

ASTER データを参照したひまわり 8 号による地表面推定温度の検証

日本大学大学院	学生会員	○奥山 健志
(株) パスコ	正 会 員	村井 涉
日本大学	正 会 員	内田 裕貴
日本大学	正 会 員	杉村 俊郎

1. はじめに

次世代静止気象衛星「ひまわり 8 号」が 2014 年 10 月 7 日に打ち上げられた。従来と比べ、観測波長帯数、空間分解能、観測時間において機能が向上している。特に日本域等特定の領域を 2 分半毎に観測する機能により、従来の衛星では実用的な情報として入手が困難であった衛星による短時間間隔連続観測が実現した。

本研究は、「ひまわり 8 号」が観測した地球表面温度情報から輝度温度を推定し、その結果をほぼ同時刻に観測した Terra ASTER による校正温度情報により検証したものである。その結果、両者の間には相関が認められるが、「ひまわり 8 号」による温度情報は低めに推定されていた。なお、推定値の補正は一次式で対応可能であった。

2. 対象地域と使用データ

「ひまわり 8 号」により 2015 年 12 月 4 日 10 時に観測された画像から関東周辺領域を抽出し、緯度経度座標に位置合わせした。「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係数が提供されている。一方 1999 年に打ち上げられた Terra/ASTER は熱赤外領域に観測波長帯 5 (バンド 10 ~ 14) を有し、校正した温度情

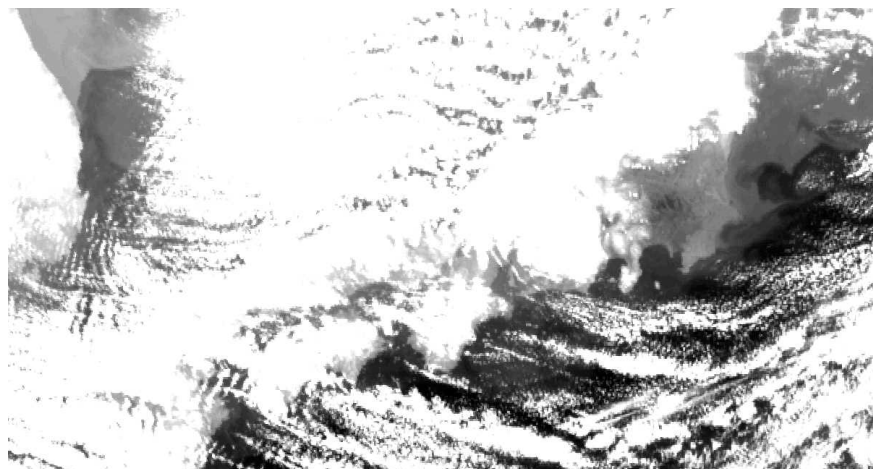


Fig.1 「ひまわり 8 号」 Band 14 画像 (2015.12.4 観測)



Fig.2 Terra/ASTER 画像 (RGB=B321)

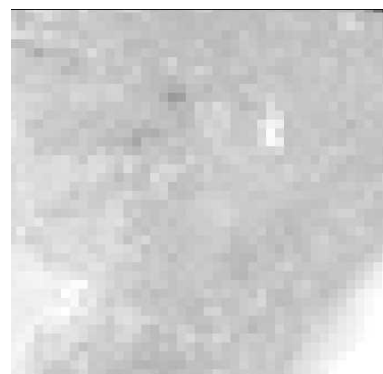
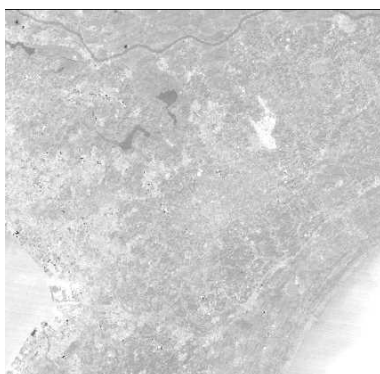
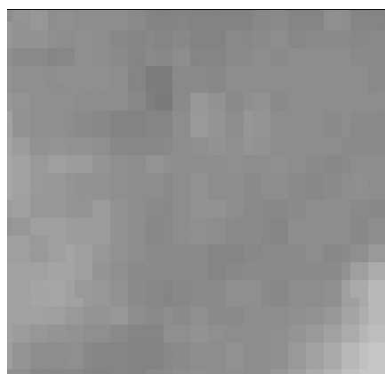


Fig.3 テストサイト (「ひまわり 8 号」推定温度画像、Terra/ASTER 温度画像 (90m および 1km))

キーワード：次世代静止気象衛星、地球表面温度、Terra/ASTER

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

報の提供（処理レベル L2B03）が行われている。Fig.1,2 に観測画像を、Fig.3 に幾何補正したテストサイトの「ひまわり 8 号」推定地表面温度画像、および Terra/ASTER（温度画像と 1km 平均化画像）を示す。

3. 地表面温度推定と検証

「ひまわり 8 号」熱赤外データは以下の手順で放射輝度(I)、輝度温度(T_e)に変換できる。気象庁より提供される各係数を Table 1 に示す。

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

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

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

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

Table 1 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

検証のため、土地被覆状況の異なる 5 地区（a.市街地、b.森林、c.裸地、d.水域、e.海域）を選定し、各地区 5 km × 5 km 程の代表地区にて、観測値の平均値を求め地表面温度を推定した。Table 2 に各検証地区の推定温度および ASTER 画像の平均温度を示す。相関係数はどのバンドも高かったが推定値は低めの傾向にあった。特に Band 12、16 は他のバンドに比べ、傾きも小さく切片も -77°、-44° であった。（観測波長帯域に O_2 、 CO_2 による吸収帯を含むためと思われる）

Table 2 検証地区の観測値および回帰分析結果

	Band11	Band12	Band13	Band14	Band15	Band16	ASTER
a.市街地	6.01	-69.40	13.31	12.00	6.37	-40.55	17.00
b.森林	4.27	-69.85	11.56	10.36	5.10	-41.10	14.75
c.裸地	5.19	-70.13	12.40	11.22	5.72	-40.98	16.04
d.水域	6.58	-69.26	13.43	12.18	6.47	-40.45	18.50
e.海域	9.13	-66.92	16.51	14.96	8.21	-39.71	21.88
相関係数	0.996	0.939	0.983	0.985	0.987	0.986	
傾き	0.668	0.437	0.672	0.622	0.419	0.197	
切片	-5.54	-76.82	1.59	1.18	-1.02	-44.03	

4. 結果と展望

AHI による観測温度は低めに推定される傾向にあった。これは大気の影響が ASTER よりも大きいと思われる。しかし両者の間には高い相関関係が認められ、一次回帰式により正確な温度推定が可能と思われる。今後は他の地域や観測日の異なるデータを使った検証を行うと共に、複数バンドを使った簡単な大気補正（スプリットウィンドウ法）について調査する予定である。

謝辞： 本論文のデータ処理の一部は情報通信研究機構の NICT サイエンスクラウドを用いて行われました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- ・佐々木、操野：静止地球環境観測衛星ひまわり 8 号及び 9 号について、日本リモートセンシング学会誌、Vol.31, pp.255-257, 2011
- ・野中、松永、沢辺、森山、外岡：地上ターゲットを用いた Terra ASTER と Landsat-7 ETM+の熱赤外バンドの輝度校正、日本リモートセンシング学会誌、Vol.22, No.1, pp.62-77, 2002