

B－５８ 家庭用エネルギー消費削減技術の開発および普及促進に関する研究

（２）主要住宅設備及び機器類の特性に関する実験

② 被験者を用いた実験室実験による主要住宅設備及び機器類に関する特性把握

関東学院大学

工学部建築設備工学科

教授

秋元孝之

独立行政法人建築研究所

環境研究グループ

客員研究員

堀 祐治

平成15～17年度合計予算額	9, 281千円
（うち、平成17年度予算額	2, 975千円）

〔要旨〕家庭内のエネルギー消費は、居住者の様々な行動に伴い、家電・給湯をはじめとする機器が使用され発生しているが、この過程におけるエネルギー消費発生の多寡は、各種消費機器の性能及び使用状況によって異なる。家庭内のエネルギー消費削減では、この多岐にわたる消費発生を明らかにすることが重要であるが、すべての消費構造の明確化は困難である。そこで本課題では、家庭内のエネルギー消費において主要因となっている消費行動及び機器を対象に、エネルギー消費の特性を把握することを目的とし、生活行動の違い、換言すれば、ライフスタイルの違いによるエネルギー消費の増減、またそれぞれのライフスタイルと消費機器との関係を明らかにする。すなわち、各種エネルギー消費機器とそれぞれの省エネルギー化には、使用頻度・状況による違いがあり、ライフスタイルに応じた機器、省エネルギー手法の選定や使用方法を求めることが重要である。本研究課題では、機器の使用状況とエネルギー消費の関連に関して、被験者による各種消費行動の再現実験を行った。調査を行う生活行動としては、住宅内のエネルギー消費の多くを占める給湯、照明、洗顔などを対象として計画し、「調理にともなうエネルギー消費と室内への熱・湿度の発生」、「多灯分散型照明によるエネルギー消費削減効果」の調査、「多灯分散型照明によるエネルギー消費削減効果」、「食器洗浄時の水温・水量測定実験」を行った。また本研究課題の成果は、16年度までの実験結果として、「調理に伴うエネルギー消費」の実験からは、標準的調理メニューを作成し、朝食、夕食の平均的な調理時間および消費エネルギー、発熱量、さらには湿度の発生と移動を明らかにし、テーマ（１）「人間のエネルギー消費行動に関する実証実験」のサブテーマ「①人間のエネルギー消費行動の理論モデル作成」にて、モデル作成上の基礎データとしてフィードバックされた。また「多灯分散型照明によるエネルギー消費削減効果」では、居住者の生活シーンによって好まれる照明環境と、高効率ランプ、多灯分散化による省エネルギー効果の測定を行った。さらに平成17年度では、節水機具の使用によるシャワー、洗い物用の給水量削減効果の実験及び洗顔や洗い物における必要最低温度の測定実験を行ない、水資源の削減効果および余熱給水時の給湯エネルギー削減効果を明らかにした。

〔キーワード〕省エネルギー、住宅、ライフスタイル、水、照明

1. はじめに

家庭におけるエネルギー消費量の多寡には人間の使用行動とともに、設備機器自体の特性が深くかわることは言うまでもない。本研究は、設備機器の性能検証や改良開発を目的とするものではなく、人間行動がエネルギー消費に及ぼす影響に関する理解を深めることにあつたが、そのためには設備機器の特性を把握することが不可欠である。

家庭用民生機器は先端工学技術の結晶のひとつのかたちであり、駆動部分や制御部分、材料などに最先端の技術が適用されている場合も少なくない。また、ひとつの機器の開発には企業の枠を越えて相当数の技術者が関与していることが容易に推察できる。その結果として、機器の安全性や法的規制をクリアするためのチェックは必要十分になされてはいるものの、機器の動作特性については必ずしも十分に把握されているとは言えない。エネルギー消費特性やマンマシンインターフェースの部分についても然りである。多数のユーザーが既に問題なく使用している設備機器であっても、カタログ情報など容易に入手できる情報のみでは特定できない特性が無数に存在し、それらの設備機器は家庭におけるエネルギー消費の多寡に影響する重要な要因であり、科学的な研究の対象に十分値するものである。

2. 研究目的

本サブテーマでは、住宅内でのエネルギー・資源の消費行動のうち、人間行動がエネルギー消費に及ぼす影響を明らかにするため、「調理」、「照明」、「水の使用」の3つのテーマのもと、それぞれのエネルギーの消費および水資源の消費を被験者実験により求めることを目的としている。

3. 研究方法

本サブテーマにおいては、人間行動と「調理」、「照明」、「水の使用」との関係を明らかにするため、被験者を用いた実験をそれぞれに行っている。

各消費行為に関する被験者実験の概要は、以下の通りである。

3-1 調理に伴う発熱発湿の測定

詳細な特性把握実験の必要のあるエネルギー消費の用途・種類を特定し、使用環境条件及び使用方法を制御した条件下における物理的特性の試験を行う。また、人間の使用感覚が使用方法に影響を及ぼす種類の設備機器に関しては被験者実験を実施する。

テーマ1における実証実験でのエネルギー消費行動の再現は、消費機器の運転に伴う発熱と発湿、人体からの発熱・発湿をシミュレートするもので、実際の家電機器の運転、もしくは発熱、発湿装置によって模擬を行う。「調理に伴う発熱発湿の測定」実験では、調理行動に伴う“発熱量”及び“発湿量”を得るため、ガスコンロとIHクッキングヒーターを使用し、それぞれ4名の被験者により、想定した調理メニューに従い実際に調理を行ってもらった。なおこの調理実験結果から得られた結果は、テーマ（1）の実証実験における発熱、発湿装置を製作するための基本資料としている。

3-2 照明点灯行動の実態と併用手法

住宅における電灯照明による電力使用は夜間だけでなく、昼間も行われている。昼光で適切な明るさが得られていれば、昼間、電灯照明が点灯される割合は減少すると考えられるが、実際には様々な制約により、昼光だけでは十分な明るさが得られない場合が多い。

昼光だけでは十分な明るさが得られない場合、現在の住宅では、夜間と同様の電灯照明を点灯している場合が多いと予想され、昼間でも夜間と同じ電力を使用していると考えられる。昼光に応じた、日中の適切な電灯照明の方法を採用することで、昼間の電灯照明による電力使用量を削減できる可能性がある。しかし、実際に居住者がどのように電灯を点灯しているかについては明らかでない。そこで、電灯照明の使用状況に関するアンケート調査および電灯の点灯行動に関する被験者実験を行った。

3-3 食器洗浄時の水温・水量測定実験

本実験は、住宅の中で約3分の1のエネルギー消費となっている給湯用エネルギーの削減可能性を検討するため、被験者を用いた食器洗浄時の水温・水量を測定する実験を行う。周囲の気温・湿度を通常の室内における値としておき、4人家族分相当の食器洗浄作業を行う。その際に水温を各被験者のちょうどよいと思われる水温と、それよりも低温の2水準を検討する。ただし、水量は各被験者が適当と考える量に調整してもらう。以上の各実験時における周囲気温・湿度、水温、使用した水量を測定・記録する。また実験終了後に使用感についてのアンケート調査を行う。

夏期食器洗浄実験として、吐水形状（ストレート、シャワー、泡沫吐水）の違いによる実験と止水方法（シングルレバー、センサー、足踏み式止水）の違いによる実験を行った。被験者は、吐水形状実験25名、止水方法実験26名（内共通被験者22名）であった。実験室内を夏期の室内状況を想定し、エアコンにて26℃で冷房し、実験を行った。

冬期食器洗浄実験は、夏期実験において使用水量が平均値に近かった被験者10名によって行った。標準的なストレート吐水とシングルレバー止水の組み合わせで実験を行った。同水栓、同被験者で、快適な範囲内で水温をできるだけ下げて、食器洗浄を行う下限水温実験を行った。

食器洗浄中に使用した水量と温度について測定を行なった。洗浄してもらう食器は4人家族を想定した4セット(44点)で(財)ベターリビング食洗機性能指標に基づき汚した。なお実験は、神奈川大学岩本研究室給湯実験室にて行なった。

3-4 食器洗浄時の使用水温に関する実態調査

住宅において消費されるエネルギー量のうち、給湯用がその約1/3を占めると言われており、省エネルギーにはこの削減を図ることが有効と考えられる。給湯機器については、潜熱回収式給湯器や自然冷媒(CO₂)ヒートポンプ式給湯機の開発等により、大幅なエネルギー効率の向上が見られる。しかし、さらなる省エネルギーためには、使用湯量そのものを減らす、すなわち、入浴やシャワー等、湯が必須の生活行為で使用される湯量を削減するとともに、食器洗いや洗顔、手洗いといった湯が必須でない生活行為における使用量の削減にも目を向けていくことが必要である。住宅で使用される湯量の内、後者の占める割合はそれほど大きいものではないが、CO₂排出量の削減が最重要課題となっている現在、省エネルギーの余地が残されている部分に対しては、生活ス

タイルの改変を含めて、徹底的な取り組みが不可欠と考えられる。

本実験では、生活スタイルの面から使用湯量の削減を検討する資料とするために、家庭における食器洗いを対象として実施した ①秋季～冬季における使用水・湯温の実態、および、水・湯使用行動・意識に関する調査を実施した。また一般家庭で食器洗浄に使用されている水・湯温の実態を把握するために、2004年秋～2005年冬に掛けて、食器洗浄用水温、給水温を台所の温湿度とともに測定した。また、各住宅の給湯設備、水・湯の使用状況、節水・省エネルギーに関する意識等についてアンケート調査を行なった。

4. 結果・考察

本サブテーマにて行われた被験者実験の結果及び考察を、実験ごとに記す。

4-1 調理に伴う発熱発湿の測定

①実験場所：自立循環型住宅システム実験棟 301号室及び303号室の各キッチンにおいて下記の期間実施した

②被験者（調理実施者）：つくば市近郊に居住する家庭婦人（4人家族世帯）を公募により8名選出した（ガスユーザー4名、IHユーザー4名）。

③実験手順：実験のおよその手順（流れ）を図2-2-1-1に示す。

調理実験に先立ち、事前に被験者全員参加による打合せを行い、調理手順の意思統一を図2-2-1-1を行った。

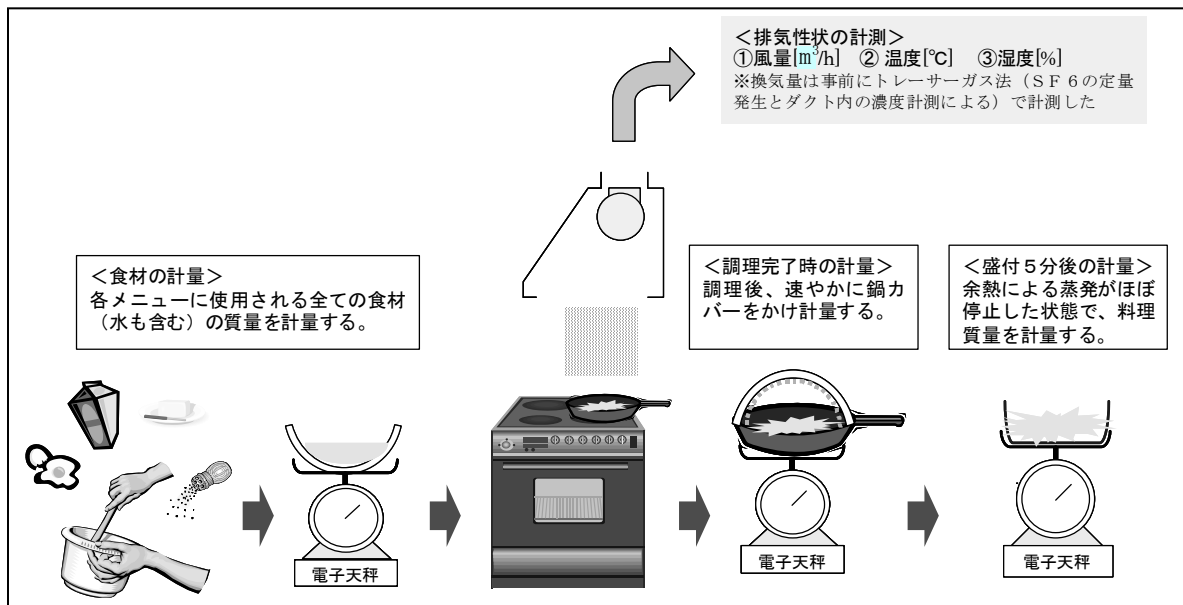


図2-2-1-1 実験の流れ

図2-2-1-1に示すように、調理に伴う食材からの水蒸気発生量は、調理プロセス毎の重量減少から算出した。また、ガス調理器の場合は、燃焼に伴う水蒸気発生があり、これらは、ガス消費量から計算により求める方法と、排気性状から求める方法によった。

レンジフードで捕集される熱量と水蒸気量を求めるために、レンジフードの排気口及びキッチ

ン中央(h=1200mm)にCC熱電対及び湿度センサ（バイサラ）を設置した。図2-2-1-2に環境測定項目を示す。なお、実験中のレンジフードの運転モードは中ノッチに固定し、事前にトレーサガス法（コンスタントドージング）により測定した換気量は、電磁調理器側：246.5[m³/h]、ガス調理器具側：261.1[m³/h]であった。

調理実験に用いた調理器具の型式を表2-2-1-1に示す。

表2-2-1-1 使用した調理機器

	ガス調理器	電磁調理器
型式	高効率コンロ HR-M863P-HL	ドロップイン型 KZ-321L
	標準的コンロ RN-A863KP-CHL	

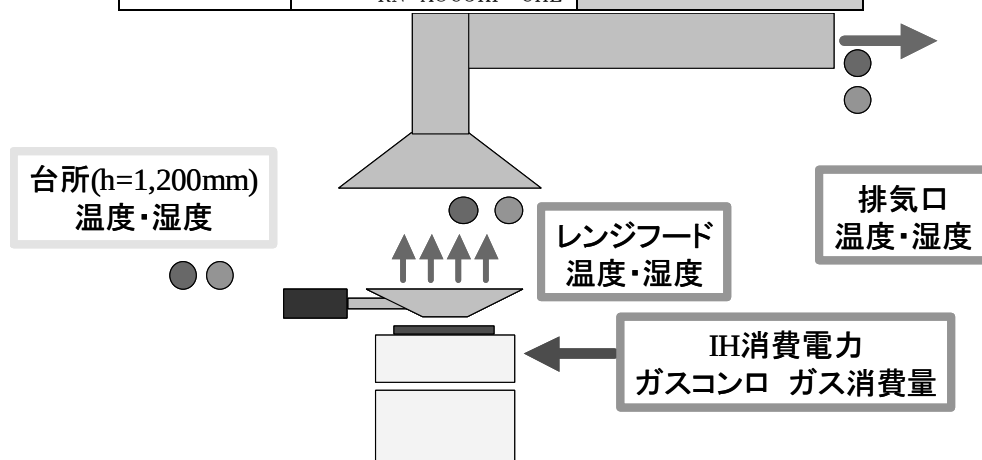


図2-2-1-2 環境測定項目

実験に用いた調理メニューは、日本の朝食及び夕食に登場する頻度の高いメニューを選定した。

朝食は、パン食及びご飯食について標準的と思われるメニューを作成⁽¹⁾した。

夕食は、家庭に登場する出現頻度の高い料理⁽²⁾を基に、被験者へのアンケートとブレインストーミングを基に、「煮る」・「炒める」・「揚げる」などの調理法から代表的な料理を選出し、3種類の献立を作成した（表2-2-1-2）。各調理メニューの食材分量は概ね統一したが、被験者の各家庭（4人家族）において日常調達している分量を目安に各自用意してもらい、調理実験を行った。

表2-2-1-2 調理メニュー

スケジュール	食事モデル	主食	主菜	副菜	汁物
10:00~10:30	朝食(パン)	(トースト)	スクランブルエッグMサイズ4	ベーコン (4枚 約80g)	無し
10:30~11:00	朝食(ご飯)	(ご飯)	塩焼 (切り身4枚)	(焼肉)	味噌汁
11:00~12:00	夕食(炒め)	(ご飯)	野菜炒め (ミックス野菜2袋)	冷凍焼売 (15個~20個)	湯沸で代替
休憩(1時間)					
13:00~14:00	夕食(揚げ煮)	(ご飯)	鳥の唐揚げ (適量)	ひき煮物 (適量)	湯沸で代替
14:00~16:00	夕食(煮物)	(ご飯)	カレー (4皿+α)	カニサラダ (150g程度)	湯沸で代替

① 食材からの水蒸気発生量

被験者を用いた調理実験を実施し、食材の重量減少から求めた朝食メニューおよび夕食メニューの平均水蒸気量を表2-2-3及び表2-2-4に示す。

表2-2-1-3 朝食モデル

IH	平均水蒸気量[g]	調理時間[min]	1分間当り[g/min]
卵	11.3	3	3.8
ベーコン	25.2	4	6.3
塩鮭	103	13.2	7.8
味噌汁	24.6	6.8	3.6

ガス	平均水蒸気量[g]	調理時間[min]	1分間当り[g/min]
卵	11.8	2.8	4.2
ベーコン	20.6	2.2	9.4
塩鮭	39.2	9.2	4.3
味噌汁	48.8	7.8	6.3

表2-2-1-4 夕食モデル

IH	平均水蒸気量[g]	調理時間[min]	1分間当り[g/min]
野菜炒め	97.1	4.8	20.1
焼売	108.6	9.2	11.8
唐揚げ	115.6	11.8	9.8
ひじき	197.3	14.8	13.3
カレー	270.1	38.3	7
マカロニ	132.5	16.2	8.2

ガス	平均水蒸気量[g]	調理時間[min]	1分間当り[g/min]
野菜炒め	104.6	4.8	21.6
シュウマイ	169.8	9.2	18.5
唐揚げ	120.8	12	9.9
ひじき	166.4	12.2	4.6
カレー	527.8	35.8	14.7
マカロニ	122.2	13	9.4

② 排気性状に基づく水蒸気量の推定

レンジフードの排気性状から下式に基づき水蒸気量を推定した。

$$\text{水蒸気量} = \text{レンジフード排気量} \times (\text{排気口又はレンジフード内の湿度} - \text{キッチン中央の湿度})$$

排気中の水蒸気量算出結果を図2-2-3.3に示す。

図2-2-1-3中、ガスレンジ（フード）のデータは、湿度測定位置が適切でなかったことにより、キッチン雰囲気湿度を計測してしまった結果、極端に小さな値となった。従って、以後、排気口データをもとに検討を進める。

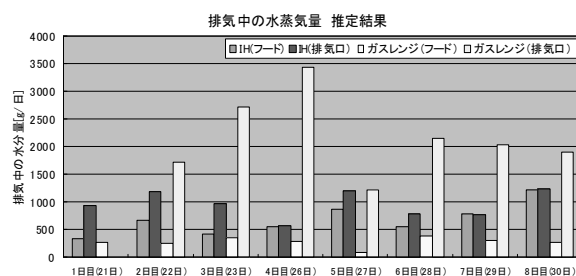


図2-2-1-3 水蒸気量推定結果

③ ガス燃焼に伴う水蒸気量

ガス調理器具で調理を行う場合、食材からの水蒸気発生と共にガス燃焼に伴う水蒸気を発生する。これについては、ガス消費量から水蒸気発生量を算出した。図2-2-1-4及び図2-2-1-5に結果を示す。

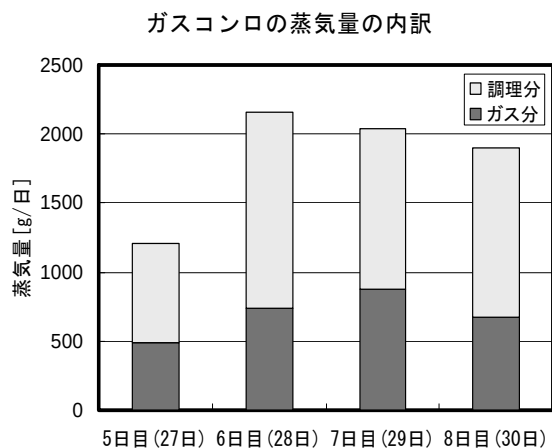


図2-2-1-4 ガスコンロの水蒸気量の内訳

※ガス燃焼時の水蒸気量1.767[g/ℓ]を採用

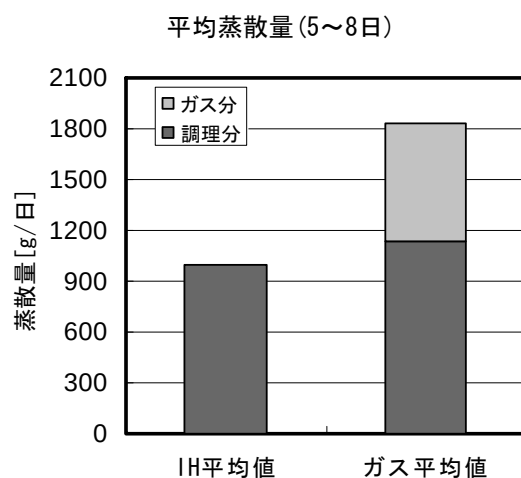


図 2-2-1-5 平均水蒸気発生量の比較

④ 食材の重量減少及び排気性状から求めた水蒸気量の比較

調理時の食材重量変化から求めた水蒸気量と、給排気温湿度差から求めた水蒸気量を全メニュー積み上げた結果を図2-2-1-6に示す。両者には若干の差があるが、その値は概ね一致し、測定結果は信頼できるものと考えられる。

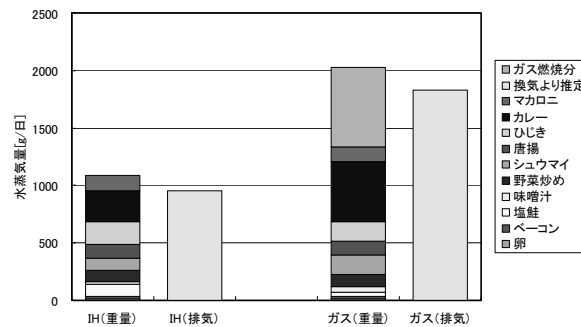


図2-2-1-6 水蒸気量推定結果の比較

⑤ 熱と湿気の移動量推定

発熱・発湿装置の設計条件を明らかにするために、ガス調理実験をモデルに熱と湿気の移動量を推定する。

ガス調理における食材からの水蒸気発生量の平均値（朝2食＋夕3食）は、図2-2-1-6より1332[g]である（合計調理時間：117.2分）。これを、朝1食及び夕1食の調理時間（朝11.1分間、夕31.7分間）を基準に1食当りに換算すると486.5[g]となる。また、調理実験に使用したガス消費量（4日間平均値）は349[ℓ]であり、1食当りでは143.9[ℓ]となる。従って、ガス燃焼に伴う水蒸気発生量は、253.3[g]（水蒸気発生量の原単位1.767[g/ℓ]）、発熱量は6.34[MJ]（発熱量原単位42[MJ/m³]）となり、ガス調理器具の熱効率を45%とすれば、室内に放出される熱量3.48[MJ]が得られる。

一方、排気性状（排気口）からもとめた水蒸気量は667.8[g]（一食当り換算値）であり、先に求めた食材からの水蒸気発生量486.5[g]とガス燃焼に伴う水蒸気発生量253.3[g]の合計値29.8[g]を基準にレンジフードの捕集率を求めると

$$667.8[g] \div 29.8[g] = 0.902 \Rightarrow 90.2\%$$

が得られる。

この捕集率が排熱に対しても同様に作用すると考え、レンジフードから排出された熱量3.3[MJ]×1/9を室内への発熱量377[kJ]と考える。また、レンジフード内で測定した温湿度を基に、補修された熱量を推定すると約3.3[MJ]となる。

以上の数値を基に、ガス調理に伴う、熱と湿気の移動量を推定すると図2-2-1-7のようになると考えられる。図2-2-1-7から、実証実験において室内へ放出すべき熱量と水蒸気量として、それぞれ337[kJ]と2.9[g]が得られる。ただし、調理から食事までの一連の生活行為を考えると、調理時に室内に漏れ出す熱量377[kJ]に加え、食材に蓄熱された2.64[MJ]を考慮する必要があると考えられ、合計約3[MJ]の熱量と2.9[g]の水蒸気を（調理時間＋食事時間）内に発生可能な発熱・発湿装置を製作する必要がある。

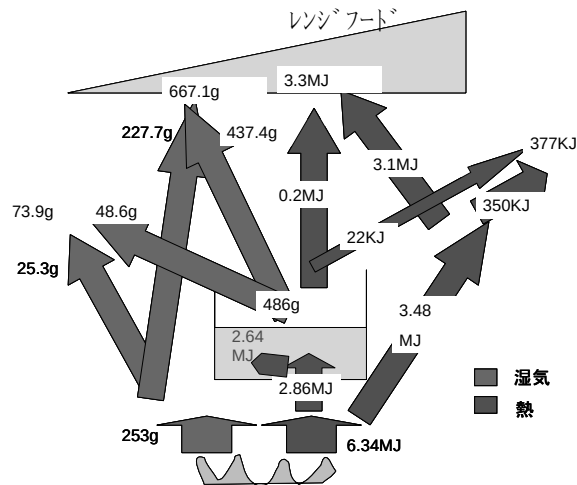


図2-2-1-7 熱と湿気の移動量推定結果

⑥ 水蒸気発生装置作製

調理実験から得られた結果を基に発熱・発湿装置を製作した。

構造は図2-2-1-8に示すように、給水タンクから、水量を調節可能なポンプコントローラーで1.67ml/minの水を供給する(単位時間当たり100[g])。発熱量に関しては、1時間当たり約1000[W]の発熱を行うヒーターが水受皿に設置されており、ポンプで吸い上げられた水を蒸発させると共に発熱も行い、調理時に住宅内に放散された熱量と水蒸気量を再現することが可能である。発熱・発湿装置の概略図を2-2-1-8に、実物写真を図2-2-1-9に示す。

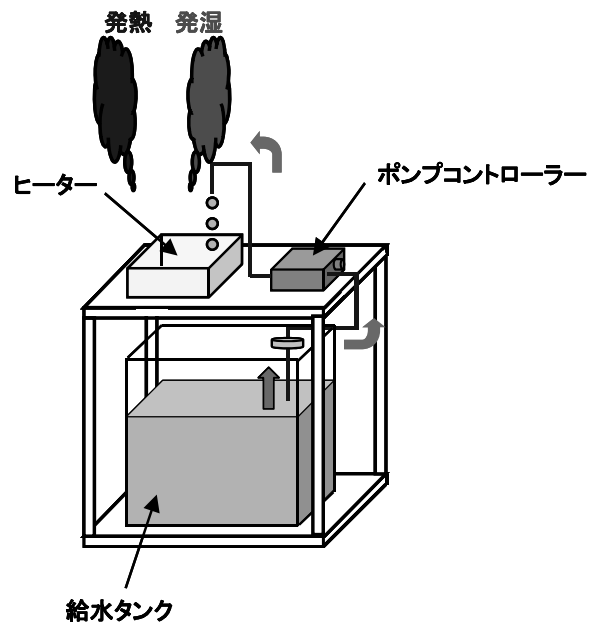


図2-2-1-8 発熱・発湿装置概略図2-2-



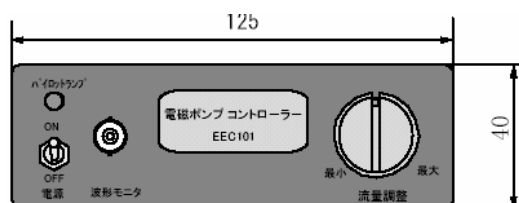
図2-2-1-9 水蒸気発生装置

図2-2-8に記されたポンプコントローラーとは、微量流量供給用の電磁ポンプと専用コントローラーとで構成されており、手動設定にできる周波数の可変機能によって、最小0.5ml/minから最大50ml/minまでの流量調整が可能なシステムである。

ポンプコントローラーの概要を表2-2-1-5及び図2-2-1-10に示す。

表2-2-1-5 ポンプコントロールの概要

簡易定量供給システム	
システム構成	メタリングポンプ、コントローラー フィルタ、軟質チューブ(0.5m×2)
電源	AC100V
コントローラー	周波数制御(1~100Hz)、信号検出用端子(BNC)付
消費電力	5VA
使用周囲温度	50℃以下
使用液体	種類 水またはその他液体(ペーハー範囲:pH6~8)
	温度範囲 0℃~60℃
吐出流量	最小0.5ml/min、最大50ml/min
吐出流量設定方法	流量設定用ボリュームによるマニュアル調整
吸込み揚程	-0.5m~0m
耐圧	200KPa
騒音値	30db(Aスケール)以下



コントローラ前面パネル
(奥行き: 70 mm)

図2-2-1-10 ポンプコントローラー

4-2 照明点灯行動の実態と併用手法

住宅において居住者が日常どのように電灯照明を使用しているかの実態は明らかになっていない。住宅の照明にかかわる省エネ効果を評価するためにも、設置状況および居住者の使用実態を把握する必要がある。2004年2月（冬季）に電灯照明の設置状況と使用状況などに関する1回目のアンケート調査を行い、8月（夏季）に昼光による明るさの程度などに関する2回目のアンケート調査を行った。

アンケートは調査会社にモニターの抽出、アンケートの配布および回収を依頼し、アンケート用紙などの作成と回収されたアンケートのデータ入力および解析などはSWGで行うこととした。表2-2-2-1にアンケートの配布および回収状況を示す。全国を5つの地域に分け、戸建住宅への配布数を集合住宅への配布数の2倍ないし4倍とすることとした。関東地域は他の地域より多く配布し、1回目の調査では800部のアンケートを配布し、2回目の調査では1回目に回答のあったモニターから400戸を抽出し、配布した。

アンケートはA4裏表3枚の6ページ構成で、1回目のアンケートには記入例などを記載した別紙を添付した。表2-2-2-2および表2-2-2-3にそれぞれの調査項目を示す。配布および回収は郵送で行い、回答者には薄謝を返送した。

表2-2-2-1 アンケート配布および回収状況

地域	1回目(冬季)			2回目(夏季)		
	配布数	回収数	(回収率)	配布数	回収数	(回収率)
	(回収率)	(回収率)		(回収率)	(回収率)	
	戸建住宅	集合住宅	合計	戸建住宅	集合住宅	合計
関東	299 (0.73)	219 (0.79)	151 (0.75)	450 (0.93)	338 (0.84)	225 (0.90)
北海道+東北	73 (0.63)	46 (0.70)	27 (0.65)	100 (0.78)	65 (0.79)	50 (0.78)
北陸	40 (0.63)	25 (0.70)	10 (0.64)	50 (0.71)	32 (1.25)	21 (0.80)
中部+近畿	67 (0.70)	47 (0.79)	33 (0.73)	100 (0.83)	73 (0.87)	29 (0.84)
中国+四国+九州 (沖縄は除く)	80 (0.70)	56 (0.55)	20 (0.67)	100 (0.90)	67 (0.70)	43 (0.86)
合計	559 (0.70)	393 (0.76)	241 (0.72)	800 (0.88)	575 (0.84)	282 (0.87)

表2-2-2-2 1回目アンケート調査項目

I 関心事 ex)環境問題に関心がある		
II 習慣・行動 ex)現在、電灯をこまめに消灯する		
III 明るさなどの好み ex)いつでも部屋は明るい方が好き		
IV 居間に設置されている日除けと電灯照明の種類と数		
V 居間の配置図		
VI 居間に設置された日除けの開閉、電灯照明の点灯・消灯の状況(行為別)		
VII 非居室の電灯照明の制御方法(センサーおよびタイマーの利用)と点灯状況	1. 玄関の内側	6. 台所の流し元
	2. 玄関の外側	7. 洗面所の全般
	3. 廊下	8. 洗面台
	4. 階段	9. 脱衣所の全般
	5. 台所の全般	10. トイレ
VIII 住居および居間の状況		
IX 回答者および家族の状況		

表2-2-2-3 2回目アンケート調査項目

I 居間の電灯照明の使い方		
II 居間の日除けの開閉状況(外部状況別)		
III 居間以外の居室の日除けおよび電灯照明の設置状況と行為別の電灯照明の点灯状況(5部屋まで)		
IV 非居室の昼光の入り具合(窓などの有無、昼光による明るさの程度)	1. 玄関の内側	5. 洗面所
	2. 廊下	6. 脱衣所
	3. 階段	7. トイレ
	4. 台所の全般	
VIII 住居の状況		
IX 回答者および家族の状況		

1) 居間の電灯照明設置状況

図2-2-2-1に居間の面積と設置されている電灯照明の台数の関係を示す。居間の面積が30㎡以下では、1台のみの設置が過半数であるが、30㎡を超えると2台以上設置する場合が多い。居間の面積が50㎡を超えると3台以上の設置が過半数となる。

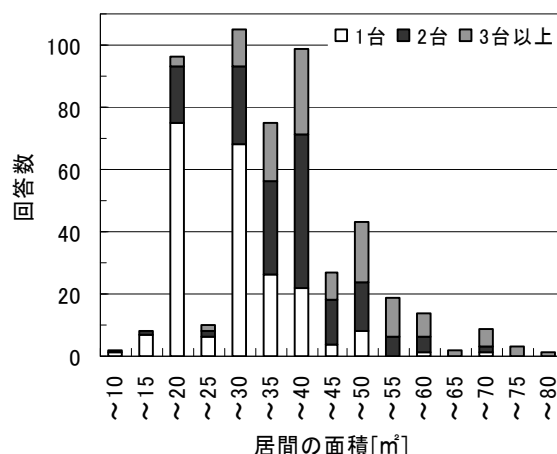


図2-2-2-1 居間の面積と電灯の設置台数

図2-2-2-2に566戸の居間に設置されている電灯照明器具の種類ごとの総設置台数を示す。図中の折れ線は光源に蛍光灯が使用されている割合を示す。居間に設置されている器具全体の40%はシーリングライトで、ペンダントライトは24%であった。連続調光可能な器具は全体の9%で、ダウンライトでは24%、スポットライトでは16%あった。全体の半数は調光不可能なON/OFFのみの器具であった。蛍光灯の使用率は全体で76%であり、ダウンライトでも31%あった。設置されている電灯照明器具のうち最も多かったのは、段調光可能な蛍光灯のシーリングライトで、全体の21%設置されていた。蛍光灯を光源としたシーリングライトは62%の住宅で1台以上設置されていた。

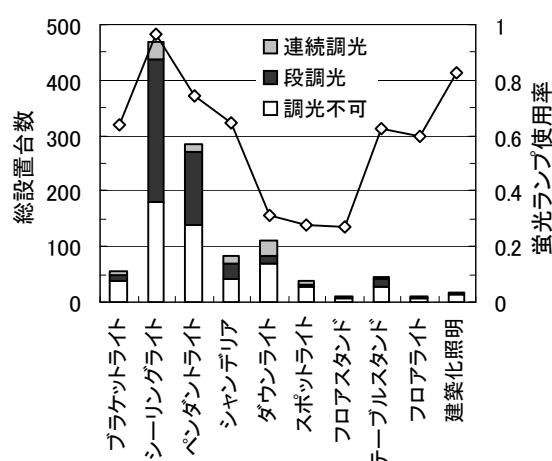


図2-2-2-2 居間に設置されている電灯照明

図2-2-2-3に居間の広さと設置されている電灯照明器具の合計出力の関係を示す。光源によって発光効率が異なるため、全て蛍光灯を使用している場合と光源に白熱ランプを含んでいる場合に分けて示している。全体的な傾向として、居間の面積が大きくなれば、電灯照明器具の合計出力も大きくなっていることがわかる。特に光源が蛍光灯のみの場合では、その傾向が顕著に見られる。また、光源が蛍光灯のみの場合は、光源に白熱ランプを含む場合に比べて、合計出力が小さい。光源が蛍光灯のみの場合は居間の面積が比較的小さい範囲に多く分布している。居間の電灯照明器具の設置台数が1台の場合の92%は光源が蛍光灯であり、設置台数が2台以上の場合、光源に白熱ランプを含む場合が49%であった。住宅の居間では1台目の電灯照明器具では蛍光灯が光源として使われることが多い。

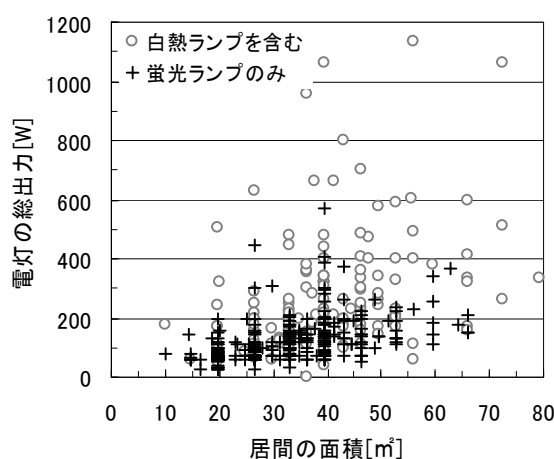


図2-2-2-3 居間の広さと電灯照明の総出力

2) 居間の昼間の電灯の使用

図2-2-2-4に昼間、居間の日除け（カーテンなど）を閉めた場合の電灯照明の点灯状況を示す。集合住宅では、戸建住宅に比べ、日除けを閉めたら常に電灯を点灯するという回答が若干多い。

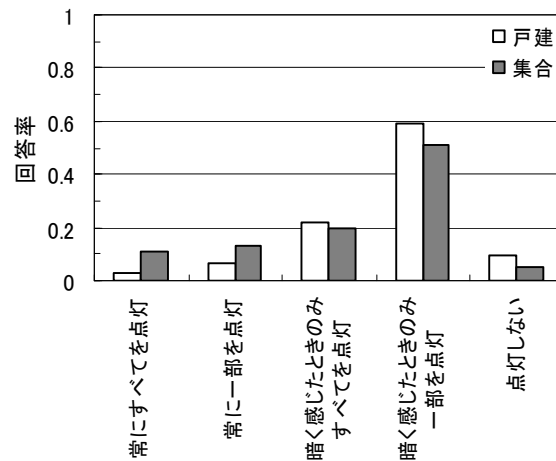


図2-2-2-4 日除けを閉めた場合の電灯照明

図2-2-2-5に昼間電灯を点灯する場合、どのようにしたいかについての回答割合を示す。戸建住宅、集合住宅とも室内全体を明るくしたいという回答が4割以上であった。

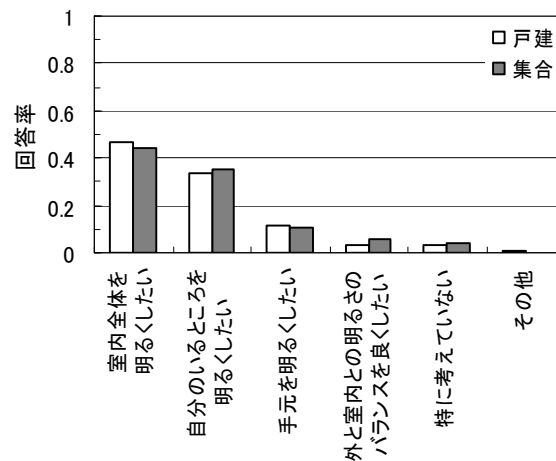


図2-2-2-5 昼間、電灯を点灯する目的

3) 非居室の電灯照明点灯状況

図2-2-2-6に戸建住宅の非居室における人感センサー、明るさセンサー、タイマーの設置状況を示す。玄関外側で人感センサーの設置が17%あるが、全体にセンサー、タイマーの設置は少ない。玄関、流し元、トイレでは、人感センサー付きの電灯照明器具も販売されており、まだ普及していないが、今後、増えていく可能性はあると考えられる。

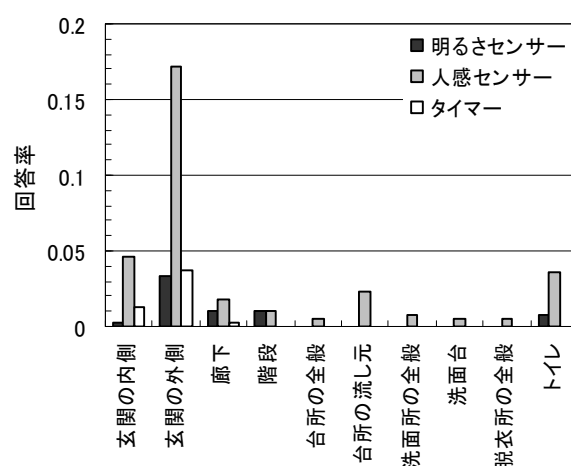


図2-2-2-6 センサー、タイマーの設置割合

図2-2-2-7に玄関の電灯照明の点灯状況を示す。図2-2-2-8に玄関の昼光による明るさの状況を示す。戸建住宅では昼間の点灯は2割未満だが、集合住宅では半数近い。集合住宅では、昼光が「全く入ってこない」「ほとんど入ってこない」とする回答を合わせると4割という結果と一致する。集合住宅は戸建住宅に比べ、玄関の窓や明り取りから昼光が入るという回答が少なく、隣接する廊下や部屋から間接的に昼光が入る程度という回答が多かった。また、戸建住宅では「夜間の留守」「夜間常時」の点灯が集合住宅より多くなっており、防犯目的の点灯と考えられる。戸建住宅では廊下の夜間の点灯も集合住宅より若干多かった。

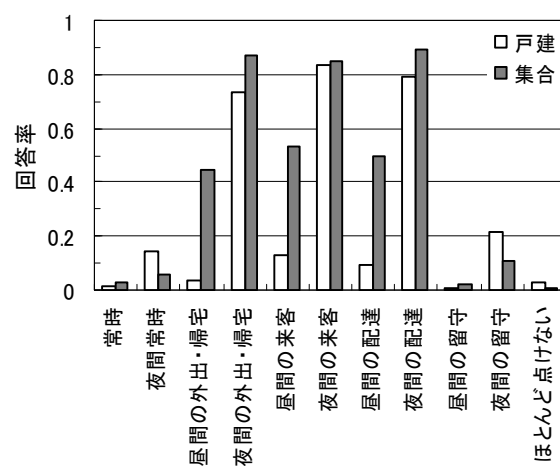


図2-2-2-7 玄関の電灯照明の点灯状況

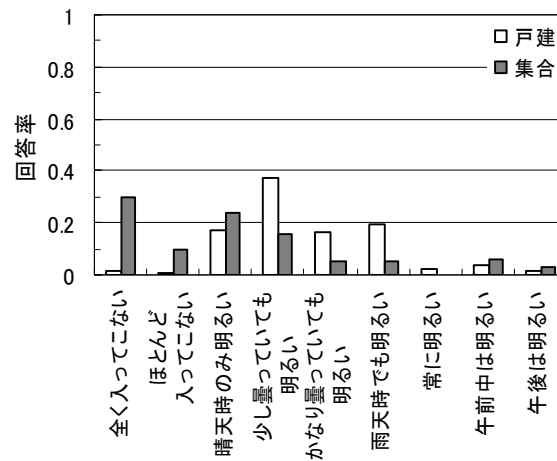


図2-2-2-8 玄関の昼光による明るさの状況

図2-2-2-9に台所の電灯照明の点灯状況を、図2-2-2-8に昼光による明るさの状況を示す。玄関同様、集合住宅は昼間の点灯が多い。玄関と異なり、集合住宅でも窓から昼光が入るという回答は少なくなかったが、十分な昼光が入ってくるほどではない場合が多いと考えられる。また、隣接する居間などから間接的に昼光が入るという回答が多く、晴天時のみ明るいという回答が多いことと関係すると思われる。

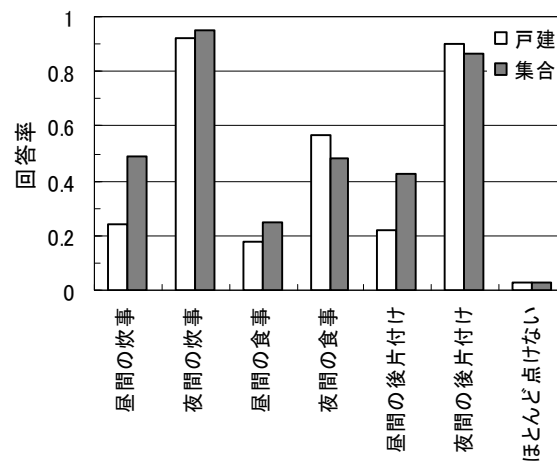


図2-2-2-9 台所の電灯照明の点灯状況

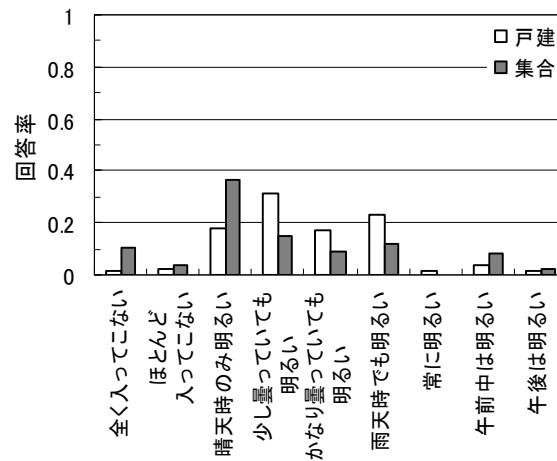


図2-2-2-10 台所の昼光による明るさの状況

図2-2-2-11に洗面所の電灯照明の点灯状況を、図2-2-2-12に昼光による明るさの状況を示す。玄関と同様、集合住宅では洗面所に窓や明り取りが少なく、隣接する廊下などから昼光が少し入ってくるものの、昼間の点灯が7割程度と多くなっていた。トイレでも同様の傾向が見られ、集合住宅では昼間の使用時の点灯が8割近く、昼光が「全く入ってこない」とする回答が6割を超えていた。

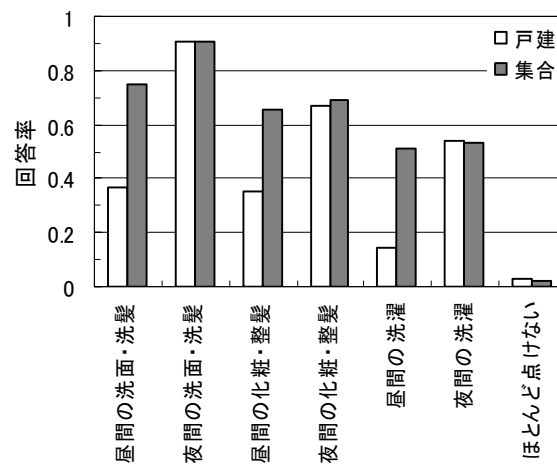


図2-2-2-11 洗面所の電灯照明の点灯状況

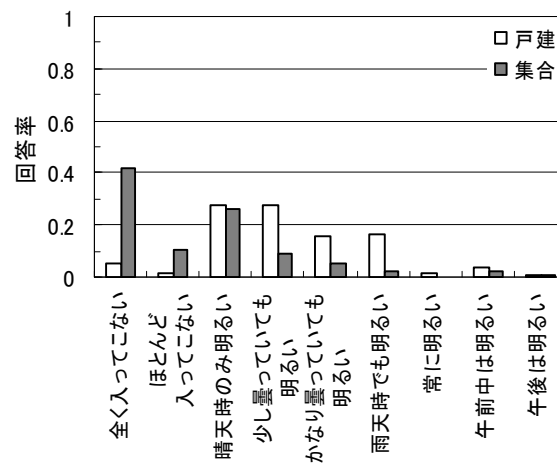


図2-2-2-12 洗面所の昼光による明るさの状況

2-2 電灯照明の点灯行動に関する被験者実験実験概要

アンケートにより得られる電灯照明の点灯状況の実態は、それぞれ異なった状況に対して行われる行動であり、この点灯状況をそのままエネルギー使用量の計算などに反映することは難しい。そこで、建築研究所内の人工空を利用し、住宅居間を模した実大模型による被験者実験を行うこととした。

図2-2-2-13に実験装置の概要を、図2-2-2-14に実験室の外観を示す。人工空は直径7m、高さ4.5mのドームで、そのなかに6畳程度の居間を想定した実験室を作成した。

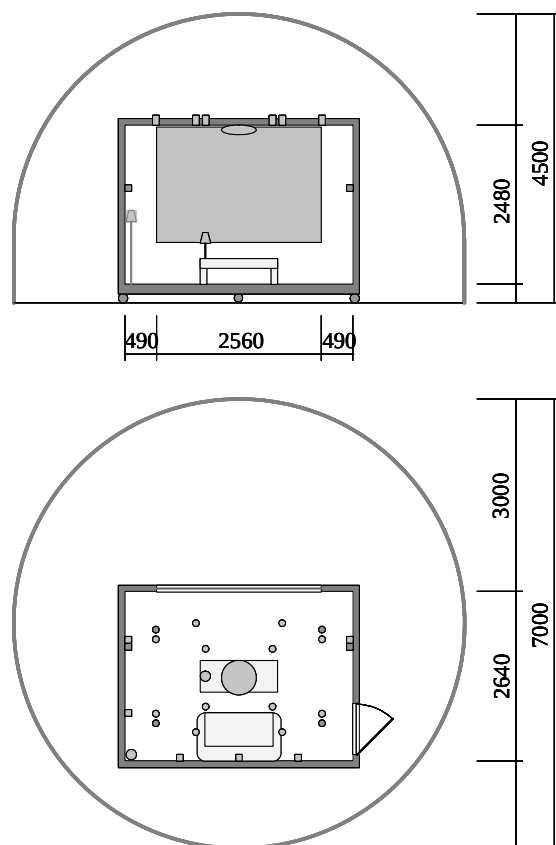


図2-2-2-13 実験装置概要

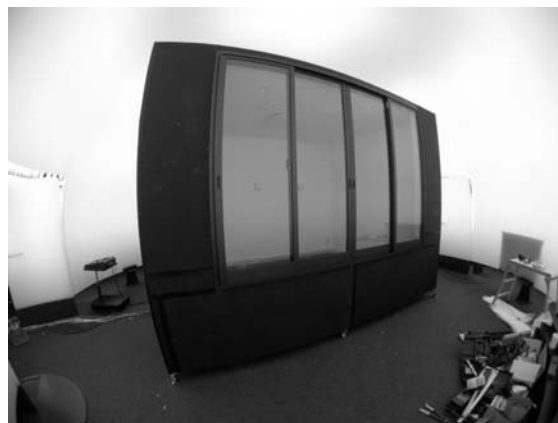


図2-2-2-14 実験室外観

図2-2-2-15に実験室の概要を示す。室内の電灯照明としては、ダウンライト16灯、シーリングライト1灯、ブラケットライト8灯、フロアスタンド1灯、テーブルスタンド1灯を設置した。シーリングライト以外の光源は全て電球形蛍光ランプを用いた。電灯照明器具の点灯および人工空の操作は実験室内の調光操作卓で行った。

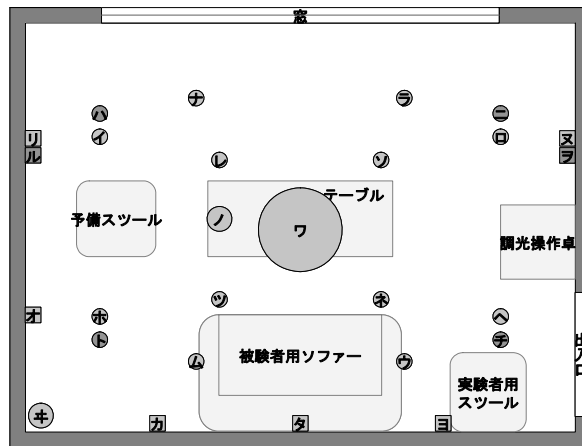


図2-2-2-15 実験室概要 *各照明の形状については、表2-2-2-4を参照

表2-2-2-4に実験条件を示す。電灯照明の点灯パターンはA～Rの18パターンを設定した。点灯器具は図2-2-2-15の記号と対応している。窓から見える人工空輝度は100～3600[cd/m²]の4段階に設定し、表中の実験条件番号1～24の24条件を昼間の条件として提示した。人工空輝度0[cd/m²]に示した条件番号25～41の17条件を夜間の条件として提示した。

表2-2-2-4 実験条件

点灯 条件	点灯器具 図6.4.15参照	D:ダウンライト B:ブラケットライト C:シーリングライト F:フロアースタンド T:テーブルスタンド	光源 光色 [K]	器具 出力 [W]	合計 台数 [台]	出力 [W]	実験条件番号				
							人工空輝度[cd/m ²]				
							3600	1100	330	100	0
A	なし	なし	—	0	0	0	1	4	8	15	
B	イ・ロ	窓D	2800	12	2	24	2	5	9	16	25
C	ハ・ニ	窓D	5000	12	2	24			10	17	26
D	ホ・ヘ	奥D	2800	12	2	24	3	6	11	18	27
E	ト・チ	奥D	5000	12	2	24			12	19	28
F	リ・ヌ	窓B	2800	8	2	16		7	13	20	29
G	ル・ヲ	窓B	5000	8	2	16			14	21	30
H	ワ	中央C	3000	24	1	24				22	31
I	カ・ヨ・タ	奥B	2800	8	3	24				23	32
J	リ・オ	左B	2800	8	2	16				24	33
K	レ・ソ・ツ・ネ	中D	2800	12	4	48					34
L	イ・ロ・ホ・ヘ	窓D奥D	2800	12	4	48					35
M	イ・ロ・カ・ヨ	窓D奥B	2800	10	4	40					36
N	ホ・ヘ・リ・ヌ	窓B奥D	2800	10	4	40					37
O	リ・ヌ・カ・ヨ	窓B奥B	2800	8	4	32					38
P	ナ・ラ・ム・ウ	窓奥中D	2800	12	4	48					39
Q	キ	隅F	2800	8	1	8					40
R	ノ	机T	2800	8	1	8					41

表2-2-2-5に被験者の概要を示す。被験者は20歳代～30歳代の24名で、1名または2名1組で実験に参加した。図2-2-2-16に実験風景を示す。

表2-2-2-5 被験者概要

	人数	年齢	身長	視力	
				右	左
女性	6	21～29	150～164	0.7～1.5	0.8～1.5
男性	18	22～38	157～183	0.7～1.5	0.3～1.5
全体	24	27.2	166.5	1.1	1.1



図2-2-2-16 実験風景

被験者は実験室に入室し、実験者から実験の進め方についての説明を受けながら実験室の光環境に順応し、順応後1回目の評価を行う。被験者の評価終了後、実験者は実験条件を変更し、約2分間の順応時間後、被験者は2回目の評価を行う。条件変更、評価を繰り返し、設定した41条件の評価を行った。人工空の輝度は90秒かけてゆっくりと変化させたが、電灯照明の点灯パターンはON/OFFで瞬時に変化させた。実験の前半は昼間の24条件、後半はカーテンを閉め、夜間の17条件を提示した。前半、後半それぞれで実験条件をランダムに提示した。41条件の評価終了後、被験者に電灯照明を実際に操作してもらい、夜間および人工空輝度100[cd/m²]の時の好みの照明環境を作ってもらい、同様の評価をしてもらった。

表2-2-2-5に評価項目を示す。7段階および3段階評価の場合、「どちらともいえない」を中間の選択肢として用いた。電灯照明が点灯していない条件では質問6、質問9、質問10を削除し、夜間の条件では質問5を削除した評価用紙を用いた。図2-2-2-17に実際の評価用紙を示す。被験者には評価ごとに評価用紙が渡され、評価後すぐに回収した。

表2-2-2-5 評価項目

	評価対象	選択肢
質問1	室内の光環境	とても不快～とても快適 7段階
質問2	室内	とても暗い～とても明るい 7段階
質問3	室内の明るさ	とても不均一～とても均一 7段階
質問4	手元	とても暗い～とても明るい 7段階
質問5	窓の外	とても暗い～とても明るい 7段階
質問6	室内の電灯の光の色	不適當～適當 3段階
質問7	7種類の行為に対して	不適當～適當 3段階
質問8	室内の光環境	とても嫌い～とても好き 7段階
質問9	照明方法	採用したくない～採用したい 3段階
質問10	採用理由	記述
質問11	気づいたことなど	記述

—光環境評価用紙—

被験者： _____ 評価回数： _____ 実験条件： _____

質問 1 この室内の光環境をどう思いますか。

☐ とても不快 ☐ 不快 ☐ 少し不快 ☐ どちらともいえない ☐ 少し快適 ☐ 快適 ☐ とても快適

質問 2 この室内の明るさをどう思いますか。

☐ とても暗い ☐ 暗い ☐ 少し暗い ☐ どちらともいえない ☐ 少し明るい ☐ 明るい ☐ とても明るい

質問 3 この室内の明るさの均一さをどう思いますか。

☐ とても不均一 ☐ 不均一 ☐ 少し不均一 ☐ どちらともいえない ☐ 少し均一 ☐ 均一 ☐ とても均一

質問 4 あなたの手元の明るさをどう思いますか。

☐ とても暗い ☐ 暗い ☐ 少し暗い ☐ どちらともいえない ☐ 少し明るい ☐ 明るい ☐ とても明るい

質問 5 窓の外の明るさをどう思いますか。

☐ とても暗い ☐ 暗い ☐ 少し暗い ☐ どちらともいえない ☐ 少し明るい ☐ 明るい ☐ とても明るい

質問 6 この室内の電灯の光の色をどう思いますか。

☐ 不適当 ☐ どちらともいえない ☐ 適当

質問 7 次の行為をするのにこの光環境をどう思いますか。

7-1 新聞、本を読む	☐ 不適当	☐ どちらともいえない	☐ 適当
7-2 カタログ、マンガを読む	☐ 不適当	☐ どちらともいえない	☐ 適当
7-3 パソコンでメールやインターネットを見る	☐ 不適当	☐ どちらともいえない	☐ 適当
7-4 くつろぐ	☐ 不適当	☐ どちらともいえない	☐ 適当
7-5 家族や友人と会話をする	☐ 不適当	☐ どちらともいえない	☐ 適当
7-7 軽い飲食をする	☐ 不適当	☐ どちらともいえない	☐ 適当
7-8 掃除機をかける	☐ 不適当	☐ どちらともいえない	☐ 適当

質問 8 この室内の光環境をどう思いますか。

☐ とても嫌い ☐ 嫌い ☐ 少し嫌い ☐ どちらともいえない ☐ 少し好き ☐ 好き ☐ とても好き

質問 9 この室内のような照明方法を自宅に採用したいと思いますか。

☐ 採用したくない ☐ どちらともいえない ☐ 採用したい

質問 10 質問 9 で採用したい理由、採用したくない理由があれば書いてください。

質問 11 この室内の光環境について気がついたこと、感じたことなどを自由に書いてください。

図2-2-2-17 評価用紙

被験者実験終了後、41の実験条件および被験者が設定した48の点灯パターンについて、水平面照度分布と目の高さの鉛直面照度の測定、輝度分布画像の作成を行った。表2-2-2-6に各実験条件での平均水平面照度（床上400[mm]、35測定点の幾何平均値）および鉛直面照度（被験者着席位置床上1050[mm]）を示す。夜間の条件での平均水平面照度は最大で121[lx]、最小で19.8[lx]と比較的低照度である。図2-2-2-18に輝度分布画像の一例を示す。

表2-2-2-6 照度測定値

点灯 条件	照度[lx](左上:水平 左下:鉛直 右:水平/鉛直)									
	人工空輝度[cd/m ²]									
	3600		1100		330		100		0	
A	1475	0.82	464	0.83	126	0.81	38.9	0.77		
	1806		559		156		50.2			
B	1527	0.82	484	0.86	165	0.96	78.5	1.17	50.4	1.53
	1868		565		172		67.3		32.9	
C					165	0.94	77.9	1.11	46.7	1.6
					176		70.4		29.2	
D	1530	0.83	504	0.89	173	0.99	84.1	1.21	53.1	1.75
	1842		569		174		69.4		30.3	
E					168	0.97	81.6	1.22	51.7	1.88
					173		67		27.5	
F			483	0.85	155	0.9	67.1	1.07	37.4	1.41
			569		174		62.9		26.5	
点灯 条件	照度[lx]									
	人工空輝度[cd/m ²]									
	330		100		0					
G	163	0.91	72.2	1.02	41.1	1.46			M	99.4
	179		70.6		28.2					50.7
H			146	1	118	1.07			N	96.9
			146		110					61.9
I			101	1.53	68	2.25			O	88.2
			65.7		30.2					46
J			71.8	1.09	36.9	1.36			P	114
			65.9		27.1					71.1
K					121	1.32			Q	19.8
					91.6					11.9
L					111	1.59			R	27.4
					70.1					29.7



図2-2-2-18 輝度分布画像（実験条件11）

4) 室内の光環境の快適さ

図2-2-2-19に昼間の実験条件での光環境の快適さ評価の結果を、図2-2-2-20に夜間の実験条件での評価結果を示す。窓面輝度3600[cd/m²]と1100[cd/m²]では、点灯パターンによらず、不快と回答した被験者が少ない。同じ窓面輝度で窓側のダウンライトが点灯するパターンBと室内側が点灯するパターンDとを比較すると、大きな違いは見られなかった。昼間、夜間とも光源が色温度5000[K]の昼白色である点灯パターンC、E、Gの3つのパターンで不快と回答する被験者の割合が大きくなっている。今回設定したような比較的照度の低い空間では、色温度の低い電球色が好まれたことがわかる。また、ダウンライトやブラケットライトのような器具から昼白色の光が発せられることには違和感があるという意見も多く、このような器具には電球色の光源を用いることが適当と言える。

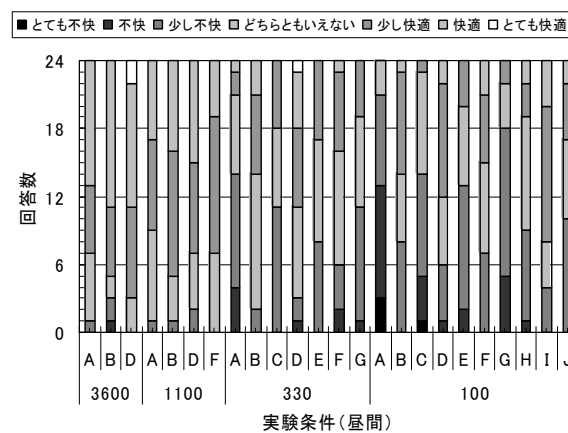


図2-2-2-19 光環境の快適さ評価（昼間）

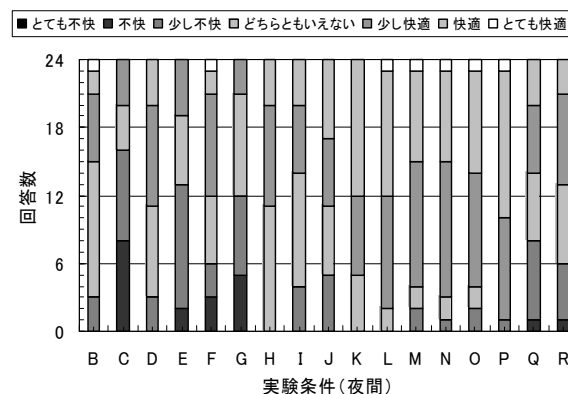


図2-2-2-20 光環境の快適さ評価（夜間）

図2-2-2-21に昼間の窓面輝度100[cd/m²]と夜間とで同じ点灯パターンの条件のみの結果を示す。同じ点灯パターンでも評価に違いが見られ、今回設定した条件では、夜間の方が良い評価をしている被験者が多かった。昼間と夜間では好まれる照明方法に違いがあると考えられる。

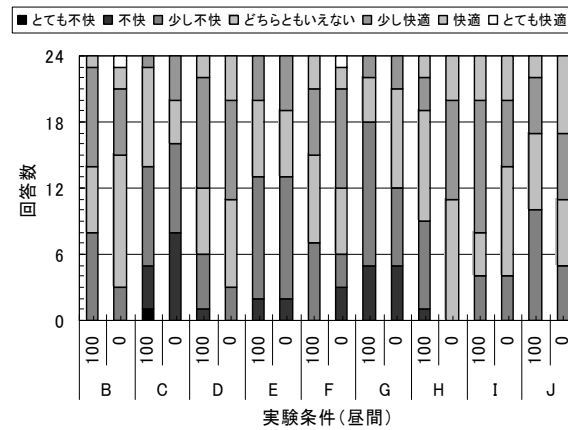


図2-2-2-21 光環境の快適さ評価（昼夜比較）

5) 室内の明るさ

図2-2-2-22に昼間の実験条件での室内の明るさ評価の結果を、図2-2-2-23に夜間の実験条件での評価結果を示す。窓面輝度3600[cd/m²]と1100[cd/m²]では暗いと回答する被験者は少ないが、窓面輝度330[cd/m²]以下では暗いと回答する被験者が多くなっている。シーリングライトを用いたパターンHは水平面平均照度も高く、明るいと評価した被験者が多いが、光環境を快適とした被験者は必ずしも多くなく、明るさと快適さには違いがあることがわかる。

