

平成30年6月7日現在

機関番号：14401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12445

研究課題名(和文) 細孔分析法を用いた土器類の新規評価法の開発

研究課題名(英文) Application of porosimetry on characterization of pottery and porcelain

研究代表者

上田 貴洋 (UEDA, Takahiro)

大阪大学・総合学術博物館・教授

研究者番号：70294155

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：土器や陶磁器など焼物類の焼成条件は、その形状や色をもとにした推定に留まっており、それらを特徴付ける定量的指標はない。一方、焼物類はその焼成過程において細孔の形成が知られており、比表面積をはじめとする細孔特性を用いて、焼物類の製法や焼成条件を議論できる可能性がある。本研究課題は、北摂地域の待兼山遺跡から出土した焼物類(土師器、須恵器、埴輪)を細孔構造の面から調べることに挑戦した。その結果、焼物類の製作年代と比表面積の間に一定の相関がみられ、細孔特性を反映する比表面積が焼物類の特性を表す指標の一つとなり得る可能性が示された。

研究成果の概要(英文)：Calcination conditions of pottery and porcelain have examined so far on the basis of their shapes and colors, and there are no quantitative indicators to characterize the physical and the chemical properties as well as the historical information. On the other hand, the formation of pores in the pottery is known in the process of firing, and it is possible to discuss the manufacturing method of fired products and firing conditions using porosity such as the specific surface area. This research has been challenged to investigate the pottery (Yayoi pottery, Haji ware, Sue ware, Haniwa etc.) excavated from the Machikaneyama site in the Hokusetsu region from the aspect of the pore structure. As a result, it was suggested that there was a certain correlation between the production age and the specific surface area of the potteries and that the specific surface area reflecting the pore characteristics could be one of the indicators of the characteristics of the potteries and porcelains.

研究分野：物理化学

キーワード：吸着科学 細孔分析 ナノ空間科学 多孔性文化財資料 焼物類 土器 陶磁器

1. 研究開始当初の背景

待兼山遺跡(大阪府豊中市)は弥生時代から近世にかけて1000年をこえた人間活動の痕跡が見つかっている。中でも古墳時代(3世紀半ば~7世紀)の遺構や遺物が最も多く見つかっており、北摂流域における古代史復元において重要な遺跡である。待兼山周辺から千里丘陵にかけての1帯は6世紀代に須恵器の生産が盛んに行われ、大阪南部の陶邑窯とともに須恵器の2大生産地であった。待兼山遺跡からも多量の須恵器が出土しており、これらの須恵器の特徴を詳細に調べることによって当時の焼物生産技術について重要な知見が得られる。

一方、土器や陶磁器などの古代の焼物の研究は、原料粘土の採取、成型、文様のつけ方、焼成に至るまでの考古学的研究に加え、炭素14同位体分析や熱ルミネッセンス法による年代測定、蛍光X線分光法による元素分析、X線回折法による鉱物結晶の同定、熱分析による鉱物の熱変化や釉の融解やガラス化過程の研究、電子顕微鏡による結晶子の観察など理化学的手法を駆使した自然科学研究も併用されている。これらは出土資料を対象として行われ、例えば胎土の化学組成をもとに土器類の製作技術や産地同定が議論されている。一方、製法や焼成条件(温度、雰囲気、焼成法など)は焼物の形状や色をもとに推定されているが、それらを特徴付ける定量的指標はない。

ところで固体中に形成される微小空間(細孔)は、その大きさによってマクロ孔(50nm以上)、メソ孔(2~50nm)、ミクロ孔(2nm以下)のように分類される。多孔性材料の機械的あるいは表面化学的特性などの諸物性は細孔と密接に関係している。これら細孔特性は細孔容量や細孔径分布といった定量的指標を用いて議論されており、窒素やアルゴンを吸着質とする気体吸着法で求めることができる。焼物類(土師器、須恵器、埴輪)も多孔体の一種であり、その製法や焼成条件が細孔構造に反映する可能性が高い。

