

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 3 日現在

機関番号：32660

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25870778

研究課題名(和文)古代ガラス・セラミック生産における金属リサイクル～非破壊蛍光X線分析による解明

研究課題名(英文)Metal-recycle system in the ancient glass and ceramic production - Chemical approach using nondestructive X-ray fluorescence analyses

研究代表者

阿部 善也(Abe, Yoshinari)

東京理科大学・理学部・助教

研究者番号：90635864

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)：古代のガラスやセラミックといった人工遺物の化学組成は、使用された原料の種類や採取地を強く反映するため、製法や製造地の考察に際して有効な指標となる。本研究では、可搬型の高性能蛍光X線分析装置を考古遺跡や博物館に持ち込んでのオンサイト分析調査、および高エネルギー放射光蛍光X線分析による微量重元素分析という2種類の分析手法を非破壊で駆使し、古代エジプトのガラス・ファイアンス・合成顔料・金属製品を中心とした遺物の非破壊の化学的活性化を進めた。着色剤としてCuを用いた古代エジプトのガラス・ファイアンス・顔料において、原料の時代変遷が見られたほか、金属精錬との関連性が示された。

研究成果の概要(英文)：In the case of investigation of archaeological artifacts such as glass and ceramic, their chemical composition is useful to characterize them because the chemical composition has reflected the difference in type or locality of raw materials. In this study, two X-ray fluorescence analytical techniques, (1) onsite analysis using a high-performance spectrometer in the archaeological sites and museums and (2) trace heavy element analysis by high-energy synchrotron radiation X-ray fluorescence analysis, were applied to archaeological glasses, faïences, synthesized pigments and metals in the ancient West Asia to investigate their raw materials, provenance, technology and these transitions in the nondestructive manner. In the ancient Egyptian glasses, faïences and synthesized pigments, chronological transition of raw materials of copper colorant and the relationship to the metal refining were revealed based on their chemical composition.

研究分野：分析化学，考古化学

キーワード：古代エジプト オンサイト分析 放射光X線分析 起源推定 材質分析 古代ガラス ファイアンス 古代顔料

1. 研究開始当初の背景

古代のガラスやファイアンス(石英の胎に色釉をかけた古代西アジア発祥のセラミック)、あるいは合成顔料など、無機物を主成分とする人工の考古遺物においては、化学組成に着目した特性化がきわめて有効である。これは原料の種類や採取地の違いが化学組成に強く反映されるためであり、X線分析を始めとして、誘導結合プラズマ発光/質量分析など、様々な化学組成分析法がこうした遺物の研究に利用されている。しかしその一方で、貴重な文化財である考古遺物の化学分析には制限が多く、破壊分析が可能な遺物は限られているほか、エジプトなどの一部諸国では考古遺物の破壊・国外持ち出しまでもが固く禁じられている状況にある。

一部の遺物を対象とした化学分析から、古代西アジアのガラス・ファイアンス・合成顔料の生産に関して、興味深い関連性が指摘されている。同地域のガラスおよびファイアンスにおいて、最も多用された着色剤は Cu^{2+} による青色であった。また人類最古の合成顔料とされる青色顔料「エジプシャン・ブルー」も Cu を含むケイ酸塩($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$)であった。近年、これらの Cu 着色工芸品に着目した化学的研究によって、古代エジプトにおいてはガラス・ファイアンス・顔料に添加された Cu 着色剤の原料として、青銅が用いられていた可能性が示された。これは青銅の生産工程で発生した副産物や錆を着色剤としてリサイクルしていたことを示しており、金属精錬とガラス・ファイアンス・合成顔料といった工芸品の生産との間に深い技術的関連性が存在した可能性を示している。しかしながら、こうした金属精錬と工芸品生産との関連性は、古代エジプトの限られた時代(主に新王国時代、前 16~11 世紀)に指摘されているものであり、古代エジプト内における時代的な技術変遷、あるいはメソポタミアなど他の地域での状況は全く以って不明である。

