

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 8 日現在

機関番号：64401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H00758

研究課題名(和文)セルロースナノファイバー塗工法による脆弱化した酸性紙資料の大量強化処理の開発

研究課題名(英文)Development of mass-strengthening treatment of weakened acidic paper documents by cellulose nanofiber coating

研究代表者

園田 直子 (Sonoda, Naoko)

国立民族学博物館・人類基礎理論研究部・教授

研究者番号：50236155

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,700,000円

研究成果の概要(和文)：19世紀半ば以降1990年頃までに作成された内外の紙資料・文書・出版物のほとんどは、酸性紙が用いられており、劣化の進行が著しい。本研究では、脱酸性化処理を施した経年劣化酸性紙を水で湿潤後、サクシオンテーブル上で脱水し、繊維幅100 nm以下のセルロースナノファイバー(CNF)の割合が多い微細セルロースファイバー(FCF)を用いて紙の両面塗工を実施することによって、紙の劣化抑制効果のみならず、劣化紙の強度を向上させることを提案した。研究に当たり、紙の両面に連続的な塗工処理を可能にする小型塗工機を試作し、中程度に経年劣化の進んだ市販酸性上質紙の引裂強さや引張強さの向上及び劣化抑制効果を実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

酸性紙対策では、紙資料に対する劣化抑制処理(脱酸性化処理)と強化処理が行われる。本研究では、既存の紙強化法のもつ、処理後、紙が硬くなる、文字情報が見にくくなる、紙の厚みが増す、などの欠点を克服した手法を提案した。また、紙の両面に連続的な塗工処理を可能にする小型塗工機を試作し、安定した紙表面に仕上げることに成功した。紙の強化処理工程をシステム化したことで、大量処理の実現化に向けて一歩前進した。

研究成果の概要(英文)：Most domestic and foreign paper materials, documents and publications produced from the mid-19th century until around 1990 were made from acidic paper, which has deteriorated significantly. In this study, aged acidic paper that has undergone deacidification treatment was wetted with water, then excess of water was removed on a suction table, and coated on both sides of the paper using fine cellulose fibres (FCF), which have a high proportion of cellulose nanofibres (CNF) with a fibre width of 100 nm or less, to not only inhibit paper deterioration, but also improve the strength of the degraded paper. In the course of the research, a prototype compact coating machine was built to enable continuous coating treatment on both sides of the paper, and the improvement in tear strength and tensile strength as well as the deterioration inhibition of moderately age-degraded commercial acidic fine paper were demonstrated.

研究分野：保存科学

キーワード：酸性紙 強化処理 微細セルロースファイバー 脱酸性化処理 保存環境

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 19世紀半ば以降1990年頃までに刊行された図書や紙資料のほとんどは、酸性紙が用いられており、劣化の進行が著しい。世界各地の図書館や公文書館では酸性紙の劣化問題は“Slow Fires”とも呼ばれ、すでに閲覧不能になっている図書や紙資料も多く、その対策に苦慮している。この問題の解決方法として、これまでいくつかの酸性紙の大量脱酸性化処理が開発され、実用化されている。しかしながら、酸性紙の脱酸性化処理は紙の劣化を抑制する効果はあるものの、紙が脆弱化して低下した強度を回復することはできない。

(2) 酸性紙資料の劣化対策には、紙の劣化度に応じて通常、以下のように異なる対応が求められる。すなわち、劣化があまり進行していない酸性紙は、脱酸性化処理を施して劣化抑制を図ることによって延命化する。ある程度劣化が進行している酸性紙は、脱酸性化処理を施して劣化抑制を図った上で、何らかの強化処理を行うことによって紙の強度を回復させる。劣化が進行して紙の強度がさらに低下して脆弱化が進んだ酸性紙は、修復工房等で慎重な保存技術を施すことによって閲覧に供する。

