

Title	TWO-DIMENSIONAL CROSS-CORRELATION ANALYSIS OF SPATIO-TEMPORAL VISUAL INFORMATION PROCESSING OF VERTEBRATE RETINA : APPLICATION TO CATFISH RETINAL NEURONS, AND TO GANGLION CELLS OF TADPOLE AND ITS ADULT FROG RETINAS
Author(s)	Hida, Eiki
Citation	大阪大学, 1988, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/840
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【72】

氏名・(本籍)	樋 田 栄 揮
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 7 9 9 3 号
学位授与の日付	昭 和 63 年 2 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	2 次元相関法による脊椎動物網膜における時空間情報処理機構の 解析：アメリカナマズ網膜細胞ならびにオタマジャクシとカエル 網膜神経節細胞への応用
論文審査委員	(主査) 教 授 鈴木 良次 (副査) 教 授 有働 正夫 教 授 笠井 健 助教授 佐藤 俊輔

論 文 内 容 の 要 旨

本研究の目的は、脊椎動物網膜細胞が入力光のどのような時空間パターンを抽出するのか、そしてこの抽出過程にいかなる光応答の制御機構が関与しているかを明らかにすることである。

最初に、網膜細胞の受容野を時間と空間の両領域で統一的に求める方法を開発した。これは、光刺激としてテレビノイズを、またそれに対する神経細胞の反応との相関を写真を用いて行なうものである。この方法をアメリカナマズ網膜水平細胞、双極細胞、アマクリン細胞、ならびに神経節細胞に適用して、これらの細胞の時空間受容野特性を解析した。得られた受容野は、明確な受容野中心部と不明瞭な周辺部から成立っている。この結果は、受容野中心部が、主に入力光の局所的な変化を検出していることを示している。オン型およびオフ型神経節細胞ともに楕円形もしくは円形の受容野をもつものに大別出来た。楕円形受容野をもつ細胞は、円形のものに比べて、光応答がより早く、かつ二相性の反応を示した。これは、魚類においてすでに、それぞれ時間チャンネルと空間チャンネルを担う神経節細胞が存在することを示唆している。また記録された神経節細胞のうち約10%の細胞で、局在する明確な受容野周辺部が見出された。

さらに上記の方法をウシガエルとそのオタマジャクシ網膜神経節細胞に適用し、発達に伴う情報処理特性の変化を調べた。その結果、オタマジャクシに比べてカエルでは、光応答が非常に早くなることならびに、複雑な情報処理を行なう細胞が出現することが明らかになった。

次に時空間受容野解析のためのマイクロコンピュータシステムを開発し、アメリカナマズ網膜双極細胞および神経節細胞の受容野周辺部が中心部の光応答をどのように制御しているかを解析した。双極細胞の中心部応答は主に周辺部入力光の平均照度に依存したが、一方神経節細胞では、中心部の交流感度

は、周辺部照射光の平均照度のみならず光の変化量にも大きく依存した。この結果は、網膜における入力光の平均照度とコントラスト信号による階層的な情報処理制御機構の存在を強く示唆している。また人間の視覚系で見い出された光応答の時空間相互作用は、双極細胞では存在せず、神経節細胞でのみ見い出された。

さらに内在性神経伝達物質であるドーパミンによってアメリカナマズ網膜水平細胞の空間特性、ならびに双極細胞と神経節細胞における受容野中心部と周辺部の相互作用が調節されていることが明らかになった。

論文の審査結果の要旨

本論文は、脊椎動物網膜細胞の情報処理特性が、時空間受容野という概念で統一的に解析できることを示したものである。

視覚系の受容野とは、視覚神経系の各細胞が網膜上で受けもつ刺激入力空間的領域と時間的特性をいう。本論文では、従来別個に扱われてきた時間特性と空間特性とが、入力として時空間的雑音を用い、入出力の相関を計算することによって、時空間特性として統一的に記述しうることを述べている。白色雑音は、従来のパルス状あるいは矩形波刺激と比べて日常経験に近い刺激であり、この方法によると、網膜の各細胞の線形動作範囲での特性を測定することとなり、網膜内細胞間の相互作用の存在下での個々の細胞の動特性が解析できる。

網膜における信号の主な経路は、光受容細胞—双極細胞—神経節細胞であり、この他に水平細胞、アマクリネ細胞が存在している。本論文では、上記相関法を用い、光受容細胞を除く4種類の細胞について、時空間受容野特性を調べ、受容野中心部での入力光の局所的な時空間変化を検出していることを確認した。次いで、双極細胞、神経節細胞の光感受度受容野周辺部への光の平均照度によって変化すること、さらに、神経節細胞では平均照度のみでなく、その変動の影響をも受けることを見出し、前者が水平細胞による、後者がアマクリネ細胞による調節である可能性を示した。また、中心部と周辺部の相互作用、特に、明順応機構に神経内伝達物質であるドーパミンが関与している可能性を示唆する実験を行ない、ドーパミンを含有するIP細胞の有するフィードバック経路の重要性を指摘している。

最後に、オタマジャクシとカエルの網膜の時空間受容野特性を相関法によって解析し、発達にともなって受容野特性が単純なものから複雑なものへと変化する有様をはじめて明確に示している。

以上、本論文は、相関法による受容野の時空間特性の測定という新しい解析方法を開発し、これを用い網膜での情報処理の特性に新しい知見を加えたもので、博士論文として価値あるものと認める。