

# 家庭用三菱エコキュート“B1シリーズ”

古内正明\* 須藤真行\*  
宮下章志\*  
赤木 智\*\*

Mitsubishi Eco Cute "B1 Series" for Household Use

Masaaki Furuuchi, Shoji Miyashita, Satoshi Akagi, Masayuki Suto

## 要 旨

再生可能エネルギーである大気中の熱を利用してお湯を沸かすエコキュート(自然冷媒CO<sub>2</sub>ヒートポンプ給湯機)は、省エネルギー性や低ランニングコストが評価され、2013年10月には業界の累計出荷台数が400万台を突破した。また、同年にエコキュートがトップランナー基準の対象機器に追加され、2017年の省エネトップランナー基準が設定されるなど社会の省エネルギーニーズに対応した機器として注目されている。

2014年度新商品の家庭用三菱エコキュート“B1シリーズ”では省エネルギー性能を向上させて、全47機種のうち39機種で2017年度省エネトップランナー基準を達成した。また、“Pシリーズ”370Lタイプでは、高効率熱交換器搭載によるヒートポンプユニットの効率向上と真空断熱材使用部分を拡大した貯湯ユニットの採用によって業界トップクラスの

年間給湯保温効率(JIS)3.6を達成した。また、独自の2つのマイクロバブル技術である“バブルおそうじ”と“ホットあわー”の機能を強化した。ふる配管洗浄自動洗浄機能“バブルおそうじ”ではマイクロバブル発生用エジェクタへの間欠吸気のタイミングを最適化することで直径100μm前後のマイクロバブル数を従来比で1.4倍に増量させ、配管洗浄力を向上させた。直径10μm以下の微細なマイクロバブルを入浴時に発生させる“ホットあわー”は、マイクロバブルを発生させる旋回流ノズルの構造を改良し、マイクロバブル濃度を従来比で1.9倍に増量することで快適性を向上させた。一方、貯湯ユニットの内蔵部品である新切替弁を新規開発し、温水回路切替機能を持つ弁の一体化と周辺部品モジュールの最適化によって、モジュール容積縮小と部品点数の削減を達成した。



## 家庭用三菱エコキュート“B1シリーズ”

B1シリーズでは省エネルギー性能を向上させて、39機種で2017年度省エネトップランナー基準を達成した。また、独自の2つのマイクロバブル技術である“バブルおそうじ”と“ホットあわー”の機能を強化した。貯湯ユニットの内蔵部品である新切替弁を新規開発し、温水回路切替機能を持つ弁の一体化と周辺部品モジュールの最適化を達成した。

\*群馬製作所 \*\*同製作所(博士(環境学))

## 1. ま え が き

再生可能エネルギーである大気熱を利用してお湯を沸かすエコキュート(自然冷媒CO<sub>2</sub>ヒートポンプ給湯機)は、2001年に世界で初めて発売され、省エネルギー性や低ランニングコストが評価され、2013年10月には業界の累計出荷台数が400万台を突破し、2017年の省エネトップランナー基準が設定されるなど社会の省エネルギーニーズに対応した機器として注目されている。

今回の2014年度新商品の家庭用三菱エコキュート“B1シリーズ”では、省エネルギー性能を向上させて39機種で2017年度省エネトップランナー基準を達成した。また、独自の2つのマイクロバブル技術である“バブルおそうじ”と“ホットあわー”の機能を向上させて快適性を高めた。一方、VE(Value Engineering)によって貯湯ユニットの内蔵部品である新切替弁を新規開発し、温水回路切替機能を持つ弁の一体化と周辺部品モジュールの最適化によって、モジュール容積縮小と部品点数の削減によるコスト低減を達成した。本稿では、B1シリーズの技術的な特長について述べる。

## 2. マイクロバブル技術の改良

### 2.1 配管自動洗浄“NEWバブルおそうじ”

ふろ循環回路にマイクロバブルを導入する“バブルおそうじ”<sup>(1)</sup>は、ふろ配管やふろ用熱交換器への皮脂成分の付着堆積を抑制し、自動的にふろ循環回路を清浄に維持することによって、面倒な定期的ふろ配管洗浄作業からの解放を実現した。

