

# カラー複合機 bizhub C368 シリーズ

Low Environmental Impact: the bizhub C368 Series A3 Color MFP

山本 雄一\*  
Yuichi YAMAMOTO

木谷 龍二\*\*  
Ryuji KITANI

中尾 竹寿\*\*\*  
Takehisa NAKAO

石原 康弘\*\*\*\*  
Yasuhiro ISHIHARA

## 要旨

コニカミノルタは、A3カラー複合機の新製品として bizhub C368 シリーズを発売した。前任機 bizhub C364e シリーズの後継にあたり、コンセプトの一つに環境負荷低減をおき、これに貢献する技術を多く搭載した。

本稿では、コニカミノルタが積極的に推進するオープンリサイクル再生材の外装材への使用量拡大、スリープ電力0.5Wでの省エネ、定着温度最適化制御による消費電力低減、近年欧州地域で関心が高まるUFP (Ultrafine Particles：超微粒子) に対する排出量削減といった業界トップクラスの性能を支える環境負荷低減技術について解説する。

## Abstract

Building on the successful bizhub C364e series, the bizhub C368 series A3 color MFP reflects the design attention Konica Minolta gives to the impact of its products on the environment.

In the bizhub C368 series, that concern takes concrete form in four technologies: 1) the use of open-loop recycled materials for the MFP's exterior, 2) a 0.5 W sleep mode that saves energy, 3) optimal control of the fixing temperature for a reduction in power consumption, and 4) a reduction in UFP (Ultrafine Particles) emissions, a concern that has recently gained attention in Europe.

---

\* 情報機器開発本部 第2製品開発センター 第21製品開発部  
\*\* 情報機器開発本部 材料要素技術開発センター 機能材料開発部  
\*\*\* 情報機器開発本部 システム制御開発センター 第2システム制御開発部  
\*\*\*\* 情報機器開発本部 コスト技術開発センター 第2コスト技術開発部

## 1 はじめに

国際社会において、環境負荷低減が盛んに言われるようになって久しい。

そのような中、コニカミノルタは、日本経済新聞社が実施した第18回『環境経営度調査』において、製造業総合ランキング1位を獲得した。環境負荷低減と企業価値向上を一体化した環境経営方針・施策の推進、PETボトルとガロンボトルを再生して業界で初めて複合機の外装部材に採用した活動などが評価され、「環境経営推進体制」「製品対策」などの側面で高評価を獲得した結果である。

本稿で紹介するbizhub C368シリーズでは、これまで以上に優れた「環境性能」を搭載し、また、使用環境におけるお客様の作業負荷を低減するため「高信頼性」、「モバイル連携強化」に取り組んだことで、前任機に対して多くの面で負荷の低減を達成し環境にも人にも優しい製品となっている。本製品は、優れた環境性能を持つ製品を評価・認定するコニカミノルタ独自の「グリーンプロダクツ認定制度」において、「グリーンプロダクツプラス」に認定されている。この認定の根拠となった業界トップクラスの性能を支える環境負荷低減技術について解説する。

## 2 製品概要

bizhub C368シリーズは、2013年に発売したA3カラー複合機bizhub C364eシリーズの後継として、モバイル端末を活用した新しい働き方に柔軟に対応した新製品として開発された。カラー複合機の基本機能においては高いパフォーマンスを維持向上し、また、外観デザイン、オプションの拡張性などは、前任機と多くの共通性を保ちながら、環境性能の向上、お客様の操作性改善などを盛り込み、細やかな部分に大きな改善を施している。

コンセプトの一つに環境負荷低減をおき、再生材の外装部品への使用量拡大、スリープ電力0.5W、定着温度最適化制御による消費電力低減などに加え、コニカミノルタとして初めてA3カラー機にローラー帯電方式を採用し、機内でのオゾンの発生量を低減している。また近年、欧州にて関心が高まるUFPに対して、コンパクトなUFP捕集システムを欧州向け製品に内蔵し排出を抑制した。オプションとしてクリーンユニットを設定し、装着時には更なる排出量削減を達成することで、お客様に快適なオフィス環境を提供できる製品となっている。

お客様の操作性を向上させた機能の一つに、モバイル連携強化として操作パネル上にモバイルタッチエリアを搭載し、タッチするだけでお客様のモバイル端末が認識できるなど、お客様に対しモバイル連携のためのハードルを下げることで、モバイル端末からの印刷、操作をより身近なものとした。本体の外観をFig. 1に、製品の仕様をTable 1に示す。



Fig. 1 The bizhub C368.

