

令和元年6月28日現在

機関番号：34403

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2018

課題番号：26283012

研究課題名(和文)粘土板等土製品の分析から復元するイラクの環境史

研究課題名(英文) Ecohistory of Iraq reconstructed through the analysis of clay tablets

研究代表者

渡辺 千香子 (Watanabe, Chikako E.)

大阪学院大学・国際学部・准教授

研究者番号：40290233

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は古代メソポタミアの土製品と堆積土の分析から、古代の水質や土壌変化の復元を行った。文献研究においては、素材(粘土)の起源に関する記録を調べ、用途によって河川堤防やクレイピット等から採土されていたことがわかった。クレイピットから採土する場合には、入念な儀式が必要とされ、クレイピットは信仰と密接に結びついていた。古代流路跡の堆積土に含まれる珪藻分析では、清水性の付着性種が確認され、淡水の河川堆積物ないしは淡水性低湿地状の堆積環境が推定された。海産珪藻は発見されず、汽水や海水の堆積環境にはなかったことが判明した。イラクの現生珪藻について行った現地調査では、珪藻の新種が発見された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

古代メソポタミアの古環境復元に、本研究はジオアーケオロジー・文献学・地質学等の多角的アプローチで取り組み、これまでにない新しい学際研究を行った。粘土板や堆積土の分析を国際共同研究の枠組みで行ったことにより、研究プロセスが国際的で開かれたものとなり、インパクトも広範囲に及んだ。欧米のみならず、イラクの研究者たちとの共同研究を通じて国際学術交流に貢献した。本研究で実践した土製品や堆積土の分析方法は、将来、同様の研究が行われる際に指標とされる点で大きな学術的意義を有する。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to trace changes in water and soil conditions in ancient Mesopotamia through the analyses of clay objects and sediments. By examining textual evidence, it has been revealed that clay was taken from the dykes of rivers and canals as well as from clay pits. When clay was taken from a clay pit, the actual extraction was preceded by a meticulous ritual, which indicates that clay pits were closely associated with ancient religious beliefs. The examination of diatoms in the sediments of ancient watercourses revealed the presence of freshwater species, thus suggesting that the area examined by our study was neither a brackish nor marine water environment. Our investigation of the living diatom species in Sulaymaniyah Province in Kurdistan-Iraq revealed a new species of diatom (Gomphoneis) which is native to the area.

研究分野：アッシリア学

キーワード：粘土板 堆積土 珪藻 古環境 メソポタミア

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

文明の興亡と自然環境変動を関連づける近年の著作において、古代メソポタミア文明は塩害で滅亡したとする「メソポタミア塩害滅亡説」が流布してきた(Hillel 1991)。現在のイラク南部は、実際に砂漠化し地表には真っ白な塩類が析出している。かつての「肥沃な三日月地帯」が塩害による土壌劣化で不毛の地と化し、そのために文明が滅びたとする解釈は、一見もっともらしく聞こえる。しかし古代メソポタミアの歴史研究において、塩害を王朝の滅亡と結びつける根拠はなく、古代における塩害の検証そのものがほとんど行われていない。学術的基盤の希薄な中で、推測に基いた「塩害滅亡説」が無批判に引用され、メソポタミア人は進行する塩害を放置した結果、文明崩壊に至ったという誤った見解がひとり歩きしていた。

### 2. 研究の目的

本研究は、先行研究課題「イラクの塩害と砂漠化の環境史(23310190)」の成果を基に、古代メソポタミアで製作された土製品を多角的に分析することにより、古代における水質や土壌変化の復元を目指した。粘土板文書や封泥(ブツラ)等に使われた粘土が、河川や運河に由来する堆積土を素材としていたならば、胎土に含まれる珪藻等の生物指標(プロキシ)から古代河川の水質を復元できる可能性がある。そのデータを粘土板等に記された年月日に基いて時系列的な推移を追うことで、高精度な古環境復元の可能性が開ける。一方、研究を進める中で、粘土板等の土製品の材料である粘土がどのような場所で採取されていたかを検証した先行研究がないことが判明した。そのため、土製品の胎土の起源についても扱った。また、古代の水質復元に直結する研究として、古代河川の流路跡を掘削して堆積土を採取し、その分析から古環境復元を目指した。一方、これまでに行った研究で粘土板の胎土に珪藻が含まれるケースがあることがわかってきたが、古代・現在ともにイラクに生息する珪藻種に関する学術情報がないことがわかった。古代の珪藻を同定するには、その地域に生息する固有種の知識が欠かせない。このため本研究では、あわせて現生珪藻の実態について調査と分析を行った。

