

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24240062

研究課題名(和文)アカハライモリのモデル動物化を加速する分野横断研究：技術・情報基盤構築と実践適用

研究課題名(英文) Interdisciplinary research to accelerate making the Japanese fire-bellied newt a model animal: groundwork for technology and information and its practical application.

研究代表者

千葉 親文 (CHIBA, Chikafumi)

筑波大学・生命環境系・准教授

研究者番号：80272152

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 36,400,000円

研究成果の概要(和文)：アカハライモリの資源・技術・情報基盤研究を様々な研究分野に展開するため、1)トランスジェニック個体の組織移植や細胞特異的プロモーターを利用した細胞追跡と条件付き遺伝子発現制御技術を確立し、再生分野を含む様々な研究分野に実践適用することに成功した。また、ゲノム編集技術を導入し、様々な研究に適用可能なイモリ系統を産出した。2)アカハライモリの転写産物データベース‘MORI’を構築し、公開した。これを基盤として、様々な分野において遺伝子発現解析が効率化した。3)屋外自然繁殖施設において卵から変態後の幼体までの効率のよい飼育が可能になった。一部の幼生や幼体を研究用に提供することを始めた。

研究成果の概要(英文)：To install the resource, technology and information for the study of Japanese fire-bellied newt into various research areas, 1) we generated various lines of newts that were created by transgenesis or genome editing on demand, and established systems for cell tracking and conditional gene regulation by means of grafting of tissues from transgenic newts or by using cell-specific promoters. We successfully applied these systems to various research areas including the regenerative physiology. 2) We constructed a transcriptome database ‘IMORI’ and opened it to the public (<http://antler.is.utsunomiya-u.ac.jp/imori/>). On the basis of sequence information in the database, molecular cloning and gene expression analyses were facilitated in various research areas. 3) We made it possible that the newt is reared from egg to juvenile (after metamorphosis) efficiently in Imori-no-Sato, the newt stock center in the field. We started to supply larvae and juveniles for research purpose.

研究分野：再生生理学

キーワード：動物 生理学 発生・分化 環境 ゲノム

1. 研究開始当初の背景

イモリは 18 世紀から様々な生命科学研究に利用されてきた実験動物(脊椎動物・有尾両生類)である。この動物は、その特徴や利点から数々の歴史的発見に貢献し、現在でも生命活動の普遍原理や新概念の探究において breakthrough につながる数多くの発見が期待されている。我々は、平成 21-23 年度に科学研究費補助金・基盤研究(B)の支援を受け、アカハライモリの資源化とモデル動物化に向けた調査、研究および技術開発に着手し、確実に前進させてきた。具体的には、1) アカハライモリの研究・教育用資源化に向けて、茨城県取手市にストックセンター(いもりの里; 約 3ha)を民・学・官協働で設置し、個体群再導入による屋外大規模養殖を開始した。2) イモリでは不可能とまでされてきた高効率なトランスジェニック(TG)とノック・ダウン技術を確立した。これらは、疑いもなく breakthrough であり、特に TG 技術は他種のイモリでは困難なため我が国が独占状態にある。この業績は新学術領域研究「再生原理」にも貢献し、現在のイモリ再生研究の主力となっている。3) 次世代ゲノムアナライザーにより取得した cDNA/ゲノム断片情報から効率よくコンティグを構築するアルゴリズム(ゲノム解読を目指して Velvet のメモリ 1/2 減を達成)を開発し、遺伝子情報を研究者がオンラインで閲覧できるシステムを確立した。このように研究の第 1 フェーズは通過した。次に、我々は、これらの資源・技術・情報基盤研究を、イモリを用いる様々な研究分野に拡大しなければならない。そのために、利用価値の高い遺伝子情報の集積(データベース構築)と TG を適用する応用技術の開発に着手しなければならない。この目的の実現のために、JNRC-NNN Project は申請グループを再編成し本補助金に応募した。

