

電力消費量のグループフィードバックが省エネルギー行動に与える影響に関する研究

松 本 安 生

要旨

電力消費量をフィードバック（見える化）することで省エネルギー行動を促す手法が近年、注目されている。しかし、フィードバックには、個人情報の漏洩などのプライバシーに関する問題が指摘されている。そこで、本研究では、匿名化された情報のフィードバックにより人々の省エネルギー行動を促すための一つの手法として、グループフィードバックに着目し、省エネルギー行動及びその規定因への影響について分析を行った。具体的には、横浜市内にある集合住宅を対象として、全74世帯を介入群（36世帯）と対照群（38世帯）に分け、介入群にのみ棟全体の電力消費量の測定結果及び省エネアドバイスをまとめたリーフレットを配布するグループフィードバックを行った。全世帯を対象に事前及び事後にアンケート調査を行ったところ、介入群のみで省エネルギー行動の規定因の一つである記述規範の評価が事後に有意に高まることが確認された。ただし、省エネルギー行動として取り上げた6項目については事前と事後に有意な差はみられなかった。

キーワード：電力消費量、グループフィードバック、省エネルギー行動、介入実験

1. はじめに

2021年8月に発表されたIPCC（気候変動に関する政府間パネル）第1作業部会の第6次報告書では、2011年～2020年における世界平均気温は、工業化前（1850年～1900年）と比べて、すでに約1.1℃上昇しており、人間活動が温暖化の原因であることは疑う余地がないとされている。さらに、今世紀半ばに二酸化炭素量排出量の実質ゼロ（人為的な排出量と吸収源による除去の均衡）を実現する最善のシナリオにおいても、2021～2040年の平均気温上昇は、国際的な枠組みであるパリ協定で目標とされる1.5℃に達する可能性が高いとされる⁽¹⁾。

こうしたことから、脱炭素化（カーボンニュートラル）に向けた動きが世界的に進展している。日本政府も2020年10月に「2050年カーボンニュートラル」を宣言し、2030年度までに温室効果ガスの46%削減（2013年度比）を目指すこと、さらに50%の高みを目指して挑戦を続けることを表明した。また、2021年10月には「地球温暖化対策に関する計画」を改訂し、1990年以降に排出量の伸びが著しい家庭部門においては、66%の大幅な排出削減目標が掲げられた。そのための対策として、住宅の省エネルギー化や省エネルギー機器の導入促進のほか、情報提供等を通じたエネルギー管理の徹底や脱炭素型ライフスタイルへの転換などが挙げられている⁽²⁾。

なかでも、ICT（情報通信技術）の発達やスマートメーターの導入等により、電力消費量をフィードバック（見える化）することで家庭での省エネルギー行動を促す手法は、直感への訴えかけを狙う行動変容方策であるナッジの活用として注目されている（小松・西尾、2013）。代表的な事例として、Opower社による省エネルギーサービスが挙げられる。例えば、Allcott（2011）は、全米の60万世帯を

対象とした無作為フィールド実験を行い、近隣住民の電力使用量と比較したホームエネルギークレーティーを送付する同社のプログラムにより、エネルギー消費量が2.0%削減されたとしている。ただし、消費量が最も多い10%の世帯では使用量が6.3%減少するのに対し、最も少ない10%の世帯では0.3%の減少にとどまるなど、効果の不均一性も報告されている。

近年では、Zangheri et al. (2019) が、同様のフィードバックにより、家庭のエネルギー消費量を5%から10%の範囲で削減できることを、70以上の研究をもとにした包括的な文献レビューにより明らかにしている。また、フィードバックの方法として、家庭内のディスプレイやウェブツールによる直接的なフィードバック（平均7.8%削減）が、請求書に基づく間接的な方法（平均3.0%削減）よりも大きな節約につながる一方で、ドアハンガーなどのカードによる間接的なフィードバックが最も効果的（平均9.4%削減）であることを示している。さらに、間接的なフィードバックでは、その頻度が、週に1～4回では平均8.6%の削減であったのに対して、最も頻度の低い場合（2～6ヶ月ごと）では平均2.7%の削減にとどまることなども報告している。

日本では、平山ら (2015) が家庭向けフィードバック実証事例の省エネルギー効果について文献調査を行い、対象とした17事例における電力消費量の削減率が-0.3%～17.8%の範囲にあり、全体の単純平均値は8.0%であったことを報告している。ただし、このうち15事例は、介入を行った1群の前後比較であり、対照実験を行っているのは2事例のみであったことが課題として指摘されている。

最近では、日本オラクルと住環境計画研究所が、環境省の委託を受け、2017年度から2020年度までの4年間にわたり、全国約30万世帯を対象に、家庭ごとにパーソナライズされたエネルギー使用情報やアドバイスからなる省エネルギー報告書を提供する大規模な実証事業を行った。この結果、レポートを提供しない家庭と比較し、平均2.0%（最大2.8%）の二酸化炭素削減効果を達成したことや、省エネルギー報告書を受け取った世帯の約70%が閲覧し、約30%の世帯で具体的行動が生じたことなどが報告されている⁽³⁾。

