NEWSLETTER OF IPNTJ

測位航法学会ニューズレター　Vol.IX No.1　　2018 年 3 月 22 日　IPNTJ

測位航法学会
ニューズレター
第Ⅸ巻第１号

目　次

P.2 「ICG-12 @京都」開催報告
中井谷幸治
P.3　ICG-12　WG-C 参加報告
桜井也寸志
P.4　準天頂衛星/MADOCAによる海外技術実証について　五百竹義勝
P.5　新刊案内
P.6　鉄道におけるGNSS利用の検討
工藤　希
P.8 ION GNSS+ 2017 参加報告
鈴木太郎
第9回MGAカンファレンス開催報告
佐藤一敏
P.9　Report on ISGNSS 2017
Yize Zhang
Height Measurement of Mt. Everest
Dinesh Manandhar
P.11 全国大会案内・イベント・カレンダー
編集後記・入会案内
P.12　イベント写真　法人会員

ICG-12 会場
京都大学百周年時計台記念会館
記事：P.2

特別
法人会員

ICG-12 集合写真　2017/12/03　P.2

「ICG－12@京都」開催報告

準天頂衛星システム戦略室　中井谷 幸治

ICG (International Committee on GNSS)は、国連宇宙局(UN-OOSA)監理下にある衛星測位システム(GNSS：Global Navigation Satellite System)に係る専門家会合で、GNSSを、政府分野、科学分野、産業分野の基礎インフラとして組み込むことを大きな目標とし、各GNSSプロバイダー国の持ち回りで各年1回開催されています。

2011年に東京で開催されたICG-6に続き2回目の日本開催となることから、ICG-12は内閣府、外務省の共催で「京都」にて開催されました。京都大学より特別後援を頂き、秋も深まる東山の12月2日から6日間、京都大学の百周年時計台記念会館(写真・表紙)にて開催され、ICGメンバーの6ヶ国、欧州連合(EU)、11機関、オブザーバの2ヶ国から総勢200名強の参加があり、GNSSに関する議論がおこなわれ、複数のICG勧告が形成されました。(集合写真・表紙)

京都大学 生存圏研究所 山川 宏教授がICG全体プレナリーの議長をつとめ、多種多様な各国の意見を調整し、勧告やジョイントステートメントを取り纏め、成功裏に終わりましたので、概要を報告いたします。

特に、開催国が設定できるICG会合の「テーマ」を「GNSS防災・減災」として組み立てましたので、その点についても触れたいと思います。

ICGは、加盟国(機関)、オブザーバ国(機関)から構成され、GNSSやその補強システムを実際に運用または整備中のプロバイダー国(日米欧露中印)によって構成されるプロバイダーズフォーラムが、作業計画を制定し、各作業を4つの作業部会(Working Group：WG)に割り振って、検討作業を進めています。なお、プロバイダーズ・フォーラムは、各GNSSプロバイダーのみで構成され、内閣府準天頂衛星システム戦略室小暮参事官が議長をつとめ、各GNSSのアップデート、GNSSに係る課題抽出、解決に向けた議論が行われました。

Working Group of Systems, Signals and Services (WG-S)は、GNSSシステムの成立性(性能モニタリング、相互運用性)、利用環境整備(GNSS周波数帯域の保護、ジャミング対策)に係る課題を扱うWGで、ICGはWG-Sから提案されたRNSS周波数保護のクライテリアの確認(具体的には、米国のLigado社の請求に関連するAdjacent Band Compatibility (ABC)に関するRNSSの干渉保護クライテリアの確認)を勧告として決定しました。欧州において1164MHz帯の下に新しい無線系が割り当てされようとしており、L5/E5帯の受信機への干渉の懸念が出てきていることもあり、RNSS周波数保護クライテリアは米国だけではなく世界的な問題であることが確認されました。

また、IDM (Interference Monitoring and Detection)に関して、各携帯端末から干渉情報を収集するというクラウド・ソース的な干渉検知に関して3GPPと連携を図って進める勧告を決定しました。

相互運用性の議題では、GNSS時刻系についてワークショップを2018年夏前に開催し、欧州が提案しているMulti-GNSS Ensemble Time (MGET) について今後検討していくこととなりました。

Working Group of Enhancement of GNSS Performance, New Services and Capabilities (WG-B)は、GNSSの測位性能やGNSSアプリケーションに係る課題を扱うWGで、測位衛星(MEO軌道)によるMEOSAR(Search And Rescue)、また、人工衛星から地球に向かって放射される測位信号のサイドローブや漏れ電波を活用した静止軌道等におけるGNSS測位技術開発(SSV：Space Service Volume国際連携プロジェクト)など「GNSSの二次的利用(Function creep)を指向した学術検証・研究」などが取り上げられました。後述しますエキスパート・セッションで取り上げました「防災・減災」につきましてもこの二次的利用に近い形となります。また、WG-Bでは産業ドメイン毎のGNSSに対する要望書「Application Catalogues」の作成も行われています。

Working Group of Information Dissemination and Capacity Building (WG-C)は、GNSSに係る知見の普及・啓蒙(GNSS先進国にとどまるものではなく、全ての国連加盟国への普及・啓蒙)による技術力・技術管理能力・適応能力(GNSSの社会親和性)、行政監理能力の世界的な底上げ・共栄(いわゆるCapacity buildingといったアプローチ)を目的としており、GNSS格差がもたらす国力格差の拡大防止、あるいは、GNSSが創造する新たな価値・豊かさの平等な享受により世界的課題の解決を試みようとする国連の平和的理念に沿ったWGです。GNSSインフラ開発、GNSS産業利用、GNSS基礎応用研究などは、多分野の学術的・産業的知見により支えられており、これら知見の継続的な蓄積・発展は、大学や各研究機関におけるGNSS教育、基礎・応用研究も極めて重要な要素になります。

Working Group of Reference Frames, Timing and Applications (WG-D)は、GNSSの互換性・相互運用性を推進することを目的に、測地基準系と時刻系の専門的な議論が行われます。

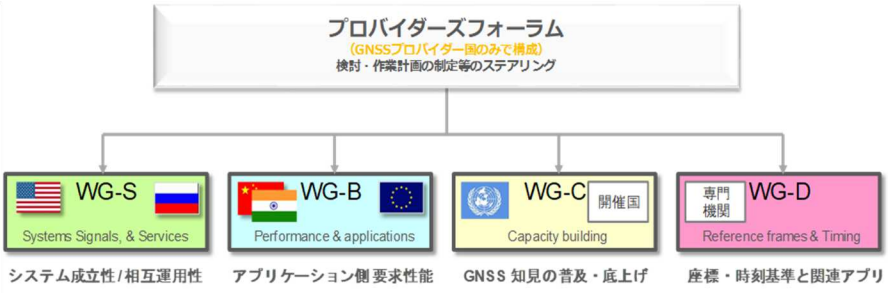
各WGは課題解決のためのICG勧告案をICGプレナリーに上程し、ICGプレナリーにて勧告化されます。

また、Applications & Experts Sessionでは、GNSS利用に関するプレゼンテーションが行われ、国連のホームページでそのプレゼン資料も公開されます。(ICG自体は、クローズドの会議です)

