

令和 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：84604

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K01116

研究課題名（和文）東アジア出土の植物灰ガラスは西アジア産か？ - ガラス交易路解明に向けての基礎研究 -

研究課題名（英文）Is the plant ash glass found in East Asia from West Asia? -Basic research for elucidation of glass trade route-

研究代表者

田村 朋美（TAMURA, Tomomi）

独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所・都城発掘調査部・主任研究員

研究者番号：10570129

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、日本出土の植物灰ガラスの起源について分析化学的手法から明らかにしようとするものである。日本出土の植物灰ガラスのうち、化学組成から西アジア産と推定されたものについては、西アジアで出土する植物灰ガラスや原料植物と類似のSr同位体比を持ち、西アジア産の可能性が高まった。一方、それ以外のものについては、西アジア出土品とはSr同位体比が異なっていた。特に、重層ガラス玉については、高いSr同位体比を持ち、Al₂O₃が多いという材質的特徴も併せてインド・パキスタン地域で生産された可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、化学組成とSr同位体比分析を組み合わせることによって日本列島出土の植物灰ガラスの産地が従来想定されていた西アジアだけでなく、インド・パキスタン方面を含む中央アジア地域にも求められる可能性が高いことを示した点にある。日本列島出土品のみならず、実際にウズベキスタンなど中央アジア地域で出土したガラスの分析を実施し、日本出土品と比較検討することにより、中央アジア産である可能性を実証的に示すことができたことは、今後のガラス研究の発展につながる重要な成果であると言える。

研究成果の概要（英文）：This research attempts to clarify the origin of plant-ash glass excavated in Japan using analytical methods. Among the plant-ash glasses excavated in Japan, those estimated to be from West Asia based on their chemical composition have Sr isotope ratios similar to those of plant-ash glasses excavated in West Asia and the raw material plants, indicating the possibility that they came from West Asia. On the other hand, the Sr isotope ratios of other items were different from those excavated from West Asia. In particular, the compositional characteristics of the sandwich beads, which have a high Sr isotope ratio and a high content of Al₂O₃, suggest that they may have been produced in the India-Pakistan region.

研究分野：文化財科学

キーワード：ガラス 植物灰 Sr同位体比 中央アジア 西アジア

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

植物灰ガラスとは、植物の灰をアルカリ原料としたソーダガラスで、一般に酸化マグネシウム (MgO) および酸化カリウム (K₂O) の含有量が 1.5% を超えるものをさし、西アジアで生産されたと考えられている。研究代表者らのこれまでの研究で、日本列島でも少なくとも 3 種類の植物灰ガラス (Group SIIIA・SIIIB・SIIIC) が流通したことが明らかとなっている¹⁾。なかでも 5 世紀後半に出現した植物灰ガラス製玉類 (Group SIIIB) の東アジアへの流入量は極めて多く、それまで流通していたインド・パシフィックビーズを中心とする南方系のガラスに匹敵する。すなわち、5 世紀における東アジアへの植物灰ガラス小玉の大量流入は、当該時期に交易ルートの中心が海路から陸路へ転換したことを示唆する極めて重要な現象である。

しかしながら、研究代表者らがこれまでに実施した蛍光 X 線分析の結果、日本列島に流入したこれらの植物灰ガラスの多くは、西アジア地域で出土する典型的な植物灰ガラスとは化学組成の特徴が異なることが判明した。化学組成から見ると、中央アジアで多く出土するガラスと類似するが、生産遺跡が見つかっていないため確証がない。そこで、日本列島をはじめとする東アジアへ流入した「植物灰ガラス」の具体的な生産地は一体どこなのか、さらにどこで製品 (小玉) に加工され、そしてどのようなルートで極東アジアに流入したのか、という問題が解決するべき課題として残されていた。

2. 研究の目的

本研究ではこれまで蛍光 X 線分析による主成分および従属成分の化学組成の類似性から大きく「西アジアまたは中央アジア産」としてきた「植物灰ガラス」の具体的な生産地を明らかにすることを目的とした。具体的には、日本列島に流入した植物灰ガラス製玉類について、化学組成分析に食えて、ストロンチウム (Sr) 同位体比、(Nd) 同位体比、鉛 (Pb) 同位体比の 3 種類の同位体比分析など複数のアプローチによってガラス素材および着色剤の産地推定を試みた。

