

平成 30 年 5 月 31 日現在

機関番号：12613

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00653

研究課題名(和文) 家庭用水版スマートメータのインターフェースの開発 - 用途毎に「見せる」技術の検証

研究課題名(英文) Development of Interface of Residential Water Smart Meter

研究代表者

大瀧 友里奈 (Otaki, Yurina)

一橋大学・大学院社会学研究科・教授

研究者番号：50422382

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：社会のスマート化が進む中、日本の水道分野もスマート化の検討が始まっている。水道のスマート化のメリットの一つに水使用量の見える化が上げられている。本研究では、水使用量の「見える化」の方法を検討し、それに伴う使用量の変化を観察した。具体的には、社会的規範、自己比較、共有財意識、ゲーミフィケーションの4種類の見える化方法を用いた。その結果、水使用量の減少が観察されたのは、社会的規範の提示であり、その効果の持続は3-4カ月程度であった。また、自己比較の方法によっては、水使用量が著しく増加することが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：As society is becoming smarter, studies on introduction of smart meter of the water supply field in Japan have begun. The visualization of the water consumption has been raised as one of the merits of smart waters. In this research, we examined the method of visualization of water usage, and observed the change in water consumption accompanying it. Specifically, we used four kinds of visualization methods: social norms, self-comparison, common property consciousness, and gamification. As a result, social norms decreased water consumption, however, the effect was sustained for about 3-4 months. One of the methods of self-comparison increased water consumption significantly.

研究分野：環境科学

キーワード：スマートメータ 家庭用水使用量 社会的規範 フィードバック 顔文字 自己比較 近隣

### 1. 研究開始当初の背景

これまで特に水資源量が逼迫している地域では、家庭における節水を目的とし、リアルタイムでの水使用量計測技術の開発が積極的に進められてきており、それをういて生活者に使用量を通知し、節水行動を促す試みが進められてきた。しかし、ただ単に使用量をディスプレイで表示する、設定しておいた使用量を超過した場合にアラームをならす、といった方法では、短期的節水効果はあるが長期的節水効果は喚起できないことが明らかになっている。電気使用量の場合も、使用量の通知だけでは短期的節電効果はあるがそれが長期的には維持されないことが明らかになっており、現段階では、「見る」ことが長期的スパンでの日常行動の変化にはつながっておらず、インターフェースの開発はこれからの重要な課題といえる。

スマートグリッドやスマートシティなど社会のスマート化が進む中、日本の水道分野でもスマートメータの導入への議論や実証実験が始まっている。水道のスマート化により、使用者がオンタイムで水の使用量を把握できることになる。水道スマートメータの導入は水の供給側にとって、料金徴収の簡素化、需要に応じた供給運転といったさまざまなメリットがあるが、使用者側にとっても、使用量が「見える化」されることがメリットにつながると考えられている。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、使用者がただ漠然と使用量を「見る」のではなく、使用者に「見せる」ことによって意識そして行動が変化するようなインターフェースの開発を目指すことである。そのため、水使用量の「見せ方」と、それによる使用量の変化を観察した。具体的には、社会的規範、自己比較、共有財意識、ゲーミフィケーションを用いて使用量を提示し、それによる使用量の短期的、長期的変化を観察した。

### 3. 研究の方法

以下の4種類の「見せ方」を行い、水使用量の変化を観察した。

#### (1) 社会的規範

自宅の水使用量が近隣家庭と比較してどのようなレベルであるのかを示すフィードバックを5ヶ月間行った。

##### 調査対象者

東京通勤圏にあり、水使用量を記録するシステムを持っているマンションの居住者

##### フィードバック方法

近隣家庭と比較した水使用量を4種類の顔文字(図1)によりフィードバックした。水使用量は一人一日当使用量に換算し、使用量順に並べ替えた上で4グループに分けて、それぞれ4種類の顔文字に対応させた。

