NEWSLETTER OF IPNTJ

測位航法学会ニューズレター　Vol. XVI No.2　2025年7月7日　IPNTJ

測位航法学会
ニューズレター
第 XVI 巻第 2 号

目　次

P.2　宇宙戦略基金 第二期開始　JAXA
P.3～4 GBASの正式運用と電子航法研究所の取り組み　福島荘之介
P.5 全国大会セミナー①実施報告　坂井丈泰
P.5 セミナー②実施報告　尾関友啓・小林海斗・久保信明
P.6 セミナー③実施報告　鈴木太郎
P.7 セミナー④実施報告　高須知二
P.7 参加形式による体験の違い　土田勝範
P.8 セミナー・オンライン受講報告　紙本祥希
P.8 特別講演会　喜多充成
P.8 研究発表会セッション-Ⅰ報告　喜多充成
P.9 研究発表会セッション-Ⅱ報告　高橋　賢
P.10 研究発表会セッション-Ⅲ報告　小林海斗
P.10 初のハイブリッド開催を振り返る　喜多充成
P.11　イベント・カレンダー　編集後記
P.12　イベント写真　法人会員

全国大会二日目、セミナーに続き、総会終了後の意見交換会。こちらだけはハイブリッドではありません。
セミナー参加の方にはリモート参加の方も多かったので、会場には来られません。

特別法人会員

septentrio

SPACE STRATEGY FUND

宇宙戦略基金 第二期開始

国立研究開発法人　宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、2024年度より宇宙戦略基金の公募・採択・技術開発マネジメントを開始しております。
2024年度、「宇宙戦略基金　実施方針」に従い実施した第一期の技術開発テーマの公募には民間・大学等からの数多くのご提案をいただき、先般、全ての採択を終えました。
2025年度の第二期の技術開発テーマでは、宇宙分野のすそ野を広げるべく、より一層、これまで宇宙分野での実績の少なかった方々からのご提案を期待しており、現在、JAXAにおいて公募に向けた準備を進めております。
また、このうち、特に、文部科学省の「分野共通」にあたる以下の技術開発テーマについては、民間・大学等の皆さまからのボトムアップ型での幅広い提案を募ることとしています。

「分野共通」技術開発テーマ

SX-CRANE（SX-Center of Research ANd Engineering）

大学等の研究者を対象に、当該研究者等を中心とした革新的な研究開発を中長期的に支援し、国際競争力のある拠点としての発展を目指す枠組み（シリーズ）。

（技術開発テーマ名）

SX研究開発拠点（第一期テーマ：５件を採択済）

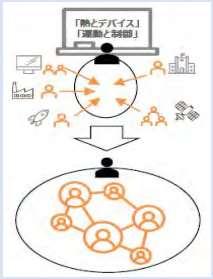
宇宙転用・新産業シーズ創出拠点（第二期テーマ：８月上旬公募開始予定）

SX-ARK（SX-Advanced Research Kick-starter）

民間・大学等を対象に、宇宙開発利用にまつわる特定の領域設定の下、革新的なアイデアや多様な要素技術に関する初期段階の開発・実証を短期的に支援しつつ、領域内でのネットワーキングを推進することで、事業構想への発展や我が国の技術基盤の底上げを目指す枠組み（シリーズ）。

（技術開発テーマ名）

SX中核領域発展研究（第二期テーマ：９月中旬公募開始予定）



上記に示したSX-CRANEの「宇宙転用・新産業シーズ創出拠点」及びSX-ARKの「SX中核領域発展研究」については、JAXAのHPを通じて、質問受付の機会や説明会等の情報を準備出来次第、順次発信していく予定です。
様々な研究者の方に応募をご検討いただき、斬新なアイデアによる革新的な技術シーズの獲得に挑戦する提案が多数寄せられることを期待しております。

宇宙戦略基金
全体の情報はこちら

SX-CRANE、SX-ARK
の情報はこちら

問い合わせ先

国立研究開発法人　宇宙航空研究開発機構（JAXA）宇宙戦略基金事業部
E-mail：SSF-contact*.*jaxa.jp
*.*を@に変更して連絡してください。
その他宇宙戦略基金における新たな技術開発要素のアイデア等については以下リンク先よりご提案ください。
https://aerospacebiz.jaxa.jp/contact/form/

GBASの正式運用と電子航法研究所の取り組み

電子航法研究所　所長　福島荘之介(本会理事)

2025年1月23日から羽田空港でGBAS(地上型補強システム，ジーバス)が正式運用となりました。私が電子航法研究所でこの研究に関わったのが1996年ですから30年目となります。本稿では，このGBASの仕組み，研究開発，地上装置の国産化の取り組みを振り返り，紹介させて頂きます。

1. GBASとは

現在，航空機の着陸経路への誘導はILS(計器着陸システム)により実現されており，悪天候で視程が低い場合にも安全に滑走路へ着陸できるようになっています。ILSは滑走路付近からVHF・UHFでアナログ変調された指向性を持つ電波を送信しており，機上の受信機で経路からの偏移を検出して，オートパイロットが降下経路に追従する仕組みとなっています。ILSは，滑走路への水平方向のコースを示すローカライザ(LOC)，垂直方向のパスを示すグライドスロープ(GS)，着陸地点までの距離を示す(T-DME)から構成されており，1つの進入経路ごとに無線設備(3台)を設置する必要があります。基本的には，これをGNSSに置き換えるのがGBAS(地上型補強システム)であり，複数の無線設備を設置することなく，空港に1カ所設置して，ディジタル通信で補正情報，経路情報などを放送するだけで，全ての進入経路への着陸が可能となります(羽田空港は滑走路が4本で，6つの進入経路があり，6式のILSが設置されています)。さらに，GBASによってオートパイロットの追従性能が高くなるなどの点があります。

2. 着陸システムに必要とされる高い安全要求

ILSなど空港に設置されるシステムは，ある種の社会資本(インフラ)であって，世界各国のエアラインが同じように利用でき安全に空港に着陸できる必要があります。このため，ILSの送信する電波の質や降下経路を形成するための信号形式などはICAO(国際民間航空機関)により国際標準が策定され，これに沿ったアビオニクス(受信機)が開発されて航空機に装備されます。これは，GNSSで言えばインターフェース・コントロールドキュメントと呼ばれる空間における送信信号や性能の要求仕様(SIS: Signal-in-space performance requirements)にあたります。

