科研費

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 24 日現在

機関番号: 14301

研究種目: 基盤研究(B)(海外学術調查)

研究期間: 2012~2015

課題番号: 24401032

研究課題名(和文)中国南北朝時代の仏教文化とその源流にかんする考古学的研究

研究課題名(英文)Archaeological Study on the Development and the Origin of the Buddhist Culture in the Northern and Southern Dynasties Peroid

研究代表者

岡村 秀典 (OKAMURA, HIDENORI)

京都大学・人文科学研究所・教授

研究者番号:20183246

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 12,100,000円

研究成果の概要(和文): 石窟形態・造像・文様の型式学によって雲岡石窟の相対編年を組み立て、各期を3小期に細分した。洛陽遷都までの大窟は、前1期は曇曜五窟のうち第18~第20窟の3窟、前2期は第16窟と第17窟、前3期は第5窟と第13窟、中1期は第7・第8窟、中2期は第9・第10窟と第6窟、中3期は第12窟と第1・第2窟である。このほか未完成の大窟として、前3期の第11窟と中3期の第3窟・第13A窟がある。前1期の3窟は467年の献文帝の行幸までに完成したが、献文帝の譲位と暗殺により、前2期と前3期の大窟は主要造像が未完成のままであった。その後、孝文帝と馮太后を顕彰するため、480年代前半に中1期の双窟が造営された。

研究成果の概要(英文): Based on the typological analysis of the style of caves, statues and designs, I attempt to make a new model of the chronology of Yun-gang Caves in the Northern Wei Dynasty. I classify the Five Caves of Tang-yao into two stages, i.e. in the first stage of the early period Caves XVIII to XX were completed in A.D.467, in the second Caves XVI and XVII. From a stylistic point of view, Caves V and XIII much resemble the Tang-yao caves, they were the first in the central hill to be worked in the third stage of the early period. In the first stage of the medium period, the twin Caves VII-VIII were completed from A.D.480 to 484, in the second the twin Caves IX and X were begun immediately following them. Cave VI which has a central pillar would appear to be earlier than Cave X. In the third Caves XII and I-II in the eastern hill. Finally Cave III, the largest cave in Yun-gang, and Cave XIIIA in the central hill were left unfinished because of the transfer of the capital to Luo-yang in A.D.494.

研究分野: 中国考古学

キーワード: 考古学 仏教文化 雲岡石窟 北魏

1.研究開始当初の背景

仏教文化の東伝をめぐっては、これまで経 典の仏教学的分析と仏像の美術史的分析と の両面から主に研究が進められてきた。京都 大学人文科学研究所(以下「人文研」という) の前身である東方文化研究所は、1936年より 水野清一と長廣敏雄を中心に中国北朝石窟 寺の考古学的調査をおこない、多大な研究成 果をあげた。しかし、敗戦とともに現地の考 古学的調査がむずかしくなり、ふたたび仏教 学的分析と美術史的分析とを中心に研究が 進められている。

2.研究の目的

本研究は仏教学的分析と美術史的分析だけでなく、人文研が75年にわたって中国とインド・ガンダーラで積み重ねてきた石窟をふくむ仏教寺院址の考古学的調査の成果、さらに本研究代表者の岡村が進めてきた雲岡石窟など北魏仏教寺院の日中共同調査の成果をふまえ、中国南北朝時代の仏教寺院と仏教儀礼に焦点をあてた考古学的調査をおこなうことにより、仏教学でも美術史でもない第三の新しい仏教文化の研究分野を開拓しようとするものである。

3.研究の方法

- (1) 中国山西省雲岡石窟とその関連遺跡の調査:人文研に所蔵する雲岡石窟関連の膨大な写真・拓本・出土遺物の整理をふまえ、現地の雲岡石窟研究院と共同で考古学的な実地調査をおこなう。その成果をもとに岡村の監修する人文研・中国社会科学院考古研究所編『雲岡石窟』全20巻(北京、科学出版社)の日中共同出版を完成させる。
- (2) 南北朝金属器の考古学・理化学的調査: 南北朝時代の金属器、とくにサハリ(響銅) や黄銅など西域に由来する新しい青銅器に ついて、河北省文物研究所や中国社会科学院 考古研究所、南京大学歴史系などと共同調査 をおこなう。いずれも考古学的調査は岡村と 向井が、蛍光 X 線分析をふくめた理化学的調査を連携研究者の廣川守が担当する。
- (3) 共同研究: 岡村は人文研の「東アジア初期仏教寺院の研究」班や研究分担者の船山徹が主宰する「地域化する仏教 研究の視点と可能性」班などの場を利用して共同研究を遂行する。