(TAT) (L+)... (A-) <(@^v^@)>  
 多い やや多い やや少ない 少ない

図1 フィードバックした顔

比較する近隣家庭は2種類設け、比較する近隣の範囲により水使用量の変化が異なるのかを検証した。具体的には、広い範囲の近隣として「東京通勤圏」、狭い範囲の近隣として「同じ街」を用いた。加えて、フィードバックを行わないコントロール群を設け、季節変動等の影響をコントロール群との比較で考えることにより排除した。

例えば、水使用量が非常に多い家庭を狭い範囲の近隣と比較したフィードバックの場合、「同じ街にお住まいのご家庭と比べると、1人1日当たり水使用量は、(T T) 多い ですよ」となる。

フィードバックは2週間に1回、ドアフォンの通知システムを用いて行い、家族内での情報共有をお願いした。

##### 調査期間

2016年10月23日~2017年3月17日  
 (3月18日に大規模停電があり、データの取得が困難になったため、3月17日で打ち切り)

#### (2) 自己比較

自宅の水使用量が、過去の使用量と比較してどのようなレベルであるのかを示すフィードバックを6ヶ月間行った。

##### 調査対象者

東京通勤圏に居住する調査モニター。水使用量を記録するシステムはないので、水道メータの値を読み取り、報告してもらうことで水使用量を把握した。

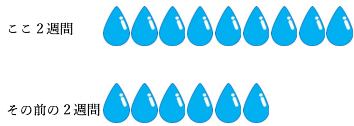
##### フィードバック方法

自宅の過去2週間と比較した水使用量をフィードバックした。フィードバックはここ2週間とその前の2週間の水使用量を、数値、青色水滴マーク(図2)、色付き水滴マーク(図3)の3種類の方法で行った。水滴マークは変化率に応じて11種類用意した。色付き水滴マークの場合、使用量の増加率が大きいと警告色である黄色や赤色の水滴マークが表示されるようにした。加えて、フィードバックを行わないコントロール群を設け、季節変動等の影響をコントロール群との比較で考えることにより排除した。

##### 調査期間

2017年9月~2018年2月

あなたのご家庭の、ここ2週間の水使用量を、その前の2週間と比較すると・・・



ぜひご家族にもお伝えください。

図2 青色水滴マークによるフィードバック

あなたのご家庭の、ここ2週間の水使用量を、その前の2週間と比較すると・・・



ぜひご家族にもお伝えください。

図3 色付き水滴マークによるフィードバック

### (3) 共有財意識

共有財である水資源をイメージさせるイラストを、水使用量に応じてフィードバックした。新しい試みとして実験的に行ったため、夏季と秋季にそれぞれ1か月ずつ小サンプルで行った。

#### 調査対象者

東京通勤圏に居住する大学・公務員関係者。水使用量を記録するシステムはないので、水道メータの値を読み取り、報告してもらうことで水使用量を把握した。

#### フィードバック方法

水使用量は一人一日当使用量に換算した上で、使用量順に並べ替え、使用量に応じて10種類のイラスト(図4)を週に1回、4回フィードバックした。加えて、水道メータの読取のみで情報提示を行わないコントロール群を設けた。

#### 調査期間

2017年8月からの4週間  
2017年11月からの4週間

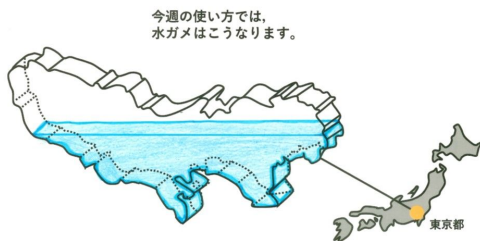


図4 共有財イメージによるフィードバック

### (4) ゲーミフィケーション

水使用量に応じて、イラストの樹木が成長(節水した場合)/衰弱(使用量が増大した場合)するフィードバックを行った。新しい試みとして実験的に行ったため、夏季と秋季にそれぞれ1か月ずつ小サンプルで行った。

#### 調査対象者

東京通勤圏に居住する大学・公務員関係者。水使用量を記録するシステムはないので、水道メータの値を研究者が1週間に2回(3日と4日間隔)読取り、水使用量を把握した。

#### フィードバック方法

1週目の一人一日当使用量( $V_0$ )を基準値として、2週目以降は $V_0$ からの変化率に応じた樹木のイラスト(図5)を週2回投函した。加えて、水道メータの読取のみで情報提示を行わないコントロール群を設けた。