さらに、Mukai et al. (2020) は、東京電力管内でスマートメーターを設置しているなどの条件を満たす62,400世帯を抽出し、大規模な無作為化比較実験を行った。この結果、家庭のエネルギー使用量を類似世帯のそれと比較する「社会比較」に基づくホームエネルギー報告書を受け取った群（年間エネルギー削減効果1.0%）は、現在と過去の使用量を比較する「履歴比較」に基づくホームエネルギー報告書を受け取った群（同0.3%）よりも有意な削減効果がみられ、その効果はエネルギー消費量が平均以上の世帯でより大きいことなどを明らかにしている。

このように、エネルギー消費量のフィードバックが近年、注目されるようになった要因の一つには、各世帯への設置が進むスマートメーターを通じて、エネルギー使用状況などの情報を電力会社が収集し、消費者もオンラインでそれらの情報にアクセスできるようになったことがある。しかし、これらの機器やシステムの普及に伴い、個人情報の漏洩だけでなく、家が留守かどうかなどの個人行動の追跡やリアルタイムの監視といったプライバシーに関する新たな問題が生じる可能性が指摘されている（瀬戸、2013）。

例えば、八木田 (2010) は、今後、住宅のエネルギー消費量の測定結果を開示していくにあたり、その情報提示の方法を検討することを目的として、実際にエネルギー消費量を計測している世帯に対するインタビュー調査を行った。この結果、エネルギー消費量の情報を、他の家庭と比較させて見せることに対して、「個人情報に対する不安感や、データの信頼性への疑問を示す意見も見られたため、計測データを今後このような形で利用する場合には注意が必要である」と述べている。

また、西 (2015) は、各家庭の家電機器の利用状況などの情報は、性別や年齢などの個人情報が推定可能であり、提供そのものを拒否する家庭も多いと考えられるため、家庭内では匿名化されていないデータを利用する一方で、家庭以外では情報を匿名化して管理・提供するといった、「情報の粒度」に留

意したデータ管理の必要性を指摘している。

海外でも, Milchram et al. (2018) は, オランダとイギリスにおいて, スマートグリッドなどのエネルギー・システムの変化により生じるプライバシーや正義といった社会的・道徳的側面における価値観の対立を報告している。具体的には, オランダでは, スマートグリッドに関する課題として, プライバシー・セキュリティが新聞記事として多く取り上げられているほか, スマートメーターを通じて家電製品の種類や使用時間が特定され, そのようなデータが商業目的で販売されることで消費者のプライバシーが侵害される懸念が, スマートメーター導入の遅れにつながったことなどが指摘されている。

こうしたことから, 家庭でのエネルギー使用状況や個人の行動履歴などのプライバシーを侵害することなく, 匿名化された情報のフィードバックにより人々の省エネルギー行動を促すことが求められる。本研究ではそのための一つの手法として, グループフィードバックに着目する。集団レベルの情報をフィードバックするグループフィードバックは, 資源保全を促す社会的影響アプローチの一つに位置づけられる (Abrahamse and Steg, 2013)。

グループフィードバックの効果として, 例えば, Carrico and Riemer (2011) は, 大学職員を対象に, 職場の建物全体のエネルギー消費量を E メールで情報提供するグループフィードバックの介入研究を行った。この結果, 4 ヶ月の介入期間におけるエネルギー消費量は, 省エネルギーに関する情報のみを提供した対照群では 4% の増加であったのに対し, フィードバックを行った群では 7% の削減を達成した。これは, 同僚による啓発活動を行った群における削減 (4%) を上回り, フィードバックと同僚による啓発活動の両方を行った群の削減 (8%) とほぼ変わらない効果であった。

また, Midden et al. (2011) は, グループフィードバックの効果は, 文化的な差異によって違いがあると考え, 個人主義的価値観が強いオランダと, 集団主義的価値観が強い日本において, 比較研究を行っている。大学生を対象とした学生実験では, グループフィードバックにより, 日本人学生のエネルギー消費は削減されたが, オランダ人学生では効果がみられなかつた一方, 個人比較のフィードバックにより, オランダ人学生のエネルギー消費は削減されたが, 日本人学生には効果がみられなかつたことを報告している。

安藤ら (2018) も, 他者の行動をフィードバックすることにより, 家庭の電気使用量を減らすことができるかをフィールド実験により検証した結果, 参加者全体及び地区ごとの電気使用量の情報のみをフィードバックした群では, 介入前後の電気使用量の差がフィードバックなしの群よりも有意に大きいことを確認している。一方, フィードバックとして, 自世帯と類似した家庭との比較を加えた群や, 省エネアドバイスの情報も追加した群では, フィードバックなしの群との間で介入前後の電気使用量の差に有意な違いはみられなかつたことを報告している。つまり, 単純なグループフィードバックのみが, 省エネルギー行動に影響があったことが示唆される。ただし, 社会規範の一つである記述的規範を測定した他者の実行度認知や自身の省エネルギー行動の実行度については, フィードバックの有無により介入前後の差に有意な違いはみられなかつた。

これらのことから, 匿名性の高いグループフィードバックでも, とりわけ集団志向の強い日本では, 家庭ごとにパーソナライズされた情報のフィードバックと同様かそれ以上の省エネルギー効果が得られる可能性が高いと考えられる。しかし, これまでにグループフィードバックによる家庭での省エネルギー効果を検証した事例は少ないうえ, フィードバックによる省エネルギー行動の変容や, 省エネルギー行動の規定因への影響など, 家庭におけるエネルギー消費を減らすメカニズムについては十分に明らかにされていない。

そこで, 本研究では, 集合住宅全体の電力消費量を居住世帯にフィードバックするグループフィードバックを行い, 居住者の省エネルギー行動及びその規定因への影響に関する次の 2 つの仮説について, アンケート調査により検証する。