そこで、本研究課題では待兼山遺跡から出土した焼物片等を用いて、気体吸着法を中心に細孔分析を行うことで、得られた細孔径分布をもとに細孔径と細孔容積を焼物の種類(土師器、須恵器、埴輪、陶器・陶磁器、煉瓦)生産された年代(弥生時代、古墳時代、飛鳥・奈良時代、中世、近世)について整理し、焼物類の特性を細孔構造の面から議論を試みる。これは、細孔分析法を土器や陶磁器などの多孔性文化財資料研究へはじめて応用する点において、その新規性ならびに学術的意義が高く、細孔径分布や細孔容積といったメソスコピックな特性を用いることで多孔性文化財資料(中世・近世の焼物、和紙等の紙類)の物性評価に耐えうる定量的指標作りと新しい評価法につながる可能性を秘めている。

2. 研究の目的

博物館の考古学展示で主体となる土器や陶磁器など焼物類の製作技術や焼成条件(温度、雰囲気、焼成法など)は焼物の形状や色をもとにした推定に留まっており、それらを特徴付ける定量的指標はない。また、近年の考古学的手法による土器研究では、研究の細密化によって、通時代的な土器の比較検討が十分になされてこなかった。一方、焼物類はその焼成過程において細孔形成が知られており、細孔容量や細孔径分布など細孔特性を表す定量的指標を用いることで、焼物類の製法や焼成条件に関する議論が可能であると考えられる。本研究課題では、待兼山遺跡から出土した焼物類(土師器、須恵器、埴輪、陶磁器、煉瓦)の破片を用い、気体吸着法によって焼物の特性を細孔構造の面から通時代的に議論するとともに、多孔性文化財資料の物性評価に耐えうる定量的指標作りと新しい評価法の確立を目指す。

3. 研究の方法

1) 焼物片試料の選定

種類(土師器、須恵器、埴輪)や生産された年代(弥生時代、古墳時代、飛鳥・奈良時代)を考慮したと焼物片試料を、待兼山遺跡出土焼物片を中心に、種類別、生産年代別に分類した。資料は大阪大学埋蔵文化財調査室がこれまで発掘調査によって得てきた弥生土器、古墳から奈良時代にかけての土師器、須恵器、埴輪、最新出土資料である室町時代土師器、江戸時代の陶器・陶磁器、昭和初期の煉瓦を含めた合計26点を選定した(表1)。その中から、9種類の焼物片試料について、熱重量分析(TG-DTA)および比表面積測定を行った。

表1 埋蔵文化財調査室提供 分析資料一覧

資料	器質	時代	出土地点	器種・部位	色調 (HUE)
Y-1	弥生土器	弥生	テニス	壺? 体部	10YR5/3
Y-2	弥生土器	弥生	テニス	壺? 体部	10YR5/3
Y-3	弥生土器	弥生	テニス	壺? 体部	7.5YR5/8
Y-4	弥生土器	弥生	R1	蓋杯? 杯部	2.5YR6/8
Y-5	弥生土器	弥生	R1	壺? 体部	10YR.7/6
Y-6	弥生土器	弥生	R1	壺? 体部	7.5YR7/6
KH-1	埴輪	古墳	テニス	月形... 空席	10YR7/4
KH-2	埴輪	古墳	テニス	月形... 口縁部	10YR.8/6
KH-3	埴輪	古墳	テニス	月形? 体部	7.5YR6/6
KS-1	須恵器	古墳	待兼山5号墳	壺? 体部	5Y7/1
KS-2	須恵器	古墳	待兼山5号墳	不明? 体部	2.5YR/2
KS-3	須恵器	古墳	待兼山5号墳	? 口縁	5Y8/2
KS-4	須恵器	古墳	待兼山5号墳	不明? 体部	2.5GY6/1
CH21	土師器	中世末	駿輪場	杯? 体部	10YR7/6
CH22	土師器	中世末	駿輪場	杯... 底部	10YR7/4
CH23	土師器	中世末	駿輪場	杯? 体部	5YR7/6
CH24	土師器	中世末	駿輪場	杯? 体部	2.5Y7/3
ET-1	陶磁器 (伊万里)	江戸	中之島	碗... 口縁	N8/
ET-2	陶磁器 (伊万里)	江戸	中之島	碗... 体部	N8/
ET-3	陶器 (備前)	江戸	中之島	壺? 体部	5YR4/3
ET-4	陶器 (備前)	江戸	中之島	鉢... 底部	5YR2/4
EH-1	土師器	江戸	中之島	杯... 口縁部	2.5Y7/3
EH-2	土師器	江戸	中之島	杯... 底部	7.5Y8/6
EK-1	瓦	江戸	中之島	瓦瓦... 瓦縁	N4/
SR?1	煉瓦	昭和	修学館北	体部	10R5/8
SR?2	煉瓦	昭和	修学館北	体部	10R4/8
SR?3	煉瓦	昭和	修学館北	角部	10R4/6

