

- 1 新年のごあいさつ……………小関良樹
- 3 紙パルプ技術協会創立 70 周年記念式典 祝辞

第 60 回—2017 年紙パルプ技術協会 (70 周年記念) 年次大会特集

第 45 回
佐々木賞受賞講演

一般講演

研究報文

- 10 第 60 回—2017 年紙パルプ技術協会 (70 周年記念) 年次大会全般報告
……………紙パルプ技術協会 総合企画専門委員会
- 15 基調講演
第 60 回—2017 年紙パルプ技術協会年次大会
革新と躍進…未来に繋ぐイノベーション技術を目指して……………小関良樹
- 25 第 45 回佐々木賞受賞者
- 28 受賞あいさつ
- 31 平成 28 年紙パルプ技術協会賞及び印刷朝陽会賞受賞者
- 34 受賞あいさつ
- 37 平成 29 年度 出展会社及び出展品目
- 40 紙中薬品の分布状態の分析
—効果発現メカニズムの解明と開発への応用—……………東谷仁史
- 45 ボイラ燃焼制御最適化システム『ULTY-V』による主蒸気圧力安定と燃料削減
—ボイラ燃焼制御最適化による主蒸気圧力安定化および燃料低減の実現—……………岡村雄治
- 51 カレンダー用樹脂ロール
—ZE-K シリーズ—……………梶野直樹
- 55 リン酸エステル化によるセルロースナノファイバーの製造とその応用展開
……………酒井 紅
- 59 セルロースナノファイバーの実用化に向けた検討……………河崎雅行
- 66 ナノフォレストの事業化と用途開発事例……………橋場洋美
- 70 セルロースナノファイバーを用いた高性能エアフィルタ濾材の開発……………根本純司
- 74 科学的根拠に基づく防虫防そ対策の優先順位付けと有効性の評価……………大庭朋洋
- 78 抄紙機の安定操業化に向けた薬品散布装置の故障予知システム開発……………坂田人丸
- 85 煮熟剤による竹紙の物性への影響……………鍾 佳榮, 稲葉政満, 陳 剛
- 03 会告
- 84 Coffee break
文字古今東西 その成立ちから今後への比較考察……………池田晴彦
- 101 パピルス
最近の注目特許
- 110 内外業界ニュース
- 116 協会保管外国文献標題
- 117 特許公報
- 131 全国パルプ材価格
- 132 統計
- 134 協会だより

佐々木賞受賞講演

紙中薬品の分布状態の分析 —効果発現メカニズムの解明と開発への応用—

荒川化学工業株式会社 研究開発本部 開発推進部
東谷仁史

当社は、製紙業界の種々のニーズに対応すべく、様々な製紙用薬品を開発、上市してきた。ニーズはますます高度化しており、技術の更なるレベルアップ、改良を目指して鋭意検討を行っている。

製紙用薬品の開発において、薬品の効果発現メカニズムの理解は重要な意味を持つ。我々は微小部観察技術を駆使し、主として薬品のパルプ繊維への吸着と分布状態に着目した検討を2000年より継続して実施してきた。本報告では、これまでに検討したエマルジョン型サイズ剤の分布状態、およびパルプスラリー中での紙力剤ポリマーの形態と吸着状態の可視化手法とそれにより得られた知見に加え、新規紙力剤開発での活用事例を併せて報告する。

(本文 40 ページ)

佐々木賞受賞講演

ボイラ燃焼制御最適化システム『ULTY-V』による 主蒸気圧力安定と燃料削減 —ボイラ燃焼制御最適化による主蒸気圧力安定化および燃料低減の実現—

郵船商事株式会社 プラント計装グループ
岡村雄治

低炭素化を求める社会の中で、事業用・IPP・その他自家発電設備のみならず、製紙・化学プラントなどの産業用プラントで用いられている蒸気生成ボイラにおいてはCO₂排出量抑制等環境への配慮と高効率な運用形態への対応が求められている。

ここで述べる火力発電所や産業プラントで使用されている火力発電用ボイラとは、主として石炭を燃焼させ、過熱蒸気を生成する設備である。そのボイラは、建設当初は安定した運転となるが経年劣化やその他の外乱が蓄積されてくるとボイラ内の燃焼特性が変化することでボイラ投入燃料流量が不安定化し燃焼効率が低下する。この特性変化を常時捉え、調整していくことは難しく、エネルギーコスト増加や環境への影響が問題となっていた。

そこで、ボイラの実態に即した燃料関数を導き出し、安定した主蒸気圧力・燃料流量を維持することで

石炭使用量とCO₂排出量の削減を可能としたシステムを開発。それがボイラ燃焼制御最適化システム「ULTY-V (アルティ ヴィ)」である。

本システムは既設のプロセスデータからシステム内部にもつ計算式より燃焼特性を掴み、補正係数を出力してボイラの制御を常時最適化し、安定した運転・ボイラ燃焼効率の向上、投入燃料量の低減である省エネルギー化を可能とした。

現在、本システムは日本国内の電力会社をはじめ製鉄会社、製紙会社、化学会社など様々な業種の火力発電用ボイラへ60台導入されている。

(本文 45 ページ)

佐々木賞受賞講演

カレンダー用樹脂ロール —ZE-K シリーズ—

株式会社金陽社 工業機材研究室
梶野直樹

製紙用のスーパーカレンダーにおいて処理速度、圧力の上昇など処理条件の過酷な変更により、カレンダー用

樹脂ロールにも更なる耐久性の向上が求められている。従来の樹脂ロール（エラグラス ZE）においても、紙巻き付き時の割れ、クイーンロールに使用した場合の高光沢紙のグロス低下など様々な問題が発生していた。

ZE-K シリーズはより高機能、高品質なロールとすべく耐割れ性、高表面性等の特性を向上させたカレンダー用樹脂ロールである。ZE-K シリーズを使用することで、耐割れ性の向上により紙の巻付き時の衝撃にも割れなくなり、ZE-K310 においては高表面性のためクイーンロールで使用しても高光沢紙のグロス低下がないということで高い評価を得ている。また、スーパーカレンダー用途向けに開発された材質ではあるが、ソフトニップカレンダー用途においてもバーマークの発生が遅く、研磨周期が他製品よりも長いということで、高い評価を得ている。

今回、ZE-K シリーズの物理特性、使用例について報告する。

(本文 51 ページ)

リン酸エステル化によるセルロースナノファイバーの製造とその応用展開

王子ホールディングス株式会社 イノベーション推進本部 CNF 創造センター
酒井 紅

環境問題への意識の高まりから、木質バイオマスの有効活用が注目を集めており、その中でも特に近年、その応用展開が期待される素材として、セルロースナノファイバー（CNF）の研究が世界各国で活発になっている。

一般的に CNF は、木質パルプに機械処理を加えることで得られるが、セルロース同士の強固な水素結合によって、機械処理のみで完全ナノ化（幅 3-4 nm）した CNF を得ることは困難であった。木質パルプから効率的に CNF を得る方法として、当社では機械処理の前に「リン酸エステル化」という前処理を行い、パルプ中のセルロース分子にリン酸基を導入し、水の浸透圧効果とイオンの静電的反発力の発現により、①微細化時のエネルギーの大幅削減、②ほぼ 100% の収率で完全ナノ化可能、③高い透明性と粘性とを発現する、といった特徴を持つ CNF 水分散液を得ることに成功した。この水分散液は、汎用の天然系増粘剤と比較して透明性に優れ、かつ 10 倍以上の高粘度を持つため、工業用、化粧品用増粘剤としての利用を検討している。

また、当社では他にも、パウダー状、シート状の CNF を開発しており、パウダーでは疎水化パウダーの開発による、塗料、インキ等新たな分野への応用、シートでは高透明性、高強度、熱安定性、フレキシブル性を生かした、フレキシブル電子基板材料やディスプレイ材料への利用が期待される。

2016 年の CNF 分散液の実証設備導入を皮切りに、2017 年下期にはシートの実証設備も導入し、更に当社 CNF の普及、事業化を加速していく考えである。

(本文 55 ページ)

セルロースナノファイバーの実用化に向けた検討

日本製紙株式会社 研究開発本部 CNF 研究所
河崎雅行

木質バイオマスは地球上に膨大に存在しており、かつ再生産が可能でカーボンニュートラルな資源である。この木質バイオマスを大量に扱い、紙・板紙を主に工業製品に変換する技術を蓄積しているのが紙パルプ産業である。当社は「総合バイオマス企業」を目指し、木質バイオマスを利用した様々な新規事業への展開を進めている。その中で、新たなセルロース素材としてセルロースナノファイバー（以後 CNF）の製造およびその用途開発に注力している。これまでに当社では様々なタイプの CNF の実用化に取り組んできており、商業の量産設備として石巻工場で TEMPO 酸化 CNF、江津工場でカルボキシメチル化 CNF（CM 化 CNF）の製造設備を設置し、さらに富士工場では CNF 強化樹脂の実証設備を設置した。本報告では、本年度に新たに設置した 3 工場の製造設備及びそこで製造している CNF の特徴、用途開発などについて紹介する。

(本文 59 ページ)

ナノフォレストの事業化と用途開発事例

中越パルプ工業株式会社 開発本部 開発部
橋場洋美

近年セルロースをナノサイズにまで解繊したセルロースナノファイバー（CNF）やセルロースナノクリスタルについての研究が盛んに行われている。中越パルプ工業（以下、当社）では、2010年よりCNF研究開発に取り組み、2017年6月に川内工場内においてCNF第一期商業プラントを稼働させた。

当社では、物理的手法の一つである九州大学大学院の近藤哲男教授が考案した水中対向衝突（Aqueous Counter Collision：ACC）法を採用している。この製造法で製造した当社CNF（商品名：nanoforest）は親水性に加え疎水性サイトを持つユニークなCNFを得ることができる。このほか、処理回数や噴出圧力の調整により得られるCNFの形態を制御できるという特徴、水のみで素材を微細化するため安全性の高い試料を得ることができる。さらに、機械的なせん断力を与えない「マイルドなナノ微細化法」であり、分子量の低下を最小限に抑えることができる。

用途開発事例として、複合樹脂開発では、分散性向上を実現させ機械強度向上が得られた。今後は強度向上の他、さらなる機能性向上を期待できると考えている。

樹脂等を併用しない、nanoforestのみからなる成形体の調整にも取り組んでいる。今までは10mm程度の厚みの成形体しか成形できなかったところ、調整条件を検討することにより20mm程度の厚みの成形体を作成することが可能となった。現在は、工業的なプロセスの開発に着手している。

（本文 66 ページ）

セルロースナノファイバーを用いた高性能エアフィルタ濾材の開発

北越紀州製紙株式会社 新機能材料開発室
根本純司

セルロースナノファイバー（CNF）は、複合材、機能材、増粘剤として優れた物性を示しているが、断熱材やフィルタといった多孔質材料としても期待が高まっている。そこで、CNFをエアフィルタ濾材へ適用すると、通気抵抗（圧力損失）をあまり上げずにより多くの微粒子を捕捉でき、優れたフィルタとなることが分かった。そのフィルタ性能は従来のガラス繊維から成るエアフィルタ濾材よりも高く、さらに、微細なネットワーク構造から、数nmオーダーの超微粒子の捕捉も期待される。

CNF含有エアフィルタ濾材は、支持体である既存のガラス繊維不織布にCNF分散液を付着させ、凍結乾燥させることにより得られた。支持体となるガラス繊維の間に、クモの巣状のCNFネットワークが形成され、効率よく微粒子を吸着させていると考えられる。支持体に対するCNFの付着量は、フィルタ性能に対して最適値があり、CNF付着量が多いとガラス繊維間でCNFが密になり、やや性能低下となった。CNF含有エアフィルタ濾材は、湿度の影響を多少受けるものの、風圧や微粒子を連続負荷させてもCNFの脱落は確認されず、CNFネットワークが強靱であることも示された。まだ課題も残されているが、多量に存在するバイオマスを極少量使用するだけで大幅なフィルタ性能の改善が得られることは非常に興味深い。

（本文 70 ページ）

科学的根拠に基づく防虫防そ対策の優先順位付けと有効性の評価

アース環境サービス株式会社 開発本部 学術部
大庭朋洋

虫やネズミによる製品の汚染防止への要望が高まる中、自社の防虫防そ管理が効果的で、さらに将来にわたって問題が起これにくい予防的なシステムであることを示す必要がある。現在、予防管理をより強力に推し進めるため、リスクマネジメントの考え方が導入されて始めている。リスクマネジメントでは、客観的な基準で分析・評価されたリスクの大きさに従って、合理的に優先順位を付けて対策を実施するため、コストの有効な配分が可

能であり、予防管理の説明性を向上することも可能である。

しかし、取り組むべきリスクの優先順位付けや実施した対策の有効性の評価は、リスクマネジメントに取り組む工場の多くで悩まれる点である。これを解決するためには、収集したモニタリングデータや調査結果をつなげ、混入シナリオを科学的に作成することが大切である。この汚染シナリオに基づく分析・評価において、弊社から様々な調査、解析方法、教育の支援を提供している。弊社の新しいサービスである ESCOEVO は、データの集計や解析、改善活動の運用と見直し、工場とのコミュニケーションにおいて、強力な支援ツールとなる。

(本文 74 ページ)

抄紙機の安定操業化に向けた薬品散布装置の故障予知システム開発

株式会社メンテック 富士事業所 システム開発課
坂田人丸

現在の日本が今後も成長していくために課題の一つとして人口問題があり、生産年齢人口（15～64歳の人口）は既に1995年をピークに減少に転じており、今後も減少の一途をたどると試算されている。近年、この人口問題対策としてICT（情報通信技術）の発達によりIoT（Internet of Things）、BD（Big Data）、AI（Artificial Intelligence）といった技術が注目を集めている。これらの技術を活用することで生産設備の各所に設置されたセンサがデータを収集し、サーバーで蓄積したデータからトレンドを予測したうえで、今後の分析・予測を行うシステムを活用することにより人手不足を解消する事が期待されている。

当社は、現場の省力化を進める製紙工場においても、これら技術の活用は有効と捉えており、当社が提供するマシン汚れ防止アプリケーションへの応用を進めている。その第一ステップとして薬品散布装置『ミストランナー』、『シャワーランナー』においてIoTを活用した故障予知システムを開発している。本報告ではその目的ならびにシステム概要についての紹介を行う。

(本文 78 ページ)

研究報文

煮熟剤による竹紙の物性への影響

東京藝術大学大学院 美術研究科
鍾 佳榮, 稲葉政満
復旦大学
陳 剛

竹紙は中国唐代（618-907 AD）から漉かれたとみられ、丈夫で平滑なため、書画と印刷物などによく用いられている。中国の古籍に用いる紙の約7割が竹を原料としているとされているが、日本も中国から漢籍や高級な素材として輸入してきた。しかし現在生産されている竹紙は品質が低く、今後の文化財保存や修復のために当時用いられていたのと同様な良質な竹紙の再現が期待される。

竹紙の伝統的製造法には竹を発酵させるのみでパルプ化する生料法と発酵後アルカリを用いて煮熟してパルプ化する熟料法がある。本研究では中国江西省鉛山県で発酵処理済みの孟宗竹粗繊維を入手し、異なる3種類のアルカリ（苛性ソーダ NaOH、ソーダ灰 Na₂CO₃、石灰 Ca(OH)₂）を用いて煮熟した。煮熟速度は苛性ソーダが一番早く、石灰が最も遅かった。長時間煮熟した石灰煮の収率 84%（L84）では紙の耐折強さが大きく低下していた。

本研究の目的は製造した5種の竹紙の耐久性を検討することである。竹紙試験片に低濃度や高濃度のドウサ溶液（膠と明礬の混合液で日本画用の表面サイズ）を塗布し、8週間湿熱劣化（80℃+65% rh）させた。色、pH、強度試験（耐折強さと引裂強さ）の変化を測定した。今回抄紙した竹紙の初期 pH は 8.7～9.2 と高く、高濃度のドウサを塗布しても pH は 7.9 以上を保っていた。湿熱劣化処理による紙の強度低下は小さいものであった。湿熱劣化処理による変色速度は同一 pH で比較すると石灰の紙（L94、L84）が低かった。以上の結果より今回用いた粗竹繊維は苛性ソーダ或いはソーダ灰で煮熟するのが良いと結論した。

(本文 85 ページ)

総説・資料

- 1 ボイラ燃焼補正制御装置 (ULTY) の操業経験……………福地杏平
- 6 層間強度向上のためのスプレー用薬品の提案……………山平康裕
- 11 塗工・仕上機械の設備診断による機能回復……………水越奏利
- 18 クラフトパルプ工程における最近のスケール傾向と対策……………土田人史
- 25 活性汚泥処理プロセスの省エネルギー……………林 賢治
- 28 ARIOSTEA 社スパイラルサイロの紹介
—短工期・コスト競争力・省スペースを実現した新技術サイロ—……………鈴木陽介
- 33 —紙・パルプでヨーロッパの最大手—
ストラエンソ社の作動油, 潤滑油管理, 問題と解決……………鈴木英司, 竹田治徳
- 39 紙や板紙の総灰分量や填料成分の非破壊, 定性的, 定量的な測定装置について
……………ダニエル オーンドルフ, 宮岡博之
- 42 一般産業界における音に関しての考察 Part IX
—トラブルフリーオペレーション—の一環として……………山崎安彦
- 47 新しいワイヤー・プレスパート用薬品添加アプリケーションの開発……………長塚智彦

**シリーズ: 大学・
官公庁研究機関の
研究室紹介(121)**

- 54 福井大学 遠赤外領域開発研究センター テラヘルツサイエンスグループ

技術報文

- 57 粉末化セルロースナノファイバーの製造方法……………中谷丈史, 佐藤伸治

工場紹介(70) 67 三菱製紙株式会社 八戸工場

- 03 会告
- 53 知財散歩道(112)
知財視点での紙パ70年史……………田井靖人
- 56 Coffee break
アメリカ国立公園 レンタカーの旅
(その5) グランドキャニオンからラスベガスへ……………豊福邦隆
- 76 パピルス
紙の限界と折紙……………柏村卓朗
- 78 内外業界ニュース
- 83 特許公報
- 95 全国パルプ材価格
- 96 統計
- 98 協会だより

ボイラ燃焼補正制御装置（ULTY）の操業経験

王子マテリア株式会社 佐賀工場 工務部 動力課
福地杏平

佐賀工場の平成 28 年度の紙生産量に対するエネルギー原単位は平成 23 年度に対し 94.1%であり省エネルギーは着実に進んでいる。しかし製造現場における工程見直しや回転数制御、機器の低容量化など費用対効果の優れる省エネ案件はやり尽くし感があり、件数は年々減少の傾向にある。そのため今後も省エネを継続していくために新たな視点での省エネルギー対策が求められている。そのような状況のなかで郵船商事(株)殿よりエネルギー供給分野であるボイラの燃料削減が期待できるボイラ燃焼制御補正装置の紹介を受け、導入した。結果、燃料削減率約 1.2%と当初見込んでいた燃料削減率 1.0%を上回る効果が得られた。今後も積極的に省エネ活動を推進して化石燃料削減に少しでも貢献していきたい。

(本文 1 ページ)

層間強度向上のためのスプレー用薬品の提案

荒川化学工業株式会社 研究開発本部 製紙薬品事業
山平康裕

近年、抄紙系の電気伝導度の上昇やアニオントラッシュの増加により、内添紙力剤が十分な効果を発揮し難い環境になっており、湿紙が形成された後に使用されるスプレー用紙力剤の必要性が増してきている。一般的に、多層抄きの紙では層間強度を得るために層間へスプレー用紙力剤を使用している場合が多く、スプレー用紙力剤としては末糊化の澱粉（コーン、タピオカ等）または変性澱粉をスラリー状態でスプレーしている事例が多い。しかしながら、抄き合わせ後の湿紙へのサクシオンやプレスなどにおける搾水工程により、スプレーされた澱粉は水とともに層間から層内へ移動し、一部は紙中から流出する。そのために、十分な層間強度は得られず、澱粉などの薬品が排水に流れこむことで排水負荷（COD、BOD）の悪化に繋がる。

これらの問題の解決方法としては、①澱粉を紙力効果の高いスプレー用ポリアクリルアミド（＝以下 PAM と略す）系紙力剤に切り替える、②層間へのスプレー澱粉の歩留まりをさらに向上させることが考えられる。①案では、スプレー用 PAM 系紙力剤『ポリマジネット 903』（＝以下 PJ-903 と略す）を使用することで少ないスプレー塗布（固形）量で層間強度が向上し、排水負荷が低減できることを見出した。一方、②案では、スプレー澱粉スラリーに澱粉定着助剤『SFA-1』を添加することで、層間への澱粉歩留まりが向上し、層間強度の向上および排水負荷の低減に繋がる可能性を見出した。本報では、①、②案について検討した詳細を報告する。

(本文 6 ページ)

塗工・仕上機械の設備診断による機能回復

株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジー 塗工仕上技術部
水越奏利

紙及び板紙市場構造の変化に対応するため、お客様は様々な分野に人材を投入することを余儀なくされている。製紙現場においては、操業・保全に従来ほど人材を確保できない実情を抱えている。IHI フォイトペーパーテクノロジーでは、P&S（Product & Service）事業に注力しており、省エネや高効率、操業安定化に貢献できるような製品とサービスを強化している。サービスの分野では、提案型の設備診断を提供しており、お客様より好評を頂いている。

設備診断により問題発生箇所・原因を判断し、効果的な対応をすることが可能となる。また、顕在化していない問題の発見につながり、安定操業につながる事もある。今までの設備診断では、経年使用による摩耗などに起因する振動や、ニップカーブなどの運転条件が適切でなく巻取品質が安定しないなどのケースがあった。

本稿では、従来のお客様よりの依頼による不具合対応ではなく、提案型の設備診断により長年ご使用いただいているワインダの機能回復の例をご紹介します。

(本文 11 ページ)

クラフトパルプ工程における最近のスケール傾向と対策

伯東株式会社 営業技術グループ
土田人史

製紙産業は、紙パルプの製造だけではなく、付加価値製品の製造、発電事業、環境に配慮したクローズ化傾向の操業、スケールを含有する木材チップの利用等、変革期にあり、クラフトパルプ製造工程のスケール生成傾向にも、大きな変化が現れてきている。

最近のクラフトパルプ工程のスケール傾向として、留意すべき蒸解工程、漂白工程アルカリ段のリン酸カルシウムと、問題が深刻になっているシュウ酸カルシウムに焦点を当て、その特徴、問題について紹介する。また、その対策法として、弊社が、新規開発した蒸解釜用スケールコントロール剤「デボナックス P-78」、漂白工程用スケールコントロール剤「デボナックス P-99」、「デボナックス P-96」についても紹介する。

(本文 18 ページ)

活性汚泥処理プロセスの省エネルギー

無臭元工業株式会社 水環境ソリューション部
林 賢治

東日本大震災を機に、下水道分野においては、消費電力の大きな部分を占めている活性汚泥処理プロセスの曝気電力について、ハード、ソフトの両面で、積極的な節減が進められている。紙パ排水処理においても、震災以前から、ブローヤや酸気装置の更新など、ハード面において省エネルギーおよび省コストが図られる例は見られるが、他業種に比べ高負荷で設計される傾向があるため、曝気電力について運転管理の面で省エネが試みられるケースは少ない。

しかし近年、紙需要の推移に応じ、減産や生産ラインの統廃合などが行われるようになったことで、工場によっては、排水処理の負荷条件が緩み、運用面で省エネを図る余地が生じてきている。

本稿では、他業種での省エネ実績等に基づき、運用面で活性汚泥処理プロセスの省エネを図る際のポイントについて紹介する。

(本文 25 ページ)

ARIOSTEА 社スパイラルサイロの紹介 —短工期・コスト競争力・省スペースを実現した新技術サイロ—

伊藤忠マシンテクノス株式会社
鈴木陽介

本稿では、ARIOSTEА 社が設計、施工を行うスパイラルサイロの優位性がどのように達成されるのかをご紹介します。弊社が販売を開始し2年で、4基の実績を積むことが出来た。引合いは多業種より頂き、既に製紙業界からも引合い、御検討を頂いている。ARIOSTEА 社の特徴の一つとして、メイン部材にステンレススチールを採用している事である。伝統的に紙パルプ業界ではサイロを含めた多くのステンレススチール製の貯留槽を使用しており、本商品における優位性は同様に享受できるはずである。

(本文 28 ページ)

—紙・パルプでヨーロッパの最大手— ストラエンソ社の作動油，潤滑油管理，問題と解決

JSD Ltd.
鈴木英司
ヨーロッパフィルター
竹田治徳

ストラエンソ社（本社：ヘルシンキ）は，世界 35 カ国に拠点をもち，従業員数は約 26,000 人，総売上額は 98 億ユーロ（2016）で世界有数の総合製紙会社である。本年 7 月 19 日に同社ミルテ工場（スウェーデン）を訪問し，作動油，潤滑油の管理について，またその問題と解決について聞いた。同工場は 2 機の抄紙機設備をもち，年間 46 万トンの新聞用紙を生産している。抄紙機 1 機につき 4 台のオイルタンクが潤滑油および作動油を供給し，自動化された抄紙機を大小のパイプでオイルがゆき巡っている。オイル流量をコントロールする調整弁は設定条件に従って制御されている。

このように自動化された大型機械では一つの不具合が大きな事故に繋がるため，すべての調整弁が正確に作動することが絶対に必要である。しかし通常の運転のなかで調整弁に不具合があったり，それが強く疑われることが度々起きていた。調査の結果その原因はオイルから劣化物質が分離して機械内部，特に調整弁にこびりついたワニスだとわかった。この問題を解決したのがスウェーデン製品の《ヨーロッパフィルター》である。この特殊フィルターは，ワニスの素となる 100 ナノ以上の超微細な汚染物質と水をオイルから強力に除去してワニスの発生を防ぐだけでなく，オイルの超清浄化によって清浄分散添加剤の働きを強化し，既に機械内部にこびりついたスラッジとワニスを分解しフラッシュする効果もあった。

現在，本フィルターの効果でオイルタンクのオイル清浄度は常時，ISO 9/8/7（NAS-0 級に相当）に保たれており，6 ヶ月毎に行っているオイル分析の結果も良好で，長年に渡ってオイル交換は必要なしと判断している。
(本文 33 ページ)