(3) すでに脆くなって閲覧すらむずかしい資料については、強化処理が必要であるが、大量の劣化紙資料を対象に開発された強化処理は、極めて少ない。本研究代表者らは、セルロースナノファイバー(CNF)のもつ高強度特性および光学透明性に着目し、CNFより繊維幅の大きな微細セルロースファイバー(Fine Cellulose Fiber)を用いた劣化紙の強化処理を提案した。長期にわたって閲覧可能な下限強度を維持できる強化処理技術の確立を目指している。

### 2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、自然劣化した酸性紙の強度向上及び劣化抑制である。具体的には、繊維幅100nm以下のセルロースナノファイバー(CNF)を中心に構成される微細セルロースファイバー(FCF)を活用し、既存の紙強化法の欠点を克服した紙強化法の実用化に向けた開発を行う。

(2) 本研究で紙の強化剤として活用するFCFとは、紙の構成要素であるパルプ繊維と同じセルロース分子から成る。そのため、紙に対して親和性を持ち、接着剤を必要としない水素結合によって紙を構成する植物繊維との間に結合を形成するとともに、長期的安定性も付与することができる。これにより、樹脂系強化剤の塗布により起こる硬化の問題を回避できる。FCFは、幅が100nm以下の均一な繊維で、光の散乱が非常に小さくなるため人間の目に認識されず高い透明性を持ち、また、紙表面にFCFを塗布しても極めて微細な形状を有することからその厚さの増加は抑制できる。これにより、物理的要因による強化処理の欠点を回避できる。

(3) 本研究チームの過去の研究から、FCF塗工処理と脱酸性化処理を併用して施すことによって、経年劣化紙の強度向上効果と劣化抑制効果が得られることが明らかになっている。本研究ではこの研究成果に基づいて、FCF塗工による酸性紙の大量強化処理の実用化を目指す観点から、紙の強化処理工程のシステム化を図る。本研究の独自性は、経年劣化した酸性紙に脱酸性化処理を施した後、FCF塗工することによって、紙の劣化抑制と補強効果を併せて付与する手法を開発することにある。紙の強化処理工程をシステム化することで、大量処理を実現することを目指している。

(4) また、研究代表者らのこれまでの保存環境調査や環境整備に関する研究の蓄積を踏まえ、紙の保存と延命の問題に、保存環境の整備までを視野に入れて総合的に取り組むところに、本研究の学際的な特色がある。

### 3. 研究の方法

(1) 微細セルロースファイバー(FCF)小型塗工機の試作と劣化した酸性上質紙への塗工処理

劣化紙のFCF塗工処理を実用化することを目的として、連続的な両面塗工を可能にする小型塗工機(卓上型)を設計、試作した(写真1、熊谷理機工業社製KRK2201型)。小型塗工機を用いて、FCFをより効果的に塗工する手法を技術的に確立するために、コーティングロッド(ワイヤーバー)の種類、塗工速度、2本のコーティングロールの間隙、FCF塗工懸濁液の濃度など塗工条件の最適化を図り、安定したFCF塗工量コントロールを可能にする塗膜形成法を検討した。

コーティングロッドは、直径12.7mmの心棒に、直径300 $\mu$ m(No.14)のワイヤーまたは700 $\mu$ m(No.30)のワイヤーを巻き付けたものを用いた。なお、これに伴うコーティングロール間隙は、コーティングロッドNo.14の場合には0.6mm、No.30の場合には1.5mmとした。塗工速度は、3m/分、4m/分、5m/分に設定してFCF塗工を実施した。