2. 研究の目的

平成 24 年度から、生殖、発生、再生、生理の 4 分野に設定した実験モデル(合計 8 課題)に対して、(1) 有用性の高い遺伝子情報を収集し、利用可能にするとともに、(2) TG 技術を適用する新技術・ツールを共同開発する。平成 25-27 年度(3 年間)で、これらを実験モデルに適用し、各分野において(3) 普遍的原理や新概念の創出を狙う。また、研究期間を通じて(4) 屋外養殖施設を利用してイモリの生態・生活史を究明するとともに、平成 27 年度内にイモリを研究用に供給する。

3. 研究の方法

イモリ研究を牽引する 4 分野(生殖、発生、再生、生理)に設定した 8 つの実験モデルに対して、まず 1) 高効率 TG 技術を適用する新技術・ツールの開発・導入や、Oocyte を用いた構造未知遺伝子の単離を共同で行うとともに、2) 研究推進に必要な遺伝子情報(cDNA

とプロモーター領域)を、次世代シーケンサにより集積し、独自のアセンブルアルゴリズムにより解析して全研究者にフィードバックする。次に、3) トランスクリプトーム解析や TG イモリの作製などで各実験モデルの推進を技術的にサポートする。また、研究用イモリの安定確保に向け、4) 屋外養殖施設においてイモリの生態・生活史を調査するとともに、イモリ供給に向けた体制を整備する。

4. 研究成果

(1) TG 技術を適用する新技術・ツールの共同開発

TG 個体の組織移植や細胞特異的プロモーターを利用した細胞追跡と条件付き遺伝子発現制御技術を確立し、網膜、肢、水晶体の再生研究に実践適用することに成功した。

ゲノム編集技術を導入し、遺伝子ノックアウトが可能な条件を明らかにした。これにより、アルビノイモリなど様々な分野に適用可能なイモリシステムを産出した。TG イモリシステムを 1 年以内に産卵可能な状態にまで成長させることに成功した。また、生殖系列へのトランスミッションを確認した。これらの個体は 1-1.5 年で婚姻行動を発現し、受精卵を産卵した。

(2) 有用性の高い遺伝子情報の収集と全研究者へのフィードバック

アカハライモリの組織特異的(21 セット)および全 transcriptome(contig 数: 694,138; N50: 2,294 b; GC: 45.52%)を構築した。これらの情報は機能注釈も含めて、JNRC が管理する遺伝子データサイト 'MORI' (<http://antler.is.utsunomiya-u.ac.jp/imori/>)で公開した。

(3) 技術的サポートによる普遍的原理や新概念の創出

イモリが幼生(水棲期)と変態後の成体(陸棲期)で肢再生の様式を「幹細胞型」から「脱分化型」に切り替えることを証明した。このことは、イモリがもつ成体における卓越した再生能力が、他の陸上四足動物にはなく、この動物が進化の過程で新規に獲得した能力であることを示唆する。この能力の主軸を担うメカニズムが、脱分化/リプログラミングである。網膜において疾患か再生かを決定づける因子を明らかにした。このことは、イモリの高い再生能力がヒトの外傷性疾患と共通のメカニズムから進化したことを示唆する。すなわち、細胞の外傷応答のメカニズムに何らかの変化(おそらく突然変異)が生じたことにより、イモリは自律的で高度な再生能力を獲得したと考えられる。これら二つの発見により、これからのイモリ再生研究の焦点は、この動物が進化上獲得したメカニズム、あるいは Factor を見つけ出すことになる。また、このメカニズムを医療に適用するということは、「イモリに進化上

起こったことをヒトで再現すること」に他ならない。水晶体の繰り返し再生を可能にする細胞メカニズムを明らかにした。肢再生の初期過程(再生芽)に発現するイモリ固有の新奇遺伝子(1,512 bp)を同定した。

