

Sen'i Gakkaishi  
(Journal of The Society of Fiber Science and Technology, Japan)

# 繊維学会誌

特集 〈炭素繊維複合材料のリサイクル技術〉



2021 Vol.77 5

一般社団法人 繊維学会

# 業界マイスターに学ぶ アパレルの基礎講座

監修.. 一般社団法人 繊維学会

編集.. 一般社団法人 日本繊維技術士センター



A5判/並製本/本文480ページ  
本体価格 3,500円+消費税  
ISBN978-4-903762-26-5 C3058

**日本繊維技術士センター所属の技術士が  
それぞれの専門分野を分担執筆。  
繊維産業やアパレル関係者、繊維を学ぶ  
学生が繊維製品について、わかりやすく  
系統的に学べる貴重な1冊！**

発行

きんじゅどう  
金壽堂出版

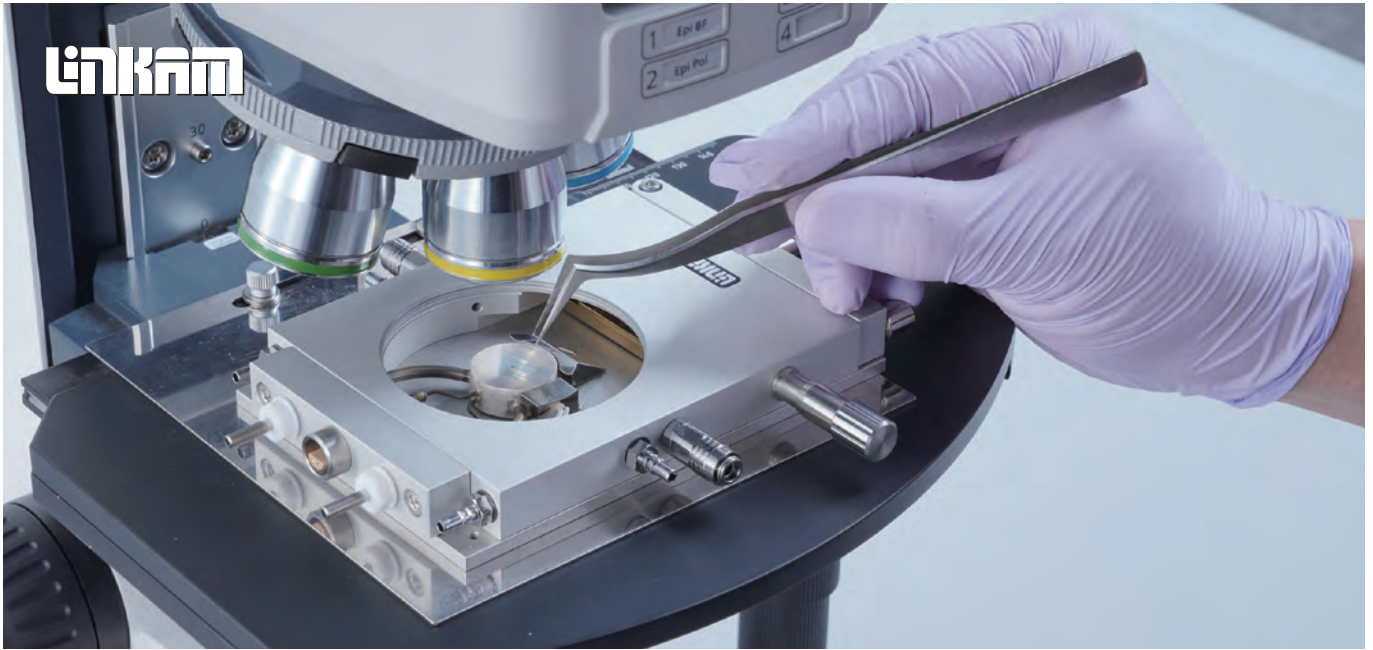
金壽堂出版有限公司  
〒639-2101  
奈良県葛城市疋田379  
☎ 0745-69-7590  
郵便振替 00950-3-98732

本書は、総論と各論から構成されており、アパレル産業の歴史と変遷に始まり、アパレル製品に関する商品企画、材料、製法、二次加工、製品検査、品質管理、ならびに消費者対応と非常に多岐にわたり、アパレル製品に関連する重要事項を網羅している。加えて、紳士服、婦人服、スポーツウェア、下着・インナーウェア、そして靴下と対象を絞って丁寧に記述されている。アパレルについてはじめて学ぼうとされる方々に是非とも読んで頂きたい一冊である。

また、繊維関連の研究や技術に関係しておられる方々にとっても、アパレル製品に関する知識を分かりやすく的確に得ることができる。初心者でも肩肘張らずに読むことができる工夫が施されており、アパレルについて学びたい方々に推薦したい。

(「発刊に寄せて」より)

一般社団法人 繊維学会 木村邦生(前会長)



## 顕微鏡用冷却加熱ステージ

プログラマー 1 台で  $-190 \sim 600$  °C の温度範囲をカバーできます。

昇降温速度も  $0.01 \sim 150$  °C/min の間で自在に温度コントロールを実現。

試料室を大気中・不活性ガス雰囲気はもちろん、真空対応の製品もあります。

冷却加熱に加えて、延伸やせん断ができる製品も取り揃えています。

『光学顕微鏡以外の用途でお使いですか？』

ラマン顕微鏡・赤外顕微鏡や光干渉、小角散乱、垂直設置に対応できる製品もあります。

抜群の温度安定性と操作性のリンクアム顕微鏡用冷却加熱ステージをご体験ください。



$-190 \sim 600$  °C



冷却加熱ステージ

10002L

昇降温速度： $0.01 \sim 150$  °C/min  
試料サイズ： $\phi 16\text{mm} \times t 1.5\text{mm}$

$-100 \sim 420$  °C



大型試料冷却加熱ステージ

10083L

昇降温速度： $0.01 \sim 30$  °C/min  
試料サイズ： $42 \times 53 \times t 3\text{mm}$

$-100 \sim 350$  °C

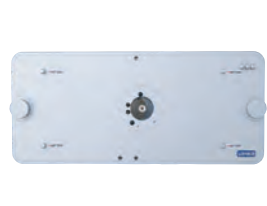


延伸ステージ

10073L

ロードセル：200N  
試料サイズ： $7 \times 26 \times t 2\text{mm}$

$-50 \sim 450$  °C



せん断流動観察ステージ

CSS450WC

せん断速度： $0.003 \sim 15000\text{s}^{-1}$   
試料サイズ： $\phi 30\text{mm} \times t 2.5\text{mm}$

 **ジャパンハイテック株式会社®**

■本 社 〒813-0001 福岡市東区唐原 7-15-81 TEL (092) 674-3088 FAX (092) 674-3089  
■新東京営業所 (ショールーム) 〒260-0001 千葉市中央区都町 3-14-2-405 TEL (043) 226-3012 FAX (043) 226-3013

HPにて観察例公開中!

ジャパンハイテック

検索

URL <https://www.jht.co.jp>  
E-mail [sales@jht.co.jp](mailto:sales@jht.co.jp)



超スマート社会へ。



いま、必要な会社。

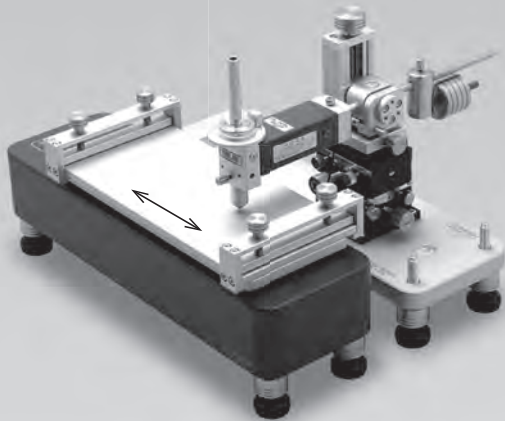
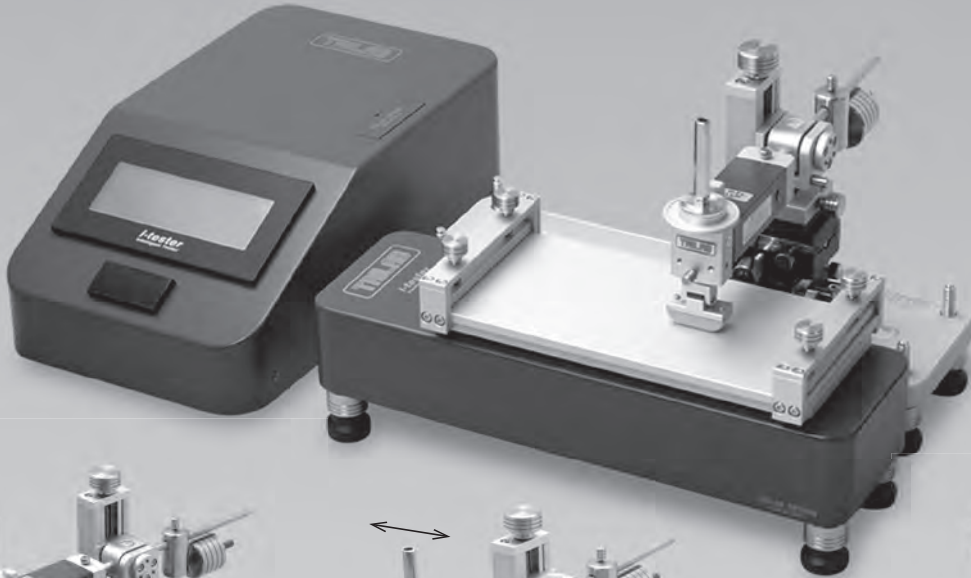
**NISSHINBO**

[www.kumarcial-gekijo.jp](http://www.kumarcial-gekijo.jp)

