

# 最新の原質機器システム Blue Line Product

## The Latest Stock Preparation Technology — Blue Line Product

田中正守 株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジー プロジェクト本部プロジェクト営業部

Blue Line Product とは、製紙工程における原質（紙の原料を調成する）機器の最新テクノロジーの総称である。製紙工程には、木質繊維を紙に最適な状態に処理するための原質工程、繊維をシート状に広げて脱水・乾燥する抄紙工程、そしてシート状繊維に必要な表面処理を施す塗工仕上げ工程がある。なかでも、原質工程は原料の種類や処理方法によって機器の組合せが多種多様になるが、Blue Line Product はこの工程全体において省エネルギー、節水、機器設置スペースの削減、メンテナンス頻度の削減、原料歩留まり向上といった効果が得られるように設計されている。適用される機器は、株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジー（VPIT）の合併先であるフォイトペーパー社（Voith Paper GmbH：ドイツ）が開発したものだけでなく、VPIT が独自開発した機器も標準基幹技術として採用されている。本稿では Blue Line Product の概要および適用される機器の技術的特徴について述べる。

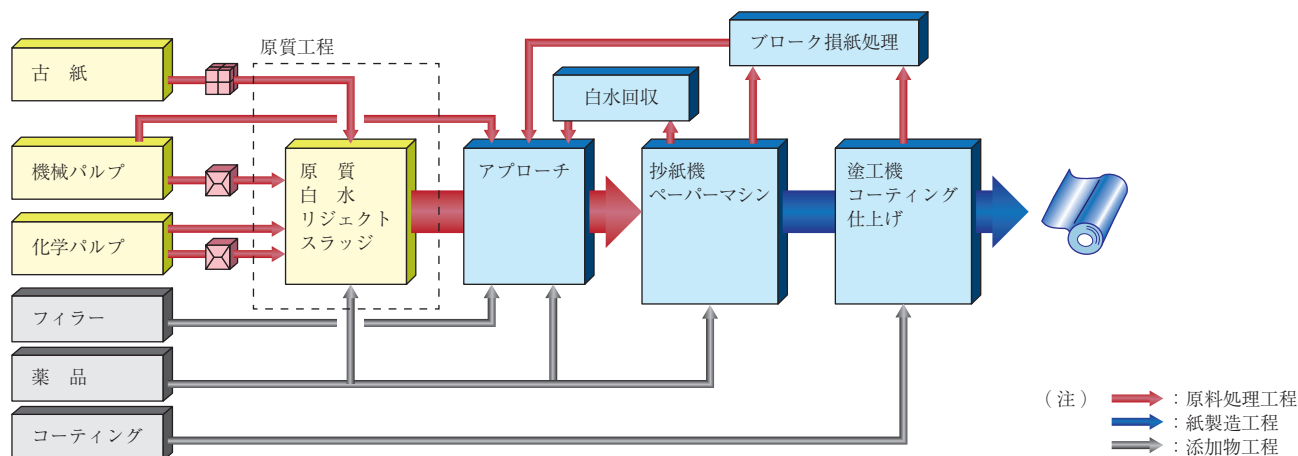
Blue Line Product is the latest engineering lineup of machines and technology for stock preparation in the paper industry. The process of paper production includes stock preparation, paper making, and coating. There are many types of machines, especially in the stock preparation step, in order to treat several types of raw material, and the Blue Line Product lineup can provide all processes with benefits. Examples of such benefits include energy saving, water saving, smaller equipment footprints, lower frequency of maintenance, and better yield. The devices that are used are not only provided by Voith Paper GmbH but also by Voith IHI Paper Technology Co., Ltd. as proprietary technology. This paper presents an overview of the machines and technologies in the Blue Line Product lineup.

