

竹内史朗*
Shiro Takeuchi

高野浩志郎†
Koshiro Takano

池田一樹*
Kazuki Ikeda

中北麻紀子†
Makiko Nakakita

入浴環境を快適にするエコキュート

Eco Cute Providing Comfortable Bathing Environment

要 旨

家庭内の電力消費エネルギーの約3割を給湯が占める中、環境配慮の観点から、大気中の熱を利用して湯を沸かし、電力消費量を抑えるエコキュート(注1)(自然冷媒CO₂(二酸化炭素)ヒートポンプ給湯機)への評価が高まっている。特に、新築住宅市場で需要が拡大するZEH(net Zero Energy House)で採用率が高い。一方で買い替え需要の本格化によって、更なる省エネルギー性の向上と清潔機能の充実が求められている。また、これとは別に、共働き世帯の増加や高齢化によって、浴室掃除の負担軽減や寒い季節の入浴時の事故への対策のニーズも増加している。

三菱電機の2020年度発売の家庭用エコキュートでは、年間給湯保温効率(JIS)4.2を達成するとともに、風呂の湯

の菌が増殖することを抑制する新機能“キラリユキープ”と、湯張りと同時に当社の浴室暖房機を運転させる新機能“あったかリンク”を搭載し、入浴時から入浴後まで浴室内の清潔性と快適性の向上を実現した。

特に、キラリユキープでは、業界初(注2)の深紫外LEDを搭載して、風呂の湯の臭いや濁りを抑制することで入浴時の快適性を高めるとともに、洗い場の排水溝のヌメリの生成を抑制し、排水溝の掃除頻度を減らして家事負担の軽減を実現した。

(注1) エコキュートは、関西電力(株)の登録商標である。

(注2) 2020年6月現在、当社調べ



2020年度発売家庭用三菱エコキュート

2020年度発売の家庭用三菱エコキュートでは、高断熱ウレタンを採用した“サーモジャケットタンク”によって、年間給湯保温効率(JIS)4.2を達成した。また、風呂の湯を清潔に保つ新機能“キラリユキープ”と、入浴時の寒さを和らげる新機能“あったかリンク”によって、入浴環境の快適性を向上させた。

1. ま え が き

昨今の地球温暖化問題に対して、政府は“2030年温室効果ガス排出量26%減(2013年比)”を実施する方針を打ち出しており、省エネルギー機器であるエコキュートの需要は今後も伸長することが予測される。また、共働き世帯や高齢化社会が進む中で、安心かつ快適な入浴環境を整えることが求められる。

そこで、人々の暮らしのニーズに応えるため、2020年度発売の家庭用エコキュートでは、エコキュートの特長である省エネルギー性を向上させつつ、入浴環境を清潔に保つために、入浴中から入浴後の風呂の湯の菌の増殖を抑制する新機能“キラリユキープ”と、安心して入浴するために、当社の浴室暖房機と連携して、湯張りと同時に浴室暖房機を運転させることで入浴時の浴室の寒さを和らげる新機能“あったかリンク”を開発した。

2. 風呂の湯を清潔に保つ機能

2.1 深紫外線による除菌技術の利用

水中の菌の増殖を短時間かつ効率的に抑制できる手段として、紫外線が知られており、塩素に代わる殺菌手段として、欧米では実用化が進んでいる。

紫外線の中でも300nm以下の短い波長の紫外線を深紫外線という。細菌やウイルスの多くは260~280nmにDNA(デオキシリボ核酸)の吸収波長を持つことが知られており、この帯域に高いエネルギーを与えることでDNAやRNA(リボ核酸)に損傷を及ぼし、細菌やウイルスの増殖能を止めることができる⁽¹⁾。アルコールや銀イオンなどの薬剤は細胞の外側から損傷を与えるのに対して、深紫外線は細胞の内側に損傷を与えることができるため、細胞膜の形態によらず、幅広い菌やウイルスに対して増殖抑制効果が得られる。

近年、高出力の深紫外線照射が可能なUV(Ultra Violet)-LEDの技術進歩が著しい。UV-LEDは、UVランプに比べて小型かつ長寿命であり、さらには水銀を用いないため、廃棄時の環境負荷が小さいというメリットがある。