ここからは、ICG12京都のテーマの1つである「GNSS防災・減災」に焦点をあてて記載したいと思います。

気象研究所 小司様より、可降水量推定の数値気象予報への寄与、特に洋上での水蒸気量推定の有効性などから、防減災への寄与について講演いただきました。

情報・システム研究機構(Research Organization of Information and Systems)の津田様より、可降水量推定、リアルタイム集中豪雨観測ネットワークを用いた防減災への寄与について講演いただきました。



東京大学 地震研究所 加藤様より、GNSSブイを用いた早期津波検知への寄与などについて講演いただきました。

東北大学の太田様より、GEONETの観測データを用いた津波予測について講演いただきました。

また、内閣府と欧州委員会の間で「GNSSに係る日欧協力取決め」を締結して取り組んでいる案件であることから、欧州委員会のDomps氏と内閣府の川津補佐から準天頂衛星の災危通報サービスとガリレオのEWS(Early Warning Services)の共同講演を行い、災害・危機管理情報をGNSSユーザーに届ける仕組みを世界的に実現するための取組について説明しました。特に、東日本大震災時に津波が来ることを知らなかった人が3割程度いたこと、運転中の自動車が津波に飲まれるなどの被害(当時リアルタイム中継映像としても報道されていた)が起こってしまったこと。これらを可能な限り軽減し、一人でも多くの命を救うこと。地球規模の災害を衛星測位を利用して少しでも軽減すること。このような心持ちを持った方の取組を聞くことができました。国連のICG事務局のホームページでプレゼンテーション資料が入手できます。(UN ICGで検索)

【まとめ】

ICGの日本開催では多くの方々の協力を頂きましたので、本紙面をお借りしてお礼を申し上げさせて頂きます。また多くの日本の方に登壇・積極的な議論への参加を頂き、実りのある会議となりました事についても言及させていただきます。特に、このICG京都のテーマの一つであった「GNSS防災・減災」については多くのご講演をいただき、衛星測位は位置や時刻を求めるだけではなく、利用分野の幅の広がりと実用システムに浸透していることが、防減災分野の実例として示されたと考えています。この点は衛星測位の捉え方として非常に重要で、なかなか気がつかないけれども衛星測位は日々の生活の中にありふれた存在となっていることを「見える形」にしていただいたことで、衛星測位ユーザーに対する有害な混信の防止などの課題に現実性をもって考えることができるようになるからです。また、衛星測位分野の教育の重要性やそのためのリソース配分などの議論につながると考えるからです。

ICGを通じ準天頂衛星システムがもたらす「安全」と「豊かさ」の実現に向けて、今後も取り組んでいきたいと思います。

【おわりに】

京都でのICG開催により、我が国の力強い技術だけでなく、力強い国風も併せて発信できたと思います。

http://icg12.jp/index.html

鏡割りに続いて、カンパ～イ！
@ ICG-12 Banquet, December 5, 2017

ICG-12 WG-C参加報告

衛星測位利用推進センター 桜井 也寸史(正会員)

WG-Cは情報普及とキャパシティビルディングを目的とする作業部会です。今回は東京海洋大学の安田教授とUNOOSAのGadimova女史を共同議長に、米ロ欧中日ほか、のメンバーが集まって会合が行われました。このWGにおいても中国が圧倒的なプレゼンスを示し、国際的なBeiDou/GNSS教育に意欲を燃やしているのが印象的でした。(写真・裏表紙)

プレゼンテーション

資料はhttp://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/meetings/icg-12/c.htmlにてダウンロードできます。

①測地にかかわるUNGGIM*サブ委員会-教育、訓練、キャパシティビルディングにフォーカスしたグループ-

M. LILJE, FIG(International Federation of Surveyors)

*United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management (UN-GGIM):国連地球規模の地理空間情報管理に関する専門家委員会

—FIGにおける教育、訓練、キャパシティビルディングの検討グループがスタートした。GNSSと共通しているところが多くICG WG-Cと連携を図りたい、とのメッセージ。

②ロシアの企業と大学によるGNSS教育コース2017、

V. SAVINYKH, Moscow State Univ.

—国際的な人材育成を目的としたサマースクールなど成果紹介。産学が連携しているところがポイント。

③ICG情報センターのフレームワークのもとのキャパシティビルディングと教育連携、J. Weng, 北京航空航天大学

—国連の"宇宙科学と技術教育にかかわるリジョナルセンター"を ICG の情報センターとする、という ICG 総会合意(2008)のもとに中国にリジョナルセンターを設立(2014)。BeiDou/GNSS にかかわる人材育成を進めるとともに世界に拡がるリジョナルセンターのアライアンス*を構築し、現在はアライアンスを軸に BeiDou/GNSS の世界展開を図っている。

*モロッコ、ナイジェリア、ヨルダン、インド、ブラジル、メキシコ(6か所66ヶ国をカバー)+中国

④ BeiDou 一帯一路スクール, G. Jing, 北京航空航天大学

— BeiDou/GNSS サービスの周知、専門家の教育・訓練、奨学金、共同研究開発、精密測位などのインフラ構築と応用、を図り、一帯一路に拡がる国々(60ヶ国以上)のニーズに応えることを目的。各国のトップにある大学と連携して、スクール運営、カリキュラム・設備の共有、教師や学生の交換、BeiDou/GNSS の R&D を行う。2018 年から国内/海外からの学生を受け入れて大学院教育を始め、2022年には学生数を300人規模とする計画。産業界との連携も密に行う。ESA など海外機関へスクールへの支援を呼びかけている。

⑤日本におけるキャパシティビルディング活動、

A. Yasuda, 東京海洋大学

—測位航法学会の活動紹介(ニューズレター、総会、シンポ、ロボットカーコンテスト、サマースクール)、および MGA の活動など。これまでに多くの受講生を海外から受け入れているサマースクールの評価は非常に高い。

⑥アジア、アフリカにおける GNSS 技術の推進と共同研究、

D. Manandhar, 東京大学

—アジア、アフリカの大学に置かれたベースステーションネット

ワーク、タイ/インドネシア/ミャンマー/ラオス/ネパール/タイで行われた GNSS 教育、ワークショップの紹介。キャパシティビルディングは多様なレベル、エンドユーザーから開発者、システムインテグレータ、政策決定レベルまで、にて実施されるべき。また、低コストの受信機が教育訓練に有効、とのメッセージ。

⑦ ESA における GNSS 教育活動最新状況、

J. Ventura, ESA

― GNSS キューブサット、教育書、GNSS 処理ソフト、教育ソフトウエアツール　GNSS サマースクール、GNSS/Galileo の科学的側面にかかわる大学との国際コロキウムなどの活動紹介。

彼らの開発した GNSS wiki(www.navpedia.org)は非常に便利ですが一部プアなところもあり、今後、ユーザからのフィードバックが重要と思います。

⑧ GPS 干渉試験承認プロセス,

R. Hamilton, US Coast Guard Navigation Center

― GPS の試験はいろいろな目的で必要とされるが、干渉により船舶や航空機など GPS 利用者の命を危険な状態に陥れるような環境を作らないような、国家機関や産業界の間で調整は必須である。米国では国防省を核に試験の承認プロセスが設けられている。試験実施をアナウンスするとともに場合によっては中止を要請することもある。同様な仕組みを各国も考えてはどうか、とのメッセージ。

