

多段階衛星リモートセンシングによる環境情報の生成に関する研究

広島工業大学 正会員 菅 雄三
 (財)広島地球環境情報センター 正会員 小川 博道
 広島工業大学大学院 学生員 桑島 宣司
 広島工業大学大学院 学生員 斎藤 徳是
 ライト工業株 正会員 鈴木 和夫

1. はじめに

広島工業大学では、EROS 衛星、LANDSAT-7 衛星に加えて、TERRA/MODIS 衛星データの直接受信処理を開始した。本研究では、空間分解能、スペクトル分解能、時間分解能の異なるこれら複数の衛星リモートセンシングデータによる多段階的な衛星画像データセットの構築を行い、広域・地域規模から局所規模にわたる陸域及び海域環境情報の生成を実験的に試み、その利用可能性について検討を行った。

2. 使用データ

本研究で使用した衛星画像データセットを Table.1(a), (b), (c)に示す。TERRA/MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) データは、観測幅 2,330km でバンド 1 と 2 が 250m、バンド 3 から 7 が 500m、バンド 8 から 3 6 が 1,000m の空間分解能で、幅の狭い波長域を多波長帯にわたり画像データとして生成される。LANDSAT-7/ETM+データは、観測幅 183km で、8 バンドから構成される。EROS-A1 衛星画像は、観測幅 12.5km で空間分解能 1.8m のパンクロマチックバンドとして生成される。いずれも直接受信処理によるリアルタイムでの画像生成が可能である。

3. 多段階衛星画像データセット

Fig.1 は、多段階衛星画像データセットの概念図である。LANDSAT-7 衛星 と TERRA 衛星は、同じ軌道を約 30 分の違いで観測を行う。EROS-A1 は、低高度からのポインティング観測により高分解能で画像生成を行う特長を有する。各衛星の空間・スペクトル・時間特性を生かした陸域（施設構造物、土地被覆、植生、雪、表面温度分布等）、海域（船舶、流氷、海色、プランクトン、海面温度等）ならびに大気（エアロゾル、水蒸気、雲分布等）情報の抽出が可能である。

4. 応用例

多段階衛星画像データセットの応用例として、サハリン、北海道及びオホーツク海を中心とした積雪、流氷、植生の抽出について検討を行った。MODIS データによる snow-cover products は、式(1)に示すようにバンド 4 とバンド 6 による比演算から正規化差雪指標 (NDSI: Normalized Difference Snow Index)として算出される(Hall, Riggs, & Salomonson, 1995)。また、式(2)に示すようにバンド 1 とバンド 2 から正規化差植生指標 (NDVI: Normalized Difference Vegetation Index)が算出される。

$$NDSI = (\text{band 4} - \text{band 6}) / (\text{band 4} + \text{band 6}) \quad \dots (1)$$

$$NDVI = (\text{band 2} - \text{band 1}) / (\text{band 2} + \text{band 1}) \quad \dots (2)$$

Fig.2 は、2003 年 3 月 22 日に観測された TERRA/MODIS の受信画像である。Fig.3 は、同日の 28 分前に観測された LANDSAT-7/

キーワード：多段階衛星画像データセット、正規化差雪指標、正規化差植生指標

連絡先：〒731-5193 広島県広島市佐伯区三宅二丁目 1 番 1 号 広島工業大学 菅 雄三 研究室 TEL&FAX：082-922-5204

Table.1 (a) TERRA/MODIS Data Specification(NASA.MODIS.Web)

