

COVID-19 パンデミックに伴う人間行動変容が我が国の都市気候に及ぼした変化

19T7-049 吉原 大雅
指導教官：亀卦川 幸浩

1. 研究の背景

新型コロナウイルス (COVID-19) による感染症の世界的流行は、外出自粛やテレワークの普及などの人間行動の変容を生じさせた。それに伴う昼間人口の分布と事業所等の稼働状況、更には自動車等の交通量の変動は、都市域での人工排熱や大気汚染物質の排出量を変化させ、都市の気候や大気質に影響を及ぼしており、その解明に向けて多くの研究が実施されている。

2. 先行研究¹⁾

日本の主要都市を対象に、都市域と郊外域での地上気温差を表すキャノピーヒートアイランド強度 (Canopy Urban Heat Island Intensity; 以降 I_c) に対する緊急事態宣言の影響が解析された。2020年4月18日～5月14日の緊急事態宣言期間の I_c (以降 I_{c_2020}) と2017年～2019年の比較基準年の同月日間の I_c (以降 I_{c_ref}) の差である $\Delta I_c (=I_{c_2020}-I_{c_ref})$ が算出された。また、COVID-19 流行に伴う外出自粛等の行動変容の影響を無視できる対照期間として2020年と2017年～2019年の3月7日～4月2日が選択され、前者期間の I_c (I_{c_2020}) と後者期間の I_c (I_{c_ref}) の差として $\Delta I_c (=I_{c_2020}-I_{c_ref})$ が解析された。気温データとして、AMeDAS 地点、大気汚染常時監視測定局 (以降;常監局) の測定値が用いられた。以上の解析を通じ、緊急事態宣言期間の人間行動変容による都市気温への影響を示唆する指標として、 $\Delta I_c-\Delta I_c$ が定量化された。その結果、常監局8地点で $\Delta I_c-\Delta I_c$ は有意な負値を示す一方、AMeDAS 地点でその傾向は確認されなかった。東京都心常監局 (神田司町局) では、 $\Delta I_c-\Delta I_c$ が -0.67°C と最大の気温低減が確認された。

3. 研究目的

先行研究¹⁾で検出された緊急事態宣言期間の東京首都圏での都市気温低下を示唆する $\Delta I_c-\Delta I_c$ が人間行動変容に依る事を解明すべく、自動車交通量や高時間分

解能人口データと $\Delta I_c-\Delta I_c$ の統計的関係性を解析した。その結果から人間の行動変容が都市気候にもたらす影響度について基礎的知見を得ることを目的とした。

4. 解析方法

① $\Delta I_c-\Delta I_c$ の解析

先行研究¹⁾の $\Delta I_c-\Delta I_c$ を以下2項に分け解析した。

$$\begin{aligned}\Delta I_c-\Delta I_c &= (I'c_{2020}-I'c_{ref}) - (Ic_{2020}-Ic_{ref}) \\ &= (I'c_{2020}-Ic_{2020}) - (I'c_{ref}-Ic_{ref})\end{aligned}$$

A 項

B 項

A 項は、2020年の緊急事態宣言期間の I_c の同年対照期間に対する相対的変化の特別平均 (外出自粛による交通量減少等で都市気温が低下していれば正值) を表す。B 項は、年次を変えた比較基準年における同様の2期間の I_c の変化 (コロナ禍の人為的影響以外の要因による I_c の自然変動) を表現する。本研究では、比較基準年を先行研究¹⁾の2017年～2019年から2010年～2019年へ延長し、10年間平均の特別気候値としてB項を算出した。加えて、コロナ禍の都市気温への影響を表現するシグナル (S) としての $\Delta I'c-\Delta I_c$ を、 I_c の自然変動による不確実性を表現するB項の10年間の標準偏差をノイズ (N) と位置づけ対比させ、次式により S/N 比を算出した。

$$S/N \text{ 比} = \frac{\Delta I'c-\Delta I_c}{\text{B 項の 10 年間標準偏差}}$$

以上の S/N 比が 1.0 以上となる場合に、 $\Delta I'c-\Delta I_c$ は有意であると解釈し以降の解析を進めた。

② 都市域と郊外域の解析対象地点の選定

I_c の解析には、図1に示す都市域110地点と郊外5地点の首都圏における地上気温計測地点の気温データを用いた。都市域については、2010年から2020年の気温データが存在する常監局 (一般局) の内、その周辺にて後述する人口増減率・交通量変化率・都市化率のデータも存在する地点を選定した。一方、郊外は各

