

令和元年6月24日現在

機関番号：17301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2018

課題番号：26740057

研究課題名(和文) 長期観察データの整備を通じた太陽光発電を利用した農村電化事業の評価

研究課題名(英文) Evaluating rural electrification policies through adopting solar photovoltaic systems: Long-term household survey data approach

研究代表者

小松 悟 (KOMATSU, Satoru)

長崎大学・多文化社会学部・准教授

研究者番号：80553560

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、農村電化設備を利用する世帯への調査を通じて、電化設備の利用状況変化や生活水準への影響を分析すること、さらに事業者に対するインタビュー調査を通じて農村電化の在り方を評価することである。家計調査においては、SHSを継続利用している世帯と、SHSと送電線網を併用している世帯を対象に、送電線網利用による効果を推計した結果、電灯やテレビの数は増加したものの、子供の学習時間や収入増加は観察されていない点を明らかにした。更に様々な事業者へのインタビュー調査の結果、需要が大幅に減少していることがわかった。また、SHS導入世帯においても、事業者に対する未払いといった課題が浮き彫りとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は貧困に苦しむ農村地域において、再生エネルギー普及を通じた農村電化事業の評価を行ったものである。とりわけ長期的な世帯調査を整備した本研究によって、公的資金投入が実施された農村世帯において長期的に生活改善が図られたのか、事前には予期できない影響が存在したのか、といった疑問に答えることができた。本研究は、公的資金の効率的利用という観点、貧困層の長期的な生活水準改善という観点で、新たな知見を提供することができたと考えている。

研究成果の概要(英文)：Solar home systems (SHS) are electrification kits for households and offer an economical electrification option in locations with sufficient sunshine in remote and/or sparsely populated rural areas. Although SHS is considered as successful cases for expanding coverages of electricity and thereby achieving poverty reduction, the research found that recently more households adopt grid-based electricity. Based on the extensive household survey and econometric analysis, the research also examined the effects of adopting grids for SHS households. The research found that the number of lighting and TV has increased, found no evidences for the extension of study time for children nor income generation. Moreover, based on the interview survey for executing agencies, the research revealed several issues to be warranted; such as substantial reduction in the latent demands for SHS, non-payments of the debt by households using SHS.

研究分野：環境経済学

キーワード：太陽光発電 農村電化 農村開発 便益 貧困削減 バングラデシュ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 安定的な電力供給は持続可能な生活を営むために必要不可欠である。2016年時点で、世界では10.6億人が電力供給を得ておらず(IEA 2017 World Energy Outlook 2017)、その多くが途上国農村部に居住している。とりわけ農村部は都市部と比較して電化率が低いため、多くの電力供給を受けていない住民は農村部に居住する。通常、送電線網を利用した電化を進めるためには、送電線・変電所・発電所といったインフラの整備が要求される。しかし、途上国農村部、とりわけ遠隔地や人口密度の希薄な地域では、投資効率が低く、電化事業が進みにくい。

(2) これらの地域で電化を促進するためのセカンドベストの対応として、初期導入費用が安く、なお且つ大掛かりなインフラ整備費用が不要な、太陽光発電を利用した分散型農村電化事業に注目が集まっている。1990年頃から世界銀行やドイツ援助局(GTI)等の援助機関が農村電化の有望な施策として導入してきた。通常数10ワットの太陽光電池パネル・充電用バッテリー・電灯・その他付属品で構成されるSHS(Solar Home System)と呼ばれる住居用電化パッケージを、住民世帯に販売・貸与することで電化を図っている。SHS導入により、住民は電灯・白黒テレビ・さらには携帯電話の充電といった、比較的電力消費量が少ない電化製品を利用することができる。

