

都市域における夜間光の角度効果の分析

Investigation of angular effects on nighttime lights in urban areas

文山草 / So Fumiyaama · 竹内 渉 / Wataru Takeuchi



要旨: 衛星から観測される夜間光データは、都市活動の代理指標として広く用いられている。夜間光は日毎に異なる角度から観測されるため、観測角度によって夜間光の見かけ上の明るさが変化する「角度効果」と呼ばれる現象が存在する。角度効果は夜間光の主な光源である都市の建物に影響すると考えられている。しかし、この現象の空間分布や時系列変化にはまだ不明瞭な点が多く、夜間光の都市研究への応用の際の障壁となっている。本ポスターでは東京を例に本現象の分析を行い、その基礎的な性質を紹介する。本研究は角度効果から示唆される都市構造や土地利用に関する情報の、都市活動の動的な推定への応用を目指している。

Abstract: Nighttime light (NTL) observed from satellites is widely used as a proxy indicator of urbanization and economic activity. Since NTL is observed from different angles depending on the day, it is known as angular effects that the result of NTL observation over the same area varies within a cycle of the satellite. Prior research suggests that this apparent change is related to the volume and height of urban buildings, the primary sources of NTL. However, the spatial pattern of this relationship and its temporal variation with urban development have many unknown aspects. Thus, there is a gap in estimating urban development and economic activity information from NTL. This poster shows analyses in Tokyo to introduce fundamental characteristics of angular effects. This study aims to apply the information on urban structure and land use implied by the angular effect to dynamic estimates of urban activity.

1. Background

- 人工衛星から観測される夜間光は、都市部の社会経済状況を把握する上で重要な役割を担っている。
- しかし、夜間光観測にはいくつかの不確かな要素があり、その中でも「角度効果」は主なものの一つである。
- 角度効果とは、衛星の観測角度(VZA)の変化により、見かけの夜間光の明るさが変化する現象である。
- 角度効果は夜間光の日次データを用いた都市経済活動の推定に影響する。

- Nighttime Light (NTL) observed from satellites plays a vital role in monitoring the socio-economic situation in urban areas.
- However, NTL has several uncertainties, and "Angular effect" is crucial.
- Angular effect is a phenomenon in which the apparent NTL brightness changes with changes in the satellite's observation angle (VZA).
- Angular effects affect the estimation of urban activities using daily NTL data.