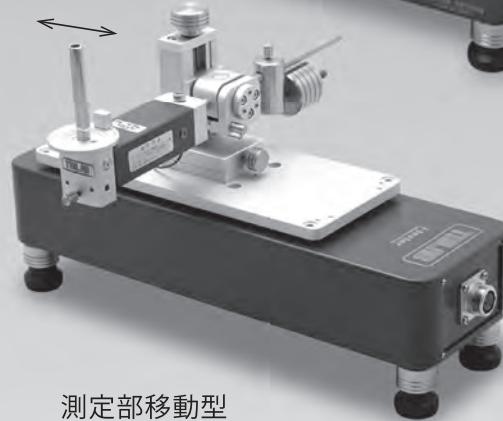
# 幅広い用途と高精度・低価格を実現した 多機能型 摩擦摩耗測定機

## TL201 Tt

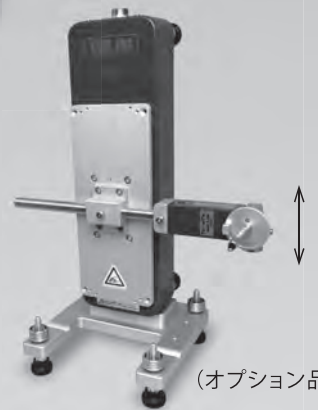
高度な摩擦測定技術を使用し各種荷重測定や触覚評価が可能  
触覚接触子を用いる事で繊維や不織布等の手触りや風合いを数値化します



テーブル移動型



測定部移動型



測定部上下移動型

(オプション品)

幅広い測定に対応できる組み換え可能なマルチ測定ツール  
一台で様々な測定方法に変更可能 オプションのユニットを使用すればさらに用途が広がります



生地を取付けての評価や、柔らかさの測定もこの1台で測定可能です。



Handy Rub Tester TL701

プローブ型の摩擦試験機もございます。  
詳しくはお問い合わせください。



測定面の指紋パターン

### 触覚接触子

平均的な指紋形状を求め、幾何学的な指紋パターンを施した触覚接触子を開発。母材は指先相当の硬度を持つ粘弾性素材を用い、日々不安定な人指に対しこの触覚接触子は定量的に再現性良く測定する事が可能となりました。

この触覚接触子は、慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科 前野隆司研究室と山形大学大学院 理工学研究科 野々村美宗研究室のご指導により商品化されました。



株式会社トリニティーラボ

<https://trinity-lab.com>  
お問い合わせ: postmaster@trinity-lab.com

中央事業所: 〒104-0032 東京都中央区八丁堀3-17-4  
オープンラボ TEL.03-6280-3232 FAX.03-6280-3199  
本社: 〒155-0033 東京都世田谷区代田3-4-8  
那須R&D: 〒325-0002 栃木県那須町高久丙



私たちはお客様と共にオーダーメイドの測定機器を開発し 適正価格でお届けいたします



# 織 維 学 会 誌

2021年5月 第77巻 第5号 通巻 第902号

## 目 次

---

**時 評** 世界における繊維学会の立ち位置 奥林 里子 P-217

---

**特 集** 〈炭素繊維複合材料のリサイクル技術〉  
炭素繊維強化プラスチックのリサイクルと再資源化の動向  
朱 春紅・金 翼水・鮑 力民・村上 泰・梶原 莞爾 P-218

再利用価値を重視した持続可能なCFRP/CFRTPのリサイクル方法  
施 建・鮑 力民 P-223

超臨界流体による CFRP からのマトリクス樹脂の除去技術  
岡島いづみ P-227

ASR 由来プラスチックと炭素短繊維を用いた電氣的・  
機械的性能に優れたコンポジットの開発  
西田 治男・河済 博文・脇坂 港・木村 太郎  
蓮尾 東海・附木 貴行・土田 哲大・土田 保雄 P-231

---

**連 載** 〈繊維・高分子の測定法(12)〉  
粘度測定による高分子の評価 高取 永一 P-238

〈業界マイスターに学ぶ せんい産業資材の基礎講座(2)〉  
第2編 「産業資材用繊維原料」 (1) 汎用繊維 齋藤 磯雄 P-243

〈繊維関連の美術館・博物館(4)〉  
文化学園服飾博物館の紹介 田中 直人 P-255

---

**繊維学会創立70周年記念連載** 〈技術が支えた日本の繊維産業—生産・販売・商品開発の歩み—92〉  
商社の変遷 4 商社の素材開発 松下 義弘 P-258

---

**海外ニュースレター** P-267

---

**討 報** P-271

---



# Journal of The Society of Fiber Science and Technology, Japan

Vol. 77, No. 5 (May 2021)

## Contents

---

<b>Foreword</b>	Position of The Society of Fiber Science and Technology, Japan in the World Satoko OKUBAYASHI P-217
-----------------	--

---

<b>Special Issue on Recycle Technology of Carbon Fiber Composites</b>	
Trend of Recycling and Reuse of Carbon Fiber Reinforced Plastics Chunhong ZHU, Icksoo KIM, Limin BAO, Yasushi MURAKAMI, and Kanji KAJIWARA P-218	
Sustainable CFRP/CFRTP Recycling Method with an Emphasis on Reuse Value Jian SHI and Limin BAO P-223	
Removal of Matrix Resin from CFRP Using Supercritical Fluid Idzumi OKAJIMA P-227	
Development of Composites with Excellent Electrical and Mechanical Performance from ASR Derived Plastics and Recycled Short Carbon Fibers Haruo NISHIDA, Hirofumi KAWAZUMI, Minato WAKISAKA, Taro KIMURA Haruumi HASUO, Takayuki TSUKEGI, Akihiro TSUCHIDA, and Yasuo TSUCHIDA P-231	

---

<b>Series on Measurement Methods for Fibers and Polymers (12)</b>	
Viscometry and Material Properties of Polymers Eiichi TAKATORI P-238	

---

<b>Series on Industrial Fibers Lectured by Professional Engineers-2</b>	
Industrial Yarn (1) Yarn for Wide Uses Isoo SAITO P-243	

---

<b>Series on Go to Fiber Museums (4)</b>	
Introducing the Bunka Gakuen Costume Museum Naoto TANAKA P-255	

---

<b>Series of Historical Reviews of Japanese Textile Industry Supported by the Technology</b>	
<b>-History of the Production, Sales, and Product Development-92</b>	
Transition of Trading Companies, Part 4: Material Development of Trading Companies Yoshihiro MATSUSHITA P-258	

---

<b>Foreign News Letter</b>	P-267
----------------------------	-------

---

<b>Obituary</b>	P-271
-----------------	-------

---



# Journal of Fiber Science and Technology (JFST)

Vol. 77, No. 5 (May 2021)

## Transactions / 一般論文

- ❖ Electrospun Nanofiber Mat of  $\alpha$ -1,3-Glucan Butenoate and Its Surface Modification *via* Thiol-Ene Reaction  
Yuki Hori, Yukiko Enomoto, Satoshi Kimura, and Tadahisa Iwata 157
- ❖ ATR-FT/IR 法を用いたアルカリ電解水の洗浄評価  
大橋 貴子・江上 巴絵・松村 美優・井坂 歩美・葛原亜起夫 166  
Evaluation of Detergency of Alkaline Electrolyzed Water Using ATR-FT/IR Method  
Takako Ohashi, Tomoe Egami, Miyu Matsumura, Ayumi Isaka, and Akio Kuzuhara

### 繊維学会論文誌“Journal of Fiber Science and Technology (JFST)”

毎月の目次と抄録を繊維学会誌に掲載して参ります。本文はJ-Stageでご覧になれます。繊維学会のホームページ「学会誌・出版」から、また直接下記のアドレスにアクセスしてください。

英語：<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/fiberst>

日本語：<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/fiberst/-char/ja/>

JFST はどなたでも閲覧は自由で認証の必要はありません。但し、著作権は繊維学会に帰属されます。

### Journal of Fiber Science and Technology 編集委員

#### Journal of Fiber Science and Technology, Editorial Board

編集委員長 Editor in Chief	鬘 谷 要 (和洋女子大学大学院) Kaname Katsuraya	編集副委員長 Vice-Editor	塩 谷 正 俊 (東京工業大学大学院) Masatoshi Shioya
編集委員 Associate Editors	青 木 隆 史 (京都工業繊維大学大学院) Takashi Aoki	内 田 哲 也 (岡山大学大学院) Tetsuya Uchida	金 井 博 幸 (信州大学) Hiroyuki Kanai
	上高原 浩 (京都大学大学院) Hiroshi Kamitakahara	河 原 豊 (群馬大学大学院) Yutaka Kawahara	北 岡 卓 也 (九州大学大学院) Takuya Kitaoka
	久保野 敦 史 (静岡大学) Atsushi Kubono	澤 渡 千 枝 (武庫川女子大学) Chie Sawatari	武 野 明 義 (岐阜大学) Akiyoshi Takeno
	趙 顯 或 (釜山大学校) Hyun Hok Cho	登 阪 雅 聡 (京都大学) Masatoshi Tosaka	花 田 美 和 子 (神戸松蔭女子学院大学) Miwako Hanada
	久 田 研 次 (福井大学大学院) Kenji Hisada	堀 場 洋 輔 (信州大学) Yohsuke Horiba	山 本 勝 宏 (名古屋工業大学) Katsuhiko Yamamoto



## Electrospun Nanofiber Mat of $\alpha$ -1,3-Glucan Butenoate and Its Surface Modification via Thiol-Ene Reaction

Yuki Hori<sup>\*1</sup>, Yukiko Enomoto<sup>\*1</sup>, Satoshi Kimura<sup>\*1</sup>,  
and Tadahisa Iwata<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> *Science of Polymeric Materials, Department of Biomaterial Sciences, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan*

$\alpha$ -1,3-glucan ester with carbon-carbon double bonds (C=C), namely,  $\alpha$ -1,3-glucan butenoate ( $\alpha_{13}$ GB) was synthesized from 3-butenic acid and trifluoroacetic anhydride. Nonwoven nanofiber mat was successfully prepared by electrospinning  $\alpha_{13}$ GB / HFIP solution.  $\alpha_{13}$ GB had many reactive vinyl groups in its ester groups that could attribute to thiol-ene reaction, making it possible to modify the nanofiber mat surface by one step chemical functionalization using thiol-ene reactions. The surface of nanofiber mat was modified with 1H,1H,2H,2H-perfluorodecanethiol (PFD) or 3-mercapto-1,2-propanediol (MPD) via thiol-ene reactions. Attenuated total reflection-Fourier-transform infrared spectroscopy (ATR-FTIR) and scanning electron microscopy-energy-dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDX) analyses revealed that the surface of the nanofiber mat was successfully modified with these thiol compounds. The water contact angle (WCA) of the surface of each nanofiber mat was measured to evaluate its wettability changes, and indicated the mat modified with PFD showed super-hydrophobicity (WCA > 150°). Furthermore, the morphology of nanofiber was successfully maintained even after modification by adjusting reaction time. **J. Fiber Sci. Technol.**, **77(5)**, 157-165 (2021) doi 10.2115/fiberst.2021-0015 ©2021 The Society of Fiber Science and Technology, Japan