### 1. 緒 言

製紙産業は紙の原料となる植物繊維とそれを分散させる水を大量に必要とする。紙の原料として樹木チップを利用する方法のほかに、使用済みの古紙を回収して再利用する方法がある<sup>(1)</sup>。日本の古紙回収率および利用率（2017年）は、世界平均（回収率 58.5%，利用率 59.3%）を上回る水準（回収率 78.8%，利用率 64.5%）であり<sup>(2)</sup>、古紙リサイクルが発達した環境である。

製紙工程に使用する清水量は、日本では生産する紙製品 1 t 当たり 50 ～ 100 m<sup>3</sup> であるが、特に欧州など国際河川が多い地域の場合、取水・排水ともに厳しい制限や基準が設けられていることが多く、使用清水量は 20 m<sup>3</sup> 以下となっている。近年の SDGs（持続可能な開発目標）重視の動向からも、製紙産業における古紙の再利用、および節水・節排水はさらに重要な課題といえる。

製紙工程の概略図を第 1 図に示す。製紙工程において原料を最適化する原質工程は最も上流にあり、原質工程は



第 1 図 製紙工程の概略図  
Fig. 1 Overview of paper manufacturing process

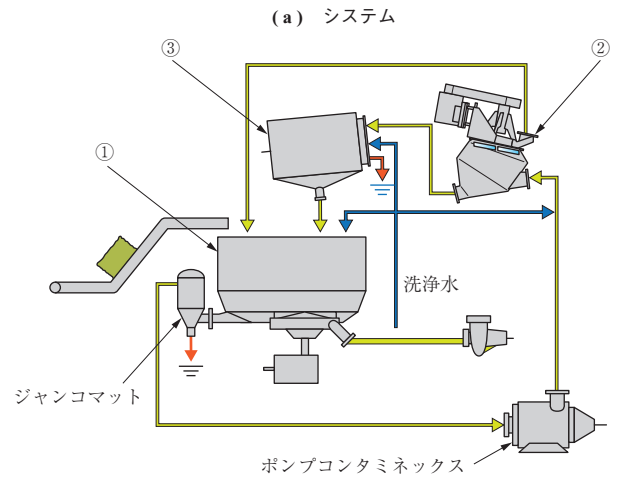
繊維原料を抄紙に最適な状態に調成するために、原料の離解（パルピング）、除じん（クリーニング）、精選（スクリーニング）といった複数の段階を経る工程であり、それぞれに専用の機器がある。第2図に原質工程の一例を示す。それらの機器のなかでも、最大限の操業メリットが得られるように設計された最新機器のラインアップをBlue Line Productと呼ぶ<sup>(3)</sup>。本稿では、Blue Line Productの代表的な機器の概要と特徴について述べる。

## 2. Blue Line Product 機器

### 2.1 ツインパルプシステム

ツインパルプシステムは離解を担うシステムであり、古紙の離解および繊維以外の粗大な異物を選別し排除する。ツインパルプシステムには処理する原料の種類や量に応じてI型、II型およびIII型があるが、現在のツインパルプシステムIII型がBlue Line Product 機器の集大成である。第3図にそのシステムと機器構成を示す。コンセプトは、いかにパルパ（離解装置）を止めずに連続で安定した操業が可能になるかを追求したものである。

