

NEWSLETTER OF IPNTJ

測位航法学会ニューズレター Vol.XIV No.2 2023年7月7日

IPNTJ



測位航法学会 ニューズレター 第 XIV 巻第 2 号

目 次

P.2-3 RINEX前処理ソフトウェアRINGO
の公開について

川元 智司

P.4 セミナーⅠ 実施報告 坂井丈泰

セミナーⅡ 実施報告 海老沼拓史

P.5 セミナーⅢ 実施報告 鈴木太郎

セミナーⅣ 実施報告 久保信明

P.6 特別講演 小暮 聡

P.6 研究発表会セッション報告

セッション1 前半 高橋 賢

P.7 セッション1 後半 辻井利昭

セッション2 松岡 繁

セッション3 細井幹広

P.8 大会参加報告 金子 勉

セミナー参加報告 安永優真

P.9 ~11

QBIC アンケート#5の結果報告

曾根久雄

P.11 イベント・カレンダー・編集後記

P.12 セミナー写真 法人会員



測位航法学会全国大会は4年ぶりに対面（一部ハイブリッド）で実施されました。
5月18日行われた懇親会での模様です。



特別法人会員



お馴染みの顔が揃いました。新しいメンバーと一緒に。





1. はじめに

国土地理院では、2023年3月にGNSSデータの共通保存形式RINEX (Receiver Independent Exchange Format)の前処理ソフトウェア「RINGO」を公開しました。本ソフトウェアはRINEX 2.xx, 3.xx, 4.00形式に対応したコマンドラインツールで、データ編集、品質評

価(Quality check)等日々のデータ管理に必要な前処理を行うための機能を備えています。本稿では、開発の背景や、ソフトウェアの概要、他のソフトウェアとの比較結果を紹介し

ます。RINGOは下記のHPで公開していますので、興味のある方はぜひご確認ください。

<https://terras.gsi.go.jp/software/ringo/ja/>

2. RINGO開発の背景

近年のGNSS衛星の増加や衛星近代化に伴い、多くの衛星や信号が利用可能となりました。その一方で、得られるデータは複雑さを増しています。この状況を踏まえ、2021年12月にIGSIはRINEX 4.00を公表しました。RINEX 4.00はマルチGNSSに対応したRINEX 3.00の公表からおよそ14年ぶりとなるメジャーバージョンアップで、衛星近代化への対応が進められました。例えば、準天頂衛星の新しい信号であるL1C/Bへの対応や、これまで使い分けることができなかったLNAV, CNAV航法メッセージを別々に保存できるようになっています。また、RINEX 3.xxまでは航法メッセージには衛星系毎に共通の形式が用いられていましたが、RINEX 4.00ではメッセージタイプ毎に形式が定義されました。こうすることで今後の拡張が容易となります。その他、ヘッダへのライセンス情報やDOIの記載もサポートされ、近年のオープンデータの流れも取り入れられています。

衛星の近代化に合わせ改訂が進められているRINEXですが、その一方で、現在RINEX 4.00に対応している前処理ソフトウェアはほとんどありません。これまで、RINEXデータの処理には永らくUNAVCOのLou Estey博士が開発したTEQCが用いられてきました。TEQCはRINEX 2.xxにしか対応していないものの、多岐にわたるデータ編集機能や品質評価機能を備え、公開から約22年に渡ってRINEXデータ前処理ソフトウェアの標準ツールとしてGNSSコミュニティを支えてきました。しかし、Lou Estey博士の退職に伴い、2019年2月のバージョンを最終版としてサポートが終了されることとなりました。その他にはドイツ地球科学研究所(GFZ)が開発したGFZRNxやチェコPecny測地観測所(GOP-RIGTC)が開発したG-Nut/Anubis(現在はG-Nut Softwareが提供)等がありますが、GFZRNxはデータ編集にしか対応しておらず、商用利用は有償です。また、G-Nut/Anubisは品質評価機能のみが無償で、データ編集機能等は有償となる他、サポートしているファイル形式もRINEX 3.xxま

でとなっています。高須氏により開発されたRTKLIBパッケージに含まれるconvbinもRINEXデータ編集に対応していますが、どちらかといえばバイナリ形式の変換を目的としたソフトウェアです。

以上のようにRINEX 3.xxに対応したソフトウェアすら限られている中で、RINEX 4.00に利用可能なソフトウェアはさらに限られているのが現状です。今後配信が予定されている準天頂衛星のL1C/B信号の保存にはRINEX 4.00が必須となることを踏まえると、国土地理院でも早急にソフトウェアを整備する必要があります。そこで、TEQCの代替となるよう、またマルチGNSSやRINEX 4.00にも対応したソフトウェアとして開発されたのが「RINGO」です。

3. RINGOの概要

RINGOは、RINEXファイル編集、品質チェック、クロックジャンプ補正、電離層高次項補正、BINEXファイル及びRTCMファイルの変換、RINEXファイルの対話型ビューアなどの機能を備えたコマンドラインツールです。RINEX 2.xx, 3.xx, 4.00に対応しており、最新のRINEX 4.00まで使うことができます。また、本ソフトウェアの開発にはGo言語を用いており、外部ライブラリに依存しないシングルバイナリとして運用できる点も特徴です。現在ダウンロードサイトではWindows, Linux, MacOS, UNIX用バイナリを配布しており、国土地理院コンテンツ利用規約に従って利用することが可能です。

インターフェースにはそれぞれの機能の使い分けに便利なサブコマンド方式を採用し、それぞれの機能は以下のように呼び出すことができます。

`$ ringo [command] [options] inputfiles > output`

ここで、commandの部分にそれぞれの機能に対応するコマン

表1 RINGOの主な機能とコマンド

コマンド	主な機能
merge	RINEXファイル編集 ● ファイル結合、切り抜き、ヘッダー編集 等
clkcorr	クロックジャンプ補正 ● タイムタグ 又は 疑似距離 のクロックジャンプを補正
ioncorr	電離層遅延補正(1次項, 2次項) ● 補正にはIONEXファイルを使用 ● 2次項の補正には国際標準地場(IGRF13モデル)を使用
qc	観測データの品質チェック ● MP線形結合によるデータ雑音計算 ● ジオメトリフリー線形結合、電離層フリー線形結合を用いたサイクルスリップ検出
viewer	ビューア出力機能 ● 単一のHTML形式でグラフを出力
bingo rtcmgo	BINEXファイルのRINEXファイルへの変換

```
$ ringo merge 02550010.21o 02550020.21o > 02550010.21o_merged (merge obs files)
$ ringo merge 02550010.21n 02550020.21n > 02550010.21n_merged (merge nav files)
$ ringo merge --inclSat "GJ" 02550010.21o > 02550010.21o_GJ (includes only GPS, QZSS)
$ ringo merge --h.agency GSI 02550010.21o > 02550010.21o_head (editing header)
$ ringo merge 02550010.21d.gz > 02550010.21o (if "CRX2RNx" is available)
$ ringo qc 02550010.22o.gz 02550010.22N.tar.gz > qc.log
```

図1 RINGOコマンドの実行例

ドを指定し、続けてinputfilesにRINEXファイル等を指定します（主なコマンドは表1のとおり）。RINEXファイルはzip、Z、gz、bz2で圧縮されたものや、国土地理院が配布している衛星系毎のNavigation RINEXファイルをまとめたtar.gz形式のものも直接読み込むことができます。また、図1に示したのはRINEXファイルの編集、品質チェックの実行例となります。

4. 他のソフトウェアとの比較

RINEXファイルの総合的な前処理ソフトウェアとしてはTEQCが知られていますが、編集機能を提供するものとしてはGFZRNXやRTKLIBの一部であるconvbinが、品質チェック機能を提供するものとしてはG-Nut/Anubisがあります。ここでRINGOとのファイル編集機能や品質チェック結果の比較等をしてみます。

