



準天頂衛星の補強信号に関わる 実験結果の報告

東京海洋大学 情報通信工学研究室

青木京平

久保信明 八田大典 ZhangHaoyan ZhangYize



00

目次

- 準天頂衛星のサービス
- CLASLIB
- CLAS実験
- まとめと今後の展望



01

準天頂衛星のサービス

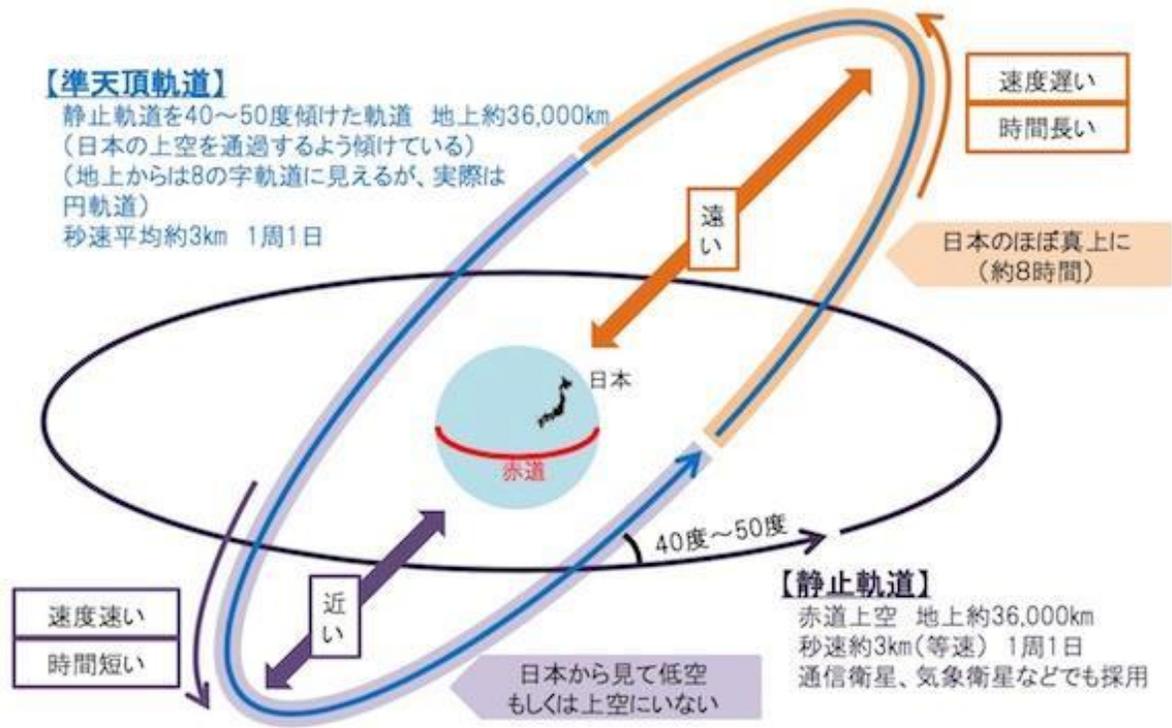
- 準天頂衛星の運用と特徴
- CLASについて
- CLASの測位精度

準天頂衛星の運用と特徴

準天頂衛星の配備計画



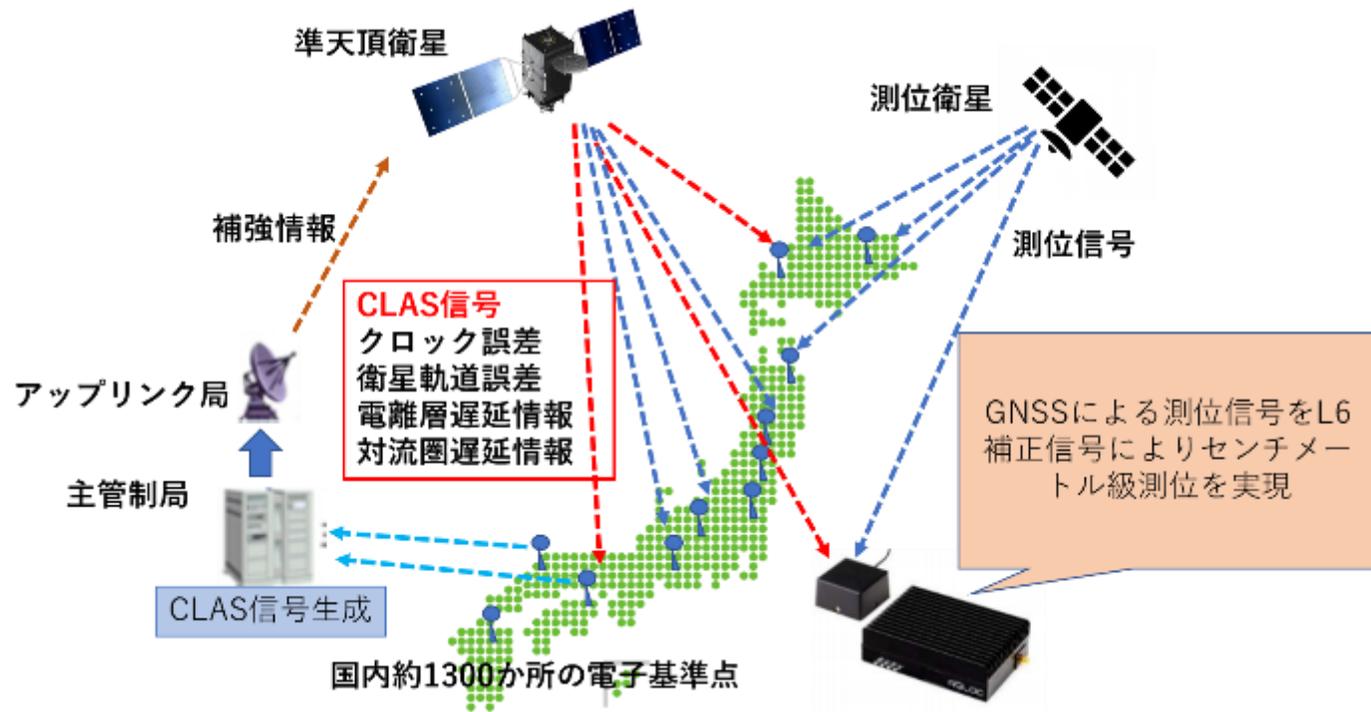
準天頂軌道俯瞰図



準天頂軌道

(引用:内閣府)

CLAS (cm級補強サービス)について



CLASの概略図

衛星経由で衛星暦・クロック、大気圏の情報をユーザーと共有

受信機のみでcm級の測位可能!!



CLASのサービスエリア

CLASの測位精度

CLASの測位精度

種別	測位誤差		備考
	水平	垂直	
静止	≤6cm (95%) (3.47cm (RMS))	≤12cm (95%) (6.13cm (RMS))	(※1) (※2)
移動体	≤12cm (95%) (6.94cm (RMS))	≤24cm (95%) (12.25cm (RMS))	(※1) (※2)

※TTF(First Fix): [60sec](95%)以下

高精度測位が受信機のみで日本全国で利用可能!!