2) 硬度計による機械的性質の評価

シュミットハンマー（L型、PT型）を用いて焼物資料の硬度評価を行った。

3) 熱重量分析（TG-DTA）測定

本学既設の熱重量分析装置（Bruker AXS 社製 熱分析システム TG-DTA2000A）により試料の熱的性質ならびに加熱による重量変化を測定した。測定には、選定した 26 点の試料のうち、時代・種類を考慮した 9 種類の焼物片試料を用いた。N₂ 雰囲気のもと、毎分 5 の昇温速度で室温から 800 の範囲で行った。アルミナ製の試料皿を用い、標準試料には -Al₂O₃ を用いた。

4) 窒素吸着による比表面積測定


測定は本学既設の自動比表面積測定装置（島津製作所製 ジェミニ 2375）を用い、液体窒素温度（77 K）において、窒素ガスの相対圧 0-0.99 で行った。得られた吸着等温線から BET 法により比表面積を求めた。測定に用いた試料は、焼物片資料の一部を破碎して得られた小塊を乳鉢で粉砕し、異なるメッシュ（150 - 300、300-500、500-710、710-1000）のふるいにかけて粒径を揃えた試料を準備した。これらふるい分けした試料の平均粒径を、それぞれ 230 メッシュ、400 メッシュ、600 メッシュ、860 メッシュと見なした。真空下、200 で 2 時間加熱処理した後、測定に用いた。

4. 研究成果

1) 焼物片試料の選定

選定した焼物片試料（表 1）の中から、時代・種類を考慮した 9 種類の焼物片試料（表 2）について、TG-DTA 測定ならびに比表面積測定を行った。

表 2 測定に用いた焼物片試料

SR-1	煉瓦 19.4 cm × 10.8 cm × 6.4 cm	昭和	
SR-2	煉瓦 12.9 cm × 6.1 cm × 5.7 cm	昭和	
SR-3	煉瓦 10.6 cm × 9.5 cm × 6.3 cm	昭和	
EK-1	瓦 13 cm × 8.6 cm × 1.6 cm	江戸	
Y-1	弥生土器 3.9 cm × 9.7 cm × 0.8 cm	弥生	
KS-1	須恵器 4.8 cm × 3.4 cm × 0.55 cm	古墳	
Y-6	弥生土器 4.2 cm × 5.4 cm × 0.5 cm	弥生	
CH-2	土師器 3.5 cm × 2 cm × 0.7 cm	中世末	
KH-2	埴輪 5.2 cm × 7.2 cm × 0.8 cm	古墳	

2) 硬度計による機械的性質の評価

シュミットハンマー（L型、PT型）が薄い

陶器や土器を対象として適しておらず、煉瓦以外の個体では器壁の薄さゆえに資料が破損することが判明した。煉瓦資料において、ハンマーによる打撃で資料が破碎されるまでの回数を表 3 にまとめた。

煉瓦資料を用いた実験では、異なる工場で生産された煉瓦に硬度の違いがみられ、近代窯業生産において工場ごとの品質に差異がある可能性が考えられた。この点の硬度の差違と細孔分析の結果の比較が求められる。

表 3 シュミットハンマー計測結果

資料 No	1 回目	2 回目
EK-1	28	30
SR-1	22	20
SR-2	28	28
SR-3	30	30

3) 熱重量分析（TG-DTA）および窒素吸着による比表面積測定

待兼山遺跡出土の煉瓦（SR-1～SR-3、20 世紀初頭）、中之島より出土した瓦（EK-1、18 世紀）、待兼山遺跡より出土した弥生土器（Y-1）、待兼山 5 号墳出土の須恵器（KS-1、5 世紀後葉）、理学部 RI 棟・EF 区暗黄灰レキ混じり層出土の弥生土器（Y-6）、阪大坂下駐輪場地点調査区 4 火葬灰集積遺構（16 世紀後半～17 世紀初頭）出土の土師器（CH-2）、待兼山遺跡（テニスコート地点、5 世紀中葉）出土の埴輪（KH-2）について、熱重量分析（TG-DTA）と窒素吸着等温線を測定し、重量減少と比表面積を求めた。

