



第1章 天候や地球温暖化を観測する 衛星のセンサは電波が主役だ！

マイクロ波による地球環境の リモート・センシング技術

古濱 洋治
Yoji Furuhama

はじめに

20～30年前まで、天気予報は当たらないものの代名詞でした。しかし、近年2～3日以内の天気予報は、かなりの確率で当たるようになってきました。これは、宇宙技術や数値予報技術の発展に負うところ誠に大なるものがあります。とくに台風の進路予測には、静止気象衛星から送られてくる雲の画像が欠かせないものになっています。

また、砂漠化の進行や氷河・極氷の後退など、地球観測衛星の取得するデータによって、世界各地で生じている地球温暖化の状況を的確に知ることができます。

これらの衛星には、可視・赤外域のセンサとともに

マイクロ波センサが搭載され、大きな威力を発揮しています。以下、宇宙からのマイクロ波による地球環境リモート・センシングについて述べます。

マイクロ波リモート・センシングの概要

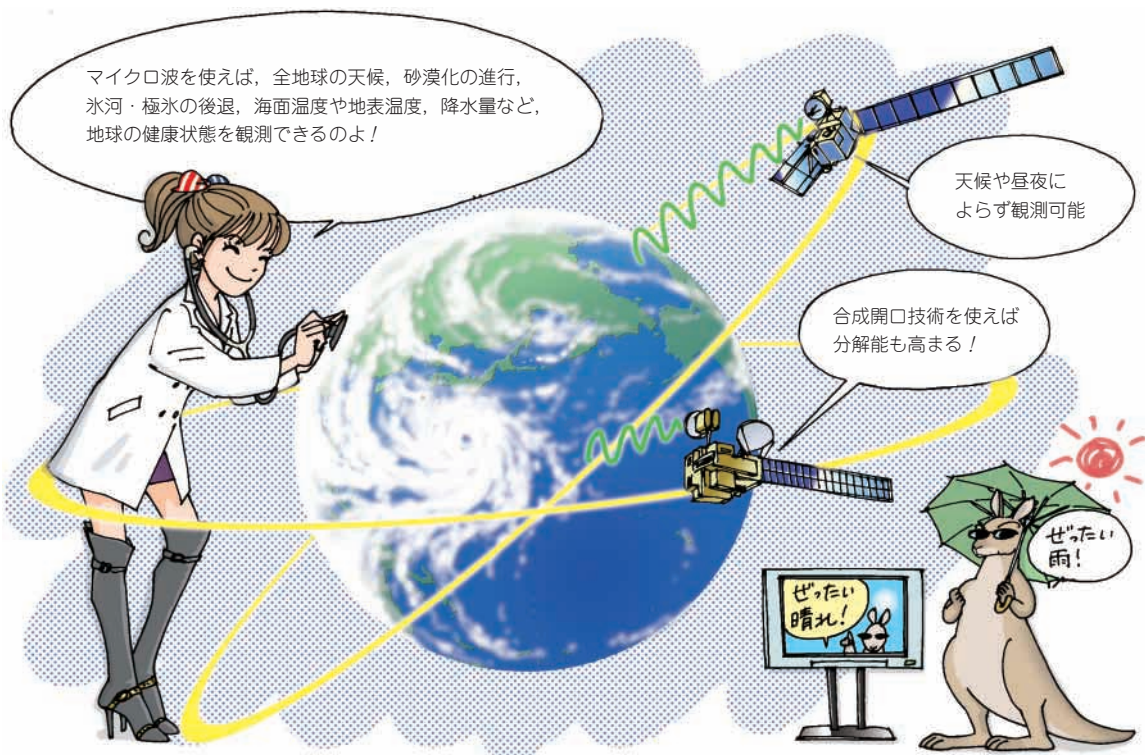
■ 電波によるリモート・センシングとは

● 波を使ってプラットフォームから観測する

リモート・センシング(remote sensing)は、遠隔測定、遠隔探査、隔測などと訳され、観測対象から離れたところから観測することです。

このため、二つの要素から成り立っています。

一つは、波(波動)を使って測定することです。



波動には、電磁波、音波、超音波、超低周音波、地震波、静磁場、静電場、重力加速度…等があります。ここでは、可視・赤外光に比べて波長の長い電磁波であるマイクロ波帯(GHz帯)の電波によるリモート・センシングを取り上げます。

