

巻頭論文

快適で豊かな暮らしを支える 家庭電器の最新技術



平岡利枝*



星崎潤一郎**



西 健一郎***

Latest Technologies of Home Appliances Supporting Comfortable and Rich Lives

Toshie Hiraoka, Jyunichiro Hoshizaki, Kenichiro Nishi

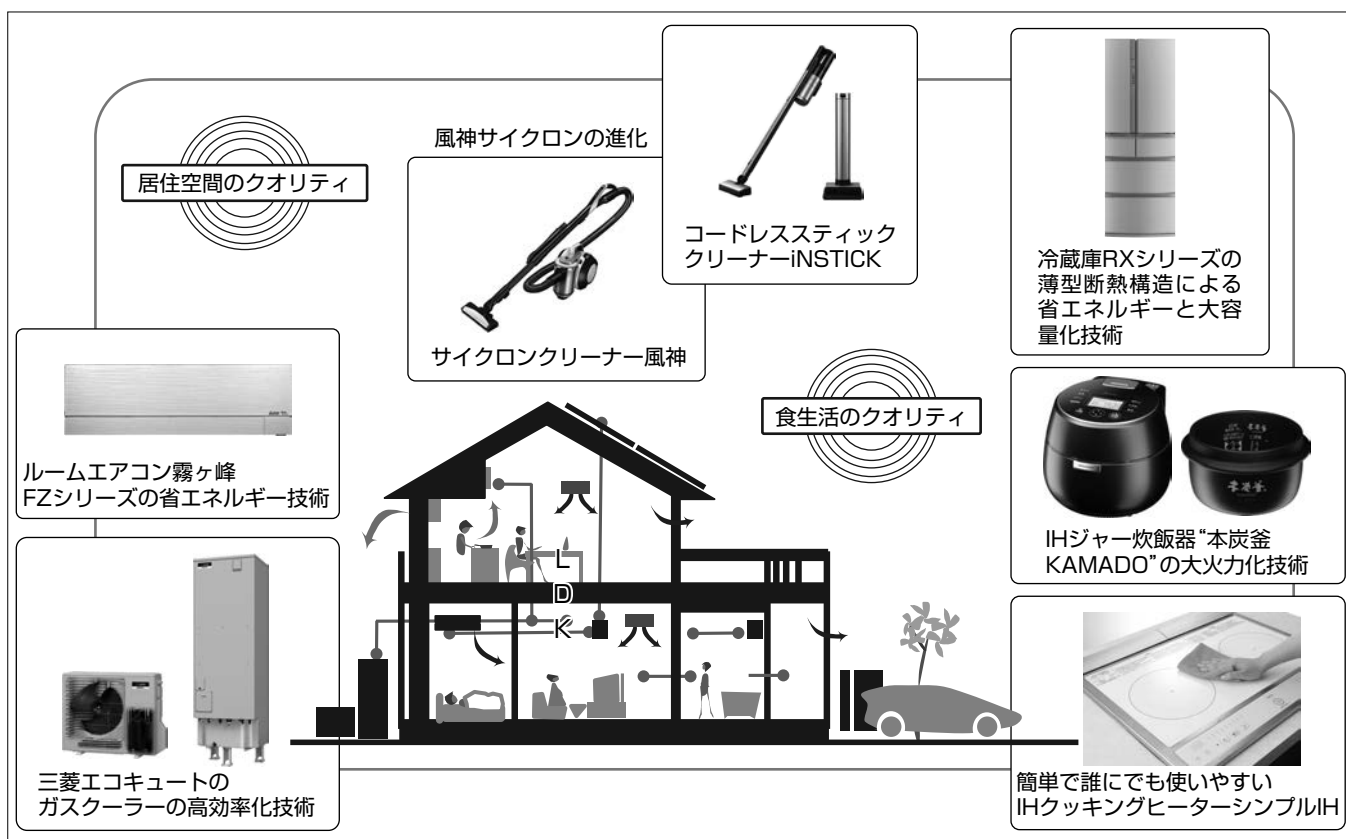
要 旨

未曾有の高齢化社会の進展や女性の活躍推進に伴う共稼ぎ世帯の増加等の社会構造変化、グローバル化及びIT化の急速な普及拡大による社会環境変化によって、市場や消費者意識の多様化が進んでいる。また、東日本大震災以降、国民の節電に対する意識は大きく変化し、省エネルギーに向けた取組みの定着と広がり加速している。

