

令和 4 年 6 月 7 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2021

課題番号：17K19426

研究課題名（和文）DNAのメチル化検出による野生鳥類の年齢推定

研究課題名（英文）Age estimation of wild bird by DNA methylation

研究代表者

村山 美穂（Murayama, Miho）

京都大学・野生動物研究センター・教授

研究者番号：60293552

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、DNAメチル化率を指標とした野生動物の年齢推定の実用性を確認した。鳥類ではヤンバルクナ、フンボルトペンギン、イヌワシのゲノム配列を解析して、候補領域を探索した。哺乳類ではチンパンジー、ニホンザル、イエネコ、ユキヒョウで、特定の遺伝子のメチル化率と年齢の関連を見いだした。さらに非侵襲試料として野生ニホンザルの糞でも年齢推定に成功した。年齢に関連するメチル化領域は多様な種で共通な一方で、年齢推定には種ごとの条件検討が必要ながわかった。この方法を実用化できれば、生態研究に画期的な進歩が期待でき、繁殖可能な年齢の情報が得られることで保全対策にも貢献できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

糞などの非侵襲試料に由来するDNAメチル化率を指標とした年齢推定に成功した。この成果により、生前に採取した糞や羽などの非侵襲試料での年齢推定が確実にできれば、生態学的研究に画期的な進歩をもたらすことが期待でき、繁殖可能な年齢の情報が得られることで保全対策にも貢献できる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we confirmed the utility of age estimation in wildlife using DNA methylation rates as an indicator. In birds, candidate regions were explored by analyzing the genome sequences of the Okinawan rail, Humboldt penguin, and golden eagle. In mammals, we found an association between age and methylation rates of specific genes in chimpanzees, Japanese macaques, domestic cats, and snow leopards. In addition, age was successfully estimated in feces of wild Japanese macaques. While age-related methylation regions are common among various species, it was found that age estimation requires species-specific conditions. If this method can be put into practical use for wildlife, we can expect epoch-making progress in ecological research and contribution to conservation by obtaining information of animals on reproductive age.

研究分野：動物遺伝学

キーワード：メチル化 野生動物 鳥類 年齢 DNA

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

DNA から年齢推定ができれば、対象とする動物集団の年齢構成がわかる。寿命の長い種については、保全に必要な遺伝的多様性が、どの年齢集団、どの世代の個体間の情報なのかは、大変重要である。

野生動物の年齢推定は、成熟前であれば体格や体色などの外見からある程度可能で、哺乳類では死後に歯の摩耗状態などから推定できる場合もあるが、生存している成体では、外見からは困難である。鳥類では 50 年以上の長寿を持つ種もあるので年齢推定の意義は大きい。哺乳類のように歯から年齢を推定することはできない。生前に、野外で採取した糞や羽などの非侵襲試料での年齢推定が実現できれば、生態学的研究に画期的な進歩をもたらすことが期待でき、繁殖可能な年齢の情報が得られることで保全対策にも貢献できる。

DNA の塩基配列は基本的に生涯にわたって不変である。しかしメチル化などの修飾は変化する可能性がある。DNA のメチル化とは、塩基配列中のシトシンにメチル基が付加され、メチル化シトシンになることである。哺乳類のメスの片方の X 染色体の不活化、片親由来の遺伝子が不活化されるインプリンティング、臓器によって異なる遺伝子発現、癌やその周辺細胞での特異的な遺伝子発現、などがメチル化によって制御されている。近年、加齢によって DNA のメチル化の程度が変化する領域の存在 (下田, 2011) が注目され、ヒトにおいて法医学への応用の可能性が検討されている (Park *et al.* 2016)。しかし研究は発展途上であり実用化はできていない。ヒト以外の哺乳類では、マウス (Maegawa *et al.* 2010) やラットでも加齢に伴うメチル化率の変化が比較されている。鳥類ではニワトリやウズラで数例の報告があるが、野生鳥類での研究は、応募者の知る限り皆無であった。

2. 研究の目的

そこで本研究では、鳥類において、哺乳類で報告された年齢に伴うメチル化変動の指標となる候補遺伝子の相同領域を調べ、メチル化の割合と年齢の関連の解明を目指した。さらに、野外調査に役立てるため、糞や羽根から抽出した微量 DNA でも関連が見られるかを調べた。鳥類には寿命の長い種が多く、イヌワシは 47 歳、オウムは 83 歳の記録がある。鳥類でも哺乳類と同じく関連性が見つかれば、野外での生態研究に大いに役立つ。メチル化には個体差があることが知られており、年齢推定の誤差の原因になる可能性がある。また哺乳類と鳥類で異なる傾向を示す場合には、進化的な意義を考察することができる。種間や個体間での比較により、そうしたメチル化の機能に関わる基礎情報も期待できる。