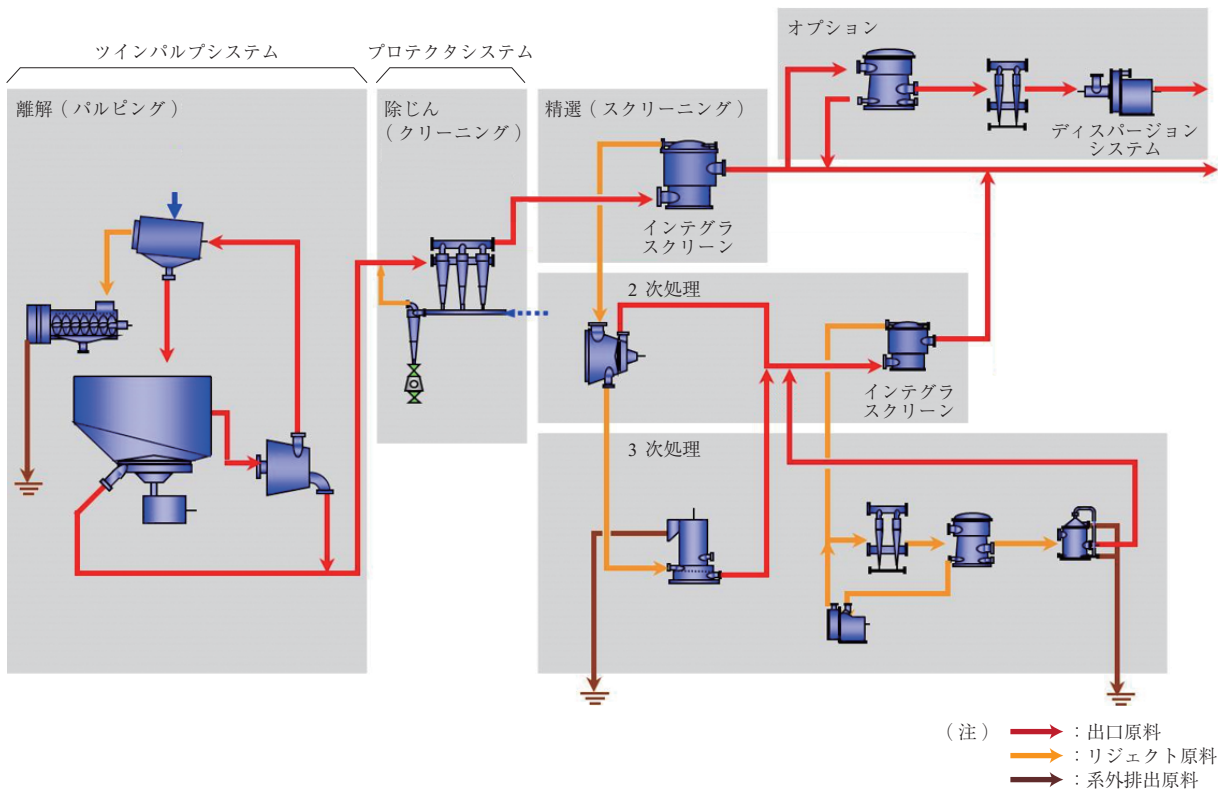
インテンサパルパは、古紙用とバージンパルプ用の2種類があり、偏心したロータやV字型整流板といった特殊構造によって原料をすばやくのみ込んで離解する強い



(b) 機器構成

番号	名称	機器外観
①	インテンサパルパ	
②	インテンサマックス	
③	インテンサスクリーンドラム	

第3図 ツインパルプシステムと機器構成  
Fig. 3 Twin pulp system and its main component



第2図 原質工程の一例  
Fig. 2 Typical flow layout of stock preparation

回流を生み出すことができる。この特徴によって、従来型のパルパと比べその動力原単位が極めて低く、また離解能力も高いというメリットをもたらす。これは VPIT が独自に研究開発した技術であり、世界標準として採用・展開され、高い評価を得ている。

システム中の機器で、特に原料中の異物を除去する役割を担う機器をデトラッシュ（異物除去）機器と呼ぶ。インテンサマックスでは、変則的な角度をもった特殊ケーシングにより異物同士の集積を予防することや、ロータを上部に配置することで、ロータに異物が接触して起こる摩耗やロータによる異物の細分化を防ぐといった特徴がある。これにより、従来の機器に比べ異物によるトラブルを軽減し、安定した操業が可能である。

インテンサマックスから排出された異物には、まだ多くの利用可能な繊維が付着している。これを効率的に回収するのが、インテンススクリーンドラムである。ここでは、3種類の異なるシャワー構造が、ドラムボディ内で回転する異物から繊維を洗い落とす。外部シャワー構造は、ドラム本体の目穴の閉そくを予防する。3D シャワーパイプ構造は、内部で回転している異物を効率よく洗浄する。ウォータージェット構造は、回転する異物を連続的に軸方向に洗浄し、その滞留時間を延ばす役目も果たしている。

