

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 25 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24580264

研究課題名(和文) 魚類内臓感覚神経回路の解明と摂食制御ペプチドニューロンとの関連

研究課題名(英文) Studies on the general visceral sensory circuitry and its relation with feeding-control system

研究代表者

山本 直之 (Yamamoto, Naoyuki)

名古屋大学・生命農学研究科・教授

研究者番号：80256974

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：キンギョにおいて、一次内臓感覚核の線維連絡をまず明らかとして、論文として公表済みである。二次内臓感覚核の線維連絡の調査も終了した。重要な発見は、二次内臓感覚核から摂食制御関連ペプチドニューロンの周辺への投射である。論文原稿はほぼ完成していて、まもなく投稿する。間脳の内臓感覚核も同定し、終脳への投射も突き止めた。この成果も論文原稿がほぼ完成している。キンギョの脳アトラスは完成して、それに対応する本文原稿を準備中である。

ティラピアについては、間脳の内臓感覚核から終脳への投射を明らかとしており原稿準備中である。また、視床下部の内臓感覚性部位と終脳との連絡も明らかとなり、論文として報告した。

研究成果の概要(英文)：Regarding the general visceral sensory pathways in the goldfish, connections of the primary sensory nucleus was elucidated, and the findings have already been reported in an original paper. Studies on the connections of the secondary sensory nucleus are also done. A significant finding is that the secondary nucleus sends fibers to a region containing feeding-related peptidergic neurons. Diencephalo-telencephalic pathways have also been revealed. Two manuscripts for the latter findings are prepared and are going to be submitted to soon. The brain atlas of goldfish is prepared, and the main text for the atlas is being prepared.

In the Nile tilapia, diencephalo-telencephalic pathways are elucidated, and the manuscript is almost ready to be submitted. Connections of the hypothalamic general visceral sensory region are also studied, and the findings have been published.

研究分野：神経科学

キーワード：内臓感覚 神経回路 キンギョ 摂食

1. 研究開始当初の背景

動物にとって感覚情報を統合して、状況に即した行動を決定することは重要である。哺乳類においては、嗅覚を除く各種感覚情報は間脳の視床によって中継されて、終脳の脳新皮質の感覚野にいたる。鳥類など他の脊椎動物の多くも基本的には同様である。ところが、魚類の終脳(大脳、端脳)は長いあいだ嗅覚情報処理のみに関わると信じられ、嗅葉とも呼ばれてきた。ところが、魚類においても視覚、聴覚、味覚、側線感覚、体性感覚(触覚や痛覚など)が間脳の糸球体前核群と呼ばれる領域を介して終脳に到達することが研究代表者のキンギョにおける研究で明らかとなってきた。内臓感覚については、不明なままである。

魚類も内臓感覚(腹部膨満感[満腹感]、空腹感、消化管の化学感覚)などを統合して、餌に対して適切に対応するとともに、摂食を調節していることは明らかであるが、これは終脳よりも下位の中枢だけで実行可能とは考え難い。また、摂食制御の制御に関わると考えられているさまざまなペプチド産生ニューロンが間脳に存在しており、これらのニューロンの制御に内臓感覚が関わっている可能性があるが、それについても明らかでない。

2. 研究の目的

キンギョやテラピアなどを主な研究対象(必要に応じて他の魚種も)として、終脳にいたる内臓感覚神経路が存在するかどうかを調査し、もし存在すればそれがどのような回路であるのか、その詳細を明らかとすることを第一義的な目標とした。また中枢神経系内には、摂食制御に関わるとされるペプチドを産生するニューロンが存在している。摂食制御には、内臓感覚(満腹感や空腹感も含む)が重要な影響を与えているので、内臓感覚系と摂食制御関連ペプチドニューロンとの間には、なんらかの情報のやり取りがある可能性が高い。そのための、この点にも注意しながら、内臓感覚神経路について調査を行った。また、上述したように各種感覚神経路についてもっともよくわかっているキンギョについて、脳アトラス(現状では前脳についてのみあり、しかも古い)の作成も行うこととした。

3. 研究の方法

まず延髄にある一次の内臓感覚核が形成する神経回路を調査し、二次感覚核を同定し、ついで二次感覚核の回路を調べるといった形で順次上位の中枢を明らかとていった。手法としては、神経トレーサー物質を目的の神経核に投与し、軸索流によって輸送されたトレーサーを、切片上で発色させて回路を明らかとした。

脳アトラスについては、嗅球から脊髄までの完全な連続切片を作成し、Nissl染色を行い、神経核を同定した。全ての神経核が網羅できるように代表的な断面を選び写真とそれを説明する線画とセットとしたアトラスを作成した。

4. 研究成果

キンギョにおける成果:

一次内臓感覚核の線維連絡を明らかとして、論文として公表済みである。二次内臓感覚核の線維連絡の調査も終了した。重要な発見は、二次内臓感覚核から摂食制御関連ペプチドニューロンの周辺への投射である。論文原稿はほぼ完成して、まもなく投稿する。間脳の内臓感覚核も同定し、終脳への投射も突き止めた。この成果も論文原稿がほぼ完成している。キンギョの脳アトラスは完成して、それに対応する本文原稿を準備中である。脊椎動物の大脳を比較するための論拠として、魚類の内臓感覚を含む感覚系について論じた総説を書いた。

テラピアにおける成果:

