

環境工学研究

No. 287

2011. 1. 21

1. ヒートポンプ給湯システムにおける省エネチューニングの実現 中 谷 智 洋
2. 節水便器の歴史と今後の展望 山 道 明

環境工学研究会

社団法人 空気調和・衛生工学会近畿支部

SHASE Kinki Branchi, Japan

TEL 06(6612)8857

FAX 06(6613)7890

目 次

一 研 究 報 告 一

- | | |
|---------------------------------------|----|
| 1. ヒートポンプ給湯システムにおける省エネチューニングの実現 ----- | 1 |
| 中 谷 智 洋 | |
| 2. 節水便器の歴史と今後の展望 ----- | 13 |
| 山 道 明 | |

開催日 平成23年1月21日（金）

ヒートポンプ給湯システムにおける省エネチューニングの実現

Energy conservation Tuning of Heat pump Hot-water (Supply) System

ダイキン工業株式会社

DAIKIN INDUSTRIES, LTD

中谷 智洋

Toshihiro. Nakaya

キーワード：ヒートポンプ、給湯、省エネルギー、チューニング

Key Word: Heat pump, Hot-water (supply) system, Energy conservation, Tuning

1. はじめに

ヒートポンプ給湯システムは約30年前から使用されているが、当時は給湯専用が発売されたチラーを使用していた。熱源機と貯湯タンクを組み合わせ、ポンプ循環により3～5℃昇温させて60℃を供給するシステムであった。当時の制御として、タンク内は常時満蓄にする方式が一般的であり、貯湯タンクを熱源とすることで、二次側の配管循環やプール・浴槽保温に使用していた。補給水はタンクに供給されるため、貯湯温度を一定に確保するためには過大な設備であったと考えられる。現在のヒートポンプ給湯システムでは、給湯は一過式、保温は循環式に分け、其々専用機とすることで効率の良いシステムとしている。また、給湯制御では貯湯タンクの水位を負荷パターンに合わせ、時刻別目標水位を設けることで更に省エネルギーに取り組んでいる。

2. ヒートポンプ給湯システムの分類 ※1

ヒートポンプ式給湯システムの分類を図1-1に示す。ヒートポンプ式給湯システムは、出湯（貯湯温度）、貯湯槽形式、施工方法の4つから分類できる。出湯温度（貯湯温度）は、使用する冷媒によって決定され、80～90℃の高温度が取り出せる自然冷媒（CO2）と65～70℃出湯のフロン系冷媒（R410A、R407C等）とに分けられ、フロン系冷媒はCO2冷媒に比べ高効率となっている。貯湯槽は、開放式貯湯槽と密閉式貯湯槽に分類でき、施工方法では現場築造型とユニット型に分けられる。ユニットは、ヒートポンプ給湯機と貯湯槽が一体となった機器であるため、貯湯槽は自由に選択することはできない。貯湯槽形式とその設置場所により給湯システム（形態）が異なり、さらに給湯循環への対応も異なるため、機器選定時には留意する必要がある。

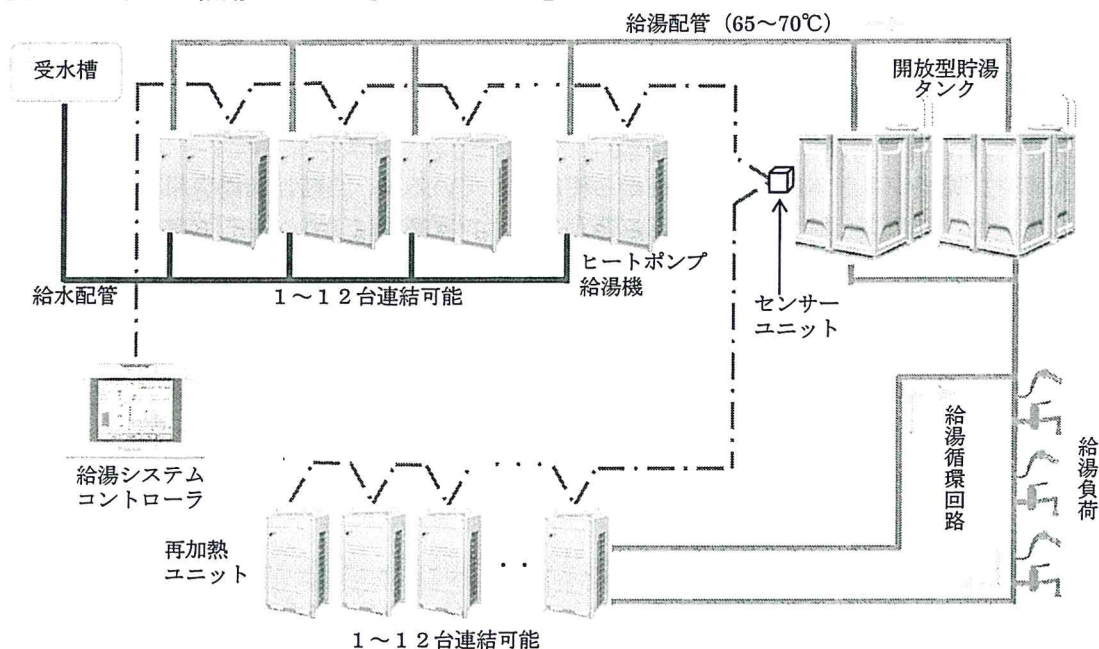


図1-1 ヒートポンプ給湯システムの分類

大規模施設の給湯システムは、ほとんどが開放タンクを使用している。これは大浴槽への湯張りや同時使用率が高いことから、密閉タンクでは貯湯量が少なくピーク対応が困難且つ、負圧対策が必要なためである。また、ユニット型は密閉タンクとの組み合わせたタイプで、主に小中規模施設で使用されることが多い。

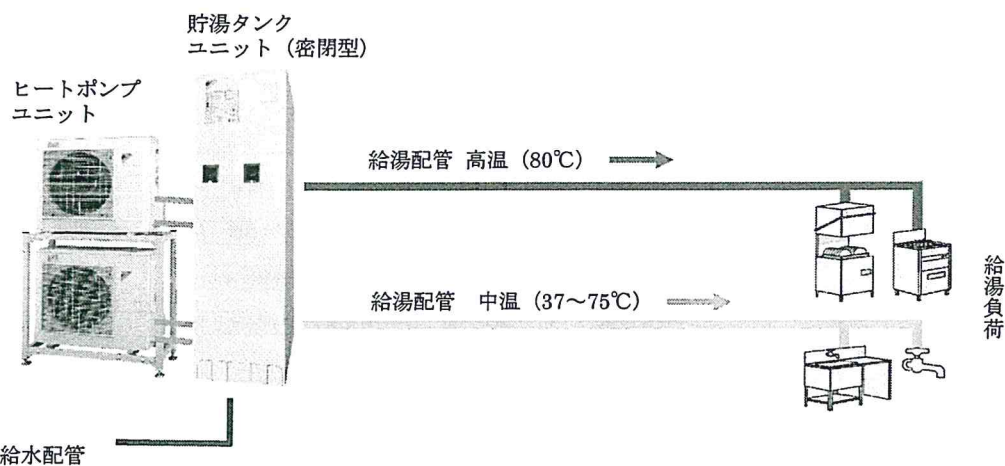
3. ヒートポンプ給湯システムの概要

■大型ヒートポンプ給湯システム『MEGA・Q』（R410A）



- ・熱源ユニット：加熱能力35Kw（最大12台連結 420Kwまでの組合せ可能）
- ・再加熱ユニット：加熱能力8Kw（最大12台連結 96Kwまでの組合せ可能）
- ・貯湯タンク：4～54 t o n（2連結まで対応可能）

■ユニット型ヒートポンプ給湯システム『小型業務用エコキュート』（C O 2）

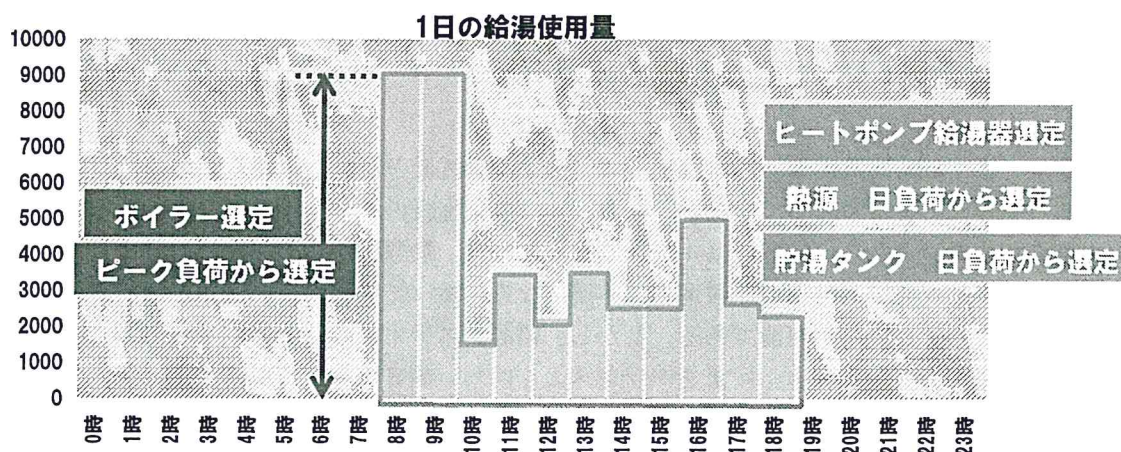
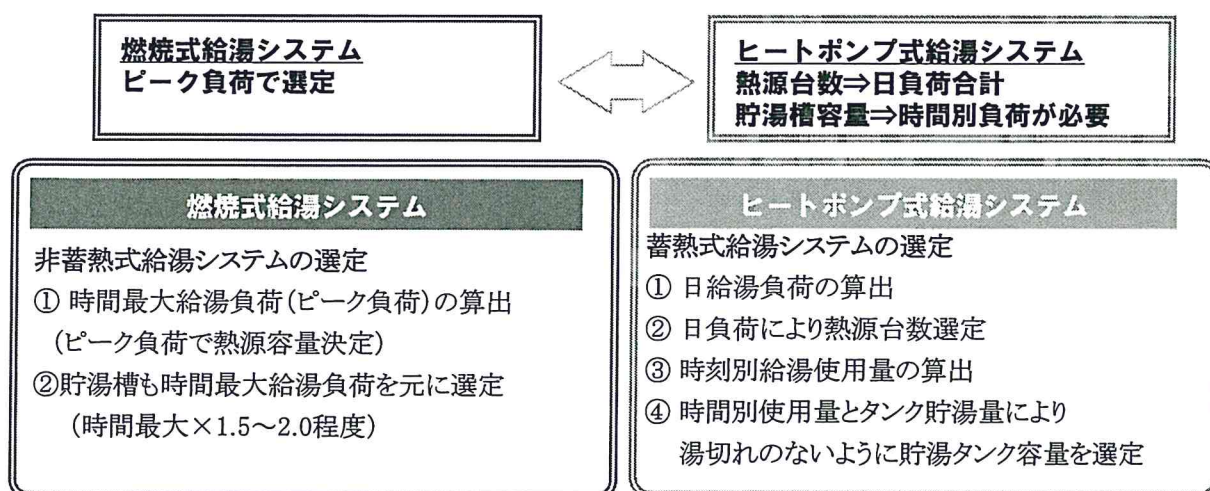