航空機の着陸システムの場合，他の交通モードと比較して特徴的なのは，高い安全性能に関する要求です。具体的には，機上のアビオニクスの警報動作に関係して，インテグリティ(完全性)，コンティニュイティ(継続性)，アベラビリティ(有効性)と呼ばれる指標があります。航法精度(95%値)も要求されますが，水平16.0m，垂直4.0m以下とされ高い精度は求められません。このため，GBASでは初期の段階から搬送波位相の整数不確定性を解く方式ではなく，コード擬似距離を搬送波位相でスムージングする方式(carrier smoothing)を使って補正値を生成するコード型のDGPSが採用されました(図1)。国際標準ではVHFのデータリンクの信号フォーマットを記述しましたが，安全性能を実現する方法については言及されず，現在のILSと同様の要求としたため，これを実現する方法を確立することが大きな課題となり，研究開発が長く続くこととなりました。インテグリティとは，システムに異常や故障が生じて必要な性能が得られない場合に，ユーザ(パイロットまたはオートパイロット)に確実に警報が発せられる確率のことであり，どの1進入においても$1-2\times10^{-7}$を満たす必要があります。2×10^{-7}はインテグリティリスクと呼ばれ，単位時間あたりに異常や故障が生じて，かつ，警報が発生しない確率です。平たく言えば，火災が発生しても火災報知器が鳴らない確率であり，極めて低くする必要があります。また，この値は故障率と同じように単位時間内に事象が発生する頻度です(1進入は150秒と換算します)。

また，コンティニュイティとは誤警報を含む警報によりサービスを中断しない確率であり$1-8\times10^{-6}$ /15秒を満たす必要があります。アベイラビリティは警報を発生せずにサービスできる時間の割合で，99～99.999%とされ，空港ごと要求が異なります。異常が発生し影響がでてから警報を受信するまでの時間は6秒であり，視程が低い状況にも対応する精密進入は，全ての飛行フェーズの中で最も高い安全性が要求されます。これらの安全要求は，他の交通モードには存在しません。この分野の課題には，搬送波位相を使った測位とは，また異なる難しさがあります。

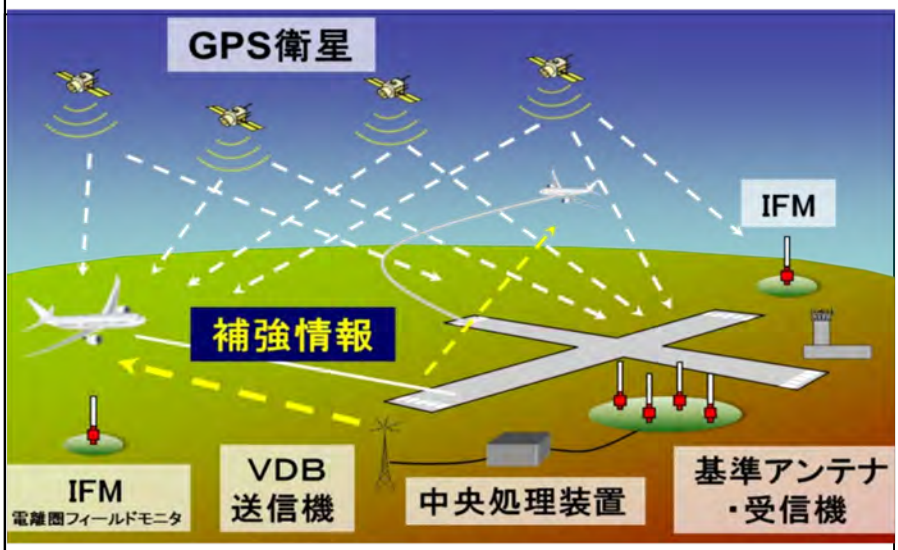


図1：　GBASのシステム構成

3. 研究開発と国産化への道のり

電子航法研究所における初期の研究では，国際標準にもとづいてテストベットを構築して，4局の基準受信機から補正値を生成し，VHF送受信機zu を開発して飛行実験で航法精度を評価しました。このとき，当時まだ普及の過渡期にあったRTK受信機を航空機に搭載し，そのcmレベルの位置を真としてGBASの航法誤差を計測して，1m以下(95%値)であることを確認しました。しかし，当時は前節で述べたICAOの安全要求を満たして6秒以内に機上で警報する機能を実現することは大きな課題でした。この課題に果敢にチャレンジし，先頭を走ったのは米スタンフォード大GPS Labのチームでした。彼らは，研究用のプロトタイプを開発して，擬似距離や搬送波の観測値からGPS衛星の異常を検

知するモニタを試作し，綿密な安全設計によってICAOの安全要求を実現する手法を提案しました。これは，航空機やプラントなど高い安全性が要求されるシステムの設計にも使われる手法です。米国のFAA(連邦航空局)は，大手のアビオニクスメーカであるハネウェル社を選定して，安全要求が検証可能な実用型プロトタイプの開発を開始し，電子航法研究所も国内メーカによる安全検証が可能なプロトタイプを開発しました。

この頃から，電子航法研究所では，国内の電離圏研究の知見から中～低磁気緯度に位置する我が国では，北米や欧州と同等の電離圏脅威モデルを適用することはできず，独自のモデル構築が必要であることに気づき議論をはじめておりました。これは，低磁気緯度地域に特有のEPB(赤道プラズマバブル)による電離圏擾乱が発生した場合，DGPSで擬似距離の相関がなくなり，コードと搬送波の乖離によってキャリアスムージングが測距誤差を増大させる可能性があり，インテグリティ上の脅威(スレット)となるからです。電離圏脅威モデルとは，例えて言えば，「どの程度高い堤防を築けば津波を防げるのか」という課題を検討するときに，過去に起こった巨大津波の高さを知る必要がある様なもので，電離圏変動によって生じる空間勾配のパラメータの範囲を定義したものです。このモデルには大きな意味があり，意図的に小さく定義すれば津波が堤防を越えて危険です。しかし，過大に定義すれば堤防をつくるコストが巨額になって実現が不可能です。このため，広く情報や専門家の知見を集め，保守的(安全サイド)に，ただし保守的になり過ぎないように定義することが必要です。電子航法研究所では，GEONETのデータを過去に遡って解析し，さらにEPBの観測が可能な石垣島に全天候イメージャを設置してGPS受信データを同時に収集するなどして，我が国のGBASに適した電離圏脅威モデルを構築しました。全天候イメージャの観測は，現在も続いています。

異常検知モニタの研究については，スタンフォード大によってGBASが影響を受けるGPS衛星の異常や故障が明らかにされ，故障モデルの定義やモニタの設計概念に大きく貢献しました。その後，ハネウェル社は実用装置を開発し，2009年にFAAのシステム設計承認(SDA)を取得しました。ただし，電離圏脅威モデルは北米大陸に限定され，それ以外の地域では別に開発が必要となりました。このGBAS地上装置は，米国のニューアーク空港，ドイツのフランクフルト空港など，中～高磁気緯度の10空港ほどに導入されました。また，GBAS機上装置はボーイング787に標準装備され，エアバスA350など多くの新造機に採用され，現在のILSと共存した形で利用がはじまりました。

我が国では，2016年に国産の実用型GBAS地上装置(カテゴリーI)の開発が開始され，2020年には羽田空港に設置されてB787によるトライアル運航や安全設計を検証するための評価活動がはじまりました。電子航法研究所もこの安全設計活動や妥当性評価活動に加わり，研究によって得られた知見が活用されました。また最終的にB787機に搭載されている受信機を使って地上装置の安全設計が妥当であることを検証しました。この結果，羽田空港において2025年1月23日からアジアで初となるGBASの運用が開始され，B787，A350による運航が実現しました。現在GBASの経路は，GLS(GBAS Landing System)として滑走路方位34Rと34Lに設定されており，深夜早朝時間帯を利用した運航が実現しています。今後は，GBASの特徴を活かして，全ての進入方位に降下経路を設定し，対応する機種の増加とともに運航時間が拡大することが期待されます(図2，図3)。

