

平成22年 4月 15日現在

研究種目：基盤研究（A）
 研究期間：2006～2009
 課題番号：18255006
 研究課題名（和文） ケニア、ナカリにおける後期中新世類人猿の発掘：系統、適応、古環境の解明
 研究課題名（英文） Excavation of Late Miocene hominoid in Nakali, Kenya: Phylogeny, adaptations and paleoenvironment
 研究代表者
 中務 真人（NAKATSUKASA MASATO）
 京都大学・大学院理学研究科・教授
 研究者番号：00227828

研究成果の概要（和文）：ケニアのナカリは約1000万年前の露頭が広がり、人類の誕生と現生アフリカ類人猿の進化を探る上で最重要な時代の様相を伺う事ができる希少な化石産地である。この調査では、大型類人猿ナカリピテクスを含む数種類の霊長類を発見し、当時の類人猿と他の霊長類の生態、古環境を明らかにした。ナカリピテクスは、人類と現生アフリカ類人猿の最後の共通祖先と緊密な関係を持ち、一方で、ギリシアなどから知られているウーラノピテクスの祖先系統である可能性が高い。当時のナカリには、森林の要素が強く残り、類人猿とオナガザルが同所的に生息していたことが示唆される。

研究成果の概要（英文）：Nakali in Kenya is one of a few 10 million-years-old fossil localities in Africa and crucial in understanding the origins of the human and extant African ape lineages. This project discovered a rich primate fauna, which includes a great ape *Nakalipithecus* and several other catarrhines and gave hints on their niche partitioning and paleoenvironment. *Nakalipithecus* is thought to be closely related to the last common ancestor of human and African apes and possibly to be ancestral to the Greek ape *Ouranopithecus*. The paleoenvironment in Nakali included a wooded component largely and was occupied with sympatric forest-dwelling apes and monkeys.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	6,400,000	1,920,000	8,320,000
2007年度	7,300,000	2,190,000	9,490,000
2008年度	7,200,000	2,160,000	9,360,000
2009年度	5,300,000	1,590,000	6,890,000
年度			
総計	26,200,000	7,860,000	34,060,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：自然人類学・自然人類学

キーワード：中新世、ヒト上科、オナガザル上科、化石、東アフリカ、進化

1. 研究開始当初の背景

1000万年前は、人類の系統と現生アフリカ類人猿（ゴリラ属、チンパンジー属）が分

岐を始めた時期であり、人類の進化にとっても類人猿進化にとっても鍵となる時代である。ところが、アフリカにおいてこの時代の

化石産出地が乏しく、この時期の類人猿進化の様相はほとんどわかっていなかった。研究者らは、ケニアのナカリから約 1000 万年前の大型類人猿を発見しており、この化石産地での調査の重要性を訴えていた。ナカリでの発見以前に知られていた唯一の後期中新世アフリカ類人猿は、1982 年に発見されたサンプルピテクスであり、化石資料としては一片の上顎骨標本のみであった。2007 年より、本経費の補助により、大規模な調査をナカリで開始した。

2. 研究の目的

ナカリから発見された大型類人猿の系統関係、食性等の適応、そしてその生息環境を明らかにし、この時期の類人猿進化の様相を明らかにすることを目的とした。そのために、ナカリでの霊長類化石と他の動植物化石の発見、生物相分析、堆積環境、安定同位体分析等による古環境復元を行った。

3. 研究の方法

ナカリにおける発掘調査と地質学的調査。動植物化石の比較、歯牙化石による系統関係の分析、エナメル質の微量咬耗による食性推定、偶蹄類、奇蹄類の歯のメソウェア分析による食性推定、動物化石の安定同位体分析など。

4. 研究成果

ナカリの大型類人猿をナカリピテクス・ナカヤマイとして、新種記載した。系統関係については、現生アフリカ類人猿と人類の最後の共通祖先と緊密な関係を持ち、一方で、ギリシアなどから知られているウーラノピテクスの祖先系統であるとの仮説を提出した。この仮説が正しければ、現生人類に至った系統が中新世の間一貫してアフリカ内で進化した事を強く示唆する。古環境については、当時のナカリには、森林の要素が強く残っていたことが示唆された。エナメル質の安定同位体分析、メソウェア分析、いずれも森林性の要素の存在を支持している。ナカリで発見されたオナガザル科、マイクロコロブスの四肢骨の分析を行い、現生の多くのコロブス類と同様、森林性に特殊化していたことを示した。これは、オナガザル科としてばかりでなく、純森林性のオナガザル上科としても世界最古の記録である。こうした森林性オナガザルの存在は、当時類人猿とオナガザルが同所的に生息していたことを示唆する。両者の間に食性に関するニッチ分割があったことも、エナメル質の微量咬耗分析から示された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 26 件) いずれも査読あり

