

令和 4 年 6 月 23 日現在

機関番号：12102

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2018～2021

課題番号：18KK0207

研究課題名（和文）頭蓋骨解剖学体系の枠組みから外れた未知の新奇形質「耳舌骨」の多角的解明

研究課題名（英文）Describing the undescribed bone X

研究代表者

小薮 大輔 (KOYABU, DAISUKE)

筑波大学・プレジジョン・メディシン開発研究センター・准教授

研究者番号：60712510

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では従来の解剖学体系では記載されてこなかった骨、「耳舌骨」について多角的に研究を行った。動物系統X（論文発表後に公表）のなかで発見した「耳舌骨」はXの中で完全に硬骨化した骨を持つXaと、成体でも軟骨のままであるXb系統がいることを突き止めた。胎児期サンプルを用いて発生学的観察を行ったところ、作業仮説は否定される結果となった。当初は舌骨の原基であるライヘルト軟骨の外側端が分離し、骨化することで耳舌骨へと分化するとの仮説を立てていたが、耳介軟骨の腹側基部が骨化したものであることがわかった。遺伝子発現を解析したところ、BMP、FGF、Sox9の動態に大きく関与していることが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

頭蓋骨進化は無数の解剖学者が研究を行ってきたが、哺乳類の頭蓋骨において新奇な骨はこれまで発見されていなかった。現在論文の完成に向けて準備を進めているところであるが、この論文が発表に至れば、耳舌骨は哺乳類の頭蓋骨において唯一知られる新奇骨として解剖学体系に書き加えられることとなる。またヒトでは遺伝子変異を原因として茎状舌骨靭帯が化骨し、嚥下困難を引き起こすEagle症候群という疾患がある。耳舌骨の形成にはBMP、FGF、Sox9、Col6a1の発現が特に関わっていることから、この病態においてもこれらの遺伝子の変異が関与している可能性が考えられ、治療について基礎知見となりうると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we conducted a multifaceted research on a bone that has not been described in conventional anatomical systems: the auriculohyoid bone. We found that there are two patterns of the auriculohyoid in the lineage X (will be clarified after publication of the paper): lineage Xa, which has completely ossified bones, and lineage Xb, in which the trait remains cartilaginous in adults. Embryological observations on fetal samples ruled out the working hypothesis. We initially hypothesized that the lateral end of the Reichelt's cartilage, which is the protoligament of the hyoid bone, would separate and ossify to differentiate into the otolingual bone, but we found that the ossification of the ventral base of the auricular cartilage was the result of ossification. Gene expression analysis revealed that BMP, FGF, and Sox9 are largely involved in the dynamics.

研究分野：比較解剖学

キーワード：進化

1. 研究開始当初の背景

哺乳類は様々なニッチに適応放散し、生態的多様性を反映してその骨格形態は様々に多様化している。そうした多様性は各骨要素のシェイプの可塑性に依存し、哺乳類の共通祖先には無かった骨を派生系統が新奇に獲得した例は極めて少ない。そのため他の哺乳類にはみられないパンダの第六・第七の指、ゾウの第六の指、モグラの第六の指、有袋類の袋骨などの稀有な例は古くから形態進化における破格物として解剖学者の注目を集めてきた。そのような骨格系のなかでも哺乳類の頭蓋骨の構成骨数は進化的に特に保守的であり、特定の系統だけがもつような骨は頭蓋骨において全く報告されていない。言い換えると、現生哺乳類の頭蓋骨の多様性は哺乳類の共通祖先の頭蓋骨のシェイプ変化のみによって説明できると考えられてきた。ところが申請者がこれまで化石および現生哺乳類の頭部の比較解剖学的研究に従事し、ベトナムで継続的に小型哺乳類の博物学的研究を行ってきたなかで動物系統 X (論文発表後に公表予定)の耳に、解剖学体系上、未知の骨が存在することを発見した。

