

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 8 日現在

機関番号：35304

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K03224

研究課題名(和文) 日本列島における銅、鉛原材料の産出地同定と使用開始年代に関する学際的研究

研究課題名(英文) An Interdisciplinary Study of the Provenance of Copper and Lead Raw Materials and the Start date of Use in Japan

研究代表者

澤田 秀実 (SAWADA, Hidemi)

くらしき作陽大学・音楽学部・准教授

研究者番号：40264577

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)：本研究課題では、6世紀から7世紀代の銅製品の鉛同位体比分析、蛍光X線分析、金相分析を考古学的知見に絡めて悉皆的に調査し、日本列島における銅鉛原材料の産出地と使用開始時期の特定を目指した。取り上げた資料は、環頭柄頭、耳環、馬具、銅鉢などであった。結論として列島での銅鉛原材料産出地として出雲周辺鉱山、桜郷・長登周辺鉱山を示し、それらに同定された資料の帰属時期から、使用開始時期を6世紀末葉と考え、あわせて鉱山開発の背景に新羅系渡来人の関与を想定した。また、その前段となる6世紀後半代での新羅産銅鉛原材料の供給が明らかとなったが、一方で6世紀末葉の新羅産銅鉛原材料の供給縮減が国産化の要因と考えた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、6世紀後半から7世紀代の銅製品の理化学的分析によって国産銅鉛原材料の使用開始時期を追究したが、特に蛍光X線分析では、定性分析とはいえ悉皆的な調査によって合金成分の傾向性を見だし、その類型が考古学的観察成果と整合した。また対象資料の編年的位置づけと、その時系列に沿った鉛同位体比分析の遂行によって、原材料産出地の推移が判明したことは、学術成果とともに新たな学際的研究手法の完成でもあった。

研究成果の概要(英文)：This study attempts to identify the locations producing lead and copper domestically and the date starting to use them in Japan. The copper products from 6th century to 7th century were examined thoroughly through lead isotope ratio analysis, X-ray fluorescence analysis and metallographic analysis based on archaeological knowledge. The objects such as Kan-toh-tsuka-gashira, Jikan, horse tack and copper bowls were studied. Surveying materials helped to identify the locations where lead and copper were produced: the mines in the Izumo and in the area of Sakurago and Naganobori. According to the period to which the materials helping to determine the mines were attributed, the use of domestic lead and copper was started at the end of 6th century. Additionally, it was assumed that foreign settlers were involved in developing these mines. It was also inferred that there was a supply of raw materials from Silla in the latter half of 6th century prior to using domestic raw materials.

研究分野：日本考古学

キーワード：国産銅鉛原材料 古墳時代後期 環頭大刀 耳環 銅鉢 鉛同位体比分析 蛍光X線分析 学際的研究

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本列島における銅鉱山の開発は8世紀代とされてきたが、文献史料や考古学的知見から7世紀代の可能性が指摘されていた(亀田 2006)(桃崎 2006)。これらの見解は鉛同位体比分析から日本列島産原料の使用が指摘された荒神西銅錠(馬淵 1994)の再調査によって、7世紀前半代(TK217 型式期古相)の年代観を得たことで追認し得た(澤田他 2009)。また、これらの資料の金属成分比を蛍光X線分析したところ、銅、鉛、ヒ素を主成分とし、ヒ素の含有が多く、錫を含まない特徴を把握したほか、朝鮮半島産原料が推定される丸底の殿田銅錠(TK209 型式期)では主成分が銅、錫、鉛と、日本列島産原料と朝鮮半島産原料を用いた銅錠とで金属成分組成に相違があり、形態的な差異とともに両者の識別基準となる可能性が判明した(澤田他 2011)。

さらに7世紀前半代の年代観が与えられる平底の荒神西銅錠の鉛同位体比が和同開珎のそれに一致することやヒ素の含有量に共通性が認められる(澤田他 2011)ことから、和同開珎の原材料を供給したと思われる長登や香春岳か、その周辺の本列島内の銅鉱山開発が通説や近年の見解を遡る7世紀初頭となる可能性が想定された。しかし、鉛同位体比分析によって日本列島産原料の開始が7世紀初頭あるいは前半代まで遡る可能性がある対象資料は、現状でわずか7点のみに留まっていたほか、本研究の開始時点で6～7世紀代の銅製品に対する鉛同位体比分析、蛍光X線分析の双方がなされた事例は少なく、確実な日本列島産原材料の使用開始時期や複数想定される銅産出地を特定するには至っていなかった。