まずファイル編集機能についてですが、RINGO、TEQC、GFZRNX、convbinいずれもファイルのある期間のデータ切り抜き、ある衛星のみの抽出、サンプリング間隔変更、ヘッダ編集といった基本的機能を備えています。RINGOはその他に衛星名のソート機能等もあります。使い勝手に関しては、RINGO、TEQC、convbinは処理する対象ファイルを直接コマンドラインの引数として指定します。一方でGFZRNXは対象ファイルをオプション“-finp”の引数として指定する必要があります。また、RINGOは圧縮ファイルを直接読み込むことができますが、TEQCやGFZRNXにはその機能がありません。現在IGS

データセンターから提供されているファイルはほぼ全て圧縮されたものですから、これは使い勝手を良くする上で非常に大きなポイントです。さらに、RINGOはファイルヘッダ等から自動的にファイル種別・圧縮形式を判別しますので、ファイルの入力順を考慮する必要はありません。

次に品質チェックについてですが、これまで永らくTEQCによりデータ品質管理を行ってきたユーザーも多いことから、特にTEQCと同様の結果が得られるかどうかは重要なポイントです。そこで、RINGOの開発にあたってはできるだけTEQCに近い結果が得られるように調整を行いました。RINGOでは、TEQCと同様、観測エポック数、観測データ数、データ取得率等の他、信号のノイズレベルやサイクルスリップ数等を出力することができます。

国土地理院が運用しているIGS観測局「TSKB」の約24年分の品質評価結果をまとめてみると、2002年の受信機交換以降は、マルチパス線形結合から推定したノイズレベルがRINGO、TEQC、G-Nut/Anubisのそれぞれでよく整合していることが分かります（図2a, b）。また、電離層遅延(ION)線形結合を基にサイクルスリップを検出した結果を見てもRINGOとTEQCでほぼ整合した結果が得られました（図2c）。

2002年以前の結果にRINGOと他のソフトウェアでやや違いが見られますが、当時使用していた受信機ではL2の補足タイミングがL1よりも遅く、L2非補足時の計算方法が異なることがその原因と推測しています。

RINGOはL1とL2が出そろってから品質計算を実行しており、その処理の違いが表れている可能性があります。この部分についてはTEQCの結果を完璧に再現できていないわけではありませんが、TEQCのソースコードは公開されておらず、技術情報も限られていることを考慮すると、十分に整合した結果が得られているのではないかと考えています。

5. おわりに

RINGOはTEQCの代替を目指し、マルチGNSSデータや最新のRINEXに対応した前処理ソフトウェアとして開発・公開しました。まだまだ粗削りな部分も多いと思いますので、ユーザーの皆様の意見を歓迎します。（問い合わせ先：gsi-ring0@gxb.mlit.go.jp）

なお、論文が公開されておりますので、より詳細についてはそちらもご参照ください。

[論文]

Kawamoto, S., Takamatsu, N. & Abe, S. RINGO: A RINEX pre-processing software for multi-GNSS data. Earth Planets Space 75, 54 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40623-023-01811-w>

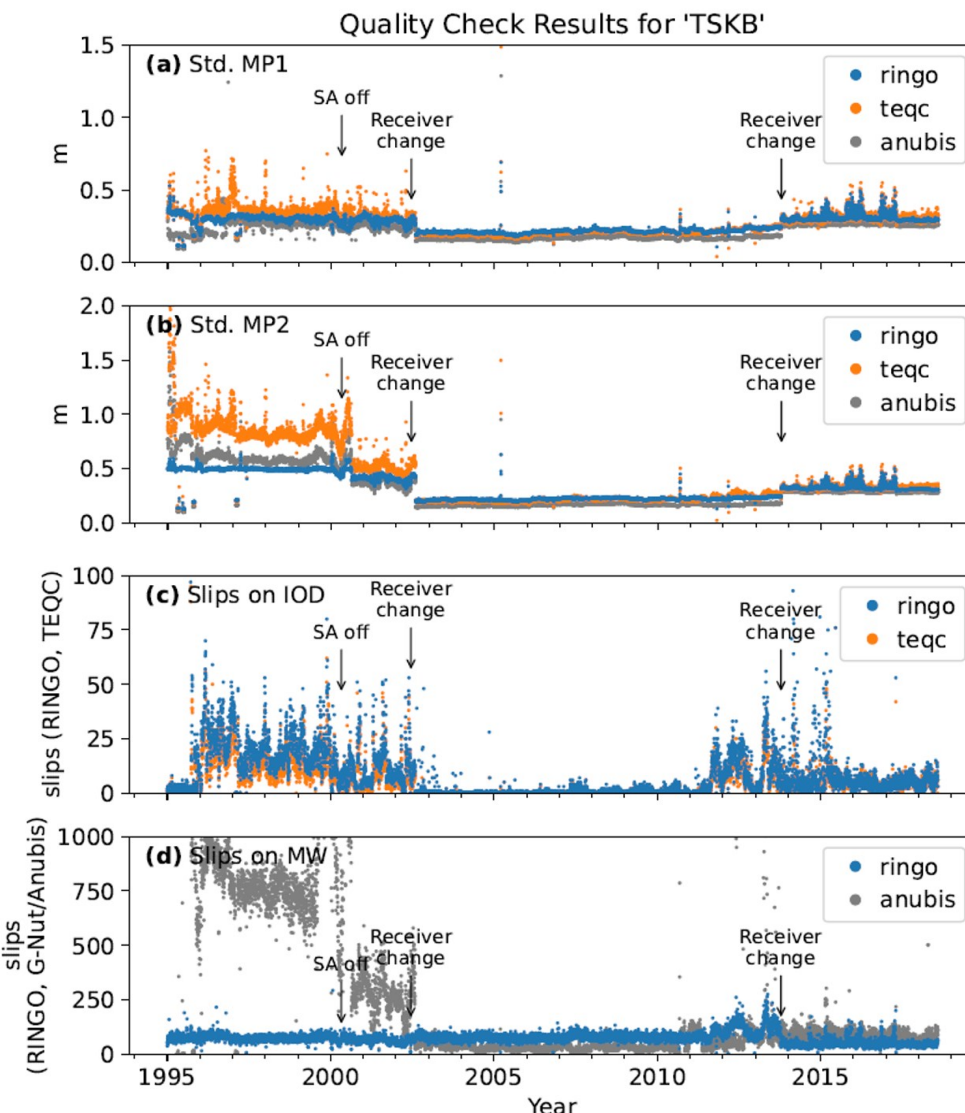


図2 RINGOとTEQC, G-Nut/Anubisによる品質チェック結果の比較

測位航法学会令和5年度全国大会開催報告

本年度の全国大会は4年ぶりに、2023年5月17日～19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。

全国大会はこれまで2日間のセミナーと最終日は研究発表会で構成されていました。今年もその例に倣いましたが、コロナ前まで二会場だったものを一会場にしました。計画当初は連休明けにはコロナも落ち着くものと思っていましたが、多数の集合は控えるべきかと思い、半日のセミナーをシリーズに4本としました。セミナー室の収容数は40名ですが、廊下側の壁を取り除けば、50～60名は大丈夫と思っていましたが、その後、壁の取り外しは禁止と言われて、心配していましたが、結果的には杞憂に終わりました。研究発表会の方は50名を超える登録が有りましたが、急遽ハイブリッド方式に変更して、会場は30名程度に落ち着き、Zoomも40～50名程度の参加が有りました。対面のセミナーでは多くの質疑がなされ有効だったとする半面、地方からの参加の壁から依然としてハイブリッドへの強い希望が寄せられています。