本研究では、メチル化検出による野生動物の年齢推定の有用性を、3 つの段階を経て確認することにした。

- 1) 年齢とメチル化の度合いは関連するか？
- 2) 非侵襲的に得られる DNA から、メチル化の検出が可能か？
- 3) 野生集団への応用

NA メチル化を指標とした年齢推定は、哺乳類でも情報が少ないため、霊長類やネコ科を対象とした解析も並行して行い、鳥類との比較を目指した。

3. 研究の方法

血液、糞、羽の試料から DNA を抽出し、バイサルファイト処理によりメチル化シトシンをチミンに変化させた後、PCR 増幅、シーケンスし、非処理試料と比較して、メチル化の程度を検出し、年齢による差異を調べた。さらに同一個体で過去に採取した試料と現在の試料を比較して、年齢による変化を調べた。

年齢の情報が得られるヤンバルクイナ、フンボルトペンギン、イヌワシの飼育個体の試料を用いて、メチル化率と暦年齢を比較し、年齢推定の有用性を検証した。

DNA メチル化の検出には、よく用いられる次世代シーケンサーを用いたパイロシーケンスではなく High-Resolution Melting (HRM) 解析を導入した。パイロシーケンスでは増幅した対象領域の DNA 断片の塩基配列をすべて解読するのに対し、HRM は対象領域をリアルタイム PCR で増幅し、その配列の中のメチル化シトシンの割合を検出する。パイロシーケンスよりも正確性に劣るが、より安価で短時間に多数の試料を解析することができる。正確な判定ができるように条件検討を行った。

4. 研究成果

- 1) 年齢とメチル化の度合いは関連するか？

まず年齢推定指標となる候補遺伝領域を鳥類で解析した。国立環境研究所に保存されている、どうぶつたちの病院沖縄に由来するヤンバルクイナ、京都市動物園で飼育されているフンボルトペンギン試料の血液から DNA を抽出した。ハシボソミズナギドリの文献 (De Paoli-Iseppi *et al.* 2017, 2019) の相同領域から、候補遺伝子の PCR プライマーを作成したところ、フンボルトペン

ギンでは3遺伝子で良好な増幅ができ、HRMの条件を検討したが、年齢との有意な相関は見られなかった。ヤンバルクイナでは1遺伝子で増幅できたが、年齢との相関が見られなかった。そのため、種に独自の領域をゲノムから探索する必要があることがわかった。

フンボルトペンギンでは、1個体のゲノム解析を実施した。取得できたデータ量は約300Gb、N50は7,248,377bp、コンティグ数は593、塩基数は1.22Gbpであった。また、3検体(同一個体の1歳と8歳時、別個体の20歳時に採取)のDNAをバイサルファイト処理後、シーケンスを行い、それぞれ約100GBの塩基配列情報を取得した。フンボルトペンギン1個体の加齢変化について、全ゲノムバイサルファイトシーケンスを行った結果、加齢によりCpGは66.5%から68.6%、CHGは2.2%から2.5%、CHHは2.7%から2.9%に変化した。イヌワシでもゲノム解析を進めた。5個体のドラフトゲノムのデータ量はそれぞれ56-121Gであった。このゲノム情報を活用し、今後、得られたゲノム配列からドラフトゲノムを作成し、年齢によりメチル化率の異なる領域を特定する予定である。

哺乳類では、イエネコの血液由来のDNAから、*ELOVL2* (elongation of very long chain fatty acid protein) 遺伝子と*RALYL* (RALY RNA binding protein-like) 遺伝子を指標として年齢推定モデルを開発した。年齢推定の誤差は3.83歳(オス4.63、メス2.93)であった。ネコに多い腎臓疾患をもつ個体では、誤差がオス5.08歳、メス3.76歳であった(Qi *et al.* 2021)。性別や健康状態が推定精度に影響する点は、鳥類のモデル作製においても考慮すべきと考えられる。

2) 非侵襲的に得られるDNAからも、メチル化の検出が可能か?

