

令和 4 年 5 月 16 日現在

機関番号：37111

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K13410

研究課題名（和文）固溶体鉱物を利用した土器胎土を構成する粘土と混和物の起源推定法の確立

研究課題名（英文）Development of provenance estimation of clay and temper materials in ancient pottery using solid solution minerals

研究代表者

市川 慎太郎（Ichikawa, Shintaro）

福岡大学・理学部・助教

研究者番号：90593195

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：原料の粘土と混和物とを分離した高精度な起源推定法の確立を目指して、桧の木遺跡から出土した阿玉台式土器をX線回折法で測定して同遺跡で出土した同時期の土器と比較したところ、この阿玉台式土器の混和材には黒雲母が含まれていた。黒雲母のような固溶体鉱物は、産地に応じて固溶比が変化し、それが格子面間隔に反映されることが期待できる。この産地依存性を検証するために、14種類の黒雲母含有岩石をX線回折分析した。岩石中の黒雲母001面の格子面間隔は5グループに分類され、有意差がないものもあった。黒雲母の固溶比を算出して、産地との関係を解明すれば、格子面間隔を阿玉台式土器の混和材の起源推定に応用できるだろう。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、X線回折分析による含有鉱物に基づき、粘土と混和物の地域性を別々に明らかにできる新たな胎土分析法の確立を目指した。まず、桧の木遺跡から出土した阿玉台式土器の混和物が黒雲母を含むことを明らかにした。さらに、産地の異なる黒雲母含有岩石14種類中の黒雲母001面の格子面間隔を比較し、有意差のある5つのグループに分類した。すなわち、これらの岩石中から黒雲母を取り出して固溶組成を明らかにしなければ断言することはできないが、一部の黒雲母の格子面間隔には産地依存性が見られた。したがって、本研究では、土器の粘土や混和物に由来する鉱物を用いて、各々の起源を推定できる可能性を示唆することができた。

研究成果の概要（英文）：In order to develop provenance estimation technique of clay and temper in ancient pottery, Atamadai-type potteries from Hinoki site were compared with the other potteries originated from the same site and period using X-ray diffractometry (XRD). As the results, the temper of the Atamadai-type potteries contains biotite which is a solid solution mineral. The biotite might archaeologically characterize the origins of the temper by affecting a shift in lattice spacing via variations in the solid-solution ratio. Thus, 14 biotite-containing rocks from different regions were analyzed by XRD to clarify the provenance dependency. The lattice spacings of the biotite 001 were classified into five groups despite the rocks have different origins. The provenance dependency of the lattice spacing should be examined using the solid-solution ratio. The elucidation of the provenance dependency may be able to permit the provenance estimation of the temper in Atamadai-type pottery by XRD.

研究分野：分析化学

キーワード：土器 阿玉台式土器 固溶体鉱物 起源推定 混和材 X線回折分析

1. 研究開始当初の背景

阿玉台式土器は、雲母片や花崗岩片を多く含有する特徴的な縄文土器として知られている。その薄片による定性的な分析結果から、黒雲母の意図的な混和が指摘されてきた(清水: 千葉県文化財センター研究紀要 8, 80-90, 1984)。

このような意図的な混和が考えられる土器原料の中から地域的特徴を見いだすことは非常に困難である。例えば、土器の起源推定に良く用いられる蛍光 X 線法は、非常に簡便な機器分析法であるが、分析値は材料である様々な粘土や鉱物などの混合物の平均組成に他ならず、それらの特徴を反映しているわけではない。

実際に、栃木県芳賀郡茂木町大字馬門地内に所在する桧の木遺跡から出土した阿玉台式土器 59 点の化学組成を蛍光 X 線法で明らかにしたが、胎土の粘土や混和物の地域的特徴を見出すのは困難であった(河西、松本、市川ら: (公財)とちぎ未来づくり財団文化財センター研究紀要 22, 7-54, 2014)。桧の木遺跡は筑波山付近に所在しており、花崗岩類の原料産地である。このような地域では、花崗岩類主体土器の頻繁な移動が想定されるので、従来の平均化学組成による胎土分析では、搬入品と地元産との区別が難しい。一方で、土器中には、石英、長石、雲母、輝石、カンラン石、角閃石など多様な鉱物が存在する可能性がある。さらに、その多くは、複数の鉱物が混ざり合った“固溶体鉱物”である。例えば、斜長石は灰長石($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)と曹長石($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$)を端成分とする固溶体鉱物であり、端成分である鉱物の混合比は、起源となる地質ごとに異なると考えられている。