Table 1 bizhub C368/C308 specifications.

MFP	bizhub C368 / C308	
Resolution	Scanner	600 dpi x 600 dpi
	Printer	1800 dpi (equivalent) x 600 dpi
Gradations	256	
Maximum size original	A3	
Printable paper size	Cassette 1:	SRA3 to A5
	Cassette 2:	As to A5
	Bypass:	SRA3 to A6S, free size
Warm-up time	≤ 20 seconds	
First copy	Color:	6.9 seconds (C368)
	Monochrome:	5.3 seconds (C368)
Copy/print speed	A4:	13 cpm (C368), 30 cpm (C308)
	A3:	18 cpm (C368), 15 cpm (C308)
Dimensions	[W x D x H] 615 x 685 x 779 mm (H is up to platen)	
Weight	Approx. 85 kg (standard configuration)	

## 3 搭載技術詳細

前述したように、本製品は環境負荷低減をコンセプトに開発を進め、多くの関連技術を搭載している。これらの技術について詳細を紹介する。

### 3.1 オープンリサイクル材の外装部品への適用

#### 3.1.1 コニカミノルタの再生材の取り組み

コニカミノルタは、循環型社会への対応による石油由来資源の使用量削減、CO<sub>2</sub>排出量削減による地球温暖化防止に取り組んでいる。特に製品に使用する樹脂材料の資源量削減に重点を置き製品開発を進めており、再生材の使用を推進している。

再生材の使用に際し、事務機器業界ではクローズド方式が主流に行われているが、コニカミノルタはオープンリサイクル方式を積極的に推進してきた。この再生材は、ペットボトルを回収・リサイクルした再生PETとウォーターサーバー用ガロンボトルを回収リサイクルした再生PCから構成され、いずれも市場で量が確保しやすく、適用範囲を拡大し社会貢献度を高めやすいという利点がある (Fig. 2)。

コニカミノルタでは、bizhub C754/C654より業界で初めて再生PC/PET材を採用し、bizhub C364, C364eシリーズにも採用してきた。

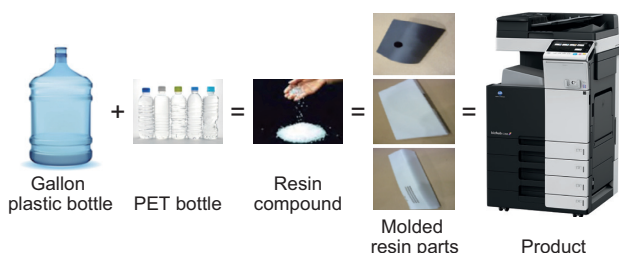


Fig. 2 Recycling plastic materials.

### 3.1.2 新再生PC/PET材の開発

今回のbizhub C368は、環境アセスメント評価システムであるEPEAT (Electronic Product Environmental Assessment Tool) の要求項目であるポストコンシューマリサイクル (PCR) 比率25%以上 (全樹脂に対する重量比率) を目標に掲げ、開発を行った。本体の樹脂部品の使用比率を高めるには、再生PC/PET材のPCR材比率を向上させ、適用部品を増やす必要がある。

しかし、PCR材比率を高めることで耐衝撃性が低下すること、また、適用部品を増やすには成形金型への溶融樹脂の流動性を上げることが課題であった。そこで、ケミカルプロセッシング技術をさらに進化させて、既存材料と同等性能を持ちながら耐衝撃性と流動性を向上し、再生材使用率を約43%から約70%まで高めた新再生PC/PET材の開発に成功した (Fig. 3)。

