Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-01 会場:201A 時間:5 月 23 日 08:30-08:45

内核の 1 次元運動と地球自転運動
Degree one motion of the inner core and Earth rotation

角田 忠一 [1*]
Chuichi Kakuta[1*]

[1] なし
[1]none

地球内核の東半球 (40 degE-180 degE) および西半球 (180 degW-40 degE) は 1 次元変化を示す。 この原因は内核表面層付近の成長の東西半球差と考えられている。Wen(2006) はアフリカ中央部下方で 1993 年 12 月 1 日から 2003 年 9 月 6 日にかけ 0.98-1.75 km の内核半径の増加を示した。 本報告ではマントルおよび内核の重力結合に内核表面の変形による外核の変形と内核の重力結合を加える。内核および外核を楕円柱として楕円座標で表す。外核の体積は外核の体積から内核接線円柱を除いた体積に等しいとする。ICB(内核境界) における楕円の長半径は ICB 平均半径に、 Wen(2006) の結果を考慮して、 100m を加えたものとする。核を剛体と仮定する。内核長軸方向に対し、外核長軸方向がずれれば極軸のまわりに外核および内核の楕円の長軸を一致させようとする重力結合トルクが発生する。またマントルと 1 次元移動により結合する内核の表面形状変化と関係がある。 この結果マントルおよび外核に自由振動を発生する。このマントルの自由振動周期 (前回の結果は 92 年) は短くなる。

キーワード: 内核, 外核, マントル, 重力トルク, 1 次元運動, 地球自転
Keywords: inner core, outer core, mantle, gravitaional torque, degree one motion, Earth rotation

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-02 会場:201A 時間:5 月 23 日 08:45-09:00

2010 年チリ地震による極移動の続報および地震による長期的な極移動について
Polar motion due to the 2010 earthquake in Central Chile and long-term polar motion due to earthquakes

小林 裕太 [1*], 日置 幸介 [1]
Yuta Kobayashi[1*], Kosuke Heki[1]

[1] 北海道大学・院理
[1]Dept. Natural His., Hokkaido Univ

地震による断層のずれは地球上の質量再分配を引き起こし、Length-of-Day（LOD:地球の 1 日の長さ）や自転軸に変化を起こす。2010 年チリ地震では宇宙測地技術より、最大で 5 マイクロガルの重力減少を示したが、これは地球の慣性主軸が約 8cm 動いたことに相当する (Heki and Matsuo, GRL 2010)。2010 年秋の測地学会および地震学会では、2010 年チリ地震による 8 cm の極運動を測地学的な観測でとらえる可能性について報告した。しかし極運動は地球表層流体である大気や海洋の動きによっても励起されるため、それぞれ NCEP データと ECCO モデルを用いて補正を行った。しかし、当時は海洋励起補正のための ECCO モデルが 2009 年半ばまでしかなかったために、チリ地震前後の極運動を直接議論することが出来なかった。しかし大気・海洋双方の補正モデルがリリースされている期間の極運動励起極にこれらの補正を行うと、励起極（極運動の中心）の年平均を三次の多項式で回帰した残差はチリ地震による変化とほぼ同じ程度になることから、地震時の海洋励起補正モデルが公開された時点で再解析すれば、2010 年チリ地震による極運動を検出できる可能性があることを示唆した。

今回の発表では、連合大会までには公開されているであろう ECCO モデルに基いて海洋による励起を補正して、地震前後の極運動について再度解析を試みる。

今回の発表では、2010 年チリ地震の極運動の話に加えて、地震により励起される長期的な極運動を計算した結果についても報告する。この分野の研究は先行研究がなされており、今から約 100 年前に始まった極運動観測の結果としばしば比較されている。少なくとも 1900 年以降に地震に励起された極運動の方向は経度 140E 方向であり、観測されたグリーンランド方向の極運動とは逆向きかつ移動量は実際の極移動に比べてごくわずかであることが分かっている (Chao et al., 1996, Spada, 1997)。本研究では地震に励起された極運動について再度解析を試みる。地球上で起こる大地震の多くは沈み込み帯で発生し重力減少を引き起こす。そのため地震と同じ半球にある極は地震によって震源の方向へ動く性質がある。地震により励起される極運動の平均的な方向は 140E 方向であるが、それらは北半球ではアジアの太平洋岸の沈み込み帯、南半球では南米大陸太平洋岸の沈み込み帯で発生することが多い巨大地震を反映しているのであろう。

キーワード: 2010 年チリ地震, 極運動, 質量再分配, 極運動観測
Keywords: The 2010 Chilean earthquake, polar motion, mass redistribution, earth rotation parameters

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-03 会場:201A 時間:5 月 23 日 09:00-09:15

高速ネットワーク回線を用いた地球自転速度の即時算出
Ultra-rapid dUT1 measurement with high-speed network

小門 研亮 [1*], 栗原　忍 [1], 川畑　亮二 [1], 農澤　健太郎 [2], 谷本　大輔 [2]
Kensuke Kokado[1*], Shinobu KURIHARA[1], Ryoji KAWABATA[1], Kentaro NOZAWA[2], Daisuke TANIMOTO[2]

[1] 国土地理院　測地部　宇宙測地課, [2] 株式会社エイ・イー・エス
[1]GSI of Japan, [2]Advanced Engineering Service Co.,Ltd

地球自転速度（UT1）は、人工衛星の軌道制御や宇宙探査、また GPS データの解析等に欠かせない情報である。この UT1 値は国際 VLBI 事業の国際 VLBI 観測によって算出されているが、データ処理に時間がかかるため、解を算出するまでに数時間～数日かかっている。

実際に UT1 値を利用する場合、数日前の実測値から求めた予測値を用いているが、この予測値の精度は時間の経過とともに急速に悪くなる。このため、より正確な UT1 値を利用するために実測値をできる限り早く公表することが求められている。

国土地理院では、この UT1 解の即時算出を目的として、2007 年から実験を繰り返してきた。2008 年には、国際 VLBI 観測でのデータ処理に即時算出のためのシステムを導入し、定常観測での即時算出が可能となった。2010 年 4 月に国土地理院が IVS の解析センターに登録されたことで、正式に UT1 解を公表することができるようになり、システム整備と解析結果の検証に取り組んでいる。本発表では、2010 年から 2011 年にかけて取り組んできた活動および成果について報告する。

謝辞：本実験では、情報通信研究機構で開発されたデータ処理プログラムおよび解析ソフトウェアを使用させていただきました。感謝申し上げます。

キーワード: VLBI, UT1, 地球自転, 高速ネットワーク, 即時算出
Keywords: VLBI, UT1, EOP, High-speed network, ultra-rapid

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-04 会場:201A 時間:5 月 23 日 09:15-09:30

