

氏 名	赵 振岭
博士の専攻分野の名称	博 士 ( 医科学 )
学 位 記 番 号	医工博甲 第 350 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 2 7 年 9 月 2 5 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当
専 攻 名	人間環境医工学専攻 ( 生体環境学コース )
学 位 論 文 題 名	<b>Behavioral detection of intra-cortical microstimulation in the primary and secondary auditory cortex of cats.</b> (ネコ一次および二次聴覚野における皮質内微小電気刺激の行動検出)
論 文 審 査 委 員	委員長 教授 増山 敬祐 委 員 准教授 新藤 和雅 委 員 講 師 金丸 和也

## 学位論文内容の要旨

### **Purpose:**

Although neural responses to sound stimuli have been thoroughly investigated in various areas of the auditory cortex, the results electrophysiological recordings cannot establish a causal link between neural activation and brain function. Electrical microstimulation, which can selectively perturb neural activity in specific parts of the nervous system, is an important tool for exploring the organization and function of brain circuitry. To date, the studies describing the behavioral effects of electrical stimulation have largely been conducted in the primary auditory cortex. The effects of ICMS on the nonprimary auditory areas remain largely unknown. To directly explore whether artificially activating different cortical areas can generate different effects, we measured the behavior of cats to detect electrical microstimulation in A1 and the second auditory field (A2).

### **Methods:**

We measured the behavioral performance of cats in detecting intra-cortical microstimulation (ICMS) delivered in the primary and secondary auditory fields (A1 and A2, respectively). In this study, we also estimated the quality of the ICMS-evoked sensation by testing whether wideband noise and pure-tones could interfere with cats' behavioral responses to ICMS.

### **Results:**

After being trained to perform a Go/No-Go task cued by sounds, we found that cats could also

learn to perform the task cued by ICMS; furthermore, the detection of the ICMS was similarly sensitive in A1 and A2. Presenting wideband noise together with ICMS substantially decreased the performance of cats in detecting ICMS in A1 and A2, consistent with a noise masking effect on the sensation elicited by the ICMS. In contrast, presenting ICMS with pure-tones in the spectral receptive field of the electrode-implanted cortical site reduced ICMS detection performance in A1 but not A2.

### **Conclusion:**

Therefore, activation of A1 and A2 neurons may produce different qualities of sensation. Overall, our study revealed that ICMS-induced neural activity could be easily integrated into an animal's behavioral decision process and had an implication for the development of cortical auditory prosthetics.

## 論文審査結果の要旨

本論文は、ネコの一次聴覚野および二次聴覚野を皮質内微小電極を用いて直接電気刺激することによって引き起こされる行動の違いを検出することで、一次聴覚野と二次聴覚野の機能の違いを明らかにしようとするチャレンジングな研究である。

聴覚研究では、音刺激を用いて行動様式の観察を行うのが一般的な方法ではあるが、それでは皮質内の多くのニューロンが賦活化されるために、特異ニューロンと行動様式との直接の関連を調べることは困難となる。本研究では、皮質内微小電極を用いて直接に聴覚野を刺激する方法を採用していることとこれまでの研究では皮質内微小電気刺激 (ICMS) が主に一次聴覚野に限られていたのだが二次聴覚野も含めて検討し、その機能の差異を明らかにしようとした点に特徴がある。

ICMS に関しては、研究者はこれまでのいくつかの研究を通して使用している方法であり技術的な問題はないと思われた。結果では、広帯域雑音とともに皮質内微小電極にて刺激する (target-present trial) と、一次聴覚野刺激も二次聴覚野刺激も同じように ICMS による Go 反応の検出が抑制された。一方、純音とともに ICMS を行うと、一次聴覚野においては、刺激なし (target-absent trial) では、至適周波数の純音にて go 反応がより増強した。このことから、一次聴覚野における ICMS による Go 反応の検出は至適周波数の純音の認知と似ていることが示唆された。しかしながら、二次聴覚野においては全く変化は認められなかった。

この結果は、ICMS が一次聴覚野では特定の周波数にチューニングしたニューロンの刺激と同等の効果を発揮している可能性がうかがえる。しかしながら、ICMS によるなんらかの非選択的な効果を感じて行動を学習している可能性は否定できない。また、二次聴覚野における ICMS は、周波数に対応した反応ではないことは明らかであるが、どのような複雑な聴覚感覚に対応しているのかについては今後の検討課題と思われた。この研究がさらに発展し ICMS による聴覚感覚が明らかになれば、

聴覚を用いたブレイン・マシン・インターフェースの開発へとつながる重要な基礎研究のテーマのひとつであると考えられるため、今後の研究の展開が期待される。