

COVID-19 流行に伴う東京 23 区の夜間光の時系列変化の調査

Study on time-series changes in nighttime light in Tokyo's 23 wards due to the COVID-19 Pandemic

○関根望結¹, 羽柴秀樹², 園部雅史²

*Moyu Sekine¹, Hideki Hashiba², Masashi Sonobe²

Abstract : COVID-19 was first confirmed in January 2020, subsequently triggering a global pandemic. In Japan, various measures such as stay-at-home requests and shortened operating hours for restaurants were implemented, leading to significant changes in lifestyle. In this study, changes in radiance in Tokyo's 23 wards were investigated before and after COVID-19. It was found that there were differences in characteristics within the 23 wards, and a few relationships with actual land use were also considered.

1. はじめに

新型コロナウイルス(以降コロナ)は 2020 年 1 月に存在が確認され,その後パンデミックを引き起こした。コロナは東京でも猛威を振るい,東京都や国は緊急事態宣言や蔓延防止措置をはじめとする様々な感染対策を行った¹⁾。国民は外出自粛を求められ,これによりリモートワークなどのインターネットを活用した新たな生活様式が確立された。また飲食店などの多くの施設においては感染者数の程度に応じて営業自粛や時短営業,酒類の提供中止などが求められた。結果として夜間の繁華街滞留人口は減少²⁾し,社会経済に大きな影響を及ぼした。夜間光はインフラの整備状況や GDP など様々な社会・経済指標と相関関係にあることが明らかになっている³⁾。従来,夜間光衛星画像は NOAA により運用されている米国気象軍事衛星の DMSP により入手されていた。分解能 2.7 km であり,詳細な範囲での分析を行うことができなかった。しかし Suomi-NPP では分解能は 500m で,より詳細な範囲での分析が可能となり夜間光衛星画像の利用の可能性が向上した。また,Suomi-NPP は日単位での画像を準リアルタイムで公開しているため,日単位での時系列変化を即座に分析することができる。そこで本稿では夜間光衛星画像と土地利用メッシュを利用して東京 23 区の夜間光の時系列変化を分析し,コロナによる人の滞留の変化とその傾向を調査・分析した。

2. 対象地域と使用データ

対象地域は感染者数が多く,最も影響が大きかったと考えられる東京 23 区とした。Suomi-NPP VIIRS DNB で観測された放射輝度から,人工灯のみを抽出した日単位でのプロダクトである VNP46A2⁴⁾の内,QF(画像品質を示す値)が 23 区全域において最高値になっているデータを使用した。またコロナ前を国内で初の感染者が確認された 2020 年 1 月 15 日より前,コロナ後を 5 類移行した日である 2023 年

5 月 8 日以降と定義した(Table.1)。また,夜間光の変化と土地利用の関係を分析するために,国土数値情報の土地利用細分メッシュを利用した。

Table.1 Date and Status of Infection Control Measures

日付	コロナ情勢	日付	コロナ情勢
2019/5/4	コロナ前	2021/7/21	緊急事態宣言
2020/2/18	コロナ初期	2021/10/10	時短要請あり
2020/4/30	緊急事態宣言	2022/1/8	時短要請あり
2020/11/21	時短要請あり	2022/3/9	蔓延防止措置
2021/2/21	緊急事態宣言	2022/10/28	時短要請なし
2021/4/5	時短要請あり	2023/5/16	コロナ後
2021/4/11	蔓延防止措置	2023/7/22	コロナ後
2021/6/9	緊急事態宣言	2023/8/28	コロナ後

3. 調査・解析方法

緊急事態宣言や蔓延防止措置,時短要請の有無や時間など感染対策の状況を基に選択した 17 データを用いて 23 区全体の放射輝度の平均値と標準偏差を算出した。基準データを決めて変化率を算出し,変化率の時系列変化を調査した。続いて時系列変化の中で特徴のあった 2 つのデータの基準データとの差分を抽出して比較した。差分抽出の結果と土地利用を比較し,傾向を調査した。

4. 23 区における放射輝度の変化の特徴

まず使用する 17 データの放射輝度の平均値と標準偏差を算出し 2019 年 5 月 4 日を基準データとした変化率のグラフにした(Figure1)。23 区全体において平均値の変化率は-0.1~0.1 の範囲で推移しており,コロナによる影響は少ないと考えられる。しかし標準偏差を見るとコロナ開始後非常に小さくなっていることが分かる。平均値が変わらずに標準偏差が大きく変化することはデータのばらつきが大きく変化することを意味するため,23 区内において