---

## Evaluation of Detergency of Alkaline Electrolyzed Water Using ATR-FT/IR Method

Takako Ohashi<sup>\*1</sup>, Tomoe Egami<sup>\*2</sup>, Miyu Matsumura<sup>\*2</sup>,  
Ayumi Isaka<sup>\*2</sup>, and Akio Kuzuhara<sup>\*1,2</sup>

<sup>\*1</sup> *Department of Humanities and Life Sciences, Tokyo Kasei University*

<sup>\*2</sup> *Department of Costume and Clothing Science, Faculty of Home Economics, Tokyo Kasei University*

In order to investigate the washing effect of alkaline electrolyzed water (SAEW) on three soil components adhering to cotton fabrics, the detergency of oil and protein-based soil components adhering to wet-type artificially soiled fabric washed with SAEW was evaluated by using ATR-FT/IR method. In addition, influence of dilution ratio on detergency of SAEW for soils on clothing was examined by using this method. The detergency of oil- and protein-based soils components at each dilution ratio of SAEW was significantly higher than that of solid particle soil component, suggesting that SAEW is superior to not only the detergency of solid particle soil, but also that of oil- and protein-based soils. The detergency of oil- and protein-based soil components washed with 75-fold diluted SAEW was found to be higher than a commercial liquid detergent (standard usage). From these experiments, it was clarified that the washing using SAEW was not only effective methods of reducing the environmental load and damage to the fabric, but also removing oil- and protein-based soil components adhering to cotton fabrics. **J. Fiber Sci. Technol.**, **77(5)**, 166-173 (2021) doi 10.2115/fiberst.2021-0016 ©2021 The Society of Fiber Science and Technology, Japan

# 会告 2021

## The Society of Fiber Science and Technology, Japan

Vol. 77, No. 5 (May 2021)

開催年月日	講演会・討論会等開催名(開催地)	掲載頁
2021. 5. 26(水) ~28(金)	第70回高分子学会年次大会(オンライン開催)	A16
6. 3(木) 4(金)	界面コロイドラーニングー第37回現代コロイド・界面化学基礎講座(オンライン開催)	A16
6. 5(土)	2020年度(令和2年度)繊維学会賞他各賞授賞式(オンライン開催をします(ZOOMを利用))	A3
6. 5(土) ~8. 28(土)	8土曜日の8日 繊維技術士の国家資格:技術士(繊維部門)受験講習会(大阪市・繊維輸出会館6階 日本繊維技術士センター内)	A16
6. 9(水) ~11(金)	2021年度繊維学会年次大会(ZOOMによるオンライン開催)	A12~14
6. 11(金)	第83回公開講演会(繊維課題)(大阪市・大阪産業創造館6階 会議室A・B)	A16
6. 23(水) 24(木)	第68回紙パルプ研究発表会(東京都・東京文具会館(ZOOMウェブナーでライブ配信も並行して実施予定)(オンラインのみの開催に変更の可能性もある))	A16
6. 24(木) 25(金)	第59回 日本接着学会年次大会(つくば市・つくば国際会議場(コロナ禍の影響で、オンライン開催に変更の可能性があります))	A16
9. 16(木) 17(金)	2021年繊維基礎講座~繊維の基礎知識と今を2日で学ぶ~(オンライン開催(web会議システム ZOOM))	A15
	繊維学会誌広告掲載募集要領・広告掲載申込書	2010年6月号
	繊維学会定款(2012年4月1日改訂)	2012年3月号
	Individual Membership Application Form	2012年12月号
	繊維学会誌報文投稿規定(2012年1月1日改訂)	2014年1月号
	訂正・変更届用紙	2014年3月号

### 「繊維学会誌」編集委員

編集委員長	村瀬 浩貴(共立女子大)
編集副委員長	鬯谷 要(和洋女子大院) 出口 潤子(旭化成(株))
編集委員	植野 彰文(KBサーレン(株)) 大江 猛(大阪産業技術研究所) 大島 直久((一社)日本染色協会) 金 慶孝(信州大学)
	金 翼水(信州大学) 榊原 圭太(産総研) 澤田 和也(大阪成蹊短期大学) 朱 春紅(信州大学)
	杉浦 和明(京都市産業技術研究所) 高崎 緑(京都工芸繊維大院) 竹本由美子(武庫川女子大) 田中陽一郎(東レ(株))
	谷中 輝之(東洋紡(株)) 田村 篤男(帝人(株)) 西田 幸次(京都大院) 西村 高明(王子ホールディングス(株))
	廣垣 和正(福井大学) 村上 泰(信州大学) 山本 洋(三菱ケミカル(株)) 吉田 耕二(ユニカトレーディング(株))
顧問	浦川 宏(京都工芸繊維大院) 土田 亮(岐阜大学名誉) 松下 義弘(繊維・未来塾幹事)

## 2021年度(令和3年度) 繊維学会主要行事予定

行 事 名	開 催 日	開 催 場 所
2021年度 通常総会・表彰式	2021年6月5日(土)	オンライン開催(Zoomを利用します) 13:30～ 通常総会 14:30～ 表彰式
2021年度 年次大会	2021年6月9日(水)、 10日(木)、11日(金)	オンライン開催(Zoomを利用します) (詳細情報はホームページに掲載しています)
第50回 夏季セミナー	2021年9月上旬 (日程、開催方法検討中)	オンラインリモートまたはハイブリッド開催(検討中) 開催場所:佐賀市(予定)
繊維基礎講座	2021年9月16日(木)、 17日(金)	オンライン開催(Zoomを利用します)
秋季研究発表会	2021年11月23日(火)、 24日(水)	オンラインリモートまたは対面による開催で検討中 開催場所:鳥取市(準備中)

### 2021年度通常総会開催のご通知

2021年度通常総会を下記の通り開催いたしますので、ご出席いただきたくご案内申し上げます。

当日ご欠席の場合は、別途お送りします2021年度通常総会開催通知の「返信用はがき」の郵送、5月号学会誌に挿入しています書面通知の「委任状」のFAX回答、または繊維学会ホームページ上に掲載しています通常総会開催通知の「委任状」をメール添付にてお送り願います。

委任状には〈個人会員名または学会誌受領担当者名等〉をご記入いただき、5月21日(金)迄に事務局宛へお送りくださいますようお願い申し上げます。

#### 記

- 開催日時 2021年6月5日(土) 13時30分から
- 開催方法 オンラインにて開催します(Zoomを利用)
- 議案 第1号議案 2020年度事業報告承認の件  
第2号議案 2020年度決算報告承認の件  
第3号議案 名誉会員推挙の件
- 報告事項 3学会(繊維学会、日本繊維機械学会、日本繊維製品消費科学会)の連携・統合を視野に入れた議論開始について

\*総会にご出席の方は、オンライン開催の専用URLを事前にお送りしますので、5月25日(火)迄に事務局へメールアドレスのご連絡をお願いします。

\*2021年度通常総会議案書は、学会ホームページに掲載しています。

### 繊維学会の正会員様へのお知らせ

繊維学会の正会員様会員資格は毎年自動継続となり、別段のお手続きは必要ございません。ただ、新しい年度に替わる時期ですので異動、退職、卒業などによりご登録情報に変更がございましたら、お早めにご連絡を頂きますよう、ご協力をよろしくお願い申し上げます。

#### \*学会誌の送付先の変更

住所変更(新旧の住所)、担当者変更(新旧の担当者名)、時期など

#### \*退会をご希望の際は、メールまたはFAXに必要事項

会員番号、氏名、退会希望日、連絡先などを記入し、下記までご連絡をお願いします。

連絡先 一般社団法人繊維学会 事務局  
〒141-0021 東京都品川区上大崎 3-3-9-208  
TEL: 03-3441-5627 FAX: 03-3441-3620  
E-mail: office@fiber.or.jp

## — 2020 年度(令和 2 年度)繊維学会賞他各賞授賞式 —

- 開催日時 2021 年 6 月 5 日(土) 14:30～  
開催方法 オンライン開催をします(Zoom を利用)  
参加方法 繊維学会ウェブサイトの授賞式ページから参加できます。  
まず、インターネットから Zoom をダウンロードしていただき、授賞式ページの URL をクリックしていただくことで、正会員以外の学生会員の方も参加できます。

### 【名誉会員称号授与】

通常総会第 3 号議案 総会決議により当該者に称号を授与します。

### 【功績賞】

- 城島栄一郎 「高分子材料の電気特性の研究、被服分野へ繊維高分子材料学の導入と繊維学会活動への貢献」  
谷岡 明彦 「繊維材料の機能性に関する物理化学的研究と社会実装」  
望月 政嗣 「生分解性プラスチックの中のポリ乳酸(PLA)の基礎・応用研究と繊維学会活動への貢献」  
矢井田 修 「不織布の構造及び製造条件、複合化技術に関する研究と繊維学会活動への貢献」

### 【学会賞】

- 中澤 靖元(東京農工大学)  
「再生医療を指向した新規シルクフィブロイン機能性材料の創製」  
沼田 圭司(京都大学)  
「クモ糸の階層構造と人工紡糸に関する研究」

### 【技術賞】

- 福島 靖憲(東洋紡(株)機能材開発研究所)  
西村 浩和(東洋紡(株)敦賀機能材工場開発部)  
吉崎 賢一(東洋紡(株)敦賀機能材工場開発部)  
「超高強度高弾性率ポリエチレン繊維 “イザナス®” の開発」

### 【論文賞】

- 杉俣 悦郎(金沢工業大学)  
「サイジング剤の熱処理がCFRTP 複合材料の機械的強度に及ぼす影響」  
甘 弘毅(東京大学)  
「Manufacture, Characterization, and Structure Analysis of Melt-Spun Fibers From Paramylon Esters」

### 【奨励賞】

- 石井 佑弥(京都工芸繊維大学)  
「電界紡糸ナノマイクロ疑似圧電膜に関する研究」  
金 昶屋(信州大学)  
「衣服材料及び衣服の設計・評価に関する研究」  
横田 慎吾(九州大学)  
「両親媒性セルロースナノファイバーの界面吸着および乳化特性に関する研究」

