

ドライパート薬品改良とスマートファクトリーに向けた 薬品管理システム『SmartChemical[®]』による操業安定化への提案

遊佐 和之

(株)メンテック アプリケーション開発グループ主任

Solutions for Operation Stabilization by Improving Dryer Section Passivation Chemicals and Chemical Management System “SmartChemical[®]” for Smart Factories

Kazuyuki Yusa

Technology Development Team, Fuji Technology Development Center, Maintech Co., Ltd.

ABSTRACT

Maintech’s innovative technology Dryer Section Passivation (or DSP) has been introduced to 95% of paperboard production in Japan, and over 700 units of our chemical spraying equipment, MistRunner and ShowerRunner, are operating across the world.

As one of the social problems in Japan, the working population has declined, which has forced operators to do a lot of work. In addition, the increasing use of low-grade waste paper has increased the deposits on paper machines, causing the defect on the paper and sheet breaks, which led to increase operator workloads such as adjustment of DSP applications, confirmation of remaining amount of chemicals in the drums, ordering of chemicals and so on.

For that reason, we have developed the “SmartChemical[®]” IoT system which controls the dosage of chemicals, the total management of usage at the office, and the ordering of chemicals automatically subject to the remaining amount of chemicals. And also, we have developed new applications to prevent the deposits on paper machines due to using low-grade waste paper.

Keywords: Dryer Section Passivation, IoT, Chemical control, Chemical management, Deposit, Sheet break

1. はじめに

当社の抄紙機汚れ防止技術は、欠点・断紙対策として国内板紙工場の95%（生産量換算）で採用されており、とりわけドライパートでは、薬品散布装置“ミストランナー”、“シャワーランナー”によりドライヤー、カンバス、カレンダーに汚れ防止薬品を散布し紙粉や汚れを防止する対策が標準的になっている。納入実績も日本国内だけでなくアジア・オセアニアなどの11の国と地域まで拡がり、実稼働数として740台を超えるアプリケーションが現在241工場稼働している（2020年5月末現在）。

近年、古紙原料の粗悪化や雑誌古紙

の増配、スラッジやテールの再利用などにより抄紙機に持ち込まれる汚れはますます増加する傾向にある。これにより、ドライパートでの汚れに起因するトラブルも深刻化しており、とくに抄紙機内やワインダーでの断紙や欠点によるクレームなどは、生産効率や品質向上を追求するうえで大きな課題となっている。また、断紙・欠点の発生を防ぐためにドライヤーやカンバスの清掃頻度も増加しており、生産効率低下だけでなく現場オペレータの作業負荷も大きくしている。

本稿では、これらの課題解決に向けた最新のドライパート汚れ防止薬品による操業安定化と現場作業省力化事例について報告する。さらに、IoT技術を利用

した新たな薬品の運用方法による操業支援事例についても紹介する。

2. ドライパート汚れ防止技術について

2-1. 基本原理

ドライパートの汚れ防止技術は、摺動型スプレー装置によってドライヤー、カンバス、カレンダーなど抄紙用具の表面にオイルをエマルジョン化した薬品を散布し、これを皮膜化することで湿紙表面から粘着異物や微細繊維などが用具表面へ転移・付着しないようにする技術である。また、形成した薬品皮膜は用具表面に付着した汚れをドクターや高圧水クリーナーなどの除去装置により除去しや

すくし、汚れの系外排出を促進する効果もある。

これにより、薬品皮膜が形成された要具表面には汚れが付着することなく、湿紙上の汚れはごく微細な状態で紙中に抄き込まれたまま製品となるため、用具の汚れに起因する欠点や断紙、水分プロファイルの悪化などのトラブルを解消でき、安定操業が可能となる。基本的に紙の乾燥が進むほど汚れは紙中から脱落しにくくなるため、汚れ防止技術は乾燥の初期段階である1群・2群を中心に複数台適用することが多い(図1)。

2-2. 原料劣化にともなうドライパート汚れの問題

(1) ドライヤー

近年多く見られる現象に、汚れ防止効果が薬品を散布しているドライヤー上にしか見られず、後段ドライヤーには汚れ防止効果が及ばないというものがある。これまで当社では、ドライヤー表面温度や湿紙水分および汚れ成分に応じて、薬品のベースオイルの分子量や極性を調整し対応してきた。しかし、この方法では散布ドライヤー上の薬品皮膜が湿紙に転写しやすくなる反面、湿紙に転写した薬品皮膜の多くは、後段ドライヤーに到達

