

Impact of time-saving technology on household energy consumption: Roomba distribution

experiment in Japan

○ 溝渕健一・山上浩明

Kenichi Mizobuchi and Hiroaki Yamagami

1. 研究背景

近年、時短製品・サービスの普及が急速に進んでいる。内閣府の「消費動向調査」によると、食洗機と衣類乾燥機の普及率は2004年の14.9%と22.4%から、2022年の36.9%と69.6%に2倍以上に上昇した。また「家計消費状況調査」では、人々のオンラインショッピングの利用率が2002年の5.3%から2022年の52.0%と大きな上昇が見られる。さらに、iRobot社のルンバは、2002年の販売から、2021年には世界での販売台数が4,000万台を突破している。時短技術の普及は人々の生活を豊かにする一方で、人々のライフスタイルを変化させ、その結果エネルギー消費量に与える影響が懸念されている(Sekar et al., 2018)。その1つが時間効率向上に伴う「時間リバウンド効果(TRE)」である (Jalas, 2002; Brencic&Young, 2009)。これは、時短技術に家庭内での行動を肩代わり(補助)してもらうことで、余った時間(可処分時間)が他の行動時間に振り分けられ(家庭内行動時間の再配分)、

結果としてエネルギー消費量に変動する現象を表す。例えば、右図における「買い物」を「ネットショッピング」に変更することで、(i)時間が節約され、さらに (iii)効率の良い配送によりエネルギー消費量が減少する。一方で、(ii)節約時間が別の行動に使われることで、(v)エネルギー消費量が増加する可能性がある(TRE)。ただし、TREは家庭内行動時間の再配分により減少する可能性もある。本研究では、iRobot社のルンバの配布実験により家庭内行動時間の再配分と、TREの発生の有無について実証研究を行う。

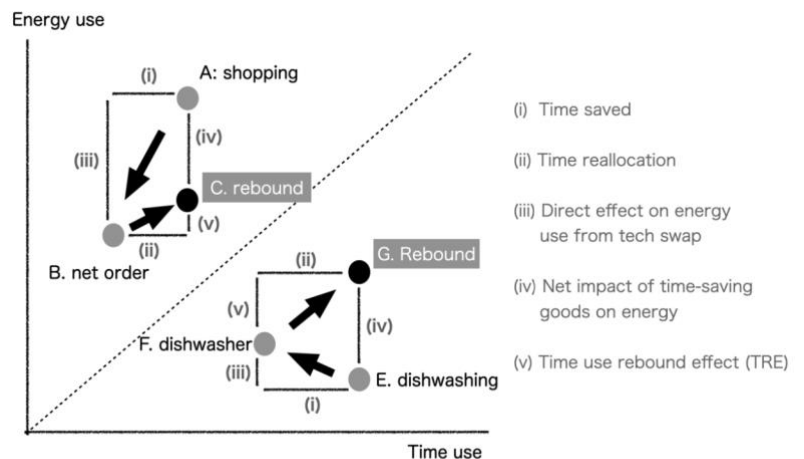


Figure 2. TRE and two hypothetical examples based on Fig. 1 of Jalas (2002)

2. データと分析方法

iRobot社のルンバを無償配布し、介入世帯(50)と対照世帯(250)の「家庭内行動時間」と「電気使用量」を比較した。実験時期は2020年3月-5月で、参加世帯には2回のアンケート調査(3月と5月)実施と毎月の電気使用量明細データの提出を依頼した。ルンバ配布前後の2時点のパネルデータを利用し、家庭内行動時間(Behave)のモデル(1)と電気使用量(Elec)のモデル(2)について、時間一定の効果を取り除くためFDMを適応し、傾向スコア回帰で推定を行なった(iは世帯,jは家庭内行動,Tはルンバ保有ダミー,Elecは対数値)。

$$\Delta(Bahave)_{ij} = \theta_j + \beta_T T_i + \beta_{TEMP} \Delta TEMP_i + \Delta \mu_{ij} \quad (1)$$

$$\Delta(Elec)_i = \delta + \gamma_T T_i + \gamma_{TEMP} \Delta TEMP_i + \Delta \varepsilon_i \quad (2)$$

3. 結果

Table1 はルンバ配布による家庭内行動への影響を表したモデル(1)の推定結果である。表より、一部で有意な行動の変化が確認できるため、ルンバ配布により、家庭内行動時間配分が変化したことが分かる。Table2 は電気使用量への影響を表したモデル(2)の推定結果である。表のIPWの結果より、ルンバ配布は電力消費量を減少させることが分かる。

