

# 魚類の性転換が引き起こす生体内外の変化と採血を用いた性識別の確立

性転換は面白い!

浅野中学・高等学校

高校2年 相木春人、高校1年 石黒翠碧



# 性転換とは？

性転換とは成長段階の途中で**雌雄が変化する現象**のこと。  
 魚類では約300種類が性転換を行っている。  
 性転換の種類は大きく3つのグループに分けられる。

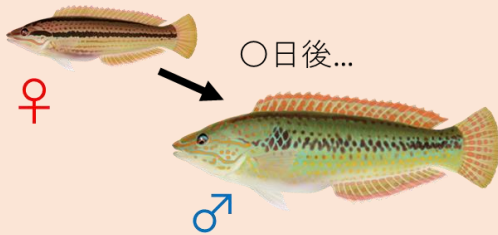


## 雌性先熟

(例) キュウセン、ホンソメワケベラ



♀ → ♂ に性転換



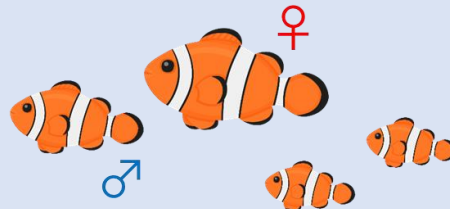
成長して大きくなると♂に！

## 雄性先熟

(例) クマノミ、クロダイ

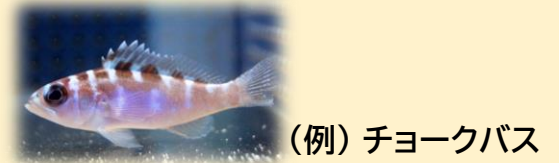


♂ → ♀ に性転換

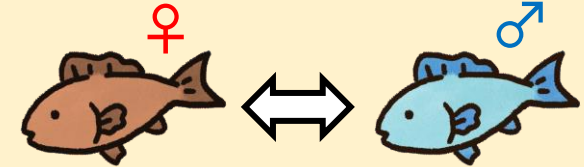


グループで1番大きい個体が♀に！

## 雌雄複数回変化



♀ ↔ ♂ に何度も性転換



1日に性が20回入れ替わる時も！

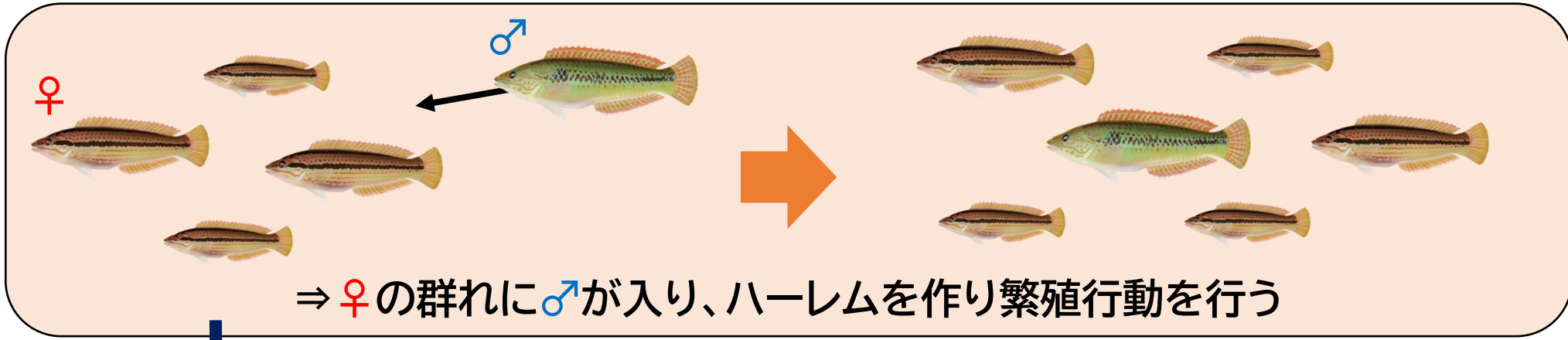


性転換については解明されていないことも多く、今でも様々な研究が続けられているよ！

# 性転換を利用した巧みな生存戦略

提供：四国水族館

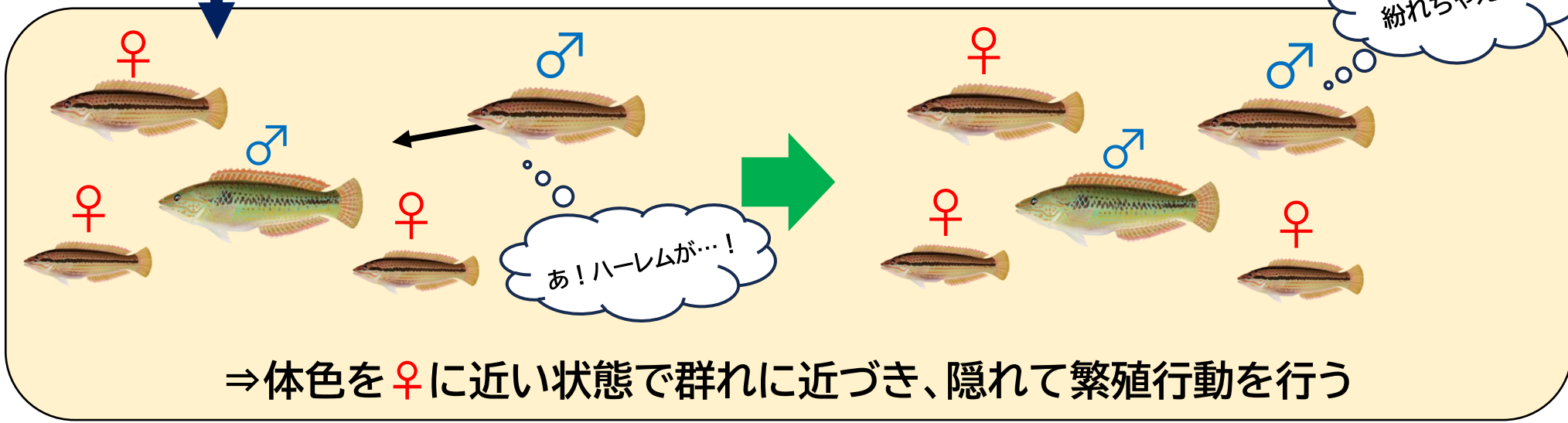
## (例) キュウセン(雌性先熟: ♀ → ♂)における生存戦略



⇒ ♀の群れに♂が入り、ハーレムを作り繁殖行動を行う

The diagram illustrates a male fish (♂) with a blue male symbol above it swimming towards a group of four female fish (♀). An orange arrow points to the right, where the male fish is now part of a group of seven fish, including the original four females and the male, representing a harem.