極小アンテナによる測地 VLBI 観測の成果
Results of Geodetic VLBI Observations by Compact Antennas

川畑 亮二 [1*], 栗原 忍 [1], 黒田　次郎 [1], 石原　操 [1], 小門 研亮 [1], 市川　隆一 [2], 瀧口　博士 [2], 岳藤　一宏 [2], 木村　守孝 [2], 小山　泰弘 [2], 石井　敦利 [3], 向井　泰子 [3], 谷本　大輔 [3], 農澤　健太郎 [3]
Ryoji Kawabata[1*], Shinobu KURIHARA[1], Jiro KURODA[1], Misao Ishihara[1], Kensuke KOKADO[1], Ryuichi ICHIKAWA[2], Hiroshi TAKIGUCHI[2], Kazuhiro TAKEFUJI[2], Moritaka KIMURA[2], Yasuhiro KOYAMA[2], Atsutoshi ISHII[3], Yasuko MUKAI[3], Daisuke TANIMOTO[3], Kentaro NOZAWA[3]

[1] 国土地理院, [2] 情報通信研究機構, [3] エイ・イー・エス
[1]GSI of Japan, [2]NICT, [3]AES

国土地理院では、情報通信研究機構と共同して、口径 1.5m 級の極小アンテナを用いた測地 VLBI 実験を行ってきた。この極小アンテナは基台となる支柱から取り外すことができ、その支柱に GPS アンテナを設置して異なる測地技術の結果を比較することが可能である。また、その可搬性から全国各地の拠点に設置して測地観測を行うことも可能であるため、次世代の VLBI アンテナとして国土地理院及び情報通信研究機構で研究を行ってきた。

この極小アンテナを用いた VLBI 観測では、30m 級の大型アンテナを相手局とすることで高精度な測地成果を得ることが可能となる。現在、極小アンテナは情報通信研究機構鹿島宇宙技術センター内の 1 号機及び国土地理院構内の 2 号機があり、鹿島 34m アンテナ及びつくば 32m アンテナを相手局とした実験を行っている。2009 年 12 月以来計 7 回の 24 時間観測を実施し、測地解を算出することに成功した。このうち 2010 年 11 月 12 日の観測では、より高精度な測地成果を得るため、X 帯及び S 帯の中間周波数帯信号 (500MHZ 幅) を計 2Gbps で記録する広帯域実験を行った。本発表ではこれらの VLBI 観測の成果について報告する。

キーワード: 超長基線電波干渉法, 測地, 極小アンテナ
Keywords: VLBI, geodesy, compact antenna

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-05 会場:201A 時間:5 月 23 日 09:30-09:45

VLBI2010 と GGOS
VLBI2010 and GGOS

栗原 忍 [1*], 黒田 次郎 [1], 石原 操 [1], 小門 研亮 [1], 川畑 亮二 [1]
Shinobu Kurihara[1*], Jiro Kuroda[1], Misao Ishihara[1], Kensuke Kokado[1], Ryoji Kawabata[1]

[1] 国土地理院
[1]GSI of Japan

国際 VLBI 事業 (IVS) では、VLBI2010 と呼ばれる次世代 VLBI システムの検討を行ってきた。システムの仕様は 2009 年 3 月にフランスで開催された IVS 総会で承認され、各国の IVS 加盟国、加盟機関が VLBI2010 システム整備に向けて動き出している。VLBI2010 は国際測地学協会 (IAG) が目指す全地球測地観測システム (GGOS) のために必要不可欠なものである。本報告では、VLBI2010 について概説するとともに、VLBI2010 に向けた各国の進捗状況、GGOS との関係等について述べる。

キーワード: VLBI, VLBI2010, IVS, グローバル, IAG, GGOS
Keywords: VLBI, VLBI2010, IVS, Global, IAG, GGOS

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-06 会場:201A 時間:5 月 23 日 09:45-10:00

逆問題のデータ同化理論
Combining different types of data for inverse ill-posed problems

徐 培 亮 [1*]
Peiliang Xu[1*]

[1] 京都大学
[1]Kyoto University

Data assimilation theory for geophysical inverse problems

Peiliang Xu
Disaster Prevention Research Institute
Kyoto University

The method of generalized cross-validation (GCV) has been widely used to determine the regularization parameter, because the criterion minimizes the average predicted residuals of measured data and depends solely on data. The data-driven advantage is valid only if the variance?covariance matrix of the data can be represented as the product of a given positive definite matrix and a scalar unknown noise variance. In practice, important geophysical inverse ill-posed problems have often been solved by combining different types of data. The stochastic model of measurements in this case contains a number of different unknown variance components. Although the weighting factors, or equivalently the variance components, have been shown to significantly affect joint inversion results of geophysical ill-posed problems, they have been either assumed to be known or empirically chosen. No solid statistical foundation is available yet to correctly determine the weighting factors of different types of data in joint geophysical inversion. We extend the GCV method to accommodate both the regularization parameter and the variance components. The extended version of GCV essentially consists of two steps, one to estimate the variance components by fixing the regularization parameter and the other to determine the regularization parameter by using the GCV method and by fixing the variance components. We simulate two examples: a purely mathematical integral equation of the first kind modified from the first example of Phillips (1962) and a typical geophysical example of downward continuation to recover the gravity anomalies on the surface of the Earth from satellite measurements. Based on the two simulated examples, we extensively compare the iterative GCV method with existing methods, which have shown that the method works well to correctly recover the unknown variance components and determine the regularization parameter. In other words, our method lets data speak for themselves, decide the correct weighting factors of different types of geophysical data, and determine the regularization parameter. In addition, we derive an unbiased estimator of the noise variance by correcting the biases of the regularized residuals. A simplified formula to save the time of computation is also given. The two new estimators of the noise variance are compared with six existing methods through numerical simulations. The simulation results have shown that the two new estimators perform as well as Wahba estimator for highly ill-posed problems and outperform any existing methods for moderately ill-posed problems. More details on this topic can be found in Xu et al. (2006, J Geodesy, 80, 69-81), Xu (2009, Geophys J Int, 179, 182-200) and Shen, Xu and Li (2011, submitted).

キーワード: 逆問題, データ同化
Keywords: inverse problems, data assimilation

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-07 会場:201A 時間:5 月 23 日 10:00-10:15

小型絶対重力計の開発６
Development of a compact absolute gravimeter (6)

新谷 昌人 [1*], 田村 良明 [2], 坪川 恒也 [3]
Akito Araya[1*], Yoshiaki Tamura[2], Tsuneya Tsubokawa[3]

[1] 東大地震研, [2] 天文台水沢, [3] 真英計測
[1]Earthquake Res. Inst., Univ. Tokyo, [2]National Astronomical Obs., Mizusawa, [3]Shin-ei Keisoku

絶対重力計は、重力加速度の値を９桁程度の精度で測定できるため、地殻変動や地下の物質移動（マグマ上昇・地下水の変動など）を調べる有効な手段である。とくに火山近傍のような重力基準点を設けることが難しい場所において、火山活動の推移を予測するための重要な情報をもたらすものと期待される。

本研究は自由落下式の絶対重力計を小型化し野外観測に広く応用するためのものであり、新しい干渉信号処理方法・参照鏡制御による地面振動補正・落下装置の小型化、などを行いプロトタイプ小型絶対重力計を開発した。実用性を向上させるため、さらなる小型化と野外で可搬できる構造へ改良をすすめている。講演では、改良の詳細と性能評価、実用性などについて説明する。