(3) それではSHSの導入により、住民の生活にどのような効果をもたらしたのであるか。研究代表者らが平成21年にバングラデシュ農村部で実施した調査によると、SHS導入世帯では、家庭内での燃料(主に灯油)消費量の大幅な減少、テレビ視聴世帯の増加による情報アクセスの向上、携帯電話の家庭内での充電による利便性の向上、電灯利用による子どもたちへの学習効果、といった便益が確認された(Komatsu et al. 2011 *Energy Policy*)。反面、SHSは1台数百ドルと高価なため、導入世帯は比較的富裕層に限られていることが確認された(Komatsu et al. 2011 *Energy for Sustainable Development*)。更にSHSの導入による満足度は、SHSの利用形態に応じて大きく異なることが示された(Komatsu et al. 2012 *Energy*)。また、SHSが数多く導入されている他国(南アジア・大洋州、アフリカ、南米諸国)においても、SHS導入世帯では、電灯利用による子供の学習効果、テレビ・ラジオを通じた情報アクセスの向上、化石燃料消費量の削減といった便益が生じていることが明らかになった(例: Nieuwenhout et al. 2001 *Progress in Photovoltaics*, Wijayatunga and Attalage 2005 *Energy for Sustainable Development*, Stojanovski et al. 2017 *Energy for Sustainable Development*, 他多数)。反面、SHSのバッテリーの故障頻度が多いこと、発電量が天候に依存することにより発電量が不安定なこと、パネルサイズの制約により利用可能な家電が限定される、といった課題があり、電力需要が多い世帯への普及に向けた障害となっている。

(4) 本研究対象であるバングラデシュは、2017年までに412万台のSHSが導入され(IDCOL HP)、世界で最もSHSの普及が進んだ国となった。世界銀行は途上国の再生エネルギー導入と貧困削減を両立した成功事例として高く評価し(World Bank 2014 *Surge in solar-powered homes: experience in off-grid rural Bangladesh*)、温室効果ガスの排出権を獲得した事業者もある(UNFCCC HP)。SHS導入世帯では家庭内での灯油消費量の大幅な減少、子供たちの学習時間延長、テレビ視聴による情報アクセスの向上、といった便益が生じている(Komatsu et al. 2011 *Energy Policy*, Stojanovski et al. 2017 *Energy for Sustainable Development*, 他多数)。

(5) 従来の研究では、SHSの普及が一定程度進んだある一時点の調査をもとに、SHS導入による便益や課題を議論している。しかしSHS導入世帯の利用形態、更にSHSの状態はいつも一定ではない。SHSはパネルの寿命は20年以上であることもあり、本来長期間の利用が想定された電化パッケージである。利用につれ、住民はSHS機器に対する慣れや、家電製品の変更、更に収入や家族構成の変化といった様々な事象が発生する。よって、SHSの導入と長期的な住民生活の向上との間の因果関係を検討するためには、複数時点における綿密な実態調査を通じて、分析することが不可欠である。

(6) 更に近年農村電化の状況に変化が生じていることが明らかとなった。通常SHSは、少なくとも5-10年間、送電線網による電化が見込めない農村部・遠隔地を対象とした事業として位置付けられていた。つまりSHSの普及地域と送電線網を整備する地域は、区分されていたはずが、近年状況が変わりつつある。SHSが普及・拡大する地域において、送電線網の整備が進みつつある。研究代表者らが継続調査をしているバングラデシュ中部農村部では、送電線網から供給される電気を主に利用し、SHSは停電時のバックアップ用電源としての利用や、補助電源として活用している世帯が存在する。SHS普及に従事する事業者へのインタビューを行った結果、新規にSHSを導入する世帯が減少しつつあることが判明した。

2. 研究の目的

本研究は、SHS利用世帯に継続調査を行い、電化設備の利用状況変化や生活水準への影響を評価することが目的である。具体的には同一のSHS導入世帯に対して、複数回、収入、世帯構成、教育水準(子供の学業成績含む)、燃料消費量の推移(化石燃料消費量含む)、家庭電化製品(電灯・白黒テレビ・携帯電話・扇風機等)の利用状況(台数や利用時間)、健康状況、SHSに対する評価、SHS利用方法の時系列的变化の調査を実施した。更に村落における、農村開発・エネルギー利用環境を含むインフラ整備の状況調査を確認することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) SHS を継続利用している世帯と、SHS と送電線網を併用している世帯を対象に、継続的な家計調査を実施した。調査対象地は、バングラデシュ中部の 3 district (Manikganj, Kishoreganj, Comilla)農村部である。具体的には、SHS の利用継続世帯を Control, SHS から送電線網に切替世帯を Treatment と設定し、切り替えたことによる教育・生活面での影響を推定した。

