

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：17701  
研究種目：基盤研究(C) (一般)  
研究期間：2020～2022  
課題番号：20K06434  
研究課題名(和文) 主な獣医動物種での薬物代謝研究の基盤構築を目指した責任酵素の網羅的な同定・解析

研究課題名(英文) Systematic identification and characterization of essential drug-metabolizing enzyme toward establishment of platform for drug metabolism research in veterinary species

研究代表者  
宇野 泰広 (Uno, Yasuhiro)

鹿児島大学・農水産獣医学域獣医学系・准教授

研究者番号：90372276

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：ヒトには数多くの薬物代謝酵素が存在し、酵素機能や発現の違いが薬効・毒性の性差、年齢差、個体差や人種差をもたらす要因となるが、多くの動物種では主要な酵素すら同定されておらず薬物代謝の理解が困難であった。そこで本研究ではイヌやブタ、ネコ等の動物種についてチトクロムP450(CYP)等の主要薬物代謝酵素を同定し、組織発現や機能の解析を行った。その結果、多くのCYP分子種が対応するヒトCYPによく似た遺伝子・ゲノム構造、組織発現パターン、代謝機能を示したが、一部で組織発現や代謝機能の違いも認められた。

研究成果の学術的意義や社会的意義  
ヒトと異なり多くの動物種では主要な酵素が同定されておらず薬物代謝の理解が進まなかったが、本研究でイヌやブタ、ネコ等の動物種についてチトクロムP450(CYP)を始めとする重要な薬物代謝酵素を同定し解析したことにより、これらの動物種で薬物代謝の理解が大いに進んだ。この解析により得られた知見は、これらの動物種で医薬品開発や薬物治療を行う上で重要な研究基盤となるものと期待される。

研究成果の概要(英文)：In humans, various drug-metabolizing enzymes are important for drug metabolism, and differences in their enzyme function and tissue expression account for sex, age, individual, and racial differences in drug efficacy and toxicity. However, in most animal species, the major enzymes have not been identified, making it difficult to understand drug metabolism. In this study, we identified major drug-metabolizing enzymes such as cytochromes P450 (CYPs) in animal species such as dogs, pigs, and cats, and analyzed their tissue expressions and functions. As a result, many CYP isoforms showed gene and genome structures, tissue expression patterns, and metabolic functions similar to the corresponding human CYPs, but some differences in tissue expression and metabolic functions were also observed.

研究分野：薬物代謝学、分子生物学

キーワード：薬物代謝酵素 獣医動物種 ゲノム 遺伝子

## 1. 研究開始当初の背景

ヒトでは、チトクロム P450 (CYP) など、様々な重要な薬物代謝酵素が特徴的な酵素機能を発揮し、医薬品の薬効や毒性における性差、年齢差、個体差や人種差の要因となっている。しかし、獣医学の多くの動物種では、薬物代謝の研究は進んでおらず、責任酵素の同定すら不十分であり、これらの動物種において医薬品開発や薬物治療を行う上で課題となっていた。

## 2. 研究の目的

本研究では、獣医学の動物種(イヌやブタ、ネコ、ツパイ等)について、チトクロム P450(CYP) など主要な薬物代謝酵素を同定・解析を行い、これらの酵素の薬物代謝の特徴を明らかにすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

各動物種のゲノム情報を解析し、CYP や UDP グルクロン酸転移酵素 (UGT)、フラビン含有モノオキシゲナーゼ (FMO)、グルタチオン S-転移酵素 (GST)、N-アセチル化転移酵素 (NAT)、硫酸転移酵素 (SULT) の薬物代謝酵素の遺伝子を見出し、各酵素の cDNA を RT-PCR によって同定した。これらの cDNA 配列を解読した後、配列相同性や遺伝子・ゲノム構造、組織発現パターン、酵素活性を解析し、ヒトや他動物種の対応する遺伝子と比較した。

