

マルチGNSS受信機



平成27年6月

スペースリンク株式会社

はじめに

- スペースリンク株式会社は平成18年から、経産省殿やJAXA殿の支援を受けながら、宇宙用測位受信機の開発を行ってきました。
- 現在は、人工衛星や宇宙ロケット用のGPS受信機を開発製造しております。
- このたび、新しい技術開発に成功し、マルチGNSS受信機を開発しました。
- この受信機を利用することで、従来の宇宙機用測位受信機および地上での測位データ利用ビジネスを大きく変貌させる効果があります。
- 弊社は、ユーザ様のご要望に添った製品開発にお役に立ちたいと考えておりますので、よろしくご検討お願い申し上げます。

スペースリンク株式会社の紹介

スペースリンク株式会社の概要説明

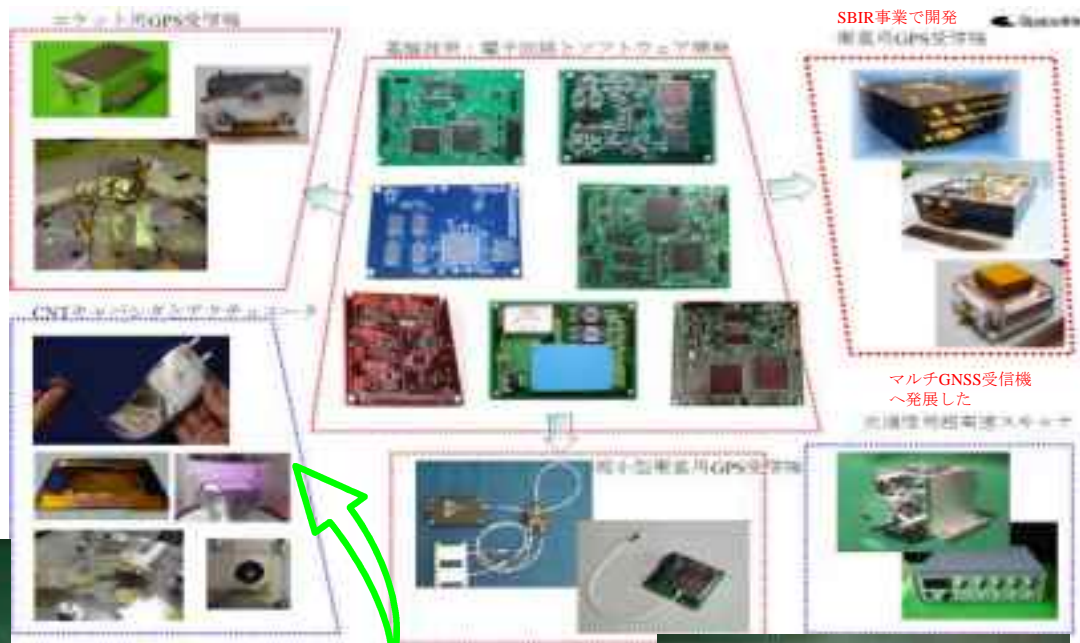
スペースリンク株式会社の設立
 設立 平成16年5月
 資本金 3400万円
 社員 20名
 住所 本社 〒251-0875 神奈川県藤沢市本藤沢3丁目16番6号
 慶応藤沢研究所 252-0816 藤沢市遠藤4489-105
 電話 0466-54-7737

スペースリンク株式会社の事業
 ① 測位受信機および応用システムの開発、製造販売
 ② カーボンナノチューブ応用技術開発、CNTキャパシタ、蓄電装置などの製造販売

衛星搭載用光通信装置の電子回路部分を開発した。



大容量カーボンナノチューブキャパシタを世界で初めて実用化した。



CNTアクチュエータを用いた、
2次元スキャン機構を製品化
CNTキャパシタの開発商品化

- 採択された公的支援:
- NEDO 新エネベンチャー推進事業
 - JAXA オープンラボ支援事業
 - NEDO SBIR 宇宙用GPS受信機の開発
 - 文科省小型衛星の開発支援事業
 - 神奈川県エネルギーベンチャー支援事業
 - 三菱東京技術育成財団 研究開発助成

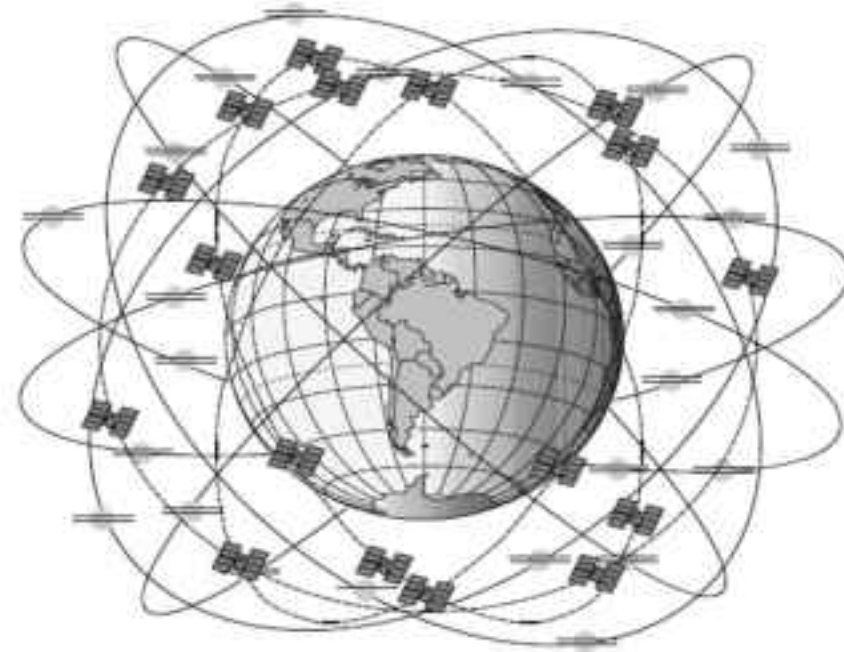


小型衛星搭載用電子回路の開発
 宇宙用測位受信機の開発
 宇宙用光通信電子回路の開発
 マルチGNSS受信機の開発

マルチGNSS受信機



- 測位システムはGPSや日本のQZSS以外にロシアのGLONASS, 欧州のGalileo、中国のCOMPASなどがある。
- 特にGalileo、GLONASSはGPS衛星とは異なる軌道傾斜角を持つため（GPS：55度、GLONASS：65度）、見える方位がGPSと異なる事が多く、補完性がある。
- 比較的高緯度や都市部でもGLONASS, Galileoを受信できるようにすると、測位安定性が高まる。
- また新しい衛星周波数は、精度が向上するように設計されており、これに対応すれば、より高精度の測位が可能になる。



