

### 第 63 回—2020 年紙パルプ技術協会年次大会特集

|                    |    |                                                                                                       |
|--------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | 2  | 第 63 回 2020 年年次大会開催概要                                                                                 |
|                    | 3  | 理事長挨拶<br>第 63 回—2020 年紙パルプ技術協会年次大会<br>「次世代紙パルプ産業への挑戦—先端バイオマス技術で未来を拓く—」……………進藤富三雄                      |
|                    | 9  | 紙パルプ技術協会 2020 年三賞表彰                                                                                   |
|                    | 18 | 紙パルプ技術協会 第 48 回佐々木賞表彰                                                                                 |
|                    | 22 | 2019 年紙パルプ技術協会賞及び印刷朝陽会賞表彰                                                                             |
| 第 48 回<br>佐々木賞受賞講演 | 27 | FabriKeeper 汚れ防止技術・洗浄技術の融合によるカンバス汚れソリューション<br>……………関谷 宏, 長塚智彦                                         |
|                    | 34 | 機上での施工が可能な非粘着コーティング「DryOnyx H(DOH)」<br>—国内製紙工場での実績の紹介—……………岩根公明, 安尾典之, 井上大介                           |
| 一般講演               | 40 | 集合教育の代替措置としての衛生教育 e ラーニングの活用方法と実践事例<br>……………神谷梨沙                                                      |
|                    | 45 | 正確な紙パルプ試験と持続可能な研究開発を支える ABB のアフターサービス<br>—L&W 各種試験機・測定器のアフターサービス—……………山下 諒                            |
|                    | 51 | バルメット・リモートサービス環境の構築……………平野義之                                                                          |
|                    | 55 | 紙パルプ製造工程で MACS による高度プロセス制御技術を実装する利点<br>……………ギー・ノーマンディオー, マイケル・ドウセット, アクレッシュ・マトゥール,<br>(翻訳) 西野優治, 和田 望 |
|                    | 64 | 新型高効率ブロワによる消費電力の削減と IoT による安定稼働<br>—空気軸受式可変速単段ターボブロワ TurboMAX—……………河津 豪, 増田剛士                         |
| 総説・資料              | 69 | 紙パ技協誌の新たな発展に期待して<br>第 9 回: 紙パ技協誌にとってポストコロナ時代の新常態とは何か……………尾鍋史彦                                         |
|                    | 03 | 会告                                                                                                    |
|                    | 72 | Coffee break<br>リモートで感性を伝えるとは。限界突破法あの手この手……………池田晴彦                                                    |
|                    | 73 | パピルス<br>最近の注目特許                                                                                       |
|                    | 79 | 内外業界ニュース                                                                                              |
|                    | 82 | 特許公報                                                                                                  |
|                    | 92 | 全国パルプ材価格                                                                                              |
|                    | 93 | 統計                                                                                                    |
|                    | 95 | 協会だより                                                                                                 |

## FabriKeeper 汚れ防止技術・洗浄技術の融合による カンバス汚れソリューション

株式会社メンテック  
関谷 宏，長塚智彦

弊社の抄紙機汚れ防止技術は、欠点・断紙対策として国内板紙工場の99%（2020年9月現在，生産量換算）で採用されており，取り分けドライパートでは，薬品散布装置ミストランナー<sup>®</sup>・シャワーランナー<sup>®</sup>を用いてドライヤー・カンバス・カレンダーに汚れ防止薬品を散布して紙粉や汚れを防止するDSP技術（＝Dryer Section Passivation）が標準的になっている。納入実績も日本国内だけでなくアジア・オセアニアなどの11の国と地域まで広がり，2020年9月現在，750台を超えるアプリケーションが稼働している。

近年，日本国内の板紙抄紙機においては低グレード古紙やスラッジ・テールの再利用によってドライパート汚れが増加する一方で，ユーザーからの品質要求は益々厳しくなっている。このため『ドライパート汚れによる欠点を如何にして防ぐのか？』が生産性向上のための課題の一つとなっている。

ドライヤーフード内は高温・多湿でありドライヤーやカンバスの汚れを常時監視することは不可能である。特に上段カンバスは操業中に汚れ状態を目視で確認することができないため，その汚れが欠点・断紙の原因であっても発見と対応が遅れ，マシンを緊急停止して清掃する場合も多いと聞く。

弊社では，カンバス汚れ防止技術と洗浄技術を融合した『FabriKeeper<sup>®</sup>（ファブリキーパー）』を開発し，さらにはカンバス汚れを常時モニタリングし定量化する『SmartDepo.<sup>®</sup>（スマートデポ）』を開発し，これらを組み合わせた革新的な欠点・断紙防止ソリューションを抄紙機に導入した。本稿では，その開発コンセプトと実機での導入事例について報告する。

（本文 27 ページ）

## 機上での施工が可能な非粘着コーティング「DryOnyx H (DOH)」 —国内製紙工場での実績の紹介—

トーカロ株式会社 営業本部  
岩根公明  
トーカロ株式会社 東京工場  
安尾典之  
トーカロ株式会社 海外事業部  
井上大介

抄紙機のドライパートで使用されるドライヤーシリンダー（カンバスロール含む）は，その操業環境から表面への異物付着，発錆，ドクターブレード傷等が発生し，それらに起因する製品欠点の発生など製品の品質に悪影響を与えている。従来からの対策としては，ドライヤーシリンダーを取り外して非粘着コーティングを施工する，現地で施工可能な簡易の低温型塗装皮膜，テフロン系シート貼り付けが採用されてきた。しかし夫々高額な取替コスト，長い工事期間，ドクターブレードが使用できない，寿命が短い等の問題があり，製紙メーカーの満足を得られていない。これらの問題を解決するため当社は，2014年にフィンランド・Valmet社とDryOnyxH（以下DOH）について技術契約を締結し日本国内での同溶射皮膜の提供を開始した。

DOHは従来ドライヤーシリンダーが抱える問題に対して講じられてきた様々な対策の問題を一気に解決できる画期的な施工技術である。特徴として①機上で施工が可能であること，②ドクターブレードの常時使用が可能であること，である。国内1号機を2015年9月に実施以来，2020年6月末現在28本のドライヤーシリンダー（カンバスロール数本）への施工実績を積み重ねてきた。ブレドライヤーシリンダーに対しては湿紙のピックアップ現象及び錆発生改善，アフタードライヤーシリンダーに対してはサイズ液による表面汚れ等の改善が達成された結果，紙製品の欠点解消，操業安定に大きく寄与している。

現在同様の問題を抱えているカンバスロールに対しても施工実績が増えつつある。DOHはドライパートにおいて発生している諸問題を解決できる有効な手段として，さらに適用実績が拡大すると期待している。

（本文 34 ページ）

## 集合教育の代替措置としての衛生教育 e ラーニングの 活用方法と実践事例

イカリ消毒株式会社 営業推進部  
神谷梨沙

近年、食品への異物混入に対する消費者の意識は高まっており、特に昆虫や鼠族といった有害生物の混入は、衛生面や見た目も相まって大きな問題へと発展しやすい。企業は有害生物防除管理を徹底して取り組むためにも、従業員の教育が重要課題となってくる。

弊社は大手食品企業からの要望をきっかけに、eラーニングによる教育学習サービス「イカリススマートキャンパス」の提供を開始した。eラーニング (e-Learning) とは、パソコン・スマートフォン・タブレットなどからインターネットを利用して学習する学習管理システムの事である。eラーニングの強みは、「いつでも」「どこでも」「何度でも」受講が可能な点である。弊社が提供する教材は全てオリジナルで作成し、写真やイラストを豊富に使用することで「何度でも」受講することを促し、知識が定着されることを期待している。

教育は企業として欠かすことの出来ない取り組みである。eラーニングは、ここ最近の状況を顧みて集合研修の実施が厳しい場合でも取り組めるため、需要が高まっている教育ツールである。弊社は、「イカリススマートキャンパス」が新しい教育方法として多くの企業に役立てていただけるよう、新たな教材を定期的に追加し、サービス充実を目指していくことが必要である。

(本文 40 ページ)

## 正確な紙パルプ試験と持続可能な研究開発を支える ABB のアフターサービス

### —L&W 各種試験機・測定器のアフターサービス—

ABB 株式会社 インダストリアル・オートメーション事業本部 紙パルプグループ  
山下 諒

私たちはよく「測定結果は信用できますか?」「測定精度はどの程度ですか?」と聞かれる。ここで考えなければならないのは、機械には必ず寿命があり、部品は劣化していくという事実である。紙・パルプ試験機の測定については、測定基準 (JIS, ISO 等) に指針が明確に示されており、装置と測定手順が決められている。しかし ABB は、この規格に準拠することに留まらず、規格を超えた価値をユーザーと共有することを目指している。

ABB のアフターサービスは、これまで数十年実施してきた保守点検・サービス・キャリブレーション等、世界中のエンジニアが培ってきた知識・経験を独自のネットワークで共有し、専門エンジニアが高品質なサービスを提供している。

試験機を高精度で維持するには、定期的なサービスとキャリブレーションが必要となる。装置が複雑・精密であるほど、ソフトウェアが高度・多機能であるほど、その必要性は飛躍的に高まる。弊社では高品質な製品に対し、定期保守契約 (PMA) を交わすことにより、試験機の精度を維持し、ソフトウェアのアップデート等、試験機を最新の状態で維持するサービスを提案・提供している。契約したユーザーは信頼できる測定結果を得られるだけでなく、保守コストの予算化、試験機の寿命を延ばす事が出来る。

希望するユーザーには年々更新されている弊社試験機のグレードアップを提案・提供している。旧モデルを更新し、新しいハードウェア・ソフトウェアで測定するメリットは大きい。試験機を新規購入する、またはメンテナンスで寿命を伸ばすのかは、ユーザーと相談の上、最も合理的な方法を提案している。

ABB の製品を高品質に保つため、専門エンジニアは世界中のサービス情報を収集し、サービス品質の向上に努めている。また高品質を維持することは自然に得られるものではなく、ユーザーとの相互の対話・信頼関係によって築かれると考える。ABB では、ユーザーが製品を信頼し、最も喜んで頂ける Win-Win の利益に繋がるサービスを目指していく。

(本文 45 ページ)

## バルメット・リモートサービス環境の構築

バルメット株式会社 製紙技術部  
平野義之

製紙業界は、今、岐路に立たされている。周知のとおり、スマートフォンや、タブレット端末、電子ブックといったデジタル端末の普及によって電子化が進み、紙ベースで情報を取り入れなくなったからであり、需要は減ってきている。アナログからデジタルへ移り変わっている最中であり、衰退している現実を目の当たりにしている。周辺の環境は、常に様変わりしており、製紙業界も例を外れることなく、産業の転換の波にもまれている。その中で、デジタル化とネットワークの利点を生かした、リモートサービスの利用で、不意のマシン停止を逃れ、計画的にメンテナンスを行い、操業に好影響になる実績を出している顧客の実例もある。

現在、コロナ禍で、海外技術者の派遣に制限がかかり、フィールドサービスの業務に支障が出ているが、実際、リモートサービスの活用で、海外技術者と連携を図る事ができ、滞りなく業務が遂行されたケースもある。

デジタルの変革の波は、製紙工場の現場にも表れており、IOT (Internet of things) の出現で、各所にセンサーが配置されるようになった。これらを実際にマシンの各部分に実装することでセンサーから様々なデータを取り込む事が可能になる。蓄積されたデータを診断し、もしくは分析して的確な処置を施すことが可能になりつつある時代になってきた。それらを、オンサイトとメーカーとでネットワークでつなぎ、現地で行っていたものを遠隔で行う作業がリモートサービスの主体業務である。以前において、マシンのトラブル発生時は、メーカーのフィールドサービスを担当する技術者が現地に出向いて、実際にマシンを診断し、想定される不具合を診断する必要があった。これには、不具合項目によって、スキルに応じた技術者を派遣する必要がある。不具合箇所の診断や、生産品目の分析及び解析には、経験と知識が欠かせないからである。もし、センサーにより、不具合箇所のデータが得られ、原因の特定に至ることが可能であるならば、実際に現地に行く必要が無くなり、突然のマシン停止や、設備の損傷を防ぎ、経費の削減に繋がるものと期待される。

現実、リモートサービスはまだまだ、普及しておらず、展開されていくには時間が掛かるものと思われる。バルメット社では、先進的なリソースを市場に公開しており、問題の解決に役立つ製品群を提供、持続的に顧客と共に成長していく使命を果たす所存である。

(本文 51 ページ)

## 紙パルプ製造工程で MACS による 高度プロセス制御技術を実装する利点

BTG 米国  
ギー・ノーマンディオー、マイケル・ドウセット  
BTG シンガポール  
アクレッシュ・マトゥール  
(翻訳) フォイトターボ株式会社 BTG 事業部  
西野優治、和田 望

最適なプロセス制御では、複数の MV (操作変数)、FF (フィードフォワード変数)、および制約マトリックスを操作して、複数の CV (制御変数) を達成し、目的の動作限界を維持する必要があります。各制御変数を最適化してプロセスを必要な品質目標に近づけ維持することは非常に困難です。現場機器、センサー、レギュラトリ制御が正確に機能することが最も重要ですが、操業員が手動でプロセスを最適化することは現実的ではありません。例えば漂白設備では、プロセスの複雑な多変数の性質と、漂白工程からのデッドタイムによって導入される長い時間遅延のため、レギュラトリ管理を使用して継続的に最小限のコストで最終パルプの白色度目標値を達成することは困難を伴います。この課題を克服するために、高度な非線形制御プラットフォームである Multivariable Advanced Control System (MACS) が実装され、工場に大きなコストダウンをもたらしています。MACS は動的プロセスモデルを使用して、パルプまたは製紙工程の特性に対するプロセス外乱の影響を明らかにし、これらの外乱を補償するために漂白薬品などを操作します。MACS は、フィードバック制御を



介して測定されていない外乱を補正し、リアルタイムモデル適応を介して、さまざまなプロセス遅延と非線形プロセス応答曲線を考慮します。

モデル予測制御解決手法と最適化プログラムを組み合わせることで、個々のユニット操作の最適化だけでなく、異なるユニット間の協調最適化も可能になります。これは、ボトルネックの最小化を必要とする生産の最大化から、全体的な生産コストを最小化する目標までの範囲に及ぶ設備からの変化する目標を検討する場合に特に重要です。MACS が実装されたほとんどの設備では、現在の市場の需要と運用コストに基づいて継続的に変化するこれら2つの目標のバランスが取れています。

現在、紙パルプ業界におけるこれらの解決手法であるソリューションの適応は、単一ユニットの最適化だけでなく、プロセス全体の最適化として見えています。MACS は、木材原材料の取り扱いから紙の仕上げ、およびユーティリティエリアまで、すべてのユニット操作を制御出来ます。

本論文では、クラフトプロセスの主要なユニット工程（蒸解釜、漂白設備、エバポレーター、回収ボイラー、ライムキルン、および苛性化）に MACS ソリューションを実装するいくつかの工場のケーススタディに焦点を当てています。目的と制御戦略は工程の操作によって異なる場合がありますが、MV、CV、FF と制約の間の数学的相関関係を開発するという基本概念は、プロセスの将来の動作を予測するために開発されます。MACS モデルは、目標値プロセス条件内に留まる新しいプロセスのセットポイントを提供します。MACS は、すべての品質目標を重視して同時に数百の変数进行处理し、プロセスを実行して最大化したコストダウンを維持します。

(本文 55 ページ)

## 新型高効率ブロワによる消費電力の削減と IoT による安定稼働 — 空気軸受式可変速単段ターボブロワ TurboMAX —

新明和工業株式会社 流体事業部 小野工場 設計部  
河津 豪  
新明和工業株式会社 流体営業部  
増田剛士

大量の水を消費・廃棄する製紙産業にとって、排水処理費用の削減は大きな課題である。排水処理工程において、曝気ブロワは消費電力が大きく 24 時間連続運転であることが多いため、曝気ブロワの高効率化は排水処理費用削減に大きく貢献する。当社のターボブロワ「TurboMAX」はこのニーズに応える新型ブロワである。

TurboMAX は、空気軸受、永久磁石同期モータ、高効率インペラ、高速回転速度制御等の優れた技術を集結したブロワであり、全体構造はブロワ、モータ、インバータ、タッチパネルコントローラ、ブローオフバルブ（放風弁）がパッケージ化されている。最大の特長である空気軸受は、軸が軸受と非接触で回転するため、潤滑油が不要で、騒音・振動が極めて小さく、機械損失も発生しない。空気軸受に加え、高効率インペラ、専用設計高効率永久磁石モータ、インバータによる自動制御機能を融合することで、高い総合効率を実現している。高効率以外にも低騒音・低振動、省メンテナンス、省スペース・軽量化といった特長を併せ持つ。

TurboMAX は複数の製紙工場にも納入実績があり、省エネ効果等を確認している。これまでは、これらのブロワは排水処理用途のみであったが、近年ではフローテーターの空気供給用ブロワ等、排水処理の曝気用途以外での実績も増えており、良好な運転実績を確認している。更に IoT と AI を活用した遠隔監視サービス「KNOWTILUS」を開発し、2019 年 9 月より導入した。ターボブロワの運転状態や設定内容をインターネット経由で確認できるため、現場から離れた遠隔地でも状況を把握することができ、懸案の設備管理業務における人手不足の解消や予防保全による安定稼働を実現する。更に複数台のブロワを制御する制御盤や、長期間のサービスバック等、多様なニーズにお応えできる新商品もラインアップしている。

(本文 64 ページ)

寄稿

## 紙パ技協誌の新たな発展に期待して

### 第9回：紙パ技協誌にとってポストコロナ時代の新常态とは何か

東京大学名誉教授（製紙科学）  
尾鍋史彦

新型コロナウイルス（Covid-19）によるコロナ禍は人間の生存や組織の存続を危機にさらす未曾有のポテンシャルを潜めているが、この災禍を回避する目的で新たな社会状況が生み出されつつある。このような新たな状況は人々に意識改革を迫り、受け入れざる得ない新たな日常として“新常态”や“ニューノーマル”と呼ばれる。コロナ以前の常態から新常态に遷移することにより人間社会や企業の世界はどのように変容するのだろうか。まず新常态の一般的な解析から始め、製紙産業、製紙企業、紙パルプ技術協会、紙パ技協誌などにどのような変革を迫ってくるのかを大胆に推測し、次にそれらへの対処の方策を考えて見たい。またこのような危機的状況を前向きに捉え、第63回紙パルプ技術協会年次大会のオンデマンド配信聴講の経験に触れながら紙パ技協誌が新たな時代に適応して前進を遂げるための問題提起として本稿を執筆した。

（本文 69 ページ）

## CNF特集

- 1 ナノフォレスト事業に関する取り組み状況……………萩原総平
- 7 ザンテート化セルロースナノファイバーの開発  
—実用化に向けての取り組み—……………中坪朋文
- 11 ナノ・マイクロファイバーが融合したセルロース材料……………中俣恵一
- 15 リン酸エステル化による CNF の製造とその用途開発……………山中実央
- 20 CNF の構造材料適用による環境貢献への可能性  
—NEDO プロジェクト参画報告と CNF 強化樹脂の取り組みについて—……………伊達 隆

## 総説・資料

- 29 フィンランドの最新測定機器による次世代型品質管理……………鈴木洋平
- 33 製紙工場における水資源の効率的な管理  
—安定操業と環境負荷低減—……………土屋大輔
- 39 連続蒸解釜など第一種圧力容器の補修方法について……………高安史雄
- 44 紙が演出した文明史上の交代劇  
第 1 部 日本への紙の渡来と利用……………飯田清昭

## シリーズ：大学・ 官公庁研究機関の 研究室紹介(137)

- 52 静岡大学 農学部 応用生命科学科 生命機能分子研究室 (中村研)

## 研究報文

- 55 チーク材抽出物を添加したユーカリ材のクラフト蒸解とパルプに残留する 2-メチルアントラキノンの定量……………ユリア アニタ, アグスタ サモドラ プトラ, 谷藤溪詩, 中川明子, 大井 洋, エヴェリン エヴェリン

## 工場紹介(88)

- 76 北越コーポレーション株式会社 紀州工場

- 03 会告
- 51 知財散歩道 (130)  
特許と商標の違い……………石田麻里子
- 54 Coffee break  
フランス・スイスレンタカー周遊の旅 (その 4) ……………豊福邦隆
- 81 パピルス  
「水」についての一考……………門田克行
- 88 内外業界ニュース
- 92 特許公報
- 101 全国パルプ材価格
- 102 統計
- 104 協会だより

## ナノフォレスト事業に関する取り組み状況

中越パルプ工業株式会社 開発本部 ナノフォレスト事業部  
萩原総平

水中対向衝突法（ACC 法）で製造した CNF「nanoforest」は、CNF に一般的な軽量・高強度、低線熱膨張性といった特徴に加え、水にも油にも馴染みやすい両親媒性のファイバー表面を有することが示唆されている。

本稿では nanoforest の製造方法と特徴及び、nanoforest 事業に関する取り組み状況を説明する。

事業の取り組み状況としては、サンプル提供を実施し、様々な分野で検討が進んでいる。

高強度化や軽量化が期待される CNF 複合樹脂材料についてはサンプルワークを行う中で課題が明らかとなり、nanoforest-PDP の黄変化対策や、nanoforest-PDP を用いた CNF 複合樹脂マスターバッチに関する開発を進めている。

また、昨年 5 月に発表した高機能 CNF パイロットプラント建設の概要と、そこで製造する水分散 CNF「nanoforest-S（高解繊）」、疎水化 CNF「nanoforest-M」、および CNF100%成形体「nanoforest-CMB」について説明する。

（本文 1 ページ）

## ザンテート化セルロースナノファイバーの開発 —実用化に向けての取り組み—

レンゴー株式会社 中央研究所  
中坪朋文

パルプを化学的あるいは機械的処理により、幅がナノメートルオーダーまで解繊することによりセルロースナノファイバー（CNF）は得られる。CNF は、高強度・高弾性、低熱膨張、分散液の特異な粘度特性などの興味深い特徴を有し、広範な用途に応用可能な次世代素材として注目を集めている。

当社ではパルプからセロファンを製造しているが、その製造工程の中間生成物であるセルロースザンテートから、ザンテート化セルロースナノファイバー（XCNF）が効率的に得られることが分かり、さらに、XCNF のザンテート基は簡単な処理で脱離させ、無置換のセルロースナノファイバー（RCNF）に再生することも可能である。

当社 CNF の実用化に向けて、当社 CNF（特に RCNF）について、物性の評価を行った。RCNF は増粘剤として知られるヒドロキシエチルセルロース（HEC）よりも高い粘度を示し、さらに、HEC よりも温度依存性が低く、増粘剤として有効であることが示唆された。また、RCNF は乳化性能も優れており、多くの油状物質を低濃度で乳化を維持する効果があることも分かった。その他、RCNF は分散安定性や有機溶媒中にも分散可能であることが分かった。今後、これらの特徴を活かした実用化を現在進めている。

（本文 7 ページ）

## ナノ・マイクロファイバーが融合したセルロース材料

北越コーポレーション株式会社 新機能材料開発室  
中俣恵一

バルカナイズドファイバーというセルロースだけで作られた材料がある。この材料はコットンパルプや木材パルプを原料として作られ、19 世紀の半ばにイギリスで発明された。耐衝撃性や電気絶縁性など、数々の優れた特徴を持つことから、エジソンの数々の発明にも用いられ、現在でも電気絶縁材料やディスクグラインダーのブレードなどの様々な用途に使われている。

最近の研究によって、バルカナイズドファイバーの強靱さの理由が判明した。セルロース繊維が化学的に解繊され、太さが数 nm ～数十 nm であるセルロースナノファイバー（CNF）のネットワークになり、この CNF ネットワークが乾燥工程で水分を除かれることで強固に収縮結合し、その強靱さを生み出していた。海洋プラスチック汚染への対応や、セルロースナノ材料が注目される現代にバルカナイズドファイバーが甦り、炭素繊維と



の融合など、新たな開発が進められている。

(本文 11 ページ)

