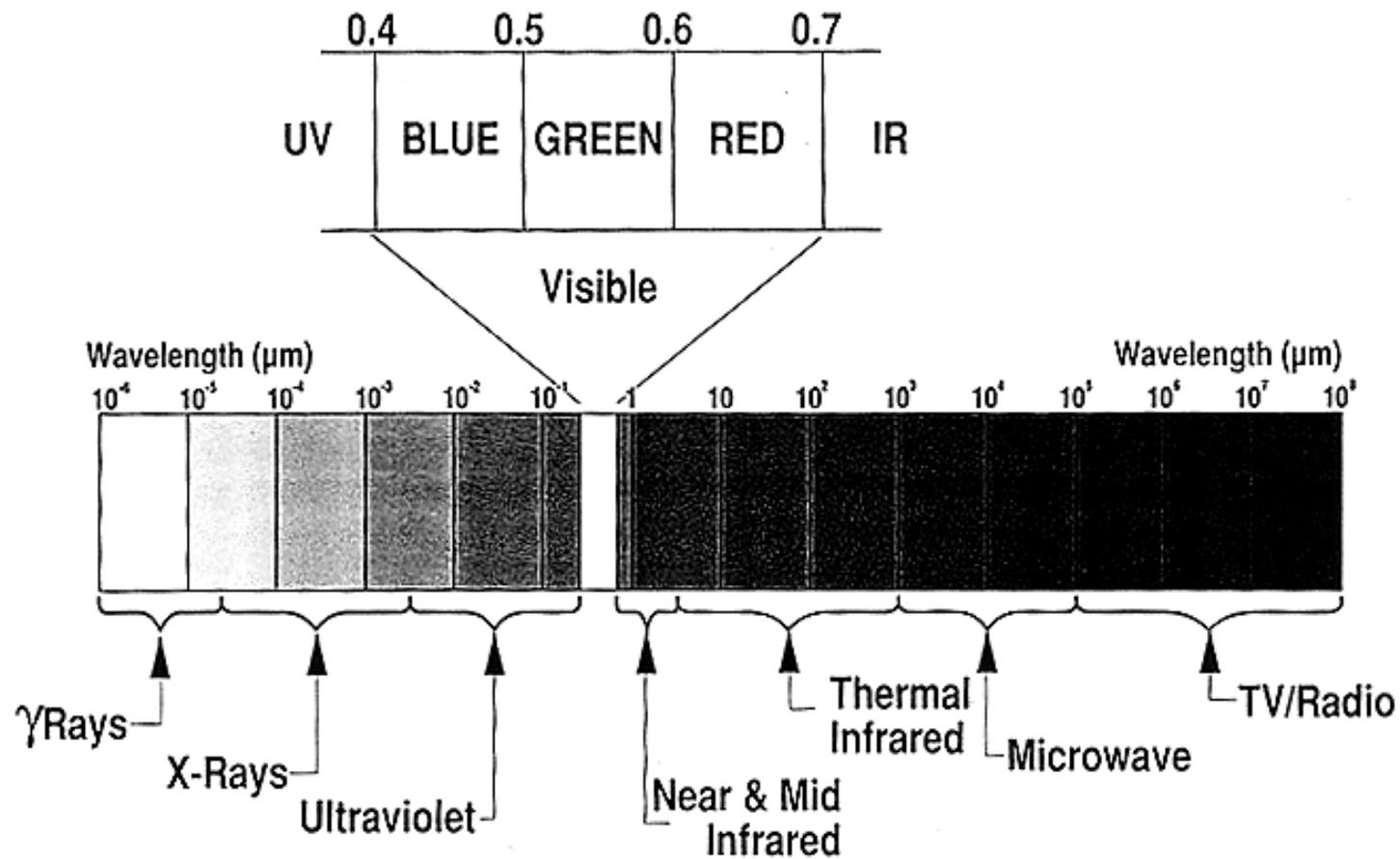


リモートセンシングの基礎 : 電磁波の基礎

- ・リモートセンシングでは何を計測しているのか
- ・キーワードは電磁波 光は電磁波である

電磁波の呼び方 電磁波の呼称は分野によって異なる

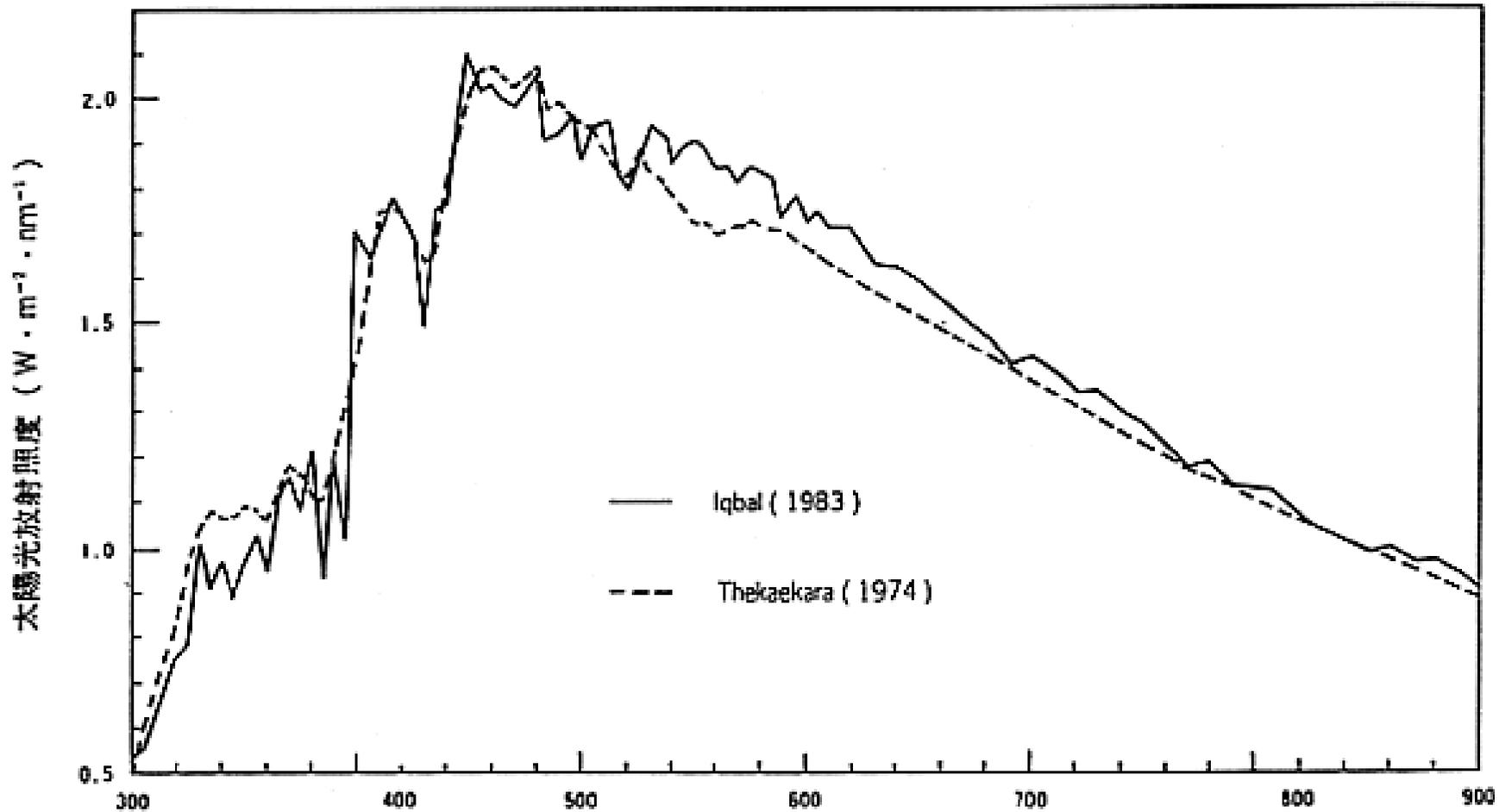
波長	0.4 ~ 0.7 μm	可視光
	0.7 ~ 1.0 μm	近赤外域 (NIR)
	1.0 ~ 2.5 μm	短波長赤外域 (SWIR)
	8.0 ~ 14.0 μm	熱赤外域 (TIR) (地表面の温度計測に利用)
	1.5 ~ 5 μm	中間赤外域 (MWIR)