2. 研究の目的

考古遺物の化学組成が原料の種類や採取地を反映することに着目し、文化財分析用に開発された高性能可搬型蛍光 X 線分析装置を用いたオンサイト分析と、大型放射光施設 SPring-8 における高エネルギー放射光 X 線分析という 2 種類の分析法を用いて、考古遺物の化学組成を非破壊で分析する。マトリクスを構成する主成分からサブ ppm レベルの微量元素まで、幅広い化学組成情報を非破壊で獲得し、組成特性化によって製造地・年代の推定や、物質移動・原料変遷の考察を行う。

様々な考古遺物の中でも、特に古代エジプト・西アジアにおける Cu 着色製品に重点を置く。古代金属精錬の過程で生じた副産物(削り滓、スラグ、錆)がガラス、ファイアンス、合成顔料の Cu 着色剤原料としてリサイクルされていたという仮説について、考古

遺物の非破壊化学組成分析から検証を行う。ガラス、セラミック、顔料、金属という様々な材質の遺物の化学組成を非破壊で分析し、原材料の関連性、技術変遷等を明らかとする。

3. 研究の方法

(1) 高性能可搬型蛍光 X 線分析装置を用いた非破壊オンサイト分析

文化財の非破壊分析用に開発された高性能な可搬型蛍光 X 線分析装置 OURSTEX 100FA を用いて、国内外の考古遺跡・博物館において遺物の非破壊オンサイト化学組成分析を行った。本装置は励起 X 線の単色化機構を有し、ppm レベルの微量元素を非破壊で検出できるほか、軽元素対応型ヘッドを用いることで Na までの軽元素の定量分析も可能である。これらの特徴により、本装置は同種の可搬型装置と比べて世界最高レベルの分析性能を有し、卓上型にも劣らない高精度な組成データが得られる。得られた蛍光 X 線スペクトルを解析後、材質別に作成した検量線を用いて、ガラス・ファイアンス・顔料については全 20 元素、金属については全 6 元素の定量化を行った。

この装置をエジプト考古庁管轄の遺物倉庫(サッカー)へと持ち込み、倉庫に収蔵された周辺遺跡(アブ・シール南丘陵遺跡:早稲田大学による発掘、アブ・シール~サッカー遺跡:プラハ・カレル大学による発掘)の出土遺物を非破壊で分析した。さらに同装置を遺跡内にも持ち込んで、遺跡内に描かれた壁画を非破壊で分析した。同様に、国内の博物館へも持ち込んで、所蔵された考古遺物の非破壊化学組成分析を行った。

(2) 116 keV の高エネルギー放射光 X 線を励起源とする蛍光 X 線分析

大型放射光施設 SPring-8(兵庫)のウィグラー光ビームライン BL08W において、116 keV の高エネルギー X 線を励起光として用い、U までの全ての元素を K 線で検出可能な蛍光 X 線分析を行った。本法により、通常の蛍光 X 線分析では検出不可能なサブ ppm レベルの希土類元素・重元素を非破壊で分析することが可能となる。得られた蛍光 X 線スペクトルに対し、研究代表者が開発した解析ダイアグラム(雑誌論文)により各元素のピーク強度を算出し、認証標準物質を用いた感度係数法により全 18 元素を定量した。

分析対象としたのは、岡山市立オリエント美術館(岡山)、古代エジプト美術館(東京)、Miho Museum(滋賀)、国立科学博物館(東京・茨城)に収蔵された古代ガラス、ファイアンス製遺物である。借用した遺物をビームラインに持ち込み、非破壊で分析を行った。

4. 研究成果

本研究で得られた主な成果の一部を以下に述べる。

(1) 古代エジプトにおける青銅再利用の変遷と工芸品生産における原料の共通化

可搬型分析装置を用いたエジプトの遺跡の出土遺物および国内博物館の収蔵品の非破壊オンサイト分析により、古代エジプトの Cu 着色ガラス、ファイアンス、合成顔料の生産における青銅再利用の変遷を辿った。