3. 研究の方法

日本で出土する植物灰ガラス製の小玉について、蛍光 X 線分析および Sr 同位体比分析を実施した。結果について、西アジア出土の植物灰ガラスと比較検討し、西アジア産の可能性を検証した。なお、西アジア出土の植物灰ガラスについては、シリア・イラクなどの資料を中心に同位体比分析および超微量元素分析に関する論文がヨーロッパの研究者によって近年多数発表されており、文献値との比較を中心におこなった。さらに、中央アジア出土の植物灰ガラスと比較検討し、中央アジア産の可能性を検証した。中央アジア出土品については同位体比分析および超微量元素分析の先行研究が少ないため、ウズベキスタン・ブハラ地方から出土したガラス容器片およびガラス原料塊の分析調査を実施した。

分析調査は、まず蛍光 X 線分析装置 (EDAX 製 EAGLEIII) を用いてガラスの化学組成分析を実施した。その上で、目的とする種類のガラスを選択し、表面の風化層をロータリーバー (タングステンカーバイド製) で除去した。さらに、塩酸を用いて超音波洗浄することで、土壌由来の汚染の影響を低減させた。これらの試料をフッ酸、硝酸、過塩素酸で分解した。さらに、Sr スペックレジンで Sr を単離し、マルチコレクタ誘導結合プラズマ質量分析法 (MC-ICP-MS) (Thermo Scientific 製 NEPTUNE plus) を用いて ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr を測定した。さらに、着色剤成分に伴うと推定される鉛を含む個体に関しては、表面電離型質量分析装置 (TIMS) により鉛同位体比分析も実施した。蛍光 X 線分析は奈良文化財研究所で、Sr 同位体比分析は総合地球環境学研究所にて実施した。鉛同位体比分析については、日鉄テクノロジーに委託した。

4. 研究成果

植物灰ガラスについては、本研究では日本列島から出土した 8 点のガラス小玉の Sr 同位体比の測定を行った²⁾。このうち、MgO > K₂O の傾向が顕著で西アジア産の可能性が示唆される Group SIIIC (奈良県飛鳥寺塔心礎出土) および巻き付け法による淡緑色丸玉 (福岡県隈山 2 号墳出土) については、Sr 同位体比がそれぞれ 0.7083 および 0.7088 であった。これらの同位体比は、一般的に中東 (エジプト・シリア・レバノンなど) で出土する後期青銅器時代 ~ 紀元後 12 世紀ごろまでのガラス器や原料植物の同位体比とおおむね一致する³⁾。

ところで、飛鳥寺塔心礎出土の Group SIIIC の植物灰ガラスは錫酸鉛 (PbSnO₃) で着色された黄色不透明ガラスであり、研究代表者らは着色成分に由来する鉛の同位体比分析を実施している⁴⁾。その結果、本資料の鉛同位体比は、コバルト着色および銅着色のナトロンガラスと類似し、鉍石ではパキスタン西部のパローチスターン州やイラン、もしくはオマーンで産出した鉛鉍石の鉛同位体比と類似することが明らかとなっている⁵⁾。すなわち、Group SIIIC については基礎ガラスの化学組成および着色剤に由来する鉛同位体比から西アジア産の可能性が示唆されていたが、本研究において、Sr 同位体比の点でも整合的な結果が得られたと言える。

一方、重層ガラス玉については、條ウル神遺跡から出土した 3 点について測定を行った。これらの重層ガラス玉は、やや CaO 含有量が少なく、Al₂O₃ 含有量が多い傾向を示す⁶⁾。Sr 同位体比

分析に供した資料は、外層のガラス片が2点、内層のガラス片が1点である。測定の結果、これらの Sr 同位体比は、0.7168~0.7174 であった。一般的に中東地域で出土する植物灰ガラスの Sr 同位体比は、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} < 0.7090$ である⁷⁾のと比べると、本資料は高い Sr 同位体比を持つことが分かった。このような高い Sr 同位体比はこれまでに知られている東地中海から中東地域におけるナトロンガラスおよび植物灰ガラスのいずれにも認められない。研究代表者らがこれまでに調査したガラスの中では、インド産の可能性が考えられる Group PI のカリガラスが同等の高い同位体比を持つ(図1・図2)。

