紙パ技協誌 1
January 2016
第 70 巻　第 1 号（通巻第 778 号）

目 次

1 新年のごあいさつ……青木昭弘

第 58 回―2015 年紙パルプ技術協会年次大会特集

4 第 58 回―2015 年紙パルプ技術協会年次大会全般報告
……紙パルプ技術協会　総合企画専門委員会
10 基調講演
第 58 回―2015 年紙パルプ技術協会年次大会
脱皮と進化で環境変化に強い業界へ…世界に打ち勝つ技術革新……青木昭弘
18 平成 26 年紙パルプ技術協会賞及び印刷朝陽会賞受賞者
21 受賞あいさつ
23 工場見学記　北越紀州製紙㈱ 新潟工場
25 平成 27 年度　出展会社及び出展品目
一般講演 28 製紙産業の電力事業参入ポテンシャルとその評価
―電力システム改革というビジネスチャンス―……渡邉政嘉
第 43 回 佐々木賞受賞講演 33 カラー技術による欠陥検査装置の進化……中田雅博
37 SE ローターベーンの開発……出口勇次郎
一般講演 40 SE ローターの操業経験……山田康之
46 洋紙生産減少とバイオマス発電事業の拡大……福迫　隆
50 E ライン漂白工程 D_0 段洗浄機プレス化の操業経験……野崎　健
54 3 号マシン　移設・改造による操業経験……和田　豊
57 新ライナーマシンの操業経験……門馬佳勝
61 ESCA, TOF–SIMS によるパルプ極表面のブリード成分分析
……東　洋渡，中村桐子，柚　佳次郎
66 緑茶品種サンルージュの機能性解析……和才昌史，河岡明義，立花宏文

総説・資料 71 2015 TAPPI International Conference on Nanotechnology for Renewable Materials 参加報告
―2015 年 6 月 22 日–6 月 25 日　米国ジョージア州アトランタにて開催―……中谷丈史

03 会告
74 パピルス
最近の注目特許

78 内外業界ニュース
83 協会保管外国文献標題
85 特許公報
95 全国パルプ材価格
96 統計
98 協会だより

製紙産業の電力事業参入ポテンシャルとその評価

―電力システム改革というビジネスチャンス―

経済産業省 製造産業局紙業服飾品課
渡邉政嘉

電気事業を取り巻く環境の変化と電気事業のパフォーマンスに対する批判の高まりから，規制の見直し（電力システム改革）が積極的に進められている。

このような背景の中，国内では各分野からの電力事業への参入が加速し，製紙産業においても固定買い取り価格制度（Feed-in Tariff）の創設を契機とし，バイオマス資源を活用した電力市場参入が積極的に進められている。

経済産業省では，主要製紙会社及び日本製紙連合会等から構成される調査委員会（委員長：渡邉政嘉紙業服飾品課長）を立ち上げ検討を進め，報告書としてとりまとめた。

本稿は，当該報告書の検討結果の一部を概括したものである。

（本文 28 ページ）

カラー技術による欠陥検査装置の進化

オムロン株式会社 検査システム事業部
中田雅博

オムロンは 1992 年にカラー印刷検査装置を発売し，その後 2000 年には無地シートカラー対応の“Color Age”を発売した。この世代の検査装置は，カラー検査・モノクロ検査で異なるアーキテクチャーであった。

紙パルプ業界の生産ラインに使用していただくためには，このアーキテクチャーを統一し，カラー検査装置の価格を普及レベルに低減する必要があった。また，3 倍データ量を処理するための処理能力向上と使いやすさの工夫のため新たなプラットフォームを開発した。

さらに，欠陥の色によって分類するという機能をカラー技術は，R（赤），G（緑），B（青）の 3 原色の波長の違いを活用した技術や，第 4 の波長として IR（近赤外線）の活用へ展開している。

本稿は，基本となるカラー技術の紹介と波長の違いを応用したアプリケーションや将来への展開について記述する。

（本文 33 ページ）

SE ローターベーンの開発

ローター工業株式会社
出口勇次郎

発電機用燃料の高騰や温暖化ガス対策等により，それまでは他の機器に比べ使用電力に寛容であったパルパーに於いても，省エネルギー対策が必要との要望が出てきた。加えてパルパーで離解を促進させれば，原質工程後の工程であるスクリーン機器等の使用電力が下げられる事が判明した。この事により，それまでのローターベーンより強力な離解をするローターベーンが求められた。SE ローターベーンが登場するまでは，省エネルギーは達成出来るが同時に処理量も比例して減ってしまうローターベーンしか存在していなかった。我々はこの相反する条件を同時に具現化するべく，SE ローターベーンを開発した。

まず，市販化に先立ち 20 尺パルパー用 SE ローターベーンのプロトタイプを製作し，約一年間実際の工場ラインの現場で使用していただいた。その結果，換装前と処理量は全く同じ条件下で 20% 程度の省エネルギーが確認出来た。また換装前と電力量を同じにすると処理量が約 1.2 倍となった。この実証を得て市販を開始した。

市販後は，お客様の好みで省エネルギーと処理量の割合を調整することが出来ると好評を頂いている。20 尺パルパー用タイプだけでも発売開始以来，累計 18 台を販売している。

今後もお客様の現場の声を大切に，ローターベーンの一層の高効率・利便性を追求していく。

（本文 37 ページ）

SE ローターの操業経験

王子マテリア株式会社 岐阜工場 工務部
山田康之

中津川工場では 2005 年に操業品質安定化工事として，原質処理工程のフロー見直しを実施した。その中で，主に古紙を原料とした工程の最初の設備である，離解工程のパルパー廻りの設備に着目した。

当工場では原質処理設備の簡素化，設備の集約等の様々な省エネルギー対策を実施してきた。その一貫として，中津川・恵那両工場の原質処理工程で，最も消費電力の大きいパルパー設備にローター工業株式会社製の 90 型 SE ローター 6 枚羽根を導入し，省エネルギー化を図る事が出来た。

現在，製紙機械メーカーから新型高効率パルパーが開発されているが，いずれも高額な設備投資を必要とするが，中津川工場にて導入した SE ローターは，ローターのみ交換といった比較的容易で安価な方法で，原質工程内の最も消費電力の大きいパルパーの省エネルギーを実施出来，原質処理工程の安定にも繋がり非常に大きな効果を上げる事が出来た。

今回は，2011 年 6 月中津川工場に導入した事例について紹介する。

（本文 40 ページ）

洋紙生産減少とバイオマス発電事業の拡大

日本製紙株式会社 富士工場 工務部 原動二課
福迫　隆

日本製紙株式会社富士工場は，平成 27 年 4 月以降，吉永工場と一つとなり新生富士工場となった。今回は富士工場（富士）で取り組んだ内容について紹介する。富士工場（富士）では平成 23 年度末の「洋紙事業の復興計画」により洋紙生産量が減少する反面，余剰となった電力について，安定した発電の実現と発電量の更なる増大に取り組み，大きな成果を得ることが出来た。具体的な取り組みとして，

① 2 号ボイラーの負荷低下に対する取り組み

洋紙減産による影響として，2 号ボイラーの主燃料である自社 PS 発生量が減少し 2 号ボイラーが発停を繰り返すという懸念があったが，近隣企業の PS 焼却を受託することで 2 号ボイラー停止を回避することが出来た。また，3 号バイオマスボイラーからの蒸気を 2 号タービンに送気する配管を設置し，2 号ボイラーの負荷低下分を補い発電量増加に貢献出来た。

② 3 号バイオマスボイラーの最大能力での安定操業化

先述の 3 号バイオマスボイラーからの蒸気を 2 号タービンに送気する配管の最適運用により，抄紙機定期点検停止時の 3 号バイオマスボイラーの余剰蒸気を大気放出したり，ボイラー負荷を下げることなく操業可能となった。また，主燃料である木屑の受入系統の改善や木屑の安定した集荷体制の構築により木屑増燃となり 24 時間最大負荷運転が出来るようになった。

③ 1 号タービン発電量増加

1 号タービンの復水器冷却水に水温の低い井戸水活用することで 1 号タービン復水発電量増加となった。また，大気放出発電の経済効果を確認し，抄紙機定期点検停止時に大気放出発電を行うことで更なる発電増に努めた。

④ 電力供給運用管理の徹底

電力監視装置のデータを中央操作室の DCS に取込み一元化するなど，電力供給監視システムを構築することで電力供給を安定的に行うことが可能となった。また，関係各課との設備運転，停止の連絡強化により計画的な電力供給を行うことが出来た。

以上の取り組みにより，洋紙減産下において安定的，かつ最大限の電力供給を行う体制が構築された。

（本文 46 ページ）

E ライン漂白工程 D_0 段洗浄機プレス化の操業経験

北越紀州製紙株式会社 新潟工場 パルプ課 原質係
野崎　健

北越紀州製紙新潟工場の漂白工程は，D・E・F ラインの 3 系列がある。E ラインの漂白原単位は 3 系列の中で一番悪かったため，漂白原単位の改善を目的に D_0 段洗浄機を大気型ディフューザーからプレス式に変更した。

その結果，液バランスが変わり漂白工程のトータル排水量は変わらないが，D_0 段及び Ep 段の排水原単位は，D_0 段が増加し Ep 段は減少した。COD 排出量については，D_0 段は排水量増加と自己循環量の減少により COD 排出量は増加し，Ep 段は自己循環量が増加した事で減少している。また，D_0 段にプレス洗浄機を導入した事で洗浄が強化され，漂白性が向上し漂白原単位が削減された。漂白工程の Ka 価当りの CLO_2 原単位も減少した。D_0 段及び D_1 段の CLO_2 原単位がトータルで 80% に削減，過酸化水素原単位も 80% に減少，苛性ソーダも約 60% に削減された。

一方，pH 用硫酸原単位が 117% に増加し，プレス化に変更した事で電力原単位は 107% に増加している。しかし，トータルの漂白工程としての比例費で比較すると約 83% に改善されている。また，プレスの運転状況についてもプレス出口濃度 32% 以上を確保し生産変動に対しても充分追従出来ている。しかも油圧機器などの設備トラブルも無く安定して操業している。

（本文 50 ページ）

3 号マシン　移設・改造による操業経験

いわき大王製紙株式会社 製紙部板紙抄紙課
和田　豊

大王製紙可児工場 N 3 マシンを休転・スクラップにすることなく，当社東日本の基幹工場であるいわき大王製紙に，需要が堅調である板紙原紙生産マシン（3 号マシン）として転抄を実行したことで，ライナー・中芯を生産していた既設 1 号マシンと生産品種を振り分け，段ボール原紙の主要品種を安定供給できるようになり，小ロット・短納期化が進む中で全品種の積み合わせ配送が可能となった。

本稿では，原料工程および抄紙機のセカンダリヘッドボックスの配置，デュオシェイク（Voith IHI）の設置，プレスパート以降の改造移設としてドライヤーギヤレスドライブの設置，カンバス洗浄装置の設置，通紙装置，そしてワインダーについて述べる。

試運転開始以降 1 年が経過しているが，計画通りの移設改造と垂直立上げに成功し，その後も大きなトラブルもなく抄速，効率もアップし生産量も順調に上がっている。品質についても 3 号マシン強化中芯は，貼合速度が上がりやすいなどお客様より評価を頂いている。

（本文 54 ページ）

新ライナーマシンの操業経験

丸三製紙株式会社 製造部
門馬佳勝

丸三製紙 8 号抄紙機は，環境面からニーズの高まる段ボール原紙の薄物化に対応した，品質・生産性・コスト競争力をコンセプトに，丸網 6 号抄紙機の S&B として建設され，2014 年 12 月 26 日より試運転，2015 年 1 月 26 日より営業運転を開始した。抄紙機設備は，ウエットエンドシステムからワインダーまで，株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジーを採用した。

8 号抄紙機は営業運転より 6 ヶ月が経過した。試運転当初より，種々多くのトラブルが発生し対応を行って来ている。既存製品の新マシン移行は計画通り完了し，日産量もクリアー出来た状態にはあるが，今後安定操業に向けた取り組みが課題となっている。

本稿では，抄紙機の設備概要，及び営業運転を開始してから現在に至るまでの操業経験について報告する。

（本文 57 ページ）

ESCA，TOF–SIMS によるパルプ極表面のブリード成分分析

王子ホールディングス株式会社 分析センター
東　洋渡，中村桐子，杣佳次郎

X 線光電子分光法（XPS，ESCA）と飛行時間型二次イオン質量分析計（TOF–SIMS）は，物質の数ナノメーターの深さ領域を分析できる表面分析装置であり，多くの産業・科学研究分野において，研究開発・品質管理に欠くことのできない実用性の高い分析装置である。一方，樹脂高分子中の低分子量成分が，内部から表面に滲み出る現象をブリードと呼び，プラスチック等では良く知られた現象であり，表面物性に大きな影響を与えるといわれている。我々は，紙製品の表面物性が，経時または製造条件により変化することに着目し，パルプシート加熱時における物性変化の原因の一つは，パルプ樹脂成分のパルプ繊維表面へのブリードである，との仮説を立てた。本研究では，先に述べた仮設を検証するため，ESCA と TOF–SIMS を用いて加熱による紙表面の成分変化を分析した。

ESCA と TOF–SIMS の分析結果は，アカシア UKP を原料とする手すきシートにおいて，80℃ 以上の高温環境下でパルプ樹脂成分がパルプ繊維表面へブリードすることを示した。主なブリード成分として，3 つの高級脂肪酸（テトラコサン酸，ヘキサコサン酸，オクタコサン酸）が特定された。これらの高級脂肪酸は，ジクロロメタンのような有機溶剤で表面から除去できるが，ブリード成分を除去した後，再度 80℃ 以上の高温で加熱すると再びブリードが起こることもわかった。一方，揮発成分も含む有機成分全体の量は，環境温度の上昇により徐々に減少するが，パルプ主成分であるセルロース，リグニンの量は環境温度に影響されることなく安定している。

（本文 61 ページ）

緑茶品種サンルージュの機能性解析

日本製紙株式会社 アグリ・バイオ研究所
和才昌史，河岡明義
九州大学大学院農学研究院 生命機能科学部門
立花宏文

近年，緑茶を対象としたヒト観察試験やヒト介入試験が多く実施され，その機能性が再認識されるようになった。一方，緑茶品種「サンルージュ」は，緑茶の機能性成分であるカテキンやテアニンに加えて，植物色素であるアントシアニンを新芽に含有する新しい機能性茶品種である。これまでの研究で，サンルージュは，やぶきたに代表される既存の緑茶品種と比較して茶葉に含有される成分の組成が異なり，緑茶の機能性に加えて，サンルージュに特有の機能性を持つことが示唆されている。

そこで本研究では，抗メタボリックシンドローム効果に着目し，サンルージュに特徴的な機能性を探索した。その結果，サンルージュは，既存の緑茶 50 品種と比較して，最も高いアミラーゼ活性阻害作用と，α–グルコシダーゼ活性阻害作用を持つことが確認された。さらに，単回投与によるマウス糖負荷試験およびヒト糖負荷試験で，糖負荷後の血糖値の上昇抑制効果が確認され，本効果のヒトにおける有効摂取量はサンルージュ粉茶 1.0 g であることが確認された。また，肥満誘導モデルマウス試験によりサンルージュの長期摂取効果を検証した結果，サンルージュの習慣的な摂取により高血糖を予防できる可能性が確認された。

（本文 66 ページ）

寄　稿

2015 TAPPI International Conference on Nanotechnology for Renewable Materials 参加報告

―2015 年 6 月 22 日–6 月 25 日　米国ジョージア州アトランタにて開催―

日本製紙株式会社
中谷丈史

2015 年 6 月 22 日～25 日にかけて 2015 TAPPI International Conference on Nanotechnology for Renewable Materials が米国ジョージア州アトランタ，ハイアット・リジェンシーホテルにて開催された。

本学会は米国紙パルプ技術協会（TAPPI）主催のナノセルロースに関する国際学会である。参加者は約 250 名で，アメリカ，カナダ，ヨーロッパが半数以上であったが，中東・アジア地域からの参加者も見られた。発表は，110 件の口頭発表，45 件のポスター発表で合計 155 件が行われ，学会初日には今学会のメインスポンサー American Process Inc. によるバイオリファイナリー工場の見学ツアーがあった。

本稿では，著者が聴講した中で興味深かった研究発表の概要と，工場見学ツアーについて報告する。

（本文 71 ページ）

紙パ技協誌 2
February 2016
第70巻　第2号（通巻第779号）

目 次

総説・資料

1 省エネルギー＆原料品質低下の時代に求められる最新技術の紹介
……安田圭児，藤田和巳

11 ―フェルト用洗浄装置―シャワーロール……大髙成裕

16 断紙，欠点を根元から断つ！　見えない工程内の強化洗浄によりデポジット問題を解決する抜本的ケミカルアプローチ……古賀英次

22 板紙の中性抄紙化における液状AKDの適応
……マーク・カオ，ステファン・メナード，波多野正信

28 ロジン系サイズ剤とその技術動向（Ⅱ）
……河村宅哉，糸瀬龍次，増田和香子，横田健一郎

34 全自動コアカッター「メタルキャップ装着装置付」……植椙尚明

41 既設大判カッター高効率化プログラム……タイフン・オズバキ，小屋明彦

47 製紙業界における蒸気システムの最適化……竹中俊喜，町野勝彦

52 紙パルプ・段ボール工場に最適なクローズドドレン回収システム
―有圧と無圧のダブルでフラッシュ蒸気を熱回収するシステム及びエアヒータ搭載高効率ガス焚き高圧貫流ボイラ―……上藤丈浩，畑中宏之

57 プロセス最適化と制御のための規格に準拠した全自動紙質試験
―ローレンツェンアンドベットレー オートラインと実例―……山﨑光洋

62 日本の製紙産業の技術開発史
第4回　原料パルプの生産……飯田清昭

72 会社紹介・製品情報(29)
株式会社丸石製作所

シリーズ：大学・官公庁研究機関の研究室紹介(109)

78 香川大学農学部　応用生物科学科　バイオマス化学研究室

技術報文

83 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……宮西孝則

03 会告

80 知財散歩道(100)
新しいタイプの商標（音・動き・色）……西村孝之

82 Coffee break
東南アジア歴訪記(9)　カンボジアの旅1……豊福邦隆

99 内外業界ニュース
103 特許公報
115 全国パルプ材価格
116 統計
118 協会だより

省エネルギー＆原料品質低下の時代に求められる最新技術の紹介

相川鉄工株式会社 海外営業部 海外技術営業一課
安田圭児
相川鉄工株式会社 技術部
藤田和巳

近年，大きな問題となっている原料古紙の品質低下に対し，製品品質を維持，改善するために，省エネルギーで歩留の良い原料調成機器，及び方法の必要性が増している時代である。これらの問題解消に寄与する最新の設計技術，製造技術を駆使し開発された新製品のコンセプト，構造原理，導入事例等を紹介させて頂く。

具体的には最高レベルの省エネルギーローターと独自の発想の高離解効率ストレーナーを組合せた最新式パルパー・MaxiPulper，原料歩留を向上させ効率よく異物を排出する粗選リジェクトスクリーン・MaxiTrasher &MaxiSeparator，スリットの精度が突出した MaxiBasket と殆ど全ての Outward スクリーンで大幅な省エネルギーを実現する GHC 2 ローター，非常に低動力で繊維強度を最大限に発現することを目的に開発された最新式叩解機・MaxiFiner と叩解刃物ライフタイムの改善をもたらす MaxiCoat　Finebar 技術，安定した抄紙効率と高い製品品質をバックアップするオンマシン洗浄装置ラインナップからフォーミングワイヤー洗浄装置・FF Cleaner，高い搾水性と安定した水分プロファイルを確保する AirSet・水切りドクター，COLDWATER・ディッケルシールなどである。

パルパーからオンマシン設備まで多彩な内容であるが，これらの設備・技術が，日々多様化し，品質レベルが低下している原料を，少ないエネルギーで高い品質の製品に仕上げると言った困難な要求に応えるべく日々努力されている製紙工場の皆様に，微力なりとも貢献できれば幸いと考える。

（本文 1 ページ）

―フェルト用洗浄装置―シャワーロール

株式会社青木機械
大髙成裕

近年，製紙業界では古紙リサイクルの上昇による原料の低廉化，薬品添加量の増大，回収水使用率の上昇，抄紙機の高速化などにより抄紙用具としてフェルトやキャンバスの汚れが益々増える傾向にある。この汚れをいかに洗浄するかで抄造効率に大きく影響する事になる。

フェルト洗浄に関しては，洗浄に用いられる洗浄用薬品や洗剤の使用が発泡やサイズ度低下や排水処理費の発生に繋がる。

従来の理想的な洗浄方法とは，洗浄シャワー高圧または中圧シャワー，ウエッティングシャワー，及びサクションボックスまたはスクイズロールで構成されている。しかし，高圧または中圧シャワーでは，フェルト表面が毛羽立ちを起こし，摩耗が促進されてしまい期待する洗浄効果が得られない。また，スクイズロールで脱水される場合は，厚みの減少や目詰りにより通気度の低下となる。このように従来の洗浄方法では，フェルトコンディションの維持やフェルトライフの延長は非常に難しい問題である。

従来のこの様な洗浄では，フェルトが潰れて脱毛が多いため，フェルトがいつも硬くなり，ソフトな紙を抄出すことが出来なくなる。弊社では，これらの問題に対応できる技術と従来の洗浄方法とは異なるフェルト洗浄装置として，シャワーロールを開発した。

シャワーロールの「揉む」「叩く」「掻き落とす」と言う揉み洗い作用で，フェルトをソフトに洗浄する。フェルトの脱毛を防ぎ，洗浄薬品や洗浄水の使用量を減らして，「いつもソフトな用具で操業する」これがシャワーロールのモットーである。本稿では，シャワーロールの機械の特徴と操業実績を御紹介する。

（本文 11 ページ）

断紙，欠点を根元から断つ！　見えない工程内の強化洗浄により，デポジット問題を解決する抜本的ケミカルアプローチ

株式会社日新化学研究所 第一開発部
古賀英次

製紙工程に付着する異物「デポジット」は，断紙，欠点など紙の生産性や品質安定性に極めて重大な問題を引き起こす。デポジット問題への対策として，連続的な様々な抑制方法が開発されているが，問題の解決には至っていないというのが現状である。

我々は，問題の根本であるデポジットを，シャットダウン時に適切な方法で強化洗浄する事が，デポジット問題を解決する上で重要であると考えている。近年の製紙工程では，様々な技術の導入によって，工程内に付着するデポジットの内容が質，量ともに変化しており，工程洗浄剤やその使用方法も，その変化に合わせて最適化していく必要がある。しかしながら，多くの製紙工程では，苛性洗浄などの従前どおり行われている洗浄方法が，旧態依然として，その有効性の検証も行われないままに継続されている節が見受けられる。

本稿では，これまでに弊社が培ってきた経験を元に，様々な工程内の強化洗浄方法と，デポジット問題の解決事例の一部を紹介する。

（本文 16 ページ）

板紙の中性抄紙化における液状 AKD の適応

ソレニス ウォーター テクノロジー
マーク・カオ，ステファン・メナード
株式会社理研グリーン
波多野正信

本来，包装用板紙抄紙は特にライナーと中芯では歩留り剤として硫酸バンドとロジンサイズを使う酸性システムとなっている。しかし現在，ライナーや中芯はロジンサイズから AKD または ASA へと変わってきている。これはウェットエンドシステムを酸性から中性へ変更しなければならないことを意味している。この課題を解決するためには多くの問題に直面し，その解決方法を検討する必要がある。なぜ古紙原料板紙製造は世界的に酸性から中性へ変化しているのか？酸性から中性へシステムを移行するとき変更しなければならない必要な点は何か？古紙原料板紙製造において歩留り，中性サイズコントロールをどの様に実現するのか？

中性板紙製造のポイントは再生古紙の中の炭酸カルシウムが増えると，古紙原料板紙システムが酸性から中性へと変化する傾向に選択の余地はない。もし酸性から中性へ抄紙マシンを変更すれば多くの利点があり製造コストの削減にもつながる。その上，ロジンの高い原料コストと予期しない供給サポート問題の点からも，酸性から中性への抄紙システム変更が求められる。2 剤併用液体歩留プログラムは歩留り，濾水および強度特性のバランスを取りつつ，コスト削減と操業性向上を実現する。

次に酸性ロジンサイズから中性サイズにサイジングシステムを変更することである。ほとんどの中性サイジングシステムでは，AKD または ASA のいずれかが使用されているが，どちらを使ってもいくつかの欠点がある。AKD を使うと紙のスリップ問題が起き，また AKD 加水分解物によるプレスロールやセンターロールでの異物問題がある。ASA のスリップ問題は少ないが，粘着性異物は ASA 加水分解物による問題の一つであり。そのために硫酸バンドを再使用しなくてはならなくなり，硫酸バンドのリスクを完全に排除することができなくなる。

異物とスリップ性を改良した新しい技術として製紙工場の現場でエマルジョン化する液状 AKD の利用があり，スリップ問題を低減し，粘着性異物を無くし，異物も少なくするが加水分解した時点でまだ液状だからである。液体 AKD は速やかなキュアリング速度での綺麗なサイズを実現するので，システムに硫酸バンドは必要なく，キュアリング度はリワインダー後で通常 90% を達成する。また液体 AKD はソレニス社の独占技術であり，紙のスリップ問題とデポジットを減らしシステムをクリーンにする技術である。

（本文 22 ページ）

ロジン系サイズ剤とその技術動向（Ⅱ）

ハリマ化成株式会社 研究開発カンパニー 研究開発センター 製紙用薬品開発室
河村宅哉，糸瀬龍次，増田和香子，横田健一郎

ロジン系サイズ剤は，世界各国にて使用されている主要な製紙用薬品の一つである。また原料となるロジン（松やに）は，中国，北南米，欧州を中心に生産されており，日本ではハリマ化成グループが国内で唯一トールロジンを製造している。

このロジン系サイズ剤と硫酸バンド（Alum）とを組み合わせたサイジングシステムは，酸性から弱酸性領域での抄紙条件において効率良く紙へサイズ性を付与することができる。しかし近年では，古紙配合率の増加による抄紙 pH の上昇や，抄紙系のクローズド化による電気伝導度の上昇により，Alum を介したサイズ性付与が困難になってきている。一方，現在，食品接触物の安全性確保から，食品に接触する紙や板紙に使用される薬品に対して，各国では規制が取り纏められつつある。北米では，米国食品医薬品局（FDA，Food & Drug Administration）の認証品を要求されることが一般的であり，日本でも日本製紙連合会が中心となり，パルプ及び抄紙工程で使用する化学物質の管理体制の整備を進めている。

このような状況の中，弊社では，これまでのサイズ効果，機械安定性および発泡性の特性を保持させ，且つ，FDA 認証品となるアニオン性の新規ロジン系エマルションサイズ剤を開発した。さらに，これまで検討してきたロジン系エマルションサイズ剤のサイズ発現機構の知見を基にして，効率的なパルプ繊維へのサイズ剤成分の定着や，サイズ発現に重要と考えられるアルミニウムロジネートの形成を促進できる手法を検討した。その結果，新たな薬品添加システム “Co–mingle™” 法を開発した。今後，新規ロジン系エマルションサイズ剤と “Co–mingle™” 法の適用にて，紙・板紙の安全性と薬品コストの低減に貢献していく。

（本文 28 ページ）

全自動コアカッター「メタルキャップ装着装置付」

株式会社 丸石製作所 技術部
植椙尚明

当社は，スウェーデン国コアリンク社と 1991 年よりコア関連設備について技術提携を行っており，弊社にて国産化している。

コアリンク社は過去数十年に亘りその革新的な技術で製紙業界での生産性の向上や豊富な経験から顧客の要望に応じたカスタマイズにより省力化設備，経費節減を可能にしており，50 カ国以上の国・数百以上の工場これらの設備を納入している。更なる信頼向上・ロジスティック・人間工学・環境持続性とコストの有効性を改善するため，市場の要望に応えるべく開発を行っている。

本稿では，国産化 1 号機として納入した全自動コアカッター「メタルキャップ装着装置付」を紹介する。

（本文 34 ページ）

既設大判カッター高効率化プログラム

ウィル–ペムコ–ビエロマチック，BW ペーパーシステムス
タイフン・オズバキ
株式会社イリス
小屋明彦

今日の経済状況及び成熟したマーケット環境下においては，既設設備の生産性/収益性を高めることが重要になっている。特に仕上げ部門においては，機械導入当初のままの状態で長年使用されている設備も多く制御・ドライブ装置等の電気機器が製造メーカーにおいて廃版となりメンテナンス性が問題となる場合も出て来ている。MarquipWardUnited 社はコルゲーター用クロスカッターナイフを源流とし，その後シーターに転用され様々なアプリケーションの経験を経て今日の世界で最も進歩したナイフを作り上げた。すでに世界中で 1,800 台以上

のクロスカッターユニットが納入されその内 350 台がシーター用である。

その最大の特徴は，クロスカッターローターの構造にあり外周部のシェルにナイフを取り付け，軽量のシェルのみ水冷式ダイレクトドライブモーターで駆動することにより以下の利点が得られる。

