

AAS001-01

会場:202

時間:5月25日 16:30-16:52

Atmospheric Remote Sensing for Meteorology in Southern Hemisphere and Antarctica -Recent Australian Initiatives Atmospheric Remote Sensing for Meteorology in Southern Hemisphere and Antarctica -Recent Australian Initiatives

Zhang Kefei^{1*}

Kefei Zhang^{1*}

¹RMIT University of Melbourne

¹RMIT University of Melbourne

Recent developments in both ground-based and space-borne geospatial infrastructure have opened exciting opportunities for geodesists to contribute to "big issues" such as atmosphere, climate changes, global warming, and environmental sustainability. GNSS atmospheric remote sensing using GNSS and low Earth orbit (LEO) satellites such as CHAMP, GRACE and COSMIC is a new technique for profiling the atmosphere. Research has demonstrated that GNSS radio occultation technique is capable of measuring the Earth's atmospheric parameters with a high accuracy, unprecedented high resolution and global coverage. It is expected that this new technology will significantly advance our knowledge of Earth's atmospheric structure and processes.

Australia and Antarctica are characterized with a large continent, sparse population and a long coastline. The lack of variety and density of reliable meteorological observations over Australia and Antarctica poses a major challenge for operational weather prediction, long term climate studies, and optimal usages of satellite data. Since the successful launch of the six COSMIC satellites in April 2006, approximately 2,500 global daily GPS radio occultation events (ROEs) and over 100 daily GPS ROEs in Australia have been obtained which represents six times more observations in comparison with CHAMP. Such a large number of retrievals have brought unprecedented opportunities for in-depth regional studies and operational usage of the GNSS RO retrievals in southern hemisphere. The planned new launches in the next a few years from South America, Europe and Asia are offering exciting opportunities for geodesists to tackle big issues such as climate and environment globally.

Recent significant Australian research initiatives along the GNSS positioning, meteorology/climate and space debris tracking will be outlined. We start with a brief introduction of the SPACE Research Centre established at RMIT University including key research directions and projects, and recent international collaborations, particularly in the areas of GNSS atmospheric sounding, weather and climate. The recent Australian government initiative of its space research program scheme will be then outlined. The multiple million dollars space research project in the areas of in-space tracking and navigation, precise satellite positioning, space weather, atmospheric modelling and climate monitoring awarded to a research consortium led by SPACE will be introduced. Key issues related to the research work and challenges confronting Australian space research and space industry will be discussed and some preliminary outcomes will be shown to facilitate discussion and possible international collaboration in atmospheric remote sensing, GNSS and geodesy.

AAS001-02

会場:202

時間:5月25日 16:52-17:14

New scientific and operational application with real-time GNSS monitoring of atmosphere

New scientific and operational application with real-time GNSS monitoring of atmosphere

岩淵 哲也^{1*}

Tetsuya Iwabuchi^{1*}

¹GPS Solutions Inc.

¹GPS Solutions Inc.

GPS has been widely used as new unique sensor for accurate atmospheric sensing. The method is based on the measurement of the atmospheric delay of the phase of a microwave transmitted from a GPS satellite and received at a GPS antenna. This time delay is determined by comparing the observed propagation delay with the computed vacuum delay based on the known positions of transmitting and receiving antennas. The primary part of the delay is caused by the ionosphere, and its contribution can be corrected (observed) with dual frequency observations due to the nature of dispersion of the ionosphere. We can retrieve the integrated refractivity of the neutral atmosphere after removing the contribution of the ionospheric delay.

Improvements in the GNSS processing strategy, geophysical/instrumental models, and satellite orbit/clock products has led to improved GNSS atmospheric sensing. Availability of real-time data has made true real-time solutions that are available within a few seconds of data collection possible. For GPS Earth Observation NETWORK (GEONET) in Japan, the most antennas and receivers were replaced around 2003, and real-time data streaming of 1Hz data has been implemented since then. Many other global GPS networks with real-time data streaming have also come on line. Such real-time GPS networks enable new GPS application of monitoring the atmosphere in true real-time and make previous near-real-time (NRT) applications obsolete.

