



# 土地利用に基づく夜間光の変動要因の推定 Estimating the source of nighttime light based on land use



文山 草 / So Fumiya · 竹内 渉 / Wataru Takeuchi  
東京大学 生産技術研究所 / Institute of Industrial Science, the University of Tokyo



**要旨:** 衛星から得られる夜間光画像はGDPの代理指標として用いられている。しかし、夜間光画像からは夜間光の光源の識別が難しく、経済活動の実態把握の際に問題となっている。そこで、本研究は夜間光の発光源と変動要因の推定を目的に、夜間光画像を土地利用と連成し分析する手法を構築する。初期実験では、時系列の夜間光画像から都市部の発展を示唆する傾向を抽出できた。本研究は夜間光をオルタナティブデータとして活用する上で重要である。

**Abstract:** Nighttime light (NTL) images acquired by satellites are used as a proxy indicator for GDP. However, it is difficult to identify the light emission source from NTL images alone, which poses a problem in understanding the actual state of economic activity. Therefore, this study aims to estimate the sources of NTL emission and the causes of seasonal changes, and constructs a method to analyze NTL images coupled with land-use data. Initial analysis has allowed the extraction of trends suggestive of urban development from the time series NTL images. This research is important for using NTL data as alternative data for understanding economic activity.

## 1. 背景 Background

夜間光画像とは、夜間に地上から放射・反射された光を捉えた画像のことである。(図1) 夜間光の多くは人間活動に由来し、地域の社会経済活動を反映しているとされる。夜間光は既存の経済指標のGDPに比べると、データの取得範囲や量、客観性に優れており、その代理指標として研究されている。既往研究では地域の夜間光の総量とGDPの相関から、経済活動を分析した研究が主流である。しかし、夜間光を伴う現象と、GDPが表す経済活動は完全には一致せず、経済活動の代理指標として夜間光の総量を用いた場合、着目する活動を適切に把握できない場合がある。(図2) そのため、夜間光を経済活動の把握に用いるには、光の発生源を把握する必要がある。

Nighttime light (NTL) images are images that capture light radiated or reflected from the ground at night. (Fig. 1) Much of the NTL originates from human activity and is considered to reflect the socio-economic activity of the area. Compared to the current economic indicator GDP, NTL has been studied as a proxy indicator because of its superior data coverage, quantity and objectivity. Existing studies have predominantly analyzed economic activity based on the correlation between the total amount of NTL in an area and GDP. However, the phenomena associated with NTL and the economic activity represented by GDP do not completely coincide. If the total amount of NTL is used as a proxy indicator of economic activity, the activity of interest may not be properly understood. (Fig. 2) It is necessary to understand the light source to use NTL to understand the economic activity.

