

1. リモートセンシングとは

1.1 リモートセンシングの概念

地球観測衛星等のように遠く離れたところから、対象物に直接触れずに対象物の大きさ、形及び性質を観測する技術をリモートセンシングという。

対象物に直接触れることなく観測できるのは、観測を行う対象物が反射したり、放射したりしている光等の電磁波の特性を利用しているからである。観測の対象物が反射したり、放射したりしている光等の電磁波は、地球観測衛星に載せられたセンサ（または「観測機器」）で受けとめている。

一般に物質から反射、放射される電磁波の特性は、物質の種類や状態によって異なる。すなわち、物質から反射、放射される電磁波の特性を把握し、それらの特性とセンサでとらえた観測結果とを照らし合わせることで、対象物の大きさ、形、性質を知ることができる。

地球観測衛星によるリモートセンシングには、幾つかの以下の特徴がある。観測結果は、これらの特徴を生かして地球環境や我々の日常生活と係わりの深い様々な分野に利用されている。また、現在、利用可能な地球観測衛星は LANDSAT-7（米国）、SPOT-4（フランス）、RADARSAT（カナダ）、IRS-1C/1D（米国 SI 社）、IKONOS（米国 SI 社）、Quick Bird（米国 Digital Globe 社）、Terra ASTER（日本 ERSDAC）等がある。

- (1) 広い範囲を一度にとらえることができる
- (2) 同じ地域を長期にわたって観測することができる
- (3) 直接現地に行かなくても、状態を知ることができる
- (4) 人間の目で見ることができない情報（温度など）を知ることができる

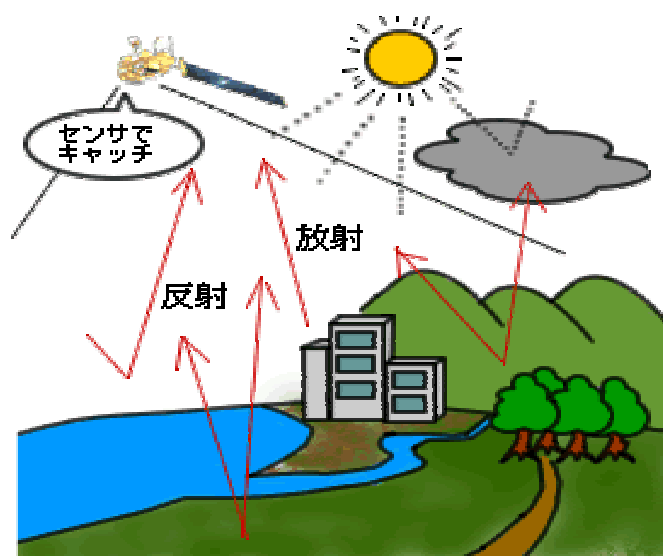


図 1-1 地球観測衛星による観測イメージ

（宇宙開発事業団 提供）

1.2 国土管理分野における利用例

国土交通省における衛星画像利用では、河川管理、道路管理、環境監視、災害監視等に広く利用することが考えられる。国土管理分野における代表的な利用用途を以下に示す。

(1) 土地利用及び開発計画

国土管理上で、最も一般的に行われる衛星画像の利用に土地利用（土地被覆）の把握がある。分解能の高解像度化がさらに進むと、行政区界や森林界の境界の把握と変化の様子も判読できる。また、土地被覆状況を把握することができ、その結果として、国土・都市開発計画を策定する際や、立地条件、環境条件、周辺地域の状況等を調査することで、工場、ダム、プラントなどの建設予定に有効となる。

