

ヒートポンプ搭載ドラム式洗濯乾燥機

Drum Type Washer-Dryer Equipped with Heat Pump

今井 雅宏 井奥 辰夫 田中 照也

■ IMAI Masahiro

■ IOKU Tatsuo

■ TANAKA Teruya

東芝(現 東芝家電製造(株))が2000年2月に業界初のDD(Direct Drive)モータ搭載のドラム式洗濯乾燥機を発売以来、洗濯乾燥機は需要が急拡大し、2005年度には洗濯機総需要の25%を占め、更なる拡大が見込まれている。これは、住環境やライフスタイルの変化によって天日干しできない家庭が増えていることが要因と考えられており、洗濯・乾燥の基本性能向上やランニングコスト低減が望まれている。これに応じて当社は、2005年2月に、コンパクトで高出力かつ高速回転が可能なモータS-DD(Super-DD)エンジンTMを新たに開発して業界最大のドラムを搭載することにより、基本性能を大幅に向上したドラム式洗濯機TW-130VBを発売し、好評を得てきた。

今回、乾燥機能が毎日使用されることを目的に、ヒートポンプを用いた低温乾燥方式“エアコンサイクルエンジン”を搭載して、業界No.1^(注1)の省電力及び節水となる大幅なランニングコストの低減を実現するとともに、乾燥の仕上がりを天日干しに近づけ、乾燥時間の短縮を実現した、エアコンサイクルドラムTW-2500/2000VCを2006年7月に開発し商品化した。

Toshiba released the industry's first drum type washer-dryer equipped with a new direct drive (DD) motor in 2000. Since then, the share of washer-dryers in the overall washing machine market reached 25% in fiscal 2005 and is expected to expand further. This growth in demand is considered to be due to the fact that modern-day housing and lifestyles are less conducive to drying washed clothes outdoors in the sun. Consumers want washer-dryers to have higher basic performance and lower cost.

In February 2005, we launched the TW-130VB, a new and powerful drum type washer-dryer with the world's largest washing drum. The basic performance of this model was greatly improved by a newly developed compact super-direct drive (S-DD) engine that produces powerful, high-speed rotation.

In July 2006, we again released a new drum type washer-dryer, the TW-2500VC/2000VC "Air-con Cycle Drum" model, which has a heat-pump type low-temperature drying unit with an air-conditioner cycle engine that allows clothes to be dried daily in any weather. The air-conditioner cycle engine helps to reduce drying time, power consumption, and water consumption. It also offers a good finish close to that achieved by sun-drying.

1 まえがき

東芝(現 東芝家電製造(株))の洗濯機事業は、米国ソアー社から技術導入し、1930年に国産第1号のかくはん式電気洗濯機ソーラーA型を発売して以来、昨年度で75周年を迎えた。その間、その時代の最先端技術を駆使してユーザーのニーズに対応する洗濯機を開発し続け、市場をリードしてきた。

洗濯乾燥機においても当社は市場をリードする形で、当時ヨーロッパで主流であったドラム式洗濯機を、当社独自のDD(Direct Drive)モータを搭載することにより軽量・低振動・低騒音化を図り、日本の家庭に合った洗濯乾燥機として2000年2月に発売した。この後、他社からの縦型洗濯乾燥機の発売もあり、洗濯乾燥機の需要が急拡大し、2005年度には洗濯機総需要の25%を占めるに至り、2006年度には洗濯

機総需要の30%、年間140万台の需要が予測されている。

これは、住宅の高層化や花粉被害の拡大といった外に干せない住環境の変化や、共働き世帯の増加などライフスタイルの変化で、天日干しできない家庭が増えていることが要因になっていると考えられており、洗濯・乾燥の基本性能向上やランニングコストの低減が望まれている。