もし、ハーレムが作れなかった場合は？



⇒ 体色を ♀に近い状態で群れに近づき、隠れて繁殖行動を行う

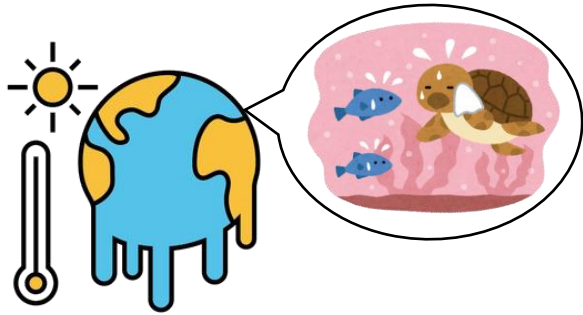
あ！ハーレムが…！

紛れちゃえ！

The diagram shows a male fish (♂) with a blue male symbol above it. A blue arrow points down from the previous scene. In the next scene, the male fish has changed its color to be more like a female (♀) and is swimming towards a group of three female fish. A thought bubble above the male fish says "あ！ハーレムが…！". A green arrow points to the right, where the male fish is now part of a group of six fish, including the original three females and the male, representing a harem. A thought bubble above the male fish in the final scene says "紛れちゃえ！".

➡ 外見だけで雌雄判別を行うことが困難な種も多く存在する

## 環境問題と社会問題



### 地球温暖化の影響

- ・二酸化炭素量の増加
- ・海水面の上昇
- ・漁獲量の減少



### 人工繁殖の重要性

- ・食料供給の安定
  - ・海洋生物の保全活動
- 効率よく繁殖させたい！

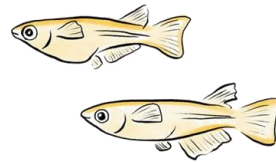
## 研究への動機

### 学校の授業



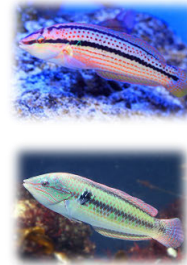
- ・哺乳類では男女で赤血球量が異なる
- ・採血によって病状を診断できる

### 研究論文



- ・メダカは雌雄によって血球量に差がある
- 他の魚類ではあまり調べられていない...