図1 夜間光画像の例
Fig1. Example of NTL Image

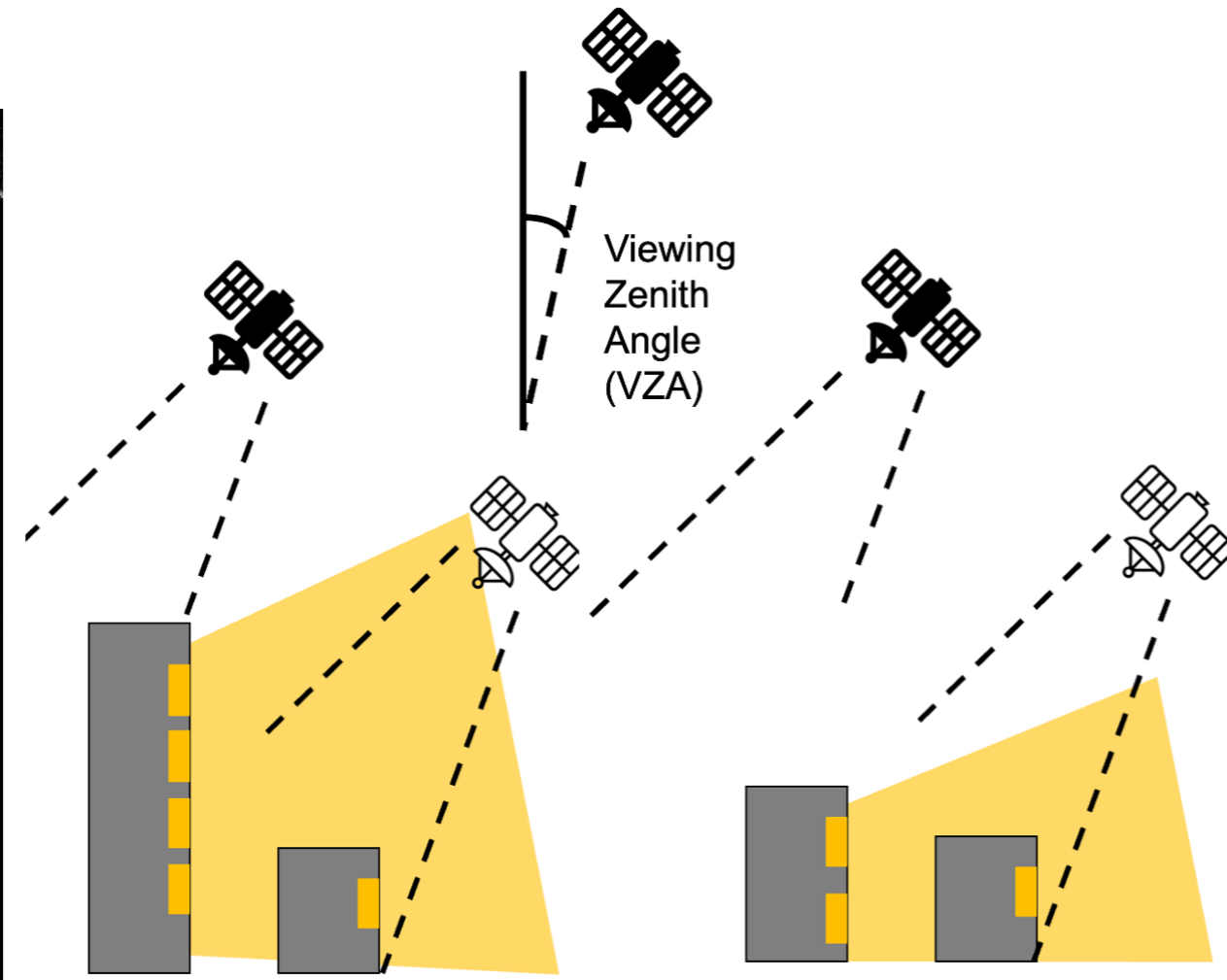


図2 角度効果の概要
Fig2. Overview of Angular Effects

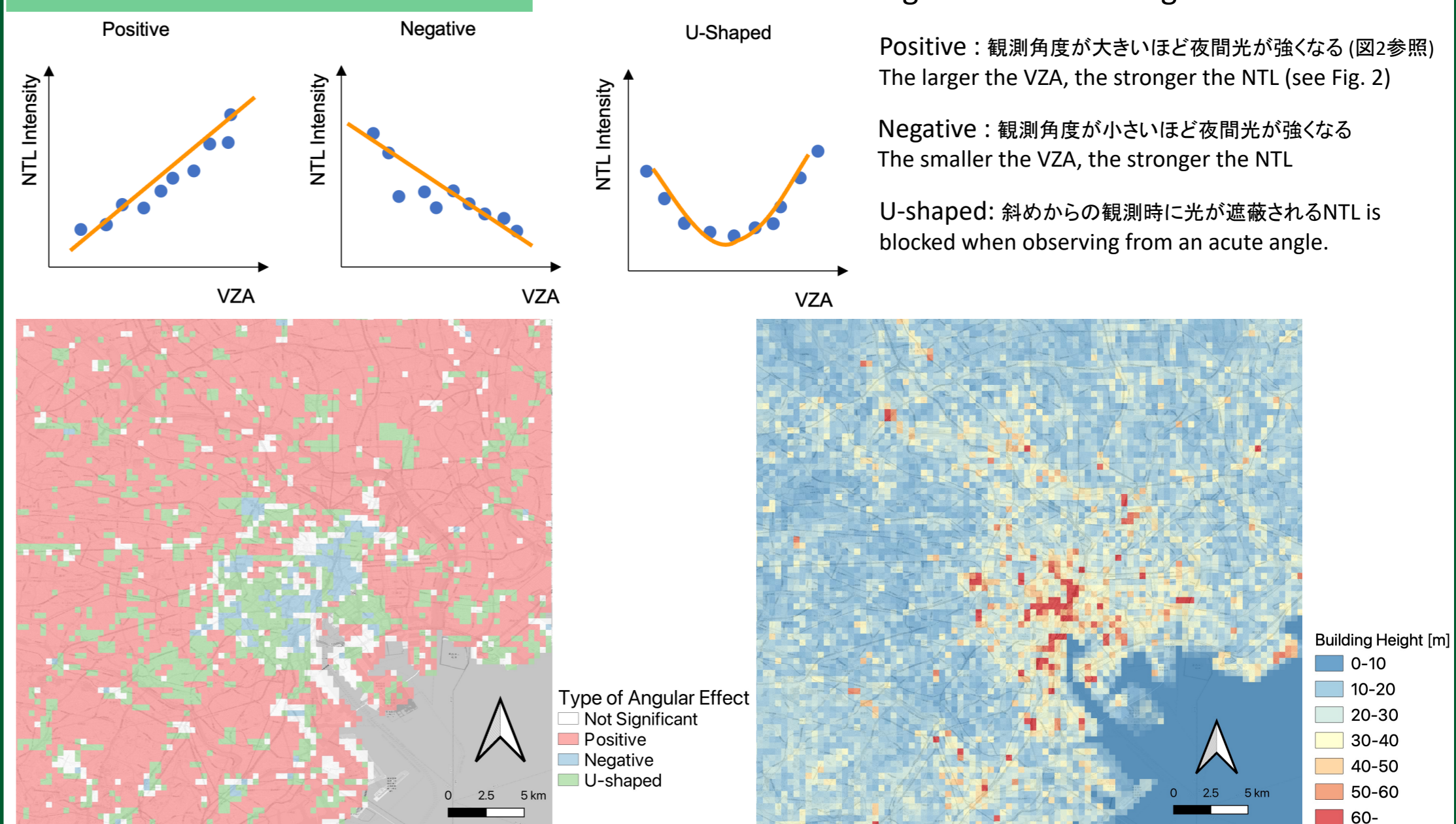
2. Objectives

1. 夜間光の角度効果の基礎的な性質と、その都市構造との関係を分析し、角度効果から都市構造を推定しうるか検証する。
 2. 夜間光の日次変化に、角度効果が与える影響を明らかにする。
1. Analyze the fundamental characteristics of the angular effects of NTL and its relationship with urban structure, and test whether urban structure can be inferred from the angular effects.
 2. To clarify the influence of the angular effects on the daily variation of NTL

3. Methodology

1. ■ ピクセルごとに夜間光の強さとVZAの関係をプロットし、夜間光の角度効果を図3のようにパターン化する。
 - 角度効果のパターンを地図上にプロットし、建物の高さ地図と比較する。
 2. ■ 夜間光の日次変化の自己相関を求め、結果と衛星の周期を比較する。
1. □ Plot the relationship between NTL intensity and VZA for each pixel and pattern the angular effect as shown in Fig 3.
 - Compare the pattern of angular effects on a map and building height map.
 2. □ Derive the autocorrelation of the daily variation of NTL intensity and compare the results with the satellite period.