これらの特徴をもった機器の構成により、パルピングシステムでの省エネや繊維ロスの減少、安定した操業が可能となる。

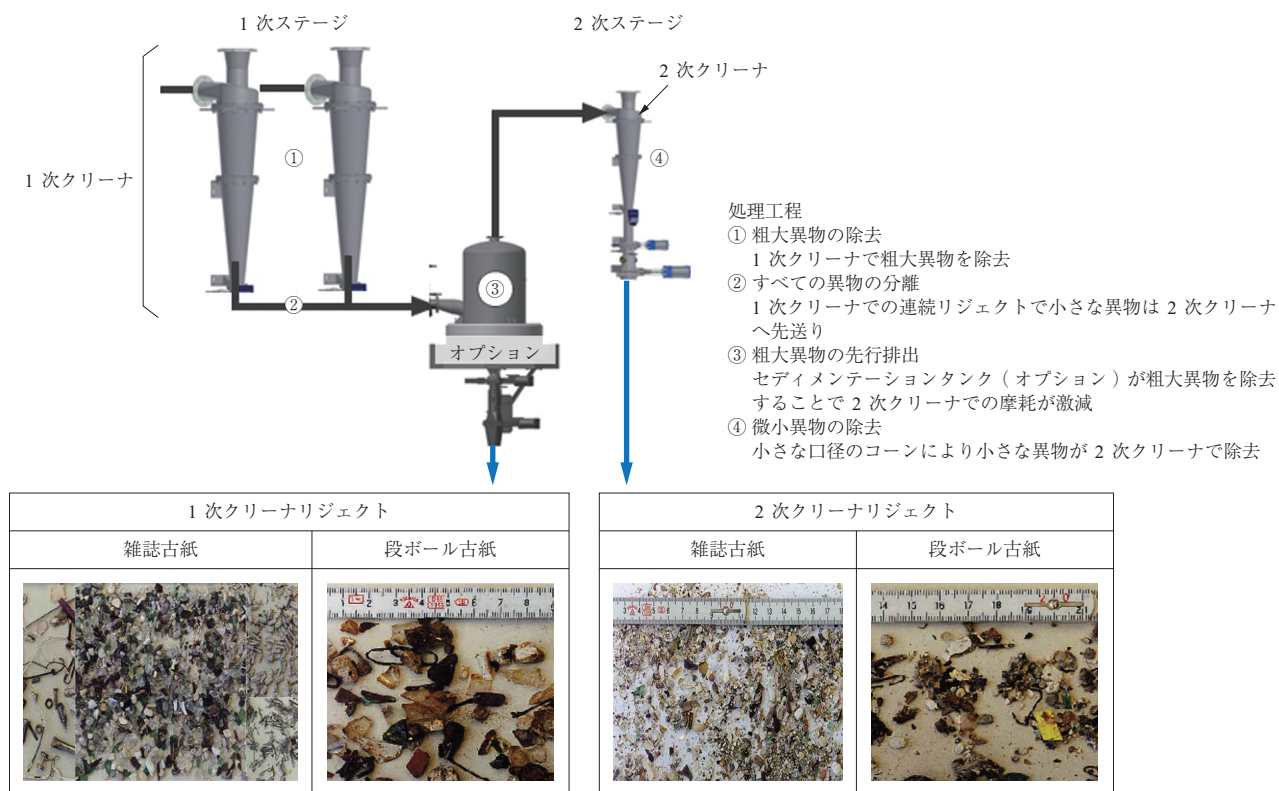
## 2.2 クリーナシステム

クリーナシステムは、原料を旋回させ発生する遠心力を用いて比重の大きい異物を原料から選別するシステムであり、小石やクリップなどの粗大な異物を除去する高濃度クリーナ、砂や金属粉などの細かい異物を除去する低濃度クリーナに区分される。

離解後の高濃度クリーナには2段階のクリーナ、プロテクタシステムがある。第4図にプロテクタシステムとその処理工程を示す。従来式の1段階の高濃度クリーナに比べ、2段階のプロテクタシステムは、高い操作性や適応性、後段機器の保守、摩耗箇所の低減、コンパクトな設計といったメリットがある。

1次ステージのクリーナは連続リジェクト方式とし、より多くの異物を排出する。2次ステージは1次ステージのリジェクトを再処理するバッチリジェクト方式とし、異物とともに排出された繊維をできるだけ多く回収している。この組合せにより、高い異物除去効果と繊維回収率との両立ができる。