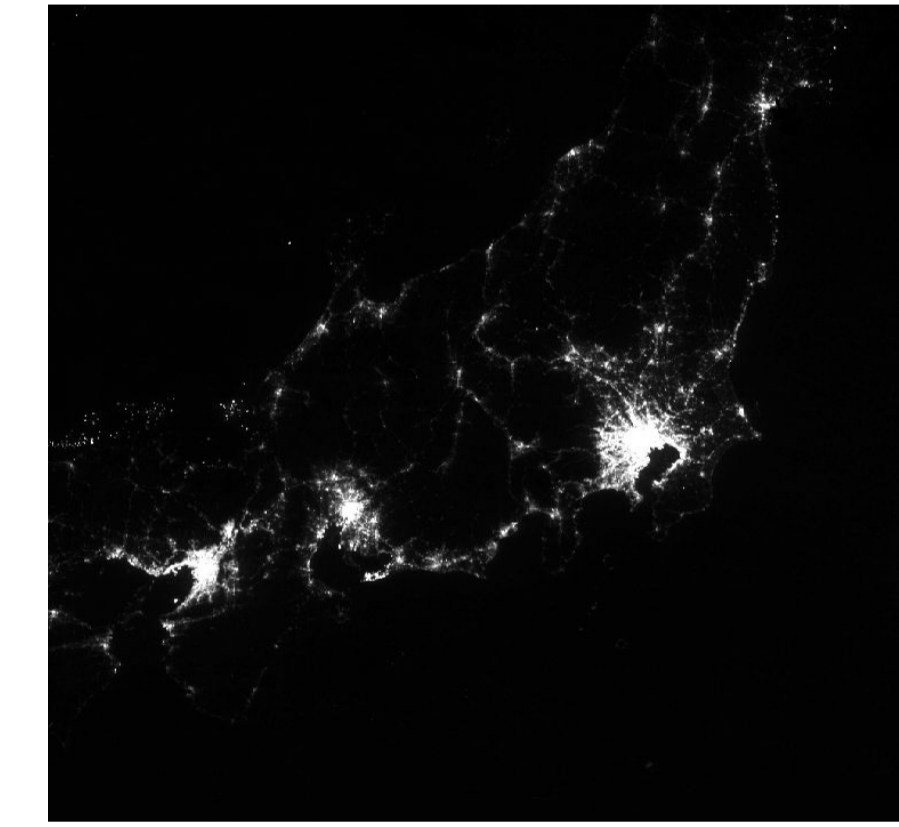


図1 夜間光画像の例

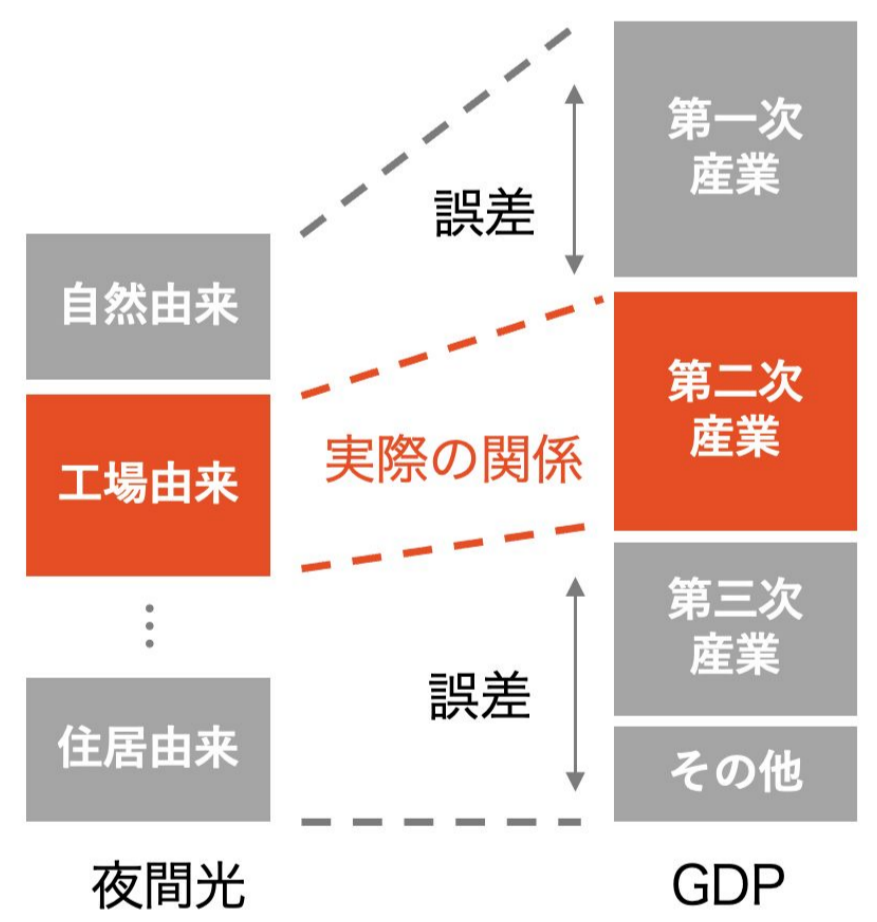


図2 夜間光とGDPの関係

## 2. 手法 Methodology

1. 夜間光画像と、より高解像度の土地被覆データを組み合わせ、土地被覆ごとの夜間光輝度を推測する
2. 時系列分析を用いて、土地被覆ごとの夜間光データをトレンド項と季節項と残差に分解する
3. 分解した項目ごとに、可能性のある要因(建造物の建設、積雪など)と夜間光の変動の関係を分析する