GPSとGLONASSの軌道位置関係

マルチGNSS受信機の事業



マルチGNSS受信機の製造販売 (GNSS: 全地球航法衛星システム)

- 宇宙用測位受信機を開発製造し、超小型衛星、小型衛星、ロケットなどに搭載してきた。
- 準天頂衛星や海外の測位衛星を利用する事業が、これから大きく発展する。応用は95%が未開拓である。
- 国内に应用製品の開発ツールとして利用できるマルチGNSS受信機が無い。

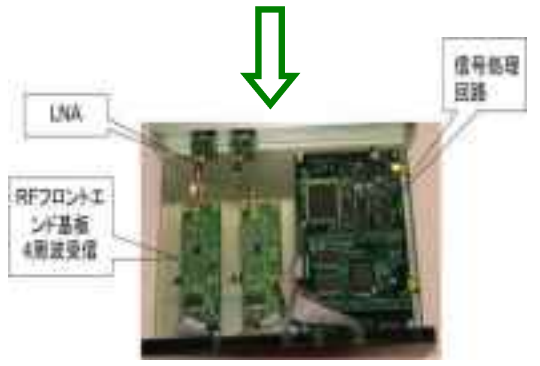
そこで、スペースリンク株式会社は世界中の測位衛星を受信できるマルチGNSS受信機の開発を行った。



- ・ 4周波受信で、GALILEO, GLONASS, GPS, 準天頂衛星を同時受信する。100ch以上の受信能力を持つ。ユーザプログラミングが可能。



日本の小型衛星に搭載すると、飛躍的に観測性能が向上する。



試作品の外観写真

2周波で電離層補正
多衛星システムGPS受信機の目標性能
精密測量
車用精密ガイダンスシステム
リモートセンシング

車に搭載すると、自動操縦が可能になる。

- ・ 特許1件申請中
- ・ 測位精度と安定性が格段に向上する。
- ・ 補正情報が多く得られ、複数周波数で受信するので、電離層補正をリアルタイムで行える。
- ・ 可視衛星数が増えるので、ビル街でも安定した測位ができる。

位置計測のさらなる高精度化、高速化、安定化が進み多くのアプリケーションが発展する。
ガイダンス、気象観測、海洋観測、精密測量、交通、道路

スペースリンク製マルチGNSS受信機の セールスポイント

1 ブラックボックスがないため、アプリケーション開発が自由

国内外の大企業が開発した受信機は、技術内容の提示が限られており、ユーザ独自のアプリケーション開発は困難

2 世界中の測位衛星を捕捉可能

他社と比較して受信周波数範囲が圧倒的に広く、複数周波数を受信可能。精度を10倍以上にできて、安定性が向上する。

3 チップ化が容易

基板を主に構成しているFPGA (field-programmable gate array) やSH4 (マイクロプロセッサ) からのチップ化は既存技術で容易

4 地域毎に測位衛星の選択が容易

地域毎に利用可能な測位衛星を、ハードではなくソフトで選択可能

5 低開発コスト

時間と資金を要するプロトタイプまで開発が完了しているため

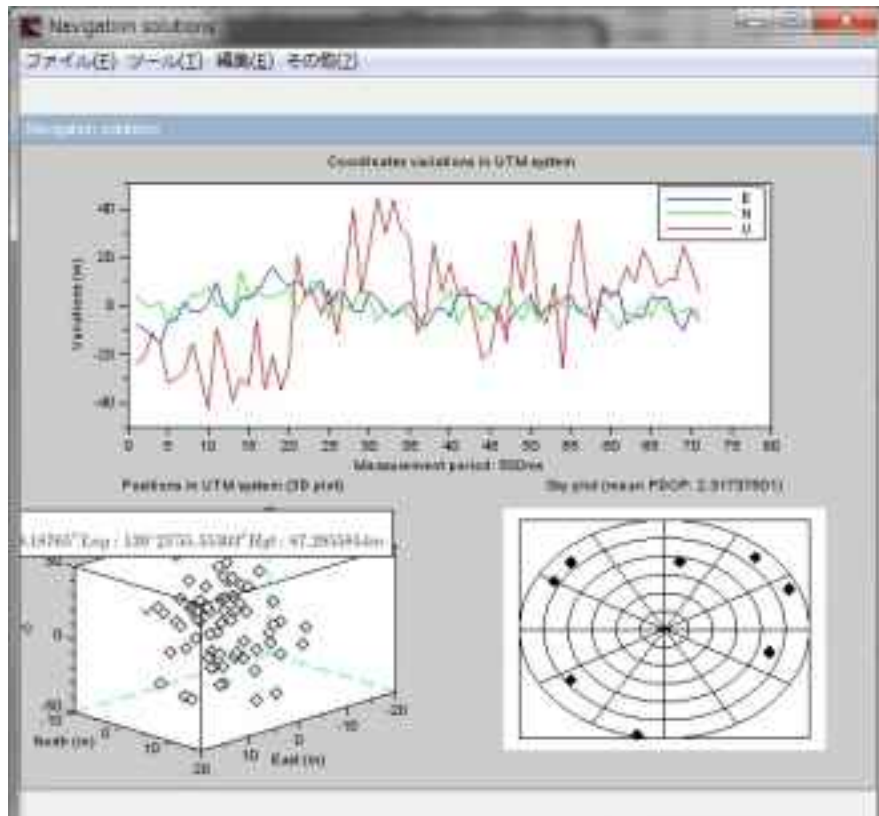
マルチGNSS受信機仕様

- 受信可能衛星と帯域：
GPS(GALILEO) : L1 (E1)、L2C,L5 (E5) *()内はGALILEO
GLONSS G1、G2 以上4周波まで同時受信
- サンプリングレート： 最大40MHz
- データレート： 4周波合算で16bit
- PCへリアルタイムデータ送信可能(最大320Mbps)
- L1CA単一周波数の測位精度：
3m RMS(L1CAシミュレータ使用時、電離層大気圏擾乱ON)
- 搬送波位相出力機能あり
- 測位データ更新周期： 10HZ
- 外部端子： アンテナ用SMAジャック1、USB2コネクタ2、USB3コネクタ1 、
外部電源用ジャック

