

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 5 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23710057

研究課題名(和文) スラム化する途上国都市からみたエネルギーアクセスと気候変動対策に関する研究

研究課題名(英文) Energy access of slum residents and climate change policies in the megacities in developing countries

研究代表者

小松 悟 (KOMATSU, SATORU)

広島大学・国際協力研究科・特任准教授

研究者番号：80553560

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では都市化が進むアジア途上国において、貧困層が多く居住するスラムを対象として、スラムの空間配置や特徴、スラムに居住する住民のエネルギーアクセスや生活実態に関する調査を実施した。発展段階の異なる都市において、様々なタイプのスラムを調査を行い、スラム住民間でもエネルギーアクセスが異なること、スラム外の住民と比較してエネルギー消費量が少ないにもかかわらず高い料金を支払う傾向にあることを示した。

研究成果の概要(英文)：The objective of this research is to investigate energy access and consumption of slum residents in Asian megacities, and to be a basis for accounting the potentials of GHG mitigation strategies and poverty reduction in developing countries. From in-depth household survey activities, the research evaluated that the slum residents use much lower amounts of electricity, but expensive electricity fee is charged. In terms of cooking fuel accessibility, it observed wide disparities among slum residents even in the same residential areas.

研究分野：環境経済学

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：スラム 都市化 エネルギーアクセス エネルギー消費量 気候変動 アジア

### 1. 研究開始当初の背景

近年アジア途上国では都市化傾向が顕著となっている。特にアジア途上国でも都市化は顕著であり、多くの国で 1950 年には 10 数%にすぎなかった都市化率が、2010 年に 40%となり、2050 年には 50%~70%になることが予測されている(UN 2007)。将来地球全体の温室効果ガス排出削減を考えていく上では、急速に発展が見込まれる途上国都市部からどれだけ排出量を削減できるかが鍵となり、そのための効果的な政策手段が必要となる。

途上国都市を低炭素化発展に導く上で、無視できないのが都市貧困層、とりわけスラムの存在である。国連によると、統計資料が得られるアジア途上国全ての国において、1990 年から 2001 年の間に、スラムに居住する人口は増加している傾向にある(UN-HABITAT 2008)。スラム内に居住する住民は、定まった住所を持たず、環境条件・衛生状態が悪い地域に居住すると思われる。更に電気・水道・炊事用燃料といったエネルギー供給も不十分と考えられるが、スラム居住者は公共機関と正規の契約を結んだうえでのエネルギー供給を受けるのが困難であることから、詳細なエネルギー消費実態は不明な点が多い。ただスラムを抱える途上国都市の低炭素化・持続可能な発展を目指すためには、スラムのエネルギーアクセスの実態、具体的には電気(供給主体、消費目的、消費量、消費金額)、水(安全性、水へのアクセス方法、消費量、消費金額)、炊事用燃料(燃料の種類、入手方法、消費量、消費金額)を十分に把握した上で改善策に取り組むことが不可欠と考えられる。スラム住民は貧困層であることから 1 世帯あたりのエネルギー消費は少ないと想定されるが、人口数の観点からは無視できるようなものではないだろう。しかし調査データを基にスラムでのエネルギー消費の実態を明らかにした先行研究は極めて少ない。

更にスラムは決して固定化するべきものではなく、都市発展とともに解消されていくのが望ましい。現在スラムに住んでいる住民は、貧困であるが故にスラムに居住せざるを得ないものと思われる。スラム住民のエネルギーアクセスの改善と、エネルギー消費額の減少が両立できれば、その分可処分所得が増加し、スラムからの脱却を促すことができると思われる。本研究は気候変動対策だけではなく、スラム住民の生活水準向上、貧困削減を目指していくための基礎研究として位置づけることができる。

### 2. 研究の目的

本研究では都市化が進むアジア途上国において、都市貧困層が多く居住するスラムを対象として、スラムの空間配置や特徴、スラムに居住する住民のエネルギーアクセスや

生活実態に関する調査を実施するとともに、スラムの多様性や分析するための調査を実施する。発展段階の異なるアジア途上国の 2 都市において、様々なタイプのスラムで実証研究を行うことで、スラム解消に向けた政策提言を行い、都市の持続可能な発展、効果的な気候変動対策を実行するための政策手段の提案を目指した。