まとめ

WG-C ディスカッションのまとめとしてリコメンデーションが答申されました。

― ICG は教育機関と力を合わせて、特に女性や若い専門家の参加を促しながら GNSS 技術と応用に関するアイデアと専門性共有をゴールとしつつ、ターゲットとするキャパシティビルディングや技術的アドバイザリー活動を強化・提供すること。さらに、キャパシティビルディングとワークフォースインデックスの定義についてさらなる研究が行われなくてはならない。この推奨策を徹底させ、かつ、教材作成の手間を避けるために、オープンデータ共有ポリシーとリアルタイムデータ入手のための支援が考慮されなくてはならない。

今後への期待

2018 年度より測位航法学会に運営が引き継がれるマルチ GNSS アジア(MGA)の新しい方向がこの2月に示されました。活動は年間を通じて行い、ワークショップやウエビナーによるキャパシティビルディングを一つの柱とするというものです。QZSS/GNSS 利用ビジネスの海外展開においてはまず、各国における人材育成がまず課題となるので企業にとってはたいへんウエルカムなことと思います。また、MGA を核に産学が連携しオールジャパンとして活動することの意義は非常に大きく ICG のネットワークを活用して海外機関の人材や教材を効率的に利用していくことも可能となります。中国には圧倒されましたが日本も独自のスタイルでの海外貢献しつつあります。今後の ICG/MGA の動きにもどうぞ着目し、また、ご支援いただきたくよろしくお願いいたします。

準天頂衛星/MADOCAによる海外技術実証について

グローバル測位サービス株式会社　五百竹 義勝(正会員)

準天頂衛星も無事4機が軌道上に配置され、2018年度からはいよいよ正式運用が開始される運びとなりました。ここでは、準天頂衛星の2号機以降から配備されたL6Eチャネルを利用した高精度補正技術 MADOCAによる海外技術実証について述べさせて頂きます。

1. グローバル測位サービス株式会社について

グローバル測位サービス株式会社(略称:GPAS)は、内閣府宇宙開発戦略事務局及び、準天頂衛星システムサービス株式会社(QSS)と共同で、準天頂衛星システムのアジアオセアニア地域でのセンチメータ級測位補強実証の位置づけで、高精度測位補正技術MADOCA (Multi-GNSS Advanced Demonstration tool for Orbit and Clock Analysis)の技術実証(L6E 信号での技術実証用補正情報の配信) を昨年12月6日より開始致しました。

はじめに、技術実証窓口となったGPASの会社概要をご紹介させて頂きます。GPASは、昨年6月15日に日立造船株式会社、株式会社日本政策投資銀行、株式会社デンソー、日本無線株式会社、日立オートモティブシステムズ株式会社の5社の共同出資により設立致しました。11月には、NECソリューションイノベータ株式会社、古野電気株式会社にもご参画頂いております。

近年、農業や建設業、防災などの分野において、高精度な位置情報を利用する機会が増加しており、その需要は、海外・海洋を含めたグローバルなエリアへと拡大しております。GPASは、上述の通りさまざまな分野の企業が集まり、センチメートル級のグローバルな高精度測位サービスの事業化をめ

表１　準天頂衛星の送信信号一覧

周波数帯 (中心周波数)	信号名	準天頂衛星 初号機	2, 4 号機	3 号機	分類	サービス名
L1 帯 (1575.42MHz)	L1C/A	○	○	○	補完	衛星測位サービス
	L1C	○	○	○	補完	衛星測位サービス
	L1S	○	○	○	補強	サブメータ級測位補強サービス
		○	○	○	ﾒｯｾｰｼﾞ	災害・危機管理通報サービス
	L1Sb	―	―	○	補強	SBAS 配信サービス
L2 帯 (1227.60MHz)	L2C	○	○	○	補完	衛星測位サービス
L5 帯 (1176.45MHz)	L5	○	○	○	補完	衛星測位サービス
	L5S	―	○	○	補強	サブメータ級測位技術実証
L6 帯 (1278.75MHz)	L6D	○	○	○	補強	センチメータ級測位補強サービス
	L6E	―	○	○	補強	センチメータ級測位補強実証
S 帯 (2GHz 帯)	S	―	―	○	ﾒｯｾｰｼﾞ	衛星安否確認サービス

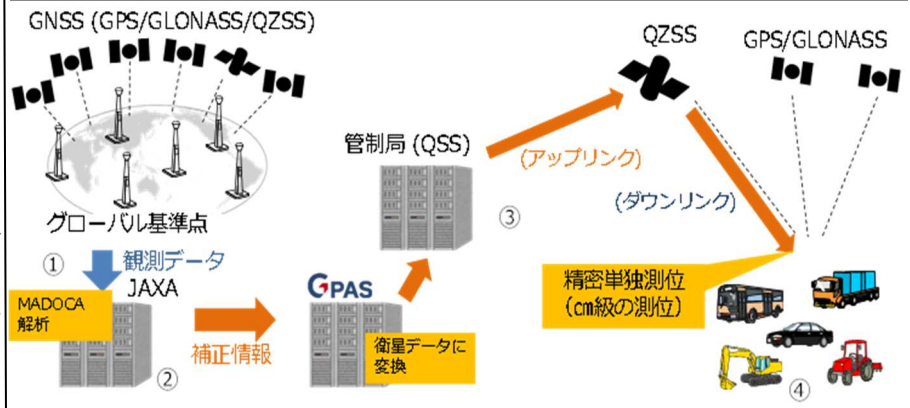


図１準天頂衛星からの MADOCA 配信（概要構成）

ざし、自動車や農機・建機の自動運転、海洋および自然災害の観測等、グローバル展開を支える基盤技術の確立に向け取り組むために設立されました。本実証実験を通じて市場性の確認を行い、幅広く関係省庁や関連企業へ協力を求めながら、数年以内を目処に本格的な事業化を目指しています。

2. 準天頂衛星からのMADOCA配信について

ご承知の通り、現在準天頂衛星ではGPSと互換性のある測位信号を送信する「衛星測位サービス」、衛星測位による誤差を減らすための情報を送信する「測位補強サービス」、利用者に災害情報などのメッセージを届ける「災害・危機管理通報サービス」が提供されています。また「測位補強サービス」には、その精度に応じて「サブメータ級測位補強サービス」と「センチメータ級測位補強サービス」が提供されていますが、いずれも日本国とその周辺をサポートするものとなっています。GPASは、準天頂衛星の海外利活用をめざし、L6E信号での技術実証用補正情報の配信を開始致しました(表1 準天頂衛星の送信信号一覧を参照)。

MADOCAは、宇宙航空研究開発機構(JAXA)が開発を進める精密衛星軌道・クロック推定を行うソフトウェアであり、衛星側のバイアス補正に基づき、高精度測位に必要な補正情報を生成しています。この補正情報は、衛星側の誤差情報を補正するものであり、測位する場所に依存しない情報となっていますので、海外や海洋も含めたグローバルな環境での高精度測位に利用することが可能となっています。

準天頂衛星からのMADOCA配信にあたっては、下図のようにJAXAが世界中に設置したグローバル基準局(MGM-Net)で収集したデータからMADOCAを用いて衛星軌道誤差・クロック誤差を精密に推定し(①、②)、GPASにて準天頂衛星フォーマットに変換した上で、準天頂衛星のL6Eを用いて地上ユーザに配信(③)されます。地上ユーザは、この補正情報を用いて測位演算(PPP測位)を行うことにより、世界中どこでもセンチメータ級の測位を行うことが可能となります(④)。これまでの実証実験においても、測位環境が良ければ水平精度で5cm以下、高さ精度で10cm以下(いずれもRMS)の結果が得られています。