#### 調査期間

2017年8月からの4週間  
2017年11月からの4週間

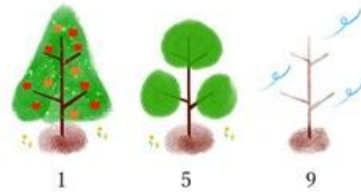


図5 樹木のイラスト

## 4. 研究成果

### (1) 社会的規範

調査協力家庭数は、広い範囲の近隣比較フィードバック群が35家庭、狭い範囲の近隣比較フィードバック群が37家庭、コントロール群が52家庭であった。

水使用量データは日単位で取得しており、調査対象期間の水使用量よりZ値を求め、 $\pm 2.5$ 以上の値は外れ値として分析対象から外した。また12月22日~1月5日も年末年始で通常の生活と異なるパターンとなるため、分析対象から外した。

日単位の水使用量データに加えて、前年同月平均使用量のデータが取得できたため、 $\ln(\text{日単位使用量} / \text{前年同月平均使用量})$ を算出し分析を行った。図6に各群の中央値の経時変化を示す。

その結果、社会的規範の提示により水使用量は減少するがその効果の持続は3-4カ月程度であること、比較する近隣の範囲に関わらず水使用量は減少するが狭い範囲の近隣と比較する方が水使用量削減の効果は大きく持続性もあることが明らかになった。

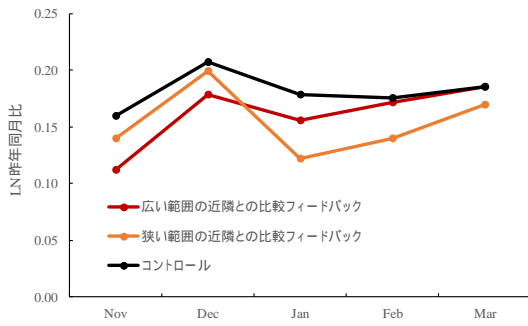


図 6 各群の中央値の経時変化

(2) 自己比較

調査協力家庭数は、数値フィードバック群が 166 家庭、青色水滴フィードバック群が 172 家庭、色付き水滴フィードバック群が 162 家庭、コントロール群が 155 家庭であった。

水使用量データは、2 週間の累積値であり、前年度データはないことから、調査開始時(9月)からの変化(Ln(月使用量/調査開始時使用量))を算出した。(1)と同様に、調査対象期間の水使用量より Z 値を求め、±2.5 以上の値は外れ値として分析対象から外した。また年末年始の2週間は通常の生活と異なるパターンとなるため、分析対象から外した。図 7 に各群の中央値の経時変化を示す。

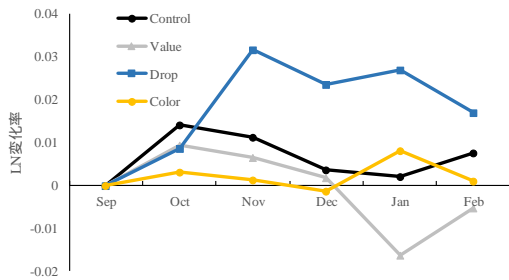


図 7 各群の中央値の経時変化

その結果、自己比較を青色水滴マークで行うと、水使用量が著しく増加することが明らかになった。同じ水滴マークでも色付きだと水使用量は減少する。しかしその効果は短期的である。数値をフィードバックした場合、短期的な変化はないが、長期的には減少傾向が見られた。

