



2023年7月24日

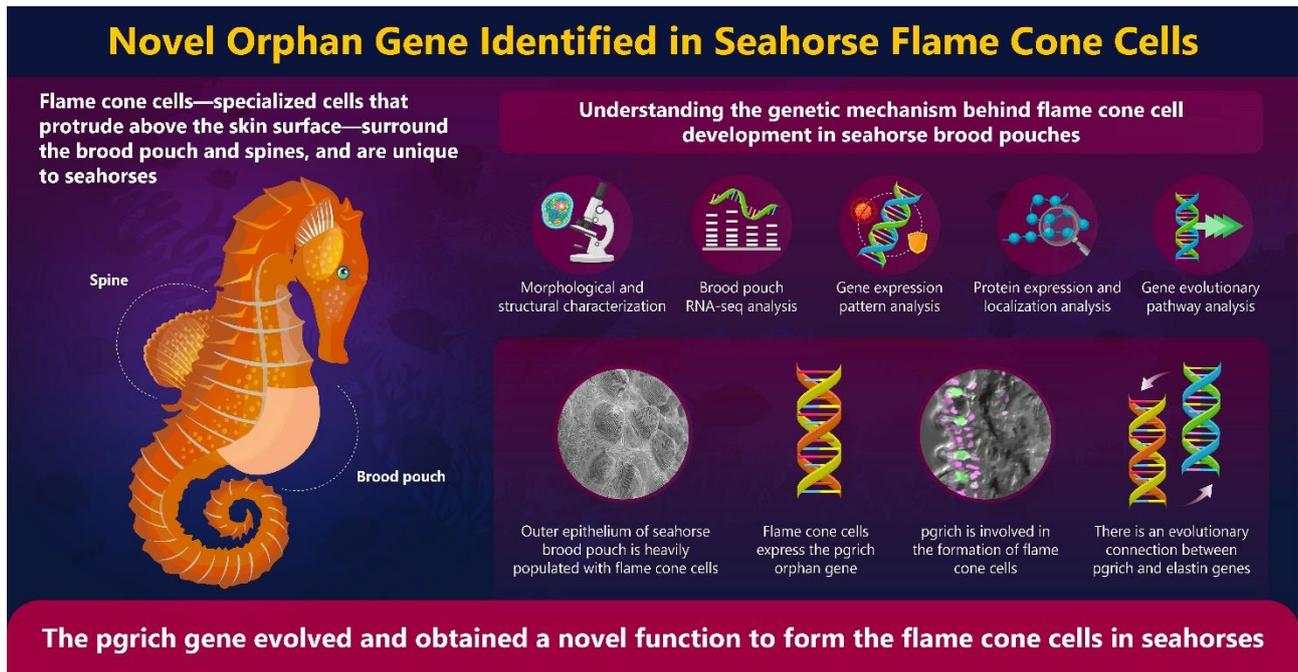
報道関係各位

## タツノオトシゴの育児嚢の体表で発現する新たな遺伝子を発見 ～育児嚢の進化をひもとく重要な手がかり～

### 【本研究の要点】

- ・ タツノオトシゴを含むヨウジウオ科の魚類は、オスが育児嚢をもち、メスから受け取った卵を育児嚢内で育て、稚魚を「出産」する。
- ・ タツノオトシゴの育児嚢や棘の表面を覆う flame cone 細胞で発現する新たな遺伝子を発見し、プロリン・グリシン・リッチ(pgrich)遺伝子と命名した。
- ・ pgrich 遺伝子はタツノオトシゴ属とヨウジウオ属の共通祖先で獲得されたと推測された。
- ・ オスの育児嚢という特異な形質がどのような進化的過程を経て獲得されたのかを推測する重要な手がかりとなる知見。

### 【研究の概要】



Orphan gene expressed in flame cone cells uniquely found in seahorse epithelium  
Kawaguchi et al. (2023) | Cell and Tissue Research | DOI: 10.1007/s00441-023-03779-1



上智大学(東京都千代田区、学長: 曄道 佳明) 理工学部物質生命理工学科の川口眞理准教授、安増茂樹教授らと東京農業大学と東京大学などの研究チームは、タツノオトシゴの骨板の突出部分(棘)や育児嚢の表面を覆う flame cone 細胞(※1)において、他の系統種に類似の遺伝子(ホモログ)(※2)を持たない新たな遺伝子が発現していることを明らかにしました。

この遺伝子の転写産物は、プロリンとグリシンに富んだアミノ酸配列をもつことからプロリン・グリシン・リッチ(pgrich)遺伝子と命名しました。魚類のゲノム配列データを用いて、pgrich 遺伝子の相同遺伝子(※3)を調べた結果、タツノオトシゴが属するヨウジウオ科の一部の魚種においてのみ存在することが明らかになりました。pgrich 遺伝子は、タツノオトシゴ属とヨウジウオ属の共通祖先で獲得されたと推測されます。