### 自分の研究



性転換をする魚類は...

- ・性ホルモンが途中で変化する？
  - ・血球量に性差はあるのか？
- 魚も採血によって病状を把握できないか？

## 研究の目的

性転換における生体内外の変化を明らかにし、採血による性識別を可能にする！

→生きたまま検査できれば、人工繁殖の効率化につながり、海の生態系の保全につながる！

# Materials & Methods

## ①採集地

神奈川県を中心に採集

● : キュウセン、■ : ニシキベラの生息ポイント

約200個体を今までに採集

## ②対象魚

雌 (♀)      雄 (♂)

キュウセン (*Parajulis poecileptera*)

分布：函館以南～九州  
生息域：沿岸浅所の砂底や岩礁  
キュウセンとニシキベラは**雌性成熟**



ニシキベラ (*Thalassoma cupido*)

ニシキベラは体色での性識別が困難...

## ③測定手法

### 1) 麻酔の方法

① 麻酔薬を溶かした海水  
\* 麻酔薬：トリカインメタンスルホン酸塩を120mg/L溶かす  
→ 魚類と両生類にのみ効く麻酔薬

3～5分

② 麻酔完了  
自力で動けなくなったら採血に進む

### 2) 採血の方法

※ヘパリン(抗凝固剤) 通液済み

③ 採血

④ DPBS(緩衝液)を加える

⑤ クリスタルバイオレット溶液を加える

⑥ 血球計測板で測定



## 結果① 雌雄の体長・体重の関係

体長・体重に相関関係あり

→雌から雄へと性転換する雌性成熟の傾向あり



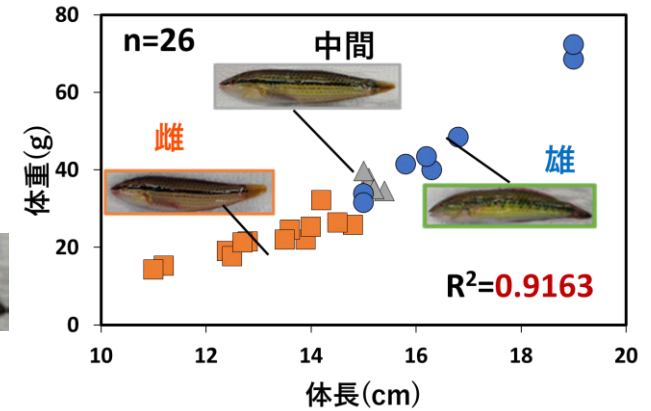
雌(♀) : ~14.5cm



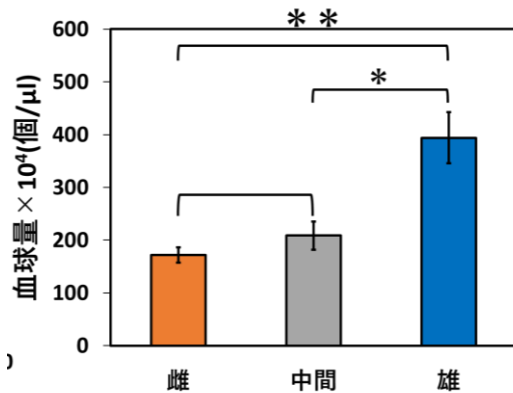
中間 : 14.5~15.5cm



雄(♂) : 15.5cm~



## 結果② 体長と血球量(個/μl)の関係



error bar : ± SE (n=5~13)

\* : p < 0.05    \*\* : p < 0.01

中間と雄 : 有意差あり (p < 0.05)

雌と雄 : 有意差あり (p < 0.01)

