

GPS/GNSS 気象学 -概要と将来展望- GPS/GNSS Meteorology in JAPAN - Overview and future scope -

小司 禎教^{1*}; 瀬古 弘¹; 佐藤 一敏²; 加藤 照之³; 津田 敏隆⁴
SHOJI, Yoshinori^{1*}; SEKO, Hiromu¹; SATO, Kazutoshi²; KATO, Teruyuki³; TSUDA, Toshitaka⁴

¹ 気象研究所, ² 宇宙航空研究開発機構, ³ 東京大学地震研究所, ⁴ 京都大学生存圏研究所
¹ Meteorological Research Institute, ² Japan Aerospace Exploration Agency, ³ Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, ⁴ Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

日本における GPS/GNSS 気象学をレビューし、将来を展望する。

水蒸気は GPS (Global Positioning System: 全地球測位システム) 測位には誤差をもたらすノイズだが、天気予報にとっては精度向上をもたらす重要なシグナルである。1997-2001 年度に取り組みられた科学技術庁科学技術振興調整費「GPS 気象学: GPS 水蒸気情報システムの構築と気象学・水文学への応用 (以下「GPS 気象学」と記す)」は、この「水蒸気」をキーワードに、測地研究者と気象研究者が、GPS という研究資源を介して学際協力をを行い、相互の発展を図ることを基本概念として実施された。

「GPS 気象学」プロジェクトは、世界に類を見ない稠密な国土地理院の GPS 観測網、GEONET (GPS Earth Observation NETwork) から得られる水蒸気情報を天気予報の根幹である数値気象予報に活用すること、および数値予報データを用いた測位精度の向上という 2 つの目標を掲げ、測地研究者と気象研究者が参加する学際的なプロジェクトであった。1996 年の実現可能性を探る予備研究 (Feasibility Study: FS) を経て、① GEONET から解析された可降水量 (PWV) の精度検証、② 数値予報へのデータ同化実験、③ 視線情報を用いたトモグラフィによる 3 次元水蒸気構造の解析、④ 測位誤差をもたらす水蒸気の非一様性に関する研究等が取り組まれた。2000 年、2001 年にはつくば市周辺 20km 四方の領域に 75 箇所の GPS 観測点を設置する世界初の稠密観測実験が取り組まれ、積乱雲の発達に伴う水蒸気の 3 次元構造とその変動を捕らえることに成功した。低軌道衛星に搭載した受信機に、大気を貫いて到達する電波の屈折を利用した掩蔽 (Radio Occultation: RO) 法により得られた気温の全球構造の解析から、重力波の鉛直伝播の様子が明瞭に捉えられた。さらに、富士山頂に設置した受信機を用いた掩蔽解析により、大気境界層内部の気温や水蒸気の構造解析に成功した。

プロジェクトの終了後も研究は進み、気象庁では 2007 年 3 月にドイツの掩蔽観測衛星 CHAMP の観測した屈折率データの全球解析 (Global Analysis: GA) への利用を開始した。さらに 2009 年 10 月には、GEONET から解析された PWV のメソ解析 (Mesoscale Analysis: MA) での利用を始めた。測地学の分野では高解像度数値気象モデルを用いた mm 測位精度向上の研究が進んでいる。

2013 年 5 月、国土地理院では GEONET 全点で、米国の GPS に加え、ロシアの GLONASS, JAXA の準天頂衛星 (QZSS) の観測データの公開を開始した。加えて欧州の GALILEO や中国の COMPASS 等、現在は GPS から Multi-GNSS (Global Navigation Satellite System) の時代が始まっている。加えて、NTRIP ストリーミングプロトコルを利用した観測や解析結果のリアルタイム配信により、GNSS による地震、津波の観測、豪雨や突風の監視等、新たな研究が始まっている。反射波を用いた海面上の風の観測、積雪深、土壌水分の解析等新たな学問分野も創出されている。

この報告が、GPS/GNSS 気象学の展望を議論する機会となれば幸いである。

キーワード: GPS/GNSS 気象学, 衛星測地学, 水蒸気
Keywords: GPS/GNSS Meteorology, Satellite Geodesy, Water vapor