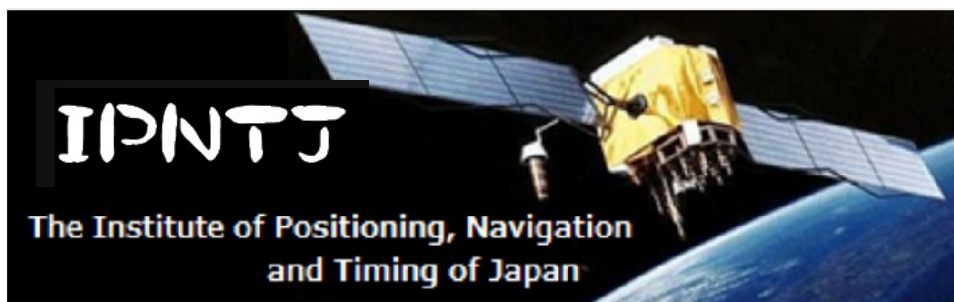


NEWSLETTER OF IPNTJ

測位航法学会ニューズレター Vol. X No.2 2019年9月30日 **IPNTJ**



**測位航法学会
ニューズレター
第X巻第3号**

目次

- P.2 準天頂衛星システム CLAS の利活用の紹介
曾根 久雄
- P.3 準天頂衛星受信機の動向—その2—
松岡 繁
- P.5 Countering Disturbances and Disturbances to
Satellite GNSS/Position, Navigation and Timing
Signals Kentaro Yoshikawa
- P.6 第11回MGA会議及びUNESCAP会議出席報告
加藤 照之
- P.7 イベントカレンダー
- P.8 GNSSサマースクール開催報告
「GNSS Positioning Program」クラス実施報告
斎藤 詠子
- P.9 サマースクール報告-SDR 鈴木 太郎
System Design Workshop
慶応義塾大学SDMグループ
- P.11 ECDISの紹介と船上デモンストレーション
戸枝 賢吾
- 編集後記
- P.12 イベント写真 法人会員

GPS/GNSSシンポジウム2019

みちびき7機体制に向けて
—測位精度の向上と更なる利用拡大を目指して—

日時：2019年10月16日（水）～18日（金）

場所：東京海洋大学越中島会館

研究発表・参加登録受付中



GNSS サマースクール2019にて重要文化財明治丸見学 8/2

特別法人会員



GNSS サマースクール 2019 集合写真 2019年7月29日 P.8～

準天頂衛星システムCLASの利活用の紹介

三菱電機株式会社・電子システム事業本部・高精度測位事業推進部 曾根 久雄

1. はじめに

準天頂衛星システムは、昨年11月1日よりサービスインし、各ユーザによる利用が開始した。センチメートル級測位補強サービス(CLAS)は、準天頂衛星システムのサービスの一つであり、数cm精度で絶対位置を特定でき、且つ補強情報のサービスは無料で利用できるため、各分野で利活用が期待されている。現在、準天頂衛星システムサービスインから約10ヶ月が過ぎ、代表的な分野では実証試験が進んでいる。今回は実施済みの実証試験から目新しく、特徴的なものを紹介する。

2. 案内ロボット

まず紹介する実証試験は、案内ロボットについてである。紹介する案内ロボットは、国立大学法人九州大学(以下、九州大学)、株式会社リビングロボット(以下、リビングロボット)、ハウステンボス株式会社(以下、ハウステンボス)、株式会社NTTドコモ九州支社(以下、ドコモ)による共同開発であり、準天頂衛星システムCLASを利用した日本初の案内ロボットである。加えて第5世代移動通信システム(以下、5G)により遠隔監視やロボットに搭載した全方位4Kカメラによる映像の取得も実現したものである。

この案内ロボットは、案内地域の詳細な地図データを持ち、利用者の要望に、ドコモのAI技術を取り入れた音声によるコミュニケーション(AIエージェントAPI)で目的地を設定し、準天頂衛星システムCLASによるセンチメートル級の高精度位置情報を基に自律的に設定地域を案内移動することを特長としている。添付の写真は、この実証実験の風景の一場面であるが、衛星測位用のアンテナは案内ロボットの天辺に見える部分であり、一緒に写っている人の背の高さに比べてアンテナ搭載位置はかなり低い位置になる。通常このようなイベント対応マスコットのなもの(案内ロボット)は、周りを人に囲まれやすく、その結果アンテナも人に囲まれるようなことになり、アンテナから天空が遮られ、2周波受信機ではFix解を常に得ることが困難となり、Float解が発生し易くなる。

この案内ロボットは、準天頂衛星システムのCLASを利用するため補強情報は天頂方向から受信するため通常のRTK方式に比べ受信し易いが、測位衛星からの測位信号は周囲の人影で遮られFloat解の発生が多いと予想される。さらに利用が想定されるハウステンボス園内では、多数の入園者が移動する障害物となるため、衛星受信機からは高精度な測位解ばかりは期待出来ず、Fix解やFloat解も含まれる測位結果

から移動経路をリアルタイム更新、ロボットの移動制御を実現している。このような案内ロボットが各種イベント会場で活躍する光景が待ち遠しい限りである。

3. 除雪車

次にご紹介する例は、除雪車への利用である。昨年、東日本高速道路株式会社(NEXCO東日本)が、2018年2月5日に準天頂衛星システムCLASを利用した除雪車運転支援システムの公開実演/1/を実施しており、除雪車の道路上での誘導に対してのCLAS利用が検討されている。今回は、北海道開発局が進める除雪現場の省力化による生産性・安全性の向上に関する取組プラットフォーム(i-Snow)/1/におけるCLAS利活用の実証実験である。



i-Snowの除雪作業は、NEXCO東日本同様に積雪前に整備した詳細な3次元地図をベースに、CLASを利用し高精度な位置情報による運転支援ガイダンスを実現させている。現状の除雪作業では、除雪車の運転を実施するオペレータとロータリ除雪車の投雪装置(ブロフ)の投雪先をコントロールする作業者と2名の人員が必要であるが、3次元地図情報と高精度な位置情報で、3次元地図上に予め投雪禁止区間を記録し、その区間を避けて投雪装置(ブロフ)を自動制御することで除雪現場の省力化を図ることを狙っている。

重要なことは、この実証試験が知床峠で実施されたことである。知床峠では、冬期間(概ね10月下旬~4月下旬)は延長23.8kmの区間が通行止めとなる豪雪地域でもあり、通常の携帯電話網によるサービスが行われておらず、地上の通信網によるネットワーク型RTKのような測位補強サービスが受けられないことである。そのため上空が開けた本実証場所