2. 研究の目的

このように研究開始当初は、断片的事例から日本列島における銅鉱山開発が従来の見解より半世紀以上遡る可能性が推定されていたものの、分析事例の乏しさから脆弱な仮説に留まっていた。本研究では、こうした研究状況を鑑みて、日本列島内の6～7世紀代の銅製品の鉛同位体比分析、蛍光X線分析、金相分析を考古学的知見に絡めて体系的に調査し、日本列島における銅鉛原材料の産出地と使用開始時期の特定を目指した。

また、7世紀後半代と考えられてきた日本列島での銅鉛鉱山開発時期が、本研究によって一世紀程度遡れば、東アジアにおける技術移転や原材料の流通実態について新知見をもたらし、その状況を作りだした往時の外交関係の究明にも少なからず影響を与え、歴史学的にも極めて重要な意義を持つと考えられた。そして、考古学的な形態分類、分布、編年研究とその暦年代観に基づく分析と理化学的分析とが融合した学際的研究によって、原材料の輸入実態と列島産化の史的背景の解明が期待できた。特に鉛同位体比分析による原材料の産地同定の成果を、蛍光X線による成分比率、金相分析による製品の製作技法との相関性によってクロスチェックしようとする本研究は、その研究手法においても学際的研究として新たな方法論の確立を目指すものであり、古墳時代後期の青銅器研究全般への寄与も目的と考えた。

さらに形態的特徴と理化学的分析結果との相関性を追求する本研究の手法を用いた朝鮮半島出土遺物の分析への応用は、朝鮮半島に複数ある原材料産出地の特定へと発展する可能性を秘めていた。とりわけ百済、新羅、高句麗での銅製品の形態的特徴や原材料産地、原材料成分比の特徴の把握によって、朝鮮半島三国での銅製品の生産動向や政権による銅鉱山の管理実態が明らかとなり、原材料、製品の流通論理やその史的背景がより明確になるものと考えられ、日本列島における銅鉱山の開発時期とともに、銅鉱山開発以前の製品と原材料の輸入実態の解明が期待でき、6～7世紀代における銅製品、金属原材料を掌握した東アジア諸国間の政治的動向をも

反映していると考えられた。したがって、本研究は銅鉛鉱山開発史の究明に留まらず、そのような政治史、外交史の解明も目的とした。

3. 研究の方法

これらの研究目的を果たすために、長登、香春岳およびその周辺の鉱山遺跡、精錬遺跡での鉱石、鉱滓とともに、日本列島出土の6～7世紀代の銅製品のうち、出土量が多く、比較的製作時期を特定し易い耳環、環頭大刀柄頭、銅鏡、銅鈴を主に取り上げ、これらの鉛同位体比分析による原材料の産地推定と蛍光X線による金属成分比を時系列に沿って整理し、そこに認められる原材料産地と金属成分比との相関性を追究した。また、分析結果として中国や朝鮮半島産原材料の使用も予測されたが、これまでに蓄積された外国産原材料と理化学的分析結果との比較検討によって、それらの故地も明らかにし、それらを含めて該当資料や共伴資料の編年的位置づけ、年代観から銅鉱山開発時期を明らかにし、銅鉛原材料の流通実態とその史的背景も追究した。

なお、本研究の目的達成のために以下のことをおこなった。

耳環、環頭大刀柄頭、銅鏡、銅鈴などの6世紀中頃～7世紀代の銅製品の集成作業。

集成した銅製品の型式学的研究による編年的位置づけと共伴資料の把握。

・ による考古学的分析によって製作年代が特定できるものの抽出。

から破壊分析(表面研磨、地金からの試料採取)が可能な資料の選定。

山口県長登銅山、福岡県香春岳銅鉱山、島根県平田周辺の銅鉱山などの推定原産地の実地踏査とサンプル鉱石、鉱滓の採集。

選定した個々の資料の保管場所での考古学的調査。

選定、採集した資料の蛍光X線分析、金相分析の実施(連携研究者長柄毅一・富山大学芸術文化学部教授 担当)。

・ の際に鉛同位体比分析用の試料の採取と採取した資料の分析(連携研究者齋藤努・国立歴史民俗博物館教授 担当)。

・ ・ で得られた理化学的分析結果と考古学的知見との相関性を検討し、日本列島における銅鉱山開発時期と想定される産出地の特定。

～ で得られた成果の史的背景の考察。

4. 研究成果

以上の研究目的、方法に沿って調査研究を進め、学際的研究から日本列島産銅鉛原材料の使用開始時期を追究してきた。本研究では対象資料を考古学的観察と検討によって製作手法の把握や編年的位置づけをおこない、把握した製作技術や時系列に沿った理化学的分析の遂行によって、銅製品の金属成分とそれらに用いられた原材料の在り方や推移を確認した。このような調査研究手法によって明らかになった事柄をまとめると、概ね以下のとおりである。