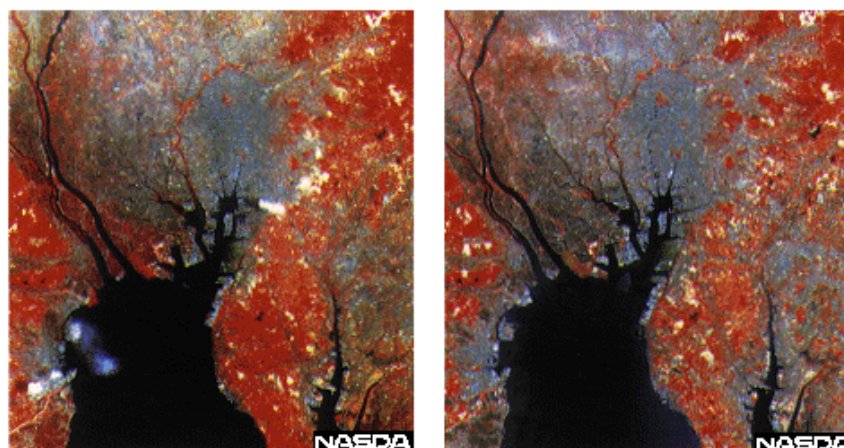
例：名古屋市周辺の土地利用変化

画像1の左側は、アメリカの地球観測衛星ランドサット2号（LANDSAT-2）の多重スペクトル走査計（MSS）が観測した1983年（昭和58年）6月1日の名古屋市周辺のフォールス画像を示し、右側の画像は、10年後の1993年（平成5年）5月16日に同一地域を海洋観測衛星1号-b「もも1号-b」（MOS-1b）の可視近赤外放射計（MESSR）が観測したフォールス画像を示す。フォールス画像とは、植物の多いところが識別しやすいように処理した画像であり、赤色は草や樹木がはえているところ、灰色は市街地を表している。

画像2は、画像1を解析して各地域がどのように利用されているかを表した名古屋市周辺の分類画像を示す。この分類画像は画像1を入力画像とし、この画像1に対して1/25,000の地形図を基にトレーニングエリア（本画像では、市街地、水域、森林など7種類）を選定し、最尤法（*）で分類したもので、市街地を赤というように色分けして表示している。左の分類画像（1983年）と右の分類画像（1993年）を見比べると、愛知県の名古屋市（画像中央）、刈谷市周辺（画像右下）、また三重県の日原市（画像左下）の市街地、住宅地の拡大に伴い、周辺地域の農耕地や緑地が減少していることが解かる。この他にも、知多半島（画像中央下）での森林の減少や埋め立てなどによると思われる海岸線の変化など、10年間の名古屋市周辺の変遷を知ることができる。

（*）分類と最尤法（さいゆうほう）： 今回のような分類画像の作成は、地形図などの情報をもとに、画像の特徴をよく表しているエリア（本画像は市街地、水域、森林など）をサンプルに選定し（これをトレーニングエリアという）、画像を構成する1つ1つの画素の特徴が、どのサンプルに近いかを判定して振り分けることで行う。最尤法は、振り分け先を決める際の判別方法の1つで、画素が各サンプルに属する確率を考慮して、統計的に最も近いエリアを選ぶ方法。

[画像1]

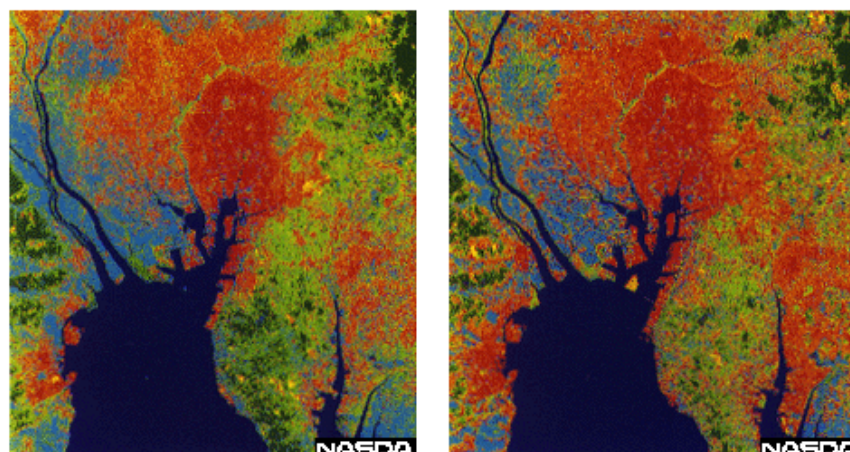


観測日:1983年(昭和58年)6月1日
衛星名/センサ名:LANDSAT-2/MSS

観測日:1993年(平成5年)5月16日
衛星名/センサ名:MOS-1b/MESSR



[画像2]