網膜を再生する RPE 細胞のリプログラミングを single cell レベルで証明した。また、single cell transcriptome 解析により、RPE 細胞のリプログラミング過程で発現が有意に増加、あるいは減少する遺伝子のリストを作成した。水晶体が加齢や 19 回の繰り返し再生に抗して若い状態を維持できることを明らかにした。SMIS を含む受精過程に関わる遺伝子群の比較から体内受精様式の進化について仮説を提唱した。Pou5f1 と Pou5f3 (いずれも Oct4 のホモログ) をクローニングし発生過程における遺伝子発現の違いを検討した結果、Pou5f1 は卵巣の卵母細胞でマターナルに発現するのに対し、Pou5f3 はザイゴティックに様々な器官で発現することが分かった。心臓の再生メカニズムと変態との関連を調べる目的で、変態の前後の心臓、正常と再生中の心臓における遺伝子発現動態の解析を始めた。精子形成過程でアポトーシス細胞に発現する RNA 結合タンパク質 nRBP の標的となる候補因子のリストを作成した。single cell レベルの遺伝子発現解析に適用するため、原腸胚期前後の胚から外胚葉細胞を採取する技術を開発した。

原腸胚から単離した中胚葉細胞と内胚葉細胞の自律的細胞運動のしくみを解析した。その結果、これらの細胞は外胚葉細胞と異なり、自律的な細胞伸長と蠕動運動様の細胞運動をし、これらがイノシトール 3 リン酸経路を利用した細胞内 Ca イオン動員機構によることを明らかにした。また、形態形成時におけるクラシックカドヘリンの局在の動的変化をライブイメージングにより明らかにする目的で、胚から E-カドヘリンおよび C-カドヘリンの cDNA をクローニングしている。E-カドヘリンについてはほぼ全長 cDNA が得られ、C-カドヘリンに関しては現在進行中である。その際、本研究で作成されたトランスクリプトームデータベースを活用した。ソデフリン(ペプチドフェロモン)やアミノ酸に対する嗅覚受容体遺伝子を同定する目的で、Ca イメージングと single cell transcriptome / マッピング解析を組み合わせた実験系を開発した。イモリの毒 TTX が、実験室で育ったイモリにはなく、外因性であることを証明した。De novo assemble アルゴリズムを改良し、効率化した。

(4) 屋外養殖施設を利用したイモリの生態・生活史の究明、および研究用イモリの供給

東北地方太平洋沖地震(平成 23 年 3 月)以来、養殖田の水量の減少と水質の悪化が著しくなったため、利用範囲を縮小し水路の構造を改良した。現在では、生物相が回復し、以前より豊かな状態になりつつある。また、

ザリガニや鳥、アライグマによる捕食圧を下げたことにより、幼生から成体までの飼育が十分に可能な環境になった。卵から変態後の幼体までの効率のよい飼育が可能になった。一部の幼生や幼体はすでに研究用に提供することを始めている。自然繁殖にはまだ成功していない。その理由は、成体の密度が低いためである。そのため、幼体を性成熟に達するまで効率よく飼育する必要がある。継続観察の結果から、幼体は水から離れ、林床で生活する可能性が出てきた。現在、実験区を設置し、幼体が性成熟に達するまでの行動・生態を調査している。地元のいもりの里協議会とともに市民向けイベントや講座を開催した。

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 22 件)

1. Tanaka, H.V., Ng, N.C.Y., Yu, Z.Y., Casco-Robles M.M., Maruo, F., Tsonis, P.A. and C. Chiba. (2016) A developmentally regulated switch from stem cells to dedifferentiation for limb muscle regeneration in newts. *Nature Communications* **7**:11069. DOI: 10.1038/ncomms11069. 査読有
2. Endo, Y., Toyama, F., Chiba, C., Mori, H. and Shoji, K. (2016) Memory Efficient de novo Assembly Algorithm using Disk Streaming of K-mers. *Proceedings of the 9th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies (BIOSTEC 2016)*. Vol.3, pp.266-271. ISBN: 978-989-758-170-0. 査読有
3. Inami, W., Islam, M.R., Nakamura, K., Yoshikawa, T., Yasumuro, H., Casco-Robles, M.M., Toyama, F., Maruo, F. and Chiba, C. (2016) Expression of two classes of Pax6 transcripts in reprogramming retinal pigment epithelium cells of the adult newt. *Zool. Sci.* **33**: 21-30. DOI: 10.2108/zs150111. 査読有
4. Sousounis, K., Qi, F., Yadav, M.C., Millan, J.L., Toyama, F., Chiba, C., Eguchi, Y., Eguchi, G. and Tsonis, P.A. (2015) A robust transcriptional program in newts undergoing multiple events of lens regeneration. *eLife* 2015;10.7554/eLife.09594. DOI: <http://dx.doi.org/10.7554/eLife.09594>. 査読有
5. Kudo, Y., Chiba, C., Konoki, K., Cho, Y. and Yotsu-Yamashita, M. (2015) Confirmation of the absence of tetrodotoxin and its analogues in the juveniles of the Japanese fire-bellied newt, *Cynops pyrrhogaster*, captive-reared from eggs in the laboratory using HILIC-LC-MS. *Toxicon* **101**: 101-105. DOI: 10.1016/j.toxicon.2015.05.008. 査読有

