

マシン汚れモニタリングによる 操業条件の最適化に向けて

— SmartDepo.™ 導入効果について —

坂田 人丸

(株)メンテック 富士事業所 技術開発課グループ主任

Optimization of Operation by Monitoring Paper Machine Deposits

—Benefits of SmartDepo.™—

Hitomaru Sakata

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

ABSTRACT

Maintech's innovative technology Dryer Surface Passivation (or DSP) has been introduced on over 210 paper machines across the world and become Global Standard for the recycled paper making. In the recycled papermaking, as the Deposits level and profiles on the fabric and rolls often change, it is required to adjust the chemicals and chemical spraying equipment according to the conditions. However, it is dangerous for workers to check the fabric condition inside the dryer hood at high temperature and humidity environment. Therefore, we have developed "SmartPapyrus™" system utilizing the AI/IoT, image processing, field network and sensing technologies, we report that we have developed the system "SmartDepo.™" to visualize the Deposits conditions on the fabric in the dryer hood with heat resistant camera, and quantification by image processing.

Keywords: Drypart Surface Passivation, AI, IoT, Image processing, Field network, Sensing technology, Visualization of the deposits

1. はじめに

当社は、独自に開発した薬品と薬品散布装置を用いて抄紙機の汚れを防止する技術を販売しており、当社のドライパート汚れ防止技術は、欠点・断紙対策として、国内板紙工場の95%で採用され、国内外で673台の薬品散布装置ミストランナー・シャワーランナーが稼働している。古紙を原料とするリサイクル抄紙においては、古紙原料中の汚れ量の変動、季節要因などによって、日々刻々とマシンの汚れ状況が変化しているため、その都度マシンコンディションや汚れ状況を確認して、汚れ防止薬品やマシン洗浄設備の調整が必要となっている。

しかし、稼働中のドライヤーフード上段においては、100℃を超える高温・多湿の環境に加え、高速で機械が稼働して

いる状態であり、同箇所に入ってカンバス汚れ状況を確認することは安全な作業とは言い難い。そこで当社はドライヤーフード内のカンバス汚れを見える化、さらには定量化したうえで、汚れ量に応じて薬品の散布量を最適化するシステム SmartPapyrus™ の開発を進めており、本誌2019年2月号に「AI・IoTとマシン汚れ防止技術の融合による生産性向上と働き方改革の両立」と題し報告した。

今回、抄紙機稼働中の上段カンバスにおいて、産業用カメラを用いて汚れ量をモニタリングし、画像処理によって定量化する SmartDepo.™ を実機適用したため、その結果を報告する。また、薬品の吐出量制御、使用状況の管理を事務所で一括して行い、薬品の使用状況に応じて自動で薬品を発注する SmartChemical™ についても実機適用を始めており、その

構想についても紹介する。

2. 現在の課題

2-1. 抄紙機における課題

抄紙機においてピッチ欠点が発生した際は、マシンオペレータが欠点の大きさ、形状、紙へのピッチ埋もれ具合から、過去の経験、ノウハウを頼りに欠点発生箇所を推定して対処するため、原因の同定と対策の精度はオペレータの技能に依存している。なお、欠点形状で発生箇所を特定できない場合は、フード内に入って汚れ状況を確認するケースもゼロではなく、これらの作業を改善する必要がある。また、いったん欠点が発生すると時間とともに増加するため、早急に対処する必要があり、全長100mを超える抄紙機では長い距離を行き来して原因調査と対策を行うため、作業負担になっている。欠

点対策を実施したとしても、欠点発生箇所の推察が間違っていた場合は、欠点数の増加を止められず損紙が発生、さらには断紙に繋がりが生産性が低下してしまう(図1)。

2-2. 汚れ防止薬品・適用方法における課題

当社の汚れ防止薬品・適用方法(図2)における課題として、下記3点の要望をお客様より頂くことが多い。

① マシン汚れに起因するピッチ欠点が発生した際は、汚れ防止薬品を増添することで欠点が減少するが、その後、汚れにくい抄紙条件になったとしてもピッチ欠点の再発を懸念して薬品を増添したまま適用し続けるため、無駄な薬品コストが発生する。

