



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Expanded song learning capacity in interspecies hybrid songbirds [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	柴田, ゆき野
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(生命科学)
Dissertation Number	甲第16287号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95453
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Yukino_Shibata_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士(生命科学) 氏 名 柴田 ゆき野

学 位 論 文 題 名

Expanded song learning capacity in interspecies hybrid songbirds
異種間雑種歌鳥の歌学習能力拡張についての研究

本研究の目的は鳴禽類の歌学習能力の種間多様性をもたらす神経分子基盤の理解である。鳥類スズメ目に属する鳴禽類（歌鳥）は音声学習動物の中で最も種間多様性が顕著な系統である。過去の研究から、歌学習における種特異的な拘束性が存在すること、および脳内の歌学習とさえずり制御に特化した神経回路ソングシステムにおける遺伝子発現パターンの種差が歌の種差に関与することが示唆されていたが、ソングシステムを構成する歌神経核においてどの細胞タイプがそうした種特異的な遺伝子発現パターンを示しているのか、またどのようなメカニズムで歌学習能力が制御されるのか分かっていない。この課題に取り組むにあたって、種間ハイブリッド個体が有用な研究対象である。一般的に種間ハイブリッドでは各親種に比べて行動表現型に幅広い個体差が見られ、これを利用して親種と比較したトランスクリプトームパターンの変化と行動表現型の個体差の対応関係を調査することができる。本研究では歌の特徴が異なる 2 種キンカチョウ (*Taeniopygia guttata*) とサクラスズメ (*Aidemosyne modesta*) の F₁ ハイブリッドを対象として歌学習とその制御に関わるソングシステムの神経解剖学的特徴、及びトランスクリプトームを調べた。

第一章において、聴覚学習環境統制下で F₁ ハイブリッドがどのような歌学習を行うか親種と比較し、検証した。親種のキンカチョウとサクラスズメはそれぞれ自種の歌を選択的に学習するか、手本歌を習得せず新規の音素を発達させる傾向が見られた。一方で F₁ ハイブリッド群の 50% 以上は習得した音素レパートリー数が両親種より多く、特徴が異なる両親種の歌手本を習得する個体が見られた。さらに、親種とも歌の特徴が異なる非血縁種の歌に対しても、音素音響特性、音素配列パターン、歌のバウト（途切れずに一息で歌う長さ）において両親種よりも正確な模倣能力を示し、拡張した歌学習能力をもつことが分かった。

第二章においては、この歌学習能力拡張が異種間交配によりもたらされた歌神経核の体積または神経細胞数の増加（雑種強勢）に由来するという作業仮説を検証した。過去の研究から、ソングシステムの運動性神経回路を構成する歌神経核 HVC や RA の体積・神経細胞数は各種の音素レパートリーおよび歌レパートリーサイズと正の相関があることが示唆されていた。この傾向が本研究の親種と F₁ ハイブリッドの比較においても該当するか検証し、加えてその他の歌神経核における違いがみられるかを検証するため、主要な 5 つの歌神経核の断面積と神経細胞密度を測定し、これらから推定した歌神経核体積と神経細胞総数を比較した。しかし、F₁ ハイブリッドにおいてはいずれの形質も親種の間程度であり、このほか、興奮性と抑制性の神経細胞比率においても有意な差はなかった。

第三章では、ソングシステムを構成する歌神経核および同種歌の聴覚認識や歌手本の記憶に関与する聴覚領域を対象として、細胞タイプ別にトランスクリプトームパターンの比較を行った。その結果、ソングシステムにおいて音素音響特性・音素配列の制御中枢である発声運動神経回路を構成する歌神経核 HVC および RA 内の興奮性投射神経のトランスクリプトームパターンにおいて親種間の種差および F₁ ハイブリッドの特異性が顕著であった。このトランスクリプトームパタ

ーンの特異性に寄与しているのが、F₁ ハイブリッドにおいて両親種の遺伝子発現量の平均値から逸脱した発現レベルを示す非相加的発現遺伝子であり、イオンチャネルを含む膜貫通輸送タンパク、神経伝達物質やシグナル伝達物質の受容体といった神経発火特性に関わる分子が多く含まれることが分かった。また、これらの遺伝子群の一部の発現レベルはF₁ ハイブリッド群において手本歌からの習得音素数と相関を示した。

以上の研究により、歌鳥の異種間交配によって両親種の学習傾向から予測される範囲を逸脱した歌学習能力が獲得される事例が示された。また、ソングシステムの発声運動神経回路でさえずり制御の中心的機能を担う興奮性投射神経において、F₁ ハイブリッドの歌学習能力拡張に関与すると考えられるトランスクリプトームパターンの特異性が明らかとなった。これらの結果は、歌学習能力の種間多様性の進化について理解する上で、多様な歌パターンに対する学習の許容度の種差に関わる神経分子メカニズム解明の糸口となる。