The primary GNSS product in the neutral atmosphere is the zenith tropospheric delay (ZTD). ZTD can be mapped to represent the averaged precipitable water vapor (PWV) in the surrounding of the GPS antenna. NRT ZTD and PWV have been used for operational numerical weather forecast, and the impact of ZTD data has been reported for many severe storm cases globally. The primary impact of real-time PWV can be seen in short-term forecasts with frequent updates. It has also been shown to provide useful information for nowcasting of precipitation. Real-time slant path delay which contains information on the inhomogeneity of the water vapor distribution in active weather conditions can be used for water vapor tomography. All the products mentioned above are now available also for moving platform such as ships and buoys with kinematic processing. Such products can be helpful to improve precipitation forecast if the observation data are transmitted in real-time from ocean platforms. A new application of GNSS environmental monitoring is the determination of soil moisture. This is done by analyzing S/N ratios which fluctuate due to multipath reflections from the ground near the GNSS station. These S/N fluctuations are affected by soil moisture and we attempt to use GEONET data for soil moisture monitoring. The data are potentially useful for farming, as input to flood models and for research of the water cycle.

Monitoring of the ionosphere is also possible under the assumptions of a thin ionospheric layer and stable differential code biases in the GPS receivers on the order of a few days. The vertical and slant total electron content (TEC) is used for monitoring of space weather and ionospheric disturbances. With real-time capability, it is possible to monitor the current status of ionosphere to issue warning, and detect tsunami and rocket launches. We can also use ionospheric model generated from dual frequency network for processing of relatively low cost L1 receiver network to get denser information on water vapor and slant path delay.

The paper briefly introduces the background of neutral and ionized atmospheric sensing with GPS, and reviews the current status of global and Japanese GNSS research on atmospheric sensing. It then introduces new real-time application of GNSS for atmospheric research, and concludes with a near future perspective of GNSS meteorology under consideration of Japan's QZSS and radio occultation.

キーワード: GPS 気象学, 可降水量, 数値予報, ナウキャスト, 電離層, 土壌水分

Keywords: GNSS, Water Vapor, Numerical Weather Forecast, Nowcast, Ionosphere, Soil moisture

Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



AAS001-03

会場:202

時間:5月25日 17:14-17:29

電離圏・大気圏観測のためのGPS掩蔽受信機開発の提案

A proposal of GPS occultation receiver system for the ionosphere and atmosphere

鈴木 睦^{1*}, 海老沼 拓史², 児玉 哲哉³, 渡部 重十⁴

Makoto Suzuki^{1*}, Takuji Ebinuma², Tetsuya Kodama³, Shigeto Watanabe⁴

¹ 宇宙科学研究所, ² 東京大学, ³ 宇宙航空研究開発機構, ⁴ 北海道大学

¹ISAS, ²Tokyo Univ., ³JAXA, ⁴Hokkaido Univ.

GPS 掩蔽・反射観測から、電離圏・大気圏観測を行う国産 GPS 掩蔽受信システムの開発に向けての検討状況を報告する。

キーワード: GPS 掩蔽, GPS 反射, GPS 受信機

Keywords: GPS occultation, GPS reflection, GPS receiver

AAS001-04

会場:202

時間:5月25日 17:29-17:44

日米欧の地上GPS受信機網データを用いた電離圏電子密度トモグラフィ Ionospheric tomography using ground-based GPS receiver networks in Japan, America and Europe

齊藤 昭則^{1*}, 津川 卓也², 上野 玄太³
Akinori Saito^{1*}, Takuya Tsugawa², Genta Ueno³

¹ 京都大学大学院理学研究科, ² 情報通信研究機構, ³ 統計数理研究所

¹ Graduate School of Science, Kyoto Univer, ² NICT, ³ The Institute of Statistical Mathematics