- (1) M. Kagaya, N. Ogiwara, M. Nakatsukasa (in press) Is the clavicle of apes long? An investigation of clavicular length in relation to body mass and upper thoracic width. *International Journal of Primatology*.
- (2) M. Kagaya, N. Ogiwara, M. Nakatsukasa (2009) Rib orientation and implications for orthograde positional behavior in non-human anthropoids. *Primates* 50, 305-310.
- (3) M. Nakatsukasa, E. Mbua, Y. Sawada, T. Sakai, H. Nakaya, W. Yano, Y. Kunimatsu (in press) Earliest colobine skeletons From Nakali, Kenya. *American Journal of Physical Anthropology*.
- (4) M. Nakatsukasa, Y. Kunimatsu (2009) *Nacholapithecus* and its importance for understanding hominoid evolution. *Evolutionary Anthropology* 18, 103-119.
- (5) 中務真人 (2009) ケニア、ナカリでの古人類学調査. *Anthropological Science* (和文誌) 117, 111-117.
- (6) 中務真人、國松豊 (2009) ナカリピテクスと後期中新世の類人猿進化. *霊長類研究* 24, 313-327.
- (7) Y. Matsuura, N. Ogiwara, M. Nakatsukasa (in press) A method for quantifying articular surface morphology of metacarpals using quadric surface approximation. *International Journal of Primatology*.
- (8) N. Ogiwara, E. Hirasaki, M. Nakatsukasa (in press) Experimental and computational studies of bipedal locomotion in the bipedally-trained Japanese macaque, In: K. D'Aout and E. E. Vereecke (eds) *Studying Primate Locomotion: Linking in situ and ex situ Research*, New York, Springer.
- (9) N. Ogiwara, H. Makishima, M. Nakatsukasa (2010) Three-dimensional musculoskeletal kinematics during bipedal locomotion in the Japanese macaque, reconstructed based on an anatomical model-matching method. *Journal of Human Evolution* 58, 252-261.
- (10) N. Ogiwara, H. Makishima, S. Aoi, Y. Sugimoto, K. Tsuchiya, M. Nakatsukasa (2009) Development of an anatomically based whole-body musculoskeletal model of the Japanese macaque (*Macaca fuscata*). *American Journal of Physical Anthropology* 139, 323-338.
- (11) T. Sakai, M. Saneyoshi, S. Tanaka, Y. Sawada, M. Nakatsukasa, E. Mbua, H. Ishida (in press) Climate shift around 10 Ma recorded in Miocene succession of Samburu Hills, northern Kenya Rift, and its significance. *Geological Society Special Publication*.
- (12) P. Gautam, T. Sakai, K.N. Paudyal, S.

