

マウス脳用マルチチャンネル小型軽量無線計測システムの製作と評価

Fabrication of a light weight, multi-channel wireless BLE neural recording system for mice

豊橋技科大¹, 釧路工業高等専門学校²,

○(M1)伊藤 寛記¹, 長谷川 緑樹¹, 井戸川 慎之介², (PhD)山下 幸司¹, (D)佐々木 陽向¹,
沼野 利佳¹, 鯉田 孝和¹, 河野 剛士¹

Toyohashi University of Technology¹, National Institute of Technology, Kushiro College²,

°H. Ito¹, R. Hasegawa¹, S. Idogawa², K. Yamashita¹,

H. Sasaki¹, R. Numano¹, K. Koida¹, T. Kawano¹

E-mail: ito.hiroki.lv@tut.jp

はじめに: 脳神経科学、脳外科医療、さらに Brain-machine-interface (BMI) などの応用に向けて、高い質のニューロン計測技術が重要である。電気生理学的計測では電極からデータを解析する計測器までの信号伝搬には一般的に有線が用いられてきた。一方、慢性計測ではケーブルによる自由行動する個体への負担やケーブルの擦れや周辺環境からのノイズを低減するために、無線を用いた計測システムに注目が集まっている。しかし、従来の無線計測システムは、マウスなどの小型の実験動物には大きく、また個別の通信方式などで汎用性が低いという課題があった。この問題を解決すべく、私たちは先行研究にて、小型で汎用性が高い Bluetooth-low-energy (BLE) 技術を用いた単チャンネルワイヤレス計測システムを提案した⁽¹⁾。また、これを多チャンネル化した回路構成によるニューロン信号計測の確認を行ってきた⁽²⁾。本研究では、回路構成の見直し、フレキシブル基板 (FPC) を用いた基板接続の配線レス化・ノイズ低減、および小型軽量化を目標とし、回路設計、製作、およびマウスを用いた動物実験を行った。

実験結果・結論: 本研究では、ノイズに強い配線レス・小型・軽量の 4 チャンネル計測ユニットを実現するために、計測に必要なフィルタ・アンプユニット、信号切替用マルチプレクサ、および BLE ユニットを 1 枚の FPC 基板に実装する設計を行った (Fig.1)。実際に製作した 4 チャンネル無線計測ユニットは、サイズが $10 \times 20 \times 11 \text{ mm}^3$ 、重量は 3.2 g (バッテリー含) を実現した (Fig. 2)。製作した無線計測システムを用いて、マウスを用いた急性計測を行った。マウスの 1 次体性感覚野バレル領域 (S1B) に 4 チャンネル電極デバイス (約 $250 \text{ k}\Omega$, 1 kHz) を刺入し、ひげ刺激に応答する信号計測を行った。その結果、刺激に対して $10 \sim 15 \text{ ms}$ 付近に、刺激に応答する局所集合電位 (LFP, Local-field-potential) および Spike 信号が確認できた (Fig. 3)。

今後、製作した無線ユニットを用いた慢性計測、ユニットの搭載による個体への負担の定量的評価、さらに無線による刺激機能も検討していく予定である。

1) S. Idogawa and T. Kawano et al., *Sens. Actuator B-Chem.* (2021).

2) 長谷川, 河野 他, 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会 2021 年.

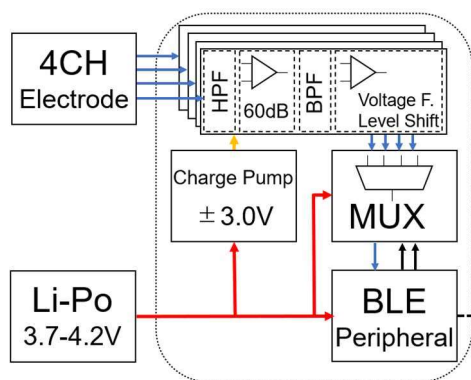


Fig. 1 Diagram of a 4ch wireless neural recording system.

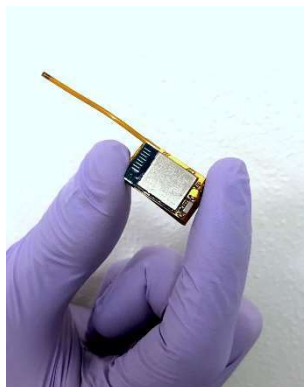


Fig. 2 Photograph of a fabricated wireless unit.

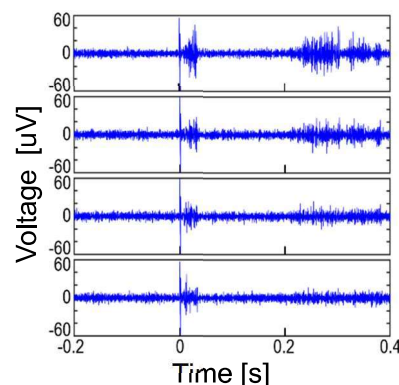


Fig. 3 Recorded waveforms (500 - 3000 Hz) via the wireless unit.