- ・熱源ユニット：加熱能力6Kw
- ・貯湯タンク：370 L
（ユニット連結により加熱能力6～24Kw、貯湯量740 Lまで対応可能）

4. ヒートポンプ給湯システム機種選定方法

ヒートポンプ給湯システムと燃焼式給湯システムは、蓄熱式と瞬間式という大きな違いがある。瞬間式は時間最大負荷に合せた機種選定を行なうため、蓄熱式と比較すると圧倒的な加熱能力の差がある。また、貯湯タンクはピーク負荷分のみの容量でシステムを選定する。これに対して、蓄熱式は日給湯負荷を運転時間で除した値から熱源機台数を求めるため、加熱能力としては瞬間式と比べるとかなり小さな能力で賄えることになるが、台数については多くなる。また、貯湯タンクについても夜間蓄熱（10h）で考えると、日給湯負荷分を供給できる容量が必要になるため、瞬間式と比較するとかなり大きなタンクを選定することになる。このためヒートポンプ給湯システム設計では、熱源機の台数・貯湯タンク容量を如何に小さく出来るかということがポイントになる。設計ガイド※1では、夜間蓄熱だけでは無く、昼間の追掛け運転も併用して熱源台数・貯湯タンク容量を少なくする手法を推奨している。運転時間が夜間10H、昼間10Hの20Hとした場合、夜間蓄熱10Hと比較すると熱源台数は1/2になる。貯湯タンクについては使用量、沸き上げ量、貯湯量を考慮した選定になるため、給湯負荷のシミュレーションが必要になる。このシミュレーションには時間毎の使用湯量を把握する必要があるため、事前のヒアリングが必要である。標準的な負荷パターン例を参考として図1-2※1に示す。

燃焼式給湯システムとヒートポンプ式給湯システムの選定比較



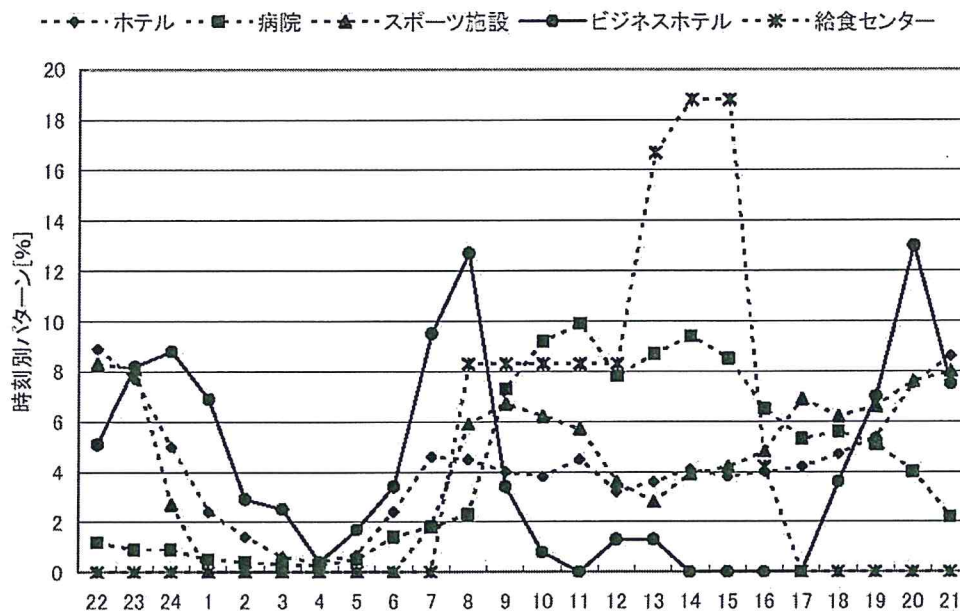


図 1-2

5. ヒートポンプ給湯システムにおける課題

機種選定方法で述べたように燃焼式と比較すると加熱能力が小さい分、貯湯タンク容量を大きくしなければならない。貯湯＝蓄熱であり、特に冬期は外気との温度差が大きくタンク放熱ロスが発生する。タンクは断熱材を使用した保温機能を有するが、時間の経過により湯温の低下は完全には防ぐことは不可能である。外気温 0℃ の試験データを図 1-3 に示す。

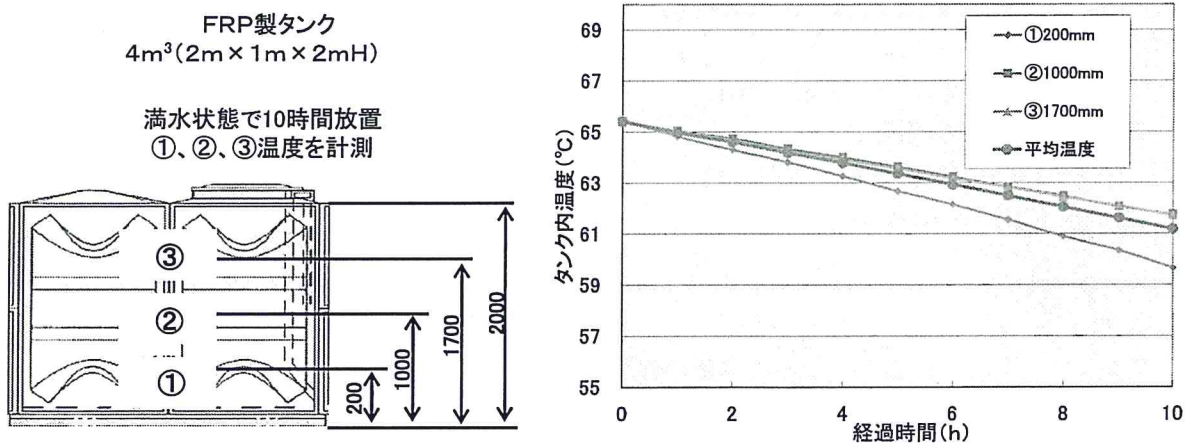


図 1-3

試験結果では 10 時間経過後、平均温度で 4.2℃ の温度低下が見られた。この値は蓄熱量の約 6% になるが風等の影響は考慮していない。図 1-4 は福祉施設のフィールドデータであるが、チューニング前のためタンクからの放熱量は 19% になっている。熱源機からの給湯は貯湯より高い温度で供給しているため、貯湯運転中の保温運転は不要になる。従って効率の良い運用が放熱ロス分を補う保温運転を極力させない事が可能である。しかし、給湯システムに合せた運用は不可能であるため、実際には貯湯量・使用量・沸き上げ量をバランスよく保ち、前日から当日に沸き上げた湯を、その日に使い切る水位制御を行なう必要がある。そのためヒートポンプ給湯システムのコントローラーには、時間毎に水位設定が出来るスケジュール機能が要求される。

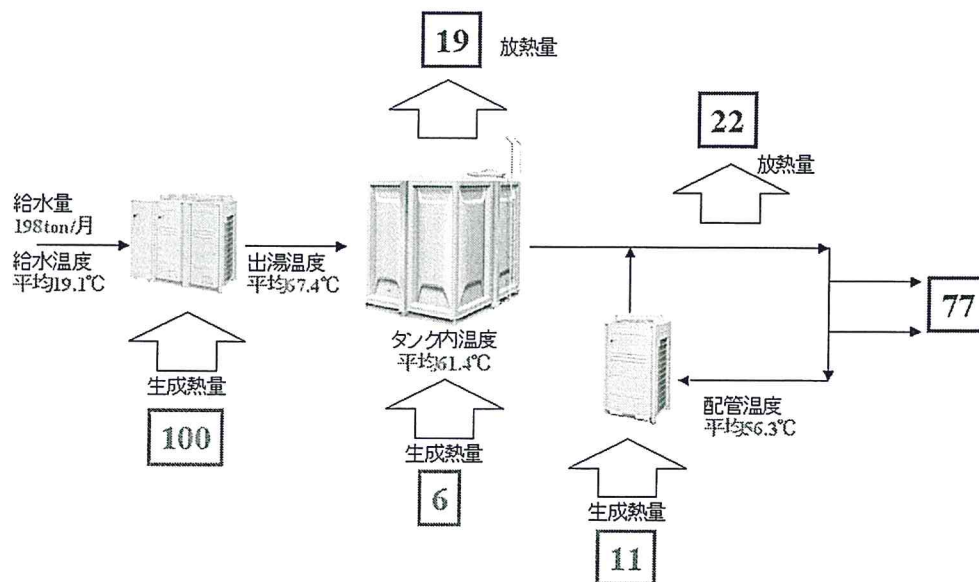


図 1 - 4

飲食店舗におけるユニット型ヒートポンプ給湯システムのフィールドデータを図 1 - 5、図 1 - 6 に示す。これは東北地区と関東地区のデータ比較であるが、システム効率では寒冷地であるにも関わらず、東北地区が上回っている。理由として考えられるのは負荷変動の違いである。変動が大きく、使用量が少ない日は保温運転状態（循環）が続き、特にCO2冷媒を使用しているヒートポンプ給湯機ではシステム効率が低下することを意味している。ヒートポンプ給湯機における効率の良い運転状態とは入水温度が低い状態から高温に沸き上げること（一過式）である。