キラリユキープでは、業界初で深紫外線を用いたUV-LEDユニットを搭載し、入浴中及び入浴後の風呂の湯の菌が増殖することを抑制した。

2.2 キラリユキープの特長と動作

風呂の湯張りをしたときの湯に存在する菌数は10CFU^(注3)/mL未満であっても、4人入浴すると10³~

10⁴CFU/mL、翌日には10⁶~10⁷CFU/mLにも増殖することが分かっている。風呂の湯の菌が増殖すると、風呂の湯が腐って、後から入浴する人に不快感を与えることがある。また、菌が多い状態で湯を排水すると、浴室の排水溝で更に菌が増殖してヌメリが生成されやすくなる。このような湯の菌の増殖を抑制することで、入浴中の快適性を向上させるだけでなく、排水溝周りの清掃を楽にする。

キラリユキープのUV-LEDユニットは、**図1**に示すとおり、風呂配管内に組み込まれており、風呂の湯を循環しながら深紫外線を照射する構成である。深紫外線が照射された湯の中の菌は不活化され、風呂には菌が少ない湯が戻される。入浴中及び入浴後は、一定間隔で循環する風呂の湯に紫外線照射することによって、清潔な湯を保つことができる。

また、UV-LEDユニットは、風呂配管内に組み込むことで人が直視できない安全な構成にした。

(注3) Colony Forming Unitの略称で、菌量の単位を示す。

2.3 キラリユキープの効果

2.3.1 臭い抑制

人が入った後の風呂の湯は、塩素臭以外にも鼻を刺激するような臭いを発することがある。これは、時間の経過とともに菌が増殖することで、菌が生成する代謝物や、菌によって酸化された皮脂が原因で風呂の湯が臭うとされている。ここでは、風呂の湯が臭う一つのシーンとして、1人目が入浴してから5時間後に4人目が入浴したときの臭いの強さを測定した。180L、40℃の湯に3人入浴し、臭いの評価は、6段階臭気強度表示法⁽²⁾に基づいて、8名の被験者に対して官能評価を行うとともに、ガスクロマトグラフ質量分析装置(Agilent Technologies製、GC6890N+MSD5975B)による定量分析も行った。

図2にキラリユキープあり/なしによる臭気強度の結果を示す。キラリユキープなしでは、何の臭いであるか分かるレベルの臭気強度2.1であったのに対して、キラリユキープありでは、やっと感知できるレベルの臭気強度1.3に抑制できることが分かり、両者はt検定で有意な差を示

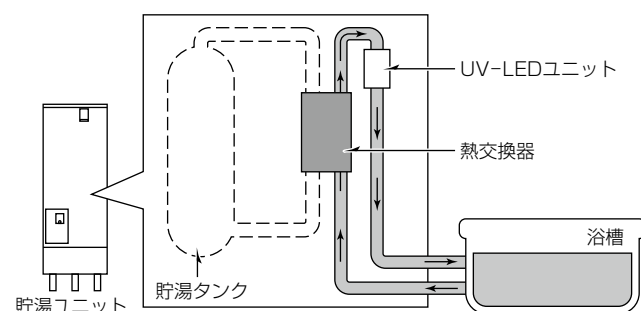


図1. キラリユキープの構成図

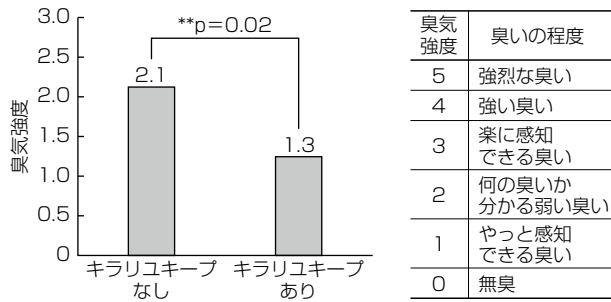


図2. 4人目入浴時の湯の臭気強度

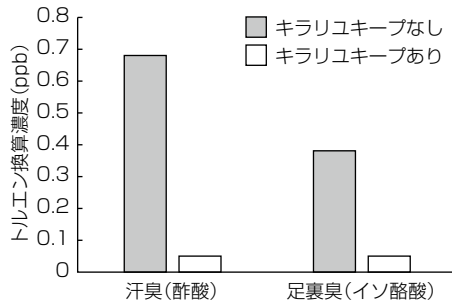


図3. 4人目入浴時の湯の臭気成分

した(p=0.02)。また、図3に示すように、キラリユキープありでは汗臭の成分である酢酸や、足裏臭の成分であるイソ酪酸が抑制されていることが分かった。

酢酸やイソ酪酸は、汗や皮脂が分解されて生成されることから、キラリユキープなしでは、菌が多いために分解される汗や皮脂も多く、臭いが強く発生したことが考えられる一方で、キラリユキープありでは、菌が少ないために分解される汗や皮脂が少なく、臭いが抑えられたことが考えられる。