### 3. 研究の方法

スラムは違法建築地域であり、頻繁に撤去や再建築が実施されるため、スラムや貧困の事情に詳しい各国の研究者や NGO に対する聞き取り調査を行い、最新の状況把握に努めた。貧困層のエネルギー利用に関する知見を集める。さらに現地の統計資料(エネルギー統計、社会経済統計、センサスデータ)を入手するとともにスラムの規模・空間配置を示す地図も入手することで、エネルギーアクセスの調査に向けた基礎資料とした。

本研究ではスラムに居住する住民のエネルギーの種類と消費量の正確な値を把握することが必須となった。しかしスラムの住民は教育水準の問題から文字の読み書きができない住民が多い。さらに住民から直接エネルギー消費量のデータを得るのは困難である。支払額と料金から(例えば電力消費量と電力価格からの推定)も、スラムに限っては困難である。正規なルートで電力を購入しているとは考えにくく、盗電や仲介者が介在することで電気を利用しているケースが想定されるため、料金と支払額から消費量の推計が困難であった。そのため本研究では家庭電化製品・調理機器や交通手段(原動機付自転車等)の利用実態からエネルギー消費量を推定する。例えば調理用燃料では利用している燃料の種類とその購入頻度、一度の購入で購入する量(例えば毎月パケツ 2 杯分)から毎月の平均消費量を推定した。電気消費量の場合、利用している家電製品の種類、メーカーや使用時間と、市場に出回っている家電製品の品番・型番データを集め、それらの消費電力量から電力消費量を推定した。

更に消費量の季節変動を把握するため、雨季・乾季、もしくは夏季・冬季の違いによる消費量の違いも把握した。非現実的な数値が出ないように、各種統計数値から得られる家庭部門の電気消費量とも照らし合わせ、慎重に消費量を推定した。本研究で対象とするエネルギー源は、電気、調理用燃料(木炭・石炭ブリケット・液化石油ガス(LPG)・薪・藁・豚のフン)、水、その他ガソリンやディーゼルであるが、主に電気消費量と炊事用燃料に関して細かいデータを集めた。

調査は調査員を雇用する訪問面接方式で実施した。調査実施時は、調査員に調査の意義・目的・回答方法を把握させるために、詳細な予備調査を行い、調査員を訓練したことで調査の質を担保することとした。詳細な調査をバングラデシュで実施するとともに、

国別比較の対象とするためフィリピンでの調査を実施した。

#### 4. 研究成果

アジア途上国において、スラム地域の位置・規模、更にはその他環境・衛生状況に関して、必要となるデータの収集を実施した。特にバングラデシュにおいて、現地の統計資料（エネルギー統計、社会経済統計、センサスデータ）を入手するとともにスラムの規模・空間配置を示す地図も入手した。またエネルギー需給に関する現地の関係者（行政担当者・援助関係者・大学研究者、及び NGO）との会議を開催し、バングラデシュ・ダッカにおける電力需給状況をはじめとするエネルギー状況に関して情報収集に努めた。合わせて南アジアのエネルギー需給状況や都市の持続可能な発展、気候変動対策に関して知見を持つ研究者との議論を通じ、本研究に関する情報収集も図った。スラム外に居住する住民の電力料金の詳細な調査を行うために、住民から電力検針票を収集した。更に事例研究として、農村部でエネルギーアクセス改善と、エネルギー消費額削減のための事例として、農村部の非電化世帯における太陽光電池を用いた電化事業の分析を行った。

エネルギーアクセスと消費量、所有する電気機器や交通手段、居住地選択、世帯構成、世帯収入、収入源といったエネルギー利用に関連した包括的な調査項目を設定したパイロット調査を実施し、本調査に向けたデータ整備を図った。そのうえで、バングラデシュ・ダッカにおいてスラムに居住する住民に対し、エネルギーアクセスや消費量、所有する電気機器や交通手段、出身、居住地選択、世帯構成、世帯収入、収入源といったエネルギー利用に関連した包括的な調査項目を設定した家計調査を実施した。スラムの地域的な多様性にも配慮するために、地理的要因が異なる複数の調査地点を設置した。更にスラムでのエネルギー消費の特徴を明らかにするため、各調査地点の周辺でスラムに居住していない住民に対しても調査を実施した。