キーワード: 測地学, 重力, 絶対重力計, レーザー干渉計, 自由落下
Keywords: geodesy, gravity, absolute gravimeter, laser interferometer, free fall

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-08 会場:201A 時間:5 月 23 日 10:15-10:30

小型高感度傾斜計の開発
Compact and highly sensitive tiltmeter

高森 昭光 [1*], Alessandro Bertolini[2], Riccardo DeSalvo[3], 金沢 敏彦 [1], 篠原 雅尚 [1], 新谷 昌人 [1]
Akiteru Takamori[1*], Alessandro Bertolini[2], Riccardo DeSalvo[3], Toshihiko Kanazawa[1], Masanao Shinohara[1], Akito Araya[1]

[1] 東京大学地震研究所, [2] ピサ大学, [3] カリフォルニア工科大学
[1]ERI, Univ. of Tokyo, [2]Universita di' Pisa, [3]California Institute of Technology

開発中の小型高感度傾斜計について、装置の概要と試験観測結果を報告する。

キーワード: 傾斜計, 折りたたみ振子, 光検出, 海底, ボアホール
Keywords: tiltmeter, folded pendulum, optical transducer, ocean bottom, borehole

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-09 会場:201A 時間:5 月 23 日 10:45-11:00

準天頂衛星「みちびき」の測量利用に向けて －基線場における GPS 補完機能の実証実験－
Towards the Utilization of QZSS for GPS surveying: Test observation at Tsukuba Baseline Field

辻 宏道[1*], 矢来 博司[1], 豊田 友夫[1], 矢萩 智裕[1], 吉田 賢司[1], 畑中 雄樹[1], 宗包 浩志[1], 小暮 聡[2], 山下 二郎[2], 三好 基之[2], 館下 博昭[2], 若林 野花[2], 高須 知二[3]
Hiromichi Tsuji[1*], Hiroshi Yarai[1], Tomoo Toyoda[1], Tomohiro Yahagi[1], Kenji Yoshida[1], Yuki Hatanaka[1], Hiroshi Munekane[1], Satoshi Kogure[2], Jiro Yamashita[2], Motoyuki Miyoshi[2], Hiroaki Tateshita[2], Yaka Wakabayashi[2], Tomoji Takasu[3]

[1] 国土地理院, [2] 宇宙航空研究開発機構, [3] 東京海洋大学
[1]GSI of Japan, [2]JAXA, [3]TUMSAT

国土地理院（GSI）と宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、準天頂衛星の GPS 補完機能の実証実験として、平成 23 年 1 月 26～28 日に国土地理院基線場において共同で試験観測を実施した。

平成 22 年 9 月 11 日に打ち上げられた準天頂衛星システムの初号機「みちびき」は、12 月 13 日から定常段階に移行し、現在、関係機関が各種の実証実験を行っている。国土地理院においても測量向けの「GPS 補強」（準天頂衛星から送信する補正情報により GPS の性能を高める方法）について実証実験を既に行っているが、今回、「GPS 補完」（準天頂衛星を“ GPS 衛星 ”の一つとして利用する方法）について JAXA と共同で初めて実験を行ったものである。

試験観測では、JAXA 所有の準天頂衛星対応 GNSS 受信機（JAVAD 社製）14 台を、国土地理院つくば長距離 GPS 比較基線場（構内 2ヵ所、高岡 9ヶ所、国松 1ヶ所）及び JAXA の筑波宇宙センター内（2ヶ所）に設置し、24 時間の観測を行い、GPS 及び準天頂衛星の L1 及び L2 帯のデータを取得した。

解析では、観測点を組み合わせてできる様々な基線について、GPS 信号のみで測量をした場合と、「みちびき」の GPS 補完信号も加えて測量を行った場合とを比較する。この際、解析に利用する衛星の最低仰角を変化させ、天頂方向に見える準天頂衛星の効果を確かめる。JAXA での解析には、東京海洋大学（TUMSAT）が開発中の RTKLIB の拡張版を、国土地理院での解析には GAMIT の改造版を用いる予定である。

今後も、国土地理院は JAXA 等と連携しつつ、準天頂衛星を含むマルチ GNSS の測量利用の推進に必要な検証や技術開発を進めていく。なお、平成 23 年度より、国土交通省総合技術開発プロジェクトの一環として、「高度な国土管理のための複数の衛星測位システム（マルチ GNSS）による高精度測位技術の開発」が行われる予定であり、講演ではその概要についても触れる。

キーワード: 準天頂衛星, GPS 補完, 測量
Keywords: QZSS, GPS augmentation, surveying

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-10 会場:201A 時間:5 月 23 日 11:00-11:15

「みちびき」からの測位補正情報を用いた測位手法の開発及び測量作業への適用について
Development and availability of a new positioning technique using GPS augmentation information from QZS-1 'Michibiki'

矢萩 智裕[1*], 吉田 賢司[1], 豊田 友夫[1], 矢来 博司[1], 辻 宏道[1], 畑中 雄樹[1], 宗包 浩志[1], 黒石 裕樹[1]
Toshihiro Yahagi[1*], Kenji Yoshida[1], Tomoo Toyoda[1], Hiroshi Yarai[1], Hiromichi Tsuji[1], Yuki Hatanaka[1], Hiroshi Munekane[1], Yuki Kuroishi[1]

[1] 国土地理院
[1]GSI of Japan

我が国独自の衛星測位システムである準天頂衛星システム（QZSS：Quasi-Zenith Satellite System）の初号機「みちびき」が、平成 22 年 9 月 11 日に成功裡に打ち上げられ、各種初期機能確認試験等を経た後、同年 12 月から関係機関による技術実証実験が進められているところである。同システムは、３機の衛星のうち常に１つの衛星が日本の天頂付近で可視となるよう配置され、GPS 互換信号（L1C/A，L1C，L2C，L5）を送信することにより GPS 衛星の幾何学的配置を改善する「GPS 補完」と、独自の補強信号（L1-SAIF、LEX）に載せて測位補正情報を配信することにより GPS 等による測位精度を向上させる「GPS 補強」という２つの機能を持つ。

国土地理院では、関係機関によって進められている QZSS に係る研究開発のうち、準天頂衛星の LEX 信号を用いた GPS 補強技術の一つとして測量向けの測位補正技術の開発を担当している。２周波型 GPS 受信機に比べて安価な１周波型 GPS 受信機を用い、15 分程度の観測で水平 cm 級の測位を実現することを開発目標とし、平成 19 年度までに基本システムの開発を行った。その後、開発したシステムを用い、平成 20、21 年度には静止衛星を利用して配信された測位補正情報を用いた模擬実験を実施し、精度評価を実施するとともにシステムの改良を行った。「みちびき」打ち上げ後の平成 22 年 12 月からは、実機からの補正情報を用いた試験観測を実施し、測位精度について検証するとともに、実際の測量作業で利用するための作業マニュアル（案）の作成を行った。

