

文化財の生物劣化の現象解明と対策に関する研究(ホ01)

目 的 文化財の生物劣化現象は、自然災害あるいは日常の管理において生物の発育を促進する因子が存在すると起こるが、その因子の動態は文化財を取り巻く保存環境と複雑かつ密接に関連している。本研究では、この機序を理解するため保存環境と生物劣化現象について記述を重視した事例調査研究を行うとともに、適切で効果的な対処方法について検討することを目的としている。

成 果

1. 新規殺虫方法である湿度制御温風処理の技術開発に関して5か年で進めてきた研究を総括し、現状の到達点と今後の課題について2020(令和2)年12月に内部向けの研究会と報告書の編集を行った。
2. 国内の洞窟(風連鍾乳洞)や古墳環境(虎塚古墳他)における微生物劣化現象について基礎研究を行い、成果を学会・紀要・学術雑誌等を通して発信した。
3. 簡易迅速な生物モニタリング手法の開発のために、社会実装を視野に入れた標準的な調査方法を立案し、実際の現地にて調査を実施した。
4. 水損等被災文化財の生物劣化現象の記述研究と初期対応に関する基礎研究を実施した。関連して被災資料の低酸素濃度殺虫処理に用いられた脱酸素剤から発生する有機酸について緊急的に調査を実施し成果を論文にまとめた。
5. 文化財害虫の分子生物学的解析手法の検討を重ね、羽や歩脚などの体節の一部から種を特定する方法を確立した。また、一部の木材害虫では、虫糞からPCR法によって特異的に検出する方法を確立した。
6. 5か年の研究成果を総括したプロジェクト報告書を刊行した。

論 文・小峰幸夫、篠崎(矢花)聡子、佐藤嘉則ほか：「文化財建造物を加害したシバンムシ科甲虫のDNAバーコーディングに基づく同定法」『保存科学』60 pp.19-26 21.3

・Guo, Y., Sato, Y., ほか：「Mycoavidus sp. Strain B2-EB: Comparative Genomics Reveals Minimal Genomic Features Required by a Cultivable Burkholderiaceae-Related Endofungal Bacterium」Applied and Environmental Microbiology, 86(18) e01018-e01020 20.7

報 告・佐藤嘉則、岡部迪子ほか：「低酸素濃度殺虫法に用いるRP剤Kタイプからの有機酸発生」『保存科学』60 pp.27-32 21.3

・間淵創、佐藤嘉則：「博物館等におけるATP拭き取り検査によるカビ集落の活性評価について」『保存科学』60 pp.41-50 21.3

・小野寺裕子、小峰幸夫、佐藤嘉則ほか：「空調設備のない収蔵施設の保存環境調査一岐阜県関市春日神社の取り組み」『保存科学』60 pp.151-160 21.3

発 表・黒坂愛美、佐藤嘉則、片山葉子ほか：「人為的攪乱により形成された鍾乳洞内照明植生の微生物生態学的解析」日本土壤微生物学会2020年度大会 WEB開催 20.6.5-8

・松野美由樹、片山葉子、佐藤嘉則ほか：「虎塚古墳の壁画剥落片から分離された微生物の群集構造解析」日本文化財化学会第37回大会 WEB開催 20.9.5-13

・佐藤嘉則、松野美由樹ほか：「虎塚古墳の壁画剥落片の微生物群集構造解析」文化財保存修復学会第42回大会 紙上開催 20.7.10

刊行物・『第4期中期計画(平成28年度～令和2年度)文化財の生物劣化の現象解明と対策に関する研究』21.3

研究組織 ○佐藤嘉則、小峰幸夫、小野寺裕子、矢花(篠崎)聡子、岡部迪子、犬塚将英、早川典子、朽津信明、早川泰弘(以上、保存科学研究センター)、片山葉子、藤井義久、北原博幸(以上、客員研究員)、間淵創(併任、文化財活用センター)

保存と活用のための展示環境の研究(ホ02)

