

小型空気消臭除菌装置 (MC-S201) の要素技術検討に関して Development Study of Elemental Technology for the Fujico Air Purifier (MC-S201)

技術開発センター
第二開発室 室長
柴田 将貴
Masaki Shibata

技術開発センター
第二開発室 リーダー
森次 晋介
Shinsuke Moritsugu

1. 緒言

小型空気消臭除菌装置 MC-S201 (以下、S201) の開発と製品の特長、販売戦略について報告する。S201 は以下の3つの特長を持つ。①前モデル MC-S101 (以下、S101) と比較して脱臭性能を3倍に向上させた。②洗浄可能な集塵フィルターの導入により交換品を無くし、メンテナンスコスト削減と環境負荷の低減を実現した。③光源をUVランプからUVLEDに変更し、省エネルギー化と光触媒反応効率の向上を達成した。

また、販売戦略として、オンライン動画配信や消臭デモキットを活用したプロモーションを強化し、視覚的・体感的な訴求を通じて好調な販売実績を示している。

2. 開発の背景

空気清浄機市場は、近年の環境問題や健康意識の高まりにより急速に拡大している。特に都市部では、PM2.5や花粉、ウイルスなどの有害物質が健康に与える影響が懸念されており、これらを効果的に除去する技術の開発が求められている。COVID-19パンデミックは、空気中のウイルスや細菌の除去の重要性を一層浮き彫りにし、室内空気の清浄化が不可欠であることを示した¹⁾。

従来の空気清浄機は、主にHEPAフィルターや活性炭フィルターを用いて物理的に粒子を捕捉する方法が一般的であるが、当社では光触媒をアルミ不織布やエキスパンドメタルなどのフィルターに独自のコーティング技術で成膜した光触媒フィルターを適用した商品の開発を行っている。光触媒は光が当たることにより、水分と酸素から酸化力の強いフリーラジカルを発生させ、水や空気中の有害物質を分解し、水処理や空気浄化、抗菌、脱臭を行うことができる。よって当社の空気清浄機はペットや赤ちゃんにとって、濃度によっては悪影響を与えてしまうオゾンや次亜塩素酸などの有害物質を空气中に放出しないため、どのような家庭でも安心、安全に使用できる。

2019年1月に当社は光触媒フィルターを搭載した

小型の空気消臭除菌装置であるブルーデオS型S101 (Fig.1) の販売を開始したが、販売開始から3年が経過し次期商品が要望されているということもあり、S101のバージョンアップした後継機として、2022年4月からS201 (Fig.2) の開発をスタートさせ、2023年7月より販売を開始させた²⁾。本稿では、S201の開発において新しく採用した要素技術のうち、光触媒フィルター新基材(メタルフォーム)の採用、洗える集塵フィルターの採用、光源のLED化について報告する。また2023年7月から販売を開始して現在に至るまでの売れ行きや、行ってきた販売戦略、お客さまから頂いている声等についても報告する。



Fig.1 MC-S101.



Fig.2 MC-S201.

3. 開発方針

S201の開発においては、3つの性能目標を設定し、これに基づいて開発を進めた。1つ目は、前モデルであるS101と比較して脱臭性能を3倍に向上させることを目指した。これは、ユーザーからのフィードバックや市場調査により、より迅速かつ効果的な脱臭が求められていることが判明したためであり、また製品の訴求において圧倒的なインパクトを打ち出すためである。この目標を達成するために、光触媒フィルターの基材を従来のエキスパンドフィルターからメタルフォームフィルターに変更した。メタルフォームは多孔質構造を有し、エキスパンドフィルターに比べ、高い表面積値を持つため、光触媒反応の効率を向上させることが可能である。

2つ目は交換品を一切無くすことを目標とした。こちらも市場調査等により、交換品のコストや手間がユーザーの主要な不満点として挙げられていたためである。これを解消することで、製品の利便性を向上させることが期待された。この目標を達成するために、S201では洗浄可能な集塵フィルターを採用している。洗浄可能な集塵フィルターの採用により、以下の具体的な利点が得られる。まず、フィルターの交換が不要となるため、ユーザーは交換品の購入コストを削減できる。また、フィルター交換の手間が省ける。さらに、集塵フィルターを洗浄可能とすることで、ユーザーは長期間にわたり安定した性能を維持しつつ、経済的かつ効率的に製品を使用することが可能となる。洗浄可能なフィルターは環境負荷の低減にも寄与する。使い捨てフィルターの廃棄が減少することで、廃棄物の削減が図られ、環境に優しい製品設計が実現される。これにより、S201はユーザーにとって利便性が高く、かつ環境にも配慮した製品となった。

