

数理・情報のフロンティア
2020 年度採択研究代表者

2020 年度 年次報告書

門本 淳一郎

東京大学 大学院情報理工学系研究科
大学院生(博士課程)

微小チップ群を埋め込んだ形状自在情報デバイスの研究

§ 1. 研究成果の概要

本研究では自律分散的に計算処理や移動をおこなう複数のチップ小片から成る情報デバイスを開発する。その実現に向けて、本年度は主に、(1)低消費電力プロセッサの開発、(2)オンチップ低消費電力無線通信手法の開発、(3)デモシステムの開発に取り組んだ。

(1)プロセッサの開発に関して、評価のベースラインとするための RISC-V ISA に基づく小型プロセッサコアを開発した。標準的なインオーダーコアを記述し、標準ベンチマークソフトウェアを動作させることで性能評価をおこなった。また、併せて標準ライブラリやブートローダといった基本的なシステムソフトウェアの開発、クロック生成のための DCO 回路のハードウェア開発についても実施した。

(2)オンチップ無線通信手法に関しては、低消費電力な送信回路を設計開発した。従来の誘導結合通信回路における主要な電力消費要因は定常的に流れる送信電流であり、これをパルス化することで低消費電力化を達成する送信回路を設計した。シミュレーションによって特性を調査し、比較的低速での動作時に低消費電力化を達成可能であることを明らかにした。また、コイル径や製造プロセスと性能との関係をスケーリング則として改めてまとめ、通信用コイルの設計理論を確立した。こうした結果を元に誘導結合無線通信回路や無線電力伝送回路を搭載したテストチップを複数試作した。

(3)デモシステムの開発に向けては、本研究の位置付けや応用先について改めて検討すると共に、複数のプロトタイプを試作をおこなった。本研究における小型計算機ノード集積の意義について再度整理し、そこで採用され得る無線通信手法、無線電力伝送手法、実現可能となるインタラクションについて論文のかたちでまとめ学術雑誌への投稿をおこなった。また、前述したプロセッサコアや周辺回路を混載したプロトタイプテストチップを設計開発した。