三菱電機では、このような社会全体の大きな課題と向き合いながら、生活者視点での“本質価値”を追求し、生活者の“期待を上回る体験から生まれる共感・実感”を表現する“ニクイねえ！”と言える製品開発に取り組んでいる。

空調技術開発では、ルームエアコンの高気密・高断熱住

宅に合わせた機器の更なる省エネルギー性向上と、熱環境の変化に合わせた快適性を実現した。パッケージエアコンでは熱交換性能を高めながら、室外機の小型化を実現した。このほか、エコキュートではガスクーラーの高効率化技術の進化によって、継続的な省エネルギー性改善を実現している。家事家電機器の冷蔵庫では、“家事をラクに楽しく”をコンセプトに、当社独自技術“SMART CUBE”によって高い省エネルギー性と大容量を両立させた。また、IHジャー炊飯器では、健康志向やおいしさへのこだわり意識の高まりに応えるため、かまどご飯のような粒感がありながらもみずみずしい食感を追求した。



顧客の期待を上回る家電機器を目指して

当社では顧客の“期待を上回る体験から生まれる共感・実感”を表現する“ニクイねえ！”をBtoC(Business to Consumer)事業の国内統一宣伝キャッチフレーズとして展開している。ニーズや使用シーンを徹底的に調査・実証した結果を独走性のある確かな技術で実現することで、顧客の生活文化を変えるような製品・サービスの提供を目指している。

1. ま え が き

高齢化社会の進展や共稼ぎ世帯増加等の社会構造変化、グローバル化及びIT化の急速な普及拡大による社会環境変化は、我々の生活環境を大きく変化させている。

本稿では、生活者の暮らしのクオリティを高める新たな価値提案を目指した最新製品・技術について述べる。

2. 快適で豊かな暮らしを支える空調・給湯機器

2.1 空調・給湯機器の最新動向

快適で豊かな暮らしを支える空調・給湯機器として、エアースイングファン、ルームエアコン、パッケージエアコン、エコキュートを取り上げる。エアースイングファンでは省エネルギー性と快適性の更なる進化を、ルームエアコンでは圧縮機とムーブアイの進化を、エコキュートでは年間給湯保温効率を向上させるガスクーラーの進化をそれぞれ実現することによって、顧客へ快適空間を提供している。

2.1.1 エアースイングファンの高性能化技術

エアースイングファンは、室内空気を循環させ、夏季の涼風効果、冬季の暖気吹き降ろしによって、“快適性”と“省エネルギー性”を提供する天井埋め込み形送風機である(図1)。冷房時は、スイング気流による涼風効果で体感温度が下がることで空調設定温度を上げてでも快適性が維持でき、暖房時は、高天井や吹き抜け等の大空間で天井付近に滞留する暖気に対し、サーキュレーション効果で室内の上下温度差を解消することで空調設定温度を下げてでも快適性が維持できる。新製品のエアースイングファン事務所・教室用では、近年の、建物の遮音性向上や空調機等の低騒音化が進む流れの中、低騒音化=30dB以下(従来品:最大37dB)を実現した。また、高天井・吹抜用では、高天井の居室空間の増加に合わせて、新形ファンケーシングによる気流到達距離15m(従来13m)を実現した(図2)。

2.1.2 ルームエアコンの省エネルギー技術

2013年に改正された住宅の“改正省エネルギー基準”は、2020年に発売される新築住宅の過半数で、住宅の正味のエネルギー消費量をゼロにするZEH(Net-Zero Energy House)対応を目標にしている⁽¹⁾。ルームエアコンの省エネルギー技術開発では、高気密・高断熱住宅に合わせた機器の高効率化と、熱環境の変化に合わせた快適性の実現が