は、衛星を利用したCLASでなければリアルタイムによる高精度な測位が実現できない地域となる。

当然、知床峠は山間部であるため、測位衛星(GPS、Galileo)は仰角が下がり山陰になることもあるが、天頂方向からの準天頂衛星の信号は常に受信が可能である。そのため、十分な測位衛星から測位信号が受信出来る環境であれば、電話回線網のサービスが得られない環境でも、天頂からのCLAS信号を受けることにより、除雪車はリアルタイムに数cm精度の位置を特定し、除雪作業への利用が可能である。

なお、十分な測位衛星が可視でない環境で衛星測位処理が不可能となることもあり、その場合は衛星測位処理にINS*2複合処理を組合せることにより、一時的な測位衛星不可視時の安定した高精度測位を連続する方法での対応も予定されており、将来の除雪作業の精度向上や省力化が進むことが期待できる。

4. まとめ

昨年11月から正式サービス開始した準天頂衛星システムは、CLASを初め各種サービスが各種分野により実証活動/3/が推進されている。これらは、日本では高齢化が進み、労働者や高度な熟練技能者の不足が懸念されている。機器の自動化等で人手削減を狙う対策の一つである。

準天頂衛星システムは、7機体制化の計画が進んでおり、無料で提供されるサービスを利用した高精度測位が身近に利用できる環境が一層整備される。これの高精度測位が、熟練技能者が必要であった機器を一般人へ開放する、あるいは無人による自動化を支援し、高齢化社会の人手不足を補う一助として利用されることを期待する。

/1/ 北海道開発局 <https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/jg/gijyutu/splaat0000010dmm.html>

/2/INS:Inertial Navigation System(慣性航法装置)

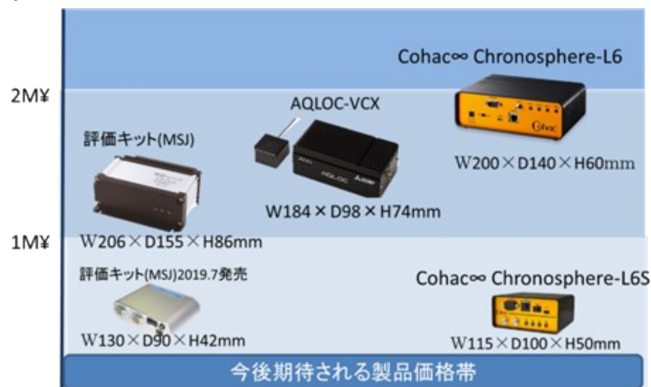
/3/http://qzss.go.jp/appli-demo/appli04_status.html

準天頂衛星受信機の動向-その2-

衛星測位利用推進センター 松岡 繁(本会理事)

準天頂衛星4機体制の運用は2018年11月から開始。現在、準天頂衛星を補完として利用する動きは進んでいるが、補強信号の利用した製品はこれからが本番と言える。

センチメートル級測位補強信号CLASを現時点で搭載した製品は三菱電機AQL0C、マゼランシステムズジャパンMSJ評価キット、コアChronosphere-L6Sの他、現在開発中である日本無線の4社である。前者の3社の製品価格イメージを図に示す。2019年8月時点の低価格製品は、コアChronosphere-L6S(W115 × D100 × H50mm)、MSJの評価キット(130×90×62mm)共に2019年7月から販売開始、価格は約50万円の情報がある。今後さらなる低価格化を期待したい。



製品価格イメージ

図に示した“今後期待される低価格製品価格帯”の想定価格は20万円以下であるが、当然価格は物量と連動するため利用分野へ浸透如何で更なる低価格化も期待できる。

2019年度後半の注目企業・製品は、日本無線JG11、u-blox ZED-F9Pと組合せ使用するデコーダNEO-D9C(情報では2019年度後半にリリース予定)である。また2020年度にこの価格帯にMSJのチップ(目標価格1万円以下)の投入がアナウンスされている。

一方低価格受信機を実現するにはアンテナが課題。一般に測量等高精度位置測定用アンテナとしてチョークリングアンテナを利用、カーナビ等はマイクロストリップパッチアンテナ(パッチアンテナ)を利用している。後者は主に1周波対応であり、多周波対応には、例として小峰無線電機の3周波(パッチアンテナを多層化構造)アンテナのような工夫が必要である。ただし、多層化による厚みが増えるため軸心精度、薄型化が課題。CLASを利用するには多周波搬送波受信が必要であり、アンテナもそれに応じた性能を具備する必要がある。従い、受信機の小型化と合わせアンテナの小型化・薄型化・多周波の実現は不可欠。利用者にとって使いやすい構造が必要である。現状これらの課題は、利用者の要求仕様を十分満足するまで至っていない。

次に高精度測位に関する国内外のピックスを紹介する。

1. 国内の高精度受信機のピックス

本項では(1)CLAS(MADOCA)受信機(2)CLAS/RTK変換補正情報配信システム(3)RTKソリューションを紹介する。

(1)CLAS(MADOCA)受信機の取組(コア)

昨年、コアは測位補強サービス「CLAS」「MADOCA」の両方式に対応した製品を発表、2019.7にクラウドを利用した製品Chronosphere-L6Sを発表した。クラウド利用により「みちび

パッチアンテナ

チョークリングアンテナ

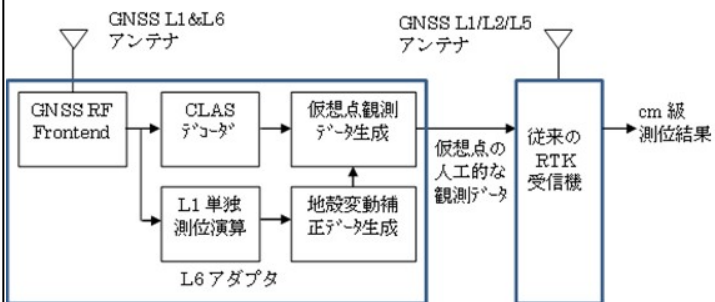


		一周波 ミツミ	三周波 小峰無線	マルチ周波 JAVAD
GPS	L1	○	○	○
	L2		○	○
	L5			○
QZSS	L1	○	○	○
	L2		○	○
	L5			○
L6			○	○
	G1	○	○	○
	G2			○
Glonass	G3			○
	E1	○	○	○
	E5ab			○
Galileo	E6		○	○
	B1	○	○	○
BeiDou	B2			○
	B3			○
	B3			○
SBAS	L1		○	○
GAGAN				○

アンテナの比較

き」のセンチメートル級測位補強信号(L6信号)を受信。これにより、みちびき4衛星を同時トラッキング。初期収束時間(TTFF: Time To First Fix)を大幅に短縮。衛星信号遮断からの復帰時間を大幅に短縮する特徴がある。また、クラウドと連携することにより測位した位置情報をクラウドに蓄積、かつクラウドアプリケーションの開発・利用が可能となった。今後、5Gの通信網の拡大により、受信機はRawDataを出力、クラウド側で補強信号を加味した測位が可能、エッジクラウドでの処理も期待できる。

