

「ヒトにおける脳内植込み電極と体内埋設刺激デバイスを用いたBMIの開発」

Development of Electrodes and Devices for Deep Brain Stimulation towards the Brain-Machine Interface in Humans



片山 容一

日本大学医学部・大学院医学研究科（脳神経外科）教授，医学博士

1974年日本大学医学部医学科卒業。1978年日本大学大学院医学研究科博士課程修了。バージニア医科大学医学部講師，カリフォルニア大学（UCLA）医学部助教授・脳神経外科脳損傷研究センター長を経て1995年より現職。

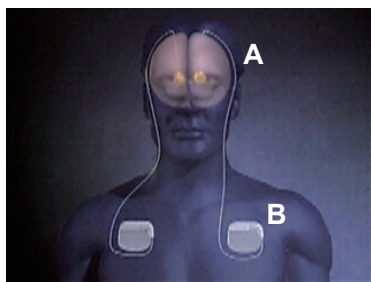
KATAYAMA, Yoichi, MD, PhD

Professor and Chairman, Department of Neurological Surgery, Nihon University School of Medicine

MD (1974) and PhD (1978), Nihon University School of Medicine and Graduate School of Medical Sciences. Clinical Fellow (1981) and Instructor (1983), Division of Neurosurgery, Medical College of Virginia. Assistant Professor (1987) and Director of Brain Injury Research Center (1988), Division of Neurosurgery, University of California at Los Angeles. Present position since 1995.

■ 研究内容

ヒトの脳内神経回路の一部を柔らかい植込み電極（図中A）と体内埋設刺激デバイス（図中B）で刺激すると，従来は治療が困難であった多くの脳機能異常を劇的に制御することができる。このような治療を脳深部刺激術（deep brain stimulation, DBS）と呼ぶ。



脳深部刺激術

Deep brain stimulation (DBS).
Copyright, Medtronic Co. Ltd.

私たちは，1970年代にDBSの開発と臨床応用を開始し，神経障害性疼痛および不随意運動（パーキンソン病やジストニアなど）の

治療法として発展させ，世界でも最高水準の治療実績をあげてきた。また，大脳皮質運動野の植込み電極による刺激（MCS）が脳卒中後運動麻痺に伴う筋の固痙縮を著しく軽減することも明らかにしている。

この研究では，脳卒中後遺症の克服を目指して，クローズド・ループDBS/MCSシステムの開発を進めている。これは，神経活動および筋活動など生体シグナルを脳波や近赤外光ないし筋電図によって検出し，オン・デマンド型DBS/MCSのon/offを指令する信号に変換するもので，入出力型BMI（BMI-DBS/MCS）と見做す

ことができる。これを利用し，一定の動作・姿勢によってのみ誘発される不随意運動のフィードフォワード制御や運動麻痺に伴う固痙縮のコンティンジェント制御（動作・姿勢に随伴する制御）の研究を進めている。

BMI-DBS/MCSは，脳内神経回路に人工神経回路を付加してハイブリッド化することを意味している。したがって，脳内の神経回路に再学習（ないし再構成）を誘導すると考えられる。これはBMIに共通の原理である。したがって，この研究は，BMIに新しい視点をもたらすものと期待される。

■ Research works

Stimulation of local neural circuits within the brain, employing intracranial electrodes (A) and implantable pulse generator devices (B), can dramatically control various brain dysfunctions that are refractory to conventional therapies. This procedure is called deep brain stimulation (DBS). We began studies on DBS during the 1970's, developed DBS as a therapeutic option for various types of neuropathic pain and involuntary movements, such as Parkinson's disease and dystonia, and established one of the foremost DBS centers in the world. We also found that stimulation of the motor cortex (MCS) employing intracranial electrodes could improve the rigospasticity associated with post-stroke motor weakness.

In the present program, we are developing a closed loop DBS/MCS system, in order to overcome various post-stroke movement disorders. This is regarded as an input/output type BMI (BMI-DBS/MCS) in which on-demand type DBS/MCS is switched on or off by integrating neuromuscular signals detected through EEG, NIRS and EMG. We are attempting to utilize this system for the feed-forward control of involuntary movements induced by certain actions or postures, and contingent control of the rigospasticity associated with motor weakness.

BMI-DBS/MCS represents a hybridization of original and artificial neural circuits, which induces reorganization (or re-learning) of neural networks. Since this is one of the common principles of BMI, we anticipate that our study will provide new insights into BMI.