

令和 5 年 5 月 26 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H03836

研究課題名（和文）コモンマーモセットを用いた内耳研究プラットフォームの創生

研究課題名（英文）Creation of a research platform for hearing research with using a primate model animal, common marmoset

研究代表者

細谷 誠（Hosoya, Makoto）

慶應義塾大学・医学部（信濃町）・助教

研究者番号：30645445

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 15,130,000円

研究成果の概要（和文）：コモンマーモセット内耳に関して、発生学的知見を中心に、老化・再生に関する遺伝子情報まで多数の知見を得た。特に本研究を通してこれまで知られていなかったコモンマーモセット内耳発生の基本的なステージングと主要な組織・細胞の発生段階における知見が集積され齧歯類モデルとの比較およびヒト検体との比較が可能になった。またその過程で、霊長類モデルと既存の齧歯類モデルとの多数の差を見出すことが可能であった。当初の目的である霊長類モデル動物としての内耳研究のプラットフォーム化に成功したと考えられる。今後の本動物を用いた障害モデルなどより応用的な研究への道が開かれたと考えており、更なる研究につながる成果が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来内耳研究ではヒト検体の利用が困難なことから、マウスモデルがよく利用されていた。しかし、しばしばマウスモデルではヒトの疾患や病態を説明できないことが存在することが知られている。今回、我々の検討では霊長類モデル動物であるコモンマーモセットに注目し、その内耳における発生から加齢までを対象に検討を行った。検討の結果、本動物を今後の内耳研究に利用する際に必要となる基礎的な情報が集積され、本動物を用いたマウスモデルとは別の角度からの研究が可能になると考えられる。また、齧歯類と霊長類との間の種差も多数見出し、種差の点からも霊長類モデル動物の有用性が示された。本モデルは内耳研究に貢献することが期待される。

研究成果の概要（英文）：We have obtained a large number of findings, mainly developmental findings, as well as aging and regeneration in the primate model animal, common marmoset. In particular, through this study, we have obtained knowledge on the basic knowledge as a model animal in common marmoset cochler development, allowing comparison with rodent models and with human specimens. In the process, numerous differences between primate models and existing rodent models were identified. We believe that we have succeeded in creating a platform for research on the inner ear of a primate model animal, which was our initial goal. We believe that our study lead to more applied research such as disorder models using this animal in the future, and we have obtained results that will lead to further research.

研究分野：耳鼻咽喉科学

キーワード：コモンマーモセット 内耳 聴覚 蝸牛 発生

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

感音難聴は未だに有効な治療法に乏しい重要な研究対象である。診断技術の向上および疫学的研究の成果により、感音難聴の診断は大幅に向上し、多くの知見が集積されてきた。一方で、治療法の開発の進捗は世界的にも乏しい。治療法の確立が困難な理由の一つとして、内耳研究においてヒト細胞やヒト組織の利用が非常に困難なことが挙げられる。すなわち、腹腔内臓器や骨盤臓器などと異なり病的細胞の生検の機会が非常に乏しい。内耳の剖検の機会も限られている。希少なヒト側頭骨検体の利用も試みられてはいるが、解剖学的・組織学的検討の目的の利用が主であり、分子生物学的な利用に耐えうるヒト側頭骨検体(死後数時間以内の剖出が必須)は国内外を問わず限られている。特に日本国内での利用の機会は限定されている。このため、内耳研究において、その代替として細胞株やモデル動物が広く用いられてきた。中でも遺伝子改変マウスは、その汎用性の高さから強力な研究ツールとして利用され、内耳研究に有用な情報をもたらしてきた。一方で、これらのモデルによって解決できなかった科学的課題も多く存在する。

既存のアプローチによって、解決できなかった科学的課題に対し、研究代表者は、霊長類モデルを用いた研究を展開し、検討を重ねてきた。具体的には、*in vivo* モデルとして、小型霊長類であるコモンマーモセットを用いた検討を展開し、*in vitro* モデルとして、ヒト iPS 細胞由来内耳細胞を用いた研究を展開している。実際、これまでの研究により、既存のモデルで未解明だった科学的課題に対して新しい展開をもたらした。霊長類およびヒト検体を用いる研究を展開する中で、本動物の内耳研究の有用性を再確認するとともに、今後の更なる展開のため網羅的な解析と研究プラットフォーム化の重要性を強く認識し、本研究の着想に至った。