- Bhandari, B.R. Gyawali, C.M. Gautam, M.L. Rijal, (2009) Magnetism and granulometry of Pleistocene sediments of Dhapasi section, Kathmandu (Nepal): implications for depositional age and paleoenvironment. Bulletin of the Department of Geology, Tribhuvan University, Kathmandu, Nepal, 12, 17-28.
- (13) M. Nakatsukasa (2008) Comparative study of Moroto vertebral specimens. Journal of Human Evolution 55, 581-588.
- (14) Hanta, B. Ratanasthien, Y. Kunimatsu, H. Saegusa, H. Nakaya, S. Nagaoka, P. Jinsatakul (2008) A new species of Bothriodontinae, *Merycopotamus thachangensis* (Cetartiodactyla, Anthracotheriidae) from the Late Miocene of Nakhon Ratchasima, Northeastern Thailand. Journal of Vertebrate Paleontology 28, 1182-1188.
- (15) M. Kagaya, N. Ogihara, M. Nakatsukasa (2008) Morphological study of the anthropoid thoracic cage: scaling of thoracic width and analysis of rib curvature. Primates 49, 89-99.
- (16) T. Sakai, A. P. Gajurel, H. Tabata, N. Ooi, T. Takagawa, H. Kitagawa, B. N. Upreti (2008) Revision of lithostratigraphy of fluvio-lacustrine sediments comprising in the northern Kathmandu basin in central Nepal. Journal of Nepal Geological Society 37, 25-44.
- (17) T. Kawashima, Thorington Jr., W. Richard, Y. Kunimatsu, J.F. Whatton (2008) Systematic morphology and evolutionary anatomy of the autonomic cardiac nervous system in the lesser apes, gibbons (Hylobatidae). The Anatomical Record 291, 939-959.
- (18) Y. Kunimatsu, M. Nakatsukasa, Y. Sawada, T. Sakai, M. Hyodo, H. Hyodo, T. Itaya, H. Nakaya, H. Saegusa, A. Mazurier, M. Saneyoshi, H. Tsujikawa, A. Yamamoto, E. Mbua (2007) A new Late Miocene great ape from Kenya and its implications for the origins of African great apes and humans. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America 104, 19220-19225.
- (19) M. Nakatsukasa, Y. Kunimatsu, Y. Nakano, N. Egi, H. Ishida (2007) Postcranial bones of infant *Nacholapithecus*: ontogeny and positional behavioral adaptation. Anthropological Science 115, 201-215.
- (20) M. Nakatsukasa, M. Pickford, N. Egi, B. Senut (2007) Femoral length, body mass, and stature estimates of *Orrorin tugenensis*, a 6 Ma hominid from Kenya. Primates. 48, 171-178.
- (21) M. Nakatsukasa, Y. Kunimatsu, Y. Nakano, H. Ishida (2007) Vertebral morphology of *Nacholapithecus kerioi* based on KNM-BG 35250. Journal of Human Evolution 52, 347-369.
- (22) 荻原直道、工内毅郎、中務真人 (2006) チンパンジー手部構造の解剖学的精密骨格筋モデル. バイオメカニズム 18, 35-44.
- (23) N. Ogihara, M. Nakatsukasa, Y. Nakano, H. Ishida (2006) Computerized restoration of non-homogeneous deformation of a fossil cranium based on bilateral symmetry. American Journal of Physical Anthropology 130, 1-9.
- (24) Y. Suganuma, T. Hamada, S. Tanaka, M. Okada, H. Nakaya, Y. Kunimatsu, H. Saegusa, S. Nagaoka, B. Ratanasthien (2006) Magnetostratigraphy of the Miocene Chiang Muan Formation, Northern Thailand: implication for revised chronology of the earliest Miocene hominoid in Southeast Asia Palaeogeography, Paleoclimatology, Paleocology 239, 75-86.
- (25) T. Sakai, T. Takagawa, A. P. Gajurel, H. Tabata, H. Ooi, B. N. Upreti (2006) Discovery of sediment indicating rapid lake-level fall in the Late Pleistocene Gokarna Formation, Kathmandu Valley, Nepal: Implication for lake terrace formation. Quaternary Research 45, 99-112.
- (26) M. Saneyoshi, K. Nakayama, T. Sakai, Y. Sawada, H. Ishida (2006) Half graben filling processes in early phase of continental rifting: the Miocene Namurungule Formation of the Kenya Rift. Sedimentary Geology 186, 111-131.
- [学会発表] (計 50 件)
2009 年度
- (1) 中務真人, 國松豊, 清水大輔, 東島沙弥佳, 仲谷英夫, 酒井哲弥, 沢田順弘
ナカリにおける発掘調査と類人猿・オナガザル競合について
第 63 回日本人類学会大会. 10 月 3 日~4 日. シェーンバッハ・サボー、東京.
- (2) M. Nakatsukasa, E. Mbua, Y. Sawada, T. Sakai, H. Nakaya, Y. Kunimatsu,
Earliest colobine skeletons from the late Miocene of Kenya
第 2 回東アフリカ古人類学古生物学会議 (EAAPP) . 8 月 16 日~20 日. アルーシャ. タンザニア.
- (3) 中務真人, 國松豊, 仲谷英夫, 酒井哲弥, 沢田順弘
アフリカのコロブスはいつ親指をなくしたのか 第 25 回日本霊長類学会. 7 月 18