従来機種に搭載されたマイクロバブルによるふろ循環回路洗浄機能は高い洗浄性能を持つが、更にマイクロバブルの洗浄性能を高めるために、洗浄効果が特に高い直径100 $\mu$ m前後のマイクロバブルの増量を検討した。具体的にはマイクロバブル発生用エジェクタへの間欠吸気のタイミングを最適化することで、従来比1.4倍のマイクロバブルを発生させることに成功した。これによって、従来機種と比べて洗浄性能が約40%向上した。

“NEWバブルおそうじ”を評価するに当たり、紫外線を利用した方法を導入して洗浄性能を“見える化”した。具体的には、紫外線の照射で黄緑色に発光する試薬(クルクミン)を溶解させた油分を用い、マイクロバブル洗浄後に紫外線を照射して、残留汚れを観察した。その結果、マイクロバブル増量による洗浄性能の向上を目視確認することができ、ユーザーに対しても視覚的に分かりやすく洗浄効果を提示することができた。

図1は、試験液を配管一部に塗布(浴槽使用時に発生する汚れの約3か月相当分)し、洗浄実施後に紫外線を照射した結果であり、“NEWバブルおそうじ”の洗浄性能が最も高いことを示している。

### 2.2 入浴機能向上“NEWホットあわー”

独自の旋回流ノズルによって直径が10 $\mu$ m以下の微細なマイクロバブルを入浴時に発生させる“ホットあわー”<sup>(1)</sup>は、入浴中のユーザーに快適感を与える、給湯機の付加価値を高めるための新しい機能である。“ホットあわー”は、ジェットバスのような刺激感を与えるバブルとは異なり、目に見えない微細なマイクロバブルを湯に放出することで、やわらかい湯感を提供するとともに、温浴や肌水分量増加に対する効果を提供するものである。

“ホットあわー”の効果の感じ方については個人差もあるため、肌に付着するマイクロバブルを増加させることで、より多くのユーザーに効果を感じてもらえることができる。今回、マイクロバブルを増加させるために、マイクロバブルを発生させる旋回流ノズルの構造を改良し、従来比で1.9倍のバブル濃度を発生させることに成功した。この“NEWホットあわー”による入浴を5日間続けると、通常の入浴に比べて肌水分量が1.6倍に増加し、湯上がり後の保湿ケアを合わせることで、肌を良い状態に保つのに一層効果的であると考えられる(図2)。今回の結果は、愛知医科大学岩瀬敏教授との共同研究によって検証したものである。

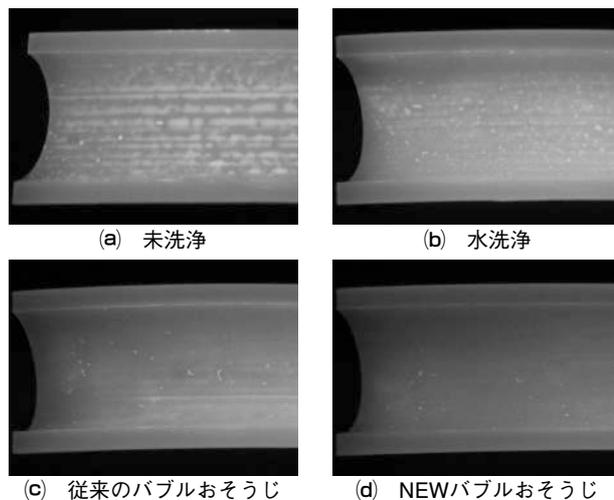
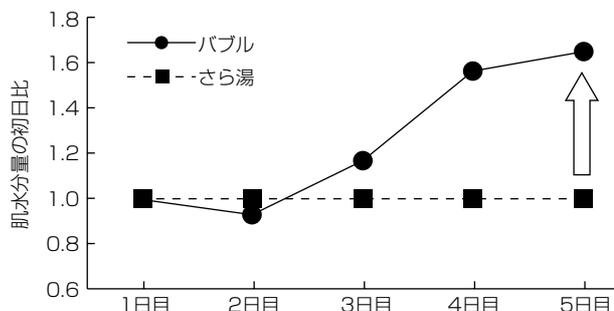