本研究課題においては、研究代表者らはこれらの既存のアプローチによって解決できなかった科学的課題に対し、霊長類モデルを用いた研究を展開するための新しい研究ツールとしてコモンマーモセット内耳研究の基礎の確立を目指した。「内耳の発生から加齢までの生理現象」および「疾患発症のメカニズム(とくに遺伝性難聴)」において、「霊長類モデルと齧歯類モデルはどこまでが同じで、どこから異なるのか。霊長類モデル動物を用いるべきはどこなのか。」という学術的問いに対してつぶさに検討し、今後の霊長類モデル動物を用いた内耳研究の発展のプラットフォームの創出を目指した。

2. 研究の目的

本研究では、内耳研究に種差が及ぼす影響を分子生物学的手法を用いて、詳細に検討する。具体的には、霊長類モデル動物コモンマーモセットの内耳の発生から加齢・難聴遺伝子の発現パターンおよび分子生物学的挙動を記述し、既存の齧歯類モデルから得られた知見と比較する。これにより、とくに齧歯類と霊長類で種差の大きい疾患や病態を浮き彫りにし、本動物を用いた検討を展開することにより新たな知見を得られる可能性が高い領域を見出す。

霊長類モデル動物を用いた内耳疾患研究の更なる展開を考えた場合、正常個体における内耳の発生から加齢までの包括的および網羅的な解析が必要となる。本課題においては、これまでに研究代表者らが積み重ねてきたコモンマーモセットを用いた内耳研究をさらに発展させ、正常個体における発生から加齢までの現象を解析し内耳研究のプラットフォームとしての基礎を確立する。同時に、既存の齧歯類から得られた知見と比較し、本動物に特徴的な知見を見出し、今後のヒト病態生理研究へのアプローチへの起点とする。以下の3項目を本研究の柱として研究を展開した。

(1) 発生研究プラットフォームとしての確立

分子生物学的な内耳の発生研究は、主に齧歯類をもとに検討が重ねられてきた。一方、少数ではあるが、ヒト胎児検体を用いた検討から、ヒト内耳と齧歯類の間で発生過程において一部遺伝子発現パターンが異なることが複数報告されている。このことは、マウス研究で得られた知見をヒトに応用するためには、種差の違いを認識したうえでの、慎重な応用が必要なことを示唆している。実際、現在ヒト内耳を標的とした発生学的検討が注目を集めており、古典的な組織解剖学的な解析に留まらないヒト内耳発生の分子生物学的な解析が求められている。

齧歯類と比較すると、ヒト内耳は比較的発生の遅い時期(妊娠16週以降)になってから、ダイナミックな形態変化をすることが知られており、妊娠後期での胎児内耳での発生学的理解が強く求められる。しかし、この時期のヒト中絶胎児を用いた研究は、現代では倫理的に極めて困難である。本研究においては、「霊長類内耳発生研究プラットフォーム」として、入手困難なヒト胎児検体の代替となりうる霊長類コモンマーモセットの胎生期内耳を検討し、内耳発生研究プラットフォームとしての充実化を目指した。

(2) 遺伝性難聴研究プラットフォームとしての充実化

研究代表者らは、コモンマーモセットを用いた遺伝性難聴研究を展開し、多数の成果を上げており、齧歯類モデルでヒトの難聴を再現できない遺伝性難聴において、原因遺伝子の発現パターンが齧歯類と霊長類で異なるものが複数存在することを報告している。この事実は、これら遺伝子の変異による難聴研究を進める上では、少なくとも齧歯類と霊長類との間の種差が無視できないことを意味し、マウスモデルではなく、霊長類モデル動物を使った研究が重要になる。コモンマーモセットにおいては遺伝子改変技術も確立されており、遺伝子改変難聴コモンマー

モセットの作出も原理的には可能である。また、10年以上の寿命を持つため、マウスモデルでは検討が困難なこともある遺伝性進行性難聴モデルの研究にも有用であると考えられる。

このように、本動物は、遺伝性難聴研究のモデル動物として、「モデルマウスで解決できなかった問題の解決手法」として非常に期待されている。一方で、遺伝性難聴研究のプラットフォームとしての基盤は、マウスと比較し遺伝子発現パターン解析などの点から大きく劣っている。難聴遺伝子研究では、遺伝子発現パターンの情報が研究開発の端緒として非常に重要であり、研究代表者らは、難聴遺伝子のうち約20種類以上の発現パターンを同定している。しかし、現在、遺伝性難聴の原因遺伝子は、100以上存在し、そのうちマウスモデルが存在しないものも多数存在する。これら難聴遺伝子の霊長類内耳における網羅的な発現パターンの記載学は、重要な基礎データであり、将来の臨床応用へのトランスレーションに向けた基盤的研究としても、極めて重要度の高いものと考えられる。本検討では、遺伝性難聴研究プラットフォームとしての充実化を目指した。