## 4. 研究成果

### (1) CYP

CYP1 酵素については、CYP1A1 および CYP1A2 をイヌ、ブタ、ツパイで解析したところ、何れも対応するヒト CYP1A に対し高い配列相同性を示し、ヒトと同様、肝臓で CYP1A2 が CYP1A1 よりも高く発現しており CYP1A2 が主要な CYP1A であることが明らかになった。また何れの CYP1A2 もヒト CYP1A2 の基質である *caffeine* 及び *estradiol* を代謝したことから、ヒト CYP1A2 に似た特徴を有していることが示唆された。

CYP2A 酵素については、イヌ CYP2A13、ブタ CYP2A19、ツパイ CYP2A13 を解析したところ、何れもヒト CYP2A に対し高い配列相同性を示し、重要なヒト CYP2A6 と同様、肝臓で高く発現しており肝臓で主要な CYP2A であることが明らかになった。また、何れの CYP2A もヒト CYP2A6 の基質である *coumarin* を代謝したことから、ヒト CYP2A6 に似た特徴を有していることが示唆された。さらに、イヌ CYP2A13 およびツパイ CYP2A13 は、ヒト CYP2A13 と同様、肺でも高く発現し、ヒト CYP2A13 の基質である *phenacetin* を代謝したことから、ヒト CYP2A13 の特徴も有していることが示唆された。

CYP2B 酵素については、イヌ CYP2B6、ブタ CYP2B6 および CYP2B22、ツパイ CYP2B6 を解析したところ、何れもヒト CYP2B に対し高い配列相同性を示し、イヌ CYP2B6 およびツパイ CYP2B6 は、肺でも発現していたが、重要なヒト CYP2B6 と同様、肝臓で高く発現しており肝臓での主要な CYP2B であった。また、イヌ CYP2B6 およびツパイ CYP2B6 は、ヒト CYP2B6 の基質である *testosterone* (16) を代謝したことから、ヒト CYP2B6 に似た特徴を有していることが示唆された。一方、ブタ CYP2B6 および CYP2B22 は肝臓での発現は低く肺で高く発現し、*testosterone* (16) の代謝も低く、ヒト CYP2B6 と異なる特徴を有していた。

CYP2C 酵素については、イヌ(CYP2C21、CYP2C41、CYP2C94)で解析を行ったところ、ヒト CYP2C に対し高い配列相同性を示したが、イヌ CYP2C94 は他の CYP2C より低い相同性を示した。イヌ CYP2C は何れも肝臓で高く発現していたが、CYP2C21 は他の分子種より高く発現しており、CYP2C41 は個体によって発現が認められなかった。また、イヌ CYP2C は、ヒト CYP2C の基質である *omeprazole*、*warfarin*、*diclofenac*、*paclitaxel* を代謝したが、関与の程度は分子種によって大きく異なっていた。

CYP2J 酵素については、イヌ CYP2J2、ネコ CYP2J2、ブタ CYP2J (CYP2J33、CYP2J34、CYP2J35、CYP2J91、CYP2J93) を解析したところ、何れもヒト CYP2J2 に対し高い配列相同性を示し、ヒト CYP2J2 と同様、小腸で高く発現していたが、ブタ CYP2J91 は何れの組織での発現も低かった。また、何れのイヌ、ネコ、ブタ CYP2J も、ヒト CYP2J2 の基質である *ebastine* および *astemizole* を代謝したが、関与の程度は分子種によって大きく異なっていた。

CYP3A 酵素については、イヌ(CYP3A21、CYP3A26、CYP3A98、CYP3A99)、ブタ(CYP3A22、CYP3A29、CYP3A46、CYP3A227)、ツパイ(CYP3A5)を解析したところ、何れもヒト CYP3A4 に対し高い配列相同性を示し、ヒト CYP3A4 と同様、肝臓や小腸で高く発現していたが、ブタ CYP3A227 は何れの組織での発現も低かった。ヒト CYP3A4 の基質を用いて酵素活性を調べたところ、何れのイヌ CYP3A も alprazolam、estradiol、midazolam、testosterone (6) を代謝し、また何れのブタおよびツパイ CYP3A も midazolam、nifedipine を代謝したが、関与の程度は分子種によって異なっていた。さらに、肝臓でのイヌ CYP3A 活性には 2 倍程度の個体差がみられ、タンパク発現量や mRNA 発現量 (CYP3A21、CYP3A26) と相関していた。