非侵襲試料については、チンパンジーの糞で*ELOVL2*のメチル化率を測定したところ、誤差4.40年で、年齢推定の目安として有用と考えられた(中野ら、2019)。これにより、野生集団への応用の可能性が高まった。

3) 野生集団への応用

絶滅危惧種への応用を目指して、飼育のユキヒヨウの血液由来のDNAから年齢推定モデルでは誤差は2.10歳であった。推定に用いた遺伝領域の塩基配列は、ネコ科動物の種間で高い相同性を示し、種間の汎用性が高いこと、一方でネコとユキヒヨウの比較から正確な年齢推定モデルは種、性別、健康状態ごとに調整する必要があることが示唆された(Qi *et al.* 2021)。またアジアゾウでも年齢と相関する遺伝領域を見いだした。ニホンザルの野生集団でも年齢推定を実施し、飼育集団と結果に差がないこと確認した(中野ら、2020)。今後、個体数を増やして、加齢がDNAメチル化に与える影響を解析し、年齢推定に応用する。また私たちは鳥類の生殖細胞の保存条件の検討も行っている。メチル化は生物学的年齢を反映するため、個体の健康状態や繁殖能力の指標としても重要になると考えられるので、今後は個体差に注目した研究も発展させたいと考えている。

文献

- De Paoli-Iseppi R, Deagle BE, Polanowski AM, McMahon CR, Dickinson JL, Hindell MA, Jarman SN: Age estimation in a long-lived seabird (*Ardenna tenuirostris*) using DNA methylation-based biomarkers. *Mol Ecol Resour.* 19(2):411-425, 2019.
- De Paoli-Iseppi R, Polanowski AM, McMahon C, Deagle BE, Dickinson JL, Hindell MA, Jarman SN: DNA methylation levels in candidate genes associated with chronological age in mammals are not conserved in a long-lived seabird. *PLoS One.* 12(12):e0189181, 2017.
- Maegawa S, Hinkal G, Kim HS, Shen L, Zhang L, Zhang J, Zhang N, Liang S, Donehower LA, Issa JP: Widespread and tissue specific age-related DNA methylation changes in mice. *Genome Research* 20(3):332-40, 2010.
- 中野 勝光、伊藤 英之、濱野 悠也、玉木 敬二、鷓殿 俊史、平田 聡、井上 - 村山 美穂: チンパンジーの糞試料由来のDNAを用いたメチル化解析による年齢推定, *DNA 多型* 27: 59-61, 2019.
- 中野 勝光、伊藤 英之、玉木 敬二、鈴木 崇文、井上 - 村山 美穂: ニホンザルにおける野生個体由来DNAのメチル化解析による年齢推定. *DNA 多型* 28: 22-25, 2020.
- Park JL, Kim JH, Seo E, Bae DH, Kim SY, Lee HC, Woo KM, Kim YS: Identification and evaluation of age-correlated DNA methylation markers for forensic use. *Forensic Science International: Genetics* 23: 64-70, 2016.
- Qi H, Kinoshita K, Mori T, Matsumoto K, Matsui Y, Inoue-Murayama M: Age estimation using methylation-sensitive high-resolution melting (MS-HRM) in both healthy felines and those with chronic kidney disease. *Scientific Reports* 11(1):19963, 2021.
- 下田修義: 哺乳動物の加齢に伴うDNAメチル化の変動. *基礎老化研究* 35(4): 27-37, 2011.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 20件／うち国際共著 9件／うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Qi Huiyuan, Kinoshita Kodzue, Mori Takashi, Matsumoto Kaori, Matsui Yukiko, Inoue-Murayama Miho	4. 巻 11
2. 論文標題 Age estimation using methylation-sensitive high-resolution melting (MS-HRM) in both healthy felines and those with chronic kidney disease	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 3106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-99424-4	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 Taki Yuto, Vincenot Christian E., Sato Yu, Inoue-Murayama Miho	4. 巻 16
2. 論文標題 Genetic diversity and population structure in the Ryukyu flying fox inferred from remote sampling in the Yaeyama archipelago	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0248672
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0248672	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 Hideyuki, Nakajima Nobuyoshi, Onuma Manabu, Murayama Miho	4. 巻 10
2. 論文標題 Genetic Diversity and Genetic Structure of the Wild Tsushima Leopard Cat from Genome-Wide Analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Animals	6. 最初と最後の頁 1375-1375