日本列島では、6世紀後半代から7世紀代にかけて国家的身分秩序の表徴として環頭大刀に加えて耳環の生産が開始され、多量の貴金属(金、銀、水銀、銅、鉛、スズ)原材料を必要とした。

6世紀後半代から7世紀代の銅製品の金属成分は、純銅(Cu系)のほか、銅+ヒ素(Cu-As系)、銅+鉛(+ヒ素)(Cu-Pb系)、銅+スズ(Cu-Sn系)、銅+ヒ素+鉛+スズ(Cu-As-Sn-Pb系)の5類型に分類し得た。

環頭大刀柄頭、馬具類、耳環などの品目を超えて鑄造、鍛造による製作技法の違いと合金

成分とに相関性が認められた。

このような鑄造、鍛造、転換時期が TK43-209 型式移行期と想定し得た。また、この転換時期に合わせて、スズを使用した製品の減少が認められた。

純銅製品のほかスズ製品、鉛製品もあり、合金製品についてもスクラップ材ではなく、無垢材(インゴット)の使用が想定し得た。

それによって銅、スズ、鉛の個別原材料の産出地同定が可能となった。

これらの銅製品に用いられた銅鉛原材料の産出地として、中国華北、中国遼東・山東半島、朝鮮半島北部、朝鮮半島南部百済領域、同新羅領域、日本列島が推定できた。

朝鮮半島南部の銅鉛原材料産出地の細分化に目処が立った結果、6世紀後半代の新羅産銅鉛原材料の供給が明らかとなった。

品目を超えて製作技法や原材料を共有することから、地方生産など多元的ではなく、原材料調達、生産体制とも一元的な管理が首肯し得た。

このような生産実態から、無垢原材料の調達に外交手段を擁した公的権力の関与が想定し得た。

6世紀後半代の原材料供給(華北産を含む)は主に新羅によると考えられるが、一方で6世紀末葉の新羅からの供給縮減が国産化の要因と考えられた。

日本列島での銅鉛原材料産出地として出雲市後野周辺、美祢市桜郷・長登周辺の可能性を改めて示し、両産地に同定された遺物の帰属時期から、その確実な開始時期を TK209 型式期(6世紀末葉)と考え、あわせて鉱山開発の背景に新羅系渡来人の関与を想定した。

本格的な仏教の伝来によって仏具生産のほか寺院建築によって、7世紀中葉には銅鉛原材料の需要が高まり、安定的な国産銅鉛原材料の供給システムが完成した。

また、今後の課題として、以下の点が挙げられる。

出雲半島、香春岳周辺での鉱山試料の鉛同位体比分析結果が本書の作成に間に合わず、日本列島鉱山の厳密な同定に至らなかった。

国秀遺跡出土遺物の検討が不十分で、Cゾーン桜郷・長登に同定されるB類耳環の生産地と原材料産出地との関係性を深められなかった。

鉛無垢材、スズ無垢材の産出地の検討に至らなかった。また厳密な合金比率やその比率に基づく合金状態での鉛同位体比分析値の解釈に至らなかった。

中国遼東・山東半島、朝鮮半島北部からの原材料の供給理由には言及し得なかった。

百済、加耶産原材料使用は5世紀代に遡る可能性があるが、新羅産銅鉛原材料使用については6世紀後半では確実なものの、その開始時期には検討が及ばなかった。

以上、本研究では考古学的分析と理化学的分析の結果から考えられる6世紀後半から7世紀にかけての銅製品の生産体制と、6世紀末葉からの日本列島産銅鉛原材料の使用=銅鉛原材料の国産化が明らかとなった。また国産化開始の契機として6世紀後半代に朝鮮半島南部、とりわけ新羅に頼っていた銅鉛原材料供給が6世紀末葉に停止するなど、供給源の異変が考えられ、7世紀代に国産原材料産出が拡大、本格化していった可能性を指摘し、結論としておきたい。

図1 鉛同位体比分析の結果(A・B・Dゾーン)