- ・太陽から届いた光は**反射**される
- ・熱を持った物体は必ずエネルギーを**放射**している
- ・電波の波長の電磁波もリモートセンシングに使われる

マイクロ波の**放射**を計測する
 マイクロ波の**散乱**を計測する... レーダー

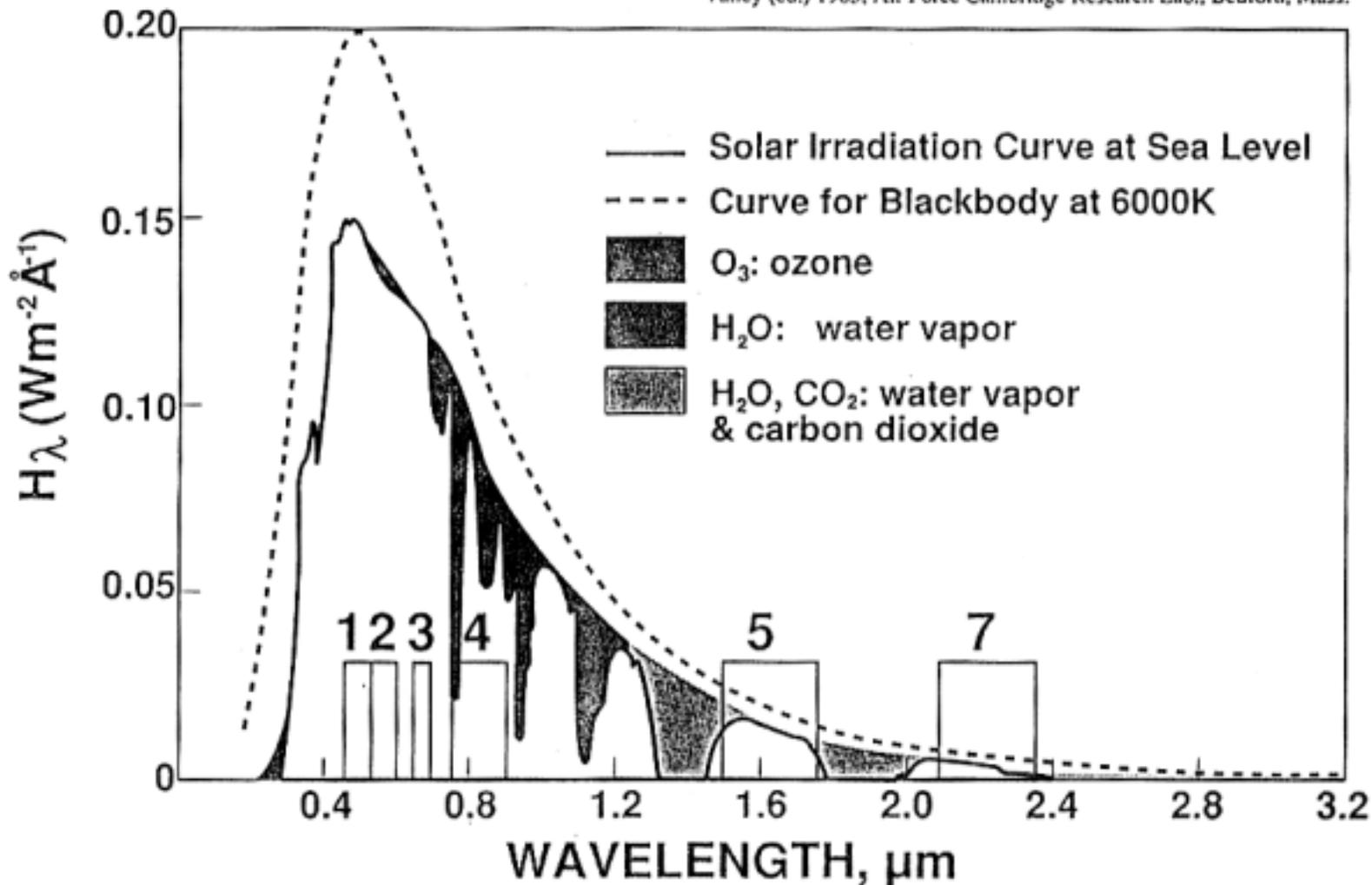
大気圏外における太陽光の分光放射照度



- ・太陽光のエネルギーの強さは波長によって異なる
- ・エネルギーのピークは約 $0.5 \mu m$ 付近にある
- ・エネルギーの範囲は概ね $0.3 \sim 3 \mu m$ 程度
- ・積分すると太陽定数 ($1.37 kWm^{-2}$)

地表面における太陽光の分光放射照度

Adapted from *The Handbook of Geophysics and Space Environments*.
Valley (ed.) 1965, Air Force Cambridge Research Lab., Bedford, Mass.

