

### 省エネルギー特集 I

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

#### 総説・資料

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

#### 研究報文

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

#### 工場紹介(90)

- 67 日本製紙株式会社 江津工場

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

## 川内工場木質バイオマス発電設備省電力への取り組み

中越パルプ工業株式会社 川内工場 施設動力部 動力課  
若松 淳

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

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

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

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

（本文3ページ）

## 高効率回収ボイラー（HERB）の操業経験

大王製紙株式会社 三島工場 動力部  
吉田勝也

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

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

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

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

（本文8ページ）

## レファイナ運転時間削減による省エネ

王子マテリア株式会社 佐賀工場 工務部  
植山昌彦

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

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

(本文 13 ページ)

## 抄紙ワイヤーによる駆動負荷低減事例

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

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

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

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

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

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

(本文 20 ページ)

## エコポンプターボの操業経験

レンゴー株式会社 八潮工場 製紙部 製紙第一課  
加藤昭雄

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

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

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

(本文 25 ページ)

## 川内工場における漂白薬品低減の取り組み

中越パルプ工業株式会社 川内工場 原質部  
高田充洋

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

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

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

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

（本文 29 ページ）

## 八戸工場エアコンプレッサー省エネの取り組み

三菱製紙エンジニアリング株式会社 保全部  
小形将一

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

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

（本文 34 ページ）

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

アンドリッツ株式会社 技術営業部  
土棚政人

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

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

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

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

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

(本文 38 ページ)

シリーズ

## 紙が演出した文明史上の交代劇 第 5 部 パピルスを引き継いだ羊皮紙

飯田清昭

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

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

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

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

(本文 42 ページ)

シリーズ

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

東京大学名誉教授 (製紙科学)  
尾鍋史彦

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

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

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

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

(本文 46 ページ)

## 研究報文

### 水性塗料配合用セルロースナノファイバー原料の調製

—ソーダ・アントラキノン蒸解と過酢酸漂白の適用—

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

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

(本文 51 ページ)