② 抄造銘柄、抄速によってマシンの汚れやすさが異なるため、銘柄変更に合わせてオペレータがポンプ設定値をあらかじめ定めている値に変更しているが、薬品のポンプユニットは薬品の適用場所に近いところに薬品タンクとともに設置されていることが多く、操作室からの移動が必要であり、操作室が2階にある場合には階段の昇降も必要になるため効率的でない。

③ 万一薬品切れが発生した場合は生産性の低下に至るため、こまめにドラム残量を確認する必要がある、その都度、



図1 欠点発生時の対応課題

ポンプユニットまで確認しに行かなくてはならない。

これらのことからマシンの汚れ量を定量的に捉えて、薬品の増減添を適切に実施でき、薬品使用量と残量を操作室などで一括管理し、銘柄ごとにあらかじめ設定した散布量への自動変更や、ドラム交換を知らせるシステムが求められている。

3. 開発コンセプト

これら課題に対して、当社では最新技術のフィールドネットワーク、IoT、AIを活用し製紙会社の現場の生の声をよくヒアリングしたうえで、使いやすく、生産性の向上、業務量の軽減(働き方改革)に直結するシステムを開発

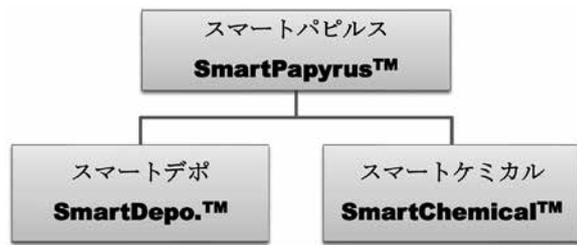


図3 SmartPapyrus™のシステム構成図

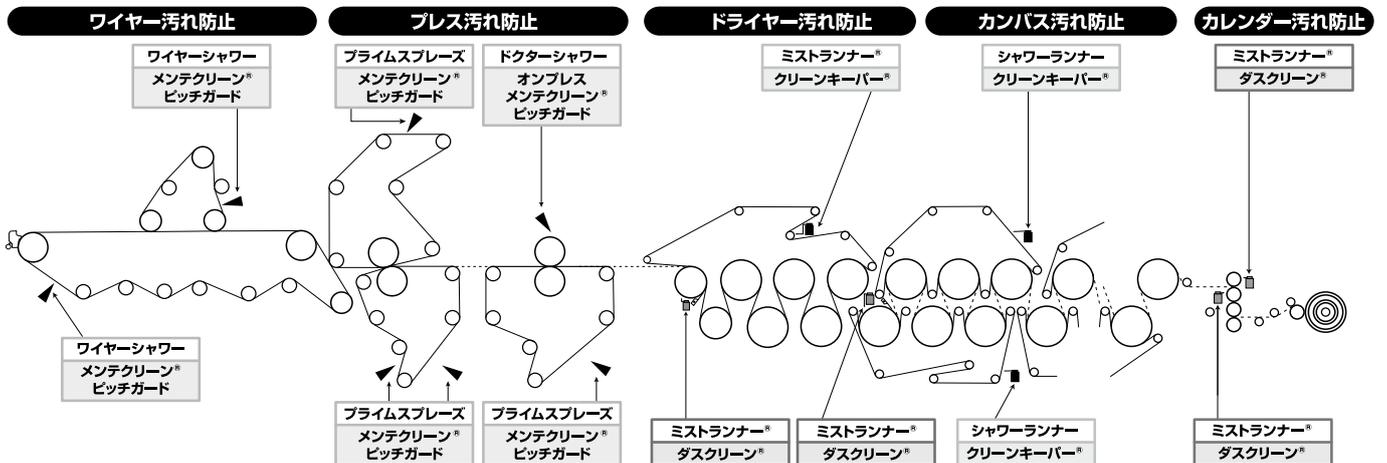


