

令和6年度文化庁委託事業

業務実績報告書

「近代歴史資料の保存に関する調査研究事業」

株式会社 修 護

(令和7年3月31日公開)

## 目次

1.	事業趣旨・目的	2
2.	対象資料と令和6年度の事業概要	2
	2-1. 事業委託仕様	3
	2-2. 資料の基本情報	4
	2-3. 実施期間	4
	2-4. 実施体制	4
3.	調査・研究	4
	3-1. 基本調査	4
	3-2. 繊維組成分析	9
	3-3. 紙の水素イオン濃度計測	24
	3-4. 紙の色	25
	3-5. 表紙テープの粘着剤分析	41
	3-6. テープ粘着剤の加温による変化	49
4.	修理	56
	4-1. 修理前の状況等	56
	4-2. 修理方針	57
	4-3. 修理工程概要	57
	4-4. 特記事項	58
	(1) 破り取られた痕跡がある本紙について、(2) 綴じられていない丁と裁断された痕跡の残る断片について、(3) 断裂した本紙の錯簡について、(4) 表紙の可動部に対する処置、(5) 角裂について、(6) 間紙の挿入、(7) 綴孔定規について	
	4-5. 使用材料	63
	4-6. 修理前後写真(抜粋)	64
	4-7. 工程写真(抜粋)	66
5.	普及事業の実施	67
	5-1. 目的・概要	67
	5-2. 実技について	67
6.	資料	69
	近代紙資料に関する参考文献、論文等	
まとめ		71

本報告書は文化庁委託事業の受託者である(株)修護及び共同で調査研究にあたる半田九清堂による調査研究結果に加え、関係者からの寄稿文等を取りまとめて作成した。以下については関係者の原文をそのまま掲載した。

1. 事業趣旨・目的、2. 対象資料と令和6年度の事業概要、2-1. 事業委託仕様、5. 普及事業の実施、5-1. 目的・概要、まとめ：文化庁文化財第一課
- 3-4. 紙の色：東京文化財研究所 加藤雅人
- 3-5. 表紙テープの粘着剤分析：東京文化財研究所 早川典子

## 1. 事業趣旨・目的

本事業は、近代歴史資料の素材の特性がもたらす課題に対応した修理技術の確立と普及をめざし、令和4年度より継続の委託事業として文化庁文化財第一課が企画し、実施している（実施体制は4頁参照）。

近代歴史資料※1は、紙素材のものから機械類まで品質は多様である。また員数が多数に及ぶ一括の資料群で保存されていることも多いが、そうした資料群の中でも形状・素材等が一様ではない。多様かつ多数であること、さらに工業製品など保存性が低い素材が少なからず使用されていることが近代歴史資料の特色である。

また、近代歴史資料の多くは近年まで現用に供されていたため、簡易な補修等が施されているものが少なくない。なかでも近代の紙を主な素材とする歴史資料は、多様な合成接着剤や粘着テープ等を用いて簡易な補修が行われていることが多く、これらが時間の経過とともに変質して、悪影響をもたらしているものがある。

こうした近代歴史資料の特色をふまえ、その資料の価値を最大限保全しながら長期的な保存と活用を目指す必要があるが、文化財としての修理実績は前近代までの文化財に比して多くはない。また前近代の文化財は百年単位で修理後の経年劣化の観察が行われ、修理技法や材料の選択について長期的評価が行われているが、近代歴史資料については、修理後の長期評価はこれからという段階である。

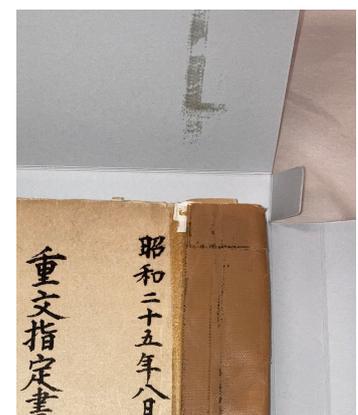
上記の課題をふまえ、本事業では、劣化が進行しつつある近代の紙を素材とする歴史資料について、それを構成する素材や簡易な補修に用いられた補修材の材質等の調査を行い、劣化を促進させる要因を除去する技術の確立をめざす。また、調査に基づいた保存修理によって技術的検証を実施する。さらに調査報告の公表等によりその普及を図り、指定文化財をはじめ、長期保存をめざす多数の紙を主体とした歴史資料についても適用が有益な方法を広め、その素材の特性に応じた良好な長期保存を可能とする環境を醸成する。

## 2. 対象資料と令和6年度の事業概要

本年度対象とする資料は、文化庁が所蔵する昭和25年度～昭和40年度の国宝・重要文化財指定書交付原簿18冊である。

当該資料の詳細は令和4年度の報告書にゆずるが、本年度は昭和20年代の古い冊子を中心に、木材パルプを主原料とした「a系」と分類される（5頁参照）用紙のものが9割以上である。本紙及び表紙ともに変色がみられ、空気に触れる小口を中心に本紙の硬化、脆弱化等が進んでいる。本紙は袋綴の折り目の多くが断裂している（版心部の断裂）。また、表紙にも出納の際に触れられることの多かった背を中心に欠失や断裂・層状剥離がみられ、開披に際して負担がかかる表紙及び本紙1・2丁目のノド部分は断裂しているものがある。こうした損傷には、多様な粘着テープを用いて簡易補修が行われていたが、粘着テープの経年劣化が進行し、粘着剤が変色・硬化したり、成分が溶解して周囲に浸潤したりする症状が認められる。また紙力の低下した本紙と粘着テープの強度の違いが本紙の断裂等を誘発し、粘着テープから出る浸潤液は、隣接する本紙・表紙・帙を汚損している。

令和5年度事業では、現在市販されている粘着テープをサンプルとし、テープに用いられている粘着剤の加温による変化を調査したが、今年度は実際に貼り付けられているテープから本紙や表紙を傷めぬよ



粘着テープ浸潤液による帙の汚損

うにサンプルを採取し、その材質や性質を調査した。これによって、実際にテープを除去する際に選択する安全な温度や手法等を見込むことが可能となると思われる。また、調査結果の集積によりテープの経年劣化がもたらす性質の変化とその対処方法について検討材料となることが期待される。

また、今年度も引き続き用紙の繊維組成分析や水素イオン濃度計測、紙色等を調査し、紙の劣化の判定と対処方法への検討の材料を集積した。

さらに今年度は、令和4年度以降の調査成果と当該事業で採用した修理方法の共有のため、11月末に文化庁主催で普及事業を行った。当該事業では、文化庁が参加者募集や会場設定、講師依頼を行い、委託事業において実技で使用するサンプル作成やガスマスクの調達等を行った。詳細は後述にゆずるが、加温機器や有機溶媒・酵素を用いた粘着テープ及び粘着剤・粘着物質の除去にかかる実技を伴うものとした。

## 2-1. 事業委託仕様

### ①対象資料の調査

- ア 対象資料を文化庁から調査・修理に適した環境に安全に移送する。調査終了後文化庁へ安全に対象資料を返却する。
- イ 対象資料の現況を状況観察及び光学的手法等による調査で具体的に把握し、写真等を含め、その詳細な記録を作成する。
- ウ 資料に与える影響を最小限としつつ、必要に応じて科学分析を行う。
- エ 調査にあたっては、工業製品の素材に精通した有識者の協力をうけ、有識者の調査結果を調査報告書に反映する。協力を仰ぐ有識者については、文化庁と事前に協議する。
- オ 調査をふまえ、修理に用いる材料等の準備を行う。
- カ 修理材料等が対象文化財及び既修復箇所等に与える影響について、事前に確認する。

### ②対象資料の修理

令和6年度対象資料の修理の内容は、4冊（彫刻一～三、工二）をのぞき②アからオまでを実施する。上記4冊は、仕様の全項目を対象とする。

- ア 表紙・本紙表面に付着したカビ・汚れ等の除去を行う。水溶性インク・スタンプ等への影響を考慮し、ドライクリーニングを主体とする。
- イ 調査結果を踏まえ、必要に応じて、剥落止めを行う。
- ウ 調査結果を踏まえ、本紙に施された粘着テープの除去を行う。
- エ 調査結果を踏まえ、本紙の保存に最適な補修紙を作製し、欠失箇所・断裂箇所等の補修を行う。補修紙は、対象資料の材質・構造をふまえ文化庁と協議して選定・製作する。
- オ 付箋・追記用貼紙を元位置に貼り戻す。
- カ 調査結果を踏まえ、表紙に施された粘着テープの除去を行う。
- キ 表紙は原則再使用とし、断裂・折れ・剥離・欠失箇所の補修を行う。表紙の補修紙製作は対象資料の材質・構造をふまえ文化庁と協議して選定・製作する。紙の劣化により再使用に耐えない場合は、文化庁と協議して表紙の修理方針を決定する。
- ク 綴じ孔は原則として元のものを再利用して再製本を行う。製本方法は原則元の方法を踏襲する。
- ケ 必要に応じて保存帙を作成する。その際、資料の形状・状態・法量にあわせ、適切な材料を選定して設計・提案する。

### ③記録及び報告書作成・普及

- ア 調査時及び修理前中後の状況を写真・動画等を用いて撮影記録する。写真・動画は報告書掲載

のもの以外も必要に応じてデータで納品する。

- イ 損傷・劣化状況、劣化促進要因である素材の組成、修理内容、修理前後の比較、修理中の様子、用いた修理材料、修理技法の具体等を文字、写真、動画を用いて報告書等にまとめ公開する。
- ウ 普及事業は、11月末頃に文化庁の会議室で行う。加温機器や有機溶媒を用いた粘着テープ及び粘着剤の除去にかかる実技を伴うものとする。参加者は10～15名程度を想定する。普及事業の実施で必要となる模擬資料を作成し、同事業の実技で使用する資材を準備する。模擬資料は、粘着テープ除去の実技に用いるものであり、粘着テープを貼り付けた紙とともに、強制劣化させたものとする。実技内容の性質上、参加者の安全を図る必要から、実技で使用する資材のうち、有機溶媒作業用防毒マスクセット、有機溶媒防毒マスク用吸収缶・フィルター、有機溶媒作業用ゴーグルは、参加者及び講師等に必要となる数量各25程度を準備する。なお、普及事業に係る会場借料、講師への依頼及び謝金支出、参加者の募集は、本業務に含まれない。
- エ 上記とは別に、上記の実施結果について、来年度の事業者を引き継げるよう調査内容を整理すること。

※1 文化財保護法上での「歴史資料」の位置づけや指定対象となった近代の文化財の概要は令和4年度報告書を参照されたい。

(文化庁文化財第一課)

## 2-2. 資料の基本情報

員数：18冊

寸法：縦 25.8 cm～27.3 cm×横 18.5 cm～19.6 cm×厚さ 0.5 cm～1.9 cm

	修理前	修理後
形式	冊子装 (包背装、本紙は袋綴、解綴状態※2)	冊子装 (包背装、本紙は袋綴、再綴)
表紙・見返し	紙	変更無し
綴糸	解綴されていたため基本的には不明 (麻糸、紙縫が一部残留)	麻糸、紙縫(新調)
保存用具	中性紙製保存帙	変更無し(一部新調)

※2 令和3年度の副本作成事業にあたり解綴が行われた。

## 2-3. 実施期間

自：2024(令和6)年11月7日

至：2025(令和7)年3月31日

## 2-4. 実施体制

- ・事業委託者：文化庁文化財第一課
- ・事業受託者(実施統括および調査研究、調査結果にもとづく技術の検証)：株式会社 修護
- ・調査研究、調査結果にもとづく技術の検証：株式会社 半田九清堂
- ・調査研究協力：独立行政法人 国立文化財機構 東京文化財研究所(以下、東文研)

## 3. 調査・研究

### 3-1. 基本調査

令和4年度 文化庁委託事業「近代歴史資料の保存に関する調査研究事業」報告書にある調査項目

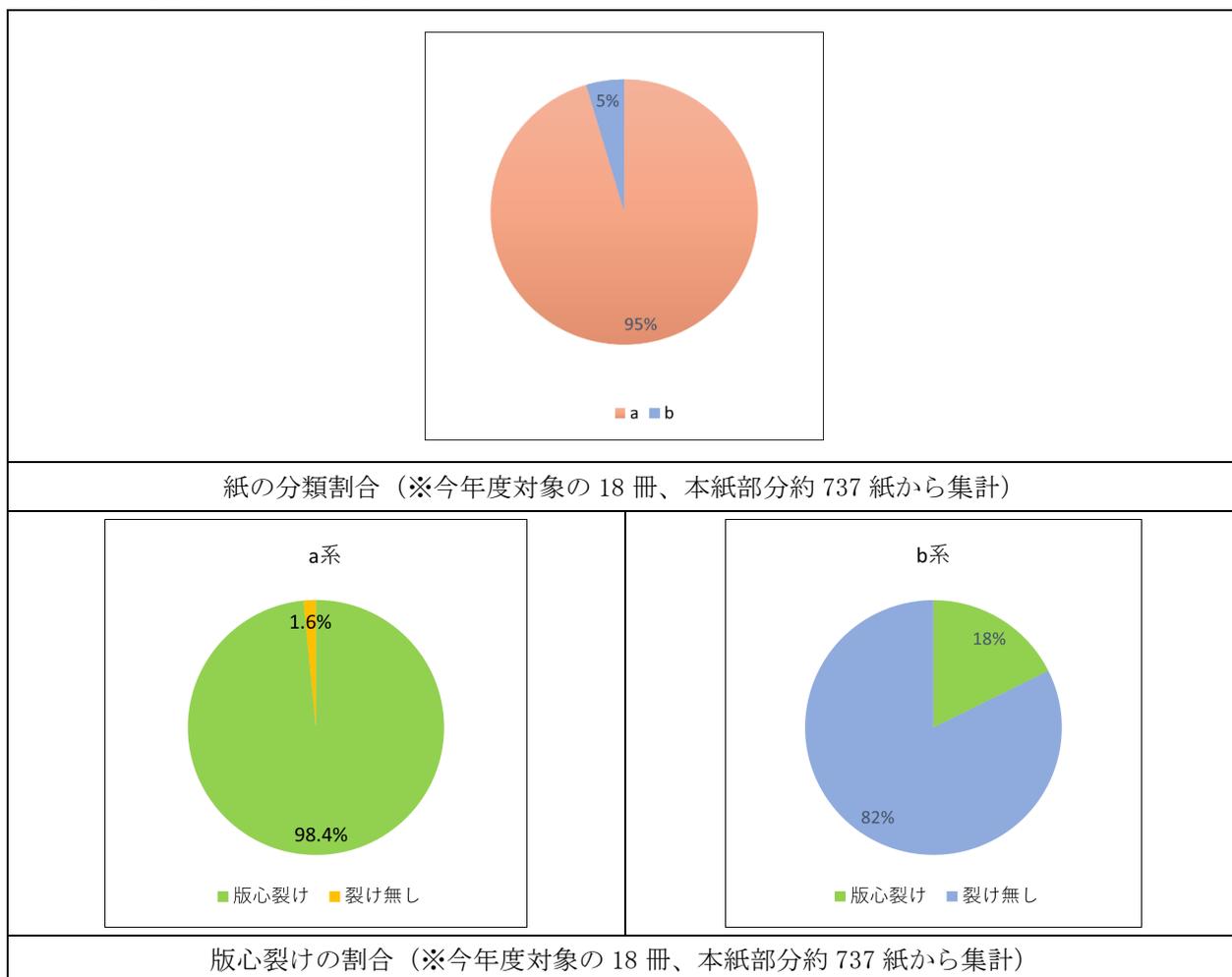
に従い、今年度対象 18 冊（737 紙）について調査を行った。

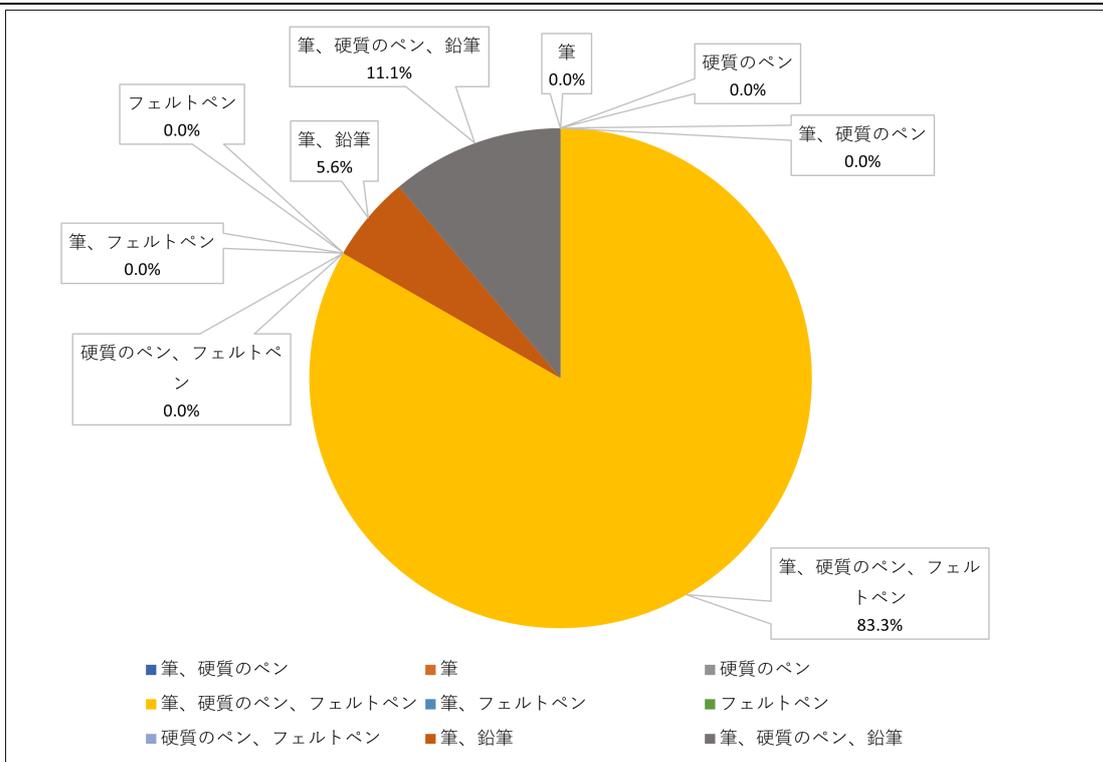
調査項目は、国指定文化財（美術工芸品）修理時において記録する内容を基準とした。法量、厚さ、丁数、損傷状況等の基本情報に加え、特に本資料では、用紙の種類や筆記具の傾向を把握することが重視されているため、第一段階として目視観察や質感等による分類に努めた。

本稿での紙の分類は便宜的に、木材パルプ主体の紙（機械抄紙による特有の光沢感や平滑化処理がなされた密度の高い紙で、褐色化、脆弱化等が生じている紙）を「a系」とし、前者よりも密度が低く柔軟な風合いを持ち、褐色化の進行が軽微な和紙様の紙を「b系」とした。その他に特徴的な紙（原稿用紙や印刷用紙）が確認された際は別途記録した。

また、各簿冊において主に使用されている筆記具による記述についても傾向を把握した。毛筆体に見られる「払い」や「留め」等の特徴があるものを「筆」、サインペン等の先端が柔らかい素材で書かれたようなものを「フェルトペン」、万年筆やボールペン等の硬質のペン先で書かれたようなものを「硬質のペン」、黒の鉛筆様のものを「鉛筆」とした。その他、補助的な記述に用いられている媒体（色鉛筆 他）についても判る範囲で記録して集計した。また、万年筆等の硬質のペン先で書かれ、さらにインク焼けが生じているものは「没」として別途詳細調査を行った。インクの種類（水性、油性）や色、媒体（筆、筆ペン）等の分別は、非破壊、非接触、光学分析で確認することはできないため原則行わなかった。

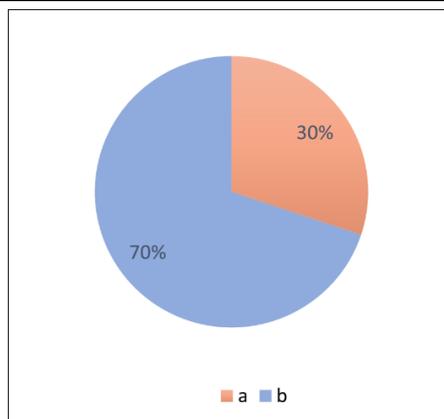
■令和 6 年度調査対象の傾向



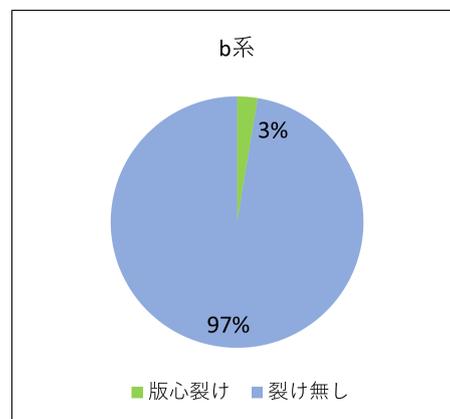
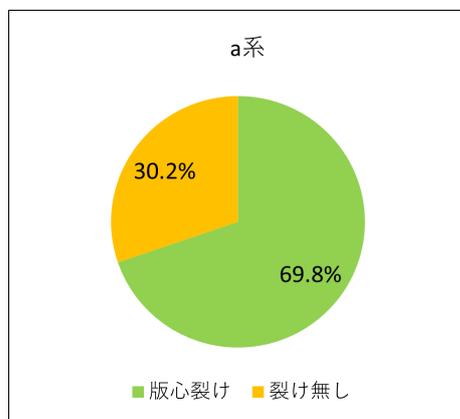


令和6年度に調査対象とした本紙一紙あたりに使用されている筆記具の分類による割合  
 (※今年度対象の18冊、本紙部分約737紙から集計)

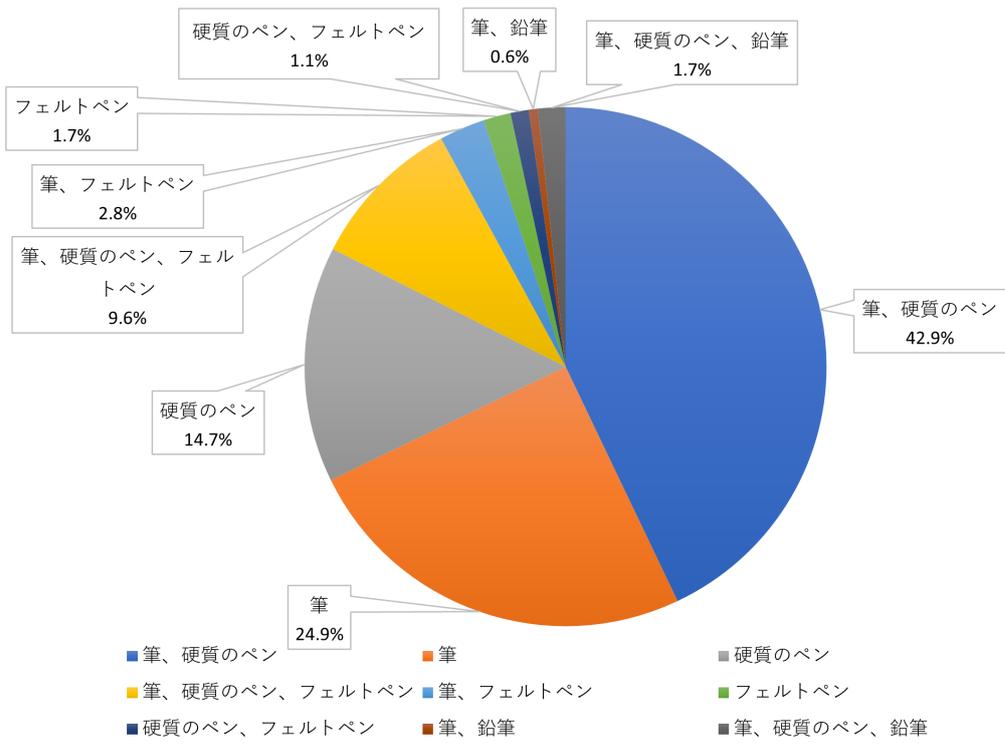
■ (参考) 令和4~6年度における全調査対象の傾向



令和4~6年度に調査対象とした紙の分類割合  
 (※今年度対象の18冊を追加し、本紙部分約7761紙から集計)



令和4~6年度に調査対象とした本紙の版心裂けの割合  
 (※今年度対象の18冊を追加し、本紙部分約7761紙から集計)



令和4～6年度に調査対象とした本紙一紙あたりに使用されている筆記具の分類による割合  
 (※今年度対象の18冊を追加し、本紙部分約7761紙から集計)

**資料の名称** [Redacted]

**主な特徴**

- 【本紙】
  - ・ 酸化劣化による褐色化が進行している。うち4枚が酸化、変色が進行している。
  - ・ 多くの本紙に原心部分割裂あり。
- 【表紙】
  - ・ 糊二層の折り位置にて、割れ、亀裂が生じている。
  - ・ 糊が紙粒の包着体上に欠失。

**修理方針**

本紙欠損部：本紙と同量の付帯紙にて、糊紙。  
 原心部分割裂部を糊にて修復する折り目の島部部分：薄手の糊紙にて島部養生。

**検討事項**

形状： 大和紙造り表紙 (金時目) (前後両面あり)

紙質材料： 表紙： 百紙 本紙： 百紙  
 糊り糸： 市販色紙糊糸(2)二本線糊り糸 4箇所

電子寸法： (修理前) 縦 26.9 × 横 19.6 × 厚み 1.6 cm  
 (修理後) 縦 26.9 × 横 19.6 × 厚み 1.7 cm

1紙寸法： 造紙

和紙系： 綿子系 縦 26.9 cm 横 19.6 cm 重量： 8g  
 和紙系： コシ系 縦 25.0 cm 横 36.4 cm 重量： 4.89g  
 和紙系： 綿子系 糊目 糸/寸 糸目 cm 経緯 mm  
 和紙系： コシ系 糊目 糸/寸 糸目 cm 経緯 mm  
 密度： g/cm<sup>2</sup>

筆記媒体： マイン： 墨、ボールペン その他： 鉛筆、朱筆、赤鉛筆

特記事項 (粘着テープ痕、ラベルシール、付箋、印、糊)

**始末内容**

		調査日	作業日	作業者	特記事項
表紙	a				
表裏紙	a				
背表紙	a				
1 原心部割裂、欠損、亀裂、破け	a		✓	✓	
2 原心部割裂、欠損、亀裂、破け	a		✓	✓	
3 破け、折れ	a				メモ紐詰め込み
4 折れ、破れ	a				メモ紐詰め込み
5 折れ、フォックシング、シミ	a		✓	✓	
6 破け、折れ	b				メモ紐詰め込み
7 折れ、破れ	b				メモ紐詰め込み
8	a		✓	✓	糊り修正
9 破け、折れ	a				メモ紐詰め込み
10 折れ	a				メモ紐詰め込み
11 フォックシング、汚れ	b		✓	✓	糊り修正
12 破け、折れ	a				メモ紐詰め込み
13 折れ、破れ	a				メモ紐詰め込み
14 フォックシング、破れ、破れ	b		✓	✓	
15 フォックシング、破れ、破れ	b				
16 フォックシング	b				
17	a				メモ紐詰め込み
18	a				メモ紐詰め込み
19 折れ	b		✓	✓	
20 折れ	b		✓	✓	
21 折れ	b		✓	✓	
22 フォックシング、破れ	b				
23	b		✓	✓	
24 破れ、破れ	b				
25 フォックシング	b				
26 ホッチキス穴	b				
27 ホッチキス穴	b				
28 ホッチキス穴	b				
29 フォックシング、ホッチキス穴	b				
30 ホッチキス穴	b				
31 折れ、破れ	b		✓	✓	
32 ホッチキス穴	b				
33 フォックシング、ホッチキス穴	b		✓	✓	
34					
35					

本事業の調査で用いた調査書

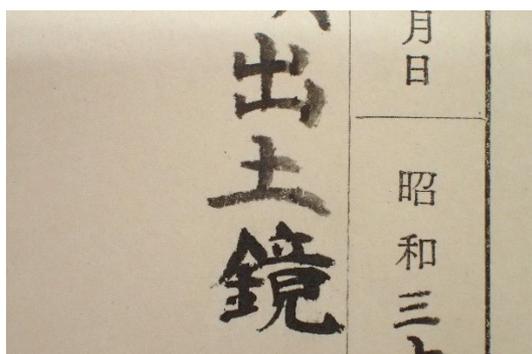
■令和6年度調査対象に用いられている紙や筆記具の一例



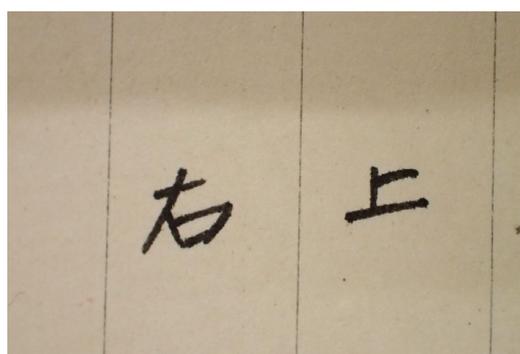
「a系」に分類した木材パルプ主体の紙



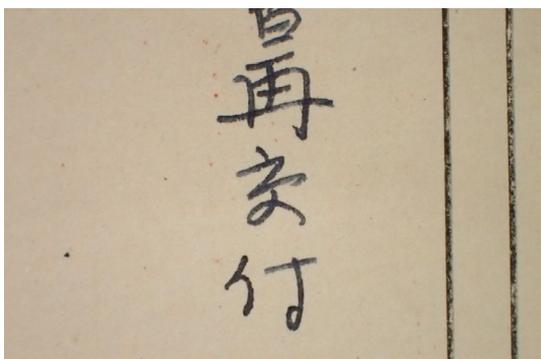
「b系」に分類した和紙様の紙



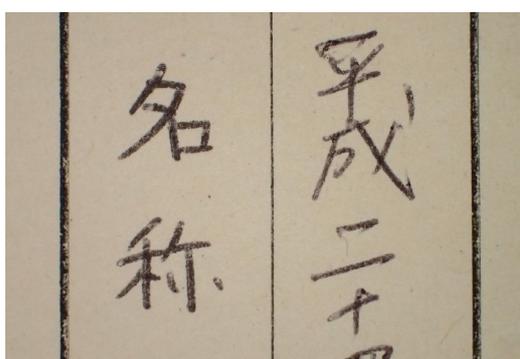
「筆」と分類した毛筆体の文字



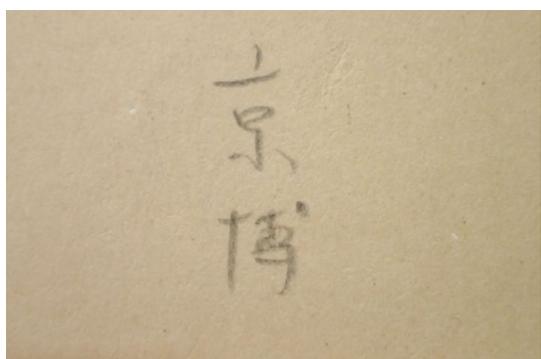
「フェルトペン」と分類した文字



「硬質のペン」と分類した文字



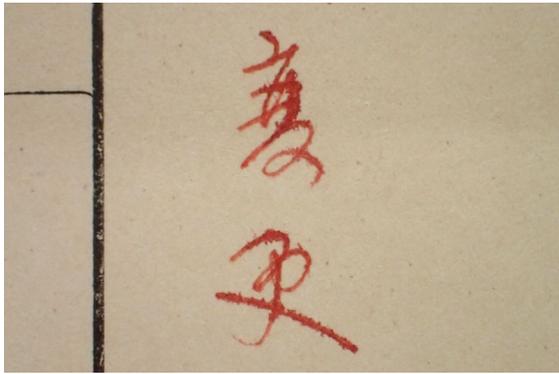
「硬質のペン」(ボールペン)と分類した文字



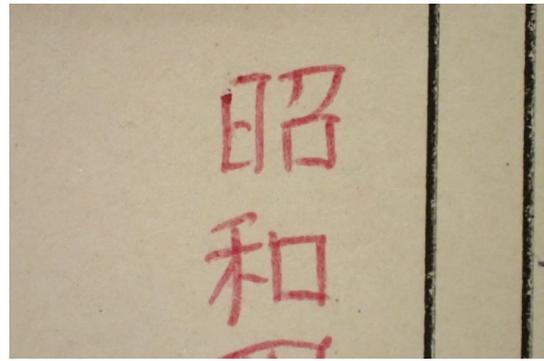
「鉛筆」／補助的な書き込み



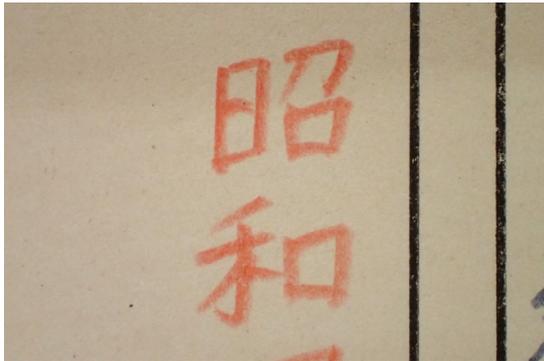
毛筆体の文字(朱)／補助的な書き込み



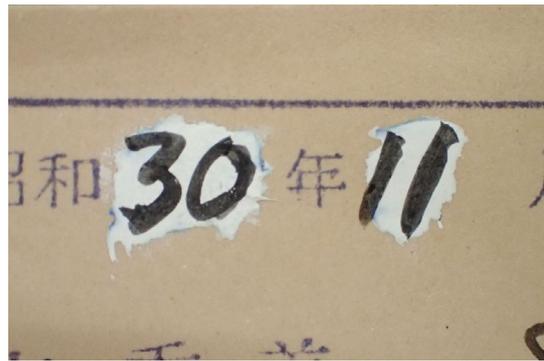
「硬質なペン」(赤) / 補助的な書き込み



「硬質のペン」(ボールペン赤) / 補助的な書き込み



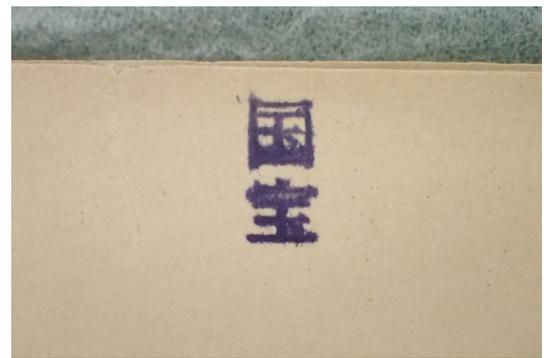
赤鉛筆 / 補助的な書き込み



その他 / 修正液



その他 / スタンプ



### 3-2. 繊維組成分析

目視分類した中から代表的な紙について繊維組成分析を行った。本紙、表紙、表紙の芯材、他に  
ついて顕微鏡下で観察した。

#### 1. 試料

厳選した試料 40 点を下記の方法で分析した。試料は文字情報等に影響の無い箇所から物理的に  
採取した繊維とした。

#### 2. 分析方法

日本産業規格「紙、板紙及びパルプ-繊維組成試験方法」(JIS P8120) に基づいた手法により繊維  
種を判定した。試験は、プレパラート上に配した 2 種の試料 (各試料に対し、イオン交換水で分散  
しただけの繊維と C 染色液による染色を行った繊維) を準備し、光学顕微鏡で観察した。

