

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18H04061

研究課題名(和文)イモリ型の臓器再生を可能にする体細胞リプログラミング因子の解明と医学への展開

研究課題名(英文)Elucidating somatic cell reprogramming factors that enable newt-type organ regeneration and extending it to the medical field

研究代表者

千葉 親文(Chiba, Chikafumi)

筑波大学・生命環境系・教授

研究者番号：80272152

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,100,000円

研究成果の概要(和文)：人体の傷ついた臓器をイモリのように再生させる現実的な工程表を完成させるため、人体の細胞にイモリ型のリプログラミングを惹起する因子の解明に挑むとともに、イモリの利用を医学の様々な分野に浸透させる努力をした。期間内に、イモリの体細胞リプログラミングに、細胞の自律的な性質と、体の変態や成長によって変化する細胞外環境の両方が重要であることを明らかにした。特に、イモリのユニークな血液成分の重要性を示した。また、イモリの再生とマウスの癒痕治癒(線維化)を直接比較することが可能な実験系を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

遺伝子改変マウスおよび遺伝子改変アカハライモリを用いた研究が、体内の実験系と体外の実験系の両側から着実に進展した。特に、イモリにおいて、脱分化と再分化を再現し、哺乳類とも互換性のある細胞培養系が確立した点は大きな進展であり、今後の一細胞解析およびマウス細胞との比較解析により、線維症(硬化症や癒痕)治療を含むイモリ型臓器再生医療に向けた現実的な工程表の完成に大きく近づいた。

研究成果の概要(英文)：In order to complete a realistic roadmap for newt-like regeneration of damaged organs in the human body, we have attempted to elucidate the factors that trigger newt-type reprogramming in human cells and to extend the use of newts to various areas of medicine. During the course of this project, we have demonstrated the importance of cell-autonomous properties as well as the extracellular environment, which is altered by body metamorphosis and growth, for somatic cell reprogramming in newts. In particular, we demonstrated the importance of newt's unique blood components. We have also established experimental systems that allow direct comparison of newt regeneration and mouse scar healing (fibrosis).

研究分野：再生生理学

キーワード：リプログラミング 脱分化 イモリ 再生 線維化 筋線維 赤血球 Newtic1

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

次世代の医療として期待されている再生医療でも、手足や眼球などの複雑な臓器に自律的な再生を促すことは困難である。一方、イモリは、ヒトと同じ四肢動物(4本足の脊椎動物)でありながら、体の様々な部位が傷ついても、生涯に渡り(加齢に関わらず)何度でも繰り返し再生することができる。イモリの再生能力の中核は「脱分化やリプログラミング」(以下、リプログラミングに統一する)である。イモリが進化上獲得したリプログラミングは、成体において働きが低下した組織幹細胞に代わり、分化した体細胞を臓器再生のためにリクルートするメカニズムであり(Tanaka et al., 2016)、癒傷形成の初期段階から進化したことが分かってきた(Islam et al., 2014; Casco-Robles et al., 2016)。「ここにどのような変更(突然変異)が生じたのか?」これを分子の言葉で記述することができれば、ここを標的として治療することで、ヒトの細胞にイモリ型のリプログラミングを惹起することが可能である。イモリに進化上おこった可能性のある変更は3つである。すなわち、新奇な(イモリにしかない)遺伝子を獲得した、既存の遺伝子のはたらき方を変えた(遺伝子を失った場合も含む)、あるいはそれらの両方である。我々は、この問題の解明とヒトの傷ついた臓器をイモリのように再生させることを目標に、2017年4月に医学と生物学、工学の研究者、および民間の支援者からなる「イモリ型の臓器再生フォーラム」を設立した。

2. 研究の目的

本研究は、フォーラムの設立メンバーが中心となり推進するもので、その目的は、ヒトの体細胞にイモリ型のリプログラミングを惹起する因子の解明であるとともに、イモリを利用を医学の様々な分野に浸透させることで、イモリ型再生の適用範囲の調査および目標到達に向けた問題点の洗い出しを進め、より現実的な工程表を完成させることである。