図2 抄紙機における当社のアプリケーション一覧

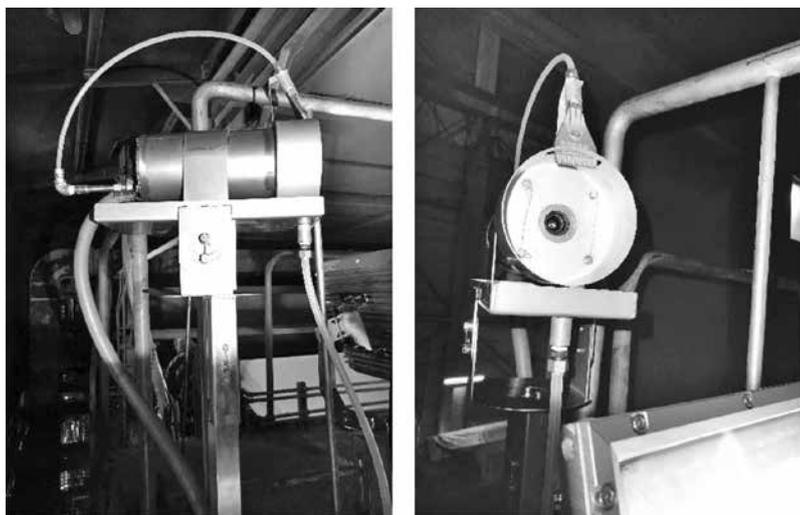


写真1 カメラハウジング

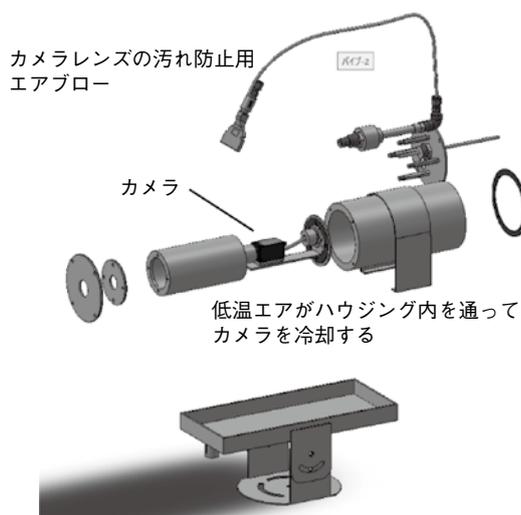


図4 冷却ハウジング構造

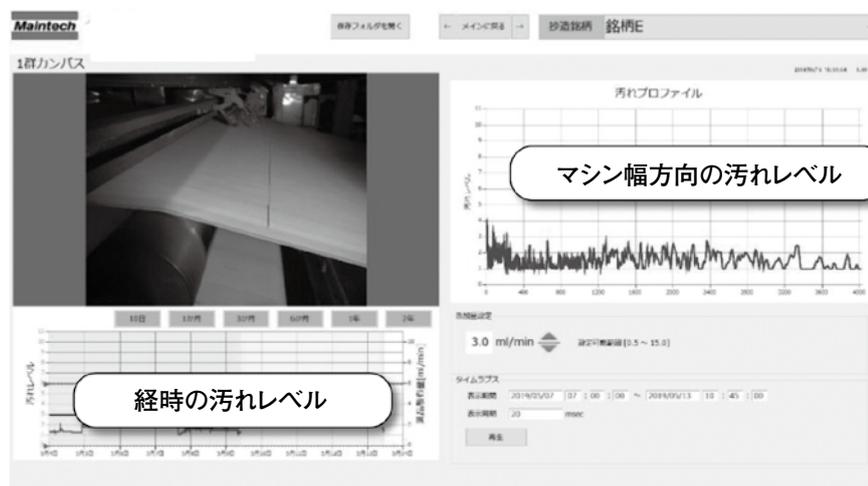


図5 カンバス汚れの定量化

フード内でカメラ撮影を行うためには高い耐熱性と耐湿性、および紙粉や汚れがカメラレンズに付着しない防汚性が求められ、カメラを冷却し、かつレンズ防汚性を有するカメラハウジングを開発した(写真1, 図4)。

2018年度より国内の10台のマシンで上段カンバスに適用しており、耐熱性や防塵性の改良を重ねた結果、現在はすべてのマシンで停止することなく安定稼働している。後述する当社のカンバス汚れ防止・洗浄システム“ファブリーキーパー”との連動により更なる生産性向上が期待されており、今後さらに5ヵ所に導入予定である。

(2) カンバス汚れの定量化システム
カンバス汚れの画像はリアルタイムで表示されるだけでなく、画像処理によって汚れをマシン幅方向と時間で定量化することができ、属人的な判断に頼らず汚れのトレンドを監視し、あらかじめ設定したしきい値に汚れレベルが到達するとアラートを出すことができる(図5)。