山形県
(寒冷地)の店舗

月 日		65℃換算値(リットル)			消費電力 kWh	給湯温度Ⅱ(℃)		給水温度 ℃	平均気温 ℃	合計熱量 kcal	COP
		高温	中温	全体		高温	中温				
中間季	2007年9月	1,215	601	1,816	26.1	75.0	37.8	17.4	21.3	86,732	3.84
	2007年10月	1,204	639	1,843	28.0	74.2	39.0	15.7	12.8	90,796	3.76
	2007年11月	1,037	691	1,728	37.5	73.7	39.0	14.4	5.9	87,397	2.83
	平均	1,152	644	1,796	30.5	74.3	38.6	15.8	9.4	88,336	3.48
冬季	2007年12月	1,046	873	1,918	53.8	73.6	40.4	12.9	5.2	100,012	2.20
	2008年1月	1,016	919	1,935	67.9	73.4	40.2	12.0	-1.9	102,477	1.75
	2008年2月	1,012	892	1,904	66.8	73.3	40.1	11.4	-2.3	102,065	1.77
	2008年3月	986	871	1,857	62.2	74.1	40.6	11.0	3.0	100,274	1.90
	平均	1,052	916	1,969	60.0	73.6	40.3	11.9	1.0	101,193	1.91
中間季	2008年4月	1,105	917	2,022	39.7	74.5	40.8	12.0	9.5	106,702	3.13
	2008年5月	1,139	831	1,971	34.6	74.8	41.0	13.7	14.2	101,357	3.38
	2008年6月	1,092	749	1,841	30.1	75.2	40.9	14.9	18.5	92,265	3.55
	平均	1,112	832	1,945	34.8	74.8	40.9	13.6	14.1	100,122	3.35
夏季	2008年7月	1,156	690	1,845	27.4	75.4	41.5	16.6	23.0	89,343	3.80
	2008年8月	1,292	766	2,058	29.3	75.5	42.1	17.4	22.5	97,904	3.88
	平均	1,224	728	1,951	28.4	75.5	41.8	17.0	22.8	93,623	3.84
	年間日平均	1,121	796	1,917	41.1	74.4	40.3	14.2	11.0	96,448	2.98

千葉県
(温暖地)の店舗

月 日		65℃換算値(リットル)			消費電力 kWh	給湯温度Ⅱ(℃)		給水温度 ℃	平均気温 ℃	合計熱量 kcal	COP
		高温	中温	全体		高温	中温				
中間季	2007年9月	1,184	394	1,579	27.7	76.1	35.5	23.9	24.0	64,931	2.73
	2007年10月	1,081	365	1,446	29.1	75.4	35.3	22.4	17.0	61,715	2.46
	2007年11月	968	346	1,314	30.4	74.7	34.9	20.2	10.6	58,984	2.30
	平均	1,078	368	1,446	29.0	75.4	35.2	22.2	17.2	61,875	2.49
冬季	2007年12月	1,021	619	1,641	44.1	74.8	37.3	17.5	6.1	78,014	2.06
	2008年1月	1,000	683	1,683	49.7	74.7	37.8	15.9	3.2	82,696	1.94
	2008年2月	964	740	1,704	50.3	74.6	37.9	15.9	3.4	102,065	1.77
	2008年3月	1,093	607	1,699	42.6	75.0	38.4	17.6	8.6	80,635	2.19
	平均	1,020	661	1,681	46.6	74.8	37.9	16.7	5.3	85,587	2.00
中間季	2008年4月	1,051	671	1,722	38.5	75.2	38.9	19.2	12.7	79,133	2.38
	2008年5月	1,044	487	1,532	46.3	75.7	39.0	21.0	16.9	67,474	1.70
	2008年6月	1,143	501	1,635	31.1	76.3	39.1	22.3	20.0	69,922	2.61
	平均	1,076	552	1,628	38.7	75.8	39.0	20.8	16.5	72,125	2.22
夏季	2008年7月	1,149	468	1,617	27.2	76.4	39.5	24.6	25.4	65,273	2.79
	2008年8月	1,245	534	1,779	29.2	76.6	40.0	25.7	25.8	70,086	2.79
	平均	1,197	501	1,698	28.2	76.5	39.7	25.1	25.6	67,680	2.79
	年間日平均	1,078	534	1,613	37.2	75.5	37.8	20.5	14.5	73,311	2.31

図 1 - 5

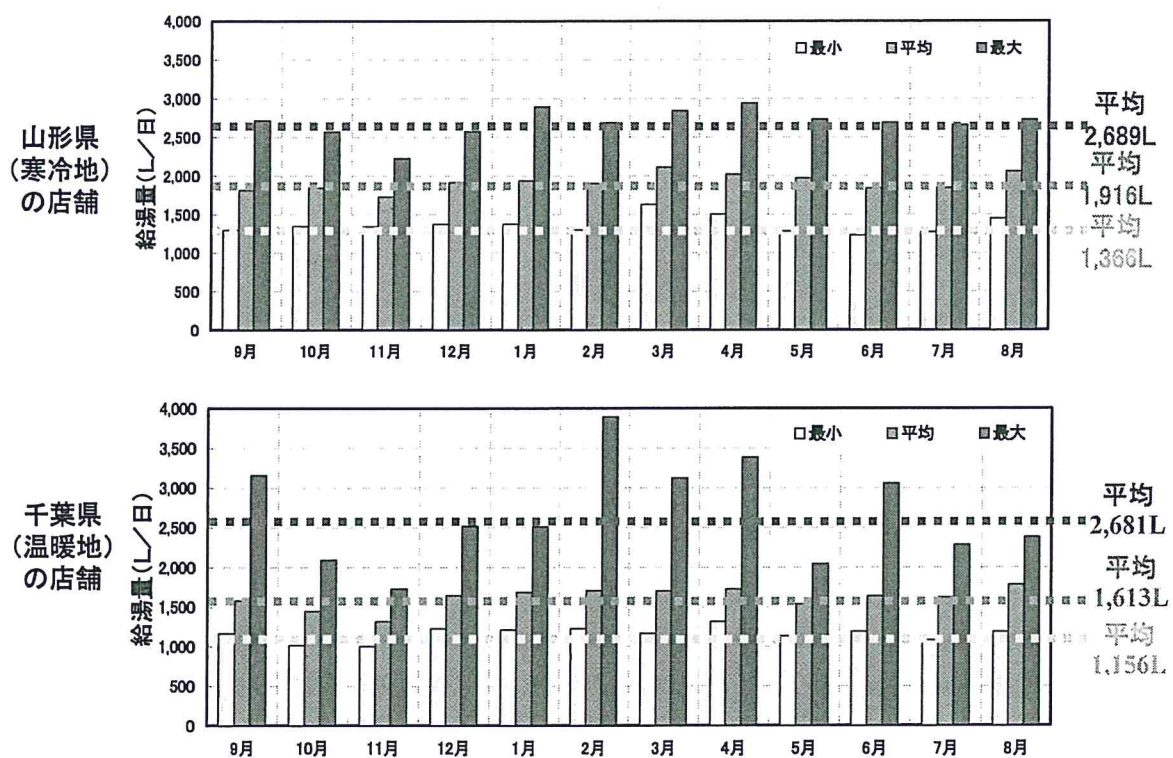
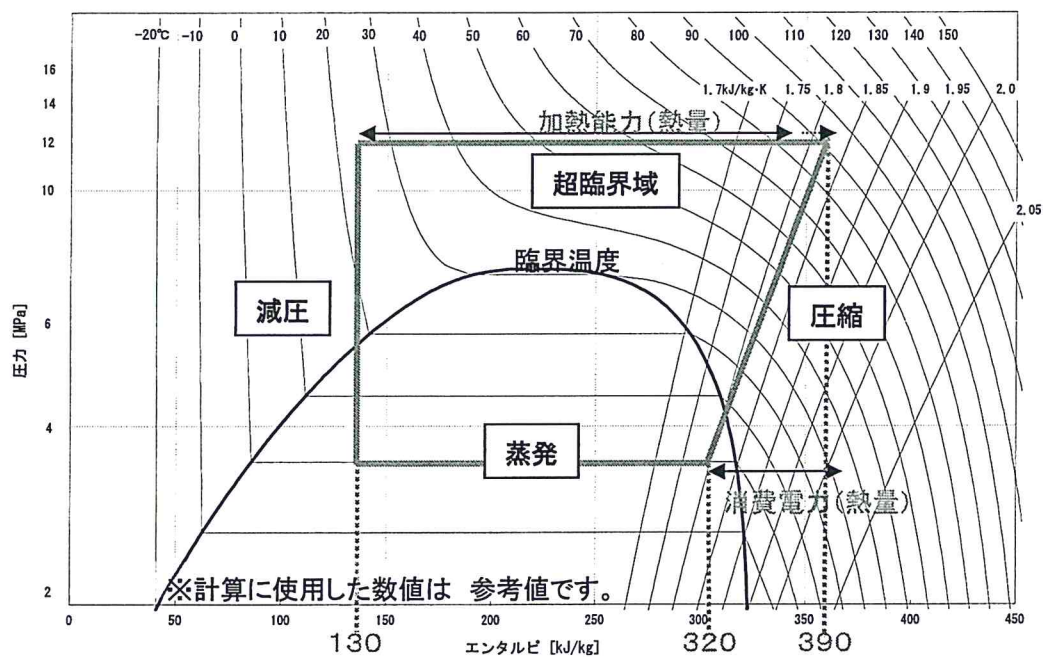