3つ目は、省エネ化を目指した。近年の環境意識の高まりにより、省エネ性能が重要視されているため、消費電力を削減し、環境負荷を低減することを目標とした。この目標を達成するために、光源を従来のUVランプからLEDに変更し、消費電力を削減するとともに、光源の長寿命化を実現した。また、光源をLEDに変更することで、光量が増加し光触媒反応の効率向上を図れるため、脱臭性能の向上にも寄与する。さらに、LED化により、従来のUVランプに比べて以下の利点がある。まず、LEDはUVランプに比べて発熱が少なく、安全性が高い。また、UVランプで発生する市場不具合、例えば製品落下時のUVランプの破損リスクを回避することができる。

これらの開発方針を満足するために、新規要素技術である、光触媒フィルターの新材料(メタルフォーム)の採用、洗浄可能な集塵フィルターの採用、そして光源のLED化を検討した。

4. 各要素技術の検討

4.1 新材料(メタルフォーム)の採用

本開発では、前モデルS101と比較し脱臭性能を3倍に向上させることを目標として、光触媒の基材をエキスパンドフィルターからメタルフォームに変更した。脱臭性能の評価は、アセトアルデヒドのガス分解性能を指標として行った。Fig.3に、アセトアルデヒドのガス分解性能の結果を示す。なお、比較のために前モデルS101の結果も併せて示す。

試験は当社技術開発センターにて実施した。試験ガスとしてアセトアルデヒドを使用し、初期濃度は25ppm(悪臭防止法基準の500倍)とした。測定にはINNOVA 光音響マルチガスモニタを用いた。

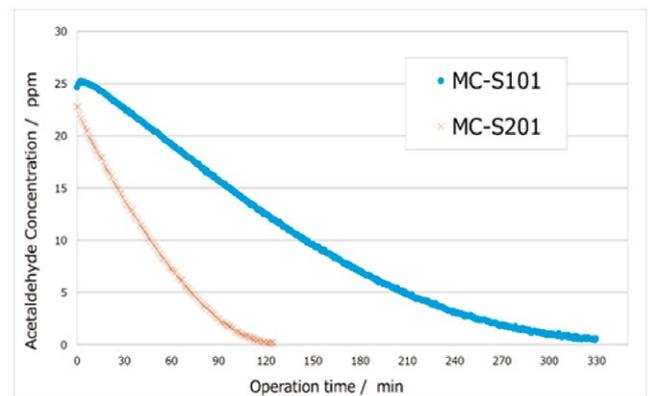


Fig.3 Comparison of acetaldehyde gas reduction over time between two models.

グラフの結果から、前モデルS101はアセトアルデヒドの濃度を1ppmまで低減するのに約330分を要したのに対し、S201では約110分で1ppmまで分解することが可能であった。これにより、S201は目標である3倍の脱臭性能を達成していることが確認された。S201の脱臭性能が前モデルS101に比べて大幅に向上した要因として、メタルフォームの多孔質構造が挙げられる。メタルフォームは高い表面積値を持つため、光触媒の付着量を増加させることが可能であり、光触媒反応の効率を大幅に向上させることができる。これにより、アセトアルデヒドの分解速度が著しく増加し、短時間で高い脱臭効果を発揮することが可能となった。

4.2 洗浄可能な集塵フィルターの採用

交換品を一切無くし、ユーザーのメンテナンス負担を軽減することを目的として、洗浄可能な集塵フィルターを採用することとした。採用にあたってはまずは「洗浄可能」という言葉に対する明確な定義を決める必要があった。洗浄可能(洗える)という言葉の意味および基準を明確にするために、洗浄可能なフィルターの定義を以下のように設定した。

