

CEReS 共同利用研究発表会
2019/02/14

CHIBA UNIVERSITY
CEReS
Center for Environmental Remote Sensing
Chiba University

ひまわり8号による広域植生モニタリングの実現性評価

Evaluation of feasibility of continental-scale vegetation monitoring using Himawari-8

Kodai Hayashi¹
K. Ichi², H. Yoshioka³, K. Murakami⁴,
R. Ide⁴, K. Nasahara⁵, T. Akitsu⁵, T. Miura⁶

1. Chiba Univ. 2. CEReS
3. Aichi Prefectural Univ.
4. Tsukuba Univ. 5. NIES 6. Univ. Hawaii

ひまわり8号への期待

Himawari-8(AHI) vs Himawari-7(Imager), MODIS(Terra, Aqua) (Bessho, et al., 2016)

	Himawari-8(AHI)	Himawari-7(Imager)	Terra, Aqua (MODIS)
観測波長帯	16bands 可視(RGB), 近赤外, 赤外	5bands 可視(白黒画像), 赤外	36bands 可視(RGB), 近赤外, 赤外
空間分解能 (衛星直下点)	0.5 - 2km	1km, 4km	0.25km, 0.5km, 1km
観測頻度 (同一地点)	10min (Full-disk)	30min (Full-disk)	1day

極軌道衛星 Polar-orbiting satellite
静止軌道衛星 Geostationary Satellite

空間分解能の向上
可視・近赤外バンドの増加
高頻度観測

気象観測の高度化のみならず、
新たな衛星プロダクトの開発

ひまわり8号地表面データの新規性と目的

広域植生モニタリングに応用できれば...

雲除去コンポジット日数の短縮化
[Fensholt, et al., 2006; 高橋輝樹ほか, 2014]

高い時間分解能での
植物フェノロジー, 光合成量などの把握

☑ ひまわり8号地表面反射率データの構築・評価
☑ 静止軌道衛星特有の幾何条件がもたらすデータの性質を把握し, 有用性を評価

解析データと方法

☑ ひまわり8号(AHI)データを用いた地表面データセット(地表面反射率, NDVI)の構築
大気放射伝達コード6SVによる大気補正[Vermeir, et al., 2006]
MODIS大気プロダクト(MOD/MYD08 daily); Water vapor, Ozone, AOT550

☑ 比較検証データ
MODIS(極軌道衛星Terra, Aqua)データ
大気上端反射率 (MOD/MYD021KM)
地表面反射率 (MOD/MYD09GA)

半球分光放射計(地上観測)データ
Phenological Eyes Network (PEN)
[土田聡ほか, 2005]

→ 季節変化, 日変化の観点から比較

対象サイト

PEN and AsiaFlux
AsiaFlux

南鳩(NBB: 落葉広葉樹林)
高山(TGY: 落葉広葉樹林) 長瀬(MSE: 水田)
富士北麓(FNK: 落葉針葉樹林)
山崎(MS: 落葉広葉樹林)

① 上下方向の放射照度から半球性反射率を算出
② AHI, MODISの可視(RGB)・近赤外バンドに相当する反射率に換算

PENの半球分光放射計(MS700)データ

Wide-band reflectance
Spectral Response Function
Reflectance fitted to bands of Satellite sensor(AHI, MODIS)

衛星搭載センサの観測幾何条件

☑ AHI: 固定の観測幾何条件
日本域に対しては,
Sensor Zenith (40°付近)
Sensor Azimuth (180°付近)
→ 後方散乱(0° ≤ RAZ < 90°)のみ観測

☑ MODIS: 毎回異なる観測幾何条件
Sensor Zenith (多くのパターン)
Sensor Azimuth (90°, 270°付近)
→ 後方散乱, 前方散乱を均等に観測

例) 高山サイト
(AM11:30, PM13:30; Obs time for MODIS)

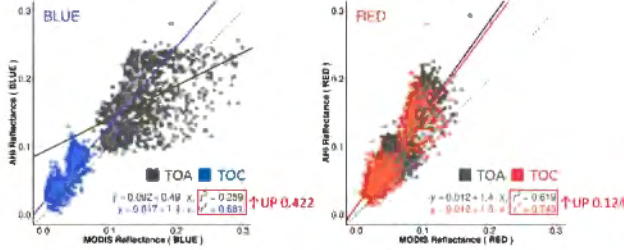
Legend
▲ AHI
● MODIS
● Solar

Zenith angle (degree)
Azimuth angle (degree)

大気補正の妥当性(全データ)

7

- TOA-Blue: 決定係数が非常に低い。
MODIS: 多くのパターンの観測天頂角
AHI: 固定の観測天頂角 (時期, 時間帯により太陽幾何条件は多少変化)
 - 大気補正により, 決定係数が全バンドで向上。(短波長バンドほど著しい)
- 各センサの観測幾何条件の違い(光路長の違い)に起因する大気の影響のギャップが軽減