3-1) 熱重量分析（TG-DTA）

各資料の熱重量分析（TG-DTA）によって得られた重量減少の結果を表 4 に示す。TG-DTA

表 4 TG-DTA 測定で得られた重量減少

資料 No	形状	Δw/mg	Δw (%)	Δw _{ave} (%)
SR-1	block	0.0811	0.87	0.85
	powder	0.0923	0.83	
SR-2	block	0.1131	0.73	0.66
	powder	0.0784	0.59	
SR-3	block	0.1477	1.49	1.46
	powder	0.1419	1.44	
EK-1	block	0.1479	1.35	1.22
	powder	0.1093	1.09	
Y-1	block	1.1827	8.35	9.00
	powder	1.3177	9.65	
KS-1	block	0.107	0.29	0.46
	powder	0.2042	0.64	
Y-6	block	2.9887	8.62	7.85
	powder	1.8217	7.09	
CH-2	block	0.0276	0.16	0.35
	powder	0.1259	0.54	
KH-2	block	0.5081	2.58	3.95
	powder	1.8015	5.32	

測定において、室温から 800 まで加熱することにより、Y-1、Y-6 および KH-2 において初期重量の 4～9% の重量減少が見られたが、その他の試料（KS-1、CH-2）では重量減少は 1% に満たなかった。これから、Y-1、Y-6 および KH-2 では水をはじめとする揮発性物質が吸着できる細孔が存在することが示唆された。

3 - 2) 比表面積測定

窒素吸着等温線から求めた比表面積を表 5 に示す。得られた比表面積は、KS-1 および

表 5 各資料に対して得られた比表面積

資料 No	表面積 (m ² /g)
SR-1	0.254
SR-2	0.640
SR-3	0.538
EK-1	0.797
Y-1	27.4
KS-1	2.18
Y-6	79.9
CH-2	3.66
KH-2	49.4

CH-2 に対して、いずれも 2~4 m²/g であったのに対し、Y-1 では 27 m²/g、Y-6 では 80 m²/g、KH-2 では 50 m²/g と有意な差が認められた。これは、Y-1、Y-6 および KH-2 において、様々な分子や物質が吸着できる細孔の存在を強く示唆するものである。

その他の資料ではいずれも 1 m²/g 以下であり、窒素分子がアクセスできる細孔の存在は認められなかった。

4) 加熱による重量減少および比表面積による焼物類のキャラクタリゼーション

図 1 に TG-DTA 測定により観測された重量減少と比表面積の相関図を示す。測定に用いた焼物類は、大きく 3 つのグループ(I、II、III)を形成した。I と II のグループは連続した変化とみることもできる。これらは、比表面積の増大に伴い、加熱による重量減少(すなわち、付着物質の脱離)が小さくなる。

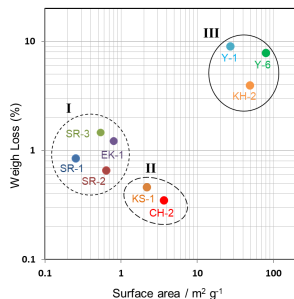


図 1 TG-DTA 測定による重量減少と比表面積の相関

これには 2 通りの解釈が考えられる。一つは、付着物質によるブロッキング効果である。比表面積の測定には、真空下、200 で 2 時間の前処理をした試料を用いるが、これでは脱離しきらない付着成分が窒素分子の吸着を妨害することで、比表面積の見積もりが小さくなったと考えられる。もう一つは焼物類に生成した孔の違いによる効果である。I の焼物類は昭和、江戸期に製作された煉瓦と瓦であり、高い焼成温度と高度な焼成技術によりガラス化が進み、焼物類内部まで発達した孔は生成していない(機械的な耐久性が高い)と考えられる。物質が付着できる界面としては、焼物類の表面付近の凹凸で生じる比較的大きなサイズの孔であり、結果として小さな比表面積を与える。これに対し、II の焼物類