目的 開発と導入が進む白色LED、有機EL光源の文化財展示照明としての「保存と活用の両立」の観点から、保存に与える影響及び展示照明としての評価方法を検討する基礎研究を行う。また、収蔵及び展示空間に対し、文化財に影響を与える汚染物質の軽減と温湿度変化の影響を検討するためのデータを収集する。

- 成果**
1. 令和元年度、白色光による文化財への影響を考えるうえで基礎的な指標となっている損傷度曲線について、根拠論文の採取データ数が少なく再現実験が必要と考えられたことから、各波長による損傷度を把握するため、各種材料の変退色度 ΔE と曝露時間との応答性について基礎的な実験を開始した。令和2年度は展示照明の文化財に与える影響について、基準光源であるD65光源を用いて、JIS絹布を染色したものに対して曝露試験を行い、波長ごとの影響を把握した。
 2. 空調や建物の改修を予定している博物館・美術館等において、改修前の状況を把握するため、環境調査を実施し、改修に向けたシミュレーションの材料となるデータを収集した。
 3. 新型コロナウイルス感染症に対する博物館等でのウイルス除去・消毒作業に対し、文化施設等においてどのような消毒ができるのか、消毒対応の仕方、換気に関して検討した。
 4. 2021(令和3)年3月4日「「保存と活用のための展示環境」に関する研究会—照明と色・見えの関係—」を文化財活用センターと共催で実施した。有意義であった(100%)と高評価であった(参加者 所外13名、アンケート回収率85%)。
 5. プロジェクト最終年度として、5年間の研究成果をまとめて報告書を作成した。



曝露試験の様子

発表・吉澤望：「照明と色・質感の見え」保存と活用のための展示環境に関する研究会 東京文化財研究所 21.3.4

・山内泰樹：「リモート・ミュージアムでの色と見え ～色の見えの個人差，高画質化へのチャレンジ～」保存と活用のための展示環境に関する研究会 東京文化財研究所 21.3.4

刊行物・『保存と活用のための展示環境の研究 平成28年度～令和2年度 研究成果報告書』 21.3

研究組織 ○秋山純子、相馬静乃(以上、保存科学研究センター)、水谷悦子(併任、文化財防災センター)、吉田直人、間淵創(以上、併任、文化財活用センター)、佐野千絵(名誉研究員)、吉澤望、山内泰樹(以上、客員研究員)

文化財の材質・構造・状態調査に関する研究(ホ03)

目的 各種の可搬型分析機器を用いた文化財の材質・構造に関する調査方法を確立し、日本絵画における顔料の変遷についての研究を進めるとともに、金工品等における黄銅（真鍮）材料の利用実態を明らかにする。新たに可搬型回折装置を導入し、各種文化財の保存状態等に関する調査研究を進める。

成果 1. 可搬型分析装置を用いたその場分析

- 可搬型蛍光X線分析装置による材料調査として、平安時代の国宝久能寺経（個人蔵）に真鍮泥が使われている新知見を見出した。
- 構成元素の含有率が既知である金箔試料に関する分析データを用いて、分析の精度や確度に関する定量的な評価を行った。
- 可搬型ハイパースペクトルカメラの実用化に向けた光源の選定、白色補正法の改良等を行った。また、令和2年度に新規導入したX線分析顕微鏡を用いた調査を開始した。

2. 現代アート作品の金属製装飾部分の腐食生成物の分析、及び作品周辺の空気質の分析を行い、空気環境と金属の腐食との関係について考察を行った。

3. 研究成果発表

- 論文2件、学会発表2件の研究成果発表を行うとともに、国宝久能寺経（個人蔵）及び国宝孔雀明王像（仁和寺蔵）に関する光学調査報告書を刊行した。
- 金属の腐食と空気環境に関する研究会を開催した。
- これまでの5か年の研究成果報告書を刊行した。