二日目のセミナー終了後には総会がハイブリッドで行われ、令和4年度活動報告・決算報告、令和5年度の活動計画案・予算案が審議され、承認されました。引き続き懇親会が開かれ、4年ぶりに対面での交流が実現しました。以下にプログラムの概要を示します。

5月17日(水)9:00～12:15

セミナーⅠ「GNSSの基礎」講師 坂井丈泰氏(電子航法研究所) 参加者34名

13:00～16:15

セミナーⅡ「ソフトウェア無線機を利用したGNSS信号シミュレータの実装」講師 海老沼拓史氏(中部大学)

参加者 26名(+衛星測位人材育成プログラム参加者)

5月18日(木)9:00～12:15

セミナーⅢ「GNSS信号処理の概要とソフトウェア受信機での実装の紹介」講師 鈴木太郎氏(千葉工業大学)

参加者 28名

13:00～16:15

セミナーⅣ「RTKLIBの利用例の紹介と高精度測位チャレンジについて」講師 久保信明氏(東京海洋大学)

参加者 36名

5月19日(金)9:00～9:40 特別講演(オンライン)

「QZSS5号機7号機ペイロード開発状況と将来R&D」

小暮 聡氏(宇宙航空研究開発機構:JAXA)

9:40～昼食を挟んで、16:15までオンラインを含めて16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・チェアの方々のご報告をご参照願います。

りました。それでも後半は少し時間が足りない感じでしたので、次回以降また改善の余地がありそうです。思ったより多くの質問をいただきましたので、コミュニケーションも十分でよかったかと思っています。

セミナーの最後には、最近の話題として、準天頂衛星システムについて話題を提供させていただきました。7機体制も視野に入り、利用も進んでいますので、GNSSの分野ではいまや当然ということだと思います。久しぶりの開催でしたが、みなさまの協力のおかげで順調に進めることができました。聴講いただいたみなさま、特に質疑をさせていただいたみなさま、ありがとうございました。



セミナーⅠ いよいよ開始です。

セミナーⅡ ソフトウェア無線機を利用したGNSS信号シミュレータの実装 中部大学 海老沼拓史(正会員)

本セミナーでは、2016年に公開したオープンソースコードのGPS信号シミュレータであるgps-sdr-simをベースに、GNSS信号として代表的なGPS信号の数値的な生成と、ソフトウェア無線機を利用したGPS信号シミュレータの実装について解説しました。ソフトウェアを公開してから、その内容を解説するのは、今回が初めての試みとなります。



セミナーの前半では、まずソフトウェア無線における変調の基礎となる直交位相振幅変調(quadrature amplitude modulation: QAM)について、基本的な三角関数の公式を用いて解説しました。QAM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。GPS信号をはじめ、多くのGNSS信号で用いられているBPSK(binary phase shift keying)は、QAMの最もシンプルな形といえます。さらに、QAMの位相や振幅を視覚的に理解するためのコンステレーションダイアグラムを利用し、衛星の運動などによるGPS信号のドップラーの影響が、どのようにQAMのIとQとして表されるのかを紹介しました。

セミナーの後半では、受信機で任意の時刻に受信されるGPS信号のIとQをどのように計算すれば良いのか、gps-sdr-

セミナーⅠ GNSSの基礎

電子航法研究所 坂井丈泰(正会員)



全国大会の初日に、標記セミナーを行いました。内容としては、GPSの基本的な仕組みから測位誤差の要因、ディファレンシャル測位といったところで、新しくこの分野に取り組んでいただく方々を対象として想定したものです。

今回はオンラインではなくセミナー室での開催ということで、3時間と以前に比べてコンパクトな内容にな

simのソースコードを参照しながら具体例を解説しました。GPS信号は、GPS時刻に同期した1023チップからなる擬似雑音符号(pseudo-random number: PRN)や、それらに重畳された航法メッセージのビット列からなる巨大なカウンタ(時計)です。GPS受信機では、任意の時刻に受信したGPS信号の航法メッセージのビットやPRNの位相から、その信号の送信時刻を知ることで、いわゆる擬似距離を求めています。GPS信号シミュレータでは、受信機の逆、つまり任意の受信時刻において、それぞれのGPS衛星の擬似距離分だけ遅れたPRNの位相や航法メッセージのビットを求め、それに応じたQAMの重みであるとQを計算することで、擬似距離分だけ遅れて受信されたGPS信号を生成しています。

今回は、初の試みということもあり、また時間も3時間と限られていることから、解説が不十分な点多々あったかと思えます。夏以降にも同じテーマでのセミナーを予定していますので、ぜひ改善を希望する点など、フィードバックをいただけると幸いです。

GNSS信号シミュレータは、市販品としても入手できるものの、いずれも高額であり、研究用途で購入するには、まだ数居が高いです。オープンソースであるgps-sdr-simは、プロフェッショナルな市販品の機器と比べると、機能は限られているものの、その自由度の高さから、GPS受信機のanti-spoofingの実験など、多くの研究に活用されています。また、QZNMAやGalileo HASなどの新しいサービスのテストや、いわゆるhigher than GPS orbitである静止軌道、さらには月軌道におけるGNSS信号の模擬など、さまざまな応用が考えられます。一見難解なコードですが、その原理自体はシンプルですので、ぜひこの機会にGNSS信号の数値的な生成の理解を深め、今後の研究に活用してください。

セミナー3 GNSS信号処理の概要とソフトウェア受信機での実装の紹介 千葉工業大学 鈴木太郎(正会員)

2023年5月18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セミナー「GNSS信号処理の概要とソフトウェア受信機での実装の紹介」を担当しました。このセミナーでは、GNSSの信号処理の基礎を学び、SDR(Software Defined Radio, ソフトウェア受信機)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、そして疑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、GNSSの信号の形式や構造について学んだあと、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行う手法について紹介しました。

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、疑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。

セミナーの後半では、配布したRFデータとソフトウェアGNSS受信機のソフトウェアを用いて、参加者自身のPCにおいて信号処理を試す予定でしたが、説明に時間がかかり実施することができませんでした。今回新しい試みでSimulinkを用いた信号処理の説明に利用しましたが、セミナーの時間の制限と練習不足により、実習の時間が足りなくなったことを参加者にお詫び申し上げます。今回のセミナーの反省点を改善し、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SDR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 RTKLIBの利用例の紹介と高精度測位チャレンジについて 東京海洋大学 久保信明(正会員)、尾関友啓(学生会員)

2023年5月18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セミナー「RTKLIBの利用例の紹介と高精度測位チャレンジについて」を担当しました。このセミナーでは、RTKLIBの授業や研究活動での利用例を紹介し、特に都市部移動体やマルチパス環境において、RTKの性能をどのように改善しているかについて説明しました。あわせて、高精度測位のアルゴリズムで、RTKのFIX率や精度を競う、高精度測位チャレンジの紹介を行いました。

東京海洋大学の学部3年時の授業では、特に演習において、RTKNAVIやRTKPOSTを利用し、30名程度の受講者全員に、単独測位、DGNSS、RTKそしてPPPを体験してもらいます。RTKNAVIを利用する場合は、研究室の屋上の2つのアンテナよりNtripで観測データを配信し、移動体の場合には、車両より配信しています。RTKPOSTを利用する場合、静止と移動体の観測データをわたし、学生らにどのように設定すれば性能が向上するかを試してもらいます。RTKの性能改善方法は、ドップラー周波数から推定された速度や搬送波位相の差分から推定された速度情報を用いて、FIX率がどの程度改善できるかを、実際の東京海洋大学周辺のデータを用いて紹介しました。あわせて、コード測位結果と速度情報の簡易統合手法について説明し、都市部ではよりスムーズな測位解を出せることを紹介しました。このプログラムは夏頃までに研究室のWEBサイト等で公開します。