仮説Ⅰ：グループフィードバックが省エネルギー行動の規定因に影響を与える。

仮説Ⅱ：省エネルギー行動の規定因の変化が、省エネルギー行動の変容を生じさせる。

2. 研究の方法

2-1 電力消費量の測定

本研究では、神奈川県住宅供給公社の協力のもと、横浜市内にある公社賃貸住宅のA棟（1983年築）を対象とした。対象棟は地上14階の高層住宅で、2階から14階までの各階に東側3部屋、西側3部屋の6部屋が配置されている（図1）。部屋は全て賃貸住宅で広さはいずれも60m²程度である。



図1 対象棟の外観（左：西側・右：南東側）

対象棟における電力消費量の測定は、東京海洋大学にて開発されたネット電力計を用いた（刑部, 2017）。ネット電力計は、配電盤の電線をCTクリップではさみ電流計測を行うため、電気工事等の必要がないことが大きな特徴であり、計測されたデータはWi-Fiを通じてインターネット経由で、直接、データサーバーに蓄積・管理される仕組みとなっている。対象棟における配電盤は、各部屋番号末尾の番号別（1号室～6号室）に系統が分かれていたため、それぞれの系統ごとにネット電力計（合計6台）を設置し、計測を行った。この結果、以下では2～14階の部屋番号末尾が同一の13世帯（不在世帯含む）ごとに測定した電流値より電力消費量を換算し、これを必要に応じて合算した値を用いた。

対象棟における測定は、2018年10月から開始し、2020年3月まで行ったが、本研究では2019年1月26日～3月29日までのデータを用いた。

2-2 グループフィードバックの方法

グループフィードバックは、両面カラー印刷したA3用紙を観音折（両端面を内側に1/4サイズで折り、さらに中央で半分に折る）したリーフレットを、対象世帯にポスティングする方法で行った。フィードバックの内容は、1) 棟全体の週電力消費量及び前週との比較についての数値及びグラフでの提

示, 2) 東京電力サービスエリア全体の週電力消費量及び前週との比較についての数値及びグラフでの提示, 3) 曜日別の電力消費量についてのグラフでの提示及び各曜日の気象データ（天気・日照時間・最高気温・最低気温）の提示, 4) 時間帯別の平均電力消費量についての平日休日別グラフでの提示, 5) 電力使用量についてのコメント及び省エネルギー アドバイス, の大きく 6 つの情報である（図 2, 図 3）。このうち, 省エネルギー アドバイスについては, 全国地球温暖化防止活動推進センター（2017）を参考に, 毎回異なる内容のアドバイスを掲載した。