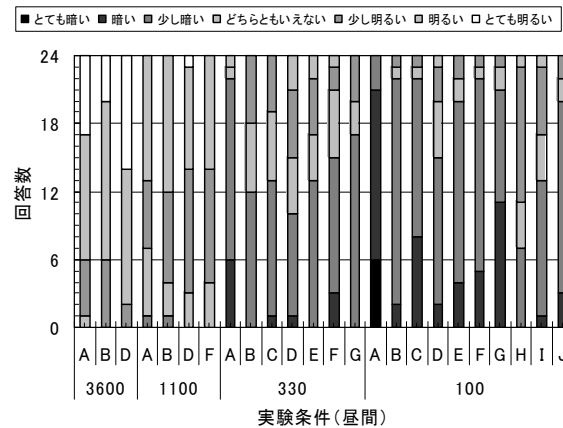


図2-2-2-22 室内の明るさ評価（昼間）

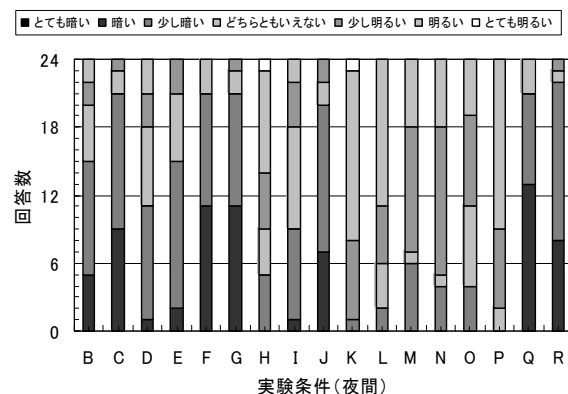


図2-2-2-23 室内の明るさ評価（夜間）

図2-2-2-24に室内水平面平均照度と室内の明るさ評価の各実験条件の平均値の関係を示す。明るさ評価は、とても暗い＝1、とても明るい＝7として、各評価を数値化し、評価カテゴリー間を等しいものとして、24名の被験者の評価を算術平均したものである。水平面平均照度が大きくなると、明るさ評価の平均値も大きくなる傾向が見られるが、夜間の条件では同程度の照度でも、評価に1カテゴリー以上の違いが見られる。また、昼間に比べると、夜間は低い照度でも評価が高くなっていることがわかる。

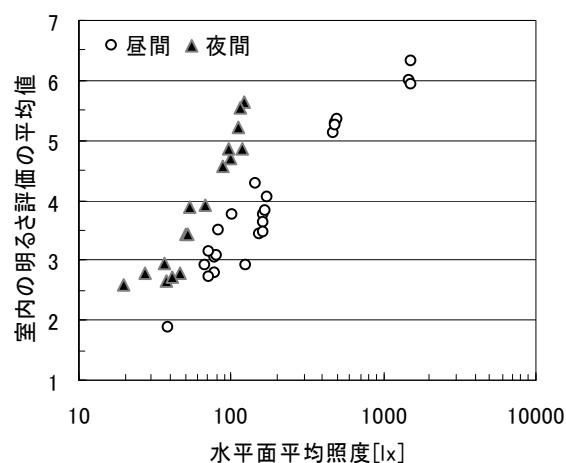


図2-2-2-24 水平面照度と明るさ評価の関係

6) 行為に対する光環境の適当さ

表2-2-2-7に評価に用いた7種類の行為を示す。これらの行為は居間でよく行われると考えられる行為であり、実験室には本、ノートパソコンなどを用意し、評価の参考になるようにした。また、居間で多く行われる行為の中に「テレビを見る」があるが、今回の実験では、テレビを置くことが不可能であったため、行為から除いた。

表2-2-2-7評価に用いた居間での行為

1 新聞、本を読む	2 カタログ、マンガを読む
3 パソコンでメールやインターネットを見る	4 くつろぐ
5 家族や友人と会話をする	6 軽い飲食をする
7 掃除機をかける	

図2-2-2-25に昼間の条件での、6.4.26に夜間の条件での「新聞、本を読む」という行為に対する被験者の評価を示す。昼間の条件では、窓面輝度が高い条件、つまり窓から多くの光が入る条件で適当とする被験者が多く、夜間の条件では、パターンK～Pの点灯器具が4台の条件で適当とする被験者が多いことから、室内が明るい方が適当とされるとわかる。

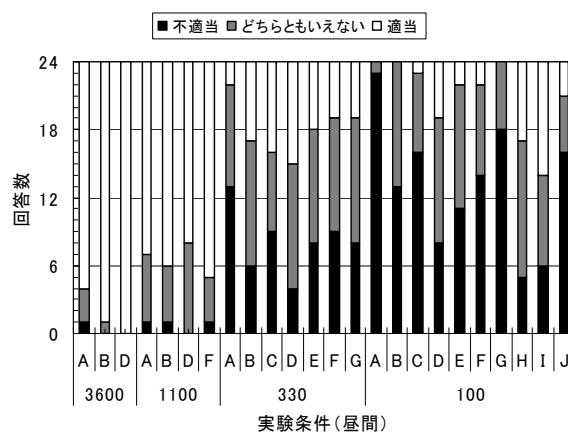


図2-2-2-25 「本を読む」の評価（昼間）

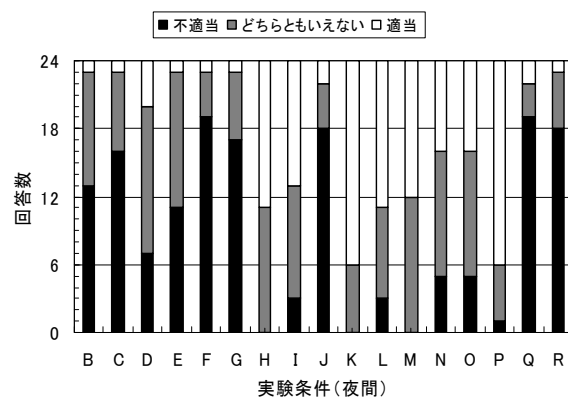


図2-2-2-26 「本を読む」の評価（夜間）

図2-2-2-27に水平面平均照度と「本、新聞を読む」のに適当と回答した被験者の割合の関係を示す。水平面照度が大きくなると適当とする被験者も多くなっている。

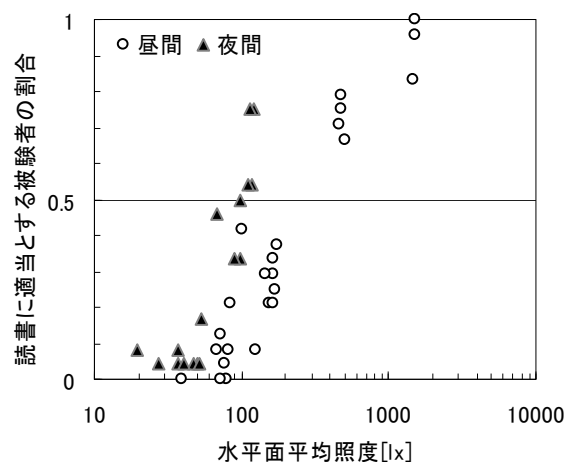


図2-2-2-27 水平面照度と「本を読む」評価

図2-2-2-28と図2-2-2-29に「くつろぐ」という行為に対する被験者の評価を示す。同じ窓面輝度でBとC、DとE、FとGを比較すると、光源が電球色であるB、D、Fのほうが、光源が昼白色であるC、E、Gより適当とする評価が多い。「新聞、本を読む」行為ではこのような違いは見られなかったが、光環境の快適さでは同様の傾向が見られた。これらのことから、電灯照明の光源の色は、視作業に対する評価に影響を与えることは少ないが、居間空間としての評価に与える影響は少ないといえる。

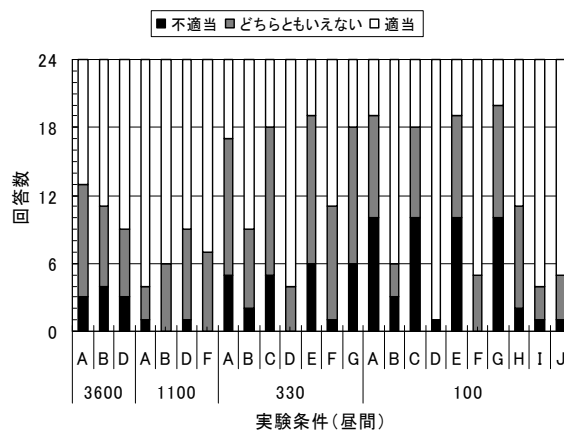


図2-2-2-28 「くつろぐ」の評価（昼間）

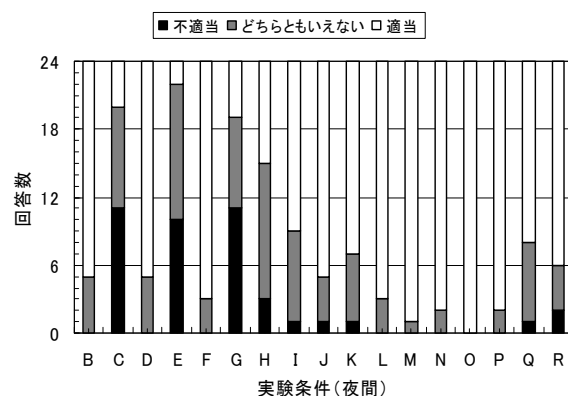


図2-2-2-29 「くつろぐ」の評価 (夜間)

図2-2-2-30に水平面平均照度と「くつろぐ」のに適当と回答した被験者の割合の関係を示す。昼間の条件で水平面照度が大きい場合、くつろぐのに適当とする被験者が少なくなっている。

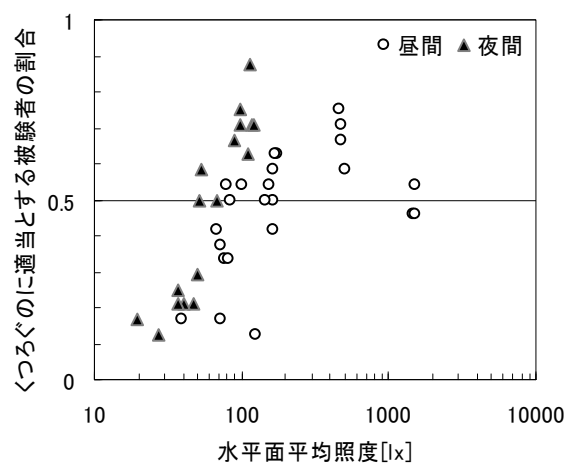


図2-2-2-30 水平面照度と「くつろぐ」評価

7) 快適さ評価にかかわる評価

光環境の快適さ (質問1) を従属変数、明るさ、均一さ、光色など (質問2～6) を独立変数として数量化Ⅱ類を行った。快適さは7段階の評価を「不快」「どちらともいえない」「快適」の3カテゴリーにし、それ以外の7段階の評価は5つのカテゴリーにして計算を行った。

図2-2-2-31に昼間の条件 (点灯条件B～J)、図2-2-2-32に夜間の条件 (点灯条件B～R) のカテゴリースコアを示す。どちらも「快適」のサンプルスコアが負、「不快」が正になる。昼間の条件では「室内の明るさ」のレンジが大きく、夜の条件では「電灯の光の色の適当さ」のレンジが大きい。夜間の場合、電灯の光の色が適当でないと光環境が不快になる。

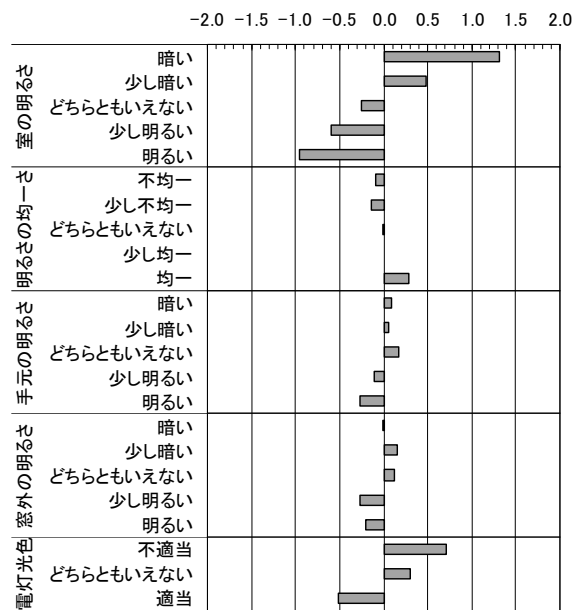


図2-2-2-31 カテゴリースコア（昼間）

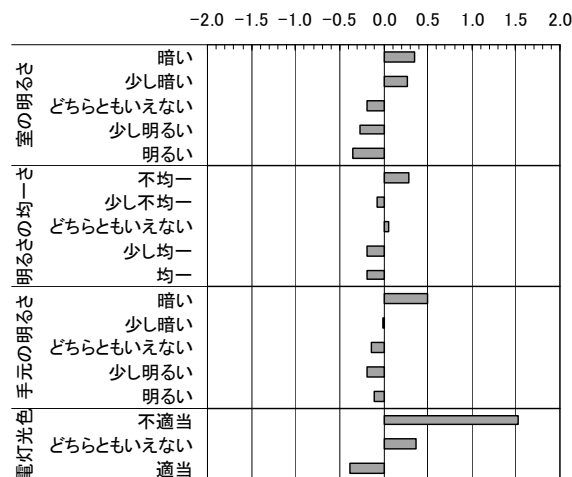


図2-2-2-32 カテゴリースコア（夜間）

8) 快適さ、好きさにかかわる行為

光環境の快適さ（質問1）、好きさ（質問8）を従属変数、行為にたいする適當さ（質問7.1～7.7）を独立変数として数量化Ⅱ類を行った。快適さ、好きさは7段階の評価を「不快・嫌い」「どちらともいえない」「快適・好き」の3カテゴリーにして、全条件を用いて計算を行った。

図2-2-2-33に「光環境の快適さ」、図2-2-2-34に「光環境の好きさ」のカテゴリースコアを示す。図2-2-2-33では「不快」が負、図2-2-2-34では「嫌い」が負になる。「好きさ」では「快適さ」より「くつろぐ」のレンジが大きく、影響が大きいことがわかる。

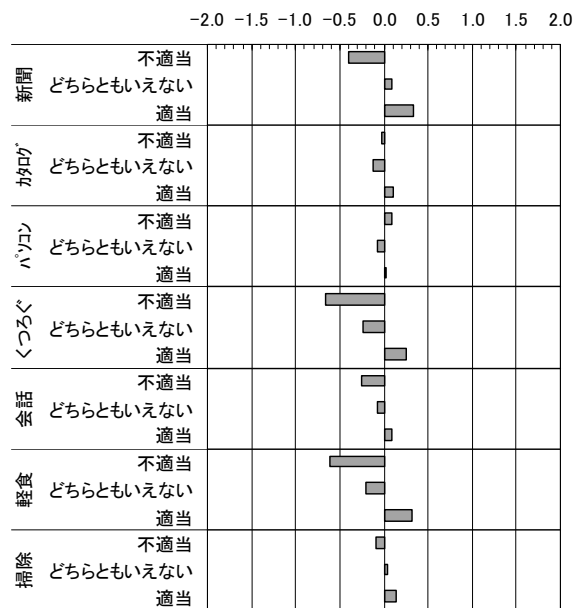


図2-2-2-33 カテゴリースコア（快適さ）

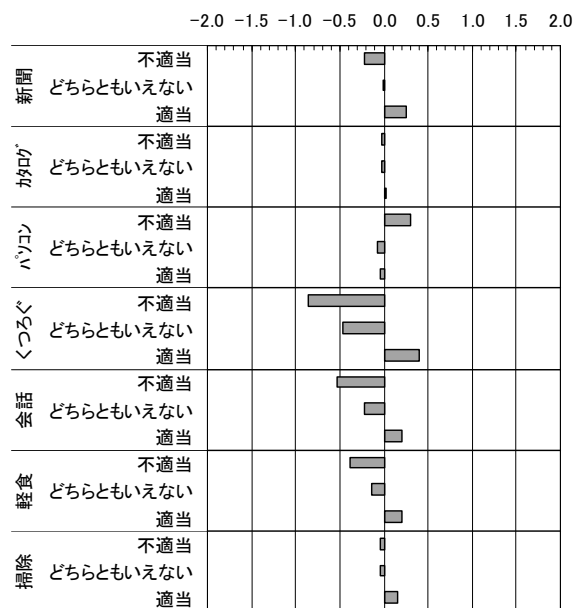


図2-2-2-34 カテゴリースコア（好きさ）

アンケート調査により実際の住宅の電灯照明の設置状況および点灯状況の概要がわかった。被験者実験により快適な光環境に必要な条件がわかった。今後これらを実際の具体的な設計に生かしていくことが重要である。

4－3 食器洗浄時の水温・水量測定実験

4-3-1 平成15年度実験

食器洗浄時の水温・水量測定実験に参加した被験者の詳細を表2-2-3-1に示す。また測定項目・測定機器測定項目を表2-2-3-2、使用機器を表2-2-3-3、校正を行った流量計のパルス定数を表2-2-3-4に示す。

表 2-2-3-1 被験者概要

	被験者数	平均年齢
夏期実験	吐水形状実験：25名 止水方法実験：26名	51.4歳 (40～60歳)
冬期実験	10名	58.8歳 (42～60歳)

表 2-2-3-2 測定項目

チャンネル	測定項目
CH014	台所水温(°C)
CH015	台所湯温(°C)
CH016	台所吐水温(°C)
CH017	台所室気温(°C)
CH018	台所湿度(%)
CHA01	台所水流量(L/min)
CHA02	台所湯流量(L/min)

表 2-2-3-3 使用機器詳細

使用機器	メーカー	型式
貯湯槽(電気温水)	三菱電機	SRT-4667WFUD-BL
台所水栓	TOTO	TH657
足踏み水栓	TOTO	EDU320
流量計(給湯)	愛知時計	ND10-NATAAA
流量計(給水)	愛知時計	ND11-PATAAA
データロガー	YOKOGAWA	DA100-21-1M
データロガー	YOKOGAWA	DS600-00-1M

表 2-2-3-4 流量計パルス定数

流量計	パルス定数 [mL/pulse]	公称値 [mL/pulse]
M1 台所水	7.3729	7.6923
M2 台所湯	7.3995	7.6923

1) 実験室概要

給湯実験室平面図と実験の様子を図2-2-3-1に示す。

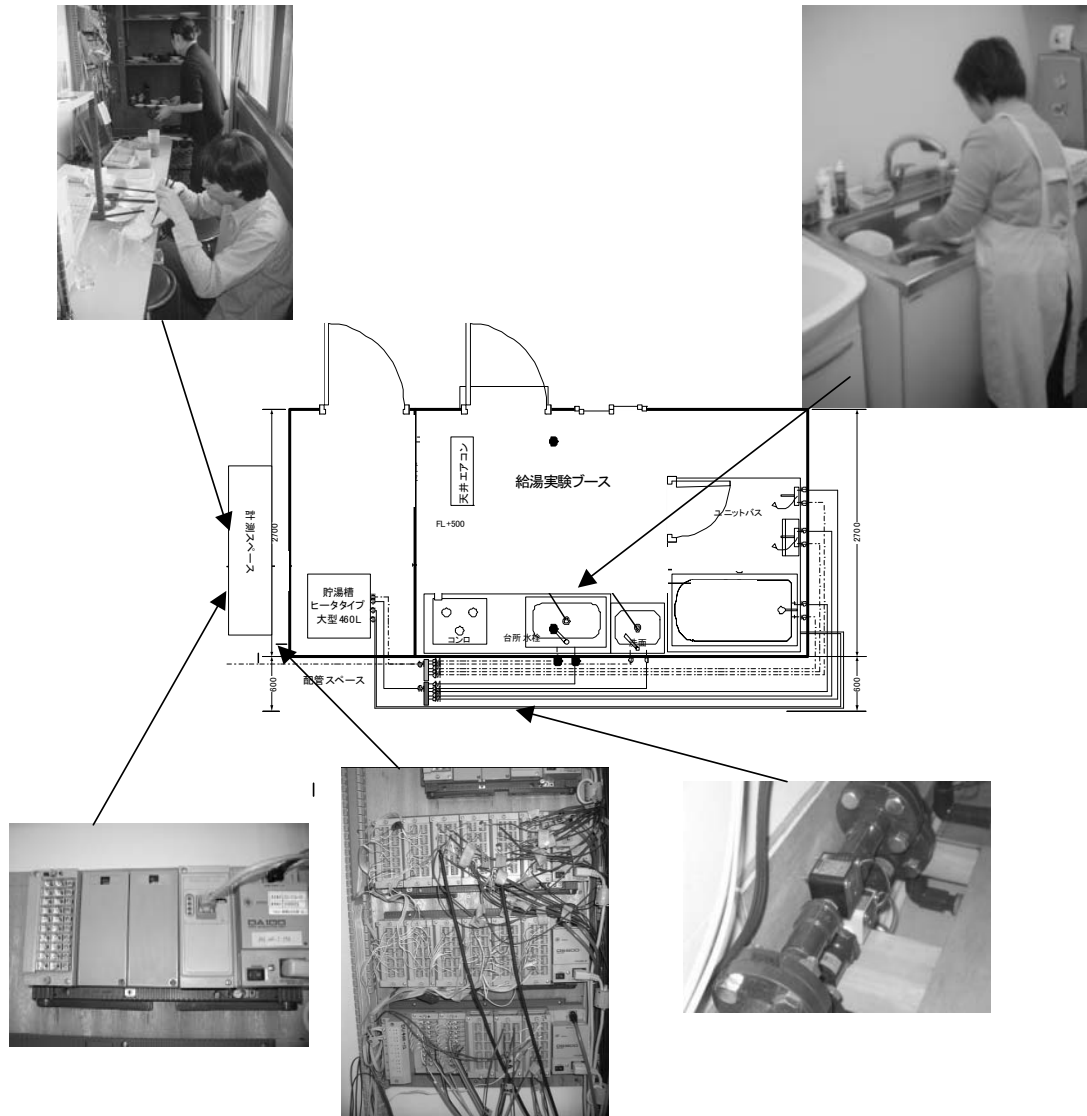


図 2-2-3-1 給湯実験室

2) 食器の汚し方

(財)ベターリビング優良住宅部品性能試験方法書食器洗い機(BLT DW:2003)に基づき食器を汚した。使用した食器数を表2-2-3-5に示す。食器の汚し方、準備の流れを下記に示す。汚した食器を図2-2-3-2、4人分の食器を図2-2-3-3に示す

表 2-2-3-5 食器数と汚し開始時間

食器の種類	食器数	汚し始め時間
ガラスコップ	4個(牛乳2、トマト2)	①2時間前②1時間30分前
湯のみ	4個	①1時間半前②1時間前
大皿	4個	1時間15分前
中皿	4個	1時間15分前
小皿	4個	1時間15分前
汁碗	4個	①皿を汚す直前②1時間前
ご飯茶碗	4個	1時間15分前(皿の後)
フォーク	4個	1時間15分前(中・小皿と同時)
ナイフ	4個	1時間15分前(中・小皿と同時)
スプーン	4個	1時間15分前(大皿と同時)
箸	4セット(8本)	1時間15分前(ご飯茶碗と同時)
計	44点	汚し終わってから1時間放置

*①1回目準備、②2回目準備

食器の汚し方と流れ(1セットあたり)

下準備

ガラスコップ用

保管用コップに牛乳、トマトジュースを8分目まで入れておく。

大皿用

タッパーにご飯少な目、ボンカレー中口、生卵1個をいれかき混ぜて保温庫に入れておく。

中皿用

1人の被験者につき3枚使用するのですぐ温められるようラップをしておく。

汁碗用

アサゲ3袋を2等分し、湯をいれてかき混ぜてから保温庫に入れておく。

ご飯茶碗

カレーに入れたご飯の残り2/3ぐらいを茶碗にいれ保温庫で保管しておく。

2時間前

①ガラスコップ4点(+保管用コップ2点)

牛乳2点、トマトジュース2点を汚す。牛乳で汚すコップに8分目まで入れて移し変えていき、最後のコップを汚染した後、保管用コップに入れる。トマトジュースも同様の作業をする。30分放置する。

1 時間 30 分前 ②ガラスコップ 4 点

汚染後のコップ 4 点をひっくり返し 5 秒間伏せ、元に戻してさらに 30 分放置する。

①湯のみ 4 点(+急須)

煎茶を使用し、4 点の湯呑みに 8 分目まで入れ、そのまま 30 分放置する。

1 時間 15 分前 ①汁椀 4 点

味噌汁を各お碗のわけて放置する

中皿 4 点+ナイフ 4 点+フォーク 4 点

加熱したとんかつにソースをかけて任意の大きさに切って各皿に分ける。このとき均等に皿を汚し、1 枚の皿につきナイフ、フォーク 1 本ずつ使う。

小皿 4 点+ナイフ 4 点+フォーク 4 点

半熟のハムエッグを 2 つ作り、中皿で使用したナイフとフォークで分割する。小皿 2 枚につきハムエッグ 1 個を使う。

大皿 4 点+スプーン 4 点

カレーとご飯と生卵 1 個入れて混ぜたものを用意しておく。加熱後スプーン 1 杯で大皿 1 枚を汚していく。各さらに 10 粒ほどご飯を残す。周辺部に付着した汚れはふき取る。スプーンには裏表 1 粒ずつ残す。

茶碗 4 点+箸 4 セット

ご飯を温めた後茶碗にご飯を入れる。箸で軽にかき混ぜ、内側に 3 粒ご飯粒をつける。ご飯粒は周辺部から 1.5mm までは汚さないようにする。その後箸 1 本につき 1 粒ずつ付着させる。

②汁椀 4 点

味噌が沈殿したら底に味噌粒を残し、わかめ 1 枚、葱 3 片を残す。

②湯呑み

底にわずかに茶かすが残るように静かにお茶を捨てる。

1 時間前

すべて汚し終えたら被験者が来るまで 1 時間放置する。



図 2-2-3-2 汚した食器



図 2-2-3-3 4人分(44点)の食器

3) 実験手順

吐水形状比較実験 3 種類と止水方法比較実験 3 種類を同日に行なうため下記のようにスケジュールを立て実験を行なった。実験の流れを表 2-2-3-6に、実験スケジュールを表 2-2-3-8示す。実験機器を使用する順序は被験者により異なるようにしたため、表 2-2-3-7に示す実験ケースを設定し、被験者によってケースを変えた。

表 2-2-3-6 実験手順

時間	流れ	被験者	計測者(A中、B外)
2時間前	両実験準備開始 (手順は同じ)		準備開始 ・食器を汚す ・温度設定夏期26℃冬期23℃
開始	被験者が来る	実験室に待機 (アンケート記入)	・吐水及び止水の準備(A) ・実験の説明 ・吐水温度40℃に設定 ・アンケートチェック ・汚した食器を中に運ぶ(B) ・ロガー計測、ウェブカメラ準備
15分	実験開始①	止水及び吐水洗浄	・計測開始(B) ・記録をとる(A)
30分	実験終了①		
・ ・ ・	実験開始 実験終了		・ロガーは1実験毎記録を停止
終了		被験者退室	・次の実験準備(A,B)

表 2-2-3-7 実験ケース

実験	コース	内容
止水	A	標準→センサー→足ふみ
	B	センサー→足ふみ→標準
	C	足ふみ→標準→センサー
吐水	a	標準→シャワー→泡沫
	b	シャワー→泡沫→標準
	c	泡沫→標準→シャワー

表 2-2-3-8 実験スケジュール

被験者1			経過時間			
2時間前			9:10			
			9:15			
			9:20			
			9:25			
	2時間前		9:30			
			9:35			
1時間30分前			9:40			
			9:45			
		2時間前	9:50			
1時間15分前			9:55			
汚し1	1時間30分前		10:00			
汚し2			10:05			
1時間放置			10:10			
	1時間15分前		10:15			
	汚し1	1時間30分前	10:20			
	汚し2		10:25			
	1時間放置		10:30			
		1時間15分前	10:35			
		汚し1	10:40			
		汚し2	10:45			
		1時間放置	10:50			
			10:55			
			11:00			
			11:05	被験者2		
			11:10	2時間前		
皿洗			11:15			
			11:20			
			11:25			
			11:30		2時間前	
	皿洗		11:35			
			11:40	1時間30分前		
			11:45			
			11:50			2時間前
		皿洗	11:55	1時間15分前		
			12:00	汚し1	1時間30分前	
			12:05	汚し2		
			12:10	1時間放置		
			12:15		1時間15分前	
			12:20		汚し1	1時間30分前
			12:25		汚し2	
			12:30		1時間放置	
			12:35			1時間15分前
			12:40			汚し1
			12:45			汚し2

4) 吐水方法実験

止水方法実験ではシングルレバーを使用し、ストレート水栓(標準)、シャワー水栓、泡沫水栓の3種類の器具を使い4人分(44点)の食器洗浄時の使用量、流量、温度について比較を行なう。使用した水栓を図2-2-3-4に示す。実験前、吐水湯温を40℃になるようにシングルレバーの位置を調整した状態から実験を行った。実験開始後、被験者は各自最適な湯温、流量で洗浄を行うよう指示した。室内は設定温度26℃として冷房した。解析には使用量が平均 $\pm 2\sigma$ (σ は標準偏差)以内の被験者のデータのみを使用し解析を行なった。

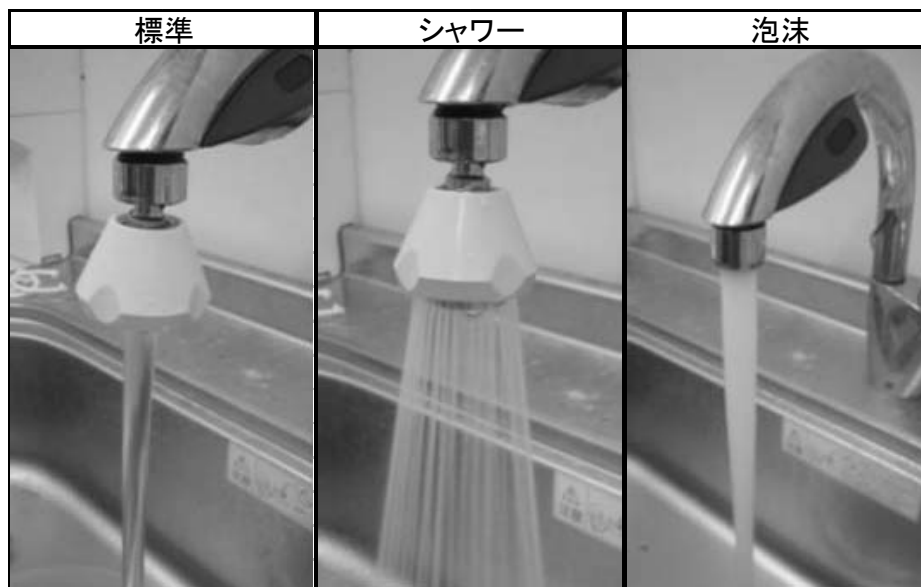


図 2-2-3-4 吐水形状比較用水栓

被験者数 26 名で、内 1 名がデータ欠損、2 名が平均 $\pm 2\sigma$ に納まらなかったため、23 名のデータにより解析を行った。被験者番号 F24 および F25 が、解析から除外した被験者である。

次に吐水形状実験による使用量を図 2-2-3-5～図 2-2-3-7に示す。

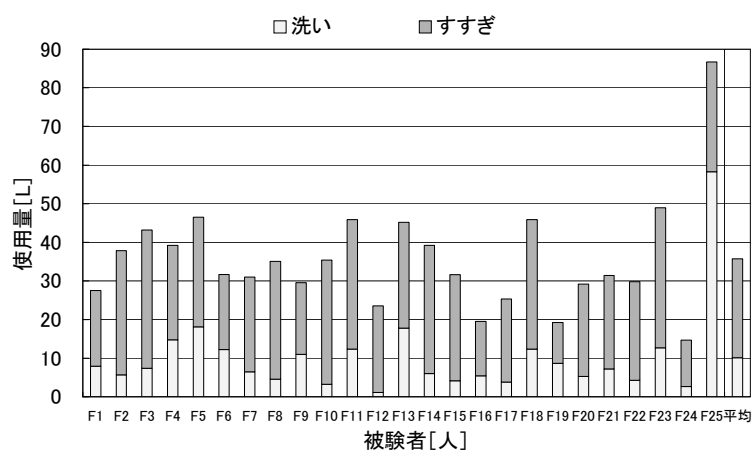


図 2-2-3-5 被験者別使用量 (標準吐水)

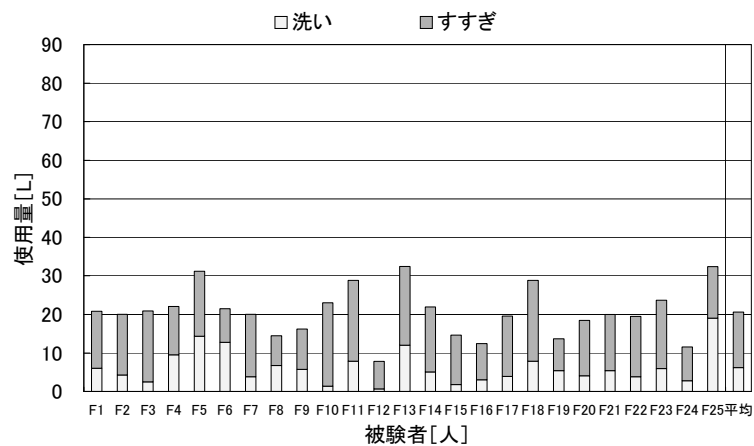


図 2-2-3-6 被験者別使用量 (シャワー吐水)

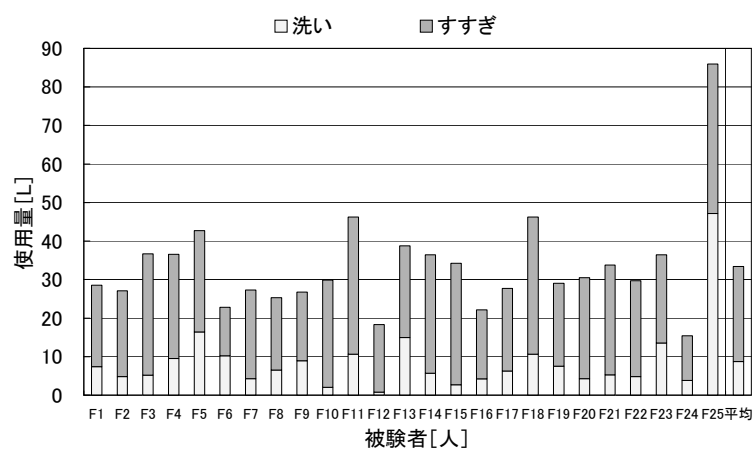


図 2-2-3-7 被験者別使用量 (泡沫吐水)

5) 吐水流量

吐水形状実験による流量を図 2-2-3-8～図 2-2-3-10に示す。

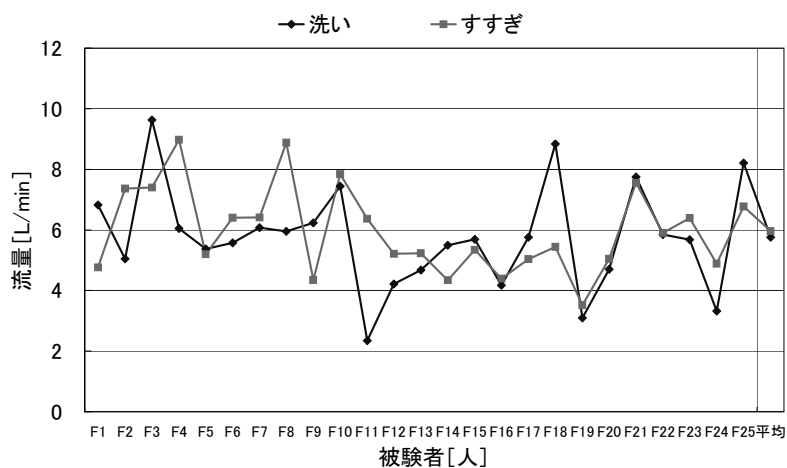


図 2-2-3-8 被験者別使用流量 (標準吐水)

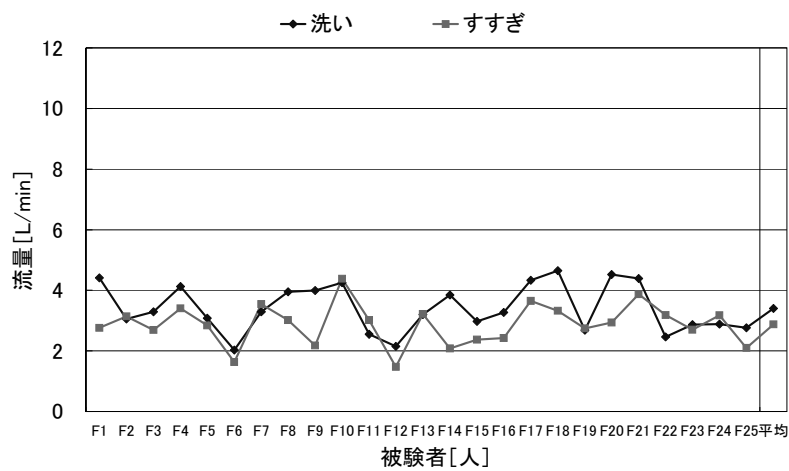


図 2-2-3-9 被験者別使用流量（シャワー吐水）

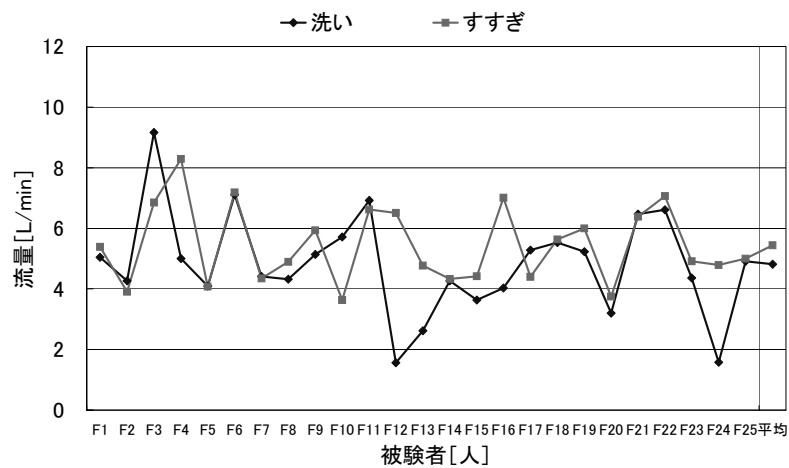


図 2-2-3-10 被験者別使用流量（泡沫吐水）

6) 吐水温度

吐水形状実験による平均温度を図 2-2-3-11～図 2-2-3-13に示す。

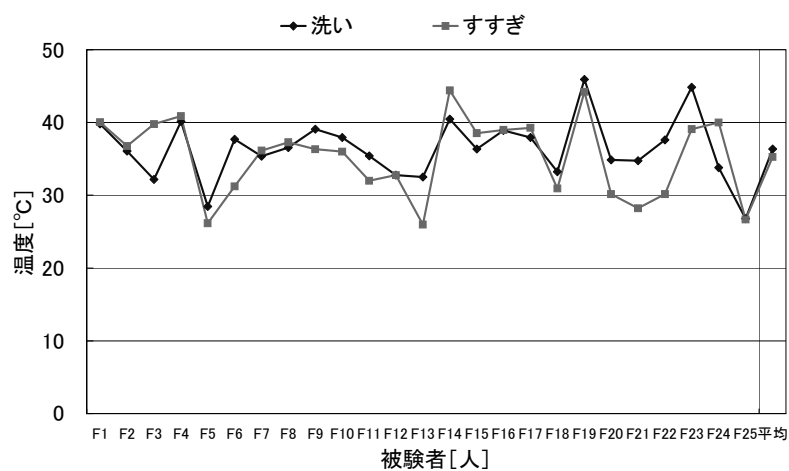


図 2-2-3-11 被験者別使用湯温（標準吐水）

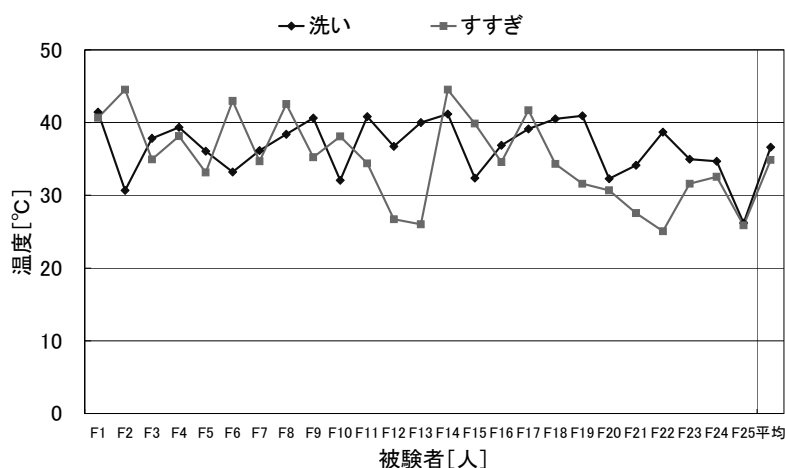


図 2-2-3-12 被験者別使用湯温（シャワー吐水）

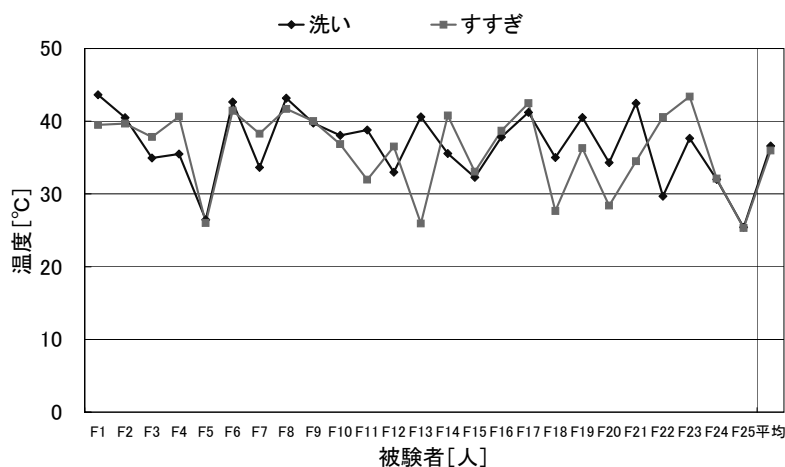


図 2-2-3-13 被験者別使用湯温（泡沫吐水）

7) 平均使用量、流量、温度

夏期実験の実験結果平均値を表 2-2-3-9 に示す。洗いとすすぎの平均使用量を図 2-2-3-14、平均流量を図 2-2-3-15、平均温度を図 2-2-3-16 に示す。参考として、研究室において昨年度冬期に行った実験結果と併せて結果を示す。使用量ではすべてにおいてすすぎの使用量が多い。シャワーにおいては使用量が少なく、これと同様に流量も小さくなっている。温度においては 2003 年度より、2004 年度の方が 8℃ほど高くなっているが、吐水形状による違いはほとんど見られない。

表 2-2-3-9 吐水形状実験平均

	2004			2003		
	標準	シャワー	泡沫	標準	シャワー	泡沫
使用量(L)	34.4	20.5	31.9	32.2	27.0	32.4
流量(L/min)	5.9	3.2	5.2	6.1	4.9	5.8
温度(°C)	36.2	36.3	36.9	28.7	28.9	28.5
節水量		13.9	2.5		5.2	-0.2
節水率		40.9%	6.3%		16.2%	-0.6%

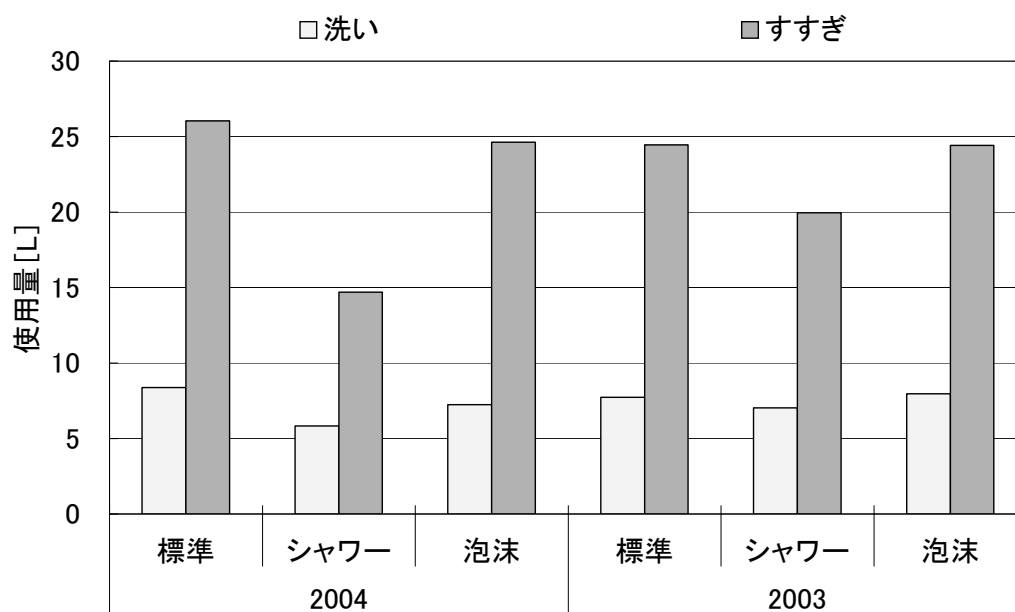


図 2-2-3-14 平均使用量

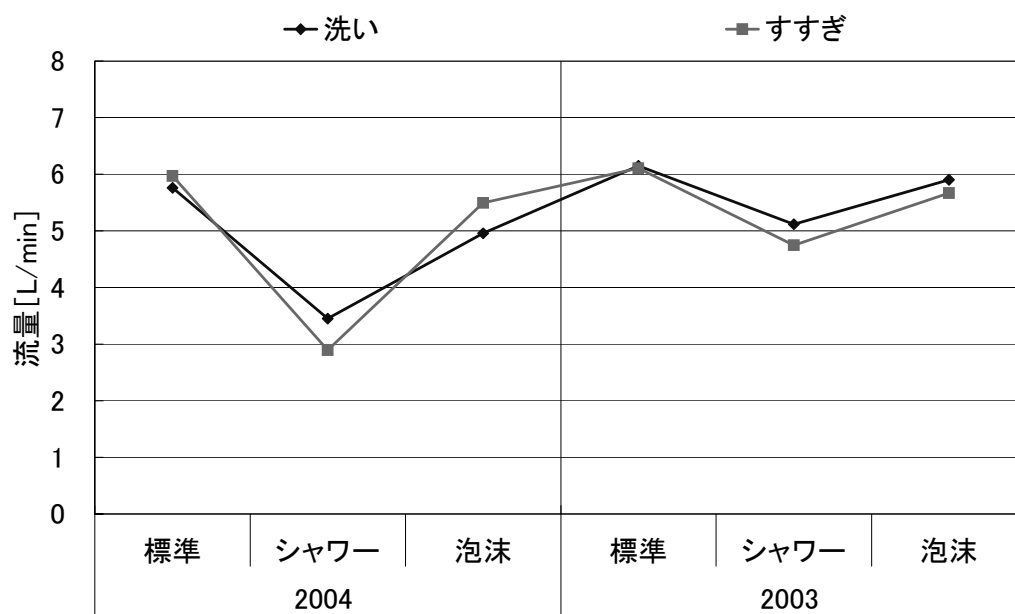


図 2-2-3-15 平均流量

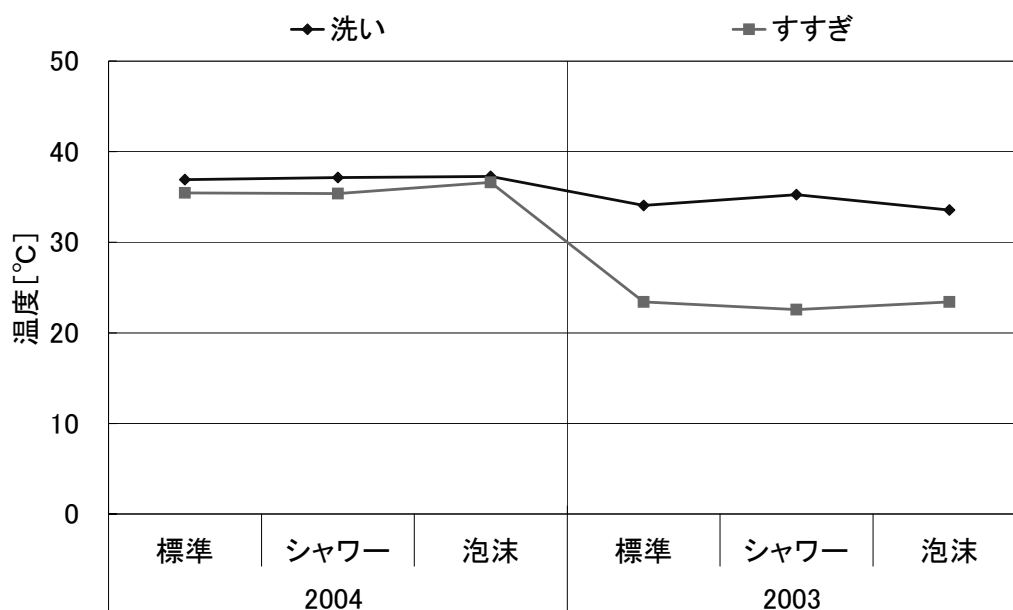


図 2-2-3-16 平均温度

8) 止水方法実験

止水方法実験ではシングルレバーを標準とし、赤外線自動センサー(センサー)、フットスイッチ(足踏み)の3種類の器具を使い4人分(44点)の食器洗浄時の使用量、流量、温度について比較を行なう。使用した止水栓を図 2-2-3-17に示す。吐水形状はストレート吐水とした。吐水実験同様、室温を 26℃に設定し、吐水からの湯温は 40℃で捨て水のない状態から実験を開始した。解析には平均±2σ内のデータから解析を行なう。

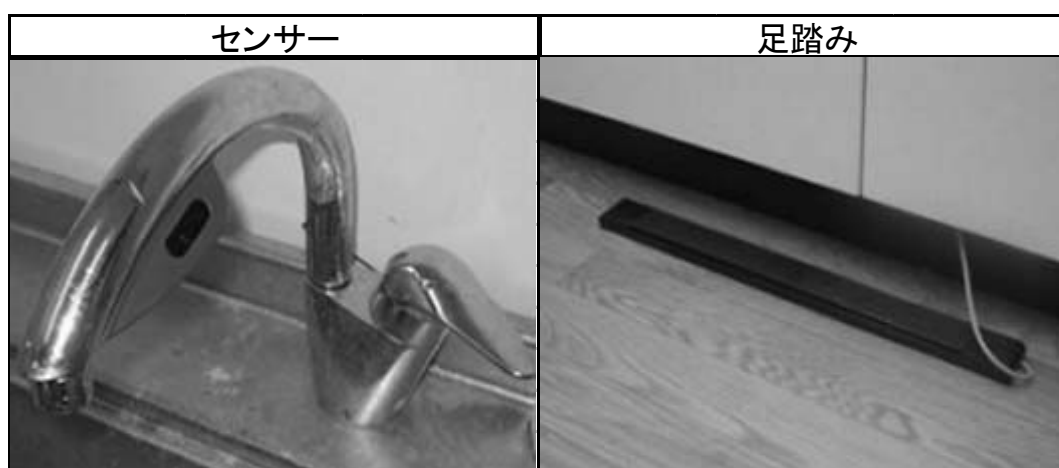


図 2-2-3-17 止水方法実験使用器具

被験者数 25 名で、内 4 名がデータ欠損、1 名が平均 $\pm 2\sigma$ に納まらないため 20 名のデータにより解析を行った。被験者番号 F21 が、解析から除外した被験者である。

止水方法実験による平均使用量を図 2-2-3-18～図 2-2-3-20 に示す。

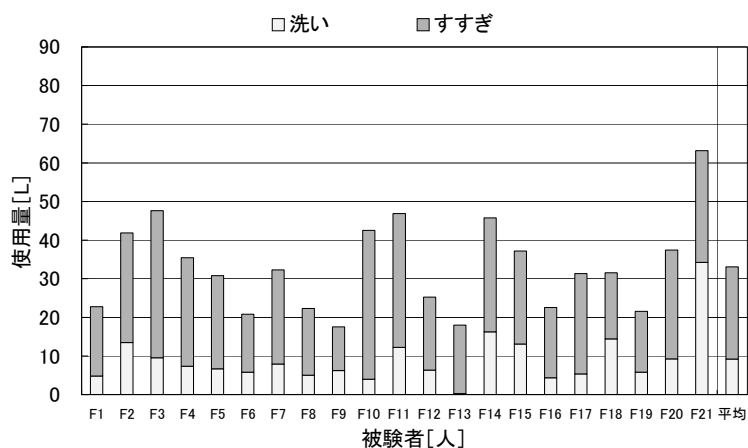


図 2-2-3-18 被験者別使用量 (標準止水)

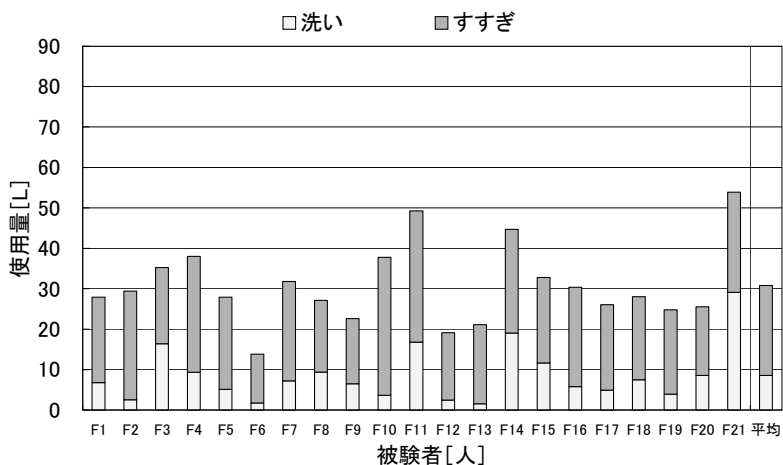


図 2-2-3-19 被験者別使用量 (センサー止水)

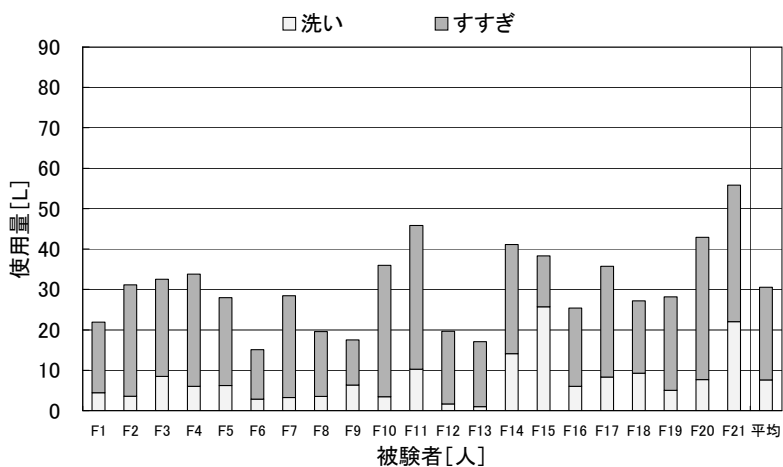


図 2-2-3-20 被験者別使用量 (足踏み止水)

9) 止水流量

止水方法実験による平均流量を図 2-2-3-21～図 2-2-3-23に示す。

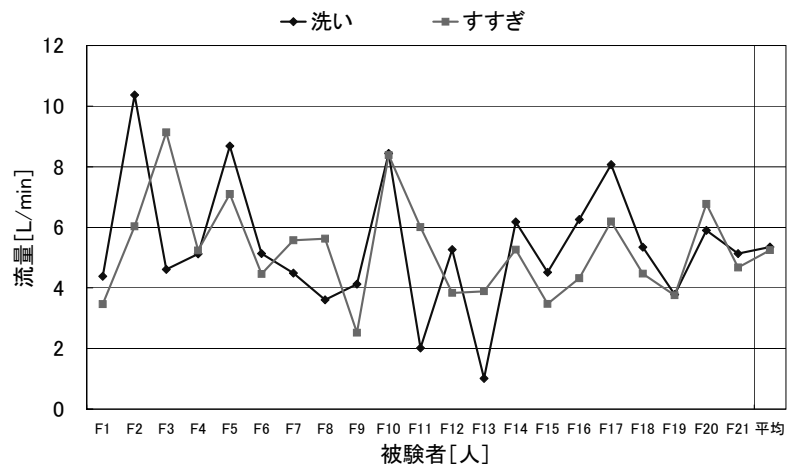


図 2-2-3-21 被験者別使用流量 (標準止水)

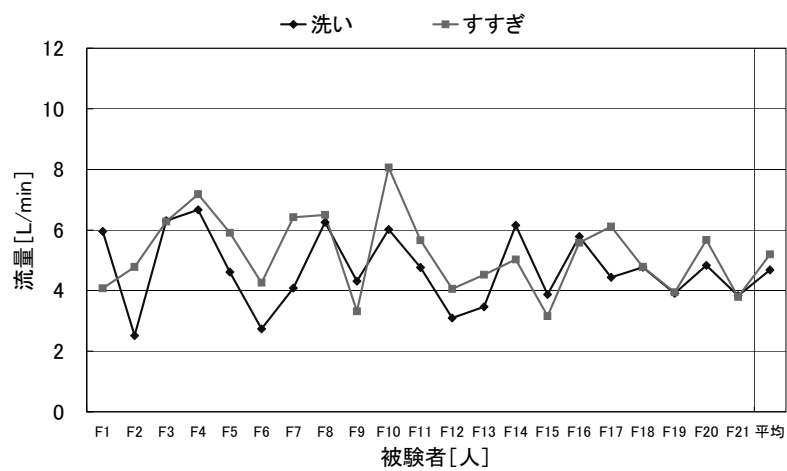


図 2-2-3-22 被験者別使用流量 (センサー止水)

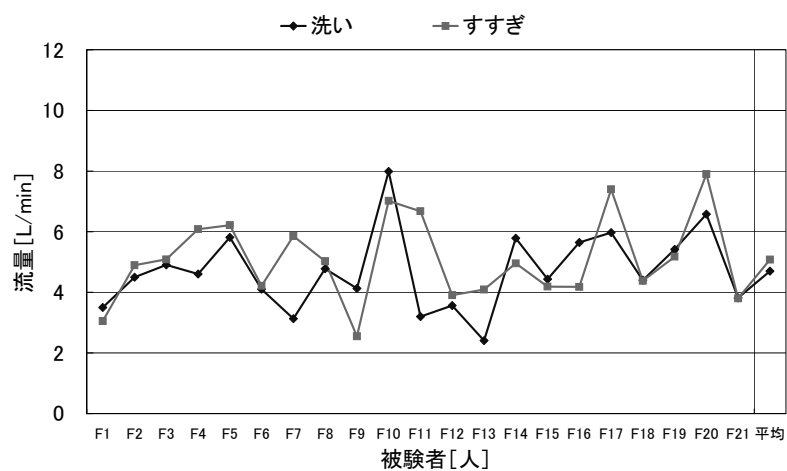


図 2-2-3-23 被験者別使用流量 (足踏み止水)

10) 止水温度

止水方法実験による平均温度を図 2-2-3-24～図 2-2-3-26に示す。

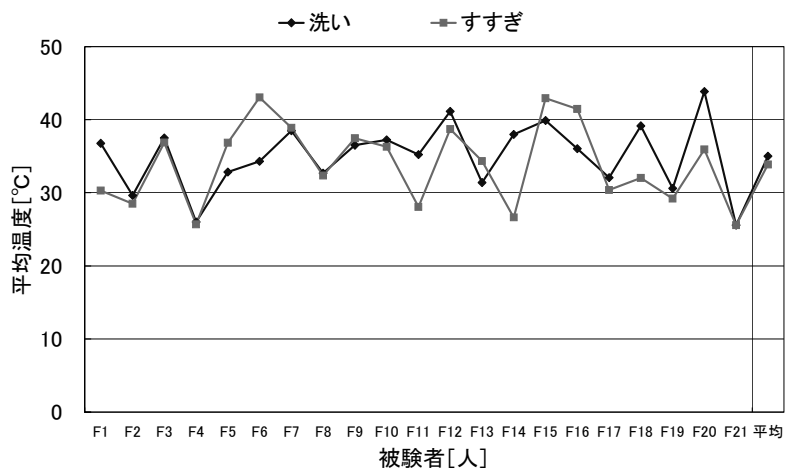


図 2-2-3-24 被験者別使用湯温（標準止水）

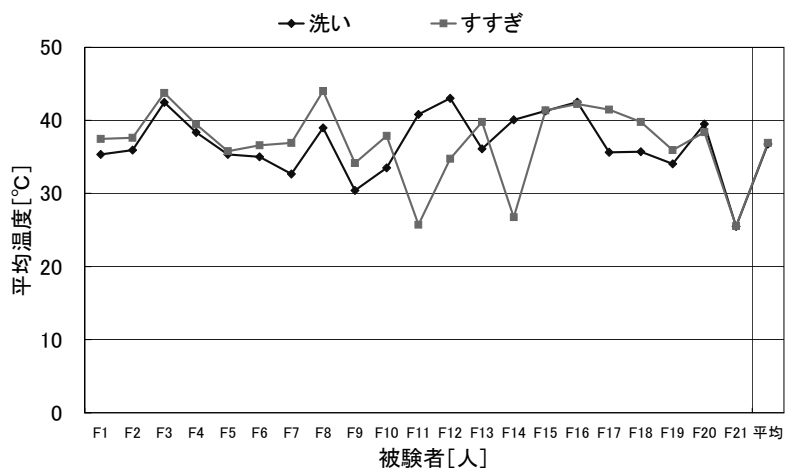


図 2-2-3-25 被験者別使用湯温（センサー止水）

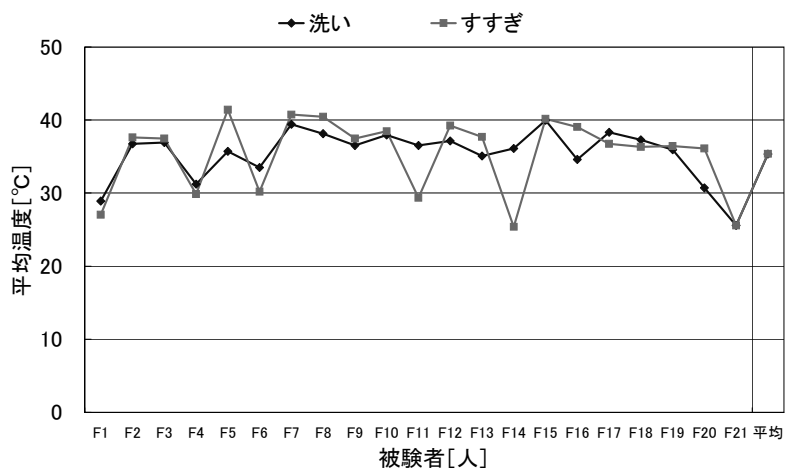


図 2-2-3-26 被験者別使用湯温（足踏み止水）

11) 平均使用量、流量、温度

止水実験結果の平均値を表 2-2-3-10に示す。洗いとすすぎの平均使用量を図 2-2-3-27、平均流量を図 2-2-3-28、平均温度を図 2-2-3-29に示す。参考として、研究室において昨年度冬期に行った実験結果と併せて結果を示す。使用量ではすべてにおいてすすぎの使用量が多い。センサーにおいては使用量、流量にあまり変化が見られなかった。湯温においては 2003 年度、2004 年度とあまり変化が見られなかった。

表 2-2-3-10 止水方法実験平均

	2004			2003		
	標準	センサー	足踏み	標準	センサー	足踏み
使用量	31.6	29.7	29.3	34.6	32.0	30.5
流量	5.3	5.0	4.9	6.4	6.0	6.6
温度	34.9	37.4	35.9	34.5	37.9	35.5
節水量		1.9	2.3		2.6	4.1
節水率		6.0%	7.8%		7.5%	12.7%