基準アンテナ （D滑走路端）

VDBアンテナ （C滑走路付近）

図2：羽田空港に設置されたGBAS地上装置

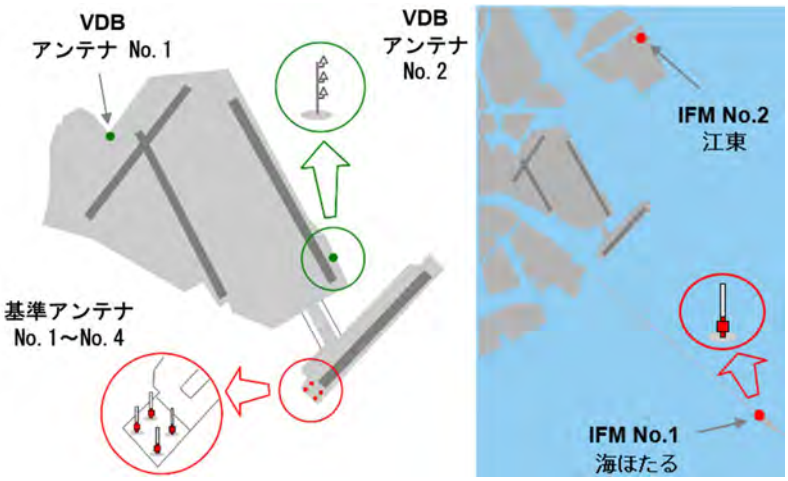


図3：羽田空港でのGBASアンテナ設置位置(左:空港内，右:空港外)

4. まとめ

電子航法研究所が長く取り組んできたGBASの研究開発が1つのマイルストーンを迎え，カテゴリーI地上装置が国産化され正式運用が実現しました。ICAOではすでにカテゴリーIII用GBASの国際標準化を終え，新たに2周波数，複数衛星を使った頑健性の高い次世代GBASの国際標準化が進んでいます。電子航法研究所もこの活動に貢献しており，石垣島空港の研究プロトタイプは世界でも貴重な設備となっています。さらに研究所では，GNSSにおける電離圏環境が厳しいタイの大学やベトナムの研究機関などとも協力してアジアの電離圏モデルを策定し，GBAS/SBASの普及活動にも貢献しているところです。

航空機は寿命の長い乗り物で通常は20～25年が寿命と言われます。しかし，その前段階である設計から実用化までの期間も20～30年かかると言われており，高い安全要求を必要とするモノ作りには時間がかかります。このGNSSによる航空機着陸システムに関するプロジェクトもその1つなのでしょう。そこには，関係者の多大なご尽力があり，多くの時間と労力が費やされています。ご関係の皆様の献身的な努力に敬意を表し，正式運用されたGBASが誰かのお役にたつことを願って，本稿を終えさせていただきます。

(引用元) P.11 左欄・中断に記載

測位航法学会全国大会開催報告

本年度の全国大会は2025年5月21日～23日の3日間、東京海洋大学越中島会館にて開催されました。全国大会は昨年と同じく、2日間のセミナーと最終日には特別講演の後、研究発表会を催しました。また例年どおり、2日目のセミナーの後に総会を開催し、引き続き意見交換会を開催しました。

昨年までと大きく異なる点は意見交換会を除くすべてのイベントをハイブリッドで実施したこととセミナーを一日単位として二コースパラレルに実施したことです。セミナー参加費はオンライン受講を含めて、正会員は8,000円、学生会員はそれぞれ2,000円としました。

以下に全国大会のプログラムの概要を示します。

5月21日(水)9:30～16:30
セミナー①「GNSSの基礎」
講師 坂井丈泰氏(電子航法 研究所)
セミナー③「GNSSの基礎と信号処理の概要」
講師 鈴木太郎氏(千葉工業大学)
5月22日(木)9:30～16:30
セミナー②「高精度測位、準天頂衛星、測位ソフトの紹介」講師 久保信明氏、尾関友啓氏、小林海斗氏、
セミナー④「GNSS SDRの設計、実装と応用 – Pocket SDRを例題にして」 講師:高須知二氏(元東京海洋大学)
5月23日(金)9:00-10:00

特別講演会として、内閣府宇宙開発戦略推進事務局準天頂衛星システム戦略室長 参事官、三上 建治氏による「準天頂衛星システムみちびき～日本の未来を支える衛星測位技術」、の後、昼食を挟んで、17:10までオンラインを含めて3セッション各6件、計18件の研究発表が行われました。以下各セミナーの講師の方々、セッション・チェアの方々、セミナーにオンラインで参加された方々の感想等のご報告をご参照願います。

セミナー①実施報告
電子航法研究所 坂井丈泰(正会員)

GPS に代表される衛星航法システムについて、基本的な仕組みから利用方法、誤差の要因とその対策、測位精度の向上技術について入門者向けに解説します。

・本セミナーの目的:GNSSの基本的な仕組みや誤差要因の理解。
– GPSに代表される衛星航法システム(GNSS)が普及してきている。
–受信機さえあれば自動的に位置を出力してくる便利な装置だが、応用にあたっては 性能面・機能面の特徴を知る必要がある。
–このために、GNSSの仕組みや誤差要因、測位精度を向上する技術を紹介する。ブ ラックボックスにしないこと!
– GPS以外のシステムや日本の準天頂衛星システム(みちびき)も紹介する。
・本セミナーの構成
(1)衛星航法の基礎衛星航法システム・人工衛星による位置の測定・測地系と標高
(2)測位精度の向上測位誤差の要因・測位精度を決める要因・複数周波数の利用
(3)ディファレンシャル補正ディファレンシャル補正の仕組み・広域ディファレンシャル 補正・搬送波位相の利用・RTK –GPS・ネットワークRTKとPPP
(4)世界の衛星航法システムGPS・GLONASS・Galileo・BDS・KPS
(5)準天頂衛星システム(QZSS＝みちびき)
(6)GNSSのセキュリティ

セミナー②実施報告 1/3
電子航法研究所 尾関友啓(正会員)

5月22日に東京海洋大学で行われた測位航法学会「全国大会」のセミナー②「高精度測位、準天頂衛星、測位ソフトの紹介」の高精度測位及び準天頂衛星を利用したcm級測位の部分を担当しました。

設定されたセミナータイトル及び受講者の所属の多様性から鑑みるに、興味がGNSS全般に渡ると思われたため、DGNSS、RTK、PPPといった高精度測位アルゴリズムの基本から、準天頂衛星を用いたCLASおよびMADOCA-PPPといった最新の補正サービスまで、広範な内容を取り上げました。これらの測位技術は単独で成り立っているものではなく、それぞれが密接に関わっています。対面/オンラインのセミナーを通じて、網羅的に紹介できたのは個人的には良かったと思っております。測位航法学会「全国大会」のセミナーはより発展させたSDR関連のもの、またより基礎的なセミナーも存在し、オンラインでの参加も可能ですので、今後ともご参加下さいますようよろしくお願いいたします。

