

### 第3回 Evo-Devo 青年の会「器官形成の進化的理解に向けて」

日時：平成22年11月27日（土）10:30-17:30（終了後に交流会を行います）

会場：東京慈恵会医科大学 西新橋キャンパス 慈恵医大附属病院 中央棟会議室（8階）

企画：武智 正樹、竹内 雅貴、太田 欽也、入江 直樹（理研CDB; Evo-Devo 青年の会 第一期幹事）

世話人：岡部 正隆（東京慈恵会医科大学）

日程：

10:30—10:45	武智 正樹（理研CDB）	はじめに
10:45—11:15	黒川 大輔（東京大学）	一年魚の発生
11:15—11:45	川口 将史（愛媛大学）	脊椎動物における神経回路の進化
11:45—12:15	辰巳 徳史（慈恵医大）	マウス、ニワトリの比較により横隔膜獲得機構を探る。
昼食		
14:00—14:30	松永 英治（理研BSI）	鳥類の発声システムにおける進化と多様性獲得の分子基盤
14:30—15:00	小藪 大輔（東京大学）	食虫目哺乳類 (Eulipotyphla) の胎子期における頭骨発生のヘテロクロニーとモジュール性
休憩		
15:15—15:45	武智 正樹（理研CDB）	発生学者、古生物学と出会う
15:45—16:15	對比地 孝亘（東京大学）	古脊椎動物学における動物の孵化後の後期発生データの重要性—ティラノサウルス類獣脚類の例
休憩		
16:30—17:00	阪上一沢野 朝子（理研BSI）	生体における細胞周期動態を読み解く
17:00—17:30	塩井 剛（理研CDB）	ライブイメージングを利用したマウス初期発生の解析
17:30—	岡部 正隆（慈恵医大）	閉会の言葉

交流会（イタリアンハウスにて <http://www.adriawine.com/>）

## 講演要旨

### 『一年魚の発生』

黒川 大輔 (東京大学・三崎臨海実験所)

Nothobranchius 属の魚は、東アフリカの雨期乾期の明瞭な乾燥地帯に生息する。雨期に成長し産卵を行い、乾期になると成体は死んでしまうが、卵は泥中において休眠状態で過ごし、次の雨期になる孵化するというライフサイクルを持ち、一年魚と呼ばれる。休眠中の一年魚の胚内では、将来、胚体になる細胞は初期胞胚期に分裂を停止して卵黄表面に拡散している。休眠が終了すると一カ所に細胞が集合し、胚盤状の構造を形成し、胚発生を再開する。本会では、このユニークな一年魚の発生を、私の行っている胞胚期の細胞運動、胚葉形成パターンの解析を中心に紹介し、Evo-Devo (Eco-Devo)の観点から皆さんと議論したい。

### 『脊椎動物における神経回路の進化』

川口 将史 (愛媛大学・神経進化形態学)

脊椎動物は様々な環境に適応し、多彩な形態を獲得してきた。また、その特殊化した形態を活かす運動や行動を制御するため、脳神経系も驚くほど多様化している。近年の研究により、脊椎動物に共通の脳領域を形成する仕組みについては理解が進んでいる。しかし、多様な脳の構造と、それに由来する神経回路の多様性が、進化の過程でどのようにして獲得され、形態の多様性と結びついてきたかについては、いまだ明らかになっていない。そこで我々は、この問題に取り組むモデル系として、1) 甲羅の進化に伴って、カメ体幹部の神経系の改変を誘起した分子基盤、2) 小脳が未発達な円口類のヤツメウナギにおいて、小脳神経回路の原型といえる構造を形成する分子基盤について、解析を進めている。本セミナーでは、以上の研究の進捗状況について報告したい。

### 『マウス、ニワトリの比較により横隔膜獲得機構を探る。』

辰巳 徳史、岡部 正隆 (慈恵医大・解剖)

横隔膜は哺乳類の呼吸を支える重要な働きを持つが、同時に胸腔、腹腔を隔てるという働きを持つ。この胸腔と腹腔を隔てる膜は哺乳類以外に鳥類にも見られ、胸腹横隔膜 (斜隔膜)、肺横隔膜の2つの膜が哺乳類の横隔膜と相同であるとされている。我々は哺乳類の横隔膜が進化の中でどのように獲得機構に興味を持ちその解明の手がかりとして、マウス、ニワトリを比較し相違点を明らかにしようと試みた。今回の比較結果より、どのように哺乳類が横隔膜を獲得するに至った可能性があるのかを議論したい。

### 『鳥類の発声システムにおける進化と多様性獲得の分子基盤』

松永 英治 (理研 BSI・生物言語研究チーム)

鳴禽類に属する鳥は、脳内にさえずり (歌) の学習に必要な神経回路を持ち、幼鳥期に親鳥を真似て歌を学習する。これに対し、ニワトリやハトなどはこのような神経回路を持たず、生後新たに発声を学習しない。神経回路の有無と、発声学習能力の有無が対応していることから、鳥類の発声システムは、脳の形態的側面と、機能的側面を関連付け、脳の進化を双方の視点から研究できる優れたモデル系のひとつである。本発表では、鳥の発声システムをモデルとして、神経回路の構造や機能における進化と多様性をもたらすメカニズムについて議論したい。