6. Endo, Y., Toyama, F., Chiba, C., Mori, H. and Shoji, K. (2015) A memory efficient short read *de novo* assembly algorithm. *IPSI Transactions on Bioinformatics* **8**: 2-8. DOI: 10.2197/ipsjtbio.8.2. 査読有
7. Fujiwara, M., Fujimura, K., Obata, S., Yanagibashi, R., Sakuma, T., Yamamoto, T., Suzuki, S.T. (2015) Epithelial DLD-1 cells with disrupted E-cadherin gene retain the ability to form cell junctions and apico-basal polarity. *Cell Structure Function* **40**: 79-94. DOI:10.1247/csf.15002. 査読有
8. Fujiwara, M., Nagatomo, A., Tsuda, M., Obata, S., Sakuma, T., Yamamoto, T., Suzuki, S.T. (2015) Desmocollin-2 alone forms functional desmosomal plaques, with the plaque formation requiring the juxtamembrane region and plakophilins. *J. Biochem.* **158**: 339-353. DOI:10.1093/jb/mvv048. 査読有
9. Casco-Robles, M.M., Miura, T. and Chiba, C. (2014) The newt (*Cynops pyrrhogaster*) RPE65 promoter: molecular cloning, characterization and functional analysis. *Transgenic Res.* DOI 10.1007/s11248-014-9857-1. 査読有
10. Nakamura, K., Islam, M.R., Takayanagi, M., Yasumuro, H., Inami, W., Kunahong, A., Casco-Robles, R.M., Toyama, F. and Chiba, C. (2014) A transcriptome for the study of early processes of retinal regeneration in the adult newt, *Cynops pyrrhogaster*. *PLoS ONE* **9**, e109831. DOI: 10.1371/journal.pone.0109831. 査読有
11. Islam, M.R., Nakamura, K., Casco-Robles, M.M., Kunahong, A., Inami, W., Toyama, F., Maruo, F. and Chiba, C. (2014) The newt reprograms mature RPE cells into a unique multipotent state for retinal regeneration. *Sci. Rep.* **4**, 6043. DOI: 10.1038/srep06043. 査読有
12. Endo, Y., Toyama, F., Chiba, C., Mori, H. and Shoji, K. (2014) De novo short read assembly algorithm with low memory usage. *Proceeding of the International Conference on Bioinformatics Models, Methods and Algorithms.* 215-220. DOI: 10.5220/0004881002150220. 査読有
13. Chiba, C. (2014) The retinal pigment epithelium: An important player of retinal disorders and regeneration. *Exp. Eye Res.* **123**: 107-114. DOI: 10.1016/j.exer.2013.07.009. 査読有
14. Watanabe, A. and Takayama- Watanabe, E. (2014) *In silico* identification of the genes for sperm-egg interaction in the internal fertilization of the newt *Cynops pyrrhogaster*. *Int. J. Dev. Biol.* **58**: 873-879. DOI: 10.1387/ijdb.140193aw. 査読有
15. Yokoe, M., Sano, M., Shibata, H., Shibata, D., Takayama- Watanabe, E., Inaba, K. and Watanabe, A. (2014) Sperm proteases that may be involved in the initiation of sperm motility in the newt, *Cynops pyrrhogaster*. *Int. J. Mol. Sci.* **15**: 15210-15224. DOI: 10.3390/ijms150915210 査読有
16. Takayama-Watanabe, E., Takahashi, T., Yokoe, M. and Watanabe A. (2014) Acrosome reaction-mediated motility initiation that is critical for the internal fertilization of urodele amphibians. *Sexual reproduction in animals and plants.* H. Sawada, N. Inoue, M. Iwano (eds) Springer, Tokyo, Japan, pp. 97-103. 査読無
17. Kawamura M., Inaoka H., Obata, S., Harada, Y. (2014) Why do a wide variety of animal retain multiple isoforms of cyclooxygenase? *Prostaglandins Other Lipid Mediators*, **109**: 14-22. DOI: 10.1016/j.prostaglandins.2014.03.002. 査読有
18. Kawamura, M., Tada, Y., Kadoya, Y., Obata, S., Harada, Y. (2013) Cyclooxygenase-2 expression in stromal fibroblasts self-limits their numbers in lymph node inflammatory responses. *Prostaglandins Other Lipid Mediators*, **106**: 79-90, DOI: 10.1016/j.prostaglandins.2013.04.001. 査読有
19. 千葉親文、(2013) アカハライモリのモデル動物化に向けた資源・技術・情報基盤の研究: 外傷性疾患の治療と再生研究への適用を視野に、関西実験動物研究会会報 30号: 43-51. 査読無
20. 有泉高史、(2013) アクチピンと臓器形成、東京都生物教育研究会 1: 112-116. 査読無
21. Mizuno, A., Yasumuro, H., Yoshikawa, T., Inami, W. and Chiba, C. (2012) MEK-ERK signaling in adult newt retinal pigment epithelium cells is strengthened immediately after surgical induction of retinal regeneration. *Neurosci. Lett.* **523**: 39-44. DOI: 10.1016/j.neulet.2012.06.037. 査読有
22. Chiba, C., Yamada, S., Tanaka, H., Inae-Chiba, M., Miura, T., Casco-Robles, M.M., Yoshikawa, T., Inami, W., Mizuno, A., Islam, MD. R., Han, W., Yasumuro, H., Matsumoto, M. and Takayanagi, M. (2012) Metamorphosis inhibition: an alternative rearing protocol for the newt *Cynops pyrrhogaster*. *Zool. Sci.* **29**: 293-298. DOI: 10.2108/zsj.29.293. 査読有