写真1 FCF塗工用小型塗工機

自然劣化した酸性上質紙試料は、日本ファイリング社でドライ・アンモニア・酸化エチレン (DAE) 処理、またはプリザベーション・テクノロジー・ジャパン社 (現キハラ・プリザベーション社) でブックキーパー (BK) 処理を、それぞれの標準条件で脱酸性化処理を施した。DAE 処理による紙試料のトリエタノールアミン含有量は 1.54 %であった。また、BK 処理直後の紙試料のアルカリリザーブは 1.72 %、紙の pH が 10.1 であった。塗工処理に先立ってサクシオンテーブル上に、23、50 %RH 条件下で調湿した劣化紙を載せた後、紙試料を十分な水で 2 分間湿潤処理を行った。湿潤処理後、サクシオンテーブル上で脱水を 30 秒間行い、試作した小型塗工機を用いて FCF を塗工した。再び脱水後、40 の真空乾燥 (真空度 1,000 Pa) 1 時間処理で紙の乾燥処理を施した。劣化紙試料の両面に同様の FCF 塗工を施した。紙試料として、自然劣化した 1981 年製造の酸性上質紙 (王子製紙製) を用いた。FCF は、水中カウンター処理 (ACC 処理) を用いて調製した市販バイオマスナノファイバー「BiNFi-s」(スギノマシン社製) を用いた。

#### (2) 自然劣化酸性上質紙の FCF 塗工後の乾燥処理法の検討

FCF 塗工後に紙の水分除去のために行う乾燥処理は、劣化紙の強度低下を引き起こすことが懸念される。本研究では、自然劣化酸性上質紙に DAE 法脱酸性化処理を施した後、湿潤処理の上、FCF 塗工による強化処理を行う手法について、劣化紙の強度向上及び劣化抑制に及ぼす FCF 塗工後の乾燥条件の影響を検討した。塗工処理に先立ってサクシオンテーブル上に、23、50 %RH 条件下で調湿した劣化紙を載せた後、紙試料を十分な水で 2 分間湿潤処理を行った。湿潤処理後、サクシオンテーブル上で脱水を 1 分間行い、試験用コーティングロッドを用いて FCF を手塗り塗工した。再び脱水後、40 または 60 の真空乾燥 (真空度 1,000 Pa) 1 時間処理、80 に設定した回転型乾燥機で 4 分間処理、凍結乾燥 (真空度 10~20Pa) 24 時間処理のいずれかの処理法で紙の乾燥を行った。なお、劣化紙試料両面には同様の FCF 塗工を施した。FCF の塗工量は両面合わせて約 2.0 g/m<sup>2</sup>とした。

### 4. 研究成果

#### (1) 小型塗工機の塗工条件が微細セルロースファイバー (FCF) 塗工量に及ぼす影響

小型塗工機では、正回転のアプリケータロールに FCF 塗工液を転移して、ワイヤーを巻いたコーティングロッドによって過剰の塗工液を削り落として塗工する方式を採用した。2 本のアプリケータロールを縦方向に重ねてその間隙部分に通紙することによって紙の両面に塗工するように設計した。それぞれのアプリケータロールにコーティングロッドを取り付けた。測定した FCF 塗工量の標準偏差は小さく、小型塗工機による FCF 塗工量の精度が比較的良好に保たれていることが判明した。

図 1 には、塗工速度 4 m/分で BK または DAE 処理による脱酸性化上質紙に、コーティングロッド No.14 または No.30 を用いて FCF 塗工処理を施したときの塗工量の変化を示した。コーティングロッドを No.14 から No.30 に変更することによって FCF 塗工量は、BK 処理紙で 0.73 g/m<sup>2</sup> から 1.22 g/m<sup>2</sup> に、DAE 処理紙で 0.83 g/m<sup>2</sup> から 1.23 g/m<sup>2</sup> にそれぞれ増加した。また、同一塗工条件で比較すると、BK 処理紙のほうが DAE 処理紙に比べて FCF 塗工量増加率が大きいことが判明した。しかし、塗工速度 4 m/分の FCF 塗工に No.30 のコーティングロッドを用いると、No.14 の場合よりも標準偏差が大きくなった。この原因として、No.30 のコーティングロッドを用いた場合に、紙表面上の FCF 塗工層にむらが生じやすいことも推測される。FCF 塗工試験の結果から、ロッドに巻かれたワイヤーの直径が細くなると FCF 塗工量は少なく、直径が太くなると塗工量は多くなった。一方、コーティングロッド No.14 を用いた試験では、塗工速度の増加とともに FCF 塗工量が増加する傾向が確認されたが、その効果はコーティングロッドの種類の違いに比べて小さかった。