3. 海外技術実証について

MADOCA(PPP測位)は、非常に高精度に測位できること、また高精度測位の実現できる環境が地域に依存しないことから、様々な分野での利用が期待されています。特に、海洋や電子基準点が整備されていない海外においては、その期待度は高く多くの実証実験等も実施されつつあります。例えば、GNSS海洋ブイにおいては、これまで相対測位(RTK)で実現されていたものについて、PPP測位に置き換える実験も行われております。PPP測位によって、今までよりもさらに沖合にブイを設置して観測することが可能となりますので、津波の検知から到達までの時間が長くなるという非常に大きな効果が期待されています。同じく自然災害の監視において、地殻変動の監視や可降水量の推定(水蒸気量の推定)では、すでに実用ベースでPPP測位を用いたケースも出てきております。

海外展開においては、今年度の国の実証事業として、準天頂衛星システムを活用した車線単位の高精度ルートガイダンスシステムの実証事業(タイ)や、準天頂衛星システムを活用した農作業の効率化の実証実験 (オーストラリア)が実施されております。また、国内と海外に同じ製品で市場展開できるメリットから、国内外を問わず自動車や農機・建機の自動運転の実証が各社にて実施されつつあります。

4. おわりに

先日の「MADOCA利用検討会 WG合同会合(2月20日開催)」においても、多くの民間企業、研究機関の方々が出席され、利用実証に向けての活発な意見交換がされていました。利用実証に向けたMADOCA対応GNSS受信機(マゼランシステムズジャパン製 多周波マルチGNSS受信機 評価キット)の貸出も始まり、今後ますます利用に向けた実証の機会が拡がることが期待されます。現時点では、まだ「技術実証用」としての配信となっており、「実証実験」という枠を超えてはいませんが、実利用に向けた受信機対応、アプリケーション展開にも期待致しております。GPASも今後の事業化をめざし、グローバル環境での技術実証を通じてMADOCAの実用性、事業性を評価してまいります。

-期待される分野-

新刊案内：図解よくわかる「衛星測位と位置情報」久保信明（東京海洋大学准教授・正会員）著が日刊工業新聞より刊行されました。タイトル通りとの評判です。

鉄道におけるGNSS利用の検討

交通安全環境研究所　交通システム研究部　工藤　希

1. はじめに

鉄道における列車の運行は、地上設備を主体としたシステムにより制御され安全が守られてきた。しかし、利用者の減少等により設備の維持負担の軽減が求められるようになってきている。そのため、設備をできるだけ減らした列車制御システムの研究開発が進んでいる。その一つとして、準天頂衛星を含むGNSSの利用が期待されている。

今回は、鉄道でのGNSSの活用状況、交通安全環境研究所(以下、交通研)での研究状況、及び鉄道におけるGNSS利活用ガイドラインについて紹介する。

2. 鉄道での位置検知手法

鉄道は一旦事故が起こると、被害もその社会的影響も甚大となる可能性が高いため、列車制御など、安全に関わる装置に対する安全性は高い水準が求められる。列車制御に関わる列車の位置検知は、主に軌道回路及び地上子を用いている。軌道回路とは、左右のレールを電気回路の一部として利用し、軌道回路内に列車が進入するとレール間を車輪・車軸が短絡することによりその軌道回路内に列車が存在していることを検知する設備である。地上子は、レールの間に敷設して、車両の床下に装架された車上子との間で伝送を行うことにより列車の通過を検知する設備である。これらは鉄道では長年の実績を持つ。

これらの地上設備を使った列車制御は安全性、信頼性が高い一方、路線全線にわたり地上設備を維持するためにそれなりのコストがかかる。鉄道の収益減に伴い、設備の維持管理の負担低減を考えた場合、地上設備に頼らず車上側で位置検知を行い、列車の位置を地上側に通信することで踏切や進路を制御する、車上主体の列車制御への期待が高まっている。そのための手法の一つとして、位置検知をGNSSで行うことが考えられるものの、上述のとおり、列車制御に利用する装置には高い安全性、信頼性が求められるため、現時点で実用化はしていない。

3. 鉄道での衛星測位利用状況

一方、鉄道にも乗客サービス用や運転士の支援など、安全に直接関わらない装置も存在する。そういった分野では近年、GNSSの利用が進みつつある。具体的には、運転台に設置して運転士に対してGPSの位置情報を元に、次の停車駅等を案内する運転支援装置[1)]、保守作業員に対して、GPSと地上装置で得た列車の位置情報から列車の接近を知らせる装置及び、高速走行するために車体傾斜を行う振り子制御等に利用されている。

安全に関連する装置としての研究開発については、平成19年頃から、「次世代運転管理システムに関する技術開発」や、「ATP閉そくシステム(Automatic Train Protection and Block System)」の検討がされてきているが、実験段階であり、国内では実用化には到っていない。

4. 交通研での研究状況

車上主体の列車制御としては、JR東日本のATACS(Advanced Train Administration and Communications System)や、海外で導入されているCBTC(Communications-Based Train Control)など無線を用いたシステムが実用化されている。これらのシステムにおける位置検知は、車輪の回転数などに基づく車両の速度情報と、地上設備による位置補正を主体としている。高頻度の運行を想定して位置補正を頻繁に行うため、地上設備に頼る部分が残らざるを得ない。

そのため交通研では、運行頻度の低い地方鉄道向けの列車制御システムにGNSSを使うことを検討してきた。このシステムでは、位置検知はGNSS、車上-地上間通信は汎用無線の利用を前提としている(図1)。