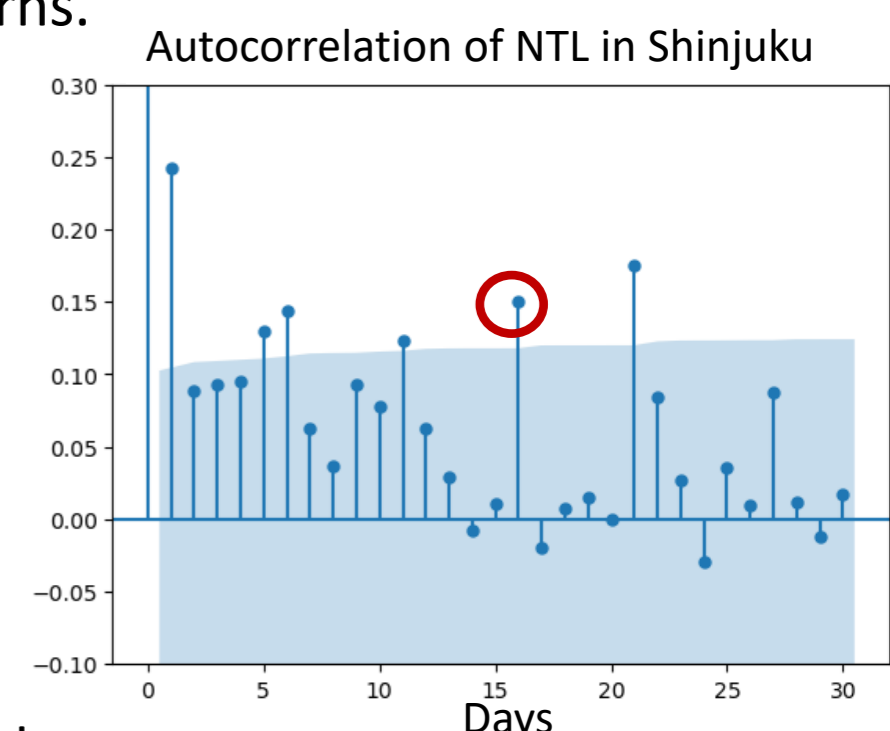
4. Results



- 比較的低層の建物が中心の都心周縁部では、角度効果のパターンはPositiveを示す地域が多い。
- 高層の建物が密集する都心部(新宿など)では、U-Shapedのパターンを中心に、一部はNegativeのパターンが見られる。
- In peri-urban areas with mainly relatively low-rise buildings, the angular effect pattern is Positive in many areas.
- In urban centers with dense high-rise buildings (e.g. Shinjuku), the pattern is mainly U-shape, with some Negative patterns.

- 赤丸が示す16日の周期は、角度効果の原因である衛星軌道変化の周期と一致する。
- 他にも5日や21日に衛星軌道とは異なる周期を持った変動が確認できる。

- The period of 16 days indicated by the red circle matches the orbital period of the satellite responsible for the angular effect.
- Other variations with periods different from the satellite orbit can be seen on 5 and 21 days.



5. Discussion

- 角度効果のパターンはその地域の建物の高さや密度によって異なる。
- 夜間光の日次変化は角度効果だけでなく、他の周期的な因子の影響もある。各因子の影響の大きさの分析結果は、その地域の土地利用や人間活動の特質の推定に活用しうる。
- The pattern of angular effects depends on the height and density of buildings
- The daily variation of NTL is influenced not only by the angular effect but also by other cyclical factors. The results of the analysis of the magnitude of the effect of each factor can be used to estimate the characteristics of land use and human activity in the area.

References

1. Li T, Zhu Z, Wang Z, Román MO, Kalb VL, Zhao Y: Continuous monitoring of nighttime light changes based on daily NASA's Black Marble product suite. Remote Sens Environ: 113269, 2022.
2. Tan X, Zhu X, Chen J, Chen R: Modeling the direction and magnitude of angular effects in nighttime light remote sensing. Remote Sens Environ: 112834, 2022.
3. Levin N, Kyba CC, Zhang Q, de Miguel AS, Román MO, Li X, Portnov BA, Molthan AL, Jechow A, Miller SD: Remote sensing of night lights: A review and an outlook for the future. Remote Sens Environ: 111443, 2020.