セミナー②実施報告 2/3
東京海洋大学 博士研究員 小林海斗(正会員)

全国大会で行われたセミナー②「高精度測位、準天頂衛星、測位ソフトの紹介」において私は測位ソフトの紹介を担当し講義しました。内容はRTKLIB、MADOCALIB、CLASLIBといった測位用オープンソースプログラムの使い方を研究室で取得したサンプルデータを使用してお見せするというものでした。

RTKLIBの部分では受信機の観測データをSTRSVRで保存する方法、観測データをRTKCONVでRINEXに変換する方法を実演した後、SPP(単独測位)、DGNSS、RTKの3つの計算

方法で静止点の座標を計算し、その精度を示しました。
MADOCALIBの部分では実観測データと内閣府のダウンロードサイトからダウンロードしたL6Eメッセージファイルを使用してMADOCA-PPPの計算を行いました。MADOCALIBで計算できる通常のPPP、PPP-AR、ローカル電離層情報ありのPPP-ARの3つの手法をお見せしました。MADOCALIBが登場するまでPPPの後処理はRTKLIBで行うことが多かったのですがMADOCALIBのリリースでPPPがより安定して後処理できるようになったので是非使用して欲しいです。CLASLIBの部分では同じく実観測データとL6Dメッセージを使用してCLASの計算を行いました。CLASLIBは低コスト受信機で使う際は信号種別やパラメーターのしきい値を変更する必要があるのでその部分に注意して使用してもらえればと思います。

セミナー②実施報告　3/3
東京海洋大学　教授　久保信明（本会理事）

私のセッションでは、高精度測位及び準天頂衛星による高精度測位について概要と簡単な実験結果を紹介しました。紹介した方式は、DGNSS、RTK-GNSS、SLAS、CLAS(PPP-RTK)、PPPとなります。いずれの方式においても、オープンスカイでは期待される精度がほぼでており、参加されたみなさんも実感頂けたと思います。
次にRTKLIB、CLASLIB、MADOCALIB、RTKコアの測位ソフトについて概要を紹介しました。
RTKLIBやCLASLIBやMADOCALIBについては、実際に取得したGNSS観測データを用いて、上述の測位ソフトで解析した結果を紹介しました。Github上にソフトが有りますので、今後も参加されたみなさまにおかれましては、活発にご利用いただければと思います。
最後のRTKコアについては、時間のアルゴリズム概要と結果の紹介となりました。こちらについても、随時研究室HP等に情報を更新しますので今後もチェック頂ければと思います。

セミナー③GNSSの基礎と信号処理の概要
千葉工業大学　鈴木太郎（正会員）

2025年5月21日に、東京海洋大学越中島キャンパスにおいて開催された測位航法学会全国大会セミナー「GNSSの基礎と信号処理の概要」の講師を担当しました。このセミナーではGNSS初学者を対称とし、GNSS測位の基礎とGNSS信号処理の基礎を学ぶことを目標としました。
具体的にはSDR(Software Defined Radio、ソフトウェア無線)を用いて、どのようにしてフロントエンドから得られるRFデータから、GNSS信号の捕捉、追尾、ナビゲーションメッセージのデコード、そして擬似距離などの観測値を生成するかについて説明しました。セミナーではまず、基本的なGNSSの知識について学び、その後受信機の仕組みを理解するためにGNSSの信号の形式や構造について紹介し、フロントエンドではGNSS信号をどのようにサンプリングしているのかを説明しました。そしてフロントエンドにおいてサンプリングされたRFデータから、信号の相関処理を行うことでGNSS信号の捕捉や追尾をどのようにして実行するかについて紹介しました。
本セミナーは昨年に引き続いて開催され、昨年の内容に、一般的なGNSSの基礎知識の紹介を加えた内容で構成しました。今年度はセミナーがハイブリッド開催となったこともあり、多くの方に参加していただきました。初学者を対象としているため、GNSSの信号処理に関して丁寧に説明することを心掛けました。セミナーの前半では、まずソフトウェア受信機における変調の基礎となる直交位相振幅変調について、三角関数の公式を用いて解説しました。直交位相振幅変調を利用することで、あらゆるデジタル変調が、2つの直交する搬送波の重み付けの和として表すことができます。これらの重みはそれぞれin-phaseとquadratureと呼ばれ、一般的にIとQで表されます。多くのGNSS信号の変調方式として利用されているBPSK変調では、このIとQのデータの中に二値の位相のデータが含まれることを示しました。さらに、フロントエンドで利用されているダイレクトコンバージョン方式と呼ばれるサンプリング手法について説明しました。ダイレクトコンバージョン方式でRF信号をサンプリングすることにより、フロントエンドから出力されるI/Qデータには、PRNコード、ナビゲーションメッセージなどのベースバンド信号が直接含まれることになります。しかしながら発生したドップラー周波数の位相情報がI/Qデータに残るため、GNSS信号処理ではこのドップラー周波数を推定し、衛星の運動によって変化していくドップラー周波数を追尾していく処理がメインとなります。信号の捕捉では、このドップラー周波数の初期値と、コードの位相を推定し、信号の追尾ではドップラー周波数の変化とコード位相の変化を追跡することになります。
信号処理の理解を深めるために、MATLAB/Simulinkで作成したGNSS信号の個別の処理ブロックを動作させることで、GNSS信号処理の動作の説明をしました。Simulinkで作成された信号処理のモデルは、信号処理を視覚的にわかりやすくブロックの組み合わせと信号のフローで表しており、これまでにC言語などのソースコードを用いて行ってきた信号処理の説明よりも、理解が容易になったのではないかと感じています。具体的には、1チャンネルのGNSS信号の捕捉を行うモデルや、1チャンネルのGNSS信号追尾モデルをSimulinkで作成し、信号処理の流れや処理した信号の詳細を処理の順番に沿って説明しました。実際に東京海洋大学において事前にフロントエンドを用いて取得したRFデータを利用し、最終的には複数チャンネルのGNSS信号処理モデルを動作させることで、擬似距離やナビゲーションメッセージのデコード、GNSSの観測値の生成のデモンストレーションを行いました。そして生成したGNSSの観測値のフォーマットであるRINEXファイルから、RTKLIBを用いて測位を行うことで、位置の算出ができること

を示しました。

今回のセミナーを通して、特にGNSS初学者にGNSS信号処理の概要を理解してもらったと考えています。説明に冗長な部分があり、わかりにくかった部分もあると思いますが、反省として次回のセミナーに生かしたいと思います。また、夏に行われる測位航法学会のサマースクールでも同様のソフトウェアGNSS受信機によるセミナーを実施しますので、ぜひ興味のある方は参加してみてください。