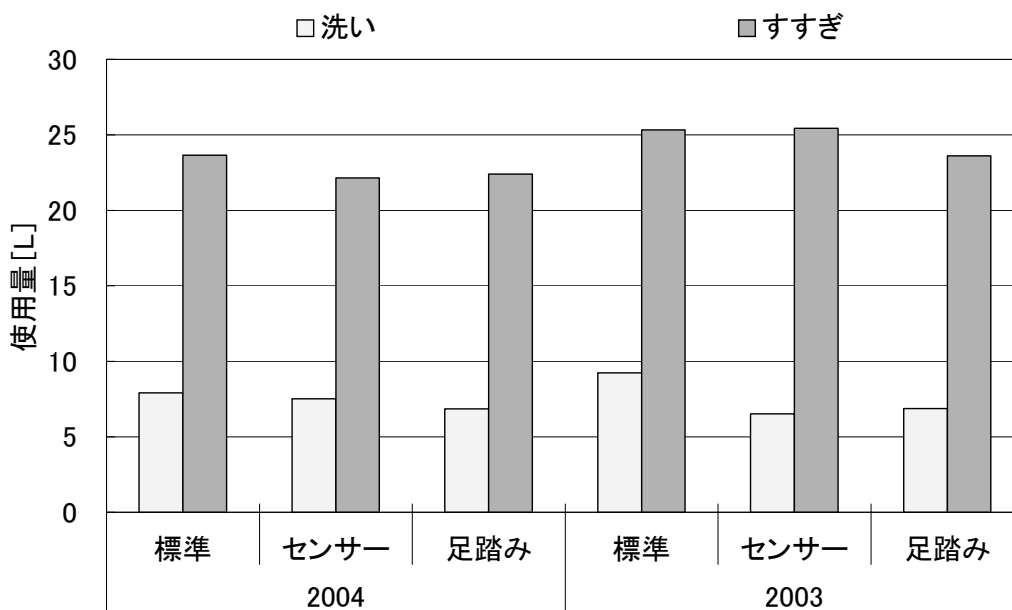


図 2-2-3-27 平均使用量

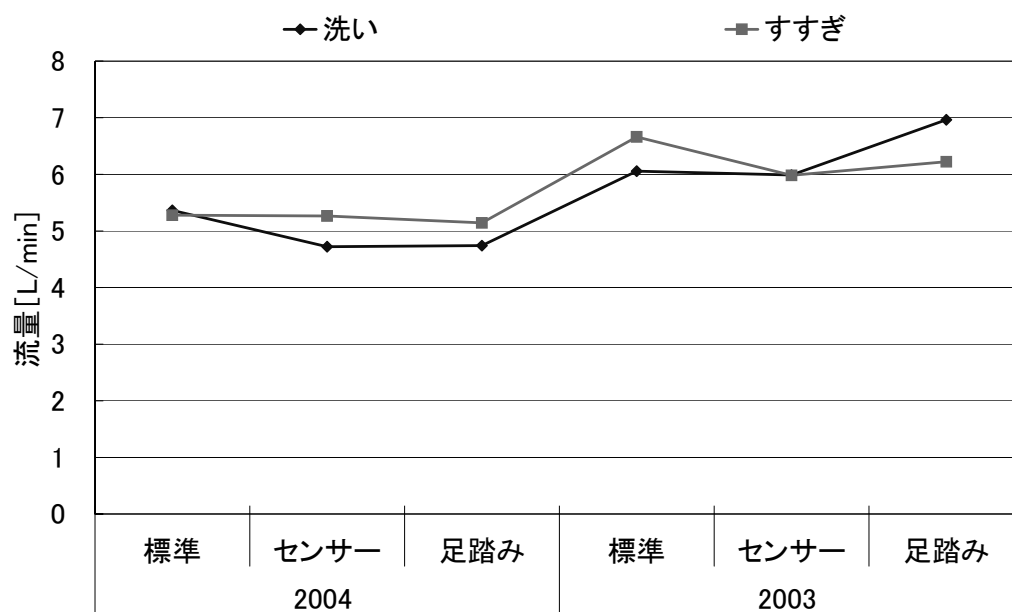


図 2-2-3-28 平均流量

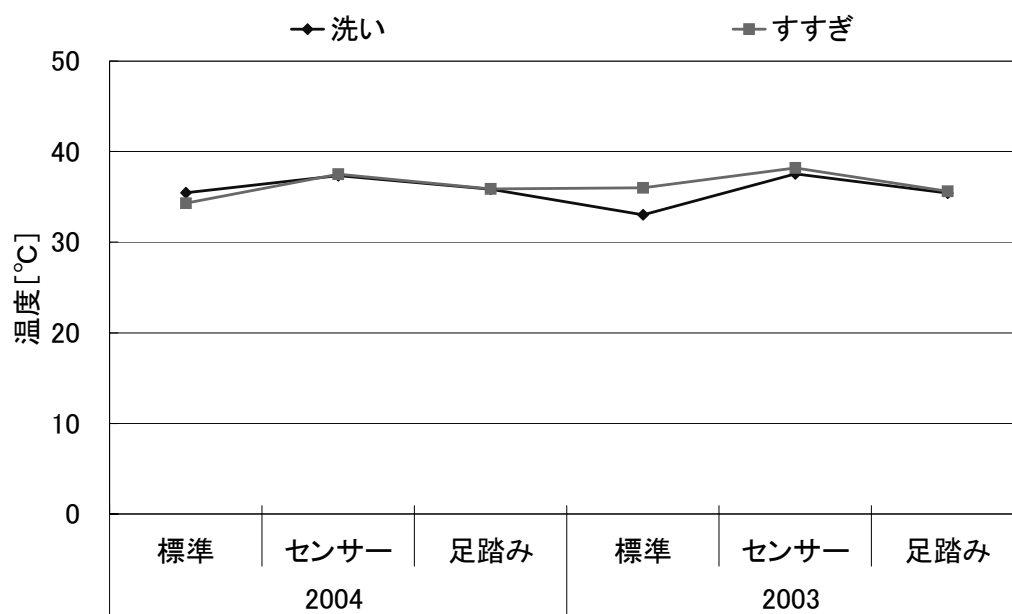


図 2-2-3-29 平均温度

4-3-2 冬期食器洗浄実験

1) 実験概要

冬期食器洗浄実験は、夏期実験において使用水量が平均値に近かった被験者10名によって行った。標準としてストレート吐水とシングルレバー止水の組み合わせで実験を行った。また同水栓、同被験者で、快適な範囲内で水温をできるだけ下げて、食器洗浄を行う下限水温実験を行った。冬期実験期間は2005年1月11日～1月14日に行った。実験方法は、夏期実験と同様である。洗浄した食器数は、標準の場合は、夏期実験と同じ4人分（4 4点）であるが、下限水温実験では、大皿4枚、中皿4枚、グラス4個の合計12点で実験を行った。

冬期実験における標準と下限水温実験の結果を被験者別および平均値を示す。図2-2-3-31に使用量、図2-2-3-32に使用流量、図2-2-3-33に使用湯温を示す。また、標準と下限水温実験における使用湯温の差を図2-2-3-34に、すすぎ時の温度差の大きい順にソートしたものを図2-2-3-35に示す。下限水温実験では、使用湯温に個人差が大きく15℃～35℃程度の結果となった。平均値では、約27℃であった。標準時の湯温差も個人差が大きく、すすぎ時で最大約28℃温度を下げることもできた被験者から、ほとんど湯温を変化させない被験者までいた。このような状況ではあるが、平均すると、すすぎ時で約10℃、洗い時で約7℃温度低下が可能である結果となった。一方、流量および標準での使用湯温については、被験者による差異は少なかった。

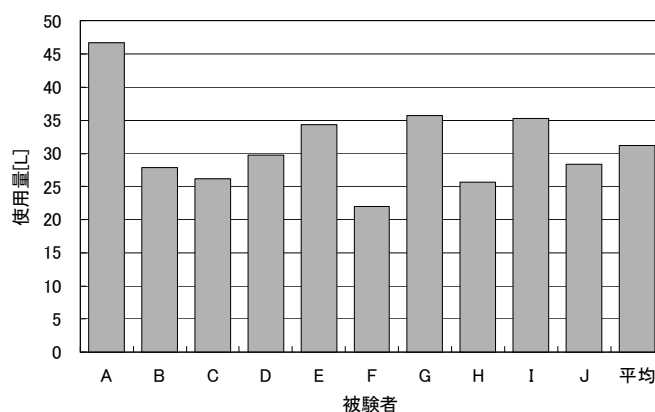


図 2-2-3-30 冬期実験被験者別使用量（標準実験）

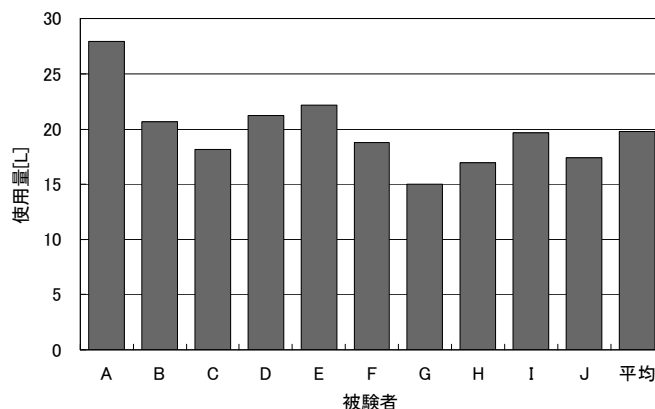


図 2-2-3-31 冬期実験被験者別使用量（下限水温実験）

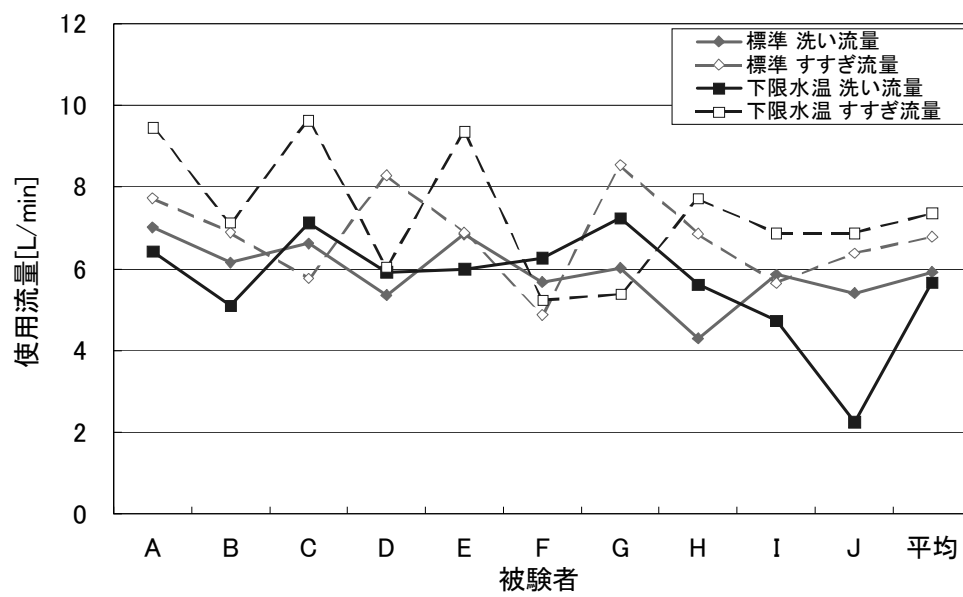


図 2-2-3-32 冬期実験被験者別使用流量

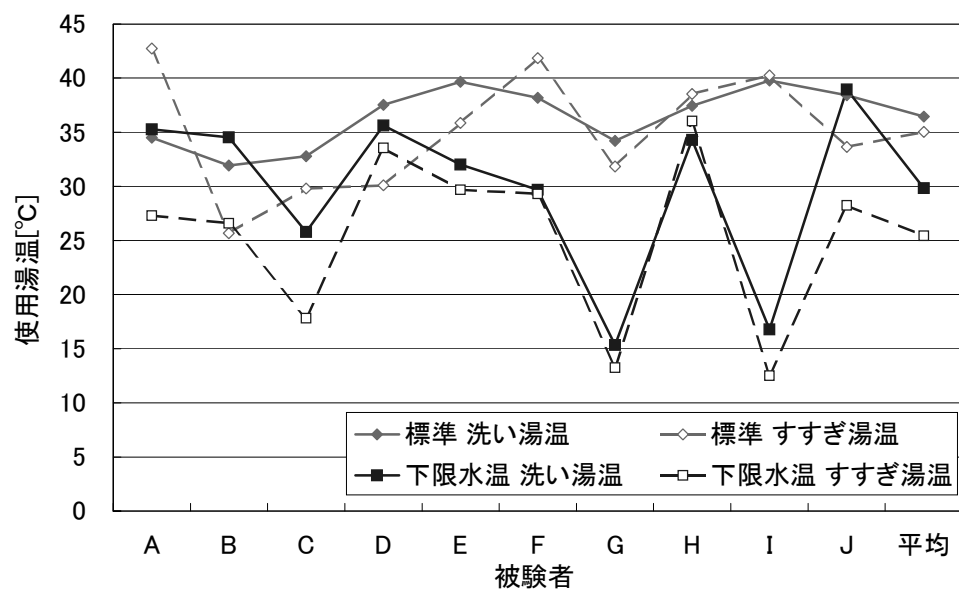


図 2-2-3-33 冬期実験被験者別使用湯温

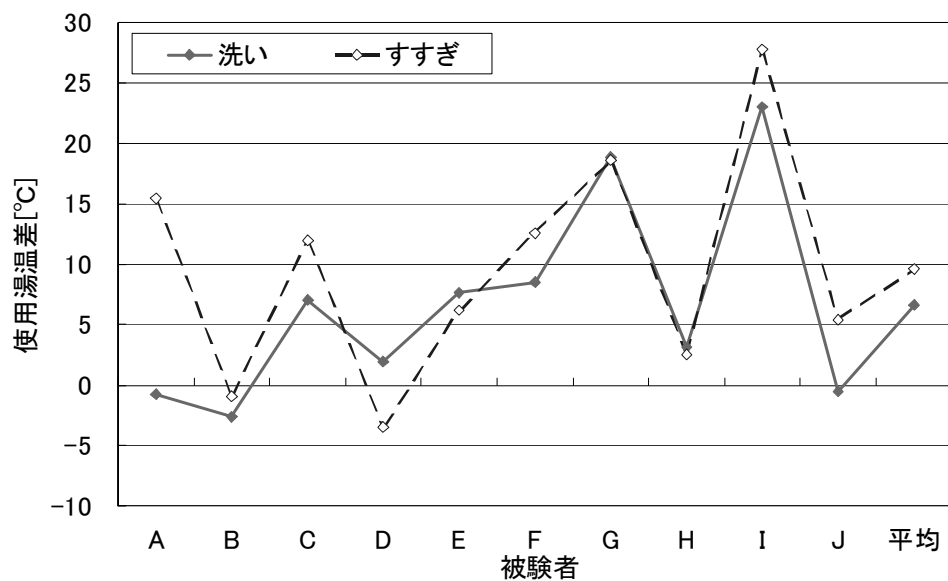


図 2-2-3-34 冬期実験被験者別使用湯温温度差（標準、下限水温の差）

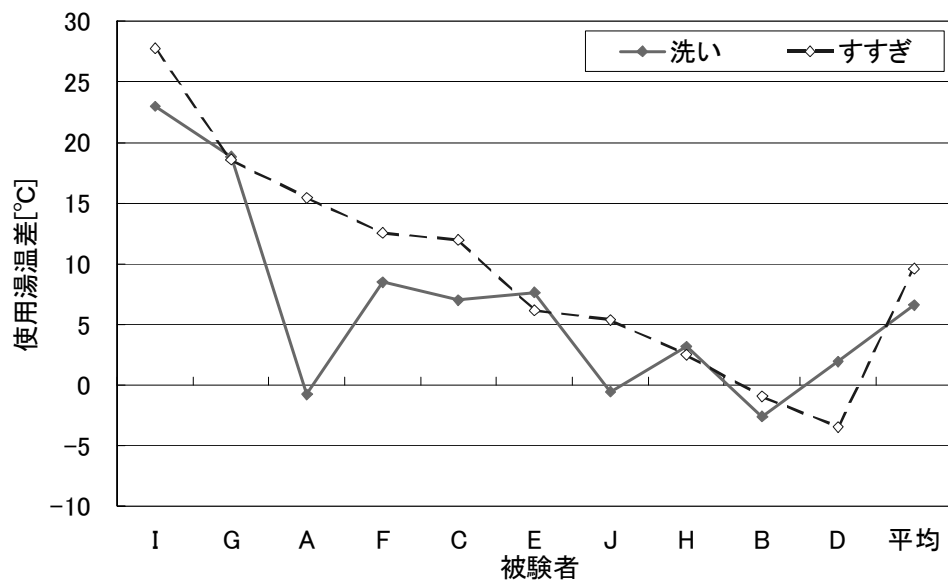


図 2-2-3-35 冬期実験被験者別使用湯温温度差ソート（標準、下限水温の差）

表 2-2-3-11 冬期実験実験結果平均値

		湯温[°C]			流量[L/min]			使用水量[L]		
		洗い	すすぎ	平均	洗い	すすぎ	平均	洗い	すすぎ	平均
標準	平均	36.4	35.0	35.3	5.9	6.8	6.7	5.4	25.8	31.2
	標準偏差	2.8	5.8	5.0	0.8	1.2	1.0	2.7	7.5	7.1
下限温度	平均	29.8	25.4	27.4	5.7	7.4	6.6	8.1	11.7	19.8
	標準偏差	8.1	8.2	7.8	1.4	1.6	1.1	3.7	3.5	3.6

2) アンケート調査の結果

実験時全被験者にアンケートを行った。アンケート内容を下記に示す。冬期実験においては、項目Ⅳのみ行った。

実験前のアンケート結果を表 2-2-3-12、表 2-2-3-13に、実験後アンケート結果を表 2-2-3-14に示す。

表 2-2-3-12 夏期アンケート結果（その 1）

Ⅰ ご自身について									
住宅の種類				家族の人数	家族の続柄・年齢				
戸建住宅	マンション	アパート	その他	家族の人数	続柄	年齢			
15	8	1	2	4		51.4			
主に食器洗いをしているか				冷え性ですか					
はい	いいえ	はい	いいえ	問題ない					
28	0	14	11	2					
Ⅱ お住まいの給湯・給水設備について									
1) 給湯設備はあるか		給湯器の種類							
ある	ない	瞬間湯沸器	ガス湯沸器	電気温水器	ヒートポンプ	石油給湯器	その他		
27	2	3	22	1	0	0	0		
2) 温度設定はできるか		食器の汚れ具合によって、温度設定を変えるか							
できる	できない	必ず	よく	あまり	まったく				
28	0	1	3	18	6				
1) 台所水栓					2) 吐水口				
1バルブ	シングル	2バルブ	サーモ	その他	標準型	シャワー型	泡沫型	その他	
4	22	3	0	0	19	4	3	0	
3) その他									
特になし	自動水栓	足踏止水栓	その他						
21	0	0	0						

表 2-2-3-13 夏期アンケート結果（その2）

3. 浄水器について										
1) 使用しているか		2) 理由		3) 何に使用しているか						
①はい	②いいえ			調理全般	飲用	煮炊き用	食品の洗浄	食器洗い	その他	
16	13			11	13	13	0	0	0	
4. 水(ミネラルウォーターなど)について										
1) 購入しているか		2) この時期の購入量		3) 何に使用						
①はい	②いいえ	1週間に	1ヶ月に	①調理全般						
12	17	73	100	0						
Ⅲ. 普段の食器洗いについて										
1. 自動食器洗い機について										
1) 使用しているか		2) メーカー名	毎回使用	どのような時	たまに	どのような時	使用していない	その他		
3	26	0	1	0	2	0	0	0		
2. 食器洗い時に使用しているもの										
下洗いをする	しない	手袋を使用	ときどき	使っていない						
2	1	2	1	24						
3. 食器の洗い方について										
1) 食器洗い時の水・湯				2) 食器を洗う前に汚れを落とすには						
出しっぱなし	こまめに止める	桶に溜める	その他	拭き取って	浸け置き	浸け置時間	湯で流して	その他		
8	14	9	0	8	17	0	19	0		
3) 食器洗い中に洗剤をつける回数										
1回	2～4回	4～7回	それ以上							
9	18	2	0							
4. 食器を洗った後、どのようにしているか				1) 普段、ご家庭で食事をされる人数(食器枚数)						
布巾などで拭く	自然乾燥させる	乾燥機を使用	その他	平日			休日			
				①朝食	②昼食	③夕食	①朝食	②昼食		
10	16	8	0	3.3	1.1	3.3	3.3	2.9		
2) 普段、何人分の食器を洗うか										
休日	平日			休日			平日			
③夕食	①朝食	②昼食	③夕食	①朝食	②昼食	③夕食	①朝食	②昼食		
3.6	3.1	1.0	3.4	3.2	2.9	3.6	5.0	2.1		
3) 1人分の食器の枚数(箸・コップを含まない)										
平日	休日			平日			休日			
③夕食	①朝食	②昼食	③夕食	①朝食	②昼食	③夕食	①朝食	②昼食	③夕食	
10.3	5.7	5.2	11.1	9.1	5.1	16.6	11.0	10.5	19.4	
Ⅳ. この時期の水・湯の使用について										
A. 食器を洗う時							B. 食品を洗う時			
必ず	普段は湯	設定温度	必ず	普段は水	その時々で	使い分ける時	必ず	普段は湯	設定温度	
10	1	40	2	4	12		1	0	40	
C. 煮炊きに使う時										
必ず	普段は水	その時々で	使い分ける時	①必ず湯	普段は湯	(設定温度)	③必ず水	④普段は水	使い分ける	
20	5	1	0	1	0	0	16	8	2	
D. 洗顔										
使い分ける時	①必ず湯	普段は湯	(設定温度)	③必ず水	④普段は水	使い分ける	使い分ける時			
0	3	8	0	10	3	5	0			
E. 歯磨き							F. 手洗い			
①必ず湯	普段は湯	(設定温度)	③必ず水	④普段は水	使い分ける	使い分ける時	①必ず湯	普段は湯	(設定温度)	
3	6	0	11	5	2	0	1	6	0	
G. 洗濯										
③必ず水	④普段は水	使い分ける	使い分ける時	①必ず湯	普段は湯	(設定温度)	③必ず水	④普段は水	使い分ける	
9	6	6	0	1	2	0	10	7	1	
H. 風呂										
使い分ける時	風呂の残湯									
0	8									
Ⅴ. 給水・給湯に関するあなたの考えについて										
1. 水や湯を使う時、節水を意識しているか					2. 給湯にかかるエネルギーについて節約を意識しているか					
非常に	意識してる	理由	あまり	してない	非常に	意識してる	理由	あまり	してない	
2	19	0	8	0	1	17	0	11	0	

表 2-2-3-14 実験後のアンケート結果

2004夏期							
A. 食器を洗う時							
必ず	普段は湯	設定温度	必ず	普段は水	その時々で	使い分る時	
10	1	40	2	4	12		
B. 食品を洗う時							
必ず	普段は湯	設定温度	必ず	普段は水	その時々で	使い分る時	
1	0	40	20	5	1	0	
C. 煮炊きに使う時							
①必ず湯	普段は湯	(設定温度)	③必ず水	④普段は水	使い分ける	使い分る時	
1	0	0	16	8	2	0	
D. 洗顔							
①必ず湯	普段は湯	(設定温度)	③必ず水	④普段は水	使い分ける	使い分る時	
3	8	0	10	3	5	0	
E. 歯磨き							
①必ず湯	普段は湯	(設定温度)	③必ず水	④普段は水	使い分ける	使い分る時	
3	6	0	11	5	2	0	
F. 手洗い							
①必ず湯	普段は湯	(設定温度)	③必ず水	④普段は水	使い分ける	使い分る時	
1	6	0	9	6	6	0	
G. 洗濯							
①必ず湯	普段は湯	(設定温度)	③必ず水	④普段は水	使い分ける	使い分る時	風呂の残湯
1	2	0	10	7	1	0	8
2005冬期							
A. 食器を洗う時							
必ず	普段は湯	設定温度	必ず	普段は水	その時々で	使い分る時	
3	5	37	0	0	2	0	
B. 食品を洗う時							
必ず	普段は湯	設定温度	必ず	普段は水	その時々で	使い分る時	
0	0	0	5	2	3	0	
C. 煮炊きに使う時							
①必ず湯	普段は湯	(設定温度)	③必ず水	④普段は水	使い分ける	使い分る時	
0	0	0	6	1	3	0	
D. 洗顔							
①必ず湯	普段は湯	(設定温度)	③必ず水	④普段は水	使い分ける	使い分る時	
2	1	40	2	2	3	0	
E. 歯磨き							
①必ず湯	普段は湯	(設定温度)	③必ず水	④普段は水	使い分ける	使い分る時	
1	1	37	3	2	3	0	
F. 手洗い							
①必ず湯	普段は湯	(設定温度)	③必ず水	④普段は水	使い分ける	使い分る時	
0	1	30	3	1	5	0	
G. 洗濯							
①必ず湯	普段は湯	(設定温度)	③必ず水	④普段は水	使い分ける	使い分る時	風呂の残湯
0	1	25	3	3	2	0	3

食器洗浄における水温、水量の測定を被験者実験によって行った結果、使用水温は、被験者による個人差、夏期・冬期による季節差はほとんどなく、35～36℃程度であった。流量に関しては、吐水形状により差が見られたが、標準（ストレート吐水）では、6L/min程度であった。

冬期における下限水温実験では、個人差が大きく15℃～35℃程度の結果となった。平均値では、約27℃であった。この結果より食器洗浄においては、浴室での使用湯温である40～42℃程度の湯は必要なく、25～30℃程度の水温で不快なく食器洗浄が可能であると思われる。

4-3-3 食器洗浄時の水温・水量に関する実験（平成17年度実験）

住宅の中で約3分の1のエネルギー消費となっている給湯用エネルギーの削減可能性をさらに検討するため、被験者を用いた食器洗浄時の水温・水量の詳細な測定実験を行う。周囲の気温・湿度を通常の室内における値としておき、4人家族分相当の食器洗浄作業を行う。その際に水温を各被験者のちょうどよいと思われる水温と、それよりも低温の2水準を検討する。ただし、水量は各被験者が適当と考える量に調整してもらう。以上の各実験時における周囲気温・湿度、水温、使用した水量を測定・記録する。また実験終了後に使用感についてのアンケート調査を行う。

まず夏期食器洗浄実験として、吐水形状（ストレート、シャワー、泡沫吐水）の違いによる実験と止水方法（シングルレバー、センサー、足踏み式止水）の違いによる実験を行った。被験者は、吐水形状実験25名、止水方法実験26名（内共通被験者22名）であった。実験室内を夏期の室内状況を想定し、エアコンにて26℃で冷房し、実験を行った。

冬期食器洗浄実験は、夏期実験において使用水量が平均値に近かった被験者10名によって行った。標準的なストレート吐水とシングルレバー止水の組み合わせで実験を行った。同水栓、同被験者で、快適な範囲内で水温をできるだけ下げて、食器洗浄を行う下限水温実験を行った。

食器洗浄中に使用した水量と温度について測定を行なった。洗浄してもらう食器は4人家族を想定した4セット（44点）で（財）ベターリビング食洗機性能指標に基づき汚した。実験は、神奈川大学岩本研究室給湯実験室において行ない、被験者の詳細を表2-2-3-15に示す。

表 2-2-3-15 被験者概要

	H17年度夏期実験			H17年度冬期実験			
	吐水実験	止水実験	併用実験	吐水実験	止水実験	併用実験	下限実験
水栓器具	標準	標準	標準 併用	標準	標準	標準 併用	快適 下限
	泡沫	センサー		泡沫	センサー		
	シャワー	足踏み		シャワー	足踏み		
実験期間	2005/7/26～9/2			2005/12/1～12/28			
被験者数	8(7)	7(6)	8(7)	8(7)	8(7)	8(7)	男10女10
平均年齢	21.4	21.1	21.6	21.9	21.6	21.8	22.3

※()内は解析に用いた人数

1) 吐水使用量

H17年度夏期吐水形態実験による使用量を図2-2-3-36～図2-2-3-38に示す。被験者ごとに個人差はあるが、全ての被験者において標準よりも泡沫吐水のほうが使用量が低く、さらに泡沫吐水よりもシャワー吐水のほうが使用量が低くなっている。シャワー吐水の節水効果が非常に高く、全被験者において節水効果があることがわかった。

H17 年度冬期吐水形態実験による使用量を図 2-2-3-39～図 2-2-3-41に示す。冬期でも夏期と同様に、ほぼ全被験者において標準よりもシャワー吐水での使用量が低いことがわかる。しかし、夏期は被験者ごとの使用量にばらつきが多く見られたが、冬期では全体的に同じような使用量になっている。シャワー吐水の節水効果が高いということに関しては夏期と同様である。

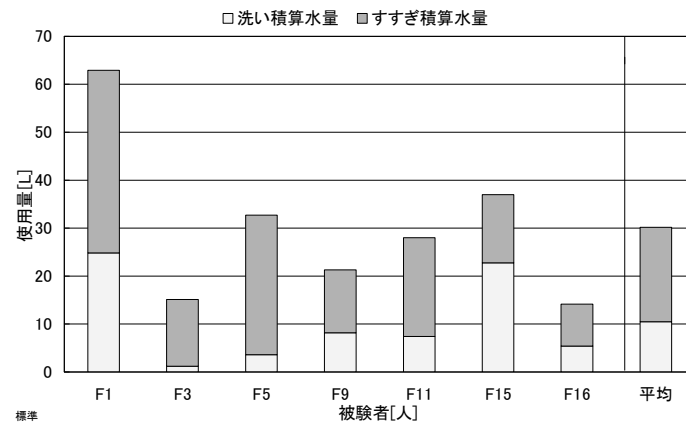


図 2-2-3-36 H17 年度夏期標準使用量

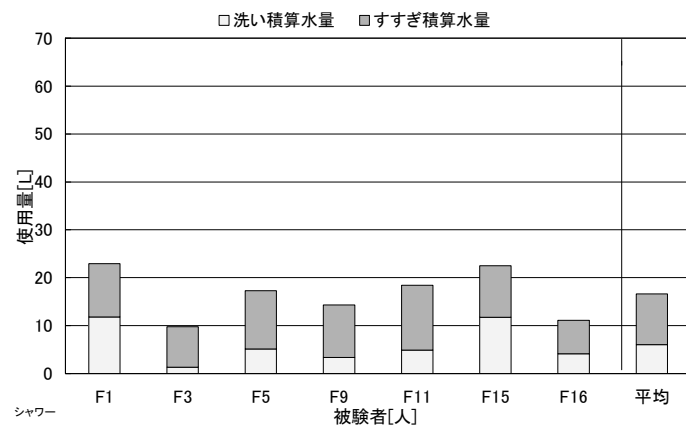


図 2-2-3-37 H17 年度夏期シャワー使用量

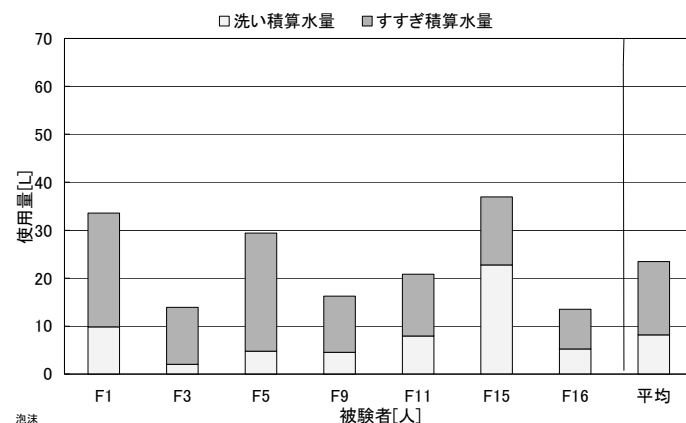


図 2-2-3-38 H17 年度夏期泡沫使用量

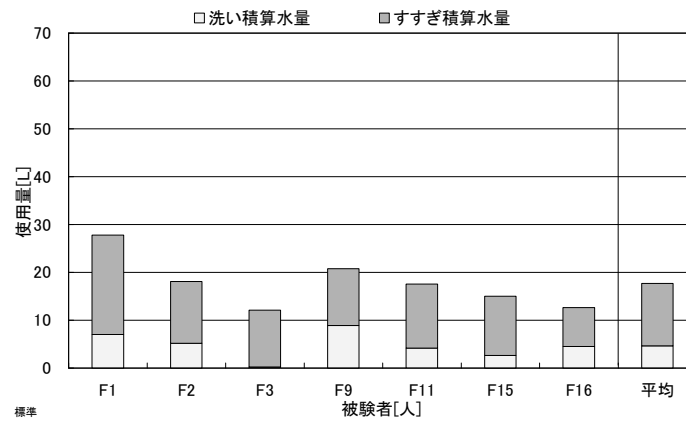


図 2-2-3-39 H17 年度冬期標準使用量

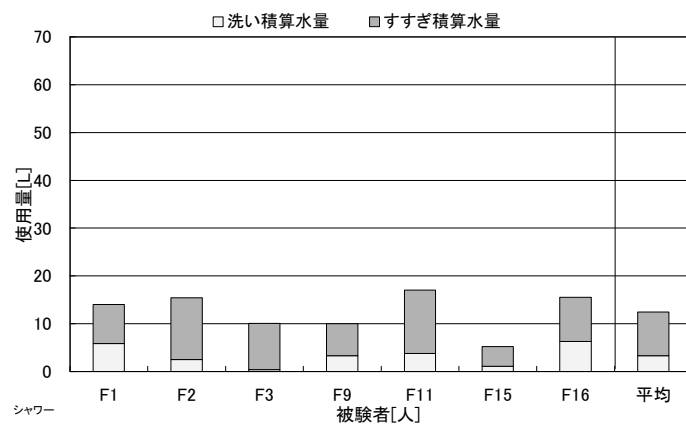


図 2-2-3-40 H17 年度冬期シャワー使用量

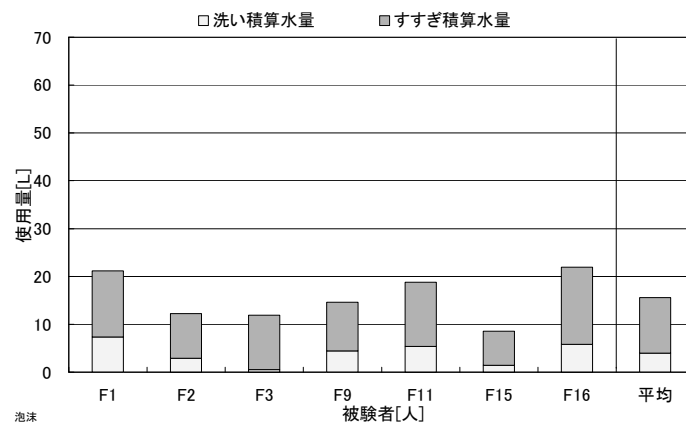


図 2-2-3-41 H17 年度冬期泡沫使用量

2) 吐水流量

H17 年度夏期吐水形態実験による平均流量を図 2-2-3-42～図 2-2-3-44に示す。標準、泡沫吐水では被験者ごとの流量にばらつきが多く見られるが、シャワー吐水では全ての被験者で流量が 2～4L/min 程度になっている。シャワー吐水は水・湯の勢いが強いので、自然と流量が下がる。それがそのまま使用量の削減につながったと考えられる。

H17 年度冬期吐水形態実験による平均流量を図 2-2-3-45～図 2-2-3-47に示す。夏期と同様にシ

シャワー吐水の流量が2～4L/min程度となり、標準よりも低い結果となった。シャワー吐水は水・湯の勢いが強いので、自然と流量が下がる。それがそのまま使用量の削減につながったと考えられる。

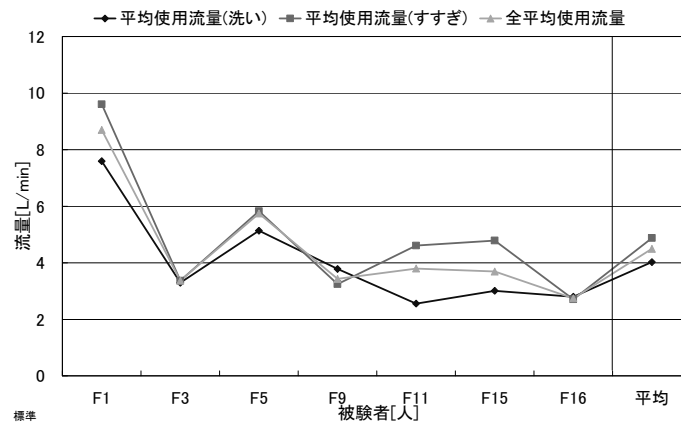


図 2-2-3-42 H17 年度夏期標準流量

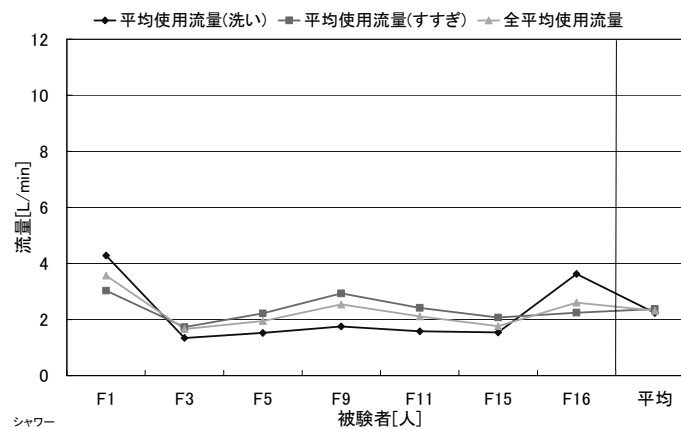


図 2-2-3-43 H17 年度夏期シャワー流量

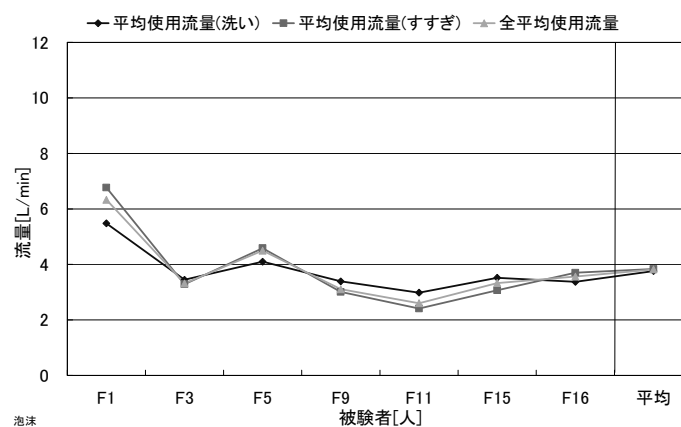


図 2-2-3-44 H17 年度夏期泡沫流量

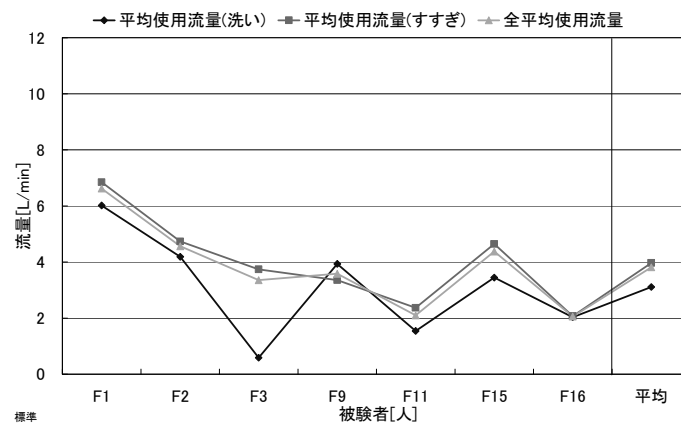


図 2-2-3-45 H17 年度冬期標準流量

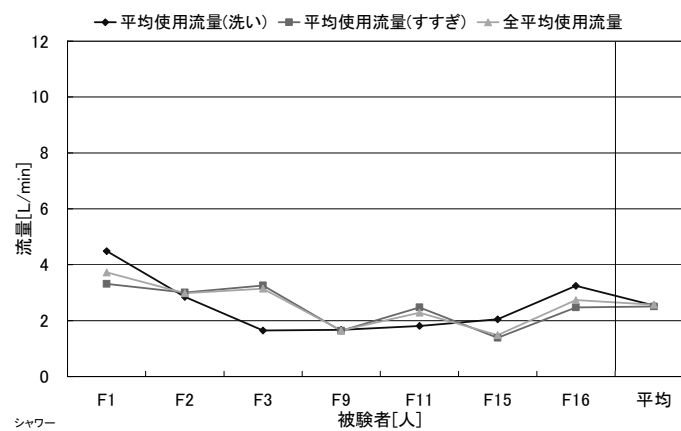


図 2-2-3-46 H17 年度冬期シャワー流量

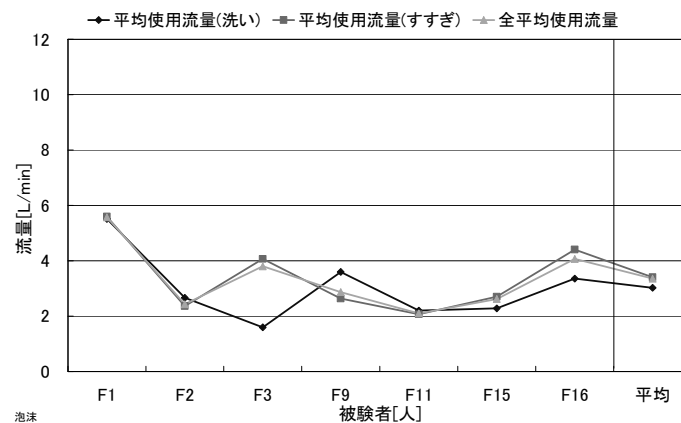


図 2-2-3-47 H17 年度冬期泡沫流量

3) 吐水温度

H17 年度夏期吐水形態実験による平均温度を図 2-2-3-48～図 2-2-3-50に示す。吐水温度に関しては傾向が見られず、器具に関係なく全てにおいて平均温度が 30℃付近であった。また、湯温が高い被験者と低い被験者に分かれており、器具が変わっても個人の吐水温度に大きな違いはなかった。

H17 年度冬期吐水形態実験による平均温度を図 2-2-3-51～図 2-2-3-53に示す。夏期と同様に、

吐水温度に関しては傾向が見られず、器具に関係なく全てにおいて平均温度が 30℃付近であった。冬期では使用湯温が夏期よりも高くなることを想定していたが大きな差はなく、季節による吐水温度の違いは小さいといえる。

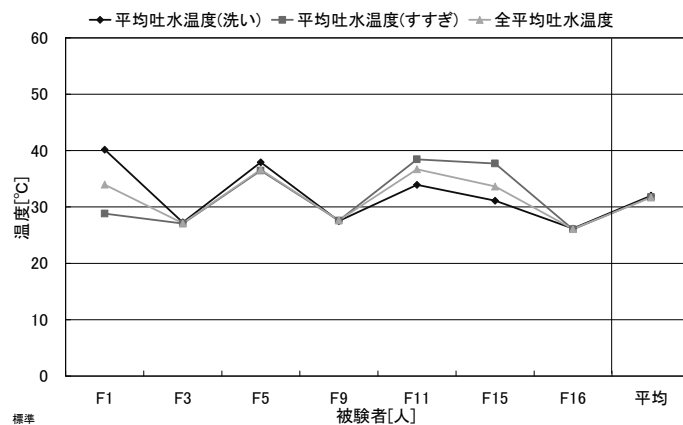


図 2-2-3-48 H17 年度夏期標準温度

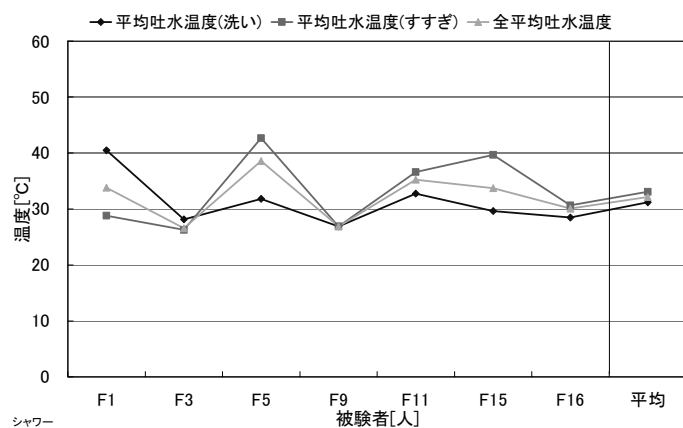


図 2-2-3-49 H17 年度夏期シャワー温度

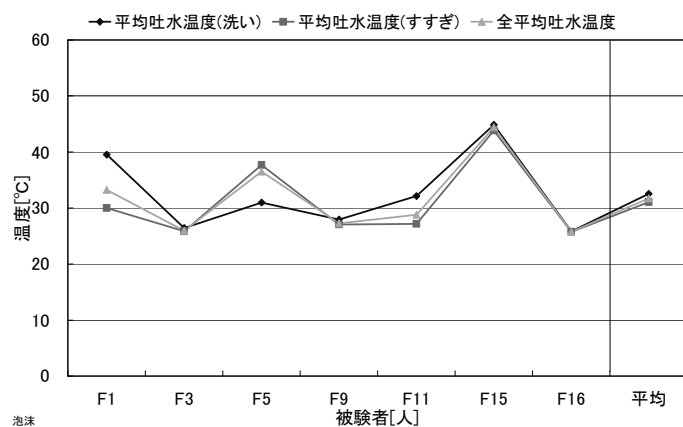


図 2-2-3-50 H17 年度夏期泡沫温度

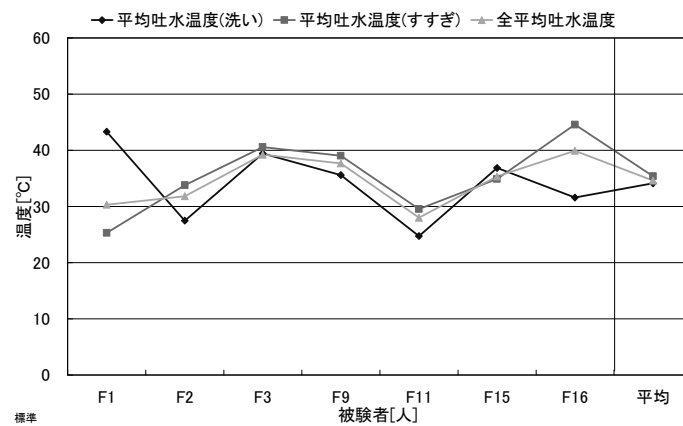


図 2-2-3-51 H17 年度冬期標準温度

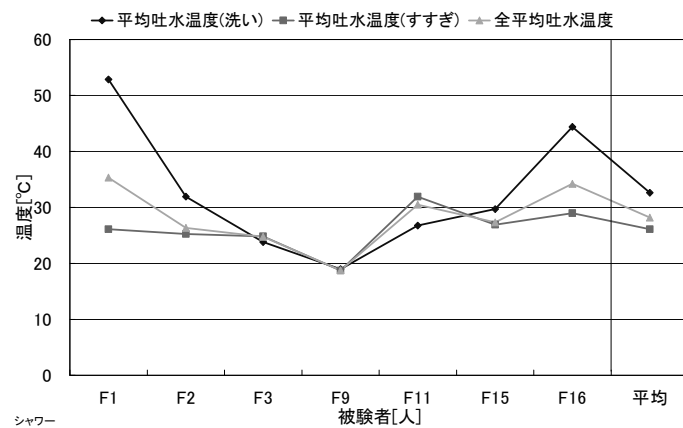


図 2-2-3-52 H17 年度冬期シャワー温度

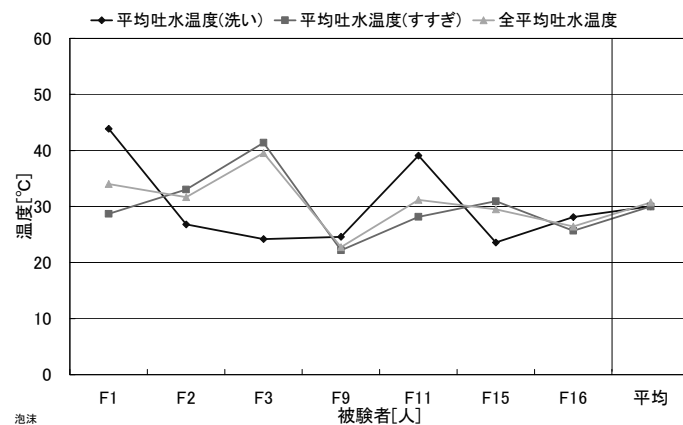


図 2-2-3-53 H17 年度冬期泡沫温度

4) 出湯時間

H17 年度夏期吐水形態実験による出湯時間を図 2-2-3-54～図 2-2-3-56に示す。標準と泡沫吐水ではほぼ同等の出湯時間であったが、シャワー吐水では他よりも 1 分程度、出湯時間が延びている。しかし、被験者によって使用量はばらばらであり、出湯時間が長いほど使用量が多くなっているため、使用量と出湯時間は比例関係にあるといえる。

H17 年度冬期吐水形態実験による出湯時間を図 2-2-3-57～図 2-2-3-59 に示す。夏期ではシャワー吐水の出湯時間が長くなっていたが、冬期では全てにおいて 5 分程度になっており、器具による出湯時間の差はなかった。被験者によって使用量はばらばらであり、出湯時間が長いほど使用量が多くなっていることは、夏期と同様であった。

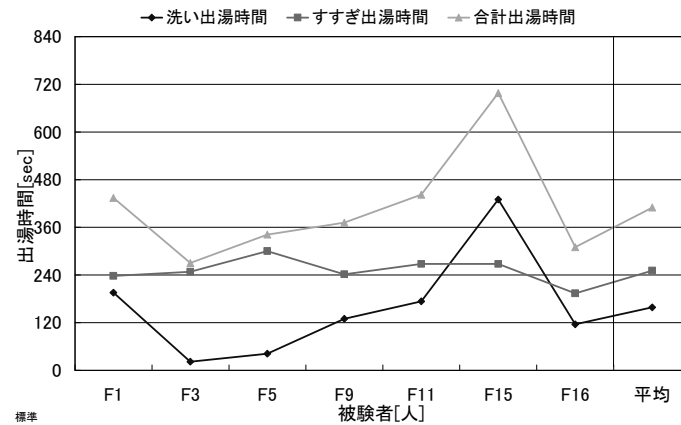


図 2-2-3-54 H17 年度夏期標準出湯時間

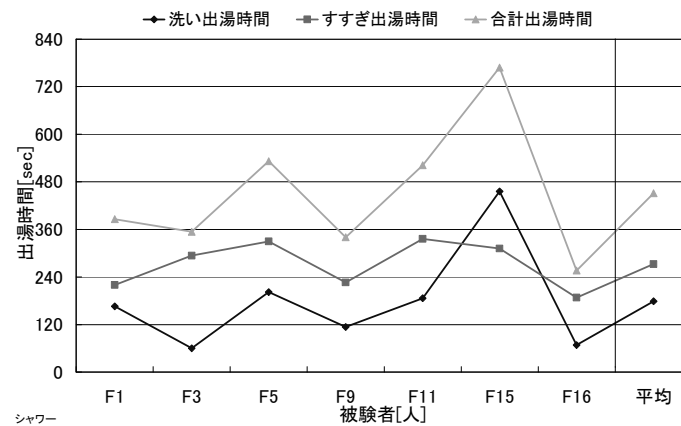


図 2-2-3-55 H17 年度夏期シャワー出湯時間

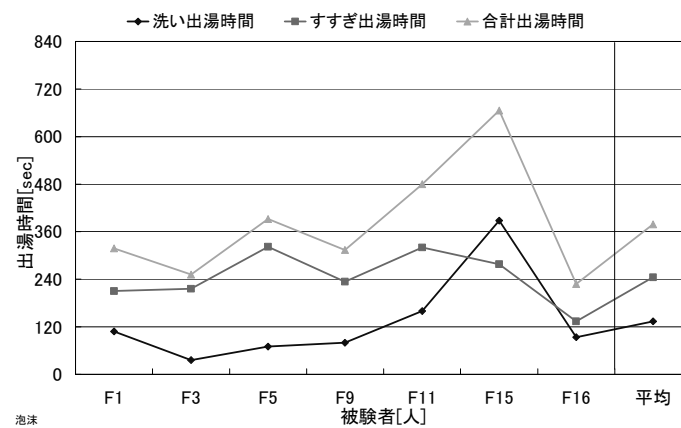


図 2-2-3-56 H17 年度夏期泡沫出湯時間

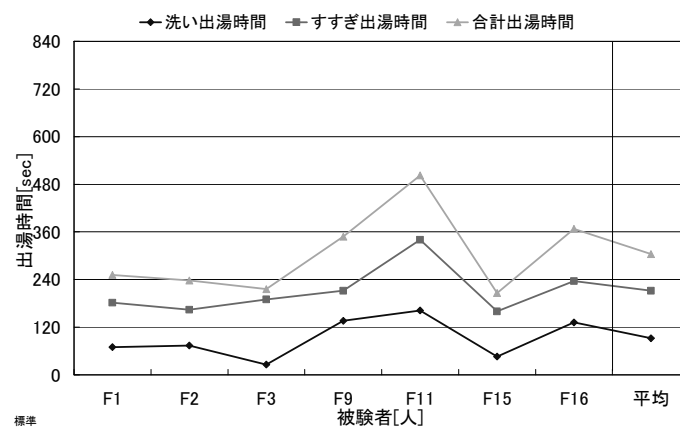


図 2-2-3-57 H17 年度冬期標準出湯時間

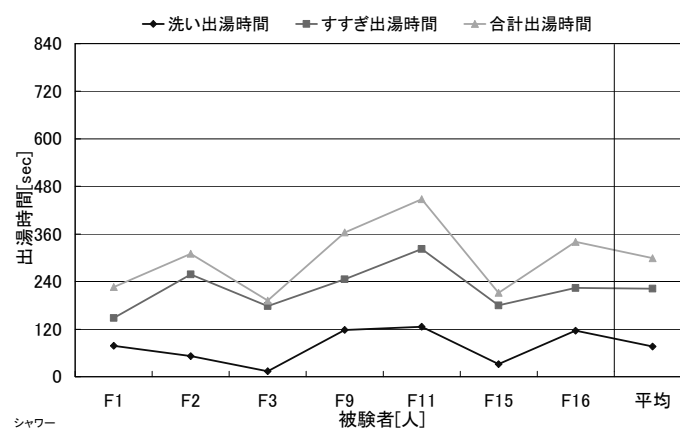


図 2-2-3-58 H17 年度冬期シャワー出湯時間

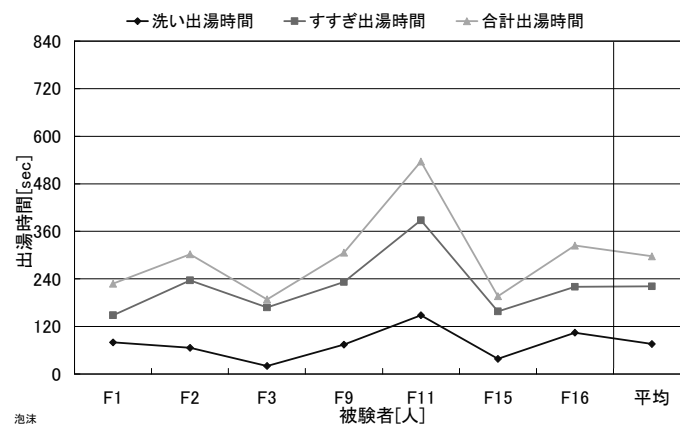


図 2-2-3-59 H17 年度冬期泡沫出湯時間

5) 洗い桶の使用状況による分類

食器洗浄時に桶を使用するか、使用しないかで分類を行った。図 2-2-3-60に夏期平均使用量、図 2-2-3-61に冬期平均使用量を示す。夏期、冬期ともに桶使用者は 5 名、桶不使用者は 2 名であり、桶の不使用者がとても少なかった。夏期は桶使用者のほうが平均で使用量が多くなっているが、冬期ではほぼ変わりはなく、桶の使用、不使用による使用量の違いは見られなかった。また、

シャワー水栓では桶の使用、不使用に関わらず使用量が小さいことがわかる。

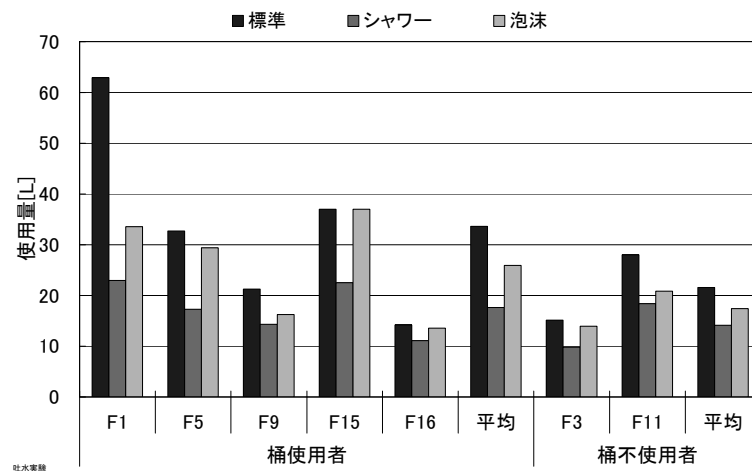


図 2-2-3-60 夏期平均使用量

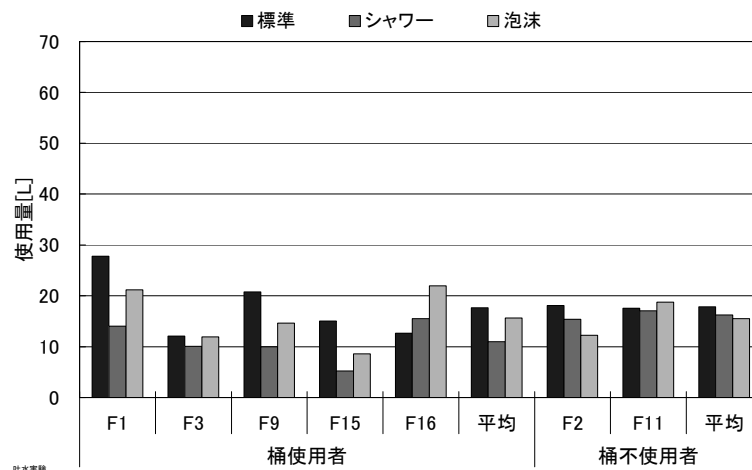


図 2-2-3-61 冬期平均使用量

6) 吐水実験のまとめ

平均使用量と節水率を図2-2-3-62に示す。使用量では、夏期冬期ともにシャワー吐水において使用量が少なく、これと同様に流量も小さくなっている。温度においては、夏期冬期で大きな変化はない。出湯時間においては、夏期では標準に比べて、シャワー吐水は長く、泡沫吐水は短くなっている、冬期ではほぼ差はなかった。また、夏期のほうが冬期よりも全体的に100秒ほど出湯時間が長くなっている。このために冬期の平均使用量は、夏期に比べて低い結果になったと思われる。節水量、節水率は、夏期44.9%、冬期29.6%とやはりシャワー吐水が良く節水効果が高いことを把握できた。

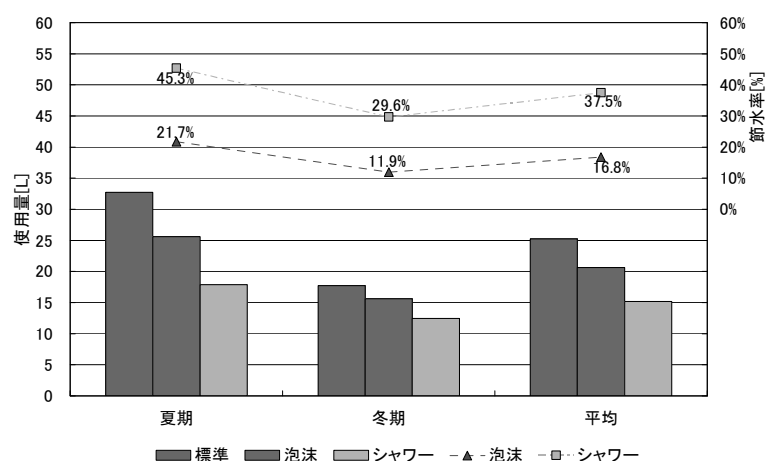


図 2-2-3-62 H17 年度吐水実験比較

7) 主婦と学生の比較

H15年度冬期からH17年度冬期までの実験結果の平均を表2-2-3-16に、吐水実験の年別比較を図2-2-3-63に示す。主婦と学生どちらにおいても標準よりも泡沫吐水、泡沫吐水よりもシャワー吐水のときに使用量が下がっている。学生は主婦よりも標準の使用量が5Lも低い結果となった。標準の使用量が低いにも関わらず、標準に対する節水率でも、主婦は泡沫吐水3.7%シャワー吐水29.1%、学生は泡沫吐水17.0%シャワー吐水37.3%となり、学生のほうが高い結果となった。どちらの場合でもシャワー吐水は節水率が高いことから、節水効果が非常に高いと言える。以上のことから、吐水実験においては学生のほうが主婦よりもより大きな節水効果が得られたと言える。

図2-2-3-64に所要時間による比較を示す。ここで比較した学生のデータは2005年度被験者の夏期7名と冬期7名の計14名、主婦のデータは2004年度被験者の24名である。所要時間とは実験全体でかかった時間であり、食器洗浄のしている間の時間である。平均値を見てもわかる通り、主婦は学生と比較して短時間で実験を終えている。標準で154秒、シャワー吐水で131秒、泡沫吐水で130秒短縮されている。学生よりも約150秒(2分半)ほども短縮された。

学生のほうはデータのばらつきが激しいが、主婦は学生よりも被験者数が多いにも関わらず、ばらつきが少なくなっている。標準偏差で見ると、標準では学生156秒、主婦127秒、シャワー吐水では学生156秒、主婦134秒、泡沫吐水では学生169秒、主婦127秒となった。これからも、主婦は学生よりもばらつきが少ないことがわかる。主婦は普段から食器洗浄を行う機会が多いことも影響していると思われる。

使用量は学生のほうが少ないが、所要時間は主婦のほうが短くなった。これより、主婦は節水よりも時間短縮を念頭に置いていると考えられる。また一方で、学生は時間短縮よりも節水を意識して実験を行ったと考えられる。

表 2-2-3-16 吐水形態実験平均

	H17年度夏期			H17年度冬期		
	標準	シャワー	泡沫	標準	シャワー	泡沫
使用量(L)	30.2	16.6	23.5	17.7	12.5	15.6
流量(L/min)	4.5	2.3	3.8	3.8	2.6	3.4
温度(°C)	31.7	32.1	31.7	34.6	28.2	30.7
出湯時間(sec)	410	451	379	304	299	297
節水量(L)	—	13.5	6.7	—	5.2	2.1
節水率	—	44.9%	22.1%	—	29.6%	11.9%
	H16年度夏期			H15年度冬期		
	標準	シャワー	泡沫	標準	シャワー	泡沫
使用量(L)	34.4	20.5	31.9	32.2	27	32.4
流量(L/min)	5.9	3.2	5.2	6.1	4.9	5.8
温度(°C)	36.2	36.3	36.9	28.7	28.9	28.5
節水量(L)	—	13.9	2.5	—	5.2	-0.2
節水率	—	40.9%	6.30%	—	16.20%	-0.60%