## リン酸エステル化による CNF の製造とその用途開発

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  
山中実央

持続可能社会の実現に向け、木質バイオマスの多面的な利用が求められている。中でもセルロースナノファイバー（CNF）は、木質パルプから得られる、様々な特長を持つ新規ナノ材料として注目されている。当社では、木質パルプに化学的な前処理「リン酸エステル化」を行ったのち機械処理することで、高効率で完全ナノ化（約 3 nm 幅への微細化）した CNF を製造する方法を確立した。リン酸化 CNF の水分散液は高透明かつ高粘性で、せん断力を加えると粘度が低下し、静止すると粘度が元に戻るチキソトロピー性も有し、pH 3-11 という幅広い液性でも安定している。また、リン酸化 CNF 水分散液から水を取り除くことで、リン酸化 CNF シートを作製できる。このシートは紙のような柔軟性がありつつも、高い透明性と強度を有し、熱寸法安定性にも優れている。当社では水分散液やシートの実証プラントをすでに稼働し、実用化を進めている。実用化の第一段階として、水分散液は化粧品用増粘分散剤やコンクリート圧送用先行剤、シートは卓球ラケット用素材といった用途で製品採用された。さらに、リン酸化 CNF のさらなる改質によって有機溶剤中への分散が可能となる。この CNF はパウダー状で、その溶剤分散液は水分散液と同様に透明性や粘性を有する。これにより、溶剤系の用途への適用可能性が高まった。加えて、リン酸化 CNF によるポリカーボネート樹脂の高機能化技術の開発も進めている。我々は今後もリン酸化 CNF の特長を活かし、さらなる用途開発を進めていく。

(本文 15 ページ)

## CNF の構造材料適用による環境貢献への可能性 —NEDO プロジェクト参画報告と CNF 強化樹脂の取り組みについて—

日本製紙株式会社 研究開発本部 CNF 研究所  
伊達 隆

セルロースは世界に最も広範囲に分布している、再生可能で環境負荷の低い植物由来の高分子であり、木材、草本類、農業廃棄物などの非可食性バイオマスから調達できる材料である。このセルロース分子が束になったセルロースナノファイバー（CNF）は、木材パルプを解繊することにより得られる、結晶性を維持した高アスペクト比の極細繊維であり、軽量、高弾性率、特殊な粘度特性などの優れた、あるいはユニークな特徴を有している。それゆえ現在、ナノ複合材料、機能性シート、添加剤、コーティング剤など様々な用途開発が行われている。特に、樹脂補強材としての利用は CNF の最も重要な利用の一つである。

日本製紙は 2013～2020 年にかけて、京都大学矢野浩之教授の指導する、NEDO 非可食性プロジェクト（通称）「高機能リグノセルロースナノファイバーの一貫製造プロセスと部材化技術開発」に参加し、CNF 強化樹脂の開発研究を行ってきた。この NEDO プロジェクトにおいて、①パルプを疎水化し樹脂と混練することによってパルプの解繊と樹脂との均一混合を行う画期的なパルプ直接混練法（Kyoto Process®）の開発、② CNF を樹脂に含有することによって様々な樹脂の強度が 2～2.5 倍に増強できること、③原料樹脂のスクリーニングにより最適原料としてトドマツを発見、④ CNF 強化樹脂の発泡成形により更に軽量高強度の材料を成形、⑤ CNF 強化樹脂のリサイクル性の確認、⑥高耐衝撃性材料の開発、などの様々な優れた結果が得られた。日本製紙では、この NEDO プロジェクトの技術を展開して、富士工場（静岡県富士市）に CNF 強化樹脂実証プラントを 2017 年に建設し、それ以降、実用化に向けて化学会社や樹脂会社と共同で CNF 強化樹脂の性能向上を行っている。

筆者は、京都大学での NEDO プロジェクトでの研究と、日本製紙での CNF 強化樹脂実証設備に携わってきたので、プロジェクトの詳細と実証設備の現状について解説する。

(本文 20 ページ)

## フィンランドの最新測定機器による次世代型品質管理

新日本通商株式会社  
鈴木洋平

現在、世界中で使い捨てプラスチック製品の流通禁止に向けた法制化が進んでおり、日本でも 2020 年 7 月からプラスチック製レジ袋の有料化が実施された。この脱プラスチックの動きは、製紙業界にとってフォローの風に間違いない。

新しい脱プラスチックに向けた製品を生産するにあたり、ACA 社（フィンランド）製の最新測定機器を用いた次世代型の品質管理について紹介したい。

Permi オンライン透気度計は、透気度測定をオンラインでほぼリアルタイム（2 msec 毎）に高精度な透気度測定ができる画期的なシステムである。透気度を安定させる事により、均一なコーティングが可能となり、品質向上、コスト削減に繋がる。

超ハイシェア粘度計 AX-100 は、従来の回転式粘度計やハイシェア粘度計では測定できなかった高せん断速度  $1,000,000 \text{ s}^{-1}$  まで測定できる。複雑なレオロジー特性を持つコーティングカラーを、高せん断速度にて粘度測定して最適化する事により、品質向上、トラブル防止、コスト削減効果が得られる。

RoQ ロール硬度計は、ロール巻硬さを幅方向（最小 1 mm ピッチ）に測定できる装置である。巻硬さのバラつきから、ロール品質はもちろん、ワインダーのテンションやニップ圧などの調整や、ロール内部のシワも発見できる。

これらの装置は今後の製紙業界にとって必要不可欠であると考ええる。

（本文 29 ページ）

## 製紙工場における水資源の効率的な管理 — 安定操業と環境負荷低減 —

日本ジョン・クレーン株式会社 エンジニアリング部  
土屋大輔

紙パルプ業界において使用される工業用水は製品の製造工程に使用されるものと製造設備の安定操業の為に使用されるものに大別され共にその使用量と品質（水質）の管理は重要な課題となっている。

この度弊社では各種回転機器の軸封部のトラブルの約 60%が供給される工業用水に起因するという現状を踏まえ軸封装置メーカーとしての観点から供給される工業用水の管理並びに使用量の削減と水質向上を実現する為にそれぞれが抱えている以下の 3 項目の課題に着目しそれらを解決する為の各種製品について紹介させて頂く。

- 1) 適切な流量と圧力の管理：セーフユニット導入による流量・圧力管理
- 2) 供給量過多による大量のシール水消費：スマートフロー導入による節水
- 3) 困難な水質管理：セーフジェット、セーフクリーン導入によるシール水の清浄度管理

これらの課題の解決は回転機器の安定操業排水設備の負荷低減等生産性向上や経費削減だけではなく環境保全への貢献も可能と考えられる。

紙パルプ業界において回転機器の安定操業を維持させながら工業用水の削減を進めていくにあたり軸封装置のリーディングカンパニーである日本ジョン・クレーンは今後も信頼性の高い製品を提供しお客様の立場に立って環境負荷低減も考慮した付加価値の高い製品を提供し続けていく所存である。

（本文 33 ページ）

## 連続蒸解釜など第一種圧力容器の補修方法について

バルメット株式会社 パルプ&エネルギー技術部  
高安史雄

近年、国内の KP 設備は設置より 30 年から 40 年が経過し、長年の使用による磨耗および腐食が起きている。

特に第一種圧力容器は法定検査が有る為、確実に検査を行い、その補修をしなければならない。圧力容器の補修方法として、全更新・部分更新・ライニング・オーバーレイ等がある。スチーミングベッセル等の周辺設備であれば、摩耗・腐食の状態によって、ライニングや部分更新、場合によっては全更新等を行う。しかし、連続蒸解釜に関してはその大きさから全更新・部分更新は容易ではない。国内の連続蒸解釜は設置ときに母材が炭素鋼で作られている為、ライニング補修が多く行われる。ライニング補修は摩耗および腐食箇所を工期内に可能な範囲を部分的に安価に補修できる。しかし、炭素鋼である母材にステンレス鋼板を取り付ける「異種材料間」の溶接となり、溶接箇所にクラックが発生しやすい。また、そのクラックから母材とステンレス鋼板の間に薬液が浸入し、母材の腐食が進行する。そのため、クラックが発生した場合、取り付けたステンレス鋼板を一旦剥がして、母材の健全性を確認した上で、再びステンレス鋼板を取り付ける必要がある。一方で紹介するオーバーレイ（Uddcomb 法）は、母材の上にステンレス材を直接肉盛溶接することにより、母材の上に二相ステンレス層を新たに形成する方法である。ライニング補修が抱える母材の腐食リスクや溶射の様な剥離が無く、連続蒸解釜やバッチ釜の母材の延命化に有効で恒久的な補修方法であると言える。

(本文 39 ページ)

## シリーズ

## 紙が演出した文明史上の交代劇

## 第 1 部 日本への紙の渡来と利用

飯田清昭

紙が、その前に使用されていた記録媒体に、どのように取って代わったかを調べる。

正倉院文書は、700 年代の日本における紙の使用状況を記録した貴重な資料である。使用分野の一つが行政文書である。支配地域の個人の戸籍を整備し、それに基づき徴税を管理する。政府の指示は、隣接する国から国へ書写により伝達される。地方は、指示を受け取ったことを連絡、さらに徴税状況を報告する。当時の推定人口数百万人を、紙の伝達のみで、統治していた。

もう一つが写経事業で、国を上げての文化事業である。その量は 10 万巻以上といわれ、大勢の写経生が書写した。これは、同時に文字の使用を大きく拡大した。

これらの紙の需要は、官宮の紙漉き場や写経所のほかに、地方にも生まれた紙漉き場により支えられた。紙質分析から楮が主原料である。また、すでに、古紙を漉き返して利用していたことがわかる。

いつごろに、紙が日本で使われだしたか。定説がないが、木簡字等から、文字が使用されだすとほどなく紙が渡来したと考えられる。

(本文 44 ページ)

## 研究報文

# Kraft Cooking with Teak Wood Extract and Determining Residual 2-Methylantraquinone in Eucalyptus Pulp (チーク材抽出物を添加したユーカリ材のクラフト蒸解とパルプに残留する 2-メチルアントラキノンの定量)

筑波大学 生命環境科学研究科  
ユリア アニタ、アグスタ サモドラ プトラ、谷藤溪詩、中川明子、大井 洋  
リアウ大学 工学部 紙パルプ工学科  
エヴェリン エヴェリン

アントラキノン（AQ）は紙パルプ工業で蒸解助剤として使用されている。しかし、国際がん研究機関（IARC）は AQ を「発がん性の可能性がある」物質に分類し、ドイツ連邦リスク評価研究所（BfR）は、食品と接触する紙板紙の製造での AQ 使用の承認を取り消している。この問題に対処するために、本研究ではチーク（*Tectona grandis*）材の天然アントラキノンである 2-メチルアントラキノン（2-MAQ）を取り上げた。ユーカリ・グロ

ブラス (*Eucalyptus globulus*) 材を用いて 2-MAQ 添加率 0.03%, 活性アルカリ添加率 15-19%とし, 145℃で 3 時間のクラフト蒸解を行ったところ, 55.5-58.1%の収率でパルプが得られた。ミャンマー産チーク材アセトン抽出物を添加したクラフト蒸解では, 化学合成品の 2-MAQ を用いた結果と比較してパルプ収率が 1.6%増加し, カッパー価は 2 ポイント減少した。微生物を用いる変異原性試験 (エームズ試験) の結果は, 2-MAQ は陰性で変異原性が無いことを示唆している。未漂白パルプおよび酸素漂白パルプには, それぞれ 0.40-2.90 および 0.21-0.39ppm の残留 2-MAQ が含まれていたが, 完全漂白パルプでは 2-MAQ は検出されなかった。すなわち, このパルプは食品包装用の紙板紙の原料として安全であると考えられる。

(本文 55 ページ)



## 計装/IoT特集

- 1 第44回紙パルプ計装技術発表会・計装ショー開催報告  
……紙パルプ技術協会 自動化委員会
- 2 AIが導く次世代のオンライン異常予兆検知システム……木幡真望
- 7 製紙業界のDXに向けて操業現場の働き方改革に貢献する「PlantLogMeister (PLM)」……甲木義人
- 15 リモートオートメーションプロジェクトサービス (RAPS)  
—不確実性の時代の新しいプロジェクト実施手法—……甲斐 崇
- 21 データ統合・見える化を活用したスマートファクトリーへの転換  
……前川卓彌, 渡邊竜平, Soon Hin Loo
- 27 製造環境 (4M) の変化に強い生産システムの実現とその取り組み  
—YOKOGAWA AI 関連製品による操業改善提案—……藤田和貴, 佐藤恵二
- 35 発電プラントにおける予兆感知システムの活用事例  
—AIを用いた設備診断と操業支援—……熊谷敦弘
- 39 無人大型クランプ車による製品自動搬送設備の導入事例……近藤央理

### 総説・資料

- 43 ライフサイクルビジネスにおけるIoT化……舟井一浩
- 47 板紙プロセスにおける連携最適化ソリューションのご提案  
—制御性改善の新しい取り組み—……豊田 敦
- 52 安全性向上と作業性改善を両立するバルメット製品……矢口喜祥
- 57 紙が演出した文明史上の交代劇  
第2部 簡牘から紙へ—中国における発明—……飯田清昭

### シリーズ：大学・ 官公庁研究機関の 研究室紹介(138)

- 62 宮崎大学 農学部 森林緑地環境科学科 森林化学・森林バイオマス科学研究室  
(亀井研)

- 03 会告
- 64 パピルス  
最近の注目特許
- 74 内外業界ニュース
- 78 協会保管外国文献標題
- 81 特許公報
- 93 全国パルプ材価格
- 94 統計
- 96 協会だより

## AI が導く次世代のオンライン異常予兆検知システム

アズビル株式会社 アドバンスオートメーションカンパニー エンジニアリング本部 IT サービス推進部  
木幡真望

製造現場で期待されている次世代のソリューションのひとつに予知保全が挙げられる。装置や機器の異常の予兆をいち早く検知する事で、突発対応を回避しつつ計画メンテナンスに組み込む事ができる。

深層学習技術の確立により、この分野におけるブレークスルーがもたらされた。すなわち、管理対象であるプラントを動的なモノと捉え、そのダイナミクスを AI が学習してモデル化する事により、プラントの状況に応じた監視が出来るようになったのである。誤解を恐れずに言えば、AI 適用以前の予知保全はプラントを静的なモノと捉えた“固定監視”，AI 適用以降ではプラントの状況を認識しながら精密な監視を行う“動的監視”と区別できるのではない。

本稿では、AI を適用した先端的な予知保全ソリューションとして弊社が展開している「オンライン異常予兆検知システム BiG EYES<sup>®</sup>」について、簡単に紹介する。

(<sup>®</sup> BiG EYES はアズビル株式会社の商標です)

(本文 2 ページ)

## 製紙業界の DX に向けて操業現場の働き方改革に貢献する 「PlantLogMeister (PLM)」

東芝三菱電機産業システム株式会社 (TMEIC) 産業第二システム事業部 システム技術第二部 産業システム技術課  
甲木義人

近年、各社は競争力強化を目的に、ビッグデータ解析等を利用したデジタルトランスフォーメーション (DX) を推進し、次世代ビジネスモデルの構築を図っている。製紙を含めたプロセス産業も、安全・安定操業、生産性向上、働き方改革のための DX 推進は急務であることは例外ではない。しかしながら、プラント操業においては操業のための重要な記録である操業日誌が手書きや Excel 文書等で作成されており、まずは操業現場のデジタルライゼーションを推進する必要がある。

これに対して、当社はプラント操業に関するデータを一括管理できるシステム、PlantLogMeister を製品化し、その普及を図っている。本システムの導入により、作業効率の高効率化、トラブル解決の迅速化、技術伝承の実現、ひいては操業現場の働き方改革に貢献していくものと考えている。

PlantLogMeister の基本パッケージである日誌機能を納入したユーザからは、申し送り等の情報共有、班長日誌作成の作業効率、操業ノウハウの継承、懸案事項等の情報管理、安定操業等の面で一定の効果が見られたとの評価をいただいている。

(本文 7 ページ)

## リモートオートメーションプロジェクトサービス (RAPS) —不確実性の時代の新しいプロジェクト実施手法—

日本ハネウエル株式会社 ハネウエルプロセスソリューションズ  
甲斐 崇

昨今の新型コロナウイルス感染症の感染拡大に伴う危機的な状況の中でもプロジェクトを継続させ、成功に導くため、ハネウエルが従来から持つ技術と新しい技術を融合させて開発された包括的なソリューションとしてリモートオートメーションプロジェクトサービスを紹介する。

具体的にはプロジェクトで通常実施する設計・制作・試験および他社システムとの統合作業において、クラウドエンジニアリングやリモート技術等の新しい技術を組み合わせたユニークなサービスとなる。リモート技術を用いる際にはセキュリティの担保が大前提になるが本サービスは厳重なセキュリティレイヤからなる非常に強固なシステムをベースとしており、業界標準およびハネウエルのサイバーセキュリティ仕様に完全に準拠したもの

となっている。本サービスを用いることでプロジェクトの品質を向上させ、より短納期を実現し、ハネウエルの持つグローバルなナレッジおよびノウハウを活用しつつ、従来よりもコストをかけずに、現在の様な厳しい環境下でもプロジェクトを継続して実施することが可能となる。このサービスが今後のハネウエルの標準的なプロジェクト実施手法になって行くと考えている。

本稿ではリモートオートメーションサービスについて、(1)従来のプロジェクト実施手法との違い、(2)仮想エンジニアリングプラットフォーム、(3)リモート環境での立会試験およびサポートツール、(4)リモートサイトコミッションの4つのポイントを説明するとともに、その利点について述べる。

(本文 15 ページ)

## データ統合・見える化を活用したスマートファクトリーへの転換

フォイトターボ株式会社 BTG 事業部  
前川卓彌, 渡邊竜平, Soon Hin Loo

スマートファクトリーとは、インダストリー 4.0 を具現化した先進的な工場を指す。具体的には、あらゆる操業・品質データを IoT を活用して収集することで『見える化』を実現し、これらデータの因果関係を解析・活用することで『新たな付加価値を生み出せる工場』という定義となる。

近年あらゆる産業でスマートファクトリー化が加速している中で、製紙産業がやや遅れをとっていることは否めない。これからの製紙産業に予想される、マーケット縮小や更なるマーケットニーズの移り変わり、人材確保の困難化や省力化、遠隔での工場マネジメントなどに対応するために、スマートファクトリー化は必須であると言える。

弊社の dataPARC は、DCS や BM 計、Excel に入力された操業・品質データといった異なる種類のデータを統合し、あらゆる階層が必要とする情報の『見える化』を実現するシステムである。具体的には、

- 1) 経営層や本社には、各工場の生産状況やエネルギー原単位・生産損失の原因分析といった、経営判断に直結するデータをリアルタイムで提供することが可能
- 2) 工場幹部には、各マシンの生産状況・品質・コストをリアルタイムで提供し、生産日報・月報を自動作成・自動配信することが可能
- 3) 操業スタッフやオペレーターには、品質変動と操業データの相関、操業・品質トラブルの迅速な原因把握、データ収集に要す時間の圧倒的な削減を提供することが可能

操業・品質・コストといったデータが異なるデバイスやリソースから提供される現状では、データ収集・解析に膨大な時間を要し、迅速で的確な判断の妨げとなっている。本稿では、ユーザーフレンドリーで誰が見てもわかりやすい情報を、リアルタイムで且つ手軽に提供することができるデータ統合・見える化システム、dataPARC について紹介する。

(本文 21 ページ)

## 製造環境（4M）の変化に強い生産システムの実現とその取組み —YOKOGAWA AI 関連製品による操業改善提案—

横河ソリューションサービス株式会社 インダストリー統括本部  
藤田和貴, 佐藤恵二

お客様には、メンテナンス、カイゼン活動、トラブルシューティングなど、多くの使命がある。お客様は日々の使命を遂行するだけでなく、製造環境の変化にも対応する必要があるため、製造現場ではより柔軟で堅牢な運用が求められる。このような問題を解決するためには、DCS の発明と同等のプロセス管理手法のパラダイムシフトが必要である。

本論文では、製造環境の変化に対応する柔軟性と堅牢性を備えた新しい生産システムを提案する。このホワイトペーパーでは、この新しい本番システムを実現するためのビジネスモデル、機能モデル、およびシステムアーキテクチャの概要説明と日本製紙様と行った「仮説検証型」ワークショップの実施例を紹介する。

(本文 27 ページ)

## 発電プラントにおける予兆感知システムの活用事例 —AI を用いた設備診断と操業支援—

日本製紙株式会社 石巻工場 原動部  
熊谷敦弘

日本製紙石巻エネルギーセンター(株)石巻雲雀野(ひばりの)発電所では設備トラブルのロス削減・回避を目的として AI を用いた予兆感知システムを導入した。2020 年 2 月の本運用開始後 1 年が経過する中で、配管詰まり傾向の事前感知や制御改善への気づきへ役立つなど、操業支援のツールとして使用している。本稿ではシステム導入にあたっての構想、導入の経緯、システム構成および活用事例を紹介する。

今回のシステム導入にあたってはメーカーサポートを受けながら我々ユーザーでの手で AI 学習、予測モデルの作成、チューニング等のソフトウェアエンジニアリングを行った。発電プラントを支える操業支援のツールとしてこのシステムを活用し続けるには、予兆感知精度の維持が不可欠であることから、エンジニアリング技術を習得できたことは今後役立つものとなる。

操業現場では、少人数監視体制の中、多岐にわたる機器の運転監視を求められており、この予兆感知システムを新たな“AI を利用した監視の目”として今後も利用していく

(本文 35 ページ)

## 無人大型クランプ車による製品自動搬送設備の導入事例

ダイオーエンジニアリング株式会社 電気計装保全部  
近藤央理

大王製紙(株)川之江工場は 2018 年 10 月に衛生用紙の生産拠点として最新設備を備え再稼働した。製品搬送の自動化による省力化・高効率化を目的とし、従来設備の製品ハンドリングの問題点を解決するよう設備選定を行った結果、Elettroc80 社(伊)の無人大型クランプ車(以下 LGV)を使用した自動搬送設備を採用した。生産管理システム、出荷管理システムと製品情報を連携させる事で製品に傷を付けずに確実に目的の場所に搬送を行う事が可能となった。LGV はセーフティーセンサーとバンパースイッチで 2 重の接触事故対策が施されており、自動速度制御および自己診断機能と合わせて万全の安全対策を行っている。オペレーターはモバイルタブレットによって遠隔操作で LGV への搬送指示、運行状況や異常状態の確認を行う事ができ作業負担の軽減に繋がっている。リモートメンテナンスを採用しメーカー(伊)が直接トラブルの状況確認やプログラム改造できる体制とし、設備導入後 2 年半、大きなトラブルも無く稼働している

(本文 39 ページ)

## ライフサイクルビジネスにおける IoT 化

株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジー P&S 営業部  
舟井一浩

弊社ではメンテナンスサービスを含めた予備品・消耗品の供給のサービス向上に注力しており、本稿ではその中で特に近年話題になっているデジタル技術を活用したライフサイクルマネジメントのツールである WebShop, SmartBasket, OnCall.Video について紹介させて頂く。

WebShop は 24 時間いつでも必要な時に、約 20 秒程度で部品の見積書や工場出荷情報を入手し、部品の発注まで可能なブラウザベースの E コマースプラットフォームである。部品の特定のための検索機能や各機器のマニュアル、注文履歴や見積履歴にも端末を選ばずに URL より簡単にアクセスできる。さらに、機器の資産管理ツールである OnCare Asset, PM portal, SmartBasket 等の各種ソフトと WebShop との連携により、シームレスに必要な各種部品の価格照会及び発注が可能となっている。



また OnCall.Video を用いれば専門の技術者が世界中の離れた場所にいながら、リアルタイムで現場状況を時間遅れの少なく品質の高い動画で確認することができる。サプライヤまたは社内の知見を画面と現場情報を共有することで迅速に活用し、状況判断・アドバイスによって現場を遠隔サポートするツールである。

(本文 43 ページ)

## 板紙プロセスにおける連携最適化ソリューションのご提案 —制御性改善の新しい取り組み—

横河電機株式会社 IA-PS アナライザーセンター P&W ソリューション統括部  
豊田 敦

紙パルプの製造工程は、複数の連続するプロセスで構成された複雑なプラントである。そのため管理部門もプロセス毎に存在している。このような複雑なプラントの場合、制御ループも非常に多くなるため制御性改善についても管理部門毎での取り組みで終わることが多い。それによりプラントの効率改善に限界が生じている。このような複数の工程から構成されるプラント全体の改善を行うには、膨大なデータを把握した上で、プロセスに存在する要因を特定し、プロセス間の干渉も考慮して最適化を行う必要がある。弊社ではこの課題を解決する為、連携最適化ソリューションサービスを 2019 年より開始した。

同サービスでは、まず現場経験豊富なエンジニアが課題ヒアリングを行い、次にプラントビックデータを用いて要因を特定する。特定した要因に対し最適な制御性改善を提案し、合わせてプロセスシミュレーション技術で改善効果を確認する。事前に効果を確認できるので、安心かつ確実にプラントの操業改善を実施することができる。本稿では同サービスを板紙工程に適用する場合の代表的な手法を紹介する。

(本文 47 ページ)

