

## 平成22年度学融合推進センター学融合研究事業 成果報告書

研究テーマ名称	鱗翅目チョウ類のオプシンにおける遺伝子重複と色覚の変化
応募事業区分	女性研究者研究支援事業
申請代表者氏名	栗田ひろ子

## ○ 研究状況報告

本研究は、チョウ類のオプシンを用いて、遺伝子重複による遺伝子の機能変化、生物の行動の変化までを解明するものである。そのために、①系統関係を考慮した鱗翅目約20種のオプシンの同定による遺伝子重複の状況の把握、②オプシン発現パターン解析による視細胞の分光感度（機能）の予測、③トランスジェニック法によるオプシンの機能解析を行っている。現在、①に関しては、当初予定の約20種のうちの13種に加え、更に4種のオプシンの同定を終えた。その結果アゲハチョウ科・シロチョウ科におけるおおよそのオプシンの重複の状況を把握することができた。さらに詳細に調べるために、10種ほどの種の収集を開始させ、mRNAの単離・オプシンの同定を行う予定である。また②に関しては、①で解析したうちの数種においてオプシンの発現パターンを詳細に解析した。その結果、複眼の領域ごとにオプシンの発現パターンが異なる傾向が見られ、更に多くの種でもその傾向が見られるかどうか解析を進めている。③に関しては現在、モンキチョウの青オプシン2種(CeV1・CeV2)をそれぞれ発現させたショウジョウバエを作成し、かけ合わせで内在性のオプシン(Rh1)や色素を欠損させた系統を確立させている（大阪市大との共同研究である）。CeV1に関しては、CeV1発現の内在性Rh1・色素欠損株が確立でき、網膜電位の測定を開始している。

## ○ 当該事業年度において達成された研究成果

- ①アゲハチョウ科・シロチョウ科、双方で特定のオプシンのみが繰り返し重複しており、その重複の度合いは、族または亜科レベルで保存されている。
- ②複眼の領域ごとに視細胞のオプシンの発現パターンが異なり、部域ごとの視細胞の機能が異なると推定される。
- ③ショウジョウバエの複眼で発現できる発現ベクターにチョウ類オプシンを乗せ、ショウジョウバエの複眼でチョウ類オプシンを発現させることに成功した。
- (①-②の一部の内容を、日本比較生理生化学会や国際神経行動学会で発表した。)

## ○ 本研究を基に発表した論文と掲載された雑誌名等のリスト（論文があれば添付）

Awata H, Matsushita A, Wakakuwa M, Arikawa K. 2010. Eyes with basic dorsal and specific ventral regions in the glacial Apollo, *Parnassius glacialis* (Papilionidae). **J Exp Biol** 213:4023-4029

## 平成23年度学融合推進センター学融合研究事業 成果報告書

研究テーマ名称	鱗翅目チョウ類のオプシンにおける遺伝子重複と色覚の変化
応募事業区分	女性研究者研究支援事業
申請代表者氏名	栗田ひろ子

## ○ 研究状況報告

本研究では、チョウ類のオプシンを用いて、遺伝子重複による遺伝子の機能変化、視細胞の機能変化までを一貫して解明することを目指した。そのために、①系統関係を考慮した鱗翅目約20種のオプシンの同定による遺伝子重複の状況の把握、②オプシン発現パターン解析による視細胞の分光感度(機能)の予測、③トランスジェニック法によるオプシンの機能解析を行った。

①に関しては、アゲハチョウ科・シロチョウ科におけるオプシンの詳細な重複を把握したのみならず、外群のガの系統及びセセリチョウ科では全く重複が見られないこと、シジミチョウ科ではウラギンシジミ亜科の分岐後にその他のシジミチョウ科で青受容型Bの重複が起きたことなどが明らかになった。またアゲハチョウ科の長波長受容型L・シロチョウ科の青受容型Bは何度も重複を繰り返し、アゲハチョウ科のLは緑受容型と赤受容型とに、シロチョウ科のBは紫受容型と青受容型に機能分化しているが、それぞれの受容型の機能を決定づけるアミノ酸残基は、アゲハチョウ科の場合はかなり保存されているが、シロチョウ科の場合はあまり保存されておらず、種特異的な変異が見られた。

②に関しては、重複が起きている種において複眼の領域ごとにオプシンの発現パターンが異なっていることを発見した。概して、複眼の背側領域では重複が起きていない種と同様の発現パターンを有しており、祖先的な発現パターンを残し空からの情報(偏光など)を集める領域と考えられた。反対に腹側領域では獲得した重複オプシンの利用・複数オプシンの共発現などによる、受容体の多様化が見られ、色覚に特化させた領域であると捉えることができた。

③に関しては、当初の予定よりも機能解析を進めることはできなかったが、モンキチョウのもつ3種類の青受容型の機能を同定することができた。これに関しては、発現ベクターやインジェクションに用いるハエの系統を変えるなどの改善を試みており、今後はスピードアップできるものと期待している。

## ○ 当該事業年度において達成された研究成果

- ①-1 アゲハチョウ上科の各科及び外群のガ・セセリチョウ科のオプシン重複の解明、及び、アゲハチョウ科・シロチョウ科における度重なる重複の詳細な解明
- ①-2 アゲハチョウ科・シロチョウ科における重複オプシンの機能決定アミノ酸の進化過程の解明
- ② 複数の部域ごとの発現パターンと機能の違いの解明：背側領域は空からの情報を集める領域、腹側領域は色覚に特化した領域

(様式 3)

平成23年度学融合推進センター学融合研究事業 成果報告書

③ モンキチョウの3種類の青受容型のトランスジェニック法による機能の解明

○ 本研究を基に発表した論文と掲載された雑誌名等のリスト (論文があれば添付)

Atsuko Matsushita, Hiroko Awata, Motohiro Wakakuwa, Shin-ya Takemura and Kentaro Arikawa  
Rhabdom evolution in butterflies: inferences of the uniquely tiered and heterogeneous  
ommatidia of the Glacial Apollo butterfly, *Parnassius glacialis* (Papilionidae) (査読中)