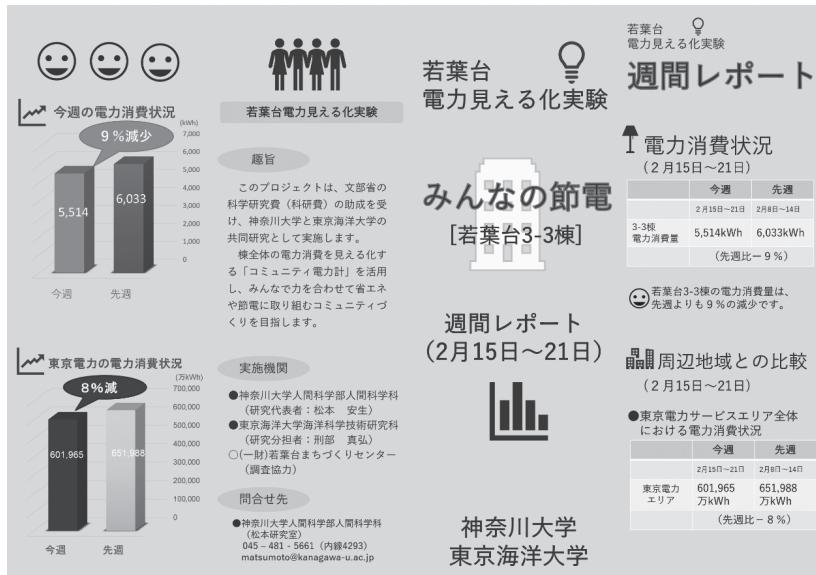


図 2 リーフレット表面（左：電力消費量のグラフ、右：電力消費量の数値）

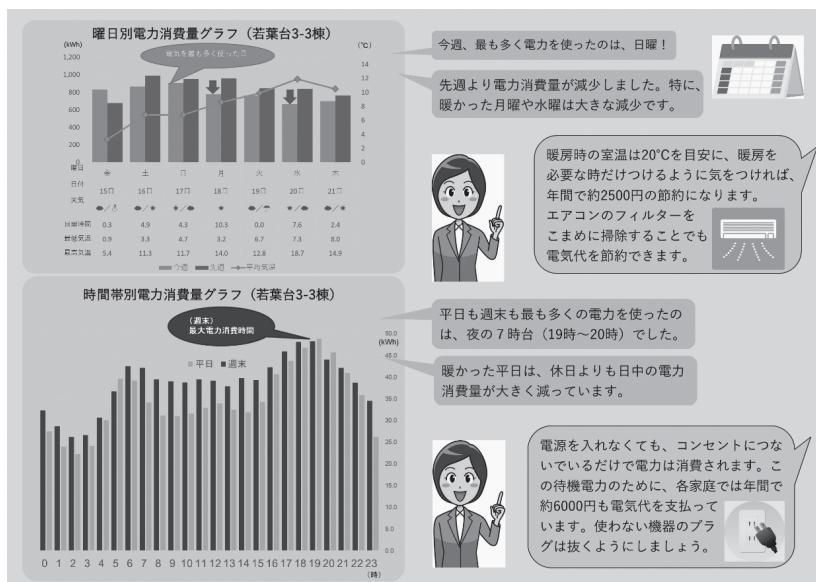


図 3 リーフレット裏面（左：曜日別及び時間帯別電力消費量、右：省エネアドバイス）

2-3 研究デザイン

グループフィードバックによる効果を検証するため、2群間の対照実験を行った。このため、調査時点で対象棟に居住する全74世帯（空き部屋の3室及び郵便ボストに投函できない1室を除外）を、介入群と対照群にグルーピングした。グルーピングに際しては、上述の電力消費量の測定状況及び各部屋の配置方向などを踏まえ、部屋番号末尾が偶数（2, 4, 6）の世帯を介入群（全36世帯）、部屋番号末尾が奇数（1, 3, 5）の世帯を対照群（全38世帯）とした。

介入期間は、2019年2月15日～3月8日までとし、この期間中は、毎週金曜日に前日までの測定データ等をもとに、上述のフィードバック内容を示すリーフレットの原稿を作成した。これを、翌週の木曜日までに印刷会社にて印刷・折加工を行い、翌日の金曜日に対象世帯にポスティングした。具体的には、2月15日、2月22日、3月1日、3月8日の計4回のポスティングを行った。

2-4 評価項目

省エネルギー行動の変容及び行動の規定因への影響を検証するため、対象棟の全74世帯に対して、介入期間の事前及び事後にアンケート調査を行った。事前アンケートは、2月1日～2月15日を行い、31世帯から回答を得た（有効回収率41.9%）。また、事後アンケートは、3月16日～3月31日を行い、33世帯から回答を得た（有効回答率44.6%）。なお、事前アンケート及び事後アンケートとも回答者には謝礼（図書券500円）を付与している。また、事前アンケートには、低炭素型の製品・サービスや行動などを紹介した全13頁の小冊子（全国地球温暖化防止活動推進センター、2018）を、事後アンケートには、対象棟全体の月間電力消費量などの情報をまとめたレポートを同封した。

事前及び事後アンケートでは、省エネルギー行動の実行度及び行動の規定因について同様の質問を行った。このうち、省エネルギー行動については、冬期における家庭での節電（電力使用量の削減）につながる取り組みとして、「重ね着をして、室温設定20℃を心がける」、「窓には厚手のカーテンを掛ける」、「不要な照明はできるだけ消す」、「冷蔵庫に食品を詰め込みすぎない」、「リモコンではなく、本体の電源を切る」、「使わない機器はプラグを抜く」、の6項目を選定し、その実行度を5件法（1全くしていない～5常にいている）で尋ねた。

次に、省エネルギー行動の規定因については、便益・費用評価と社会規範評価を取り上げた。広瀬（1994）は、環境配慮行動の行動意図を規定する要因として、「実行可能性評価」、「便益・費用評価」、「社会規範評価」を挙げている。このうち、実行可能性評価は、行動をとるための知識や技能、機会に関する主観的な評価だが、本研究では特別な知識や技能などを必要としない節電行動を対象としたため、行動の規定因には含めないこととした。

一方、便益・費用評価については、多くの文献においてエネルギー消費量の主な規定因とされ（広瀬、1994）、日本においても、例えば八木田ら（2012）が、全国のインターネットモニターを対象にしたアンケート調査により、節電行動実践度に対して便益評価が最も影響していることを明らかにしている。また、大塚ら（2017）も、横浜市内にある全177戸の集合住宅に住む居住者を対象にしたアンケート調査から、省エネルギー行動の実践度により強く影響するエネルギー意識は、便益費用評価であることを報告している。これらのことから、本研究でも、省エネルギー行動の規定因の一つとして便益・費用評価を選定し、これを測定するための質問項目として、「節電することは、電気代の節約になる」、「節電することで、健康的な生活になる」の便益評価に関する2項目、「節電することは、手間や時間がかかる」、「節電することで、ストレスが溜まる」の費用評価に関する2項目を尋ねた。

さらに、グループフィードバックは、他者の行動に関する情報を伝えるという点で、社会規範に訴える情報提供手法とされるが（Abrahamse and Steg, 2013）、社会規範評価は、省エネルギー行動をはじめとする環境配慮行動に影響することは、多くの研究において示されている（西尾、2010）。例えば、松

本ら（2012）は、京都市内の幼稚園・保育園の職員及び園児の保護者としたアンケート調査から、福島第一原子力発電所の事故による影響などの社会的情勢下で、電気に関する環境配慮行動においても、社会規範評価からの影響が非常に大きくなっていることを明らかにしている。これらのことから、本研究でも、省エネルギー行動の規定因の一つとして社会規範評価を選定し、これを測定するための質問項目として、「私の知り合いは、節電している」、「近所の人たちは、節電している」の記述的規範に関する2項目、「私の知り合いは、私が節電をしないと、それを良くないことだと考える」、「近所の人たちは、私が節電をしないと、それを良くないことだと考える」の命令的規範に関する2項目を尋ねた。