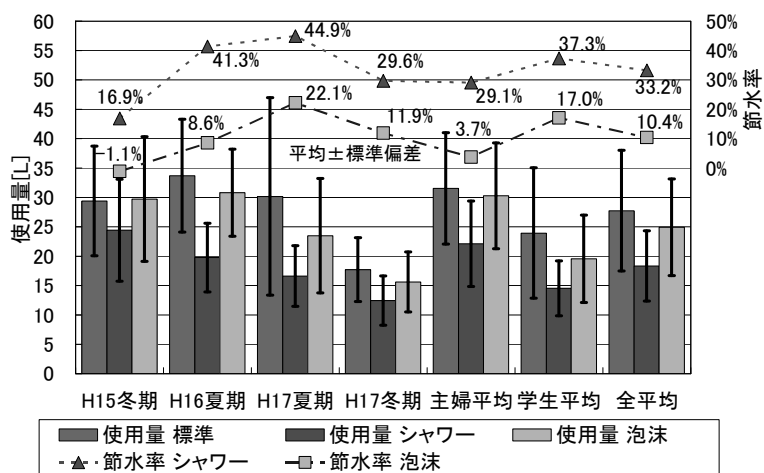


図 2-2-3-63 吐水実験による年別比較

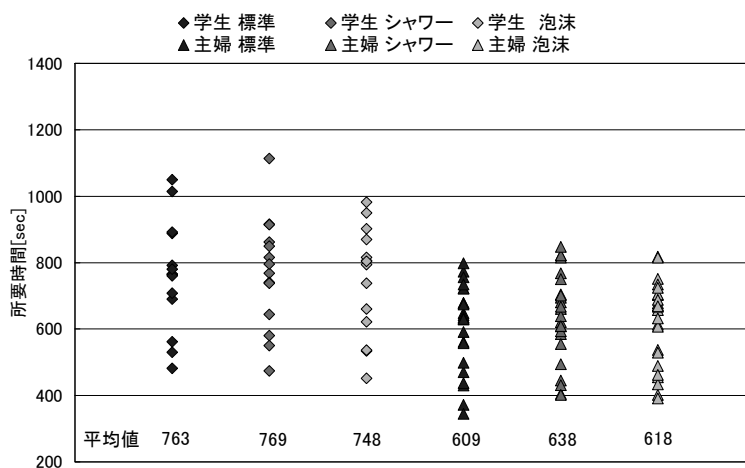


図 2-2-3-64 所要時間による比較

4-3-4 止水方法に関する実験（平成 17 年度実験）

止水方法実験ではシングルレバーを標準とし、赤外線自動センサー(センサー)、フットスイッチ(足踏み)の 3 種類の器具を使い 4 人分(44 点)の食器洗浄時の使用量、流量、温度について比較を行なう。使用した止水栓を図 2-2-3-17 に示す。吐水形状はストレート吐水とした。吐水実験同様、室温を 26℃ に設定し、吐水からの湯温は 40℃ で捨て水のない状態から実験を開始した。解析には平均 $\pm 2\sigma$ 内のデータから解析を行なう。

夏期食器洗浄実験として 7 名、冬期食器洗浄実験として 8 名の被験者実験を行った。そのうち夏期、冬期の共通被験者は 6 名である。なお、吐水実験同様にスポンジ、タワシ、洗剤、洗い桶(容量 5L)を用意し必要に応じて使用させ、洗浄方法は日常的に行っている通りにするよう指示し、湯温・流量調整は被験者に任せた。

実験時、センサーまたは足踏みを使用する場合においては、止水するときはセンサーまたは足元のスイッチを用いること、不要時はなるべくこまめに止めるようにすることを促した。実験開始時、給湯配管は混合栓まで湯で満たした状態とし、水温、流量を 2 秒間隔で測定した。実験室内の設定温度は夏期冬期ともに 25℃ 前後とした。解析には使用量の値が平均値 $\pm 2\sigma$ 以内のみのデータを使用し解析を行った。

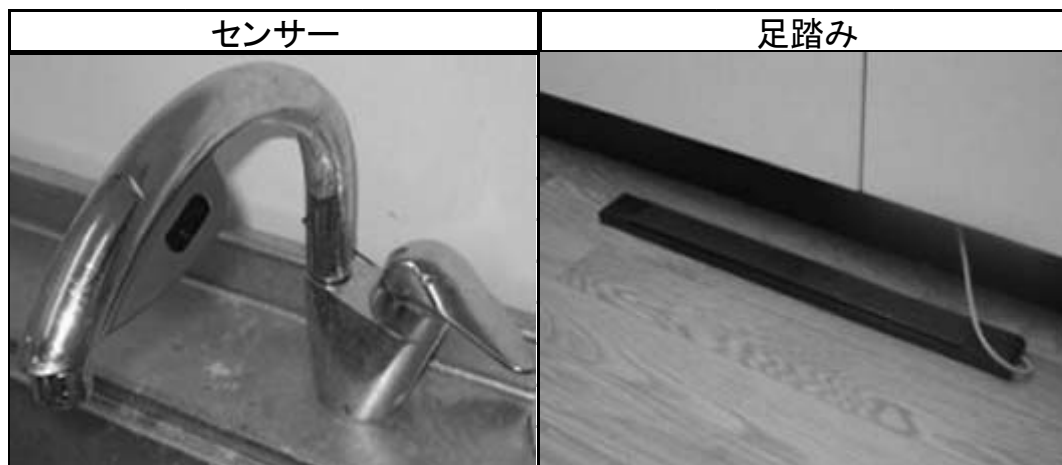


図 2-2-3-65 止水方法実験使用器具

1) 使用量

H17 年度夏期止水形態実験による使用量を図 2-2-3-66～図 2-2-3-68 に示す。それぞれの平均をみると、標準とセンサーはほぼ変わらず、足踏みはそれらよりも使用量が増えてしまい、止水器具による節水効果が期待通りに表れない結果となってしまった。個々では使用量が下がっている被験者もいるが、F11 が器具を使った場合に標準よりも使用量が大幅に増えていることが節水効果の表れなかった原因のひとつである。

H17 年度冬期止水形態実験による使用量を図 2-2-3-69～図 2-2-3-71 に示す。冬期では標準よりもセンサーのほうが使用量が低く、センサーよりも足踏みのほうがより使用量が低くなり、節水効果を確認できた。夏期では使用量に被験者ごとでばらつきがあったが、冬期は全体的に使用量が均一であった。実験後のヒアリングでは標準のほうが使い勝手が良いと答えた被験者が多く、止水器具は慣れなければ節水効果が得られない場合があると考えられる。

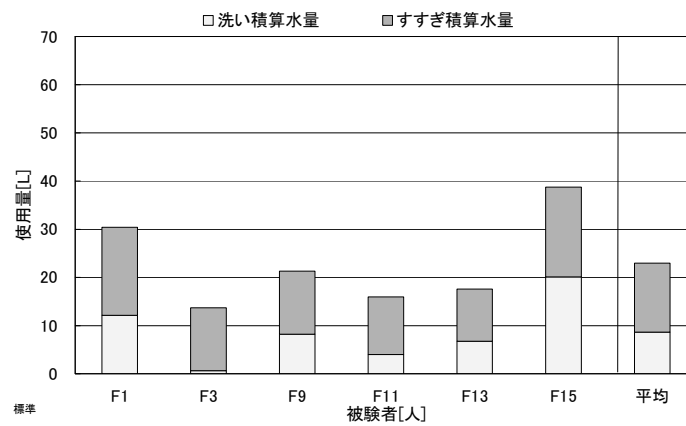


図 2-2-3-66 H17 年度夏期標準使用量

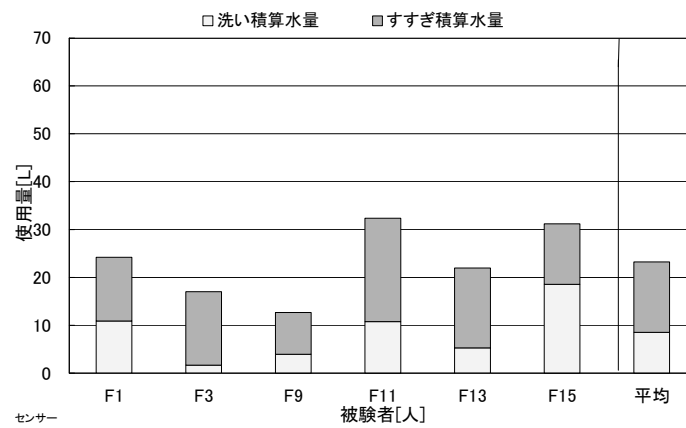


図 2-2-3-67 H17 年度夏期センサー使用量

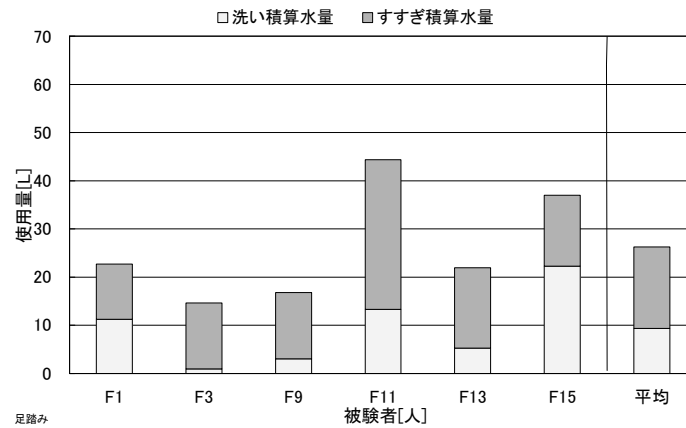


図 2-2-3-68 H17 年度夏期足踏み使用量

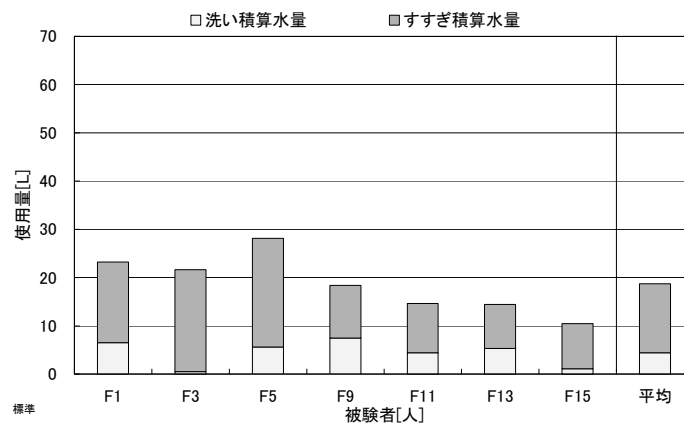


図 2-2-3-69 H17 年度冬期標準使用量

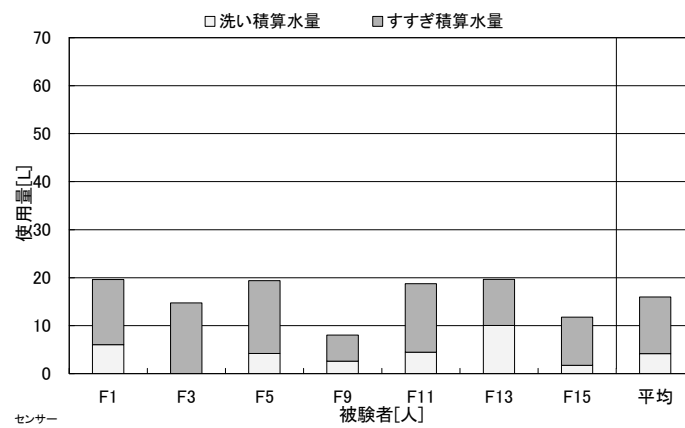


図 2-2-3-70 H17 年度冬期センサー使用量

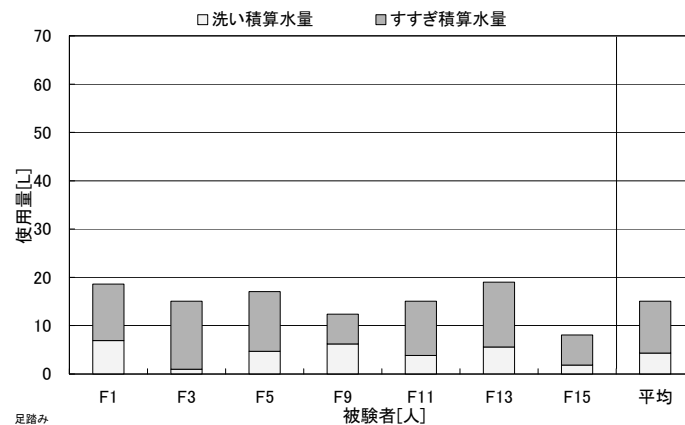


図 2-2-3-71 H17 年度冬期足踏み使用量

2) 使用流量

H17 年度夏期止水形態実験による平均流量を図 2-2-3-72～図 2-2-3-74に示す。それぞれの平均は全て 4 L/min 付近になっており、止水器具による流量の変わりはないと思われる。それ以外の傾向は見られなかった。

H17 年度冬期止水形態実験による平均流量を図 2-2-3-75～図 2-2-3-77に示す。冬期では、セン

サー、足踏みでは標準よりも 1 L/min 程度下がっているが、被験者によってばらつきが多く、これが使用量削減につながっているとは考えにくい。

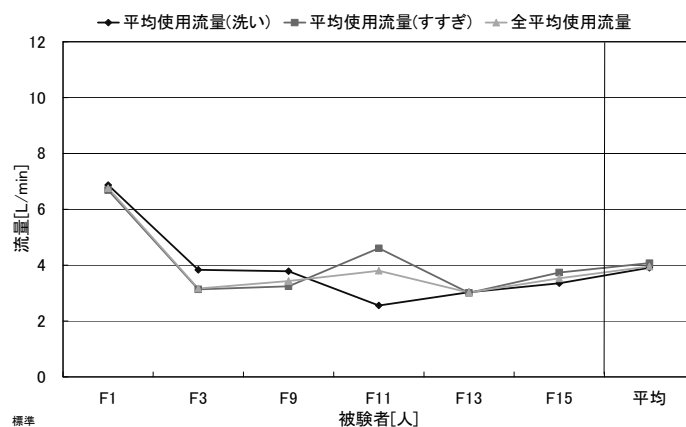


図 2-2-3-72 H17 年度夏期標準流量

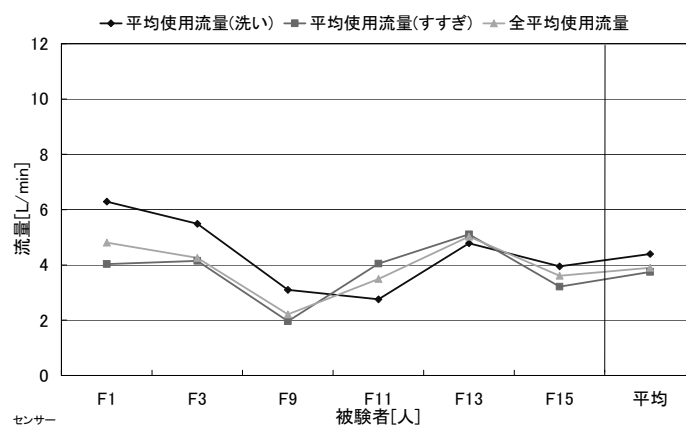


図 2-2-3-73 H17 年度夏期センサー流量

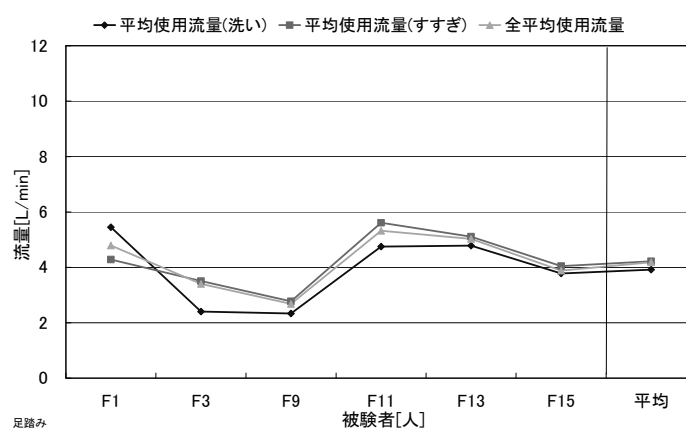


図 2-2-3-74 H17 年度夏期足踏み流量

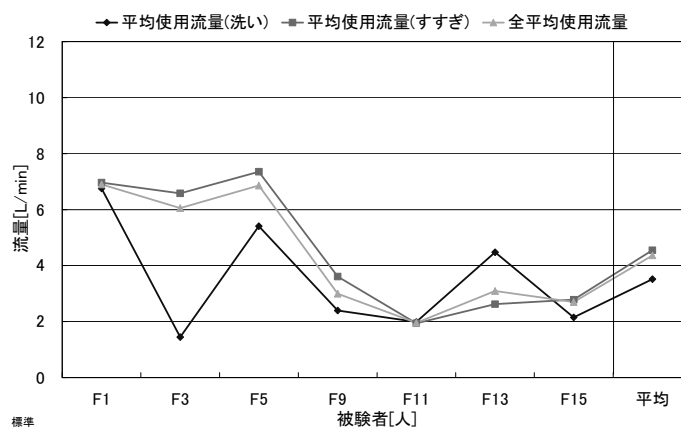


図 2-2-3-75 H17 年度冬期標準流量

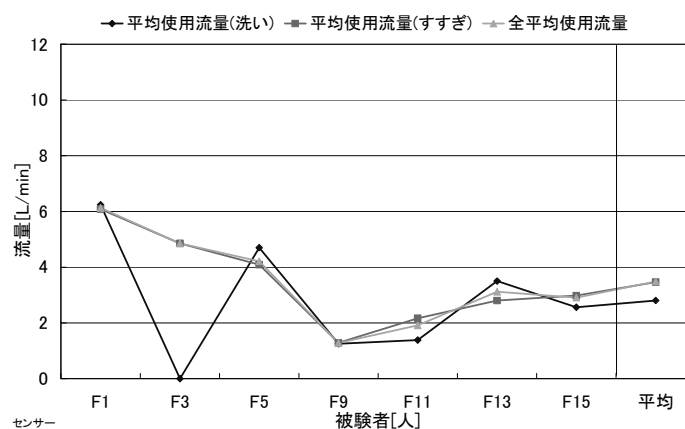


図 2-2-3-76 H17 年度冬期センサー流量

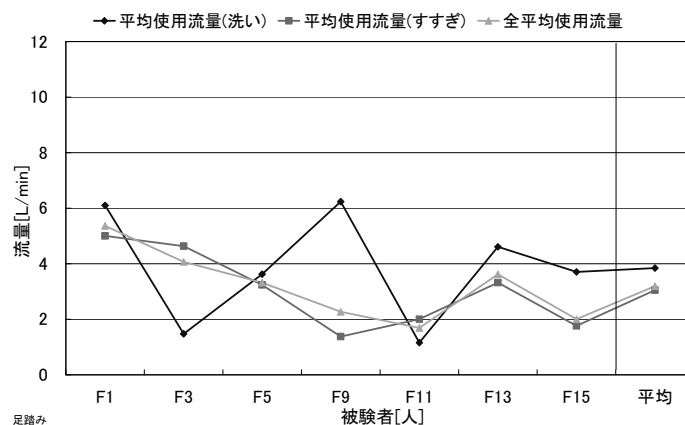


図 2-2-3-77 H17 年度冬期足踏み流量

3) 出湯温度

H17 年度夏期止水形態実験による平均温度を図 2-2-3-78～図 2-2-3-80に示す。吐水温度はそれぞれの平均は 30℃付近になっており、温度の違いは見られなかった。また、被験者ごとに見てみると、3 つともに同等の吐水温で実験をおこなっていることがわかる。

H17 年度冬期止水形態実験による平均温度を図 2-2-3-81～図 2-2-3-83に示す。冬期でも止水器具による吐水温度の違いは見られなかった。夏期と比較しても、冬期は吐水温度が上昇すること

を想定したが、ほぼ変わらない吐水温であった。しかし、夏期ではすすぎの吐水温が 40℃を超える被験者はいなかったが、冬期では 2 人の被験者が 40℃以上であった。

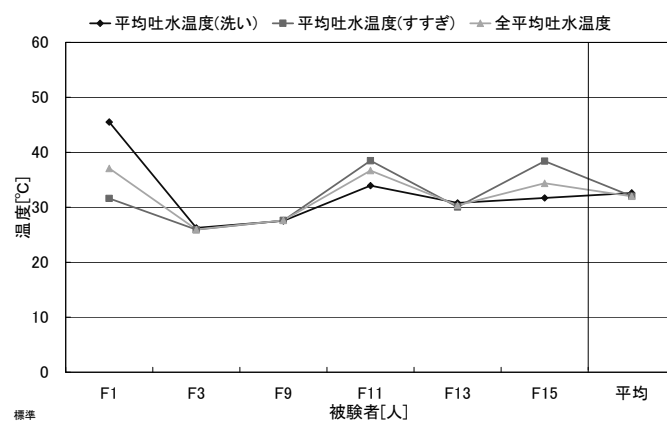


図 2-2-3-78 H17 年度夏期標準温度

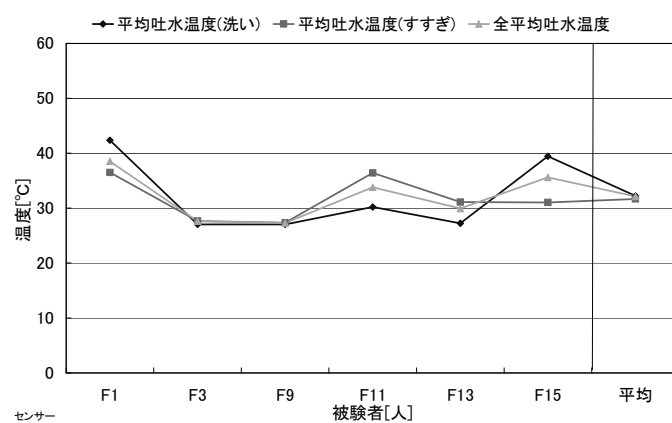


図 2-2-3-79 H17 年度夏期センサー温度

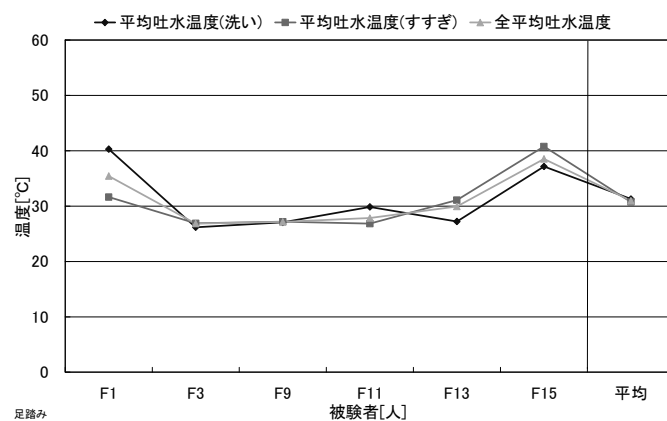


図 2-2-3-80 H17 年度夏期足踏み温度

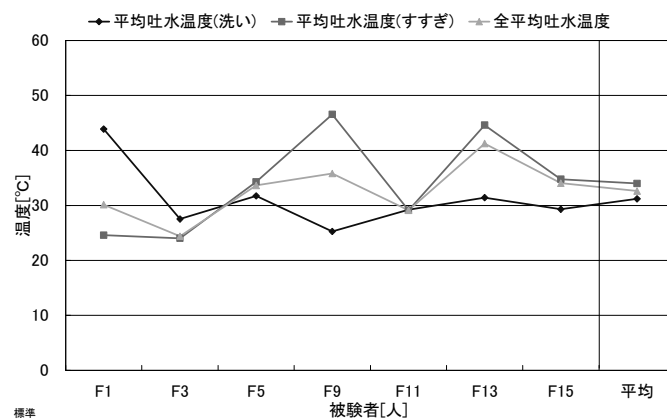


図 2-2-3-81 H17 年度冬期標準温度

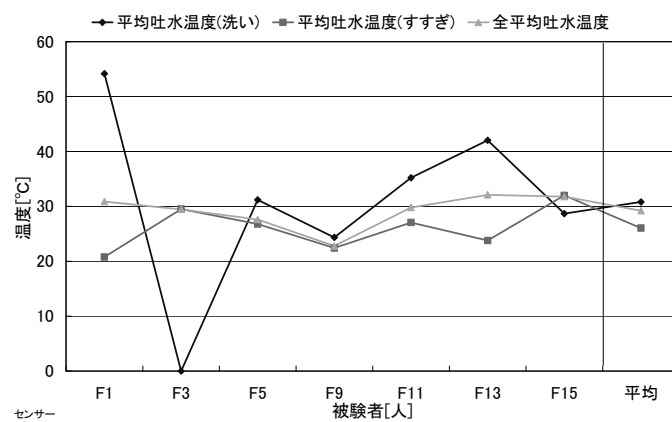


図 2-2-3-82 H17 年度冬期センサー温度

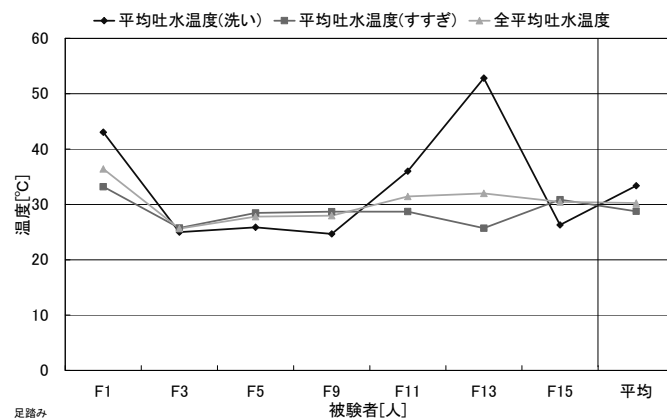


図 2-2-3-83 H17 年度冬期足踏み温度

4) 出湯時間

H17 年度夏期止水形態実験による出湯時間を図 2-2-3-84～図 2-2-3-86に示す。止水実験は止水器具を用いることで出湯時間の短縮を狙うものであり、水・湯が不要と感じた際には止めるよう促し実験を行った。しかし、平均の出湯時間が標準とほぼ変わりがなかった。被験者ごとに見ても、止水器具を使った場合に出湯時間が大幅に下がっている被験者はおらず、節水効果は表れな

い結果となった。

H17 年度冬期止水形態実験による出湯時間を図 2-2-3-87～図 2-2-3-89に示す。冬期でも夏期と同様に、止水器具を用いた場合でも標準の出湯時間とほぼ同等であり、出湯時間の短縮は見られなかった。これから、止水器具を使ってこまめに水・湯を止めることでは節水効果につながりにくいといえる。

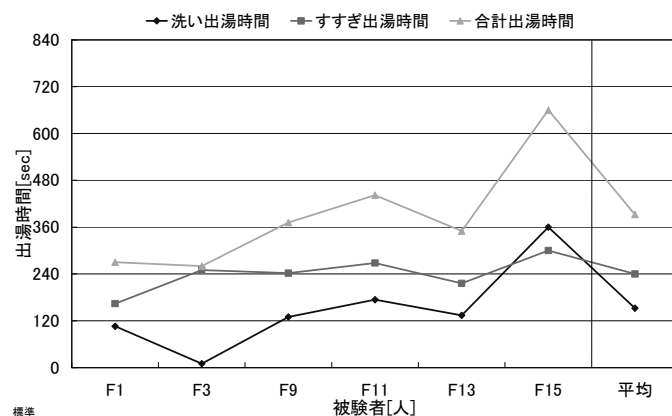


図 2-2-3-84 H17 年度夏期標準出湯時間

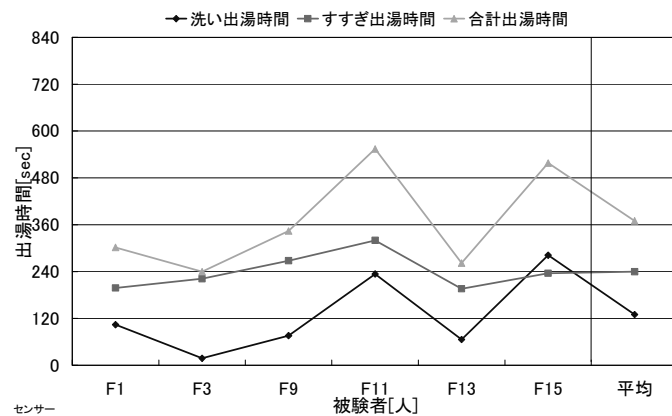


図 2-2-3-85 H17 年度夏期センサー出湯時間

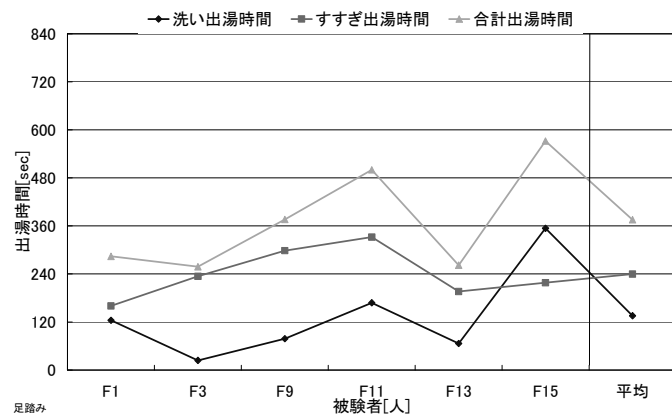


図 2-2-3-86 H17 年度夏期足踏み出湯時間

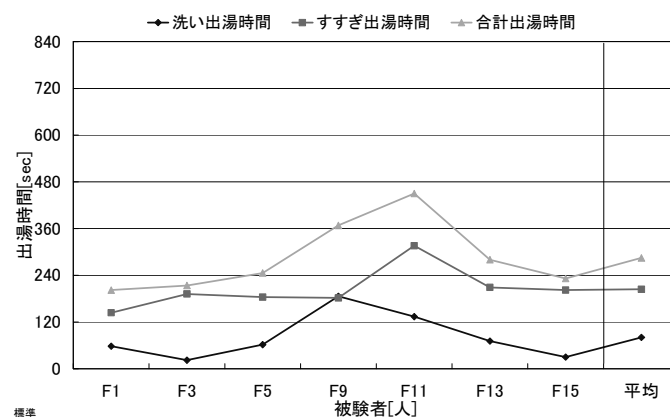


図 2-2-3-87 H17 年度冬期標準出湯時間

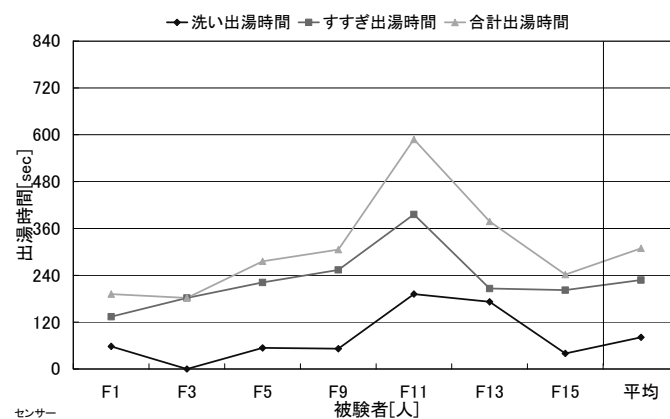


図 2-2-3-88 H17 年度冬期センサー出湯時間

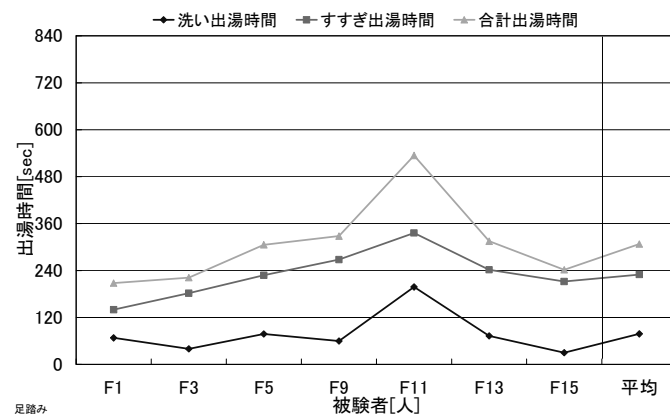


図 2-2-3-89 H17 年度冬期足踏み出湯時間

5) 洗い桶の使用による分類

食器洗浄時に桶を使用するか、使用しないかで分類を行なった。図 2-2-3-90に夏期平均使用量、図 2-2-3-91に冬期平均使用量を示す。夏期は桶使用者 3 名、桶不使用者 3 名であり、冬期は桶使用者 6 名、桶不使用者 1 名であった。夏期は、桶使用者では節水効果が表れているのに対し、桶不使用者では器具を用いた場合に使用量が増加してしまった。冬期は、桶の使用、不使用に関わらず使用量の違いはほぼ見られなかった。

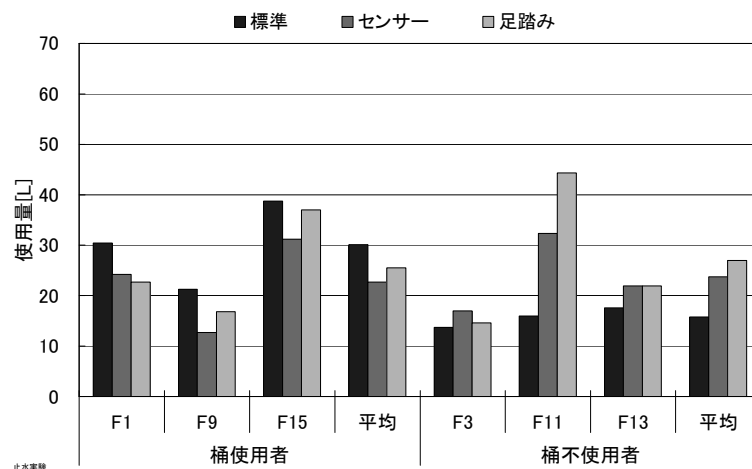


図 2-2-3-90 夏期平均使用量

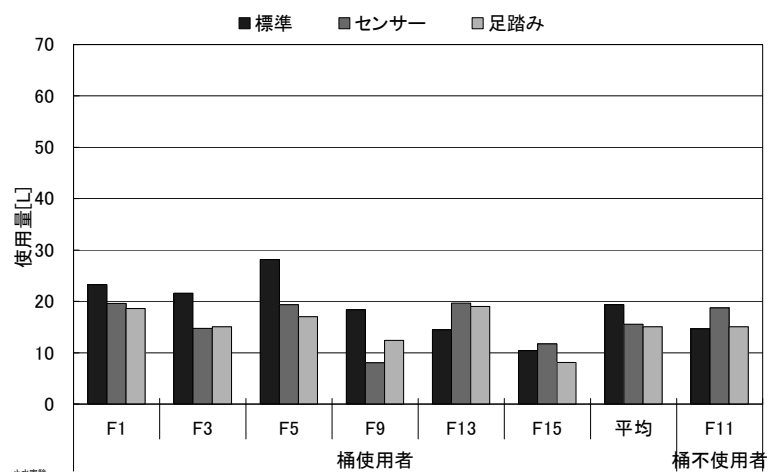


図 2-2-3-91 冬期平均使用量

6) 止水実験のまとめ

平均使用量と節水率を図2-2-3-92に示す。夏期では節水効果が全く表れない結果となってしまった。これは6人の被験者のうち2人が器具を用いた場合に大きく平均を上回ってしまったためである。冬期ではセンサー14.6% (2.7L)、足踏み19.6% (3.7L)の節水率(節水量)が得られた。

止水器具を用いることにより、出湯時間短縮を期待したが夏期ではほぼ変わりは見られず、冬期においては器具を使用した場合に標準よりも出湯時間が延びてしまっている。このことから、器具を用いた場合に流量が下がっていることが直接的に節水効果につながったと思われる。温度においては、夏期冬期で大きな変わりはなく30℃前後となっている。また、実験終了後のヒアリングにおいて標準のほうが使いやすいと答えた被験者が多く、止水器具は慣れていないと節水効果が得られない場合もあると思われる。

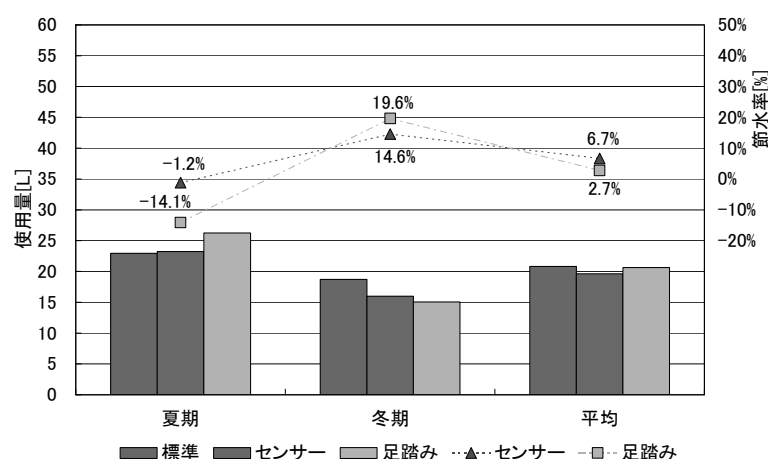


図 2-2-3-92 H17 年度吐水実験比較

7) 主婦と学生の比較

H15年度冬期からH17年度冬期の実験結果の平均を表2-2-3-17に、止水実験の年度別比較を図2-2-3-93に示す。主婦では標準よりもセンサー、センサーよりも足踏みにおいて使用量が低下している。学生は夏期には節水効果が得られなかったが、冬期では主婦と同様の結果となった。学生平均は20L前後になっているのに対し、主婦平均は30L前後になっている。標準の使用量において、学生は主婦よりも10Lほど少ない使用量となった。標準に対する節水率では、主婦はセンサー止水5.2%足踏み止水8.3%、学生はセンサー止水6.7%足踏み止水2.7%となり、使用量の違いはあるが年齢差に関係なく同等の節水効果が得られると考えられる。

図2-2-3-94に所要時間による比較を示す。ここで比較した学生のデータは2005年度被験者の夏期6名と冬期7名の計13名、主婦のデータは2004年度被験者の21名である。所要時間とは実験全体でかかった時間であり、食器洗浄のしている間の時間である。平均値を見てもわかる通り、主婦は学生と比較して短時間で実験を終えている。標準で159秒、センサー止水で162秒、足踏み止水で168秒短縮されている。学生よりも約160秒以上も短縮された。

学生のほうはデータのばらつきが激しいが、主婦は学生よりも被験者数が多いにも関わらず、ばらつきが少なくなっている。標準偏差で見ると、標準では学生220秒、主婦150秒、センサー止水では学生192秒、主婦152秒、足踏み止水では学生212秒、主婦152秒となった。これからも、主婦は学生よりもばらつきが少ないことがわかる。主婦は普段から食器洗浄を行う機会が多いことも影響していると思われる。

使用量は学生のほうが少ないが、所要時間は主婦のほうが短くなった。これより、主婦は節水よりも時間短縮を念頭に置いていると考えられる。また一方で、学生は時間短縮よりも節水を意識して実験を行ったと考えられる。

表 2-2-3-17 吐水形態実験平均

	H17年度夏期			H17年度冬期		
	標準	センサー	足踏み	標準	センサー	足踏み
使用量(L)	22.9	23.2	26.2	18.7	16.0	15.0
流量(L/min)	3.9	3.9	4.2	4.4	3.5	3.2
温度(℃)	32.0	32.1	31.0	32.6	29.2	30.2
出湯時間(sec)	392	370	375	285	309	308
節水量(L)	-	-0.3	-3.2	-	2.7	3.7
節水率	-	-1.2%	-14.1%	-	14.6%	19.6%
	H16年度夏期			H15年度冬期		
	標準	センサー	足踏み	標準	センサー	足踏み
使用量(L)	31.6	29.7	29.3	34.6	32.0	30.5
流量(L/min)	5.3	5.0	4.9	6.4	6.0	6.6
温度(℃)	34.9	37.4	35.9	34.5	37.9	35.5
節水量(L)	-	1.9	2.3	-	2.6	4.1
節水率	-	6.0%	7.8%	-	7.5%	12.7%

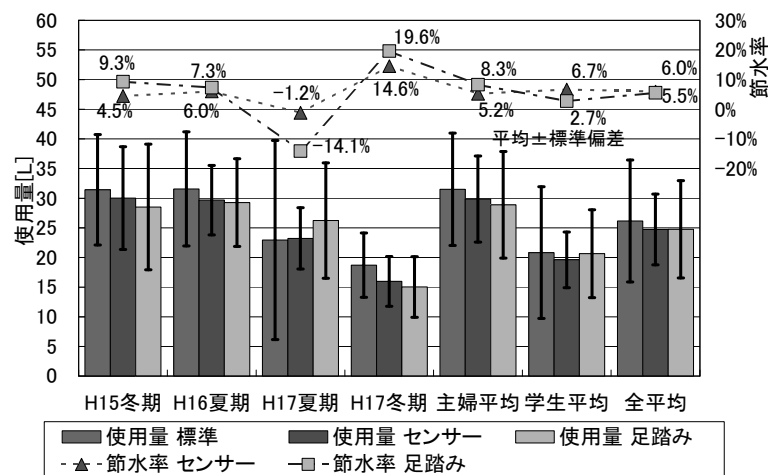


図 2-2-3-93 吐水実験による年別比較

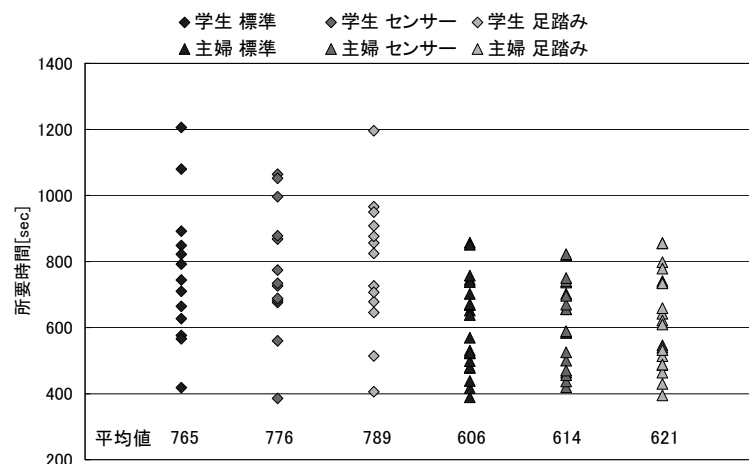


図 2-2-3-94 所要時間による比較

4-3-5 節水器具の併用

実験は節水器具を用いない場合と併用した場合の2種類を行った。使用した器具を下記に示す。用いない場合はストレート水栓とシングルレバーを使用したもの(標準)とし、併用した場合は吐水実験で使用したシャワー吐水と止水実験で使用した足踏み止水を併用したもの(併用)である。4人分(44点)の食器洗浄時の使用量、流量、温度について比較を行う。2005年夏期食器洗浄実験として8名、冬期食器洗浄実験として8名の被験者実験を行った。そのうち夏期、冬期の共通被験者は5名である。

なお、吐水実験同様にスポンジ、タワシ、洗剤、洗い桶(容量5L)を用意し必要に応じて使用させ、洗浄方法は日常的に行っている通りにするよう指示し、湯温・流量調整は被験者に任せた。

実験開始時、給湯配管は混合栓まで湯で満たした状態とし、水温、流量を2秒間隔で測定した。実験室内の設定温度は夏期冬期ともに25℃前後とした。解析には使用量の値が平均値 $\pm 2\sigma$ 以内のみのデータを使用し解析を行った。

吐水形態	止水機能
シャワー	フットスイッチ
	

図 2-2-3-95 併用実験使用器具

1) 使用量

H17年度夏期併用実験による使用量を図2-2-3-96、図2-2-3-97に示す。全被験者において、標準よりも節水器具を併用した場合に使用量が低下した。平均で12L程度の使用量削減となった。これより、節水器具を併用することで高い節水効果が得られるといえる。

H17年度冬期併用実験による使用量を図2-2-3-98、図2-2-3-99に示す。冬期でも全被験者において、標準よりも節水器具を併用させた場合に使用量が少なくなった。夏期ほどの節水量ではないが、平均で、10L近くの節水量を得ることができた。夏期、冬期ともに節水効果が高かったことから、節水器具の併用は非常に節水効果が高いといえる。

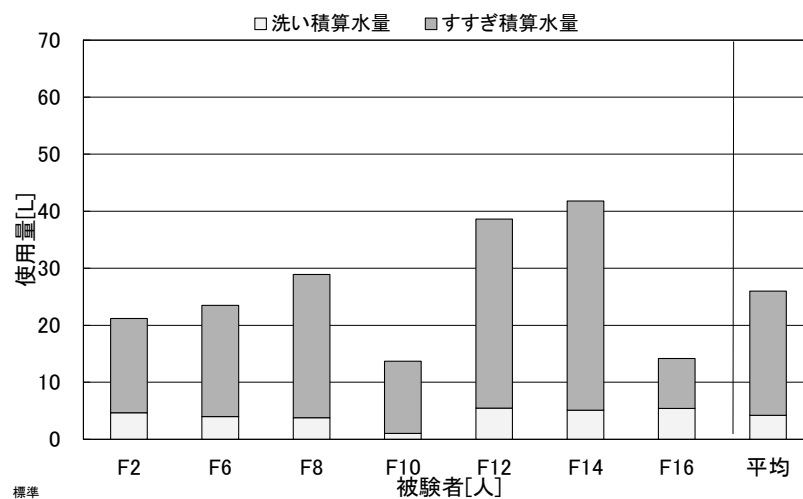


図 2-2-3-96 H17 年度夏期標準使用量

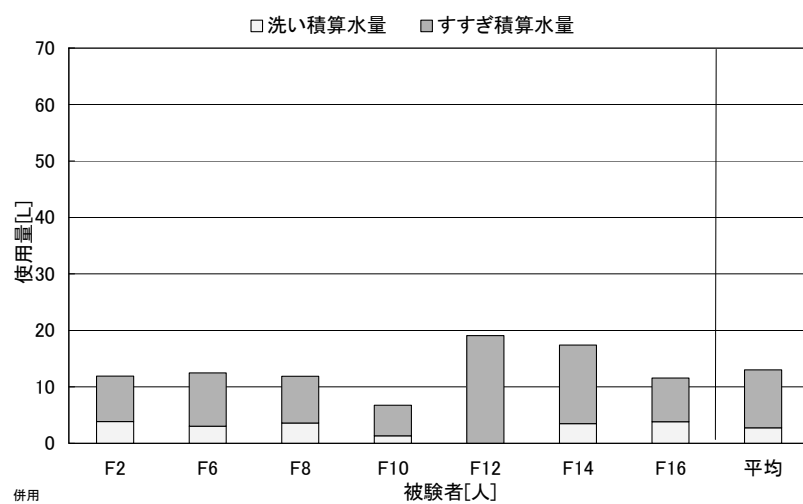


図 2-2-3-97 H17 年度夏期併用使用量

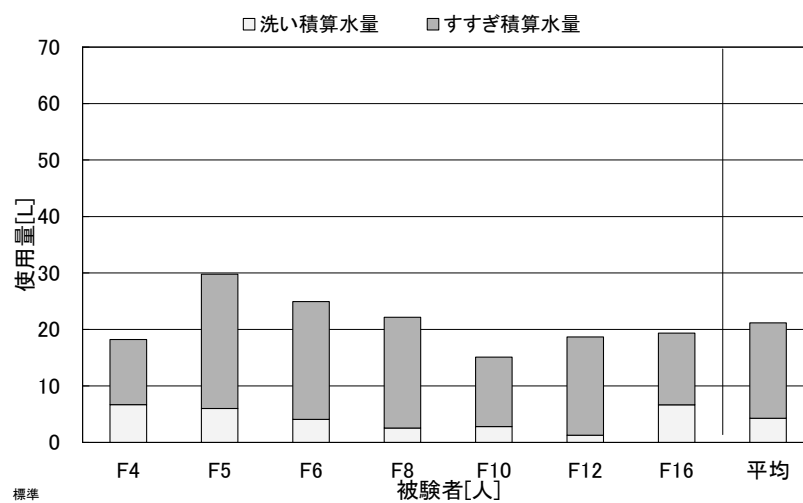


図 2-2-3-98 H17 年度冬期標準使用量

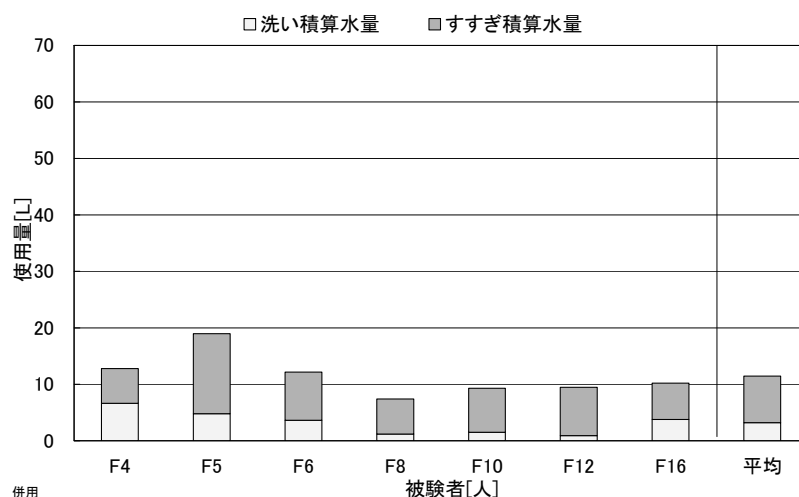


図 2-2-3-99 H17 年度冬期併用使用量

2) 使用流量

H17 年度夏期併用実験による平均流量を図 2-2-3-100、図 2-2-3-101に示す。それぞれの平均を見ると、併用の場合に標準よりも 3 L/min ほど流量が下がっている。これには、節水器具のひとつであるシャワー吐水によるものと思われる。被験者ごとに見ても、確実に併用の場合に流量が下がっていることがわかり、使用量の削減に大きく影響していることがわかる。

H17 年度冬期併用実験による平均流量を図 2-2-3-102、図 2-2-3-103に示す。冬期でも夏期と同様に、全被験者において標準よりも併用の場合に流量が下がっている。平均でも 2 L/min 以上流量が下がっている。夏期、冬期ともに大幅に流量が下がっていることが、使用量削減に結びついており、節水効果につながっていると考えられる。

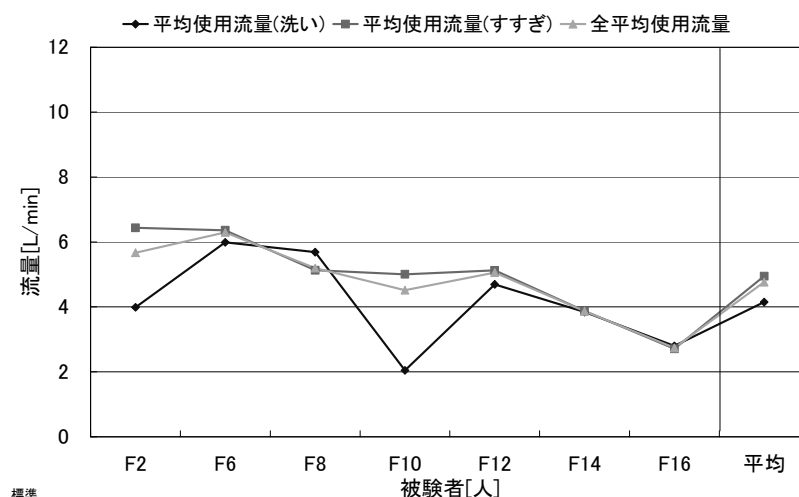


図 2-2-3-100 H17 年度夏期標準流量

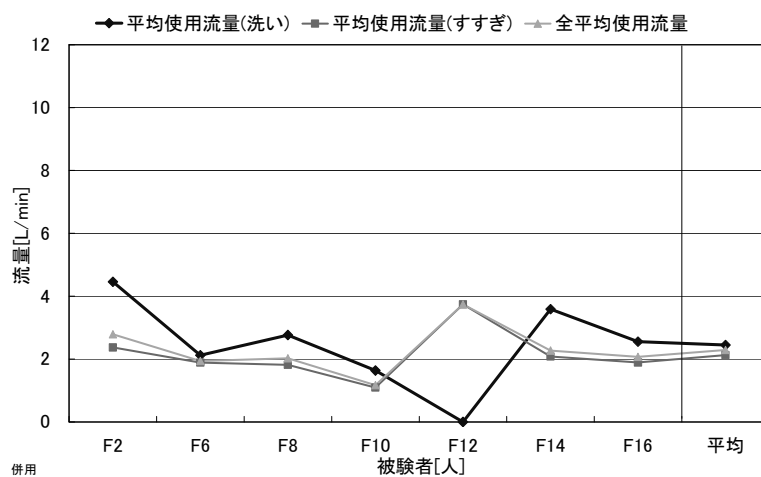


図 2-2-3-101 H17 年度夏期併用流量

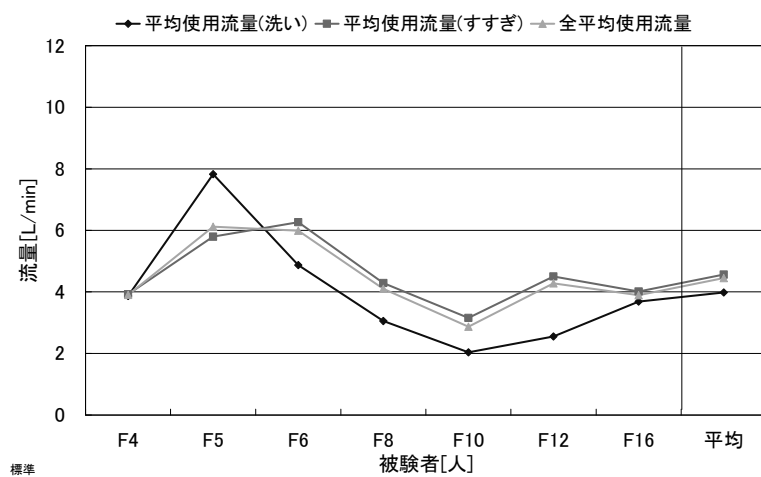


図 2-2-3-102 H17 年度冬期標準流量

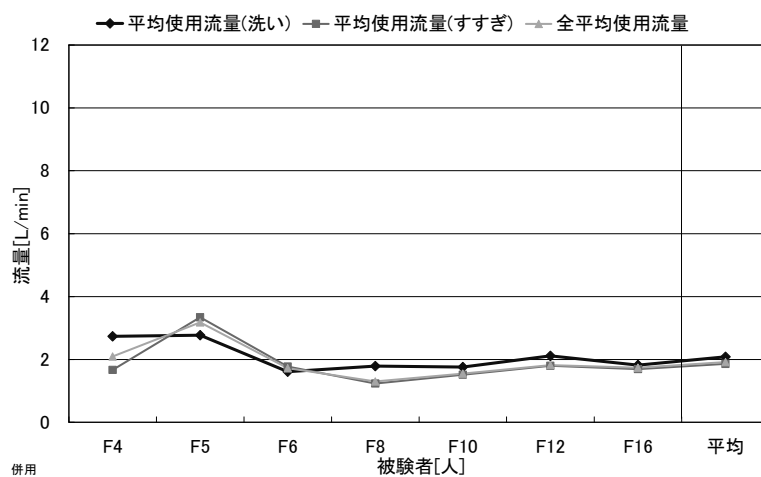


図 2-2-3-103 H17 年度冬期併用流量

3) 使用湯温

H17 年度夏期併用実験による平均温度を図 2-2-3-104、図 2-2-3-105に示す。吐水温度は標準の場合に併用よりも 5℃ほど高くなっているが、大きな差はない。被験者ごとに見ても、温度のば

らつきが激しく傾向は見られなかった。

H17 年度冬期併用実験による平均温度を図 2-2-3-106、図 2-2-3-107に示す。夏期と同様に、平均では標準と併用で 30℃前後にまとまっており、大きな温度の差は見られなかった。冬期のほうが夏期よりも高温になることを想定していたが、温度の違いは表れなかった。また、夏期は被験者ごとのばらつきがあったが、冬期では 30℃前後にまとまっていた。

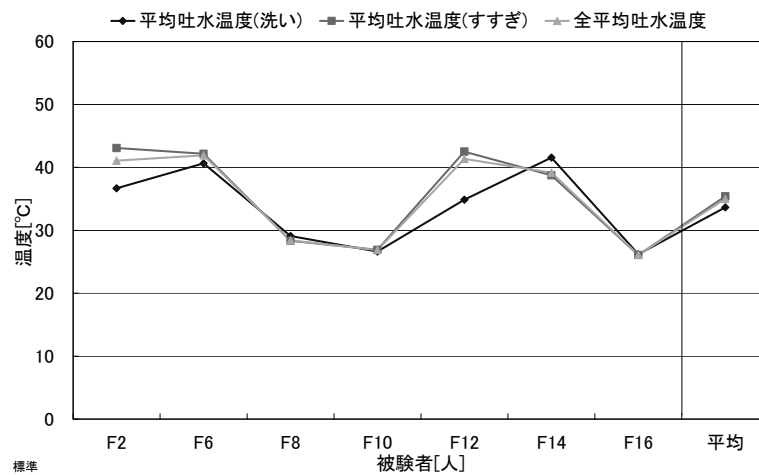


図 2-2-3-104 H17 年度夏期標準温度

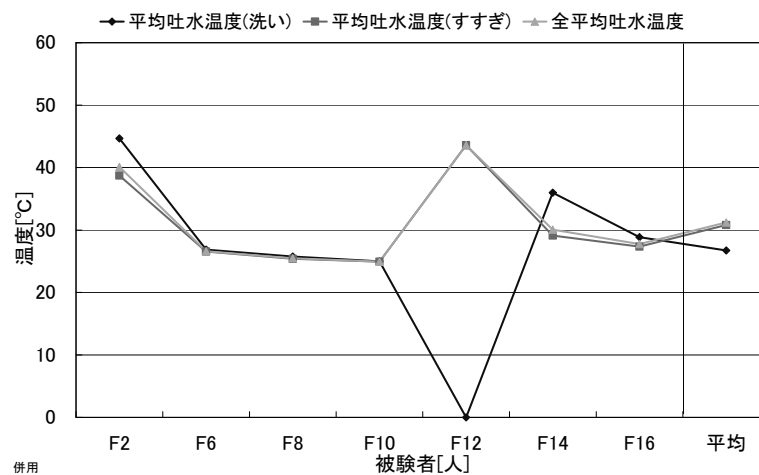


図 2-2-3-105 H17 年度夏期併用温度

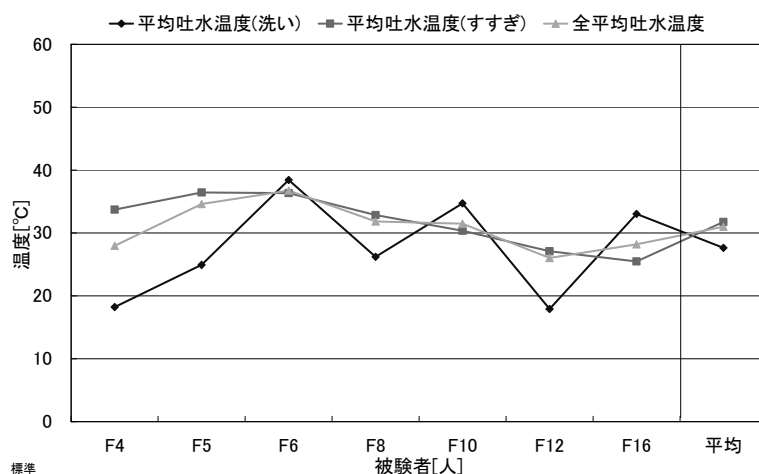


図 2-2-3-106 H17 年度冬期標準温度

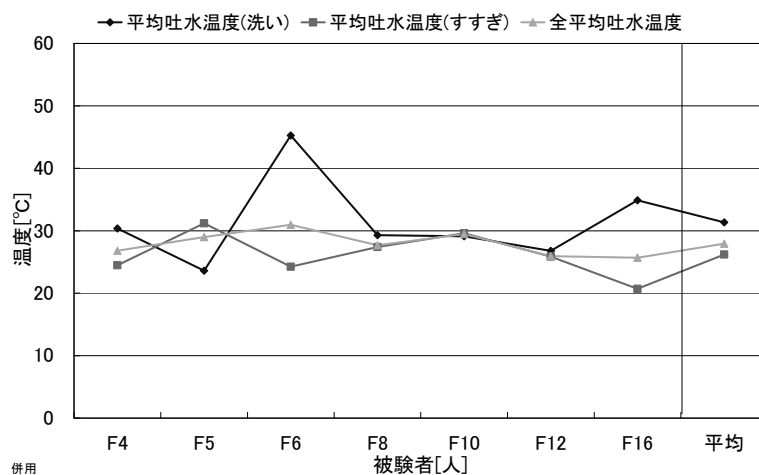


図 2-2-3-107 H17 年度冬期併用温度

4) 出湯時間

H17 年度夏期併用実験による出湯時間を図 2-2-3-108、図 2-2-3-109に示す。それぞれの平均を見ると、出湯時間の変化は全くなかった。併用の場合は足踏み止水を用いることで、出湯時間の短縮も狙っていたが、あまり差は表れず被験者によっては出湯時間が延びている場合もあった。これより、出湯時間は使用量に大きな影響は与えていないと考えられる。

H17 年度冬期併用実験による出湯時間を図 2-2-3-110、図 2-2-3-111に示す。夏期では出湯時間に全く変化はなかったが、冬期では併用よりも標準の場合に平均で 1 分以上の出湯時間の短縮が見られた。併用で足踏み止水を使っているにも関わらず、標準のほうが出湯時間が短いという結果になった。また、被験者ごとに見ると、ほぼ全被験者において、標準よりも併用の場合に出湯時間が延びてしまっている。これより、冬期の併用の使用量が削減されたのは、流量の低下による影響だということがいえる。

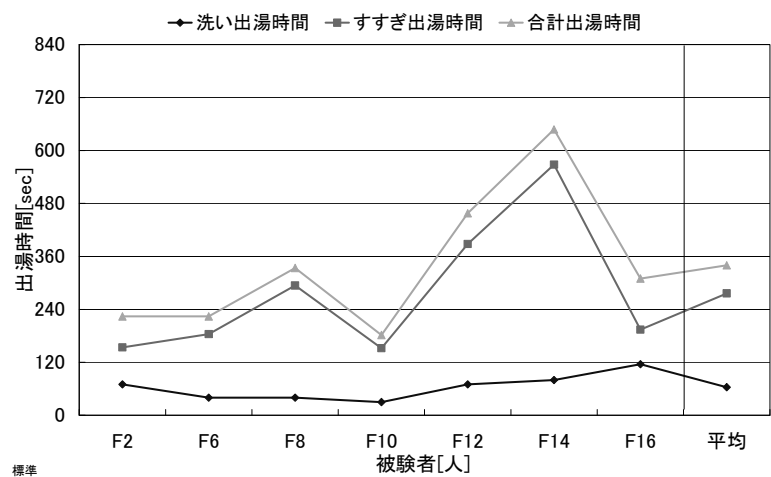


図 2-2-3-108 H17 年度夏期標準出湯時間

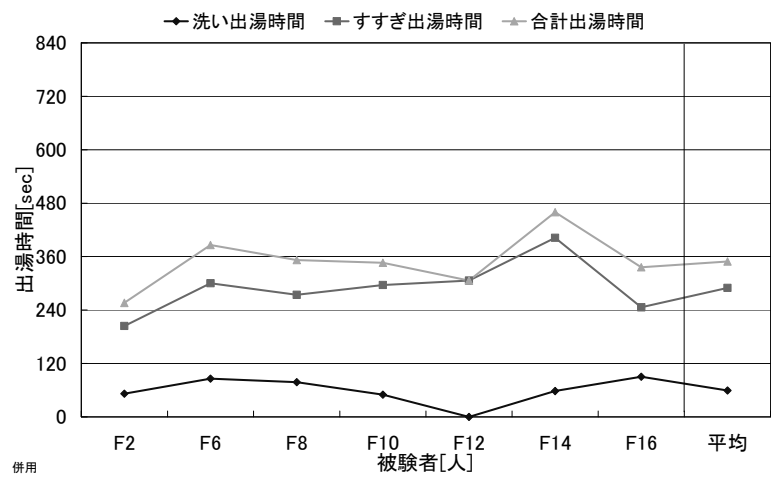


図 2-2-3-109 H17 年度夏期併用出湯時間

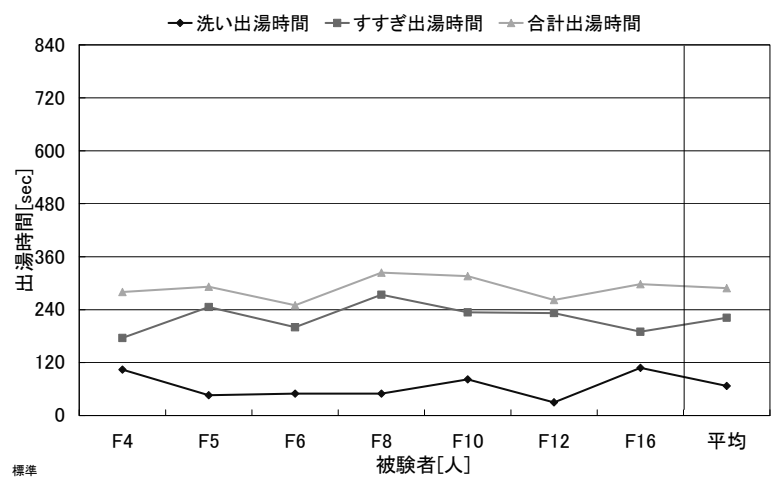


図 2-2-3-110 H17 年度冬期標準出湯時間

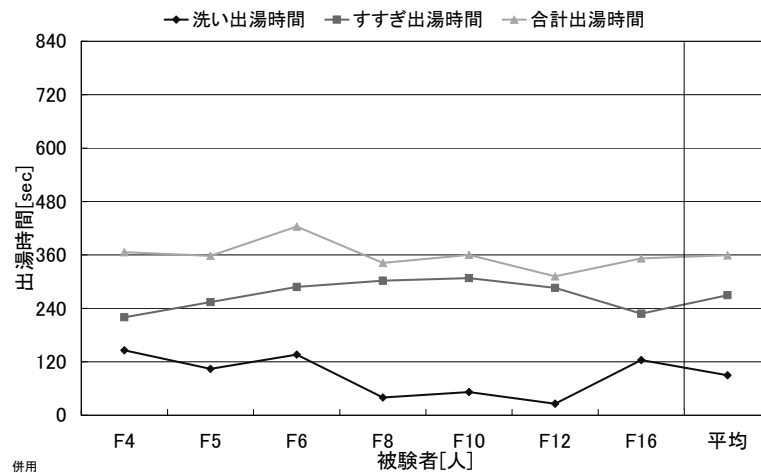


図 2-2-3-111 H17 年度冬期併用出湯時間

5) 洗い桶の使用による分類

食器洗浄時に桶を使用するか、使用しないかで分類を行なった。図 2-2-3-112に夏期平均使用量、図 2-2-3-113に冬期平均使用量を示す。夏期は全被験者 7 名が桶使用者であり、冬期は桶使用者 6 名、桶不使用者 1 名であった。夏期は全被験者が桶使用者であったため、桶による比較はできないが、冬期は全体的に使用量が均等になっている。桶の不使用者が少なかったが、全被験者において併用の場合に使用量が削減された。

