

## ショウジョウバエ始原生殖細胞におけるタンパク質の合成活性の性差を発見

有性生殖を行う生物には、メスとオスの二つの性があり、それぞれ生殖細胞である卵と精子をつくります。ショウジョウバエでは、始原生殖細胞（生殖細胞のもとになる細胞）の性は、受精した卵（胚）の発生過程で決まり、卵や精子への性分化を開始します。しかし、始原生殖細胞の性が決まり性分化する機構の詳細は未だ明らかにはなっていません。本研究グループは、これを明らかにするために、メスとオスの始原生殖細胞の間で差異を示す現象の探索を行ってきました。

その結果、ショウジョウバエの始原生殖細胞が、卵や精子への性分化を開始する時期（孵化間近の後期胚）において、①蛍光タンパク質を発現させると、発現したタンパク質の量がメスに比べてオスの始原生殖細胞で高くなること、②メスと比較してオスの始原生殖細胞で発現量が多い遺伝子には、翻訳活性の制御に関わる遺伝子が多く含まれること、③メスと比較してオスの始原生殖細胞でタンパク質の合成活性が高いこと、を見いだしました。これらのことから、性分化を開始している始原生殖細胞において、タンパク質合成活性、すなわちメッセンジャーRNA（mRNA）の翻訳活性が、メスに比べてオスの始原生殖細胞で高いことが明らかになりました。この翻訳活性の差異により、始原生殖細胞において発現する遺伝子に差異が生じ、異なる性分化が引き起こされると考えられます。

タンパク質を合成する活性がメスとオスの始原生殖細胞で異なるという報告はこれまでになく、本研究成果は、性分化機構を明らかにする上で重要な発見です。

### 研究代表者

筑波大学生存ダイナミクス研究センター

小林 悟 教授

## 研究の背景

多くの有性生殖を行う生物には、メスとオスの二つの性があり、それぞれ卵と精子を形成します。これら卵と精子は、生殖細胞のもととなる始原生殖細胞からつくられます。ショウジョウバエでは、受精卵（胚）の後極に形成された始原生殖細胞は、胚発生過程においてメスあるいはオスに性が決まり、その性に従って、それぞれ卵や精子に分化（性分化<sup>注1</sup>）します。しかし、ショウジョウバエを含む多くの動物において、始原生殖細胞の性が決まり性分化する機構の詳細は未だ明らかにはなっていません。この機構を明らかにするためには、メスとオスの始原生殖細胞の間で差異を示す現象を探索し、その差異が生まれる機構や、その差異と性分化との関連を明らかにすることが重要です。

## 研究内容と成果

本研究グループは、ショウジョウバエを用いて、Gal4-UASシステム<sup>注2</sup>と呼ばれる遺伝子の発現ツールが、始原生殖細胞でも機能するかどうかを調べる過程で、始原生殖細胞が性分化を開始する時期の胚（後期胚）において、このシステムにより発現させた蛍光タンパク質の量が、メスに比べてオスで高くなる現象を発見しました。しかし、蛍光タンパク質のメッセンジャーRNA（mRNA）の量にはこのような差異がありません。このことは、mRNAが合成されたのちに性差が生じることを示唆しています。そこで、後期胚の始原生殖細胞における遺伝子の発現データを解析したところ、メスに比べてオスの始原生殖細胞において、翻訳活性<sup>注3</sup>に関わる遺伝子が高発現していることが分かりました。さらに、後期胚において、メスと比較してオスの始原生殖細胞において、タンパク質の合成活性が高いことも見いだしました。

以上の結果から、性分化を開始した始原生殖細胞において、メスに比べてオスでは、タンパク質の合成、すなわちmRNAの翻訳活性が高いことが明らかになりました（参考図）。タンパク質を合成する活性がメスとオスの始原生殖細胞で異なるという報告はこれまでになく、この成果は、性分化機構を明らかにする上で重要な発見であると考えられます。