紙や板紙の総灰分量や填料成分の非破壊，定性的，定量的な 測定装置について

emtec Electronic 社
ダニエル オーンドルフ
日本ルフト株式会社 科学機器部
宮岡博之

フィラーは紙生産において役割の重要性が高くなっている。しかし古紙使用により不明な無機物が生産工程に含まれる。紙産業で典型的なフィラーは，例えば，粘土や炭酸カルシウム（ CaCO_3 ），酸化チタン（ TiO_2 ），タルクである。これら無機物は白度，不透明度，平滑性，印刷適正を向上させ，さらに原料のコスト削減にも役立つ。

今まで，灰分量（燃焼残渣）は ISO 1762 や 2144，DIN 54370，TAPPI T413 や T211 による燃焼法によって測定されている。しかし燃焼法は，いくつかの欠点がある。

それは，破壊測定，会社による異なる方法，人為誤差，長い測定時間である。このような問題を解決するために，emtec Electronic 社は，灰分測定装置 ACA を新しく開発した。ACA の測定原理は，蛍光 X 線分析と X 線透過法を合わせたものである。この方法により，燃焼せず，高正確性で，人為誤差がなく，数秒と迅速に，全灰分量と紙産業で用いられる無機粒子の各量を決定することができる。

(本文 39 ページ)

一般産業界における音に関するの考察 Part IX —トラブルフリーオペレーションの一環として—

日本エスケーエフ株式会社 RSS RS
山崎安彦

製紙工場内での保守・保全活動の一環で聴音検査というものがある。ステンレスの長い棒で回転機器のハウジングなどにあて、反対側に玉を溶接したものがあり、それを耳に当てて音を聞き回転体の状態を判断するというものだ。このときの判断は、測定者の経験がかぎになる。それを他の人々がシェアできない。IOT（モノインターネット Internet of Things）が求められている時代に入った今でも人による聴音確認で検査をされているのが製紙会社の現状である。

その聴音で確認されるの情報の中の「潤滑の状態」をいかに可視化するか、またその可視化されたものに対しての対応方法、すなわち改善の対策案などを有効に議論できるものにするかが重要になる。そこで今回はその「潤滑の状態」の音について取りあげる。

（本文 42 ページ）

新しいワイヤー・プレスパート用薬品添加アプリケーションの開発

株式会社メンテック 富士事業所 アプリケーション開発課
長塚智彦

昨今、古紙原料の悪化や、填料の増配、スラッジ配合の試み等、原料の粗悪化が加速し、抄紙工程における要具汚れに起因する欠点、断紙は増加の一途をたどっている。また、用具の洗浄や交換など紙生産現場の負担は増加している一方、紙生産に割ける人員数は年々減少、人海戦術で、その負担に対応することは近い将来には限界に達することが予想されている。現状、フェルト・ワイヤーパートの汚れに対して、内添・外添のピッチコントロール剤で対応しているが、その効果が十分とはいえず、用具に付着した汚れが穴欠点などを誘発するケースにおいては、その都度、操業中に灯油洗浄をおこなう事例もある。

弊社は、上記の課題を解決すべく新しいワイヤー・プレスパート汚れ対策として、原料の粗悪化に対応可能な外添薬品と、その薬品の効果を最大限発揮できる高濃度シャワーと、薬品添加量、タンク残量を見える化し、継続した薬品適用を可能にした DMS（Dosage Monitoring System）の組み合わせによるアプリケーションを開発した。その結果、実機において欠点減少による生産性向上、フェルト汚れ減少・ノズル詰りの解消による掃除作業負担の減少、添加設備の状態を常時把握できるようになり、現場負担が減少した事例を紹介する。

（本文 47 ページ）

技術報文

粉末化セルロースナノファイバーの製造方法

日本製紙株式会社 ケミカル事業本部 開発研究所
中谷丈史、佐藤伸治

近年、セルロースナノファイバー（CNF）の研究開発は盛んに進められており、開発のフェーズは製造開発の段階から用途開発の段階へシフトし、世界中で大型の実証機が導入されている。当社では 2007 年から本格的に CNF 製造技術開発に取り組み、2013 年には山口県岩国市に実証機設備を立上げ、2017 年には宮城県石巻市、島根県江津市の 2 拠点で量産機設置完了を予定している。大量の水を含む水分分散体として製造される CNF の実用化には移送コストの面、菌による汚染の問題から乾燥のプロセスが不可欠であるが、CNF 水分分散体をそのまま乾燥させて水分を取り除くと強固に凝集するため、水への再分散が困難となり、CNF 本来の機能が損なわれることになる。本稿では、こうした凝集を防ぐ乾燥方法と、水に再分散した際の分散状態の評価方法について紹介する。

（本文 57 ページ）

計装特集

	2	第 41 回紙パルプ計装技術発表会全般報告 —明日の電装技術を探る—IoT の現状と課題—……紙パルプ技術協会 自動化委員会
	14	ドローンが魅せる, 3 次元を完結する視覚的ビジョンとは! ……津田 明
	17	海外におけるインダストリアル・インターネットを使用した事例 —バルメット・インダストリアル・インターネット— ……板東永師, ヤリ・アルミ, ヨハンナ・ニューカム
	22	新たな価値を創出する富士電機の IoT 技術……稲村康男
	29	電力事業とインダストリアル・インターネット……牟田泰孝
	35	IoT と AI を活用した設備故障予知……黒水修司, 千田修司, 宮河秀和, 平林和也
	41	SDN/OpenFlow 技術を応用した工場ネットワークセキュリティの強化 ……内山和義
	46	計画保全における IoT 活用事例……生田海都
	52	2 号抄紙機 BM 計更新事例……安達正人
総説・資料	56	プラントビッグデータ解析によるプロセス間最適化のご紹介 —調成抄紙連携最適化制御への取り組み—……佐々木尚史
	62	ペーパーメイキング, ネクストレベル —デジタル化による製紙の品質と効率の改善—……清水良三
	66	アンドリッツの OPP: 工場操業最適化 IoT 技術……大森一則
	70	電磁弁にできること —IIoT と安全計装の対応—……川邊之伸
研究報文	73	セルロース誘導体を用いたセルロース繊維の押出成形 ……河村海斗, 阿部羅貴嗣, 野中 寛
	03	会告
	86	パピルス 最近の注目特許
	93	内外業界ニュース
	98	協会保管外国文献標題
	99	特許公報
	109	全国パルプ材価格
	110	統計
	112	協会だより

ドローンが魅せる，3次元を完結する視覚的ビジョンとは！

一般社団法人 日本ドローン協会
津田 明

ドローンとは無人飛行機（UAV）の総称である。日本においては，2015年4月22日に官邸敷地内にドローンが違法着陸したことで，その存在が周知の事実となり，即時，国土交通省がドローンの法整備を実施，それまで，ラジコンと言われた趣味の範囲だったものに法規制が入った。現在では，国交省をはじめ関係省庁の認可，許可のもと，ドローンが，空撮，インフラ整備検査，土地測量，災害時救助補助，そして課題となっている小重量の貨物の配送など，その活用は未来を見据えている。

カメラ付きドローンの台頭により，初心者でも簡単に鳥の目線で驚くような映像が撮れると，ドローンによる空撮が今や一般的となった。その俯瞰的視点がもたらす3次元の視覚は，「4次元思考」の門を開く機会を与える。

（本文 14 ページ）

海外におけるインダストリアル・インターネットを使用した事例 ーバルメット・インダストリアル・インターネットー

バルメット株式会社 オートメーションビジネスライン
板東永師
バルメットオートメーション Inc.
ヤリ・アルミ，ヨハンナ・ニューカム

インダストリアル・インターネットは安全に工場データへアクセスし，パルプ，紙およびエネルギー生産のために貴重な資源を作るための今日での有効な可能な手段である。インターネットとクラウドコンピューティングによりデータが容易に送受信でき，パルプ，紙およびエネルギーの各エキスパートが迅速かつ確実にプロセスの状態，安定性および経済的な操業状態を評価できる。生産ラインの最適化ソリューションは，プロセス改善と専門家との相談，アドバンスド・プロセス制御による最適化，アナライザーによる正確な測定，制御パフォーマンス改善，KPI 監視およびベンチマーキングサービスを結び付けることができるようになり，その結果，工場の生産性向上，生産コスト削減，設備維持管理，品質の安定化，人件費削減，そして経営管理まで広い分野にわたり，改善が可能となる。また，プロセスの信頼性とパフォーマンスを改善するために予知保全のソリューションとサービスが一層強化されることになる。サプライヤーの専門家と工場の生産・保守担当者とはバーチャル技術で結び付け，関係を強固にし，分析技術の発達により，パルプ，紙およびエネルギープロセスを最適化できるように結果をシミュレートして予測する最新分析技術を使用することで，従来のデータ管理，質問，トレーニング，および警報機能が一層強化される。最終的には，規範的な人工知能の分析技術が工場の担当者による判断と決定を支援することになるであろう。

本稿では，弊社のバルメット・インダストリアル・インターネットの特徴である「4つの構成要素（エコシステム，アプリケーション及びサービス，自動化及びITプラットフォーム，プロセステクノロジー）」と，そのトータルソリューション，導入へのロードマップを示しながら，海外におけるインダストリアル・インターネットを使用した事例を紹介する。

（本文 17 ページ）

新たな価値を創出する富士電機の IoT 技術

富士電機株式会社 技術開発本部 イノベーション創出センター IoT プロジェクト室
稲村康男

IoT（Internet of Things）の本質は，あらゆるものがインターネットに接続され，収集したデータから新しい価値を生み出すということである。また最近では，データの収集手段や診断・分析の方法論だけでなく，収集したデータから，どのような具体的な価値が創出できるのかということが，ユーザーにとってより重要になって

きている。一方、プラント設備（鉄鋼、製紙、セメント、清掃工場や発電プラントなどの分野）では、「最適なオペレーション」と「安定操業」が求められている。最適なオペレーションとは、プラントを最大効率で、安全・安定的に運転することである。また、安定操業とは、プラント内の機器や設備の故障を事前に予知することにより、操業に影響を与える突然のトラブルを未然に防ぎ、最適な保全・保守を行うことによりコストを低減することである。これらを従来以上のより高いレベルで実現するためには、IoTの活用が必要不可欠となる。本稿では、IoTの動向、富士電機のIoTコンセプトとプラント設備における具体的な適応事例の概要について紹介する。

（本文 22 ページ）

電力事業とインダストリアル・インターネット

GE パワー パワーデジタル
牟田泰孝

電力市場の自由化、燃料価格の不安定性、再生可能エネルギーの躍進など、電力事業者を取り巻く環境は近年大きく変化し続けている。電力事業者は消費者に対し安心、安全、安定かつ安価に電力を供給することを求められるが、一方で変化が激しい現在において、従来の運営方法を変えずにこれらの要求に応え続けるのは困難である。このような状況に対する一つの解としてデジタル技術を活用した電力事業の革新が注目を集めている。GEでは数年前からデジタル技術の開発を加速、電力部門を筆頭に各産業分野においてその活用を推進してきた。2016年にはデジタル技術を実現する為のプラットフォーム“PREDIX”を一般公開、社外に対してプラットフォームおよびプラットフォーム上で実現する各種ソリューション群を提供している。電力事業者向けのソリューションは大きく3つ、アセット最適化ソリューション（Asset Performance Management）、オペレーション最適化ソリューション（Operations Optimization）、ビジネス最適化ソリューション（Business Optimization）で構成される。これらのソリューションを活用することで電力事業者は発電所の資産の可視化から予兆検知、オペレーションの柔軟性向上、発電効率の改善、更には電力市場取引による利益の最大化まで実現することができる。本講演ではGEが取り組む電力事業者向けのデジタル化ソリューション群およびそれを実現するプラットフォームについて、事例を交えながら順に紹介する。

（本文 29 ページ）

IoT と AI を活用した設備故障予知

安川情報システム株式会社 マーケティング本部 事業推進部
黒水修司
安川情報システム株式会社 技術開発本部
千田修司、宮河秀和
株式会社安川電機 システムエンジニアリング事業部 社会システム技術部
平林和也

弊社では、IoT や M2M という言葉がまだ無かった 2006 年から携帯電話網を利用して機器の遠隔監視を提供していた経験を活かし、IoT プラットフォームサービスを自社開発、提供している。また、IoT プラットフォームサービスにより大量に蓄積したセンサデータの活用として、AI（機械学習）を使った設備故障予知を幾つかの実証を経て 2016 年から故障予知サービスとして提供を始めている。

機械学習は、大量のデータを扱う IoT との親和性が高い。今までは装置の機構を考え必要最低限のセンサを設置し、専用のアルゴリズムで異常を判断させていたがセンサの低価格化により、より多くのセンサを設置できるようになった反面、膨大なセンサデータの解析が困難となった。その対応として機械学習によりセンサデータを学習させ、異常の傾向を逸早く検知させることができる。本稿では、IoT で収集したセンシングビッグデータと AI の活用について、事例を交えて紹介する。

（本文 35 ページ）

SDN/OpenFlow 技術を応用した 工場ネットワークセキュリティの強化

王子製紙株式会社 生産技術本部 生産技術部
内山和義

インダストリアル IoT (IIoT)・ビッグデータといったキーワードのもとに、さまざまなシステムがネットワークで繋がり、そのネットワークを介して、あらゆるデバイスが繋がっていく。IIoT の概念では、デバイスに限らず国内外の工場間通信や会社の垣根を越えたネットワーク接続も発生する事が想定される。

工場内システムの複雑化が進む中、「ネットワーク負荷・サイバーセキュリティ対策・IT 人財の確保」など、これまでは工場ネットワークでは、あまり考慮されなかった課題に取り組む必要が出てきている。特に、生産活動への影響を最小限に留めつつ、ネットワークの改善・更新を迅速に行うための仕組みや準備が重要である。

当社では、新たな最新ネットワーク技術として注目を浴びている SDN (Software-Defined Networking) を用いて、既存の物理ネットワーク配線を変えずに、論理設計・配置・拡張を柔軟かつ迅速に進めて、工場ネットワークのセキュリティ強化を実現することが出来た。今回の SDN 導入により、ネットワーク通信やセキュリティの健全性チェックが可能となり、さらに、ネットワークの仮想化により、物理的な接続にとらわれる事なく、将来的にネットワークに接続される装置が増加した際も柔軟な対応が可能となっている。

本稿では、工場が抱える課題を解決し、至上命題である「安定操業」をいかに実現するか、生産制御システムのリスクを確実に回避するための対応策として検討・採用した SDN/OpenFlow 技術を応用した工場ネットワークセキュリティ強化について、現状調査・技術検討および工場への導入・運用を通じて得た改善策を紹介する。

(本文 41 ページ)

計画保全における IoT 活用事例

日本製紙株式会社 北海道工場 工務部 白老工務 G
生田海都

紙パルプ産業は代表的な装置産業であり、高効率な生産には設備の安定稼働が不可欠である。近年、IoT (Internet of Things) 等の IT 技術を設備やモノに活用する技術が実用化される中、当社は IoT 技術を基盤としたワイヤレスセンサネットワークである e-無線巡回[®]を開発、導入した。

e-無線巡回[®]は、①加速度センサと温度センサが一体化したセンサを 2 個備えた無線子機、②無線子機の測定データを受信する親機、③親機からデータを収集しデータベースに保管すると共に警報判定を行う収集サーバ、④測定データ監視端末で構成される。当工場白老事業所では 2015 年 12 月から 500 台以上の子機を現場に設置してデータ収集を行い、傾向監視を継続した結果、いくつかの機器において、設備異常を事前に察知し、適切なメンテナンスにより突発停止を回避した事例を得て、その有効性について検証することができた。

従来、場内にある数多くの機器の診断を保全担当者が一つ一つ診断していた作業が e-無線巡回[®]を使用することで、容易に傾向監視ができるようになる。また、熟練者の勘やコツで得ていたこれらの情報を数値として「見える化」でき、暗黙知の形式知化に繋がることで、技術技能継承や若年者の技能教育への利用も期待できる。

(本文 46 ページ)

2 号抄紙機 BM 計更新事例

北越紀州製紙株式会社 新潟工場 施設部 電気計装課
安達正人

新潟工場 2 号抄紙機は、中質紙、上質紙を抄造している。当設備の BM 計は、横河電機製 BM7000XL で平成 10 年から稼働している。

設置より 18 年が経過し、故障が発生する頻度も多くなり、メーカーサポートも終了したため、更新するに

たった。更新にあたっては、操業現場の意見を取り込み、品質安定や省エネなどを目的として設備改善を行った。

更新に伴う設備改善では、プレドライヤ出口へ新しく水分計を設置することによりプレドライヤ蒸気圧を適切な値にすることで省エネが実現できた。また、光学式キャリパー計の採用により従来の両面接触式キャリパー計による筋跡の発生が改善された。

本稿では、更新の背景、設備改善、更新後の運用状況、トラブル事例について紹介する。

(本文 52 ページ)

プラントビッグデータ解析によるプロセス間最適化のご紹介 —調成抄紙連携最適化制御への取り組み—

横河電機株式会社 IA-PS プロダクト事業センター P&W ソリューション部
佐々木尚史

近年、我が国の製造業、特にエネルギー多消費産業のプロセス系製造業においては、大量生産から多品種少量・変種変量生産へのトレンドシフト等により、固定的エネルギーやエネルギー原単位が増加、上昇傾向にある。このため、生産性を担保した賢いファクトリーエネルギーマネージメントシステム（FEMS）の必要性が高まっている。工場の生産現場においては、個別設備の最適化や個別プロセスの最適化は行われているものの、生産プロセス間を跨っての連携最適化や、生産プロセスとこれに電力や蒸気などを供給する動力設備間の連携による最適化は、十分行われていないのが現状である。これら「生産プロセス間」や「生産－動力間」の連携制御により省エネルギーを達成するためには、対象となる生産プロセスや動力設備等からの大量のデータ、いわゆるプラントビッグデータの収集、解析を行うことにより、理論的な提案と実効性のある最適化の実現が可能となる。これらを実施するために「プロセス間最適化ツール」を活用した実現手順についてご紹介する。さらに、連携最適化の例として、フィードフォワード制御を調成抄紙間のカラーと ASH の銘柄変更制御に適用し、従来の手動操作時に比べて 50% の省エネルギー効果の試算が得られた実例をご紹介する。

(本文 56 ページ)

ペーパーメイキング、ネクストレベル —デジタル化による製紙の品質と効率の改善—

株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジー 制御技術部
清水良三

制御装置のデジタル化は長い年月をかけて、抄紙機設備や周辺プラント設計の基盤となっている。フォイト社は、既存の設備も新規設備も、デジタルプラットフォームコンセプトによって、プロセスを安定化・最適化させてコスト削減や品質改善につながる、と考える。最近では誰もが「インダストリー 4.0」や「IoT」について話題にするようになったが、機械設備や作業環境のデジタル化はまだ発展途上にある。高速で大いに有効活用できるインターネット接続は、サプライチェーンにデジタルプロセスツールをシステム統合するには前提条件である。そのデジタル化戦略において、フォイト社はビジネスの中核分野としてシステム製品開発に注力する専門知識を集約した部門である、フォイト・デジタル・ソリューションズという新しい会社を 2016 年 4 月に立ち上げた。

フォイト社は約 150 年間にわたって抄紙機設備を作りつづけてきており、数多くの開発を通して、上質紙・新聞紙・包装紙・紙幣などの特殊紙を製造するプロセスに大変革をもたらした。フォイト社が製紙産業にもたらす次の変革を「ペーパーメイキング、ネクストレベル」と呼んでいる。それはまさしく、既存のオートメーションシステムに最新のダイナミックな先進情報技術を統合して、製紙産業にソリューションを生み出すことに他ならない。高速インターネットの効用と低価格な高い処理能力を持ったコンピュータによって、新しい自動化ツールは飛躍的な進展を遂げた。センサやアクチュエータ、そしてクラウド上でネットワーク化しデータベース化された制御が新しいテクノロジーの基礎となっている。プラント建設や機械設備のような物理世界にサイバー空間をインテリジェントに使えるようにすることで、生産プロセスを管理する製紙特有の指標を得ることである。

(本文 62 ページ)

アンドリッツの OPP：工場操業最適化 IoT 技術

アンドリッツ株式会社 技術営業部
大森一則

インターネットは、人間のコミュニケーション方法を根本的に変えた。それは知識の共有・相互作用・経済全体を変革させた。今日、我々は次の革命である「Industry Internet of Things (IIoT)」に直面している。見る、聴く、嗅ぐ、味わう、感じる能力を持つことで、無数の機械とコンポーネントが互いに通信し、指示と最適化を行うことができる。IIoT により、製品の生産の方法は一新される。一方で、ANDRITZ は、長年積み重ねた紙パルプ産業における機械や設備の設計・製造技術、豊富なプロセス知識があり、これらを集約し、スマートデジタルソリューションと共に拡大させている。また、過去数年間、ANDRITZ はプロセスの最適化に関する豊富なノウハウを蓄積し、主要産業、主に紙パルプの分野の多くのプロジェクトに導入してきた。これは、新設だけでなく既存の機械や設備にも応用できる。今、これらすべての技術やノウハウは、IIoT と共に、ANDRITZ の新しいテクノロジーブランドである OPP の下で統合される。

(本文 66 ページ)

電磁弁にできること

—IIoT と安全計装の対応—

日本アスコ株式会社 企画部 マーケティング課
川邊之伸

プラントの安全操業を支えるためには、安全計装システム構築、向上とともに、IIoT の活用が注目され始めている。電磁弁可動部の直接的な開閉検知ができる事によって、故障の未然防止や消耗部品の劣化予測も可能となる。本稿ではそのシステムを紹介する。

(本文 70 ページ)

研究報文

セルロース誘導体を用いたセルロース繊維の押出成形

三重大学 生物資源学部
河村海斗
ザ・パック株式会社
阿部羅貴嗣
三重大学 大学院生物資源学研究科
野中 寛

パリ協定の採択に伴い、石油系プラスチックを代替しうる 100% 植物由来の材料開発がますます重要になる。セルロース繊維は、地球上に豊富に存在し、耐久性と生分解性を兼ね備えた優れた素材であるが、一般に製品形状がシート状に限定されることが欠点である。本研究では、様々な成形方法、特に押出成形が可能なオールセルロース素材を開発することを目的として、試験的に紙袋の把手材料を模した押出成形品も製作した。

セルロース繊維に、押出時の流動性と押出後の保形性を付与する物質として、セメントやセラミック押出成形品に利用される粉末状セルロース誘導体：ヒドロキシプロピルメチルセルロース (HPMC) を選択した。セルロース繊維である紙粉に HPMC を混合し、水を使って混練することにより、可塑性ある粘土状のオールセルロース素材を調製することに成功した。素材の含水率が、素材の粘性と保形性に大きな影響を与え、50% 程度が適当だった。素材は手動のクレイエクストルーダーを用いて平紐状に押し出し、60℃で乾燥させ、成形品を得た。HPMC の混練率を変化させた結果、紙粉：HPMC=8：2～7：3 にかけて、素材の可塑性が向上し、乾燥成形品の強度が最も大きくなった。市販紙袋の把手と同等以上の引張強度を示し、プラスチック素材に比べ伸びが小さく、紙紐や紙平紐に近い特性を示した。成形品を過剰の水中で攪拌すると、繊維は離解し、HPMC が水に溶出する性質があり、紙同様にパルパーを用いたリサイクルができる素材であることが確認された。これらの結果は、パルプモールドや既往のパルプ射出成形とは異なる、セルロース繊維の新しい三次元成形の可能性を示すものである。

(本文 73 ページ)

—紙パ技協誌 2018 年 1 月 802 号— （追加記載）

P.70 セルロースナノファイバーを用いた高性能エアフィルタ濾材の開発

^{*1}平成 29 年度年次大会講演（講演 No. A15）

本報文は、平成 28 年紙パルプ技術協会賞及び印刷朝陽会賞を受賞した。

新入社員歓迎号

	1	新入社員の皆さんへ 多様化する時代に対応できる人材に…………小関良樹
	3	サーモメカニカルパルプのイノベーションによる省エネルギーと高白色度紙の開発 第二報 パイロットテスト…………宮西孝則
	10	放射線を使用しない新 BM 計の開発…………永田紳一, 澤本英忠, 酒巻紀江, 森川貴子
	15	ワイヤーの特徴と最新動向…………小岩豊史
	20	製紙への酵素の応用…………久米田和寛
	25	新 NBKP 設備の操業経験…………林 靖浩
	30	製紙工場における飛翔性昆虫類, 特にユスリカの侵入実態 …………木村悟朗, 内田有治, 榎田順一
	34	ヘッドボックスシート及びロッド・ベッドの最新技術動向…………渡邊竜平
総説・資料	38	2017 年度低炭素社会実行計画フォローアップ調査結果 (2016 年度実績) と 温暖化対策関連情報…………先名康治
	56	第 19 回木材・繊維・パルプ化学国際会議 (ISWFPC) の研究発表から …………大井 洋, 田上 歩, 幸田圭一, 浦木康光, 古川貴大, 松本雄二
シリーズ: 大学・ 官公庁研究機関の 研究室紹介(122)	66	静岡大学 農学部 生物資源科学科 木質科学コース 森林生物化学研究室
総合報文	69	オゾン漂白の基礎と実例…………宮西孝則
工場紹介(71)	82	日本製紙株式会社 岩国工場
	03	会告
	65	知財散歩道(113) 特許の世界は, 明細書に始まり, 明細書に終わる…………相澤和佳奈
	68	Coffee break 製紙工程解説書として, 我国最初の出版物をご存知ですか? …………辻本直彦
	90	内外業界ニュース
	94	特許公報
	106	全国パルプ材価格
	107	統計
	109	協会だより

サーモメカニカルパルプのイノベーションによる省エネルギーと高白色度紙の開発

紙パルプ技術協会
宮西孝則

著者らは日本製紙の研究所において、サーモメカニカルパルプ（TMP）製造工程のチップ前処理としてキレート剤や苛性ソーダを用いることで、漂白性が著しく向上し、晒薬品が節減され、TMP 最高白色度が上昇することを明らかにした。一方、米国の新聞用紙工場ノーバックでは TMP 製造工程において、一次リファイナー後の原料をスクリーン処理することによって、パルプ化された繊維を分級して二次リファイナーをバイパスさせ、省エネを図るインターステージスクリーン技術の工場テストを行っていた。しかし、バイパスによってアニオントラッシュが抄紙機に持ち込まれ、抄紙機でのピッチトラブル等の弊害が発生し、このプロジェクトは中止になっていた。また、ノーバックでの抄造品種転換ニーズや、北米での植林事情等により、大量に持続的に入手できる安価なダグラスファーチップを使用できれば、大きなコストメリットが得られる可能性があったが、ダグラスファーは過酸化水素との反応性が低いことなど、乗り越えなければならない大きな壁があった。