金属試料を用いた暴露試験

論文・早川泰弘ほか：「国宝久能寺経における真鍮泥の利用について」『保存科学』60 pp.73-84 21.3
 ・犬塚将英ほか：「鉛金属の腐食と空気環境との関係についての調査事例」『保存科学』60 pp.33-40 21.3

発表・早川泰弘ほか：「蛍光X線分析における分析値の信頼性－金箔試料の定量分析に関する共同実験－」日本文化財科学会第37回大会 WEB開催 20.9.5-13
 ・古田嶋智子ほか：「博物館における化学物質の放散試験方法の検討－サンプリングバッグのブランク濃度低減方法」文化財保存修復学会第42回大会 紙上開催 20.7.10

刊行物・『国宝久能寺経葉草喩品第五 光学調査報告書』 21.3
 ・『国宝孔雀明王像 光学調査報告書』 21.3
 ・『文化財の材質・構造・状態調査に関する研究 平成28年度～令和2年度 研究成果報告書』 21.3

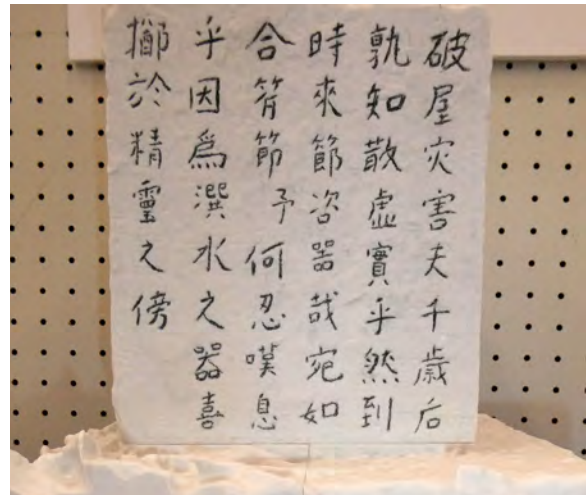
研究組織 ○犬塚将英、早川泰弘、高橋佳久、紀芝蓮（以上、保存科学研究センター）、城野誠治（文化財情報資料部）、岡田健、古田嶋智子（以上、客員研究員）

屋外文化財の劣化要因と保存対策に関する調査研究(ホ04)

目的 屋外に所在する石造・木質文化財を対象に、覆屋の機能・遺構の露出展示に関する課題として、周辺環境等の劣化要因の究明及び修復材料・技術に関する研究を行う。また、石塔など石造文化財の災害事例及び災害対策に関する基礎的調査を行う。また、現在一時保管場所での長期的な保管を余儀なくされている被災文化財に関して、その保存・修復方法に関する研究を進める。

成果 屋外に位置する各種の文化財の劣化状況、保存環境、保存対策について、以下の通り調査研究を進めた。

1. 和歌山県の九重慰霊碑で撮影した写真から三次元データを組み上げて三次元印刷することで、現物では解読が困難だった銘文を読み出して地域の防災意識啓発に寄与した。



三次元印刷された九重慰霊碑

2. 天草市アンモナイト館で化石面の計測を行い、これまで取り組んできた保存対策によって化石面本来の状態が取り戻されるに至ったことを確認した。
3. 南相馬市の薬師堂石仏において、過去の複数の時点で撮影されていた写真に基づいて、各撮影時点の形状を復元し、石仏の劣化の進行について検証を進めた。
4. 白杵市の風連鍾乳洞、香美市の龍河洞など、各地の鍾乳洞で現地調査またはオンライン診療などにより現状を解析し、鍾乳石を覆って繁茂する緑色生物を軽減する方向性などについて検討を進めた。
5. 松島町の頼賢碑において、老朽化が目立つとされる、大正年間に建てられた覆屋内の現在の環境を調査し、保存施設としての覆屋の現状を評価した。

