

文化財生物劣化の分子生物学的手法による機構解明と環境調和型対策^(ホ01)

研究組織 佐藤嘉則、島田潤、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、建石徹(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(保存科学研究センター併任、文化財活用センター)

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保存環境が悪化すると起こるが、それを早期に発見して、機序を解明し対策を講じることは極めて重要である。本研究では文化財建造物、古墳内環境など生物制御が困難な空間にある文化財を対象として、分子生物学的手法を用いた生物劣化機構の解明を行うとともに早期発見のための診断技術を確認し、環境低負荷型の処置方法について研究を行うことを目的とする。

成果

1. 木造の文化財建造物で竹材の加害痕跡にある虫糞を用いて、PCR法を応用した分子生物学的手法によって加害種を特定する技術を確認し、その成果を論文として発表した。
2. DNAを識別子とした文化財害虫の検出システム(DNAバーコーディング)構築に向けて、新たに文化財害虫の収集を進め、形態学的、分子生物学的解析を経て国際機関へのデータ登録を進めた。
3. 湿度制御温風処理の技術開発に関して、専門家研究会に参加し(12月)、国内3例目の実証実験に向けた準備を進めた。また、これまでに開発した殺虫処理効果判定法の供試虫の変更にに向けて人工飼育法確立の検討を進めた。
4. 博物館・美術館等での環境カビ測定法の標準化と基準値策定に向けた基礎研究として、アデノシン三リン酸(ATP)測定法を活用した調査を行い、収集したデータの統計学的解析を進めた。
5. 国内の鍾乳洞や古墳環境において行った微生物叢解析のデータ解析を進め、微生物劣化に関わる群集の特定や生態学的な役割や物質循環に関する基礎研究を進めた。



木造文化財建造物から虫糞を採集する様子

論文

- 佐藤嘉則：「博物館・美術館収蔵物のカビ対策システム化の現状と課題」『博物館研究』56(12) pp.11-14 21.11
- 佐藤嘉則：「微生物による文化財の劣化と対策～古墳・洞窟壁画の微生物劣化～」『日本防菌防黴学会誌』50(1) pp.19-24 22.1.10
- 佐藤嘉則：「文化財の加害生物種特定に向けた新たな試み」『木材保存誌』48(2) pp.1-6 22.3
- 篠崎(矢花)聡子、小峰幸夫、島田潤、佐藤嘉則：「竹材から得たフラスを用いて加害種を特定する分子生物学的手法の確立」『保存科学』61 pp.1-12 22.3

発表

- 間淵創、佐藤嘉則：「博物館におけるATP拭き取り検査ーカビ集落の活性評価と機器の特徴についてー」文化財保存修復学会第43回大会 紙上開催 21.7.15
 - 小峰幸夫、篠崎(矢花)聡子、佐藤嘉則ほか：「文化財を加害したシバンムシ科甲虫のDNAバーコーディングによる同定法の検討」文化財保存修復学会第43回大会 紙上開催 21.7.15
 - 佐藤嘉則、岡部迪子、犬塚将英：「低酸素濃度殺虫法に用いる脱酸素剤からの有機酸発生」文化財保存修復学会第43回大会 紙上開催 21.7.15
 - 小野寺裕子、小峰幸夫、森島一貴、佐藤嘉則：「空調設備のない収蔵施設の保存環境改善ー岐阜県関市春日神社の事例研究ー」文化財保存修復学会第43回大会 紙上開催 21.7.15
 - 佐藤嘉則：「微生物による文化財の劣化と対策 ～古墳・洞窟壁画の微生物劣化～」日本防菌防黴学会 第48回年次大会 WEB開催 21.9.9
 - 松野美由樹、片山葉子、犬塚将英、佐藤嘉則ほか：「虎塚古墳の壁画剥落片に形成された独特な微生物叢」日本文化財科学会第38回大会 WEB開催 21.9.19
- ほか2件

文化財の保存環境にかかる調査研究 (ホ02)