(3) 加齢研究基盤プラットフォームとしての確立

コモンマーモセットは、飼育環境下で15-16年の寿命を持つ。ヒトと比較すれば寿命は短い、マウスなど多くの齧歯類の寿命と比して長い寿命をもつ。加齢性難聴も7-10歳ごろに始まるとされる。本動物は個体間でコミュニケーションを多くとる動物であり、聴覚の加齢性変化が個体間でのコミュニケーションにどのように影響をあたえるのかなど、加齢性難聴の社会的な面からの研究にも応用が可能であり、既存のマウス研究と異なる視点からの知見が得られることが期待される。

加齢性難聴研究は、ヒト側頭骨を用いた検討が多く展開されている。しかし、剖検側頭骨を用いた検討では、組織学的な変性や細胞の脱落などの評価は可能であっても、老化の進行過程（とくに初期過程）を継時的な詳細な記述や、薬剤による反応性を組織学的に評価する介入実験を行うことは困難である。本動物を加齢性難聴モデルとして検討することにより、モデルマウスでわからなかった霊長類特異的な内耳の加齢現象をとらえられる可能性は高く、その後の薬物による介入実験や*in vitro*の初代培養実験などに応用することが可能である。とくに、ヒト側頭骨病理で検討することが困難な、ヒト40-50代相当の加齢性変化の初期過程の検討が、10歳前後のマーモセット側頭骨を分子生物学的に検討することにより展開できると考え、今後の加齢性難聴研究への応用の基盤の確立を目指した。

3. 研究の方法

(1) 発生過程のコモンマーモセット内耳のConventional Markerによる評価

胎生70日目(E70), E77, E87, E92, E96, E101, E109, E115, E120, 出直後のコモンマーモセット胎児の内耳蝸牛組織切片を作製した。有毛細胞・支持細胞系譜における代表的な細胞マーカーでの染色を行った。特にヒトとマウスを比較した既報では、支持細胞系譜と神経系において種差が大きいことが予測されている。さまざまな種類が存在する支持細胞の本動物における細胞毎の特徴を明らかにしていくとともに、様々な内耳の細胞系譜において、齧歯類とどのような遺伝子が共通しており、どのような遺伝子の発現パターンが異なるかを検討した。

(2) 発生過程のコモンマーモセット内耳の神経シナプス形成・神経終末刈り込みの観察

有毛細胞への神経伸長およびシナプス形成とそれに引き続き生じる神経終末の刈り込みは、内耳神経発生における重要なイベントである。これらの段階が、逐次的に完遂されることが聴能の獲得に必須である。ヒト蝸牛発生と齧歯類蝸牛発生の検討では、内耳神経系の発生にはすくなくならず種差が示唆されており、ヒト胎児における神経発生の分子生物学的な観察が期待されている。しかし、神経伸長の観察は胎生初期に生じる一方で、シナプス形成と神経終末の刈り込みは、ヒト胎生では妊娠後期(20週から24週)に生じる。この時期のヒト胎児を用いた詳細な分子生物学的観察は、現在では極めて困難であり、その代替となる検討が求められている。今回の検討では、まず、シナプス形成タイミングを正確に評価し、神経伸長因子やシナプス生存にかかわるシグナルの発現を解析し、齧歯類における知見がどこまで霊長類モデルにおいても外挿できるのか、検討を行った。

(3) コモンマーモセット内耳におけるNotchシグナル関連因子の発現局在評価

蝸牛有毛細胞再生医療の実現化において、感覚上皮細胞の可塑性や未分化細胞・脱分化細胞の分布に関する検討の重要性は言を俟たない。また霊長類での細胞系譜の運命決定シグナルが齧歯類と同等とは必ずしも限らない今回の検討では、発生過程の蝸牛感覚上皮におけるNOTCHシグナルについて免疫組織学的検討を行い下流シグナルの活性化程度の検討を行った。

(4) コモンマーモセット内耳における難聴遺伝子の発現局在評価

本研究においては、上述の免疫組織学的検討にて難聴遺伝子の発現局在の評価を行った。対象とする難聴遺伝子としては、有毛細胞・支持細胞に発現が予測される遺伝子の他、ラセン神経節細胞、血管条、外側壁ラセン靭帯など蝸牛内の組織に発現が予測されるものについても検討を行い、齧歯類における遺伝子発現パターンとの時空間的な比較を行った。