本講演では、国土地理院が開発した測位手法と各種実証実験の結果及び作業マニュアル（案）の内容等について紹介する。

キーワード: 準天頂衛星, GPS 補強, 測量
Keywords: QZSS, GPS augmentation, surveying

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-11 会場:201A 時間:5 月 23 日 11:15-11:30

WINDS 衛星電波の降雨減衰測定における 電波干渉計と気象庁ナウキャスト法の比較研究
Comparison of Ka-band Rainfall Attenation Measurement between radio interferometery and Nowcast data for WINDS satellite

佐藤 宏和 [1*]
Hirokazu Sato[1*]

[1] 横浜国立大学工学府
[1]Yokohama National University

Ka バンドにおける降雨減衰測定はこれまでも気象庁の各気象台の気象データや、それぞれ独自の降雨量計などを用いて行われてきた。本講演では、WINDS 衛星電波観測に Ka バンドアンテナを組み合わせた電波干渉計を用い、また降雨量に気象庁降雨ナウキャストデータから求める推定降水量を用いることにより、従来の降雨減衰測定法との比較を行うものである。

キーワード: WINDS, 降雨減衰
Keywords: WINDS, Rainfall Attenation

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-12 会場:201A 時間:5 月 23 日 11:30-11:45

南東アラスカ GPS 時系列の季節変動に対する荷重変形の寄与について
Mass loading contribution for seasonal variation of GPS time series in southeast Alaska

赤塚 正樹 [1], 太田 雄策 [1*], 三浦 哲 [1], 佐藤 忠弘 [1], Jeffrey T. Freymueller[2]
Masaki Akatsuka[1], Yusaku Ohta[1*], Satoshi Miura[1], Tadahiro Sato[1], Jeffrey T. Freymueller[2]

[1] 東北大学　地震・噴火予知研究観測センター, [2] アラスカ大学地球物理学研究所
[1]RCPEVE, Tohoku University, [2]GI, UAF

We assess contributions of mass loading effects to GPS time series seasonal variation in southeast Alaska.

In southeast Alaska shows very rapid uplift, with peak rates exceeding 30 mm/yr based on the mainly campaign GPS observation, which are mainly caused by GIA due to the effects of past and present-day ice melting [1]. The almost continuous sites, however, clearly shows the strong seasonal variation in vertical components. It may be interfered with precise vertical velocity estimation. In this study, we consider well-known mass loading for the GPS time series correction, which contain atmosphere, snow and soil moisture loading effect.

We re-analyzed the PBO (Plate Boundary Observatory) GPS data in and around Alaska region using PPP (Precise Point Positioning) approach implemented in GIPSY-OASIS II Ver. 6.0. We applied VMF1 mapping function and reproduced JPL precise orbit and clock products (flinnR products). Obtained GPS vertical component time series clearly show seasonal variation. The Green's function approach is adopted to calculate site displacements from various mass loads [2]. We used the NCEP/NCAR reproduced product as atmospheric pressure data for loading calculation. Mass redistribution from variations of snow cover (snow water equivalent, SWE) and soil moisture is derived from the assimilated model of GLDAS (Global Land Data Assimilation System [3]). Compared with GPS and synthetic displacement time series generated by all loading component, both time series are basically agreement with each other. The synthetic time series, however, underestimate seasonal variation amplitude. The mass loading can explain only 30 % of annual signal amplitude. The one of the inconsistency reason include the inaccurate GLDAS SWE data set because of GLDAS SWE amount is not consistent with ground observation result.

[1] Larsen et al. (JGR, 2005)
[2] Farrell (Rev. Geophys. Space Phys, 1972)
[3] Rodell et al. (Bull. Amer. Meteor. Soc., 2004)

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-13 会場:201A 時間:5 月 23 日 11:45-12:00

地震観測に向けた高頻度出力 GPS 受信機の特性比較実験
Performance Comparison of High-Rate GPS Receivers for Seismology

海老沼 拓史 [1*], 加藤 照之 [2]
Takuji Ebinuma[1*], Teruyuki Kato[2]

[1] 東京大学, [2] 東京大学地震研究所
[1]The University of Tokyo, [2]Earthquake Research Institute

High-rate GPS observations with higher than once-per-second sampling are getting increasingly important for seismology. A number of reports have shown that high-rate GPS receivers are capable of capturing the ground vibration due to earthquakes. Unlike a traditional seismometer which measures short period vibration using accelerometers, the GPS receiver can measure its antenna position directly and record long period seismic wave and permanent displacements as well. The high-rate GPS observations are expected to provide new insights in understanding the whole aspects of earthquake process.

The ground vibration due to an earthquake is composed of a wide spectrum of frequencies. In general, the seismic energy in frequency spectrum decreases toward higher frequency, and the corner frequency is around several to tens of hertz depending on the earthquake magnitude. In order to grasp such a wide frequency range, the GPS receiver is required to provide higher data sampling rate. The receiver also needs to maintain lock to the GPS signals under high acceleration and high jerk environment due to the earthquake.

In this study, we investigated dynamic characteristics of the high-rate GPS receivers capable of outputting the observations at up to 50Hz. This higher output rate, however, doesn't mean higher dynamics range of the GPS observations. Since many GPS receivers are designed for low dynamics applications, such as static survey, personal and car navigation, the bandwidth of the loop filters tend to be narrower in order to reduce the noise level of the observations. The signal tracking loop works like a low-pass filter. Thus the narrower the bandwidth, the lower the dynamics range. In order to extend this dynamical limit, high-rate GPS receivers might use wider loop bandwidth for phase tracking. In this case, the GPS observations are degraded by higher noise level in return.

In addition to the limitation of the loop bandwidth, higher acceleration due to earthquake may cause the steady state error in the signal tracking loop. As a result, kinematic solutions experience undesirable position offsets, or the receiver may lose the GPS signals in an extreme case.

In order to examine those effects for the high-rate GPS observations, we made an experiment using a GPS signal simulator and several geodetic GPS receivers, including Trimble Net-R8, NovAtel OEMV, Topcon Net-G3A, and Javad SIGMA-G2T. We set up the zero-baseline simulation scenario in which the rover receiver was vibrating in a periodic motion with the frequency from 1Hz to 10Hz around the reference station. The amplitude of the motion was chosen to provide up to 10G acceleration to emulate high frequency and high acceleration earthquake motion.

The simulation results showed that the amplitude was too small when the frequency was higher than 5Hz, and kinematic solutions were buried under the noise level. The jerk was also too high in such high frequency region, and no receiver was capable of maintaining signal lock. Many receivers lost signal under the acceleration higher than 4G. We also found that the accuracy of high-rate GPS observations was independent of sampling rate of the receivers, and the 50Hz sampling rate provides better resolution to the kinematic solutions.

Our experiment suggested that, in the given environment and receiver sets, higher sampling interval was recommended to measure the ground motion in higher resolution. On the other hand, the dynamic characteristics of the signal tracking loop put a limit on the frequency and the acceleration of the antenna motion, and it would be quite difficult to capture the ground vibration with higher than 5Hz in frequency and 4G in acceleration. We will further continue our experiments to find the optimal configurations of the high-rate GPS receivers to monitor seismic events.