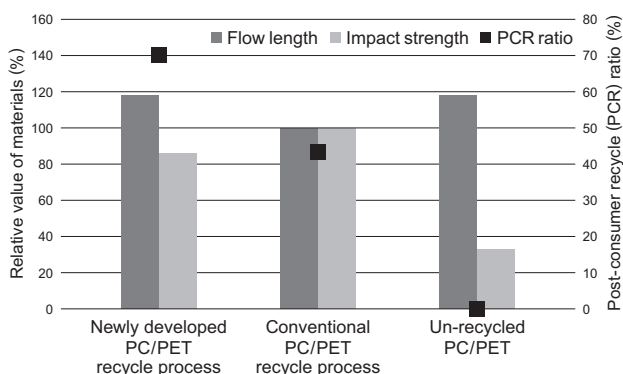


Fig. 3 Mechanical and rheological properties of various PC/PET resins.

### 3.1.3 環境負荷低減の効果

bizhub C368では新再生PC/PET材の採用率を大幅に高め、前任機のbizhub C364eに対し、本体表面積に占める使用率を約50%から約78%へ向上させた。その結果、目標PCR値25%以上の採用を達成して石油由来資源量の削減に貢献するとともに、A3機では業界初となるEPEAT項目を獲得し、CO<sub>2</sub>排出量も約20%以上の削減を達成している。また、資源循環への貢献として、本製品一台当たりペットボトル (500ml) 40本分、ガロンボトル約10本分の再生PC/PET材を使用している。Fig. 4の★印の部品が、再生材を採用した主な外装部品である。



Fig. 4 Recycled PC/PET resin in major MFP components.

## 3.2 スリープ電力0.5W制御

bizhub C368は、スリープモード時の消費電力を前任機C364eの1Wから0.5Wに節電した。0.5Wを達成するために電源制御CPUを搭載し、節電モードに応じてメインCPUやデバイスの電源をオフにする節電制御を行っている。メインCPUの電源をオフにするため、メインCPUに代わって電源制御CPUがスリープ復帰制御を代行し、メインCPUの電源をオフ状態で前任機と同じ機能を実現させている。また、メインCPUの電源オフ時は、ネットワーク通信をメインCPUに代わって代理応答する機能を新規に開発し、0.5Wの消費電力でネットワーク通信も行うことが出来るようにしている。

### 3.2.1 コントローラ通電制御

電源制御CPUは、メインCPUと周辺デバイス及び画像処理部の電源のオン・オフ制御を行っている。スリープモード時は、スリープモード解除要求処理を行うデバイス以外の電源を全てオフにしている。これまでスリープモードの解除要求の処理はメインCPUが行っていたが、これに代わって新規設計した電源制御CPUが、時計、パネル操作、FAX受信、通信モデム受信、パネル人体検知、USBコネクタ装着検出、原稿セット、カバーオープンの復帰信号を受けて、メインCPUの電源投入処理とメインCPUへ復帰要件通知を行うようにした。

スリープ復帰処理を速く行うため、メインCPUが使用するDDR3メモリー電源はオフにせず、メモリー内のデータを保持した状態を保ち、復帰制御タスクの並列処理を行ったことで、スリープモードから操作パネルが起動するまでの時間を前任機の約9.2秒から約4.7秒と大幅に短縮した。また、DDR3のスリープモード時の消費電力低減にはセルフリフレッシュモードを使い、操作性と省エネを両立させている。

Table 2に給電制御を示す。電源を4つのドメインに分け、電源のオン・オフを制御する電源制御CPUは常時通電させている。この電源制御CPUが、ネットワーク、コントローラ、プリンター、スキャナーの電源を管理し、消費電力が0.5Wの時は電源ドメイン0と1は給電し、その他の電源ドメインへの給電はオフにしている。スリープモードへの移行はユニット毎に制御を行うため、個別に電源のオン・オフが出来る構成としている。

Table 2 Four-domain power control.