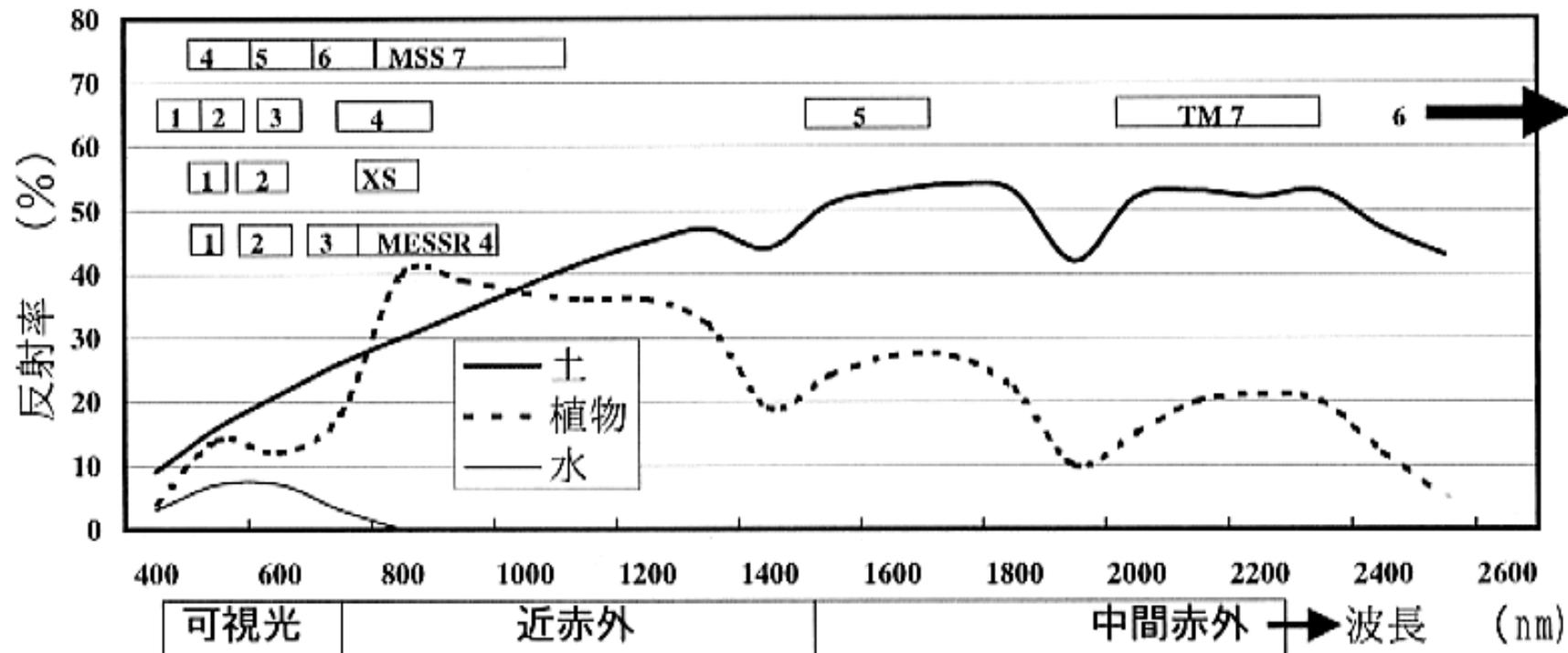


・人間の眼は太陽光の一番エネルギーの強い部分を感じるように進化してきた

・波長0,4 μm(青)から0.7 μm(赤)程度の範囲を**可視光**と呼んでいる

・さらに波長が長い領域は**近赤外**(0.7 ~ 1.0 μm)、**短波長赤外**(1.0 ~ 2.5 μm)と呼ばれる

- ・太陽から来る電磁波の波長は概ね0.3 ~ 3 μmの範囲にあり、エネルギーのピークは0.5 μm付近にある
- ・大気中のオゾン、水蒸気、二酸化炭素等の吸収やエアロゾルによる散乱によって、地表面における波長ごとのエネルギー分布には多くの吸収帯が認められる



- ・地表面に到達した太陽光は反射されるが、反射率は波長によって異なる(分光反射特性)
- ・例えば、植物の葉が緑に見えるのは $0.5\ \mu\text{m}$ 付近に可視光の領域に反射率の極大値があるからである
- ・近赤外領域は眼には見えないが、植物の葉の反射率は極めて高い
- ・水は波長が長い電磁波を吸収する
- ・これらの性質を利用すると、宇宙から分光反射率を観測することによって、対象が何かを判別できる