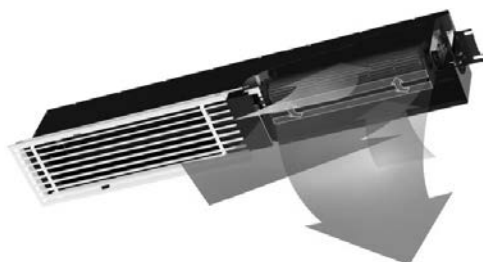


図1. エアースイングファン

重要となってくる。2017年11月発売の新製品“霧ヶ峰FZシリーズ”では、ハードウェア面での省エネルギーの進化として、圧縮機に搭載されるDCモータの結線を、低負荷時には“Y結線”，高負荷時には“Δ(デルタ)結線”に切り換えることで、中間能力(低負荷)と定格能力(高負荷)のそれぞれで効率のピークを持つ巻線設計を可能にした。また、ソフトウェア面での省エネルギーの進化では、新型サーモパイルセンサ“ムーブアイmirA.I.(ミライ)”を搭載し、エアコンの空調負荷から住宅の断熱性能に相当する“Q値”をAI(Artificial Intelligence)で学習し、冷やし過ぎ(暖め過ぎ)を抑制するとともに、外気温や日射の変動によって影響を受ける室内での温冷感を先読みすることで、快適性を高めつつ節電する技術を搭載した。

2.1.3 扁平管熱交換器適用による室外機の小型化技術

省エネルギー性の向上が求められる中、熱交換効率向上のため、室外機は大型化する傾向にある。一方で国内の店舗・事務所用の空調機ではリプレースが主流で、作業性及び施工性に優れたコンパクトな室外機が求められている。今回開発した新型室外機“スリムERコンパクトタイプ”は従来機に比べて高さを332mm、質量を21kg削減し、小型化しつつも、冷暖房能力とAPF(Annual Performance Factor)は従来機同等を実現した。室外機筐体(きょうたい)の高さを従来よりも低くするため、室外機に搭載する熱交換器の前面面積を小さくする必要があり、伝熱管にアルミ扁平(へんぺい)管を採用した(図3)。

細管化した扁平管によって、冷媒と伝熱管の接触長さ

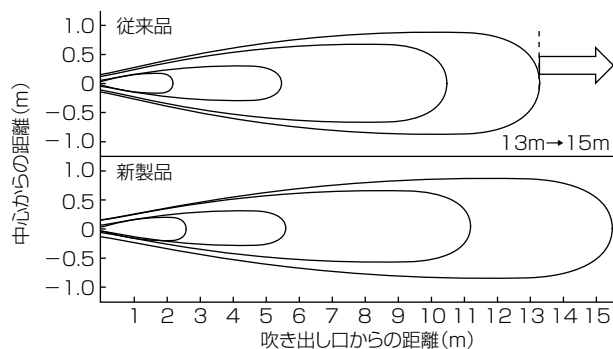


図2. 高天井・吹抜用での風速分布の比較

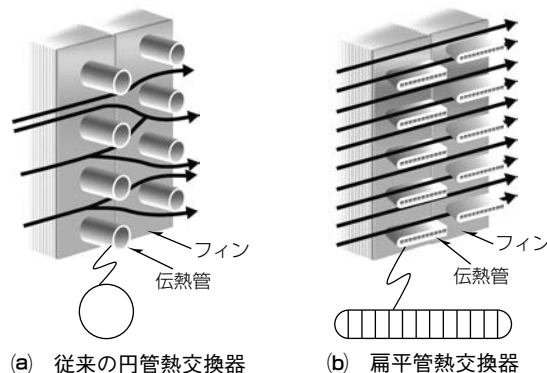


図3. 新旧熱交換器の外観と伝熱管断面図

増加と、外周長さ増加(円管比60%増加)、伝熱管とフィンの接触長さ増加の実現に加え、通風抵抗が小さくなり、フィンの高密度配置が可能になった。これによって従来に比べて、熱交換性能を約50%向上させた。また、課題となる水はけ性確保と霜の目詰まり抑制については、フィンに付着する凝縮水をすみやかに下方へ排出する新型のフィンパターン(図4)を開発し、水はけ性を確保している。この扁平管熱交換器の開発によって、従来のプロペラファンを2台搭載した背の高い室外機を、省エネルギー性を維持したまま1ファン化し、小型・軽量化を実現した。