〔学会発表〕(計 63 件)

1. 工藤雄大、千葉親文、長由扶子、此木敬一、山下まり、イモリにおけるテトロドトキシ

- ンの起源および蓄積能の調査と考察、日本農芸化学会東北支部第150回大会、2015年10月3日、東北大学農学部(宮城県仙台市)
2. 半沢汐里、千葉親文、外山史、成体イモリの網膜再生過程におけるRPE細胞のリプログラミング: シングルセルトランスクリプトーム解析、第86回日本動物学会、2015年9月17日、朱鷺メッセ:新潟コンベンションセンター(新潟県新潟市)
 3. 千葉親文、成体イモリの網膜再生 - ナチュラルプログラミングのsingle cell解析、第1回次世代両生類研究会、2015年8月24日、岡崎カンファレンスセンター(愛知県岡崎市) 招待講演
 4. 千葉親文、私たちはイモリのように再生できるのか? - アカハライモリに学ぶ体組織再生の戦略 -、第5回細胞再生医療研究会、2015年7月26日、臨床研究情報センター(兵庫県神戸市) 招待講演
 5. 千葉親文、動物が魅せるナチュラルな体細胞プログラミングと網膜再生、第221回つくばブレインサイエンス・セミナー、2015年7月21日、筑波大学(茨城県つくば市) 招待講演
 6. 遠藤友基、外山史、千葉親文、森博志、東海林健二、メモリ効率の良い de novo アセンブリアルゴリズム、第41回バイオ情報学研究会、2015年3月20日、北海道大学(北海道札幌市)
 7. 竹島一仁、平野高大、越智陽城、星島一幸、高山 - 渡辺絵里子、渡辺明彦、外山史、千葉親文、CRISPR-Cas9を用いたアカハライモリ・チロシナーゼ遺伝子欠失個体の作製、第37回日本分子生物学会年会、2014年11月27日、パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)
 8. Chiba, C., Toyama, T., Maruo, F., Islam, M.R., Casco-Robles, M.M. and Casco-Robles, R.M. Can we learn the cause of differences in regeneration-competency from the newt? International Workshop on Developmental and Regenerative Biology in Yamagata. 2014年9月10日、山形大学(山形県山形市) 招待講演
 9. 千葉親文、外山史、丸尾文昭、Islam, M.R., Casco-Robles, M.M. and Casco-Robles, R.M.、私たちは再生できる・できないの原因をイモリから学ぶことができるか? 第85回日本動物学会・シンポジウム・ゲノム情報と胚誘導・形態形成研究のクロストーク、2014年9月12日、東北大学(宮城県仙台市) 招待講演
 10. Casco-Robles, M.M., Miura, T. and Chiba, C.、再生イモリの網膜色素上皮層における導入遺伝子発現、第85回日本動物学会、2014年9月11日、東北大学(宮城県仙台市)
 11. 三浦智也、Casco-Robles, M.M.、千葉親文、イモリのトランスジェニック効率に対するニワトリ beta-globin インスレーターの効果、第85回日本動物学会、2014年9月11日、東北大学(宮城県仙台市)