## 安全性向上と作業性改善を両立するバルメット製品

バルメット株式会社 営業部  
矢口喜洋

大きな事故が発生する背景には小さなヒヤリ・ハットの積み重ねがあり、5S の徹底、改善活動、ヒヤリ・ハット報告の徹底、定期的な安全パトロールの実施を通じて、重大事故に繋がる小さなリスクを未然に排除していかねばならない。一方、作業の種類によっては業務に使用する機材に安全性を依存している為、作業者が機材の操作に十分に注意を払っても、使用する機材起因の事故発生リスクを減らせないものがある。ゼロ災害を目指すためには、安全性の懸念のある設備の改善・更新が必要になり、費用の発生する可能性もある。しかし、プロセスが安全になれば生産性と労働条件は改善する可能性が非常に高く、言い換えれば、効率と安全は密接に関連しており、安全は利益を生むとも言える。

今回紹介する機器の使用パートは、ワインダ（クイックチェンジ式トップスリッタホルダ）・抄紙用具の掛け入れ（シームフェルト／通路の改造／抄紙用具引き入れユニット）・通紙装置と多岐に渡るが、いずれの機器も日々の操業で起こり得る危険な作業の事故リスクを低減させる。本稿では、近年の安全に対する意識と需要の高まりを受けて開発された、作業者の安全性と作業性を大きく向上させる機器とその概要を紹介する。

(本文 52 ページ)

### シリーズ

## 紙が演出した文明史上の交代劇 第 2 部 簡牘から紙へ—中国における発明—

飯田清昭

中国では、前 11 世紀頃から文字が使われだし、歴代王朝は、竹簡・木簡（併せて簡牘と呼ぶ）に執拗に記録を残した。前 5 世紀頃より、哲学（孔子、孟子）、文学が生まれて、それらは竹簡に記録され、その上で議論が

交わされ、簡牘は文明の発展を支えた。ただし、竹簡の巻き物は嵩張り、個人の知識の量は、荷車を単位として、その台数で表現された。

そして、蔡倫が105年に紙を発明したとされている。それまでに、漁網、織物等の廃棄物から紙がつくられていたが、蔡倫は、楮、大麻の韌皮を原料として、上質の紙を製造する技術を開発、その普及に尽くした。この紙が、軽さ、記録密度の高さ、そして、多分、コストメリットから、時間をかけて簡牘に代わり、唐、宋代の文明の発展を引き出す。

社会が拡大し、より文明化すると、紙の需要が増加し、原料が不足しだした。これを補ったのが竹で、後に、楮に取って代わった。竹は、精錬発酵と木灰による煮沸を、楮以上に繰り返すことで、叩解によりパルプになる。原料の豊富さから大量生産が可能で、コスト的に楮に競争できたであろう。竹パルプは楮パルプより短繊維で、平滑で地合の良い紙に仕上がる。宋代から木版印刷が普及し、明、清と最盛期を迎える。この印刷需要が、より適した竹紙への転換を進めたのであろう。

(本文 57 ページ)

## 新入社員歓迎号

- 1 通紙装置の紹介……………深沢宏明
- 6 最新の古紙用パルピングシステム  
—連続式デトラッシュシステム—……………岩谷陽一郎
- 10 新しく、シンプルな方法によるサイジングと抄紙機効率改善  
……………マロウ ステファン, ジョンソン ウィリアム, シャーマン ローラ
- 17 N9 ドライヤー表面コーティングの操業経験……………長井良一
- 21 原質フローにおける設備オーデイトについて……………田中正守
- 25 夏場の紙力剤使用量増加の要因解析……………阿野山恵多, 小林由典, 山本 学
- 30 2020 年度低炭素社会実行計画フォローアップ調査結果（2019 年度実績）と温暖  
化対策関連情報……………先名康治

### 総説・資料

- 48 紙パ技協誌の新たな発展に期待して  
第10回：現代哲学から見た紙の存在理由……………尾鍋史彦
- 52 紙が演出した文明史上の交代劇  
第3部 粘土板が語る歴史……………飯田清昭
- 60 正倉院宝物の中で最も重要な3つの『至宝の紙々』  
～『国家珍宝帳』, 聖武天皇宸筆『雑集』, 光明皇后親筆『楽毅論』～……………辻本直彦

### シリーズ：大学・ 官公庁研究機関の 研究室紹介(139)

- 68 東京農工大学 農学部 環境資源科学科 バイオマス構造機能学研究室

### 研究報文

- 71 アカシア・クラシカルパ材の前加水分解ソーダ蒸解における可溶性アントラキノ  
ン適用の効果……………ウタミ シェルビア プトリ, 谷藤溪詩, アグスタ サモドラ プトラ,  
中川明子, 大井 洋, エヴェリン エヴェリン

### 工場紹介(89)

- 85 王子マテリア株式会社 祖父江工場

### 03 会告

- 70 知財散歩道(131)  
卓球は技術か道具か……………田村 篤

### 90 パピルス

- 2020 Pan Pacific Conference on Pulp and Paper Technology 参加報告  
……………宮西孝則

### 92 内外業界ニュース

### 96 特許公報

### 105 全国パルプ材価格

### 106 統計

### 108 協会だより

## 通紙装置の紹介

株式会社小林製作所 製紙機械設計部  
深沢宏明

近年、通紙システムは、抄紙機的高速化に伴いウェットパートからリールまでの全ての場所における対応と、確実な通紙が求められている。また、通紙時間を短縮することは製品ロスを減らすことに直結し、抄紙機の効率化に寄与できる。簡単な操作で誰もが確実に通紙を行なえるようになれば、省力化（究極的にはこの意味での省人化）につながる。さらに、これらの要求に応えることは、オペレータが通紙テールに触れる機会をできるだけ減らすことになり、安全に直結する。弊社は、抄造品種、操業条件、マシンアレンジメント等を考慮した、抄紙機の各パートにおいて要求される様々なアプリケーションに対応する通紙装置を有しており、いかなる条件においても最適なソリューションを提供可能である。

弊社が日本の製紙業界において長年にわたり蓄積してきたノウハウと熟練技量の結晶である通紙装置と、それを用いたウェットからリールまでの通紙エンジニアリングを紹介する。

(本文1ページ)

## 最新の古紙用パルピングシステム —連続式デトラッシュシステム—

相川鉄工株式会社 技術部  
岩谷陽一郎

これまでのパルパーデトラッシュシステムは、一般的にはバッチ式の処理であった。確実な繊維回収には有効であったが、近年の悪化する古紙原料事情に対応しきれず、パルパートブ内の粗大異物除去効率は低下の傾向であった。今後も、未選別古紙の使用割合は増加していく傾向であると考え、連続式デトラッシュシステムについて提案し、実績を報告する。

パルパーからの連続拔出し・流送には無閉塞ポンプを用いる。揚程が不足する場合は、インペラー部の改良も実施している。送られてきた原料は、縦型デトラッシュ装置・パルソーターにて連続的に処理する。回流を高める事で、軽量異物を中心部に集めて効率よく拔出している。重量異物も下部より排出される。抜き出した軽量異物は、ドラム式マルチウォッシャーにて洗浄。コンパクターの圧縮・脱水を併用すれば、廃棄物処理も容易となる。

家庭紙の原料仕込み工程にて、バッチ式から連続式デトラッシュシステムへと設備更新した結果、1日に8回パルパーよりブローしていたのが0回となり、ブローで発生していた4時間のロスが無くなった。それにより、生産量は13 t/Dから18 t/Dへ増産し、その上で原料仕込み時間は15時間から10時間へと減少している。騒音などの問題から日中の短時間で仕込み工程を終わらせたい都合もあったが、大幅に改善された。この実績より、今後は連続式デトラッシュシステムの普及が進んでいくと考えている。

(本文6ページ)

## 新しく、シンプルな方法によるサイジングと抄紙機効率改善

ナルコ ウォーター  
マロウ ステファン、ジョンソン ウィリアム、シャーマン ローラ

サイジングは様々な紙板紙グレードへ液体耐性を付与する重要な特性のひとつである。過去数十年間に起きたイノベーションにもかかわらず、サイジング性能、抄紙効率、サイズ剤要求度低減、適用時の簡便さに対する要求は依然存在する。これらニーズに取り組むため、本報告はアルケニルコハク酸無水物（ASA）ベースの新しいサイズ剤の開発について概説する。標準サイズ度試験、パイロットスケール試験、リサイクル繊維板紙工場でのいくつかの抄紙機試験を通じて、新しいサイズ剤は少なくとも従来のASAサイズ剤と比べ優れたサイズ性能をもたらすことが確認され、同時に物流負荷も低減した。この新しい技術はサイズ剤使用量全体を少なくし、ま



た関連するサイズ剤の貯蔵と荷扱いをシンプルにすることで、より効率的なサイジングを実現すると考えられる。より長期のフィールド評価、ロジンおよび AKD などの他のサイジングプログラムに対する優位性評価が今後の課題である。

(本文 10 ページ)

## N9 ドライヤー表面コーティングの操業経験

北越コーポレーション株式会社 新潟工場 抄造部 抄造第 7 課  
長井良一

新潟工場 N9 マシンは、2008 年 9 月に営業運転を開始し、12 年が経過。広幅、高速、薄物マシンとして A3 を主品種とした抄造を行っている。近年において設備の経年劣化による、操業トラブル及び品質トラブルが発生するようになってきた。その中でもドライヤーシリンダー表面の状態悪化が原因で、断紙回数増加による操業効率の低下や印刷トラブル発生といった、製品の品質低下が問題となっていた。この問題を解決すべく 2017 年と 2018 年の 2 期に渡り、ドライヤーシリンダー用非粘着コーティング「DryOnyx H」を施工した結果、断紙減少による操業効率の向上、品質トラブル減少の効果が得られた。

N9 マシンのドライヤーシリンダー表面には DryOnyx Z が施工されていたが、数年でコーティングは剥がれ落ち、ドライヤーシリンダー表面に錆が発生し、悪化していくばかりであった。ドライヤーシリンダー表面の健全性を復活させるべく、幾度となくグライNDER や、研磨ドクターなどでドライヤー表面の錆の除去を試みたが、完全な除去とまではいかず、効果として表れなかった。

そこで、ドライヤーシリンダーをラインから取り外さずにオンライン状態のまま短期間で施工可能である、ドライヤーシリンダー用非粘着コーティング DryOnyx H に着目し、施工を実施した。

本稿では N9 マシンの設備概要と、ドライヤーシリンダー用非粘着コーティング「DryOnyx H」施工による操業経験および効果について報告する。

(本文 17 ページ)

## 原質フローにおける設備オーディットについて

株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジー  
田中正守

原質工程の設備オーディットとは、原質工程の機器およびシステム全体の診断を行うサービスである。機器が複雑に構成される原質工程においては、問題の原因を特定することに多くの時間と労力が必要になる。オーディットでは 3 つのステップからなる手順を実施し、問題の原因を迅速に特定し、その改善方法を優先順位に応じて提案する。手順は①現状の確認②サンプル分析③プロセス診断となり、結果は標準化されたレポートによって報告される。このオーディットは国内外での実績がある。国内の事例として、オーディットを実施した結果を元に対策を講じたところ、問題となっていた処理量および粘着異物量が大幅に改善されたという結果が得られている。これはオーディットによる問題の特定が適切であったことを示している。オーディットの診断には弊社独自の原質工程に関するデータベースを利用しており、診断の結果が一般的な状態と比べてどのようなものであるかを判断できる。またシステム全体にとどまらず、単独の原質機器についても同様のオーディットを実施している。特に近年ではパルパ用ギアドライブの診断を多く実施している。老朽化したギアドライブは必要な交換部品の費用や納期が多くかかる。事前に機器オーディットを実施することで、問題が発生する前に必要な部品を手配し交換することが可能となる。このように原質の設備オーディットはシステムおよび機器の問題にとって非常に重要かつ効果的な対策であり、その需要は年々増加している。

(本文 21 ページ)

## 夏場の紙力剤使用量増加の要因解析

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 紙パルプ革新センター  
阿野山恵多, 小林由典, 山本 学

昔からライナー原紙の製造では、年間で紙力剤の原単位が変動する現象が見られていたが、近年になってその変動は大きくなってきており、特に夏場の紙力剤使用量の増加が顕著である。紙力剤の使用量の増加は生産性の低下に繋がるため、紙力剤原単位の季節変動要因の特定と対策が生産現場では重要課題の一つとなっている。強度の発現にはマシン条件、原料自体の強度、紙力剤の定着性、地合などの要素があり、実際の製造現場ではこれらが複合的に働くが、原因は判然としていない。

本報告では、季節の紙力剤原単位変動原因の特定の一助とすべく、当社グループの A 工場を対象に年間を通して原料性状や抄紙系内、地合がどのように変化するか調査を行い、紙力剤の使用量が変動する要因について解析した。その結果、原料性状は年間を通して違いがなかったが、紙力剤原単位悪化時には、抄紙系内状況および地合が悪化していた。抄紙系内状況の悪化要因として、夏場は系内温度が高く、微生物が増殖しやすい環境であったことが挙げられる。微生物の増殖は、系内の酸化還元電位、pH を低下させる。これにより炭酸カルシウムが溶解・微小化し、電気伝導度および濁度を上昇させるため、系内状況が悪化し、薬品の効果が低下したと推定する。また、夏場の水温上昇は、ワイヤー上の急激脱水を引き起こすため、地合悪化を招いたと考える。今回調査した A 工場での紙力剤原単位悪化の主要因は、夏場の系内温度上昇による①系内状況悪化を原因とする薬品の効果低下 ②地合の悪化の 2 つであることが分かった。

(本文 25 ページ)

## 2020 年度低炭素社会実行計画フォローアップ調査結果 (2019 年度実績) と温暖化対策関連情報

日本製紙連合会  
先名康治

日本製紙連合会は日本経団連加盟の他の業界団体と共に、1997 年より環境自主行動計画を策定し、毎年その取り組み状況を公表して来た。2013 年度からは 2020 年度に向けて新たな環境行動計画として「低炭素社会実行計画」を策定し、地球温暖化防止に積極的に取り組んでおり、主な活動目標は以下の通りである。

- ・ 2020 年度に化石エネルギー由来 CO<sub>2</sub> の排出量を、BAU 比（2005 年度の CO<sub>2</sub> 排出原単位基準）で 139 万トン削減する。
- ・ 森林資源の確保と CO<sub>2</sub> 吸収のため国内外の植林事業を推進し、2020 年度までに植林面積を 70 万 ha に拡大する。

2020 年度のフォローアップ調査結果（2019 年度実績）によると、2005 年度の化石エネルギー由来 CO<sub>2</sub> 排出量 2,519 万トンに対し、2019 年度の CO<sub>2</sub> 排出量は 1,658 万トンとなり、2018 年度に対し 4.9%の削減、BAU に対する削減量は 381 万 t/年となり、目標の 139 万 t/年を達成している。また、CO<sub>2</sub> 排出原単位は、2020 年度の目標達成のための 0.849 t-CO<sub>2</sub>/t に対し、2019 年度の実績値は 0.736 t-CO<sub>2</sub>/t となった。これは、各社が省エネルギー対策や非化石エネルギー源であるバイオマス燃料への燃料転換対策等を積極的に推進してきた結果である。

本報告ではこの調査結果を報告するとともに、現在の日本の紙パルプ産業のエネルギー事情や 2021 年度以降の 2030 年度に向けた温暖化防止対策となる低炭素社会実行計画（フェーズⅡ）の概要、さらには温暖化防止対策に関する最近の情報を紹介する。

(本文 30 ページ)

シリーズ

紙パ技協誌の新たな発展に期待して  
第 10 回：現代哲学から見た紙の存在理由

東京大学名誉教授（製紙科学）  
尾鍋史彦

古代ギリシアの時代から現代まで、「存在」という問題は対象が認識できるか否かに関わらず哲学の根本概念であり主題であり続けている。紙という日常的かつ即物的な対象を敢えて「存在」という視点から捉えると何が見えてくるのだろうか。直立二足歩行という動物として優位な特性をもつ人類は道具を生み出し、紙を発明し、機能別に分化させ現代に至っているが、この過程を「存在と生成」という思考の枠組みから捉えてみた。

現代哲学は多様だが、戦後フランスの実存主義、構造主義、ポスト構造主義という変遷の文脈の中で紙という存在を解釈してみたが、サルトルのアンガジュマン（engagement）は実存である人間が対象である紙に働きかけることにより紙を進化させ、また存在理由を *raison d'être*（レゾンデートル）と表現している。ポスト構造主義のレジス・ドブレによるメディアロジーでは思考の対象に紙を取り上げ、「紙の力」（*Pouvoirs du Papier*）として、記号としての文字を支える紙の支持体としての役割を強調し、伝達における歴史性・文化性の維持の重要性を強調し、暗にデジタルを批判しているとも解釈できる。

デジタルが優勢な世界でも記憶を基盤とする知的形成、初等教育、文化の形成には親和性と感情価の高い紙というメディアは今後も不可欠である。紙と印刷の世界へのコンピュータの登場は近代への決別というポストモダンの捉え方があるが、21 世紀になり現代哲学の地殻変動の中から新たな思考の枠組みで「モノの知」を探ろうという動きがあり、新たな紙の捉え方が生まれる可能性がある。

（本文 48 ページ）

シリーズ

紙が演出した文明史上の交代劇  
第 3 部 粘土板が語る歴史

飯田清昭

粘度板（clay tablet）は、メソポタミアで、シュメール人が前 3000 年以上前に、彼らの楔形文字を記録するのに使いだし、地中海とオリエントが一つの文化圏となり、パピルスや羊皮紙にとって代わられる前 3 世紀頃まで、使い続けられた。

シュメールに続く歴代の王朝は、その記録を執拗に粘土板に彼ら自身の楔形文字で彫り込み、文書庫・図書館に保存した。その図書館が破壊・焼け落ちた際、粘土板が焼成されて残った。19 世紀から 50 万点以上が発掘され、歴代の文字が解読され、社会とその文化が明らかにされている。

前 3000 年の粘土板は行政文書と語彙テキストで、王朝は文字により行政をコントロールしようとした。前 2600 年頃より土地・家屋の売買が記録され、文字テキスト（叙事詩、物語等）も出土する。前 2300 年頃より押印文書や手紙につかわれだし、前 2000 年には法典が整備される。文字とその記録媒体を手にしてから、500–1000 年で、思想（哲学）、文学を共有する社会が成立してくる。

メソポタミアでは、文字の使用が広がるにつれ、粘土板の他に、書き換え可能な wax tablet やパピルスも使用する豊かな文字の社会を形成していた。

（本文 52 ページ）

## 研究報文

# Effects of Soluble Anthraquinone Application on Prehydrolysis Soda Cooking of *Acacia crassicaarpa* Wood (アカシア・クラシカルパ材の前加水分解ソーダ蒸解における可溶性アントラキノン適用の効果)

筑波大学 生命環境科学研究科  
ウタミ シェルビア プトリ, 谷藤溪詩, アグスタ サモドラ プトラ, 中川明子, 大井 洋  
リアウ大学 工学部 紙パルプ工学科  
エヴェリン エヴェリン

アカシア・クラシカルパ (*Acacia crassicaarpa*) はインドネシアで持続的に植林可能な資源である。本研究では、150℃で3時間の前加水分解処理および160℃で3時間のソーダ蒸解に可溶性アントラキノン (SAQ: 1,4-ジヒドロ-9,10-ジヒドロキシアントラセンのナトリウム塩) を0.1%添加する方法を用いて、*A. crassicaarpa* 材から溶解パルプを製造する条件について検討を加えた。ソーダ蒸解にSAQを添加した蒸解では、同一のカッパー価 (11 近辺) で比較するとクラフト蒸解よりもパルプ収率が明らかに (1.8%) 高かった。モノ過硫酸を用いる ECF 漂白 (O-D<sub>0</sub>/P<sub>sa</sub>-E<sub>p</sub>-D<sub>1</sub>シーケンス) に対し、ソーダ・SAQ パルプの漂白性は良かった。パルプの $\alpha$ -セルロース含有量、白色度、パルプ粘度、および灰分含有量は、それぞれ 94.1%, 88.1% ISO, 10.3 mPa·s, および 0.02%であり、溶解パルプとして適切であった。

(本文 71 ページ)

## バイオマス／脱プラ特集

- 1 日本製紙江津工場のバイオリファイナーリー状況  
—古くて新しい事業モデル—……………國府裕樹
- 5 エリブラペーパー  
—プラスチック代替エコ素材の特長と用途展開—……………池田 徹
- 8 木質バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスの開発……………田上 歩
- 12 脱プラスチックを可能にする水性紙塗工用エマルジョンの開発……………藤原康史

### 総説・資料

- 17 板紙工場の臭気分析……………三澤 翔
- 22 効果的な防虫対策を設計するために考慮すべき虫の特性……………大庭朋洋
- 27 紙パ技協誌の新たな発展に期待して  
第 11 回：読者から見た紙パ技協誌の存在理由……………尾鍋史彦
- 30 紙が演出した文明史上の交代劇  
第 4 部 エジプト，ギリシャ，ローマの文明を支えたパピルス……………飯田清昭
- 37 大学・官公庁研究機関の研究題目に関する調査結果  
……………紙パルプ技術協会 木材科学委員会
- 44 会社紹介・製品情報 (46)  
シー・テー・高橋株式会社

### 研究報文

- 49 難リサイクル性印刷物の新規判別法の開発とその運用  
……………小泉博比古，瀧瀬 (福岡) 萌，乙幡隆範，後藤至誠

- 03 会告
- 48 Coffee break  
5 年後を読む。翻訳のあり方長期予想……………池田晴彦
- 65 パピルス  
最近の注目特許
- 71 内外業界ニュース
- 75 特許公報
- 84 全国パルプ材価格
- 85 統計
- 87 協会だより



## 日本製紙江津工場のバイオリファイナリー状況 —古くて新しい事業モデル—

日本製紙株式会社 江津工場 技術室  
國府裕樹

身近にある化学製品や燃料は、石油から製造されたものが多くを占めているが、石油資源の枯渇や地球温暖化環境保全の点では、大きな問題を抱えている。このような背景から、近年、生物由来の資源、特に木材をより有効的に利用する取り組みが世界的に注目されている。日本製紙江津工場は、国内で唯一のサルファイト蒸解パルププラントを有し、そこから派生する様々な製品群を生産するバイオリファイナリーが最も進んだ工場の一つであるため、紹介する。

サルファイト蒸解では、セルロース、ヘミセルロース、リグニンの木材主要三成分を比較的分離した状態で得ることができる。主成分のセルロースは、純度が高いことから溶解パルプとして販売し、酢酸セルロースをはじめ、衣料（レーヨン）やセロファン（セルロース）の材料として利用されている。また、ヘミセルロースやリグニンが低含量なため、高白色度であり、粉末セルロースやカルボキシメチルセルロース（CMC）などのセルロース系誘導体の原料として使用、販売している。さらに、CMCはナノファイバー化し、CM化セルロースナノファイバーを生産している。セルロース以外の成分のうち半分は燃料として、もう半分から製品を生産している。ヘミセルロースの分解物は、酵母を生産する栄養源として、リグニンはリグニンスルホン酸塩として生成することから、さらに各種反応を加えて分子量や糖変性物の性質などを調整し販売、各種分散剤やバインダー用途として利用される。当工場は、70年近く前からバイオリファイナリーを実践しており、まさに古くて新しい事業モデルを確立、維持している。今後も、当社スローガンである「木とともに未来を拓く」を実践し、発展、成長し続ける。

（本文1ページ）

## エリブラペーパー —プラスチック代替エコ素材の特長と用途展開—

大王製紙株式会社 技術開発部  
池田 徹

プラスチックは軽くて丈夫な素材として私たちの身近に様々な形で使用されているが、近年その環境への影響が注目されており、脱プラスチックの流れが活発になっている。そのような中、紙の重要性が再認識されてきている。当社では剛性のあるプラスチックに代わる紙としてエリブラペーパーの販売を開始した。エリブラペーパーは紙でありながらプラスチックに近い剛性を持つ高密度の厚紙である。また、優れた生分解性を有しており、プラスチックに比べ環境負荷の低い商品である。

（本文5ページ）

## 木質バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスの開発

日本製紙株式会社 研究開発本部 基盤技術研究所  
田上 歩

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のプロジェクト、「木質バイオマスから各種化学品原料の一貫製造プロセスの開発」において、木材から石油と同等以上の機能を持つ化学品原料を、競争力のあるコストで製造する、一貫製造プロセスの構築を目指して取り組んできた。

本プロジェクトにおいて、成分分離技術として蒸解を選択したが、従来の製紙用途と化学品利用とで最も重要な相違点は、リグニンの利用にある。現状の製紙用パルプの価格は、石油や他のバイオマス原料に対し、競争力を持たない。従って、リグニンを付加価値の高い製品とすることで、パルプの価格を抑えることが必要となる。リグニンの高付加価値用途の1つとして、樹脂への利用を想定し、リグニン純度への配慮から、薬液に硫黄を含まないソーダAQ蒸解を選択し、リグノブースト法によりリグニンを単離し、各種品質変動を調査した。