このような高い Sr 同位体比を持つ植物灰ガラス製の重層ガラス玉の生産地を考える上で、興味深い遺跡が存在する。パキスタンのペシャワール近郊にある Bara 遺跡では多くの重層ガラス玉の未成品が出土しており、生産遺跡であると考えられている。本遺跡で出土する重層ガラス玉はすべて植物灰ガラス製であるが、中東地域などで出土する一般的な植物灰ガラスと比較すると Al_2O_3 が多い点において区別され、インド・パキスタン地域で生産されたガラスであると考えられている⁸⁾。ウル神古墳出土の重層ガラス玉についても他の Group IIII と比較すると Al_2O_3 が多い傾向が認められ、高い Sr 同位体比とも併せて当該地域との関連性が注目される。なお、内層のガラスは外層のものに比べて CaO が少ないなどの材質の特徴が異なる(表1)。Sr 同位体比分析の結果、外層の2点は近似の Sr 同位体比をとるのに対し、内層の1点はやや低い Sr 同位体比を示した。材質分析の結果と相関があり、内層と外層のガラスは産地が異なる可能性が示唆された。

Group IIIIB と判断される個体については、和歌山県天王塚古墳出土の2点について分析を実施した。いずれもコバルト着色によるガラス小玉である。BK598 は包み巻き法の可能性のある破片で、BK383 は引き伸ばし法による小玉の破片である。このうち前者(BK598)は $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ が 0.7092 で植物灰ガラスとしてはやや高い Sr 同位体比を示すものの、シリアから出土した植物灰ガラスの中に類似の同位体比を持つ個体が存在する。一方、引き伸ばし法による BK383 の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ は 0.7059 で、これまで筆者らが調査したいかなる種類のガラスよりも低く、中東で出土する植物灰ガラスや原料植物にもこのような低い Sr 同位体比を持つものは知られていない。

比較として、本研究では中央アジアウズベキスタンのブハラオアシスから出土したガラスの Sr 同位体比分析を実施した⁹⁾。その結果、西アジアからの搬入品と考えられるカット装飾の施されたガラス容器については、中東地域で出土する植物灰ガラスおよび原料植物と類似の同位体比を持つが、ブハラオアシス特有の二重ポンテ痕を持つガラスやガラス製造を示唆するスラグなどは、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ が 0.7100 を超える高い Sr 同位体比を持つことがわかった。

以上の結果から、日本列島で出土する植物灰ガラスのうち、飛鳥寺塔心礎出土品や隈山2号墳出土品などの MgO が多く($> 3\%$)でかつ $\text{MgO} > \text{K}_2\text{O}$ の傾向が顕著な化学組成から西アジア産の可能性が示唆されたと考えられるものについては、中東で出土する植物灰ガラスや原料植物と類似の Sr 同位体比を持つことが分かった。一方、それ以外のものについては、中東出土品とは Sr 同位体比が異なっていた。特に、條ウル神遺跡出土の重層ガラス玉については、高い Sr 同位体比を持ち、 Al_2O_3 が多いという材質の特徴も併せてインド・パキスタン地域で生産された可能性が示唆された。さらに、ウズベキスタン出土品についても、在産地と考えられる資料はやはり高い Sr 同位体比を持っており、中央アジア地域についても生産地の候補となりうるが、條ウル神遺跡の資料と比べるとやや低い Sr 同位体比である。ガラス素材の混合の可能性は考慮する必要があるが、現状では、條ウル神古墳の重層ガラス玉はインド・パキスタン地域産の可能性が高いと推定される。

註

- 1) Oga, K., Tamura, T.: Ancient Japan and the Indian Ocean Interaction Sphere: Chemical Compositions, Chronologies, Provenances and Trade Routes of Imported Glass Beads in Yayoi-Kofun Period (3rd Century BCE-7th Century CE). *Journal of Indian Ocean Archaeology*, 9, pp.35-65, 2013.
- 2) 田村朋美 2023「Sr 同位体比分析による日本列島出土ガラスの産地に関する考察」『文化財論叢』 pp.795-808.
- 3) Henderson, J., Evans, J., Barkoudah, Y. 2009. The Roots of Provenance: Glass, Plants and Isotopes in the Islamic Middle East. *Antiquity*, 83.
- 4) 奈良文化財研究所飛鳥資料館 2016『飛鳥寺跡出土遺物の研究 ガラス玉類の考古科学的研究』(『飛鳥資料館研究図録』第19冊)
- 5) 大賀彦彦・田村朋美 2017「植物灰ガラスの多様性と生産地に関する考古科学的研究」『日本文化財科学会第34回大会発表要旨集』 pp.126-127.
- 6) 大賀彦彦・田村朋美 2019「條ウル神古墳出土のガラス玉類」『條ウル神古墳』(『御所市文化財調査報告書』第56集)
- 7) Krishnaswami, S., Trivedi, J.R., Sarin, M.M., Ramesh, R., Sharma, K.K.: Strontium isotopes and rubidium in the Ganga-Brahmaputra river system: weathering in the Himalaya, fluxes to the Bay of Bengal and contributions to the evolution of oceanic $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. *Earth Planet. Sci. Lett* 109, pp.243-253.1992
- 8) Dussubieux, L., Gratuze, B., 2003. Nature et origine des objets en verre retrouvés à Begram (Afghanistan) et à Bara (Pakistan). In: Bopearachchi, O., Landes, C., Sachs, C. (Eds.), *De l'Indus à l'Oxus: Archeologie de l'Asie Centrale*. Association Imago, Musée de Lattes, Lattes.
- 9) 田村朋美・新免歳靖・遠藤綾乃・細川貴子・竹田多麻子・二宮修治・Rocco Rante 2022「ブハラオアシス