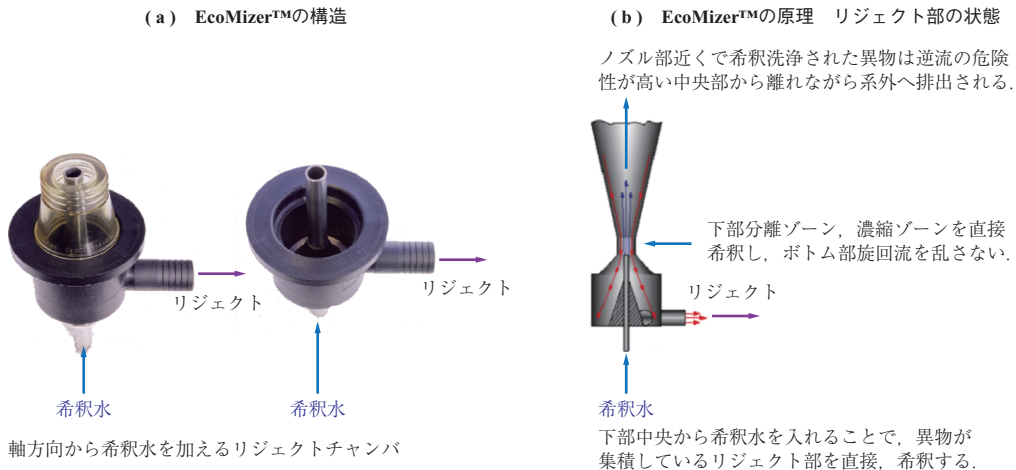
また、既設のシングル高濃度クリーナを、プロテクタシ



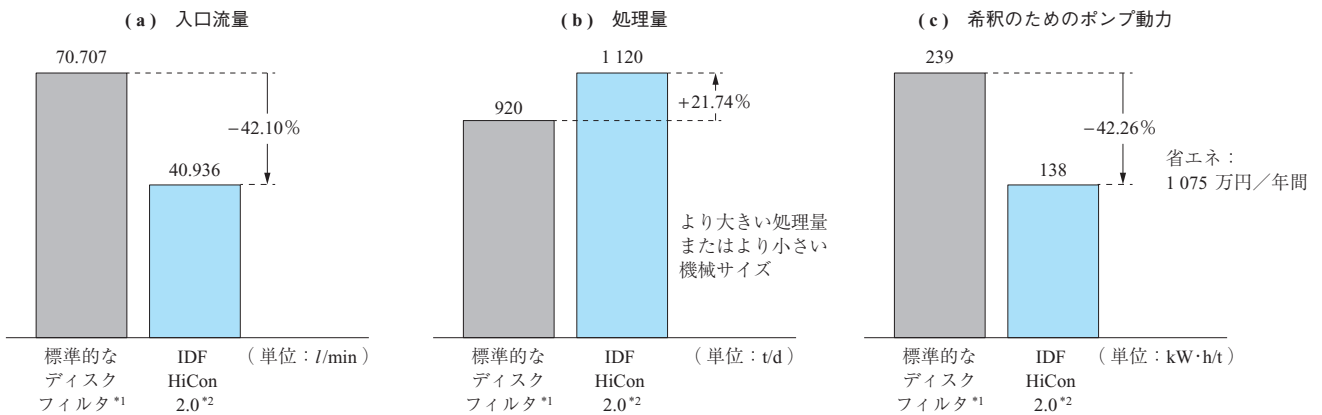
第4図 プロテクタシステム  
Fig. 4 Overview of protector system

システム化とする改造も可能である。使用可能な1段式の高濃度クリーナを改造し、2段式のクリーナとその接続配管を追加することで、比較的設備投資を抑えて多くのメリットが得られる。

精選後の低濃度用クリーナとしては EcoMizer™ 付きクリーナが挙げられる。これは原料および異物が集積しやすいコーン最下部において、軸中心方向に希釈水を注入することで異物集積を妨げることなく原料詰まりが防止できる。これによって従来機では閉そくしてしまう高濃度での操業が可能となり、クリーナ本数の減少および入口ポンプの大幅な省力化が可能となった。またコーン最下部の繊維分を出口サイドに戻す働きにより繊維ロスも少なくすることが可能となる。第5図に EcoMizer™ 付きクリーナの構造と原理を示す。