このことから、キラリユキープによって風呂の湯からの臭いを抑制できることが分かった。

2.3.2 濁り抑制

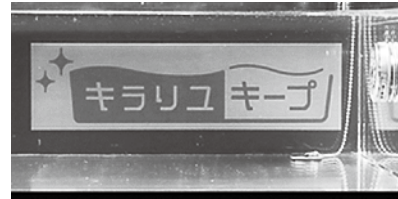
人が入浴すると、皮脂や汚れが流れ出て湯が濁ることがあるが、汚れが少ない場合でも、時間の経過とともに湯が濁る現象が確認される。このことは、汚れ以外で濁りを生成する要因として菌の増殖が考えられ、時間とともに増加する濁りと菌の影響について検証した。

180L、40℃の湯に4人入浴し、キラリユキープあり／なしについて、翌日(15時間後)の湯の濁度を濁度計(HANNA instruments製、HI93703-B型)と浴槽側面からの写真で比較評価した。

表1に15時間後の湯のTOC(全有機炭素)濃度と濁度を、キラリユキープあり／なしで比較した結果を示す。TOC濃度はキラリユキープありが0.78mg/L、キラリユキープなしが0.77mg/Lとほぼ同等であったのに対し、濁度はキラリユキープありが0.39度、キラリユキープなしが0.60度と、キラリユキープありがキラリユキープなしに対して約35%

表1. 15時間後の風呂の湯のTOC濃度と濁度

	TOC濃度(mg/L)	濁度(度)
キラリユキープあり	0.78	0.39
キラリユキープなし	0.77	0.60



(a) キラリユキープあり



(b) キラリユキープなし

図4. 翌日の湯の写真

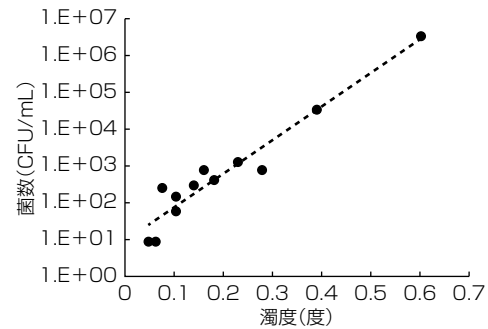


図5. 菌数と濁度の相関

低い値を示した。どちらの値も、水道水の水質基準である濁度2度に対して低い値であるものの、浴槽側面からの写真で、キラリユキープありはキラリユキープなしに対して濁りが抑制できていることが確認できた(図4)。

また、図5に濁度と菌数の相関を示す。濁度の増加とともに菌数も増加していることが分かり、風呂の湯の濁りは菌数の増加が寄与していることが示唆された。

2.3.3 排水溝のヌメリ抑制

図6に示すように、風呂の湯は、排水すると浴室の洗い場の排水溝に合流してから下水へ流れる構造が一般的である。このような構造で、洗い場の排水溝には、体洗い等でシャワーを使用するときに流れ込む水と、風呂の湯からの排水が流れ込む水とが合わさる。体を洗ってから湯船に浸(つ)かって出浴し、風呂の湯を抜くシーンで、洗い場の排水溝には風呂の湯の排水が長時間滞留していることになる。そのため、風呂の湯に菌が多い場合には、排水後に排水溝の中の菌も増殖して、ヌメリを生成しやすくなり、排水溝からの臭いが発生しやすくなることが考えられる。そこで、