① 優れたスピードカーブ
② 低消費電力
③ 高ナイフロード（最大 3,000 gsm）
④ 機械に取り付けたままでのナイフ研磨

本稿では MarquipWardUnited 社の最先端クロスカッター技術を設置後 20 年以上が経過し，経年変化による精度不良，メンテナンスコスト増大等の問題に直面している既設のシーターに導入する技術改善プログラムについて紹介する。

（本文 41 ページ）

製紙業界における蒸気システムの最適化

株式会社テイエルブイ CES センター
コンサルティングエンジニア
竹中俊喜，町野勝彦

近年，製紙工場においては温暖化対策，原料コストの高騰から省エネ・省コストの取り組みがこれまで以上に急務とされてきている。また，建設から数十年経過した工場も少なくなく，トラブルによる生産機会損失や補修費用の増加も課題となっている。

本稿では，ボイラや抄紙機に代表される蒸気システムの省蒸気や安定操業に関する改善を実現する「蒸気システム最適化プログラム（SSOP)」を紹介する。SSOP は「ドレン排出箇所」,「蒸気使用設備」,「工場全体のエネルギー・バランス」の最適化を行う 3 つの Phase に分かれている。それらを実行するために，ドレン排出箇所（スチームトラップ，及び周辺機器）からの蒸気ロス，ドレン障害などの問題を視える化・解消し，最適状態を維持する仕組み「ドレン排出箇所管理プログラム（BPSTM)」，スペシャリストが現場を診断する「蒸気システム総合診断（CES Survey)」の 2 つのプログラムがある。

SSOP は石油化学業界の事業所では多数の採用実績があり，幾つかの製紙工場においてもすでに BPSTM や装置単位の診断が採用され，評価をいただいている。BPSTM は動力部門を中心にご採用をいただき，ある工場では導入後 3 年目にはスチームトラップの不良率を約 20% から約 9 % に低下させ，蒸気ロスを 4,700 t/年削減し，閉塞スチームトラップの問題も解消した。また，診断を採用いただいた工場では，塗工機において排蒸気回収を見直し，1.5 倍以上の蒸気回収を行った結果，約 4 % の蒸気原単位削減につなげ，抄紙機のエアシステムにおいては空気温度の変動やウォーターハンマーに対して原因を特定し，対策を立案することで問題を解消した。

（本文 47 ページ）

紙パルプ・段ボール工場に最適なクローズドドレン回収システム

―有圧と無圧のダブルでフラッシュ蒸気を熱回収するシステム及びエアヒータ搭載高効率ガス焚き高圧貫流ボイラ―

三浦工業株式会社 東京 MI＆トータルソリューション第 1 部
上藤丈浩
三浦工業株式会社 ボイラ技術統括部 熱機器特需部 熱機器特需設計 2 課
畑中宏之

一般に紙パルプ・段ボール工場では間接加熱の蒸気利用比率が高く，負荷機器から排出されたドレンを有圧で回収するクローズドドレン回収が行われているが，負荷機器から排出される際に発生するフラッシュ蒸気を上手く熱回収する事が運転効率を高めるポイントとなる。

負荷機器から排出されたドレンはスチームトラップを通過する際に減圧されるため，ドレンの一部が蒸発し，ドレン水（液体）とフラッシュ蒸気（気体）が混在した状態で戻るが，クローズド（有圧）とオープン（無圧）のドレンタンク内の飽和状態でない保有水でフラッシュ蒸気を凝縮し熱回収する。フラッシュ蒸気回収制御を搭載したクローズドドレン回収装置に，フラッシュ蒸気回収装置を搭載したオープンドレンタンクを組み合わせたクローズドドレン回収システムは，ダブルでフラッシュ蒸気を熱回収するこれまでに無い画期的なシステムで，特許技術として認定された。

貫流ボイラは大型ボイラと比較して保有水量が少なく運転効率が高い為，産業用・業務用熱源として主流になっている。貫流ボイラ，およびその多缶設置システムに更新することでシステム効率は向上するが，フラッシュ蒸気としての廃熱を有効活用する熱回収システムは更に高いシステム効率を維持し，大きな省エネルギー効果が期待できる。また，ドレンやフラッシュ蒸気の熱回収で給水温度が上昇すればボイラエコノマイザの熱交換率が低下し排ガス温度が上昇する。クローズドドレン回収条件では業界最高効率となるエアヒータ搭載高効率ガス焚き高圧貫流ボイラで従来捨てられていた廃熱（排ガス）を回収し更なるボイラ効率向上を達成する。

（本文 52 ページ）

プロセス最適化と制御のための　規格に準拠した全自動紙質試験

―ローレンツェンアンドベットレー オートラインと実例―

ABB 株式会社 プロセスオートメーション事業本部 紙パルプグループ
山﨑光洋

成熟した製造には，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 1 つの方法である。

L&W（ローレンツェンアンドベットレー）オートライン 400 は，多くの製紙工場で生産制御に必要不可欠となっている全自動紙質試験システムである。全自動紙質試験システムを導入する主なメリットは，人員削減よりも，ラボ試験をプロセスラインのそばに移して統合することで，品質制御と生産効率の両方を改善できるという点にある。さらに，規格に準拠することで，別試験機の結果との比較も容易となる。

プロセスラインに統合したリアルタイムの品質管理データにより，経時変化するプロセスを監視・制御し，目標品質を維持することができる。リアルタイムデータにより，プロセスのどこで品質変化が起こり，何が何に影響するのかを知ることができるのである。

本稿では，世界中で 400 を超える実績から得られたノウハウと共に，L&W オートラインの設計コンセプトと機能を紹介し，Seven Hills Paperboard，Lynchburg 工場殿のコスト削減事例，Nippon Paper Industries 殿他 L&W オートラインのお客様からいただいたコメントを報告する。

（本文 57 ページ）

シリーズ

日本の製紙産業の技術開発史

第 4 回　原料パルプの生産

飯田清昭

19 世紀に入ると，抄紙機の後を追いかけるようにパルプ製造にも技術開発が始まった。19 世紀中ごろまでに，ぼろ及びわらを地球釜でアルカリ蒸解する技術が完成した。それを受けて，19 世紀後半には，木材のアルカリ蒸解が竪釜のデザインでできあがった。時を同じくして，ヨーロッパで GP が開発され，アメリカで SP が実験された。これらの技術が，大西洋を挟んで交流し，基本デザインを完成し，20 世紀初めには GP と SP の配

合による新聞用紙が大量に生産されるようになった。それより少し遅れるが，KP も回収を組み込んだシステムとして完成した。

明治期は，まさに，このパルプ化技術が急速に革新しつつある時であり，それに日本の技術者が如何に対処したかが技術史となる。

まず，欧米のように，ぼろをアルカリで蒸煮した。このパルプを輸入抄紙機で紙にするのでは輸入紙に太刀打ちできない。最初のコストダウンが，アメリカで実用化されていたわらパルプのアルカリ蒸解で，大川平三郎が稲わらに応用して，わらパルプ 6 割，ぼろパルプ 4 割の新聞用紙を製造した。

次いで，SP がヨーロッパで工業化されたとのニュースを知り，大川平三郎が調査に出向いた。大川は独自に SP の技術を開発しようと，5 年の歳月をかけた後，木曽の気田に工場を建設する。当初，業績は甚だ振るわなかったが，世界的に普及しだしていた GP を導入，さらに抄紙機を併設し，木材ベースの一貫工場としてノウハウを完成させた。これが，気田工場から 10 年後の中部工場の建設となり，北海道，樺太への展開の基礎となった。

次回は，その北海道から樺太への展開を紹介する。

（本文 62 ページ）

技術報文

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パックでは 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，ノーパ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。

著者はノーパックに転勤し，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。そしてノーパックは 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 83 ページ）

紙パ技協誌 3
March 2016
第70巻　第3号（通巻第780号）

目 次

計装特集

2　第39回紙パルプ計装技術発表会全般報告
—電装技術の変革と未来—……紙パルプ技術協会　自動化委員会
17　現場のウェアラブルとIoT……細川佳宏
23　パルプメーカーに新風を吹き込む新しいカッパー価測定技術
……アクリッシュ・マスルー，長谷川正司
29　ダート観測装置Open-K-DOの導入事例……戸塚慎吾
36　フロン使用量削減・計装管理工数の削減へのご提案……幸　周一
39　フォイトペーパーの最新コンセプトPapermaking 4.0
—製紙プラントにおけるモノとサービスのインターネット化（IoT）—……清水良三
44　サステイナブルモデルを活用した紙パルプ生産の最適化……鎌田健一
48　抄紙機QCS更新事例……高清水正広
53　5号機リワインダー制御装置更新事例……佐藤寛之

総説・資料
59　これまでの常識を覆した発想のオンライン測定
—ZipLine—……小島幹郎
63　最先端LEDカラー計の特長と技術……岸　卓人
68　日本の製紙産業の技術開発史
第5回　一貫工場の建設と原木開発……飯田清昭
79　会社紹介・製品情報㉚
ハネウェルジャパン株式会社

総合報文
84　細胞壁構成成分のケミカルマッピング……青木　弾，松下泰幸，福島和彦

03　会告
92　パピルス
最近の注目特許

95　内外業界ニュース
100　協会保管外国文献標題
102　特許公報
113　全国パルプ材価格
114　統計
116　協会だより

現場のウェアラブルと IoT

富士通株式会社 ユビキタスビジネス戦略本部 パーソナルプロダクト統括部
細川佳宏

ウェアラブル端末や IoT 機器の現場での活用が拡がっている。現在，ICT（Internet Communication Technology）が入り込めていない分野でも，これらのデバイスを導入することで，現場のワークスタイル変革につながると大きく期待されている。2020 年には，地球上に 500 億個もの IoT 機器が存在するとの試算もあり，製造，医療，金融など，さまざまな業種の現場で利用され，その市場規模は 200 兆円にも達すると予測されている。

一方，ウェアラブル機器や IoT 機器を導入することによって得られるメリットは，あらかじめ正確に推し量ることが難しい。また，すでに多様な形態のデバイスが存在しているため，どのような現場にどのようなデバイスを選べばいいかということも分かりにくい。効果を求めて手軽に導入したいという現場のニーズを十分に満たすものが非常に少ないのが現状である。

本講演では，2015 年 5 月に発表した富士通のウェアラブル機器，IoT 機器についての紹介と，実際のお客様現場での利活用方法と効果検証を交えながらウェアラブルならびに IoT 機器の有用性について説明する。

（本文 17 ページ）

パルプメーカーに新風を吹き込む新しいカッパー価測定技術

スペクトリス株式会社 BTG 事業部
アクリッシュ・マスルー，長谷川正司

パルプは中間物であるため，常にコストを抑え，品質を満たし，そして，環境にやさしい側面をもたなければならない。パルプメーカは，プロセスを監視する目をこれまでよりも鋭くかつ厳しくすることによって，装置の運転を最適化できるだけでなく，種々のセンサーにより，連続的な可視の管理のためのツールとなり，手遅れにならないうちに予防措置を迅速に講じることができる。

蒸解から漂白までのクラフトファイバーラインプロセスは，木材チップからリグニンを選択的に除去し，白色度と強度との要求事項を満足するパルプを生産するように設計され，パルプがもっともコスト効率のよい方法で生産される。伝統的には，ファイバーラインは，ファイバーカッパーのみで監視され，制御されてきた。溶解したリグニンの情報のないことが，完全自動化プロセス制御を実施できない根本的な原因であった。

本論文は，リグニンを溶解リグニンを含む種々の形態で測定する，今日利用可能な新しいセンサ技術に着目し，これらのセンサをファイバーラインの要所要所に設置することによって，工場の歩留まりが著しく向上し，化学薬品の消費量が大幅に節約できることが分かった。これらの革新的技術によって，最適コスト及び生産性曲線の最適なスポットを維持するよう，そしてすばらしい回収が得られるよう，問題点に臨機応変に対処するために，工場に対して最適なプロセス管理方策を講じることが可能になった。これらの従来より高性能で斬新なセンサーは，新たな息吹きとして，また今日パルプ工場を操業するための差別化された取り組みとして，パルプメーカの中で急速に人気を獲得している。

（本文 23 ページ）

ダート観測装置 Open-K-DO の導入事例

日本製紙ユニテック株式会社 富士工営統括部
戸塚慎吾

日本製紙株式会社富士工場では操業効率向上の取組を様々な角度で検討・推進しているが，ダート検出装置の追加設置による，ダート異常の早期発見によるマシンへの流出防止案が提出され，実行の検討を行うべくオムロンへ新設の見積引合いを行ったところ「平成 27 年 5 月に販売停止」の返事を受ける状況となった。

別メーカーの採用も検討したが，価格面や保守面から採用できる製品は見つけられなかった。そこで当社のグループ会社である日本製紙ユニテック株式会社（以降 NUT と称す）はオムロンの代理店であり，画像処理シス

テムも手掛けていたので，原料ラインにおけるチリ検出装置の開発を依頼した。

NUT はオムロンと企業間協議を行うことで，NUT 単独の「後継機種開発」という環境を整えたことの回答を得たので，当工場は能力評価のフィールド提供と必要機能仕様について共に考えることを約束し，平成 26 年 8 月より，開発を本格スタートさせた。

約一年後の平成 27 年 8 月に製品版のチリ検出装置となる Open-K-DO（ダート観測）を当工場で稼働することができたので，開発の過程から現在に至るまでの状況を紹介する。

（本文 29 ページ）

フロン使用量削減・計装管理工数の削減へのご提案

株式会社アピステ FA 東エリア 東京営業所
幸　周一

製紙製造工程において機械や生産ラインを制御・操作するための制御盤。現在の高度な自動生産システムでは，この制御盤に収納されている電気・電子機器類の故障を阻止し，突発停止の排除や機器延命を見据えた絶対的な信頼性を保つ必要がある。故障の原因は様々にあるが，原因を熱に絞った場合，制御盤用クーラー設置による冷却対策が効果的であることは製紙製造工程では認知され，現在では SD 計・BM 計・プロセス計装盤への導入率も高い。

そもそも電気・電子機器の故障の原因は，「変質」と「変形」，および「異物の付着」に大別される。「変質」と「変形」は化学反応の結果として発生されることが多いとされ，その化学反応の速度は環境温度が高くなると急速に進むため，電気・電子機器は環境温度の上昇によることが故障発生の要因となりやすい。温度と制御機器の故障率の関係では，アレニウス式が有名で，アレニウス式を元に「半導体の温度と故障加速度の関係」を評価すると，環境温度 40℃ の故障率が 1 であるのに対し，60℃ になると故障率は 10 倍から 30 倍，80℃ では一気に 100 倍から 300 倍まで上昇する。

従来から制御盤の「熱対策設計」は制御盤設計における不可欠なキーテクノロジーの 1 つであると認識され，ファン・熱交換器・空調ダクト分岐等様々な手法がとられてきたが，絶対的な能力不足・冷却ムラ・結露発生の不安の点からより効果的な冷却方法が必要となってきた背景に制御盤用クーラーの認知があると考える。

しかしながら，制御盤クーラーは代替フロン（HFC 134 a 等）による冷却が多く，現在の企業環境改善対策推進の点と，2015 年 4 月 1 日施行の「フロン排出抑制法」によるフロン使用ユーザーの義務強化の点から，計装担当の管理工数が増加することが懸念され，上記効果にもかかわらず導入に二の足を踏みやすい。そこで今回は生産ラインの冷却によっての保守保全を保ちつつ，ノンフロン化に役立つご提案を紹介する。

（本文 36 ページ）

フォイトペーパーの最新コンセプト Papermaking 4.0

―製紙プラントにおけるモノとサービスのインターネット化（IoT）―

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

ドイツ政府が推進するハイテク戦略である Industrie（インダストリ）4.0 は，第四次産業革命と呼ばれている。フォイトペーパー社は，Industrie 4.0 に基づいた「Papermaking（ペーパーメイキング）4.0」という新しいコンセプトを発表した。製造プラントの自律分散制御に必要なノウハウや知能を有する，サイバーフィジカルシステム（CPS）という次世代の概念でネットワーク化したスマートデバイスをベースとして，生産性やコスト削減に飛躍的な進歩をもたらす洞察力や予測能力を提供するビッグデータ解析を組み合わせている。

スマートコントロール，スマートメンテナンス，スマートサービスという 3 つの主な製品群から構成されており，高度にデジタル化されたスマートデバイスでシステムを構築し，ネットワーク経由で収集したビッグデータを有効活用した，高度制御・予知保全サポート・操業支援サービスなどを製紙産業向けに提供する新しいトータルソリューションである。既設設備を最大限流用しつつモジュール単位での導入が可能で，ステップバイステッ

プで徐々にシステムを拡張することが出来る。見過ごされてきたプロセスデータを「可視化（Visualize)」することによって問題を把握し，変動するデータを「安定化（Stabilize)」することによって生産性向上・品質向上をもたらし，さらに「最適化（Optimize)」することによって生産コスト削減を達成する。少子高齢化による労働力不足を解消するためにも，経験豊富なノウハウをデジタル化・標準化して学習を通してカスタマイズされていくシステムは，お客様にとって様々な価値向上を提供するとともに，製紙産業におけるスマート工場の実現に役立つ。

ここでは，スマートコントロールの製品：OnEfficiency（オンエフィシエンシ）を中心に紹介する。

（本文 39 ページ）

サステイナブルモデルを活用した紙パルプ生産の最適化

横河電機株式会社 マーケティング本部 イノベーションセンター
鎌田健一

再生可能エネルギー，コージェネレーション，蓄電池などを組み合わせた分散型のエネルギー供給形態においては，需給バランスを満たす設備全体の最適運用が求められている。プラントにおいても，設備・装置単体での省エネルギーに対して，工程や工場全体での省エネが注目されている。しかし，それに必要となる最適化のためのプラントモデルをエンジニアが構築する従来の方法では，モデル構築に多大な知識と労力がかかる。さらに，最適化範囲が広がるにつれ，必要な設備モデルの数と種類が増大する。

我々はこの課題を解決するため，データ駆動型のプラント最適化モデリング技術（Data–Driven Plant Optimization Modeling，DDM）を開発した。DDM は，プラントの運転実績データから設備モデルを自動的に作成する。これにより，初期導入の際のモデル構築コストを大幅に削減するとともに，モデルのメンテナンスコストも削減することでモデルの劣化に対処し，サステイナブルな最適化を実現する。

開発したモデリング技術の工数削減効果や，自動的に作成された設備モデルの精度を確かめるため，我々はいくつかの業種の代表的なプロセスで検証を進めている。ユーティリティプラントの事例では 80% 以上の工数削減効果を確認できた。我々はこの技術を今後紙パルプ生産工程にも適用していきたいと考えている。

（本文 44 ページ）

抄紙機 QCS 更新事例

三菱製紙エンジニアリング株式会社 設計技術部
高清水正広

八戸工場では 5 号抄紙機において 2014 年 6 月に 8 年ぶりとなる QCS 更新を実施した。計画に際し，サイズプレス前フレームの高温度対策による水分計センサの延命化，及び坪量幅方向制御性改善によるロス・ブローク減少を図り，QCS 更新によるメリットを引き出そうとした。

サイズプレス前フレームセンサの配置変更によって灰分計センサの自動校正時の一時的指示値変動が起こり，また坪量幅方向制御では CD 位置対応適応制御を導入したが，運転開始当初に制御変更への対応不足，及び既設制御系と新設更新設計上の不一致などからプロファイル変動原因となった。

原因の調査とその後の対応で問題点を解決していき，プロファイルブローク率の大幅な減少とサイズプレス前水分計故障率の低下を達成することができた。

本稿では QCS 更新について起きた事例及び対策についての詳細を紹介する。

（本文 48 ページ）

5号機リワインダー制御装置更新事例

北越紀州製紙株式会社 新潟工場 工務部 電気計装課
佐藤寛之

新潟5号機ワインダー設備は，ドイツヤーゲンベルグ社製バリステップワインダーで設置後26年を経過している。今回同社を引き継いだIHI Voith社よりスリッター，コアチャックの位置決め制御装置の生産及び保守中止の連絡があり，近年故障件数も増加している事から，本年6月に日本では初の更新工事を行った。プログラムの設計不良，バグ等により順風満帆ではなかったが，予定の期間内に工事を終える事が出来た。更新による効果を以下に示す。

① 既設制御装置は専用の機器であった為，故障時の解析は完成図書にあるトラブルシューティングに基づく対応，または過去の経験により故障対応を行ってきたが，更新によりその機能をシーメンス製の汎用PLCに移行させた事で，異常発生時にはプログラムをオンラインモニターする事で解析する事が可能となった。

② スリッターの位置検出用エンコーダーとの通信が光ケーブルを使用していた為，断線等による通信異常が発生すると故障部位の特定に時間を要していたが，これをMTSセンサーに更新した事で故障の頻度やメンテナンス頻度も大幅に改善されると期待される。

③ 今回の更新による性能の向上は予定していなかったが，位置決め時間の短縮及び位置決め精度の向上につながる等，製品品質の向上にも貢献する事が出来ている。

（本文53ページ）

これまでの常識を覆した発想のオンライン測定

―ZipLine―

ハネウェルジャパン株式会社 紙パルプ営業技術部
小島幹郎

シートプロセスの品質管理において，QCS（BM計）は必要不可欠であり，その精度と安定性の要求度は高い。一方で精度と安定性を維持する為に，多くの労力，時間そして相応の保守コストが発生している。日本ではQCS設置の為の十分なスペースを確保できないことから，設置を断念する事も少なくない。ハネウェルは，いままでの常識にとらわれない新しい発想と最新の技術によって，QCS導入の妨げになる課題を取り除き『ZipLine』を開発した。

『ZipLine』のフレームレス機構は，狭いスペースや，マシンフレームを使っての設置を可能とした。また，従来まで必須であったQCSの使用パーツのうち90%の削減に成功し，消耗品の長寿命化を図った事はランニングコストを大幅に削減することにつながっている。最新の技術はセンサとコンピュータ間の信号を無線化とした。『ZipLine』の少ない部品構成とフレームレス機構は，専用のコンテナやトラックは不要となり輸送コストにおいても大幅なコストとリスクのリダクションを実現した。

『ZipLine』は，最新技術を随所に採用しながらも，手軽なQCSとなっている。

常識にとらわれない発想と最新の技術は，多くのユーザーにQCS採用の門戸を開いた。

（本文59ページ）

最先端LEDカラー計の特長と技術

横河電機株式会社 IAプラットフォーム事業本部
岸 卓人

抄紙工程におけるオンラインカラー計には，従来から光源としてパルスキセノンランプが用いられてきた。パルスキセノンランプを用いたセンサは，高電圧チャージに時間を要するので連続測定ができないことや，蛍光効果を評価するための紫外照射を行う測定と行わない測定の比較を同測定領域に対して行えないことが課題としてあった。これらの課題を克服するため，当社は光源としてLEDを採用した新しいオンラインカラー計を開発し

た。当社の LED カラー計は連続測定が可能であり，さらに白色 LED と紫外 LED の組み合わせを用いて個別に点灯制御することで紫外照射を行う測定と行わない測定の同領域測定も可能である。さらにこの LED 点灯制御技術の応用により，センサの周囲に強い照明光が外乱として存在するときにその影響を測定から除去する機能も実現している。

また，反射型のセンサであるカラー計は，測定面との位置関係が変化すると，測定値が影響を受ける可能性があるという課題もあった。当社の LED カラー計では，パスライン特性を最大限低減するよう設計された光学系を用いていること，赤外 LED を用いたパスライン位置の検出機能を有していること（当社特許技術）により，パスライン・パスアングル変動による測定値の感受性はほとんどなく，安定した測定が可能である。

（本文 63 ページ）

シリーズ

日本の製紙産業の技術開発史

第 5 回　一貫工場の建設と原木開発

飯田清昭

木曽，富士山麓の針葉樹を原料として紙を生産する一貫工場（GP,SP と抄紙機）のモデルを作り上げた裏には，明治政府が国有林の伐採権を払い下げた（多分財源のため）ことがある。そして，19 世紀末から静岡県を中心に一貫工場が建設され，SP，GP の輸入生産設備も大型化していった。その過程で，先に紹介した第 2 世代の技術者群が活躍，ノウハウを自分たちで積み上げていったことが，次の発展を可能にした。

増大し続ける需要により内地の原木が不足すると，より豊富な北海道に工場を建設する。王子製紙苫小牧工場や富士製紙江別工場で，これで日本は国際競争力を持つ規模の工場をもち，以後輸入紙を国産紙に置き換えていった。

国内の需要は年率 10% で増加し続ける中で，次の原木供給地として樺太が注目され，開発に勢いが付く。それを進めたのが，三井物産の調査を引き継いだ王子製紙と，大川平三郎の富士製紙であった。大川はクラフトパルプを導入し，包装紙生産で利益を上げた。1938 年では，パルプ生産量の 40% が樺太，35% が北海道，25% が内地であった。1942 年には，樺太におけるパルプ生産設備能力 42 万 1 千トン，抄紙機能力 21 万 3 千トン，パルプの半分が内地に送られた。

戦後は，この樺太なしで，製紙産業が再スタートしたが，これはまた別のテーマである。

（本文 68 ページ）

総合報文

細胞壁構成成分のケミカルマッピング

名古屋大学大学院 生命農学研究科
青木　弾，松下泰幸，福島和彦

飛行時間型二次イオン質量分析（TOF–SIMS）は高い平面分解能と表面感度を有するイメージング質量分析の一種である。本稿では植物試料を対象とした細胞壁構成成分のケミカルマッピングについて，TOF–SIMS を用いた研究例を紹介する。高分子成分は通常フラグメントイオンとして検出されるため，まず細胞壁構成成分のフラグメント化挙動について述べる。特に複数の構造単位および結合様式を有するリグニンについて，これまでに得られた成果をまとめる。

TOF–SIMS を用いた分析例として，植物中の特定組織・細胞におけるリグニンの相対量および化学構造解析について紹介する。心材成分の分布状況を分析することで，古材の辺材–心材境界を決定し，伐採年を推定した例についても述べる。さらに最新の研究例として，凍結試料を用いた cryo–TOF–SIMS 分析について紹介する。これまで水溶性成分の分布をそのまま可視化することは困難であったが，凍結試料を cryo–TOF–SIMS 分析に

供することで，水溶性リグニン前駆体の細胞分布が明らかになりつつある。パルプ・製紙化学分野における TOF-SIMS 分析例についても紹介する。

（本文 84 ページ）

紙パ技協誌 4
April 2016
第70巻　第4号（通巻第781号）

目 次

新入社員歓迎号

1　新入社員の皆さんへ
紙パルプ技術協会と委員会の紹介……紙パルプ技術協会
6　ブラジル王子パペイス社の紹介……秋元真也
10　UVインキ印刷物のリサイクル性に関する検討
……乙幡隆範，豊田和昌，平原知香，福岡　萌，後藤至誠
14　TMP設備能力増強による電力費削減の取り組み……杉本武志
19　板紙マシンへのサーモコンプレッサー導入による省エネ事例……伊藤由梨
24　4号抄紙機　ドレネージシステム改造による省エネ……遠藤　哉
30　セルロースナノファイバーの実用化に向けた検討
―機能性添加剤の開発―……河崎雅行
35　溶解パルプ製造をベースとしたバイオリファイナリー事業の概要……内田洋介
39　8マシン室給気バランス改善による防虫対策……森田裕一

総説・資料
44　2015年度低炭素社会実行計画フォローアップ調査結果（2014年度実績）と温暖化対策関連情報……先名康治
62　日本・カナダナノセルロース国際シンポジウム参加報告
―2016年1月26日カナダ大使館にて開催―……宮西孝則
66　仮想技術による抄紙機の改良
……ピーター・フェゼラ，エリック・バーグフリーダー，（翻訳）宮西孝則
70　国際製紙及び塗工化学シンポジウムと国際紙物性会議参加報告
―2015年10月29日～11月1日東京大学にて開催―……宮西孝則
77　日本の製紙産業の技術開発史
第6回　和紙産業の対応及び環境への意識……飯田清昭

シリーズ：大学・官公庁研究機関の研究室紹介(110)
86　九州大学大学院農学研究院　サスティナブル資源科学講座　森林化学分野

総合報文
90　日本の紙パルプ産業の現状
―Tokyo Paper 2015特別講演―……宮西孝則

03　会告
88　知財散歩道(101)
知財部門の守備範囲……諏訪義仁
89　Coffee break
紙の博物館に「世界最大の木版画」が展示されているのを御存知ですか？
……辻本直彦
102　パピルス
暦年と年度……真島潤一

104　内外業界ニュース
108　協会保管外国文献標題
109　特許公報
119　全国パルプ材価格
120　統計
122　協会だより

ブラジル王子パペイス社の紹介

王子イメージングメディア株式会社 技術部
秋元真也

OPE 社は中南米の感熱紙・ノーカーボン紙の製造を牽引するメーカーである。同社は，王子ホールディングス（当時王子製紙）がフィブリア社より事業買収を行う 2011 年以前より，同情報用紙に関する技術供与を受けており，現在，ブラジル国内において，およそ 80% のシェアを占める。設備については，抄紙機を 2 台，塗工機を 3 台有しており，1 年の生産能力はおよそ 120,000 t である。近年，中南米諸国における需要増加が予想されることから，増産投資を検討中である。