X 線回折法は、土器に含まれる結晶性鉱物を個別に識別することができる機器分析である。この方法は、偏光顕微鏡による鉱物分析と異なり、分析者に熟練度を必要としない。X 線回折法で上記のような多様な鉱物の特徴を定量的に解析できれば、その鉱物の地質的な起源を追跡することが可能である。すなわち、土器の材料の由来ごとに地域性を解明できる。元素組成分析に基づく「指紋元素(土器のグループ分けに有効な元素)」だけでなく、含有鉱物に基づく「指紋鉱物(土器の分類に有効な鉱物)」による胎土分析法を確立できれば、阿玉台式土器に限らず混和を伴うあらゆる土器に対して、“原料の粘土と混和物とを分離した”高精度な起源推定を実現することが可能となる。

混和を伴う土器の胎土分析において、X 線回折法は以下の理由から非常に有用だと考えている。X 線回折法は、結晶性鉱物の格子面間隔に依存して回折線を生じる。この格子面間隔が鉱物ごとに異なるので、含有鉱物の種類を定性的に判別することができる。さらに、前述のような固溶体鉱物では、端成分鉱物の混合比が異なると、結晶格子内に取り込まれるイオンの半径が変化するので、それに伴って格子面間隔がわずかに増減し、回折線の位置がシフトする。すなわち、回折線の位置を精度よく定量すれば、固溶体鉱物の組成を追跡することが可能である。この組成が起源となる地質を反映するのと考えられるので、粘土および混和物由来の鉱物の地域性を、個別かつ詳細に記載できるはずである。

2. 研究の目的

本研究では、意図的な混和が考えられている阿玉台式土器に関して、「胎土原料である粘土」と「混和物」それぞれの地域性を個別に明らかにできる分析法の開発を目指した。含有鉱物を種類ごとに同定することができる「X 線回折分析」を用いて、粘土もしくは混和物に由来する鉱物を個別に解析することで、各々の地質起源の判別が可能であることを明らかにし、土器中の鉱物の分析から解析、起源推定までの一貫した土器の胎土分析の基盤を確立する。以上を踏まえた本研究の具体的な目的は次の通りである。1) 阿玉台式土器に含まれる特徴的な結晶性鉱物(指紋鉱物)を探し出す。2) X 線回折法における指紋鉱物の回折線の出現位置が地質起源に依存することを明らかにする。3) 各鉱物の回折線の位置に基づき、阿玉台式土器の粘土と混和物の地域性を定量的に推定する。

3. 研究の方法

本研究では、X 線回折法による含有鉱物に基づいた土器の起源推定法を確立するために、混和を伴うと考えられている「阿玉台式土器」に着目して以下の研究を実施した。

(1) 指紋鉱物の推定

桧の木遺跡出土の縄文土器 77 点 (阿玉台式 59 点、同時代のその他の型式(加曾利 EI など) 18 点) を X 線回折法で分析し、含有鉱物を明らかにした。阿玉台式土器を、同遺跡・同時代に由来するその他の型式の縄文土器と比較することで、「混和物に由来する指紋鉱物(= 阿玉台式のみに含有する鉱物)」と「粘土に由来する指紋鉱物(= 型式に関わらず含有する鉱物)」を推定した。

(2) 混和物候補の分析

阿玉台式土器が出土した桧の木遺跡(栃木県芳賀郡茂木町)は、栃木と茨城の県境に沿うように南北約 100 km、東西約 20 km の範囲に及ぶ八溝山地の西麓部に位置する。この山地は、八溝、

鷲子、鷄足、筑波の山塊に分かれている。したがって、玉台式土器に混和された可能性が高いものは、これらの山塊に起源をもつ砂などである。そこで、これらの山塊のうち筑波山塊周辺から採集した河川砂 37 点を X 線回折法で測定し、前述の指紋鉱物の結果と比較した。

(3) 格子面間隔の産地依存性検証

阿玉台式土器の混和を特徴付けている黒雲母の産地依存性を検証するために、黒雲母を含有した岩石標本 14 種類を X 線回折法で測定した。これらの岩石標本はいずれも産地が異なるものである。各岩石が含有する鉱物のうち黒雲母に着目して、これらの格子面間隔を算出した。黒雲母の格子面間隔を比較して、産地と格子面間隔の関係を明らかにした。

4. 研究成果

(1) 指紋鉱物の推定

椀の木遺跡から出土した縄文土器 77 点のうち代表的な X 線回折パターンを図 1 に示す。試料の内訳は、阿玉台 Ib 式 15 点 (No.01~15), 阿玉台 II 式 17 点 (No.16~32), 阿玉台 III 式 13 点 (No.33~45), 阿玉台 IV 式 14 点 (No.46~59), 勝坂式 1 点 (No.60), 大木式 5 点 (No.61~65), 加曾利 EI 式 9 点 (No.66~74), 大木 8b 式 2 点 (No.75~76), 火炎系 1 点 (No.77) である。