セミナー④「GNSS SDRの設計、実装と応用 – Pocket SDRを例題にして」実施報告

元東京海洋大学　高須知二（終身会員）

GNSS SDR(ソフトウェア無線受信機)は、受信機の機能をソフトウェアで構成する技術です。ハードウェア受信機と比較して、迅速なシステム開発、高い柔軟性、アップグレードの容易性に加え、研究・教育・訓練用のツールとしても有用であるという利点があります。本セミナーでは、講師が開発を進めているオープンソースのGNSS SDR「Pocket SDR」を具体例として、GNSS SDRの設計、実装、応用について解説しました。

(1) Pocket SDRの概要

Pocket SDRはGNSSのほぼ全ての信号に対応する多周波GNSS SDRです。最大8チャンネルのRFフロントエンド、各種ユーティリティ、GNSS受信機アプリケーションプログラム(AP)から構成され、リアルタイムで300チャンネル以上の信号を同時に受信する能力を持ちます。講義ではこれらの機能を紹介するとともに、屋上のGNSSアンテナにRFフロントエンドとPCを接続して、実際の動作を実演しました。

(2) 近代化GNSS信号の技術的特徴

近代化GNSS信号の特徴として、特にBOC (Binary Offset Carrier) やMBOC (Multiplexed BOC) に代表される新しい変調方式の構造と特性を解説しました。

(3) RFフロントエンドの技術と構成

RFフロントエンドについて、その種類と特徴、市販製品、さらには信号処理に用いられるLSIの機能と構造を説明しました。

(4) ベースバンド信号処理の機能と設計

信号の捕捉と追尾の基本原理を解説し、受信機の性能を向上させるための技術的発展についても簡潔に紹介しました。

(5) 航法プロセッサの構成と処理

航法データの構造とその信号処理の概要を述べ、航法データに適用される誤り訂正符号の種類とその復号方法について解説しました。

(6) ソフトウェアの実装と高速化

Pocket SDRの内部構造を説明し、実行速度を最適化するための実装上の工夫、具体的にはデータ構造の最適化、ルックアップテーブル(LUT)やマルチスレッドの活用、SIMD命令の採用などについて解説しました。

(7) GNSS SDRの応用

応用例として、CSK (Code Shift Keying) 信号の復調、スナップショット測位、アンテナアレイ技術を紹介しました。中でもアンテナアレイは、CRPA (Controlled Reception Pattern Antenna) 技術(ビームフォーミングやヌルステアリング)を用いることで、ジャミング・スプーフィング対策、マルチパス低減など、広範な応用への活用が期待されています。

本セミナーは、初の試みとして対面参加とZoomによるオンライン参加を併用したハイブリッド形式で実施しました。録画映像も期間限定で配信されました。大きなトラブルもなく、スムーズにセミナーを運営いただいたスタッフに深く感謝します。

参加形式による体験の違い：現地・リモート・オンデマンド

長岡工業高等専門学校　教育研究技術支援センター
土田勝範(正会員)

最初に私のことを少し述べます。私は仕事として高専生に測量実習のサポートをしていますが、RTK-GNSS等について詳しくありませんでした。測量の教科書等から独学したのですが腑に落ちない点が多くありました。図書館で見たある雑誌に掲載されていた体験セミナーへの参加から測位航法学会の存在を知り、聴講参加してみようという経緯があります。セミナーの内容も十分に理解できていない初心者が感じたことを率直に述べていると思ってお読みいただけますと幸いです。

昨年度のセミナーは現地に行き聴講参加できましたが、今年度は都合によりオンラインによるセミナー参加となりました。オンラインセミナーで感じた利点および課題について、以下に記載いたします。

オンラインセミナーの利点：

・どこにいても受講できる
・移動時間等が不要で参加しやすい
・移動や宿泊にかかる費用がかからない

オンラインセミナーの課題：

・音声に雑音が混じることもあり、少し聞き取りにくい
（音割れが少しある場合も）
・講師の身振り手振りなどの動作が見えない
※ワイプ対応で改善されたセミナーもありました
・一部のセミナーで画面表示が変わらない不具合が発生
※すぐに対応されたので大きな支障はありません

事後のオンデマンドセミナーにも参加しました。オンライン参加との違いについて、以下に記載いたします。

オンライン(リアルタイム)参加の特徴：

・講師への質問がリアルタイムでできる
※チャット機能を用いた質問が可能
・内容の鮮度が他の参加者と同じで受け取れる

オンデマンド参加の特徴：

・日程が全く合わずに参加できないセミナーがなくなる
・聴講中の急な対応が必要な場合も停止や再開ができる
・任意で休憩を挟めるので参加がしやすい

※特に目の疲れや集中力維持に配慮できる点が利点

また、現地参加とリモート参加が同額では、リモート参加の費用負担が私にはやや割高に感じました。セミナーの参加目的が「学びを深める」の私にとっては、現地参加で講師の動作や直接音声も届きわかりやすく感じた講師のセミナーもリモート参加では少し分かりにくく感じたことが主な理由でした。参加目的が「情報収集」や「効率重視」だと違ったのかもしれません。

今回、現地参加やリモート参加したセミナーは、運営側の努力によってセミナーのZoom録画結果をYouTubeで一定期間見ることが出来るようになっています。リアルタイムで学んだことの復習ができるため、とても感謝しております。

学会セミナーへの参加は実際に現地へ行くことが一番で、講師の視線や身振り手振りを見られる対面形式ならではの学び、自分以外の参加者の様子や学会全体の雰囲気を肌で感じることができ、貴重な経験になります。

私もできるだけ現地での参加をしたいのですが遠方に住んでいるため、移動時間や宿泊費等が重くのしかかり、中々現地に赴くことができません。そのため、オンラインセミナーの存在はとても心強いものとなっています。

セミナー①②受講報告

古野電気株式会社　紙本　祥希（正会員）

勤務地が関西ということもあり、今回のようにオンラインで参加できる形式は、非常にありがたく感じました。物理的な距離による参加のハードルが下がり、より多くの方が学びの機会を得られる点で、大変意義のある取り組みだと思います。

また、ハイブリッド開催により録画アーカイブを残していただけたことで、講義内容を後から復習することができ、理解を深めるうえで非常に役立ちました。

もちろん、対面開催ならではの学会会員の皆様との交流の機会も貴重であると感じております。そのため、オンラインと対面の両方を選択できるハイブリッド形式は、参加者の多様なニーズに応える理にかなった方法だと思います。

セミナーの内容につきましても、基礎から丁寧に解説いただき、知識をしっかりと固めることができました。非常に充実した内容で、大変満足しております。

全国大会第三日：特別講演会

科学技術ライター　喜多充成（正会員）

2 日間のセミナーに続く最終日（5月 23 日金曜）のプログラムは、まず特別講演会（9:00 ～）として内閣府の三上建治参事官（宇宙開発戦略推進事務局　準天頂衛星システム戦略室長）に「準天頂衛星システムみちびき～日本の未来を支える衛星測位技術」とのタイトルでご登壇いただきました。

みちびきのこれまでと11機体制に向けた最新情報のアップデートなどの内容でしたが、スライドのそこここに伝える工夫が感じられ、広報普及にも熱を持って取り組まれていると感じました。