2. 研究の目的

哺乳類の頭蓋骨における多様性は各骨要素のシェイプの可塑性に依存し、哺乳類の共通祖先には無かった骨を派生系統が新奇に獲得した例は極めて少ない。そのため他の哺乳類にはみられないパンダの第六・第七の指、ゾウの第六の指、モグラの第六の指、有袋類の袋骨などの稀有な例は古くから形態進化における破格物として解剖学者の注目を集めてきた。そのような骨格系のなかでも哺乳類の頭蓋骨の構成骨数は進化的に特に保守的であり、特定の系統だけがもつような骨は頭蓋骨において全く報告されていない。言い換えると、現生哺乳類の頭蓋骨の多様性は哺乳類の共通祖先の頭蓋骨のシェイプ変化のみによって説明できると考えられてきた。ところが申請者がこれまで化石および現生哺乳類の頭部の比較解剖学的研究に従事するなかで、いくつかの哺乳類種に、解剖学体系上、未知の骨が存在することを発見した。本研究ではこの骨の実態を解明することを目指す。

3. 研究の方法

本課題はベトナムを野外調査地として選定し、日・越・豪・独・米の国際的かつ学際的な研究グループを組織した。比較解剖学を専門とする申請者に加え、国内からは頭部の発生遺伝学を専門とする東山大毅(東京大学・特任研究員)、発声・聴音の神経科学を専門とする小林耕太(同志社大学・教授)、動物の行動計測工学を専門とする飛龍志津子(同志社大学・教授)、が分担研究者として参画し、国外からは哺乳類の聴音器進化を専門とする Zhe Xi Luo (米国シカゴ大学・教授)、頭部古生物学を専門とする Laura Wilson (豪国ニューサウスウェールズ大学・フェロー)、頭部軟骨形成の進化を専門とする Ingmar Werneburg (独国ゼンケンベルグ博物館・キュレーター) が協力研究者として参画した。

申請者の主催研究室に 30 年度に導入したマイクロ CT (inspeXio SMX-90CT plus) を用いて大量の胎子胚の撮影を行った。Amira ソフトを用いて三次元再構築を行い、動物系統 X および近縁系統 19 種の成体における聴音器の筋と骨の三次元モデルを構築して耳舌骨を持つ種と持たない種の形態差の実態を把握した。マイクロ CT で撮影したのち頭部組織切片を作成し、抗 チューブリンによる抗体染色とアザン染色を行った。組織切片を Amira で三次元再構築し、マイクロ CT 画像と統合することで、鼓膜・蝸牛・耳小骨・鼓室輪・軟骨・内耳神経・顔面神経・筋の精確な三次元形態モデルを作成し、解剖学的記載により詳細な発生過程を把握した。頭部軟骨の同定と発生分析についてはゼンケンベルグ博物館の Ingmar Werneburg と共同で行った。また、in situ hybridization 実験および免疫抗体染色、RNA-seq 実験により、耳舌骨の形成に関与する遺伝子の特定を進めた。また、野外行動観察実験により、軟骨性の耳舌骨をもつもの、硬骨性の耳舌骨をもつもの、耳舌骨を全くもたないものの 3 つのタイプの動物の耳運動を解析し、前二者は多く異なる耳運動を行なっていることがわかった。