## 2020年度 繊維学会功績賞受賞者



城島栄一郎氏



谷岡明彦氏



望月政嗣氏



矢井田 修氏

城島栄一郎 「高分子材料の電気特性の研究、被服分野へ繊維高分子材料学の導入と繊維学会活動への貢献」

谷岡 明彦 「繊維材料の機能性に関する物理化学的研究と社会実装」

望月 政嗣 「生分解性プラスチックの中のポリ乳酸(PLA)の基礎・応用研究と繊維学会活動への貢献」

矢井田 修 「不織布の構造及び製造条件、複合化技術に関する研究と繊維学会活動への貢献」

### 選考経過

会長 荻野賢司

繊維学会功績賞は、多年にわたり本学会の発展ならびに繊維科学と工業の進歩に顕著な貢献をされた方を褒章するものです。2020年度功績賞は、本年2月に開催された選考委員会において慎重に審議され、城島栄一郎氏、谷岡明彦氏、望月政嗣氏、矢井田修氏の4名を、満場一致で受賞候補といたしました。次いで3月開催の理事会における審議の結果、上記4名の方々に功績賞を授与することを決定しました。以下に受賞者のご略歴とご業績を簡単に紹介させていただきます。

城島栄一郎氏は1972年に東京工業大学有機材料工学科を卒業され、同大学大学院理工学研究科繊維工学専攻博士課程を経て、1979年実践女子大学家政学部被服学科に専任講師として着任されました。1993年同大生活科学部教授、生活科学部学部長を経て、2017年実践女子大学、実践女子大学短期大学部学長に就任されました。この間、40年以上にわたり被服学の研究、並びに女子教育、さまざまな社会的活動に注力されました。

城島氏は高分子の内部構造を電気物性の関連を研究され、高分子とカーボンブラックの複合系における界面の親和性によりカーボン粒子の凝集・連鎖構造が出現し、電気伝導度の飛躍的増大が起こることを実験的・理論的に明らかにしました。実践女子大学に着任後は、

当時の被服学科の主たる教育研究分野であった被服構成・縫製・デザイン・洗濯・織編分野に、最終製品である被服の消費性能に密接に関係する繊維科学と高分子科学の視点を加えて、より幅広い基盤から被服をとらえるように努力され、斬新な方法で被服教育に寄与されてきました

繊維学会には1970年に入会され、本年で51年目となりました。この間、繊維学会誌編集委員(1992-1997年)、2002年から評議員、2010年度の年次大会実行委員長を務められました。また、2004年から2016年までの12年間にわたり被服科学研究委員会の委員長を務められ、年4回の研究委員会において講演会や視察旅行を企画・運営されました。主として被服学分野の教員、繊維関係の試験所、アパレル企業の研究者間の交流に尽力してこられました。

谷岡明彦氏は1975年東京工業大学大学院理工学研究科繊維工学専攻博士後期課程を修了され、「再生コーラーゲン繊維の研究」で工学博士の学位を取得されました。助手、助教授、教授として同大学に勤務され、2012年に定年退職、名誉教授になりました。現在、信州大学特任教授、放送大学客員教授を務められています。

谷岡氏の研究業績は(1)高分子分離膜、(2)イオン交

換材料、(3) ナノファイバーの3つに大別されます。(1)ではセルロースアセテートにおける気体の状態や空孔との関係や水の浸透現象に関して解析をされ、高速増殖炉から発生する放射性ガスの分離膜や浸透圧発電の実用化へ向けて応用展開を試みられています。(2)では固定荷電基の活量係数と分極率との関係を見出し、燃料電池、二次電池、濃度差発電、製塩、酸アルカリの製造に関する研究開発に大きく貢献されました。(3)では高電圧や高速気流を利用したナノファイバー大量生成の基礎を確立され、国家プロジェクトのリーダーに就任し、世界のナノファイバー研究を牽引されました。

繊維学会では、1996年に繊維学会賞を受賞、理事、関西支部長を務められるとともに、複数の研究委員会・シンポジウム(「膜-その基礎科学と技術-に関するシンポジウム」、「ナノファイバー技術戦略研究会」、「スマートテキスタイル研究会」)で活躍され、学会の発展に大きく貢献されました。

望月政嗣氏は1968年京都大学工学部高分子化学科を卒業され、同大工学部助手を経て、翌年、ユニチカ株式会社(中央研究所)で勤務されました。1989年には京都大学で工学博士の学位を取得されています。不織布研究部部長、技術開発本部等を経て、2000年には同社の理事、2003年にはテラマック事業開発部長に就任されました。1999年からは京都工芸繊維大学客員教授を兼務され、2007年からは同大繊維科学センター特任教授として活躍されました。

望月氏は1980年代後半より今日まで35年余り、産学両分野(主としてユニチカ株式会社と京都工芸繊維大学)において、次世代の持続可能な開発目標としての最も有力な選択肢であるポリ乳酸の合成繊維や汎用プラスチックとしての実用化を目指し、基礎・応用研究から技術・事業開発までを世界に先駆け一貫して取り組んで来られました。ポリ乳酸に関する科学技術上の成果は、国内外の数多くの著書、論文、特許、講演として広く開示されていることはもとより、産業界における成果としては、ユニチカ株式会社のポリ乳酸繊維・不織布製品(テラマックス®)として結実しております。

繊維学会では2009年より2期4年間にわたって理事、関西支部長を務められ、春と秋に産学連携の場として、関西繊維科学講座などのセミナー・講演会を企画・開催されました。2012年の夏季セミナーでは副実行委員長として貢献していただきました。繊維学会誌への依頼原稿は9件に上り、的確でタイムリーな情報を会員にお伝えいただきました。

矢井田修氏は1974年、大阪大学工学部機械工学科助手として奉職され、1977年に大阪大学で工学博士の学位を取得されています。大阪市立大学生活科学部助教授を経て、1992年に京都女子大学家政学部生活造形学科に教授として着任され、研究科委員長、評議員、学生部長などの要職を歴任されました。定年退職後は、日本不織布協会で、顧問、技術委員長、環境委員長を務められるとともに、2019年からは信州大学繊維学部、不織布共同研究講座で特任教授としてご活躍です。

矢井田氏は大阪市立大学在任中の1985年頃から不織布の研究に着手され、草創期から日本の不織布産業の発展のため尽力されました。不織布の複合化に対して多くの研究を行い、不織布の構造と製造条件の関係を明らかにされました。不織布の土木分野での利用に関しては、ゼネコンと繊維メーカーとの産学官連携の研究も多く、国際ジオシンセティックス学会の国際学会で広く成果を公表されています。引き続き不織布に関する研究を進められ、この業界を牽引されています。

繊維学会では2004年より理事・評議員を歴任され、繊維学会誌において、不織布関連の総説・解説などを多数執筆いただいております。さらに繊維基礎講座の「不織布」関連の講師、繊維便覧、繊維百科事典、High-Performance and Specialty Fibersの不織布部門の執筆をご担当いただくなど、繊維学会の活動に関して多大な貢献をされてきました。

以上のように、上記4氏は長年に亘り繊維分野の研究・教育、ならびに技術開発に多大な貢献をされ、当該分野発展への寄与と繊維学会発展への貢献度は繊維学会功績賞に相当すると評価されました。

# 再生医療を指向した新規シルクフィブロイン 機能性材料の創製

東京農工大学 大学院工学研究院 中澤 靖元



## 〈研究業績〉

カイコが産生するシルクフィブロイン(以下SF)は、生体に対する組織適合性や、血液適合性を示すことに加え、加工法に応じた分解性を制御することから、再生医療における足場材料としての応用が期待されている。中澤氏はこれまでに、再生医療材料としてのSFの優位性を確立すべく、長年にわたり行ってきた固体NMRによるSF構造解析で集積した知見を基盤とし、SFの「構造」-「物性」-「機能」の相関関係を明確化するとともに、SFの有する水素結合ネットワークを制御し、物性、機能変化に繋がる新規手法を確立し、新規素材の提案を行ってきた。以下に同氏の主な研究業績の概要を示す。

### 1. 固体NMR法による各種SFの微細構造決定

SFは結晶領域と非晶領域が混在する不均一な凝集構造を形成しているため、その構造解析は困難を極める。これに対し同氏は、モデルペプチドを利用した種々の固体NMR構造解析手法により、これまで未解明であったSFの構造および構造転移による繊維化のメカニズムを解明してきた。同氏は、家畜化されたカイコである家蚕(*Bombyx mori*)由来のSFのみならず、野生種由来のSFの構造解析についても行っており、近年では、インド原産のカイコである「エリ蚕(*Samia cynthia ricini*)」についてフッ素系溶媒中でのエリ蚕SF凝集構造を明らかにしている。

これらの成果は、SFを基盤とした新規な再生医療材料を設計するための重要な知見となっており、シルク再生医療材料の礎を築いた。

### 2. SFと他素材を混合した新規機能性材料の創製と循環器再生医療への応用

SFは、繊維のみならず、フィルム、ゲル、スポンジ、ナノファイバー、樹脂等の素材へと成形することが可能であり、それぞれの構造や機能性、物性は、加工法により大きく異なる。同氏は、SFを血管や心臓などの軟組織に適応させるべく、SFと合成高分子を混合した新規材料の創製に成功した。一般的にSFと合成高分子が混和状態となることは希有であるが、中澤氏は、限定的な条件下において、ポリウレタンやポリカーボネートの一部がSFと混和し、サブマイクロオーダーの繊維径を有する不織布を作製することを見いだした。SFとTPUを混合させたSF-TPU不織布は、固体NMR法を用いた構造解析および、各種緩和時間測定における相溶性・ダイナミクス解析により、SFとTPUはそれぞれ100nm以下のドメインサイズで分散していること、また、各ドメイン間に水が介在することでその物性を劇的に変化させることを明らかにした。物性面では、TPU濃度依存的な破断伸びや最大応力の向上、貯蔵弾性率、損失弾性率、損失正接の最適化を実現し、これまで課題となっていた、SF不織布における軟組織への適性改善に有効な手法を確立した。

さらにSF-TPU不織布は、系統的なラット腹部大動脈埋植評価により、特定のSFとTPUの混合比率で作製した不織布において、血管内皮細胞をはじめ、膠原繊維や弾性線維から構成される血管中膜組織等の再構築が顕著に向上することを見いだした。さらに、血管再生に特化した吸収性TPUやポリトリメチレンカーボネートを混合することで、適切な分解を誘導しうる新規SF再生医療材料としてその可能性を示した。