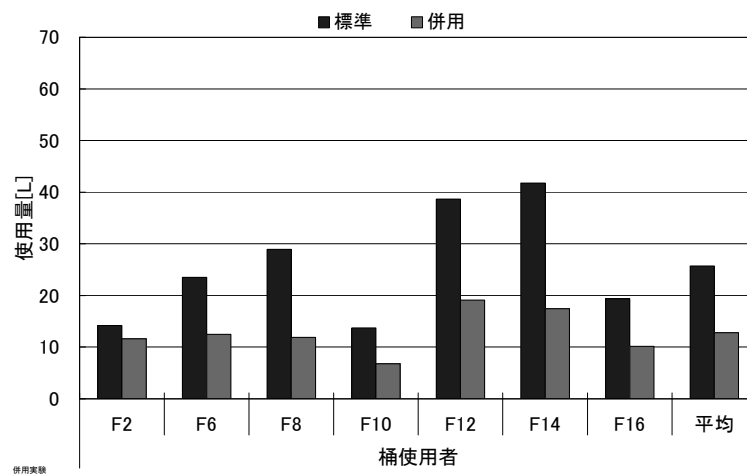


図 2-2-3-112 夏期平均使用量

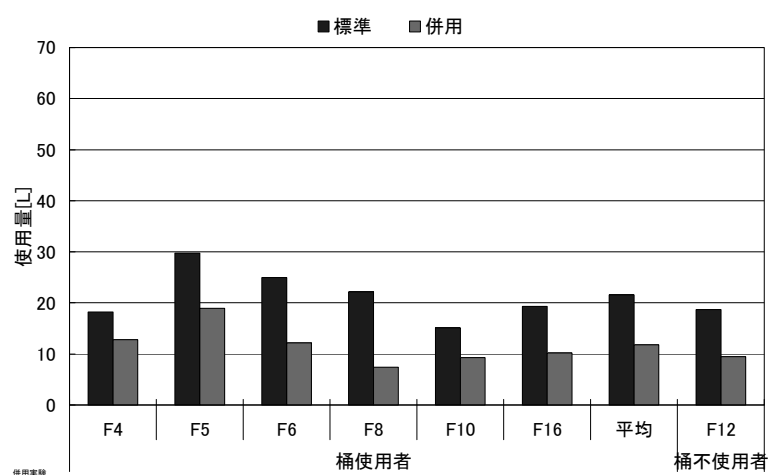


図 2-2-3-113 冬期平均使用量

6) 併用実験のまとめ

H17年度夏期とH17年度冬期の実験結果の平均を表2-2-3-18に示す。平均使用量と節水率を図2-2-3-114に示す。使用量では、夏期冬期ともに節水器具を併用した場合に、標準の半分程度にまで減少している。それと同様に流量も半分以下にまで下がっていることから、流量の低下が使用量削減に結びついた。流量の低下には吐水実験と同様にシャワー吐水における水の勢いの強さが影響していると考えられる。吐水温度においては、夏期と冬期で大きな変わりはない。出湯時間においては、夏期では標準に比べて併用のほうが短くなっているが、冬期では併用のほうが1分以上長くなっている。節水量(節水率)は、夏期49.9%(13.0L)、冬期45.9%(9.7L)と、ともに併用したときに高い節水効果が得られることを把握できた。

表 2-2-3-18 併用実験平均

	H17年度夏期		H17年度冬期	
	標準	併用	標準	併用
使用量(L)	26.0	13.0	21.2	11.5
流量(L/min)	4.8	2.3	4.5	1.9
温度(°C)	35.0	31.2	31.0	27.9
出湯時間(sec)	366	349	289	359
節水量(L)	—	13.0	—	9.7
節水率	—	49.9%	—	45.9%

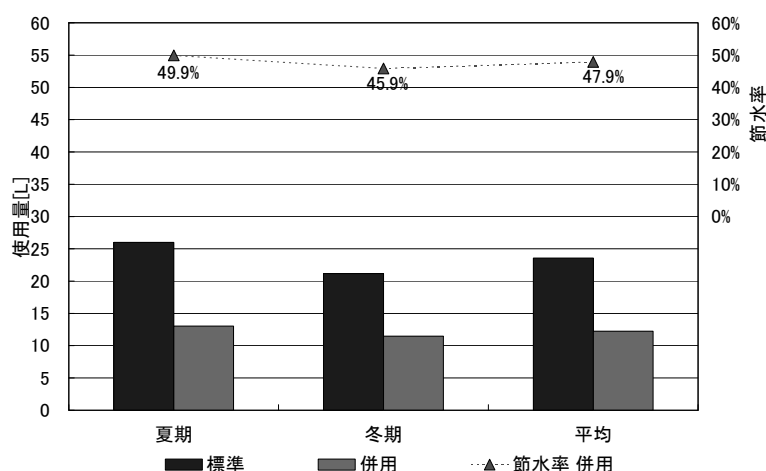


図 2-2-3-114 H17 年度併用実験比較

7) 主婦と学生の比較

併用実験の年別比較を図2-2-3-115に示す。主婦と学生どちらにおいても標準よりも併用した場合のときに使用量が下がっている。学生は主婦よりも標準での使用量が5Lも低い結果となった。標準に対する節水率(節水量)は、主婦は52.7% (12.0L)、学生は47.9% (11.3L)とほぼ同等の値である。使用量に違いはあっても、節水できる量には大きな差はないということがわかった。以上のことから、節水器具を併用した場合においては、学生、主婦の年齢差に関わらず大きな節水効果が得られると考えられる。

図2-2-3-116に所要時間による比較を示す。ここで比較した学生のデータは2005年度被験者の夏期7名と冬期7名の計14名、主婦のデータは2004年度被験者の10名である。所要時間とは実験全体でかかった時間であり、食器洗浄のしている間の時間である。平均値を見てもわかる通り、主婦は学生と比較して短時間で実験を終えている。標準で324秒、併用で311秒短縮されている。学生よりも300秒(5分)以上も短縮された。

また、学生のほうはデータのばらつきが激しいが、主婦はばらつきが少なくなっている。標準偏差で見ると、標準では学生244秒、主婦69秒、併用では学生118秒、主婦135秒となった。これからも、主婦は学生よりもばらつきが少ないことがわかる。主婦は普段から食器洗浄を行う機会が多いことも影響していると思われる。

使用量は学生のほうが少ないが、所要時間は主婦のほうが短くなった。これより、主婦は節水よりも時間短縮を念頭に置いていると考えられる。また一方で、学生は時間短縮よりも節水を意識して実験を行ったと考えられる。

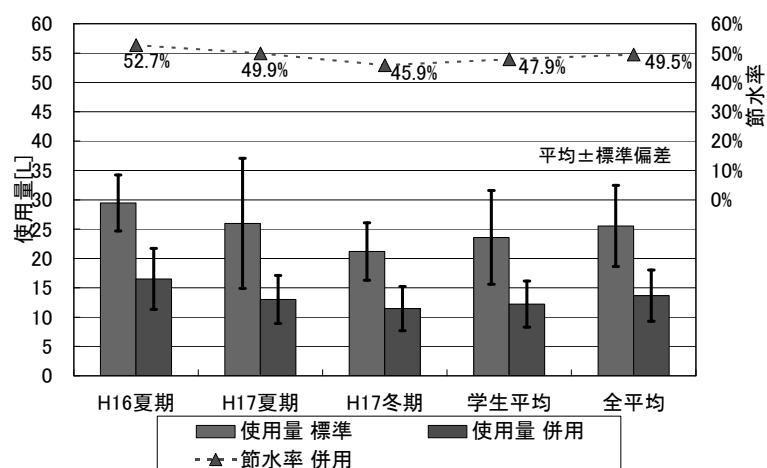


図 2-2-3-115 併用実験による年別比較

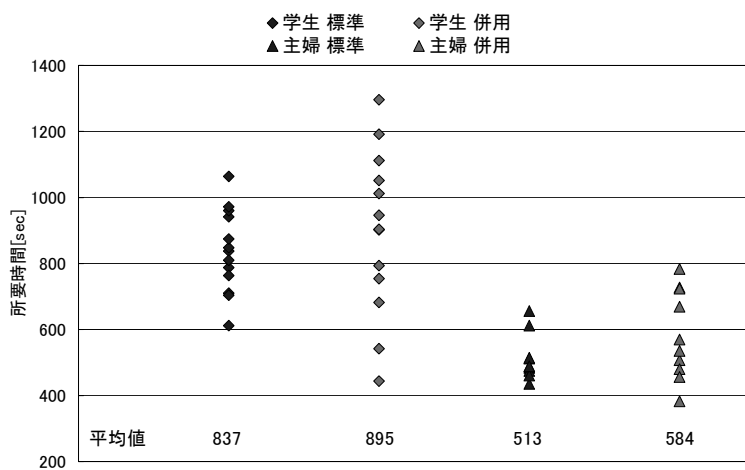


図 2-2-3-116 所要時間による比較

4-3-6 使用下限湯温把握実験

吐水実験、止水実験、併用実験と同様に4人家族を想定した4セット(44点)を(財)ベターリビング食洗機性能指標に基づき汚し、被験者の女性10名(平均年齢22.3歳)、男性10名(平均年齢22.1歳)に洗浄してもらった。実験はまず、給湯器を使うことを前提に被験者が快適であると思う湯温で普段通りに食器洗浄をする行為(快適)と、各被験者の「不快ではなく、行為が行え、続けられる最低水温」で食器洗浄をする行為(下限)の2回行う。被験者ごとに実験手順による影響がないよう、実験順序を入れ替えて行った。

この実験は冬期のみに行い、吐水実験、止水実験、併用実験と並行して行った。実験は神奈川大学岩本研究室給湯実験室において行い、実験開始時、給湯配管は混合栓まで湯で満たした状態とし、水温、流量を2秒間隔で測定した。実験室内は25℃前後として実験を行った。

1) 使用量

女性被験者による使用量を図 2-2-3-117、図 2-2-3-118に示す。使用量に大きな変化はなく、平均もほぼ同等であった。被験者ごとに見ても使用量の多い被験者は下限でも多く、少ない被験者は下限でも少なかった。

男性被験者による使用量を図2-2-3-119、図2-2-3-120に示す。女性被験者では快適温度でも下限温度でも使用量の差は見られなかったが、男性被験者では2つの使用量がばらばらであり、使用量が全く違った。

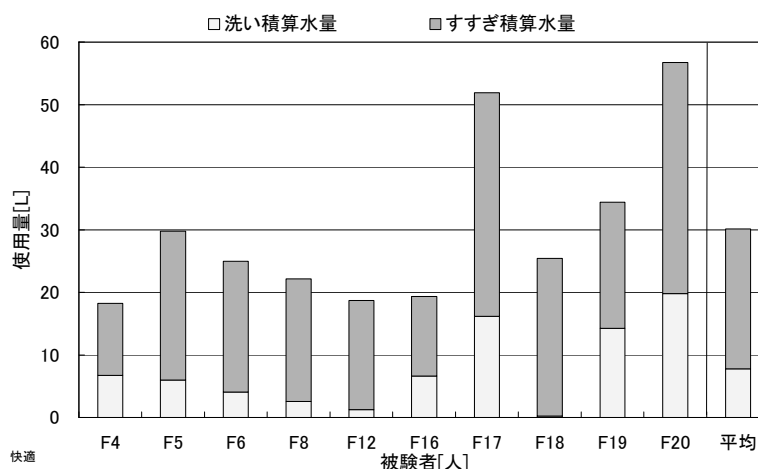


図 2-2-3-117 女性被験者快適使用量

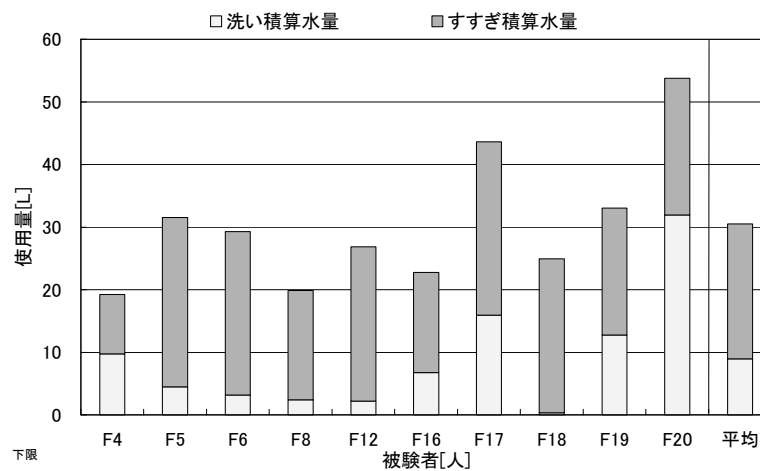


図 2-2-3-118 女性被験者下限使用量

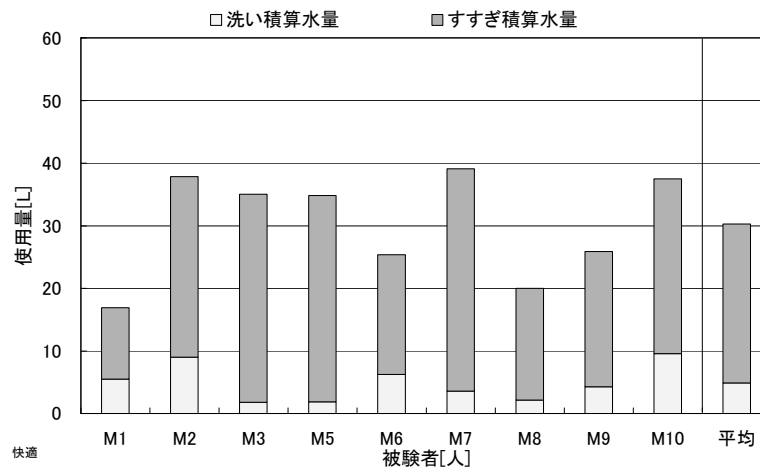


図 2-2-3-119 男性被験者快適使用量

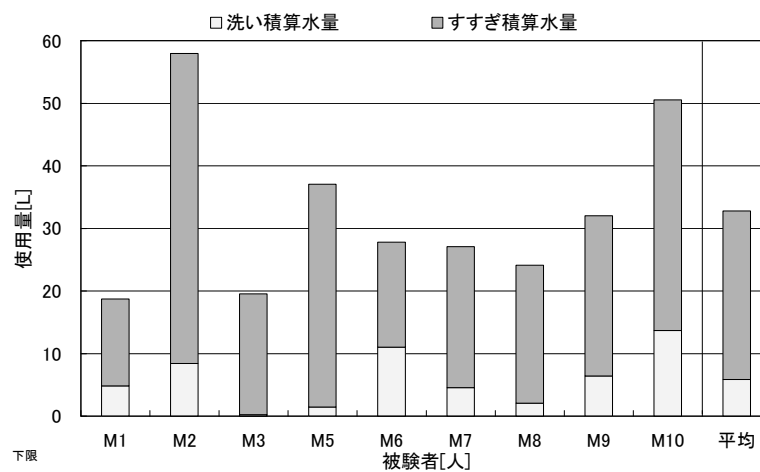


図 2-2-3-120 男性被験者下限使用量

2) 使用流量

女性被験者による使用流量を図2-2-3-121、図2-2-3-122に示す。平均で見ると、快適温度と下

限温度での流量の差はなかった。被験者ごとに見ると、快適温度と下限温度で流量がほぼ等しい被験者が多かった。

男性被験者による使用流量を図2-2-3-123、図2-2-3-124に示す。平均で見ると、快適温度と下限温度での流量の差はほぼなかった。被験者ごとに見ると、快適温度と下限温度で流量がほぼ等しい被験者が多かった。つまり、快適温度と下限温度で、食器洗浄の仕方が同様である傾向といえる。

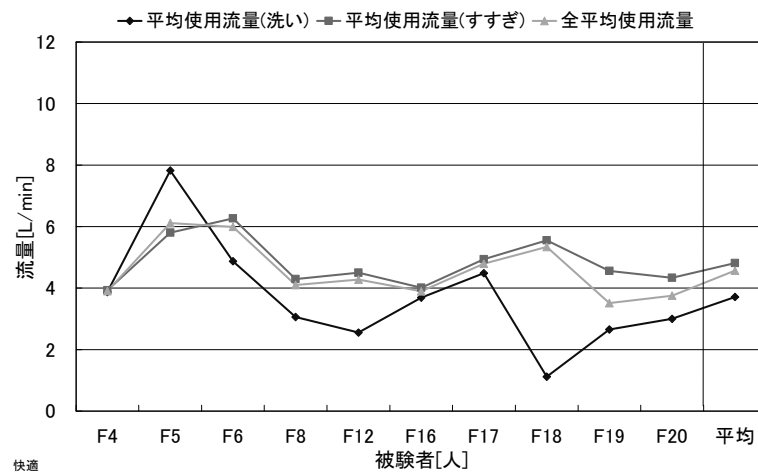


図 2-2-3-121 女性被験者快適使用流量

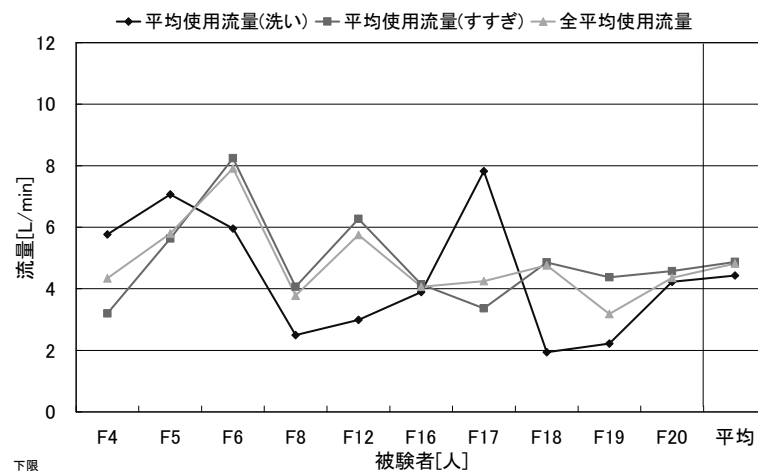


図 2-2-3-122 女性被験者下限使用流量

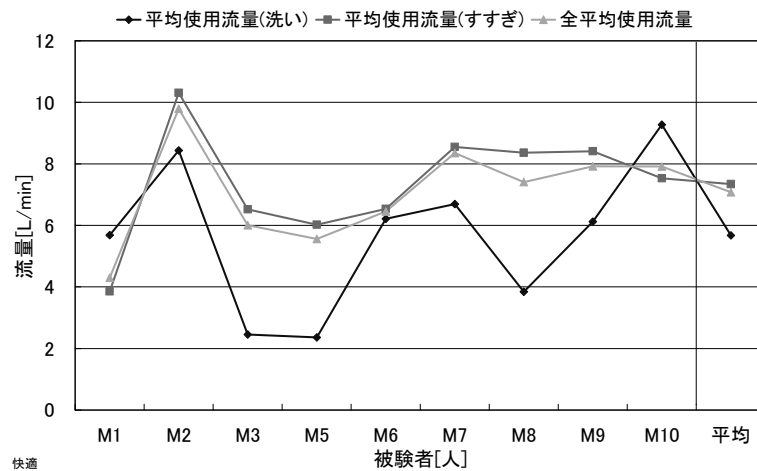


図 2-2-3-123 男性被験者快適使用流量

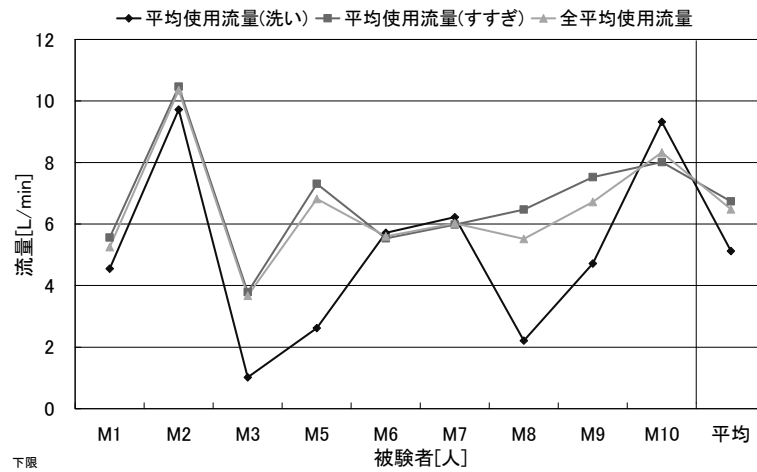


図 2-2-3-124 男性被験者下限使用流量

3) 吐水温度

女性被験者による使用吐水温度を図2-2-3-125、図2-2-3-126に示す。女性被験者は、平均で10℃ほど吐水温度を下がっている。被験者ごとに見ると、快適温度では30℃～40℃となっていて、下限温度では20℃～35℃のあいだになっている。これらから、ある人にとっては快適と感じる温度でも、別の人には冷たく感じ食器洗浄を行えない温度である場合もあることがわかった。

男性被験者による使用吐水温度を図2-2-3-127、図2-2-3-128に示す。男性被験者は、平均で15℃ほど吐水温度が下がった。女性被験者の場合は、下限温度では20℃～35℃と温度に幅があったが、男性被験者の場合は、15℃～20℃と半分以下が20℃以下の温度になっており温度のばらつきが小さかった。これらから、女性よりも男性のほうがより低温の温度でも食器洗浄を行えるということがわかった。

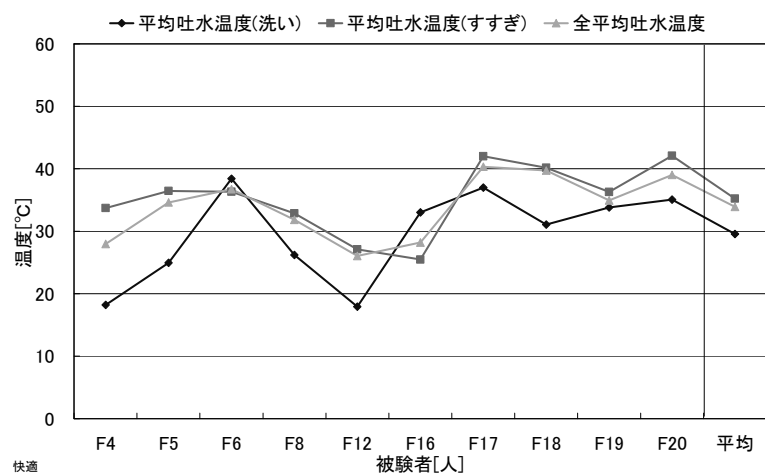


図 2-2-3-125 女性被験者快適使用吐水温度

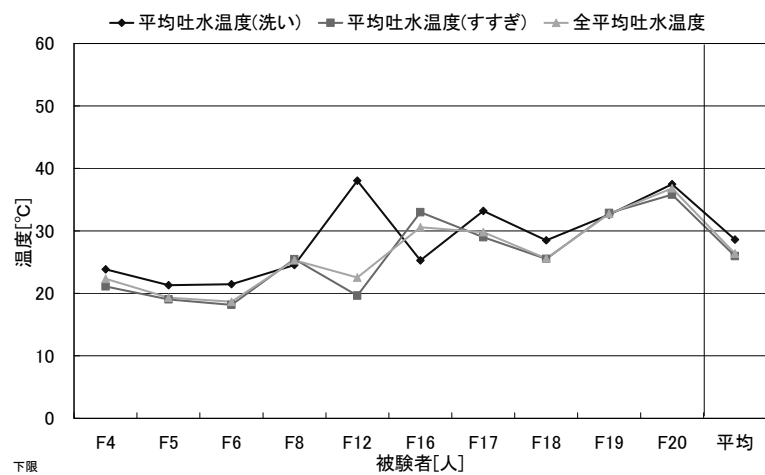


図 2-2-3-126 女性被験者下限使用吐水温度

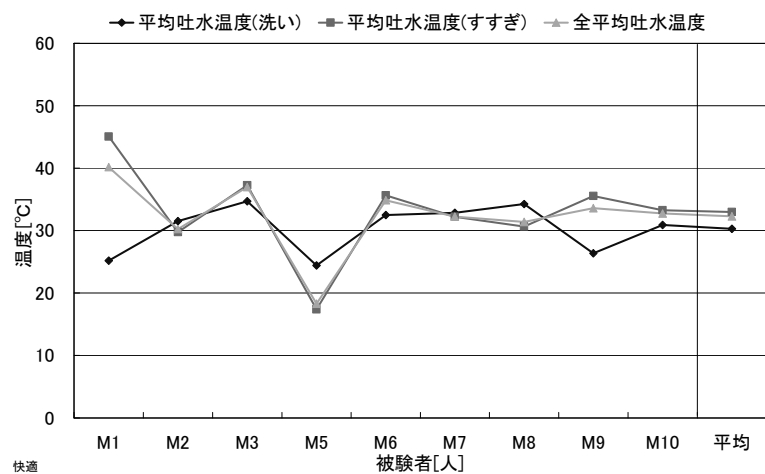


図 2-2-3-127 男性被験者快適使用吐水温度

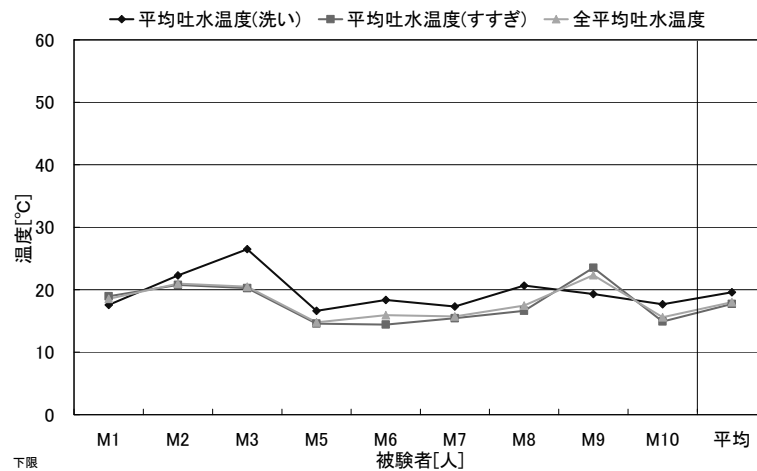


図 2-2-3-128 男性被験者下限使用吐水温度

4) 出湯時間

女性被験者による出湯時間を図2-2-3-129、図2-2-3-130に示す。出湯時間に大きな差はなく、被験者ごとに見ると同様の傾向になっていることから、同じような洗浄方法で実験が行われたことがわかる。

男性被験者による出湯時間を図2-2-3-131、図2-2-3-132に示す。出湯時間に大きな差はなく、被験者ごとに見ると同様の傾向になっていることから、同じような洗浄方法で実験が行われたことがわかる。

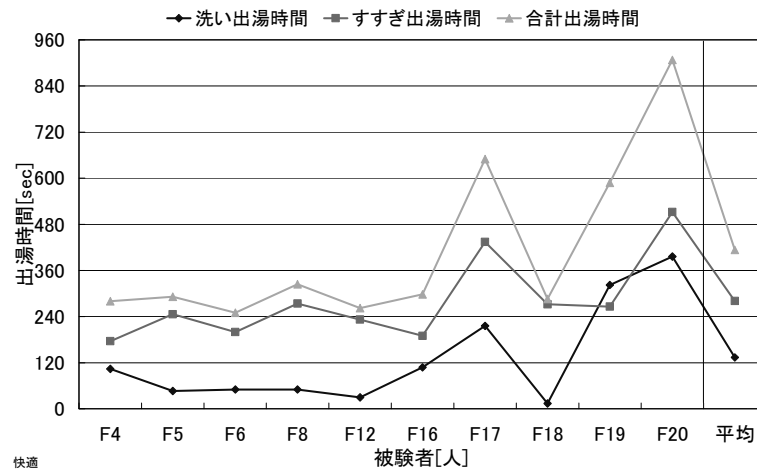


図 2-2-3-129 女性被験者快適出湯時間

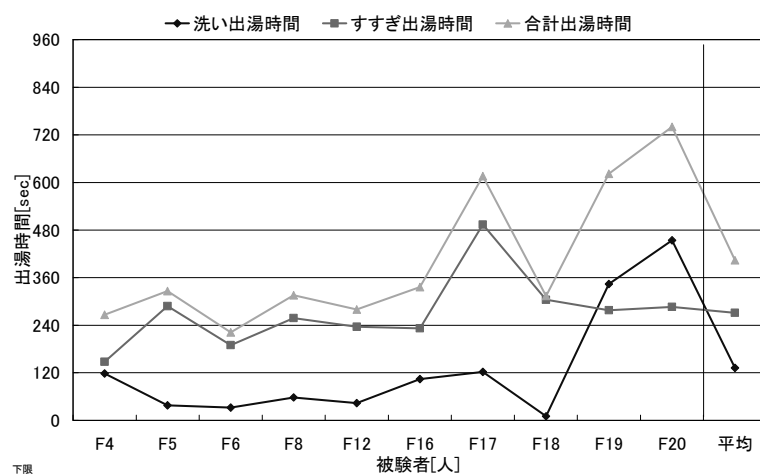


図 2-2-3-130 女性被験者下限出湯時間

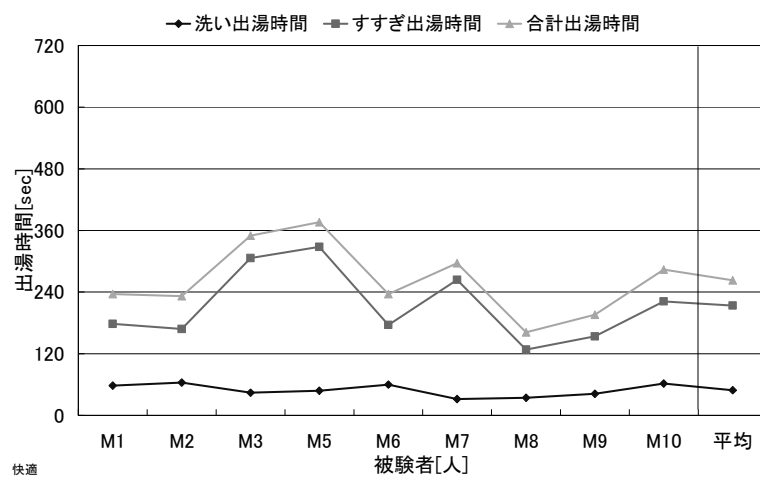


図 2-2-3-131 男性被験者快適出湯時間

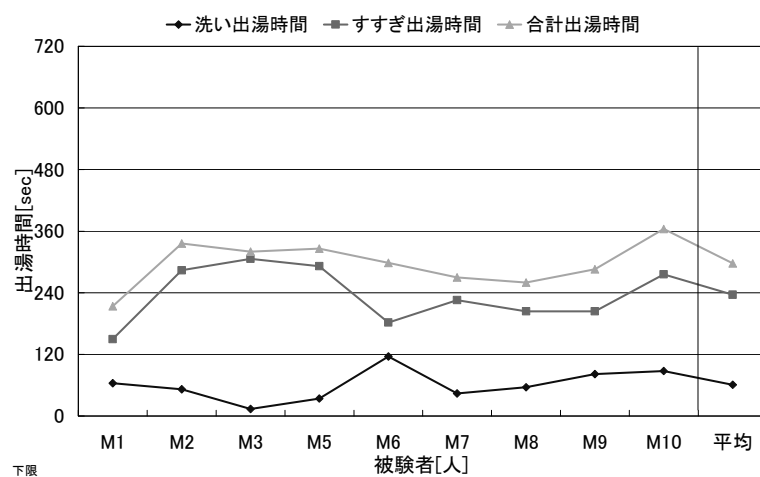


図 2-2-3-132 男性被験者下限出湯時間

表 2-2-3-19に下限温度実験平均、図 2-2-3-133に使用量と吐水温度を示す。男性、女性ともに快適と下限での使用量に変化はなく、男性、女性での性別による使用量の差もなかった。快適温

度は男性被験者 32.3℃、女性被験者 33.9℃となり、女性被験者が 1.6℃高い結果となったがほぼ同等の温度であった。下限温度では男性被験者 18.0℃、女性被験者 26.4℃となり、男性被験者が 8.4℃も低い結果となった。これから、女性被験者よりも男性被験者がより、「不快ではなく食器洗い行為を行える下限湯温」は低いといえる。

表 2-2-3-19 下限温度実験平均

	男性		女性	
	快適	下限	快適	下限
使用量[L]	30.3	32.8	30.2	30.5
吐水温度[℃]	32.3	18.0	33.9	26.4
流量[L/min]	7.1	6.5	4.6	4.8
出湯時間[sec]	263	297	414	404

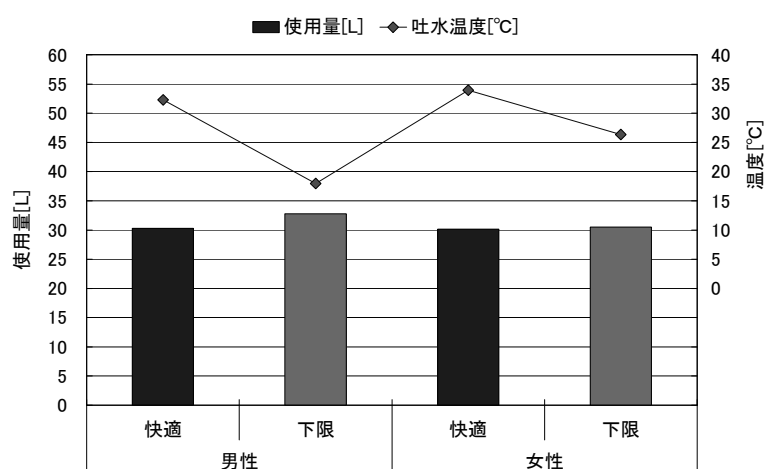


図 2-2-3-133 使用量と吐水温度

5) アンケート調査

本章後部資料 3 に 2005 年度食器洗淨実験で用いたアンケートを示す。表 2-2-3-20 に 2005 年夏期アンケート結果、表 2-2-3-21 に 2005 年冬期アンケート結果を記す。冬期では、Ⅳこの時期の水・湯の使用についてのみ行った。また、2003 年度、2004 年度、2005 年度のアンケート結果の年度別比較を表 2-2-3-23 に、実験後の使用感のアンケート結果を表 2-2-3-24 に示す。

食器洗い、洗顔、手洗いなどの手や顔に触れる時間が長いものでは、冬期の場合に湯の使用が増えていることがわかる。2005 年は学生を対象としたので平均年齢が 30 歳ほど低くなっている。3 年間を比較しても学生と主婦で大きな差はないのがわかる。吐水形態ではシャワーの使い勝手が良いと感じた人数は少なく、主婦と同様に使い勝手が悪いと感じた被験者が多いことがわかる。止水形態では学生は標準のほうが使いやすいと答えた被験者の割合が主婦よりも高かった。

表 2-2-3-20 2005 年度夏期アンケート結果

I. ご自身のことについて									
住宅の種類				家族の人数	平均年齢				
戸建住宅	マンション	アパート	その他	家族の人数	平均年齢				
6	5	5	0	3.3	21				
主に食器洗いをしているが				冷え性ですか					
はい	いいえ	はい	いいえ	問題ない					
6	9	11	3	0					
II. お住まいの給湯・給水設備について									
1) 給湯設備はあるか		給湯器の種類							
ある	ない	瞬間湯沸器	ガス湯沸器	電気温水器	ヒートポンプ	石油給湯器	その他		
13	0	2	10	1	0	0	0		
2) 温度設定はできるか		食器の汚れ具合によって、温度設定を変えるか							
できる	できない	必ず	よく	あまり	まったく				
11	3	0	2	5	4				
1) 台所の水栓					2) 吐水口				
1バルブ	シングルレバ	2バルブ	サーモ	その他	標準型	シャワー型	泡沫型	その他	
1	7	6	0	0	12	5	1	0	
3) その他									
特になし	自動水栓	足踏止水栓	その他						
12	0	0	0						
3. 浄水器について									
1) 使用しているか		2) 何に使用しているか							
はい	いいえ	調理全般	飲用	煮炊き用	食品の洗浄	食器洗い	その他		
4	11	4	4	3	0	0	0		
4. 水(ミネラルウォーターなど)について									
1) 購入しているか		2) この時期の購入量		3) 何に使用しているか					
はい	いいえ	1週間に(L)	1ヶ月に(L)	調理全般	飲用	煮炊き用	その他		
12	3	4.0	24	0	13	2	0		
III. 普段の食器洗いについて									
1. 自動食器洗い機について									
1) 使用しているか		3) 使用頻度				4) 下洗いをするか			
はい	いいえ	毎回使用	たまに使用	使用してない	その他	する	しない		
2	13	1	0	1	0	2	0		
2. 食器洗い時に使用しているものについて									
1) ゴム手袋を使用しているか		2) 食器洗い時に使用しているもの		3) 使用している洗剤の種類					
いつも使用	ときどき使用	使用してない	スポンジ	たわし	その他	中性洗剤	アルカリ性洗	酸性	食洗機洗剤
0	0	15	15	0	0	14	0	0	3
3. 食器の洗い方について									
1) 食器洗い時の水・湯				2) 食器を洗う前に汚れを落とすには					
出しっぱなし	にまめに止め	桶に溜める	その他	拭き取って	浸け置き	水(湯)で流し	その他		
2	7	5	0	5	12	6	0		
3) 食器洗い中に洗剤をつける回数				4. 食器を洗った後、どのようにしているか					
1回	2~4回	4~7回	それ以上	布巾で拭く	自然乾燥	乾燥機を使用	その他		
2	12	1	0	1	11	4	0		
5. 食器の枚数について									
1) 普段、ご家庭で食事をされる人数									
平日			休日						
朝食	昼食	夕食	朝食	昼食	夕食				
1.5	0.8	2.0	1.9	2.1	2.2				
2) 普段、何人分の食器を洗うか									
平日			休日						
朝食	昼食	夕食	朝食	昼食	夕食				
0.5	0.3	1.5	0.4	0.9	1.4				
3) 1人分の食器の枚数(箸・コップを含まない)									
平日			休日						
朝食	昼食	夕食	朝食	昼食	夕食				
1.1	1.0	3.1	1.2	1.6	3.1				
6. 手で食器を洗う時のおよその時間									
平日			休日						
朝食	昼食	夕食	朝食	昼食	夕食				
1.9	0.9	10.5	2.0	2.7	10.2				

表 2-2-3-21 2005 年度冬期アンケート結果

IV. この時期の水・湯の使用について(夏)						
A. 食器を洗う時						
必ず湯	普段は湯	設定温度	必ず水	普段は水	使い分ける	
5	3	38.8	2	2	3	
B. 食品を洗う時						
必ず湯	普段は湯	設定温度	必ず水	普段は水	使い分ける	
0	0	0	13	2	0	
C. 煮炊きに使う時						
必ず湯	普段は湯	設定温度	必ず水	普段は水	使い分ける	
0	0	0	10	4	0	
D. 洗顔						
必ず湯	普段は湯	設定温度	必ず水	普段は水	使い分ける	
5	2	38.3	1	2	5	
E. 歯磨き						
必ず湯	普段は湯	設定温度	必ず水	普段は水	使い分ける	
0	0	0	15	0	0	
F. 手洗い						
必ず湯	普段は湯	設定温度	必ず水	普段は水	使い分ける	
2	3	39	7	2	2	
G. 洗濯						
必ず湯	普段は湯	設定温度	必ず水	普段は水	使い分ける	風呂の残り湯
0	1	30	11	2	0	1
V. 給水・給湯に関するあなたの考えについて						
1. 水や湯を使う時、節水を意識しているか			2. 給湯にかかるエネルギーに節約を意識しているか			
非常に意識	意識している	あまりしてない	意識してない	非常に意識	意識している	あまりしてない
1	8	6	0	0	7	5
						3

表 2-2-3-22 2005 年度冬期アンケート結果

IV. この時期の水・湯の使用について(冬)						
A. 食器を洗う時						
必ず湯	普段は湯	設定温度	必ず水	普段は水	使い分け	
8	1	39.1	0	0	2	
B. 食品を洗う時						
必ず湯	普段は湯	設定温度	必ず水	普段は水	使い分け	
0	1	38	6	3	1	
C. 煮炊きに使う時						
必ず湯	普段は湯	設定温度	必ず水	普段は水	使い分け	
0	0	0	5	5	0	
D. 洗顔						
必ず湯	普段は湯	設定温度	必ず水	普段は水	使い分け	
7	0	39.6	2	0	2	
E. 歯磨き						
必ず湯	普段は湯	設定温度	必ず水	普段は水	使い分け	
0	0	0	8	2	1	
F. 手洗い						
必ず湯	普段は湯	設定温度	必ず水	普段は水	使い分け	
1	4	38.8	1	1	3	
G. 洗濯						風呂の残り湯
必ず湯	普段は湯	設定温度	必ず水	普段は水	使い分け	
0	0	0	7	2	0	
						2

表 2-2-3-23 2003 年度～2005 年度アンケート比較結果

		2005年	2004年	2003年
平均年齢(歳)		21.0	51.4	49.7
自宅水栓	シングルレバー	7	22	26
	2バルブ	6	3	26
	その他	0	4	3
吐水形状	標準	12	19	23
	シャワー	5	4	9
	泡沫	1	3	1
食洗機	使用	2	3	2
	不使用	13	26	31
給湯器	瞬間湯沸器	2	3	1
	ガス湯沸器	10	22	32
	電気温水器	1	1	1
付け置き	行う	12	17	16
	行わない	11	12	18
洗い桶	使用	10	23	22
	不使用	3	6	12

表 2-2-3-24 実験後のアンケート結果

使用して使い勝手が良いと感じた人数		2005年夏期	2005年冬期	2004年	2003年
吐水形状	標準	5	2	8	22
	シャワー	1	2	3	14
	泡沫	2	4	15	20
止水栓	標準	4	2	3	21
	センサー	1	3	9	22
	足踏み	3	3	11	22

6) 予熱給水による省エネルギー効果のシミュレーション

予熱給水による省エネルギー効果の把握を計算により検討した。国土交通省および建築研究所で提案されている給湯モード「修正M1モード」を用いて、計算を行った。修正M1モードの出湯スケジュールを表2-2-3-25に、各日における出湯量を図2-2-3-134～図2-2-3-136に示す。

修正M1モードの洗面・台所での出湯を、予熱給水を想定して、24℃、22℃、20℃、18℃給水した場合の消費熱量および、40℃出湯に対する消費熱量割合を算出した。各日における出湯熱量算出結果を図2-2-3-137～図2-2-3-139に、40℃出湯に対する消費熱量割合を図2-2-3-140に示す。昼間の出湯が少ない「休日外出」のケースでは、消費熱量削減量は少なく、削減率で90～95%程度であった。一方、昼間の出湯量が多い「平日」および「休日在宅」のケースでは、消費熱量削減量が大きい結果となった。40℃出湯に比べ、24℃で給水すると23%以上の消費熱量削減となった。出湯熱量を24℃、22℃、20℃、18℃と下げると、2℃の低下ごとに約3%の消費熱量削減となった。

表 2-2-3-25 修正M1モード出湯スケジュール

平日(小)	平日(大)	休日外出(大)	休日在宅(小)	休日在宅(大)	休日外出(小)
時刻 量[L] 水栓	時刻 量[L] 水栓	時刻 量[L] 水栓	時刻 量[L] 水栓	時刻 量[L] 水栓	時刻 量[L] 水栓
06:30 3 洗面	06:30 3 洗面	06:30 2 洗面	07:15 10 洗面	07:15 10 洗面	06:30 3 洗面
06:35 3 洗面	06:35 3 洗面	07:45 2 洗面	07:55 10 洗面	07:55 10 洗面	07:45 3 洗面
07:15 5 台所	07:15 5 台所	08:00 2 洗面	08:10 10 洗面	08:10 10 洗面	08:00 3 洗面
07:20 10 台所	07:20 10 台所	08:15 2 洗面	08:30 10 台所	08:30 10 台所	08:15 3 洗面
07:25 3 洗面	07:25 3 洗面	08:45 10 台所	08:35 10 台所	08:35 10 台所	08:45 10 台所
07:30 3 洗面	07:30 3 洗面	20:00 6 洗面	08:40 10 洗面	08:40 10 洗面	20:00 9 洗面
08:30 3 洗面	08:30 3 洗面	20:30 150 浴槽	11:55 12 洗面	11:55 12 洗面	21:00 25 シャワー
09:30 2 洗面	09:30 3 洗面	21:00 25 シャワー	12:45 15 台所	12:45 20 台所	21:05 25 シャワー
10:15 2 洗面	10:15 3 洗面	21:05 25 シャワー	12:50 15 台所	12:50 20 台所	21:15 25 シャワー
12:45 5 台所	12:45 5 台所	21:15 25 シャワー	12:55 20 台所	12:55 20 台所	21:20 25 シャワー
12:50 10 台所	12:50 10 台所	21:20 25 シャワー	16:00 9 洗面	16:00 9 洗面	21:45 3 洗面
13:45 2 洗面	13:45 3 洗面	21:45 2 洗面	18:00 3 洗面	18:00 3 洗面	22:15 25 シャワー
16:00 2 洗面	16:00 3 洗面	22:15 25 シャワー	18:05 25 シャワー	18:05 25 シャワー	22:20 25 シャワー
17:15 2 洗面	17:15 3 洗面	22:20 25 シャワー	18:10 25 シャワー	18:10 25 シャワー	22:25 3 洗面
18:00 2 洗面	18:00 3 洗面	22:25 2 洗面	18:15 3 洗面	18:15 3 洗面	22:30 25 シャワー
18:15 2 洗面	18:15 3 洗面	22:30 25 シャワー	18:25 12 洗面	18:25 12 洗面	22:35 25 シャワー
19:15 2 洗面	19:15 3 洗面	22:35 25 シャワー	19:30 15 台所	19:30 20 台所	22:45 3 洗面
19:20 2 洗面	19:20 3 洗面	22:45 2 洗面	19:35 15 台所	19:35 20 台所	
19:25 2 洗面	19:25 3 洗面		19:40 15 台所	19:40 20 台所	
20:15 10 台所	20:15 15 台所		19:45 15 台所	19:45 20 台所	
20:20 10 台所	20:20 15 台所		19:50 15 台所	19:50 20 台所	
20:25 10 台所	20:25 15 台所		19:55 15 台所	19:55 20 台所	
20:30 10 台所	20:30 15 台所		20:45 150 浴槽	20:45 150 浴槽	
20:35 15 台所	20:35 15 台所		21:15 25 シャワー	21:15 25 シャワー	
20:40 15 台所	20:40 15 台所		21:20 25 シャワー	21:20 25 シャワー	
20:45 150 浴槽	20:45 150 浴槽		21:45 5 洗面	21:45 5 洗面	
21:10 20 シャワー	21:10 20 シャワー		22:15 10 シャワー	22:15 25 シャワー	
21:15 3 洗面	21:15 3 洗面		22:20 10 シャワー	22:20 25 シャワー	
21:25 10 シャワー	21:25 25 シャワー		22:25 5 洗面	22:25 5 洗面	
21:30 10 シャワー	21:30 25 シャワー		22:30 10 シャワー	22:30 25 シャワー	
21:45 3 洗面	21:45 3 洗面		22:35 10 シャワー	22:35 25 シャワー	
22:00 10 シャワー	22:00 10 シャワー		22:45 11 洗面	22:45 11 洗面	
22:05 10 シャワー	22:05 10 シャワー				
22:15 3 洗面	22:15 3 洗面				
22:30 10 シャワー	22:30 25 シャワー				
22:35 10 シャワー	22:35 25 シャワー				
23:15 3 洗面	23:15 3 洗面				
23:20 3 洗面	23:20 3 洗面				
合計 380 L 行為数 38 回	合計 470 L 行為数 38 回	合計 380 L 行為数 18 回	合計 550 L 行為数 32 回	合計 650 L 行為数 32 回	合計 240 L 行為数 17 回

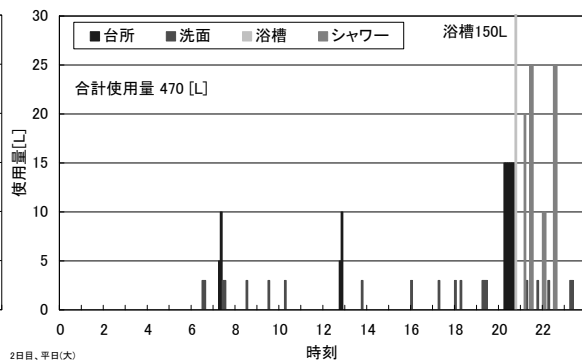
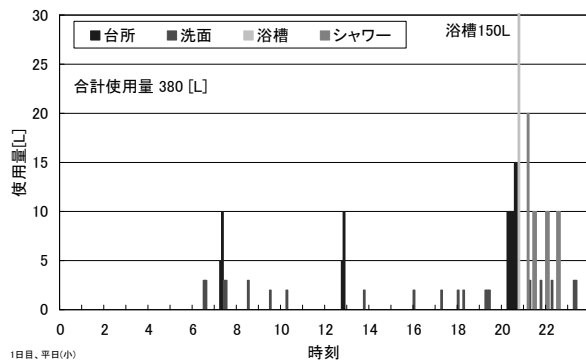


図 2-2-3-134 修正M1モード使用量 (左：平日 (小)、右：平日 (大))

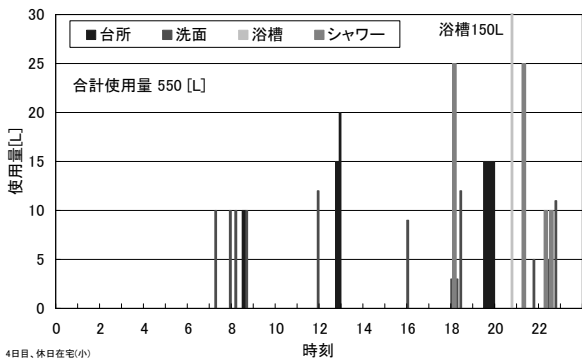
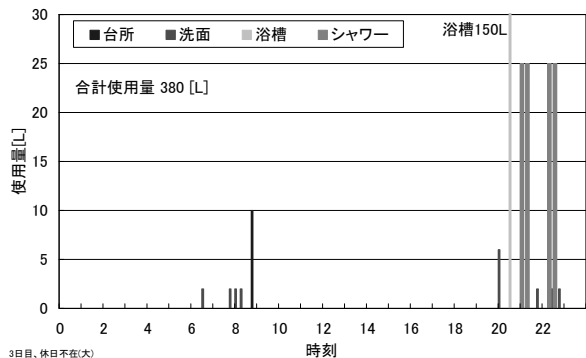


図 2-2-3-135 修正M1モード使用量 (左：休日外出 (大)、右：休日在宅 (小))

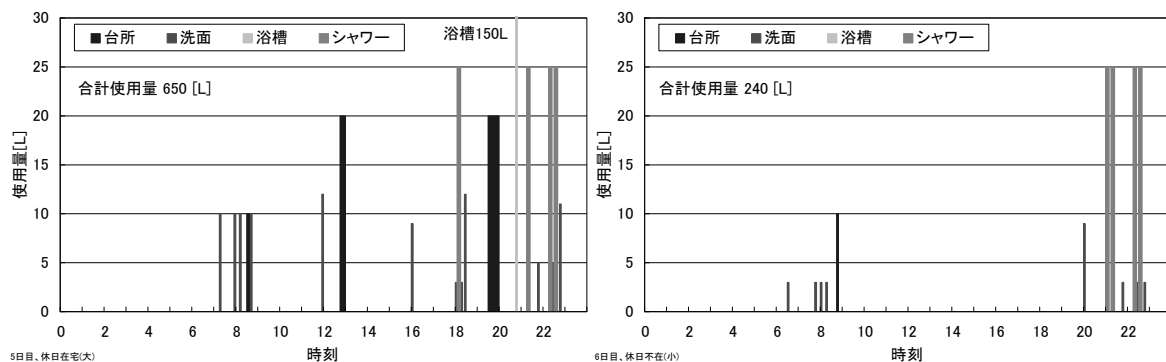


図 2-2-3-136 修正M1モード使用量 (左: 休日在宅 (大)、右: 休日外出 (小))

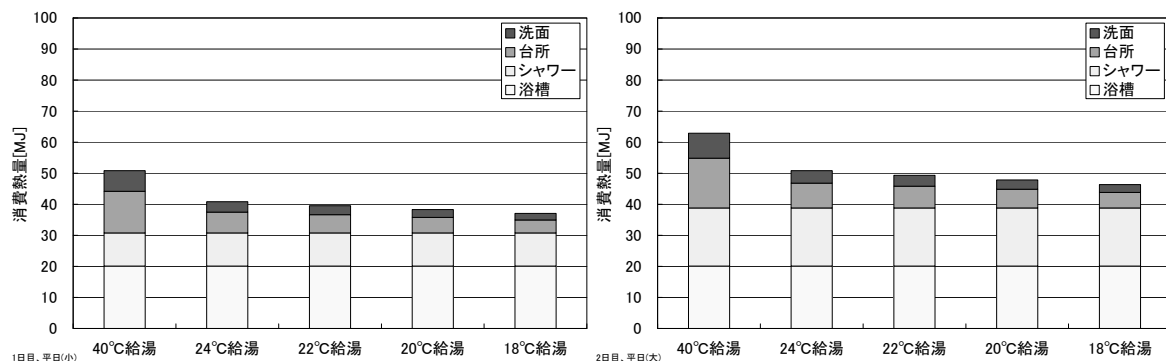


図 2-2-3-137 消費熱量 (左: 平日 (小)、右: 平日 (大))

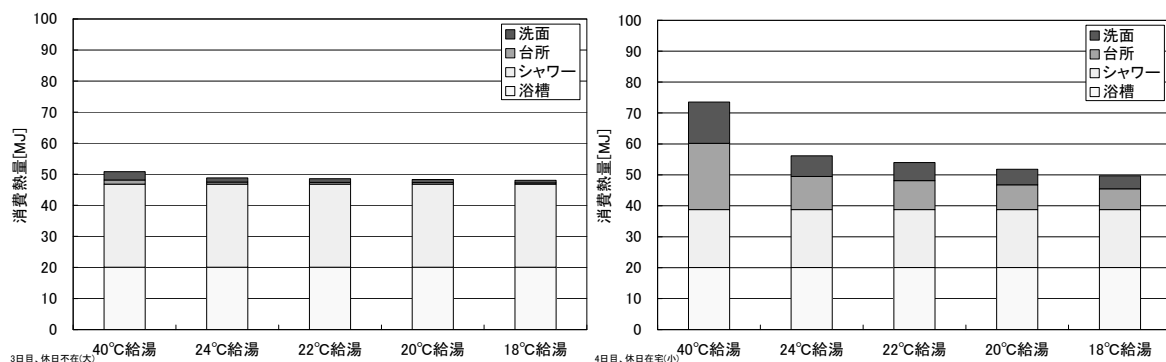


図 2-2-3-138 消費熱量 (左: 休日外出 (大)、右: 休日在宅 (小))

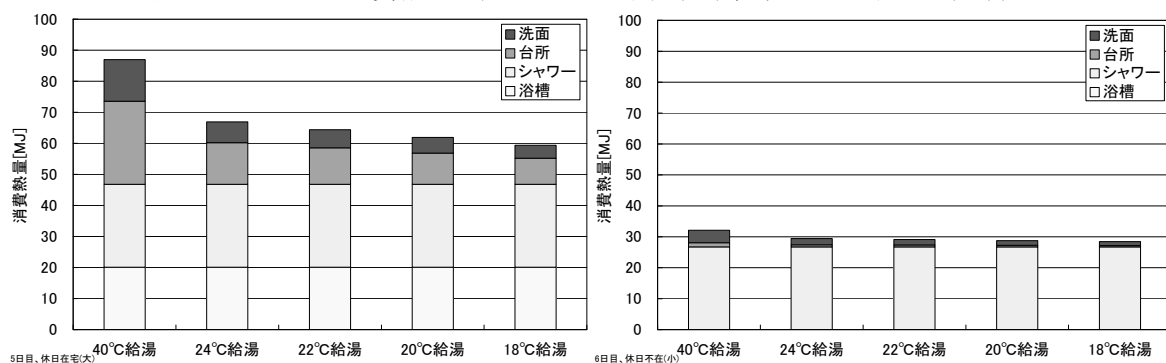


図 2-2-3-139 消費熱量 (左: 休日在宅 (大)、右: 休日外出 (小))

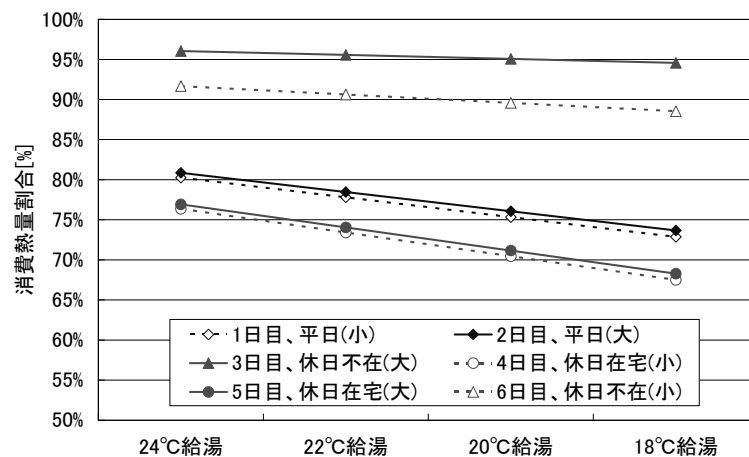


図 2-2-3-140 40°C出湯に対する消費熱量割合

吐水実験では、主婦と学生どちらにおいても標準よりも泡沫吐水、泡沫吐水よりもシャワー吐水のときに使用量が下がっている。標準に対する節水率では、主婦は泡沫吐水 3.7% (1.2L) シャワー吐水 29.1% (9.6L)、学生は泡沫吐水 17.0% (4.4L) シャワー吐水 37.3% (9.4L) となり、学生のほうが高い節水率となった。実験全体でかかった時間(所要時間)は、主婦は学生と比較して短時間で実験を終えている。学生よりも約 150 秒 (2 分半) ほど短縮された。

止水実験では、主婦では標準よりもセンサー、センサーよりも足踏みにおいて使用量が低下している。学生は夏期には節水効果が得られなかったが、冬期では主婦と同様の結果となった。標準に対する節水率では、主婦はセンサー止水 5.2% (2.3L) 足踏み止水 8.3% (3.2L)、学生はセンサー止水 6.7% (1.2L) 足踏み止水 2.7% (0.2L) となり、使用量の違いはあるが年齢差に関係なく同等の節水効果が得られると考えられる。実験全体でかかった時間(所要時間)は、吐水実験と同様に主婦は学生と比較して短時間で実験を終えている。学生よりも約 160 秒以上も短縮された。

併用実験では、主婦と学生どちらにおいても標準よりも併用した場合のときに使用量が下がっている。標準に対する節水率(節水量)は、主婦は 52.7% (12.0L)、学生は 47.9% (11.3L) とほぼ同等の値である。使用量に違いはあっても、節水できる量には大きな差はないということがわかった。実験全体でかかった時間(所要時間)は、主婦は学生と比較して標準で 324 秒、併用で 311 秒短縮されている。

下限湯温実験では、快適温度は男性被験者 32.3°C、女性被験者 33.9°C となり、女性被験者が 1.6°C 高い結果となったがほぼ同等の温度であった。下限温度では男性被験者 18.0°C、女性被験者 26.4°C となり、男性被験者が 8.4°C も低い結果となった。男性被験者は 14.3°C、女性被験者は 7.5°C 程度湯温を下げても、不快ではなく食器洗い行為を行えるといえる。この使用湯温を下げることによって省エネルギーにつながっていく。

主婦と学生との決定的な違いは、学生のほうが使用量は少ないが、所要時間は主婦のほうが短いということである。これより、主婦は節水よりも時間短縮を念頭に置いていると考えられる。また一方で、学生は時間短縮よりも節水を意識して実験を行ったと考えられる。

予熱給水による省エネルギー効果の計算による把握では、昼間の出湯が少ない「休日外出」のケースでは、消費熱量削減量は少なく、削減率で90～95%程度あったが、昼間の出湯量が多い「平日」および「休日在宅」のケースでは、消費熱量削減量が大きい結果となった。40℃出湯に比べ、24℃で給水すると23%以上の消費熱量削減となった。出湯熱量を24℃、22℃、20℃、18℃と下げると、2℃の低下ごとに約3%の消費熱量削減となった。

4－4 食器洗浄時の使用水温に関する実態調査

4-4-1 実態調査

1) 調査概要

表 2-2-4-1 に調査対象者 8 名および対象住宅 7 軒の概要を示す。

食器洗浄に使用する水・湯温の調査については、各家庭で「主に家事を担当している人」に依頼した。なお、HR 邸では主婦と子（大学生）を対象としたが、子ども普段より食器洗いを行なっていることから、同等のデータとして扱った。

給湯については、KM 邸が台所設置型の瞬間湯沸器を使用している以外は、屋外設置型給湯器で、ほとんどの住宅で温度設定できるものが使用されている。また、YB 邸では給水・給湯系統に太陽熱温水器が接続されている。なお、YZ 邸は食器洗浄に湯を使用しない住宅である。

測定項目と測定方法を表 2-2-4-2 に示す。

(1) 食器洗浄水温および給水温

食器洗浄に使用した水または湯の温度、および、給水温度は、1 週間に 2 回程度、食器洗いを行なったときに、モニター各自で計測してもらった。食器洗浄の水温については、1 回は普段通りに、もう 1 回は「特に問題ない」という程度まで下げるよう依頼した。また、食器洗浄機を使用した場合には、下洗い等の手洗いに使用した水・湯温を計測した。

水温は、保温性のあるカップに食器洗いに使用した水と水道水をそれぞれに汲み、記録機能付き温度計のセンサーをその中に投入して測定した（写真 4.1）。同時に、温度計に表示されるそれぞれの水温を読み取って記録するよう、モニターに依頼した。なお、温度計の記録間隔による温度変化は無視できる程度であることを事前に確認した（図 2-2-4-1）。

(2) 台所の温湿度

台所内の温湿度は、記録機能付き温湿度計を用い、1 分または 2 分間隔で計測した。温湿度計は、機器等が発生する熱、水蒸気の影響を直接受けない場所で、床上 1m 程度の位置に置くよう依頼した。