また、pgrich タンパク質のアミノ酸配列は、線維性タンパク質として知られるエラスチンをコードした遺伝子の相補鎖をアミノ酸に翻訳した配列と似ていました。これに加えて、pgrich 遺伝子の周辺にはトランスポゾン(※4)やレトロポゾン(※5)配列が多く見られました。これらの結果から pgrich 遺伝子は、タツノオトシゴの進化の過程において、トランスポゾンもしくはレトロポゾンの関与のもとにエラスチン遺伝子から派生し、タツノオトシゴ表皮の flame cone 細胞において、新たな機能を獲得したのではないかと示唆されました。

本研究成果は、2023 年 5 月 25 日に国際学術誌「[Cell and Tissue Research](#)」にオンライン掲載されました。

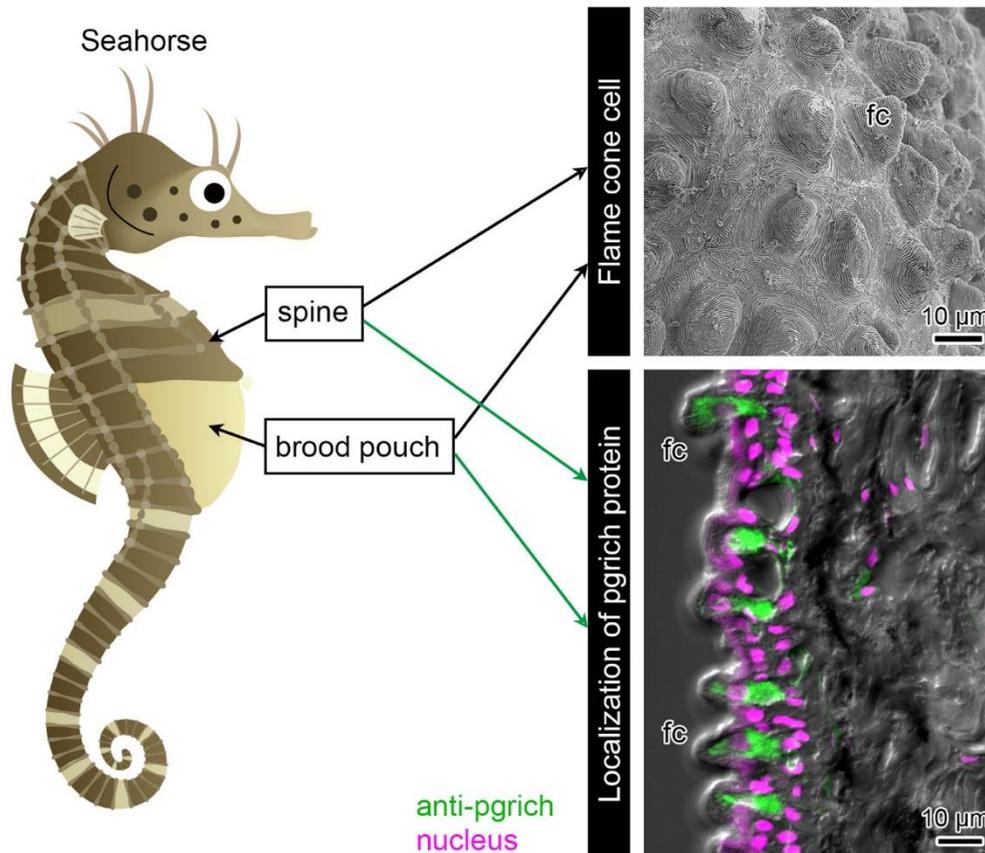


図. タツノオトシゴの体は骨板で覆われている。オスの腹側尾部には育児嚢(blood pouch)がある。骨板の突出部分(棘 spine)や育児嚢の体表は、タツノオトシゴ特有の細胞である flame cone (fc) 細胞で覆われている。右下の図は、pgrich タンパク質の局在を免疫組織化学によって検出したもの。体表の flame cone (fc) 細胞で緑色のシグナルが見える。マゼンタは核を示す。

### 【研究の背景】

真骨魚類は脊椎動物の中でもっとも多様な種を持つグループとして知られており、既知の脊椎動物種の半数以上を占めています。タツノオトシゴとその近縁種は、真骨魚類の中でもとくに特徴的な形態をもつことで知られ、表皮のすぐ下には硬い骨板で覆われて身を守っています。また、オスには子育て器官としての育児嚢があります。育児嚢はタツノオトシゴを含むヨウジウオ科の魚種にのみ見られ、タツノオトシゴのオスは、腹側にある育児嚢で抱卵し、稚魚を「出産」します。さらに、タツノオトシゴには形態学的に特徴ある細胞が知られており、育児嚢を含む尾の腹側や棘の表皮で多く観察されます。この表皮を覆っている細胞は flame cone 細胞と呼ばれ、表面から 20-40 μm 突き出し、粘液性の被膜で覆われています。本研究は、タツノオトシゴの育児嚢と flame cone 細胞の存在に着目し、そこで発現する遺伝子を探索しました。

