

家庭での水使用量の見える化をデザインする

The Design for Visualization of Residential Water Consumption

大瀧 友里奈^{†‡}

Otaki Yurina

[†]一橋大学

Hitotsubashi University

yurina.otaki@r.hit-u.ac.jp

Abstract

日本の水道において、スマートメータの将来的な導入が検討され始めており、それに伴い各家庭に対して使用量の見える化サービスを行うことが想定されている。しかし、どのように見える化するのか、また見える化により使用量がどのように変化する可能性があるのか、という検討は全く行われていない。そこで、本稿では、社会的規範を用いて水使用量が見える化するフィールド実験を6か月にわたって行った結果を紹介する

Keywords — Residential Water Use, Smart Meter, Emoticon, Social Norm

1. スマートメータ時代の到来

使用量をデジタルデータとして計測、記録し、そのデータを遠隔通信でほぼリアルタイムに収集できるものがスマートメータであり、電気に関しては需給バランスをとる必要性が高いことから、2020年代早期に全世帯・全事業所に導入されることになっている。一方、水道のスマートメータ化は、コストや電源供給がネックとなり実現していないが、将来的な導入を視野に実証実験や協議会が行われている。スマートメータ化は、水道を供給する側に運転や料金徴収の効率化や高度化等のメリットがあるだけでなく、そのデータを活用した見守りサービスや使用量の見える化により、利用者にとってもメリットがある。

使用量の見える化は、現在でも、水道料金徴収票に、当月分と前年度当月分の使用量と使用料金の数値を記載することにより、頻度は低いが行われている。しかし、スマートメータ導入により、リアルタイムの使用量を反映させた形での見える化が可能になり、さらに家庭内モニターやウェブを活用することで、さまざまな形での見える化が可能になる。既に電気使用量に関しては、HEMSやウェブによりグラフ等を用いた使用量の見える化が実現されている。

2. 見える化の効果

「見える化による節水」「見える化による省エネ」と一般的によく謳われているが、見える化するだけで節水や省エネが実現するのか、どのように見える化する

ると資源の節約に寄与するのか、という研究は日本ではほとんど行われていない。特に水道においては、スマートメータが導入されていないため、各家庭の水使用量のデータを取得すること自体も困難であることがその一因である。一方、水資源の逼迫が深刻な、オーストラリアやアメリカの一部地域では、既にスマートメータが導入されており、需要量予測、ピーク料金設定、見える化、用途別水使用量への分解など、さまざまな研究が行われてきた。

本稿が対象とする見える化の研究には、大きく分けて2つの潮流がある。一つは、スマートメータによるリアルタイムでの使用量把握という特徴を生かしたもので、ほぼリアルタイムでの使用量通知や設定した上限使用量を超過した場合にアラームを出すものである。しかし、これらが水使用量に与える影響はない、もしくはあっても短期的な減少である[1][3]。もう一つは使用量のデジタルデータを加工してフィードバックすることが可能であることを生かし、社会的な使用量比較を行うものである。なかでも、限られた水資源量を有効に使用するという趣旨から、節水手法として社会的規範を用いた研究が行われている。例えば、ダビューク（アメリカ、アイオワ州）では、ポータルサイトを用いて、各家庭の水使用量を「近隣に住むあなたと同じような人」の水使用量と共にフィードバックし、15週間にわたって観察したところ、水使用量は6.6%減少した[1]。サンディエゴ（アメリカ、カリフォルニア州）では、「近隣に住むあなたと同じような家庭」と各家庭の水使用量を比較した結果を2種類の顔文字（笑顔と泣き顔）で表現した結果を1週間フィードバックした結果、特に高消費者の水使用量が減少した[4]。このように短い期間での研究例は多く、フィードバックの効果が報告されているが、長い期間の研究例は少ない。ゴールドコースト（オーストラリア、クイーンズランド州）では、「同じような家族構成の家庭」で節水行動をとっている割合を使用量と共にフィードバックした結果、短期的には使用量が減少したが、12か月

後には効果がなくなり元の使用量に戻ったことが報告されている[5]。

3. 東京通勤圏でのフィールド実験

先行研究は、渇水地域でしか行われてこなかった。しかし、社会的な使用量比較の効果は、地域によって異なる影響があることが指摘されており[6]、水資源が逼迫していない地域での知見を収集しなければ、日本での見える化が水使用量にどのように影響するのか、評価することはできない。

