

新しい宇宙からの大気環境観測計画 ~ GMAP-Asia と APOLLO

New proposals for observing atmospheric environment from space - GMAP-Asia and APOLLO

北和之^{1*}, 笠井康子², 金谷有剛³, 秋元肇⁴, 大気環境観測衛星検討会⁵

KITA, Kazuyuki^{1*}, KASAI, YASUKO², KANAYA, Yugo³, AKIMOTO, Hajime⁴, Working group for satellite observation of atmospheric environment,⁵

¹茨城大学理学部, ²情報通信研究機構, ³海洋研究開発機構, ⁴アジア大気汚染研究センター, ⁵大気化学研究会

¹Faculty of Science, Ibaraki University, ²NICT, ³JAMSTEC, ⁴Asia Center for Air Pollution Research, ⁵The Japan Society of Atmospheric Chemistry

今日、工業生産が先進国から新興国にシフトしていく中で、大気汚染が広域化し、対流圏オゾンの半球規模での増加やPM2.5をはじめとするエアロゾルなど大気汚染による健康リスクが地球の様々な地域で深刻な問題となっている状況が生まれている。また、オゾンやエアロゾルは地域規模～地球規模での気候変動に重大な影響を与えている。

日本においても、環境基準の不適合率が最も高い大気汚染物質がオゾンであり、窒素酸化物などオゾン前駆気体の濃度が低減傾向にあるにもかかわらず、全国の実に99%にのぼる測定局で環境基準が満たされていない。最近アジア大陸からの越境輸送が影響していると思われるオゾン濃度の増加が全国的に見られ、これまで見られなかった地域でもオゾン濃度が120 ppbを越える光化学スモッグ注意報が発令されている。

越境汚染など、広域的な大気汚染状況の理解と予測の基礎となる対流圏オゾンやエアロゾルおよびその前駆気体の分布を把握するには、衛星からのリモートセンシングが有効と考えられ、近年欧米においてGOME, SCIAMACHY, OMI, TESなどのセンサーが打ち上げられ、様々な成果を上げている。しかし、個々の都市ごとの汚染物質濃度を測定するためには水平分解能が不足していること、太陽同期軌道衛星に搭載されているため同じ地方時のみの観測に限定されていること、特にオゾンや汚染空気のトレーサーとして重要な一酸化炭素(CO)の地表～対流圏下部の濃度をより上空の濃度と分離して知ることができないことなど、いくつかの重大な問題点があり、その克服が求められている。

日本においては、これら大気汚染物質を主な対象とした衛星センサーは実現していなかったが、大気化学研究会の下に大気環境観測衛星検討会が発足し、上記のような問題点を克服する新たな衛星観測計画について検討を行っている。まず、静止衛星による大気環境観測を提案し、さらに国立環境研究所・気象研究所・海上技術安全研究所・石油産業活性化センターの委員が加わった静止大気観測ミッション検討委員会により静止大気・気象観測衛星ミッションGMAP-Asiaとしてまとめられ、宇宙航空研究開発機構(JAXA)に提案された。このミッションでは、波長分解能0.4nmの可視・紫外イメージング分光器および端数分解能0.6cm⁻¹の中間赤外イメージングFTSを静止衛星に搭載することで、東・東南・南アジアを時間分解能1時間・水平空間分解能10km×10kmでカバーする観測を行い、オゾン・エアロゾル・CO・NO₂・SO₂・HCHO・HNO₃などの大気汚染物質と前駆気体きめ細かい時間・空間的に連続した分布を捉えることを目標としている。それによって、時々刻々変化する汚染気体分布の全貌を捉えることで、大気輸送プロセスと大気光化学プロセスの双方をより定量的に理解することを可能にし、また観測された濃度場をモデルに同化することで信頼性の高い汚染状況の予測を実現することが期待される。さらにこの計画では、気温・水蒸気といった気象要素の3次元的な観測も行い、次世代型気象衛星観測センサーの技術実証という面でも重要な意味合いを持つ。

静止衛星観測は連続的な時間空間分布を明らかにできるという、他では代えがたい利点を持つが、観測地域が限られグローバルなデータが得られないこと、また静止衛星軌道が高度36,000kmと遠いため技術的な難しさなどの問題がある。そこで大気化学研究会大気環境観測衛星検討会では静止衛星と相補的な観測計画として、国際宇宙ステーション(ISS)に大気汚染観測センサーを搭載するAPOLLOミッションを提案している。APOLLOミッションでは、低高度(300-400km)の太陽非同期傾斜軌道というISSの特徴を活かし、様々な地方時における4km×4kmというさらなる高水平分解能での観測を実現することで、都市中核部・郊外・農村域など土地利用・人間活動による汚染物質前駆気体の濃度・排出量のきめ細かい分布を明らかにできると考えている。このミッションの最大の特徴として、可視・紫外、近～中間赤外、サブミリ波の同時分光観測により、多くの大気汚染物質・前駆物質の観測を可能にすると共に、これまで不可能であった地表～下部対流圏のオゾンおよびCO濃度を分離して観測することがあげられる。それによって直接人体や生態系に影響する地表でのオゾン濃度に加え、対流圏中層での越境汚染の様子や、気候影響に重要な対流圏上部でのオゾン分布が、初めて宇宙からそれぞれ独立に広域的に観測できる事ができると期待される。現在そのために必要となる可視・紫外、近～中間赤外、サブミリ波の同時リトリバル手法の検討を進めている。また、これらのセンサーを全て日本で短期間に作成することには無理があり、ISSならではの国際協力によって実現したいと考えており、NASA/JPLはじめ欧米との協力についても検討が進められている。

キーワード: 静止衛星, 国際宇宙ステーション, 下部対流圏オゾン

Keywords: Geostationary satellite, International space station, lower tropospheric ozone