

海外特別研究員最終報告書

独立行政法人日本学術振興会 理事長 殿

採用年度 令和 1 (2019) 年度

受付番号 201960384

氏名 小川直記

(氏名は必ず自署すること)

海外特別研究員としての派遣期間を終了しましたので、下記のとおり報告いたします。

なお、下記及び別紙記載の内容については相違ありません。

記

1. 用務地（派遣先国名）用務地：リバーサイド（国名：アメリカ合衆国）

2. 研究課題名（和文）※研究課題名は申請時のものと違わないように記載すること。

飛翔機能からの解放がもたらしたカムシ類胸部の機能的多様化プロセスの検証

3. 派遣期間：令和 1 年 6 月 2 日～令和 2 年 3 月 20 日

4. 受入機関名及び部局名

Department of Entomology, University of California, Riverside

5. 所期の目的の遂行状況及び成果…書式任意 **書式任意(A4 判相当 3 ページ以上、英語で記入も可)**

(研究・調査実施状況及びその成果の発表・関係学会への参加状況等)

(注)「6. 研究発表」以降については様式 10-別紙 1~4 に記入の上、併せて提出すること。

【研究実施状況】

① 概要

本研究課題において派遣者は、米国内でも有数の昆虫学研究施設を擁している University of California, Riverside のカメムシ類体系学研究室（受け入れ研究者: Dr. Christiane Weirauch）に所属し、主としてカメムシ類の形態および機能データの構築・処理を行った。派遣者が所属した研究室では、受け入れ研究者である Weirauch 教授のもと、半翅目カメムシ亜目を主な対象として分類・系統・生態学をカバーする幅広い研究を行っており、当該分野において目覚ましい成果をあげている。また、Weirauch 教授自身も、カメムシ亜目昆虫の分類・系統学分野における国際的プロジェクトを数多く経験してきた実績があり、本申請課題の遂行に適切な環境が整っていた。

② 本研究課題の背景

昆虫は、全ての真核生物の 4 分の 3 を占めるほどの莫大な種多様性を持っている。昆虫がこれほどまでに大きな種多様性を実現した要因は、現在に至るまで生物学者の興味を惹き続けてきた。

一般的に、環境に対して有利な新奇形質を獲得することは、生物の適応放散を促進し、種多様化を促進する大きな要因の一つであるとされている。昆虫においても、胸部に発生した翅という新奇形質の獲得が飛翔という効率的な移動手段を与え、その適応放散に大きく寄与したという仮説は広く受け入れられている。さらには、現在身近に見られる様々な昆虫を見てもわかるとおり、翅そのものの色彩や形態・飛翔能力も新奇形質によって多様化が進んでおり、頭部や腹部においても、その大あごや交尾器を始めとして様々な新奇形質の獲得が起きていることから、盛んに研究が進められている

しかし、翅を持つ胸部そのものにおいては、ほとんどの昆虫において飛翔と歩行を司るパートのみが大部分を占めており、他の部位に比べると形態的・機能的な多様性は低い。だが、胸部のこのような多様性の低さについては、これまでにほとんど顧みられてこなかった。

このような胸部機能の多様性の低さの要因として派遣者は、これまでの研究や予備観察の結果から、「胸部内の大部分を占めている飛翔筋が容積的な制約となっている」という仮説に至った。そこで派遣者は、飛翔機能が胸部の機能的な多様化に与えている制約と、制約から解放された胸部が多様化するプロセスを解明することを目的とし、本研究課題の提案を行った。

これらを明らかにするためには、胸部機能が多様化している昆虫を材料として、新奇機能の獲得前後の形態変化を外群等との関係から抽出し、飛翔筋が持つ制約との相関を明らかにする必要がある。そこで派遣者は、跳躍・臭腺・遊泳といった多様な機能が胸部内に獲得されているカメムシ類昆虫に注目し、分子系統構築や形態観察、相関関係の推定を行い、先に述べた仮説を検証することを研究の主たる作業と位置付けた。

③ 実施した研究内容

派遣1年目においては、分子系統樹の作成および形態データの収集・構築を予定していた。

分子系統樹については受け入れ機関およびその共同研究者において既に作成が開始され、作業が進んでいたことから、先行して形態データの構築に着手した。形態データ構築においては、2ステップの作業を行った。すなわち、 μ CT (Spring-8) でサンプルをスキャンして得られた生データを、プログラムで処理して断層画像を生成する第一段階、そして得られた断層画像を形態解析に用いやすい3D像（図1）へと再構築する第二段階である。 μ CTの撮影も予定していたが、派遣に先立ち撮