初期王朝時代（前 31～27 世紀）

アブ・シール南丘陵遺跡より出土した初期王朝の Cu 着色ファイアンス製品のオンサイト分析により、Cu 着色剤由来の不純物として微量の Bi が検出された。古代エジプトのファイアンスから Bi が検出された例は初期王朝時代以外になく、この時代は他の時代とは異なる産地の Cu 鉱物がファイアンスの着色に利用されていたことが示唆される。

古王国時代（前 27～22 世紀）

アブ・シール～サッカラ遺跡より出土した、古王国時代に年代づけられる Cu 着色ファイアンス、金属 Cu 製品をオンサイトで分析した。ファイアンスにおいては、共通して微量の Zn および Pb が検出され、これらは Cu 原料に不純物として含まれていたものと考えられる。分析した 10 点の金属 Cu 製品のうち、8 点は As を含む「ヒ素銅」であり、Sn を含む青銅製品はわずか 2 点であった。ヒ素銅、青銅ともに、ファイアンスで見られた Zn は検出されず、またファイアンスにおいても As および Sn が検出されなかったことから、当時金属製錬の副産物をファイアンスの Cu 着色剤に再利用するという発想は存在せず、異なる Cu 原料を用いた独立した生産体系が存在したものと考えられる。

同遺跡の壁画に用いられていた顔料に関して、青色顔料としてエジブシャン・ブルーが使用されていたほか、緑色顔料として緑色の天然鉱物のマラカイト ($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$) が同定された。エジブシャン・ブルーは微量の As を含んでいたのに対し、マラカイトには Zn および Pb が含まれ、同じ壁画に使用されていた Cu を含む 2 色の顔料において、異なる地域で採掘された Cu 鉱物が用いられた可能性が示された。さらにエジブシャン・ブルーが As を含むという点は、ヒ素銅精錬との技術的関連を示唆している。古代エジプトにおいてエジブシャン・ブルーの生産は古王国時代より開始されたと考えられているため、生産の最初期から金属精錬と技術的な関連性を有していた点はきわめて興味深い。またマラカイトの組成的特徴は、同時代のファイアンスと一致し、ファイアンスの着色剤原料に使用されたマラカイトを緑色顔料としても活用していた可能性が考えられる。なおエジプト東部砂漠の Cu 鉱脈においては、不純物として Zn や Pb が含まれること、また炭酸塩が多く産出することが指摘されており、本研究で分析されたマラカイトも東部砂漠で得られたものである可能性が高い。

第二中間期（前 18～16 世紀）

大原美術館（岡山）に収蔵された第二中間期と思われる Cu 着色ファイアンスを分析した結果、その一部から青銅由来の Sn が検出された。この分析結果は、第二中間期の時点で青銅の副産物を Cu 着色剤原料として再利用するという技術がエジプトに存在していたことを意味している。

新王国時代 第 18 王朝（前 16～13 世紀）

エジプト国内でガラス生産が開始されたのは、第 18 王朝中期のトトメス III 世期（前 15 世紀）とされる。古代エジプト美術館収蔵品のうち、ガラス生産最初期（アメンホテプ II 世～トトメス IV 世期）の Cu 着色ガラスを分析した結果、微量の Sn が検出され、ガラス生産の最初期から Cu 着色剤の原料として青銅が用いられていたことが明らかとなった。一方で、アブ・シール南丘陵遺跡より出土した同時期の Cu 着色ファイアンス製品およびエジブシャン・ブルーの分析では、Sn を含むものと含まないものの双方が存在した。この結果から、Cu 着色剤としての青銅の再利用は、新王国時代に開始されたガラス生産においてはきわめて早い段階から普及していた一方で、同時代のファイアンスおよび合成顔料の生産においては完全には普及していなかったことが考えられる。

第 18 王朝後期（前 14 世紀）より、エジプトの国内ガラス生産は大規模化し、エジプトにおける工芸品生産は最盛期を迎えた。同時代のガラス、ファイアンス、エジブシャン・ブルーに関しては多くの化学的研究が行われており、Cu 着色剤の原料として青銅が率的に再利用されていたことが示されている。本研究においても、アブ・シール南丘陵遺跡からの出土遺物および国内博物館の収蔵品の分析により、同様の結果が得られた。この結果から、古代エジプトにおいては第 18 王朝後期のガラス生産の大規模化に伴い、ファイアンスおよび合成顔料の生産においても青銅の再利用が一般化されたことが窺える。