著者はノーバックに転勤し、前述のチップ前処理とインターステージスクリーンを組み合わせることでピッチトラブル等の課題を解決できると考え、パイロットプラントテストを実施して 2009 年に有望な結果を得た。そしてノーバックは 2012 年に実機設備を導入し、大きな省電力効果を達成するとともに、高白色度中質書籍用紙の製品ポートフォリオを拡張した。日本で研究を開始してから 12 年の歳月を経て、米国でプロジェクトは成功裡に終了した。

（本文 3 ページ）

放射線を使用しない新 BM 計の開発

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
永田紳一、澤本英忠、酒巻紀江、森川貴子

製紙工業において、紙の坪量と水分率を測定することは、品質管理上のみならず、商取引上においてもたいへん重要である。現行の BM システムは約 40 年間の歴史において、ほとんどが水分率は赤外線、坪量は放射線（ β 線）で測定されてきている。しかし、放射線は人体に悪影響を与える危険性があるため、安全上の規制や対応が必要となっている。

一方、我々は過去にマイクロ波を使ったオンライン繊維配向計やオンライン微量水分計を開発してきた経緯がある。繊維配向は紙の誘電率の異方性から、水分は紙の誘電損失率から測定される。我々は、オンライン繊維配向計の開発当時から、共振周波数のシフト量から繊維配向だけでなく坪量も測定できることは気づいていたが、水分によっても共振周波数が変わるため、もう一工夫必要であった。そこで、紙を絶乾部分と水部分に分けて考え、それぞれに誘電率と誘電損失率を想定し、共振周波数のシフト量（ $=\Delta f$ ）が誘電率と体積の積に比例し、共振ピークレベルの変化（ $=\Delta P$ ）は、誘電損失率と体積の積に比例するので、 Δf と ΔP を測定し、連立方程式を解く形で、絶乾部分の体積と水部分の体積をまず計算し、そこから坪量と水分率を算出する方法を見出した。

この新しい BM 測定用のソフトウェアをオンライン繊維配向計に移植し、実機マシンを使って長期に亘り、既存の BM 計と同時測定を行い、その測定精度や実用性について比較検討を行った。その結果、既存の BM 計との高い相関性等、良好な結果が得られたので、その測定結果および測定原理について報告する。

（本文 10 ページ）

ワイヤーの特徴と最新動向

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
小岩豊史

抄紙用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パルプスラリーの脱水、②紙質の形

成、③次工程（プレスパート）への搬送の3つである。特に、紙質形成に関しては紙の出来上がりを左右する重要な役割であるため、その要求度は高い。近年、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。

当初、理想的なワイヤーと考えられた3重織（第一世代）は、横糸による接結構造であり、接結強度が低いことから内部摩耗が発生しやすく、急激な普及には至らなかった。研究改良により3重織は第二世代、第三世代へと発展し、現在では抄紙機にて使用されているワイヤーの主流となっている。当社では更なる紙品質の向上、操業性の向上を目指し、高速ギャップフォーマー及び高速広幅マシン用として、横3重織を発展させた新組織（N-FAST）を開発した。

N-FASTは縦糸1層、横糸3層で構成されており、3重織で問題となっている内部摩耗は発生しない。したがって巾方向のプロファイルも改善し、末期まで安定した操業が可能である。また、N-FASTは最適な脱水特性であることに加え3重織より流れ方向の剛性がしなやかであり、適度な湿紙水分でのパルス効果により地合改善も見込める。

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重織の特徴を紹介する。さらに、N-FASTの特徴について紹介する。

（本文 15 ページ）

製紙への酵素の応用

星光 PMC 株式会社 製紙用薬品事業部
久米田和寛

製紙分野における酵素を利用した技術事例は多岐に亘り、様々な用途へ応用が検討されている。酵素の使用により種々の製紙工程改善や紙・板紙製品への様々な特性付与効果が期待される。一方で酵素に十分な働きを行わせるには、古紙中の夾雑物による酵素定着阻害や酵素の作用条件がネックとなり、酵素の使用には制限が掛かっているのも事実である。そこで本報では夾雑物を多く含む古紙パルプでの酵素処理として、作用の異なる複数の酵素を併用し、酵素の接触効率を高めるとのコンセプトのもと、ピッチコントロール及び脱墨への応用検討を行った。古紙中の夾雑物の剥離作用を持つ酵素をピッチやインキの分解作用を持つ酵素と組み合わせることで、古紙パルプ中で効率よく、ピッチの粘性性低減効果と、古紙の脱墨性向上効果（白色度向上、ダート数の低減）を示した。複数の酵素の併用により、酵素が有効に働く適応条件を拡げることが期待できる。

今後はコンセプトの検証・有効な酵素系薬剤の模索とともに、弊社が手がけているポリマーとの組み合わせ・相乗効果により操業安定化、コストダウン、品質向上等へ貢献したいと考えている。

また、本報では紙質改善、操業性改善を目的とした弊社酵素製品についても合わせて紹介する。

（本文 20 ページ）

新 NBKP 設備の操業経験

中越パルプ工業株式会社 高岡工場 原質部
林 靖浩

中越パルプ工業(株)高岡工場では、抄紙機での品種構成見直しにより針葉樹漂白パルプ使用量が減少した。このため設備能力が過大となることが多くなり、生産効率、エネルギー原単位が悪化していた。また老朽化した設備の機器メンテナンスのコスト増、建設後51年経過している建屋の耐震強度不足が問題点としてあった。これらの問題を解消すべく、針葉樹漂白設備及び建屋を新設し2015年12月に操業を開始した。

アンドリッツ社製洗浄機を選定した理由は、省スペースでの多段洗浄が可能であり、薬品、エネルギー原単位の改善が見込めること、また運転停止作業に対するオペレーターの負担が小さいことである。

蒸気ハンマリングの発生しない加温装置ソラリス、ドラム高圧洗浄機オシュレーター、クリーナー後脱水機GFF、漂白自動制御システム晒ACE等を導入し、稼働当初から様々な問題点はあったものの、その都度改善工事、調整を行い、現在はおおむね安定した操業状態となり、操業状況および原単位の改善を得た。

電力原単位は、晒4段シーケンスを3段シーケンスへ1段減らしたことで改善した。蒸気原単位は悪化した。酸脱工程の温度アップによりΔ白色度、ΔKappa値は大幅に向上した。薬品原単位は有効塩素換算で6%改善した。また漂白自動制御システム晒ACEの導入効果によりパルプ白色度のバラつきを大幅に低減させることができた。

今後の課題として、さらなる薬品、エネルギー原単位の改善、白色度自動制御を最大限に生かした操業に努めたい。

(本文 25 ページ)

製紙工場における飛翔性昆虫類、特にユスリカの侵入実態

イカリ消毒株式会社 技術研究所
木村 悟朗
イカリ消毒株式会社 商品開発部
内田 有治
イカリ消毒株式会社 営業2部
榎田 順一

本報告は、飛翔性昆虫類、特にユスリカ類に対する防虫網の効果について試験した。40目（目開き：503/549 μm）ではユスリカ類の通過が認められたが、その他の防虫網では通過しなかった。

一方、アザミウマ類については50メッシュ（目開き：330 μm）でも通過した。さらに、本報告では、侵入対策以外に重要となる接近対策としての照明管理と早期駆除としてのライトトラップについて、最新の知見を中心にレビューした。

(本文 30 ページ)

ヘッドボックスシート及びロッド・ベッドの最新技術動向

スペクトリス株式会社 BTG 事業部
渡邊 竜平

BTGは2006年に、ペロイト社のOEMとしてヘッドボックスシートやメタリングロッド・ベッドを製造していたIPI社（現BTGアメリカ工場）を買収し、現在はBTGブランドにてこれら製品の販売をしている。このためBTGアメリカ工場は、ヘッドボックスシートやロッド塗工分野において、豊富な経験と最先端の技術を有し、世界でも数少ない提案・最適化に特化したサプライヤーの1つとして認知されている。

ヘッドボックスシートは古くからある技術でありながら最新マシンにも搭載され、地合や繊維配向・プロファイルといった紙製造における最も基本的でかつ重要な品質に大きな影響を与えることが知られている。設計当初とは異なるマシン速度や原料配合・坪量帯での操業を余儀なくされているマシンも多いことから、現状の操業条件とヘッドボックスシート・デザインがマッチしていない事例も多く見受けられる。BTGでは単にリブレース品の提供のみならず、膨張エネルギー解析を活用したヘッドボックスシート・デザイン最適化提案も実施している。

フィルムプレス（サイザー）やロッドコーターで使用するメタリングロッドは、径や溝形状を最適化することにより、非常に大きなコスト削減をもたらすことができる。

ヘッドボックスシートやメタリングロッド・ベッドはいずれも消耗品であり、巨大なマシンにおいて小さなパーツの1つに過ぎない。しかしこれらのデザイン最適化は、大きな設備投資を必要とせず、コスト削減や品質改善に大きなインパクトをもたらす。本稿ではこれら商品の最適化事例の一部について紹介する。

(本文 34 ページ)

2017 年度低炭素社会実行計画フォローアップ調査結果 (2016 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いる。主な活動目標は以下である。

- ・ 2020 年度に化石エネルギー由来 CO₂ の排出量を、BAU 比（2005 年度の CO₂ 排出原単位基準）で 139 万トン削減する。
- ・ 森林資源の確保と CO₂ 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。

2017 年度のフォローアップ調査結果（2016 年度実績）によると、2005 年度の化石エネルギー由来 CO₂ 排出量 2,494 万トンに対し、2016 年度の CO₂ 排出量は 1,796 万トンとなり、削減率は 28.0%であった。また、CO₂ 排出原単位は、2020 年度の目標値 0.853 t-CO₂/t に対し、2016 年度の実績値は 0.770 t-CO₂/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 38 ページ)

総合報文

オゾン漂白の基礎と実例

紙パルプ技術協会
宮西孝則

オゾン漂白では排水の有機塩素化合物が著しく低下し、オゾン漂白パルプを配合した紙製品は環境に優しく、市場から高い評価を得ている。オゾン発生装置の効率は初期よりも 50%以上改善されており、パルプ強度を損なうことなく蒸気と漂白薬品費を削減できる。

製紙工場の自家発電能力に余裕がある場合は、二酸化塩素 ECF 漂白よりもコスト競争力がある。高い到達白色度が得られ、色戻り、ピッチトラブル、叩解エネルギーが減少し、溶解パルプをオゾン漂白する場合は粘度を正確にコントロールできるなど様々なメリットが報告されている。オゾン漂白は中濃度（パルプ濃度 12%）または高濃度（パルプ濃度 40%）で行われる。

中濃度オゾン漂白は既存設備を利用できるため投資金額が安価で設置面積が小さい。反応が速く、脱リグニンの選択性に優れ、パルプ強度についても従来の塩素漂白パルプと同等レベルである。オゾン漂白と二酸化塩素を組み合わせた ZD を多段漂白シーケンスの初段に設置すると低コストで最大の脱リグニン効果を発揮する。

高濃度オゾン漂白では、オゾンガスとパルプ繊維が直接接触して反応するので、反応効率（ $\Delta\text{KN}/\text{kgO}_3$ ）が高く、オゾンを高添加できる。高濃度オゾンリアクターは大気圧より若干負圧で運転するため、オゾンガスを圧縮する必要がなく、オゾンガス漏れが防止でき安全である。

実機が稼働し始めた 1990 年代は改造工事が主体で設備費が安価な中濃度が優勢だったが、2000 年以降は高濃度設備が改良され、中濃度と高濃度が拮抗している。2000 年以降に世界で稼働した新しいオゾン漂白設備の 50%を日本の製紙会社が所有している。二酸化塩素 ECF 漂白とオゾン ECF 漂白のどちらを選ぶか、オゾン漂白を選択する場合、中濃度オゾン漂白と高濃度オゾン漂白のどちらが有利か、工場の諸条件を十分勘案して最適な漂白シーケンスを選定することが肝要である。

(本文 69 ページ)

総説・資料

- 1 石巻1 KP 蒸解方法改善工事の操業経験……眞矢翔平
- 5 蒸気再圧縮方式エバポレーターの操業経験……野中陽介
- 9 TMP プレートデザイン最適化による品質向上の実現……石川 聡
- 13 インテンサマックスの操業経験……魚谷佳博
- 17 東海工場水力発電所の概要……田中亮啓
- 22 DIP 工程の最適化を図るためのファイバーホワイト®による新規プログラム
……十河功治
- 27 板紙向け新規ポリビニルアミン系ピッチコントロール剤「RZ シリーズ」
……境 健自, 村田奈穂
- 34 未定着物の連続モニタリングを活用した多官能基型凝結剤による抄紙工程水の
清浄化……三枝 隆
- 39 「アクシーズシステム」による環境負荷低減への新たなアプローチ
……但木孝一, 三吉洋平, 藤原要子, 須ヶ崎かおり
- 46 SE ローターベーンⅡ型の開発
——ローター工業 原質機械新製品のご紹介——……出口勇次郎
- 48 BW ペーパーシステムズ仕上機械の技術革新プログラム……谷岡 隼
- 51 日本の製紙産業の技術開発史：第二次大戦以後
第6回 製紙産業の海外展開……飯田清昭
- 60 2017 年度における大学・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

研究報文

- 69 叩解処理した TEMPO 酸化パルプの特性解析 (第1報)
……小林由典, 野一色泰友, 山本 学, 齋藤継之, 磯貝 明

- 03 会告
- 68 Coffee break
BEFORE = 「後」の MY 辞典……池田晴彦
- 85 パピルス
最近の注目特許
- 91 内外業界ニュース
- 95 特許公報
- 105 全国パルプ材価格
- 106 統計
- 108 協会だより

石巻 1 KP 蒸解方法改善工事の操業経験

日本製紙株式会社 石巻工場 製造部
眞矢翔平

日本製紙石巻工場 1 KP 工程では NBKP を製造している。2001 年より Lo-Solids 蒸解を導入したが、容積重の低い国内材の使用比率増加もあり、釜底の操業が難しい状況であった。結果、ブローカップパー価は安定せず、釜頂部温度アップ、白液添加率アップ、釜底での洗浄不足による漂白薬品増の要因となっていた。

釜底の操業を向上させるため、2015 年 10 月よりダウフロー Lo-Solids 蒸解を導入した。C7 から C8 ゾーンの液流れをアップフローからダウフローへ変更、ボトムスクレーパーをスクレーパーがより長く、コーンがより大きなタイプへ更新した。また、新たに C8 での抽出を開始するため、C8 スクリーンの開口面積を広げるとともに、Sureflow Diagonal 型ストレーナーを採用することで、スクリーン負荷上昇を抑えた。

立ち上げ以降、特にトラブルは発生していない。C8 スクリーンからの抽出量は計画なみに確保できており、十分なダウフローを形成できている。釜底の操業が安定し、カップパー価の標準偏差が縮小した結果、カップパー価ターゲットを工事前に比べ上昇させることができた（工事前に 100 として 108）。酸脱でのカップパー価カット率悪化が懸念されたが、工事前後で差はなく、むしろ漂白薬品削減を達成している。ブロー濃度を上げた（工事前に 100 として 127）ことでディフューザーでの洗浄効率が向上したためと推測している。また、ダウフローによりチップのコンパクションが高まり、釜内の滞留時間が延びたことで、大幅な蒸気使用量削減となった。なお、工事前後でパルプ品質に差はない。今後も白液分散比率および蒸解温度の最適化を進める。

（本文 1 ページ）

蒸気再圧縮方式エバポレーターの操業経験

北越紀州製紙株式会社 新潟工場 技術室
野中陽介

北越紀州製紙新潟工場では 2015 年 6 月に H 系エバポレーターが稼働した。H 系は既設 G 系をベースに設計され、G 系同様の 7 缶 7 重効用方式に加えて、給液蒸発缶への蒸気再圧縮（Vapor Re-Compression, VRC）方式の採用により、高い蒸発倍数を実現している。

稼働から約 2 年が経過したが、これまで VRC 方式の採用により VRC ブロワの振動上昇や第 2 効用缶洗缶時の加熱蒸気流量減少といった問題を経験してきた。VRC ブロワ振動上昇の原因は硬質スケール付着によるインペラーのアンバランスであり、不純物が少なく、温度の高いエバドレンを減温注水として使用してからは突然の振動上昇は発生しなくなった。又、第 2 効用缶洗缶時の加熱蒸気流量減少は VRC ブロワ回転速度を下げて第 2 効用缶内圧力上昇を抑え、加熱蒸気流量の流量制御から圧力制御への切替を防ぐことで、対策としている。

本稿では H 系エバポレーターの設備概要、及び操業経験について報告する。

（本文 5 ページ）

TMP プレートデザイン最適化による品質向上の実現

日本製紙株式会社 釧路工場 工務部 原質課
石川 聡

TMP 工程の磨砕電力原単位削減は、コストダウン・省エネルギー推進の観点から継続的に取り組むべきテーマである。特に、導入するプレート特性で得られる省エネ効果とパルプ品質向上は重要な課題として検討されてきている。日本製紙釧路工場でも長年にわたり、さまざまな省エネプレートを試行している。

今回、磨砕電力原単位の削減に加え品質向上の取り組みとしてアンドリッツ社の従来にない特殊なプレートデザインを採用した。

1 次磨砕では従来型プレートとは全く異なるゾーンレスデザイン（通称；クオントム）を導入し、繊維にダメージを与えず、スムーズに解繊することでシャイブ削減に効果が大きい。

2次磨砕では精砕部に特異的刃型を有する（通称；アリゲーター）世界初のプレートパターンを導入した。特徴として、精砕部に従来にはない発想の傾斜型ダム（ランプ）を有し、遠心力で排出される繊維を横方向に移動させ滞留時間増加により繊維のエッジへの接触回数を増やしフィブリル化を促進させるコンセプトにある。

結果、品質向上としてシャイブカット率 50%削減と裂断長 70%向上、比引裂度 80%向上を実現できた。

同時に省エネ効果として磨砕電力原単位 20%削減を達成した。

更には操業条件の最適化を追究し、従来の磨砕濃度よりも高濃度化を図り、1次2次の電力負荷バランスを変え（1次磨砕負荷を従来よりも20%軽減、2次磨砕負荷を従来よりも25%増加）プレートの仕事を1次RFR、2次RFR各々のプレートの役割にあった最適条件を確立した。その結果、プレート性能を最大限引き出すことに成功し更なる品質向上と省エネを実現できた。この成果により抄紙工程における紙質向上に寄与している。

（本文9ページ）

インテンサマックスの操業経験

レンゴー株式会社 金津工場 製紙部 製紙課
魚谷佳博

近年、抄紙機の生産量が増える一方、品質・省エネ・歩留り良化の要求も増えている。

当工場では、生産量増加に伴い、パルパー2基の運転時間や、オペレーターの作業負担が増加する問題を抱えていた。これらの問題を解決するために、国内初号機であるインテンサマックスを導入した結果、原質離解工程の省エネやラグローブ切れ回数が減少した。

インテンサマックスのシステムは『洗浄工程』を後段のスクリーンドラムで行うことにより、従来のデトラッシュと比較し、1サイクルの大幅な短縮が可能になる。これにより、パルパー内原料をインテンサマックスに積極的に取り込むことができた。その結果、パルパー内の異物が効率的に系外に排出できた。

原質離解工程で異物を排出することにより、精選工程の安定・品質向上等が期待できる。

（本文13ページ）

東海工場水力発電所の概要

王子エフテックス株式会社 東海工場 施設動力部
田中亮啓

王子エフテックス東海工場は、静岡県富士市及び富士宮市に3つの製造拠点をもち、辞書等に使われる薄葉紙、ファンシーペーパー、コップ原紙等を製造している特殊紙工場である。

また、製造設備の他に、富士宮市に8カ所の水力発電所を保有している。これらの水力発電所は、電力の安定供給を担っているが、最も古い熊久保発電所が1919年稼働、最も新しい芝川発電所でも1964年稼働と設備稼働後53～98年経過し、老朽化が進行している。

当社では、クリーンなエネルギーの供給源として、水力発電事業の維持管理の徹底を図り、電力の安定供給に寄与するため、水力発電設備のリフレッシュ工事を順次実施している。

リフレッシュ工事においては、事前に流況の把握や落差調査を実施し、水車設備選定および設計検討を行う。

当工場の水力発電所の中で最も発電出力の大きい潤井川第二発電所では、水車・発電機・制御装置・配電盤・変圧器・送電機器等の老朽化設備一式のリフレッシュ工事を実施し、設備効率向上により年間4,054 MWhの発電量増となった。

当社は、東海工場が所有する8カ所の水力発電所の維持管理を徹底することにより、今後も長期的なクリーンエネルギーの安定供給に取り組んでいく所存である。

（本文17ページ）

DIP 工程の最適化を図るためのファイバーホワイト[®]による 新規プログラム

片山ナルコ株式会社 WPS-PS 事業部
十河功治

DIP 系内の pH は、操業状況と DIP 品質に影響を与える重要な管理項目であり、適正な pH とするため、薬品を定率で添加し、管理している。

しかし、DIP 工程で回収循環使用の高度化が進み、また DIP 系内は、細菌が繁殖しやすい条件であり、実際、DIP 系内の菌数は高く、ほぼ飽和状態であった。またタワーのような滞留時間の長い工程で細菌が増殖し、工程内で代謝物である有機酸が生成され、pH 低下が起こっており、このような条件化で、苛性ソーダは消費、過酸化水素も無駄に分解してしまっていることが確認できた。

弊社ではスライムコントロール技術のひとつであるモノクロラミン処理を応用した DIP 工程を最適化する新規プログラムを検討し、pH の向上、安定にあわせて DIP 工程の脱墨効率と過酸化水素晒効率の改善、COD 低減、ピッチ成分の系外除去などを改善し、トータルコスト削減と品質向上を達成することに成功した。

ファイバーホワイト処理（弊社処理名：ファイバーホワイト処理。FBW 処理と略す。）は、DIP の前工程から薬剤を連続添加し、DIP はもとよりマシンまで全体の処理を行う新規プログラムである。

（本文 22 ページ）

板紙向け新規ポリビニルアミン系ピッチコントロール剤 「RZ シリーズ」

ハイモ株式会社 湘南研究センター
境 健自、村田奈穂

板紙製造時の主な課題として、紙汚れや設備、用具付着汚れ等を引き起こすピッチトラブルがあげられる。我々は、これらの課題に対応するため検討し、新たなピッチコントロール剤として、ビニルアミン系エマルジョンポリマーである「RZ シリーズ」の合成に成功した。「RZ シリーズ」は幅広いカチオン度に調整可能であり、さらにエマルジョン技術を適用したことで、ポリビニルアミン（pVAM）従来品では困難であった分子量域での合成が可能となった。これによって、板紙紙料に対し、より優れたピッチコントロール効果を持つ pVAM 品を得ることができる。

RZ シリーズのピッチコントロール効果について、ライナー原料に対し、マイクロピッチの定着効果を弊社の評価法である「ヘマストメーター-画像解析法」、粘着物低減効果を「SUS 板熱転写-画像解析法」にて確認した。結果、RZ シリーズは汎用の有機カチオン凝結剤と比較し優れた性能を示した。

定着型のピッチコントロール剤がより優れた効果を発揮するには、①ピッチを微細なままパルプに定着する効果（分散定着）、②ピッチを強固に定着する効果（再剥離を抑制）、③ピッチ表面の粘着性を低減させる効果が影響していると考えられたので、RZ シリーズについてこれらの検証を行った。結果、RZ シリーズは汎用の有機凝結剤と比較しこれら 3 つの効果に優れていると考えられた。

（本文 27 ページ）

未定着物の連続モニタリングを活用した多官能基型凝結剤による抄紙工程水の清浄化

栗田工業株式会社 プロセス技術一部
三枝 隆

近年の古紙回収率増加や抄紙工程クローズド化に伴い、原料由来の異物・工程内での分解物・未定着の内添剤など様々なものが抄紙工程水中に蓄積して紙の品質低下やマシンの操業性悪化の原因になっている。これらの蓄積物を繊維に定着し、系外に排出する凝結剤の役割は重要であり、凝結剤およびその適用技術に対する要求水準は高まる一方である。

我々はカチオン基以外の官能基を有することにより反応性を強化した多官能基型新規凝結剤を開発した。新規凝結剤は従来のカチオン系凝結剤より除濁効果および歩留・ろ水効果において優れていた。また、組成を調整することによりピッチ定着効果、カチオンリッチ水質における効果、未定着による発泡性を抑える効果などにおいて特徴的な性質を付加することができた。

また白水中の未定着物量を連続測定する新規センサーを開発し、新規凝結剤が白水中の未定着物量を半減させ連操期間後半の上昇を抑え、欠点数を減少させて抄紙工程水の清浄化および紙質・操業性改善に寄与することを確認した。

(本文 34 ページ)

「アクシーズシステム」による環境負荷低減への新たなアプローチ

ソマール株式会社 技術本部 技術開発部
但木孝一、三吉洋平、藤原要子、須ヶ崎かおり

製紙業界での水の使用量は大変多く、近年のクローズド化システムの強化により水の再利用率も高まってきている。この様な状況の中、排水負荷管理は益々厳しくなっている。製紙業界に限らず企業では、水質汚濁防止法をはじめ、各種条例で求められている排水基準の他、それを上回る自主管理基準を設定し、排水負荷低減に取り組んでいる。本稿では、製紙工場の排水負荷低減に焦点をあて、抄紙マシンの白水負荷を低減する新しいアプローチ方法をいくつか紹介する。近年では、古紙原料の品質悪化の影響もあり、紙品質の低下を防ぐために紙力剤やサイズ剤等の内添薬剤の添加量を増加する傾向が見られる。その影響もあり、白水負荷が更に高まる要因となっており、各種内添薬剤の効果が発揮し難い悪循環となっている。

弊社が開発を続けている歩留り向上システム「アクシーズシステム」は、歩留り向上のみに重きを置いたシステムではなく、各種内添薬剤の定着性向上が可能な特殊カチオン性ポリマーである「リアライザー A シリーズ」、 「リアライザー R シリーズ」と特殊なアニオン性ポリマーである「リアライザー FX シリーズ」から成る新しい歩留り向上システムとなっている。この「アクシーズシステム」に新しい技術である「リアクティブポリマーテクノロジー」を導入することにより、各種内添薬剤のパルプ繊維への定着性を更に向上させ、白水負荷を大きく低減することが可能となったので報告する。

(本文 39 ページ)