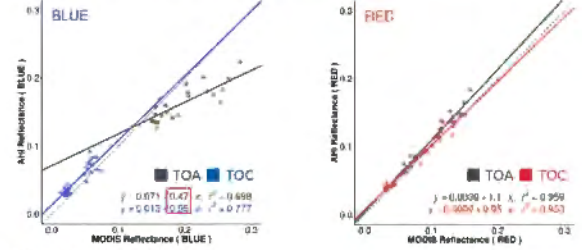


- 全5サイトの雲なしピクセル(AHIとMODIS両方)
- AHIとMODISの観測時間が最も近いデータ

大気補正の妥当性(類似条件データ)

8

- Blue (レイリー散乱の影響が大きい);
大気補正により, AHIとMODISの関係が1:1に近づいた。
 - Red (レイリー散乱の影響が小さい);
大気補正前後で変化は小さく, どちらもよく一致。
- AHIとMODISのTOC反射率の一貫性を確認。

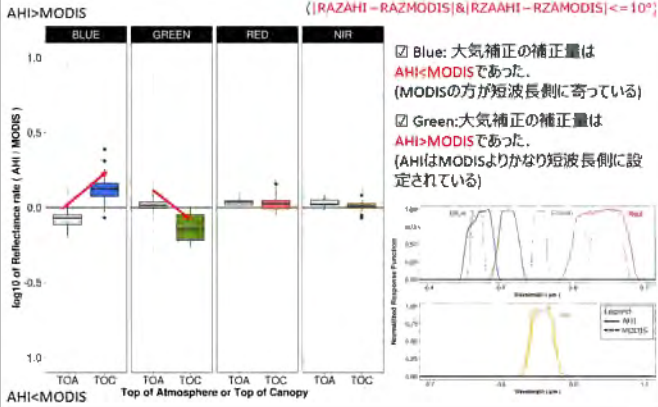


- 全5サイトの雲なしピクセル(AHIとMODIS両方)
- AHIとMODISの観測時間が最も近いデータ
- AHIとMODISの太陽-センサ間相対幾何条件が類似しているデータ ($|RAZAHI - RAZAMODIS| \leq |RZAHI - RZAMODIS| \leq 10^\circ$)

大気補正の妥当性(類似条件データ)

9

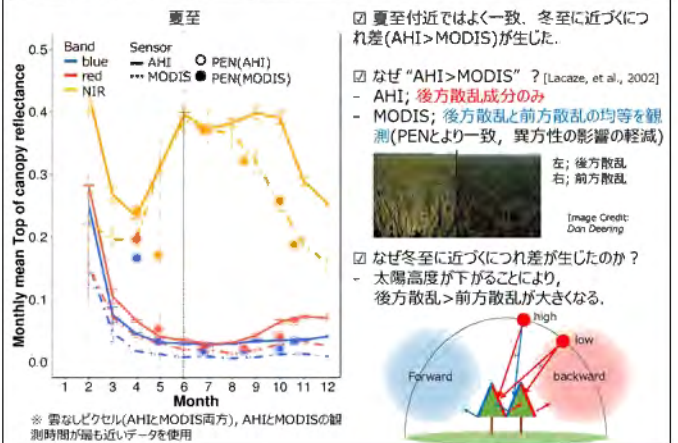
- 全5サイトの雲なしピクセル(AHIとMODIS両方)
- AHIとMODISの太陽-センサ間相対幾何条件が類似しているデータ ($|RAZAHI - RAZAMODIS| \leq |RZAHI - RZAMODIS| \leq 10^\circ$)



- Blue: 大気補正の補正量は AHI < MODIS であった。(MODISの方が短波長側に寄っている)
- Green: 大気補正の補正量は AHI > MODIS であった。(AHIはMODISよりかなり短波長側に設定されている)

地表面反射率の季節変化(高山サイト)

10

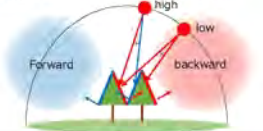


- 夏至付近ではよく一致。冬至に近づくにつれ差(AHI > MODIS)が生じた。

- なぜ“AHI > MODIS”? (Lacaze, et al., 2002)
- AHI; 後方散乱成分のみ
- MODIS; 後方散乱と前方散乱の均等を観測(PENとより一致, 異方性の影響の軽減)

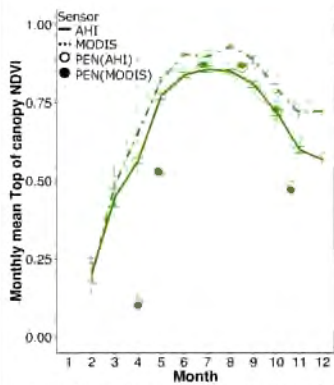


- なぜ冬至に近づくにつれ差が生じたのか?
- 太陽高度が下がることにより, 後方散乱 > 前方散乱が大きくなる。



NDVIの季節変化(高山サイト)

11



- AHIとMODISのNDVI月平均値の変化は類似した。

- NDVIは異方性効果の影響を軽減 (小野剛子ほか, 2002)