マルチGNSSハードウェア受信機、4周波対応型外観



GLONASS測位試験結果



- GLONASSのG1帯域での測位試験を行った結果である。衛星配置がよければGPSの誤差の2倍程度の精度は得られる。
- GONASSはRTK測位での初期化時間を短縮目的には有効である。

GALILEO捕捉試験

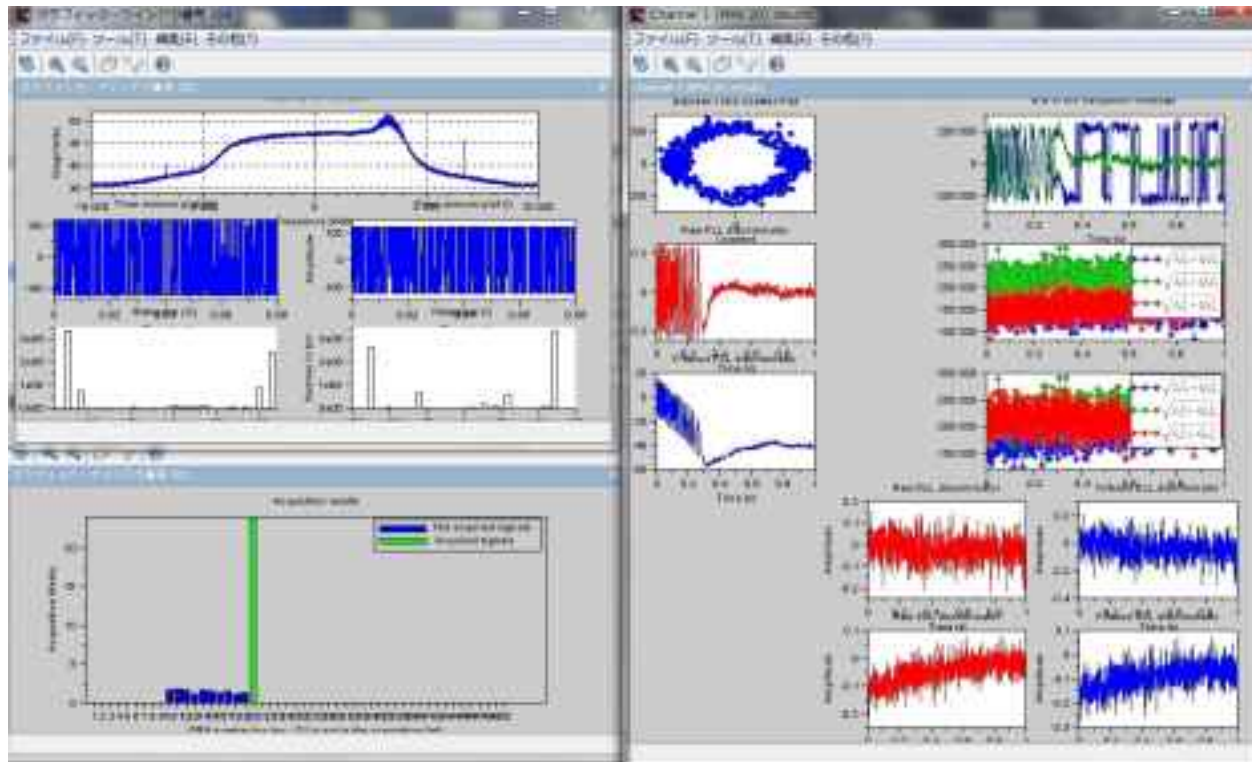


図12

- 欧州宇宙機関が打ち上げ、運用している測位衛星の GALILEOの補足を行った。
- FLLでのトラッキングであるが、捕捉とトラッキングがきちんと行われている。