4.研究成果

(1) 雲岡石窟における大型窟の編年

従来は雲岡前中期の相対編年について、曇曜五窟 第7・第8窟 第9・第10窟 第5・第6窟/第1・第2窟/第11・第12・第13窟 第3窟という造営順序を想定し、それを460年の造営開始から494年の洛陽遷都までに位置づけてきた。本研究では、曇曜五窟のような大仏窟を前期、第7・第8窟や第9・第10窟のような木造建築になぞらえた仏殿窟を中期、洛陽遷都後の小規模な石窟を後期

とする3期区分を継承しつつ、石窟の前後関 係だけでなく、石窟形態・造像・紋様の型式 学によって相対編年を組み立て、各期を3小 期に細分した。従来の編年と異なるポイント を示すと、次のようになる。前期については、 曇曜五窟の造営を一時期としてとらえるの ではなく、石窟の開鑿から本尊と脇侍の造像 にいたるプロセスを検討し、前1期には第19 窟の本尊大仏および第18窟・第20窟の本尊 大仏と脇侍立仏が完成、前2期には第17窟 本尊の交脚菩薩像が足部を除いてほぼ完成、 第 19A 窟の本尊仏倚坐像と脇侍菩薩像が台座 を除いてほぼ完成したが、第 17 窟の脇侍仏 像は前3期、第16窟の本尊仏立像と第19B 窟の本尊仏倚坐像は中 3 期まで下る。また、 中期末とされていた大仏窟の第 5 窟と第 13 窟を前3期にさかのぼらせた。第5窟の本尊 仏坐像と第 13 窟の本尊交脚菩薩像とは組を なし、天井や明窓の造像も前3期にさかのぼ るが、周壁の仏龕はいずれも中3期の追刻で あり、従来の年代観はこれに惑わされていた のである。これをもとに大型窟の開鑿を整理 すると、前1期は第18~第20窟の3窟、前 2期は第16窟と第17窟の2窟、前3期は第 5 窟と第13 窟の2 窟、中1 期は第7・第8 窟 の2窟、中2期は第9・第10窟と第6窟の3 窟、中3期は第1・第2窟と第12窟の3窟と なる。このほか開鑿が中止された大型窟とし て、前3期の第11窟と中3期の第3窟・第4 窟・第 13A 窟がある。したがって、大型窟は 各小期に 2~3 基ずつコンスタントに造営さ れていたこと、造営の順序は西方丘陵の曇曜 五窟にはじまり、前3期に中央丘陵の両端か ら開発が進み、中3期に中央丘陵の空地がな くなって東方丘陵へとひろがり、後期には第 5 窟上方や西端諸洞のほか、既存の石窟の周

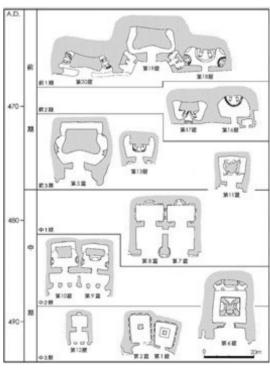


図1 雲岡前中期大型窟の編年

壁や外壁など空いた壁面を利用して小石窟 や仏龕が造像されていったことが明らかに なった。

次に絶対年代をみると、前1期の3窟は献文帝が武州山石窟寺に行幸した467年、中1期の第7・第8窟は孝文帝が行幸する480・482・483・484年に本尊が完成し、開鑿が中止された第11窟は太上皇献文帝の暴崩、第3窟・第4窟・第13A窟は孝文帝による突然の洛陽遷都が原因であると考え、前3期の下限を486年、中3期の下限を494年とした。後期の下限は、宿白説にしたがい正光年間(520-525)とする。このため各小期の時間幅はおよそ5~8年になる。