第5図 EcoMizer™ 付きクリーナ  
Fig. 5 Overview of EcoMizer™ cleaner



(注) 計算ベース: テストライン, 1120 t/d, 13円/kW·h  
\*1: 入口濃度 1.1%  
\*2: 入口濃度 1.9%

第6図 インフィルトラディスクフィルタ  
Fig. 6 Benefit of InfiltraDiscFilter

### 2.3 インフィルトラディスクフィルタ

ディスクフィルタは、除じん工程を経て希釈された原料を次工程に適した濃度まで再度濃縮するために用いられる。インフィルトラディスクフィルタ（以下、IDF）は、今までのバグレスディスクによる高品質スーパークリア白水の生成に加え、さらに省エネ効果が付与された。

標準型ディスクフィルタでは、脱水前の原料（機器入口）濃度は1.1%程度が処理限界であるのに対し、IDF高濃度対応用 HiCon 2.0 では、機器入口濃度1.9%までの原料を濃縮処理できる。第6図に、標準型1.1%の入口濃度と HiCon 2.0 の入口濃度1.9%とを比較した図を示す。運転の結果、入口流量で42.10%少なくなり、処理量は標準型と比べ21.74%増やすことができた。さらに入口濃度の上昇で、ポンピング動力を42.26%削減することができた。電力コストの高い工場や設置面積に限りのある工場

は、この HiCon 2.0 は特に有効である。

## 2.4 ディスパーションシステム

ディスパーションシステムは、さまざまな除じん用機器を用いても除去できない微細な異物（インク片など）を目に見えないサイズまで分散するシステムである。

第7図にディスパーションシステムを示す。このシステムには、原料の濃縮、薬品や蒸気を原料と混合、分散用機器への搬送および分散処理といった、さまざまな処理工程が存在し、従来システムでは6台以上の機器およびモータ（第7図-(a)）が必要であった。

Blue Line Product のディスパーションシステムは、インフィルトラスクリュープレス、スピードヒータ、インファイブラディスパージャの3台のみで構成される（第7図-(b)）。

従来では一つの機器が一つの機能を果たしていたため、システム中に多くの機器が必要だったが、このシステムでは脱水と加圧、搬送と分散といった複数の機能を統合し、最小限の機器構成でシステムを構成できるようにした。これにより、システム全体の大幅な動力原単位と機器設置スペースの削減が可能となる。原料においても、新聞古紙や段ボール古紙など、すべてのグレードに対応可能である。

## 2.5 インテグラガード、インテグラスクリーン

これらのスクリーン装置は従来の C-bar バスケットとさまざまなロータの組合せから成るが、多数あるスクリーンの型式を集約し、バスケットとロータへのアクセスをすばやく簡単にメンテナンスできるように設計を見直したものである。

第8図にインテグラガードおよび MSA マルチスク

(a) インテグラガード

(b) MSA マルチスクリーン



第8図 インテグラガードおよび MSA マルチスクリーン  
Fig. 8 Overview of IntegraGuard and MSA MultiScreen

リーンの外観を示す。インテグラガード（-(a)）は、従来の MSA マルチスクリーン（-(b)）が特長とする低脈動設計、およびデポジット発生防止の偏心ハウジング構造はそのまま残し、原料の入口位置方向を上部垂直に変更することによるロータの低速度化と、それによる少ない圧力降下を特長としている。