顕微鏡 : ケニス(株)製 顕微鏡 E5

撮影機材 : ケニス(株)製 モニタ付顕微鏡カメラ ATZ

#### 3. 分析試料と結果考察

今回の分析対象の大半は木材パルプが主体の紙であった。伝統的な手漉き和紙に使用されるコウ

ゾ繊維は一部の紙に含まれている程度であった。その他、ミツマタやガンピ等の韌皮繊維は確認されなかった。

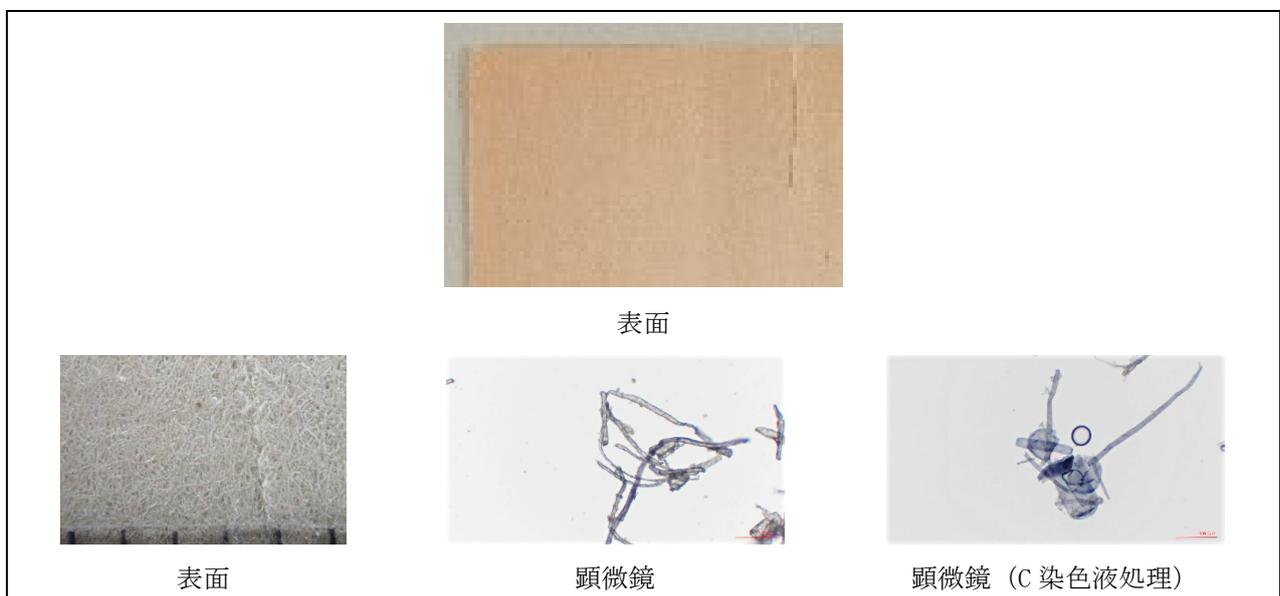
■分析試料と推定物質

資料番号	試料名	繊維種	備考
7	本紙(1丁) 「a系」	イネ科の植物	
	表紙「a系(白)」	針葉樹化学パルプ、イネ科の植物	青紫色に染色された不定形物が観察された。
17	本紙(1丁) 「a系」	イネ科の植物	
	表紙「a系(茶)」	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	—
25	本紙(最終丁) 「a系」	イネ科の植物	—
	表紙「a系(茶)」	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	—
27	本紙(1丁) 「a系(茶)」	イネ科の植物	—
	表紙「a系」	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	—
53	本紙(1丁) 「a系」	イネ科の植物	—
	表紙「a系(茶)」	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	—
54	本紙(1丁) 「a系」	イネ科の植物	—
	表紙「a系(茶)」	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	—
55	本紙(1丁) 「a系」	イネ科の植物	—
	表紙「a系(茶)」	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	—
63	本紙(1丁) 「a系」	イネ科の植物	—
	表紙「a系(白)」	針葉樹化学パルプ、イネ科の植物、コウゾ少量	—
	表紙芯紙「a系」	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	—
103	本紙(1丁) 「a系」	イネ科の植物	—
	表紙「a系(白)」	針葉樹化学パルプ、不明繊維(痕跡)	—
	綴孔定規「a系」	針葉樹化学パルプ、広葉樹化学パルプ、機械パルプ	—
110	本紙(1丁) 「a系」	イネ科の植物	—
	表紙「a系(白)」	針葉樹化学パルプ、イネ科の植物(少量)、機械パルプ	—
112	本紙(1丁) 「a系」	コウゾ、針葉樹化学パルプ	—
	本紙(3丁) 「b系」	イネ科の植物	—
	表紙「a系(白)」	針葉樹化学パルプ	—
119	本紙(1丁) 「a系」	イネ科の植物	—
	表紙「a系(白)」	針葉樹化学パルプ	—
120	本紙(1丁) 「a系」	イネ科の植物	—
	表紙「a系(白)」	針葉樹化学パルプ	—
126	本紙(1丁) 「a系」	イネ科の植物	—
	表紙「a系(茶)」	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	—

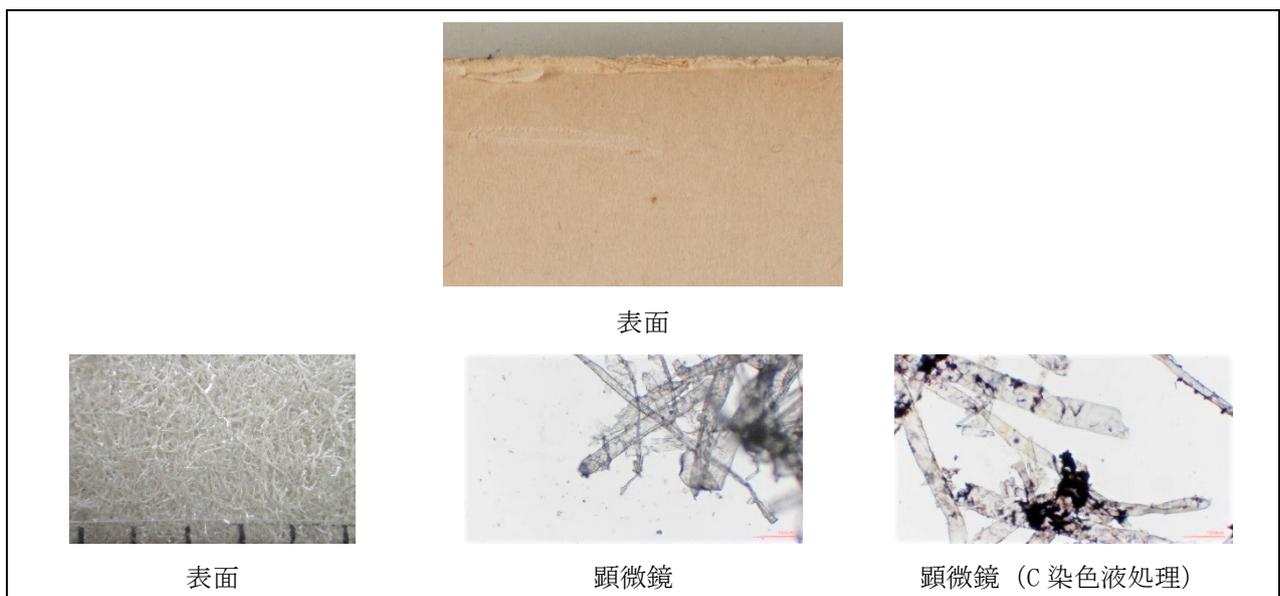
174	本紙(1丁) 「a系」	イネ科の植物	青紫色に染色された不定形物が観察された。
	表紙「a系(茶)」	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	—
177	本紙(1丁) 「a系」	イネ科の植物	—
	表紙「a系(白)」	針葉樹化学パルプ	—
191	本紙(1丁) 「a系」	針葉樹化学パルプ、稲わら	—
	本紙(3丁) 「b系」	イネ科の植物	—
	表紙「a系(白)」	針葉樹化学パルプ	—
223	本紙(1丁) 「a系」	イネ科の植物	—
	表紙「a系(白)」	針葉樹化学パルプ	青紫色に染色された不定形物が観察された。

■ 繊維画像 (表面画像は1メモリ1mm、繊維画像は1メモリ0.1mm)

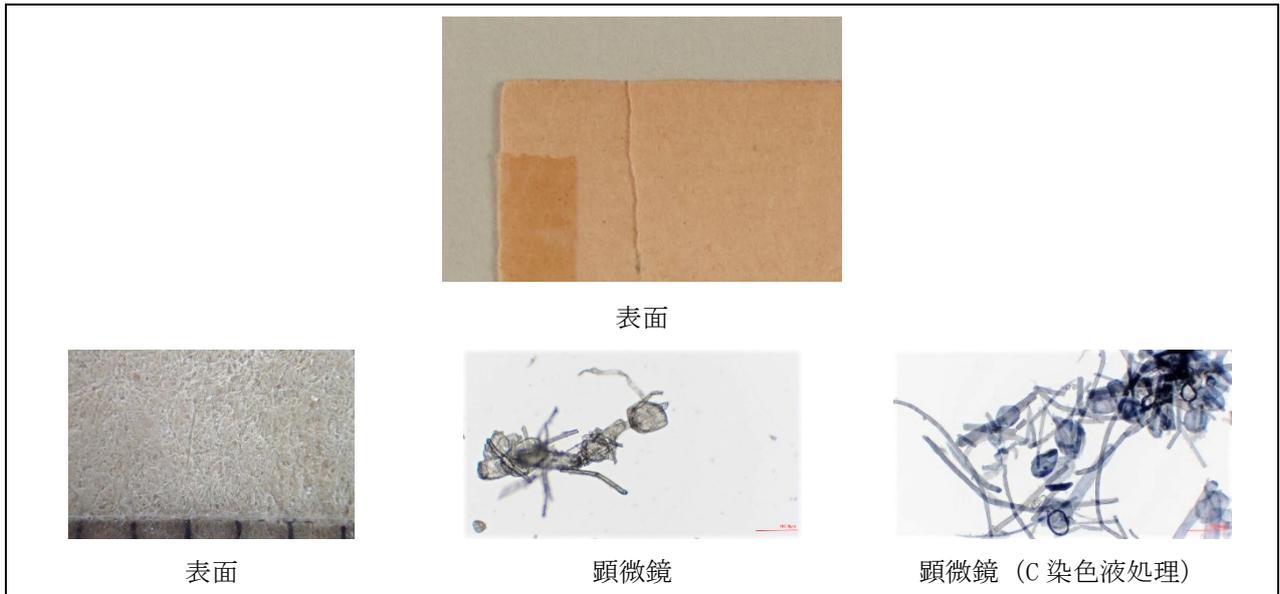
7\_本紙 (1丁目)



7\_表紙



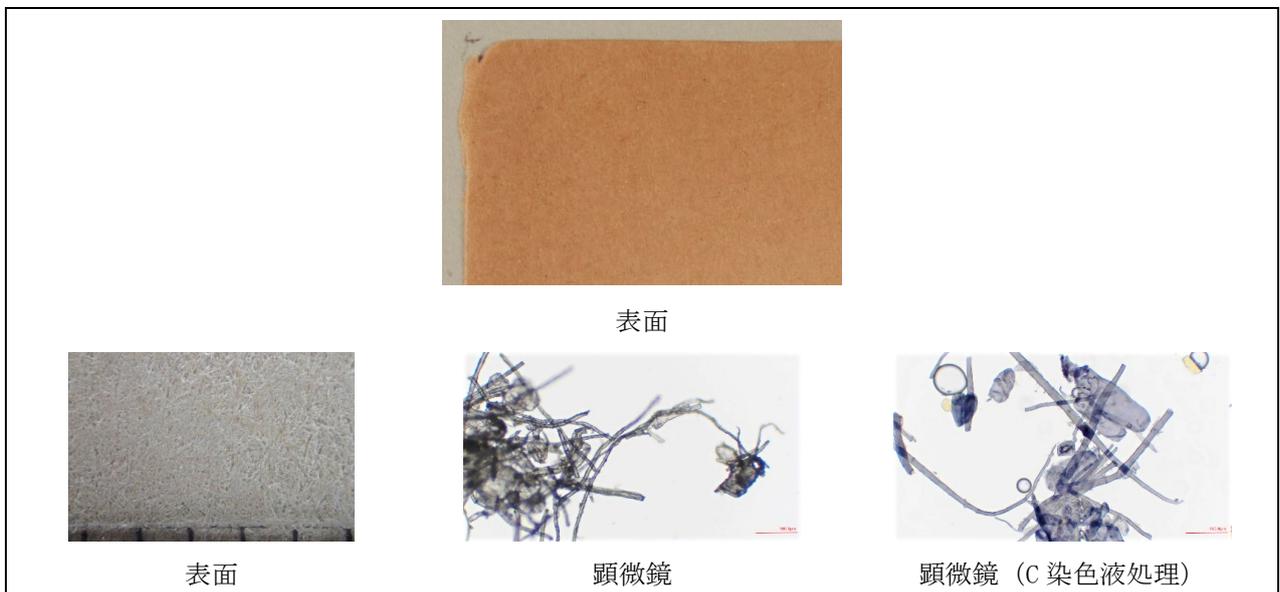
17\_本紙 (1 丁目)



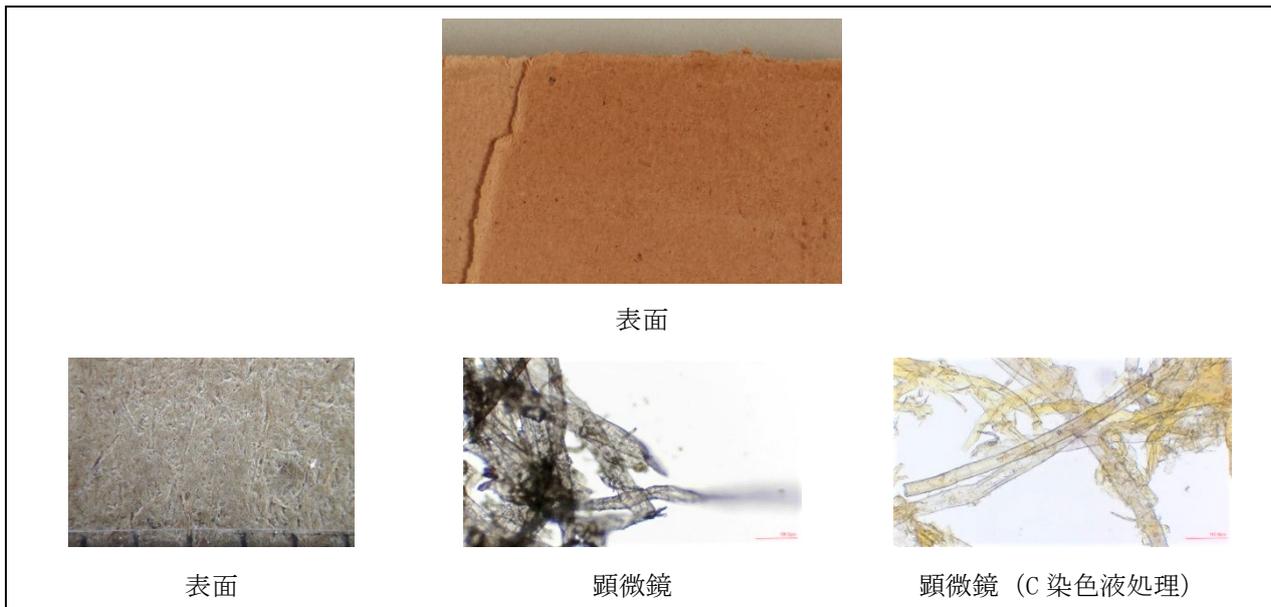
17\_表紙



25\_本紙 (最終丁)



25\_表紙



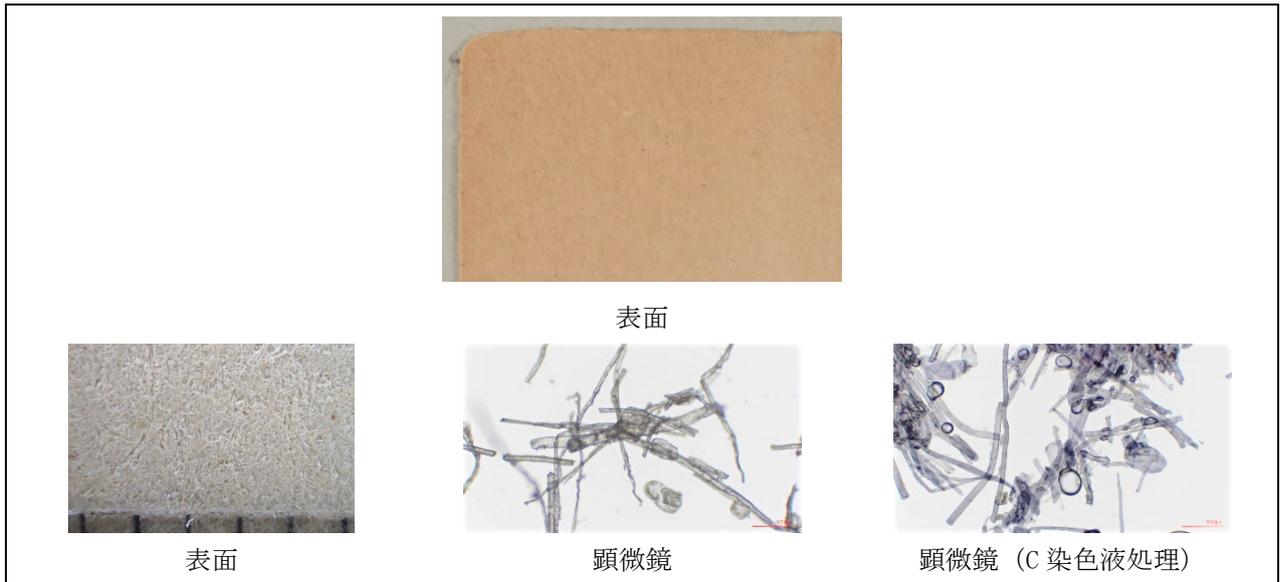
27\_本紙 (1 丁目)



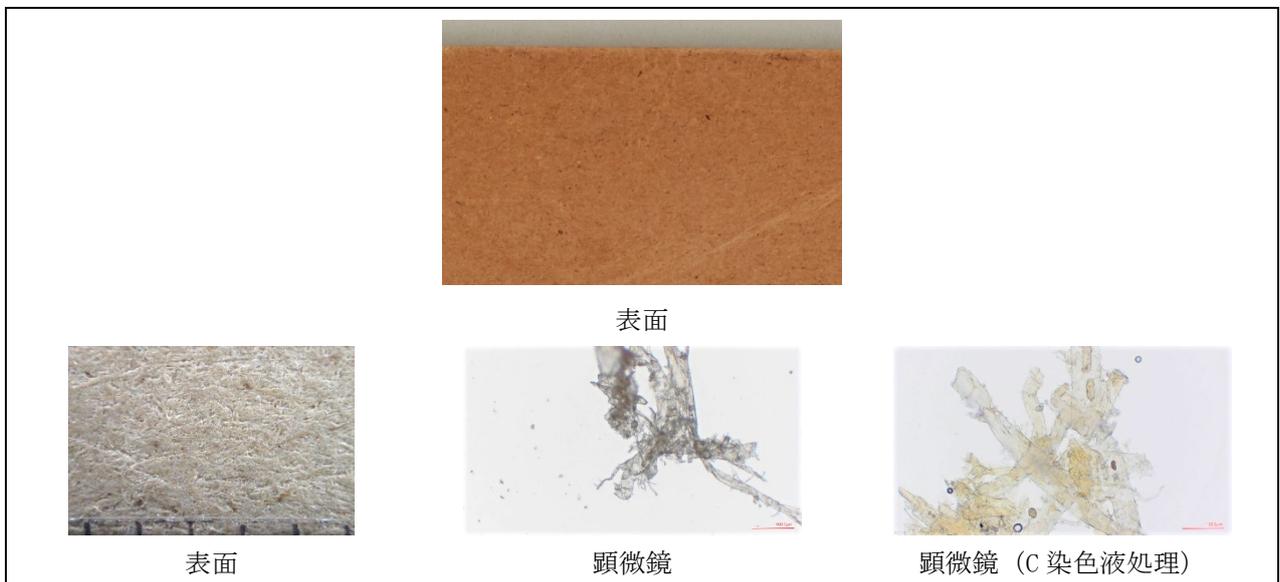
27\_表紙



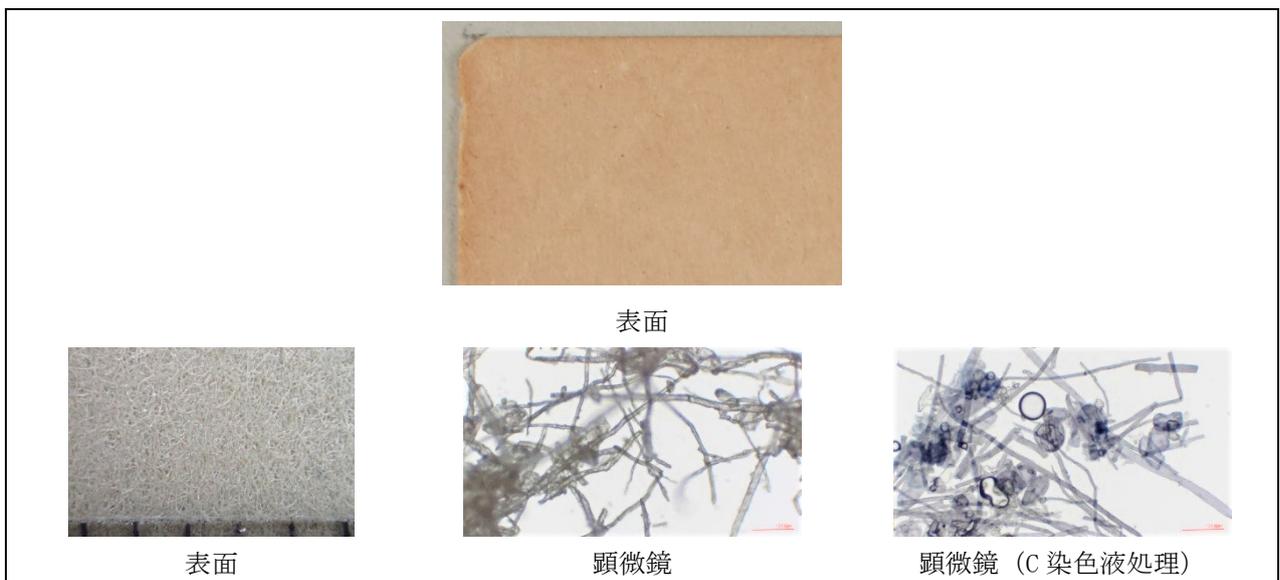
53\_本紙 (1 丁目)



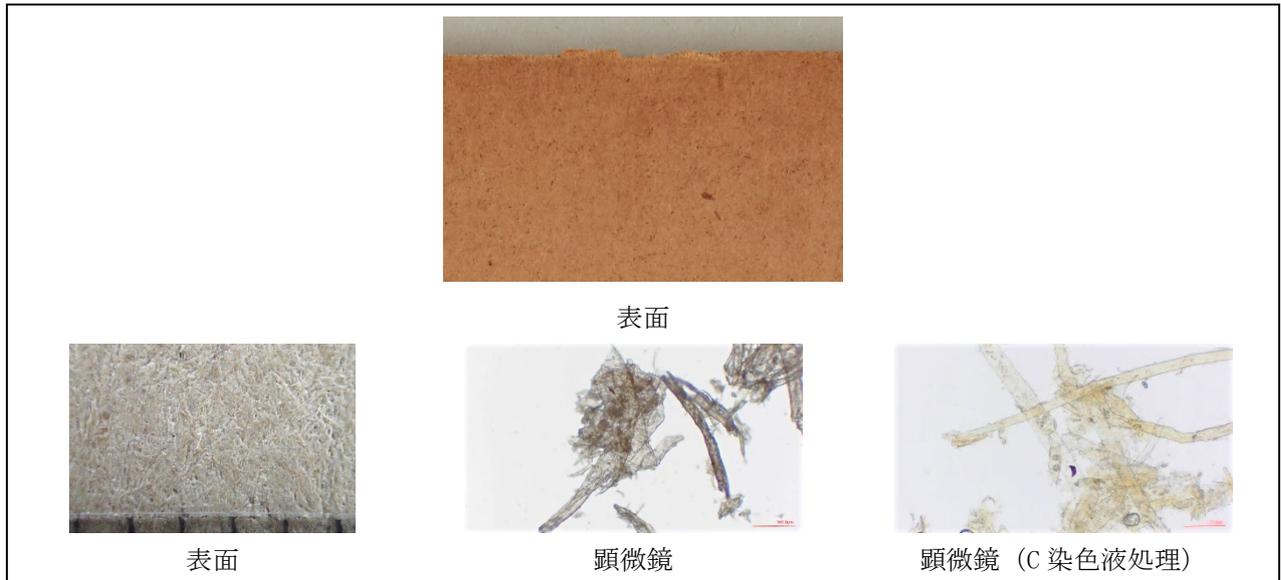
53\_表紙



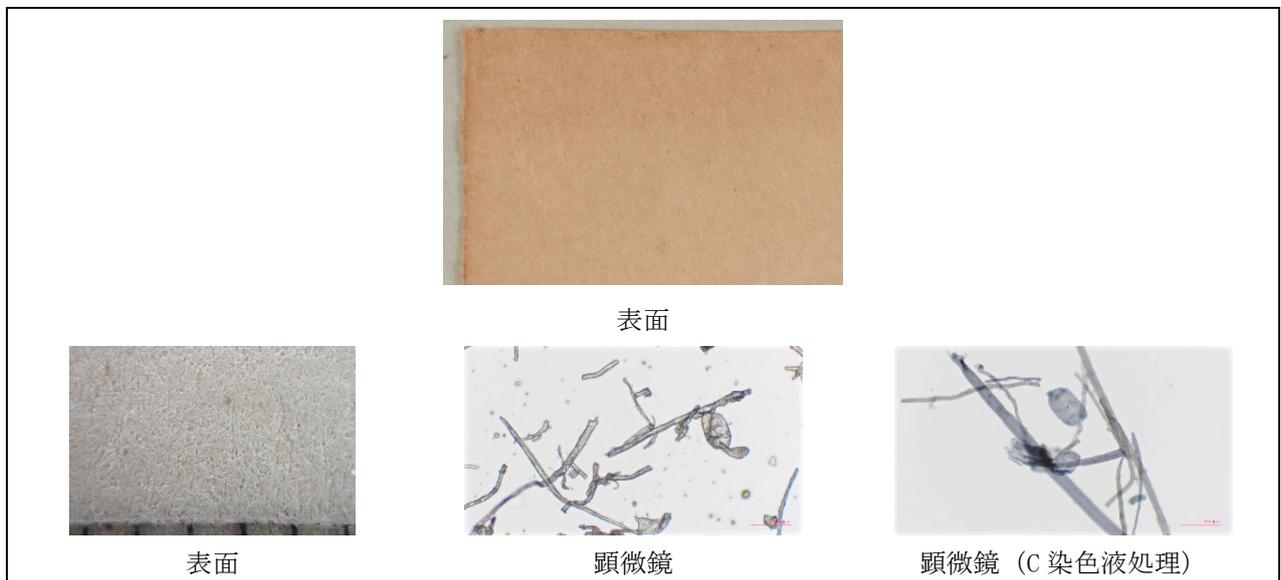
54\_本紙 (1 丁目)



54\_表紙



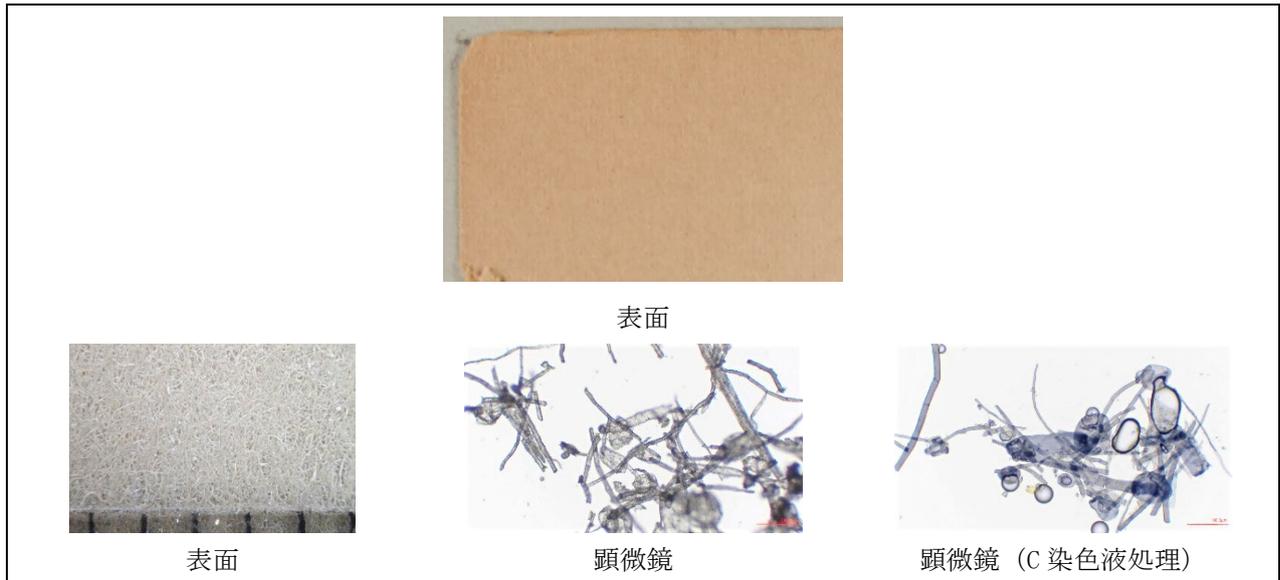
55\_本紙 (1 丁目)



55\_表紙



63\_本紙 (1 丁目)



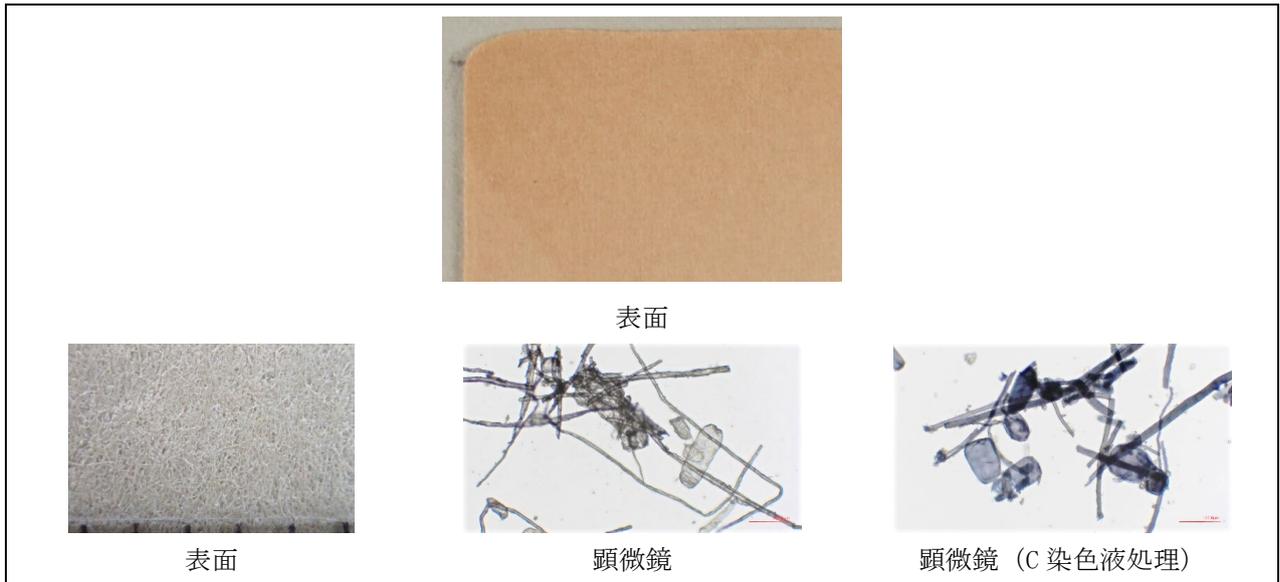
63\_表紙



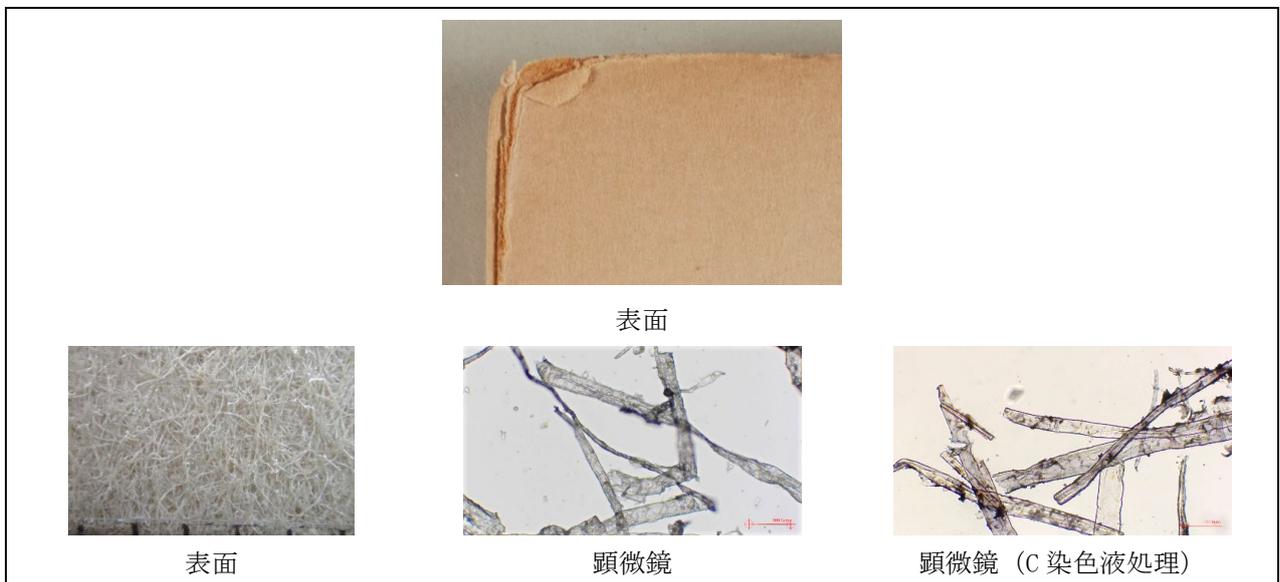
63\_表紙芯紙



103\_本紙 (1 丁目)



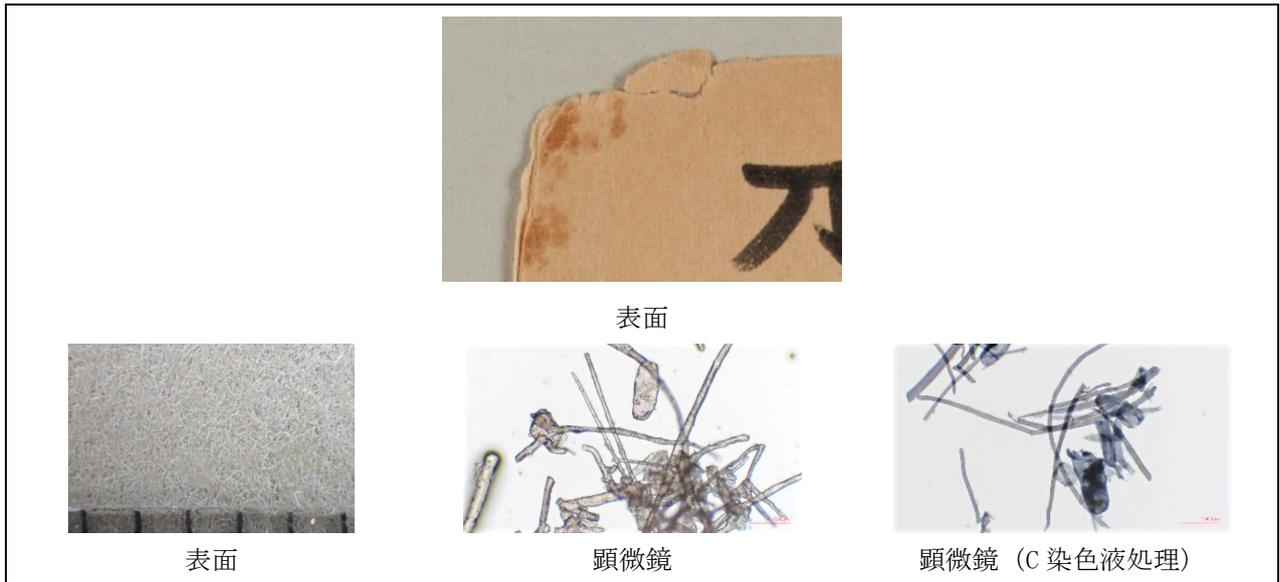
103\_表紙



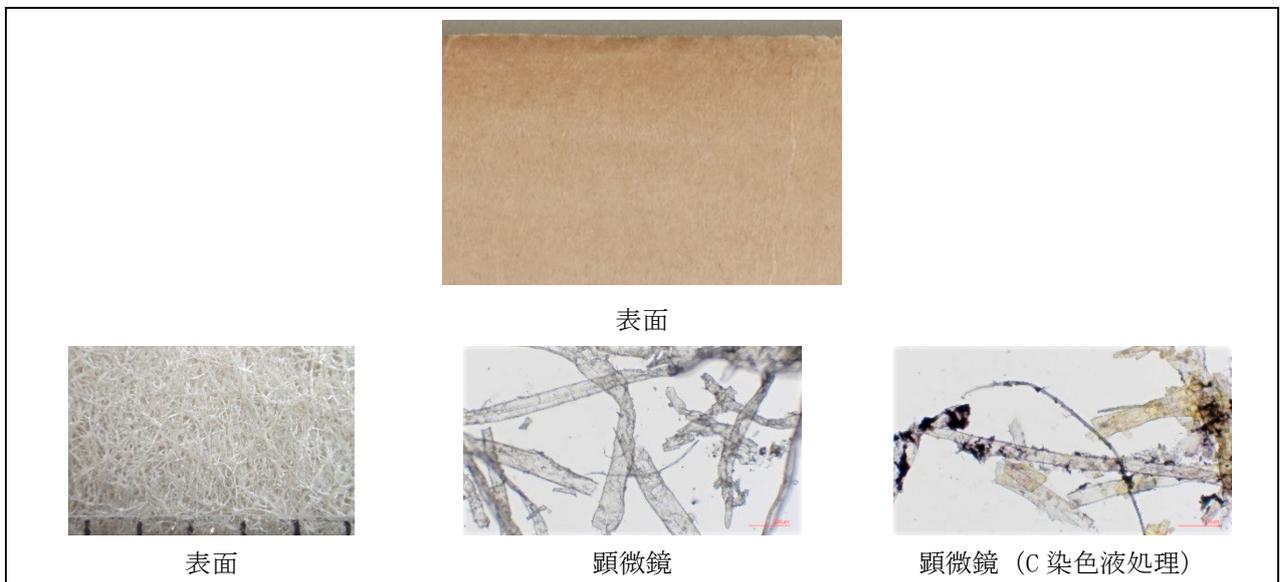
103\_綴孔定規



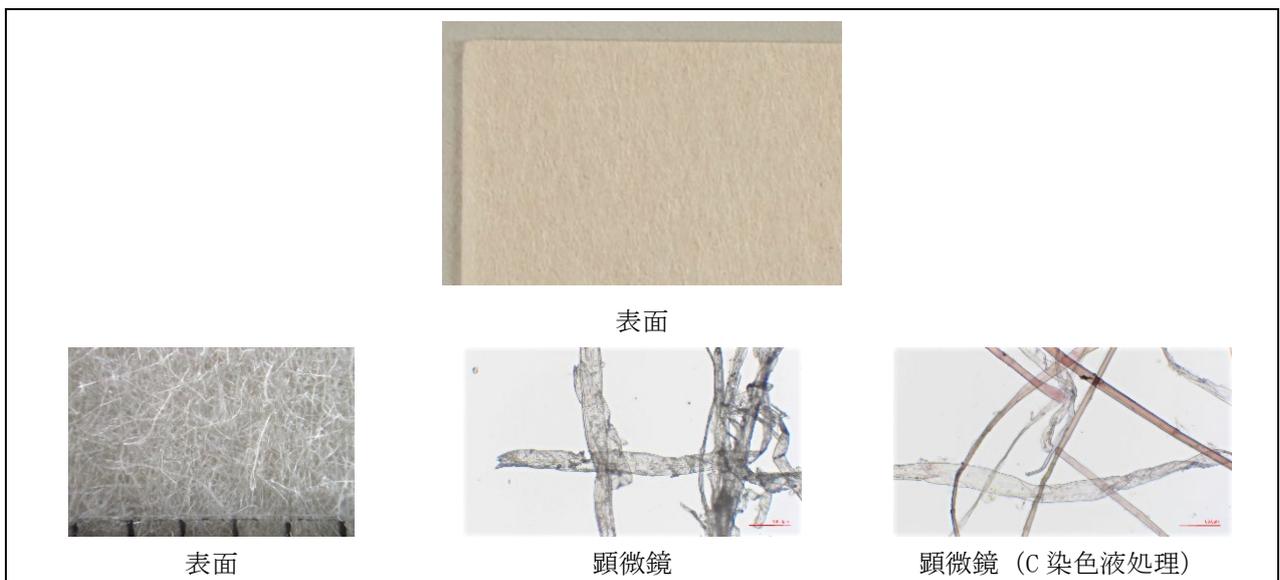
110\_本紙 (1 丁目)