X 線回折パターンによると、土器の型式に関わらず、全ての土器に石英 (SiO_2) と斜長石 ($(\text{Ca}, \text{Na})\text{Al}(\text{Al}, \text{Si})\text{Si}_2\text{O}_8$)、一部の土器に普通角閃石 ($\text{Ca}_2[\text{Mg}, \text{Fe}]_4\text{Al}(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$) やカオリナイト ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) が含まれていた。一方、黒雲母 ($\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{F})_2$) は、阿玉台式のみ検出され、同遺跡出土のその他の型式の縄文土器 18 点には見られなかった。これは、阿玉台式土器に黒雲母を含む混和物が意図的に加えられことを示唆している。今回の土器に含まれていた黒雲母、角閃石および斜長石は、前述のような固溶体鉱物なので、回折線の位置を高精度に測定できれば、固溶組成の違い、すなわち、起源の違いを見出すことができると考えられる。したがって、阿玉台式土器のみ含まれていた黒雲母は混和材、型式に関わらず含まれていた斜長石や角閃石は粘土や混和材の起源を示す指標となる指紋鉱物になり得る。

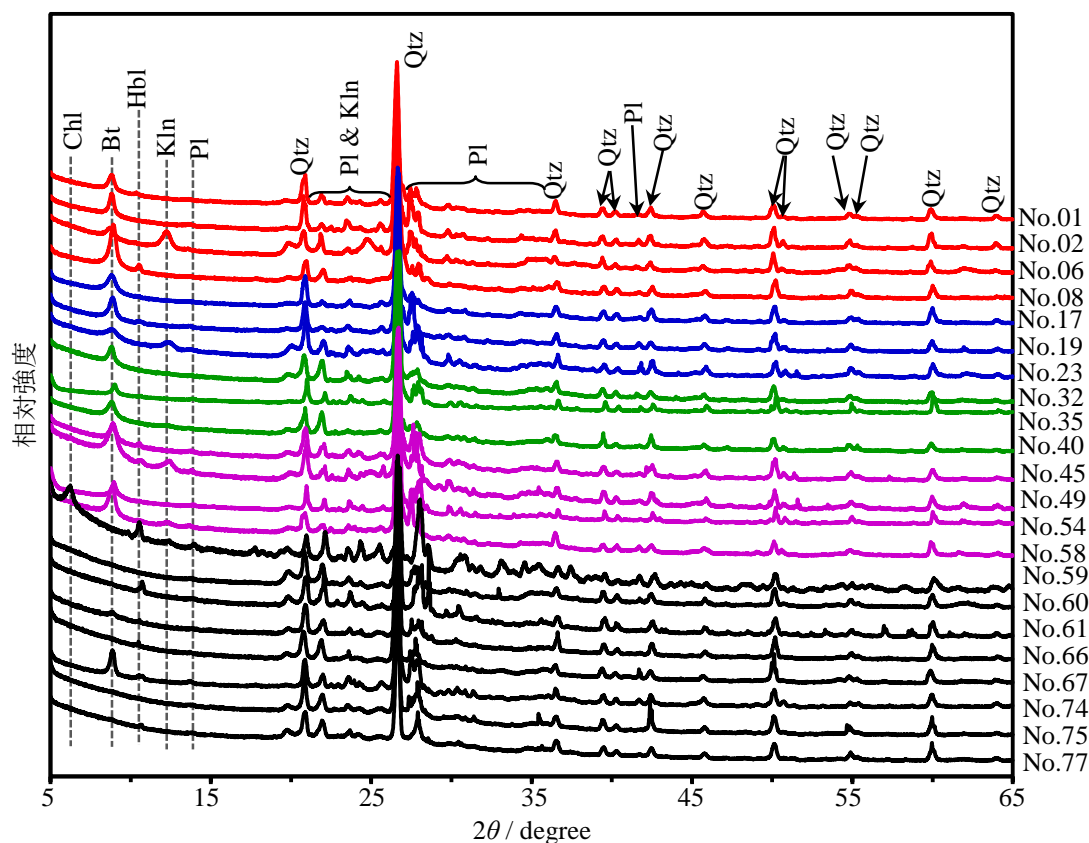


図1 椀の木遺跡から出土した縄文土器のX線回折パターン: Qtz, 石英; Pl, 斜長石; Bt, 黒雲母; Hbl, 普通角閃石; Chl, 緑泥石; Kln, カオリナイト。赤, 阿玉台Ib式; 青, 阿玉台II式; 緑, 阿玉台III式; 紫, 阿玉台IV式; 黒, 阿玉台式以外の縄文土器