2.1.4 ガスクーラーの高効率化技術

当社は、ヒートポンプ内の水冷媒熱交換器であるガスクーラーの高効率化開発に注力し、エコキュートの発売開始から2016年度発売の最新モデルにいたるまで、仕様変更ごとにガスクーラーの製造技術を改善するとともに、エネルギー消費効率の高い製品を実現してきた。当社のガスクーラーは、水管であるスパイラル管に3本の冷媒管を接合した水冷媒熱交換器であり、スパイラル管の溝と冷媒管との接触面積が大きくなるため、単位体積当たりの熱交換能力が優れるという特長がある。最新モデルでは、転造加工技術を新たに開発し、従来不可能であったスパイラル管の4条化を実現するとともに(図5、図6)、冷媒配管径などの設計パラメータを最適化することで、ヒートポンプユニットの質量増加を抑制しつつ、年間給湯保温効率(トップランナー基準の省エネルギー指標)⁽²⁾を約0.7%改善した。

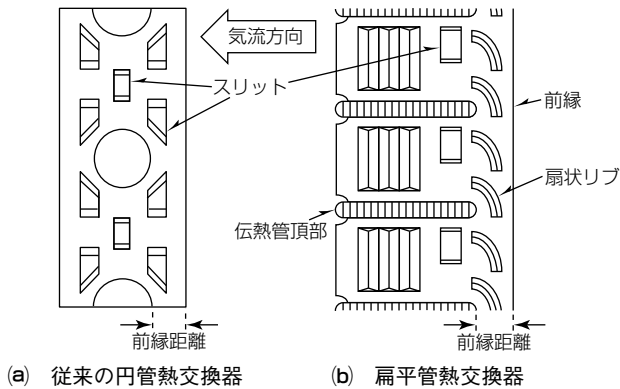


図4. 新旧フィンパターンの比較

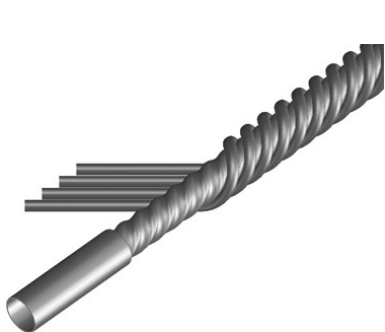


図5. 4条ガスクーラーの外観模式図

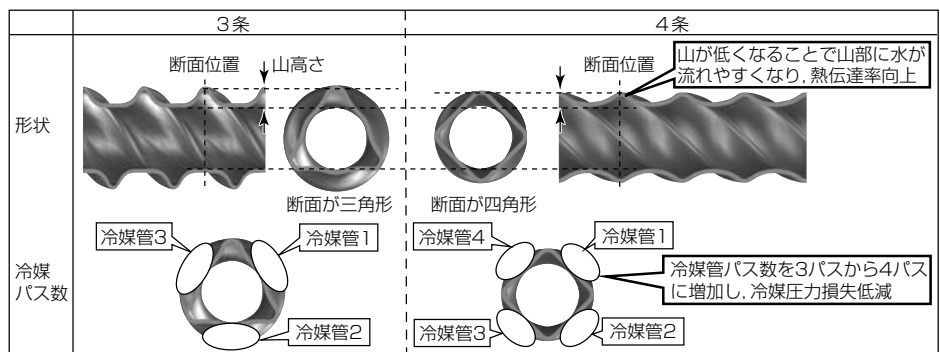


図6. スパイラル管の3条と4条の比較

2.1.5 スクロール圧縮機の小型・高効率化技術

欧州での給湯市場は低外気運転時の暖房能力が必要とされている。最も需要が高い6 HP(Horse Power)以下をターゲットとして、同能力帯業界最小径の当社従来圧縮機“ANB33”に対し20%軽量化を達成した高効率インジェクションスクロール圧縮機“DNK36”を開発した。軽量化に向けては外径を従来のANB33の外径φ168.5からφ130.4とした(図7)。暖房能力が必要とされる低外気条件では、冷媒ガス流量が少なく十分な暖房能力を確保することが難しい。冷媒ガス流量を増加させ暖房能力を増加させる手段としてインジェクション(図8)を採用しているが、これによる性能悪化の要因である死容積を最小限まで低減するために、図8に示すように固定スクロールのインジェクション流路内に逆止弁を設けた。このためインジェクション未使用時には逆止弁によって、固定スクロール内でインジェクション回路を分離することができるので、死容積を最小にできる。インジェクション逆止弁を導入することで、他社に対してシーズンCOPで10%向上、当社従来機種ANB33に対しては5%向上し、業界トップ^(注1)の性能を実現した。