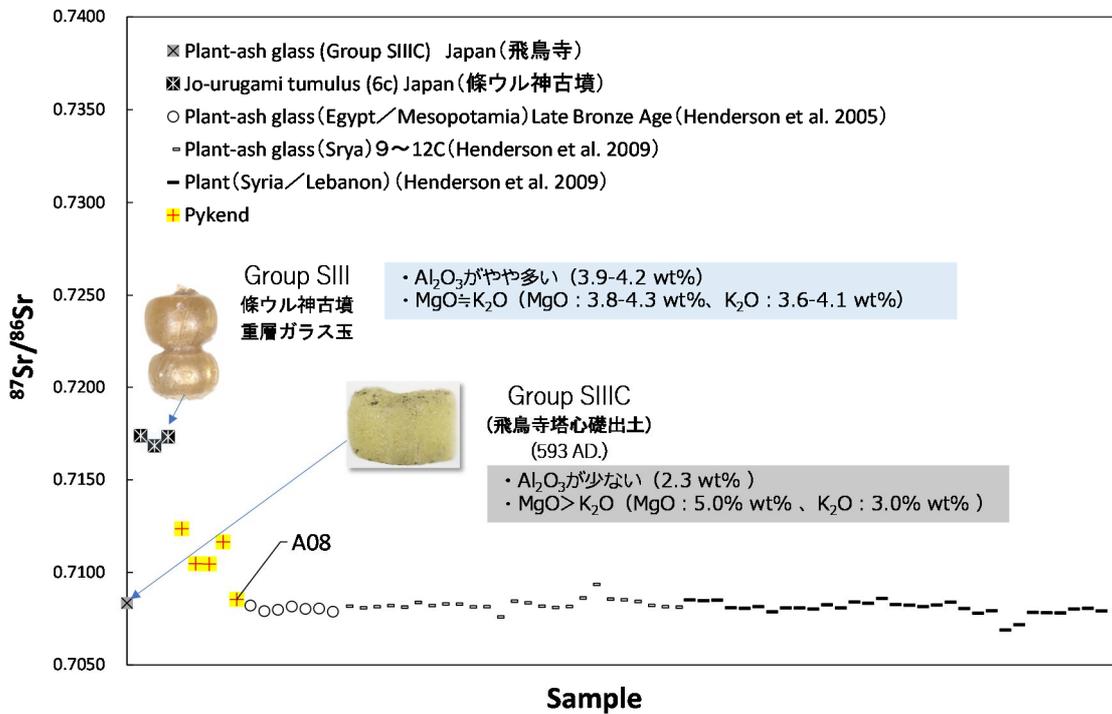


図 1 日本出土の植物灰ガラスと西アジアおよび中央アジア出土の植物灰ガラスおよび原料植物の Sr 同位体比の比較

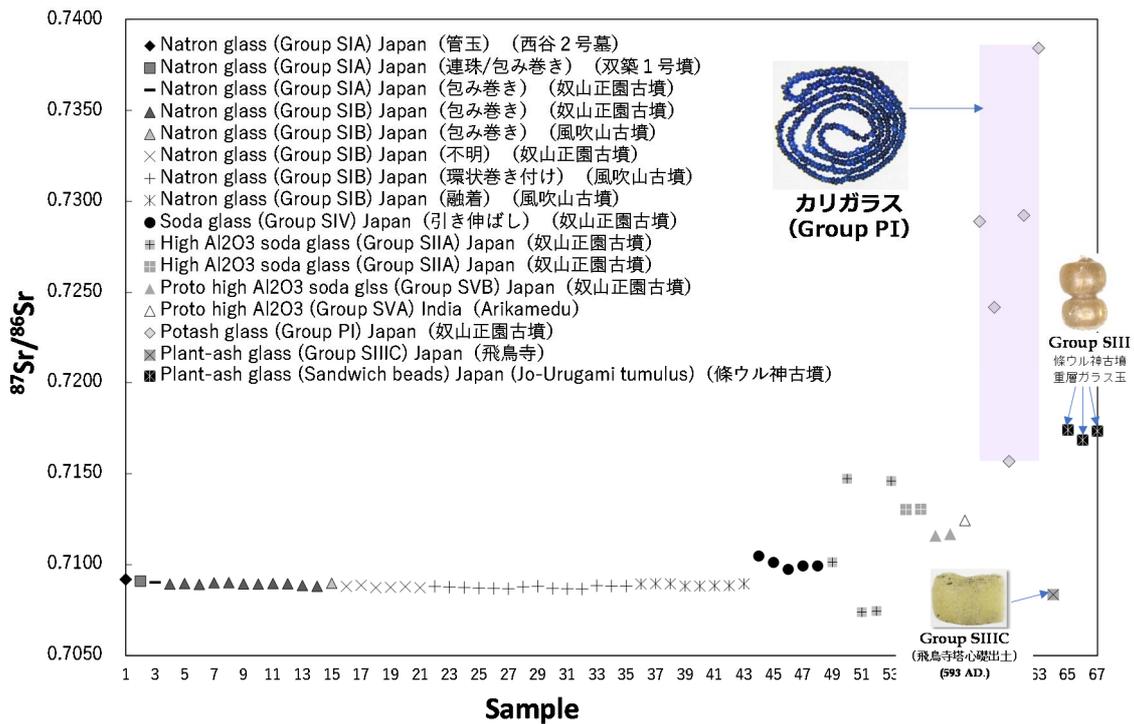


図 2 日本出土の植物灰ガラスと他の種類のガラスの Sr 同位体比の比較

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 3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 田村朋美	4. 巻
2. 論文標題 Sr同位体比分析による日本列島出土ガラスの産地に関する考察	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 文化財論叢	6. 最初と最後の頁 795-808
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 佐藤由似・田村朋美	4. 巻 42
2. 論文標題 ミャンマー産陶器の化学分析	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 東南アジア考古学	6. 最初と最後の頁 5-23
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 Takahashi, M., Takemori, A., Tamura, T.	4. 巻 5
2. 論文標題 Primorsky krai in Russia and Northern Japan viewed from the perspective of the Bead-making Technique of Glass Beads.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 MEDIEVAL ANTIQUITES OF PRIMORYE	6. 最初と最後の頁 508-516
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 Nakamura D., Tamura T., Eregzen G., Yeruul-Erdene Ch., Bayarsaikhan J., Odbaatar T.	4. 巻 5
2. 論文標題 Glass beads trade of xiongnu and xianbei: scientific and archaeological approach	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 MEDIEVAL ANTIQUITES OF PRIMORYE	6. 最初と最後の頁 486-507