(2) 混和物候補の分析

筑波山塊周辺で採集した河川砂 37 点のうち代表的な X 線回折パターンを図 2 に示す。試料の内訳は、天の川 2 点 (1~2 点), 恋瀬川 15 点 (No.3~5, 7~18), 小野川 1 点 (No.6), 潤沼川 2 点 (No.19~20), 桜川 17 点 (No.21~37) である。

全ての河川砂で、地質試料の主成分である石英および斜長石の回折線が検出された。他方、34 点の試料に黒雲母、12 点の試料に普通角閃石、28 点の試料に緑泥石、30 点の試料にカオリナイト

トが含まれていた。(1)に記載したように、これらの鉱物のうち、黒雲母は阿玉台式土器の混和を特徴付けている鉱物であり、混和物の指紋鉱物になり得る。黒雲母は、No.6(小野川) および 18(恋瀬川) 以外の 34 点の河川砂試料に含まれていた。これは、筑波山塊に由来する砂等が阿玉台式土器に混和されていた可能性を示している。

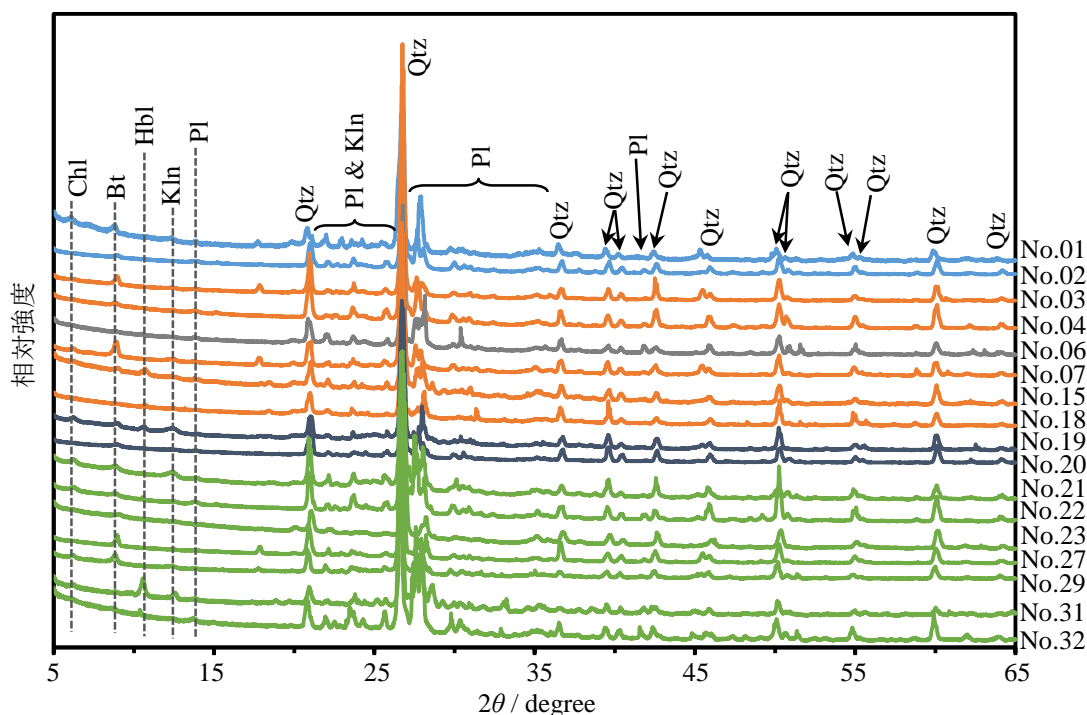


図2 筑波山塊周辺から採集した河川砂のX線回折パターン: Qtz, 石英; Pl, 斜長石; Bt, 黒雲母; Hbl, 普通角閃石; Chl, 緑泥石; Kln, カオリナイト。青, 天の川; 橙, 恋瀬川; 灰, 小野川; 藍, 澗沼川; 緑, 桜川

