

気象衛星ひまわり 8 号による都市の熱環境

日本大学	正 会 員	内田 裕貴
日本大学大学院	学生会員	鈴木真之介
江戸川区役所	正 会 員	奥山 健志
日本大学	正 会 員	杉村 俊郎

1. はじめに

新世代静止気象衛星「ひまわり 8 号」が 2014 年 10 月 7 日に打ちあげられた。確認試験は問題なく終了し、2015 年 7 月 7 日より正式運用が開始された。新たな気象衛星は観測波長帯数が 5 バンドから 16 バンドに、赤外の空間分解能が 4 km から 2 km に、全球の観測時間が 30 分から 10 分にそれぞれ機能が向上している。また日本域等特定の領域は 2 分半毎に観測が行われている。この様に「ひまわり 8 号」は気象衛星としての役割を負っている一方で、観測機能の向上したことにより得られる画像情報を多くの分野で利用可能と期待されている。

近年、都市化と人口増加によるエネルギー消費量の増大はヒートアイランド現象を引き起こし、熱中症などの健康被害、生態系への影響、電力消費量の増大などが懸念されている。このヒートアイランド現象の実態を把握し続けていくことは重要で、地球観測衛星の熱赤外データを利用してその広がりや都心部と郊外の温度差などの実態の観測に利用されている。これまで、Landsat や MODIS といった極軌道衛星が利用されてきたが観測機会が少なく、日変化を捉えることが出来なかった。本研究では「ひまわり 8 号」に搭載された可視赤外放射計 AHI (Advanced Himawari Imager) の熱赤外バンドにより観測されたデータを使用し、日本の主要都市の熱環境について、日変化に着目して調査を行い、ヒートアイランド現象の各都市の現状を比較した。

2. 対象地域と使用データ

表 1 使用データの観測日時

「ひまわり 8 号」により観測されたデータのうち、特に地表面温度の上昇が顕著に表れると予想される夏季データを調査した。調査対象として 5 都市（札幌市、仙台市、東京都、名古屋市、福岡市）を選定し、24 時間晴天の続いた観測日のデータを NICT クラウド衛星データアーカイブより入手した。各観測日時を表 1 に示す。

都市	観測日	開始時間
札幌市	2016.8.6	09:00
仙台市	2016.8.6	09:00
東京都	2016.8.31	04:00
名古屋市	2016.8.31	04:00
福岡市	2016.8.10	01:00

「ひまわり 8 号」は熱赤外域に観測波長帯 6（バンド 11～16）を有し、地表面温度を観測している。また、気象庁より観測値から大気表層の放射輝度への変換式が以下の様に示されている。各係数は表 2 のとおりである。

$$I = \text{gain} \times \text{DN} \times \text{offset} \quad (1)$$

$$T_e(\lambda, I) = \frac{hc}{k\lambda} \cdot \frac{1}{\ln\left(\frac{2hc^2}{\lambda^5 I} + 1\right)} \quad (2)$$

$$T_b = c_0 + c_1 T_e + c_2 T_e^2$$

DN：観測値

offset, gain：気象庁から提供される係数

T_e ：有効温度 λ ：中心波長

h, c, k ：定数 c_0, c_1, c_2 ：提供される係数

表 2 輝度温度推定のための係数

	B11	B12	B13	B14	B15	B16
μ	8.5926	9.6372	10.4073	11.2395	12.3806	13.2807
DN→I (gain) ($\times 10^{-3}$)	-4.0007	-3.9260	-3.7525	-3.5027	-3.1174	-5.7635
DN→I (offset) ($\times 10^{+1}$)	1.6203	1.5900	1.5198	1.4186	1.2625	1.1527
c_0 ($\times 10^{-1}$)	-1.5917	-1.1305	-1.1613	-2.4267	-3.5125	-0.9101
c_1 ($\times 10^{00}$)	1.0011	1.0009	1.0010	1.0023	1.0036	1.0010
c_2 ($\times 10^{-6}$)	-1.6925	-1.5132	-1.7696	-4.4007	-7.7588	-2.3232

キーワード：ひまわり 8 号、熱赤外データ、ヒートアイランド

連絡先：〒 275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2495

3. 地表面温度の傾向面分析

AHI センサはバンド 11 ～ 16 が熱赤外域の観測波長帯である。本研究では LandsatTM の熱バンドと同波長帯であるバンド 14 を使用した。都市の熱環境を説明するため、その特徴をヒートアイランドとして捉えることとした。衛星画像に表れる地表面温度の空間的な分布特徴をある特徴的な分布形状で表すことができれば、その形状を評価することで各都市の温度環境の評価や、都市間のヒートアイランド現象の違いをみいだすことができるものと考えられる。本研究では、その空間的な特徴を傾向面分析を用いて表現することとした。傾向面分析は事象を(3)式の様な多項式により近似し規則的な数値と不規則な数値に分離する手法で、規則的な数値部分がヒートアイランドを説明する指標と考えることが出来る。