SE ローターベーンⅡ型の開発

— ローター工業 原質機械新製品のご紹介 —

ローター工業株式会社
出口勇次郎

SE ローターベーンは発売以来、大小含めて 30 台以上の販売実績を誇る、当社が開発した高効率ローターベーンである。このローターベーンは大変名譽なことに、第 43 回佐々木賞、2017 年度中国経済産業局長賞をいただいている。この SE ローターベーンの使い勝手を向上させた新製品を、SE ローターベーンⅡ型と命名した。

このSEローターベーンⅡ型は、SEローターベーンの姿形はそのままに、使い勝手と耐久性の向上を実現させた製品である。パルパーの生産効率・原料品質を向上させる事に寄与しているローターベーンの外觀形状は、従来と同一とした。

SEローターベーンⅡ型の変更点は数カ所に及ぶが、一番考え抜いた所は、替刃の取り付け方法である。昔、SEローターベーンが世に出る前は、3本のボルトで替刃を取り付ける方法が主流であった。しかし、SEローターベーンでは、付け替えがし易くなった事と引き換えに、替刃の取り付けボルトの本数は大幅に増えてしまった。だが、長期の開発期間を経て、SEローターベーンⅡ型の取り付けボルトは昔と同じ3本となった。

当社では、ローターベーン以外の製品でも、すでに権利取得に動いているプロジェクトも含めて、鋭意開発を進めている。今後、実証を終えて、権利取得を完了した段階で、随時発表をして行く予定である。

(本文 46 ページ)

BW ペーパーシステムズ仕上機械の技術革新プログラム

株式会社イリス 印刷紙加工機械部
谷岡 隼

長年稼働している設備におけるドライブ及びモーター関連機器は、技術革新と共に次第に既存の部品は生産中止となり大がかりな改造を余儀なくされる。BW ペーパーシステムズ社は、長年培ってきた自社設計による斬新なドライブシステムを開発。時代の流れの中でレアアースの需要が高まる中、モーターの技術にも取り入れ、設備の高速化が要求される現代において、本液体直冷式モーター及びドライブシステムは、新しい技術革新として位置付けている。

また自社製の液体直冷式モーターは、汎用空冷式モーターに比べ大きさは小さいが高トルクを実現しており、回生機能を具備したコンパクトなドライブシステムを構築。制御と合わせて特殊なナイフローターフレーム構造により、より軽く、より速くローターが高速回転出来る独自の技術に加え、カッター刃を逆転させて刃先を研ぐという機構も本ドライブシステムと連動し、高速運転、高断裁、高効率を実現した設備を提供。今日でも30年以上使用する設備においても最新技術を取り入れた部品を提供している。

既に段ボール業界では、本システムを取り入れた高速コルゲーター設備が海外では稼働中。ダブル、トリプルウォールの段ボールを高速断裁している。この技術は、段ボール業界だけではなく、製紙業界においても貢献できる技術だと考えている。

(本文 48 ページ)

シリーズ

日本の製紙産業の技術開発史：第二次大戦以後

第6回 製紙産業の海外展開

飯田清昭

1970 年頃までは、増加する国内需要に対処できる原料を如何に得るか、その中で海外事業が計画された。基本的な方針は、木材を持ち込むか、チップで輸入するか、パルプを生産して運び込むか、紙製品を輸入するかで、それらが並行して進められていた。1970 年代に石油価格の高騰、環境保全の動きから古紙利用が進められ、あわせて、輸入チップを使った沿岸大型工場の経済性が認識されると、海外との事業はチップ輸入が主体となった。この時期は、製紙産業の存続が危ぶまれた時期でもあり、海外プロジェクトを展開する余裕はなかった。

1990 年頃になり、製紙企業の経営基盤が安定したことから、改めて海外展開が検討されだした。ここでも原料対策が最大の関心事で、チップを安定して輸入するために海外植林が積極的に進められた。もう一つがアジア市場とのかかわりであった。段ボールの納入先がアジアへ出ていくに伴いアジアへの進出が始まった。海外展開は企業により温度差があるが、製紙産業は2002年の統計で海外売上高比率が産業として最も低く、2016年でも同じ様子である。アジアへの展開は重要さを認識しながら手聞取っていると言える。

(本文 51 ページ)

研究報文

叩解処理した TEMPO 酸化パルプの特性解析（第 1 報）

王子ホールディングス株式会社 紙パルプ革新センター
東京大学大学院 農学生命科学研究科
小林由典

王子ホールディングス株式会社 紙パルプ革新センター
野一色泰友, 山本 学
東京大学大学院 農学生命科学研究科
齋藤継之, 磯貝 明

2,2,6,6-テトラメチルピペリジン-1-オキシル (TEMPO) を触媒とする酸化反応により, セルロースとヘミセルロースの 1 級水酸基を選択的にアルデヒド基またはカルボキシ基に酸化することができる。先行研究において, TEMPO 酸化パルプ (TOP) から作製された手すきシートは湿潤強度が向上することが報告された。また, TOP を使用し, 製紙薬品を内添した場合, シートに保持可能な薬品量が増加することが報告されている。しかし, これまでに TOP を紙の原料として実際の製紙工程に適用する研究は行われていない。そこで, 本研究では, 製紙工程で紙質制御のために一般的に行われている叩解処理が TOP の繊維形態および繊維特性に与える影響について検討した。カルボキシ基量が異なる 2 種類の広葉樹漂白クラフトパルプ由来の TOP (0.42 mmol/g, 0.86 mmol/g) を調製し, ラボ叩解機である PFI ミルを使用し, 処理回転数を変えて叩解処理を行った。その結果, 元のパルプと同様, 叩解処理にともない TOP の平均繊維長は低下し, 微細繊維量は増加した。一方, 元のパルプと比較して, TOP の濾水度の低下と保水度の上昇は顕著であった。また, 叩解処理にともなうパルプ形態の変化と, 叩解処理にともなう官能基量の変化が異なっており, TOP と元のパルプのフィブリル化挙動は明らかに異なっていた。

(本文 69 ページ)

省エネルギー特集 I

	1	第22回省エネルギーセミナー開会挨拶……………鈴木 裕
	3	新しい技術をベースにしたエネルギーの有効活用ソリューション……………八木田正樹
	10	川内工場における省エネの取組み……………下山慎吾
	16	秋田工場における省エネルギーへの取組み……………伊達宣浩
	21	新潟工場省エネ事例について……………鷺津真人
	26	ボイラ用水処理薬品によるエネルギーの有効活用……………青木孝司
総説・資料	33	洗浄効率アップによる省エネ集塵機……………服部宏安
	38	ドクター最適化による省エネとコストダウン……………若林稔文
	42	低コストで実現できる省エネ事例の紹介……………上藤丈浩
	47	Fajar Paper PM8 エンジニアリングの紹介……………瀧 亮介
	51	蒸発・晶析法を用いた脱塩脱カリ装置 —CRP System ; Chlorine Removal Process—……………福島健一
	55	ACA Permi オンライン透気度計及び RoQ ロール巻き堅さ測定器……………鈴木洋平
シリーズ：大学・ 官公庁研究機関の 研究室紹介(123)	60	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 エネ ルギーエコシステム学分野 (河本研)
研究報文	63	硝酸前加水分解ソーダ蒸解法によるアブラヤシ空果房のバイオリファイナリー、 フルフラールと溶解パルプの生産 ……………アグスタ サモドラ プトラ, 中川明子, 梶山幹夫, 大井 洋
工場紹介(72)	80	北越コーポレーション株式会社 新潟工場
	03	会告
	59	知財散歩道(114) 新人知財担当者の第一歩……………野田義樹
	62	Coffee break アメリカ国立公園 レンタカーの旅 (その6) ラスベガスからイエローストーン国立公園へ……………豊福邦隆
	85	パピルス 日本の紙幣の肖像……………武藤直一
	89	内外業界ニュース
	94	特許公報
	104	全国パルプ材価格
	105	統計
	107	協会だより

新しい技術をベースにしたエネルギーの有効活用ソリューション

安川シーメンスオートメーション・ドライブ株式会社 技術本部 応用技術部
八木田正樹

産業分野では古くから省エネ努力が続けられており、その成果も大いに発揮されているが、国内エネルギー消費量の半分を占めるため、更なる省エネが求められている。本稿では、それらの要求に答えるため、SIEMENS（SIEMENS AG）と安川電機（株式会社安川電機）の新しい技術を用いた製品とそれらをベースにした YSAD（安川シーメンスオートメーション・ドライブ株式会社）のエネルギー有効活用ソリューションを紹介する。モータでは最新の技術を用いた高効率誘導モータ（SIEMENS）、誘導モータに替わる永久磁石を用いた同期モータ（安川電機）、貴重な資源である永久磁石を用いない同期リラクタンスモータ（SIEMENS）、およびダイレクトドライブモータ（SIEMENS）による減速機レスによる省エネを紹介。ドライブ装置では、付帯設備も含めた力率改善が可能な SINAMICS S120 シリーズコンバータ（SIEMENS）、新しい電力変換技術を応用したマトリクスコンバータ U1000（安川電機）による省エネ、および YSAD の省エネソリューションとして、蓄電池を応用したハイブリッドクレーンおよび急速充電器などの電力ピークカット、ピークシフトに貢献する YS-ENECON を紹介する。

（本文 3 ページ）

川内工場における省エネの取組み

中越パルプ工業株式会社 川内工場 施設動力部 電気計装課
下山慎吾

エネルギー多消費型の製紙業において、省エネ活動は環境対策及びコスト削減に向け、有効な手段であり、当工場でも工場全体で活動に取り組み成果を上げてきた。しかしながら活動が進むに連れ、容易に効果を上げられる案件が少なくなり、工場で毎年設定している省エネ目標の達成が近年、厳しい状況にある。

当工場では省電力、省重油、節水の 3 項目について省エネに取り組んでいるが、例年達成率が高いのは省電力である。年々インバータ設置スペースに苦慮しながらも狭いスペースを有効活用して工事を進めてきた。2017 年度には一部電気室を拡張し、各マシンドライヤーフードの給排気ファン等のインバータ化を実施することで大きなメリットを上げ、省電力達成率は 12 月までの実績において 154%となっている。

省重油に関しては省電力と比較すると達成率が低く、更なる案件の掘り起しが必要であり、節水に関しては用水が河川水であり、用水単価が安価であることから、費用対効果のある案件が少ない状況ではあるが、社員一丸となって目標達成に向け取り組んでいる。

本稿では過去 3 年間で実績が上がった省電力、省重油案件を代表して 3 件の事例を紹介する。

（本文 10 ページ）

秋田工場における省エネルギーへの取組み

日本製紙株式会社 秋田工場
伊達宣浩

秋田工場の省エネルギー活動において、2015 年には目標値を大きく下回る結果となった。その状況を打破するために、2016 年度は日本ビジネス革新コンサルティング㈱（JBIC）より指導を頂き、ネイガー活動と称する省エネルギー活動を展開した。目標は「工場の前年総エネルギー使用量の 3%分の省エネ案件発掘」、月 4 回の活動で約 1 年間、工場各部門から選抜されたメンバーが一丸と取り組んだ。

活動の前半は現状の工程あるいは機器の状況把握、つまりフローシート、マテバラを作成し、その後燃料、電力、水、蒸気、エアの使用量を調査しエネルギー使用量を把握した。後半はその工程や機器の機能状態の分析、設備仕様を振り返り温度や流量、品質等に乖離はないか、エネルギー収支を検討し熱源は有効利用されているか、出入口温度は仕様通りか等を検討し、改善されるべきテーマ素材に気付いたら即座に記録することであった。そ

して是正のために損失の大きさやエネルギー源、改善の方法により充分な利益をもたらすことを確認して優先順位を決定した。

検討する際は、集まったメンバーが理解しやすいように手書きの図や写真等を用いて議論したことにより、自部門で気付かない点が発見されるなどお互いに知見が得られたのではと思う。

活動を通して、ネイガー目標に対しては 3.23% となり、秋田工場としての省エネ目標も達成された。

(本文 16 ページ)

新潟工場省エネ事例について

北越紀州製紙株式会社 新潟工場 施設部 施設課
鷺津真人

近年、温暖化等の地球環境問題への対策が各国に求められており、日本はパリ協定の約束草案で 2030 年度の CO₂ 排出量を 2013 年度比より 26% 削減することを目標とした。北越紀州製紙新潟工場でもパリ協定の約束草案達成に貢献する為、当工場では省エネプロジェクトを立ちあげた。プロジェクトで実施した中から「新潟工場スチームトラップ診断」及び「新潟工場 8 号機 1 次スクリーン高効率化」の 2 つの事例を報告する。

新潟工場スチームトラップ診断は、工場構内に多数のスチームトラップが設置されているが、管理が十分で無かった為に蒸気漏洩しているものがあつた。そこで、工場構内のスチームトラップを診断した結果、工場構内にはスチームトラップが 1,445 台あり、その内 277 台が不良（不良率 19.2%）、蒸気漏洩量は 1.58 t/h であつた。診断結果をもとに各職場にて不良トラップを取替することで 0.3 t/h の蒸気ロス削減に繋げた。また、診断したトラップの型式・動作状態を記載した台帳及び配置図を作成することで、今後のスチームトラップ管理がしやすくなった。

新潟工場 8 号機 1 次スクリーン高効率化では、相川鉄工製 B-1500 型スクリーン用アジテーターを Maxi Agitator に更新し、さらにプリー比を変更して回転数をダウンすることで消費電力の削減を図った。新潟工場 8 号機には 1 次スクリーンが 5 台あり、すべてに Maxi Agitator 及びプリー比変更を採用したところ、合計 115 kW の消費電力削減となつた。

(本文 21 ページ)

ボイラ用水処理薬品によるエネルギーの有効活用

栗田工業株式会社 ソリューション推進第一部門 技術サービス一部
青木孝司

国内の工場においては、積極的な省エネルギー活動に一貫して取り組んでおり、計画的な設備投資のもと、高効率機器の導入などを採用している。特に、使用エネルギーに占める蒸気用の燃料に占める割合は大きく、蒸気原単位削減の要望が強い為、高効率ボイラやエネルギーの回収設備導入が進んでいる。

水処理が省エネルギーに寄与できる課題としては、スケール障害防止の対応、ブロー削減に関する対応、復水回収量の向上への対応がある。これらは主に水の純度が低い軟水を給水とする蒸気圧力が 2 MPa 以下の低圧ボイラ設備で、改善の余地が大きい。

ボイラに付着するスケール（ボイラに供給される水中のカルシウムイオンやマグネシウムイオン、シリカ、鉄などの成分が析出し、ボイラ内に付着したもの）は、熱交換を阻害するとともに設備での様々な障害の原因となるため、スケールの付着を防止して熱効率や設備の耐久性を維持する水処理薬品が欠かせない。しかし、分散効果のみを有する従来の薬品素材では、ボイラ缶内の硬度成分が薬品の処理能力を超えた場合はスケールとなり、水管に付着したスケールを別途除去処理する必要があつた。

この課題に対して弊社は、スケールの分散だけでなく除去効果を併せ持つ新規素材の開発を行った。新規多機能ポリマー（ドリームポリマー[®]）はボイラ内のスケール成分を良好に分散させ付着を防止することはもとより、スケールが付着した場合でも素早く、効果的に除去できる特徴を有する。本新規ポリマーは、ボイラの伝熱面に常に清浄な状態に維持し、高効率ボイラの性能維持や安定運転の実現を通じて、各工場の省エネルギーに貢献す

ることができる。

(本文 26 ページ)

洗浄効率アップによる省エネ集塵機

株式会社服部エンジニアリング
服部宏安

GOYEN 社（オーストラリア）では世界の約 6 割の集塵機に各種集塵機機器を提供しているが、20 年前に世界で最初に逆洗パルスジェットバルブを開発し、数千のエンドユーザーに提供してきた。エンドユーザーから集塵システムの問題点を直接聴取することで、より良い機器の開発を行ってきたが、2 年前より、これらの情報をコンピューター解析し、最適集塵システムをユーザーに無償提案する GOCO システムの提供始めた。

永年の経験から最適システム的设计にはバルブなどの集塵機機器の改良だけでなく、エア量と炉布面積の比率（クロスエア比）等のシステム全体を見直すことが必要と考えており、これらの解析の処方を GOCO システムと称している。

同社では、「解析データシート」の書式に従って必要事項を開示いただくことで、ユーザーに対して最適システムの提案を無償で行っている。

(本文 33 ページ)

ドクター最適化による省エネとコストダウン

バルメット株式会社 サービス事業部
若林稔文

ほぼすべてのドクターポジションは、何らかの形で改善できるとされている。ドクタリングに係るコストとして、ドクターブレードに費やされる費用には注目されているが、ドクタリングはドクターブレードやホルダーのコストをはるかに上回るコストに影響している。ドクタリングのコストには消耗品などの目に見えるコストと、不適切なドクタリングによって引き起こされる過度な脱水コスト、ロールカバーやファブリックスの摩耗、断紙などの目に見えないコストがある。これらのコストはドクタリングの最適化により改善することが可能である。

ドクタリングは各ポジションによって要求されるものが異なるため、最適化の方法についても各ポジションによって異なる。ドクターブレードのライフタイムの向上、エネルギー消費量の削減、走行性の改善などが挙げられ、様々な観点からアプローチすることができる。エアブレードを使用しているポジションでは、ValDual ドクターブレードに置き換えることによりエアの消費をゼロにすることができ、ドライパートでは、摩擦係数の小さいドクターブレードを用いることにより駆動装置のエネルギー消費量を抑えることができる。また、ドクターブレードの単価は上がるが、ドクターブレードのライフタイムを向上させることにより、年間で考えれば結果的に安価になることもある。このように、各ドクターポジションに合わせた最適化を実施することが重要であると考えている。

(本文 38 ページ)

低コストで実現できる省エネ事例の紹介

三浦工業株式会社 東京 MI 営業 1 部
上藤丈浩

当社では、「世界一安くて良い熱・水・環境商品を世界のお客様にお届けしよう」というスローガンのもと、お客さまが抱えている問題を解決する「トータルソリューション」の提案を近年強化している。大型設備投資による省エネも継続して高い需要があるが、低コストで実現できる省エネ事例も年々増加しており、今回は、このような観点から熱関連、コンプレッサ関連、水関連、工場内廃温水関連の省エネ事例について紹介する。

いずれの場合もエネルギーの「見える化」が重要であり、当社の技術が、少しでも皆様の省エネ案に貢献でき

れば幸いである。

- ・熱関連：未保温部分の有効的な保温実施計画案，給水タンクから放出されるフラッシュ蒸気を抑え，燃料費を2%削減した。
 - ① 環境改善事例
 - ② 独自ボイラ分析装置による，ボイラ発生蒸気の「見える化」で可能になったボイラ運用改善例
 - ③ ボイラ台数制御の活用例
- ・コンプレッサ関連：電流値を測定し，見えないエアー量を「見える化」にして，コンプレッサ全体の効率的運用や，有用なメンテナンスサイクルを構築できた事例
- ・水関連：クーリングタワーの省エネ事例，水量分析による装置のダウンサイジング事例
- ・廃温水関連：各温度に有効的なシステム

(本文 42 ページ)

Fajar Paper PM8 エンジニアリングの紹介

株式会社小林製作所 製紙機械設計部
瀧 亮介

弊社は 2014 年，インドネシア共和国の最大クラス板紙メーカーである Fajar Paper（以下，FP）から PM8 の移設改造プロジェクトを受注した。この PM8 プロジェクトは欧州から情報用紙用の中古抄紙機を FP が購入し，段ボール原紙生産用の抄紙機として移設改造するという内容である。

KEW はこれまでも FP のすべての抄紙機の建設，および運転に携わっており，互いに良好な信頼関係を築いてきた。このような長年の経験と実績を評価され，今回，PM8 のエンジニアリングおよびドライエンドの改造工事を受注することができた。これは顧客とともにプロジェクトをまとめる私たちのエンジニアリング力が高く評価された結果であると自負している。

本報告では PM8 プロジェクトの概要について報告する。

(本文 47 ページ)

蒸発・晶析法を用いた脱塩脱カリ装置

—CRP system ; Chlorine Removal Process—

ヴェオリア・ジェネッツ株式会社 民需事業本部 EPC 本部
福島健一

クラフトパルプ回収サイクルにおいて，塩化物とカリウムが系内に蓄積され，濃縮された塩化物とカリウムによってダストの融点が低下し，ボイラーの閉塞，ひいては能力の低下や腐食につながる事が知られている。この対策として電気集塵機灰の廃棄をする方法があるが，これは回収サイクル内におけるソーダの損失を意味し，ソーダを補給する費用が増大する。また既存の対応技術としては塩化物，カリウム濃度の低減のため電気集塵機捕集灰を水に溶かし，イオン交換樹脂で処理する方法，冷凍式晶析システムを用いる方法などが存在する。しかしこれらの既存技術は高価な運転コスト等の問題が付きまとい世界中で普及するシステムには至っていない。それらの既存技術よりさらに効率の良い加熱式の蒸発・晶析法を用いた脱塩脱カリ装置 CRPTM という技術があり，世界中で実績を積み上げてきた。実設備として CRPTM が稼働している南アフリカ，Mondi 社では，CRPTM 稼働後，塩化物濃度の低減が確認でき，ボイラー閉塞の軽減や蒸気発生量の増加等のメリットが確認されている。Mondi 社での操業経験を交えて，蒸発・晶析法を用いた脱塩脱カリ装置 CRPTM を紹介する。

(本文 51 ページ)

ACA Permi オンライン透気度計及び RoQ ロール巻き堅さ測定器

新日本通商株式会社
鈴木洋平

ガーレー式などの透気度測定は、一回の測定にかなりの時間がかかる為、製造中の測定ができなかった。その為、立ち上げ時か、製造中にサンプリングした製品の一部をオフライン機で測定する事が一般的であった。

ACA Systems 社（フィンランド）の Permi オンライン透気度計は、抄紙機内に測定ユニットを設置し、リアルタイムに透気度を測定、データ保存する事ができる画期的なシステムである。透気度データは、ガーレー、ベントセン、コレスタなど任意の方式に高速演算して出力する。また、測定データはサーバ PC 内に SQL 形式で保存が可能。データハンドリングも容易に行う事ができる。オンラインで透気度を測定する事により、システム制御や品質管理、作業工数の削減など、さまざまな効果を得る事ができる。

これまでのロール巻き堅さの測定は、打音方式やシュミットハンマーが主流であった。しかし、これらの方法は測定誤差や測定に時間がかかるなどの問題があった。RoQ ロール巻き堅さ測定器は、これらの問題を解決した次世代機である。この装置をロールに当てながら幅方向に滑らせるだけで、最小 1 mm ピッチで巻き堅さを測定し、さらに Excel 形式で測定データを取出すことができる。

本稿では、欧米で一般的な装置になりつつあるこれらのシステムについて紹介する。

（本文 55 ページ）

研究報文

硝酸前加水分解ソーダ蒸解法によるアブラヤシ空果房の バイオリファイナリー、フルフラールと溶解パルプの生産

筑波大学 大学院生命環境科学研究科
アグスタ サモドラ プトラ, 中川明子, 梶山幹夫, 大井 洋

アブラヤシ空果房（EFB）などの豊富な廃棄農業残留物は、フルフラールを製造するためのバイオマスの代替供給源を提供することができる。本研究の目的は、硝酸を用いた前加水分解により、EFB からフルフラールと溶解パルプ（DP）を調製することであり、キシランを含む前加水分解物からフルフラールをどのように製造できるかを調べることである。硝酸前加水分解物中のフルフラール収率は、酸触媒による脱水によって EFB 材料重量の 6.2% に増加した。硝酸の前加水分解に続く大気圧下でのソーダ蒸解によって、DP 原料を調製し、得られたパルプをモノ過硫酸（ P_{sa} ）、二酸化塩素（ D_0 , D_1 ）および過酸化水素（Ep）を用いて漂白した。白色度 90.4% ISO およびパルプ粘度 6.5 cP のパルプが得られ、これらはインドネシア工業規格に適合したが、キシラン含有量がやや高く、 α -セルロース含有量は 83.0% であった。

（本文 63 ページ）

省エネルギー特集Ⅱ

- 1 古紙処理工程フロー見直しによる省エネ……………山田昭一郎
- 6 東海工場における省エネルギーの取り組み……………加藤拓也
- 11 熱回収ソリューション『水熱利用システム』による省エネ検討プロセスと
導入事例……………田熊康秀, 田村 翔
- 17 8号抄紙機の省エネの取り組み……………西向裕相
- 20 石炭焚火力の木質バイオマス高比率混焼によるCO₂低減対策技術動向
……………福島 仁, 田村雅人, 河西英一, 上野俊一朗, 松永康夫
-
- 総説・資料 27 表面改質パルプの紙質特性
—TEMPO酸化パルプ/脂肪族アミン塩—……………小林由典, 野一色泰友, 山本 学
- 33 産業植林における精密林業技術の開発……………岩田英治, 陶山健一郎, 浦田信明,
中浜克彦, 南藤和也, 新屋智崇, 河岡明義, 澁澤 栄, 小平正和, 加藤 顕, 小花和宏之
- 39 バルメット・サービスの一環としてのインダストリアル・インターネット
……………ヤリ アルミ, ヨハンナ ニューカム, 金江正浩
- 43 排水用オンラインTOC計(バイオテクター7000)の紹介
—塩類や懸濁物を多量に含む試料に強いオンラインTOC計—……………赤坂秀市
- 46 製紙工程におけるビッグデータマネジメント
—dataPARCによるデータ主導型製紙工程の将来像—
……………マーク・コーヴィ, イアン・パドレー, 西野優治, 長谷川正司
- 53 プルサー社/川之江造機の最新家庭紙コンバーティングライン技術の紹介
—コンバーティングラインの構成と管理における新しいトレンド—
……………マッシモ フランザロリ, 大西雅也
- 58 第28回ISO/TC6国際会議参加報告……………宮西孝則
- 65 日本における社会・経済の変化と製紙産業の技術対応
第1部:戦後の日本経済の発展の中での紙パ産業……………飯田清昭

シリーズ:大学・
官公庁研究機関の
研究室紹介(124)

- 72 新潟大学 自然科学系(工学部) トライボロジー研究室

- 総合報文 74 カラー印刷に適した高白色度・高不透明度の中性新聞用紙……………宮西孝則

- 技術報文 91 オフィス製紙機を実現する乾式古紙再生技術の開発……………中村昌英

- 工場紹介(73) 105 新東海製紙株式会社 島田工場(特種東海製紙グループ)

- 03 会告
- 110 パピルス
最近の注目特許
- 119 内外業界ニュース
- 125 特許公報
- 135 全国パルプ材価格
- 136 統計
- 138 協会だより