観測日:1983年(昭和58年)6月1日
衛星名/センサ名:LANDSAT-2/MSS

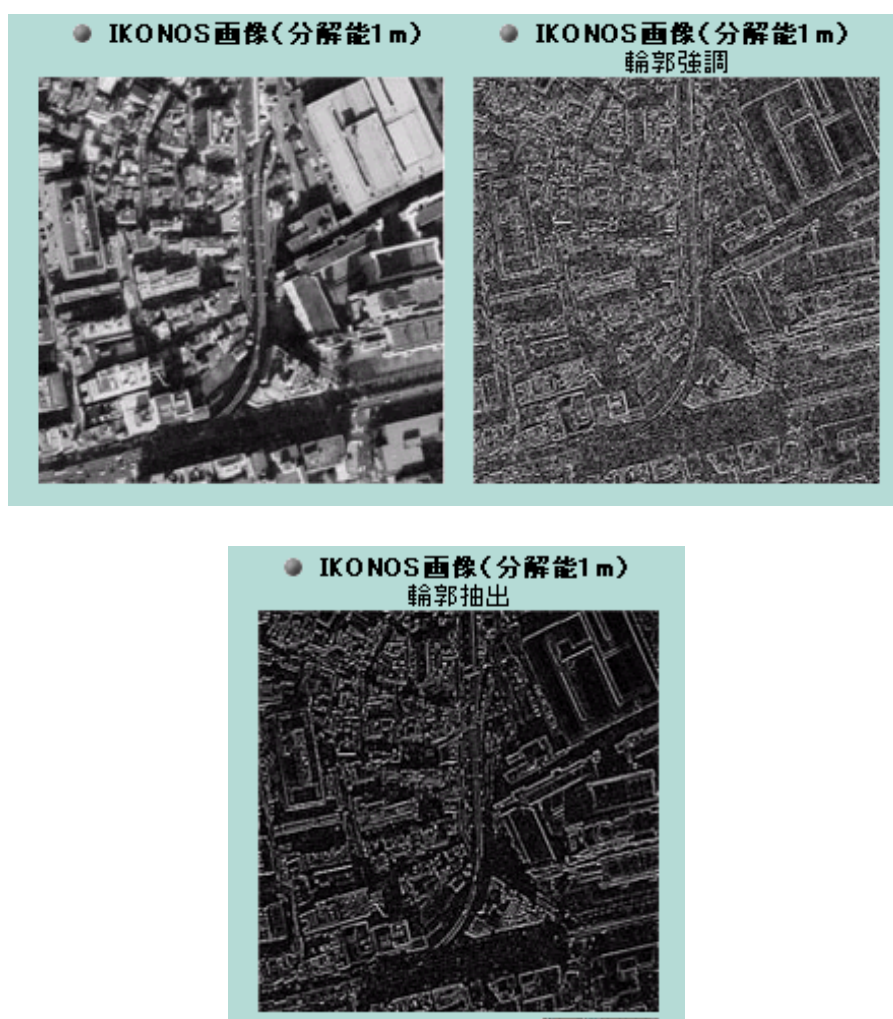
観測日:1993年(平成5年)5月16日
衛星名/センサ名:MOS-1b/MESSR

(宇宙開発事業団 提供)

(2) 地形図作成

最も一般的な利用分野で取得した画像データから地形図を作成する。地形図を作成しやすくするために、地上における画像解析処理により衛星画像の輪郭を強調し抽出することで地図データのように、判読画像を地形図の作成や更新、地形判読、国土利用、都市計画等に用いることが可能となる。

例 地図作成



(日本スペースイメージング(株) 提供)

(3) 環境および災害モニタリング

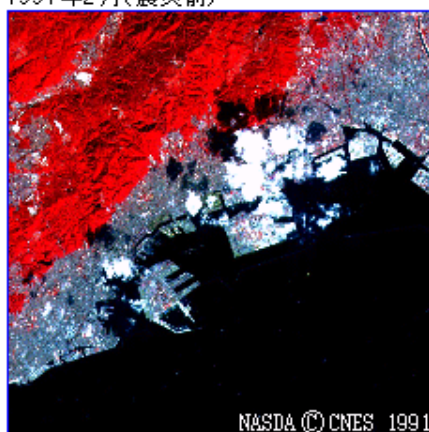
高分解能の衛星データを利用することで、高精度な災害観測、環境モニタリングが可能となる。道路の破損や、建物の倒壊、地すべり、洪水、火山の被災状況を把握することで、二次災害を食い止めるための避難経路、救急活動経路の探索や復旧作業支援に役立てることが可能となる。また、衛星データの特徴として同一地域を多時期・経年的にデータ収集することが可能であることから、平常時と災害時のデータの比較、分析、シミュレーションを行い、今後の防災対策を講ずるために有効である。

例：阪神・淡路大震災

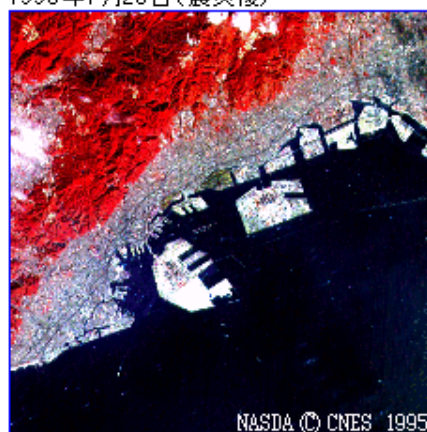
1995年（平成7年）1月17日に発生した阪神・淡路大震災の被災地を地球観測衛星を用いて観測した。フランスの地球観測衛星スポット2号（SPOT-2）により観測した被災前後の神戸付近の画像を示す。左側は震災前、右側は震災後の同地域の画像である。ポートアイランドの部分に注目すると、震災後にポートアイランド下部に白色が広がっており、液状化現象が起きていることがわかる。