1: 日大理工 院 (前)・土木 2: 日大理工・教員・土木

放射輝度の変化の傾向が異なる場所が混在すると考察した。

次に23区内の変化の傾向が異なる場所の特徴をつかむために基準とした2019年5月4日と比べ標準偏差の変化が最も大きかった2021年2月21日、および変化が最も小さかった2022年3月9日放射輝度の差分を抽出した(Figure2)。画像の表示について、各画像で64階級のヒストグラムを作成し、度数が全体の0.5%以上になる階級のみを対象とし、0を中央になるように上限と下限の設定を行った。2021年2月では大きく放射輝度が落ち込んだ場所があるのに対し、全体ではオレンジ色で示された箇所が多く、全体的に上昇していることが分かる。23区中央部では放射輝度の落ち込みが大きく、外側での上昇が見られた。中心部に集中していた放射輝度が外側へ分散したことから、コロナ対策により、中心部に集中していた人の滞留が中心部から外側に移動したのではないかと考えられる。また2022年3月では全体的に黄色い箇所が多く変化が少なくなっている。中央部で放射輝度が大きく変化しているが、増加と減少が混在している。コロナを通して人々が夜間に滞在する地域が変化したことが考察される。

5. 放射輝度の変化と土地利用との比較

土地利用と夜間光の関連性を調査するため、Figure3に示す土地利用マップと夜間光画像の放射輝度を比較した。Figure2で放射輝度が大きく減少した中央部ではほとんどが高層建物であった。増加部分ではその大半を低層建物・低層建物密集地が占めている。高層建物には商業建物や4階建て以上のマンションなどが含まれ、低層建物には3階建て以下の居住用建物が含まれる。商業施設を含む高層建物の地域で放射輝度が大きく落ち込み、住宅において放射輝度が増加した。このことから、コロナ対策による夜間外出制限の影響で人々の家の滞在時間が増え、繁華街等で過ごすことが減ったのではないかと考察できる。

6. おわりに

本研究では東京23区におけるコロナ流行による人々の生活の変化をSuomi-NPPによる夜間光衛星画像から得られる放射輝度の推移から考察した。調査の結果、コロナ情勢に関連する規制や制限の影響が、23区の土地利用の状況を加味して把握することが可能であることがわかった。また、人の流動性についても夜間光衛星画像から効果的に考察された。しかし未だにコロナ前の状態には戻っておらず、5類移行後の現在も感染は収まっていない。人々の生活がコロナを機に変化したのか感染リスクを考えた行動であるのか判断することができないため今後も継続し

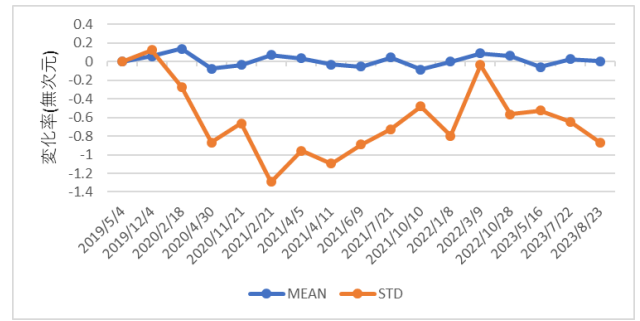
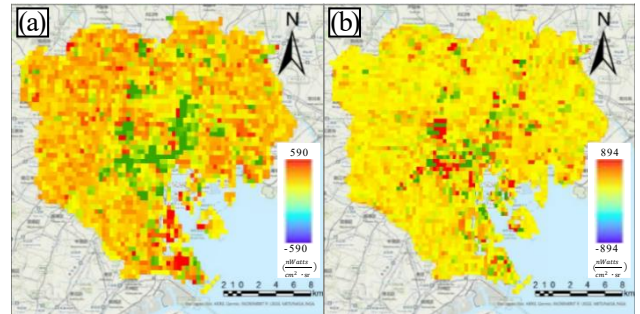


Figure.1 Time series changes in mean and standard deviation of radiance relative to reference data



(a) February 21, 2021 (b) March 9, 2022

Figure.2 Distribution characteristics of radiance due to difference from reference date data

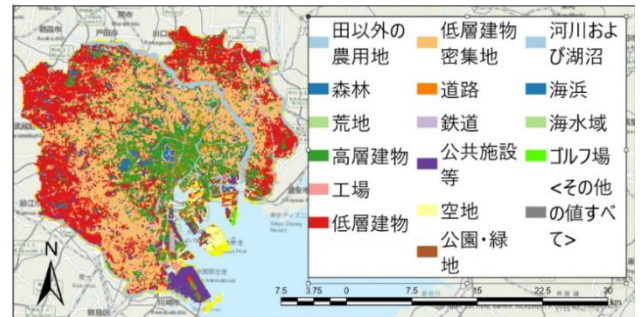


Figure.3 Land Use Map of Target Area

て時系列変化を追う必要がある。また、23区、東京以外の地域傾向も調査を進める予定である。

7. 参考文献

- [1] 東京都：新型コロナウイルス感染症対策の基本方針、(閲覧日：2023年9月27日) <https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/1009757/index.html>
- [2] 厚生労働省：各地の主要繁華街における滞留人口の状況について、(閲覧日：2023年9月27日) https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/newpage_00065.html
- [3] 倉田正充：低所得国における夜間光と社会・経済指標の相関関係、上智大学経済学会、上智経済論集 62(1・2), 19-26, 2017-03-01, 2017.
- [4] NASA：Earthdata、(閲覧日：2023年9月27日) <https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/products/VNP46A2/>