(3) 共有財意識

調査協力家庭数は、共有財フィードバック群が 44 家庭、コントロール群が 42 家庭であった。

図 8 に 1 人 1 日当水使用量の経時変化を示す。

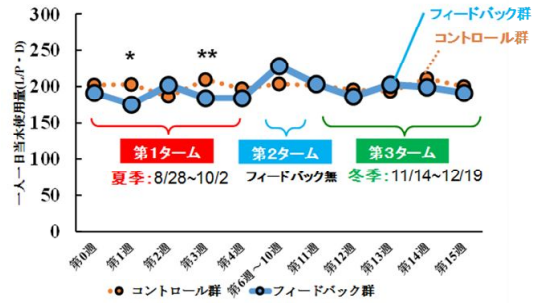


図 8 各群の中央値の経時変化

その結果、水使用量が増大する時期(ピーク期)に、フィードバックにより水使用量が抑制されている可能性が示唆された。そのため、今後、サンプル数を増加させ、長期的な調査を行う予定である。

(4) ゲーミフィケーション

調査協力家庭数は、ゲーミフィケーションフィードバック群が 61 家庭、コントロール群が 41 家庭であった。図 9 に 1 人 1 日当水使用量の経時変化を示す。

その結果、1 週間という非常に短期ではフィードバックの効果により水使用量が抑制されるが、その効果は継続しないことが明らかになった。ゲーム的要素はすぐに飽きられてしまう可能性が高く、その内容を常に変化させて興味を継続される工夫が必要であるようだ。

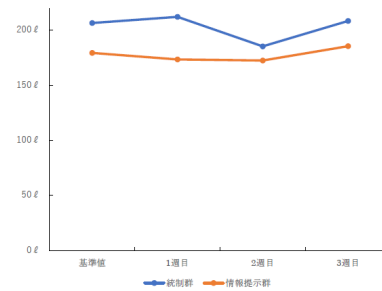


図 9 各群の中央値の経時変化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 6 件)

Yurina Otaki, Kazuhiro Ueda, Osamu Sakura, Effects of Feedback about Community Water Consumption on Residential Water Conservation, Journal of Cleaner Production, 査読有, 143, 2017, pp.719-730.

大瀧友里奈、植田一博、佐倉統、顔文字による家庭用水使用量のフィードバックが水使用量に与える影響、水道研究発表会講演集、査読無、2016、pp130-131  
大瀧友里奈、相対的評価のフィードバック

クが水使用量に与える影響-個人と家庭  
全体の水使用量変化の違い、日本建築学  
会大会講演集、査読無、2016、pp659-660  
大瀧友里奈、植田一博、佐倉統、他者の  
目が水使用量に与える影響 スマートメ  
ータのインターフェースを考える、水道研  
究発表会講演集、査読無、2015、pp124-125

[学会発表](計7件)

天坂有希、大瀧友里奈、大瀧雅寛、水使用  
量のフィードバックがその後の水使用に  
与える影響 水資源の共有財としての  
意識化、環境情報科学学術研究論文発  
表会、2017

若山和磨、大瀧友里奈、ゲーミファイケー  
ションを用いた情報提示が家庭の水使用量  
に与える影響、環境情報科学学術研究論  
文発表会、2017

大瀧友里奈、植田一博、佐倉統、顔文字  
による家庭用水使用量のフィードバック  
が水使用量に与える影響、水道研究発表  
会、2016

大瀧友里奈、相対的評価のフィードバック  
が水使用量に与える影響-個人と家庭全  
体の水使用量変化の違い、日本建築学会  
大会、2016

大瀧友里奈、植田一博、佐倉統、他者の目  
が水使用量に与える影響 スマートメ  
ータのインターフェースを考える、水道研  
究発表会、2015

Yurina Otaki, Kazuhiro Ueda, Osamu  
Sakura, Provision of information on  
household water consumption aiming at  
efficient use of residential water,  
Efficient 2015 - PI 2015 Joint  
Specialist IWA International  
Conference

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

大瀧 友里奈 (OTAKI, Yurina)  
一橋大学・大学院社会学研究科・教授  
研究者番号：50422382

### (2)連携研究者

植田 一博 (UEDA, Kazuhiro)  
東京大学・大学院総合文化研究科・教授  
研究者番号：60262101

佐倉 統 (SAKURA, Osamu)  
東京大学・大学院情報学環・教授  
研究者番号：00251752

大瀧 雅寛 (OTAKI, Masahiro)  
お茶の水女子大学・基幹研究院・教授  
研究者番号：70272367