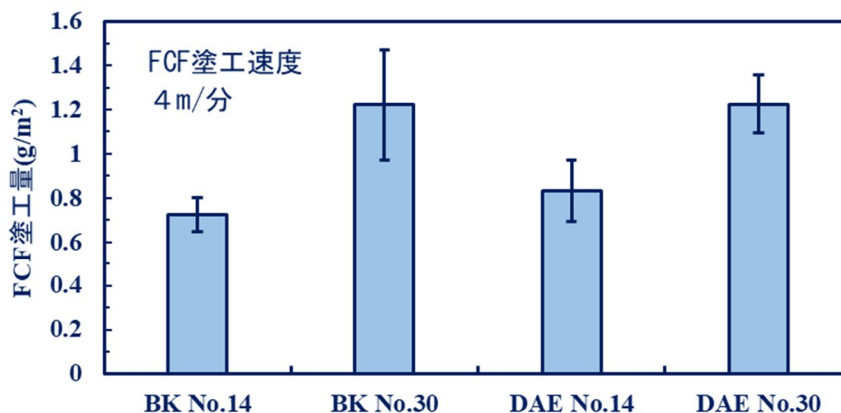


図1 FCF塗工量に及ぼす脱酸性化処理及びコーティングロッドの種類の影響

(2) 小型塗工機を用いた FCF 塗工処理が自然劣化上質紙の強度に及ぼす影響

図2には、DAE 脱酸性化処理上質紙の引裂強さに及ぼす FCF 塗工処理の影響を示す。DAE 脱酸性化処理を施した自然劣化酸性紙を湿潤し、コーティングロッド No.14 を用いて塗工速度 4 m/分で FCF 塗工後、40 の真空乾燥を行うと、元の自然劣化酸性紙に比べて比引裂強さが 1.10  $\text{mN} \cdot \text{m}^2/\text{g}$  向上し、約 1.16 倍となった。さらに、コーティングロッドに No.30 を用いた場合には、1.39  $\text{mN} \cdot \text{m}^2/\text{g}$  向上し、約 1.20 倍になった。また、100 、5 日間の密封法による加速劣化処理を行った後、FCF 塗工紙の比引裂強さを元の自然劣化酸性紙と比較すると、コーティングロッド No.14 では 2.19  $\text{mN} \cdot \text{m}^2/\text{g}$  (元の酸性紙の約 1.41 倍)、No.30 では 2.22  $\text{mN} \cdot \text{m}^2/\text{g}$  (元の酸性紙の約 1.42 倍) それぞれ増加していた。5 日間の加速劣化処理後における DAE 法による脱酸性化処理紙と元の酸性紙との引裂強さの差が広がったのは、DAE 脱酸性化処理によって加速劣化処理中に生じる紙の劣化の進行を抑制することができた結果と考えられる。