また、周辺遺跡の考古学的調査によって石 **窟寺院としての景観変遷を明らかにした。そ** の概要は以下の通りである。曇曜五窟は西方 丘陵の東半部に東西 100m にわたって開鑿さ れ、前3期に中央丘陵の両端から第5窟と第 13 窟の造営がはじまった。中期は中央丘陵で の開窟が継続されたほか、中1期には東方丘 陵の西端台上に木造瓦葺きの僧房が建てら れた。石窟の前庭部は狭く、寺院の関連施設 は台上に建設されたのである。中3期には第 13A 窟を最後として中央丘陵の空間がなくな り、新たに東方丘陵の両端から第1・第2窟 と第3窟の造営がはじまった。第3窟は東西 50m におよぶ巨大な皇帝窟で、上層部は完成 したものの、洛陽遷都によって下層部は未完 成のまま工事が中止された。また、西方丘陵 の西端台上では木造塔とそれを囲む僧房が 建てられたほか、中央丘陵の第5窟の台上や 第 1 窟の東 500m ほどの東台でも木造塔が建 築された。雲岡石窟は中3期に最盛期をむか え、『水経注』や『続高僧伝』曇曜伝などに 記録する壮大な石窟寺院が成立したのであ る。洛陽遷都後の後期には、西端諸洞や第5 窟上方に中小の石窟が開かれたが、木造建築 の遺構や瓦などはみつかっていない。

(2) 外道と魔王の因縁図像

雲岡中期はじめの第7・第8窟は一対の双 窟であり、主室の東西壁は上下4層に区分し、 地上世界をあらわす下2層には成道前後の仏 伝をあらわしている。「商主奉蜜」の場面が 両窟に計3龕あるのは、雲岡石窟が造営され たころ、曇曜の下にあった曇靖が人びとを教 化するために撰述した『提謂波利経』の影響 であり、「火龍調伏」と「降魔成道」の場面 は、釈迦の偉大な神通力によって外道や悪魔 を調伏したことを図説したものと考えられ る。続いて造営された第9・第10窟では、第 7・第8窟にならい、主室の東西南壁は上下3 層に区分して説話図像を配列している。しか し、図像の内容はほとんどが因縁説話であり、 とくに第9窟の図像は本生や因縁説話を集め た吉迦夜・曇曜共訳の『雑宝蔵経』に多く取 材し、仏伝図はわずかに第 10 窟南壁第 3 層 西側の「降魔成道」だけである。それはガン ダーラ彫刻に近い図像構成で、雲岡のほかの

作例と少し異なっているが、とりわけ注意さ れるのは、刀を振り下ろす魔王の手を執って 制止する息子のほか、逆髪形の魔衆に頭光を 負う者や合掌賛嘆する者があり、釈迦を誘惑 する魔女も合掌していることである。続いて 造営された第 12 窟の「降魔成道」では、魔 王を制止する息子や合掌する魔女らが頭光 を負い、後期窟の作例に継承されている。そ れは『仏本行集経』や『方広大荘厳経』など 梵本の『ラリタヴィスタラ』に連なる経典を もとにした表現であり、釈迦が魔王を退散さ せたことよりも、釈迦が魔王の配下の一部を 帰依させたことに比重を移している。したが って、第8窟の「降魔成道」は釈迦を讃える 仏伝図の一齣としてあらわされたのに対し て、第 10 窟の例では釈迦に帰依した悪魔の 因縁説話図としてあらわされ、その後に継承 された可能性が高い。

雲岡後期の第 35 窟と第 38 窟の南壁では、 拱門の左右に「降魔成道」と「火龍調伏」と が一対であらわされている。「火龍調伏」の 場面は第7窟に出現し、カーシャパは釈迦の 神通力に驚いたようなしぐさで龕内に立釈でいる。雲岡中期末の第6窟東壁下層北電や 第 12 窟前室西壁の例になると、カーシャパ は龕外で合掌し、第 35 窟例では比丘形に交 化している。これも「降魔成道」と同じよう に釈迦を讃える仏伝の「火龍調伏」からカー シャパの帰依へという主題の変化として理 解できるだろう。

