

# 西域響流

## 大谷探検隊をめぐるデジタル ヒューマニティーズ最前線

主催：古典籍・文化財デジタルアーカイブ研究センター（DARC）  
共催：世界仏教文化研究センター（RCWBC）「西域総合研究班」

### Program

13:00 開場 ポスター展示見学

13:30 開会挨拶・趣旨説明 三谷真澄（DARCセンター長）

13:40 学長挨拶 安藤 徹（龍谷大学学長）

13:50 研究報告

勝木言一郎（東京国立博物館）

「東京国立博物館が所蔵するクチャ出土の舍利容器について」

上杉智英（京都国立博物館）

「京都国立博物館所蔵「大谷文書」の紹介」

<休憩>

Kim Haewon（韓国国立中央博物館）※ 英語

「Exhibiting the Ōtani Collection at the National Museum of Korea:2005-2025」

Kwon Youngwoo（韓国国立中央博物館）※ 英語

「Recent Research on the Ōtani Collection at the National Museum of Korea:2019-2025」

<ポスター発表・休憩>

道元徹心（DARCグループA）

「青蓮院吉水蔵聖教におけるデジタルヒューマニティーズ適用事例」

植田祥明/澤本理花（DARCグループB）

「文書画像の文字認識を見据えた対話型2値化に関する検討」

16:25 質疑応答

16:55 閉会挨拶 曾我麻佐子（DARC副センター長）

2025年 **12月20日**（土）13:00～17:00

会場 龍谷大学大宮キャンパス東麓101教室

※ 東麓1階多目的エリアにてポスター展示を行います。

申込み 右のQRコードより、お申し込みください。

参加をご希望の方は、  
12月17日(水)17:00までにお申し込みください。

連絡先 darc@ad.ryukoku.ac.jp（DARC）



## 国際シンポジウム 発表要旨

勝木言一郎（東京国立博物館特任研究員）

題目 東京国立博物館が所蔵するクチャ出土の舍利容器について

東京国立博物館は、大谷探検隊が 20 世紀初め、中国クチャ地方で発見した舍利容器 2 口を所蔵している。これらに対し、コンピュータ断層撮影（CT スキャン）などの調査を行った。今回のシンポジウムでは、その調査結果と考察を発表する。

## 京都国立博物館所蔵「大谷文書」の紹介

京都国立博物館 主任研究員 上杉智英

京都国立博物館は『西域考古図譜』に収録される、  
Pl.VIII「7〔妙法蓮華経卷第五〕」（『西域出土佛典の研究』〈以下、研究冊〉15頁）  
Pl. XXI「16 大品経卷第二十八」（『研究冊』35～36頁）  
Pl. XXIII「18 優婆塞戒〔経〕卷第七」（『研究冊』37～38頁）  
Pl. XXV, XXVI, XXVII「20 摩訶般若波羅蜜優波提舍中〔讚般若〕波羅蜜品第二十七・摩訶  
般若波羅蜜優波提舍中般若波羅蜜相品第二十八」（『研究冊』40～43頁）  
Pl. XXX, XXX I, XXX II, XXXIII「22〔大智度論卷第七〕」（『研究冊』46～52頁）  
の所謂「大谷文書」5点を所蔵している。

『西域考古図譜』はこれら断簡の一部を撮影・掲載する場合もあり、そこでは断簡の全体像は提供されていない。本発表は、これら5点の全体像、並びに書誌情報を紹介するものである。

## Exhibiting the Ōtani Collection at the National Museum of Korea: 2005-2025

Haewon Kim (National Museum of Korea)

This paper examines the exhibitions of the Ōtani collection and related research works at the National Museum of Korea from the museum's relocation in Yongsan in 2005 to the present. Although the collection has been introduced through exhibitions and publications since the museum's in 1945, earlier presentations focused primarily on a few representative examples. During the Yongsan era, a wider range of objects from the collection, along with related materials, was displayed in Central Asian Gallery of the museum's permanent exhibition hall. The visibility of the collection was significantly enhanced through objects rotations, thematic exhibitions, and a series of dedicated publications on the collection. Alongside these achievements, this paper also addresses some of the challenges and issues involved in exhibiting Central Asian art at the National Museum of Korea.

## Recent Research on the Ōtani Collection at the National Museum of Korea: 2019–2025

Youngwoo Kwon (National Museum of Korea)

This paper examines recent research on the Ōtani Collection conducted by the National Museum of Korea (NMK). Since 2005, the NMK has carried out ongoing investigations to uncover the full scope of the Ōtani Collection and has published a series of reports detailing the results. These reports not only provide photographs and basic information on the artifacts, but also include in-depth discussions of relevant scholarship and key academic issues. Some artifacts are accompanied by new findings and scholarly interpretations. Beginning with the 2013 publications *Central Asian Religious Paintings* and *Central Asian Sculptures in the NMK*, the range of research topics has gradually expanded. From 2019 onward, the museum has undertaken a systematic study of ancient written materials in the collection. The first volume of this series, published in 2020, focuses on *Turpan Artifacts with Chinese Characters*. It discusses epitaph tablets excavated from Turpan, the Reed Mat (Ampero) Document from Tomb 230 at Astana, and the Buddhist votive stele of Kang from ancient Gaochang. The second volume, published in 2022, is titled *Written Materials Excavated from the Tarim Basin*. It covers wooden tablets inscribed in Kharoṣṭhī and Brāhmī scripts, as well as Uyghur inscriptions found on murals of the Bezeklik Caves. These projects yielded significant results through interdisciplinary approaches, including decipherment and interpretation of texts, rejoining of fragments, reconstruction of original forms, and comparative studies with related materials from abroad. Many of these outcomes were achieved through collaborative work with international experts. This presentation highlights these achievements and outlines the future direction and challenges of research on the Ōtani Collection.

発表題目「青蓮院吉水蔵聖教におけるデジタルヒューマニティーズ適用事例」（道元徹心）

青蓮院吉水蔵聖教（約 1630 点一括重文指定）を対象とした高精細撮影によるデジタルアーカイヴ研究事業に科研費分担研究者（基盤研究 A 代表阿部泰郎）として取り組んでいる。その中に重文別途指定 4 「慈圓自筆四天王寺聖霊院願文案」（「聖徳太子・十禅師告文」）があり、それは複数ある慈圓の願文の中でも最も重要なものとされる。熾盛光作法の実践道場として「大懺法院」の再興は慈圓にとっての必須の課題であり、その際に発した「大懺法院発願文」や慈圓撰述の「本尊釈問答」などは「慈圓自筆四天王寺聖霊院願文案」に思想的に深く関係する著述である。本発表ではこれらの文献の関係性を考察する。

慈圓の顕密仏教の思想の一端に「道理」がある。これは慈圓の『愚管抄』においても語られる言葉である。慈圓の仏教思想が『愚管抄』の起草になったとされるが、「慈圓自筆四天王寺聖霊院願文案」にみられる「道理」の思想背景がどこに依拠するか、従来明確化されていない。今回、安然の『教示問答』を調べる過程でその思想背景にせまりたい。

慈圓自筆のデジタル資料を複数紹介し、慈圓における夢告の意味も探っていく。またデジタルヒューマニティーズ適用事例として、恵心僧都源信の『往生要集』序文も紹介する。

タイトル：文書画像の文字認識を見据えた対話型 2 値化に関する検討

発表者：○植田祥明、澤本理花

概要：古文書などの紙資料は、文字および背景領域が汚損や経年劣化などの影響を受けている。このような資料をデジタル画像化し、自動文字認識システムを獲得・適用しようとする、劣化により生じた多様性が文字認識モデルの学習を困難にしたり、認識精度の低下を招くおそれがある。

本研究では、このような不要な多様性を排除し、学習の安定化および認識精度の向上を目的として、文字領域と背景領域の 2 値分類を行う。

発表では、ルールベースによる単純な 2 値化手法の適用に加え、インタラクティブな操作を可能とする 2 値化システムの試作版についての検討状況を報告する。



# 古典籍・文化財デジタルアーカイブ研究センター

Digital Archives Research Center(DARC)

DARCは、2001年「古典籍デジタルアーカイブ研究センター」として創設されました。瀬田学舎瑞光館を拠点に、文理連携型研究としてスタートしました。本学図書館が所蔵する大谷探検隊収集資料などの中央アジア出土資料をはじめとする、唯一無二の貴重書のデジタルアーカイブを推進し、「デジタルヒューマニティーズ」の最先端として研究活動を続けてきました。

国際的連携にも積極的にかかわり、特にイギリス大英図書館(British Library)の国際敦煌プロジェクト(International Dunhuang Project:IDP 2024年2月より International Dunhuang Programme)の日本支局として活動してきました。

2019年度に、DARCは、本学「重点強化型研究推進事業」に採択され、現名称に改称して再スタートしました。また、2024年度からは、本学「学際的研究プロジェクト」の創設に際して研究課題を一新し、「文化財・学術資料のデジタルアーカイブによるデジタルヒューマニティーズと多面的公開の基盤形成」として現在に至っています。

先端理工学部、文学部、国際学部、農学部の専任教員からなる二つのグループと龍谷ミュージアム学芸員を構成員として活動しています。本年度が第1フェーズの最終年度に当たります。

今回は、2025年度までの研究総括として、DARC研究員がこれまでにこなってきた研究成果について、ポスターの形式で発表をおこないます。国際シンポジウム「西域響流～大谷探検隊をめぐるデジタルヒューマニティーズ最前線」開催にあわせ、研究員の最先端の研究を展示しておりますので、どうぞご覧下さい。

三谷真澄(DARCセンター長)

## DARCの沿革・活動

- 2001 古典籍デジタルアーカイブ研究センター(Digital Archives Research Center)開設
- 2002 文部科学省「私立大学学術研究高度化推進事業学術フロンティア推進事業」  
DARC研究拠点として瀬田学舎に瑞光館 竣工 旅順博物館との共同研究に協力(2011年まで)
- 2003/9/11・12 大谷探検隊派遣100周年記念国際シンポジウム(龍谷大学)
- 2004/3/22 大英図書館と「中央アジア資料のデジタル化の共同プロジェクトに関する協定書」調印 「国際敦煌プロジェクト(International Dunhuang Project, IDP)」に日本支局として参画
- 2006 龍谷大学大宮図書館改修  
正面玄関にベゼクリク千仏洞壁画陶板復元設置
- 2009 黒澤デジタルアーカイブ 公開
- 2010/7/12 大英図書館と「中央アジア資料デジタル化に係る共同プロジェクト」についての覚書を締結  
7/13 IDP国際敦煌プロジェクト研究シンポジウム開催(龍谷大学) 大英図書館との覚書を締結(IDPとの契約延長)
- 2011 龍谷ミュージアム 開設 ベゼクリク石窟大回廊復元展示(2階)  
研究プロジェクト「常設展示のための展観手法の研究」として協力(現在に至る)  
12/11 じんもんこん2011「花園大学・龍谷大学ジョイントセッション 仏教資料のデジタル化と公開・活用をめぐる」(龍谷大学)
- 2012 文部科学省「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」
- 2015 「世界仏教文化研究センター」開設(センター内センターとして参画)
- 2016/11/18 国際シンポジウム「中央アジア出土資料のデジタルアーカイブ～その現状と課題～」開催(龍谷大学)
- 2017 「龍谷大学学内資金指定型研究プロジェクト」採択
- 2019 「龍谷大学重点強化型研究推進事業」採択(人間・科学・宗教総合研究センターに参画)  
「古典籍・文化財デジタルアーカイブ研究センター」に改称(英語表記は従来通り)
- 2019/7/13-9/11 創立380周年記念企画展「龍谷の至宝～時空を超えたメッセージ」(龍谷ミュージアム)に協力
- 2020/3/31 『2019年度古典籍・文化財デジタルアーカイブ研究センター研究成果報告書』刊行
- 2021/3/9 DARC研究総会(オンライン)開催
- 2021/12/3-4,18 DARC 研究展示(龍谷ミュージアム)開催  
「文化財デジタルアーカイブへの挑戦～大谷探検隊と西本願寺の仏教文化の復元をめざして」
- 2022/3/9 DARC研究総会(オンライン)開催
- 2022/4/1 重点強化型研究推進事業 第二期採択(2024/03/31まで)
- 2022/10/29 武田科学振興財団・杏雨書屋第46回研究講演会(岡田至弘発表)
- 2023/3/13 DARC学術講演会「デジタル・ヒューマニティーズ最前線」(永崎研宣氏・高岸輝氏)・総会(オンライン)開催 2023/4/1-5/28 春季特別展「真宗と聖徳太子」展(龍谷ミュージアム) 技術協力
- 2023/11/6 モンゴルガンダン寺で開催の「仏教と考古学」共催、発表(ウランバートル市)
- 2024/01/13-07/13 北京民生現代美術館特別展「驼铃声响 丝绸之路艺术大展」展示協力
- 2024/3/2 DARC研究総括会議「古典籍・文化財のデジタルアーカイブが魅せる未来像」(公開講演会・パネル展示)
- 2025/4/1 「学際的研究プロジェクト」採択
- 2024/4/12 IDPワークショップ(敦煌研究院)参加・IDP-Japanとして報告
- 2024/10/26 第八屆龟兹学术研讨会(クチャ)参加・発表
- 2025/4/7-28 杏雨書屋第80回杏雨書屋特別展示会「杏雨書屋の宗教文献II—多言語・多宗教の世界」(4/12 岩尾一史発表)
- 2025/9/12-13 “The Prints and Printed Culture on the Northern Silk Road”(ベルリン)参加・発表
- 2025/12/20 国際シンポジウム「西域響流～大谷探検隊をめぐるデジタルヒューマニティーズ最前線」開催

# 「印沙仏」の群際一致～デジタルヒューマニティーズの一事例として

三谷真澄（文学部）・高見美友（文学研究科博士後期課程）

「印沙仏」とは、諸仏の印影が捺押された資料を指し、敦煌など中央アジア出土資料の一つとして世界各国の諸機関に所蔵されている。仏教美術としてだけでなく仏教儀式とも密接に関連している。版本とは異なり、「印沙仏」はスタンプによって、繰り返し同一印影を生み出している。写本の「群際接続」が注目される一方で、捺押された印影が同一のスタンプから押されたものであること（群際一致）を証明することが可能である。大谷探検隊（龍谷大学、旅順博物館）のほか、ドイツトルファン探検隊（出口コレクション）、ロシアのサクトペテルブルクコレクション、日本の杏雨書屋所蔵資料、西蔵寺所蔵資料など、[菊竹淳一1975]掲載リスト（大英博物館・フランス国立図書館所蔵分）以降に新たに確認されている。デジタル・ヒューマニティーズの手法を用いることにより、「群際一致」の新たな事例の紹介、そして全点の類型化とスタンプの復元を目指す。