分析の結果、世帯数の観点ではスラムに居住する住民は、スラム外に居住する住民とほぼ同じであるのに対して、世帯収入は約3分の1にとどまることが明らかになった。電力消費に関しては、スラム居住する住民は94%が利用していることが分かった。バングラデシュでは農村部での電化率が半数以下にとどまることを考えると、都市のスラムでは電力アクセスは維持できていることがわかる。スラム住民の電力消費量と電気代は平均で17.35kWh/month、25.52taka/kWh であると示した（1タカ 約1.3円）。反面、スラム街に居住する住民はそれぞれ184.58kWh/month、4.23taka/kWh にとどまると示した。スラムに居住する住民は電力会社と直接契約をしているわけではなく、割高な電力料金を支払っていることが浮き彫りとなった。

スラムでの炊事用燃料に関して、69.7%の住民が巻きを利用しているのに対し、30.3%が天然ガスを利用していた。ガスを利用できる住民はほぼ無料（ガス代が家賃に含まれる状況）で消費しているのに対し、薪を利用する住民は772.1taka/monthを支払っていた。この結果はスラムに居住していても、住民のおかれた状況に応じてエネルギーアクセスと消費状況に大きな差異があることを示唆した。

Range (kWh/month)	Freq.
0	21
0~10	97
10~20	111
20~30	79
30~40	20
40~50	11
50~60	5
60~	6
Ave.	17.35

図1. スラム住民の電力消費量の状況

国別比較を行う目的でフィリピン・マニラの地域的・地理的条件の異なる3つのスラムにて同様の調査を実施した。分析の結果、すべての家庭で電力アクセスを有していること、炊事用燃料としてLPGと薪を利用していることが示された。スラムに居住する住民のエネルギー消費量がダッカと比較して大幅に多いだけでなく、多くの過程でテレビやパソコン、冷蔵庫といった高価な家電製品を所有していることが明らかになった。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計12件)

1. Makoto Chikaraishi, Akimasa Fujiwara, Shinji Kaneko, Phetkeo Poumanyong, Satoru Komatsu, Andrey Kalugin; The Moderating Effects of Urbanization on Carbon Dioxide Emissions. 査読有 Technological Forecasting and Social Change, 2014 (in press) <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2013.12.025>
2. Satoru Komatsu, Hieu Dinh Ha, Shinji Kaneko; The Effects of Internal Migration on Residential Energy Consumption and CO2 Emissions: A Case Study in Hanoi. 査読有, 2013, Energy for Sustainable Development. Vol.17, pp.572-580.

doi: 10.1016/j.esd.2013.10.002

3. Satoru Komatsu, Shinji Kaneko, Partha Pratim Ghosh, Akane Morinaga; Determinants of User Satisfaction with Solar Home Systems in Rural Bangladesh. 査読有, 2013, Energy. Vol.61, pp.52-58.

doi:10.1016/j.energy.2013.04.022

4. Thanh Cong Nguyen, Jackie Robinson, Shinji Kaneko, Satoru Komatsu; Estimating the value of economic benefits associated with adaptation to climate change in a developing country: A case study of improvements in tropical cyclone warning services. 査読有, 2013, Ecological Economics, Vol.86, pp.117-128.

doi: 10.1016/j.ecolecon.2012.11.009

5. Shinji Kaneko, Satoru Komatsu, Phetkeo Pounanyvong, Latdaphone Banchonghanith, Makoto Chikaraishi, Akimasa Fujiwara; Does Urbanization Matter for Developing Long-term Climate Scenario? 査読有, 2013, Global Environmental Research. Vol.17(1), pp.29-38.

6. Taro Ohdoko, Satoru Komatsu, Shinji Kaneko; Residential preferences for stable electricity supply and a reduction in air pollution risk: A benefit transfer study using choice modeling in China. 査読有, 2013, Environmental Economics and Policy Studies. Vol.15(3), pp.309-328

doi: 10.1007/s10018-013-0061-y

7. Satoru Komatsu, Andrey Kalugin, Shinji Kaneko; Allocating Costs of Environmental Management among Generations: A Case of Environmental Liabilities in Transition Economies. 査読有, 2012, Transition Studies Review, Vol.19(2), pp.225-243.