第 12 窟前室天井ではまた、「阿育王施土因 縁」と「儒童布髪本生」のほか、「降魔成道」 と「外道バラモン調伏」とが対置されている。 仏坐像の左右に小鳥と髑髏を手に持つ裸形 のバラモンがあり、本研究ではそれを釈迦に 説き伏せられた外道のニガンタ(尼乾)と鹿 頭梵志に比定した。北斉・天統元年(565) 郭顕邕造像記に「魔王奉獻、尼乾歸依」とい う対句があり、ニガンタの帰依は「降魔成道」 と対にされたのである。また、第 10 窟「降 魔成道」図と対になる位置の第9窟主室南壁 第三層西側には、火光三昧に入った釈迦のも とに馳せ参じる2体の裸形バラモンがあらわ され、吉迦夜・曇曜共訳『雑宝蔵経』巻8の 「尼乾子が火聚に投じて仏に度せられるの 縁」に比定した。この「外道バラモン調伏」 は、雲岡前期の第19窟南壁東側と第194窟 前壁左中部の二仏並坐龕にはじまり、第9窟 前室北壁明窓左右のバラモン像に継承され ている。雲岡中期末の第1窟南壁西側には釈 迦とニガンタとの対問像があらわされ、本研 究ではそれを吉迦夜・曇曜共訳『付法蔵因縁 伝』巻3の場面に比定した。そこでのニガン タは仏法に帰依し、その智恵と弁論の才能に よって仏法の正統な継承者の第四祖憂波毱 多になったという。

以上のように説話図像をそれぞれ仔細に みると、釈迦の超越した力を仏伝の一画面と してあらわしていた第7・第8窟の段階から、 外道や悪魔が釈迦に帰依することに主題の 比重を移した第9・第10窟や第12窟・第1 窟の段階へという変化をたどることができる。しかも第9窟の図像は『雑宝蔵経』に多く取材し、第1窟の対問像は『付法蔵因縁伝』によっていることは、因縁説話の流行がうかがえるだけでなく、雲岡石窟の造営に深く関わり、両書の訳者のひとりとされる曇曜の動向とも密接に関わっている可能性があろう。

(3) 西域に由来する響銅と黄銅

魏晋南北朝代にユーラシア東西交渉が活 発化し、西域の珍しい文物が多く中国に、金は周知のとおりである。また、金島・ガラスの新しい技術も西域からもたたのまたた。響銅の技術もそれにともなって、遅くとも江蘇省句容春城の元嘉中はとれて、遅くとも江蘇省句容春城の元嘉中はとれていたことが明らかになった。国内では不明だが、いずれの響銅器も北中国において普及している状況からないでは不明だが、いずれの響銅器も北中国において普及している状況からなりですア経由ではなく、仏教文化にともなう、海ルートによって伝来した可能性が高い。

一方、6 世紀の江蘇省江都大橋窖蔵出土響 銅器の中で、新しい器種として注目されるの がワイングラス形の高足杯である。中国の飲 酒器において、漢代には耳杯(桮)やコップ 形の卮を主とし、ごくまれに西域に由来する 角杯が用いられたぐらいで、高足杯はほとん ど用いられなかった。しかし、下って8世紀 になると、ソグドに由来する金銀の高足杯が 中国に盛行する。近年、西安市で発見された 北周・大象元年(579)の安伽墓には、ソグ ド人の墓主が高足杯を片手に宴飲する図像 があり、その使用が6世紀にさかのぼること が推測できるようになった。それをふまえて 大橋の高足杯をみると、杯の底部内面に鹿、 底部外面に蓮華紋、外側面に馬などの獣紋を 刻んでおり、その図像表現と彫刻技法はソグ ド系の金銀器に類似している。そのうち底部 内面の鹿紋に関して、7~8世紀の銀鋺にあら わされた鹿紋は、火炎状の花角をもつソグド 式と霊芝状の平角をもつ中国式とに区分さ れており、この二分法にしたがうなら本例は 中国式に属している。また、大橋例のように 杯部より高い脚部をもった杯は、中央アジア や西アジアには存在しない器形だが、中国で は東晋から初唐ごろまで散発的に出土して いる。したがって、大橋の高足杯は、ソグド の飲酒器の影響を受け、中国で改変されて製 作された酒杯であったと考えられよう。

唐代金銀器の源流について、かつてはイランのサーサーン銀器がもっぱら注目されてきたが、マルシャークがソグド銀器の実態をはじめて明らかにし、それをふまえて桑山正進が唐代金銀器との関係について論及したことによって、ソグド銀器が中国考古学の研究の俎上に載るようになった。近年では、北中国においてソグド人の墓が相次いで発見