(3) 水温評価・食器量・油污れ程度

食器洗い水温を計測したときに、その水温に対する評価、食器量、油污れ量等についても記入してもらった。

(4) アンケート項目

食器洗浄を実施した各モニターに対して、質問紙を用い表 2-2-4-3 に示す項目を調査した。

表2-2-4-1 調査対象者

モニター		所在地	住宅種類	建設年	同居家族人数	属性			冷え性	台所水栓	給湯設備	備考
						職業	性別	年齢	部位	吐水口	温度調節	
1	HR邸1	群馬県安中市	戸建	1998	4	主婦 専業	女	49	冷え性 足	シングルレバー シャワー	石油給湯器 温度設定	
2	HR邸2					学生	女	21	特になし	－	－	
3	KM邸	埼玉県春日部市	戸建	1979	3	主婦 専業	女	51	冷え性 手, 足	1バルブ 標準	瞬間湯沸かし器 高中低・強弱	
4	OI邸	群馬県笠懸町	戸建	1995	4	自営	女	48	冷え性 手, 足	シングルレバー シャワー	石油給湯器 温度設定	
5	MM邸	神奈川県横浜市	集合		4	主婦 専業	女	53		2バルブ	屋外設置ガス給湯器	
6	YB邸	群馬県前橋市	戸建	1980	7	パート	女	49	冷え性 足	サーモスタット付 シャワー	石油給湯器 温度設定	
7	YM邸	神奈川県横浜市	戸建		4	主婦 専業	女	48		シングルレバー	屋外設置ガス給湯器	
8	YZ邸	埼玉県北川辺町	戸建	1990	5	主婦 専業	女	50	特になし	シングルレバー 標準	屋外設置ガス給湯器 温度設定	食器洗いに湯を 使用しない

表 2-2-4-2 調査項目

計測項目	計測方法	備考
水道水温	記録機能付温度計 (1分または2分間隔で計測)	記録紙にも記入
食器洗浄水温		
台所空気温	記録機能付温湿度計 (1分または2分間隔で計測)	
台所相対湿度		
質問紙記入項目	選択肢	備考
調査日時		
食器洗い時の水温調整	普段通り／意識して調節	水温調節が普段通りの場合、回答は任意 (調節した場合は必須)
水温感	特に問題なし／冷たい／温かい	
湯使用	使用／不使用	
食洗機使用	使用／不使用	
洗い物量	普段通り／普段より多い／普段より少ない	
油污れ量	多い／少ない	

記録機能付温度計
(水温計測用)

記録機能付温湿度計



写真 2-2-4-1 計測用器具

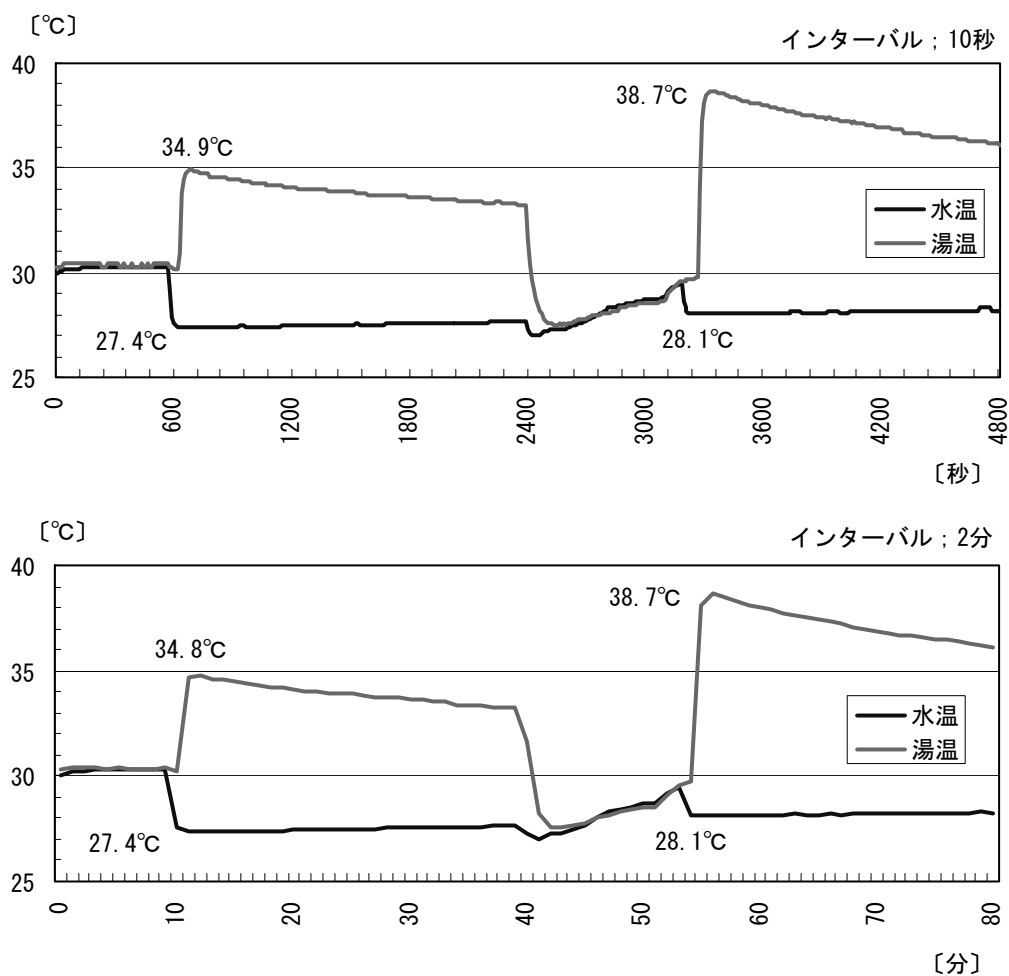


図 2-2-4-1 保温カップによる水温計測の経時変化

10 秒間隔（上図）で計測した温度データを 2 分間隔（下図）で図示。10 秒間隔の計測データと、これを 2 分間隔の計測と見なしたデータでは、最低値（水温）で最大 0.1°C、最高値（湯温）で最大 0.2°C の差を生じたが、この程度であれば許容できる誤差の範囲内と考えられる。

2) 計測期間中における使用水温の実態

図 2-2-4-2～図 2-2-4-9 は、計測期間中における各モニターの「普段通り」と「意識して調整」した場合の食器洗浄水温と給水温、日平均室温、日平均外気温を示したものである。なお、外気温はモニター宅直近の気象観測地点における測定値である。

(1) HR 邸（主婦）

HR 邸主婦が普段の食器洗浄に使用した水温（以下、普段水温）は、最高 35.8°C、最低 25.9°C、平均 31.7°C（標準偏差 2.6°C）であり、一方、意識して調節した場合の水温（以下、調節水温）は、最高 33.6°C、最低 19.2°C、平均 26.6°C（標準偏差 6.0°C）で、調節水温の方が平均値で約 5°C 低い。しかし、普段水温の最低値と調節水温の最高値では、調節水温の方が高く、水温を下げるよう意識しても、それほど洗浄水温は下がっていなかった。なお、調整水温に対して、すべて「問題ない」という評価であった。

(2) HR 邸 (子)

HR 邸子が普段使用している水温は、HR 邸主婦よりも高く、また、ばらつきも大きい。普段水温は最高 45.0℃、最低 27.7℃、平均 35.9℃(標準偏差 5.0℃)であり、一方、調節水温は最高 35.3℃、最低 19.3℃、平均 26.6℃(標準偏差 5.3℃)であった。調査開始当初の調節水温は比較的強く抑えられていたが、それ以降は、30℃前後の水温が使用されていた。また調整水温が 19～20℃前後の場合には、その水温に対して「冷たい」が「問題ない」と評価していた。

(3) KM 邸

KM 邸の普段水温は、10 月には 33℃前後であったが、12 月には 27℃程度まで低下していた。出湯温は給水温に伴って低下しているが、これは出湯温度が設定できない瞬間湯沸器を使用しているためと考えられる。

また、意識した水温調整は調査期間当初に 3 回しか行なってもらえなかったが、水温に対する評価は、水温が 19.5℃、20.4℃の場合には「問題なし」、18.1℃の場合には「冷たい」としており、この程度の水温が許容可能な下限値になっていると考えられる。

(4) MM 邸

MM 邸では、普段より湯を使用せずに食器洗浄を行っており、「意識して水温を下げた」データは採取されていない。MM 邸では 2 バルブ式の給水・給湯栓であることが、湯の不使用に影響しているものと推察される。なお、図 2-2-4-2(1)～(5)では、湯を使用した場合を「普段水温」、湯を使用しなかった場合を「調節水温」として示した。

湯使用時の水温は、最高 40.1℃、最低 31.0℃、平均 35.3℃であり、湯不使用の場合の水温は、平均 18.1℃であった。

(5) OI 邸

OI 邸では、普段水温と調節水温にほとんど差がなく、期間中の平均値で、普段水温 36.6℃、調節水温 31.6℃であった。自由回答に、「レバー式は癖や忙しさから一番湯温を高くしてしまう(左いっぱいになっちゃう)」「温度調節パネルが手の届きにくいところにあり、1 度セットするとそのままにしている」と記述されており、これが原因と考えられる。

(6) YB 邸

YB 邸では、給水・給湯系統に太陽熱温水器が組み込まれているため、他の住宅に比べて若干、給水温が高くなっている(図 2-2-4-10)。また、サーモスタット式の給水栓を使用しているが、普段水温、調節水温とも給水温度と同様の低下傾向が見られた。

YB 邸の普段水温の平均値は 35.5℃、調節水温の平均値は 29.1℃、最低値は 21.6℃であった。調節水温に対する評価としては、25.6～33.0℃では「問題ない」、21.6～28.9℃では「冷たい」となっており、水温の許容下限値は高めである。

YB 邸主婦は、節水、省エネルギーに対する意識が高いが、「水では洗剤を完全に洗い流すことができない」と感じ、そのため食器洗浄には「年間を通して湯を使用する」と自由記述していた。

(7) YM 邸

YM 邸については、比較的長期間に亘るデータが収集できた。調査開始当初は普段水温、調節水温とも大きく変動が見られたが、その後はかなり安定している。

普段水温については平均 36.3℃、最高 38.9℃、調節水温については平均 20.0℃、最低 11.7℃となっていた。YM 邸主婦は水温の低さに対してかなり許容的で、最低温度でも「問題ない」と回答していたが、17.8℃で「冷たい」との評価がなされていることから、この程度の水温が許容下限値と推測される。

(8) YZ 邸

YZ 邸主婦は、食器洗浄に湯を使用せず、ゴム手袋も使用しない。なお、水温に対する評価は、意識して調整した場合にのみ回答するような設問形式であったため、今回の調査では得られていない。

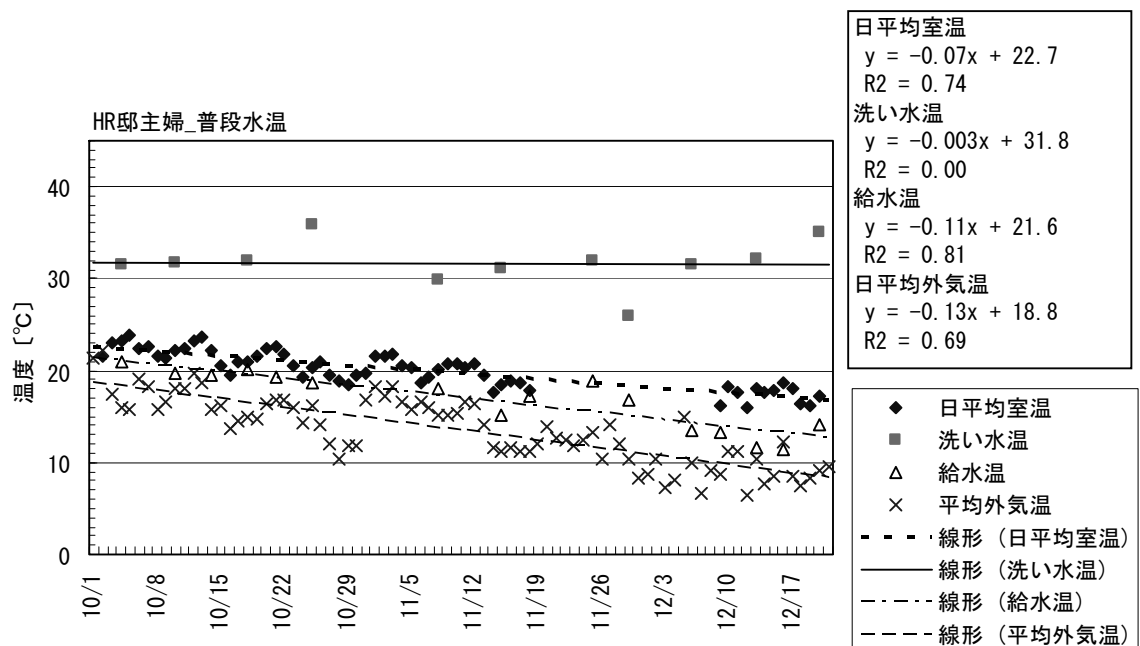


図 2-2-4-2 (1) HR 邸 (主婦) 普段の水温

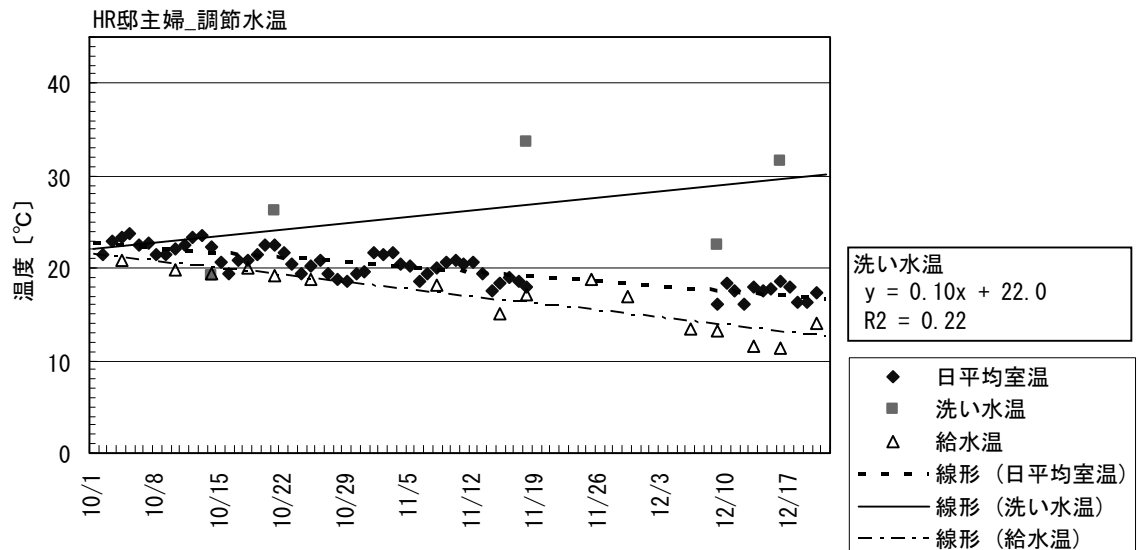


図 2-2-4-2 (2) HR 邸 (主婦) 調節水温

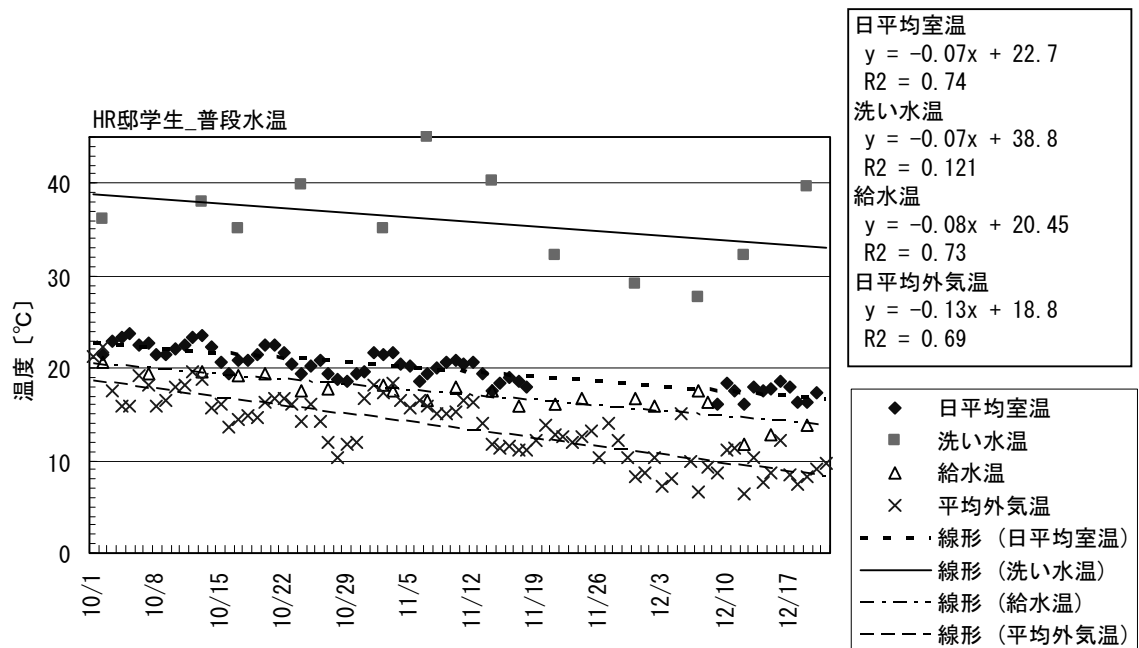


図 2-2-4-3 (1) HR 邸 (学生) 普段の水温

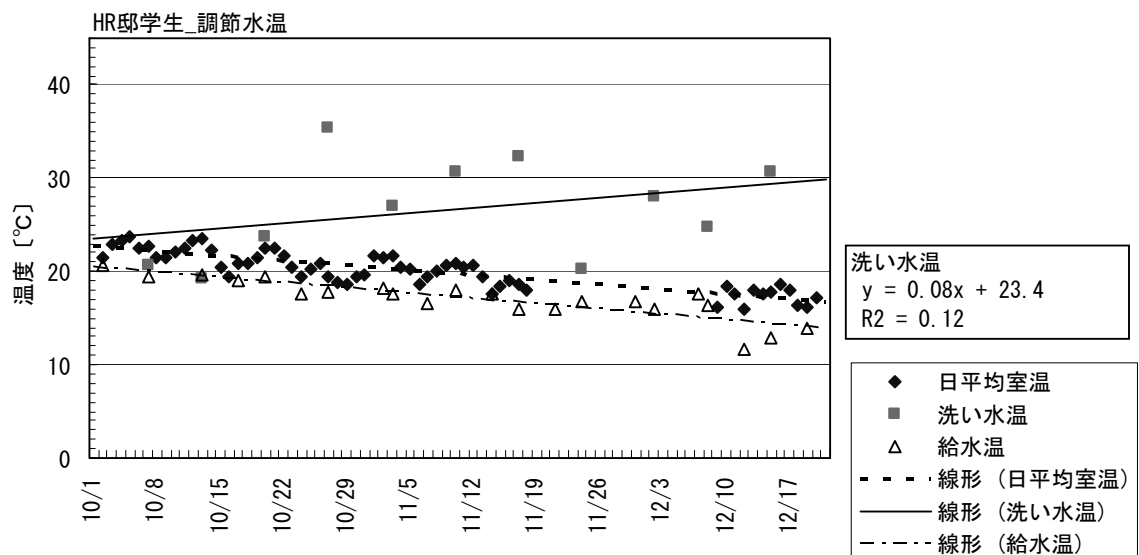


図 2-2-4-3 (2) HR 邸 (学生) 調節水温

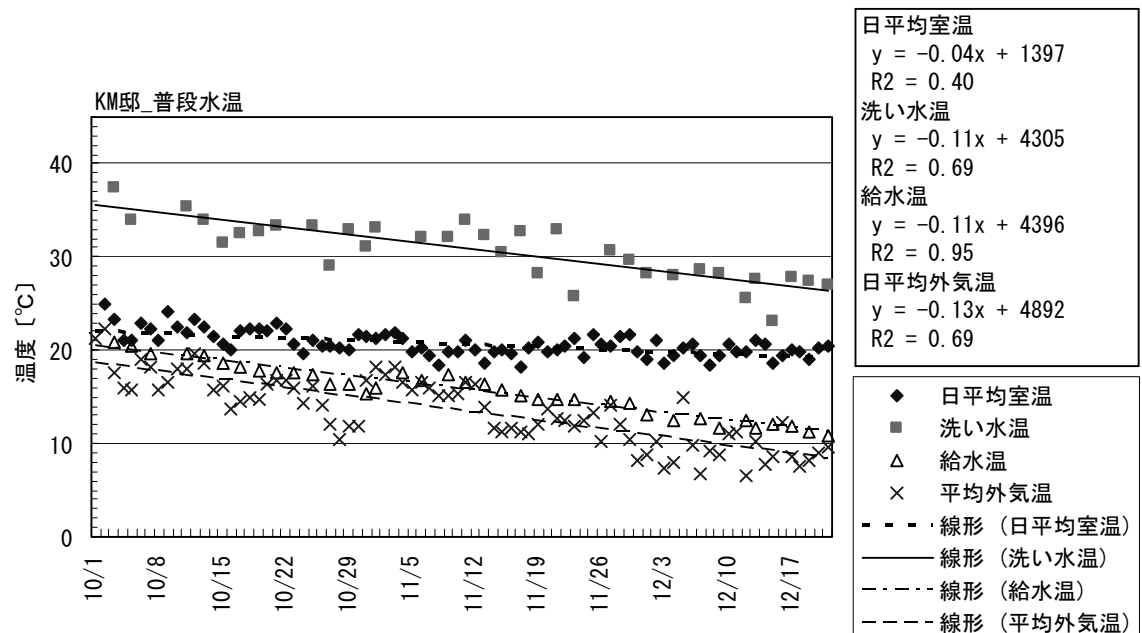


図 2-2-4-4 (1) KM 邸 (主婦) 普段の水温

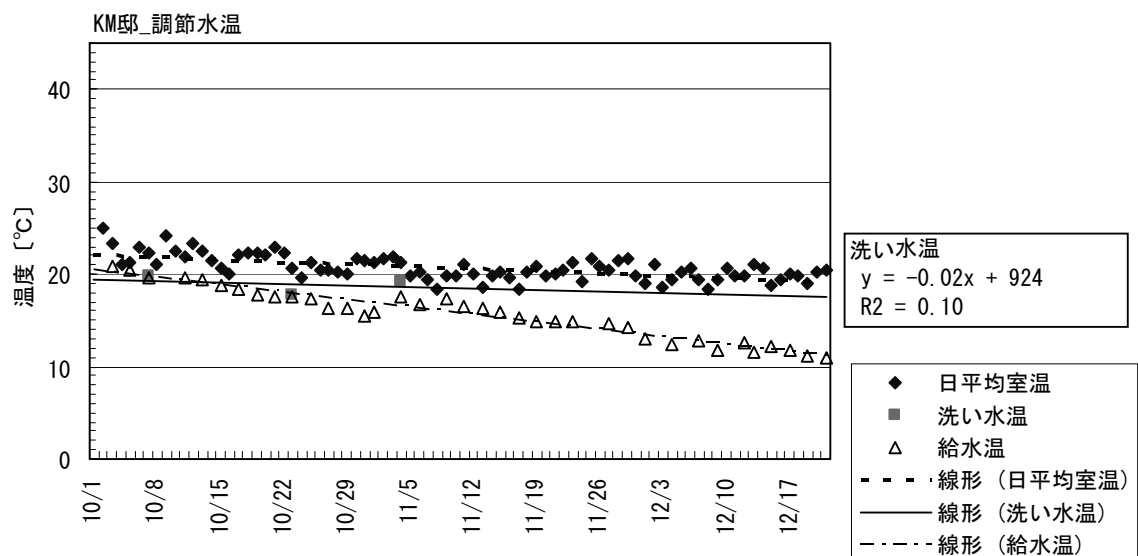


図 2-2-4-4 (2) KM 邸 (主婦) 調節水温

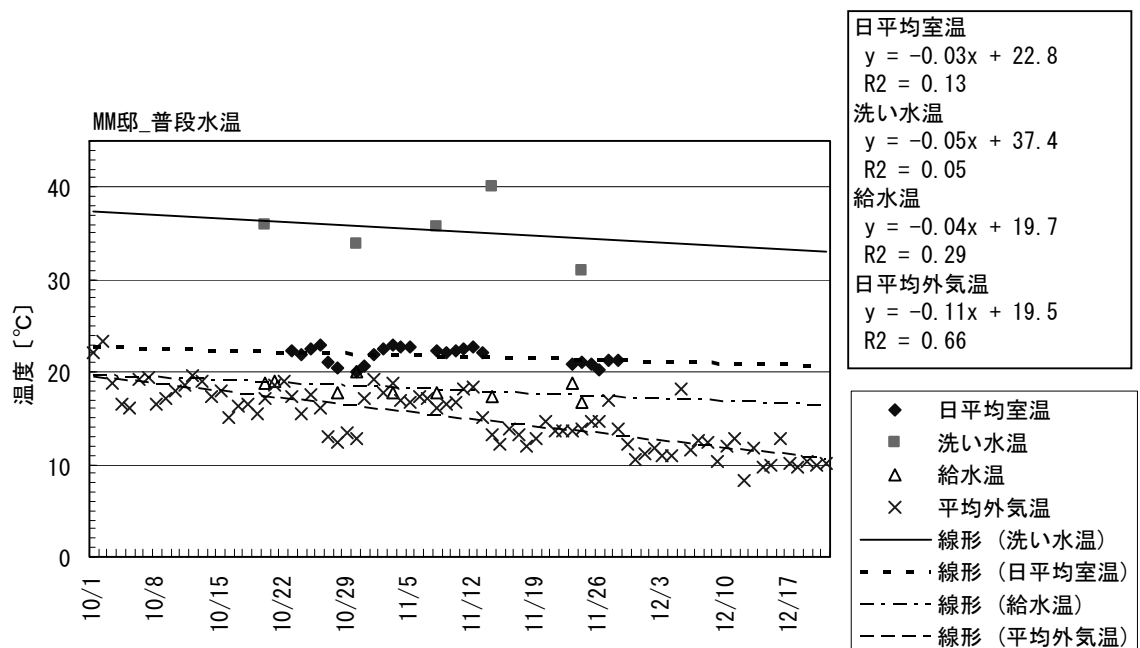


図 2-2-4-5 (1) MM 邸 (主婦) 普段の水温

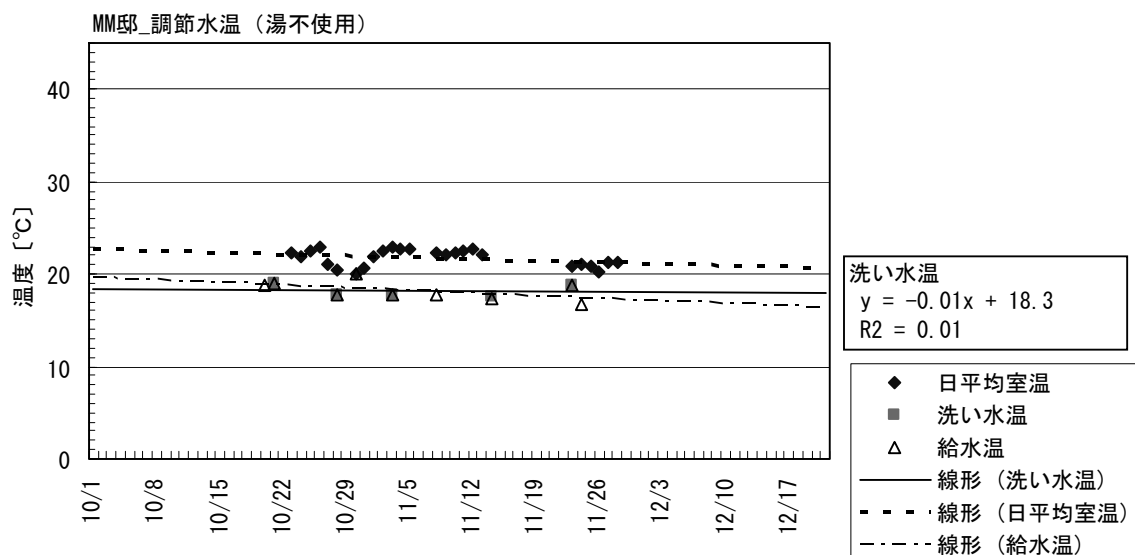


図 2-2-4-5 (2) MM 邸 (主婦) 調節水温

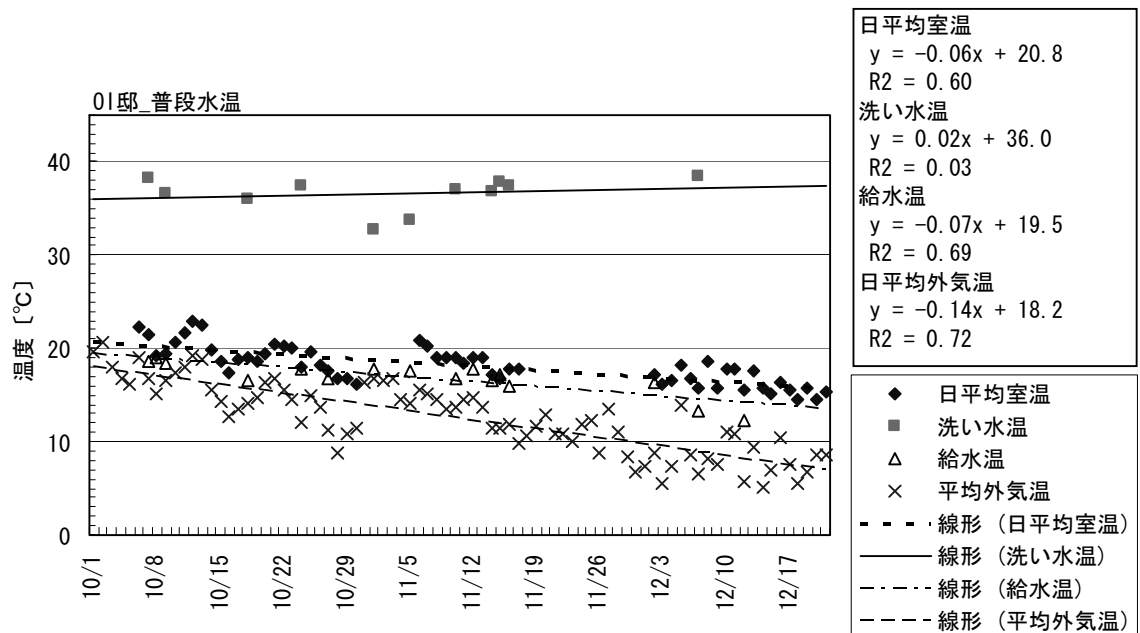


図 2-2-4-6 (1) 01 邸 (主婦) 普段の水温

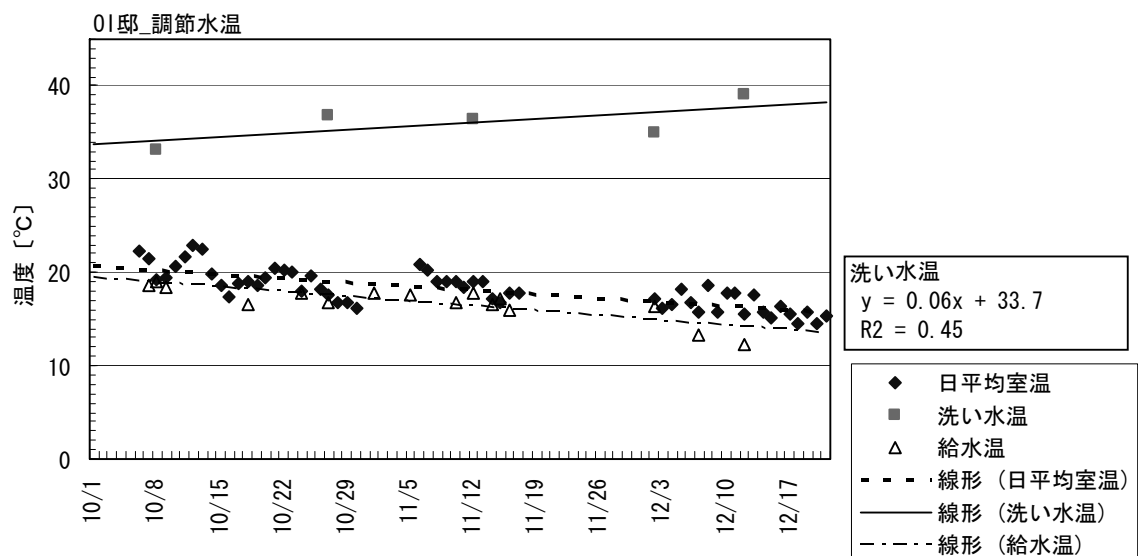


図 2-2-4-6 (2) 01 邸 (主婦) 調節水温

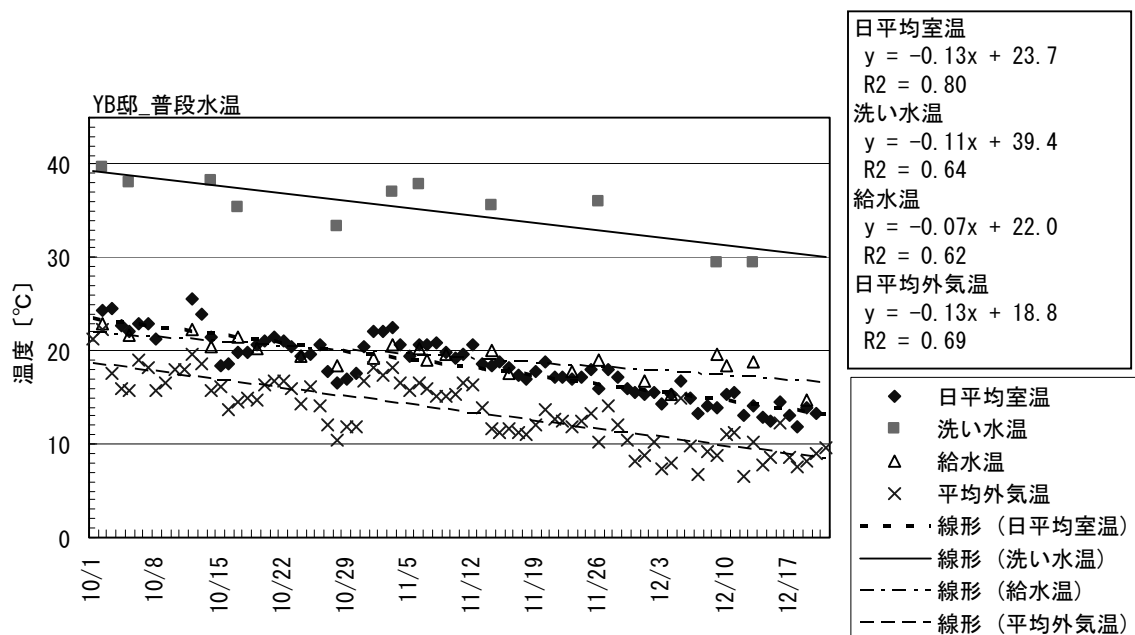


図 2-2-4-7 (1) YB 邸 (主婦) 普段の水温

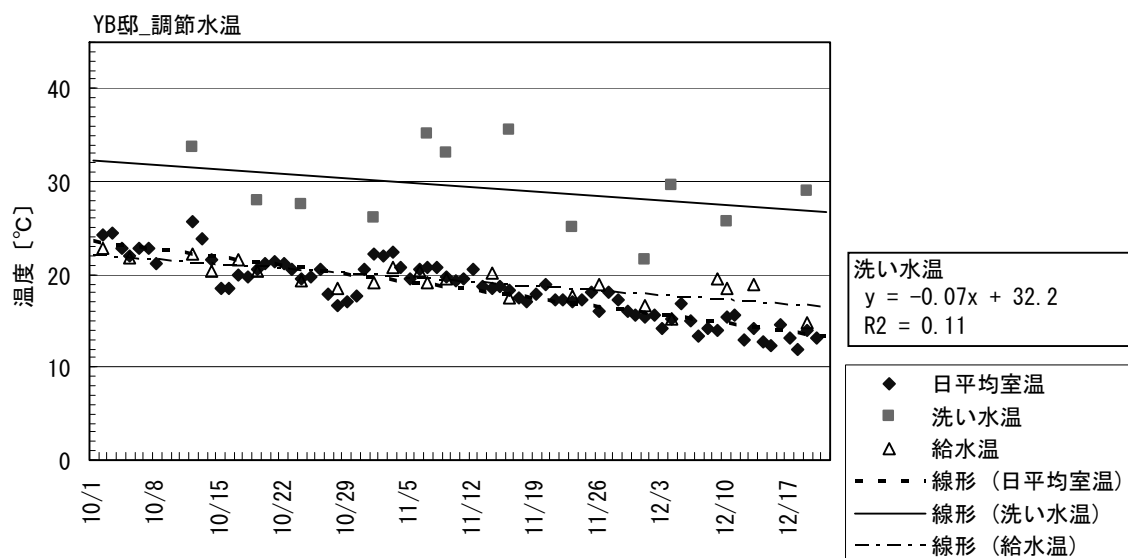


図 2-2-4-7 (2) YB 邸 (主婦) 調節水温

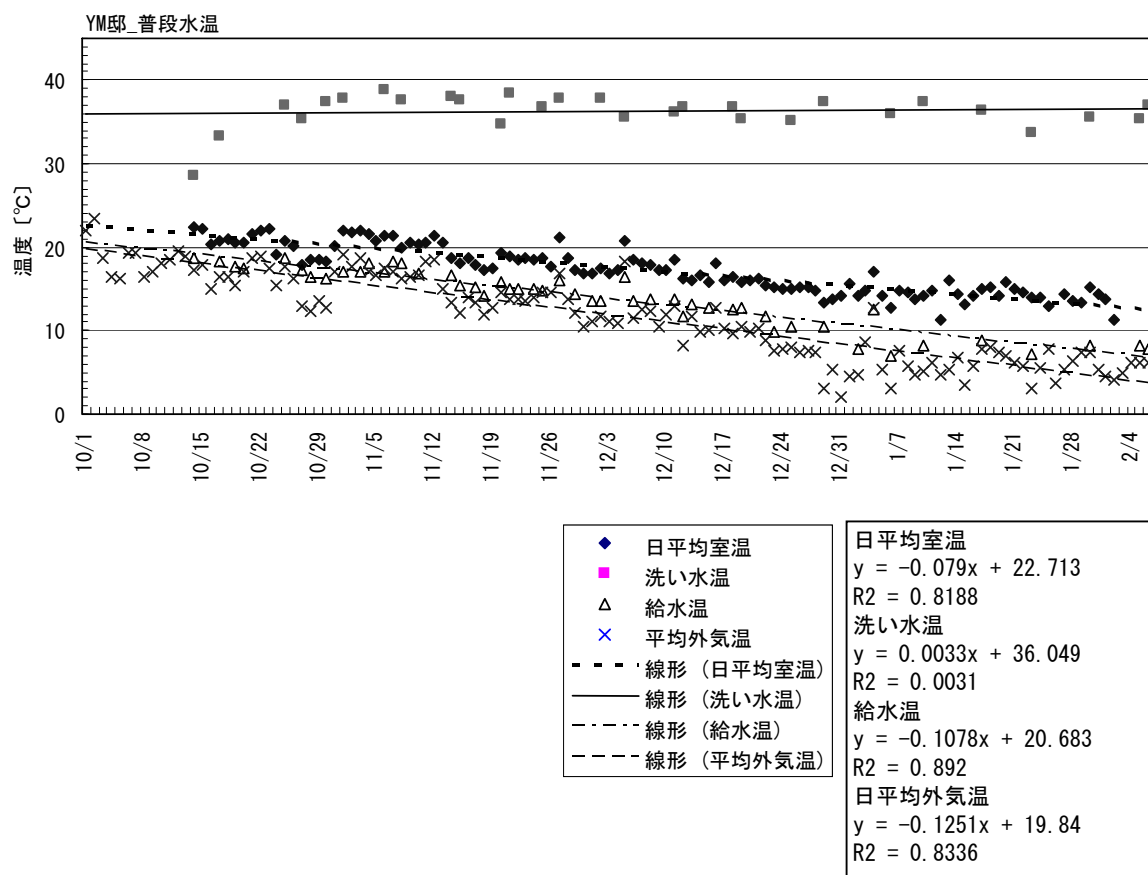


図 2-2-4-8 (1) YM 邸 (主婦) 普段の水温

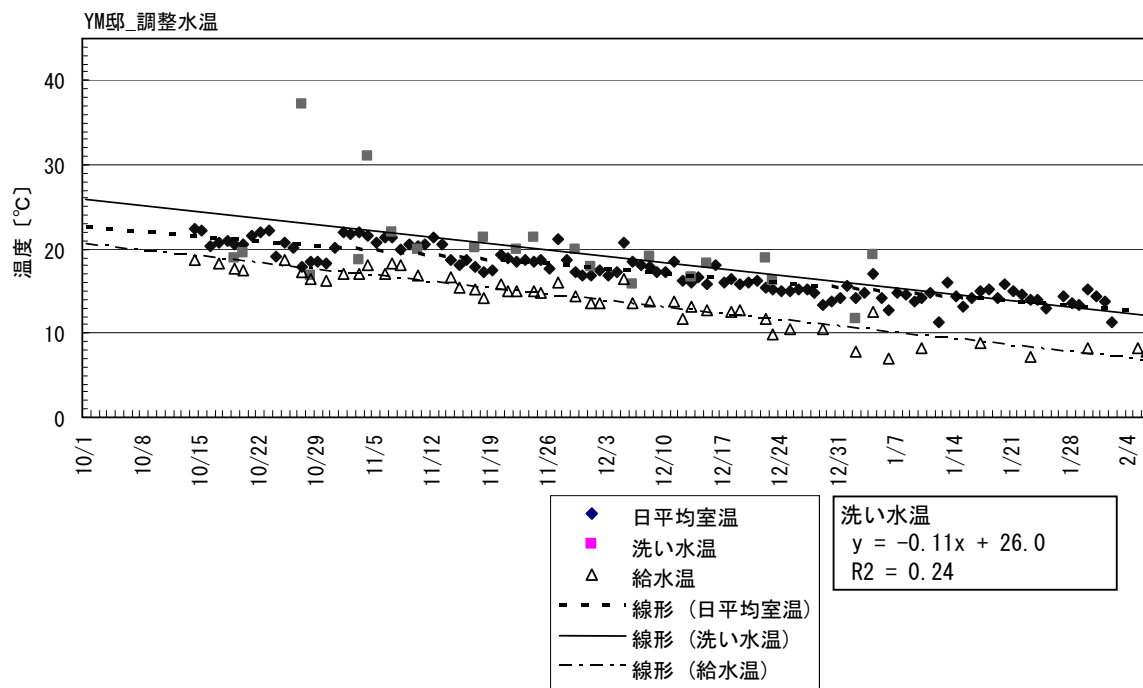


図 2-2-4-8(2) YM 邸 (主婦) 調節水温

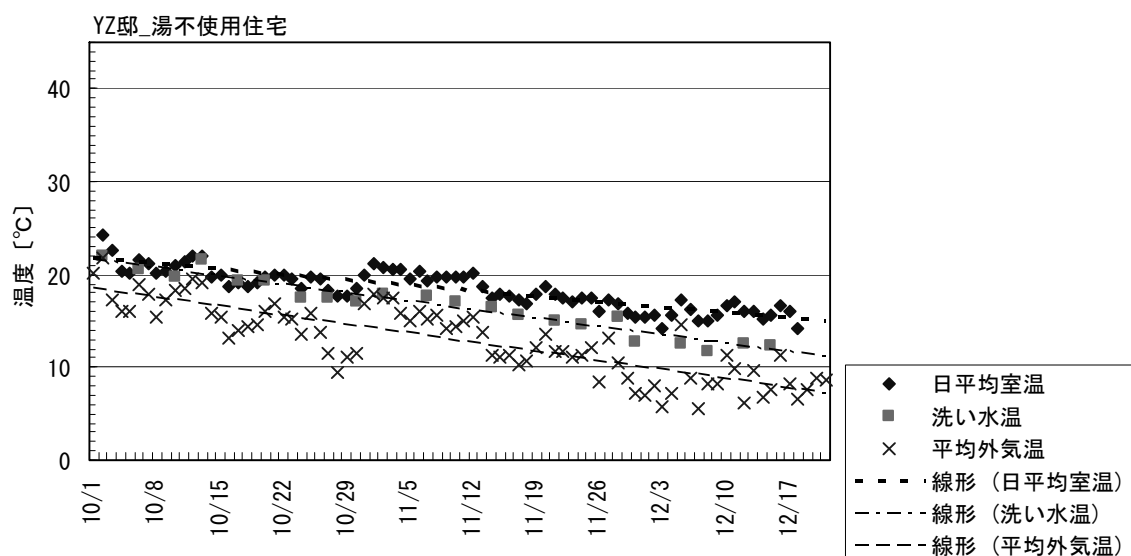


図 2-2-4-9 YZ 邸（主婦） 普段の水温（湯不使用住宅）

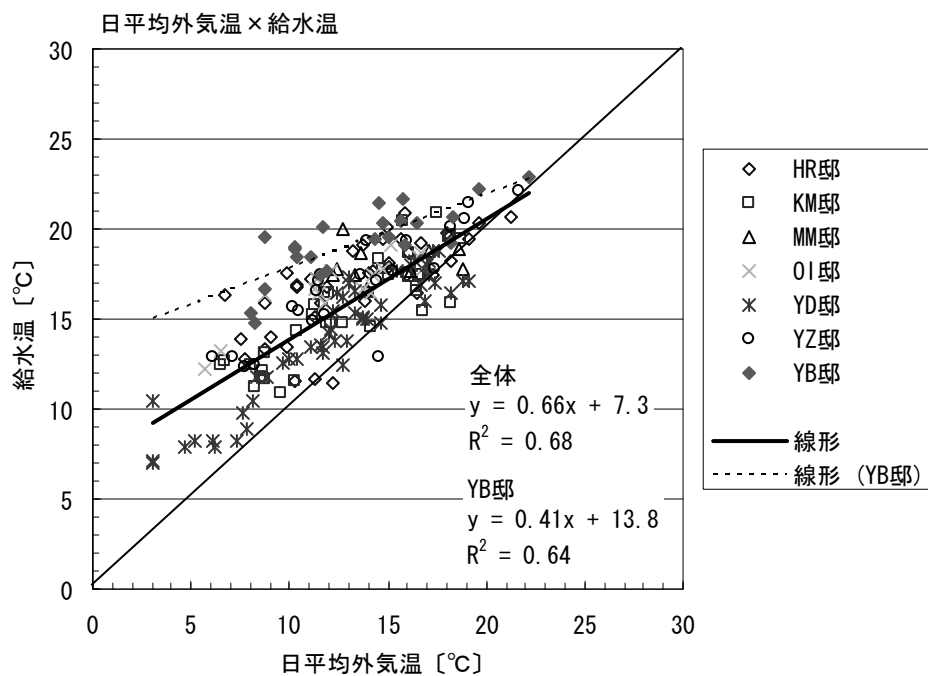


図 2-2-4-10 給水温と外気温との関係

3) 食器洗浄に使用された水温の比較

(1) モニター間の比較

図 2-2-4-11 は、各モニターの普段水温および調節水温（湯不使用時水温）を比較したものである。普段水温の平均水温は HR 邸主婦、KM 邸が低めであるが、他の YZ 邸を除く 5 名については 36℃ 前後で同程度であった。

一方、調節水温についてはモニター間の差が大きい。KM 邸、MM 邸、YD 邸では 20℃ 前後まで下げられているが、HR 邸主婦、子は約 27℃、YB 邸は 29℃ と給水温よりもかなり高く、OI 邸については普段の湯使用時とほとんど変わらない温度であった。食器洗浄の水温があまり下げられなかった理由としては、洗浄水温を「これくらいならば特に問題ない」という程度まで下げるよう依頼したため、洗剤落ち等、手の冷たさ以外の要因で水温調節されたこと、また、水温調節が面倒であること等が考えられる。

(2) 洗い物量に関する水温比較

図 2.12 は普段水温、調節水温について、洗い物量による比較を示したものである。普段水温、調節水温とも洗い物量による有意差はないが、調節水温については、量が少なければ低く、多ければ高くなる傾向が見られた。なお、僅かではあるが、普段水温についても同様の傾向を示していた。

(3) 油汚れ量に関する水温比較

図 2-2-4-13 は普段水温、調節水温について、油汚れ量による比較を示したものである。洗い物量と同様、普段水温、調節水温とも油汚れ量による有意差はないが、油汚れが多ければ高く、少なければ低くなる傾向が見られた。

なお、節水および省エネルギーに対する意識と食器洗浄水温との関係についても検討したが、データ数が少ないこともあり明確な傾向は捉えられなかった。

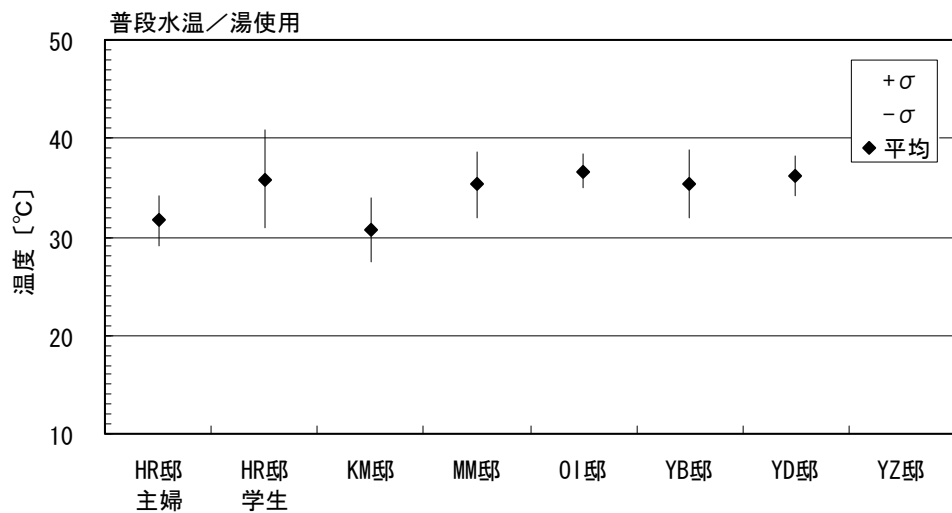


図 2-2-4-11 (1) 普段水温の比較

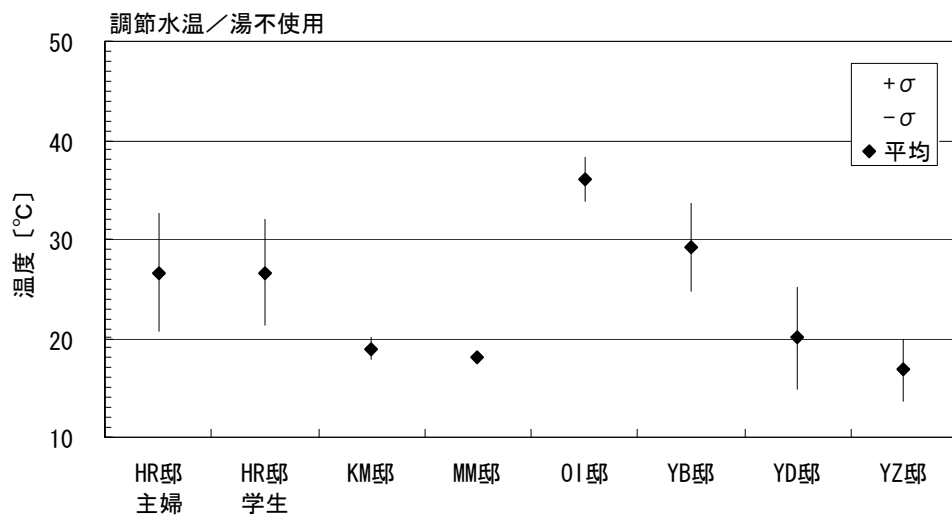


図 2-2-4-11 (2) 調節水温の比較

表 2-2-4-4 水温比較

		HR邸主婦	HR邸子	KM邸	MM邸	OI邸	YB邸	YD邸	YZ邸
		データ数	11	12	34	5	12	11	29
普段水温	平均	31.7	35.9	30.7	35.3	36.6	35.5	36.3	湯は使用せず
	偏差	2.6	5.0	3.2	3.3	1.7	3.5	2.0	
	最高	35.8	45.0	37.5	40.1	38.5	39.7	38.9	
	最低	25.9	27.7	23.1	31.0	32.8	29.4	28.6	
調節水温	データ数	5	11	3	5	5	12	22	22
	平均	26.6	26.6	19.0	18.1	36.1	29.1	20.0	16.8
	偏差	6.0	5.3	1.0	0.6	2.2	4.4	5.1	3.2
	最高	33.6	35.3	19.8	18.9	39.0	35.6	37.1	22.6
	最低	19.2	19.3	17.8	17.5	33.2	21.6	11.7	11.8
	水温感※ 備考	①	① 20.3℃で ②	②	—		②	① 17.8℃で ②	—
温度差		5.1	9.3	11.7	17.2	0.5	6.3	16.2	—

※最低水温のときの水温冷感

①問題なし, ②冷たい, ③温かい

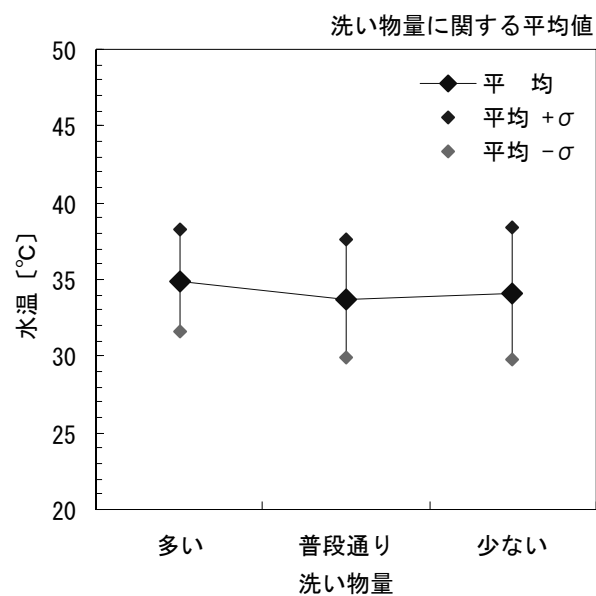


図 2-2-4-12 (1) 普段水温における洗い物量による使用水温の比較

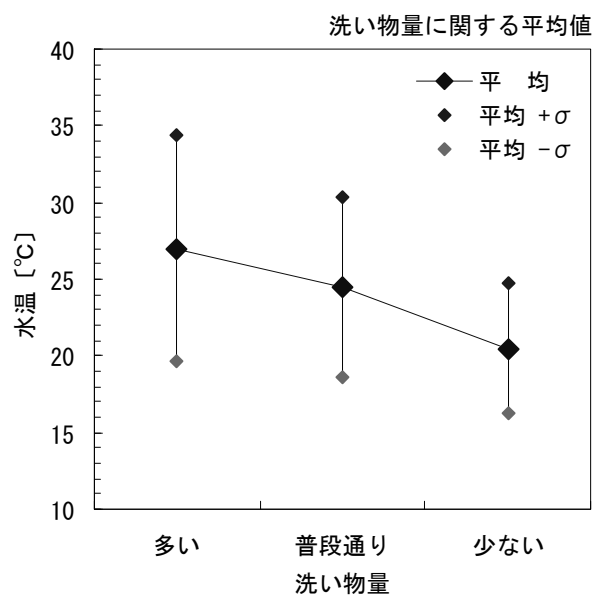


図 2-2-4-12 (2) 調節水温における洗い物量による使用水温の比較

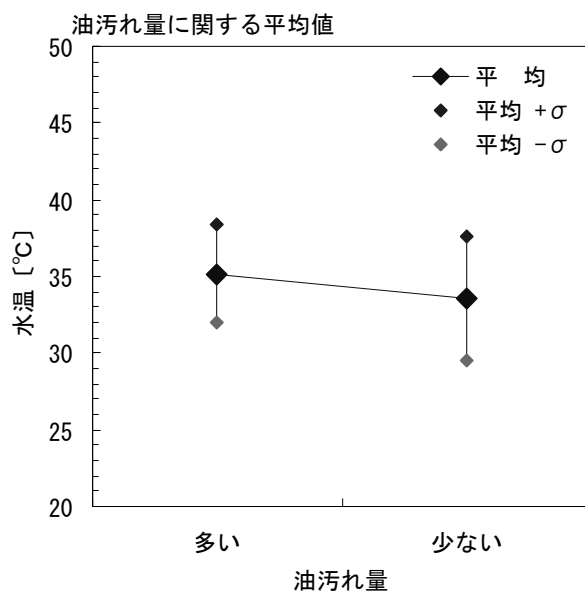


図 2-2-4-13 (1) 普段水温における油汚れ量による使用水温の比較

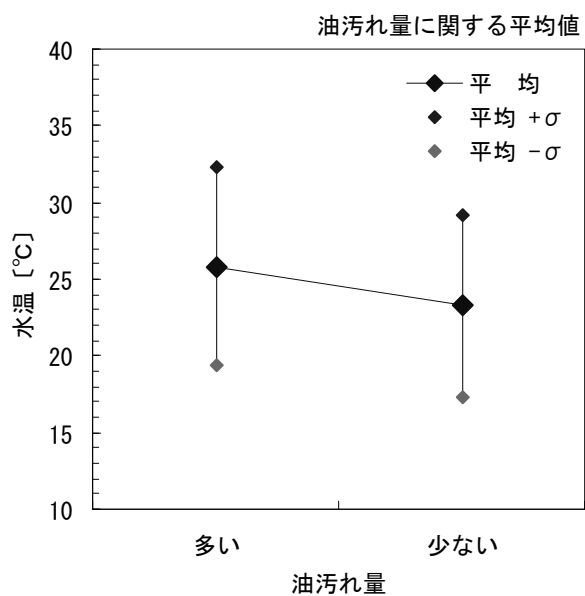


図 2-2-4-13 (2) 調節水温における油汚れ量による使用水温の比較

4) 予熱給水に関する今後の課題

実態調査から明らかになったように、食器洗浄に使用されている実際の水温はかなり高く、水温を下げるよう意識しても、いわゆる“湯”が使用されていた。

自由記述アンケートでは、食器洗浄水および予熱給水について、表 3.1 のような指摘がなされていた。冷たくない（温かい）水が供給されることに関しては、一般に受け入れられるものと推測されるが、その水がそのまま食器洗浄に使用されるかということについては、少なくとも本調査対象者の場合、疑わしいと言わざるを得ない。「水温調整が面倒」といった問題については比較的対策は容易であるが、「汚れや洗剤の落ちやすさ」「食器の乾きやすさ」といった水使用感以外の問題については、今後、別の観点から検討していく必要がある。なお、食器洗浄以外の生活行為の場合、使用水量は食器洗浄に比べて少ないが、予熱給水がそのまま使用されることが期待できるため、その許容（適当）水温についても確認していく必要がある。

表 2-2-4-5 自由記述による食器洗浄水・予熱給水に対する評価

自由記述回答

食器洗浄水温について	汚れのひどい食器等は湯で洗う。
	希望の温度の湯)がすぐに出るようになれば良い。 レバー式水栓は、癖、忙しさで一番湯温を高く(左いっぱいにまわす)してしまう。 温度調節のパネルが手の届きにくいところにあるため、1度セットするとそのままになる。
	洗剤は水で完全に洗い流すことができないので、年間を通して湯を使う。 ただし、汚れに応じて湯温は調節するようにしている。
	冬場は水温が低いのでどうしても湯が必要。
	湯は汚れ落ちが早い。水では皿の水切れが悪い。 (湯量を減らすには)食器洗浄機の方がよいと思います。
予熱給水について	太陽熱給湯を使用。冬場はぬるま湯程度だが、ある程度の水温になるので良い。
	夏場はペットボトルに水を入れて外に出しておき、風呂に使用。 太陽熱を利用して台所や風呂に利用できれば良い。

4-4-2 日常の水使用行為における水温調査（17年度調査結果）

平成 17 年度の被験者実験により、食器洗浄に合わせて洗顔および歯磨き時のうがい等の普段使用水温および許容下限水温の調査結果を記す。

1) 洗顔 および 歯磨きうがいの普段使用水温に関する予備調査

洗顔、歯磨き後のうがいに普段使用している水温について、調査日時は任意として学生 9 名が各自の自宅で計測した。

(1) 調査項目

表 2-2-4-6 に調査の概要を示す。洗顔、歯磨き後のうがいに普段使用している水・湯の温度について、各自が自宅でその行為を行なった際に計測・記録した。また、同時に水温に対する評価等についても記入してもらった。調査紙を表 2-2-4-7 に示す。

調査対象者は学生 9 名（男子 8 名、女子 1 名）である。測定日、測定対象の行為については任意とした。洗顔水温については男子 6 名（22 データ）、女子 1 名（4 データ）、歯磨きうがい水温

については男子7名（28データ）、女子1名（4データ）が得られた。

なお、比較のため食器洗浄水温についても調査し、これについては昨年度実施した実態調査の対象者1名（主婦）のデータが収集された。

(2) 計測方法

水温は、昨年度実施した食器洗浄用水温の調査と同様、洗顔・うがい時に使用した水および水道水を保温カップへ汲み、記録機能付き温度計で計測した。また、調査時の気温・湿度についても、同時に計測・記録させた。

表 2-2-4-6 予備調査の概要

調査期間	2005年5月～2005年7月	
対象者	10名〔学生(男子8名, 女子1名), 主婦(1名)] ※主婦1名については食器洗浄水温のデータのみ計測	
測定項目 方法	洗顔・歯磨き後のうがいに 普段使用する水温	使用水を保温カップに汲み、記録 機能付温度計で計測。記録紙に調 査対象者が自身で記入。
	食器洗浄水温	
	水道給水温	
	室温・相対湿度	記録機能付温湿度計で計測。水温 計測時の温湿度を記録紙に記入
調査紙 記入項目	調査日時, 天候	
	作業の所要時間	
	水温・湯温に対する評価, 全体的な温冷感	
	湯使用状況, 水温調節状況, 水使用状況	

表 2-2-4-7 予備調査・調査紙

年齢: 才		性別: 男 女	氏名	
------------	--	---------------	----	--

調査日時・天候			気温	湿度	作業時間	作業行為	水道水温	使用水温
/	:	☐ 晴れ	℃	%	約 分	☐ 洗顔	CH1	CH2
		☐ 曇り				☐ 歯磨き		
		☐ 雨				☐ 食器洗い		
水・湯温の感じ方		身体全体の感じ方		湯は？	水温の調整	水道の使用状況		
☐ 温かい		☐ 暑い		☐ 使用した	☐ 普段通り	☐ 出しっぱなし		
☐ ちょうど良い		☐ 少し暑い		☐ 使用していない	☐ 意識して調整した	☐ 使うときのみ		
☐ 特に問題ない		☐ 暑くも寒くもない						
☐ 冷たい		☐ 少し寒い						
		☐ 寒い						



写真 2-2-4-2 水温、室温・湿度計測用器具

2) 洗顔用水温

図 2-2-4-14 は、洗顔に普段使用している水温を、その温度に関する評価毎に区分し示したものである。湯使用時には水温 21.4℃で「冷たい」との評価がある一方、湯不使用時には 15.3℃でも「ちょうどよい・問題ない」との評価がなされていた。

湯不使用時に「温かい」と評価された水温の平均値は 24.6℃ (23.2～25.8℃, $\sigma=1.2K$)、「問題ない」と評価された水温の平均値は 21.0℃ (15.3～26.8℃, $\sigma=3.6K$) であった。なお、洗顔水温について、女子は 1 名のデータしか収集できなかったが、使用水温およびその水温に対する評価に明確な性差は見られなかった。

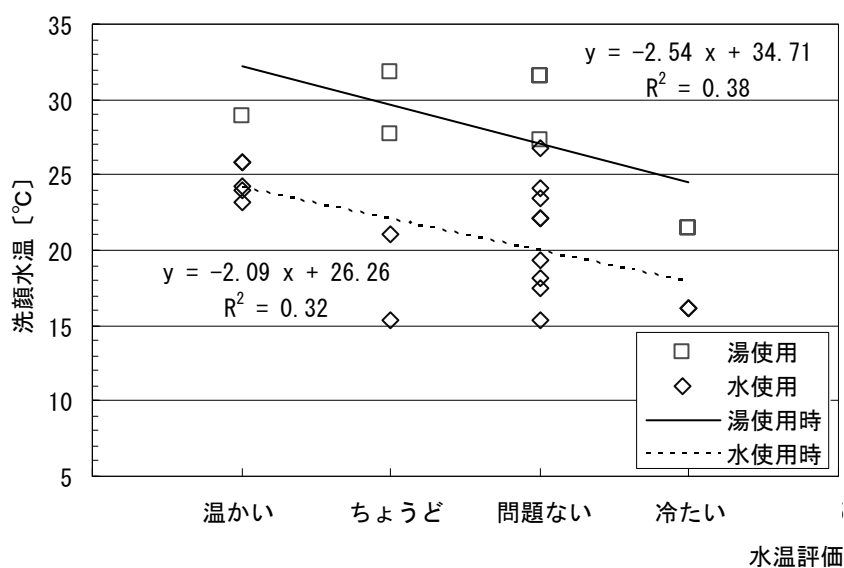


図 2-2-4-14 洗顔に使用した水温

水温評価		温かい	ちょうど	問題なし	冷たい
湯使用	データ数	1	2	3	2
	平均℃	28.9	29.8	30.2	21.4
	標準偏差	—	2.9	2.5	0.0
	最高	28.9	31.8	31.6	21.4
	最低	28.9	27.7	27.3	21.4
湯不使用	データ数	5	2	9	2
	平均℃	24.6	18.2	21.0	16.2
	標準偏差	1.2	4.0	3.6	0.1
	最高	25.8	21.0	26.8	16.2
	最低	23.2	15.3	15.3	16.1