は古墳時代の須恵器と中世末期の土師器であり、焼成温度は比較的高いものの、窒素分子がアクセスできる細孔が焼物類内部まで広がって生成していると考えられる。この効果は、III のグループでさらに顕著に表れている。弥生期の土器および古墳時代の埴輪は低い焼成温度と粗い胎土の使用により、窒素分子がアクセスできる細孔が発達しているものと考えられる。これらの結果は、焼物類の比表面積がその製作方法、胎土の種類、焼成温度などと関係していることを示唆している。そこで、焼物類の特徴が比較的に顕著に反映される指標として「製作年代」と比表面積との相関を調べた。

図 2 に製作年代に対して比表面積をプロットした結果を示す。良い相関とはいかないが、概ね右下がりの傾向がみられる。つまり、製

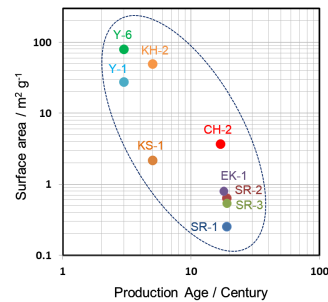


図 2 焼物類の製作年代と比表面積との関係

作年代が新しくなるほど、焼成温度、焼成技術、胎土の精製技術などの向上によって、窒素分子がアクセスできる細孔の生成が抑制される傾向があるといえる。これは、比表面積が焼物類の特性を表す一つの指標となり得ることを示唆している。

さらに、比表面積、加熱による重量減少および製作年代の 3 種類の情報に対して、主成分分析をおこなったところ、第 1 主成分(PC1)、第 2 主成分(PC2)、第 3 主成分(PC3)に対して、図 3 のような固有値と表 6 の固有ベクトルを得た。

表 6 主成分分析の各成分の固有ベクトル

Component	PC1	PC2	PC3
Surface area	-0.5798	0.46913	0.666149
Weight Loss	-0.58214	0.333508	-0.74155
Production Age	0.570047	0.817735	-0.07973

図 3 から第 1 主成分の固有値は他の主成分に比べてはるかに大きく、この成分が 3 種類の要素(比表面積、加熱による重量減少および製作年代)に関して最も多くの情報を含んでいることがわかる。これは、各主成分間のスコアプロットにも反映されており、各プロットの累積寄与率は、PC1-PC2 プロットで 92.8%、PC1-PC3 プロットで 83.8%、PC2-PC3 プロットで 9.2%となり、重要な情報はほぼ PC1 に含まれていることがわかる。PC1 は 3 つの要素に対して絶対値がほぼ同じ固有ベクトルをもつ(表 6)。これは、PC1 に対して

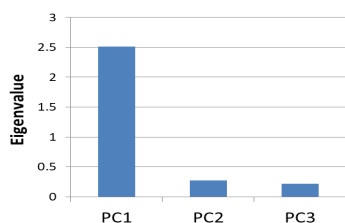


図3 各主成分の固有値ヒストグラム

3要素がほぼ同じ重みで寄与していることを示唆している。つまり、本研究課題で評価した比表面積および加熱による重量変化を組み合わせることで、製作年代と同様に焼物類のキャラクタリゼーションの指標の一つとなり得る可能性を示している。具体的には、従来「土師器」として通時代的に同器質と捉えられてきたものでも、時代によって焼き物の特性が大きく変質しているといった展望がひらけてきた。

しかし、本研究課題で用いた資料は数が限られているため、統計的な信頼性に欠けている。また、焼物類の評価には、本研究では考慮していない多くの情報（化学組成、胎土分析値、焼成雰囲気、使用履歴など）を考慮する必要がある。比表面積および加熱による重量変化を、実際に評価に用いるためには、資料数を増やし、統計の信頼性を高めるとともに、より多くの情報を含めた評価軸の抽出が必要である。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 7件)