### 3. 研究の方法

(1) 土製品の胎土の起源 粘土板や封泥に使った粘土をどのような場所で採取したかについて記した古代の文献は知られていない。そのため、調査対象を粘土像や泥レンガ、土器に拡大して製作に関する文献資料を収集し、粘土の採取方法・儀礼・信仰等について調査した。また考古調査で出土した採土場について調べた。

(2) 粘土板と封泥(ブツラ)の調査 シカゴ大学オリエント研究所収蔵の粘土板ならびに封泥に対して、顕微鏡による表面観察・採取試料の分析のほか、携帯型蛍光X線分析装置を使った化学組成分析、採取試料のICP-MSによる元素質量分析、同位体分析、粒度組成分析を行い、胎土の特性を明らかにした。スレイマニヤ博物館に収蔵される粘土板から2つの主要なアーカイブの粘土板30枚についてサンプル採取し、日本で分析を行った。

(3) 古代流路の堆積土研究 イラク人研究者に協力を依頼し、イラク南部の古代河川跡をオーガーで掘削して堆積土の試料を採取した。各層に含まれる珪藻を調べ、水質復元のプロキシとした。同試料に含まれる殻等に対して放射性同位体炭素14による分析を行い、堆積層の年代同定を行った。

(4) イラクの現生珪藻 先行する科研(海外学術調査:24401016)で行ったイラク・クルド自治区の現地調査で採取した珪藻の分析を継続し、現生珪藻種の同定を行った。

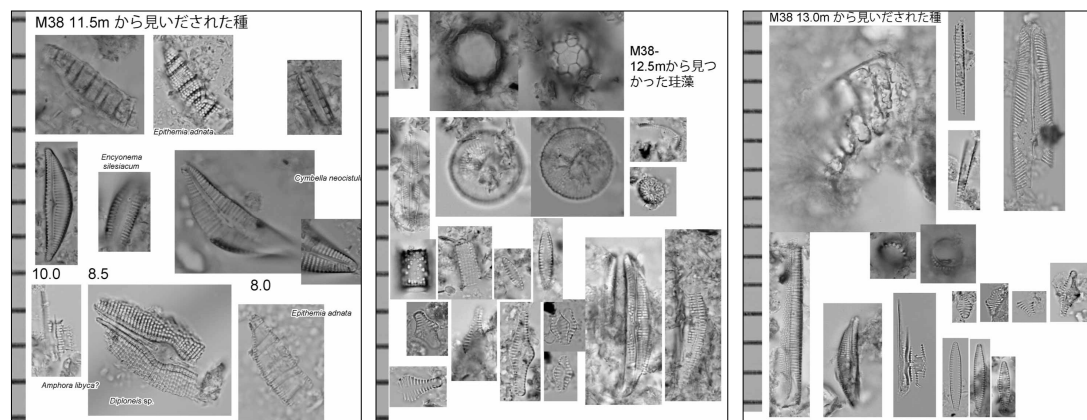
### 4. 研究成果

(1) 土製品の胎土の起源について 粘土板、粘土像、泥レンガ、土器等の土製品の製作に関する文献資料を収集して検討した結果、粘土は地下の淡水層(アプスー)に由来する聖なるものと考えられた。良質の粘土が堆積したクレイピット(*kullatu*:採土場)から粘土を採取する場合、あらかじめ銀や貴石等の象徴的な対価を採土場に投げ入れて浄めの儀式を行い、儀礼的なプロセスを経た後はじめて粘土を採取していたことがわかった。粘土の種類については呪術儀礼に使われた粘土像の作り方の文献に記され、像に使われた粘土は、河の堤防・街中の水路・川沿いの牧草地・クレイピット等に由来した。泥レンガについての資料は少ないが、グデア王の神殿建築に関する碑文には、クレイピット由来の粘土でレンガを作り、運河由来の粘土を漆喰に使ったとされる。土器に使われた粘土の起源については、粘土の掘り出し作業は陶工が夏に行う仕事であると神話に記述されている。ニッブルでは、イシュクル神のクレイピットに雇われていた陶工の記録がある。粘土板に使われた粘土の起源については、様々な憶測がある一方、直接的な文献証拠はこれまで知られていなかった。しかし、文字を習い始めた少年が書いた学習用粘土板コロフォンに、野外のクレイピットに出かけて清浄な粘土を採取し、粘土塊を肩に担いで持ち帰ったという記述がみつかった。これは粘土板素材の由来に言及する唯一の文献例である。考古調査では、メソポタミア北部の遺跡において、泥レンガの製作用に掘られたと考えられるクレイピット跡が知られている。この研究についてはVan Buylaere et al. (2019)に発表した。

