



令和3年3月17日

## 6本の性染色体をもつカエルを発見

### 【本研究成果のポイント】

- 生物は通常、2本の性染色体<sup>1)</sup>を持つのに対し、オスが3本のX染色体と3本のY染色体、メスが6本のX染色体をもつカエルを台湾で発見しました。
- 3本の染色体が三つ巴式に融合した結果、性染色体が6本に増えたことを明らかにしました。
- 融合した3本の染色体は全て、潜在的性染色体<sup>2)</sup>、つまり、性決定の候補遺伝子を含む染色体であることから、融合した染色体の選択はランダムではなく、必然的選択である可能性を示しました。このことは、複合型性染色体<sup>3)</sup>誕生の進化的理由として新しい解釈となります。とくに、このカエルは鳥とヒト（さらに魚やカモノハシ）の性染色体を合わせもつ初めての脊椎動物となります。

### 【概要】

広島大学両生類研究センターの三浦郁夫准教授および大学院生2人（桑名知碧と檜垣友哉）と、台湾、オーストラリア、ドイツ、ブラジル及びタイの国際共同チームは、台湾に生息するスインホーハナサキガエル（図 a）の染色体を解析しました。その結果、生物は通常2本の性染色体を持つのに対し、このカエルは6本の性染色体<sup>1)</sup>（♂ $X_1Y_1X_2Y_2X_3Y_3$ -♀ $X_1X_1X_2X_2X_3X_3$ ）を持つこと（図 b）、それは、3本の染色体が三つ巴式に融合して誕生したことを明らかにしました（図 c）。さらに、3本のうち、1本は鳥やカモノハシ（および魚）、もう1本はヒトなど真獣類の性決定遺伝子をもつことがわかりました（図 d）。

本研究成果は、融合した染色体がいずれも潜在的性染色体<sup>2)</sup>であったことから、融合染色体の選択はランダムではなく、必然的選択であった可能性を示します。このことは、複合型性染色体<sup>3)</sup>誕生の進化的理由としては新しい解釈であり、性染色体の進化（および取り替え<sup>2)</sup>）機構解明の糸口になると考えています。

本研究成果は、ロンドン時間の2021年3月16日午後2時(日本時間:2021年3月16日午後11時)「Cells」オンライン版(early版)に掲載されました。

### 〈発表論文〉

#### 論文タイトル

Evolution of a multiple sex-chromosome system by three-sequential translocations among potential sex-chromosomes in the Taiwanese frog *Odorrana swinhoana*

#### 著者

三浦郁夫<sup>1, 2,\*</sup>, Foyez Shams<sup>2</sup>, Si-Min Lin<sup>3</sup>, <sup>1</sup> Marcelo de Bello Cioffi<sup>4</sup>, Thomas Liehr<sup>5</sup>, Ahmed Al - Rikabi<sup>5</sup>, Chiao Kuwana<sup>6</sup>, Kornorn Srikulnath<sup>7,1</sup>, Yuya Higaki<sup>6</sup> and Tariq Ezaz<sup>2,1</sup>

- 1, 広島大学両生類研究センター
  - 2, Center for Conservation Ecology and Genomics, University of Canberra, Australia
  - 3, School of Life Sciences, National Taiwan Normal University, Taiwan
  - 4, Departamento de Genética e Evolução, Universidade Federal de São Carlos, , Brazil
  - 5, Institute of Human Genetics, University Hospital Jena, Germany
  - 6, 広島大学大学院統合生命科学研究科
  - 7, Department of Genetics, Faculty of Science, Kasetsart University, Thailand
- \* 責任著者

掲載雑誌

Cells

DOI 番号 <https://doi.org/10.3390/cells10030661>

### 【背景】

オスとメスの性を決める遺伝子が性決定遺伝子であり、それを含む染色体を性染色体<sup>1)</sup>と呼びます。ヒトの場合、男性はXY、女性はXXであり、それぞれ2本ずつの性染色体を持ちます。ところが、稀に、性染色体と他の染色体（常染色体）が融合することで、複数の性染色体からなる複合型性染色体<sup>2)</sup>を形成することがあります。ただし、この融合は単なる偶然と考えられ、複合型性染色体誕生の進化学的理由はよくわかっていませんでした。41年前、福岡教育大学の倉本満博士が台湾に生息するスインホーハナサキガエルを調べ、カエルでは初めての複合型性染色体を発見しました。そこで、今回、新しい解析法を用いて、このカエルの染色体の詳細な調査を行いました。