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 田村朋美	4. 巻 35(2)
2. 論文標題 元素分析および同位体比分析から見る古代ガラスの産地	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 海洋化学研究	6. 最初と最後の頁 151-155
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 浜中邦弘・辻川哲朗・廣瀬時習・田村朋美・春日宇光・三浦悠葵・公門杏実	4. 巻 25
2. 論文標題 和泉・塔塚古墳出土遺物調査報告(3) 大阪市立美術館旧保管資料を中心として	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 同志社大学歴史資料館館報	6. 最初と最後の頁 1-36
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 中村大介・田村朋美	4. 巻 32
2. 論文標題 アジアにおける漢代併行期のガラス流通	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 古代学研究所紀要	6. 最初と最後の頁 18-28
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 田村朋美・高橋美鈴	4. 巻 58
2. 論文標題 アイヌ文化期の遺跡出土ガラス玉の特徴と流通経路	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 北海道考古学	6. 最初と最後の頁 45-66
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 NAKAMURA Daisuke, TAMURA Tomomi, WARASHINA Tetsuo, ERDENEBAATAR Diimaajav	4. 巻 56-2
2. 論文標題 Scientific Analysis on the glass and some artifacts in Ulaanbaatar State University	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 埼玉大学紀要(教養学部)	6. 最初と最後の頁 1-12
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 -