### 3. SFへの化学修飾による新規機能性材料の創製

中澤氏は、SF分子中に存在する種々の反応性アミ

ノ酸残基を利用し、機能性分子を固定化、架橋させることによる新規なSF基盤機能性材料の開発を行なっている。家蚕SFの一次構造は、AlaとGlyの交互配列を基本とし、この交互配列にSer残基が存在する結晶領域、Tyr残基が存在する準結晶領域、Ala-Gly交互配列を持たず、極性アミノ酸等が豊富なアモルファス領域の3領域に大別される。同氏は、この一次構造の特徴を活用することにより、SFの水素結合を巧みに操作するとともに、機能性物質を適切に配置することで、新規SF機能性材料の創製の可能性を示した。上記コンセプトに基づき同氏が提案した再生医療材料は、ポリエチレングリコールを準結晶領域に架橋した癒着防止シート、血管新生ペプチドを架橋した血管新生シート、成長因子を一時的に補足することで、関連組織の再生を促す創傷被覆材、SFアモルファス領域へ植物由来の架橋剤を介してエラスチンを架橋した血管再生材料等多岐にわたり、SFの優位性を最大限に活用した新たなSF再生医療材料作製の可能性を示した。

以上のように中澤氏は、長年にわたり蓄積した膨大なSFに関する基礎的知見を基盤とし、様々な機能化手法、加工法を開拓することでSFを活用した再生医療材料開発を図っている。これらの成果は、学術研究および応用研究の両面から、繊維科学の発展に大いに貢献するものであり、繊維学会賞に十分値すると認められる。

## 〈主な業績リスト〉

- 1) K. Numata, A. Asano, Y. Nakazawa, *Polym. Degrad. Stab.*, **172**, 109052(2020)
- 2) K. O. Moseti, T. Yoshioka, T. Kameda, Y. Nakazawa, *Molecules*, **24**, 3741(2019)
- 3) K. O. Moseti, T. Yoshioka, T. Kameda, Y. Nakazawa, *Molecules*, **24**, 3945(2019)
- 4) D. Aytemiz, Y. Fukuda, A. Higuchi, A. Asano, C. Nakazawa, T. Kameda, T. Yoshioka, Y. Nakazawa, *Polymers.*, **10**, 874.(2018)
- 5) K. Shimada, A. Higuchi, R. Kubo, T. Murakami, Y. Nakazawa, R. Tanaka, *Organogenesis*, **13**, 115-124(2017)
- 6) R. Shimada, H. Konishi, H. Ozawa, T. Katsumata, R. Tanaka, Y. Nakazawa, S. Nemoto, *Surg. Today*, **48**, 486-494(2017)
- 7) P. Chantawong, T. Tanaka, A. Uemura, K. Shimada, A. Higuchi, H. Tajiri, K. Sakura, T. Murakami, Y. Nakazawa, R. Tanaka, *J. Mater. Sci. Mater. Med.*, **28**, 191(2017)
- 8) Y. Fukuda, D. Aytemiz, A. Higuchi, Y. Ichida, T. Asakura, T. Kameda, Y. Nakazawa, *J. Appl. Polym. Sci.*, **134**, 45560(2017)
- 9) C. Nakazawa, A. Higuchi, A. Asano, T. Kameda, D. Aytemiz, Y. Nakazawa, *Polym. J.*, **49**, 583-586(2017)
- 10) K. Numata, H. Kurokawa, S. Kawaguchi, S. Sekine, Y. Nakazawa, A. Asano, *Polym. Test.*, **49**, 147-155(2016)
- 11) Y. Nakazawa, A. Asano, C. Nakazawa, T. Tsukatani, T. Asakura, *Polym. J.*, **44**, 802-807(2012)
- 12) Y. Nakazawa, T. Asakura, *J. Am. Chem. Soc.* **125**, 7230-7237(2003)

# クモ糸の階層構造と人工紡糸に関する研究

京都大学 大学院工学研究科材料化学専攻 沼田 圭司



## 〈研究業績〉

クモ糸は優れた力学物性から、次世代型の高分子素材として注目されている。しかしながら、クモ糸の階層構造と力学物性の相関は、長年の研究対象であるにも関わらず、その詳細な分子論は推測の域を出ていなかった。沼田圭司氏は、クモ糸を形成するシルクタンパク質が階層構造を形成する分子メカニズムを示すことに成功した。クモ糸の基礎研究に基づき、人工的なクモ糸を作製するために必要な分子構造、階層構造、および結晶配向に関する指針を示した。近年では、クモ糸の形成に際して、シルクタンパク質が液液相分離を経てマイクロフィブリルを形成するという自己組織化挙動を世界で初めて報告した。以下に同氏の主な業績の概要を示す。

### 1. 牽引糸の物性に関する研究

クモ糸、特に高いタフネスで知られる牽引糸の物性発現に潜む分子機構には不明な点が多く、階層構造に基づいた分子レベルの理解が求められている。沼田氏は、シルクタンパク質から構成されるクモ糸の特殊な物性について、蚕のシルク繊維と比較しながら、研究を進めてきた。例えば、合成高分子では達成できない特異な変形速度依存性を示すことや、天然ゴムに類似した延伸配向結晶化を示すことなどである。

### 2. 階層構造形成に関する研究

沼田氏は、クモ糸の階層構造についても、多くの知見を報告してきた。クモ糸は、その最表面に脂質や糖タンパク質から成るスキン層が存在する。同氏は、このスキン層が、水分からのタンパク質繊維の保護などには機能しない一方で、酵素分解耐性に寄与することを見出した。さらに、スキン層の内部には、シルクタンパク質から成るマイクロフィブリルが束状に存在していることを、電子顕微鏡観察により明らかにした。シルクタンパク質のアミノ酸配列に着目すると、高次構造を形成するN末端とC末端の間に、ベータシート結晶を形成するポリアラニン配列と非晶的に振舞うグリシンリッチな配列が繰り返し存在することが知られている。同氏は、シルクの繰り返し配列が、結晶化および繊維化に与える影響を分子レベルで調べるため、紡糸前の溶液状態におけるシルクの構造を、NMRや円二色性により解析した。その結果、繰り返し配列が2回以上繰り返し存在することで、グリシンリッチ配列が、ポリプロリンIIヘリックスを形成し、繊維の階層構造を形成する初期過程として、シルク分子に剛直性を生み出していることを初めて示した。さらに、原子間力顕微鏡観察および放射光X線解析により、100 nm程度の構造体が紡糸過程において重要であることを示した。近年では、C末端構造の寄与により、シルクタンパク質が液液相分離を生じ、N末端構造の寄与により、マイクロフィブリルを形成するという自

己組織化挙動を世界で初めて報告した。

### 3. シルクタンパク質の人工紡糸に関する研究

沼田氏は、クモと同様の紡糸機構を目指し、シルク水溶液からの人工紡糸についても、研究を進めてきた。有機溶剤や強酸を利用しない、天然の紡糸に近い水系紡糸として、クエン酸緩衝液を固化浴とした新規紡糸法を報告した。糸に加えて、シルクから成る樹脂や合成高分子との複合材料も報告しており、材料の多様化にも成功している。

以上のように、同氏の研究は、クモ糸の紡糸機構および階層構造の解析を中心に、クモ糸およびそれを構成するシルクタンパク質の基礎研究から、新規繊維材料への創出までを一貫して対象としてきた。その成果は、基礎および応用の両面から繊維科学・技術の発展に大いに寄与するものであり、繊維学会賞に十分に値すると認められる。

## 〈主な業績リスト〉

- 1) J. Chen, Y. Ohta, H. Nakamura, H. Masunaga, K. Numata. *Polym. J.* **53**, 179-189 (2021).
- 2) A. D. Malay, T. Suzuki, T. Katashima, N. Kono, K. Arakawa, K. Numata. *Sci. Adv.* **6**, no. 45, eabb6030 (2020).
- 3) H. Sogawa, K. Nakano, A. Tateishi, K. Tajima, K. Numata. *Front. Bioeng. Biotechnol.* **8**, 231 (2020).
- 4) K. Yazawa, A. D. Malay, H. Masunaga, Y. Norma-Rashid, K. Numata. *Commun. Mater.* **1**, 10 (2020).
- 5) N. A. Oktaviani, A. Matsugami, F. Hayashi, K. Numata. *Chem. Commun.* **55**, 9761-9764 (2019).
- 6) K. Yazawa, A. D. Malay, H. Masunaga, K. Numata. *Macromol. Biosci.* **19**, 1800220 (2018).
- 7) N. A. Oktaviani, A. Matsugami, A. D. Malay, F. Hayashi, D. L. Kaplan, K. Numata. *Nat. Commun.* **9**, 2121 (2018).
- 8) K. Yazawa, A. D. Malay, N. Ifuku, T. Ishii, H. Masunaga, K. Numata. *Biomacromolecules*, **19**(6), 2227-2237 (2018).
- 9) T.-Y. Lin, H. Masunaga, R. Sato, A. D. Malay, K. Toyooka, T. Hikima, K. Numata. *Biomacromolecules*, **18**(4), 1350-1355 (2017).
- 10) A. D. Malay, R. Sato, K. Yazawa, H. Watanabe, N. Ifuku, H. Masunaga, T. Hikima, J. Guan, B. B. Mandal, S. Damrongsakkul, K. Numata. *Sci. Rep.* **6**:27573 (2016).
- 11) K. Numata, R. Sato, K. Yazawa, T. Hikima, H. Masunaga. *Polymer*; **77**, 87-94 (2015).
- 12) K. Numata, H. Masunaga, T. Hikima, S. Sasaki, K. Sekiyama, M. Takata. *Soft Matter*; **11**, 6335-6342 (2015).



