第六章　気象観測

これまで、人工衛星を用いた通信放送や、航行測位を見てきたが、このほかの重要な人工衛星の用途として気象観測や地球観測などがある。気象観測は地球表面の大気の状況を観測しているものであり広い意味での地球観測に入るが、日本でも天気予報などに気象衛星が活躍していることもあり、本章では衛星による気象観測を取り上げ、次章でその他の地球観測を取り上げる。

ただし、JST 報告書では気象衛星技術だけでの評価を行っておらず、地球観測の一部としての評価を行っているため、国際的な比較は次章で記す。

1　衛星による気象観測の歴史

（1）気象衛星とは

人工衛星による気象観測とは、衛星軌道上から広域の気象状況を把握することである。初期の技術として、雲を可視光線用のカメラで撮影することから始まったが、その後赤外線カメラにより雲を夜間に撮影することや、赤外線吸収カメラにより水蒸気を観測すること、マイクロ波散乱計などを用いて海上風や降雨量を測定することなどが追加されてきた。広域観測が可能であり、洋上監視も比較的容易であることから、通常の気象観測のみならず、台風観測に際しては有力な観測手段となっている。

気象衛星は、軌道の違いにより大別して静止衛星と極軌道衛星に分けられる。静止衛星では、常に同じ半球面を対象として可視光線や赤外線のセンサを用いた気象観測を継続して実施することができる。一方、北極と南極の両極を通過する極軌道を周回する衛星では、地球上のあらゆる場所を観測対象にでき、さらに一日に 2 度、同一の地点を観測できる。また、静止衛星では観測が困難な両極付近の観測を行うことができる。

（2）米国での開発

世界初の気象衛星は、米国により 1960 年に打ち上げられたタイロス 1 号である。タイロス 1 号は低軌道の地球周回衛星であり、可視光カメラを搭載し撮影写真は電送により地上へ送られた。夜間撮影はできなかったが、各種の有益な観測データをもたらした。タイロスシリーズは、米国 NASA と米国大気海洋局（NOAA）が主体となって開発が進められ、その後 6 年間に打ち上げられた 10 機の衛星により、様々な観測実験が行われた。1966 年には静止気象衛星 ATS-1 が米国により打ち上げられ、世界で最初の本格的な気象衛星となった。

（3）WMO のネットワーク構想

米国のタイロスシリーズによる気象観測の成功は、世界各国で気象学の発展や天気予報の改善を目指そうという気運を高めることとなり、世界気象機関（WMO）により全世界をカバーする気象衛星観測ネットワーク構想である「世界気象監視計画（World Weather Watch : WWW）」が、1963 年からスタートした。この構想を受け各国が気象衛星を打ち上げ、1980 年代初めまでに 5 機の静止気象衛星と 2 機の極軌道衛星により地球全体を隈なく覆う観測網が確立された。

（4）日本の気象衛星ひまわり

日本は、WMO の WWW に参画すべく気象衛星の開発を行った国の一つであり、日本で初めての静止気象衛星となる「ひまわり」は 1977 年に米国ケープカナベラル空軍基地から打ち上げられた。日本はこのひまわりを用い、1978 年から WWW の観測網において、アジア、オセアニアおよび西太平洋地域の観測を担った。

ひまわりシリーズは、現在までに合計 9 機が打ち上げられ、2014 年打ち上げのひまわり 8 号と、2016 年打ち上げのひまわり 9 号が現在軌道上で運用され、2029 年まで継続して気象観測を実施する予定である。

2　中国の気象衛星

中国での気象衛星の開発は、他の衛星利用分野に比較して比較的早く、国務院の中国気象局（CMA）傘下にある国家衛星気象センター（NSMC）が中心となって、文化大革命の終了直後の 1977 年に開始している。中国の気象観測衛星は「風雲」と呼ばれており、技術発展のステージごとに 1～4 号までシリーズ化されている。

（1）風雲 1 号シリＩズ

風雲 1 号シリーズは、中国で最初に開発された気象衛星シリーズである。極軌道の気象観測衛星として 1988 年から 2002 年にかけて 4 機の衛星が打ち上げられ、2012 年まで運用された。

なお、風雲 1 号シリーズの 3 号機で 1999 年 5 月に打ち上げられた風雲 1 号 C（FY-1C）は、2004 年に機能を終え宇宙軌道上にあったが、2007 年 1 月衛星破壊実験の標的となり、観測可能なものだけで 2,841 個以上という大量のスペースデブリを発生させた。

（2）風雲 2 号シリーズ

風雲 2 号シリーズは、静止軌道による気象衛星である 1997 年 6 月に 1 機目となる衛星が打ち上げられた後、2014 年までに 7 機が打ち上げられ、うち 4 機が運用中である。設計寿命は 3 年である。

（3）風雲 3 号シリーズ

風雲 3 号シリーズは、風雲 1 号シリーズの後継となる極軌道気象衛星である。2008 年、2010 年、2013 年、2017 年に合計 4 機が打ち上げられ、うち 3 機が運用中である。設計寿命は 5 年である。

（4）風雲 4 号シリーズ

風雲 4 号シリーズは、風雲 2 号シリーズの後継となる静止気象衛星である。2016 年 12 月に 1 機目が打ち上げられ、2018 年以降 5 機の打ち上げが計画されている。設計寿命は 7 年である。

（5）国際貢献

1963 年にスタートした WMO の WWW には当初より日本が参画し、「ひまわり」を用いて 1978 年以降、アジア、オセアニアおよび西太平洋地域の観測を担っているが、中国も静止衛星や極軌道衛星による風雲システムが構築されたことを受けて、2000 年から WMO に対してデータ提供を行っている。具体的に中国は、風雲 2 号シリーズの 2 つの静止衛星によりインド洋の東経 36 度から 108 度の地域の観測を、インドおよび欧州とともに分担している。また、極軌道についても中国は風雲 3 号シリーズの衛星を用い、米国、欧州、ロシアとともに観測を分拒している。

さらに WMO とは別に、中国はこの風雲シリーズで得られた情報を近隣諸国に積極的に提供しており、具体的にはバングラデシュ、インドネシア、イラン、モンゴル、パキスタン、タイ、ペルー、北朝鮮、キルギスタン、ラオス、マレーシア、ミャンマー、ネパール、フィリピン、スリランカ、タジキスタン、ウズベキスタンなどの国々に衛星データの受信局を無償提供し、利用のための研修も行っている。このような協力は、現在習近平政権が進める一帯一路政策の趣旨にも合致しており、協力国の増加や協力内容の拡大が今後図られていくと考えられる。