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ani10081375	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 Endo Yoshinori, Kamei Ken-ichiro, Inoue-Murayama Miho	4. 巻 12
2. 論文標題 Genetic Signatures of Evolution of the Pluripotency Gene Regulating Network across Mammals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Genome Biology and Evolution	6. 最初と最後の頁 1806-1818
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/gbe/evaa169	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 Sato Y, Ogden R, Kishida T, Nakajima N, Maeda T, Inoue-Murayama M	4. 巻 130
2. 論文標題 Population history of the golden eagle inferred from whole-genome sequences of three subspecies.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biological Journal of the Linnean Society	6. 最初と最後の頁 826-838
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/biolinnean/blaa068	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 中野 勝光、伊藤 英之、玉木 敬二、鈴木 崇文、井上-村山 美穂	4. 巻 28
2. 論文標題 ニホンザルにおける野生個体由来DNAのメチル化解析による年齢推定.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 DNA多型	6. 最初と最後の頁 22-25
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 Ogden R, Fukuda T, Funo T, Komatsu M, Maeda T, Meredith A, Miura M, Natsukawa H, Onuma M, Osafune Y, Saito K, Sato Y, Thompson D, Inoue-Murayama M	4. 巻 25
2. 論文標題 Japanese golden eagle conservation science: current status and future needs.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Zoo and Wildlife Medicine	6. 最初と最後の頁 9-28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5686/jjzwm.25.9	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 中野 勝光、伊藤 英之、濱野 悠也、玉木 敬二、鷓殿 俊史、平田 聡、井上-村山 美穂	4. 巻 27
2. 論文標題 チンパンジーの糞試料由来のDNAを用いたメチル化解析による年齢推定	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 DNA多型	6. 最初と最後の頁 59-61
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 Ito H, Inoue-Murayama M	4. 巻 7
2. 論文標題 The Tsushima leopard cat exhibits extremely low genetic diversity compared with the Korean Amur leopard cat: Implications for conservation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e7297
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7717/peerj.7297	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 Murayama M	4. 巻
2. 論文標題 Molecular markers untie the history of horses and humans: comparison of personality-related genes between species.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Animal Law & Interdisciplinary Animal Welfare Studies	6. 最初と最後の頁 143-152
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 無
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 Endo Y, Kamei K, Inoue-Murayama M	4. 巻 391
2. 論文標題 Genetic signatures of lipid metabolism evolution in Cetacea since the divergence from terrestrial ancestor.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Evolutionary Biology	6. 最初と最後の頁 1655-1665
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jeb.13361	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 Inoue-Murayama M, Yokoyama C, Yamanashi Y, Weiss A	4. 巻 8
2. 論文標題 Common marmoset (<i>Callithrix jacchus</i>) personality, subjective well-being, hair cortisol level and AVPR1a, OPRM1, and DAT genotypes.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 10255
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-28112-7	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 -