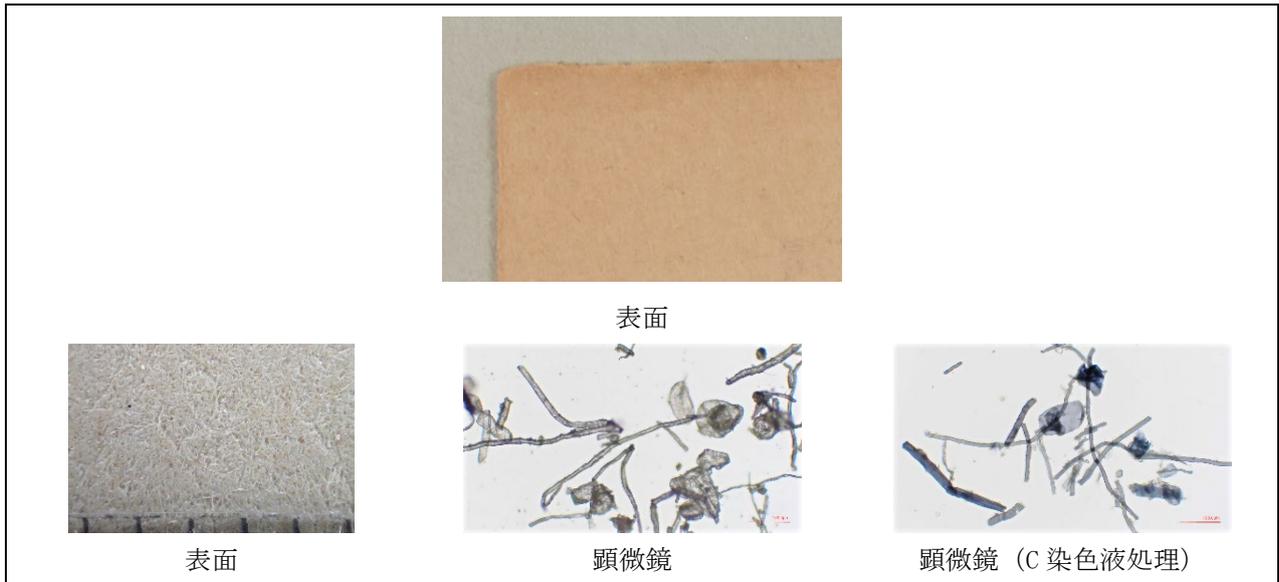
110\_表紙



112\_本紙 (1 丁目) 和紙風



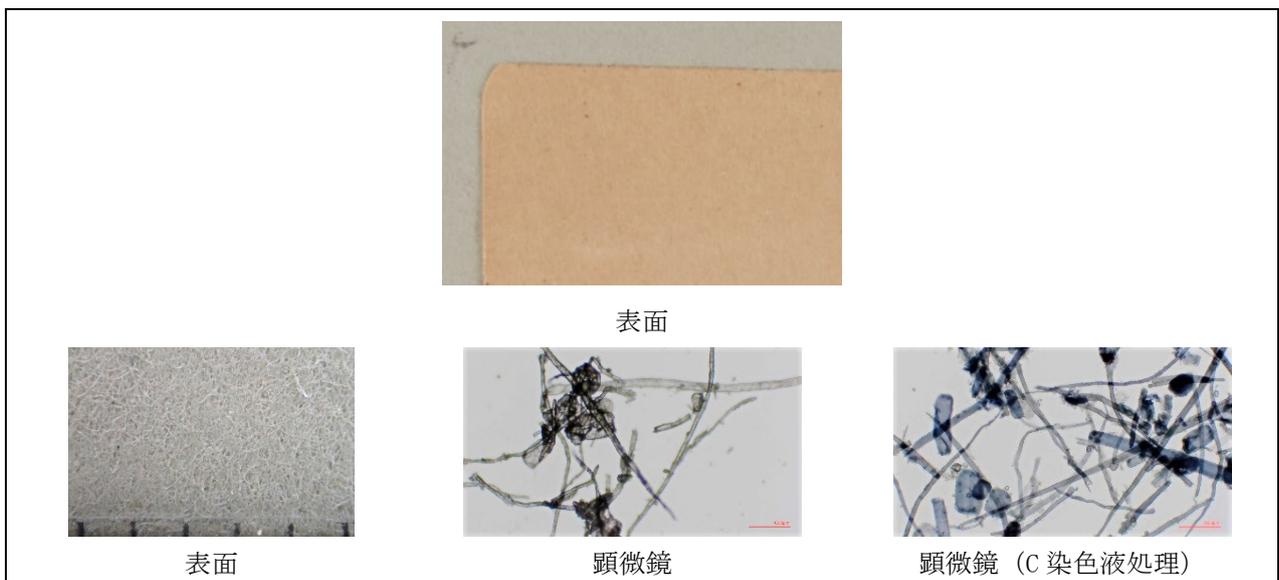
112\_本紙 (3 丁目) 洋紙風



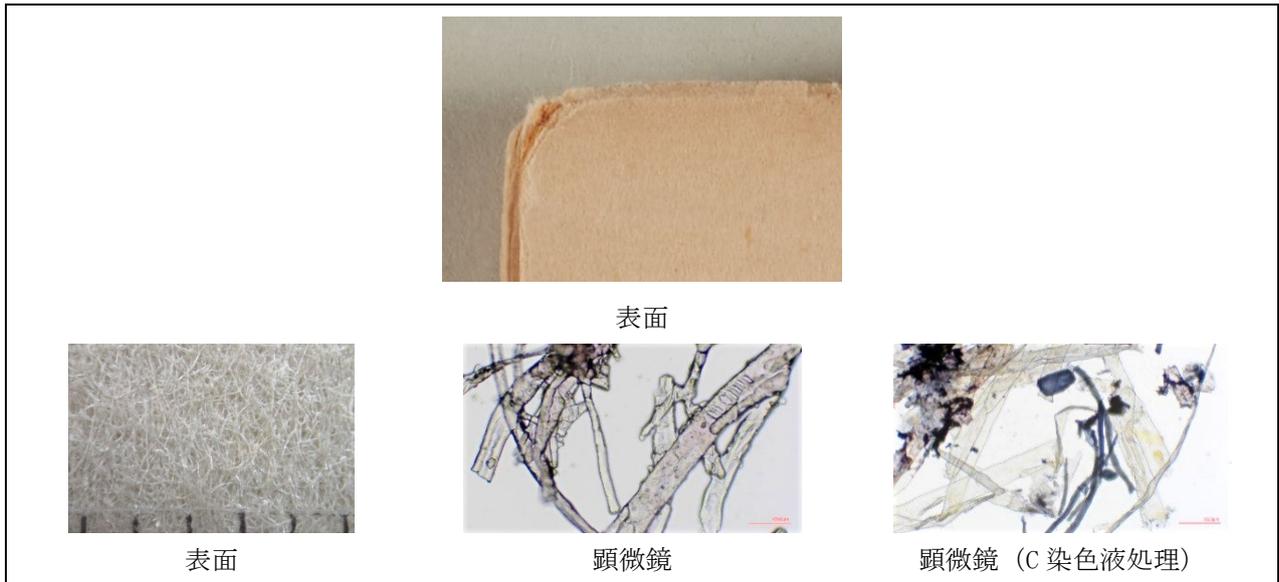
112\_表紙



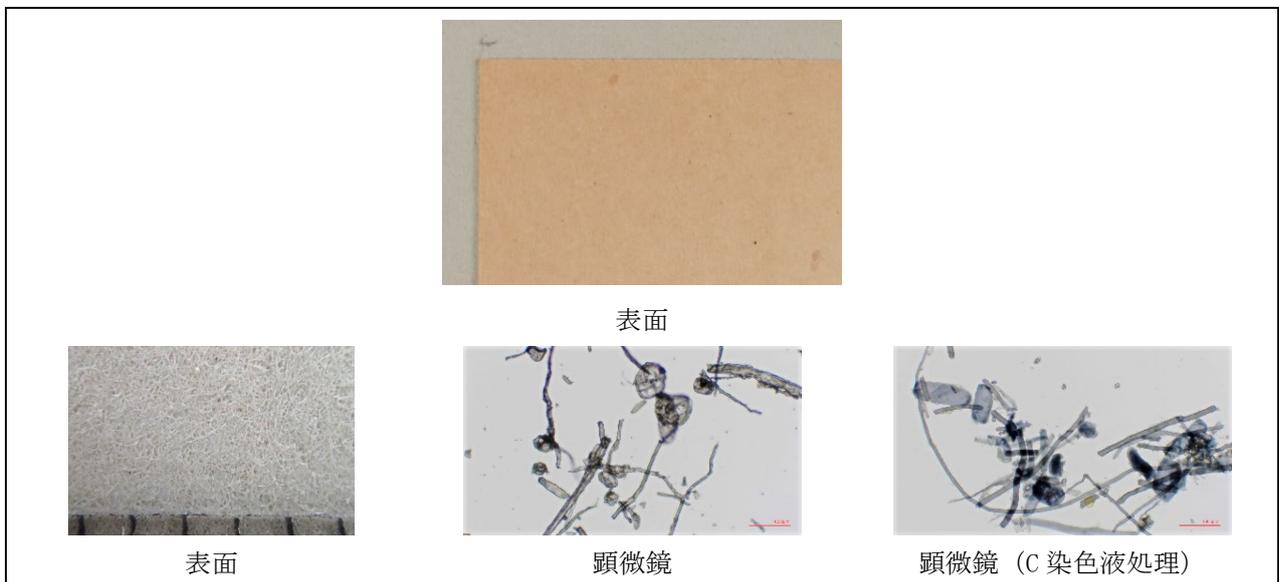
119\_本紙 (1 丁目)



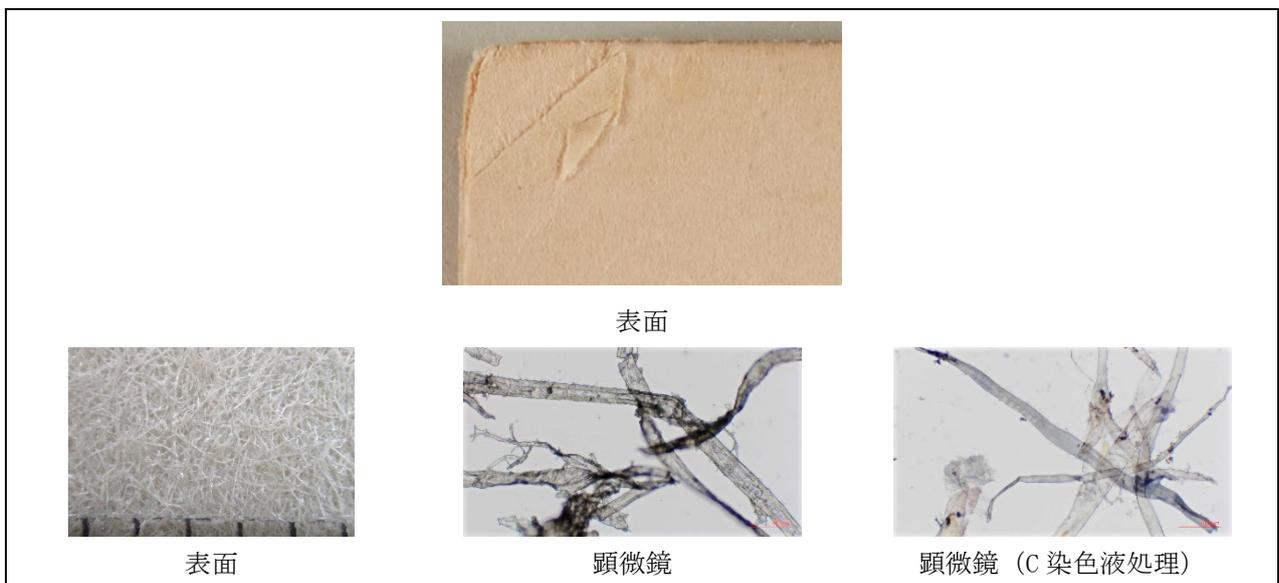
119\_表紙



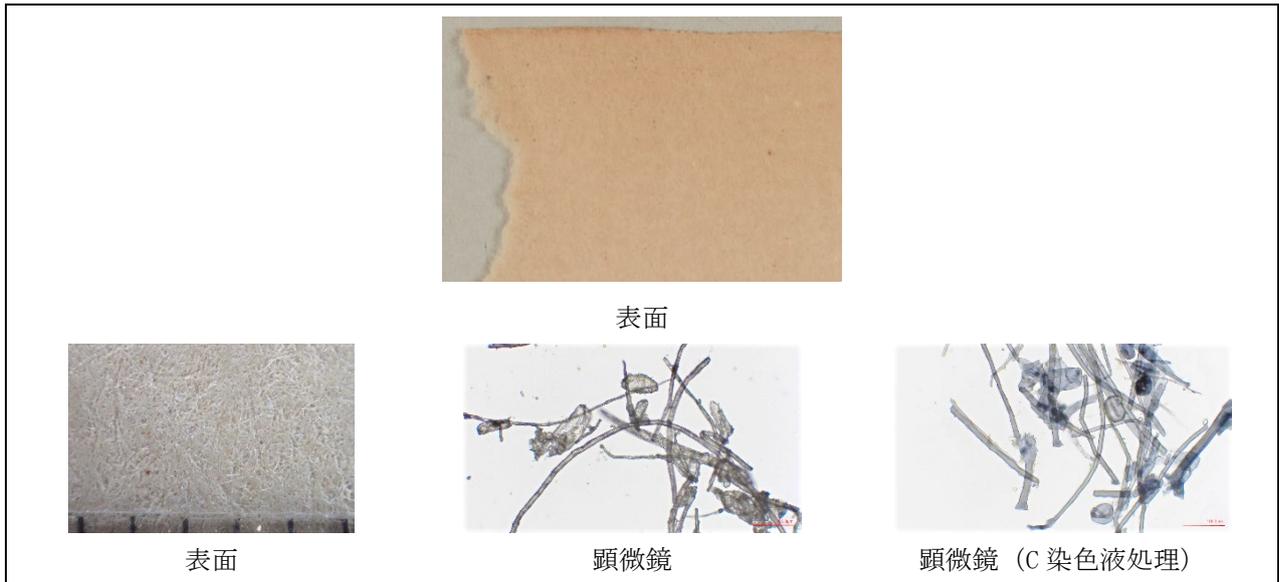
120\_本紙 (1 丁目)



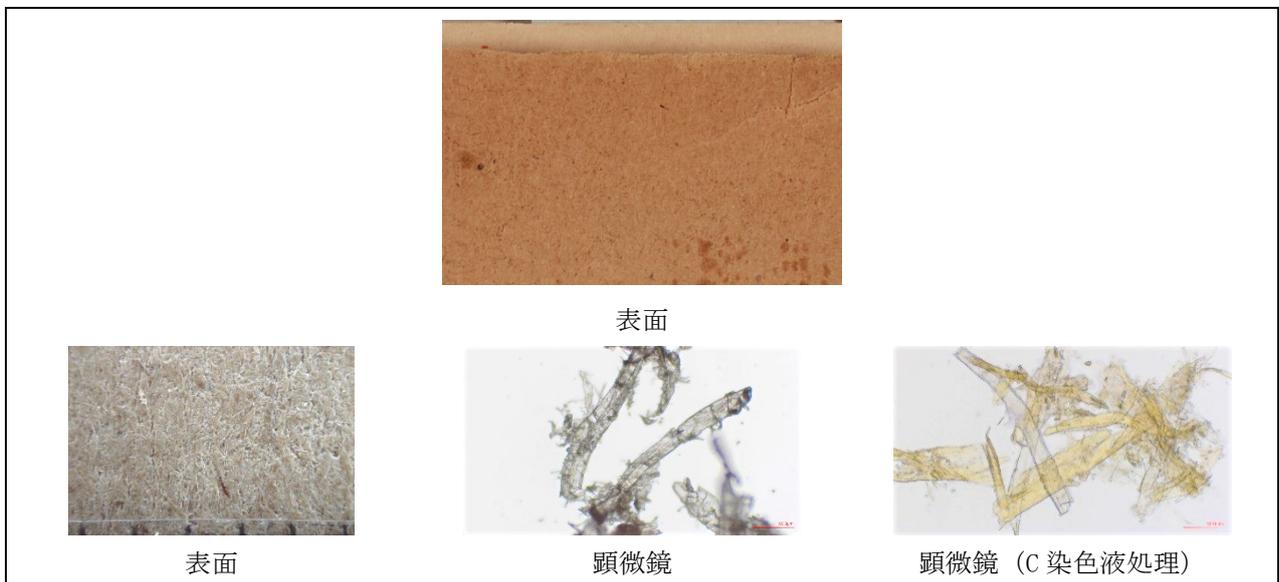
120\_表紙



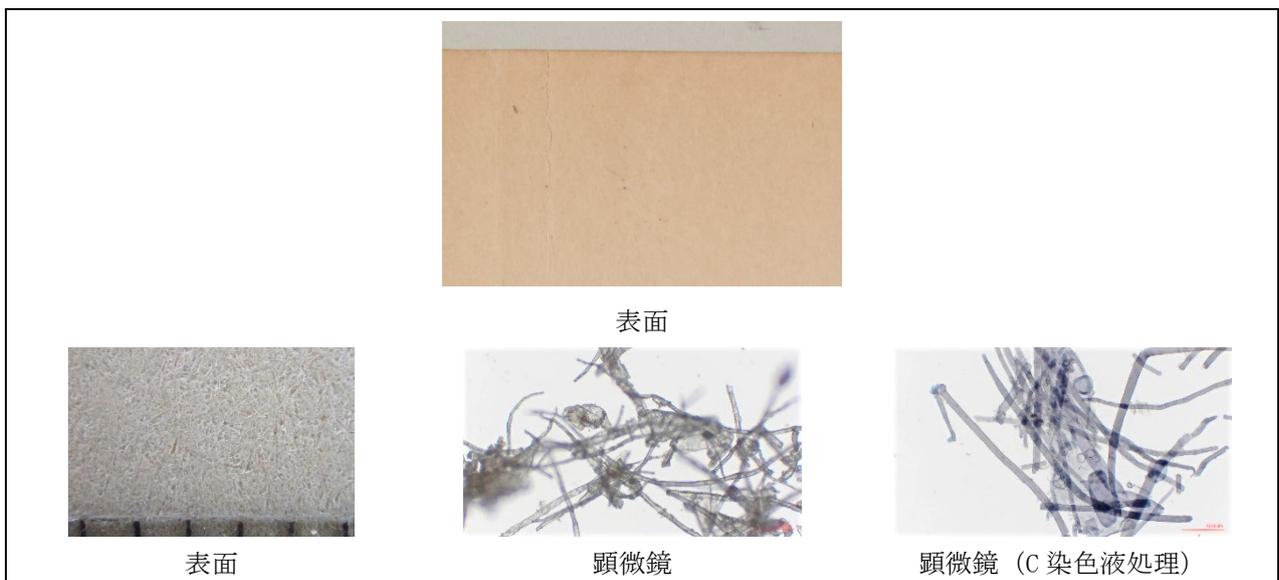
126\_本紙 (1 丁目)



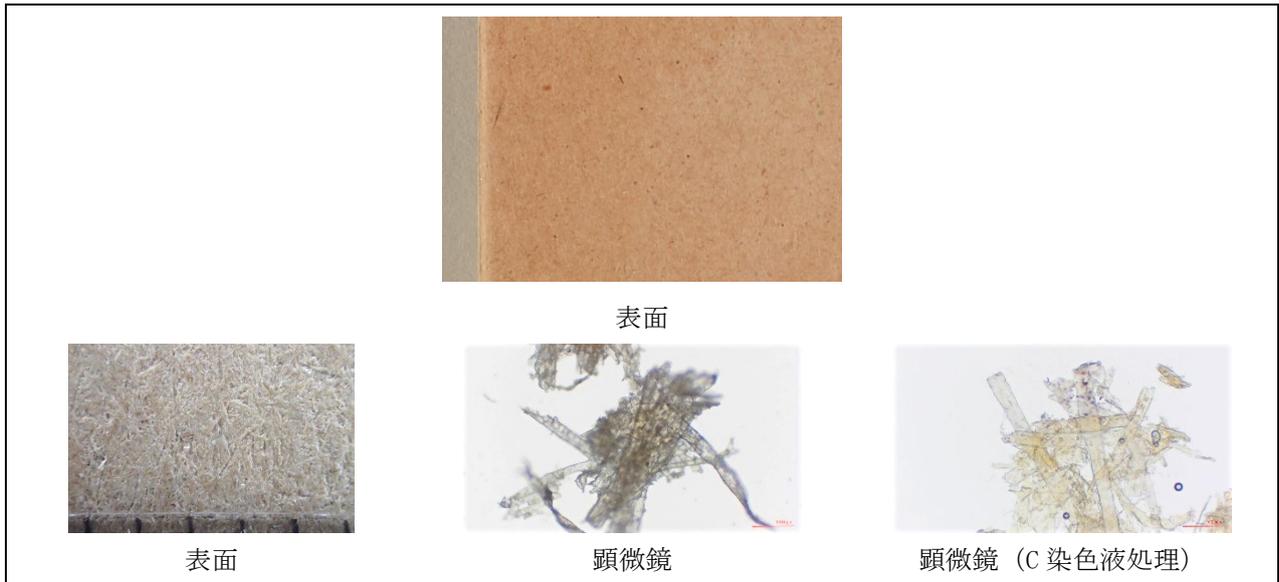
126\_表紙



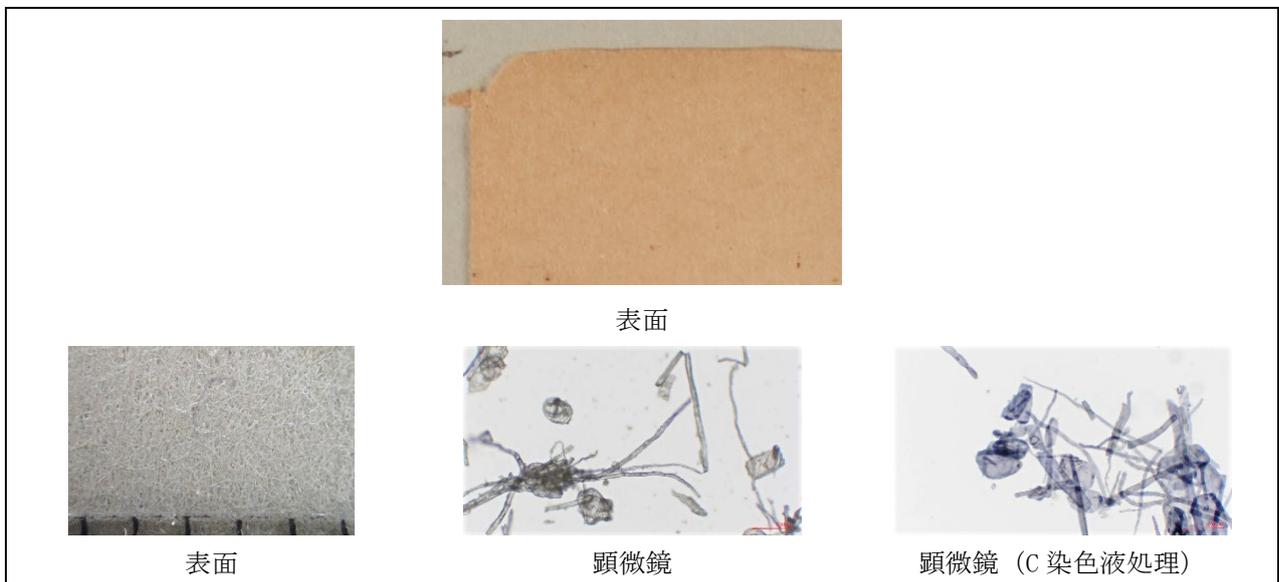
174\_本紙 (1 丁目)



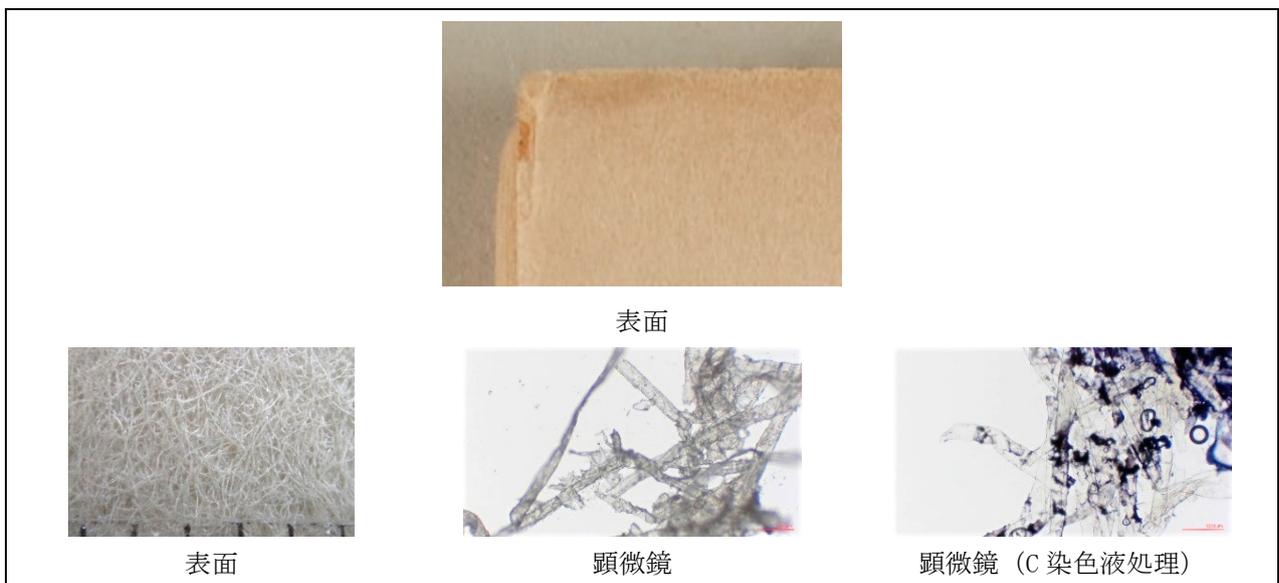
174\_表紙



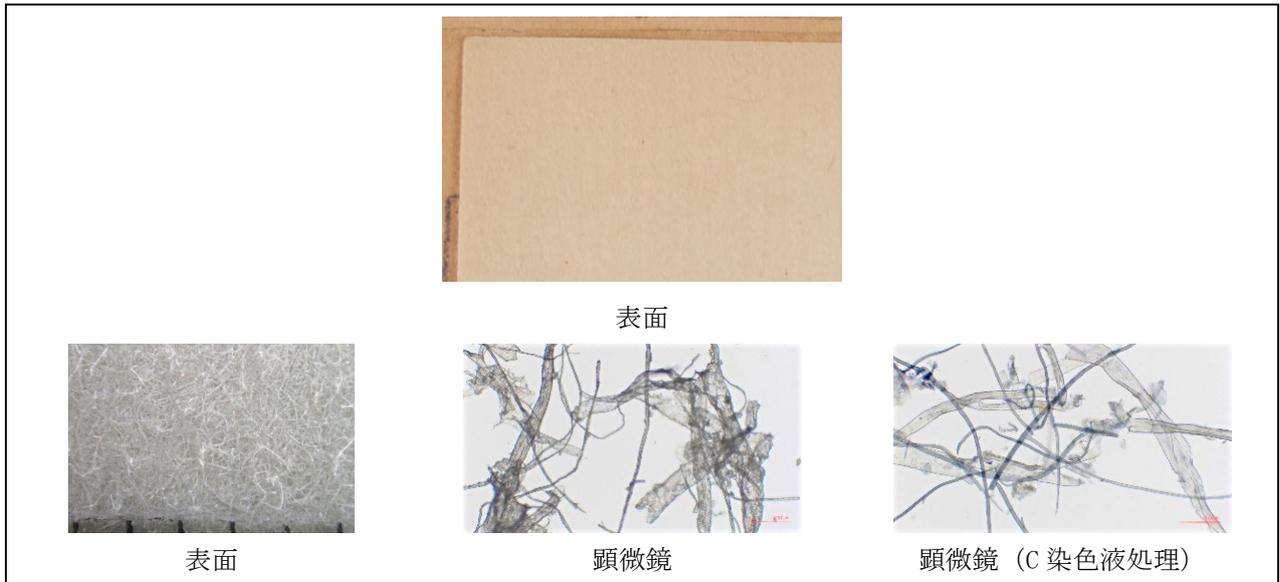
177\_本紙 (1 丁目)



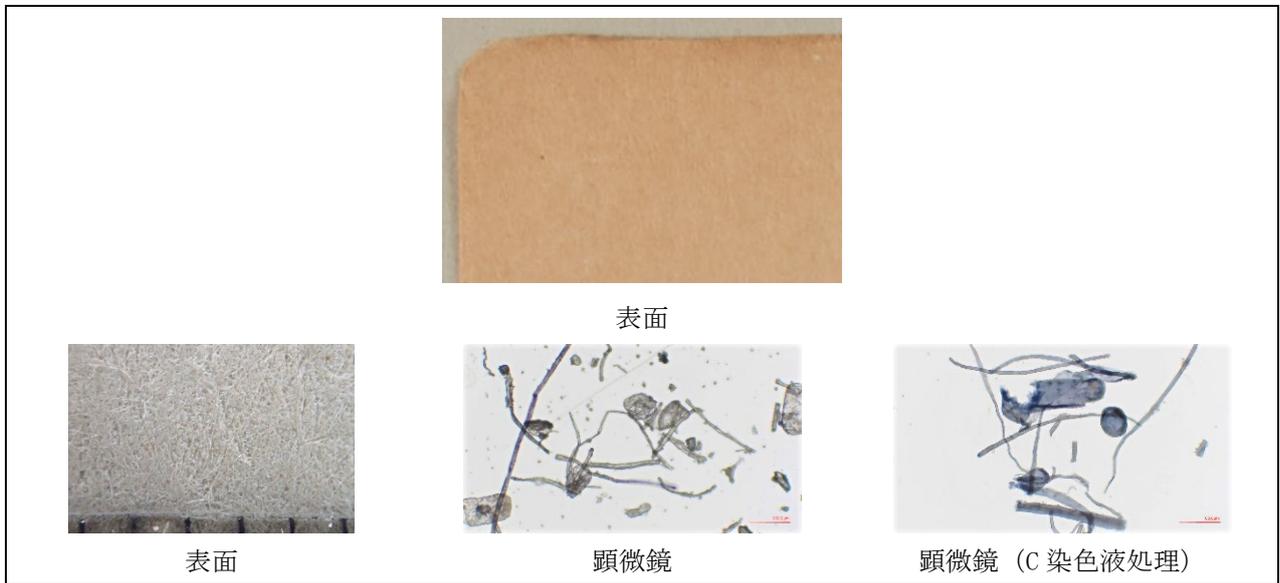
177\_表紙



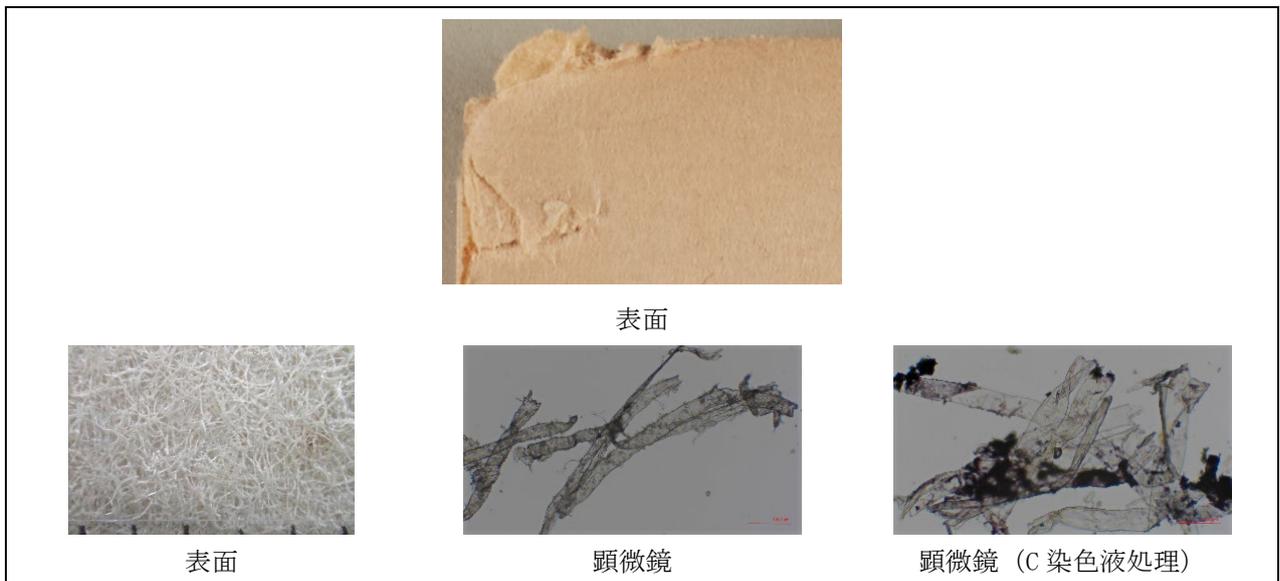
191\_本紙 (1 丁目) 和紙風



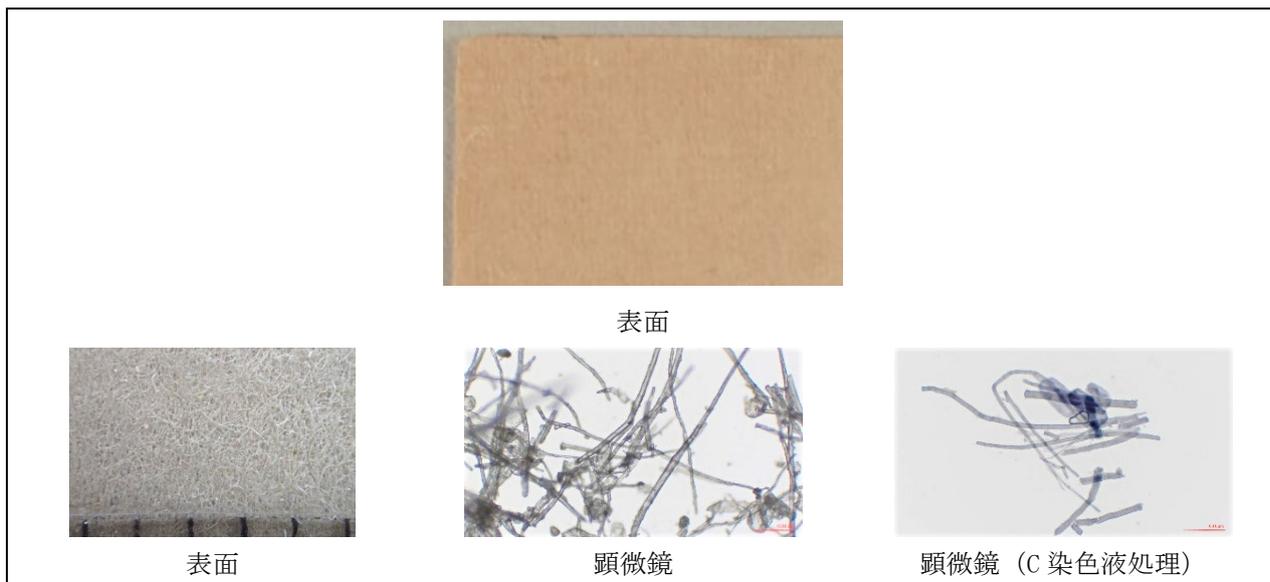
191\_本紙 (3 丁目) 洋紙風



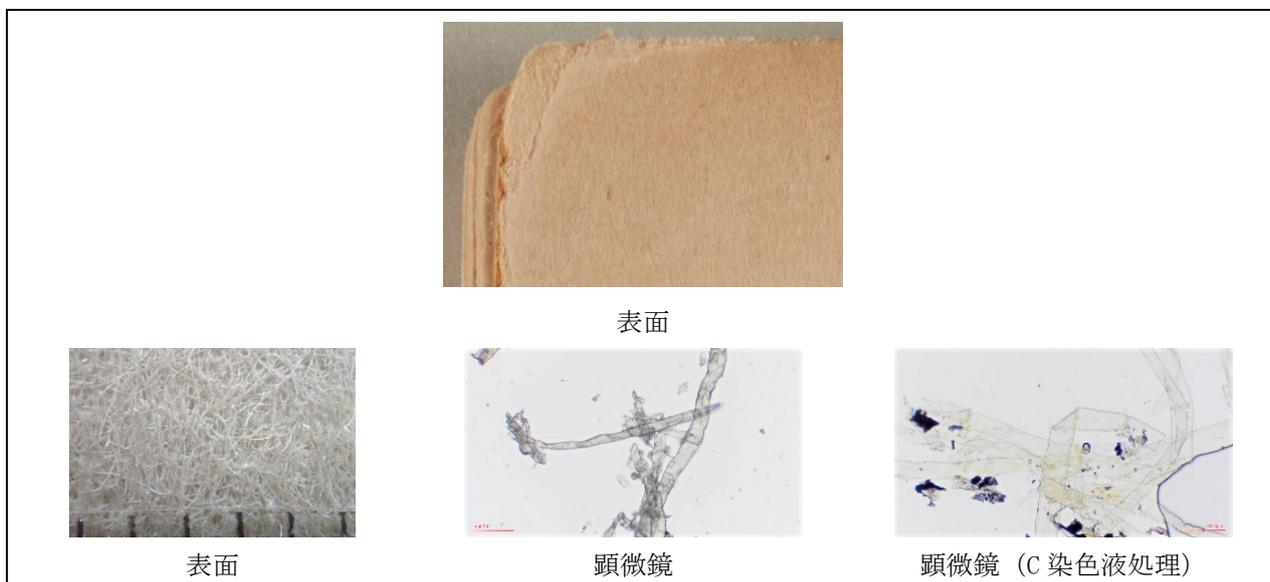
191\_表紙



## 223\_本紙 (1 丁目)



## 223\_表紙



### 3-3. 紙の水素イオン濃度計測

目視調査で「a系」、「b系」と分類した紙に対し、紙表面の水素イオン濃度を計測した。表紙は強度が低下して茶褐色に変色及び硬化した薄いものと、表面は白く柔軟で厚い紙（芯材は褐色している）が用いられているものがあるが、何れも褐色した紙の影響はあるものと想定して表記はすべて「a」系とし、（ ）に白もしくは茶と明記した。また、「a系」においては劣化による紙力低下が著しいものと比較的健全と判断されるものを各々数種測定した。