OPE 社の感熱紙は，ファックス用紙，レシート用紙，ATM・クレジット用紙，ラベル，チケット，宝くじ券のラインナップがあり，レシート用紙，ATM・クレジット用紙に関しては，品質差を判別しやすいように色分けを行っており，事実上の業界スタンダードとなっている。また，ラベル，チケット及び宝くじ券用途の製品に関しては，保存性を付与するための，保護層のコーティングを行っており，ユーザーの要求に合った製品作りを行っている。

OPE 社の他事業所との関わりについては，親会社である王子イメージングメディアに属する海外事業所 3 拠点（OPE 社除く）と，日本国内の神崎工場との間で，定期的に交流ミーティングを実施しており，生産技術面・販売面での情報交換を実施し，コストダウンや品質改善に取り組んでいる。

先に述べたとおり，王子イメージングメディアは海外 4 ヶ所に情報用紙の製造・販売拠点を有しており，その中でも OPE 社は，中南米地区における重要な拠点である。今後も関連事業所の協力を得ながら，技術力を高め，中南米地域での更なる収益向上を目指していく。

（本文 6 ページ）

UV インキ印刷物のリサイクル性に関する検討

日本製紙株式会社 総合研究所
乙幡隆範，豊田和昌，平原知香，福岡　萌，後藤至誠

洋紙の需要減による国内の古紙発生量の減少，並びに中国や東南アジア地域への古紙輸出増加により，再生紙の原料となる古紙は不足している。一方，印刷技術の発展により印刷物は多様化が進んでおり，特に UV 照射によりインキを硬化させる UV インキ印刷は，環境問題（溶剤フリー）や短納期化への対応等の観点から，商業印刷の分野でも普及しはじめている。今回，各種上物系古紙サンプルについて，ダートの発生しやすさ（リサイクル性）をラボ高濃度離解機及び PFI ミルを用いて評価した結果，従来 UV インキ印刷物のほか，UV ニスやポリスチレンのオーバーコート品のリサイクル性が大きく劣っていることを確認した。省エネ UV インキ印刷物は従来 UV インキ印刷物に比べリサイクル性は良好であったが，印刷時の UV 照射条件に大きく影響されることがわかった。また，これら印刷物について，印刷面の IR スペクトルの違いに着目し，従来法よりも精度よくリサイクル性を予測できる ATR–IR を用いた簡易判別法を開発した。この方法により，工場で古紙ベールに含まれる印刷物のリサイクル性を効率よく判別できることから，脱墨パルプ製造時のダート低減，品質向上につながると期待される。UV インキ印刷物を含めた各種古紙のリサイクル率向上に向け，業界を挙げて技術開発に取り組んでいくことが，今後ますます重要になると考えられる。

（本文 10 ページ）

TMP 設備能力増強による電力費削減の取り組み

中越パルプ工業株式会社 生産本部 二塚製造部
杉本武志

近年の化石燃料価格の高騰を受け，中越パルプ二塚製造部は微粉炭ボイラを 2010 年 6 月に停止し，発電単価の安価なバイオマスボイラ 1 缶 1 基運転体制に移行した。その結果，自家発電力は TMP 製造設備以外の設備で

すべて消費され，TMP 製造設備の運転に用いる電力はすべて買電電力を使用する体制となった。

TMP の製造には非常に多くの電力が消費され，買電単価の高い平日昼間帯は可能な限り TMP 製造設備を停止するよう努めたが，貯蔵能力および生産能力の限界による原料バランスのため，平日昼間帯の TMP 製造設備運転は完全には回避できなかった。

そこで平日昼間帯 TMP 製造設備運転の完全回避を図るため，遊休設備を利用した TMP 生産能力増強・貯蔵能力増強を実施した。この結果平日昼間帯における TMP 製造設備の操業を完全に停止できた。このことにより買電の契約電力量は設備増強実施前との比較で 50% 削減され，電力費のトータルコストが大幅に削減された。

停止した中越パルプ二塚微粉炭ボイラは北陸地区最大級の遊休発電設備であったが，東日本大震災後の電力不足による需要に対応し，電力会社への電力供給のために 2011 年 7 月より再度稼働することとなった。今回紹介する TMP 製造設備能力増強の副次的な効果として，再稼働した微粉炭ボイラの電力のすべてを電力会社に供給することが可能となったため，安定して北陸地区へ電力を供給できる体制が得られている。

（本文 14 ページ）

板紙マシンへのサーモコンプレッサー導入による省エネ事例

レンゴー株式会社 八潮工場 製紙部製紙課
伊藤由梨

レンゴー八潮工場は，工場をあげての省エネルギーに取り組んでおり，その活動は社会的にも様々な面で認められてきている。本報では，その活動の一環として行った，余剰蒸気の回収を目的としたサーモコンプレッサーの検討・導入について述べる。

レンゴーの抄紙機ではサーモコンプレッサーの使用経験が無かったが，最低限必要な制御機器の構成を見出すことができ，操業の妨げになるような問題も無く，電力を消費することなく余剰蒸気の回収が可能であるという結果が得られた。サーモコンプレッサーを用いた余剰蒸気の回収は，今回は必ずしも最適な設計とはならなかったが，抄紙機条件によっては非常に有効なシステムになると思われる。

（本文 19 ページ）

4 号抄紙機　ドレネージシステム改造による省エネ

エム・ピー・エム・オペレーション株式会社 製造部
遠藤　哉

三菱製紙八戸工場 4 号抄紙機では，他号機に比べ蒸気原単位が大きく劣る状態にあった。

要因は，マシン使用蒸気の大半を占めるドライヤパートでの蒸気量の差によるものであり，問題点は，根本的なドレネージ設備の効率の悪さ及びドライヤ操業条件と既設ドレネージフロー，バランスとの相違によるものである。

これらの諸問題を解決すべく，2013 年 12 月にドレネージシステム改造を実施し，大きな省蒸気効果を上げることが出来ている。

本報告では，従来の問題点として，

① ドレネージバランス崩れによる再発生蒸気の再使用量減少
② ロータリーサイフォンによる高差圧化，ブロースルースチーム量増加
③ CD 内部スポイラーバー不足による乾燥効率低下

ドレネージシステム改造概要として，

①ステーショナリーサイフォン（以下，SS）化及びタービュレーターバー設置
②メインセクション再発生蒸気の自己循環化
③ドレネージ配管フロー適正化

及びその省蒸気効果について紹介する。

（本文 24 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

―機能性添加剤の開発―

日本製紙株式会社 研究開発本部 CNF 事業推進室
河崎雅行

セルロースナノファイバー（CNF）の製造および用途開発が世界的に行われており，当社も新しいバイオマス素材として CNF の実用化に向けた開発に注力している。CNF は結晶性の高いナノ繊維で，軽量・高強度，低熱線熱膨張などの特長を有しており，様々な用途が考えられている。その中で，食品，化粧品，日用品などの増粘剤やゲル化剤のような添加剤としての利用は，粉末セルロースや CMC など既存のセルロース製品と類似しており，早期実用化が見込まれる。

当社の CNF の製造は，TEMPO と呼ばれる有機触媒を用いた酸化処理またはモノクロロ酢酸でエーテル化する方法を主に検討している。パルプをこのような化学処理することでより低い解繊エネルギーでナノレベルまで微細化することが可能となる。当社は岩国工場に設置した実証機（生産量 30 t/年）を用いて，量産化に向けた技術開発および用途開発向けのサンプル提供を行っている。

現在，CNF は数%の低濃度の水分散液として製造しているが，添加剤として実用化するためには固形化することが求められる。しかし，CNF 水分散液を単に脱水・乾燥すると CNF 同士が強く凝集するため，固形化した CNF に再度水を加えても元の分散体の透明性，粘性を示さない。再分散が可能な CNF 水分散体の固形化方法として，pH 調整，水溶性高分子の添加などの方法を見出し，ユーザーへの CNF 粉末品のサンプル提供も開始している。

機能性添加剤として既存の粉末セルロースや CMC，HEC などとは異なり，CNF はナノオーダーで結晶構造を維持した繊維状態で分散している。この違いから CNF は添加剤の特徴として，チキソ性が高く分散安定性，乳化安定性に優れていること，曳糸性がなく肌に塗布した際にべた付き感がないこと，高強度のゲル化が容易であることなどが見出されている。このような特性を利用して，食品，塗料，日用品，化粧品などへの添加剤としての展開を検討している。

今後は，CNF の量産化技術の確立と CNF を利用するユーザーとの連携をさらに強化するとともに，産業用素材としての CNF の品質規格や安全性の評価を早期に確立する必要がある。とくに機能性添加剤で食品や化粧品の用途を考える場合，安全性は重要な評価であり，これについては大学，公的研究機関との連携が不可欠と考えている。

（本文 30 ページ）

溶解パルプ製造をベースとしたバイオリファイナリー事業の概要

王子ホールディングス株式会社 バイオリソース開発センター
内田洋介

王子グループでは，事業構造転換の一環として 2014 年 5 月より，王子製紙㈱米子工場にて広葉樹溶解パルプの製造，販売およびフルフラールの製造実証試験を実施している。今後，国内での紙需要の縮小が予想される中，世界的な人口増加を背景に，衣服の綿繊維の代替となりえるレーヨン繊維，液晶テレビ等の液晶フィルムの原料となるセルロースアセテート，薬の錠剤の賦形化剤等に使用される微結晶セルロース等の需要増が見込まれ，これらの原料となる溶解パルプの需要増が期待されるためである。

溶解パルプの製造方法としては，一般的にサルファイト法（DSP）と前加水分解–クラフト法（DKP）の 2 種が知られているが，既存の製紙用クラフトパルプ製造設備を最大限に活用するため後者の方法を選択し，前加水分解設備を挿入して溶解パルプを製造している。なお，チップ原料には，持続可能な植林木であるユーカリを用い，前加水分解時に発生するキシラン分解物の有効利用方法として，フルフラールを同時製造する方法についても実証試験を実施している。

本発表では，王子製紙㈱米子工場におけるバイオリファイナリー事業として，前加水分解クラフトパルプ化法による溶解パルプ製造と，前加水分解液を用いたフルフラール製造の同時製造の試みについて報告する。

（本文 35 ページ）

8 マシン室給気バランス改善による防虫対策

日本製紙株式会社 大竹工場 工務部
森田裕一

白板紙を生産する大竹工場 8 マシンは食品容器用途の製品を抄造しており，製品への虫混入はユーザーからの信用を失墜しかねない致命的な問題となる。8 マシン建屋内で捕獲した虫を分析したところ，外部侵入由来の虫が全数の 3/4 以上を占めており，虫の侵入防止対策が重大な課題となっていた。

外部からの虫侵入は建屋の陰圧が高いことが主原因と考えられたため，給気バランス改善による陰圧改善に取り組んだ。防虫効果としては「陽圧化」が理想的であるが，給気ダクト敷設等の設置スペース確保が困難であり，また設備費が高額であったため，「差圧ゼロ化」案を採用した。なお，給気ユニットのタイプとしてはダクト敷設を要さないものを選定し，室内の空気流れを考慮して 12 台を配置した。またフィルタ連続洗浄機能付給気ユニットとしたことで，フィルタ目詰まり掃除の手間を省けており，安定した給気が継続できている。

差圧ゼロ化の工事後，虫の室内捕獲数を激減させることに成功し期待以上の効果を上げている。また虫捕獲数がピーク値を示していた春から梅雨時期および秋時期においても大幅に削減できており，年間を通して低いレベルまで抑えることができている。

本稿では，工事前に行った調査内容，給気ユニット配置検討の考え方および工事効果について報告する。

（本文 39 ページ）

2015 年度低炭素社会実行計画フォローアップ調査結果（2014 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 CO_2 の排出量を，BAU 比（2005 年度の CO_2 排出原単位基準）で 139 万 t 削減する。
- 森林資源の確保と CO_2 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。

2015 年度のフォローアップ調査結果（2014 年度実績）によると，2005 年度の化石エネルギー由来 CO_2 排出量 2,491 万 t に対し，2014 年度の CO_2 排出量は 1,805 万 t となり，削減率は 27.6% であった。また，CO_2 排出原単位は，2020 年度の目標値 0.852 t に対し，2014 年度の実績値は 0.781 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。但し，再生エネルギーの固定価格買取制度により近年バイオマスボイラーが多数設置されており，今後はバイオマス燃料の調達が計画通りに進まない懸念があるため，2016 年度に低炭素社会実行計画のレビューを行う予定である。

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 44 ページ）

寄　稿

日本・カナダナノセルロース国際シンポジウム参加報告

—2016 年 1 月 26 日カナダ大使館にて開催—

紙パルプ技術協会
宮西孝則

カナダ大使館はカナダから科学者とプロジェクトリーダーを招聘して「日本・カナダナノセルロース国際シンポジウム」を主催し，日本の企業，大学，研究機関，政府から約 100 名が参加した。本報告では講演の概要を紹介する。

森林製品産業（木材，紙パルプ，燃料）は持続的で再生可能な循環型産業であり，次世代製品としてバイオエネルギー，バイオ燃料，バイオ化学製品，バイオマテリアル（例えばナノセルロース）を挙げている。カナダには 8 つの研究開発グループを統括する国家戦略研究ネットワークがあり FIBRE と呼ばれている。大学，研究機関，企業がメンバーとなり，大学教授 100 名，大学生・博士研究員 400 名が参加している。バイオエコノミーに関する研究ネットワークとしては世界最大であり，FPI イノベーション（旧カナダ紙パルプ研究所：PAPRICAN）と強い協力関係にある。ArboraNano はセルロースナノクリスタル（CNC）の用途開発を行う研究ネットワークで 25 のプロジェクトから構成されている。

カナダの大学はナノセルロースの基礎科学を重視し，CNC を汎用品の代替ではなく新規物質として可能性を研究している。ブリティッシュコロンビア大学（UBC）は，バイオ製品研究開発のリーダーシップを発揮できる人材を育成することを目的として，大学院に新しい修士課程を設け，エンジニアリング，森林科学，経営学を必修にしている。ナノセルロース研究開発のアプローチは，日本とカナダでそれぞれ特徴があり今後の展開に期待したい。

（本文 62 ページ）

寄　稿

仮想技術による抄紙機の改良

ピーター・フェゼラ，エリック・バーグフリーダー
翻訳：宮西孝則

多くの抄紙機は数回増産工事を行う。復旧，換気平衡，排熱，蒸気システム，コンデンセートシステムなどさほど重要だと見做されていない工程には特に関心が払われていないが，省エネルギーの概念は劇的に変化している。エネルギー効率，紙品質，生産性の相関関係が複雑なため，乾燥工程を深く解析せずに抄紙機の消費エネルギーを最適化することは不可能であり，抄紙機の仮想モデルを数式で表すことが最短で最も効率的な道である。

設備投資を実施して抄紙機の乾燥効率を向上させ省エネルギーまたは増産を図る場合，工事開始前にその効果を効率的に実証する唯一の方法がコンピューターシミュレーションである。改造工事が始まってから不測の事態を招かないように事前に設計を最適化しファインチューニングする。メーカーが保証するパラメーターを抄紙機のモデルに入力し動かしてみることによって，このモデルが有効な解析ツールであり，全ての技術的課題の解決を支援し，プロジェクトリスクを著しく減少させることが明らかになる。コンピューターシミュレーションはプロジェクトのコストを低減させ，最適な解決策を提供し，短期間の立ち上げを実現しプロジェクトに高収益をもたらす。

尚，本報告の一部は Tokyo Paper 2015 でフェゼラ氏が発表し，オーストリア大使館の要請で全文を翻訳して紙パ技協誌に掲載する。

（本文 66 ページ）

寄　稿

国際製紙及び塗工化学シンポジウムと国際紙物性会議参加報告

—2015 年 10 月 29 日〜11 月 1 日東京大学にて開催—

紙パルプ技術協会
宮西孝則

2015 年 10 月 29 日〜11 月 1 日の 4 日間にかけて Tokyo Paper 2015 が東京大学にて開催された。本学会は，第 9 回国際製紙及び塗工化学シンポジウム（IPCCS）と国際紙物性会議（IPPC）との共同開催である。

IPCCS は，スウェーデンとカナダのコロイド化学，界面化学の研究者が中心となって約 3 年毎にスウェーデンとカナダで交互開催されてきた。IPPC は紙物性に関する国際会議であり，IPCCS と IPPC の共同開催は，2012 年に次いで 2 回目である。参加総数は 148 名で，そのうち海外からの参加者が 60% であった。研究発表の割合は海外の研究者が 75% に達し，近年国内で開催された紙パルプ研究に関する国際会議では最大規模であった。主な参加国はスウェーデン，カナダ，フィンランド，中国，フランス，韓国，オーストリア，タイ，ノルウェー，ドイツで，米国，英国，オーストラリア，スイス，ルーマニア，ブラジルからの参加もあり，日本を含めて 17 か国の国際会議となった。

日本からは，東京大学，京都大学，九州大学，筑波大学，東京農工大学，高知大学，東京家政大学，慶應義塾大学，王子ホールディングス，日本製紙，北越紀州製紙，大王製紙，荒川化学工業，栗田工業，星光化学が貴重な研究成果を発表し，活発に質疑応答を行った。開会式では，実行委員長である東京大学大学院磯貝明教授が開会挨拶を述べ，続いて紙パルプ技術協会が日本の紙パルプ産業の現状について特別講演を行った。開会式終了後，参加者は 2 会場に分かれ，IPCCS は東大キャンパス弥生講堂一条ホールにて，IPPC は中島ホールにて口頭発表を行った。全部で 78 件の口頭発表と 28 件のポスター発表があった。IPCCS の発表はナノセルロースが多く，大きな関心を集めた。

（本文 70 ページ）

シリーズ

日本の製紙産業の技術開発史

第 6 回　和紙産業の対応及び環境への意識

飯田清昭

和紙の生産は，江戸時代では以下のようであった。

製法は，基本的には古くからの踏襲で，楮，三椏を原料として，手作業で，手漉きであった。しかし，各藩は，重要な産業として保護し，育成していた。その紙をベースに，木版印刷による出版文化が栄えた。

明治になり，新しい生活様式として活字印刷と紙器が持ち込まれると，それに適した品質の洋紙が輸入され，和紙は印刷紙としての用途を失った。しかし，ここから和紙の反撃が始まる。藩の統制がなくなった自由な雰囲気の中で，吉井源太に代表される技術開発が行われ，円網抄紙機の導入，新製品開発，開かれた技術交流等で，生産を維持，1915 年頃（最初の洋紙生産から 40 年後）まで，洋紙を上回る生産（金額）を行った。代表的な製品が，コッピー紙として統計に載せられている薄紙で，タイプライター用紙や典具帖紙であり，1913 年の統計で輸出量が 350 トンであった。

しかし，1920 年を境に，急速に生産が減少した。木材パルプを原料として，大型抄紙機で生産する洋紙とは価格と供給能力で競争できなかった。その中で，和紙の特徴を生かした高機能紙が新しく開発されてきている。これはまた別のテーマである。

（本文 77 ページ）

総合報文

日本の紙パルプ産業の現状

—Tokyo Paper 2015 特別講演—

紙パルプ技術協会
宮西孝則

紙パルプ産業は世界で最も歴史のある産業の一つで，環境に調和しながら文化の担い手として素晴らしい素材と製品を提供している。紙は幾多の技術革新を経て進化を続け，その伝統は現代に引き継がれている。日本の紙パルプ産業は，省エネルギー，バイオマス燃料への転換，エネルギー効率の高い設備の導入などによって二酸化炭素排出量を 1990 年と比較して著しく削減している。ブラジルでは，遺伝子組み換えユーカリが開発され，Suzano 社は政府の認可を得て商業規模の植林テストに乗り出す予定である。成功すれば収量が増加し伐採期間が短縮され製紙産業に大きな波及効果をもたらすであろう。

先進国では，オンディマンドデジタル印刷が急速に伸びており，カタログの 40%，ダイレクトメールの 50% が数年以内に切り替わると予測されている。特にインクジェットの伸びが著しく，製紙会社はそれに対応した用紙を開発している。

米国では，TAPPI が高歩留まり化学パルプ，省エネルギー型黒液濃縮法，プロセス排水の再利用，抄紙機ドライヤー入口水分の低減，ナノセルロース，高付加価値バイオ製品を次世代研究テーマに挙げている。ヨーロッパでは，CEPI が共晶溶媒を最優秀テーマとして選定し，木材からリグニンを選択的に抽出し，化学パルプや機械パルプに代わる新しいパルプ化法を開発する。日本では，経済産業省が主導してナノセルロースフォーラムを立ち上げ，会員相互の情報交換を密にして実用化を加速させ，既に様々な企業，大学，政府機関など 260 以上の団体と個人が会員登録している。

先月，東京大学大学院磯貝明教授と齋藤継之准教授が，セルロースナノファイバー TEMPO 触媒酸化に関する画期的な研究業績により，フランス国立科学研究センター西山義春博士と共に，アジアで初めてマルクス・ヴァーレンベリ賞を受賞した。この賞は，「森林・木材科学分野のノーベル賞」と言われている。心からお慶び申し上げるとともに，本学会の成功を祈念する。

（本文 90 ページ）

本號の表紙繪美人紙漉の圖について

この繪は橘珉江筆，彩色職人部類からとつた。浮世繪師珉江は，名は正敬，玉樹軒と號し，初め縫箔師であつたが，寶暦，明和の頃から彩筆を採り，新たに摺込の描法を工夫して世に知られ，春信風の美人畫が好評を博した。摺込の方法は普通に合羽刷と猖称されるもので，型紙によつて色彩を摺込むのである。本號に帖付したものは止むなく原色版によつたが，原画は彩色あくまでも鮮麗で，普通の版畫とは自ら類を異にしてゐる。職人部類は安永三年に初版を上梓し，次で天明四年に蜀山人の序文を添へて再版し，これが専ら世に行はれてゐる。著者の生歿年月は詳らかでない。

（パルプ紙工業雑誌第 1 巻第 1 號 26 頁）

紙パ技協誌 5
May 2016
第70巻　第5号（通巻第782号）

目 次

総説・資料

1　エアードライヤー ブローノズル更新による省エネ効果
—石巻工場N6マシン—……山口英世

5　新規ポリマーを配合した低圧ボイラ用水処理薬品の特徴とその適用事例
……森　信太郎

10　臭気問題に関する取り組みと課題……田原江利子，杣佳次郎

14　シャットダウン時の活性汚泥養生運転手法……林　賢治

19　高機能歩留り剤「リアライザーFXシリーズ」による新規ウエットエンドコントロール技術……春日一孝，但木孝一，大石浩之

25　PAM系乾燥紙力剤の最新技術動向……信国茂樹，茨木英夫，吉谷孝治

30　画期的な塗料設計と優れたコスト効率を実現可能にする次世代の機能性バインダー……大西達也，ヤン-ルーケン・ヘメス，コリン・リュー

34　FUTURA社の家庭紙向け加工機最新技術「アンドロメダコンセプト」
……竹山康宏

37　革新的なソフトネス評価法　ティシューソフトネス測定装置TSAの紹介
……宮岡博之，佐々木邦雄

41　日本の製紙産業の技術開発史
第7回　まとめと考察……飯田清昭

47　第9回特許庁審査官との意見交換会……宮西孝則

52　2015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

61　有機導電性ポリマー–シリカ複合体の合成，分析，応用
……杉浦泰斗，小松　功，前田秀一

03　会告

60　Coffee break
「碁の世界」を求めて（その1）……河合盛彦

74　パピルス
最近の注目特許

79　内外業界ニュース
84　協会保管外国文献標題
86　特許公報
97　全国パルプ材価格
98　統計
100　協会だより

エアードライヤー ブローノズル更新による省エネ効果

―石巻工場Ｎ６マシン―

日本製紙株式会社 石巻工場 製造部
山口英世

日本製紙㈱石巻工場は，現在６台の抄紙機と２台のオフコーターを有し，年産 86 万ｔの洋紙生産能力を持つ。エネルギー面においては主力の微粉炭ボイラー，２基の回収ボイラー，１基のバイオマスボイラーを有し，洋紙の生産規模だけでなく各設備の充実面からも当社の基幹工場となっている。石巻工場の更なる増強を図る事を目的として，2007 年 11 月に国内最大級の生産能力（1,005 t/日）を持つＮ６マシン（オンマシンコーター）を稼働し，主に微塗工紙，Ａ３コート紙の生産を行っている。

Ｎ６マシンは常用抄速域でのエアードライヤー乾燥能力限界およびエアードライヤー内両耳部カラー粕由来の欠陥・断紙問題を抱えていた。今回バルメット社より，新しいノズル導入により乾燥効率改善（省エネ）と共に，エアードライヤー内での耳部走行性安定化が図れるとの紹介があった。そこで，本課題の解決を図るために 2014 年９月に改造を行った。本改造工事により，当初目標を超える省エネを達成し，エアードライヤー内でのシート走行性においても当初目的レベルまでは達成していないが，一定の改善効果が認められた。

本報では，改造工事の概要および改善効果について報告する。

（本文１ページ）

新規ポリマーを配合した低圧ボイラ用水処理薬品の特徴とその適用事例

栗田工業株式会社 ケミカル事業本部 技術統括部門
森　信太郎

小型貫流ボイラ等の低圧のボイラ設備の燃費性能向上に伴い，水処理の重要性が一段と高まっている。特に，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った。

そこで，これまでのポリマー素材を見直し，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，新たな機能に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。これにより，ボイラの伝熱面を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。

また本素材は，鉄に対する腐食性も極めて低いため，従来のスケール除去剤を使用する場合に不可欠であった腐食を回避するための特別な水質モニタリングが不要であり，通常の運転条件のまま，一剤で安定した処理効果を発揮する。さらには，ボイラ水のブロー量削減による節水にも寄与し，各工場のニーズに幅広く応えることができる。

新規ポリマーを配合した様々なタイプのボイラ向け水処理薬品は，主力商品として国内外での省エネルギーに貢献している。

（本文５ページ）

臭気問題に関する取り組みと課題

王子ホールディングス株式会社 イノベーション推進本部 分析センター
田原江利子，杣佳次郎

当社分析センターには，グループ全体の臭気に関する相談や異臭クレーム分析の依頼が多く寄せられる。その内容は，悪臭防止法に関連した公定法分析から，製品に異臭がする場合の原因調査分析まで多岐にわたっている。

本報告では，私たちの臭気問題に関する取り組みを環境臭気と製品臭気の二つに大きく分け，それぞれについて事例を交えて紹介する。

環境臭気への対応には，悪臭防止法に定められた臭気指数測定法（人間の嗅覚を用いる測定法）と 6 段階臭気強度法を活用している。臭気官能評価実施者（パネル）は嗅覚が正常であることが前提であるため，5 基準臭を用いた嗅覚検査によりパネルを選定する。特に都市部の工場や周囲に生活居住地域が隣接している場合には，工場の排気が周辺におよぼす影響に注意する必要があるため，現場で官能評価を実施するとともにサンプリング（直接捕集と吸着捕集）を実施する。吸着捕集した成分を機器分析することで，臭気成分の発生要因を絞り込むことができた。

製品臭気の対象になることが比較的多いのは，包材として使用される白板紙や段ボールであり，カビ臭（2,4,6–トリクロロアニソール：2,4,6–TCA および 2,4,6–トリブロモアニソール：2,4,6–TBA）によるクレームや出荷停止は内容物への影響も大きいことから注意を払っている。白板紙製品のカビ臭が問題となったとき，工程使用品からカビ臭がすることを官能評価で確認し，機器分析でカビ臭の前駆体である 2,4,6–TCP（トリクロロフェノール）を高濃度で検出したことから，木材防腐剤由来であることが示唆された。

（本文 10 ページ）

シャットダウン時の活性汚泥養生運転手法

無臭元工業株式会社 水環境ソリューション部
林　賢治

紙パ排水処理の特徴の一つとして，年に 1～2 回，シャットダウンにともない，長期の無負荷期間が与えられる点を挙げることができるが，その間の養生運転方法によっては，活性汚泥処理機能の低下や汚泥性状の劣化を招き，立上げ時に様々なトラブルをもたらす。養生運転方法は工場ごとに様々であるが，近年，シャットダウン期間が延長するとともに，従来，問題の生じなかった工場においてもトラブルとして顕在化するようになり，養生運転方法の見直しを図る必要が生じている。

実際に養生運転方法の違いによる汚泥活性や立ち上げ時の処理水質への影響を机上試験で調べると，連続曝気では，汚泥の自己消化や解体にともなう COD 生成と濁り，および汚泥活性の低下が生じ，無曝気では腐敗による有機物の溶出，浮遊細菌による白濁，および汚泥活性の低下が生じ，間欠曝気では，これらの影響が軽減される結果となった。また，BOD 源の添加も有効であった。

