

三葉虫の複眼デザイン：形態的特徴と光学特性の対応関係

大野悟志

静岡大学大学院理学研究科

Adaptive design of trilobite compound eyes : Integration between their optical features and mode of growth

Satoshi Ono

Department of Geosciences, Shizuoka University, 836 Oya, Suruga-ku, Shizuoka, 422-8529 (r0934002@ipc.shizuoka.ac.jp)

Key words: trilobite, compound eye, ommatidium, visual system

物事を多面的に捉えることを“複眼的”と表現することがあるが、本来の複眼はその構成単位である各個眼が空間のある一点を認識しているため、実際は著しく劣る空間把握能力となる。脊椎動物における瞳孔のサイズや水晶体の厚さの可変調節機構が、節足動物の複眼においては極めて貧弱であることがその理由として挙げられる。そのため、節足動物は複眼全体の形態（フォルム）を生息環境や認識対象に最適化させることで、必要な視覚情報を得るための仕組みを進化させてきた。複眼を構成する各個眼に注目すると、集光部である光学系の構造と個眼のサイズ変化に興味深い対応関係が認められる。光学系の構造は、角膜レンズのみを持つ単一屈折型と、円錐晶体を備えた二重屈折型に分類される（図1）。前者では生涯を通して個眼のレンズ径が増大する一方、後者では各個眼の完成をもってレンズ径が不変となる（図1, 2; Harzsch and Hafner, 2006）。

三葉虫の複眼は、光学系である個眼レンズのみが化石として保存される（図3）。それらを観察すると、形成途中の個眼や、レンズ径が漸次的に異なる個眼列を認めることができるので（図3A, B）、一般に単一屈折型であったと考えられる。単純な光学系しか持たなかった三葉虫は、個眼のサイズと配列様式の組み合わせを最適化することで様々な視覚環境に適応しており、その結果として多様で優れたデザインの複眼形態を獲得していたと考えられる。

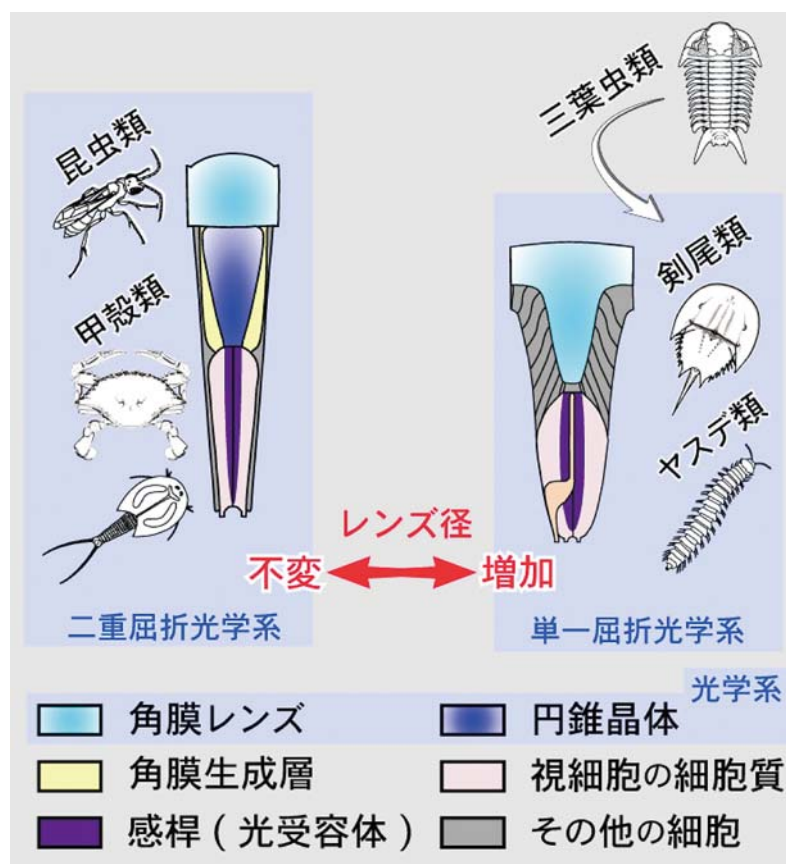


図1. 現生節足動物における複眼個眼の光学系構造の二大区分。角膜レンズと円錐晶体が個眼の光学系となる。二重屈折型の光学系をもつ複眼は、個眼の完成をもってレンズ径が不変となる（図左側）、一方で単一屈折型の光学系をもつ複眼は、生涯を通して個眼のレンズ径が増大する（図右側）。複眼個眼の模式図は Nilsson and Kelber (2007) を参照。

文献

Harzsch, S. and Hafner, G., 2006. Evolution of eye development in arthropods : Phylogenetic aspects. *Arthropod Structure and Development*, **35**, 319–340.

Nilsson, D.-E. and Kelber, A., 2007. A functional analysis of compound eye evolution. *Arthropod Structure and Development*, **36**, 373–385.