様々な対象の分光特性

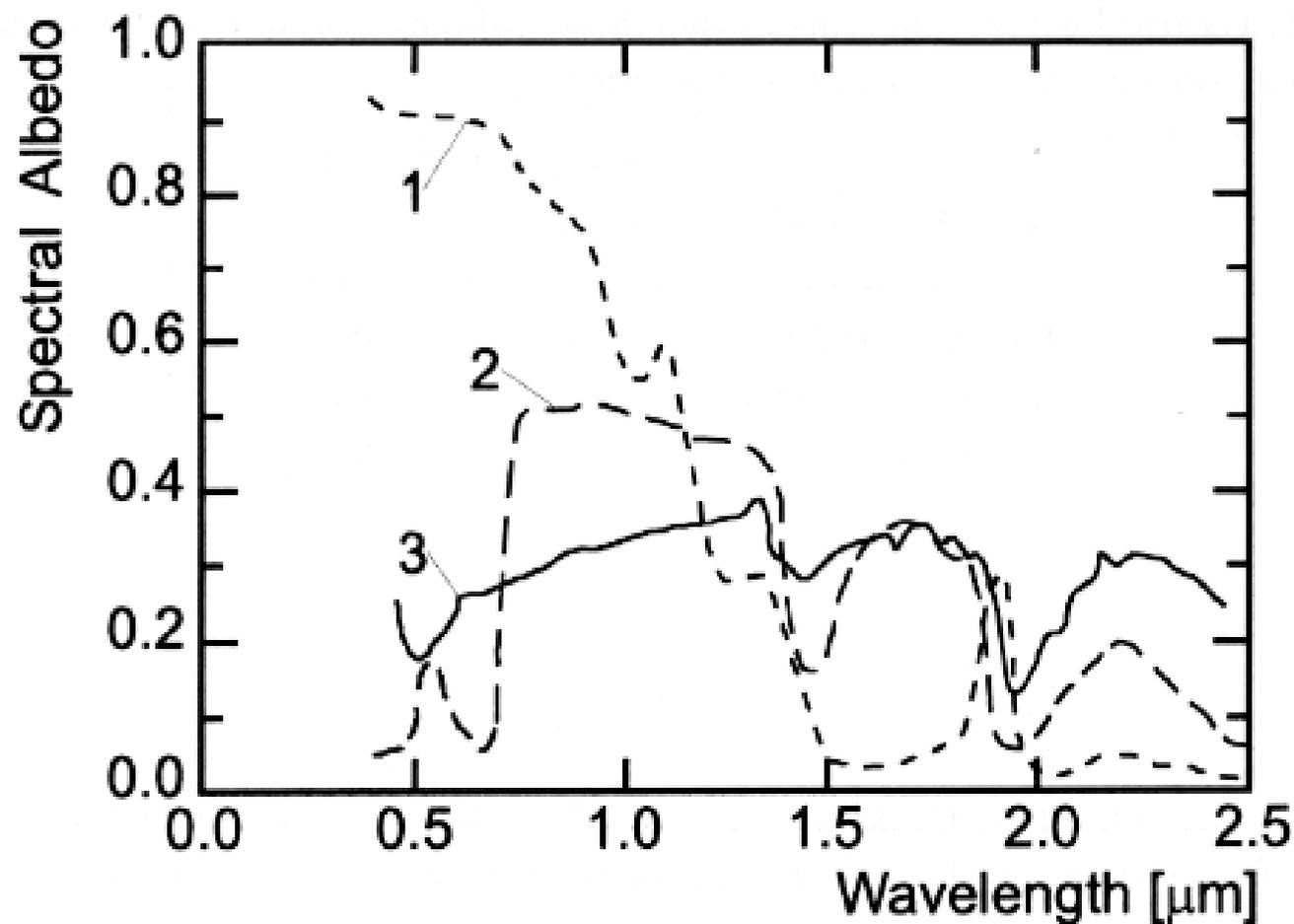


Fig. 2.10. Characteristic spectral reflectivity in the visible and shortwave infrared for (1) fresh snow, (2) a