#### 1. 分析試料

目視調査結果を参考に選定した 40 点

#### 2. 分析方法

JAPAN TAPPI 紙パルプ試験法 No49-1「紙—表面 pH 測定補法—第一部 ガラス電極法」を参考に以下の通り行った。

測定機器：(株)堀場製作所製 ガラス電極式水素イオン濃度指示計 D54 pH メーター



pH メーターを用いた測定

文字判読等に影響を及ぼさないノドにあたる箇所にはイオン交換水を滴下して電極を押し当て、2 分後の数値を読み取った。校正は 3 液法で行った。標準液は pH 4 を「フタル酸塩標準液」、pH 7 を「中性りん酸塩標準液」、pH 9 を「ほう酸塩標準液」とし、温度補正は水温を測定して手動入力した。

また、イオン交換水は空気中の二酸化炭素を吸収して酸性値となるため、ビーカーへ給水した直後と測定後の水の pH についても測定し、傾向を把握した。

測定条件等：室温 21.5℃／給水直後のイオン交換水 pH6.9、測定後のイオン交換水 pH 6.7

### 3. 結果と所見

いずれの資料ともに酸性を示す値であったものの、紙の種別や劣化状態との相関関係があるとは言いがたい印象であった。褐色化して紙が破断する程の劣化が顕著な紙と、紙色は比較的白く柔軟性を有している紙ともに数値に大きな差が生じていない点は注目された。

#### ■分析試料と紙の表面水素イオン濃度 (pH)

資料番号	試料名	pH	資料番号	試料名	pH
7	本紙「a 系」	4.4	110	本紙「a 系」	4.2
	表紙「a 系 (白)」	5.1		表紙「a 系 (白)」	4.9
17	本紙「a 系」	4.6	112	本紙「b 系」	5.0
	表紙「a 系 (茶)」	3.9		本紙「a 系」	4.3
25	本紙「a 系」	4.6		表紙「a 系 (白)」	4.6
	表紙「a 系 (茶)」	3.6	119	本紙「a 系」	4.4
27	本紙「a 系 (茶)」	4.3		表紙「a 系 (白)」	4.6
	表紙「a 系」	3.6	120	本紙「a 系」	4.4
53	本紙「a 系」	4.4		表紙「a 系 (白)」	4.6
	表紙「a 系 (茶)」	4.0	126	本紙「a 系」	4.3
54	本紙「a 系」	4.5		表紙「a 系 (茶)」	3.6
	表紙「a 系 (茶)」	3.5	174	本紙「a 系」	4.4
55	本紙「a 系」	4.5		表紙「a 系 (茶)」	3.7
	表紙「a 系 (茶)」	3.6	177	本紙「a 系」	4.3
63	本紙「a 系」	4.3		表紙「a 系 (白)」	4.2
	表紙「a 系 (白)」	4.6	191	本紙「b 系」	4.4
	表紙芯材「a 系」	4.0		本紙「a 系」	4.3
103	本紙「a 系」	4.3		表紙「a 系 (白)」	4.7
	綴孔定規「a 系」	4.4	223	本紙「a 系」	4.5
	表紙「a 系 (白)」	5.0		表紙「a 系 (白)」	4.4

#### 3-4. 紙の色

令和 4 年度の調査において本資料群には、褐色化が顕著で密度が高く張りがあり、壊れやすい印象を持つ木材パルプ主体の紙と、褐色化の進行が軽微且つ柔軟な風合いを持ち樹皮（韌皮繊維）を含む紙の 2 種に大別されることを把握したが、こうした質感や色に対する評価は感覚的であるため、資料の特徴や傾向を表現するための基準にはなり難い。そこで、今年度は紙の色に注目し、色に対して客観的な評価を行うための手法を検討する目的で調査を行った。

以下、東京文化財研究所文化遺産国際協力センター加藤雅人氏による生物材料科学、製紙科学研究

者の観点からの論稿を掲載する。

(1) はじめに

令和5年度文化庁委託事業「近代歴史資料の保存に関する調査研究事業」報告書にある調査を、本年度も同様に行った。

(2) 測定

(2) - 1 試料

令和6年度文化庁委託事業「近代歴史資料の保存に関する調査研究事業」で調査、研究を行った資料を用いた。今回、紙の状態と色との相関を検討するため、修理技術者による状態の観察結果も新たに修護から提供していただいた(表1)。

表1 測定試料

本報告での記号	資料番号 名称*	原料繊維*	表面 pH*	状態：損傷 変色 触感
a01	7-1 丁目	イネ科の植物	4.4	亀裂あり、損傷あり、版心部の断裂 全体に茶変あり 脆い
a02	7-表紙	針葉樹化学パルプ、イネ科の植物	5.1	亀裂あり、損傷大 茶変あり
b01	17-1 丁目	イネ科の植物	4.6	亀裂あり、損傷大、版心部の断裂 茶変あり 脆い
b02	17-表紙	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	3.9	亀裂あり、損傷大 全体に茶変あり 脆い
c01	25-最終丁	イネ科の植物	4.6	亀裂あり、損傷あり 茶変あり
c02	25-表紙	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	3.6	亀裂あり、損傷大 全体に茶変あり
d01	27-1 丁目	イネ科の植物	4.3	亀裂あり、損傷あり、版心部の断裂 全体に茶変あり 脆い
d02	27-表紙	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	3.6	亀裂あり 全体に茶変あり 脆い
e01	53-1 丁目	イネ科の植物	4.4	亀裂あり、損傷あり、版心部の断裂 茶変あり
e02	53-表紙	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	4.0	亀裂あり、損傷あり 全体に茶変あり
f01	54-1 丁目	イネ科の植物	4.5	亀裂あり、版心部の断裂 茶変あり
f02	54-表紙	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	3.5	亀裂あり 全体に茶変あり 脆い
g01	55-1 丁目	イネ科の植物	4.5	亀裂あり、損傷あり、版心部の断裂 茶変あり
g02	55-表紙	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	3.6	亀裂あり、損傷あり 全体に茶変あり
h01	63-1 丁目	イネ科の植物	4.3	亀裂あり、損傷あり、版心部の断裂 茶変あり
h02	63-表紙	針葉樹化学パルプ、イネ科の植物、コウゾ(少量)	4.6	亀裂あり、損傷あり 茶変あり
h03	63-表紙芯紙	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	4.0	健全 茶変あり
i01	103-1 丁目	イネ科の植物	4.3	亀裂あり、損傷あり、版心部の断裂 茶変あり

i02	103-定規	針葉樹化学パルプ、広葉樹化学パルプ、機械パルプ	4.4	健全 茶変あり
i03	103-表紙	針葉樹化学パルプ、不明繊維(痕跡)	5.0	損傷あり、断裂 茶変あり
j01	110-1 丁目	イネ科の植物	4.2	亀裂あり、損傷あり、版心部断裂 (補修されている) 茶変あり
j02	110-表紙	針葉樹化学パルプ、イネ科の植物(少量)、コウゾ(少量)	4.9	亀裂あり、損傷あり 茶変あり
k01	112-1 丁目	コウゾ、針葉樹化学パルプ	5.0	亀裂あり、損傷あり 茶変あり
k02	112-3 丁目	イネ科の植物	4.3	亀裂あり、損傷あり 茶変あり
k03	112-表紙	針葉樹化学パルプ	4.6	亀裂あり、損傷あり、断裂 茶変あり
L01	119-1 丁目	イネ科の植物	4.4	亀裂あり、損傷あり、版心部の断裂 茶変あり
L02	119-表紙	針葉樹化学パルプ、イネ科の植物	4.6	亀裂あり、損傷あり 茶変あり
m01	120-1 丁目	イネ科の植物	4.4	亀裂あり、損傷あり、版心部の断裂 茶変あり
m02	120-表紙	針葉樹化学パルプ	4.6	亀裂あり、損傷あり 茶変あり
n01	126-1 丁目	イネ科の植物	4.3	亀裂あり、損傷大、版心部の断裂 茶変あり
n02	126-表紙	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	3.6	亀裂あり、損傷大 全体に茶変あり
o01	174-1 丁目	イネ科の植物	4.4	亀裂あり、損傷あり、版心部の断裂 茶変あり
o02	174-表紙	機械パルプ、針葉樹化学パルプ	3.7	亀裂あり、損傷大 全体に茶変あり
p01	177-1 丁目	イネ科の植物	4.3	亀裂あり、損傷あり、版心部の断裂 茶変あり
p02	177-表紙	針葉樹化学パルプ	4.2	亀裂あり、損傷あり 茶変あり
q01	191-1 丁目	針葉樹化学パルプ、イネ藁	4.4	亀裂あり 茶変あり
q02	191-3 丁目	イネ科の植物	4.3	亀裂あり、損傷あり、版心部の断裂 茶変あり
q03	191-表紙	針葉樹化学パルプ	4.7	亀裂あり、損傷あり 茶変あり
r01	223-1 丁目	イネ科の植物	4.5	亀裂あり、損傷あり、版心部の断裂 茶変あり
r02	223-表紙	針葉樹化学パルプ	4.4	損傷あり、断裂 茶変あり

\*令和4年度文化庁委託事業「近代歴史資料の保存に関する調査研究事業」業務実績報告書, 修護, オンライン(<https://www.shugo.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/2024/03/20dd227df87efead97d250d23b341bcd-1.pdf>) 2023年3月

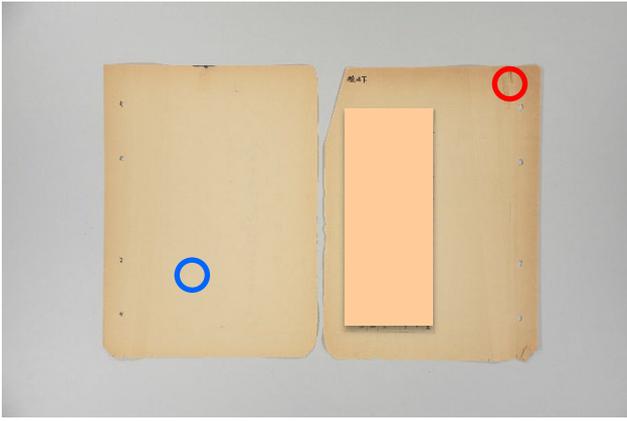
## (2) - 2 測色

測色は、市販のカラーマッチングキットの測色器と付属のカラーマッチングソフトウェアの機能を使用した。装置、ソフトウェア及び条件は以下の通り。

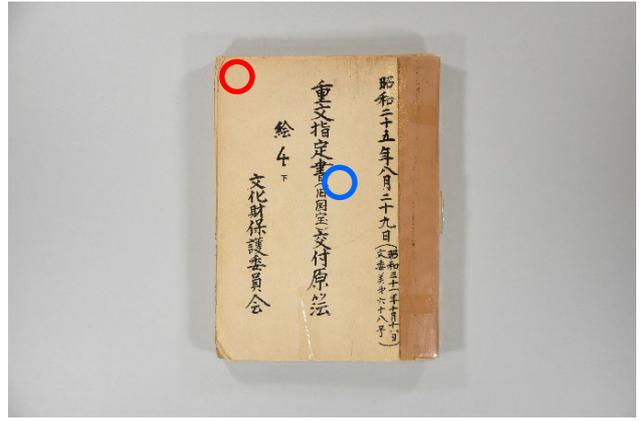
測定装置および条件：X-rite 社、i1 Pro Rev E (i1 pro 2)、(測定範囲 φ4.5mm、光源 D50、照明角/受光角 45°/0°)

測定ソフトウェア：X-rite 社、i1 profiler

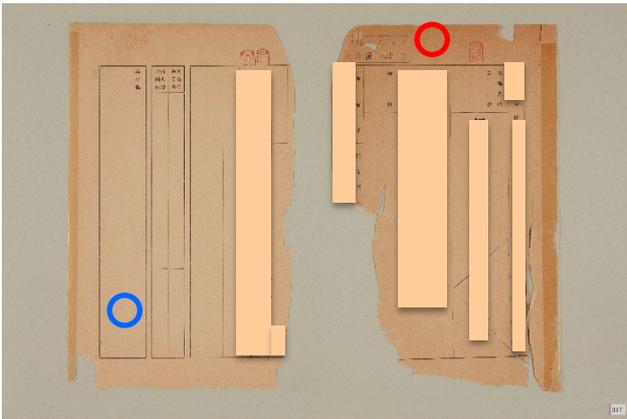
測定は、株式会社 修護が行った。上記、資料中の一紙に対して、変色の著しい箇所と、変色の少ない箇所の2か所を測定した。(図1)



a01



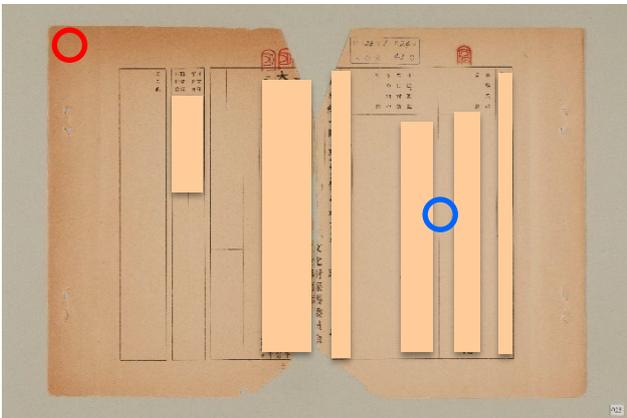
a02



b01



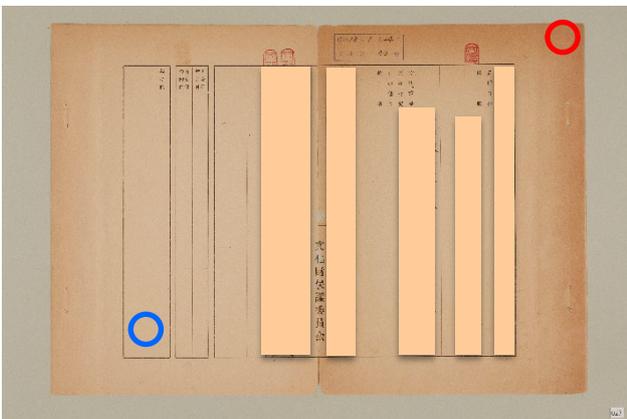
b02



c01



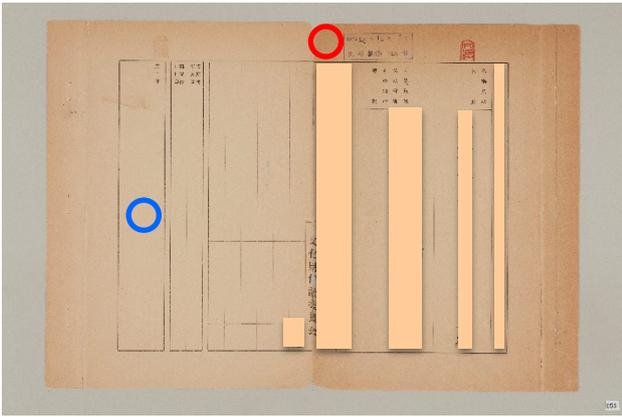
c02



d01



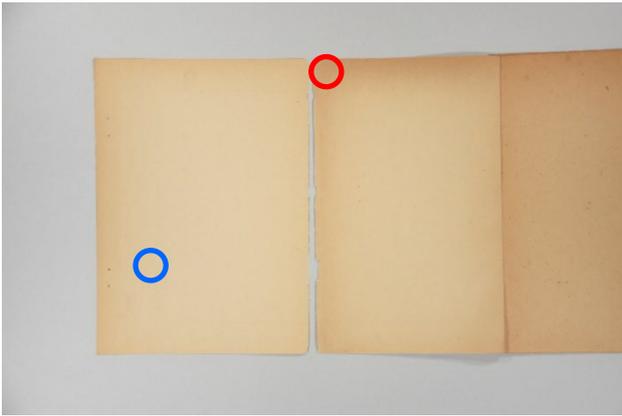
d02



e01



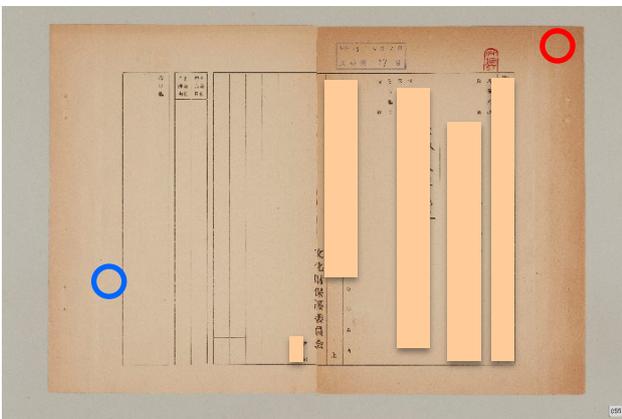
e02



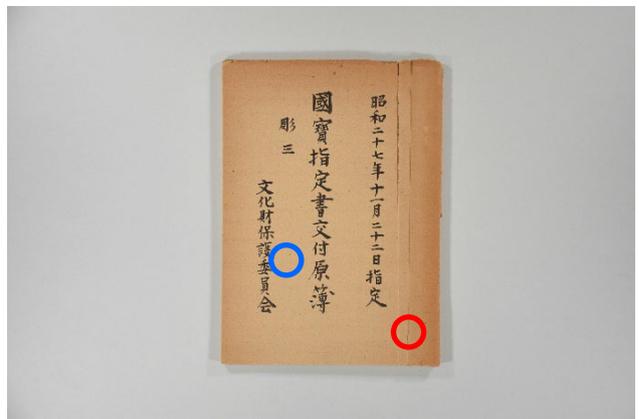
f01



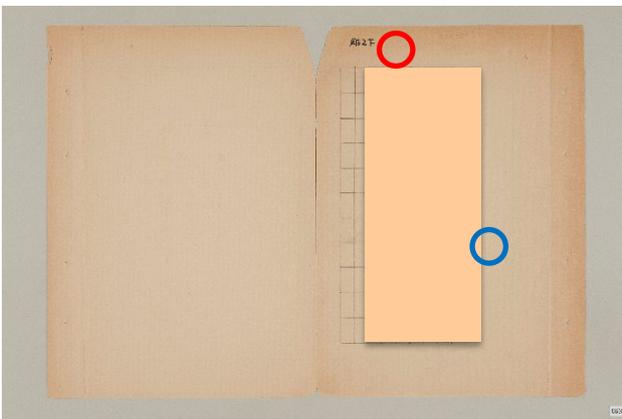
f02



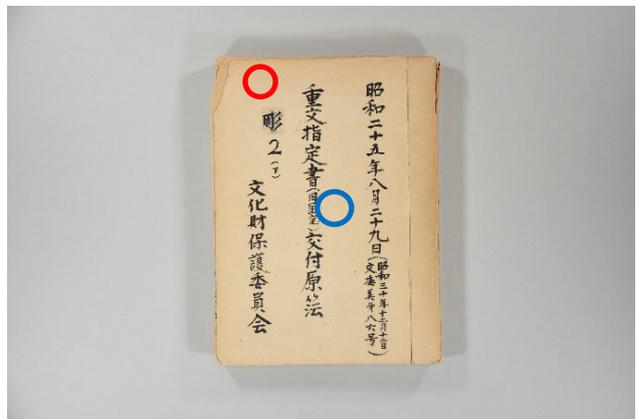
g01



g02



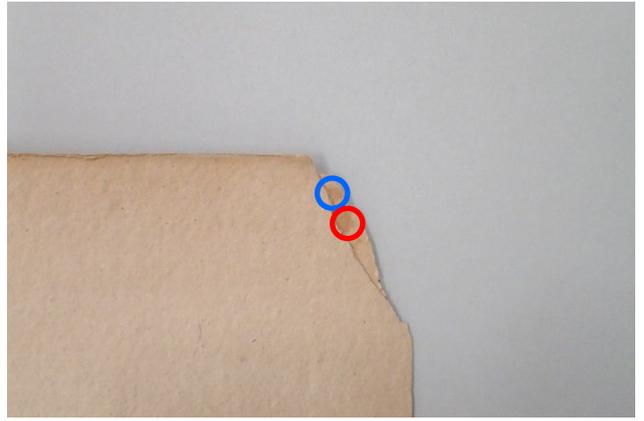
h01



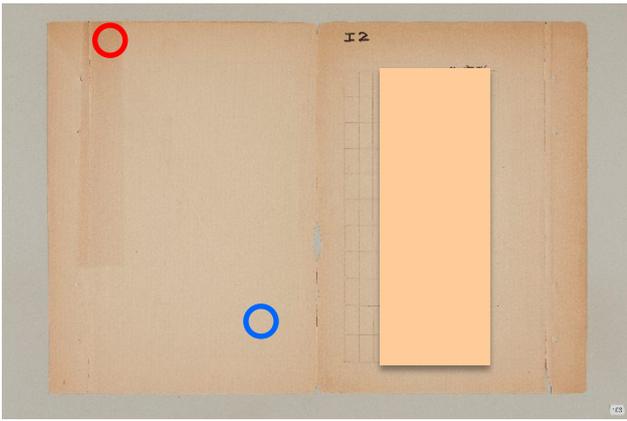
h02



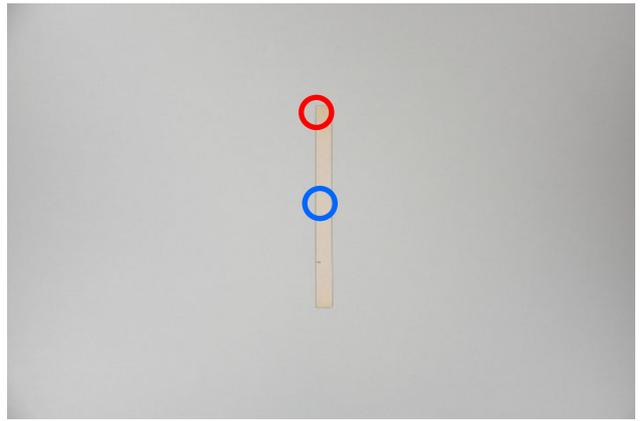
h03



h03 拡大



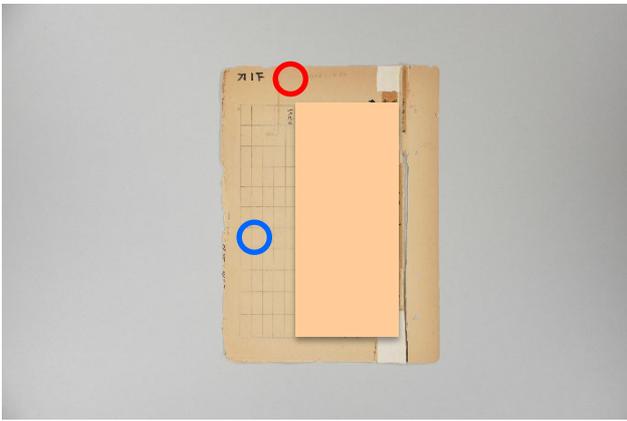
i01



i02



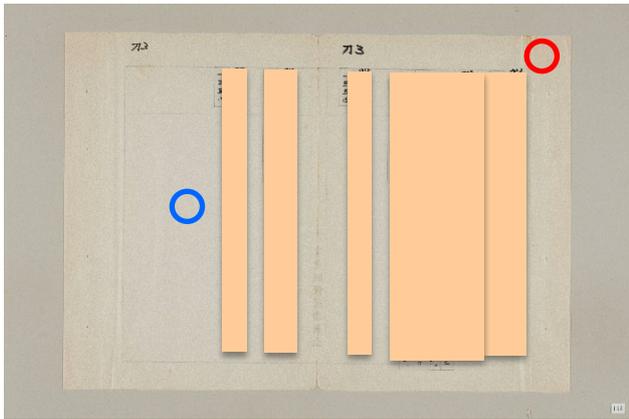
i03



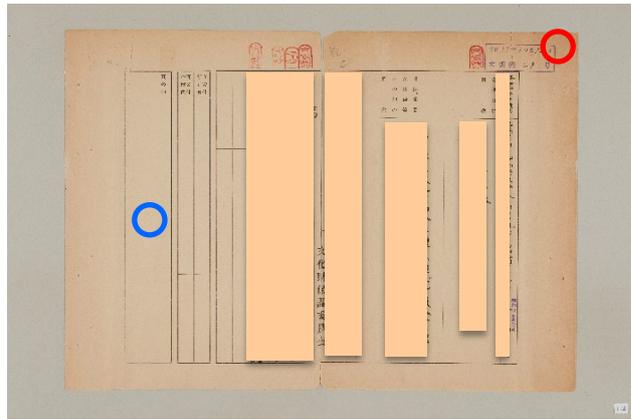
j01



j02



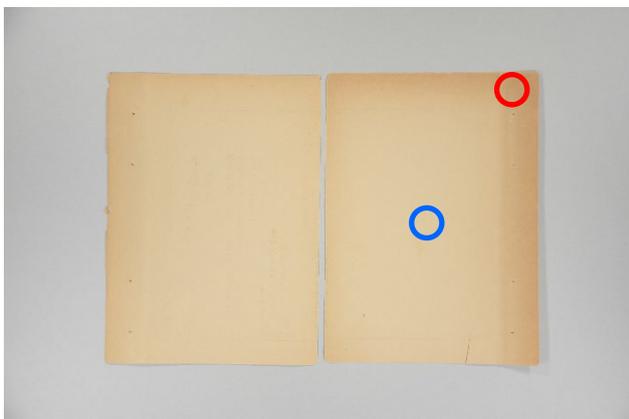
k01



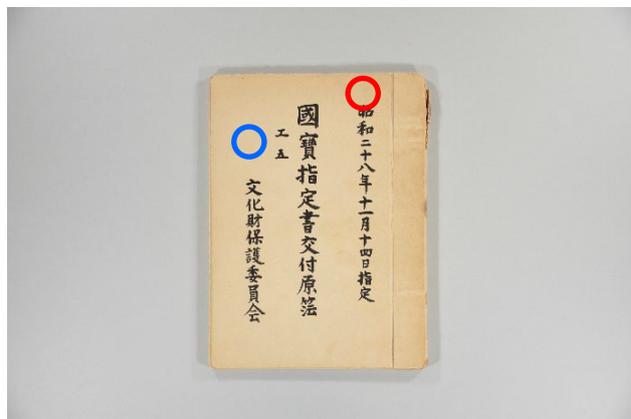
k02



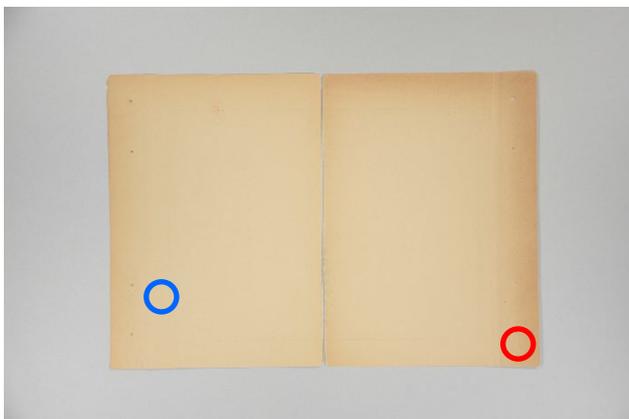
k03



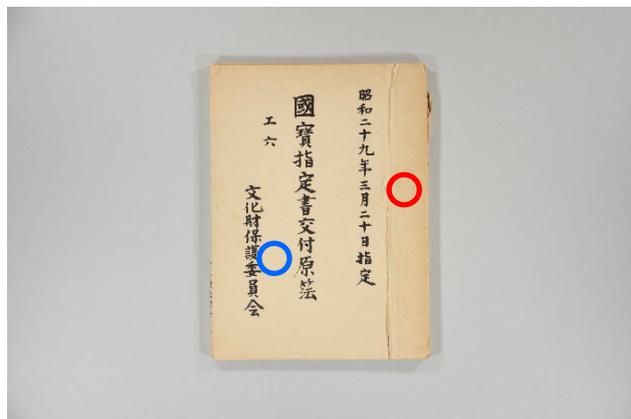
L01



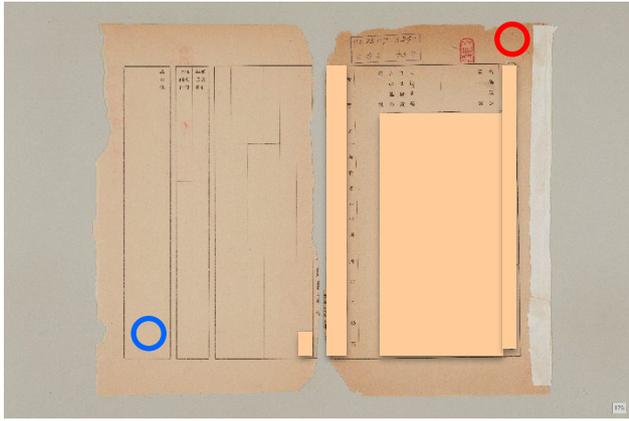
L02



m01



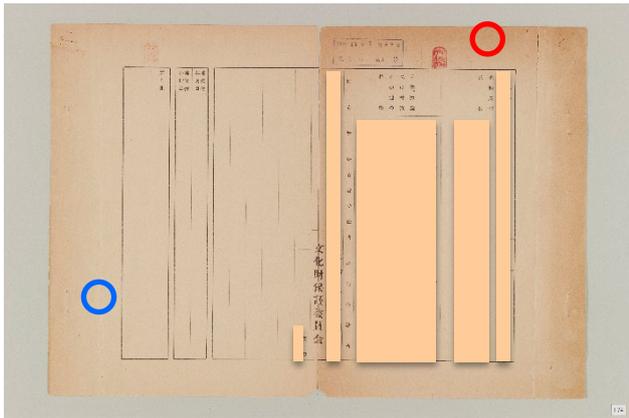
m02



n01



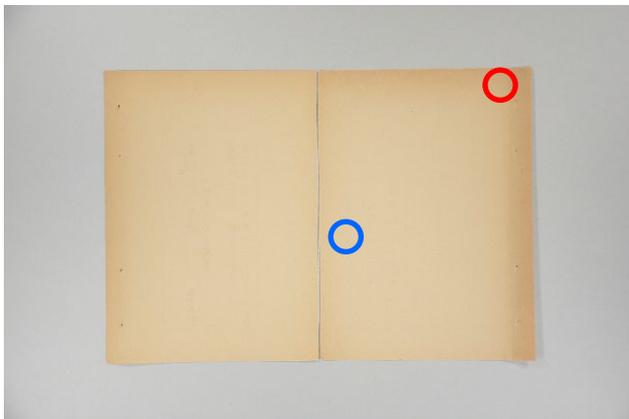
n02



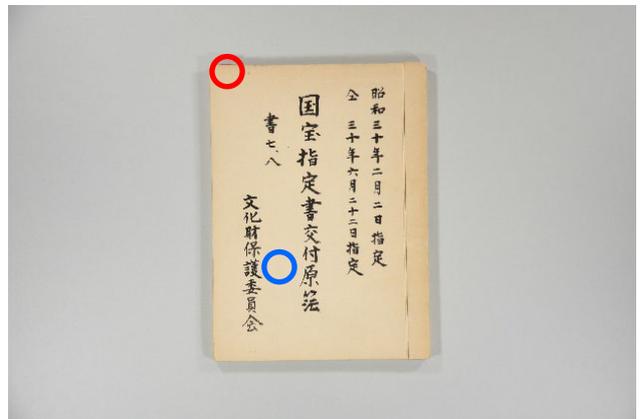
o01



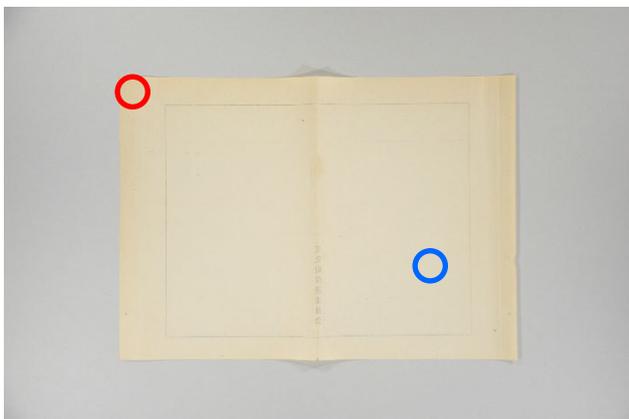
o02



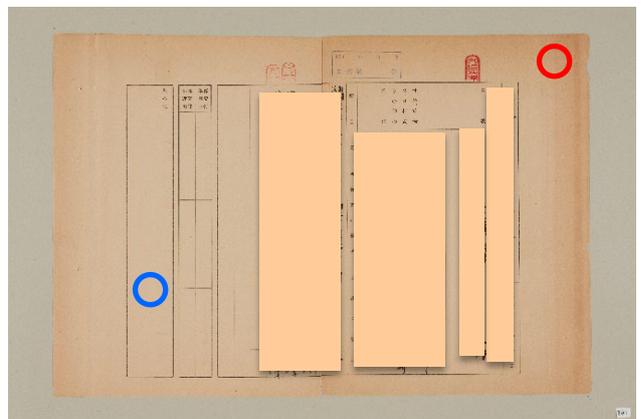
p01



p02



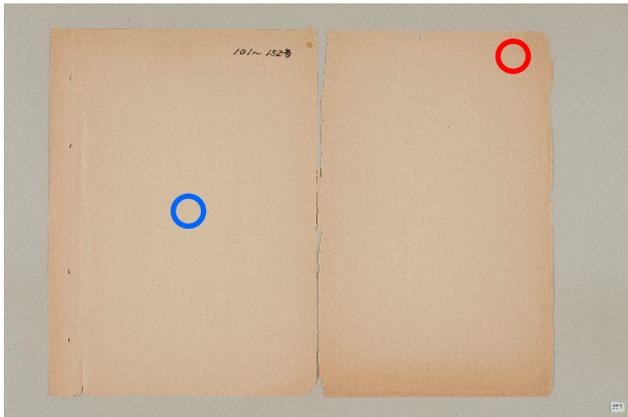
q01



q02



q03



r01



r02

図1 各試料およびそれぞれの資料中の測定箇所  
丸印は測定箇所。丸印の色は図3のスペクトルの線の色に対応する。

### (3) 結果と考察

#### (3) - 1 CIELAB<sup>\*1</sup>による評価

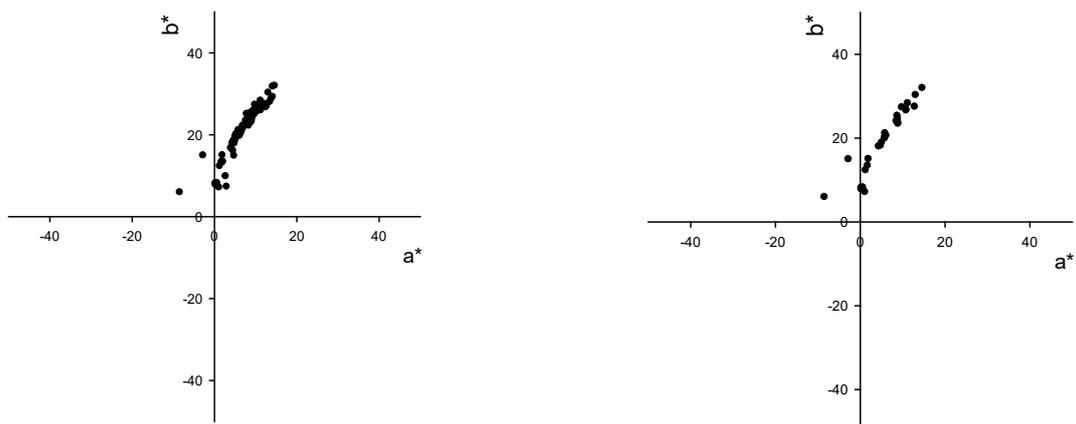
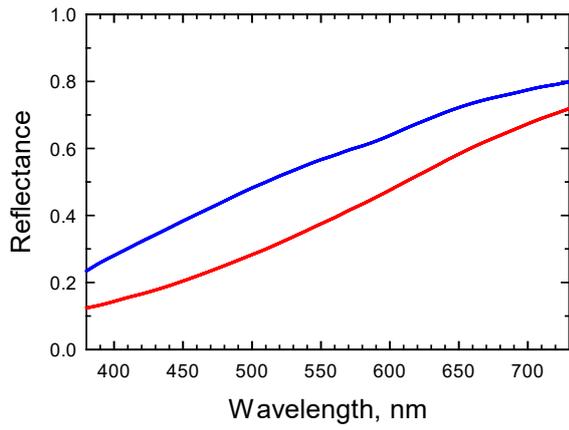