その結果、各3回のリグノブーストの運転で得られた、スギ、および、ユーカリソーダリグニンの品質に、大きな変動は確認されなかった。また、ユーザー企業の評価においても、処方の調整により目標とするスペックを満たすフェノール樹脂、もしくは、硬質ポリウレタンフォームを得られることを確認した。

リグニンは構造が非常に複雑なポリマーで、工業用途での使用が難しく、膜処理や溶媒抽出等、利用に向け様々な検討が行われている。しかし、本プロジェクトの成果として、ソーダAQ蒸解で得られた黒液から精製したリグニンが、複雑な後処理なく、付加価値の高い樹脂への利用が可能なることを見出すことができた。今後も付加価値の高い分野への供給を視野に入れ、引き続き調査、および、技術開発を進める。

(本文 8 ページ)

## 脱プラスチックを可能にする水性紙塗工用エマルションの開発

星光 PMC 株式会社 樹脂事業部  
藤原康史

海洋プラスチック問題がクローズアップされ、世界中で脱プラスチックの要求が高まっており、日本国内でもストローや菓子袋を始めとした製品の紙化が進められている。プラスチックの紙に対する優位性には液体や気体に対する耐性/バリア性や、薄膜化/接着性等に由来する加工適性が挙げられ、プラスチックと紙を複合化する手法としてポリエチレンラミネートを施した紙製品が広く使用されている。しかしながら、これらのラミネート紙はリサイクルに弊害があるため、欧州諸国を皮切りに、ラミネートから樹脂コートへの代替が求められている。ポリエチレンラミネートは、種々の耐性や加工適性に優れた塗膜物性を有し、食品包装紙等に使用されることから安全性に関しても極めて信頼度が高い材料である。当社では、プラスチックの紙化を目的として、ポリエチレンラミネートを代替可能な紙塗工用エマルションの開発に取り組んでおり、性能面においては耐水性、耐油性、水蒸気バリア性、ヒートシール性の4つについて着目し、安全性においてはアメリカのFDA（食品医薬品局）の21CFR（連邦規則集第21巻）に適合することに焦点を当てて検討を行ってきた。その中で、ポリエチレンラミネートと遜色無いレベルの性能を示す水性紙塗工用エマルションの開発に成功しており、本報では「FDA適合で海外インベントリの適用範囲が広いスチレンアクリルタイプのハイロス-X・NE-2260」、「FDAの用途制限が無く、ヒートシール性に特徴があるオールアクリルタイプのハイロス-X・PE-2273」、「水蒸気バリア性とヒートシール性を示す紙加工用塗工剤XP8812」について述べる。

(本文 12 ページ)

## 板紙工場の臭気分析

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 分析センター  
三澤 翔

悪臭防止法は、昭和46年に制定され、工場その他事業場における事業活動に伴って発生する悪臭について必要な規制を行い、敷地境界線、煙突等の排出口、排水水について規制している。

当社グループの板紙工場において、敷地境界線周辺にて紙の臭いや汚泥臭を感じるがあったため、臭気分析を行い、臭気レベル、臭気原因物質及び臭気発生箇所について調査した。その結果、敷地境界線の大気、放流水の硫黄系化合物濃度は、いずれも規制基準未満であった。工場北側で採取した大気試料の官能評価では紙の臭いを感じ、紙の臭いに特徴的なロンギホレン及びロンギシクレンが吸着捕集-加熱脱着-GC/MSにより検出された。排水処理工程で採取した大気試料は、官能評価で汚泥臭を感じ、硫化水素がGCにより検出され、濃度が比較的高かった。硫化水素は、卵が腐ったような臭いに特徴的な臭気成分である。また、ロンギホレン及びロンギシクレンも比較的多く検出された。臭気原因物質は、硫化水素、ロンギホレン及びロンギシクレンである可能性が考えられた。これらの成分の発生箇所は、排水処理工程であり、風に運ばれて敷地境界線周辺にて汚泥臭、紙の臭いを感じたと考えられた。

工場から発生する臭気は、工場周辺の住民に不快感や嫌悪感を与えることがあるため、自主管理していく必要がある。紙製品の製造において、臭気を管理し、臭気分析を通じて、環境と調和した企業活動を推進していく。

(本文 17 ページ)

## 効果的な防虫対策を設計するために考慮すべき虫の特性

アース環境サービス株式会社 開発本部 学術部  
大庭朋洋

効果的な防虫対策を設計するためには、自工場のどこで、どのような虫が問題となるかを考えることが重要である。自工場の課題に適した対策をしなければ、他工場で有効であった対策をそのまま流用しても効果的であるかはわからない。具体的な対策を計画する前に、リスクアセスメントを実施することが必要である。

リスクアセスメントや対策の設計には、虫の特性を把握しておくことが役に立つ。虫は温度、光、空気の流れ、臭い等の環境要因に対して様々な反応をする。また、発生場所や個体のサイズにも多様性がある。今回、製紙工場で問題となりやすい飛翔虫について、これらの主要な特性についてまとめ、これらの特性から対策設計上の注意点について検討した。

(本文 22 ページ)

シリーズ

## 紙パ技協誌の新たな発展に期待して 第 11 回：読者から見た紙パ技協誌の存在理由

東京大学名誉教授（製紙科学）  
尾鍋史彦

前回は「現代哲学から見た紙の存在理由」と題して記述したが、今回はより具体的に紙パ技協誌に近づける目的で表記の題名とし、編集者と読者の関係を分析してみた。

人間の基本的な高度な精神作用として書く読むという行為があるが、書くという能動的な行為の方が受動的な読むという行為よりも脳内での高次の認知的作業を伴う。人間の認知構造は地球上の 70 億以上の人間ですべて異なり、紙パ技協誌の 2 千名余りの会員の間でも異なる。そのために多種多様な執筆者の記述を編集者が冊子体としての雑誌に仕上げて、その意図や目的が読者に有効に伝わるとは限らない。すなわち読者は誌面が発する記事の内容を感覚器官を通して現象として受け止めても、著者が意図した本質的な意味の理解は容易ではない。そのような中で読者ができる限り有効に雑誌のコンテンツを理解して個人の血肉とし知的成長の糧とするには、事象の見方や判断力を養う必要がある。特に視点がマクロかミクロか、時間軸が短期的か中長期的か、歴史を教訓とするのか、特に時流に載った技術の場合にはセンセーショナルリズムとポピュリズムの中で過大・誇張のレベルを見分け、本質に近づくための読者としてリテラシーが益々必要なのが現代である。

(本文 27 ページ)

シリーズ

## 紙が演出した文明史上の交代劇 第 4 部 エジプト、ギリシャ、ローマの文明を支えたパピルス

飯田清昭

パピルスはエジプトで前 3000 年頃に開発され、ローマ時代まで約 4000 年間使われ続けた記録媒体である。

一度製法が途絶えたが、20 世紀になり復元された。カヤツリグサの茎を縦に削ぎ、発酵精練して、平面に並べ、その上にそれと直角にもう一面並べる。叩解により部分的にフィブリル化させ（細片間に結合力を生みだす）、プレス脱水し、乾燥させる。エジプト王朝は製法を管理し、専売することで大きな利益を上げた。

前 20 世紀頃には、行政文書のほかに、文字テキスト（文学、科学）にも使用され、さらに、パピルスを補うものとして、ostrakon（陶片や石灰岩のフレーク）も日常的に使われ、多様な文字の社会となっていた。

前 10 世紀頃よりギリシャが台頭し、地中海世界が広がると、フェニキヤの交易でエジプトからパピルスがはこばれ、ギリシャ文明を記録媒体として支えた。ローマに覇権がうつると、エジプトのパピルスはローマでも主要な記録媒体であり続けた。

一方、前 3 世紀ころから、羊皮紙が開発され、新しい冊子の形で浸透しだし、5 世紀頃よりパピルスに代わっていった。

(本文 30 ページ)

## 研究報文

### 難リサイクル性印刷物の新規判別法の開発とその運用

日本製紙株式会社 基盤技術研究所  
小泉博比古、瀧瀬(福岡) 萌、乙幡隆範、後藤至誠

近年、印刷物の多様化が進み、系内への UV インキ印刷物等のリサイクル性の低い印刷物混入によるダートトラブルが増えてきている。そこで、それら難リサイクル性印刷物の系内持込み低減のため、リサイクル性の簡易的な判別法 (ATR-IR 法) の開発及び工場での運用を行った。はじめに、各種上物系古紙サンプル (UV インキ、ポリスチレンコート、油性インキなど) について IR スペクトル測定、及びそれら印刷物のラボリサイクル性 (ダートの発生しやすさ) 評価を行った。次に古紙サンプルの IR スペクトルとリサイクル性評価結果とを関連付け、対象印刷物を測定することで従来法よりも精度よくリサイクル性を予測できる ATR-IR 法を開発した。本法は、これまで工場で行っていた UV インキ印刷物の判別法よりも精度の高いものであり、工場の品質管理に貢献できるものと考ええる。当社 2 工場にて本法を用いた調査を行ったところ、工場で使用不可と判定されたベールのうち、7 割以上が UV インキ印刷物であった。古紙発生量が減少していく中、古紙の適切な使用はますます重要となっている。本法の活用も含めて、現場の判別精度を高めることも重要だが、易リサイクル性 UV インキの開発、UV インキを効率的に除去できる工程の技術開発を含め業界を挙げて取り組んでいくことが、今後も重要になると考える。

(本文 49 ページ)



## 省エネルギー特集 I

- 1 第 25 回省エネルギーセミナー開催報告……………紙パルプ技術協会 エネルギー委員会
- 3 川内工場木質バイオマス発電設備省電力への取り組み……………若松 淳
- 8 高効率回収ボイラー (HERB) の操業経験……………吉田勝也
- 13 レファイナー運転時間削減による省エネ……………植山昌彦
- 20 抄紙ワイヤーによる駆動負荷低減事例……………古高 圭
- 25 エコポンプターボの操業経験……………加藤昭雄

### 総説・資料

- 29 川内工場における漂白薬品低減の取り組み……………高田充洋
- 34 八戸工場エアコンプレッサー省エネの取り組み……………小形将一
- 38 アンドリッツの高濃度エバポレーターと HERB 回収ボイラー  
—HD ユニット (超高濃度エバポレータ) による創エネ効果—……………土棚政人
- 42 紙が演出した文明史上の交代劇  
第 5 部 パピルスを引き継いだ羊皮紙……………飯田清昭
- 46 紙パ技協誌の新たな発展に期待して  
第 12 回: 雑誌の質的向上と活性化に必要な情報の双方向性……………尾鍋史彦

### 研究報文

- 51 水性塗料配合用セルロースナノファイバー原料の調製  
—ソーダ・アントラキノン蒸解と過酢酸漂白の適用—  
……………真柄謙吾, 戸川英二, 久保智史, 下川知子

### 工場紹介(90)

- 67 日本製紙株式会社 江津工場
- 03 会告
- 49 知財散歩道 (132)  
東京オリンピック・パラリンピックと知的財産……………今泉隆司
- 50 Coffee break  
フランス・スイスレンタカー周遊の旅 (その 5) ……………豊福邦隆
- 73 内外業界ニュース
- 76 協会保管外国文献標題
- 79 特許公報
- 88 全国パルプ材価格
- 89 統計
- 91 協会だより



## 川内工場木質バイオマス発電設備省電力への取り組み

中越パルプ工業株式会社 川内工場 施設動力部 動力課  
若松 淳

中越パルプ工業株式会社川内工場では2012年7月の「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（FIT法）」施行にあわせ、南九州の豊かな森林資源と操業以来培ってきた木材の集荷システムを活かし、2015年11月から間伐材・一般木材を燃料とした木質100%の木質バイオマス発電設備による発電事業を開始した。

運転開始当初のトラブルや発電出力低下などの問題を解決し、操業を安定させることができたが、更なる売電量増加を目指し、発電設備所内各機器の電力（所内電力）比率を下げる省電力に取り組んだ。

省電力への取り組みとして、①省電力が見込める商用機を選定、インバータ化による省電力、②ファン及びポンプを高効率タイプに取り替えることによる省電力、③各機器の運用設定値最適化による省電力を実施した。その結果、所内電力比率が10.7%から10.1%に下がり、売電量増加を達成した。

本稿では、木質バイオマス発電設備における省電力事項の検討、各機器別の実施事例を述べ、最後に省電力の成果を紹介する。

（本文3ページ）

## 高効率回収ボイラー（HERB）の操業経験

大王製紙株式会社 三島工場 動力部  
吉田勝也

大王製紙三島工場では今回新たに高効率回収ボイラー（アンドリッツ株式会社）を建設し、2020年7月より稼働させている。発電した電力はFIT制度で電力会社へ販売している。

今回の回収ボイラーは黒液濃縮装置で濃縮した78%濃度の黒液を更に85%まで濃縮させるHDコンセントレーター（高濃縮缶）を付属していることが特徴であり、黒液固形物量で1日当たり1,330t燃焼出来る。HDコンセントレーターは既設黒液濃縮装置と分離し、単独での設置とした。燃焼用空気システムには多段燃焼方式を採用し、エマルジョン式黒液バーナーガンや排ガスクーラ等も備えている。また、火炉下部の腐食対策にはコンポジット管（密着二重管）を採用した。

2020年7月3日よりボイラーの営業運転を開始した。営業運転当初は燃焼調整が不十分であり、NOxが高く、また安定的なチャーベット形状を形成することが出来なかったが、燃焼を安定させて計画送電端出力を維持することを目標に調整を行い、その結果として9月以降は操業安定化が図れた。

現在では営業運転から8ヶ月が経過しようとしており、これまでは安定操業を目標に進めてきたが、今後はスメルト還元率や蒸発倍数の向上、アルカリロス低減、節水などの改善と並行して2年間の連続操業にも挑戦していきたい。

（本文8ページ）

## レファイナー運転時間削減による省エネ

王子マテリア株式会社 佐賀工場 工務部  
植山昌彦

王子マテリア株式会社佐賀工場は1, 4, 5マシン計3台の抄紙機を所有している。現在では約99%の原料が古紙であり、ライナー、中芯原紙等の段ボール原紙や特殊板紙などを製造する資源循環型工場として王子マテリアの一翼を担っている。近年、紙面チリに対する評価が厳しくなった為、通常、フリーネス調整の為に使用しているレファイナー（叩解機）を原料内のチリを細分化する為に、運転することを始めた。しかし、レファイナーは設備動力が300kWと大きく、パルプ生産工程の電力原単位を悪化させてしまう。その為、如何にしてレファイナーを運転せずに紙面チリを減らすことができるのか、パルプ処理工程の見直しを進めた。古紙処理工程での

残渣率に着目し、スクリーンを見直すことにより、レファイナーの運転時間及び負荷の削減することができ、さらに工程が改善されたことで日産 75 t の増産に繋がった。その結果、マシン送り量ベースでの電力原単位としては 4.2 kWh/pt の削減となり、電力量に換算すると 423 MWh/ 年の削減となった。

(本文 13 ページ)

## 抄紙ワイヤーによる駆動負荷低減事例

日本ファイルコン株式会社 製紙・機能ファブリックカンパニー技術部  
古高 圭

抄紙ワイヤーはワイヤーパートで使用される用具であり、その役割は①脱水、②紙質形成、③搬送の 3 つである。特に紙質形成に関しては、紙の出来上りを左右する重要な役割であるため要求度は高い。また、坪量範囲が薄物から厚物まで広範囲であることから、脱水や搬送に関しても多様な要求がある。現代では製紙業界における高品質、高生産性への要求が高まり、抄紙機は大型化、高速化へと発展している。抄紙ワイヤーもその要求を満たすべく常に進化し続けている。

現在、パリ協定の温室効果ガス削減や持続可能な開発目標 (SDGs) の経済・社会・環境のバランスの取れた社会を目指すことが、世界共通の目標となっている。国内においても省エネ法により、エネルギー供給の低炭素化や省エネルギーを図ることが企業、社会に求められている。

日本の電源構成の多くは化石燃料に依存しており、燃焼時に CO<sub>2</sub> を多く排出することから、CO<sub>2</sub> 排出量の少ない電源への移行が課題となっている。紙パルプ産業は、消費電力が多く、中低圧蒸気を使用することから熱電併給システムが発達しており、自家発電設備を多く所有している。また積極的に燃料転換投資や省エネルギー投資が行われ、CO<sub>2</sub> 排出量の少ない設備への移行が進められている。

ワイヤーパートにおける駆動電力は年間推定数百万～数億円にもなり、駆動負荷低減は大きなエネルギー削減効果が期待出来る。以前から、ワイヤーによる駆動負荷低減が試されているが、低減効果が認められた反面、寿命の低下が見受けられ課題が残る状況であった。

当社では初期の課題を改善した新たな駆動負荷低減ワイヤーを開発した。本稿では当該ワイヤーによる駆動負荷低減事例を紹介する。

(本文 20 ページ)

## エコポンプターボの操業経験

レンゴー株式会社 八潮工場 製紙部 製紙第一課  
加藤昭雄

近年、環境に対する企業活動の重要性が求められており、我が社でも環境への取組みを最重要課題として 2030 年度までに 2013 年度比 26% CO<sub>2</sub> 排出量削減の中期目標を掲げている。

この目標を実現するために八潮工場では省エネ機器を積極的に導入してきた。しかし抄紙機で使用している電力の約 2 割にあたる真空装置に関しては既存設備のまま使用しており、省エネがまったく図れていなかったが、今回導入したエコポンプターボはインバータにより回転数を可変コントロールすることで真空調整が容易であり、真空機器で使用している動力を大幅に削減できる可能性を秘めている。

1 号抄紙機に国内初号機となるエコポンプターボを設置し、2020 年 1 月から稼働しているが、ルーツポンプ 3 基で運転していたプレスパートの真空を、約半分の 257 kW の動力でエコポンプターボは補っており、大幅な省エネ効果を得ることができた。

(本文 25 ページ)

## 川内工場における漂白薬品低減の取り組み

中越パルプ工業株式会社 川内工場 原質部  
高田充洋

紙パルプ業界を取り巻く環境は、国内の人口減少や紙から電子媒体へのシフトによる構造的要因などによって厳しい状況が続いており、製造現場ではより一層のコスト削減が求められている。

中越パルプ工業（川内工場のクラフト製造ラインは連釜系列（LBKP）とバッチ釜系列（NUKP, NBKP）の2系列を有しており、連釜系列の漂白工程はD<sub>0</sub>-EP-D<sub>1</sub>の3段シーケンスとなっているが、漂白薬品コストが高いことが課題となっていた。この要因としては、ヘキセンウロン酸除去に有効であり二酸化塩素削減効果も高いとされている酸処理段を有していないこと、また、最終パルプ白色度が下限割れをしないよう安全サイドで操業し、規格よりも高い白色度になっていることが挙げられた。さらに、当工場では連釜でのカップー価変動が大きく、設備容量の小さい酸素脱リグニン設備や漂白設備では変動を吸収しきれず、最終白色度の変動幅が大きい状態であった。

そこで、これらの問題を解決する手段として、2つの取り組みを実施した。1つ目に国内初の実機適用となったD<sub>0</sub>段二酸化塩素 / モノ過硫酸併用添加である。D<sub>0</sub>で使用しているpH調整用の硫酸の一部をモノ過硫酸に置き換えることで、二酸化塩素の削減に寄与した。2つ目に漂白負荷計とモデル予測制御を導入し、漂白工程の最適化を図ることで、漂白薬品コスト削減に加え、白色度の平均値を0.4ポイント、標準偏差を0.13、規格外率を50%（従来比）改善することができた。

この2つの取り組みによって二酸化塩素を17%、苛性ソーダを23%、過酸化水素を4%削減した。本稿ではモノ過硫酸、モデル予測制御の導入から安定操業に至る経験について報告する。

（本文 29 ページ）

## 八戸工場エアコンプレッサー省エネの取り組み

三菱製紙エンジニアリング株式会社 保全部  
小形将一

近年、環境に対する企業活動の重要性が求められており、三菱製紙グループでも環境への取り組みを重要課題として総エネルギーと化石燃料エネルギー消費量の削減に取り組んでいる。製造工場での総消費電力において大きな割合を占めるとされるコンプレッサーには大きな電力削減の余地があると考え、需要変動に関わらず常時5台運転されていたコンプレッサーに対して総合監視と自動制御を実現する台数制御システムを導入することにより、コンプレッサーでの消費電力を大きく削減することができた。

コンプレッサーが分散配置されている場合、設備の運転状況を確認してからコンプレッサーまで移動して操作するというプロセスが必要となるが、移動している間に運転状況が変化する場合があり手動で適切な運転管理を行うのは困難である。工場内各所の圧縮エアの状況を総合的に監視・制御するシステムを導入して見える化と自動化を進めることができれば、エアの需要に合わせてコンプレッサーの運転台数を適切にコントロールすることが可能となり、コンプレッサーによる消費電力を最適化して大きな省エネ効果を得ることができる。本稿では台数制御システム導入による省エネの取り組みとその効果について報告する。

（本文 34 ページ）

## アンドリッツの高濃度エバポレーターと HERB 回収ボイラー —HD ユニット（超高濃度エバポレータ）による創エネ効果—

アンドリッツ株式会社 技術営業部  
土棚政人

クラフトパルプ製造工場は、個々のプロセスからなる製造ラインを融合、最適化することで、省エネルギー、

創エネルギーが可能である。「回収プロセス」における超高濃度エバポレーター（HD ユニット）と高効率回収ボイラー（HERB）の融合化について紹介をする。アンドリッツは超高濃度エバポレーター（HD ユニット）と高効率回収ボイラー（HERB）の融合化による熱回収と発電量の最大化を開発納入し、海外だけでなく、国内でも超高濃度エバポレーターと高効率ボイラーを納入している。

HD ユニットで濃黒液を更に 85%まで濃縮する技術は、アンドリッツ社のリカー・ヒート・トリートメント（LHT）による黒液粘度の適正な制御、晶析技術によるラメラ洗浄頻度の最適化に依る。

HD ユニットでの黒液蒸発熱源は、タービン抽気あるいは系外中圧蒸気を使用するが、高温コンデンセートとして回収ボイラー復水タンクへ熱源回収を可能とする。HD ユニットからの発生ペーパーはタービン復水を HD ユニットのコンデンサーで加熱し回収ボイラー給水タンクへ熱源回収をする。HD ユニットと回収ボイラーを融合化することにより発電量を最大に高める事が出来る。

アンドリッツの HD ユニットは黒液を～ 85%の高濃度にすると共に高濃度の黒液を燃焼する HERB 回収ボイラー技術確立し、高い発電効率を可能にしている。本稿は、その取り組みにおける融合化した最新エネルギー技術について記述したものである。

（本文 38 ページ）

## シリーズ

### 紙が演出した文明史上の交代劇 第 5 部 パピルスを引き継いだ羊皮紙

飯田清昭

羊皮紙（parchment and vellum）は、羊、子牛、山羊等の動物のなめさない（untanned）皮から作られた記録媒体で、2000 年間以上使われた。Vellum は、子牛や子羊のような若い動物から作られた高級品である。

皮に文字を書くことは古くから行われてきた。前 3 世紀に、ペルガモン（Pergamon）が、エジプトのパピルスの禁輸に対処するため、代替として羊皮紙の大量生産技術確立したとされている。労力を要するのは皮を削ぐ工程で、紙やパピルスの叩解作業と対比される。

パピルスにくらべ、薄く、強靱で、両面に記録でき、冊子に仕上げる事ができる。湿度により変形しやすいのが欠点であった。

ローマ社会において、ペン書きのパピルスのスクロールに徐々に置き代わっていった。その後、中世になると、イスラム経由でつたわってきた紙に置き換えられていくが、その強靱さゆえに貴重書に使われた。しかし、ヨーロッパは宗教改革と共に紙の時代に入る。

（本文 42 ページ）

## シリーズ

### 紙パ技協誌の新たな発展に期待して 第 12 回：雑誌の質的向上と活性化に必要な情報の双方向性

東京大学名誉教授（製紙科学）  
尾鍋史彦

前回は紙パ技協誌の編集側と読者側の関係に関して考察を行った。雑誌の編集は単行本の編集ほど単純ではなく、ある趣旨の下で集めた多様な原稿をバランスよく魅力的に配置し、出版にこぎつけるまでには複雑な作業の工程があり多くのエネルギーと使命感を必要とする。

しかし情報の受け手である読者に雑誌が届けられても内容に対する率直な感想や批判など批判精神を発露する場が現状では明確には存在しない。

一般に批判精神は危機的状況にあるほど発揮され、その時代の社会の変革をうながし危機を脱出してきたという歴史的事例が数多く存在する。21 世紀に入り紙を中心とするモノづくり産業から総合バイオマス産業への転