中間→雄 : 血球量は増加する傾向↑

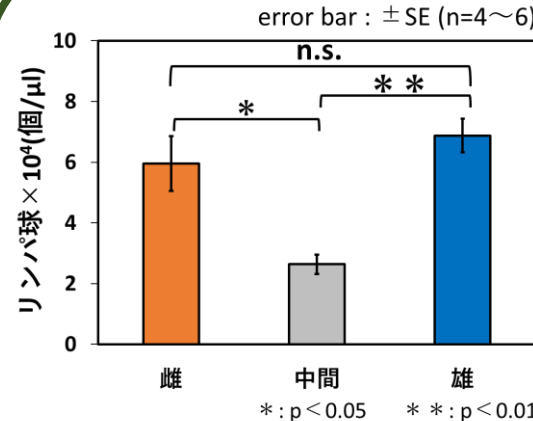
雄性ホルモンの増加により、テストステロンが増加する

(Wen et al. 2013)



ヘモグロビンの増加にもつながり、赤血球量が増加した

## 結果③ リンパ球量の関係



error bar : ± SE (n=4~6)

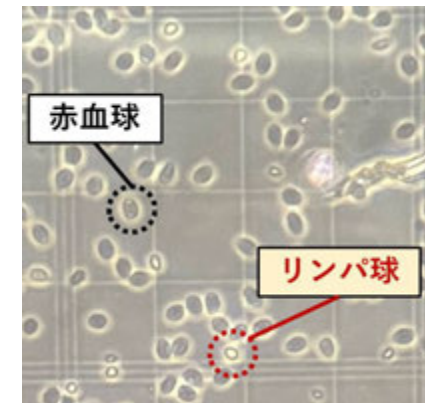
\* : p < 0.05    \*\* : p < 0.01

中間個体のみ、著しく低い値↓

性ホルモンの増加は、リンパ球の分化を抑制する効果がある



性転換中は生殖器の変化に伴い、雄性ホルモンが著しく増加

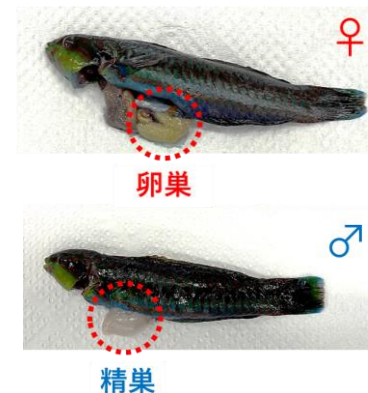
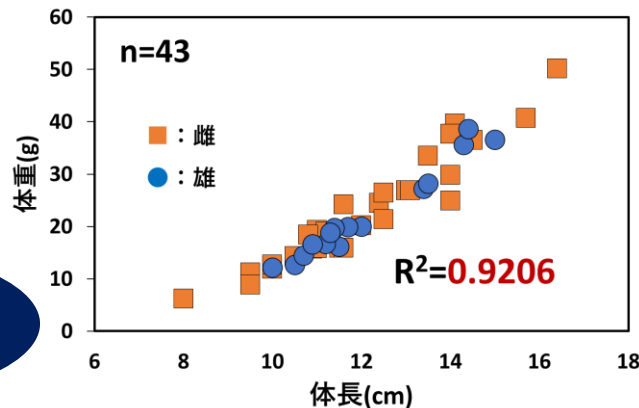