An ionospheric tomography algorithm using the GPS Total Electron Content (TEC) data was developed to reconstruct the plasma density distribution from 80km altitude to 20,000km. Observation of the dual frequency radio wave from the Global Positioning System (GPS) can provide the Total Electron Content (TEC) data between satellites and receivers. The set of data from the array of the ground-based GPS receivers and the constellation of the GPS enables to derive the electron density distribution in the ionosphere and the plasmasphere by tomography algorithm. We developed an algorithm to derive the three dimensional distribution of the plasma density using GPS-TEC. We applied this tomography algorithm to the data in Japan, the North America and Europe. The distribution of the ground-based GPS receivers in Japan is denser than that in the North America, and the size of the observational area is wider in the North America than in Japan. Therefore the tomography in Japan is suitable to study the ionospheric structures whose scale is a few hundreds kilometer, and that in the north America is suitable to study the structures whose scale is a few thousands kilometer. The ionospheric plasma density was reconstructed for the cases of the geomagnetically quiet and disturbed times. The spatial and temporal variations of the reconstructed electron density was compared with the observation of the IS radars and satellites.

Keywords: GPS, Ionosphere, Tomography, Plasma density

AAS001-05

会場:202

時間:5月25日 17:44-17:59

民間航空機による GPS 掩蔽観測シミュレーション Airborne GPS Radio Occultation

吉田 直人¹, 津田 敏隆^{1*}

Naoto Yoshida¹, Toshitaka Tsuda^{1*}

¹ 京都大学生存圏研究所

¹RISH, Kyoto University

GPS 掩蔽法は低軌道衛星に搭載された GPS 受信機を利用して行う手法であるが、それとは別にダウンルッキング掩蔽法という手法がある。これは飛行機や山頂を低軌道衛星の代わりにして GPS 電波を受信しインバージョンを用いることによって地球大気の情報を得る手法である。2001 年に富士山頂に設置された GPS 受信機によってダウンルッキング掩蔽法は実験され、温度と水蒸気のプロファイルを得ることができた。

我々は民間飛行機を用いたダウンルッキング掩蔽法について有効性のシミュレーションを実施した。用いたのは、2010 年 12 月 1 日のガルーダ・インドネシア航空のジャカルタ - スラバヤ間のデータである。ジャカルタ - スラバヤ間の往路で 11 フライト、35 プロファイル、復路で 12 フライト、53 プロファイルのデータを用いた。飛行ルートにより、異なる長さの接線の軌跡を得ることとなり、周波数も違っていた。これは GPS 衛星の軌道の特長によって説明することができる。GPS 衛星の傾斜角は 55 度でその速度は地球回転速度よりも速いこと、そして全部の衛星が地球表面を西から東に向かって回っていることに起因している。それゆえに飛行機が西から東に向かって飛んでいるときの GPS 衛星との相対速度は遅くなり、一方東から西に向かって飛んでいるときの相対速度は速くなる。この影響は赤道に近いほどに顕著に表れてくる。

GPS 衛星軌道の影響は低軌道衛星を用いる掩蔽法では見られない。これは飛行機と衛星で異なる速度であることで説明できる。飛行機は時速 900km であるのに対し、低軌道衛星は 700km の高度を時速 22000km で周回している。GPS 衛星の速度は時速 3000km なので、低軌道衛星を用いた掩蔽においてはこの影響はほとんどない。

次に我々は日本周辺の 9 つの空港を選び、2011 年 2 月 1 日の JAL の飛行データを使って飛行機掩蔽分布を計算した。210 フライト、1114 データを得ることができた。日本周辺のデータ密度は、100km x 100km の範囲で 1 日におよそ 5 つのイベントを観測できる。この結果は、日本において民間航空機を用いた GPS 掩蔽が大気情報を得るために有用な手段であることを示している。そして、このような観測が気象予報の精度を向上させると期待される。