(2) 差の差の検定法 (Difference-in-Difference) を利用する際には、Common trend assumption (Parallel trend assumption) 及び、Common shocks assumption の両方を満たす必要がある。つまり、仮に送電線網が導入されない場合、Outcome は平行トレンドを描くということ、また Outcome に影響を与えるような別のイベントが片方のグループのみに発生していないということである。本研究では送電線網に切り替えない場合に、SHS 以外の電化政策が普及する可能性は極めて乏しいこと、また片方のグループに何らかの外部要因が影響することは考えにくい状況である。Covariates として、地域ダミー (Manikganj, Comilla), 土地面積 (農地・非農地)、世帯人数、世帯主の educational attainments (学習時間分析の場合) を設定した。

図 1. 推計結果

従属変数	灯油ランプの数		電灯の数		テレビの数	
	Coeff.	Std. Err.	Coeff.	Std. Err.	Coeff.	Std. Err.
年ダミー (2016=1, 2013=0)	-0.408 ***	0.119	0.585 ***	0.153	-0.269 ***	0.051
Treatment	-0.292 **	0.123	0.236	0.236	0.192	0.093
Intraction (Year*treatment)	-0.169	0.130	2.918 ***	0.240	0.469 ***	0.074
地域ダミー (Manikganj=1, Others=0)	-0.197	0.126	0.853 ***	0.287	-0.078	0.092
地域ダミー (Comilla=1, Others=0)	-0.111	0.124	-0.235	0.231	-0.076	0.079
土地面積	0.000	0.000	0.001 ***	0.000	0.000	0.000
世帯人数	0.040 **	0.016	0.127 ***	0.036	-0.009	0.010
cons.	0.955 ***	0.106	1.868 ***	0.209	0.394 ***	0.069
R-squared	0.258		0.560		0.174	
Prob.> χ^2	0.000		0.000		0.000	

注: N=295. Std. ErrはRobust standard error. *, **, ***はそれぞれ10%, 5%, 1%水準での有意水準を示す。

4. 研究成果

(1) 分析結果は図 1 に取りまとめた。SHS 世帯が送電線網を利用することによって、電気の利用増、テレビの視聴増といった効果が生じていることが示された。ただし灯油ランプの消費の減少については、頑強な結果は得られていない。これは SHS 導入後早い段階で、灯油ランプへの依存が減少しているためであると推察される。また、子供の学習時間増加、収入 (農業収入・非農業収入) 増加は観察されていないことが明らかとなった。

(2) 本研究からは、生活改善の効果は示唆されたものの、教育・経済状況に関する指標の改善は、観察されていない。教育・健康に限定すれば、送電線網の普及が進んだとしても、公共政策として望ましい効果は得られていないことが示唆された。

(3) 太陽光発電システムの事業者に対するインタビュー調査を実施した結果、SHS への需要が大幅に減退していることがわかった。また、既に SHS 導入をしていた世帯において、事業者に対する未払い等の課題が浮き彫りになっていることがわかった。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 10 件)

Kurumi Hirooka, Satoru Komatsu (2019) Determinants of Voting Behaviors in the UK's EU Referendum, Journal of Global Humanities and Social Sciences, No.5, pp. 95-110. (査読有)

小松悟 (2019) SDGs 時代における発展途上国の母子保健課題を考える 多文化社会研究, No.5, pp.385-400. (査読無)

Ram P. Dhital, Takahiro Ito, Shinji Kaneko, Satoru Komatsu, Yuichiro Yoshida (2018) Household Access to Water and Education for Girls: The Case of Mountain Villages in Nepal, Hiroshima University Graduate School for International Development and Cooperation Development Policy Discussion Paper Series, No.7-5, pp.1-29. (査読無)

伊藤高弘・伊藤豊・金子慎治・小松悟 (2018) 大気汚染と出生体重 ネパールにおける国境封鎖の影響に関する事前調査より、国民経済雑誌、第217巻、73-87頁。(査読無)

Ram P. Dhital, Yutaka Ito, Shinji Kaneko, Satoru Komatsu, Ryota Mihara, Yuichiro Yoshida (2016) Does the Institutional Failure Undermine the Physical Design Performances of the Solar Water Pumping Systems in Rural Nepal? Sustainability, 8, 770. (査読有)

<https://doi.org/10.3390/su8080770>

Johannes Breit, Satoru Komatsu, Shinji Kaneko, Partha Pratim Ghosh (2016) Evaluating Households' Preferences regarding Reducing Power Outages in Rural Areas: Cases in the Ganges Floodplain in Bangladesh, *Environment, Development and Sustainability*, 18(1), 73-94. (査読有)

