

# 特別推進研究『ソフトコンピューティング技術による「てんかん」 原性域の特定と低侵襲治療法の確立』(H20年度~H23年度)

## — 中間報告 —

### Identification of Epileptogenic Focus by Employing Softcomputing and Establishment of Minimally Invasive and Definitive Surgery

#### — Interim Report —

山川 烈<sup>1,3,4</sup>, 鈴木倫保<sup>2,4</sup>, 大和田祐二<sup>2,4</sup>, 藤井正美<sup>2,4</sup>, 石塚 智<sup>1,4</sup>, 堀尾恵一<sup>1,4</sup>,  
常盤達司<sup>1,4</sup>, 野村貞宏<sup>2,4</sup>, 粟生修司<sup>1,4</sup>, 井上貴雄<sup>2,4</sup>, 平山裕哉<sup>1</sup>, 古賀裕章<sup>1</sup>

1) 九州工業大学大学院生命体工学研究科脳情報専攻

2) 山口大学医学部脳神経外科

3) 一般財団法人 ファジィシステム研究所

4) 先進てんかん治療開発共同体

Takeshi YAMAKAWA<sup>1,3,4</sup>, Michiyasu SUZUKI<sup>2,4</sup>, Yuji OWADA<sup>2,4</sup>, Masami FUJII<sup>2,4</sup>,  
Satoru ISHIZUKA<sup>1,4</sup>, Keiichi HORIO<sup>1,4</sup>, Tatsuji TOKIWA<sup>1,4</sup>, Sadahiro NOMURA<sup>2,4</sup>,  
Shuji AOU<sup>1,4</sup>, Takao INOUE<sup>2,4</sup>, Yuya HIRAYAMA<sup>1</sup>, Hiroaki KOGA<sup>1</sup>

1) Graduate School of Life Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology

2) Department of Neurosurgery, Graduate School of Medicine, Yamaguchi University

3) Fuzzy Logic Systems Institute (FLSI)

4) Consortium of Advanced Epilepsy Treatment (CADET)

**Abstract:** The current localization accuracy of the epileptogenic focus is not good and thus the extirpation of focus with significant margin causes the removal of normal brain and leads to the severe aftereffects such as restricted vision, motor dysfunction, disorder of memory, and so on. To cope with this problem, we should develop the technology of (1) detecting the epileptogenic focus, (2) necrotizing the epileptogenic focus excluding normal brain. In case of distributed focuses in the normal neuron networks, it causes the after effect to necrotize the distributed focuses. Thus we need to develop another technology of (3) cooling down but not freezing the distributed focuses to suppress the seizures after onset of epilepsy.

**Keywords:** epilepsy, seizure, necrotization of epileptogenic focus, cryoprobe, laser ablation, refrigerant, ice ball, minimally invasive surgery, cooling down of epileptogenic focus, after effect,

---

Takeshi YAMAKAWA

2-4, Hibikino, Wakamatsu, Kitakyushu, 808-0196, Japan

Tel: 093-095-6123 E-mail: [yamakawa@brain.kyutech.ac.jp](mailto:yamakawa@brain.kyutech.ac.jp)

URL: [http://www.lsse.kyutech.ac.jp/lsse\\_e/kyokan/yamakawa.html](http://www.lsse.kyutech.ac.jp/lsse_e/kyokan/yamakawa.html)

URL: [http://www.brain.kyutech.ac.jp/~cadet/index\\_en.html](http://www.brain.kyutech.ac.jp/~cadet/index_en.html)

## 1. はじめに

抗てんかん剤を服用しても全く発作を防ぐことのできない人たちに残された唯一の方法は、頭がい骨を開いて、「てんかん原性域」と呼ばれる病根を切除する外科手術である。このような難治てんかんの患者は、国内におよそ25万人、世界中に1,360万人存在する。

本研究プロジェクトでは、ソフトコンピューティング技術を用いて高精度にてんかん原性域の位置と形状を推定し、それをピンポイントで破壊する「瞬間凍結融解壊死」と「レーザー焼灼」という技術を開発することになった。今回は、その中間報告として、頭蓋骨の下で空間的な広がりのある脳波を低侵襲に計測するための

電極と、ピンポイントで凍結融解壊死を実施できるマイクロクライオプローブについて述べる。

## 2. 形状記憶合金ガイド電極

図1に示すような形状記憶合金 (SMA) をガイドとし、その頂点に白金電極を配置した脳波誘導電極を試作しアカゲザルの一次体性感覚野の誘発電位を観測した。

SMAガイドに2Aの電流を4秒間通電した時の様子を図2に示す。通電による発熱が形状回復をする間、フッ素樹脂被覆が熱の脳皮質への伝導を阻止する。図3はアカゲザルの左頭頂内で展開した電極のX線写真である。右手首を