図 2-2-4-14 (数値) 洗顔に使用した水温

3) 歯磨きうがい水温

図 2-2-4-15 は、歯磨き後のうがいに普段使用している水温を、その温度に関する評価毎に区分して示したものである。歯磨きについては普段、水（水道水）を使用していたため、湯使用時のデータは収集できなかった。

歯磨きうがいの場合、「冷たい」評価の水温の平均値は約 17℃、温度幅は 15.8～18.3℃であった。一方、「ちょうどよい」「問題なし」とする水温は同程度で平均値は約 21℃であったが、15～25℃の温度幅があり、個人差が大きい。

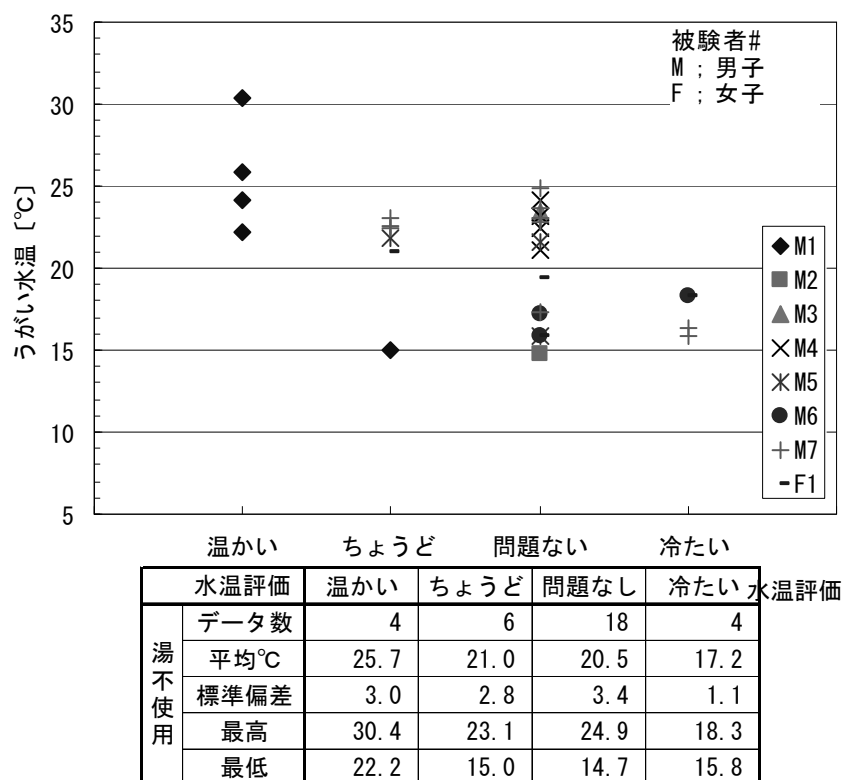
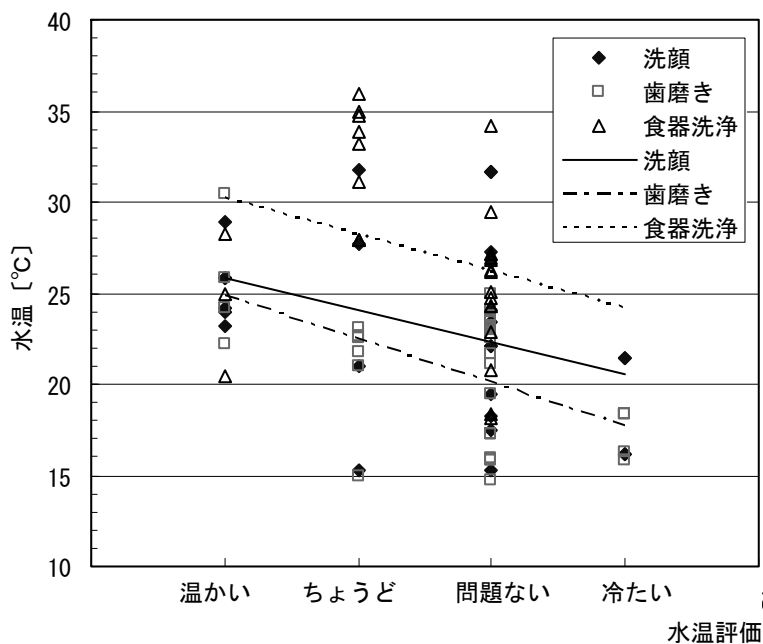


図 2-2-4-15 歯磨きうがいに使用した水温

図 2-2-4-16 は、洗顔、歯磨き、食器洗浄に普段使用している水温をその温度に関する評価毎に区分して示したものである。どの評価に関しても、食器洗浄、洗顔、歯磨きの順で温度が低くなっていた。「問題ない」評価となる水温は、食器洗浄 25.0℃、洗顔 23.3℃、歯磨き 20.5℃である。なお図中の直線回帰の決定係数 (R^2) は、洗顔=0.10、歯磨き=0.27、食器洗浄=0.04 で、歯磨き水以外、回帰式に有意性は認められない。



		温かい	ちょうど	問題ない	冷たい	計
洗顔	データ数	6	4	12	4	26
	平均 °C	25.3	24.0	23.3	18.8	
	標準偏差	1.9	6.3	5.1	2.6	
	最高	28.9	31.8	31.6	21.4	31.8
	最低	23.2	15.3	15.3	16.1	15.3
歯磨き	データ数	4	6	18	4	32
	平均 °C	25.7	21.0	20.5	17.2	
	標準偏差	3.0	2.8	3.4	1.1	
	最高	30.4	23.1	24.9	18.3	30.4
	最低	22.2	15.0	14.7	15.8	14.7
食器洗浄	データ数	3	8	15	0	26
	平均 °C	24.5	32.4	25.0		
	標準偏差	3.2	2.9	3.9		
	最高	28.2	35.9	34.2		35.9
	最低	20.4	27.9	18.1		18.1

図 2-2-4-16 洗顔・歯磨き・食器洗浄用水温の比較

4) 被験者実験の方法

洗顔、歯磨き、食器洗浄に普段使用する水の温度、および、許容下限水温を明らかにするために 2006 年 3 月に被験者実験を実施した。実験は神奈川大学建築学科内の給湯実験室で行なった。被験者は 19～24 才の学生 27 名（男子 12 名、女子 15 名）で、全員がすべての実験に参加した。

溜め水の温度の許容度に関する判定、および、食器洗浄、洗顔、うがいを行なう場合の許容水温と最適水温について、計 8 種類の実験を実施した。実験手順を図 2-6-3-1 に示す。ここで、許容水温とは「冬にその温度の水が水道水として供給された場合、特に湯を使わなくても普段の生活行為ができる水温」、最適水温とは「手などの温冷感として最適と感じられる水温」と教示した。

実験室の気温は冬期の住宅を想定し 22℃とし、住宅用の壁掛けエアコンで調節した。また、それぞれの実験開始時に手の温度が同等となるよう配慮し、手が冷えている場合にはマッサージ等で対応してもらうようにした。

各実験の詳細は以下の通りである。

(1) 実験 A ; 溜め水による許容水温の判定

発泡スチロール製の容器に温度設定した水を入れ、それぞれの水温について許容の可否を 3 段階（問題なし・許容できる○、なんとか許容できる・許容限界△、許容できない・冷たい×）で判定してもらった。水温設定は、16℃、18℃、19℃、20℃、21℃、22℃、23℃、24℃、26℃、28℃の 10 水準である。また、①水温の高い方から判定する実験〔降順選択〕と、②温度がランダムに配置された状態で判定する実験〔ランダム選択〕の 2 実験を行なった。

(2) 実験 B ; 食器洗浄用水の許容水温と最適水温

台所シンクでシングルレバー水栓を調節し、①普段の食器洗浄に手温冷感として許容できる下限の水温、および、②手温冷感として最適と思う水温にして、実際に食器洗浄を行なってもらった。洗浄した食器は、汚れのついていない皿 8 枚（大皿 4 枚、中皿 4 枚）で、洗剤は用いず流水ですすぐだけとした。なお、洗顔、うがい実験も合わせて吐水はストレート、流量は水温を安定させるためほぼ全開とした。

(3) 実験 C ; 洗顔用水の許容水温と最適水温

食器洗浄実験と同様にシングルレバー水栓を調節し、洗顔用水として①許容できる下限の水温、および、②最適と思う水温に調節し、洗顔してもらった。ただし、洗顔には洗顔フォームを使用せず、手で水をすくい顔に掛ける程度とした。

(4) 実験 D ; 歯磨きうがい用水の許容水温と最適水温

歯磨き後のうがいを想定し、①許容できる下限の水温、および、②最適と思う水温に調節してもらった。

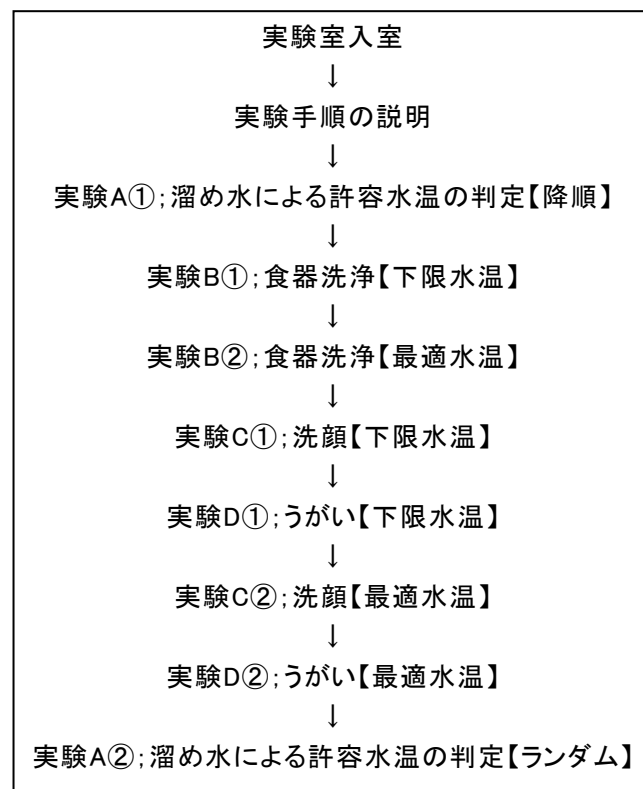


図 2-2-4-17 実験手順

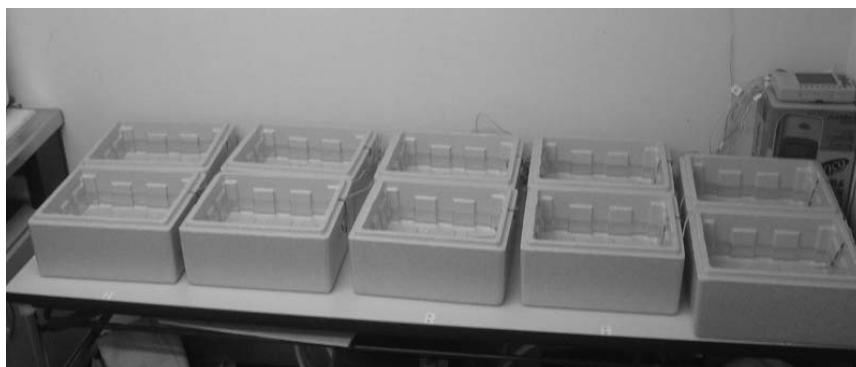


写真 2-2-4-3 溜め水による水温判定実験



(a) 流水実験用シンク・給水栓



(b) 水温調節



(c) 食器洗浄



(d) 洗顔



(e) うがい

写真 2-2-4-4 食器洗浄・洗顔・うがいに関する実験

水温、流量、室温はデータロガーを用い2秒間隔に計測した。また、手温度は各実験の開始直前に放射温度計で計測した。

評価等については質問項目、回答の選択肢等を質問紙で提示し、口頭で申告してもらった。質問項目を表 2-2-4-8 に示す。また、各被験者の現在の住居における給湯・給水設備、普段の食器洗浄の頻度、食器洗浄、洗顔、歯磨き等に関する普段の湯使用状況等についても質問紙に記入回答してもらった。

被験者の概要を表 2-2-4-9 に示す。実験時の服装は、この時期における各自の普段の服装とし、特に指定していない。

表 2-2-4-8 被験者概要

被験者	性別	年齢 才	身長 cm	体重 kg	居住
F01	女	23	154	—	単身
F02	女	23	167	—	自宅
F03	女	22	171	—	自宅
F04	女	24	154	50	単身
F05	女	22	159	53	自宅
F06	女	19	169	51	自宅
F07	女	23	155	—	単身
F08	女	24	168	56	自宅
F09	女	19	156	—	自宅
F10	女	22	163	—	自宅
F11	女	22	153	46	自宅
F12	女	22	158	51	自宅
F13	女	22	163	48	自宅
F14	女	22	163	48	自宅
F15	女	22	145	—	自宅
M01	男	22	181	70	自宅
M02	男	22	165	49	自宅
M03	男	23	173	70	—
M04	男	23	176	68	単身
M05	男	22	170	60	単身
M06	男	23	170	64	自宅
M07	男	22	165	80	単身
M08	男	22	163	50	単身
M09	男	22	172	70	単身
M10	男	22	170	67	自宅
M11	男	22	175	68	単身
M12	男	22	170	56	単身

表 2-2-4-9 (1) 質問項目

溜め水		
実験前	1. 全体的な暑さ・寒さ (1) 回答選択	①ちょうどよい ②暑くも寒くもない ③暑い ④少し暑い ⑤暖かい ⑥少し暖かい ⑦寒い ⑧少し寒い ⑨涼しい ⑩少し涼しい
	2. 手温冷感	①普通 ②なんとも言えない ③非常に温かい ④温かい ⑤少し温かい ⑥非常に冷たい ⑦冷たい ⑧少し冷たい
水温選択中	水温評価 1〈○〉許容できるOK 2〈△〉なんとかOK 3〈×〉許容できない	A B C D E F G H I J
実験後	3. 手温冷感	①普通 ②なんとも言えない ③非常に温かい ④温かい ⑤少し温かい ⑥非常に冷たい ⑦冷たい ⑧少し冷たい
食器洗淨		
実験前	1. 全体的な暑さ・寒さ	①ちょうどよい ②暑くも寒くもない ③暑い ④少し暑い ⑤暖かい ⑥少し暖かい ⑦寒い ⑧少し寒い ⑨涼しい ⑩少し涼しい
	2. 手温冷感	①普通 ②なんとも言えない ③非常に温かい ④温かい ⑤少し温かい ⑥非常に冷たい ⑦冷たい ⑧少し冷たい
実験後	3. 水温評価	①ちょうどよい ②特に問題はない ③なんとも言えない ④少し冷たいと感じた ⑤かなり冷たいと感じた ⑥少し温かいと感じた ⑦かなり温かいと感じた
	4. 手温冷感	①普通 ②なんとも言えない ③非常に温かい ④温かい ⑤少し温かい ⑥非常に冷たい ⑦冷たい ⑧少し冷たい
	5. 洗い物水評価	①まったく問題ない ②多少問題はあるが、許容できる ③水温はもっと高い方がよい ④水温はもっと低くてもがまんできる ⑤この水温では汚れ・洗剤が落ちない ⑥この水温では手が荒れる ⑦その他

表 2-2-4-9 (2) 質問項目

洗顔・うがい		
実験前	1. 全体的な暑さ・寒さ	①ちょうどよい ②暑くも寒くもない ③暑い ④少し暑い ⑤暖かい ⑥少し暖かい ⑦寒い ⑧少し寒い ⑨涼しい ⑩少し涼しい
	2. 手温冷感	①普通 ②なんとも言えない ③非常に温かい ④温かい ⑤少し温かい ⑥非常に冷たい ⑦冷たい ⑧少し冷たい
洗顔後	3. 水温評価	①ちょうどよい ②特に問題はない ③なんとも言えない ④少し冷たいと感じた ⑤かなり冷たいと感じた ⑥少し温かいと感じた ⑦かなり温かいと感じた
	4. 手温冷感	①普通 ②なんとも言えない ③非常に温かい ④温かい ⑤少し温かい ⑥非常に冷たい ⑦冷たい ⑧少し冷たい
	5. 顔温冷感	①普通 ②なんとも言えない ③非常に温かい ④温かい ⑤少し温かい ⑥非常に冷たい ⑦冷たい ⑧少し冷たい
	6. 洗顔水温評価	①まったく問題ない ②多少問題はあるが、許容できる ③水温はもっと高い方がよい ④水温はもっと低くてもがまんできる ⑤この水温では汚れ・洗顔フォームなどが落ちない ⑥この水温では肌が荒れる ⑦その他
うがい後	7. 水温評価	①ちょうどよい ②特に問題はない ③なんとも言えない ④少し冷たいと感じた ⑤かなり冷たいと感じた ⑥少し温かいと感じた ⑦かなり温かいと感じた
	8. うがい水温評価	①まったく問題ない ②多少問題はあるが、許容できる ③水温はもっと高い方がよい ④水温はもっと低くてもがまんできる ⑤この水温では口の中がさっぱりしない ⑥この水温では歯にしみる ⑦その他

4-4-3 許容下限水温に関する検討

16℃から 28℃の範囲で、1 または 2℃の温度差で 10 水準に設定した溜め水温度に対して、それぞれ「○；許容できる（問題なし）」「△；なんとか許容できる（許容限界）」「×；許容できない（冷たい）」との評価を得た。この結果から普段使用の水温の下限値について検討する。

1) 水温判定実験時の基本的条件

降順選択実験は一連の実験の最初に、ランダム選択実験はその最後に行なった。ここではまず、両実験の実験条件そのものの同等性について確認する。

図 2-2-4-18 は各実験開始前の身体の全体的な温冷感、図 2-2-4-19 は手の温冷感、図 2-2-4-20 は手の温度、図 2-2-4-21 は室温である。

身体の温冷感は、ランダム選択実験時の方が申告の幅が狭まる傾向にあったが、両実験とも中立付近の申告者が多く有意差はない。

実験開始時の手の温冷感申告は、降順選択時には幅広く分布していたが、ランダム選択時には「少し冷たい」から「少し温かい」の範囲に収まっていた。手の温冷感についても身体の温冷感と同様、両実験で有意差はない。さらに手の温度については、降順、ランダム実験開始時の温度差の平均値が-0.6K と小さく、標準偏差 $\pm \sigma$ ($\sigma=3.0K$) を越えて変化していた被験者は 4 名（女性 3 名、男性 1 名）と少なかった。

また、実験時の室温については、22℃の設定に対して、降順選択時 23.4℃、ランダム選択時 23.6℃と若干高めになっていた。しかし、両実験の各被験者における気温差は、平均 0.3K ($\sigma=0.3$)、最大でも 0.9K と小さかった。

以上のことから、降順選択とランダム選択の実験は、実験条件として同等と見做してよいものと考えられる。

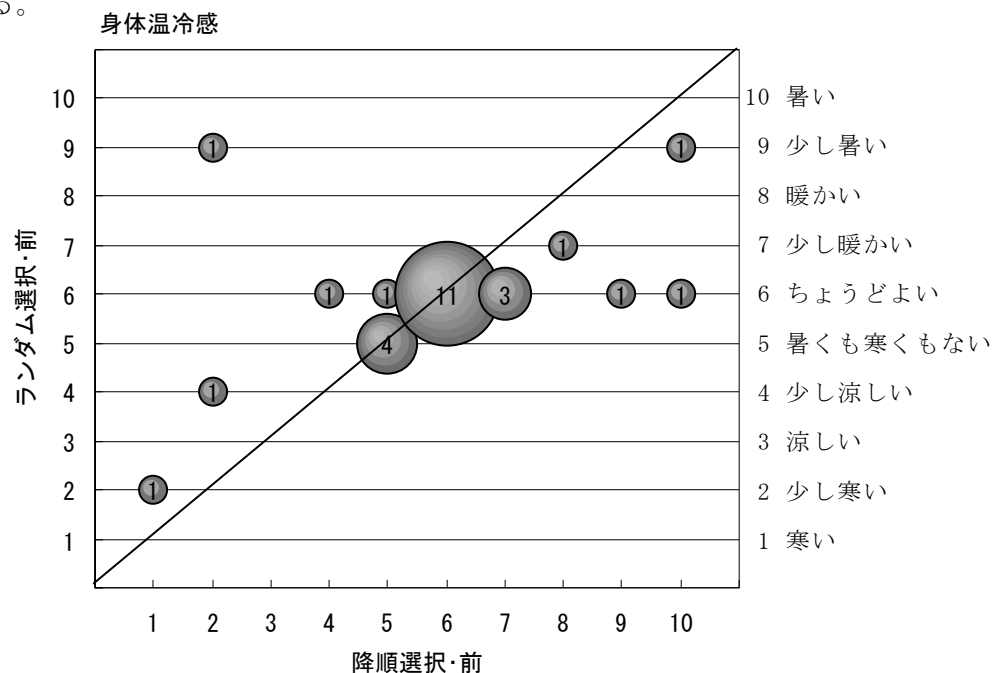


図 2-2-4-18 水温判定実験開始時における身体の温冷感

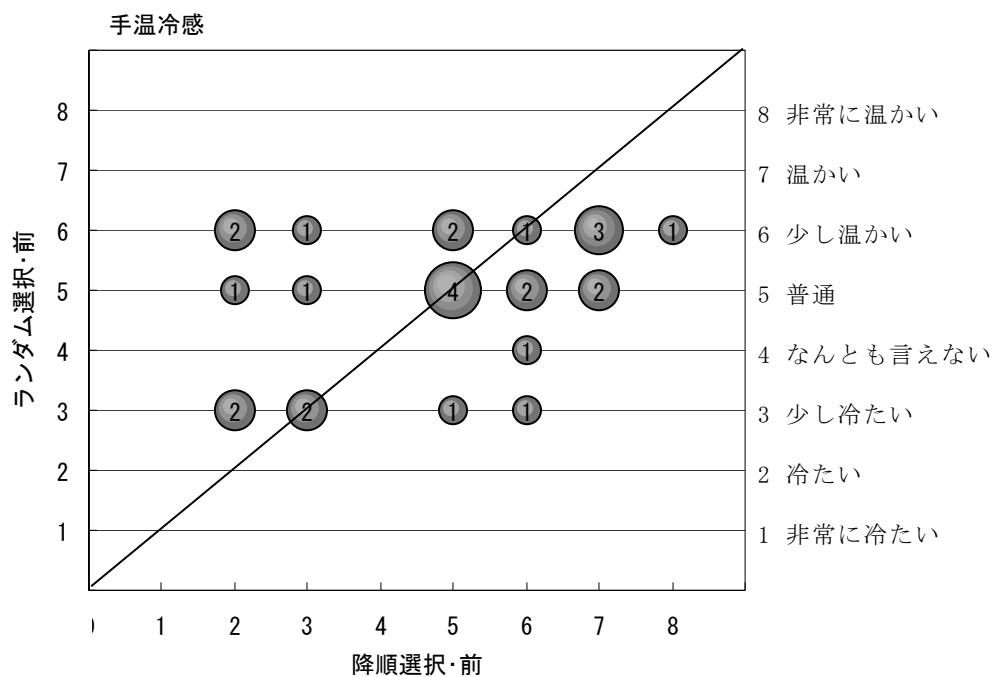


図 2-2-4-19 水温判定実験開始時における手の温冷感

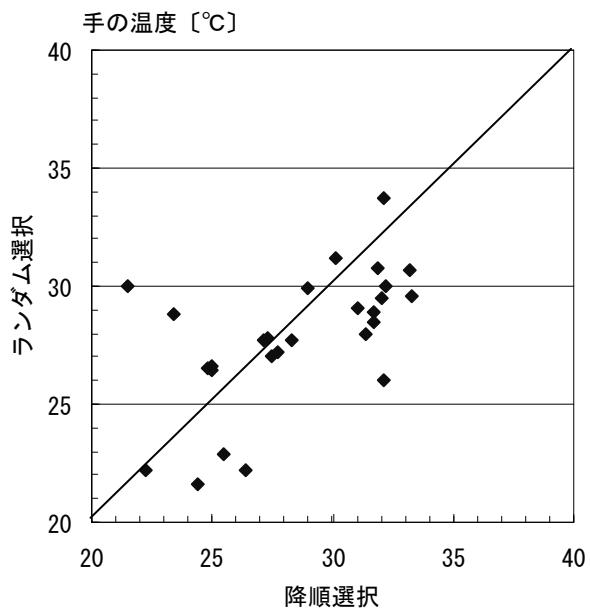


図 2-2-4-20 水温判定実験開始時における手の温度

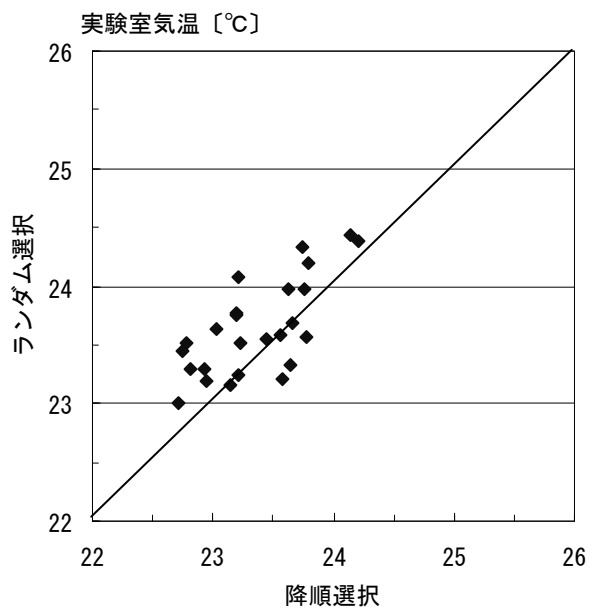


図 2-2-4-21 水温判定実験時の実験室気温

2) 水温判定と温冷感との関係

図 2-2-4-22 は、降順選択、ランダム選択の実験開始時における各被験者の身体の温冷感と、「問題ない○」「許容限界△」と判定された水温の下限値、および、「冷たい×」と判定された水温の上限値を示したものである。布置状況および回帰直線に見られるように、本実験条件では水温判定に対して身体の温冷感はほとんど影響を及ぼしていないと考えられる。

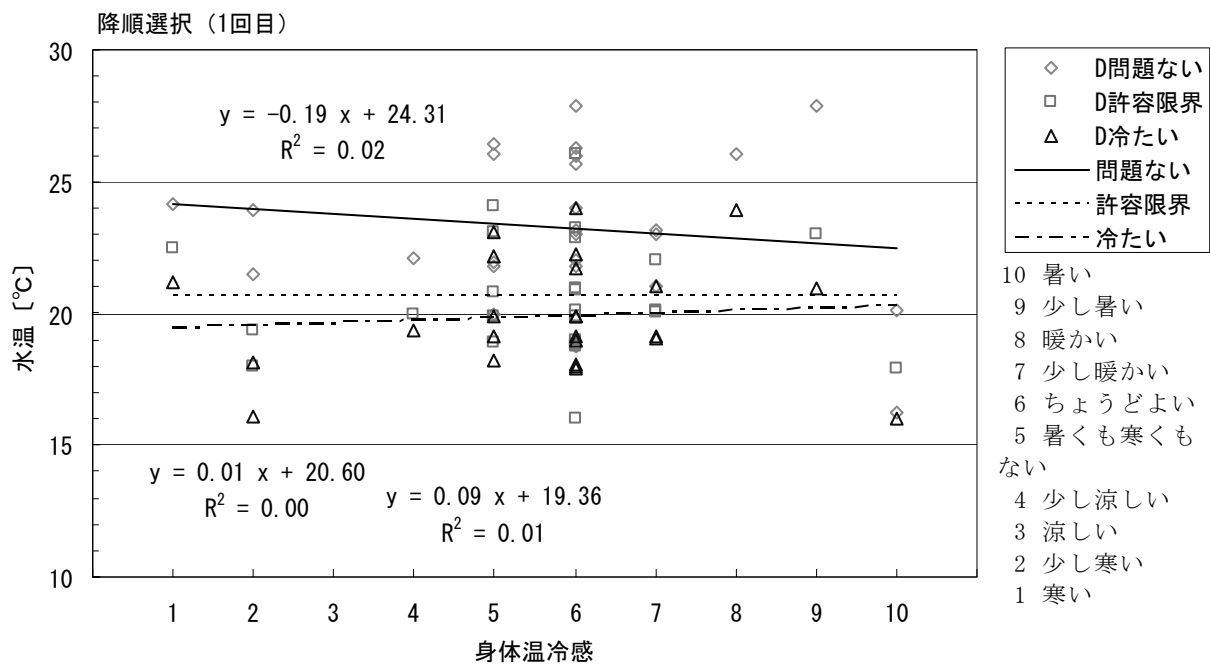
また図 2-2-4-23 は、手の温冷感と水温判定との関係を示したものである。身体の温冷感と同様、実験開始時の手の温冷感と水温判定には有意な関係が認められなかった。

3) 降順選択とランダム選択との比較

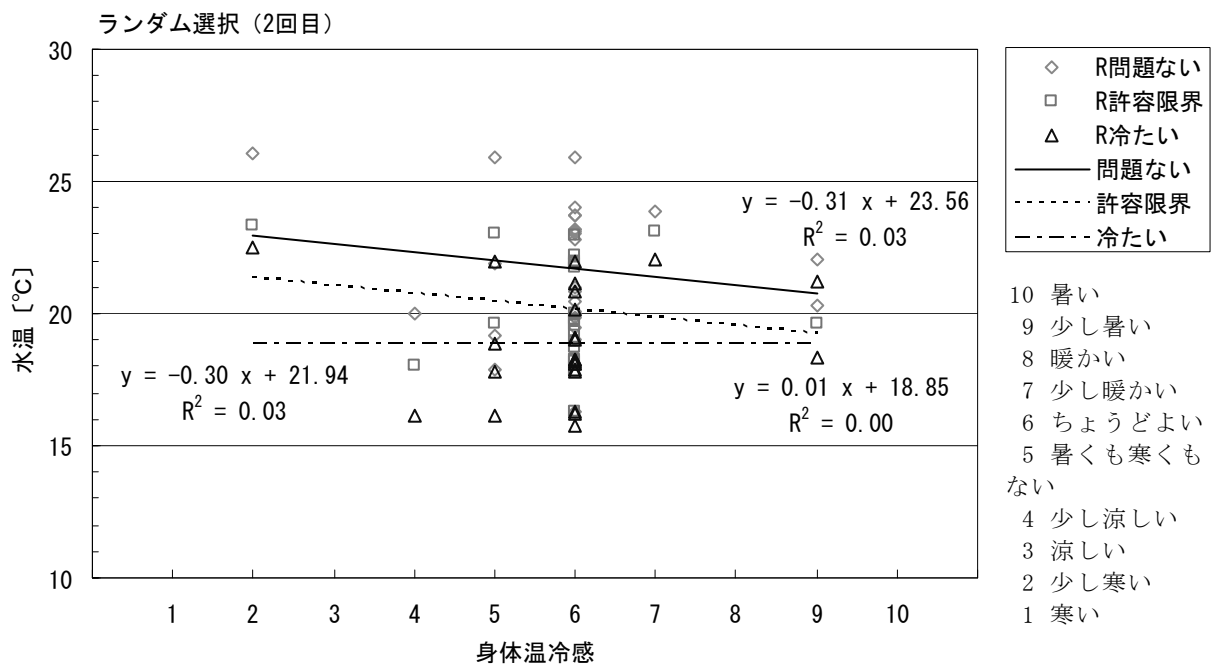
図 2-2-4-24 は、降順選択とランダム選択において、「問題ない○」「許容限界△」と判定された水温の下限値、および、「冷たい×」と判定された水温の上限値を昇順に示したものである。「問題ない」と判定された水温、「冷たい」と判定された水温は、降順選択よりランダム選択の方が低く、表 2-2-4-10 に示すように「問題ない」判定については有意差が見られた（有意水準 5%）。なお、「冷たい」および「許容限界」判定については、降順選択とランダム選択で有意差がなく、多少冷たいと感じる程度を許容限界としているものと推察される。

一方、判定が水温順と逆転していた被験者が、降順選択では 1 名しかいなかったのに対して、ランダム選択では 6 名と多くなっていた。しかし、その逆転は 20～22℃の範囲で生じており、「問題ない」と「許容限界」、または、「許容限界」と「冷たい」が逆転している程度であることから、水温判定の信頼性そのものについては問題ないと考えられる。

図 2-2-4-25 は各判定の水温の平均値と標準偏差（ $\pm \sigma$ ）、表 2-2-4-11 はその有意差を検定した結果（t 検定）である。上記と同様、各判定の平均値はランダム選択の方が僅かに低くなっているが有意差はなかった。

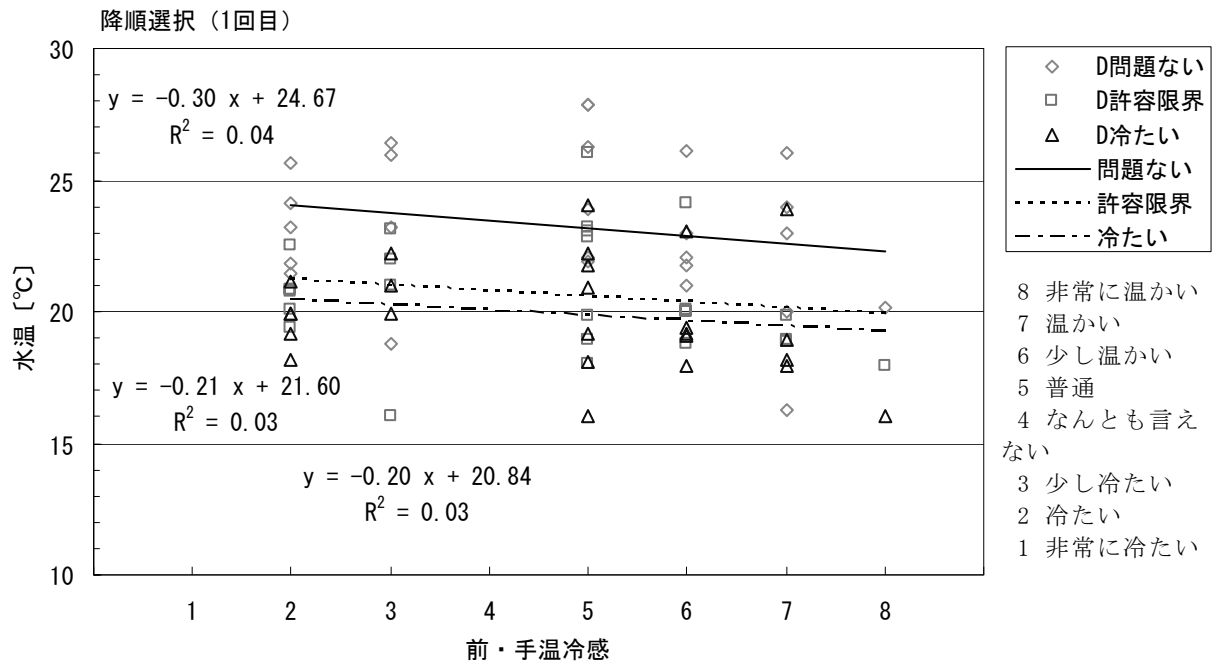


(a) 降順選択実験

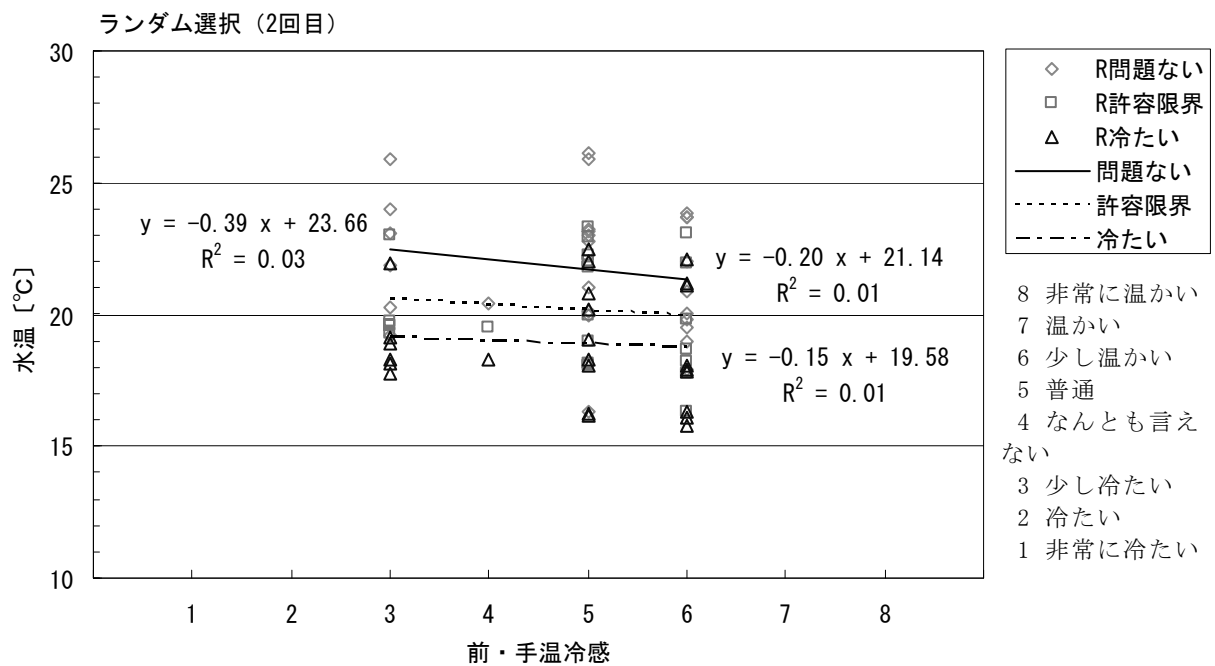


(b) ランダム選択実験

図 2-2-4-22 水温判定と身体の温冷感



(a) 降順選択実験



(b) ランダム選択実験

図 2-2-4-23 水温判定と手の温冷感

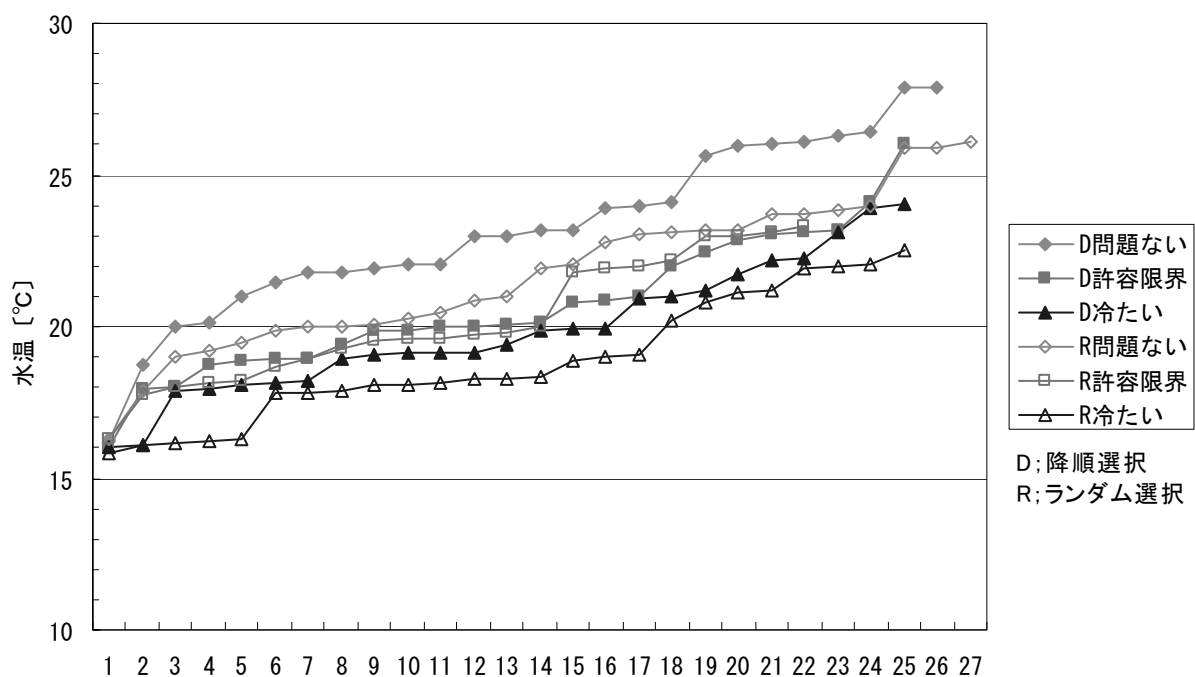
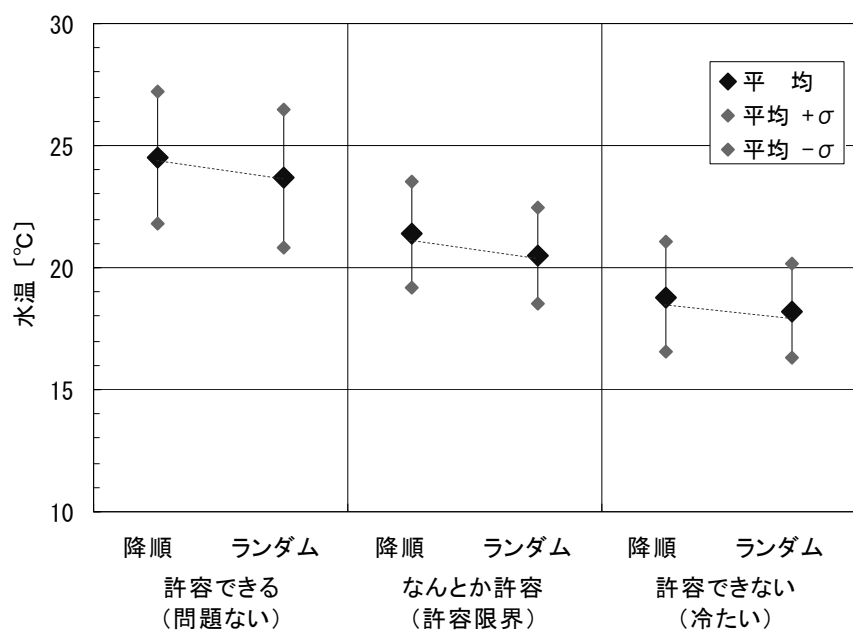


図 2-2-4-24 「問題なし・許容限界」判定の水温下限値と「冷たい」判定の水温上限値の推移

表 2-2-4-10 水温判定の有意差 (t 検定の結果)

		有意差			許容限界	冷たい
降順 × ランダム	問題なし	*	降順	問題なし	**	**
	許容限界	--		許容限界		--
	冷たい	--	ランダム	問題なし	*	**
				許容限界		*

有意水準 ** 1%
 * 5%



水 準	問題ない○		許容限界△		冷たい×	
	降順	ランダム	降順	ランダム	降順	ランダム
サンプル数	110	152	61	50	99	68
平 均	24.5	23.7	21.4	20.5	18.8	18.2
標準偏差(σ)	2.72	2.82	2.16	1.96	2.24	1.91
平均 +σ	27.2	26.5	23.5	22.4	21.0	20.1
平均 -σ	21.8	20.8	19.2	18.5	16.6	16.3

図 2-2-4-25 判定水温の比較

表 2-2-4-11 判定水温の有意差 (t 検定の結果)

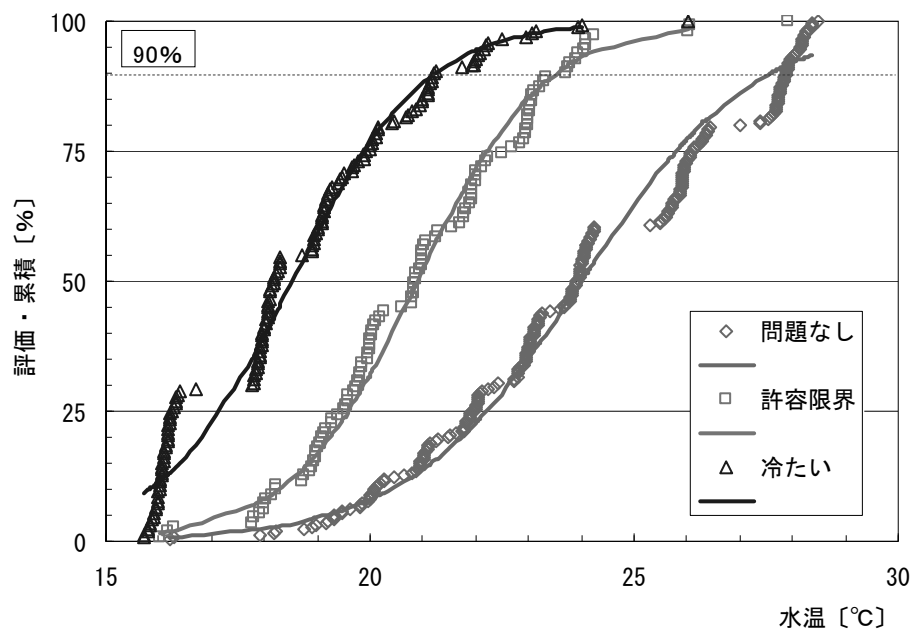
#1	#2	X ² 乗値	P 値	判 定
D-問題なし	D-許容限界	31.5	0.00	**
	D-冷たい	149.2	0.00	**
	R-問題なし	4.0	0.55	
	R-許容限界	47.8	0.00	**
	R-冷たい	143.2	0.00	**
D-許容限界	D-冷たい	24.0	0.00	**
	R-問題なし	18.1	0.00	**
	R-許容限界	2.2	0.82	
	R-冷たい	29.0	0.00	**
D-冷たい	R-問題なし	124.5	0.00	**
	R-許容限界	8.8	0.12	
	R-冷たい	1.0	0.97	
R-問題なし	R-許容限界	32.4	0.00	**
	R-冷たい	119.5	0.00	**
R-許容限界	R-冷たい	12.8	0.03	*

4) 水温の許容下限値

降順選択とランダム選択による水温判定には明確な差が見られなかったことから、ここでは両判定の結果を合わせて許容水温を検討する。

図 2-2-4-26 は、各水温に対する「問題ない」「許容限界」「冷たい」判定の割合を累積し、ロジスティック関数で回帰した結果である。回帰式の当てはまりは非常に高く、決定係数 R^2 は「冷たい」判定=0.92、「許容限界」判定=0.98、「問題ない」判定=0.94 であった。

図より、50%の人の許容限界は 21℃であるが、この水温では 90%の人に「冷たい」と判定される。一方、50%の人が「問題ない」とする水温は 24℃であり、この程度の温度があれば 90%以上の人にとって許容できるレベルである。さらに、90%以上の人が問題なく受け入れられる水温としては 28℃程度が必要という結果が得られた。



水温評価	データ数	水温 [°C]			ロジスティック回帰					
		平均	標準偏差	相関係数 R	$y = k / (1 + a \exp^{-bx})$				累積 [%]	
					k	a	b	R^2	50%	90%
問題なし	259	24.0	2.80	0.99	100	2300696	0.61	0.94	24.0	27.6
許容限界	110	20.9	2.02	0.98	100	40543763	0.84	0.98	20.9	23.5
冷たい	165	18.6	2.07	0.98	100	3265699	0.81	0.92	18.5	21.2

図 2-2-4-26 水温の許容度判定（ロジスティック回帰分析）

一方、表 2-2-4-12 はそれぞれの判定された水温を男女別に示したものである。各判定の水温について有意な性差はなかった。

表 2-2-4-12 水温判定の性差

各評価 平均温度		問題なし			許容限界			冷たい		
		女性	男性	全員	女性	男性	全員	女性	男性	全員
降順選択 (1回目)	データ数	15	11	26	13	12	25	13	12	25
	平均	23.3	22.8	23.2	20.7	20.3	20.6	20.4	19.2	19.9
	標準偏差	3.4	1.9	2.8	2.3	2.3	2.3	1.9	2.3	2.2
ランダム 選択 (2回目)	データ数	15	12	27	12	10	22	13	12	25
	平均	21.9	21.5	21.7	20.2	20.2	20.2	19.0	18.7	18.9
	標準偏差	2.8	2.2	2.5	2.3	1.8	2.0	2.0	2.2	2.1

各判定について有意差な

以上、溜め水に関する水温の許容度に関する判定結果から、通常の使用を考えた場合、許容可能な水温の下限值は被験者の 50%が「問題ない」と判定する 24℃程度であり、大半の人に受容されるレベル（被験者の 90%が「問題ない」と判定）としては 28℃程度が必要と考えられる。

4-4-4 食器洗浄・洗顔・うがい用水の許容温度に関する検討

食器洗浄、洗顔、うがいを模擬的に行ない、使用する水として許容可能な温度および最適な温度に、シングルレバー水栓により調節してもらった。その後、水温の温かさ・冷たさや温冷感、それぞれの行為をすることに対する水温の適否等について回答を得た。この結果をもとに、各行為における許容水温を検討した。

1) 許容水温および最適水温調節時の水温評価

各行為を行なう上で許容可能および最適と感じられるよう水温を調節した場合の、それぞれの水の温かさ・冷たさの評価に関する度数（N=27）を図 2-2-4-27 に示す。

許容水温については、「特に湯を使わなくても食器洗いなど普段の生活行為ができる」ことを目安に判断するよう教示したが、食器洗浄および洗顔の場合、「少し冷たい」と感じられるレベルに調節している人が多く、水温として「少し冷たい」程度であっても普段の使用では特に支障を来たさないものと推測される。一方、最適水温については、「ちょうどよい」温度に調節されていたが、さらに「温かい」と感じられる水温を「最適」とする傾向があった。

うがい水については、最適水温、許容水温とも「ちょうどよい」「問題ない」と評価している人が比較的多い。さらに最適水温として「少し冷たい」と感じる程度に調節した人がいるように、食器洗浄、洗顔とは使用水温の傾向が異なるものと推察される。

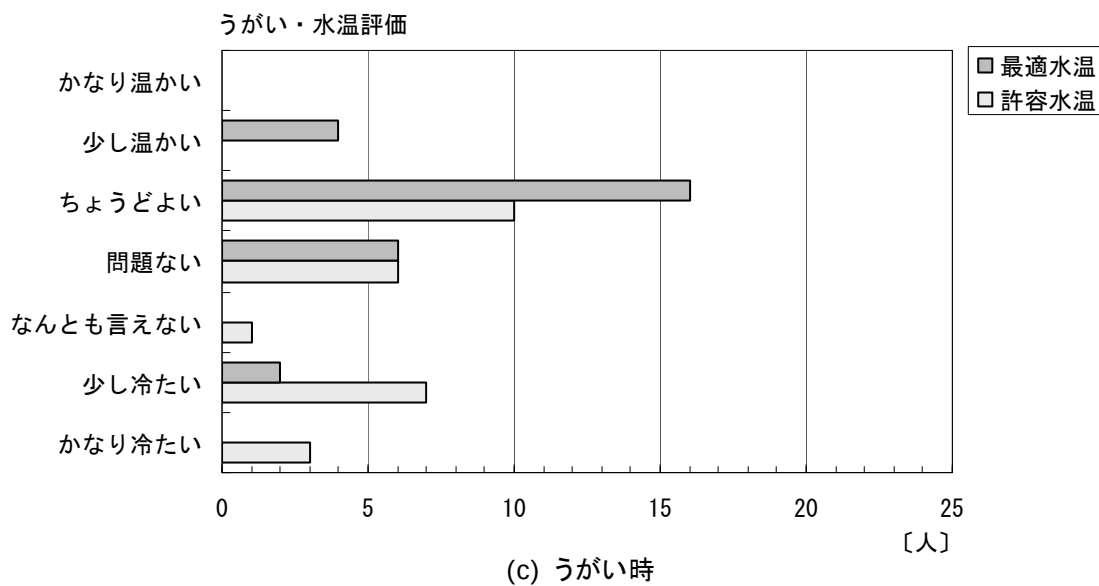
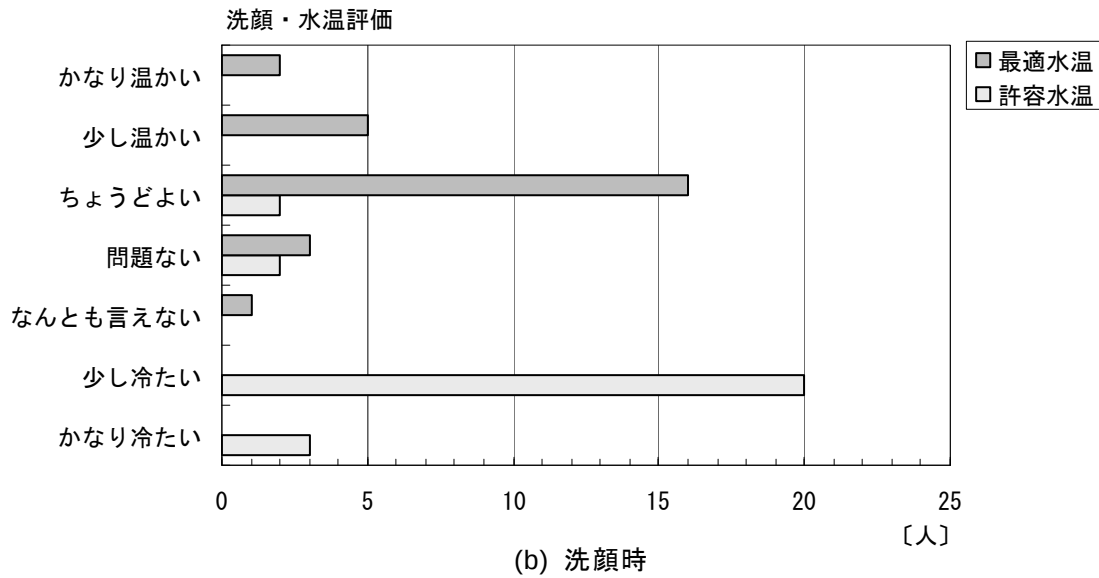
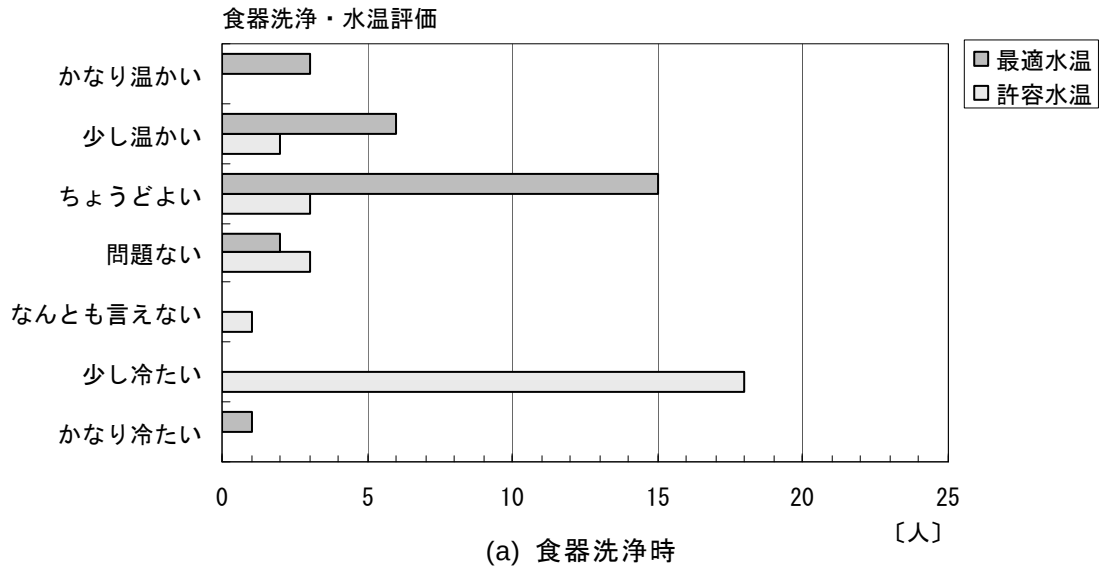


図 2-2-4-27 許容水温・最適水温調節時の水温評価

2) 各行為で調節された許容水温および最適水温

図 2-2-4-28 は、食器洗浄、洗顔、うがいを行なう上で許容可能または最適として調節された水の温度である。許容水温の平均値は、食器洗浄=19.0℃、洗顔=17.0℃、うがい=12.1℃、最適水温の平均値は、食器洗浄=33.0℃、洗顔=32.5℃、うがい=19.8℃であった。

先の溜め水による許容限界水温（△）ならびに「問題なし」水温（○）に比べ、各自が調節した許容水温は若干低く、一方、最適水温はかなり高くなっていた。

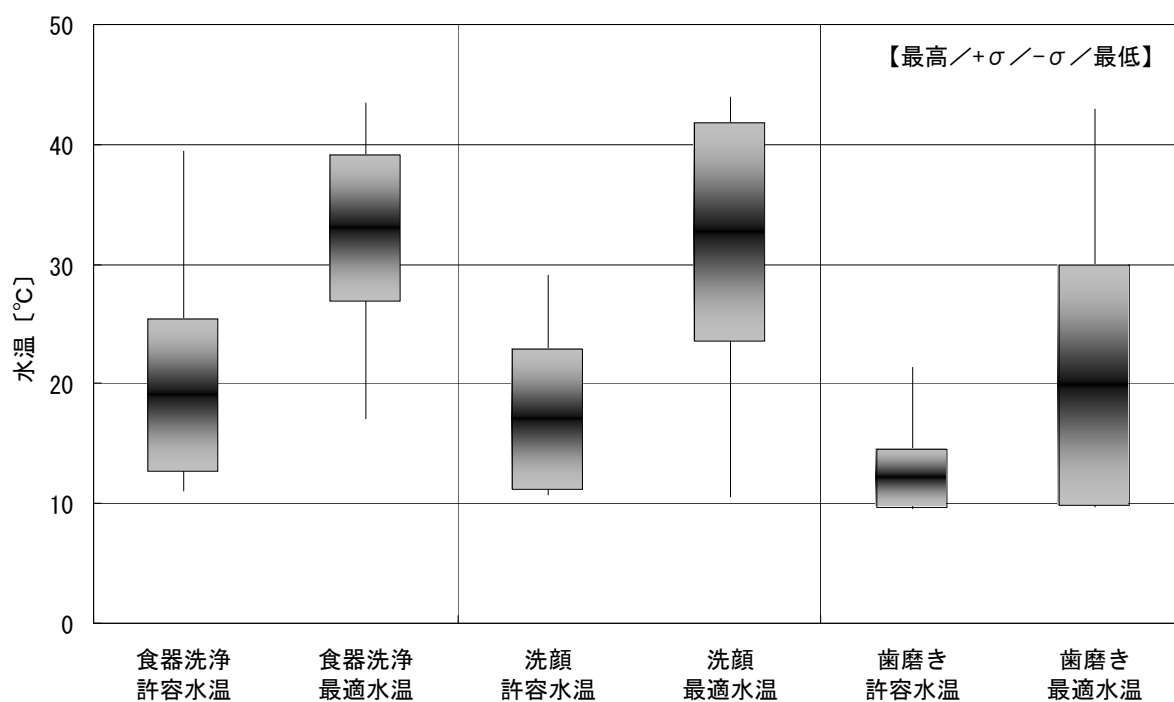


図 2-2-4-28 各行為における許容水温・最適水温

3) 食器洗浄用水の許容水温

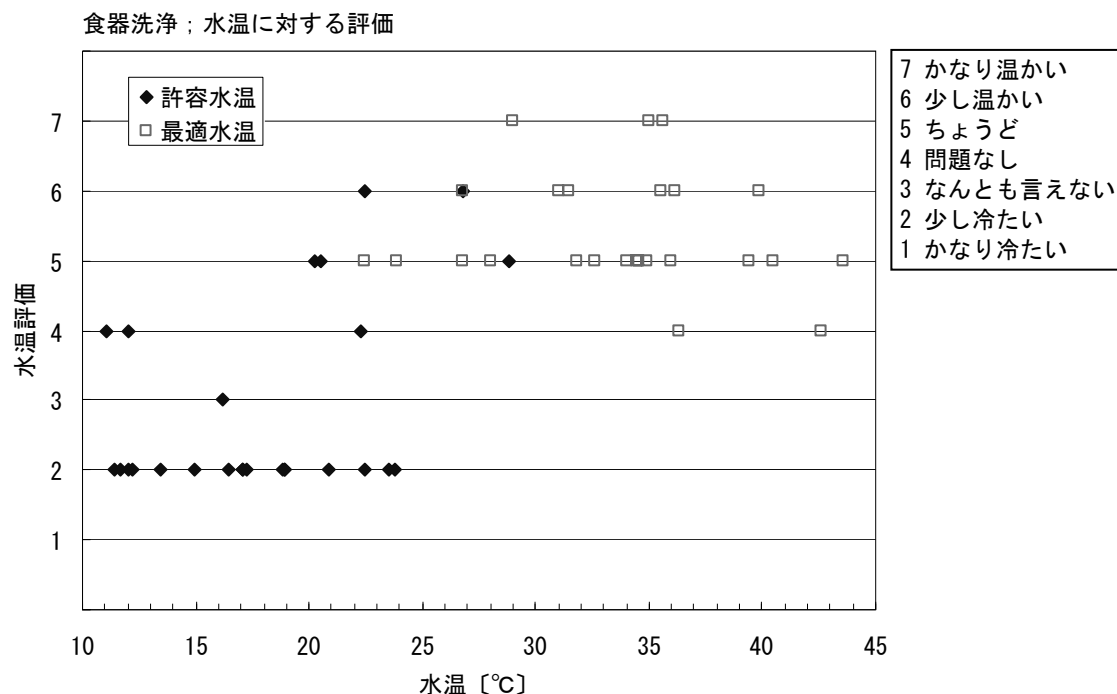
図 2-2-4-29 は、許容温度および最適温度に調節した水で食器洗浄を行なった後に、水の温かさ・冷たさ、手の温冷感ならびに食器洗浄水温としての適否を評価した結果である。

図 2-2-4-29(a) より、「ちょうどよい」と評価されている水温は 20.3℃～43.6℃、「少し冷たい」と評価されている水温は 11.4℃～23.8℃であった。ただし、22.5℃で「少し温かい」、29.0℃で「かなり温かい」との評価も為されていた。

図 2-2-4-29 (b) より、手の温冷感として「普通」の下限温度は 14.9℃であった。また、「少し冷たい」の上限温度は 28.8℃であるが、これ以下の水温でも手は「温かい」と感じられていた。

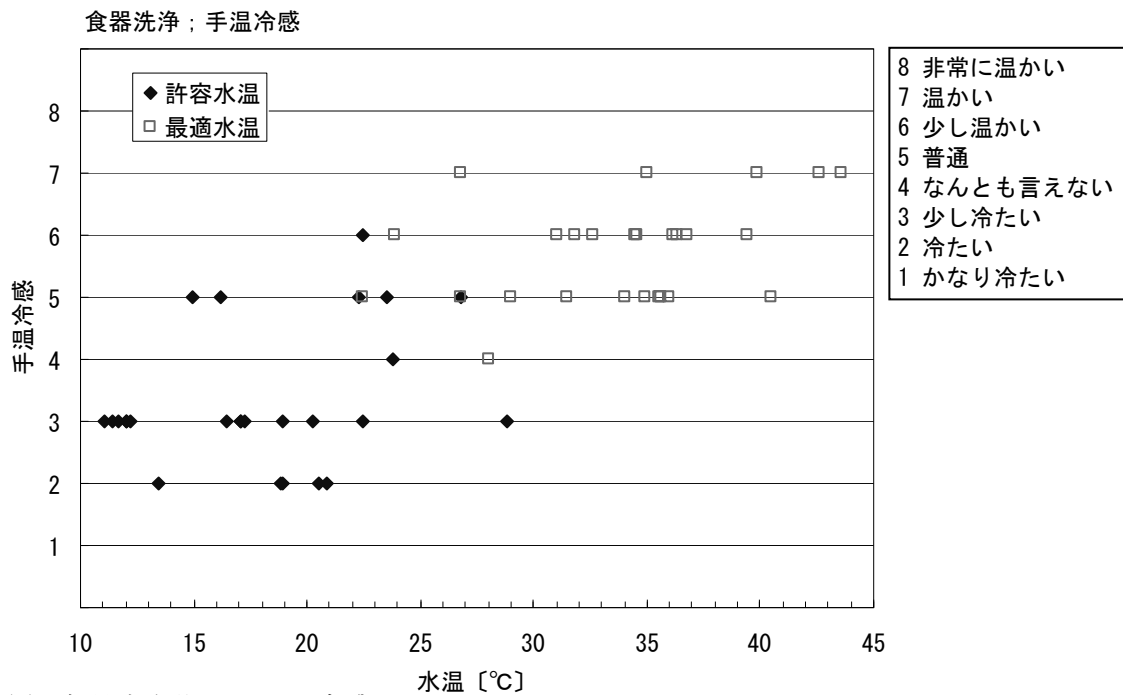
図 2-2-4-29 (c) より、食器洗浄水として「まったく問題ない」とする下限温度は 12.1℃であるが、19.0℃で「もっと高くする必要がある」と評価されていた。さらに 22.5℃では「汚れ・洗剤が落ちない」、20.9℃では「手が荒れる」といった問題点も指摘されていた。

