

自己評価報告書

平成 23年 5月 12日現在

機関番号：13601

研究種目：若手研究 (A)

研究期間：平成20年度～平成23年度

課題番号：20687005

研究課題名 (和文) 昆虫類多様化の鍵を握る「翅の起源」に関する比較発生学的研究

研究課題名 (英文) Comparative embryological study for the origin of insect wings

研究代表者 東城 幸治 (TOJO KOJI)
信州大学・理学部・助教

研究者番号：30377618

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生物多様性・分類

キーワード：進化、多様性、昆虫、翅の起源、比較発生

1. 研究計画の概要

昆虫類は、種数において全生物種群の半数以上を占める最も多様化した生物群である。この種多様性の獲得において最重用視されている「翅の起源」に関し、比較発生学的・発生遺伝学的手法の基に究明する。

具体的には、発生学のモデル生物のみならず、有翅昆虫類の最ベーサルクレードに位置づけられるカゲロウ目昆虫類を対象に、その胚発生過程における形態形成、ならびに形態形成における遺伝的基盤を追究し、ショウジョウバエなどのモデル生物における発生遺伝学的基盤との比較検討をすることで、「翅の起源」に関するグラウンドプランを究明する。

2. 研究の進捗状況

系統進化的鍵分類群 key taxon を対象とした、すなわち非モデル生物を用いた発生遺伝学的研究であるため、当初、実験手法等の面で難航する部分もみられたが、先ず、第一段階として、カゲロウ類 (フタスジモンカゲロウ *Ephemera japonica*, アカツキシロカゲロウ *Ephoron euphilum*, オオシロカゲロウ *Ephoron shigae*, オビカゲロウ *Bleptus fasciatus*) の胚発生における形態形成に関しての一定の成果を得ることができた (Tojo, 2009)。さらに、これらのうち、最も発生遺伝学的研究に取り組みやすかったアカツキシロカゲロウを対象に、胚発生ステージの付属肢-翅形成に深く関与すると考えられる遺伝子群 *Distal-less*, *wingless*, *vestigial*, *apterus* のクローニングに成功した。次いで *in situ* ハイブリダイゼーション法により、胚発生におけるこれらの遺伝子群の発現パターンを明らかにした。こ

の成果は、翅を獲得する以前の原始的昆虫類であるイシノミ類 (ヒトツモンイシノミ *Pedetontus unimaculatus*) における発生遺伝的知見やモデル生物であるキイロショウジョウバエ *Drosophila melanogaster* における知見と併せて議論を行い、翅の起源に関するこれまでの2つの解釈 (背板伸長起源説 vs. 付属肢基部の *exite* 構造起源説) は排他的なものではなく、両要素が融合して形成された *dual module* 説が最も妥当であるとの結論を導いた。そして、この研究が *Evolution & Development* 誌に受理されるなど、一定の成果を得たものと考えられる (Niwa *et al.*, 2010)。

以上のように、本研究に関しては、当初の計画通り、たいへん順調に展開できていると自己評価している。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している

先の項目において述べたようにこれまでの研究は、当初、申請段階で描いていたようなペースで順調に展開できていると考えている。

さらに、当初の計画にはなかったことであるが、新規モデル生物であるカブラハバチにおける研究にも着手し、ショウジョウバエを対象とした研究では困難である、付属肢形成の分子基盤と形態形成の関連性を追究することにも一定の成果を得、一部の知見が *Development Genes and Evolution* 誌に受理された (Oka *et al.*, 2010)。

予定した以上に計画が達成できていると自己評価する。

4. 今後の研究の推進方策

新規モデル生物であるカブラハバチを対象とした発生遺伝学的研究が一定の成果を得、この胚発生において鍵遺伝子の発現パターンを抑えるのみならず、遺伝子導入系を用いた特定遺伝子の強制発現（ノックイン）やRNAi法を用いた特定遺伝子の機能阻害（ノックアウト）の技術も確立されつつある。