まず、フィルターの基本集塵性能については、8畳の適用床面積を満たすこととした。具体的には社内規

格に基づき、ウイルス除去性能として、浮遊ウイルス数が24時間で2桁以上減少すること(自然減衰対比)とした。外観については、洗浄を行ってもフィルターが破損しないことを求め、具体的には枠の外れ、プリーツの形状異常、フィルター形状異常などが発生しないこととし、洗浄後にフィルターがきれいになったことが目視で確認できることとした。洗浄回数については、ユーザーは年に2回の洗浄(半年に1回)を行うとして、製品寿命5年の中での洗浄回数から算出している。なお、洗浄方法としては、まず大きなホコリを掃除機で吸い取り、次に流水で洗い流し、最後に定めた乾燥方法にて乾燥させることとした。これらの定義に基づき、洗浄可能な集塵フィルターの性能評価を行った。

基本集塵性能として浮遊ウイルス試験を実施した。結果を Fig.4 に示す。本試験は当社技術開発センターにて実施された。試験ウイルスとして大腸菌ファージ(NBRC102619)を使用し、試験方法はJEM1467に準拠した³⁾。具体的には、25m³のチャンバー空間内で培養したファージを噴霧および拡散させ、強モードでS201 本体を稼働させた。その後、ファージの減少数の変化を計測した。結果から、S201の浮遊ウイルス除去性能としては、浮遊ウイルス数が2桁減(99%減)するまでにかかる時間は約180分で、適用床面積8畳を満足する結果となった。

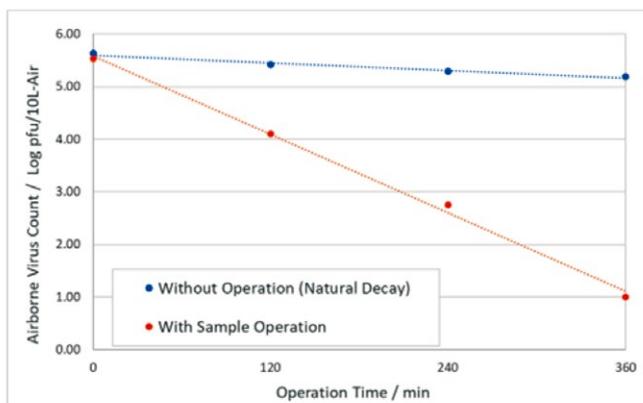


Fig.4 Reduction of airborne virus count with and without air purifier operation.

次に、繰り返しの洗浄による耐久性および外観の評価結果を示す。試験方法は、流水洗浄工程および電器炉(60°C)を利用した乾燥工程を繰り返し行い、10回目の乾燥後に外観を確認する。外観の確認は、フィルターが破損していない事、具体的には枠の外れ、プリーツの形状異常、フィルター形状異常などが発生しないことを確認する。

試験実施後のフィルターの外観を Fig.5 に示す。枠の外れ、プリーツおよびフィルター自体の形状異常、破損等が無いことを確認できた。検討した洗浄可能な集塵フィルターは半年に1回の洗浄を行うとして、製品寿命の5年間は使用可能であることが証明された。

また併せて乾燥時間を決定するための評価結果を Table1 に示す。試験は洗浄前後でのフィルターの重量の変化を測定して乾燥状態を確認するとともに、水分計(タイムテクノロジー製 AS981)を用いて水分の割合を測定することで乾燥状態を確認する。

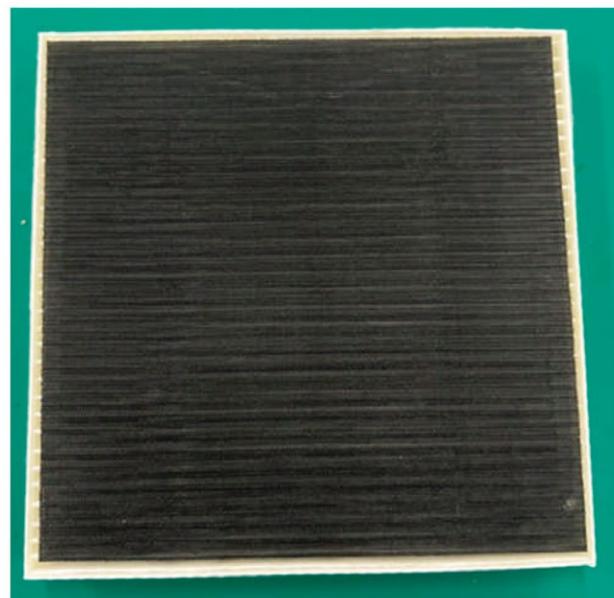


Fig.5 Durability test by repeated washing after the test.