(3) 格子面間隔の産地依存性検証

前述のように、黒雲母は阿玉台式土器の混和を特徴付ける指紋鉱物 ((1)に記載) であった。さらに、桜の木遺跡付近の筑波山塊周辺で採集した河川砂の大部分にも黒雲母が含まれており、阿玉台式土器への混和が示唆された ((2)に記載)。したがって、黒雲母の格子面間隔に産地依存性があれば、これらの試料に含まれる黒雲母の格子面間隔を比較して、阿玉台式土器の混和物の起源を明らかにすることが可能である。そこで、黒雲母の格子面間隔の産地依存性を検証するために、黒雲母を含有した産地の異なる岩石標本 14 点を X 線回折法で測定し、格子面間隔 (黒雲母 001 面) を比較した。各岩石標本の詰め替え測定 (10 回) の結果を図 3 に示す。

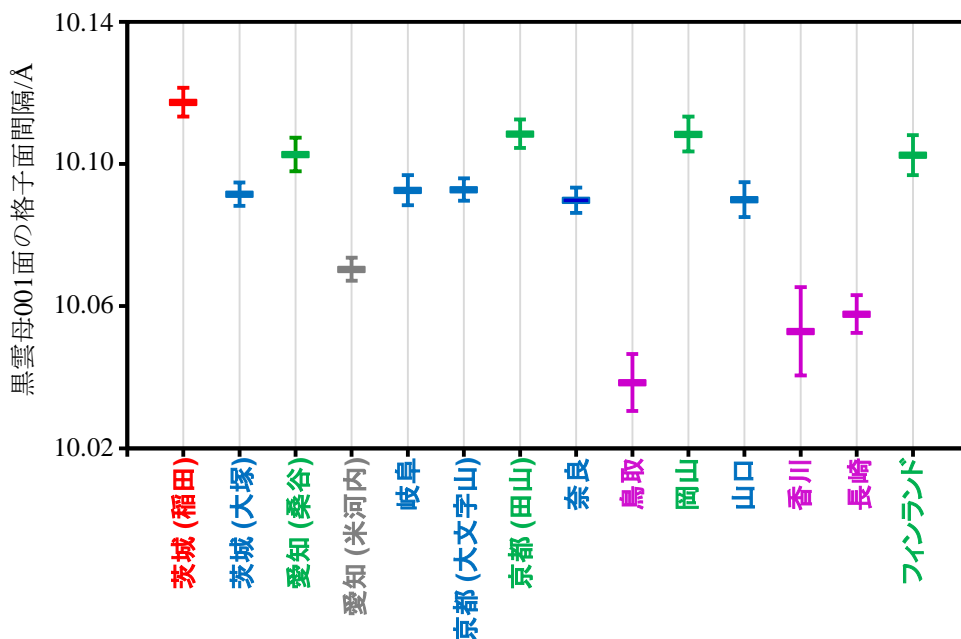


図3 岩石標本中の黒雲母001の格子面間隔 (n = 10). エラーバー, 95%信頼限界.

95%信頼限界を用いて格子面間隔を比較したところ、14種類の黒雲母の格子面間隔は、約 10.05

Å、10.07 Å、10.09 Å、約 10.10 Å および 10.12 Å の 5 つのグループに分類された。約 10.05 Å を示したのは、鳥取県、香川県および長崎県産のもの (図 3 紫)、10.07 Å を示したのは、愛知県米河内産のもの (図 3 灰)、10.09 Å を示したのは、茨城県大塚、岐阜県、京都府大文字山、奈良県および山口県産のもの (図 3 青)、約 10.10 Å を示したのは、愛知県桑谷、京都府田山、岡山県およびフィンランド産のもの (図 3 緑)、10.12 Å を示したのは茨城県稲田産のもの (図 3 赤) であった。すなわち、産地が異なるにもかかわらず、同程度の格子面間隔を示したものが見られた。原因として、岩石標本中の黒雲母の Mg と Fe の固溶比が同程度であること、もしくは、斜長石 (Smith et al. *American Mineralogist* 41, 632-647, 1955) と同じように、黒雲母の固溶比と格子面間隔の関係が非線形的であることが考えられる。

茨城県、愛知県および京都府のそれぞれ 2 種類の岩石標本は産出県が同一でも、格子面間隔に有意な差が見られた。これは、岩石試料を採取した場所が同一県内でも、採取場所の岩体が異なっているためだと考えられる。茨城県の笠間市稲田は粗粒花崗岩、石岡市大塚の加波山細粒花崗岩、愛知県の岡崎市桑谷町上桑谷は領家変成岩・珪線石帯、岡崎市米河内は領家帯・武節花崗岩、京都府相楽郡南山城村田山の岩体は領家帯・柳生花崗岩である。