ドラム式洗濯乾燥機の洗濯・乾燥の基本性能向上にはドラム径を大きくすることが有効であり、当社は2005年2月に、搭載した業界最大のドラムを高速脱水するための、コンパクトで高出力かつ高速回転が可能なモータS-DD(Super-DD)エンジンTMを開発することによって、基本性能を大幅に向上したドラム式洗濯機TW-130VBを発売し、好評を得てきた。この結果、2005年の洗濯機シェアNo.1^(注2)を獲得することができた。更に、2006年1月には、S-DDエンジンTMのロータの位置検出センサを2個から3個に増やし、このセン

(注1) 2006年6月1日現在、当社調べ。洗濯9kg、乾燥6kgドラム式洗濯乾燥機において。

(注2) GfK Marketing Services Japan Ltd. 調べ。



図1. エアコンサイクルドラム TW-2500VC — 冷風エアコン機能を搭載した洗濯乾燥機である。冷風エアコン機能を搭載しないスタンダードタイプのTW-2000VCもラインアップしている。

TW-2500VC "Air-con Cycle Drum" washer-dryer

サ出力を使った洗濯機制御のための各種センサ精度を向上し、更なる基本性能の向上を図ったTW-150VC/SVCを発売した。

今回、乾燥を毎日使用してもらうことを目的として、1馬力の高出力コンプレッサで構成されるヒートポンプによる低温乾燥方式“エアコンサイクルエンジン”を開発し、業界No.1の省電力・節水となる、大幅なランニングコスト低減を実現するとともに、乾燥の仕上がりを天日干しに近づけ、業界No.1^(注3)の洗濯・乾燥スピードを達成したエアコンサイクルドラム TW-2500/2000VCを2006年7月に開発し発売した(図1)。

2 エアコンサイクルドラム TW-2500/2000VCの概要

エアコンサイクルドラム TW-2500/2000VCは、洗濯乾燥機の基本性能向上をもたらすS-DDエンジン^{TM+3}と、新開発のエアコンサイクルエンジンの搭載により、業界No.1の省エネ性能のほか、以下の特長を持っている。

- (1) 業界No.1の省エネ性能 エアコンと同様の除湿・冷房機能を持つエアコンサイクルエンジンの開発により、乾燥時にヒータも冷却のための水もまったく使用しない。更に、S-DDエンジン^{TM+3}による業界最高^(注4)の回転数1,500 rpmの強力脱水で水分を絞ってから乾燥させるため、乾燥時間の短縮につながる。また、1馬力のハイパワーコンプレッサと大風量ファンを用いたエアコンサイクルエンジンで、効率良く除湿することで、洗濯から乾燥までの消費電力量を1,600 Wh、使用水量64 Lという業界No.1の省エネ性能を実現した(6 kg洗濯乾燥)。

更に、ライフスタイルに合わせて、次の三つのエココースを実現した。従来機種との性能比較を図2に示す。

(注3)、(注4)、(注8)、(注10)、(注13) 2006年6月1日現在、当社調べ。

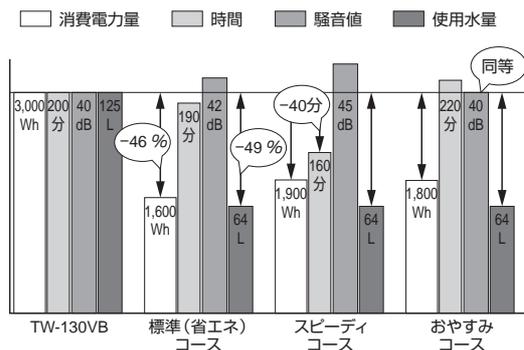


図2. 従来機種と三つのエココースの性能比較 — 従来の東芝ドラム式洗濯乾燥機TW-130VBを基準として、6kgの洗濯乾燥機で比較している。それぞれの特長を持ちながら、すべてのコースで省エネを達成している。

Comparison of performance of TW-130 model with conventional drum and new TW-2500VC model in three running modes