### 『食虫目哺乳類 (Eulipotyphla) の胎子期における頭骨発生のヘテロクロニーとモジュール性』

小藪 大輔 (東大院理・博士課程)、Sanchez-Villagra, Marcelo (チューリッヒ大・古生物博物館)、遠藤 秀紀 (東大・博物館)

近年、形態進化におけるモジュール性の役割が注目されつつある。形態の量的形質にはモジュール性が存在し、同一モジュール内の形質群の量的形質は連動して進化する傾向があることが報告されているが、量的形質以外の形質に対しモジュール性が進化的にどのような影響を及ぼしているのかは不明な点が多い。そこで我々はヘテロクロニーにもモジュール性が存在するとの仮説を立て、食虫目哺乳類 10 種をモデルとして本仮説の検証を行った。頭部を構成する 26 個の骨の胎子期における各種の発生順序と系統樹上での発生順序の進化的改変を明らかにした上で、発生順序のヘテロクロニーにおけるモジ

ジュール性を統計的に分析した。その結果、同一モジュールの骨群の発生タイミングは連動して進化的に早期化或いは晚期化する一方、別々のモジュールの骨の発生タイミングは相互に独立であることが認められた。この結果は、モジュール性は形質の発生タイミングに対し進化的拘束を及ぼしていることを示唆するものである。

### 『発生学者、古生物学と出会う』

武智 正樹(理研CDB・形態進化研究グループ)

Evo-Devo 研究においては、現生の生物同士を分子発生学的解析によって比較する手法が用いられる。しかし、共通祖先との分岐後に派生的な形態形質を蓄積してきた現生生物同士の比較から得られた結論は、形態進化を引き起こした発生学的イベントを正しく認識しているとは限らず、化石記録との整合性が必須である。諸外国では古生物学と発生学の両分野に精通した研究者がインパクトの高い論文を出しているが、日本ではこのような研究者は非常に少ない。今回、発生学者である私が、分子発生学的解析から得られた哺乳類中耳の形態進化についての仮説を検証するため、アメリカ合衆国の複数の博物館で化石記録を調べてきた。古生物学の経験のない発生学者の2か月にわたる奮闘記を紹介したい。

### 『古脊椎動物学における動物の孵化後の後期発生データの重要性—ティラノサウルス類獣脚類の例』

對比地 孝亘(国立科学博物館・地学研究部・生命進化史研究グループ)

恐竜類などの化石脊椎動物の発生学的情報としては、通常卵から孵化したあとの骨格の形態変化という後期発生に関するものしか得られず、そのような情報すらも稀にしか得られない分類群が多い。本発表ではモンゴルの上部白亜系から産出したティラノサウルス類の幼若個体から得られる個体成長の情報が、このクレードの進化パターンの解析に及ぼす影響について論じる。例えば、派生的なティラノサウルス類の頭骨の形態は、祖先形質状態に terminal addition により派生的な形質が加わることにより獲得されたことが示唆された。さらに、この標本のCTスキャンデータに基づく脳エンドキャストの解析の結果について報告し、脳とそれを囲む組織という通常化石に残らない軟組織の発生学的変化や形態進化を理解する上での化石標本の重要性を議論する。

### 『生体における細胞周期動態を読み解く』

阪上一沢野 朝子、宮脇 敦史 (JST・ERATO・宮脇生命時空間情報プロジェクト 理研BSI・細胞機能探索技術開発チーム)

生物は「細胞周期」を刻み、細胞の数を増やしながらかつて生き物の形作りを行います。ですが、その細胞たちは普段、物静かにして何かが起きているのか安易には教えてくれません。そこで我々は、ubiquitin-mediated proteolysis メカニズムおよび複数の蛍光タンパク質を利用して、細胞周期インディケーター ; Fucci (fluorescent, ubiquitination-based cell cycle indicator) を開発しました。Fucci は、G<sub>1</sub>期の核を赤色に、S/G<sub>2</sub>/M期の核を緑色に、G<sub>1</sub>/S移行期を黄色にハイライトする純タンパク質性の蛍光プローブです。ペトリディッシュ上の培養細胞社会や、多細胞生物の個体、器官、組織の中で進行する個々の細胞の細胞周期を「生きたまま知る」事ができます。Fucci テクノロジーによって様々な生命現象が細胞周期と協調しながら進む様子が捉えられて行くことが期待されます。

### 『ライブイメージングを利用したマウス初期発生の解析』

塩井 剛(理研CDB・変異マウス開発ユニット)

哺乳類の受精卵は、はじめのうちは等分割を行い均一な性質の細胞を生じるが、発生が進むにつれて、それらの細胞は個別の性質を示すようになる。このような現象がどのようにして起こるのかは、未だ明らかになっていない。その理由のひとつに、初期胚は細胞分裂を盛んに行うとともに、大きく形態変化を起こすため、固定胚の観察だけでは得られる情報が乏しいことがあげられる。我々はこの問題を解決するため、受精卵から着床直後までのマウス胚発生をライブイメージングすることに取り組んでいる。本発表では、ライブイメージングに必要なツール、および、技術の開発の重要性を説明します。また、実際の研究への応用例を示し、得られつつある最新の知見についてご紹介します。