

平成28年6月13日

報道機関 各位

東北大学学際科学フロンティア研究所  
東北大学大学院生命科学研究科

## 反射運動に可変性をもたらす神経回路の新たな発見

### 【概要】

東北大学学際科学フロンティア研究所東海林互准教授と、同大学院生命科学研究科八尾寛教授の研究グループは、光によりニューロン<sup>\*1</sup> 制御する手法を利用することによって、入力変化に対応して可變的に経路を選択するユニークな神経機構がゼブラフィッシュ<sup>\*2</sup> 逃避反射システムに存在することを発見しました。

本成果は生物の行動原理を理解する神経生理の基礎研究に貢献するとともに、ヒトの神経が損傷した際にしばしばみられる有害な反射を抑制することで回復を促す、新しい治療法の開発へとつながることが期待されます。

本研究成果は6月13日に英国の学術誌 Scientific Report に掲載されます。

### 【研究内容】

小型の水棲生物は捕食から免れるために、外敵が発する水の振動を捉えてすばやく反応する反射行動を備えています。これは脊椎動物の驚愕反応<sup>\*3</sup> 中でも最も原始的な「逃避反射」として知られ、水の振動を感覚ニューロンが受容して脊髄内の介在神経に伝え、反対側体幹筋の収縮が胴体部を大きく屈曲させることで振動波から遠ざかるような方向転換を実現すると考えられています (図1)。

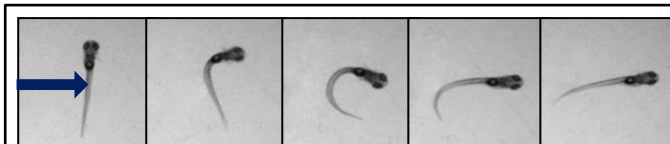
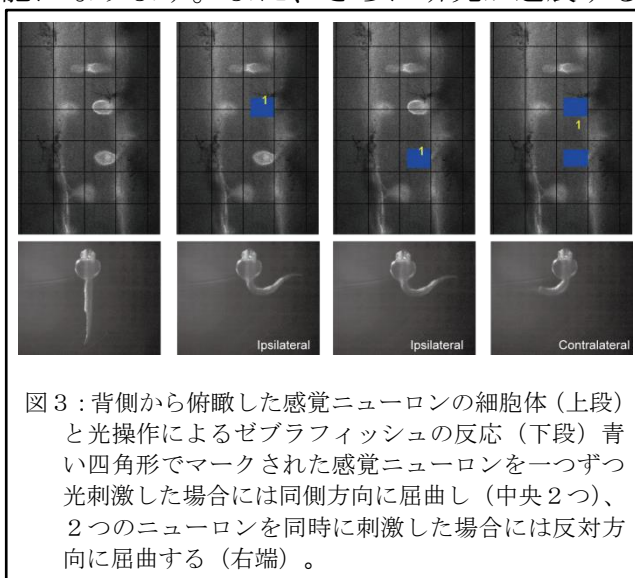
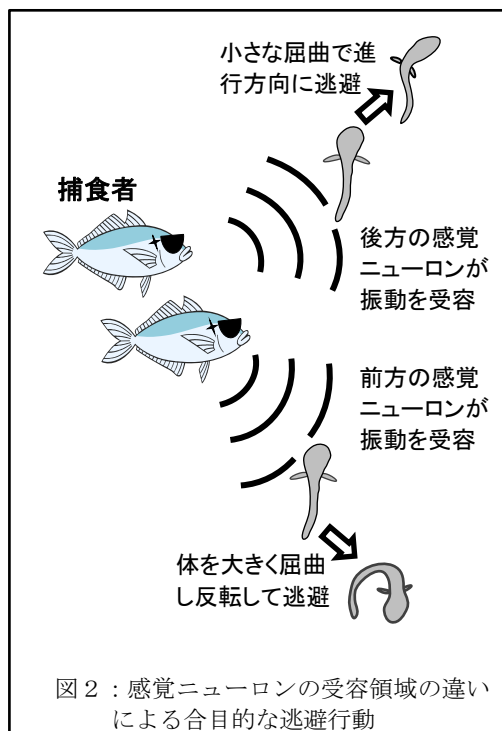