1. Hiroaki Omichi, Takahiro Ueda, Taro Eguchi, "Molecular Motion of Alcohols Adsorbed in ACF Hydrophobic Nanoslits as Studied by Solid-State NMR", *Adsorption*, 21(4), 273-282 (2015). (査読有) (DOI: 10.1007/s10450-015-9669-5)
2. Takahiro Ueda, Masako Nakai, Tatsuya Yamatani, "A solid-state ¹H-NMR study of the dynamic structure of ZIF-8 and its role in the adsorption of bulky molecules", *Adsorption*, 23(6), 887-901 (2017). (査読有) (DOI: 10.1007/s10450-017-9902-5)
3. 上田貴洋, 「吸着基礎シリーズ；核磁気共鳴(NMR)分光法の基礎と吸着系への応用」, *Adsorption News*, Vol.31(4), 19-28 (2018). (査読無)
4. 中井雅子、山谷達也、上田貴洋, 「嵩高い分子の吸着がZIF-8の動的構造に及ぼす影響」, 大阪大学低温センター研究報告書(平成28年度), pp. 28-31 (2017). (査読無)
5. 中久保辰夫, 「初期須恵器の地域色と技

術移動に関するノート」, 考古学フォーラム, 23, 64-79 (2017). (査読無)

6. 高田貫太、中久保辰夫, 「古墳からみた須恵器の変容 朝鮮半島」, 季刊考古学, 142, 43-48 (2018). (査読無)
7. 高橋照彦, 中久保辰夫, 橋本達也、三好裕太郎、竹内裕貴, 「大阪府野中古墳出土品の再検討」『大阪大学大学院文学研究科紀要』第58巻、1~100頁、2018年 (査読無)

〔学会発表〕(計 22件)

1. Takahiro Ueda, "Phase transition of molecular assembly confined in metal-organic frameworks Approach from the dynamic aspect of molecules", 7th The Pacific Basin Conference on Adsorption Science and Technology (PBAST-7), September 24 (Thu) - 27 (Sun), 2015, Xiamen, China. (招待講演)(国際学会)
2. Masako Nakai, Tatsuya Yamatani, Takahiro Ueda, "Solid-state NMR study of Structure and Dynamics of 2-Methylimidazolate linkers triggered by Molecular Adsorption", 7th The Pacific Basin Conference on Adsorption Science and Technology (PBAST-7), September 24 (Thu) - 27 (Sun), 2015, Xiamen, China. (国際学会)
3. 中井雅子、山谷達也、上田貴洋, 「固体NMRで見る多孔性配位高分子ZIF-8のリンカーダイナミクス(口頭)」第29回日本吸着学会研究発表会(徳島、徳島大学、2015.11.19-20).
4. 山谷達也、中井雅子、上田貴洋, 「多孔性配位高分子ZIF-8の蒸気吸着速度とその温度依存性」(ポスター) 第29回日本吸着学会研究発表会(徳島、徳島大学、2015.11.19-20).
5. 山谷達也、中井雅子、上田貴洋, 「多孔性配位高分子ZIF-8の蒸気吸着速度とその温度依存性」(口頭) 日本化学会第96春季年会(同志社大学、京都、2016.3.24-27).
6. 中井雅子、山谷達也、上田貴洋, 「多孔性配位高分子ZIF-8のリンカーダイナミクスに及ぼす分子吸着の影響」(口頭) 日本化学会第96春季年会(同志社大学、京都、2016.3.24-27).
7. Tatsuya Yamatani, Masako Nakai, Takahiro Ueda, "Adsorption kinetics of ZIF-8 and its temperature dependence for some large molecules", FOA12: 12th International Symposium on the Fundamentals of Adsorption (poster), 2016/05/29-06/03, Friedrichshafen/Lake Constance,