1. 著者名 Ito H, Udono T, Hirata S, Inoue-Murayama M	4. 巻 8
2. 論文標題 Estimation of chimpanzee age based on DNA methylation.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 9998
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-28318-9	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 Ramadan S, Miyake T, Yamaura J, Inoue-Murayama M	4. 巻 13
2. 論文標題 LDHA gene is associated with pigeon survivability during racing competitions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 e0195121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0195121	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 村山美穂	4. 巻 88
2. 論文標題 ちびっ子チンパンジーから広がる世界：DNAのメチル化を利用した年齢推定	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 科学	6. 最初と最後の頁 1978 - 1979
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 無
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 Kumakura K, Osanai Y, Osa Y, Fujii K, Asakawa M, Ushiyama K, Onuma , Igarashi H, Endoh D	4. 巻 66
2. 論文標題 Multilocus exon-primed intron crossing (EPIC) primer design for regional birds and algorithm design for a combination of introns	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Veterinary Research	6. 最初と最後の頁 261-272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14943/jjvr.66.4.261	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 村山美穂	4. 巻 873
2. 論文標題 メチル化で解析による野生動物の年齢推定	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 青淵	6. 最初と最後の頁 14-17
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 無
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 Ryder OA, Onuma M	4. 巻 6
2. 論文標題 Viable Cell Culture Banking for Biodiversity Characterization and Conservation.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Annual Review of Animal Biosciences	6. 最初と最後の頁 83-98
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1146/annurev-animal-030117-014556	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 Kobayashi S, Morita Y, Nakaya Y, Nagamine T, Onuma M, Okano T, Haga A, Yamamoto I., Higa M, Naruse T, Nakamura Y, Denda T, Izawa M.	4. 巻 17
2. 論文標題 Dietary Habits of the Endangered Okinawa Rail.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Ornithological Science	6. 最初と最後の頁 19-35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2326/osj.17.19	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 Abe H, Aoya D, Takeuchi H, Inoue-Murayama M	4. 巻 18
2. 論文標題 Gene expression patterns of chicken neuregulin 3 in association with copy number variation and frameshift deletion.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 BMC Genetics	6. 最初と最後の頁 69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12863-017-0537-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 Sato Y, Ogden R, Komatsu M, Maeda T, Inoue-Murayama M	4. 巻 2013
2. 論文標題 Integration of wild and captive genetic management approaches to support conservation of the endangered Japanese golden eagle.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Biological Conservation	6. 最初と最後の頁 175-184
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.biocon.2017.07.008	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 Ramadan S, Inoue-Murayama M	4. 巻 45
2. 論文標題 Advances in camel genomics and their applications: A review.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Journal of Animal Genetics	6. 最初と最後の頁 49-58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5924/abgri.45.49	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 H, Ogden R, Langenhorst T, Inoue-Murayama M	4. 巻 36
2. 論文標題 Contrasting results from molecular and pedigree-based population diversity measures in captive zebra highlight challenges facing genetic management of zoo populations.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Zoo Biology	6. 最初と最後の頁 87-94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/zoo.21342	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68件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 24件)