されることにともない、中国においても斉東 方らによってソグド系金銀器の研究が進め られるようになったものの、響銅を含めた銅 器については、まだ注意がおよんでいない。 しかし、日本の正倉院や法隆寺にはソグド人 と考えられる髭面の胡人の顔を受水口にあ しらった響銅の浄瓶が伝来し、そのうち法隆 寺伝来の胡面浄瓶は、蛍光 X 線分析によって 銅 80%、錫 20%ほどの二元合金の響銅であ ることが確かめられている。また、7世紀末 に下るが、新疆吐魯番市のアスターナ 35 号 墓から出土した文書 27「西州高昌県下団頭帖 為追送銅匠造供客器事」により、ソグド人の 「銅匠」が高昌県に居住していたことがわか る。ソグド人は金銀器の製作に巧みであった だけでなく、銅器の製作にも手腕を発揮し、 唐の「銅匠」として活躍していたのである。

ソグド人は南朝においても活躍していた。 唐・道宣『続高僧伝』にはソグドに出自する 僧侶や商人の記述があり、『梁書』巻 18 康絢 伝には、ソグドに出自する康絢一族は宋の永 初年間(420-422)に一族三千余家を挙げて 襄陽に移住したことが記されている。また、 梁・慧皎『高僧伝』巻 3 求那跋陀羅伝には、 宋の孝建中(454-456)世祖が瓦官寺の福 にいたソグド出身の沙門宝意に対している。 これらの文献史料は、南朝にソグド人の「銅 匠」がいたという直接の証拠にはならないも のの、本稿で報告した南朝響銅の由来を考え るうえで多くの示唆を与えるものであろう。

響銅のほかに、南京市新街口徳基広場工地で採集した金銅仏片に銅 - 亞鉛二元合金を発見したことも重要である。すなわち、地金露出させた分析用の標本 16 は、銅 95%前後、亞鉛 5%前後で、錫はまったく検出せず、鉛はごく微量であった。ただし、亞鉛の量端に比べてかなり少なく、日本で見鍋と呼ばれる低亞鉛黄銅に属しているが、意図的に亞鉛を精選した銅に混ぜたことはまちがいない。丹銅は色沢が金に似て美しく、展延性と耐食性に優れているため、鍍金と併用することによって仏像の輝きを金に似せようとしたのであろう。

亞鉛の沸点は907度と低いため、金属としての利用は中国では10世紀以後のことと考えられていた。しかし、近年、正倉院宝物の蛍光 X 線分析によって柄香炉や合子に銅 亞鉛合金の黄銅製品が含まれていることが明らかになり、唐代あるいはそれ以前に黄銅の利用がさかのぼることが推測されるようになった。また、河北省定州の北魏太和五年(481)舎利石函出土銅器の蛍光 X 線分析において、亀鈕印・鑷子・六花形飾金具の3点から10~17%前後の亞鉛を検出している。

中古では銅 亞鉛合金を「鍮石」と呼んでいた。梁・慧皎『高僧傳』巻2鳩摩羅什伝に「乃歎曰、吾昔學小乘、如人不識金、以鍮石為妙。」とあり、唐・慧琳『一切経音義』巻15「大宝積経 第一百一十巻」に「鍮石。吐

侯反。案鍮石者、金之類也。精於銅、次於金、 上好者与金相類、出外国也。」とある。すな わち、「鍮石」は金の一種で、金と銅の中間 に格付けされ、外国に産出するとされた。『魏 書』や『周書』などにはペルシアの特産品と して「鍮石」があげられているから、『一切 経音義』にいう「外国」とはペルシアなど西 域の国ぐにを指しているのであろう。「鍮石」 仏像の例としては、『出三蔵記集』雑録巻 12 に「林邑國獻無量壽鍮石像記第八」とあり、 『大唐西域記』巻 19 梵衍那国に「伽藍東有 **鍮石釋迦佛立像、高百餘尺、分身**别鑄、揔合 成立」などとある。したがって、徳基広場工 地で採集した金銅仏で銅 - 亞鉛合金は、わず かに分析標本の1件だけであるが、南朝時期 になると、舶載品を含めて普及しつつあった 可能性があり、今後に注意する必要があろう。

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 9 件)

譚士俊、姜涛、楊君、<u>岡村秀典</u>、<u>向井佑介</u>、北魏懐朔鎮仏寺遺址研究(中国語)中国北方及蒙古・貝加爾・西伯利亜地区古代文化(中)、査読無、2015、科学出版社、754-759

