

## 研究発表会・特許特集

	1	第91回紙パルプ研究発表会開催報告……………紙パルプ技術協会 木材科学委員会
	10	宇宙での木材利用—宇宙空間が木材に与える影響……………村田功二
	14	リグノセルロース資源を活用する先制的ライフサイクル思考……………菊池康紀
	18	筆記したボールペンインキを一定時間内消去可能な機能紙の開発 ……………内村浩美, 井村文太, 藪谷智規
	20	CNFシートを用いたポリカーボネート樹脂の補強……………古賀泰雅, 伏見速雄
	23	マイクロフィブリルセルロースの用途開発 ……………船津 啓, 杉村裕介, 中谷丈史, 金野晴男
	27	2023年度特許セミナー 開催概要報告
	28	企業における知財戦略のあり方 —コーポレートガバナンスコード・経済安全保障などのトレンドに即して—……………鮫島正洋
総説・資料	36	機能性バイオマス素材を配合した高濃度乾燥紙力増強剤の開発……………神原隆介
	41	製紙プロセス改善のための新規ポリアクリルアミド共重合体の開発……………山戸海里
研究報文	45	接触角測定から求めたセルロースナノファイバーの表面自由エネルギー評価の精度検証……………八木田兼仁, 齋藤継之, 藤澤秀次
	03	会告
	60	パピルス 最近の注目特許
	64	内外業界ニュース
	68	特許公報
	76	全国パルプ材価格
	77	統計
	79	協会だより

## 宇宙での木材利用—宇宙空間が木材に与える影響

京都大学 大学院農学研究科  
村田功二

京都大学では、2017年から土井隆雄特定教授を中心に宇宙木材研究が進められている。この研究は、宇宙での恒久的な社会形成を目指す有人宇宙学の一環であり、宇宙での資材調達の問題を解決するため、木材の利用を検討している。木材は環境面や精神面での恩恵が大きく、宇宙での樹木育成が可能ならば、恒久的な社会形成に貢献できると考えられている。研究では、低圧環境や微小重力環境での樹木の成長や、真空環境での木材の物性変化を調査している。2022年には国際宇宙ステーションで木材の宇宙曝露試験を実施した。さらに、住友林業と共同で木造人工衛星「LignoSat」の開発も進められており、2024年10月に打ち上げの予定である。

LignoSatは、アルミニウムやチタンの代わりに木材を使用する人工衛星で、軽くて強い特性を持つ木材の利点を活かしている。木材は真空環境での生物劣化や可燃性の問題がなく、人工衛星の材料として適している。地球低軌道では、役目を終えた人工衛星が大気圏に再突入する際に木材が燃焼し、エアロゾルになりにくいという利点もある。LignoSatの設計では、九州工業大学のサポートを受け、実績のあるBIRDS衛星のシステムをベースにしている。ミッションには、木造構体内部のひずみ測定、温度センサーによる多点温度計測、地磁気センサーによる地磁気測定、単一周波数の双方向通信、ソフトエラー（SEU）観測が含まれる。これらのミッションのいくつかは電子回路の開発が必要であり、特にひずみ測定には専用回路の設計と電子基板の作製が求められた。木材は再生産可能な循環型資源であり、軽くて強く、歴史的にも飛行体の材料として有用である。今回の活動を通じて、木質業界でも宇宙開発という新しい分野に注目が集まることが期待されている。

(本文 10 ページ)

## リグノセルロース資源を活用する先制的ライフサイクル思考

東京大学 未来ビジョン研究センター  
菊池康紀

植物資源は化石資源の代替資源として不可欠な資源となりうる。リグノセルロース資源はその中でも草本系・木質系として多様な形態で得ることができるものである。地域別に異なる植物資源を組み合わせることで、化石資源を削減するために必要な原料を得られる可能性がある。このような可能性をもつリグノセルロース資源については、各種変換技術が研究・実証段階から実用化へ開発が進められている中、適切なライフサイクル思考による評価が不可欠である。本稿では、リグノセルロース資源の活用に関して必要となるライフサイクル思考の要件を議論する。将来の資源・エネルギー構造を先制的に解析しながらシナリオを計画し、リグノセルロース資源のライフサイクルおよびマテリアルフローを把握しなければならない。特に、製紙工場はリグノセルロース資源をマテリアル、ケミカル、エネルギーとして利用してきたプロセスシステムを有しており、地域の再生可能資源を集約するハブとして今後の価値の増加が期待される。

(本文 14 ページ)

