

平成 23 年 3 月 20 日現在

機関番号：82401

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21710195

研究課題名（和文）トランスクリプトーム解析によるファイロティピック段階の実体解明

研究課題名（英文）Identification of vertebrate phylotypic stage by transcriptome analysis

研究代表者

入江 直樹（IRIE NAOKI）

独立行政法人理化学研究所・形態進化研究グループ・研究員

研究者番号：10536121

研究成果の概要（和文）：脊椎動物の個体発生と系統発生（＝進化）の関係性については 150 年以上の大問題として残されてきた。今回の解析では、ニワトリ、マウス、アフリカツメガエル、ゼブラフィッシュの胚発生と互いの保存性の関係性を解析、咽頭胚期の胚を最も保存性の高い時期とした発生砂時計モデルが妥当であることが示された。

研究成果の概要（英文）：Formulation of the relationship between ontogeny and phylogeny (=evolution) has been controversial between scientists. Here we have analyzed gene expression profiles of embryos of mice, chicken, xenopus, and zebrafish, and clarified that pharyngula stages are the most conserved stages, and the developmental hourglass model best explains the relationship between ontogeny and phylogeny.

交付決定額

(金額単位：円)

|         | 直接経費      | 間接経費      | 合計        |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| 2009 年度 | 2,300,000 | 690,000   | 2,990,000 |
| 2010 年度 | 1,300,000 | 390,000   | 1,690,000 |
| 年度      |           |           |           |
| 年度      |           |           |           |
| 年度      |           |           |           |
| 総計      | 3,600,000 | 1,080,000 | 4,680,000 |

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：ゲノム科学・基礎ゲノム科学

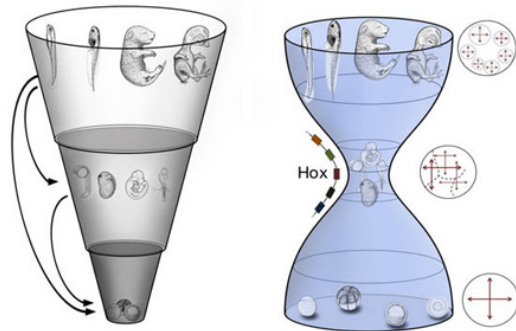
キーワード：システムゲノム、ゲノム調節

## 1. 研究開始当初の背景

鳥、魚、カエル、そしてヒトなど脊椎動物は多様な形態をもつが、いずれも1つの受精卵から発生する。一方で、脊椎動物の成体はいずれも頭部、分節化された体幹部など、共通の基本構造（ボディプラン）が見られ、受精卵というよりは発生中期に現れる器官形成期の姿を反映しているように見える。いずれも発生過程の共通性や多様性と関係があるはずだが、150年来の論争を経てもなお、進化的にどのように定式化すべきか2つの仮説の間で意見が割れていた。1つは「漏斗型モデル」で、種間の共通性は受精卵や初期胚の時期に最も高く、発生の進行に伴って多様化するという考え方。

もう1つは「砂時計モデル」と呼ばれ、器官形成が起こる発生中期が最も共通性が高く、この時期にボディプランが規定されているとする考え方だ。

(図：漏斗型モデル(左)と砂時計モデル(右)：



垂直方向は発生の進行を、水平方向は進化的多様性を表す。漏斗型モデルは、時間的に後にある発生段階がその前の発生段階に依存(黒矢印)しているため、結果的に初期胚を進化的に保守的にさせるとしている。砂時計モデルは、発生シグナルの複雑性が器官形成期の保守性をもたらすとしている。)

## 2. 研究の目的

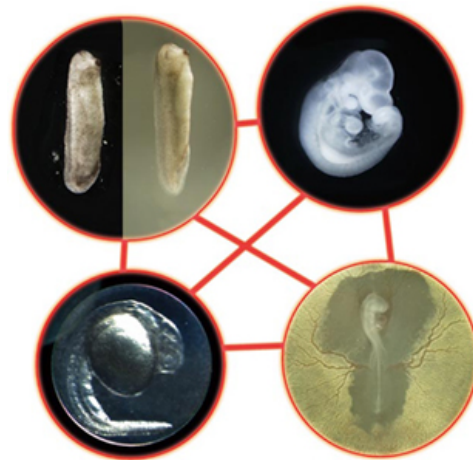
個体発生と系統発生の定式化を目指して提唱されてきた、2つのモデルについてそれらの妥当性を検証する。