Domain	Power control	Energized item
Power domain 0	Always on	Power control CPU
Power domain 1	Turned on if necessary	LAN / proxy response system / DDR3
Power domain 2	Turned on if necessary	Main CPU / panel / image process / HDD
Power domain 3	Turned on if necessary	Printer / scanner

Fig. 5 に電源制御のブロック図を示す。電源制御 CPU は常時通電し、電源ドメイン1から3の電源オン・オフを制御している。スリープモード時は、電源ドメイン1を通電しネットワークアクセスに応答している。

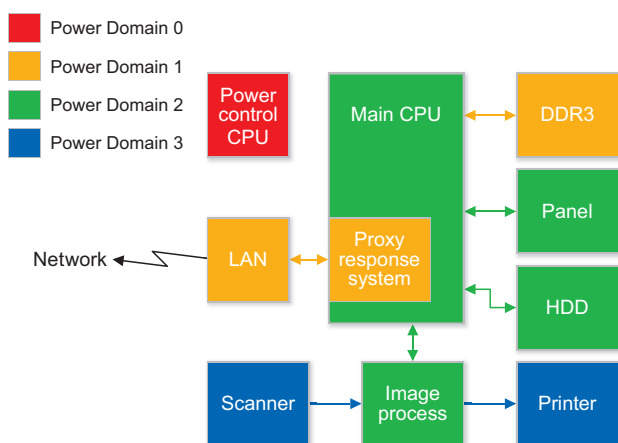


Fig. 5 Power control system.

### 3.2.2 ネットワーク代理応答

前任機のbizhub C364eシリーズでは、スリープモード中にネットワークからARP (Address Resolution Protocol: 機器固有のネットワークアドレス問い合わせ) コマンドを受信すると、メインCPUが節電モードから通常モードに復帰してMACアドレス (Media Access Control Address: ネットワーク機器毎に割り当てられる固有の番号) を返信していた。このARPコマンドに対応するためCPUは、スリープモード時もネットワークの監視と返信をするため電力を消費していた。スリープ電力を0.5Wにするためには、メインCPUの通電をオフにする必要があり、bizhub C368では、このARPコマンド処理をメインCPUに代わって応答するネットワーク代理応答システムを開発し、目標を達成することができた。スリープモード時以外は、メインCPUがLAN PHYを制御しネットワーク通信を行っているが、スリープモード時は、Fig. 5 に示す代理応答システムがメインCPUに代わってLAN PHYを制御し、ARPコマンドを受信するとMACアドレスを返信する機能を有している。

また、ネットワークシステムは、IEEE 802.3az規格のLow power idleモードに対応し、ネットワーク通信していない時間はLAN機能の一部を停止して消費電力を低減している。

## 3.3 定着温度最適化制御技術

製品の省エネ性能を高める為には、消費電力の大きい定着ユニットの性能向上が重要となる。従来、加熱ローラーやベルトの熱容量低減やトナーの低融点化といった定着システム自身の熱効率を高める工夫を行ってきた。本製品では、更なる省エネに向けプリント原稿の内容に応じて定着システムの温度コントロールを行うことで、お客様の原稿に合わせて定着ユニットで消費するエネルギーを最適化し、省エネ性能を向上させている。本機能により生産性を損なうことなく、前任機より定着ユニットの消費電力量を最大10%低減した。本章では、機能実現のポイントとなった取り組み、技術について紹介する。

### 3.3.1 画像パターンと定着温度の関係

定着ユニットの制御温度は、光沢度・剥離性に代表される画像品質だけでなく、定着ユニットの消費電力量として省エネ性能にも影響を与える重要な制御パラメータである。従来の定着ユニットの温度制御では、プリント用紙の種別に応じた温度設定のみ行っており、原稿濃度に対応するなどのきめ細かな制御は行っていなかった。

今回、定着ユニットの消費電力量削減を検討するにあたり、用紙上のトナー付着パターンの違いによって必要となる定着温度が異なる点に着目し、画像パターンと必要定着温度の関係を明らかにすることで、きめ細かな制御を実用化した。ここではモノクロ画像での検証内容を例に紹介する。

