

## 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広がっている。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、実際のお客さま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プパー価測定技術

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。パルプメーカーは、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、ファイバーカップ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、パルプメーカー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します。

(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一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られる。

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つ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。既設設備を最大限活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

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・品質向上をもたらす、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ことから、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—

ハネウエ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。ハネウエルは、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で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

木曾、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)

---