

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

大学院 電気通信学研究科		博士前期課程	情報ネットワーク学専攻
氏 名	藤田 一寿		学籍番号 0251027
論 文 題 目	電気魚のエレクトロロケーションにおける物体認識の神経機構 -バースト発火の役割-		
<p>要 旨</p> <p>生物は周囲の環境に適した感覚器官から情報を得て、適切な行動をしている。弱電気魚の電気感覚システムは人間には備わっていない感覚である。しかし、それを実現しているのは人間の神経細胞と大きく異なる神経細胞によるものではなく、人間の視覚・聴覚などと同じような性質をもった神経細胞によって構成された神経回路のネットワークによって実現されている。特に、電気魚の電気感覚受容器のように、特定の刺激に特化した感覚器は、その刺激に対する生物の応答を見ることが比較的容易なために、電気生理学的実験結果が豊富である。そこで、我々は比較的簡単な構造と処理形態を持った弱電気魚の電気感覚系に注目する。</p> <p>アイゲンマニアなどの弱電気魚は水中に自ら作り出す電場(EOD)の変調を検知することで、周囲の物体を感知し、位置、大きさ、材質などを見分けるエレクトロロケーションと呼ばれる能力を持つ。この魚の近くに、周囲の水とは異なるインピーダンスを持った物体が存在するとき、それによって魚が受容する電場の位相や振幅に変調(EOD AM)が生じる。魚はこの電場の変調を最初に体表面上の電気受容器により検知し、そこでエンコードされた振幅、位相の情報はさらに上位の電気感覚側線葉(ELL)や、半円隆起(TS)へ送られ、物体の特徴を抽出し、物体を認識することができる。</p> <p>本研究では、まず第一段階として魚の周囲を頭から尾へ体軸に沿って動く物体によって引き起こされる電場の変調が物体の距離や大きさに対してどのように変化するかを調べる。さらに、これらの情報をELL、TSの神経ネットワークでどのように処理して、物体の距離や大きさを検知するのかを計算神経科学の立場から明らかにする。そのために三次元水槽内に存在する魚の近傍の物体により引き起こされるEODの変調を計算するモデルを開発した。それにより、電気受容器が受けるEOD刺激の時空間的变化を正確に求めることが出来る。さらに、各体表面上のEODの振幅変調情報を時間的・空間的に統合し物体の位置を検出するELL、TSのネットワークモデルを作成した。</p> <p>本研究により、エレクトロロケーションにおける物体認識において、ELLのbp neuronのバースト発火による情報処理が物体により生じたEODの振幅変調の特徴抽出において極めて重要な機能的役割を担うことを解明した。また、EODの変調を計算するモデルにより、物体の側方距離と大きさの情報がEOD AMの最大振幅と、規格化されたEOD AMのひろがり(幅)という特徴によって表されることが分かった。そのEOD AMの最大振幅と、規格化されたEOD AMのひろがり(幅)は、我々が作成したニューラルネットワークモデルではTSにおいて、ニューロンの同期発火の時間的間隔と同期発火範囲というTSネットワークの発火の動的特徴によって表現されることを示した。</p>			