soybean leaf, and (3) wet clay

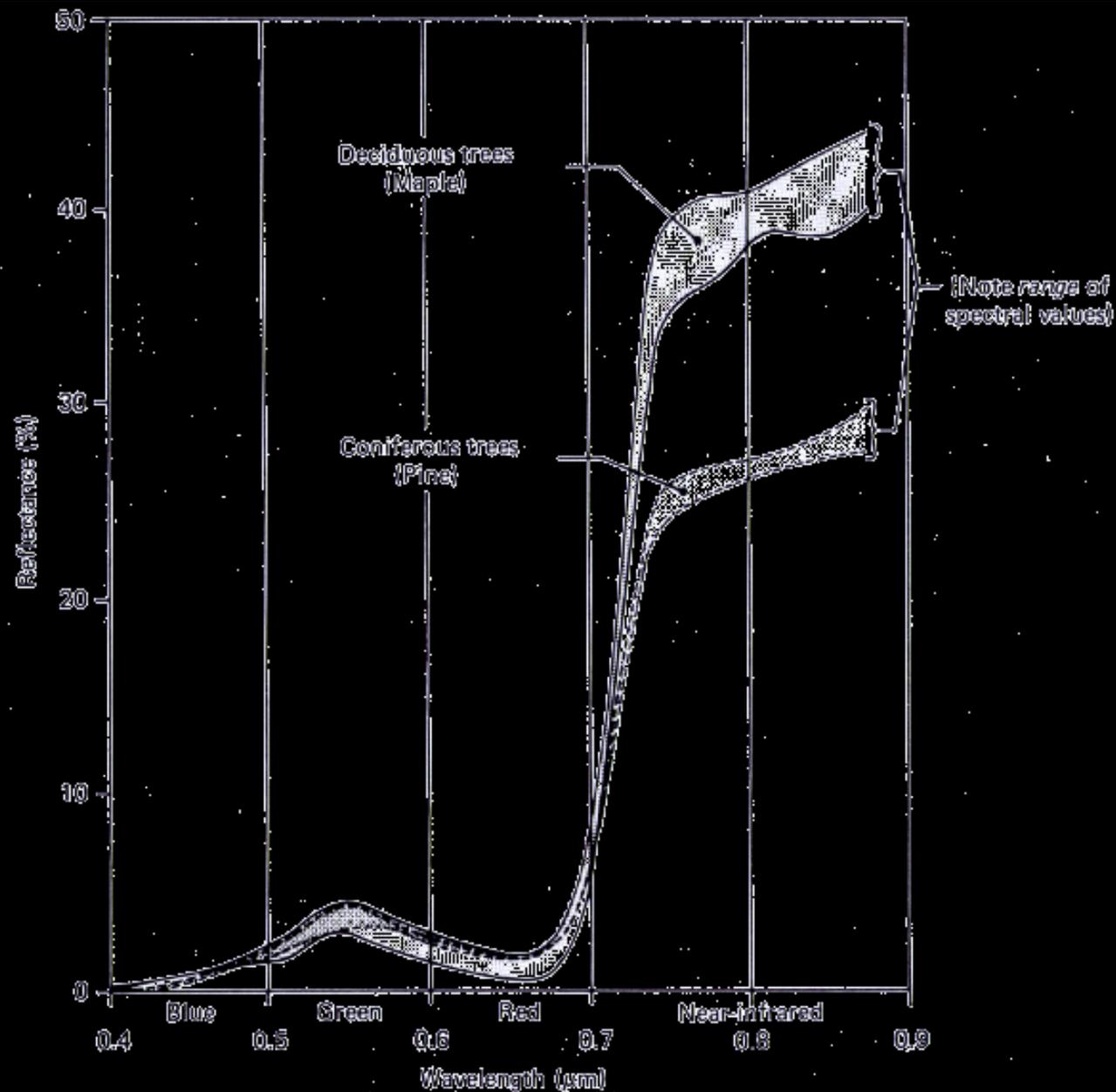
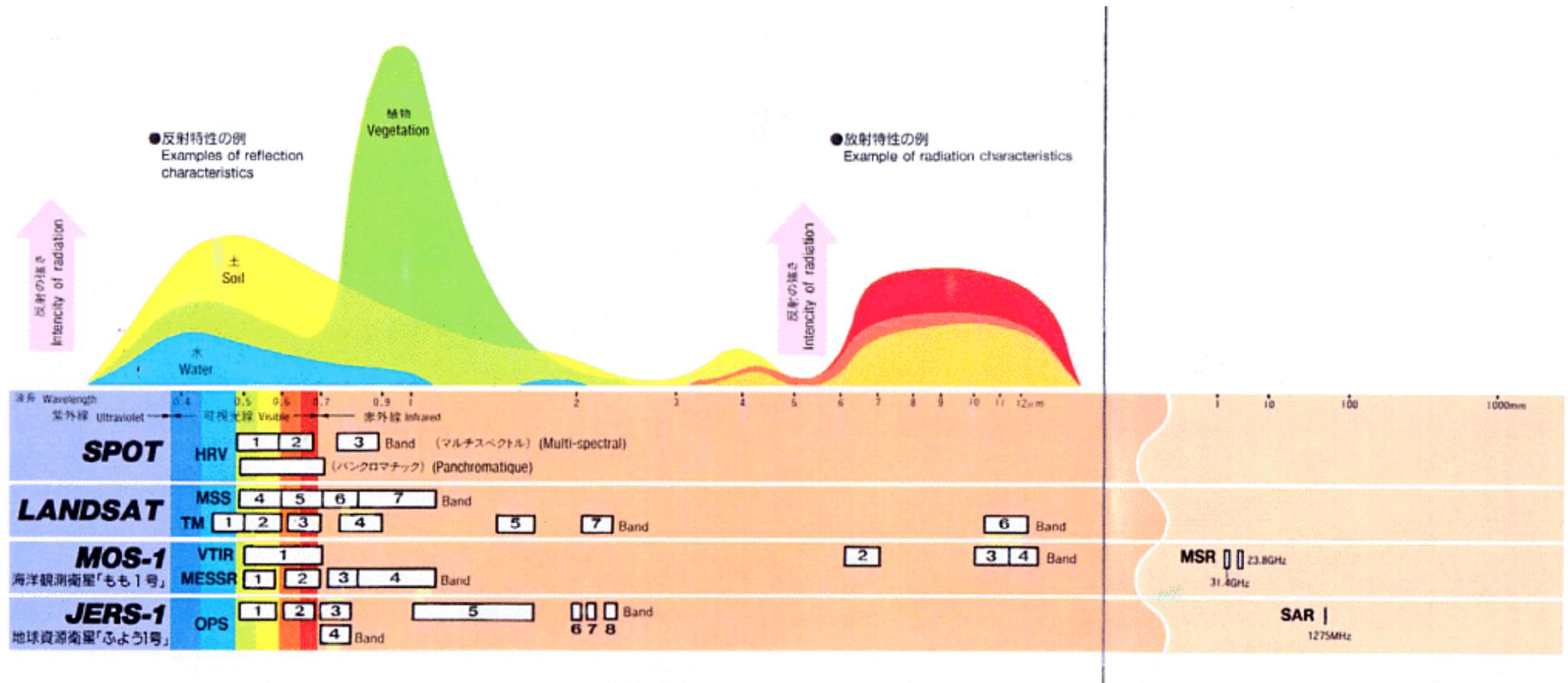
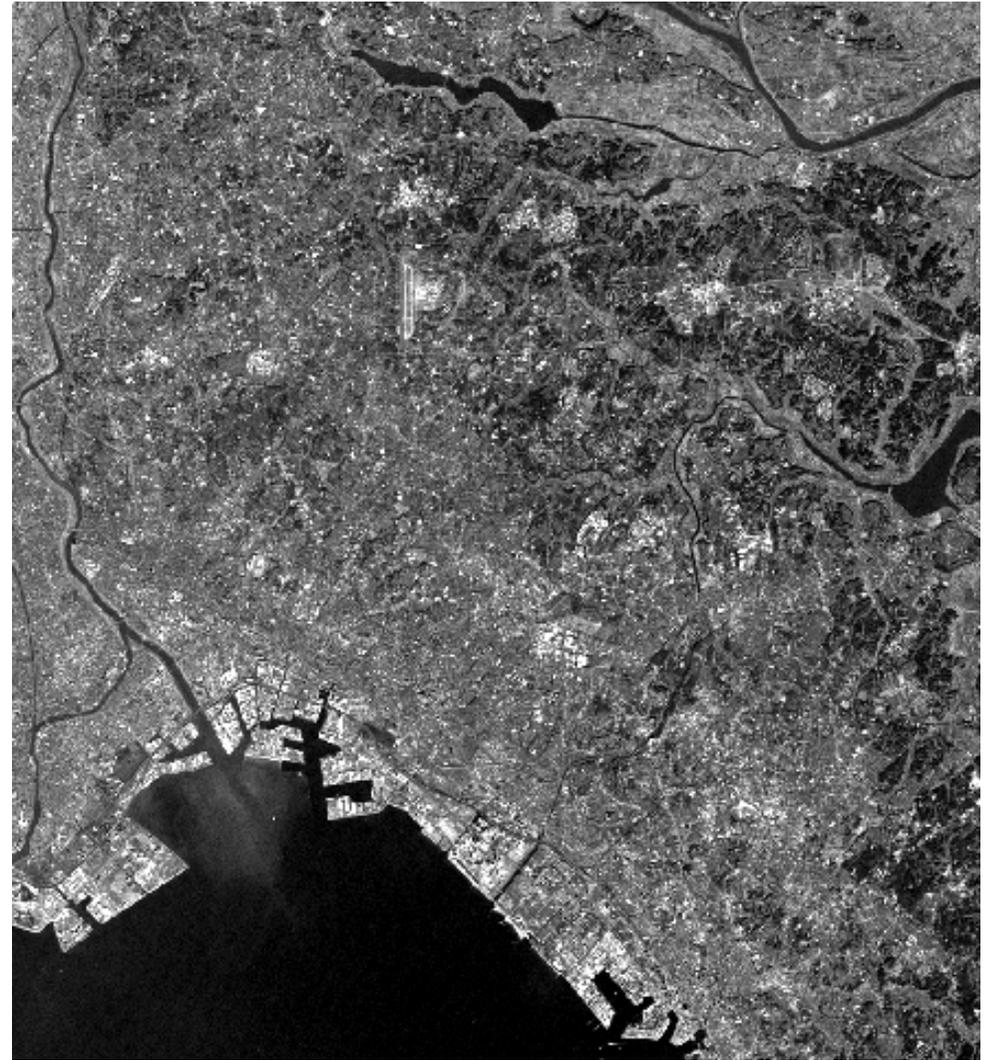