- (a) 標準コース 省エネ性に重点を置き、洗濯から乾燥までの運転において、消費電力量及び使用水量を従来機種の約半分^(注5)とするコース
- (b) スピーディコース 運転時間に重点を置き、6kgの衣類を従来機種より約40分速い^(注6)160分で洗濯から乾燥まで行うコース
- (c) おやすみコース 静音性に重点を置き、洗濯から乾燥までを通して図書館並みの静かさ(約40 dB)を実現したコース。しかも、従来機種に比べ使用水量を約半分、消費電力量を約40%低減^(注7)
- (2) 世界初^(注8)の冷風エアコン機能(TW-2500VCのみ) エアコン設置の困難なアメニールーム(洗面所、脱衣所)に対して、エアコンサイクルエンジンで室内の空気を冷やして送り出す冷風エアコン機能により除湿・冷房^(注9)ができる。約800 Wの冷房能力で、2畳分相当の広さの室温を30℃から25℃に約15分で下げられる。
- (3) 世界初^(注10)のヒータを使わない温水洗浄 エアコンサイクルエンジンにより、洗濯水の温度を約10℃上昇させて洗浄する。これにより、洗浄力が約10%向上^(注11)するため、冬場でも高い洗浄力が得られ、また、夏場のがんこな襟や袖の皮脂汚れにも高い洗浄力を確保できる。更に、ヒータ方式の従来機種に比べ約10%の省エネ性能^(注12)を実現した。
- (4) 低温乾燥で上質仕上げ エアコンサイクルエンジンにより約70℃の乾いた空気を衣類に当てて除湿・乾燥

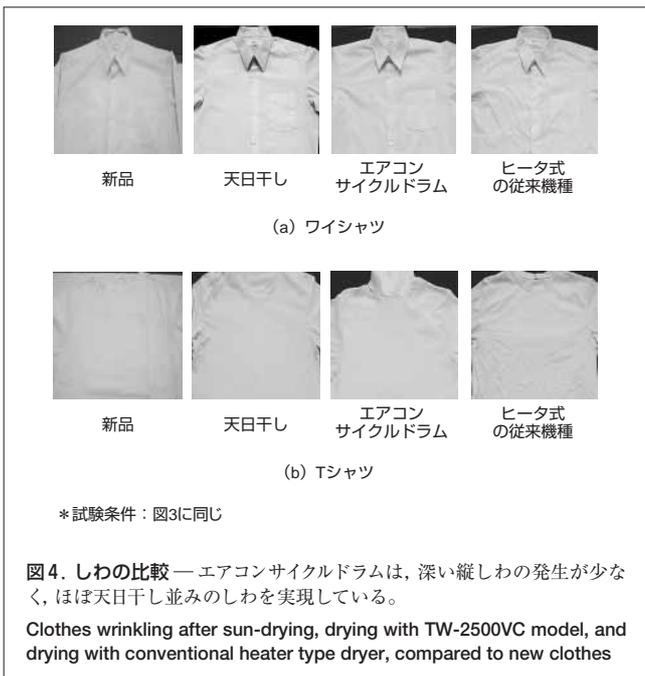
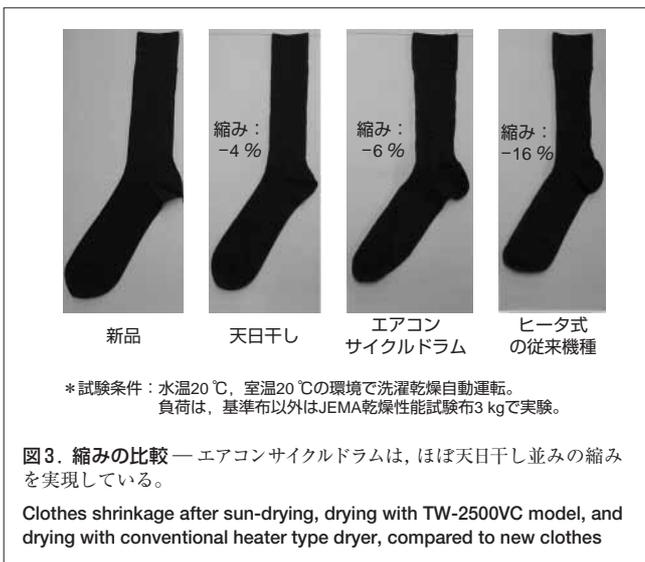
(注5)、(注6)、(注7)、(注11) 従来の当社ドラム式洗濯乾燥機TW-130VBとの比較において。