## 筆記したボールペンインキを一定時間内消去可能な機能紙の開発

愛媛大学 紙産業イノベーションセンター、大学院農学研究科  
内村浩美、井村文太、藪谷智規

近年の急速なデジタル化により、記録・伝達処理も紙媒体から電子機器に移行している。しかしながら、現在でも契約書や履歴書などの公式文書では紙媒体が多く使用されている。公式文書など重要文書では、筆記の際、主にボールペンが用いられるが、ボールペンで一旦記述した文字は、修正したい時に消しゴムで消去することができない。ボールペンの消去法はいくつか存在するが、いずれも常時消去できることから公式文書には適用できない。

そこで筆者らの研究により、ボールペンで筆記したインキ（文字）を一定時間内は消しゴムで消去でき、所定時間経過後は消去できなくなるタイマー機能を有する機能紙を開発することができた。

（本文 18 ページ）

## CNF シートを用いたポリカーボネート樹脂の補強

王子ホールディングス株式会社 イノベーション推進本部 CNF 創造センター  
古賀泰雅，伏見速雄

昨今、持続可能な社会の実現に向けて木質資源活用の機運が高まっている。中でも、セルロースナノファイバー（CNF）はその優れた特性から特に注目されている。CNF はゴム材料や熱可塑性樹脂材料との複合化による利用が検討されているが、一部の材料との混合では元来の物性が低下することがある。例えば、透明性と耐衝撃性に優れたポリカーボネート樹脂（PC 樹脂）との熔融混練では、PC 樹脂の光学特性が失われることがある。これは、熔融混練時に生じる CNF の熱劣化や分散不良が原因である。

王子ホールディングスでは、リン酸化 CNF を用いた高透明 CNF シートの製造技術を確立しており、このシートは機械物性や寸法安定性にも優れている。我々は CNF シートを PC 樹脂に積層することで、PC 樹脂の光学特性を維持しつつ、機械物性に優れた複合材（CNF-PC 複合材）を成型できることを見出した。

本報では、CNF シートや PC 樹脂の厚みを変えて複数種類の CNF-PC 複合材を作成し、各種物性を測定した。光学物性に関しては、全ての CNF-PC 複合材が全光線透過率 80% 以上、ヘーズ値 2.0% 以下であり、PC 樹脂の高い透明性を維持した。さらに、機械物性に関しては通常の PC 樹脂に比べて高い物性を示し、CNF シートの厚みが大きいほど補強効果が顕著であった。この結果は、薄い PC 樹脂でも CNF シートで補強することで剛性を担保でき、PC 樹脂製部材の軽量化に寄与する可能性を示している。また、CNF-PC 複合材の熱曲げ加工を実施したところ、様々な曲率半径で賦形可能であることが分かった。これにより、曲率形状に賦形された部材への CNF-PC 複合材の適用可能性が示唆された。CNF-PC 複合材は、持続可能な素材の利用と既存樹脂製部材の軽量化を両立する可能性を秘めている。

（本文 20 ページ）

## マイクロフィブリルセルロースの用途開発

日本製紙株式会社 研究開発本部 富士革新素材研究所  
船津 啓，杉村裕介，中谷丈史，金野晴男

近年ではカーボンニュートラルな素材への注目が高まっており、その一つとして木質由来のバイオマス原料であるセルロースが挙げられる。セルロースはこれまでも紙やパルプの原料として活用されてきたが、新たな展開先のひとつとしてセルロースナノファイバー（CNF）が期待されている。CNF は食品や化粧品、複合化樹脂など、様々な用途での活用が進んできた一方で、特殊な製造設備が必要であること、製造箇所が限られること、低濃度の水分散体として得られるため輸送コストが高いこと、といった課題がある。そこで CNF よりは粗い繊維ではあるが、使用現場にて汎用・簡易な設備で製造できるマイクロフィブリルセルロース（MFC）の開発に取り組んだ。

当社では MFC を使用現場に設置可能なノズル型・ディスク型製造装置に加え、汎用的な装置である高圧洗浄機でも製造できることを見出している。得られた MFC の利用用途として①地面に撒くことによる雑草抑制効果②凍結防止剤への液だれ防止機能の付与③ゴムへの添加による強度向上に関する検討を行い、効果を明らかにした。本稿では、これらの MFC の製造方法と用途開発事例について紹介する。

今後もカーボンニュートラルな素材である MFC を有効利用できる事例を増やし、持続可能な社会へ貢献していきたい。

（本文 23 ページ）

## 企業における知財戦略のあり方

—コーポレートガバナンスコード・経済安全保障などのトレンドに即して—

弁護士法人 内田・鯨島法律事務所  
鯨島正洋

紙パルプ技術協会 2023 年度特許セミナー（2024 年 2 月 29 日開催）講演内容。

（本文 28 ページ）

## 機能性バイオマス素材を配合した高濃度乾燥紙力増強剤の開発

荒川化学工業株式会社 研究開発本部 水系ポリマー開発部  
神原隆介

紙はリサイクル可能な素材であるが、リサイクルを繰り返すと強度が低下する傾向にある。そのため、紙の強度低下を補強する薬品として乾燥紙力増強剤が広く使用されている。当社では乾燥紙力増強剤（ポリストロンシリーズ）として主にカチオン性基とアニオン性基を有する両性ポリアクリルアミド（両性 PAM）系紙力増強剤を製造、販売している。