一般向け広報、業界向け広報のほか、直接関連はしなくとも技術そのものに興味を持つ「科学少年たち」に訴えることで、技術オリエンテッドな層への認知度を高めようという狙いから、エレクトロニクの総合誌『トランジスタ技術』とのコラボ企画を次々と展開する（三上氏スライドより）

記者、ジャーナリスト、ベテランの宇宙ファンなどからも一目置かれる V-Tuber の〈宇推くりあ〉さんを、アンバサダーとしてフィーチャー。彼女が行う打ち上げ生中継では、自身の解説とともに、視聴者から寄せられた疑問にも答えている。可能な限り一次資料を当たり、参照しつつ答えるという姿勢も好感されている。急拡大する「宇宙ファン」の意識に、日本の衛星測位の取り組みをしっかり刻みつけようという取り組みに思える（三上氏スライドより）

研究発表会セッション－Ⅰ報告

科学技術ライター　喜多充成（正会員）

続く第一セッション（10:00～）では、まず国土地理院より3名の方に登壇いただきました。トップバッターの**川元　智司**氏（測地観測センター衛星測地課長）は**(1.1)「測位基盤としての電子基準点の今後のあり方」**とのタイトルで、2024年に有識者9名の参加で実施された「高精度測位社会における電子基準点施策のあり方検討会」における検討の概要と提言を紹介。拡大しつつある電子基準点の役割、リアルタイム測位が可能な測位環境を堅持すること、社会基盤としての電子基準点の理解醸成が必要であるなどの説明がありました。

続いて**阿部　聡**氏（電子基準点課課長補佐）から**(1.2)「新しい電子基準点日々の座標値（F5.1解）の試験公開」**とのタイトルで、1996年以降の全電子基準点データを同じ手法で解析し求めた「日々の座標値」の最新の状況について説明がありました。現在の日々の座標値は、F0解から数え（F4をとばして）て

5世代目となるITRF2014準拠の「F5解」ですが、2026年度よりITRF2020に準拠する暦・位相特性モデルを用いた新たな座標値「F5.1解」が提供されます。解析手法やソフトウエアは変わらないためプラス0.1のマイナーバージョンアップであるとのことでした。日々の座標値は、解析手法も日々進化しているわけです。

3人めの**小門 研亮**氏（測地部計画課長）からは、**(1.3)「全国の標高地の改定 ～衛星測位を基盤とする新しい標高へ」**のタイトルで、2025年度より始まった「新しい標高」について、ジオイドモデル構築のための航空重力測量など実現までの道のりも含め説明がありました。座長（喜多）は2017年の航空重力測量出発式に立ち会っており、感慨もひとしおでした。

続いて**池田 翔一***氏（京都大学大学院情報学研究科梅野研究室）から**(1.4)「地震時変位における震央距離減衰特性の経験的評価」**とのタイトルで、世界各地で発生したMw7以上の大地震の直前に発生しているCORS（GNSS連続観測点）の変位が、地震の前兆であるかどうかを評価する前提として、震央から遠いほど振幅が小さくなる比率（減衰指数）について、100例近い大地震についての評価結果が説明されました。ノイズの影響を小さくする相関解析法という手法を使うことで、微弱な変位が抽出でき、減衰指数は従来の理論値から乖離することが示された、としています。

電子基準点網の密度と観測の時間分解能を高めることの意味を示唆する発表でした。

広島市立大学の**高橋 賢**氏（情報科学部情報工学科准教授）からは**(1.5)「Galileo測位補強信号の日本とドイツでの同時刻観測」**とのタイトルで、欧州出張の機会に自作のソフトウェア無線によるGNSS受信機「PocketSDR」を持参して観測したGalileoのE6-B信号（HASメッセージ）が、自身の研究室で受信した内容と相違ないかを確認した、という発表をいただきました。旅行エピソードも含めた解説が、HASメッセージの構造とPocketSDRの威力の理解につながる、効果的な発表であったと感じました。

午前の部の最後は、JAXAの**佐々木 俊崇**氏（第一宇宙技術部門高精度測位システムプロジェクトチーム）より**(1-6)「軌道上高精度単独測位（オンボードPPP）技術の研究開発状況について」**とのタイトルで発表をいただきました。ちょうど前週末の5月17日（土）、ニュージーランドの射場より、オンボードPPP実証のためのコンピュータ／受信機を搭載したQPS研究所のSAR-10号機「ワダツミ-I」の打ち上げが成功し、初期運用も順調に進行しているさなかでの登壇となりました。発表ではオンボードPPPの効果とインパクト、実験手法やサクセスクライテリア、世界各極の技術動向、QZS不可視帯をカバーする方法などが説明され、今後の成果に期待が持てるものでした。

総じて第一セッションのご発表は、高精度測位が、地表や地殻変動、地下の重力や地震、そして宇宙でのPPPまで、広く活動範囲を覆うものであることが実感できるものでした。

2日間のセミナーとあわせ、当日の内容もオープンな形でYotubeで再掲されることになりました。いただいたご評価が、今後につながるものになればと思います。

研究発表会セッション－Ⅱ報告

広島市立大学 高橋 賢（正会員）

第2セッションでは、6件の最新研究成果が発表された。

2.1 2機の周回衛星を用いた月面測位システムの測位精度特性

須藤 雄哉*（中部大学大学院）

著者は測位衛星2機のみからの電波受信にて月面測位を行うために、伝搬時間（time of arrival）とドップラーシフト（frequency of arrival）の両方を用いる測位方法を提案している。本発表では、測位衛星の軌道傾斜角および衛星高度の測位誤差への依存性が報告された。時刻誤差や周波数誤差はともに測位精度を劣化させる。解析により、2衛星のうちの一つの衛星の軌道傾斜角が大きいほど、また、軌道高度が高いほど、これらの誤差が軽減されることが明らかになった。

2.2 ソフトウェア無線による月測位受信機の開発と検証

曽布川 璃音*（中部大学大学院）

著者は、月面測位のためのソフトウェア無線を開発している。本研究発表では、オープンソースGPS信号シミュレータgps-sdr-simと、オープンソースGNSS受信機PocketSDRの両方について、周波数、変調方式、衛星軌道など、現時点で判明している月測位パラメータに変更して実現した月測位シミュレータが報告された。この測位機能がワンボードマイコンRaspberry Pi 5でも動作することが確認されている。

2.3 リアルタイム化に向けたGNSS-SDRの信号追尾部の改良

後藤 啓輔*（東京海洋大学大学院）

ソフトウェア無線によるGNSS信号解析においては、測位衛星の地球との相対移動に伴うドップラ効果補正が必要になる。一方、このドップラ効果補正のために、受信機では信号サンプル読み込み量の修正が求められてきた。著者は、信号サンプル読み込み量修正の代わりに、受信機内レプリカのドップラシフト修正を行うことを提案している。提案法により、衛星ごとのドップラシフトによる信号サンプル読み取り量変動がなくなり、RTKのFIX率が向上した。