1. Combine NTL images with higher resolution land cover data to infer NTL emission per land cover
2. Decompose the NTL data per land cover into a trend term, a seasonal term and residuals using time series analysis
3. For each decomposed term, analyze the relationship between possible factors (e.g. building construction, snow cover, etc.) and NTL variations

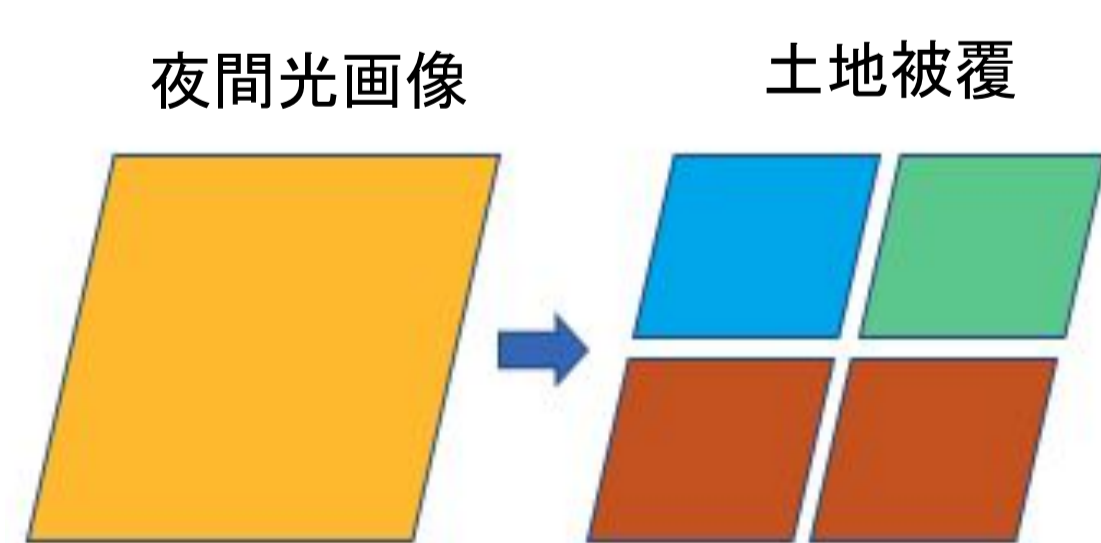


図3 夜間光と土地被覆の関係

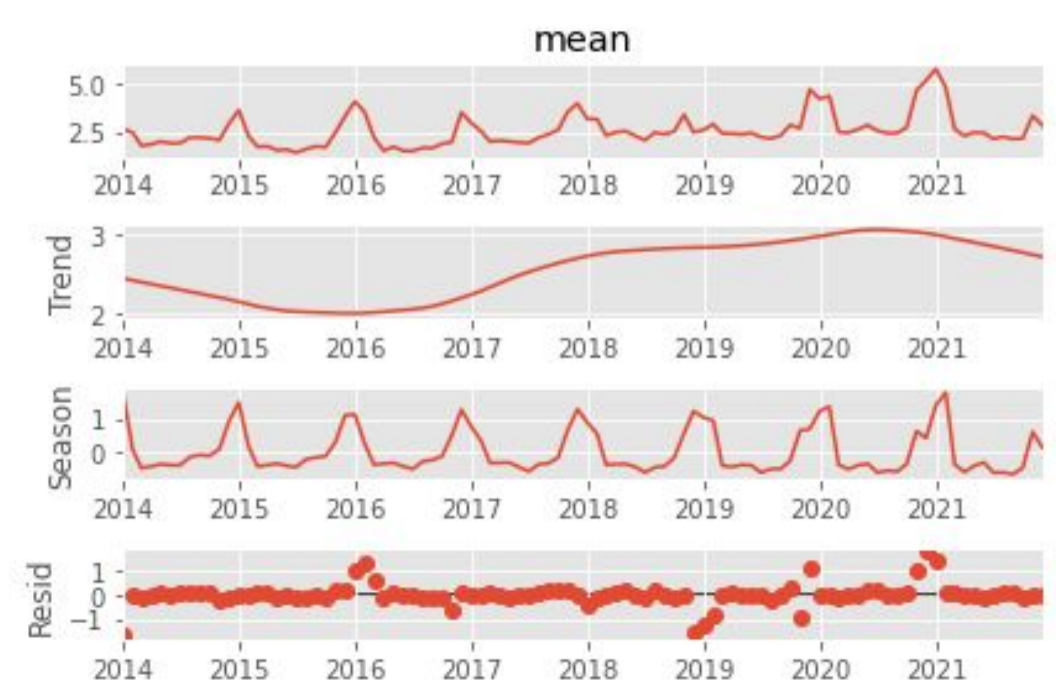


図4 時系列分析の例

## 3. 結果 Results

初期実験として手法1, 2の検証を行った。経済状況の変化を把握可能か検証すべく、対象敷地はアジアの中でも高いGDP成長率を誇るラオスの新興都市サワンナケートを選定した。夜間光データにはVIIRSプロダクト、土地被覆データにはCopernicus Global Land Cover Layersプロダクトを用いた。図6は対象敷地の主な土地被覆の面積比、図7は提案手法を用いて計算した土地被覆ごとの夜間光の輝度の時間変化である。このうち、輝度が大きい都市部の明かりをSTL分解を用いて時系列分析した結果が図8である。

Methods 1 and 2 were verified as initial experiments. Savannakhet was selected as a study site to verify whether changes in economic conditions could be detected. It is an emerging city in Laos with one of Asia's highest GDP growth rates. The VIIRS product was used for NTL data and the Copernicus Global Land Cover Layers product for land cover data.

Fig. 6 shows the area ratios of the mainland covers of the target site, and Fig. 7 shows the temporal variation of NTL luminance for each land cover calculated using the proposed method. The urban lights with the highest luminance are analyzed in time series using STL decomposition, and the results are shown in Fig. 8