- 論文**・朽津信明ほか：「天草市アンモナイト館における緑色生物の制御」『保存科学』60 pp.85-98 21.3
 ・朽津信明「文化財の現地保存を考える」『保存科学』60 pp.111-130 21.3
 ・朽津信明ほか：「天草市アンモナイト館における照明調整による緑色生物の軽減」文化財保存修復学会第42回大会 紙上開催 20.7.10
- 発表**・朽津信明ほか：「三次元計測に基づく富山市大山の恐竜足跡化石の劣化評価」日本文化財科学会第37回大会 WEB開催 20.9.5-13
 ・朽津信明ほか：「過去の写真に基づく恐竜足跡化石の風化速度の検証」日本応用地質学会2020年度研究発表会 オンライン開催 20.10.1-2
- 講演**・朽津信明：「九重の土砂災害記念碑レプリカ墨入れ式」新宮市役所 20.12.5
- 刊行物**・『屋外文化財の劣化対策に関する調査研究報告書』 21.3

研究組織 ○朽津信明、白石明香(以上、保存科学研究センター)、前川佳文(文化遺産国際協力センター)

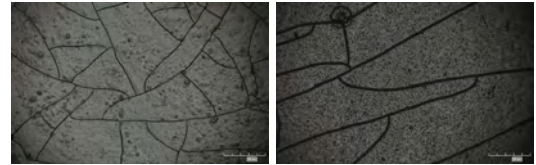
文化財修復材料と伝統技法に関する調査研究(ホ05)

目 的 美術工芸品や建造物等の修復に貢献するため、伝統的な修復材料・技法についての科学的調査を行い、その安定性についての評価を行う。伝統的に使用されており、科学的な解明が必要とされる材料についての化学的調査を行い、修復現場での明確な適用を検討する。伝統的な技法についての記録やその効果についての科学的解明を行う。また旧来の材料・技法では施工が困難とされてきたものについて、新規の材料・技法の開発に関する調査研究を行う。

成 果 1. 文化財の伝統材料と修復材料に関する調査

・ 絵画の基底材に関する調査

東京国立博物館との共同研究で絵画基底材料としての絹糸の形状と織組織に関する基礎データを収集した。また、自然布に関して、FT-IRの判別フローを作成し、それを元に伝世資料の識別を行なった。一部の作品ではクロスセクションによる判定が可能であり、作成したフローの精度を確定できた。



強制劣化28日後の絞漆(左)と素黒目漆(右)の電子顕微鏡写真

・ 漆に関する調査

日本の漆技法に関して、伝統的な工法の科学的解明を行い、絞漆などの化学的変化を利用した技術を明らかにする一方、被災漆芸品の処置や科学的再現による今後の防災上の課題について検討を行なった。

2. 文化財の修復技法に関する研究

・ 令和元年度開催した「文化財修復処置に関するワークショップーゲルやエマルジョンを使用したクリーニング方法ー」について、報告書としてまとめ、刊行した。講義内で使用した資料を全て日本語訳とし、今後の現場でクリーニング作業における参考資料として活用することを目的に作成した。また令和元年度に開催した「文化財修復処置に関する研究会ークリーニングとゲルの利用についてー」についての報告書を刊行した。

・ 水損による被災資料の処置方法の検討や、それらの資料処置を行う機材導入など第5期中長期のための萌芽的研究を遂行した。

3. 中長期プロジェクト「文化財修復材料と伝統技法に関する調査研究」5カ年の成果を包括した報告書を作成した。

論 文・倉島玲央ほか：「タンパク質を混和させた漆塗膜の化学構造と物性の検証」『保存科学』60 pp.61-72 21.3

発 表・Noriko Hayakawa, et al. : On-site Surface Cleaning of Japanese Architecture Using Gels Incorporating Organic Solvents, IIC Edinburgh Congress 2020 20.11.4