(2) CLAS/RTK変換補正情報配信システムの提案(SPAC)準天頂衛星のL6信号に重畳されたセンチメートル級補強情報サービスCLASを使った受信機はまだ高価で市場への普及はこれからの課題である。そこで、CLAS対応受信機の普及に先行して従来の高価なRTK受信機にCLASの恩恵を享受させることが可能なL6アダプタが(一財)衛星測位利用推進センター(SPAC)から提案されている。L6アダプタは、仮想点方式のネットワーク型GNSSの原理と同様に、CLAS補強データから測定点の最寄りに設定した仮想点における人工的な観測データを生成し、測位点における観測データとRTK-PPP測位計算し、センチメートル級精度の測位結果を得るものである。もしこのL6アダプタが事業化されれば、CLASは準天頂衛星の無償のサービスであるためユーザへの負担はL6アダプタのわずかな初期投資だけで済むことになる。SPACは、このコンセプトを全国で利用可能にすることを提案している。



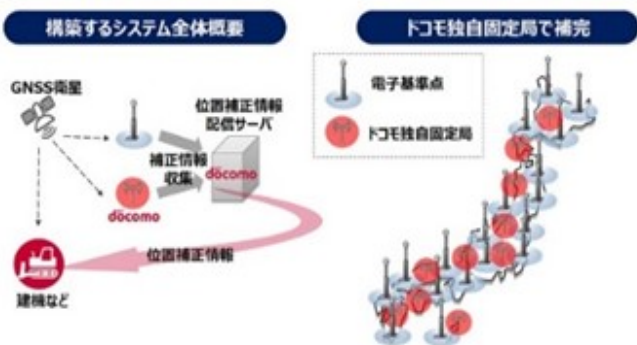
L6アダプタの構成

(3) RTKソリューションの提供(NTTドコモ、ソフトバンク) NTTドコモ、ソフトバンクが相次いでRTKソリューションサービスの提供を発表した。NTTドコモは2019年5月28日、ソフトバンクは2019年6月3日発表、それら概要をニュースリリースから筆者が抜粋、以下に示す。

下記はドコモの提案するソリューションである。

事業化する仕組み

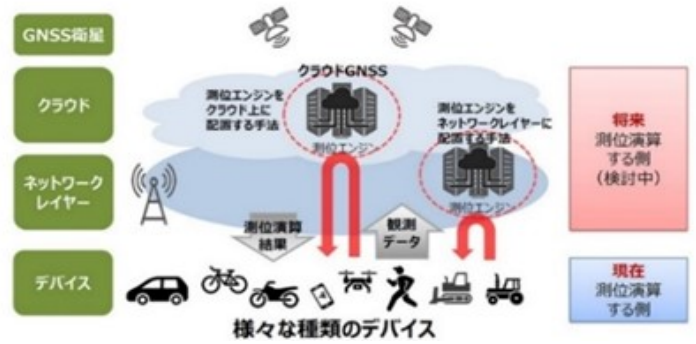
電子基準点に加え、全国各地にドコモ独自固定局を設置
ドコモが構築した配信サーバで位置補正情報を配信



NTTドコモが提供する将来のソリューション例

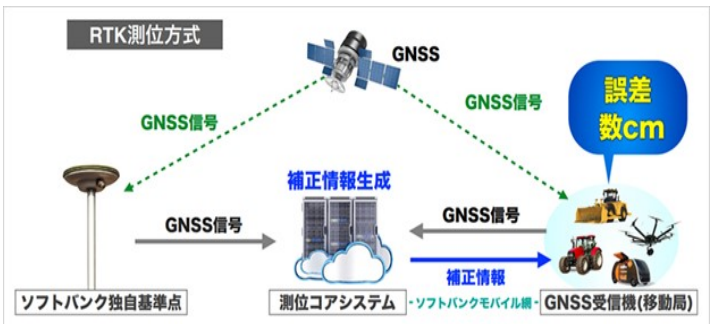
将来の基盤機能の拡張

端末の小型化・省電力化と並行して
測位演算をネットワークやクラウドなどで実現する機能を検討中



地上の基準点や固定局でも衛星からの位置情報を受信し、携帯電話通信網を利用して端末に補正情報を送信するように構成する。位置補正情報により受信機を搭載した移動局(例えば建機や農機)で高精度RTK測位を行う。既存の受信機への対応であり、ドコモとして受信機は販売しないようである。2019年10月1日サービスイン。

下記はソフトバンクの提案するソリューションである。ソフトバンクはLTE通信搭載受信端末も合わせて製品化予定。サービスインは2019年11月末。尚、クラウド上で端末の測位観測データを受けてRTK高精度測位を行うようなスキームも開発を進めている、と伝えている。



ソフトバンクの提供するRTKソリューション

筆者から見てRTK測位を利用する分野が、事故で基準局を設定せず利用できる相応の通信を含む利用費用と安価な価格の受信機の登場により広く伸長することは期待したい。この場合、利用費用は数千円/月、受信機は10万円以下(アンテナ含む)ではないか、とみている。

一方、NTTドコモは実証設定の基準局と合わせて、地理院の電子基準点を利用、ソフトバンクは3300点ほどの自社での基準点構築を謳っている。利用サイドから見た場合、現在の測量の場合、電子基準点で測位位置が担保されているが、NTTドコモ、ソフトバンクの位置の保証はどうなるのか、よく見えない。最終的にはダイナミックマップ基盤会社が作成する地図との連動等が想定されており、この点が今回の2社の発表からは十分に読み取れない。

このようなRTK測位に利用される受信端末をみると、従来の市場に販売されている機種以外に利用可能な測位チップは、前述のMSJ、日本無線、u-bloxのものがその中核を占めるものと想定(各受信機はRTK機能を搭載済)、その場合、RTK機能性能の他、小型化、低消費電力、低価格化がキーとなる。受信機として今後注目してゆきたいキーワードである。

2. 海外のピックス(スマートフォンの高精度測位の動向)

海外では、スマートフォン内蔵の受信チップによる高精度測

位の取り組みが進んでいる。2つのトレンドについて簡単に述べてみたい。

一つは2周波L1,L5の採用が本格化しそうな動きである。2018年12月のGPS Worldで紹介された記事の抜粋を下記に示す。

<https://www.gpsworld.com/dual-band-gnss-market-moving-from-insignificant-to-billions-in-less-than-5-years/>