無臭元工業では，こうした知見や他分野での経験をもとに，紙パ排水処理におけるシャットダウン期間中の養生運転方法の提案を行っており，その概要を紹介する。

（本文 14 ページ）

高機能歩留り剤「リアライザー FX シリーズ」による新規ウエットエンドコントロール技術

ソマール株式会社 技術開発部
春日一孝，但木孝一，大石浩之

弊社では，現在主流であるカチオン性歩留り剤とアニオン性歩留り剤からなるデュアル添加システムに代わる新しいコンセプトの歩留り向上システムの開発に取り組んできた。

その結果として，高機能凝結剤「リアライザー A シリーズ」と高機能カチオン性歩留り剤「リアライザー R

シリーズ」からなる「アクシーズシステム」を上市し，競合他社との差別化を図ってきた。しかし，近年の用水のクローズド化や古紙配合率の増加によるピッチや持ち込み灰分の増加により，内添薬剤の添加量が依然として増加傾向にある。歩留り剤に関しても，従来のデュアル添加システムやカチオンシングル添加システムだけでは不十分なケースも増えてきている。本稿では，新たな試みとしてアニオンシングル添加に対応したアニオン性高機能歩留り剤「リアライザー FX シリーズ」を開発し，従来の歩留りシステムとの比較を行った。その結果，従来技術以上の歩留り物性・地合い・薬剤定着性の向上が可能となった。また，「リアライザー A シリーズ」と併用したニュータイプデュアルシステムの検討により，さらなるウエットエンド物性の向上が期待できる結果となった。今後も，リアライザー FX シリーズを中心とした歩留り剤添加システムの開発を進め操業安定化に貢献したいと考えている。

（本文 19 ページ）

PAM 系乾燥紙力剤の最新技術動向

星光 PMC 株式会社 製紙用薬品事業部 技術統括部
信国茂樹，茨木英夫，吉谷孝治

乾燥紙力剤は，紙・板紙にとって重要な基本物性である乾燥紙力を向上させる効果だけでなく，濾水性や歩留りを向上させる効果も有する，製紙産業には欠かせない多機能性の内添薬品である。しかし，近年は抄紙 pH の上昇による硫酸バンド（PAM の定着助剤として機能）の失活，工水使用量の削減による電気伝導度の上昇といった動きによって，PAM の定着にとって厳しい抄紙環境となっている。このような状況下においても優れた PAM の定着，ならびに紙力効果を発揮する新規な PAM 系紙力剤を開発した。

PAM のパルプ繊維への定着向上手法としては高分子量化やイオン性基の導入量を増やすことが挙げられるが，高分子量化に伴う製品粘度上昇による使用性（ハンドリング）の悪化や，イオン性基の導入量増加に伴う紙力発現部位の減少による紙力向上効果の低下といった欠点があった。

弊社は，新規な製造プロセスを導入することで，より高度に分岐した PAM（高分岐 PAM）の開発に成功し，固形分や製品粘度が従来 PAM と同じであるにもかかわらず，分子量は約 2 倍，ポリマーの広がりも大きくした PAM を得ることが可能となった。さらに，新規成分を導入することで，従来困難であった硫酸バンド不使用条件においても PAM の定着および紙力向上効果を高めることが可能となった。

今後も抄紙環境は悪化する方向に進み，紙力剤をはじめとする内添薬品は効果が発現し難い状況が続くと予想されるが，これらの新規な PAM 系紙力剤は問題解決の一助になると考える。

（本文 25 ページ）

画期的な塗料設計と優れたコスト効率を実現可能にする次世代の機能性バインダー

Kemira Japan 株式会社 営業部
大西達也
ケミラ社 製紙ビジネス＆アプリケーション開発事業部
ヤン–ルーケン・ヘメス
ケミラ社 サーフェイスケミカル事業部
コリン・リュー

塗工カラー用バインダーが果たすべき主な役割は，処方の乾燥重量の 85% 以上を占める顔料を結合させることである。また，印刷用インクの吸収と乾燥を促進することで，紙の印刷性にも影響を及ぼす。そこで，近年，様々な表面特性や粒径を有する顔料と様々な印刷方法のニーズに十分に対応できるタイプの塗工カラー用バインダーが開発されてきた。

塗工カラーのコストの 50% 程度はバインダーの費用であると考えられるため，そのコスト削減が新規バインダー開発の主な目標の一つとなっている。バインダーとして使用される澱粉は SBR ラテックスよりはるかに安価であるため，カラー処方における澱粉の使用量を増やすことが一般的である。汎用のマット系艶消し紙やシル

クペーパーに対するプレ塗工の場合，さらにはトップ塗工の場合には，こうしたことが行われる。但し，バインダーとして添加される澱粉の量が多過ぎると，結合強度を低下させ，光沢度の低下や折り目，割れ目，モットリングなどの不具合が生じる結果，塗料固形分の減少やハイシェア粘度の上昇を招き，低塗布量での操作が困難になる。

本稿では，Kemira 社の開発した従来のバインダーの常識を打ち破る驚くべき特徴を持つ Fennobind バインダー技術が，塗料の性質にどのような変化をもたらすのかを明らかにするとともに，塗布層のレオロジー，安定性，および塗工紙や塗工板紙の印刷適性への影響についても検討する。なお，この技術は特許取得済である。

（本文 30 ページ）

FUTURA 社の家庭紙向け加工機最新技術「アンドロメダコンセプト」

株式会社マツボー 産機一部製紙機械グループ
竹山康宏

イタリアの家庭紙加工機メーカーの FUTURA 社（イタリア）は，2002 年の創業以来，多数の独自技術を盛り込んだワインダーを世界各国の家庭紙製造企業に納入している。本年 6 月にイタリアのルッカで開催されたイベント「iT's tissue」では，これまでの技術を更に進化させ「アンドロメダコンセプト」と銘打った最新技術が紹介された。

コンセプトは自動化と効率化，製品の高品質化に観点が置かれている。ジャンボロールのハンドリングから始まり，エンボッサー，リワインダー，トリムカッターからログソーに至るまで，作業員の介在を極力少なくしている。

また革新的なレイアウトにより省スペース化も同時に実現した。新型ワインダーでは巻き始めと巻き終わりまでエンボスを潰さず均一な巻き取りが可能。これらの優れた技術は今後国内の家庭紙製造に大きく貢献できると考える。

（本文 34 ページ）

革新的なソフトネス評価法　ティシューソフトネス測定装置 TSA の紹介

日本ルフト株式会社 科学機器部
宮岡博之，佐々木邦雄

ティシューが機能的であるか，そうでないかを決定するための最も重要な特性の 1 つは，「柔らかさ」である。

柔らかさを評価する実際に使える物理的な測定方法はないが，いわゆる「手触り感審査員」が手で手触り感を決定している。正確性の高い評価のためには，何人もの審査員の選択とトレーニングに関して高度な要求が求められる。しかし，避けられないエラーの許容範囲を下げること非常に難しい。そのため客観的な物理的試験方法が必要とされてきた。

その要求に応えるため独国 emtec 社より革新的なソフトネス測定装置ティシューソフトネス TSA が開発された。従来とは全く異なる方法で 3 つの物理量を検知し，アルゴリズムを用いて顧客の手触り評価（ハンドフィール）のランキングと相関づけすることが可能である。

TSA の原理を以下に記す。

まずティシューサンプルに触れたときのヒトの感触について，主に 3 つのパラメータの影響を考えている。

・本当の柔らかさ（一本の繊維の剛性等）
・滑らかさ・粗さ（クリープ加工・エンボス加工等）
・剛性（繊維の剛性等）

本当の柔らかさ，滑らかさを，装置によるブロードの回転で発生する振動・雑音を，振動センサーで検知し数値化する。剛性をサンプルに圧力をかけた時の変位で数値化する。

これらは個別に数値化されるため，個々のパラメータに着目した開発を行うことができる。さらにこれらパラメータをもとにアルゴリズムで顧客の手触り感評価との相関づけが可能である。今まで人による手触り感という主観的な評価から，客観的で信頼性の高い評価を得られる。この装置による実際の測定例も紹介する。

（本文 37 ページ）

シリーズ

日本の製紙産業の技術開発史

第 7 回　まとめと考察

飯田清昭

明治維新により，新しい文化・生活様式として印刷（活版印刷）と包装（紙器）が導入されると，それに適した洋紙が輸入され，それを真似ることで国内の製紙産業が生まれた。そのテイクオフに 30 年を要したが，その後，GDP が年率 3 % で伸びる中で，洋紙生産量は年率 10–6 % で伸び続け，輸入紙に代わって需要を占拠していった。技術的には，テイクオフまでの 30 年間にその後の産業の発展の準備がなされていた。

その一つが東京高等工業出身者を中心とする技術者群で，若い時に海外を知る機会を与えられ，その後の工場建設・操業で創意と工夫を発揮した。

抄紙機についても，輸入機のコピーから出発し，輸入新鋭機の技術を模倣しながら，国内需要の半ばを供給できるまでになった。それに合わせて，抄紙用具も国産化されだした。

日本の製紙産業史の最大の特徴は，早い時期にぼろ・わらから木材パルプに転換（アメリカより約 10 年遅れ），抄紙機を持った一貫工場を目指したことである。富士山麓や木曽の針葉樹から，北海道，樺太へ展開し，王子製紙苫小牧工場に代表されるような競争力のある工場を建設していった。

この明治期の発展を支えた要因として江戸時代の識字率や工学的なレベルの高さがあげられている。ただ，江戸時代には，産業革命期のヨーロッパで見られた人と物の自由な移動（情報の自由な流通）が制限されていた。明治期になり，この制約が解かれことで，爆発的と言えるような技術発展が可能になったと考える。その中で，紙は，情報と物の自由な移動を可能にする手段として社会に大きく貢献してきた。

（本文 41 ページ）

第 9 回特許庁審査官との意見交換会

紙パルプ技術協会
宮西孝則

米国特許商標庁（USPTO）はグローバル・ドシエ（Global Dossier）の一般公衆向けアクセスを開始したと発表した。グローバル・ドシエは五大特許庁（日本，米国，欧州，韓国，中国）の出願書類や審査経過情報等に無料かつワンストップでアクセスできるシステムであり，五大特許庁の協力により構築が進められている。

職務発明制度の見直しを含む「特許法等の一部を改正する法律」が公布された。従業者等がした職務発明について，契約等においてあらかじめ使用者等に特許を受ける権利を取得させることを定めたときは，その特許を受ける権利はその発生時から使用者等に帰属する旨規定した。「相当の対価」の文言を，企業戦略に応じて柔軟なインセンティブ施策を講じることを可能とするとともに，発明者の利益を守るため，金銭に限定せず金銭以外の経済上の利益を与えることも含まれるようにするために，「相当の金銭その他の経済上の利益」（「相当の利益」）に変更した。

プロダクトバイプロセスクレーム（「PBP クレーム」）の解釈に当たっては，物が同じかどうかで判断する「物同一説」と製法に限定して解釈する「製法限定説」があり，その解釈が争点となっていた。最高裁は，PBP クレームは物同一説で解釈すべきとし，出願時において当該物をその構造または特性により直接特定することが不可能である等の事情（「不可能・非実際的事情」）が存在しない限り，PBP クレームは不明確であると判断され

る可能性がある。不可能・非実際的事情の基準等はこれから議論されることとなると思うが，PBP クレームを利用しにくくなるように思われる。

（本文 47 ページ）

研究報文

有機導電性ポリマー–シリカ複合体の合成，分析，応用

*[1]東海大学 大学院工学研究科光工学専攻
*[2]東海大学 総合理工学研究科総合理工学専攻
杉浦泰斗*[1]，小松　功*[2]，前田秀一*[1,*2]

プリンテッドエレクトロニクスの分野において，導電性のあるインクを使ったインクジェットプリントに関する関心が高まってきている。一般に，導電性のあるインクは銀や銅のような金属のナノ粒子を使ったものが主流である。生物学的分野で導電性インクの応用を考えた場合，金属性インクよりも有機性インクのほうが好まれる。なぜなら一般に有機性インクの方が生体適合性が高いからである。

無害な導電性ポリマーであるポリピロール，ポリアニリンを利用し実験を行なう。粒子分散剤としてシリカ粒子を用いることで，ラズベリーのような形状のナノ粒子の導電性ポリマーを合成することができる。複合化によって，通常は加工性に劣る導電性ポリマーを加工しやすい形態へと変化させた。

電子ペーパーの分野では，マイクロカプセル泳動方式による表示方式が通常の紙の視認性に近く，最も好まれている方法である。この電子ペーパーの泳動粒子は表面を界面活性剤で覆われており，これが粒子の凝集を防いでいる。しかし，この界面活性剤の探索には多くのコストと時間がかかっている。ポリピロール–シリカ複合体粒子及びポリアニリン–シリカ複合体粒子は電気二重層による高いコロイド安定性を持っている。そこで私たちは，界面活性剤を使用しない導電性ポリマー複合体粒子を電子ペーパーの表示素子として用いることを行った。

ポリピロール–シリカ複合体粒子及びポリアニリン–シリカ複合体粒子を写真用紙上に塗工し導電率を測定したところ，通常の写真用紙と比べ高い導電率を保有していることを確認した。これより，ポリピロール–シリカ複合体粒子，ポリアニリン–シリカ複合体粒子を導電紙として使用することが出来ると考える。

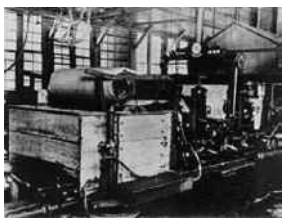
（本文 61 ページ）

国産第一号抄紙機について

写真は，明治 12（1879）年に紙幣寮（現・国立印刷局）の製紙工場で使われた国産第一号の抄紙機と，その上部に取り付けられていたプレートです。当時，日本には複数の製紙会社がありましたが，すべて欧米から輸入した抄紙機を使っていました。

そうした中，官営の製造機関だった紙幣寮は，殖産興業政策の下，印刷や製紙に関わる様々な製品の開発・製造を行っており，この抄紙機は，紙幣寮の機械部がアメリカ製の円網抄紙機を模して完成させたものです。なお，本機は，紙幣用紙ではなく，切手用紙などの製造に使われました。

（国立印刷局 お札と切手の博物館　学芸員　川仁　央）



紙パ技協誌 6
June 2016

目 次

第 70 巻　第 6 号（通巻第 783 号）

省エネルギー特集 I

1　第 20 回省エネルギーセミナー開会挨拶……目黒敬人
3　特別講演　鉄鋼 CO_2 排出量・原単位計算方法 ISO 化……手塚宏之
8　蒸気再圧縮方式エバポレーターの操業経験……青山千晃
12　ハイパーフラットドライブ®システムの開発と応用……中嶋栄二郎
17　再生可能エネルギー由来の水素によるエネルギーシステム
……大田裕之，栗田大史，中川隆史，河野龍興，山根史之，上滝直樹
23　～人がいなくて悩んでいる工場へ～「サテライト型の省エネルギー」
……城田靖彦

総説・資料
29　短期間で成果を出した省エネ活動……小谷亮介
33　アンドリッツの最新回収プロセス・パルプ製造技術とコンセプト　ファイバーラインと回収プロセスの融合・最適化の実例……土棚政人，長峰大輔，川上千明
40　リグノブースト
―クラフトパルプ工場からのリグニンの利用の拡大―……山下　宏
44　優れた強度と操業性を有する紙塗工用次世代型ラテックスの開発
……河口拓郎，加茂晶也

シリーズ：大学・官公庁研究機関の研究室紹介(111)
48　京都大学　大学院農学研究科　森林科学専攻　樹木細胞学分野

研究報文
52　ヒトの皮膚に学んだ立体感を示す壁紙の研究
……黒田章裕，児玉晃季，奥田浩輝，宮間千歳，前田秀一

03　会告
50　知財散歩道(102)
特許はヒーローと成り得るか……吉村隆重
51　Coffee break
東南アジア歴訪記⑽　ベトナムの旅 2……豊福邦隆
66　パピルス
最近の注目特許

71　内外業界ニュース
76　特許公報
86　全国パルプ材価格
87　統計
89　協会だより

特別講演

鉄鋼 CO_2 排出量・原単位計算方法 ISO 化

一般社団法人日本鉄鋼連盟 エネルギー技術委員会
手塚宏之
（JFE スチール株式会社 技術企画部 地球環境グループ）

鉄鋼業においても他産業と同様，成長が著しい新興国での省エネ・CO_2 削減の重要性が認識されている中，日本鉄鋼業が主導して 2013 年 3 月に策定された，製鉄プロセスから発生する CO_2 排出のパフォーマンスを把握するための方法を定めた「ISO 14404」が，新興国鉄鋼業の省エネを推進するツールとして大きな役割を果たしている。

ISO 14404 は特別な計測機器等を必要とせず，粗鋼生産量，原材料購買量・販売データなど，通常の操業データのみで簡単に CO_2 原単位を計算できるという特徴がある。また ISO 14404 では，製鉄所からの実 CO_2 排出量ではなく，製鉄所外で製造された中間材を作る際に排出された CO_2 も「間接排出」として製鉄所内で製造された場合と同様にカウントする手法を取っている。鉄ができるまでには複数のプロセスを経るが，製鉄所によっては，一部のプロセスを外部からの中間材の購入で賄うため，製鉄所からの実 CO_2 排出量のみに注目すると，外部購入資材の割合が大きいほど CO_2 排出量が少なく見えてしまうが，「間接排出」の導入によってこれを補正して，製鉄所の効率を正しく評価することができる。

ISO 14404 は，第一に日本の鉄鋼業が世界最高のエネルギー効率を誇ることを「見える化」するための手段として，第二に新興国鉄鋼業での省エネ推進のツールとして，そして第三に日本のインフラ輸出を後押しするものとして，大きな役割を果たしている。日本鉄鋼業は 1970 年代以降のたゆまぬ省エネ努力により，優れた省エネ技術（ハード）を有しているが，ISO 14404（ソフト）とハードをパッケージ化して国際展開することにより，「日本鉄鋼業の省エネ技術の海外展開」を後押しし，「日本の技術による気候変動対策への貢献」の拡大を目指している。

（本文 3 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 工務部 汽力課
青山千晃

新潟工場で保有する 5 系列のエバポレーターの内，稼働後 35 年以上超過した 2 系列の最新設備への更新を計画し，平成 27 年 6 月に実運用に入った。今回導入した H 系エバポレーターは，再加圧ファンで蒸気を再圧縮する方式 Vapor-Re-Compression-System（以下 VRC 方式と略す）を採用し，給液缶での黒液濃縮処理を進め，省蒸気，黒液濃縮能力アップを図った効率良い設備である。黒液濃縮設備における VRC 方式の導入は，住重プラントエンジニアリング社製では，国内初である。

設備導入前後で比較すると，工場全体のエバ燃料原単位が 10～15% 改善，工場 CO_2 排出量は約 7.3% も削減できている。ブロワを運転することで，電力使用量は増加するが，給液濃度アップによる低圧蒸気削減量が大きく，総合的に消費エネルギーは少なくなる。

本稿では，VRC 方式の設備概要及び導入効果，トラブル事例について報告する。

（本文 8 ページ）

ハイパーフラットドライブ®システムの開発と応用

バンドー化学株式会社 産業資材事業部 技術部
中嶋栄二郎

ハイパーフラットドライブシステム（略称：HFD）とは，生産工場や商業施設などで稼動する空調機，送風機等の動力伝動として使用されている V ベルトからの置換用製品として開発した省エネ伝動システムである。

伝動ベルトのエネルギー損失は曲げ応力による損失が最も大きな要因であり，これを最小に抑えるためには，伝動ベルトの厚みを薄くすることが有効である。最少厚みを実現できるのは平ベルトであるが，平ベルトには伝達能力の不足，ベルト走行時の蛇行，張力低下によるスリップ等の解決の難易度が高い問題があり，V ベルト駆動が多くに用いられてきた。

当社では 100 年超の歴史を持つ総合ベルトメーカーとして，経験と実績による高い技術力を背景に，平ベルトの走行位置を自律制御させる蛇行制御機構を開発し，その蛇行制御機構に張力を維持するオートテンショナ技術を組み入れることで平ベルトの蛇行や張力低下などの問題を克服した。節電，長寿命，メンテナンスフリーを実現し，V ベルトに比べて平均 7 % の節電効果を実現，寿命も 3 倍となり，その他特長として V ベルトに比べ，クリーン性，静粛性の向上も実現している。

（本文 12 ページ）

再生可能エネルギー由来の水素によるエネルギーシステム

株式会社東芝 次世代エネルギー事業開発プロジェクトチーム
大田裕之，栗田大史，中川隆史，河野龍興，山根史之，上滝直樹

東芝は，純水素型の燃料電池や，高効率の水素製造システム，あるいは系統制御を含めてエネルギーを高効率に扱うエネルギーマネージメントシステム（EMS）の開発に長年取り組んでおり，これらコアとなる技術を統合して，水素社会に向けたシステムの製品及び技術開発を進めている。

そのひとつとして，再生可能エネルギーの余剰分を水素電力貯蔵により，平準化し需要に合わせて発電することをコンセプトとした新しいエネルギーシステム，H_2One™ を開発し製品化した。2015 年の 4 月から川崎市で，H_2One™ の BCP モデルの実証を開始しており，実証実験においては再生可能エネルギー，貯蔵した水素と蓄電池のみで目標の 7 日間の運転継続を達成した。また，水素吸蔵合金を採用することにより，大量の水素を長期間にわたって利用することを可能とした，リゾートモデルの開発を行った。本モデルにおいてはハウステンボス株式会社のスマートホテル「変なホテル」第二期棟に設置される予定である。

一方，近年では温暖化ガス排出に対するルールが広がっており，工場への再生可能エネルギーの導入が進められている。東芝では，必要エネルギーを温暖化ガス排出量ゼロで供給するための工場向け水素システムの開発を進めており，それはパルプ・紙・紙加工品製造業の工場にも適用が可能である。

その他新たな取組として，環境省委託の水素サプライチェーン実証事業を 2015 年より北海道にて開始している。

これからも，東芝は再生可能エネルギーを利用した発電システム，水電解装置，燃料電池などの水素社会の実現に必要な技術を併せもつ企業として，水素の製造から利活用までを統合した経済的なエネルギーソリューションを提案していく。

（本文 17 ページ）

～人がいなくて悩んでいる工場へ～「サテライト型省エネルギー」

日本ビジネス革新コンサルティング株式会社―JBIC―
城田靖彦

本社主導の下（推進本部となり）で複数の工場（自社工場又はグループ会社の工場）に本社技術部各工場担当が加わり省エネ合同プロジェクトを編成し，組織的に活動を展開していくサテライト型の活動推進方式を紹介する。その進め方としては，JBIC の省エネ手法をベースに統一推進方式という合同会合形式で省エネの進め方（手法）・考え方の理解，分析情報の共有化，問題指摘や対策検討，技術課題検討，進捗確認検討等をチーム員全員で行う。そして会合は工場持ち回りで合同ミーティングを行い各種交流も含めて本社・工場一体の省エネ活動を展開していくものである。

昨今ではこれまでの単一推進方式（工場単位）における課題とは異なった課題が上がってきており，その課題に対応したサテライト型省エネルギーの進め方が有効と考えられ展開しているものである。

それらの課題とは，

1） 事業所が海外も含めて数多くあるが，省エネをどのように進めていけば良いかわからない。
2） 本社と工場の認識の違い，意見すれ違い，立場の違いが活動を展開しにくくしている。
3） 一つ一つの事業所の規模がさほど大きくなく一事業所でプロジェクトは組みづらい。
4） 事業所（工場）間で改善情報共有しているが，実行に及ばない。
5） 事業所（工場）間の活動進捗に違いがあり，足並みをそろえにくい。ばらつきが生じる。
6） 人が出せず集中した活動ができないことから大きな成果が得られにくい。

など。

これらの課題を踏まえ，サテライト型省エネを採用した際のメリットは，

1） 各工場少人数制でチームの編成が可能である。
2） 複数以上の工場が同時期に，省エネルギー効果が出せる。
3） 本社と工場間の交流が出来，組織が活性化する。
4） 本社技術部，各工場の知恵・刺激が得られる。
5） 競争の原理が働き活動に勢いがつく。
6） 社内で継続できるしくみを形成する。
7） 本社主導型の省エネ展開を図れるようにし，全工場の収益貢献が図られる。
8） 情報共有のために対象工程に対する深い知識・情報が求められ，技術情報の整備や省エネスキルの向上が図られる。

以上の観点から，サテライト型の省エネ運営方法についてその要点（ノウハウ）を JBIC の省エネ手法と合わせて紹介する。

（本文 23 ページ）

短期間で成果を出した省エネ活動

王子エフテックス株式会社 中津工場
小谷亮介

昨今のエネルギー価格の高騰は収益に大きな影響を与えており，省エネへの関心が高まっている。王子エフテックスでは省エネ目標を「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，省エネ委員会を中心に日々省エネに取り組んでいる。しかし，活動頻度を上げることが困難になり，新しい案件の発掘に至らず年々目標の達成が難しくなっていた。その問題点を払拭し，さらに省エネ活動を活性化するため，2013 年に少人数による別組織「省エネ推進チーム」を立ち上げた。

省エネ推進チームでは「スピードを優先し，短期間で成果を出すこと」を基本方針として活動を開始した。省エネを早期に数多く実施するため，効果が小さくても少額投資でできる案件を優先した。その結果，2013 年度中津工場では 64 件の省エネ案件を実施し，原油換算 510 kL/年を削減した。このうち省エネ推進チームは半年間の活動で 19 件を実施し，原油換算 122 kL/年を削減した（全体の 23% に相当）。

省エネ案件の実例としては，「蒸気トラップ見直しによる省エネ」や，「コンプレッサー 1 台停止」が挙げられ，いずれも既存設備の運転条件でエネルギーロスがないか把握することだけで大きな省エネ効果が得られた。また，製造現場に大画面の「エネルギー原単位見える化システム」を設置し，リアルタイムで原単位を認識できる環境を整え，省エネを支援する役割も果たした。

今後は省エネ推進チームの活動を工場全体に広め，更なる省エネを図っていく。

（本文 29 ページ）

アンドリッツの最新回収プロセス・パルプ製造技術とコンセプト ファイバーラインと回収プロセスの融合・最適化の実例

アンドリッツ株式会社 技術営業部
土棚政人，長峰大輔，川上千明

クラフトパルプ製造では，調木，蒸解，ファイバーライン工程によりパルプを得る一方，黒液を濃縮・燃焼して薬品および熱を回収する。これらの工程は，従来独立したシステムとして扱われ，個々に進歩を遂げてきたが，2000 年代に入ってパルプ生産設備が大型化されるに伴い，総合パルププロセス・プラントメーカーが装置一式を EPC 受注するようになった。言い換えれば，メーカーには，各プラント間の垣根を越え，プラント全体を最適化・効率化することが求められるようになったのである。

そうした背景の中，Metsä Fibre 社が発足させた Äänekoski Bioproduct Mill プロジェクトにおいて，アンドリッツはファイバーラインを含む主要プロセス技術を担当することとなった。パルプ製造・回収の両工程を融合し最適化を行うという視点のもと，また，長年の研究開発によって培った最新技術は，省エネルギー・創エネルギーにつながるものである。

本稿は，その取り組みについて記述したものである。

（本文 33 ページ）

リグノブースト

—クラフトパルプ工場からのリグニンの利用の拡大—

バルメット株式会社 営業部 パルプ＆エネルギー設備担当
山下　宏

世界各国での炭酸ガス排出削減の取り組みが近年，積極的に行われている中で，再生可能資源への注目が集まっている。その関心のほとんどは，再生可能エネルギーに注がれていると言えるが，バイオマス資源については，エネルギー源としての可能性に加えて，各種素材の原料としての可能性にも目が向けられている。その中で，先進国を中心としてリグニンへの関心が高まっている。リグニンはエネルギー源としてその使用が広く行われている。近年新たに注目されているのは，化成品の原料としての可能性である。これまで，重油を原料としていた多くの化成品がリグニンといった再生可能資源から作られる可能性が高まっている。リグニンの化成品の原料としての使用方法が確立されると，その付加価値は大きく高まることが期待されている。

弊社はクラフトパルプ工場の黒液からリグニンを商業的に取り出す技術を確立した。すでに，北米と北欧でそれぞれ商業プラントが稼働を開始している。本稿では，弊社のリグニン抽出についてのこれまでの取り組みと商業プラントの稼働状況の一部を紹介する。

（本文 40 ページ）

優れた強度と操業性を有する紙塗工用次世代型ラテックスの開発

日本エイアンドエル株式会社 研究所 ラテックス研究グループ
河口拓郎，加茂晶也

紙塗工用ラテックスは塗工紙の品質に大きな影響を及ぼすため，品質向上のための検討がなされてきた。これまではラテックスポリマーの粘着成分の量と粒子内の分布を最適化することで強度と操業性のバランスを取るように設計されてきた。更なる強度と操業性の向上のために効果的な機能性成分をラテックスポリマーの粒子表面に導入した高機能性ラテックスを開発した。

高機能性ラテックスの強度と操業性を従来型ラテックスと比較するとともに，ラテックスのフィルム物性，および，顔料とラテックスの相互作用を確認し，ドライピック強度に関する考察を行った。