COMPASS捕捉試験

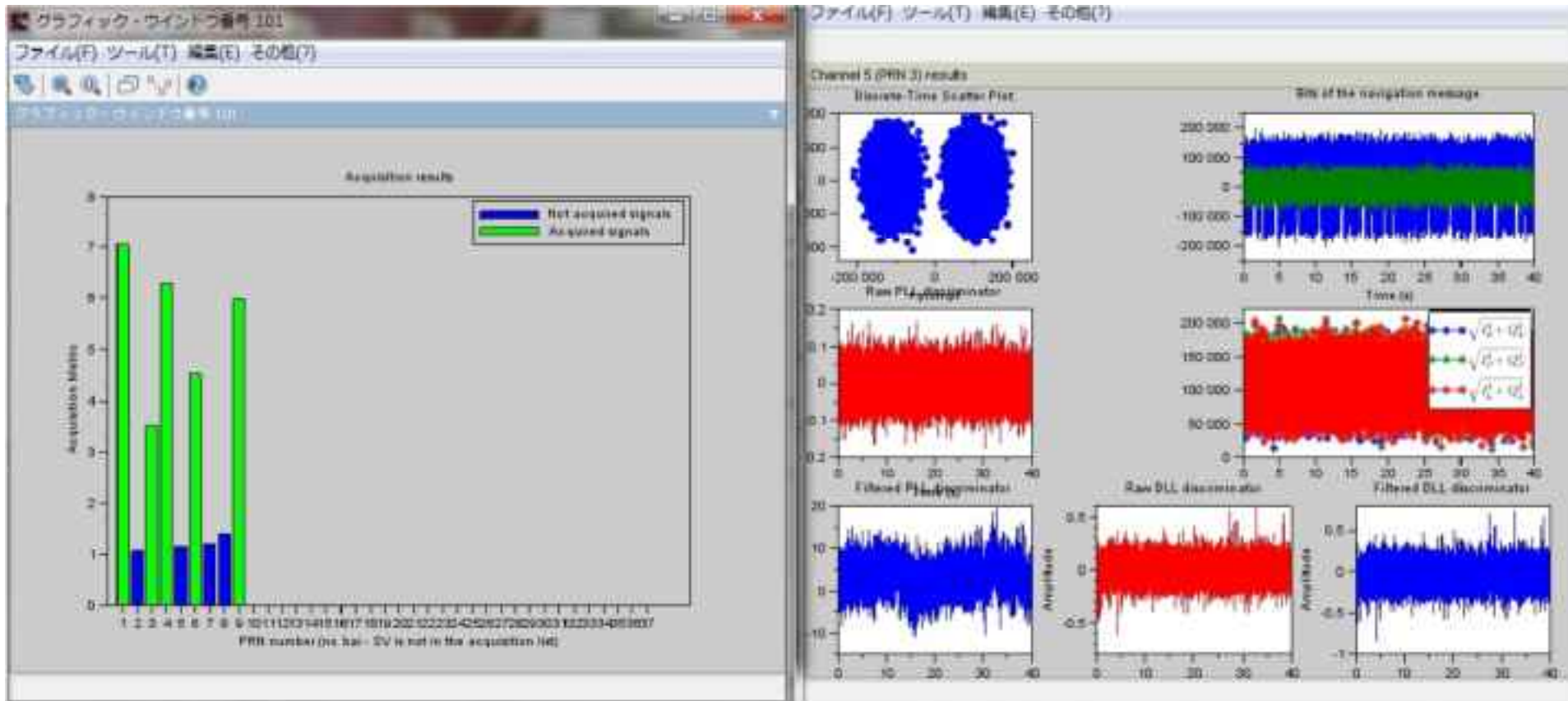
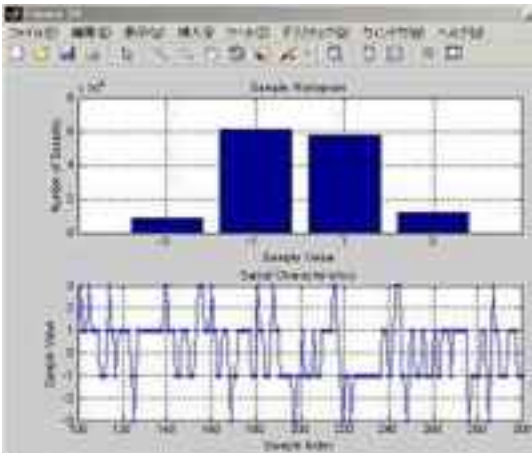


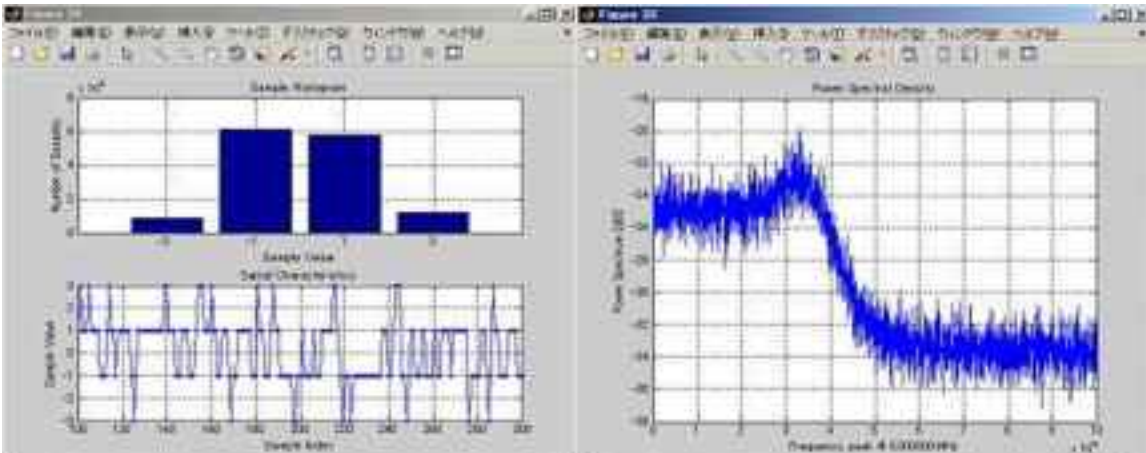
図13

受信実験 L1

ADデータヒストグラム



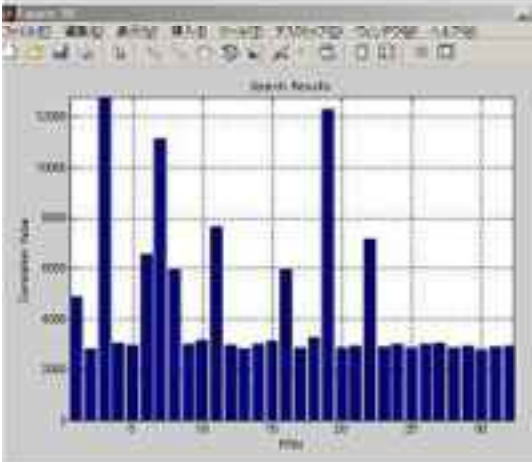
ADデータ周波数解析



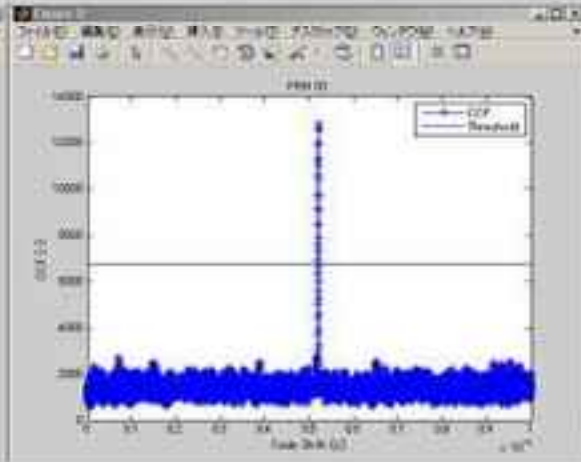
- ソフト受信機」で得られたGPS_L1のIF_DATAをPCに転送して、PC上のMATLABのツールで解析した結果である。
- IF 3.42 MHz の設定であるが、周波数解析でその周波数に相当する部分にピークが出ている。