3-2. SmartPapyrus™ による汚れレベルに応じた薬品使用量の自動調整

SmartDepo.™にて定量化された汚れレベルに応じて、SmartPapyrus™では薬品の最適使用量を判断することが

している。システム構成は、抄紙機・要具の汚れをカメラでモニタリングして汚れ量を定量化する“スマートデポ SmartDepo.™”，本システムの商品名ともしているが、汚れ量の変化と欠点・抄紙条件等の変化から最適な薬品使用量とファブリーキーパーやミストラランナー等の動作を最適化する“スマートパピルス SmartPapyrus™”，その判断から薬品使用量や制御を一括管理する“スマートケミカル SmartChemical™”から成る(図3)。

3-1. SmartDepo.™ によるカンバス汚れの定量化

(1) カンバス汚れデータ取得システム
ドライヤーフード内は100℃を超える

高温かつ湿度90%以上の高湿環境であり、通常、稼働中に人が容易に立ち入ることができないため、上段カンバスの汚れについては目視することができない。それゆえにカンバス汚れの増加は欠点が発生してからその可能性に気づくことがほとんどであり、欠点発生前に対策を打つことは困難である。そこで当社はカンバスの汚れデータを取得するために産業用カメラを用いて遠隔でカンバスの汚れを監視できるようにし、得られた画像データを用いて汚れのレベル・分布を数値化するシステムを開発した。これにより中央操作室などでモニター越しに常時カンバス汚れを画像と数値で確認することができる。