Figure 1.8 Generalized spectral reflectance envelopes for deciduous (broad-leaved) and coniferous (needle-bearing) trees. (Each tree type has a range of spectral reflectance values at any wavelength.) (Adapted from [36].)

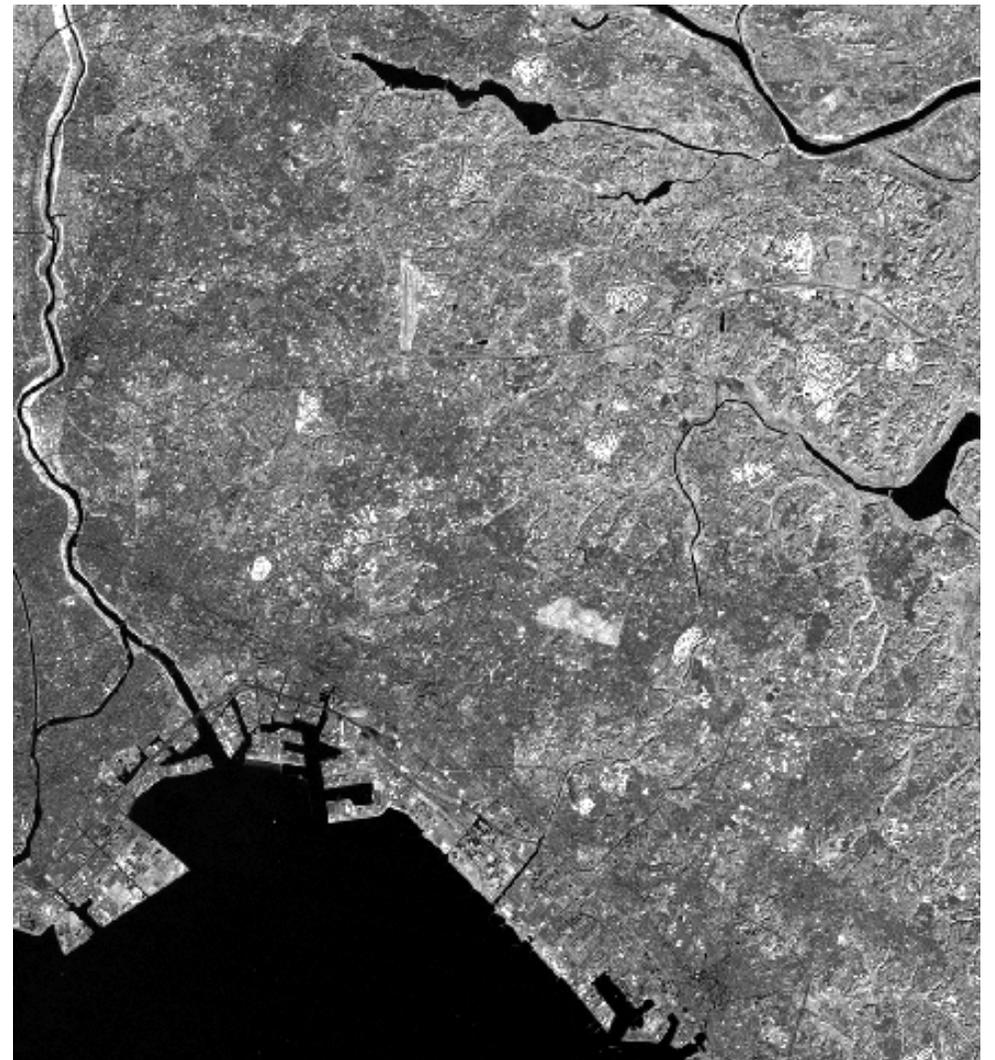


- ・人工衛星によるリモートセンシングでは、様々な対象の分光反射特性を計測しているが、すべての波長を計測しているわけではない
- ・設定された複数の波長範囲の**反射輝度**(反射された電磁波の強さ)を計測している
- ・画像データの解析では、それぞれの**バンド**の観測値をコンピューターのRGBに割り振って画像化している
- ・したがって、画像の色合いは任意に決定することができる
- ・**画像を表示してみよう**