- 日～21日。中部学院大学、各務ヶ原。
- (4) 國松豊, 中務真人, 沢田順弘, 酒井哲弥, 仲谷英夫
ケニア共和国ナカリ地域における 2008 年度発掘で見つかった後期中新世の小型狭鼻猿類 第 25 回日本霊長類学会。7 月 18 日～21 日。中部学院大学、各務ヶ原。
- (5) 仲谷英夫, K. Uno, 國松豊, 中務真人, 酒井哲弥, 松居俊典
後期中新世ケニア産有蹄類化石頬歯のメゾウェア解析 日本地球惑星科学連合 2009 年大会。5 月 16 日～21 日。幕張メッセ国際会議場、千葉。
- (6) M. Nakatsukasa, T. Ikarashi, D. Shimizu, M.F. Teaford, P.S. Ungar, Y. Kunimatsu
Adaptations of *Microcolobus* discovered from Nakali, Kenya 第 78 回アメリカ形質人類学会。4 月 2 日～4 日。シカゴ。アメリカ。
2008 年度
- (7) 國松豊
アフリカの環境変動とナカリ出土の類人猿化石 ホミニゼーション研究会「ヒトの起源：共通祖先の形と暮らしを探る」3 月 14 日～15 日。京都大学霊長類研究所、犬山。
- (8) 仲谷英夫, K. Uno, 國松豊, 中務真人, 酒井哲弥, 松居俊典
後期中新世ケニア産ウシ科（偶蹄目）化石頬歯のメゾウェア解析
日本古生物学会第 158 回例会。1 月 30 日～2 月 1 日。琉球大学、沖縄。
- (9) 中務真人, 國松豊, 清水大輔、五十嵐健行、仲谷英夫、酒井哲弥、沢田順弘
ケニア、ナカリ地域における 2007-2008 年度の発掘成果 第 62 回日本人類学会大会。11 月 1 日～2 日。愛知学院大歯学部、名古屋。
- (10) K. T. Uno, T. E. Cerling, M. Nakatsukasa, H. Nakaya, Y. kunimatsu
Stable carbon and oxygen isotope ratios of fossil tooth enamel from Nakali and the Samburu Hills, Kenya: Capturing the C-3-C4 transition in East African equid diet at ~9.5 Ma
第 68 回古脊椎動物学会大会。10 月 10 日～13 日。クリーブランド。アメリカ。
- (11) H. Nakaya, K. Uno, A. Fukuchi, Y. Kunimatsu, M. Nakatsukasa
Late Miocene Paleoenvironmental change of Hominoid Evolution in Sub-Saharan Africa - Mesowear analysis of *Hipparion* (Equidae, Perissodactyla) cheek teeth from Kenya-
第 68 回古脊椎動物学会大会。10 月 10 日～13 日。クリーブランド。アメリカ。
- (12) H. Nakaya, Y. Kunimatsu, M. Nakatsukasa, H. Saegusa, A. Fukuchi, K. Uno, H. Tsujikawa, T. Sakai, Y. Sawada
Late Miocene paleoenvironmental change of hominoid sites in Kenya: Mesowear analysis of *Hipparion* cheek teeth
第 33 回国際地質学会議。8 月 5 日～14 日。オスロ。フィンランド
- (13) 中務真人, 國松豊, 仲谷英夫, 酒井哲弥, 沢田順弘
ケニア、ナカリ出土のマイクロコロブス骨格
第 24 回日本霊長類学会。7 月 4 日～6 日。明治学院大学、東京。
- (14) 仲谷英夫, 國松豊, 中務真人, 三枝春生, 福地亮, 辻川寛, 酒井哲弥, 沢田順弘
後期中新世ヒッパリオン（ウマ科、奇蹄目、哺乳綱）臼歯の Mesowear 解析による古環境変遷の復元
日本惑星地球科学連合 2008 年大会。5 月 25 日～30 日。幕張メッセ国際会議場、千葉。
- (15) 酒井哲弥, 實吉玄貴, 沢田順弘, 中務真人, 國松豊, 仲谷英夫, 松居俊典
1000 万年前のサンプル丘陵とナカリの気候条件の違いとその意義
日本アフリカ学会第 45 回学術大会。5 月 22 日～25 日。龍谷大学、京都。
- (16) 福地亮, 仲谷英夫, 國松豊, 中務真人, 石田英實
ケニア後期中新世より産出したサイ化石
日本アフリカ学会第 45 回学術大会。5 月 22 日～25 日。龍谷大学、京都。

(17) 中務真人, 國松豊, 仲谷英夫, 酒井哲弥, 澤田順弘

ナカリピテクスの運動様式

日本アフリカ学会第45回学術大会. 5月22日～25日. 龍谷大学、京都.