列車にGNSSのアンテナ、受信機を搭載して走行試験を実

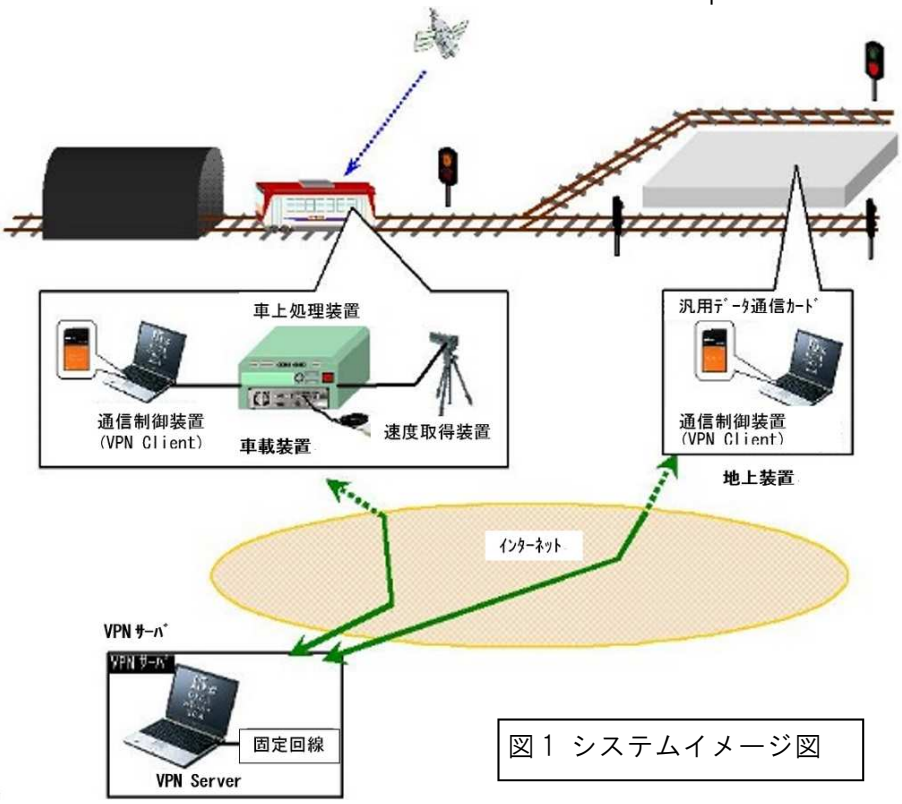


図1 システムイメージ図

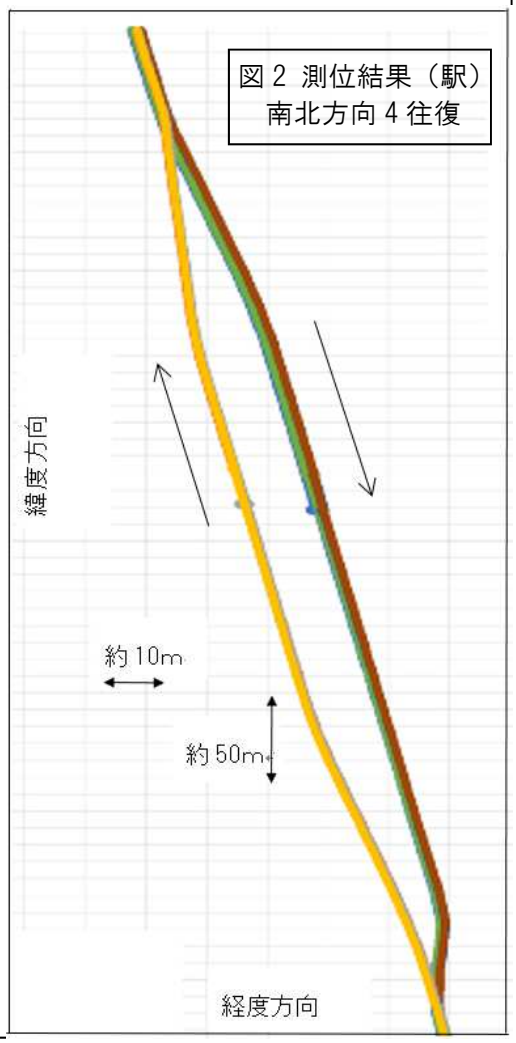


図2 測位結果（駅）
南北方向4往復

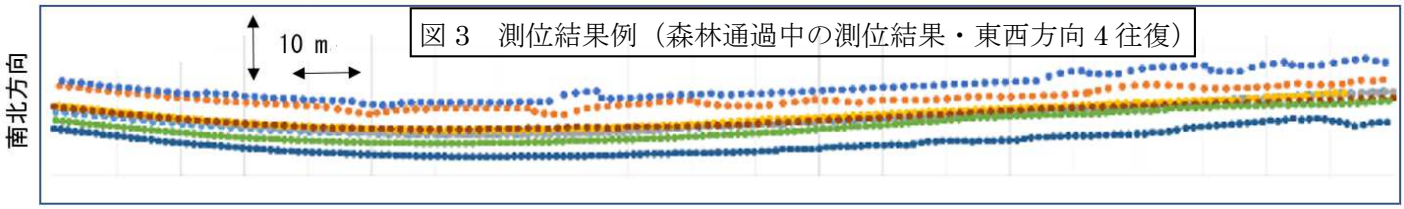


図３　測位結果例（森林通過中の測位結果・東西方向４往復）

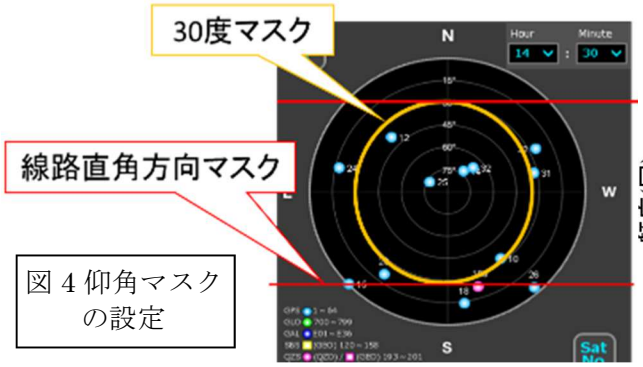


図４仰角マスクの設定

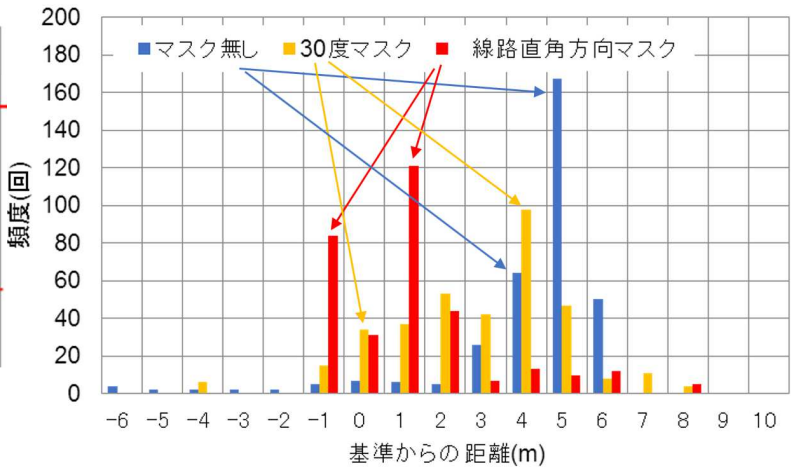


図５仰角マスクを用いた測位結果

施した例を紹介する。試験は、山形鉄道フラワー長井線をお借りして実施した。アンテナ及び受信機はJAVAD社製 GrAnt-G3T及びAlpha 3GTを試験に使用した。

測位試験結果を図2に示す。これは、単線の鉄道で上下列車の交換を行う駅での走行結果である。良好な測位環境であれば、上下線の区別がついていることが確認できる。一方、図3は測位環境の良くない森林区間を通過している場合の測位例である。単線区間であり、精度が良ければ同一線上を走行する結果が得られるはずであるが、10m程度のばらつきが生じていることが分かる。

そこで、測位結果の良くない図3の箇所に対して、鉄道は進行方向が決まっていることを踏まえて、仰角マスクを線路直角方向にのみ適用する手法も検討した(図4)。が図3の区間は列車の進行方向が東西方向であるため、南北方向の低仰角の衛星をマスクすることとした。その結果を図5に示す。仰角全方向のマスクでは、まだ5m程度のバイアスがでていた測位結果が、南北方向の衛星のみのマスクにより1m程度に改善されていることが分かる。尚、この手法においても測位精度が改善されない場合もあるため、仰角マスクの掛け方の選定等が今後の課題と考える。

5. 鉄道におけるGNSS利活用ガイドラインの作成

3. までに述べたとおり、鉄道分野においてGNSSの期待が高まりつつあるが、新しい設備を導入しても鉄道事業者間で情報共有がされにくい状況にあった。そのため、GNSSの利用が進んでいる分野については情報共有により一層の活用を、実用化に至っていない分野についてはその実用化の後押しをするため、「鉄道分野におけるGNSS利活用ガイドライン検討委員会(座長:中村英夫日本大学特任教授)」において、ガイドラインを作成した[2)]。鉄道には様々な設備があり、その設備によって求められる安全性及び信頼性等が異なる。そのため、ガイドラインには、表1に示すような利用レベルを定義し、利用レベル毎にGNSSを利活用する際、注意すべき項目を検討しやすいように整理(表2/P.8)するとともに既に実用化しているシステムを列挙している。