高機能性ラテックスのドライピック強度は従来型ラテックスと比較すると 30% 以上良好であった。ラテックスのフィルムの伸びと応力を測定したところ，高機能性ラテックスは従来型ラテックスに対してフィルムの伸び

を保ったまま，フィルム応力が著しく向上していた。このことから，強固なフィルムとなり，ドライピック強度が向上したと考えられる。

さらに導入した機能性成分は顔料である炭酸カルシウムとの相互作用が確認されており，カオリン系の顔料配合に比べ，特に炭酸カルシウム系の顔料配合におけるドライピック強度の発現が顕著であることがわかった。

操業性の指標となる塗料の洗浄性を確認したところ，従来型ラテックスよりも高機能性ラテックスは良好であった。機能性成分は親水性であるためバッキングロールのフロークリン部での洗浄水になじみやすくなり，洗浄性が向上したと考えられる。

今回開発した高機能性ラテックスではフィルム応力の向上，炭酸カルシウムとの相互作用によりドライピック強度が向上するとともに操業性が向上した。

（本文 44 ページ）

研究報文

ヒトの皮膚に学んだ立体感を示す壁紙の研究

*1 東海大学 工学部光・画像工学科
*2 東海大学大学院 工学研究科 光工学専攻
a)黒田総合技研株式会社
黒田章裕*1,a)，児玉晃季*2，奥田浩輝*1，宮間千歳*1，前田秀一*1,2

壁紙には意匠性，機能性が求められ，素材やデザインを大きく変革させてきた柔軟性に富んだ歴史を持つ。一方，我々の一番身近な光学材料の１つに皮膚が挙げられる。皮膚は光学的には半透明な層状構造体であり，光が侵入深度により分離される色分離機構や，皮膚の層状構造の層間での多重反射など複雑な光学特性を持ち，化粧品産業を除けば，意外にこの光学特性を利用している産業は少ない。

我々は，赤ちゃんの皮膚を見た時に感じるみずみずしさ，奥行き感に注目し，皮膚を光学的に生体模倣したモデルを開発し，その光学特性を評価することで，奥行き感に優れた立体スクリーンを開発し，壁紙への応用を試みた。

現在産業的に多用されている３Ｄの原理は，両眼視差を使用したものであり，専用眼鏡や複雑なディスプレイの構造を必要とし，かつ膨大なデータ処理が必要な点が，手軽に使いにくい問題を起こしていた。これに対して，我々の光学模倣モデルは片目立体視に基づく原理を用いており，両眼視差を使用したものではないため，専用眼鏡が不要なこと，データの立体化処理は自動的にスクリーン側が行ってくれるため，既存の２Ｄのデータがそのまま利用できること，構造が単純で大型化が容易なこと，プロジェクターがあればすぐに立体投影が可能で，高性能のコンピューターを必要としないこと，スクリーンが明るいこと等を特徴として有している。一方，皮膚と同様に映像を投影した際の高い解像度は期待できず，飛び出してくるような立体映像も得られないが，既存の壁紙にはない，立体的な風景画が投影されているような独特の意匠性が得られる特徴がある。これは壁紙の求める意匠性，機能とも通じるものがあると考えている。

（本文 52 ページ）

紙パ技協誌 7
July 2016
第70巻　第7号（通巻第784号）

目 次

省エネルギー特集Ⅱ

1　2年連続エネルギー原単位4％削減達成，そしてこれからの取り組み
……西浦弘智
7　江別工場における省エネの取り組み……林　賢一
11　省エネルギーの観点から見た最近のボイラ用水処理薬品……森　信太郎
16　古紙処理設備の高効率化改造による省エネ……高橋幹夫

総説・資料
20　モデル予測制御（MPC）およびソフトウェアセンサーを用いた連続蒸解釜の操業最適化……マンネ・テルバスカント，ラミ・ランタネン，グレッグ・フレイリック，ジュリアン・ノイラウト，山本　篤
27　独自の高剪断乳化システムに基づく優れたASAサイジング技術
―製紙用サイジング剤の化学的性質と装置の最適化によるサイジング性能の向上―
……田中光一，ウォール・アレキサンダー
31　最新ライナーマシンのスタートアップ……行之内幸男
35　多様化する汚れに対応したワイヤー・プレスパート汚れ防止薬品の新コンセプト
―粘性封鎖による汚れの系外排出―……室矢知徳
42　紙中薬品の分布状態の分析（Ⅳ）
―紙力剤ポリイオンコンプレックスの可視化と開発への応用―……油谷謙介，東谷仁史
47　第18回木材・繊維・パルプ化化学国際会議（ISWFPC）の研究発表から
……清水智子，中川明子，松本雄二

研究報文
60　オゾン代替としてモノ過硫酸処理を用いる広葉樹材前加水分解クラフトパルプの完全無塩素漂白
……アンドリ タウフィック リザルディン，アヨブ サラゲイ，大井　洋，中俣恵一

03　会告

79　内外業界ニュース
84　協会保管外国文献標題
85　特許公報
95　全国パルプ材価格
96　統計
98　協会だより

2年連続エネルギー原単位4％削減達成，そしてこれからの取り組み

大津板紙株式会社 製造部 動力課
西浦弘智

大津板紙株式会社は，1955年（昭和30年）に操業を開始して以来，環境保護への取り組みを最優先と位置付け，環境に優しい板紙（段ボール原紙）の製造・販売をおこなっている。2004年1月には，それまでのC重油を燃料とした発電システムから都市ガスへ燃料転換するとともに，ガスタービンコージェネレーションシステムを導入し，大幅な環境負荷低減と省エネルギーを達成した。しかしながら，地政学的リスクと円安を背景とした燃料価格の騰勢は否めず，昨今ではエネルギーコストの上昇対策が，喫緊の経営課題として浮上している。そのような中，全社一丸となり省エネルギー活動に取り組み，2013年から2年連続エネルギー原単位4％削減を達成した。

コスト面での経済性に重点を絞ることで，明確な省エネルギー目標を掲げることが出来，継続的かつ組織的に省エネルギー活動を展開することが可能となる。今回の講演では，省エネルギーが出来ない理由を当たり前にせず，なぜ省エネルギーを行うのかを理解し，従業員自らが取り組む体制を整えることの重要性を取り上げる。

（本文1ページ）

江別工場における省エネの取り組み

王子エフテックス株式会社 江別工場 施設部
林　賢一

王子エフテックス㈱江別工場は，産業用から家庭用紙まで幅広い分野で求められる特殊紙に力を入れて生産している。年々生産品目の多様化が進み，パルプ製造，抄紙各工程で特殊紙生産対応設備が増えているため，工場総エネルギー量は増加傾向にあるが，2015年度は工場総エネルギー量の約1.2%に相当する省エネルギーをISO目標として掲げ，従業員一丸となって取り組んでいる。また，当工場敷地内に建設されたバイオマス発電所（王子グリーンエナジー江別㈱所轄）が2016年1月より営業運転に入っており，両社一体となってエネルギーの有効利用を図るべく，省エネ活動を進めているところである。

本稿では，近年パルプ製造工程で実施した省エネ事例として，パルプ漂白に使用する二酸化塩素製造設備の操業管理値を固定概念にとらわれず大胆に見直し，設備投資ゼロで大きな省エネ効果を得た「二酸化塩素製造設備（R8）における省電力」と，パルプ蒸解工程から抽出した希黒液の濃縮用蒸気をわずかな設備投資で大きく削減した「酸素晒後洗浄フィルターシール水削減によるエバポレーター省蒸気」について紹介する。また，現在王子グリーンエナジー江別㈱と共同して取り組んでいる「バイオマス発電復水器冷却水（温水）の有効利用」について概要を述べる。

（本文7ページ）

省エネルギーの観点から見た最近のボイラ用水処理薬品

栗田工業株式会社 開発本部 薬品開発グループ
森　信太郎

紙・パルプ産業は電力消費量が多く，またパルプ化工程や抄紙工程で多量の中低圧蒸気を使用している。このため，ボイラで得られる高温高圧蒸気はまず蒸気タービンでの発電に利用された後，中低圧蒸気をプロセスで利用するコージェネレーション（熱電供給）システムが導入されるなど，積極的な省エネルギー活動が一貫して取り組まれている。ボイラ水処理の観点でも，省エネルギーはもちろん，ヒドラジンを用いない等の安全性に考慮した取組みが他業種に先行して進められてきた。

一方，低圧ボイラが主体で用いられる段ボール加工工場では，組立工程における低圧の乾燥用蒸気が工場の全エネルギーの中で，約半分と大きなウェイトを占めるため，蒸気原単位削減の要望が強く，有圧でドレン回収率

が高い工場へと変化してきた。

本稿では，これら社会情勢を受けて進化してきた最新のボイラ用水処理薬品の特徴を紹介する。水処理薬品による省エネルギーは，新たに大きな設備投資なしに直ぐに実施できる施策として有効である。ここでは，国内外500件以上で高い評価を頂いている低圧ボイラ向け多機能ポリマー：ドリームポリマー®を配合したボイラ用水処理薬品と，欧州で1,000件を越える実績があり，近年は国内外の学会で注目されている皮膜性アミン：セタミン®について紹介する。

これらのボイラ用水処理薬品は，主力商品として国内外での省エネルギーに貢献できると考えている。

（本文11ページ）

古紙処理設備の高効率化改造による省エネ

日本製紙株式会社 秋田工場 製造部原質課
高橋幹夫

日本製紙㈱秋田工場の古紙処理設備において，高効率機器を導入しフローを簡素化することにより省エネルギーを図った事例を紹介する。

改造ポイントは，設置後20年以上経過している横からローターが接続されたタイプのパルパーを，デトラッシュシステムを含むパルパー本体の高効率化更新により粗選機能をパルパーに負担させたことである。これによりパルパー後の粗選/精選スクリーン設備を集約できたため，機器削減による省エネルギーとなった。一方，テール処理工程は，リジェクト処理量が増加することに対応した改造を同時に実施し，離解機・ポンプ等が若干増エネルギーとなった。結果としてシステム全体では，対象機器に対して約680 kW，約30%相当の省エネルギーを実績計上でき，当初計画値以上の効果を発揮している。

これら改造工事は，ほぼスクラップアンドビルド形式により行われ，14日間の工期で全工事を完工することができた。また，改造にて設置したパルパー，スクリーン等の設備は垂直立上げができ，以降，操業上大きな問題点は無く，各機器の所定能力を計画通り発揮している。

（本文16ページ）

モデル予測制御（MPC）およびソフトウェアセンサーを用いた連続蒸解釜の操業最適化

バルメットオートメーション Inc.
マンネ・テルバスカント，ラミ・ランタネン
バルメット Ltd.
グレッグ・フレイリック
スマーフィットカッパセルロースドゥピン
ジュリアン・ノイラウト
バルメットオートメーション株式会社 営業部
山本　篤

連続蒸解釜の制御の改善は，最新の化学パルププラントにおける生産コストの削減と原材料消費量の低減にとって非常に重要である。しかし，連続蒸解釜は，プロセス段階が多いこと，滞留時間が長いこと，プロセス段階と変数との相互依存性が強いことなど課題が多く，制御が困難なプロセスである。また，原材料の特性や，プロセスラインに沿った脱リグニンの状態を含め，不可欠なプロセス変数の多くは測定が困難または不可能である。これら多くの課題により，局所フィードバック制御で設計と調整が不適切な場合，パルプラインの品質変数の分散を増加させてしまう恐れがある。

そこで我々は，モデル予測制御（Model Predictive Control：MPC）に基づく連続蒸解APC（Advanced Process Control：高度プロセス制御）ソリューションを連続蒸解釜の制御に適用し浸透釜のチップレベル，蒸解釜の液およびチップレベル，残留アルカリ，およびブローカッパー価の制御を行った。この新規の制御ソリューションにより，すべての品質変数を大幅に安定化させることに成功した。その結果として，蒸解プロセスの安定

性の向上や，カッパー価変数係数の 35% 以上の低減があり，カッパー価目標値の向上と大幅なコスト削減が可能になった。

（本文 20 ページ）

独自の高剪断乳化システムに基づく優れた ASA サイジング技術

―製紙用サイジング剤の化学的性質と装置の最適化によるサイジング性能の向上―

Kemira Japan 株式会社 営業部
田中光一
ケミラ社 製紙マーケティング事業部
ウォール・アレキサンダー

製紙業界におけるほとんどの製造方法に当てはまる事であるが，サイズ剤としてのアルケニル無水コハク酸（以下 ASA）の性能は製品の化学的性質のみに依存するのではなく，添加剤および乳化方法に関する専門知識を十分に生かし，デメリットの最小化とメリットを最大限に発揮する為の装置も必要である。

Kemira 社は，製紙工程でのサイズに関する要求性能を満たすことを目的として，Fennosize AS シリーズの ASA を設計，製造してきた。残留オレフィンとオリゴマー物質の量を最小化して ASA 分子を作る製法を開発し，特許を取得した。ASA サイズ剤の効果を十分に発揮する為には，より強力な高せん断乳化システムが必要であった。製紙工程における ASA の性能に好影響や悪影響を及ぼす重要な要因も独自に評価することができた。Kemira 社では，世界的に販売し，培ってきた経験と研究開発の専門知識を生かして，Fennosize AS シリーズを顧客にとって最良のサイズ処方として確立する事ができた。

本稿では，このシリーズの化学的性質と用法に関する知識並びに技術サービスについて，詳細を記述する。

（本文 27 ページ）

最新ライナーマシンのスタートアップ

株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジー 製紙機械技術部
行之内幸男

2014 年 12 月末，最新ライナーマシンがスタートアップした。本プロジェクトは建屋関係と一部薬品添加設備を除く，製紙設備の設計，調達，建設工事，調整試運転立会いを含むフルターンキーベースで，各工程，品質，納期，安全性など，これまで数多くの経験と実績のある弊社の徹底されたプロジェクトマネージメントによって管理された。

納入機器のほとんどは国内で製造され，全設備を供給することで機械仕様の統一，各制御システムの統合化，操作性の統一など，全面的に最適な設備の構築が行われた。プラントとしての全体にわたるエンジニアリングは高効率で省エネルギー化を可能とした。設備の安全性についても徹底されており，運転中の機械へのアクセスまでもが管理されている。

製紙機械の総合システムサプライヤとして，ライナーマシン新設工事の据付，スタートアップまでのプロジェクト概要を設備仕様と共に紹介する。

（本文 31 ページ）

多様化する汚れに対応したワイヤー・プレスパート汚れ防止薬品の新コンセプト

―粘性封鎖による汚れの系外排出―

株式会社メンテック 薬品開発チーム
室矢知徳

ワイヤー・プレスパートにおいて，要具への汚れ付着は，断紙や欠点発生など，生産性や品質低下を招く要因である。特に，古紙回収率が高い日本では，古紙由来の粘着物（以下，粘着異物）が汚れの核として問題となることが多い。

従来，粘着異物のマシン付着によるトラブル回避の手段として，苛性ソーダや灯油を用いた要具の汚れ除去（バッチ洗浄），外添ピッチコントロール剤等による汚れの付着防止などが行われてきたが，生産性の低下や要具劣化などを招く恐れがあった。

そこで弊社は，粘着異物問題に対して，内添ピッチコントロール剤に求められることの多かった汚れの粘着低減効果に注目し，外添薬品『ピッチガード CN 2235』を開発した。

『ピッチガード CN 2235』は，粘着異物に対して，内部，及び，外部の粘着性低減効果があり，粘着異物を「操業中適度に付着させて系外に排出すること」ができる為，弱い外力（シャワーなど）でも系外排出が可能となった。これにより，要具への物理的ダメージを最小限に抑える事が可能となる為，要具の寿命延長も期待できる。さらに，内添ピッチコントロール剤と比べて，より少量で効率よく粘着異物に作用する為，粘着異物対策におけるコスト削減等も期待できる。

本報告では，最近のワイヤー・プレスパート粘着異物問題の深刻化に対応するため，新たに開発した『ピッチガード CN 2235』に加え，多様化する汚れに対しても対処できるよう，改良・開発した『ピッチガード CN』，及び，『ピッチガード R』シリーズについて，最新の開発コンセプト，ならびに，効果発現メカニズムについて，実機適用事例を交えて紹介する。

（本文 35 ページ）

紙中薬品の分布状態の分析（Ⅳ）

―紙力剤ポリイオンコンプレックスの可視化と開発への応用―

荒川化学工業株式会社 研究開発本部 製紙薬品事業部
油谷謙介
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

近年，原料古紙の悪化，コストダウン，環境問題への対応という流れの中で，より少量で効果を発現する製紙用薬品が求められている。このような状況下，我々は薬品の効果発現メカニズムを解明するためにパルプ繊維上の薬品定着状態を調べ，得られた知見をもとに，より高い効果を発現する新規な薬品の開発を行っている。

今回，特殊な技術を用いて SPM（走査型プローブ顕微鏡）観察を行うことにより，ポリアクリルアミド（PAM）系紙力剤のポリイオンコンプレックス（PIC）がパルプ繊維表面に定着している様子を，より鮮明な画像で観察することに成功した。その結果，PAM 系紙力剤の種類や抄紙環境の違いにより，パルプ繊維表面に定着する PIC の大きさや状態が異なることを見出した。さらに，より大きな PIC がパルプ繊維表面に定着すると高い紙力性能を発現することを確認した。このような知見を元に，高電気伝導度条件下においても高い PIC 形成能を有し，従来品対比で高い紙力効果を発現する新規 PAM 系紙力剤の開発に成功した。

（本文 42 ページ）

寄　稿

第 18 回木材・繊維・パルプ化化学国際会議（ISWFPC）の研究発表から

[1]東京大学 大学院農学生命科学研究科
[2]筑波大学 大学院生命環境科学研究科
清水智子[1]，中川明子[2]，松本雄二[1]

ISWFPC（International Symposium on Wood, Fiber and Pulping Chemistry）は，世界各国の TAPPI（あるいはそれと同趣旨の機関）が共催し開催国の TAPPI が主催する，TAPPI 関連では最大規模の国際会議であり，1981 年に Eckman Days として第 1 回会議がストックホルムにおいて開催されて以後，2 年に一度のペースで開催されている。

他の TAPPI 関連国際会議が個別課題についての応用研究・技術研究に重点を置いているのに対して，ISWFPC は木材化学，パルプ・製紙化学，繊維化学等に関する幅広い領域について基礎研究から応用研究まで扱うことから，当該分野の研究者を網羅し得る大変重要な会議となっている。

2015 年の第 18 回大会はウィーンで開催された。開催場所となった BOKU 大学は The University of Natural Resources and Life Sciences Vienna が正式名称（の英訳）であるが，通常は BOKU 大学で通っている。開催責任者は同大学の Thomas Rosenau 教授であった。

今大会では，口頭で約 90 件，ポスターで約 130 件の研究発表が行われた。本稿では，口頭発表を(1)リグニン，(2)パルプ化・漂白，(3)バイオリファイナリ，(4)セルロース・ファイバー・紙，(5)その他，の 5 つに分けて紹介し，続けて(6)としてポスター発表を紹介する。各発表とも最初に【　】内に日本語での記述があるが，これは，タイトルの和訳ではなく，発表内容を簡潔に示そうと試みたものである。なお，(1)から(5)のグループ分けは大会のプログラムに沿った分類ではなく，筆者らが内容に即して分類しなおしたものであること，また，紹介できるのは全研究発表の一部であることをあらかじめお断りしておく。

（本文 47 ページ）

研究報文

オゾン代替としてモノ過硫酸処理を用いる広葉樹材前加水分解クラフトパルプの完全無塩素漂白

筑波大学 大学院生命環境科学研究科
アンドリ タウフィック リザルディン，アヨブ サラゲイ，大井　洋
北越紀州製紙株式会社 技術開発本部
中俣恵一

本研究は，オゾン（Z）の代わりにモノ過硫酸（P_{sa}）を用いることにより，完全無塩素（TCF）漂白と無塩素（ECF）漂白を改良することを目的としている。酸素（O）漂白と P_{sa} 処理，続くアルカリ性過酸化水素（E_p）処理，あるいは二酸化塩素（D）処理による漂白を行い，O–P_{sa}–E_p–P_{sa}–E_p および O–P_{sa}–E_p–D シーケンスを提案する。またパルプの白色度と粘度を改善するため，O 漂白においては高濃度パルプ処理を行い，E_p 処理では $MgSO_4$ を添加した。その結果，O–P_{sa}–E_p–P_{sa}–Ep シーケンスは O–P_{sa}–Z–E_p よりも良い結果を与え，ISO 白色度は 87.3–88.3% となった。しかし，粘度は 5.1–6.0 cP であった。なお，O–P_{sa}–Z–E_p では ISO 白色度が 83.1% で粘度は 5.4 cP であった。TCF 漂白シーケンスでは ISO 白色度 88% 以上で粘度 6.2 cP 以上という溶解パルプの基準を達成することは難しかった。TCF 漂白の可能性については，より品質のよい原材料を用いて検討する必要がある。一方，ECF 漂白の O–P_{sa}–E_p–D シーケンスでは，ISO 白色度 88.1% で粘度 7.3 cP のパルプが得られた。有効塩素換算の ClO_2 添加量は少量の 0.5% であり，この結果は ECF 漂白における塩素含有漂白剤の使用をさらに削減できる可能性を示唆している。

（本文 60 ページ）

紙パ技協誌 8
August 2016
第70巻　第8号（通巻第785号）

目 次

パルプ特集

1　第22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　木材化学の基礎と将来に対する提言……飯塚堯介
8　連続蒸解装置の発展の歴史とアンドリッツの最新技術……萩原幹児
21　蒸解釜，洗浄機，及び漂白設備の変遷……具　延
26　KP漂白における最適化システムの導入……髙辻　満
30　日本型紙リサイクルの現状と直面している課題……木村重則
36　DIP工程を構成する主要設備の基本とその最新技術……奥村順彦
42　キャタライザー型脱墨剤の開発
—UV硬化型インク対応脱墨剤及び脱墨処方の開発—……田中多加志，吉田武司，豊原治彦
50　ピッチコントロールの基礎技術とその最新動向
—NISSIN-ピッチコントロールメソッド—……多田秀和
55　パルプ工程スケールコントロールの基礎講座と最近の知見……野口尊生
60　森林総研におけるバイオマス研究……池田　努
63　エネルギーソースとしての木材資源の可能性と限界……中俣恵一
66　クラフトパルプ製造設備改造後の操業経験……松島賢治
70　TMP省エネの取り組み……新屋　勝

シリーズ：大学・官公庁研究機関の研究室紹介(112)
74　静岡大学農学部　応用生命科学科　生物化学研究室

研究報文
78　ショートスパン法による段ボール原紙圧縮強度の評価……平野大信，小林孝男

03　会告
76　知財散歩道(103)
ライブ……磯部泰佐
77　Coffee break
紙の博物館発足時，名誉顧問に名を連ねた人々……辻本直彦
89　パピルス
紙パルプ産業における近代化産業遺産……小林孝男

93　内外業界ニュース
98　協会保管外国文献標題
100　特許公報
109　全国パルプ材価格
110　統計
112　協会だより

木材化学の基礎と将来に対する提言

東京大学名誉教授
飯塚堯介

この報告では，まず初めに木材化学という学問領域の特徴を，研究対象である樹木の特質とそれを考慮した研究の進め方の観点から述べた。樹木の性状は同一樹種であっても生育環境によって異なること，一本の樹木でも部位によって異なること等に留意し，試料調製においては細心の注意が必要であるとした。次いで，今後の木材化学研究に対する期待として筆者の個人的な視点から①木材のカスケード型利用，②木材の主成分分離，③リグニン利用，④セルロースナノファイバー，⑤新しいパルプ化法を取り上げ，これらの分野の研究開発が木材資源の有効利用の発展に寄与する期待を述べた。なかでも最近活発に研究が進められているセルロースナノファイバーは極めて大きな可能性を有した新規材料であり，紙パルプ産業が中心となって発展させて行くことが必要であるとした。また，リグニン利用および新しいパルプ化法に関する研究開発はいずれも非常に重要な研究課題であるものの，近年大きな進展が見られていない。前者に関しては蒸解排液リグニンの特性に依拠した開発が重要であるとして，土壌改良剤開発研究の経験を概説した。また，後者に関しては，クラフト法に代わる新しいパルプ化法の開発が待たれているところであり，その可能性を秘めたパルプ化法としてアルカリ・メタノール蒸解法の興味深い実験結果を紹介した。

（本文 3 ページ）

連続蒸解装置の発展の歴史とアンドリッツの最新技術

アンドリッツ株式会社 技術営業部
萩原幹児

今日主流となっている KP パルプ製造用の連続蒸解装置（連釜）は 70 年の開発の歴史を有する。1940 年代，スウェーデン Kamyr AB の Johan Richter により原料チップを安定して連続的に高圧の反応槽に送り込む高圧フィーダー技術が発明され，バッチ釜方式に代わる連釜技術の歴史が始まった。商業用 1 号機は，日産 50 トンの規模であったが，現在は，5,000 T/D 以上のパルプ生産，原料供給としては 10,000 T/D の大型連釜が稼働している。70 年の間，KP 蒸解プロセスに様々な改良開発が，また，改良プロセスの操業を可能にする数多くの機器，装置開発が行われてきた。

クラフトパルプ製造プロセスは，理想的な相互プロセスで，木材から繊維分を分離し，溶解した有機分と使用した薬液は回収し，グリーンエネルギーとし，使用済み薬液は再生・リサイクルする。原料として木材を用いる紙パ産業は，今後の技術開発により化石燃料を全く必要としない環境，地球にやさしいバイオマスプロセス産業として発展して行く可能性がある。既に連釜技術は溶解パルプ製造用として応用され，実用化された。溶解パルプは，様々な用途に用いられ，化石燃料由来の素材を減ずることができる。2017 年，北欧において，化石燃料を全く用いない Bioproduct mill と称される先進的な製紙工場が稼働する。アンドリッツは，21 世紀の今日，蒸解プロセスを単一のものとして捉えず，KP プロセスを総合的に融合・最適化バイオプロセスとして開発して行く。

（本文 8 ページ）

蒸解釜，洗浄機，及び漂白設備の変遷

バルメット株式会社 パルプ＆エネルギー設備プロジェクト部
具　延

クラフトパルプの製造技術は，連続蒸解釜，洗浄機，漂白設備などの開発に伴って，進歩してきたと言える。例えば，バルメットが開発した最新のクラフトパルプのプラントには，新しい蒸解理論である見直された最適クラフト蒸解の 4 つの原則に基づいて開発した COMPACT COOKING™ 蒸解法，出口濃度の高いプレス洗浄機（例えば，TRPE）を主な構成設備とした洗浄工程，改良型の酸素脱リグニンシステムである OxyTrac™，高い

脱リグニン率を持つ高濃度オゾン漂白（ZeTrac™）などが含まれている。

海外ではこれらの技術・装置を用いた広葉樹クラフトパルプのプラントの設計生産能力は，既に 5,000 ADt/日に達している。一方，国内の既設クラフトパルプの工場を見ると，それらの多くは 1990 年代の前に建設されたもの，或いはこれらの一部がさらに増産・改造されたものである。国内の紙パルプの市場規模の更なる成長が厳しくなった今日，如何にして既設のプラントに関する知識やプロセス技術を継承し，さらに最新のパルプ製造技術を把握してこれらの技術或いはコンセプトを既設のクラフトプラントに活用して，効率よく操業させるかが課題の一つとなっている。

このような状況を踏まえて，本稿では連続蒸解釜，洗浄機，及び漂白設備の変遷を簡単に振り返ってみると共に，これらの設備，及び技術の特徴について紹介することとする。

（本文 21 ページ）

KP 漂白における最適化システムの導入

日本製紙株式会社 秋田工場 製造部
髙辻　満

日本製紙㈱秋田工場は，LBKP と NUKP の 2 つのクラフトパルプ製造ラインがあり，漂白工程は D_o–E_p–D_1 のシーケンスである。漂白工程の制御は，従来，オペレーターが監視し，パルプ品質の分析結果によるフィードバック制御であり，完成白色度の基準未達がないよう安全サイドでの薬品調整となっている為，コスト削減の余地があり，我々はバルメット社製の KP 漂白における最適化システム（以下，漂白 APC）の導入を計画した。

自動制御による操業安定とコスト削減が期待される一方，その効果が不明瞭であった為，操業データの分析を行い，プロセス変数（生産量，各漂白段の滞留時間，漂白薬品添加率，pH 等）を使用したモデリングにより，従来の操業では最終白色度において偏差が±0.45～0.50 ポイントのバラツキがあることをつかみ，漂白薬品使用量を 2.0～2.4% 削減可能と判断し，漂白 APC の導入に至った。

2015 年 5 月からバンプテスト及び制御チューニングを経て，9 月から運用を開始した。その結果，最終白色度のバラツキが減少し，白色度の下限値は従来と同じ状態で，平均値を下げることに繋がった。漂白薬品使用量は，それぞれ ClO_2 原単位が 90% に削減，NaOH 原単位が 96% に削減された。一方，H_2O_2 原単位が 108% に増加したが，漂白工程全体の最適化により，高価な ClO_2 を削減し，安価な H_2O_2 を増加させる漂白へシフトさせた為であり，漂白薬品全体では大きく改善されている。