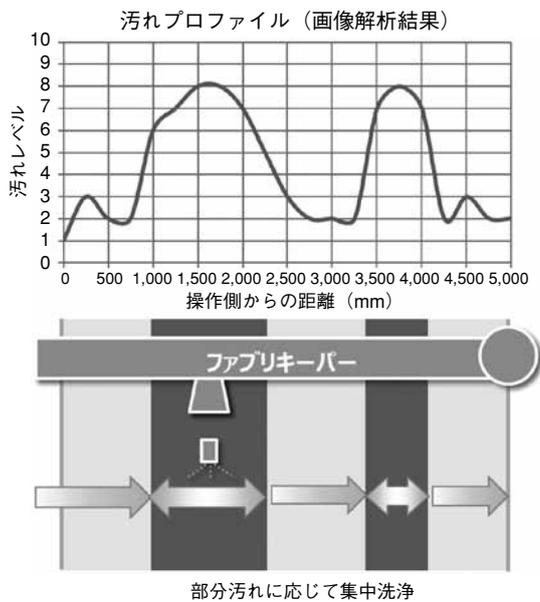


図6 カンバス汚れ防止・洗浄装置ファブリキーパーとの連動

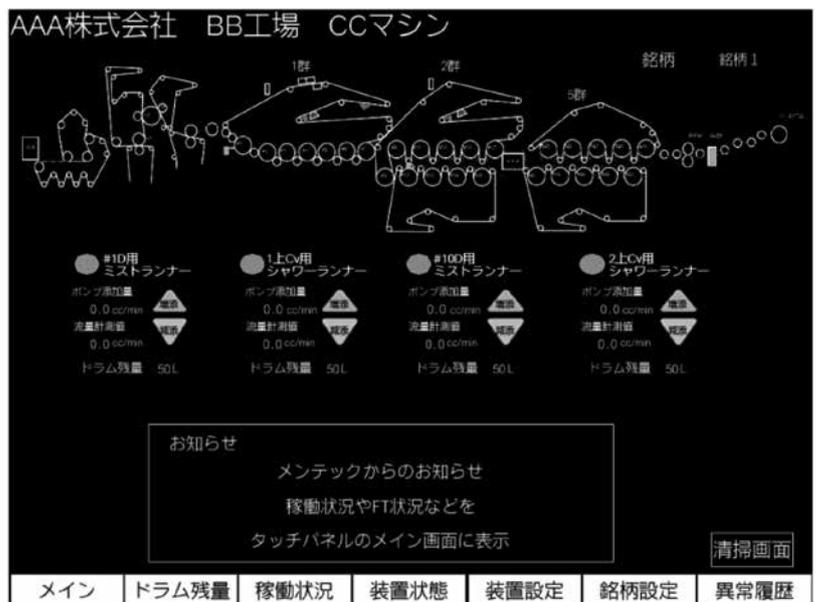


図7 SmartChemical™による一括管理システム

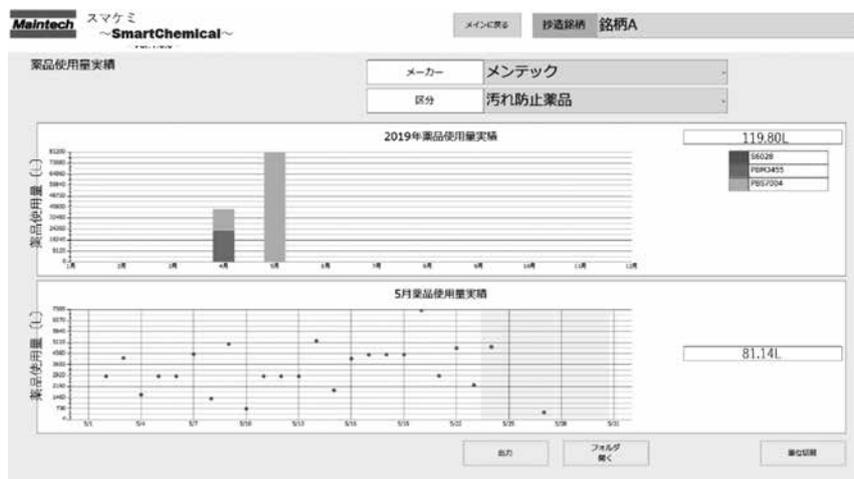


図8 SmartChemical™による薬品使用量管理システム

できる。具体的には、汚れレベルのしきい値をあらかじめ設定しておくことで汚れの増加を警告し、後述するSmartChemical™と連携することで薬品の使用量を汚れレベルに合わせて自動変更することができるシステムとしている。また、汚れレベルが低下した際には薬品使用量を減添するため、適切な薬品コストで操作することができる。

また、SmartDepo™で得られたマシン幅方向の汚れプロファイルに応じて、汚れの多い個所を当社が開発したカンバス汚れ防止・洗浄システム“ファブリキーパー”(本誌2019年1月号に「『汚れ防止』

と『洗浄』のシナジー効果を用いた新しいカンバス汚れ・欠点对策」と題し報告)に信号を送ることで、局所洗浄を行うことができる(図6)。

将来的には、プレス出口水分量、ドライヤー温度、原質データ、欠陥数などの情報から、マシン汚れの兆候を判断し、汚れが発生する前に薬品量を調整することにより汚れ自体を未然に防止することを目標としている。

3.3 SmartChemical™による汚れ防止・洗浄アプリケーションの一括管理

SmartChemical™は当社の汚れ防止・

洗浄アプリケーションであるミストランナー(ドライヤー・カレンド)・シャワーランナー(カンバス)・ファブリキーパー(カンバス)・プライムスプレーズ(ワイヤー・フェルトなど)の適用条件(薬品散布ノズルの位置や摺動速度・エア圧力など)と薬品使用量を一括管理するシステムである(図7)。前述したSmartPapyrus™との連携による汚れ対策のほかに、薬品残量を監視し、クラウドに送信することで薬品の自動発注システムと連携することを想定したシステムとなっている。本システムを使用すれば、抄造品種ごとの薬品使用量やコスト・原単位