これら行動の規定因としての便益・費用評価と社会規範評価に関する8項目については、すべて6件法（1全くそう思わない～6非常にそう思う）で尋ねた。

このほか、家庭で使っている暖房機器（「エアコン」、「こたつ」、「電気カーペット」、「電気ストーブ」、「石油ストーブ」、「ガスストーブ」、「電気毛布」、「石油ファンヒーター」、「ハロゲンヒーター」、「ガスファンヒーター」、「その他」の12項目から複数回答）及び、回答者の個人属性（性別、年齢、同居人数、長子年齢、末子年齢）について尋ねた。

なお、アンケートではこれら以外に、エネルギー問題の危機感に関する設問（「節電は差し迫って対応すべき課題である」、「今日のエネルギー問題は深刻である」の2項目）のほか、事前アンケートでは東日本大震災における計画停電の経験について、事後アンケートでは同封したリーフレット（月間レポート）が参考となったかを尋ねている。

3. 結果

3-1 対象者の特徴

事前アンケート（事前）及び事後アンケート（事後）の回答者の特徴を表1に示す。対象棟は、住宅供給公社の賃貸住宅のため、回答者は60歳以上の高齢者が半数以上を占め、世帯人数は1人または2人の少人数世帯が多くを占めた。回答者の性別、年齢、世帯人数について、介入群と対照群で統計的に有意な違いは、事前及び事後ともにみられなかった（有意水準5%）。なお、事前の週電力消費量は、介入群が2611.16 kWh／週、対照群が2611.02 kWh／週と同程度であった。

表1 介入群・対照群の回答者の特徴

個人属性	事前				事後			
	N	介入群	対照群	p	N	介入群	対照群	p
性別	男性	15	8	7	0.479	11	7	4
	女性	16	6	10		22	7	15
年齢	40～59歳	13	4	9	0.275	12	4	8
	60歳以上	18	10	8		21	10	11
世帯	1～2人	21	10	11	0.691	22	9	13
	3人以上	9	3	6		11	5	6

p : Fisher の直接法による有意確率

3-2 仮説Iの検証

省エネルギー行動の規定因である費用便益評価及び社会規範評価に関する8項目の平均値と標準偏差を表2に示す。事前と事後において、これらの規定因に対する回答に違いがあるかを、Mann-WhitneyのU検定により検証した。その結果、介入群では社会規範評価のうち記述的規範の2項目について、

表2 介入群・対照群の省エネルギー行動の規定因に関する事前・事後の変化

質問項目	介入群												対照群			
	事前			事後			U検定		事前			事後			U検定	
	N	M	SD	N	M	SD	p	r	N	M	SD	N	M	SD	p	r
節電することは、電気代の節約になる	14	5.50	0.65	15	5.73	0.46	0.425	0.19	17	5.18	0.81	19	5.58	0.61	0.138	0.28
行 節電することで、健康的な生活になる	14	4.29	0.91	15	4.53	0.74	0.561	0.12	17	3.47	1.46	19	4.21	1.40	0.156	0.36
動 節電することは、手間や時間がかかる	14	2.93	1.14	14	3.36	1.55	0.401	0.17	17	3.94	0.97	19	3.05	1.18	0.052	-0.34
の 節電することで、ストレスが溜まる	14	1.79	0.89	15	2.27	0.96	0.172	0.27	17	2.76	1.15	19	2.79	1.27	1.000	0.00
規 私の知り合いは、節電をしている	13	3.08	0.86	13	4.15	1.07	0.014*	0.49	17	4.06	1.03	18	4.11	1.08	0.909	0.02
定 近所の人たちは、節電をしている	12	3.33	0.65	12	4.25	0.87	0.017*	0.52	17	3.53	1.01	18	4.17	1.04	0.134	0.27
因 私の知り合いは、私が節電をしないと、それを良くないとだと考える	13	2.77	1.36	12	3.25	1.06	0.376	0.19	17	2.53	1.23	18	2.89	0.96	0.245	0.21
因 近所の人たちは、私が節電をしないと、それを良くないとだと考える	12	3.00	1.21	12	3.33	1.23	0.590	0.12	17	2.35	1.06	19	3.11	1.20	0.049*	0.34

p : Mann-Whitney の U 検定による有意確率

* < p. 0.05

r : 効果量

統計的に有意な差がみられ、事前よりも事後で評価が高いことが明らかになった（有意水準 5%）。また、これらの効果量（r）は 0.5 前後で、中程度～大きい効果量であった。一方、対照群では社会規範評価のうち命令的規範の 1 項目について、有意水準 5% で統計的に有意な差がみられ、事前よりも事後で評価が高い傾向がみられた（r=0.34：中程度の効果量）。

これより、社会規範に訴えるグループフィードバックにより、省エネルギー行動の規定因の一つである記述的規範を高めることが確認され、仮説 I は支持されたと考えられる。

3-3 仮説 II の検証

家庭における省エネルギー行動として取り上げた 6 項目の実行度（平均値と標準偏差）を表 3 に示す。事前と事後においてそれぞれの省エネルギー行動の実行度に違いがあるかを、同様に Mann-Whitney の U 検定により検証した。その結果、介入群と対照群のいずれにおいても、事前と事後の省エネルギー行動の実行度に統計的に有意な差はみられなかった（有意水準 5%）。このため、仮説 II は支持されなかったと考えられる。

