

温水洗浄便座のエコナビ制御による省エネ達成率向上の取り組み

Improvement of Energy-Saving-Standard Attainment Rate for Hygienic Toilet Seat by ECO NAVI Control

松村 充真*
Mitsumasa Matsumura

人のトイレ入室を検知し瞬時に快適な温度まで昇温する瞬間暖房便座と、室温情報から非使用時の暖房便座の保温温度を最適化する便座保温制御の2つのシステムからなるエコナビ制御を開発し、非使用時の無駄な消費電力を削減することで省エネ基準達成率180%を実現した。

We developed a new ECO NAVI control system consisting of two systems. One system is a rapid heating system that starts heating the toilet seat based on detection of the user entering restroom. The other system optimizes the standby temperature of the toilet seat during non-use based on restroom room-temperature information. We thus realized an energy-saving-standard achievement rate of up to 180%.

特
集

1. 瞬間暖房便座の概要

瞬間暖房便座は、赤外線人体検知センサを用いて人のトイレ入室を検出し、瞬時に便座表面を昇温することが可能である。熱源を800 Wのマイクロチュービングヒータを用い便座材質を樹脂から熱伝導の高いアルミ材にすることで素早い昇温が可能となり、快適かつ従来の樹脂暖房便座と比較し大幅な消費電力の削減を実現している。

この瞬間暖房便座は、従来の樹脂性と同等の使い勝手を実現するため、ヒータの昇温性能の制限から冬期の室温が低い場合に非使用時の便座表面温度を約18℃に保温する必要がある。しかし、それ以外の室温が高い場合には必要以上に保温温度が上がり、無駄な電力を消費し省エネ性を損なう課題があった。

2. 便座保温制御

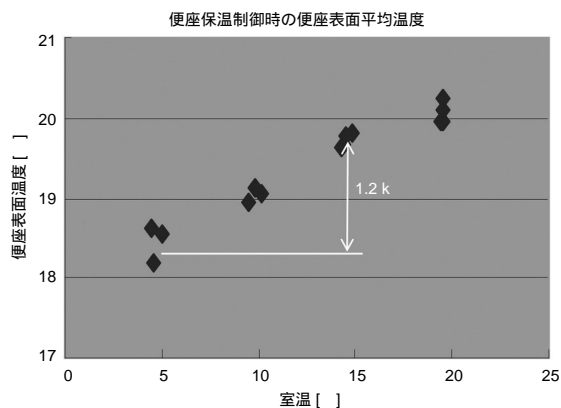
2.1 昇温性能と便座保温温度

これまでの調査から、人がトイレに入室してから便座に座るまでには最短で約6秒を要し、座ったときに便座が冷たく感じない温度は便座表面が29℃以上であれば良いことがわかっている。

また、通電初期の便座表面の昇温性能は室温に関係なくほぼ一定で約1.8 K/秒であることが実験から得られている。したがって、前記人体検知センサにより人の入室を検知してから6秒間に昇温可能な温度は室温に関係なく約10.8 Kであり、人の入室から便座着座までの6秒間で便座表面温度を29℃以上にするためには、年間を通して通電開始時の便座表面が約18℃に保温されていればよいことがわかる。

2.2 室温と便座保温温度の関係

便座表面温度の温度調節は、便座内面に設置したサーミスタにより便座表面温度を検出しフィードバック制御を行う方式を採用している。第1図に、サーミスタによるフィードバック制御を行った場合の、トイレ室温と便座表面温度の関係の測定結果を示す。室温が高くなると便座表面からの熱放射量は少なくなり、サーミスタ温度で便座保温制御を行った場合、サーミスタ温度と便座表面温度の間に温度差が生じる。第1図より室温が15℃の場合は室温が5℃のときに比べ約1.2 K表面温度が高くなり、必要以上に便座をあたため無駄な電力を消費していた。



第1図 室温と便座表面温度の関係

Fig. 1 Relation between room-temp. and seat surface-temp.

3. エコナビ制御

エコナビとは、独自のセンサで設置状態や使用状況による「実使用で変化するパラメータ」を常時検知し、リアルタイムに「実使用時の負荷」に最適な入力で自動的に省エネ運転を行うことを指す。温水洗浄便座では、人体検知センサおよび室温センサによる省エネ運転をエコナビ制御と表現している。

* ホームアプライアンス社
トワレ・ヒーティングビジネスユニット
Hygiene Toilet Seat & Heating Equipment Business Unit,
Home Appliance Company

3.1 省エネ基準達成率

省エネ基準達成率は、基準エネルギー消費効率目標値 135 kWh / 年を商品ごとの年間消費電力量で除し百分率表示する。第2図に示すように、4人家族の平均的なトイレの使用回数を元に一日の消費電力を算出し、それを365日分乗じて年間消費電力量を算出する。