キーワード: GPS 掩蔽, 低軌道衛星, 航空機, ダウンルッキング

Keywords: GPS Radio Occultation, LEO, Airborne, downward-looking

AAS001-06

会場:202

時間:5月25日 17:59-18:14

GPSによる大気情報を用いた熱帯低気圧のメソスケールデータ同化 Mesoscale Data Assimilation of Tropical Cyclones with GPS Atmospheric Information

小司 禎教^{1*}, 國井 勝¹, 瀬古 弘¹, 津田 敏隆², 斉藤 和雄¹

Yoshinori Shoji^{1*}, Masaru Kunii¹, Hiromu Seko¹, Toshitaka Tsuda², Kazuo Saito¹

¹ 気象研究所, ² 京都大学生存圏研究所

¹Meteorological Research Institute, ²RISH/Kyoto University

低緯度用4次元変分法同化(4D-Var)システムを開発し、全球測位システム(GPS)による大気計測情報の熱帯低気圧予測へのインパクトを2つの事例で検証した。

熱帯低気圧(Tropical cyclone: TC)の予報は気象学にとって最重要課題の一つである。世界の数値予報(NWP)センターのTC予測精度は近年顕著に向上しているが、依然多くの課題が残っている。NWPモデルの解像度や物理過程とともに、メソスケールデータ同化等が重要な要素として挙げられる。しかしながら、多くの業務的な領域同化システムは中緯度帯での運用を目的としてデザインされている。

本研究では、TCのシミュレーションに高解像度(水平格子間隔10-20km)の初期値を提供するため、気象庁の静力学版メソ4次元変分法データ同化システム(meso 4D-Var)を、熱帯域での同化に適するよう改良した。さらにGPSから得られる大気情報(GPS掩蔽法(Radio Occultation: RO)による屈折率プロファイルや地上観測による可降水量(PWV))のTC予測に対するインパクトを以下の2事例について行った。

1. 2007年台風USAGIのGPS ROデータ同化実験

24時間同化をmeso 4D-Varで行い、その後水平10km格子の非静力学モデル(NHM)を用いて予測実験を行った。通常のデータを同化した実験よりも、GPS ROを同化データに加えた実験の方が、よりベストトラックに近いUSAGIの発生・発達を予測できた。

2. 2008年サイクロンNARGISのGPS PWV同化実験

同化期間を12,24,36,48時間と変化させた実験を行った。GPS PWVを利用しない、通常データのみを同化した実験では、同化期間の違いによりNARGISの発達に25hPa(958?983hPa)ものばらつきが生じた。GPS PWVを同化すると、ばらつきは10hPa(964-974hPa)に減少した。通常データのみを同化した実験では、同化期間を延ばすことは必ずしも予測精度の向上につながらなかったが、GPS PWVを同化すると、同化期間の延長がサイクロンのより強い発達予測につながった。実験全体でみても、GPS PWVを同化した方が、よりベストトラックに近い強度・進路を予測していた。

以上、2つの実験では、解析場を詳細に検討することにより、GPS大気情報を同化することにより、TCの発生や発達しやすい環境場を解析していたことがわかった。

キーワード: 数値予報, データ同化, GPS 気象学, リモートセンシング, サイクロンナルギス

Keywords: Numerical Prediction, Data Assimilation, GPS Meteorology, Remotesensing, Cyclone Nargis

AAS001-07

会場:202

時間:5月25日 18:14-18:29

地上型 GPS データと GPS 掩蔽データの同化による降水予報の改善 Improvement of rainfall forecast by assimilations of ground-based GPS data and radio occultation data

瀬古 弘^{1*}, 國井 勝¹, 小司 禎教¹, 齊藤 和雄¹
Hiromu Seko^{1*}, Masaru Kunii¹, Yoshinori Shoji¹, Kazuo Saito¹