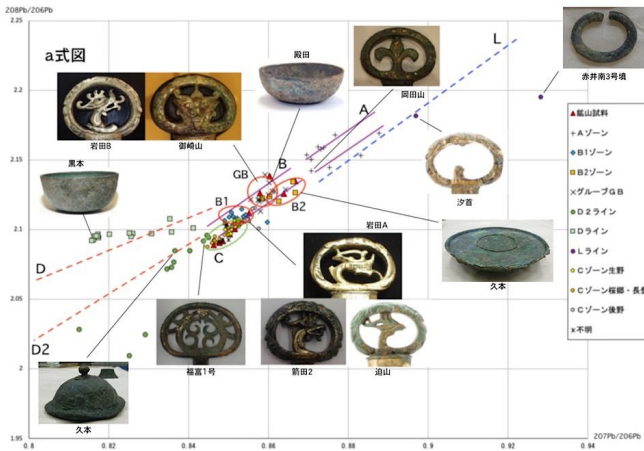


図2 鉛同位体比分析の結果(Cゾーン)

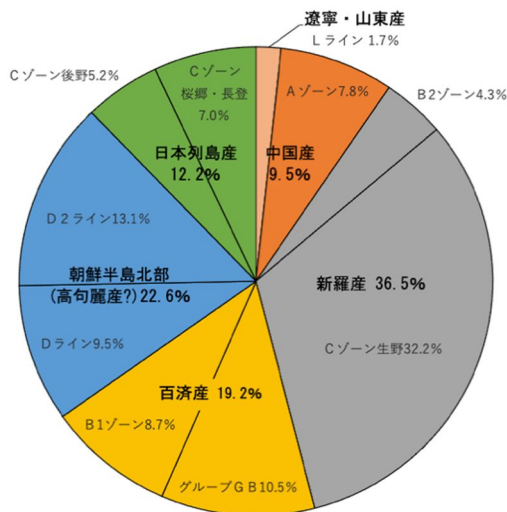
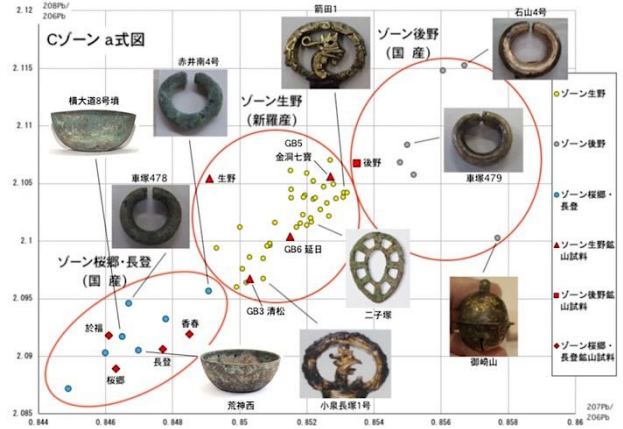


図3 日本列島における6世紀後半から7世紀の銅鉛原材料産地の構成比

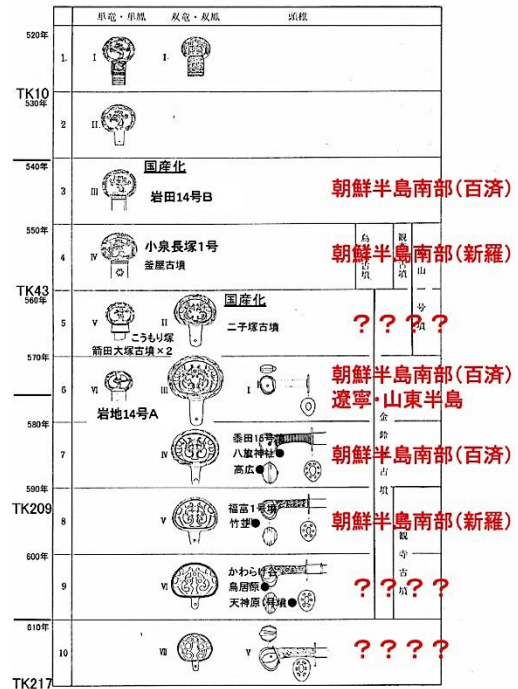


図4 単龍単鳳、双龍環頭柄頭に用いられた銅鉛原材料産出地(新納 1987 を改変作成)

引用参考文献

亀田修一 2006「日本古代の初期銅生産に関する覚書」『東アジア地域における青銅器文化の移入と変容および流通に関する多角的比較研究』国立歴史民俗博物館 pp.219-237.

桃崎祐輔 2006「金属器模倣須恵器の出現とその意義」『筑波大学 先史学・考古学研究』17 筑波大学人文社会科学部 先史学・考古学コース pp.81-102.

馬淵久夫 1987「鉛同位体比による原料産地推定」『出雲岡田山古墳』島根県教委 pp.167-171.

馬淵久夫 1994「荒神西古墳および殿田古墳から出土した銅鏡の原料産地について」『研究紀要』27-1 作陽学園学術研究会 pp.27-33.