1. 発表者名 Qi Luan Lim, Geetha Annavi, Miho Inoue-Murayama
2. 発表標題 Phylogenetic relationship of the Malayan tapir in Japan
3. 学会等名 The 15th International Symposium on Primatology and Wildlife Science (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Annegret M. Naito, Yu Sato, Miho Inoue-Murayama
2. 発表標題 Pair chemistry in golden eagles: relationship between MHC genes and breeding success.
3. 学会等名 The 15th International Symposium on Primatology and Wildlife Science (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 斉 恵元, 木下 こづえ, 森 尚志, 大蔵 佳織, 松井 由希子, 村山 美穂
2. 発表標題 DNAメチル化解析によるネコ科年齢推定: 予報
3. 学会等名 第68回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Miho Murayama
2. 発表標題 Getting basic information of wild animals through genetic approaches. UN Crime Congress - Ancillary Session Number: 67: Rethinking the 'boundary-arrangement' for an evidence-based approach in addressing wildlife and Forest crime.
3. 学会等名 14th United Nations Congress on Crime Prevention and Criminal Justice (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村山美穂
2. 発表標題 ゲノム情報を活用した野生動物の保全
3. 学会等名 バーチャル研究会「生物多様性のDNA情報学～自然の計測と生命の理解のために」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Annegret M. Naito, Yu Sato, Miho Inoue-Murayama
2. 発表標題 MHC gene diversity of the endangered Japanese golden eagle: insights into immunity.
3. 学会等名 13th Asian Society of Conservation Medicine Virtual Conference 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mayako Fujihara, Miho Inoue-Murayama
2. 発表標題 Ovarian tissue cryopreservation for female fertility preservation in wild animals.
3. 学会等名 13th Asian Society of Conservation Medicine Virtual Conference 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Qi Luan Lim, Geetha Annavi, Miho Inoue-Murayama
2. 発表標題 Genetic diversity of the Malayan tapir's captive population in Japan.
3. 学会等名 The 14th International Symposium on Primatology and Wildlife Science (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Annegret M. Naito, Yu Sato, Taku Maeda, Takehiko Inoue, Miho Inoue-Murayama
2. 発表標題 Genetic diversity of the endangered Japanese golden eagle.
3. 学会等名 The 14th International Symposium on Primatology and Wildlife Science (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ito H, Inoue-Murayama M
2. 発表標題 The Evaluation of Genetic Diversity in Tsushima Leopard Cat - Comparing with Amur Leopard Cat in Korea -
3. 学会等名 The Third Asian Wild Cat Conservation Workshop 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fujihara M, Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Cryopreservation and histological analysis of ovarian tissues for the female fertility preservation in Tsushima Leopard Cats
3. 学会等名 The Third Asian Wild Cat Conservation Workshop 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 斉 恵元, 杉本 太郎, 井上 村山 美穂, 木下 こづえ
2. 発表標題 血液および糞を用いた国内飼育下ユキヒヨウの遺伝的多様性の解析 (予報)
3. 学会等名 日本DNA多型学会第28回学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中野勝光、伊藤英之、玉木敬二、鈴村崇史、井上-村山美穂
2. 発表標題 ニホンザルにおける野生個体由来DNAのメチル化解析による年齢推定
3. 学会等名 日本DNA多型学会第28回学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内藤 アンネグレート素, 佐藤 悠, 前田 琢, 井上-村山 美穂
2. 発表標題 ニホンイヌワシの主要組織適合遺伝子複合体 (MHC) の多型解析
3. 学会等名 日本DNA多型学会第28回学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村山 美穂
2. 発表標題 野生動物保全ラボの挑戦
3. 学会等名 東京で学ぶ京大の知 シリーズ33「京都大学の女性リーダーたち」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村山 美穂
2. 発表標題 冷凍動物園：ゲノム、細胞、生態の研究をつないで野生動物の絶滅を防ぐ
3. 学会等名 京大モンキーキャンパス(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naito AM, Sato Y, Maeda T, Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Genetic diversity of the Japanese golden eagle at microsatellite and major histocompatibility complex loci.
3. 学会等名 The 12th International Symposium on Primatology and Wildlife Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Qi H, Inoue-Murayama M, Kinoshita K
2. 発表標題 Preliminary DNA analysis of non-invasive samples from captive snow leopards in Japanese zoos.
3. 学会等名 The 12th International Symposium on Primatology and Wildlife Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sato Y, Ogden R, Onuma M, Murayama M
2. 発表標題 Conservation genetics of golden eagles in Japan and beyond.
3. 学会等名 Golden Eagle Conservation Science Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osafune Y, Komatsu M, Murayama M
2. 発表標題 Understanding and addressing the decline of golden eagles in Japan
3. 学会等名 Golden Eagle Conservation Science Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村山 美穂
2. 発表標題 遺伝子で何がわかる？どこまでわかる？
3. 学会等名 京都大学野生動物研究センター連続セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村山 美穂
2. 発表標題 DNAから動物を知ろう -絶滅を防ぐために-
3. 学会等名 キッズジャンボリー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金子 武人, 亀井 謙一郎, 大沼 学, 中嶋 信美, 木下 こづえ, 福田 智一, 村山 美穂
2. 発表標題 野生動物保全を目的とした保全生物学コンソーシアムの構築