(2) 粘土板と封泥(ブツラ)分析 シカゴ大学オリエント研究所およびスレイマニヤ博物館に収蔵される粘土板の化学組成、Sr-Nd-Pb同位体比や粒度を測定し、これらをメソポタミア中・下流域の氾濫源堆積物と比較した。この結果、粘土板胎土と氾濫源堆積物の化学組成・同位体比は、粘土板胎土のほうがまとまりがよいものの、氾濫原堆積物組成幅の極大域と重なっており、基本的に同じものであることが確認された。いっぽう、粘土板胎土は顕著にKに富んでおり、氾濫原堆積物から粘土鉱物に富んだ部分を採取したことが示唆される。氾濫原堆積物の化学組

成は地域性に乏しいものの、チグリス川支流域でFe-Tiに富むものがあり、この地方の粘土板は化学組成から識別できる可能性がある。博物館の中には粘土板の撮影を行う際に白色の粉(塩化アンモニウム)を塗布することもあり、粘土板作製時の混ぜ物、遺跡の中での保存状態、出土から博物館での保存・修復過程も含めて汚染の影響を慎重に検討する必要があることが明らかになった。

(3)古代流路の堆積土研究 イラク南部は治安悪化のため日本人研究者による現地調査を行えなかったが、イラク人研究者J.ジョゼリとの共同研究を通して、衛星画像を使った流路跡の確認、ならびにオーガーを使った試料採取が実現した。流路跡の掘削により堆積土試料を採取して、そこに含まれる殻等の有機物を分析して年代を特定し、時代ごとの河川や運河の流路を復元する研究を行った。地上部8mの露頭と地下5mの約13mの全長を持つラガシ近郊の掘削地点(M38)は、この調査で最も深いコアサンプルで、本研究ではこの堆積土に含まれる珪藻の同定を行った。深さ12.5mから見つかった淡水性の貝(*Corbicula fluminea*)の放射性同位体により、最深部の年代は7750-7600年前と想定される。このコアの堆積環境を明らかにするため、地下5m(8.0m~13.5m深)の珪藻分析を行った。深度8.0, 8.5 10.1 11.5, 12.0, 12.5, 13.0,



13.5mのコア試料の一部を100ml ビーカーにとり、濃硝酸により灰化処理を行い、蒸留水で洗浄後、試料を処理済み試料としてエタノール100%中に保管し、国立科学博物館・植物研究部の微細藻類標本室(TNS-AL)に収蔵した。この処理済み試料は珪藻分析用の封入剤(ZRAX)で封入し永久プレパラートを作成した。作成したプレパラートについて100倍の油浸レンズを用いてプレパラート中の珪藻殻を撮影し、同定した。多くの殻は破片化していたため、元の殻の2/3以上が保存されているものを完全な個体と見なし、2/3未満のものを破片とした(表1)。生活形態(Life form)は生存時に浮遊して水中に生活(plankton)していたか、付着(benthic)していたかを示す。浮遊性種はある程度の水深の水界しか生息できないので、浮遊性種が存在する場合、堆積環境がそのような湖沼であったか湖沼からの水が流入していたことを示す。一方、付着性種のみが出現する場合、周辺からの水の流入のない低湿地や河川のような環境であったことが推定できる。その他、塩分濃度、pH、富栄養化の程度についても既存の文献から出現種の指標性を抽出し、表に記入した。珪藻分析の結果、8-11.5mと12.0-13.5m深で大きく珪藻群集が異なった。8-11.5mでは*Cymbella*, *Diploneis*, *Encyonema*などの清水性の付着性種が多く見られた。これらは淡水の河川堆積物の可能性がある。一方、11.5-13.5m深ではプランクトン種を僅かに含み、また*Staurosira construens*など小形の*Fragilaria*を多く含むため、淡水性の低湿地のような環境で一定の水深がある(あるいはプランクトンが発生できるような水深を持つ水界からの水の流入がある)堆積環境が推定された。両環境を通して、海産珪藻はほとんど見つからず、このコアの堆積環境が汽水~海水になった事はないことが判明した。これらの結果については、Jotheri et al. (2017)に公表した。