掲載された製品はXiaomi Mi8。低消費電力化と低価格化が大きな課題であったが、その解消の目途が出たということか。この2周波についてはBroadcomとQualcommにその動きが見られる。現在の1周波の測位から2周波測位のスマホが国内でも入手できるのは遠くない、と予想される。

もう一方の動きはRaw dataを利用した高精度測位の動きである。2016年よりGoogle社は、スマートフォンでGNSSのRaw dataを取り出せるAndroid OSのアプリケーション・プログラム・イン



タフェース(API)の提供を始めた。これを受けて、世界のGNSSコミュニティは大変エキサイティングな開発に取り組むようになった。

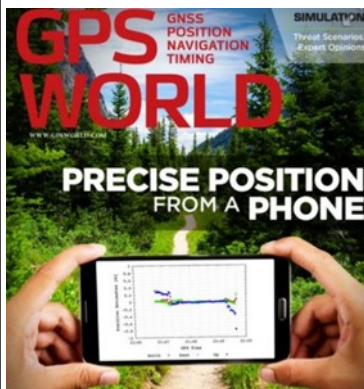
Dual-band GNSS market moving from insignificant to billions in less than 5 years

December 6, 2018 - By GPS World Staff

Est. reading time: 2:30

0 Comments

After many years of development at the fringe of the GNSS industry, dual-frequency GNSS devices are finally ready to hit the mass market and will account for more than a billion chipset shipments in 2023, according to a new market data report by ABI Research.



例えば、欧州航法衛星庁(GSA : European GNSS Agency)では、EU内で共同作業を行って2018年1月に「Android端末のGNSS観測量利用に関する白書」を発表している。スマートフォンの測位は、チップアンテナを用いるという制約条件があるが、どこまで高精度化ができるのか、いま世界の開発者が挑戦している。最も条件の良い環境下では、RTK測位によってFloat解を求め、30cm程度の精度を得たという報告がある。また、Trimble社のCenterPoint RTX Fast など最新の測位補強情報を用いることで、最も条件の良い環境下において、やはり30cm程度の測位精度が得られている。

更に、2018年春に登場した Samsung 社の Galaxy S9+ には、Broadcom 社製の GNSSチップ BCM47752 を搭載した機種がある。GNSSチップ BCM4775Xシリーズは、BCM47755 や BCM47758 が L1 帯と L5 帯の2周波に対応しており BCM47752 を搭載した Galaxy S9+ の実力はどうか、評価結果が待たれている。実際の使用環境において、スマートフォンでどこまでの性能が達成可能なのか。様々な環境における多層的な評価(特にアンテナ)が必要だと考えられており、この動向にも注目してゆきたい。

尚、現在ENRIは2周波SBASの研究を進めており、小型端末における2周波測位は今後大きなトレンドになる予感がある。

Countering Disturbances and Disturbances to Satellite GNSS/Position, Navigation and Timing Signals

Trends in the United States for the construction of ground-based GPS backup timing system

Kentaro Yoshikawa (regular member)

Jamming and spoofing of the GNSS signal has been increasing over the past 10 years. Loss of GNSS position and timing is a major concern to e-commerce, shipping and autonomous vehicles.

Trends in the United States:

United States President Donald Trump approved legislation at the end of 2018 to build a new system that provides timing resilience and a backup for GPS.

This legislation stipulates that the backup system is a ground radio service, synchronized to UTC standard time, and should be developed, built and operated by a private company.

Deployment plan in the United States:

1. Timing services available in fiscal 2021
2. At the request of the U.S. Department of Transportation, industry surveys and Position, Navigation, and Timing (PNT) demonstrations are being planned

eLORAN is a solution that fully meets the GNSS PNT backup requirement and provides significant performance improvements when compared to conventional LORAN C.

1. eLORAN uses a conventional LORAN frequency band of 90 to 110kHz
2. Accuracy: 10 milli-sec to 100 nano-sec (multiple levels service level)
3. Receiver: In order for each terminal manufacturer to develop an eLORAN receiver, a standard over-the-air interface specifications and operational certification process must be provided

eLORAN as a resilient PNT solution in Japan:

1. Utilize legacy LORAN-C transmission stations in Japan
2. Ultimately, it is desirable to build eLORAN transmission stations on four islands off the coast of Japan. The transmitter output should be determined by conducting experimental analysis in the future.

L3Harris Technologies is a leader in PNT solutions and eLORAN systems in the United States.

第11回MGA会議及びUNESCAP会議出席報告 神奈川県温泉地学研究所 加藤照之(本会副会長)

第11回MGA会議が2019年8月27-29日にタイのバンコクで開催された。MGAは毎年実施されているが、今回はタイのSpace Weekと呼ばれるタイの宇宙機関(タイ地理情報・宇宙技術開発機関;Geo-Informatics and Space Technology Development Agency(GISTDA))主催のイベントの一環として実施した。同時にやはりSpace Weekの1イベントとして実施したUNESCAP(国連アジア太平洋経済社会委員会;UN Economic and Social Commission for Asia and the Pacific)の会議も実施され、MGAはESCAP会議とも連携して実施された。私は、公式にはESCAPに招へいされる形で出席することになり、両方の会議に出席することができた。個人的にはMGAでここ数年来発表してきているGNSSブイの開発の現状紹介が主目的であったのだが、招へい先のESCAPから旅費の支援を受けたこともあって、そちらからの様々な依頼に応じるようになった。あいにく、MGAの会場はIMPACTと名付けられた展示場(東京ビッグサイトのような大きな展示場)の一角で行われた一方、ESCAPはバンコクにあるUNESCAPの本部にある会議場で実施され(写真1)、双方は車で1時間くらいかかる離れたところにあることから、移動が大変なことになってしまった。この顛末も含め、時間を追って行動した内容について報告する。



写真1:UNESCAP会場内の筆者

私自身の国内の予定から前日26日の渡航ができず8月27日0時40分羽田発の飛行機で出発。同日4時30分バンコク着。5時30分頃にバンコク市内の宿に到着して仮眠をとった。7時にロビーに集合し、まずはESCAP側のKeran Wang氏と事務局のPatricia Budiyantoさんと共にESCAPの会場へ向かった。同日午前のEarly Warningに関するExpert Dialogのセッションに出てくれとの要請で出席したのだが、このセッションは“洪水と干ばつ”に焦点が当てられていて自分の専門である地震や津波とはかなり異なる趣で、正直のところいささか面食らうこととなった。ただ、議論自体はデータの不確実性の問題や住民への警報の出し方に関する議論があって勉強にもなり有益であった。しばらくしてPatriciaが別のセッションも見えてはどうか、と言ってきたのでそちらに移動したが、そちらはKeranが共同議長を務めていて、アジア各国の防災についての報告が行われていたところであった。バングラデシュとブータンの報告が終わったところでPatriciaから、手配の車が来たのでそれに乗ってMGAに行ってくれということになり、あわただしくESCAPを離れてIMPACTへ向かった。IMPACTに到着した時はちょうど午前のMGA開会式が行われていて、集合写真の撮影に加わることもできた。