研究組織 秋山純子、相馬静乃(以上、保存科学研究センター)、伊庭千恵美(客員研究員)、佐野千絵(名誉研究員)、水谷悦子(保存科学研究センター併任、文化財防災センター)、吉田直人、間瀬創(以上、保存科学研究センター併任、文化財活用センター)

目的 博物館・美術館などの展示・収蔵施設における文化財の劣化抑制を目的として、収蔵および展示空間に対し、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。また、被災文化財等の一時保管場所を想定した保存環境について、環境整備に必要な温湿度・空気質等の状況を把握し、環境改善のための調査研究を行うことを目的とする。

成果

1. 空調や建物の改修を実施した博物館・美術館等において、改修による効果を実証するため環境調査を実施し、改修をする際の検討材料となるデータを収集した。また、持続可能な環境維持を検討するため、展示室・収蔵庫の空調にかかる消費電力を測定し、空調の稼働と温湿度状況について調査を開始した。
2. 標高900mの場所に位置する空調のない神社において、常に外気との行き来があり、霧に多く見舞われる環境下の展示室及び収蔵庫の温湿度データを収集・解析し、高湿度の環境改善を検討した。
3. 展示ケース内の空気質改善のため、空気清浄機による効果を確認した。その状況を踏まえて、空気質の現状と改善に向けた研究会を博物館等の保存科学担当者向けに実施した(2022(令和4)年1月31日(月)「第3回保存環境調査・管理に関する講習会－空気清浄化のための化学物質吸着剤－」)。
4. 一時保管場所として使用されているプレハブ式収蔵庫の空気質と温度の関係を確認するため、温湿度調査を行った。また、空気質改善のため温度と換気量との関係をシミュレーションし、改善策を検討した(『保存科学』61号)。
5. 博物館・美術館等の展示照明について、D65照明での文化財への影響を検証した(日本文化財科学会ポスター発表)。
6. 民俗有形文化財が保管されている小学校の一部の教室で環境調査を開始した。民俗文化財の環境保全対策に役立つデータを収集・解析していく予定である。

論文

- ・水谷悦子ほか：「プレハブ式高気密高断熱収蔵庫におけるアセトアルデヒドの放散挙動の把握と換気量による低減」『保存科学』61 pp.43-55 22.3

発表

- ・秋山純子ほか：「特定波長域を遮光した光照射下における黄色系染料の変退色挙動」日本文化財科学会第38回大会 WEB開催 21.9.18



一時保管場所での調査の様子



一時保管場所における空気質調査の様子

文化財の材質・構造・状態調査に関する研究 (ホ03)

研究組織 犬塚将英、建石徹、高橋佳久、紀芝蓮（以上、保存科学研究センター）、早川泰弘（副所長）、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）

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、平等院鳳凰堂の鉄製金具に施された装飾について新知見を見出すとともに、平安期から江戸期の絵画や経典に使われている顔料についてデータの蓄積を図った。
 - 可搬型ハイパースペクトルカメラの実用化に向けた分析方法・分析条件の最適化を行い、既知の試料を用いた標準データの取得を行った。
2. 金属材料の腐食性生物評価とその対策
 - 現代アート作品の金属装飾部分の腐食生成物の分析、及び化学物質の発生源の調査を実施した。
 - 真鍮製品表面の腐食生成物の分析、及び保存対策に関する考察を行った。
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、東京国立博物館所蔵の平安仏画2点(重要文化財)に関する光学調査報告書を刊行した。

論文

- 早川泰弘：「琉球の美術工芸品」『ぶんせき』7 21.7
- 紀芝蓮、犬塚将英：「文化財の2次元的な分光分析を行うためのハイパースペクトルカメラの性能評価」『保存科学』61 pp.93-107 22.3



ハイパースペクトルカメラを用いた基礎実験

発表

- 早川泰弘：「日本絵画における白色顔料の変遷」中国伝統色彩学術年会 WEB開催 21.11.12-13
- 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」文化財保存修復学会第43回大会 紙上開催 21.7.15