第 19～20 王朝（前 13～11 世紀）

第 19～20 王朝（前 13～11 世紀）の Cu 着色ガラス（古代エジプト美術館蔵）、Cu 着色ファイアンス（アブ・シール南丘陵遺跡出土）、エジブシャン・ブルー（同）の分析より、Cu 着色剤原料として青銅が利用されたことが示された。さらに興味深いことに、この時代のガラス、ファイアンス、顔料という異なる遺物間において、Cu と Sn の組成比が類似しており、単一的な起源を持った青銅が異なる工芸品の原料に転用されていたことがわかる。この結果は、第 19 王朝よりガラス、ファイアンス、顔料の生産体系に何らかの「共通化」が生じた可能性を示しており、かねてより指摘されていた古代エジプトにおける「金属・工芸品生産コンプレックス」がこの時代から確立されたことを示唆している。

第3中間期（前11～7世紀）

新王国時代の間、勢力を高めたアメン神官団は、第20王朝末より事実上の独立勢力を築いた。いわゆる「アメン大司祭国家」の成立である。近年行われた岡山市立オリエント美術館収蔵のファイアンス製シャブティの研究により、アメン大司祭国家に関連すると思われるシャブティの存在が明らかとなった。このアメン大司祭国家のファイアンス製シャブティの化学組成を分析した結果、青銅由来のSnが検出されなかった。この結果は、新王国時代を通じて一般化されたファイアンス生産における青銅の再利用技術が用いられていないことを意味し、新王国時代とは異なる技術によって作成されたファイアンスであることを表している。明確にアメン大司祭国家との関連が示された遺物の化学分析が行われた例はなく、新王国時代との技術的な断裂が生じていたとする本研究の成果は、不明点の多いアメン大司祭国家の考古学的位置づけを行う上でも重要である。

総括

古代エジプトのCu着色ガラス、ファイアンス、合成顔料（エジプシャン・ブルー）と金属Cu製品を対象とした非破壊オンサイト化学組成分析により、Cu原料の変遷および生産体系の変化を追うことができた。

まず全時代を通じて、Cu原料の変遷が示された。初期王朝時代にはBiを含む特異的なCu原料が使用されていたのに対し、古王国時代にはZnおよびPbを含むマラカイトが登場し、また同時期に複数の産地でCu原料を採掘していた可能性も示された。

Cu着色剤の原料としての青銅の再利用を示す最古の例は、第2中間期のファイアンスであった。ただし、古王国時代のエジプシャン・ブルーにおいては、同時代のヒ素銅と化学組成の類似が示され、このヒ素銅のAsがCu原料由来の不純物でなく意図的に混入されたものであった場合には、古王国時代の顔料合成の段階で金属精錬と工芸品生産に技術的な関連性があったことになる。

エジプト国内でのガラス生産は新王国時代第18王朝中期に開始され、ガラス生産においては最初期から青銅の再利用が普及した。ファイアンスおよびエジプシャン・ブルーの生産で青銅の再利用が一般化したのは第18王朝後期からである。Cu着色剤としての青銅の再利用は第19王朝以降も継続し、異なる工芸品間で組成的な類似性も見られるようになり、この時代から金属精錬とガラス、ファイアンス、合成顔料の生産の間に深い技術的関連性が生まれたことが示された。また新王国時代の終焉後、独立国家として成立したアメン大司祭国家には青銅の再利用技術は継承されず、技術的に断絶していた可能性が示唆された。

(2) メソポタミアにおける青銅再利用の可能性

古代エジプト美術館および岡山市立オリエント美術館に収蔵されたメソポタミア起源と考えられる中後期青銅器時代（前16～12世紀）のCu着色ガラス、ファイアンスに対し、可搬型分析装置を用いた非破壊の蛍光X線分析を行ったが、青銅の再利用の痕跡を示すSnは検出されなかった。一部の遺物を借用してSPring-8へと持ち込み、高エネルギー放射光を用いた蛍光X線分析を行ったが、同様にSnは検出されなかった。