4. 研究成果

本研究は国内の研究者だけでは達成できない成果を積極的な国際共同研究により達成することができ、また将来的なさらなる国際共同研究の発展が大きく期待される連携体

制を構築することができた。本研究では従来の解剖学体系では記載されてこなかった骨、「耳舌骨」について多角的に研究を行なった。動物系統 X (論文発表後に公表) のなかで発見した「耳舌骨」は X の中で完全に硬骨化した骨を持つ Xa と、成体でも軟骨のままである Xb 系統がいることを突き止めた。胎児期サンプルを用いて発生学的観察を行なったところ、作業仮説は否定される結果となった。当初は舌骨の原基であるライヘルト軟骨の外側端が分離し、骨化することで耳舌骨へと分化するとの仮説を立てていたが、耳介軟骨の腹側基部が骨化したものであることがわかった。遺伝子発現を解析したところ、BMP、FGF、Sox9 の動態に大きく関与していることが判明した。残念ながら採択期間中に、中心的成果を論文を公表することは叶わず、現在論文の完成に向けて準備を進めているところであるが、この論文が発表に至れば、耳舌骨は哺乳類の頭蓋骨において唯一知られる新奇骨として解剖学体系に書き加えられることとなる。ヒトでは遺伝子変異を原因として茎状舌骨靭帯が化骨し、嚥下困難を引き起こす Eagle 症候群という疾患がある。耳舌骨の形成と骨化には BMP、FGF、Sox9、Col6a1 の発現が大きく関わっていることがわかったことから、この病態においてもこれらの遺伝子の変異が関与している可能性が考えられ、治療について基礎知見となりうると考えられる。コロナウイルスの世界的拡大により、国外での野外調査が予定した通りには実施できず、サンプルの収集は思うように進めることが出来なかった。2022 年にも追加の調査によりサンプルを一部収集して追試を行なう必要があるが、幸い国外の共同研究者が代理でサンプルを進めてくれたこと、コロナウイルス拡大以前に収集したサンプルでできるだけ代用したことにより、かなりの部分をカバーすることができた。また、本研究の助成により発表した論文群では、ポストドクおよび大学院生などの若手研究者 14 人が共著者として名を連ね、若手研究者の育成にも貢献することができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件 / うち国際共著 20件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Nojiri Taro, Tu Vuong Tan, Sohn Joon Hyuk, Koyabu Daisuke	4. 巻 338
2. 論文標題 On the sequence heterochrony of cranial ossification of bats in light of Haeckel's recapitulation theory	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution	6. 最初と最後の頁 137-148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jez.b.23042	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Nojiri Taro, Wilson Laura A.B., Lopez-Aguirre Camilo, Tu Vuong Tan, Kuratani Shigeru, Ito Kai, Higashiyama Hiroki, Son Nguyen Truong, Fukui Dai, Sadier Alexa, Sears Karen E., Endo Hideki, Kamihori Satoshi, Koyabu Daisuke	4. 巻 31
2. 論文標題 Embryonic evidence uncovers convergent origins of laryngeal echolocation in bats	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 1353-1365.e3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2020.12.043	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 該当する
1. 著者名 Nojiri Taro, Fukui Dai, Werneburg Ingmar, Saitoh Takashi, Endo Hideki, Koyabu Daisuke	4. 巻 250
2. 論文標題 Embryonic staging of bats with special reference to <i>Vespertilio sinensis</i> and its cochlear development	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Developmental Dynamics	6. 最初と最後の頁 1140-1159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/dvdy.325	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Lopez Aguirre Camilo, Wilson Laura A. B., Koyabu Daisuke, Tu Vuong Tan, Hand Suzanne J.	4. 巻 304
2. 論文標題 Variation in cross sectional shape and biomechanical properties of the bat humerus under Wolff's law	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Anatomical Record	6. 最初と最後の頁 1937-1952
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ar.24620	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ito Kai, Tu Vuong Tan, Eiting Thomas P., Nojiri Taro, Koyabu Daisuke	4. 巻 9
2. 論文標題 On the Embryonic Development of the Nasal Turbinals and Their Homology in Bats	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Cell and Developmental Biology	6. 最初と最後の頁 2021.613545
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fcell.2021.613545	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 該当する

