

神経回路を参考にした低炭素エレクトロニクスの研究 Carbon-neutral electronics inspired by biological neural circuits

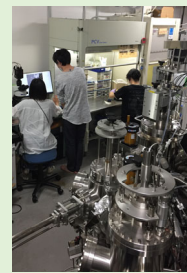
電気情報工学科 電気電子工学専攻 准教授 矢嶋 越彬

Department of Electrical and Electronic Engineering, Associate Professor, Takeaki Yajima
(yajima@ed.kyushu-u.ac.jp) (<https://con.ed.kyushu-u.ac.jp/>)

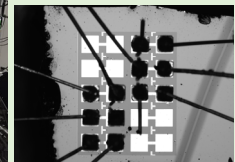
21世紀は情報の時代です。しかしそれは、加速する情報化が電力や通信帯域を無尽蔵に消費することを意味しています。そこで参考になるのが、生物が持つ情報処理ハードウェア「神経回路」です。長い進化の中で洗練されたその低消費電力性と分散性は、持続可能な社会を築くためにまさに求められるものです。本研究室では、神経回路から有用な技術を取り出し、次世代の情報処理ハードウェアに応用していきます。そのために、高い汎用性を持つ回路技術と多彩な機能を生み出す材料技術とを活用します。そして幅広い知見をベースに、果敢に新技術に挑戦していける人材を育成します。

A. 電子とプロトンを用いたニューロモルフィック素子

電子回路の性能は電子の振る舞いによって制約されています。一方で、神経回路ではイオンが主役であり、イオンを活用することで電子回路の様々な制約を超えることが可能です。本研究では神経回路を参考に、最小のイオンである「プロトン」を活用し、「プロトン」と「電子」とが固体中を適材適所に動き回る新しい情報処理ハードウェアを構築します。



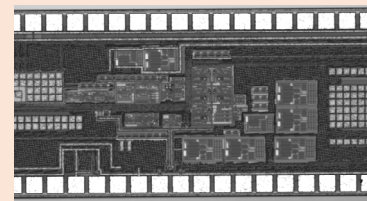
材料・デバイス



B. 物質の相転移を用いた省エネ&高速センサ

現実世界と情報空間を媒介するのがセンサです。しかし従来のセンサの多くは、センサ材料の僅かな特性変化を電子回路によって「測定」する冗長なものです。これに対して、生物の神経回路が持つセンサ器官の多くは、センサ自身が高い非線形によって「測定」するため無駄がありません。本研究では、神経回路を参考に、センサ材料自身が相転移によって情報を「測定」するIoT向けのコンパクトなデジタルセンサを開発します。

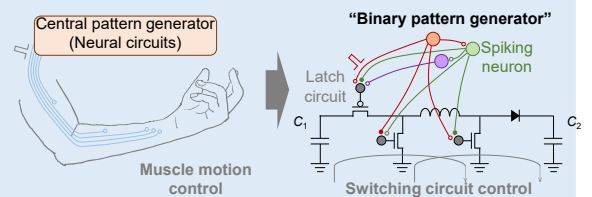
材料・回路



C. ニューロン回路を用いた超省エネ電子制御

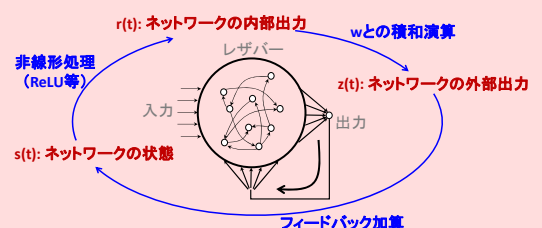
IoTデバイスには、これまでにない厳しいリアルタイム性や低消費電力性が求められています。その点、生物の神経回路は、ニューロンが作り出す低速のスパイク信号を用いて低消費電力なリアルタイム動作を実現しています。本研究では生物の神経回路を参考に、スパイク信号に基づくリアルタイム電子制御の実現を目指します。

回路・アルゴリズム



D. ニューラルネットのダイナミクスに基づく情報処理ハードウェア

電子回路における情報は0/1の電圧信号で表現されていますが、神経回路における情報は全く異なる形態をとっており、電子回路にはない柔軟な情報処理を実現しています。本研究では、レザバコンピュティングのアルゴリズムを手掛かりに、ニューラルネットのダイナミクスに基づく新しい情報表現と、そのためのハードウェア構築を目指します。



材料・回路・アルゴリズム