Table 1 Drying time determination for filter based on weight changes before and after washing

	weight / g	moisture content / %	temperature / °C	humidity / %
Before Washing	12.260	-	20.7	60
After Washing	20.470	40%	21.0	59
After drying(8h)	12.245	0%	23.6	62
After drying(10h)	12.259	0%	23.8	62
After drying(11h)	12.256	0%	23.9	62

結果から、必要な乾燥時間の目安を8時間以上と判断した。乾燥方法は、よく水をきり、風通しの良いところで十分に乾燥させるとした。

洗浄可能な集塵フィルターの採用でのユーザーメリットを紹介する。S101における集塵フィルターは税抜き価格が1,250円で販売されており、1年に1回の交換を推奨している。本体の製品寿命は5年と設定しているため、単純に製品生涯で4回の集塵フィルターの交換が必要となる。ユーザーのランニングコストとしては、1,250円×4回=5,000円かかることとなる。S201では洗浄可能な集塵フィルターを採用しているため、交換費用は不要となり、ユーザーにとって大きなコストメリットとなる。

4.3. 光源のLED化

Fig.6に光源の種類を示す。省エネ化および脱臭性能の向上を目論み、光源を従来のUVランプ(写真左)

からLED (写真右) に変更した。これにより、S101と比較して、標準運転時の消費電力を9Wから6.9Wへと削減し、23%の省エネ化を達成した。

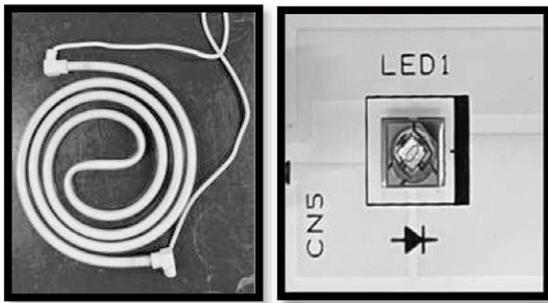


Fig.6 Type of light source.

また、蛍光灯やCCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp)には少量の水銀が含まれているため、2027年末には環境負荷低減を目的として一般照明用蛍光灯の製造が禁止される予定である⁴⁾。当社もこの動きに先駆けて、CCFLからLEDに変更することで、環境負荷低減に貢献できる。

またCCFLでは、落下や衝撃による内部ランプの破損リスクがあり客先でたびたび破損を原因とする本体の故障が発生していたが、LEDの採用によりこのリスクを大幅に低減することができるため、従来のガラス管を使用したCCFLに比べて製品の信頼性を大幅に向上することができる。これらの利点により、S201は省エネ性能と安全性を兼ね備えた製品となり、ユーザーにとって利便性が高く、環境にも配慮した選択肢となった。開発したS201の製品仕様をTable2に示す。

Table 2 Product specifications

Product Details			
Model Name	MC-S201 (Blue Deo Type S)		
Recommended Room Size	14 m ²		
Dimensions	Width	187 mm	
	Depth	145 mm	
	Height	268 mm	
Weight	1.3 kg(approx)		
Mode	Low	Standard	High
Air Flow	0.10 m ³ /min	0.24 m ³ /min	0.70 m ³ /min
Wattage	6.4 W	6.9 W	12.5 W
Noise Level	21 dB	26 dB	46 dB
Cable length	1.5 m(approx)		

5. 販売

5.1 販売状況

2023年7月に販売を開始したS201は、ユーザーからの高い評価を受け、順調な売れ行きを示している。前モデルであるS101の2019年7月から翌年6月までの1年間の販売台数に対し、S201は同じ期間で約40%増加している。(S101とS201では販売開始時期が異なり、空気清浄機は季節商品ということもあり、1年を通して、時期によって出荷数に波があるので、比較する期間を合わせるために販売開始年の7月～翌年の6月までの1年間での出荷台数を比較)。なお、2023年7月の販売開始から現在に至るまでのS201の販売は好調に推移している。