	Life form		Salinity		pH			Eutrophication		Depth							
	plankton	benthic	freshwater	brackish marine	acid	neutral	alkaline	oligo	meso	8	8.5	10	11.5	12	12.5	13	13.5
<i>Amphora libyca</i> Ehrenb.		*															
<i>Aulacoseira crassipunctata</i> Krammer		*															
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Simonsen		*															
<i>Aulacoseira</i> sp.		*															
<i>Campylodiscus</i> sp. ?		*															
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.		*															
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenb.) O. Kirchner		*															
<i>Cymbella neocistula</i> Krammer		*															
<i>Diploneis</i> sp.		*															
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D. G. Mann		*															
<i>Epithemia adnata</i> (Kütz.) Bréb.		*															
<i>Epithemia turigida</i> (Ehrenb.) Kütz.		*															
<i>Fragilaria radians</i> (Kütz.) Williams & Round		*															
<i>Lindavia</i> sp.		*															
<i>Navicula notha</i> Wallace		*															
<i>Nitzschia liebetruhi</i> Rabenh.		*															
<i>Pinnularia divergens</i> W. Sm.		*															
<i>Staurosira construens</i> Ehrenb.		*															
<i>Stephanodiscus cf. lucens</i>		*															
<i>Stephanodiscus</i> sp.		*															
<i>Tabularia fasciculata</i> (Agardh) Williams & Round		*															

表1. 珪藻の同定結果

++ complete frustule (preserved more 2/3), tw  
+ complete frustule, one individual  
\*\* many fragment  
\* one fragment

(4)イラクの現生珪藻コアや粘土板中に存在する珪藻を解析するためには、比較のため現生の珪藻の生態を知る必要がある。そこで2013~2014年に治安の安定したクルド自

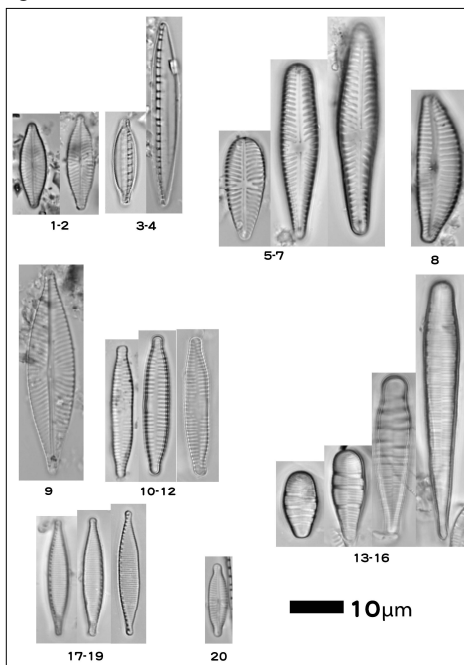
治区のスレイマニヤ県の陸水域から採集された試料から淡水棲珪藻植生を検討した。採集した標本

は過酸化水素水と塩酸で処理した後、蒸留水で洗浄し、濃硝酸で再処理を行った。処理後に蒸留水で洗浄し、メンブランフィルター(JAWP02500, Millipore)を用いて蒸留水で完全に洗浄し、95%エタノールで保存した。このエタノール保存標本の一部を珪藻用の封入剤(ZRAX)で封入し、永久プレパラートを作成した。顕微鏡写真は生物顕微鏡(Sk-e)とCCDカメラ(LU135M, Lumenera corp., Ottawa)を用いて撮影し、2000倍で出力した。処理済み試料とプレパラートは国立科学博物館・植物研究部の微細藻類標本庫に保管されている。見いだされた優占種は次の通りである。