群際接続	写本	同一写本の離片	Intergroup joining
群際一致	印沙仏	同印	
	版本・版画	同版	Intergroup congruence or matching

表1 菊竹リスト+新規同定「印沙仏」リスト

通番号	菊竹番号	菊竹分類	所蔵館整理番号	縦×横(単位cm)
1	106	印仏①	Or.8210/P.18	11.9×18.8
2	107	印仏①	Pelliot Chinois 4078	28.9×41.9
3	108	印仏①	Pelliot Chinois 4514. 17. (b)	28.1×28.7
4	新	印仏①	Pelliot Chinois 4514(20)	27.2×11.1
5	109	印仏②	Pelliot Chinois 3957	29.5×131.3
6	110	印仏②	Pelliot Chinois 3983	26.9×37.3
7	111	印仏②	Pelliot Chinois 4714	19.3×10.9
8	112	印仏③	Stein : 1919,0101,0.260	27.5×34.0
9	113	印仏④	Stein : 1919,0101,0.255	28.6×82.0
10	114	印仏④	Stein : 1919,0101,0.255	27.1×30.7
11	115	印仏④	Pelliot Chinois 3943	27.0×251.9
12	116	印仏④	Pelliot Chinois 4728	24.3×8.1
13	新	印仏④	Pelliot Chinois 4024 bis	a: 28×109.2, b: 28.2×41, c: 28×56.5
14	新	印仏④	Pelliot Chinois 4514(19)-左	28×26.5
15	117	印仏⑤	Stein : 1919,0101,0.254	27.5×297.5
16	118	印仏⑥	Or.8210/P.17	18.5×16.4
17	119	印仏⑥	Pelliot Chinois 3528	29.2×46.9
18	120	印仏⑥	Pelliot Chinois 3970	29.1×37.8
19	新	印仏⑥	Pelliot Chinois 5526	27.8×331.5
20	62	印仏⑦	Pelliot Chinois 4514.2. (28)	31.0×43.4
21	121	印仏⑧	Pelliot Chinois 3880	28.5×42.0
22	122	印仏⑧	Pelliot Chinois 4086	28.9×43.2
23	123	印仏⑨	Stein : 1919,0101,0.256	28.6×524.3
24	124	印仏⑩	Pelliot Chinois 3954	28.3×288.9
25	125	印仏⑪	Pelliot Chinois 3880	28.5×68.7
26	126	印仏⑪	Pelliot Chinois 4013	28.0×31.8
27	127	印仏⑪	Pelliot Chinois 4087	28.5×37.1
28	128	印仏⑪	Pelliot Chinois 4514.17. (a)	27.2×24.1
29	新	印仏⑪	Pelliot Chinois 4514(22)	28.3×14
30	新	印仏⑪	杏雨 羽570	26.1×27.8
31	129	印仏⑫	Stein : 1919,0101,0.252	28.7×59.2
32	130	印仏⑫	Stein : 1919,0101,0.253	23.2×19.2
33	131	印仏⑬	Pelliot Chinois 4076	23.4×108.5
34	132	印仏⑭	Or.8210/P.19A	26.7×23.0
35	133	印仏⑮	Stein : 1919,0101,0.257	25.0×38.0
36	134	印仏⑯	Stein : 1919,0101,0.258	27.5×43.5
37	135	印仏⑰	Stein : 1919,0101,0.259	17.3×10.8
38	136	印仏⑱	Pelliot Chinois 3961	76.9×34.7
39	新	印仏⑲	Pelliot Chinois 3938	28.7×799.4
40	137	印仏⑳	Or.8210/P.7	17.4×2.5
41	138	印仏㉑	Stein : 1919,0101,0.260*	26.1×580.9
42	追加	印沙仏18	旅博 佛教版画残片 p.212上段中央	28.8×18.8~15.3×10
43	追加	印沙仏18	旅博 佛教版画残片 p.212上段右側	28.8×18.8~15.3×11
44	追加	印沙仏18	図譜(5)(1)唐刻佛畫断片 中段中央	
45	追加	印沙仏18	図譜(4)(1)唐刻佛畫断片 左上	
46	追加	印沙仏18	図譜(4)(1)唐刻佛畫断片 右上	
47	追加	印沙仏18	Or.8212/921(a)	7×8.2
48	追加	印沙仏18	出口402(PL.LVIII A31)	12.0×9.4
49	追加	印沙仏19	図譜(6)(1)唐刻佛畫断片 左	
50	追加	印沙仏19	図譜(5)(1)唐刻佛畫断片 下段左	
51	追加	印沙仏19	旅博 佛教版画残片 p.212 下段	28.8×18.8~15.3×10
52	追加	印沙仏19	出口404(PL.LVI A30)	28.7×22.3
53	追加	印沙仏20	旅博100 佛畫断片 (3段目左)	
54	追加	印沙仏20	Φ-312/1	26.0×25.0
55	追加	印沙仏20	出口406(PL.LIX A39)	15.3×13.8
56	追加	印沙仏20	龍大 西域文化資料65	27.6×24.8
57	追加	印沙仏21	西蔵寺 ST179R_L(左下)	
58	追加	印沙仏21	旅博 佛教版画残片 p.212 上段左側	28.8×18.8~15.3×10
59	追加	印沙仏22	出口407(PL.LX A35)	13.1×21.9
60	追加	印沙仏22	Or.8212/1389(B)	
61	追加	印沙仏23	Pelliot Chinois 4514(18)	21.6×34.1
62	追加	印沙仏23	Pelliot Chinois 6008	28×223.2
63	追加	印沙仏24	龍大 MS09147	4.5×5.1
64	追加	印沙仏24	出口401(PL.LVIII A32)	20.3×16.0
65	追加	印沙仏25	西蔵寺 ST180R_L	13.3×12.5
66	追加	印沙仏25	旅博100 佛畫断片 (3段目右)	
67	追加	印沙仏25	龍大 MS09157	3.5×2.6
68	追加	印沙仏25	龍大 MS10656	4.4×3.6
69	追加	印沙仏26	Pelliot Chinois 4514(19)-右	28×26.5
70	追加	印沙仏26	Pelliot Chinois 4514(21)	28.3×24.5

[菊竹淳一1975]では、大英博物館(BM)とフランス国立図書館(BnF)の仏教版画を渉猟し、分類している。仏教版画の中で、「スタンプ式に捺押したと思われる印仏」として「印仏」という呼称を使用され、BMとBnFの資料について、No.106~No.138(+No.62)の34件 (BL:15件、BnF:19件) を、①~⑱の17種類に類型化している（「菊竹リスト」）。今回は、さらに新規同定分をあわせ、計26種70点の「印沙仏」をリスト化した。

【元画像】

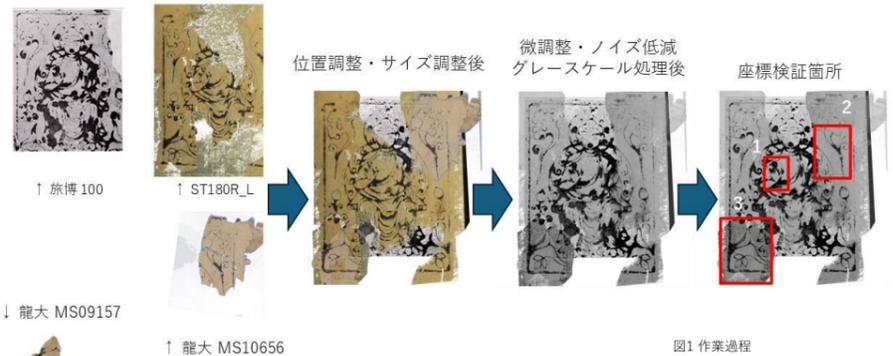


図1 作業過程

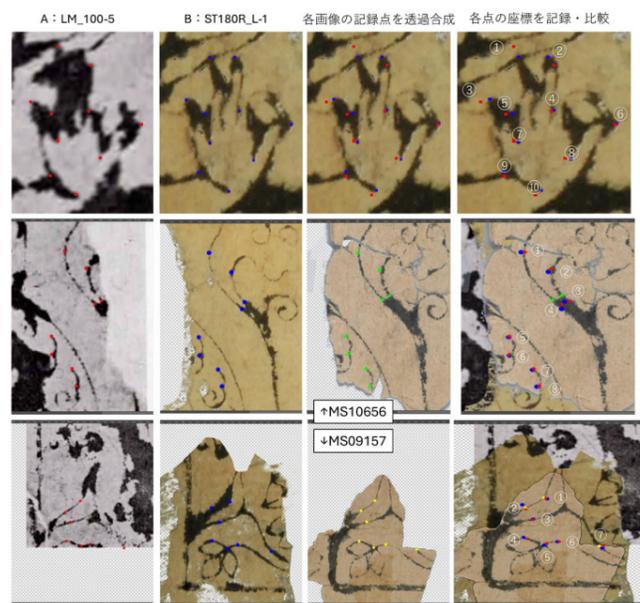


図2 右手部

図3 光背右上部

図4 左下部



図5 印影の「一致」例 (LM100-5+ST180R+MS10656R+MS09157R)

「印沙仏」は、写本と版本、あるいは文献資料と考古資料、さらには人間と儀礼を架橋する特異な性格を有する資料である。

文献資料と異なり、明確にひとつのスタンプ（判子・型）から捺押されたものであり、手書きでなく、人の手で一つ一つ捺されたものである。専門的な職能を持った人が美しく仏像を描かなくとも、通常の力を持っている人であれば、スタンプを使って紙に仏影を捺することができる。いわば「易行」である。だれでもがおこないやすい行為でありつつ、功德を積み上げる手段として機能したのであろう。

通常の版本ではありえない、印影の重なりや部分的な墨だまりも存在し、人の手によって押す方向、墨の載り方によって異なるものの、元来同じ一つの型からもたらされたものであり、所蔵地域・機関が異なっても、同じスタンプによって捺されたものであること（「群際一致」）が知られる場合がある。今回、デジタル画像処理によって明らかとなった資料も多い。

「印沙仏」の「沙」は、膨大な数を表す恒河沙（ガンジス河の砂）の「沙」と実際に型をもって捺押する対象である「砂」の二重の意味があると考えられる。また、「印沙仏会」は、「社」を中心とする敦煌の民衆にとって、功德を得るための大きな行事となっていたことを、現在世界に分蔵される資料群は示していると考えられる。

今回提示し得たものは、全体のほんの一部に過ぎない。今後、デジタル画像によって全世界に分蔵される全資料を網羅的に悉皆調査し、さらに類型化していきたい。これらの総合的解明は、儀礼空間に直参した民衆の仏教への信仰のありようを現代に伝えることになるであろう。

## 参考文献（一部）

- 菊竹淳一[1975]「敦煌の仏教版画—大英博物館とパリ国立図書館の収蔵品を中心として」『佛教藝術』101, pp.3-35.
- 竺沙雅章[1964]「敦煌出土「社」文書の研究」『東方学報』（京都大学人文科学研究所）第35冊, pp.215-288.
- 藤枝晃編著[2005]『トルファン出土仏典の研究—高昌残影録』2005, 法蔵館
- 松本栄一[1937]『燉煌畫の研究』東方文化学院東京研究所, (1985年画像篇・附圖共同冊).

# チベット帝国支配期の敦煌莫高窟修復

現地調査と文書研究からみえてくること

岩尾一史（文学部）

敦煌では、4世紀半ば以降13世紀に至るまでの期間に、数多くの石窟寺院が開鑿されてきた。これら石窟寺院は新しく開鑿されるだけでなく、古い石窟は補修維持され、また大きく改修・増築されたのである。このような改修の様子は長らく研究されてきたが、古代チベット帝国が敦煌を支配した時代（786年—848年）の改修についてはよくわかっていなかった。仏教を保護したチベット帝国が敦煌の石窟も保護の対象としたことは想像できるが、詳細がわかっていなかったのである。今回、莫高窟の現地調査と敦煌文書の研究によってその一部が明らかになった。その成果の一端を紹介したい。



図1 敦煌莫高窟(筆者撮影)

筆者は2010年以降、莫高窟に残るチベット語銘文を調査してきた。その過程で気がついたのは、第75窟と第428窟に残るT字型題字枠と銘文である。これら題字枠は柱心仏の基壇に描かれ、そして銘文は次のような形式で記される。

## 某ツクラカン（「お堂」）の施主である某のキャ

キャとはチベット語で、徴税の単位であることがわかっているが、莫高窟の銘文になぜ出てくるのかが不明確であった。しかし、次に紹介する敦煌チベット語文書の内容から、その理由が判明した。

## 某ツクラカン（「お堂」）の施主である某のキャ

莫高窟のT字型題字枠内の銘文と同じ形式である。そしてリストに載るのは、当時敦煌に置かれた軍千戸部に所属した漢人たちである。「お堂」とは石窟のことであろう。このリストによると、千戸部の漢人たちは組織的に「お堂」の「施主」として登録されている。おそらくのところ、彼らは徴税単位であるキャによって「施主」へと組織的に登録され、そして石窟の修復を担当した。そうすると、チベット支配期の石窟修復は政府によって組織的に行われたと考えられるのである。

莫高窟には様々な言語による銘文が存在し、主に石窟開鑿・修復に関連して記されたもの、そして巡礼者が参観のついでに残したものの、この2つに分類できる。一方で、チベット支配時代の敦煌では特殊な題字枠が作られた。縦長の題字枠と横長の題字枠を組み合わせたもので、T字のように見える。縦長の題字枠には漢字が、横長にはチベット文が記されたのである。このT字型題字枠が残る石窟はチベット支配期に開鑿されたか、あるいは修復されたと考えられている。



図2 T字型題字枠：榆林窟第25窟  
（『安西窟石窟』pl.37より）

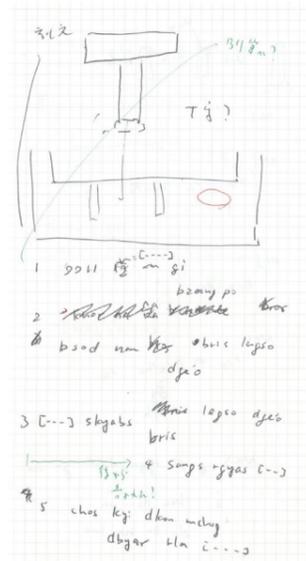


図3 筆者による調査ノート  
：莫高窟第428窟

大英図書館所蔵のチベット語文書IOL Tib J 575、1357 (A) (B) は、次のような形式をもつリストである。



図4 敦煌文書IOL Tib J 1357(A)のデジタル画像  
©The British Library

チベット支配期の石窟修復の実態については、今後さらなる調査が必要である。その時に鍵となるのは、デジタル化作業である。敦煌文書のデジタル化はIDPや敦煌研究院が鋭意進めており、今回の研究においても活用した。また石窟内部についても、敦煌研究院の「数字敦煌」がデジタル化を進めている。実地の調査に加えて、これら文物のデジタル化が進むことにより、本研究もさらに発展するはずである。