$$Z = \sum_{i=0, j=0}^m a_{i,j} X^i Y^j + b \quad (3)$$

各都市を中心として 100km 四方の領域を(1)、(2)式により輝度温度に変換し、空間的な温度分布を分析すると図 1、2 の様な傾向面が求められる。

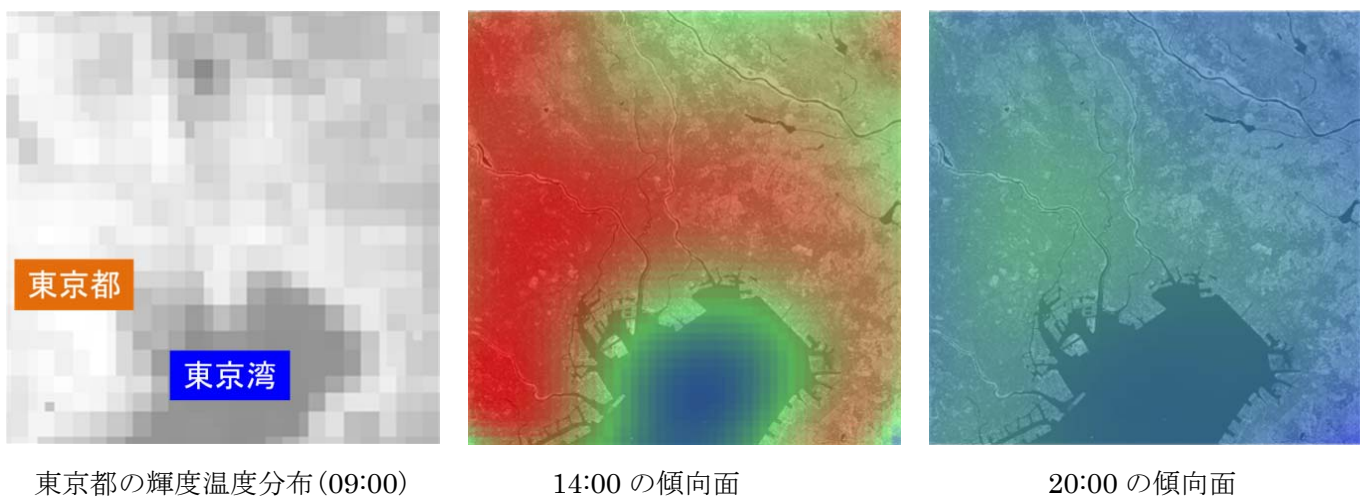


図 1 ひまわり 8 号 AHI の 14 バンドによる東京都の輝度温度分布の傾向面分析結果

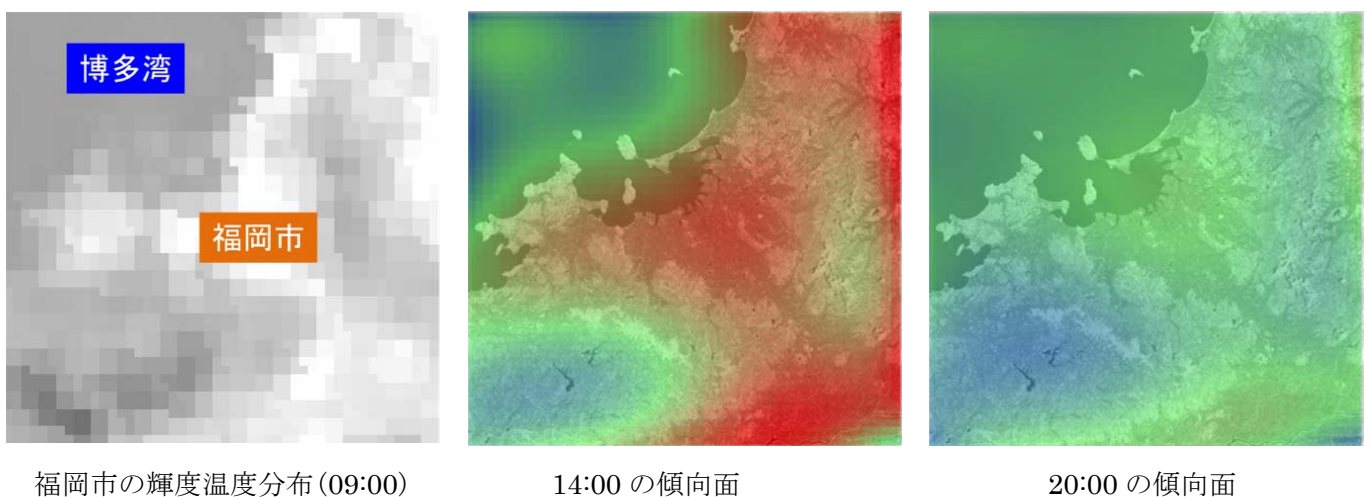


図 2 ひまわり 8 号 AHI の 14 バンドによる福岡市の輝度温度分布の傾向面分析結果

4. まとめ

地表面温度分布情報に対し傾向面分析を行うことによって、離散的な空間分布を多項式により近似し、ヒートアイランドを視覚化することができた。また、海面温度に変化が少ないことや 14 時に地表面温度が日最高になることなど、一般的に知られている事象をとらえることができた。新たなヒートアイランド現象を評価するための指標として活用できると考えられる。