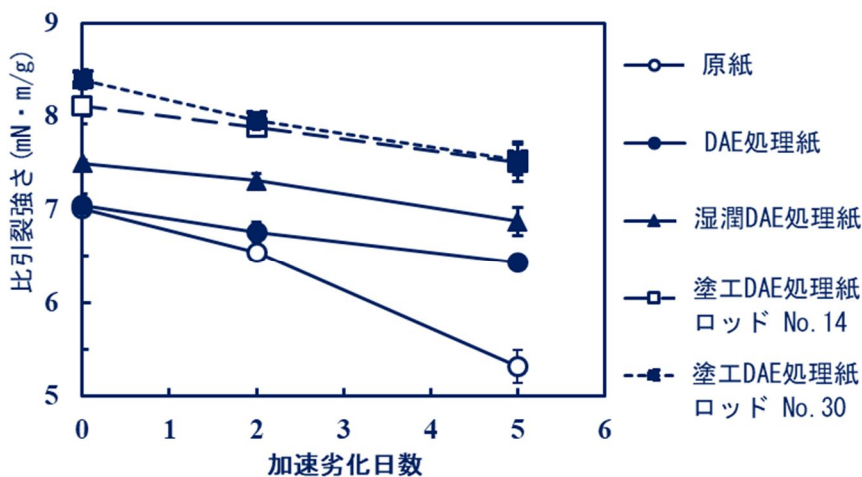


図2 DAE処理紙の比引裂強さに及ぼすFCF塗工の影響

図3は、BK 脱酸性化処理上質紙の引裂強さに及ぼす FCF 塗工処理の影響を DAE 法のケースと比較したものである。コーティングロッド No.30 を用いた BK 脱酸性化処理紙の比引裂強さは、元の自然劣化酸性紙に比べて 0.994  $\text{mN} \cdot \text{m}^2/\text{g}$  向上し、約 1.14 倍になった。また、5 日間の密封法による加速劣化処理後について、コーティングロッド No.30 による FCF 塗工紙の比引裂強さを元の自然劣化酸性紙と比較すると、2.06  $\text{mN} \cdot \text{m}^2/\text{g}$  向上し、約 1.39 倍になった。この結果、FCF 塗工処理を施した BK 脱酸性化処理紙の引裂強さの増加及び加速劣化処理による強度低下抑制効果が、DAE 脱酸性化処理紙と同じレベルにあることを確認した。

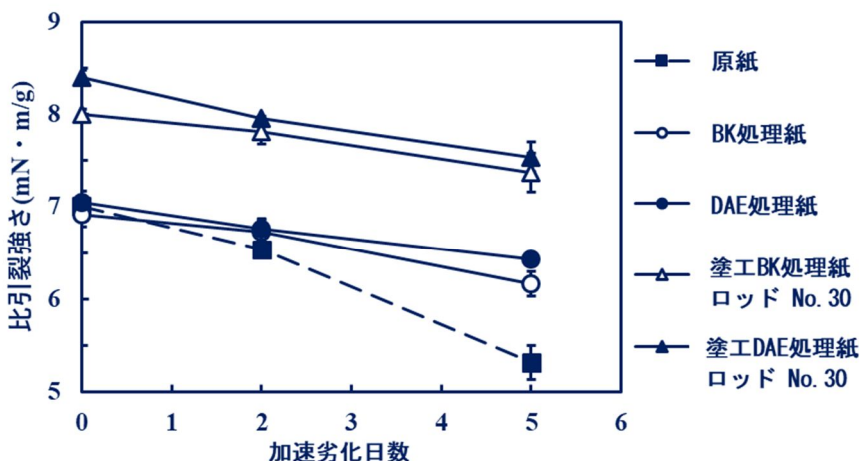


図3 紙の比引裂強さに及ぼす脱酸性化及びFCF塗工の影響

(3) 自然劣化酸性上質紙の FCF 塗工後の乾燥処理法の検討

DAE 脱酸性化処理を行った自然劣化酸性上質紙 (pH 4.0) に FCF 塗工を施した後の紙の表面 pH は 8.8 に上昇していた。その後、FCF 塗工後の乾燥法として、真空乾燥、凍結乾燥、回転乾燥機処理を比較したところ、真空乾燥試料が他の乾燥法に比べて、表面の不透明層の形成、テカリやしわの発生が生じることもなく、塗工前と同様の外観を示し、文字の判読性も遜色ないことが確認された。

図4には、105 、5 日間の密封法による加速劣化処理に伴う DAE 処理酸性紙の引裂強さの変化に及ぼす乾燥法の影響を示す。DAE 処理を施した自然劣化酸性紙を湿潤、FCF 塗工後、40 で