一日の消費電力は便座部、温水加熱部、制御・操作部の消費電力の和で算出され、便座部は一般的な使用温度環境を春と秋を15℃、冬を5℃とし、その環境温度下で消費電力を測定し算出する。夏は暖房便座を切ると考える。

年間消費電力量 (kWh / 年) = 1日の消費電力 × 365日					
便座部				温水加熱部	制御部 操作部
使用時 (16時間)		非使用時 (0.3時間)			
夏	春・秋 (1/2) × 0.7	冬 (1/4) × 0.9	夏	春・秋 (1/2)	冬 (1/4)
室温高	室温15	室温5	室温高 切	室温15 保温	室温5 保温
切	モードB (男子小用) 3回 / 日	モードA (着座使用) 13回 / 日	モードB (男子小用) 3回 / 日	モードA (着座使用) 13回 / 日	

省エネ基準達成率の計算では、便座部の使用時が16時間、非使用時が0.3時間、節電時が7.7時間と規定されている。

第2図 年間消費電力量の算出

Fig. 2 Calculation of annual electricity consumption

3.2 室温センサの追加

前述の便座内部のサーミスタは便座表面温度を検出するため、室温を検出することができなかった。そこで、新たに室温センサを追加し、室温を測定することで便座保温温度を室温により変化させることが可能となり、保温温度制御時の無駄な電力の削減を図った。

本体内のセンサは温水ヒータや乾燥ヒータとファンにより製品内部の温度が変動し、常に正しく室温を測定できない。そこで、第3図のように別設の人体検知センサに



第3図 室温センサの追加部位

Fig. 3 Additional position of room-temperature sensor

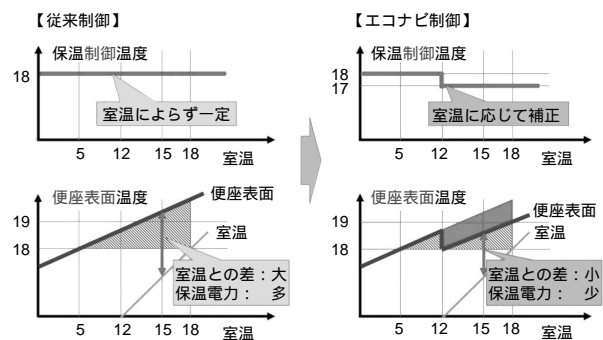
も室温センサを設けることで相互に補完することとした。

3.3 便座保温温度制御の改善

第4図に、動作の概略を示す。従来、上左図のように保温制御温度は18℃一定に対し、上右図は保温制御温度を室温が閾値(しきい)値12℃以上で1℃低く補正する仕様とした。保温制御は検出した室温が閾値以上のとき便座保温温度を1℃減じるよう仕様を単純化し省エネ測定値の再現性を高めた。

室温サーミスタの温度検出公差およびマイコンの入力変換誤差を合計すると室温の測定誤差は真値 ± 1.75 Kとなる。また、人体検知センサの室温センサの検出温度誤差は真値 ± 1.5 Kである。前述のように省エネ法¹⁾では室温15℃ ± 1℃、5℃ ± 2℃の2つの温度環境下で測定することが規定されている。冬相当の5℃環境下で補正を行うと着座時に29℃まで昇温できなくなり使用上不具合が生じる。よって、閾値12℃は測定誤差を含め15℃環境測定時に確実に保温制御温度を補正するよう設定した。

第4図右下図に示すよう、従来は18℃以上の保温を行うための斜線部の消費電力が無駄であった。保温制御温度の補正を行うことで、右下図のように閾値12℃以上の部分の平行四辺形に相当する2 kWh / 年の消費電力を低減した。年間消費電力量は75 kWh / 年となり省エネ基準達成率¹⁾に換算すると補正なしに比べ約4%の向上、180% (1.8 = 135 kWh / 75 kWh) を達成した。



第4図 便座保温温度制御の概略仕様

Fig. 4 Outline of toilet seat heat temperature control

4. 今後の展望

本稿の取り組みで、省エネ基準達成率は180%と業界No.1^(注)の水準に達した。昨今の省エネ家電への要求の高

(注) 2009年8月25日現在

(瞬間式において、省エネ法2012年度基準に基づく)

まりから、温水洗浄便座では給湯部は貯湯式から瞬間湯沸し式へ、暖房便座部では常時保温便座から瞬間暖房便座への移行が加速していくことが予測される。今後の更なる省エネ性の向上のため、今回開発した瞬間暖房便座のエコナビ制御技術の機能向上と他商品への展開を推進していく。

参考文献

- 1) 2007年11月26日官報 経済産業省告示第二百二十八号
エネルギー使用の合理化に関する法律