2.4 距離バイアス誤差を同時推定するLinear Least Squaresによる TOA 測位

小宮山 弘樹*（明治大学大学院）

複数の座標既知な基準局からの距離測定による新しい測位方法を提案している。著者は、すべての距離をペアにして測位する方法と、すべての距離平均を求めた上でそれとの距離差分に元に測位する方法を提案し、時計同期バイアスを求める解析式を導出した。この結果より、座標の最小二乗解を求めることも可能である。

2.5 UWBとGNSS/INS複合による都市部におけるシームレス航法に関する研究

逢坂 惇志*（大阪公立大学大学院）

一時的なGNSS利用不可に対する測位補完として、著者は、UWB(ultra-wide band)双方向測距と慣性航法装置INSとを複合させる拡張カルマンフィルタを提案している。UWB-INSとGNSS-INSとの疎結合を実現し、ドローン実験にて提案法による測位の連続性向上を確認した。

2.6 2つの受信機を使用した低軌道衛星によるFDOA測位の補正手法

小林 海斗（東京海洋大学）

低軌道衛星を用いた測位方法として、著者は、衛星信号ドップラシフトを用いたFDOA(Frequency Differential of Arrival)測位と、2アンテナ受信の組み合わせを提案している。二行軌道要素(TLE)と3衛星信号ドップラシフトから受信機座標を推定する式を導出する一方、座標既知な基準点でのFDOA測位結果を用いたFDOA測位補正により、TLEに含まれる衛星座標誤差をキャンセルしている。電波受信実験により、提案法が12キロメートルを超える水平座標誤差を100メートル程度にまで削減できることを確認した。

研究発表会セッションⅢ報告

東京海洋大学　博士研究員　小林海斗（正会員）

全国大会 3 日目の研究発表回の第 3 セッションで座長を務めさせていただきました。

3.1 GNSS測位におけるEBAAを用いたジャミングの影響低減に関する研究　　森　貫喬*(大阪公立大学大学院)

アレイアンテナを使用したジャミング信号の抑制手法をPIAA (Power Inversion Adaptive Array)法とEBAA (Eigenvector Beam space Adaptive Array)法の2種類で比較した実験結果でした。今回は電波暗室の実験でしたが、大阪公立大では福島ロボットテストフィールドにおける空間放射実験にも参加しているのでぜひそのときの結果も見てみたいと思いました。

3.2 GNSS微小変位計測手法における連続した観測時間ウィンドウの共通衛星を用いた誤差低減効果の初期検証　　横関 倖多*(静岡大学)

地すべりなどを早期検知するためのstatic測位システムについて、山の斜面に設置する関係上山の影によって可視衛星の組み合わせが頻繁に変わる問題に対して一定の時間窓で共通の衛星を計算し、その衛星だけでstatic測位するという手法を発表されました。衛星の選択は信号追尾で判断していましたが、設置点が固定であれば予め山の影のマスクを作って衛星の方位・仰角で選択するのも有効だと思いました。

3.3 RTK-GNSSを用いた陸上競技場作成支援Webアプリの開発　　岩本 侑土*(熊本高等専門学校)

競技用のサッカーコートなどを学校の校庭で作る際にRTKの受信機と連動したスマホアプリで正確なコートを作る方法が発表された。RTKを使わない場合メジャーを使用して4人ほどで作業する必要があるらしいが、RTKを使用して一人で作成したコートの位置誤差は10cm程度で十分実用に足るものであった。各地の学校などにこの手法が導入されれば教職員のかなりの負担軽減につながると感じた。

3.4 月面ローバーでの点群計測に向けた標識配置計画の評価法　　杉原 朋樹*(芝浦工業大学大学院)

測位衛星や既存の構造物がない月面での位置決定について標識利用型LiDAR-SLAMについて発表された。実験は月面を模したフィールドに直径20cmの標識球体を設置して行われた。事前のシミュレーションに対して±10cmの精度でローバーを走行させられたという。

3.5 ロバストなVisual Odometryのための画像ベースの再推定誘導処理　　江島 佑亮*(芝浦工業大学大学院)

屋内環境でカメラを使用したVisual Odometryで自律ロボットを制御する方法が発表された。ただし今回は歩行者を行った実験であったのでUAVなどでさらに実験をして欲しいと感じた。

3.6 河川環境で取得した時系列LiDAR点群からの航行船舶の抽出　　大平 和輝*(芝浦工業大学大学院)

河川の自律航行船において他船の検知をLiDARスキャンマッチングで行う手法が発表された。GNSSが使えない都市部の河川交通ではすでにLiDARが必須な状況なので追加でレーダーなどを追加せずに他船を岸壁などと区別して検知できるのは効率的だと感じた。次のステップとしてこの研究を自律避航などにも活かせると良いと思う。

注記：*は学生会員。学生最優秀研究発表賞は芝浦工業大学の大平和輝氏、学生優秀研究発表賞は中部大学の須藤雄哉氏と静岡大学の横関倖多氏が受賞しました。

初のハイブリッド開催を振り返る

科学技術ライター　喜多充成（正会員）

全国大会2025では、ZOOMを使ってのオンライン／オフライン・ハイブリッド開催となりました。参加の皆さんにとっては、国内外のさまざまな場面でご経験の場面かと思いますが、学会としては初めての、しかも手元にある資材のみでの試みであり、至らない面がありました。反省点を列記いたします。

1. 機器の接続は綱渡り

会場の講義室には映写設備と音響設備が備えられています。発表者PCからはVGAないしHDMI端子で映像出力を受け、音声はハンドマイクで拾います。オフライン（会場）参加者にはこれで必要十分なのですが、オンライン（ZOOM）参加者に音声を良好に届けるため、発表者PCの画面をZOOMでも共有してもらいました。セミナーではCPU負荷の高いSDR演算などを行う場面もあり、通信の安定性に多少の心配もありましたが、さいわい問題は生じませんでした。

音声は、講義室スピーカーが出す音声を再びマイク（PC内蔵のマイクではなく外付けのスピーカーマイク）で拾うという泥縄的な方法にならざるを得ませんでした。反響し聞き取りづらい部分もあったかもしれません。また持参したHDMIケーブルは、使えはしたものの長さが足りず、窮屈な場所でしゃべってもらうことになってしまいました。

2. ZOOM運用上のトラブルや工夫

「ZOOMの招待URLが届かない」という連絡が開始時刻以降も多く寄せられました。迷惑メールや詐欺メールが激増したことで、送受信のどちらの責ともいえないような状況でのスパム判定や転送ブロックがあったのではと思います。「メール以外での通信経路」も検討すべきではないでしょうか。

またZOOMのホスト（管理者）が落ちることで会議室が消失する事態を避けるため、複数のコ・ホスト（共同管理者）を設定し運用しましたが、とくにオフライン参加の会員にコ・ホストになってもらうことで安心感が増しました。現場はどうしても慌ただしくなるため、ZOOM運用に関しては専任の管理者を外部に置ければと思います。