真空乾燥処理を施すと、紙の比引裂強さが元の DAE 処理酸性紙に比べて  $1.4 \text{ mN} \cdot \text{m}^2/\text{g}$  向上し、約 1.28 倍となった。また、密封法による加速劣化処理を 5 日間行った後の FCF 塗工処理紙の引裂強さを元の DAE 処理酸性紙の場合と比較すると、比引裂強さが  $1.0 \text{ mN} \cdot \text{m}^2/\text{g}$  向上し、元の DAE 処理紙の約 1.26 倍を示した。1 時間の 40℃ 真空乾燥処理は、4 分間の 80℃ 回転乾燥機処理に比べて、FCF 塗工直後の紙の比引裂強さを  $1.2 \text{ mN} \cdot \text{m}^2/\text{g}$  向上させ、約 1.2 倍の値になることが判明した。

FCF 塗工後の真空乾燥処理によって、紙の引裂強さを向上させるだけでなく、引張強さや耐折強さにおいても同様に比較的良好な強度向上効果をもたらした。さらに、40℃ 及び 60℃ の真空乾燥処理を比較したところ、40℃ のほうが大きな引裂強さの向上効果を示した。保存資料へのダメージを最小限に止めることを考慮すると、FCF 塗工後の乾燥処理として 40℃ の真空乾燥処理が適切と考えられる。

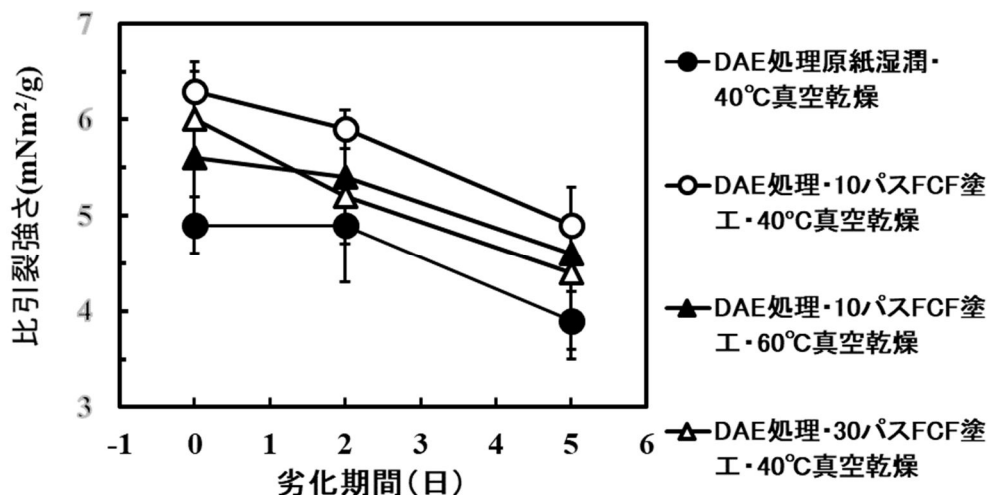


図 4 DAE 処理酸性紙の引裂強さに及ぼす FCF 塗工後の真空乾燥処理の影響

(4) 本研究課題を通じて得られた研究成果をまとめると、以下のとおりである。

自然劣化の進んだ紙の両面に連続的な FCF 塗工処理を可能にする小型塗工機を試作した。本塗工機を用いて自然劣化酸性上質紙に FCF 塗工処理を施すと、紙の劣化の指標とされている引裂強さを向上させるとともに、FCF 塗工量の増加によって紙の引裂強さを向上させることが可能となった。この傾向は紙の引張強さでも認められるものの、その効果は小さかった。しかし、紙の強度の種類によっては、紙表面上に塗工された FCF の分散状態が影響を及ぼすことも推測され、FCF 塗工量の増加が必ずしもその向上に大きな効果を示すとは限らなかった。