・倉島玲央ほか：「ミャンマーで採取された漆に関する研究」文化財保存修復学会第42回大会 紙上開催 20.7.10 ほか6件

刊行物・『文化財修復処置に関するワークショップーゲルやエマルジョンを使用したクリーニング方法ー』 21.3

・『文化財修復処置に関する研究会ークリーニングとゲルの利用についてー』 21.3

・『文化財修復材料と伝統技法に関する調査研究』 21.3

研究組織 ○早川典子、佐藤嘉則、倉島玲央、藤井佑果、山府木碧、中村恵里花、内田優花、山田祐子(以上、保存科学研究センター)、安永拓世(文化財情報資料部)、本多貴之、酒井清文、貴田啓子、稲葉政満(以上、客員研究員)

近代の文化遺産の保存修復に関する調査研究(ホ06)

目 的 近代の文化遺産は、絵画、彫刻、木造建造物等従来の文化財とは、規模、材質、製造方法等に大きな違いがあるため、その保存修復方法や材料にも大きな違いがある。本研究では、近代の文化遺産の保存修復を行う上で必要とされる材料と技術について調査研究を行う。具体的には大型建造物の劣化機構の解明とその修復方法の究明、航空機、船舶、鉄道車両等の保存修復上の問題点とその解決方法の究明を目指している。

- 成 果**
1. 近代文化遺産の活用事例に関するアンケート調査の実施
2018(平成30)年4月に改正された文化財保護法により、活用に大きく舵を切った文化財保護行政を踏まえ、活用を目指した修理をどのように実施したのか、どのような活用方法を目指しているのか調査研究するために、近代文化遺産の活用に関する対応を知るために日本各地にアンケートをお願いし、回答を得た。
 2. 旧志免鉱業所竪坑櫓における修復に対する助言
旧志免町鉱業所の修理工事に際して、使用されている塗料に関する調査分析、及びコンクリート建造物の屋上防水に関する調査研究を実施した。
 3. 失われる伝統技術の記録作成
無形文化遺産部と共同で、三味線の製造元である「東京和楽器株式会社」での記録作成を実施した。
 4. 紙資料の保存技術の調査研究
航空資料の保存に関する調査研究を実施した。
 5. 近代文化遺産の保存活用に関して地方自治体が組織する調査検討の委員会への参画
全国各地の自治体が組織する近代文化遺産の保存活用に関する調査検討委員会に委嘱を受けて参加し、近代文化遺産の保存と修復に関する調査、助言を行った。
 6. 報告書の刊行
令和2年度に実施した近代の建造物(洋館)の内部造作の保存と修復に関する研究内容を報告書に取りまとめた。また、2018(平成30)年に発行した「鉄建造物の保存と修復」の英語版を刊行した。

