

別紙 4

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

主 論 文 の 要 旨

論文題目 ショウジョウバエにおける求愛歌情報を処理する聴覚神経回路の
進化的保存性と多様性

氏 名 大橋 拓朗

論 文 内 容 の 要 旨

多くの動物種において聴覚は、同種間での意思伝達に重要な役割を果たしている。このような音を用いた意思伝達を「聴覚コミュニケーション」と呼ぶが、そこで用いられる音シグナルは、近縁種間でも多様化している。例えば、同じショウジョウバエ科に属するキイロショウジョウバエとオナジショウジョウバエのオスは、求愛中に羽を震わせて、種に固有のリズムを持つ「求愛歌」と呼ばれる音シグナルを発する。「求愛歌」を受け取る側であるメスのハエは、同種のリズムの求愛歌を聞いたときに選択的に交尾受容性が上昇する。このことは、これら近縁種間で、歌のリズム情報を処理する神経回路が分化していることを示唆している。

歌のリズム情報処理機構については、モデル生物であるキイロショウジョウバエを用いて、これまで神経回路レベルでの解明が進んできた。しかし非モデル生物であるオナジショウジョウバエにおいては解析が遅れているため、この神経回路がどのように種間で多様化したかについては分かっていなかった。申請者は本研究において、最新の分子遺伝学を駆使してこの謎の解明に取り組んだ。

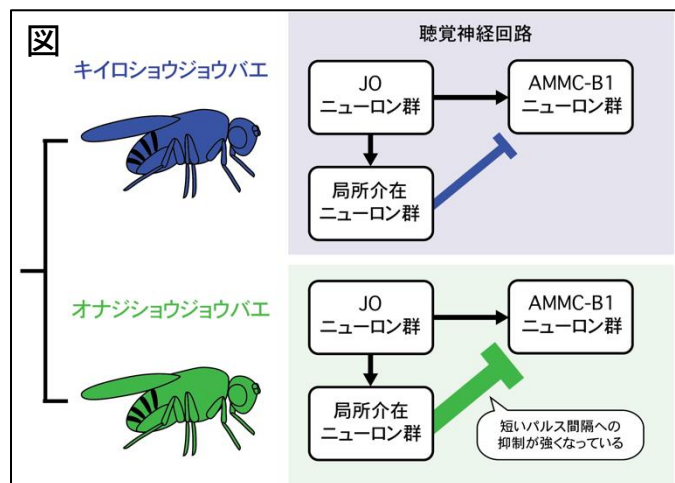
まず申請者は、ショウジョウバエのメスの歌リズム選好性を種間で比較するため、両種のメスに様々なリズムの人工求愛歌を聞かせたときの交尾率を観察した。その結果、キイロショウジョウバエとオナジショウジョウバエのメスは、それぞれ同種のリズムの人工求愛歌を受容した際に最も交尾率が高くなる傾向を示した。この傾向を統計学的に種間比較するため、Cox 比例ハザードモデルを用いて検定したところ、オナジショウジョウバエとキイロショウジョウバエには求愛歌のリズム選択性に有意な種間差があることが判明した。この結果は、これらの2種のハエにおいて、求愛歌情報を処理する聴覚神経回路が種間で異なっている可能性を示す。

そこで、聴覚神経回路の最も低次のニューロン群である JO ニューロン群と主要な二次聴覚ニューロン群である AMMC-B1 ニューロン群の特性を体系的に種間比較した。まずは神経線維の投射形態を比較したところ、JO ニューロン群や AMMC-B1 ニューロン群の

投射形態は、種間でよく類似していた。また抗体染色により、これらのニューロン群は両種ともコリン作動性ニューロン群であると推定された。これらの結果は、JOニューロン群と AMMC-B1 ニューロン群の基本的特性は種間で保存されていることを示唆している。次に、両者の応答特性を、カルシウムイメージング法を用いて比較した。その結果、キイロショウジョウバエの AMMC-B1 ニューロン群は、オナジショウジョウバエのものと比較すると、低周波数の音にわずかに強く応答することを見出した。さらに、AMMC-B1 ニューロン群のリズム応答特性は種間でほぼ保存されているものの、オナジショウジョウバエの AMMC-B1 ニューロン群の短いリズムのパルス歌に対する相対的な応答が、キイロショウジョウバエのそれよりも低減していることも発見した。以上の結果は、両種の聴覚神経回路の低次部分の特性は種間でほぼ保存されているものの、求愛歌のリズム情報の処理特性が、種間でわずかに分化していることを示唆している。

最後に申請者は、このリズム情報の処理の種間差が、どのような神経メカニズムの違いによってもたらされているかを、既知の回路構造をベースにした数理モデリングで推定した。AMMC-B1 ニューロン群の応答特性に JO-B ニューロン群からの興奮性入力と、以前の論文により同定されている局所介在ニューロン群からの抑制性入力を組み合わせた山なりの曲線となる関数を、ベイズ推定を用いてフィッティングした。その結果、オナジショウジョウバエの応答曲線のピークがキイロショウジョウバエよりも遅いリズムの方向にシフトしていた。また、個々のパラメータを比較すると、オナジショウジョウバエの AMMC-B1

ニューロン群への抑制性入力を表すパラメータのひとつがキイロショウジョウバエより 2 倍ほど大きいと推定された。このことは、短いリズムの求愛歌を聞いたときのオナジショウジョウバエの AMMC-B1 ニューロン群に対する局所介在ニューロン群からの抑制性入力、キイロショウジョウバエよりも強く働いている可能性を示す (図)。



これらの結果により申請者は、キイロショウジョウバエとオナジショウジョウバエの脳における求愛歌情報処理の分化が比較的末梢器官に近い二次聴覚ニューロン群ですでに存在することを示した。本研究は、同種の音シグナルを処理する聴覚神経回路がどのように種間で多様化したのかを、ニューロンの応答性レベルで明確に示した最初の例である。