最後に高精度測位チャレンジについて紹介しました。名城大の目黒先生と千葉工大の鈴木先生とチャレンジ用のデータ収集や概要について打ち合わせを開始しており、以下に概要を記載します。このチャレンジの目的は、RTKLIBのようなオープンソースを利用して、自らRTKやPPPのアルゴリズム改良を行うことのできる若手を増やしていくことです。

高精度測位チャレンジの概要



1. 7月中にGoogleForm等で参加者を募ります。
2. 東京及び名古屋でのそれぞれ3セット(計6セット)の観測データ(1つは都市部で1時間程度)を公開し、参加者にはデータをダウンロードしていただきます。基準局、移動局ともにu-bloxのF9P受信機1つとなる予定。
3. 解析はForwardで実施していただきます。リアルタイムで実装できるアルゴリズムが前提です。有償の測位ソフトの利用は不可。
4. 参加者には秋のシンポジウム(10月25日から27日のどこか)でどのように性能を向上したかの概要を発表頂きます(現地で発表できない場合、発表資料の送付等で対応)。人数の関係で発表者数を制限する可能性はあります。
5. 上位者3名には賞金(スポンサーがつく予定)があります。
6. 来年度以降もGNSSだけでない他センサも含めたチャレンジを予定しています。

特別講演・QZSS5号機7号機ペイロード開発状況と将来R&D 宇宙航空研究開発機構 小暮 聡(正会員)

準天頂衛星システム「みちびき」は、軌道上4機の運用衛星を用いて、2018年11月1日より、1)GPS補完、2)GNSS補強、3)メッセージングの主要3サービスを提供している。

現在、7機体制に向けた5, 6, 7号機の開発が進められており、H3ロケットの事故原因究明と対策が完了後に順次、打ち上げられる予定となっている。7機体制では、常時日本近傍域で4機以上の「みちびき」衛星群の信号を受信できる環境が実現し、ユーザは、みちびきからの信号のみで位置、時刻の算出が可能となる。日本周辺域において、7機の衛星によるDOP (Dilution of Precision)が良くなるような配置を選択しているが、DOPの値は他システムと比して大きな値とならざるを得ない。このため、ユーザ測位精度を目標として定められている水平ユーザ測位精度1mを満たすためには、SIS-URE(Signal In Space User Range Error)を現行システムより大幅に改善することが必要であり、5~7号機には、衛星間測距装置(ISR: Inter-Satellite Ranging)と、衛星地上局間双方向測距装置(PRECT: Precise Ranging with Exact Comparison of Time)の2つの機器が搭載される。

ISRはSバンドの2周波の測距信号を送受信し、衛星間の距離を計測、従来の地球上に配した監視局で収集したLバンドの測位信号の観測(衛星-監視局間測距値)に加えることにより、特に軌道面内方向の軌道推定精度を改善する。Sバンドは、衛星運用で使用されている周波数帯であり、ISRの運用については既存、将来打ち上げられる静止衛星等との干渉を考慮したシステム設計、運用設計が必要である。静止軌道衛星との干渉回避のため、5, 6号機は送信機能を持たず、受信のみ、5号機も赤道面通過前後や、他衛星との干渉が予測される軌道位置ではISRの送信を停止する運用を行う計画である。一方、PRECTは衛星の追跡管制、テレメトリ、コマンド運用を行うCバンドの上下回線を用いた双方向測距により、視線方向の軌道とクロック誤差を分離することで軌道クロック推定精度の改善を行う。これら2種類の観測量を用いた精密軌道クロック推定の地上検証システムは筑波宇宙センター内に設置され、5-7号機打ち上げ後、3年間の実証運用を行う計画で



ある。現在、5号機については衛星システム試験を実施中、6号機も搭載ペイロードの試験が完了、衛星システムメーカーである三菱電機へのデリバリーが完了している。

内閣府は2021年4月22日に「衛星測位に関する取組方針」を取りまとめ公表している。当該方針に基づき、JAXAでは、アンサンブルクロック、光衛星間測距装置の開発、 ΔV 高精度化の検討、次世代CPUや高効率SSPAの開発等、2~4号機の後継機への搭載実現性検討を行っている。

軌道上での不具合、故障時のサービス劣化を低減、ロバストなシステム構成を目指した機数拡張の検討も行われている。

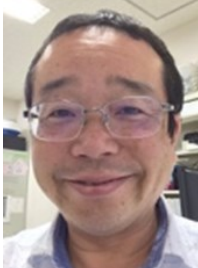
この他、JAXAでは、低周回衛星に搭載したQZSS対応受信機の観測データを用いて、QZSSとLEO衛星の軌道クロックを同時推定することで、軌道クロック推定精度の改善や、地上監視局数を削減、システム構築維持費を低減する研究にも取り組んでいる。

研究発表会セッション- I (前半)報告 広島市立大学 高橋 賢(正会員)

第一セッション前半では、測位方式と測位応用に関する3件の研究発表が行われた。

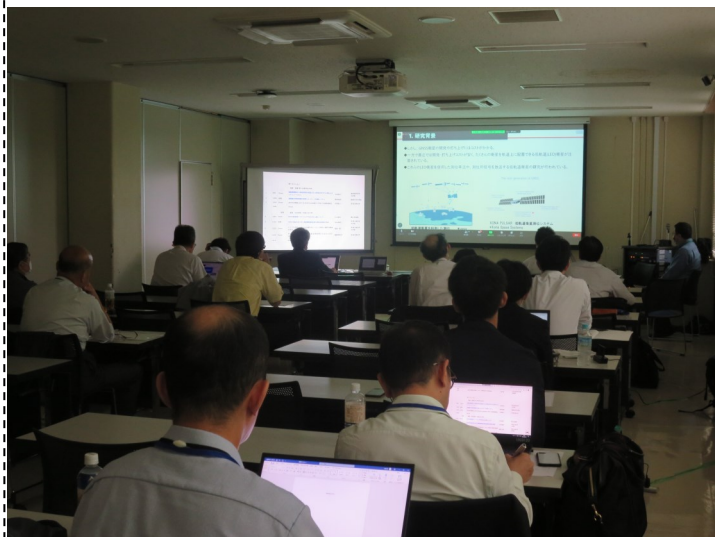
1. 低軌道衛星から測位信号が放送された場合のRTK Fix 率向上のシミュレーション 小林海斗*(東京海洋大学)

高度600 km程度の低軌道衛星による測位が実現した際のRTK Fix率を予測している。この予測に、GNSS衛星可視とRTK Fix率との関係をK近傍法にて機械学習した結果と、Starlink衛星の2行軌道要素情報を用いた。低軌道衛星の測位利用による衛星数増加の寄与を明らかにしている。



2. 高精度な時刻同期を実現したメディア記録システム 曽根卓朗*(静岡大学)

高精度タイムスタンプを既存カメラ映像に付与するための、8×8サイズのLEDアレイと3つのマーカーLEDからなる映像表示装置を提案している。GNSS PPS信号に同期した冗長化点灯パターンを表示させる。マイコンを用いた実験システムにより、撮影時刻を1ミリ秒以下の分解能で特定した。



研究発表会はハイブリッド方式で行われました。何故か会場は暗がりの中で。

3. 非GNSS環境におけるLiDAR-SLAM 退化に対応する船舶軌跡補正

木邨直人*(芝浦工業大学)