### 主な参考文献

- Imaeda, Yoshiro (2007) T-shaped inscription frames in Mogao (Dunhuang) and Yulin caves 『日本西藏学会々報』 53: 89-99.
- 岩尾一史 (2007) 「チベット支配下敦煌の納入寄進用リスト—IOL Tib J 575, 1357 (A) (B) の紹介」 『敦煌写本研究年報』 創刊号: 165-189.
- 敦煌研究院 (1990) 『安西榆林窟』 平凡社。

# デジタル情報とモノとしての資料の関係構築 ～南方熊楠顕彰館のとりくみから 松居竜五（国際学部）

南方熊楠顕彰館は南方熊楠（1867-1941）の残した資料を管理・研究するために2006年に開館。

開館時に旧邸の蔵の資料（左）を顕彰館一階の書庫（右）に移管。二階の共同研究室で閲覧。

南方熊楠旧邸と研究施設を統合して運用



資料の保存・修復とデジタル化・  
オンライン発信の両面でのとりくみ

## ジャパンサーチとの連携について

投稿者: minakata in お知らせ, ニュース 投稿日: 2020年8月30日

### ジャパンサーチとの連携について

8月25日から国の分野横断型ポータルサイト、ジャパンサーチの正式版が公開されています。ジャパンサーチは、国内の幅広い分野のデジタルアーカイブと連携し、多様なコンテンツをまとめて検索・閲覧・活用できるプラットフォームです。南方熊楠顕彰館もジャパンサーチと連携し、当館が所蔵する南方熊楠資料の一部について、画像や資料情報を検索することができます。現在、熊楠の自筆・関連・書簡・来簡資料のうち、1,723点を収録していますので、ぜひご利用ください。資料名や資料番号のほか、「熊楠」や「土宜法龍」などのキーワードで資料を検索することができます。なお、トップページには土宜法龍書簡（南方マンダラ）が紹介されています。

ジャパンサーチ: <https://jpsearch.go.jp/>



現在の旧邸は熊楠の生前の様子に復元されている。庭の樹々などの自然を含めて、生きているものを生きているままに残すにはどのようにすればよいのか？

その問いかけは熊楠資料のデジタル化による解析と熊楠が保全しようとした周囲の自然環境をどのように結びつけるかという問題につながっていく



# Dharmamitraを用いた引用經典の分析

## 早島慧（国際学部）

### 主張根拠の分類と課題

仏教文献において、自己の主張を論じる際には根拠の提示が不可欠であり、その根拠は大きく二種類に分類される。すなわち、論理的な根拠を指す理証と、經典の記述に基づく経証である。仏典においては、「ある主張が妥当であるのは、特定の經典にその旨が説かれているからである」という形式で経証が提示されることが一般的である。

### 経証同定の問題

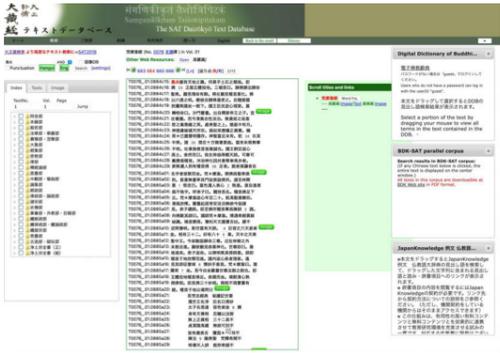
しかしながら、引用元となる經典名が明示されない場合も少なくなく、どの經典が参照されているのかを特定する作業はしばしば困難を伴う。このため、引用經典の同定は仏教文献研究における重要な課題の一つとなってきた。

### Dharmamitraの貢献

近年では、ハンブルグ大学の研究者による、仏教文献のテキスト検索・比較を支援するツール Dharmamitra の利用により、引用經典の抽出・照合作業の精度と効率が大きく向上した。これにより、従来は煩雑で時間を要した經典同定が、格段に容易になりつつある。



SATを用いた經典検索



SATが示す原文

### 經典引用の例

*Sūtrālamkāra-vṛtti-bhāṣya*（原文：チベット語）においても、以下のように經典引用が行われる。

「それ故に、世尊もまた『もし一切の法が、愚夫（凡夫）が分別するように、まさにそのとおりに存在し、見られるままに存在するのであれば、すべての者が正しい見解を有する者となろう』と説かれているように。」

このように、注釈書の議論を補強するため、経文が直接引用されることは珍しくない。

### 従来の検索方法の限界

引用元の特定を目的とした一般的な方法として、「大正新脩大藏經テキストデータベース（SAT）」を用いた検索が広く行われてきた。SATは漢訳仏典を網羅的に検索できるため有用であるが、検索対象はあくまで漢訳に限られる。そのため、サンスクリット語原典、チベット語訳、その他の非漢訳資料など、漢訳以外で伝わる経文を直接検索することは困難であった。



ゲッティンゲン大学のGRETEL



Dharmamitraを用いたチベット語の經典検索

### 非漢訳資料を対象とした従来の検索手法

サンスクリット語原典やチベット語訳を検索する必要がある場合、従来は以下のような手順が一般的であった。

- サンスクリット語文献については、ゲッティンゲン大学が公開する GRETEL (Göttingen Register of Electronic Texts in Indian Languages) から電子テキストを取得する。
- チベット語文献については、ACIP (Asian Classics Input Project) によって公開されている電子テキストを利用する。

研究者はこれらのテキストデータを個別にダウンロードした上で、テキストエディタや検索ツールを用いて横断的な全文検索を行う方法をとってきた。しかし、この作業は煩雑であり、検索対象のデータ整備や書式の差異によって効率が大きく左右されるという課題があった。



Dharmamitraによる經典の同定と解説



Dharmamitraは、チベット語での検索結果から、関連するサンスクリット語・漢訳・パリー語の類似箇所や対応箇所を自動的に提示する。

### Dharmamitraの利点：多言語横断検索と引用經典の迅速な同定

Dharmamitraは、従来の検索環境では分断されていた複数言語の仏典データを統合的に扱うことができる検索ツールである。具体的には、漢訳仏典、サンスクリット語原典、チベット語訳、パリー語文献を一括で横断検索できる点が大きな特徴である。さらに、検索結果には対応する日本語訳や解説が提示されるため、文脈の理解や引用經典の特定が格段に容易となる。

### 事例：Sūtrālamkāra-vṛtti-bhāṣyaの引用同定

先に示したチベット語原文に基づき Dharmamitra を用いて検索した結果、当該引用が『入楞伽經』に由来するものであることが迅速に同定された。この同定作業については、2012年に発表した拙稿「安慧・無性・清弁による『入楞伽經』第X章第136偈の引用」（『龍谷大学佛教学研究年報』第16号）において、長時間をかけて解明した経緯がある。しかし、Dharmamitraの登場により、同様の引用同定が短時間で精度高く実施できるようになった。Dharmamitraは、多言語仏典データの統合的検索という従来困難であった作業を可能にしたことで、今後の仏教文献研究における引用同定・本文批判・思想的分析の高度化を大きく推進する基盤的ツールとなることが期待される。

# 大谷探検隊・吉川小一郎氏の植物採集

三浦励一（農学部）

龍谷大学が所蔵する大谷探検隊収集品の中に、第三次探検隊の吉川小一郎氏が天山山脈で採集した高山植物の標本がある。吉川氏は秋から春までは発掘調査に、夏期は天山で植物採集に携わるよう、大谷光瑞師から指示を受けていた。

吉川氏が派遣されたトルファン地方は、夏は炎熱地獄となり、発掘調査が不可能になる。光瑞師が現地事情を合理的に勘案しつつ、仏教文物収集にとどまらない総合的学術調査のあり方を模索していたことがうかがえる。

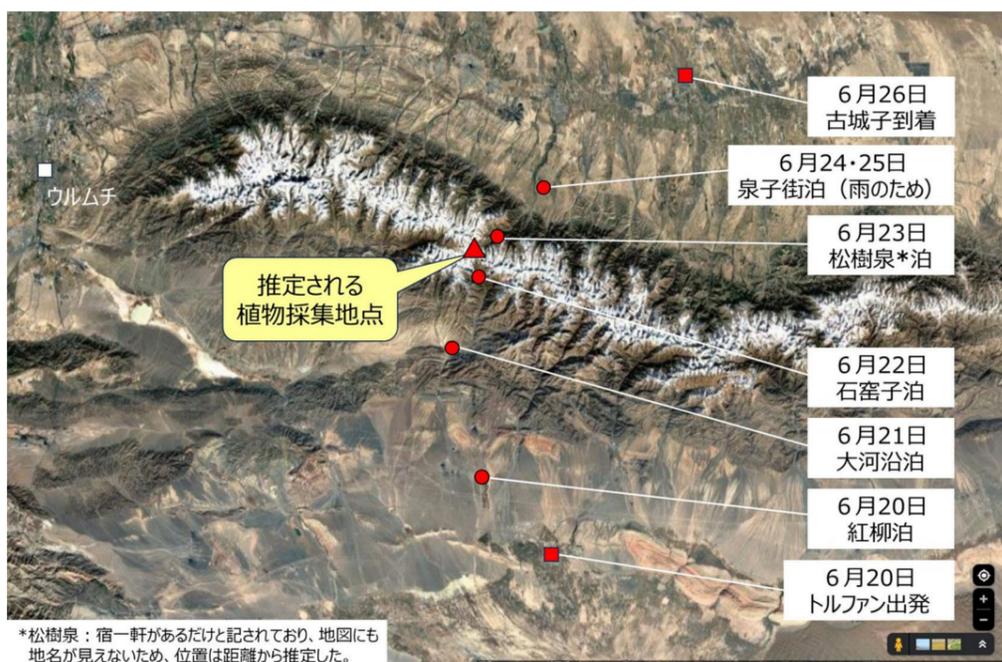
実際、『新西域記』所収の日誌によれば、出発前のトルファンでは、日中戸外の気温49度が記録されていた。植物採集にかこつけて山上でしばらく休養してもよさそうなものだが、吉川隊は最短日程で古城子に至っている（下図）。道中、「路傍に古廟の廢址あり。他日發掘することゝ為し……」といった記述もある。やはり考古学者として、滞在中に一つでも多くの遺跡を訪ねたい気持ちが上回っていたのかもしれない。



吉川小一郎氏が1912年に採集した植物標本。現存するものはこれら8葉の台紙に貼られた合計19種28点のみ。龍谷大学図書館蔵。



現代の植物写真集などを参考に、Adobe Photoshopを用いて、採集時の色再現を試みた。植物は左からキンポウゲ科の *Trollius lilacinus*、ユリ科の *Lloydia serotina*（チシマアマナ）、キク科の *Aster flaccidus*。吉川氏の心身を癒したであろう天山の涼風が感じられるだろうか。



『新西域記』所収の吉川氏の日誌にもとづく天山越えの旅。最高点標高3400mのこのルートは「車師古道」と呼ばれ、漢代に天山の南北にあった車師前国と車師後国という都市国家を結んでいた峠道であった。この行程は、光瑞師が吉川氏に授けた「探検指図書」の中ですでに予定されていた。自らは天山を訪れていない光瑞師は、こんなルートがあることをどのようにして知ったのだろうか？

# 『勅賜興元閣碑』レプリカ作成

中田裕子（農学部）

## ◆「勅賜興元閣碑」について

・1347年、大元ウルス皇帝トゴテムルの勅命により、許有壬が撰文した『勅賜興元閣碑』がカラコルムに建立された。これは1342年から4年間かけて壮麗な五層で、高さ約90mの仏塔を伴う「興元閣」が重修されたことを記念するものである。

・それぞれの面に漢文とウイグル文字モンゴル語で記されており、19世紀末に存在が確認され、古くはラドロフ・コトヴィチ・ポッペなどの研究者たち、新しくはモンゴル・ドイツ共同調査隊によって破片が次々と発見・報告された。

・カラコルム遺跡の興元閣は、かつて第二代オゴデイ・ハーン建立の「万安宮」と考えられていたが、21世紀の考古学調査によって、実際は興元閣であることが判明した。さらに、この付近にあった巨大な亀趺の上に載っていたものが『勅賜興元閣碑』であることが判明した。同碑はカラコルム史解明の重要資料として注目され続けている。



モンゴル国カラコルム博物館蔵『勅賜興元閣碑』再構レプリカ（全長25センチほど）

## ◆モンゴル・日本共同「ビチェース」プロジェクト

・1994年からモンゴルと日本の研究者が協力し、突厥時代からモンゴル帝国時代に至る碑文の調査と研究を続けている。2024年には発足30周年を迎え、モンゴル・日本間の文化交流において大きな成果と意義を持つ事業となっており、本学からも研究者が参加している。



発見された仏像の手足

・2016年、ビチェースプロジェクトによる調査において、モンゴル国西部ゴビアルタイ県シャルガ郡の土城遺跡で、モンゴル帝国時代の等身大仏像の足や手などの破片が発見された。これらは龍谷大学の費用でウランバートルへ運搬され、モンゴル国際遊牧文明研究所に保管されていたが、歴史的価値を踏まえ、現地ゴビアルタイ県シャルガ郡博物館へ寄贈された。

## ◆「勅賜興元閣碑」のレプリカ作製

・2020年のカラコルム建設800周年に際し、モンゴルで博物館資料の保存修復事業が計画され、特に「勅賜興元閣碑」のレプリカ作製が課題となった。資金難の中、30年にわたるビチェース・プロジェクトの成果を背景に、2022年DARCの支援によって実現した。



カラコルム博物館の前に置かれ、全高4.5メートルの威容を誇る『勅賜興元閣碑』のレプリカ。龍谷大学の名とロゴが記されたプレート（写真右上）が設置されている。

# 3D小袖試着

仮想試着システムの小袖資料への適用と博物館展示運用

龍谷大学 先端理工学部 曾我 麻佐子  
Asako Soga Ryukoku University

協力:  
中池 天音(龍谷大学理工学研究科卒)  
澤田 和人, 後藤 真(国立歴史民俗博物館)