もう一つの要素は、測定対象から離れたところにある「プラットフォーム」と呼ばれる観測場所があることです。リモート・センシングのプラットフォームには、地上の観測施設、船舶、気球、航空機、人工衛星などがあります。ここでは、おもに人工衛星をプラットフォームとして、地表を観測するリモート・センシングについて述べます。

● ハードウェア技術とソフトウェア技術を集大成

リモート・センシングが現場(in situ)測定と異なり、離れたところから波動を使って観測する技術であるため、多くの場合は直接物理量を観測できず、観測データを物理的データに翻訳するソフトウェア技術が重要となっています。

人工衛星によるリモート・センシング技術は、センサ技術、プラットフォーム技術、膨大な観測データを蓄積・伝送する技術などのハードウェア技術と、取得したデータを物理量に翻訳し、処理分類してわかりやすい形に表示するソフトウェア技術から成り立っています。本稿は、おもにセンサ技術について述べます。

リモート・センシングを離れたところから波動を使って観測する方法と考えれば、目や耳によるものも該当し、地上設置のレーダを含め、古くからある広い概念⁽¹⁾です。しかし、リモート・センシングが科学技術用語として広く知られるようになったのは、LANDSAT(ERTS)衛星が鮮明な地表の映像を取得してからといわれています⁽²⁾。

人工衛星によるマイクロ波リモート・センシングは、人工衛星に搭載したマイクロ波センサによって実施します。

■ リモート・センシングの特徴

● 宇宙からのリモート・センシングの特徴

人工衛星のプラットフォームから広い地域を定期的・継続的に同一精度による観測が可能です。長期的なデータを比較することにより変動がわかり、また差分を

抽出できます。

次に、プラットフォームが静止軌道である場合、常時観測できますが、中高度衛星に比べて距離が長いので地上分解能が劣ります。中高度軌道である場合は、比較的高分解能で観測できますが、観測頻度が少なくなります。観測頻度を上げるには、複数の衛星が必要です。

● マイクロ波リモート・センシングの特徴

天候・昼夜に関係なく観測可能です。これは可視域の観測とは異なった大きな特徴です。反面、可視・赤外に比べると、波長が長いので、地上分解能はよくありません。しかし、合成開口方式を使うと、地上分解能を改善できます。

■ 地球観測で使う衛星軌道

人工衛星の軌道にはさまざまなものがありますが、センサを搭載して地表を観測する人工衛星の軌道は、大別すれば以下の3種類⁽³⁾です。

● 静止軌道(図1)

ひまわり、GOES、METEOSATなど静止気象衛星の軌道です。赤道上空約3万6000kmの高度にあり、地上から衛星を見ると、上空に静止しているように見えるので、この名称があります。

常時同一の広い地域を観測できる利点がある反面、高高度なので、地上分解能が劣ります。

● 太陽同期準回帰軌道(図2)

だいち、AQUA、SPOTなど、地球観測衛星の多くが採用している軌道で、ほぼ全球を同一の地方時で繰り返し観測できる特徴を持っています。

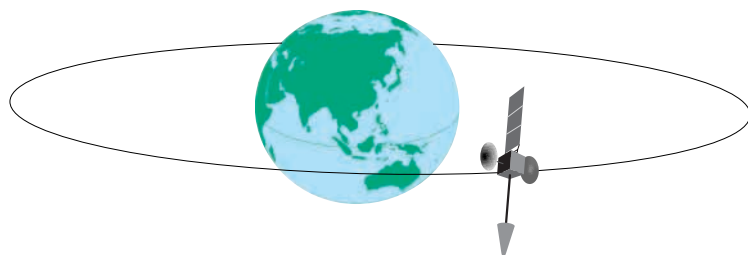
「太陽同期」とは人工衛星の軌道面と太陽光のなす角が一定に保たれる軌道です。「回帰軌道」とは、特定の地域を繰り返し観測できる軌道です。両者を組み合わせることによって、上記の特徴を持った軌道となっています。

● 周回軌道(図3)

熱帯降雨観測衛星、TOPEX/Poseidon、Jasonなどの軌道で、特定の地域をさまざまな地方時で観測するときに使う軌道です。

■ マイクロ波センサの種類

マイクロ波センサには、受動センサ(passive sensor)



〈図1〉
衛星の静止軌道