そこで、東京通勤圏の居住家庭を対象とし、自宅の水使用量が他者と比較してどのようなレベルの量であるのか、顔文字を用いてフィードバックを行い、その効果を検証した。

3.1 方法

調査協力家庭は、調査会社に登録している調査モニターである東京通勤圏居住者より募り、ランダムに選定した。水使用量を把握するため、調査対象家庭には、2週間に1回、水道メータ値を読取り報告してもらった。顔文字のフィードバックをする群に加え、メータ値の読取り報告のみを行うコントロール群を設けた。フィードバック群には、報告されたメータ値から算出した水使用量に応じて、2週間に1回の頻度で12回、合計24週間のフィードバックを行った。フィードバックは、調査協力家庭の中で比較した水使用量の多寡を、4段階の顔文字+文字情報(図1)を用いて行った。例えば、使用量が非常に多い家庭の場合、「あなたのご家族の一人一日あたり水使用量は、調査に参加している東京通勤圏の居住者と比べて(T_d_T)多い」となる。フィードバック情報は、家族内で情報共有することを依頼した。

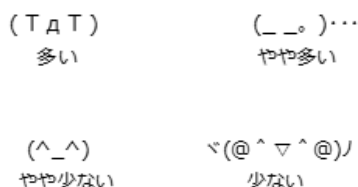


図1 フィードバックした顔文字

水使用量は月毎にまとめ、調査開始前月からの変化率各家庭の一人一日あたり水使用量について、調査開始時からの変化率 V_n を下記のように求めた。

$$V_n = C_n / C_1$$

V_n : 調査開始から n ヶ月後の変化率

($n = 2, 3, 4, 5, 6$)

C_1 : 調査開始月の平均一人一日当水使用量

C_n : 調査開始から n ヶ月後の一人一日当水使用量 ($n = 2, 3, 4, 5, 6$)

V_n が1より小さい場合、水使用量は調査開始時より減少しており、値が小さいほど減少率が大きいことを表す。 V_n が1より大きい場合は、その逆で、水使用量は調査開始時より増加しており、値が小さいほど増加率が小さいことを表す。

また、東京都水道局が公表している家族人数別の平均一人一日当水使用量より水使用量が多い家庭を高消費家庭、それ以下の家庭を低消費家庭とした。

調査終了後、フィードバックの効果に関する実験の参加者全員に、「調査の前後で、水の使い方は変わりましたか?」というアンケート調査を行い、7段階(とても変わった、変わった、やや変わった、どちらとも言えない、あまり変わらなかった、変わらなかった、全然変わらなかった)で回答をしてもらった。さらに、顔文字を受け取ってどのように感じたのか、アンケート結果の考察を補足するために、高消費家庭4軒、低消費家庭4軒を対象に、半構造化インタビューを行った。

3.2 結果

調査協力家庭数を、表1に示す。

表1 調査協力家庭数

	高消費 家庭	低消費 家庭
顔文字フィードバック群	20	41
コントロール群	18	35

高消費家庭と低消費家庭に分け、それぞれ、調査開始から n か月後の変化率 (V_n) を、フィードバック群とコントロール群の間で比較した。変化率の分布は、正規分布に従わなかったため、マンホイットニーのU検定により分析した。その結果、高消費家庭では、情報フィードバックから5ヶ月経過後から、フィードバック群とコントロール群の変化率に有意な差異が生じた。一方、低消費家庭では、有意な差異は生じなかった。図2に、6ヶ月経過後の各群の水使用量変化率の