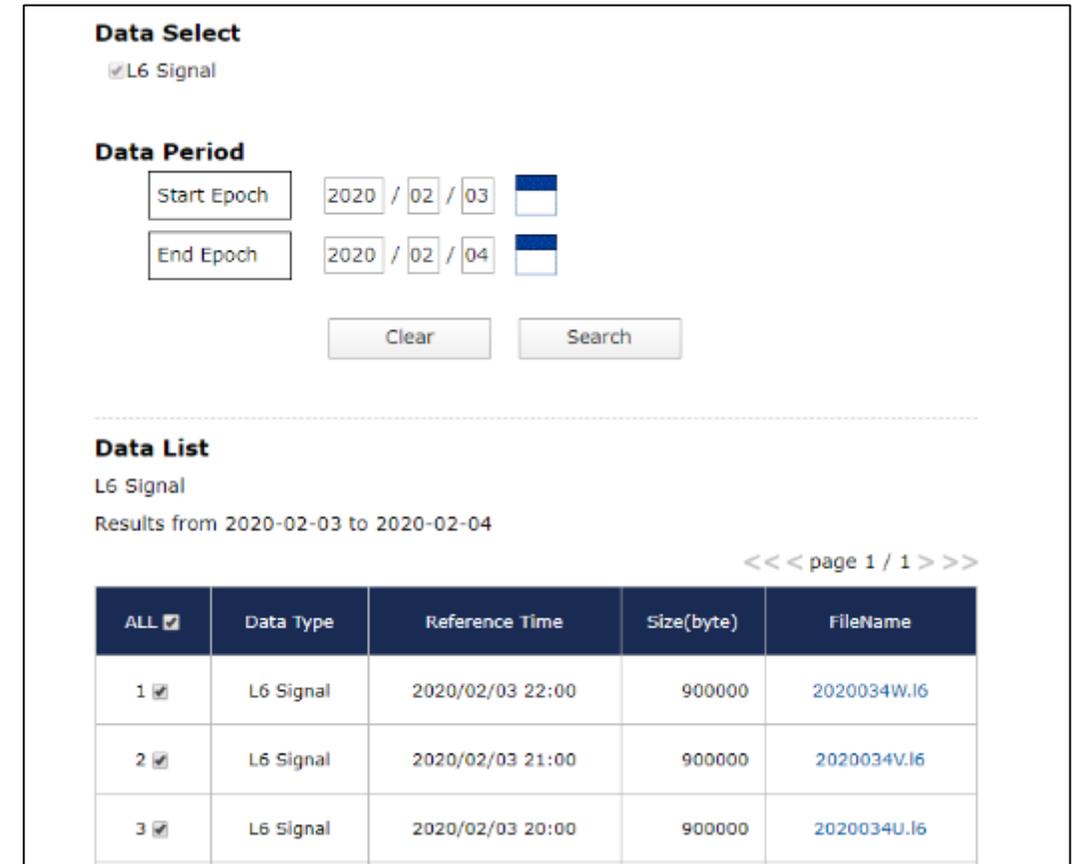
02 CLASLIB

- CLASLIB
- CLASLIBの使い方

- ・内閣府の運用するみちびきの公式サイトが公開している後処理ツール
- ・使用に伴するL6信号データも入手することができる(1時間分)



みちびきの公式サイト



L6信号取得ページ

CLASLIBの使い方

The screenshot shows the website header for 'みちびき(準天頂衛星システム)'. It includes a search bar, social media icons for Facebook and Twitter, and the logo of the Cabinet Office, Government of Japan. The main navigation menu has items like 'お知らせ', 'サービス概要', 'GNSS View', '対応製品', '利活用事例', 'ニュース', 'リンク', 'イベント情報', '運用情報/アーカイブ', and 'Q-ANPI'. Below this is a secondary menu with 'みちびきについて', '技術情報', '利用者向け情報', 'ニュース/アーカイブ', and 'イベント/利用実証'. A breadcrumb trail at the bottom of the menu reads: 'ホーム > 技術情報 > サービス提供情報 > センチメートル級測位補強サービス > CLASテストライブラリ'. The main content area displays 'CLASテストライブラリ' and the date '2017年09月28日'.

https://sys.qzss.go.jp/dod/downloads/download.html?TECH_ID=39

下にスクロールすると...

・連絡先: IS.PS-QZSS-L6 (at) rm.MitsubishiElectric.co.jp
(メールを送信する際に (at) を@に置き換えてください。)

メールタイトル: 【みちびき】CLASLIB PPP-RTK対応の後処理測位解析ツールの提供依頼
メール本文: 掲載件、提供を希望します。

- 1) 御社名
- 2) 担当者様の御氏名
- 3) 御連絡先 (電話番号等)
- 4) 配布形態 (どちらかを選択)
 - (a) 実行形式ファイル
 - (b) ソースコード
- 5) 使用目的

必要項目を記入し
CLASLIBを入手!

CLASLIBの使い方

• Visual Studioでデバックする方法

1. VSで新しい空のプロジェクトVisual C ++プロジェクトを作成

2. 「util / rnx2rtkp」を「src /」のフォルダーに移動し、すべての.cファイルをプロジェクトに追加

3. C / C ++ → プリプロセッサの変更