表3 介入群・対照群の省エネルギー行動に関する事前・事後の変化

質問項目	介入群												対照群			
	事前			事後			U検定		事前			事後			U検定	
	N	M	SD	N	M	SD	p	r	N	M	SD	N	M	SD	p	r
省 重ね着をして、室温設定 20℃ を心がける	14	3.14	1.35	14	3.21	1.31	0.910	0.02	16	3.31	1.45	17	3.29	1.53	0.901	0.03
工 窓には厚手のカーテンを掛ける	14	4.29	1.14	14	4.00	1.41	0.804	-0.06	16	4.06	1.00	18	4.00	1.19	1.000	0.01
ネ 不要な照明はできるだけ消す	14	4.64	0.50	15	4.60	0.63	1.000	0.00	17	4.59	0.62	18	4.61	0.50	0.961	-0.01
行 冷蔵庫に食品を詰め込みすぎない	14	3.86	1.03	13	4.00	0.82	0.830	0.05	17	3.88	1.11	18	4.28	1.07	0.195	0.24
動 リモコンではなく、本体の電源を切る	14	2.86	1.46	14	2.64	1.22	0.734	-0.07	17	2.59	1.50	18	2.39	1.54	0.732	-0.06
使 使わない機器はプラグを抜いておく	14	2.93	1.21	13	3.69	1.25	0.116	0.31	17	2.71	1.61	18	2.78	1.70	0.883	0.03

p : Mann-Whitney の U 検定による有意確率

* < p. 0.05

r : 効果量

4. 考察

4-1 記述的規範への影響

グループフィードバックにより、省エネルギー行動の規定因のなかでも社会規範評価の一つである記述的規範に対する影響がみられた。安藤ら（2018）は、他者の実行度認知を測定することで、フィードバックによる記述的規範への影響を検証しているが、事後に実行度認知が高まったのは、居住区（鶴見区）の人に対する実行度認知のみで、友人や近所の人に対する実行度認知については有意な差がみられなかったことを報告している。これに対し、本研究では知り合いや近所の人に対する実行度認知である記述的規範の評価が、事後に有意に高くなることが示された。

この理由として、本研究では、回答者が想定する知り合いや近所の人の多くが含まれると考えられる棟全体の電力消費量をフィードバックしたためと考えられる。Goldstein et al. (2008) は、ホテルの宿泊客に対して、環境保全を訴えるメッセージよりも記述的規範のメッセージを提示したグループで、タオルの再利用率が有意に高まるが、さらに、地域の人々や同じホテルの宿泊客に関する記述的規範よりも、同じ部屋に宿泊した宿泊客に関する記述的規範のメッセージを提示したグループで、タオルの再利用率がより高まることを報告している。つまり、自分と似た状況にある他者の実行度を認知することが、環境保全行動により効果的であるといえる。本研究においても、回答者が居住する棟全体の電力消費量を提供するグループフィードバックが、記述的規範評価により強い影響が及ぼしたと考えられる。

一方、グループフィードバックを行った対照群では、命令的規範（「近所の人たちは、私が節電しないと、それをよくないことだと考える」に対する評価が、事後に有意に高くなる傾向がみられた。その原因として、対象棟のある地域で活動を行うまちづくりセンターとの協力を明記した封筒及び依頼状を用いたアンケートを、繰り返し行ったことが影響したためと考えられる。このことは、介入群においても命令的規範の評価も、有意ではないが、事後にいずれも高くなっていることからも示唆される。ただし、こうした調査主体による影響についてはさらなる研究が必要である。

4-2 省エネルギー行動の変容

介入群及び対照群のいずれにおいても、本研究で取り上げた6項目の省エネルギー行動の実行度には、事前と事後で統計的に有意な差がみられなかった。とりわけ、省エネルギー行動の規定因の一つである記述的規範評価が事後に高まった介入群においても、省エネルギー行動には変容がみられなかった。その理由の一つとして、取り上げた6項目の行動のうち2項目で天井効果が、他の2項目でもそれに近い偏りが生じていたため、行動変容が限定的であったと考えられる。

また、回答に偏りが少なかった2つの行動（「リモコンではなく、本体の電源を切る」、「使わない機器はプラグを抜いておく」）においては、グループフィードバックによる影響がみられた記述的規範評価の2項目（「私の知り合いは、節電をしている」、「近所の人たちは、節電をしている」）との間に有意な関連がみられなかったことも、一因と考えられる。本研究で取り上げた省エネルギー行動の6項目と、省エネルギー行動の規定因である8項目との間の関連について、各項目間の順位相関係数を表4に示す。各省エネルギー行動により、規定因との関連には違いがみられるが、偏りが少なかった2項目においては、便益評価（「節電することで、健康的な生活になる」）や費用評価（「節電することで、ストレスが溜まる」）のほか、命令的規範評価（「私の知り合いは、私が節電しないと、それを良くないことだと考える」、「近所の人たちは、私が節電しないと、それを良くないことだと考える」）との間で統計的に有意な関連がみられたが、記述的規範評価の2項目との間の相関係数は0.13～0.23で、統計的に有意な関連がみられなかった。このため、仮説IIで想定した省エネルギー行動の変容効果がみられなかっ