¹ 気象研究所

¹ Meteorological Research Institute

GPS による 3 種類の観測データ、すなわち、可降水量 (PWV)、視線水蒸気量 (SWV) と掩蔽データ (RO) について、気象庁のメソ解析システムを用いて、2004 年 7 月 16 日に新潟・福島県で発生した大雨に対するインパクトを調べた。PWV や SWV を同化すると、降水域の南側の水蒸気量が増加し、北側では減少して、降水分布が観測されたものに近づいた。しかし、降水量は観測よりも少ないままであった。SWV を同化した場合、PWV よりも水蒸気量の水平分布のメリハリがはっきりした。RO を同化すると、下層の水蒸気量が増えて降水量が大きく増加した。しかし、降水分布は観測よりも広範囲に広がっていた。SWV と RO を同時に同化すると、降水域や南側の下層の水蒸気量が増加し、降水強度と降水分布の両方が観測されたものに近づいた。

キーワード: データ同化, GPS 可降水量, GPS 視線水蒸気量, GPS 掩蔽データ, 豪雨

Keywords: Data assimilation, GPS-derived precipitable water vapor, GPS-derived slant water vapor, Radio occultation data, Heavy rainfall

AAS001-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 15:45-16:15

InSAR と GPS で見た集中豪雨に伴う水蒸気分布変動 Water vapor distribution during the heavy rain estimated with InSAR and GPS

木下 陽平^{1*}, 島田 政信², 古屋 正人¹
Youhei Kinoshita^{1*}, Masanobu Shimada², Masato Furuya¹

¹ 北大院理, ²JAXA/EORC

¹Natural History Sci. Hokkaido Univ., ²JAXA/EORC

Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) phase signals allow us to map the Earth's surface deformation, but are also affected by earth's atmosphere. In particular, the heterogeneity of water vapor near the surface causes unpredictable phase changes in InSAR data. InSAR can therefore provide us with a spatial distribution of precipitable water vapor with unprecedented spatial resolution in the absence of deformation signals and other errors. On 2 September 2008, a torrential rain struck wide areas over central Japan, and Japan Aerospace exploration Agency (JAXA) carried out an emergent observation of the heavy rains by PALSAR, an L-band synthetic aperture radar sensor. On January 2010, JAXA has carried out another PALSAR measurement of the very areas, so that we could generate InSAR image of the area and examine the detailed snapshot of the regional troposphere; the weather on January 21 2010 was dry and stable. Near Ibi River, we could detect localized signals, which changed 12.2 cm in radar line-of-sight over a spatial scale on the order of 8 km, and were unlikely to be an artifact of either ground deformation or DEM errors, or ionosphere. In the previous report (Kinoshita et al., 2010 AGU Fall Meeting), we validated this point, having shown other InSAR images as well as azimuth component of pixel-offset data. Then we concluded that the signal was due to neither ground deformation nor DEM errors, and we considered that the signal was probably not due to ionospheric effect.

Now we newly try to model the ionospheric effect using azimuth offset data with the method proposed by Meyer et al. (2006). As a result, we concluded again that the ionospheric effect hardly correlated with the signal (Kinoshita et al., SAR session this meeting). In addition, we compare the tropospheric delay in InSAR data with that derived from the GEONET data, the Japanese GPS network. The principle of atmospheric propagation delay in GPS is inherently same as that of InSAR, therefore it is worth to compare of tropospheric delay between GPS and InSAR. We will discuss what we can learn from the InSAR image and GPS zenith wet delay data.

References

[1] Meyer, F., R. Bamler, N. Jakowski, and T. Fritz (2006): Methods for small scale ionospheric TEC mapping from broadband L-band SAR data, in Proc. IGARSS, Denver, CO, Jul. 31-Aug. 4., 3735-3738.