なお、このガイドラインに法的な根拠はないが、鉄道事業者、メーカ、研究機関、関係団体等が参画しており、業界標準的な位置づけを目指している。また、GNSSの技術は発展途上にあるため、今後の技術の進展等に応じて改訂することを前提としている。

表１利用レベルの定義

利用レベル	定　　義	
	目　的	実現手段
レベル１	安定輸送の確保／機能・性能の向上	人間系＋システム
レベル２		システム
レベル３	安全の確保	人間系＋システム
レベル４		システム

このガイドラインは、SPAC(一般財団法人衛星測位利用推進センター)のホームページ上で公開されており(参考文献2)にURLを記載)、誰でも利用することが可能となっている。

なお、このガイドラインの作成にあたっては、SPAC及びQSS(準天頂衛星システムサービス株式会社)に多大なるご尽力をいただいたことを記して感謝申し上げます。

6. おわりに

鉄道でのGNSS利用の検討として、鉄道におけるGNSSの利用状況、研究状況及び鉄道におけるGNSS利活用ガイドラインの作成について記載した。GNSSを列車位置検知に利用する列車制御の実現にはまだ先が長いが、引き続き検討していきたい。

参考文献

1)近鉄車両エンジニアリング株式会社ホームページ,
"GPS Train Navi",
http://www.kre-net.co.jp/product/drivingsupportgps/
2)鉄道分野におけるGNSS利活用ガイドライン検討委員会,"鉄道分野におけるGNSS利活用に関するガイドライン",(2017)
http://www.spac.jp/media/pdf/library/20170710-01.pdf

ION GNSS+ 2017 参加報告

早稲田大学　鈴木太郎（正会員）

2017年9月25日～29日に開催されたION GNSS+ 2017に参加しましたので，以下に報告します．ION GNSS+は，米国航海学会(ION)が毎年9月に開催するGNSSに関する世界最大の国際会議です．今回の会議は一昨年に引き続き米国オレゴン州ポートランドで開催されました．日本からも直行便があり，空港から会場までは電車1本で行けるなど非常にアクセスも良い場所です．2010年，2011年も同じ場所で学会を開催しています．私は2011年から連続して参加していますが，企業の機器展示では，TrimbleやJAVADなどの展示はなく，毎年ブース面積も縮小している印象を受けます．しかしながら発表には多くの参加者が集まり，非常に盛況でした．日本からは13件（Alternateを含む）の発表がありました．

今回もセッションが"Track"と呼ばれる大きなまとまりに分けられましたが，具体的には全ての発表が"Application and advanced sessions"，"Research and innovation sessions"の2つに区別され，コマーシャルな技術や製品の発表と，テクニカルな技術発表とが明確に区別されています．peer reviewはオプションになり，"Research and innovation sessions"の中で希望者が受けるようになっています．このため大学や研究機関の発表だけでなく，企業からの最新の製品や技術についての発表も非常に多く，とても興味深い発表もありました．

発表のトレンドとしては，AndroidスマートフォンによるRAW GNSSデータを用いた発表が多く，非常に注目を集めていたと思います．今回は"Applications of Raw GNSS Measurements from Smartphones"という専用のセッションが作られました．会議の直前にBroadcomからBCM47755というスマートフォン用の2周波のGNSSのチップが発表されていたのですが，Trimbleからの発表では，そのBCM47755の性能評価について述べていました．この発表は立ち見ができるほど，多くの人で賑わっていました．発表の中では，スマートフォン用のアンテナ（ただし非常に良い条件で設置）を用いた場合でも，RTKベースの処理により～30cmの精度が安定して出るということを示していました．現実的な課題はまだまだありますが，スマートフォンによる高精度測位が，実現に向かって進んでいることを強く感じました．また，今年もUAV（飛行ロボット）のセッションも多く，近年のドローンなどの爆発的な広まりの影響を受けているように感じました．

次回のION GNSS+ 2018は，米国フロリダ州マイアミで開催されます．2014年，2015年がフロリダ州タンパでの開催でしたが，またフロリダでの開催となります．ぜひ，会場でお会いしましょう！

表２ガイドラインの概要
（HR:強く推奨　R:推奨　－：対象外）

分類		安定輸送の確保／機能・性能の向上		安全の確保	
レベル		1	2	3	4
(A) システムの設計に関する事項	安全に関連する装置には接続しない	HR	HR	－	－
	最終的な安全の確保は人間系又はシステムにより担保			HR	－
	GNSS を使用する／しない区間を定義してシステムを設計し、GNSS を使用しない区間には、他の手段を用意				HR
	リアルタイム性を確保	R	HR	HR	HR
	受信機の性能に適応した測位精度を定義してシステムを設計		HR	HR	HR
(B) GNSS 情報の利用に関する事項	GNSS の測位状態や動作状態を監視し、使用者に対し必要なアラームを速やかに発する		R	HR	－
	衛星測位信号に基づき、衛星測位系が正常であることを確認（※1）				HR
	GNSS による位置情報の健全性を確認（※2）				HR
(C) システムの稼働に関する事項	(B) の※1 もしくは※2 が満足されない場合、又は、GNSS による位置情報の精度低下が確認された場合には、その位置情報を使用しない				HR
	GNSS の位置情報の利用をシステムとして実稼働させるに当たっては、事前に GNSS による測位の傾向を把握し、妥当性を確認				HR

第9回マルチGNSSアジアカンファレンス開催報告

宇宙研究開発機構（JAXA）　佐藤一敏（正会員）

2017年10月9～11日、インドネシア共和国・ジャカルタ市のアヤナミッドプラザホテルジャカルタにて第9回マルチGNSSアジア（MGA）カンファレンスが開催されました。今年度のカンファレンスは、「持続的発展のための次世代マルチGNSSを用いたレジリエントな社会問題解決」をテーマとして、MGAの活動状況や今後のアジア・オセアニア地域における複数GNSSの利活用の具体的な計画案を参加者間で共有しました。本カンファレンスは開催国のインドネシア宇宙機関（LAPAN）と欧州連合のホライゾン2020プロジェクトであるBELS、GNSS.asia、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）および準天頂衛星システムサービス株式会社（QSS）による共催、GNSSに関する国際委員会（ICG）及び国際GNSSサービス（IGS）の後援により開催され、19カ国186名と大変多くの方々にご参加いただき成功裏に終了いたしました。

開催内容について簡単にご紹介いたします。

（1）第1日目

1日目は、オープニングセッションとしてMGA議長、LAPANのDjamaluddin長官、インドネシア高等教育・科学技術省長官代理からのウェルカムスピーチ、インドネシア地理空間情報庁（BIG）のHasanuddin長官のキーノートスピーチを拝聴し、アジア・オセアニア地域でマルチGNSSの利用が強く期待されていることが共有されました。またプレナリーセッションとして、GPS、Galileo、BeiDou、そして準天頂衛星のシステムの現状や取組に関する報告があり、午後からはマルチGNSS技術と研究の最新動向について活発な議論が展開されました。