以上のことから、食器洗浄水温の温度としては溜め水判定の許容温度でもある 24℃以上あれば、それほど支障はないものと考えられる。なお、この温度は手温冷感として「少し冷たい」と評価された上限温度 28.8℃より低いが、この温度で手が「少し冷たい」と申告した被験者は、同時に食器洗浄水温としては「もっと低くても問題ない」と回答していることから、許容温度のレベルであれば 28.8℃は必要ないと考えられる。

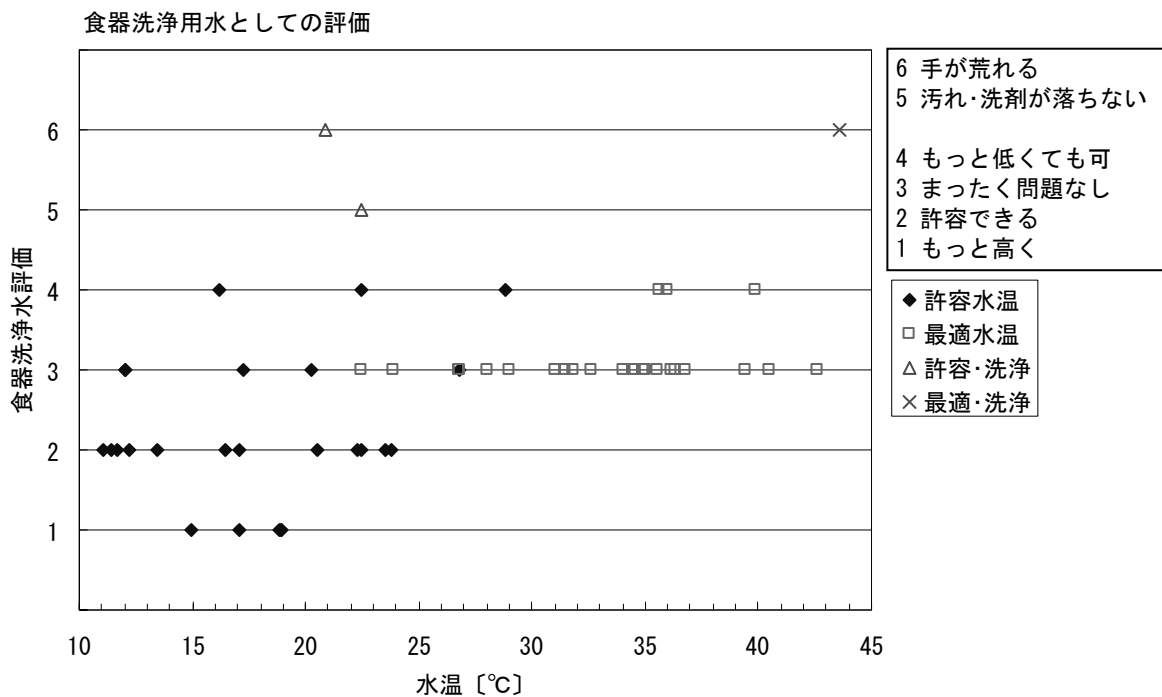


(a) 水温に対する評価

図 2-2-4-29 食器洗浄水に関する評価



(b) 食器洗浄後の手の温冷感



(c) 食器洗浄用水としての水温評価

図 2-2-4-29 (2) 食器洗浄水に関する評価

4) 洗顔用水の許容温度

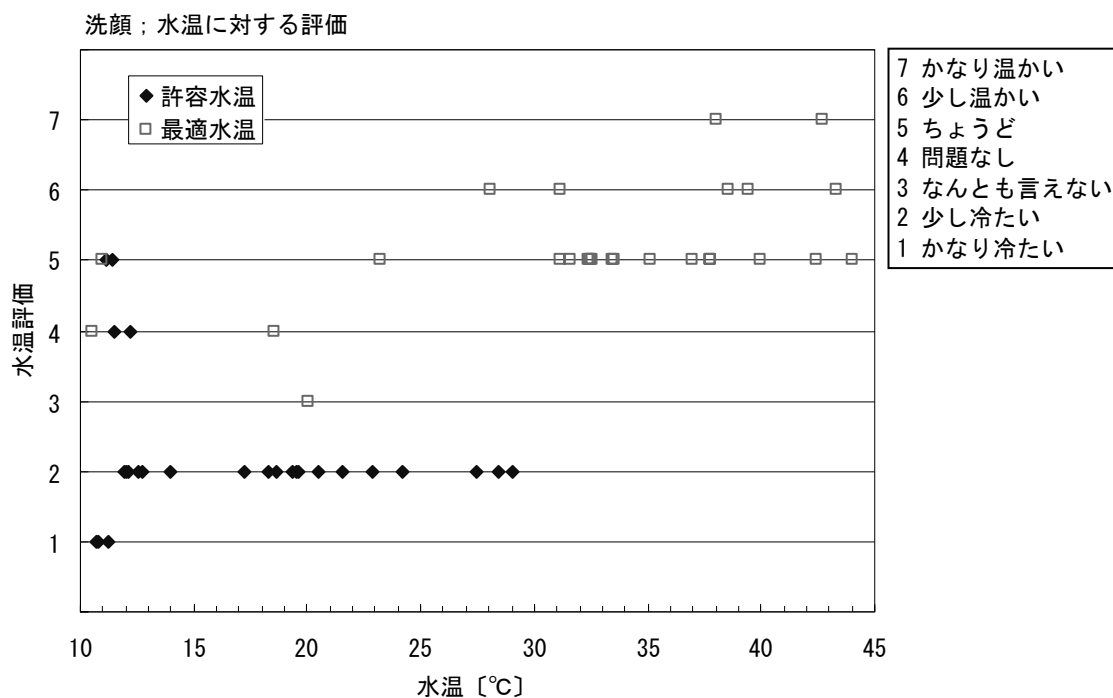
図 2-2-4-30 は、洗顔用水としての許容温度および最適温度とそれらに対する評価結果である。

図 2-2-4-30 (a) より、許容水温調節時に「問題ない」「ちょうどよい」と評価された水温は 11.1～12.2℃、最適水温調節時に「問題ない」と評価された水温は 10.5～18.6℃、「ちょうどよい」と評価された水温は 11.0～44.0℃である。また、「少し冷たい」と評価された水温は 11.9～29.1℃であった。

また図 2-2-4-30 (b) より、洗顔用水として「まったく問題ない」とする水温は先の「ちょうどよい」の温度幅と、「もっと高くする必要がある」と感じる水温は同じく先の「少し冷たい」の温度幅とほぼ等しかった。

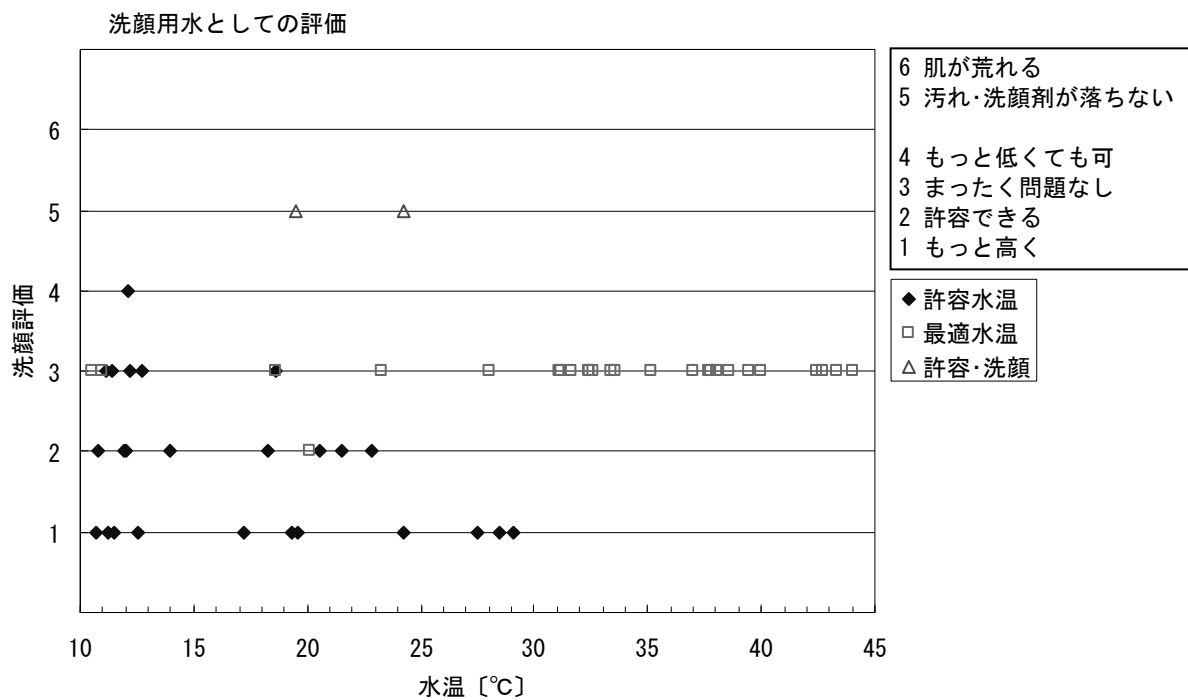
図 2-2-4-30 (c) より、「もっと高く」と評価された水温の 90% 値は 28.3℃であることから、洗顔用水としての許容最低温度は 28℃程度と考えられる。ただし、「まったく問題ない」「ちょうどよい」と評価された水温の中央値（累積 50%）が約 33℃であることから、28℃の場合、普段の洗顔に使用する水温としては若干低めと推測される。

なお、最適水温調節時に「ちょうどよい」とした水温は、男子=11.0～44.0℃、女子=31.1～42.5℃で、男子被験者 1 名が水道給水温でも「ちょうどよい」としていたが、この 1 名を除くと最低水温は 31.6℃でその温度幅は女子と同程度となり、平均値についても有意差はなかった。

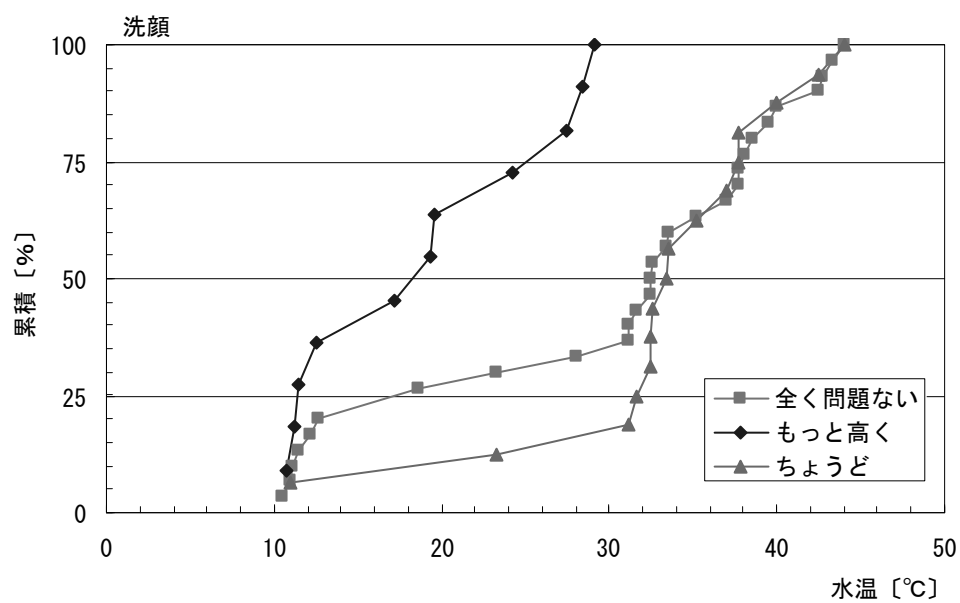


(a) 水温に対する評価

図 2-2-4-30(1) 洗顔水に関する評価



(b) 洗顔用水としての水温評価



(c) 洗顔用水としての評価に関する累積度数

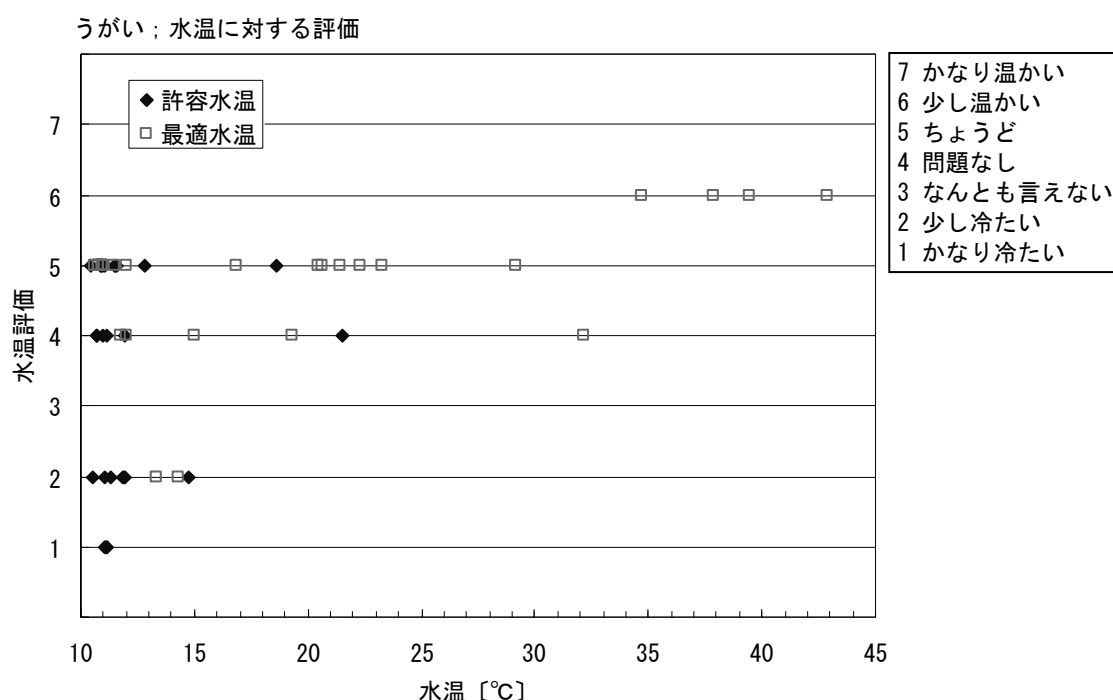
図 2-2-4-30 (2) 洗顔水に関する評価

5) うがい用水の許容温度と最適温度

図 2-2-4-31 は、うがい用水としての許容温度および最適温度とそれらに対する評価結果である。

許容水温調節時に「ちょうどよい」と評価された水温は 10.5～29.1℃である。この中央値は 11.5℃で、約 7 割の被験者が水道給水温程度（10.5～12.8℃）で「ちょうどよい」と評価していた。一方、うがい水としての評価では、21.5℃で「歯にしみる」、32.2℃で「口の中がさっぱりしない」との回答があった。

うがい水については、食器洗浄、洗顔よりも使用水温が低く、これらの行為で受容できる温度で水が供給されれば特に支障ないものと考えられる。



水温に対する評価

図 2-2-4-31 うがい水に関する評価

6) 各行為における許容水温

図 2-2-4-32 は、溜め水による実験において各被験者により「問題ない」判定された水温の下限値と、食器洗浄用水、洗顔用水、うがい用水に関する「多少問題はあるが許容できる〈許容可〉」、「まったく問題なし〈問題なし〉」との評価を累積百分率で示したものである。なお、溜め水については降順選択、ランダム選択の両実験において、高い方の温度とした。また、各行為に関する水温については、許容水温、最適水温の調節に拘わらず、評価を基準に水温を取り出した。

図より、溜め水において「問題なし」とされた水温の中央値（50％）は約 23℃、90％値は約 26℃である。

食器洗浄用水については、23℃の温度があれば 9 割の被験者が「許容可」とする。しかし、この水温では食器洗浄水として「問題なし」とする人は 3 割強しかおらず、5 割の人に「問題なし」

と評価されるためには約 28℃、9 割の人に「問題なし」と評価されるためには約 35℃の水温が必要である。

洗顔用水については、23℃の温度があればほぼ全員が「許容可」となる。また、この水温で「問題なし」とする人は食器洗浄と同様、約 3 割いるが、5 割の人が「問題なし」と評価するのは約 32℃、9 割の人が「問題なし」と評価するのは約 42℃の水温であり、食器洗浄用水よりも高い温度が求められている。

一方、うがい用水に関しては、23℃の水温で約 9 割が「問題ない」と評価していた。

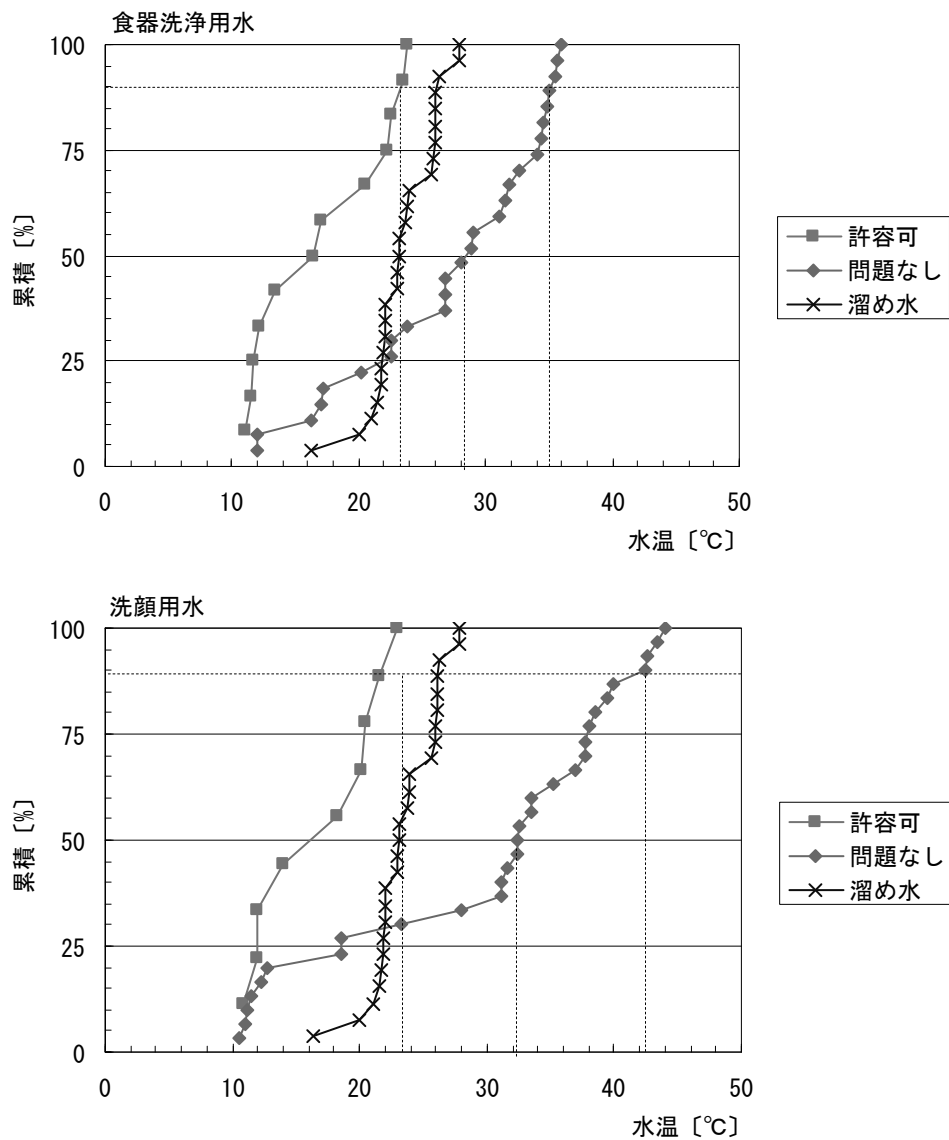


図 2-2-4-32 各行為における許容水温 (1)

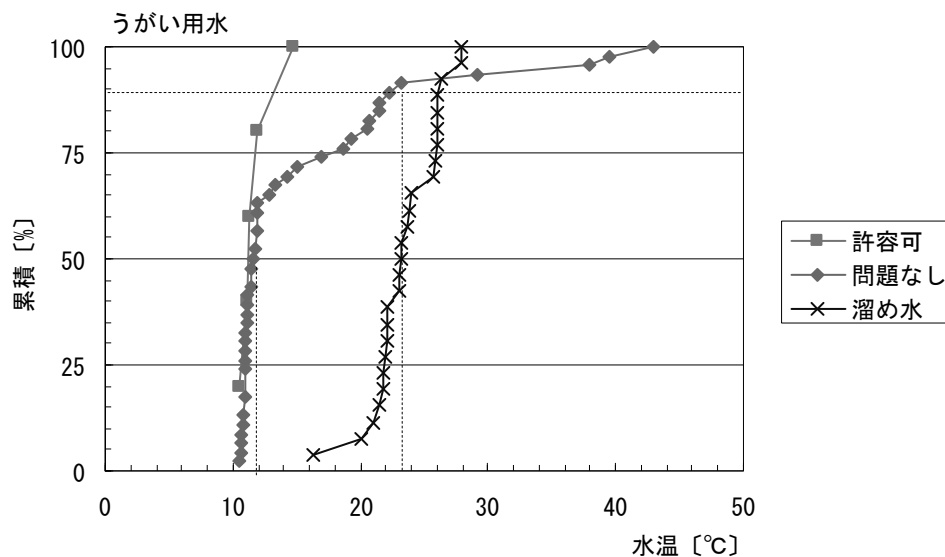


図 2-2-4-32 各行為における許容水温(2)

7) 検討結果

大学生を対象とした被験者実験により、溜め水、少量の食器洗浄、洗顔フォーム等不使用時の洗顔、うがいを行なう際の許容水温を明らかにした。以下にその結果をまとめる。

- # 本実験条件においては、身体の温冷感等が水温判定に及ぼす影響は見られなかった。また、水温判定に関する性差もなかった。
- # 溜め水においては、23～24℃の温度があれば「問題ない」水温として半数の人に受容される。また9割の人に受容されるためには26～28℃の水温が必要である。なお、23℃程度の水温があれば、約9割の人にとって「なんとか許容できる・許容下限」レベルを満たすことができる。
- # 食器洗浄用水としては、23～24℃の温度があれば9割の被験者が許容可能なレベルである。しかし、5割以上の人に「問題なし」と評価されるためには約28℃の水温が必要である。
- # 洗顔用水については、23～24℃の温度でほぼ全員が許容可能なレベルとなる。しかし、「問題なし」と評価する水温は食器洗浄用水よりも高く、5割以上の人々が「問題なし」として受容するには32℃の温度が必要である。
- # うがい水の場合、「問題なし」とされる水温は食器洗浄、洗顔よりもかなり低く、23～24℃あれば9割以上の人に問題なく受容されるレベルとなる。

以上の結果から、水道水としての供給を前提とした場合、水が冷たいことによる不快感等を生じさせず、また使用上の不具合がない水温は23～28℃程度と考えられる。このレベルの水温では、食器洗浄、洗顔を行なう水温として十分ではないが、この程度の水温であれば春～秋の期間の給水温レベルと大差なく、一般的にも受容されやすいものと推測される。一方、これ以上の要求レベルを充足するためには“湯”が必要となる。さらに充足の範囲を広げるために高い給水温の設定を考える場合には、水道水温が高いことによる不具合といった点からも検証していくことが必要と思われる。

5. 本研究により得られた成果

本サブテーマでは、住宅内のエネルギー消費の多くを占める給湯、照明、洗顔などを対象として計画し、「調理にともなうエネルギー消費と室内への熱・湿度の発生」、「多灯分散型照明によるエネルギー消費削減効果」の調査、「多灯分散型照明によるエネルギー消費削減効果」、「食器洗浄時の水温・水量測定実験」を行った。被験者を用いた各実験の結果、「調理にともなうエネルギー消費と室内への熱・湿度の発生」では、調理時のエネルギー消費及び熱、湿度の発生とレンジフードによる除去、室内への流入量などが明らかとなった。「多灯分散型照明によるエネルギー消費削減効果」の調査では、様々な生活シーンにおける必要照度および好まれる室内の照明の分布を明らかにするとともに、多灯分散型照明を計画することによるそれぞれのシーンの実現と省エネルギー性能を明らかとした。また「食器洗浄時の水温・水量測定実験」では、炊事にともなう水・湯の消費量を明らかにするとともに、各種節水機具の使用による水資源削減効果を明らかにした。また、生活行動における水・湯の使用シーンごとに、満足できる最低水温の調査を行い、それぞれの行為において、どのような水温が求められているかを明らかにするとともに、給水に余熱を行うことでの湯の使用削減効果を検討した。

6. 引用文献

- 1)NHK放送文化研究所 編:データブック,国民生活時間調査2000<全国>
- 2)自立循環型住宅開発委員会:エネルギー・資源の自立循環型住宅・都市基盤整備支援システムの開発,平成14年度報告書,pp. 87-90
- 3)<http://www.videor.co.jp/index.htm>(株式会社ビデオリサーチ)
- 4)都市型集合住宅における給湯・給水の消費構造分析と評価方法に関する研究(その1)湯・水消費の季節変動要因についての分析 前真之 布野裕子 市川憲良 石渡博 鎌田元康
日本建築学会環境系論文集,第566号,2003年4月

7. 国際共同研究等の状況

Annex 44 Integrating Environmentally Responsive Elements in Buildings
Energy Conservation in Buildings & Community Systems Programme(ECBCS)
International Energy Agency

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表(学術誌・書籍)

<学術誌(査読あり)>

- ① 細井昭憲、他:9th International Conference on ROOM VENT (2004)
"Experimental study on humidity distribution in multiple rooms based on simulated occupancy and water vapor emission"
- ② 前真之、他:CIB w62 Water Supply and Drainage for Buildings(2004 Paris)
"Survey on residential hot water consumption in Japan."

<学術誌(査読なし)>

- ① 宇梶正明、澤地孝男、堀祐治、桑澤 保夫、細井 昭憲、秋元孝之、前真之：日本建築学会
(2004)大会梗概集
「自立循環型住宅システムに関する実証的研究（第六報）生活行動に伴うエネルギー消費検
証用基本スケジュール」
- ② 堀祐治、宇梶正明、澤地孝男、桑澤保夫、細井昭憲、秋元孝之、前真之：日本建築学会(2004)
大会梗概集
「自立循環型住宅システムに関する実証的研究（第七報）冬季実証実験結果」
- ③ 細井昭憲、堀祐治、宇梶正明、澤地孝男、桑澤保夫、秋元孝之、前真之：日本建築学会(2004)
大会梗概集
「自立循環型住宅システムに関する実証的研究（第八報）ルームエアコンの電力消費量の
推定」
- ④ 前真之、細井昭憲、堀祐治、宇梶正明、澤地孝男、桑澤保夫、秋元孝之：日本建築学会(2004)
大会梗概集
「自立循環型住宅システムに関する実証的研究（第九報）冬期における給湯機器の効率実
験」
- ⑤ 宇梶正明、澤地孝男、秋元孝之、堀祐治、桑澤保夫、前真之、細井昭憲：空気調和・衛生
工学会(2004)学術大会梗概集
「自立循環型住宅の開発にともなう実証実験に関する研究（第六報）生活行動に伴うエネル
ギー消費検証用基本スケジュール」
- ⑥ 堀祐治、澤地孝男、前真之、桑澤保夫、細井昭憲、秋元孝之、宇梶正明：空気調和・衛生
工学会(2004)学術大会梗概集
「自立循環型住宅の開発にともなう実証実験に関する研究（第七報）生活行動再現状況およ
び冬季実験結果」
- ⑦ 前真之、澤地孝男、秋元孝之、堀祐治、桑澤保夫、細井昭憲、宇梶正明：空気調和・衛生
工学会(2004)学術大会梗概集
「自立循環型住宅の開発にともなう実証実験に関する研究（第八報）冬期における給湯機器
効率」
- ⑧ 堀祐治、澤地孝男、宇梶正明、桑澤保夫、細井昭憲、秋元孝之：日本建築学会(2005)大会
梗概集 「自立循環型住宅システムに関する実証的研究 第十報 エネルギー・資源削減量の
実証実験結果」
- ⑨ 宇梶正明、澤地孝男、堀祐治、桑澤保夫、細井昭憲、秋元孝之：日本建築学会(2005)大会
梗概集 「自立循環型住宅システムに関する実証的研究 第十一報 用途別エネルギー・資
源削減結果」
- ⑩ 青木正論、澤地孝男、堀祐治、宇梶正明、桑澤保夫、細井昭憲、秋元孝之：日本建築学会
(2005)大会梗概集 「自立循環型住宅システムに関する実証的研究（第十二報）太陽熱給湯
器の省エネルギー効果」
- ⑪ 細井昭憲、澤地孝男、堀祐治、宇梶正明、桑澤保夫、秋元孝之：日本建築学会(2005)大会
梗概集 「自立循環型住宅システムに関する実証的研究（第十三報）通風利用時間のモデル
化と省エネルギー効果の推定」

- ⑫ 澤地孝男、秋元孝之、堀祐治、桑澤保夫、細井昭憲、宇梶正明：空気調和・衛生工学会(2005) 学術大会梗概集

「自立循環型住宅の開発にともなう実証実験に関する研究（第九報）エネルギー消費等に係る生活行動の機械的再現による省エネルギー効果の実証実験手法及び通年結果の概要」

- ⑬ 堀祐治、澤地孝男、宇梶正明、桑澤保夫、細井昭憲、秋元孝之：空気調和・衛生工学会(2005) 学術大会梗概集

「自立循環型住宅の開発にともなう実証実験に関する研究（第十報）給湯用各種熱源のエネルギー消費量実験結果比較」

- ⑭ 室恵子、桑澤保夫、近藤武士・岩本静男：空気調和・衛生工学会(2005)学術大会梗概集

「給湯用エネルギーの削減に関する基礎的考察—食器洗浄用水の許容温度について」

(3) 口頭発表

- ① 宇梶正明、澤地孝男、堀祐治、桑澤保夫、細井昭憲、秋元孝之、前真之：日本建築学会(2004)

「自立循環型住宅システムに関する実証的研究（第六報）生活行動に伴うエネルギー消費検証用基本スケジュール」

- ② 堀祐治、宇梶正明、澤地孝男、桑澤保夫、細井昭憲、秋元孝之、前真之：日本建築学会(2004)

「自立循環型住宅システムに関する実証的研究（第七報）冬季実証実験結果」

- ③ 細井昭憲、堀祐治、宇梶正明、澤地孝男、桑澤保夫、秋元孝之、前真之：日本建築学会(2004)

「自立循環型住宅システムに関する実証的研究（第八報）ルームエアコンの電力消費量の推定」

- ④ 前真之、細井昭憲、堀祐治、宇梶正明、澤地孝男、桑澤保夫、秋元孝之：日本建築学会(2004)

「自立循環型住宅システムに関する実証的研究（第九報）冬期における給湯機器の効率実験」

- ⑤ 宇梶正明、澤地孝男、秋元孝之、堀祐治、桑澤保夫、前真之、細井昭憲：空気調和・衛生工学会(2004)

「自立循環型住宅の開発にともなう実証実験に関する研究（第六報）生活行動に伴うエネルギー消費検証用基本スケジュール」

- ⑥ 堀祐治、澤地孝男、前真之、桑澤保夫、細井昭憲、秋元孝之、宇梶正明：空気調和・衛生工学会(2004)

「自立循環型住宅の開発にともなう実証実験に関する研究（第七報）生活行動再現状況および冬季実験結果」

- ⑦ 前真之、澤地孝男、秋元孝之、堀祐治、桑澤保夫、細井昭憲、宇梶正明：空気調和・衛生工学会(2004)

「自立循環型住宅の開発にともなう実証実験に関する研究（第八報）冬期における給湯機器効率」

- ⑧ 細井昭憲、他：9th International Conference on ROOM VENT (5-8 Sep. 2004)

"Experimental study on humidity distribution in multiple rooms based on simulated occupancy and water vapor emission"

- ⑨ 前真之、他：CIB w62 Water Supply and Drainage for Buildings
"Survey on residential hot water consumption in Japan."
- ⑩ 堀祐治、澤地孝男、宇梶正明、桑澤保夫、細井昭憲、秋元孝之：日本建築学会(2005)大会梗概集 「自立循環型住宅システムに関する実証的研究 第十報 エネルギー・資源削減量の実証実験結果」
- ⑪ 宇梶正明、澤地孝男、堀祐治、桑澤保夫、細井昭憲、秋元孝之：日本建築学会(2005)大会梗概集 「自立循環型住宅システムに関する実証的研究 第十一報 用途別エネルギー・資源削減結果」
- ⑫ 青木正論、澤地孝男、堀祐治、宇梶正明、桑澤保夫、細井昭憲、秋元孝之：日本建築学会(2005)大会梗概集 「自立循環型住宅システムに関する実証的研究 (第十二報) 太陽熱給湯器の省エネルギー効果」
- ⑬ 細井昭憲、澤地孝男、堀祐治、宇梶正明、桑澤保夫、秋元孝之：日本建築学会(2005)大会梗概集 「自立循環型住宅システムに関する実証的研究 (第十三報) 通風利用時間のモデル化と省エネルギー効果の推定」
- ⑭ 澤地孝男、秋元孝之、堀祐治、桑澤保夫、細井昭憲、宇梶正明：空気調和・衛生工学会(2005)学術大会梗概集
「自立循環型住宅の開発にともなう実証実験に関する研究(第九報) エネルギー消費等に係る生活行動の機械的再現による省エネルギー効果の実証実験手法及び通年結果の概要」
- ⑮ 堀祐治、澤地孝男、宇梶正明、桑澤保夫、細井昭憲、秋元孝之：空気調和・衛生工学会(2005)学術大会梗概集
「自立循環型住宅の開発にともなう実証実験に関する研究(第十報) 給湯用各種熱源のエネルギー消費量実験結果比較」
- ⑯ 室恵子、桑澤保夫、近藤武士・岩本静男：空気調和・衛生工学会(2005)学術大会梗概集
「給湯用エネルギーの削減に関する基礎的考察—食器洗浄用水の許容温度について」

(3) 出願特許

なし

(4) 受賞等

なし

(5) 一般への公表・報道等

なし

9. 成果の政策的な寄与・貢献について

政府は平成14年2月に公表した「京都議定書の締結に向けた今後の方針」の中で、「国民一人ひとりの生活を見直してゆく取組」を重視した基本方針を提示している。また、新たに改正された平成14年3月の「地球温暖化対策推進大綱」においては、「国民の生活様式(ライフスタイル)の

見直し及びその支援」「地球環境にやさしい生活のあり方について、国民的議論を提起する」「製品等に関する環境情報提供の推進」「国民参加型の普及啓発の充実」など、ライフスタイルの変革にかかわる項目が目白押しである。このような国としての方針の下では、2010年までの10年弱の期間において、国民に対して、省エネルギー機器や建築的技術の導入を含め、ライフスタイルのどのような工夫がどの程度のエネルギー消費削減に貢献できるのか、生活時間や住宅における空間の使い方・住宅設備機器類の使い方がエネルギー消費とどのような関連を持っているか、などの点について具体的で定量的な情報提供を行うことが不可欠である。環境にやさしい行動を喚起するためにムードや機運を高めるのみでなく、具体的な方法に関する情報提供を行うことが実質的なライフスタイルの変革に結びつくのではないかと考えられる。

本研究の成果は単に省エネルギーの効果を予測するだけではなく、生活者に対し機器導入や技術向上のみでは地球温暖化対策の達成が困難であり、生活行動の抑制が余儀なくされる現状を明示することで、二酸化炭素排出量削減目標への達成意欲を起因するものと考えられる。

地球温暖化対策の推進は、国家的な目標であり、2010年頃の最初の具体目標の達成（二酸化炭素6%減）のための正攻法として、全エネルギー消費の一定の割合を占める家庭用エネルギーの削減又は抑制方策を考える切り口としてのライフスタイルの理解と、新しい知見の蓄積が重要不可欠であると言える。

「国民の生活様式（ライフスタイル）の見直し及びその支援」は、地球温暖化対策推進大綱に明記されたテーマであり、2004年、および2007年に対策の進捗状況について評価・見直しを行い、段階的に必要な対策が講じられる。「見直し」と意識ある人への「支援」を効果的に行うためには、客観的事実をより多く把握しておくことが肝要である。

本サブテーマでは、「調理にともなうエネルギー消費と室内への熱・湿度の発生」、「多灯分散型照明によるエネルギー消費削減効果」の調査、「多灯分散型照明によるエネルギー消費削減効果」、「食器洗浄時の水温・水量測定実験」を行ったが、これらのエネルギー消費行為は住宅内のエネルギー消費の多くを占める給湯、照明、洗顔などを対象としたものであり、今後の生活行為における省エネルギー計画、最終的には我が国の温暖化対策の見直し、および指針、に寄与するものとする。

[サブテーマ(2)－② 資料編 1～3]

資料1 「食器洗浄時の水温・水量測定実験」(実験前アンケート)

I. ご自身のことについてお伺いします。

1. お名前 _____ 性別 男 / 女

2. 現在のご住所をお書きください。(都県/市区町村 まで)

都 市 区
_____ 県 _____ 町 村

3. 現在のお住まいについて、お答えください。集合住宅の方は()内に○をつけてください。
戸建住宅 / 集合住宅(マンション・アパート)

4. 同居のご家族の人数は・・・ ご自身を含めて_____ 人

5. 同居のご家族の続柄・年齢・職業または学校についてお伺いします。

続柄 ご自身 / 年齢 _____ 歳 / 職業または学校 _____

続柄 _____ / 年齢 _____ 歳 / 職業または学校 _____

続柄 _____ / 年齢 _____ 歳 / 職業または学校 _____

続柄 _____ / 年齢 _____ 歳 / 職業または学校 _____

続柄 _____ / 年齢 _____ 歳 / 職業または学校 _____

続柄 _____ / 年齢 _____ 歳 / 職業または学校 _____

6. ご家庭では、あなたが主に食器洗いをされていますか？

はい / いいえ

→[いいえ]の方にお伺いします。

1) 主に食器洗いをされているのは、どなたですか？ 続柄 _____

2) あなたは、ご家庭でどの程度、食器洗いを担当していますか？

① 全体の半分くらい

② 手伝う程度

③ 自分の分だけ

④ ほとんどしない

⑤ その他 _____

7. あなたは冷え性ですか？

はい / いいえ / 特に問題とは感じていない

→[はい]の方にお伺いします。

特にどの部分で「冷え」に悩まされていますか？

悩まされている部分 _____

II. 現在のお住まいの給湯・給水設備についてお伺いします。

1. お住まいの台所に給湯設備はありますか？

ある / ない →[ない]の方は、質問2へ

1) どのような給湯器を使用していますか？

① 室内開放型瞬間湯沸し器

② ガス湯沸かし器（屋外設置タイプ）

③ 電気温水器（貯湯槽タイプ）

④ ヒートポンプ式給湯器（エコキュート）

⑤ 石油給湯器

⑥ その他； _____

2) お使いの給湯器は温度設定できますか？（自分で水と湯の水栓を調整するものは含みません）

できる / できない

→[できる]と答えた方にお伺いします。

食器の汚れ具合によって、湯の温度を変えますか？

① 必ず変える

② よく変える

③ あまり変えない

④ まったく変えない

2. 台所の給水栓（蛇口）の種類について、当てはまるものに○をつけて下さい。

1) 水栓 ① 1バルブ（1栓）式

② シングルレバー式

③ 2バルブ（2栓）式

④ サーモスタット式

⑤ その他； _____

2) 吐水口 ① 標準型

② シャワー型

③ 泡沫型

④ その他； _____

3) その他 ① 特になし

② 自動水栓

③ 足踏み止水栓

④ その他 ; _____

3. 浄水器を使用していますか？

はい / いいえ

→[はい] の方にお伺いします。

1) 浄水器を使用している理由をお書きください。

2) 浄水器の水は何に使用していますか？ 当てはまるものすべてに○をつけて下さい。

① 調理全般

② 飲用（お茶、コーヒー用などを含む）

③ 煮炊き用（炊飯を含む）

④ 食品の洗浄 具体的に ; ____

⑤ 食器洗い

⑥ その他 ; ____

4. 水（ミネラルウォーターなど）を購入していますか？

はい / いいえ

→[はい] の方にお伺いします。

1) この時期の購入量は、週または月にどのくらいですか？

どちらか答えやすい方でお答えください。

1週間に_____リットル位 / 1ヶ月に_____リットル位

2) 水（ミネラルウォーターなど）は何に使用していますか？

当てはまるものすべてに○をつけて下さい。

① 調理全般

② 飲用

③ 煮炊き用（炊飯を含む）

④ その他 ; ____

Ⅲ. 普段の食器洗いについてお伺いします。

1. 自動食器洗い機を使用していますか？

はい / いいえ

→[はい]の方にお伺いします。

1) どのメーカーの自動食器洗い機を使用していますか？

メーカー名； _____

2) 使用頻度は、どの程度ですか？

① ほとんど毎回使用している

② たまに使用している

③ ほとんど使用していない

④ その他； _____

→[ほとんど毎回使用している]方にお伺いします。

手で食器を洗うのはどのような時ですか？

→[たまに使用している]方にお伺いします。

食器洗い機を使うのはどのような時ですか？

3) 食器洗い機を使う前に、下洗いはしますか？

する / しない

2. 食器洗い時に使用しているものについて、お伺いします。

1) ゴム手袋を使用していますか？

① いつも使っている

② ときどき使っている

③ 使っていない

④ その他； _____

2) 食器洗いの時には、何を使用していますか？ 当てはまるものすべてに○

① スポンジ

② たわし

③ その他； _____

3) 食器洗い用洗剤には、どのようなものを使用していますか？ 当てはまるものすべてに○

① 中性洗剤

② アルカリ性洗剤

③ 酸性

④ 食器洗い機用洗剤

⑤ その他； _____

3. 食器の洗い方についてお伺いします。

1) 食器洗い時、水（湯）はどのようにしていますか？

① 出っぱなしにしている

② こまめに止めている

③ 桶に溜めている

④ その他； _____

2) 食器を洗う前に食器の汚れを落とすには、どのようにしていますか？

当てはまるものすべてに○をつけて下さい。

① 紙などで拭き取ってから洗う

② 浸け置きしてから洗う

③ ある程度、水（湯）で流してから洗う

④ その他 _____

→[浸け置きをしてから洗う]と答えた方にお伺いします。

浸け置き時間はどのくらいですか？ _____時間くらい

3) 食器洗い中に、何回くらいスポンジに洗剤をつけますか？

① 1回

② 2～4回

③ 4～7回

④ それ以上； _____ 回くらい

4. 食器を洗った後、どのようにしていますか？

① 布巾などで拭く

② そのまま自然乾燥させる

③ 乾燥機（食器洗い機の乾燥を含む）を使用している

④ その他 _____

5. 食器の枚数について、お伺いします。

1) 普段、ご家庭で食事をされる方は何人ですか？

平日 ①朝食 _____ 人 ②昼食 _____ 人 ③夕食 _____ 人

休日 ①朝食 _____ 人 ②昼食 _____ 人 ③夕食 _____ 人

2) 普段、何人分の食器を洗いますか？ その時に食器洗いをしなれば、「0人」とお書きください。

平日 ①朝食 _____ 人分②昼食 _____ 人分③夕食 _____ 人分

休日 ①朝食 _____ 人分②昼食 _____ 人分③夕食 _____ 人分

3) 1人分の食器の枚数（箸・コップなどは含みません）は、大体どのくらいですか？

平日 ①朝食 _____ 枚 ②昼食 _____ 枚 ③夕食 _____ 枚

休日 ①朝食 _____ 枚 ②昼食 _____ 枚 ③夕食 _____ 枚

6. 手で食器洗いをする時のおよその時間をお書きください。

食器洗い機だけを使用している場合や、まとめ洗いなどでその時に食器洗いをしない場合は「0分」とお書きください。

平日 ①朝食 _____ 分 ②昼食 _____ 分 ③夕食 _____ 分

休日 ①朝食 _____ 分 ②昼食 _____ 分 ③夕食 _____ 分

IV. この時期の水・湯の使用についてお伺いします。

1. A～Gの家事について、①～⑤の当てはまる欄に○をつけてください。

(A～Gのそれぞれに○はひとつずつ)

	① 必ず湯を使う	② 普段は湯を使う	③ 必ず水を使う	④ 普段は水を使う	⑤ その時々で水と湯を使い分ける	⑥ 風呂の残り湯を使う
A. 食器を洗う時						
B. 食品を洗う時						
C. 煮炊きに使う時						
D. 洗顔						
E. 歯磨き						
F. 手洗い						
G. 洗濯						

「①必ず湯を使う」「②普段は湯を使う」と答えた方にお伺いします。

使用する湯の温度は何℃くらいですか？

上表で ○ をつけた項目に、大体の温度を記入してください。

	① 必ず湯を使う	② 普段は湯を使う
A. 食器を洗う時		℃
B. 食品を洗う時		℃
C. 煮炊きに使う時		℃
D. 洗顔		℃
E. 歯磨き		℃
F. 手洗い		℃
G. 洗濯		℃

「⑤その時々で水と湯を使い分ける」と答えた方にお伺いします。

具体的にどのような使い分けをしていますか？

上表で ○ をつけた項目について、記入してください。

	⑤ その時々で水と湯を使い分ける
A. 食器を洗う時	
B. 食品を洗う時	
C. 煮炊きに使う時	
D. 洗顔	
E. 歯磨き	
F. 手洗い	
G. 洗濯	

V. 給水・給湯に関するあなたのお考えについて伺います。

1. 水や湯を使うとき、節水を意識していますか？

- ① 非常に意識している
- ② 意識している
- ③ あまり意識していない
- ④ ほとんど意識していない

→[非常に意識している]または[意識している]と答えた方にお伺いします。

具体的には、どのように節水していますか？

2. 給湯にかかるエネルギー（ガス・電気など）について、節約を意識していますか？

- ① 非常に意識している
- ② 意識している
- ③ あまり意識していない
- ④ ほとんど意識していない

→[非常に意識している]または[意識している]と答えた方にお伺いします。

具体的には、どのように節約していますか？

3. 普段の食器洗いの水温について、気をつけていること・不満に感じていることはありますか？

4. 水道水が、太陽熱などを利用して、冷たくない程度の温度（例えば、冬に井戸水～室温程度）で給水されるとしたらどのように思いますか？

(実験後)

日時 2004/ ____ / ____ : ____

使用機器

本日の実験で使用した道具にチェックしてください。

- ☐ スポンジ(ネット入り)
- ☐ スポンジ(ネットなし)
- ☐ タワシ
- ☐ ペーパータオル
- ☐ ビニール手袋
- ☐ 洗い桶

ご自分で持ってきて使用された道具があれば教えてください。

本日使用した機器のうち使い勝手が悪いと感じたものがあれば教えてください(複数回答可)

a) 吐水形状の実験を行った方

- ☐ 標準型
- ☐ シャワー
- ☐ 泡沫

使い勝手がよかった順に順位をつけてください。

標準型() シャワー() 泡沫()

b) 止水方法の実験を行った方

- ☐ 標準型
- ☐ センサー式
- ☐ 足踏み止水栓

標準型() センサー式() 足踏み止水栓()

その理由を教えてください。

以上でアンケートは終了です。ご協力ありがとうございました。

資料2 2005年度食器洗浄実験アンケート（実験前アンケート）

I. ご自身のことについてお伺いします。

1. お名前 _____ 性別 男 / 女

2. 現在のご住所をお書きください。（都県／市区町村 まで）

都 _____ 市 区
県 _____ 町 村

3. 現在のお住まいについて、お答えください。集合住宅の方は（ ）内に○をつけてください。

戸建住宅 / 集合住宅（マンション・アパート）

4. 同居のご家族の人数は・・・ ご自身を含めて _____ 人

5. 同居のご家族の続柄・年齢・職業または学校についてお伺いします。

続柄 ご自身 / 年齢 _____ 歳 / 職業または学校 _____

続柄 _____ / 年齢 _____ 歳 / 職業または学校 _____

続柄 _____ / 年齢 _____ 歳 / 職業または学校 _____

続柄 _____ / 年齢 _____ 歳 / 職業または学校 _____

続柄 _____ / 年齢 _____ 歳 / 職業または学校 _____

続柄 _____ / 年齢 _____ 歳 / 職業または学校 _____

6. ご家庭では、あなたが主に食器洗いをされていますか？

はい / いいえ

→[いいえ]の方にお伺いします。

1) 主に食器洗いをされているのは、どなたですか？ 続柄 _____

2) あなたは、ご家庭でどの程度、食器洗いを担当していますか？

① 全体の半分くらい

② 手伝う程度

③ 自分の分だけ

④ ほとんどしない

⑤ その他 _____

7. あなたは冷え性ですか？

はい / いいえ / 特に問題とは感じていない

→[はい]の方にお伺いします。

特にどの部分で「冷え」に悩まされていますか？

悩まされている部分 _____

II. 現在のお住まいの給湯・給水設備についてお伺いします。

1. お住まいの台所に給湯設備はありますか？

ある / ない →[ない]の方は、質問2へ

1) どのような給湯器を使用していますか？

- ① 室内開放型瞬間湯沸し器
- ② ガス湯沸かし器（屋外設置タイプ）
- ③ 電気温水器（貯湯槽タイプ）
- ④ ヒートポンプ式給湯器（エコキュート）
- ⑤ 石油給湯器
- ⑥ その他； _____

2) お使いの給湯器は温度設定できますか？（自分で水と湯の水栓を調整するものは含みません）

できる / できない

→[できる]と答えた方にお伺いします。

食器の汚れ具合によって、湯の温度を変えますか？

- ① 必ず変える
- ② よく変える
- ③ あまり変えない
- ④ まったく変えない

2. 台所の給水栓（蛇口）の種類について、当てはまるものに○をつけて下さい。

1) 水栓 ① 1バルブ（1栓）式

- ② シングルレバー式
- ③ 2バルブ（2栓）式
- ④ サーモスタット式
- ⑤ その他； _____

2) 吐水口 ① 標準型

- ② シャワー型
- ③ 泡沫型
- ④ その他； _____

3) その他 ① 特になし

② 自動水栓

③ 足踏み止水栓

④ その他 ; _____

3. 浄水器を使用していますか？

はい / いいえ

→[はい]の方にお伺いします。

1) 浄水器を使用している理由をお書きください。

2) 浄水器の水は何に使用していますか？ 当てはまるものすべてに○をつけて下さい。

① 調理全般

② 飲用（お茶、コーヒー用などを含む）

③ 煮炊き用（炊飯を含む）

④ 食品の洗浄 具体的に ; ____

⑤ 食器洗い

⑥ その他 ; ____

4. 水（ミネラルウォーターなど）を購入していますか？

はい / いいえ

→[はい]の方にお伺いします。

1) この時期の購入量は、週または月にどのくらいですか？

どちらか答えやすい方でお答えください。

1週間に_____リットル位 / 1ヶ月に_____リットル位

2) 水（ミネラルウォーターなど）は何に使用していますか？

当てはまるものすべてに○をつけて下さい。

① 調理全般

② 飲用

③ 煮炊き用（炊飯を含む）

④ その他 ; ____

Ⅲ. 普段の食器洗いについてお伺いします。

1. 自動食器洗い機を使用していますか？

はい / いいえ

→[はい]の方にお伺いします。

1) どのメーカーの自動食器洗い機を使用していますか？

メーカー名 ; _____

2) 使用頻度は、どの程度ですか？

① ほとんど毎回使用している

② たまに使用している

③ ほとんど使用していない

④ その他； _____

→[ほとんど毎回使用している]方にお伺いします。

手で食器を洗うのはどのような時ですか？

→[たまに使用している]方にお伺いします。

食器洗い機を使うのはどのような時ですか？

3) 食器洗い機を使う前に、下洗いはしますか？

する / しない

2. 食器洗い時に使用しているものについて、お伺いします。

1) ゴム手袋を使用していますか？

① いつも使っている

② ときどき使っている

③ 使っていない

④ その他； _____

2) 食器洗いの時には、何を使用していますか？ 当てはまるものすべてに○

① スポンジ

② たわし

③ その他； _____

3) 食器洗い用洗剤には、どのようなものを使用していますか？ 当てはまるものすべてに○

① 中性洗剤

② アルカリ性洗剤

③ 酸性

④ 食器洗い機用洗剤

⑤ その他； _____

3. 食器の洗い方についてお伺いします。

1) 食器洗い時、水（湯）はどのようにしていますか？

① 出しっぱなしにしている

② こまめに止めている

③ 桶に溜めている

④ その他； _____

2) 食器を洗う前に食器の汚れを落とすには、どのようにしていますか？

当てはまるものすべてに○をつけて下さい。

- ① 紙などで拭き取ってから洗う
- ② 浸け置きしてから洗う
- ③ ある程度、水（湯）で流してから洗う
- ④ その他 _____

→[浸け置きをしてから洗う]と答えた方にお伺いします。

浸け置き時間はどのくらいですか？ _____時間くらい

3) 食器洗い中に、何回くらいスポンジに洗剤をつけますか？

- ① 1回
- ② 2～4回
- ③ 4～7回
- ④ それ以上； _____ 回くらい

4. 食器を洗った後、どのようにしていますか？

- ① 布巾などで拭く
- ② そのまま自然乾燥させる
- ③ 乾燥機（食器洗い機の乾燥を含む）を使用している
- ④ その他 _____

5. 食器の枚数について、お伺いします。

1) 普段、ご家庭で食事をされる方は何人ですか？

平日 ①朝食 _____ 人 ②昼食 _____ 人 ③夕食 _____ 人

休日 ①朝食 _____ 人 ②昼食 _____ 人 ③夕食 _____ 人

2) 普段、何人分の食器を洗いますか？ その時に食器洗いをしなければ、「0人」とお書きください。

平日 ①朝食 _____ 人分 ②昼食 _____ 人分 ③夕食 _____ 人分

休日 ①朝食 _____ 人分 ②昼食 _____ 人分 ③夕食 _____ 人分

3) 1人分の食器の枚数（箸・コップなどは含みません）は、大体どのくらいですか？

平日 ①朝食 _____ 枚 ②昼食 _____ 枚 ③夕食 _____ 枚

休日 ①朝食 _____ 枚 ②昼食 _____ 枚 ③夕食 _____ 枚

6. 手で食器洗いをする時のおよその時間をお書きください。

食器洗い機だけを使用している場合や、まとめ洗いなどでその時に食器洗いをしない場合は「0分」とお書きください。

平日 ①朝食 _____ 分 ②昼食 _____ 分 ③夕食 _____ 分

休日 ①朝食 _____ 分 ②昼食 _____ 分 ③夕食 _____ 分

IV. この時期の水・湯の使用についてお伺いします。

1. A～Gの家事について、①～⑤の当てはまる欄に○をつけてください。

(A～Gのそれぞれに○はひとつずつ)

	① 必ず湯を使う	② 普段は湯を使う	③ 必ず水を使う	④ 普段は水を使う	⑤ その時々で水と湯を使い分ける	⑥ 風呂の残り湯を使う
A. 食器を洗う時						
B. 食品を洗う時						
C. 煮炊きに使う時						
D. 洗顔						
E. 歯磨き						
F. 手洗い						
G. 洗濯						

「⑤その時々で水と湯を使い分ける」と答えた方にお伺いします。

具体的にどのような使い分けをしていますか？

上表で ○ をつけた項目について、記入してください。

	⑤ その時々で水と湯を使い分ける
A. 食器を洗う時	
B. 食品を洗う時	
C. 煮炊きに使う時	
D. 洗顔	
E. 歯磨き	
F. 手洗い	
G. 洗濯	

V. 給水・給湯に関するあなたのお考えについて伺います。

1. 水や湯を使うとき、節水を意識していますか？

- ① 非常に意識している
- ② 意識している
- ③ あまり意識していない
- ④ ほとんど意識していない

→[非常に意識している]または[意識している]と答えた方にお伺いします。

具体的には、どのように節水していますか？

2. 給湯にかかるエネルギー（ガス・電気など）について、節約を意識していますか？

- ① 非常に意識している
- ② 意識している
- ③ あまり意識していない
- ④ ほとんど意識していない

→[非常に意識している]または[意識している]と答えた方にお伺いします。

具体的には、どのように節約していますか？

3. 普段の食器洗いの水温について、気をつけていること・不満に感じていることはありますか？

4. 水道水が、太陽熱などを利用して、冷たくない程度の温度（例えば、冬に井戸水～室温程度）で給水されたとしたらどのように思いますか？

実験後アンケート

本日の実験で使用した道具にチェックしてください。

- ☐ スポンジ(ネット入り)
- ☐ スポンジ(ネットなし)
- ☐ タワシ

- ☐ ペーパータオル
- ☐ ビニール手袋
- ☐ 洗い桶

ご自分で持ってきて使用された道具があれば教えてください。

本日使用した機器のうち使い勝手が悪いと感じたものがあれば教えてください(複数回答可)

a) 吐水形態の実験を行った方

- ☐ 標準型
- ☐ シャワー
- ☐ 泡沫

使い勝手がよかった順に順位をつけてください。

標準型() シャワー() 泡沫()

b) 止水栓の実験を行った方

- ☐ 標準型
- ☐ センサー式
- ☐ 足踏み止水栓

標準型() センサー式() 足踏み止水栓()

その理由を教えてください。

以上でアンケートは終了です。ご協力ありがとうございました。

資料3 食器洗浄時の水温・水量測定実験 質問紙調査項目(1)

質問#	質問概要	選択肢
I-1	住所	
I-2-1)	住宅種類	①戸建/②集合
I-2-2)	建設年	
I-2-3)	構造	①木造/②軽量鉄骨/③RC/④他
I-2-②1)	集住：建物階数	
I-2-②2)	集住：給水方式	①直接/②ポンプ/③高置タンク/④不明
I-3-1)	家族	同居人数
I-3-2)	属性	続柄/性別/年齢/職業・学校
I-4	食器洗い主担当	①はい/②いいえ
I-4-②1)	担当者	
I-4-②2)	分担程度	①半分/②手伝い/③自分分/④ほとんどなし/⑤他
I-5	冷え性	①はい/②いいえ/③どちらとも
II-1-1)	台所水栓	①ハンドル/②シングル/③ダブル/④サモット
II-1-2)	吐水口	①標準/②シャワー/③泡沫
II-1-3)	その他台所設備	①なし/②自動水栓/③足止水
II-2	給湯	①ある/②ない
II-2-1)	給湯設備	①瞬間/②屋外ガス/③電温/④HP/⑤石油/⑥他
II-2-2)	温度設定機能	①温度設定/②高中低・強弱/③水湯混合/④不能
II-2-3)	温度調節行為	①季節によって設定変更 ②入浴用と家事用で設定変更 ③湯沸かしの時などに高温で出湯する ④調理の時に、洗うものによって温度変更 ⑤食器洗いの時に、汚れの種類などによって設定変更 ⑥掃除の時に、汚れの種類などによって設定変更 ⑦洗濯の時に、汚れの種類などによって設定変更 ⑧洗濯の時に、洗うものによって設定変更 ⑨その他 ⑩特に温度設定を変えることはない
II-3	浄水器使用	①はい/②いいえ
II-3-1)	浄水用途	①調理全般 ②飲用 ③煮炊き用 ④食品の洗浄 ⑤食器洗い ⑥その他
II-3-2)	使用理由	
II-4	水購入	①はい/②いいえ
II-4-1)	購入量	
II-4-2)	購入水用途	①調理全般 ②飲用 ③煮炊き用 ④その他
III-1	食洗機	①はい/②いいえ
III-1-①1)	メーカー	
III-1-①2)	下洗い	①する/②しない
III-1-①3)	使用頻度	①毎回/②たまに/③ほとんど使用せず/④他
III-1-①3)①		手洗いするのは
III-1-①3)②		食洗機を使用するのは
III-2-1)	ゴム手袋使用	①いつも/②ときどき/③不使用/④他
III-2-2)	食器洗い用具	①スポンジ ②たわし ③その他
III-2-3)	洗剤	①中性洗剤 ②アルカリ性洗剤 ③漂白剤 ④クレンザー ⑤その他
III-2-4)	洗剤量	①1/②2~4/③4~7④それ以上
III-3-1)	食器洗い水の調節	①開放し/②洗止め・すすぎ出し/③こまめに止め/④他
III-3-2)	洗い前の汚れ落とし	①紙などで拭き取ってから洗う ②浸け置きしてから洗う ③ある程度、水（湯）で流してから洗う ④その他 ⑤特に何もしていない
III-3-3)	汚れ具合による湯温変更	①必ず/②よく/③あまり/④まったく
III-3-4)	食器洗い後	①布巾などで拭く ②そのまま自然乾燥させる ③乾燥機を使用する ④その他

質問紙調査項目(2)

質問#	質問概要	選択肢
Ⅲ-4-1)	食事人数	平日①朝食
		平日②昼食
		平日③夕食
		休日①朝食
		休日②昼食
		休日③夕食
Ⅲ-4-2)	食器人数	平日①朝食
		平日②昼食
		平日③夕食
		休日①朝食
		休日②昼食
		休日③夕食
Ⅲ-4-3)	食器量(枚)	平日①朝食
		平日②昼食
		平日③夕食
		休日①朝食
		休日②昼食
		休日③夕食
Ⅲ-4-4)	手洗い所要時間(分)	平日①朝食
		平日②昼食
		平日③夕食
		休日①朝食
		休日②昼食
		休日③夕食
Ⅳ-1	A食器洗い	①必ず湯/②普段湯/③必ず水/④普段水/⑤使い分け
	B食品洗い	①必ず湯/②普段湯/③必ず水/④普段水/⑤使い分け
	C煮炊き	①必ず湯/②普段湯/③必ず水/④普段水/⑤使い分け
	D洗顔	①必ず湯/②普段湯/③必ず水/④普段水/⑤使い分け
	E歯磨き	①必ず湯/②普段湯/③必ず水/④普段水/⑤使い分け
	F手洗い	①必ず湯/②普段湯/③必ず水/④普段水/⑤使い分け
	G洗濯	①必ず湯/②普段湯/③必ず水/④普段水/⑤使い分け/⑥風呂湯
Ⅳ-1-①②	A食器洗い	温度
	B食品洗い	温度
	C煮炊き	温度
	D洗顔	温度
	E歯磨き	温度
	F手洗い	温度
	G洗濯	温度
Ⅳ-1-⑤	A食器洗い	理由
	B食品洗い	理由
	C煮炊き	理由
	D洗顔	理由
	E歯磨き	理由
	F手洗い	理由
	G洗濯	理由
Ⅳ-2-1)	浴槽湯量	
Ⅳ-2-2)	給湯方式	①自動/②湯入れ/③水沸かし/他
Ⅳ-2-3)	湯入れ回数	
Ⅳ-2-4)	シャワー使用回数	
Ⅳ-2-5)	身体洗い	①シャワー/②蛇口から/③浴槽の湯/④他
	洗髪	①シャワー/②蛇口から/③浴槽の湯/④他
	顔洗い	①シャワー/②蛇口から/③浴槽の湯/④他
Ⅳ-3	検針期間	
	使用量	
V-1	節水意識	①非常に/②意識/③あまり/④ほとんど
V-1-①②	節水行為	
V-2	エネルギー節約	①非常に/②意識/③あまり/④ほとんど
V-2-①②	節約行為	
V-3	食器洗い水湯温について	
V-4	予熱給水について	