3. 研究の方法

(1) ヒトの体細胞にイモリ型のリプログラミングを惹起する因子の解明

目の網膜色素上皮細胞(RPESCs)と肢の骨格筋線維細胞(SMFCs)に着目し、これらを生体内で追跡できる遺伝子改変アカハライモリ及びマウスを作製し、それぞれにおいて神経性網膜の外傷や肢の切断に伴って変化する細胞の遺伝子発現動態を、セルソーター(FACS)による細胞の分取と次世代シーケンスによる解析し、両者の違いを明らかにする。発現動態に差がある遺伝子の中から、イモリ型リプログラミングに関わる遺伝子を生体内及び培養系を用いてスクリーニングする。

(2) イモリを利用を医学の様々な分野に浸透させる

フォーラムの設立メンバーが、自身の実験室にイモリを導入し、それぞれが専門とする治療対象の臓器に加え、できるだけ多くの臓器について再生現象を解析する。また、フォーラムを3ヶ月毎に慶應大で開催し、医学分野の研究協力者を募る。協力者に対して筑波大で講習会を開催し、個々の研究の立ち上げとイモリの資源・技術・情報基盤に関する支援を行う。

4. 研究成果

(1) ヒトの体細胞にイモリ型のリプログラミングを惹起する因子の解明

成体マウスの目のRPECsおよび肢のSMFCsを*in vivo*で追跡可能な独自の遺伝子組換えマウスシステムを樹立した。また、線維化/癒傷を誘導するモデル実験系(*in vivo*網膜線維症モデル;*in vivo*肢癒傷治癒モデル)を確立した。

新規 DNA エlement (特許申請中) を同定し、成体イモリの目の RPECs および肢の SMFCs を *in vivo* で追跡する遺伝子組換えアカハライモリおよびマウスの作製を効率化した。

アカハライモリの網羅的なトランスクリプトーム解析により、有尾両生類にしかないオープン遺伝子を単離し、これを *Newtic1* と名付けた (Casco-Robles et al., Scientific Reports 8(1): 74552018, 2018)。この遺伝子は、損傷部に滞留した赤血球の一部に発現した。*Newtic1* を発現した赤血球は様々な因子を再生中の組織に分泌すると推定された。

* プレスリリース :

イモリは再生因子を赤血球で運んでいる!? ~ 血液の概念を変える新発見 ~

<https://www.tsukuba.ac.jp/journal/biology-environment/20180524150048.html>

続く研究により、*Newtic1* タンパク質が赤血球内の顆粒状構造体に局在し、微小管との相互作用を介して、TGF- β 1 など液性因子の細胞内輸送と分泌に関わる可能性を見出した (Xutong et al., Biomedicines 10(11): 2772, 2022)。

* プレスリリース :

膜タンパク *Newtic1* が赤血球の再生因子分泌に関わる ~ イモリの再生で新仮説を提唱 ~

<https://www.tsukuba.ac.jp/journal/biology-environment/20221116140000.html>

これらの発見は、イモリが進化過程で *Newtic1*(+)赤血球を介して細胞外環境を変えた可能性を暗示した。

アカハライモリの SMFCs が生来、最高難度のリプログラミング / 脱分化能力を持っていることを *ex vivo* 実験系で明らかにした (Yu et al., Scientific Reports 12: 11653, 2022) 。しかし、その能力は細胞外環境により封印されており、この封印を解くには体の変態と成長の組み合わせが必要であった。これらの結果は、リプログラミング / 脱分化に対する細胞外環境の重要性を示すとともに、細胞自身が生来持つ能力の重要性を示した。

* プレスリリース :

