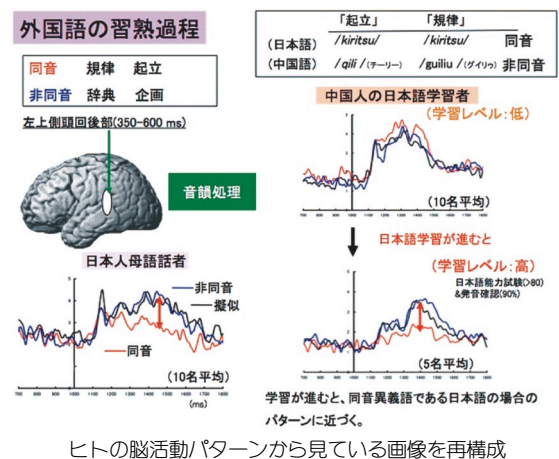
① 脳磁界計測法（MEG）と機能的磁気共鳴画像法（fMRI）との統合解析法の精度の向上に関しては、MEG信号源の階層ベイズ推定を用いることで空間分解能と時間分解能を向上、視野の異なる場所に提示した刺激が初期視覚野の異なる場所を活動させる様子（レチノトピー）を高い空間・時間分解能で推定できることを検証した。

② 情報受け手の理解や感情・感性的反応の客観的評価指標の構築に関しては、外国語の習熟度に対応して活動度が変化する脳部位を発見し、受け手理解の評価指標の構築を進めた。また、MRI装置内での会話音声収録を可能とする騒音低減化マスクマイクを用いて、会話中の言語関連脳部位及び情動関連脳部位の賦活を捉えることに成功し、感情的効果の科学的定量化・客観指標の構築を進めた。

③ 情報の送り手の視覚イメージや運動意図の復号化技術の開発に関しては、脳情報を利用し、人間が見ている文字や図形を脳活動から再構成することに成功、手先の動きを脳活動から再構成するための解析手法を開発した。

(2) 分子通信技術の研究開発

① 分子通信の要素技術に関して、最先端の細胞・分



Miyawaki et al. *Neuron* (2008)
+ Yamashita et al. *NeuroImage* (2008)

ATR, 生理研との共同研究

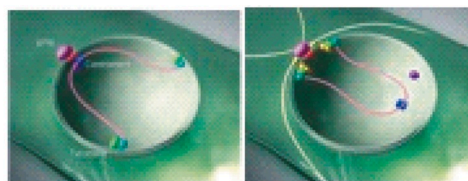
子イメージング技術を駆使して細胞小器官内の情報分子の構造とダイナミックスを高精度で解析した。この解析結果は高く評価され、著名な国際誌に掲載された。また、生細胞内における機能性微小空間を創製する技術として、非生体ナノ構造体と生体分子のハイブリッド機能体を作成、分子通信素子としての細胞に情報変換スイッチやセンシング装置を付加する技術を開発した。

② 分子通信ネットワークについては、細胞間コミュニケーションを可能とするチャンネルを発現した細胞を用いて、これをマイクロ・ナノファブリケーションで加工した基板の上に自律的に配置させてマイクロ・ミリメートルスケールのネットワークを形成、自律性のある情報伝送を可視化することに成功した。

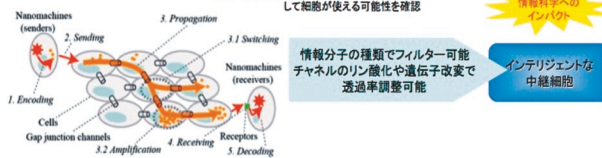
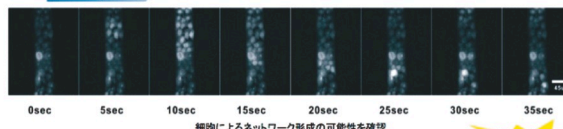
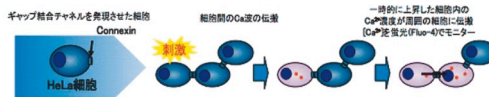
(3) 生物アルゴリズムの研究開発

ネットワーク型計算システムとしては、生物分子の

働きをモデル化した新しい計算・学習のモデル「アルゴリズム可変ネットワーク (ATN)」を考案し、その計算・学習についてシミュレーション実験を行い、その基本的な能力を検証した。また高級言語のソースプログラムをGNU-GIMPLEと呼ばれる中間言語を介してATN化する方法について検討を行い、変換プログラムを大阪大学と共同で開発した。



生体分子固有の特異性の高さを利用した情報処理・伝播

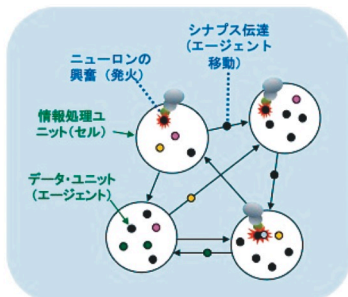


染色体核内配置の変換

学習によってアルゴリズムを自ら最適化する新しい非ノイマン型の計算・学習のモデル『アルゴリズム可変ネットワーク』(Algorithmically Transitive Network; ATN)を考案

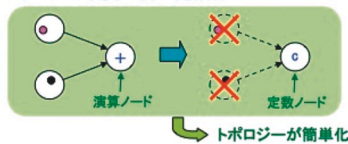
■特許・大阪大学と共同出願1件(特願2008-274282)

[ニューロン興奮=計算、シナプス伝達=通信と見なしたネットワーク型計算システム]

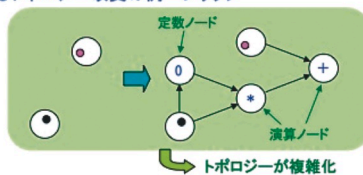


●計算の処方箋(アルゴリズム)がネットワークトポロジーによって表わされる。

●トポロジー変更の例一定数化



●トポロジー変更の例一ブリッジ



●エージェントは計算をすると同時に、学習データをもとにトポロジーを改変していく。