澤田秀実・持田大輔・白石純 2009「殿田1号墳の研究」『研究紀要』42-2 くらしき作陽大学 pp.25-62.

澤田秀実・齋藤努・長柄毅一ほか 2011「6~7世紀における古墳出土銅鏡の理化学的研究」『アジア鑄造技術史学会 研究概要発表集』5号 アジア鑄造技術史学会 pp.19-24.

齋藤努 2012「中村1号墳出土資料の鉛同位体比分析結果」『中村1号墳』出雲市教委 pp.167-172.

新納泉 1987「戊辰年銘大刀と裝飾付大刀の編年」『考古学研究』34-3 考古学研究会 pp.17-64.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 4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 澤田秀実・齋藤努・長柄毅一・持田大輔	4. 巻 213
2. 論文標題 中国四国地方で出土した銅鏡からみた国産銅鉛原材料の産出地と使用開始時期	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 『国立歴史民俗学博物館研究報告』	6. 最初と最後の頁 31-41
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 澤田秀実・長柄毅一	4. 巻 14
2. 論文標題 日本列島における6世紀後半代の青銅原材料-環頭大刀柄頭の製作技法と合金成分-	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 『アジア鑄造技術史学会 研究発表概要集』	6. 最初と最後の頁 56-58
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 澤田秀実	4. 巻 1
2. 論文標題 耳環の生産体制と副葬の意義-使用された金属原材料の検討から-	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 『人・墓・社会-日本考古学から東アジア考古学へ-』	6. 最初と最後の頁 27-34
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 澤田秀実	4. 巻 3
2. 論文標題 国産銅鉛原材料の産出地と使用開始時期	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 『青銅器の考古学と自然科学』国立歴史民俗博物館研究叢書	6. 最初と最後の頁 102-118
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 齋藤努	4. 巻 213
2. 論文標題 鉛同位体比から見た日韓青銅資料の原料の産地	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 『国立歴史民俗博物館研究報告』	6. 最初と最後の頁 69-125
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 齋藤努・中井歩	4. 巻 12
2. 論文標題 埼玉県内出土銅鏡の鉛同位体比分析について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 『埼玉県立埼玉県立さきたま史跡の博物館紀要』	6. 最初と最後の頁 63-78
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 長柄毅一	4. 巻 28
2. 論文標題 狩谷3号墳出土耳環の分析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 『狩谷遺跡・狩谷古墳群』総社市埋蔵文化財発掘調査報告	6. 最初と最後の頁 75-78
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 -

〔学会発表〕 計5件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 澤田秀実
2. 発表標題 環頭大刀に用いられた銅、鉛原材料とその産出地
3. 学会等名 「古代日本における青銅器原料」研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 澤田秀実
2. 発表標題 箭田大塚古墳出土の単鳳環頭大刀柄頭について
3. 学会等名 倉敷市文化財保護審議会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 澤田秀実
2. 発表標題 環頭大刀にもちいられた銅鉛原材料とその産出地を探る
3. 学会等名 史跡二子塚古墳講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 澤田秀実
2. 発表標題 日本列島における銅、鉛原材料の銅、鉛原材料の産出地同定と使用開始年代に関する学際的研究
3. 学会等名 「古代日本に於ける青銅器原料」研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 澤田秀実・長柄毅一
2. 発表標題 日本列島における6世紀後半代の青銅原材料-環頭大刀柄頭の製作技法と合金成分-
3. 学会等名 アジア鑄造技術史学会 富山大会（国際学会）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 齋藤努、増田浩太、高田貫太、澤田秀実、高橋照彦	4. 発行年 2018年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 168
3. 書名 青銅器の考古学と自然科学	

1. 著者名 土生田純之先生退職記念事業会編	4. 発行年 2022年
2. 出版社 雄山閣	5. 総ページ数 381
3. 書名 人・墓・社会-日本考古学から東アジア考古学へ-	

1. 著者名 澤田秀実・齋藤努・長柄毅一	4. 発行年 2022年
2. 出版社 くらしき作陽大学	5. 総ページ数 76
3. 書名 日本列島における銅、鉛原材料の産出地同定と使用開始年代に関する学際的研究	

〔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
連携研究者	齋藤 努 (SAITO Tsutomu) (50205663)	国立歴史民俗博物館・大学共同利用機関等の部局等・教授 (62501)	

6. 研究組織（つづき）

	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
連携研究者	長柄 毅一 (NAGAE Takekazu) (60443420)	富山大学・芸術文化学部・教授 (13201)	

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