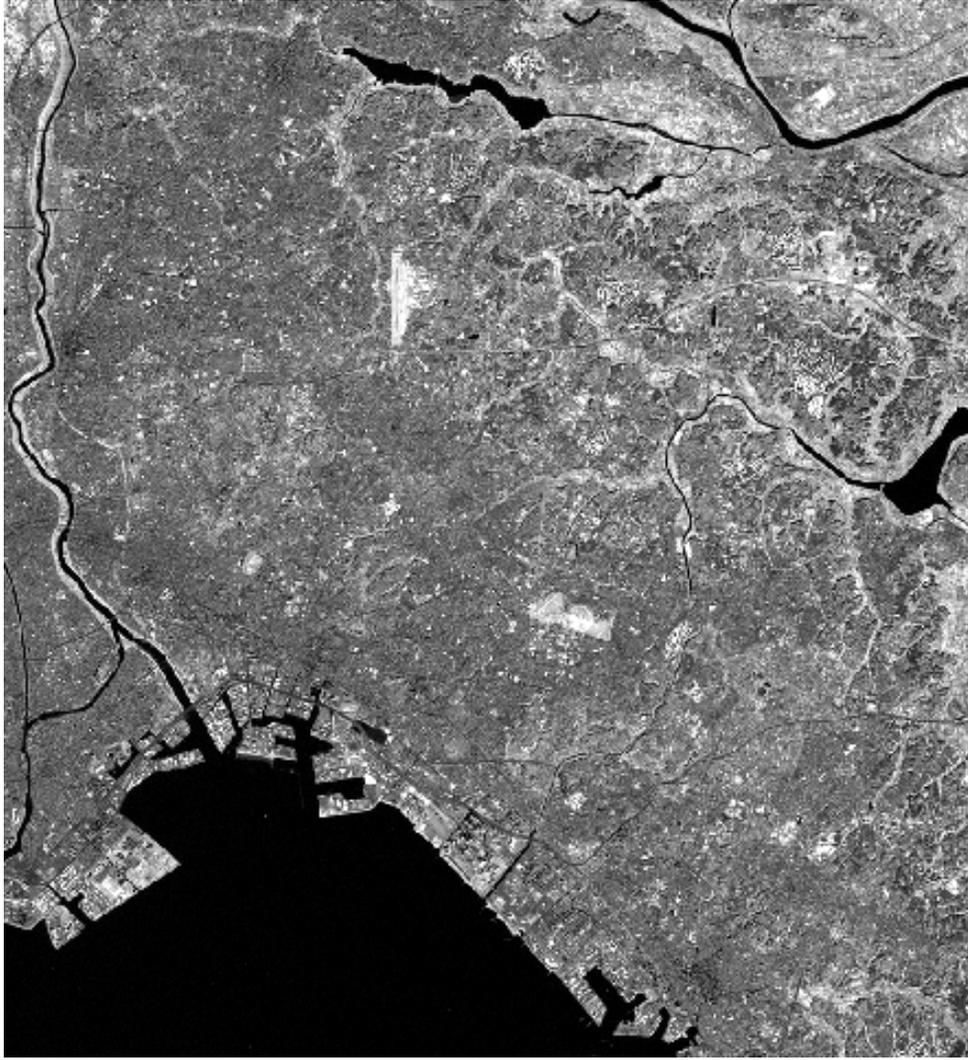
ランドサット7号ETM+によるバンド1(左)とバンド2(右)の画像

- ・可視光の青と緑の波長域なので、自然に見える
- ・水域の情報も多い



バンド3 (左)とバンド4 (右)の画像

・クロロフィルによる吸収帯(赤)と反射が強い波長域(近赤外)に対応



人間の眼には見えない短波長赤外のバンド

・いろいろな対象によって”見え方”が異なることに注目



ETM+のバンド6は空間分解能60
mの熱赤外バンド

その画像は相対的な地表面温度の
高低を表す

- ・放射量が最大となる波長 m は絶対温度 T に逆比例

$$mT = \text{定数} = 0.2898 \text{ cm} \cdot \text{deg} \text{ (実測値)}$$

- ・ということは、 m を測れば、その物体の温度がわかる

太陽の場合: $m = 0.5 \mu\text{m}$ を代入すると、 $T = 5800\text{K}$ を得る

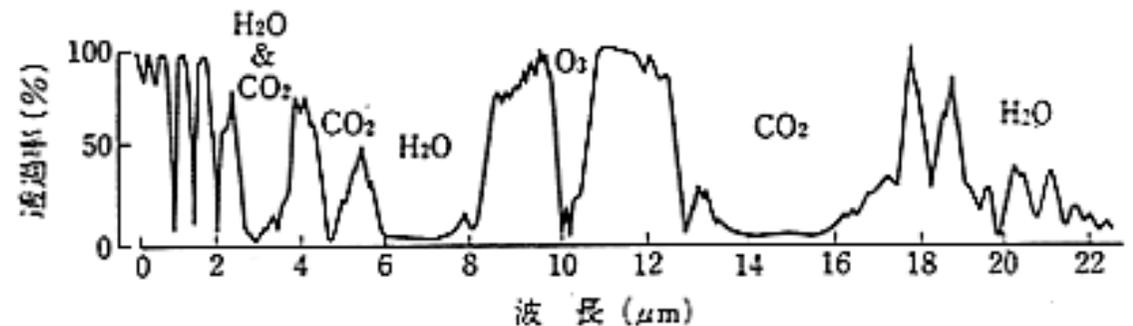
- ・また、温度がわかれば最大放射を示す波長を求めることができる

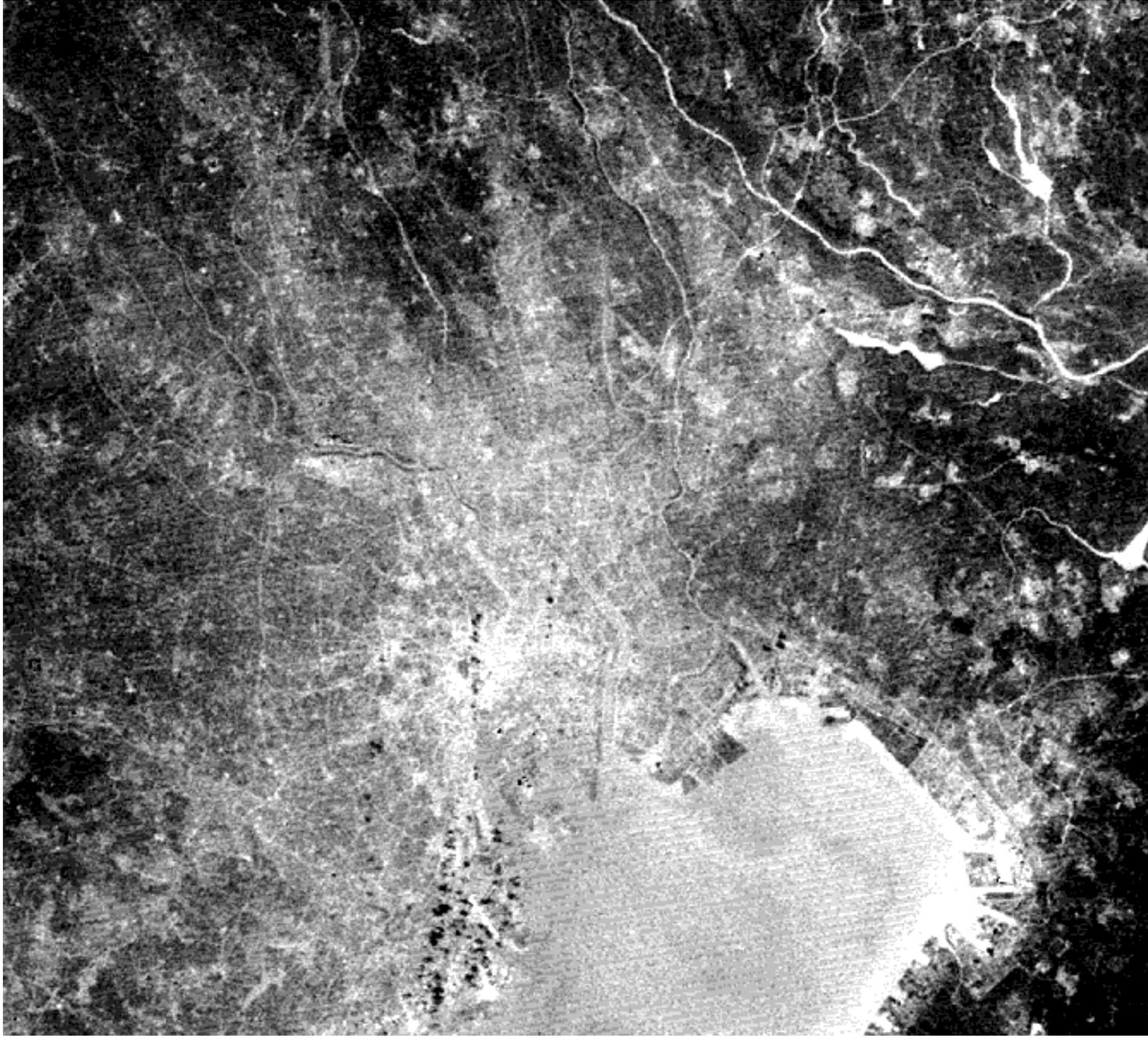
太陽の場合: $T = 6000\text{K}$ を代入すると、 $m = 0.5 \mu\text{m}$ を得る