図2 試料のCIELABのa\*b\*プロット  
(右：参考 令和5年度報告)

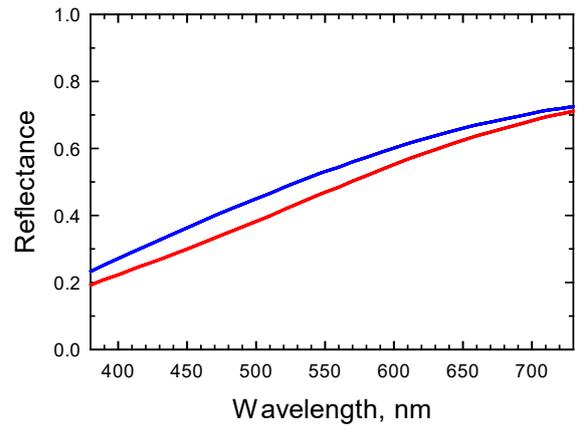
図2にa\*b\*二次元の散布図を示す。昨年度の測定結果に今年度の測定結果を付け加えたところ、一つの線上に乗るといった状況がさらに明確になった。

<sup>1</sup> 国際学術会議のCIE (Commission Internationale de l'Éclairage 国際照明委員会) が策定した表色系。国際規格 ISO/CIE 11664-4、日本産業規格 JIS Z8781-4 にも規定がある。

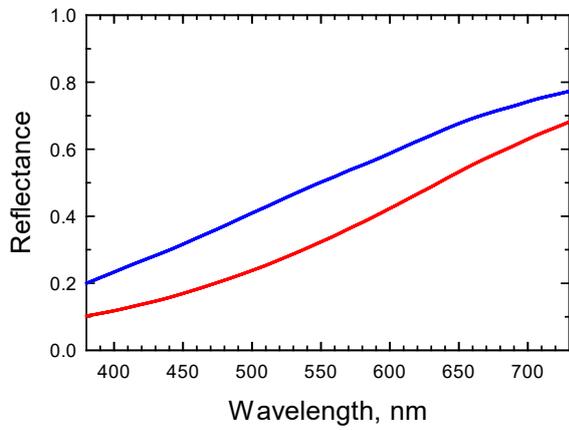
(3) - 2 分光分析および評価  
測色で得られた数値データを図化した (図 3)。



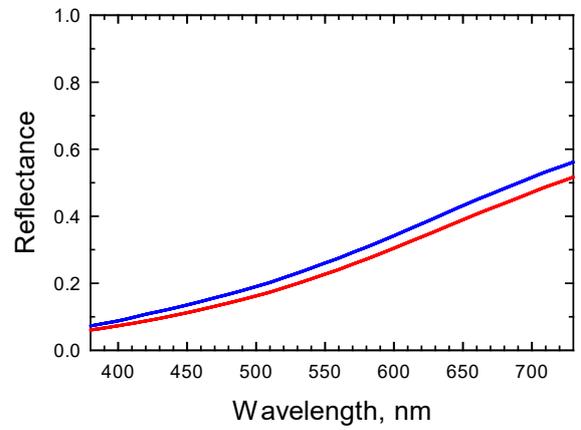
a01



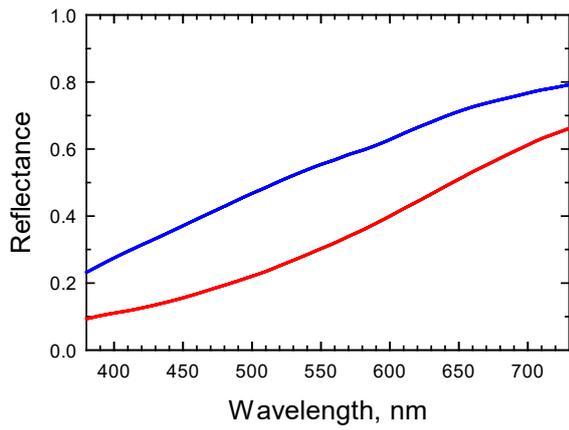
a02



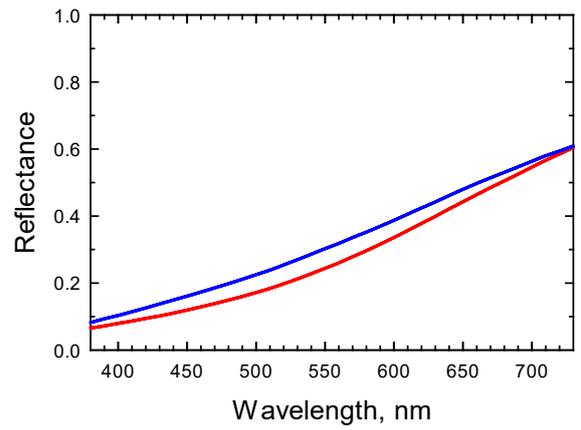
b01



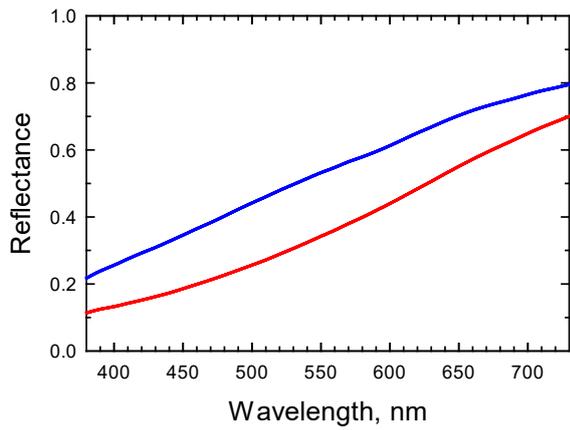
b02



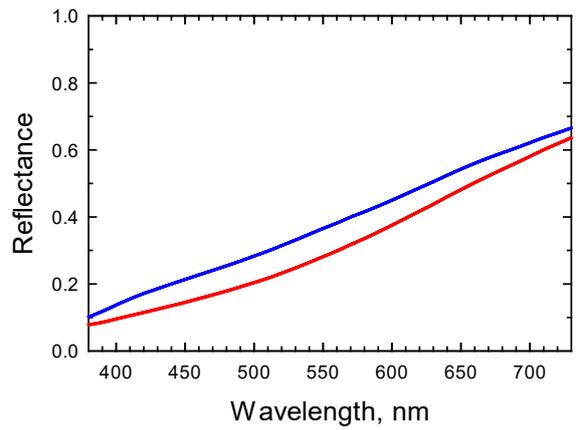
c01



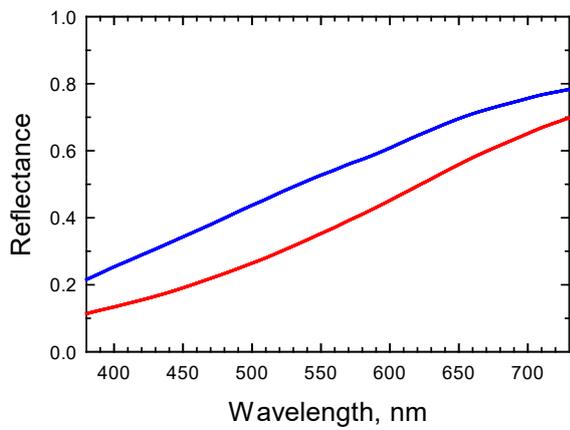
c02



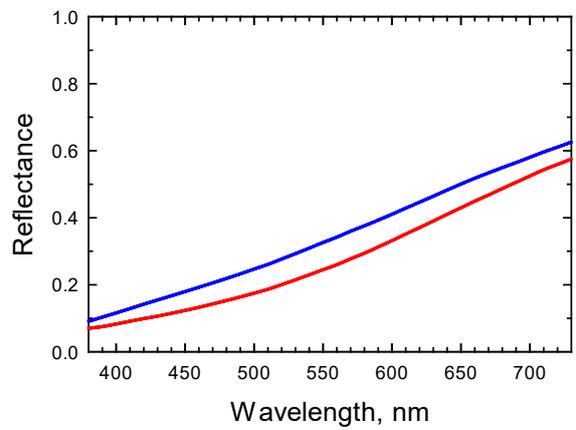
d01



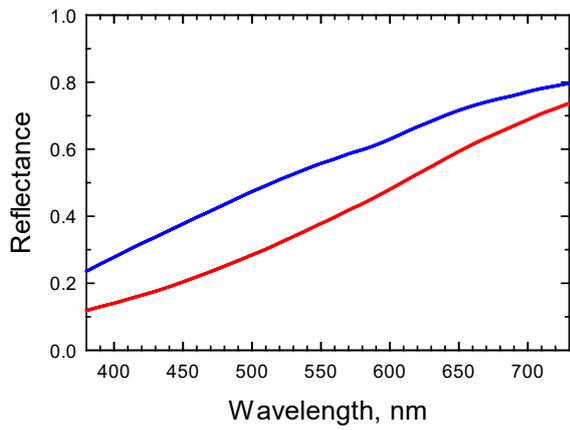
d02



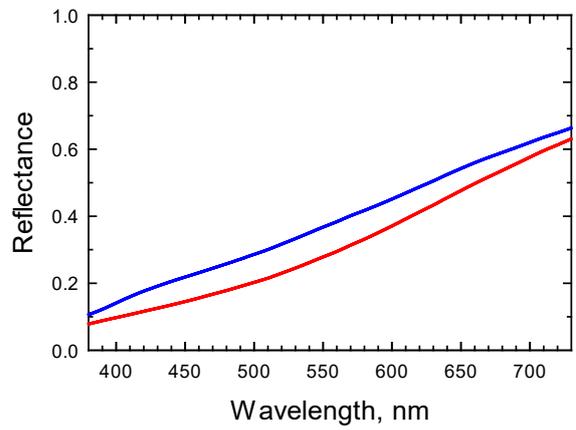
e01



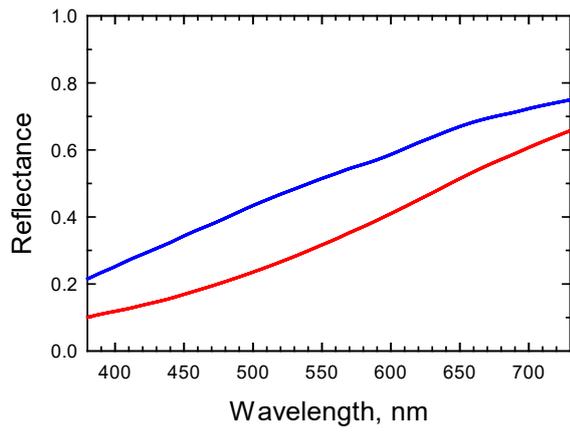
e02



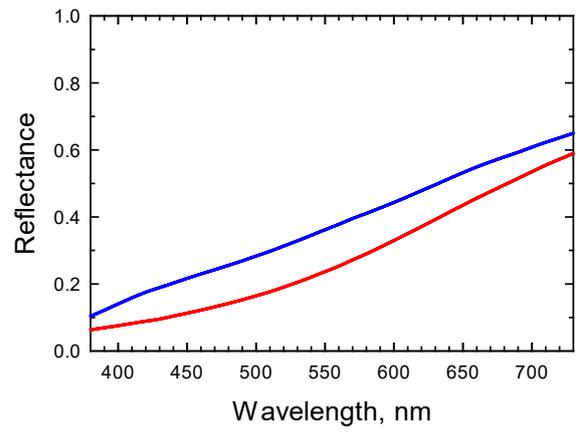
f01



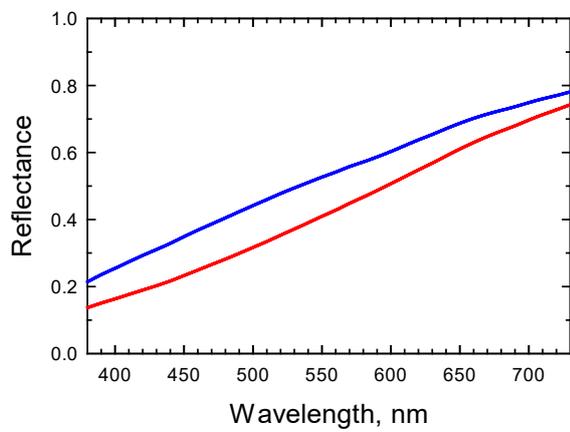
f02



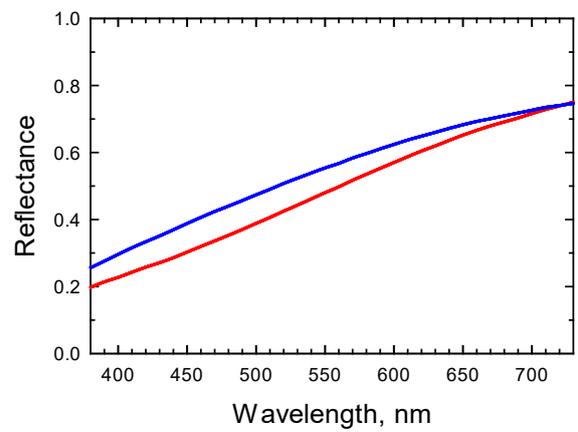
g01



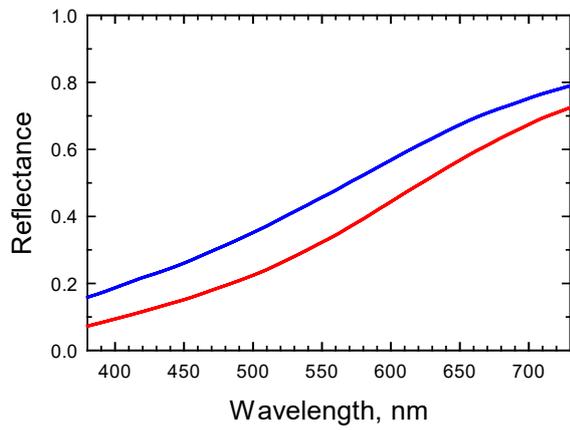
g02



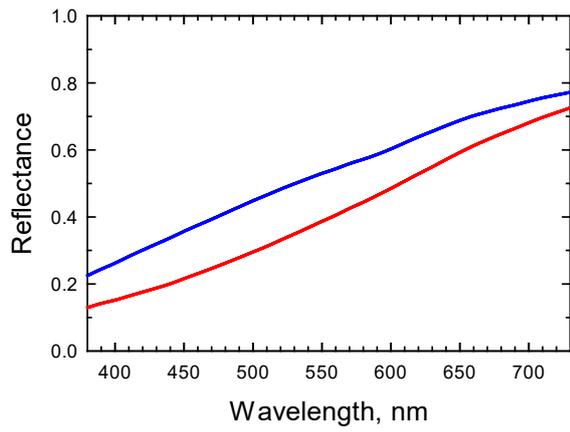
h01



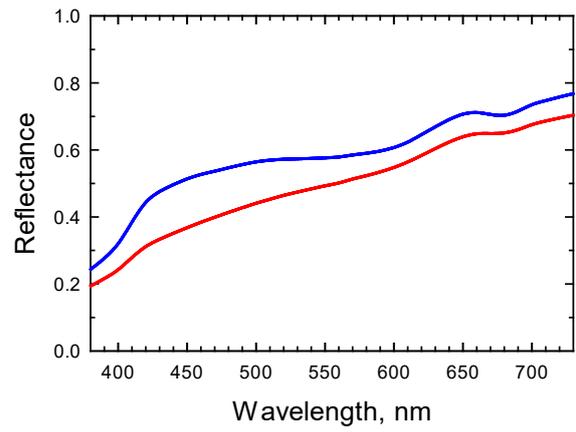
h02



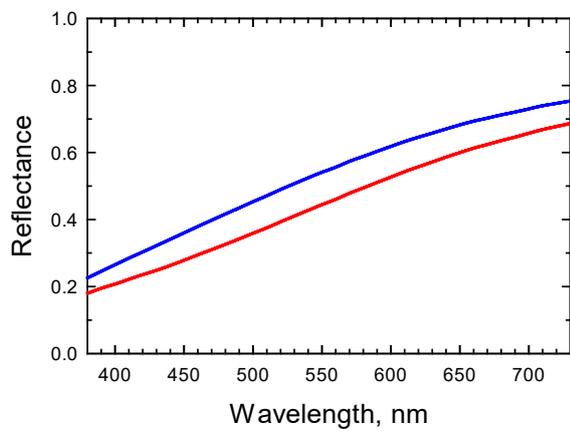
h03



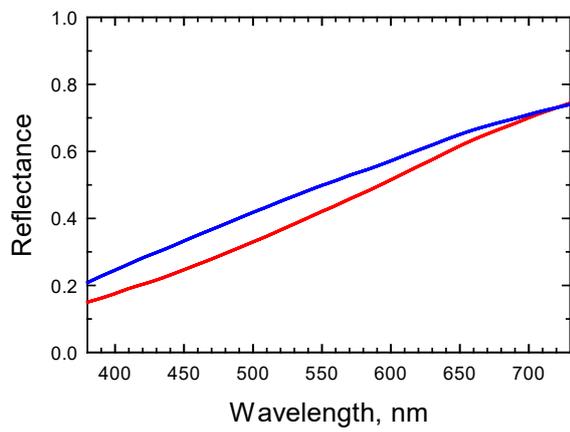
i01



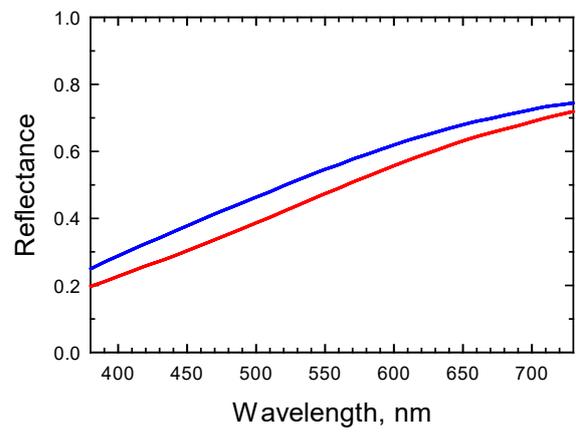
i02



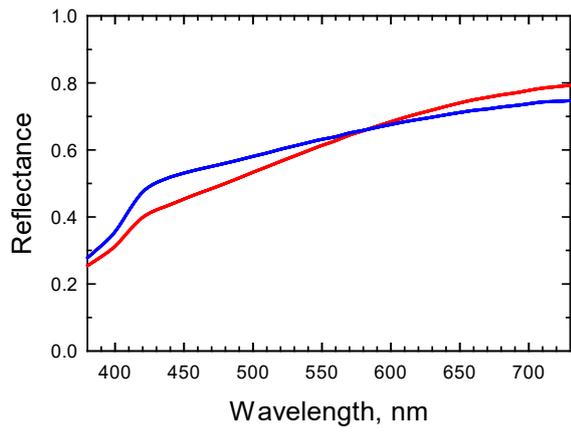
i03



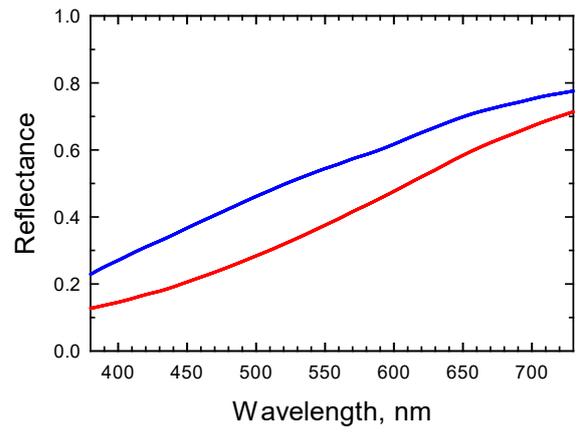
j01



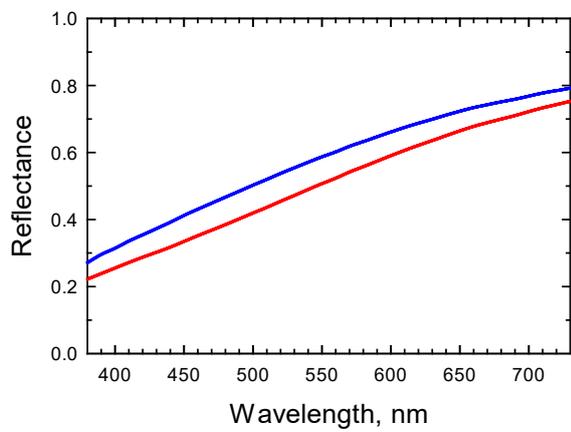
j02



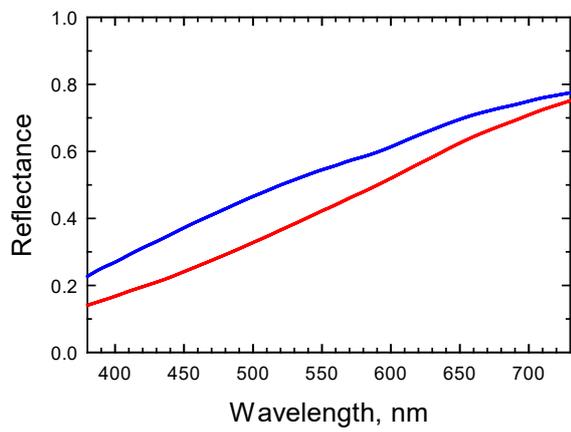
k01



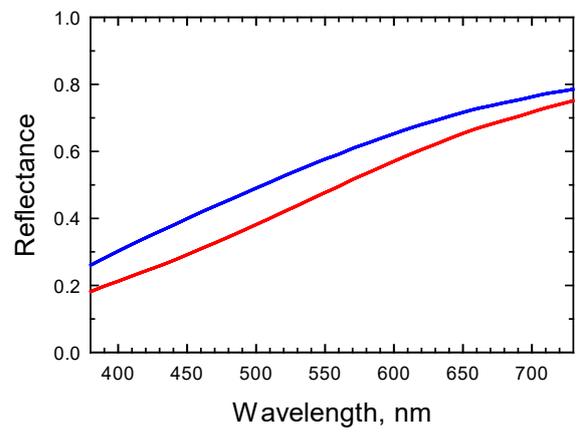
k02



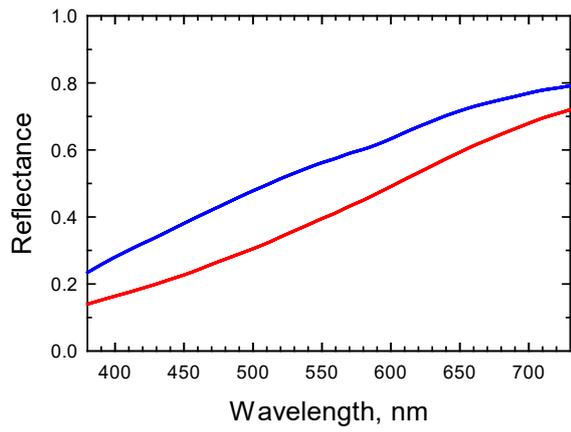
k03



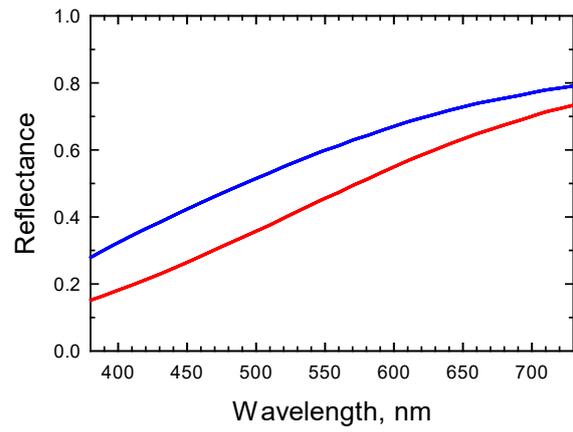
L01



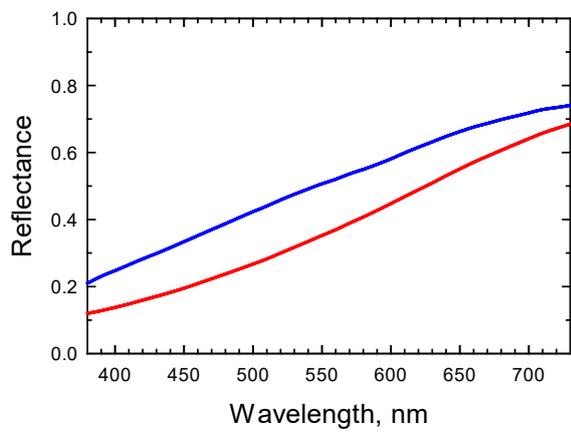
L02



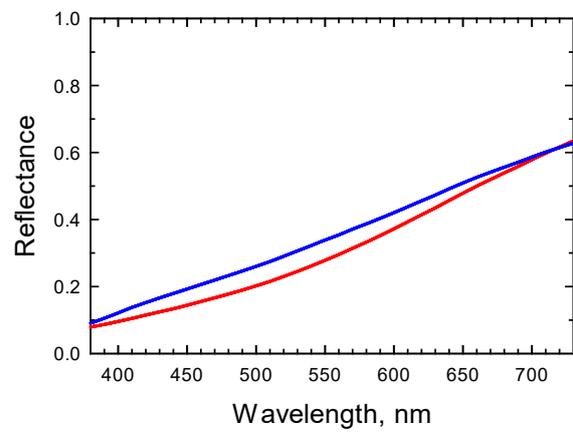
m01



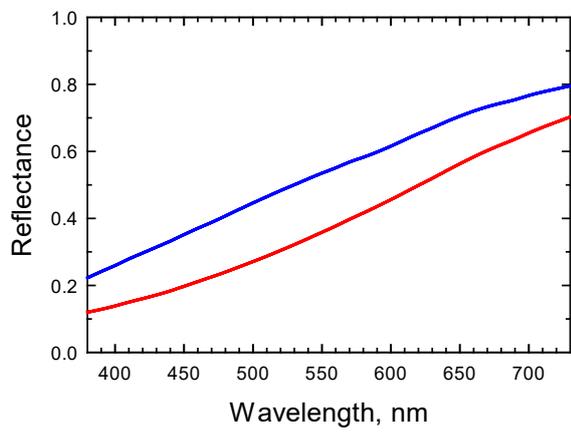
m02



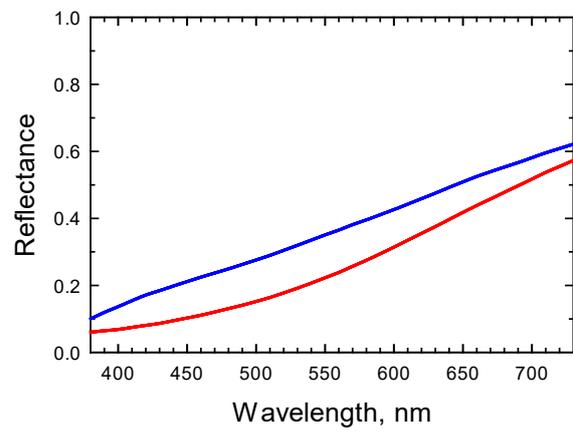
n01



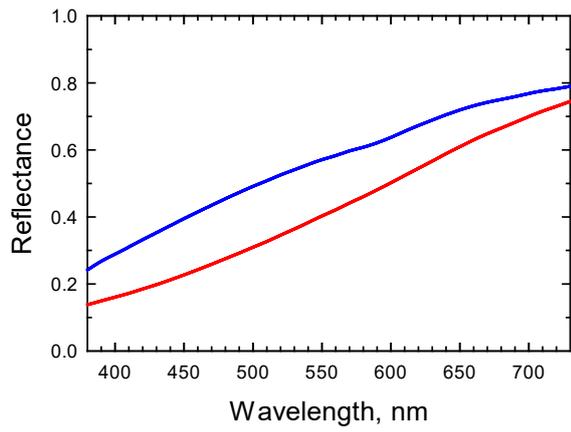
n02



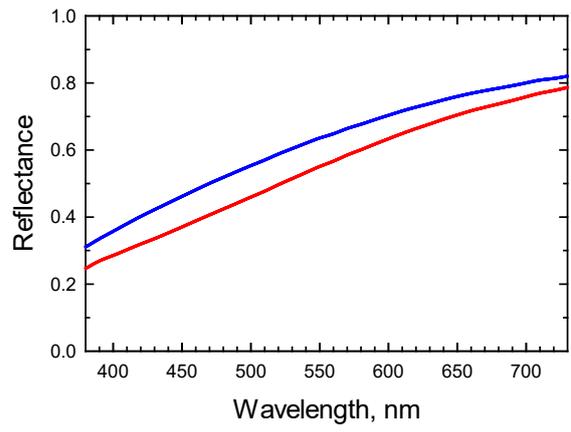
o01



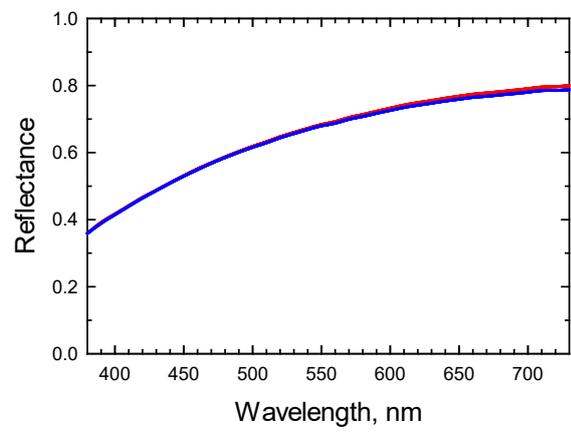
o02



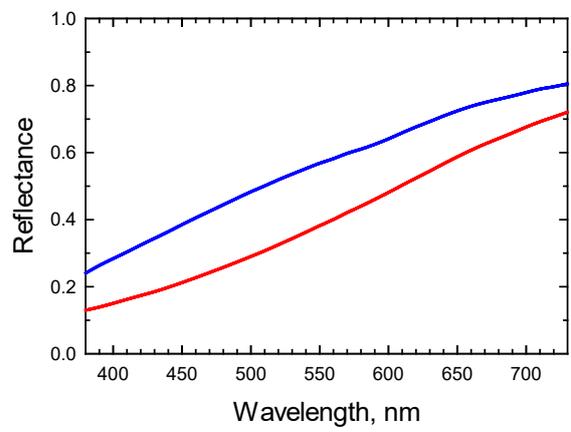
p01



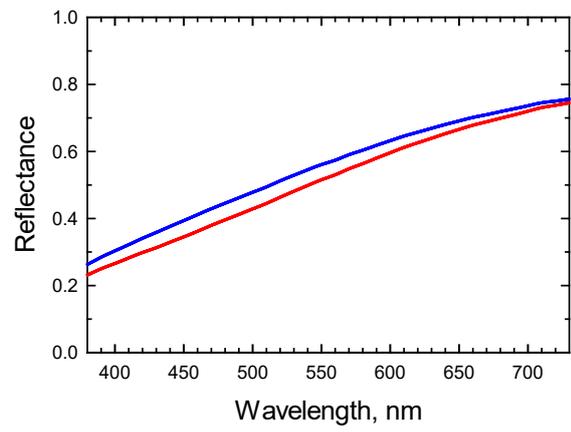
p02



q01



q02



q03

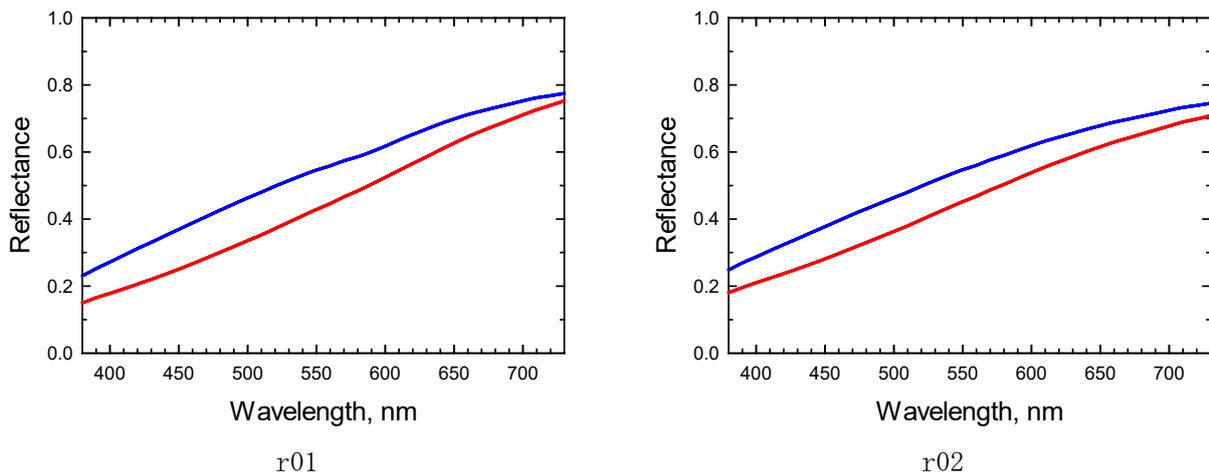


図3 各試料の分光スペクトル  
(a01～r02 は表1 記載の記号に対応する)

概要としては令和5年度の報告と同様の結果が得られた。記号 i02 (資料103の定規) に関して650nm 付近のピークとともに415nm 付近にもショルダーピークが見て取れることから、赤色系と青色系の着色材料が使用されていたことが示唆される。この着色物質に関しては、変色の激しい部分においては、大きく減少していることから、比較的劣化しやすい物質であると考えられる。

#### (4) まとめ

令和5年度報告書で示唆した通り、基礎的なデータが拡充することで、結果の信頼性が増した。前回の報告の内容を繰り返すが、紙の色は一定の規則性があり、それを元に今後の色の変化を予測でき、補修紙の色の選択をすることができる。

#### 【参考文献】

- ・ 令和5年度文化庁委託事業「近代歴史資料の保存に関する調査研究事業」業務実績報告書, 修護, オンライン (<https://www.shugo.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/2024/04/8cad198145a4bd62edb703df60f8b70a.pdf>) 2024年3月
- ・ 令和4年度文化庁委託事業「近代歴史資料の保存に関する調査研究事業」業務実績報告書, 修護, オンライン (<https://www.shugo.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/2024/03/20dd227df87efead97d250d23b341bcd-1.pdf>) 2023年3月

(東京文化財研究所 加藤雅人)

### 3-5. 表紙テープの粘着剤分析

表紙に貼付されていた粘着テープの一部を剥離し、東文研により分析を行った。以下、分析にあたった東京文化財研究所保存科学研究センター早川典子氏による所見とともに結果を掲載する。

#### 1. 分析試料

(株)修護より採取・提供された試料13点。物理的に採取した粘着物質のみをそのまま分析に供した。

#### 2. 分析方法

赤外分光分析を行なった。赤外分光分析は、赤外線を物質に照射し、物質内で吸収される波長を確認することで、物質の構造を解明する手法である。

測定機器：(株)島津製作所製 FT-IR8700 ダイヤモンド ATR(SENS. IR TECHNOLOGIES 社製 Dura sample IR)を用いて全反射法にて測定した。

### 3. 結果と所見

キャリア側および本紙との接地側の粘着剤について確認したところ、キャリア側では、ポリオレフィン（高分子樹脂）やアセチルセルロースなどのセルロース系合成樹脂に加え、ニトロセルロースの可能性のある物質も確認できた。本紙に接する側の粘着剤は、アクリル樹脂系粘着剤、炭酸カルシウムが含まれていると推定されるもの、アセチルセルロースが確認された。本分析からはゴム系粘着剤と断定できる物質の特定には至っていない。

表 2. 分析試料と推定物質

資料番号	試料名	キャリア側	粘着剤
7 裏表紙	布ガムテープ	ポリオレフィン系 (PE?PP?)	炭酸カルシウム含む
25 表紙	製本テープ (白)	ニトロセルロース?	アクリル樹脂系
25 裏表紙	布ガムテープ	ポリオレフィン系 (PE?PP?)	炭酸カルシウム含む
27 表紙	白テープ (内銀)	セルロース?	アクリル樹脂系
63 裏表紙	布ガムテープ	アイオノマー?	炭酸カルシウム含む
110 裏表紙	布ガムテープ	ポリオレフィン系 (PE?PP?)	炭酸カルシウム含む
110 第 1 丁	白テープ (内白)	セルロース (紙?) +C=O (アクリル樹脂?)	セルロース (紙?) +C=O (アクリル樹脂?)
112 表紙	布ガムテープ	ポリオレフィン系 (PE?PP?)	炭酸カルシウム含む (?)
126 背表紙	製本テープ (黄)	ニトロセルロース?	アクリル樹脂系
126 第 18 丁裏	メンディングテープ	アセチルセルロース?	アセチルセルロース?
177 裏表紙	透明テープ	ポリオレフィン系 (PE?PP?)	アクリル樹脂系
191 裏表紙	布ガムテープ	ポリオレフィン系 (PE?PP?)	炭酸カルシウム含む (多糖類も?)
191 表紙	布ガムテープ	ポリオレフィン系 (PE?PP?)	炭酸カルシウム含む (多糖類も?)