(18) 國松豊, 中務真人, 山本亜由美, 清水大輔, 仲谷英夫, 酒井哲弥, 澤田順弘

ケニア共和国ナカリ出土の旧世界ザル化石
日本アフリカ学会第45回学術大会.
5月22日～25日. 龍谷大学、京都.

(19) 松居俊典, 此松昌彦, 酒井哲弥, 澤田順弘, 仲谷英夫, 國松豊, 中務真人

ケニア後期中新世のナカリ層より産出した花粉化石とその古環境 (予報)
日本アフリカ学会第45回学術大会. 5月22日～25日. 龍谷大学、京都.

2007年度

(20) T. Sakai, A. P. Gajurel, P. D. Ulak, P. Gautam, Y. Sawada, M. Saneyoshi, M. Nakatsukasa, Y. Kunimatsu, H. Nakaya

Simultaneous monsoon development in the Himalaya and East Africa recorded in terrestrial successions in the Siwalik Hills and the Kenya Rift.

International Symposium of IGCP-476

"Monsoon evolution and tectonics-climate linkage in Asia". 12月6日～8日. 東京大学、東京.

(21) 中務真人, 國松豊, 仲谷英夫, 辻川寛, 山本亜由美, 酒井哲弥, 實吉玄貴, 澤田順弘

ケニア、ナカリ地域における最近の発掘成果 第61回日本人類学会大会. 10月6日～8日. 日本歯科大学新潟生命歯学部、新潟.

(22) 酒井哲弥, 澤田順弘, 中務真人, 國松豊, 仲谷英夫, 實吉玄貴, 兵頭政幸, 兵藤博信, 板谷徹丸

ケニアリフトの中新統ナカリ層の堆積環境と古気候の復元
日本地質学会第114年学術大会. 9月9日～11日 北海道大学、札幌.

(23) 仲谷英夫, 國松豊, 中務真人,

三枝春生, 辻川寛 後期中新世ケニア産ヒ

ッパリオン類歯メゾウェア解析とその古環境推定 日本古生物学会 2007年年会. 6月29日～7月1日. 大阪市立大学、大阪.

(24) M. Nakatsukasa, Y. Kunimatsu, Y. Sawada, H. Nakaya, T. Sakai, E. Mbua

Recent development of paleoanthropological research in Nakali 第1回東アフリカ古人類学古生物学会議 (EAAPP). 6月18日～20日. ケニア国立博物館、ナイロビ. ケニア.

(25) 國松豊, 中務真人, 仲谷英夫, 辻川寛, 山本亜由美, 酒井哲弥, 澤田順弘
ナカリ (ケニア) 出土の新しい小型狭鼻猿化石 第44回日本アフリカ学会. 5月26日～27日. 長崎大学、長崎.

(26) 仲谷英夫, 國松豊, 中務真人, 三枝春生, 辻川寛
ケニア産後期中新世ヒッパリオン化石臼歯の Mesowear による環境復元 (予報) -ウマの歯の咬耗からみたヒト上科進化の古環境- 第44回日本アフリカ学会. 5月26日～27日. 長崎大学、長崎.

(27) 仲谷英夫, 三枝春生, 國松豊, 田中里志, 菅沼悠介, 浜田毅, 福地亮, 長岡信治, B. Ratanasthien, P. Jintaskul タイの新第三紀哺乳類生層序 -東南アジアにおける類人猿進化の年代と環境- 地球惑星科学関連学会 2007年合同大会. 5月19日～24日. 幕張メッセ国際会議場、千葉.

2006年度

(28) Y. Kunimatsu, M. Nakatsukasa, Y. Sawada, T. Sakai, H. Nakaya

Morphology of Late Miocene hominoids from Nakali, central Kenya.