#### ( 2 ) FMO

イヌ、ネコ、ブタで FMO1、FMO2、FMO3、FMO4、FMO5、FMO6 を解析したところ、何れも対応するヒト FMO に対し高い配列相同性を示していた。このうち、FMO6 は、イヌとブタではヒトと同様に偽遺伝子化していたが、ネコではタンパクをコードする遺伝子として発現していた。ヒトでは肝臓では FMO3、腎臓では FMO1 が高く発現し主要な FMO 分子種であるが、ネコも同様の発現パターンを示した。一方、イヌでは FMO3 のほかに FMO1 も発現し、腎臓では FMO1 のほかに FMO4 も比較的高く発現していた。ブタでは、腎臓だけでなく肝臓でも FMO1 が FMO3 より高く発現していた。また、何れのイヌ、ネコ、ブタ FMO も、ヒト FMO の基質である benzydamine や trimethylamine を代謝したが、関与の程度は分子種によって大きく異なっていた。

#### ( 3 ) NAT

マーモセットおよびブタで NAT1 を解析したところ、何れも対応するヒト NAT1 および NAT2 に対し高い配列相同性を示した。ヒトでは NAT1 が様々な組織で発現しているのに対し NAT2 は肝臓と小腸で高い発現を示すのに対し、マーモセットおよびブタ NAT1 は肝臓よりも小腸で高く発現していた。また、マーモセットおよびブタ NAT1 はヒト NAT の基質である p-aminobenzoic acid や 2-aminofluorene、sulfamethazine、isoniazid に活性を示し酵素機能を有していた。