前述のように、産地が異なるにもかかわらず、格子面間隔に有意な差が見られないものがあったため、現状では、黒雲母の格子面間隔を起源推定に応用できるかどうか判断することは難しい。そのため、産地の異なる岩石標本に含まれる黒雲母が、産出地を反映しているかを検証するために、黒雲母の Mg と Fe の固溶比を調査する必要がある。黒雲母のような固溶体鉱物の場合、産地によって固溶組成が異なり、固溶比が変動する可能性がある。固溶比が変動すると、それに伴って格子面間隔が増減する。すなわち、格子面間隔と固溶比の間に何らかの相関があれば、地域性の有無を証明することができるかもしれない。ただし、斜長石のように固溶比と格子面間隔に直線性がないことも考えられる。その場合、阿玉台式土器に含まれる黒雲母の格子面間隔が、固溶比に応じて大きく変動する領域に該当するのであれば、阿玉台式土器の起源推定に格子面間隔を応用できるだろう。一方、固溶比は産地に応じて変化すると考えられるので、固溶比を黒雲母の起源推定に利用できる可能性もある。しかし、固溶比も格子面間隔と同様に、産地ごとに全く異なる値を示すとは限らない。さらに、固溶比を起源推定に応用するには、対象とする鉱物の固溶組成と同一成分を含むもの (例えば、黒雲母を分析対象とする場合、角閃石) を分離して分析する必要があり、実験操作が煩雑になる。そのため、試料数の多い土器への応用は不向きである。それに対し、X 線回折分析による格子面間隔の算出には、個々の鉱物の分離が不要であり、実験操作が簡便なので、阿玉台式土器のような原料である「粘土」と意図的に混ぜられた「混和材」を含む土器試料の起源推定への応用に適している。