この時代、メソポタミアにおいて青銅の生産および利用が行われていたことはおそらく間違いなく考えられるため、メソポタミアで生産されたガラスおよびファイアンスから全くSnが検出されないという結果は、当時同地域において金属精錬の副産物を他の用途に再利用するという発想自体が存在しなかった可能性を示している。

(3) 古代エジプトとメソポタミア間の物質移動

古代エジプト美術館収蔵の新王国時代エジプトおよび同時期のメソポタミア起源と思われるガラス製品について、高エネルギー放射光を用いた微量重元素分析を行った結果、希土類元素を中心とする重元素の含有量に明確な差が見出された。この結果は、原料として用いられたシリカ源の純度の違いを反映しているものと考えられ、エジプトに比べてメソポタミアの方が純度の高いケイ砂または礫を用いていたものと考えられる。

両地域におけるガラス中の重元素濃度の差に着目し、アブ・シール南丘陵遺跡の第2中間期末の集団埋葬より出土したガラスビーズについて、化学組成に基づく起源推定を行った。この時代、エジプトではガラスの一次生産は行われておらず、当時ガラスの一次生産が可能だった唯一の地域とされるメソポタミアで作られたガラスビーズが、エジプトへと伝来したものである可能性が考えられる。可搬型分析装置を用いた非破壊のオンサイト分析により、SrおよびZrがエジプト製ガラスより明らかに少なく、同時代のメソポタミア製ガラスとの組成的類似性が示された。このガラスビーズはSnを含まないCu着色剤が用いられていたほか、この集団埋葬より出土したCu着色ファイアンスからもSnは検出されなかった。その一方で、共伴して出土した金属Cu製品にはヒ素銅と青銅の双方が存在した。これらの遺物が全てメソポタミア地域で作られエジプトへと伝来したものであった場合、同地域で間違いなく青銅が利用されていたにも関わらず、ガラスおよびファイアンスのCu着色剤の原料として青銅を再利用していなかったこととなり、メソポタミアにおいて青銅の副産物を再利用していなかったことを支持するものとなる。

(4) 他の地域・時代のガラス製品への応用

本研究で確立された可搬型分析装置を用いた非破壊オンサイト分析法, および高エネルギー放射光を用いた非破壊の微量重元素分析法を他の地域・時代のガラス製品へも応用した。特に, 紀元前後に地中海沿岸に栄えたローマ帝国で作られたガラス(ローマ・ガラス), および後3~7世紀にメソポタミアおよびイラン高原に栄えたサーサーン朝ペルシアで作られたガラス(サーサーン・ガラス)において顕著な成果が数多く得られた。一例として, 我が国の奈良県橿原市新沢千塚古墳群より出土した5世紀後半に年代づけられる2点のガラス器(重要文化財, 東京国立博物館に収蔵)に由来すると思われる破片(国立科学博物館に保管)を同手法で分析し, それぞれローマ・ガラスおよびサーサーン・ガラスであることを科学的に実証した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計6件)

阿部 善也:「X線が明らかにするガラスの起源」『理大科学フォーラム』, 査読無, 371巻, 2015年, 18-21頁。

<http://www.tus.ac.jp/info/publish/forum/2015/05.html>

阿部 善也, 中井 泉:「放射線 RI 塾 シルクロードを旅してきたガラス碗」『Isotope News』, 査読無, 731巻, 2015年, 42-45頁。
<http://www.jrias.or.jp/books/cat3/2015/731.html>

阿部 善也, 大越 あや, 内沼 美弥, 扇谷 依季:「非破壊オンサイト蛍光 X線分析によるアブ・シール南丘陵遺跡 集団埋葬墓出土遺物の化学的特徴性」『エジプト学研究別冊』, 査読無, 17巻, 2015年, in press。
<http://www.egyptpro.sci.waseda.ac.jp/publication%20be.html>