図1：水の振動を捉えて素早く逃避を開始するゼブラフィッシュ (矢印は水の振動方向)

本研究グループはオプトジェネティクス<sup>\*4</sup>の導入によって感覚ニューロンが水の振動を捉えた状況、光による操作で仮想的に作り出すことに成功しました。こうしてゼブラフィッシュが自由に動ける状況でそれぞれのニューロンを調べたところ、体の前側の感覚を担うニューロンへの入力は大きな屈曲を、後側を担うニューロンへの入力は小さな屈曲を誘発することを発見しました。このことは前方からの敵に対しては進行方向を大きく転換し、後方からの敵に対しては方向をあまり変えずに泳ぎ続けることで逃避を成功させることに対応しています (図2)。

さらに研究グループは、単独のニューロンが刺激を受ける場合と複数のニューロンが同時に刺激される場合とでは運動の方向が異なることを新たに発見しました。水の振動が広範囲に伝わって複数のニューロンが活動すると脊髄の反射回路が作動して逃避の方向へと反応しますが、単一のニューロンのみが認識する小さな振動に対しては脳幹より上位の中枢回路が作用して、逆に立ち向かうような反応を示します (図3)。これは、例えば私たちが通常的生活で認識される小さな感覚刺激に対しては状況をふまえて意識的に行動する一方で、同じ感覚でも一定以上の大きさになると無意識の脊髄反射が発動して瞬時に身を守るように行動する、ヒトの神経機構によく対応しているといえます。このような神経システムは動物界で保存されていると考えられており、単純なゼブラフィッシュの神経系をモデルとして研究することによって生物の行動原理の深い理解が可能になります。また、さらに研究が進展することによって、ヒトの神経損傷時にしばしばみられる有害な病的反射を抑制し、神経機能の回復を促す新しい治療法の開発につながることを期待されます。

本研究は学際科学フロンティア研究所・領域創成研究「数理解析による神経パターン形成機構の解明」(研究代表者：東海林互) 科学研究費・新学術領域研究「発達期神経回路再編成の定量コネクティクス解析」(研究代表者：八尾寛) およびナショナル・バイオリソース・プロジェクト(NBRP)の支援を受けて行われました。



【論文題目】

Position- and quantity- dependent responses in zebrafish turning behavior

Keiko Umeda, Toru Ishizuka, Hiromu Yawo & Wataru Shoji

Scientific Reports vol. 6 p27888

DOI: 10.1038/srep27888

## 【用語説明】

### \*1 ニューロン

脳および末梢神経系を構成する細胞で、電気活動により情報伝達と情報処理を行う。長い軸索と複雑に分岐した樹状突起をもち、ニューロン同士がつながり合った複雑なネットワークを形成している。

### \*2 ゼブラフィッシュ

細胞・遺伝子の操作が可能な小型の熱帯魚で、脊椎動物モデルとして医学・生物学研究に利用されている。その幼生は体が透明なことから、生きたままの状態でも光による神経操作を行う研究に適している。

### \*3 驚愕反応

ヒトでは主に新生児期にみられる生存本能に基づく原始的な反射で、例えば大きな音に対して瞼を閉じる反応や、急に支えを失ったときに両四肢を挙上して何かに掴まろうとする反応が知られている。

### \*4 オプトジェネティクス

細菌や藻類の中には光に応答してイオンの流入を制御する特殊なイオンチャネルを持つ生物種が存在する。この光応答型のイオンチャネルを脊椎動物の神経細胞に遺伝子導入することで生きたままの神経系を光で制御することが可能となり、神経科学研究のブレークスルーになりつつある。

## 問い合わせ先

[研究に関すること]

東北大学 学際科学フロンティア研究所 先端学際基幹研究部

担当 東海林 互 准教授

電話 022-795-4734

E-mail [wshoji@tohoku.ac.jp](mailto:wshoji@tohoku.ac.jp)

[報道に関すること]

東北大学 学際科学フロンティア研究所 企画部

担当 鈴木 一行 特任准教授

電話 022-795-4353

E-mail [suzukik@fris.tohoku.ac.jp](mailto:suzukik@fris.tohoku.ac.jp)