

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

¹ Meteorological Research Institute, ² RISH/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