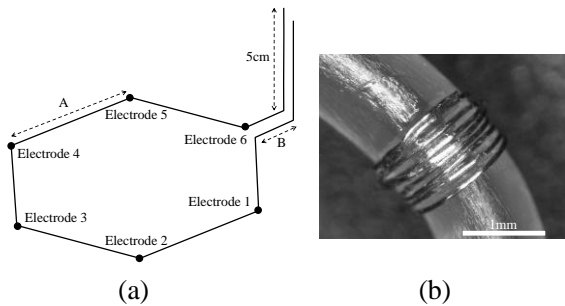


図1 (a)六角形 SMA ガイドと、その頂点に形成する(b)電極。

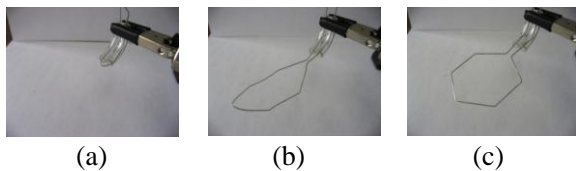


図2 六角形 SMA ガイドの通電加熱による展開 (a) 挿入前, (b)挿入後, (c)通電加熱後。

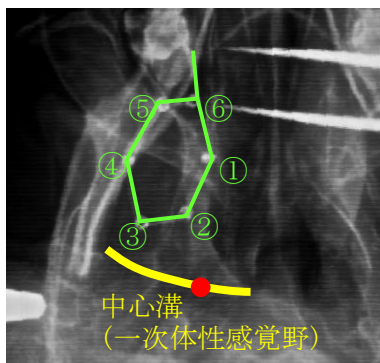


図3 アカゲザルの左頭頂内で展開した電極。

電流刺激した時の各電極での P20 の誘発電位から、右手首刺激による一次体性感覚野の誘発電位であることがわかる。

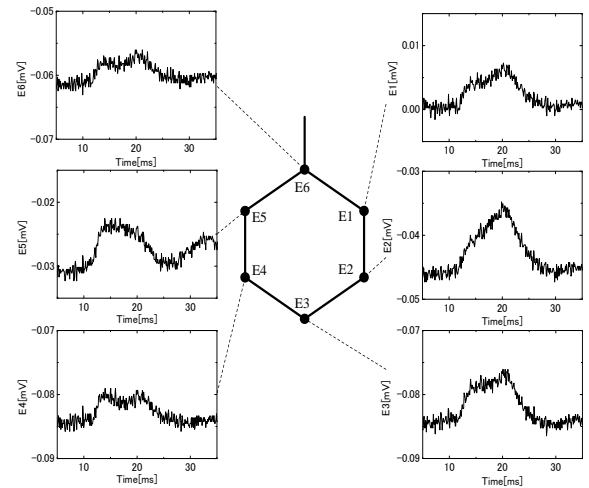


図4 100回刺激に対する応答の平均波形

## 3. マイクロ凍結プローブ

ステンレス (SUS304) と Kovar を利用した同軸三重構造の外径 1 mm のプローブを持ち、その先端内部で冷媒 HFC を気化させ、 $-50^{\circ}\text{C}$  に冷却するマイクロクライオプローブを試作した。体内ではプローブ先端に瞬時にアイスボールが形成され、その直径はおよそ3分で定常状態となり、プローブ直径に比例する。その様子を図5 (b)に示す。この結果から、凍結部位の

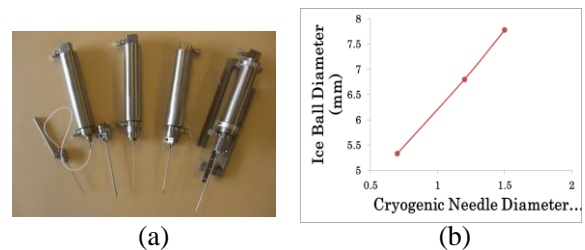


図5 (a)試作した各種のクライオプローブと、(b)プローブ直径とアイスボール直径。

大きさ、形状に応じてプローブ先端を交換するタイプの、温度制御が不要な信頼性の高いクライオプローブとして、臨床利用できることがわかる。

## 4. まとめ

後遺障害リスクが低く低侵襲の脳神経外科手術に必要な形状記憶合金ガイドのマルチ電極と、脳組織をピンポイントで凍結融解壊死させるマイクロクライオプローブを開発し、その有用性を示した。