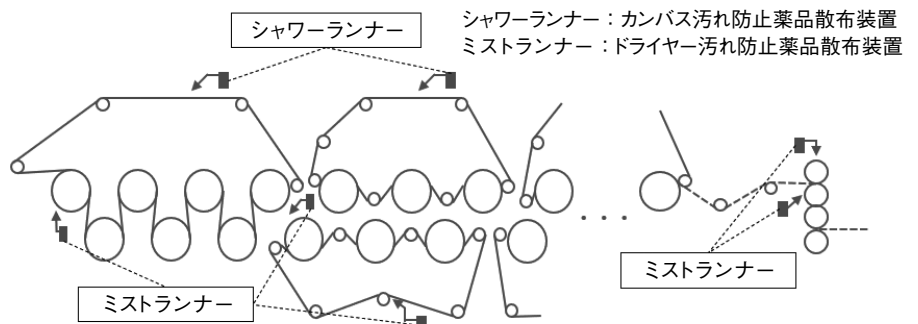


図1 ドライパートにおける設置例

する前に湿紙中に浸透してしまう。湿紙中に浸透した薬品は後段ドライヤーへの皮膜形成に寄与しないため、後段ドライヤーの汚れ防止効果は限定的であった(図2)。

また、後段ドライヤーに到達させるために薬品使用量を増やしていくと、散布ドライヤー上のドクター刃先にオイル溜まりを生じ、これが刃裏に抜けて薬品起因の欠点につながる。このため、散布ドライヤーと後段ドライヤーの汚れ状況に合わせた細かな薬品の添加量調整が求められていた。

(2) カンバス

カンバス汚れに対しては、これまではカンバス表面に薬品皮膜を形成するとともに、カンバス表面に付着する汚れに浸

透して各種クリーナーで除去しやすくする設計としてきた¹⁾。

この薬品設計により一定の効果は得られるものの、汚れに浸透しやすい皮膜は湿紙への転写・浸透も促進されやすく、結果として湿紙が接触する際にカンバス上の皮膜も損耗されやすくなるため、それを補う目的で薬品の使用量を調整する必要があった。しかし、カンバスにおける薬品使用量の調整は、操業中のフード内に立ち入ってカンバスやアウトロール表面の状態を目視で確認しながら行う必要があり、現場オペレータにとっては過酷な作業となっていた。

