

ダイバーシティ事業 国際共同研究PI養成プログラム(2021年度分)

報告日:2022年3月30日

期間中に行ったオンライン国際共同研究に関して、研究成果、今後の研究の見通し、研究成果の発表予定について具体的に記入してください。

適宜、行を追加してください。

派遣者所属名	理学研究科
派遣者氏名	佐倉 緑
研究タイトル	セイヨウミツバチにおける採餌経験と巣内行動との関係の解析
研究目的	ミツバチはその優れた学習能力によって蜜源の場所を覚え、その場所を巣仲間に「8の字ダンス」によって伝えることで、コロニーとして効率的な採餌を実現している。ミツバチのダンスコミュニケーションについてはこれまで、主に信号の発信者である「ダンスバチ」に着目した研究が行われており、実際にダンスによってリクルートされる「追従バチ」が自身の採餌場所をどのように決定するのかについては明らかとなっていない。そこで我々は、個体ごとに識別可能なタグを装着した働きバチを導入したコロニーを用い、各個体の全出巣と餌場訪問の履歴を記録するとともに巣内での行動を暗視カメラで常時記録する実験系を確立した。本研究では、個体の採餌履歴と巣内でのダンス追従行動や栄養交換などの社会行動との相互作用を網羅的に解析し、個々の採餌バチの意思決定に関与するファクターを明らかにすることを目的とする。
研究報告 (内容および成果) 2000字以内	<p>ドイツ郊外の自然蜜源の無い牧草地にミツバチコロニー、コロニーから北および東に500mの距離に採餌用の人工フィーダーをそれぞれ1つずつ設置し、採餌訓練を行った。個体の採餌経験と巣内での行動との関連を探索するため、コロニー内の働きバチは個体識別ができるようにIDタグで管理し、各個体の餌場への訪問を目視で、出巣・帰巣・巣内での行動を小型暗視カメラとRaspberry Piで構築した録画システムでそれぞれ記録した。</p> <p>働きバチは日齢によって内勤から外勤へとタスクを変化させることが知られている。そこで、個体の成長過程で行動が最も劇的に変容すると予測される、各個体が外勤として初めて採餌に成功した時点、つまり、初めてフィーダーでの採餌が確認された時点に着目し、その前後の巣内行動のビデオから、画像解析によって個体ごとの巣内行動を解析した。その結果、初採餌成功のおよそ30分前からダンスの追従行動が有意に増加することが明らかとなった。しかし、実際に訪問したフィーダーを示すダンスだけでなく、もう片方のフィーダーを示すダンスに対しても同じような追従を示しており、訪問する餌場を追従したダンスによって取得した情報のみで決定している訳ではないことも示された。また、出巣と帰巣のタイミングから1回の採餌にかかった時間と次の採餌までにかかる時間を解析したところ、初採餌成功にともない、どちらも有意に短くなることが明らかとなった。採餌時間の短縮はフィーダーの場所記憶によるナビゲーション行動の成熟を、採餌間隔の短縮はダンス追従等の巣内行動の減少をそれぞれ反映していると考えられる。以上の結果から、ダンス追従・採餌時間・採餌間隔の3種類のパラメータによって個体の初採餌の時点がある程度予測できることが明らかとなった。現在は、この内勤から外勤へのタ</p>

	<p>スク変化にともなって脳内で起こる可塑的な変化をとらえるための生理学的な実験をすすめている。</p> <p>加えて、日本でもドイツと同様な行動解析を行うため、新たな観察用の巣箱を構築した。これまでビデオで確認していた出巢と帰巢のタイミングを半自動的に検出できるように、RFIDタグによる出巢・帰巢記録系を確立した。働きバチの胸部背板に微小RFIDタグを接着し、巣門の2箇所に設置したタグリーダーによるIDの読み込みとその順番から、出巢と帰巢を明確に区別できることが確認できたため、羽化してすぐの個体にタグを装着した際の、個体のタスク変容や行動そのものへの影響について検討中である。</p>
<p>今後の研究の見通し</p>	<p>ダンス追隨行動の解析から、追隨バチは訪問するフィーダー以外を示すダンスも追隨することが明らかとなったため、ドイツ側で解析中の個体の飛行軌跡のデータと合わせることで、各個体が事前に探索した空間範囲と追隨したダンス、最終的に訪問したフィーダーとの関係を調査することで、訪問餌場の決定に関わるファクターを探る。また、栄養交換等のダンス以外の巣内行動と採餌行動との関連についても解析する予定である。これらのデータを総合して、採餌バチによる自身の経験に基づく採餌記憶と社会的情報との統合とそれによる意思決定機構のメカニズムの一端を明らかにしたい。</p> <p>また、本研究から派生したテーマとして、働きバチの内勤から外勤へのタスク変化にともなって脳神経系内で生じる可塑性の解明を計画している。先行研究から、内勤バチと外勤バチでは脳内の記憶に関わるニューロパイルの容積が増加することが明らかとなっている。これはおそらく巣外での飛行経験を通して、巣の周囲の空間認識をはじめとする様々な記憶が形成されることに起因すると考えられるが、その詳細については未解明な点が多い。そこで、初採餌成功前後の個体を用いて、形態学および生理学的実験を行う予定である。</p>
<p>研究成果の発表予定</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・成果の一部は、すでにドイツ側の研究者を筆頭著者とした国際共著論文として発表準備中(雑誌未定)。 ・本報告書に記載の内容を、2022年の7月に開催されるInternational Congress Neuroethologyにて、筆頭著者(equally contribution)として発表予定。 ・本報告書に記載の内容と今後の成果について、筆頭著者(equally contribution)として国際誌にて発表予定(雑誌未定)。

オンライン共同研究終了後の研究の見通し(2022年3月現在)

今回のプロジェクトは高調波レーダーなどの大規模な設備を必要とするため、国内ではなかなか実現することができないテーマであった。今回、国際共同研究としてすすめることができたため、これを足掛かりとして同様な(少し規模を小さくした)実験系を立ち上げる基盤ができたと考えている。また、共同研究先の若手研究者との交流ができたため、本プロジェクトから派生したテーマをいくつか立ち上げることができると期待している。