### 【研究成果の内容】

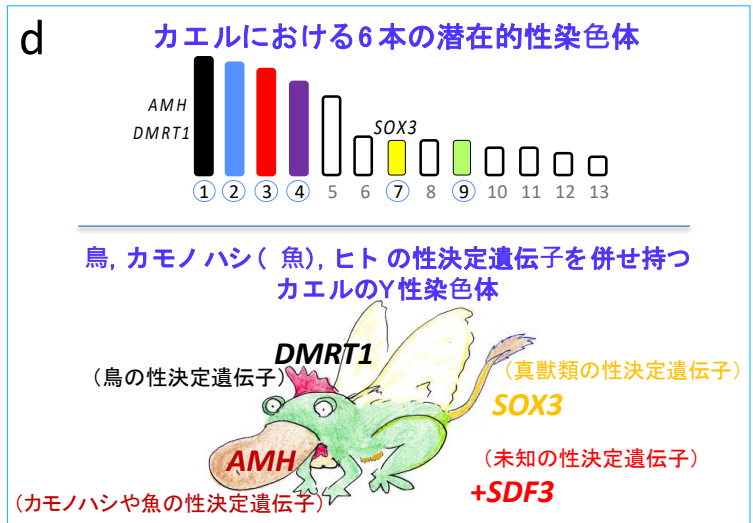
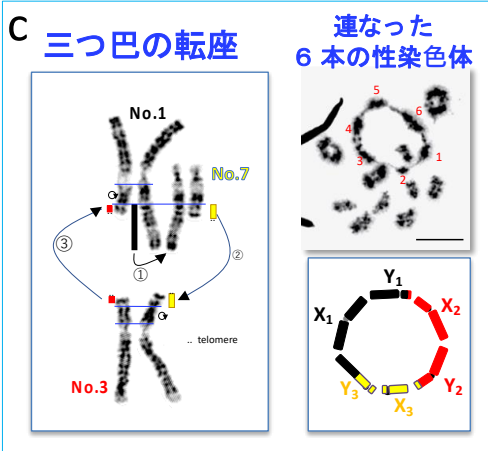
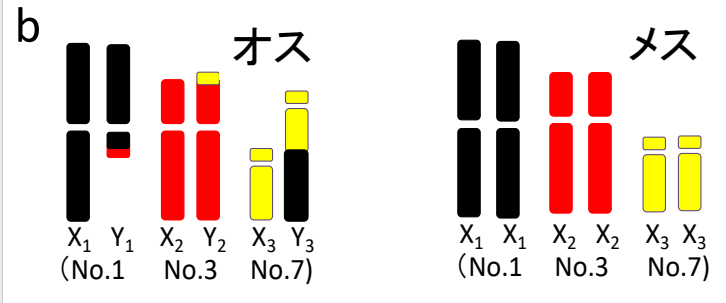
私たちは、染色体の細かい部分を識別できる染色体分染法と個々の染色体を染め分けるDNAを用いた蛍光 *in situ* 雑種法を用いることで、台湾の本種が、オスは3本のX染色体と3本のY染色体、メスは6本のX染色体を持つことを明らかにしました。これは倉本博士の観察結果（4本の性染色体）と異なるものでした。さらに、融合した3本は潜在的性染色体、つまり性染色体として機能するために控えている染色体であったことから、3本の染色体の選択はランダムではなく、必然的に選択された可能性を示しました。このことは、複合型性染色体<sup>3)</sup>誕生の進化学的理由としては新しい解釈であり、性染色体の進化（および取り替え<sup>2)</sup>）機構解明の糸口となります。

### 【今後の展開】

台湾には性染色体の融合がまだ起きていない、2本の性染色体をもつ元祖集団が存在します。今後、この集団を調べて、元の性染色体がどの染色体であるのか、さらに、融合が起きた集団では少なくとも性決定遺伝子になりうる3つの遺伝子が存在しますので、どれが実際に性を決める中心的役割を果たしているのかを調べていきます。そして、本研究結果から、異なる性染色体に共通して存在するゲノム配列が予想されることから、この配列の特定によって、性染色体進化（および取り替え）の分子機構の解明を目指します。

【参考資料】

# 6本の性染色体をもつカエル



【お問い合わせ先】

広島大学両生類研究センター 三浦郁夫  
Tel : 082-424-7323 FAX : 082-424-0739  
E-mail : imiura@hiroshima-u.ac.jp

発信枚数 : A 4版 3枚 (本票含む)

【用語解説】

1) 性染色体

オスとメスの性を決める遺伝子が性決定遺伝子であり、それを含む染色体を性染色体、それ以外の染色体を常染色体と呼ぶ。

2) 潜在的性染色体と取り替え

性染色体は1種類ではなく、カエルの場合は少なくとも6種類が存在する。この6本の染色体を潜在的性染色体と呼ぶ。通常、1本が性染色体として機能する場合、他の5本は常染色体として控えているが、集団間の交雑や新しい集団の遺伝的分化が進むと、別の染色体が性染色体へと切り替わる。これを性染色体の取り替え(ターンオーバー)と呼ぶ。

3) 複合型性染色体

性染色体と常染色体が融合したのが複合型性染色体。ただし、このカエルの場合、もとのX染色体とY染色体の形が同じなので、3本のうち、どれがもとの性染色体かはまだ同定されていない。