# 超高強度高弾性率ポリエチレン繊維「イザナス®」の開発

東洋紡株式会社 機能材開発研究所 福島靖憲  
敦賀機能材工場開発部 西村浩和 吉崎賢一



福島靖憲氏 西村浩和氏 吉崎賢一氏

## 〈研究業績〉

超高分子量ポリエチレン繊維は「ゲル紡糸法」で製糸する高強度・高弾性率の繊維で、ネット・ロープ等、様々な産業用途の素材に利用されており、更なる高強度・高弾性率化が求められている。

高強度・高弾性率化を目指して繊維中の微細構造の均質化に取り組んだ結果、引張強度が試験機スケールでは55 cN/dtex、生産機スケールで43-45 cN/dtexを達成し、弾性率は1600 cN/dtexに到達した。この強度は従来のゲル紡糸法で得られる高強度ポリエチレン繊維の約1.5倍、アラミド繊維の約2倍で、重量あたりの引張強度としては世界最高水準である。2020年度より、この技術を用いた「イザナス®」の超高強度・高弾性率グレードの販売を開始した。

## 〈研究内容〉

### 1. 開発コンセプト

これまでの学術研究におけるポリエチレンの到達最高強度は、単結晶マットのゾーン延伸と熱処理により得られた6.9 GPaが報告されているが、C-C間の共有結合強度から計算された理論値の30 GPaに対して3分の1にも満たない。一方、弾性率は、ポリエチレンの結晶弾性率240 GPaに近い値が実験的に得られている。つまり実験室レベルでは微視的に見れば分子鎖の配向と結晶化はほぼ限界まで到達している。一方、繊維内部にはマイクロサイズからマクロサイズに渡り各種の欠陥が存在し、繊維の強度はこれらの欠陥に大きく依存することが知られている。繊維のさらなる高強度化の重要なポイントは、完成糸の中に存在する構造欠陥を減らし、伸びきり鎖構造のみからなる理想構造に近づけることである。

本開発では、繊維内の微細結晶構造であり、超高分子量ポリエチレン繊維の強度に大きく影響するシシケバブ構造に着目した。シシケバブ構造は、伸びきり鎖結晶のシシ構造と折り畳み鎖結晶のケバブ構造からなり、ゲル紡糸で得られる超高分子量ポリエチレンの未延伸糸には、繊維軸方向にこのシシケバブ構造が形成される。この結晶構造を単糸内および単糸間で均一化することを高強度化の開発コンセプトとした。

### 2. ゲル紡糸法におけるシシケバブ構造形成

溶液調製工程で調製した理想的な絡み合い密度を持った超高分子量ポリエチレンの準希薄溶液は口金から押し出す際にせん断変形を受け、更に口金から押し出された後には伸長変形を受ける。このとき、所謂、流動誘起相分離によって高分子濃厚相ドメインが形成される。流動誘起相分離によって発現した高分子濃厚相ドメインが、流動方向に配列する。この高分子濃厚相が流動方向に配列する現象は、流体力学的な効果によるものと推定している。配列した濃厚相ドメインが

相互に衝突し、その際に分子交換、そして局所的な配向高分子束の発生と結晶核の生成が引き続き発現する。さらに下流では、生成した結晶核が流動方向に成長していく。流動誘起相分離によってシシケバブ構造の前駆構造が形成され、その内部でシシの核生成と成長が進行すると考えている。

### 3. 均一なシシケバブ構造の技術開発

口金から押し出された超高分子量ポリエチレン溶液は、その後、冷却・固化することで絡み合いの非常に少ない状態の見かけ上ゲル状の未延伸糸を得ることができる。こうして得られたゲル状の糸は分子間の絡み合いが少なく延伸に非常に適した構造となる。この際、繊維内部には上述した流動誘起相分離によりシシケバブ構造が形成され、比較的速い変形速度により単糸内に多く存在させることができる。形成されたシシケバブ構造は、後工程の延伸工程で、シシ構造は維持された状態でケバブ構造が徐々に消失し、最終的に伸び切り鎖結晶のシシ構造のみになる。また後工程の延伸プロセスでは、その本数の増減はない。つまり、紡糸工程の段階で多数のシシケバブ構造を単糸間で均一に作成することが本技術の重要ポイントである。

このように得られたシシ構造は、繊維長手方向に連続的に構成されているため、製品として使用される際には、繊維全体にかかる引張変形に対する応力を、このシシ構造が担うことになる。このときシシ構造の数が単糸内で多く、且つ、単糸間でシシ構造数の差が小さいほど、単糸の集合体であるヤーンは、破断までの応力が高く、引張強度が高くなることを見出した。以上の基本技術をベースに開発に取り組み、工業化においては、特に口金設計および冷却・固化工程の精密制御をおこなうことにより、より均一なシシケバブ構造を高度に制御する製糸技術を確立した。

### 4. 今後の展望

今回の達成レベルは、従来のスーパー繊維の強度を大きく凌駕するレベルではあるものの、理論強度には至っていない。繊維の高強度化は市場からも求められ続ける要望であり、更なる高強度の可能性を探求したい。

## 〈主な業績リスト〉

- (1) 繊維学会誌・73巻・11号・431-435頁・2017年・超高強度ポリエチレン繊維「イザナス®」、高強度ポリエチレン繊維「ツヌーガ®」
- (2) ポリマー材料フォーラム予稿・29回・21-22頁・2020年・スーパー繊維の極限強度の追及
- (3) 特許04565325「高強度ポリエチレンマルチフィラメント」他

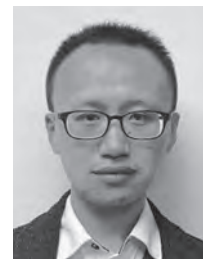
## サイジング剤の熱処理がCFRTP複合材料の機械的強度に及ぼす影響

金沢工業大学 革新複合材料研究開発センター 杉 俣 悦 郎



## Manufacture, Characterization, and Structure Analysis of Melt-Spun Fibers Derived from Paramylon Ester

東京大学 大学院農学生命科学研究科 甘 弘 毅



### 〈選考経過〉

繊維学会 Journal of Fiber Science and Technology (JFST)論文賞は、繊維の科学と技術に関し卓越した研究を行い、その業績を本学会論文誌(JFST)に発表した将来有望な研究者に授与されるものである。本年度は、JFST誌76巻(2020年)の1月号から12月号に掲載された論文の45編が対象となった。選考はJFST編集委員会の推薦を経て、15名からなる選考委員により組織されたJFST論文賞選考委員会の厳正な審査によって行われ、令和2年度(2020年度)は上記2名の方に栄えあるJFST論文賞を受けて頂く運びとなった。

本年度は、先ず繊維学会でも近年特に注目され活発に議論されているCFRTP(Carbon Fiber Reinforced Thermo plastics)の分野で、その物性改善をサイジング剤に注目して実現したオリジナリティーの高い研究である杉俣悦郎氏の論文が選ばれた。

続いて、ミドリムシ特有の貯蔵多糖であるParamylonをエステル化した後、溶融紡糸によって調製された繊維の構造と物性を調べた大変興味深い将来が期待される研究であるHongyi Gan氏の論文が選ばれた。

現在JFSTは完全なオープンアクセスオンラインジャーナルとしてJ-Stage上に発行され、個々のアクセス情報がJST(科学技術振興機構)から開示され、重複アクセスなどを編集委員会が独自に除外し精度を高めた情報が選考委員に提供されることで、実際に社会に与えたインパクトも重要な客観的指標として選考に加味されている。

今年度の二つの論文は、CFRTPという繊維学の中心的テーマと、Paramylonという地球環境に貢献する新しい材料の重要な課題が、ともに詳細な実験から得られたデータによって丁寧に議論されており、繊維学会並びにJFSTが広範に亘り学術的価値の高い情報を社会に発信していることを示すものである。いずれの論文もSDGsに貢献するタイムリーな成果であり、この様に学術的にも社会的にも価値の高い論文がJFSTに掲載されていることは繊維学会の誇りとするところで、特に本年度は編集委員会でも優れた論文が多く論文賞の推薦が難しいとの嬉しい声が聞かれた。

以下に各論文の概要と、編集委員、選考委員から提出された推薦のコメントをまとめたものを示す。

### 〈研究業績〉

杉俣悦郎氏らの論文は、リサイクル性に期待が持た

れている「炭素繊維強化熱可塑性プラスチック」の繊維/樹脂界面に着目した論文であり、非常にシンプルな手法の中に、CFRTP複合材料の機械特性について大変興味深い結果が示され、実際に力学強度の向上が期待できることを示した点において、技術的価値が高いと言える。またその手段として元来含まれているサイジング剤を利用するという着想は大変ユニークであり、物性評価においても曲げ特性、界面せん断強度、表面観察、炭素繊維と樹脂の組成比、XPSによる結合状態評価、という重要な分析手段を網羅しており高く評価でき、得られた知見が、今後の複合材料の界面設計指針として重要な情報を与えている。

CFRTPは昨今特に注目されている素材であるが、炭素繊維束との界面の構造や化学組成が常に課題となっている中であって、界面の問題、サイジング剤の影響に正面から取り組んだ点でも意欲的である。

加えてこの論文は年間ダウンロード数が1572件と圧倒的に多く、編集委員からの支持率も高い、社会からの注目度の特に高い論文である。

*Journal of Fiber Science and Technology*, 76, No.2, 88-94 (2020).

Hongyi Gan氏らの論文は、ミドリムシが産生するParamylonのエステル化を詳細に検討し、熱物性を制御する手法は非常に興味深く、新たなプラスチック素材等への発展が期待され、学術的インパクトの大きな論文である。マイクロプラスチック問題で注目を集める生物生成ポリマーの繊維化について示し、マイクロプラスチック問題に対して貴重な成果を挙げている。

多糖誘導体の溶融紡糸を丁寧に研究した論文であり、ともすれば多糖の誘導体化は、構造解析や熱特性の解析で留まってしまふものが多い中、溶融紡糸まで踏み込み、バイオマスの高度利用に向けた実証研究としての姿勢が大いに評価できる。優れた耐熱特性、適度な機械的強度を有する石油代替材料として有望であることが示されており、これから重点的に取り組むべき課題に対し、多くの知見が得られている点が素晴らしい。バイオベースプラスチックの有望な原料としてのパラミロンを、そのエステル化を経て、溶融紡糸法の確立、精密な構造解析、物性評価までがなされており、質の高いデータ、踏み込んだ考察と併せて、読み応えのある論文に仕上がっている。

*Journal of Fiber Science and Technology*, 76, No.5, 151-160(2020).