International Symposium on Material Science and History of Earth and Sister Planets. 3月8日～9日. 岡山理科大オープンリサーチセンター、岡山.

(29) M. Nakatsukasa, Y. Kunimatsu, Y. Sawada, T. Sakai, H. Nakaya

Late Miocene primate fauna in Nakali,
central Kenya.

International Symposium on Material Science
and History of Earth and Sister Planets. 3月8
日～9日. 岡山理科大オープンリサーチセ
ンター、岡山.

- (30) 中務真人, 國松豊, 仲谷英夫, 辻川寛,
山本亜由美, 酒井哲弥, 實吉玄貴, 澤田順
弘
ケニア、ナカリの化石類人猿について
第60回日本人類学会大会. 11月3日～5
日. 高知工科大学、高知.
- (31) 國松豊
後期中新世の類人猿進化と人類の起源
第60回日本人類学会大会.
11月3日～5日. 高知工科大学、高知.
- (32) 仲谷英夫, 辻川寛, 三枝春生, 國松豊,
中務真人
後期中新世の哺乳類動物相の変遷と交流
第60回日本人類学会大会. 11月3日～5日.
高知工科大学、高知.
- (33) H. Nakaya, Y. Kunimatsu, M. Nakatsukasa,
H. Saegusa, Y. Sawada
Late Miocene mammalian fauna including
large hominoids from the Nakali Formation,
Rift Valley, Kenya.
第66回古脊椎動物学会大会. 10月18日～21
日. オタワ. カナダ.
- (34) 中務真人, 國松豊, 仲谷英夫, 辻川寛,
山本亜由美, 酒井哲弥, 實吉玄貴, 沢田順
弘
後期中新世ナカリ類人猿の発見とその意
味 第22回日本霊長類学会大会. 7月15
日～17日. 大阪大学、吹田.
- (35) 國松豊, 中務真人, 仲谷英夫, 辻川寛,
山本亜由美, 酒井哲弥, 實吉玄貴, 沢田順
弘 後期中新世ナカリ (ケニア) 出土の小
型狭鼻猿 第22回日本霊長類学会大会.
7月15日～17日. 大阪大学、吹田.
- (36) 沢田順弘, 酒井哲弥, 仲谷英夫, 兵藤博
信, 兵頭政幸, 板谷徹丸, 三枝春生, 実吉
玄貴, 國松豊, 中務真人
ケニア・リフトにおける 1000 万年前の大

規模な環境変化と哺乳類のアフリカ-西
ユーラシア間の交流 日本惑星地球科学
連合2006年大会. 5月14日～18日. 幕張
メッセ国際会議場、千葉.

[図書] (計2件)

- (1) 中務真人 (2007) 類人猿との分岐点, 山
極編「ヒトの科学1. ヒトはどのようにし
てつくられたか」, 岩波書店, 東京,
pp. 53-79.
- (2) 國松豊 (2007) アフリカ類人猿の進化, 霊
長類研究所編「霊長類進化の科学」, 京都
大学出版会, 京都, 28-40.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中務 真人 (NAKATSUKASA MASATO)
京都大学・大学院理学研究科・教授
研究者番号: 00227828

(2) 研究分担者

國松 豊 (KUNIMATSU YUTAKA)
京都大学・霊長類研究所・助教
研究者番号: 80243111

(H18, 19, 21)

研究者番号: 80243111

仲谷 英夫 (NAKAYA HIDEO)

鹿児島大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号: 20180424

(H18, 19)

酒井 哲弥 (SAKAI TETSUYA)

島根大学・総合理工学部・准教授

研究者番号: 90303809

(H18, 19, 21)

澤田 順弘 (SAWADA YOSHIHIRO)

島根大学・総合理工学部・教授

研究者番号: 80196328

(H18-20)

(3) 連携研究者

國松 豊 (KUNIMATSU YUTAKA)

京都大学・霊長類研究所・助教

研究者番号: 80243111

(H20)

研究者番号: 80243111

仲谷 英夫 (NAKAYA HIDEO)

鹿児島大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号: 20180424

(H20)

酒井 哲弥 (SAKAI TETSUYA)

島根大学・総合理工学部・准教授

研究者番号: 90303809

(H20)

澤田 順弘 (SAWADA YOSHIHIRO)

島根大学・総合理工学部・教授

研究者番号: 80196328

(H21)