異なるワイヤー径を有するコーティングロッド (ワイヤーバー) を取り付けて劣化紙に FCF を塗工することによって FCF 塗工層の均一性を向上させるとともに、再現性のある FCF 塗工処理が可能となった。自然劣化紙資料の FCF 塗工処理は、紙資料に印字された文字や写真を判読できる状態を維持することを可能にした。経年劣化紙の FCF 塗工処理に、ドライ・アンモニア・酸化エチレン (DAE) 法やブックキーパー (BK) 法による脱酸性化処理を併用すると、紙の強化効果だけでなく、劣化抑制効果の付与を可能にする新たな紙資料の保存強化処理技術として期待できる。

劣化紙の FCF 塗工後に 40℃ の真空乾燥処理を施した場合、60℃ の真空乾燥や 80℃ の回転乾燥処理に比べて紙の引裂強さの向上効果が顕著であった。FCF 塗工処理による酸性紙の引裂強さの向上は、水中カウンタコリジョン法による微細化処理の程度を軽減すると大きくなった。

#### < 引用文献 >

岡山隆之・門屋智恵美・関 正純・殿山真央・園田直子「セルロースナノファイバーコーティングによる劣化紙の強化処理」『文化財保存修復学会第 38 回大会研究発表要旨集』、2016、110-111。

Okayama, T., Utsunomiya, H., Kose, R., Seki, M., Sonoda, N., A Paper Strengthening Method Combined with Mass Deacidification, XIVth Congress of International Association Book and Paper Conservators, Warsaw, p.18, September 2019.