## 結果① 雌雄の体長・体重の関係

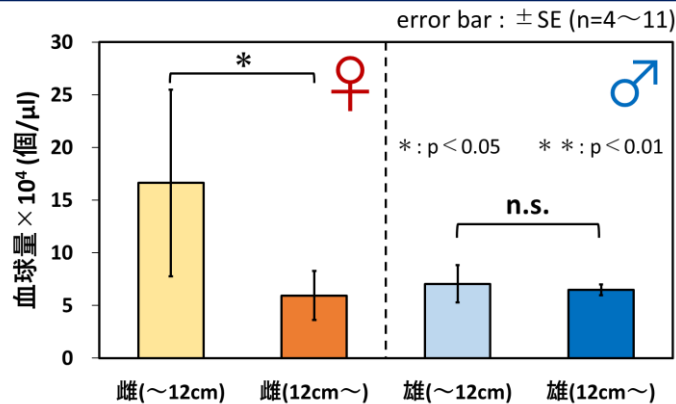
雌雄ともに体長・体重に相関関係あり

- ・キュウセンとは異なり、雌雄間で似た体型が存在
- ・雌でも大型の個体が存在する

キュウセンには  
ない特徴



## 結果② 体長と血球量(個/g)の関係



雄：体長が増加しても、血球量が変わらない

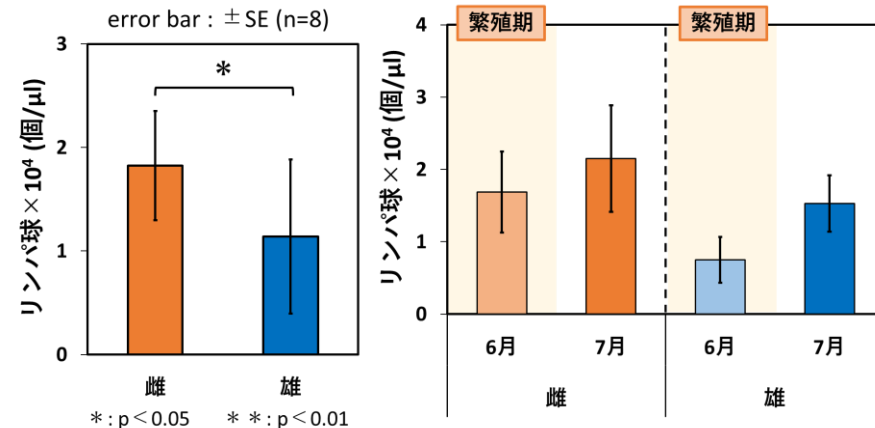
→性転換が終了し、性ホルモンも安定した状態

雌：体長の増加に伴い、血球量は減少傾向↓

→雌性ホルモンの増加は血球量の増加を促進 (Dena et al. 2013)

雌(小型)は体長が小さく、雌性ホルモンの影響を受けやすい

## 結果③ リンパ球の雌雄比較と月変化



リンパ球量は、雄に性転換すると減少傾向↓ (左図)

→ 雄性ホルモンの増加はリンパ球の生成を抑制する (Gen et al. 2008)

リンパ球量は、繁殖期(6月)を終えると増加傾向↑ (右図)

→ 繁殖期では性ホルモンが増加し、リンパ球の生成を抑制する

(kondo et al. 2013)

# Conclusions

## キュウセンの生体内外的変化



### 1) 体長の増加によって、血球量も増加する傾向

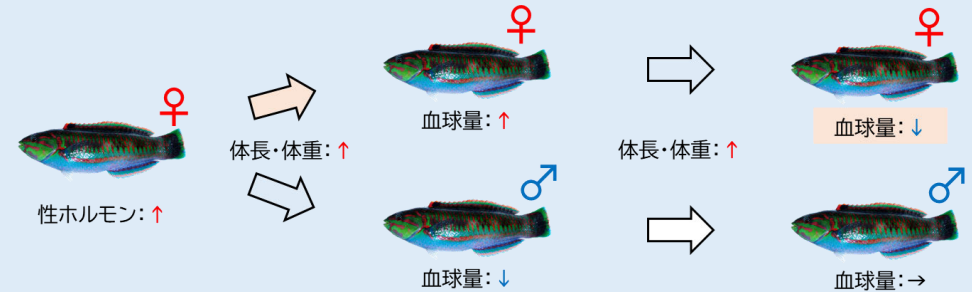
→雄では繁殖行動などで運動量も多くなることから、必要とする酸素量が増加する

### 2) 中間個体において、リンパ球量は著しく減少する傾向

→性転換中(中間個体)は生殖器の変化に伴い、雄性ホルモンが著しく増加した  
(kondo et al., 2013)

**成長段階が性転換・血球量に与える影響が大きい**

## ニシキバラの生体内外的変化



### 1) 血球量(個/g)は、小型の雌ほど多い傾向

→繁殖期では、小型の雌ほど雌性ホルモンの影響を強く受けることで赤血球量が増加  
(Dena et al., 2013)

### 2) リンパ球量は、雌の方が多い傾向

→雄性ホルモンの増加はリンパ球の生成を抑制する (Gen et al. 2008)

→繁殖期など、性ホルモンが著しく放出される時期は血球量に与える影響が大きい

**性転換を行う時期・速度が血球量に与える影響が大きい**

## 採血による性識別

採血は魚を殺さず行うことが可能！一方で、今後も継続した検証が必要。

⇒血球量・血球種による性識別は種によって異なることが明らかになった

→性ホルモン量を明らかにし、血球量から性識別を行える相関図を作成する

ご清聴ありがとうございました