図1. 紫外線照射による汚れ付着配管洗浄結果の比較



【試験条件】入浴者40~50代の成人女性16名、湯温38℃、室温25℃  
 入浴前に右手甲の定点の肌水分量を測定し、10分間の入浴を5日間実施。  
 通常入浴とホットあわー入浴それぞれで初日の肌水分量を基準として2~5日目の肌水分量比を算出。さらに通常入浴の肌水分量比を基準とし、ホットあわー入浴の肌水分量比を算出。

図2. 通常入浴と“NEWホットあわー”入浴の肌水分量の比較

### 3. 省エネルギー性能の向上

エコキュートは2013年3月1日施行の省エネ法に基づき、2017年度を目標とする省エネルギー性能の達成基準(省エネトップランナー基準)が設けられた。また、それに伴いそれぞれの商品の省エネルギー基準達成度を示す“省エネラベル”表示を2014年度から開始した。

B1シリーズでは省エネルギー性能を向上させて、全47機種のうち39機種で2017年度省エネトップランナー基準を達成した。また、“Pシリーズ”370Lタイプ3機種では、高効率熱交換器搭載によるヒートポンプユニットの効率向上と真空断熱材使用部分を拡大した貯湯ユニットの採用によって業界トップクラスの年間給湯保温効率(JIS)3.6を達成した。

貯湯ユニットの断熱構造は保温性能の高い真空断熱材をタンク全周に使用したオールラウンドVIP(Vacuum insulation panel)構造(図3)で、真空断熱材使用面積を従来品に対して約15%拡大したことに加え、最適配置化することで大幅に保温性能を高めた。

高効率熱交換器は、熱交換器の列数増加に加え、新開発の滑水処理フィンを搭載した。従来の親水処理フィンと比べ、親水性を維持したまま滑水性を向上させてフィン表面の液膜の滑落を促進し(図4)、熱交換器ファン圧損低減による高効率化、及び除霜時間の短縮を実現した。

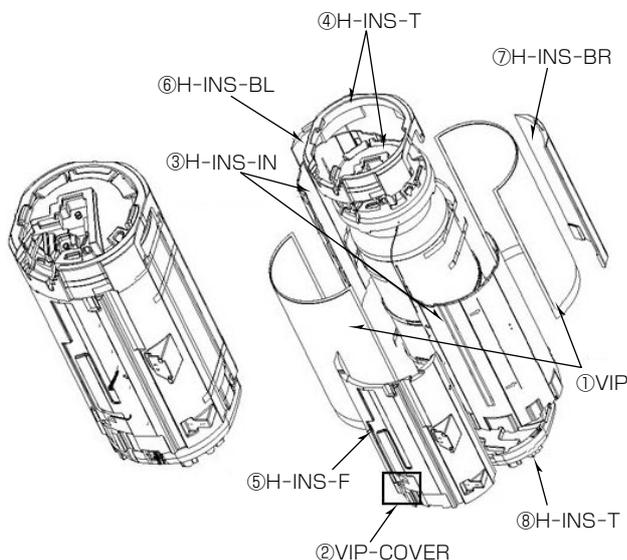
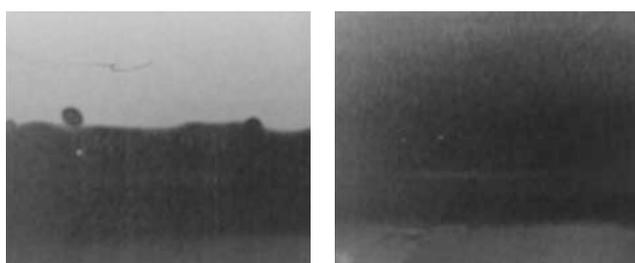


図3. B1シリーズのオールラウンドVIP構造



(a) 水膜残りあり(従来機) (b) 水膜残りなし(B1シリーズ)