換という大きなパラダイムシフトを成し遂げた製紙業界だが、コロナ禍も加わり将来は相変わらず不透明である。このような状況においてこそマスメディアによる経済的・市場の数値を基にした皮相的な業界分析だけでなく、業界の内外において次の成長につながる前向きな批判的精神が発露された分析がなされるべき時代といえる。すなわち紙パ技協誌は編集側と読者側の間でできる限り情報の対称性が確保された“双方向性 (bidirectionality)”の雑誌に転換すべき時期にあるのではないだろうか。

(本文 46 ページ)

## 研究報文

### 水性塗料配合用セルロースナノファイバー原料の調製 ーソーダ・アントラキノン蒸解と過酢酸漂白の適用ー

国立研究開発法人 森林研究・整備機構  
真柄謙吾, 戸川英二, 久保智史, 下川知子

森林総合研究所では、セルラーゼで処理されたパルプのビーズミルによる湿式解砕プロセスにより調製したセルロースナノファイバー (CNF) のいくつかのアプリケーションを開発した。その中で、木材塗料用の下塗り塗料に CNF を添加すると、塗膜の耐候性が向上することが解った。しかし、CNF を下塗り塗料に添加して均一なブレンドを作成するとき、CNF スラリーの高粘度は解決すべき大きな問題となった。そこで、本研究では、CNF の添加濃度を下げずに CNF スラリーの粘度を下げるため、ソーダアントラキノン (AQ) 蒸解により低粘度パルプを調製した。さらに、酸素、過酢酸、アルカリ性過酸化水素により多段漂白し、白色度 73% から 81% ISO の範囲でパルプ粘度を約 3 mPa・s まで低下させた。また、製紙メーカー以外の業種で CNF 用低粘度パルプを簡易に小規模製造するため、ソーダ AQ 蒸解と過酢酸の 1 段漂白による簡略化プロセスを検証し、白色度 73% ISO、粘度 3.7 mPa・s のパルプを得た。

(本文 51 ページ)



### 省エネルギー特集Ⅱ

- 1 14 M/C ドレネージシステムへのサーモコンプレッサー導入による省蒸気  
……小林寛二
- 5 製紙工場ドライヤーフード内照明  
—超高温多湿対応 LED の開発—……船ヶ山保幸
- 10 新潟工場節水活動の取り組みについて……行方陽介
- 14 スマートポンプ導入による工場給水装置の省エネ実現……大村信夫
- 18 熊谷工場における省エネルギーの取り組み……宮崎達弥
- 23 富岡工場における省エネルギーの取り組み……新居雅史

- 総説・資料
- 28 「ナノ密着技術」と「塗着補強技術」で、世の中の「困った…」を解決  
……渡邊洋平
  - 31 自動通紙装置導入による操業経験……河野真由美
  - 35 操業安定化に向けたクリタの水処理総合ソリューション  
……賀川泰裕, 桂 仁樹, 駿河圭二, 三枝 隆
  - 41 紙が演出した文明史上の交代劇  
第 6 部 シルクロード, インドと東南アジア……飯田清昭
  - 50 紙パ技協誌の新たな発展に期待して  
第 13 回: 情報の編集という原点から考える雑誌の新たな可能性……尾鍋史彦

シリーズ: 大学・  
官公庁研究機関の  
研究室紹介(140)

- 54 秋田県立大学 木材高度加工研究所

- 研究報文
- 56 粒子状セルロース複合体を IJP 等で付与するための微小化の検討  
……奥田貴志, 尾崎 靖

- 工場紹介 (91)
- 71 王子エフテックス株式会社 中津工場

- 03 会告
- 75 パピルス  
最近の注目特許
- 83 内外業界ニュース
- 87 特許公報
- 96 全国パルプ材価格
- 97 統計
- 99 協会だより

## 14 M/C ドレネージシステムへのサーモコンプレッサー 導入による省蒸気

日本製紙株式会社 富士工場 工務部 工務課  
小林寛二

日本製紙富士工場のライナー抄紙機である 14 号抄紙機では、製品の薄物化傾向に伴い、ドレネージの運転圧力が低下しており、群間差圧の確保等の調整が難しくなっている状況にあった。そのため、14 号抄紙機では各銘柄において 2 群フラッシュ蒸気をコンデンサーへ逃がして操業しており、蒸気のエネルギーロスが発生していた。加えて 4 群の群内差圧を 3 群との群間差圧で調整していることによって、ブロースルスチーム量が多くなり、蒸気のエネルギーロスが発生していた。

そこで、2 つの改造を行うことで蒸気のエネルギーロス改善を図った。1 つがサーモコンプレッサーを 2 群に設置する改造である。サーモコンプレッサーは、低圧蒸気の熱エネルギーを損失しないで有効活用することができ、通常のドレネージシステムにおけるドレンの安定排出に必要な差圧確保の制約を排除することができる。もう 1 つの改造が 4 群の出口側に差圧用コントロールバルブを設置する改造である。差圧用コントロールバルブを設置することでブロースルスチーム量の削減とバルブ前後の差圧によるフラッシュ蒸気的发生によって、省蒸気に繋がった。

改造後、省蒸気効果と蒸気効率の向上を図ることができ、省蒸気効果では改造後の使用蒸気量が改造前に比べ、約 1 t/h ほどの効果を得ることができた。蒸気効率の観点では改造後約 2% ほどの向上を図ることができた。

(本文 1 ページ)

## 製紙工場ドライヤーフード内照明 —超高温多湿対応 LED の開発—

株式会社共立電照  
船ヶ山保幸

地球温暖化防止、環境保全への取り組みが注視される中、長寿命、低消費電力、かつ製品に水銀を含まないという優れた環境特性を有する LED 照明が注目を浴びている。

製紙工場においても従来の水銀灯から LED への切り替えが推進されているが、耐熱性及び耐湿性から全プロセスへの導入は困難であった。なかでも製紙工場のドライヤー工程は温度 90 度 ± 5 度、湿度 90% と一般的な LED 照明には極めて過酷な条件であり、現地テストにおいては LED 照明本体の異常、電源装置のトラブルなどが数か月の連続点灯で発生していたため、本採用には至っていなかった。当社は数年前から自社内テストに取り組み耐熱 70 度 LED 照明の製品化に成功していたが、耐熱 70 度仕様ではボイラー室など高温室への対応が限界であり、耐熱 80 度～100 度の領域では LED 照明本体及び電源装置に不備が生じる事が懸念された。2019 年春より王子マテリア株式会社様の協力を頂き、ドライヤーフード内 LED 照明『耐熱 100 度、耐湿度 95% LED 照明の開発』を目標に掲げ、断熱システムや耐久性に関して従来の耐熱型 LED 照明からの脱却を図ることで『特殊構造 LED (電源装置別置型)』の製品化に至った。2019 年 5 月より実機テストを開始し、当社第一目標の 12 ケ月連続点灯を達成した (12 月 20 日現在は 19 ケ月連続点灯中)。

現在は連続点灯 2 年を第二目標に掲げ、抄造条件の異なる種々の抄紙機における事例を重ね、ブラックボックスであったドライヤーフード内に LED 照明を導入する事で、製紙会社の安全、環境、省エネに対して貢献したい。

(本文 5 ページ)

## 新潟工場節水活動の取り組みについて

北越コーポレーション株式会社 新潟工場 安全環境管理室 環境管理課  
行方陽介

北越コーポレーションでは、環境に対する考え方として、環境に与えるあらゆる負荷を最小限にする「ミニマム・インパクト」を掲げている。これまでに地球温暖化対策として二酸化炭素排出量の削減や大気汚染対策、水質汚濁対策を実施し、ミニマムインパクトミルの構築を目指してきた。特に、基幹工場である新潟工場では、その規模が大きいことから、全工場をリードする各種の取り組みや設備投資を積極的に実施してきた。節水についてもその考え方は同じである。新潟工場では2017年12月から節水プロジェクトを立ち上げ、全部門横断型の協力体制での節水活動に取り組んだ。中でも節水効果の高かった取り組み内容として、9号抄紙機に2次水フィルター増設を行い、2次処理水の精製量の増加により補給していた工業用水の削減と、5号抄紙機にマイクロフィルター導入を行い、1次処理水の精製を行い、利用箇所を増やすことで使用していた工業用水の削減を行った。これらの設備の導入により、工業用水使用量を9号抄紙機では約15%、5号抄紙機では約20%節水できた。加えて、工業用水の目標使用量を定め、目標との差異を点検する仕組みを導入したことについて報告する。

(本文 10 ページ)

## スマートポンプ導入による工場給水装置の省エネ実現

グルンドフォスポンプ株式会社  
大村信夫

当社はデンマークに本社を置くポンプメーカーで、全世界で年間生産1,600万台を誇り、55か国で販売拠点を構えている。1945年の創業当時からサステナビリティに重要な価値を見だし、安全な水の供給と省エネルギーへの取り組みを続けてきた。当社が2015年に国連で採択されたSDGsの理念に基づき導入したスマートポンプは、目標13「気候変動に具体的な対策を」に寄与する省エネ製品である。当社が1973年に世界で初めて導入した立形多段うず巻ポンプに、ポンプの最適運転を可能にする制御コントローラ機能をポンプに搭載し、無駄な水消費だけでなく、ポンプシステム全体の最適化を実現し、省エネルギーに貢献する。また、電動機部は高効率電動機(IEC規格に基づく最高効率レベルIE5相当)で、エネルギー消費量を削減し無駄な水消費を抑えて最適なポンプ運転ができる「省エネ設計」となっている。

当社のスマートポンプは、制御盤の機能をポンプ内に集約し、搭載されている制御コントローラに接続したセンサや外部入出力信号を介して、ポンプの制御(圧力一定、流量一定、水位一定、温度一定など)が可能である。今回は、圧力一定制御による最適運転流量停止機能を使い、負荷の変動に応じて必要なポンプ運転台数の制御が可能な台数制御を活用した。この制御により、工場内の給水の必要、不必要に応じてポンプは自動的に起動・停止し、給水システムの電力消費量及びCO<sub>2</sub>排出量の大幅な削減を実現した。

(本文 14 ページ)

## 熊谷工場における省エネルギーの取り組み

リンテック株式会社 熊谷工場 工務部 原動課  
宮崎達弥

地球温暖化対策の具体的な活動が各国に求められている。日本政府は「2030年までに2013年度比でCO<sub>2</sub>を26%削減する」という方針を出している。その実現のために、企業に対してもCO<sub>2</sub>削減努力を強く求めている。

熊谷工場ではCO<sub>2</sub>排出量削減の取り組みとしてコージェネレーションシステム(以下CGS)の更新と燃料固形化設備の更新を実施している。CGSの更新において、高効率のガスエンジンCGSを選定したが、大量に発生する温水の利用先のない当工場では、温水から蒸気を発生できる全蒸気回収型ガスエンジンCGSを採用した。また、導入にあたりプラントメーカーとエネルギーサービス契約を活用することで初期投資をゼロにすることができ、運用面では定期整備や故障対応も円滑な体制が取れている。

また、熊谷工場では自家発生損紙や関東の自社工場等から受け入れた紙屑を、燃料固形化設備にて固形燃料化し焼却炉ボイラーで燃焼させて蒸気を発生、工場内の各工程へ送っている。老朽化により処理能力が設置当初の3割まで低下した燃料固形化設備を省エネタイプの設備へ更新したことにより、処理能力の回復と共に電力の削減が図れた。さらに、燃料供給不足により停止せざるを得なかった焼却炉ボイラーが連続運転することができるようになり、貫流ボイラーの燃料削減といった省エネに繋がった。

本稿では、エネルギーサービス契約によるガスエンジン CGS 導入効果と燃料固形化設備更新による省エネ・省 CO<sub>2</sub> 事例を紹介する。

(本文 18 ページ)

## 富岡工場における省エネルギーの取り組み

王子製紙株式会社 富岡工場 施設部  
新居雅史

2008 年のリーマンショック以降、紙の国内需要は回復せず、さらに ICT 化の進展や安価な輸入紙流入増加の影響から製紙業界を取巻く環境は厳しい状況が続いている。印刷用紙が主力製品である王子製紙(株)富岡工場を取巻く環境が厳しさ増す中、省エネ活動は CO<sub>2</sub> 削減のみならず工場収益を支える大きな柱となっている。

近年、設備投資が抑制される傾向の中、新規案件の発掘が困難となっているが、工場の末端までの全従業員の省エネに対する意識レベルを引き上げ、過去案件の深掘りや他工場・他社における省エネ事例の水平展開を行うなどの草の根活動に工場一丸となって取り組み工場収益に寄与している。

本稿では、富岡工場の省エネ活動の取り組みと 3 件の省エネ事例について紹介する。

(本文 23 ページ)

## 「ナノ密着技術」と「塗着補強技術」で、世の中の「困った…」を解決

株式会社染め Q テクノロジー  
渡邊洋平

染め Q テクノロジーは独自の技術である「ナノ接着技術」と「塗装補強技術」により、世の中の「困った」を解決してきた。まず、「ナノ密着技術」では、塗料の粒子のナノサイズ化と、表面張力を低下させたことの二つの効果により、11.3 N/mm<sup>2</sup> もの強い密着力を発揮することができる。また、「塗着補強技術」は、2 液反応型のエポキシ樹脂塗料で 66.6 N/mm<sup>2</sup> もの曲げ強度で躯体を補強することができる技術となる。この二つの技術により、劣化したコンクリートや鉄部などの補強・長寿命化が可能となる。また、劣化した物を交換せずに塗装するだけで補強することができるため、無駄な産業廃棄物が発生しない、かつ、大幅なコスト削減を実現させることができる。さらに、油でも塗装できる床用塗料やケレンを必要としない防錆塗料など、ニッチ分野でも幅広く活用されている。すでに多くの実績があり、民間だけでなく公共事業にも拡大している。

(本文 28 ページ)

## 自動通紙装置導入による操業経験

レンゴー株式会社 八潮工場 製紙部 製紙第一課  
河野真由美

抄紙機における通紙作業は、熟練の技術を身に着けたベテラン社員の減少により若手への技術伝承がなかなか上手いかず、経験を頼りに稼働させていたことが難しくなっているのが現状で、時間を要することが多々発生していた。また今後の労働力不足を解消するためにも、現場で女性が活躍できる環境改善および省力化を進める必要がある。そこで、ロープレス通紙装置を技術検討し、シングルカンバスランのパートでも既設ドライヤーをバキュームロールに入れ替えることなくそのまま使用できるという点でバルメット社製の自動通紙装置を



導入するに至った。

今回、プレスパートおよびドライヤーパートに自動通紙装置を設置したことで、ボタン操作のみで通紙が可能となった。通紙時間はプレスからドライヤー出口まで失敗無しで約2分、長くても5分程度で通紙が行うことが出来、さらにキャリアロープが無くなったことで交換作業や点検作業が無くなったことも大きな利点である。ただし、通紙の成功率を上げるためには、通紙作業前の坪量水分調整や通紙装置のドクター刃のチェックが非常に大切であることがわかってきた。本稿では、各パートの自動通紙装置の構造や導入後の報告、今後の課題について報告する。

(本文 31 ページ)

## 操業安定化に向けたクリタの水処理総合ソリューション

栗田工業株式会社 プロセスソリューション推進部  
賀川泰裕, 桂 仁樹, 駿河圭二, 三枝 隆

抄紙工程で使用されている多量の水は、原料古紙の変化や抄紙条件の影響を受け、水質が大きく変動する。特に、古紙中に含まれている澱粉は微生物の栄養源となるため、従来よりも微生物起因の問題が発生しやすくなっている。また、原料中に含まれる灰分や微細繊維の増加は、抄紙工程だけでなく排水工程へ影響を与えてしまうケースが少なくない。

当社は、これら水質変動に着目し、変化した水質や操業状況に合った最適な水処理手法を提案することが出来る。さらに、水質と操業との相関解析から最適な水質管理・操業安定化に貢献する「S. sensing®」システムを開発し、原料・抄紙・排水工程へ適用している。

本報では、まず古紙原料の変化によって生じる問題について述べる。次に、無機スライムコントロール剤とエアレーションを併用した効果的な微生物コントロール手法や、水質の変化に追従した最適なウエットエンドコントロール技術、S. sensing®を用いた水質管理手法などの解決方法を紹介する。そして、原料工程・抄紙工程の水質管理が、排水工程まで含めた工場全体の操業安定化に寄与する事例について報告する。

(本文 35 ページ)

## シリーズ

### 紙が演出した文明史上の交代劇 第6部 シルクロード、インドと東南アジア

飯田清昭

中国で3-4世紀に普及しだした紙は、周囲に広がっていく。西へは、古来の通商路であるシルクロードに沿って伝播していった。楼蘭文書(3-6世紀)は、漢語で書かれた多量の木簡と少数の紙文書であったが、敦煌文書(5-11世紀)では、紙文書で、唐代の大量の写経(紙は楮から作られている)の他に、シルクロードの民族が紙にそれぞれの言語で記録を残している。数世紀の間に、民族の言語を表す文字を生みだし、それを記録する文明を、紙が一気に広げたと理解する。この紙の普及に大きく寄与したのは仏教で、その經典の書写、翻訳が中国からシルクロードを一つの文化圏にした。

インドでは、紙は北西部にイスラム王国から8世紀頃に伝わり、15世紀頃に大きな産業になったとされている。一方、中国から多くの仏教僧達が北東部のナーランダへ經典を求めて訪ねている。その一人の義浄は7世紀のインドの仏教社会での紙の使用を記述している。

シルクロードと共に、中国南部からマレー半島を廻り、インド洋さらにはアラビヤ海に達する海路も重要な通商路であった。法顯(4世紀)、義浄(7世紀)はその海路を利用している。7世紀には、スマトラでは、インドからの仏教と中国からの紙が融合した仏教社会を作っていた。

(本文 41 ページ)



## シリーズ

## 紙パ技協誌の新たな発展に期待して

### 第 13 回：情報の編集という原点から考える雑誌の新たな可能性

東京大学名誉教授（製紙科学）  
尾鍋史彦

情報の編集という雑誌の原点を考えると、雑誌は情報を編集した冊子体としての静的な物理的実体である。一方読者である人間は生命体であり、誕生時にホモサピエンスとしての遺伝情報や親から引き継いだ遺伝的形質に基づく生得的な情報を持ち、さらに成長過程で学習や経験で獲得した習得的情報を無意識の内に巧みに編集した形で保持している。このように情報編集体である読者個人の情報は日々変化し動的であり、読者全体は多様性に富んでいる。

このような状況の認識の下で雑誌を編集する必要があるが、編集側は集めた記事を単に配列する（compile）よりも編集（edit）による付加価値と魅力の向上を心掛ける必要がある。

雑誌の存在価値の維持のためには時代が変遷しても普遍的に重要な事項がいくつかあり、それらは多様性、倫理性、新規性などの維持である。紙パ技協誌のイノベーションの方法を具体的に考えると、紙パルプ技術協会が生み出す情報は定時総会議案書に見られるように多様かつ膨大であり、どれを会誌に載せるかの取捨選択が重要となり、それにより生み出された新たな余白のページが雑誌としてのイノベーションのための場になるのではないだろうか。

（本文 50 ページ）

## 研究報文

## 粒子状セルロース複合体を IJP 等で付与するための微小化の検討

独立行政法人国立印刷局研究所  
奥田貴志、尾崎 靖

セルロースナノファイバー（以降、CNF）は、木材等のパルプを微細に解繊して得られたナノファイバーであり、有用な新規材料として期待されている。一方、偽造防止技術を強化するために、様々な機能性材料を用紙に付与している。

新規機能性用紙を開発するために、CNF と機能性材料を混合し、スプレードライ装置で処理した。結果として、CNF と機能性材料が一体化した粒子状セルロース複合体を製造することができた。

この研究において、効率的に粒子状セルロース複合体を用紙に付与するために、インクジェット印刷（IJP）法を適用した。IJP で粒子状セルロース複合体の液滴を塗布するためには、粒子サイズが小さく均一であることが重要である。異なった解繊度の CNF を用いて作製した三種類の粒子状セルロース複合体を評価した。

結果として、TEMPO 酸化 CNF から作製した粒子状セルロース複合体の粒子サイズが最も小さく、均一であった。しかし、TEMPO 酸化 CNF から作製した粒子状セルロース複合体は水の中でゲル化した。そのため、IJP の吐出液は溶剤系の液とした。その結果、粒子状セルロース複合体の液滴は IJP で安定的に吐出でき、用紙に強く定着した。

IJP で吐出できたことから、今後この方法を用いて可変セキュリティへの応用が期待できる。

（本文 56 ページ）

## パルプ特集

- 1 第26回パルプ技術セミナー開催報告……紙パルプ技術協会 パルプ技術委員会
- 4 蒸解・漂白を有機化学的に考える……松本雄二
- 11 パルプ化工程における触媒技術の応用  
一触媒型蒸解促進剤への応用開発……田中多加志, 山田理生, 岩山 駿
- 21 古紙原料の品質低下に対する設備的な対応……浦田治朗
- 26 キルンの操業診断による操業改善事例……井上 清
- 32 KP 設備に用いられる材料の変遷……毛受正治
- 35 クラフトパルプ工場におけるバイオプロダクト生産……大森一則
- 39 第1回パルプ基礎講座 開催概要報告

## 総説・資料

- 40 一更なる高みを目指して！—  
創業から引き継がれし NISSIN-PCM (日新ピッチコントロールメソッド) による  
操業安定への躍進的ケミカルアプローチ……谷野 修
- 45 紙が演出した文明史上の交代劇  
第7部 朝鮮半島, ベトナムそして日本……飯田清昭
- 49 紙パ技協誌の新たな発展に期待して  
第14回: 二面性をもつ紙パ技協誌においてどのように多様性を維持するか……尾鍋史彦
- 53 製紙業界の古紙利用率次期目標について……奥田辰幸

## 研究報文

- 59 ソーダ・アントラキノン蒸解スギパルプより酵素処理と湿式解砕で調製した  
セルロースナノファイバーの安全性評価試験  
……下川知子, 眞柄謙吾, 野尻昌信, 林 徳子

- 03 会告
- 57 知財散歩道 (133)  
なぜ起こる? 共同発明の権利化を巡るトラブル……岩間大輔
- 58 Coffee break  
正倉院文書～現存する我が国最古の戸籍～……辻本直彦
- 76 パピルス  
大学図書館における紙資料の劣化と保存……江前敏晴
- 82 内外業界ニュース
- 86 特許公報
- 96 全国パルプ材価格
- 97 統計
- 99 協会だより

## 蒸解・漂白を有機化学的に考える

東京大学 名誉教授  
元 東京大学 大学院農学生命科学研究科 木材化学研究室  
松本雄二

(本文 4 ページ)

## パルプ化工程における触媒技術の応用 —触媒型蒸解促進剤への応用開発—

日華化学株式会社 界面科学研究所 商品開発研究部  
田中多加志, 山田理生, 岩山 駿

再生パルプの利用を促進することは、持続可能な社会の実現を目指す上、地球温暖化防止、森林資源を保護など環境保護の観点からも重要なことである。そのため、製紙業界では古紙利用率の向上に努めている。

一方、脱墨パルプに対する要求レベルはより高度化しており、脱墨パルプの品質を維持することが重要になってきている。

古紙を使って紙を製造する際にピッチ（チリ、汚れ）と称される物質が発生する。ピッチとなる成分としては様々なものがあるが、例えば、郵送伝票の接着剤、背糊、塗工薬剤に含まれる樹脂成分などが挙げられる。このピッチは、紙への付着、または、熟成タワー、濃縮機、ロール、ドライヤー等の紙の製造装置に付着し、その付着した蓄積物が脱落して紙へ再付着することにより、紙の品質低下や断紙の発生による生産性・作業性低下等の障害を引き起こす。

特に古紙再生工場では、ピッチ（チリ、汚れ）の問題は、高い頻度で発生しており、これらピッチの問題を解決する方法として、製紙業界より長年にわたりピッチコントロール剤の開発が要望されている。

今回、第 22 回（2016）パルプ技術セミナーで提案した『カタライザー型脱墨剤』の触媒技術を応用して、樹脂を分解することによって、ピッチの溶解を促し、巨大化を防止できる『ハイドロライズ型ピッチコントロール剤』を開発した。

また、開発を通してこのような触媒技術が木材チップによるパルプ化工程にも応用できることを見出しており、蒸解工程における蒸解促進効果と併せてピッチコントロール効果を有する『エステル分解型蒸解助剤』開発の一端も紹介する。

(本文 11 ページ)

## 古紙原料の品質低下に対する設備的な対応

相川鉄工株式会社 技術本部  
浦田治朗

原料及び燃料価格の上昇に伴い、製紙工場では低廉古紙を使用し生産コストを低減したい意向がある。しかしながら低廉古紙には、現在使用している古紙よりも雑多な異物、難離解性古紙が含まれている。これらの異物や難離解性古紙は機器操業の安定を阻害し、品質に於いても重大な欠陥を引き起こす場合がある。