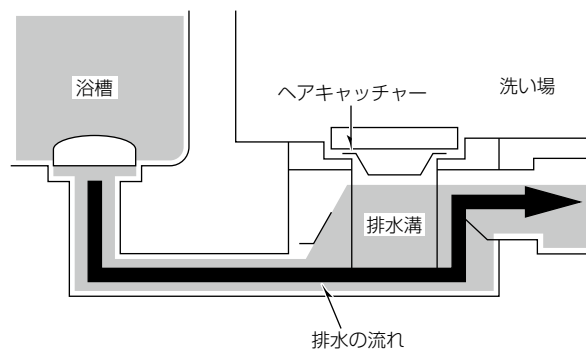


図6. 排水時の排水溝内の水経路

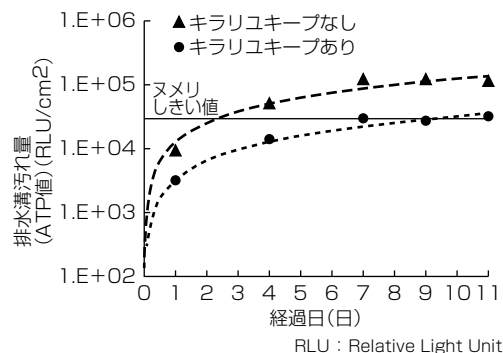


図7. 排水溝底面の汚れ量の経日変化

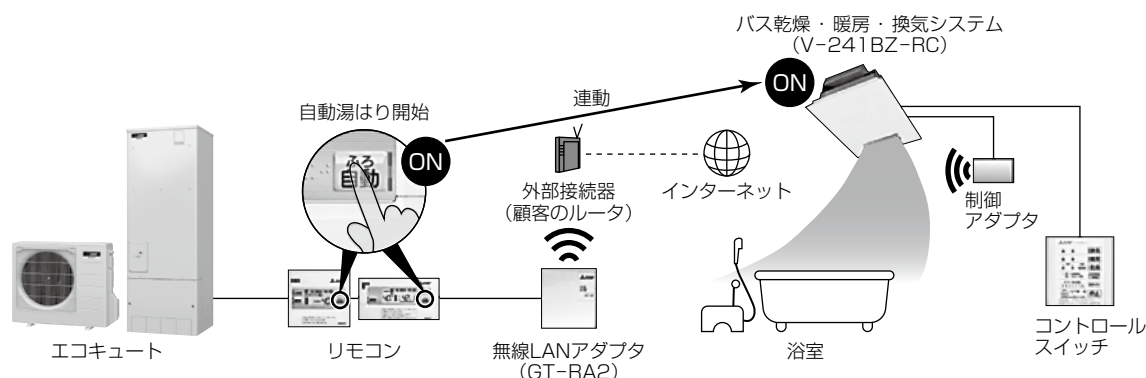


図8. “あったかリンク”システム構成

風呂の湯の菌を抑制することで、洗い場の排水溝内のヌメリも抑制できることが考えられ、その効果を検証した。

180L、40℃の湯に4人入浴し、翌日(湯張りから15時間後)に栓を抜き、洗い場の排水溝へ排水する入浴動作を11日間繰り返したときの排水溝底面の汚れをふき取り、ATP(アデノシン三リン酸)アナライザ(キッコーマン製、PD30)を用いてキラリユキープあり/なしで汚れ量を比較した。

図7にキラリユキープあり/なしでの排水溝底面の汚れ量の経時変化を示す。別検討で定めた、実家で排水溝にヌメリを感じたときの汚れ量をしきい値としたときに、キラリユキープなしでは3日、キラリユキープありでは9日でしきい値以上の値を示した。

このことから、キラリユキープによって洗い場の排水溝にヌメリが生成するまでの期間を2倍以上に延ばすことができ、掃除頻度を低減できることが分かった。

3. 入浴時の浴室温度を整える機能

3.1 浴室温度環境の快適化

寒い季節に入浴前に浴室を暖めておくことで、寒さを和らげ、入浴を快適なものにできる。これを実現する機能として“あったかリンク”を開発した。

3.2 “あったかリンク”の構成と動作

“あったかリンク”は、エコキュートと当社浴のバス乾燥・暖房・換気システム“V-241BZ-RC”によって実現する。それぞれの機器は、インターネットを介して当社クラウドに接続し、エコキュートの動作に合わせて、V-241BZ-RCの制御を行う。例えば、図8に示すように、エコキュートのリモコンから自動湯はりを開始することに連動して、V-241BZ-RCが暖房運転を開始する。これによって、入浴前に浴室を暖めておくことで寒さを和らげ、入浴を安心感のある快適なものにする。

4. むすび

2020年度発売の家庭用エコキュートでは、“キラリユキープ”と“あったかリンク”によって、入浴時から入浴後まで浴室内の清潔性と快適性を向上させた。今後も省エネルギー性に加えて、暮らしのニーズに合わせた機能の開発に取り組んでいく。

参考文献

- (1) 岩崎達行：紫外線による殺菌メカニズム，一般社団法人日本紫外線水処理技術協会 ニュースレター，No.1，13 (2007)
<http://www.juva.jp/pdf/newsletterNo01.pdf>
- (2) 公益社団法人におい・かおり環境協会：ハンドブック悪臭防止法，ぎょうせい，430 (2004)