図 1 - 6

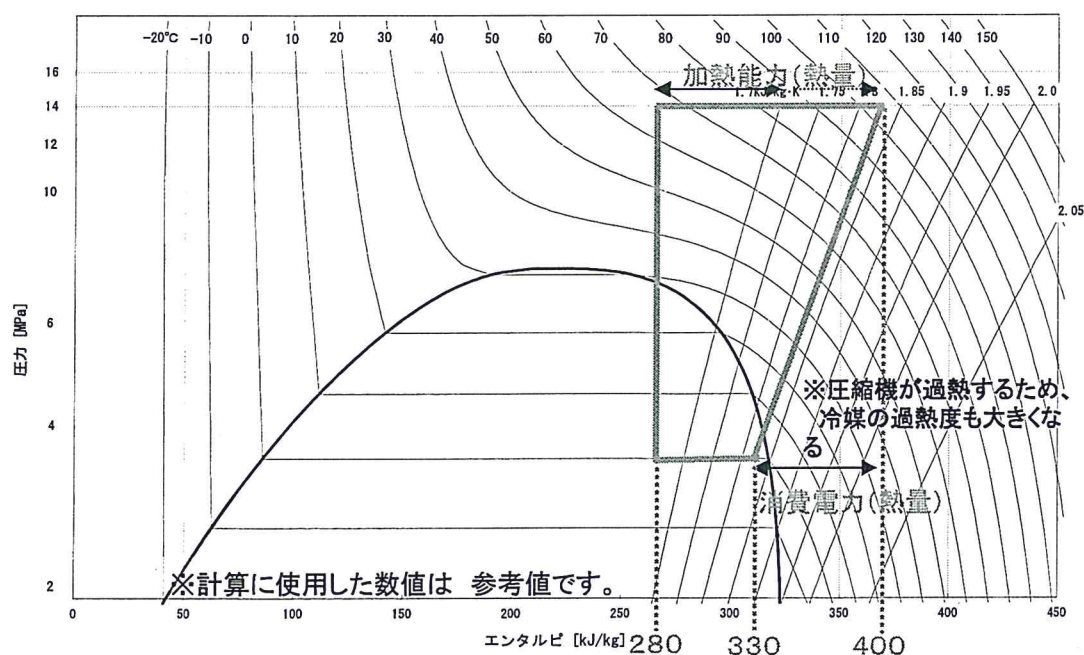
6. 省エネチューニングの必要性

CO₂冷媒における給湯及び循環状態のモリエル線図を図 1 - 7、1 - 8 に示す。給湯ではCOPの高い運転であるが、循環では1/2以下まで低下していることが分かる。



$$COP = (390 - 130) / (390 - 320) = 3.71$$

図 1 - 7 CO₂冷媒のP-H線図(給湯)



$$\text{COP} = (400 - 280) / (400 - 330) = 1.71$$

図 1 - 8 CO₂冷媒のP-H線図(循環)

次にHFC冷媒ヒートポンプ給湯システムの福祉施設における運転状況を図1-7に示す。前日の使用量が多い場合、夜間に多量のお湯を生成しており、これによりタンク内の温度が上がり、長時間高い温度を維持している。そのためタンク保温用電気ヒータの稼働率も低く非常に効率の良い運転を行っている。尚、循環システムの再加熱ユニットの稼働率が高いのは、タンクから浴槽までの距離が長いためである。これに対し、図1-8に示すように前日に使用量が少ない場合、夜間の生成量も少なく、これにより早い時間にタンク内の温度が低下している。そのため夕方以降にタンクの保温用電気ヒータがたびたび稼働している。

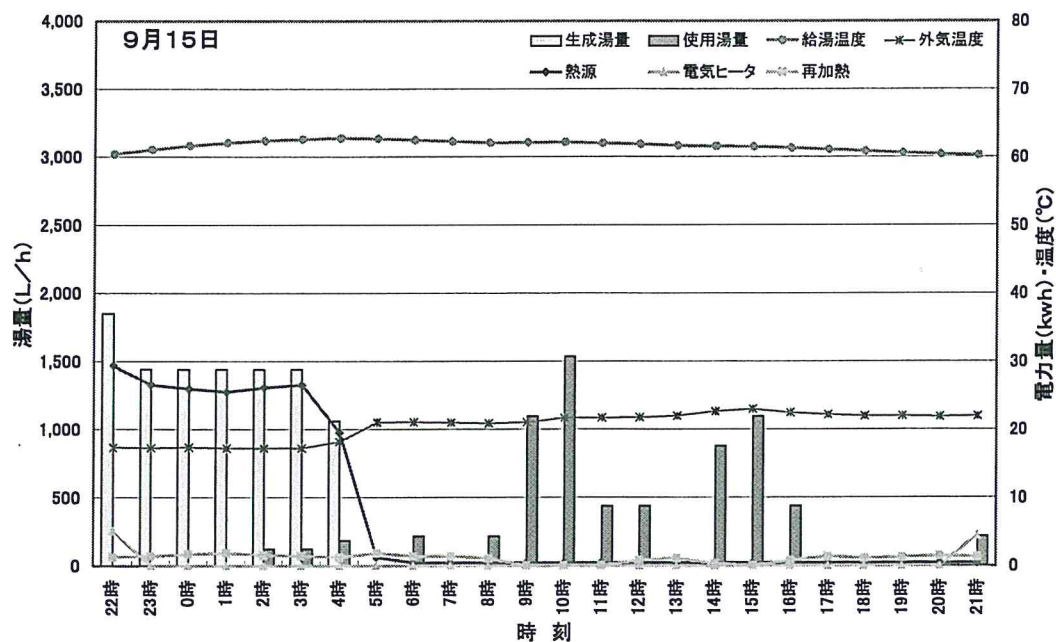


図 1 - 8

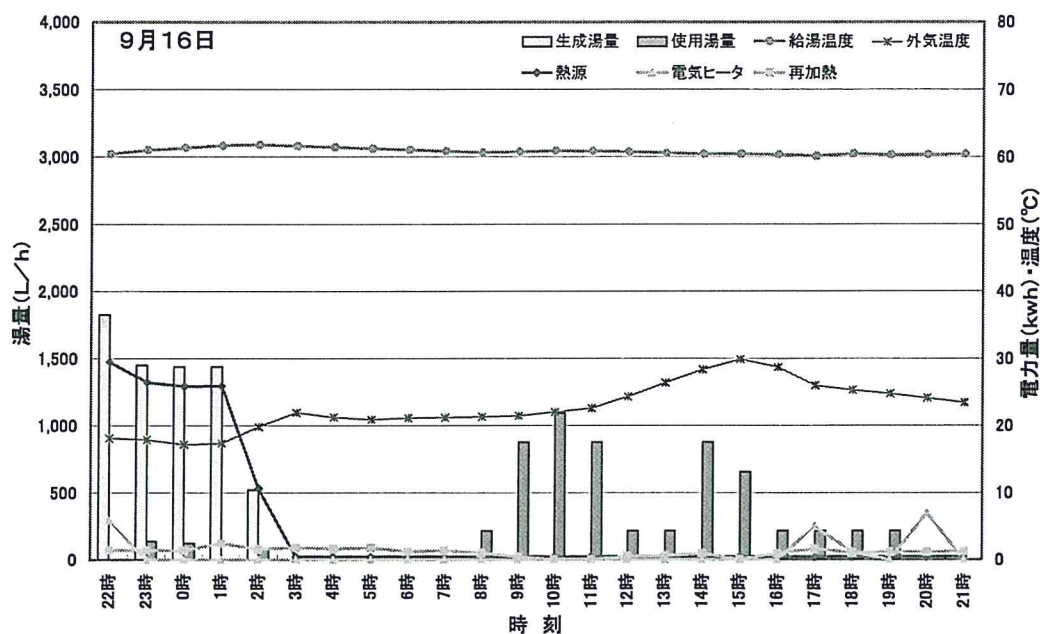


図 1 - 9

効率の良い省エネ運転を行なうためには、夜間に適切な量を生成し、夕方に追い炊きをかけることでヒートポンプによる給湯運転でタンク内の温度を上昇できるようなチューニングを行なう必要がある。最適な運転パターンを決定するには、運転状況を把握することが必要であり、負荷変動によって日々変化するため、データ蓄積機能は必須である。期間は冬期を含んだ一年間が理想的である。

7. ヒートポンプ給湯システムに適した業種

福祉施設における冬期を含む6ヶ月間の給湯使用量を図1-10に示す。

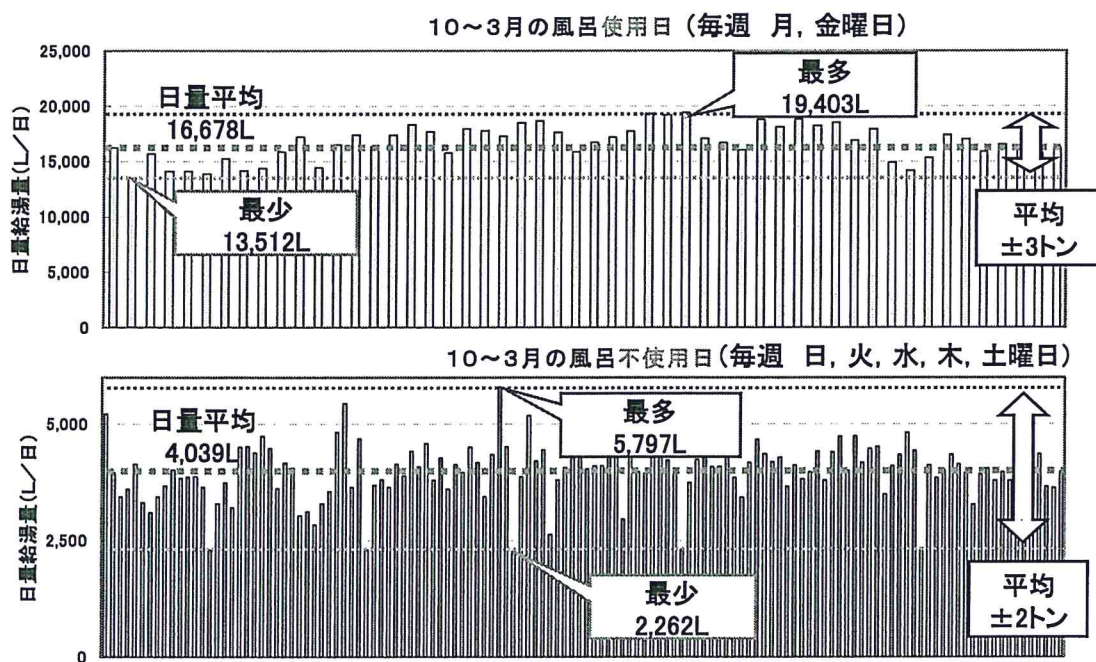
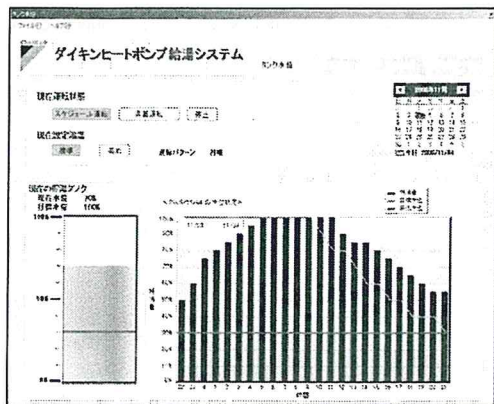