GPSのほか準天頂衛星、GALILEO、GLONASS衛星、北斗衛星の受信に成功している。

衛星受信状況



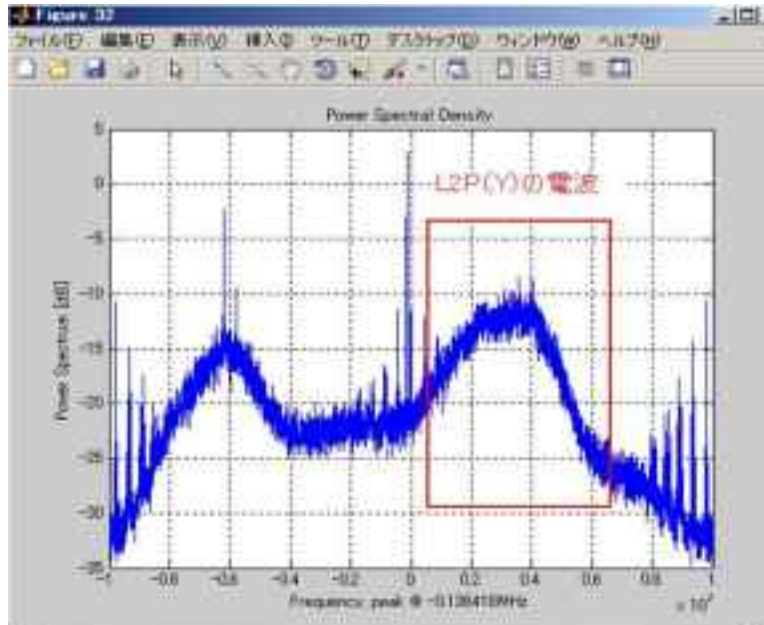
衛星信号解析



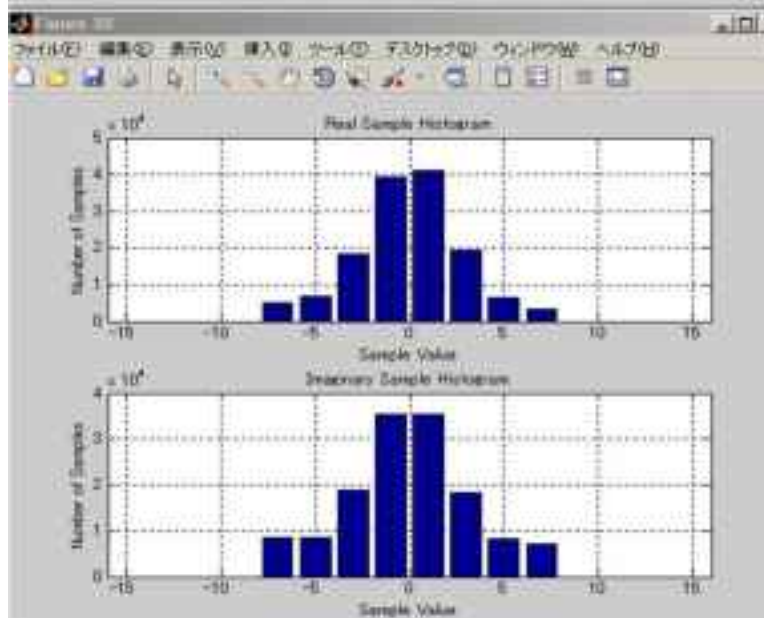
受信機の受信実験 L2

- L2の受信実験が左の図である。
- L2の電波の殆どはL2P (Y)という米軍専用電波であるため、周波数分析と、ヒストグラムだけの解析をまず行った。
- 解析は、ソフト受信機のL2帯域のIF データを6 bitのAD データに変換して、PCに送信し、PC上でMATLABを用いて解析した。
- IFは3.6MHzである。
- QZSSもこの電波を出しているので、ごく近い将来QZSSが4機体制になれば、L2Cでの受信も実用的になり、その結果大きく精度が向上すると思われる。