## 今後の展開

本研究結果は、翻訳活性の違いにより、始原生殖細胞において発現する遺伝子に差異が生じ、メスあるいはオスの性分化が引き起こされることを示唆しています。今後、この翻訳活性の違いが、始原生殖細胞でどのように生じるのか、始原生殖細胞の性分化に関わっているのか、などを解析し、始原生殖細胞の性分化機構の解明を進める予定です。

## 参考図

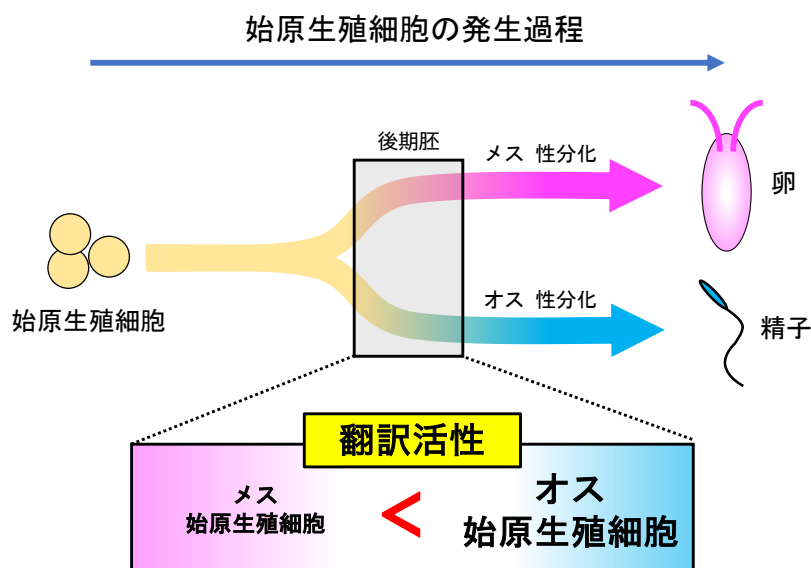


図 ショウジョウバエ始原生殖細胞における翻訳活性の性差

## 用語解説

### 注1) 性分化

決定された性に基づき、メスあるいはオスに特化した機能を持つ細胞へ分化する現象。ショウジョウバエの始原生殖細胞では、決定した性に基づいて卵や精子へと分化する。

### 注2) Gal4-UAS システム

酵母由来の転写を促進する Gal4 タンパク質を、特定の細胞で人為的に発現させ、UAS と呼ばれる DNA 配列を有する融合遺伝子を発現させる方法。ショウジョウバエの研究において広く用いられている。

### 注3) 翻訳活性

遺伝子発現の過程において、mRNA をタンパク質へ翻訳する活性のこと。翻訳活性が高くなると、翻訳が活発に行われ、タンパク質の合成量が多くなる。

## 研究資金

本研究は、科学研究費補助金 新学術領域研究「配偶子インテグリティの構築」(研究期間：平成 30～令和 4 年度) および筑波大学 TARA プロジェクト (学外) によって実施されました。

## 掲載論文

【題名】 Male-biased protein expression in primordial germ cells, identified through a comparative study of UAS vectors in *Drosophila*.

(UAS ベクターの比較解析において見出されたショウジョウバエ始原生殖細胞におけるオスに偏ったタンパク質発現)

【著者名】 Masaki Masukawa, Yuki Ishizaki, Hiroki Miura, Makoto Hayashi, Ryoma Ota and Satoru Kobayashi

【掲載誌】 Scientific Reports

【掲載日】 2021 年 11 月 2 日

【DOI】 <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00729-1>

問合わせ先

【研究に関すること】

小林 悟 (こばやし さとる)

筑波大学 生存ダイナミクス研究センター 教授

URL: <https://skob.tara.tsukuba.ac.jp/Top/index.html>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報室

TEL: 029-853-2040

E-mail: [kohositu@un.tsukuba.ac.jp](mailto:kohositu@un.tsukuba.ac.jp)