Table1とTable2より、ルンバ配布は家庭内行動時間の再配分と、電力消費量の減少をもたらす結果となった。しかしながら、「家庭内行動時間の再配分」は、「ルンバ配布」から「電力消費量」への関係の媒介変数(部分媒介)と考えられるため、Table2 (ModelIII)のルンバの推定パラメータの大きさには、家庭内行動時間の再配分の要因も含まれている(ModelIVでは、一部の家庭内行動のパラメータが有意)。家庭内行動時間の再配分の影響の大きさは、ModelIII(媒介変数なし)とModelIV(媒介変数あり)の推定係数の大きさの差である+0.0111(+1.11%)と捉えられる。つまり、行動時間の再配分による電力使用量への影響はプラスであると考えられる。

推定結果から、通常の掃除機から自動掃除機に変更した際の電気使用量に与える影響についてシミュレーションを行った(Figure5)。その結果、TREの大きさは、家庭内行動時間の再配分を通して、家庭の電力消費量を約1.49%増加させることが明らかになった。

4. まとめ

本研究では、ルンバ配布実験により、家庭内行動時間の再配分を通じた時間リバウンド効果(TRE)の有無について検証を行った。推定結果に基づいたシミュレーションでは、約1.5%のTREが発生していた。時短技術の普及は、人々の生活を豊かにする望ましい傾向であるが、TREによるエネルギー消費量の増加が懸念される。時短技術導入の際に、よりエネルギー消費の少ない行動への動機付けや、時短技術の普及政策と省エネ政策とを関連づけた議論が求められる。

参考文献

- ・ Brenčić, V., Young, D., 2009. Time-saving innovations, time allocation, and energy use: Evidence from Canadian households. *Ecol. Econ.* 68, 2859–2867.
- ・ Jalas, M., 2002. A time use perspective on the materials intensity of consumption. *Ecol. Econ.* 41, 109–123.
- ・ Sekar, A., Williams, E., Chen, R., 2018. Changes in time use and their effect on energy consumption in the United States. *Joule*. 2(3), 521-536.

Table1. 家庭内行動時間

| Δ behave | 料理 | 洗濯 | 掃除 | 食事 | 育児 | 休養 | 趣味 | 勉強 | その他 |
|-----------------|---------|--------|----------|--------|-------|---------|--------|-------|-------|
| ルンバ | -1.861* | -0.640 | -1.065** | 1.453* | 0.179 | 2.559** | -0.912 | 0.523 | 0.809 |
| Δ 気温 | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes |
| 標本サイズ | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 |
| 決定係数 | 0.021 | 0.014 | 0.031 | 0.033 | 0.004 | 0.040 | 0.004 | 0.023 | 0.006 |

Table2. 電気使用量

| Δ elec | OLS | | IPW | |
|----------------|------------|------------|------------|------------|
| | Model I | Model II | Model III | Model IV |
| ルンバ | -0.0342 | -0.0359 | -0.0425* | -0.0536** |
| Δ 気温 | -0.4464*** | -0.4604*** | -0.4016*** | -0.3393*** |
| Δ 家庭内行動 | No | Yes | No | Yes |
| サンプルサイズ | 207 | 207 | 207 | 207 |
| 決定係数 | 0.3771 | 0.3833 | 0.4467 | 0.5139 |

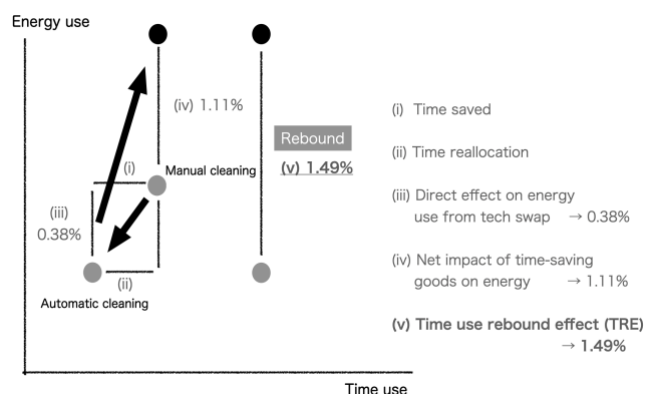


Figure 5. Simulation results of TRE (Roomba)