キーワード: InSAR, 集中豪雨, 伝搬遅延, GPS

Keywords: InSAR, heavy rain, propagation delay, GPS

AAS001-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 15:45-16:15

沖縄豪雨事例における地上型 GPS による水蒸気観測データ同化実験 Assimilation experiment of the GPS-driven water vapor observations on the local heavy rainfall event in Okinawa

川畑 拓矢^{1*}, 小司 禎教¹, 瀬古 弘¹, 斉藤 和雄¹
Takuya Kawabata^{1*}, Yoshinori Shoji¹, Hiromu Seko¹, Kazuo Saito¹

¹ 気象研究所

¹ Meteorological Research Institute

2009年8月19日14時頃、那覇の南で強い対流が発生し、その北側に約2km四方程度の小さな積乱雲が発生した。この小さな降水域によって、那覇市のガープ川が急激に増水し、川で工事を行っていた作業員5人が流され、4人が亡くなった。

この事例を予報するには、那覇の南海上の水蒸気に対する精度良い初期場が不可欠である。このため、地上型GPSによる水蒸気観測データの同化を行った。地上型水蒸気観測データとしては、GPS観測点直上に積算した可降水量、同様に積算した天頂遅延量、GPS衛星方向に積算した視線遅延量がある。これら3種のデータについて、同化を行い、降水予報に対するインパクトを調べた。その結果、視線遅延量を同化したケースがもっとも良い改善が見られた。

キーワード: データ同化, GPS, 視線遅延量

Keywords: Data Assimilation, GPS, slant delay

AAS001-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 15:45-16:15

大気遅延除去におけるメソスケール数値予報モデルへのGEONET可降水量データ同化のインパクト

Data assimilation of GPS precipitable water vapor to NWP model and its impact on ray-traced atmospheric slant delays

市川 隆一^{1*}, ホビガー トーマス², 小司 禎教³, 小山 泰弘², 近藤 哲朗¹
Ryuichi Ichikawa^{1*}, Thomas Hobiger², Yoshinori Shoji³, Yasuhiro Koyama², Tetsuro Kondo¹

¹ 情報通信研究機構鹿島宇宙技術センター, ² 情報通信研究機構, ³ 気象庁気象研究所

¹Kashima Space Research Center, NICT, ²NICT, ³Meteorological Research Institute, JMA

我々はこれまでに、波線追跡法により数値予報データを用いて推定した視線方向の大気遅延を直接 GNSS や VLBI データから除去する手法を確立させ、測位が精度向上することを実証してきた。この推定を行うためのツール群を我々は”KAsHima RAytracing Tools (KARAT)”と名付け、バージョンアップを重ねて視線遅延計算の高度化・高速化をはかってきた。この手法の利点は、数値予報データそのものの予測精度が向上することによっても、視線遅延量の推定精度が向上すると期待出来る点にある。天気予報の分野において、数値予報データの高精度化はたゆまなく努力が傾けられる研究課題の一つであり、その意味でも KARAT による視線遅延量推定は常に進化すると言える。2009年10月27日より、メソスケールでの気象予測の精度向上を図るために、気象庁は国土地理院 GEONET から得られる GPS 可降水量データのデータ同化を開始した。数値予報モデルのデータ同化過程では、取り込まれる観測値の精度が向上することで、さらに大気状態の予測精度が向上する正のフィードバックが働くとされ、つまりは新たに生成されるデータを用いた視線遅延量推定精度も向上することが期待出来る。そこで我々は、2008年8月5日に東京雑司ヶ谷で発生した集中豪雨の事例を検証するために生成されたメソスケールデータを用いて、GEONET 可降水量データのデータ同化が視線遅延量推定に与えるインパクトの評価を試みている。この事例でのメソスケール数値予報データは、GEONET 可降水量を同化した場合としない場合の2通りの計算がなされており、我々の目的には最適のデータと言える。現段階では、まだ解析途中であるが、本講演では同化の有無による差を中心に結果を示す予定である。

キーワード: GNSS, 波線追跡法, 数値予報, データ同化, GPS 可降水量, メソスケール

Keywords: GNSS, ray tracing, numerical weather prediction, data assimilation, GPS precipitable water vapor, mesoscale

AAS001-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 15:45-16:15

GNSSを用いた高分解能水蒸気水平分布監視システムの開発(1) Development of the high-resolution horizontal distribution of water vapor monitoring system using by GNSS