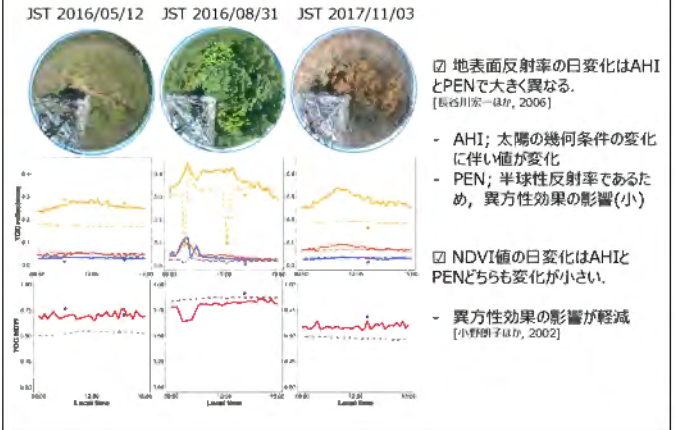
- 衛星データ(AHI, MODIS)とPENのNDVI値は成長期以外で差が生じた。(e.g. 展葉, 紅葉, 落葉期付近)

- 対象スケールの違いが原因

※ 雲なしピクセル(AHIとMODIS両方), AHIとMODISの観測時間が最も近いデータを使用

地表面反射率・NDVIの日変化(高山サイト)

12



- 地表面反射率の日変化はAHIとPENで大きく異なる。(長谷川宗一ほか, 2006)

- AHI; 太陽の幾何条件の変化に伴い値が変化
- PEN; 半球性反射率であるため, 異方性効果の影響(小)

- NDVI値の日変化はAHIとPENどちらも変化が小さい。

- 異方性効果の影響が軽減 (小野剛子ほか, 2002)

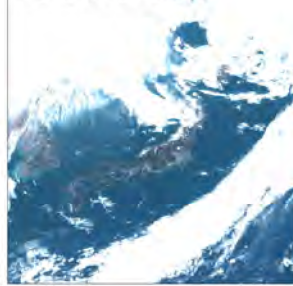
ひまわり8号データから地表面反射率データを構築、大気補正の妥当性を確認

MODISやPENの地表面反射率、NDVIなど日変化・季節変化の観点から比較

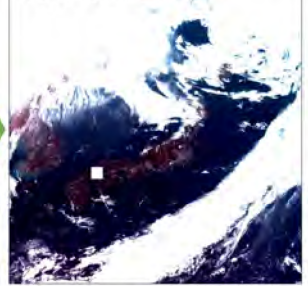
- 地表面反射率データは、極軌道衛星データよりも太陽の幾何条件の影響を強く受ける。そのため、時間帯や時期、対象地とセンサの位置関係によって、得られる地表面反射率の性質が大きく変化。
- 広域植生モニタリングに用いる場合、BRDF(双方向性反射率分布関数)による補正や複数バンドでの正規化処理が望まれるということが示唆された。
- NDVIは、異方性効果の影響を効率的に軽減させることができ、さらに、日中はほぼ一定の値となる。
- MODISと同程度で大まかな植生フェロロジーを捉えられることが分かった。
- 高い時間分解能での把握が可能であることも分かった。

現状；LUT method (Look up table) による効率的な面的推定

大気補正前(大気上端反射率)



大気補正後(地表面反射率)



RGBカラーコンポジット画像(R; red, G; green, B; blue)

<今後の展望>

ひまわり8号の時間分解能の高さにより陸域モニタリングがどの程度進展するかを示す。

ご清聴ありがとうございました。

Bessho, K., et al., 2016. An Introduction to Himawari-8/9 – Japans New-Generation Geostationary Meteorological Satellites, Journal of the Meteorological Society of Japan, 94(2), pp. 151-183.

斎藤琢ほか, 2014. 陸域生態系の炭素収支の現状診断と将来予測: リモートセンシングの利用, 日本生態学会誌, 64, pp. 243-252.

Fensholt, R., et al., 2006. Analysing NDVI for the African continent using the geostationary meteosat second generation SEVRI sensor, Remote Sensing of Environment, 101, pp. 212-229.

Vermote, E., et al., 2006. Second simulation of the satellite signal in solar spectrum - Vector (6SV), 6S User Guide Version 3.

土田聡ほか, 2005. Phenological Eyes Network – 衛星による地球環境観測のための地上観測ネットワーク, 日本リモートセンシング学会誌, 25(3), pp. 282-288.

Lacaze, R., et al., 2002. Retrieval of vegetation clumping index using hot spot signatures measured by POLDER instrument, Remote Sensing of Environment, 79(1), pp. 84-95.

小野朗子ほか, 2002. Land/TM スペクトル値の正規化による地形効果と大気効果の抑制, 日本リモートセンシング学会誌 7], 22(3), pp. 318-327.

長谷川宏一ほか, 2006. 植生指標を用いた葉面積指数の把握に二方向性反射特性が及ぼす影響 – カナダ北西部における山火事後の遷移段階にある植生を対象に –, 日本リモートセンシング学会誌, 26(3), pp. 186-201.