図 1 - 1 0

データは入浴日と非入浴日の2パターンに分けられ、入浴日では平均16,678Lに対して、最多・最少が±3トン以内、非入浴日では平均4,039Lに対して、最多・最少が±2トン以内であった。この様に福祉施設は負荷変動が少なく運用が把握しやすいため、機種選定が容易でありヒートポンプ給湯システムに適した施設である。適正な機種選定は省エネ運転を可能とする。またチューニングについても、容易に貯湯タンクの時刻別目標水位を曜日毎に設定が可能である。



MEGA・Q 運転データモニター画面

6. 今後の給湯省エネチューニングについて

給湯システムコントローラー標準業種別給湯パターンを使い、運転データを蓄積させるモニターソフトの省エネナビ機能推奨目標水位にてチューニングを行っているが、設定については管理者が手動で設定を行っている。機械任せの学習機能によるチューニングも可能ではあるが、利便性より安全性（湯切れ回避）を重視した為である。今後は遠隔による監視及び省エネチューニングの実現が急務である。当社では空調で実績のある遠隔監視システム『エアネットシステム』で使用している通信方式が給湯システムで利用可能であり、現在開発を進めている。遠隔省エネチューニングについては、お客様地域の局地気象データを基に、一年間を通して季節別のチューニングも可能と考えている。

9. 製品主仕様

①大型業務用ヒートポンプシステム『MEGA・Q』

■ヒートポンプ給湯機

機種名	RLYP350A		
構成ユニット	熱源ユニット	熱交ポンプユニット	
	RLP350A	BWLP350A	
電源	3相200V		単相200V
	夏期(※1)	中間期(※2)	冬期(※3)
加熱能力	35kW	35kW	35kW
消費電力	8. 2kW	9. 7kW	10. 6kW
COP	4. 3	3. 6	3. 3
入水温度	5～35℃		
出湯温度	65～70℃		
外形寸法	幅1300mm、奥765mm、 高1680mm	幅765mm、奥765mm、 高1570mm	
冷媒	R410A	――	
製品重量	340kg	100kg	
水質	上水道かつJRA GL-02-1994		

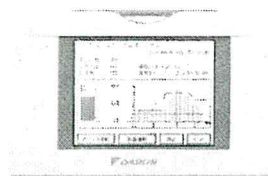
※1: 外気温度 乾球25℃/湿球21℃、入水温度24℃、出湯温度65℃での値

※2: 外気温度 乾球16℃/湿球12℃、入水温度17℃、出湯温度65℃での値

※3: 外気温度 乾球7℃/湿球6℃、入水温度9℃、出湯温度65℃での値

■給湯システムコントローラ

型式	DCS701A1
方式	カラー液晶タッチパネル
電源	単相100~240V
外形寸法	幅230mm、奥107mm、 高147mm
機能	・スケジュール運転機能 ・運転状態監視機能



■再加熱ユニット

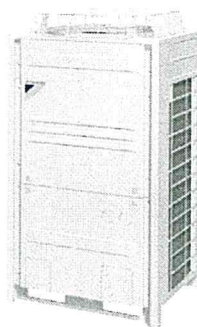
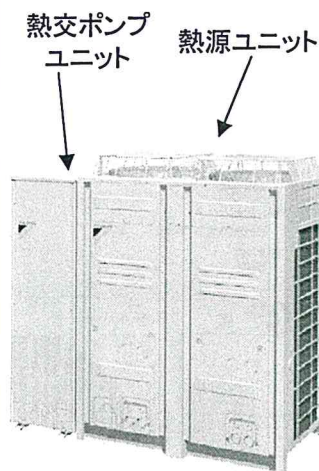
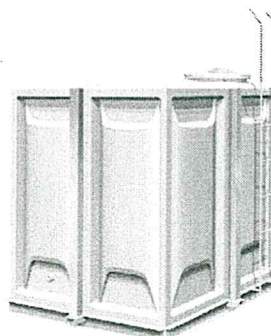
機種名	ULP80A	
電源	3相200V	
	中間期(※1)	冬期(※1)
加熱能力	8.0kW	8.0kW
消費電力	3.3kW	4.0kW
COP	2.4	2.0
入水温度	55℃	
出湯温度	59℃	
外形寸法	幅930mm、奥行き765mm、 高1680mm	
冷媒	R410A	
製品重量	215kg	
水質	上水道かつJRA GL-02-1994	

※1: 外気温度 乾球16℃/湿球12℃での値

※2: 外気温度 乾球7℃/湿球6℃での値

■貯湯タンク

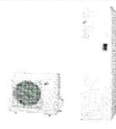
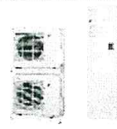
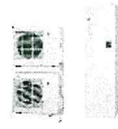
型式	HDFB ~
材質	耐熱FRP
称容量	4~54ton
使用温度	常時 80℃
保温材	ポリスチレンフォーム 50mm



9. 製品主仕様

②小型業務用エコキュート

■標準タイプ

		一般地向け[外気温-10℃まで]		寒冷地向け[外気温-20℃まで](※1)	
		タイプⅠ	タイプⅡ	タイプⅠ	タイプⅡ
総称機種名		EQG371JV	EQG372JV	EQG371JHV	EQG372JHV
商品イメージ	組合せ	タンク:370L×1台 ヒートポンプ×1台	タンク:370L×1台 ヒートポンプ×2台	タンク:370L×1台 ヒートポンプ×1台	タンク:370L×1台 ヒートポンプ×2台
	外観				
ターゲット市場(目安)		50席FFなど	80席FF、FRなど	50席FFなど	80席FF、FRなど
主仕様	加熱能力	6.0kW*1台	6.0kW*2台	6.0kW*1台	6.0kW*2台
	消費電力	1.25kW(1台)	2.50kW(2台合計)	1.25kW(1台)	2.50kW(2台合計)
	電源	単相200V	単相200V(2回路)	単相200V	単相200V(2回路)
	電源容量	30A	30A×2	30A	30A×2
	タンク容量	370リットル	370リットル	370リットル	370リットル
	運転音※2	40dB	43dB(※2)	40dB	43dB(※2)
最大給湯能力 (65℃換算)	日量	1250リットル	2500リットル	1100リットル	2200リットル
	ピーク(3時間)	370リットル	430リットル	330リットル	390リットル

※1: 貯湯ユニットは-10℃以下の地域では室内設置 ※2: 運転音は2台運転時

■連結設置タイプ

	タイプⅢ	タイプⅠW	タイプⅡW
総称名	EQG371JV+EQG372JV	EQG371JV×2	EQG372JV×2
	EQG371JHV+EQG372JHV	EQG371JHV×2	EQG372JHV×2
貯湯ユニット機種名	TUG371FV+TUG372FV	TUG371FV×2	TUG372FV×2
連結キット	BKCS973A4	BKCS995A4	

参考文献

※1: 財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター

業務用ヒートポンプ給湯システム設計ガイドブック

2008年3月

2010年3月 (改訂)

節水トイレの歴史と今後の展望

1. はじめに

「水の惑星」と言われる地球には、およそ14億km³の水が存在すると言われている。その内、97.5%が海水である。残りの淡水も全て使えるわけではなく、実際に私たちが使える水は地球上の水のわずか0.007%に過ぎない。(図1) 限りある水資源に対し、生活者の節水意識は非常に高く、98%の人が節水を意識し、84%の人が何らかの形で節水を実践している。(図3)

また、生活者が住宅に求める付加価値として、『省エネルギー』や『環境共生』が高く位置付けられている。(図3) 家庭内の水の使用用途をみると、トイレで最も多くの水(約28%)が使用されている。(図4) しかしながら、生活者のトイレでの節水意識は低く、お風呂・洗い物・洗濯の次で約40%に満たないレベルである。(図5) これは、シャワーなどの他の水廻り器具と違い、トイレの節水は生活者の努力によって実現し難いためである。

本稿ではこの節水化をはじめ、トイレの価値向上への取組みとこれまでのトイレの変遷について説明する。

淡水の中でも、使えるのはわずか0.007%



図1 地球上の利用可能な水の比率

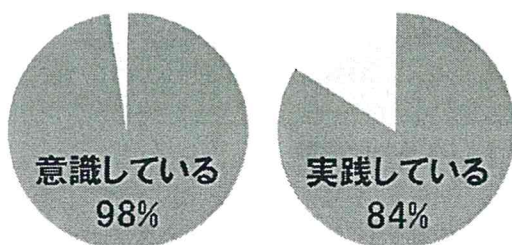


図2 節水意識調査 自社インターネット調査(2005年)

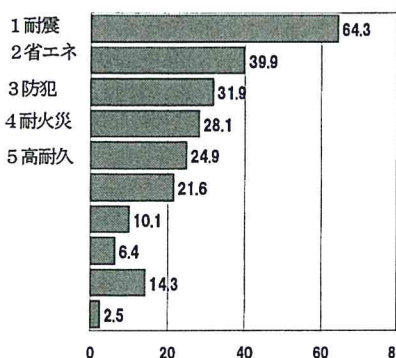


図3 住宅に求める付加価値 国土交通省調査(2007年)