5.2 販売戦略

この好調な販売をキープするために行った主な販売戦略を報告する。まず製品の優れた性能を顧客に認知してもらうことを主眼とした。具体的には、洗浄可能な集塵フィルターを採用したことで、交換品がなくなったこと、光触媒フィルターの新基材(メタルフォーム)の採用と光源のLED化を行ったことで、前モデルから大幅に消臭能力がアップ(S101と比較して約3倍のスピードで消臭可能)したこと、さらには光源を近紫外線冷陰極管CCFLから近紫外線LEDに変更することで、省電力化を実現したことなどの技術的特長を強調して訴求した。これらの特長は、当社の販売会社である株式会社マスクフジコーのホームページ、製品カタログ、およびPOP等の宣伝媒体に大きく掲載している。次に、製品のコンパクトさも積極的に訴求している。S201の重量はTable2の仕様を示す通り、約1.3kgで、片手で楽々に持てる重量であり、かつ本体のサイズとしては、幅187mm、高さ268mmでほぼA4用紙程度に収まるため、書斎やリビング、寝室など様々な場所へ手軽に持ち運びが可能である。さらに、静音性も重要な訴求ポイントとしている。Table2に示す通り、弱運転時の騒音値はわずか21dBであり、これはきわめて静かなレベルと表現され、ささやきや木の葉の触れ合う音の目安である20dBと同程度である³⁾。これらの特長に加え、環境に配慮した製品設計や省エネ性能をアピールすることで、環境意識の高い消費者層もターゲットとしている。

プロモーション活動の強化も重要な販売戦略の一つである。オンラインおよびオフラインの両チャネルを活用しており、オンラインではSNSやウェブ広告を通じて製品の認知度を向上させた。これにより、幅広い層の消費者にアプローチすることが可能となった。

その中の1つとして、カビ試験を実施した動画をYouTube上およびホームページ上で配信している。試験の様子を次に示す。試験は製品が入る程度の大きさ(約300mm×300mm×330mm、容量約30L)の亚克力ボックスを2つ準備し、両方のボックスに食パンとコップ

1杯の水を入れ、製品の有無によって、食パンへのカビの発生において差が出るかどうかを観測する。水はボックス内部の水分量を一定(湿度90%)以上に保つことでカビの繁殖を促進させるために入れる³⁾。片方のボックスには製品であるS201を入れ、標準モードにて常時運転させる。

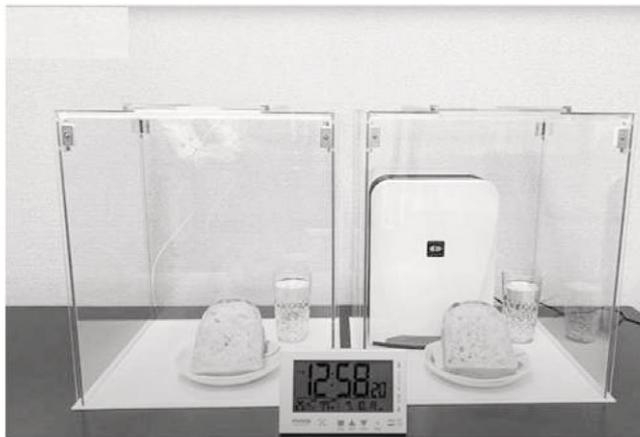


Fig.7 Condition on the first day at noon (captured from video).

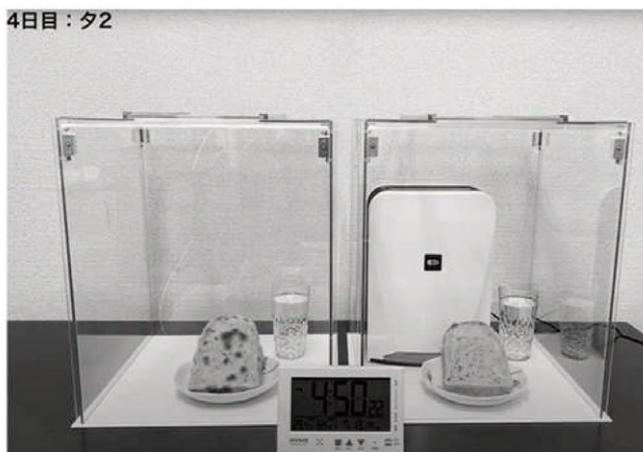


Fig.8 Condition on the fourth day in the evening. Mold appeared in the box without S201, showing a clear difference.