イモリの筋線維再生の基本原理を解明 ~ 変態と成長が脱分化の封印を解く

<https://www.tsukuba.ac.jp/journal/medicine-health/20220801180000.html>

成体アカハライモリの終分化体細胞がリプログラミング / 脱分化の潜在能力を発揮するには細胞外環境が重要であることが分かってきたことから、この視点で従来の細胞培養法を見直し、体外で RPESCs を網膜前駆組織にまで発達させることができる *ex vivo* 網膜再生モデル、および SMFCs の脱分化、遊走、増殖、再分化を誘導できる *ex vivo* 筋再生モデルを確立した (一部は Yu et al., Scientific Reports 12: 11653, 2022 にて公開)。

アカハライモリの *ex vivo* 網膜再生モデルと *ex vivo* 筋再生モデルの条件では、哺乳類の細胞を培養することも可能である。そこで、ヒト網膜色素上皮幹細胞株 (ARPE-19) とマウス筋芽細胞株 (C2C12) を導入し、イモリと同様の条件で培養した結果、イモリの生体成分が両細胞の分化過程に干渉することを見出した。

成体アカハライモリの体細胞リプログラミングを遺伝子レベルで解析するために、当初はセ

ルソーター (FACS) と次世代シーケンスの組み合わせを計画していたが、次第に汎用化してきた一細胞遺伝子転写産物解析 (scRNA-seq) の方が、解像度と網羅性において強力であるという観点から、研究グループの総意として scRNA-seq に向けた準備を開始した。まず、対象組織からの細胞分散と収集技術の開発を進めた。また、参照遺伝子配列として、トランスクリプトームデータベースに加え、より精度の高いゲノムデータベースを構築する努力をした。現在までに、ゲノム全体 (n=12; 約 37Gb) の約 29.5% (約 10.9Gb) の Scaffold ができている。

アカハライモリのオミックスデータベースの構築を進め、すでに一般公開済みの包括的トランスクリプトームデータベース (IMORI ; <http://antler.is.utsunomiya-u.ac.jp/imori/>) に Blast 検索機能を付与し、刷新した。また、プロテオーム解析用の参照タンパク質/ペプチドデータベースを構築した。将来的にゲノムデータベースを統合し、さらに刷新する計画である。

(2) イモリの利用を医学の様々な分野に浸透させる

貴志和生 (慶應義塾大学・医学部 (信濃町)・形成外科学) が中心となり、成体アカハライモリの皮膚再生の全容を解明した (Ishii et al., *Biomedicines* 9(10): 142, 2021)。

* プレスリリース :

イモリの皮膚再生過程の全容を解明 ~ 傷あとが残らない再生治療に向けた一歩に ~

<https://www.tsukuba.ac.jp/journal/medicine-health/20211224140000.html>

これにより、イモリの皮膚が無瘢痕再生することを証明するとともに、*in vivo* 皮膚再生モデルが確立した。

貴志和生 (慶應義塾大学) が中心となり、培養したマウス皮膚線維芽細胞に対するイモリの生体成分の影響を調べた結果、イモリの生体成分がマウス皮膚線維芽細胞の分化過程に干渉することを見出した。

田谷雄二 (日本歯科大学・生命歯学部・病理学) が中心となり、成体アカハライモリの顎再生を再記載した (Kawamoto et al., *Journal of Oral Biosciences Supplement* p.377, 2019, 日本語学会抄録 ; Taya et al., *Journal of Oral Biosciences Supplement* p.339, 2021, 日本語学会抄録)。

成島三長 (三重大学・医学部・形成外科学) が中心となり、成体アカハライモリのリンパ管系の全容を解明し、リンパ管やリンパ心臓自身の再生や、肢再生におけるそれらの役割について明らかにした (Banda et al., *Scientific Reports* 13: 6902, 2023)。