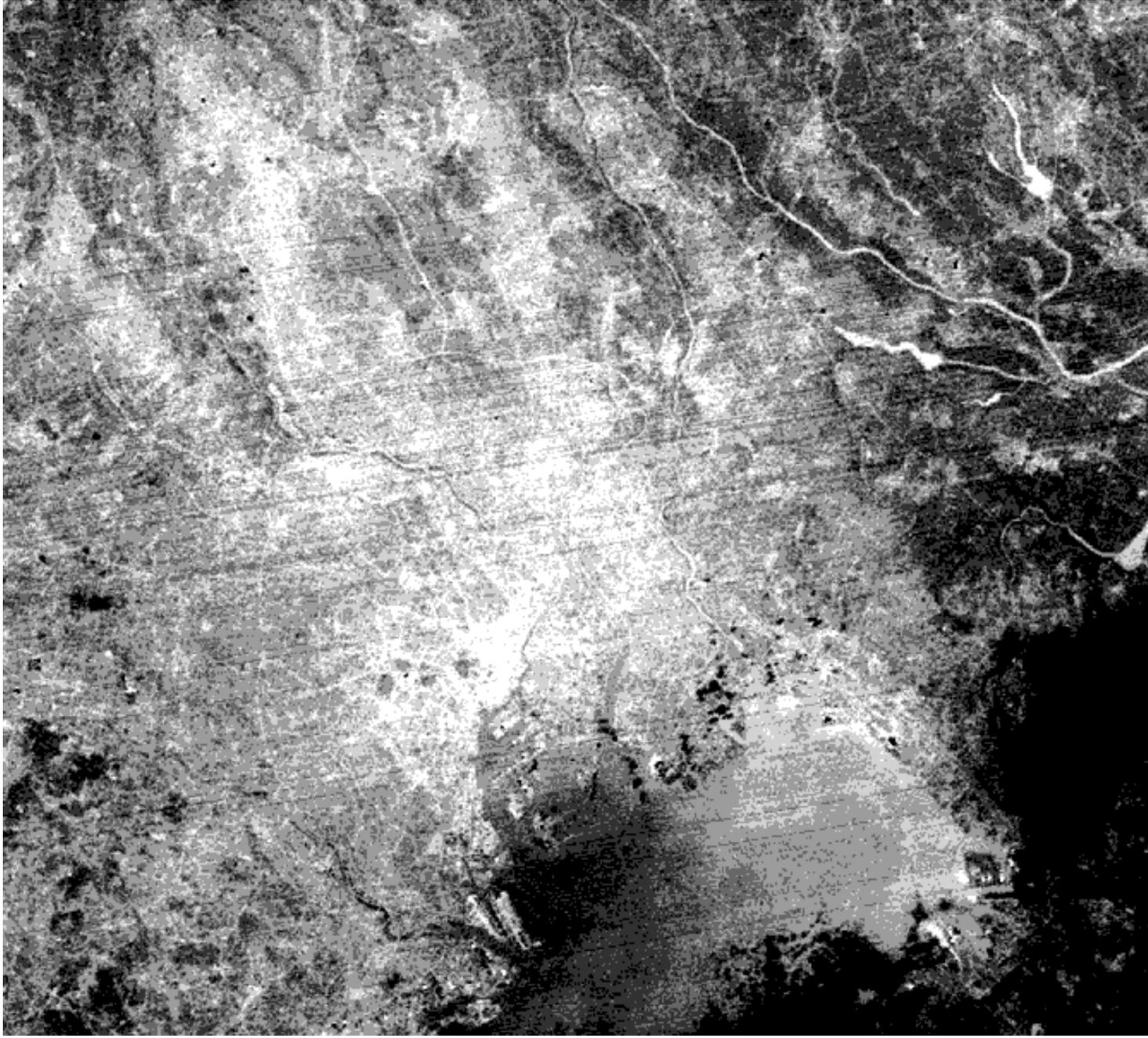
常温の物体: $T = 300\text{K}$ を代入すると、 $m = 10 \mu\text{m}$ を得る

- ・大気之窗 $10 \mu\text{m}$ 帯は大気による減衰が少ない窓領域

- ・よって、 $10 \mu\text{m}$ 帯の放射を宇宙から計測すると 地表面近傍の温度が得られる







まとめ

人工衛星によるリモートセンシングは大きく、

・太陽光の反射を計測する可視・赤外リモートセンシング

・熱放射を計測する熱赤外リモートセンシング

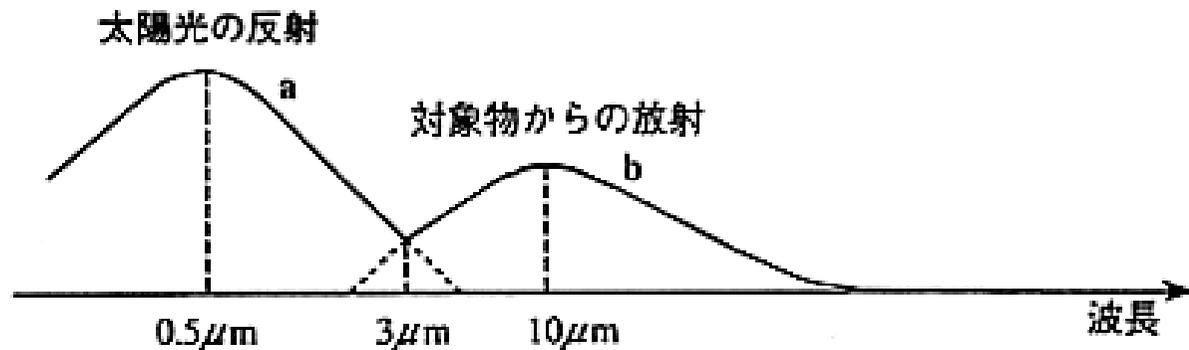
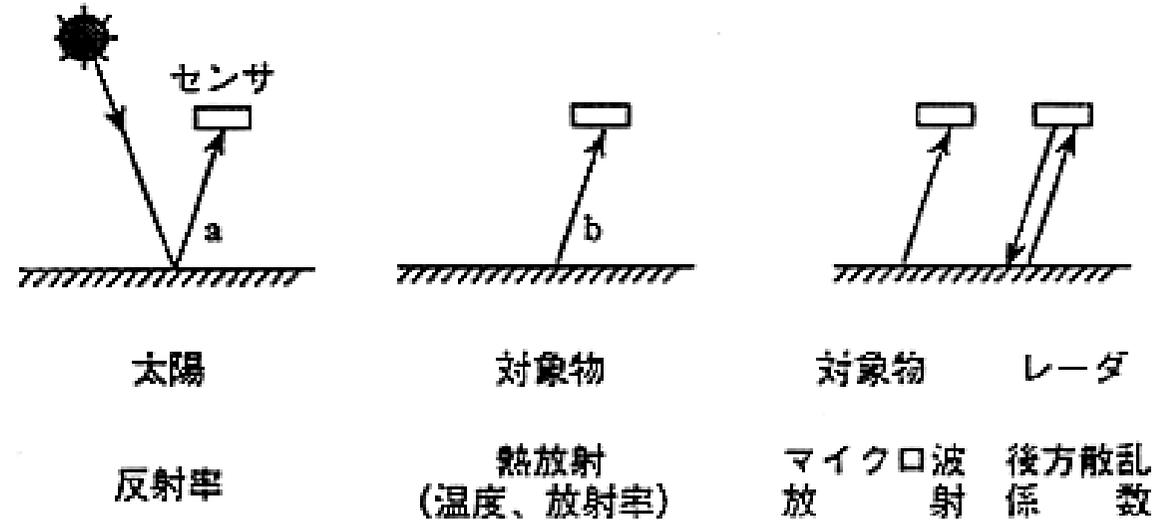
に分けられ、さらにマイクロ波リモートセンシングでは、

・対象からの微弱なマイクロ波放射を計測するリモートセンシング

・衛星からマイクロ波パルスを放射し、散乱の強さを計測するリモートセンシング(レーダー)

に分けることができる

可視・反射赤外 リモートセンシング	熱赤外 リモートセンシング	マイクロ波 リモートセンシング
----------------------	------------------	--------------------



紫外	可視光	反射赤外	熱赤外	マイクロ波
0.4 μm	0.7 μm			1mm