阿部 善也, 菊川 匡, 中井 泉:「116 keVの高エネルギー放射光を用いた蛍光 X線分析による古代ガラスの非破壊重元素分析法の開発」『X線分析の進歩』, 査読有, 45巻, 2014年, 251-268頁。
<http://www.agne.co.jp/books-books/ISBN978-4-901496-73-5.htm>

菊川 匡, 阿部 善也, 中村 彩奈, 中井 泉:「古代エジプトの銅赤ガラスの着色要因の解明と製法に関する考察」『分析化学』, 査読有, 63巻, 2014年, 31-40頁。
DOI: 10.2116/bunseki-kagaku.63.31

阿部 善也, 菊川 匡, 中井 泉:「非破壊 μ -XRF-XANES 複合分析による古代ガラスの製法解明: 紺色斑点文装飾ガラスへの応用」『Photon Factory Activity Report』, 査読無, 2013B, 2014年, #31。
http://pfwww.kek.jp/acr2013pdf/part_b/pf13b0392.pdf

〔学会発表〕(計20件)

阿部 善也, 四角 隆二, 八木 直人, 中井 泉:「高エネルギー放射光蛍光 X線分析を用いたサーサーン・ガラス容器の起源推定」『第26回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム』, ポスター発表(国内), 立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀), 2015年1月12日。

Yoshinari Abe, Ryuji Shikaku, Izumi Nakai:「Chemical characterization and provenancing of Sasanian glass vessels by nondestructive X-ray fluorescence analysis」『Things that travelled - Mediterranean glass in the 1st millennium AD』, ポスター発表(国際), University College London(ロンドン), 2014年11月29日。

阿部 善也, 四角 隆二, 中井 泉:「新沢千塚出土のガラス碗とガラス皿はどこから来たのか 化学分析による起源推定」『日本ガラス工芸学会 2014年度大会』, 口頭発表(国内), 東京理科大学神楽坂キャンパス(東京), 2014年11月15日。

大越 あや, 阿部 善也, 中井 泉:「古代エジプトのガラス・セラミック生産における金属リサイクル」『日本ガラス工芸学会 2014年度大会』, ポスター発表(国内), 東京理科大学神楽坂キャンパス(東京), 2014年11月15日。

内沼 美弥, 阿部 善也, 四角 隆二, 中井 泉:「博物館収蔵ローマガラスの化学組成分析による起源推定」『日本ガラス工芸学会 2014年度大会』, ポスター発表(国内), 東京理科大学神楽坂キャンパス(東京), 2014年11月15日。

Yoshinari Abe, Izumi Nakai:「Nondestructive and Onsite Analytical Investigations of Ancient Egyptian Materials」『Grand Egyptian Museum Conservation Center Third Symposium』, 招待講演(国際), GEM-CC(カイロ), 2014年11月4日。

阿部 善也, 四角 隆二, 八木 直人, 中井 泉:「116 keVの高エネルギー放射光を用いた 蛍光 X線分析によるサーサーン・ガラスの起源推定」『第50回 X線分析討論会』, 口頭発表(国内), 東北大学(宮城), 2014年10月31日。

中井 泉, 阿部 善也, K. タンタラカーン, 谷口 一雄:「新タイプのポータブル粉末 X線回折計の開発」『第50回 X線分析討論会』, 口頭発表(国内), 東北大学(宮城), 2014年10月31日。

大越 あや, 阿部 善也, 中井 泉:「古代エジプトのガラス・セラミック生産における青銅再利用」『第50回 X線分析討論会』,

ポスター発表(国内), 東北大学(宮城), 2014年10月30日.

内沼 美弥, 阿部 善也, 四角 隆二, 中井 泉:「非破壊蛍光 X 線分析によるローマ・ガラスの起源推定」『第 50 回 X 線分析討論会』, ポスター発表(国内), 東北大学(宮城), 2014年10月30日.