モノクロ画像では、定着温度の低温化に対して、トナー剥離強度がボトルネックとなっていた。トナー剥離強度は、所定画像濃度のトナー付着パターンを形成した用紙を定着処理し、剥離試験機による剥離工程後の濃度を測定するものである。このトナー剥離強度は、同じ定着温度であっても、濃度条件によって差が出ることに着目した。それは、画像の濃淡はFig. 6のようなスクリーンパターンによって階調表現される為に、画像濃度が高い方がトナー融解時にトナーと用紙間の結合が強くなることでトナー剥離強度は高くなり、また、画像濃度が低くなるとトナー剥離強度も低くなるという現象である。この関係から画像濃度条件ごとに最適な定着温度を割りだした。代表例としてFig. 7 に示すように、低濃度設定 (約25%) のトナー付着パターンにて剥離強度を確保する為の定着温度に対して、高濃度設定 (約100%) の条件では、定着温度を約10℃低減することができた。この関係を様々な使われ方について明らかにし定着品質を確保できる制御温度条件を設定した。

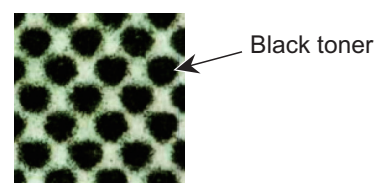


Fig. 6 Microscopic dot pattern.

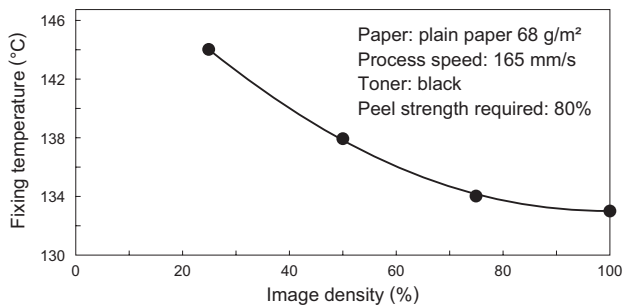


Fig. 7 Fixing temperatures at various image densities that ensure sufficient peel strength.

### 3.3.2 画像パターン判別と温度制御技術

ここでは機能を実現する上でポイントとなる画像パターン判別技術と定着温度制御技術について紹介する。

画像パターンの判別には、自社製インタープリタ“Emperor”の機能を活用している。“Emperor”は、本製品に標準搭載されたPostScript3エミュレーション、PCL6エミュレーションの機能を有した高画質かつ高速のインタープリタで、プリントモード時、言語解析部にてPDL（プリンター言語）形式のベクターデータを解析し、DISPLAYLISTと呼ばれる中間データに変換した後、ラスターライズ部にて中間データを読み込み、画像メモリーにラスターデータを生成している。この言語解析部の機能を応用し、画像データに含まれる文字オブジェクト、グラフィックオブジェクト、イメージオブジェクトの有無、及び各オブジェクトの描画条件や属性情報から画像パターンを判別し、その結果に応じて定着温度の切り替えを行っている。

本画像パターン判別機能の設計において注意を払った点を3点紹介する。1点目はラスターライズ処理時間の増加と生産性への影響の抑制で、実際にラスターライズ処理の時間影響度を測定しながら、より短時間で画像パターンを特定できるよう判別アルゴリズムを工夫した。2点目は描画オブジェクトの解析結果が一律でなく、ドライバ設定やPDL言語の種類によって異なるケースがある点で、これに関しては各条件の結果を個々に確認しながら定着品質が損なわれないような定着温度設定を行った。3点目は2in1やウォーターマーク等のインタープリタ処理工程の後段で行われる処理に対する対応で、これに関しても各設定が定着品質に与える影響を個々に確認しながら定着温度の最適化を行った。

ページ毎に画像パターン判別と定着温度の最適化が行われた後、実際にページ毎に定着システムの温度コントロールを行う。本製品では昇温・降温の開始タイミングと温度勾配を調整し、各ページで必要となる定着温度を確保している。これにより生産性の低下や光沢ムラ等の画像品質の低下を抑制している。

### 3.4 UFP排出量削減の取り組み

UFPについては、近年特に欧州での関心が高まっており、2013年からは、ドイツの環境基準であるブルーエン

ジェルにおいて容量250L以下のプリンター、複合機への排出量規制が要求されている。当社では、今後この要求が多く製品の拡大する可能性があると考え、A3複合機におけるUFP排出量削減に取り組んだ。