L2P(Y)の電波の周波数分析



L2P(Y)のIFのAD変換データのヒストグラム



GPS L2C捕捉試験

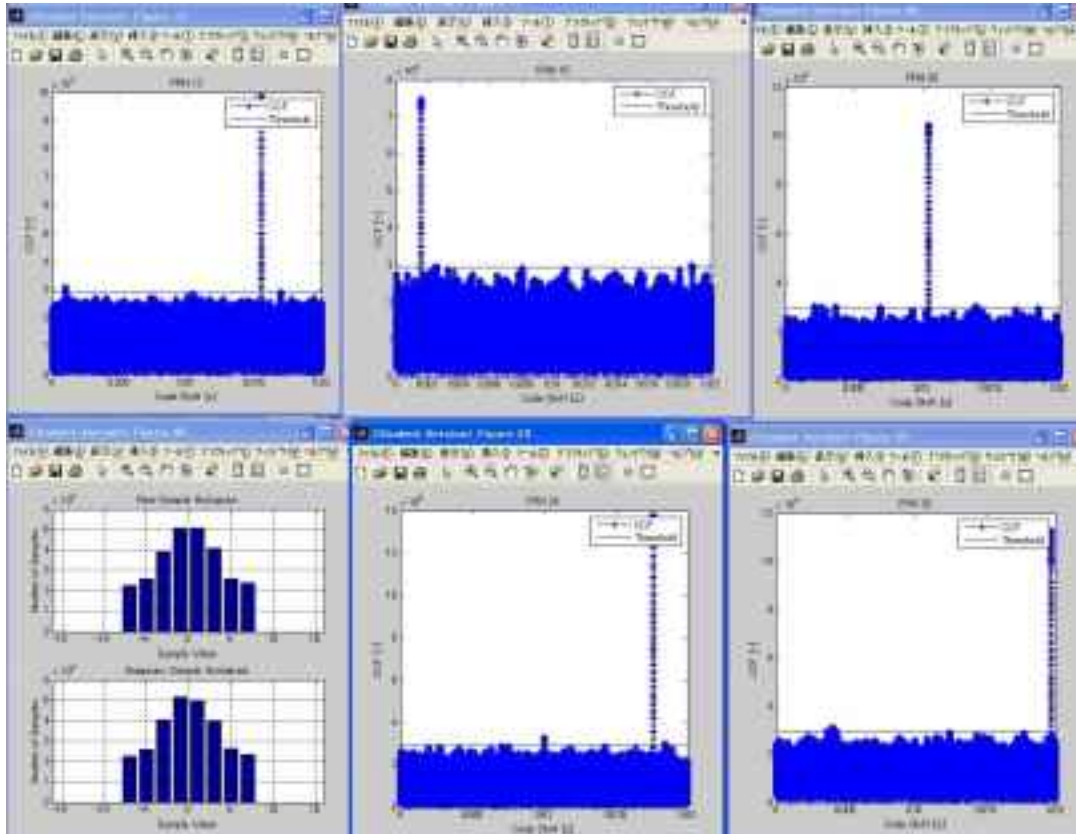


図14

- 民生用信号のL2Cを出力するGPS,QZSS衛星も全て捕捉可能である。2周波RTK測位に使用することも出来る。
- L2C出力衛星は、L2P(Y)出力衛星より数は少ないが、同じくL2Cを出力するQZSSが4機体制になると、日本及びアジア、オセアニアでは、数のハンディは解消される。

スペースリンク社GNSS受信機 2周波構成のメリット

- 電離層補正を正確に行うことが出来る
- 搬送波位相測位が可能になり、mm単位の精密な測位が実現可能になる
- 複数の衛星システムの同時受信
GPSとQZSS、GLONASSなどは軌道要素が異なり、GPSと異なる位置に見える
→DOP（測位精度の指標）が向上し、精度が向上する。
都市部などでも衛星を使った測位の可能な場所が増える。
- RTK測位などで、初期化時間が短縮される
- QZSS LEX信号もL1CAとの2周波受信法で比較的容易に受信できる（海洋大学鈴木太郎氏の本年度の測位航法学会セミナーでの発表資料による）

提案

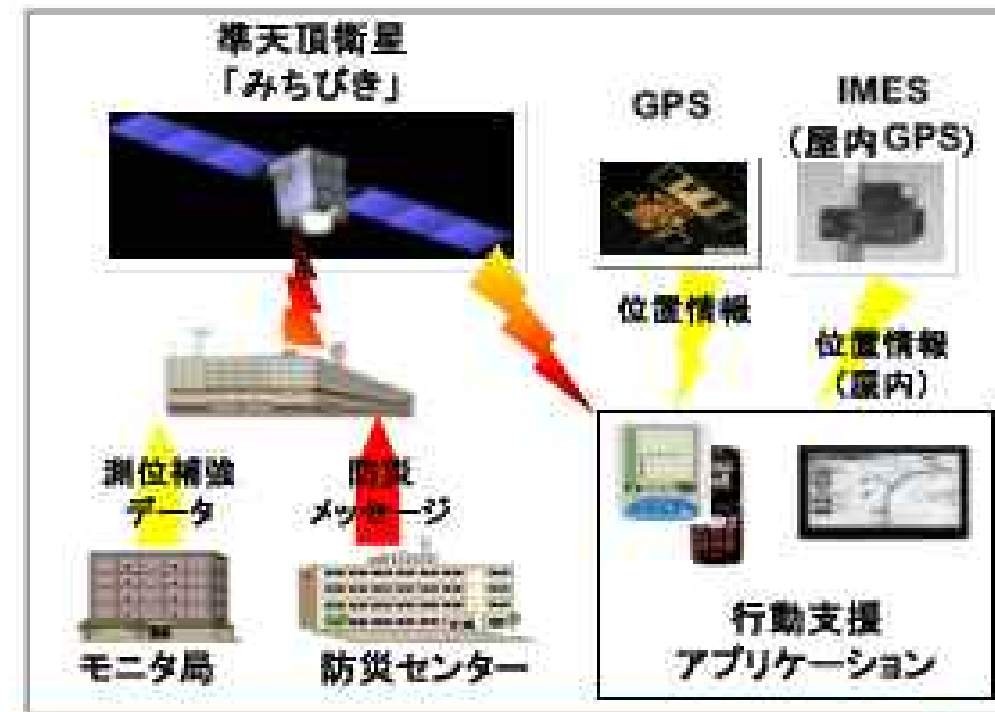
ロケットなど宇宙飛翔体へ適用すると格段に性能が向上

- 測位の安定性向上：GPS,QZSS,GLONASSに加えCOMPASSも利用する事により、多くの衛星を視野に確保することが効果的。
- 測位精度向上：搬送波位相測定技術や複数同時受信による電離層遅延補正、高精度補正情報利用などにより、精度をセンチ単位まで向上させる。
- マルチパス対策：複数周波数受信、多チャンネル受信によりマルチパスの軽減を行う。
- 干渉妨害対策：多チャンネル、周波数の切換技術などにより干渉妨害を排除することができる。

準天頂衛星を活用した避難誘導

災害時に

- 適切な被災者に
- 適切なタイミングで
- 適切な防災・減災情報を提供
- 地上インフラの状況によらず汎用的な端末で受信可能な位置情報により必要な地域に行動を支援できる情報を提供