#### ■部分写真 (抜粋)



7 裏表紙 布ガムテープ



25 表紙 製本テープ (白)



25 裏表紙 布ガムテープ



27 表紙 白テープ (内銀)



63 裏表紙 布ガムテープ



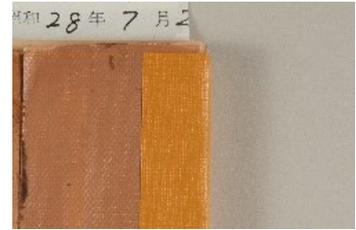
110 裏表紙 布ガムテープ



110 第1丁 白テープ(内白)



112 表紙 布ガムテープ



126 背表紙 製本テープ(黄)



126 第18丁裏  
メンディングテープ



177 裏表紙 透明テープ

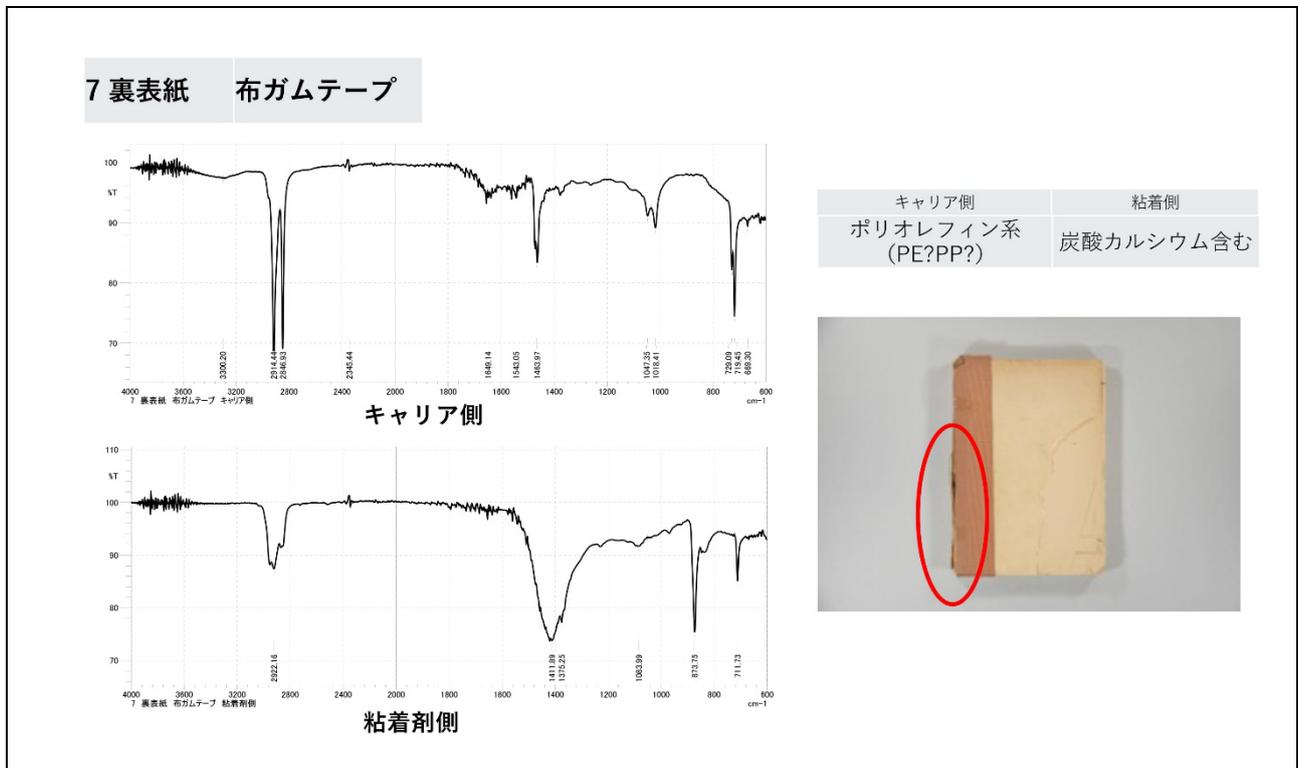


191 裏表紙 布ガムテープ



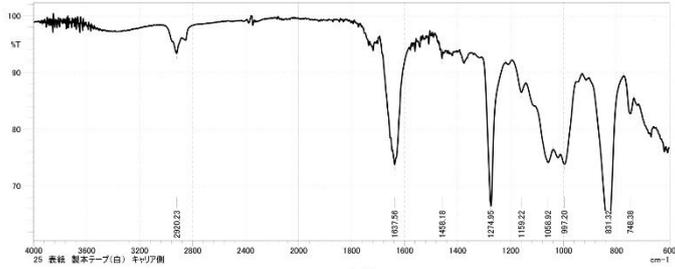
191 表紙 布ガムテープ

■測定データ

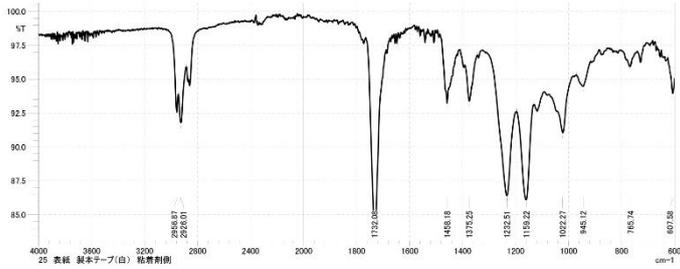


7 裏表紙 布ガムテープ

25 表紙 製本テープ(白)



キャリア側



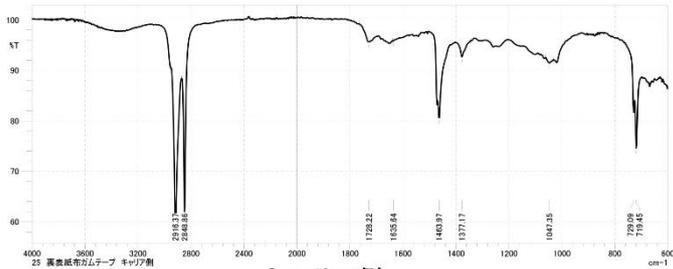
粘着剤側

キャリア側	粘着側
ニトロセルロース?	アクリル樹脂系

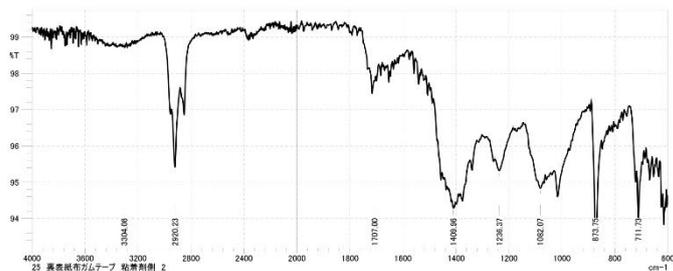


25 表紙 製本テープ (白)

25 裏表紙 布ガムテープ

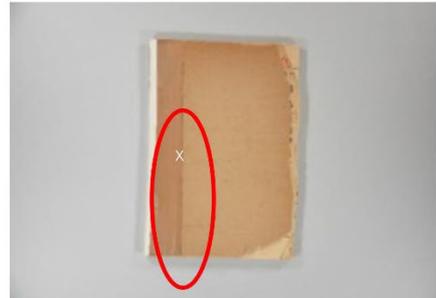


キャリア側



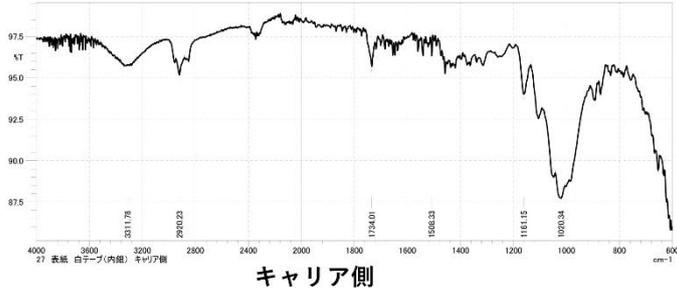
粘着剤側

キャリア側	粘着側
ポリオレフィン系 (PE?PP?)	炭酸カルシウム含む

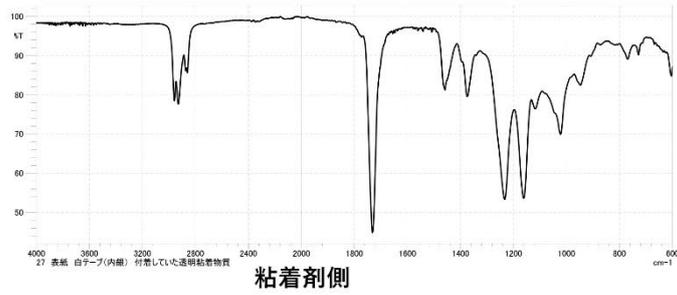
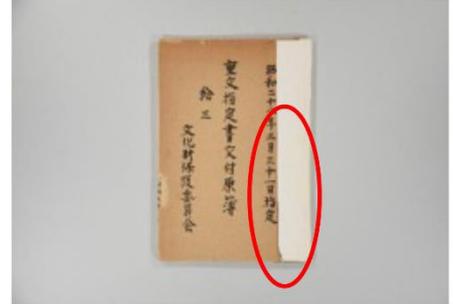


25 裏表紙 布ガムテープ

27 表紙 白テープ(内銀)

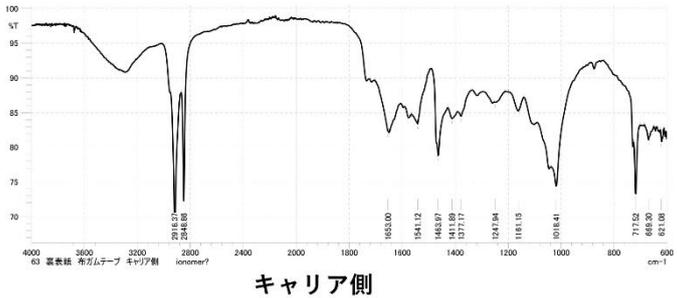


キャリア側	粘着側
セルロース?	アクリル樹脂系

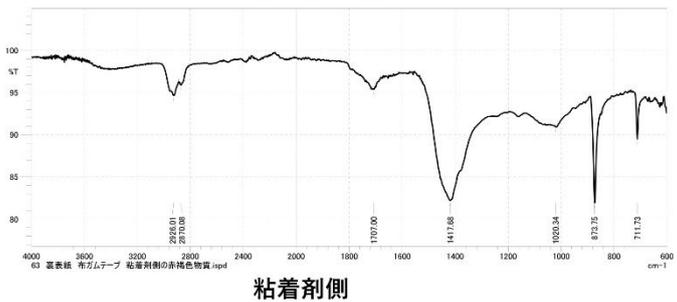


27 表紙 白テープ (内銀)

63 裏表紙 布ガムテープ

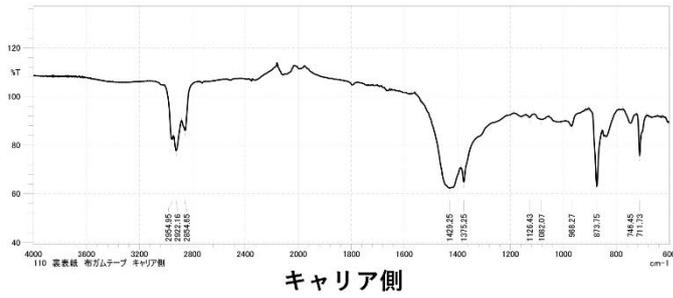


キャリア側	粘着側
アイオノマー?	炭酸カルシウム含む

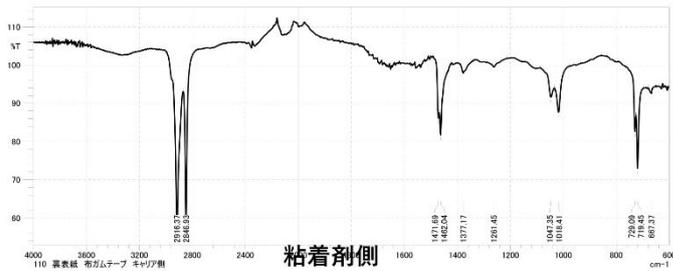


63 裏表紙 布ガムテープ

### 110 裏表紙 布ガムテープ



キャリア側



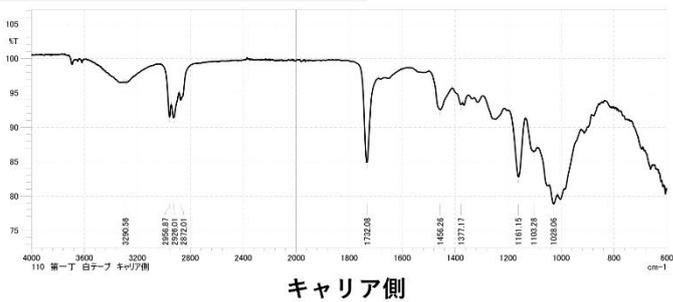
粘着剤側

キャリア側	粘着側
ポリオレフィン系 (PE?PP?)	炭酸カルシウム含む

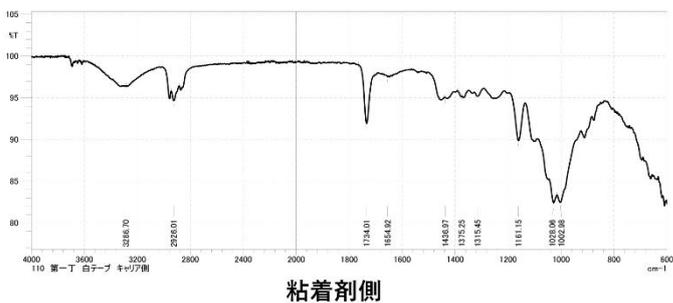


110 裏表紙 布ガムテープ

### 110 第1丁 白テープ(内白)

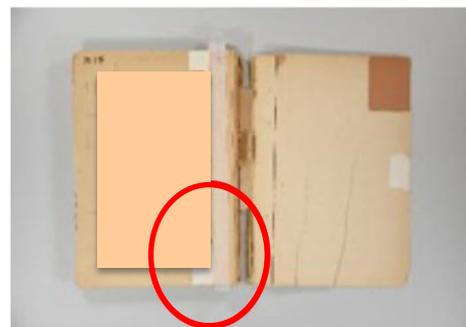


キャリア側



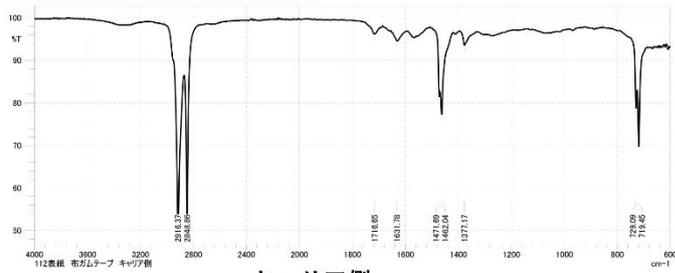
粘着剤側

キャリア側	粘着側
セルロース(紙?) + C=O(アクリル樹脂?)	セルロース(紙?) + C=O(アクリル樹脂?)

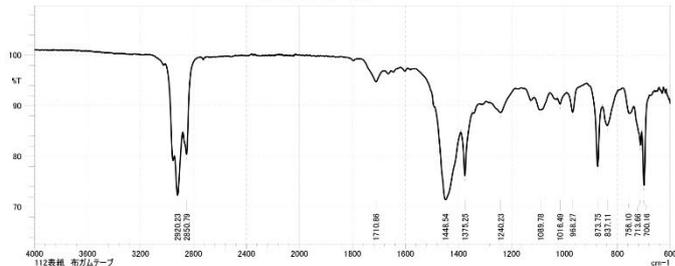


110 第1丁 白テープ(内白)

112 表紙 布ガムテープ

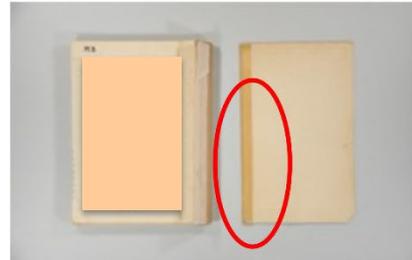


キャリア側



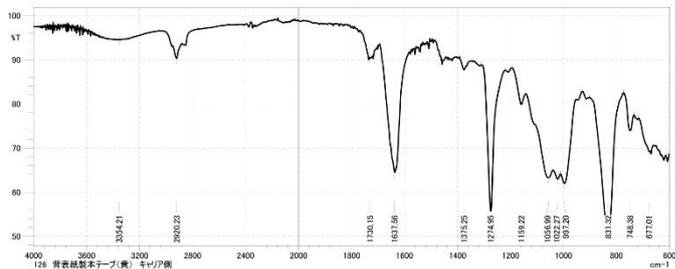
粘着剤側

キャリア側	粘着側
ポリオレフィン系 (PE?PP?)	炭酸カルシウム含む (粘着剤はゴム系?)

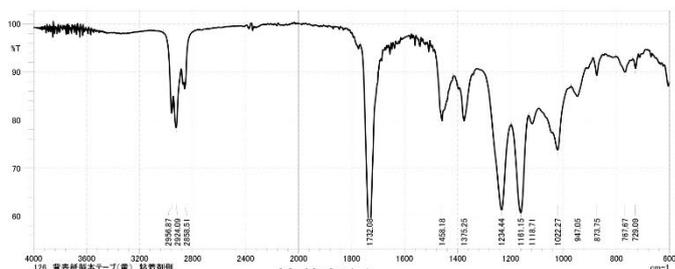


112 表紙 布ガムテープ

126 背表紙 製本テープ(黄)

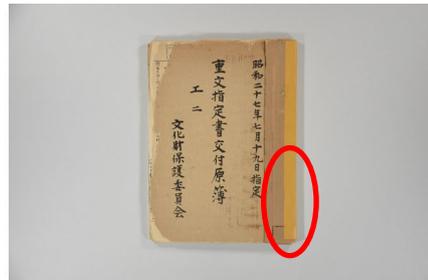


キャリア側



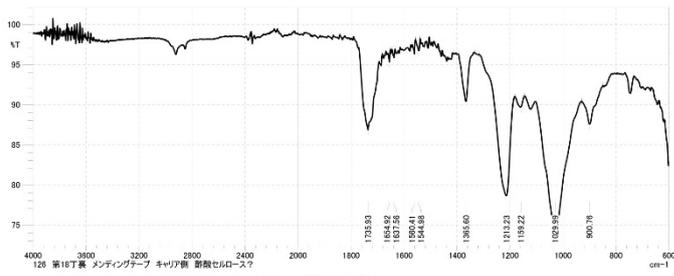
粘着剤側

キャリア側	粘着側
ニトロセルローズ?	アクリル樹脂系

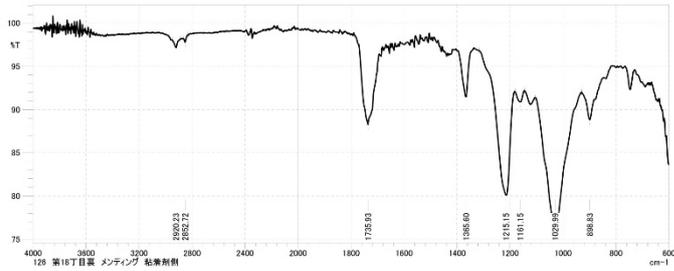


126 背表紙 製本テープ(黄)

126 第18丁裏 メンディングテープ

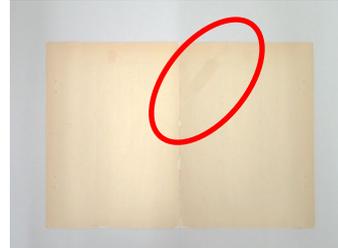


キャリア側



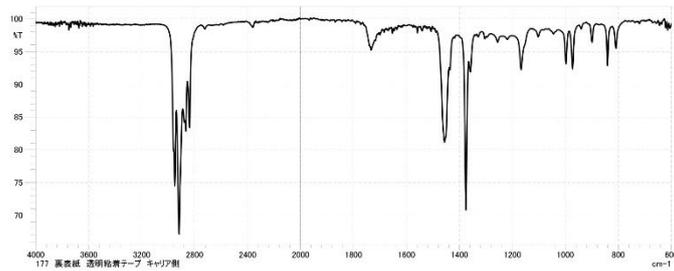
粘着剤側

キャリア側	粘着側
アセチルセルロース?	アセチルセルロース?

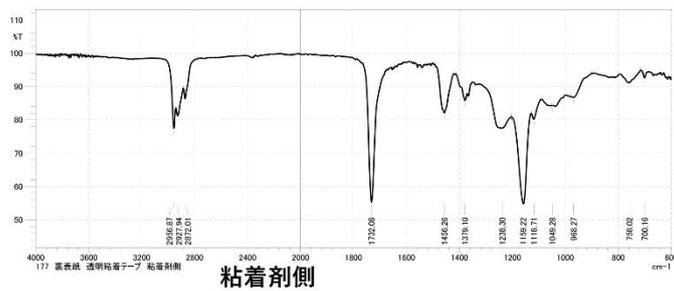


126 第18丁裏 メンディングテープ

177 裏表紙 透明テープ



キャリア側



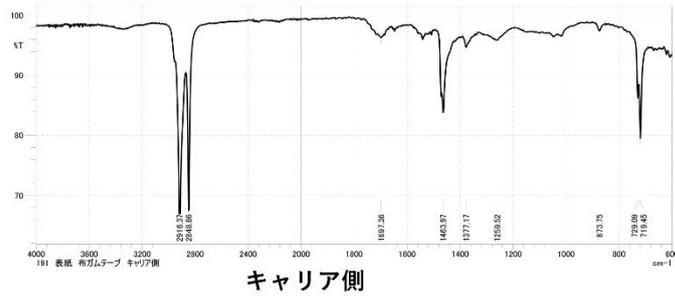
粘着剤側

キャリア側	粘着側
ポリオレフィン系 (PE?PP?)	アクリル樹脂系

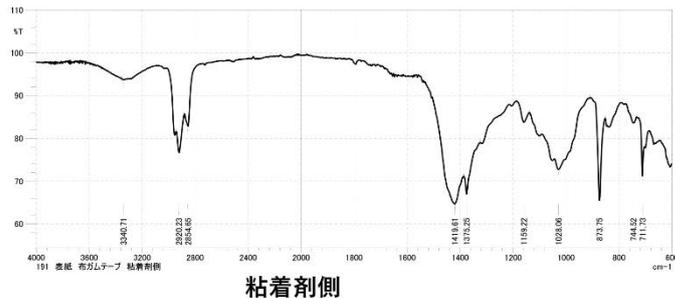


177 裏表紙 透明テープ

191 裏表紙 布ガムテープ



キャリア側



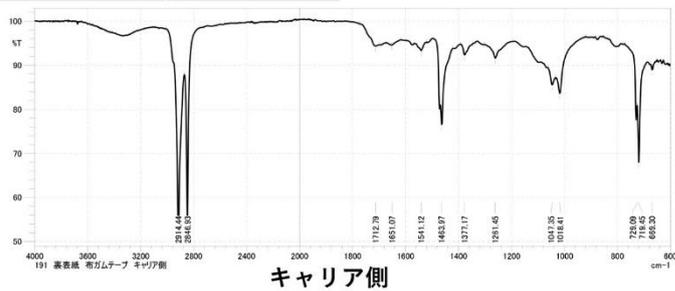
粘着剤側

キャリア側	粘着剤側
ポリオレフィン系 (PE?PP?)	炭酸カルシウム含む (多糖類も?)

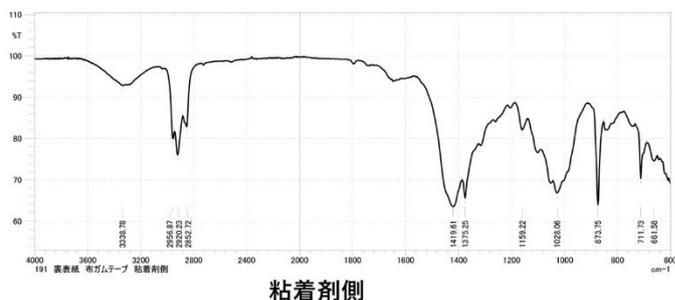


191 裏表紙 布ガムテープ

191 表紙 布ガムテープ

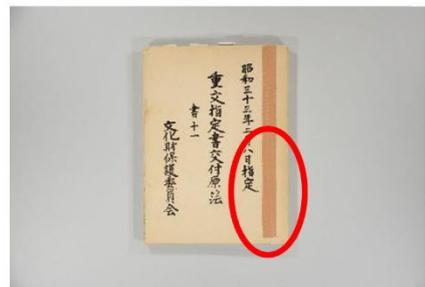


キャリア側



粘着剤側

キャリア側	粘着剤側
ポリオレフィン系 (PE?PP?)	炭酸カルシウム含む (多糖類も?)



191 表紙 布ガムテープ

(東京文化財研究所 早川典子)

3-6. テープ粘着剤の加温による変化

令和5年度に実施した新品の市販テープ(粘着剤)に対する示差走査熱量計分析(以降 DSC 分析)によって、粘着剤が溶解する昇温過程などを把握することができた。今年度は実際の資料に貼付されているテープの一部を物理的に剥離して同分析を行った。剥離にあたっては分析への影響を最小にするため、加温せずに剥離した。分析は榎修護が東京都産業技術研究センターへ依頼した。

## 1. 分析試料

修理対象の表紙に貼られていたテープのうち 11 種（表 3）。

表 3. 分析試料

名称	試料名
7 裏表紙	布ガムテープ
25 表紙	製本テープ（白）
25 裏表紙	布ガムテープ
27 表紙	白テープ（内銀）
63 裏表紙	布ガムテープ
110 裏表紙	布ガムテープ
110 第 1 丁	白テープ（内白）
112 表紙	布ガムテープ
126 背表紙	製本テープ（黄）
191 裏表紙	布ガムテープ
191 表紙	布ガムテープ

## 2. 分析方法

示差走査熱量計（DSC）による分析を行った。DSC 分析は粘着剤等の高分子材料を始めとする材料の熱分析に広く応用される手法であり、熱可塑性樹脂（本分析では各種粘着剤および数種類のテープ基材）に対し低温から昇温した際に発生する熱量の変化を測定し、固いガラス状態から柔らかいゴム（液）状態に変化する温度（ガラス転移温度/Tg）や基材が溶ける温度（融点/Tm）の特定を試みた。

温度 23±2℃および相対湿度 50±5%の条件下で 24 時間以上状態調節した後、円盤状の薄片を打ち抜き、試験容器に封入して、JIS K7121-1987（2012 年追補）を参照して分析を行った。

試験機 : DSC-60（株島津製作所）

雰囲気および流入速度 : 窒素 50ml/min

温度範囲 : 室温から 220℃まで

昇温速度 : 10℃

試験片容器 : アルミニウムセル

## 3. 考察

今年度は実際の資料に貼付されていたテープを物理的に剥離して分析に供したため、粘着剤の量が少ないことなどもあり、粘着剤のガラス転移温度/Tg の特定には至らなかったものの、粘着剤が昇温により液化に至る動向を把握する事はできた。

大半の試料は 30℃を超えたあたりから緩やかに変動が生じ始め、粘着剤やテープ基材の種類に応じて 82℃～117℃あたりに吸熱ピークを確認することができる。

令和 5 年度の試料は現在市販されているテープをそのまま用いたが、それらと比較※)すると今回の試料でのピーク温度は僅かに低い傾向を読み取ることができるが、粘着剤の成分やテープの素材は現在市販されているものとは異なる可能性があるため、経年劣化による耐熱性の低下とは断定できない。

※) 令和 5 年度文化庁委託事業「近代歴史資料の保存に関する調査研究事業」業務実績報告書、修護, pp36-pp41, オンライン (<https://www.shugo.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/2024/04/8cad198145a4bd62edb703df60f8b70a.pdf>)2024 年 3 月