DOI 10.1007/s10668-015-9624-3

金子慎治, 西谷公孝, 藤井秀道, 小松悟 (2015) 環境経営時代における環境政策と企業行動の関係に関する研究、*環境経済・政策研究*、第8巻(61-73頁) (査読有)

Makoto Chikaraishi, Akimasa Fujiwara, Shinji Kaneko, Phetkeo Poumanyong, Satoru Komatsu, Andrey Kalugin (2015) The Moderating Effects of Urbanization on Carbon Dioxide Emissions, *Technological Forecasting and Social Change*, 90(A), pp. 302-317. (査読有)

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.12.025>

Kimitaka Nishitani, Shinji Kaneko, Satoru Komatsu, Hidemichi Fujii (2014) How does a firm's management of greenhouse gas emissions influence its economic performance? Analyzing effects through demand and productivity in Japanese manufacturing firms, *Journal of Productivity Analysis*, 42, pp. 355-366. (査読有)

DOI 10.1007/s11123-014-0388-9

Yutaka Ito, Takahiro Ito, Satoru Komatsu, Ram Prasad Dhital, Daisaku Goto, Masaru Ichihashi, Keisuke Kawata, Yuki Yamamoto, Yuichiro Yoshida, Shinji Kaneko (2014) Does the Institutional Failure Undermine the Physical Design Performances of the Solar Water Pumping Systems in Rural Nepal? Hiroshima University Graduate School for International Development and Cooperation Development Policy Discussion Paper Series, No.4-2, pp. 1-10. (査読無)

〔学会発表〕(計6件)

Satoru Komatsu, Katsuya Tanaka, Masayuki Sakakibara, Yayu Indriati Arifin, Sri Manovita Pateda, Intan Noviantari Manyoe (2018) Household Attributes and Dependency on Artisanal and Small-scale Gold Mining of Villagers in Rural Gorontalo, 3rd International Conference of Transdisciplinary Research on Environmental Problems in Southeast Asia.

Satoru Komatsu, Katsuya Tanaka (2017) Social capital and job opportunities for improving livelihoods: Case of rural villages of Gorontalo International Conference on Transdisciplinary Approach Research.

小松悟、金子慎治、Partha Pratim Ghosh (2016) 「分散型太陽光発電設備の利用世帯におけるグリッド型電化整備の導入の影響：バングラデシュ農村部を事例として」、*環境経済・政策学会* 2016年大会、2016年。

Satoru Komatsu, Shinji Kaneko (2014) 「Implications of Living Urban Slum on Residential Energy Consumption: The Case Study in Dhaka」, 第25回国際開発学会全国大会、2014年。

金子慎治, 吉田雄一郎, 伊藤豊, 小松悟 (2014) 「途上地域での再生可能エネルギー導入の事例研究: ネパールにおける Solar Water Pumping System 導入補助金制度の技術的効率性」, *化学工学会* 第46回秋季大会、2014年。

伊藤豊, 伊藤高弘, 小松悟, Ram Prasad Dhital, 後藤大策, 川田恵介, 吉田雄一郎, 金子慎治, 山本裕基, 市橋勝 (2014) 「Does the Institutional Failure Undermine the Physical Design Performances of the Solar Water Pumping Systems in Rural Nepal?」, *環境経済・政策学会* 2014年大会、2014年。

〔図書〕(計2件)

国際開発学会(編) 小松悟他(2018) 国際開発学事典、丸善出版、(掲載頁 452-453頁)(分担執筆)

土木学会土木計画学研究委員会市民生活行動研究小委員会(編) 小松悟他(2015) 市民生活行動学、土木学会、(掲載頁 261-266頁)(分担執筆)

〔その他〕

ホームページ等

長崎大学多文化社会学研究科・多文化社会学部

<http://www.hss.nagasaki-u.ac.jp/>

Researcher ID

<http://www.researcherid.com/rid/M-4450-2013>

Researchmap

<https://researchmap.jp/read0154528>

6 . 研究組織

(1)研究協力者

研究協力者氏名：パルサ プラティム ゴーシュ

ローマ字氏名：GHOSH, Partha Pratim

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。