イモリ型の臓器再生フォーラムを約半年毎に慶應大で開催し、アカハライモリの医学分野への導入を推進した。

<https://www.biol.tsukuba.ac.jp/~chichiba/Newtic%20regeneration%20forum.html>

また、啓発活動の一環として公開講座を開催した (「いもりの里」10周年記念 市民公開講座 「いもりの里 これまでの10年 これからの10年 - アカハライモリが拓く生命の未来 - 」 取手市 2019年11月)。

http://imori-net.org/lecture_nov2019.html

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Casco-Robles Roman M., Watanabe Akihiko, Eto Ko, Takeshima Kazuhito, Obata Shuichi, Kinoshita Tsutomu, Ariizumi Takashi, Nakatani Kei, Nakada Tomoaki, Tsonis Panagiotis A., Casco-Robles Martin M., Sakurai Keisuke, Yahata Kensuke, Maruo Fumiaki, Toyama Fubito, Chiba Chikafumi	4. 巻 8
2. 論文標題 Novel erythrocyte clumps revealed by an orphan gene <i>Newtic1</i> in circulating blood and regenerating limbs of the adult newt	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 7455
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-25867-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Casco-Robles Martin Miguel, Yasuda Kayo, Yahata Kensuke, Maruo Fumiaki, Chiba Chikafumi	4. 巻 9
2. 論文標題 Reviewing the Effects of Skin Manipulations on Adult Newt Limb Regeneration: Implications for the Subcutaneous Origin of Axial Pattern Formation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biomedicines	6. 最初と最後の頁 1426
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/biomedicines9101426	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ishii Tatsuyuki, Takashimizu Ikkei, Casco-Robles Martin Miguel, Taya Yuji, Yuzuriha Shunsuke, Toyama Fubito, Maruo Fumiaki, Kishi Kazuo, Chiba Chikafumi	4. 巻 9
2. 論文標題 Skin Wound Healing of the Adult Newt, <i>Cynops pyrrhogaster</i> : A Unique Re-Epithelialization and Scarless Model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biomedicines	6. 最初と最後の頁 1892
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/biomedicines9121892	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yu Zhan Yang, Shiga Shota, Casco-Robles Martin Miguel, Takeshima Kazuhito, Maruo Fumiaki, Chiba Chikafumi	4. 巻 12
2. 論文標題 The latent dedifferentiation capacity of newt limb muscles is unleashed by a combination of metamorphosis and body growth	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 11653
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-15879-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Chen Xutong, Ando Ryo, Casco-Robles Roman Martin, Casco-Robles Martin Miguel, Maruo Fumiaki, Obata Shuichi, Chiba Chikafumi	4. 巻 10
2. 論文標題 Newtic1 Is a Component of Globular Structures That Accumulate along the Marginal Band of Erythrocytes in the Limb Blastema of Adult Newt, <i>Cynops pyrrhogaster</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biomedicines	6. 最初と最後の頁 2772
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/biomedicines10112772	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Banda Chihena H., Shiraishi Makoto, Mitsui Kohei, Okada Yoshimoto, Danno Kanako, Ishiura Ryohei, Maemura Kaho, Chiba Chikafumi, Mizoguchi Akira, Imanaka-Yoshida Kyoko, Maruyama Kazuaki, Narushima Mitsunaga	4. 巻 13
2. 論文標題 Structural and functional analysis of the newt lymphatic system	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 6902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-023-34169-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計26件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 千葉親文
2. 発表標題 イモリに学ぶ癒痕再生転換による臓器再生の戦略
3. 学会等名 第2回信州創傷再生セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石井龍之、貴志和生
2. 発表標題 イモリ皮膚再生の検証 - 自己再生医療を目指して -
3. 学会等名 第5回イモリ型の臓器再生フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川本沙也華、田谷雄二
