

# 空撮ハイパースペクトル画像と分光観測結果の比較検討

## Comparative Review of Airborne Hyperspectral Data with Spectroscopic Observation

○原香実<sup>1</sup>・リュウ ウェン<sup>2</sup>・山崎文雄<sup>3</sup>  
Konomi Hara, Wen Liu, Fumio Yamazaki

**Abstract :** Using airborne hyperspectral (HS) data acquired over Houston, Texas, USA, provided by the 2013 IEEE data fusion contest, the spectral reflectance characteristics of surface materials were investigated. A multispectral (MS) image acquired by WorldView-2 satellite was also introduced and it was compared with the HS image. A field measurement using a handheld spectroradiometer (EKO MS-720) was also carried out by the present authors. The irradiances of surface materials obtained by the measurement were also compared with the digital numbers of the 144 HS bands. Finally the data transformed by PCA was conducted for the HS and MS data and their results were discussed.

**Keywords :** hyperspectral data, CASI-1500, WorldView-2, spectroradiometer, PCA.

### 1. 研究の背景と目的

数百というスペクトルバンドをもつハイパースペクトル (HS) センサの登場で、土地被覆に関してより多くより詳細なデータの取得が可能となった。農業地や森林と比べ、都市域における土地被覆の分類に関する研究はその複雑さによりいまだ限られている。本研究では、2013年に催された IEEE Data Fusion Contest のデータセット<sup>1)</sup>を利用し、対象地域における航空機搭載 HS データ、分光放射計で観測した現地調査のデータ、WorldView-2 (WV2) 衛星で観測したマルチスペクトル (MS) データを比較し HS データの都市域における有用性について検討した。

### 2. 対象地域と使用データ

使用した HS データは、NCALM (National Center for Airborne Laser Mapping) が 2012 年 6 月 23 日 17:37:10~17:37:90 に米国テキサス州ヒューストン大学のキャンパスとその周辺都市地域 (図-1) を撮影したもので、可視光から近赤外の波長帯 (380~1050nm) を計測できる HS カメラ CASI-1500 を航空機に搭載しデータを取得している。この波長帯で 144 ものスペクトルバンドをもち、解像度は 2.5m で、平均飛行高度は 5,500 フィート (1,676m) である<sup>2,3)</sup>。

また、比較対象として用いた WV2 の MS 画像は、2010 年 10 月 16 日 17:27:02 に撮影され、425~950nm の波長帯にスペクトルバンドを 8 つもち、解像度は 2.0m である。なお、HS 画像には一部雲の影が写っているため、本研究ではその部分を除いてスペクトル等の比較・検討を行った。

### 3. 分光放射計を用いた現地調査との比較

対象地の各土地被覆の正確なスペクトル特性を確認するため、2013 年 8 月 6,7 日に現地調査を行った。計測には EIKO MS-720 を用いた<sup>4)</sup>。一時曇天であったが概ね晴天だった。図-1 はテキサス・サザン大学キャンパスとその周辺における現地調査のルート、本研究の対象に選んだ土地被覆である芝生 (植生)、人工芝、コンクリート、土、リンクストーン、アスファルトの 6 地点である。

図-2 は HS データと分光放射計より得られた輝度値の比較である。HS データのデジタル値 (DN 値) と比較するため、白板と各土地被覆の放射輝度値の比はとらずに検討を進めたので、太陽高度や雲、大気の影響を受けるものとなっている。

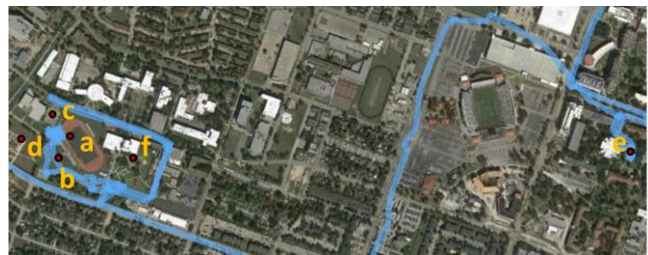


Fig.1 The field survey route (blue line) plotted on Google Earth with the locations of 6 spectroradiometer observation points

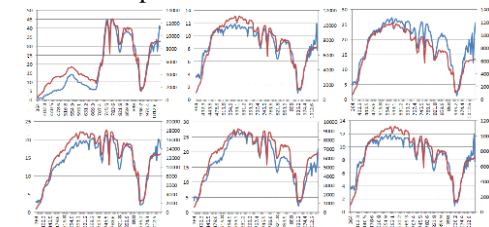


Fig.2 The irradiance comparison of HS data (red line) with spectroradiometer (blue line)

<sup>1</sup>学生会員 千葉大学大学院 工学研究科 建築・都市科学専攻  
(所在地 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33)  
(連絡先 Tel:043-290-3528 E-mail x0t0236@student.chiba-u.jp)  
<sup>2,3</sup>正会員 千葉大学大学院 工学研究科 建築・都市科学専攻