古紙処理工程フロー見直しによる省エネ

日本製紙株式会社 関東工場 草加製造部製造課
山田昭一郎

日本製紙(株)関東工場草加は日本製紙グループの板紙工場として段ボール原紙をはじめとする産業用板紙を生産している。全抄紙機は3台であり、それに伴う古紙処理工程は9系統を有している。

今回、フロー見直しをおこなった工程は2号抄紙機系古紙処理設備の3系統となるが、改造点としては、近年、板紙古紙処理設備では一般的となってきたパルパーエキストラクションプレート孔径の小径化による粗選1次スクリーンの停止や精選2次スクリーンの直列二重化により設備を停止したフロー見直しについて、省エネを図った事例を紹介する。
(本文1ページ)

東海工場における省エネルギーの取り組み

王子エフテックス株式会社 技術本部技術部
加藤拓也

再生可能エネルギーの重要性が高まるなか、王子グループでもバイオマス発電、水力発電の利用を積極的に進めている。製紙工場はエネルギー多消費型産業であり、依然としてLNG等の購入燃料、購入電力も多く、エネルギー費が収益に大きな影響を与えていることから、効果の発現が早い省エネ案件の抽出と実施が求められている。王子エフテックス各工場でも省エネ目標を「生産計画に基づくエネルギー使用量見込みに対し1.5%削減」と設定し、省エネ活動に取り組んでいるが、新規省エネ案件の発掘に苦慮している。

東海工場では、誘導電動機の消費電力削減に特化した省エネ機器「シガセイバー」を設置し、省エネ効果検証を行った。

本稿では、省エネ案件の実例として「シガセイバーによる省エネ」について紹介している。「シガセイバー」の省エネ効果検証を行った結果、当初10%前後の電力削減効果を見込んでいたが、結果は0.7~2.9%削減と期待していた効果を得るまでには至っていない。

今回の検証結果を基に更なる改良を行うことによって、世の中で幅広く利用されている誘導電動機の使用電力削減に大きく貢献できる機器になるものと考える。
(本文6ページ)

熱回収ソリューション『水熱利用システム』による 省エネ検討プロセスと導入事例

オルガノ株式会社 ソリューション技術部
田熊康秀、田村 翔

年々ニーズが高まる省エネ対策において『熱』は重要な要素である。当社では様々な業種の工場を顧客に持っているが、ほぼ全ての工場において排水や冷却水、地下水等が持つ『水の熱』が有効利用されることなく捨てられている点に着目した。そしてその『水の熱』を回収利用する熱回収ソリューション『水熱利用システム』を提案している。水熱利用システムは、ヒートポンプ技術や独自のシステム検討ツールにより、従来とは視点を変えた熱回収システムを構築することで、行き詰まり感のある工場の熱利用に係わる省エネを更に進めることが可能である。

水熱利用システムは、①低温側から高温側への熱移動、②高効率熱源機、③温・冷水同時供給という3つのポイントにより従来とは異なる熱回収利用を行う。また、熱回収システムの導入で最も大切なプロセスである、工場内の〔熱回収〕と〔熱利用〕ポイントの検討では、『熱マップ』等の当社独自ツールを用いて、省エネ効果が最大限発揮できるシステムを構築することが可能である。

これまでの納入実績におけるエネルギーとCO₂排出量の平均削減率は、エネルギー使用量52%（原油換算）、CO₂排出量53%となっており、大きな削減効果を実現している。
(本文11ページ)

8号抄紙機の省エネの取り組み

レンゴー株式会社 尼崎工場 製紙部 製紙課
西向裕相

レンゴー(株)ではCO₂排出量を2020年までに1990年度比で32%削減することを目標にしている。尼崎工場では、大型設備導入による省エネと並行して、小集団サークル活動を通じて、細かな省エネ事例を積み重ねている。本報告では、8号抄紙機において実施した蒸気使用量の削減事例を3つ紹介する。1つはサイズプレス周辺オープンフードのパネル設置による湿紙温度低減防止。2つ目はタービュレーターバー位置調整による水分プロファイルの改善と水分プロファイラーの出力低減。3つ目はドレンタンクフラッシュ蒸気の蒸気ヒーターでの再利用である。

(本文 17 ページ)

石炭焚火力の木質バイオマス高比率混焼による CO₂ 低減対策技術動向

株式会社 IHI 資源・エネルギー・環境事業領域 ボイラ SBU 保守技術部
福島 仁
同 資源・エネルギー・環境事業領域 事業開発部
田村雅人
同 資源・エネルギー・環境事業領域 環境対応事業推進グループ
河西英一
同 技術開発本部 化学システム開発部
上野俊一朗
同 技術開発本部 材料研究部
松永康夫

2020 年以降の国際的な削減枠組みとなるパリ協定が、2015 年の 12 月に採択され、日本政府が 2030 年度の温室効果ガスを 2013 年度比 26%削減するという目標達成に向けて動き出している。例えば省エネ法の改正による各火力への効率目標設定であり、木質バイオマス混焼は、石炭焚火力の効率改善にカウントができる有効な低炭素化技術である。現在ようやく木質バイオマスを 30 cal%混焼する石炭焚火力が商用運転に入った。本論文では、その高比率混焼を可能にした技術や事前に確認された実証試験の内容を紹介する。実証試験は、新日鐵住金株式会社釜石製鐵所殿の石炭焚設備で木質ペレット 25 cal%の高比率混焼を実施し、安定した運転を確認。ボイラ内では付着灰を採取して分析を行い、模擬灰を調整して腐食試験を行った。ボイラ伝熱管の灰による腐食は、長期運用で明らかになることではあるが、石炭灰腐食を定量化した手法を使い現段階での評価をした。その結果、石炭専焼時と比較して木質バイオマス混焼による腐食量の差は小さく、実用上問題は無いと判断された。以上から石炭焚火力の CO₂ 低減対策技術として、木質バイオマス混焼は有効な技術と考えられ、特に高比率混焼に対応できる木質ペレットの国内流通拡大が、今後は待たれると考える。

(本文 20 ページ)

表面改質パルプの紙質特性 —TEMPO 酸化パルプ / 脂肪族アミン塩—

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
小林由典, 野一色泰友, 山本 学

近年、TEMPO (2,2,6,6-テトラメチルピペリジン-1-オキシル) を触媒としたセルロースの 1 級水酸基の酸化方法が開発されている。パルプに TEMPO 触媒酸化を施した場合、パルプの繊維形態を維持したまま、カチオン性薬品の定着サイトとなるカルボキシ基を導入することができるため、TEMPO 酸化パルプを使用することで、紙独特のテクスチャーを有する新たな機能性紙の開発に繋がる可能性がある。本検討では対イオンを交換した表面改質パルプに関する基礎的な知見を得るため、TEMPO 触媒酸化パルプのカルボキシ基の対イオンを炭素数が異なる第 1 級アミン、第 2 級アミン、第 3 級アミンに交換し、これらのパルプから作製した紙の特性を検

討した。FT-IR の測定結果から、炭素数 18 以下の第 1 級アミンであれば、パルプ表面の大部分のカルボキシ基と塩を形成することができた。第 2 級アミン、第 3 級アミンでもアミン塩を形成したが、第 2 級アミン、第 3 級アミンの順で、アミン塩を形成するカルボキシ基の量が減少した。アルキル鎖の長い第 1 級アミンを使用するほどサイズ度は良好であったが、紙力が低下する傾向であった。他方で、カルボキシ基の多い TEMPO 酸化パルプを使用するとアルキル鎖の短いアミンを添加した場合でも高いサイズ性が発現し、TOP-B にオクチルアミン (C8) を添加した場合、高い強度を維持したままサイズ度が高い紙を作製することができた。

(本文 27 ページ)

産業植林における精密林業技術の開発

日本製紙株式会社 基盤技術研究所
岩田英治, 陶山健一郎, 浦田信明, 中浜克彦
日本製紙株式会社 技術企画部
南藤和也
Amapa Florestal e Celulose S.A.
新屋智崇
秋田十條化成株式会社
河岡明義
東京農工大学
澁澤 栄, 小平正和
千葉大学
加藤 顕
農研機構 北海道農業研究センター
小花和宏之

地球温暖化防止や資源の有効活用による循環型社会の構築には温室効果ガスの排出抑制が重要となる。さらに、化石資源への依存脱却を目指すためには、バイオマスの利用促進等が有力な手段と考えられる。しかし、産業的にバイオマスを利用拡大するためには、原材料の低コスト化が必須である。そのためには、単位面積あたりから得られるバイオマス生産量の増加が課題となる。

当社は、国立大学法人東京農工大学、国立大学法人千葉大学と共同で国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) のプロジェクトに参画し、当社がブラジル北部に保有するユーカリ植林地を対象として、植林木の単位面積あたりのセルロース量を飛躍的に増大させる精密林業技術の開発を行った。これを実現するために、具体的には、植栽地選択や施業の最適化を可能とする土壌センシング技術を開発した。また、DNA マーカー育種技術により優良候補木 (精英樹) を複数個体選抜する技術を開発した。これら技術を組み合わせることにより単位面積当たりのバイオマス生産は飛躍的に増大することが期待される。また、リモートセンシング技術により効率的にモニタリングすることで、広大な植林地を精密に管理することが可能になった。

(本文 33 ページ)

バルメット・サービスの一環としての インダストリアル・インターネット

バルメットオートメーション Inc.
ヤリ アルミ, ヨハンナ ニューカム
バルメット株式会社 製紙技術部
金江正浩

バルメット社はインダストリアル・インターネットによるこれまで蓄積してきた顧客の操業データに基づくサービスを提供しており、顧客システムの操業性、品質の改善及びコストの削減を実現している。

1960 年代に自動化ソリューションを市場に送り出し、1980 年代には、分散制御及び監視システムの提供を始め、1990 年代より、生産プロセスに高度な機能と情報を活用したソリューションの提供を行っている。2000 年初頭には、トラブルシューティングと予防保全支援のため、365 日 24 時間対応のリモートサービスを開始した。

2010 年以降、バルメット社の情報サービスとリモート分析サービスは、顧客システムの生産性、製品品質、材料効率を向上させてきた。

将来、プロセスの信頼性とパフォーマンスを改善するために予知保全のソリューションとサービスが一層強化されることになる。拡張現実と複合現実を混在させた新技術の利用により、新たな専門的な応用を促進し、サプライヤーの専門家と工場の生産・保守担当者とはバーチャル技術で結び付け、関係を強固にする。分析技術の発達により、パルプ、紙およびエネルギープロセスを最適化できるように結果をシミュレートして予測するデータ強化を図った最新分析技術によって、従来式データ報告、質問、訓練、および警報機能が一層強化されている。最終的には、規範的な人工知能の分析技術が工場の担当者による判断と決定を支援することになるであろう。

(本文 39 ページ)

排水用オンライン TOC 計（バイオテクター 7000）の紹介 —塩類や懸濁物を多量に含む試料に強いオンライン TOC 計—

株式会社三菱ケミカルアナリティック 営業推進部
赤坂秀市

近年、工場排水の異常値監視にオンライン TOC 計が多く使われている。しかしながら、その多くは燃焼式の TOC 計であり、塩類の影響や懸濁物の影響からメンテナンス頻度や部品交換などで苦労している例が多く見られる。

本報告では湿式法で且つ、常温で有機物が効率良く分解できるバイオテクター社が開発した TOC 計を紹介する。特長として、酸化剤にオゾンを使った二段階での分解によって燃焼式と同等の酸化効率を得ている事。サンプリング配管が太い（内径 2 φ以上）ため、試料による詰りが無い事が挙げられる。更に、オゾン酸化剤に使う湿式法であることから、塩類の影響を受けない為、工場排水などの測定に適している。 (本文 43 ページ)

製紙工程におけるビッグデータマネジメント —dataPARC によるデータ主導型製紙工程の将来像—

キャップストーンテクノロジー
マーク・コーヴィ、イアン・パドレー
スペクトリス株式会社 BTG 事業部
西野優治、長谷川正司

製紙工程における主な目標は、費用効果の高い方法で、顧客が望む特徴や特性を有する紙シートを生産することである。目標が達成された時、その工程の条件、つまり、どの処方や製法で成果を上げたのかを知ることが最も重要であり、その結果、この手法を繰り返すことができる。また、工程で混乱や変動が発生した場合、問題の原因を知る必要がある。成功を繰り返したり、問題から学び、継続的な改善に努めたりするために、データが活用される。工程データの管理は、以下の 3 項目に分類できる。

1. データ取得—センサー /DCS またはラボ機器または技術者によるデータの生成
2. データ保管—今後の使用のために何らかの形でのデータの保管
3. データ変換、分析、可視化—過去のデータの検索と活用、今後のアクションに関する決定

本報では、製紙業界での手作業によるデータの記録シートから現代の高頻度データのデジタル化までのデータの取得、保管および分析の履歴、そして現在のデータヒストリアンの広範囲の利用について概説している。

また BTG / Capstone の dataPARC の管理ツールである“PARCview および PARCgraphics”によるコスト管理、中心線での基準値管理、トラブルシューティングのためのデータ分析プラットフォームの使用、高度な統計手法、データの可視化、ソフトセンサーとモデル予測制御 (MPC) の傾向について、更にインダストリー 4.0 や産業用インターネットの適用 (IIoT) などの先駆けとなる、データ主導型製紙工程の未来に関する展望について説明する。

(本文 46 ページ)

プルサー社 / 川之江造機の最新家庭紙 コンバーティングライン技術の紹介 ーコンバーティングラインの構成と管理における新しいトレンドー

プルサー社
マッシモ フランザロリ
川之江造機株式会社 営業課
大西雅也

2017年7月より川之江造機はイタリア・プルサー社と日本市場に於いて協力関係を締結し、プルサー社の特徴ある製品や優れた技術力を国内の御客様にご紹介、販売協力することになった。プルサー社の数ある製品の中でも特に、①製品品質検査機、②家庭紙製造ラインのコンベア搬送システム、③家庭紙製造ラインの性能評価検証ソフトウェアは国内の家庭紙製造メーカーにとって非常に有効で魅力ある商品である。

特に、これまで世界的にみても有効な設備の無かった製品品質検査機（未包装のロール及び包装製品）は、プルサー社の優れた光学技術を駆使し、イタリアを始めヨーロッパ各国の有力家庭紙製造メーカーがその有効性を認め、採用を始めている。日本国内に於いても昨年より1社が採用し、現在では検品作業を人間から当該検査機による無人化に移行している。

プルサー社は家庭紙製品の搬送システムに於いては、ヨーロッパを中心に多数の納入実績があり、プラント全体のレイアウトエンジニアリングやコンサルティングをひとつのビジネスの柱とするエンジニア集団でもある。

また、加工ラインを構成する機器の製作はもとより、独自開発のプラントレイアウトシュミレータを駆使し、コンピュータ上に完璧なバーチャル生産ラインを作成し、設備の機能と生産性を分析できる技術力を持っている事が大きな特徴のひとつである。

今回のプルサー社との協力に於いて、弊社が持つ家庭紙加工設備と連携することにより、御客様に対しより幅広い御提案が可能となり、今まで以上に有益なソリューションを提供する事が可能となると考えている。

(本文 53 ページ)

シリーズ

日本における社会・経済の変化と製紙産業の技術対応

第1部：戦後の日本経済の発展の中での紙パ産業

飯田清昭

例えば、紙・板紙の消費量を年次に対して対数でグラフ化すると、その年の勾配がその年の変化率となる。1950年からの紙・板紙の消費量の変化を調べると、1970-1975年を境に年当たり増加率が13.2%から3.8%に激減、さらに1995-2000年からマイナス0.9%となっている。これらの時期に、日本のGDP（名目）の年当たり変化率も14.5%増から8.6%増、さらに0.0%と変化しており、社会・経済がこれらの二つの時期に大きく変わったと理解され、製紙産業の生産活動もそれに大きく影響されたことになる。

製紙産業の日本経済の中での立ち位置は、1960年で製造業の約3%を占め、以後漸減気味であるが、その位置を保っている。これは、浮き沈みの激しい他産業に比して特異的である。また、長年にわたって、輸入、輸出ともに10%以下で、輸出をしない代わりに、輸入紙圧力に対し内需を保ち続けたことになる。

日本の社会・経済が先の二つの時期に大きく変化する中で、製紙産業がその地位を保ち続けることができたことには技術的な対応が寄与したと考える。その歴史を次号から追いかけてみる。

(本文 65 ページ)

総合報文

カラー印刷に適した高白色度・高不透明度の中性新聞用紙

紙パルプ技術協会
宮西孝則

著者らは日本製紙の研究所においてウェットエンド科学の基礎的な実験を行って知見を蓄積し、製紙工場の大型ツインワイヤー抄紙機（年産 10 万トン）を用いて第一回実機テスト（12 時間）を実施し、オンサイト PCC（沈降性軽質炭酸カルシウム）を高配合した中性新聞用紙が技術的に製造可能であることを示した。しかし印刷所において紙粉トラブル（リンティング）が発生し実用化には至らなかった。そこで研究所にてプリューフパウ印刷テスト及び電子線マイクロアナライザー（EPMA）と電子顕微鏡（SEM）による観察を行ってリンティングと紙層構造を調べた。その結果、抄紙機ワイヤー上の紙層形成過程において、PCC 粒子が機械的な濾過作用により紙の表層に不均一に留まり、それが印刷工程で剥離して紙粉トラブルを起こしたと推定された。

次にラボ実験にて対策を検討し、第二回実機テスト（23 時間）に踏み切った。オンラインゼータ電位測定装置で連続的に抄紙機のヘッドボックス原料を測定し、ゼータ電位を高分子歩留剤の効果が発揮できる範囲にコントロールした。ヘッドボックス pH は 7.5～8.0 の範囲で安定し、機械パルプのアルカリ焼けによる白色度低下、断紙、発泡、ピッチトラブルなどは発生せず操業は順調であった。歩留り剤の効果により微細繊維と PCC のファーストパスリテンションが向上し、紙の表裏差と印刷所でのリンティングは解消し、地合いが良く、インキ転移、裏抜けなどの印刷品質に優れた、高白色度で高不透明度のカラー印刷に適した中性新聞用紙を開発した。

得られた知見を他の抄紙機にも適用し、あらゆる種類の印刷・出版用紙（上質紙、中質紙、塗工用紙、情報用紙）を生産する日本製紙石巻工場を完全中性化し、安価で高白色度のオンサイト PCC を配合してパルプと高価な填料を減配し大幅なコストダウンを達成した。

このようにウェットエンド科学を用いた解析技術は、紙の抄造の基盤技術として多くの製紙工場で幅広く活用されている。紙パルプ技術協会は次世代に紙パルプ製造技術を継承するためシニア世代の会員に紙パ技協誌への報文投稿を呼びかけている。本報告がその一助になれば幸いである。（本文 74 ページ）

技術報文

オフィス製紙機を実現する乾式古紙再生技術の開発

セイコーエプソン株式会社 PL 事業推進部
中村昌英

現状、古紙は製紙会社へ輸送されリサイクルが行われ、新たな紙として市場へと戻ってくる。この「大きなサイクル」に対して、使用済みの紙から手元で新たな紙をつくる「小さなサイクル」を実現する乾式オフィス製紙機を製品化した。その根幹となる乾式古紙再生技術を新規に開発したので報告する。

紙を使ったコミュニケーションは読みやすい、理解しやすいなどの利点を有し、オフィスにおいても多くの紙が使用されているが、オフィス文書、特に機密文書はリサイクル率が低い。これは機密情報の抹消とリサイクルの双方を満たすことが必要なためであり、例えば、シュレッダーは処理後のかさが大きくなり製紙会社への輸送に適さない。また、機密文書を入れた段ボールごと製紙会社へ輸送する直接溶解処理は輸送中の機密漏えいがリスクとなる。乾式オフィス製紙機は、機密文書を外部に持ち出さずにユーザーの手元で機密抹消とリサイクルの双方を実現する。

オフィス製紙機として小型・省電力・オンデマンド再生を実現するために、排水処理と乾燥エネルギーが必要で水への離解に時間を要する既存の湿式技術に代わり、新規に乾式による再生技術を開発した。開発技術は、衝撃力を使って古紙を単独のパルプ繊維に分解する「繊維化技術」、分解されたパルプ繊維を気中に分散させてベルト上に降り積もらせて再び均一なシート状に形成する「シート化技術」、シートを高圧で圧縮し新規に開発した結合剤によりパルプ繊維同士を結合する「結合・成形技術」からなる。また、必要な厚みと色の紙をオンデマンドで製紙できることでオフィス製紙機としての利便性が向上すると考え、ユーザーの選択で自由な坪量と色を設定し再生する技術を盛り込んだ。（本文 91 ページ）

パルプ特集

- 1 第 24 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
- 3 製紙用木材チップの需給の現状と世界的動向について……………上河 潔
- 21 チップ工場の操業と品質管理……………吉永謙嗣, 太刀川寛
- 31 日本の古紙の現状と課題……………中田広一
- 37 古紙原料品質低下に対応する DIP 製造技術
—特に家庭紙用 DIP 原料の製造, 使用に関する技術の紹介—……………藤田和巳
- 47 脱墨パルプ製造における安定化ハロゲン適用とその利点……………佐藤慎太郎
- 51 パルプ収率に影響を与える要素と向上策……………土田人史, 西向淳吾
- 57 洗浄の基礎とわが国での洗浄技術の変遷……………岩崎 誠
- 64 未晒洗浄工程の重要性及びアンドリツの最新洗浄技術について
……………萩原幹児, 吉田 令
- 69 洗浄設備の進歩と洗浄効率を向上させる技術……………具 延
- 74 パルプ工場排水の特徴と活性汚泥による処理について……………渡邊誠幸
- 79 パルプ系排水処理設備の基礎と事例……………安部俊彦
- 83 クラフト蒸解の基礎と連続蒸解釜のシミュレーション……………宮西孝則

総説・資料

- 93 最新原質設備—Voith BlueLine Product—のご紹介……………三浦淳一
- 97 ロータリーキルン 1 基化統合改造の効果と操業経験……………土田裕人
- 101 日本における社会・経済の変化と製紙産業の技術対応
第 2 部: 1970 年代の製紙産業 (その 1) ……………飯田清昭

シリーズ: 大学・ 官公庁研究機関の 研究室紹介(125)

- 112 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター

研究報文

- 116 低密度アカシア材とリグニンの化学的特徴が異なる広葉樹材のクラフト蒸解
および漂白特性……………谷藤溪詩, 野崎 健, 杉浦太郎, 大井 洋

工場紹介(74) 130 王子マテリア株式会社 釧路工場

- 03 会告
- 114 知財散歩道(115)
保有特許の棚卸しというやっかいな仕事について……………萬 秀憲
- 115 Coffee break
明治 8 年操業の王子工場紹介と日本はじめて物語……………辻本直彦
- 134 パピルス
世界遺産について……………米重誠樹
- 138 内外業界ニュース
- 143 特許公報
- 151 全国パルプ材価格
- 152 統計
- 154 協会だより

製紙用木材チップの需給の現状と世界的動向について

日本製紙連合会 常務理事
上河 潔

紙・板紙は人間生活になくてはならない必需物資であるが、その原料は木材チップである。製紙工場では、木材チップ以外にパルプや古紙も原料として使用されているが、その元々の由来も木材チップであり、紙・板紙の原料はほぼ全てが木材チップであるといえることができる。2008年のリーマン・ショック以降、IT技術の進展等もあり、紙の需要は減少を続けており、我が国の紙・板紙の生産も減少傾向で推移しているため、製紙用木材チップの需要自体も減少を続けている。また、木材チップの7割は輸入であるが、近年、紙・板紙の生産が世界一になった中国が木材チップの輸入を急増している。さらに国内においても、FITによる木質バイオマス発電の進展に伴い、バイオマス用の木材チップの需要が急増するなど、製紙用木材チップの需給状況には極めて厳しいものがある。一方で、地球規模での環境問題の深刻化に伴い、違法伐採対策としてクリーンウッド法が制定されるなど、木材チップの合法性を担保するためのトレーサビリティの確保が強く求められるとともに、生物多様性を始めとする持続可能性の確保のためにFSC、PEFCやSGECなどの森林認証取得の拡大が重要な課題となっている。

(本文3ページ)

チップ工場の操業と品質管理

日本製紙株式会社 原材料本部 林材部
吉永謙嗣、太刀川 寛

ユーザーの求める品質に応えつつ、チップ工場は日々コストダウンを目指して操業に工夫を凝らしている。1945年に米国で生まれ2011年までUseful Methodsとして広く流通してきた『TAPPI-UM21 Sieve Analysis of Pulpwood Chips』や、1985年以降に北欧三国で開発された『SCAN-CM 40:01 Size Distribution』は、いずれも電動式のラボスクリーンを用いた篩分検査の手順書として、チップ工場の品質管理に用いられている。

チップサイズはチップの長さ・幅・厚みの3変数により決まるが、特に長さについてはチップパーの各構成要素の構造や役割をよく理解した上で、適切な調整や保守点検をもって管理する必要がある。チップパーには様々な形式があるが、本稿では固定型ディスクチップパー、中でもカーセージ式・サムナー式・らせん式（ノルマン式）の特徴や切削機構の構造について述べた。チップパーの各構成要素としてはスパウト（原木投入口）・滑刃・ディスクライナー・刃口ライナー・切刃・受刃・側刃・裏刃を挙げ、それらの調整方法や切刃調整治具についても解説を試みた。具体的には切刃ゲージとシックネスゲージを用いた調整手順、また操業時におけるチップ品質上の問題点と解決方法についても記載した。尤も、そうしたトラブルシューティングの内いくつかは、そもそもチップパーディスクの回転にブレやバタつきがないことが大前提となる為、ベアリングのあそび及びディスクのあおりの点検や、チップパー各構成要素それぞれの保守基準など、日常の管理が精密に出来る体制になっていないとそれに気付くことすら出来ない可能性がある。

最後に植林木ユーカリチップ生産の操業事例として、原木トラックにより輸送された剥皮済丸太を大型固定式チップパーで切削するブラジル・AMCEL社のチップ工場レイアウトと、全幹集材からモバイル式チップパーで林内チップングしチップトラックに積み込む豪州の伐採請負業者Croxley社によるオペレーションを紹介した。

(本文21ページ)

日本の古紙の現状と課題

公益財団法人 古紙再生促進センター 業務部
中田広一

日本の2017年古紙回収率は80.9%であった。一方、古紙利用率は同年64.1%であり、2020年度までに65%

を達成する目標になっている。経済産業省は、紙のリサイクルを促進していく為には、消費者、地方自治体、回収事業者、及び製造事業者等の幅広い関係者が一体となってリサイクルに取り組む必要があるとし、関係者に協力依頼がなされている。