佐藤 一敏^{1*}, 津田 敏隆², 林 寛生², 矢吹 正教², 青山 雄一³
Kazutoshi Sato^{1*}, Toshitaka Tsuda², Hiroo Hayashi², Masanori Yabuki², Yuichi Aoyama³

¹ 京都大学学際融合教育研究推進センター, ² 京大大学生存圏研究所, ³ 国立極地研究所

¹GCOE-ARS, CPIER, Kyoto University, ²RISH, Kyoto University, ³National Institute of Polar Research

国内で1990年代に始まったGPS気象学は急速に発展し、多くの研究成果が生まれている。とりわけ、GPS測位データを気象数値予報モデルに同化すれば、天気予報の精度が格段に向上することが実証され、GPS測位データに含まれる水蒸気量の情報が大変有効であることが分かった。

急激に時間変化する集中豪雨等の場合、前兆現象として現れる水蒸気量の増加ならびに水平分布の変動をリアルタイムで把握することが重要であると考えられる。しかし、現状のデータ同化手法ではGPS測位データを3時間ごとに初期値として用いているため、真にリアルタイムで水蒸気情報を活用しているわけではなかった。

そこで我々は地上型GPS気象学の手法により水蒸気量(可降水量)を優れた時間分解能(数秒ごと)で連続的に求め、それらを迅速にデータ収集・解析し、データ同化を経ずに、数分以内に水蒸気変動特性を情報提供することで、大気現象の現状監視・予測に活用するシステムを開発しようと考えた。

従来の地上型GPS気象学手法では、仰角約5度以上に見えるすべてのGPS衛星からの電波を用いるため、推定される可降水量は半径約20kmの水平平均値であった。しかし、2010年9月に打ち上げられた日本版測位衛星である準天頂衛星「みちびき」が高仰角に長時間連続的に滞在するという特長を利用すれば、可降水量推定の水平分解能を約1kmに改善できると考えられる。

また可降水量の面的分布を得るためには、多数のGPS受信機をネットワーク上に配置する必要がある。たとえば、10km四方の都市域を1km間隔のメッシュで覆う場合、100台のGPS受信機を配置することになる。そのためには、廉価な1周波受信機を用いてコストの抑制を図りつつ、2周波受信機から得られたデータで補正モデルを生成し、予測精度を維持しなければならない。

これらの課題について京都府宇治市・久御山町内の小中学校の屋上を借用して模擬実験を実施し、精度検証を実施する予定である。

本講演では、システムを開発するにあたって、平成13年夏につくばで実施されたGPS稠密キャンペーン観測データおよび京都周辺で平成17年夏に発生した局地的集中豪雨の事例を解析し、準天頂衛星を想定した高仰角衛星に限定して解析した水蒸気量推定精度の結果を報告する。

キーワード: GPS, 可降水量, 稠密ネットワーク, 準天頂衛星

Keywords: GPS, water vapor, dense network, QZSS

準天頂衛星データの‘ 大気による測位誤差 ’の軽減への効果 Effects of quasi zenith satellite on the reduction of positioning error

瀬古 弘^{2*}, 小暮 聡², 島田 誠一³

Hiromu Seko^{2*}, Satoshi Kogure², Seiichi Shimada³

¹ 気象研究所, ² 宇宙航空研究開発機構, ³ 防災科学技術研究所

¹Meteorological Research Institute, ²Japan Aerospace Exploration Agency, ³NIED

GPS 衛星からの信号は、GPS 受信機が受信するまでに、通過してきた大気により遅れ、測位誤差を生じさせる。そのため、測位では、大気による測位誤差を軽減させるために、たとえば、GPS 受信機から見た遅延量が空間的に線形に分布するというモデル化を行なって、GPS 受信機から GPS 衛星に向かう視線方向の遅延量を推定している。数値気象予報では、ここで得られた視線方向の遅延量から天頂遅延量や可降水量に変換し、数値気象モデルの初期値に同化して、予報の精度向上をさせている。つまり、天頂遅延量がより正確に推定されることが重要である、しかし、GPS 衛星は、上空に留まることなく移動して、必ずしも天頂付近に存在せず、視線も不均一な大気中を動く。一方、準天頂衛星は上空に長時間留まるため、準天頂衛星からの情報が、天頂遅延量の精度向上に寄与できると期待できる。