Contact : asako@rins.ryukoku.ac.jp

## 舍利容器のデジタルコンテンツの開発

- 2021年度～ AR/VR技術などを使った体験型展示
- 龍谷ミュージアムで約6カ月常設展示
  - ・2021年度 DARC展, 2023年度 特別展・シリーズ展



AR舍利容器

タブレットを舍利容器にかざして舞人のアニメーションを鑑賞



3D仮想試着

クチャの装束をCGアバターで試着ジェスチャで操作

## 3D仮想試着の小袖資料への適用

- 従来の現物展示での課題



背面を向けて展示されることが多い  
文化財保護(破損・劣化防止)の観点から試着が難しい  
展示スペースの制限

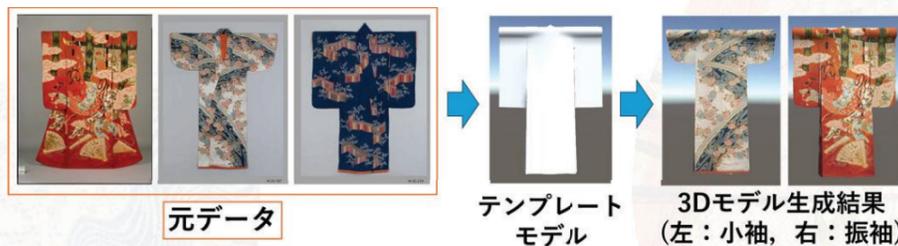
前身頃・側面の柄の繋がりが見えない  
触って動かすことができず布の質感を感じられない  
一度に多くの小袖を鑑賞することができない

- 目的

- 画像アーカイブを活用した小袖資料の3DCG化
- 衣裳の特性を活かした体験型の鑑賞システムの開発

## 3DCG化:小袖テンプレートの作成

- 画像アーカイブを活用した効率的な3DCG化
  - ・国立歴史民俗博物館所蔵「野村正治郎衣裳コレクション」
  - ・300領以上の小袖・振袖の画像資料(各3枚:前面2・背面1)
- 画像(テクスチャ)の差し替えのみで様々な種類の小袖を表示可能にするテンプレートを作成



## 小袖試着システム

- 3DCGを活用した体験型展示
  - ・様々な角度からの鑑賞(視点変更)
  - ・様々な小袖の鑑賞(衣裳切替)
  - ・試着体験(小袖を「まとう」感覚)
- ジェスチャによる操作



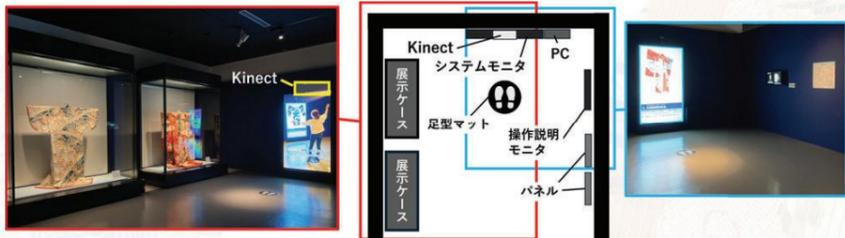
## 小袖を「まとう」腕と連動してCGの袖が動く

- 腕の角度の補正
  - ・腕を少し上げるだけで操作
  - ➔ ユーザへの負担軽減
- 前面/背面の試着
  - ・身体の方角も反映



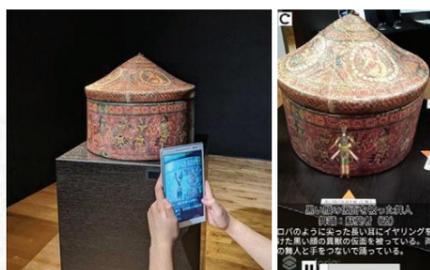
## 学外の博物館における展示運用

- 国立歴史民俗博物館で2か月間展示(2024年10~12月)
  - ・実物の資料(前期, 後期2領ずつ)とともに展示
- 来館者のみ(展示員による説明なし)で操作
  - ・操作説明の動画・パネル・足型マットを配置
- 3DCGによる小袖の立体的な鑑賞を実現
  - ➔ 現物の展示方法の課題を補うという点において適切に機能



## 今後の発展と予定

- 舍利容器のデジタルコンテンツの充実化
  - ・蘇莫者のモーションデータの収録(2026年2月予定)
  - ・AR舍利容器の改良と展示活用(2026年7月 龍谷ミュージアムシリーズ展にて展示予定)



AR舍利容器(改良中)



モーションキャプチャとCGアニメーションの例

# 大谷探検隊将来の大宮図書館所蔵マニ文字文書の彩色分析

森 正和(先端理工学部・准教授)

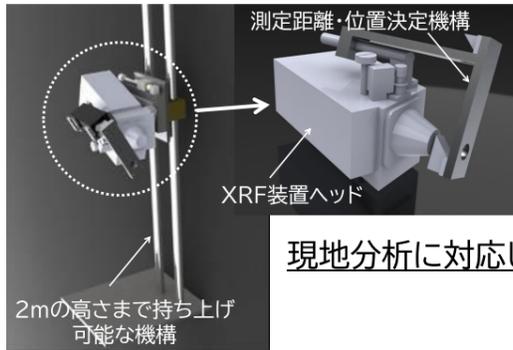
荻原 裕敏(龍谷大学古典籍・文化財デジタルアーカイブ研究センター 博士研究員)

## 文化財(建物彩色)の科学分析

- 大学の保有する最新の分析機器を用いた科学分析を実施
- 保存修復の形態により, 現地における**非破壊分析**と顔料片を採取した**破壊分析**を実施

### 【非破壊分析(現地)】

現地での分析が可能/得られる情報は限られる



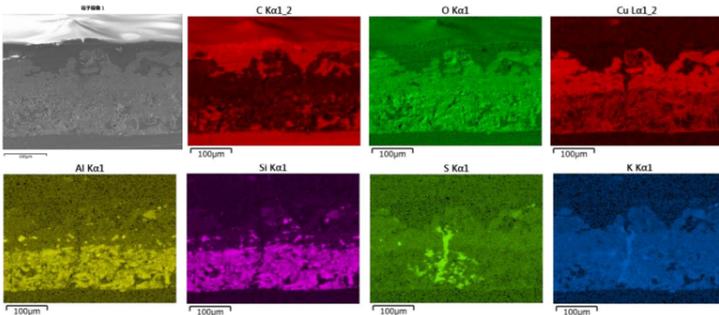
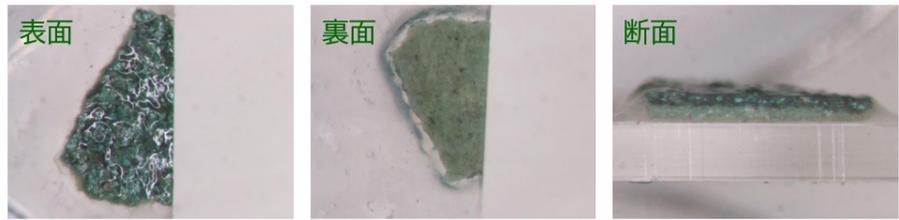
現地分析に対応した機構の提案



現地分析の一例

### 【破壊分析(ラボ)】

顔料に含まれる元素だけではなく定量分析も可能. 塗膜の厚さや軽元素の検出による補修痕の特定も可能



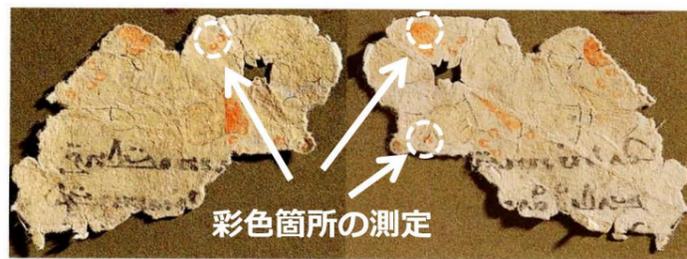
### 【緑色塗膜】

彩色層: 緑青(Cu)  
下地層: 白土 (Al・Si)  
補修の跡が存在(S・K)

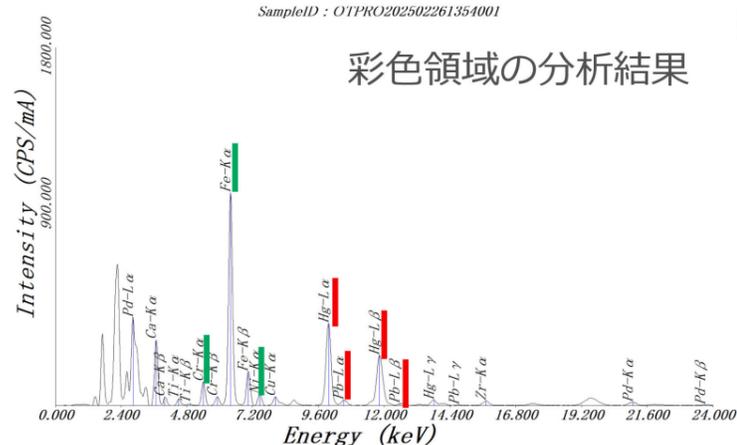
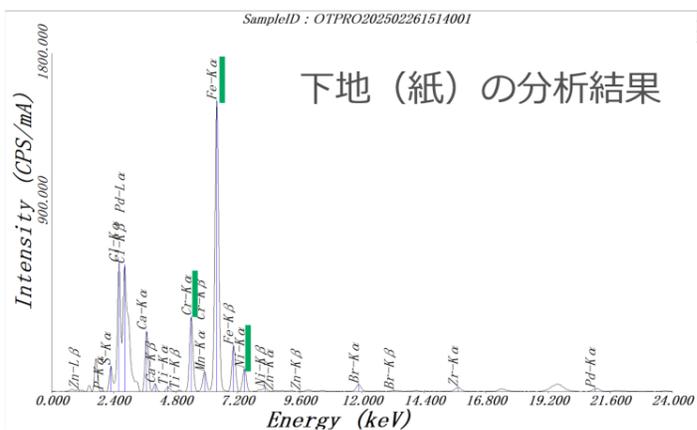
剥落顔料片(浄瑠璃寺三重塔初塔内部折/緑)

## 大谷探検隊将来の大宮図書館所蔵マニ文字文書の彩色分析

建造物装飾の現地分析・剥落顔料の科学分析で培った知見【非破壊分析(現地)】を基に, 新たに荻原氏(龍谷大学古典籍・文化財デジタルアーカイブ研究センター 博士研究員)と連携して, 大谷探検隊将来の大宮図書館所蔵マニ文字文書の彩色分析を試みた. 使用機器は可搬型蛍光X線分析装置(非接触)である(図1). 測定対象はマニ教経典(図2)である



60 マニ教経典  
西域文化資料 11074(旧構資料48)  
(1)7.6×5.6cm (2)5.8×6.4cm トルファン出土  
マニ教経典は, 美しく彩色された屏絵などを持つことで有名である. この断片もそうした経典の一部であろう. マニ教文字を用いてウイグル語の経文を記しており, (1)の表の方は「……が生まれ, 流れ(て)……雲が生れ……」と読める.



- 下地(紙): Fe・Cr・Niなどの元素(資料製造過程で混入したものか)
- 彩色領域: Hg・Pbが検出(水銀朱・鉛丹などの可能性)
- ⇒ 非接触での測定可能.
- ⇒ 文理融合(荻原研究員と連携)

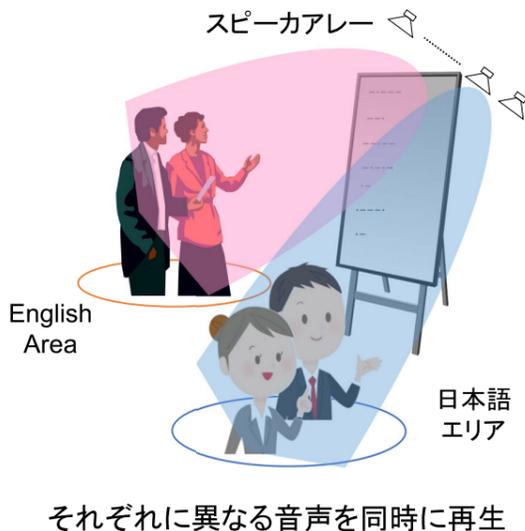
今後, 文理融合(荻原研究員と連携)を進め, 荻原研究員の大谷探検隊の将来品の知見と顔料分析の知見を連携させる

# 複数スピーカによる音声ガイダンスのマルチ局所再生

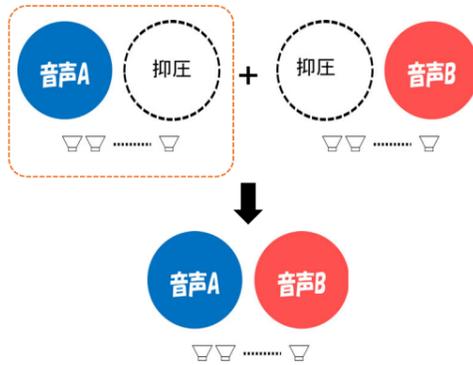
片岡 章俊 (先端理工学部 知能情報メディア課程)

## 1. 研究背景・目的

### ● マルチな局所再生による音声ガイダンスシステムの構築



### ● 再生原理



音声Aだけが聞こえる設定と音声Bだけが聞こえる設定を組み合わせることでマルチな局所再生を実現しています。

音声Aに日本語を、音声Bには英語を用いれば、同一の展示物に対して、一方のエリアには日本語の説明が聞こえ、他方のエリアには英語の説明が同時に聞こえるマルチな局所再生による音声ガイダンスシステムが実現できます。

### ● 今年度の課題

#### ● 展示場の異なる音響環境への適用拡大

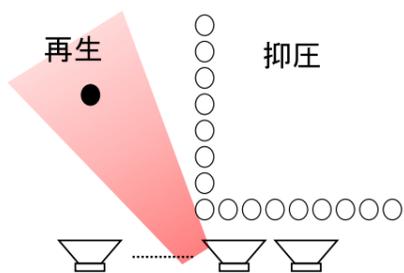
残響下で安定にフィルタ係数を算出する正則化パラメータの決定方法

#### ● 展示形式の応じた再生方法の検討

展示物の周り360°で鑑賞でき、別々の説明が聞ける再生方式

## 2. 異なる音響環境への適用拡大

### 局所再生の原理



### ● L字型制御点配置

- 抑圧エリアの境界に抑圧制御点を設置
- 再生エリア全体への再生が期待できる

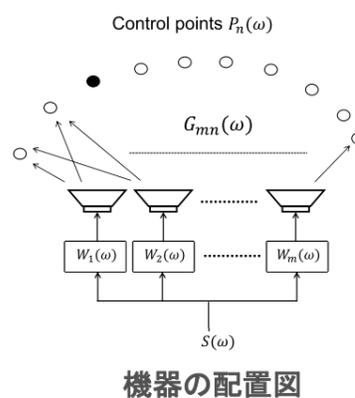
多点制御によってマルチに局所再生するためには複数のスピーカを用います。音を再生したい点(応答制御点●)と音を出したくない点(抑圧制御点○)を空間に配置します。