(注9) 冷房時の使用水量は0.8 L/分で、洗濯時、乾燥時の併用はできない。

(注12) 従来の当社ドラム式洗濯乾燥機TW-853EX(換算値)との温水洗浄比較において。

するため、従来のヒータ方式に比べ衣類の縮みやしわの低減ができ、天日干しのような上質の仕上がりを実現した(図3, 図4)。乾燥時に水も使わず経済的であり、付属している専用の棚で、今まであきらめていたスニーカーや帽子、お気に入りのぬいぐるみ、型崩れが気になるセーターなども乾かせる。

- (5) その他の特長
- (a) 高性能S-DDエンジン™⁺³による高い洗浄力
 - (b) 業界No.1^(注13)の低騒音
 - (c) ユニバーサルデザイン ワイド液晶操作パネル, 庫内照明, 及び大型投入口による使いやすさ
 - (d) EU(欧州連合)のRoHS指令(電気・電子機器中の



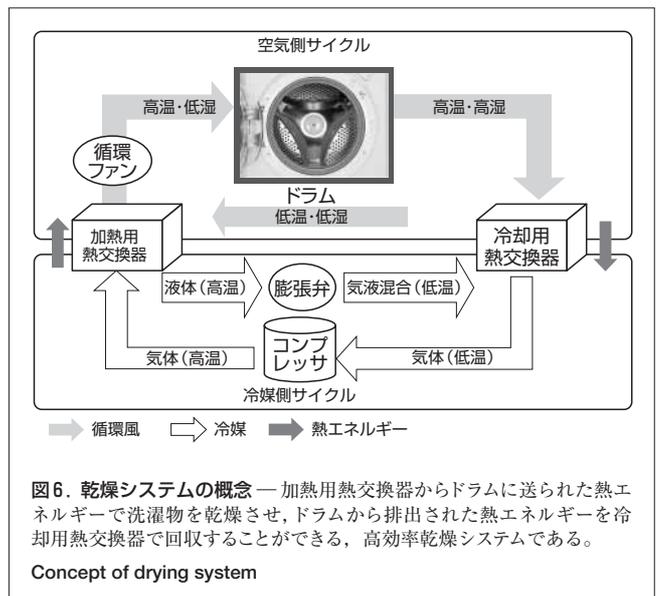
特定有害物質の使用制限に関する指令)及びJ-Moss (JIS C 0950:電気・電子機器の特定の化学物質の含有表示方法)に準拠

3 エアコンサイクルエンジン技術

3.1 概要

エアコンサイクルエンジンは、冷媒を圧縮するコンプレッサと加熱用熱交換器(コンデンサ), 冷却用熱交換器(エバポレータ), 膨張弁から構成されるヒートポンプを使った, 熱エネルギーを高効率に有効活用するシステムである(図5)。

この乾燥システムの概念を図6に示す。コンプレッサから吐き出される高温高圧の冷媒は、加熱用交換機を介して空気側に熱エネルギーを与える。熱エネルギーを与えられた高温の乾いた空気は、ドラム内に導入され、ドラム内でタンブリングされている衣服から水分を蒸発させ、湿った高温



の空気となる。次に、膨張弁により低温低圧にされた冷媒は、冷却用熱交換器を介して、空気側から熱エネルギーを逆にもらうことができる。ドラムから排出された湿った高温の空気は冷却用熱交換器で冷却されるため、水蒸気が水となって除湿水として排出される。また、コンプレッサの周波数及び膨張弁の開度を最適に制御して、冷媒が1サイクル回ってくる間に気体→液体→気体と相変化させることにより、高効率化を実現している。