#### ( 4 ) その他

UGT、GST、SULT などの薬物代謝酵素でも解析を行ったが、今後、解析を継続し成果を発表する予定である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Uno Yasuhiro, Uehara Shotaro, Yamazaki Hiroshi	4. 巻 197
2. 論文標題 Drug-oxidizing and conjugating non-cytochrome P450 (non-P450) enzymes in cynomolgus monkeys and common marmosets as preclinical models for humans	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biochemical Pharmacology	6. 最初と最後の頁 114887 ~ 114887
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bcp.2021.114887	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 Uno Yasuhiro, Yamazaki Hiroshi	4. 巻 42
2. 論文標題 Cloning and tissue expression of ATP-binding cassette transporters in cynomolgus macaques	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Drug Metabolism and Pharmacokinetics	6. 最初と最後の頁 100431 ~ 100431
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dmpk.2021.100431	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 Honda Shiori, Fukami Tatsuki, Hirosawa Keiya, Tsujiguchi Takuya, Zhang Yongjie, Nakano Masataka, Uehara Shotaro, Uno Yasuhiro, Yamazaki Hiroshi, Nakajima Miki	4. 巻 49
2. 論文標題 Differences in Hydrolase Activities in the Liver and Small Intestine between Marmosets and Humans	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Drug Metabolism and Disposition	6. 最初と最後の頁 718 ~ 728
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1124/dmd.121.000513	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 Uno Yasuhiro, Yamazaki Hiroshi	4. 巻 43
2. 論文標題 Systematic identification and characterization of cynomolgus macaque solute carrier transporters	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Drug Metabolism and Pharmacokinetics	6. 最初と最後の頁 100437 ~ 100437
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dmpk.2021.100437	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 Uno Yasuhiro, Uehara Shotaro, Murayama Norie, Yamazaki Hiroshi	4. 巻 51
2. 論文標題 Genetic variants of aldehyde oxidase (AOX) 1 in cynomolgus and rhesus macaques	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Xenobiotica	6. 最初と最後の頁 494 ~ 499
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00498254.2021.1874564	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 Uehara Shotaro, Uno Yasuhiro, Shimizu Makiko, Yamazaki Hiroshi	4. 巻 39
2. 論文標題 Cloning, sequence analysis, and tissue expression of marmoset paraoxonase 1	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Drug Metabolism and Pharmacokinetics	6. 最初と最後の頁 100398 ~ 100398
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dmpk.2021.100398	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 Uno Yasuhiro, Uehara Shotaro, Yamazaki Hiroshi	4. 巻 95
2. 論文標題 Polymorphic cytochromes P450 in non-human primates	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advances in Pharmacology	6. 最初と最後の頁 329 ~ 364
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/bs.apha.2022.05.005	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 Uno Yasuhiro, Shimizu Makiko, Ogawa Yurie, Makiguchi Miaki, Kawaguchi Hiroaki, Yamato Osamu, Ishizuka Mayumi, Yamazaki Hiroshi	4. 巻 202
2. 論文標題 Molecular and functional characterization of flavin-containing monooxygenases in pigs, dogs, and cats	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biochemical Pharmacology	6. 最初と最後の頁 115125 ~ 115125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bcp.2022.115125	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 Uno Yasuhiro, Uehara Shotaro, Ijiri Moe, Kawaguchi Hiroaki, Asano Atsushi, Shiraishi Mitsuya, Banju Kaito, Murayama Norie, Yamazaki Hiroshi	4. 巻 50
2. 論文標題 Molecular and Functional Characterization of N-Acetyltransferases in Common Marmosets and Pigs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Drug Metabolism and Disposition	6. 最初と最後の頁 1429 ~ 1433
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1124/dmd.122.000919	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 Uno Yasuhiro, Murayama Norie, Ijiri Moe, Kawaguchi Hiroaki, Yamato Osamu, Shiraishi Mitsuya, Asano Atsushi, Teraoka Hiroki, Mizukawa Hazuki, Nakayama Shouta M.M., Ikenaka Yoshinori, Ishizuka Mayumi, Yamazaki Hiroshi	4. 巻 50
2. 論文標題 Cytochrome P450 2J Genes Are Expressed in Dogs, Cats, and Pigs, and Encode Functional Drug-Metabolizing Enzymes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Drug Metabolism and Disposition	6. 最初と最後の頁 1434 ~ 1441
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1124/dmd.122.000930	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 Uno Yasuhiro, Ushirozako Genki, Uehara Shotaro, Murayama Norie, Fujiki Yuki, Kawaguchi Hiroaki, Tsukiyama-Kohara Kyoko, Yamazaki Hiroshi	4. 巻 52
2. 論文標題 Newly identified tree shrew cytochrome P450 2B6 (CYP2B6) and pig CYP2B6b are functional drug-metabolising enzymes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Xenobiotica	6. 最初と最後の頁 687 ~ 696
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00498254.2022.2141153	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 Uno Yasuhiro, Jikuya Shiori, Noda Yutaro, Murayama Norie, Yamazaki Hiroshi	4. 巻 51