都県の AMeDAS 観測所の中で、都市化率が最も低い地点を選定した。

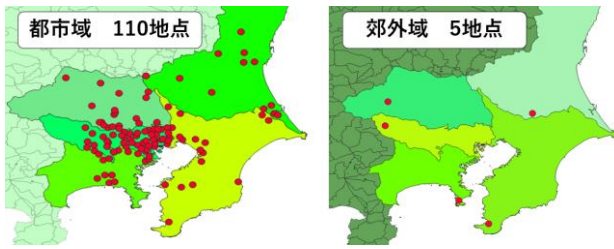


図 1. 解析地点図

(左図：都市地点 右図：郊外地点)

③ $\Delta I_c - \Delta I'c$ の解釈に用いた社会ビッグデータ

都市域の各選定地点を中心とする半径 1km・3km・7km の円領域にて以下のデータを整備した。

- ・都市化率：円領域に占める市街地の面積割合
- ・交通量と人口の変化率：2020 年緊急事態宣言期間中の自動車交通量と人口の前年同期に対する増減率
- 交通量元データ：JARTIC 断面交通量（5 分毎）
- 人口元データ：NTT モバイル空間統計（500m メッシュ別・1 時間毎の高分解能人口データ）

5. 解析結果

$\Delta I_c - \Delta I'c$ と交通量変化率の相関を解析した結果、ほぼ無相関であった（図 2）。

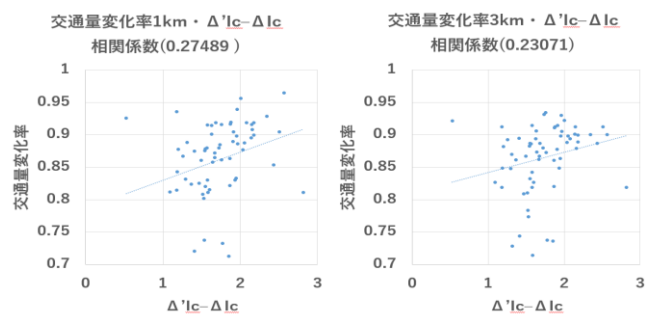


図 2. 交通量変化率と $\Delta I_c - \Delta I'c$ の相関

(SN 比 1 以上 左図：半径 1km 右図：半径 3km)



図 3. SN 比 1 以上の地点分布

S/N 比 1 以上の地点（図 3）を全地点（図 1 左図）と比較すると、それらは東京都や東京湾沿岸部の工場

地帯といった密集市街地に集中する傾向が確認された。一方、人口増減率でみた場合、減少域は東京や横浜の都心に限定され、ほとんどの地点では人口増であった（図 4 左図）。その為、緊急事態宣言期間における人口の増加地点と減少地点で分け、 $\Delta I_c - \Delta I'c$ との相関を解析した（図 4 右図）。人口増加地点では、無相関である一方、人口減少地点では、強い負の相関が確認された。

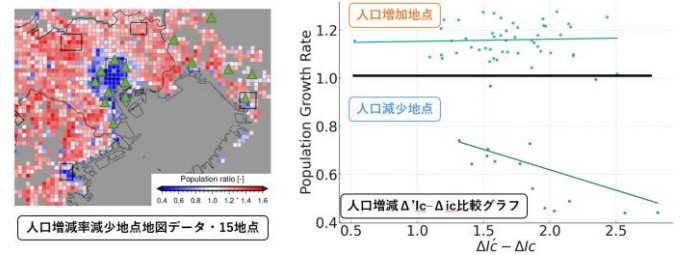


図 4. 人口変化率と $\Delta I_c - \Delta I'c$ の相関

6. まとめと今後の課題

解析を行った都市部常監局の殆どの地点で $\Delta I'c - \Delta I_c$ は正值となり、緊急事態宣言期間の I_c 減少が確認された。これは、排熱減少等による市街地での広域の気温低下を示唆している。資源エネルギー庁²⁾は、緊急事態宣言期間の首都圏電量消費の変化を解析しており、住宅域での増加、業務・商業・工業地区での減少、首都圏全体での 10% 程度の減少を報告している。本研究で検出された広域の I_c 減少はこの結果と整合的である。加えて、図 4 右図で人口減と $\Delta I'c - \Delta I_c$ との間に明確な負の相関が認められた地点は、資源エネルギー庁により最大 20% を超える電力消費減少が確認されている東京都心や湾岸工業地域と一致しており、合理的である。人口増と電力消費増が認められた多くの住宅域地点で検出された I_c 減少は、風上都心部での排熱減少等の広域効果を示唆するものと考えられた。本研究で入手不能であった緊急事態宣言期間の電力消費データ等を用い、上述の結果を検証する事が今後の課題である。

7. 参考文献

- 1) 斎藤勇大 2022 年度明星大学卒業研究論文
- 2) https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johote/ikyocovid_19.html (アクセス日：2024/1/16)