2. 発表標題 アカハライモリの下顎再生の検討 - マイクロCTによる立体観察 -
3. 学会等名 第5回イモリ型の臓器再生フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安田佳代、千葉親文
2. 発表標題 成体イモリの肢再生における皮膚の役割
3. 学会等名 第5回イモリ型の臓器再生フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高清水一慶、杠俊介
2. 発表標題 イモリの上皮化阻害実験について
3. 学会等名 第5回イモリ型の臓器再生フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 成島三長、チヘナバンダ
2. 発表標題 イモリの解剖学 - 血管・神経・リンパ管 -
3. 学会等名 第5回イモリ型の臓器再生フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石井龍之、千葉親文、貴志和生
2. 発表標題 イモリ皮膚再生の検証 自己再生医療を目指して
3. 学会等名 第28回日本形成外科学会基礎学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川本沙也華、田谷雄二、石井龍之、佐藤かおり、添野雄一、貴志和生、千葉親文
2. 発表標題 成体イモリ下顎組織の再生過程での形態学的解析
3. 学会等名 第61回歯科基礎医学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田崎邦治、加治優一、千葉親文、大鹿 哲郎
2. 発表標題 マウス増殖硝子体網膜症モデルを用いた網膜色素上皮細胞の性質変化の検討
3. 学会等名 第123回日本眼科学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 千葉親文
2. 発表標題 イモリ型の皮膚再生：皮膚の線維性瘢痕は再生に転ずるか？
3. 学会等名 第19回日本再生医療学会総会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 千葉親文
2. 発表標題 癒痕を再生に転換するイモリ型臓器再生の研究
3. 学会等名 第63回日本形成外科学会総会・学術集会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 千葉親文
2. 発表標題 イモリを真似る：人のbody-parts完全再生に向けた研究戦略
3. 学会等名 第50回日本創傷治癒学会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石井龍之、貴志和生
2. 発表標題 成体イモリの皮膚再生：長期観察から得られた見解
3. 学会等名 第6回イモリ型の臓器再生フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川本沙也華、田谷雄二
2. 発表標題 イモリの顎顔面組織の構造
3. 学会等名 第6回イモリ型の臓器再生フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安田佳代、千葉親文
2. 発表標題 成体イモリの肢再生における皮膚の役割：導き出された仮説
3. 学会等名 第6回イモリ型の臓器再生フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高清水一慶、杠俊介
2. 発表標題 イモリの上皮化阻害実験について 第二報
3. 学会等名 第6回イモリ型の臓器再生フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 千葉親文、石井龍之、高清水一慶、安田佳世、于珊、杠俊介、貴志和生
2. 発表標題 イモリ型の皮膚再生：皮膚の線維性瘢痕は再生に転ずるか？
3. 学会等名 第19回日本再生医療学会総会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Martin Miguel Casco-Robles、千葉親文
2. 発表標題 Development of in vivo systems for studies on unique tissue patterning during adult newt regeneration
3. 学会等名 第7回イモリ型の臓器再生フォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 志賀翔太、千葉親文
2. 発表標題 成体イモリ筋組織の培養下の振る舞い～血球因子と二つの筋形成細胞～
3. 学会等名 第7回イモリ型の臓器再生フォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Zhan Yang Yu, Shota Shiga, Martin Miguel Casco-Robles, Kazuhito Takeshima, Fumiaki Maruo & Chikafumi Chiba
2. 発表標題 The latent dedifferentiation capacity of newt limb muscles is unleashed by a combination of metamorphosis and body growth
3. 学会等名 第8回イモリ型の臓器再生フォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田谷雄二、川本沙也華、埴太宥、工藤朝雄、佐藤かおり、添野雄一
2. 発表標題 成体イモリの顎再生と解剖・組織学的解析
3. 学会等名 第63回歯科基礎医学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xutong Chen、小畑秀一、千葉親文
2. 発表標題 Newtic1は成体イモリの赤血球で何をしているのか？
3. 学会等名 第9回イモリ型の臓器再生フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Xutong Chen、千葉 親文、小畑秀一
2. 発表標題 Newtic1は赤血球からの再生因子分泌に関わり得るか？
3. 学会等名 第10回イモリ型の臓器再生フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 千葉親文
2. 発表標題 オーファン遺伝子Newtic1を発現する赤血球の成体イモリ肢再生における役割
3. 学会等名 第45回日本分生生物学会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石志龍之、高清水一慶、菊地克海、Martin Miguel Casco Robles、田谷雄二、杠俊介、外山史、丸尾文昭、千葉親文、貴志和生
2. 発表標題 イモリ血液は細胞を脱分化させ、線維化を抑制させる
3. 学会等名 第52回日本創傷治癒学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Martin Miguel Casco Robles, Katsumi Kikuch, Zigiao Wang, Keisuke Katsumura, Ririka Naruse, Kuniharu Tazaki, Chikafumi Chiba
2. 発表標題 Converting RPE-derived scarring to retinal regeneration
3. 学会等名 XXV Biennial Meeting of the International Society for Eye Research（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 武田 伸一	4. 発行年 2018年
2. 出版社 羊土社	5. 総ページ数 230
3. 書名 超高齢社会に挑む骨格筋のメディカルサイエンス	