2-3. 新たな薬品設計と期待される効果

上記課題を解決するため、ドライヤーでは薬品成分が湿紙に転写後も湿紙内部

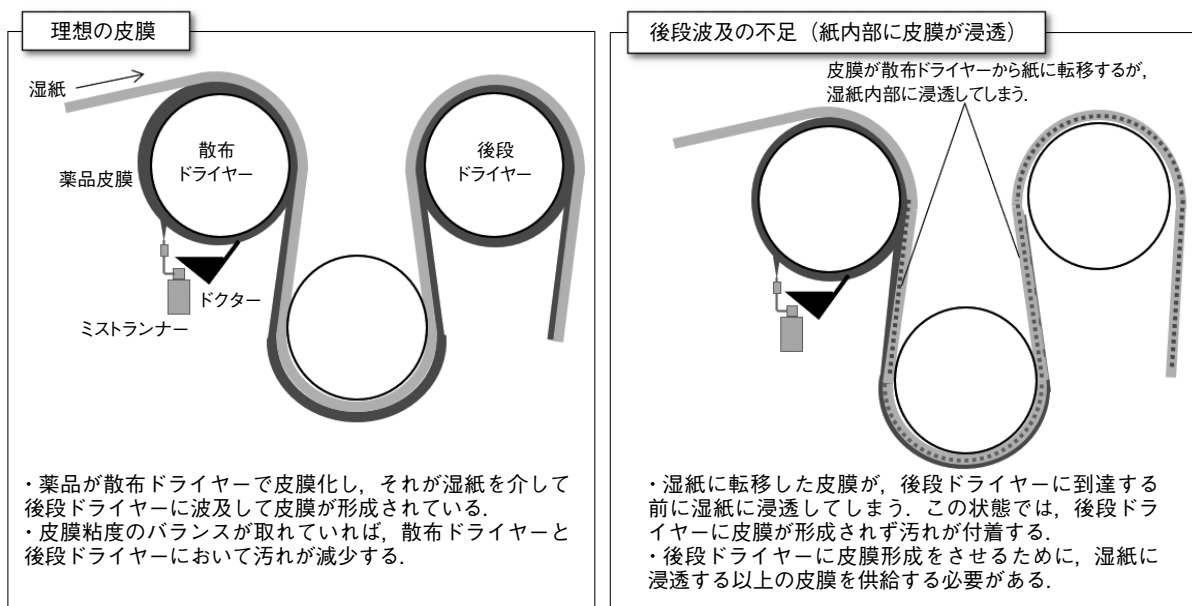


図2 薬品効果の模式図(左)と後段ドライヤーの効果不足時の模式図(右)

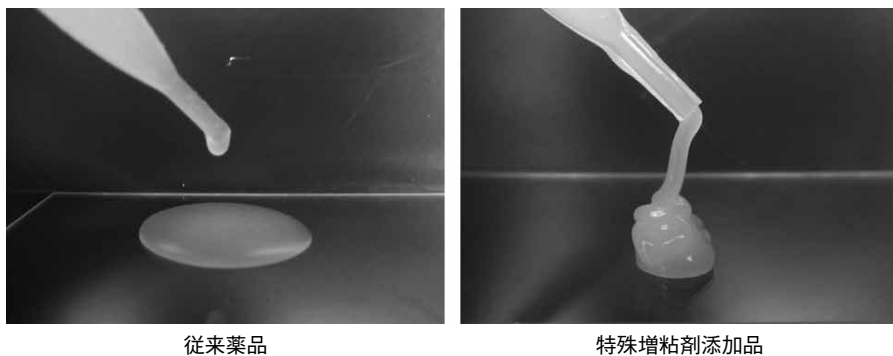


図3 薬品皮膜が湿紙水分を受けた際の増粘度合い

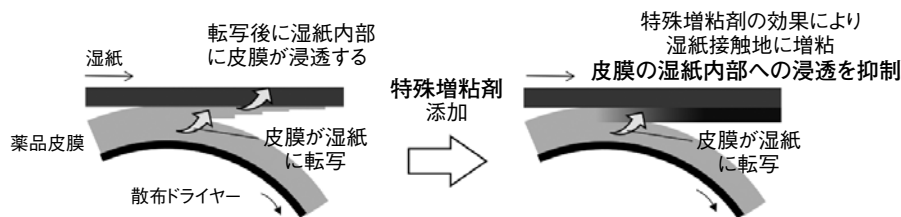


図4 特殊増粘剤を添加した薬品の効果模式図

に浸透せず湿紙表面にとどまるように、一方カンバスでは薬品皮膜の湿紙への転写・浸透を抑制する新たな薬品設計を考案した。

新たな薬品設計では、湿紙中の水分に着目し、薬品皮膜が湿紙中の水分を受けた際に増粘効果を発揮する特殊増粘剤を選定した。この増粘剤は製品自体の粘度には影響を与えず、皮膜が湿紙に接触した段階で大きな増粘性能を発揮する(図3)。

すなわち、皮膜化した薬品の湿紙への転写性は保ちながらも転写した薬品成分は湿紙水分を受けて増粘し、湿紙内部への浸透が抑制される。このため、湿紙表面にとどまった薬品皮膜は浸透による減耗を受けずに後段ドライヤーに到達することができ、結果として散布・後段ドライヤーに十分な皮膜供給が可能となる(図4)。

またカンバスでは表面の薬品皮膜が湿紙の水分を受けて増粘し、湿紙に転写しにくくなるためカンバス上の汚れ防止皮膜の湿紙への転写・浸透による減耗を抑制でき、カンバス表面に十分な皮膜形成が可能となる。

本改良により、ドライヤー、カンバスともに薬品皮膜の浸透減耗による薬品の効果低下を抑制でき、供給した皮膜の多くが十分に効果を発揮するため、厳密な添加量調整を必要とせず高い汚れ防止効果が期待できる。

3. 実機への適用事例

A社ライナーマシンにおいて特殊増粘剤を使用した改良薬品の適用事例について紹介する。

3-1. マシン仕様

抄造銘柄：ライナー

坪量：160～280g/m²

抄速：700m/min

紙幅：3.8m

テスト実施箇所：#1ドライヤー

1群カンバス

3-2. 課題・問題点

低グレード古紙の高配合によりドライヤー全体に持ち込まれる粘着性をもった汚れが増え、#5ドライヤー表面と1群カンバス表面に付着する汚れが増加していた。ドライヤー、カンバスに付着する汚れが増加するにともなって欠点・断紙数が増加することがこれまでの操業経験