阿部 善也, 四角 隆二, 中井 泉:「化学組成によるサーサーン・ガラス容器の起源推定:可搬型蛍光 X 線分析装置による非破壊オンサイト研究」『日本文化財科学会第 31 回大会』, 口頭発表(国内), 奈良教育大学(奈良), 2014年7月5日.

阿部 善也, 四角 隆二, 八木 直人, 中井 泉:「化学組成によるサーサーン・ガラス容器の起源推定:高エネルギー放射光蛍光 X 線分析法の応用」『日本文化財科学会第 31 回大会』, ポスター発表(国内), 奈良教育大学(奈良), 2014年7月5~6日.

大越 あや, 阿部 善也, 中井 泉, 菊川 匡, 四角 隆二:「古代エジプトおよびメソポタミアのガラス・セラミックス生産における青銅のリサイクル」『日本文化財科学会第 31 回大会』, ポスター発表(国内), 奈良教育大学(奈良), 2014年7月5~6日.

内沼 美弥, 阿部 善也, 四角 隆二, 中井 泉:「化学組成分析によるローマ期およびビザンツ期のエジプト出土ガラスの起源推定」『日本文化財科学会第 31 回大会』, ポスター発表(国内), 奈良教育大学(奈良), 2014年7月5~6日.

四角 隆二, 阿部 善也:「サーサーン朝領域に搬入された東地中海系ガラス」『日本オリエント学会第 55 回大会』口頭発表(国内), 京都外国語大学(京都), 2013年10月27日.

Yoshinari Abe, Ayana Nakamura・Tadashi Kikugawa・Izumi Nakai:「SR-micro-XRF analysis of archaeological glass objects for investigations of coloring technique」『The 15th International Conference on Total Reflection X-Ray Fluorescence Analysis and Related Methods』, ポスター発表(国際), 大阪市立大学(大阪), 2013年9月25日.

阿部 善也, 中村 彩奈, 中井 泉, 高橋 寿光, 西坂 朗子, 吉村 作治:「オンサイト分析によるエジプト・アメンヘテプ3世王墓壁画に使用された顔料の非破壊相同定」『日本分析化学会第 62 年会』, ポスター発表(国内), 近畿大学東大坂キャンパス(大阪), 2013年9月10日.

阿部 善也, 四角 隆二, 東 容子, 中井 泉:「古代西アジアおよび地中海沿岸地域の無着色ガラス製品に関する考古化学的研究」『日本文化財科学会第 30 回大会』, ポ

スター発表(国内), 弘前大学(青森), 2013年7月6日.

大越 あや, 遠山 加奈枝, 阿部 善也, 中井 泉, 矢澤 健, 河合 望, 吉村 作治:「エジプト新王国時代の銅着色製品に関する考古化学的研究」『日本文化財科学会第 30 回大会』, ポスター発表(国内), 弘前大学(青森), 2013年7月7日.

四角 隆二, 阿部 善也, 中井 泉:「サーサーン朝期におけるガラス生産の検討 - 伝イラン出土資料の蛍光 X 線分析結果と解釈 - 」『第 19 回日本西アジア考古学会総会・大会』, 口頭発表(国内), 東京大学本郷キャンパス(東京), 2013年5月31日.

【図書】(計 2 件)

Yoshinari Abe, Aya Okoshi, Miya Uchinuma, Eri Ogidani, Izumi Nakai:「Non-destructive onsite X-ray analyses of excavated artifacts」『The tomb of the sun priest Neferinpu (AS 37)』M. Barta et al. 編, Charles University in Prague Press, 2014年, 189-194 頁.

阿部 善也:「非破壊蛍光 X 線分析によるサーサーン・ガラス器の起源推定」『児島虎次郎は見た! オリент文化 東西の架け橋』岡山市立オリент美術館出版, 2014年, 16-24 頁.

【産業財産権】

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

【その他】

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

阿部 善也 (ABE, Yoshinari)

東京理科大学・理学部第一部・応用化学科・助教

研究者番号: 90635864

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

中井 泉 (NAKAI, Izumi)

大越 あや (OKOSHI, Aya)

内沼 美弥 (UCHINUMA, Miya)

扇谷 依李 (OGIDANI, Eri)