1. 著者名 Tu Vuong Tan, Gorfol Tamas, Csorba Gabor, Arai Satoru, Kikuchi Fuka, Fukui Dai, Koyabu Daisuke, Furey Neil M., Bawm Saw, Lin Kyaw San, Alviola Phillip, Hang Chu Thi, Son Nguyen Truong, Tuan Tran Anh, Hassanin Alexandre	4. 巻 59
2. 論文標題 Integrative taxonomy and biogeography of Asian yellow house bats (Vespertilionidae: Scotophilus) in the Indomalayan Region	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research	6. 最初と最後の頁 772 ~ 795
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jzs.12448	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Lopez Aguirre Camilo, Hand Suzanne J., Koyabu Daisuke, Tu Vuong Tan, Wilson Laura A. B.	4. 巻 238
2. 論文標題 Phylogeny and foraging behaviour shape modular morphological variation in bat humeri	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Anatomy	6. 最初と最後の頁 1312-1329
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/joa.13380	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Sohn Joon Hyuk, Fukui Dai, Nojiri Taro, Minowa Kazuhiro, Kimura Junpei, Koyabu Daisuke	4. 巻 28
2. 論文標題 Three-Dimensional and Histological Observations on Male Genital Organs of Greater Horseshoe Bat, Rhinolophus ferrumequinum	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Mammalian Evolution	6. 最初と最後の頁 559–571
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10914-020-09525-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Sohn Joon Hyuk, Kimura Junpei, Koyabu Daisuke	4. 巻 6
2. 論文標題 3D model related to the publication: three-dimensional and histological observations on male genital organs of greater horseshoe bat, <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> .	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 MorphoMuseum	6. 最初と最後の頁 e113 ~ e113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18563/journal.m3.113	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 該当する

1. 著者名 Sano Katsuhiko, Beyene Yonas, Katoh Shigehiro, Koyabu Daisuke, Endo Hideki, Sasaki Tomohiko, Asfaw Berhane, Suwa Gen	4. 巻 117
2. 論文標題 A 1.4-million-year-old bone handaxe from Konso, Ethiopia, shows advanced tool technology in the early Acheulean	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 18393 ~ 18400
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2006370117	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Oh Jinwoo, Minami Masato, Ikeda Suzuna, Takatsuki Seiki, Oonishi Nobumasa, Higuchi Naoko, Okada Ayumi, Kimura Junpei, Koyabu Daisuke	4. 巻 44
2. 論文標題 Non-Invasive Age Estimation by Cranial Suture Closure in Japanese Sika Deer (<i>Cervus nippon</i>)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mammal Study	6. 最初と最後の頁 147 ~ 147
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3106/ms2018-0065	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ledevin, R., Koyabu, D.	4. 巻 46
2. 論文標題 Patterns and Constraints of Craniofacial Variation in Colobine Monkeys: Disentangling the Effects of Phylogeny, Allometry and Diet.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Evolutionary Biology	6. 最初と最後の頁 14 ~ 34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11692-019-09469-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Lopez-Aguirre Camilo, Hand Suzanne J., Koyabu Daisuke, Son Nguyen Truong, Wilson Laura A. B.	4. 巻 19
2. 論文標題 Postcranial heterochrony, modularity, integration and disparity in the prenatal ossification in bats (Chiroptera)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BMC Evolutionary Biology	6. 最初と最後の頁 75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12862-019-1396-1	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 該当する

1. 著者名 Lopez-Aguirre Camilo, Hand Suzanne J., Koyabu Daisuke, Son Nguyen Truong, Wilson Laura A. B.	4. 巻 332
2. 論文標題 Prenatal allometric trajectories and the developmental basis of postcranial phenotypic diversity in bats (Chiroptera)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution	6. 最初と最後の頁 36 ~ 49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jez.b.22846	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Joon Hyuk Sohn, Junpei Kimura, Daisuke Koyabu	4. 巻 6
2. 論文標題 3D model related to the publication: three-dimensional and histological observations on male genital organs of greater horseshoe bat, <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> .	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Morphomuseum	6. 最初と最後の頁 113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18563/journal.m3.113	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 該当する