GNSSとLiDAR-SLAMの測位を相互補完するシステムにおいて、両者ともに利用できない期間の座標推定方法を提案している。天空見通しがなく、またLiDAR点群取得が不十分な環境において、後者の発生時刻を特定し、そこから等速運動することを仮定して、SLAMの推定結果と照合した。河川航行実験により、このような環境においても、座標推定とマッピングができることを確認した。

研究発表会セッション-I(後半)報告

大阪公立大学 辻井利昭(正会員)

第一セッション後半では、4件の発表があった。うち3件はオンラインであったが、会場より多くの質疑があり、対面と遜色のない活発な議論がなされた。

4. RINEX前処理ソフトウェアRINGOの公開について

川元智司(国土地理院)

国土地理院で開発・公開された、マルチGNSS 対応のRINEX データ前処理ソフトウェア「RINGO」が紹介された。RINEX ファイル編集、品質チェック、クロックジャンプ補正、電離層高次電補正、BINEX ファイル及び RTCMファイルの変換、RINEX ファイルの対話型ビューアなどの機能があり、研究者や品質チェックが重要となる事業者にとって有用なツールと考えられる。

5. GNSSを組み合わせた遠距離移動音源位置推定精度の検討

古谷政樹*(芝浦工業大学大学院)

GNSS衛星の時刻同期信号を利用した、マイクロホンアレイによる移動音源位置推定の研究・実験結果について報告された。特に、マイクロホンアレイ間隔が音源距離と比較して狭くなる場合について、音源位置推定精度について検討を行った。屋外実験の結果報告では、建物による音波の反射の影響のなど、今後の研究の発展に寄与する知見が示された。

6. インフラ点検UAVのための屋内外シームレス測位と撮影位置補正手法

齋藤一葉*(芝浦工業大学大学院)

屋内外でシームレスにUAVを飛行させるための、RTK-GNSS/Visual Odometry統合測位機能の研究開発について報告された。Visual Odometryで生じる累積誤差を補正する手法と撮影した画像から位置補正量を算出する手法を提案し、移動計測及びデジタルカメラを用いたシミュレーション実験の結果、提案手法の効果が確認できたが、対象地物の背景の変化が大きい場合などに課題も見られた。今後の発展として、UAV で撮影した高解像度画像をBIM/CIM データとして活用するシステムの開発などが考えられる。

7. 月面測量ローバによる高密度点群取得のためのLiDAR-SfM/MVS

重藤李佳子*(芝浦工業大学)

月面での遠隔施工や無人建設を想定した、標識設置型 LiDAR-SLAM による測量手法の研究について報告された。画像特徴や形状特徴が乏しいレゴリスで覆われている月面でも有効と考えられる手法を提案し、模擬月面環境で実験を行った結果、LiDAR-SfM/MVS処理による色付き高密度点群の取

得が、赤色球体標識を用いることで可能であることが確認できた。今後の課題として、センサシステムの宇宙仕様化などが挙げられる。

研究発表会セッションII 報告

宇宙システム開発利用推進機構 松岡繁(正会員)

第二セッションではZoom1件、会場3件の計4件の発表があった。

8. 搬送波位相の小数部だけを使う新測位手法(FCP)

小林誠司(公立諏訪東京理科大学)

長距離・低速度無線技術LPWAを利用するために、一般にRTK測位をする場合の観測データ量を削減する手段として同一時刻で検出した搬送波位相に着目し、データ量減と高精度維持両面の効果が期待できることを確認した。

9. RTKを用いた河川、海上での高度方向の測量と潮汐測定

小森健史*(東京海洋大学)

高度方向の精密な位置関係を海上において測定するために、楕円体高利用しジオイド高の測定精度を検証し、これにGNSSを利用した簡易的な潮汐測定手法を提案、この内容がどの程度精度・正確性があるかを評価した。その評価結果、ある地点でのジオイド高の新値がわかれば船上でのGNSS測位により約5cmの精度で水上におけるジオイド高を測定できることを示した。

10. Nullspace Projection を適用したMUSIC法によるスプーフィングの方向推定

米山まうむ*(大阪公立大学大学院)

GNSS信号はマルチパスやスプーフィングなどの不要波の影響を受けるため、アレーアンテナを使いスプーフィング信号の到来方向を推定可能かどうかを検証した。結果、良好な結果を得たので、今後は推定したスプーフィング信号を除去し、測位結果への影響を評価する報告があった。アレーアンテナの小型化と合わせスプーフィングの除去により高精度測位が可能なることを期待したい。

11. Pocket SDRによるMADOKA-PPPとHASの同時受信

高橋 賢(広島市立大学)

日本の測位衛星みちびき、欧州の測位衛星Galileoからの補強メッセージをソフトウェア定義無線で受信し、その比較した内容の報告があった。前者はみちびき衛星すべてから同一補強メッセージが送信され、後者は補強メッセージは分割され複数のGalileo衛星から異なる分割補強メッセージが送信されるプロトコルの内容であり、各々の特徴について説明があった。

研究発表会セッションIII 報告

アイサンテクノロジー(株) 細井幹広(正会員)

第三セッションでは5件の研究発表が行われた。GNSSの信号を応用したモノと、具体的な利用目的を持ったシステム開発に関する発表となった。

12. 2022年HTHH火山噴火に関連する電離圏擾乱の研究

津坂悠太*(京都大学大学院)

海底火山フンガ・トンガ=フンガ・ハーパイ



(HTHH)の火山噴火の前直前に特徴を持つTIDが観測されたことを報告した。噴火活動直前の電離圏に影響を及ぼしたメカニズムを明らかにすれば、火山活動をリモートで監視できる可能性を示した。

13. 2023年5月5日石川県能登地方地震前後の斜入射イオノンデ観測について

梅野 健(京都大学大学院)

地震発生前後にイオノグラムに異常が発生する事は以前から指摘されていたが、能登地方地震でも、電離圏異常の観測されたことが報告された。今後GNSS観測による解析でより詳細な調査をする予定としている。

14. Kinematic PPP の鉛直座標解に関する一考察

小司 禎教(気象研究所)

可降水量推定を行う事を目的に、固定局でKinematic PPPとStatic測位の鉛直座標解の比較をおこなった結果が報告された。高頻度解析で、測位解析にバイアスが発生する事が確認されており、今後より詳細な解析が必要である。

15. 投擲競技支援用小型自律走行車における運用に向けた検討

大森耀裕*(サレジオ工業高等専門学校)

投擲競技支援用運搬システムを開発することを目的とした、RTKとCLASの比較評価の結果が報告された。座標決定にはRTKの精度が必要となるが、運搬はCLASでの運用を決定し、今後ソフトウェア・外装の実装を行う。

16. GNSS・QZSS ロボットカーを改良した白線引きクローラ車の試作

入江博樹(熊本高等専門学校)

GNSS・QZSSロボットカーを改良した自動白線引き車両の開発状況が紹介された。クローラ型車体に白線引きを搭載したもので、GNSSと磁気センサーを搭載しフライトコントローラを利用し制御している。要素装置の動作確認は終え、今後精度検証や、走行計画の検証を行う。

注記：*は学生会員、最優秀学生研究発表賞は米山まうむ氏、優秀学生研究発表賞は小林海斗氏と津坂悠太氏が受賞しました。また曾根卓朗氏は社会人学生ですので選考対象から外させていただきました。

2023年の全国大会に出席して

日精株式会社

商品営業本部 ITビジネスグループ 金子勉(正会員)

私達は2021年4月に入会しました。新型コロナウイルス感染症のため今まで対面での会議が無く、リモートのみでしたが今回の2023年の全国大会がようやくオンラインでも開催される事になり、5月17日、18日のセミナーと、懇親会では会員の方々と挨拶が出来ると思いい期待してオンライン出席しました。