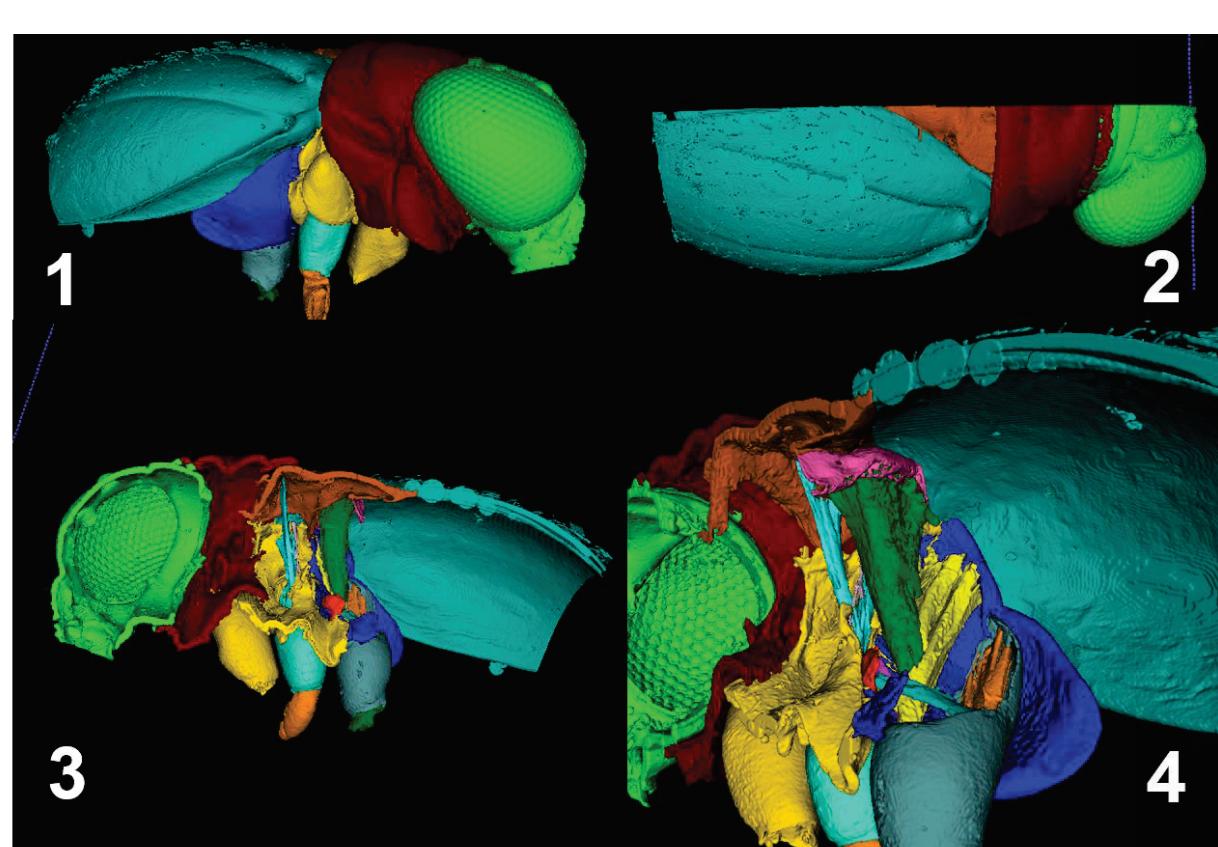


図1. 再構築したサンゴカメムシ（サンゴカメムシ科）の3D像。主要な構造のみを示した。1, 側面。2, 背面。3, 内部の概観。4, 胸部内部の概観。

影の機会が得られ、データの収集ができたことから、派遣期間中には行わなかった。

再構築作業については、カメムシ類のほか、類似機能を持つ他の昆虫や、外群となる昆虫のデータについても同様に行った。また、作業と並行して、筋肉の同定など、得られた形態データの解釈を適宜進め、必要に応じてサンプル標本の参考等も行った。さらに、東京大学工学部・新山龍馬講師らの協力を得て、スーパーハイスピードカメラを用いた跳躍機能の高速度撮影を行うことができ、カメムシ類および外群、類似機能を持つ昆虫について、形態データの解析を助ける跳躍機能の動画データを収集することができた（図2）。

加えて、現地機関および共同研究者の協力のもと、アフリカ・ルワンダでの野外調査を行う機会に恵まれた。コロナウイルス流行の影響により輸出許可手続きが停滞しており、現時点において採集されたサンプルは到着していないが、有用なサンプルや知見を多数得ることができた。また、派遣者がこれまでに行ってきました研究に関する概要について、派遣期間中に執筆・投稿を行い、学会誌に1報発表した。

④まとめ

本研究課題については、当初予定されていた派遣期間を730日から293日へと短縮したため、研究内容の全てを終了することはできなかった。ただし、データの収集や処理、条件検討についての進捗は得られたため、今後も継続して研究を取り進めたい。また、参加予定だった学会についてもコロナウイルス禍により中止等の影響が出ているが、発表準備が整ったものから順次発表していくと考えている。

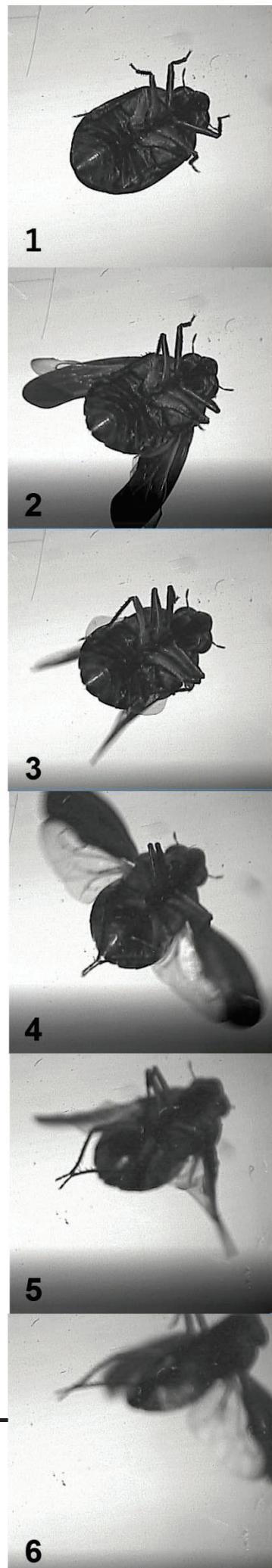


図2. メミズムシ（メミズムシ科）の跳躍を捉えたスローモーション動画のキャプチャ画像。概要を示した図であり、各画像の時間間隔や切り出し位置等は一定ではない。