1. 著者名 Ito Tsuyoshi, Koyabu Daisuke	4. 巻 56
2. 論文標題 Biogeographic variation in skull morphology across the Kra Isthmus in dusky leaf monkeys	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research	6. 最初と最後の頁 599 ~ 610
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jzs.12229	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nojiri Taro, Werneburg Ingmar, Son Nguyen Truong, Tu Vuong Tan, Sasaki Takenori, Maekawa Yu, Koyabu Daisuke	4. 巻 279
2. 論文標題 Prenatal cranial bone development of Thomas's horseshoe bat (<i>Rhinolophus thomasi</i>): with special reference to petrosal morphology	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Morphology	6. 最初と最後の頁 809 ~ 827
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jmor.20813	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Oh, J.W., Minami, M., Ikeda, S., Takatsuki, S., Oonishi, N., Higuchi, N., Okada, A., Kimura, J., Koyabu, D	4. 巻 44
2. 論文標題 Non-invasive age estimation by cranial suture closure in Japanese sika deer (<i>Cervus nippon</i>).	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mammal Study	6. 最初と最後の頁 147-155
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3106/ms2018-0065	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ledevin Ronan, Koyabu Daisuke	4. 巻 46
2. 論文標題 Patterns and Constraints of Craniofacial Variation in Colobine Monkeys: Disentangling the Effects of Phylogeny, Allometry and Diet	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Evolutionary Biology	6. 最初と最後の頁 14 ~ 34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11692-019-09469-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Lopez-Aguirre Camilo, Hand Suzanne J., Koyabu Daisuke, Son Nguyen Truong, Wilson Laura A. B.	4. 巻 332
2. 論文標題 Prenatal allometric trajectories and the developmental basis of postcranial phenotypic diversity in bats (Chiroptera)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution	6. 最初と最後の頁 36 ~ 49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jez.b.22846	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Lopez-Aguirre Camilo, Hand Suzanne J., Koyabu Daisuke, Son Nguyen Truong, Wilson Laura A. B.	4. 巻 19
2. 論文標題 Postcranial heterochrony, modularity, integration and disparity in the prenatal ossification in bats (Chiroptera)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BMC Evolutionary Biology	6. 最初と最後の頁 75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12862-019-1396-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計5件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Pascal Abel, Daisuke Koyabu, Ingmar Werneburg.
2. 発表標題 Evolution of the temporal region in the early amniote skull
3. 学会等名 ドイツ古生物学会年次大会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koyabu D, Nojiri T.
2. 発表標題 Prenatal Development of Echolocation-Related Traits in Bats and the Origin of Laryngeal Echolocation: Single Origin or Convergence?
3. 学会等名 国際脊椎動物形態学会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Lopez-Aguirre C, Wilson LAB, Koyabu D, Hand SJ.
2. 発表標題 The Morphogenetic Basis of Mammalian Flight: Allometric Trajectories and Ossification Heterochronies in Prenatal Skeletogenesis of Bats
3. 学会等名 国際脊椎動物形態学会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nojiri T, Koyabu D.
2. 発表標題 Does Prenatal Development Support a Single Origin of Laryngeal Echolocation in Bats?
3. 学会等名 国際脊椎動物形態学会（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ito K, Nojiri T, Koyabu D.
2. 発表標題 On the Development of the Nasal Capsule and Turbinate Homology in Laurasiatherians, with Special Reference to Bats
3. 学会等名 国際脊椎動物形態学会（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>コウモリ類の進化史を解明 https://www.a.u-tokyo.ac.jp/topics/topics_20210306-1.html Echolocation evolved multiple times in bats https://newsroom.unsw.edu.au/news/science-tech/fruit-bats-are-only-bats-can%E2%80%99t-use-echolocation-now-were-closer-knowing-why</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	飛龍 志津子 (Shizuko Hiryu) (70449510)	同志社大学・生命医科学部・教授 (34310)	

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	小林 耕太 (Kohta Kobayasi) (40512736)	同志社大学・生命医科学部・教授 (34310)	
研究分担者	東山 大毅 (Hiroki Higashiyam) (40816625)	東京大学・大学院医学系研究科（医学部）・特任研究員 (12601)	
研究分担者	福井 大 (Dai Fukui) (60706670)	東京大学・大学院農学生命科学研究科（農学部）・講師 (12601)	

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