写真2 薬品散布ノズルのスプレー監視とRGB解析

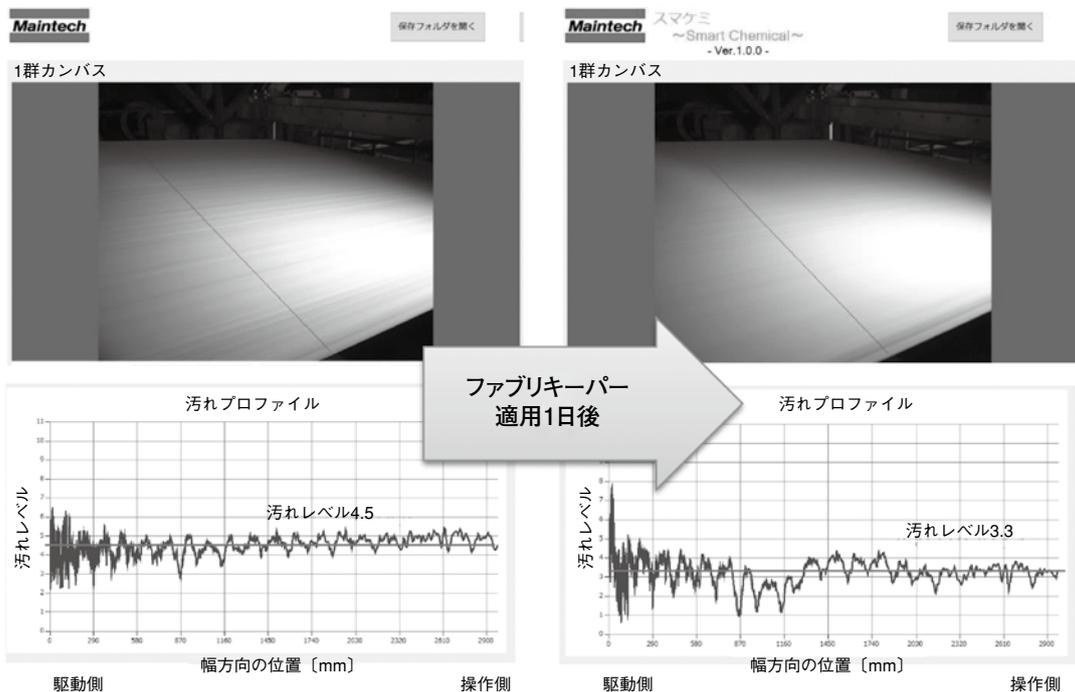


図9 ファブリキーパー効果確認結果

の集計管理の負担を軽減することもできる(図8)。

さらには、SmartDepo™で開発した画像処理技術を応用して、ミストランナーなどの薬品散布ノズルのスプレーを監視し、異常があれば装置を停止する機能を有している。具体的には、ノズルがカメラにもっとも近づいた際にカメラで画像データを取得し、RGBによる画像処理を行い、正常時との差異から異常を判定する(写真2)。これによって薬品散布ノズルの異常にともない発生する紙への薬品痕発生を防止することができる。

4. 実機適用事例、顧客の評価

4-1. SmartDepo™の実機適用事例

① 適用条件

- ・抄造品種：中芯・ライナー
- ・紙幅：2.7m
- ・抄速：約700m/min
- ・監視対象：1群カンバス
- ・フード内環境：約80℃

② 目的

SmartDepo™によって1群カンバスの汚れ状態を定量化し、新規導入したカンバス汚れ防止・洗浄システム“ファブ

リキーパー”の効果確認を目的とした。

③ 結果

本マシンは今年5月にカンバス汚れ防止・洗浄システム“ファブリキーパー”を導入。ファブリキーパー適用前後の効果と比較した。ファブリキーパー適用直後と1日経過後のカンバス画像と汚れレベルを比較すると、画像の汚れが目視で減少しており、かつ、画像処理で数値化した汚れレベルも4.5から3.3に減少していることが確認できた(図9)。これによって、カンバス汚れを定量化できることが分かったため、引き続きファブリ

表1 SmartDepo™ 及び薬品散布ノズルのスプレー監視に
対する顧客の評価

項目	件数
画像が鮮明で、汚れ状況が分かりやすい	9
欠点発生源の分析ができる	7
汚れの数値化により汚れと欠点の関係が分かった	6
汚れ防止薬品の使用量調整に使用できる	6
マシン停止のタイミング設定に活用できる	4
装置、スプレー散布状態をモニタリングできるので安心	4
操業中にフード内に入る頻度が減った	3

表2 SmartPapyrus™ に対する今後の期待

項目	件数
システム適用で欠点・断紙が実際に減少する	9
マシン洗浄のための休転の回数を削減する	6
カンバス以外の汚れ監視システムの開発	4
薬品の遠隔管理と自動発注で作業を省力化する	4
無駄な薬品の使用を抑えて防汚効果を最適化する	4
欠点検出器の情報を活用して汚れによる欠点を抑制する	3
マシン情報を活用した汚れ予知により欠点を未然に防止する	2