2. 論文標題 A Comprehensive Investigation of Dog Cytochrome P450 3A (CYP3A) Reveals a Functional Role of Newly Identified CYP3A98 in Small Intestine	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Drug Metabolism and Disposition	6. 最初と最後の頁 38 ~ 45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1124/dmd.121.000749	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 Uno Yasuhiro, Noda Yutaro, Murayama Norie, Tsukiyama-Kohara Kyoko, Yamazaki Hiroshi	4. 巻 265
2. 論文標題 Novel cytochrome P450 1 (CYP1) genes in tree shrews are expressed and encode functional drug-metabolizing enzymes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Comparative Biochemistry and Physiology Part C	6. 最初と最後の頁 109534 ~ 109534
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cbpc.2022.109534	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 Uno Yasuhiro, Jikuya Shiori, Noda Yutaro, Oguchi Asuka, Murayama Norie, Kawaguchi Hiroaki, Tsukiyama-Kohara Kyoko, Yamazaki Hiroshi	4. 巻 267
2. 論文標題 Newly identified cytochrome P450 3A genes of tree shrews and pigs are expressed and encode functional enzymes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Comparative Biochemistry and Physiology Part C	6. 最初と最後の頁 109579 ~ 109579
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cbpc.2023.109579	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 Uno Yasuhiro, Morikuni Saho, Shiraishi Mitsuya, Asano Atsushi, Murayama Norie, Yamazaki Hiroshi	4. 巻 51
2. 論文標題 Novel Cytochrome P450 2C94 Functionally Metabolizes Diclofenac and Omeprazole in Dogs	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Drug Metabolism and Disposition	6. 最初と最後の頁 637 ~ 644
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1124/dmd.122.001236	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 Ushirozako Genki, Noda Yutaro, Murayama Norie, Kawaguchi Hiroaki, Tsukiyama-Kohara Kyoko, Yamazaki Hiroshi, Uno Yasuhiro	4. 巻 51
2. 論文標題 Newly Identified Tree Shrew Cytochrome P450 2A13 is Expressed in Liver and Lung and Encodes a Functional Drug-Metabolizing Enzyme Similar to Dog Cytochrome P450 2A13 and Pig Cytochrome P450 2A19	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Drug Metabolism and Disposition	6. 最初と最後の頁 610 ~ 617
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1124/dmd.122.001152	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 Uno Yasuhiro, Noda Yutaro, Morikuni Saho, Murayama Norie, Yamazaki Hiroshi	4. 巻 in press
2. 論文標題 Liver microsomal cytochrome P450 3A-dependent drug oxidation activities in individual dogs	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Xenobiotica	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) 10.1080/00498254.2023.2211673	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11件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 後迫玄城、村山典恵、小原恭子、山崎浩史、宇野泰広
2. 発表標題 ツパイCYP2A13の同定と解析
3. 学会等名 第165回日本獣医学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yasuhiro Uno, Genki Ushirozako, Yutaro Noda, Kyoko Kohara, Norie Murayama, and Hiroshi Yamazaki
2. 発表標題 Characterization of tree shrew CYP2A13 in comparison with human, dog and pig CYP2As
3. 学会等名 日本薬物動態学会第37年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村山典恵、藤木有樹、後迫玄城、野田優太郎、上原正太郎、宇野泰広、山崎浩史
2. 発表標題 イヌ、ブタ、ツパイおよびヒトチトクロムP450 2B分子種の薬物酸化酵素活性
3. 学会等名 日本薬学会第143年会
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 野田優太郎、村山典恵、森國紗帆、宇野泰広、山崎浩史
2. 発表標題 イヌ肝チトクロムP450 3A酵素が触媒する典型的なヒト選択的基質に対する酸化酵素活性の個体差
3. 学会等名 日本薬学会第143年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 後迫玄城、村山典恵、小原恭子、山崎浩史、宇野泰広
2. 発表標題 ツバイCYP2A13の同定と解析
3. 学会等名 第165回日本獣医学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yasuhiro Uno, Genki Ushirozako, Yutaro Noda, Kyoko Kohara, Norie Murayama, and Hiroshi Yamazaki
2. 発表標題 Characterization of tree shrew CYP2A13 in comparison with human, dog and pig CYP2As
3. 学会等名 日本薬物動態学会第37年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村山典恵、藤木有樹、後迫玄城、野田優太郎、上原正太郎、宇野泰広、山崎浩史
2. 発表標題 イヌ、ブタ、ツバイおよびヒトチトクロムP450 2B分子種の薬物酸化酵素活性
3. 学会等名 日本薬学会第143年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 野田優太郎、村山典恵、森國紗帆、宇野泰広、山崎浩史
2. 発表標題 イヌ肝チトクロムP450 3A酵素が触媒する典型的なヒト選択的基質に対する酸化酵素活性の個体差
3. 学会等名 日本薬学会第143年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yasuhiro Uno, Makiko Shimizu, and Hiroshi Yamazaki
2. 発表標題 Systematic identification and characterization of flavin-containing monooxygenases in cats, dogs, and pigs
3. 学会等名 日本薬物動態学会第36年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村山典恵、野田優太郎、軸屋志織、宇野泰広、山崎浩史
2. 発表標題 イヌ肝と小腸に発現するチトクロムP450 3A分子種の同定とそれらの機能解析
3. 学会等名 日本薬学会第142年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宇野泰広、山崎浩史
2. 発表標題 カニクイザルにおける薬物代謝酵素の同定・解析
3. 学会等名 第48回日本毒性学会学術年会 シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2021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
研究 分担者	山崎 浩史  (Yamazaki Hiroshi)  (30191274)	昭和薬科大学・薬学部・教授   (32624)	

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		
米国	Washington State University	College of Veterinary Medicine	