SPOT HRV(High Resolution Visible Imaging System) / XS モード（分解能：20m）

1991年2月（震災前）



1995年1月20日（震災後）



SPOT HRV / PAN モード（分解能：10m）

1991年2月（震災前）



1995年1月20日（震災後）



（宇宙開発事業団 提供）

1.3 衛星画像データの特徴

地球観測衛星によるリモートセンシングにより得られる衛星画像データは以下に示すような特徴を有する。

- 衛星画像データは、地表面からの電磁波をセンサで検知しデジタル化した画像である。さらに、画像をセル（画素、ピクセル）単位に分割し、各セルの平均輝度値や中心部における輝度値などをそのセルの代表輝度値として整数値化したデジタル画像である。
- 衛星画像データのもう一つの特徴は、多波長帯（マルチスペクトル）での観測データである。リモートセンシングで使用されている電磁波の波長域は、紫外線からマイクロ波にまで渡っており、センサで受信した電磁波は特定の帯域ごとにデジタル化され、連続的な波長分布を持つ電磁波をいくつかの波長帯（チャンネル、バンド）に分解したデータとして作成される。
- 各波長帯で 2 次元画像を持ち、波長を一つの次元と考えると 3 次元データである。また、リモートセンシングのもう一つの特徴は反復観測であるため、時系列データが得られ、時間軸をもう一つの次元と考えると 4 次元データといえる。
- リモートセンシング衛星データは、1 波長帯 1 画素あたりの情報量をビット（Bit）で表す。例えば、米国から打ち上げられている LANDSAT-MSS/TM のデータは、8 ビット（256 レベル）のデータで提供されている。つまり LANDSAT-MSS の場合、1 画素あたりの情報を 0～255 までのレベルで表現しており、高分解能衛星 IKONOS のデータは、11 ビット（2048 レベル）のデータで提供されているので、1 画素あたりの情報を 0～2047 までのレベルで表現することが可能である。これらのレベルをそれぞれの波長帯に格納している。

衛星画像データと他のデータの特徴を比較した例を表 1-1 に示す。

本編ではリモートセンシングデータとして、このような特徴を有する衛星画像データを取り上げ衛星画像データに関する基礎的な情報を提供するものである。

表 1-1 衛星画像データと他のデータの特徴比較

データ 項目	衛星画像データ		航空写真	地図	地上センサ (例：レーダ雨量計)
	光学センサ IKONOS の場合	電波センサ Radarsat-SAR の場合			
分解能 / 解像度	パンクロ：0.82m (直下視) マルチ：3.28m	ファインモード：8m	23cm × 23cm (1画素) 対地高度 2000m	都市部： 1/2500 (精度 1/2000 以上) 山間部： 1/25000 (精度 1/10000 ～1/50000)	1.5km × 1.5km メッシュ
観測頻度	16 日周期 分解能 1.5m の場合は 1 日 おき。	6 日周期	フライト単位	-	15 分周期
観測領域	11 k m 幅	45 k m 幅	2.3km × 2.3km	-	120km (定量エリア) 200km (定性エリア)
その他	夜間及び雲のある場合、地上観測は不可。	天候に拘らず観測が可能。また、夜間観測が可能。	画像周辺部の歪が大きい。夜間及び雲のある場合、地上観測は不可。	4～5 年単位でのデータ更新。	-

注 1) 分解能と解像度：

分解能（または空間分解能）とは、地球観測衛星に搭載されたセンサが、地上の物体をどれくらいの大きさまで見分けることができるかを示すもので、センサの 1 画素あたりの地上投影サイズをいう。分解能が高いほど、地上の細かい様子を観測するのに優れているということになり、分解能の単位は m（メートル）で表す。分解能と解像度はともに同じ意味で使用される。例えば、分解能（解像度）が 30m のセンサでは、30m 以上の大きさの物体を見分けることができるということになる。なお、搭載されるセンサ毎に分解能は異なる。

注 2) パンクロ/マルチ：

複数の波長帯で構成されるデータはマルチスペクトラルデータ（マルチ）と呼ばれ、波長帯の全域を単一バンドで表したものをパンクロマティックデータ（パンクロ）と呼ぶ。