3. 講演者の負担を減らしたい

午前午後を1人で通すセミナーと違い、研究発表会では20分ごとに発表者が入れ替わります。ご自身のPCで発表する場合（ほぼ皆さんがそうでした）は、PCを1）会場のWiFiに接続し、2）指定のZOOM会議室に入り、3）画面を共有するという三段階の手順を踏んでもらうことになりました。発表内容の最終確認もあるなかで、ランダムな20数桁の英数字を打ち込んでいただくことに心苦しさを感じます。この手間を減らし、発表に集中できる環境づくりができるよう、ぜひ皆様の知恵をお借りしたいところです。

また、とくにセミナーで顕著でしたが、質疑応答の際にオンライン組とオフライン組の間での情報疎通がないため、講師の先生にその仲立ちもお願いすることになりました。返答の前に、質問そのものを繰り返す手間をおかけしてしまったわけです。

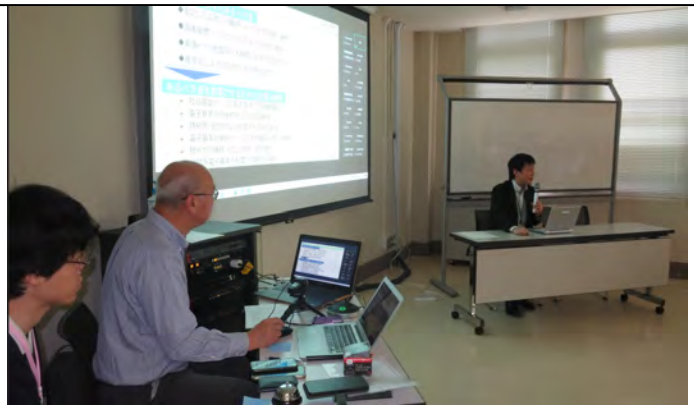
4. YouTubeでの公開

ZOOMのクラウドレコーディング機能を使うことで、セミナー、講演会、発表会を漏らさず記録することができました。1アカウントで複数同時録画はできないため、2件並行で行われたセミナーでは別のZOOMアカウントも必要となりました。記録された映像は、休憩時間などの不要部分をカットし、YouTubeの限

定公開(複雑なURLを知らされた人だけが見られる)の機能を使って配信を行いました。大会1週間後から配信開始し、約1か月間の時限公開でした。対象者はオンライン／オフラインの受講者に加え、セミナー開催当日に予定があり参加の叶わなかった方を救済するなどの意味合いから、新たにアーカイブ配信視聴の希望者を募り、数件の応募がありました。有償セミナーであるため動画のダウンロードや外部との共有を控えていただく旨お知らせはしていますが、来年以降のセミナーがより活発なものとなるよう、コンテンツの一部のオープン化(電子書籍の立ち読みに相当)も検討してみてはどうかと個人的には考えております。

＊

今後につなげるべく実施の内情をお知らせいたしました。よりよい情報共有のために有益と思われる手法や情報を、お寄せいただければと思います。



ハイブリッド研究発表会で奮闘中の喜多氏(左から2人目)

(引用)P.3,4 の福島壮之介氏の記事の引用元
電子航法研究所,“GBASについて”, https://www.enri.go.jp/jp/research/organization/nav/library/gbas.html
福島荘之介他,“衛星航法による精密進入着陸システムの開発と安全性の保証,” 電子情報通信学会論文誌B, Vol.J94-B, No.7, pp.802-811, 2011.
https://search.ieice.org/bin/pdf_link.php?category=B&lang=J&year=2011&fname=j94-b_7_802&abst=
井上恵一, 田口達夫, 鈴木和史, 近藤天平,“GPSを利用した航空機の着陸システム(GBAS)の開発,”, NEC技法, Vol.74, 2021.
https://jpn.nec.com/techrep/journal/g21/n01/210110.html
日本電気株式会社, NewsRoom, 羽田空港に納入した地上型衛星航法補強システムがアジア地域で初めて正式運用を開始, 2025年2月28日
https://jpn.nec.com/press/202502/20250228_01.html

測位航法学会役員

会長
安田　明生　　東京海洋大学

副会長
加藤　照之　　大正大学地域構想研究所
峰　正弥

理事
久保　信明　　東京海洋大学
神武　直彦　　慶應義塾大学
澤田　修治　　東京海洋大学
曽我　広志　　アクシス(株)
高橋　靖宏　　情報通信研究機構
瀧口　純一　　三菱電機(株)
中川　雅史　　芝浦工業大学
細井　幹広　　アイサンテクノロジー(株)
福島　荘之介　電子航法研究所
松岡　繁　　次世代測位技術株式会社

監事
初本　慎太郎　(株)日立産機システム
北條　晴正　　センサコムコンサルティング

イベントカレンダー

国内イベント

- 2025.09.01-06 GNSS サマースクール（東京海洋大学）
- 2025.10.22-24 GPS/GNSS シンポジウム（東京海洋大学）

注：太字は本会主催イベントで、いずれも TBC です。

国外イベント

- 2025.09.08-12 ION GNSS+ (Baltimore, Maryland, USA)
- 2025.09.15-18 IPIN 2025 (Tempere, Finland)
- 2026.02.04-06 PNT2026 (Sydney, Australia)

編集後記

今年の梅雨明けは早くも西日本まで来ており、暑い日が続いています。作物に必要な雨量が充分に降ったのかと心配にはなりますが、どうでしょうか？

測位航法学会としては全国大会も終わり、先ずは通年通り、その報告を掲載しました。また、GPS を利用した航空管制(GBAS)についての記事も寄稿頂きました。

これから更に暑い日が続いていくと思います。我慢することなく、是非、エアコンを利用されてお過ごし下さい。

ニューズレター編集委員長　峰　正弥

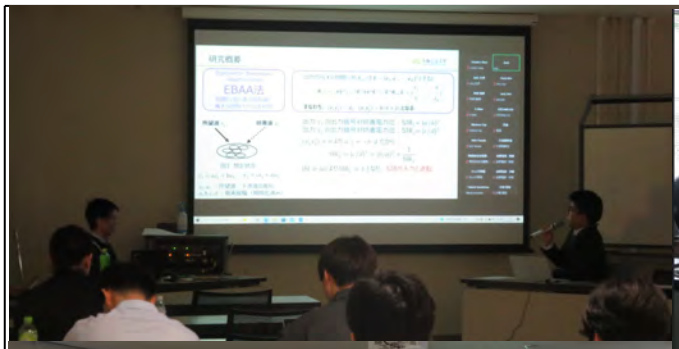
入会のご案内

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/entry/)

会員の種類と年会費：

正会員【¥7,000】
学生会員【¥1,000】　賛助会員　【¥50,000】
法人会員【¥80,000】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･シンポジウム等における参加費等の減免、ML による関連行事等のご通知・ご案内のお問い合せは：info@gnss-pnt.org にお願いします。



5月23日（金）、全国大会研究発表会の様子。スクリーン右側2列にオンライン参加者のリストの一部が表示されています。
三セッション18本の発表がありました。
（本文・P.8, P.9, P.10）

ソフトバンク株式会社

ヤンマーホールディングス㈱

セイコーエプソン株式会社

日本電気株式会社