複数のスピーカから放出される音が応答制御点では互いに強め合うように、抑圧制御点では互いに打ち消すように各スピーカに入力する音をフィルタWで処理します。これにより、左側には音が再生され、右側は音が聞こえないエリアが生成されます。

フィルタの係数が性能を左右する重要な要因

使用する音響環境(部屋の条件)によってフィルタの係数を安定的に求められるように正則化パラメータの決定法を検討した

### 音響条件の異なる展示会場におけるフィルタ係数算出の安定化に関する検討



伝達関数Gとフィルタ係数Wを畳み込み、各制御点で所望特性PとなるようにWを求める。

性能はWに大きく依存しており、下記の式より求める。

$$W = (G^H G + \delta I)^{-1} G^H P$$

いろいろな音響条件で安定的にWを求めるには正則化パラメータのδを周波数ごとにどのように設定するかがカギ。

正則化パラメータをより効率的かつ堅牢に選択するための2つの高速アプローチを導入しました。1つ目のアプローチである二分探索は、べき乗制約下での体系的な探索により高速化しました。2つ目のアプローチは、従来法であるNTの考え方を指数周波数ベースの適応によって拡張し、幅広い周波数範囲にわたる性能を向上させました。

提案手法は、リアルタイム音場制御における計算効率と安定性を向上させることができた。

## 3. さらなる展開

### 展示形式の応じた再生方法の検討(展示物をいろいろな方向(360°)から鑑賞するケースに対応)

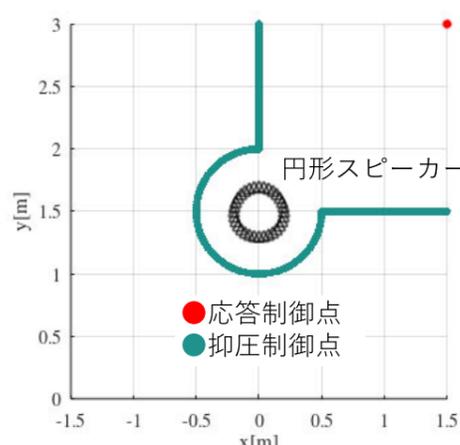


### 円形スピーカアレイによる4方向再生

展示物の周りで4つの異なる言語で説明が流れ、それらの音声が混ざらないようにマルチなエリア限定の再生を実現する。

それぞれの方向のみに音を放射するフィルタを4つ用意して、スピーカから同時に再生します。

それぞれの方向のみ音が再生されるので、4つの言語を聞き分けることができます。

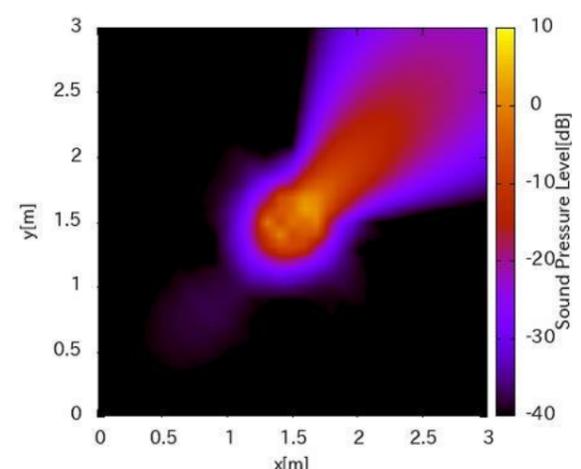


### 右上方向(日本語)に対する配置図

右上方向に音を再生するための制御点の配置例。制御点は仮想的な配置のためいろいろなケースに対応できる

### 今後の検討

4方向同時に音を放射した時他エリアへの音漏れの影響など総合的な性能評価



### 音圧マップ

音のエネルギーを表しており、赤の領域の音が大きく、暗い領域は静音です。図では右上だけに音が聞こえることとなります。

## 4. まとめ

- フィルタの安定的な導出を実現した
- 4方向再生の実現性を確認した

### 今後の課題:

さらなる展示会場での適用に向けた検討  
インパルス応答の推定

# 低コストでコンテンツ管理を行うための 仮想計算機の資源管理手法

芝 公仁

## 目的

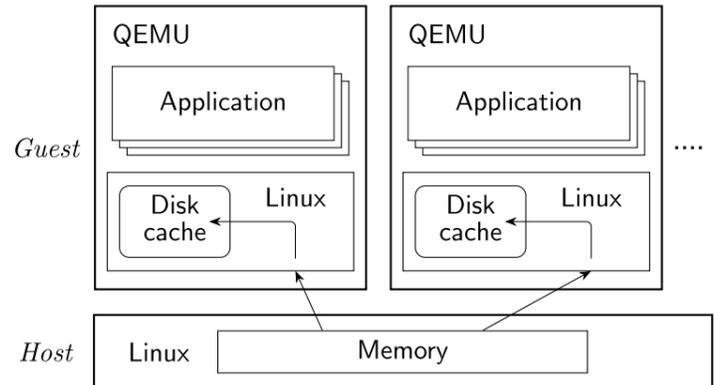
デジタル化された資料を管理・解析するための基盤の構築

- ▶ デジタル化された資料をデータベースで管理し、機械学習の技術を用いて解析
- ▶ 様々な処理を行えるよう複数の仮想計算機を利用
- ▶ 小規模な組織でも構築・運用可能なよう、限られた計算機資源を効率的に使用

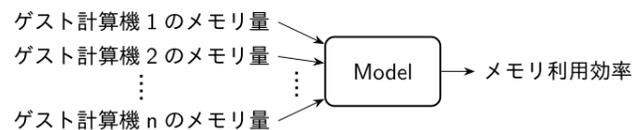
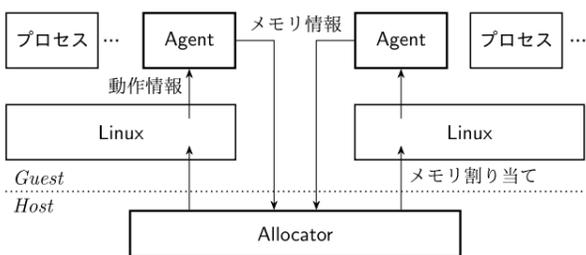
仮想計算機を使用し 1 台の物理計算機上に複数の計算機を集約

- ▶ 仮想計算機毎に計算機資源が分離される
- ▶ 資源の必要量を予測することは困難。動的に変化することも多い。

## 仮想計算機への資源割り当て



## 提案システム



### Allocator

- ▶ 適切なメモリ割り当て量を算出

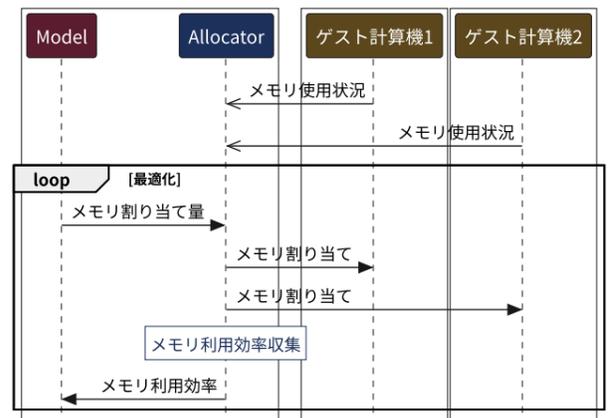
### Agent

- ▶ メモリ使用状況を監視

### ベイズ最適化

- ▶ ガウス過程回帰モデル
  - 割り当てメモリ量とメモリ利用効率の関係

## 動作

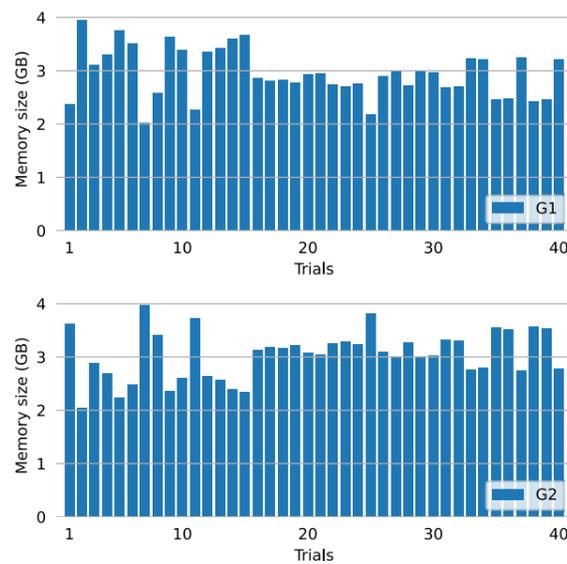


## 評価

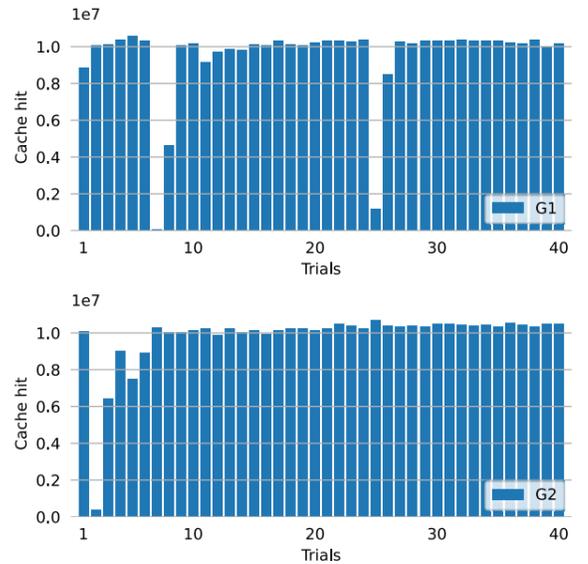
- ▶ ゲスト計算機 G1 と G2 に対して 6 GB のメモリを割り当てる
  - 2 GB から 4 GB まで範囲で
- ▶ 3 GB のファイルにランダムアクセス。
- ▶ 各ゲスト計算機は必要なメモリを確保することができている
- ▶ メモリ利用効率が高くなるメモリ割り当てを行えている

ホスト計算機		ゲスト計算機	
CPU	Intel Core i7-12700K 3.60 GHz	CPU	2 コア
メモリ	64 GB	メモリ	最大 6 GB
OS	Linux-5.12.112	OS	Linux-5.12.112
Virtualizer	QEMU-5.2.0		

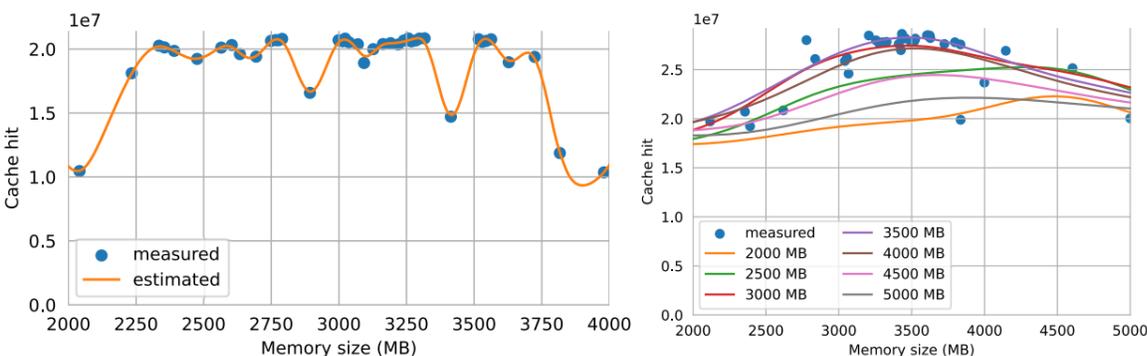
## メモリ割り当て量



## キャッシュヒット数



## キャッシュヒット数の実測値と推測値



## まとめ

- メモリ割り当て量とキャッシュヒット数
- ▶ 実測値をもとにモデルを作成
  - ▶ モデルを用いて最適化
- 仮想計算機の活用
- ▶ 仮想計算機の状態に応じた最適化
  - ▶ 適切な量の資源の割り当て
  - ▶ 小規模組織でも仮想計算機を運用可能

# 数値制御工作機械を用いた彫金文様の再現

龍谷大学先端理工学部機械工学・ロボティクス課程 小川 圭二

## 1. 背景・目的

### 彫金技法の“毛彫り”について



←熟練技能が必要

技能の習得が困難であり、習得に膨大な時間を要する。さらに、彫金師の数が減少傾向にあり、技能が失われる可能性がある。

⇒マシニングセンタと非回転工具を用いて彫金師の技能を再現

←しかし、彫金師の熟練技能の再現は困難であった。

そこで、技能の再現ではなく、文様そのものの再現を試みることにした。

### 【本研究の大目的】

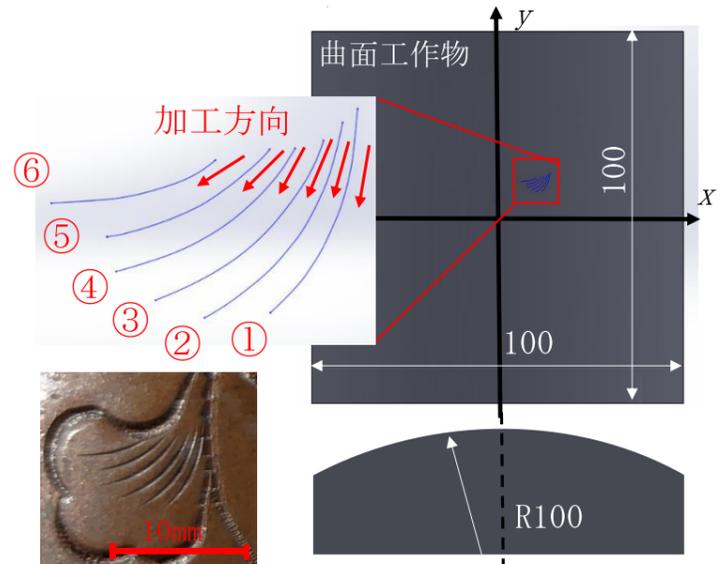
数値制御工作機械（マシニングセンタ）と非回転工具を用いて、“彫金文様の再現”を行う。