[学会発表] 計18件(うち招待講演 7件/うち国際学会 5件)

1. 発表者名 田村朋美、新免歳靖、遠藤綾乃、細川貴子、竹田多麻子、二宮修治、Rocco Rante
2. 発表標題 ブハラオアシス出土のガラス製遺物のSr同位体比分析
3. 学会等名 日本文化財科学会第39回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomomi TAMURA
2. 発表標題 Archaeometrical Study on the Ancient Sandwich Glass Beads Found in Japan
3. 学会等名 International Year of Glass 2022 (IYOG2022)(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田村朋美
2. 発表標題 ガラスの考古科学: 元素分析および同位体比分析から見た古代ガラスの産地と交易
3. 学会等名 キンカ京都科学者クラブ第382回例会(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuni SATO, Tomomi TAMURA
2. 発表標題 Materials and Manufacture in Mainland Southeast Asia : A Scientific Analysis of Archaeological Artefacts
3. 学会等名 14th International Conference on Thai Studies (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田村朋美
2. 発表標題 喜界島のガラス 城久遺跡群出土のガラス玉
3. 学会等名 日本ガラス工芸学会 第60回 オンライン研究会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤由似、田村朋美
2. 発表標題 ミャンマー陶器の化学分析
3. 学会等名 第282回東南アジア考古学会例会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomomi TAMURA
2. 発表標題 Glass beads trade of Xiongnu and Xianbei
3. 学会等名 The 9th Worldwide Conference of the SEAA in Daegu, Korea (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 新免歳靖、遠藤綾乃、細川貴子、竹田多麻子、二宮修治、田村朋美、Rocco Rante
2. 発表標題 ウズベキスタン・ブハラオアシス内遺跡から出土した初期イスラームガラスの化学分析
3. 学会等名 日本文化財科学会第39回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藁科哲男、田村朋美、木村高
2. 発表標題 猪ノ鼻(1)遺跡出土玉類等のXRF、ESR、XRDによる非破壊分析
3. 学会等名 日本文化財科学会第39回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田村朋美
2. 発表標題 Archaeological glass investigations
3. 学会等名 2022年 Be Archaeo 第2回サマースクール(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuni SATO, Tomomi TAMURA, Saw Tun Lin
2. 発表標題 Scientific Analysis on the Myanmar Glazed Ceramics
3. 学会等名 22nd Congress of the INDO-PACIFIC PREHISTORY ASSOCIATION (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田村朋美
2. 発表標題 ガラスのいま 科学分析でわかる古代ガラスの産地と流通
3. 学会等名 第26回保存科学クラブ(オンライン)(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田村朋美
2. 発表標題 古代ガラスの色と技術
3. 学会等名 早川泰弘東京文化財研究所副所長・高妻洋成奈良文化財研究所副所長退任記念シンポジウム「分析化学の発展がもたらした文化財の新しい世界-色といるいる-」
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田村朋美
2. 発表標題 元素分析および同位体比分析から見た古代ガラスの産地と交易
3. 学会等名 プラズマ分光分析研究会第112回講演会(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomomi TAMURA and Katsuhiko OGA
2. 発表標題 COMPOSITIONAL AND ISOTOPIC INVESTIGATION OF PLANT-ASH GLASS BEADS IN JAPAN
3. 学会等名 The 22nd Congress of the Association International pour l'Histoire du Verre & ICOM Glass Meeting(国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田村朋美・中村大介・Marina Reutova
2. 発表標題 ウズベキスタン出土ガラス玉の科学的研究
3. 学会等名 日本文化財科学会第37回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田村朋美
2. 発表標題 上塩冶築山古墳出土のガラス玉はどこから来たのか？ 科学分析でわかる古代ガラスの産地と流通
3. 学会等名 出雲弥生の森博物館開館10周年特別展「出雲・上塩冶築山古墳とその時代」関連講演会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田村朋美
2. 発表標題 ガラス玉から見た古代日本とアジア
3. 学会等名 国際ワークショップ「考古遺物から見た仏教文化の伝播と交流：古代日本と中央アジア」
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 早川泰弘・高妻洋成・建石 徹 編	4. 発行年 2022年
2. 出版社 アグネ技術センター	5. 総ページ数 332
3. 書名 文化財をしらべる・まもる・いかす -国立文化財機構 保存・修復の最前線-	

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------