今後は、これらの技術を鍵分類群であるカゲロウ類においても適応することで、よりダイレクトな遺伝的基盤の理解に繋がるものと期待している。

5. 代表的な研究成果

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 8 件）

- 1) Niwa N, Akimoto-Kato A, Niimi T, Tojo K, Machida R and Hayashi S (2010) Evolutionary origin of the insect wing via integration of two developmental modules. *Evol. Dev.* 12:168-176.
- 2) Sekine K and Tojo K (2010) Potential for parthenogenesis of virgin females in a bisexual population of the geographically parthenogenetic mayfly *Ephoron shigae* (Insecta: Ephemeroptera, Polymitarcyidae). *Biol. J. Linn. Soc.* 99:326-334.
- 3) Sekine K and Tojo K (2010) Automictic parthenogenesis of a geographically parthenogenetic mayfly, *Ephoron shigae* (Insecta: Ephemeroptera, Polymitarcyidae). *Biol. J. Linn. Soc.* 99:335-343.
- 4) Oka K, Yoshiyama N, Tojo K, Machida and Hatakeyama (2010) Characterization of abdominal appendages in the sawfly *Athalia rosae* (Hymenoptera), by morphological and gene expression analyses. *Dev. Genes Evol.* 220:53-59.
- 5) Tojo K, Tanaka Y, Kuranishi RB and Kanada S (2010) Reproductive biology and adaptability of the invasive alien freshwater amphipod *Crangonyx floridanus* (Crustacea: Amphipoda, Crangonctidae). *Zool. Sci.* 27:522-527.
- 6) Nagakubo A, Sekine K, Tanaka Y, Kuranishi RB, Kanada S and Tojo K (2011) Rapid expansion of the distributional range and the population genetic structure of the freshwater amphipod *Crangonyx floridanus* in Japan. *Limnology* 12:75-82.
- 7) Ogitani M, Sekine K and Tojo K (2011) Habitat segregation and genetic relationship of two heptageniid mayflies, *Epeorus latifolium* and *Epeorus l-nigrus*, in the Shinano-gawa River basin. *Limnology* (in

press; オンライン版では公開済)

- 8) Tojo K (2009) Palaeoptera or Metapterygota? A comparative embryological approach. *Proc. Arthropod. Embryol. Soc. Jpn.* 43:43-55.

など

〔学会発表〕（計 6 件）

- 1) Tojo K and Miyairi K (2008) 'Exite'-like structures on the thoracic appendicular bases of the mayfly *Bleptus fasciatus* Eaton (Ephemeroptera: Heptageniidae). 23rd International Congress of Entomology. Durban, South Africa.
- 2) Machida R, Uchifune T and Tojo K (2008) Egg structure and embryological features of heel-walkers (Mantophasmatodea). 23rd International Congress of Entomology. Durban, South Africa.
- 3) Tojo K and Miyairi K (2008) 'Exite'-like structures on the thoracic appendicular bases of a headwater-specific mayfly *Bleptus fasciatus* Eaton (Ephemeroptera: Heptageniidae). 16th International Symposium on Plecoptera & 12th International Conference on Ephemeroptera, Stuttgart, Germany.
- 4) Sekine K and Tojo K (2008) Potential for parthenogenesis of females in a bisexual population of the geographically parthenogenetic mayfly *Ephoron shigae* (Polymitarcyidae). 16th International Symposium on Plecoptera & 12th International Conference on Ephemeroptera, Stuttgart, Germany.
- 5) Tojo K and Miyairi K (2009) 'Origin of the insect wings' –An embryological approach of mayflies. The 4th Symposium of the Aquatic Entomological Societies in East Asia, Khon Kaen, Thailand.
- 6) Sekine K and Tojo K (2009) Potential for parthenogenesis of females in a bisexual population of the geographically parthenogenetic mayfly *Ephoron shigae* (Polymitarcyidae). The 4th Symposium of the Aquatic Entomological Societies in East Asia, Khon Kaen, Thailand.

など