以下、SPAC殿公開資料から転載

鉄道における衛星測位技術

鉄道会社は保守のコストに苦しんでいる。
 人手のかかる保守点検に準天頂衛星、GNSS
 の活用が効果的である。

(1) 除雪車用運転操作支援システム

除雪列車による除雪作業

保線社員が線路脇の標識に従って除雪車を操作
 除雪作業は主に夜間（営業列車終了後）



視界不良（吹雪等）の場合、標識を確認するのが
 非常に困難
 ・標識確認のため減速 ・作業員の極度の緊張



標識情報を車内のモニタに表示できる
 ナビゲーションシステムで支援



GPS+GIS（地理情報システム）による
 除雪車運転操作支援システムを開発

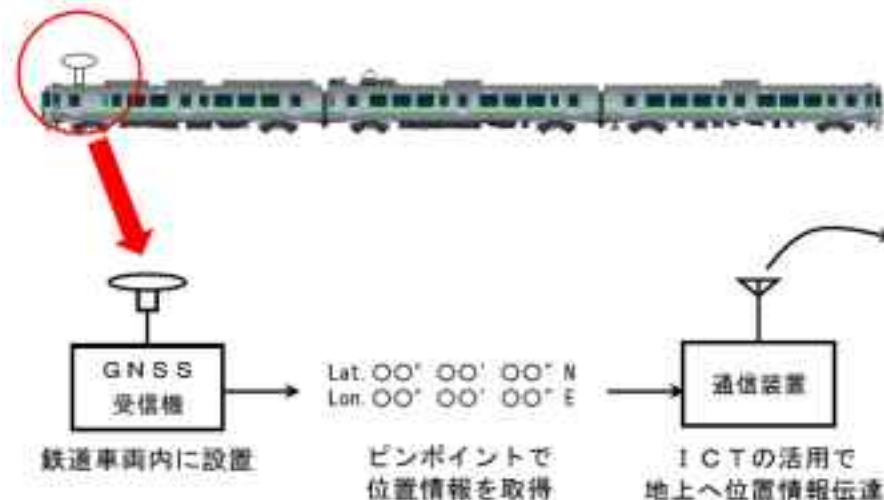


地上に数多くの設備が必要

区間で管理

インシヤルコスト高
 ランニングコスト高

詳細な位置がわからない



コスト抑制

詳細な位置情報を取得

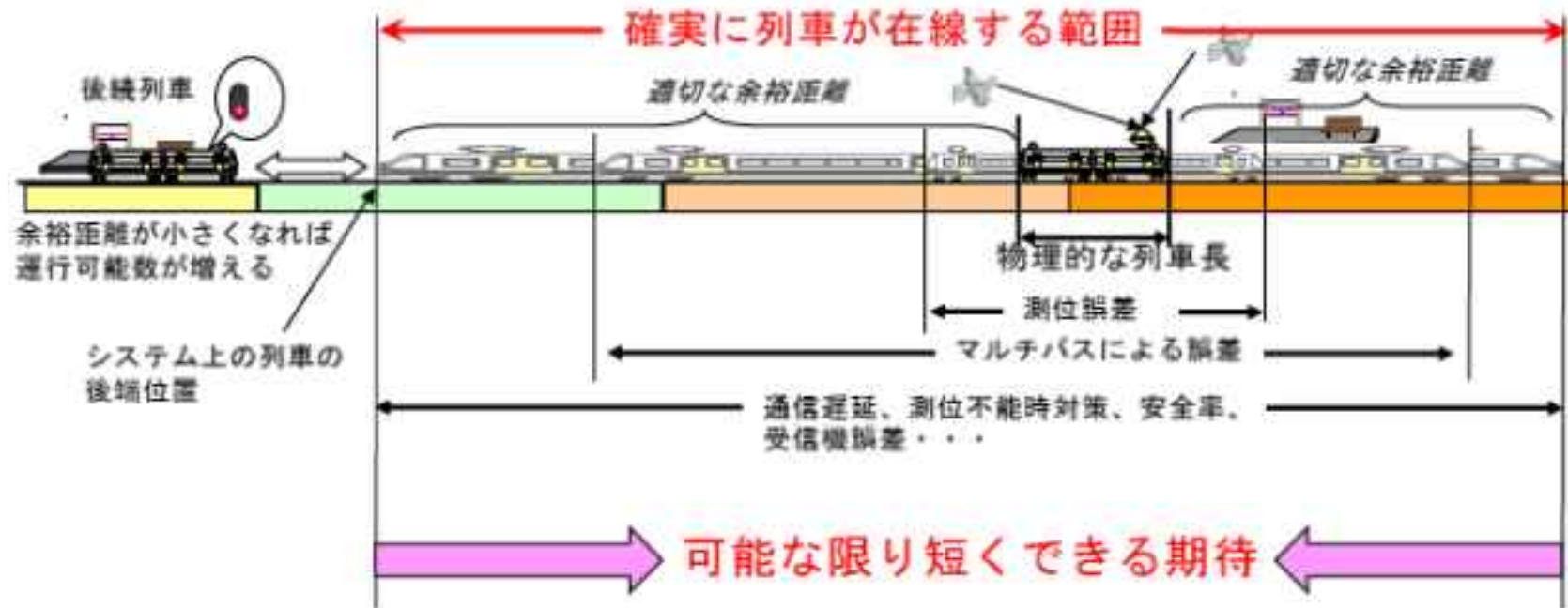
鉄道における衛星測位技術

精度向上による効果の一例

衛星測位を利用するための課題

参考文献 JIS E 3801「無線式列車制御システム」

- 閉そくの確保 → 位置誤差や測位不能時にも、安全性を保てるシステム開発
- フェールセーフ性 → 故障・異常時にも、安全側に制御するシステム開発



準天頂衛星システムによる 農業のイノベーション

GNSSのナビゲーションセンサとしての課題

現状では24時間体制で農業利用できるシステムでない。

- 衛星数が十分でないことによる低い信頼性・安定性
- 高精度測位補正情報の受信方法

測位衛星の補完&補強として準天頂衛星に対する期待が大きい



農業技術にイノベーティブな展開が図られ、「攻めの農業」が実現する。

□ トラクターによる農業生産の低コスト化

□ IT農業技術、農業ロボットなどの輸出産業化



GNSSを利用した施工技術

GNSSを利用して、情報施工が行われているが、まだ改善余地があり右のような要望が出されている。マルチGNSS受信機が望まれていることが分かる。

1 補正信号通信パフォーマンスの向上

- 基地局から補正信号を受信する無線では下記が問題
 - 簡易無線通信業務用: 348MHz帯/1W 2400bps
 - 通信速度の問題により、衛星補正情報が10機が限界
 - 小電力無線業務用: 2.4GHz帯/260mW 100~300Kbps
 - カバーエリアが狭い(1Km未満)、遮蔽物に弱い