刊行物

- 『東京国立博物館所蔵平安仏画 光学調査報告書』21.9

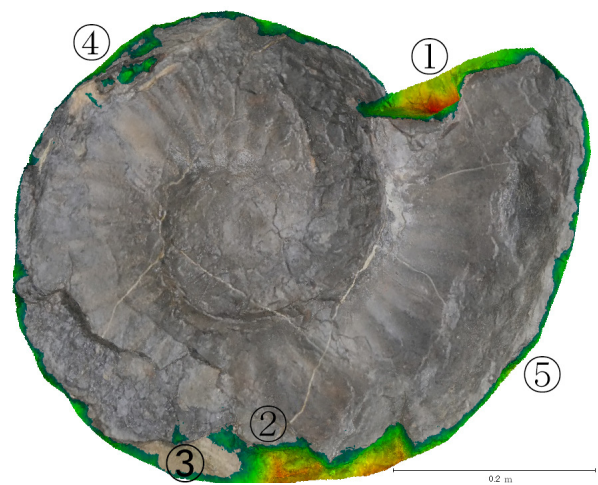
屋外文化財の劣化要因と保存対策に関する調査研究 (ホ04)

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)

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

1. 史跡である南相馬市の薬師堂石仏において、過去に撮影されていた写真に基づいて撮影時の形状を復元し、現状と比較することで劣化の進行について検証した。
2. 市指定天然記念物である天草市アンモナイト館で化石面の三次元計測を行い、覆屋建設前に取られていたレプリカの形状と比較することで、覆屋の保存効果について検証した。
3. 県指定有形文化財である茨城県の直牒洞において、表面を覆って沈着する緑色生物の繁茂と光環境との関係を調査し、繁茂を軽減する環境条件について解明した。
4. 名勝である田代の七ツ釜において、滝の修復以前に撮影されていた写真から形状を復元し、現状を計測して比較することで、名勝の修復について検証した。



アンモナイト化石の比較検証データ 色の付いた箇所が変異(劣化)箇所

論文

- 朽津信明：「文化財としての自然史資料の現地保存」『保存科学』61 pp.13-31 22.3

発表

- 朽津信明、犬塚将英：「常陸太田市・直牒洞の光環境と緑色生物」文化財保存修復学会第43回大会 21.7.15
- 白石明香、朽津信明：「過去の写真・三次元データを用いた薬師堂石仏の崩落の検証」文化財保存修復学会第43回大会 21.7.15

- 朽津信明、白石明香、藤隆宏、後誠介、柳沼由可子、西山賢一：「新宮市・九重の土砂災害慰霊碑の三次元印刷」日本文化財科学会第38回大会 21.9.19
- 朽津信明、白石明香、廣瀬浩司：「天草市・アンモナイト館における化石の現地保存とその評価」日本応用地質学会2021年度研究発表会 21.10.14-15

文化財修復材料と伝統技法に関する調査研究 (ホ05)

研究組織 早川典子、倉島玲央(以上、保存科学研究センター)、前原恵美(無形遺産部)、江村知子、安永拓世(以上、文化財情報資料部)

目的 美術工芸品や建造物等文化財の修復に貢献するため、修復材料・技法についての科学的調査を行い、その有効性についての評価を行う。また、文化財の構成材料や修復に関連し、伝統的材料・用具とそれらを使用する技法についての調査を行い、科学的評価を踏まえた記録を作成することで、文化資産の客観的な情報集積を目的とする。さらに、得られた成果をもとに研究会や研修等を行い、研究で得られた知見を文化財修復の現場へと還元する。本研究には被災資料の処理に関する研究も含む。