午後は前半のセッションが小暮氏司会によるGNSSプロバイダからの現状報告であった。GPSに関しては次世代の衛星システムの紹介、Galileoはやっと実用化しつつあるとの報告があったが、やはり圧巻は中国のBDSであろう。すでに多くの衛星が打ち上げられて世界を席卷しつつある。すぐ次にQZSSの発表があったが、現状4機、将来7機ではさすがにちよつと他に比べると存在感の薄さを感じざるを得ないところである。ただ、QZSSのMADCOCAメッセージ機能は他と異なる有利さを感じることもできた。これをどう活用するかは日本の存在意義がかかっているのではないかと感じた。

午後の後半は私が司会を務めたEarly Warning: Disaster Prevention and Mitigation Using GNSSと題するセッションがあり5件の報告があった。このうち2件はメッセージシステムの紹介、2件が地理院のREGARDと私からのGNSSブイという技術開発の紹介、残りの一件はIGSからのEarly Warningのシステム構築に関するgeodesyからのサポート体制の提案、というように個人的には大変有益な情報を得ることができた。技術開発によって得られた監視データをどのように防災関係者や一般住民へのメッセージに変換するのかという課題はあるものの、それをクリアしてIGSや「みちびき」のメッセージサービスを通じて迅速に届けるといふシステムを作るのがあるべき姿として提示されたように思う。ただ、自然災害は国境とは無関係に発生するからIGSのような国際的組織がそれを監視することは可能だろうが、防災のシステムはそれぞれの国に固有のものであるから、防災情報をそれぞれの国にうまく適合するように届ける必要があり、その壁は高いように思われた。

セッション終了後はMGAのレセプション。同じIMPACTの別棟にあるレストランで実施した。タイの民族舞踊やドローンのシンクロナイズドフライングとでもいうような出し物があった。

28日午前には再びESCAPへ赴き、Dinesh Manandhar氏らが企画したYoung Professional Sessionを覗いた。10名ほどの学生とKeranとDineshが参加していた。セッションがなかなか始まらなかったのでもちよつと会議室を抜けて旅費の支給やその換金などを行っているうちにいつの間にかセッションが始まっていた。KeranとDineshがあまり関係のない話題で学生を置き去りにして議論していたが、そのうちKeranがどこかに行ってしまったので、Dineshが困って私にコメントを求めてきたので、他で報告する予定であったGNSSブイの話を見せてもらった。このセッションの本番はむしろそのあとで、バスでMGA会場に移動する際に、バスの屋上にGNSSアンテナを複数設置して、RTK-PPPやMADCOCA-PPPなどのデータを取得して比較しようとするものであった(写真2, 3)。このよう



写真2:バスの屋根にGNSSアンテナを取り付ける



写真3:バスの中で学生に解説中のDineshさん

ないイベントは学生にとっても大変興味をひくものであったと思われる。

午後はIMPACTに戻ってMGAに出席、産業応用や先端的な研究開発の様々な発表があった。セッションを少し抜け出してExhibitionを見たのだが、最初に述べたようにタイのSpace Weekと共同開催ということでMGAだけでなく様々な企業の展示があり、MGA分は隅っこの方に追いやられている感があった(写真4)。同じ展示場では宇宙技術とは関係のない別のExhibitionもあり(そちらのほうが規模が大きい)なかなか賑やかであった。



写真4:MGAのexhibition会場

終了後は宿の近くのレストランでの会食。20名ほどであったが、となりにカンボジアの科学技術省の事務局長さんがいて、カンボジアの話でかなり盛り上がった。散会して宿に帰ろうとしたところ車の運転手がおらず、30分ほど待ちぼうけを食わされた。ホテルを帰ったら9時を過ぎておりそのまま就寝。

29日、あつというまに最終日の感があったが、この日が一番忙しい。朝はまずMGAの会場に入りUNとの連携に関するセッションを聞く。これがMGAとしては新しいトレンドと言える。MGAはUNESCAPとMoUを結びこれから協働して活動をしていくことである。また、IGSからのUNを通じた協働の提案もあり、MGAの活動が賑やかになりそうであるとの印象。それにタイのGISTDAからの提案があって、MGAが今後しばらくはバンコクで開催されるということである。会場が固定されるのは運用上はやりやすいと思うが一方で各国の状況がかならずしもわからないようにも思うので良しあしであろう。午前後半はMGAのYoung Professional Forum。ブータンからの2件の高校生によるGNSS応用のアイデアが語られ、その後4件の提案がそれぞれの国の

学生から提案された、なかにはGNSSを使って有料道路の通行料を払えば料金所は不要になるという、すぐにでも実用化してほしいような素晴らしい提案もあって感心した。やはり若者の柔軟な頭脳には大人はかなわないとも感じた(写真5-裏表紙)。

そのあと、MGAの閉会式があり小暮氏からの活動報告、次年度の活動予定の紹介があった。特に来年からはRegional Workshopと題する小規模な会議も開催され、第一回はシンガポールで2月に開催されるとのことである。今後、MGAは年2回の研究集会を持つことになる。予算がちゃんと確保できるか心配ではあるが、なんとか頑張してほしいと期待する。

午後には、まずASEAN Roundtableと称する、GISTDA主催の会合が開かれる。トップバッターで私が日本でのGNSSによるREGARDとGNSSブイの紹介を行い、直ちに会場を離れてESCAPに赴き、その会場でやはり同じGNSSブイの紹介を行った。この会場はESCAPの開会式を行った会場で、我々が良くTV等で見るニューヨークの国連本部の会場を思わせる(といってもそれよりもかなり小規模だが)格調の高い会議場であったのでいささか面食らったが、そこで話をさせてもらったのは、Keranの手配によるものであるが、すごく嬉しい思いがした。わたしにとってはここでの発表(わずか10分以内であった)がハイライトと言えるものになった。

会議は3時頃終了し、手配のハイヤーによって空港へ向かい、今回の旅行が終わりを告げた。帰国便も深夜便となったが、現在は日本とタイを結ぶ便がたくさんあり、効率的な反面帰ってくるとそれなりに(年齢のせいもあるかもしれないが)疲労感があった。

今回のMGAでは、UNESCAPとのMoU、会議開催地の固定化、地域ワークショップの開催など、これまでと違った方向性が見える大会となった。ただ、学術セッションの会場がさびしく、せいぜい20~30名程度の出席者であったのは、残念である。たぶん宣伝の期間が短かったのかと思われるが、来年からは会場も固定されることなのでより多くの学術関係の出席者があることを期待したい。