(注1) 2017年6月20日現在、当社調べ

3. 快適で豊かな暮らしを支える家事家電

3.1 家事家電の最新動向

震災以降の変化や、女性の社会進出に伴うライフスタイルの変化(共働き世帯の増加)から、時短・省手間が重視される一方で、調理家電では、健康志向、おいしさへのこだわりは増加傾向にある。冷蔵庫では、まとめ買いや共働き増加のニーズに合わせて大容量化が進み、保存の鮮度維持技術も進化している。IHクッキングヒーターでは、機能を厳選して操作ボタン数を最小限にすることで、誰でも簡単に操作ができるようになり、調理後のお手入れもろくに行える。炊飯器は、ご飯の食感・味を向上させる技術が進化し、日本人の多くがおいしいご飯を想起する“かまどご飯”のような“粒感がありながらみずみずしい食感”を実現している。掃除は、定期的に行う家事から必要ときに行う家事へと変化し、ここ数年では、手軽さと優れた吸い込み性能を両立させるスティッククリーナーの需要が急速に拡大している。

3.1.1 “SMART CUBE”搭載冷蔵庫“MR-RX46A”の省エネルギー技術

省エネルギー規制改正に伴う2021年の新たな省エネルギー目標に対して、“置けるスマート大容量”RXシリーズとしてMR-RX46Aを開発し、2017年1月に発売した(図9)。MR-RX46Aの基本構造は、高い省エネルギー性と大容量を両立させるため、当社独自技術である薄型断熱構造“SMART CUBE”を採用している。既に“SMART CUBE”搭載のガラス面材機種“MR-WX47A”と共通箱体にする一方、扉は新構造を採用した。さらに当社提案軸である“家事をラクに楽しく”する機能にとことんこだわって利便性も向上させた。新規設計の扉では、デザインと利便性にもこだわった。鋼板面材で丸みを持たせた形状によって、柔らかい印象を与え、冷蔵室扉には、縦辺と横辺どちらからでも手がかけられるフリーアクセスハンドルを採用し、利便性をデザインで表現した。

またシリーズの新商品として、“SMART CUBE”と高効率率冷却ユニット等の採用によって省エネNo.1(注2)を達成した“MR-WX52C”をはじめ、“クリーン朝どれ野菜室”を搭載したWXシリーズ、JXシリーズ、Bシリーズを2017年8月から発売している。