3.2 高効率ロータリコンプレッサ

乾燥運転においては、短時間で吹出し温度を高温化しなければならず、冷媒を高圧力化できるコンプレッサが必要である。そのため、数々の信頼性試験を行ってきた結果、東芝キャリア(株)のコンプレッサを採用した(図7)。

このコンプレッサは、冷却能力に優れたR410A冷媒を用い、構成部品の寸法と部品間のすき間を最適化することによって、シングルロータリコンプレッサにおいて、高信頼性で高効率、かつ低騒音という特長を持っている。



図7. 高効率ロータリコンプレッサ—環境に優しいR410A冷媒を使用し、構成部品の寸法と部品間のすき間を最適化することによって、高効率化を実現している。

High-efficiency rotary compressor

3.3 新型熱交換器

エアコンサイクルエンジンの熱交換器は、加熱用熱交換器と冷却用熱交換器で構成され、高効率でコンパクトなプレートフィンチューブ型を採用した。加熱用には、通常の冷媒用の管に加えて水道水を通す管も配置する新型の熱交換器を開発した。

この開発の目的は、ランドリーを設置するアメニティルームに本格的な冷房機能を導入するためである。家庭用エアコンは室外機を設置することが必要であり、また、スポットクーラーは冷風とともに温風も吹き出して部屋全体の温度を下げることはできない。そこで、冷房するときには、冷却用熱交換器

を通して冷風を作るのと同時に発生する加熱用熱交換器の熱を、洗濯機の特徴を生かして、水で冷やせるようにした水冷風機能を実現した。

また、洗濯するときも、エアコンサイクルエンジンを運転してこの加熱用熱交換器に水を通すことにより温水を作り出し、効率の良い温水洗浄を実現している。

3.4 コンプレッサ駆動DSPインバータ

コンプレッサの駆動制御に、当社独自のS-DDエンジン™駆動用として採用しているDSP (Digital Signal Processor) インバータ制御技術を応用し、最適な運転制御を可能としている。

このDSPインバータは、高圧・高温な冷媒を圧縮するため、ロータの位置推定ゲインを変化させることにより、確実にコンプレッサを起動するようにしている。また、コンプレッサが正常に動作しているかどうかを検出するため、DSPマイコンによって演算されたモータの電圧と回転数から、異常を検出するアルゴリズムを開発し、信頼性の向上を図った。

また、力率を改善するため、DSPマイコンから成形信号を直接出力する方式を採用している。

4 あとがき

エアコンサイクルドラムに採用したヒートポンプによる低温乾燥方式は、従来のヒータによる乾燥方式に比べ、省エネ性、乾燥仕上がり、及びスピードの点で卓越した性能を備えており、洗濯乾燥機の乾燥方式の主流になると考えられる。今後、コンプレッサや熱交換器の搭載により増加した質量の低減、省資源化、コスト低減などの課題に取り組むとともに、新たなメリットを創造し、エアコンサイクルドラムをドラム式洗濯乾燥機の世界標準となるよう育てていきたい。



今井 雅宏 IMAI Masahiro

東芝家電製造(株) 愛知工場 ランドリー技術部グループ長。
ドラム式洗濯乾燥機の商品開発に従事。
Toshiba HA Products Co., Ltd.



井奥 辰夫 IOKU Tatsuo

東芝家電製造(株) 愛知工場 ランドリー技術部グループ長。
洗濯機の洗浄・乾燥システム開発に従事。
Toshiba HA Products Co., Ltd.



田中 照也 TANAKA Teruya

東芝家電製造(株) 家電機器開発部 要素技術第二担当グループ長。ランドリー、調理機器などの先行要素技術の開発に従事。
Toshiba HA Products Co., Ltd.