成果

令和3年度は「文化財修復のための技術と材料に関する調査研究」と「伝統材料・技法に関する複合的調査研究」の2項目に分けて事業を推進した。

1. 文化財修復のための技術と材料に関する調査研究の研修事業としては、「文化財修理技術者のための科学知識基礎研修」を9月29日より3日間の日程で開催した。これは文化財修復に関する科学の研修としては、国内初めての試みであり、大学の教授職や修復技術分野での責任者等の応募も多く、開催後のアンケートも好評で継続を期待するものであった。また、実際の研究としては酵素を使用して過去に使用したデンプンの除去の検討やフノリ精製方法の検討と評価、補絹に用いる劣化絹の新規作成方法の実験開始、白杵磨崖仏の石室表面再接着材料の現地試験の開始など、様々な研究のスタートアップを行った。
2. 伝統材料・技法に関する複合的調査研究としては、文化庁の行う美術工芸品修理に用いる用具・材料の調査に協力し、今後の生産確保の難しいとされる材料について、科学的な評価と安全な保存方法の検討を行っている。今年度は、掛軸・巻子の修理に必須な宇陀紙材料であるノリウツギについて、その保存に用いられる薬剤が環境被害が懸念されるものであるため、代替手法の検討実験を開始した。また、生産が途絶えた刃物などについて形状記録を取るため3Dスキャナーを購入し、現場との調査方法の検討を行い、令和4年度以降のデータベース作成の基礎資料とした。

論文

- 早川典子ほか：「文化財修復に使用されるフノリの精製効果に関する評価」『保存科学』61 pp.67-77 22.3
- 鳥海秀実：「絵画修復における欠損部分の補完と補彩に関する考察」『文化財保存修復学会誌』65 pp.36-49 22.3
ほか3件

発表

- Reo Kurashima, et al. : Characteristics of lacquer coating films extracted from *Gluta usitata* before and after UV irradiation, ICOM-CC 19th Triennial Conference 21.5.17-21
- 倉島玲央ほか：「多変角測色計による貝類切片の分光分析」日本文化財科学会第38回大会 21.9.18-19
- 倉島玲央ほか：「タンパク質を混合した漆塗膜の表面状態と機械的強度の関係」文化財保存修復学会第43回大会 21.7.15
- 早川典子ほか：「植物由来染織文化財の種同定における非破壊赤外分光分析利用の可能性－葛・芭蕉を中心に－」文化財保存修復学会第43回大会 21.7.15
ほか5件



文化財修理技術者のための科学知識基礎研修

多様な文化財の修復技術に関する調査研究 (ホ06)

研究組織 建石徹、芳賀文絵、中村舞(以上、保存科学研究センター)、中山俊介(特任研究員)、荻田重賀(客員研究員)

目 的 近年多発する災害、水害や地震、火災によって被災した文化財、また、近代に制作された大型構造物や機械器具、工業製品などの文化財の保存修復処置は、その多様な材質、状態により、従来の方法のみでは対処できない可能性がある。本研究では、そのような多様な文化財に対する保存修復技術に関する新しい材料や技法について情報収集、調査及び開発を行う。これらの研究を通して、多様な文化財の特性や来歴を含め、次世代に適切に伝えていくための保存手法・保存活用、防災計画のあり方等を明らかにすることを目指している。

成 果

1. 被災文化財の保存修復技術に関する調査・研究

- 東日本大震災における被災資料保管環境管理について、宮城県の事例をもとに、施設タイプによる保存環境傾向について整理し、報告した。また、同じく被災資料の保存処置に関して、水損紙資料を中心としたレスキューから復旧までの事例を報告した。
- 津波、洪水被災をした紙資料からは、乾燥後も臭気が確認されることがあるが、その資料からの揮発成分、また臭気の軽減方法について検討を行った。まずは被災資料から揮発する成分について調査を実施した。
- 被災資料の応急処置方法の検証として、真空凍結乾燥機をはじめとした、水損紙資料の乾燥処置による資料への影響の検証を試みている。今年度は実験環境を整備するとともに、模擬試料を作成し処置を行った。併せて、東日本大震災での水損資料処置に携わる実務担当者との意見交換を行う等、情報収集を行った。(文化財防災センター連携)