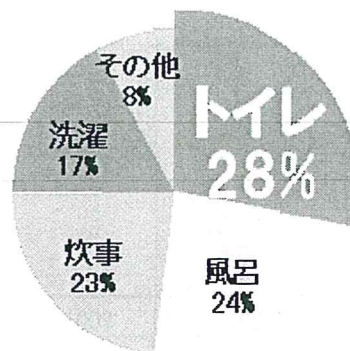
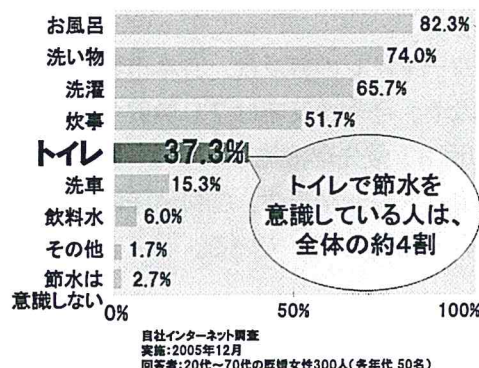


図4 家庭内での水の使用用途 東京都水道局調査(2002年)



トイレで節水を意識している人は、全体の約4割

自社インターネット調査
実施:2005年12月
回答者:20代~70代の既婚女性300人(各年代50名)

図5 家庭内での節水意識場面

2. トイレの変遷

まずトイレの変遷について示します。(図6, 7) 単に用を足すための衛生陶器がおしり洗浄機能を持ち、更に快適先進機能を追加したタンクレスタイプが誕生した。

1960年代は配管が露出した機能重視の「ハイタンク式」やタンクに手洗鉢と洗浄レバーが追加された「隅付ロータンク式」が主流であった。その後の1970年代には、タンクを壁に固定せず便器に直結し施工性を改善し、更には手洗性を改善した「密結ロータンク式」が開発された。更に、1980年代からは、便座におしり洗浄機能を付与したシャワートイレの普及が本格化した。1990年代には機能性とデザイン性を両立させた一体型登場し、その進化系として2001年にタンクをなくしコンパクトですっきりスタイリッシュなタンクレストイレが誕生した。

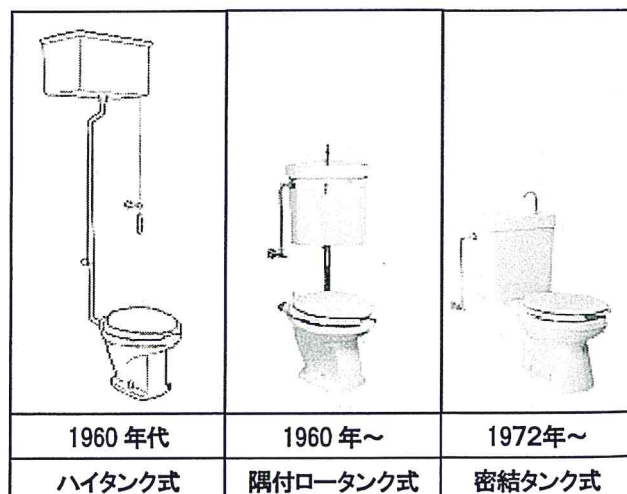
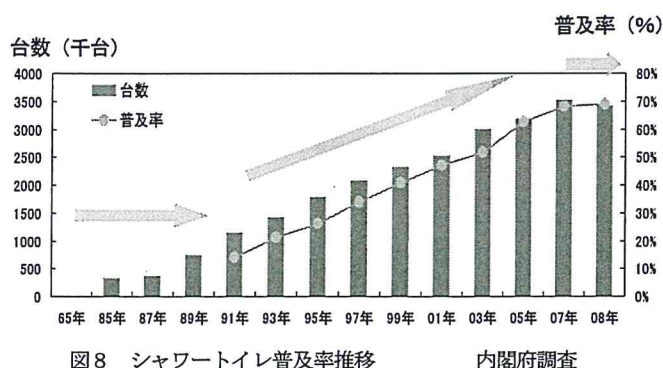


図6 トイレの変遷①

シャワートイレ		最先進 SATIS
		
1987 年～	1991 年～	2001 年～
シートタイプ式	シャワートイレ体型	タンクレス

図7 トイレの変遷②

なお、シャワートイレの普及は、日本市場導入から約45年余りとなり、今や普及率は70%弱で成熟期に突入している。(図8) 最先進機能としては、便フタが自動的に開閉するタイプや音楽再生、空気清浄機、脱臭機能など多岐にわたり進化を続けている。



3. トイレの価値向上への取組み

上述の通り、トイレの変遷のポイントとしてはおしり洗浄機能であるシャワートイレの誕生・普及によるものが大きい。これ以外の取組みについて以下に解説する。

まず、トイレの価値は洗浄方式(=便器の溜水面の広さ)のみで判断されていた。(図7) 具体的には、溜水面の大きなタイプとしてサイホンゼット式、続いてサイホン式、一番狭いタイプを洗い落とし式と定義し販売されていた。この考え方はメーカーが主体となり考えた論理であり、弊社はこの洗浄方式による商品ラインナップから脱却し、施工者や生活者の価値に基づくトイレの価値向上の取組みを実践してきた。(図9, 10)

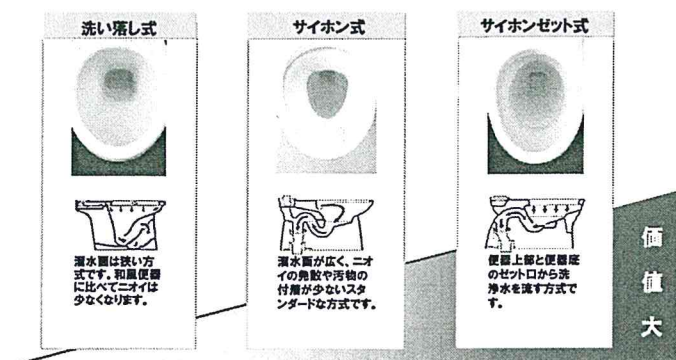


図9 トイレの価値 (かつての基準)

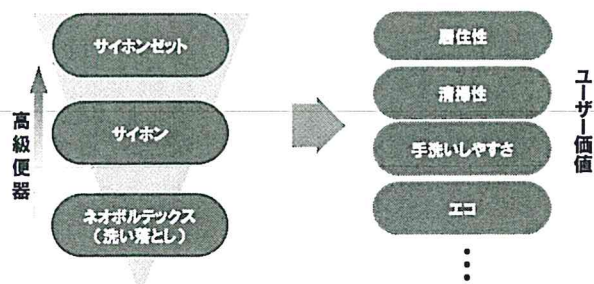


図10 ユーザー価値に基づく検討例

このユーザー価値に基づく商品ラインナップの構築事例として、節水性・デザイン性・清掃性・先進性の4つの価値を柱として取組んできた。引き続き、これらの詳細について解説する。

3-1. 節水性の向上の取組み

トイレの節水は生活者の努力によって達成できるものではないため、メーカーの責任として継続取組みが必要である。また、トイレの節水は、誰もが毎日の生活から始められ、使用することによって効果が積み重ねられるものである。単に洗浄水を少なくするだけではなく、技術革新により洗浄力を低下させることなく節水を実現してきた。エコロジーでエコノミーな節水を確かなテクノロジーで実現すること、それがトイレの節水である。1970年代は1回あたり16L必要であった洗浄水は今や大洗浄5L、小洗浄4Lまで節水化が図られている。(図11)

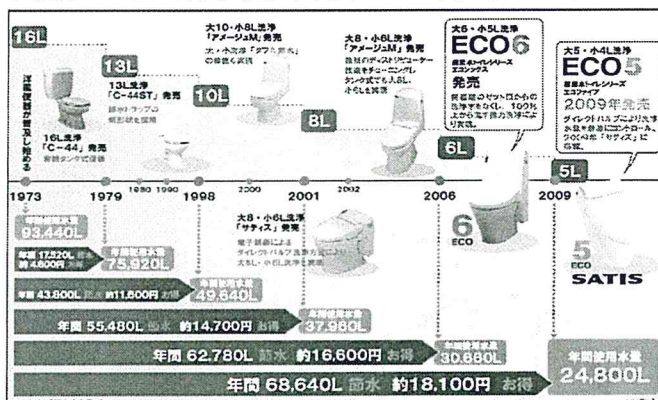


図11 トイレの節水化の変遷

次に、この節水化を実現させたテクノロジーについてタンク式トイレ(大洗浄6L・小洗浄5Lタイプ)を代表例に解説する。ポイントは、①タンクからの水の排出制御、②便器への水の供給方法、③便器の洗浄方法に区分され、以下これらの詳細について紹介する。

①タンクからの水の排出制御

節水するならなるべく性能に影響しないように、位置エネルギーの小さなタンクの下方の水をカットした。これは、新規開発の『節水カップ』(図12)により、フロート弁のゴム玉の閉じるスピードを早めることで実現し

た。また、この節水カップには複数の水抜き穴付の部屋（水をためる部分）を設けており、ハンドル操作と連動した水抜き穴の開閉によりカップの重量を調整し、大洗浄と小洗浄の洗浄水量の差をつけている。ただ、この節水カップによる水量制御だけでは、水の力は低下してしまう。したがって、タンク内の水位を従来よりも高く設定することで、この水の力の低下分を補っている。



図12 タンク内の水位設定と新開発の節水カップ

②便器への水の供給方法

タンク内の高い水位設定でより勢いを増した洗浄水をロスなく便器の鉢内へ供給するために、約30年前からの技術であるディストリビューター（洗浄水の分配器）方式を採用している。（図13）この部品は陶器製ではなく樹脂性のため形状が安定しており加工がしやすいため、鉢内の水流をコントロールしやすい。また、開発にあたっては、蓄積されたノウハウをベースに、試行錯誤を繰り返し、超節水6リットルでも無駄のない強力な水流コントロールを実現している。

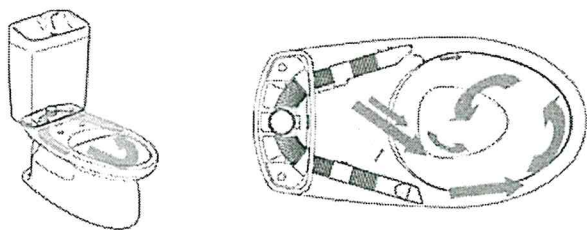


図13 ディストリビューターによる便器鉢内の制御

③便器の洗浄方法

従来の便器にあるゼット口をなくし、上から100%の洗浄方式を採用した。（図14）これは、便器の基本的な機能である鉢洗浄・排出性能のどちらも6リットルの水を全て活用でき効率の良い洗浄方法である。一方の従来のゼット口付きの洗浄方式では、上部から約30%しか流れず、13リットルの便器でも実は約4リットルの水量でしか洗浄しておらず、更なる節水には不向きな洗浄方法であると言える。



