

補助事業番号 2023M-320

補助事業名 2023年度 圧縮センシングを活用した無線脳波計測システム向けアナログ集積回路開発補助事業

補助事業者名 大阪大学 准教授 兼本大輔

## 1 研究の概要

研究代表者は、ハードウェア(回路)とソフトウェア(信号処理)を融合することにより、無線脳波計測デバイスの省電力化実現に向けた研究を実施している。具体的には、圧縮センシングの数理を活用したセンシングシステムを構成することで、ハードウェアで扱う情報量を抑え、省電力化を実現する方法を検討している。ただし、圧縮センシングを活用したセンシングシステムには、通常のサンプリングと異なる回路動作が求められるため、新たな回路設計手法の実現が必要である。そこで本事業では、圧縮センシングを活用した無線脳波計測システム向けアナログ集積回路開発を行った。

## 2 研究の目的と背景

脳波が負担なく手軽に計測できるようになれば、脳波を活用した様々なアプリケーションの創出が期待できる為、社会的に有益である。脳波計測における利用者の負担軽減を実現するにはデバイスの小型・軽量化かつ長時間動作が重要であり、回路の省電力化が求められる。そこで研究代表者は、圧縮センシングの「回路で扱う情報量を削減可能」という特徴に着目し、回路の省電力化を目指した研究を行っている。ただし圧縮センシングを活用したセンシングシステムは、通常のサンプリングと異なる回路動作が求められるため、圧縮センシングに適した集積回路の開発が重要になる。本事業では、圧縮センシングを活用したシステムに適した、アナログ集積回路開発を行った。

## 3 研究内容

(1)圧縮センシングを活用した無線脳波計測システム向けアナログ集積回路の開発

([http://ssc.eei.eng.osaka-u.ac.jp/~dkanemoto/Sponsors\\_2.htm](http://ssc.eei.eng.osaka-u.ac.jp/~dkanemoto/Sponsors_2.htm))

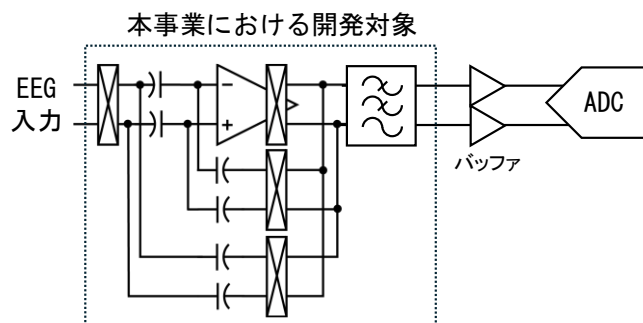


図 1: 脳波計測デバイスにおけるアナログフロントエンド

本事業では、180nm CMOS(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor)プロセスを用い、チョッパンプとフィルタを内蔵したアナログ集積回路の実装を行った(図1の「本事業における開発対象」)。また、開発した集積回路を評価するためのPCB(Printed Circuit Board)も作成し、システムを想定した評価環境の構築も行った。脳波信号を用いた評価の結果、圧縮センシングの特徴を活用することで、復元精度の劣化を抑えつつ、消費電力を大幅に削減できることが分かった。

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本事業で得られた成果は、無線脳波計の省電力化に大いに活用できる。つまり本成果は、実社会における日常脳機能計測プラットフォーム実現を目指す上で重要であると考えられる。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける研究の位置づけ

研究代表者は様々な回路システムにおける省電力化技術に関する研究開発を実施してきた。特に現在は、圧縮センシング等の新しい信号処理技術を積極的にセンシングシステムへ取り入れ、回路の省電力化に関する研究を実施している。今回実施した研究は、圧縮センシングシステムにおける回路設計開発に位置づけられ、成果は圧縮センシングを活用した計測システムの可能性を広げることが出来た。

#### 6 本研究に関連する知財・発表論文等

- ① K. Mii, D. Kanemoto, and T. Hirose, "Low Quiescent Current Capacitively-coupled Chopper Instrumentation Amplifier in EEG Recording Wearable Devices for Compressed Sensing Framework," in *Ext. Abstr. Solid State Devices and Materials (SSDM)*, Sep. 2023, pp.917-918.
- ② K. Mii, D. Kanemoto, and T. Hirose, "0.36  $\mu$ W/channel Capacitively-coupled Chopper Instrumentation Amplifier in EEG Recording Wearable Devices for Compressed Sensing Framework," *Jpn. J. Appl. Phys.* 63, 03SP54, 2024.
- ③ 三井, 兼本, 廣瀬, "ウェアラブル脳波計実現に向けたランダムアンダーサンプリング型圧縮センシングウェアラブル脳波計測システムにおける低消費電力LNAの実測及びその解析," LSIとシステムのワークショップ 2024, 2024年5月.
- ④ 兼本, 瀧本, 三井, 宮田, 廣瀬, "僅かな温度差で動作するバッテリーレス無線脳波計 ~ランダムアンダーサンプリングと圧縮センシングの数理を活用したLSIからシステムまで~, " LSIとシステムのワークショップ 2024, 2024年5月 **最優秀ポスター賞受賞**
- ⑤ R. Matsubara, D. Kanemoto, and T. Hirose, "Reducing Power Consumption in LNA by Utilizing EEG Signals as Basis Matrix in Compressed Sensing," in *Proc. IEEE Int. Symp. Circuits Syst. (ISCAS)*, May 2024. pp.1-5.

## 7 補助事業に係る成果物

### (1)補助事業により作成したもの

なし

### (2)(1)以外で当事業において作成したもの

なし

## 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 国立大学法人 大阪大学 (コクリツダイガクホウジン オオサカダイガク)

住 所: 〒565-0871

大阪府吹田市山田丘2-1 E5-310

担 当 者: 准教授・兼本 大輔 (カネモト ダイスケ)

担 当 部 署: 工学研究科・電気電子情報通信工学専攻

(コウガクケンキュウカ・デンキデンシジョウホウツウシンコウガクセンコウ)

E - m a i l: [dkanemoto@eei.eng.osaka-u.ac.jp](mailto:dkanemoto@eei.eng.osaka-u.ac.jp)

U R L: <http://ssc.eei.eng.osaka-u.ac.jp/>