低廉古紙を使用した場合でも、操業の安定及び製品品質を維持する必要があるが、国内の製紙工場では計装機器や DCS 等の利用によるオペレーター人員の削減、省エネルギー化を目的とした工程の省略化等、合理化が進んでいる。その為、想定外の異物混入により重大な影響を及ぼす場合がある。

当社では複数の海外古紙調整プラントを手掛けてきた。一般的に海外古紙には国内古紙と比較し、異物が多く含まれている。その実績、経験及び蓄積されたデータから得られた新技術を有しており、これらの新技術は日本国内でも低廉古紙対策の一翼を担えると確信する。

離解工程、低濃度パルパー用デトラッシュに於いて、革新的な技術が確立、日本国内で実績が出た為、詳細を

報告する。

(本文 21 ページ)

## キルンの操業診断による操業改善事例

太平洋エンジニアリング株式会社 コンサルティング部  
井上 清

弊社では、セメント工場において、省エネや増産を目的に 100 件以上のキルン操業診断を実施し、診断結果に基づく改善案の実施により多くの成果を得てきた。

この操業診断技術をセメント焼成用キルンと同様に回転式キルンを使用している石灰会社や製紙会社のキルンへ適用することにより、大幅な省エネや増産を達成している。

キルン操業診断とは、「キルンの健康診断」であり、現状の操業状態や設備状態を操業調査、操業データ、及び原料 / 燃料の分析データより理論的解析を実施し、現在の状態を明確にし、健康度の回復や全体のバランス改善等の総合的な処方箋を作成することである。更にその処方箋に従い、それぞれのキルンのニーズに合った具体的な対策を立案、実施する。また、改善策を実施するだけでなく、改善効果を維持することが重要である。

本件では、キルン操業診断に基づき以下改善対策を実施した事例を紹介する。

キルンバーナ更新：弊社式 TMP バーナ (Taiheiyo Multi Purpose バーナ) 導入により、1 次空気量の低減と燃焼性を改善した。

クーラ制御導入：グレート速度制御と冷却風量制御の導入により、クーラ熱回収効率を改善した。

操業方法改善：窯内 O<sub>2</sub> 濃度管理の最適化とキルン内原料充填率の最適化を実施した。

本事例においても操業方法改善まで実施することにより、燃料使用量の 8 ~ 15% 削減を達成した。

キルン操業改善対策の第一歩として、キルン操業診断の実施を推奨すると共に、キルン操業診断とは、「キルンの健康診断」であるので、経年変化を把握するためには、定期的な実施が必要である。

(本文 26 ページ)

## KP 設備に用いられる材料の変遷

バルメット株式会社 営業部  
毛受正治

日本の KP 設備の多くは設置から 30 年から 40 年が経過し、長年の使用による磨耗および腐食に対して、補修や設備本体の更新が行われてきた。補修や設備更新を行う際には、設置当時のオリジナルの材質よりも耐腐食性の優れた材料を選択することで、腐食の進行を遅らせ設備の延命化を進めてきた。ファイバーラインにおいては、例えば晒工程では使用される薬品が分かっているため、その薬品に対して耐食性を有する材料を選択することが有効な解決策と言える (例、チタン合金の採用)。一方、連続蒸解釜の材料としては炭素鋼・クラッド鋼・2 相ステンレス鋼の 3 種の異なる鉄鋼材料が使われてきた。日本に設置されている蒸解釜の多くは炭素鋼で作られており、ステンレス鋼板を貼り付けるライニング補修やステンレス材料を溶接肉盛りするオーバーレイ補修によって減肉部を補修している。蒸解釜用の材料としては、性質の異なる複数の鋼板を接合して作られるクラッド鋼が現在のトレンドであり、高強度と耐食性の 2 つの利点を有するクラッド鋼が使われている。クラッド鋼の次世代材料として 2 相ステンレス鋼を使って蒸解釜を製作した実例はあるものの、実績が少なく今後の動向に注目したい。本報では、これら 3 種の鉄鋼材料について概略を説明する。

(本文 32 ページ)



## クラフトパルプ工場におけるバイオプロダクト生産

アンドリッツ株式会社 技術営業本部  
大森一則

(本文 35 ページ)

— 更なる高みを目指して！ —

### 創業から引き継がれし NISSIN-PCM（日新ピッチコントロールメソッド）による操業安定への躍進的ケミカルアプローチ

株式会社日新化学研究所 第一開発部  
谷野 修

製紙業界は、リサイクル・環境負荷低減推進として古紙利用率の増加、系内クローズド化を推し進めており、粘着物によるピッチトラブルが発生しやすい環境下にさらされている。また近年では、中国のミックス古紙輸入の制限による良質な古紙流通量の減少、アカシア等の植林木利用率増加などに起因し、製紙工程におけるピッチトラブルは増加、複雑化の傾向にある。これは、安定操業・品質向上を目指す製紙技術者にとって悩ましい課題の一つとなっている。例えば、DIP 工程のフローテーション処理において効率よく粘着物の除去が出来なければパルプ品質を損なう可能性がある。また、KP 工程における洗浄工程にて効率よくパルプ由来のピッチを洗浄出来なければ、漂白薬品の増加、抄紙工程でのトラブルを誘引する可能性がある。さらに原質工程において最適な泡コントロールを実施しなかった場合、ピッチの集積化を助長し、抄紙工程でピッチに起因する欠点の頻発、断紙など操業性悪化に繋がる。

弊社では、昭和 6 年の創業以来、ピッチ対策の最も重要な考え方として NISSIN-PCM（日新ピッチコントロールメソッド）を提唱し、ピッチ問題解決のための新しい提案を模索し続けて今日に至っている。

その取り組みの中でも原質工程において最適なピッチ対策を講じることが最も重要と捉えており、その上で各工程において局所的かつ必要に応じたピッチ対策を実施することが紙製品の品質向上・生産性向上へ繋がると考えている。本稿では、ピッチトラブル解決に関する弊社の最新の取り組みについて述べる。

(本文 40 ページ)

## シリーズ

### 紙が演出した文明史上の交代劇

#### 第 7 部 朝鮮半島、ベトナムそして日本

飯田清昭

中国で 3-4 世紀に普及しだした紙は、中国王朝が朝鮮半島に駐屯したことで朝鮮半島に伝わった。それに続く高句麗、百済、新羅等の歴代王朝が仏教を受け入れると、写経をとおして、独自の紙と文字の文化がうまれる。漢文字の影響が強く残る中で、拡大、15 世紀にはハングル文字を発明する。伝統として残っている韓紙の製法は、古来の日本の製法と類似する。

日本は、朝鮮半島から二つのルート（高句麗と百済）で仏教と紙を受け入れた。そして、600 年代に入ると、直接中国と交流（遣唐使）をはじめめる。

ベトナムは、前 111 年から 1000 年間中国の直接支配を受たことで、その影響が強く残った。しかし、13 世紀頃よりベトナム語を漢字に基づいて変換記録する書式を併用しだす。言語の統一は 1945 年の革命後である。伝統的な紙の製法は日本と類似する。原料は、自生する韌皮植物の dó tree の内皮である

日本に渡った製紙技術は和紙として完成し、それに記載された日本文化は紙の新たな可能性をしめしたとして評価されている。

(本文 45 ページ)

シリーズ

## 紙パ技協誌の新たな発展に期待して

### 第 14 回：二面性をもつ紙パ技協誌においてどのように多様性を維持するか

東京大学名誉教授（製紙科学）  
尾鍋史彦

紙パルプ技術協会は紙パルプに関する業界と学界の二つの側面をもつ団体である。紙の需要分野の印刷や包装を眺めると業界団体と学術団体が別個に存在しているが、紙の分野には業界から独立した純粋な学術団体というものはない。これは我が国における洋紙産業の操業以来の複雑な歴史的経緯に由来している。本稿ではこのような紙パルプ技術協会が持つ二面性（dual nature）が団体の機関誌である紙パ技協誌の特徴にどのように影響しているのかを探ると同時に、公共財としての会誌という性格を考えた場合、如何に扱う記事の多様性を維持するかという問題も併せて考えてみたい。

基礎研究と応用研究の関係をフィンランドとイギリスの事例から捉え、また筆者のカナダとフランスの留学経験から紙パルプ分野の教育と研究、技術の関係を振り返って見た。さらに最近の紙パルプ技術協会のオンラインを中心とした集会事業から背景にある基本方針のようなものを探ってみた。コロナ禍のさなかにも時代はダイナミックに動いており、ある時代には一つのテーマの重要性が増し、突出したり肥大化することがあるとしても、基本的には協会の事業においても、会誌編集においても多様性の維持を心掛けることは長期的展望において顧客である読者の満足度を増すためには重要だろう。

(本文 49 ページ)

研究報文

## ソーダ・アントラキノン蒸解スギパルプより酵素処理と湿式解砕で調製したセルロースナノファイバーの安全性評価試験

国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 森林資源化学研究領域  
下川知子, 眞柄謙吾, 野尻昌信, 林 徳子

近年、製造時における取り扱いを含めて、身の回りの物質に対する安全性の確認を求める声が強くなっており、たとえ天然物由来の素材であってもその物質の安全性に対する科学的検証の重要度が増している。森林総合研究所では、大量生産の CNF に加えて用途に特化させた CNF の少量生産も必要になると考えられる背景から、ソーダ・アントラキノン蒸解によって調製したパルプを原料とし、酵素処理とビーズミルを用いた湿式解砕（酵素・湿式解砕）によるセルロースナノファイバー（CNF）の一貫製造を実施している。中小規模での CNF 製造、とくにバッチ式の少量生産方式を採用した場合には、大規模に連続製造するよりも原材料である CNF に直接触れてしまう機会が増えることから、各種の安全性試験を行った。急性経口毒性試験、微生物を用いる変異原性試験、哺乳類培養細胞を用いる染色体異常試験、ウサギを用いる皮膚一次刺激性試験およびモルモットを用いる感作性試験を実施し、全ての試験において異常に繋がる結果は得られなかったことから、通常取り扱いの範囲において、スギ CNF は生体に対する変異原性や接触した際の皮膚に対する刺激性の原因となる要素は低いと考えられた。CNF の安全性に関する検証結果を蓄積していくことは、CNF が異業種へ展開していく際に重要になると考える。

(本文 59 ページ)

## 製紙技術特集 I

|       |    |                                                                                 |
|-------|----|---------------------------------------------------------------------------------|
|       | 1  | 第 25 回製紙技術セミナー開催報告……………紙パルプ技術協会 製紙技術委員会                                         |
|       | 4  | ワイヤーの歴史と最新動向……………岩村尚志                                                           |
|       | 12 | プレスパートの基本及び変遷と最新動向……………甲矢佳己                                                     |
|       | 17 | 各種ワイヤーロールへの溶射適用実績と効果<br>—プラスチックワイヤーの延命化に大きく寄与する TS-03112 $\mu$ 溶射—……………岩根公明     |
| 総説・資料 | 22 | ファブリキーパーの操業経験……………齊藤哲也                                                          |
|       | 26 | 最新のドライヤー表面クリーニング技術……………吉野剛史                                                     |
|       | 31 | 両性分岐型紙力増強剤の新規混合処方について……………小林 慎                                                  |
|       | 35 | (伊) GOEBEL-IMS 社—IMS Technologies Group<br>—特殊紙仕様のテイラーメイド スリッターリワインダー—……………田中慎一 |
|       | 40 | 紙が演出した文明史上の交代劇<br>第 8 部 イスラム帝国……………飯田清昭                                         |
|       | 49 | 紙パ技協誌の新たな発展に期待して<br>第 15 回：未来学的視点を必要とする紙パ技協誌……………尾鍋史彦                           |
| 研究報文  | 54 | インクジェット印刷可能なポリピロール-ITO 導電性インク<br>……………次田将大, 前田秀一                                |
|       | 62 | 紙パルプ技術協会第 74 回定時総会報告                                                            |
|       | 03 | 会告                                                                              |
|       | 53 | Coffee break<br>—翻訳者の副業, すなわち多角化試行……………池田晴彦                                     |
|       | 65 | パピルス<br>最近の注目特許                                                                 |
|       | 72 | 内外業界ニュース                                                                        |
|       | 76 | 特許公報                                                                            |
|       | 84 | 全国パルプ材価格                                                                        |
|       | 85 | 統計                                                                              |
|       | 87 | 協会だより                                                                           |

## ワイヤーの歴史と最新動向

日本フィルコン株式会社 製紙・機能ファブリックカンパニー技術部  
岩村尚志

抄紙用ワイヤーは、抄紙工程のワイヤーパートで使用される用具である。その役割は①ヘッドボックスから供給される均一に分散されたパルプ懸濁液（水分率約 99%）を脱水すること、②脱水しながらパルプ繊維を交絡させて紙製品の原型となる紙質（ウェブ）を形成すること、③それを水分率約 80%のウェットシートにまで脱水して次工程であるプレス工程へ搬送することである。

ワイヤーの起源は非常に古く、1798 年にフランス人ルイ・ロベールが世界初の連続式抄紙機を発明する前から使用されていたと言われている。当時のワイヤーは金属製であり、1975 年頃までは金属製のワイヤーが主として使用されていた。

その後、より高い生産性に応えるために初期のプラスチックワイヤーが開発されたが、製紙業界における高品質、高生産性への要求が高まり、抄紙機は大型化、高速化へと発展している。抄紙用ワイヤーもその要求を満たすべく更なる進化を続けている。

本稿では、抄紙機の発展とともに進化し続けているプラスチックワイヤーの 1 重織から 3 重織の組織変遷に加え、高速マシン用に開発した新品種を含めた、最新ラインナップである N シリーズについて紹介する。

（本文 4 ページ）

## プレスパートの基本及び変遷と最新動向

バルメット株式会社 製紙技術部  
甲矢佳己

昨今の抄紙機の高速化により低エネルギー消費量での安定運転が求められており、その中でプレスパートにおける役割は大きく、ドライパートに入る前に機械的に出来るだけ多く搾水することが、より求められてきた。これはプレスパートで脱水される水分量は、直ちに後段のドライヤにおける熱消費、コストに直結するもので、極めて大切であり、プレスパートにおける脱水率が良ければ、湿紙強度が強くなり、後段のドライパートも含め紙切れ、皺の発生によるトラブルも生じにくくなる。また、紙品質においても、紙層表裏の密度差が少ないことや表面の平滑性、嵩高などが求められ、重要視されている。

本稿では、求められているプレスパートの役割に応じて、プレスパートの基本形式から搾水量及び操作性向上のための型式変化を中心に、シュープレスおよびプレスパートに使用される機器、最新動向を紹介する。

（本文 12 ページ）

## 各種ワイヤーロールへの溶射適用実績と効果 —プラスチックワイヤーの延命化に大きく寄与する TS-03112 $\mu$ 溶射—

トーカロ株式会社 営業本部  
岩根公明

抄紙機のワイヤーパートで使用される各種ワイヤーロール（ワイヤーロール、プレストロール、ターニングロール等）には従来からゴムカバー材が採用されており、最近ではセラミックス溶射の採用も進んできた。ゴムカバーロールの場合プラスチックワイヤー（以下ワイヤー）との摩擦により 1～2 年で偏摩耗が発生する。偏摩耗は相手ワイヤーの寿命に悪影響を及ぼし、抄紙現場では早期のワイヤー交換を余儀なくされている。対策としてセラミックス溶射の採用が 20 年以上前から進んできたが、セラミックス溶射皮膜は一定の効果を発揮してきたものの摩擦係数が低くワイヤーとスリップが発生し易いため、ワイヤー寿命に最も影響の大きいドライブロールへ採用ができず延命効果に限界があった。当社は約 15 年前から高摩擦係数・高耐久性セラミックス溶射皮膜 TS-03112 $\mu$ の開発に着手し、ワイヤーメーカー殿の協力のもと様々な性能評価試験を経て、2005 年オントップ

ベルボンドフォーマーのドライブロールへ1号機を納入した。結果としてスリップ発生率は従来のドライブロール用ゴムロールと同等以上であることが確認された。以降 TS-03112 $\mu$ はドライブロールを中心として採用が進み、その表面性能の高さから一般のワイヤーロール、ブレストロールへも展開され多くのワイヤーの延命化に寄与した。TS-03112 $\mu$ を採用された客先からはワイヤー寿命が1.5～2倍に達しているとの報告が多数寄せられている。TS-03112 $\mu$ は高価なプラスチックワイヤーに関わる経費削減に大きく寄与するとともに抄紙現場におけるワイヤー交換等の煩雑な作業の軽減に寄与している。

(本文 17 ページ)

## ファブリキーパーの操業経験

王子マテリア株式会社 釧路工場  
齊藤哲也

王子マテリア(株)釧路工場 L-1 マシンはライナー原紙を日産 1,207 t/ 日で生産している国内最大級のライナーマシンである。L-1 マシンの抄造するライナーは3層で構成されており、裏層がフォードリニア、中・表層がベルボンドフォーマーの抄き合わせ構造である。

仕上歩留を向上させる為、ドライパートに堆積するガム・ピッチ由来の種々の欠点対策を講じて来ているが、特に1群カンバス表面に堆積するガム・ピッチに苦慮していた。2019年5月よりファブリキーパーを設置する事で良好な結果を得られた。本報ではその検討と操業経験および効果について報告する。

(本文 22 ページ)

## 最新のドライヤー表面クリーニング技術

相川鉄工株式会社 設計部  
吉野剛史

原料品質の低下やドライヤーシリンダーの長年使用による表面の凹凸などが原因で、ドライヤーに蓄積される汚れの増大や錆の発生が問題となっている。ドライヤーの汚れは紙切れの原因となり、乾燥効率の悪化や水分プロファイルの不均一を引き起こす。またアフタードライヤーにおいては塗工粕の除去を人手で行うなど安全上危険であり、また多くの手間がかかっている。さらに製品品質の向上を求められておりドライヤーでの汚れ除去は重要度を増してきている。

弊社は今までドライヤーシリンダーの汚れ除去において表面に付着した粕をドクター装置で掻き取ることを考えてきたが、最近の状況を踏まえて新たにドライヤーシリンダーに薬品を塗布して汚れを付着させにくくする手法も採用することになった。この薬品塗布システムは PCA ポリクリーンアプリケーションターと言い、形状がコンパクトなため設置場所を限定しない、シリンダー表面の全幅に渡って均一に薬品を塗布できる、散布しないため飛散して周辺を汚さない、水分プロファイルが一定になる、駆動装置がないため定期的な機械のメンテナンスが不要などの特長がある。またシリンダーに付着した汚れや錆を従来のドクターブレードとは異なる研磨パッドをシリンダーに面で当ててクリーニングするサーフェスクリーナー、従来の樹脂製ドクターブレードよりもクリーニング効果が高い新素材の N-Force がある。

ドライヤークリーニング方法は抄き物により変わるため、板紙抄造マシン、洋紙・特殊紙抄造マシン、家庭紙抄造マシンに分けてドライヤーシリンダーに適した表面クリーニングの最新技術を紹介する。

(本文 26 ページ)

## 両性分岐型紙力増強剤の新規混合処方について

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  
小林 慎

近年、資源保護や環境への関心の高まりから古紙のリサイクルや抄紙マシンのクローズド化が進んでいる。そ



の結果、古紙中の薬品や填料である炭酸カルシウム等の電解物質が水中に溶け出すことで抄紙系の電気伝導度が上昇し、内添紙力増強剤は本来の効果（凝集性・紙力）を発揮し難くなっている。当社では高電気伝導度下に適した内添紙力増強剤を有しているが、古紙原料の増配や季節要因で起こる急激な環境の変化に対しては細やかに対応しきれないのが現状である。この問題を解決するために、イオン性の異なる両性分岐型紙力増強剤2種を抄紙環境の変化に合わせて混合比を調整して使用する、新規混合処方を開発した。

一般的に内添紙力増強剤はカチオン性基とアニオン性基を有する両性分岐型ポリアクリルアミド（両性PAM）が使用されている。両性PAMはイオン間相互作用により、ポリイオンコンプレックス（PIC）を形成することで、見かけの分子量が増加し、パルプへの吸着率の向上とそれに伴うパルプの凝集性や紙力効果の向上が期待できる。

今回開発した新規混合処方は2種の両性PAMを混合することでより大きなPICを形成させることが可能であり、優れた紙力向上効果を発揮するとともに混合比率を変えることで凝集性のコントロールができることを見出した。この新規混合処方は抄紙環境の変化に対して2種の紙力増強剤の混合比率を調整することで迅速に対応でき、安定操業に貢献できるものと考えている。

（本文 31 ページ）

## （伊）GOEBEL-IMS 社—IMS Technologies Group —特殊紙仕様のテイラーメイド スリッターリワインダー—

伊藤忠マシンテクノス株式会社 産業機械三部  
田中慎一

GOEBEL IMS 社は、紙や板紙、タバコ、フィルム、アルミフォイル、無菌包装、その他の特殊材料を加工する為のスリッターリワインダーの世界的なリーディングプロバイダーである。彼らはドイツとイタリアの生産拠点で開発、製造しており、また、日本では弊社 伊藤忠マシンテクノス株式会社を代理店とし、販売を展開している。

本稿では、紙及び紙との組み合わせによる新しい機能材など、市場で増加しているアプリケーションに対応する為、GOEBEL IMS 社が、どの要素に注意を払い、お客様の加工する紙の特性を理解し、それにマッチしたテイラーメイドの機械を提案・設計することが可能であることを説明する。

（本文 35 ページ）

### シリーズ

## 紙が演出した文明史上の交代劇 第8部 イスラム帝国

飯田清昭

西域まで支配を広げた唐と、アラビアから急速に版図を拡大してきたイスラム王朝がタラス河畔で衝突、両大国が接したことで製紙技術がイスラム社会に伝わった。

アッバース朝は、紙を統治の手段として使うと共に、文化面でも推奨した。タラスの戦いから300年後にイベリヤ半島でも紙が生産されだす。book market が生まれ、バグダッドに栄えるが、モンゴルの破壊によりダマスカスへ移った。それが、チムールの征服によりカイロへ移る。13世紀頃より、製紙技術を手にしたイタリアがイスラム市場へ紙を輸出出だした。イスラムの製紙技術とbook market はイランを中心に14世紀に最盛期を迎えた。

イスラムの紙は、亜麻から得られるリネンのぼろを、水車を動力として叩解、手漉き、風乾した後、小麦でんぷん主体の塗工剤を塗り重ね、風乾後磨き上げる。これにより、ペン書きに耐える紙となる。

イスラム世界では、紙は、コーランの記述をとおして社会に広がった。さらに、アッバース朝の文化政策により、ヘレニズムを含む多文化の翻訳、数学・商業・地図学等の学術の発展で、出版（主として写書）が急増、14世紀に文明の爛熟期を迎えた。

（本文 40 ページ）

## シリーズ

## 紙パ技協誌の新たな発展に期待して

## 第 15 回：未来学的視点を必要とする紙パ技協誌

東京大学名誉教授（製紙科学）  
尾鍋史彦

激動する現代社会は不確実性に満ちており、その将来を見透すのは容易ではないが、企業の経営者はその中で将来に向けた確な経営判断を要求される。一般に短期の近未来のことは比較的高い確度で予測は出来ても、時間軸を延ばした中長期的な未来の予測は、その望ましい未来像を描くことは可能であっても、それが実現する可否かを高い精度で予測することは不可能に近い。特に 2019 年までは全く想定外であった新型コロナウイルスによるパンデミックは社会全体に大きな影響を及ぼし、2021 年 8 月の現在その終息が見通せず、人間社会全体をなんとも表現しがたい不安が覆っている。

筆者は本シリーズにおいて紙パ技協誌の内容をより豊かにし興味深い雑誌にするために、領域を拡げて文系学術分野を取り込み文理融合型雑誌への転換を提案してきた。このように領域の拡大を横軸とすると、縦軸、すなわち過去・現在・未来からなる時間軸を考えた場合、製紙産業の未来をどのように描くか、未来をどのように予測するかという重要な問題には未だ触れていない。

不確実性の高い未来ではあるが混沌とした現代だからこそ、過去と現在の経験・事象や異分野の科学技術だけでなく、周辺の人文科学、社会科学などを総動員して、単線的ではなく複数のシナリオやロードマップから未来像を描き、未来を予測しようという試みの重要性を比較的新しい学問分野である「未来学」を基盤として再認識し、筆者の紙パ技術予測研究会の経験も振り返りながら考えて見たい。

(本文 49 ページ)

