

HTS-SQUID を用いた細胞磁気計測 I

Biomagnetic Measurement on Cultured Cells using HTS-SQUID Part 1

豊橋技科大, °牧野 晃, 別段 碧, 廿日出 好, 吉田 祥子, 田中 三郎

Toyohashi Univ. of Technol., °H. Makino, M. Betsudan, Y. Hatsukade, S. Yoshida, S. Tanaka

E-mail: h081802@edu.tut.ac.jp

1. はじめに

臓器や神経、筋肉などの細胞では細胞膜を介したイオン交換により膜電位変化が生じる。このように膜電位変化が生じたときに、細胞の組織は機能を発揮する。本研究では、細胞活動においてイオン交換の際に生ずるであろう細胞由来の磁気信号を検出する方法として SQUID を用いた方法を提案する。ここでは培養した筋芽細胞に対して電圧を印加することで収縮に伴う細胞膜間のイオン交換を誘発し、細胞からの磁気信号の計測を試みた。

2. 実験方法

本研究では HTS-SQUID とマイクロスコープを用いた実験装置を構築した。磁気計測にはピックアップコイルサイズ $2\text{ mm} \times 2\text{ mm}$ 、ホワイトノイズレベルは $40\text{ p}\Phi/\text{Hz}^{1/2}$ 、 $1/f$ ノイズが $50\sim 60\text{ Hz}$ 以下で発生するメッシュ構造の HTS-dc-SQUID マグネトメータを使用した。観察用のマイクロスコープには微分干渉観察が可能な光学顕微鏡を用いた。実験装置の概略図を Fig.1 に示す。磁気シールドルーム内の床上に除振台を配置し、その上に HTS-SQUID をマウントしたクライオスタットと計測用サンプル、マイクロスコープのレンズ部を配置した。その他の記録機器とマイクロスコープのモニターは磁気シールドルーム外部に配置した。計測用サンプルには、分化誘導 3 日目のマウス由来の C2C12 筋芽細胞を用いた。なお、それらの細胞は Opticell 内の 1%HS 添加培地で培養した。培地両端にスズめっき線の電極を 2 本挿入し、ファンクションジェネレータを用いて印加時間 100 ms 、電圧 $1\sim 5\text{ V}$ の矩形波電圧パルス印加した。培地のみのサンプルと、培地に細胞が培養されたサンプルに電圧を印加し、発生する磁気信号を SQUID で計測、結果を比較した。計測時の HTS-SQUID とサンプルのリフトオフは約 2 mm とした。また、計測と同時にマ

イクロスコープを用いて細胞の観察を行った。

3. 実験結果、考察

サンプルとして培地内で培養された細胞を用意し、 5 V のパルス電圧を印加した。そのとき得られた磁気信号を Fig.2 に示す。また、同時に比較のために細胞のない培地のみの結果を示す。パルスを印加している間の両者の信号には $5\sim 20\text{ mV}$ の差があり、培地に細胞が培養されたサンプルの方が信号強度が僅かに大きかった。マイクロスコープでは細胞の収縮を確認することはできなかったため、両サンプルにおける信号の僅かな差が細胞活動によるものかわからなかった。

4. まとめ

本実験装置を用いて、SQUID を使用した細胞磁気計測の可能性を示した。今後は再現性を調べるとともに、SQUID をマグネトメータからグラジオメータに変更することで、電圧パルス由来の磁気信号の影響を低減させる。また、細胞の活動電位を誘発できる印加電圧の条件を検討する。

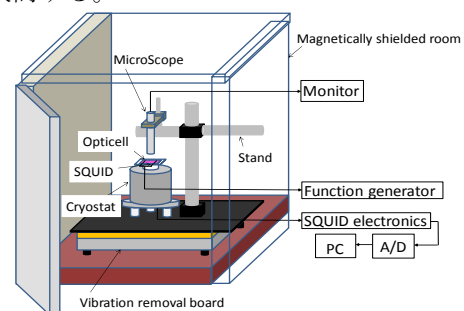


Fig.1 SQUID measurement system.

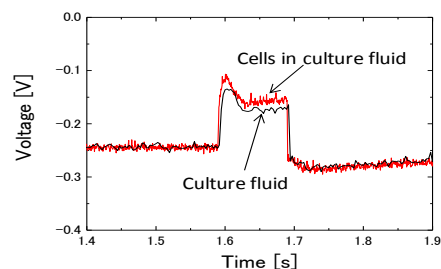


Fig.2 Output voltage of SQUID when a voltage of 5 V was applied.