イベントカレンダー

国内イベント

- ・2019.10.16-18 GPS/GNSS シンポジウム(東京海洋大学)
- ・2019.10.25-26 日本航海学会講演会(海峡メッセ下関)
- ・2019.10.29-31 EIWAC 2019 (中野セントラルパーク)
<https://www.enri.go.jp/eiwac/>
- ・2019.11.3 ロボットカーコンテスト(東京海洋大学)
<https://robot-car.jimdo.com/>
- ・2019.28-30 G 空間 EXPO 日本科学未来館

国外イベント

- ・2019.9.30-10.3 IPIN 2019 (Pisa, Italy)
- ・2019.10.30-11.2 IS-GNSS 2019 (Jeju, Korea)
- ・2020.01.21-24 International Technical Meeting (San Diego)
- ・2020.02.05-07 IGNS 2020 (Sydney, Australia)
- ・2020.03.16-18 Munich Satellite Navigation Summit

* 太字は本会主催イベント

GNSS サマースクール 2019 開催報告

今年で7回目となるGNSS国際サマースクールは、7月29日(月)～8月3日(土)までの6日間、例年通り東京海洋大学越中島キャンパスで開催されました。2015年からはJSTのさくらサイエンスプランから東京海洋大学への委託事業として認められたので、東京海洋大学海洋工学部主催として引き継がれています。

世界的にも好評価が拡がり、今年は129名(非対象国からの7名を含む)もの奨学金申請が有りました。その中からJSTのさくらサイエンスプランの資金から20名、企業からのサポートで3名、計23名の奨学生を決定しました。さらに海外からの自己負担による参加者2名、日本滞在中の留学生1名の参加があり、外国人が26名となりました。日本人の参加者は15名(内学生7名)で、41名の参加登録となりました。しかし、直前になって2名が来日不能となり、外国人24名、日本人15名、計39名となりました。また実習やグループ討論備え、8グループ各4～5名に分け、教室内の席を固定しました。各グループに同じ国(日本人を除いて)の受講者が複数にならないように配慮しました。当初より教育効果を考慮して定員を40名に抑え、さらに日本人学生や若手の研究者に英語による受講と年代の外国人との交流の推進を目的として来たのですが、ここ数年日本人の参加者数が減少してきているのはちょっと残念です。

初日は6日間のプログラムの概要などを紹介しました。続いて、Feng-Yu Chu氏とIvan Petrovski氏により初学者向けにGNSSの概念と、GPS/GNSSの受信原理・位置導出原理の講義が行われました。その後、歓迎パーティを開催し、参加者同士・講師陣と互いに親交を深め合いました。ブレイク時のスナックやランチの日替わり弁当も好評でした。

二日目は朝から坂井丈泰氏から4コマに亘って、GNSS受信機から出力される様々なデータを用いて、正確な測位結果を得る過程について詳しく解説され、引き続き測位プログラム作成の実習が行われました。最後のコマは、わが国が進める地域測位衛星システムみちびきおよびcm級の高精度補強信号について解説がありました。

三日目は3コマに亘って、辻井利昭氏からGNSS受信機の動作原理に関して詳しい講義が行われました。その後GNSSの応用例として、国土地理院の展開する、電

子基準点網の状況やデータの応用例などの講義が有りました。また、セプテントリオ社から自社の受信機のデモンストレーションが行われました。

四日目は朝から昼食を挟んで3コマ、使いやすく高性能と評判の高い測位プログラムパッケージRTKLIBの内容とその使用方法について開発者である高須知二氏から詳しい説明があり、各自のPCにダウンロードしてその性能を堪能しました。また、測位実習用として、参加者全員にu-blox社から最新のGNSS受信モジュールとGNSSアンテナが無償で提供されました。

その後、2コマ鈴木太郎氏から自作のソフトウェア受信機の説明と実習が行われ、一式が無償で提供された受信機を用いて各自のパソコン上で受信機の動作を確認しました。

五日目は午前前半に神武直彦氏のシステムデザインの講義が行われ、引き続き8グループに分かれて、グループディスカッションにより問題解決の手法を学びました。成果はグループごとに発表しました。

昼食後は2グループに分かれて、交互に東京湾クルーズ船上で、リアルタイムでの高精度測位実習とともに最新の航海計器の動作も見学しました。一方のグループはキャンパス内にある海事博物館の見学で、航海技術の歴史に触れました。

六日目はManandhar氏よりGNSS信号の脆弱性の問題、偽信号に対する対策についての講義が有り、ランチ後は最新のスマホによる高精度測位のデモがありました。その後、海外からの参加者2名により、GNSS応用例・研究事情が報告されました。最後に、修了証の授与で無事スクールの幕を閉じました。その後も新たな仲間同士、別れを惜しみながらいつまでも談笑が続きました。

以下に講師の方々からのコメントを掲載します。

「GNSS Positioning Program」 クラス実施報告

海上技術安全研究所 齊藤 詠子

GNSSの測位演算アルゴリズムと測位誤差の補正方法をC言語によるプログラム演習を通じて理解することを目的として、講師である電子航法研究所の坂井丈泰氏による講義が行われました。私は、昨年に続きアシスタントとして講義のサポートを担当し、C言語によるプログラム環境のセットアップやプログラム演習の補助を行いました。

本講義に参加する前提として、受講生は「各自のノートパソコンにおいて、C言語で書かれたプログラムのコンパイルおよび実行ができるようにしておく」ための準備を行う必要があります。全ての受講生が滞りなくプログラム演習を行えるよう、事前に坂井氏が自ら受講生へ向けて準備を促すとともに、プログラムのインストール・コンパイラのインストール・推奨コンパイラに応じた実行手順のマニュアルをお渡ししました。GNSSの測位アルゴリズムを実装するにはプログラミングが必須であるため、このような事前準備も受講生にとってはプログラムに習熟する良い機会になったと思います。講義中に教室を回り、受講生の準備状況を確認しましたが、コンパイルおよび実行を可能にしている受講生が多くおりました。中には、事前に配布されたプログラムのソースコードを自ら書き換えて実行し