でわかっており、抄紙系内への持ち込み汚れの多い銘柄では汚れの発生度合を見て、#1ドライヤーと1群カンバスで使用している薬品の添加量を調整することで対応していた。

添加薬品の増添によりある程度は対応できていたが、低グレード古紙の配合率増加にともない、その効果も頭打ちとなりつつあった。ドライヤーでは、#1ドライヤーにオイル溜まりを発生させずに後段2本目の#5ドライヤーまで薬品効果を発現させるように薬品添加量を調整しなければならず、現場オペレータの労力を要していた。カンバスでも同様に、表面に汚れが付かないように操業中のカンバス状態を見ながら添加量の調整を行っていた。

3-3. 対策および結果

〈対策〉

#5ドライヤーではドクター刃裏の汚れ量が多く、かつ除去しきれない汚れがドライヤー表面に付着していた。このため#5ドライヤー表面の汚れ防止効果を高める必要があり、#1ドライヤーで使用している薬品について後段ドライヤーへの薬品皮膜の波及効果を高めることが求められた。そこで、特殊増粘剤を使用した改良品に切り替えることで後段ドライヤーの汚れ防止効果向上を狙った。

1群カンバスの表面には粘着性をもった汚れの付着が見られたことから、カンバス表面所の汚れ防止薬品皮膜量が不足していると判断した。このため、カンバスにおいても特殊増粘剤を使用した改良品に切り替えることで、カンバス表面の薬品皮膜量の浸透減耗を抑え、カンバス表面上の薬品皮膜を増やすことで効果向上を図った。

〈結果〉

ドライヤー、1群カンバスともに表面汚れ量を効果の指標とした。特殊増粘剤配合品への切替えを行った結果、#5ドライヤー表面に付着しドクターを当てて

いても除去しきれなかった汚れまで防ぐことができるようになった(図5)。カンバスにおいても同様に、表面に付着している汚れの減少が確認された(図6)。

また汚れの持ち込みが多く、これまで用具の状況を見ながら微妙な添加量調整を行ってきた銘柄でも、添加量調整を行わずに効果を維持できることが確認された。

結果として、薬品効果の向上による操業安定化を実現できただけでなく、汚れの発生度合を見ながらの添加量調整を行う必要がなくなり、現場作業の負担軽減を達成できた。作業負荷が軽減されたことで、現場オペレータが更なる操業安定化への取組みに時間を費やせるようになったことは、汚れ防止薬品の副次的な効果と言えると考えている。

4. 更なる生産性向上に向けた取組み

上記のように、薬品の効果による操業安定化が現場作業の省力化を実現し、生産効率向上に注力できる時間を生み出すことにつながった。引き続き、A社では更なる取組みとして“SmartChemical®”を導入し、薬品の運用・管理業務の削減による現場作業省力化を目指した。

以下に、新たな薬品の運用実例を紹介する。

4-1. SmartChemical® について

SmartChemical®は、IoTを活用して操業中の薬品使用量制御や在庫管理業務を一元化・自動化できる機能を有した、当社開発の操業支援システムである。

薬品タンク残量は液面計で監視し、その情報を操業管理室のパソコンやタッチパネル上に表示する。設定残量以下に達すると自動的にドラム交換のアラートを出し、発注連絡を顧客の薬品管理部門と当社に連絡メールを送信することができる。

また、操業中の薬品使用量の制御についても、マシン各所に点在するポンプの



図5 #5ドライヤー表面
 従来薬品 (左) / 特殊増粘剤添加品 (右)

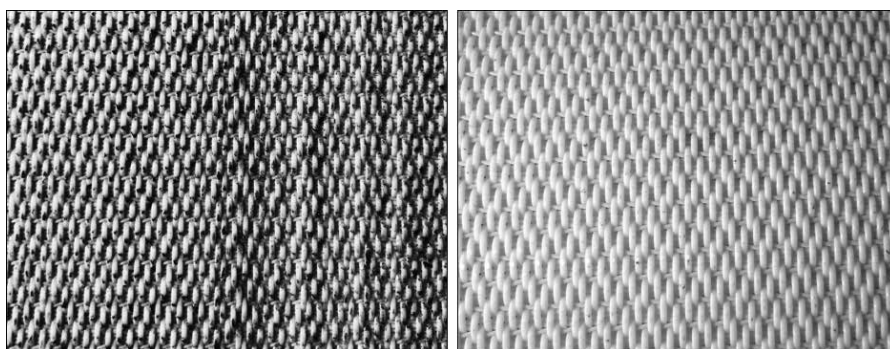


図6 1群カンバス表面
 従来薬品 (左) / 特殊増粘剤添加品 (右)