本稿では，漂白 APC の概要とその操業状況について報告する。

（本文 26 ページ）

日本型紙リサイクルの現状と直面している課題

公益財団法人古紙再生促進センター
木村重則

2015 年の日本の古紙回収率は 81.3%（前年比 0.5 ポイント増加），利用率は 64.3%（前年比 0.4 ポイント増加）と，今日なお向上している。この背景には日本の紙・板紙生産，消費に占める板紙の比率増加もあるが，都市部を中心とした古紙排出関係者による廃棄物削減，資源化の継続的な取り組み，流通・使用関係者による低質古紙利用努力，中国・東南アジア等の経済成長に伴う梱包材用原料古紙に対する需要の拡大が基本的な要因として有る。

本稿では，日本における古紙の回収・流通・利用の現状と高い古紙利用率を支えている日本型紙リサイクルの仕組み及び特徴＜安価且つ良質古紙の確保＞を述べる。次いで，現在進行中の新聞用紙，印刷・情報用紙の消費減及び古紙の国際化が世界と日本の古紙需給バランスに与える影響を分析し，日本の製紙産業各分野における古紙利用上の課題及び対応方向＜リサイクル対応の強化＞について考察を行う。

（本文 30 ページ）

DIP 工程を構成する主要設備の基本とその最新技術

相川鉄工株式会社 技術部技術課
奥村順彦

国内の景気動向は明るい兆しを見せ始めたものの，デジタル媒体の普及や環境への配慮から，紙の消費低迷傾向は依然として続いている。また海外への古紙原料の輸出傾向は，中国の景気減速に伴い上げ止まった感はあるものの減少する様子は見えてこない。そのような背景から，国内において，良質な古紙原料の入手はより一層困難になってきている。一方，低坪量製品への対応や抄紙機の高速化等にともない，完成原料に要求される品質基準はより厳しくなる傾向も見受けられる。

この様な背景から，国内の製紙現場においては，より低級な古紙を原料として使用しながら，品質対策を最小限のエネルギーにて実現する技術や設備，歩留を可能な限り維持できるような技術や設備などが必要となってくる。本稿では，DIP 工程を構成する主要設備の基本を紹介するとともに，低級化する原料古紙への最新の取組みについて，以下 4 つの工程毎に紹介する。

1） パルピング工程
2） 粗選・精選スクリーニング工程，及びフラクショネーティングシステム
3） 高濃度分散工程
4） フローテーション工程

（本文 36 ページ）

キャタライザー型脱墨剤の開発

—UV 硬化型インク対応脱墨剤及び脱墨処方の開発—

日華化学株式会社 特殊化学品本部 研究開発部
田中多加志，吉田武司，豊原治彦

古紙のリサイクルは環境保護のため重要な課題である。製紙業界では古紙利用率の向上に努めており，低級古紙の利用は避けられない。一方で脱墨パルプの品質はより高品質化しており，低級古紙を高度利用し脱墨パルプの品質を維持することが重要になってきている。

中でも，省エネルギー，VOC 成分を含まないなど，環境保護に対応できる理由で，UV 硬化型インク印刷物が増加している。しかしながら，UV 硬化型インクは，硬化した皮膜が強固であり，融点が高く高温処理しても微細化できない。特にフローテーション処理において大きいインク粒子を泡に吸着させて浮上させることが難しく，系外に除去することができない。古紙再生処理工場では，UV 硬化型インク印刷物を禁忌品として扱わなければならず，古紙の分別が大きな負担となっている。

現在，UV 硬化型インク印刷古紙に対して優れた脱墨剤及び脱墨処方の開発が望まれており，今回，界面科学と触媒科学の技術をハイブリッド化し，初めて UV 硬化型インクの分解を促進し微細化できる『キャタライザー型脱墨剤』を開発した。

また，『キャタライザー型脱墨剤』は，新聞のようにパルプとの密着性の高い酸化重合型インクの分解を促進し優れた剥離性が得られ，再生パルプの品質を向上することができた。

（本文 42 ページ）

ピッチコントロールの基礎技術とその最新動向

—NISSIN-ピッチコントロールメソッド—

株式会社日新化学研究所 研究部
多田秀和

近年の製紙業界では，情報デジタル化の影響などにより古紙流通量が減少し，古紙品質の低下が懸念される中で，紙ユーザーからは紙品質の向上，軽量化などが求められており，優れたピッチコントロール技術が求められ

ている。

ピッチコントロール方法にはピッチ成分をパルプから系外へ除去する方法と，ピッチ問題が表面化するまでのプロセスを抑止する方法があるが，ピッチ問題の多くが原料起因である事などからパルプ工程でのピッチ除去が特に重要である。

従来のピッチコントロール技術には，非粘着化剤，分散剤，凝結剤，酵素剤といった作用の異なる様々な化学的処理方法があるが，どれも一長一短があるため，それぞれの特徴を正しく理解して使用する必要がある。

本稿では，ピッチコントロールの基礎技術の他，最新の技術動向としてフローテーション用ピッチ除去剤，古紙由来の粘着ピッチを分解する酵素製剤，非粘着化/分散/凝結作用を併せ持ったハイブリッド型ピッチコントロール剤について紹介する。

（本文 50 ページ）

パルプ工程スケールコントロールの基礎講座と最近の知見

伯東株式会社 化学事業部 四日市研究所 技術グループ
野口尊生

水を多量に利用する紙パルプ産業では，スケールと呼ばれる難溶性塩汚れが経験される。このスケールトラブルは工程各所で発生するが，クラフトパルプ工程は，水質，pH，温度などの諸条件がスケールにとって好ましいことから，特にスケールが発生しやすい。

クラフトパルプ工程では主として，炭酸カルシウム，シュウ酸カルシウム，硫酸バリウムの 3 種類のスケールが生成するが，pH 条件，温度，水質などの違いにより，生成個所は異なる。

スケール発生をコントロールする方法としては，スケール生成 pH 域回避やパルプ洗浄強化によるスケール成分持ち込み低減などが挙げられるが，どちらも実現困難である。そこでスケールコントロール剤を用い，スケール発生を抑制するという方法が一般的である。

スケールコントロール剤とは，キレート剤等とは異なり非化学量論的な添加量でスケールを防止する薬剤の総称であり，対象スケールに最適な薬剤を選定することが重要である。

また，近年のダイジェスタースケールコントロール要求の高まりに応えるため，次世代ダイジェスタースケールコントロール剤デポナックス P-78 を開発し，高い効果を示すことを確認した。

（本文 55 ページ）

森林総研におけるバイオマス研究

国立研究開発法人 森林総合研究所 木材研究部門・森林資源化学研究領域・木材化学研究室
池田　努

森林総研では，以前より木材成分を有効利用するための研究に積極的に取り組んでおり，現在においても数多くのバイオマス研究が進められている。今回は，その中でも，産・学・官連携のもとで進められた課題を含む，比較的規模が大きいプロジェクト研究を紹介する。

プロジェクト研究の中には，森林総合研究所内外にベンチプラントを建設し，原料となるセルロースナノファイバー（CNF）やリグニンを，関係企業・研究機関に供給しているものもある。バイオマス利用に対して興味やアイデアはあるものの，CNF やリグニンを手に入れる手段がない企業および研究機関は多く，森林総研は，CNF やリグニンの供給元となり，これらの企業および研究機関のバイオマス研究をサポートする役割も果たしている。

（本文 60 ページ）

エネルギーソースとしての木材資源の可能性と限界

北越紀州製紙株式会社 環境統括部
中俣恵一

現在，間伐材等の未利用木材を発電用燃料として利用することが注目され，FIT 制度に基づくバイオマス発電ボイラが次々と建設されている。日本の森林の生長量の内，利用可能な量は年間約 2 千万 m^3 であるが，未乾燥の木材は発熱量が低いことなどから，この全量を発電用燃料に利用した場合でも日本の総発電量の 1 % に満たない電力しか得ることができない。

一方，日本の国産木材使用量は年間約 2 千万 m^3 であり，その 39% を紙パルプ業界が製紙原料として使用している。山林の作業者数は限られていることや，間伐材等の未利用材等として森林経営計画を策定した森林や国有林などからの（間伐ではない立派な）木材も加えられたことから，燃料用途の伐採に山林作業がシフトし，製紙原料用の木材伐採が大幅に減少する可能性が出てきた。

（本文 63 ページ）

クラフトパルプ製造設備改造後の操業経験

大王製紙株式会社 三島工場 クラフトパルプ部 クラフトパルプ第一課
松島賢治

三島工場では抄紙機の増設増産に対応すべく，クラフトパルプ製造設備の増産改造を繰り返し行ってきた。その増産改造は，段階的に不足する設備を追加するというやり方だったため，機器台数やパルプ動線距離の増加等，エネルギーの増大も伴う結果となっていた。

一方で，生産構造の変化に伴い，2011 年に NKP 2 系列を蒸解釜，酸素脱リグニン設備と漂白設備からなる 1 系列に集約した。LKP 系列でも 2012～2013 年に機器大型化（台数削減）や設備間の機器配置見直しによる省エネルギーを視野に入れた抜本的な増産改造を行ってきた。

今回，さらに生産品種のシフトによるパルプ使用量増加に対応するため，LKP 改造工事等で遊休となった機器を最大限に利用して設備投資額を抑えた増産改造を行った。その改造で NKP 系列の日産を 650 t/日から 950 t/日までアップし，国内で最も高い生産能力を有する設備とした。

改造のコンセプトは次のとおりである。

・蒸解方法改良による連釜操業性改善
・熱回収による省エネルギー
・洗浄効率アップによる薬品低減
・遊休設備の最大限の利用による機器大型化

蒸解工程は，チップコラム下降を促進できる Valmet 社の Compact Cooking G 1™ への改良，合わせて精選工程の増強，および漂白工程の改造を行った。

改造に先立ち操業員への教育を行い，操業員全員参加での立ち上げと操業安定に取組んだ。この結果，白液の分散添加比率の調整や液比の見直しなど，早期に運転のやり方を掴むことができ，当初目的としていた成果を前倒しして達成した。

（本文 66 ページ）

TMP 省エネの取り組み

王子製紙株式会社 苫小牧工場 パルプ部
新屋　勝

王子製紙苫小牧工場では，古紙パルプの増使用が進むにつれ，それまで品質依存度の高かった TMP の生産条件を見直す環境が徐々に整ってきた。

2008 年燃料高騰によるオイルレス操業への移行に伴い，消費電力が高い TMP の電力原単位低減が求められ

たことから，2009 年より段階的な省エネ対応，すなわち，(1)プレヒーティング条件の見直し，(2)スクリーン粕量の低減，(3)省エネプレートの導入，(4)リファイニングシステムの 3 段から 2 段への変更　を進め，20% 以上の省エネを達成することができた。さらに，リファイニング濃度の変更，電力負荷バランスの最適化，フリーネスの変更などにトライした結果，最終的に，設備変更を殆ど行なうことなく，TMP リファイナー電力原単位を当初より 30% 削減した。その概要を報告する。

（本文 70 ページ）

研究報文

ショートスパン法による段ボール原紙圧縮強度の評価

王子ホールディングス株式会社 紙パルプ革新センター
平野大信，小林孝男

年々，段ボール原紙の薄物化が進んでいる中，坪量減少による強度低下を補うために，紙力剤を増添する等の対応を行うのが一般的である。しかしながら，最近の薄物原紙においては，紙力剤を添加しても，段ボール原紙の重要特性の 1 つである「リングクラッシュ圧縮強度」が十分に向上しない事例が散見される。またこれに伴い，原紙の圧縮強度から箱圧縮強度を推定することが困難になってきている。そこで，特に薄物においてはリングクラッシュ圧縮強度よりも優位であることが知られている「ショートスパン圧縮強度」の妥当性について再考した。

まず，リングクラッシュ圧縮試験の FEM シミュレーションにより，圧縮強度に対する紙厚の影響について調査を行った結果，紙厚が小さくなるほど圧縮強度も低下する傾向が認められ，リングクラッシュ法は基本的に座屈の影響を受ける測定法であることが確認された。また，紙厚が特に小さい場合，変形エネルギーの低い座屈モードに変化するため，圧縮強度の低下が顕著であることがわかった。

次に，通常中芯および軽量中芯をそれぞれ使用した箱の圧縮強度と原紙の圧縮強度の相関を調査したところ，リングクラッシュ圧縮強度よりも，ショートスパン圧縮強度との相関が高く，原紙の圧縮強度から箱圧縮強度を予測する場合，ショートスパン圧縮強度のほうが正確である可能性が示唆された。

以上より，段ボール原紙の圧縮強度はショートスパン法により評価することが妥当と考えられる。

（本文 78 ページ）

紙パ技協誌 9
September 2016
第70巻　第9号（通巻第786号）

目 次

製紙技術特集 I

1　第21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
3　湿紙の乾燥とドライヤーカンバス……河野良次
11　ドレネージシステムにおける省エネルギー……寺島　仁
16　ドライヤーフード排熱回収装置導入による省エネ事例……工藤嘉靖
20　ドクター装置・カンバスクリーナー紹介
—ドライパートの異物除去機器とその実績例—……村山知洋
26　ドライヤーパート汚れ防止技術による欠点・断紙低減対策……小林大介
32　サイザ及びドライヤパートの変遷と最新技術動向……高橋　徹
40　8号マシンの操業経験
—新ライナーマシン—……益山正行

総説・資料　44　古紙処理工程でのGHC 2ローター導入による省エネ事例……井戸川尚則

技術報文　49　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

66　紙パルプ技術協会第69回定時総会報告

03　会告
48　Coffee break
視覚を再検証　可視光線そもそも論……池田晴彦
92　パピルス
最近の注目特許

96　内外業界ニュース
100　協会保管外国文献標題
101　特許公報
111　全国パルプ材価格
112　統計
114　協会だより

湿紙の乾燥とドライヤーカンバス

敷島カンバス株式会社 技術部
河野良次

ドライパートは抄紙機で最もエネルギー使用するパートであり近年の環境問題面やコスト競争面から，熱効率を高めて使用蒸気を削減し，また駆動や送風ファン等の使用電力を削減することが求められている。ドライヤーカンバスはプレスパートで搾水された湿紙を保持運搬しながら蒸気で加熱されたシリンダードライヤーに圧着させ，乾燥を促進させる役割を担っている。ドライヤーカンバスは抄紙機のエネルギー効率に直結している要具であり，カンバスによる湿紙乾燥メカニズムを把握することは重要である。

カンバスは 1970 年代までは天然素材である綿で構成されていたが，合成繊維を使用したプラスチックカンバスが登場すると大幅な乾燥性のアップが実現された。綿カンバスに比べてプラスチックカンバスは高いテンションを掛けることが可能となったためシリンダードライヤーから湿紙の熱伝達が増加し，またプラスチックカンバスは高い通気性を実現したためドライヤーポケットから湿った空気を換気する機能が高まり，湿紙からの水分蒸発を促進した。

抄紙機はより高度に発展していく中でカンバスへの要求も高いものとなり，カンバスは他種，多様となっている。その結果テンションと通気性だけの乾燥モデルでは説明がつかない事例が発生しており，弊社では新たな乾燥のファクターとしてカンバスの表面性や内部構造に注目し，現在その検証に取り組んでいるところである。そこから得られた新たな知見を基に製品開発を進めて提案を行い，製紙産業の発展に微力ながら寄与していきたいと考えている。

（本文 3 ページ）

ドレネージシステムにおける省エネルギー

本山振興株式会社 装置事業部
寺島　仁

近年，省エネルギーに対する取組みがあらゆる分野で進められ，製紙業界でも様々な対策が求められている。

抄紙機におけるドライパートでも湿紙を目標水分まで乾燥させる工程で，いかに蒸気使用量が削減出来るかが鍵であり省エネルギーに直結する課題である。

品質やエネルギーコストに重要な役割を果たしているドレネージシステムは本来，抄紙機それぞれに，様々な操業条件に対応したシステムを求められるが，抄紙機の建設当初の操業条件と，現在の操業条件では，そのほとんどが坪量，抄速等何らかの条件が変化して操業されている。

乾燥能力を最大限に発揮，維持する為，その変化にドレネージシステムが対応出来ているか否かを調査，検討し，現状の抄物に合ったドレネージシステムに見直す事により品質の改善，操業性の向上ならびに省蒸気も期待できる場合も少なくない。

本稿では，ドレネージシステムの乾燥方式として「ブロースルーカスケード方式」「サーモコンプレッサー方式」を主として解説する。

（本文 11 ページ）

ドライヤーフード排熱回収装置導入による省エネ事例

王子マテリア株式会社 大阪工場 工務部
工藤嘉靖

抄紙機の乾燥工程であるドライヤーパートでのエネルギー使用比率は高く，省エネルギーを進めるうえで最重要課題の一つである。

大阪工場 2 号抄紙機のドライヤーフード給排気システムは，設備の給気能力の低さと経年劣化による冷気の侵入や熱の流出のため，給排気比率が低く，露点温度も低い状態での操業となっていた。さらに排熱を大気放出し

ていることによる大きなエネルギー損失の発生という問題も抱えていた。

本報では，前述の問題解決のため，ドライヤーフード排熱を有効利用する排熱回収装置の導入および，マシン操業時のドライヤー乾燥負荷バランスなどの工程調査に基づくドライヤー給排気システムの最適化を実施し，大幅な省蒸気を達成した事例について報告する。

（本文 16 ページ）

ドクター装置・カンバスクリーナー紹介

―ドライパートの異物除去機器とその実績例―

相川鉄工株式会社 技術営業部
村山知洋

近年の原料事情の悪化により，原質工程での異物除去の難しさも高まり，その結果としてマシンサイドへの異物持込みが増加している。抄紙工程へ持込まれた異物はマシンファブリックを汚染し，紙の品質を低下させたり，生産性を低下させるとともに，付着した異物を除去するために多くの労力や時間を要しており，この問題の解決は抄紙工程における重要な課題の一つと考える。

弊社・相川鉄工は，長年にわたり原質調成工程での異物除去装置はもちろん，ドクター，シャワーをはじめとしたオンマシン設備でも多くの皆様にご採用を頂いているが，ここではドライパート用異物除去機器としてドライヤー表面クリーニング用サーフェスクリーナー及びアブラシテック 8 ブレード，技術開発，改良を重ねた最新式カンバスクリーナーの実績及び特徴について紹介する。

（本文 20 ページ）

ドライヤーパート汚れ防止技術による欠点・断紙低減対策

株式会社メンテック 販売技術部
小林大介

近年，国内製紙業界においては，環境保護と循環型社会に対する関心の高まりに呼応して古紙利用率が増加している。古紙利用の課題の一つに，古紙に含まれる粘着テープやラベルなどの粘着物が汚れとして抄紙機の用具に付着し，断紙や不良品発生の原因となって生産性を低下させることがある。特に古紙利用率が 90% を超えるライナー・中芯においては，ドライパートにおける粘着物の問題が顕著であり，欠点や断紙発生の最大の原因となっている。また，洋紙に関しては板紙と同じ古紙利用率増加の他に，パルプ価格高騰などに対するコストダウンの一環として填料の増配や市場ニーズ変化に伴う紙の嵩高化などによって繊維間の結合力が低下し，抄紙機での湿紙とドライヤーなどの用具が接触する際に紙紛や紙面の毛羽立ちが発生する問題が出ている。

株式会社メンテックは，ドライヤーパートで発生する粘着物・紙紛などの汚れに対して，薬品と散布装置を用いたドライヤーパート汚れ防止技術を販売している。この技術は，オイル・ワックスなどのエマルジョンである薬品を摺動型スプレー散布装置で紙が接触する部分に散布し，薬品皮膜を形成して汚れの付着を防ぎ，且つ，付着した汚れのドクターや高圧水クリーナーなどの洗浄設備による除去を促進する方法である。本技術の適用箇所はマシン形式や汚れ状態によって様々ではあるが，一般的にはドライヤーには紙の W・F 面がそれぞれ最初に接触する上下段のシリンダー，カンバスには 1，2 群上下段カンバスの各箇所に適用することが基本である。効果としては，ドライヤーパート汚れ減少によるマシン・ワインダー断紙，欠点数（損紙量），マシン洗浄頻度の減少や，乾燥効率の向上，用具ライフの延命などがある。

（本文 26 ページ）

サイザ及びドライヤパートの変遷と最新技術動向

バルメット株式会社 製紙技術部
高橋　徹

製紙機械においてサイザは紙の表面処理上で最も重要な印刷適性の向上を実現する，サイジングを行うためのパートである。サイザは書籍用紙に代表される一般上質紙では最も広くかつ最も古くから利用されてきたが，近年においては新聞用紙や板紙に対しても広く普及してきた。その形式として古くはポンドサイズからゲートロールサイズ，さらにロッドメタリングサイズへの発展がみられる。このほか，非接触塗布のスプレーサイズも利用されている。サイザ関連装置としては，効率のよい通紙を可能とした通紙装置「フォイルフォース 1」，ロールカバーの下にらせん状の感圧センサを埋め込むことで，操業中にリアルタイムでニッププロファイルの測定が可能な「iRoll」が開発され，通紙の効率化，塗工プロファイルやシート走行性の改善に有効である。

一方，ドライヤパートでは蒸気とシリンダの組み合わせで紙に熱を伝える，という基本原理自体は抄紙機が発明されて以来ほとんど変化はないが，近年いっそうの省エネ・乾燥効率向上を図りかつ省スペース化のため，エアドライヤの原理を抄紙機ドライヤパートに適用する流れも出てきた。これは内蔵のガスバーナによって高温のエアをウェブに噴射し乾燥するもので，OptiDry インピンジメントドライヤとして注目を集めている。また，既存のシリンダドライヤにおいても走行性の改善は省エネ，効率アップに大きく影響しており，効果的な走行性改善システムのドライヤセクションへの導入は不可欠となっている。

本稿では，これら両パートのこれまでの変遷と，最新技術動向について紹介する。

（本文 32 ページ）

8 号マシンの操業経験

―新ライナーマシン―

丸三製紙株式会社 8 号抄紙課
益山正行

丸三製紙 8 号抄紙機は，ニーズの高まる段ボール原紙の薄物化に対応した，品質・生産性・コスト競争力をコンセプトに，丸網 6 号抄紙機の S&B として建設され，2014 年 12 月 26 日より試運転，2016 年 1 月 26 日より営業運転を開始し，約 1.5 年が経過した。この間に種々多くのトラブル対応を行い，既存製品の新マシン移行を計画通り完了させ，日産量もクリアー出来た。

本稿では，8 号抄紙機として採用した株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジーのウエットエンドプロセスを含めた抄紙機設備，主にヘッドボックス，プレス，ドライヤー等の設備概要，そして営業運転から現在に至るまでの，品質項目としても取り上げられる欠点の発生対策，ドライヤー内のカンバス汚れ状況，操業安定には欠かせない紙切れ発生状況等について報告する。

（本文 40 ページ）

古紙処理工程での GHC 2 ローター導入による省エネ事例

レンゴー株式会社 淀川工場 製紙部 製紙課
井戸川尚則

レンゴー株式会社では，地球環境に配慮した経営を実践することが，企業の持続的発展に不可欠であるとの認識に立ち，全社あげて環境保全活動に取り組んでいる。当社では，環境負荷の低減に向け具体的な目標を定めた環境行動計画として「エコチャレンジ 020」を策定している。2020 年度を中期目標の達成年度として，CO_2 排出量削減や古紙利用率の向上，廃棄物削減等のテーマに取り組んでいる。CO_2 排出量は，2020 年度までに 1990 年度比で 32% に削減することを目標に定めている。

淀川工場では，段古紙処理工程の粗選スクリーンを，ファイバーソーターから最新型の省エネルギーローターである GHC 2 ローター（相川鉄工株式会社製）を取付けた PH スクリーンに更新し大幅な省エネを達成するこ

とが出来たため，本報にてその事例を紹介する。

（本文 44 ページ）

技術報文

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 紙パルプ革新センター
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（＝Δf）が誘電率と体積の積に比例し，共振ピークレベルの変化（＝ΔP）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 測定用のソフトウエ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 49 ページ）

—表紙解説—

錦絵「古今東京名所　飛鳥山公園地王子製紙会社」
歌川広重（三代）画／明治 16（1883）年

今昔の東京名所を描く版画のシリーズのうちの一枚で，東京・王子にある飛鳥山から製紙会社（抄紙会社）を眺める様子が描かれています。

もともと飛鳥山は，江戸時代から桜の名所として知られ，人気の題材としてよく描かれました。明治 8（1875）年，渋沢栄一が飛鳥山の麓に抄紙会社を開業すると，当時はまだ珍しかった煉瓦造の近代的な工場であったことが大きな話題を呼び，抄紙会社は東京新名所の一つとして，飛鳥山と共に数多くの錦絵や石版画に描かれるようになりました。

なお，抄紙会社は明治 9 年に製紙会社へと名称が変更され，その後，明治 26 年に王子製紙王子工場となりました。

（公益財団法人 紙の博物館 学芸員　山口紘加）

紙パ技協誌 10
October 2016
第70巻　第10号（通巻第787号）

目 次

製紙技術特集Ⅱ

1　アプリケーターロール用ポリウレタンカバー『ハイトップロール』の最新技術
……島崎宏哉
6　表面処理剤の変遷と最新動向……渡邉将希
13　カレンダーおよびリールパートの技術的変遷と最新動向……安藤英次
20　欠陥検査システムの技術動向……鈴木　聡
23　B/M計の技術と展望……和田健一郎
27　1マシン・3マシン欠陥検出器・スリット支援システム導入の操業経験
……福田千春

総説・資料
33　アプリケーターロール用カバー材質による塗工の安定化とロールメンテナンスの改善……門松重忠
38　軸振れ対応型完全二つ割メカニカルシール
―縦型回転機器への応用―……神園貴志
45　流動床ボイラに見られる高温侵食摩耗とその防止に関する2，3の試み
……木村忠司，白石陽一
50　S.sensingを用いた操業と水質の関係解析によるウェットエンドの改善
……桂　仁樹，三枝　隆，日髙勝彦，原田　要，栗原信一
55　パルプ製造工程に大幅な改善をもたらす新しいプロセス計測と制御
―O_2段とD_0段におけるキャリーオーバーの影響―……アクリッシュ・マスルー，ニクラス・アンダーソン，キャロライン・ウィルケ，ウルフ・グレムガード，（翻訳）長谷川正司
62　会社紹介・製品情報(31)
アクアス株式会社

シリーズ：大学・官公庁研究機関の研究室紹介(113)
68　高知県立紙産業技術センター

研究報文
71　ナノセルロースによるエアフィルタの高性能化
……根本純司，楚山智彦，齋藤継之，磯貝　明

総合報文
85　表面欠陥検査装置の変遷……友村　匡

03　会告
67　知財散歩道(104)
知財の目で見るセイコーエプソン社「PaperLab」……田井靖人
70　Coffee break
アメリカ国立公園　レンタカーの旅　(その1)ヨセミテ国立公園……豊福邦隆
96　パピルス
最近の注目特許

102　内外業界ニュース
106　協会保管外国文献標題
108　特許公報
119　全国パルプ材価格
120　統計
122　協会だより

アプリケーターロール用ポリウレタンカバー『ハイトップロール』の最新技術

ヤマウチ株式会社 製紙開発部
島崎宏哉

サイズパートのアプリケーターロールとしてのポリウレタンカバーは，鉄芯との接着安定性を得るために下巻層が不可欠であった。しかし，最新のハイトップＬシリーズではハイブリッドボンディングシステムの確立により従来の常識を覆し下巻層が不要となった。

ハイトップＬシリーズは，従来品と比較して下記の特徴がある。

① 使用可能厚みが大きいためライフアップが見込まれる。
同じロール外径でもＬシリーズは従来品の 1.5 倍の使用可能厚みである。

② ポリウレタン層が厚く衝撃による接着界面へのストレスを軽減できるため，剥離トラブルを抑制できる。
衝撃テストの結果，ポリウレタン層が厚い方が衝撃を吸収・分散し，接着界面に与える影響は小さくなる。走行テストでも高い接着力が維持できる。

③ 過酷な使用条件でもブリスター剥離が発生し難い。
ブリスター促進テストの結果，Ｌシリーズは SD シリーズと比較してブリスターが発生し難いことが確認できた。

ハイトップＬシリーズは 2015 年 1 月に 1 本目を納入し以降計 10 本を製造・出荷しており，これまで実機使用でのトラブルは発生していない。

ハイトップＬシリーズの採用で，サイズパートの安定操業に寄与できるものと期待している。

（本文 1 ページ）

表面処理剤の変遷と最新動向

荒川化学工業株式会社 研究開発本部 製紙薬品事業
渡邉将希

近年，製紙業界においては，抄紙機，塗布機の高速化による内添薬品の歩留低下，表面薬品を用いる事による操業性悪化など製紙用薬品が有効に作用するには厳しい状況となっている。また，印刷様式の多様化に伴い，これまで以上に紙に対する品質要求が厳しくなっており，表面特性を容易に向上する事ができる表面処理剤が求められている。