ている受講生もあり、頼もしさを感じました。しかしながら、一部の受講生がプログラムのコンパイルまで至っておらず、私の方で対応しました。コンパイルができていなかった受講生のパソコンをみて準備状況を確認すると、プログラムを実行するための環境が構築できていないことや、プログラムのコンパイルを行うためのバッチファイルがインストールされていないことが原因だとわかりました。日頃からプログラムを動かす人にとって、実行環境の整備は比較的簡単に取り組むことができますが、プログラムに触れる頻度が少ない人にとっては実行環境の整備から大きなハードルになっているのかなと思います。プログラムを習得するには、日ごろからソースコードを自力で書き実行するということを繰り返すことが大事だと考えています。このような作業を続けることは根気がいりますし、技術を身に付けるには時間がかかるかもしれませんが、プログラムを習得していけば教科書で提示されている演算アルゴリズムはもとより、論文で提示されているアルゴリズムも実装できるようになり、自分にとって大きな財産になると考えています。したがって、プログラム演習を行いながら測位原理についての理解を深めるという現在の講義形式は、これからも続けた方が良いと思います。質疑応答では、座標変換の式や仰角と方位角の計算、単独測位の原理、測位誤差の補正方法というように、講義内容全般に関して、活発な議論が行われました。演習で使ったプログラムは、私も学生時代に勉強していたものであり、理解するために何度もソースコードを確認していました。当時は測位アルゴリズムの習得に必死だったことを思い出しました。受講生がソースコードを追っている姿を見て、当時を懐かしむとともに、いつかは測位のプログラムを教えることができる人材になってほしいと思いました。

今年も、アジアを中心にたくさんの学生が集まり、GNSSの測位原理と測位精度、測位誤差の補正方法を学んでいました。終了後、この講義で使ったプログラムをもとに、新たな測位アルゴリズムが誕生することを願っています。

サマースクール報告 -SDR 千葉工業大学 鈴木 太郎

筆者はソフトウェアGNSS受信機技術にかかわる講義を担当しました。今回の講義はこれで6回目になりますが、今年からはこれまでの3コマの構成が2コマになり、その代わり同日に講義をまとめられたため、座学と実習を連続で行うことができ、参加者にとってわかりやすいものになったと考えています。この講義では、特にマルチGNSS(GLONASS, Galileo, BeiDou, QZSS)の信号の詳細、ソフトウェアGNSS受信機への対応と、実際にプログラムを使用した実習を行いました。

講義では、まずそれぞれの衛星の測位信号について説明し、ソフトウェアGNSS受信機で衛星からの信号をどのように捕捉・追尾し、また航法データをどのようにデコードするかについて述べました。実習では、まず、ソフトウェア受信機に入力するRF信号を取得するためのフロントエンドを全員に配り、ドライバーのインストール、データ取得のテストからスタートしました。毎年この講義では、GNSS受信機のフロントエンドとして、RTL-SDRと呼ばれるUSB dongleを用いています。これとパッチアンテナを用いて、室内に設置したGNSS信号の再放射器(リピータ)からデータ取得の実験を行いました。そして筆者が製作・公開しているGNSS-SDRLIBというソフトウェア受信機のプログラムを用いて、実際にフロントエンドから取得した生のRFデータから、衛星の信号を捕捉し位置を計算する実習を行いました。

た。また実習の中では事前に取得しておいたデータを用いて、後処理でのGNSS信号の解析も行いました。

今回の実習では、GNSS信号の再放射器に原因があるのか、室内でのGNSS信号のレベルが安定せず、なかなかフロントエンドを用いたリアルタイム測位に成功しませんでした。それでも、参加者の中にもソフトウェアGNSS受信機に興味を持っていた人も多く、質疑応答も多くあり関心を持ってくれたと感じています。来年に向けて、再度講義と実習のレベルをあげていきたいと考えています。

System Design Workshop 慶応義塾大学大学院 SDM グループ

System Design Workshopは、8月2日(金)の午前中に実施された。このワークショップは、神武直彦教授を中心とした慶応義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科の教員、研究員、学生によって設計され、具体的には、GSA (European GNSS Agency)に所属し、招聘准教授を務めるDr. Peter Jacob Buist、小高暁特任助教、村井一恵研究員、博士学生の西野瑛彦氏、修士学生の大野友氏の6名によって実施された。まず、ワークショップの冒頭で、神武教授からMulti-GNSSのトレンドやその有用性について解説し、Multi-GNSSの時代においては、その効果を多様な分野で価値に結びつけるためにも俯瞰的かつ緻密な思考、つまり、物事をシステムとして捉える考え方が重要であるということを論じ、ワークショップの目的や概要を農業や金融、スポーツ分野でのGNSSの活用など具体的な事例を紹介しながら説明した。

その上で、「今から10年後の社会を想定したGNSSを活用した新しいサービスを創出する」ということがワークショップゴールであることを伝え、ワークショップの導入を行った。

その後、修士学生の大野友氏がワークショップファシリテーターを務め、受講生4~5人程度を1チームとし、8チームによりワークショップを行った。各チームはファシリテーターのガイドと各チームにサポートに入ったメンターのアドバイスにより、以下のワークを行った。①アイスブレイク手法を用いた自己紹介 ②ブレインストーミングによるアイデア創出 ③構造シフト発想法を用いたアイデアの分類 ④ステイクホルダー分析から始める顧客価値連鎖分析。

そして、最後に、ワークショップを通じて得られたアイデアについて、各チームが全体発表を実施した。次ページに8チームが行った最終発表の概要を記述する。およそ3時間という限られた時間の中で、自己紹介からアイデアの創出、分析、シナリオの構築と発表まで駆け足で行い、俯瞰的に物事を考えてまとめることの良い経験になったのであれば幸いです。また、対話によって相互理解が深まったことが最大の成果だと感じている。



受講生によるグループワーク

○ Aチーム / アイデア名: Support System for Disabled People



<提案内容>
障害を持った人々も快適に生活できるシステムの構築を提案。具体的には Multi-GNSS を用いて障害を持った人々の生活データ取得し、それらを解析したものを政府、デバイス

を製作する会社、病院が相互共有することにより、障害者の方の生活をナビゲートする。

○ Bチーム / アイデア名: Family and Friends Tracking



<提案内容>
家族や子供の位置情報確認システムの構築を提案。今後少子高齢化が進む中、平日昼間等の仕事に出かけている時間帯には、老人や子供のみが家に残されるケースの増加が予想される。

そこで、デバイスやアプリ製作会社等と連携しながら、Multi-GNSSを用いて、老人や子供の居場所を確認する。

○ Cチーム / アイデア名: Support Tracking



<提案内容>
銃に関する追跡システムの構築を提案。社会安全性の観点から、銃の在り場所を明確にする必要がある。そこで、製造される銃にセンサーを装着すると同時に

Multi-GNSSを用いてデータを取得し、銃の在り場所を追跡する。これらのデータは、銃の製造会社、政府、警備会社と共有する。

○ Dチーム / アイデア名: Visual Positioning System



<提案内容>
安全な都市づくりのための位置情報可視化システムの構築を提案。例えば、災害情報を想定し、津波が起こった場合、津波の規模や場所等、Multi-GNSSセンサー