- Sample 3. *Navicula* cf. *veneta* (figs. 1-2); *Nitzschia dissipata* (figs. 3-4)  
 Sample 4. *Gomphoneis slemaniensis* nom. nov. (figs. 5-7); *Cymbella affinis* (fig. 8)  
 Sample 5. *Navicula* cf. *veneta* (figs. 1-2); *Navicula trivialis* (fig. 9)  
 Sample 7. 珪藻は僅かしか見られぬが *Cymbella*, *Achnanthidium*, *Surirella*, *Nitzschia* 属の多くの種が見られた。  
 Sample 10. 稀で *Achnanthidium minutissimum*, *Navicula* cf. *veneta* が見られた。  
 Sample 12. 珪藻はほとんど見つからなかった。  
 Sample 13. *Fragilaria pectinalis* (figs. 10-12); *Meridion circulare* var. *constrictum* (figs. 13-16)  
 Sample 14. *Nitzschia* sp. 1 (figs. 17-19); *Cymbella microcephala* (figs. 13-16)

珪藻の種組成は Sample 13 を除いて非常に類似していた。Sample 13 は浮遊藻類のスカムから採集され、他のサンプルは岩や堆積物から採集されていたため、この違いは基質の違いと考えられる。今回の試料からはプランクトン性の中心類珪藻は見いだされなかった。見いだされた珪藻フロラは日本の清水河川のものと同様であった。測定された電気伝導度(electric conductivity)は、非常に低く(0.23 to 0.43  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) これらの河川が貧栄養であったことを示している。

Figs. 5-7 の *Gomphoneis* 種は、*Gomphoneis olivacea* 類似群であるが、現在までに知られているものと外径が異なる。そのため、現在、国立科学博物館・植物研究部に収蔵されている北米・アイオワ州試料(TNS-AL-63612)、フランス・セーヌ川試料(渡辺仁治珪藻コレクション)と本邦の報告およびマケドニアからの報告を比較検討を行った。本研究で見いだされた種は Levkov & Williams (2011) および Levkov et al. (2016) によってマケドニアから記載された *Gomphonema densistriatum*, *G. reediae* および *G. olivaceum* morphotype 3 に類似しているが、アウトラインが異なることから、新分類群(*Gomphonema slemaniensis* nom. nud.) として記載予定である。また北米の種も新分類群であることが分かった。



(5) 主な国際会議と成果公表 本研究の国際共同研究促進のため、英国とオーストリアから6名の研究者を招聘して共同研究会を開催し(2015年11月9~13日)、国際シンポジウム「Advances in Geoarchaeological Approaches to Ancient Mesopotamia: Tablets, Paleogeography and Microfossils」を埼玉大学・筑波大学との共催ならびに日本西アジア考古学会の後援により公開で開催した(2015年11月14日: 埼玉大学東京ステーションカレッジ)。また粘土板の生物学的研究と古環境に関する研究成果を第10回国際西アジア考古学会(2016年4月: 於オーストリア科学アカデミー、ウィーン)で発表した。

#### 〔引用文献〕

- Hillel, D. J. 1991. *Out of the Earth: civilization and the life of the soil*, New York.  
 Levkov, Z. & Williams, D. M. 2011. Fifteen new diatom (Bacillariophyta) species from Lake Ohrid, Macedonia. *Phytotaxa* 30: 1-41.  
 Levkov, Z., Mitic-Kopanja, D. & Reichardt, E. 2016. The diatom genus *Gomphonema* in the Republic of Macedonia. In: *Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats*. Volume 8. (Lange-Bertalot, H. Eds), pp. 1-552. Oberreifenberg: Koeltz Botanical Books.

#### 5. 主な発表論文等

##### 〔雑誌論文〕(計4件)

Tuji, A., Marsh, A., Altaheel, M., Watanabe, C. E. and Taylor, J., Diatom analysis of cuneiform tablets housed in the British Museum, *Bulletin of the National Museum of Nature and Science. Series B, Botany* 40 (3), 査読有, 2014, 101-106.