以上のように、黒雲母の固溶比が産地を反映しているか検証するためには、岩石標本中の黒雲母の格子面間隔だけでなく、Mg と Fe の固溶比や、岩石が産出した地点の岩体を調査し、これらの関連性を明らかにする必要がある。具体的には、前述の岩石標本から、重液分離で黒雲母を取り出した後、蛍光 X 線法などの元素組成分析法で Mg および Fe を定量し、固溶比、格子面間隔および産地の関係を明らかにすれば、X 線回折法を阿玉台式土器の混和物の起源推定に応用できるだろう。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 14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 Shintaro Ichikawa, Kana Miyamoto, Tsutomu Kurisaki	4. 巻 36
2. 論文標題 Preliminary examination for revealing the provenance dependency of the lattice spacing of biotite for the provenance estimation of Atamadai-type pottery (2500-1500 BC) by XRD	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Powder Diffraction	6. 最初と最後の頁 74-77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0885715621000178	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 田中ひなの、市川慎太郎、栗崎 敏	4. 巻 53
2. 論文標題 黒雲母の格子面間隔による阿玉台式土器の起源推定法の検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 X線分析の進歩	6. 最初と最後の頁 165-173
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 大久保いずみ、市川慎太郎、脇田久伸、沼子千弥、米津幸太郎、横山拓史、栗崎 敏	4. 巻 53
2. 論文標題 島根県奥出雲町で採取した砂鉄の蛍光X線分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 X線分析の進歩	6. 最初と最後の頁 183-194
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 市川慎太郎、佐藤かのん、脇田久伸、栗崎 敏	4. 巻 1
2. 論文標題 棒状鉄資料の蛍光X線分析における問題点 - 資料表面の錆の影響 -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 九州国立博物館「大宰府学研究」シンポジウム アジアを変えた鉄 - 大宰府鴻臚館の衰退と海商の時代 -	6. 最初と最後の頁 63-70
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 Izumi Okubo, Shintaro Ichikawa, Hisanobu Wakita, Chiya Numako, Kotaro Yonezu, Takushi Yokoyama, Tsutomu Kurisaki	4. 巻 10
2. 論文標題 Relationship between Rare Earth Element Patterns and Geological Features of Iron Sands Collected from Okuizumo Shimane, Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 10th International Symposium on History of Indigenous Knowledge	6. 最初と最後の頁 42-49
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 Hinano Tanaka, Shintaro Ichikawa, Tsutomu Kurisaki	4. 巻 10
2. 論文標題 Provenance-Estimation Method for Temper in Atamadai-Type Pottery by X-ray Diffractometry: An Examination of Heavy-Liquid-separation Method for Biotite	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 10th International Symposium on History of Indigenous Knowledge	6. 最初と最後の頁 50-57
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 Yuta Ishikake, Shintaro Ichikawa, Tsutomu Kurisaki	4. 巻 10
2. 論文標題 Characterization of Iron Sand around Mt. Abura for Provenance Estimation of Iron Artifacts	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 10th International Symposium on History of Indigenous Knowledge	6. 最初と最後の頁 66-71
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 Shintaro Ichikawa, Takehaya Matsumoto, Toshihiro Nakamura, Tsutomu Kurisaki	4. 巻 49
2. 論文標題 Provenance identification of ancient pottery from Hachijojima Island, part of Izu Islands (Tokyo, Japan), using X-ray fluorescence spectrometry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 X-Ray Spectrometry	6. 最初と最後の頁 515-532
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/xrs.31	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 Shintaro Ichikawa, Tsutomu Kurisaki	4. 巻 63
2. 論文標題 Synthetic calibration reference materials for X-ray fluorescence quantitation of 22 components in ancient Japanese pottery	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advances in X-ray Analysis	6. 最初と最後の頁 117-124
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 市川慎太郎、松本建速、中村利廣、栗崎 敏	4. 巻 69
2. 論文標題 XRFによる土器の胎土分析 試料調製と検量線	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 分析化学	6. 最初と最後の頁 427-438
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunseki.kagaku.69.427	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 市川慎太郎	4. 巻 52
2. 論文標題 蛍光X線分析法による微量土器試料の高精度産地同定	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 X線分析の進歩	6. 最初と最後の頁 1-14
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 石掛雄大、市川慎太郎、栗崎 敏	4. 巻 52
2. 論文標題 蛍光X線法およびX線回折法による油山山麓周辺の砂鉄の鉱物および化学組成分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 X線分析の進歩	6. 最初と最後の頁 207-215
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 市川慎太郎	4. 巻 616
2. 論文標題 猪ノ鼻(1)遺跡出土須恵器の胎土分析 (蛍光X線分析)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 青森県埋蔵文化財報告書	6. 最初と最後の頁 146-152
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 Shintaro Ichikawa, Yuya Sakito, Tsutomu Kurisaki	4. 巻 34
2. 論文標題 Mineral analysis of river sand around Mt. Tsukuba for provenance estimation of Atamadai type pottery (2500?1500 BC) from Hinoki site (Tochigi, Japan)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Powder Diffraction	6. 最初と最後の頁 159 ~ 163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0885715619000290	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 Shintaro Ichikawa, Takehaya Matsumoto, Toshihiro Nakamura, Tsutomu Kurisaki	4. 巻 48
2. 論文標題 Provenance determination of prehistorical pottery from Oshima Island belonging to Izu islands (Tokyo, Japan) using X ray fluorescence spectrometry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 X-Ray Spectrometry	6. 最初と最後の頁 107 ~ 125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/xrs.3003	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 Shintaro Ichikawa, Ryosuke Miki, Hisanobu Wakita, Chiya Numako, Kotaro Yonezu, Takushi Yokoyama, Tsutomu Kurisaki	4. 巻 9