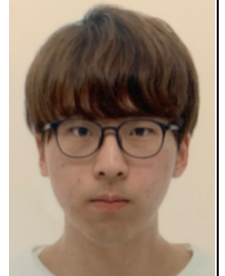
自分の理解不足でしたがジャミングやスプーフィングと言う受信障害はソフトで対策する物でアンテナ開発にはあまり関係が無いと誤解していましたが今回発表のあったNullspace Projectionでアンテナについても研究をされている大阪公立大学の辻井利昭先生、米山まうむ様と名刺交換をさせて頂きました。複数のアンテナの位相をコントロールしながら合成する技術は調べるほどに奥が深く応用分野が広い技術と判りました。BeamformingやCRPAs(Controlled Reception Pattern An-



tennas)も関連技術で、円偏波アンテナと相性が良さそうです。次のアンテナ開発の方向性を見つける事ができました。異なる環境の人と対面で会話をする事の重要性を改めて実感しました。(懇親会の模様は表紙ページに)

全国大会セミナー1～4参加報告

京都大学 安永優真(学生会員)



今回の全国大会で開催された4つのセミナー「GNSSの基礎」「ソフトウェア無線機を利用したGNSS信号シミュレータの実装」「GNSS信号処理の概要とソフトウェアGNSS受信機での実装の紹介」「RTKLIBの利用例の紹介と高精度測位チャレンジについて」全てを受講させていただきました。

私は4月から学部4年生となりました。これから研究を始めるにあたり、研究で使用するGNSSの知識が不足していることを強く実感していました。そこで、GNSSの基礎知識や測位手法を学ぶためこのセミナーに臨みました。

セミナー①「GNSSの基礎」では、GPSなど衛星航法システムについて、位置の測定方法や基本的な性質、誤差の要因、測位精度の向上や近年のGNSSなど、幅広く学ぶことができました。GNSSについての知識が少ない私からしても、分かりやすく内容の濃い3時間で、GNSSに対する理解や興味が深まりました。また、このセミナーで学んだ知識がその後のセミナーで生かされることも多く、とても実用的な講義でした。

セミナー②「ソフトウェア無線機を利用したGNSS信号シミュレータの実装」では、GPS信号や受信機の仕組みについて詳しく学んだ上で、GPS信号シミュレータのソースコードを使用してそれまで学んだ内容の実装を確認しました。電波で情報を送るということは何となく知っていたのですが、BPSK変調によりGPS信号を生成する計算方法などを学び、具体的に内容を把握することができました。また、講師の方のわかりやすい説明だけでなく、実際にソースコードを参照することでより理解が深まりました。

セミナー③「GNSS信号処理の概要とソフトウェアGNSS受信機での実装の紹介」では、GNSS信号の受信や信号の構造について学び、その後受信機でのGNSS信号の先頭捕捉や追尾手法について学びました。説明の度に、SDRでの実装紹介と実行を行っていただけたので、視覚的にも仕組みが分かりやすく理解しやすかったです。私は特にフィードバックにより一度捉えた誤差情報から関連のピークを取り続ける方法がとても印象に残っています。仕組みも複雑でなく、感動を覚えました。

セミナー④「RTKLIBの利用例の紹介と高精度測位チャレンジについて」では、RTKLIBについて、東京海洋大学での授業例や応用法、実際の研究について学びました。RTKLIBについてほとんど知らなかったのですが、このセミナーで実際に使用している研究を見て興味が湧きました。応用法や別手法を組み込む例について、RTKLIBへの知識をまた深めてから、再びこの資料を見返して勉強しようと思います。

更に、懇親会では他大学の学生の参加者と交流ができ、研究発表会ではGNSSに関する様々な発表を知ることができ、共にいい刺激になりました。セミナーや研究発表会で学んだ知識を踏まえ、今後の研究に生かしていこうと思います。次回は、私もこの場で研究発表をすることを目指します。

QBICアンケート#5の結果報告

宇宙システム開発利用推進機構(J-spacesystems) 曾根久雄



高精度衛星測位サービス利用促進協議会(以下、QBICと称します)では、2018年から毎年みちびきを含むGNSS利活用の浸透状況の定量的把握・定点観測、社会実装の加速・拡大のためのヒントやアイデアの収集、並びにQBIC活動への反映のために、QBIC会員並びに連携団体(会社、協議会)等にアンケート調査を実施しております。今回(2022年度)のアンケートは、5回目(#5)に当たり、QBIC第2期活動満了の判定時期(2023年総会)の直前となったことから、QBIC第2期活動目標である『「みちびき」サービスの社会実装が十分普及したと自他共に判断されること』に対する判断データ収集の意味もアンケート調査の一部に含めて実施しております。本報告では、QBICアンケート#5の調査の分析結果として、これらの概要を説明します。

1. 概要

(1) 実施方法と回答数

アンケート期間 : 2022年11月末～2023年1月26日

対象者 : QBIC会員及び連携団体を含むQBIC会員以外の団体・事業者

回答数(のべ数) : 229事業

(2) 主な調査項目

以下の項目に対する回答を、みちびきやGNSSを利用する様々な事業分野から、頂いています。

- ・ 各分野におけるみちびき・GNSS利用状況(チップ・端末分野は分けて調査)
- ・ 利用中の測位システム・サービスと精度
- ・ 想定される市場規模と受信機等希望価格
- ・ みちびきを利用する利点と課題
- ・ 運営に関する要望、他
- ・ みちびきサービスの改善要望
- ・ みちびきサービス(測位補強情報サービス)利用の普及に関する調査

2. QBICアンケート#5分析結果

2.1 全般

(1) 回答数の推移

QBICアンケート#5の回答数は、アンケート開始時期(2018年)から毎年増加しており、今回で開始時期から3.1倍(229件)となりました(図2.1-1)。その回答者を、提供側(受信チップ・端末を製造販売する事業分野)と利用側(提供側以外分野)に分け、みちびきやGNSSを事業に既に利用している回答者を「利用中」、みちびきやGNSSを事業に利用す

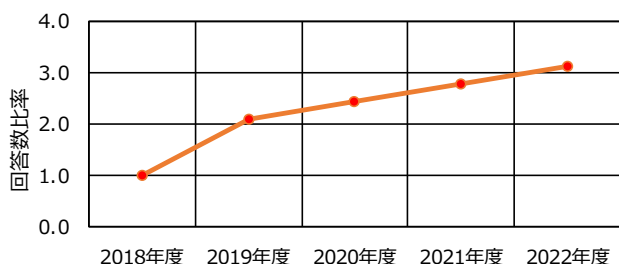


図 2.1-1 QBIC アンケート回答者の推移

ることを検討中の回答者を「検討中」、みちびきやGNSSを事業に利用する予定が無い回答者を「予定無し」として集計し、それらの構成比率の4年間の推移を示すと図2.1-2のようになります。多少2022年度の利用検討中の割合が減少済みで、利用予定無しが増加済みですが、過去4年間では、利用中の割合の大きな変化は見られません。

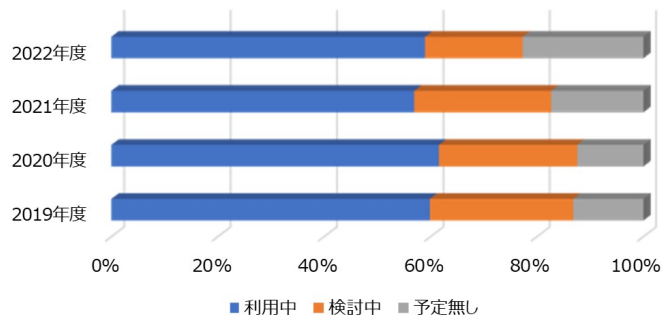


図 2.1-2 みちびきや GNSS を事業に利用している比率

(2) 回答者の状況

QBICアンケート#5の回答者は、受信チップ・端末分野14%、測量分野13%、教育・研究分野12%、さらに土木・建設分野7%と続きます(図2.1-3)。これらを事業ごとのみちびきやGNSSの利用状況別としてグラフ化すると図2.1-4となり、利用中と回答した数は、農業分野を含め結構多いことが分かります。