上記の背景から，表面処理剤の過去からの変遷，最新技術動向を纏めた。表面処理剤の中でも代表的な表面サイズ剤の過去からの変遷について，酸性紙が主流であった当時には，スチレン（オレフィン）/マレイン酸系共重合物が開発され，中性化が進んでくるとスチレン/アクリル系重合物が使用されるようになった。更にサイズ性能を高める目的でエマルジョンタイプの表面サイズ剤が開発されてきている。今回，紹介する新規エマルジョンタイプの表面サイズ剤は，特殊な乳化剤を使用して，塗布時のエマルジョンの紙への分散性を高めており，従来品対比良好なサイズ効果を示す。

表面紙力増強剤は，過去より主に澱粉が使用されているが，ユーザーニーズに合わせて PVA，ポリアクリルアミドも使用されている。最近の動向として，段ボール原紙の薄物化が検討されており，これに伴う強度低下が課題となっているが，一般的な澱粉を塗布した場合には，目標強度が得られない場合がある。今回紹介する板紙用の新規表面紙力増強剤は，ポリマー密度を高めて高分子量化したポリアクリルアミドに紙への浸透性の高い水溶性高分子を導入した設計とした。このため，新規表面紙力増強剤は，澱粉，及び，従来の当社品と対比して，高い強度を示す。

（本文 6 ページ）

カレンダーおよびリールパートの技術的変遷と最新動向

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
安藤英次

抄紙工程の後半で紙はカレンダーパートにて圧力を掛けて組織を緻密化させ，リールパートで次工程の処理に適した形に巻上げられる。カレンダーは古くからハードニップとソフトニップのタイプに区分され，それぞれの適用する範囲を棲み分けていた。技術の進歩，特に樹脂性弾性ロールの発達はソフトニップカレンダーでの連続操業を可能にした。現代のカレンダーはそれぞれの特長を生かしながら互いに適用範囲を広げている。

また従来のロールニップに代わる新しいタイプのカレンダリングも市場に登場し認知されつつある。リールパートは抄紙機上で唯一の連続プロセスから断続プロセスに移る工程であり，巻き取りロールそれぞれの品質安定性や枠替えの信頼性が要求される。下巻き損紙を少なくし，巻きズレや紙表面を損傷無く巻上げるには適正な巻き取りニップ圧と張力が不可欠でセンター巻き方式は有効な手段の１つとなっている。また高水圧を利用した新しい枠替え技術は信頼性とともに下巻き損紙の削減も達成した。

本稿に於いてカレンダー，リールパートのそれぞれについて要求事項を挙げて，その為の技術的な変遷を整理し，Voith 社の製品を中心にこのパートでの最近技術を紹介させていただく。

（本文 13 ページ）

欠陥検査システムの技術動向

アメテック株式会社 サーフェースビジョン事業部
鈴木　聡

アメテック・サーフェースビジョンによる表面検査事業は，1990 年 Isys Control 社の設立とともにスタートした。当時としては画期的な完全デジタル処理による高機能な検査システムを開発し，おもに金属の表面検査向けに販売を開始。その後，マシンビジョンのリーディング・カンパニーであるコグネックス社の一事業部として，高機能かつ汎用の検査システム「SmartView（スマート・ビュー）」を開発し，2000 年以降，紙パルプ業界における検査事業を展開してきた。2016 年 7 月に本事業部の親会社がコグネックスからアメテックに移り，「アメテック・サーフェースビジョン」という新しい事業ブランドの下で，新たに検査事業を展開することとなった。

近年，品質要求の高まりに応じて，欠陥検査システムは「検出能力の向上」「欠陥分類の高精度化」と発展を遂げてきた。また，欠陥位置でワインダーを自動停止できるワインダー支援装置や，欠陥検査システムとモニタリング装置の連携によるプロセス解析など，欠陥検査システムの周辺技術においても，さまざまなソリューションを提供してきた。

本稿では，当社の新しい検査システム「SmartView 7.2（スマート・ビュー 7.2）」を中心とした欠陥検査における最新の技術と欠陥検査システムの拡張性について紹介する。

（本文 20 ページ）

B/M 計の技術と展望

横河電機株式会社 IA プラットフォーム事業本部
和田健一郎

「B/M 計」は，弊社が国産品として 1969 年に開発・販売開始した。以来，半世紀以上にわたって非常に多くの抄紙機に導入され，現在では抄造現場においてなくてはならない計装システムとなっている。B/M 計の誕生により，流れ方向と幅方向の両方の品質をオンラインで自動監視できるようになった。そして今日当たり前に見られるような制御の本格的な導入も B/M 計登場以降に進んだことである。オンラインでの品質の自動監視と自動制御が，これまで B/M 計の果たしてきた基本的な役割である。

オンラインで測定するにあたり，測定対象が高速で動いていることや，過酷な動作環境であること等によりいくつかの技術的課題を解決する必要がある。例えば LED カラー計では，主要なコンポーネントの温度制御，パ

スライン位置を検出する独自技術，蛍光を含む測定と含まない測定の同点測定を可能にする LED 点灯制御などの技術が用いられている。

B/M 計はセンサが紙面を斜めに走査するため，プロファイルデータの扱いにも注意が必要である。生プロファイルのデータを見ただけでは，見えている山谷が流れ方向変動を示すのか幅方向の変動を示すのか区別できない。これらの成分を分離するため，平均処理や平滑処理が一般に行われている。

これらのオンライン測定における技術によって，B/M 計は紙の品質改善と生産性の向上を支えてきた。今後は，ビッグデータ解析や新素材などにおいて更なる展開をしていくことになるだろう。

（本文 23 ページ）

1 マシン・3 マシン欠陥検出器・スリット支援システム導入の操業経験

日本製紙株式会社 北海道工場 旭川事業所抄造課
福田千春

「品質の向上」および「クレームの削減」は製造部門で働く者にとって，永遠のテーマの一つである。さらにより良い製品をお客様に提供するため，それらは日々向上させていかなければならない。そのため，素材メーカーにはより厳しい品質が求められていく。

日本製紙株式会社岩沼工場では，欠陥検出器の更新というアプローチで 2013 年から 2015 年にかけて 3 マシンと 1 マシンで取り組みを行い，クレームの削減を達成することができた。その時の状況や問題点などを紹介する。

岩沼工場 3 マシンおよび 1 マシンの欠陥検出器は，1997 年設置のもので透過方式のみの検査を採用しており，現状の設備では検出・判別できない欠陥がクレームの対象になってきていた。また，透過方式のみのため薄汚れ等の表面検査能力が低く，表面異物欠陥によるクレームも増加傾向であった。

そこで，2013 年から 2015 年の長期休転において，欠陥検出器更新工事を実施，クレームの大半を占めるスケ欠陥および表面異物欠陥の検査能力を向上させ，品質管理強化を実施し，さらにスリット支援システムを導入したことで欠陥流出防止対策を行った。立ち上げ当初は，LED 光源特性により穴欠陥とスケ欠陥の区別ができなかったり，サンプルテストで検出できたシワ欠陥が実機で検出できなかったりという問題があったが，現在では品質強化だけではなく，欠陥の原因調査などの操業改善を行える強力なツールとなっている。

（本文 27 ページ）

アプリケーターロール用カバー材質による塗工の安定化とロールメンテナンスの改善

株式会社明治ゴム化成 技術統括部製品開発チーム
門松重忠

近年，抄物の多品種化や塗工液の多様化ならびに高速化に伴い，サイズプレスアプリケーターロールカバー材質に対する品質安定化の要求がより厳しくなってきている。

サイズプレス塗工工程において紙シートへの塗工の安定化を阻害する要因を詳細検証すると，以下の 2 点の問題点を解決することが必要になる。

① アプリケーターロールの表面の撥水性が十分でないことによる塗工液の転写の不安定

② アプリケーターロールの表面粗さが変化することでの紙シートの剥離位置の不安定

当社はその問題点を解決するために，紙シートへの安定的塗工が行え，耐摩耗性・撥水性に優れた，低摩擦係数のポリウレタンカバー材質「スーパーポリフォルテ」を開発した。ユーザーでの評価結果は，特にサイズプレスアプリケーターロールにおいて表面粗さが一定に保たれる特性により，下記の効果が得られた。

・紙シートの剥離位置安定による塗工ムラの改善
・ロール両端部に発生していた波打ち状の凹凸現象の解消
・ロール交換周期の延命

また，ブルーム量の減少による塗工ムラ改善や断紙時のロール表面傷つき軽減等の当社想定以上の効果を得ることができた。

「スーパーポリフォルテ」は販売開始以来，100 本以上のサイズプレスアプリケーターロールに採用されている。

本稿では，「スーパーポリフォルテ」の特徴と材料物性評価および，評価事例について報告する。

（本文 33 ページ）

軸振れ対応型完全二つ割メカニカルシール
―縦型回転機器への応用―

日本ジョン・クレーン株式会社 エンジニアリング部
神園貴志

紙パルプ業界においても回転機器の軸封として，メカニカルシール化が進んできているものの，用途としては黒液やコーティングカラー等のポンプやスクリーンと言った機器に特定されており，保全担当者の手を煩わすことの多い，軸振れや振動を伴う横型及び縦型のアジテーターでは殆どの場合グランドパッキンが使用されている。

これらの現状を打破し，省エネやメンテナンスコスト削減，更に安全や安心を提供し安定操業を実現すべく，過去 2 年に渡り，ゴムローズの特性を応用した弊社独自の設計思想に基づく，横軸用の軸振れ対応型の完全二つ割メカニカルシールを紹介並びに提供してきたが，今回はより過酷な条件で使用されるパルパー等の縦型機器への応用についても，豊富な実績紹介を盛り込みながら紹介させて頂き，改めて軸振れや振動を有する機器の軸封として最適な解決策を提案する。

（本文 38 ページ）

流動床ボイラに見られる高温侵食摩耗とその防止に関する 2，3 の試み

株式会社ウェルディングアロイズ・ジャパン 技術部
木村忠司，白石陽一

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。

ここでは，ボイラ火炉内の水冷壁パネルおよび炉底に取り付け媒体を浮遊させ酸素を供給する流動化ノズルを想定して，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。その結果をまとめると以下の通りである。

表面温度が約 400℃ の水冷壁パネルの耐侵食摩耗策としては，耐熱・耐食材料で，熱膨張係数が母材とほぼ同程度で，溶接性も良好な Ni 基材料，例えば Alloy 625 などの延性材料を使用する肉盛溶接が適している。

表面温度が約 800℃ の高温にさらされる流動化ノズルの耐侵食摩耗策としては，高温まで硬さを維持する Co 基材料，例えばステライト No.12 等が適しているように思われるが，セラミックス添加材も含めてさらに検討が必要である。

侵食には引っ掻き摩耗と剥離摩耗の 2 つの形態がある。引っ掻き摩耗は摩耗性粒子が物体表面に衝突する際に，表面に溝あるいはクレータを生じさせ，衝突したごく近傍を隆起させる。主に延性のある材料に見られる。一方，剥離摩耗は摩耗粒子が衝突することにより結合力の弱い層状の膜が分離（剥離）する現象で，主に脆性材料に見られる。半溶融状態の材料が適度にあらされた表面に噴射され，幾層にも重なってできた硬質の溶射皮膜は脆性である。

今後は循環流動床ボイラにおける肉盛溶接材料の耐侵食摩耗特性についてさらに調査を行うとともに，実機における適用効果を明確にする予定である。

（本文 45 ページ）

S.sensing を用いた操業と水質の関係解析による ウェットエンドの改善

栗田工業株式会社 プロセス技術一部
桂　仁樹，三枝　隆，日髙勝彦
同　機器部
原田　要，栗原信一

近年の製紙業界を取り巻く環境は大きく変化している。原料については，資源の有効利用や省エネルギー，環境保全の観点から，古紙原料の回収率，利用率の向上を行い，粗悪古紙の利用も検討されている。板紙の古紙利用率は，93.2% となっており古紙原料の影響による操業への影響が予想される。しかし，古紙原料の影響や多品種小ロットによる操業条件の変動による製品への影響が発生しやすい状況下でも，厳格化されたユーザー品質を維持し，さらに生産効率を向上させなければならない。

そこで，本報告では製紙で用いられる多量の水に着目して，原料古紙悪化が進む中でも，品質と生産効率の向上を実現できる S.sensing®システムについて紹介する。本システム適用による水質と操業の関係解析から，水質をコントロールすることでウェットエンドや操業の改善が図れることが定量的に確認された。

（本文 50 ページ）

パルプ製造工程に大幅な改善をもたらす新しいプロセス計測と制御

—O_2 段と D_0 段におけるキャリーオーバーの影響—

スペクトリス株式会社 BTG 事業部
アクリッシュ・マスルー
BTG インストゥルメンツ
ニクラス・アンダーソン，キャロライン・ウィルケ
カールスタード大学
ウルフ・グレムガード
（翻訳）スペクトリス株式会社 BTG 事業部
長谷川正司

従来のファイバーライン制御はもっぱら，カッパー価として表されるパルプ繊維のリグニン含有量と，漂白段階での白色度測定を組み合わせて行われている。カッパー価は，複数のポイントで測定を行う従来型マルチポイント分析装置を用いて測定されているが，ひとつの中央分析ユニットの限られた分析能を共用するため，データの更新頻度が低くリダンダンシーに欠ける。一部の工場では依然として，手作業で試料を採取しラボでカッパー価を測定しているが，この方法ではデータ更新頻度がきわめて低く，一般に再現性も低い。繊維のリグニン含有量と白色度は実際に，単位操作の制御にとって決定的なパラメーターであるが，起きている反応に影響を及ぼすため液相中の溶解リグニン（黒液キャリーオーバーと呼ばれることが多い）が重要な役割を果たすことが明らかにされている。このキャリーオーバーの測定は，完全自動化ファイバーライン工程管理を最適化するうえできわめて重要な課題になっている。

本研究は，パルプストック中の溶解リグニンキャリーオーバーを捕捉する 2 つの新しいセンサーを評価した結果を示し，酸素脱リグニン段と二酸化塩素漂白段における溶解リグニンキャリーオーバーの影響を正確に説明する。工場のデータをラボデータと組み合わせて，新しいセンサーツールを利用する新しい制御概念の有益性を確認する。

最新の研究と工場での試験により，このような新しい測定法と制御機能が適切に履行されれば，パルプの収量と品質，生産速度および漂白薬品消費量の最適化という観点から，ファイバーライン操業を大いに改善する可能性があることが明らかになった。

（本文 55 ページ）

研究報文

ナノセルロースによるエアフィルタの高性能化

北越紀州製紙株式会社 研究所
東京大学大学院 農学生命科学研究科
根本純司
北越紀州製紙株式会社 研究所
楚山智彦
東京大学大学院 農学生命科学研究科
齋藤継之，磯貝 明

木材パルプの 2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl（TEMPO）酸化と，それに続く水中解繊にて得られる TEMPO 酸化セルロースナノフィブリル（TOCN）を，水と t-ブチルアルコール（TBA）の混合分散媒を用いた凍結乾燥法にてエアフィルタ濾材への適用を検討した。支持体であるガラスフィルターに対する TOCN の付着量，さらには高湿度や粒子負荷のフィルタ性能に与える影響について評価した。

支持体重量に対する TOCN 付着量については，TOCN 付着量が 0.081% でフィルタ性能は最大となり，その後は低下した。TOCN 付着量が多いと，密になった TOCN が圧力損失を大きく上昇させていると考えられた。湿度の影響では，高湿度環境下に TOCN 付着フィルタを晒すと，圧力損失は低下し，粒子透過率は上昇した。一部の TOCN ネットワークは収縮しているのが電子顕微鏡観察で認められたが，多くは多孔質のネットワーク形状が保持されており，高いフィルタ性能も維持していた。オイル粒子の連続負荷により，TOCN ネットワークが凝集し，TOCN 付着量の多いエアフィルタで圧力損失が低下した。しかし，粒子凝集体や風圧による TOCN の脱落は確認されず，TOCN ネットワークが強靭であることも示された。

ナノセルロースのエアフィルタへの応用には課題もあるが，TOCN 特有の極めて細い繊維径，高いアスペクト比，強固なネットワーク構造を生かすことで，高性能エアフィルタとしての利用が期待される。
（本文 71 ページ）

総合報文

表面欠陥検査装置の変遷

オムロン株式会社 インダストリアルオートメーションビジネスカンパニー 検査システム事業部
友村 匡

表面欠陥検査装置（Web Inspection System 以下欠陥検査装置という）は，国内の製紙業界では 1960 年頃に東英電子工業が「スポットディテクター」の商品名で発売したのが最初とされる。今でも欠陥検査装置のことを SD 計とも表記されるのは，この名残である。

1963 年に立石電機（現オムロン）も布地の検査向けに欠陥検査装置を開発し，以降製紙業界を中心に約 50 年の歴史を刻んできた。当初は一部の製品での使途を除き，B/M 計等の他の計装機器に対してさほど重要とされていなかった欠陥検査装置も，今ではこれなしでは紙が出荷できないまでに重要な計装機器となった。

新規参入するメーカも増え，現在国内で販売される欠陥検査装置のメーカは，国内外を合わせて 10 社以上になった。ユーザの品質への向上心とメーカ間の競争により，性能，機能も格段に向上してきている。

本稿では欠陥検査装置の技術の進歩と変遷について述べ，今後についても考察してみる。

なお，機密保持の縛りがない限り，欠陥検査装置の技術の歴史を後世に残すために，他社技術でもできるだけ社名を挙げて記述した。万一誤記述があれば，各位にご迷惑をおかけすることに深くお詫びするとともに何卒ご容赦をお願いする。また弊社以外のメーカの技術についてもできるだけ多くを記述したかったが，他社技術については手元の資料に乏しく，弊社の技術が中心となってしまったことをお詫びする。

振り返ると技術の進歩は，ユーザとメーカとが一緒になって創造し努力した結果であった。先達の諸氏には尊敬と感謝の意を表する。今後も，製紙業界と関連デバイスメーカおよび欠陥検査装置業界の発展を願う次第である。
（本文 85 ページ）

紙パ技協誌 11
November 2016
第70巻　第11号（通巻第788号）

目 次

研究発表会特集

1　第83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
14　脱墨工程における古紙ピッチ除去薬品……田口千草，和田　敏
17　難脱水汚泥対応型高分子凝集剤の開発
—アニオントラッシュ含有排水の脱水性改善—……竹田　健，奥澤清美，稲葉孝文
22　高級印刷用紙の風合い評価……内藤英也，西川和男，暮沼侑士，酒井裕介

総説・資料
25　インテンサマックスによる最新デトラッシュ技術……田中正守，後藤隆徳
29　アンドリッツの最新アンダーマシン・パルパー技術……竹下陽介，佐藤　拓
33　白色・有色LED照明に誘引される不快害虫，特にユスリカ類について
……木村悟朗，草間俊宏，榎田順一
36　抄造品種変更のための最新改造事例の紹介……小林　準
40　技術資源の有効活用……城田靖彦
48　製紙工程最適化のためのACA Permiオンライン透気度計及びACA RoQロール巻き取り堅さ測定器……ユルキ ラアリ，熊谷　傳
51　二塚製造部省エネルギーへの取組事例……城光与志忠
56　会社紹介・製品情報(32)
株式会社スリーエス

研究報文
61　光沢ムラの評価方法に関する研究……石塚一彦，近藤裕介，高橋和哉

03　会告
71　パピルス
冷たさがもたらしたグローバライゼーション……門田克行

74　内外業界ニュース
78　協会保管外国文献標題
79　特許公報
90　全国パルプ材価格
91　統計
93　協会だより

脱墨工程における古紙ピッチ除去薬品

栗田工業株式会社
田口千草，和田　敏

古紙原料由来の粘着異物であるピッチの除去は，1～2 mm 以下の微細なピッチ欠点が問題となる新聞，白板紙などの印刷用紙において高いニーズがあり，一方，雑誌やミックス古紙等のピッチ含有量が多い古紙が原料として用いられるようになり，ピッチ処理の難易度は年々上がってきている。ピッチが紙面に存在すると印刷時に文字潰れや穴抜け，ヒッキーが生じるため，定着剤などで製品に定着させてピッチを系外に排出する方法では解決が困難な場合もあり，従来から脱墨工程のフローテーターによりインキと共にピッチを除去する方法が種々考えられてきたが，古紙原料由来のピッチは微細なために，フローテーターでは十分に除去できなかった。

本報では，ノニオンポリマーの構造を変化することによって，フローテーターで除去可能な大きさへピッチを選択的に凝集させることを見出したので概要を報告する。

（本文 14 ページ）

難脱水汚泥対応型高分子凝集剤の開発

―アニオントラッシュ含有排水の脱水性改善―

MT アクアポリマー株式会社 事業企画部商品開発 G
竹田　健，奥澤清美
MT アクアポリマー株式会社 技術統括部
稲葉孝文

製紙工場の総合排水系に DIP 工程からの排水が高い比率で混合すると，DIP 排水中の灰分やアニオントラッシュにより高分子凝集剤の加水分解や懸濁物質との相互作用がおこり，脱水不良や凝集剤の使用量増加などの問題が発生し，従来のカチオン性高分子凝集剤単独では十分に対応できない場合がある。

本研究では DIP 排水を，繊維分等の比較的粒子系の大きな SS 分とアニオントラッシュの水溶性物質やコロイド等の混合物として捉え，それぞれに対応した 2 種類のレオロジー挙動が異なるポリマー（ポリマー A，ポリマー B）からなる，DIP 排水対策のための高分子凝集剤の開発について報告する。

凝集メカニズムは，分子量が高いポリマー A により，繊維分等の比較的大きな SS 分を凝集させ，ポリマー水溶液の流動性が高いポリマー B により，アニオントラッシュ等の水溶性物質の捕捉する仕組みである。このように各々のポリマーが，凝集捕捉するターゲットを役割分担することに特長がある。

製紙工場の DIP が混入した実排水を用いてラボ試験を実施した。開発品の方が，従来のカチオン性 PAM 系凝集剤よりも，フロック径が一回り大きく，圧搾性が良好な結果が得られた。また，フロック分離後の濾液のゼータ電位を測定したところ，開発品の方が，電位の絶対値が小さくなり，排水全体の荷電中和率を高めたことが，凝集性改善に繋がったと考察した。実際の抄紙工場排水による実機試験でも，開発品の方が，濾液にリークする SS 量も少なく，ケーキ含水率も低くなり，安定な凝集性能が得られた。

（本文 17 ページ）

高級印刷用紙の風合い評価

特種東海製紙株式会社
内藤英也，西川和男，暮沼侑士，酒井裕介

高級印刷用紙は，本のカバーや表紙，パッケージなどに使用されるため，印刷適性の他に温かみや適度な凹凸感といった良好な触感が要求される。

良好な触感を表す言葉として「風合い」という言葉が多用されるが，風合いは機器測定により数値化されることはあまりなく，官能評価が一般的である。

本報は，2015 年に上市した「エアラス」の開発で行った機器測定による風合い評価について報告する。機器

測定は，歪ゲージを内蔵したセンサー（接触力センサー）を指先に装着し，ページをめくる際に親指に掛かる力，用紙を擦った際に薬指に掛かる力を測定するものであるが，測定結果と官能評価はよく一致した。

（本文 22 ページ）

インテンサマックスによる最新デトラッシュ技術

株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジー
田中正守，後藤隆徳

パルピング工程における異物処理（デトラッシング）システムはパルパの能力を維持するために不可欠なものであり，近年の原料古紙の品質悪化傾向によりその重要性は年々高まっている。異物処理は補助離解機と脱水機にて行われるが，近年ではよりパルパから異物を積極的に引き抜くために特に補助離解機の効率化が求められている。インテンサマックスはこの要望に応える特徴を備えている。インテンサマックスは 2010 年にリリースされて以来現在まで 61 台の実績がある。特徴としては，まず，ロータとスクリーンプレートが本体上部に設置されているため，異物の巻き込みや摩耗が起こりにくく交換部品の寿命が長くなる。次に，ロータ中心軸とケーシング中心軸とが傾いた角度で配置されており，ケーシング内の同心円状の回流が起こりにくくすることで異物同士のからまりによる粗大化を防いでいる。また，リジェクト配管を本体最下部，かつ入口配管の近くに設置することで，重量異物の効果的な排出と，異物の不要な巻き上がりを防止している。このインテンサマックスの導入例として，従来の補助離解機二台をインテンサマックス一台に交換した場合，省エネ効果として年間約 1,560 万円，かつメンテナンスコストを年間約 600 万円削減することが可能となり，安定したデトラッシングシステムの稼働が可能となった。

（本文 25 ページ）

アンドリッツの最新アンダーマシン・パルパー技術

アンドリッツ株式会社 技術営業部
竹下陽介，佐藤　拓

成熟した産業にあっては，増産益を見込みにくいため，大型設備投資，コストのかかる最新技術の導入は抑制される傾向にある。製紙産業では，数多くの多くの抄紙機が稼働している。時代のニーズに合わせ，製造品種の変更，生産ラインの統合・合理化更には工場統合が行なわれると同時に，設備の老朽化対策，効率化，近代化をしなければならない。マシンをより高速化し，生産性を上げると共に，省エネルギー，品質改善，生産コストの低減が重要となる。マシンの高速化に対応するために，マシン下パルパーの能力アップも求められる。既設設備を最大限に有効活用し，より少ないコストで近代化することは，競争力，収益性の観点から重要である。これは，北米，欧州そして日本など先進国に共通の課題である。

アンドリッツは，既設のアンダーマシン・パルパーの能力アップを図ると共に，25–30% の省エネルギー，また離解性を向上させる FiberSolve™ Rotor を開発した。少ない改造コストで，パルパー能力を向上させる。従来のカッティングによらないパルピングでパルプ品質を低下させずに処理能力も上げることができため，改造マシンの操業にも柔軟に対応する。北米，欧州において FiberSolve™ Rotor は，旧ベロイト製の抄紙機式などのマシン下パルパーのアップグレードに採用され，マシンの高速化，ロスの低減，品質改善，生産性の向上，省エネルギーに効果を発揮している。

（本文 29 ページ）

白色・有色 LED 照明に誘引される不快害虫，特にユスリカ類について

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 商品開発グループ
草間俊宏
イカリ消毒株式会社 広域営業グループ
榎田順一

本研究は，紫外線領域を含む有色 LED 照明および白色 LED 照明へのユスリカ類の飛来量を明らかにするために，野外試験を行った。紫外線領域を含む有色 LED 照明（UV＋blue， UV＋green，および UV＋green＋blue）3 種と白色 LED 照明（UV＋white）1 種，合計 4 種の光源を使用し，各照明へのユスリカ成虫の飛来量を比較した。ユスリカ成虫は UV＋green＋blue にもっとも多く飛来し，次いで UV＋green, UV＋white, UV＋blue の順であった。本研究で使用した LED 照明に飛来しているユスリカ類は主に可視光領域，特に緑＞黄緑＞青の順に反応していると考えられた。

さらに，紫外線領域を含まない防虫有色 LED 照明のユスリカ類に対する効果についても追加試験を行った。市販されている防虫有色 LED 照明である黄色 LED 照明（yellow）と緑色 LED 照明（green），および白色 LED 照明（white）の合計 3 種の光源を使用し，各照明へのユスリカ成虫の飛来量を比較した。各調査日の white を 1 とした場合の防虫 LED 照明の相対飛来量を算出した。white に対する yellow の相対飛来量は 0.2±0.3（n＝3）であった。一方，white に対する green の相対飛来量は 0.8±0.4（n＝3）であった。これらの結果から，ユスリカ類の防虫には黄（yellow）が有効であると考えられる。

（本文 33 ページ）

抄造品種変更のための最新改造事例の紹介

株式会社小林製作所 製紙機械設計部
小林　準

小林製作所は創業以来，顧客ニーズに最大限応えるように，国内はもとより海外へも展開しプラント建設の経験と実績を積んできた。その結果，タイ王国の製紙最大手である SCG（サイアム・セメント・グループ）傘下の SKIC（Siam Kraft Industry Co., Ltd.）から 2005 年ワンサラ工場 PM 9 の移転，2012 年の同マシン増産工事に引き続き，バンポン工場 PM 17 改造工事を 2013 年に受注した。このリピートオーダーは顧客とサプライヤである当社が良好な協力関係にあり，SKIC に多大なメリットを生み出していることを示す好例である。

本報告では中しん原紙から石膏ボード原紙に品種変更され，マシン全体にわたり大規模な工事を行った，PM 17 フォードリニア 3 層抄き抄紙機の紹介と，スタートアップの状況について報告する。

（本文 36 ページ）

技術資源の有効活用

日本ビジネス革新コンサルティング株式会社―JBIC―
城田靖彦

設備運転や設備保全の技術ノウハウについて技術・技能の棚卸と技術継承を通じて標準化と整備を図り，トラブルシューティングへの対応，トラブル未然防止等，トラブル削減や安定稼働に向けた取り組みの強化が求められてきている。

そのような課題に応えるべく，自社が保有する技術資源を顕在化し，商品開発や工法開発，安定生産に活かす為の方法やそれら技術の有効的な扱い方の検討，並びに技術開発の方向付けを行うと共に，技術資源活用のしくみを構築しいていく為のマネジメント方法を一つの活動プログラムとしてまとめた。