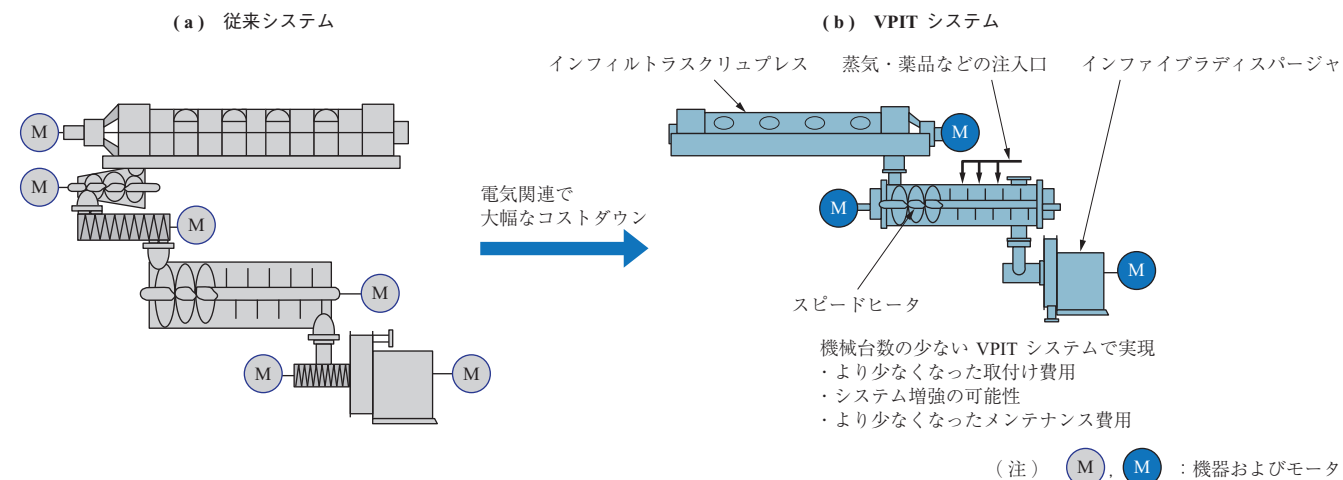
インテグラスクリーンにおいてはすでに 85 台以上の納入実績を誇り、インテグラガードとともに今後もその実績は伸びていくものと期待している。

## 3. 結 言

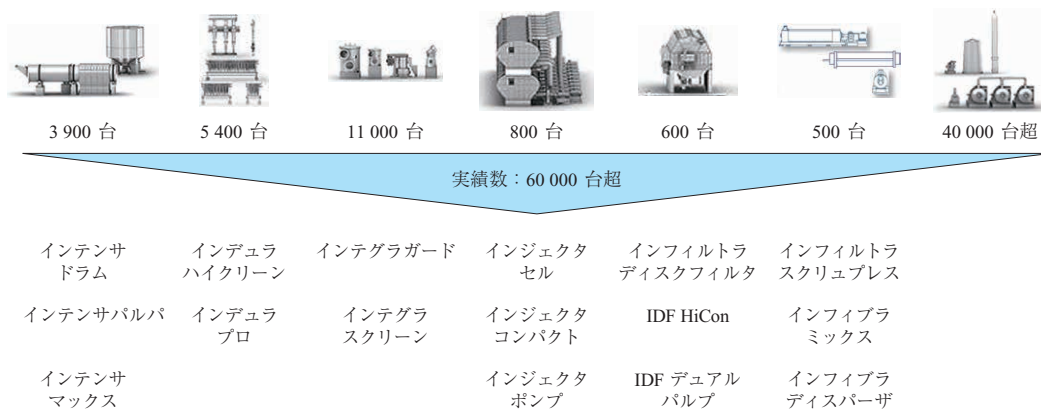
本稿では、製紙工程における原質機器の最新ラインアップ「Blue Line Product」の技術的特徴について紹介した。

Blue Line Product は本稿で紹介した機器のほかにも数々の機器があり、その実績は6万台を超える（第9図）。VPIT ではフォイトペーパー社と合同でこれらの実績やテクニカルセンターにおける機器テストから得られた情報を統合し、さらなる技術革新を推進している。

海外、国内ともにさまざまな製紙事情がある。それらに



第7図 ディスパーションシステム  
Fig. 7 Overview of dispersion system



第9図 Blue Line Product 納入実績  
 Fig.9 Reference : Blue Line Product lineup

最適な技術を提供することに関し、一つの確立された機器ラインアップと国際的な協力体制をもっていることは、世界の製紙業界に大きな存在感を示していると考えられる。

— 謝 辞 —

原質機器に関する技術は、多大なご支援をいただいている国内協力企業およびフォイトパーパ社の力強いサポートの成果の賜物です。ここに記し、深く感謝いたします。

参 考 文 献

- (1) 古紙：日本製紙連合会, <https://www.jpa.gr.jp/states/used-paper/>, (参照 2019. 05. 31)
- (2) 世界の中の日本：日本製紙連合会, <https://www.jpa.gr.jp/states/global-view/index.html>, (参照 2019. 05. 31)
- (3) 後藤隆徳：最新の原質機器・システム – Voith の“BlueLine”について, 紙パルプ技術タイムズ, 2018年11月号, pp. 17 – 21