先行研究では、平面から曲面への応用に取り組むことにしたところ、その実現可能性を示すことはできたものの加工誤差の観点で新たな課題が生じた。本報ではその改良法を提案する。

### 【本報における研究目的】

曲面上への毛彫り文様再現誤差に及ぼすと考えられた工具回転軸の回転角度設定方法を改良し、その効果を検証する。

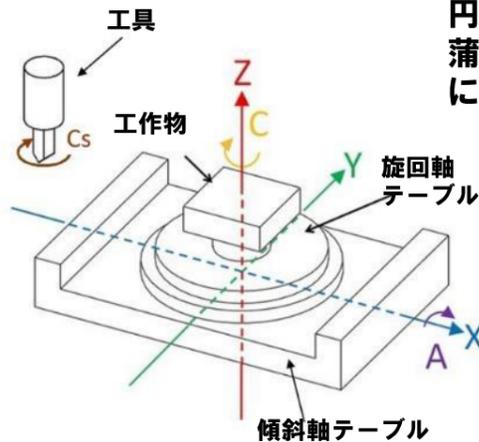
## 2. 実験方法



再現対象文様

### 【工作物】

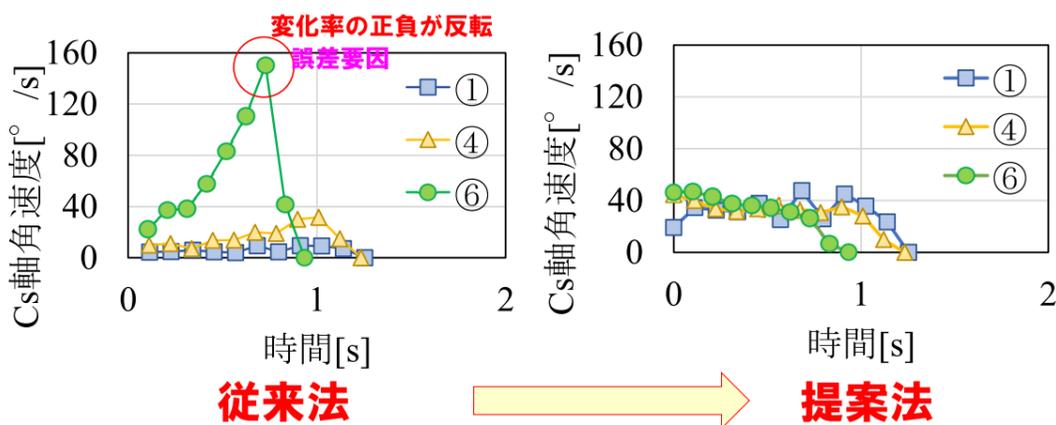
円柱（半径100 mm）の一部を蒲鉾状（100 mm×100 mm）に切り出した。



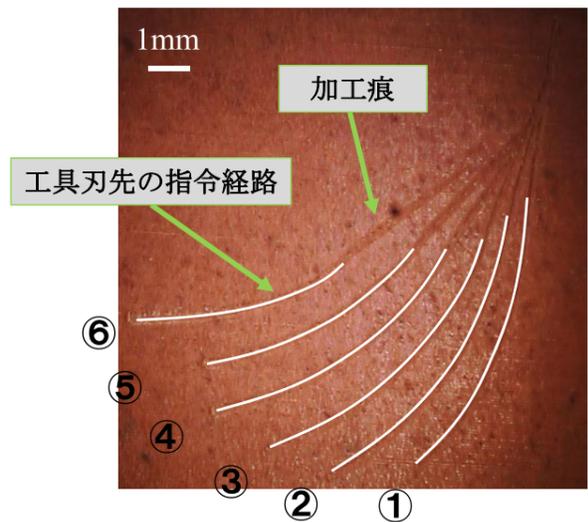
### 【数値制御工作機械】

5軸制御マシニングセンタに工具の回転制御軸（Cs軸）を付加した6軸制御マシニングセンタ

## 3. 実験結果



- (a) 従来法：画像から各葉脈部の平面上の座標を読み取り、それを工具軸方向に工作物曲面上に投影することで文様加工指令位置（座標）を設定。そして、その座標変化に応じた工具軸回転角度を算出。
- (b) 提案法：CAMシステムによって出力された各指令点を3D-CADでモデリングした工作物曲面上に配置して、その座標の変化量からCs軸の指令値を算出。



➤ ケミカルウッドを対象にした実加工により運動挙動確認試験を実施したところ、上図の通り、指令経路通りの曲線を描くことができ、精度よく加工されていることが確認された。

## 4. まとめ

工作機械各軸の運動挙動から加工誤差の要因を分析して、その対策を検討した結果、**新たな手法により、再現性の向上**を可能とした。

# 江戸後期および明治期に製作された須弥山儀図の科学分析

先端理工学部応用化学課程 ○藤原 学・樋口 玲央

## はじめに

江戸後期に西洋科学(地動説)が流入し、仏教の世界観(天動説)に動揺が生じた。  
⇒ 仏法護持の観点より、仏教の世界観を表現した須弥山儀に関する書物、図会、三次元モデルが作られた。

- 明治維新となり、須弥山儀に関する資料の多くが廃棄または保護のため隠匿された。
- 龍谷大学には、現在、可動する状態の二基のうち一基の須弥山儀、須弥山儀の主要部分を模した唯一の縮小版、文化十年に製作された須弥山儀縮小版(図会)が保管されている。
- 2025年度に古本屋より購入した文化十年および明治十八年製作の須弥山儀図2点について、使用されている色材について科学分析(光学顕微鏡観察・X線顕微鏡による点分析)を行った。

文化十年製 須弥山儀図・・・青・赤・黄・白色を中心に彩色されている。日本各地の博物館で保管されているもの(いずれも文化十年の銘入り)とサイズ・デザイン・色調はほぼ同じである。

明治十八年製 須弥山儀図・・・多数の色材が使われており、それらは比較的濃く塗布されている。文化十年製作の図とはデザインがかなり異なる。

## これまでの研究対象

### 奈良絵本挿絵断片(肉筆画)

「奈良絵本」は、挿絵入りで書写された御伽草子の総称であり、室町後期から江戸前期に流行した。短編の物語集に、比較的豪華な挿絵が加えられている。平安期から室町期までの絵巻と江戸中期からの草双紙(黄表紙)をつなぐものとして再評価されるようになり、近年では国際的な会議や研究会も毎年のように開催され注目を集めている。5000点近くの作品が知られており、冊子体として残存しているものも多いが、挿絵断片だけを切り離した断片も多い。

### 浮世絵(木版印刷)

浮世絵は、江戸初期に成立した絵画様式の一つである(主に製作されたのは江戸中期から明治期)。奈良絵本が衰退した後に、それと入れ替わるように流行した。役者絵や風景画など庶民が興味を持つ題材が選ばれた。版型は、大判(約39 cm × 27 cm)、中判(約32 ~ 34 cm × 22 ~ 24 cm)、細判(約33 cm × 15 ~ 16 cm)、開判(約20 cm × 30 cm)などが知られている。一般的には木版画であり、数百枚から数千枚刷られている。浮世絵には文字情報が印刷されており、絵師・題材・版元・製作年が明示されている。北斎や広重などのように有名な絵師が多数現れ、海外での評価も高い。サイズは異なるが、製作された年代や作成方法より須弥山儀図もどちらかということに分類することができる。

## 奈良絵本挿絵断片に使用された顔料

基本五色・・・赤・緑を含む青・黄・白・黒

赤(辰砂・鉛丹・弁柄など)、白(胡粉・石膏・鉛白など)、黒(墨など)は、いずれも古代から現在に至るまで世界各地で使用されている。

黄と青については17世紀頃より新たな顔料が次々と登場し、それらの使用された時期や地域が限定されている。品位や登場人物の身分により、使用されている顔料の種類が異なる。赤・・・辰砂 > 鉛丹 > 弁柄、青・・・藍銅鉱 > 藍 > 青花

## 浮世絵に使用された色材

木版印刷に適した色材が選択されている。江戸末期より天然色材だけではなく、人工顔料(青：プルシアンブルー)や人工染料(赤：アニリン染料)が使用されるようになっていく。緑については、奈良絵本での松葉緑青(マラカイト、 $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ )ではなく、石膏( $\text{As}_2\text{S}_3$ )とプルシアンブルー(紺青、 $\text{KFe}^{\text{III}}[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6]$ )の混色が使用されている。

## 本研究の対象

### 須弥山儀と須弥山儀図(1)

仏教天文学の祖とされた天台宗の僧侶、普門円通(1754-1834)が、「須弥山儀」を分かりやすく示すための図を考案し、それを須弥山儀と呼んでいる。

須弥山(しゅみせん)は、仏教の世界観の中心にそびえ立つ山の名である。四天王や帝釈天が住むというこの山を以て世界が平面上に広がり、大地の周りを太陽や星が巡る、古代インドの仏教的な世界観・宇宙観を須弥山儀と呼ぶ。

日本では、こうした伝統的な世界観が江戸時代を通じて存続する一方、江戸時代後期には蘭書・蘭書を通じて地動説が伝えられた。西洋科学を学んだ蘭学者による仏教思想への批判が高まり、人びとの信仰が揺らぐことを恐れた円通は、地動説に反対した須弥山儀や、木版多色刷の図会を作らせて、須弥山儀の普及に尽力した。近世後期における日本人の世界観や宇宙観の変遷を知るために重要な資料である。

関連資料：『天竺新釋図』(1793年、本末良長) 地動説を明記、天球の動きの解説  
『和蘭通語』(1805年、司馬江漢) 地動説を世に広めるための努力  
『仏蘭書彙編』(1810年、円通) 地動説に反対  
仏教の宇宙観は天の中心に太陽を有する宇宙の宇宙

### 須弥山儀と須弥山儀図(2)

須弥山儀と須弥山儀図(2)

金・銀・硝子・硝子の四宝で須弥山はできて(高さ:567km)、その頂上は九山八海が交互に存在している。  
現存する須弥山儀は9基(国立科学博物館 田中九重 製作、セイコー時計博物館、愛媛県立総合科学博物館など)のみで、そのうち可動なのは2基(和歌山の正立寺と龍谷大学)。  
仏法護持の理念を述べている。円通の描き方(見方)と精神は、彼の弟子の須弥山儀(天竜寺)とその孫弟子の須弥山儀(永春寺)らによって引き継がれた。  
福岡県東郷町の円通の掛け軸から複製した複製品(複製品)が知られている。からくり職人である村上久重(寛政20年)に製作を依頼した。弘化元年(1847)製造を開始し、嘉永三年(1850)に完成した。

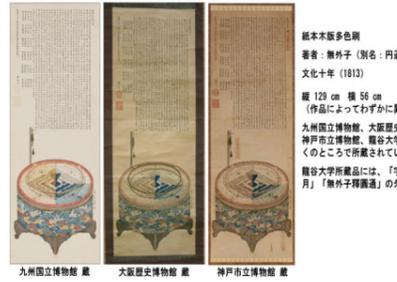
龍谷大学蔵の須弥山儀：龍谷で複製製作した「須弥山儀」と「縮小版」(龍谷大学所蔵の二基のみ現存)は複製が引き継ぎ所有された。その後これを発見した蘭学者である村上久重(複製品)に複製された。『六條学報』第76号には村上久重の複製品として「須弥山儀縮小版」(複製品)が他の関係資料と共に掲げられている。(文・本末良長 大塚啓輔撮影)



### 文化十年製作の須弥山儀図(1)

文化十年製作の須弥山儀図(1)

紙本多色刷  
著者：無外子(別名：円通)  
文化十年(1812)  
縦 129 cm 横 56 cm  
(作品によってわずかに異なる)  
九州国立博物館、大塚啓輔撮影、神戸市立博物館、龍谷大学など多くのところで所蔵されている。  
龍谷大学所蔵には、「字の白印月」(「無外子」)の朱印あり



### 文化十年製作の須弥山儀図(2)

文化十年製作の須弥山儀図(2)

2025年度 小林書房(東京)より購入し、本研究の測定対象とした。紙が黄変し、軸の折れ目が目立つ。朱の印が2箇所(丸印と角印)が押されている。色は比較的良好に残されている。



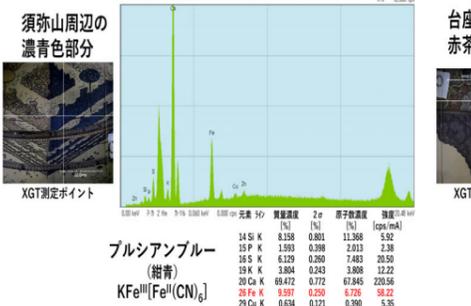
### 文化十年製作の須弥山儀図(2)

文化十年製作の須弥山儀図(2)

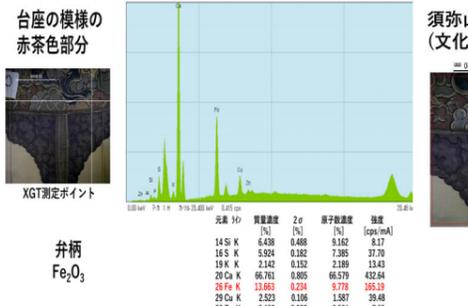
2025年度 小林書房(東京)より購入し、本研究の測定対象とした。紙が黄変し、軸の折れ目が目立つ。朱の印が2箇所(丸印と角印)が押されている。色は比較的良好に残されている。



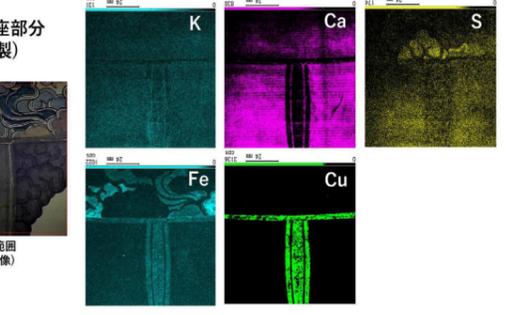
### 文化十年製 須弥山儀図の科学分析(点分析1)



### 文化十年製 須弥山儀図の科学分析(点分析3)



### 須弥山儀図の科学分析(面分析1)



### 明治十八年製作の須弥山儀図(1)

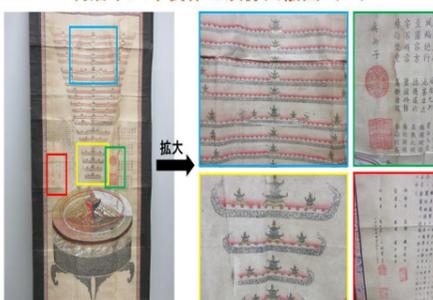
明治十八年製作の須弥山儀図(1)