日本の紙リサイクルの基本は、古紙品質の維持・向上であるとして、排出元における古紙の分別の強化、禁忌品の除去、流通段階での選別を徹底し、古紙回収量・回収率と古紙消費量・利用率の向上を図る一方で、一定量の古紙輸出を継続してきた。日本の古紙の回収・流通・利用の推進によって、高い古紙利用率を維持している日本型紙リサイクルの仕組みだが、古紙輸入国の中国が環境保護政策を強化したことにより、今後、日本の古紙需給に影響を与えることが懸念される。日本の紙リサイクルシステム維持の為に、古紙の品質の強化が今こそ不可欠であり、日本の古紙の現状と課題について整理してみたい。

(本文 31 ページ)

古紙原料品質低下に対応する DIP 製造技術

—特に家庭紙用 DIP 原料の製造、使用に関する技術の紹介—

相川鉄工株式会社 技術部
藤田和巳

本稿は近年とみに品質低下が著しい古紙原料に対する弊社の DIP 技術、特に家庭紙用 DIP 原料製造技術と DIP を含む原料による抄紙技術を紹介するものである。日本製紙連合会殿の定めた「2020 年での古紙利用率 65% 達成」の目標と、折しも 2020 年に開催される東京オリンピックに向けての上質紙利用の増加、インバウンド効果にも期待し、製紙工程全体にわたる項目について紹介させて頂く。

古紙パルパー工程でのラミネート古紙や難離解性古紙を含む投入原料のシュレッダー処理と大量の異物混入に対応する連続式デトラッシュシステム、同様に異物流入量が大幅に増加する粗選スクリーン工程でのリジェクト処理用マキシトラッシャーシステムを紹介する。また、インキ分散・除去工程でのディスパーザーとニーダーの比較や、洗浄方式とフローテーション方式の比較を構造、効果、コストの観点から検討する。更には DIP 原料を使用した抄紙工程でのいくつかの課題も紹介する。タオルペーパーなど耐水薬品を使用する製品製造の際の損紙処理方法、POM System による家庭紙マシンファーストパスリテンションの改善、白水回収用としてポセイドン DAF システムを使用する際に注意すべき薬品特性、DIP 工程で除去しきれない微細異物によるワイヤー、フェルト、カンバス等マシン用具汚れ対策用としてのオンマシנקリーナーの実績紹介である。

製品の性格上ワンウエイとなる家庭紙は特になるべく古紙を有効利用したいところであるが、昨今の原料品質低下状況から原質設備や抄紙機などのトラブルや、原料歩留低下の問題、製品品質の問題などがより酷い状態となっている。本稿が DIP 工程や DIP を使用する抄紙工程において日々ご苦労されている製紙会社の皆様の一助となれば幸いである。

(本文 37 ページ)

脱墨パルプ製造における安定化ハロゲン適用とその利点

片山ナルコ株式会社
佐藤慎太郎

脱墨パルプの過酸化水素漂白において、望む漂白結果を得るためには、漂白条件の最適化だけではなく、競合反応の抑制が重要であることは良く知られている。競合反応のひとつとして、工程中に繁殖している細菌が生成する過酸化水素分解酵素の存在が報告されている。これは細菌が低濃度の過酸化水素に晒されることで、酵素を含む蛋白質が誘導される現象である。この現象に対して、各種殺菌剤で対処する方法が報告されているが、実際にはあまり利用されていない。

紙パルプ製造工程用の殺菌剤は殺菌効率の高い安定化ハロゲンの一つ、モノクロラミンへ移行してきた。前述の脱墨パルプ製造工程の殺菌処理をモノクロラミンで行った場合の過酸化水素漂白効率を評価したところ、細菌が繁殖している脱墨パルプにおいて、ISO 白色度が 0.3-1.3 ポイント向上する結果が得られた。細菌による過酸

化水素漂白阻害を防止できる可能性が示された。

実際の脱墨パルププラントへの適用では、典型的にはアンモニウム塩を 0.8-1.0 kg/ton, 12% 次亜塩素酸ナトリウムは 2.3-2.9 kg/ton の添加率となった。系の酸化還元電位は +150 mV 以上に保たれ、殺菌率は 99.9% 以上得られた。pH は 0.5-1.0 ポイント上昇、白色度の上昇、あるいは過酸化水素の削減が得られた。安定化ハロゲン技術により、化学的殺菌の経済性は大きく改善したが、それでも漂白薬品費の低減だけではリターンを得られ難い。プラント操業面では、スライムに起因する洗浄機やスクリーンのデポジットの減少や、ウェットエンドで使用する殺菌剤の削減などの現象が報告された。漂白効率とプラント操業面のリターン双方を勘案することで、この技術の費用対効果を正当化し易くなる。

(本文 47 ページ)

パルプ収率に影響を与える要素と向上策

伯東株式会社 営業技術部
土田人史, 西向淳吾

木材需要の拡大、木材資源の活用、環境に対する関心が高まる中で、高収率で高品質なパルプを得ることのメリットは非常に大きい。しかしパルプ工程は、パルプ成分のセルロース、ヘミセルロースの溶出を抑制して、リグニンを効率的かつ選択的に除去する工程であるが、ヘミセルロースの溶出でパルプ収率ロスに繋がっていることが確認されていた。

本稿ではヘミセルロースの溶出防止と再吸着反応に着目して、最適な操業 pH 域の調査と同コンセプトの弊社開発品について考察した。

リグニンおよびヘミセルロースは、pH 域によりパルプへ再吸着または黒液へ溶出し、パルプ収率に影響を与えることが確認された。またリグニンを選択的に溶出させ、ヘミセルロースをパルプに再吸着する理想的な pH 域が存在した。

O₂ 晒、酸晒工程の操業 pH は、吸着量や白色度、カップー価との相関からパルプ収率や品質に影響を及ぼしていた。これらの再吸着 pH や晒工程の操業 pH を活用すれば、パルプ収率や品質向上に貢献することが期待できた。

収率向上剤ポリマスター R-608K は、実操業上 pH の調整が困難な場合電荷中和を利用してセルロースにヘミセルロースを吸着させる機能があり、パルプ収率向上に非常に有望であった。

また操業安定化剤ポリマスター R-100 は蒸解液の木材チップへの浸透を強化し、チップの沈降性を均一化させる機能があり、アルカリ低減、蒸解温度低下、蒸解時間の短縮などの蒸解条件の緩和メリットを提案することができるとも確認できた。

(本文 51 ページ)

洗浄の基礎とわが国での洗浄技術の変遷

MIP コンサルタント事務所
岩崎 誠

洗浄に関する脱水性、吸着などの基本的事項や基本的な洗浄型式である希釈、抽出（脱水）、置換、拡散について説明した後、洗浄でよく用いる用語である単位面積負荷量、希釈係数、洗浄効率、置換比率、芒硝ロス（ソーダロス）および電気電導度について解説する。さらに、釜内で行われる Hi-heat 洗浄、蒸解後の加圧ディヒューザー、常圧ディヒューザーおよび洗浄最終段でのプレス洗浄機あるいは回転式ドラム洗浄機などの種々の洗浄装置の特徴と変遷について紹介する。また酸素漂白前後の洗浄での黒液キャリアーの脱リグニン性および粘度への影響あるいは漂白段での洗浄の変遷についても述べた後、最後に洗浄段から漂白あるいは抄紙工程に黒液がキャリアーした場合の環境への影響についても言及する。

(本文 57 ページ)

未晒洗浄工程の重要性及びアンドリッツの最新洗浄技術について

アンドリッツ株式会社 技術営業部
萩原幹児, 吉田 令

クラフトパルプ洗浄工程において、未晒洗浄と漂白洗浄工程があるが、本発表では漂白工程を持った未晒洗浄工程について説明する。未晒工程の目的は、蒸解工程後或いは酸素脱リグニン工程中に生成されるパルプ中の溶解有機分及び使用される無機分（主にアルカリ性 Na 分）を洗浄水（温水或いはエバポレーター工程より回収される凝縮水）にて洗浄することである。洗浄されたパルプは漂白工程に送られ、洗浄ろ液は回収工程に送られる。

未晒洗浄工程は、酸素脱リグニンを含むパルプ漂白工程（漂白薬品コスト及び漂白排水中 COD 量）に大きく影響し、又洗浄希黒液の品質（特に固形分濃度）は回収工程に大きく影響する。逆を言えば未晒洗浄工程は全体クラフトパルプ製造工程的において大きなコストダウン得る事ができる可能性を持っていると言える。本文献では下記項目について説明をする。

- ・全体クラフトパルプ製造工程における未晒洗浄工程の配置
- ・洗浄工程における基本的な管理係数及び考え方
- ・代表的な洗浄機器の洗浄効率比較及び適正な洗浄効率の選定
- ・洗浄効率と酸素脱リグニン効率の関係
- ・未晒洗浄工程におけるアンドリッツ最新洗浄機器 DDW の選定

(本文 64 ページ)

洗浄設備の進歩と洗浄効率を向上させる技術

バルメット株式会社 営業部
具 延

最近のパルプ洗浄機は、プレス洗浄機（特に TRPE）が主流となっている。パルプ粗選・酸脱工程でプレス洗浄機を取り入れることによって、蒸解工程で消費された薬品、溶解された木質物質を効率よくパルプ繊維から分離して回収工程に送り薬品とエネルギーが回収される。また、漂白工程への COD 持ち込み量も低減される。

一方、漂白工程でプレス洗浄機を D₀ 段洗浄機として取り入れると、次の漂白段への COD 持ち込み量が低減され、次の漂白段での操業条件（pH、温度など）を容易に調整できるだけでなく、漂白薬品の削減、環境負荷の低減、及びパルプ品質の向上などの効果も得られる。

既設釜のブローラインに DiConn™ システムを取り入れることによって、釜 H-Heat、並びに PD の洗浄効率が上げられ、より多くのフラッシュ蒸気を発生させ、蒸気原単位が低減される。また、エバ送り黒液の固形分濃度が上げられ、エバでの蒸気消費量も減らせる。

(本文 69 ページ)

パルプ工場排水の特徴と活性汚泥による処理について

日本製紙株式会社 研究開発本部 基盤技術研究所
渡邊誠幸

紙パルプ工場における排水処理は、主として物理化学的処理である凝集沈殿法および生物学的処理である活性汚泥処理法が採用されている。凝集沈殿法は SS を凝集剤で沈降させて除去するために用いられ、活性汚泥処理法は主に溶存有機物を好気性細菌で分解除去するために用いられる。

紙パルプ工場の排水は KP 系排水、DIP 系排水、マシン系排水などに分類され、それぞれ多様な有機物が含まれている。そのなかで KP 系排水と DIP 系排水のパルプ工場排水が活性汚泥で処理されることが多い。

パルプ工場排水の特性を評価するために、各パルプ系排水中の溶存有機物を疎水性酸性、疎水性中性、塩基性、親水性酸性、親水性中性の 5 成分に分画した。各成分の分解性を評価した結果、疎水性酸性成分が難分解性有機物の主成分であることが示唆された。この成分の最大の発生源は KP 系排水である漂白排水であり、疎水性酸成

分の主成分はリグニンであると考えられた。

また、排水の分解性は排水の特性だけでなく活性汚泥の性能にも影響された。各工場の活性汚泥と原排水（活性汚泥処理前の排水）を組み合わせで分解試験を行った結果、活性汚泥の分解性能に差があることが確認できた。そして汚泥中の細菌の遺伝子解析により、分解性能の高い汚泥中には難分解物質と考えられているリグニンのような芳香族有機物を分解できる細菌が優占していると考えられた。

(本文 74 ページ)

パルプ系排水処理設備の基礎と事例

住友重機械エンパイロメント株式会社 環境プラント統括部
安部俊彦

紙パルプ工場では他の製造業に比べて非常に大量の水が使用されており、排水中の汚濁物質濃度は食品工場等に比べると低濃度ではあるものの、大量の汚濁物質が含まれている。

紙パルプ工場排水は、パルプ工程で、原料の木材成分から蒸解や漂白工程を経て排出されるもの、古紙再生の脱墨工程で溶解されるもの、製紙工程で使用される添料、および各工程で使用される薬品等が主要な成分である。これらが工程で使用される大量の水中に排出され、水質としては、有機物指標である BOD、CODMn、繊維状の懸濁物質 SS、および濁度、色度等を含んだものとなる。

本稿では、パルプ工程排水処理の一般的な処理設備について、流入条件、汚濁物質別の排水処理法をまとめ、排水処理設備事例を紹介する。

(本文 79 ページ)

寄稿

クラフト蒸解の基礎と連続蒸解釜のシミュレーション

紙パルプ技術協会
宮西孝則

1760 年代にイギリスで始まった産業革命により大衆に読書が普及し、印刷、出版、商業が拡大した。連続抄紙機が発明されて紙の生産量が増大し、パルプ原料となる古着が不足し、それに対応するため木材パルプが発明された。木材からパルプを得る方法には、化学的な方法と機械的な方法がある。化学的なパルプ化法には、使用薬品の種類によって、サルファイト法、ソーダ法、クラフト法がある。クラフト法は、NaOH（苛性ソーダ）と Na₂S（硫化ソーダ）の混合液で蒸解する方法で、1883 年にドイツのダールが実用化した。製造されたパルプは当時競合していたサルファイトパルプよりも強度が高かったため、ドイツ語で強いという単語であるクラフトが使われるようになった。クラフトパルプは難漂白性であったが、カナダのラブソンによる二酸化塩素漂白の発明、酸素、オゾンを用いた漂白法の開発などにより、環境負荷を著しく減らしながら、パルプ強度を損なわずに高白色度まで漂白できるようになり、用途が拡大した。また修正蒸解法の基礎が完成し、蒸解における脱リグニン反応が拡張され、漂白薬品消費量が抑制された。修正蒸解法の選択に当たっては、シミュレーションモデルが大きな役割を果たした。21 世紀は全てのモノがインターネットに繋がる第四次産業革命を迎えている。世界のパルプ化法の主流となったクラフト蒸解の理論とプロセスを理解し、AI を積極的に使いこなして IoT 時代の主役として活躍することが期待されている。

(本文 83 ページ)

最新原質設備—Voith BlueLine Product—のご紹介

株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジー サービス事業推進部
三浦淳一

最新式の原質設備は、高いシステム効率とともに最大限の能力を提供しなければならない。効率とは省エネ、

省ファイバー、節水は当然ながら、品質と信頼性の点においても環境にやさしいことを意味する。Voith Paper は環境に優しい製品とシステムで、地球環境に与えるダメージを最小限にしたいと考えている。その発想から生み出されたコンセプトが原質設備向け BlueLine 製品であり、本稿ではパルピングからアプローチスクリーンまでの中の一部を紹介する。ツインパルプシステムではインテンサパルパやインテンサマックスを使った最新のデトラッシングシステムにより、省エネや繊維ロスの減少と安定した操業を可能にする。プロテクタシステムでは高濃度クリーナを2段階式にすることで後段システムのランニングコストやメンテナンスコストの低減に大きく貢献する。インフィルトラディスクフィルタは入口濃度 1.9%での運転を可能にし、処理量アップや関連設備の省エネに寄与する。ディスパーションシステムでは従来のシステムと比べて機器台数を6台から3台に減らし、据付コストやメンテナンスコストを低減。インテグラスクリーンとインテグラガードはいままでのマルチスクリーンのコンセプトに加え、さらに省エネを狙った新たな設計になっている。

(本文 93 ページ)

ロータリーキルン 1 基化統合改造の効果と操業経験

日本製紙株式会社 北海道工場 旭川事業所 原質課
土田裕人

多くのエネルギー消費を必要とする紙パルプ製造プラントにおいて、省エネルギーの推進は大きな課題である。北海道に立地する当工場においても、省エネは大きな課題となっており、改善に向け毎年取組みを行っている。その中で今回、KP 苛性化工程のキルン設備をターゲットにエネルギー効率改善対策を図った。

従来、キルンでは、No. 1 キルンと No. 2 キルンの2基での操業を行っていたが、重油削減を目的に No. 1 キルン増産、No.2 キルン停止による1基化統合改造工事を実施した。工事では、(1)重油バーナ更新、(2)石灰クーラ更新を図り、燃焼効率の改善や熱回収の強化によって重油削減を実施した。工事後、1基化運転に移行したことで、重油原単位で 14% 削減、電力原単位で 9% 低減できた。工事内容と操業経験について紹介する。

(本文 97 ページ)

シリーズ

日本における社会・経済の変化と製紙産業の技術対応

第2部：1970年代の製紙産業（その1）

飯田清昭

1970-1975 年は、石油の価格が急騰、資源の有限を警告したローマクラブの報告、それに先立つ高度成長による環境劣化が重なり、社会の考え方が変わり、それに合わせて社会構造も変化した時期であった。製紙産業は、自由化、原木の高騰、環境汚染等から、その存続に危機感を持った。

環境対策では、排水処理を中心に、5年間で 8,000 億円以上の設備投資で環境汚染を許容できるレベルまでに抑え込んだ。原料対策では、広葉樹の利用、輸入チップの拡大、新聞用紙向けの古紙利用技術の開発で、供給にある程度の見通しを得るまでになった。

生産面での技術が大きく革新されたのがこの時代のもう一つの特徴であった。その核となった技術が半導体技術であった。この技術革新は日本の製造業全体で起きており、世界に先駆けて導入・開発することで日本を世界に輝かせた。この時期、製紙産業では旺盛な設備投資が続き、それを機会として、製紙産業と海外技術のライセンスとなった日本の設備メーカーとの間で、独特で緊密な技術協力の関係が作られ、それが日本の生産技術を世界のトップレベルにまで引き上げた。製紙産業にとっては輸入紙に対する競争力を生み出した。

次号ではこの時代のエネルギー対策、国際競争力を紹介し、総括する。

(本文 101 ページ)

研究報文

低密度アカシア材とリグニンの化学的特徴が異なる
広葉樹材のクラフト蒸解および漂白特性

北越コーポレーション株式会社
谷藤溪詩, 野崎 健, 杉浦太郎
筑波大学 大学院生命環境科学研究科
大井 洋

比重の低い材はクラフト連続蒸解釜での蒸解において、操業性を悪化させる原因の一つとなる。本研究では、比重の低い特徴を有するアカシア (*Acacia hybrid*) 材に注目し、このアカシア材を高配合で連続蒸解釜の原料とすることを目的とした。

第一に、比重の低い *Acacia hybrid* 材と様々な広葉樹 (*Acacia mearnsii*, *Eucalyptus globulus* および国内広葉樹混合) 材の化学分析を行い、化学的な特徴の違いがクラフト蒸解特性に与える影響を検討した。材の化学組成分析を行ったところ、*Acacia hybrid* 材のリグニン含有量は他の広葉樹材に比べて高いことが分かった。また、材のアルカリ性ニトロベンゼン酸化で得られるバニリン (V) に対するシリンガルデヒド (S) の比率 (S/V 比) が高いほど、アルカリ蒸解による脱リグニンが進みやすいと言われているため、4つの樹種のアルカリ性ニトロベンゼン酸化を行い、S/V 比を比較した。*Acacia hybrid* 材の S/V 比は他の広葉樹材に比べて低く、*Acacia hybrid* 材の蒸解に対する反応性は、他の広葉樹材に比べて低いことが予想された。そこで絶乾チップ 700 g でのラボ蒸解試験を行った。*Acacia hybrid* 材から得られたパルプのリグニン含有量は、4つの樹種の中で最も高く、蒸解によってリグニンが残留しやすいことが示された。以上のことから、*Acacia hybrid* 材中のリグニンはクラフト蒸解で分解しにくく、同一のアルカリ添加率の条件では脱リグニンが他の樹種に比べて遅くなることを明らかにした。

第二に、北越コーポレーション(株)新潟工場のコンベンショナル連続蒸解釜において、*Acacia hybrid* 材の配合を 30% から 45% にまで 6 日間で段階的に高くして操業を行い、混煮して得られたパルプの化学組成の変化を検討した。クラフト連続蒸解釜で *Acacia hybrid* 材の配合率を高くして得た未漂白パルプの収率は、低配合率の時と比べて低くなった。また、*Acacia hybrid* 材の配合率を高くすると、未漂白パルプのリグニン含有量が高くなり、同一の白色度の漂白パルプを得るためには、二酸化塩素漂白における薬品の添加量を高くする必要があることが分かった。一方で、*Acacia hybrid* 材の配合率の増加と共に二酸化塩素の使用量が増加したため、漂白パルプのヘキセンウロン酸含有量は減少する傾向であり、PC 価も低下する傾向であった。

第三に、クラフト連続蒸解釜で得られたパルプの化学的特徴がパルプ物性に与える影響を検討した。*Acacia hybrid* 材の配合率増加と共に引裂強度を除く漂白パルプシートの諸強度 (裂断長、破裂強度および耐折度) は低下した。蒸解および漂白条件を強くしたことで、ヘミセルロースの分解が進み、強度の低下を引き起こしたが、この低下の程度は小さく、紙の品質に大きな影響を与えるものでは無いことが分かった。

(本文 116 ページ)

製紙技術特集 I

	1	第23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	カレンダー技術の変遷と最新動向……………甲矢佳己
	13	ワインダ技術の変遷と最近のトラブル解決事例……………立川 泰
	21	ワインダー改善事例と今後の仕上げ省力化……………林 章一郎
	28	仕上げ設備の省力化について……………矢後諒介
	33	自動クリーニングフィルター付給気ユニットによる防虫対策 —建屋内陽圧化による異物混入対策—……………岡村太嗣, 満永賢一
総説・資料	38	最適な泡コントロールによる操業安定への包括的ケミカルアプローチ……………土田和昭
	44	ポリアクリルアミド系ピッチコントロール剤……………袖山卓司
	49	日本における社会・経済の変化と製紙産業の技術対応 第2部: 1970年代の製紙産業 (その2) ……………飯田清昭
研究報文	58	セルロースナノフィブリルで接着されたオールセルロース材料の解析 ……………根本純司, 福島彰太, 小林 淳, 田川泉実, 齋藤継之, 磯貝 明
工場紹介(75)	75	日本製紙株式会社 関東工場草加
	81	紙パルプ技術協会第71回定時総会報告
	03	会告
	57	Coffee break 名刺無しで世を渡ってみた話……………池田晴彦
	112	パピルス 最近の注目特許
	121	内外業界ニュース
	126	特許公報
	135	全国パルプ材価格
	136	統計
	138	協会だより

カレンダー技術の変遷と最新動向

バルメット株式会社 製紙技術部
甲矢佳己

カレンダーリングは、紙の仕上工程において品質向上に寄与する基本的な要素の一つであり、特に印刷用紙に於いてはその印刷適正の向上を図る為、表面を平滑にすること、また紙に光沢を与えることが紙に付加価値を与える上で重要である。紙の表面性を向上させ、紙を均一化する工程は製紙が始められた時代から行われ、製紙が始まった中国では、乾燥した紙を滑らかな石で擦って紙の表面性を高めていたが、印刷方法が開発された時、シート状で生産された紙の束を滑らかな鋼板で挟み込み圧縮する工程が行われていた。このユニットが最初のカレンダー装置と考えられているが、近年でのカレンダーの方式は、紙の厚みを均一にし易い硬質性ロールと硬質性ロールを組み合わせたハードニップカレンダーと、紙の厚みよりも密度の均一化に優れている硬質性ロールと軟質性ロールを組み合わせたソフトニップカレンダーに大別される。抄紙機及び塗工ラインの高速化、効率化、製造品種特有の要求事項を満足するべく様々な技術が開発され現在に至っているが、同時に投資費用と操業費用の削減、省エネルギー、省資源が求められている。

本稿ではこうした目的に適った最新カレンダー技術として、高高カレンダーリングのために新たに開発したアクア冷却技術、目的・用途を限定することで構造、仕様を簡潔にして経済性を前面に出した OptiCalender Compact について紹介する。

(本文 4 ページ)

ワインダ技術の変遷と最近のトラブル解決事例

株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジー サービス事業推進部
立川 泰

ワインダは 1960 年代まで 2 ドラムワインダのみの時代であった。1970 年代にシングルドラムワインダが開発され、1990 年代にはセンタードライブを搭載した VariPlus が登場した。その後 2000 年代に入るとゴムカバードラムが導入された。ゴムカバーはその表面の変形による追従性で幅方向の厚みプロファイルの影響を緩和し、材料の持つ減衰力で発生した振動を低減する効果を持っている。同じニップ線圧でも広いニップ幅が取れ面圧を下げるのが可能なので大径の巻取りに対応できるようになると言う利点も持つ。

ワインダの最新設備・改造技術は良く議論されるが、既設設備のトラブル改善事例が具体的に語られる例は多くないと思える。本稿ではトラブル改善事例としてスリッタを正しく設定することでのスリッティングの改善、2 ドラムワインダのライダーロールニップ圧設定変更による振動・巻取り飛出しの改善、シングルドラムワインダでのコアチャックの摩耗・ガタ起因による振動の改善、フリクションダンパ設定変更による振動の改善例を紹介する。

ワインダの能力向上のために近年では加減速レートを上げているが、振動に制約され現実的にその加減速レートで運転できない例が多い。振動を低減するため油空圧ダンピング装置を開発し既に納入実績がある。この装置を新設だけでなく既設設備の改造にも展開していく。

(本文 13 ページ)

ワインダー改善事例と今後の仕上げ省力化

永井鉄工株式会社 技術営業部
林 章一郎

永井鉄工株式会社は 1938 年に創業し、製紙機械メーカーとして設計、製作、メンテナンス、修理を行ってきた。顧客からのニーズを如何に早く商品化して低コストで提案できるかをコンセプトに今日に至るが、自社工場に組立可能なものは全て社内組立（芯出し調整）とし、社内検査、試運転を行った上で顧客に搬入、現地試運転調整を経て引渡しを行うことで契約納期を厳守してきた。

近年、製紙業界に於ける機械メーカーは厳しい環境下に置かれているが、当社は2ドラム式ワインダーに特化し、国内の新設・改造起業において200件を超す実績を持つ。

昨今、設備も最小限の維持程度の投資しか実施されず、また、現有設備のS&B（スクラップ&ビルド）も殆どされておらず、一時期旺盛であった省力化、省人化によるワインダーの設備改善も、近年では集約化に伴う既設設備を最大限流用した初期投資金額を抑えた改善工事に代わって来ている。

このような状況下、当社は顧客からのヒントを大いに参考としながら、現在まで培った開発技術力を武器に今後の仕上げ工程に於ける省力化についてIoTとAIを活用した設備開発を目指しており、本報において、過去に行ったワインダー改善事例と今後の仕上げ工程省力化について紹介する。