今回回答者の分野 回答数：229

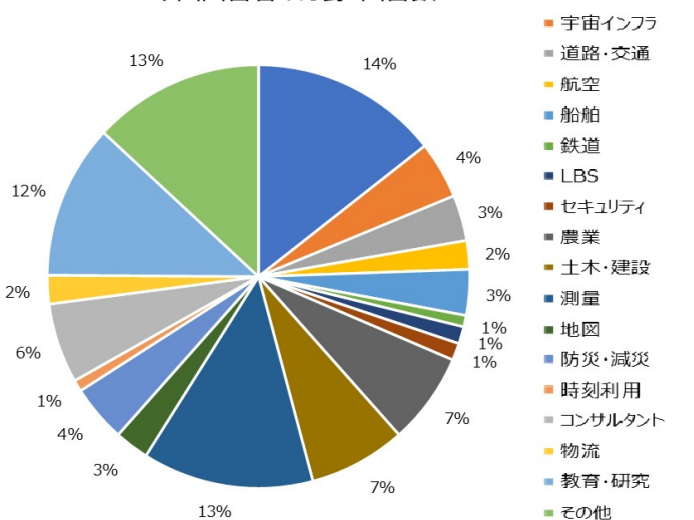


図 2.1-3 回答者の分野比率(右側上から時計回り)

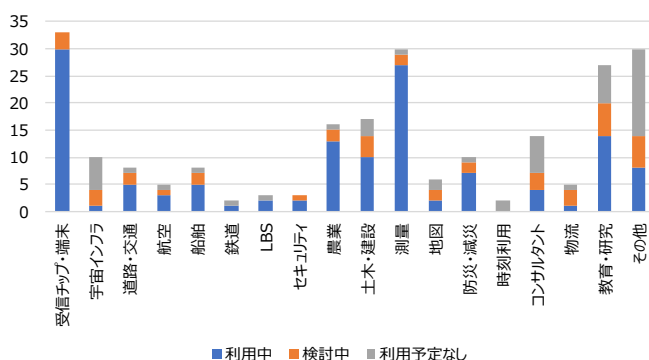


図 2.1-4 事業ごとの利用状況

2.2 利用側

利用側の回答をさらに、みちびきや他の GNSS を事業に利用中の方を「利用中」、利用検討中の方を「検討中」、利用予定無しの方を「予定無し」に分け、比率で示したのが図 2.2-1 です。また、提供側と利用側の事業開始時期の各年度の頻度比率を示すと図 2.2-2 のようになります。提供側の事業開始時期の比率が、2018 年以降横ばい以下であるのに対して、利用側は 2023 年度以降の事業開始の比率が上がっていることが分かります。これは昨年度の結果にも見られた傾向であり、現状で提供側の準備が完了(部品供給が可能)し、利用側の市場における受信機利用(受信機完成品投入)が進む傾向の現われと見られます。

利用側の事業に利用中の方「利用中」と利用を検討中の方「検討中」の回答を、必要な測位精度、受信機価格、他の手段等の併用状況、業界での予想事業規模の各面で比較し、グラフ化した結果が図 2.2-3 になります。(a)要求測位精度では、「利用中」の方の大半が 5cm 以下でしたが、「検討中」の方は 5cm ～ 10 cm が増え、5cm 以下の

比率が下がる傾向です。(b)受信機価格では、「利用中」の方が使う 5 万円以下の価格が 26%であるのに対し、「検討中」の方では 6 割を超え、5 千円以下も 20%程度の比率になっていることから、新しい事業に利用を検討中の方は更なる低価格化を望んでいる様子が伺えます。(c) 他の測位サービスやセンサー併用では、屋内測位の併用部分で「利用中」と「検討中」の数は近づいていますが、比率では INS や LiDAR を含むその他の手段との併用では「検討中」の数が少なくなっています。これは、「利用中」の方と「検討中」の方では利用環境や条件に差があるためと見えます。このような背景から、事業へ「利用検討中」の方は、(d)約半数が想定する市場規模を 100 台～ 1000 台と見ており、「現在利用中」の方より堅実に考えているようです。

2.3 提供側

提供側の回答者を、事業に「利用中」、「利用を検討中」、「利用の予定無し」で分けると、利用中が 91%、検討中が 9%、予定無しが 0%でした。提供側の製品の提供形態としては、「受信機」が約半数、それ以外に「受信モジュール」や「受信チップ」等のユニット提供が 4 割程度になります(図 2.3-1)。

提供側の、みちびきや他の GNSS を事業の利用開始年度及び開始予定年度は、図 2.2-2 の様に 2018 年から横ばいかそれ以下の状況です。提供側の製品が一番多く使われる

分野は、受信チップ・端末分野であり、製品の提供を受ける分野はまだ提供側の事業範囲であり 3 割を超えます。

利用者が

利用できる受信機に対して、受信チップや受信モジュールの提供を受けた提供側から、さらに受信機を組立て装置化した上で、提供側に部品として供給されている様子が判ります。続いて提供側からの製品が多く提供される利用側の分野は、土木・建設、農業、測量、道路・交通となっています。これは、アンケート回答者の分野の比率と同様な傾向です。

2.4 みちびきサービス(SLAS、CLAS)利用製品の普及イメージ

現在、みちびきサービス(SLAS、CLAS)は製品利用などで普及して来たと思うか、の間では、64%が普及して来たと感じていることが分かりました。

将来、みちびきサービス(SLAS、CLAS、MADOC)利用をさらに普及させるにはどうしたら良いかの問いに対しては、「時間の問題で普及するので問題はない」が 28%、「課題がある」が 40%、「分からない」が 32%でした。利用普及に対する課題を挙げている方の意見を整理し、「価格」や「PR 不足」は「市場の課題」とし、「性能」「可用性」「規格化」「安定性、信頼性」は「インフ