2. 近代文化遺産の保存修復技術に関する調査・研究

- 近代文化遺産の活用に関する調査を行い、活用事例に関するアンケート調査結果について、報告を行った。
- 上記アンケート調査結果に基づき、各地の特徴ある活用を実施している国指定品を中心とした文化財の現地調査を実施した。
- 全国に所在する漆喰装飾の材料技法に関する現地調査を実施し中間報告としてまとめた。
- 航空資料の保存に関する調査を実施した。また、南九州市知覧特攻平和会館と協力し、陸軍四式戦闘機「疾風」(1446号機)をはじめとした近代文化遺産の保存、及び展示保管環境について検討を行った。
- 2019(令和元)年に発行した『コンクリート造建造物の保存と修復』の英語版を刊行した。

発 表

- 中村舞ほか：「産業遺産における活用－文化財の活用に関するアンケート調査結果－」産業遺産学会 21.11.27
- Toru Tateishi, et al.: The History of Japan's System for the Protection of Cultural Properties and Fire, Disaster and Crime Prevention Measures for Museums, Temples and Shrines, ICCROM, "PREVENT: Building Capacities for Mitigating Fire Risk at Heritage Places", 21.11.26(文化財防災センター連携)
- 芳賀文絵ほか：「宮城県における被災資料の保管環境管理について」第43回文化財保存修復学会大会 紙上開催 21.7.15
- 森谷朱ほか：「宮城県における被災資料の保全活動について」第43回文化財保存修復学会大会 紙上開催 21.7.15
- 芳賀文絵：被災文化財の保存と活用－東北歴史博物館における文化財保存の取り組み－ 東京文化財研究所令和3年度第2回総合研究会 東京文化財研究所 21.9.1

刊行物

- 『Conservation and Restoration of Concrete Structures』21.8

高松塚古墳・キトラ古墳の恒久的保存に関する調査研究^(ホ07)

研究組織 建石徹（保存科学研究センター）、早川泰弘（副所長）、朽津信明、犬塚将英、秋山純子、早川典子、佐藤嘉則、芳賀文絵、倉島玲央、鳥海秀実、島田潤（以上、保存科学研究センター）、片山葉子、宇高健太郎（以上、客員研究員）、水谷悦子（保存科学研究センター併任、文化財防災センター）

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、安全な保存環境の維持に努めた。また高松塚古墳壁画の適切な場所で保存管理・公開が行われることを見据え、これまでの環境調査データをもとにして古墳壁画の保存環境管理指針の策定に関する研究を行い学会発表と学術誌への成果報告を行った。

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、状態変化の有無に関する確認を定期的に行った。

2. キトラ古墳壁画に関しては、本年度は修理報告書を刊行した。関連して、全ての漆喰片に関する処置情報のカルテをデジタル情報に変換し、検索システムを作成した。

「四神の館」における保存及び公開の際の環境管理について調査協力を行った。集中メンテナンスや壁画の蓋の検討など、保存状況の改善について協議や検討を行った。また、十二支「辰」「巳」「申」が存在すると推定される泥に覆われている漆喰片のうち「巳」について、これまでのX線透過撮影結果を踏まえ、蛍光X線分析による調査を実施した。また、泥に転写された午の状態について、今後の修復のための状態調査を行なった。

論文

- 犬塚将英ほか：「蛍光X線分析による泥に覆われたキトラ古墳壁画の調査」『保存科学』61 pp.57-65 22.3
- 岡部迪子ほか：「国宝高松塚古墳壁画仮設修理施設における微生物環境管理指針の検討」『保存科学』61 pp.33-42 22.3

発表

- Noriko Hayakawa, et al. : Application of Cell Lytic Enzymes to Remove Biofilm from the Surface of East Asian Paintings, ICOM-CC 19th Triennial Conference 21.5.17-21
- 岡部迪子ほか：「国宝高松塚古墳壁画仮設修理作業室におけるカビ環境管理指針の検討」日本防菌防黴学会第48回年次大会 WEB開催 21.9
- 水谷悦子ほか：「壁画構成材料の乾湿による膨張、収縮の測定」日本文化財科学会第38回大会 21.9.18-19
- 犬塚将英ほか：「蛍光X線分析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38回大会 21.9.18-19 WEB開催

刊行物

- 『国宝キトラ古墳壁画修理報告書』22.3



キトラ古墳壁画十二支「午」の保存環境状態調査