平均値と標準偏差を、高消費家庭と低消費家庭に分けて示した。

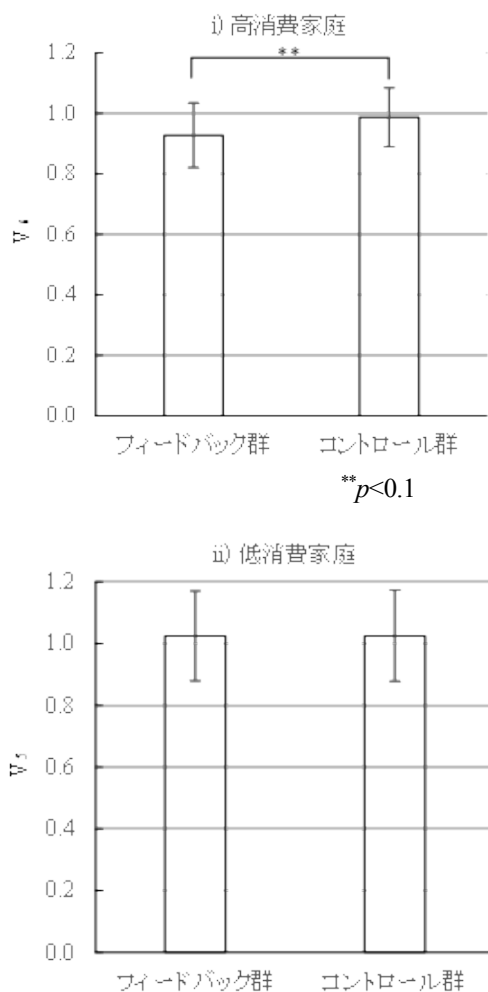


図2 6ヶ月経過後の水使用量の変化率

アンケートにより、調査前後で水の使い方が変わったかどうかを質問した結果を、高消費家庭、低消費家庭に分けてクロス集計したものを図3に示す。

高消費家庭のフィードバック群は、コントロール群と比べて、水の使い方は変わらなかったと回答する割合が多かった ($p = 0.101$)。残差分析の結果、「やや変わった」と回答した家庭が、フィードバック群よりもコントロール群に多かった。これは、実際の使用量の傾向はフィードバック群の方が節水傾向にあったことと相反する結果となっており、彼らの水使用行動は、無意識的に変化していることを示唆している。低消費家庭のアンケート結果には、統計的に有意な差はなかった ($p = 0.934$)。

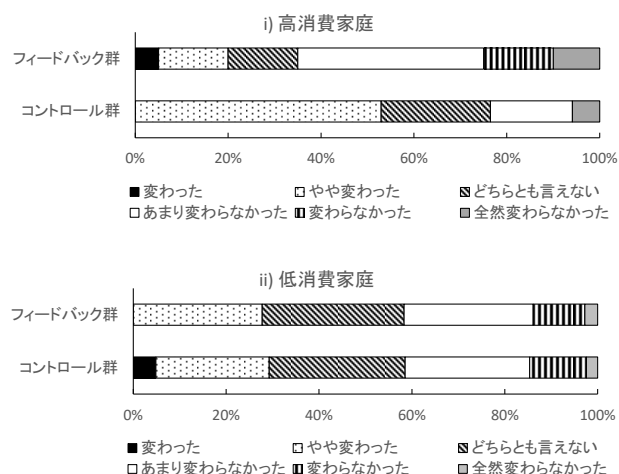


図3 アンケート調査結果

また、調査終了後のインタビューで、高消費者は顔文字を受け取った際の感情について下記のように述べていた。

「通知される顔文字が、いつも泣き顔だったので、少し悲しい気持ちになった。水使用量がどのくらい減ったら顔文字が変わるのか知りたいと思った」

「いつも泣き顔の顔文字を受け取ったので、残念な気持ちだった」

「顔文字を受け取ると、いつもショックに感じ、しばらく頭について離れなかった」

「顔文字を受け取ると、水使用量を減らさなくてはいけないな、と感じた」

「この2週間で、一体どのくらいの水を使ったんだろう、と少し後悔した」

高消費者は、顔文字フィードバックにより、残念に思う気持ちを抱き、水使用量を減らそうと考えたことがわかる。一方、低消費者は下記のように述べていた。

「顔文字如何に関わらず、常に節水を心がけている」
「笑顔の顔文字を受け取るにより、自分の水の使い方は適切だったと確認することができた」

低消費者は、自分の使用量が相対的に少ないことに満足をしており、だからといってより使用量を増やそうとは思っていないことがわかる。

3.3 考察

高消費家庭と低消費家庭では、フィードバックによ

る水使用量の変化が異なることが明らかになった。

高消費家庭は、顔文字を用いて他者と比較した使用量をフィードバックすることにより、水使用量が減少した。それは1・2か月という短期間ではなく、5ヶ月が経過してから水使用量の減少が確認できた。このことから、視覚的な情報により、ゆっくりと使用行動に変化が生じたと考えられる。