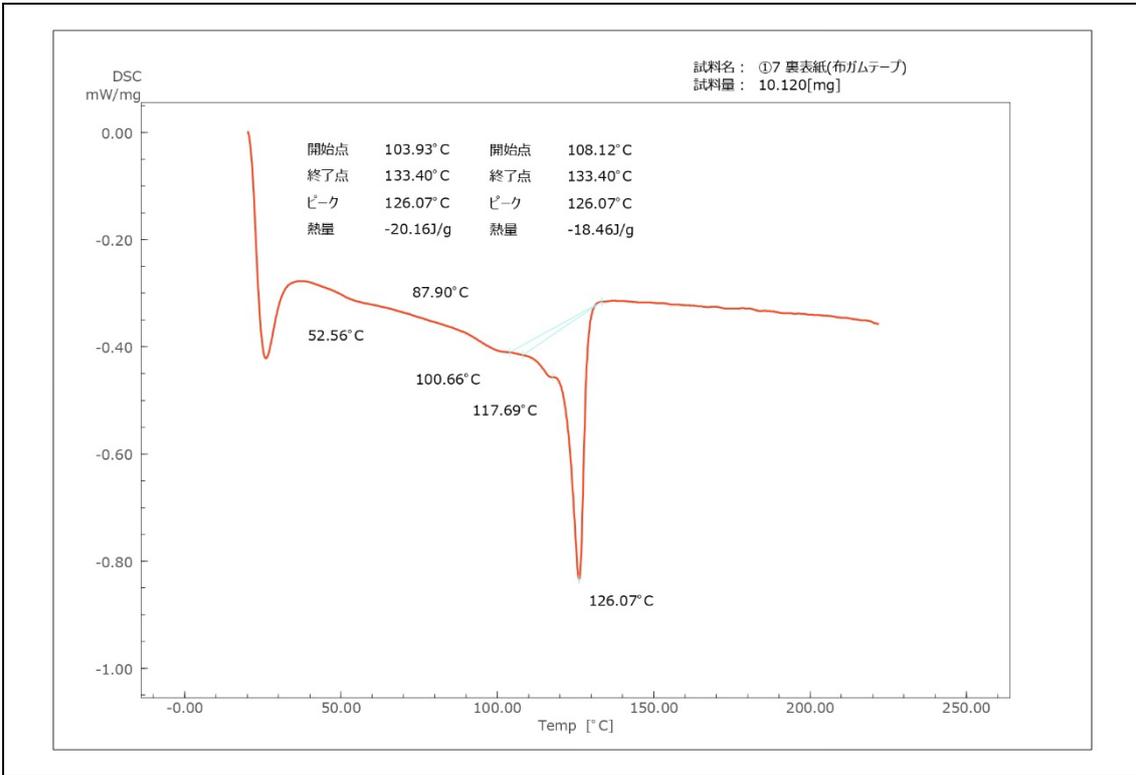


図1 7裏表紙 布ガムテープ／粘着剤推定物質：炭酸カルシウム含む

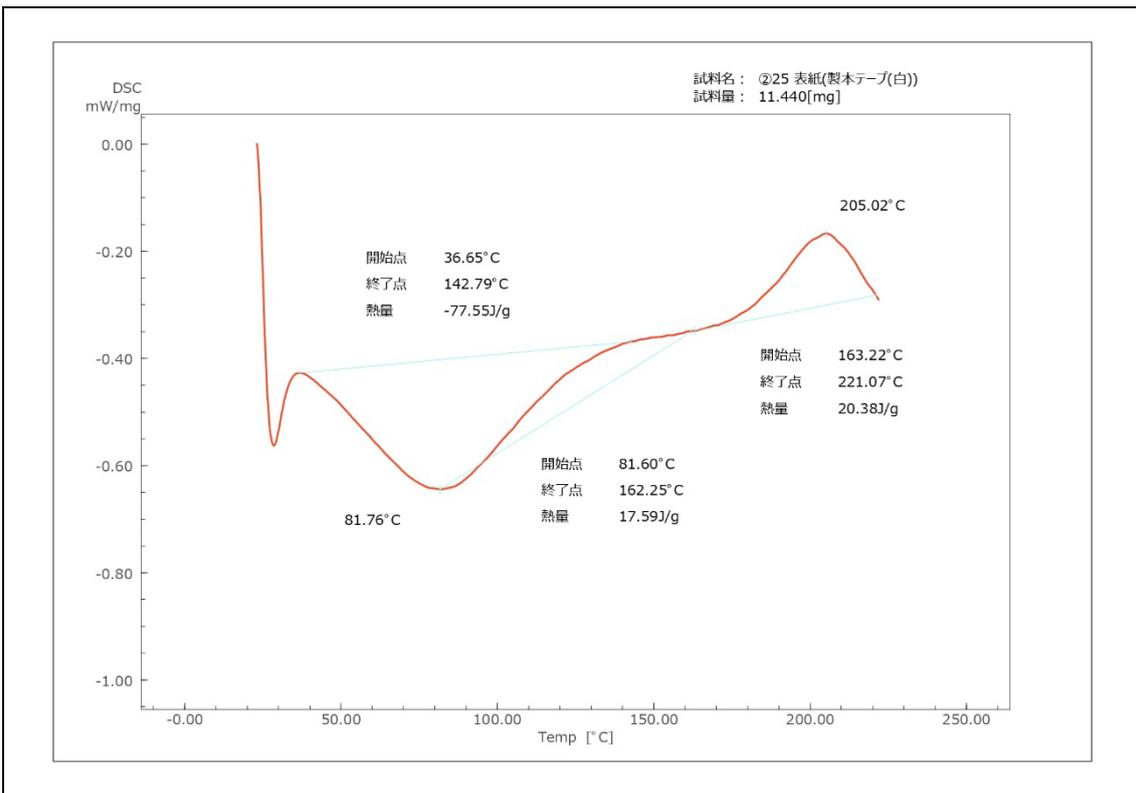


図2 25表紙 製本テープ（白）／粘着剤推定物質：アクリル樹脂系

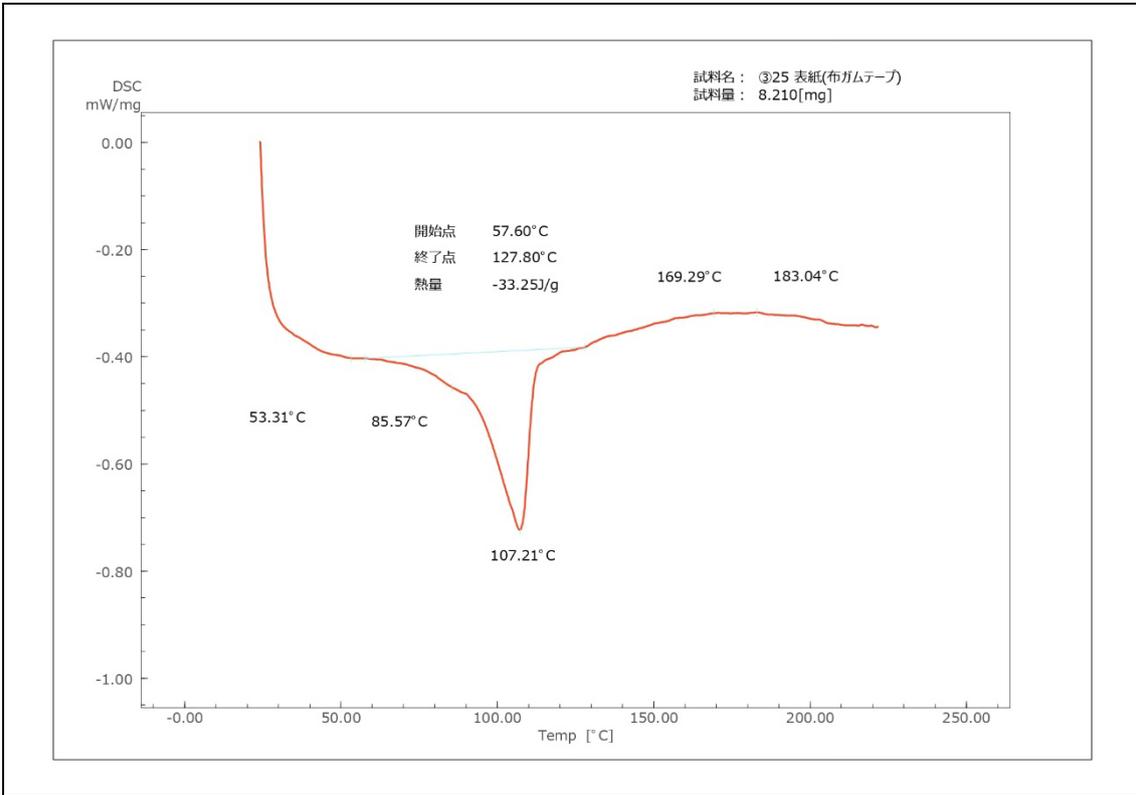


図3 25 裏表紙 布ガムテープ／粘着剤推定物質：炭酸カルシウム含む

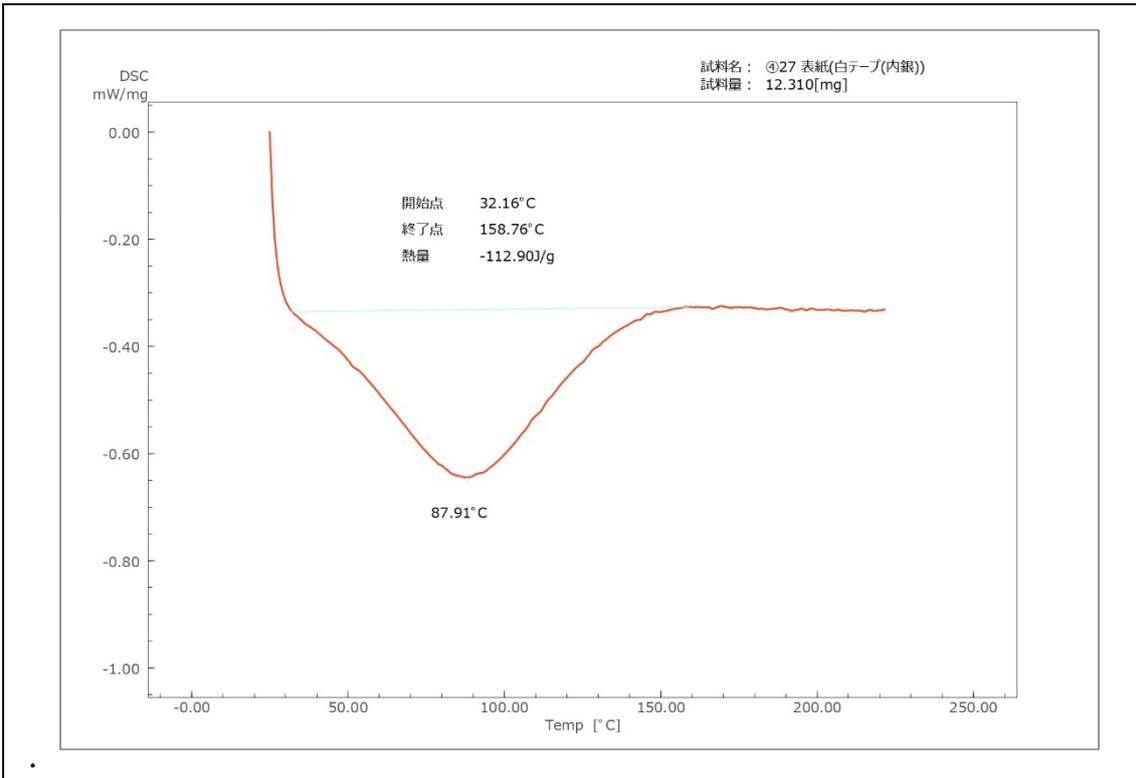


図4 27 表紙 白テープ(内銀)／粘着剤推定物質：アクリル樹脂系

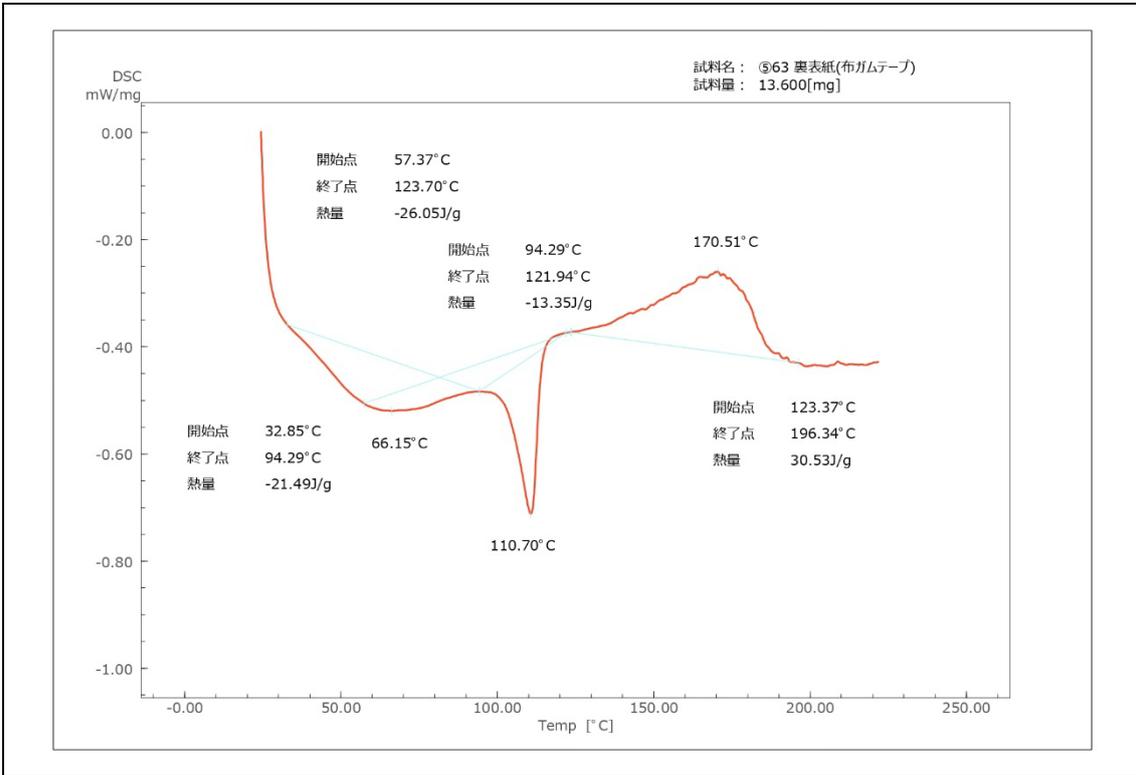


図5 63 裏表紙 布ガムテープ／粘着剤推定物質：炭酸カルシウム含む

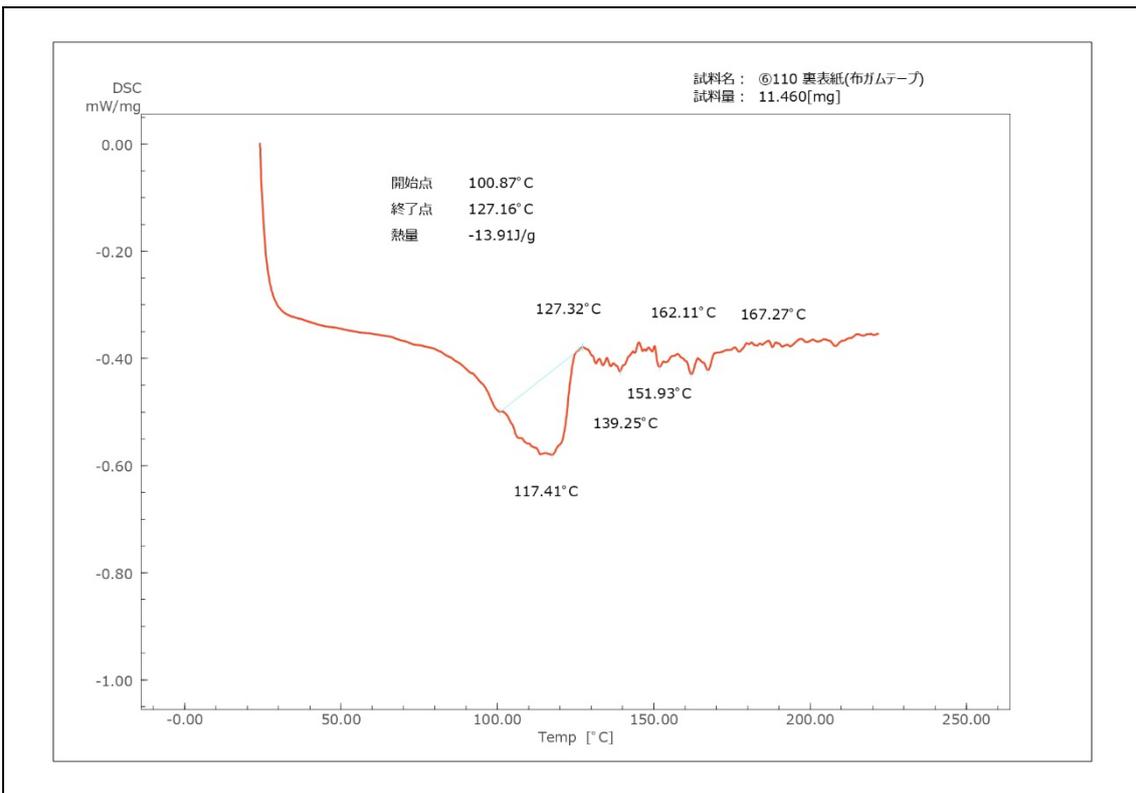


図6 110 裏表紙 布ガムテープ／粘着剤推定物質：炭酸カルシウム含む

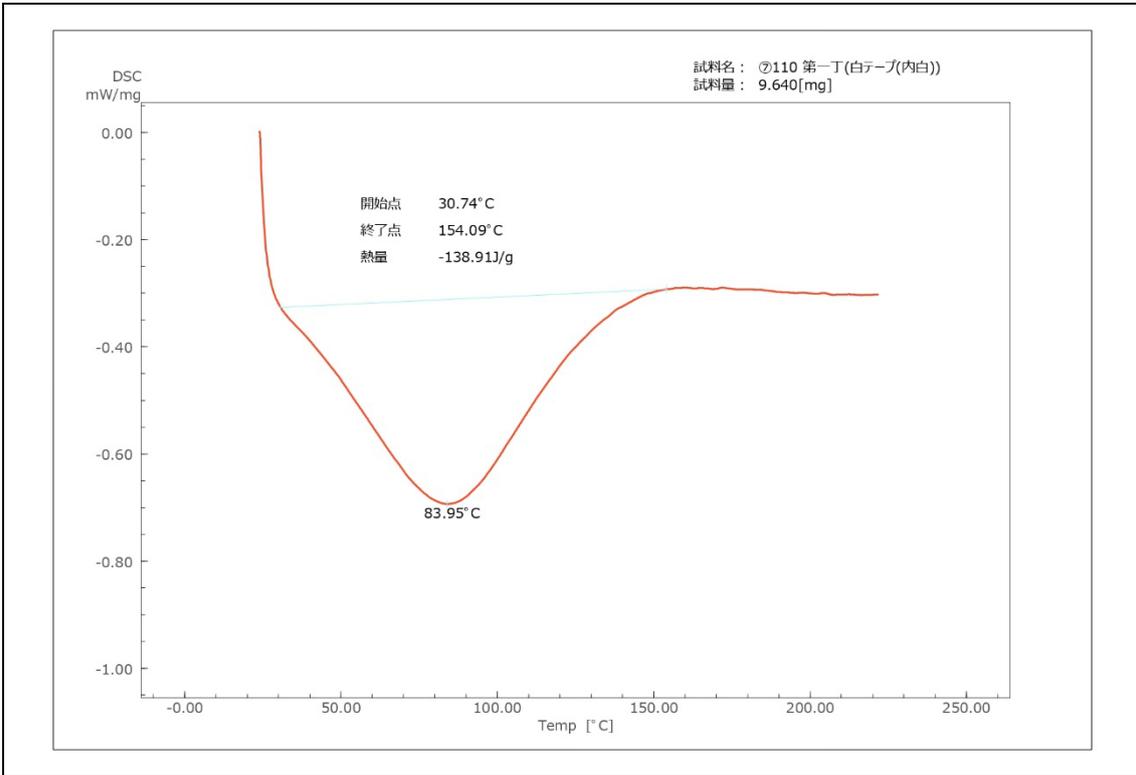


図7 110 第一丁 白テープ(内白)／粘着剤推定物質：セルロース（紙？）+C=O（アクリル樹脂？）

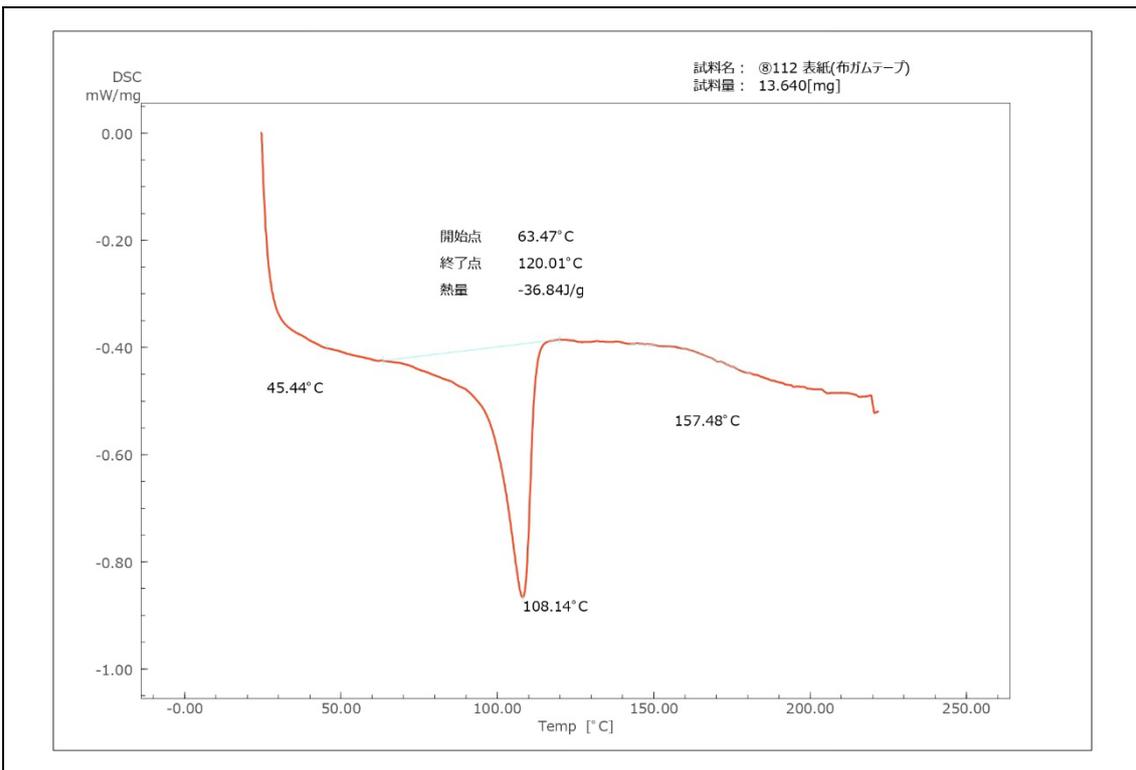


図8 112 表紙 布ガムテープ／粘着剤推定物質：炭酸カルシウム含む（？）

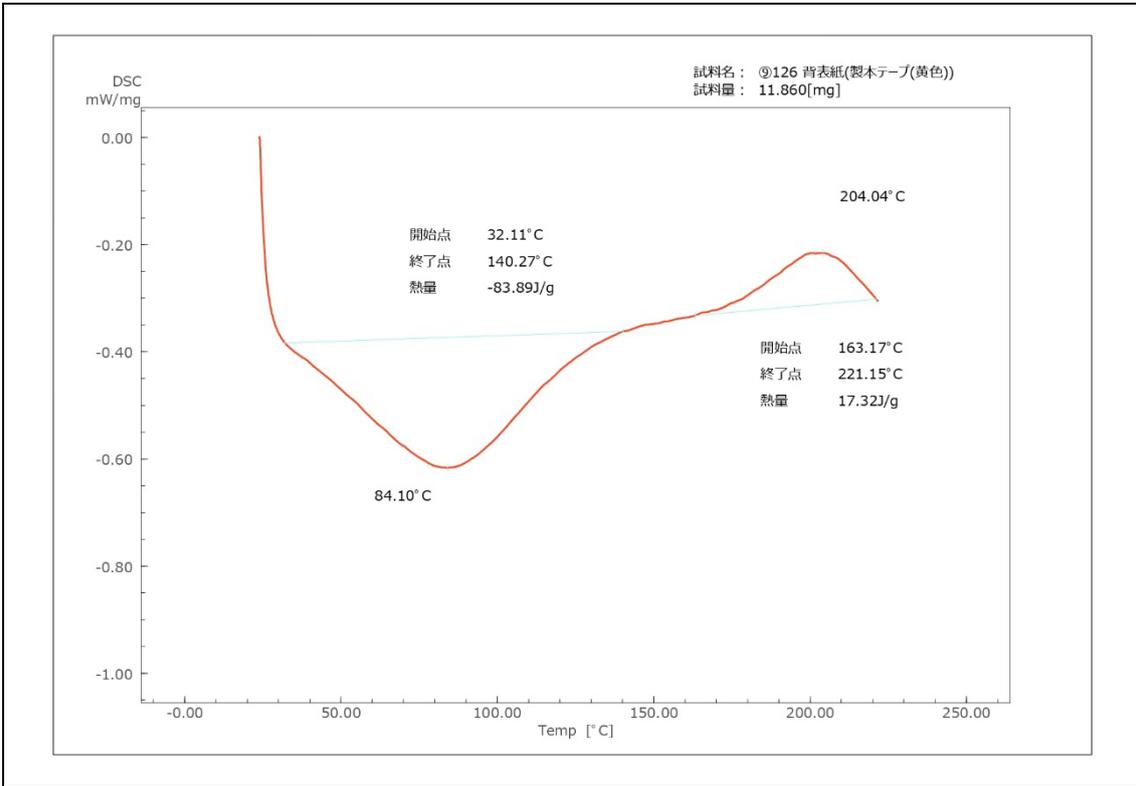


図9 126 背表紙 製本テープ(黄) / 粘着剤推定物質: アクリル樹脂系

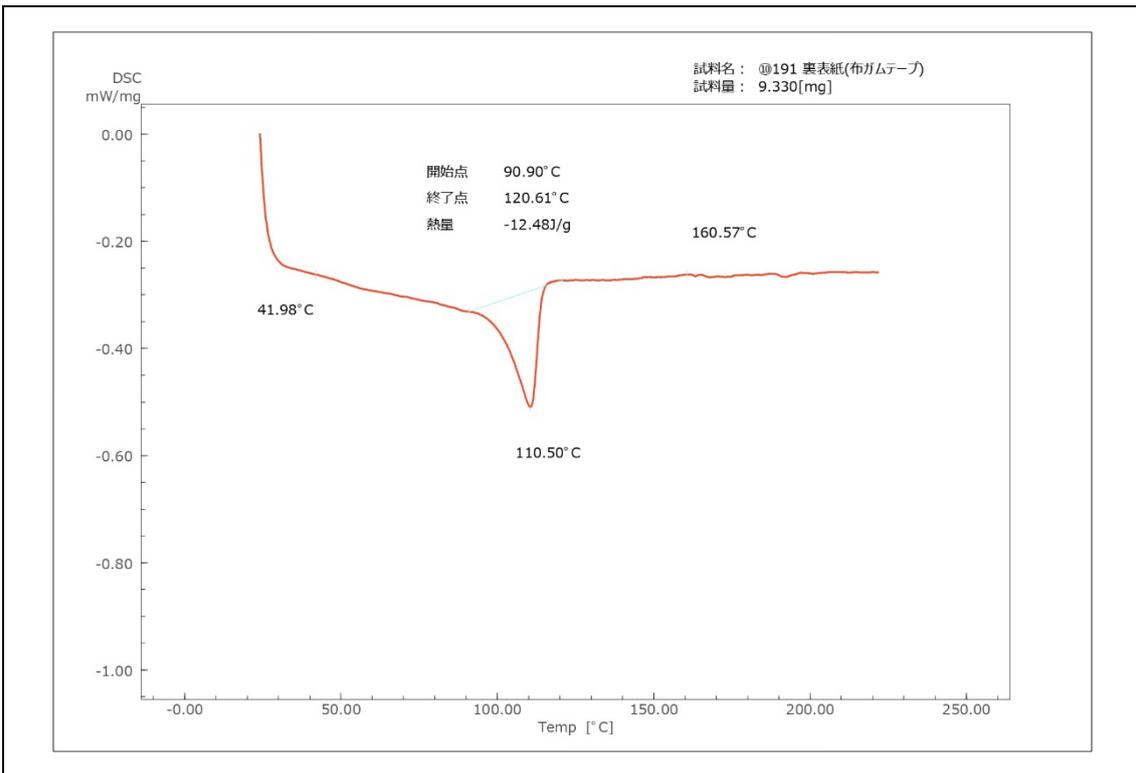


図10 191 裏表紙 布ガムテープ / 粘着剤推定物質: 炭酸カルシウム含む (多糖類も?)

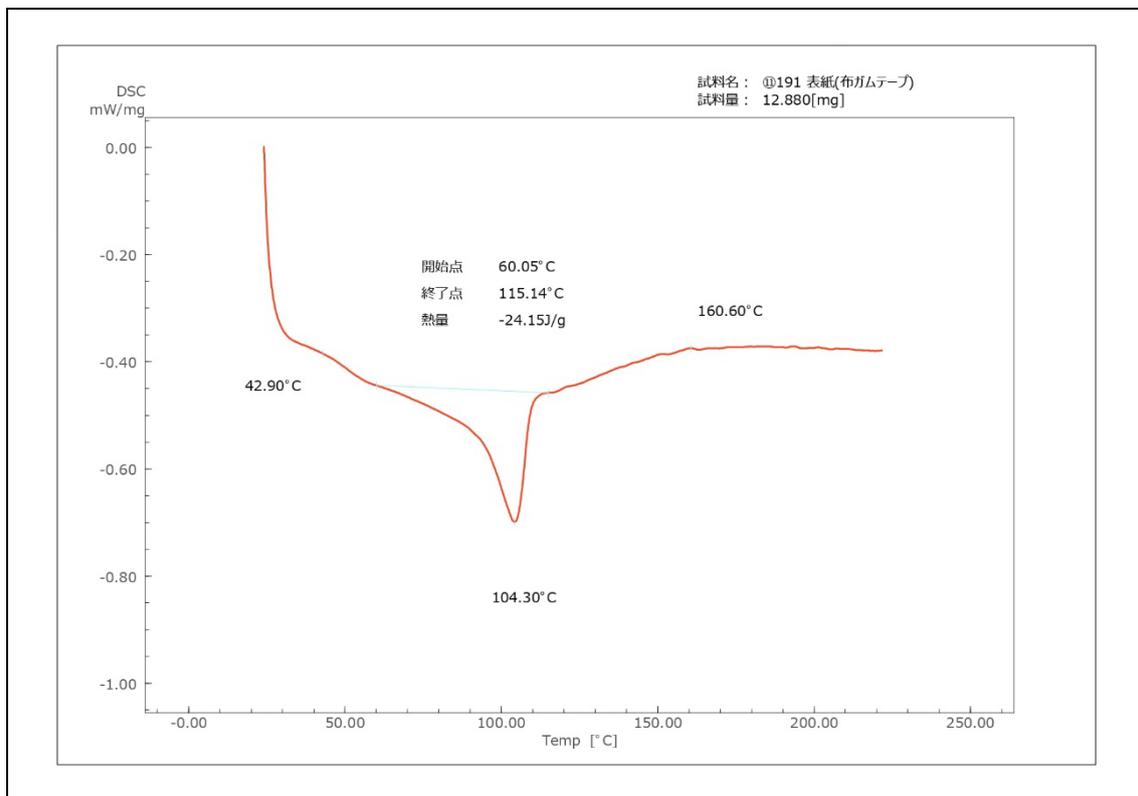


図 11 191 表紙 布ガムテープ／粘着剤推定物質：炭酸カルシウム含む（多糖類も？）

## 4. 修理

本事業では、全丁に対する除酸（洗浄）や大規模な物理的補強を伴う本格修理ではなく、保存と活用の実現を目的とした維持管理的な修理を実施した。対象となる全 18 冊のうち、令和 6 年度は 4 冊を再装丁までの処置を行い、残りの 14 冊については本紙の補修を終える状態まで実施した。

### 4-1. 修理前の状況等

近代の工業的な抄紙による紙が用いられた冊子形態の資料である。経年による紙の劣化や微塵類の付着等に加え、現用資料であるため長期保存には適さない多様な筆記具での書き込みやテープによる簡易補修等が随所に確認される。

- ・用紙の強度低下
- ・テープ貼付等による簡易補修
- ・テープの硬化に伴う用紙のひきつり
- ・用紙の破損、版心部の断裂、欠落、層状剥離
- ・用紙の折れ、皺の発生
- ・表紙の破損、欠失、折れ、断裂
- ・汚れの付着（微塵の堆積、テープ粘着剤の浸潤、褐色のシミ、クリップ等から生じた錆）
- ・過去の解綴時に生じたと思われる本紙の破れ



強度低下が顕著な紙・用紙

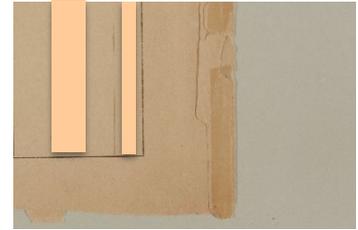


折れや亀裂の発生





破損部に貼付されている様々なテープ



本紙に貼付されているテープ



用紙の破損



表紙の破損



汚れの付着（クリップの錆）

#### 4-2. 修理方針

- ・修理の具体的な仕様については文化庁と協議を行い決定する。
- ・資料の状況等を考慮したうえで今後の保存に耐えうるための修理を行い、冊子の形状に復す。
- ・調査内容や分析結果等をふまえて具体的な処置手法を策定し、各種作業に臨む。
- ・文化財保護法で認定された選定保存技術（装幀修理技術）保存団体の認定技術者が修理を行う。
- ・使用する諸材料は、素性のあきらかかつ将来において安定なものとする。
- ・修理は東京都内にある国指定文化財（美術工芸品）の修理実施実績を有する装幀文化財専用修理室で行う。

#### 4-3. 修理工程概要

##### 1. 調査・記録

基本情報（採寸、紙種、繊維種、損傷状況、文字の耐水確認 他）の調査およびデジタルカメラを用いた状態記録撮影を行った。

##### 2. 汚れの除去

柔毛刷毛等を用いて資料に付着している微塵等の付着物を除去した。クリップやステープル等から生じた錆は核部分を物理的に除去した。拡散した金属イオンによって錆色となった箇所は現状のままとした。

耐水性の低いインクやスタンプ等が多用されているため、水を用いる洗浄（除酸）処置は原則実施しなかった。

##### 3. テープ除去

本紙に貼付されているテープを物理的に除去した。

##### 4. 表紙等の解体

表紙、裏表紙に糊付けされていた背表紙を取り外した。背表紙の内側に以前の中綴糸や角裂の断片等が残存していた際は状況を記録した。

##### 5. 補修紙作製

資料の繊維組成分析の結果および目視観察等により補修に適した紙を準備した。補修紙には必要に応じて染色加工を行った。美術工芸品修理で使用実績がある染料（天然染料およびアクリル絵具）を紙種や用途に応じて使い分けて染色した。天然染料は染色後に媒染および水洗を行い、アクリル絵具は耐光堅牢度試験を独自に実施して安定性を確認した製品に限定し、染色後に十分な

水洗を行ってから使用した。

#### 6. 補修

本紙の欠失箇所へ作製した補修紙を補填した。補修紙の糊代に生じる段差が最小限となるよう調整した。裂損部へは極薄～薄口の楮紙の帯を状態等に応じて使い分けて貼付し、補強した。損傷の状態に応じて喰裂帯や裁断帯を使い分けた。補修紙の接着は、小麦デンプン糊にフノリを混合させた糊を用いた。

#### 7. フラットニング

今年度仕上げまで行う4冊については低加圧によるフラットニングを行い整えた。必要と判断した箇所に限り軽度の加湿を行った。

#### 8. 装丁

4冊に対し、旧装丁の痕跡から装丁方法を検討して元の綴じ孔を利用して再綴した。

#### 9. 修理後の記録

修理後の状態記録として、採寸やデジタルカメラを用いた記録撮影を行った。

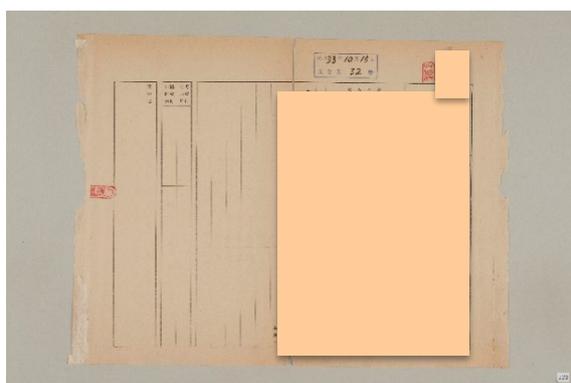
#### 10. 保存

修理を終えた本紙は既存の中性紙製保存帙に収納した。旧中綴糸や再使用しなかった旧装丁部材等は、番記したポリエチレン製チャック袋に入れて別置した。

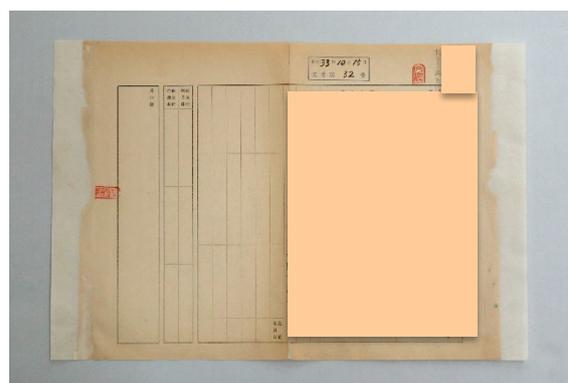
### 4-4. 特記事項

#### (1) 破り取られた痕跡がある本紙について

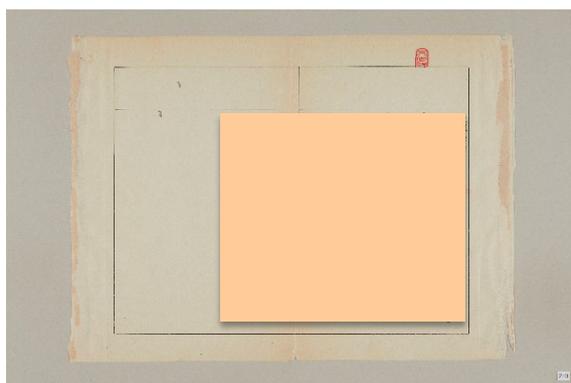
現状通番 223 第 47 丁と第 48 丁はノド元部分が破り取られたように欠失し、糊付けされていた。また、異なる丁のノド元部分と思われる 2 枚の断片のみが綴じ込まれていることが確認された。協議の結果、今後の取り扱いを考慮して糊での再接着は行わず、欠失しているノドの部分には綴じるための足紙をつけることとし、断片については丁を復元するのではなく、最低限の補修を施したうえで、足紙をつけた丁に重ねて装丁することとした。



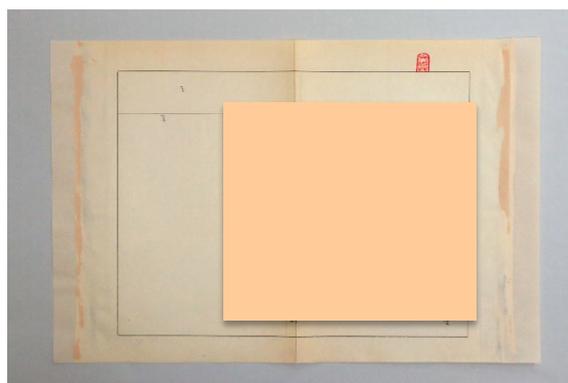
「223」修理前



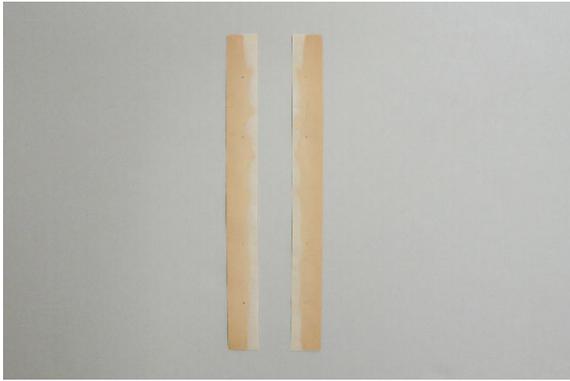
修理後



「223」修理前



修理後

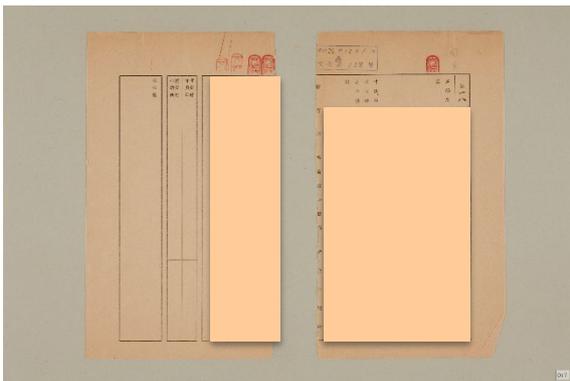


修理後

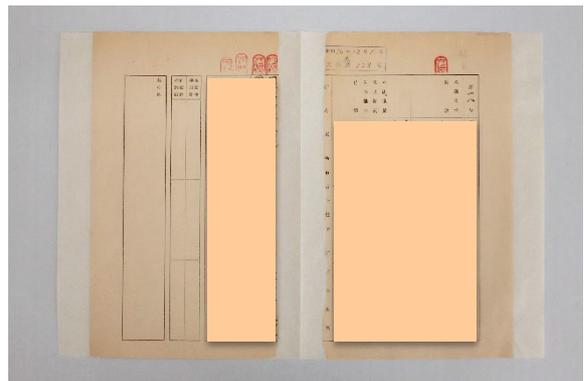
(2) 綴じられていない丁と裁断された痕跡の残る断片について

現状通番 17 第 18 丁はノド元が裁断されて欠失していた。また、別に 2 枚の断片が挟み込まれていたことを確認した。第 18 丁には綴じ孔がないことから、当初から綴じられておらず挟み込まれていたと推測される。

協議の結果、これらの丁と断片の裁断面は一致するものの、断片側に綴じ孔がないことから、意図的に裁断した可能性があるため裁断面を接合しないこととなった。本文部分については綴じのために新たに足紙をつけて装丁し、切れた断片は保存フォルダに収納のためのポケットを取り付けて別置保存することとなった。



「17」第 18 丁 修理前



修理後

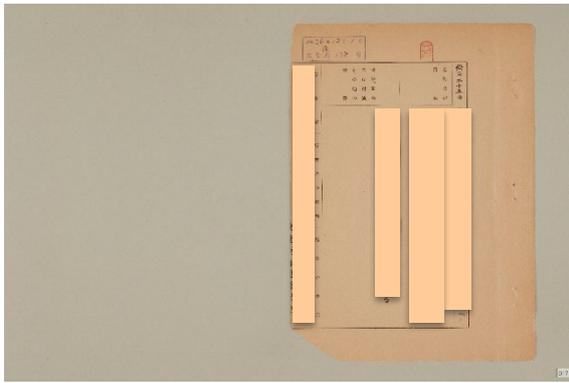


断片

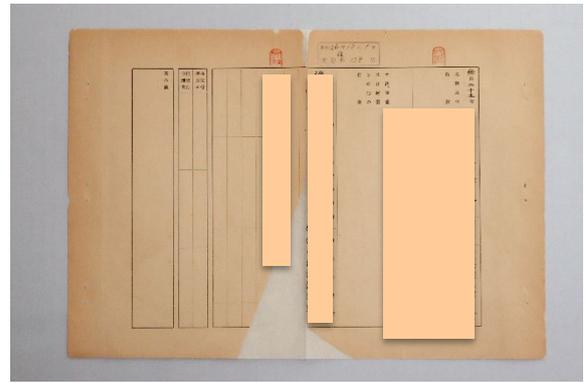
(3) 断裂した本紙の錯簡について

現状通番 17 最終丁のものとして扱われていた本文左部分は、記載されている情報などから最終丁ではなく 1 丁前（第 27 丁）に配置されるものと推察された。

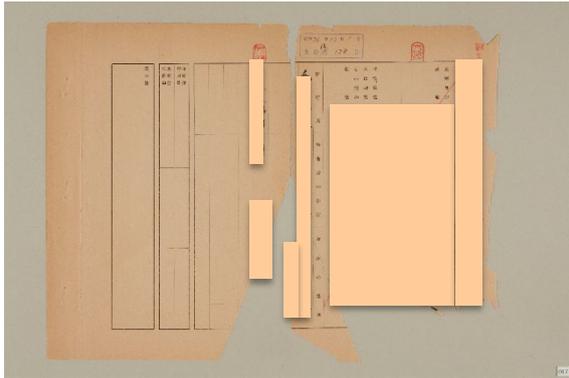
文化庁により確認及び検討がなされた結果、第 27 丁へ接合することとなった。



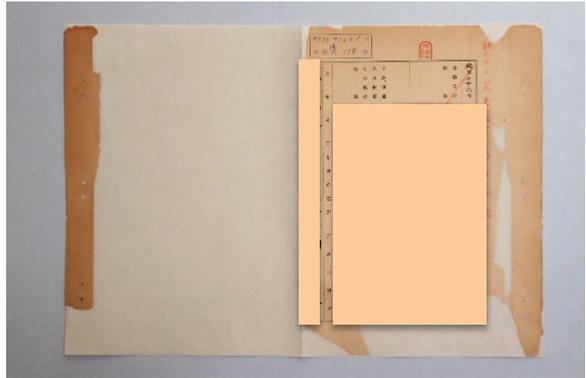
修理前 第27丁



修理後



修理前 最終丁

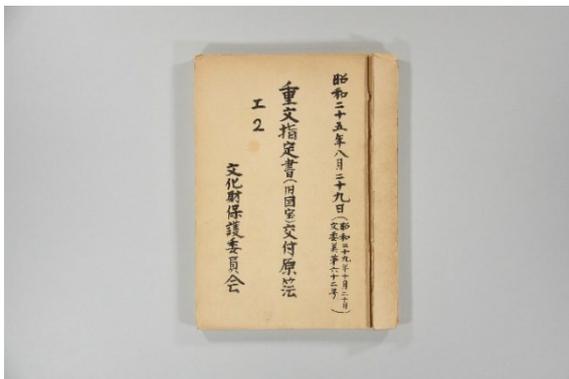


修理後

#### (4) 表紙の可動部に対する処置

開閉時に最も負担が生じるノド付近は大半が断裂していた。硬い厚紙の表紙を開閉しやすくするために折目が付けられていたものは直線的に断裂し、折目が付けられていなかったものは曲線的に不均一な断裂となっていた。