（本文 21 ページ）

仕上げ設備の省力化について

株式会社ジェイテック 設計部門
矢後諒介

弊社は主に製紙仕上設備機械を主とする産業機械設計、製作、販売を取り行っている製紙機械メーカーである。弊社ではユーザーへの提案として、仕上工程包装機である「平判包装機」「スキッド包装機」「巻取包装機」の自動機の新規設備導入を提案すると同時に、ユーザーが現在使用している既存機の問題、要望点を調査し改造、改善を行うことでユーザーの省力化活動に努めてきた。今回の論文では後者の活動に趣を置き論じており、いくつかの事例と共に成果を紹介する。

「巻取包装機」では、耳折込、サイドプレス装置を既存機に導入することで、サイクルタイムを140秒（各70秒）軽減すると同時に人的作業負担の減少、「スキッド包装機」では包装体反転装置の導入に伴いフォークマンの削減、「平判包装機」ではコンベアライン増設によるフォークマンの作業軽減、紙ずれ防止装置、監視モニター導入による包装不良の軽減、早期発見の効果をそれぞれ得る事に成功した。このようにユーザーに対して完全自動の新規設備を導入することを提案するだけでなく、ユーザーが現在使用している包装機に対する要望を聞き、それに応えること、または弊社から新たな提案をすることで、ユーザーの作業の負担軽減、効率向上に努めてきた。

（本文 28 ページ）

自動クリーニングフィルター付給気ユニットによる防虫対策 —建屋内陽圧化による異物混入対策—

日本ピュアテック株式会社 名古屋営業本部 環境改善技術
岡村太嗣、満永賢一

生産工場内を陽圧に保つことによって建屋内への虫の侵入防止に大きな効果を発揮するが、外気の給気用として従来の固定式フィルター（不織布製）を導入するにはイニシャルコスト・ランニングコスト共に高額な費用が必要となる。この問題を解決すべく、当社は自動クリーニングフィルター付給気ユニット（製品名：防虫陽圧化ユニット）を上市しており、紙パルプ工場における環境改善（建屋内の陰圧緩和及び陽圧化）に貢献できるものと考えている。

この装置の動力は、給気ファン、吸引ファン、円盤を回転させる為のギヤードモータの3つが基本であり、ロータリープレフィルター（製品名：RPF）という円盤上のメッシュフィルターが低速で回転し、自動クリーニング機構と称する仕組みによって、サクションノズルにてフィルターに付着した塵埃や虫を取除くものである。

この機構により、フィルターのメンテナンスが非常に経済的であり、また、このRPFに冷却設備や暖房設備を組み合わせることで空調設備とすることも可能である。たとえば、工場建屋内の強制排気による陰圧がひどくとも、陰圧緩和を図るだけでも（建屋内が陽圧にならなくても）虫不良の低減に繋がったという実例がある。

（本文 33 ページ）

最適な泡コントロールによる 操業安定への包括的ケミカルアプローチ

株式会社日新化学研究所 研究部
土田和昭

製紙工程においては、発泡異常による種々のトラブルが引き起こされる事がある。例えば、DIP 工程フローテーションにおける発泡不足は、パルプ中の残インキ、ピッチ量増加、白色度低下など、パルプ品質を損なう可能性がある。また、KP 工程において発生する黒液の過剰発泡は、洗浄工程でのパルプ脱水性低下に伴う漂白薬品の使用量増加といった生産性の悪化につながる問題がある。そして抄紙白水循環系における過剰発泡は、泡が溢れる事による種々の操業問題の他、泡粕による欠点発生、消泡剤の過剰添加によるサイズ発現阻害といった紙品質低下につながる。塗工工程での過剰発泡もピンホール、ストリークの発生を引き起こし、紙品質に重大な影響を及ぼす。排水工程では、発泡による外観不良だけでなく、キャリーフローの発生により環境への影響も懸念される。このように泡によるトラブルは、操業性、生産性に支障を生じるだけでなく、製品の品質に悪影響をもたらすこともしばしばあり、泡を制御する事は上記問題を解決する上で極めて重要な事である。

弊社は昭和 23 年に製紙用薬品を全国の製紙会社に供給開始して以降、お客様と共に泡トラブル改善に取り組み、お客様工程毎のカスタマイズ製品を多数取り揃え、泡トラブル解決のケミカルアシスタントとして今日にいたっている。

本稿では各工程における最近の泡コントロール法についての弊社の取り組みについて述べる。

(本文 38 ページ)

ポリアクリルアミド系ピッチコントロール剤

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
袖山卓司

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。例えば、紙に付着すると製紙工程での紙切れや欠点の発生に繋がり、マシンに付着すると生産効率の悪化や用具寿命の低下に繋がる。これを抑制する方法として、タルクなどの無機素材や界面活性剤などで樹脂を分散させる方法が主流となっている。しかしながら、これらの方法では一時的にピッチトラブルを改善できたとしても、用水循環系にピッチを濃縮していくことになり、恒久的な対策にはなりえない。

開発に至った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」は、当社が紙力増強剤の開発で培った技術を発展させることにより完成した新規な薬剤であり、両イオン性の PAM を基本素材としている。耐熱性や耐アルカリ性に優れており、木材パルプ由来のピッチを用いた試験において、①樹脂成分を微細な状態で安定化する、②樹脂表面の粘着性を抑制する、③樹脂をパルプに定着させて用水を清浄に保つ、といった複数の機能を持つことを確認した。

国内のパルプ製造工程を対象とする実機テストでは、ピッチを安定に分散すると共にパルプに歩留めたことにより、パルプスラリー中の不安定かつ粘着性を有するピッチが減ったことを示す結果が得られた。

(本文 44 ページ)

シリーズ

日本における社会・経済の変化と製紙産業の技術対応

第 2 部：1970 年代の製紙産業（その 2）

飯田清昭

前号に続き、1970 年代の製紙産業の技術の取り組みを紹介する。

石油価格の急騰は、製紙産業でも衝撃的な事象と受け取られ、業界全体でエネルギー費の節減に取り組こことになった。その結果、1990 年を 100 とした総エネルギー原単位は、1981 年の 133 から 1999 年の 92 まで節減し、生産金額に対する購入エネルギーの比率は、1980 年の 19.5%から 1993 年には 6.8%に低下した。

危惧された輸入紙に対しては、コスト・パフォーマンスの良さで対応できた。

一方、1960 年代後半に合成パルプと合成紙が注目され、1970 年代には 20%程度の代替が予想されたが、石油価格の高騰でとん挫した。

結果として、難題とされた、環境汚染、原料対策、エネルギー費の高騰、輸入紙圧力等に、技術的に対処できたことから、製造業平均以上の業績を保つことができた。さらに、生態学的に好ましく、持続可能な産業として認知された。

しかし、1990 年代に入ると紙パを含め、装置産業に従来技術の行き詰まりがみられ、新たな技術革新の予兆が始まりだしていた。

(本文 49 ページ)

研究報文

セルロースナノフィブリルで接着された オールセルロース材料の解析

北越コーポレーション株式会社 新機能材料開発室
根本純司, 福島彰太
北越東洋ファイバー株式会社 技術部
小林 淳, 田川泉実
東京大学大学院 農学生命科学研究科
齋藤継之, 磯貝 明

塩化亜鉛でセルロース繊維を膨潤させ、繊維同士を接着させたバルカナイズドファイバーとも呼ばれるオールセルロース材料が古くから知られているが、その微細構造や強度発現メカニズムは未知なところが多かった。本研究では、塩化亜鉛処理でセルロース繊維がどのように接着効果を発揮しているのかを解明するため、X 線回折による結晶構造解析、SEM 観察、比表面積測定を行い、微細構造の変化を検討した。X 線回折から、塩化亜鉛処理ではセルロース I 型の結晶構造がほぼ維持され、セルロースの結晶間を中心に膨潤させていることが明らかになった。凍結乾燥法によりセルロースの乾燥凝集を低減させた繊維シートの SEM 観察から、塩化亜鉛処理により繊維の微細化が進み、セルロースナノフィブリル (CNF) が繊維間で密なネットワークを形成して複雑に絡み合っていることが分かった。さらに、比表面積の値も塩化亜鉛処理することで処理前の 8 倍程度に上昇し、微細化が進んでいることが裏付けられた。また、繊維シートを塩化亜鉛処理すると、引張強度、伸び率、弾性率共に大きく上昇し、引張強度は最大で 106 MPa を示した。さらに、塩化亜鉛処理したシートは湿潤状態でも引張強度の低下が小さく、高い伸び率も有していた。これらの結果から、本オールセルロース材料中で CNF が複雑に絡み合い、水では簡単に解れないネットワークを形成されていることが示唆された。

(本文 58 ページ)

製紙技術特集Ⅱ

	1	大判カッターと包装技術の最新動向……………内山晴之
	12	AI搭載型物流ロボットシステム —AI活用によるロボットの高性能化で物流作業の無人・省人化を促進—……………興石竜太
	15	欠陥検出器の変遷（歴史）と最新技術……………植田清隆
	21	仕上げ工程における品質センサーの開発……………池田孝之
総説・資料	27	OCC処理用アンドリッツ最新ファイバーフロードラム（FFD）パルピング技術 ……………奥西敏夫
	32	日本における社会・経済の変化と製紙産業の技術対応 第3部：1990年代からの模索……………飯田清昭
シリーズ：大学・ 官公庁研究機関の 研究室紹介(126)	40	静岡大学 農学部 生物資源科学科 木質科学コース 木質バイオマス利用学研究室
研究報文	43	完全無塩素漂白による溶解パルプの調製、広葉樹材シリリングル・ゲアイアシルリグ ニンの影響……………アヨブ サラゲイ、アグスタ サモドラ プトラ、ロニ マルヤナ、梶山幹夫、 大井 洋
工場紹介(76)	61	レンゴー株式会社 金津工場
	03	会告
	39	知財散歩道 (116) 第三者による商標登録出願……………渡邊尚実
	42	Coffee break アメリカ南部横断レンタカーの旅（その1）……………豊福邦隆
	66	パピルス 貴重な資料を未来に残す「保護保存用紙」について……………野田弘之
	70	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

大判カッターと包装技術の最新動向

株式会社 丸石製作所
内山晴之

丸石製作所は原料設備から仕上げ設備まで製紙工程全体をカバーする製品をラインナップに揃えている製紙機械メーカーである。製紙業界向けに国内はもとより世界各国に190台近くの納入実績のある平判包装機を筆頭に、高速フルシンクロカッター、ロール包装機などの各種仕上げ設備の設計、製作を行っている。また、ユーザーへの設備単独供給からプラントエンジニアリング、ターンキープロジェクトまでニーズに合った幅広い提案が可能である。今日のように技術革新の激しい時代において、ユーザーからは長期的信頼性とメンテナンス性の向上、省エネ化、設備コストダウンの要望が強くなっている。そこで丸石製作所は大判カッターではPLCによるロール径演算方式のテンションコントロールシステム、エアージェット式オーバーラップシステム、新開発キャッチローラー、カーボン製ナイフドラムなどの最新技術を備え、平判包装機ではいかに包装形態を良くするか、オペレータの負担を軽減させるか、簡単にメンテナンスを行えるか等を考慮し日々研究開発を行っている。また、設備の各セクションに性能重視、コスト重視などユーザーに多岐にわたる選択肢から選択していただく事でユーザーのニーズに合致する設備を製作することが可能である。

(本文1ページ)

AI 搭載型物流ロボットシステム

—AI 活用によるロボットの高性能化で物流作業の無人・省人化を促進—

株式会社 IHI 物流産業システム 営業本部 物流プラント営業部
奥石竜太

近年、わが国は少子高齢化による深刻な労働力不足に悩まされている。特に労働力不足が顕著とされている物流業界において、荷卸し（デパレタイズ）作業は、腰痛など労働災害につながる重労働のため作業者の定着率が悪く、作業者の確保がさらに困難になることが見込まれる中で、ロボット導入による無人化・省人化が急務となっている。

このような状況の中、IHI および IHI 物流産業システムは、AI による物体認識技術を活用し、事前の画像データの登録やティーチングが不要なデパレタイズシステム AADS (IHI AI Auto Depalletizing System) を開発した。

AADS の特長は、(1)マルチ荷姿・混載パレットへの対応が可能、(2)デパレタイズ能力の向上（従来比30%）、(3)マスター情報登録の簡素化である。

IHI は本システムの他にも「IHI シャトル&サーバ」（立体高速仕分装置）、「IHI ロボスタック」（立体自動倉庫）などのケース用物流機器を取り揃えており、AADS と組合せることにより物流作業の無人化・省人化をトータルで推進していくとともに、今後も IHI グループが保有する様々なノウハウに基づく制御技術およびロボティクス技術により、物流システムやものづくりの高度化に取り組んでいく。

(本文12ページ)

欠陥検出器の変遷（歴史）と最新技術

オムロン株式会社 AWI 事業推進部
植田清隆

欠陥検査装置（Web Inspection System）は、紙等のシート上に光を照射し、センサーで黒点や穴等の欠陥と地合（良品）との受光量を測り、その差をもって欠陥と判定するものである。光学、電子、メカ、制御、コンピューター、ソフトウェア等の様々な技術を組み合わせた高度な総合システムであり、光源、データ処理、欠陥判別・分類、検査方式において、センサー・データ処理・光源を用いて開発されてきた。

しかし、欠陥は、生産設備、原料、外的要因（虫）など様々な原因で発生するため出荷品質の判定に利用する

情報以外に生産ラインの状態を表す情報として有効活用できる。そこで、最新の画像認識技術（深層学習）を利用した取り組みを、欠陥検出装置の変遷とあわせて述べる。

（本文 15 ページ）

仕上げ工程における品質センサーの開発

JFE プラントエンジニア株式会社 技術開発センター
池田孝之

JFE プラントエンジは、JFE メカニカルと JFE 電制が 2016 年に経営統合して発足した機械と電気・制御の総合エンジニアリング企業である。製紙業界へは、前身の JFE 電制において 2004 年より品質管理に関わるセンサーソリューションビジネスに取り組んでいる。当社では、レーザやカメラを使用して検査対象物の情報を取得し、それを高度な数値処理を行うことで、検査員の目視判定を代替しうる装置の開発を主として行ってきた。その結果、情報用紙、印刷用紙や家庭紙の仕上げ工程向けに、特徴のある品質センサーを数多くの納入している。本稿では、小判の仕上げ工程向けに開発した、以下の装置の概要を述べる。

リーム外観検査—包装前のリームの飛出し・不揃い、折れの検出。紙粉付着量の定量化
包装紙折目検査—防湿紙で包装後の包装状態の良否チェック
ラベル検査—包装紙に貼付するラベルの有無、位置のチェック
ダンボール梱包検査—ダンボール梱包の成形不良、汚れのチェック
オンライン寸法測定—裁断された用紙の、幅、流れ寸法、菱量（直角度）の測定

（本文 21 ページ）

OCC 処理用アンドリッツ最新ファイバーフロードラム（FFD） パルピング技術

アンドリッツ株式会社 技術営業部
奥西敏夫

古紙処理によって得られる製紙原料パルプの DIP や OCC 処理パルプは、ファイバーフロードラムパルパー（FFD）によって作られた場合、卓越した品質のパルプを作ることが可能になる。また未選別古紙等の多量の異物を含む低品質で安価な古紙から高い品質の古紙パルプを作ることにも可能であり、その結果コスト削減に寄与できる。本稿ではこの 10 年間で急激に増加した OCC への FFD の適用を紹介する。

従来新聞古紙処理を中心に発展してきた FFD 技術を OCC 処理に適用するため、滞留時間を長く取ること、及び内部の仕切り板を高くすることでドラム内の原料ショートパスを防ぎ、長い滞留時間でかつ滞留時間のバラつきを減少させている。その結果離解度のバラつきが減少し、OCC をほぼ完全離解することが可能となる。同時に異物に対しカッティングせず強いせん断力を与えず、異物の細片化を防ぎつつ異物を FFD で除去することで、異物の少ない状態で離解パルプを除塵工程へ送る。その結果高品質のパルプを作ることができる。FFD 技術の OCC 処理への適用を納入実績、フローシート、適用事例を紹介することで、FFD 技術は段ボール原紙製造においても生かすことができることを紹介させていただく。

（本文 27 ページ）

シリーズ

日本における社会・経済の変化と製紙産業の技術対応

第 3 部：1990 年代からの模索

飯田清昭

1970 年代の産業存続の危機を乗り切った製紙産業は、日本経済の大幅な減速（国内需要の停滞）に対処する

ため、業界の再編・統合による効率化、流通の合理化及び国際展開をはかった。業界の再編はある程度進行したが、国際展開は2002年時点では海外売上高比率が産業として最も低く、以前として内需頼みであった。

一方で、需要は減速するものの代替素材への危機感はまだなく、むしろ原料供給に余裕を与え、リサイクルを組み込んだ持続可能な産業と見なされ、存続に余裕を渗ませた。

技術面では、1960年代から積極的に使いこなしてきた半導体技術による装置の大型化・高速化が頭打ちとなり、その技術が海外に拡散、追いつけられだした。しかし、それを打開するための、次のキーとなる技術を見出せず、模索が続いた。

その間に、紙の本質を揺さぶり、次世代の技術の核となり情報化革命と引き起こす技術変革が始まっていた。

(本文 32 ページ)

研究報文

完全無塩素漂白による溶解パルプの調製：広葉樹材シリンギル・グアイアシルリグニンの影響

筑波大学大学院 生命環境科学研究科
アヨブ サラゲイ, アグスタ サモドラ プトラ, ロニ マルヤナ, 梶山幹夫, 大井 洋

前加水分解・クラフト蒸解と完全無塩素 (TCF) 漂白法によって溶解パルプを製造するにあたり、四種類の広葉樹材の木材成分とリグニン構造を比較し、蒸解・漂白特性を調べた。TCF 漂白は、酸素漂白 (O) 後に、オゾンより反応選択性が良いと考えられるモノ過硫酸 (P_{sa}) を用い、さらに過酸化水素添加アルカリ抽出 (E_p) を用いる $O-P_{sa}-E_p-P_{sa}-E_p$ シーケンスである。広葉樹材リグニン構造の特徴は、リグニンからシリングアルデヒド (S_a) とバニリン (V_a) を与えるニトロベンゼン酸化法によって把握した。 S_a の V_a に対するモル比を S/V 比とすると、ユーカリ・グロブラス (*Eucalyptus globulus*) 材は四種の中で最も高い S/V 比 5.81 を与え、 S_a と V_a との合計収率も最も高い 3.04 mmol/g-lignin であった。一方、アカシア交雑種 (*Acacia hybrid mangium* and *auriculiformis*) 材の S/V 比および S_a と V_a の合計収率は最も低かった。ユーカリ・グロブラス材からは、白色度 90.1% ISO, 粘度 7.0 mPa·s, 重量平均分子量 (M_w) と数平均分子量 (M_n) がそれぞれ 3.04×10^5 g/mol と 5.56×10^4 g/mol: 分散性 $M_w/M_n=5.47$, α -セルロース含有量 94.2%, 灰分 0.1% の高品質の溶解パルプが得られた。良い結果が得られたことは、ユーカリ・グロブラス材は他の材よりも高い S/V 比で、縮合型リグニン構造が少ないことに起因している。

(本文 43 ページ)

研究発表会/不織布・家庭紙特集

	1	第85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
	12	東南アジアの熱帯雨林：消失と再生のダイナミズム……………神崎 護
	16	ライフサイエンスを指向したナノセルロースからの機能材料創製……………寺本好邦
	21	三菱製紙株式会社の不織布製品群の紹介……………三枝秀彰
	25	ティッシュ向けプレスパート ニプロフレックス T の紹介……………馬籠一裕
	31	衛生用品用パルプ中に残留する塩素化合物の形態別分析と安全性評価 ……………今井茂夫, 和田充弘, 和田丈晴, 岩崎圭, 片桐律子, 美濃部安史, 石井聡子
総説・資料	39	バルメット・インダストリアル・インターネット —インダストリアル・インターネットによる工場パフォーマンスと信頼性の改善・最適化— ……………板東永師, ヤリ・アルミ, ヨハンナ・ニューカム
	44	IoT がもたらす企業経営・事業/現場運営の変革 —働き方改革も含めて—……………為本吉彦
	48	IoT・AI による火力設備の運用最適化 —お客様との密接な連携を重視したデジタルソリューションサービス MHPS-TOMONI— ……………堀口雅樹
	50	研究室での単体試験から製造現場でのオンライン測定まで—IoT による最新の 品質管理 —ローレンツェンアンドベットレーの最新試験技術と最新オンライン測定—……………山崎光洋
	60	循環流動床ボイラ (CFB) を模擬した肉盛溶接部の高温耐侵食摩耗特性 ……………木村忠司, 白石陽一, 清水一道
	64	日本における社会・経済の変化と製紙産業の技術対応 第4部：2000年以降の展開：社会的規範の激変……………飯田清昭
研究報文	74	異なる樹種の混合チップの蒸解挙動……………扇谷 浩, 石藤雅俊
	03	会告
	83	パピルス 最近の注目特許
	91	内外業界ニュース
	96	協会保管外国文献標題
	98	特許公報
	108	全国パルプ材価格
	109	統計
	111	協会だより

東南アジア熱帯雨林：消失と再生のダイナミズム

京都大学大学院 農学研究科 森林科学専攻
神崎 護

この小文では東南アジアの森林消失と再生について紹介したい。東南アジアの多くの国では、独立後の外貨獲得手段として、簡単にアクセスできる木材資源がまず経済成長の第一段階として利用された。森林の大規模な農地化がその後 1960 年から 1990 年にかけて進行し、森林消失を決定的にした。これに対して、地球規模での伐採反対キャンペーンや森林保全の動きがおこり、それは 1998 年のリオの地球サミットでの森林原則宣言につながり、さらに 1997 年の京都プロトコルで採用された植林再植林クリーン開発プログラムにおける炭素クレジット化にもつながった。

熱帯各国での森林伐採の方法も変化した。現在多くの国々で、低インパクト伐採の適用が義務化され、国際的な森林認証の取得も加速しつつある。度重なる洪水や土石流被害は、東南アジアの人々の森林保全についての考え方を大きく改善してきた。小規模な森林保有者、農民や地域共同体は木材生産の重要なプレーヤーになりつつある。日本の森林状況は第二次世界大戦直後の悲惨な状況から、70 年もかからずに大きく改善された。東南アジア各国の森林状況も今後 30 年の間に劇的に改善されることが期待できる。

(本文 12 ページ)

ライフサイエンスを指向したナノセルロースからの機能材料創製

岐阜大学 応用生物科学部 応用生命科学課程 分子生命科学コース バイオマス変換学研究室
寺本好邦

10 年ほど前に紙ベースのマイクロ流体分析装置 (μ PAD) の基本的な概念が提案されてから、世界中で活発に研究が為されてきた。一方、その要素技術の開発は、異なる専門的観点から実施する価値がある。本研究では、TEMPO 触媒酸化セルロースナノファイバー (TOCN) の μ PAD のモジュールとしての合理的利用を提案する。まず、乾燥状態の TOCN は不安定な物質を安定に貯蔵し、湿潤時には生化学反応場として機能することを示す。TOCN 水性分散液のチクソトロピー性は、インクジェット印刷性を与え、 μ PAD の製造を容易にする。溶液中と比較して、湿潤時の TOCN ネットワークにおける物質の交換には長い時間を要するが、このことは μ PAD 上での徐放性実現と反応キネティックスの制御と位置付けられる。TOCN を組み込んだ有機リン系農薬の半定量 μ PAD の構築例も示す。TOCN を実装することにより、1 枚の紙にさまざまな機能を組み込むことができ、 μ PAD の設計の柔軟性と汎用性を向上させられるものと期待される。

(本文 16 ページ)

三菱製紙株式会社の不織布製品群の紹介

三菱製紙株式会社 機能材事業部 不織布商品部
三枝秀彰

当社の不織布事業は、製紙で培った技術を基軸とし、建材用ガラスシートや放電加工用フィルター濾材の生産から始まった。その後、不織布製造で得た技術を駆使し、2012 年に高砂工場に不織布生産設備を新設し、水処理膜用支持体やバッテリーセパレータなどの商品、所謂機能性材料を扱うに至っている。また、車載エアコン用や空気清浄機用のエアフィルターを中国広東省珠海市にある子会社 珠海清菱净化科技有限公司 (MFZ) で製造している。本稿ではこれらの当社の不織布製品群の中から建材用ガラスシート、放電加工用フィルター濾材、水処理膜用支持体、そしてバッテリーセパレータを紹介する。

建材用ガラスシートや放電加工用フィルター濾材は、本稿で述べる特徴からユーザーの高評価を得ている。当社の中で比較的新しい製品群である水処理膜用支持体は、中国・欧州を中心に着実に顧客を増やしている。またバッテリーセパレータも特に 2016 年末に発表した超耐熱性リチウムイオン電池用セパレータが、安全性アップの観点から国内外の電池メーカーに注目され、キャパシタ用やコンデンサ用と共に売上げを伸ばしている。中国

では電気自動車（EV 車）向けの検討も進んでおり、不織布製造設備の増設も視野に入れて事業拡大への取り組みを進めている。

（本文 21 ページ）

ティッシュ向けプレスパート ニプコフレックス T の紹介

株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジー P&S 営業部
馬籠一裕

家庭紙向けシュープレスに NipcoFlex-T というものがある。NipcoFlex-T は高い品質を維持しつつ、省エネルギーで家庭紙を生産できることを強みとしている。このシュープレスは CD 方向に対してはヤンキーシリンダ表面に追従する必要があるため、既存のシュープレスよりも柔軟性があるシューを備えている。一方、MD 方向に対しては従来どおり硬く、曲がらないシューを備えている。さらに、シューの傾斜量を変更できる油圧システムを採用しているため、MD 方向のニップ圧力分布であるニップカーブをマシンの運転中でも任意に変更できるようになっている。これらの特徴をいかすことで、要求製品性質に合わせ、マシン運転中に嵩を重視（紙品質向上）する操業、または脱水効果（省エネ&繊維間結合向上）を重視する操業の選択が可能となった。本報文では、既に世界中で 40 台以上の実績があり、お客様より好評を博してきた NipcoFlex-T について紹介する。

（本文 25 ページ）

衛生用品用パルプ中に残留する塩素化合物の 形態別分析と安全性評価

ユニ・チャーム株式会社 CSR 本部
今井茂夫、和田充弘
一般財団法人 化学物質評価研究機構
和田丈晴、岩崎圭、片桐律子、美濃部安史、石井聡子

衛生ナプキンや使い捨ておむつのような衛生用品は、皮膚との長期間の接触で使用されるため、これらの製品に含まれる化学物質が人体に悪影響を及ぼすかどうかを確認することが重要である。

衛生用品の主要材料であるパルプは、その白さを増すためにアルカリ薬剤による漂白が行われるが、製造メーカーの環境配慮の高まりによって二酸化塩素に基づく ECF 漂白が広く採用され、これまでの漂白方法に比べてクロロホルムおよびクロロフェノールの生成は大幅に減少した。しかも、ECF 漂白プロセスにおける塩素化合物の発生および持続性に関する知識が蓄積されている。

一方、衛生用品に塩素化合物が含まれていると、汗などの体液に溶けて皮膚に吸収される可能性があり、人的影響を把握するためにはその含有量を定量的に測定する必要がある。但し、塩素化合物の悪影響は化学種によって大きく異なるため、塩素の総量のみを計算することでは不十分であり、溶出液中の化学形態を特定することが重要となる。当社では、生理用ナプキンに使用されるパルプ中のダイオキシン類を分析し、たとえ毎日 40 年間使用されても大丈夫なよう、衛生用品の消費者の健康への影響を評価している。

筆者らは、生理用品への漂白パルプの使用可否を決定すべく、皮膚暴露を想定した溶出試験を実施し、溶出された化合物の定量を含む化学形態ベースの定量分析フローを作成、安全性に関する評価方法を確立した。これにより、ECF 漂白パルプに含まれる塩素化合物の量的な把握、及び化学的形態の解明に至り、当社製品が安全であることを確認した。本レビューでは、これらの研究成果を紹介する。

（本文 31 ページ）

バルメット・インダストリアル・インターネット ーインダストリアル・インターネットによる工場パフォーマンスと信頼性の改善・最適化ー

バルメット株式会社 オートメーションビジネスライン

板東永師

バルメットオートメーション Inc.