- 補正信号用に広帯域・高出力の無線電波を許可して欲しい
- 準天頂衛星の補正信号配信に期待したい
(送信可能な補正信号の衛星数は20機以上が望ましい)



2 補正信号通信コストの低減

- 補正固定局のコスト大
- VRSを利用の場合はGLONASS未対応、サービス利用料金、通信費が高すぎる。

計9.3万円/月
2014年稼働開始

準天頂衛星の補正信号配信に期待したいが、通信料金は無料が望ましい



3 捕捉可能GNSS衛星数の拡大

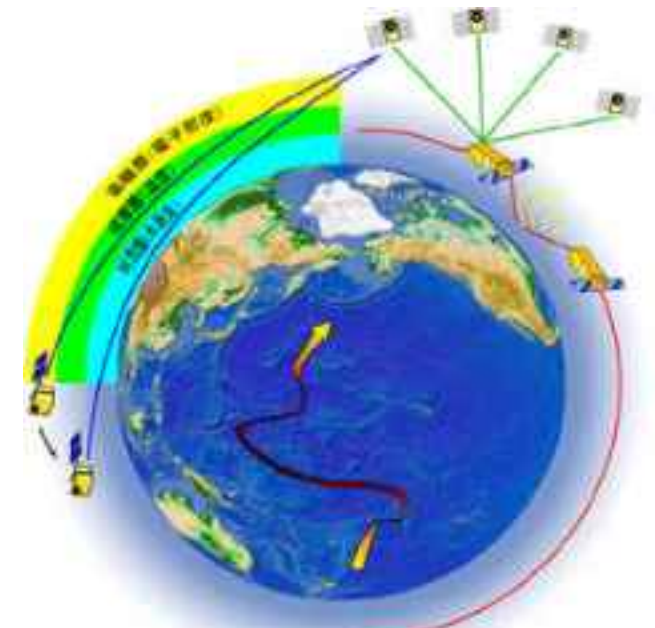
- 南米などの露天掘り鉱山のディープビットでGPS信号が取れない
- 都市部のビルの合間でも同様

Galileo、COMPASS、IRNSS、準天頂衛星など複数衛星対応GNSS受信機の普及に期待したい

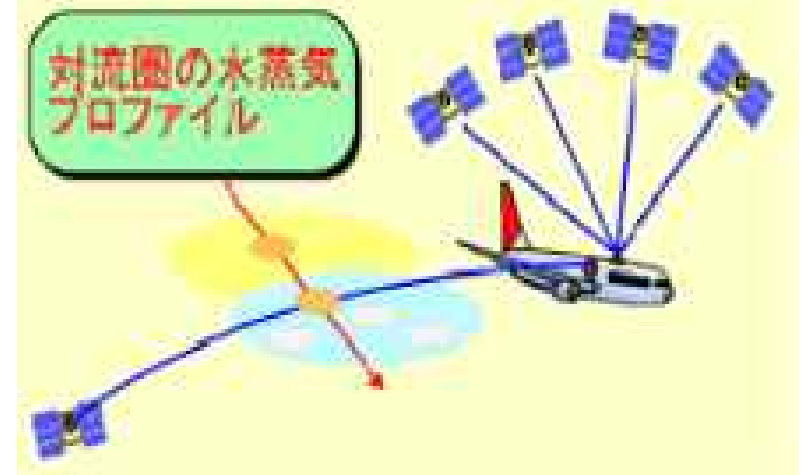


多周波受信による精度向上と 気象や電離層観測への活用

- GPS, GLONASSなどは、同一衛星から2つ以上の周波数で、データ送信を行っている。
- この2つの周波を同時に受信すれば、補正データ利用より少ないソフトウェア負荷でよりよい精度を世界中で確保できる。
- 複数周波数で遅延時間を計測すると、大気や電離層の密度と温度が精密に計測できる。これを気象予報や地震予知に利用できる。



1. 航空機によるダウンルッキング (DL) GPS 掩蔽観測

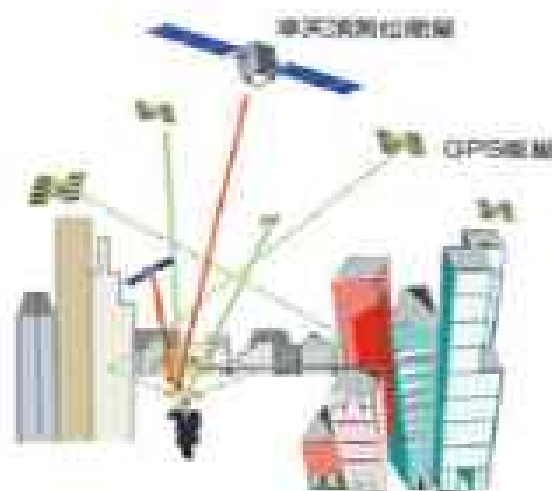


QZSS、SBASの補正情報を使用し精度を高める

- QZSS、SBASはGPSの精度を向上させる補正情報を送信している。この情報を利用すれば精度をサブメータ級に高める事が可能。
- この補正情報は常時受信が必要であるが、GNSSチップを開発すれば、補正情報データの直接受信が可能である。



順天頂衛星



SBASシステム



おわりに

- スペースリンク株式会社へ、マルチGNSS受信機の応用製品開発をご用命下さるようお願い申し上げます。
- ご連絡の窓口は下記になります。
- スペースリンク株式会社
- 252-0816 藤沢市遠藤4489-105 慶應藤沢イノベーションビル
202号
- 慶應藤沢研究所 代表取締役 阿部俊雄
- 携帯電話 090-6161-1579
- 固定電話 0466-54-7737