Primary Use	Band	bandwidth (μm)	Spatial Resolution (m)
Land/Cloud/Aerosols Boundaries	1	0.620 - 0.670	250
	2	0.841 - 0.876	250
Land/Cloud/Aerosols Properties	3	0.459 - 0.479	500
	4	0.545 - 0.565	500
	5	1.230 - 1.250	500
	6	1.628 - 1.652	500
	7	2.105 - 2.155	500
Ocean Color/Phytoplankton/Biogeochemistry	8	0.405 - 0.420	1000
	9	0.438 - 0.448	1000
	10	0.483 - 0.493	1000
	11	0.526 - 0.536	1000
	12	0.546 - 0.556	1000
	13	0.662 - 0.672	1000
	14	0.673 - 0.683	1000
	15	0.743 - 0.753	1000
Atmospheric Water Vapor	16	0.862 - 0.877	1000
	17	0.890 - 0.920	1000
	18	0.931 - 0.941	1000
Surface/Cloud Temperature	19	0.915 - 0.965	1000
	20	3.660 - 3.840	1000
	21	3.929 - 3.989	1000
	22	3.929 - 3.989	1000
Atmospheric Temperature	23	4.020 - 4.080	1000
	24	4.433 - 4.498	1000
Cirrus Clouds Water Vapor	25	4.482 - 4.549	1000
	26	1.360 - 1.390	1000
	27	6.535 - 6.895	1000
Cloud Properties	28	7.175 - 7.475	1000
	29	8.400 - 8.700	1000
Ozone	30	9.580 - 9.880	1000
Surface/Cloud Temperature	31	10.780 - 11.280	1000
	32	11.770 - 12.270	1000
Cloud Top Altitude	33	13.185 - 13.485	1000
	34	13.485 - 13.785	1000
	35	13.785 - 14.085	1000
	36	14.085 - 14.385	1000

(b) LANDSAT-7/ETM+ Data Specification

Band	Bandwidth (μm)	Spatial Resolution (m)
1	0.45 - 0.52	30
2	0.52 - 0.60	30
3	0.63 - 0.69	30
4	0.76 - 0.90	30
5	1.55 - 1.75	30
6	10.4 - 12.5	60
7	2.08 - 2.35	30
8	0.50 - 0.90	15

(c) EROS-A1 Data Specification

Band	Bandwidth (μm)	Spatial Resolution (m)
Pan	0.5 - 0.9	1.8

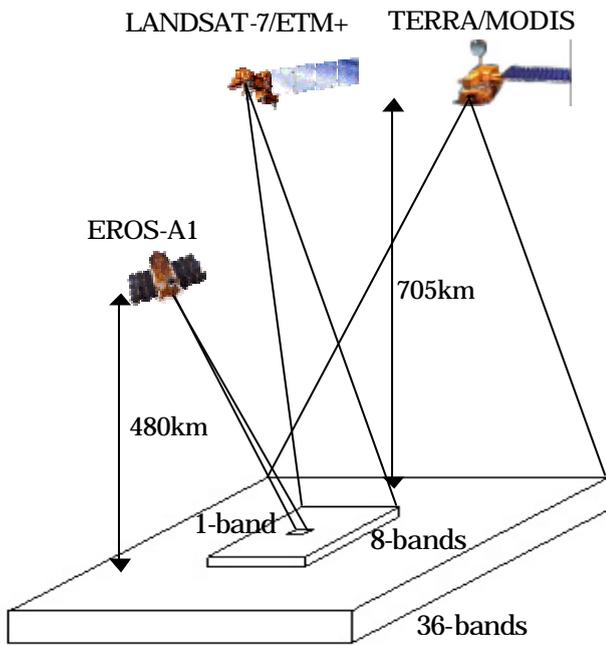


Fig.1 多段階衛星画像データセットの概念図

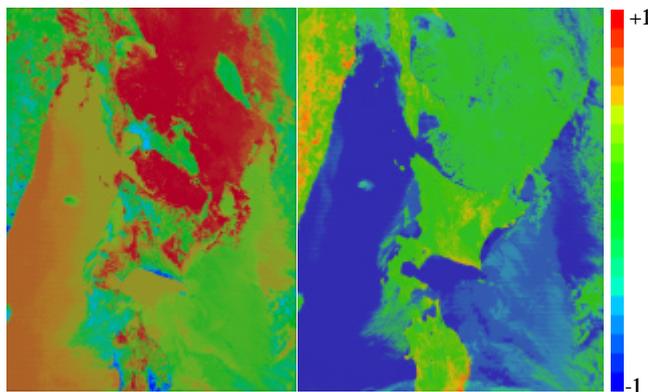


Fig.4 MODIS 雪指標画像 (500m/pixel) Fig.5 MODIS 植生指標画像 (250m/pixel)

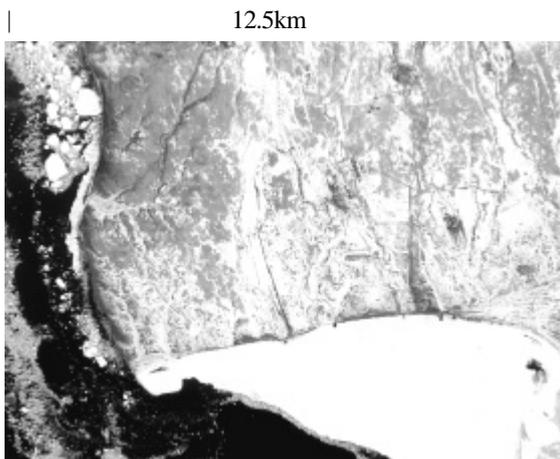


Fig.6 Sea ice and snow (EROS-A1 : 20 March 2001, 9 : 31 : 13)