図4. 浸水後のフィン表面

### 4. 新切替弁の開発

#### 4.1 新切替弁開発の狙い

図5に従来機“HPA8シリーズ”のシステム図を示す。

現在、三菱エコキュートは、“四方弁”“三方弁”を含む機能部品を複数使用している。これまでも機能部品のVEによるコスト低減を進めてきているが、単体での大幅なコスト低減は難しい状況である。

そこでB1シリーズでは、回路切替機能を持つ“四方弁”“三方弁”の一体化と周辺部品モジュールの最適化によって大幅なコスト低減を実現した。

#### 4.2 新切替弁導入によるコスト低減

##### 4.2.1 一体構造による部品点数削減

図6に従来の切替弁と新切替弁を示す。

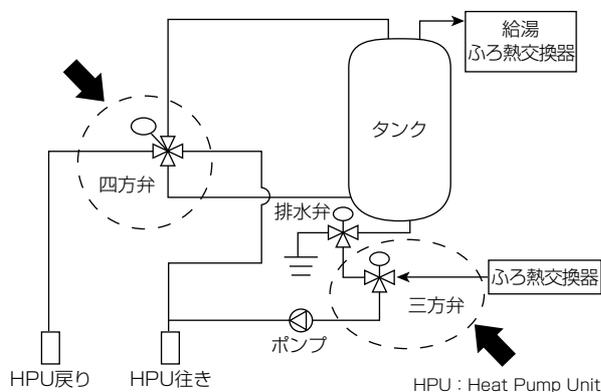
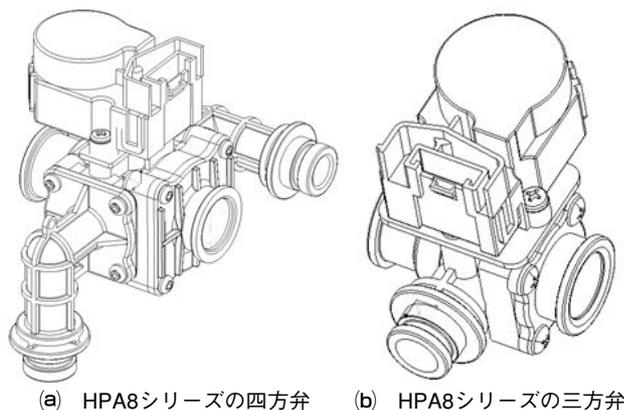
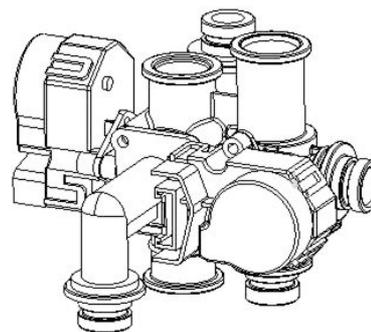


図5. HPA8シリーズのシステム図



(a) HPA8シリーズの四方弁 (b) HPA8シリーズの三方弁



(c) B1シリーズの新切替弁(四方弁, 三方弁の一体化)

図6. 従来の切替弁と新切替弁

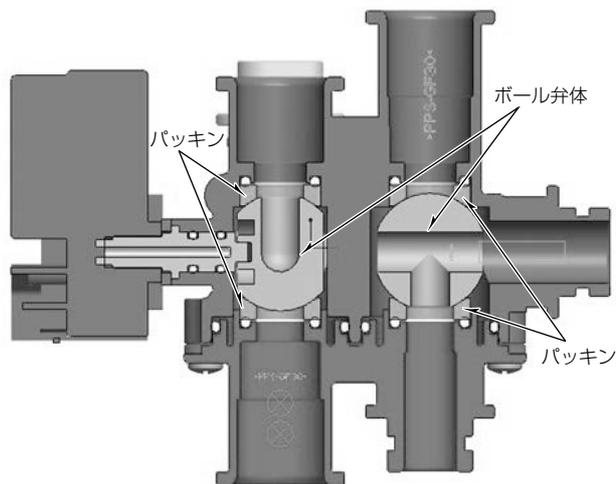
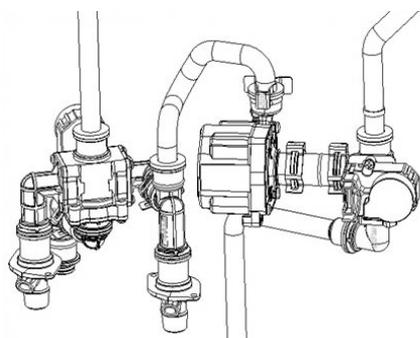
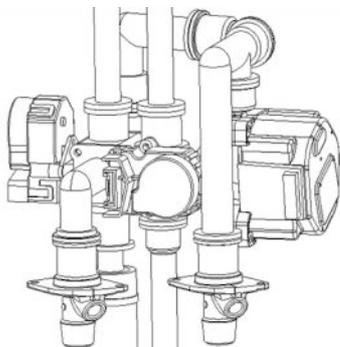