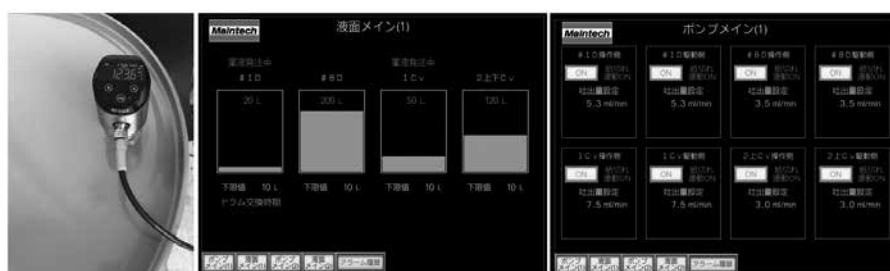


図7 液面計(左)とタッチパネル表示画面(中央:液面監視画面, 右:ポンプ調整画面)

調整をパソコン上で一括して行うことができ、銘柄・抄速に合わせた吐出量の自動調整が可能である。さらに、使用した薬品量とその金額をグラフで表示することができ、薬品管理業務の削減に貢献する。これらにより、現場オペレータの薬品管理業務量を大幅に軽減でき、生産性向上・操業安定化に取り組む時間をより多く生み出すことが可能となる。

4-2. A社へのSmartChemical® 導入事例

(1) 薬品適用箇所

#1ドライヤー, #12ドライヤー, 1群

カンバス, 2群上段カンバス, 2群下段カンバス(以上の装置はWノズル仕様), カレンダートップロール, カレンダーミドルロールの計7カ所

(2) 導入背景

A社ではドライパートにおいて、当社製品を上記の適用箇所採用いただき、マシン全体で計12台の薬注ポンプが稼働している。銘柄変更によって添加量を調整し、数日ごとに添加量の調整をポンプユニットにある薬注ポンプの操作で行っていた。また、5カ所ある薬品ドラムの残量管理も日常的に実施し、残