(5) 高齢コモンマーモセット内耳における有毛細胞および神経細胞の変性の評価

10歳前後において、本動物のコルチ器の変性が生じることを予備実験で確認しているが、詳細な有毛細胞の脱落パターンやそれに前後する神経細胞の変性の評価は行っていない。本検討においては、すでにライブラリ化を終えている高齢マーモセットの側頭骨検体を用いて、古

典型的な組織解剖学的評価を行い加齢が本動物の内耳蝸牛に与える影響を検討した。

(6) コモンマーモセット内耳における網羅的遺伝子発現解析

シングルセル RNA シークエンス解析による胎生期から生直後のコモンマーモセット内耳の網羅的遺伝子解析を行った。Conventional Marker のみならず、霊長類内耳発生における主要なシグナル経路も同時に解析することが出来、今後の再生学的アプローチに有用であると考えられる。今回の検討においては、胎生期の3ポイント、および出生直後のコモンマーモセット内耳サンプルを用いてシングルセル RNA シークエンス法による解析を行った。

4. 研究成果

(1) 研究の主な成果、得られた成果の国内外における位置づけとインパクト

本研究により、まず、コモンマーモセット内耳発生過程における有毛細胞の形成期やラセン神経節細胞の感覚上皮への伸長期など基本的なステージングが明らかとなった (Hosoya M, et al., *FEBS J*, 2021) (後図①)。また、有毛細胞においては遺伝子発現パターンが齧歯類との間で比較的保存される一方で、支持細胞における遺伝子発現パターンに関しては霊長類特異的なものが存在することが明らかとなっている。

続いて、ラセン神経節細胞を中心に検討を行い本動物における、I型細胞、II型細胞などの分化時期やシナプス形成時期について明らかにした (Hosoya M, et al., *Developmental Neurobiology*, 2021) (後図②)。本検討により、本動物における有毛細胞とラセン神経節細胞の間でのシナプス形成時期について詳細な記載がなされるとともに、ラセン神経節の発生過程における齧歯類と霊長類の間での種差を明らかにした。

本動物における有毛細胞発生時期より前の早期発生についても検討を行った。本動物における蝸牛内における感覚上皮の決定時期の遺伝子発現パターンの検討を行うことにより、齧歯類と霊長類における遺伝子発現パターンの違いが、発生早期においても存在することを明らかにした (Hosoya M, et al., *Neural Development*, 2022) (後図③)。

発生過程における難聴遺伝子 *GJB2* と *GJB6* のコモンマーモセット内耳における発現パターンも検討を行った。コモンマーモセット内耳はマウスに比較して非常にゆっくり蝸牛が発生するが、これを反映して、本遺伝子がコードするコネクシンの内耳における発現の詳細を観察することが可能であった。齧歯類では報告のなかったコネクシンによるギャップジャンクションの細胞内局在の発生過程における変化も確認し英文誌に報告を行った (Hosoya M. et al., *Genes*, 2022) (後図④)。

続いて血管条における発生過程の遺伝子発現パターンと組織学的な形成過程に関する検討を行った。コモンマーモセットにおける血管条の形成過程を明らかにすることができ、今回の検討により、本動物は霊長類モデル動物で唯一血管条の詳細な発生過程が明らかになっている動物となった。本検討についても国際誌に報告をおこなった (Hosoya M. et al., *Scientific Reports*, 2022) (後図⑤)。

今後の再生医療学的な展開も念頭に本動物における感覚上皮および有毛細胞・支持細胞分化期における Notch シグナル関連遺伝子の発現パターンの検討を行った。Notch シグナルの発現パターンに関しても発生後期において特に齧歯類と霊長類の間で差が目立つという結果が得られた (Hosoya M et al., *Frontiers in Neuroanatomy*, 2023) (後図⑥)。