1. 著者名 中村 桂子	4. 発行年 2019年
2. 出版社 JT生命誌研究館	5. 総ページ数 224
3. 書名 容 いれる・ゆるす	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>筑波大学・生命環境系 脳神経情報学分野・再生生理学研究室 http://www.biol.tsukuba.ac.jp/~chichiba/ イモリ型の臓器再生フォーラム情報 http://www.biol.tsukuba.ac.jp/~chichiba/Newtic%20regeneration%20forum.html イモリネットワーク http://imori-net.org/ IMORI http://antler.is.utsunomiya-u.ac.jp/imori/ 筑波大学研究者総覧 https://trios.tsukuba.ac.jp/researcher/0000001184 筑波大学・生命環境系 脳神経情報学分野・再生生理学研究室 http://www.biol.tsukuba.ac.jp/~chichiba/ イモリ型の臓器再生フォーラム情報 http://www.biol.tsukuba.ac.jp/~chichiba/Newtic%20regeneration%20forum.html イモリネットワーク http://imori-net.org/ IMORI http://antler.is.utsunomiya-u.ac.jp/imori/ 筑波大学研究者総覧 https://trios.tsukuba.ac.jp/researcher/0000001184</p>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	貴志 和生 (Kishi Kazuo) (40224919)	慶應義塾大学・医学部(信濃町)・教授 (32612)	

6. 研究組織 (つづき)

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	田谷 雄二 (Taya Yuji) (30197587)	日本歯科大学・生命歯学部・准教授 (32667)	
研究分担者	成島 三長 (Narushima Mitsunaga) (80431873)	三重大学・医学系研究科・教授 (14101)	
研究分担者	佐藤 貴彦 (Sato Takahiko) (30570775)	藤田医科大学・国際再生医療センター・講師 (33916)	
研究分担者	谷端 淳 (Tanihata Jun) (00508426)	東京慈恵会医科大学・医学部・助教 (32651)	
研究分担者	加治 優一 (Kaji Yuichi) (50361332)	筑波大学・医学医療系・研究員 (12102)	
研究分担者	外山 史 (Toyama Fubito) (60323317)	宇都宮大学・工学部・准教授 (12201)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	石井 龍之 (Ishii Tatsuyuki)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	高清水 一慶 (Takashimizu Ikkei)		
研究協力者	田崎 邦治 (Tasaki Kuniharu)		
研究協力者	バンダ チヘナ (Banda Chihena)		
研究協力者	カスコ ロブレス マルチン ミゲル (Casco Robles Martin Miguel)		
研究協力者	丸尾 文昭 (Maruo Fumiaki)		
研究協力者	杠 俊介 (Yuzuriha Shunsuke)		
研究協力者	于 占洋 (Yu Zhan Yang)		
研究協力者	チェン ツートン (Chen Xutong)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	川本 沙也華 (Kawamoto Sayaka)		
研究協力者	小畑 秀一 (Obata Shuichi)		
研究協力者	竹島 一仁 (Takeshima Kazuhito)		
研究協力者	安田 佳代 (Yasuda Kayo)		
研究協力者	志賀 翔太 (Shiga Shota)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関