



地球観測衛星からの光による環境計測： 温室効果ガス観測の最新動向

国立研究開発法人国立環境研究所
松永恒雄

1. はじめに

地球環境のモニタリングはその対象の広域性や求められる即時性を考えると、対象物の現場計測やサンプリングだけで実施することは事実上不可能であり、電磁波を用いた非接触計測（リモートセンシング）が活用されている。また非接触計測のプラットフォームとしては航空機やドローンなどもあるものの実用としては人工衛星の比重が高い。さらに電磁波の中でも光による計測はその歴史的経緯や観測可能な対象の多様さなどもあり、特に重要である。

そこで本稿では人工衛星から行う光を用いた環境計測の最新動向について紹介する。特に過去 10 年間に我が国を中心に大きく発展した温室効果ガス観測の分野に着目し、その将来計画も含めて解説する。

2. 地球観測衛星からの光によるリモートセンシングの概要

2-1 地球観測衛星について

地球を周回する人工衛星には、地球の表面（陸地、海面）や大気（雲を含む）を観測する衛星（本稿では地球観測衛星という）の他に、通信衛星や測位衛星、さらには国際宇宙ステーションなどの汎用的なプラットフォームなど様々な種類があるが、その基本的な特性の一つにその軌道があげられる。

地球観測衛星の軌道は、主に以下の 3 種類に大別される。

- ア) 地球をほぼ南北方向に周回し、太陽に対する位置関係（赤道通過地方時）が一定になる太陽同期極軌道（高度は数百 km 程度）
- イ) 地球に対して相対的に静止した形になる静止軌道（高度は約 36,000km）
- ウ) その他（国際宇宙ステーション（ISS）など）

現在温室効果ガス観測を行なっている人工衛星はアとウに区分されるが、イに関する将来ミッションの検討も米国等で進められている。

大気中の温室効果ガス濃度は植物の光合成活動等の日サイクルの影響を受ける。植物の光合成活動等の日サイクルに対していつも一定のタイミングで観測を行うという観点からは、衛星の軌道としては太陽同期のアが望ましい。一方、日変動をする現象を捉えるためには連続的な観測が可能なイが求められる。またウの ISS のように太陽同期とまらない場合も、その観測計画次第ではある程度アやイに準じたデータが取得できる。

なお光による温室効果ガスの濃度観測には高い波長分解能と信号雑音比(SNR)が求められるため、軌道高度が高くなるにつれ、観測センサに対する要求は厳しくなる。

2-2 地球観測衛星に搭載される光学センサについて

地球観測を目的とする衛星搭載光学センサは

- ア) 能動型（太陽光の波長域の光源を利用するもの）
- イ) 受動型（太陽光を光源とするもの）