間脳の内臓感覚核から終脳への投射を明らかとしており原稿準備中である。また、視床下部の内臓感覚性部位と終脳との連絡も明らかとなり、論文として報告した。魚類の内臓感覚神経路を他の脊椎動物と比較・検討して総説にもまとめた(上記2つの論文については、本研究費によることを説明するための謝辞を入れることを失念してしまった)。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計4件)

吉本正美, 山本直之. 終脳へ至る一般臓性感覚系: 硬骨魚類の一般臓性感覚神経路は哺乳類や鳥類と類似する. 東京医療学院大学紀要. 1, 2013, 7-22. DOI無, 査読有, 謝辞無, オープンアクセス有

Finger TE, Yamamoto N, Karten HJ, Hof PR. Evolution of the forebrain - Revisiting the pallium. J. Comp. Neurol. 521, 2013, 3601-3603. DOI:10.1002/cne.23444 査読有,

謝辞無，オープンアクセス無

吉本正美，山本直之．硬骨魚類ティラピアにおける視床下部内側部と終脳の連絡—臓性感覚に関わる神経回路網—．東京医療学院大学紀要．2, 2014,45-63. DOI 無，査読有，謝辞無，オープンアクセス有

Uezono S, Yamada Y, Kato T, Abe H, Yamamoto N. Connections of the commissural nucleus of Cajal in the goldfish with special reference to the topographic organization of ascending visceral sensory pathways. J Comp. Neurol. 523, 2015, 209-225. DOI 10.1002/cne.23675 査読有，謝辞有，オープンアクセス無

* 本研究課題と関係するもののみ記載

〔学会発表〕(計 15 件)

Uezono S, Yamada Y, Yamamoto N. Ascending general visceral sensory pathways in goldfish. 2012 Annual Meeting, Program for Leading Graduate Schools, 2013.1.10, Nagoya. 一般

Ou R, Kato T, Yamamoto N. Brain atlas of goldfish *Carassius auratus*. 2012 Annual Meeting, Program for Leading Graduate Schools, 2013.1.10, Nagoya. 一般

上園志織、山田悠介、山本直之．キンギョにおける内臓感覚の神経回路．平成 25 年日本水産学会春期大会，2013.3.26-30．東京．一般

Ratanak Ou. Takeshi Kato. Naoyuki Yamamoto. Brain atlas of goldfish (*Carassius auratus*). 平成 25 年日本水産学会春期大会，2013.3.26-30．東京．一般

吉本正美、山本直之．スズキ型魚類ティラピアの間脳に存在する糸球体前一般臓性核 (pVN) の間脳および終脳との線維連絡．第 118 回日本解剖学会，2013.3.28-30，高松．一般

Ou R, Kato T, Yamamoto N. Brain atlas of goldfish. Society for Neuroscience, 2013.11.9-14, San Diego, USA. 一般

Uezono S, Yamada Y, Abe H, Yamamoto N. Ascending general visceral sensory pathways from the commissural nucleus of Cajal in goldfish. Society for Neuroscience, 2013.11.9-14, San Diego, USA. 一般

上園志織、山田悠介、山本直之．キンギョに

おける内臓感覚上行路．第 10 回水生動物の行動と神経系，2013.11.30-12.1，鹿児島．一般

Ratanak Ou. Takeshi Kato. Naoyuki Yamamoto. Brain atlas of goldfish. 第 10 回水生動物の行動と神経系，2013.11.30-12.1，鹿児島．一般

吉本正美、山本直之．スズキ目ティラピアの下葉内側部と終脳の線維連絡．第 10 回水生動物の行動と神経系，2013.11.30-12.1，鹿児島．一般

Uezono S, Yamada Y, Yamamoto N. Ascending general visceral sensory pathways through the secondary nucleus in goldfish. 2013 Annual Meeting, Program for Leading Graduate Schools, 2014.1.8, Nagoya. 一般

Ou R, Kato T, Yamamoto N. A new brain atlas of goldfish. 2013 Annual Meeting, Program for Leading Graduate Schools. 2014.1.8, Nagoya. 一般

上園志織、山田悠介、加藤健、山本直之．キンギョの二次内臓感覚核の線維連絡．平成 26 年春期水産学会，2014.3.28-30，北海道大学水産学部（函館）．一般

吉本正美、山本直之．硬骨魚類ティラピアの間脳下葉内側部と終脳との線維連絡—臓性感覚に関わる神経回路網—．第 119 回日本解剖学会，2014.3.29-31，宇都宮．一般
山本直之．魚の感覚上行路：大脳新皮質は存在するのか？第 2 回理工学研究部テニユアトラックセミナー，2015.3.5，富山大学．招待

* 本研究課題に関わるもののみ記載

〔図書〕(計 2 件)

植松一眞，山本直之．恒星社厚生閣，増補改訂版「魚類生理学の基礎」(第 2 章 神経系，p28-42)，2013.

山本直之．恒星社厚生閣，水産学シリーズ 176 「魚類の行動研究と水産資源管理」(3 章 行動の動機付けの神経機構，p.46-59)，2013.

* 感覚系や摂食制御についての記述、本課題で得られた知見が関わっている。

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等：特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山本直之 (YAMAMOTO, Naoyuki)
名古屋大学・大学院生命農学研究科・教授
研究者番号：80256974

(2) 研究分担者

吉本正美 (YOSHIMOTO, Masami)
東京医療学院大学・保険医療学部
研究者番号：00182832

(3) 連携研究者：なし

()

研究者番号：