2025年度に思文閣出版(京都)から購入  
紙本多色刷  
文化十年製のものに比べ、サイズやデザインがかなり異なっている。全体的に鮮やかに彩色されている。  
日(太陽)とその軌道(黄道)、天上の建物の屋根や台座などに金泥が使用されており、かなり豪華なつくりになっている。  
著者：無外子(別名：円通)  
製作年：明治十八年(1885)  
大きさ：縦 135 cm 横 55 cm  
大きな朱印が二箇所(丸印と角印)、小さな朱印が三箇所押されている。

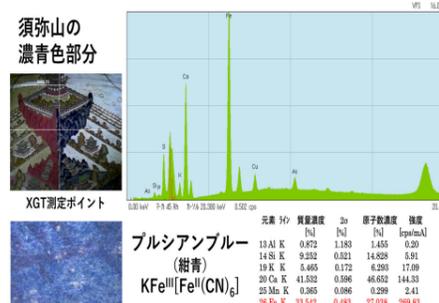


### 明治十八年製作の須弥山儀図(3)

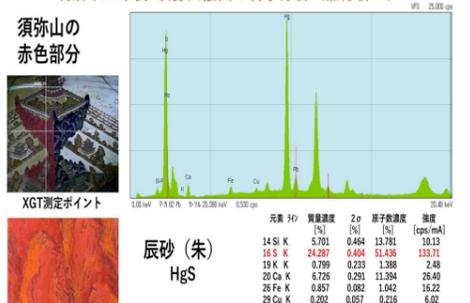
明治十八年製作の須弥山儀図(3)



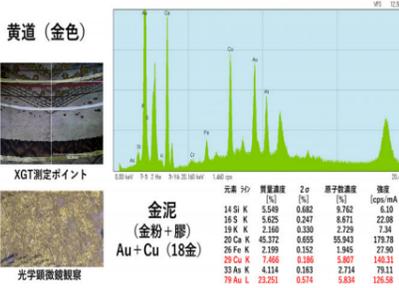
### 明治十八年製 須弥山儀図の科学分析(点分析1)



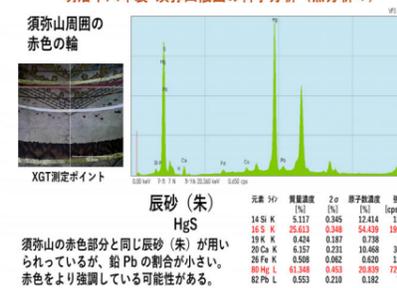
### 明治十八年製 須弥山儀図の科学分析(点分析2)



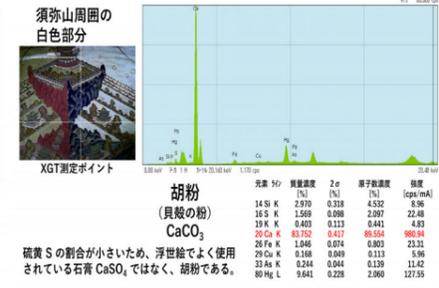
### 明治十八年製 須弥山儀図の科学分析(点分析3)



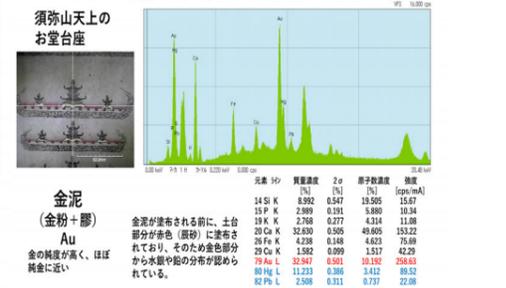
### 明治十八年製 須弥山儀図の科学分析(点分析4)



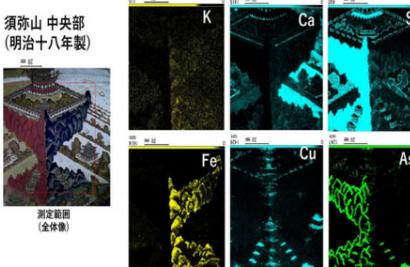
### 明治十八年製 須弥山儀図の科学分析(点分析5)



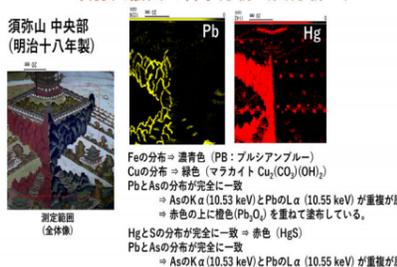
### 明治十八年製 須弥山儀図の科学分析(点分析7)



### 須弥山儀図の科学分析(面分析1)

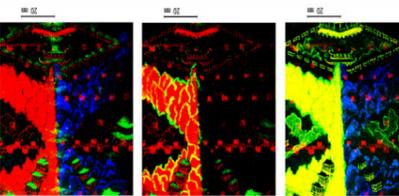


### 須弥山儀図の科学分析(面分析1)



### 須弥山儀図の科学分析(面分析1)

須弥山の中央部 RGB表示(明治十八年製)



## まとめ

- 文化十年製・・・多色木版印刷  
浮世絵と同じ色材(例えばプルシアンブルー)が使用されている。
- 明治十八年製・・・多色木版印刷(文化十年製よりも明らかに色材の種類が多い)  
ただし、光学顕微鏡観察より一部において筆を用いて塗布されている可能性がある。  
○ 中央部の須弥山の赤および青色彩色部分  
○ 金泥を用いて彩色されている部分

点分析だけでなく、面分析を併用することにより色材の特定ができ、描写方法(彩色の順序)についての情報を得ることができた。

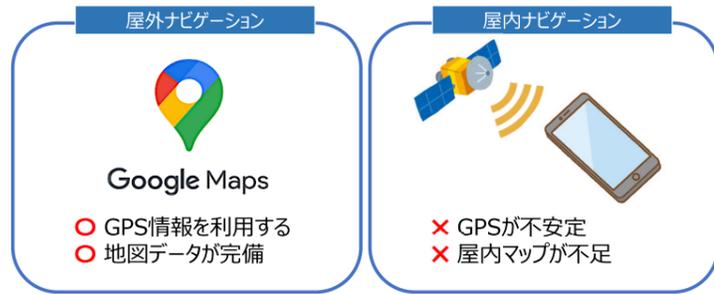
今後は、双方で共通している部分の比較を重点的に行う予定である。

# 博物館・美術館を想定した 自己キャリブレーション型ナビゲーションシステムの検討

龍谷大学先端理工学部 竹内楨作 ○菅谷至寛

## 研究背景

スマートフォンの普及により  
ナビゲーションが容易に利用できるように



GPSを使用しない屋内位置推定手法が提案されている

- Wi-Fiなどのアクセスポイントを用いた手法[1]
- BLE(Bluetooth Low Energy)ビーコン等から発せられる電波を利用した位置推定手法[2]
- 建物内の磁気を使った手法[3]

屋内ナビゲーションシステムの手法の一つに  
外崎らのPDRと屋内の案内板地図を用いた先行研究[4]が存在する



## 課題点

PDR(Pedestrian Dead Reckoning)は時間が経つにつれて累積誤差が大きくなりずれが大きくなる, 広い空間では粒子の重み付けが適切に行われ  
⇒先行研究では現在地をタップし直すことで絶対値を補正する機能があるが, 初めて利用する屋内で正確な位置を把握しタップすることが難しい



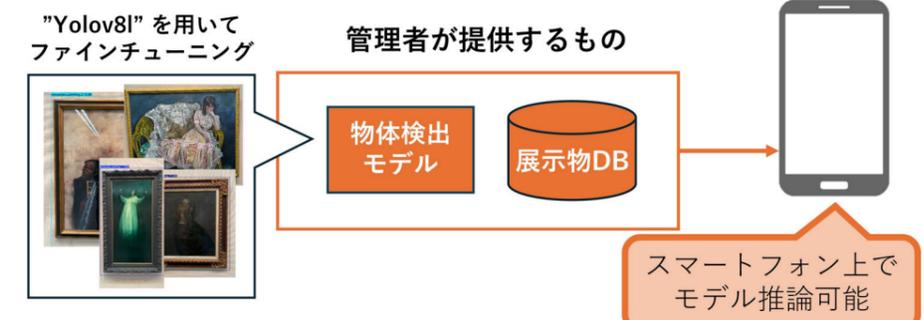
## 提案手法

ユーザが直感的にキャリブレーションできる, 博物館や展示場などでの使用を想定した展示物撮影・検出による自己キャリブレーション型ナビゲーションシステムの検討・展示物紹介機能の実装



## 実装システム概要

アプリケーションに物体検出モデルと展示物DBを提供し, ユーザは撮影だけでモデル推論・展示物紹介・キャリブレーションを一括で行うことができる



## アプリ画面

展示物撮影後の展示物紹介画面などの紹介



## 評価実験

タップによるキャリブレーションとの比較実験アンケートを実施

実験場所: 龍谷大学 7号館 1階

被験者数: 8名

学習枚数: 各クラス25枚

手法の順番: 交互

アンケート項目(5段階評価): T検定を実施

直感的・正確性・満足度・使いやすさ



## 結果・考察

項目	p値	有意差の有無
直感的	0.0199	有意差あり
正確	0.7627	有意差なし
満足度	0.3807	有意差なし
使いやすさ	0.0112	有意差あり

⇒直観性と使いやすさは有用であることが示されたが位置の正確性や満足度においては改良の余地があることがわかった

## 課題点・今後の展望

### 課題点

「物体検出までに5秒から7秒ほど時間がかかる」

「キャリブレーション後の移動量・移動方向がおかしい時がある」

「キャリブレーションできる場所が限られている」

### 今後の展望

⇒事前学習済みモデルを小さいものに変え推論速度向上

⇒キャリブレーションプログラムの見直し

⇒管理者の事前準備の負担軽減

## 参考文献

- [1] C.Yang and H.rong Shao, "Wifi-based indoor positioning", IEEE Communications Magazine, vol.53, pp.150-157, 2015.
- [2] Adam Satan, "Bluetooth-based indoor navigation mobile system", 19th International Carpathian Control Conference (ICCC), pp.332, 2018.
- [3] Kalyan Pathapati Subbu, Brandon Gozick, and Ram Dantu. Locateme: Magnetic-fields-based indoor localization using smartphones. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST), Vol. 4, No. 4, pp. 1-27, 2013.
- [4] Kento Tonosaki, Yoshihiro Sugaya, Tomo Miyazaki, and Shinichiro Omachi. Improvement of map matching for indoor navigation exploiting photo of information board. In Int. Conf. on IPIN, 2016.

# 大谷探検隊将来舍利容器の作成技法・材料推定にむけて

岡田至弘(研究フェロー) 坂田さとこ (株) 坂田墨珠堂 三谷真澄(文学部)

## 1. はじめに

大谷探検隊将来舍利容器(1)とは、東京国立博物館所蔵のTC-557(木製舍利容器)、TC-472(小径木製舍利容器)である。TC-557は、そのレプリカ製作のため、2009年12月、外形計測と写真記録を行っていた。この度、同舍利容器の作成・修復技法について調査を行う機会を得た。舍利容器内部の割り貫き工法、および、木製容器補強法に分けて検討を行った。ここから、その後の彩色および、利用された材料の推定と補修過程について報告する。

## 2. 写真記録と外形計測

TC472は第1回探検隊の将来品(木製骨壺金箔押)として、西域考古図譜(1915年刊)に初めて写真掲載された。1957年にTC-557は、クチャ将来の彩画舍利容器として、初めてカラー写真記録と外寸・内寸計測結果が報告(2)された。1963年、大谷探検隊50周年記念展覧(3)において、両舍利容器の展示が行われた。2009年には、TC-557のレプリカ製作を目的とした、写真記録と外形計測を実施した。ここでは、写真記録として、幾何変形・レンズ収差などからの影響を抑え、外形寸法計測および、レプリカ作成用表面画像(テクスチャ)に用いる写真記録を行った。さらに、3D形状記録においての照明・陰影を極力抑え、色彩計測記録としても活用できる大判デジタルカメラによる撮影を行った。



図1. 1915年 TC-472



図2. 1957年 TC-557

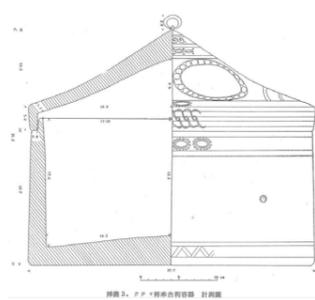


図3. 2009年 TC-557 (2025年度に再度外寸推定)

## 3. 舍利容器作成手法・彩色層推定(2025年度調査)

舍利容器の製作は①轆轤による成形、②麻布を用いた下地作り、③絵付け、④油性塗料を用いた仕上げ、という工程(1)によると考えられている。

①轆轤による成形では、身(円筒部)内壁面において、轆轤挽きの刃跡が確認された。当初、木地に残る年輪跡と推測していたが、同心円上の規則性から、小径の円弧を持つ刃物を用いた加工と考える。身の外側においては、刃跡に対応する凹凸は確認できず、ここから、内部加工に続いて平な刃物による平滑成型を行った可能性が考えられる。今回、両舍利容器の重量計測を実施した。体積から推定できる比重は、0.7以下と推定される。木地(国内産材木では桐材等)の年輪形成が明示されにくい、軟質の丸太状(円筒)材木による加工と考える。②麻布を用いた下地作りでは、軟質木地の補強も兼ねる絵付け下地と想定される。②の補強がみられないTC-472では、傘状蓋・身(円筒形)の内部・外部に渉る劣化・破損箇所が多く認められる。TC-557では、彩色層の剥落・微小ひび割れ、傘状蓋・身の外部ひび割れ(木屑修復跡)が散見されるが、内部表層・外部表面個々に留まっている。

### 重量測定

TC-557	3,466g (誤差±1g)	
傘状蓋	1,076g (31%)	円筒部 2,390g (69%)
TC-472	847g (誤差±1g)	
傘状蓋	317g (37%)	円筒部 530g (63%)

### 内壁面観察

パノラマカメラ (Ricoh-THEATA-S) による、近接360度合焦点画像による加工方法推定

精度 パノラマ水平方向5K、縦方向HD解像度



図4. TC-557 内壁面・底面加工跡



図5. 麻布下地(傘状蓋縁・身側面)