- Germany. (国際学会)
8. 中井雅子、山谷達也、上田貴洋、「多孔性配位高分子 ZIF-8 のリンカーダイナミクスに及ぼす分子吸着の影響」(口頭) 第 30 回日本吸着学会研究発表会(長崎、長崎大学、2016.11.10-11)。
 9. 山谷達也、中井雅子、上田貴洋、「多孔性配位高分子 ZIF-8 の速度論的アプローチによる蒸気吸着挙動の解明」(口頭) 第 30 回日本吸着学会研究発表会(長崎、長崎大学、2016.11.10-11)。
 10. 山谷達也、上田貴洋、「多孔性配位高分子 ZIF-8 への嵩高い分子の吸着に対する速度論的考察」(口頭) 日本化学会第 97 春季年会(神奈川県 慶應義塾大学 日吉キャンパス、2017.3.16-19)
 11. 中久保辰夫、「古墳時代後半期における土器研究の現状」、考古学研究会関西例会 200 回記念シンポジウム「土器編年研究の現在と各時代の特質 須恵器生産の成立から終焉まで」、大阪・大阪歴史博物館、2016 年 5 月 21 日
 12. 中久保辰夫、「考古学的方法論に基づく古墳時代土器編年とその課題」、地球電磁気・地球惑星圏学会第 140 回総会、福岡・九州大学伊都キャンパス、2016 年 11 月 20 日(招待講演)
 13. 高橋照彦、「平安時代須恵器の研究現状」、考古学研究会関西例会 200 回記念シンポジウム「土器編年研究の現在と各時代の特質 須恵器生産の成立から終焉まで」、2016 年 5 月 21 日、大阪歴史博物館
 14. 上田 貴洋、中井 雅子、山谷達也、「固体 NMR で見る ZIF-8 の動的構造と嵩高い分子吸着に対するその役割」(口頭)、第 68 回コロイドおよび界面化学討論会(神戸大学鶴甲第 1 キャンパス、2017.09.06-08)
 15. 山谷達也、上田貴洋、「多孔性配位高分子 ZIF-8 に対する嵩高い分子の吸着挙動 吸着速度と活性化エネルギーによる考察」(口頭) 第 31 回日本吸着学会研究発表会(静岡、静岡市民文化会館、2017.11.16-17)
 16. 小倉涼太、上田貴洋、「メソ孔内におけるイオンの動的水和構造の NMR 研究に向けた実験条件の検討」(ポスター) 第 31 回日本吸着学会研究発表会(静岡、静岡市民文化会館、2017.11.16-17)
 17. 小倉涼太、上田貴洋、「ナノ細孔内におけるイオンの動的水和構造の NMR 研究」(口頭) 日本化学会第 98 春季年会(千葉県 日大船橋キャンパス、2018.3.20-23)
 18. 高橋照彦、「古代末期における窯業生産の変容 丹波・篠窯の須恵器・瓦・緑釉陶器を中心に」九州史学会大会、九州大学(文経キャンパス法文系講義棟) 2017 年 12 月 10 日
 19. 中久保辰夫、「出土した焼き物から探る、

- 待兼山二千年の文化」、待兼山サイエンスカフェ、2017 年 10 月 14 日(招待講演)
20. 中久保辰夫、岩越陽平、「須恵器の焼成と色調分析 大阪府豊中市桜井谷 2-2 号寮を事例として」、2017 年 韓式土器研究会-土窯會 共同研究會、2017 年 11 月 23 日(招待講演)(国際学会)
 21. 中久保辰夫、「日本古代土器編年研究の現在と考古学が扱う時間幅」、第 13 回人間文化研究情報資源共有化研究会、2018 年 2 月 3 日(招待講演)
 22. 中久保辰夫、「久留美、神出、魚住窯跡群と 東播東部の須恵器生産」、第 19 回播磨考古学研究集会「須恵器生産からみた播磨」、2018 年 2 月 4 日(招待講演)

〔図書〕(計 4 件)

1. 中久保辰夫編、『大阪大学埋蔵文化財調査年報』4、大阪大学埋蔵文化財調査委員会、総頁数 48 頁、2017 年
2. 高橋照彦編、『古代日本とその周辺地域における手工業生産の基礎研究(改訂増補版)』大阪大学大学院文学研究科、真陽社、総 374 頁、2017 年
3. 高橋照彦ほか(鈴木靖民・金子修一・田中史生・李成市編)『日本古代交流史入門』、勉誠出版、538~554 頁(総 573 頁)、2017 年
4. 高橋照彦ほか(齋藤努編)『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 3 >、朝倉書店、119~150 頁(総 168 頁)、2018 年

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

上田 貴洋(UEDA, Takahiro)
大阪大学・総合学術博物館・教授
研究者番号: 70294155

(2) 研究分担者

高橋 照彦(TAKAHASHI, Teruhiko)
大阪大学・文学研究科・教授
研究者番号: 10249906

中久保 辰夫(NAKAKUBO, Tatsuo)

大阪大学・文学研究科・助教
研究者番号: 30609483