Fig.7は試験開始から1日目の昼の状態を示した画像である(画像は動画の一部をキャプチャしたもの)。2つのボックス内にある食パンに差は確認できない。Fig.8は試験開始から4日目の夕刻の状態を示した画像である。4日目の昼頃から夕方にかけてS201が動作していないボックスの食パンにカビが発生し、4日目の夕方に

は明確な差が発生した。(画像は動画の一部をキャプチャしたもの)。

この動画をYouTubeおよびホームページ上で配信する事で、ユーザーへの販売促進を行っている。なお、この動画は製品の効果がはっきりと目に見えるので、代理店や販売店からの評価も非常に高く、ユーザーへの確実な訴求効果が期待できる。

こういった動画配信を活用した手法はオフラインの効果を発信する点にも採用している。具体的には、駅前にて一般ユーザーに声をかけ、官能試験を実施し、その反応を撮影して商業動画として配信している。撮影は、Fig.9に示すように街頭インタビュー形式で行われ、通行中の一般消費者にボックス内の臭いを嗅いでもらう方法が採用されている。街頭インタビューの案内人として、元NHKアナウンサーで紅白歌合戦の司会も務めた宮本隆治氏(Fig.10)に協力を依頼した。

試験の準備として、Fig.11に示すように容量約30Lのボックス(カビ試験と同様のボックス)を2個用意し、内部に臭いの発生源となる物質を配置した。今回は強烈な臭いを発生させるためにドッグフードを使用した。2つのボックスには同種類・同量のドッグフードを配置し、片方には停止状態のS201を設置した。

まず、被験者に何もしていない状態でボックス上部のスライド式小窓から内部の臭いを嗅いでもらった。この時、ドッグフードの強烈な臭いにより被験者は鼻をつまみ、眉間にシワを寄せて顔全体を歪めるなどの表情を示した。次に、Fig.12に示すようにS201の電源を入れ、標準モードで1分間稼働させた。その後、再度ボックス上部のスライド式小窓から臭いを嗅いでもらった。この時、製品の圧倒的な脱臭能力によりボックス内の臭いは消失し、被験者は非常に驚きの表情を示した。



Fig.9 Street interview.



Fig.10 Interviewer.

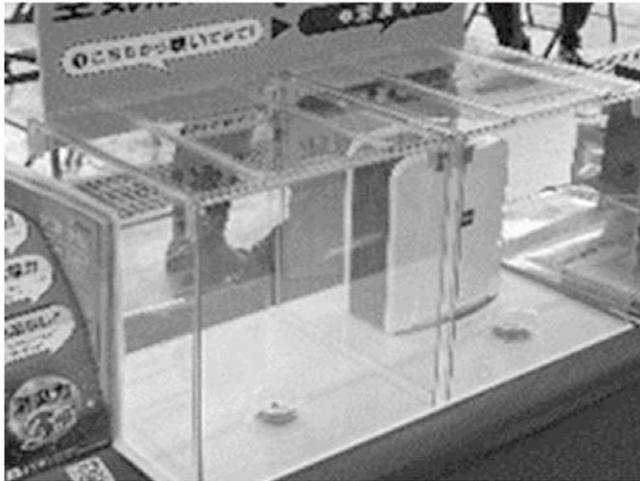


Fig.11 Demo box.



Fig.12 Turn on the product.

このにおいの体感ボックスは消臭デモキットとして複数セットを準備して、色々な展示会や販売会でデモを行っている。この消臭体感の販売戦略としての効果は非常に高く、実際にユーザーに効果を体感してもらうことができるため、信頼性や製品の魅力が伝わりやすく、製品の優れた性能を直感で感じてもらえている。

今後も引き続き、さらなる市場拡大を目指し、YouTube などで動画配信を活用したオンラインでのプロモーションおよび実際に消臭効果を体感してもらうデモキットなどのオフラインの両チャネルを活用したプロモーション活動を強化する予定である。

5.3 お客様の声、市場の声

次に販売から約1年強が経過したため、市場でのお客様の声をまとめる。今回は1つのECサイトの商品レビューをまとめる。レビュー総数は2024年9月時点で100件強あり、評価としては星5点満点中で平均して4.53点と非常に高い評価を頂いている。主なコメントの件数としては、臭いに対して効果が高いと言及しているものが、約30件で件数としては一番多い。次に多かったのは使いやすさについてで、15件あった。またコンパクトさに関して12件、フィルター交換無し10件、省エネ8件、アレルギー3件とそれぞれで高評価のコメントを頂いている。具体的なコメントとしては、消臭に関しては、ペット臭が完全に消えた、介護臭が気にならなくなったなど非常に嬉しく、有難いコメントを頂いている。また、フィルター交換が不要で経済的、コンパクトで持ち運びが便利、小型で軽量なのでどこにでも置ける、ボタンが少なく操作がシンプルで使いやすい、弱モードでは非常に静かで寝室でも使用可能といった声を頂いている。