向井佑介、北魏平城の瓦工房 大同西冊 田遺址採集瓦の研究、洛北史学、査読有、16、 2014、23-49

賀雲翱、翟忠華、夏根林、<u>岡村秀典、廣川守、向井佑介</u>、三至六世紀東西文化交流的見証:南朝銅器的科技考古研究(中国語)南方文物、査読有、2013、1、143-153

韓立森、朱岩石、胡春華、<u>岡村秀典</u>、<u>廣</u> <u>川守、向井佑介</u>、河北省定州北魏石函出土遺 物再研究(中国語)、考古学集刊、査読有、 2013、19、277-299

<u>向井佑介</u>、仏塔の中国的変容、東方学報、 査読有、88、2013、81-110

<u>岡村秀典</u>、山中の仏教寺院 西インドの 石窟寺院を中心として、聖なる巌 窟の建築 化をめぐる比較研究、査読無、2013、68-87

<u>向井佑介</u>、中国における瓦の出現と伝播、 古代、査読有、129・130、2012、177-214

Funayama Toru、Guṇavarman and Some of the Earliest Examples of Ordination Platforms (jietan) in China、Images, Relics, and Legends: The Formation and Transformation of Buddhist Sacred Sites、Oakville: Mosaic Press、查読有、21-45、2012

<u>岡村秀典、廣川守、向井佑介</u>、六世紀の ソグド系響銅 和泉市久保惣記念美術館所 蔵品の調査から、史林、査読有、95-3、2012、 97-125

[学会発表](計 6 件)

<u>岡村秀典</u>、中国早期城市形成的四個階段、夏商都邑考古暨紀念偃師商城発現 30 周年国際学術研討会、2013.10.29、偃師(中国)

<u>岡村秀典</u>、戦国晩期的同模鏡与同印鏡制作地従荊州到長沙、2014.3.13、武漢大学(中国)

<u>岡村秀典</u>、水野清一と京都大学学術調査隊 1959年のイラン調査を中心に、シンポジウム大原美術館所蔵 西アジア関係資料とバイメタル剣、2014.12.21、大原美術館(岡山県倉敷市)

<u>岡村秀典</u>、羅振玉対日本考古学的影響、上 虞 羅 氏 学 術 伝 家 - 伝 承 源 流 展 、2015.4.26、上海 (中国)

<u>岡村秀典</u>、後漢鏡工伝 芸術家的出現、 饒宗頤百歲華誕「漢学與物質文化」國際研討 會、2015.12.20、國立清華大学(台湾・台北)

<u>岡村秀典</u>、南北朝時期東西文化交流的見證 青銅器與玻璃器的科技考古研究、2015.10.21、山西大学(中国)

[図書](計 3 件)

岡村秀典総監修(京都大学人文科学研究所・中国社会科学院考古研究所編) 科学出版社東京・国書刊行会、雲岡石窟(日英語版)全 16 巻、2013-2014、4104

王巍他・<u>岡村秀典</u>監修(中国社会科学院 考古研究所・京都大学人文科学研究所編) 科学出版社、雲岡石窟(中英語版)全16巻、 2014-2015、4104

船山徹、岩波書店、仏典はどう漢訳されたのか スートラが経典になるとき、2013、314

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

名称: 発明者: 権利者: 種類:

番号: 出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称: 発明者: 権利者: 種類: 番号:

取得年月日: 国内外の別:

〔その他〕 ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

岡村 秀典 (OKAMURA, Hidenori) 京都大学・人文科学研究所・教授 研究者番号:20183246

(2)研究分担者

稲葉 穣(INABA, Minoru) 京都大学・人文科学研究所・教授 研究者番号:60201935

船山 徹 (FUNAYAMA, Toru) 京都大学・人文科学研究所・教授 研究者番号:70209154

向井 佑介 (MUKAI, Yusuke) 京都府立大学・文学部・准教授 研究者番号:50452298

(3)連携研究者

廣川 守 (HIROKAWA, Mamoru) 公益財団法人泉屋博古館・学芸課長 研究者番号:30565586

中井 泉 (NAKAI , Izumi) 東京理科大学・理学部・教授 研究者番号: 90155648

菱田 哲郎 (HISHIDA, Tetsuo) 京都府立大学・文学部・教授 研究者番号: 20183577