本報告では、実際の測位では大気以外の要因も大きく寄与していて、議論が難しいため、Seko et al. (2004) と同様に、数値モデルで再現した遅延量を観測値として用い、大気による測位誤差を評価した。対象とする事例は、議論しやすくするために、大気の状態が複雑で時間変化が小さいものが望ましい。そのため、風下山岳波発生時の伊豆半島を選択し、格子間隔 250m の気象庁非静力学モデルを用いて数値積分を行った。得られた大気は、伊豆半島の東側に、観測された雲域とほぼ同じ間隔で、天頂遅延量の大きな領域と小さな領域が交互に並び、観測された実際の大气をよく再現していると考えられる。

この風下山岳波の下にある 4111 などの 11 点の GPS 観測点について、実際に受信された GPS 衛星と、打ち上げ予定の準天頂衛星に向かう視線を、大気の屈折率によって視線が曲がるレートレーシング法を用いて決定し、その視線での水蒸気量等の分布から遅延量を求めた。そして、GPS 衛星のみを使用した場合と、さらに準天頂衛星を加えた場合について、GPS 受信機から見た遅延分布に、水平勾配を考えないもの、水平勾配を考えたもの、2 次の項まで考えた 3 つの大气モデルを用いて測位誤差を推定した。11 点の GPS 観測点のうち、4111、5105 と KWN の水平方向の測位誤差に注目すると、測位誤差は、水平勾配を考えないもの、水平勾配を考えたもの、2 次の項まで考えたものの順に小さくなった。準天頂衛星の寄与は、水平勾配を考えないモデルや水平勾配を考えた大气モデルでは、誤差が大きい場合、準天頂衛星を加えることにより誤差は小さくなることが多いが、その効果は大气モデルの効果に比べてわずかであった。また、2 次の項まで考えたモデルでは、すでに誤差が小さく、大きな寄与は見られなかった。実際に多く用いられている大气モデルは水平勾配を考えた大气モデルである。その場合、効果は、必ずしも大きくないが、準天頂衛星の情報が誤差を軽減するように働くと考えられる。

キーワード: 測位誤差, 準天頂衛星, GPS

Keywords: Positioning error, Quasi zenith satellite, GPS

Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



AAS001-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 15:45-16:15

Environmental Remote Sensing by GPS -Section3- Action of wind Environmental Remote Sensing by GPS -Section3- Action of wind

青戸 省二^{1*}

Shouji Aoto^{1*}

¹ なし

¹ None

The previous studies of this series of studies have suggested that GPS radio wave (L1) is influenced by atmospheric pollution, atmospheric tide, solar radiation and geomagnetism, which have lead up to the presumption that wind influences to GPS radio wave, too.

The data of wind direction and wind velocity, which were incited from Soramame-kun of NIES web-pages, were used to transform to NS and EW components, which were analyzed in direct correlation with GPS point positioning data, and in indirect correlation with atmospheric pollution, atmospheric tide, solar radiation and geomagnetism, i.e. double correlation with direct correlation between GPS data and those factors.

As a result, NS and EW components have specific distribution of correlation. The correlation distributions of atmospheric pollution had high values in the area of 250~300km distance. Those of wind have similar rings but different patterns. NS components have a zero correlation belt, in each side of which there are observed inverse correlations. EW components do not have such patterns, but only have ring-shape correlation.

Therefore, it is clear that wind influences to GPS radio wave in cooperation with other factors. But, the mechanism of wind action to GPS radio wave is left unclear. It is necessary to study the geoelectromagnetic mechanism of wind occurrence from the meteorological viewpoint.

キーワード: GPS, wind, atmospheric pollution, correlation coefficient, Soramame-kun

Keywords: GPS, wind, atmospheric pollution, correlation coefficient, Soramame-kun