3. 学会等名 第25回日本野生動物医学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中野 勝光、伊藤 英之、濱野 悠也、玉木 敬二、鶴殿 俊史、平田 聡、井上-村山 美穂
2. 発表標題 霊長類における糞を用いたDNAメチル化解析による年齢推定
3. 学会等名 第35回日本霊長類学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Understanding genetic background of personality for stress management in captivity.
3. 学会等名 The 14th International Conference on Environmental Enrichment (ICEE2019KYOTO) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naito AM, Sato Y, Forcina G, Maeda T, Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Genetic diversity of neutral markers and MHC genes in captive Japanese golden eagles: insights into immunity and mate choice.
3. 学会等名 The 14th International Conference on Environmental Enrichment (ICEE2019KYOTO) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taki Y, Vincenot CE, Sato Y, Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Investigating genetic structure of the Ryukyu flying fox
3. 学会等名 The 14th International Conference on Environmental Enrichment (ICEE2019KYOTO) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fujihara M, Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Wildlife conservation by preserving female ovaries
3. 学会等名 The 10th International Seminar on Biodiversity and Evolution: Wildlife Metagenomics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村山美穂
2. 発表標題 野生動物保全ラボの挑戦 -実験室から野外へ-
3. 学会等名 兵庫県立龍野高等学校創立記念講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naito AM, Sato Y, Maeda T, Onuma M and Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Individual identification and reevaluation of genetic diversity of the endangered Japanese golden eagle using new hypervariable microsatellite markers.
3. 学会等名 第66回日本生態学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taki Y, Vincenot CE., Sato Y, Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Genetic diversity analysis of the Ryukyu flying fox
3. 学会等名 第66回日本生態学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taki Y, Vincenot CE., Sato Y, Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Conservation genetics for the Ryukyu flying fox
3. 学会等名 The 11th International Symposium on Primatology and Wildlife Science
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naito AM, Sato Y, Maeda T, Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Genetic monitoring of the Japanese golden eagle using neutral and functional genetic loci.
3. 学会等名 The 11th International Symposium on Primatology and Wildlife Science
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤原摩耶子、村山美穂
2. 発表標題 野生動物の卵巣を保存する：希少動物の保全を目指して
3. 学会等名 2018年度動物園水族館大学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naito AM, Sato Y, Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Research plan: genetic monitoring of the Japanese golden eagle using neutral and functional loci.
3. 学会等名 プリマーテス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中野 勝光、伊藤 英之、濱野 悠也、玉木 敬二、鶴殿 俊史、平田 聡、井上 - 村山 美穂
2. 発表標題 チンパンジーにおけるDNAメチル化解析による年齢推定
3. 学会等名 プリマーテス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ramadan S, Nagao K, Abe H, Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Polymorphism of Serotonin Transporter 5-HTT gene Intron2 and its Association with Chicken Tonic Immobility.
3. 学会等名 6th international conference of Faculty of Veterinary Medicine, Benha University, “ Future prospects for Veterinary Medicine in sustainable development ” (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中野勝光, 伊藤 英之, 濱野 悠也, 玉木 敬二, 鶴殿 俊史, 平田 聡, 井上 - 村山 美穂
2. 発表標題 チンパンジーの糞試料由来のDNAを用いたメチル化解析による年齢推定
3. 学会等名 日本DNA多型学会第27回学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Katayama M, Kiyono T, Eitsuka T, Inoue-Murayama M, Onuma M, Fukuda T
2. 発表標題 Extended proliferation of chicken derived fibroblasts by expression of cell cycle regulators
3. 学会等名 第31回日本動物細胞工学会2018年度国際大会JAACT (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村山美穂
2. 発表標題 野生動物研究の最前線「遺伝子で何がわかる?どこまでわかる?」
3. 学会等名 京都大学野生動物研究センター 創立10周年記念セミナー in 丸の内
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村山美穂
2. 発表標題 ゲノム情報を活用した希少動物の保全に向けて趣旨説明
3. 学会等名 遺伝育種学会公開シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村山美穂
2. 発表標題 遺伝子から野生動物を観る 野生動物保全ラボの挑戦
3. 学会等名 平成30年度 名古屋港水族館共同研究講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村山美穂
2. 発表標題 遺伝子で野生動物を救うってどういうこと？
3. 学会等名 野生動物研究の最前線
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤 悠, 岸田拓士, 小松 守, Rob Ogden, 井上 村山美穂
2. 発表標題 日本イヌワシの個体数減少：有効集団サイズの変遷の解明
3. 学会等名 日本動物遺伝育種学会2018年京都大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中野勝光、伊藤英之、濱野悠也、玉木敬二、鶴殿俊史、平田聡、井上 - 村山美穂
2. 発表標題 メチル化解析によるチンパンジーの年齢推定
3. 学会等名 日本動物遺伝育種学会2018年京都大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤 悠、Rob Ogden、前田 琢、小松 守、三浦匡哉、井上 村山美穂
2. 発表標題 飼育下のニホンイヌワシは絶滅してしまうのか