8. Satoru Komatsu, Hieu Dinh Ha, Shinji Kaneko; Effects of Internal Migration on Residential Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions in Hanoi. 査読無, 2012, Hiroshima University Graduate School for International Development and Cooperation, Development Policy Discussion Paper Series, No.2-17.

9. Taro Ohdoko, Satoru Komatsu, Shinji Kaneko; Residential preferences for stable electricity supply and a reduction in air pollution risk: A benefit transfer study using choice modeling in China. 査読無, 2012, Hiroshima University Graduate School for International Development and Cooperation, Development Policy Discussion Paper Series, No.2-12.

10. Satoru Komatsu, Shinji Kaneko, Partha Pratim Ghosh; Are micro-benefits negligible? The implications of the rapid expansion of Solar Home Systems (SHS) in rural Bangladesh for sustainable development, 査読有, 2011, Energy Policy,

Vol.39(7), pp.4022-4031.

11. Satoru Komatsu, Shinji Kaneko, Ram Manohar Shrestha, Partha Pratim Ghosh; Nonincome factors behind the purchase decisions of solar home systems in rural Bangladesh, 査読有, 2011, Energy for Sustainable Development, Vol.15(3), pp.284-292.

12. Satoru Komatsu, Andrey Kalugin, Shinji Kaneko; Allocating Costs of Environmental Management among Generations: A Case of Environmental Liabilities in Transition Economies. 査読無, 2011, Hiroshima University Graduate School for International Development and Cooperation, Development Policy Discussion Paper Series, No.1-7.

[学会発表](計7件)

1. Satoru Komatsu, Shinji Kaneko, Partha Pratim Ghosh; The Implications of Living in an Urban Slum on Residential Energy Consumption: Case Study in Dhaka, The 10th International Conference on Environmental, Cultural, Economic and Social Sustainability, University of Split, Split, Croatia, January 22, 2014.

2. 小松悟、金子慎治、Partha Pratim Ghosh 「住居用太陽光発電導入による生活改善効果の推計：バングラデシュ農村部を事例として」『環境経済・政策学会2013年大会』、神戸大学(兵庫県) 2013年9月21日。

3. Satoru Komatsu, Ha Dinh Hieu, Shinji Kaneko; The Effects of Internal Migration on Residential Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions in Hanoi, The 9th International Conference on Environmental, Cultural, Economic and Social Sustainability, International Conference Center, Hiroshima, Japan, January 24, 2013.

4. 小松悟、Johannes Breit、金子慎治、Partha Pratim Ghosh 「バングラデシュ農村部における電力供給改善の便益評価」、『環境経済・政策学会2012年大会』、2012年9月16日、東北大学(宮城県)。

5. Satoru Komatsu, Shinji Kaneko, Partha Pratim Ghosh, Akane Morinaga; Determinants of User Satisfaction of Solar Home Systems in Rural Bangladesh, 5th International Conference on Sustainable Energy and Environmental Protection, Dublin City University, Dublin, Ireland, June 6, 2012.

6. 小松悟、金子慎治 「都市化が進む途上国都市での、住民移転による家庭部門のエネルギー消費量の評価」『第22回国際開発学会全国大会』、2011年11月27日、名古屋大学(愛知県)。

7. Andrey Kalugin, Satoru Komatsu, Shinji

Kaneko; How Rural-Urban Migration Affects CO2 Emissions: Evidence from Jakarta, Indonesia, 6th Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Dubrovnik, Croatia, September 27, 2011.

〔図書〕(計2件)

1. 小松悟、金子慎治(著者間に順序なし)「途上国電化」(第9章)馬奈木俊介(編)『エネルギー経済学』、中央経済社、pp144-158、2014年3月20日。ISBN:978-4-502-09110-0,
2. Shinji Kaneko, Satoru Komatsu, Partha Pratim Ghosh; Rural Electrification in Bangladesh: Implications for Climate Change Mitigation (Chapter 10; pp.202-226); in Ryo Fujikura and Tomoyo Toyota (eds.) Climate Change Mitigation and International Development Cooperation, Routledge, March 22, 2012.  
ISBN: 0415508657

〔その他〕

ホームページ等

<http://researchmap.jp/read0154528>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小松 悟 (KOMATSU SATORU)

広島大学・大学院国際協力研究科・特任准教授

研究者番号：80553560