その他、本動物を用いたシングルセル RNAseq 法を用いた内耳解析手法を確立し現在解析中である。発生過程における検討で培った技術を用いて老化マーモセットについても検討を行い、解析を進めている。これまでに、50 遺伝子を超える遺伝子の発現パターン (発現時期と局在) をコモンマーモセット内耳において明らかにした。これらの中には *OTOF*, *GJB2*, *GJB6*, *COCH*, *POU3F4*, *KCNJ10*, *BSND*, *COL2A1*, *SOX10* などの難聴遺伝子の発現パターンを含む。研究期間の成果は、2023年5月までの時点で、代表者を筆頭著者として、英文誌6報に掲載され、その他2023年5月現在、2報投稿中である。また、国内誌にも2報総説として本研究成果を報告した。本研究に関する演題でシンポジウムを3回行っており、本課題を通して霊長類内耳研究のモデルとして確立されたことは、国内外で大きなインパクトを与えているものと考えられる。

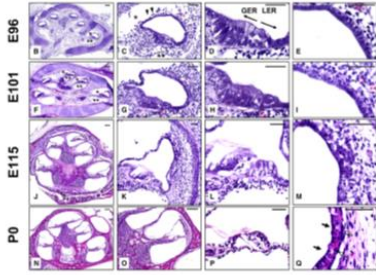
(2) 今後の展望

発生学的知見を中心に、老化・再生に関する遺伝子情報まで多数の知見を得ることが可能であった。特に本研究を通してこれまで知られていなかったコモンマーモセット内耳発生における基本的なステージングと主要な組織・細胞の発生段階における知見が集積され齧歯類モデルとの比較および限定的ではあるがヒト検体との比較が可能になったことは、科学的に十分な知見が得られたものと考えられる。この過程で、霊長類モデルと既存の齧歯類モデルとの多数の差を見出すことが可能であった。当初の目的である霊長類モデル動物としての内耳研究のプラットフォーム化に成功したと考えられる。

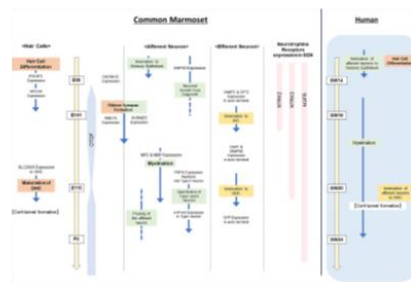
今後の、本動物を用いた障害モデルや幹細胞スフィア作成などより応用的な研究への道が開かれたと考えており、さらなる研究につなげていく予定である。また、齧歯類との種差が明らかになった点も多く、本動物を用いた遺伝性難聴の治療法開発や霊長類特異的な感音難聴治療法の開発につなげていける可能性もあり、本動物を用いた内耳研究のさらなる発展が期待される。

本課題による研究により得られた成果

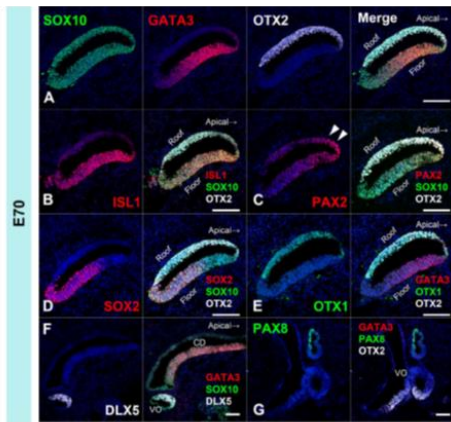
- ① コモンマーモセット内耳発生の基本的なステージングに関する知見
(Hosoya M et al. *FEBS J*, 2021)



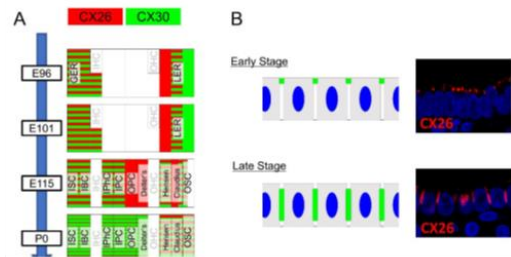
- ② コモンマーモセットラセン神経節・シナプスに関する知見
(Hosoya M et al. *Developmental Neurobiology*, 2021)



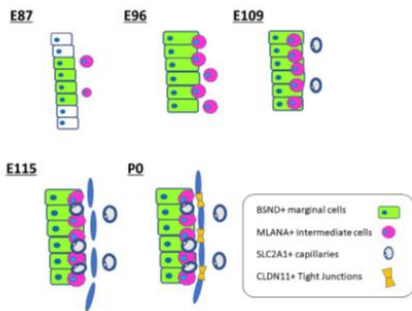
- ③ コモンマーモセット内耳発生の発生早期に関する知見
(Hosoya M et al. *Neural Development*, 2022)