## 【研究結果の詳細】

研究チームはまず、細胞の組織学的観察を行い、タツノオトシゴの表皮の最外層で flame cone 細胞の存在を確認しました。一方、同じ科に属するオクヨウジ(学名 *Urocampus nanus*)やヨウジウオ(学名 *Syngnathus schlegelii*)では flame cone 細胞の存在を確認することができませんでした。

次に、タツノオトシゴの仲間であるポットベリーシーホース(学名 *Hippocampus abdominalis*)の RNA シーケンス解析(※6)を行った結果、pgrich 遺伝子と命名したオーファン遺伝子(※7)を発見しました。この遺伝子の転写産物は、プロリンとグリシンに富んだアミノ酸配列をもつことからプロリン・グリシン・リッチ(pgrich)遺伝子と命名しました。

この pgrich 遺伝子の発現パターンを、免疫組織化学的解析(※8)や in situ ハイブリタイゼーション(※9)を用いて解析した結果、pgrich 遺伝子が育児嚢の表面にある flame cone 細胞上で発現していることがわかりました。

さらに、pgrich タンパク質のアミノ酸配列の解析から、エラスチン遺伝子の相補鎖をアミノ酸に翻訳した配列と似ていることを突き止めました。これらの結果から、pgrich 遺伝子はエラスチン遺伝子の一部からトランスポゾンないしはレトロポゾンにより生じたものと推測されました。

最後に、pgrich 遺伝子のオルソログ(※10)を見つけるため、ヨウジウオ目 8 種、真骨魚類のその他の目 7 種のゲノム配列を解析しました。その結果、pgrich 遺伝子はタツノオトシゴ属とヨウジウオ属からのみで見つかりました。これはタツノオトシゴ属とヨウジウオ属の共通祖先において pgrich 遺伝子が誕生したことを示唆しています。

この研究を主導した上智大学の川口眞理准教授は、今後の研究の進展について「タツノオトシゴやヨウジウオなどのヨウジウオ科の仲間は、メスから受け取った卵をオスの育児嚢内で抱卵し、オスが出産するというユニークな動物です。しかしながら、育児嚢がヨウジウオ科魚類の進化過程でどのようにして生じたのかははっきりとはわかっていません。今回発見した pgrich 遺伝子が育児嚢の体表で発現していることを考えると、pgrich 遺伝子は育児嚢の形成に何らかの役割をもっている可能性があります。pgrich 遺伝子の進化過程を明らかにしていくことで、ある系統特異的に生じたオーファン遺伝子がどのような進化過程をとるのかを解明する手がかりになると思われます」と、今後の研究の進展に期待を寄せています。

※本研究は、JSPS 基盤研究(C)(19K06973, 22K06344)および東京農大学生物資源ゲノム解析センター生物資源ゲノム解析拠点事業における共同研究の助成を受けて実施したものです。

## 【用語】

- \*1 flame cone 細胞: タツノオトシゴの棘や育児嚢の表面を覆う細胞のこと。タツノオトシゴ属でのみ見られる細胞。
- \*2 ホモログ: 他の種の遺伝子や構造、進化学的起源と類似している遺伝子のこと。
- \*3 相同遺伝子: 同一の祖先に由来し、同じ構造・機能を持つ遺伝子のこと。
- \*4 トランスポゾン: ゲノム上の位置を変えることができる DNA 配列のこと。
- \*5 レトロポゾン: ゲノム上を動く DNA のうち、RAN 中間体を経るものこと。
- \*6 RNA シーケンス解析: 次世代シーケンサーを用いてメッセンジャーRNA などの配列情報を網羅的に読み取り、その得られた配列情報から、遺伝子発現を調べる解析手法。
- \*7 オーファン遺伝子: 他の生物種の間にもホモログが一切検出されない遺伝子のこと。
- \*8 免疫組織化学的解析: 抗原抗体反応を利用して、抗原物質の局在やそれを発現する細胞要素を可視化する解析手法。
- \*9 in situ ハイブリタイゼーション: 組織中で目的遺伝子の発現部位を解析する手法。
- \*10 オルソログ: 種分化の過程で生じた相同な機能をもった遺伝子のこと。

**【論文名および著者】**

媒体名:	Cell and Tissue Research
論文名:	Orphan gene expressed in flame cone cells uniquely found in seahorse epithelium
オンライン版 URL:	<a href="https://doi.org/10.1007/s00441-023-03779-1">https://doi.org/10.1007/s00441-023-03779-1</a>
著者(共著):	Mari Kawaguchi, Wen-Shan Chang, Hazuki Tsuchiya, Nana Kinoshita, Akira Miyaji, Ryouka Kawahara-Miki, Kenji Tomita, Atsushi Sogabe, Makiko Yorifuji, Tomohiro Kono, Toyoji Kaneko, Shigeki Yasumasu

**【本リリース内容に関するお問い合わせ先】**

上智大学理工学部物質生命理工学科

准教授 川口 眞理 (E-mail: k-mari@sophia.ac.jp)

**本資料の配布先記者クラブ: 文部科学記者会、科学記者会**

---

報道関係のお問合せ：上智大学広報グループ  
TEL:03-3238-3179 E-mail : sophiapr-co@sophia.ac.jp