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-14 会場:201A 時間:5 月 23 日 12:00-12:15

IGS リアルタイム精密暦によるリアルタイム PPP の性能評価
Evaluation of real-time PPP performance with IGS real-time precise ephemerides

高須 知二 [1*]
Tomoji Takasu[1*]

[1] 東京海洋大学
[1]Tokyo Univ of Marine Science and Tech

PPP (精密単独測位) は GNSS 衛星の主に搬送波位相観測データを使って GNSS 受信機の位置を高精度に求める測位手法である。精密測位に一般的に使われる基線解析に比較して、PPP は基準局を必要としないというメリットが有り、特に基準局を近くに設置できない海洋等においての高精度な測位応用に期待が持たれている。従来型の PPP では IGS (国際 GNSS 事業) 精密暦等を利用して後処理解析で解を求めるケースがほとんどであった。IGS では 10 年ほど前から精密暦のリアルタイム化や配信形式の標準化を RTPP (リアルタイムパイロットプロジェクト) の活動を通じて行ってきており、既にリアルタイム精密暦の配信を試験的に開始している。現在、IGS リアルタイム精密暦は RTCM ver.3 SSR (State Space Representation) 形式のメッセージとして NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) を使ってインターネット上で放送されており、誰でも利用できる環境となっている。このリアルタイム精密暦には GPS のみならず GLONASS の精密軌道・クロック情報が含まれており、GPS と GLONASS を組み合わせることにより GPS のみに比較して PPP 測位性能の向上が期待できる。ただし、PPP 解の性能はこれらのリアルタイム精密暦の品質に強く依存し、従来その評価は十分行われていない。本研究では、半年程ほど長期連続で IGS リアルタイム精密暦をインターネット経由で受信し、固定観測点のリアルタイム PPP 実験を行いその性能を評価した。現在、IGS リアルタイム精密暦としては解析センタ (AC) の併合解の他に、各 AC の個別解も同時配信されており、それらについても評価している。本 PPP 実験には筆者らが開発中の解析ソフトウェアである RTKLIB を使用した。RTKLIB では 2010 年 8 月にリリースした ver. 2.4.0 から後処理およびリアルタイムの PPP の機能を追加しており、実験ではその機能を利用している。本発表では、これらの実験を通じて得られた測位精度、収束時間、GPS のみと GPS/GLONASS 両者の比較、後処理による従来型 PPP との比較等の評価結果を報告する。

キーワード: 精密単独測位, IGS, 精密暦, リアルタイム
Keywords: Precise Point Positioning, IGS, precise ephemeris, real-time

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-15 会場:201A 時間:5 月 23 日 12:15-12:30

ソフトウェア無線機を用いた GNSS-R 環境計測手法
A GNSS-R system based on software defined radio

ホビガー トーマス [1*], 雨谷 純 [1], 相田 政則 [1], 後藤 忠広 [1]
Thomas Hobiger[1*], Amagai Jun[1], Aida Masanori[1], Tadahiro Gotoh[1]

[1] 情報通信研究機構
[1]NICT

GNSS 信号の反射波を用いた海面高度計など，GNSS 信号を環境計測に活用する研究 が行われている．海面では反射波の信号強度が強く，ハードウェア受信機でも計 測可能であるが，信号強度が弱い地面などに応用する場合は，反射波の検出が難 しく高解像度の情報収集が困難となる．そこで，観測時に受信信号を高速サンプ リングにより蓄積し，ソフトウェアでデジタル信号処理を行うことで，ハード ウェアでは検出困難な地面からの反射などにも応用可能なシステムを構築する． ソフトウェア処理では，様々なアルゴリズムを自由に実装できることから，ハー ドウェア受信機では困難な高解像度の観測が可能となる．また，新しい測位衛星 信号も容易に追加が可能なことから，より多くの空間サンプリングが可能とな り、観測可能領域を広げることも容易となる． 海面などから反射された GNSS の 信号をパッシブレーダとして活用する研究が行われてきているが、本研究では， ソフトウェア無線技術を採用することで，海面以外からの微弱な反射波も検出可 能な装置の開発を行い，GNSS 信号を用いた様々な事象を観測可能な環境計測手法 の確立を目指す． ソフトウェア無線機で開発したシステムを発表と、それを用 いた最初の結果について報告する．

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-16 会場:201A 時間:5 月 23 日 12:30-12:45

IGS 再計算精密暦の国内ＧＰＳ観測網データ解析による評価（その２）
Evaluation of IGS reproduction precise ephemeris applying the analysis of Japanese domestic GPS network data (Part 2)

島田 誠一 [1*]
Seiichi Shimada[1*]

[1] 防災科学技術研究所
[1]NIED

IGS では，1400 ＧＰＳ週（2006 年 11 月 5 日）及び 1410 ＧＰＳ週（2007 年 1 月 14 日）に IGS 精密暦の計算方法を変更する以前の期間について，1410 週以降と同一条件で精密暦を再計算している．
島田（2010）は，1997 年～1998 年の期間について，東海・伊豆地域の約 90 点の GEONET 点，5 点の防災科研観測点の観測データを，座標基準点として東アジア周辺の約 15 点の IGS 観測点を用いて，従来の IGS 最終暦と IGS 再計算暦を用いて解析して，東海・伊豆地域の観測点の座標値再現性を比較した．解析では，東海・伊豆地域及び座標基準点とした IGS の観測点座標値，観測点上空の天頂遅延量・大気勾配，ambiguity 値、衛星軌道パラメータ及び地球回転パラメータを推定した．その結果，従来の IGS 最終暦と IGS 再計算暦とを用いた場合について，特に顕著な座標値再現性の違いは見られなかった．これは，座標基準点の座標値として ITRF2005（Altimimi et al., 2007）で与えられている座標値及び速度を用いて軌道パラメータも推定したために，従来の IGS 最終暦においても衛星軌道が向上してしまい，解析結果に差がなくなってしまった可能性が考えられた．
このため本研究では，同一期間の同一観測点の観測データについて，軌道パラメータを推定せずにそれ以外は上記と同一条件で解析し，同様に両軌道暦について座標値再現性を比較した．その結果，IGS 再計算暦の座標値再現性及びその標準偏差は，南北・東西・上下成分についてそれぞれ 2.0 ± 0.9 mm，2.6 ± 0.8 mm，及び 6.4 ± 1.3 mm となり，従来の IGS 最終暦の場合は 2.1 ± 0.9 mm，3.0 ± 0.8 mm，及び 7.1 ± 1.2 mm となった．標準偏差の大きさから判断すると必ずしも有意とはいえないが，特に東西成分と上下成分において IGS 再計算暦の方が座標値再現性が向上しているように見える．

キーワード: IGS 再計算暦, 座標値再現性
Keywords: IGS reproduction precise ephemeris, site coordinates repeatability

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-P01 会場:コンベンションホール 時間:5 月 23 日 14:00-16:30

化石形状を記憶する準流体惑星の真の極移動：潮汐変形による歪みエネルギーの効果
True polar wander of a quasi-fluid planet with a fossil shape: Effect of strain energy due to tidal deformation