図14 上から100%の洗浄方式

節水効果は旧来型便器（大洗浄13L）との比較において、67%ものの洗浄水を節約でき、たった2日でお風呂一杯分以上の節水効果を発揮する。この洗浄水削減量は、例えば全国の便器が超節水5Lのタンクレストイレに置き換わったとすると、年間で例えば四国の早明浦ダム約10杯分相当の水を節水できるレベルである。なお、経済性は年間で1台あたり約13,500円もお得になる。

また、河川などから採取した水を浄化したり、下水を処理する時もCO2が発生する。つまり、節水はCO2削減・地球温暖化防止にも貢献する。すべての住宅のトイレが節水便器（6L又は5L）に置き換わると、1年間で38.6万トン、これを常緑樹に置き換えると、2,633万本に相当する。（2009年日本衛生設備機器工業会調べ）

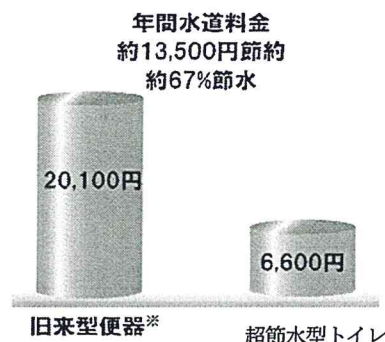


図15 節水効果

なお、節水効果についての試算条件は以下の通り。

※旧来品便器：1989年～2001年発売品で洗浄水量は大洗浄13L。

※節水率：省エネ・防犯住宅推進アプローチブック引用。

4人家族（男性2人、女性2人）で、大1回/人・日、小3回/人・日で使用した場合。上下水道料金265円/m³ [税込]

※CO2削減量：環境省「家庭からの二酸化炭素排出量算定用排出係数一覧（2006年6月）」を引用。
水0.36kgCO2/m²（上水のみ）。

3-2. タンクレストイレの新提案

トイレの価値向上の2つ目の柱として、タンクレストイレでの新たな空間提案に注力してきた。タンク式トイレを使用している生活者からは、トイレの手洗器は別設置が良い、トイレ空間は広い方が良い、給水のためのタンクは無い方が良い、などの声（潜在的な不満点を収集することができた。（図16、17）



図16 トイレ手洗器の要望と現状の別途手洗器設置率

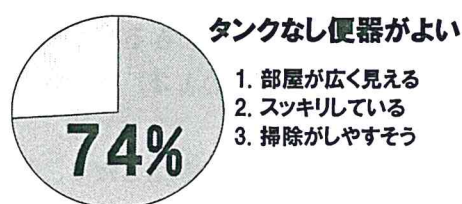


図17 タンクなし便器の評価コメント事例

上述の生活者の声より、世界最小サイズで日本の住宅トイレ（平均0.5坪）を広く快適にするため、2001年にタンクレストイレを新開発し販売を開始した。発売以降、その商品コンセプトである「世界最小・満足最大」（コンパクト性と付加価値機能）がユーザーに受け入れられ、タンクレストイレ市場は急速に拡大している。（図18、19）

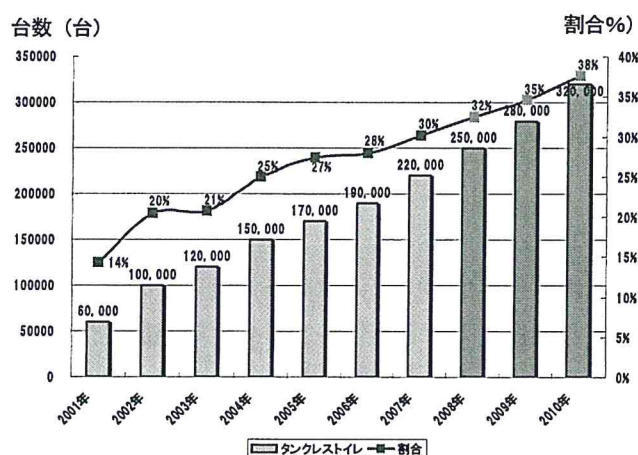


図18 タンクレストイレの普及状況

また、2004年のモデルチェンジ、2009年のモデルチェンジとも、この基本コンセプトを維持し、無駄のないデザインにこだわっている。2009年モデルチェンジ品では、清掃性・省エネ・デザインの3つの視点から「キレイ」にこだわり、清潔から更に一步進んだ「きれいトイレ」として進化を遂げている。特に、省エネ性の一つの

要素である節水化に関しては、オリジナルの技術革新により、業界NO.1の節水トイレとして発売し、その後の業界全体の節水化の普及に大きく貢献している。（表1）

発売時期	モデル	洗浄水量	備考
2001年		大洗浄 8 L 小洗浄 6 L	
2004年		大洗浄 8 L 小洗浄 6 L	
2006年 6Lタイプ		大洗浄 6 L 小洗浄 5 L	節水型
2009年 5Lタイプ		大洗浄 5 L 小洗浄 4 L	超節水型

表1 タンクレストイレでの節水化の変遷

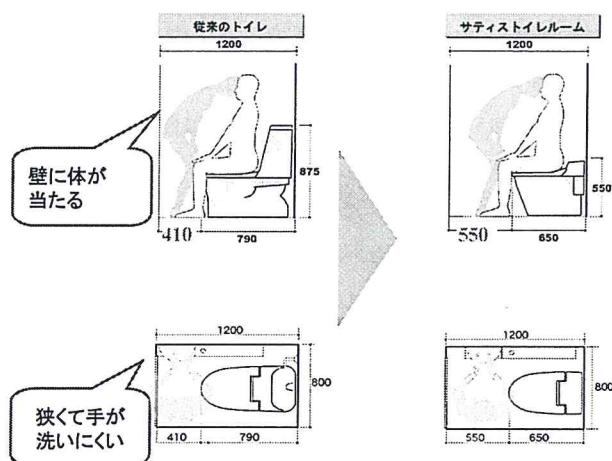


図19 タンクレストイレのコンパクトメリット

3-3. 清掃性の向上の取組み

トイレに対する不満は、清掃性を第一に挙げる方がほとんどである。掃除をする事に不満なのではなく、掃除をしてもキレイにならない事に不満がある。具体的には、便器鉢内よりも周辺の汚れに対する困りごとが上位を占めるというデータがある。（図20、21）

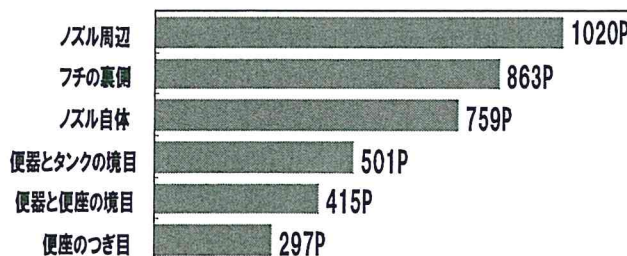


図20 トイレで掃除がしにくい箇所①

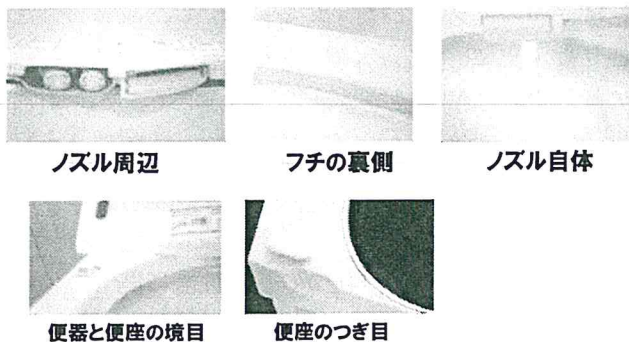


図2-1 トイレで掃除がしにくい箇所②

こういった声を開発のポイントとし新商品開発に取り組んでおり、潜在的な不満解消に注力している。

また、陶器そのものの機能向上としては、1993年に世界で初めて抗菌セラミックスを初めて商品化して以来、S I A A抗菌、J I S抗菌を経て現在ではI S O規格に準拠し、世界にも明確な基準として認められるようになりました。特徴は細菌汚れ、ヌメリに対して効果的で、従来の超表面平滑技術の弱点であった「キズ汚れ」を防ぐために、ジルコンを釉薬にいたまま最表面から突出させない高度な技術を実現している。(図2-2)

更に、使用時に陶器表面に付着しやすく取れにくい水アカ汚れに対し、プロガードという表面コート技術の開発など継続した付加価値提案を実施している。この技術のは、陶器表面がツルツルで掃除がしやすくなることと更に細菌汚れも防止できる特徴がある。(図2-3)

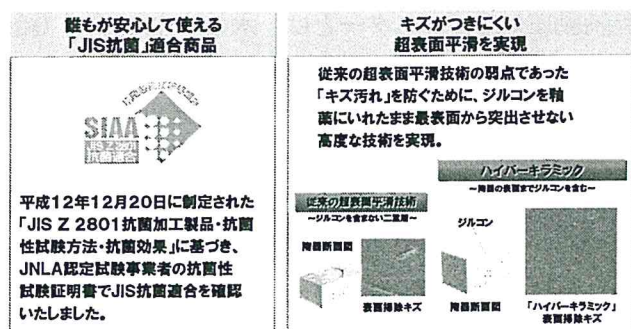


図2-2 抗菌技術(ハイパーセラミック)

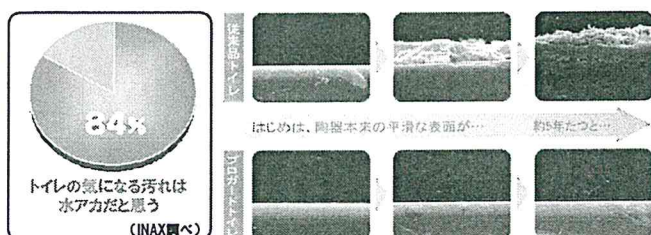


図2-3 水アカ防止の表面コート技術(プロガード)

3-4. 先進機能の付与の取組み(最新型タンクレス)

