



Title	Exploring socioeconomic metabolism of Sri Lanka: Moving towards sustainable production and consumption
Author(s)	Konara, Mudiyanselage Gayani Kaushalya Konara
Citation	大阪大学, 2023, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/91948
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

Abstract of Thesis

Name (KONARA MUDIYANSELAGE GAYANI K.)	
Title	Exploring socioeconomic metabolism of Sri Lanka: Moving towards sustainable production and consumption (スリランカの社会経済的代謝フローの分析: 持続可能な生産と消費にむけて)
Abstract of Thesis	
<p>With rapidly declining energy, water, and food securities, increasing carbon emissions and underwhelming performance in global sustainable development indices, Sri Lankan government has introduced a national policy on sustainable consumption and production in 2019 to increase awareness among people regarding sustainable lifestyles and to develop tools to monitor sustainable development impacts by 2030. With little to no information currently being available, timely need to unravel and comprehend the performance of socio-economic metabolic flows surging through Sri Lankan urban systems is undeniable. Thus, this research intends to explore the past and present patterns for energy, water, food flows and related emissions to reveal sustainability and environmental consequences of energy production and household consumption in Sri Lanka.</p>	
<p>In the second chapter the dynamic energy metabolic model which consists of energy demand, energy supply and transformation and CO₂ emissions was developed based on population, population growth, GDP, GDP growth and income from 2000 to 2015. Forecasted energy flows show an average annual growth rate of 4.06% in energy demand and 3.36% in CO₂ emissions compared to 2000. The strongest flow is between biomass and domestic and commercial sectors. Evaluated metabolic indicators reveal decreasing energy intensity and decreasing energy security with increasing dependence of energy imports.</p>	
<p>The third chapter further simulates the developed dynamic energy metabolic model to evaluate the sustainability of energy metabolic flows using an integrated sustainability index followed by a scenario analysis. Results show post-conflict economic development has taken a toll on the overall sustainability of the energy system which has become stagnant since 2010. Intended nationally determined contributions-based scenarios show more than 10% CO₂ reductions in each scenario. Supply side measures show major improvements in economic and environmental indicators while demand side energy measure shows moderate improvements but in all three dimensions i.e., economic, social, and environmental.</p>	
<p>Chapter Four focus on evaluating household resource flows i.e., energy, water, food, CO₂ emissions and food waste in Sri Lanka using a bottom-up approach by converting household expenditure survey data into physical quantities. Mapped out resource flow diagrams demonstrate the inputs, outputs, and the distribution of resources among metabolic processes. Metabolic indicators evaluated against environmental sustainability indicate declining intensities of energy and food consumption and inclining intensities of water consumption and emissions can be observed during the past decade. Tracing consumption patterns across metabolic flows reveal extensively linear metabolic flows with comparatively pro-environmental patterns in resources extraction. Lack of proper disposal/recycle measures for food waste and wastewater has jeopardized the circularity of metabolic flows causing irreversible environmental deterioration.</p>	
<p>Chapter five analyse direct and indirect carbon flows in Japanese one-person households using embodied emission intensity data based on input-output tables coupled with household consumer expenditure survey data of more than 50000 households spread over 500 distinct categories of goods and services. Results show that declining members per household can increase carbon emissions 1.5 times. Further improving environmentally conscious behaviour of householders and reducing embodied carbon emissions can reduce energy consumption and related emissions.</p>	
<p>This study highlights environmental impact of increasing dependence in non-renewable energy sources and environmentally harmful water consumption, food waste and wastewater disposal practices. The past and present energy production and household patterns can provide insights and structural guidance for the decision makers to set the production and consumption patterns on a sustainable development path that is imperative in the long run.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (KONARA MUDIYANSELAGE GAYANI K.)		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主査 教授	東海 明宏
	副査 教授	澤木 昌典
	副査 教授	近藤 明

論文審査の結果の要旨

エネルギー、水、食糧の安全保障が急速に低下し、二酸化炭素排出量が増加し、世界の持続可能な開発指標が低下する中、スリランカ政府は、持続可能なライフスタイルに関する人々の意識を高め、2030年までに持続可能な開発の影響を監視するツールを開発するため、2019年に持続可能な消費と生産に関する国策を導入している。本研究は、スリランカにおけるエネルギー生産と家庭での消費の持続可能性と環境への影響を明らかにするために、エネルギー、水、食糧の流れと環境負荷排出を解明するモデルの開発とその政策的含意を明らかにすることを目的としている。

第1章では、先行研究を整理し、本研究の目的を説明している。

第2章では、2000年から2015年までの人口、人口増加率、GDP、GDP成長率、所得をもとに、エネルギー需要、エネルギー供給、CO₂排出からなる動的エネルギー代謝モデルを構築して、2015年までの将来予測を行い、2000年と比較して、エネルギー需要が年平均4.06%、CO₂排出量が3.36%の成長率を示すことを明らかにしている。また、支配的なフローは、バイオマスと家庭・商業部門との間であることを示している。この間を代謝指標を評価すると、エネルギー輸入への依存度が高まり、エネルギー強度が低下し、エネルギー安全保障が低下しているとの知見を得ている。

第3章では、開発した動的エネルギー代謝モデルを用いて、スリランカにおける代謝量を推定するとともに、統合的持続可能性指標とシナリオ分析を用いて、エネルギー代謝フローの持続可能性を評価している。その結果、スリランカにおける紛争後の経済発展は、2010年以降停滞しているエネルギーシステム全体の持続可能性に影響を及ぼしていることを確認している。国別貢献目標に基づくシナリオでは、各シナリオで10%以上のCO₂削減が期待されている中で、供給側の対策は、経済的、環境的指標において大きな改善を示す一方で、需要側のエネルギー対策は、経済、社会、環境の3つの側面において、中程度の改善にとどまっていることを示している。

第4章では、スリランカの家庭におけるエネルギー、水、食料、CO₂排出量、食料廃棄物などの資源フローを、家庭支出調査データを物理量に変換するボトムアップ・アプローチで評価することに焦点を当て、資源フローをインプット、アウトプット、および代謝プロセス間の資源配分として解明している。また、環境の持続可能性を反映した代謝指標による評価を通じ、過去10年間にエネルギーと食糧の消費強度が低下し、水の消費と排出の強度が上昇していることを明らかにしている。代謝の流れに沿った消費を追跡すると、資源採取においては比較的環境負荷が小さいが、食品廃棄物や排水の適切な処理・リサイクル措置の欠如が環境悪化を引き起こしていることも明らかにしている。

第5章では、参照国として、日本の一人暮らし世帯における直接・間接的な炭素の流れを、50000世帯を対象にした家計消費支出調査データと産業連関表による体現排出量データを用いて分析し、一世帯当たりの世帯員数が減少すると、CO₂排出量が1.5倍に増加する知見を得ている。さらに、家庭での環境配慮行動を改善し、CO₂排出量を削減することで、エネルギー消費と関連する排出量を削減することができる可能性を見出している。

本研究では、スリランカにおける再生不可能なエネルギー源への依存の高まりと、環境に負荷を残すような水の消費、食品消費、そして廃棄段階の処理方法による環境への影響を明らかにしている。日本の家計単位の代謝解析で得られたことなどを将来シナリオに組み込むことで、持続可能な生産と消費への転換に資する知見を得ている。

以上のように、本論文はスリランカと日本を対象に、社会経済的都市代謝モデルの開発と適用において環境マネジメント学上、興味深い知見を得ている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。