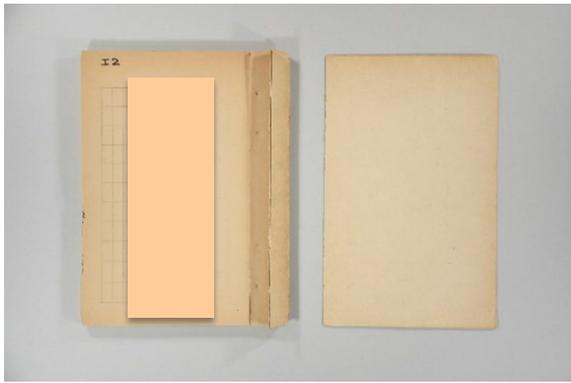
本修理において直線的に断裂していた箇所に対しては、今後の開閉を考慮し若干の隙間を確保して接合した。接合には楮紙の帯を用い、紙の繊維方向を曲げに強い方向（断裂方向と直行）で貼り、蝶番の役目を担わせた。裏表紙や過去に折目が付けられていなかった表紙については当初の姿に復し、断裂部を突き付けて接合した。なお、突きつけの接合部にも構造上閲覧時に折り曲げの力は加わるため、そこへ施す補修紙の強度や紙の繊維方向についても曲げに強い方向（断裂方向と直行）で使用するなどの配慮をした。これら補修紙の接着には小麦デンプン糊を使用した。また、今後の開披に配慮して、湾曲させた状態等で修理を施す方法等も協議されており、今後の表紙修理において対象に応じて選択することも検討した。



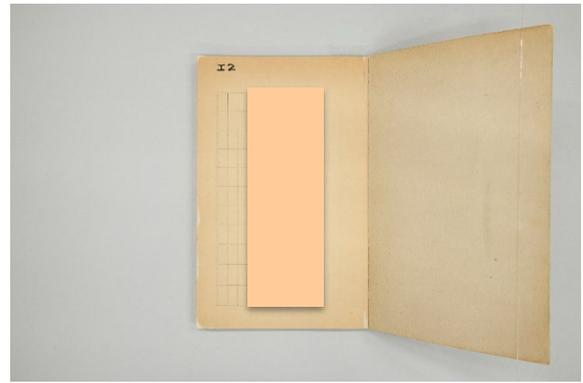
「103」表紙 修理前  
直線的に断裂していた箇所



修理後



「103」見返側 修理前



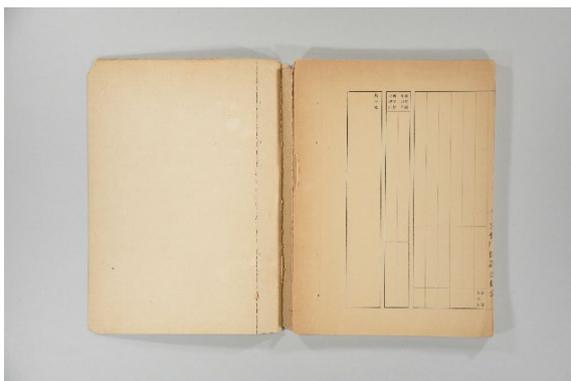
修理後



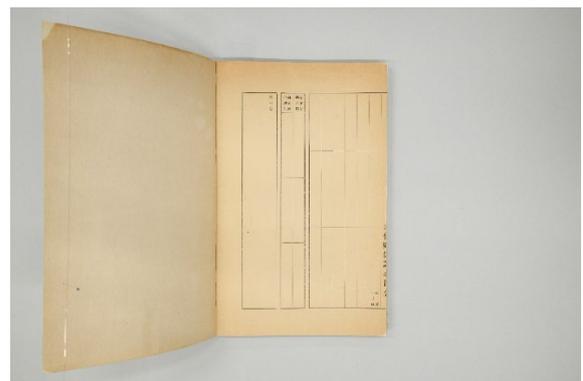
「103」裏表紙 修理前



修理後



「103」裏見返側 修理前



修理後

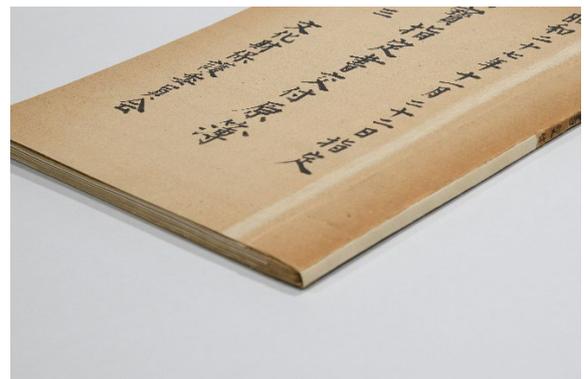
#### (5) 角裂について

背表紙に接地する天地小口部分には紙製の角裂の残欠が残る冊子（「55」）があった。

協議の結果、角裂の小口部分が欠失してしまっているため、取扱いの安全上に問題がないことから、小口部分の復元修理は行なわないこととした。



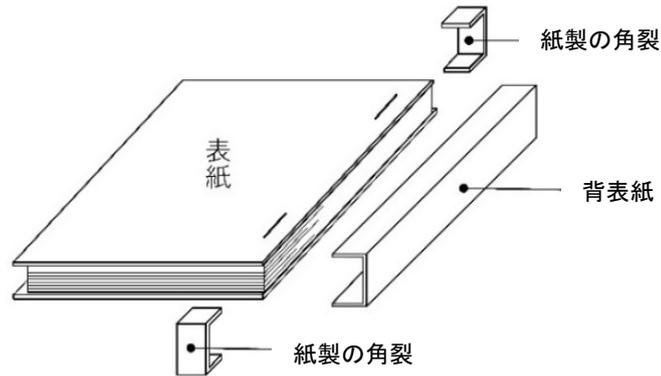
「55」 修理前



修理後



修理前部分



冊子の部材名称図

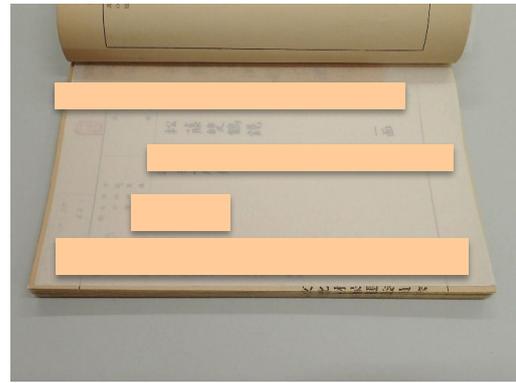
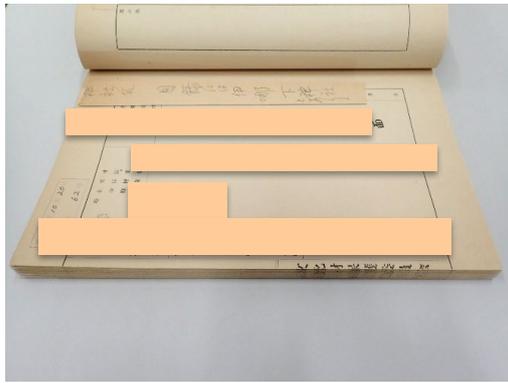
#### (6) 間紙の挿入

本資料の中には寸法の異なる紙で構成された括が挿入されて装丁されているものがあつた。小さい寸法の括の前後の丁との間には段差が生じており、前後の丁の用紙に折れ曲がり等が発生していた。本修理においては、該当箇所へノンバッファ紙を挿入し、段差による折れ曲がりの緩和を図った。なお、何れの間紙も綴じ込まず、必要に応じて交換できるよう配慮した。

また、隣り合う紙の影響から変色が生じている丁についても、間紙の挿入を行った。



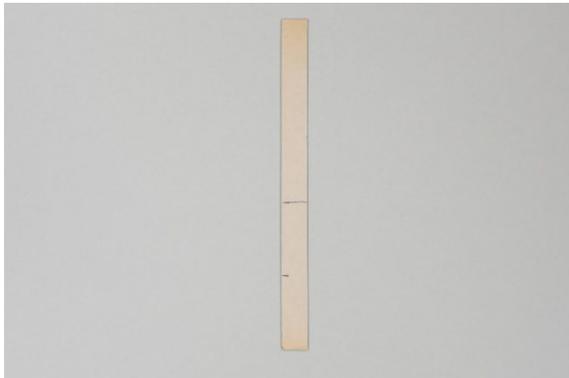
折れ曲がり防止の間紙挿入事例（「55」 左：間紙の挿入前、右：間紙の挿入後）



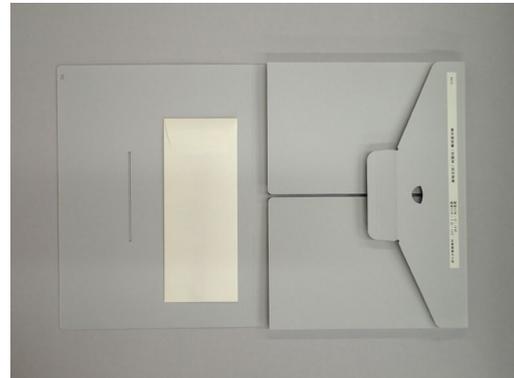
隣り合う紙の影響から変色が生じている丁への間紙の挿入事例  
 (「103」左：挿入前、右：挿入した様子)

(7) 綴孔定規について

現状通番 103 には綴じ孔を空ける際に使用すると想像される紙製の定規が同梱されていた。当該時期における交付原簿の製本方法の一端を知ることができる資料である。定規は保存フォルダに収納のためのポケットを取り付けて別置保存することとした。



綴孔定規



保存用フォルダへ収納した様子

4-5. 使用材料

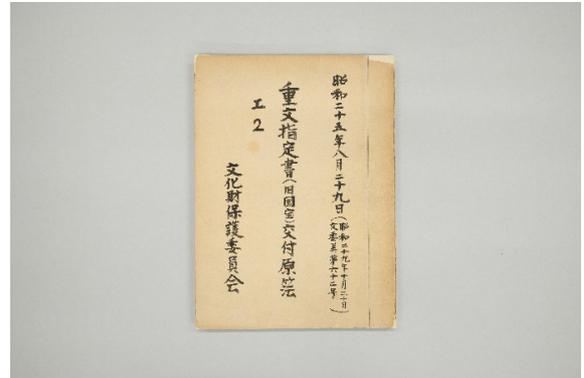
種別	素材 (品名等)	製造者・販売者等	用途
補修紙	楮紙 (本美濃紙)	美濃竹和紙工房	補修、補強、紙縫
	楮紙 (KN-33/極薄楮紙)	(株)コルソヤード	補強、養生
	楮紙 (典具帖紙・灰煮/極薄楮紙)	ひだか和紙(有)	補強、養生
	混合紙 (コットン 90%×ミツマタ 10%)	江渕栄貫	補修 (表紙補填用)
	混合紙 (ミツマタ 60%×コットン 40%)	江渕栄貫	補修 (「a系」補填用)
接着剤	小麦デンプン糊 (新糊)	(株)中村製糊 (株)新進	補修材の接着
	フノリ (久平)	大脇萬蔵商店	補修材の接着補助
	水溶性中性接着剤 (Jade R)	(株)パレット	ポケットの接着
綴糸	麻糸 (#20)	リーブル製本工房	装丁
中性紙	ピュア SIL ティッシュ	特種東海製紙(株)	間紙
	ピュアガード 120	特種東海製紙(株)	間紙、ポケット
	ハードボード (保存帙)	(株)資料保存器材	保存用具
	中性紙ラベル	(株)資料保存器材	分類ラベル

染料	天然染料 (ヤシヤ、アカネ)	(株)田中直染料店 藍熊染料(株)	補修材の染色
	アクリル絵具 (U-35 シリーズ)	ターナー色彩(株)	補修材の染色

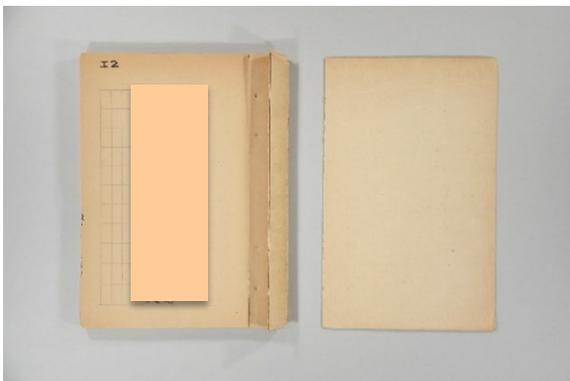
4-6. 修理前後写真 (抜粋)



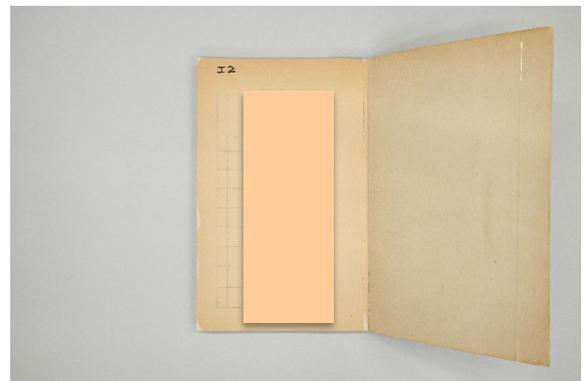
修理前：「103」表紙



修理後



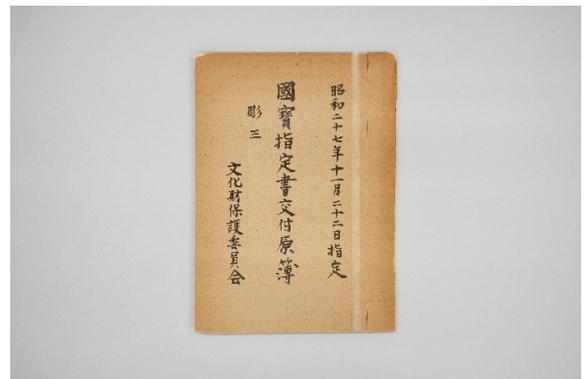
修理前：「103」見返し、第1丁



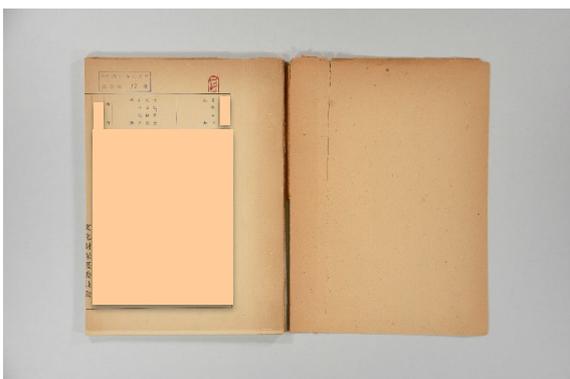
修理後



修理前：「55」表紙



修理後



修理前：「55」見返し、第1丁



修理後



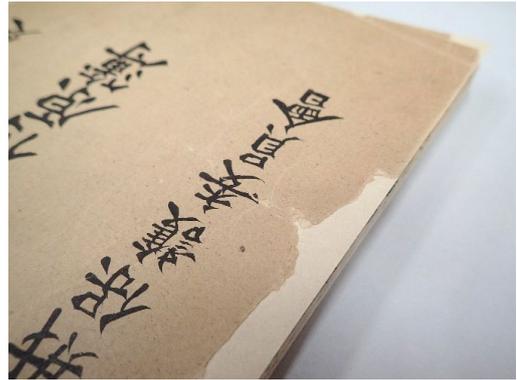
修理前：「54」破損した背表紙



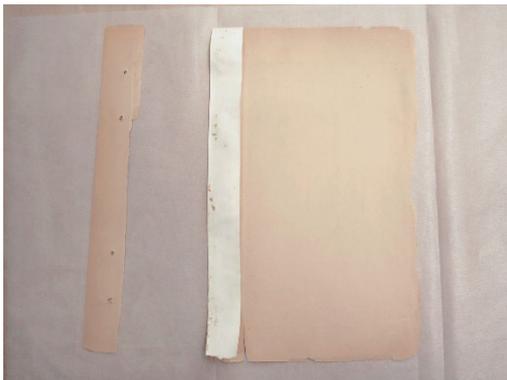
修理後



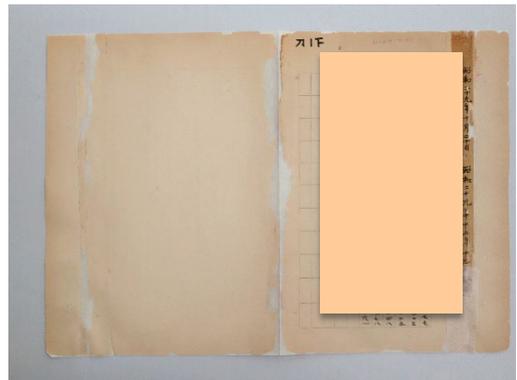
修理前：「53」亀裂・損傷



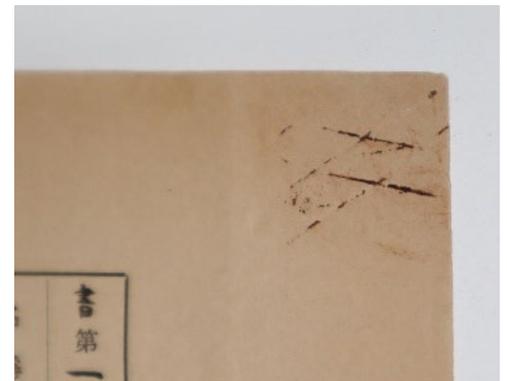
修理後



修理前：「110」テープで補強された亀裂



修理後



修理前：「174」錆痕

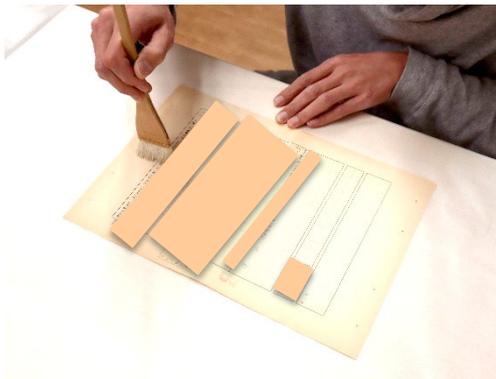


修理後

4-7. 工程写真 (抜粋)



調査 (採寸)



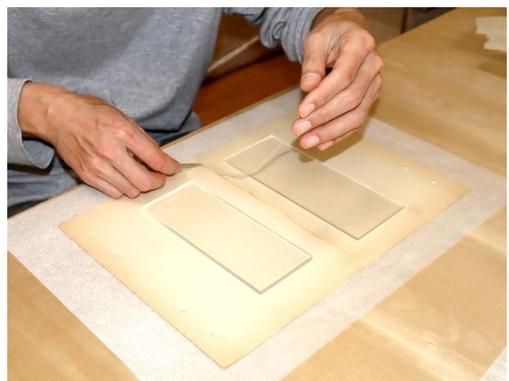
汚れの除去



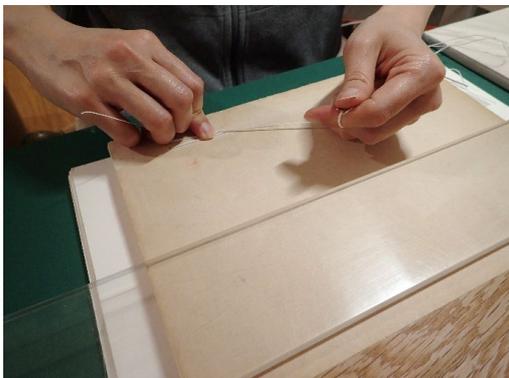
テープの除去



解体



補修 (極薄楮紙による補強)



再綴、表紙の取付け



## 5. 普及事業の実施

### 5-1. 目的・概要

令和6年11月29日（金）に「近代歴史資料の保存・修理に関する研究協議会」として当該事業の普及事業を実施した。対象は、文化財（美術工芸品）の修理に携わり、近代歴史資料の保存・修理に主体的な関心を有する技術者であり、当該事業の調査研究成果を実技とともに共有し、さらなる研究の深化・技術改善にむけた研究協議の場とした。当日の参加者は11名で、講師・実技者7名と事務局4名も交えて研究協議が行われた。

次第は後掲のとおりであるが、講義と実技、研究協議の3つの要素で構成した。講義では、当該事業で紙や粘着テープの性質等について研究協力をいただいている東京文化財研究所の加藤雅人氏と同早川典子氏により、調査結果をふまえた近代の紙の保存修理に関わる問題点や粘着テープの構造、その除去に関連した化学的知識等についての講義をいただいた。その後の実技では、当該委託事業の受託者である株式会社修護と、調査研究および修理事業をとともに実施する株式会社半田九清堂の修理技術者によって、加温による粘着テープの除去と、有機溶媒による粘着剤残滓の除去、酵素によるデンプン系粘着物質の分解による除去の実技が行われた。加温による除去は、当該事業の調査過程で検討された複数の手法が体験できるよう配慮した。また酵素による除去では、わずかな水分量の調整が可能となるゲランガムの使用について提示された。それぞれの実技において、実際の修理の場での体験をふまえた工夫や留意点等が共有された。

なお実技にあたっては、強制劣化をかけた粘着テープのサンプルを準備し、これを各参加者がそれぞれの技法で剥離・除去する体験をしている。また、その際有機溶媒を使用することから、安全配慮のため防毒マスクやゴーグル等を参加者が装着できるよう準備した。

また最後に設けた研究協議の場では、講義と実技をふまえた質問や日頃の実務の中で感じる課題、体験した技術の応用等について活発な意見交換がなされた。

（文化庁文化財第一課）

### 5-2. 実技について

実技に用いたサンプルや実技用に備えた装備の詳細、また各実技のねらい・留意点等の詳細については、当該事業の受託者である(株)修護より報告する。

#### 1. 実技に用いたサンプル

実際の資料へ貼付されているテープ除去を想定した実技となるよう、試料を準備した。試料作製にあたっては東京文化財研究所の協力を得て、高温、高湿度の環境下での強制劣化処理を行った。

テープ4種類（ガムテープ/アクリル系粘着剤、ガムテープ/ゴム系粘着剤、透明テープ/アクリル系粘着剤、透明テープ/ゴム系粘着剤）および、コピー用紙/小麦デンプン糊）を古紙（30～50年経過したノート用紙）へ貼付し、「劣化処理を施したもの」と「未劣化のもの」2種を実技用サンプルとした。

#### 【劣化処理】

- ・使用機器：ESPEC社製 低湿度型低温恒温恒湿器（PDL-4J）
- ・温度80℃、65%RHの恒温恒湿槽内に各試料が接しないよう吊るした状態で4週間処理した。

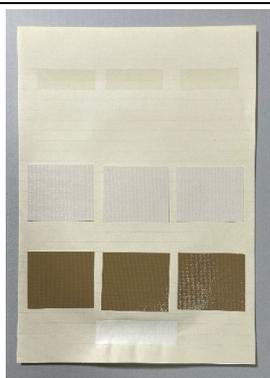
#### 2. 実施内容

上記で作製したサンプルに対し、3種の加温方法（加熱コテ、小型温風器、加温台）によるテープ除去ならびにデンプン分解酵素（ $\alpha$ アミラーゼ）の混合有機ゲル（ゲランガム）や有機溶媒を用いる粘着剤や接着剤の除去の体験実習を行えるようにテーブルを分けて配置した。各テーブルにはポータブルの赤外線温度計を配備し、温度上昇に伴い粘着剤が軟化していく状況を体感できるようにした。また、デンプン分解酵素は35℃～40℃が最適温度とされているため、修理で実際に使用している専用の加温シー

トを用いる方法を紹介した。その他、有機溶媒を用いる際の注意点として、「有機溶剤中毒予防規則（有機則）」を踏まえた作業への安全管理や換気方法を伝達した。本実技においては有機ガス防除用の吸収缶付マスクを準備した。



実技風景



実技で使用したサンプル／左：未劣化、右：劣化処理

上から「透明テープ/アクリル系粘着剤」、「透明テープ/ゴム系粘着剤」、「ガムテープ/アクリル系粘着剤」、「ガムテープ/ゴム系粘着剤」、コピー用紙/小麦デンプン糊

**【令和6年度 近代歴史資料の保存・修理に関する研究協議会 次第】**

開催日時：令和6年11月29日（金）11:00～17:15

場所：文化庁東京庁舎第2会議室

内容：

1. 挨拶及び「近代歴史資料の保存に関する調査研究事業」の概要説明：文化庁
2. 講義
  - ・近代歴史資料の用紙にかかる調査研究：加藤雅人（東京文化財研究所）
  - ・文化財資料に使用された粘着テープの処置について：早川典子（東京文化財研究所）
3. 実技
  - 3-1. 導入
  - 3-2. 実技概要説明：池田和彦（修護）
  - 3-3. 実技
    - ・加温による粘着テープ除去1：森田健介（修護）
    - ・加温による粘着テープ除去2：矢野 梓（修護）
    - ・加温による粘着テープ除去3：佐伯勇成（半田九清堂）
    - ・有機溶媒の使用による粘着剤除去、ゲランガムの使用による除去：君嶋隆幸（修護）
4. 研究協議
5. 閉会

## 6. 資料（近代紙資料に関する参考文献、論文等）

- ・令和4年度文化庁委託事業「近代歴史資料の保存に関する調査研究事業」業務実績報告書、修復、オンライン(<https://www.shugo.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/2024/03/20dd227df87efead97d250d23b341bcd-1.pdf>), 2023年3月
- ・令和5年度文化庁委託事業「近代歴史資料の保存に関する調査研究事業」業務実績報告書、修復、オンライン(<https://www.shugo.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/2024/04/8cad198145a4bd62edb703df60f8b70a.pdf>), 2024年3月
- ・エドワード・P. アドコック 編『IFLA 図書館資料の予防的保存対策の原則』, 日本図書館協会, 2003
- ・王子製紙『紙・パルプの実際知識』, 東洋経済新報社, 2001
- ・王子製紙『紙の知識100』, 東京書籍, 2009
- ・尾鍋史彦『紙の文化事典』, 朝倉書店, 2006
- ・金児宰『洋紙と用紙』, 光洋出版社, 1992
- ・紙の博物館『紙のなんでも小事典』, 講談社, 2007
- ・貴田啓子ら「ジェランガムゲル処置による紙資料への影響」『保存科学 第57号』（独）東京文化財研究所, 2018
- ・久利元昭「インク焼け資料への保存修復手当て—効果の比較実験 I—」資料保存器材 HP, 2009
- ・国宝修理装飾師連盟『第23回定期研修会報告集（古文書・歴史資料の修理）』, 2017
- ・国立国会図書館『コンサベーションの現在—資料保存修復技術をいかに活用するか—第6回資料保存シンポジウム講演集』, 日本図書館協会, 1996
- ・斎藤敦「テープ痕は除去できるか—紙に浸透した粘着テープ接着剤の除去方法—」文化財保存修復学会第27回大会要旨集, 2005
- ・斎藤敦「用紙を支持体とした作品の基礎修理」, 『文化財保存修復専門家養成実践セミナーレベル I 後期 講義録』, pp142-161, 2011
- ・地主智彦「近代文書群の文化財指定について」『アーカイブズ 36号』, 国立公文書館, 2009
- ・㈱修護「重要文化財「近代教科書関係資料」保存修理のための脱酸性化処置方法」文化財保存修復学会第39回大会要旨集, 2017
- ・㈱修護「重要文化財 琉球芸術調査写真〈鎌倉芳太郎撮影〉のうち大学ノートおよび重要文化財近代教科書関係資料のうち掛図・掛幅の保存修理について」『一般社団法人国宝修理装飾師連盟 第23回定期研修会報告集』一般社団法人国宝修理装飾師連盟, 2018
- ・㈱修護「使用痕（チョーク書き）を維持した洋紙製文化財の保存修理事例—重要文化財 近代教科書関係資料に対する保存修理事業から—」文化財保存修復学会第42回大会要旨集, 2020
- ・㈱修護『令和4年度文化庁委託事業「近代歴史資料の保存に関する調査研究事業」業務実績報告書』, 2023
- ・鈴木英治『紙の劣化と資料保存』, 日本図書館協会, 1993
- ・園田直子『紙と本の保存科学【第2版】』, 岩田書院, 2009
- ・田中経人『文具の歴史』, リヒト産業株式会社, 1972
- ・田中宏一「炭酸カルシウム粉体の進歩」『Inorganic Materials, Vo. 1, No. 252』無機マテリアル学会, 1994
- ・東京紙製品卸商業協同組合 組合史編纂委員会『東京紙製品のあゆみ』, 東京紙製品卸商業協同組合, 1982

- ・東京文化財研究所 保存修復科学センター編『未来につなぐ人類の技 15 洋紙の保存と修復』東京文化財研究所, 2016
- ・東京文化財研究所『文化財修復の現状と諸問題に関する研究会報告書』東京文化財研究所, 2020
- ・登坂雅聡「伸長により生じた天然ゴム結晶の融解に関する熱力学的検討」2018
- ・日本化学学会監修『紙とインクとリサイクル』, 丸善, 2000
- ・日本図書館協会資料保存委員会編『資料保存ワークショップ記録集－資料はいつまで利用できるのか－』, 日本図書館協会, 1995
- ・早川典子ら『保存科学第 62 号〔報告〕「デンプン糊で裏打ちされる文化財への $\alpha$ -アミラーゼ適用方法に関する検討」(独) 東京文化財研究所, 2023
- ・半田伸一監修 紙の機能研究会編著『おもしろサイエンス紙の科学』, 日刊工業新聞社, 2011
- ・プリザベーション・テクノロジーズ・ジャパン「国立公文書館所蔵歴史公文書に対する大量脱酸処理の実効性に関する調査報告書」, 2011
- ・文化財保存修復学会『講演会要旨集 今をどうのこすか－近現代紙資料の保存と修復－』, 2001
- ・文化庁文化財部「近代の文化遺産の保存と活用について(報告)」『月刊文化財 2 No. 401』, 文化庁, 1997
- ・文化庁文化財部「特集 歴史資料三〇年のあゆみ」『月刊文化財 11 No. 530』, 文化庁, 2007
- ・森田恒之『紙資料の保存-劣化状態調査法の定式化と大量脱酸処理法の開発-』, 国立民族学博物館, 2002
- ・安江明夫 木部徹 原田淳夫編著『図書館と資料保存－酸性問題からの 10 年の歩み－』, 雄松堂出版, 1995
- ・山之上理加ら「ノートの背くるみ修復材料の検討」文化財保存修復学会第 37 回大会要旨集, 2015
- ・米陀あやこ 小野慎之介「19 世紀初頭イタリアの古地図」に関する保存修復報告～教育機関における修復実習の一事例～(文化財保存修復学会第 35 回大会ポスター発表用配布資料), 東洋美術学校保存修復研究室[編], 2013
- ・Borysenko Maria Olexandrivna “APPLICATION OF TRADITIONAL JAPANESE RESTORATION TECHNIQUES TO PRESERVE THE ARCHITECTURAL GRAPHICS ON TRACING PAPER”, International Course on Conservation of Japanese Paper; Evaluation 2022, (2023)
- ・Hinge, Tape and Adhesive Removal, (Back to Paper conservation Catalog), (1992)  
[http://www.conservation-wiki.com/wiki/Hinge,\\_Tape\\_and\\_Adhesive\\_Removal](http://www.conservation-wiki.com/wiki/Hinge,_Tape_and_Adhesive_Removal)
- ・R. Bruce Arnold, ASTM's Paper Aging Research Program, (*CoOL HP*), (2003)  
<http://cool.conservation-us.org/byauth/arnold/astm-aging-research/>
- ・Johan G. Neevel, Birgit Reißland, Bathophenanthroline Indicator Paper, Development of a New Test for Iron Ions, *PapierRestaurierung* Vol. 6 (2005), No. 1  
<http://irongallink.org/images/file/pdf%20fe%20test%20artikel.pdf>
- ・Netherlands Institute for Cultural Heritage (ICN), Condition rating for paper objects with iron-gall ink, ICN Information Number 1, November 2001  
([http://www.cultureelerfgoed.nl/sites/default/files/u6/ICN\\_info\\_01\\_condition\\_rating\\_en.pdf#search=ICN+Information+Condition+rating+for+paper+objects+with+iron+gall+ink](http://www.cultureelerfgoed.nl/sites/default/files/u6/ICN_info_01_condition_rating_en.pdf#search=ICN+Information+Condition+rating+for+paper+objects+with+iron+gall+ink))

## まとめ

今年度の調査研究事業では、以下のような点が見いだされた。

### (1) 粘着テープについて

今年度は、調査対象資料に実際に貼り付けられていた粘着テープについて調査し、粘着材に用いられている物質や加温による変化の動向を把握した。それぞれの結果は、実際に粘着テープ除去にあたる際の方法を選択する上で判断材料となりうる。

分析対象とした粘着テープは、複数種類の布ガムテープ、製本テープ（白・黄）、白テープ（内銀、内白）、透明テープ、メンディングテープである。布ガムテープはキャリア側がポリオレフィン（高分子樹脂）系の物質、粘着材側が炭酸カルシウムを含む物質で構成されているものがほとんどであった。粘着材から浸潤液が出ている7、110、112の粘着テープはいずれも布ガムテープで、上記の構成となっている。浸潤液の浸出の有無と構成物質との関係性等の検討は、今後のさらなる分析結果の集積を待ちたい。

テープ粘着材の加温による変化については、昨年度の新品の試料と同様30℃を超えたあたりから緩やかに変動が生じ始めるが、ピーク温度は昨年度と比較してわずかに低い傾向があり、粘着材の種類に応じて82℃～117℃で基材が溶けることが確認された。新品の試料とは素材等が一致していないため、単純な比較はできず、劣化による粘着材の性質の変化については今後も検討の必要がある。

ただし今年度対象とした布ガムテープの中には、温度22℃、湿度55%前後の保存環境ながらほんの数年で保存帙を汚損するほど粘着材から浸潤液が出ているものがあることから、経年による変化によって粘着材の溶解温度が変わる可能性がある。より低い温度から溶解してゆく可能性もあるため、実際の修理時には、同種新品の粘着テープのガラス転移温度よりもかなり低い温度から剥離に適した温度を探る必要がある。

また、30℃を超える環境で粘着テープの軟化が始まることをふまえれば、浸潤液の浸出による汚損を防ぐためにも、粘着テープが施された資料の保管はこの温度を超えない環境とすることが必要といえる。夏期の室温は30℃を超える環境となることもありうることから、長期保存を必要とするものについては、保存環境の配慮が必要である。

### (2) 用紙について

今年度は、交付原簿のうちでも比較的古い時期に作製されたものを中心としたため、9割以上の用紙がいわゆるa系（機械抄紙による特有の光沢感や平滑化処理がなされた密度の高い紙で、褐色化、脆弱化等が生じている紙）であった。表紙は、昭和20年代のものは主に機械パルプと針葉樹化学パルプ繊維が確認され、昭和30年代の表紙は針葉樹化学パルプのみか一部でこれにコウゾや稲わらが含まれるという結果であった。昭和20年代の表紙は全体に茶色に変色しているが、機械パルプは茶色を呈するという傾向に合致する。

また、水素イオン濃度計測では、いずれの資料もpH3.6～5.1と酸性を示す数値であった。褐色化して劣化が顕著な紙と比較的白く柔軟性を保つ紙とで数値に大きな差はなく、令和4年度以降の調査結果を補強する内容となっている。柔軟性や断裂のしやすさの原因は、製紙の際の添加物の影響など、他の要因も検討の余地がある。

紙色の調査も令和5年度の調査結果を補強する内容であった。CIELABによる評価では、一つの曲線状に乗る傾向を示し、一定の規則性が認められた。長期的な紙色の変化の予測が可能となることから、経年の変化をふまえた補修紙選択に有効である。

（文化庁文化財第一課）