原田 雄司 [1*]
Yuji Harada[1*]

[1] 上海天文台
[1]Shanghai Astronomical Observatory

固体天体のリソスフェアに蓄積される弾性歪みエネルギーは，天体の自転軸の挙動，特に真の極移動に影響を及ぼす．もし仮に，リソスフェアを持たず完全に流体的に振る舞う仮想的な天体を想定するなら，その静水圧形状は常に保持される．この場合，最終的な自転軸は慣性能率の主軸と一致する．この状態において回転エネルギーが最小となるからである．その一方，弾性的に振る舞うリソスフェアを持つ現実的な天体においては，自転軸は慣性能率の主軸と一致しない，という可能性が一部の先行研究によって指摘されている．何故なら，長期的な自転軸の移動に起因する潮汐応力によって，膨大な歪みエネルギーがリソスフェアに蓄積されるからである．即ち，回転エネルギーのみならず歪みエネルギーも含めた，全エネルギーの和を最小化するように極位置が選択される．

しかしながら，上記の先行研究が取り扱った内容は，あくまで自転軸が移動する前と移動した後の極位置の差のみである．つまり初期状態から定常状態までの永年的な極位置の時間変化については言及されていない．このような極位置の永年変動のモデリングは次の点において重要と考えられる．一つ目に，真の極移動の励起源が生じてから極位置が定常状態に達するまでの時間スケールを与える事が出来るようになる．よって複数の表面荷重・内部力源が存在する時，どれが真の極移動に寄与しているのか，そしてどれぐらい寄与しているのか，という定量的議論が可能となる．二つ目に，地形や地磁気のような地質学的状況証拠から推定された真の極移動のシナリオについて，力学的解釈を与える事が出来るようになる．よって或る真の極移動のシナリオが提示された時，それについての物理的な妥当性の検討が可能となる．

そこで本研究では，前述の歪みエネルギーに関する先行研究を踏まえて，真の極移動における極位置の時間変化を定式化・数値計算した．特に大規模かつ長期的な極位置の時間変化に対しては準流体近似によるモデリングが適切である．従って本研究では，従来の準流体近似に基づく真の極移動を踏襲しつつ，それと同時にエネルギー全体の最小化も考慮して，各時点における自転軸の向きを求めた．これは実質上，リソスフェアの潮汐変形に起因する弾性トルクを準流体惑星のリュービル方程式の中に組み込む事と，物理的に等価である．尚，本研究では簡単の為，先行研究と同様，励起源として単独の軸対称の表面荷重を想定した．算出に際しては，荷重の最初の位置，荷重の成長の期間，荷重の大きさの最大値をパラメーターとして与えた．更にそれらの結果を，歪みエネルギーを考慮しない場合と比較した．

その結果，歪みエネルギーを考慮した場合は，考慮しない場合と比べて次のような違いを示した．一つは，たとえ同じパラメーターを与えても，定常状態に達した後の極位置が異なる事である．この点は，先行研究の結果と矛盾しない事を示している．もう一つは，やはり同じパラメーターを与えても，極位置が定常状態に達するまでの時間スケールが異なる事である．この点は，リソスフェアの歪みエネルギーが実効的な荷重の影響を抑制する事を示している．定常状態自体に関してこのような効果が存在する事は，先行研究によって既に指摘されているが，それと類似の効果が真の極移動の特徴的な時間スケールにおいても見られる，という事を本結果は意味している．但しその厳密な時間スケールは，単に実効的な荷重の大きさを小さくするだけでは見積もる事が出来ない．と言うのも，真の極移動に伴なう歪みエネルギーの変化は，励起源である荷重自体の変化に対して遅延を伴なうからである．この遅延の原因は長期的極運動による遠心力形状の粘弾性的再調整である．

以上により，実際の惑星や衛星の永年的な極移動の物理的解釈，即ち，定常状態に達するまでの時間スケールや，定常状態に至るまでの変化を見積もる上では，歪みエネルギーは必ずしも無視出来ない，という事が本結果から示唆される．

キーワード: 化石形状, 準流体近似, 極移動, 弾性リソスフェア, 潮汐変形, 歪みエネルギー
Keywords: fossil shape, quasi-fluid approximation, polar wander, elastic lithosphere, tidal deformation, strain energy

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-P02 会場:コンベンションホール 時間:5 月 23 日 14:00-16:30

仮想化 OS を使用した VLBI/USB サンプラーの複数並行技術の研究
Research on the parallel processing of VLBI USB samplers by using virtualization OS

梶原 透 [1*], 高橋 冨士信 [1], 近藤 哲郎 [2]
Toru Kajiwara[1*], Fujinobu Takahashi[1], Tetsuro Kondo[2]

[1] 横浜国立大学大学院工学府, [2] 鹿島宇宙技術センター
[1]Yokohama National University, [2]Kashima Space Research Center

K5/VSSP(Versatile Scientific Sampling Processor)32 サンプラーユニットは USB 経由で PC に接続可能な VLBI(Very Long Baseline Interferometry) 観測用高機能サンプラーである。このサンプラーは現状では 1 台の PC で 1 台までしか動作しないという問題点が存在する。この点を改善する為に、最近注目されている「仮想化」という技術に着目し、1 台の PC 内に複数の仮想 PC を作成し、それぞれの仮想 PC にサンプラーを割り当てることで、1 台の PC で複数台のサンプラーを動作させることが可能ではないかと考え、実験を行った。また、仮想化を使用したシステムを用いて実際に 16Ch/8Mbps および 16Mbps の測地 VLBI 観測を一台の PC で鹿島局と小金井局との間の実験で実施することに成功した。そのデータを相関処理を用いて解析することでシステムの評価を行ったので報告する。

キーワード: 仮想化, VLBI, サンプラー, 相関処理
Keywords: virtualization, VLBI, sampler, correlation processing

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-P03 会場:コンベンションホール 時間:5 月 23 日 14:00-16:30

宇宙測地技術解析ソフトウェア c5++ の開発 その 2
Development of space geodetic analysis software c5++, Part-2

大坪 俊通 [1*], ホビガー トーマス [2], 後藤 忠広 [2], 久保岡 俊宏 [2], 瀧口 博士 [2], 関戸 衛 [2], 竹内 央 [3]
Toshimichi Otsubo[1*], Thomas Hobiger[2], Tadahiro Gotoh[2], Toshihiro Kubooka[2], Hiroshi Takiguchi[2], Mamoru Sekido[2], Hiroshi Takeuchi[3]

[1] 一橋大学, [2] 情報通信研究機構, [3] 宇宙航空研究開発機構
[1]Hitotsubashi University, [2]NICT, [3]JAXA

情報通信研究機構・一橋大学・宇宙航空研究開発機構では，SLR (Satellite Laser Ranging; 衛星レーザ測距)，VLBI (Very Long Baseline Interferometry; 超長基線電波干渉法) などの高精度宇宙測地技術・航法技術のための解析ソフトウェア c5++ の開発に着手した．