 12. 安室博文、千葉親文、成体イモリ網膜色素上皮細胞の細胞周期進入における上皮間葉移行の関与、第85回日本動物学会、2014年9月11日、東北大学(宮城県仙台市)
 13. Casco-Robles, R.M., Chiba, C. and Toyama, E. Cloning of unique regeneration-specific genes in the newt. 第85回日本動物学会、2014年9月11日、東北大学(宮城県仙台市)
 14. 田中響、ナツサーニオン、Casco-Robles, M.M.、三浦智也、千葉親文、イモリ肢の再生に関わる細胞種、第85回日本動物学会、2014年9月11日、東北大学(宮城県仙台市)
 15. Chiba, C., Islam, M.R., Kunahong, A., Casco-Robles, M.M., Nakamura K., Inami, W. and Toyama, E. Adult newt RPE cells are reprogrammed into a unique state of multipotent cells to regenerate missing neural retina. XXI Biennial Meeting of the International Society for Eye Research. 2014年7月22日、San Francisco, USA.
 16. 千葉親文、中村研太、Roman M. Casco-Robles、外傷性疾患の治療と自己再生誘導の寄与する新奇イモリ遺伝子の探索: 網膜と肢を例に、第119回日本解剖学会総会・シンポジウム・次々世代の再生医学研究 - 再生可能動物に学ぶ -、2014年3月27日、自治医科大学(栃木県下野市) 招待講演
 17. 安室博文、千葉親文、成体イモリ網膜色素上皮細胞の細胞周期進入における上皮間葉移行の関与、第84回日本動物学会、2013年9月28日、岡山大学(岡山県岡山市)
 18. 千葉親文、吉川太郎、水野亜季、安室博文、網膜を完全再生する成体イモリ網膜色素上皮細胞の細胞周期再進入メカニズムの解析、第12回日本再生医療学会総会、2013年3月22日、パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)
 19. 千葉親文、アカハライモリのモデル動物化に向けた資源・技術・情報基盤の研究: 外傷性疾患の治療と再生研究への適用を視野に、関西実験動物研究会第117回例会、2013年3月1日、京都大学(京都府京都市) 招待講演
 20. 千葉親文、イモリ研究のための資源・技術・情報基盤の開発と body-parts 再生研究への実践適用、第83回日本動物学会・第32回胚誘導と形態形成・第22回イモリネットワーク共催シンポジウム、2012年9月14日、大阪大学(大阪府豊中市) 招待講演
 21. 千葉親文、イモリに学ぶ外傷性疾患の治療と網膜再生の戦略、第83回日本動物学会・シンポジウム・脊椎動物における in vivo 再生、2012年9月14日、大阪大学(大阪府豊中市)
 22. 千葉親文、Martin M. Casco-Robles、色素細