ヤリ・アルミ, ヨハンナ・ニューカム

インダストリアル・インターネットは安全に工場データへアクセスし、パルプ、紙およびエネルギー生産のために貴重な資源を作るための今日での有効な可能な手段である。これにより、工場のプロセス操作、品質および収益性を安定化、最適化できるような有効な決定と改善を生産現場が行なうことができる。最も重要なことは、インターネットとクラウドコンピューティングによりこのデータが容易に送受信でき、パルプ、紙およびエネルギーの各エキスパートが迅速かつ確実にプロセスの状態、安定性および経済的な操業状態を評価できることである。生産ラインの最適化ソリューションは、プロセス改善と専門家との相談、アドバンスト・プロセス制御と最適化、アナライザーと測定、制御パフォーマンス改善、KPI 監視およびベンチマーキングサービスを結び付けることができるようになる。その結果、工場の生産性向上、生産コスト最適化、設備維持管理、そして経営管理まで広い分野にわたり、改善が可能となる。

本稿では、弊社のバルメット・インダストリアル・インターネットの特徴である「4つの構成要素（エコシステム、アプリケーション及びサービス、自動化及びITプラットフォーム、プロセステクノロジー）」と、そのトータルソリューション、導入へのロードマップを示しながら、製紙工場操業のパートナーとしての弊社の取り組みを紹介する。

(本文 39 ページ)

IoT がもたらす企業経営・事業/現場運営の変革 ー働き方改革も含めてー

株式会社三菱総合研究所 営業本部

為本吉彦

2017 年に入り、日本でも IoT (Internet of Things) の企業での活用は、認知・理解段階から、試行・導入段階に入ってきた。先進企業の事例紹介や先進的な試行・実証検討 (PoC: Proof of Concept) などが行われ、実用化一歩手前まで来ている事例も現れてきている。

これまでの企業の取り組みからすると、IoT がもたらす製造業への影響は、大別すると 1) 現場のリアルタイムでの可視化・判断の効率化、2) 製造方法や工程・生産計画など「作り方」変革、3) 事業そのものの構造改革やビジネスモデル変革、の 3 つが予想される。これらの影響の“核”は、「大量生産」概念からの脱却にあり、従来の製造技術や生産管理の再構築が必要である。

将来の生き残りを目指して、これから製造業で進めるべき取り組みは、最終消費者がどのように自社の製品を使っているか、という「使い様」を出発点に、顧客の成功体験を具現化するための方策検討である。そこでは「小集団活動」を応用した手法が活用できるであろう。

(本文 44 ページ)

IoT・AI による火力設備の運用最適化 ーお客様との密接な連携を重視したデジタルソリューションサービス MHPS-TOMONIー

三菱日立パワーシステムズ株式会社 サービス本部横浜サービス部 技術戦略 Gr

堀口雅樹

ICT (情報通信技術) を活用して火力設備の運転および保守 (O&M) コストの最適化と環境性能の向上を図るためには、設備運用者であるお客様との連携と、設備提供メーカーである当社の洞察力の組み合わせが不可欠との認識に立ち、当社は“お客様と一緒に働く”ソリューションを提供することに重点を置いている。

火力設備の運用に携わるお客様それぞれが持つ課題解決のため、当社は、総合的なデジタルソリューションの

アプリケーション群を揃えた「MHPS-TOMONI」を開発した。

これらデジタルソリューションの提供は、1980年代の初めに高度なボイラー燃焼管理システムを業界に先駆けて開発したことに始まり、1997年に高砂工場で発電実証設備の運営を開始したのを機に、設備のデータ収集とデジタル化を本格化させた。1999年にはお客様の火力設備を遠隔監視する施設を開設し、以来、お客様と協力しながら、設備の信頼性や運用性を検証するツールとして活用してきた。

本稿では、現在提供している火力設備の品質維持及び効率的運用に向けた最新のデジタルソリューションである「MHPS-TOMONI」のサービス例を紹介する。(本文 48 ページ)

研究室での単体試験から製造現場でのオンライン測定まで —IoT による最新の品質管理— —ローレンツェンアンドベットレーの最新試験技術と最新オンライン測定—

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
山崎光洋

成熟したビジネスには、それがどのようなものでも、競争力の維持に持続的な改善が要求される。今日では以前に増してこのことがより重要になっている。コスト削減と効率改善の探求が常に議題となる。パルプ・製紙業界では、定められた品質内の製品を可能な限り低コストで製造するのが第一の目標であり、品質試験とプロセス管理がその目標を達成するひとつの方法である。さらに、市場分析・研究開発・調達・販売などの製造・品質管理以外のプロセスも、ビジネスを構成する重要な要素である。ビジネス全体を考えるには、それぞれの要素を統合したデータが必要である。

本稿では、品質管理における最新試験技術を単体試験機・オンライン試験機・全自動試験機のそれぞれから紹介し、個々の試験機を接続して品質管理プロセスを統合する方法を紹介する。さらに、品質管理のさらに他のプロセスとの統合についても述べる。

IoT (Internet of Things : モノのインターネット) の手法を用いて、試験室、さらには工場の外からリアルタイムでデータを入手し、有機的に統合することで、総合的なデータを得られる。各グループ工場のリアルタイムかつ総合的なデータに基づく、グループ本社でのこれまでになく迅速かつ的確なビジネス判断を促進することができる。(本文 50 ページ)

循環流動床ボイラ (CFB) を模擬した 肉盛溶接部の高温耐侵食摩耗特性

株式会社ウェルディングアロイズ・ジャパン 製造部
木村忠司
株式会社ウェルディングアロイズ・ジャパン 技術部
白石陽一
国立大学法人 室蘭工業大学
清水一道

循環流動床ボイラでは燃料と媒体を高温環境下で流動して燃焼させており、ボイラに使用される部材の侵食摩耗が深刻な問題となり、設備の稼働率と経済性の課題がある。

過去に CFB ボイラにおける侵食摩耗の対応策として耐侵食摩耗材料の開発をする上で高温ブラスト摩耗試験を実施したが、実機の条件とは多少異なっていた。今回はより CFB ボイラ実機に近い状態を模擬するためブラスト材および圧縮空気を温めた高温ブラスト試験を実施し、ボイラ火炉への最適な材料の模索を行った。その結果をまとめると以下の通りである。

ここでは、ボイラ火炉内の水冷壁パネルを想定して、773K (500℃) における高温ブラスト摩耗試験を実施し、高温での耐侵食摩耗策について検討した。

炭素鋼と肉盛溶接材料を比較すると、最大摩耗深さおよび平均摩耗深さにおいて 35~50%程度の差はあるものの、各肉盛溶接材料 (Ni 基および Co 基) では際立った優位差は確認されなかった。

今回試験した温度域ではいずれの肉盛溶接材料も耐侵食摩耗に差がないことから、実機においては腐食環境（塩化腐食や硫化腐食）も大きな要因の1つになっていると思われる。それぞれの耐腐食性に適応した材料を選定することで有効な耐摩耗策になると考えられる。また、損耗の著しい箇所に対しては肉盛厚さを変更することにより対応可能であるといえる。

今後ボイラ実機を模擬するために、様々な状況（例えば酸化のみでなく高温下における塩化腐食や硫化腐食等）を考慮した試験の実施、さらに耐高温侵食摩耗に優れた肉盛溶接材料の模索が必要であると考えられる。

（本文 60 ページ）

シリーズ

日本における社会・経済の変化と製紙産業の技術対応

第 4 部：2000 年以降の展開：社会的規範の激変

飯田清昭

一人当たりの紙・板紙の消費量は、1970 年以降、少ないと言っても年率 3.4% で増加していたが、1995 年頃に境に年率マイナス 2.2% で減少しだす。それに従って、生産量も 1997 年を境に年率マイナス 1.1% で減少しだし、これは産業にとって初めての事態であった。この変化は、世界の紙・板紙の生産量にも見られ、2007 年頃より頭打ちとなっている。

一方、紙を使わない情報の量は 1995 年頃より急増（おそらく年率 50% 以上）し、2009 年では、全流通量の 99% 以上、全消費量の 87% を占めるまでになった（紙媒体はわずか 13%）。さらに、2010 年頃より、ビッグデータとして分類されるデジタルデータが利用されだし、それが年率数十パーセント（多分 70% 以上）で増え続けている。2000-2010 年は、デジタルデータが社会的規範を換えた転換点で、情報化社会と称されるべき時代に入ったと考える。

新聞・印刷用紙が減少するなかで、板紙と家庭紙は増加している。製紙産業としては、これに対応しながら、新規事業を含めたビジネスモデルを作り上げる模索が続いている。

（本文 64 ページ）

異なる樹種の混合チップの蒸解挙動

エム・ピー・エム・オペレーション株式会社 原質部 パルプ課

扇谷 浩

エム・ピー・エム・オペレーション株式会社 技術部 技術グループ

石藤雅俊

品質の異なる複数のチップを混合してパルプを製造する際、蒸解条件を最適化したり、得られるパルプの収率や品質をコントロールしたりするには操業状況を見ながらの調整や現場の経験に基づく調整によるところが大きい。そこで、異なる樹種のチップを混合して蒸解した際のパルプの品質や収率を事前に予測し、最適なチップ配合や蒸解条件を設定することを目的に混合したチップの蒸解実験を実施した。

実験用のオートクレーブを用い、蒸解性の異なる *Eucalyptus globulus* チップと *Acacia mangium* チップとをバスケットに入れて混ぜり合わない様にして一緒に蒸解し、それぞれのチップから得られるパルプを別々に回収して評価した。その結果、2 種類のチップが共存してもそれぞれのチップの蒸解挙動は、各チップを単独で蒸解した場合の挙動と同じであり、混合して得られたパルプのカッパー価は、それぞれのチップから得られるパルプのカッパー価をその混合割合での加重平均した値とほぼ同じ値になった。また、収率についてもカッパー価の変化に対する収率の挙動は混合して蒸解しても単独で蒸解しても樹種毎に同じ挙動であった。

これらのことから、複数のチップを混合しての蒸解挙動は、混合したそれぞれのチップの挙動を評価、把握しておけばどのような樹種をどのような割合で混合しても推定できる可能性があることが示唆された。

（本文 74 ページ）

環境特集

- 1 第25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
- 3 省エネ案件の発掘方法
—みんなで探す省エネ案件—……………石塚健志
- 7 低濃度 PCB 廃棄物
—様々な処理方法のメリット・デメリット—……………長田 容
- 12 産業廃棄物処理施設の適正管理
—リスク事例, 法定検査等のチェックポイント—……………坂本裕尚
- 24 高効率 BOD 処理システム (バイオアタック) の製紙排水への適用……………荒川清志
- 29 クリタの排水負荷低減の取組
—上流工程の清浄化による排水負荷低減—……………駿河圭二, 桂 仁樹, 賀川泰裕
- 35 省エネ型遠心脱水機
—下水処理施設での省エネ効果—……………半田大介
- 39 騒音・低周波音対策
—耳で対策効果を実感する—……………青木雅彦
- 44 IoT を活用した音や振動による機械・装置の予兆診断……………志田雅昭
- 48 拡散シミュレーションを用いた悪臭の未然防止対策
—においを見える化する—……………森木 怜

シリーズ: 大学・
官公庁研究機関の
研究室紹介(127)

- 56 神戸大学 輸送包装研究室

研究報文

- 59 グロスゴーストの発現要因と用紙の影響……………高田秀樹, 田村善博
- 03 会告
- 55 知財散歩道(117)
知財業務の自動化……………三浦智也
- 58 Coffee break
明治8年操業の王子工場の日本人を, 当時の英国人は, どう評価していたか?
……………辻本直彦
- 75 パピルス
アジアの極限土壌 (強酸性, 強アルカリ性土壌及び砂漠) の状況と植生回復の試み
……………飯山賢治
- 80 内外業界ニュース
- 85 特許公報
- 95 全国パルプ材価格
- 96 統計
- 98 協会だより

省エネ案件の発掘方法

—みんなで探す省エネ案件—

日本ビジネス革新コンサルティング株式会社
石塚健志

省エネルギー活動は、みんなで取り組む方が成果も大きく継続性もあることがわかっていてもその方法論を持っていないことが多い。

その方法論として、3つに集約して解説する。

(1) 誰でもが理解できる簡潔な手順の採用（プロセス機能分析やエネルギー損失の発掘、テーマ素材の登録と成立性の検討をはじめとしたもの）

(2) 有効性が認められた4つの手法

- ① 全体観を掴む為の手法（リスト作成）
- ② プロセス機能分析（プロセスの機能に疑問をもつために機能の達成度を評価する）
- ③ エネルギー損失の発掘（「その他」の損失を追及する）
- ④ 案件の候補レベルをたくさん登録する（共有化できる登録フォーム）

(3) プログラムの手順に応じた各部門の役割設計である。

本プログラムはエネルギーだけではなく、用水の削減、用益全般の適用応用に可能である。

(本文3ページ)

低濃度 PCB 廃棄物

—様々な処理方法のメリット・デメリット—

公益財団法人産業廃棄物処理事業振興財団 技術部
長田 容

我が国の PCB 廃棄物は廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）および 2001 年 7 月に制定され 2018 年 8 月に改正・施行されたポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法に基づき、PCB 濃度が 5,000 mg/kg を超える高濃度 PCB 廃棄物は国策会社の中間貯蔵・環境安全事業(株)の全国 5 か所の処理施設で、またそれ以下の濃度の低濃度 PCB 廃棄物は民間の産業廃棄物焼却施設などを活用した無害化処理施設で処理されている。

低濃度 PCB 廃棄物の無害化処理施設は、昨今環境大臣の認定を得た事業者や都道府県知事の許可を得た事業者の数が増え、それに伴い処理能力が増強されて処理実績も急速に増えてきている。

本稿では、低濃度 PCB 廃棄物の概要と無害化処理施設の整備状況について説明したのち、当該施設で採用されている様々な処理方法について処理の効率性やコストの観点から評価した結果を交えて解説する。

(本文7ページ)

産業廃棄物処理施設の適正管理

—リスク事例、法定検査等のチェックポイント—

株式会社リーテム
坂本裕尚

産業廃棄物処理施設の適正管理について事例によって解説する。

「産廃処理施設での事故、不適正事例」は、産廃処理施設の維持管理、その他の施設管理のリスク、廃棄物処理施設の環境汚染に関する。

「産廃処理業者のその他の不適正事例」は、処理が未完了なのにマニフェストが返送された、処理業者が廃棄物を横流しした事例に関する。

「産廃処理施設の法定検査等のチェックポイント」は、処理施設、産業廃棄物焼却施設、最終処分場に関する構造基準についての検査内容例及び、施設の設置許可、管理責任者、処理フロー、最終処分場のチェックポイントを示す。

(本文 12 ページ)

高効率 BOD 処理システム（バイオアタック）の製紙排水への適用

日鉄住金環境株式会社 水ソリューション事業本部
荒川清志

製紙工場排水は主に活性汚泥法で処理されているが、BOD 容積負荷は $1.5 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ 程度の比較的高負荷で運転されているケースが多い。このような設備では排水の BOD 負荷変動に対応できにくい。その結果として、生物処理が不安定になり、処理水透視度の低下、バルキングによる沈降不良などのトラブルが発生しやすい。この度、原水 BOD 負荷増加対策、生物処理水の安定化、バルキングの抑制を目的に丸三製紙株式会社殿に弊社の高効率 BOD 処理システム（バイオアタック：BA）及び上流監視システムを納入し、その導入効果を確認した。

バイオアタックの導入により、1) バイオアタック槽にて原水 BOD の 70～90% は処理され、曝気槽へ流入する BOD 量は減少し、年間を通じてその流入 BOD 量は安定、2) 生物処理は安定し、透視度が 10～25 度向上、3) 糸状性細菌は減少し、曝気槽汚泥の汚泥沈降性が 20～30% 向上、4) 生物処理用の薬品費は約 1/20 まで削減の効果が確認された。また、オンライン TOC 計を用いた上流監視システムの導入により栄養剤を適正に管理でき、バイオアタックの導入効果を助長した。

(本文 24 ページ)

クリタの排水負荷低減の取組 —上流工程の清浄化による排水負荷低減—

栗田工業株式会社 ソリューション推進三部
駿河圭二、桂 仁樹、賀川泰裕

原料悪化及び排水設備の省エネ・省人化に伴い、排水処理が不安定になる場合もある。本報では、古紙消費量の約 70% を占め、古紙品質の低下より排水負荷変動の影響を受けている板紙に焦点をあて上流側の排水負荷変動要因を抑え、下流側の排水処理の安定化を検討した。排水側の負荷を下げるために、製造工程（上流側）での負荷要因である①澱粉由来の COD ②灰分由来の SS リークを、S.sensing[®] システムによる監視・管理することで、上流側の変動と排水処理をリンクさせ、ファジサイド[®]（スライムコントロール剤）、エアレーション、ハイホルダー[®]（歩留向上剤）を適用することで、問題を未然に防ぐ取り組みを紹介する。

(本文 29 ページ)

省エネ型遠心脱水機 —下水処理施設での省エネ効果—

三機工業株式会社 プラント設備事業本部 企画開発部 企画開発 2 課
半田大介

遠心脱水技術は下水汚泥の脱水処理に古くから用いられ、ケーキ含水率の低減や低動力に向けた開発が行われてきた。遠心脱水技術は、大規模処理が可能で処理の安定性に特長を持つ一方、低動力化による電力使用量の低減への要望はいまだに強くあるのが現状である。

三機工業は、省エネルギーおよび処理能力が向上した新型のデカンタ型遠心脱水機を技術導入した。2011 年より各種産業プロセス分野等への適用を確認すべく実証試験を重ね、2015 年 3 月に日本初となる省エネ型遠心脱水機を導入し、稼働後 2 年が経過している。

本稿では、新たに導入した省エネ型遠心脱水機の特長だけでなく、下水処理施設の特長とその導入後の省エネ

効果について紹介している。導入前の下水処理施設ではベルトプレスが用いられていたが、維持管理性を向上すべく遠心脱水機の導入を検討した結果、4台設置されていたベルトプレスを順次遠心脱水機に更新し、2台設置にて運用している。

運用の結果、維持管理性は、ベルトプレスに比べ汚泥性状の変動に対して安定した自動運転が可能となり、日常点検項目数が減っただけでなく、運転後の洗浄作業が不要となり臭気などの作業環境が改善した。また、年間を通した脱水性能の結果は、目標値を大きく上回っており、年間を通して運用が可能であることを確認した。また、導入効果として薬品使用量は半分以下、脱水汚泥搬出量は7割以下、固形物回収率は目標値をクリア、消費電力は約50%程度の削減であることを確認した。

(本文 35 ページ)

騒音・低周波音対策 一耳で対策効果を実感する

日本音響エンジニアリング株式会社 ソリューション事業部
青木雅彦

敷地境界で騒音が規制基準を超えている場合、騒音対策の効果は対策した騒音源と対策していないその他の騒音源の合成値で決まる。騒音対策は、防音ボックスで囲う方法が最も効果的で、給排気口に消音器、防音フードを設置する方法も比較的效果が大きい。騒音の伝搬経路上の対策は、吸音材や防音壁の施工があるが、音源側での対策ほどの効果が得られないことが多い。

近隣の方から苦情がある場合、室内で低周波音あるいは低周波音に近い周波数の騒音が問題になりやすい。理由は、一般に戸建住宅等では、屋外と比べて室内では、高音域の騒音が比較的減衰しているのに対して、低周波音は減衰しにくいためである。

作業環境騒音の評価は、作業エリアを6 m以下のメッシュで区切り、その交点で測定するA測定と、音源に近い作業者の位置で測定するB測定の結果から管理区分を決め、騒音低減を目指すことになっている。当社では、自社で開発した「騒音源を可視化する測定装置」を用いて、どの騒音源の影響が作業者の位置に最も強く影響しているかを短時間で確認し、シミュレーションにより対策の効果を検討している。

(本文 39 ページ)

IoTを活用した音や振動による機械・装置の予兆診断

株式会社日立製作所 サービスプラットフォーム事業本部 IoT・クラウドサービス事業部
エンジニアリングサービス第1本部 M2M ソリューション部
志田雅昭

近年、製造装置や設備の保全において個々の装置や設備の状態に応じて保守を実施する予兆保全が注目されている。予兆保全にはメンテナンスのためのトータルコストの削減、ダウンタイムの最小化による装置や設備の稼働率増加といったメリットがある。点検では温度などのデータのほかに装置から発する音や振動が重要な位置を占める場合がある。従来、音や振動はセンサーやマイクを用いた検出ではなく、メンテナンス時の検査員や通常稼働時の作業員といった人に依存している場合がほとんどであった。少子高齢化による労働人口の低減を背景に、保全にかかる人的工数の削減に対する期待は高まっており音や振動を予兆保全のシステムに取り込み自動的に判断する仕組みが期待される。

最初に保全に関する考え方を紹介し、トータルコストの面から予兆保全の重要性を示す。次に予兆保全を行うためには各種のセンサーを用いて装置や設備の状態を把握する必要があり、これを実現するためにIoT (Internet of Things) を活用することが鍵となることを示す。音や振動を保全に用いる場合、不要な音や振動の混入により誤判定や見逃しといった課題を解決する必要がある。音源を分離し不要な音を取り除く音源分離技術を紹介し、この技術により精度よく正常 / 異常の判定を評価した例を紹介する。

(本文 44 ページ)

拡散シミュレーションを用いた悪臭の未然防止対策 —においを見える化する—

株式会社カルモア 産業設備チーム
森木 怜

悪臭苦情は13年連続で減少しているが、依然と高い水準にある。畜産・農業関係を除く工場関係の合算では全体の14.1%であり、件数で表すと年間1,700件を超える。

工場は悪臭発生源が多く、特定が困難であり、且つ生産品目や排出状況、立地条件や周辺住居環境などがそれぞれで異なる為、悪臭対策もオーダーメイド的に行う必要がある事から対策難度が高い。

また、上記理由により、悪臭規制も現実をカバーしきれない事から、法的な数値を守るだけでは悪臭苦情を抑制するには不十分であり、自主的な対策が求められる。

株式会社カルモアではこのような悪臭対策のファーストステップとして臭気の拡散シミュレーションシステムを用いて現状把握を行い必要に応じた対策立案、事前のリスク管理を推奨している。

各発生源の影響度（OER）を算定し、拡散シミュレーションを行う事で悪臭の視覚化を行い、問題点を具体化する。周辺地域に対して影響が懸念される場合は影響度の高い発生源を抜粋し必要最低限の対策を行う事で最終的なコスト削減が期待できる。

また、苦情未発生であっても事前にリスク把握を行う事で、脱臭装置に頼らない臭気対策も検討する事が可能となる。

悪臭は目に見えないものであり、ヒトの感覚である為、数値化が困難である。そういった臭気を把握する為に様々な方法を用いて数値化し、リスク管理を行う事でいざ問題が発生した際には解決までの長期化を防ぐ事が出来る他、必要最低限の対策でコスト削減に繋がるなど、事業場側にもメリットが多いと考える。

（本文 48 ページ）

研究報文

グロスゴーストの発現要因と用紙の影響

エム・ピー・エム・オペレーション株式会社 技術部 開発室
高田秀樹
三菱製紙エンジニアリング株式会社 業務部
田村善博

枚葉オフセット印刷特有の印刷トラブルとしてグロスゴーストがある。これは後刷り面において、先刷り画面像に起因する光沢ムラの様な模様が現れる現象である。グロスゴーストは印刷物の美観を著しく損ない、商品価値を低下させてしまう。グロスゴーストが発生した場合には刷り直しをする場合が多く、ベタ画像部面積の大きい方を先に印刷したり、先刷りしてから後刷りまでの時間を出来るだけとるなどの対応をしているのが現状である。

グロスゴーストに関しては、その発生要因と併せ、何故ゴースト部がグロス調になったりマット調になったりするのかなど、詳細なメカニズムは不明な点が多い。本研究では、先刷り及び後刷りした印刷面でそれぞれ何が起きているのか調査し、また、そこに用紙がどのように影響しているのか検討を行った。

本研究により、グロスゴースト発生に関しては、先刷り面と後刷り面が接触する時の環境が重要であることが確認された。先刷りしてから後刷りを実施するまでの時間が大きく影響し、これは先刷り面から発生するアルデヒド類中心のガス発生量と相関する、という知見が得られた。また、後刷り面の経時 Ra 値変動の挙動から、グロスゴーストが目立つ／目立たない（発生しない）、あるいは発生する際にグロス調／マット調になるという機構を推定することが出来た。結論として、印刷面の経時 Ra 値変動が小さい印刷用紙がグロスゴースト発生抑制に有利であることが確認された。今後はこのような用紙設計のノウハウ構築が課題となる。さらに SCE 方式による分光測色により、グロスゴースト発生強度の数値化が可能という結果も得られ、今後の検討に対して有効な評価方法が確立出来た。

（本文 59 ページ）