宇宙測地の分野に限らず，複数の独立な観測を統合した形での解析解が求められることが多くなっている．”c5++ ”では，VLBI・SLR の統合解析をはじめ，複数の異種データを観測方程式の段階から統合して解析する機能を備える．

あわせて，地球回転・潮汐変形・衛星加速度・伝搬遅延などに関する物理モデルを，2010 年末にリリースされた IERS Conventions 2010 に準拠させるべく作業を行っている．

すでに VLBI による地球回転パラメータ導出の機能は実装し，UT1 速報値を提供するに至っている．その実例を含めて紹介する．

キーワード: 宇宙測地, 衛星レーザ測距, 超長基線電波干渉法
Keywords: space geodesy, satellite laser ranging, very long baseline interferometry

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-P04 会場:コンベンションホール 時間:5 月 23 日 14:00-16:30

GEONET 準リアルタイム解析システムの構築について
Construction of GEONET quasi-real-time analysis system

小島 秀基 [1*], 影山勇雄 [1], 矢萩智裕 [1], 古屋智秋 [1], 古屋有希子 [1]
Hideki Kojima[1*], Isao Kageyama[1], Toshihiro Yahagi[1], Tomoaki Furuya[1], Yukiko Furuya[1]

[1] 国土地理院 測地観測センター 地殻監視課
[1]GSI of Japan

国土地理院は、規模の大きな地震発生時に、GEONET の１秒サンプリングデータを用いた GPS キネマティック解析を行っている。この解析は、データが１時間単位のファイルに格納された後に行われるため、後処理１秒解析と呼ばれており、地震後の地殻変動の把握に役立てられている。後処理１秒解析の特長は、国土地理院が定常的に行っている解析（定常解析）よりも解析結果を早く出せることであるが、一方で解析にかける時間が短いため、定常解析に比べて精度は劣る。また、現状では地震後に後処理１秒解析による結果を得るまでに３時間程度を要しており、解析精度を勘案するとそのメリットはあまり大きくない。

後処理１秒解析による結果を得るまでに時間を要する原因は、　後処理１秒解析の起動が手動であり、地震後に参集する職員の到着を待たねばならないこと、　解析にかけるデータファイルが１時間単位であるため、ファイルが出来るまでの待ち時間が最大１時間程度必要なこと、　解析にかける観測点選択等の設定作業（クラスタリング作業）を手動で行っていること、が挙げられる。

平成 22 年度、これらによる解析結果を得るまでの時間的ロスを解消するため、緊急地震速報をトリガーとして後処理１秒解析を自動で実行する準リアルタイム解析システムを構築した。準リアルタイム解析システムによって、地震後に後処理１秒解析結果を得るまでの時間は最短で約１時間に短縮することが可能となった。

本発表では、この準リアルタイム解析システムの紹介とこのシステムの可能性と課題などについて報告する。

キーワード: 電子基準点, 地殻変動
Keywords: GEONET, GPS

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-P05 会場:コンベンションホール 時間:5 月 23 日 14:00-16:30

GPS とマイクロ波放射計による可降水量の比較観測
Monitering of atmospheric precipitable water using GPS and microwave radiometer

田中 幹人 [1*], 田部井 隆雄 [1], 大東 雄二 [2], 村田 文絵 [1]
Mikito Tanaka[1*], Takao Tabei[1], Yuji Ohhigashi[2], Fumie Murata[1]

[1] 高知大学理学部, [2] 三菱電機特機システム
[1]Faculty of Science,Kochi University, [2]Mitsubishi Electric Tokki Systems

GPS 固定連続観測データから算出した可降水量 (GPS-PW) を，気象ゾンデおよびマイクロ波放射計 (MR) の並行観測結果と比較した．期間は 2010 年 6 月の約 1 ケ月間で，観測場所は高知大学理学部屋上である．GPS 解析には GIPSY-OASIS II Ver.6.0 の精密単独測位法を用い，衛星軌道として精密暦を，マッピング関数として VMF を使用し，位相の ambiguity 決定を行うとともに，5 分ごとの天頂湿潤遅延を推定した．GPS-PW への変換には係数 0.16 を使用したが，1 時間ごとの地上気温を用いて係数を更新しても，違いは 1%未満だった．ゾンデの放球は毎日午前 7 時 (JST) に行われ，気圧高度 10hPa ごとに可降水量を算出し積算した．1 回の観測に要する時間は約 1 時間である．今回使用した MR は比較的安価な装置として開発中のもので，23GHz および 36GHz の天頂方向輝度温度を 10 秒間隔で連続測定した．可降水量 (MR-PW) へ変換するため，輝度温度を独立変数とし，GPS-PW を真値とみなす重回帰式より変換係数を決定した．なお，降雨時の MR 測定値は除外した．GPS-PW と MR-PW の相関係数は 0.974 で，両者はほぼ同じ精度で可降水量を検出できることが判明した．MR の持つ機動性とリアルタイム性を生かせば，都市部等のインフラが集中した環境でも水蒸気擾乱を安定してモニターできる見通しが立った．

次に，衛星軌道情報とマッピング関数を変えることで，GPS の大気遅延推定にどのような変化が生じるか調べた．GEONET の 0083 観測点（高知）の 2010 年 1 年間のデータを使い，軌道情報として JPL が提供する最終精密暦，速報暦，予報暦を，MF として VMF，GMF，NMF を使用した．最終精密暦と VMF を使った最高精度の解析と，予報暦と GMF を使った準リアルタイムの解析で算出した天頂湿潤遅延を比較すると，両者の差の RMS は 2.36mm で，可降水量に換算して 0.38mm という良い一致が見られた．GPS は直接観測であるゾンデを上回る時間・空間分解能で PW を算出でき，準リアルタイムでも良好な結果を得ることができることを確認した．すでに高密度に配置されている GPS 連続観測網は，気象観測においても極めて有効である．

キーワード: GPS, 可降水量, ラジオゾンデ, マイクロ波放射計, マッピング関数
Keywords: GPS, precipitable water, radiosonde, radiometer, mapping function

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-P06 会場:コンベンションホール 時間:5 月 23 日 14:00-16:30

高分解能数値気象モデルを用いて再現された測位誤差について
Numerical simulation of positioning errors using high-resolution numerical weather prediction model

石本 正芳 [1*], 宗包 浩志 [1], 小林 知勝 [1]
Masayoshi Ishimoto[1*], Hiroshi Munekane[1], Tomokazu Kobayashi[1]

[1] 国土地理院
[1]GSI of Japan

桜島周辺の電子基準点では、観測点間の基線変化において、片側に偏ったばらつきが夏季に大きくなる特徴的な誤差が見られている。これまでに、この誤差の原因は特定されていない。そこで、本研究では、この誤差の原因が大気擾乱の影響である可能性を検討するため、高分解能な数値気象データを用いて測位誤差の再現を試みた。用いた数値気象データは、名古屋大学で開発された雲解像モデル CReSS(Cloud Resolving Storm Simulator) を用いて、気象庁メソ客観解析値を初期値・境界値として計算した、空間分解能 1km、時間分解能 1 時間の数値気象データである。計算は 2010 年 7 月～8 月の約 1ヶ月間について行った。このデータを用いて、衛星測位システムシミュレータにより擬似 GPS 観測データを生成し、GIPSY ver5.0 により PPP 解析を行って誤差を推定した。この推定誤差と実際の解析結果とを比較した結果、その誤差の空間パターンに類似する場合が見られ、桜島周辺の電子基準点に見られている座標値のばらつきの原因が大気擾乱の影響である可能性が高いことがわかった。