このUFPは、主に定着部の熱により暖められた構成部品から発生することがわかってきている。そのため、複合機外への排出を抑制するには、複合機本体の排熱エア排気口などに捕集フィルターを設置すれば実現は可能であるが、今後想定される排出規制の要求を満たすためには、大型のフィルターが必要となると想定される。しかし、それに伴う機械の大型化は、当然のことながらお客様には受け入れられない。本製品ではオプションなどの共通性を高める観点から、本体サイズを前任機と同サイズにすることとし、またお客様の設置場所を制約しないよう本体から飛び出す突起部もないように配慮した。このような制約条件を満たすコンパクトなUFP捕集システムの搭載を実現できたので、詳細を紹介する。

#### 3.4.1 UFP排出量削減技術の詳細

UFP排出量の削減にあたっては、①UFP発生量の削減、②UFPを含む機外排気エアの収集、③収集した排気エアからのUFP捕集の3つのポイントに着目した。

まず、①UFP発生量の削減への取り組みについて紹介する。UFPは主に定着部の熱により暖められた構成部品から発生し、その発生量は定着部の温度に依存している。温度が高くなるほどUFPの発生量が多くなる傾向にあり、定着温度をいかに下げることが発生量削減につながる。

本製品では定着ベルトの改良により、前任機と共通のトナーを使用しながら定着温度の低温化を達成している。その方策の一つとして、定着ニップ部での定着ベルトからトナーへの伝熱機能を向上させている。具体的には定着ベルトがトナーと接触する面の表面粗さを小さくしている。それにより、用紙上のトナーとベルト表面の凹凸により生じる空間が小さくなり、介在する空気が少なくなった。この結果、空気層による熱遮蔽効果を低減でき、定着ベルトの熱を効率的にトナーに伝えることができていた。このような機能改善により定着温度の低温化を実現し、UFPの発生量を前任機から約40%削減できた。

次に、②UFPを含む機外排気エアの収集についてである。本製品をはじめ複合機には、定着器、電源、モーター、回転摺動部など、温度制御が必要な部品が多く使われている。これらの部品に対しては、冷却ファン等を使ったエアフローシステムにより該当部の温度上昇を抑え、機能低下を防いでいる。しかし、このような冷却ファン等による排気エアにUFPが含まれていた場合には、UFPはそのまま機械の外に排出されることになる。また、このような排気口は複数存在しているため、全ての排気口で捕集するのは効率的ではなく、コストアップにもなる。本製品では、前任機の本体サイズ内に収めることを目標に、最大限のUFP収集を検討した。そこで複数ある既存のエアフローシステムから排出されるUFP

の量を測定し、最も効率的にUFPを収集できるシステムとして、定着器上部から機械外部のエアを吸引して定着後の用紙冷却を行い、機械背面に排気しているエアフローシステムを選定した。このエアフローシステムに対して、さらに効率よくUFPを収集するため、吸引口から排気口までのエア経路をシミュレーション解析によって見直し、最適形状を検討した。ルートが屈曲する部品の形状を緩やかにするなどの改善を入れることで、機外に排出されるUFP全体の90%以上をこのシステムに収集することが実現できた。Fig. 8に排気口別のUFP排出割合を示す。

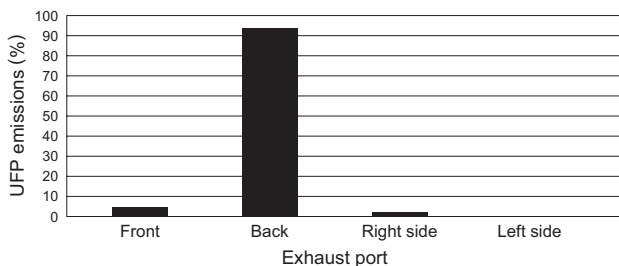


Fig. 8 Percentage of UFP emissions from each exhaust port.