サンディエゴで行われた実験でも、顔文字を用いて他者と比較した使用量をフィードバックすることにより水使用量が減少し、特に高消費家庭ほど水使用量の変化が大きかったという報告がある[4]。顔文字の種類は2種類（平均より使用量が少ない場合は笑顔、多い場合は泣き顔）で、使用量のフィードバックは1回、水使用量の変化を観察する期間は1週間であった。顔文字を用いて他者と使用量を比較することにより、高消費家庭の水使用量が減少する、という点は本研究の結果と同様である。しかし、1週間という短期間でその効果が確認できる点は本研究と異なっている。

サンフランシスコで行われた実験では、顔文字と共に「行動しよう」というメッセージを提示することにより、高消費家庭の水使用量が減少したという報告がある[7]。顔文字は笑顔、通常の顔、困った顔の3種類で、それぞれに「Great」「Okay」「Take Action」というメッセージがついており、ウェブで常時見られるようになる前と後の1年間の水使用量の変化を観察している。本研究では、「行動しよう」というような積極的なメッセージを示していないが、同様に高消費家庭の水使用量が減少するという結果になった。

これらの先行研究が行われた地域は、水不足が深刻であることや屋外使用量が多いことなど、本研究で対象とした東京通勤圏とは水資源や水使用の状況が異なる。使用量の変化が生じる期間に差異はあるものの、高消費家庭の使用量が減少する、という点については、一致した結果となった。東京通勤圏では水資源が逼迫していないという外部状況の違いが、ゆっくりとした使用行動の変化の原因である可能性が考えられるが、この点については、同じような地域での検証が必要である。

4. おわりに

節水型社会の構築の重要性が指摘されている中、水道のスマートメータ化による水使用量データの把握と加工により、高消費家庭の使用量抑制を使用者の負担感なく行うことができる手段として、社会規範とともに

に顔文字を用いたフィードバックの有効性を確認することができた。全ての人に同じアプローチをすることは有効でないことは、既に指摘されている[8]。スマートメータにより電子的にデータが蓄積できるようになると、データ加工は容易となり、さまざまな形でのフィードバックの可能性が広がるため、個人の特性に合わせたフィードバックの方法を見つけていくことが今後必要になると考える。

フィードバックの頻度やその方法に関しては、まだまだ検討の余地があり、実用化に向けた検討を今後も進め、スマートメータ導入に備えていきたいと考えている。

参考文献

- [1] Stewart R.A., Willis R.M., Panuwatwanich K., and Sahin O., (2012) "Showering behavioural response to alarming visual display monitors: longitudinal mixed method study", *Behaviour & Information Technology*, Vol.32, No.7, pp.695-711.
- [2] Schultz, P., (2002) "Knowledge, Education, and Household Recycling: Examining the Knowledge-deficit Model of Behavior Change. In: *New Tools for Environmental Protection*", National Academy of Sciences, Washington DC, pp.67-82.
- [3] Erickson, T., Podlasek, M., Sahu, S., Dai, J.D., Chao, T., and Naphade, M., (2012) "The Dubuque water portal: evaluation of the uptake, use and impact of residential water consumption feedback", *Proceedings of SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Austin, Texas, USA
- [4] Schultz P., Messina A., Tronu G., Limas E., Gupta R. and Estrada M., (2016) "Personalized normative feedback and the moderating role of personal norms: A field experiment to reduce residential water consumption. *Environment and Behavior*", Vol.48, No.5, pp.686-710.
- [5] Fielding, K.S., Spinks, A., Russell, S., McCrea, R., Stewart, R., and Gardner, J., (2013) "An experimental test of voluntary strategies to promote urban water demand management", *Journal of Environmental Management*, Vol.114, pp.343-351.
- [6] Allias, A.H., (2015) "Integrating WDM mechanisms for reducing and managing domestic water usage", *Doctoral thesis of University of Auckland*.
- [7] Mitchell, D., Chesnutt, T., (2013), "Evaluation of East Bay Municipal Utility District's Pilot of WaterSmartHome Water Reports", *M.CUBED Policy Analysis for the Public and Private Sectors*.
- [8] van Dam, S.S., Bakker, C.A., van Hal, J.D.M., (2010), "Home energy monitors: impact over the medium-term", *Building Research and Information*, Vol. 38, No. 5, pp.458-469.