## 3. 研究の方法

4種の脊椎動物発生過程における包括的遺伝子発現プロファイルを同定・整備し、理研スーパーコンピュータRICCによりそれら類似性を解析したところ、咽頭胚期\*と呼ばれる胚段階が進化的に最も保存された遺伝子発現をもつことを発見した。

## 4. 研究成果

発生中期が最も保存され、脊椎動物のボディプランが現れるとする「砂時計モデル」を強く支持する結果である。



(図：遺伝子発現の類似性が最も高かった咽頭胚期の各胚。右上：マウスの9.5日胚、右下：ニワトリのHH16胚(受精後約2日)、左上：アフリカツメガエルのステージ28および31胚(受精後約1日)、左下：ゼブラフィッシュの24時間胚。)

また、今回採用した情報生物学的な大規模解析アプローチは、解剖学的観察が主であった分野に革新的な成果をもたらしただけでなく、時系列に沿った遺伝子発現プロファイルの整備や、進化的に保存された発生関連遺伝子群

を浮き彫りにするなど、動物進化だけでなく、器官・臓器形成の理解・基盤にも大いに役立つことが期待される。

#### 5. 主な発表論文等

(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1件)

① Naoiki Irie, Shigeru Kuratani, *Nature Communications* Mar. 22 (2011)

doi:10.1038/ncomms1248

**Comparative transcriptome analysis reveals vertebrate phylotypic period during organogenesis**

Irie, N., Kuratani, S. 【査読有】

[学会発表] (計7件)

① Naoki Irie, Shigeru Kuratani, The Developmental hourglass model and phylotype of the vertebrates. Joint meeting of the GFE and JSDB, (2011. Mar. 23-26) Dresden, Germany

② Naoki Irie, Shigeru Kuratani, Molecular identification of vertebrate phylotypic stage and epigenetic insights of vertebrate embryogenesis, CDB Symposium 2011 "Epigenetic Landscape in Development and Disease" (2011. Mar. 14-16), Kobe

③ Naoki Irie, Shigeru Kuratani, Molecular identification of the vertebrate phylotypic stage, 20th CDB Meeting "Molecular Bases for Evolution of Complex Traits" (2011. Feb. 23-24) Kobe

④ 入江直樹、倉谷滋 Testing phylotype hypothesis and structural insights of

vertebrate embryogenesis. *BMB* 2010, 1T7-8 & 1P-1139, (2010. 12. 7) 神戸

⑤ 入江直樹、倉谷滋、脊椎動物ファイロタイプ仮説検証と発生学的構造特性の示唆, 生命情報科学若手の会 第2回研究会 (2010. 10. 9) 三島

⑥ 入江直樹、倉谷滋、カメの甲の新規形態パターンをもたらした発生機構の解明にむけて 公開シンポジウム「複合適応形質の進化」、領域会議 (2010. 9. 17) 東京

⑦ 入江直樹、倉谷滋 脊椎動物ファイロタイプは原形論的な幻想か? 日本進化学会 第12回大会 (2010. 8. 2-5) 東京

[図書] (計2件)

① 実験医学 2011年7月号 Close Up 実験法 <羊土社> 次世代シーケンサー活用術 (八谷剛史、入江直樹、荒川和晴)

② 実験医学 2011年4月号 Update Review <羊土社> 29(6) : 955-960 母児間マイクロキメリズムが問いかける自己と他者 免疫学・再生医学・臨床医学への展開 (入江直樹、連利博)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

[http://www.cdb.riken.jp/emo/mem/NI\\_web/  
NI\\_index.html](http://www.cdb.riken.jp/emo/mem/NI_web/NI_index.html)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

入江 直樹 (IRIE NAOKI )  
独立行政法人理化学研究所・形態進化研究  
グループ・研究員  
10536121

### (2) 研究分担者

### (3) 連携研究者