プログラムで構成されている基本的な取り組み領域としては，以下 3 点である。

1) 技術戦略に結びつけるための保有技術の検討領域。
2) 保有技術の特定とメカニズムの明確化及び技術データの整備と共有化の検討領域。
3) 技術データベースの構築と継続的 TRM 活動運営方法の検討領域。

また，プログラムの基本的な考え方，ポイントとしては，以下 4 点である。

1) 自社が保有しているとされる技術の棚卸しを行い，その技術の定義と特徴を明らかにする。技能においては技術に変換する。
2) それらの技術情報を社内標準として活かせる姿に整備し，共有化方法を明確にする。
3) 棚卸された技術を市場要求及び企業ベネフィットの観点から評価を行い，今後の技術開発や生産の安定化等に活かすべく戦略的な取り組み方を明らかにしていく。
4) 最終形として技術データベースの構築と自社技術の維持管理の仕方，事業間での技術の共有化の仕方といった技術資源活用のしくみを構築する。

技術の棚卸しという作業は良くやられており，技術の活かし方についても問題意識は高いようだが，経営課題からすると優先度は低いようだ。技術は企業の生命線なのだから今一度，技術の見直しをして頂きたいと願うものである。

（本文 40 ページ）

製紙工程最適化のための ACA Permi オンライン透気度計及び ACA RoQ ロール巻き取り堅さ測定器

ACA・システムズ社
ユルキ ラアリ
（通訳）新日本通商有限会社
熊谷 傳

ACA Systems 社製“ACA Permi”は，抄紙機に設置してオンラインでウェブの透気度を連続測定する。そして，その計測データを使って原質工程でリファイナーを制御することにより省エネで最適なフィブル化を行う。これにより，原料の種類や配合比によらず対応できるのでコストを抑え生産性を向上することができる。近年は，不織布等や電池のセパレーター等の生産ラインに使われるようになった。また同様に，コート紙や上質紙等の場合は，コーテイングカラーやサイズ剤等を管理することにより製品の品質向上やコストダウンを図ることができる。

ロール巻き堅さプロファイラー“ACA RoQ”は，抄紙機のリールで巻き取られたジャンボロールやワインダーのロールの巻き堅さを測定するハンデイタイプの計測器である。そして，その計測データを使ってキャリパーコントロールを行ない，スリッター，カッター，そして印刷等の仕上加工工程におけるトラブルを少なくし，不良品の生産を事前に防止する。また，プラスチックフィルムや金属箔等にも使われている。

（本文 48 ページ）

二塚製造部省エネルギーへの取組事例

中越パルプ工業株式会社 二塚製造部
城光与志忠

近年，紙パルプ産業においては日々，省エネ・省資源・CO_2 削減の取組みが進められている。生産面においても省エネによるコスト削減は大きな課題となっており，一層の努力を積み上げなければいけない状況である。

今回，当製造部では脱墨パルプ設備の洗浄工程に新型洗浄機を導入し，106 kW/月の省電力を達成した。この設備投資は DIP 白色度アップによる原料配合率向上が主目的であり，省電力としてのメリットは付加価値であった。しかし，昨今の低操業下において大型の設備投資が減少している中，省エネ以外を目的とした設備投資であっても省エネの観点で着目していくべきである。

また電力変換技術の中でも近年注目が集まっているマトリクスコンバータの導入による省電力事例では，巻取

搬送工程においてエレベーター式トレーコンベアが下降時に発生する回生エネルギーの回収を図った。通常，モーター周波数を変調する方法では，交流電源を直流に変換し，さらに交流に変換する VVVF インバータを使用するが，マトリクスコンバータは交流電源から直接新たな交流を作り出す電力変換装置である。このような新しい技術を積極的に取り入れていくことも省エネを実現する上で重要となる。

本稿では当製造部が実施してきた取組みを省電力・省重油・節水の 3 項目に分け紹介する。

（本文 51 ページ）

研究報文

光沢ムラの評価方法に関する研究

日本製紙株式会社 総合研究所
石塚一彦，近藤裕介
日本製紙株式会社 北海道工場
髙橋和哉

紙表面における光沢の均一性，いわゆる光沢ムラは，紙の美粧性に大きく関わり，特に高い美粧性が要求される高級印刷用紙や高級白板紙では重要な品質の一つである。本研究では，従来の表面性に関する紙質では説明できなかった，巨視的な光沢ムラの度合いを定量化するために，ライン光源，ラインカメラ，および移動ステージからなる装置を作製し，塗工白板紙の光沢ムラを測定した。得られた光沢ムラ画像を周波数解析した結果，本研究で用いた試料では波長 0.7–0.8 mm 付近と 5–6 mm 付近に振幅のピークを持つスペクトルが得られ，このうち波長 6 mm における振幅の大きさと，目視評価による光沢ムラの度合いの間に高い相関が認められた。よって，本装置は光沢ムラの定量評価や原因の解析に有効と考えられる。

また，これらの試料について，原紙各層（最外層は塗工層を含む）の地合指数を測定したところ，最外層の地合指数と，光沢ムラ画像を周波数解析した結果得られた波長 6 mm における振幅の間に高い相関が認められた。以上の結果から，本研究で用いた多層抄き製品では，最外層の地合が光沢ムラに大きな影響を及ぼしていることが示唆された。本装置を利用することにより，光沢ムラを効率的に改善できると期待される。

（本文 61 ページ）

紙パ技協誌 12
December 2016
第70巻　第12号（通巻第789号）

目 次

環境特集

1　第23回環境セミナー報告……紙パルプ技術協会　環境技術委員会
3　排水処理における難分解性COD分解手段……古庄健太
10　シャットダウン時における活性汚泥養生運転方法と臭気対策……林　賢治
14　オゾンおよび空気マイクロバブルによる排水の高度処理……男成妥夫
21　新潟工場　用水使用量の削減
—ミニマムインパクトミルをめざして—……団野武亘
25　騒音・低周波音対策の基礎と事例
—耳で対策効果を実感しよう—……青木雅彦
30　振動障害の実例紹介
—見えない振動の原因を究める—……宮﨑明彦
34　水俣条約と水銀大気排出の抑制……田村友宣
38　生物応答を利用した排水管理
—試験機関の現場から—……澤井　淳
44　新たな水質指標である底層DOと沿岸透明度……三宅里奈
48　「まるごとわかる環境法」（水濁法，廃棄物処理法）
—いぜん，跡を絶たない法令違反—……見目善弘
54　廃棄物処理法違反への処分・罰則
—最近の処罰事例及び今後の法改正の動向—……佐藤　泉
57　中之条町の自治体主導型再生可能エネルギー
—再生可能エネルギーのまちづくりと電力の地産地消—……山本政雄

総説・資料
62　会社紹介・製品情報(33)
スペクトリス株式会社
66　オゾン漂白基礎講座(1)
オゾンの性質と漂白条件……宮西孝則

シリーズ：大学・官公庁研究機関の研究室紹介(114)
76　国立研究開発法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）
海洋生命理工学研究開発センター　深海バイオ応用研究開発グループ

研究報文
79　*Eucalyptus globulus* 精英樹候補木のクローン苗による耐塩性評価とフィールド試験……藤井裕二，陶山健一郎，林　和典，田邊稔明，河岡明義

03　会告
75　知財散歩道(105)
商標審査基準45年ぶり大幅見直し……井口裕二
78　Coffee break
我国三大和紙コレクションの一つ「関義城コレクション」が，紙の博物館に寄贈さる……辻本直彦
96　パピルス
お札の紙の源流と越前和紙……武藤直一

100　内外業界ニュース
105　特許公報
115　全国パルプ材価格
116　統計
118　協会だより

排水処理における難分解性 COD 分解手段

日鉄住金環境株式会社 水ソリューション事業本部
古庄健太

標準活性汚泥法は，生物処理であるが所以に BOD 分解は行われるものの，難分解性 COD の処理が不得意とされている。当社は微生物の活性を上昇させることにより，通常処理では困難であった，生物処理水中の残存 COD を削減させる画期的な微生物活性剤 COD カッター・AME シリーズを開発した。これにより既存の活性汚泥処理の能力を向上させることに成功した。

活性汚泥処理において，⑴処理水 COD が低下しない，⑵処理水に着色が残存する，⑶処理水の濁り，白濁，発泡，スカムの発生が見受けられる，⑷活性炭吸着塔の再生頻度が高い，といった障害が発生する場合は複合微生物系のバランスを欠いており，結果的に排水処理の安定操業を維持出来なくなっているケースが多く見受けられる。活性汚泥における COD の処理性は，排水に含まれる生物難分解性の COD を分解できる微生物の存在が重要になる。

COD 処理剤「COD カッター」は，比較的粒径が大きな多孔質物質と微細な粉状体の多種混合物であり，微生物活性剤を包接・吸着し，化学的に不安定な微生物活性剤の耐久性を高め，徐放性能発現する働きをする。また，排水中の難分解性 COD 成分を吸着して濃度を高め，微生物の産生する体外酵素がアタックしやすい状況を作る働きをする。また，産業系排水の基質組成の偏りを補うための薬剤として，微生物活性剤「AME シリーズ」がある。

（本文 3 ページ）

シャットダウン時における活性汚泥養生運転方法と臭気対策

無臭元工業株式会社 水環境ソリューション部
林　賢治

活性汚泥養生運転の目的は，シャットダウンにともなうイレギュラーな環境下で，極力機能低下を抑え，立上げ後の水質劣化やトラブルを回避する点にある。そのためには，負荷推移を予測し，機能低下の最も抑えられる運転を事前に計画するとともに，実際の推移をチェックし，設定切り替えのタイミングや設定内容に適宜修正を加える必要がある。

マシンや原質のシャットダウン計画をもとに，活性汚泥処理プロセスへの流入負荷推移を予測し，①残負荷処理期間，②無負荷養生期間，③立上げ準備期間，④立上げ期間，の 4 期間のそれぞれについて，栄養剤添加，曝気，返送汚泥，余剰汚泥等に関する運転方法を設定する。

シャットダウンに関連して起きやすい臭気トラブルに対する臭気対策内容は，①間欠曝気時の腐敗対策（運転切り替えのタイミングや運転設定を修正することで腐敗進行を避ける。また，曝気槽に直接添加可能な消臭剤を事前に準備し，曝気再開時等，必要なタイミングで投入する），②ペーパースラッジ積置き対策（積置き対象となる焼却停止後に脱水される汚泥スラリーに対し，事前に効果の確認された消臭剤を，積み置き期間に応じて持続性が得られる添加率でライン注入する），③脱水再稼働時における脱水機周辺の臭気対策（ペーパースラッジの積置き対策と同様，汚泥スラリーに対し，消臭剤を脱水時の臭気抑制が可能となる添加率でライン注入する），④滞留原料の臭気対策（あらかじめ停止するタイミングで，滞留する原料に専用の臭気対策薬剤を添加しておくことで，滞留時の腐敗抑制と発生臭気の除去を図り，抄出し時の臭気トラブルを回避する）である。

（本文 10 ページ）

オゾンおよび空気マイクロバブルによる排水の高度処理

（元）三重県工業研究所
男成妥夫

オゾンや空気のマイクロバブルは，ミリバブルに比べて，①表面積が大きい，②水中での滞留時間が長い，③マイナスの電荷を持ち，自己収縮により内圧が増大し，やがて圧壊してヒドロキシルラジカルを生成する，等の特性を有している。こうした事から，マイクロバブルを用いるとオゾンや空気の溶解速度が高くなり，汚濁質の効果的な酸化分解，疎水性の物質やプラスに荷電する物質（タンパク質や細菌類）の効果的な吸着，等による水処理が可能と成る。また，空気マイクロバブルを用いると，排水中をより酸素リッチな状態にする事が可能で，好気性生物処理を効果的に行うのに有効と考えられる。

従来，ミリバブルを用いて行われて来た水処理においてもマイクロバブルを用いる事でその性能向上を図る事が可能と考えられる。そこで，本報では，そうした可能性を考察する目的で，オゾン酸化処理及びオゾンと過酸化水素や紫外線等を組み合わせた高度酸化処理での水処理例について示した。

空気及びオゾンのマイクロバブルを用いた水産加工場排水の処理実験，空気マイクロバブルを用いるし尿の土壌浸潤処理実験を実施し，その評価を行ったところ，何れも良好な処理結果が得られた。

今後，大規模な水処理施設でマイクロバブルを用いるには，マイクロバブル発生方法の改善等が課題となると思われるが，ミリバブルを用いて来た水処理施設であれば，レトロフィットは比較的容易であると考えられ，マイクロバブル応用の進展が期待される。

（本文 14 ページ）

新潟工場　用水使用量の削減

―ミニマムインパクトミルをめざして―

北越紀州製紙株式会社 技術開発部
団野武亘

北越紀州製紙では，環境に対する考え方として，環境に与えるあらゆる負荷を最小限にする「ミニマム・インパクト」を掲げており，これまでにも地球温暖化対策としての CO_2 排出量の削減や大気汚染対策，水質汚濁対策を実施し，ミニマムインパクトミルの構築を目指してきた。特に，主幹工場である新潟工場では，その規模が大きいことからも，全工場をリードする各種の取組みや設備投資を積極的に実施してきた。節水についてもその考え方は同じであり，その中から 9 号抄紙機新設時における節水の取組みについて，いくつか事例を紹介する。

既存部門における節水対策としては，マシン排水濾過装置処理水に水質変更が可能な箇所を選択し切り替えることで，節水を図ることとした。処理水への切り替えにあたり，既存の濾過装置だけでは，全ての箇所に処理水を供給するのは困難であったため，新たにマシン排水濾過装置を設置することとした。

新マシンにおける節水対策としては，9 号抄紙機のような大型マシンを稼働するにあたっては，新設するマシンの節水対策も欠かせないものであった。ディスクフィルターにより発生するクリア水を浸透膜の利用によってさらに清澄化し，従来のクリア水でも使用できなかった薬品希釈水やワイヤー高圧シャワー水に利用し，用水使用量の削減を図るために，オプティフィルター CR 1010/100 を導入した。

節水をすることにより，排水と共に流失する熱量分のエネルギーロスが減少し，省エネと CO_2 排出量の削減にもつながる。

（本文 21 ページ）

騒音・低周波音対策の基礎と事例

―耳で対策効果を実感しよう―

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

騒音・低周波音対策の基本的な考え方を示し，対策の検討と工事事例についても紹介する。

壁の遮音性能を上げる対策として，グラスウールをガラスクロスで包んだ吸音材を壁に施工することはあまり効果がない。既存の壁の内側にもう一層新しい壁を作り，二重壁とすることで遮音性能を上げることができる。

窓の遮音性能が低いため，ペアガラスと呼ばれる 2 枚のガラス間に中間層を設けた複層ガラスは，断熱効果もあるため，遮音性能の改善効果にも期待して使われる場合がある。しかしペアガラスは 2 枚のガラスとその中空層の影響により，ある特定の周波数で音が抜けやすくなる共鳴透過現象が発生する。

対策のための基礎知識として，下記がある。

1） 距 離 減 衰

音は音源からの距離が 2 倍になると計算上約 6 dB 減衰する。

2） 遮 音 対 策

遮音性能は材料の比重と厚みから推定できる。遮音性能は単位面積あたりの重さに比例し，重さが 2 倍になると遮音性能は約 5 dB よくなる。このことは工場の設計段階で壁の仕様を決める場合にも参考になるが，改修の場合は内側に新しい壁を作る二重壁が有効である。

3） 吸 音 対 策

吸音対策の効果は吸音材の吸音率，施工面積，室内の寸法等から推定できる。

4） 防　音　壁

防音壁の効果は騒音源と評価点の位置関係，防音壁の高さ等によって推定できる。

5） 固体伝搬音対策

騒音対策が難しい原因の一つが，この固体伝搬音の見極めである。通常，騒音の発生源からは振動も発生している。この振動が床や地盤を経由して建物に伝わり，騒音として再放射する現象を固体伝搬音と呼ぶ。これに対して騒音が空気中に伝わる現象を空気伝搬音と呼ぶ。この固体伝搬音の対策は一般の騒音対策と異なり，騒音低減のために振動対策が必要となる。したがって，騒音対策を検討する場合，その伝搬経路を検討し，固体伝搬音の影響に注意する必要がある。

（本文 25 ページ）

振動障害の実例紹介

―見えない振動の原因を究める―

特許機器株式会社 技術本部 ソリューション技術部
宮崎明彦

騒音障害は，発生原因，伝搬経路などが異なる。原因が異なればそれらの騒音を軽減させるための対策方法も異なる。中でも振動が音となって空気中に放射される「固体伝搬音」は固有の特徴もあり，深刻な障害につながりやすい。固体伝搬音とは固体中を伝搬する弾性波と定義されるが，一般的には振動に起因して発生する音のことを称する。固体伝搬音にはその発生メカニズムに基づく次のような固有の特徴がある。①障害が広範囲に及ぶ，②微小な振動が大きな障害を及ぼす，③音質としての圧迫感が大きい。固体伝搬音は建物中を伝搬する振動が原因であることから，その発生原因，振動伝搬経路を特定するためには騒音計の他に振動計，周波数分析器等が必要となる。特に複数の機器の影響が混合されている場合，周波数分析器による詳細な分析結果が原因特定のため必須となる。振動或いは振動に起因する騒音–固体伝搬音障害に対して伝搬振動を遮断する防振対策が有効である。振動を低減する方法としては，機器のバランス調整等，振動源自体の加振力を低減させる方法やスラブ補強等，構造の剛性強化なども挙げられるが，コストパフォーマンスの高さでは防振対策が優れている。振動問題が複雑ではありながら必ず解決の方法が存在するものであるとの認識を新たにしていただければ幸いである。

（本文 30 ページ）

水俣条約と水銀大気排出の抑制

環境省 水・大気環境局 大気環境課
田村友宣

水銀及びその化合物は，地球規模で見た場合，①火山活動，岩石の風化等の自然現象（10%），②化石燃料（特に石炭）の燃焼や廃棄物の焼却等の人為的活動（30%），③土壌，水域及び植物に蓄積されたものからの再放出（60%）等によって環境中に排出される。このため，環境中を循環する水銀量を削減するためには，人為的活動からの排出を削減することが極めて重要である。水銀に関する水俣条約は，水銀が人の健康及び環境に及ぼすリスクを低減させるため，水銀に対して産出，使用，環境への排出，廃棄等そのライフサイクル全般にわたって包括的な規制を行う初めての条約であり，大気への排出規制もその内容に含まれている。

水俣条約は，平成 25 年 10 月に熊本・水俣で開催された外交会議において採択され，我が国は，本年 2 月に 23 番目の締約国として締結した。条約の発効は 50 カ国が締結してから 90 日後とされており，本年 10 月 1 日時点で 32 ヵ国が締結しているが，各国の努力により，一刻も早い発効が期待されるところである。

大気排出抑制に関係する事項としては，水俣条約附属書 D に定める 5 分類（石炭火力発電所，産業用石炭燃焼ボイラー，非鉄金属製造に用いられる製錬及びばい焼の工程，廃棄物焼却設備，セメントクリンカー製造設備）に該当する施設からの大気排出を規制し，実行可能な場合には削減することとされている。

（本文 34 ページ）

生物応答を利用した排水管理

―試験機関の現場から―

いであ株式会社 環境創造研究所 環境リスク研究センター リスク評価部
澤井　淳

環境省において生物応答を利用した新たな排水管理手法の導入が 2010 年から検討されている。2016 年からは産業界から選任された委員も加わり，生物応答を利用した排水管理の在り方について検討が続けられ，自主管理制度としての導入が考えられている。

生物応答試験は，魚類胚期仔魚期短期毒性試験，ミジンコ繁殖試験，藻類生長阻害試験が検討されている。

現在，自主的に取組んでいる企業はいずれも大手であり，生物多様性保全への取組として実施している。業種としては，製薬，化学，機械，非鉄金属製造等である。

化学物質管理の自主管理制度である PRTR 制度の事例から，生物応答手法による排水管理についても，既存の枠組みを活用した規制対応ができ，結果としてコスト削減や社会へのアピールが可能となるような制度づくりが期待される。

試験機関が抱える課題としては，試験生物の飼育管理，試験実施コスト，試験の精度管理などがある。今後，生物応答手法を排水管理に使用する事業場が増えることを考えると，より多くの試験機関が必要である。ただし，試験の精度が一定の水準以上となる試験機関の整備が重要である。

（本文 38 ページ）

新たな水質指標である底層 DO と沿岸透明度

環境省 水・大気環境局 水環境課
三宅里奈

環境基本法に基づく水質汚濁に係る環境基準は，人の健康を保護し，生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準として定められている。このうち，生活環境の保全に関する環境基準（以下「生活環境項目環境基準」という。）については，これまで化学的酸素要求量（COD），全窒素，全燐等，12 項目が定められていた。

平成 25 年 8 月，環境大臣は，より国民の実感にあった分かりやすい指標により望ましい水環境の状態を表すことにより，良好な水環境の実現に向けた施策を効果的に実施する必要があることから，中央環境審議会会長に対して「水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直しについて」諮問を行った。これを踏まえ，中央環境審議会水環境部会に生活環境項目環境基準専門委員会（以下「専門委員会」という。）が設置され，底層溶存酸素量（底層 DO）及び透明度に着目し，生活環境項目環境基準の追加等について検討が行われた。

専門委員会での審議とパブリックコメントによる意見募集の結果を踏まえた専門委員会報告が平成 27 年 12 月 4 日に水環境部会で了承され，同年 12 月 7 日に中央環境審議会会長より，「水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直しについて」答申がなされた。本答申を踏まえ，底層溶存酸素量は平成 28 年 3 月 30 日に告示改正を行い，生活環境項目環境基準に，沿岸透明度は環境基準ではなく，地域において設定する目標として設定した。

本稿では答申の内容を踏まえ，新たな指標の設定の経緯及び考え方等について概説する。

（本文 44 ページ）

「まるごとわかる環境法」（水濁法，廃棄物処理法）

―いぜん，跡を絶たない法令違反―

見目エコサポート
見目善弘

環境に関連する法令は非常に多くある中，今回は水質汚濁防止法と廃棄物処理法の重要な点を解説する。水質汚濁防止法では，事業活動でどのような種類の廃水が排出され，その廃水には有害物質，指定物質，油類，富栄養化の原因物質等を含むか，特定施設があるか，施設の届出，排水基準の遵守，水質の測定・記録，あるいは施設の事故時の対応などが従来からの重要な規制内容である。さらに，平成 23 年 6 月の法律の一部改正があり，有害物質使用特定施設及び有害物質貯蔵指定施設の劣化，破損あるいは有害物質の取扱いの不手際等による有害物質の漏えいを防ぐために義務付けられた「構造等の基準」の遵守及び「定期点検」の実施は有害物質による地下水汚染防止上，非常に重要な規制内容である。

他方，廃棄物処理法では，排出事業者には，その事業活動に伴い排出された廃棄物を自らの責任で排出から最終処分終了まで適正に処理する責任があること，それは処理を他人に委託しているか否かは関係ないことが重要な点である。そのため排出事業者は，廃棄物の処理を他人に委託する場合は，処理業者による処理が適正に行われているか否かを確認し，廃棄物の発生から最終処分終了まで適切に処理されるように必要な措置を講じる義務がある。マニフェストは確認のための一つの重要なツールである。

（本文 48 ページ）

廃棄物処理法違反への処分・罰則

―最近の処罰事例及び今後の法改正の動向―

佐藤泉法律事務所 弁護士
佐藤　泉

1970 年（昭和 45 年）に制定された廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下「廃棄物処理法」という。）は，一般廃棄物を市町村の処理責任とし，産業廃棄物を排出事業者の処理責任とする枠組みにより，適正処理の体制を構築した。これは，市町村による処理体制を基本としていた清掃法の延長上にあると同時に，産業廃棄物については民間の責任に委ねるものだった。

しかし，産業廃棄物の不適正処理や不法投棄の事案が各地で発生し，また周辺住民から廃棄物処理施設への反対運動が頻発したことから，度重なる法改正が行われ，排出事業者責任の強化及び処理業者に対する規制の強化が行われた。また，刑事罰についても，罰則の厳格化が行われている。

2016 年 1 月，カレーのフランチャイズ企業から排出された廃棄カツが横流し，転売された事件が発覚し，これを機に，食品リサイクル法及び廃棄物処理法の運用に問題があるのではないかという指摘がされている。また，

2010 年の廃棄物処理法改正から 5 年を経過したことから，現在，廃棄物処理法の見直しについて検討が行われている。

そのなかで，さらなる排出事業者責任の強化等が行われる可能性がある。特に，排出事業者が，処理業者の現地確認を行う際，チェックすべき点の明確化は重要なポイントである。また，廃棄物処理の効率化や温暖化対策についても，検討されている。

（本文 54 ページ）

中之条町の自治体主導型再生可能エネルギー

―再生可能エネルギーのまちづくりと電力の地産地消―

一般財団法人中之条電力
山本政雄

群馬県中之条町では，2013 年 8 月に自治体主導としては国内ではじめて，特定規模電気事業を行うための法人「一般財団法人中之条電力」を設立した。

中之条電力は，町内の 3 か所の太陽光発電所（合計出力 5 MW）から電力を買い取り，役場や学校など，町内の公共施設に供給している。2016 年 4 月からは，電力の小売販売が自由化されたが，中之条電力は昨年 11 月に新たに子会社を設立し，小売電気事業者としての登録を受け，町内の一般家庭への電力販売を 7 月から開始する。

こうした，中之条町の地域における再生可能エネルギーを資源（太陽光発電事業・小水力発電事業・木質バイオマス事業）として，そこからの電力を調達し，地域に供給していく「電力の地産地消」を具現化した取組を行っている。

（本文 57 ページ）

オゾン漂白基礎講座(1)

オゾンの性質と漂白条件

紙パルプ技術協会
宮西孝則

オゾン漂白を組み込んだ漂白シーケンスは一般的にライト ECF 漂白と呼ばれている。1971 年から各国でパイロットプラントを使った研究開発が行われ，1992 年に実機が稼動した。現在，オゾン漂白は世界の 23 工場で運転中であり，約 1,000 万トン/年のパルプが漂白されている。23 工場のうち 14 工場の設備は 2000 年以降に稼働し，日本の製紙会社では国内 6 工場，海外 2 工場に導入している。すなわち，新しいオゾン漂白設備の 50% 以上を我が国の紙パルプ産業が保有している。ライト ECF 漂白は，環境負荷を著しく低減するだけでなく，晒し薬品コストを削減し，蒸気使用量を減らすことができる。パルプ強度を損なうことなく，到達白色度を高め，ピッチトラブルを減少し，叩解エネルギーを減少するなど多くの経済的メリットをもたらす。オゾン漂白は，中濃度又は高濃度で行われ，1990 年代は既存設備を利用した改造工事で設備費が安価で工事が容易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て，中濃度と高濃度が拮抗している。二酸化塩素 ECF とオゾン ECF のどちらを選択するか，中濃度と高濃度のどちらが有利かなど，漂白シーケンスは，それぞれの工場の条件を検討して選択する。オゾン漂白基礎講座第 1 回ではオゾンの性質，オゾンの発生技術，オゾン漂白の操業条件などオゾン漂白の基礎について述べる。

（本文 66 ページ）

研究報文

Eucalyptus globulus 精英樹候補木のクローン苗による耐塩性評価とフィールド試験

日本製紙株式会社 研究開発本部 アグリ・バイオ研究所
藤井裕二，陶山健一郎，林　和典，田邊稔明，河岡明義

日本国内の製紙会社は，原料となる持続可能な森林資源を獲得するために海外植林を推進してきた。我々は，*Eucalyptus* 属の中でも成長性に優れ，パルプ化適性が高く，オーストラリアにおいて主要な植林樹種として産業植林が進められていた *Eucalyptus globulus* を対象に，成長性を指標に選抜した精英樹によるクローン植林について検討してきた。植物のクローン増殖方法として，増殖率が他の方法と比較して高く，季節や環境に左右されずに増殖することができ，計画生産，出荷が可能である組織培養技術を用いた。西オーストラリア州 *E. globulus* 植林地から植栽 5 年後に成長性（最大周囲木に対して材積比 1.5 倍以上）により選抜した 23 本の精英樹候補木について，組織培養技術を用いてクローン化し，シュートの増殖性と発根性により，3 本（クローン A–C）を選抜した。それらの耐塩性を調べるために 8 ヶ月生のクローン苗を 100 mM の塩水または水で 4 週間処理し，成長性を比較した結果，塩水処理において最もクローン A が伸長した。クロロフィル蛍光と茎の水ポテンシャルの測定結果から，水ストレスに対する耐性機構の関与が考えられた。次に，3 本の選抜木のクローン苗と商業用実生苗を植栽しフィールド試験を行った。8.5 年時の実生木との材積の比較では，クローン A は 1.64 倍大きく，クローン B，C は同程度であった。試験地に塩水が存在する情況からクローン苗で評価した耐塩性機構と高い成長性との関連が推察された。

（本文 79 ページ）