これらのコメントから、販売戦略として強く訴求してきた、要素技術に関する箇所や、技術的に自信を持ってアピールしてきている箇所がお客様にしっかりと届いていて、受け入れられていると考えられる。

コメントとしては、当然ポジティブな意見だけではなく、ネガティブなものも頂いている。

具体的な件数と内容は、騒音に関してが5件(ターボモードでは運転音が大きい、軽自動車が頑張っているような音がする等)。デザインに関してが3件(デザインがシンプルすぎる、おもちゃっぽい等)。価格面が2件(価格が高すぎる、コストパフォーマンスが悪い等)であった。その他として、持ち運び用に取っ手が欲しいなどの意見も頂いている。これらのユーザーからのフィードバックを基に、次機種に向けた製品の改良や新機能の追加を検討し、今後の開発において、競争力を維持・向上させることを目指す。また、このような口コミの分析によりユーザーのニーズに応える製品開発が可能となり、長期的な顧客満足度の向上が期待される。

6. 結論

開発した小型空気消臭除菌装置 MC-S201 は多くの優れた特長を持つ小型空気消臭除菌装置である。

- 1) 光触媒フィルターにメタルフォームを採用し、前モデル S101 と比較して消臭性能が大幅に向上し、消臭スピード3倍を実現した。
- 2) 洗浄可能な集塵フィルターを採用し、ランニングコストを抑え、交換品を無くすことで、環境負荷の低減に寄与した。
- 3) 光源に LED を採用し、ランニングコストを抑え、省エネ性能と安全性を兼ね備えた、ユーザーにとって利便性が高く、環境にも配慮された。
- 4) オンラインでの動画配信による効果の見える化や消

臭デモキットによる効果の体験など、ユーザーの心を掴む取組で売上向上に繋がるような販売戦略を実行した。

今後の課題としては、ユーザーからのフィードバックを基にしたさらなる製品改良が挙げられる。具体的には、静音性の向上や、より使いやすいデザインの追求が必要となる。本開発の成果は、環境負荷の低減や持続可能な社会の実現に寄与するものであり、今後の技術開発において重要な基盤となることが期待される。

空気清浄機は、冷蔵庫や洗濯機のように生活において必須な家電ではない。そのため、空気清浄機の普及率は頭打ちの状況にある。このような背景の中で、私たちが空気清浄機を生活必需品とするためには、従来とは全く異なる発想が必要である。例えば、「頭が良くなる空気清浄機」や「痩せる空気清浄機」などのコンセプトが挙げられる。技術的な実現方法は現時点では明確ではないが、そのような革新的なアイデアを実現するための開発を進める必要がある。

参考文献

- 1) GlobeNewswire. “Air Purifier Sales Surge in the U.S. Amid the COVID-19 Pandemic.”
GlobeNewswire, January 26, 2021.
<https://www.globenewswire.com/news-release/2021/01/26/2164712/0/en/Air-Purifier-Sales-Surge-in-the-U-S-Amid-the-COVID-19-Pandemic.html>
- 2) 柴田 将貴：フジコー技報 No.31(2023),p.32
- 3) 日本電機工業会：「空気清浄機 性能評価基準および試験方法」. JEM1467, 2022 年. 附属書 D『浮遊ウイルスに対する除去性能評価試験』
- 4) 日本照明工業会.“LED 照明ナビ ”
https://www.jlma.or.jp/led-navi/contents/cont09_mercuryLamp.htm
- 5) 山本産業株式会社.“MUTE”
https://mute-place.com/blogs/bouon/20db?srsltid=AfmBOorwN9t0MiAJLft_thefh7_FV202GKpPuw95xqRtGMzb08uixUqq
- 6) 文部科学省.“カビ対策マニュアル実践編 1-4 温度・湿度データの記録と解析 ”
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/sonota/003/houkoku/08111918/003.htm