#### 4. WorldView-2 より取得した MS データとの比較

次に、144 バンドの HS データを 8 バンドの MS データと比較するため、HS データを各バンド内で平均化させ疑似的な 8 バンドデータとした<sup>5)</sup>。両データはともに反射率で比較しており、キャリブレーションの難しい HS データは画像中の最高輝度値で各スペクトルを除して簡易反射率を求め、MS データについては解析ソフト ENVI で求めた。図-3 はその比較結果を表したもので、HS データを平均化させたデータの方が、実際の地表面近くでのスペクトルにより近いと見なせる結果となった。

また、これらのデータのように複雑で関連のあるバンドデータに対し主成分分析 (PCA) を行い、関連しないバンドの生成やノイズの除去、データの次元の削減をした。本研究では正方向の PC 回転を行い、線形変換を使用してデータの分散を最大化させた。なお、PCA を行った対象物は IEEE Data Fusion Contest のデータセットに含まれている計 15 種類の土地被覆である。図-4 は HS 画像と MS 画像の PCA 結果を比較したものである。

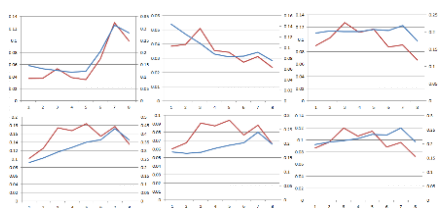


Fig.3 The reflectance comparison of HS data (red line) with MS data (blue line)

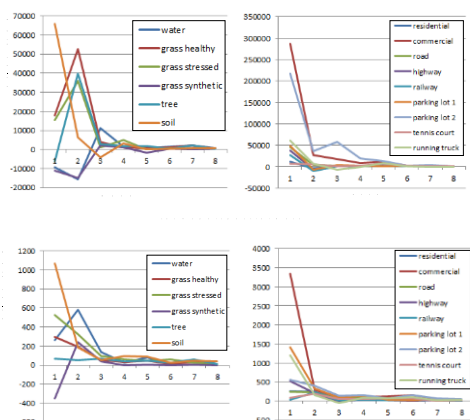


Fig.4 The comparison of PCA between HS data (top) and MS data (bottom)

#### 5.まとめと今後の展望

航空機搭載 HS センサ CASI-1500 より得られたデータを用いて土地被覆のスペクトル反射特性を調査し、比較対象として WorldView-2 衛星より得られた MS データ、現地調査で分光放射計より得られた地表面付近でのデータを使用した。分光計の測定結果との比較では、空撮ではあるが地表面付近での計測とほぼ同様の結果が得られ、地表面付近での計測が困難な際の代替手段として有用であることがわかった。また、衛星搭載の MS センサのデータとの比較では、より多くのバンドから情報を得られることから自然の土地被覆のみならず人工的土地被覆についても HS センサの方が実際の地表面付近でのデータにより近く正確なデータを得られることがわかった。

さらに、HS 画像と MS 画像の PCA 結果を比較すると、各対象物で概形は類似するものの HS データの方が生成バンド間のデータ量の差異が大きく、より厳密に生成されたバンド間の区別ができていると考えられる。

今後の課題として、使用した 3 つのデータのプラットフォームが全く異なることから、計測をはじめ解析や比較結果が大気の影響を受けやすかったため、大気の窓の透過率の考慮や輝度値と反射率間のより厳密で正確なキャリブレーションを行う方法の検討が必要であると考えられる。

#### 謝辞

本研究に用いたハイパースペクトルデータは、2013 IEEE Geoscience and Remote Sensing Society Data Fusion Contest より提供して頂きました。ここに感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 2013 IEEE GRSS Data Fusion Contest, 2013, Fusion of Hyperspectral and LiDAR Data, <http://www.grss-ieee.org/community/technical-committees/data-fusion/data-fusion-contest/>
- 2) ITRES Research Limited, 2011, CASI-1500 Hyperspectral Imager, <http://www.itres.com/products/imagers/casi1500/>
- 3) ITRES Research Limited, 2006, Operations and Mission Planning for ITRES' CASI 1500h system, [ftp://snr-0563.unl.edu/Incoming/For\\_Rick/CASITraining/CASI\\_1500h\\_System\\_Op\\_Training.ppt](ftp://snr-0563.unl.edu/Incoming/For_Rick/CASITraining/CASI_1500h_System_Op_Training.ppt)
- 4) EKO Instruments Co., 2013, MS-720 Spectroradiometer, <http://eko-eu.com/products/solar-radiation-and-photonic-sensors/spectroradiometers/ms-720-spectroradiometer>
- 5) DigitalGlobe, Inc., 2010, Radiometric Use of WorldView-2 Imagery: Technical Note, [http://www.digitalglobe.com/sites/default/files/Radiometric\\_Use\\_of\\_WorldView-2\\_Imagery%20\(1\).pdf](http://www.digitalglobe.com/sites/default/files/Radiometric_Use_of_WorldView-2_Imagery%20(1).pdf)