

第23回大学女性協会守田科学研究奨励賞受賞者

石川 麻乃 博士 国立遺伝学研究所ゲノム・進化研究系 助教

(東京大学大学院 新領域創成科学研究科 准教授 4月1日より)

専門分野：進化生物学

研究課題：魚類をモデルとする適応進化の遺伝基盤の解明

研究業績

生物がさまざまな環境で見せる適応進化メカニズムの理解は、私たちを取り巻く生物多様性の維持と保全に必要な不可欠である。中でも、生物がいつ、どこで生まれ、どのように成長して、繁殖し、死んでいくのかという生活様式は「生活史」と呼ばれ、各個体がどの程度多く子孫を残すことができるかに直結する。このため、生物はそれぞれの環境に適応する過程で、種や集団ごとに独自の生活史を持つよう進化してきた。このように生物が示す多様な生活史が、どのような遺伝的機構により進化してきたのかを理解することは、これらを保全していく上でも重要である。一方で、生活史は多数の遺伝子により複雑に制御されていると予測されることなどから、植物の開花時期など一部の例を除き、その遺伝的機構の多くが未解明だった。しかし近年、次世代シーケンサーやゲノム編集技術などの発展により、単純な生活史を持つ実験生物だけでなく、複雑で魅力的な生活史を示す野生生物でも、その進化を引き起こす遺伝子の同定が可能になりつつある。石川麻乃博士は、海より世界中の淡水域に進出し、独自の進化を遂げたトゲウオ科イトヨにこれらの最新技術を導入し、生活史の適応進化の分子遺伝機構を明らかにしてきた。

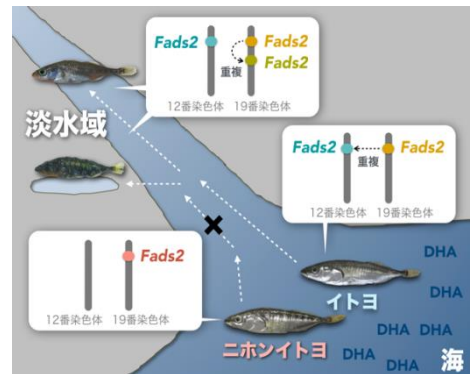


図1. *Fads2* 遺伝子を1つしか持たないニホンイトヨは淡水域へ進出できなかったのに対し、*Fads2* 遺伝子を2つ持つイトヨは、淡水域に進出できた。また、淡水進出後も、*Fads2* 遺伝子はさらに増加した。

その一例は、海水魚が淡水域へ適応するために必要な鍵遺伝子の発見である。鍵となったのは、必須脂肪酸「ドコサヘキサエン酸 (DHA)」を作るのに必要な *Fads2* 遺伝子だった。DHA は、本来、海の餌には多く含まれるが、淡水の餌にはあまり含まれない。石川博士は、トゲウオは *Fads2* 遺伝子の数を増やすことで、DHA の少ない淡水の餌でも生存し、淡水進出できるようになったことを明らかにした (図1)。*Fads2* 遺伝子は、他の幅広い種類の魚でも、海水に生息する種に比べ、淡水域に進出した種で増えていたことから、これまで何度も起こってきた魚の海から淡水域への進出の鍵となる役割を果たしてきたと考えられる (図2)。石川博士はこれ以外にも、繁殖期の長期化を引き起こす原因遺伝子の同定や、脳トランスクリプトームの適応進化の遺伝基盤についての研究などでも成果を上げ、自然環境下における生活史の適応進化の統合的な理解に貢献している。

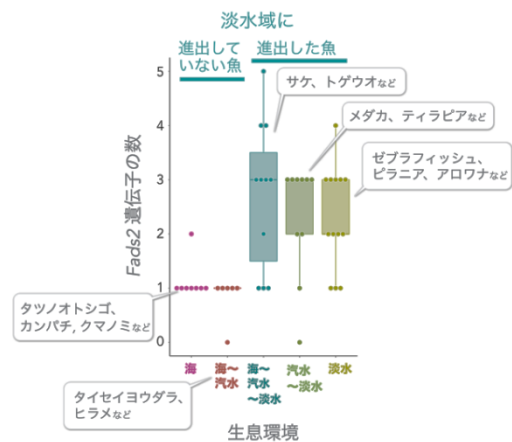


図2. さまざまな魚種の生息環境と *Fads2* 遺伝子の数。淡水域に進出していない魚に比べて、進出した魚では *Fads2* 遺伝子の数が多い。

第23回大学女性協会守田科学研究奨励賞受賞者

藤井 通子 博士 東京大学大学院理学系研究科 准教授

専門分野：天文学

研究課題：大規模シミュレーションを用いた恒星系の力学進化の研究

研究業績

星団や銀河のような数千から数百億個の星からなる系は恒星系と呼ばれる(図1)。恒星系は、互いの重力によって星一つ一つの軌道が変化していくことで、全体の形状が変わっていく(恒星系の力学進化)。宇宙の時間スケールは人類の歴史と比べて非常に長いため、人類は実際の恒星系の力学進化を直接観測することはできない。そのため、コンピュータを用いた数値シミュレーションは、宇宙の進化を理論的に調べるための強力なツールとなる。藤井博士は、重力多体シミュレーションという、星の軌道を計算し系全体の力学進化を追う大規模数値シミュレーションを用い、星団や銀河の力学進化を明らかにしてきた。

このような大規模シミュレーションのためには、スーパーコンピュータを効率よく利用することが不可欠である。藤井博士は、既存のアルゴリズムを発展させ、銀河とその中にある星団という密度や典型的な時間スケールの全く異なる二つの系を同じシミュレーションで、同時に精度良く計算する手法を開発した[1]。この手法は、現在、惑星形成や流体計算など、様々な分野に応用されている。

藤井博士は、最新のシミュレーションによって、半世紀前から論争であった暴走星(高速度で銀河内を移動する星)の起源が星団の中で形成した大質量星連星にあることを明らかにした[2]。近年の観測によって星団周りの暴走星が次々と発見され、その理論的予測が確かめられつつある。また、スーパーコンピュータを用いた銀河の研究では、円盤銀河の渦状腕(銀河の渦巻状の腕)の力学という1960年代から80年代にかけて盛んに研究された渦巻銀河を最新のシミュレーションによって再計算することで、これまで信じられてきた結果を覆し、銀河の渦状腕が長期間維持されることを示した[3]。

2016年以降、新しい観測衛星 Gaia が我々の住む銀河内の星の位置や速度の観測データを公開し始めたことにより、その比較対象として、シミュレーションの重要性がますます高まってきた[4]。「富岳」をはじめ、発展していくスーパーコンピュータを利用したより大規模な数値シミュレーションは、宇宙の進化の歴史の解明に寄与していくと期待される。

[1] Fujii, M., Iwasawa, M., Funato, Y. & Makino, J. (2007), Publications of the Astronomical Society of Japan, 2007, 59, p. 1095-1106.

[2] Fujii, M. S. & Portegies Zwart, S. (2011) Science, 334, p. 1380.

[3] Fujii, M. S., Baba, J., Saitoh, T. R., Makino, J., Kokubo, E. & Wada, K. (2011), The Astrophysical Journal, 730, id. 109, 14 pp.

[4] Fujii, M. S., Bédorf, J., Baba, J. & Portegies Zwart, S. (2019), Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 482, 2, p.1983-2015.



図1：銀河とそこにある星団