表4 省エネルギー行動と規定因との関連

省エネルギー行動の規定因	省エネルギー行動			重ね着をして室温設定20℃を心がける			窓には厚手のカーテンを掛ける			不要な照明はできるだけ消す			冷蔵庫に食品を詰め込みすぎない			リモコンではなく、本体の電源を切る			使わない機器はプラグを抜いておく		
	n	r _s	p	n	r _s	p	n	r _s	p	n	r _s	p	n	r _s	p	n	r _s	p			
節電することは、電気代の節約になる	61	0.11	0.38	62	0.13	0.32	64	0.49	0.00**	62	0.26	0.04*	63	0.23	0.06	62	0.31	0.01*			
節電することで、健康的な生活になる	61	0.32	0.01*	62	0.12	0.35	64	0.32	0.01**	62	0.49	0.00**	63	0.41	0.00**	62	0.58	0.00**			
節電することは、手間や時間がかかる	60	-0.07	0.60	61	-0.37	0.00**	63	-0.03	0.79	62	-0.12	.035	62	-0.04	0.76	61	-0.16	0.22			
節電することで、ストレスが溜まる	61	-0.02	0.86	62	-0.39	0.00**	64	-0.22	0.08	62	-0.28	0.03*	63	-0.28	0.03*	62	-0.32	0.01*			
私の知り合いは、節電をしている	57	0.15	0.28	58	0.08	0.55	60	0.32	0.01*	58	0.29	0.03*	59	0.19	0.14	58	0.23	0.08			
近所の人たちは、節電をしている	55	0.20	0.14	56	0.12	0.37	58	0.34	0.01*	56	0.17	0.21	57	0.13	0.33	56	0.23	0.09			
私の知り合いは、私が節電をしないと、それを良くないことだと考える	56	0.25	0.07	57	0.07	0.60	59	0.27	0.04*	57	0.32	0.02*	58	0.41	0.00**	57	0.42	0.00**			
近所の人たちは、私が節電をしないと、それを良くないことだと考える	56	0.26	0.05	57	0.21	0.11	59	0.18	0.18	57	0.30	0.02*	58	0.47	0.00**	57	0.44	0.00**			

r_s : Spearman の順位相関係数, p : 有意水準, * : p < 0.05, ** : p < 0.01

たと考えられる。

さらに、川本ら（2020）は、環境配慮行動の行動変容に関する調査で多く用いられるアンケートによる主観的な検証においては、回答が事実に即しているかどうかを保証できないなどデータの正確性における課題を指摘している。また、本研究で取り上げた6項目以外にも電力消費量を削減するためには様々な省エネルギー行動があり、アンケートによる行動把握には、網羅性という課題もある。このように、回答者の主観的評価に基づいて省エネルギー行動を把握するという調査手法としての限界も考えられる。

5. おわりに

本研究では、グループフィードバックに着目し、省エネルギー行動及びその規定因への影響について分析を行った。具体的には、横浜市内にある公社賃貸住宅A棟を対象として、居住する全74世帯を介入群（36世帯）と対照群（38世帯）に分け、介入群にのみ棟全体の電力消費量の測定結果や省エネアドバイスなどをまとめたリーフレットを配布する方法でグループフィードバックを行った。全居住世帯を対象に事前及び事後にアンケート調査を行ったところ、介入群のみで省エネルギー行動の規定因の一つである記述規範の評価が事後に有意に高まることが確認された。ただしが省エネルギー行動として取り上げた6項目については事後に有意な差はみられなかった。これらのことから、グループフィードバックは、他者の情報をフィードバックする社会比較と同様に、記述規範を高める効果があることが確認されたが、それが省エネルギー行動の変容を促すかは不明であった。

なお、本研究では匿名化された集団レベルの情報の取得とフィードバックを特徴としたため、電力消費量の測定は基本的に介入群と対照群の2つの群のみで行った。したがって、各世帯における電力消費量の変化などの詳細な分析は実施することができなかった。また、アンケート調査は対象棟の全74世帯のみを対象としたため、大規模な調査により多くのサンプル数について分析を行うことも今後の課題である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、神奈川県住宅供給公社及び一般社団法人若葉台まちづくりセンターにご協力いただきました。ここに記して、感謝の意を表します。

本研究はJSPS科研費JP17K00702の助成を受けたものです。

注釈

- (1) 全国地球温暖化防止活動推進センター：WG1 第1作業部会（自然科学的根拠）
<https://www.jccca.org/global-warming/trend-world/ipcc6-wg1> (2022年2月9日アクセス)
- (2) 環境省：地球温暖化対策計画（令和3年10月22日閣議決定）
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/keikaku/211022.html> (2022年2月9日アクセス)
- (3) 日本オラクル株式会社：ナッジを活用して家庭の省エネ行動を促し CO₂排出量 47,000 トン削減
<https://www.oracle.com/jp/corporate/pressrelease/jp20210629.html> (2022年2月9日アクセス)