## 研究報文

## インクジェット印刷可能なポリピロール-ITO 導電性インク

東海大学大学院 総合理工学研究科 情報理工学コース  
次田将大, 前田秀一

我々は有機のポリピロールと無機の Indium Tin Oxide (ITO) をハイブリッドし、ポリピロール-ITO 導電性インクを創製した。一般に、ポリピロールは不溶不融の性質を持つため、凝集性が高く、加工性が欠如している。加工性の高い形態のポリピロールの合成方法の 1 つは分散重合によるコロイド状のポリピロールの合成である。従来では、ポリピロールに加工性を付与したポリピロール-シリカについて報告してきた。ポリピロール-シリカは高分子界面活性剤を使用せず長期間の分散安定性を有した導電性インクであったが、ポリピロールそのものの導電度より 3 桁低いという課題が残されていた。本研究では、高分子界面活性剤を使用せず、水中で長期間の分散が安定するポリピロール-ITO 導電性インクを合成に成功した。ポリピロール-ITO 導電性インクは ITO の仕込み濃度を最低でも 0.5 w/v% 以上にする必要がある。Scanning Electron Microscope (SEM) 像の観察結果より、ポリピロールの表面に ITO が吸着していることを確認した。ポリピロールの表面に ITO が吸着することで長期間の分散安定性に寄与していると考えられる。ポリピロール-ITO 導電性インクの表面抵抗値は  $25 \Omega / \square$ 、ポリピロールが  $1,600 \Omega / \square$ 、ポリピロール-シリカが  $97,000 \Omega / \square$  であることからポリピロール-ITO 導電性インクはポリピロール、ポリピロール-シリカより高い導電性を有していることを確認した。ポリピロール-ITO 導電性インクを使用し、紙の上に手描きの電気回路を作成した。紙を折り畳むことで通電し、LED が点灯することからポリピロール-ITO 導電性インクがフレキシブル性と導電性を有していることを確認した。ポリピロール-ITO 導電性インクは加圧式インクジェットの吐出試験を行い、吐出に成功した。吐出可能なことからポリピロール-ITO 導電性インクはインクジェット用のインクとしてポテンシャルを有している。

(本文 54 ページ)

## 製紙技術特集Ⅱ

- 
- |  |    |                                                  |
|--|----|--------------------------------------------------|
|  | 1  | 抄紙工程における歩留剤、濾水剤の役割……………村田奈穂, 境 健自, 林田豪一          |
|  | 7  | アンドリッツのティシュマシン技術<br>—調成工程とシュープレスを中心として—……………奥西敏夫 |
|  | 14 | 最新の技術及び海外における板紙マシンへの転抄事例……………大木亜里沙               |
|  | 21 | アリモン社製 ISA シェイキング装置のご紹介……………張替康夫                 |
- 
- |       |    |                                                              |
|-------|----|--------------------------------------------------------------|
| 総説・資料 | 26 | ちょい抄きくんシリーズの紹介<br>—パルプ～新素材までシート化への挑戦—……………矢崎靖幸               |
|       | 31 | アクシーズシステムへの「リアクティブポリマー」導入によるウエットエンドの最適化……………春日一孝, 但木孝一, 大石浩之 |
|       | 35 | 変わりゆく情勢への対応 = PCMC = ……………榎部泰平                               |
|       | 40 | ポリアクリルアミド系ピッチコントロール剤 (Ⅱ) ……………人長秀治                           |
|       | 45 | 紙が演出した文明史上の交代劇<br>第9部 印刷との出会い……………飯田清昭                       |
|       | 52 | 紙パ技協誌の新たな発展に期待して<br>第16回: 人間の外部記憶装置として必要な雑誌の機能……………尾鍋史彦      |
- 
- |                                     |    |                                  |
|-------------------------------------|----|----------------------------------|
| シリーズ: 大学・<br>官公庁研究機関の<br>研究室紹介(141) | 55 | 東京藝術大学 大学院美術研究科 文化財保存学専攻 保存科学研究室 |
|-------------------------------------|----|----------------------------------|
- 
- |           |    |                          |
|-----------|----|--------------------------|
| 工場紹介 (92) | 58 | 北越コーポレーション株式会社 関東工場 (勝田) |
|-----------|----|--------------------------|
- 
- |  |    |                              |
|--|----|------------------------------|
|  | 03 | 会告                           |
|  | 63 | パピルス<br>昆虫の羽ばたきの秘密……………野一色泰友 |
|  | 68 | 内外業界ニュース                     |
|  | 73 | 特許公報                         |
|  | 81 | 全国パルプ材価格                     |
|  | 82 | 統計                           |
|  | 84 | 協会だより                        |
-

## 抄紙工程における歩留剤、濾水剤の役割

ハイモ株式会社 湘南研究センター  
村田奈穂, 境 健自, 林田豪一

抄紙工程薬品である歩留剤、濾水剤は紙料の歩留や濾水性を向上させることで、紙の品質向上や生産性向上、トータルコスト削減、ワイヤーやフェルトの寿命延長、排水負荷低減等、様々な効果・メリットをもたらす薬品である。これらの薬品の役割は紙の中性抄紙化や古紙配合率の増加、填料の高配合化によって紙料中の微細繊維や無機分が増加傾向になるに伴い、ますます重要となってきた。

歩留剤、濾水剤は主にイオン間の相互作用によって繊維や填料を凝結・凝集させ、効果を発揮する。ただし、単純に凝集力を強化するだけではフロックは粗大化し、地合い悪化や紙力低下、また搾水性悪化を引き起こすため、適した薬品やシステムが必要となる。中でも水溶性合成高分子であるポリアクリルアミド系薬品は分子量やイオン性、電荷密度の調整が可能であり、代表的な薬品の1つである。

歩留剤、濾水剤の技術は中性抄紙化、抄紙機の高速化、クローズド化に対応するために、2液システムの開発、また様々な薬品設計の工夫・改良がなされ、発展してきた。しかし近年は高い古紙利用率に加え、低品質原料の利用によって汚れが増加し、歩留や濾水性が低下している。また紙が軽量化することにより紙質への要求も厳しくなっている等、複雑で難しい課題が増加している。弊社では特殊ピッチコントロール剤と歩留濾水剤の併用システムや、独自のセレクション技術を導入した歩留剤を開発し、上述の課題解決に取り組んでいる。

(本文1ページ)

## アンドリッツのティシュマシン技術

—調成工程とシュープレスを中心として—

アンドリッツ株式会社 技術営業部  
奥西敏夫

ここではアンドリッツのティシュマシン技術の中で特徴のある3つのトピックを記述する。最初は調成ショートフローシステムである。これは「紙は原質で作られる」を体现するシステムであり、少ない装置と実績のある制御技術からなり、生産の再現性を高め品種替えや色替えをスムーズかつ迅速に行う。次に、叩解の基礎を押さえたうえで、二つのタイプのリファイナーを紹介する。一つはシリンドertypeタイプ（パピロンリファイナー）であり、もう一つはディスクタイプ（ツインフローリファイナー）である。叩解プロセスを通じて叩解条件を一定に保ち、繊維強度、繊維のフレキシビリティを高めることができる。最後に、アンドリッツ第3世代のシュープレスを紹介する。特徴のある加圧システムによってマシン幅方向の線圧を完全に一定にすることができる。シュープデザインはフレキシブルでエッジコントロールシステムも有して、シュープはヤンキー輪郭に忠実に追随する。ドライネスを高めるモード及び嵩を高めるモードは運転中に調整可能である。

(本文7ページ)

## 最新の技術及び海外における板紙マシンへの転抄事例

バルメット株式会社 営業部  
大木亜里沙

紙のトレンドは大きく変化しており、新聞用紙や印刷用紙の消費量は減少し続ける一方、E コマースや環境意識の高まりにより、板紙の消費量は増加傾向にある。

古い抄紙機は、抄物転換の改造を行うことにより、より収益性の高い製品の生産が可能である。

昨今の転抄は、印刷用紙を板紙へ、或いは特殊紙へ転抄することにトレンドが集中している。

坪量、紙層構造、紙質特性も異なる紙種への転抄となり、既存の設備を最大限に生かしつつ、新しい技術を導入し、マシンコンセプトを無理のない形で転換し、新しい品種を製造する必要がある。

本稿では、転抄を支える最新の技術、また、海外における転抄改造プロジェクトにつき紹介する。



(本文 14 ページ)

## アリモン社製 ISA シェイキング装置のご紹介

伊藤忠マシントテクノ株式会社 産業機械三部  
張替康夫

以前、あるお客様から特徴のあるシェイキング装置があるので紹介してほしいという依頼を受け、これについて調査したところ、フランスのアリモン社では、慣性力を用いたユニークなシェイキング装置を開発したという報告を入手し、お客様に紹介した経緯がある。

この ISA シェイキング装置は薄紙の抄紙工程にも適応した優れた性能を持つ設備である。

ヘッドボックスから吐出された原料からワイヤーを通過する水分の増加、地合い、紙の強度の向上のために必要な、シェイキング力をプレストロールのみに与えることができ、他の設備に悪影響を与える無駄な振動を排除した機能を持つ。シェイキングの振動数と振幅量は自由に調整ができる。

昨今、特殊紙の需要が見直されてきている中で、この装置は既存製品の変質向上対策における費用対効果が特に優れている設備であることから、この紹介がお客様にとって有意義なものとなることを願っている。

(本文 21 ページ)

## ちょい抄きくんシリーズの紹介 ーパルプ～新素材までシート化への挑戦ー

株式会社小林製作所 製紙研究開発部  
矢崎靖幸

製紙の原料においては木材パルプの他に、皮革や羽毛などの動物由来、化学繊維などのプラスチック由来、雲母などの鉱物由来など様々なものが使用されている。近年製紙業界をはじめ各種業界では、天然繊維である木材パルプを薬品添加や叩解促進にてナノ化させたセルロースナノファイバー（CNF）などの新素材の研究開発が行われ、それに伴いこれらの繊維を含む各種合成繊維、無機繊維およびこれら繊維を混合させた原料のシート化の研究もおこなわれている。

本稿では、「ちょっとの原料で」「ちょっとのスペースで」「ちょっとの時間で」をコンセプトに、少量の原料があれば手軽にテスト抄造を行うことができるちょい抄きくんシリーズ開発の経緯、当社が保有する各種テスト機、テスト事例および納入実績などを紹介する。

(本文 26 ページ)

## アクシースシステムへの「リアクティブポリマー」導入による ウェットエンドの最適化

ソマール株式会社 技術本部 技術開発部  
春日一孝、但木孝一、大石浩之

弊社新技術の「リアクティブポリマーテクノロジー」を導入した新規多機能凝結剤「リアライザー A シリーズ」は、スクリーン通過等により機械的なシェアーを受けても、最適化されたポリマー構造によりパルプと相互作用するため、最低限の添加量で最大限の効果が発揮できる。

近年、ライナーマシンへの適用が多く進んでいるアニオン性歩留り剤を、新規「リアライザー A シリーズ」と置き換え、または併用することにより、ウェットエンド物性が大きく向上して欠陥低減に有効であった。また、ライナーマシンで主に使用されているコロイダルシリカとの置き換えにより、濾水・搾水性の向上が可能であった。さらに、白板紙マシンにて、リアクティブポリマータイプの高機能歩留り剤「リアライザー R シリーズ」とデュアル添加することにより、大幅な薬剤添加量削減が可能となりコストメリットも得られた。

新規「リアライザー A シリーズ」は、従来の水溶液タイプに加えエマルジョンタイプもラインナップしてい



るため、各種課題に対して最適なグレードを選定・提案できる。今後も弊社新技術の「リアクティブポリマー」を引き続き導入し発展していくことにより、抄紙マシンの課題解決の一翼を担えるものと考えられる。

(本文 31 ページ)

## 変わりゆく情勢への対応＝PCMC＝

PCMC 日本支店  
檜部泰平

家庭紙市場の要求に応じ、それらに柔軟に対応する実現可能な加工機が求められている。PCMC の Forte サーフェイスリワインダーはユニークなワインディング技術を備えている。巻き初めから巻き終わりまでエンボス加工を均一に保持し、高品質のトイレットペーパーやキッチンペーパーなどのロール製品の生産が可能であるとともに、家庭紙用の小径で巻き取りがソフトな製品から硬巻きや直径の大きな業務用製品まで 1 台で生産が可能である。従来は各カテゴリーでそれぞれ異なる別の機械が必要だったものが、兼用できることにより、省スペース化や少人数のオペレータによる操業を可能にする。

オープンなデザインでアクセス性が良く、部品の状態や各箇所の稼働状況が把握しやすいため生産現場にクリーンで高効率な作業をもたらす。また、紙管の無いロール（コアレス）も生産でき、製紙工場での製品ラインナップの拡大・販売促進だけでなく、家庭でのごみの軽減により環境保護にも寄与する。また、不織布にも対応可能で、ボトル状・センタープル（キャニスター製品）の生産も可能である。

本稿では、Forte の持つそのシンプルで洗練されたデザインや高品質な製品を継続的に生産できる特徴的な技術をご紹介したい。

(本文 35 ページ)

## ポリアクリルアミド系ピッチコントロール剤（Ⅱ）

ハリマ化成株式会社 研究開発カンパニー 研究開発センター 製紙用薬品開発室  
人長秀治

製紙工程における“ピッチ”とは、木材パルプ中の樹脂成分や古紙パルプから混入する雑誌の背糊やラベルの粘着剤などに由来する合成樹脂が凝集したものであり、種々のトラブルを引き起こす。近年、クラフト紙では安価な原料チップの使用量が増加しており、木材パルプ中の樹脂成分由来のピッチが増加傾向にある。そのため、製紙工程における欠点増加や操業性低下等のピッチトラブルについては、これまで以上の対策が必要となりつつある。

また、国内の製紙業界においては食品安全衛生に関する意識も高まっている。食品包装材向けに使用される製紙用薬品には、化学物質としての安全性が求められてきており、ピッチコントロール剤も例外ではない。

このような課題を解決するため、弊社はポリアクリルアミド（PAM）系ピッチコントロール剤「AS シリーズ」を開発し、一部製品では FDA より間接食品添加物としての認証も取得した。またクラフトパルプ工程への適用では、コロイダルピッチの粗大化を防ぎつつ、パルプ中に歩留めることにより、ピッチを系外へ排出してピッチトラブルを軽減可能なことが立証された。今後は、「AS シリーズ」の効果をさらに十分に発揮できる処方提示できるよう研鑽を積むとともに、古紙パルプ系での適用性を追及していきたいと考えている。

(本文 40 ページ)

## シリーズ

紙が演出した文明史上の交代劇  
第9部 印刷との出会い

飯田清昭

紙と書写が社会に広がり、複写が増えてくると、それを合理化しようと印刷が工夫される。

日本では、8世紀に、百万個の小塔（高さ20 cm）に入れる100万枚の陀羅尼經（幅5.4 cm）を印刷で造った（年代の判明する世界最古の印刷物）。しかし、書物は書写が主体であった。そのなかで、寺院が、需要に答えて、お経を木版印刷で出版していた。江戸時代初期に金属活字による印刷が試みられるが定着せず、結局、木版印刷が江戸時代の文化を支えた。

朝鮮では、10～13世紀に木版印刷による經典の印刷が盛んに行われた。さらに、14世紀には金属活字による經典の印刷も行われた。15世紀には、活字印刷に適するハングルが開発された。しかし、ハングルの使用禁止策等により、金属活字印刷は、一部の特権階級に限られ、普及しなかった。

中国では、7世紀頃から木版印刷が普及し、13世紀にはその黄金期を迎えた。15世紀には、広範囲の書物が木版で印刷された。より多くの複写需要に答えるため、活字印刷も工夫された。11世紀には粘土活字、14世紀には木活字、15世紀には銅活字が使用された。しかし、膨大な数の漢字活字を取り扱う煩雑さがその発展を難しくした。

イスラムは、8世紀に紙を手にし、書写と木版印刷で幾何級数的に出版を増やしていった。15世紀に、金属活字を手にしたイタリアが、アラビア語書籍の印刷を始め、アラブ世界に輸出しだす。一方、アラブは印刷を禁止（コーランのcopyistの反対等による）、それまで比肩してきた世界の文明から後れを取るようになった。

(本文 45 ページ)

## シリーズ

紙パ技協誌の新たな発展に期待して  
第16回：人間の外部記憶装置として必要な雑誌の機能東京大学名誉教授（製紙科学）  
尾鍋史彦

書写材料の出現は人間に何をもたらしたのか。端的に言えば、粘土板・石板・亀甲・パピルス・羊皮紙などを淘汰して最後に紙が現れ普遍化し現代に至っている。書写材料が現れる以前には人間は日々生起する情報を無意識の内に取捨選択し自身の脳内に記憶しておく必要があった。しかし文字と書写材料の出現後には人間は記憶の多くを外部記憶装置としての書写材料に委ね、自身の脳を思索や創造的なことに向ける余裕ができ、古代文明に始まる様々な文化と文明を現代まで発達させ、継承してきたことを歴史は示している。

一人の人間の脳の情報蓄積容量は無限という説もあるが、脳が有限な閉鎖的な形態をもつことを考えるとやはり情報蓄積容量には限界があり、日々新たな情報を採り入れ情報を更新し続け、創造的な行為を行うには可能な限り人間の外部に情報の記憶・蓄積装置をもち、必要に応じて人間と記憶装置の間で情報の伝達・交換を行う体制をとっておく必要がある。この外部記憶装置は現代では書物・雑誌・新聞などの紙メディアだけでなく、電子メディアが重要な位置を占めている。

本稿では人間と雑誌の関係を情報生態系として捉え、人間の脳を内部記憶装置とし見做した場合、人間の外部記憶装置という視点から雑誌の存在理由を考えて見たい。

さらに2021年9月のデジタル庁の発足に伴い紙メディアにある種の逆風が生じる可能性が考えられるが、認知科学などの科学的・理論的な知的備えを準備しておくことは無駄ではないだろう。

(本文 52 ページ)

## 研究発表会特集

- 
- |  |    |                                                                |
|--|----|----------------------------------------------------------------|
|  | 1  | 第 88 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 | 熱化学変換による木質バイオリファイナリー<br>—紙パルプ産業への期待—……………河本晴雄                  |
|  | 14 | コロイド化学的アプローチによる CNF/ 水系樹脂エマルジョンの混合性評価<br>……………添田裕人, 後居洋介, 神野和人 |
|  | 16 | X 線回折法の高速検出器を用いた紙中の微量成分分析<br>……………武井俊達, 田原江利子                  |
- 
- |       |    |                                                                                                   |
|-------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 総説・資料 | 20 | 給紙装置の紙詰まりに及ぼす紙粉の影響とその評価方法<br>……………月山陽介, 津守哲矢, 浅田 岬, 新田 勇                                          |
|       | 25 | 木からつくるアラタナカタチ「ミネルパ <sup>®</sup> 」<br>—無機物とパルプ繊維の複合体の開発—<br>……………松本寛人, 瀧瀬 (福岡) 萌, 中谷 徹, 大石正淳, 後藤至誠 |
|       | 29 | 安定・安全な回収ボイラ操業のための最先端デジタル技術……………大森一則                                                               |
|       | 34 | 紙が演出した文明史上の交代劇<br>第 10 部 ヨーロッパへ渡った紙……………飯田清昭                                                      |
- 
- |      |    |                                                                                                                                  |
|------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 研究報文 | 42 | タケパルプから得たセルロースナノファイバーの安全性評価: 微生物を用いる変異原性試験, マウスリンフォーマ TK 試験, 小核試験およびラットへの 90 日間摂取試験……………下川知子, 眞柄謙吾, 池田 努, 林 徳子, 小川睦美, 高尾哲也, 中山榮子 |
|------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
- 
- |    |                                  |
|----|----------------------------------|
| 03 | 会告                               |
| 41 | 知財散歩道 (134)<br>環境を追いかけて……………三浦智也 |
| 75 | パピルス<br>最近の注目特許                  |
| 81 | 内外業界ニュース                         |
| 86 | 特許公報                             |
| 96 | 全国パルプ材価格                         |
| 97 | 統計                               |
| 99 | 協会だより                            |
-

## 熱化学変換による木質バイオリファイナリー —紙パルプ産業への期待—

京都大学 大学院エネルギー科学研究科 エネルギー社会・環境科学専攻  
河本晴雄

地球温暖化問題に対処するため、化石資源の使用に起因する CO<sub>2</sub> 排出量を削減することが求められている。その一つの方向性として、現在、その約 10%がプラスチックなどのマテリアル製造に用いられている石油のバイオマス資源による代替が注目されている。再生可能エネルギーには、バイオマス以外に太陽光、風力、地熱などの複数のオプションがあるが、マテリアル製造に利用できる資源はバイオマスのみである。熱化学変換技術は、バイオマスからマテリアル製造のためのモノマー類を生産できる技術として期待されている。本稿では、木質バイオマスの熱化学変換における可能性と課題を、熱分解の分子機構の視点から解説し、最後に、将来の紙パルプ産業に期待される役割について私見を述べる。

(本文 10 ページ)

## コロイド化学的アプローチによる CNF/水系樹脂エマルションの 混合性評価

第一工業製薬株式会社  
添田裕人，後居洋介，神野和人

塗料などに用いられる水系樹脂エマルションと CNF 分散体を混合すると、均一に混合できる場合とできない場合があり、その詳細は不明であった。そこで本研究では様々な水系樹脂エマルションと CNF 分散体の混合性を評価した。さらにそれらの結果をコロイド化学における分散安定性に関する理論に基づいて考察した。

(本文 14 ページ)

## X 線回折法の高速検出器を用いた紙中の微量成分分析

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 分析センター  
武井俊達，田原江利子

X 線回折法は、結晶性物質の同定、構造解析に広く用いられている手法である。現在、一般的な検出器である SC 検出器を用い測定しているが、感度不足のため解析ができない問題があった。そこで比較的新しい一手法である高速検出器を検討した。本装置を更に有効活用するために高速検出器と従来の SC 検出器の性能比較を行った。高速検出器は、半導体素子を多連装された検出素子として用いていることから測定時間の大幅短縮・高強度の回折 X 線データの収集に優れており、多試料の測定、微量試料の測定に適していることが知られている。

本報告では、市販機能紙及び配管中の赤色沈殿物中の微量物質を高速検出器で分析した事例を報告する。

(本文 16 ページ)

## 給紙装置の紙詰まりに及ぼす紙粉の影響とその評価方法

新潟大学 自然科学系 (工学部)  
月山陽介，津守哲矢，浅田 岬，新田 勇

近年の用紙市場のグローバル化に伴う紙粉トラブル増加の背景から、本研究では紙粉がゴムと紙の摩擦係数に及ぼす影響と、そのメカニズムについて論じた。紙粉は抄紙工程における裁断時に発生する脱落しやすい紙粉と定義し、この紙粉を模擬するためにクリーンペーパー上に炭酸カルシウム（炭カル）の填料粉末を散布し摩擦試験に使用した。紙上の炭カル量と摩擦係数、真実接触面積および紙の表面粗さの関係を明らかにすることで、紙粉が摩擦におよぼす影響を明らかにした。これにより、紙粉のサイズが同一である場合には、同一紙粉量で比較すると軽質炭酸カルと重質炭カルの間に違いはなく、粒子径の大きさが支配的であることが明らかとなった。ここで



粒子径は紙の表面粗さに対する相対的な量であり、ゴムと紙の接触におよぼす影響メカニズムが相対粒子径により異なることを提案した。紙粉についての紙の評価方法として紙上紙粉量のみを計測しても、このような摩擦もしくは接触には相対粒子径が影響を及ぼすため、必ずしも摩擦もしくは紙の搬送性能と一致しない。そのため、摩擦力を指標とした紙の評価法として JBMS-88 に準拠した方法を紙粉が最適な評価方法として提案した。

(本文 20 ページ)

## 木からつくるアラタナカタチ「ミネルパ<sup>®</sup>」 —無機物とパルプ繊維の複合体の開発—

日本製紙株式会社 研究開発本部 基盤技術研究所  
松本寛人、瀧瀬（福岡）萌、中谷 徹、大石正淳、後藤至誠

近年、環境保全の観点から循環型資源の利用を進める動きが世界的に活発になっている。なかでも、木を原料とする紙やパルプは環境負荷を低減する材料として注目されており、これらをいかに有効活用するが求められている。これに応え得る有用なアプローチの一つとして、無機物（填料）の利用による高機能化が挙げられる。当社では、パルプ繊維に無機粒子を密に複合化した機能性材料「ミネルパ<sup>®</sup>」によって、紙やパルプの高機能化を実現し、研究開発を進めている。本発表では、その取り組み例として抄紙テストを実施し、得られたシートの性能を評価した結果を紹介する。

複合化する無機物として炭酸カルシウム、硫酸バリウム、ハイドロタルサイトの3種類が検討され、いずれの複合体においても、パルプ繊維表面が無機粒子で密に覆われていることが分かった。得られた複合体の抄紙テストの結果、高歩留で抄紙可能であり、シート灰分 65% 以上であっても連続的に巻き取り、ロール化することができた。また、得られた複合体シートの各種性能を評価した結果、硫酸バリウム／パルプ複合体シートは X 線遮蔽性能を、ハイドロタルサイト／パルプ複合体は消臭抗菌性能を有している示すことが確認され、無機粒子に由来する機能を紙に付与できることが示された。