図5 対象敷地

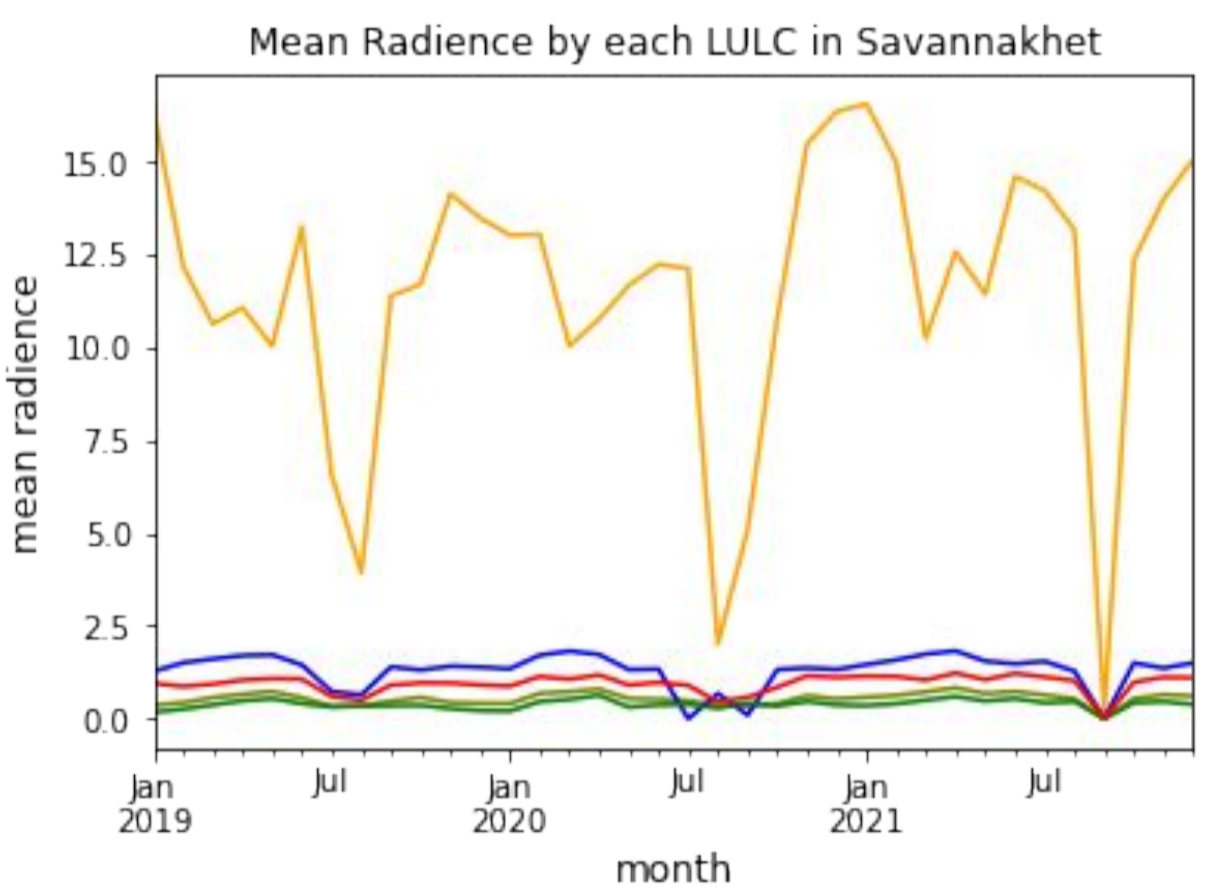
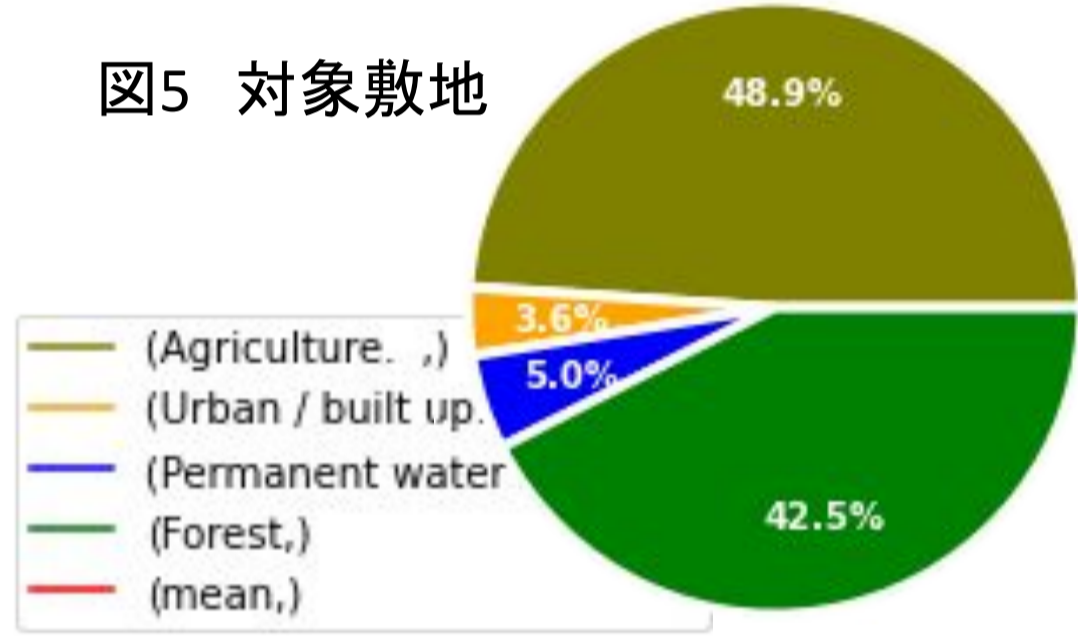