報 告・中山俊介：「内部造作の保存と修復に関する事例集」『未来につなぐ人類の技 20 内部造作の保存と修復』 pp.83-105 21.3

発 表・中山俊介：「近代文化遺産の保存と活用」近代文化遺産の保存と活用に関するシンポジウム 20.12.4

・中山俊介：「第5 福竜丸の保存について」「ふね遺産」認定記念シンポジウム 21.2.21

刊行物・『未来につなぐ人類の技 20 内部造作の保存と修復』 21.3

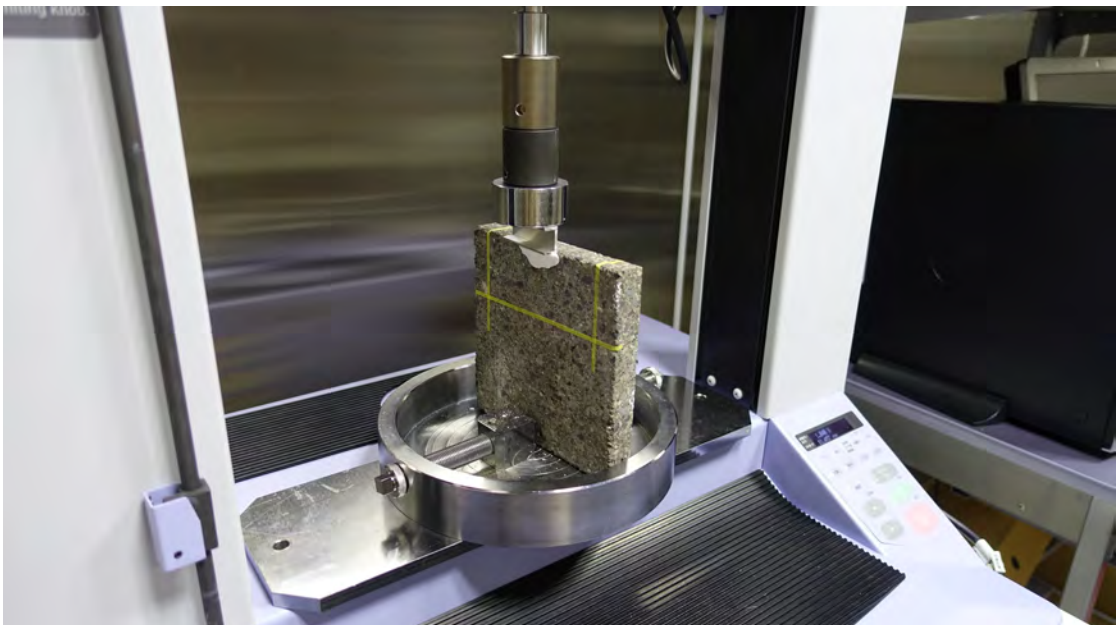
・『Conservation and Restoration of Steel Structures』 21.2

研究組織 ○早川泰弘、中村舞、鳥海秀実(以上、保存科学研究センター)、中山俊介(特任研究員)、簡佑丞、荻田重賀(以上、客員研究員)、鈴木一義(国立科学博物館)

文化庁が行う高松塚古墳・キトラ古墳の壁画の調査及び保存・活用に関する技術的協力(ホ)

目的 文化庁が行う高松塚古墳・キトラ古墳の壁画の調査及び保存・活用に関して技術的に協力する。また、キトラ古墳壁画の彩色及び漆喰の状態調査並びに展示環境の制御とモニタリング方法の調査研究を行う。

- 成果**
1. 高松塚古墳壁画に関しては、修理施設内での歩行性害虫調査、浮遊菌・付着菌・落下菌調査に加え、浮遊粒子数測定、ATP測定と空気質調査を行った。温湿度推移のモニタリングを継続し、安全な保存空間の維持に努めた。また見学通路のガラス窓内部での結露リスクを検討するため、一般公開時前後の周辺の温度湿度及びガラス窓・壁の表面温度の監視を行った。さらに、一般公開時における新型コロナウイルス感染症対策に関する助言を行った。
修復後のメンテナンス作業に関連する調査研究としては、漆喰部分・補填箇所について、その後の状態についての確認を定期的に行った。また、別置保管している目地該当部分の上の星宿金箔について、壁画と一体化させる方法について検討した。
 2. キトラ古墳壁画に関しては、「四神の館」における保管及び公開の環境について調査協力し、集中メンテナンスに伴い、蓋の作成試作など、状況の改善について協議や検討を行った。また、現状は泥に覆われているが、「辰」「巳」「申」に該当すると推定される漆喰片について、令和元年度のX線透過撮影結果を踏まえ、テラヘルツ分光分析及び蛍光X線分析を行った。



石材目地部分充填材の付着性確認試験

発表・犬塚将英ほか：「X線透過撮影による泥に覆われたキトラ古墳壁画の調査」日本文化財科学会第37回大会 WEB開催 20.9.5-13

研究組織 ○早川泰弘、佐藤嘉則、朽津信明、犬塚将英、早川典子、秋山純子、倉島玲央、小峰幸夫、藤井佑果(以上、保存科学研究センター)、水谷悦子(併任、文化財防災センター)、川野邊渉(特任研究員)、宇高健太郎、大場詩野子、片山葉子(以上、客員研究員)