## 電界紡糸ナノマイクロ疑似圧電ファイバ膜に関する研究

京都工芸繊維大学 繊維学系 石井 佑 弥



石井佑弥氏は、Internet of Things の発展により需要の増加が予想される軽量かつフレキシブルな圧力センサの新材料に関する研究に取り組んできた。特に、圧電材料を用いずに圧電材料の圧電特性に類似した疑似圧電特性を示す電界紡糸ポリマーナノマイクロファイバ膜に関する先駆的研究に取り組んできた。

ウェアラブル圧力センサへの高い注目を背景に、ポリフッ化ビニリデンなどのフィルムでも圧電効果を示す圧電ポリマーからなる電界紡糸ナノマイクロ圧電ファイバ膜の研究が盛んに進められている。このようななか、フィルムでは通常圧電効果を示さない非晶性ポリマー(ポリスチレンなど)が、電界紡糸法によるナノマイクロファイバ膜化のみにより、既成概念に反して圧電材料の圧電特性に類似した疑似圧電特性(疑似正圧電特性および疑似逆圧電特性)を示すことを世界に先駆けて明らかにした。特に、安価な汎用ポリマーであるポリスチレンの電界紡糸ファイバ膜は、優れた疑似圧電特性を示した。本研究ではさらに、この特異な疑似圧電特性を良好に説明する数理モデルも初めて提案した。加えて、一連の発見を応用した新規の発電素子および発電素子の製造方法も発明した。

これらの研究成果は、これまでに高価な圧電ポリ

マーに限定されていたポリマーナノマイクロ圧電ファイバ膜において、材料選択の範囲を広げる新たな発見である。本発見により、極軽量かつフレキシブルといったナノマイクロファイバの特徴を有しながら、なおかつ優れた特性の圧力センサやアクチュエータを安価かつ大面積で製造できる可能性を示した。さらに、ポーリングなどの後処理を要しないため、製造工程の省工程化や省エネルギー化が期待される。

以上の通り、石井氏の電界紡糸ナノマイクロ疑似圧電ファイバ膜に関する研究は、繊維科学もしくは繊維技術全般の新たな研究領域を開拓する先駆的研究であり、今後の発展も大いに期待できるものである。したがって、繊維学会奨励賞として相応しいものと認められた。

### 〈主な業績〉

- 1) Y. Ishii et al. *Macromol. Rapid Commun.* **41**, 2000218 (2020).
- 2) Y. Ishii et al. *Smart Mater. Struct.* **28**, 08LT02 (2019).
- 3) Y. Ishii et al. *Appl. Phys. Lett.* **115**, 203904 (2019).

## 衣服材料及び衣服の設計・評価に関する研究

信州大学 繊維学部 先進繊維・感性工学科 金 晃 屋



金晃屋氏は衣服材料及び衣服の設計・評価に関する研究を行っている。具体的には、衣服設計における布の力学特性の制御を定量的に行うこと、および衣服設計・製作における衣服パターンの設計条件に関する経験則を理論的に解明し、美しさと快適性との関係を明らかにする研究を行っている。

衣服材料に関する研究では、芯地を接着した布の物性を接着前の布と芯地の物性から予測する方法の確立を目指して研究を行ってきた。芯地を接着した布の曲げ剛性の予測に関する研究では曲げの中立面位置を考慮し、積層理論をより一般化した積層布の新規曲げ理論を提案し、精度の高い予測方法を示している。また、接着芯地を接着した積層布のせん断剛性に対する接着剤の効果を検討している。その結果、接着剤の効果をパラメータ化することにより、積層布のせん断剛性が精度よく予測できることを示している。

衣服の設計・評価に関する研究では、日仏米伊の代表的パターン作成方法とボディを組み合わせる上衣原型を製作し、それぞれの外観評価を行い、見映えよく好まれる外観の衣服原型の作図条件を提案している。

また、ゆとりの変更による既製のジャケットとシャツの外観の変化を明らかにし、適切なゆとり範囲を示している。さらに、良い見映えになるバスト位置は、着装者のバスト位置ではなく、前中心丈に対する一定割合の位置であることを明らかにしている。

これらの金晃屋氏の研究は衣服材料の選択と衣服造形設計の関係を解明する学術的な価値を持つものである。

以上より、金晃屋氏の研究は繊維・衣服学分野で今後も継続して活動が期待できるものであり、繊維学会奨励賞に相応しいものと認められた。

### 〈主な業績〉

- 1) Kim KO, Takatera M, *TEXT RES J*, 86(5), pp. 480-492, 2016
- 2) Kim KO et al., *Int J Cloth Sci Tech*, 31(4), pp.475-486, 2019
- 3) Kim KO et al., *Int J Cloth Sci Tech*, 32(1): 96-118, 2020

## 両親媒性セルロースナノファイバーの界面吸着 および乳化特性に関する研究

九州大学 大学院農学研究院 環境農学部門 横田 慎吾



横田慎吾氏は、すぐれた物性をもつため国内外で注目を集めているバイオナノ新素材であるセルロースナノファイバー(CNF)について、その複合化や高次構造化に重要な表面特性に着目した研究開発に取り組んでいる。一般に、CNF表面は高い親水性を示すが、水流の対向衝突エネルギーを利用したナノ微細化法である水中カウンターコリジョン法(ACC法)で得られるACC-CNFは、一本のナノ繊維に沿って親水的な表面と疎水的な表面とが共存したヤヌス型の両親媒性繊維構造を有するため、他のCNFと異なる表面特性を示す。

横田氏は、このACC-CNFが極めて良好な乳化安定性をもつことを示し、特に、軽微な攪拌処理だけで油相/水相界面にACC-CNFが高密度に吸着することを明らかとした。また、用いる油相の物理的性質やACC-CNFの出発原料種が乳化安定の鍵因子となる重要な知見を示した。さらに、同氏は、水系でのマイルドな表面化学修飾プロセスによって、ACC-CNFの乳化安定性のさらなる向上、可逆的な熱応答的自己集合形成の発現、極性溶媒への再分散性の付与にも成功した。ACC-CNFの疎水的な表面特性は、汎用的なイオン性界面活性剤の環境依存的なエマルジョン型の転移に対してもユニークな効果を発揮し、幅広いエマルジョンの機能設計の可能性が示された。

また同氏は、この親水/疎水界面へのACC-CNFの密な吸着が、ポリプロピレン(PP)などの樹脂粒子と水との界面でも生じることを見出した。この知見は、その後の新たな複合樹脂製造プロセスの提案へとつながり、現在も研究開発を展開中である。すなわち、500ミクロン程度のPP粒子表面をACC-CNFで密に被覆-熱プレスすることによって、CNFが連結した三次元骨格を樹脂マトリックス中に導入することが可能となり、結果として、CNF含有率0.1wt%以下で、樹脂の強度、耐衝撃性ともに向上が認められた。

横田慎吾氏の一連の研究は、天然セルロース結晶繊維に内在する親水・疎水の「二つの面」を活かすACC-CNFの特長を示したものであり、適材適所が求められるCNFの応用展開に新たな可能性を見出すものである。今後の当該分野の発展にさらに寄与するものと考えため、繊維学会奨励賞として相応しいものと認められた。

### 〈主な業績〉

- 1) S. Yokota, et al., *Carbohydr. Polym.*, **255**, 117342 (2021).
- 2) S. Yokota, et al., *Carbohydr. Polym.*, **226**, 115293 (2019).

# 2021年(令和3年)繊維学会年次大会

日時：2021年6月9日(水)～11日(金)

主催：一般社団法人 繊維学会 (TEL:03-3441-5627 E-mail:office@fiber.or.jp)

会場：Zoom 利用によるオンライン開催

\*コロナウイルスの感染拡大状況が見通せないこともあり、Zoom を用いたオンラインでの開催とします。

## 繊維学会年次大会プログラム

特別講演：1日目 6月9日(水) 14:55～15:55

アシックススポーツ工学研究所所長執行役員 原野 健一

「繊維、フィラーを用いた補強技術によるシューズ用高分子材料の高機能化」

学会賞受賞講演：3日目 6月11日(金) 10:25～10:50

東京農工大学 中澤 靖元

「再生医療を指向した新規シルクフィブロイン機能性材料の創製」

学会賞受賞講演：3日目 6月11日(金) 10:50～11:15

京都大学 沼田 圭司

「クモ糸の階層構造と人工紡糸に関する研究」

技術賞受賞講演：3日目 6月11日(金) 11:15～11:40

東洋紡株式会社 福島 靖憲、西村 浩和、吉崎 賢一

「超高強度高弾性率ポリエチレン繊維 “イザナス<sup>®</sup>” の開発」

発表分野：

一般セッション

B会場 繊維・高分子材料の創製

1a 新素材合成、1b 素材変換・化学修飾、  
1c 無機素材・無機ナノファイバー・有機無機複合素材

2日目 10日(木) 15:30～16:10 招待講演 佐藤敏文(北大院・工)

3日目 11日(金) 14:00～14:40 招待講演 網代広治(奈良先端大・物質)

一般口頭発表(討論5分を含んで発表時間20分)12件

C会場 繊維・高分子材料の機能

2a オプティクス・フォトニクス、2b エレクトロニクス、2c イオニクス、  
2d 機能膜の基礎と応用、2e 接着・界面/表面機能、2f 耐熱性・難燃性

2日目 10日(木) 9:40～10:20 招待講演 小柳津研一(早稲田大・先進理工)

3日目 11日(金) 13:15～13:55 招待講演 相良 剛光(東工大・物質理工)

一般口頭発表(討論5分を含んで発表時間20分)13件

D会場 染色加工+テキスタイルサイエンス

5a 染色、5b 機能加工、5c 洗浄

6a 紡織・テキスタイル、6b 消費科学、6c 感性計測・評価、6d アパレル工学、  
6e スマートテキスタイル、6f ファッションサイエンス

2日目 10日(木) 10:50～11:30 招待講演 五十嵐崇子(花王株式会社)

2日目 10日(木) 15:50～16:30 招待講演 和泉 信生(シアテル株式会社)

3日目 11日(金) 12:55～13:15 招待講演 上甲 恭平(椋山女大・生活環境)

一般口頭発表(討論5分を含んで発表時間20分)22件

E会場 天然繊維・生体高分子+バイオ・メディカルマテリアル

7a 天然材料・ナノファイバー、7b 生分解性材料、7c バイオマス素材、  
7d セルロースナノファイバー、7e 紙・パルプ

9a 生体材料・医用高分子、9b バイオポリマー・生体分子の構造と機能

1日目 9日(水) 13:30~14:10 招待講演 佐々木淳一(大阪大院・歯学)

2日目 10日(木) 13:00~13:40 招待講演 岩田 忠久(東大院・農)