図7. 新切替弁断面図



(a) HPA8シリーズの旧モジュール



(b) B1シリーズの新モジュール

図8. 切替弁周辺モジュール新旧比較

従来の切替弁は、四方弁と三方弁が別体構造であるため部品点数が多く、コスト高となっていた。

新切替弁では、ボディ、継ぎ手の一体化と構造最適化による弁単体部品点数削減(約10%減)を実現した。

#### 4.2.2 ボール弁体の2次加工削減

図7に新切替弁の断面を示す。

先に述べたように、切替弁はシステムの回路切替機能を持つ。回路切替は、切替弁内部に配置したボール弁体(樹脂)をモータの動力を用いて回転することによって実現している。従来の切替弁のボール弁体は、成形品を切削加工することで、パッキンとのシール面であるボール弁体表面の精度を確保していた。そのため、ボール弁体は加工工数

が多くコスト高となっていた。

今回開発した新切替弁のボール弁体では、金型補正に三次元補正技術を活用することで、要求されるシール性を満足できる高精度な精密成形を実現した。これによって、従来必要とされたボール弁体の切削加工工程の削減が可能となった。

#### 4.2.3 周辺部品モジュール化

図8に切替弁周辺モジュールの新旧比較を示す。

従来の旧モジュールは、切替弁が別体のため、周辺部品との干渉を考慮したレイアウト設計を実施していた。そのため、複雑な銅管での這(は)い回しや樹脂継ぎ手を介しての配管接続部が複数必要となり、モジュール容積が大きく、また、部品点数も多くコスト高となっていた。

B1シリーズの新モジュールは、新切替弁導入によって周辺部品との干渉課題が解決され、必要最低限の樹脂継ぎ手で構成できるように最適化した。それによって、モジュール容積の縮小(約50%減)及び周辺構造部品点数削減(約20%減)を実現した。

#### 4.3 新切替弁導入効果

切替弁モジュール新旧比較結果から算出した新切替弁導入の効果は次のとおりである。

- (1) コスト低減 : 約10%減
- (2) 総部品点数削減率 : 約15%減
- (3) モジュール容積縮小率 : 約50%減

#### 5. その他の特長

B1シリーズでは、これまで述べてきたような技術的な特長のほかに、耐震性の強化として、脚部を三菱電機従来品より幅広にした“タフレグ”を採用し、脚部設置面積を約15%拡大して耐震性を向上させ、従来の施工性に配慮した3本脚の構造のまま耐震クラスSに対応した。

また、“Pシリーズ”は電気給湯機発売50周年記念モデルとして本体外観色に高級感のあるロイヤルシルバー色を採用した。ロイヤルシルバー色は家の景観にもフィットし、防汚コーティングも採用しているため雨水などの汚れも軽減する。

#### 6. む す び

B1シリーズは2014年8月に47機種を発売した。今後、電気給湯機市場では2017年度省エネトップランナー基準に向けて更に競争が激化することが予想され、技術的な取組みが重要になってくる。今後も技術革新に努め、ユーザーにとって魅力的な製品の開発を行っていく。

#### 参 考 文 献

- (1) 柳本 圭, ほか: 家庭用エコキュートのマイクロバブル技術, 三菱電機技報, 87, No.9, 517~520 (2013)