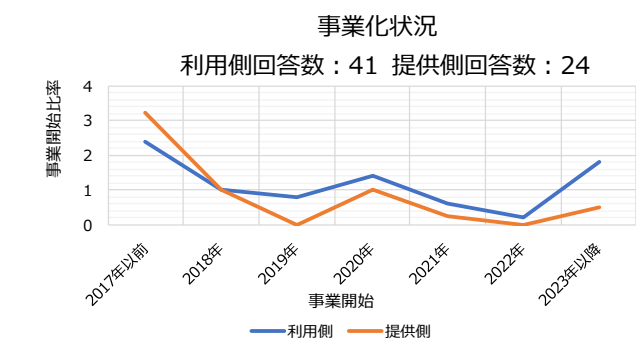


図 2.2-2 利用側と提供側の年度ごとの事業化頻度

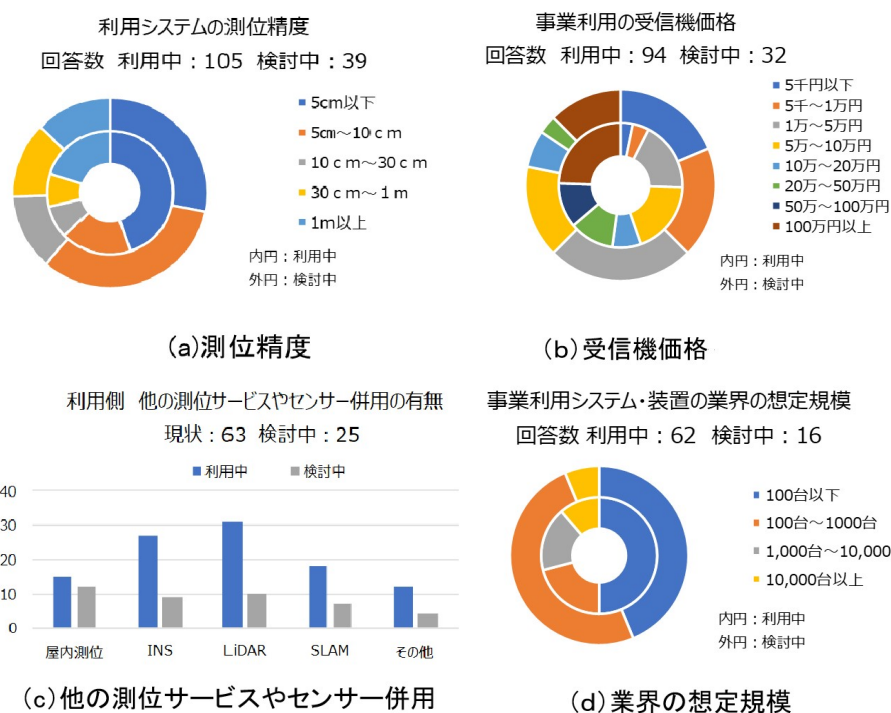


図 2.2-3 みちびきや他のGNSSを事業に利用中の方と利用検討

課題を整理 合計：111

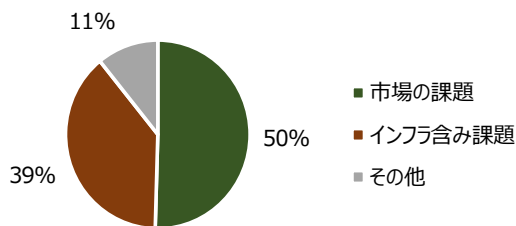


図 2.4-1 みちびきサービス利用普及の課題整理

「インフラ含み課題」15%、「問題はない」と「市場の課題」を合算すると約半数(48%)になります。

つまり、将来は、約半数がみちびきサービス(SLAS、CLAS、MADOCA)利用普及は、「市場の課題」(価格やPR 不足等)はあるものの時間の問題で普及すると思っています。なお、少数ですが、時間と共に解決しない「インフラ含み課題」(性能、規格化等)があると思う方もおられます。

3. QBIC アンケート#5分析まとめ

今回のアンケート結果から、利用側の測位精度への要求は緩み、10cm 以下が大半で、受信機価格も5万円以下の要求が大半となったことが分かりました。さらに「みちびきサービス利用」は、半数以上の方々が普及してきていると感じ、今後も普及すると感じていることが分かりました。この結果は、QBIC 第2期の活動満了判断の参考データとして使用されました。その他の結果の詳細は、QBIC ホームページに公開していますので、是非ご確認ください。

QBIC ホームページ・アンケート結果の公開：<https://qbic-gnss.org/post/4617>

測位航法学会役員 (2024 年総会まで)

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
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)
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)
浪江 宏宗 防衛大学校
福島 荘之介 電子航法研究所
松岡 繁 (一財)宇宙システム開発利用推進機構

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

ラ含み課題」と分類してまとめると図 2.4-1 になります。さらにこの課題を全回答 229 に戻すと、「分からない」37%、

イベントカレンダー

国内イベント

- ・2023.08.28-09.02 GNSS サマースクール(東京海洋大学)
- ・2023.10.17-20 宇宙科学連合講演会(富山国際会議場)
- ・2023.10.25-27 GPS/GNSS シンポジウム(TBC)
- ・2023.10.27-28 日本航海学会秋季研究会(鳥羽商船高専)
- * 太字は本会主催イベント

国外イベント

- ・2023.09.02-07 The ISPRS Geospatial Week 2023 (Cairo, Egypt)
- ・2023.09.11-15 ION GNSS+ 2023 (Denver, USA)
- ・2023.09.25-28 IPIN 2023 (Nuremberg, Germany)
- ・2023.10.15-20 17th ICG Meeting (Madrid, Spain)
- ・2023.10.30-11.03 Asian Conference on Remote Sensing (Taipei Taiwan)

編集後記

この時期になるといつも思うことなのですが、沖縄は梅雨明けそして九州からは梅雨の真最中。同じ日本の中なのに、日々の天候の地域差というのではなく、気候として異なっています。

また、この梅雨の感じは、毎年違います。おまけに最近では、線状降水帯の発生等もあり、本当に複雑な動きをしています。

この解明のためには、我々の得意分野である「地理空間情報」としての整理が不可欠です。データを細かく時系列で収集&整理し、地球規模でのシミュレーション解析を試みながら、動きを探ります。先の予測まで進めば、土砂崩れ等から我々を守るのみでなく、食物の安定供給に繋がり、安心・安全への道を、更に、膨らまして行きます。

いろいろとやることがありますね…皆さん頑張りましょう。

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：

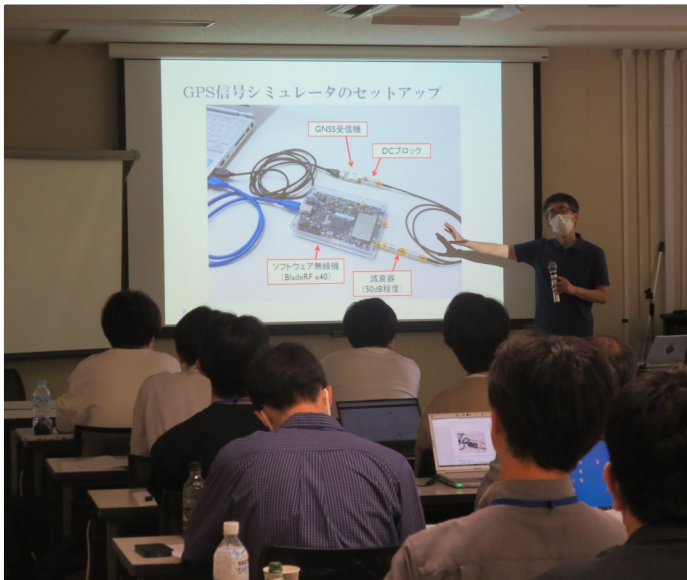
正会員【¥7,000】

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・ご案内のお問い合わせは：

info@gnss-pnt.org にお願ひします。



セミナーⅡ 講義風景 講師：海老沼拓史氏
休憩時間も質問攻めで大忙しでした。
本文 P.4～5

 三菱電機ソフトウェア株式会社

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

日本電気株式会社

 septentrio

セイコーエプソン株式会社

ENABLER

 OKI Open up your dreams

 NS Solutions

 SYNTONY
GNSS

 MARUWA

 LocationMind

 株式会社
快適空間 FC

 国際航業

 VIOS
SYSTEM

 Jspacesystems

ソフトバンク株式会社

NISSEI

ヤンマーホールディングス(株)

FURUNO

 JRC

 HITACHI
Inspire the Next

 AmT

 Hitz
Hitachi Zosen 日立造船株式会社

 CORE
CORE GROUP

 GPSdata
GPSデータサービス株式会社

 JTRANS
一般財団法人 航空保安無線システム協会

 MarGPS
特定非営利活動法人
海上GPS利用推進機構

 WING over the World
AISAN TECHNOLOGY

 MITSUBISHI
ELECTRIC
Changes for the Better

 JENOB
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

 KOMATSU

 JSAT
スカパーJSAT株式会社
宇宙・衛星事業本部

 GEOSUR

 ALPSALPINE

 KODEN
Koden Electronics Co., Ltd. IPNTJ