(注2) 2017年7月19日現在、当社調べ

3.1.2 誰にでも簡単に使いやすいIHクッキングヒーター

今回、搭載する機能を厳選し、操作性と手入れの手間を省いたIHクッキングヒーター“シンプルIH”を開発した。多機能であるがゆえに操作ボタン数が多く、慣れるまでに

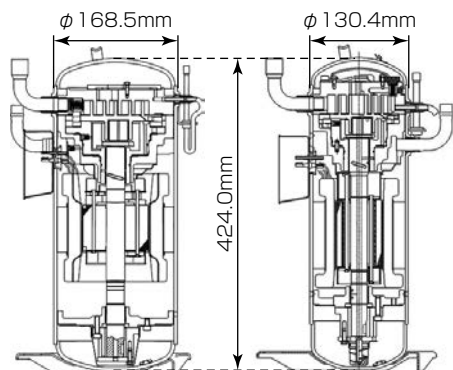


図7. スクロール圧縮機の比較

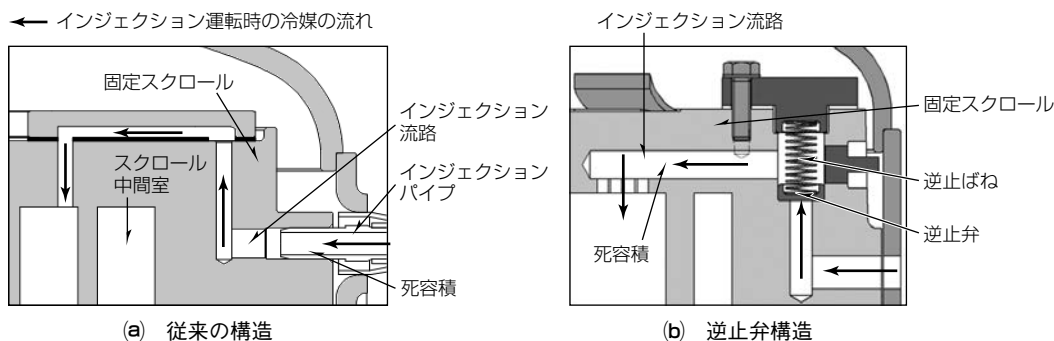


図8. インジェクション逆止弁構造の導入

時間がかかるという課題に対して、操作ボタンの数を削減することに着目した。認知心理学で、情報を一時的に保ちながら操作するための構造や過程を指す構成概念(ワーキングメモリ)⁽³⁾を基に、天面に配置する操作ボタンを厳選し、電源を入れてから加熱を開始するまでのステップに必要なボタンを7個に削減した(図10)。

通常は本体下部に焼き魚等の調理が可能なグリルを設けているが、調理後のメンテナンスの手間から使用頻度が減少傾向にある。そこで、シンプルIHではグリルは搭載せず、そのスペースに調理道具が収納可能なオートクローズ機構を備えた引き出しを設置した(図11)。これによってスペースを有効活用し調理作業動線の効率化を図っている。また、グリルを廃止した代わりに上面のIHヒーターを使用してグリルと同様に魚や肉などを調理できるIH専用プレートを付属した(図12)。このプレートは丸洗いが可能で手入れの手間を減らすことができる。このように機能を厳選し、簡単にきれいに使えるIHクッキングヒーターを実現している。

3.1.3 IHジャー炊飯器“本炭釜KAMADO”の大火力化技術

日本人の主食であるご飯は、楽しく心豊かな食生活を送るためにも“おいしさ”が非常に重要である。当社は、かまどご飯のような粒感がありながらもみずみずしい食感を目指している。この食感の実現には、圧力をかけずに大火力



図9. 冷蔵庫MR-RX46Aの特長

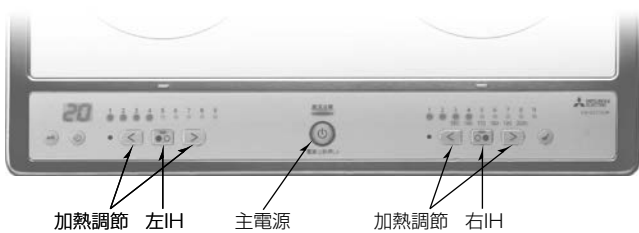


図10. 加熱開始までに必要な7個の操作ボタン

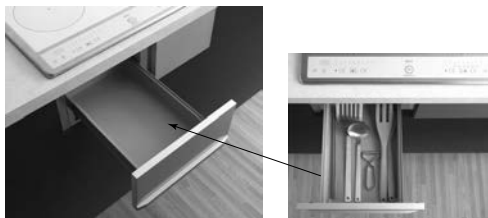


図11. 調理道具もしまえる引き出し



図12. 付属のIH専用プレート

で加熱することがポイントであり、“本炭釜KAMADO”は、圧力をかけない構造、本炭釜による全体発熱、沸騰時の投入電力量の増大、熱を逃がさない高断熱構造、羽釜形状の内釜と二重蓋による吹きこぼれ抑制、によって大火力を実現し、かまどご飯を再現している⁽⁴⁾⁽⁵⁾。また味については、甘みを増やす炊飯モード“匠芳潤炊き”の機能を搭載している。予熱工程の温度と時間を最適制御することで、甘み増加と好ましい食感の両立を実現している。さらに、より自分好みのご飯を楽しんでもらうため、炊き分け機能も搭載している。炊飯各工程の温度や時間、火力を調節することで、“銘柄芳潤炊きモード”では米の銘柄の個性を引き出し、“炊き分け名人モード”では水量を変えることなくユーザー好みの食感を実現している。