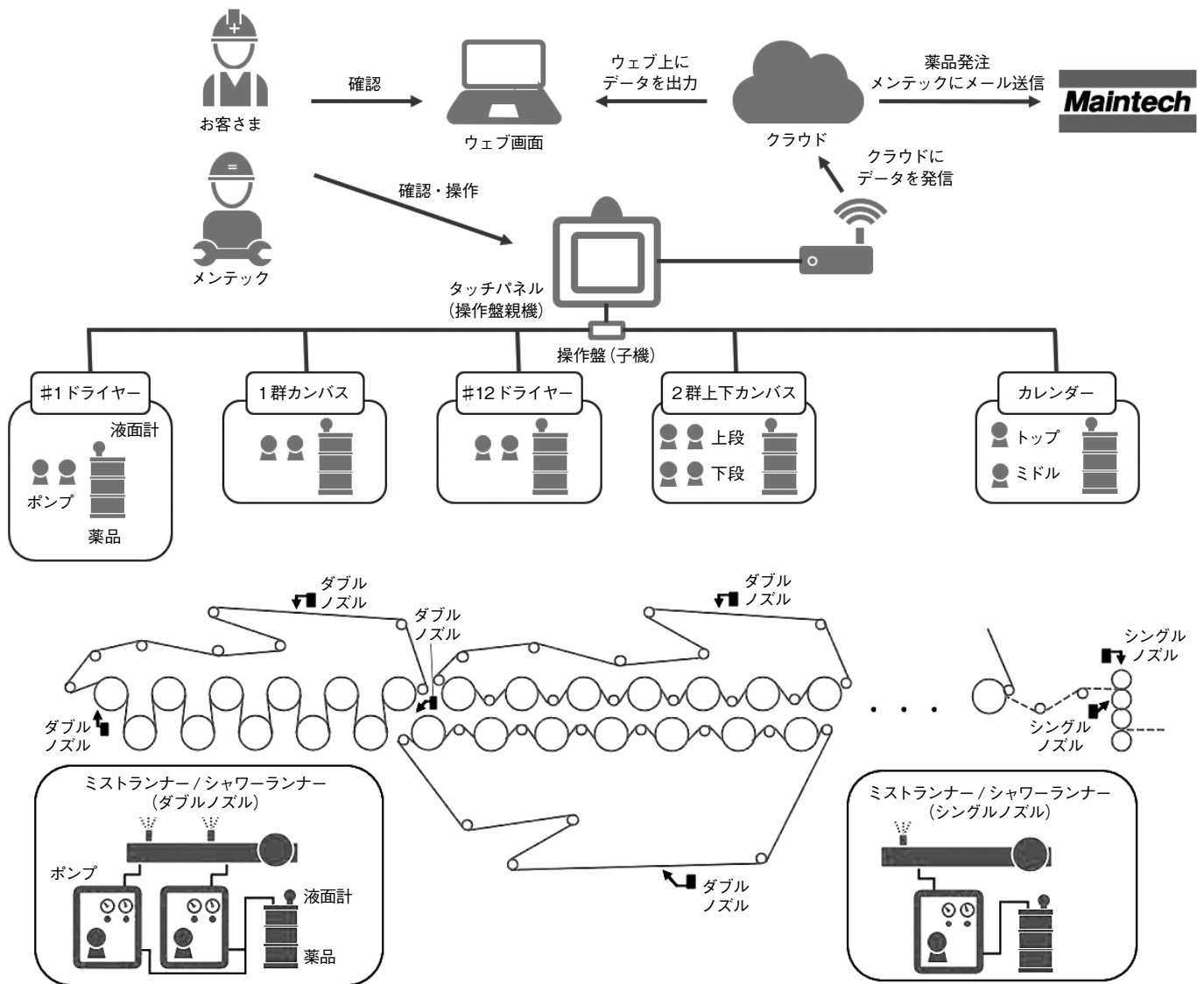


図8 SmartChemical® 導入概要図

量を見ながら都度発注をかけていただいていた。

(3) 導入結果

上述のドライパートで使用している薬品と薬注ポンプを対象に、SmartChemical®を採用いただいた。薬品ドラムには液面計を設置し、12台あるポンプと液面計情報を操作管理室のタッチパネルで一括表示するとともに、添加量と残量を管理できるようにした(図7)。添加量については、銘柄変更時の調整を一括して行えるように設定し、残量管理では現時点の残量が表示されることに加え、設定残量に達した際には発注アラートメールが顧客

と当社に送信されるように設定した(図8)。

試験導入からおよそ1年が経過したが、これまでに薬液残量の表示エラーや添加量調整ができないような故障、発注アラートの誤作動などの目立ったトラブルはなく順調に稼働できている。銘柄変更時の添加量調整を自動化したことで、各所に点在するポンプユニットに行く必要がなくなり、また日々の薬品残量確認作業も不要となった。

さらに、薬品の発注業務の自動化により、社内の発注申請といった細かな事務作業が不要となったことに加えて、以前

は薬品ドラム内の薬品を最後まで使い切りたい一方で薬品切れによる汚れ付着、欠点・断紙発生リスクが懸念されることから、ドラム残量低下時は数時間おきに確認するなど常に注意を払っていたが、SmartChemical®導入後はそれらの作業とストレスからも解放された。

SmartChemical®によって薬品の運用・管理業務を自動化したことで、現場オペレータはより生産性を高める業務、改善業務に注力する時間を持つことができるようになり、好評を得ている。