2009年から販売している「きれいトイレ SATIS」の商品特徴について紹介する。前述の通

り、清掃性・省エネ・デザインの3つの視点に加え、タンクレストイレの課題であった設置条件(給水圧条件)の緩和にも取り組み、低水圧対応も可能となり、よく多くの方にご使用いただけるよう新たな技術を開発した。



図2-4 最新型タンクレストイレ

①清掃性～汚れが付きにくく、お掃除らくらくでキレイ～

トイレの汚れで気になる箇所の清掃性を向上させた。見えない位置にノズルを配置した「キレイノズル」、汚れが入り込み易い便座の継ぎ目をなくした「キレイ便座」、スキマ掃除が楽な「お掃除リフトアップ」など、『トイレは少しでも清潔できれいであって欲しい』という想いをカタチにした。(図2-5～2-8)

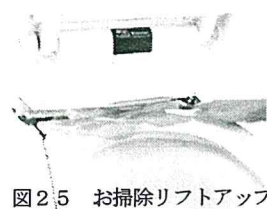


図2-5 お掃除リフトアップ



図2-6 キレイノズル



図2-7 キレイ便座



図2-8 キレイ便座

②シンプル&コンパクトデザイン

世界最小※の650mmのコンパクトサイズ。無駄なノイズを極力なくしディテールにこだわった。また、リモコンデザインも一新し、新たに「スマートリモコン」も選んでいただけるラインナップとしている。※2009年1月現在、便器前出寸法(タンクレスシャワー一体型便器において)

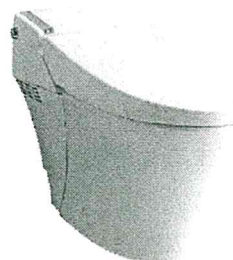


図2-9 外観デザイン

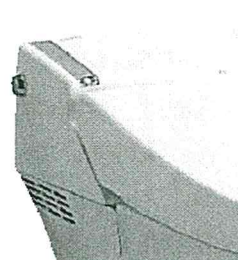


図2-10 シルバー表示



図 3 1 壁リモコン

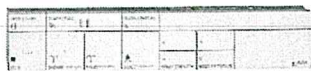


図 3 2 スマートリモコン

③省エネ（節水&節電）～地球環境にキレイ～

節水は後述するとして、「省エネ温水シャワー」や使用時だけ温める「省エネ暖房便座」などの新技術を採用した。これより、省エネ法に基づく算出基準において、節電率は最大77%を実現した。

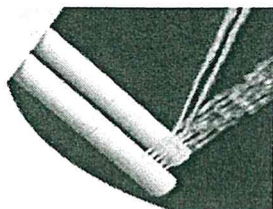


図 3 3 省エネ温水シャワー

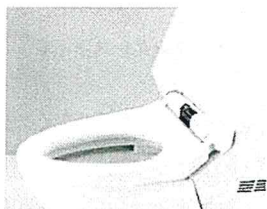


図 3 4 省エネ暖房便座

④低水圧対応～きれいトイレをどこでも設置～

低流動圧対応ブースターを世界最小ボディに搭載した。必要最低水圧は、従来タイプの場合、「流動時 0.07MPa」であったが、低流動圧対応ブースターでは、「流動時 0.05MPa」となり、設置範囲を大幅に拡大させている。この水圧条件とは、シャワートイレ（温水洗浄便座）の使用可能範囲と同じ条件のため、ほとんどの箇所でご使用いただけることになった。また、このブースターは無電源のシンプル設計としており、設置後に水圧条件に満たないことが判明した場合でも『低流動圧対応ブースター』を後から簡単に搭載することが可能とした。（図 3 5）

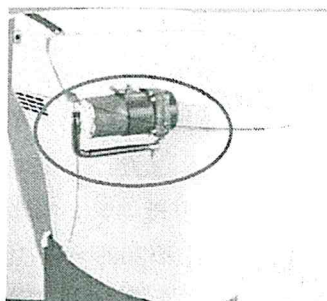


図 3 5 低流動圧対応ブースター

⑤節水化のポイント

洗浄機構部は、便器の給水制御をするための「洗浄バルブ部」と、水の勢いでサイホンが発生させ汚物を排出するための「ジェット洗浄部」、鉢洗浄のための「リム洗浄部」に分かれている。洗浄時は、①リム洗浄→②ジェット洗浄→③リム洗浄を交互に行う。（図 3 6）

最新型タンクレストイレでは、洗浄バルブ部を新開発

し、洗浄時のムダ水を極限まで少なくし、流量特性を向上させた。更に、便器の鉢形状・排水路形状及び排水部材の設計も流体解析技術を活用しながら、一から見直すことで、5L 洗浄トイレ（大洗浄 5 L、小洗浄 4 L）を実現した。（図 3 7）

この新技術の開発により、『鉢洗浄性能』、『汚物排出性能』、『排水搬送性能』の3つの基本性能に関して、従来タイプと同等以上の性能を実現した。

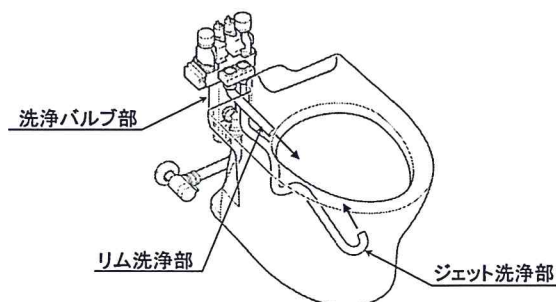


図 3 6 洗浄機後部

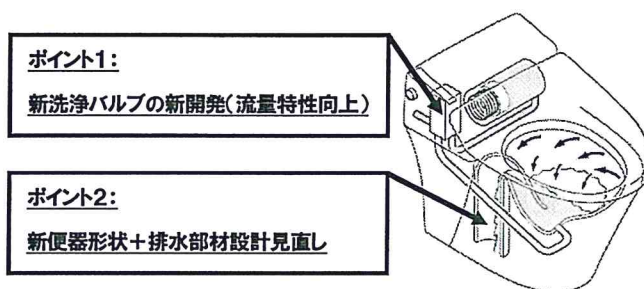


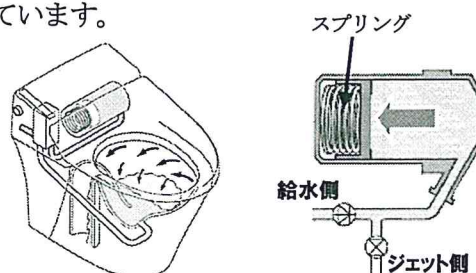
図 3 7 節水化のポイント

⑥低流動圧対応ブースターによる節水技術

低流動圧対応ブースターとは、水のエネルギー（給水圧）を内部のスプリングに蓄圧し放出することで、不足している水圧を補うシステムである。便器洗浄と連動させ、最も重要な「ジェット洗浄」時にそもそも不足している流量をアシストする役割である。よって、低水圧の場合でも、便器としての基本性能は十分に確保される。以下、作動原理について具体的に説明する。

① 第1ステップ（鉢洗浄）

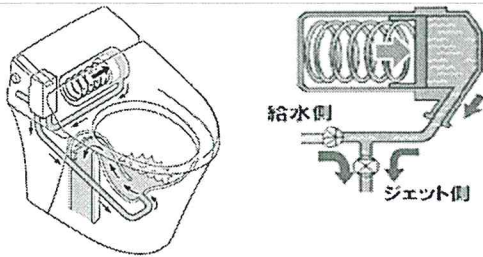
便器鉢面を洗浄します。低流動圧ブースター内のスプリングには水のエネルギーが蓄圧している状態になっています。



② 第2ステップ（ジェット洗浄）

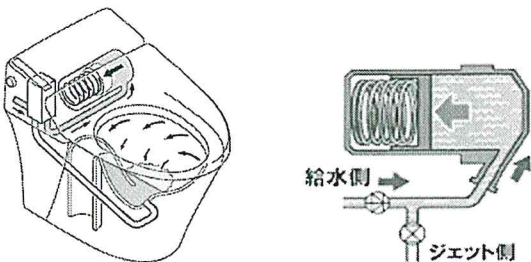
水道から直接得られる水とスプリングによって押

し出された水により、ジェット洗浄が開始し、サイホン作用を発生させ、汚物を排出します。



③ 第3ステップ（貯水洗浄）

鉢内に水を貯水します。ブースターに水を貯め、次の洗浄に備えます。



また、給水圧が十分に確保されている場所では、この低流動圧対応ブースターは不要なため、商品仕様としては、低流動圧対応ブースターの有無を選んで頂くようなバリエーションとしている。しかしながら、ブースターなし仕様を設置後に、給水圧不足が判明した場合でもご安心してお使いいただくため、この低流動圧対応ブースターを現地で後付けが可能な設計を採用している。交換方法を以下に示すが、この低流動圧対応ブースターの他に「洗浄バルブの定流量弁」と「リムノズルキャップ」の2部品のための交換で作業は完了できる。

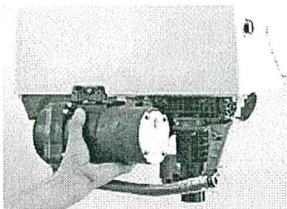


図38 低流動圧対応ブースター

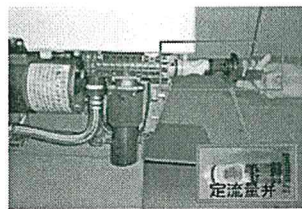


図39 洗浄バルブの低流量弁

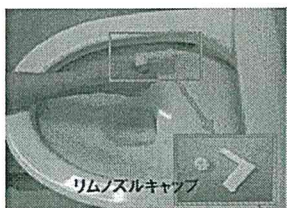


図40 リムノズルキャップ

4. おわりに

トイレそのものの基本性能の向上は当然のことながら、さらに生活者にとっての快適性を向上させていくことが必要であると考え、以下のコンセプトで今後も継続していく。

きもちよさ 深呼吸

楽・省・快・潔

- ① 使い勝手の良さ、生活の楽しさを目指します【楽】
- ② 資源やエネルギーの省力化を目指します。【省】
- ③ 人へのやさしさを目指します。【快】
- ④ 清潔さの維持清潔さの強化を目指します。【潔】

以上