<https://www.kahaku.go.jp/research/researcher/papers/232938.pdf>

Jotheri, J., Altaheel, M., Tuji, A., Anma, R., Pennington, B., Rost, S. and Watanabe, C. E., Holocene fluvial and anthropogenic processes in the region of Uruk in southern Mesopotamia, *Quaternary International* 483, 査読有, 2017, pp.57-69.

<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.11.037>

Van Buylaere, G., Watanabe, C. E. and Altaheel, M., "Clay pit, you are the creator of God and man!":

Textual evidence for the sources of raw clay used in Mesopotamia, in *Prince of the Orient: Ancient Near Eastern Studies in memory of H.I.H. Prince Takahito Mikasa, Orient: Journal of Society for the Near Eastern Studies in Japan*, Supplement 1, 査読有, edited by I. Nakata, Y. Nishiaki, T. Odaka, M. Yamada and S. Yamada, 2019, 175-192.

Tuji, A., Marsh, A., Altaweel, M., Anma, R., Koizumi, T., Rasheed, K., and Watanabe, C. E., Taxonomy of Gomphoneis olivacea species complex from Kurdistan Iraq, France, North America and Japan. in preparation. (2019)

〔学会発表〕(計7件)

安間了・渡辺千香子・申基澈・昆慶明・辻彰洋・中野孝教・横尾頼子、メソポタミア粘土板胎土の組成と原産地特定の試み(ポスター) 日本地球惑星科学連合 2015年大会(H-TT31-P17 環境トレーサビリティ手法の新展開) 2015.

安間了・申基澈・昆慶明・横尾頼子・中野孝教・渡辺千香子、地球化学フィンガープリントによるメソポタミア粘土板の原産地推定の試み、第5回同位体環境学シンポジウム、2015.

安間了・申基澈・中野孝教・昆慶明・辻彰洋・渡辺千香子・横尾頼子・ラシードカマル、スレイマニヤ博物館所蔵のメソポタミア粘土板胎土の組成、日本地質学会第122年学術大会 T2-O-10、2015.

Tuji, A., Anma R. and Watanabe, C. E., Biological investigation of clay tablets in the context of the palaeoenvironment, 10<sup>th</sup> International Congress on the Archaeology of the Ancient Near East, Austrian Academy of Sciences, Vienna, 2016.

渡辺千香子・安間了・辻彰洋、粘土板文書に使われた胎土の由来について 文献学ならびに生物学からの検証、第59回シユメール研究会、2016.

申基澈・安間了・中野孝教・横尾頼子・渡辺千香子、イラク地域の堆積物から見た粘土板の産地追跡、第6回同位体環境学シンポジウム、2016.

安間了・申基澈・中野孝教・渡辺千香子、メソポタミア氾濫源堆積物および粘土製品の化学組成・同位体組成から読みとる粘土テクノロジーの発達と都市鉱山化過程、第7回同位体環境学シンポジウム、2017.

〔その他〕

ホームページ等

<https://www.osaka-gu.ac.jp/php/ecohistory/index.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

辻 彰洋 (TUJI, Akihiro) 研究者番号: 4 0 3 5 6 2 6 7

国立科学博物館・植物研究部・研究主幹

本郷 一美 (HONGO, Hitomi) 研究者番号: 2 0 3 0 3 9 1 9

総合研究大学院大学・先導科学研究科・准教授

小口 千明 (OGUCHI, Chiaki) 研究者番号: 2 0 3 1 2 8 0 3

埼玉大学・理工学研究科・准教授

小口 高 (OGUCHI, Takashi) 研究者番号: 8 0 2 2 1 8 5 2

東京大学・空間情報科学研究センター・教授

岡田 保良 (OKADA, Yasuyoshi) 研究者番号: 9 0 1 1 5 8 0 8

国土館大学・イラク古代文化研究所・教授

### (2) 研究協力者

申 基澈 (SHIN, Ki-Cheol) 研究者番号: 5 0 5 6 9 2 8 3

総合地球環境学研究所・研究基盤国際センター・准教授

高井 啓介 (TAKAI, Keisuke) 研究者番号: 0 0 5 7 3 4 5 3

関東学院大学・国際文化学部・准教授

安間 了 (ANMA, Ryo) 研究者番号: 7 0 3 1 1 5 9 5

徳島大学・大学院社会産業理工学研究部(理工学域)・教授

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。