近年、持続可能な社会の実現に向けてバイオマス素材の活用、ライフサイクルでの CO<sub>2</sub> の削減に注目が集まっている。ポリストロン（以下 PS-と表記）製品の多くは濃度 15%～20%の水溶液の設計となっており、高濃度化によって輸送頻度を削減することが出来れば輸送燃料由来の CO<sub>2</sub> が削減可能であると考え、高濃度化の検討を実施した。製品粘度を変えずに高濃度化した場合、ポリマーサイズが小さくなるためパルプ凝集性が低下する問題があった。検討の結果、両性 PAM に特定のバイオマス素材を配合することでその問題が解決されることを見出し、従来品対比で製品濃度を高め、かつ性能を維持した PS-4000、PS-4100 を開発することに成功した。各製品の CO<sub>2</sub> 排出量を試算した結果より、PS-4000、PS-4100 は従来品対比でライフサイクルでの CO<sub>2</sub> が低減すると見込まれる。本稿では PS-4000、PS-4100 について紹介する。

（本文 36 ページ）

## 製紙プロセス改善のための新規ポリアクリルアミド共重合体の開発

星光 PMC 株式会社 製紙用薬品事業部 技術統括部  
山戸海里

今日では高い古紙再利用率によって古紙パルプの微細化や強度低下がもたらされている。また古紙原料由来の填料や澱粉などが抄紙系内に蓄積され、抄紙工程において様々なトラブルの原因となっている。さらに近年の「脱炭素・CO<sub>2</sub>削減」ニーズの高まりによって、紙製造時のエネルギー削減も課題となっている。

このような背景から当社は内添薬品や微細繊維、填料などの歩留り向上や系内の清澄化、搾水性向上による蒸気原単位削減の可能な新規抄紙工程改善剤 PM シリーズを開発、上市した。

抄紙工程改善剤 PM シリーズは PAM 系紙力増強剤と比較して、カチオン性基を増量、過度な凝集を起こさないイオンバランス・分子量の調整がされている。PM シリーズの適用によって硫酸バンド使用量削減、サイズ剤など各種内添薬品の定着向上、微細繊維、古紙由来の灰分歩留りを向上することが可能となる。

実機においても紙質を維持しながらバンドや各種内添薬品の原単位低下、系内の清澄化、抄速の向上や乾燥負荷の低減が確認された。

（本文 41 ページ）

## 研究報文

## 接触角測定から求めたセルロースナノファイバーの 表面自由エネルギー評価の精度検証

東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物材料科学専攻  
八木田兼仁, 齋藤継之, 藤澤秀次

表面自由エネルギー (SFE) の正確な測定は、材料の界面特性を決定するために不可欠である。既報では、逆相ガスクロマトグラフィー (IGC) を用いることで、木材由来のナノ材料であるセルロースナノファイバー (CNF) の SFE を精密に決定することに成功した。さらに、得られた SFE を用いて、CNF のエマルジョン中の水 / 油界面における吸着特性を理論的に予想したところ、予想された CNF の乳化能は、実際の乳化挙動と一致していた。しかし、IGC は測定時間が長く、分析が煩雑であるという欠点があり、代替手法が求められている。SFE の測定には様々な方法が提案されているが、なかでも接触角測定は、測定と解析の両方における簡便さを特徴としている。本研究では、接触角測定により CNF の SFE を評価し、その精度を検証することで、接触角測定による IGC の代替可能性を検討した。表面にカルボキシ基を導入した CNF に対し、異なる対イオン (ナトリウムおよびテトラブチルアンモニウムイオン) を導入し、表面構造の異なる 2 種類の CNF を調製した。これらから調製した CNF フィルムに対し、3 種類の溶媒を用いて接触角測定を行い、その結果から CNF の SFE を決定した。結果として、ナトリウムからテトラブチルアンモニウムへのイオン交換により、SFE の電子供与性成分の大幅な減少が観察された。この結果は、IGC による測定結果および実物性から予想される変化と矛盾していた。この原因は、プローブ溶媒に対する CNF フィルムの膨潤であると考えられる。一連の実験によって、接触角測定を用いた CNF の正確な SFE 測定は困難であると結論付けられた。

(本文 45 ページ)