参考文献

- Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C., Rothengatter, T. (2007) The effect of tailored information, goal setting, and tailored feedback on household energy use, energy-related behaviors, and behavioral antecedents, *Journal of Environmental Psychology*, 27 (4), 265–276
- Abrahamse, W., Steg, L. (2013) Social influence approaches to encourage resource conservation: A meta-analysis, *Global Environmental Change*, 23 (6), 1773–1785
- 安藤香織, 大沼進, 安達菜穂子 (2018) 他者行動のフィードバックは家庭の電気使用量を減らすことができるか, *環境心理学研究*, 6 (1), 12–21
- Allcott, H. (2011) Social norms and energy conservation, *Journal of Public Economics*, 95, 1082–1095
- Carrico, A. R., Riemer, M. (2011) Motivating energy conservation in the workplace: An evaluation of the use of group-level feedback and peer education, *Journal of Environmental Psychology*, 31 (1), 1–13
- Goldstein, N. J., Cialdini, R. B., Griskevicius, V. (2008) A Room with a Viewpoint: Using Social Norms to Motivate Environmental Conservation in Hotels, *Journal of Consumer Research*, 35 (3), 472–482
- 平山翔, 中上英俊, 村越千春, 鶴崎敬大 (2015) 家庭向けフィードバック事業の省エネルギー効果の分析（日本国内における実証事業のメタ評価）, 第31回エネルギー・資源・環境・社会システム講演論文集, 429–432
- 広瀬幸雄 (1994) 環境配慮行動の規定因について, *社会心理学研究*, 10 (1), 44–54
- 住環境計画研究所 (2013) 平成25年度家庭における電力消費量実測調査報告書, pp. 299
- 住環境計画研究所 (2016) 平成27年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業（エネルギー使用状況等の情報提供による家庭の省エネルギー行動変容促進効果に関する調査）調査報告書, pp. 78
- 川本弥希・錦織聰一・日高一義 (2020) 環境に配慮したエネルギー消費行動の変容に関する要因, 介入手法, 及び介入効果に関する文献レビュー, *エネルギー・資源*, 41 (4), 121–135
- 小松秀徳・西尾健一郎 (2013) 直感への訴えかけを狙って省エネルギー・節電を促進する情報提供方策の近年の動向, *行動経済学*, 6, 97–100
- 松本和晃・神子直之・清水聰行 (2012) 環境配慮行動の社会性による規定因の差異に関する研究, *土木学会論文集G (環境)*, 68 (7), III_453–III_461
- Milchram, C., Hillerbrand, R., Kaa, G., Doorn, N., Künneke, R. (2018) Energy justice and smart grid systems: evidence from the Netherlands and the United Kingdom, *Applied Energy*, 229, 1244–1259
- Midden, C., Ham, J., Kleppe, M., Kimura, H., & Nakajima, T. (2011) Persuasive power in groups: The influence of group feedback and individual comparison feedback on energy consumption behavior. In *Proceedings of the 6th International Conference on Persuasive Technology: "Persuasive Technology and Design: Enhancing Sustainability and Health", PERSUASIVE 2011 [1]* (ACM International Conference Proceeding Series)
- Mukai, T., Nishio, K., Komatsu H., Sasaki M. (2022) What effect does feedback have on energy conservation? Comparing previous household usage, neighbourhood usage, and social norms in Japan, *Energy Research & Social Science*, 86, 102430. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102430>.
- 西尾チヅル (2010) 個人の環境配慮行動における社会規範の影響, *環境情報科学*, 39 (1), 29–33
- 西宏章 (2015) スマートコミュニティにおけるインフラストラクチャとサービス, *電子情報通信学会誌*, 98 (2), 112–117
- 大塚彩美・平野勇二郎・鳴海大典 (2017) 省エネルギー行動の背景にある価値観・意識に関する研究, *日本建築学会環境系論文集*, 739, 811–820

- 刑部真弘 (2017) ネット電力計の活用, ポイラー研究, 403, 23-29
- 瀬戸洋一 (2013) スマートシティにおけるプライバシー影響評価の適用, 電気学会論文誌 C (電子・情報・システム部門誌), 133 (7), 1427-1435
- 八木田克英 (2010) 消費者心理からみた見える化の可能性——パーソナルインタビューからの示唆——, 日本エネルギー学会誌, 89 (7), 639-648
- 八木田克英・岩船由美子・荻原美由紀・藤本剛志 (2012) 東日本大震災後の家庭における節電行動の規定要因, エネルギー・資源, 33 (4), 7-16
- Zangheri, P., Serrenho, T., Bertoldi, P. (2019) Energy savings from feedback systems: A meta-studies' review, Energies, 12, 3788. <https://doi.org/10.3390/en12193788>
- 全国地球温暖化防止活動推進センター (2017) クールチョイス! 節エネガイド 楽しく“節エネ”ライフ, pp. 17
- 全国地球温暖化防止活動推進センター (2018) COOL CHOI ガイドブック —みんなで取り組む地球温暖化対策, pp. 13

Research on the impact of group feedback of electricity consumption on energy conservation behavior

Matsumoto, Yasuo

Abstract

Methods to encourage energy conservation behavior by feedback (visualization) of energy consumption have been attracting attention in recent years. However, there are privacy issues associated with obtaining and feeding back information on energy consumption, such as the leakage of personal information. Therefore, in this study, we focused on group feedback as one method to encourage energy conservation behavior by feeding back anonymized information and analyzed the impact on energy conservation behavior. Specifically, a leaflet containing the results of electricity consumption measurements for the entire building and energy conservation advice was prepared and distributed to the target households as group feedback. All 74 households living in the housing complex in Yokohama City were divided into an intervention group (36 households) and a control group (38 households), and group feedback was given to the intervention group only once a week for four weeks. In addition, a pre- and post-questionnaire survey of all resident households was conducted, and it was confirmed that the evaluation of descriptive norms, one of the determinants of energy conservation behavior, significantly increased in the intervention group only after the group feedback. However, there was no significant difference in the six items taken up as energy-saving behaviors after the group feedback.

Key words: group feedback, electricity consumption, energy conservation behavior, Intervention Experiments