（2）第2日目

2日目の午前は、産業界における最新のマルチGNSSの利用事例が紹介されるとともに、インドネシアの社会問題を解決するためのマルチGNSSの活用提案がなされました。午後からは4つの分科会セッションのうち、精密測位、防災・減災に関わるテーマについて、各分野での現状の取組や新たな技術利用の可能性が共有されました。

また、昨年度からスタートした学生及び若手を中心としたネットワーキングフォーラムを今年度も実施し、初日から2日目にかけてグループごとに実施した社会問題テーマの議論結果を参加者へプレゼンテーションする機会を設けました。今回も6か国から23人の若手に参加していただき、今後も継続して議論を続けていくとのことです。

(3)第3日目

3日目の午前中には4つの分科会セッションのうち、高度交通システム、位置情報サービスに関わるテーマについて最新研究成果を共有しました。午後には、MGAの活動報告として、サマースクールや運営委員会の議論の内容について報告が行われました。クロージングセッションでは、新議長になられた内閣府の小暮参事官とLOC委員長から本カンファレンスの総括が行われました。

昨年度から導入されたスポンサーシップ制度に、今年度も国内外あわせて19の機関からご賛同いただくことができました。引き続き、産業界にとっても魅力あるカンファレンスに成長させていきたいと考えております。

また、今年度のカンファレンスをもちまして、MGAの事務局がJAXAから測位航法学会に移管されることが、運営委員会の承認をもって正式に決定いたしました。新事務局の運営による次回のMGAカンファレンスは2018年10月23～25日に豪州メルボルン市で開催されることが決まっております。

なお、本カンファレンスの詳細については、WEBサイトでも公開していますので是非ご覧ください。 URL：http://www.multignss.asia/

（ホームページ移管作業のため、一部コンテンツが見られない場合があります。）

最後になりましたが、第9回MGAカンファレンスを成功裏に終えることができたことについて、本件に関わっていただきました関係者全ての方々にあらためて感謝いたします。今後もMGAの活動がより一層活発になるよう、またMGAの新事務局を担当される測位航法学会の皆様には積極的にGNSS利活用の海外展開の機会として大いに利用していただきますよう、引き続き皆様のご支援をいただきたく、よろしくお願い申し上げます。

Report on IS-GNSS 2017

東京海洋大学　Yize Zhang

The International Symposium on GNSS (ISGNSS 2017) was held in Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China.
(Photos: Back Cover)

This annual symposium has been an open forum for international researchers and practitioners -- especially in the Asia Pacific region, to discuss most recent technologies and applications, to exchange innovative ideas and experiences, and to promote future research opportunities in the fields related to Global Navigation Satellite Systems. The symposium, themed "Toward Best Integration of Global Navigation Satellite System and It's Applications" aimed at knowledge and information sharing of the development of positioning and GNSS-related science and technology it's various applications.

Over the years, the symposium has been held in a number of attractive and tradition-rich locations, including Hong Kong, Istanbul, Jeju, Johor Bahru, Kyoto, Seoul, Sydney, Tainan, Taipei, Tokyo, Wuhan, and Xian (in alphabetical order). This year, it came back to Hong Kong from 11 to 13 December, 2017.

156 participants from all over the world joined this symposium (China 62, Korea 38, Hong Kong 22, Taiwan 11, Japan 6, Indonesia 4, Australia 3, Germany 3, UK 2, Canada 1, Malaysia 1, Russia 1, Sri Lanka 1, and USA 1). During the three days meeting, 125 of interesting and frontier reports were presented by young students and researchers. Prof. Yuanxi Yang from China, Prof. Chris Rizos and Prof. Jinling Wang gave the keynote report. Prof. Yang, Chief Architect of BeiDou Satellite System, gave the newest report of the BDS-3 status and performance. Prof. Rizos inspired the future GNSS and questions need to answer for everyone. Prof. Wang focused on the GNSS application on autonomous vehicles in University of New South Wales.

Focusing on different topics, the symposium was divided into 12 sessions in the next two days. About 110 presentations and 15 posters were presented in the conference. Researchers from different countries, including Japan, gave presentations on topics of Inertial Navigation Systems, Indoor Positioning and Map-

ping, GNSS Augmentations, et al. Each topic attracted many other researchers and hot discussions. After the conference, a city tour was also held by the host. The beautiful island scenery of Hong Kong was showed to every participant.

The IS-GNSS 2018 will be held in Bali, Indonesia.

Height Measurement of Mt. Everest

東京大学　Dinesh Manandhar（正会員）

International Workshop on the Measurement of Height of the Sagarmatha (Mt. Everest) and GNSS Applications was held in December 11 & 12 2017, at Kathmandu, Nepal.

The Gorkha Earthquake on 25th April 2015 at 11:56 NST with a magnitude of 7.8Mw killed nearly 9,000 people and injured more than 22,000. The earthquake triggered an avalanche on Mount Everest, killing 21 expeditioners. After the devastating earthquake, the height of Mt. Everest is the subject of interest not only for the expedition, scientist and researcher but also for the whole world.

In this context, Nepal is going to measure Mt. Everest and disseminate its recent height to the world for its national pride. The survey Department of Nepal has developed methodologies to measure the height of Mt. Everest including GPS survey.

This workshop was organized with the following objectives:

- Share the international experience on the height measurement of Mt. Everest
- Share the international experience on height measurement of mountains
- Explore and discuss the use of GNSS in height measurement of Mt. Everest
- Validate the methodology of height measurement of Mt. Everest developed by Survey Department, Government of Nepal
- Identify the challenges in height measurement of Mt. Everest

The workshop was attended by 45 participants from Nepal and 15 international participants from China, India, Italy, Japan, Nepal, New Zealand, Switzerland and the USA. The three participants from Japan were Dinesh Manandhar (The University of Tokyo), Nakagawa Masafumi (Shibaura Institute of Technology) and Hideshi Kakimoto (Hitachi Zosen). They presented the following papers:

D. Manandhar, "Importance of CORS in the Perspectives of Mt. Everest Height Measurement".

N. Masafumi, "3D Mountain Modeling using Aerial Images, Aerial LiDAR data and Satellite Data".

H. Kakimoto, "Introduction of Precise Point Positioning using QZSS".

Since, GPS survey will be used to measure the height of Mt. Everest, many discussions were focused on the methodologies of GPS survey in very extreme environment. Some of the discussion points are as follows:

(A) What is the minimum observation period required for high-accuracy GPS survey? The maximum time that can be spend for GPS survey at the peak is about 15 minutes. Is this observation period enough?

(B) There will be a base-station setup at the nearest possible base-camp. Height of this base-station is about 5,000 meters. However, the height of Everest is 8,848m. Thus, there will be a height difference of more than 3,800m between the base and rover. Is it still valid to use the tropospheric model used by GPS receivers even if the base and rover height difference is more than 4km?

(C) Meteorological data will be separately collected. How to use these data to correct the GPS measurement errors due to atmospheric affects?

(D) The receiver shall be capable to log all necessary data with a press of button or when power supply is connected.

(E) Survey Department also plans to keep the receiver at the peak for longer observation time (few hours or even one day) if possible. In such case, what type of receiver shall be used and how to keep it running continuously for long hours? How about the power supply? The receiver shall be able to save data up to the last epoch even if power supplies goes off suddenly.