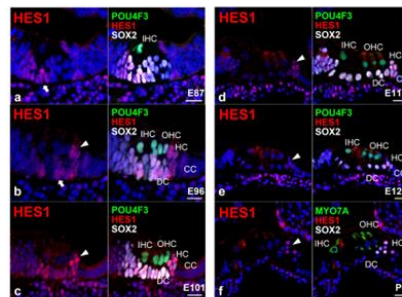
- ④ 難聴遺伝子GJB2に関する知見
(Hosoya M et al. *Genes*, 2022)



- ⑤ コモンマーモセット血管条に関する知見
(Hosoya M et al. *Scientific Reports*, 2022)



- ⑥ コモンマーモセット感覚上皮発生に関する知見
(Hosoya M et al. *Frontiers Neuroanatomy*, 2023)



その他

- 外側壁ラセン靭帯に関する知見
- 内耳免疫に関する知見
- シングルセルRNA-Seq法による解析
- 加齢における変化の予備情報

発生学的知見（複数の難聴遺伝子の発現パターンを含む）を中心に、老化・再生に関する遺伝子情報まで多数の知見を得た。本動物を用いた内耳研究を今後展開するうえでのプラットフォーム化に成功したと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Hosoya Makoto, Fujioka Masato, Murayama Ayako Y., Ogawa Kaoru, Okano Hideyuki, Ozawa Hiroyuki	4. 巻 12
2. 論文標題 Dynamic Spatiotemporal Expression Changes in Connexins of the Developing Primate's Cochlea	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Genes	6. 最初と最後の頁 1082 ~ 1082
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/genes12071082	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 Hosoya Makoto, Fujioka Masato, Murayama Ayako Y, Ozawa Hiroyuki, Okano Hideyuki, Ogawa Kaoru	4. 巻 81
2. 論文標題 Neuronal development in the cochlea of a nonhuman primate model, the common marmoset	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Developmental Neurobiology	6. 最初と最後の頁 905 ~ 938
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/dneu.22850	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 細谷 誠	4. 巻 31
2. 論文標題 【「各種の側頭骨・脳幹・大脳標本から見えてくる聴覚機能の進化と内耳奇形の病態」】進化の観点から眺める霊長類モデル動物側頭骨を用いた発生研究: 齧歯類モデル動物との類似点と相違点	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Otology Japan	6. 最初と最後の頁 383 ~ 389
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Hosoya Makoto, Fujioka Masato, Murayama Ayako Y., Okano Hideyuki, Ogawa Kaoru	4. 巻 288
2. 論文標題 The common marmoset as suitable nonhuman alternative for the analysis of primate cochlear development	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The FEBS Journal	6. 最初と最後の頁 325 ~ 353
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/febs.15341	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 Hosoya Makoto, Kitama Tsubasa, Iwabu Kaho, Nishiyama Takanori, Oishi Naoki, Okano Hideyuki, Ozawa Hiroyuki	4. 巻 12
2. 論文標題 Development of the stria vascularis in the common marmoset, a primate model	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-24380-6	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 Hosoya Makoto, Fujioka Masato, Okahara Junko, Yoshimatsu Sho, Okano Hideyuki, Ozawa Hiroyuki	4. 巻 17
2. 論文標題 Early development of the cochlea of the common marmoset, a non-human primate model	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neural Development	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13064-022-00162-8	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 細谷 誠	4. 巻 125
2. 論文標題 小型霊長類コモンマーモセットを用いた新規内耳研究プラットフォームの創生	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本耳鼻咽喉科頭頸部外科学会会報	6. 最初と最後の頁 1633-1639
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

〔学会発表〕 計3件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 細谷誠
2. 発表標題 シンポジウム7「臨床から基礎研究へ、その間をつなぐモデル動物プラットフォームの作成：再生医療と 遺伝子治療の「臨床応用のその先」に必要な内耳基礎研究」
3. 学会等名 第31回日本耳科学会学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 細谷 誠
2. 発表標題 次世代リーダーの育成 新規手法による内耳・難聴研究への挑戦 新しい研究プラットフォームとしてのiPS細胞と小型霊長類モデル動物の内耳研究への応用(会議録)
3. 学会等名 第123回日本耳鼻咽喉頭頸部外科学会総会・学術講演(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Makoto Hosoya
2. 発表標題 Audiology and Molecular biology in the Primate Model animals: From the gene expression patterns to Auditory Brain Stem Responses
3. 学会等名 Japan Audiological Society (招待講演)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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

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