岡山隆之・門屋智恵美・殿山真央・関 正純・園田直子「自然劣化紙の脱酸性化処理およびセルロースナノファイバー塗工による強化処理の併用効果」『文化財保存修復学会第 39 回大会研究発表要旨集』、2017、72-73。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Hailan Jin, Ryota Kose, Takayuki Okayama	4. 巻 76
2. 論文標題 Addition of Reed-derived Cellulose Nanofibers to Change Handsheet Properties	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Fiber Science and Technology	6. 最初と最後の頁 144-150
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2115/fiberst.2020-0016	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 日高真吾	4. 巻 -
2. 論文標題 民俗文化財（民具）の保存処理	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日高真吾編『継承される地域文化－災害復興から社会創発へ』	6. 最初と最後の頁 180-192
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamaguchi Tomohisa, Saito Masato, Kose Ryota	4. 巻 75
2. 論文標題 Relationship between Retention and Tensile Strength of Pulp Fiber Sheet with Cellulose Nanofiber	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Fiber Science and Technology	6. 最初と最後の頁 018～021
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2115/fiberst.2019-0003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Balfas Aminah, Ryota Kose	4. 巻 75
2. 論文標題 Properties of cellulose nanofibers prepared from recycled pulp fiber using the aqueous counter collision method	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Fiber Science and Technology	6. 最初と最後の頁 140-144
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2115/fiberst.2019-0018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Do, T.M. Phuong, Ueda, T., Kose, R., Nguyen, Loc X., Okayama, T., Miyanishi, T.	4. 巻 21(1)
2. 論文標題 Properties and potential use of biochars from residues of two rice varieties, Japanese Koshihikari and Vietnamese IR50404	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Material Cycles and Waste Management	6. 最初と最後の頁 98-106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10163-018-0768-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 小瀬亮太, 福田 結, 岡山隆之	4. 巻 74(5)
2. 論文標題 セルロースナノファイバーシート密度に及ぼす乾燥処理の影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Fiber Science and Technology	6. 最初と最後の頁 118-121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2115/fiberst.2018-0016	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kose, R., Utsumi, M., Yatsui, H., Tun-Abdul-Aziz MK, Okayama, T.	4. 巻 30(4)
2. 論文標題 Wettability of the fine sheet prepared from oil palm empty fruit bunches	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Tropical Forest Science	6. 最初と最後の頁 546-553
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.26525/jtfs2018.30.4.546553	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Nguyen, Loc X., Do, T.M. Phuong, Nguyen, Chiem H., Kose, R., Okayama, T., Pham, Thoa N., Nguyen, Phuong D., Miyanishi, T.	4. 巻 13(4)
2. 論文標題 Properties of biochars prepared from local biomass in the Mekong Delta, Vietnam	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bioresources	6. 最初と最後の頁 7325-7344
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15376/biores.13.4.7325-7344	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 岡山隆之、田中祐輝、小瀬亮太、金海蘭、園田直子
2. 発表標題 微細セルロースファイバー小型塗工機の試作と劣化した酸性紙への適用効果
3. 学会等名 文化財保存修復学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 橋本沙知、園田直子、日高真吾、末森薫、河村友佳子、柴切弥生、西澤昌樹、和高智美
2. 発表標題 性能や調湿条件の異なる展示ケース内の温湿度環境 - 国立民族学博物館の事例より -
3. 学会等名 文化財保存修復学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Okayama, T., Tanaka, Y., Kose, R., Seki, M., and Sonoda, N.
2. 発表標題 A paper strengthening method combined with mass deacidification: Applicability of fine cellulose fibre coating with vacuum drying
3. 学会等名 XIVth Congress Warsaw 2019, International Association of Book and Paper Conservators (IADA) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中祐輝、岡山隆之、小瀬亮太、関正純、園田直子
2. 発表標題 微細セルロースファイバー塗工による脆弱化した経年紙資料の強化処理
3. 学会等名 文化財保存修復学会第41回大会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 日高真吾、園田直子、末森薫、河村友佳子、橋本沙知、西澤昌樹、小関万緒、石田糸江
2. 発表標題 大阪府北部を震源とする地震による国立民族学博物館の展示場と図書室の被害と対応について
3. 学会等名 文化財保存修復学会第41回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 末森薫、園田直子、日高真吾
2. 発表標題 オランダにおける資料管理・収蔵施設の動向 持続可能な共有型収蔵施設の建設
3. 学会等名 文化財保存修復学会第41回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡山侑介、岡山隆之、小瀬亮太
2. 発表標題 表面張力の異なる低密度調整剤の添加がパルプ繊維及び紙の特性に及ぼす影響
3. 学会等名 第86回紙パルプ研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木遥子、小瀬亮太、岡山隆之
2. 発表標題 ナノ微細化技術により調製されたパルプ微細繊維シートの物理的性質
3. 学会等名 第86回紙パルプ研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡山隆之、宇都宮颯、小瀬亮太、関正純、殿山真央、園田直子
2. 発表標題 真空乾燥処理を用いた微細セルロースナノファイバー塗工による劣化紙の強化
3. 学会等名 文化財保存修復学会第40回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宇都宮颯、小瀬亮太、岡山隆之、殿山真央、園田直子
2. 発表標題 FCF塗工強化処理に及ぼす酸性紙の脱酸性化の影響
3. 学会等名 第85回紙パルプ研究発表会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Naoko Sonoda (ed.)	4. 発行年 2019年
2. 出版社 National Museum of Ethnology	5. 総ページ数 215
3. 書名 Conservation of Cultural Heritage in a Changing World (Senri Ethnological Studies 102)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	日高 真吾  (Hidaka Shingo)  (40270772)	国立民族学博物館・人類基礎理論研究部・教授   (64401)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	小瀬 亮太 (Kose Ryota) (60724143)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・准教授  (12605)	
研究分担者	末森 薫 (Suemori Kaoru) (90572511)	国立民族学博物館・人類基礎理論研究部・助教  (64401)	
研究分担者	岡山 隆之 (Okayama Takayuki) (70134799)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・理事  (12605)	令和元(2019)年度末退職により、分担者から削除。

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	関 正純 (Seki Masazumi)		
研究協力者	殿山 真央 (Tonoyama Mao)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------