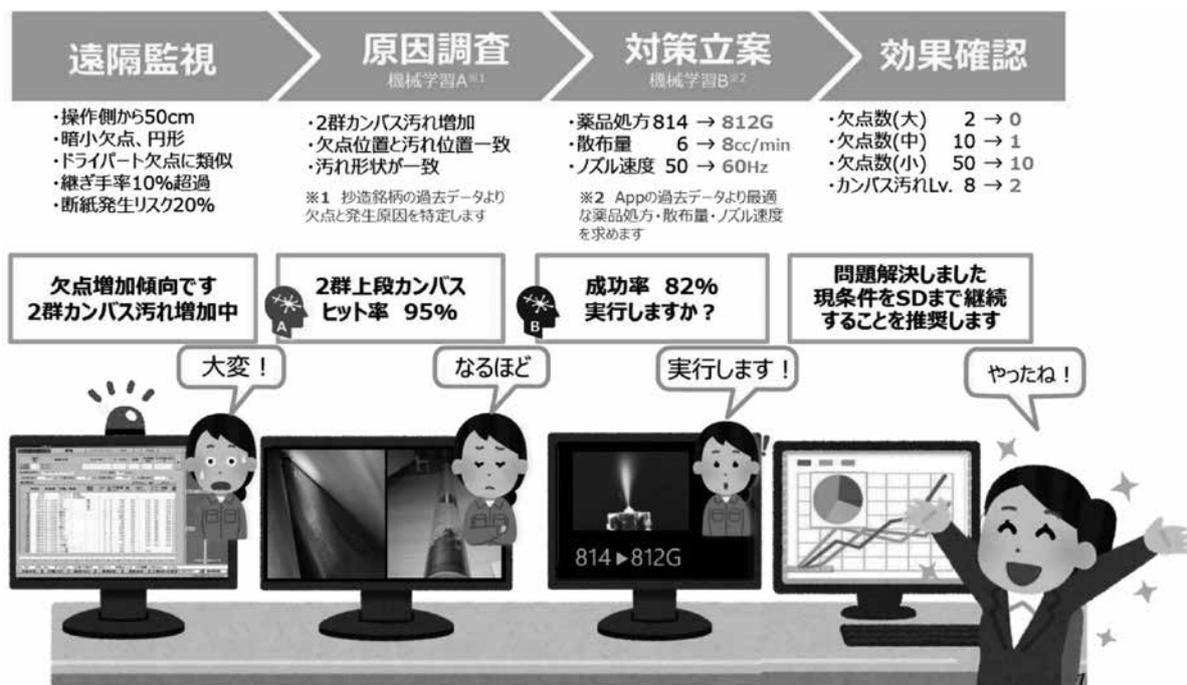


図10 SmartPapyrus™ 導入イメージ

キーパーの汚れ防止・洗浄効果、汚れレベルと断紙回数や欠点検出計から得られる欠陥数との相関を確認することになった。

4.2. SmartDepo™ を設置した10工場の顧客評価

本システムの開発当初は、「カメラをフード内に入れても壊れないのか」「高湿の環境下でカメラを回しても鮮明な画質は得られないのではないのか」「1年を通じて安定して撮影が可能なのか」といった疑問の声があったものの、実際にご使用頂いた方からは「操業中の汚れが見えるようになったことで欠点との関係性をより深く考えるようになった」などのご好評を頂いている。顧客から頂いた評価と今後の期待を表1、表2にまとめた(複数回答あり)。

顧客より頂いた評価と今後の期待をも

とに、今後更にシステムの改良・開発、適用方法の最適化に繋げていき、カンバス起因の欠点を減少できるシステムを鋭意開発していく。また、並行してドライヤー、カレンダー、フェルト、ロールの汚れ状態についても定量化するためのシステムの開発を進めていく。

5. おわりに

IoT・AIなどによる自動化や省力化を進める顧客より、SmartDepo™ によるカンバス汚れの見える化・定量化に対して「汚れが常時遠隔で見ることができ、汚れと欠点の関係がわかった」などのご評価を頂き、さらに今後のSmartPapyrus™ への期待も頂くことができた。現在のSmartDepo™ による汚れの見える化、スマートケミカルによる薬品の集約制御は、人の手を介

するシステムであるため、将来的にはSmartPapyrus™ により汚れ状況に応じた薬品添加量の自動調整、更にはAIを活用して抄紙機状態を分析し汚れを未然に防止できるシステムを目指して開発していく(図10)。

なお、SmartPapyrus™ を開発するうえでSmartDepo™、SmartChemical™ で得た知見や課題・要望を抽出し、反映しながらシステムの精度を向上し、現場の操業担当者にとって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とってのメリットを追求し、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。そのため、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できるソリューションを提供していく所存である。