

令和 元年 6 月 3 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00209

研究課題名(和文) 注意と意図の重畳を進化的に考える - 鳥類網膜の遠心性制御の機能的意義の解明 -

研究課題名(英文) Comparative investigation on inseparability of attention from intention: Functional significance of centrifugal control of the avian retina

研究代表者

内山 博之 (Uchiyama, Hiroyuki)

鹿児島大学・理工学域工学系・教授

研究者番号：70223576

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：鳥類では脳から網膜への遠心性投射系である向網膜系が発達している。本研究ではこの向網膜系が網膜に送る向網膜信号の機能的意義を探った。向網膜神経核に抑制薬を微量注入して向網膜信号を遮断すると、標的弁別力だけでなく、刺激検出力も低下することがわかった。これは、向網膜信号が動物の刺激検出力と標的弁別力を向上させていることを意味する。さらに、この標的検出力の向上は、動物の標的への正しく素早い定位行動の生成に帰結することも分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

向網膜信号は標的検出力を向上させることが明らかとなったが、それは動物の標的への正しく素早い定位運動を生成していることも分かった。例えば採餌行動での標的すなわち餌への素早い定位行動は、効率的な採餌と採餌時間の短縮(捕食者による発見確率の低下)に繋がり、動物の生存確率の向上に資する。このように向網膜系の機能的意義を動物の合理的で効率的な行動という文脈で考察できるようになった。

研究成果の概要(英文)：Birds have a well-developed system projecting from the brain to the retina, the retinopetal system. In the present study, we investigated the functional significance of the signal sent by the retinopetal system to the retina. If the retinopetal signal is blocked by microinjection of muscimol into the isthmo-optic nucleus, not only discriminability of the target but also detectability of stimulus are impaired. Thus, the retinopetal signal may improve target discriminability and stimulus detectability. Furthermore, the improvement of target detectability may result in correct and prompt orienting to the target.

研究分野：神経情報学

キーワード：向網膜系 網膜 視蓋 空間的注意 定位運動 標的識別力 刺激検出力

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

鳥類は発達した脳から網膜への遠心性投射系，すなわち向網膜系を有する．鳥類の向網膜系は，視蓋の視蓋・IO ニューロン，中脳峡部の向網膜神経核 isthmo-optic nucleus の IO ニューロン，網膜の IO 標的細胞という 3 段のニューロンで構成される．これら 3 段のニューロンが 1 対 1 対 1 で直列に結合した向網膜モジュールが，ウズラの場合約 8000 個並列に網膜に投射し，網膜の小領域の網膜神経節細胞の視覚応答を促通する．さらに IO ニューロンは，視覚刺激に受動的に反応するだけでなく，受容野方向への頭部運動の開始直前に自発的に活動を強める．このような向網膜系の特徴は，向網膜系が網膜に送る向網膜信号が空間的注意として機能し，さらに頭部運動の運動方向の決定に関与していることを強く示唆する．

従来空間的注意は，しばしば注意のスポットライトとして喩えられることから分かるように，感覚情報の空間的バイアスとして見做されることが多かったが，近年空間的注意を最適な行動選択や意図などの広い文脈の中で捉えようとする研究動向が顕著となってきた．本研究はそのような研究動向も踏まえて，比較認知神経科学的に注意と意図の重畳を解明することを目指す．

2. 研究の目的

向網膜系の動物の行動，特に探索行動における役割を明らかにすることと，網膜神経節細胞の視覚応答の促通を可能にしている網膜内神経回路の解明を主な目的とした．

3. 研究の方法

まず動物に探索行動を学習させるための音響波照合方式のタッチパネル 3 面を組み合わせた実験装置を自作し，それを用いて動物の学習を行った．また，向網膜信号の可逆的不活性化を可能にするために，向網膜神経核直上にガイドカニューレを挿入・固定し，インターナルカニューレを介して向網膜神経核への GABA-A 受容体作動薬 μ シモールと生理食塩水の隔日微量注入を行った．

これとは別に，向網膜神経核を電子刺激，またはグルタミン酸注入によって活性化し，その後の網膜細胞における CREB のリン酸化を免疫組織化学的に検討した．

4. 研究成果

向網膜系の機能的意義を解明するため多角的な研究を行い，いくつかの知見を得た．特に重要と思われる点は以下の 2 点である．

(1) 一側の向網膜神経核内の向網膜ニューロンを GABA-A 受容体作動薬である μ シモールの微量注入によって不活性化すると，注入対側に呈示された標的刺激の識別能が低下するだけでなく，注入対側に呈示された刺激の検出能も低下することが明らかとなった．このように向網膜系が網膜に送る向網膜信号は，標的識別能だけでなく刺激検出能の改善に寄与していることが分かった．さらにこれら向網膜信号による標的検出能の改善は，標的への正しく素早い定位行動に寄与していることも明らかとなった．

(2) 向網膜神経核への電気刺激やグルタミン酸の微量注入によって向網膜ニューロンを活性化すると，プロテインキナーゼ C (PKC) 免疫陽性の双極細胞 (PKC-BC) において，転写因子である CREB のリン酸化が見られることを見出した．このことは，向網膜系の 3 次ニューロンである IO 標的細胞の制御対象が PKC-BC であることを強く示唆する．1) で示された向網膜信号による標的検出能の改善は，IO 標的細胞による PKC-BC と網膜神経節細胞 (RGC) 間のシナプス伝達のシナプス前促通によっている可能性が高まった．

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 4件)

- 1) Hiroyuki Uchiyama, Tectofugal pathway to the retina: Its role in target detection and selection, Advances in the study of bird perception and cognition, March, 2019.
- 2) Hiroyuki Uchiyama, Hiroshi Ohno, Takuto Kawasaki, Yuhki Owatari, Takahiro Narimatsu, Yusaku Miyanagi, Inactivation of the isthmo-optoc neurons impairs visuomotor transformation for proper target orienting, The 28th Annual Conference of the Japanese Neural Network Society, October, 2018.
- 3) 成松貴大, 三柳裕策, 平島康寛, 肥後大二郎, 田前俊, 大野裕史, 内山博之, 向網膜信号による網膜出力の選択的促通と標的への到達運動の役割, 鹿児島神経科学研究会, 2017年9月.
- 4) 内山博之, 大野裕史, 大渡雄貴, 成松貴大, 三柳裕策, 向網膜信号の遮断は視野全域の標的検出力を低下させる. 視覚科学フォーラム, 2016年8月

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年:
国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：分担者なし

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：大野裕史

ローマ字氏名：Hiroshi Ohno

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。