

研究領域名 脳神経マルチセルラバイオコンピューティング



東北大学・電気通信研究所・准教授

やまもと ひであき  
山本 英明

領域番号： 21B401 研究者番号：10552036

【本研究領域の目的】

制御部・演算部・記憶部を分けたノイマン型アーキテクチャに基づいて構成された電子計算機と異なり、脳では神経回路とその時空間発火パターンが演算・記憶・統御の機能を一手に担う。従って脳情報処理の本質は、「どの細胞同士が、どのような強度で接続されているか」「その接続はどのような発火パターンを内発的及び外因的に生成するか」という回路網の接続構造と機能との間の創発的関係に埋め込まれていると考えられるが、依然としてその実態は「複雑系」というベールに包まれたまま残されている。脳におけるこのような創発的性質を必要十分に明らかにするためには、完成されたシステムを調べ上げるトップダウン的解析と、ボトムアップ的な操作型研究との融合が必要となる。

本研究領域では、多数の神経細胞が相互結合して形成された脳神経系マルチセルラネットワーク上で情報処理をモデル動物脳の直接計測（トップダウン）と培養神経回路の操作的解析（ボトムアップ）の双方向から解析し、さらに数理モデルとして記述することを目指す新たな学問領域を立ち上げる。

【本研究領域の内容】

本研究領域では、具体的な情報処理として、脳神経系の最も基本的な機能の一つである「感覚運動制御」に焦点を当て、バイオ素子（細胞）の集団的振る舞いとシステム（脳神経系）としての機能との関係を記述する新たな情報処理モデル「マルチセルラバイオコンピューティングモデル」を構築する。そ

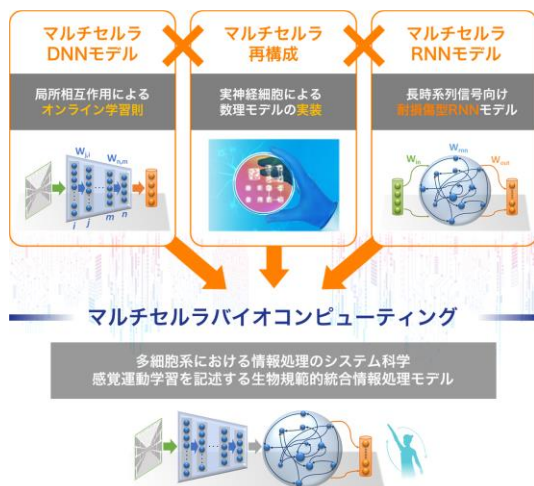


図 1. 本研究領域のアプローチ

れを実現するための要素課題として、

- ① 視覚入力からの特徴量抽出器としての多層畳み込みニューラルネット(DNN)
  - ② 自発活動を保持し、さらに DNN 出力からロボастな多次元運動制御信号を生成する機構としての再帰的ニューラルネット(RNN)
  - ③ 実細胞を使った数理モデルの検証と実装
- の3テーマを設定し、これを実現するためのチームとして、以下の四つの計画研究を編成する。

- **A01 情報数理班**: マルチセルラ神経ダイナミクスのデータ解析基盤と情報処理モデル (代表: はこだて未来大・香取勇一)
- **A02 生体工学班**: バイオコンピューティングシステムの実細胞再構成 (代表: 東北大・山本英明)
- **A03 分子細胞生理学班**: マルチセルラネットワーク上の自発的局所学習則 (代表: 岡山大・松井鉄平)
- **A04 システム神経科学班**: モデル動物脳におけるマルチセルラ情報表現 (代表: 同志社大・正水芳人)

【期待される成果と意義】

本研究領域の成果は、バイオコンピューティングに関する学理創成、そして情報通信技術・脳神経科学・医療に新たな潮流の創成へとつながる。具体的には、マイクロ階層（分子～細胞）とマクロ階層（個体）を巻き込んだ「生物情報処理工学」の創成、センサー情報処理とアクチュエータ制御を統合した小型自律ロボットの制御用アーキテクチャ、感覚運動学習・損傷修復過程の神経基盤の解明、中枢神経系損傷の治療法の開発などが期待される。

【キーワード】

**バイオコンピューティング**: 生体を構成する分子や細胞、さらには多数の細胞が相互接続して形成されたマルチセルラネットワークを物質的な基盤として実装される情報処理プロセス  
**感覚運動制御**: 感覚器からの静的・動的な入力信号を処理し、運動器を制御するための時系列信号を生成する過程

【領域設定期間と研究経費】

令和3年度～5年度 105,000千円

【ホームページ等】

<https://www.mnbc.riec.tohoku.ac.jp>