最後に③収集した排気エアからのUFP捕集についてである。UFPは直径 $0.1\mu\text{m}$  ( $0.1\text{mm}$ の千分の一)以下の粒子のことである。このUFPを捕集するには、一般的な高性能フィルターでは困難であり、フィルターメーカーとともに検討を進め、捕集効率が高くなおかつ圧力損失をできるだけ低くしたHEPAフィルター (High Efficiency Particulate Air Filter)を採用している。このフィルターの捕集原理は、プラスとマイナスに帯電した繊維による微弱な静電気力で微細な粒子を吸着させる方式である。そのため、このフィルターの捕集効率を最大に活用するには、静電気力にてUFPが吸着するようにできるだけ低速でフィルターを通過させる必要がある。だが前述したように、UFP収集に選定したエアフローシステムは、定着後の用紙冷却機能も合わせもっており、この機能に必要なエア流量を満たすために、吸引力が強いシロッコファンを採用している。このファンから製品の背面までの距離は約 $100\text{mm}$ あり、このスペースにフィルターとダクトを収容し、かつ排気を低速化する機構を設計した。まず、フィルターの面積を機械内部で最大に確保し、それに合わせてダクトの面積も拡大した。また、フィルターの位置をできるだけ機械背面に近づけることで、フィルターの前にエアを待機させる空間を作成した。さらに、ファン直後のダクト内に反射板と放射状に広がる拡散フィンを配置し、そこにファンから排気されたエアをぶつけることで低速化し、拡散フィンでエアの流れる方向を90度変化させることで排気エアを待機空間に拡散させることができた。これにより、フィルターの捕集面全体に排気を行き渡らせることが可能となった。Fig. 9にUFP捕集システムの断面図、Fig. 10にCAE解析によるフィルター面上の風速分布イメージを示す。

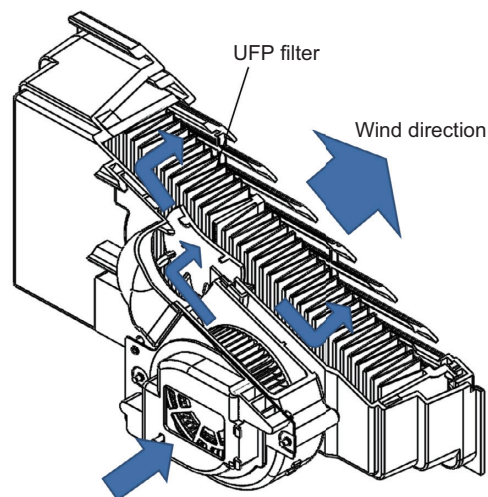


Fig. 9 UFP filtering system.

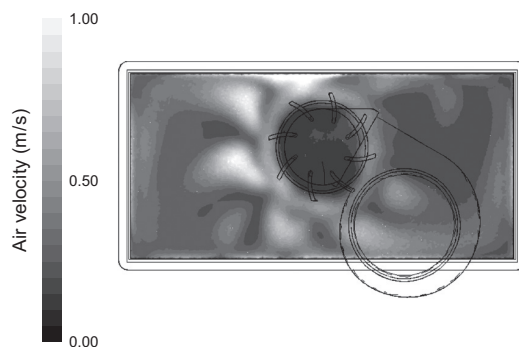


Fig. 10 Simulated air velocity distribution in the vicinity of the UFP filter.

捕集対象が超微粒子であることから、ダクトの接続部やダクトとフィルターとの隙間のシール性を高めるためにシール部材の貼り付け方法なども工夫している。このような対応をしたことで、奥行き約 $100\text{mm}$ のスペースにコンパクトなUFP捕集システムを完成させ、95%以上のUFP捕集効率を達成し、排出量の低減を実現した。

## 4 おわりに

以上、bizhub C368シリーズに搭載した環境負荷低減技術について述べた。本製品には、今回紹介した環境技術以外にも、市場のお客様の要望を反映した操作性の改善やサービスマンからのサービス性の改善要望など、多くの改善も盛り込んだ。今後も、環境負荷低減への貢献はもとより、製品に関係する誰もが快適に操作、作業ができる環境を提供できるような魅力ある商品の開発に努めていく。

### ●参考文献

- 1) Y. Fujiwara, M. Dozier, F. Akiyama, T. Nohnishi, "Development of the Emperor PDL Interpreter", KONICA MINOLTATech. Rep., Vol.4, 35-40 (2007) [in Japanese]

### ●出典

本稿は日本画像学会誌 第54巻 第5号の解説原稿を加筆修正して転載したものである。本稿の著作権は日本画像学会が有する。