図6, 7 土地被覆の割合(上) 土地被覆ごとの夜間光変化(下)

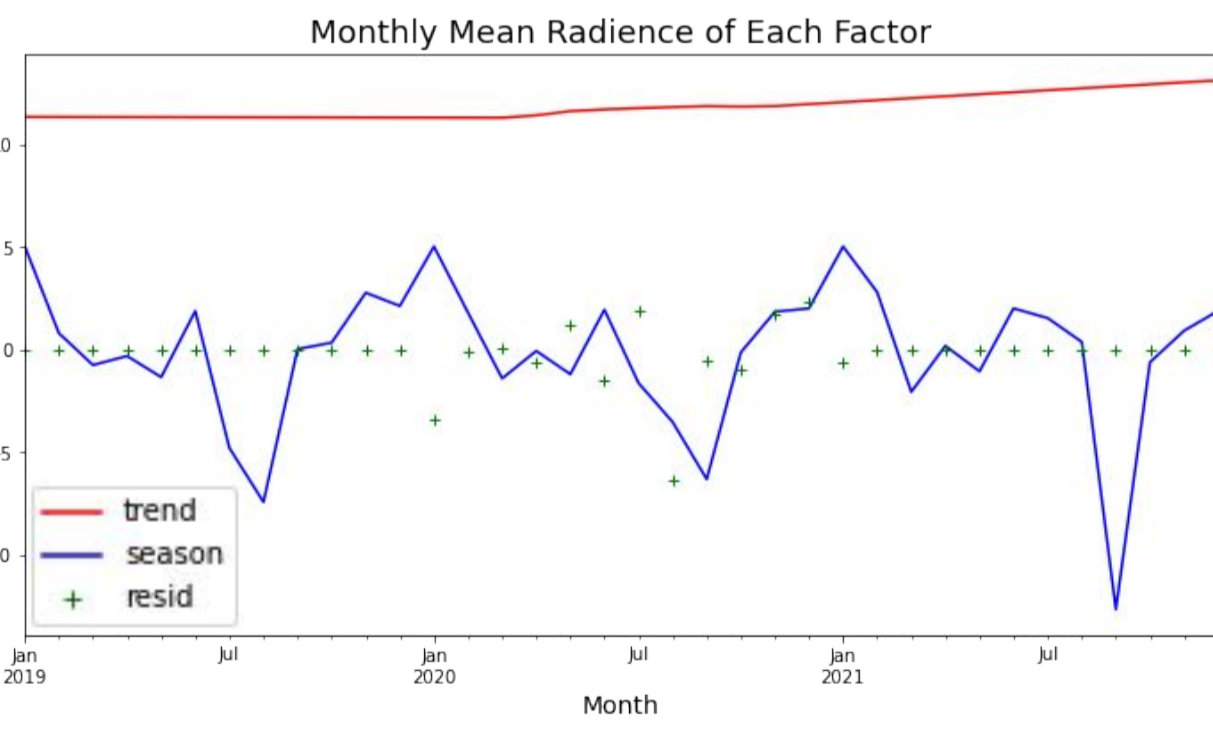


図8 都市部の夜間光の時系列分析

## 4. 結論と今後の予定 Conclusion & Future Work

対象敷地のうち、都市部から多くの夜間光が放出される点。及び、都市部からの夜間光輝度のトレンド成分が増す点は、経済発展を続ける対象敷地の様子と整合的である。今後は建造物の建設のような土地利用変化や気候との関係の分析や、他地域の経済発展や災害等による経済停滞の状況も把握可能か、定量的な検証を行いたい。

The results are consistent with the continued economic development of the study site in the following respects: Much NTL is emitted from the urban area of the study site. And the increasing trend component of NTL intensity from urban areas. For future work, we would like to analyze the relationship between the trend and seasonal components and other factors such as the construction of buildings and the climate and quantitatively verify whether it is possible to understand the development and disaster situations in other regions.