一連の検討から、本技術は紙やパルプの高機能化や産業的利用に有用なアプローチとなりうることが示された。今後、様々な無機物や繊維に応用することで循環型社会に貢献可能な新しい機能性材料の創造につながるものと期待される。

(本文 25 ページ)

## 安定・安全な回収ボイラ操業のための最先端デジタル技術

アンドリッツ株式会社 技術営業本部  
大森一則

デジタル技術は、IT、IOT、AI など、今や日進月歩で技術革新が進み、人々の生活の中へ浸透し、人々をサポートし、生活を豊かにしている。それらデジタル技術は、紙パルプ産業にも新たな付加価値を生み出している。ANDRITZ は、エバポレータ、回収ボイラ、白液プラント及びパワーボイラ向けの「Recovery Smart Business」コンセプトを開発した。Recovery Smart Business では、最先端のデジタル技術とプロセスノウハウを組み合わせたテクノロジーソリューションである。その最先端デジタル技術は、スマートセンサ、ロボットソリューション、デジタルツイン、プロセス最適化システム、デジタルアドバイザ及び高度な画像分析などの6つのサブテクノロジーグループに分類される。それら最先端技術を使った Recovery Smart Business の一つは、「Smart Recovery Boiler」として、回収ボイラでは既に実用化されており、安定操業のみならず、設備かつオペレータの安全性が向上している。デジタル技術は、今後更に技術革新が進み紙パルプ産業においても、それらの最先端技術を採用しより効率的に、より安全な操業ができるようになる。また「Smart Recovery Boiler」により、パルプ生産の要である回収ボイラを安全かつ安定的に操業できるようになることは、工場にとっては大きなメリットになる。今後、ANDRITZ は、回収ボイラのみならず、エバポレータ、白液プラント及びパワーボイラ向けの「Recovery Smart Business」を更に展開していく。

(本文 29 ページ)



## シリーズ

## 紙が演出した文明史上の交代劇

## 第10部 ヨーロッパへ渡った紙

飯田清昭

イスラムが8世紀に紙を手にし、統治の手段として活用、さらに、それまでの文明を記録・保存、指数級数的に紙の使用量を増やした。中心地のCairoでは製紙産業が隆盛を誇り、book marketが栄えた。

一方、ヨーロッパは、ローマ帝国が崩壊（372-410年）後、異民族の侵入、人口減少、交易の衰退、移民の増加が続いた。しかし、10世紀には反転し、大幅な人口増、経済成長により科学と哲学の復興が始まった。その頃からヨーロッパで紙の歴史が始まる。1100年代にスペイン（イスラム）、シシリーでは紙が生産されていた。1000-1300年にかけて、ヨーロッパの各地で紙の使用例が見つけられている。13世紀にイタリアで製紙工場が生まれる。その技術がアルプスを越えたドイツで広がり、さらに英国まで渡る。

この時代、ヨーロッパは、イスラムに対して鉱山開発と金属加工に優れていた。その技術による金網を張った手漉きモルド、金属カバーのstamperを開発、さらに、ゼラチン含浸を含め、製造コストを削減したイタリアが、香料や絹との交換貿易の商品としてアラブへ売り込んだ。18世紀には、Cairoはヨーロッパの紙のアラブへの中継基地に過ぎなくなり、bookmakingも衰えていった。

一方、ヨーロッパでは、経済の拡大、文明の復興等から、紙の需要が増加、さらに、複写需要から15世紀に金属活字による印刷システムを開発した。その後、紙と印刷システムはヨーロッパの社会革命の原動力となっていく。

併せて、ヨーロッパにおける紙の生産技術を概説する。

(本文 34 ページ)

## 研究報文

タケパルプから得たセルロースナノファイバーの安全性評価：  
微生物を用いる変異原性試験，マウスリンフォーマTK試験，  
小核試験およびラットへの90日間摂取試験

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 森林資源化学研究領域  
下川知子，眞柄謙吾，池田 努，林 徳子  
昭和女子大学 大学院生活機構研究科  
小川睦美，高尾哲也，中山榮子

タケのなかでも、モウソウチク (*Phyllostachys edulis*) は成長が早く、循環再利用に適した資源である。食素材への適用も可能なモウソウチクの利用を目指し、ソーダ蒸解によって製造したタケパルプから酵素・湿式解砕法を用いてセルロースナノファイバー (CNF) を調製した。このタケ CNF は、食品添加物として認められている微小繊維状セルロースよりもナノ化が進んでおり、規格への適合を試験した結果、微小繊維状セルロースの範疇には収まらないことが明らかとなった。そのため、微生物を用いる変異原性試験、*in vitro* マウスリンフォーマTK (チミジンキナーゼ) 試験およびチャイニーズハムスター肺由来細胞 (CHL/IU) を用いた *in vitro* 小核試験を実施し、このタケ CNF に変異原性のないことを確認した。さらに、1 wt% のタケ CNF 懸濁液を用いて、ラットに対する90日間の反復経口投与毒性試験を実施し、長期摂取可能であることを確認した。90日間の投与期間を通じて、いずれの投与群においても死亡例は認められず、一般状態、尿検査および眼科学検査において被験物質投与による影響は認められなかった。また、投与期間終了後に実施した血液学的検査、血液生化学的検査、器官重量測定、剖検および病理組織学的検査においても、被験物質投与による影響は認められなかった。雌雄共にいずれの投与群においても被験物質投与による毒性は認められなかったことから、本試験条件下における無毒性量 (NOAEL) は、雌雄共に 200 mg/kg/day 以上と判断した。

(本文 42 ページ)

## 環境特集

- 1 第 28 回環境セミナー報告……………紙パルプ技術委員会 環境技術委員会
- 2 紙の製造工程から排水処理工程まで栗田の総合的な環境負荷低減方法  
……………福田知世
- 8 このコロナ禍での処理委託の注意点……………坂本裕尚
- 19 音の基礎と可視化  
—音響カメラとシミュレーションによる可視化—……………平田武士
- 26 石炭焚火力へのアンモニア混焼について……………住田 忠
- 30 CCUS に関する取組みと今後の政策の方向性……………平野浩太郎
- 42 地球環境をめぐる内外情勢と日本の課題……………有馬 純
- 54 Towards 2030  
—SDGs 目標に対するワーキンググループ検討結果—……………相川晃宏

## 総説・資料

- 59 紙が演出した文明史上の交代劇  
第 11 部 紙が促した社会変革……………飯田清昭
- 65 紙パ技協誌の新たな発展に期待して  
第 17 回：雑誌における自由と倫理の関係について……………尾鍋史彦
- 68 我が国に現存する「最古の紙」  
～「最古の紙」、および我が国で書かれた「最古の紙」～辻本直彦

## シリーズ：大学・ 官公庁研究機関の 研究室紹介(142)

- 78 京都大学 大学院農学研究科 森林科学専攻 複合材料化学分野

- 03 会告
- 77 知財散歩道 (135)  
令和 2 年著作権法改正についての雑感……………藤本好信
- 80 Coffee break  
フランス・スイスレンタカー周遊の旅 (その 6) ……豊福邦隆
- 81 パピルス  
精選装置エルケンセーター……………武藤直一
- 84 内外業界ニュース
- 89 協会保管外国文献標題
- 92 特許公報
- 103 全国パルプ材価格
- 104 統計
- 106 協会だより

## 紙の製造工程から排水処理工程まで栗田の総合的な環境負荷低減方法

栗田工業株式会社 プロセスソリューション推進部  
福田知世

古紙消費量は板紙が多く、板紙で消費される古紙のほとんどは段ボール古紙である。

紙の製造工程を取り巻く環境としては、古紙利用率の増加があり、それによる環境・操業への影響としては、製造工程、排水処理工程において、下記がある。

製造工程においては、古紙使用量の増加により、(1)灰分・微細繊維が増加し、白水濃度が上昇し、汚れ・欠点が発生する、(2)微生物の汚染が進み、澱粉が分解し、紙力の低下が起こる、(3)微生物の汚染が進むことで、硫化水素・有機酸が生成され、臭気トラブルが発生する。

排水処理工程においては、(1)白水濃度の上昇により、SS・灰分の堆積し、排水負荷増加や臭気などの環境負荷が増加する、(2)澱粉の分解により、紙力剤の添加量が増加し、薬品由来のCOD、BOD上昇で排水負荷増加する、(3)硫化水素・有機酸の生成により、薬品定着不良や使用量が増加し、排水負荷が増加する。

古紙原料の変動は、製造工程から排水処理工程まで工場全体の環境負荷に影響を及ぼすことが予想される。環境負荷低減に向けた課題を解決するためには、工場全体の水質変化を捉えた総合的なソリューションが必要である。

環境負荷低減に向けた課題と対策として、当社の取り組み内容は以下の通り。

### (1) 微生物汚染による課題と対策

板紙は、澱粉の多い段ボール古紙の利用率が高く、澱粉は微生物の栄養源になるため、微生物汚染による臭気や排水負荷の増加が課題である。対策として、「スライムコントロール剤＋エアレーション」の新システムとその事例を紹介する。

(2) 灰分・微細繊維増加による課題と対策古紙の配合率が増え、薬品原単位の増加、歩留低下や白水濃度の上昇、欠点・断紙等の品質低下、それに伴う排水負荷の増加が起こる。対策として、「水質にあった最適な凝集剤・凝結剤の適用」の取り組みと事例を紹介する。

### (3) 水質管理による処理の最適化

水質の変動と操業には強い関連性がある。また、様々な要因で水質・操業は変動するため、変動を捉え、操業の安定化、環境負荷リスクの低減を図るために、データを監視・管理し、その時々にあった最適処理が必要である。水質の連続監視・管理による処理最適化を実現する「S.sensing<sup>®</sup>システム」と当システムを活用した水質管理の事例について紹介する。

(本文 2 ページ)

## このコロナ禍での処理委託の注意点

株式会社エンビプロ・ホールディングス  
坂本裕尚

処理業者は不適正処理しやすい環境にあり、過去に処理業者による“横流し”事例があった。食品製造業者等から処分委託を受けた食品廃棄物が、愛知県の産業廃棄物処理業者により、食品として売却されてしまった事案が背景にあり、マニフェストの虚偽記載に対する罰則の強化がなされた。

事案の主な問題点は、(1)産業廃棄物の処理フローが不透明であるため、排出事業者や行政庁が、電子マニフェストの偽造記載等の廃棄物処理法違反事由に気づくことができないこと、(2)産業廃棄物処理業者に関する情報が不十分であるため、排出事業者が優良な産業廃棄物処理業者を見分けることが困難であること、(3)許可取消後の処理業者が、改善命令等の対象とならない、等である。

処理業者がよくやってしまいそうな違反には、廃棄物の種類の許可、排出事業者は誰か、処理をしているか、2次委託先以降の紐づけ、マニフェストの返送、がある。

処理業者の欠格要件には、禁錮以上の刑に処せられた場合、環境法令に違反し、罰金の刑に処せられた場合、

刑法若しくは傷害罪などの罪を犯し罰金の刑に処せられた場合がある。

排出事業者に対する罰則には、(1)不法投棄、(2)無許可業者への処理の委託、(3)契約の未締結、未記載、虚偽記載など、(4)マニフェストの未交付、未記載、虚偽記載など、がある。

このコロナ禍での処理業者の不適正処理リスクの最小化策として、事前調査シートの活用、リモート監査を行う際の注意点を解説する。

(本文 8 ページ)

## 音の基礎と可視化 —音響カメラとシミュレーションによる可視化—

日本音響エンジニアリング株式会社 騒音対策事業部  
平田 武士

騒音とは、「好ましくない音、不必要な音、迷惑と感じる聞きたくない音」であり、音を客観的に把握する必要がある。音とは、媒質（空気、水等）の振動により聴覚に引き起こされた感覚またその要因となる空気等の振動である。音の物理量とは、音響パワー（音源が単位時間に放出する音のエネルギー）、音圧（あるポイントの大気圧との微少な圧力変動）、音の強さ（音の伝搬方向に対して垂直な単位面積を通じて単位時間に流れる音のエネルギー）である。音の認識とは、物理的レベル（空気の振動としての音）、生理的レベル（鼓膜が空気の振動を捉える。この振動は神経信号に変換され、脳に伝わる）、心理的レベル（脳によって高度な情報処理を行って「音」として認識する）があり、耳の特性、聴覚神経による伝達を経て「聞こえた」と感じる空気の振動としての音と人間が感じている音には違いがある。騒音レベルとは、人の耳の特性に合わせて補正した音圧レベルであり、騒音計の場合は周波数重み付け特性 A 補正回路で計測する音圧レベルである。

騒音源の場所を探すには聴感上の判断と騒音計による測定が一般的である。しかし、他者との情報共有や高所などの危険個所での測定が困難なことから、マイクロホンアレイを用いた音源探査技術による測定で、測定位置への音の到来方向と強さを調べることができる。弊社の音響カメラである SoundGraphy® の特徴は、画期的な小ささと軽さ、現場でも使用可能、珍しい球型音響カメラ、タブレット PC で簡単操作、音の発生状況をリアルタイム表示、データ保存機能でプレイバック&再分析、可視化動画で様子を共有可能である。

音響シミュレーションによっても可視化が可能だ。これは、現実には難しい条件など想定する場面を再現したモデルを用いて分析する手法であり、今起こっている問題の推定とその対策効果を視覚的にも事前に確認できる。

騒音対策の例として、(1)現地調査（騒音状況のヒアリングと専門業者視点での現地問題推定）、(2)現況の騒音状況をモデル化（調査を基にシミュレーションを行い寄与を推定）、(3)対策シミュレーション（対策方法を検討し効果を事前に予測）、(4)対策工事（シミュレーション結果を基に対策方法の提案・対策工事）、(5)対策後の確認測定、となる。

(本文 19 ページ)

## 石炭焚火力へのアンモニア混焼について

三菱重工業株式会社  
住田 忠

### 石炭焚火力へのアンモニア混焼について

火力発電の脱炭素化に向け、今後の石炭火力が求められるニーズには、廃止対象火力の延命化、残存石炭火力の機能向上、廃止後の火力新設がある。

アンモニア利用拡大の流れは、日本国としては水素エネルギーの普及を促進しているが、アンモニアも CO<sub>2</sub> フリー燃料として検討されつつある。

アンモニア利用のメリットは、水素含有率が高い、水素と異なり比較的容易に液化可（輸送に向いている）、既存の製造、輸送、貯蔵のインフラ技術が利用可、直接燃焼あるいは水素化し、ボイラ、ガスタービン、燃料に使用可、等である。



課題としては、(1)アンモニア設備の安全性確立（法規整備）、(2)現状、天然ガスを改質、合成する製造方法であり、CO<sub>2</sub>フリーにならない(3)相対的に化石燃料より高価格である、(4)現状、肥料などへの利用が主であり貿易量が少ない、がある。

混焼技術は、アンモニアの燃焼速度は石炭（微粉炭）とほぼ同じであり、アンモニア混焼により伝熱部の改造は不要である。ボイラはバーナ改造のみで対応可能である。アンモニア混焼によるNO<sub>x</sub>抑制について、炉内脱硝の滞留時間確保及び脱硝装置強化により、当社は最適経済性案を提示可能である。当社は高効率で環境に優しいエネルギー創出システムの拡充・普及に力を注ぎ、エネルギーの脱炭素化を促進する。

#### バイオマス混焼技術

火力発電の脱炭素化に向け、CO<sub>2</sub>フリー燃料であるバイオマスの活用が期待されている。既設石炭火力（微粉炭焚ボイラ）のバイオマス混焼改造として使われるバイオマス燃料は、その粉碎性から木質ペレットが主となる。

木質系バイオマスである木質チップは、大きな木材を切ったり削ったりして作られた、中小サイズの木材である。木質ペレットはこの木質ペレットに数工程付加することで製造される。同じく木質系バイオマスであるパーム椰子殻はパーム農園の副産物であり、持ち運びが容易で安価な燃料である。廃棄物は、通常費用をかけて焼却または埋め立て処理される潜在的なバイオマス燃料である。

バイオマスの混焼は、バーナやミルといった燃焼装置の改造を主とした、確立された改造メニューを適用することで実現される。実際の改造は、発熱量割合で石炭との混焼比率で5～50%混焼や、100%バイオマス専焼といった設計条件で適用される改造メニューを選択することになる。当社では30%混焼ユニットから100%専焼ユニットまで豊富な実績を有している。当社はCO<sub>2</sub>削減の有力策といえるバイオマス利用をはじめとして、多くの実績のある燃焼技術を活かした新たなソリューションを提案する。

（本文 26 ページ）

## CCUS に関する取組みと今後の政策の方向性

元 経済産業省 地球環境対策室 室長補佐（CCS 担当）  
平野浩太郎

昨年 10 月の菅総理による「2050 年カーボンニュートラルを目指す」という発言、また今年 4 月の気候変動サミットにおける「2030 年に温室効果ガスを 2013 年比 46%削減を目指す」という発言以降、気候変動対策の技術としての「CCUS」に内外の関心が高まっている。

我が国は、2019 年 11 月に苫小牧 CCS 実証センターにおいて、累計 CO<sub>2</sub> 圧入量 30 万トンを達成、CO<sub>2</sub> の分離・回収から貯留・圧入まで一貫した CCS システムを実証した。圧入した CO<sub>2</sub> については、海洋汚染防止法に基づき継続してモニタリングをしており、現在まで CO<sub>2</sub> の海洋への漏洩の兆候は見られていないところである。

CCS に関しては、2019 年 6 月に閣議決定された「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」において、「商用化を前提に、2030 年までに CCS を導入することを検討する」とされており、経済産業省地球環境対策室では、この「長期戦略」の規定及び苫小牧における CCS 実証試験から得られた課題に基づき、2030 年の CCS 商用化に向け、① CCS のコスト低減、② CO<sub>2</sub> 輸送手段の確立、③ CCS とカーボンリサイクルの組み合わせによる拠点化、④貯留適地の確保、⑤ CCS 導入に向けた事業環境整備、等の諸政策に取り組んでいる。

本講演では、苫小牧における CCS 大規模実証試験の結果及び CCUS に関する政策展開の方向性をご報告させていただく。紙パルプ業界で気候変動対策を検討される際の一助にいただければ幸いである。

（本文 30 ページ）

## 地球環境をめぐる内外情勢と日本の課題

経団連 21 世紀政策研究所／東京大学公共政策大学院  
有馬 純

中国、インド、インドネシア、ロシア等の新興国は石炭火力の 2030 年までのフェーズアウトや産業革命前に

比べて世界の平均気温の上昇を 1.5 度までに抑える目標、2050 年カーボンニュートラルに強く反発しており、G7 と G20 の考えに乖離がある。17 の SDGs の温暖化防止のプライオリティは国によって全く異なっている。

中国は、2060 年のカーボンニュートラルを表明した。世界の脱炭素化気運を促進して、自国製のパネル、蓄電池、風車、電気自動車の市場を拡大している。

我が国は、成長戦略の柱に経済と環境の好循環を掲げて、グリーン社会の実現に最大限注力し、2050 年までにカーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、菅総理が宣言した（2020 年 10 月 26 日）。成長が期待される 14 分野の産業について高い目標を設定し、政策を総動員するものである。

脱炭素化はコストを伴い、環境保全と経済成長は常に両立するものではない。

新たな低炭素燃料として注目されるアンモニアで日本は主導的な立場であり、日本だけでなく、石炭火力に依存するアジア各国の低炭素化に貢献するものである。

日本企業は 2050 年に向けた将来技術の開発・普及で市場を確保すべきであり、日本の技術のコスト競争力を高め、アジアにおける排出削減に貢献すべきである。

（本文 42 ページ）

## Towards 2030 —SDGs 目標に対するワーキンググループ検討結果—

日本製紙連合会 総務・広報部  
相川晃宏

SDGs（Sustainable Development Goals）とは、「持続可能な開発目標」のことで、2015 年の国連サミットにおいて全会一致で採択された、2030 年までにより良い世界を目指す国際目標である。貧困、飢餓、経済、ジェンダー、環境問題など、幅広い社会課題を対象とした意欲的な行動計画で、17 のゴールと 169 のターゲットから構成されており、国内外の先進企業の多くは、SDGs を新たなビジネスチャンスと捉え、経営戦略に取り込もうとする動きが活発化している。

日本製紙連合会では、低炭素社会・自然共生社会の実現に向けて各種行動方針を設けて取組を進めており、これらの取組は SDGs の目指す方向性と親和性が高い。このため、サステナビリティ領域での紙パルプ業界のプレゼンス向上、メンバー間での情報共有を目的に、SDGs ワーキンググループを 2019 年 12 月に設立し、19 社が参加の上、2020 年 7 月から 2021 年 3 月までの 6 回議論を行った。

SDGs ワーキンググループでの検討プロセスとして、参加メンバーにアンケート調査を実施し、マテリアリティ（案）を提示・確認の上、そのマテリアリティの領域で、各社のリスク機会、取組、SDGs 目標についてのデータ収集を行った。結果、236 のリスク、307 の機会、そして 516 の取組とトータル 1,059 の回答を受領し、これらの膨大な回答を取り纏め、以後の検討の基礎データとして活用した。そして、この基礎データをベースに紙パルプ業界の分析を行い、業界の 13 のマテリアリティを抽出した。そして、マテリアリティ領域における業界のリスクと機会を特定の上、リスクと機会に対応する業界の現状の取組を抽出・整理し、現状の取組に対応する業界の SDGs 目標およびターゲットを分析・設定をした。13 のマテリアリティごとに各項目（概要、SDGs への貢献、リスクと機会、取組事例、業界で達成すべき定性目標 KPI、取組課題）を反映・整理の上、「マテリアリティの内容と取組のポイント」として纏めた。

考察として、業界の現状分析・整理をベースに、課題を抽出するとともに、マテリアリティごとに SDGs をマッピングの上、業界が貢献している 8 つの SDGs、更なる貢献が期待される 4 つの SDGs を特定した。

課題および課題克服へ向けた対応方針と戦略的取組についても解説する。

（本文 54 ページ）

## シリーズ

紙が演出した文明史上の交代劇  
第 11 部 紙が促した社会変革

飯田清昭

14 世紀になると、ヨーロッパで紙の生産が始まり、時期を合わせて、社会がダイナミックに動き出す。イタリアに始まるルネッサンス（14 世紀中ごろから 16 世紀）で膨大な文献が翻訳、研究されるが、その紙の需要に、生産性と品質を改善したイタリアが答えた。

イタリアの技術がフランス北部の新教徒に伝わり、フランスが最大の生産国となる。ルネッサンスで生まれた理性を信じる考えから宗教改革（1517 年）が始まる。ここでは大量の印刷物が発行され、a media revolution と呼ばれた。これを支えたのがフランスの紙であろう。このフランスの技術は、ナントの勅令の廃止（1685 年）によりヨーロッパ各地に広がる。

それに続いて、フランスを中心に啓蒙時代（17 世紀後半より）となり、書籍が日常的なものとなる。オランダが Hollander beater を開発、ストダウンに成功し、ヨーロッパ最大の製紙国となり、紙を輸出・供給した。

紙が支えてきた知的活動が産業革命（1760-1840 年）としてイギリスに結実する。技術を汎用化し、情報の交換に寄与した紙は、新たに力をつけたイギリスの製紙産業が供給した。

製紙産業の興隆が、その地域で起きた経済発展とそれに続く社会変革と連動している。紙作りという単純な作業が、社会変革の壮大うねりと結びつき、意味のある存在であった。

(本文 59 ページ)

## シリーズ

紙パ技協誌の新たな発展に期待して  
第 17 回：雑誌における自由と倫理の関係について東京大学名誉教授（製紙科学）  
尾鍋史彦

人間は自由意志をもち、自由意志の赴くままに奔放に行動すると社会は混乱し不安定となる。そのために人間の組織・集団においては行動の規範としての倫理規定が必要となる。

政治の世界では贈収賄に関わる汚職が起きるたびに政治倫理が叫ばれ、企業の場合には製造段階での検査データの改ざんや公共事業における入札に関わる情報の漏洩などが多発するたびに企業倫理が叫ばれる。学界の場合には実験データの改ざんや捏造、剽窃、知的所有権・著作権の侵害など権利関係の問題が起きるたびに学会倫理の重要性が浮上する。倫理規定をもつ大きな目的は政治の世界でも、企業活動の場合も、学界活動の場合も人倫にもとる不正行為の発生を事前に抑制し、組織や社会の不安定化を防ぐためのようだ。

本稿では倫理という人間の行動の抑制条件の原点にさかのぼり、人間の様々な行動との関係、出版の倫理、雑誌の倫理、企業の倫理、学界の倫理などを融合して、紙パ技協誌に現状では存在しない倫理規定のようなものがもし作られるとすると、どのような形態をとるべきかという問題を考えて見たい。

(本文 65 ページ)