- 胞の分化転換と網膜再生、第 83 回日本動物学会・第 8 回色素細胞シンポジウム、2012 年 9 月 13 日、大阪大学(大阪府豊中市)招待講演
23. 田中響、Martin M. Casco-Robles、三浦智也、佐藤雄太、千葉親文、成体イモリ再生芽細胞集団系譜および分化能解析、第 83 回日本動物学会、2012 年 9 月 15 日、大阪大学(大阪府豊中市)
24. 三浦智也、Martin M. Casco-Robles、田中響、千葉親文、イモリの再生研究のための条件付き発現系の開発、第 83 回日本動物学会、2012 年 9 月 15 日、大阪大学(大阪府豊中市)
25. Martin M. Casco-Robles、三浦智也、Ailidana Kunahong、田中響、千葉親文、成体再生イモリに対する Cre リコンビナーゼおよび RNAi の適用、第 83 回日本動物学会、2012 年 9 月 15 日、大阪大学(大阪府豊中市)
26. Md. Rafiqul Islam、井波航、千葉親文、発生および再生過程のイモリ眼球における Pax6 の比較解析、第 83 回日本動物学会、2012 年 9 月 15 日、大阪大学(大阪府豊中市)
27. 井波航、Md. Rafiqul Islam、吉川太朗、水野亜季、千葉親文、成体アカハライモリの網膜再生初期における Pax6 発現の解析、第 83 回日本動物学会、2012 年 9 月 15 日、大阪大学(大阪府豊中市)
28. 安室博文、千葉親文、成体イモリ網膜色素上皮細胞の細胞周期進入における接触阻止の関与、第 83 回日本動物学会、2012 年 9 月 15 日、大阪大学(大阪府豊中市)
29. 千葉親文、触れてみよう、イモリと生物学、動物学会東北支部主催講演会、2012 年 8 月 5 日、山形大学(山形県山形市)招待講演

〔その他〕
ホームページ等

イモリ網膜再生のページ：

<http://www.biol.tsukuba.ac.jp/~chichiba/>

イモリネットワーク Japan Newt Research Community：

<http://imori-net.org/>

IMORI：

<http://antler.is.utsunomiya-u.ac.jp/imori/>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

千葉 親文 (CHIBA, Chikafumi)
筑波大学・生命環境系・准教授
研究者番号：80272152

(2)研究分担者 平成 24 年度～平成 26 年度

小畑 秀一 (OBATA, Shuichi)
北里大学・医療衛生学部・准教授
研究者番号：10204273

中谷 敬 (NAKATANI, Kei)
筑波大学・生命環境系・教授
研究者番号：20125040

竹島 一仁 (TAKESHIMA, Kazuhito)
名古屋大学・アイソトープ総合センター・准教授
研究者番号：20126874

木下 勉 (KINOSHITA, Tsutomu)
立教大学・理学部・教授
研究者番号：30161532

丸尾 文昭 (MARUO, Fumiaki)
筑波大学・生命環境系・助教
研究者番号：30199921

渡邊 明彦 (WATANABE, Akihiko)
山形大学・理学部・教授
研究者番号：30250913

有泉 高史 (ARIIZUMI, Takashi)
玉川大学・農学部・教授
研究者番号：30286166

江頭 恒 (ETO, Ko)
熊本大学・大学院自然科学研究科・准教授
研究者番号：40359964

外山 史 (TOYAMA, Fubito)
宇都宮大学・工学研究科・准教授
研究者番号：60323317

八畑 謙介 (YAHATA, Kensuke)
筑波大学・生命環境系・講師
研究者番号：70302370

(3)連携研究者 平成 27 年度

同上