5.まとめ

本研究では、TERRA、LANDSAT-7、EROS-A1衛星の光学センサデータの直接受信処理による多段階衛星リモートセンシング画像データセットの構築を行った。応用事例として、雪氷、雲、植生情報抽出のための指標と閾値の検証に基づいて、広域・地域規模から局所規模にわたる各指標画像の生成を行うことができた。今後、空間分解能、スペクトル分解能、時間分解能の異なる複数の衛星リモートセンシングの特長を生かした地球環境情報の生成技術開発が期待できる。

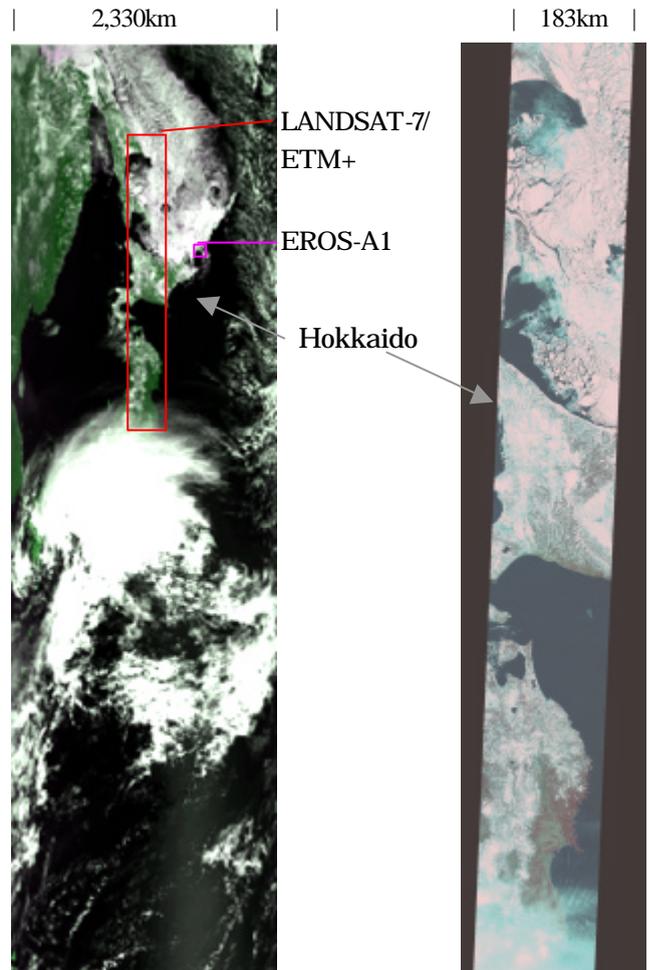


Fig.2 TERRA/MODIS (22 March 2003, 10 : 28 : 53)

Fig.3 LANDSAT-7/ETM+ (22 March 2003, 10 : 00 : 54)

ETM+データを9シーン接合した画像である。MODIS データからは、2,330km 観測幅での広域的観測、ETM+データからは、183km 観測幅での地域的観測に基づきデータセット構築ができる。この時期は、サハリンから北海道にかけて流氷の接岸や陸域での積雪がみられる。Fig.4 のMODIS 雪指標画像では、NDSIの値が0.6以上の部分が積雪及び流氷として1画素 500mサイズで抽出されている。Fig.5 のMODIS 植生指標画像では、NDVIの値に基づき、植生域、非植生域が抽出されている。これらの指標画像上では、積雪、流氷、植生が雲とは明瞭に区別されている。Fig.6は、EROS-A1衛星の高分解能画像である。根室海峡の流氷及び国後島の雪氷が1画素 1.8mサイズで判読できる。

このように、多段階的な衛星画像データセットを構築することにより、広域・地域規模から局所規模での環境モニタリングが可能である。ただし、光学センサでは雲や大気の状態により情報抽出の精度が制約されるため、所定の期間での観測データの組み合わせやレーダデータとの統合化が必要である。