による測位から得られる情報を可視化することで、多くの人々への注意喚起を容易にする。

○ Eチーム / アイデア名: Natural Resource Management System



<提案内容>
漁業における海洋資源管理システムの構築を提案。海洋資源の変化が懸念される中、これらを適切に管理することが必要であるが、初期費用、場所を特定する技術が充分でないため

システムとして実現できていない。そこで、Multi-GNSSを用いて、漁場特定や漁業管理を最適化できないかと考えている。

○ Fチーム / アイデア名: Personal Assistant



<提案内容>
一人一人に合った生活行動提案システムの構築を提案。具体的には、Multi-GNSSを用いた位置情報の取得と併せて、過去の移動経路、食事情報、医療情報等と

組み合わせることにより個々人の嗜好を反映し、生活スタイルに最も適した行動提案を行う。様々な産業と連携しデータを共有する。

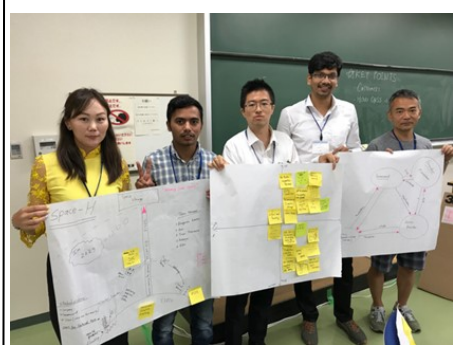
○ Gチーム / アイデア名: Indoor Navigation



<提案内容>
室外情報と屋内情報の連携システムの構築を提案。具体的には、Multi-GNSSを用いて取得した位置情報を個々の建物に伝送し、これらのデータを建物内に設置

した変換装置を介して屋外情報を室内環境に転用するというシステムを構築する。携帯会社等と連携することを想定している。

○ Hチーム / アイデア名: Space H



<提案内容>
宇宙エレベータを用いた宇宙空間と地球の連携システムの構築を提案。宇宙空間で保存・製造した物資を地球へ輸送する際に、宇宙エレベータを利用することを想定する。その際に

必要とされる物資輸項目については、Multi-GNSSを用いて取得した位置情報を元を実施する。

ECDISの紹介と船上デモンストレーション 日本無線株式会社 戸枝賢吾

GNSSサマースクール5日目のPort Cruise Demoでは、GNSS技術の応用例として、ECDIS (Electronic Chart Display and Information System)を簡単にご紹介した後、2つのグループに分かれて東京海洋大学の調査・研究船「やよい」に乗船し、往復60分程度の短い航路で船上におけるデモンストレーションを行いました。船内に用意した航海機器は、当社のGPS航法装置、AIS (Automatic Identification System) *、ECDISの3つで、これらをデモンストレーション専用で用意し、実際に機器に触れてもらいながら各機能を説明させていただきました。

ECDISとは、電子海図上に自船の位置と周りの物標、



予定航路及び自航跡を表示し、船舶の安全航行を支援するための装置です。AISを接続することで、AIS情報(船名・MMSI番号・目的地等)も重畳表示することができ、他船の動静を的確に把握することができます。当日の天候は晴れ、最高気温は

37℃という猛暑の中、本船は晴海埠頭を經由し羽田空港までの航路を20ノットで爽快に走りました。船内では行き交う船々を窓から観察しながら、東京湾内を航行する他船からリアルタイムに受信したAIS情報がECDIS上に表示される様子を、実際に見ていただきました。船舶の通航量が多い東京湾でのデモンストレーションは、な

かなか見応えがあったのではないのでしょうか。

また、GPS航法装置の画面を見ながら、現在受信中の衛星や位置精度などに関する技術的なご質問もあり、当社としても測位に対する興味深さを実感した次第です。今回のデモンストレーションを通じて、GNSSの応用技術が、船舶の安全航行や衝突防止のために活用されているということ、参加者の皆さんにご理解いただくことができ、とても嬉しく思います。

この度はこのような機会を与えていただき、当社としても大変感謝しております。ありがとうございました。

*: AISとは、船舶に搭載し、船名・MMSI番号・位置・針路・船速・目的地などの船固有の情報を、VHF帯の電波を使って自動的に送受信し、船舶局相互間及び船舶-陸上局間で情報



を交換する装置です。AISにはGPS受信機が内蔵されており、すべての局で正確に時刻を同期するために使われています。

編集後記

お彼岸も終わり、お祭りや運動会での子供達の声が聞こえて来る毎日ですが、一方では、時折、蝉の声も未だ聞えているという不思議な現象が続いています。これは単なる自然なことなのでしょうか？

ところで、今年も同じく、夏にサマースクールを開催し、若い研究者・技術者に、測位航法についていろいろと考えて頂きました。自分達で問題意識を持って学んで頂くことが重要なのですが、今年もその場所が提供出来たのではないかと思います。ニュースレターの中で、どこまでご紹介出来たか分かりませんが、ご一読頂ければ幸いです。

以上

ニュースレター編集委員長 峰 正弥

測位航法学会役員

(2018年5月17日～2020年5月16日まで)

会長

安田 明生 東京海洋大学

副会長

加藤 照之 神奈川県温泉地学研究所

峰 正弥

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

曾我 広志 アクシス(株)

高橋 富士信 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)

細井 幹広 アイサンテクノロジー(株)

浪江 宏宗 防衛大学校

福島 荘之介 電子航法研究所

松岡 繁 衛星測位利用推進センター

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)

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いたします。(http://www.gnss-pnt.org/nyuukai.html)

会員の種類と年会費：

正会員【¥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：ニュースレターの送付(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・ご案内のお問い合わせは：

info@gnss-pnt.org にお願ひします。



タイ国バンコク市内の展示場 (IMPACT) 内で開催された第 11 回 MGA 会議の集合写真 (2019/08/27 ~ 29) P. 6

MGA会議におけるYoung Professional Forumでの参加学生の集合写真 P.7



ヤンマー株式会社



小峰無線電機株式会社
KOMINE MUSEN DENKI CO.,LTD.

ENABLER

SPACELINK



SPAC

NECソリューションイノベータ



構造計画研究所
KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc.

セイコーエプソン株式会社

- when it has to be right
Leica
Geosystems



Nemco 長田電機株式会社
NAGATA ELECTRIC CO.,LTD.

FURUNO



HITACHI
Inspire the Next



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



Mar GPS 特定非営利活動法人
海上GPS利用推進機構

GPSdata
GPSデータサービス株式会社



KOMATSU

WING over the World
AISAN TECHNOLOGY

MITSUBISHI ELECTRIC
Changes for the Better



株式会社 ジェノバ

ALPSALPINE



JSAT
スカパーJSAT株式会社
宇宙・衛星事業本部

GEOSUR

KODEN
Koden Electronics Co., Ltd. IPNTJ