一般口頭発表(討論5分を含んで発表時間20分)35件

F会場 繊維・高分子材料の物理

3a 結晶・非晶・高次構造、3b 繊維・フィルムの構造と物性、

3c 複合材料の構造と物性、3d 繊維構造解析手法の新展開

2日目 10日(木) 13:00~13:40 招待講演 戸田 昭彦(広島大院・先進理工)

3日目 11日(金) 12:55~13:35 招待講演 加部 泰三(高輝度光科学研究センター)

一般口頭発表(討論5分を含んで発表時間20分)30件

G会場 成形・加工・紡糸

4a ナノファイバー、4b 繊維・フィルム、4c 不織布・多孔体、

4d 複合材料、4e 3Dプリンタ

2日目 10日(木) 15:30~16:10 招待講演 大槻 安彦(プライムポリマー)

3日目 11日(金) 12:55~13:35 招待講演 山根 秀樹(京工織大)

一般口頭発表(討論5分を含んで発表時間20分)16件

H会場 ソフトマテリアル

8a 液晶、8b コロイド・ラテックス、8c ゲル・エラストマー、

8d ブレンド・ミクロ相分離、8e 自己組織化

1日目 9日(水) 14:10~14:50 招待講演 穂積 篤(産総研・構造材料)

2日目 10日(木) 14:25~15:05 招待講演 中島 祐(北大院・先端生命)

一般口頭発表(討論5分を含んで発表時間20分)17件

ポスター発表

Zoomによる多パラレルセッションで行います。

1日目 9日(水) 16:00~17:25 ポスター発表、企業展示

2日目 10日(木) 16:40~18:05 ポスター発表、企業展示

3日目 11日(金) 16:30~ ポスター表彰

ランチョン・セミナー(ウェビナー)

3日目 11日(金) 11:50~12:50 日本電子株式会社

企業展示コーナー

2日目 10日(木) 11:50~12:50 協賛企業展示

**参加登録**：年次大会への参加には、発表/聴講にかかわらず、全員参加登録が必要です。

1) 期日までに参加登録・参加登録費のお支払い手続きが完了した方へのみ、5月中旬以降に「参加証」を参加登録メールアドレス宛にお送りします。参加証に書かれたご案内をご確認ください。

2) オンライン開催では、システムへの登録作業が必要になるため、会期間際あるいは、会期中の参加登録はできませんのでご注意ください。

参加登録に関するご質問は(registration@fiber.or.jp)へご連絡ください。

3) 領収書の必要な方は、(registration@fiber.or.jp)へご連絡ください。

参加登録料：

	正会員	維持・賛助	非会員	学生会員	学生非会員
参加登録料	10,000 円	10,000 円	18,000 円	3,000 円	6,000 円

送金方法：参加登録者は下記のいずれかの方法にてご送金ください。

- (1) 現金書留：〒141-0021 東京都品川区上大崎 3-3-9-208  
一般社団法人 繊維学会 年次大会係
- (2) 銀行振込：三菱 UFJ 銀行 目黒駅前支店 普通口座 4287837  
(加入者名)一般社団法人 繊維学会
- (3) 郵便振替：口座番号 00110-4-408504  
(加入者名)一般社団法人 繊維学会年次大会  
振込手数料は各自でご負担ください。

2021 年繊維学会年次大会実行委員会

実行委員長： 松本英俊(東京工業大学)

実行副委員長： 大松沢明宏(日本化学繊維協会)、上原宏樹(群馬大学)、中澤靖元(東京農工大学)、宝田 亘  
(東京工業大学)、石毛亮平(東京工業大学)

担当理事： 戸木田雅利(東京工業大学)

実行委員(順不同)：中野幸司(東京農工大学)、後関頼太(東京工業大学)、富永洋一(東京農工大学)、道信剛志  
(東京工業大学)、西田幸次(京都大学)、春藤淳臣(九州大学)、高崎 緑(京都工芸繊維大学)、  
植松英之(福井大学)、安永秀計(京都工芸繊維大学)、松原孝典(産業技術短期大学)、金 晃屋  
(信州大学)、松梨久仁子(日本女子大学)、兼橋真二(東京農工大学)、齋藤継之(東京大学)、  
丸林弘典(東北大学)、小林元康(工学院大学)、佐藤高彰(信州大学)、橋本朋子(信州大学)、  
石井大輔(東京農業大学)、赤坂修一(東京工業大学)、敷中一洋(産業技術総合研究所)、  
田中 学(東京都立大学)、高坂泰弘(信州大学)、攪上将規(群馬大学)、入澤寿平(名古屋大学)、  
中川慎太郎(東京大学)

学会事務局：野々村弘人、山本恵美

## 2021年繊維基礎講座 ～繊維の基礎知識と今を2日で学ぶ～

繊維学会では、新たに繊維に携わる社会人や学生を対象に「繊維基礎講座」を毎年開催しています。2021年の基礎講座は、繊維をキーワードとして活躍されている研究者・専門家に繊維の基礎的な知識から、今日の繊維産業と繊維科学研究の最新動向をご紹介します。繊維科学技術の基礎から最新動向までを学ぶとともに、繊維を中心とした科学技術と産業の将来を考える機会としていただければ幸いです。

主催：一般社団法人 繊維学会  
日程：2021年9月16、17日(木・金)の2日間  
会場：オンライン開催(web会議システム Zoom)  
定員：300名

### プログラム

#### 〈1日目〉

9:30	諸注意等	
9:40	はじめに	(企画委員会)
10:00	合成繊維(化学繊維産業の動向)	(化繊協会)大松沢明宏
11:05	天然繊維(シルクの構造と力学物性)	(農研機構)吉岡 太陽
12:05~13:10	昼休み	
13:10	紡糸(高速熔融紡糸プロセスと繊維物性)	(東工大)宝田 亘
14:15	織物(e-テキスタイル：電子的な機能が付与されたテキスタイル)	(福井県工業技術セ)笹山 秀樹
15:20	染色(環境調和型染色加工)	(金城学院大)長嶋 直子
16:20	パネルディスカッション※	
17:00	1日目終了	

#### 〈2日目〉

9:40	加工(繊維加工技術による機能性付与)	(福井大)廣垣 和正
10:45	高機能繊維(高強度繊維の高次構造)	(共立女子大)村瀬 浩貴
11:45~13:00	昼休み	
13:00	不織布(フレキシブル熱電変換不織布)	(農工大)下村 武史
14:05	衣服工学(美しく快適な衣服設計)	(信州大)金 晃屋
15:10	繊維産業から考える日本のモノづくり	(福井県立大)木野龍太郎
16:10	パネルディスカッション※	
16:50	おわりに	
17:00	講座終了	

※パネルディスカッションは、講演を振り返り、参加者からの質問を受け付け、講演者同士の交流を図る時間です



## 第70回高分子学会年次大会

主催：(公社)高分子学会  
会期：2021年5月26日(水)～28日(金)  
会場：オンライン開催  
・詳細プログラムは、  
<http://www.spsj.or.jp/nenkai.html>を参照ください。  
・参加する方は、発表/聴講にかかわらず、全員参加登録が必要です。  
・参加登録は、高分子学会年次大会ホームページから登録申込を行ってください。  
・参加登録したメールアドレスに受理通知が返信されますのでご確認ください。  
問合せ先：高分子学会 第70回高分子年次大会係  
TEL: 03-5540-3770

## 界面コロイドラーニング — 第37回現代コロイド・界面化学基礎講座

主催：日本化学会コロイドおよび界面化学会  
日時：2021年6月3日(木)、4日(金)  
開催方法：オンライン開催  
プログラム：イベントの詳細内容は  
<https://colloid.csj.jp/>を参照ください。  
3日 基本概念と熱力学、界面活性剤、乳化、分散系、ナノ粒子、個体界面  
4日 高分子・ゲル、レオロジー、相図、洗浄、生体膜  
問合せ先：第37回現代コロイド・界面化学基礎講座事務局  
E-mail: jigyokikaku01@colloid.csj.jp

## 繊維技術士の国家資格：技術士(繊維部門) 受験講習会

主催：日本繊維技術士センター教育活動委員会  
日時：2021年6月5日(土)～8月28日(土)まで8土曜日の8日  
会場：繊維輸出会館6階  
日本繊維技術士センター内  
プログラム：詳細内容はJTCCホームページ  
<https://jtcc.or.jp/>を参照ください。  
適正科目(1日)：技術士の倫理  
基礎科目(2日)：設計・計画、情報・倫理、解析、材料・化学・バイオテクノロジー、環境・エネルギー・技術  
専門科目(4日)：紡糸、紡績、加工糸、織物・ニット、不織布、染色・繊維加工、縫製、繊維製品の試験法・表示法  
模擬試験(1日)

問合せ先：日本繊維技術士センター教育活動委員会  
TEL: 06-6484-6506  
E-mail: jtcc-ed-gifu@mbr.nifty.com

## 第83回公開講演会(繊維課題)

共催：日本技術士近畿本部 繊維部会、日本繊維技術士センター、日本染色加工同業会  
日時：2021年6月11日(金)  
会場：大阪産業創造館 6階 会議室A・B  
プログラム：  
・阿波製紙(株)における研究開発について  
阿波製紙 横田 博  
・脱炭素社会に向けた繊維産業の手立て  
森本技術士事務所 森本國宏  
問合せ先：日本繊維技術士センター  
TEL: 06-6484-6506

## 第68回紙パルプ研究発表会

主催：紙パルプ技術協会  
日時：2021年6月23日(木)、24日(木)  
会場：東京文具会館(Zoom ウェブナーでライブ配信も並行して実施予定)  
(オンラインのみの開催に変更の可能性もある)  
プログラム：口頭発表、表彰  
(最優秀発表賞、若手優秀発表賞)  
詳細は当協会ホームページ  
<http://www.jpantappi.org>を参照ください。  
問合せ先：紙パルプ技術協会  
紙パルプ研究発表会事務局  
TEL: 03-3248-4841  
E-mail: fujii@japantappi.org

## 第59回 日本接着学会年次大会

主催：(一社)日本接着学会  
日時：2021年6月24日(木)、25日(金)  
会場：つくば国際会議場(コロナ禍の影響で、オンライン開催に変更の可能性があります)  
プログラム：研究発表、ポスター発表、2020年度・2021年度受賞講演  
詳細内容は接着学会ホームページを参照ください。  
問合せ先：(一社)日本接着学会事務局  
TEL: 06-6634-8866  
E-mail: info-hnb@adhesion.or.jp