③絵付け は、③-1 丹色を含む地塗り、③-2 同心円線引き(濃緑色太線)による大枠レイアウト、③-3 他彩色(黒線は最後か)の順と想定できる。④油性塗料を用いた仕上げ は、乾性油もしくは、保護油による光沢のように観察できるが、密陀彩色含めた他彩色法を否定するものではない。参考文献(2)の同号では、ペリオ将来のスパン出土木製舍利容器三種が報告されており、TC-557同様、“彩色表面は、一種の艶を保ち、絵具のつき方も非常に緻密”とされていることから、彩色+仕上げの一連の過程と考えることが必要と思われる。TC-557の観測では、⑤金箔押し含めた後補彩色、⑥修復の過程が必要となる。参考文献(2)の1957年時点の彩色状況・金箔押し箇所と現状の相違が見られる。参考文献(3)では、発見当時の状況を“はじめ縁を藍に金箔を並べて貼り、他は蓋も身も二段に白と赤も塗り分けていたが、その下から現在の彩画が発見された”とある。図9の最表面の丹色は、光沢少なく、マットな彩色層であり、発見当初の赤に相当するものと思われる。



図6. 丹色地塗り(傘状蓋縁・最下部)



図7. 同心円線引き(傘状蓋・濃緑色)



図8. 彩色細部(傘状蓋)



図9. 丹色(傘状蓋縁・最表面・マット)

### 近接マクロ撮影

(HDMI解像度静止画カメラ舍利容器外観拡大)  
\*最大200倍マクロ撮影可能、長作動距離(観測対象表面上500mm以上)  
目的:近接拡大観察、斜光などの動光源条件下での観測から、彩色表面構造、近接外観観察による蛍光観察、光強度観測(LED投射角度可変:30°~90°)  
\*365nmLED光源計測(スペクトル計測範囲外だが、365nm中心に、可視限界域:濃紫色での確認のため利用) 直接光計測:照度 [lx]44.1  
利用機器:セコニック C700 スペクトロメーター

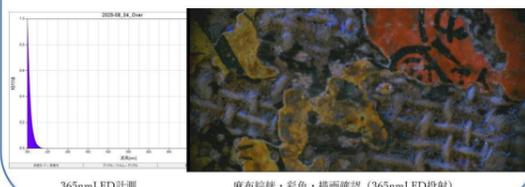


図10. 365nmLED(傘状蓋・投射角85°)

### Scaniverseによる3D復元観測

目的:パノラマカメラ同様、さらに赤外線パターン光投影による3次元計測を同時に、色補正も実施  
精度:3D計測のための、事後補正を実施(モデルによる測定)、但し、表面凹凸、および微細加工跡、数mm程度の薄板計測精度の信頼性低いと思われる。  
Software/機器:Lidarセンサー+iPad-pro、Niantic Scaniverse(iOS 4.0.6(Mar 7, 2025)、mode:詳細、8k テクスチャ)



3D復元観測結果

## 4. まとめ

大谷探検隊将来舍利容器は、発見場所、流転経緯、修復歴、写真記録、形状記録含め検討すべき課題を抱えているが、2009年度デジタル写真記録、3D形状計測を経て、レプリカ作成を進めてきた。微細形状、精密色彩計測の基礎となる高精細画像記録に加え、質感の定量化と記録について再考する必要がある。質感の細分化では、材質・光沢度についての調査は端緒についた程度であり、基礎的な法量(寸法、重量)、光沢度(光源入射角)の精密計測が必要となってきた。今後は、彩色・顔料・染料(TC-557では、顔料の特定が主か)の計測を、微小範囲で実施する必要がある。また、木地作成法としての轆轤挽きの加工方法、工具の実際についても更なる検討が必要となる。

本報告の作成に当たり、東京国立博物館、並びに勝木言一郎氏の適切な助言と、舍利容器の実見と観測への全面的な協力に深謝申し上げます。

## 参考文献

- (1) 勝木言一郎 2017 「シルクロードの美術:大谷探検隊将来品」東京国立博物館 pp.34~37
- (2) 熊谷宣夫 1956 「クチャ将来の彩画舍利容器」美術研究 第191号 pp.239~265
- (3) 読売新聞社 1963 「シルクロード美術展—大谷探検隊50周年記念—」展覧図録
- (4) 岡田至弘 2012 「照度差ステレオ法による表面微細形状計測」文化財保存修復学会第34回大会

# 密陀絵技法による經典類の軸端について ～試作による一考察～

坂田 さとこ (株) 坂田墨珠堂

## 1. はじめに

天平、奈良時代の経巻に付けられた密陀絵技法による赤、白、緑の軸端について、文献調査と手板試料、試作軸を作製した。また展覧会や実見により、経巻名と時代、所蔵、軸端の赤、白、緑の色分けを、20年間にわたり記録し一覧表にまとめる等、継続的に密陀絵について調査研究を行っている。

## 2. 密陀油の製造 試作

「密陀油」とは、油の中でも特に乾燥性が高いとされる乾性油（荏油・桐油等）に、乾燥剤となる密陀僧（一酸化鉛：PbO）を加え、更にその乾燥性を上げたものである。そして「密陀絵」とは、彩色表面上に密陀油を塗付した絵や、密陀油で顔料を練って描いた絵を示し、技法として主にこの二種が挙げられる。

密陀油製造に関する文献資料は、求める奈良時代は当然至らず、近世の記録に多種に及び確認される。大半が油に乾燥剤を添加し煮詰める同一工程である。成分記述のうち記載例が最も多い物は、荏油（エノ油）と密陀僧であった。これらを主成分とし、加熱方法、実施環境、所要時間を検討した。密陀油の条件として、乾性が高く、塗布後の表面が均一で滑らかな状態となるものを求めた。

手板実験を重ねた結果、密陀油は、蜀山人※）「半日閑話」より紙桐油を選択した。製造した密陀油、白密陀・赤密陀の彩色方法、塗布後の表面、手板及び試作軸の経年観察を約20年重ね、文化財保存修復学会で複数回発表し、資料を展示した(1)(2)(3)(4)。

※）蜀山人：太田南畝(1749～1823)江戸時代中期寛政年間

密陀油製造に関する文献			油類	荏油	密陀僧	鉛	丹	上光明丹	シヤリノ錫	金こはく	金密陀	唐土	乾燥剤/その他	樟葉	桐葉	生エシノ油	滑石	白パン	生差	石灰
A	「ミツダ草ぬり様」	不明	江戸	●	●															
B	「絵本彩色通」	葛飾北斎	1848年	●	●															
C	「画図理解 丹青部」	佐竹曙山	1748～1785年	●	●															
D	「西洋画談」	司馬江漢	1799年	●	●															
E	「阿蘭密陀絵方」	(写本)	江戸	●	●															
F	「阿蘭密陀絵方」	(写本)	江戸	●	●															
G	「半日閑話」/紙桐油の製法	蜀山人	1768～1822年	●	●															
H	「半日閑話」/密陀油の製法	蜀山人	1768～1822年	●	●															
I	「漆塗之伝書」	不明	1850年	●	●															
J	乾性油製法	司馬江漢	1799年	●	●															
K	「少年工芸文庫」	石井研堂	1903年	●	●															
L	漆工秘伝「日本漆工會雜誌」182	日本漆工協會	1916年	●	●															
M	北村家の製法	北村家	大正	●	●															
N	「油彩画の技法」	ド・ラングル	1968年	●	●															

製造日	2001・4・25
熱源	炭火を用い火鉢を屋外に設置
設定温度	約160～180度 (200度以上でゲル化)
加熱時間	30～35時間
観察記録	約3時間で茶褐色化 更に全体の2/3まで煮詰め濾すと黒褐色の粘り気のある油が完成

材 料	「半日閑話」の記述	実施成分量
工 / 油	三合	180cc
密陀僧	六分	0.75g
明 礬	一分五厘	0.20g
樟 腦	六分	0.75g
備 考	樟腦は後から加える。	

## 3. 彩色層の下地顔料

軸端の彩色における密陀絵技法は、再現方法が明確ではない。よって、文献資料、文化財の実見等を基に、奈良時代における、白密陀・赤密陀の彩色を試みた。彩色層に施す下地顔料について白密陀軸には鉛白(2PbCO<sub>3</sub>・Pb(OH)<sub>2</sub>)を、赤密陀軸には鉛丹(Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)を使用した。鉛化合物の顔料である鉛白と鉛丹を用いることによって、密陀僧(一酸化鉛(PbO))と同様に乾燥を高める効果を求めた。また、各々の手板においても、白と鉛丹は他の顔料と比べ、より高い乾燥性が確認された。これらの顔料は、正倉院宝物調査から、奈良時代における使用例が確認されている。

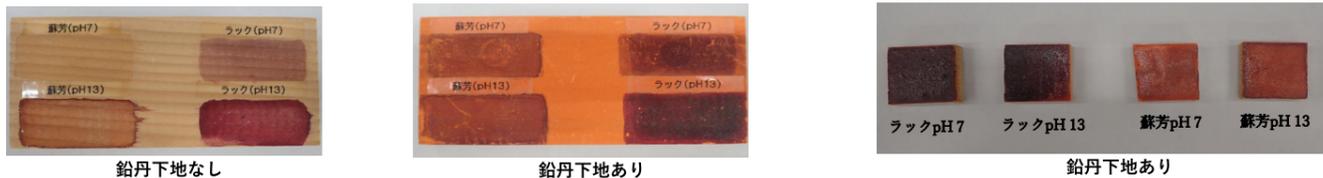


**白密陀 彩色**  
鉛白と密陀油を混ぜてから彩色した資料には色味変化がなく、鉛白の上に密陀油を掛けた資料は油の黄変化がみとめられた。よって、白密陀彩色は、20年前の学会発表の予測通り、鉛白と密陀油を混ぜてから彩色する可能性がある。

**赤密陀 彩色**  
鉛丹に蘇芳とラックの2種類の有機染料を重ねた試料を作製し経過観察した結果、蘇芳の退色が著しく、ラックには変化がみとめられなかった。鉛丹の上に蘇芳及び密陀油掛けという20年前の学会発表の仮説が崩れ、赤密陀彩色はラックの可能性が高いと考える。

## 4. 赤密陀彩色の考察

密陀軸の赤い発色について調査するため、鉛丹に蘇芳とラックの有機染料を重ねた2種類の試料を作製した。染液の抽出には灰汁を使用し、pH7(中性)と、pH13(強アルカリ性)で、pH濃度を変えた染液を使用し資料を作製し、一定の場所で保管し20年にわたり経過観察を行った。結果、蘇芳とラック共に、染液はpH7よりpH13の方が色濃く抽出され色も保たれていたが、20年で蘇芳は著しく退色し、ラックには変化がみられなかった。



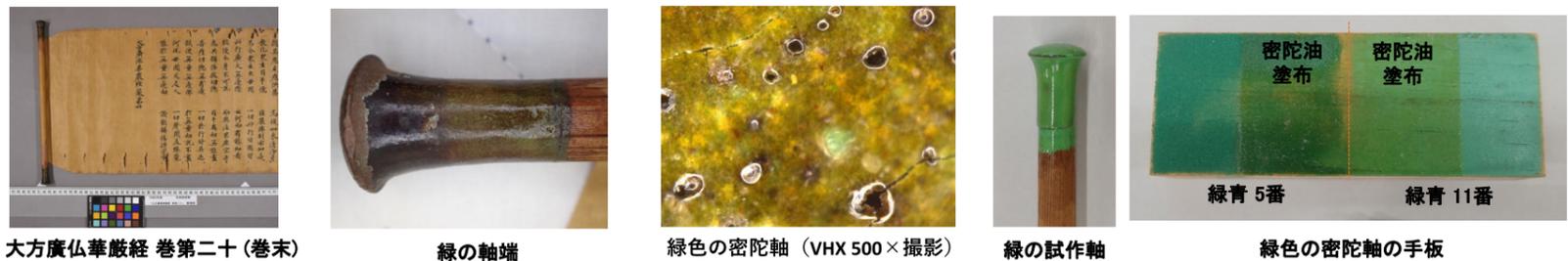
鉛丹下地なし

鉛丹下地あり

鉛丹下地あり

## 5. 緑色の密陀軸の発見

2023年、緑色の密陀軸が装着された天平の華嚴経(布施美術館所蔵「大方広仏華嚴経第二十」一巻の軸端)に巡り合うことが出来た。過去20年間の実見調査で唯一初めての事例となる。緑色の「密陀軸」の事例として、正倉院蔵の「神護景雲二年御願経」の経軸が挙げられ(5)(6)、細かく粉碎した銅系緑色顔料が用いられていた分析結果を参考に、それにならった試作軸と手板を作成した。



## 6. まとめ

試作軸や手板製作後、約20年間の経過観察により、光沢の鈍りや発色等に変化が見られた。特に、赤密陀軸については、鉛丹の上に蘇芳ではなく、ラックを用いた可能性が示唆された。経過観察により仮説が覆る経験を得て、その要因を追及する必要性を感じた。また、展覧会や文化財修理の仕事を通して実見した密陀軸の剥落の状態、発色や色相、光沢の違いは様々であった。これらの結果から、技法や基底材、製造成分の混合比を変えた試料を揃え考察を深めたいと考える。

なお、時代的に現存例の多い奈良時代の密陀軸を求める上で、密陀油製造法に関しては、江戸時代の文献までしかたどれない。また新たに実見調査の機会を得た緑色の軸端について、手板サンプルと試作を残すことで、後世の研究試料とし引き続き経過観察を行う。大変稀有な緑色の密陀軸は、類例として正倉院蔵の「神護景雲二年御願経」の経軸が挙げられるが(7)、この20年間で赤白以外に遭遇したことはなく、緑色の密陀軸は初めての案件である。今後も実見調査を続け、密陀絵の更なる研究と技法解明、また經典類の軸端色分け意図のを探るべく、引き続き調査研究を続けていきたいと考える。

## 参考文献

- (1) 坂田さとこ2004「密陀軸の研究」文化財保存修復学会誌No.48pp.75～87 (2)坂田さとこ2003「密陀軸」—作製技法の研究—文化財保存修復学会要旨集第25回大会(口頭発表)pp.58～59 / (3)「密陀軸」—彩色法における考察—(ポスター発表)pp.112～113 (4)坂田さとこ2004「密陀軸」—作製技法の復元的研究—2文化財保存修復学会要旨集第26回大会(ポスター発表)pp.184～185 (5) 成瀬正和・飯田剛彦 2005「短報X線分析による神護景雲二年御願経の軸端に用いられた顔料の調査」正倉院紀要第27号pp.69-82 (6) 鶴真美・高畑誠・中村力也2019「年次報告8.色料調査2)中倉55 未造着軸第6号其1～其3」正倉院紀要第41号pp.50-51 (7) 北村大通・山崎一雄・木村康一・上村六郎・亀田昭昭和29年3月書陵部紀要第四号「正倉院密陀絵調査報告」pp.80