3. 学会等名 第24回日本野生動物医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中嶋 信美、大沼 学、遠藤 大二、佐藤 悠、村山 美穂
2. 発表標題 国立環境研究所のタイムカプセル事業で保存している絶滅危惧鳥類のドラフトゲノム解読
3. 学会等名 第24回日本野生動物医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 片山雅史、清野透、中嶋信美、遠藤大二、村山美穂、大沼学、福田智一
2. 発表標題 ヒト由来細胞周期関連遺伝子による猛禽類由来線維芽細胞の細胞老化制御の試み
3. 学会等名 第24回日本野生動物医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金子 武人、大沼 学、村山 美穂
2. 発表標題 希少野生動物の配偶子収集と保存の現状について
3. 学会等名 第24回日本野生動物医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上・村山美穂, 伊藤英之, 鶴殿俊史, 平田聡
2. 発表標題 メチル化解析によるチンパンジーの年齢推定
3. 学会等名 第34回日本霊長類学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村山美穂、木下こづえ
2. 発表標題 野生動物の心を探る
3. 学会等名 県有連携基盤未踏科学研究ユニット研究報告会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村山美穂
2. 発表標題 遺伝子から解き明かす野生動物の謎
3. 学会等名 野生動物研究センター創立10周年記念シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村山美穂
2. 発表標題 野生動物保全ラボの挑戦
3. 学会等名 野生動物学のすすめ(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤英之
2. 発表標題 動物園における希少種の遺伝管理
3. 学会等名 日本動物遺伝育種学会2018年京都大会公開シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤英之
2. 発表標題 自由集会「研究する動物園」京都市動物園における研究・教育体制
3. 学会等名 第24回日本野生動物医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大沼学
2. 発表標題 国内および国外における絶滅危惧種の培養細胞保存活動について
3. 学会等名 第36回動物生殖工学研究会つくば シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Onuma M
2. 発表標題 Establishing genetic resource bank network for endangered species conservation in Asia
3. 学会等名 2018 KAZA seminar
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Onuma M
2. 発表標題 Genetic Resource Bank Network for Endangered Species in Asia.
3. 学会等名 4TH INTERNATIONAL FORUM ON SUSTAINABLE FUTURE IN ASIA (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Endo Y, Kamei K, Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Lipid Metabolism Evolution in Cetacea since the Divergence from Terrestrial Ancestor.
3. 学会等名 第40回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊藤英之、佐藤悠、小林宏美、森村成樹、大沼学、村山(井上)美穂
2. 発表標題 京都大学野生動物研究センターにおけるGenetic resource bank の概要及び応用例
3. 学会等名 第23回日本野生動物医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Uncover the life of Wild Animals through Genetic Approach
3. 学会等名 Biological Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Uncover the life of Wild Animals through Genetic Approach
3. 学会等名 Wildlife Genetics: From Scotland to Japan and back again (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sato Y, Maeda T, Ogden R, Inoue-Murayama M
2. 発表標題 The genetic diversity and sustainability of Japanese golden eagles,
3. 学会等名 The 6th International Seminar on Biodiversity and Evolution: Wildlife science by New Biologging studies (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Endo Y, Kamei K, Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Genetic Signatures of Lipid Metabolism Evolution in Cetacean.
3. 学会等名 The 6th International Seminar on Biodiversity and Evolution: Wildlife science by New Biologging studies (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Fujihara M, Kaneko T, Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Cryopreservation and xenotransplantation of primitive oocytes within the ovary for preserving the female fertility of endangered animals
3. 学会等名 The 6th International Seminar on Biodiversity and Evolution: Wildlife science by New Biologging studies.
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ito H , Inoue-Murayama M
2. 発表標題 Genetic diversities in the two captive grevy ' s zebra populations.
3. 学会等名 The 6th International Seminar on Biodiversity and Evolution: Wildlife science by New Biologging studies,
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中嶋 信美、川嶋 貴治、大沼 学、大槇 仁美、遠藤 大二、村山 美穂
2. 発表標題 国立環境研究所・野生生物ゲノム連携研究グループによる絶滅危惧鳥類ゲノム解読
3. 学会等名 NGS現場の会第五回研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大沼学
2. 発表標題 国立環境研究所における絶滅危惧種の遺伝資源保存活動.
3. 学会等名 Cryopreservation Conference 2017
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 Miho Murayama, Nara & Inamura (Eds)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 319
3. 書名 Resilience and Human History	

1. 著者名 村山美穂 (大石高典・近藤祉秋・池田光穂 編著)	4. 発行年 2019年
2. 出版社 勉誠出版	5. 総ページ数 480
3. 書名 犬から見た人類史	

1. 著者名 村山美穂ほか	4. 発行年 2018年
2. 出版社 京都通信社	5. 総ページ数 175
3. 書名 野生動物：追いかけて、見つめて知りたい キミのこと	

1. 著者名 村山美穂	4. 発行年 2018年
2. 出版社 NHK出版	5. 総ページ数 332
3. 書名 レジリエンスの諸相 - 人類学的視点からの挑戦 -	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>村山美穂のページ http://miho-murayama.sakura.ne.jp/ 保全生物学コンソーシアム -野生動物の絶滅を防ぐゲノム、細胞、生態の研究- http://web.cc.iwate-u.ac.jp/~takehito/wild_animal/index.html</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	伊藤 英之 (Ito Hideyuki) (10779648)	京都市動物園・生き物・学び・研究センター・研究教育係長 (獣医師) (84315)	
研究分担者	大沼 学 (Onuma Manabu) (50442695)	国立研究開発法人国立環境研究所・生物多様性領域・主幹研究員 (82101)	

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