(F) Though the receiver will be covered by some protective cover to protect from extreme cold weather, the receiver clock shall operate within the noise floor specified in the specification.

(G) What accuracy is achievable with QZSS MADOCA? It may not be good enough for measuring the peak of the Everest due to very short observation period of 15 minutes or less. However, it may be good enough for base-stations installed at the base-camps since these stations can operate for many days.

Survey department plans to measure the height of Everest within the next two years. Please contact me if you are interested to join this measurement team. How about measuring Mt. Everest with QZSS signals like L1S, L5S, L6D or L6E? This will be a tough challenging work for the GNSS gurus.

Reference: http://dos.gov.np/everest/workshop.html

From the left, Masafumi Nakagawa (Shibaura I.T.), Ganesh Bhatta (Director General of Survey Department), Hideshi Kakimoto (Hitachi Zosen Corp). and Dinesh Manandhar (Present Author)

平成30年度測位航法学会全国大会のご案内

日時：平成30年5月16日（水）セミナー①②（並列）
17日（木）セミナー①、総会、懇親会
18日（金）研究発表会
場所 ：東京海洋大学 越中島会館

セミナー①「GNSS受信機の概要とSDRによるGNSS信号処理」
講師：荒井　修氏（AAI - GNSS 技術士事務所）
5/16(水) 9:30-12:30
(1) GNSSによる測位の原理
　・時刻の観測と測位　・M系列符号　・航法メッセージ
5/16(水) 13:30-16:30
(2) 精密測位に必須の搬送波位相
(3) GPS、QZSSの信号　(4) 受信機RF部
5/17(木) 9:30-12:30
(5) 信号処理回路及びソフトウェア
(6) 擬似距離及び搬送波位相の観測
講師：鈴木太郎氏（早稲田大学）
5/17(木) 13:30-16:30
(7) SDRによるGNSS信号処理概要　(8) フロントエンド，システム構成　(9) SDRによるGNSS測位実験

セミナー②5/16(水) 9:30-16:30
（１日コース：定員30名・但し30名を超えた場合17日に開講する可能性もあります。）
「RTKによるセンチメータ級測位技術の基礎と応用」
講師：高須知二氏
内容：講義と実習を交互に交えることにより、GNSS測位の仕組みから、RTKの歴史や原理までを容易に理解できる様に解説する。実習では、RTKLIBを題材にして、RTKLIBの使い方、受信機の接続操作手順を学ぶ。まとめとして、より高度なRTK応用と、QZSSおよび最新GNSS技術の動向についても紹介する。

1 GNSS測位の仕組み　2 GNSS受信機を使ってみよう
3 RTKの原理　4 RTKLIBを使ってみよう
5 RTKおよびGNSS測位の応用
お申し込みはホームページからお願いします。
http://www.gnss-pnt.org/taikai30/index.html

測位航法学会役員

（平成 28 年 4 月 27 日～平成 30 年総会まで）

会長
安田　明生　　東京海洋大学
副会長
加藤　照之　　東京大学地震研究所
峰　正弥　　株式会社ソキエ
理事
入江　博樹　　熊本高等専門学校
神武　直彦　　慶應義塾大学
澤田　修治　　東京海洋大学
柴崎　亮介　　東京大学
菅原　敏　　(株)日立製作所
曽我　広志　　アクシス(株)
高橋　冨士信　　横浜国立大学
高橋　靖宏　　情報通信研究機構
瀧口　純一　　三菱電機(株)
中嶋　信生　　電気通信大学
浪江　宏宗　　防衛大学校
福島　荘之介　　電子航法研究所
監事
小檜山　智久　(株)日立産機システム
北條　晴正　　センサコム(株)

イベントカレンダー

国内イベント
- **2018.05.16-18　測位航法学会全国大会**
- 2018.05.23-25　WTP2018（東京ビッグサイト）
- 2018.06.08-09　日本航海学会春季講演会（東京海洋大学）
- **2018.07.30-08.04　GNSS サマースクール（東京海洋大学）**
- 2018.09.26-09.28　SATEX 2O18（東京ビッグサイト）
- 2018.10.26-10.27　日本航海学会秋季講演会（富山県民会館）
- **2018.10..30-11.01　GPS/GNSS シンポジウム 2018**
- 2018.11.28-12.01　IAIN 2018（幕張メッセ）

国外イベント
- 2018.09.24-28　ION GNSS+ 2018 (Miami, Florida, USA)
- 2018.10.23-10.25　10th MGA (Malborne, Australia)
- 2018.11.04-11.06　ICG-13（西安，中国）
- 2018.11.21-23　IS-GNSS 2018 (Bali, Indonesia)

＊太字は本会主催イベント

編集後記

どうも天候が安定せず、もう3月下旬になるのですが、一桁温度を示しています。また、一方では、花粉が激しく舞う等、なかなか安らぎある生活にはなっていません。
ところで、今年度の国際会議ICGは、京都での開催となり、これに関する寄稿も、今回、頂きました。また国際的な高精度測位が期待できるMADOCAに関する記述や鉄道に関するGNSS利用の検討等についても寄稿頂きました。
開花宣言に合わせて、お花見と一緒にお楽しみ下さい。

ニューズレター編集委員長　峰　正弥

入 会 の ご 案 内

測位航法学会は測位・航法・調時に関する研究開発・教育に携わる方、これから勉強して研究を始めようとする方、ビジネスに役立てようとする方、測位・航法・調時に関心のある方々の入会を歓迎いたします。皆様の積極的なご加入とご支援をお願い申し上げます。
お申し込み：測位航法学会入会のページからお願いします。（http://www.gnss-pnt.org/nyuukai.html）
会員の種類と年会費：
個人会員【¥5,000】
学生会員【¥1,000】　賛助会員　【¥30,000】
法人会員【¥50,000】特別法人会員【¥300,000】
特典：ニューズレターの送付（年４回）、全国大会・シンポジウムにおける参加費等の減免、ML による関連行事等のご通知・ご案内
お問い合せは 03-5245-7365 又は info@gnss-pnt.org

ICG-12 WG-C会場 2017/12/04 本文P.3

IS-GNSS 2017 @香港理工大学 2017/12/11～13 本文P.9

ZeroCSeven
ヤンマー株式会社
SPACELiNK
SPAC
セイコーエプソン株式会社
NECソリューションイノベータ
構造計画研究所
KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc.
GEOSURE
- when it has to be right
Leica Geosystems
AmT
Nemco 長田電機株式会社
NAGATA ELECTRIC CO.,LTD.
FURUNO
JRC
HITACHI
Inspire the Next
航空保安無線システム協会
日本電気株式会社
Hitz 日立造船株式会社
Hitachi Zosen
NTT DATA
NTTデータカスタマサービス株式会社
MOSS
CORE
CORE GROUP
GPSdata
GPSデータサービス株式会社
JENOBA
ネットワーク型GNSSデータ配信サービス
株式会社ジェノバ
MarGPS 特定非営利活動法人 海上GPS利用推進機構
KOMATSU
WING over the World
AISAN TECHNOLOGY
MITSUBISHI ELECTRIC
Changes for the Better
ALPS
ALPINE
Driving Mobile Media Innovation
JSAT
スカパーJSAT株式会社
宇宙・衛星事業本部
VIOS SYSTEM

測位航法学会 事務局 mail: info@gnss-pnt.org
〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6
東京海洋大学 第４実験棟 4F TEL:03-5245-7365