3. 1. 4 “風神サイクロンテクノロジー”の進化

当社は、サイクロンクリーナーのニーズである“吸引力が続く”、“排気がキレイ”、“メンテナンスがらく”を実現するための、当社独自の風神サイクロンテクノロジーを進化させ、本格性能と使い勝手を両立させるクリーナーを製品化してきた(図13)。2010年に発売した初代の“風神TC-ZKシリーズ”は、2つの旋回室で遠心力を2段階で高めて、ごみを99.9%分離する国内メーカー初^(注2)の本格サイクロンを発売した。また、近年の小世帯化や高齢化等の社会変化に伴う小型・軽量化ニーズに合わせ、2013年発売の“TC-ZXCシリーズ”では、1つの旋回室で強力な遠心力を生み出す“ハイパーエアロアクセル”構造を採用

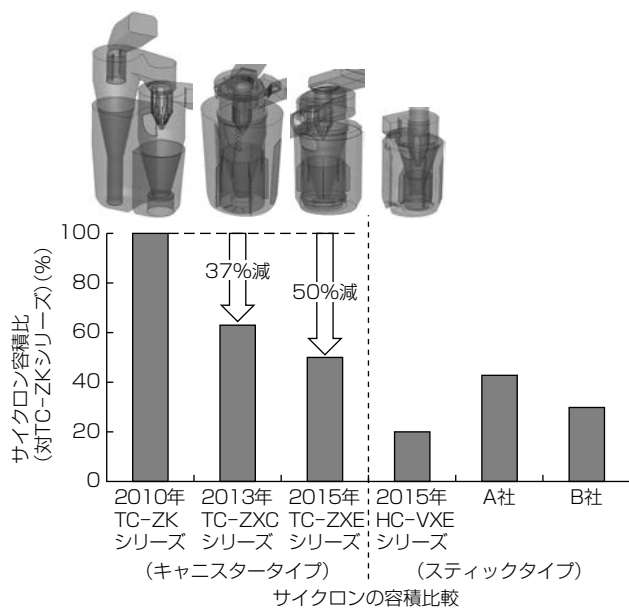


図13. 風神サイクロンテクノロジーの進化

し、小型・軽量化を実現した。旋回室の外周から追加気流を与えて旋回気流を高速化することで、旋回速度をTC-ZKシリーズ比1.8倍に増大させ、99.9%の分離効率を確保しつつ、従来2つあった旋回室を1つにすることで、集塵(しゅうじん)量を減らすことなく容積を37%低減した。2015年発売の“TC-ZXEシリーズ”では、ごみの溜(たまり)方の偏りを抑制することで集塵室を小型化し、TC-ZXCシリーズと同等の分離効率を確保しながら、容積を更に22%低減した。この技術は、同年発売したコードレススティッククリーナー“HC-VXEシリーズ”にも搭載し、本格サイクロンでありながら本体の小径化を実現した。

(注2) 2010年6月24日現在、当社調べ

4. む す び

社会の変化に対応した暮らしのクオリティを高める家電機器の最新製品・技術について述べた。当社は、これからも快適で豊かな暮らしを支える製品開発を推進し、社会に貢献していく。

参 考 文 献

- (1) 国土交通省 省エネルギー基準改正の概要
<https://www.mlit.go.jp/common/001012880.pdf>
- (2) 日本工業規格 JIS C 9220：2011“家庭用ヒートポンプ給湯機”
- (3) スーザン・ワインチェンク：インタフェースデザインの心理学—ウェブやアプリに新たな視点をもたらす100の指針、(株)オーム社(2012)
- (4) 伊藤ちひろ，ほか：IHジャー炊飯器“本炭釜KAMADO”，三菱電機技報，89，No.10，545～548(2015)
- (5) 荒津百合子，ほか：IHジャー炊飯器“本炭釜KAMADO”の進化，三菱電機技報，90，No.10，557～559(2016)