（2010年11月30日受付, 2010年12月14日受理）

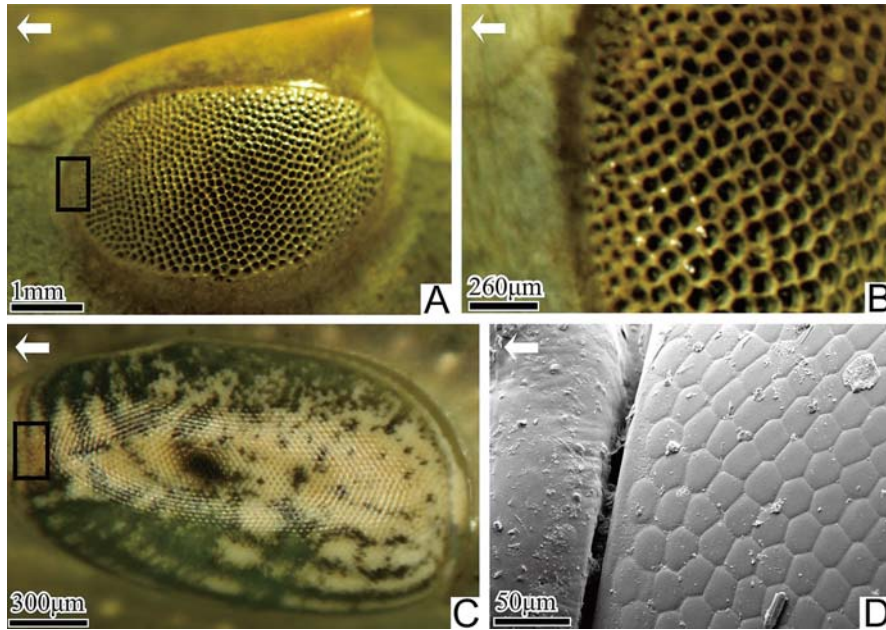


図2. A. 単一屈折型に分類されるアメリカカプトガニの複眼。脱皮毎に複眼前方へ個眼が新規に追加される。B. Aにおける個眼群の新規形成領域（A黒枠）。より古い個眼（右側）になるに従い個眼のレンズ径が漸次的に増大する。C. 二重屈折型に分類されるオンブパッタの複眼。D. Cにおける個眼群の新規形成領域（C黒枠）。脱皮毎に複眼前方へ個眼が新規に追加されるが、個眼のレンズ径は均一である。

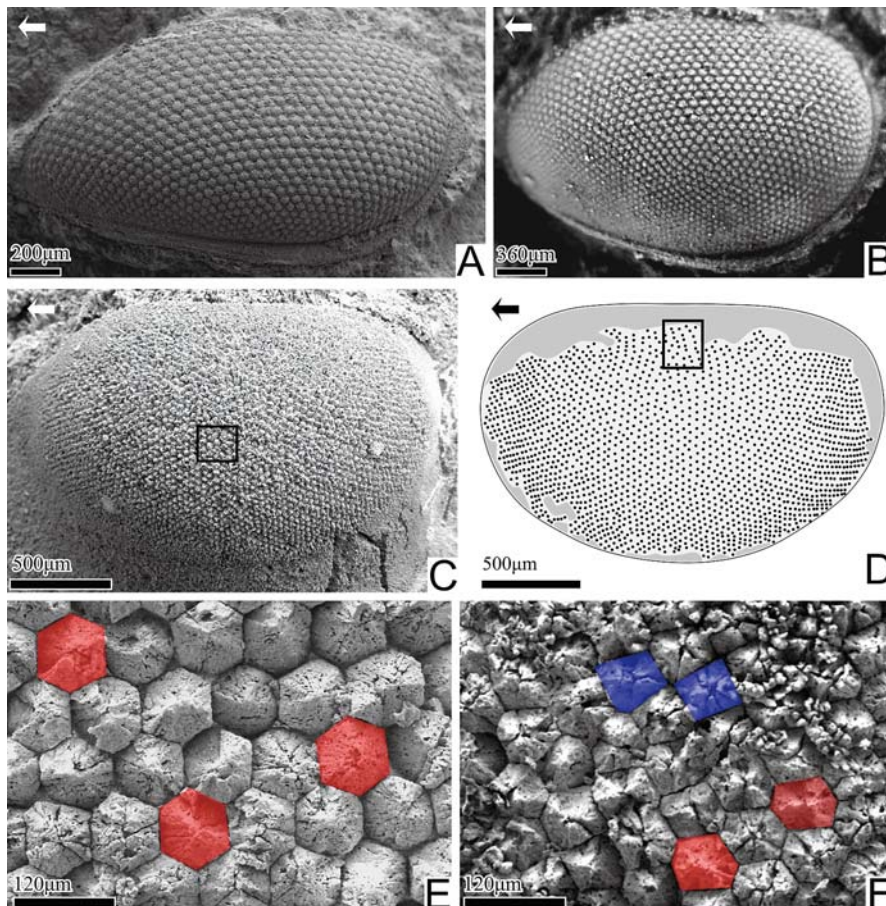


図3. 三葉虫の複眼。A, B. *Priscyclogyge latifrons*の複眼。複眼の新規形成領域である下方に向かって個眼レンズ径が減少する。成長に伴って複眼全体のサイズが増大することによって（A→B）、複眼の表面形状や個眼の配列様式の変化、さらには個眼数の増加などが可能となる。C-F. *Stenopareia oviformis*の複眼。EDTAによるエッチングを2時間行って個眼レンズを露出させた。C. 被エッチング複眼の側面。D. Cにおける個眼の配列様式。灰色部は観察不能な領域を示す。E. 輪郭が正六角形の個眼（Cの黒枠領域）。F. 輪郭が多角形の個眼。赤色は六角形、青色は四角形のもの。成長により個眼の配列様式が変化したことを示唆する。