なお、本件のほかに3台のマシンでSmartChemical®を導入いただいたが、

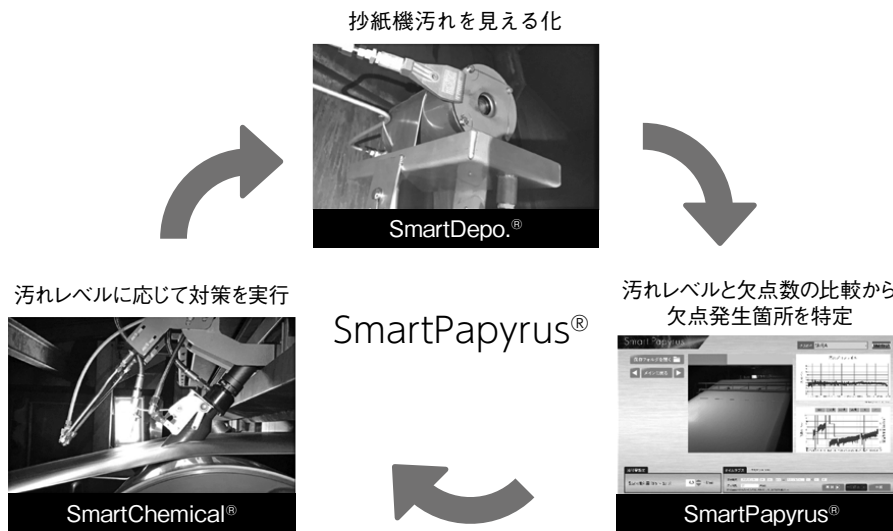


図9 SmartPapyrus[®]を構成する3つのシステム

いずれも上記と同様に好評を得ている。

5. まとめ・今後の展望

本報告では最新のドライパート汚れ防止技術による操業安定化と、その効果による現場作業省力化への取組みに加え、IoT技術を用いた新たな薬品の一元管理・運用システム“SmartChemical[®]”による省力化対策事例について紹介した。

近年、労働人口の減少や熟練者の定年退職によって従来業務を少人数で行わざるを得ず、結果として過重労働や、経験の浅い働き手が熟練者の仕事を担うことともなう技術的な判断精度の低下などが問題視されている。そうした状況下では、人が介在しなくても済むような運用・管理業務を機械に代替させ、属人化している技術・知識はAIを活用して誰でも利用・判断可能な状態とする職場環境が求められている。

当社ではこれら課題に対して積極的に製品開発を行っており、SmartChemical[®]は上記にあげた薬品の運用管理操業支援システムのほか、当社で同時開発した“SmartPapyrus[®]”に組み込むことで、より多くの操業支援・自動化機能を備えたシステムとなる。

SmartPapyrus[®]は、マシン各パートに設置した汚れ監視モニター（ドライヤー

フード内の耐熱カメラなど）によってマシン汚れをリアルタイムに数値化し、欠点・断紙の予兆を捉えて薬品や洗浄装置による防汚・洗浄を自動で行うことで欠点・断紙の発生を未然に防止するシステムを目指して開発したものである。また、欠点が発生した場合は欠点検出計のデータと連動して欠点発生箇所を特定をサポートし、これまで現場オペレータの経験や働きによって支えられてきた欠点・断紙対策による操業安定化を、簡略化・省力化できる。

SmartPapyrus[®]は、

- ① マシン汚れなどの情報の見える化を行う“SmartDepo[®]”
- ② 汚れ情報に対して薬品や洗浄設備により対策を行う“SmartChemical[®]”
- ③ 情報を蓄積しAIを用いて解析する頭脳の部分を担う“SmartPapyrus[®]”の3つのシステムで構成されている(図9)。

SmartChemical[®]をSmartPapyrus[®]に組み込み、SmartDepo[®]や当社のカンバス高圧水クリーナー“FabriKeeper[®]”と組み合わせることにより汚れ発生の兆候を検知し、薬品の添加量調整やクリーナーによる洗浄を自動で行うことが可能となる。当社では、現場オペレータが過酷な環境でマシン汚れを確認しなくても

常に欠点・断紙が発生しない安定操業状態を維持できるシステムとなることを目指している^{2) 3)}。

これらのシステムを開発するうえでは顧客より得た知見やフィードバックに基づいて課題・要望を抽出し、それらを反映しながらシステムの精度向上に努めている。現場の操業担当者が扱いやすいインターフェースや薬品の受発注に関わる管理部門におけるメリットを追求することを通じ、工場全体の生産性を向上していくことが必要と考えている。

今後も操業現場や関連部門の意見を取り入れながら、工場および製紙会社全体の生産性向上に貢献できるソリューションを提供していく所存である。

参考文献

- 1) 阿久津竜馬：カンバス汚れ防止技術による欠点・断紙対策，紙パ技協誌，p. 10～15，2014年2月
- 2) 坂田丸，長塚智彦：カンバス汚れ防止技術FabriKeeperと汚れモニタリングSmartDepoの連動による欠点断紙ソリューション，紙パルプ技術タイムス，2020年2月
- 3) 坂田丸：IoT・AIによる欠点断紙対策の自動化，紙パルプ技術タイムス，2020年5月