本報告では、さらにどのような気象条件で誤差が生じやすいのかについて検討した結果を報告する。

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-P07 会場:コンベンションホール 時間:5 月 23 日 14:00-16:30

Ka バンド WINDS 衛星電波干渉計システムにより得られた位相変動の解析
Ka-band Data Analysis of Phase Variation from WINDS Satellite Signals Interferometer System

片山 徹也 [1*], 秦野拓哉 [1], 高橋冨士信 [2]
Tetsuya Katayama[1*], Takuya Shinno[1], Fujinobu Takahashi[2]

[1] 横浜国立大学大学院工学府, [2] 横浜国立大学大学院工学研究院
[1]Yokohama National University, [2]Yokohama National University

高速インターネット衛星 WINDS は Ka バンドの周波数帯を利用している。Ka バンドの信号は波長が短いため、降雨や気象の影響を強く受ける。よって、我々は WINDS 衛星が送信している通信波や熱雑音電波を受信する干渉計システムを構築し、WINDS 衛星電波の降雨や気象による影響 の測定と研究を行っている。干渉計システムでは、二つのアンテナで WINDS 衛星電波を受信し、相関処理を行っている。VLBI のフリンジストッピング技術を応用し、相関の位相変動を求めることができた。この位相変動の原因を解明するため に、温度や大気圧などの気象変化と比較することで解析を行った。そして、WINDS 衛星電波の気象による影響、対流圏伝搬について考察を行った。

キーワード: WINDS, Ka バンド, 干渉計, 相関処理, 位相, 気象
Keywords: WINDS, Ka-band, interferometer, correlation processing, phase, meteorological phenomenon

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-P08 会場:コンベンションホール 時間:5 月 23 日 14:00-16:30

GPS 受信機によるブイ姿勢計測の精度評価
The accuracy evaluation of attitude of buoy using GPS receivers

長田 幸仁 [1*], 太田 雄策 [1], 木戸 元之 [1], 藤本 博己 [1]
Yukihito Osada[1*], Yusaku Ohta[1], Motoyuki Kido[1], Hiromi Fujimoto[1]

[1] 東北大学理学研究科
[1]Tohoku Univ., Graduate school of science

海底地殻変動観測では，船，曳航ブイ，係留ブイなどを用いて観測を行っている．これらの装置において, 動揺や傾斜などの姿勢変化は重要な情報である．特に海底地殻変動観測では，音響トランスデューサの位置を正確に求めることが精度向上にもつながってくる．姿勢を計測方法として（１）慣性航走装置（RLG，MEMS）,（２）複数台の GNSS 受信機もしくは，複数台のアンテナを装備できる GNSS 受信機がある．本講演では（２）にある方法について姿勢計測の精度評価を行う．

使用する受信機として Sigma（Javad GNSS 社），PolaRx2@（Septentrio 社），GRX1200+（Leica Geosystem 社）を用いた．基礎試験として次の方法を行った．個々の受信機の静止状態での姿勢の精度評価を行った．PolaRx2@は，2006 年に４時間程度，Sigma は，2010 年 10 月に２日程度東北大学の屋上にて行った．この試験により次のことが得られた．２つの受信機ともカタログ精度に近い値が得られており保証精度が静止状態で得られた．時系列においてパワースペクトル解析を行った結果 Sigma がノイズレベルで１桁程度小さいこと，姿勢のばらつきと DOP に良い相関があることが確認された．しかし，試験観測を行っている時期が異なるので受信機の詳細な比較をすることは難しい．そのため今後すべての受信機を用いて屋上にて静止試験を行い，更に移動体での精度評価試験を行う予定である．

追記
測位衛星技術社の内田さんに Javad GNSS 社 Sigma 受信機をお借りしました

キーワード: GPS, 姿勢
Keywords: GPS, attitude

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SGD021-P09 会場:コンベンションホール 時間:5 月 23 日 14:00-16:30

南極昭和基地周辺での GPS ブイによる海洋潮汐観測
Ocean tidal observation with GPS buoy around Lutzow-Holmbukka, East Antarctica

青山 雄一 [1*], 土井 浩一郎 [1], 渋谷 和雄 [1]
Yuichi Aoyama[1*], Koichiro Doi[1], Kazuo Shibuya[1]

[1] 国立極地研究所
[1]National Institute of Polar Research

With the objective of measuring the ocean tide around Lutzow-Holmbukka, East Antarctica, we have been developing GPS buoys. In 2005, the first GPS buoy was installed on sea surface at Nishi-no-ura, the shore of East Ongul Island, where the ocean bottom pressure has been regularly observed as tide gauge data at Syowa Station. This GPS buoy consisted of a dual frequency GPS receiver and antenna (Lexon-GGD160T & GrAnt; Javad Inc.), the buoy with a float (Zeni-light buoy Co., Ltd.) and two Pb batteries (12V24Ah). Several continuous ocean tidal observations could be conducted for 5 - 7 days without its maintenance. Aiming to perform the continuous ocean tidal observation for a few months, we modified the GPS buoy and examined its performance in 2008. We applied a hybrid power system which was combination of the electric double layer capacitor (30VA, PowerSystems Co., Ltd.) and the Pb battery (12V24Ah) to a second generation of the GPS buoy and we attached 20W solar panel on its float. The dual frequency GPS receiver and antenna (DL-V3 and GPS-702-GG; NovAtel Inc.) ware incorporated into the GPS buoy. This GPS buoy was installed on the offing of Benten Jima which is located on about 20 km distance from Syowa Station, at the end of September, 2008. Due to malfunction of the charging to the Pb battery, the power supply of GPS was maintained by the electric charge and discharge to the capacitor. The 30VA capacity of the capacitor and 20W power generation of the solar panel were too short to perform the continuous GPS measurement. Therefore the ocean tidal observation by the GPS was intermittent. Polar day and fine weather in austral summer enabled the comparatively continuous observation. The instantaneous positions of the GPS buoy which were synchronized with the ocean tide were determined from GPS data obtained during Nov. - Dec., 2008 by adopting the kinematic precise point positioning analysis with GPS Tools. The ocean tidal analysis with BAYTAP-G was applied to the time series of the instantaneous GPS position data during Nov. - Dec., 2008.

We still continue to improve the GPS buoy. We plan to install the several GPS buoys around Lutzow-Holmbukka and to conduct the continuous ocean tidal observations in order to study the geoid and the ocean tide in this area.

キーワード: GPS ブイ, 海洋潮汐, 南極
Keywords: GPS bouy, Ocean tidal observation, Antarctica