2. 論文標題 Rare Earth Element Patterns of Iron Sand Collected at Outcrops of Kanna-Nagashi Remains in Okuizumo Region (Shimane, Japan)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 9th International Symposium of History of Indigenous Knowledge	6. 最初と最後の頁 55 ~ 62
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 市川慎太郎、栗崎 敏	4. 巻 49
2. 論文標題 蛍光X線分析における土器に適した試料調製法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 福岡大学理学集報	6. 最初と最後の頁 17～29
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23件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Shintaro Ichikawa, Yuta Ishikake, Yukiko Nishi, Tsutomu Kurisaki
2. 発表標題 Characterization of Elements in Iron Sands around Mt. Aburayama (Fukuoka, Japan) for Provenance Estimation of Archaeological Iron Artifacts
3. 学会等名 Denver X-Ray Conference 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hinano Tanaka, Shintaro Ichikawa, Tsutomu Kurisaki
2. 発表標題 Provenance-Estimation Method for Temper in Atamadai-Type Pottery by X-ray Diffractometry: An Examination of Heavy-Liquid-separation Method for Biotite
3. 学会等名 The 10th International Symposium on History of Indigenous Knowledge (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Izumi Okubo, Shintaro Ichikawa, Hisanobu Wakita, Chiya Numako, Kotaro Yonezu, Takushi Yokoyama, Tsutomu Kurisaki
2. 発表標題 Relationship between Rare Earth Element Patterns and Geological Features of Iron Sands Collected from Okuizumo Shimane, Japan
3. 学会等名 The 10th International Symposium on History of Indigenous Knowledge (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuta Ishikake, Shintaro Ichikawa, Tsutomu Kurisaki
2. 発表標題 Characterization of Iron Sand around Mt. Abura for Provenance Estimation of Iron Artifacts
3. 学会等名 The 10th International Symposium on History of Indigenous Knowledge (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 市川慎太郎、石掛雄大、西 幸子、栗崎 敏
2. 発表標題 鉄製遺物の始発原料推定を目指した油山山麓周辺の砂鉄の地域性解明
3. 学会等名 日本文化財科学会第38回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中ひなの、市川慎太郎、栗崎 敏
2. 発表標題 黒雲母の格子面間隔による阿玉台式土器の起源推定法の検討
3. 学会等名 第57回X線分析討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大久保いずみ、市川慎太郎、脇田久伸、沼子千弥、米津幸太郎、横山拓史、栗崎 敏
2. 発表標題 鳥根県奥出雲町で採取した砂鉄の蛍光X線分析
3. 学会等名 第57回X線分析討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中ひなの、市川慎太郎、栗崎 敏
2. 発表標題 X線回折法による阿玉台式土器に含まれる混和材の起源推定法の検討
3. 学会等名 第81回分析化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大久保いずみ、市川慎太郎、脇田久伸、沼子千弥、米津幸太郎、横山拓史、栗崎 敏
2. 発表標題 鳥根県奥出雲町の土壌および河川砂から採取した砂鉄の希土類元素パターンの地質依存性
3. 学会等名 第81回分析化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 市川慎太郎、佐藤かのん、脇田久伸、栗崎 敏
2. 発表標題 棒状鉄資料の蛍光X線分析における問題点 - 資料表面の錆の影響 -
3. 学会等名 九州国立博物館「大宰府学研究」シンポジウム アジアを変えた鉄 - 大宰府鴻臚館の衰退と海商の時代 -
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 市川慎太郎
2. 発表標題 蛍光X線分析法による微量土器試料の高精度産地同定
3. 学会等名 第56回X線分析討論会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shintaro Ichikawa, Kana Miyamoto, Tsutomu Kurisaki
2. 発表標題 Preliminary Examination for Elucidating Resource Dependency of d-spacing of Biotite for Provenance Estimation of Atamadai-Type Pottery (2500-1500 BC) with XRD
3. 学会等名 Denver X-Ray Conference 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石掛雄大、市川慎太郎、栗崎 敏
2. 発表標題 蛍光X線法およびX線回折法による油山麓周辺の砂鉄特性評価
3. 学会等名 第56回X線分析討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shintaro Ichikawa, Ryosuke Miki, Hisanobu Wakita, Chiya Numako, Kotaro Yonezu, Takushi Yokoyama, Tsutomu Kurisaki
2. 発表標題 Rare Earth Element Patterns of Iron Sand Collected at Outcrops of Kanna-Nagashi Remains in Okuizumo Region (Shimane, Japan)
3. 学会等名 The 9th International Symposium of History of Indigenous Knowledge 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shintaro Ichikawa, Tsutomu Kurisaki
2. 発表標題 Development of Synthetic Calibration Standards for X-ray Fluorescence Determination of Japanese Ancient Pottery
3. 学会等名 Denver X-Ray Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shintaro Ichikawa
2. 発表標題 Sample preparation for quantitative XRF
3. 学会等名 Denver X-ray Conference 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 市川慎太郎
2. 発表標題 蛍光X線法の基礎～原理と試料調製
3. 学会等名 Japan Analytical & Scientific Instruments Show 2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 市川慎太郎、松本建速、中村利廣、栗崎 敏
2. 発表標題 蛍光X線分析による伊豆諸島八丈島出土土器の産地推定
3. 学会等名 第55回X線分析討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 脇田久伸、市川慎太郎、栗崎 敏
2. 発表標題 X線と水・溶液の関わり合いー歴史と現在・未来
3. 学会等名 第55回X線分析討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 栗崎 敏、喜多優羽、市川慎太郎、喜多條鮎子
2. 発表標題 X線光電子分光法によるイオン液体界面のアルカリ金属イオンの溶存構造解析
3. 学会等名 第55回X線分析討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 市川慎太郎、松本建速、中村利廣、栗崎 敏
2. 発表標題 蛍光X線法による伊豆諸島大島出土土器の産地推定
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 眞武徳生、市川慎太郎、山口敏男、栗崎 敏
2. 発表標題 紫外可視分光法とDiscrete Variational Multi Electron (DV-ME)法を用いた遷移金属水和錯体の溶存構造解析
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石掛雄大、市川慎太郎、栗崎 敏
2. 発表標題 鉄製遺物の始発原料推定を目指した油山周辺の砂鉄の蛍光X線分析
3. 学会等名 第56回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

福岡大学理学部化学科物質機能化学A研究室ホームページ
<http://www.sc.fukuoka-u.ac.jp/~ac/index.html>

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