4. リンカー → 入力の変更

5. コンパイルを行う

6. コマンド引数と作業ディレクトリを設定し、デバッグを開始

```
-k util¥rnx2rtkp¥kinematic.conf -ti 1 -ts 2018/09/18 00:00:20 -  
te 2018/09/18 01:00:00 -o out¥out.pos data¥261960627A.obs  
data¥tskc2018261.nav data¥2018261A.l6
```

プリプロセッサの定義	
指定したプリプロセッサ定義の無効化	
すべてのプリプロセッサ定義の無効化	いいえ
標準インクルードパスの無視	いいえ
ファイルの前処理	いいえ
行番号の前処理の抑制	いいえ
コメントを残す	いいえ

追加の依存ファイル	
すべての既定のライブラリの無視	
特定の既定のライブラリを無視	
モジュール定義ファイル	
モジュールをアセンブリに追加	
マネージドリソースファイルの埋め込み	
シンボル参照の強制	
DLL の遅延読み込み	
アセンブリリンクリソース	

CLASLIBの使い方

• Configuration file

```
# setting for observation models ←
pos1-posmode      =ppp-rtk      # (9:ppp-rtk) ←
pos1-frequency    =11+12+15    # (2:11+12 for GPS/QZSS L1+L2, 3:11+12+15)
pos1-soltype      =forward     # (0:forward) ←
pos1-elmask       =15          # (deg) ←
pos1-snrmask_r    =on          # (0:off,1:on) ←
pos1-snrmask_L1   =10,10,10,10,30,30,30,30,30 ←
pos1-snrmask_L2   =10,10,10,10,30,30,30,30,30 ←
pos1-snrmask_L5   =10,10,10,10,30,30,30,30,30 ←
pos1-dynamics     =on          # (0:off for static,1:on for kinematic)
```

```
# Setting for output file format ←
out-solformat     =nmea        # (0:llh,1:xyz,2:enu,3:nmea) ←
out-outhead       =on         # (0:off,1:on) ←
out-outopt        =on         # (0:off,1:on) ←
out-timesys       =gpst       # (0:gpst,1:utc,2:jst) ←
out-timeform      =tow        # (0:tow,1:hms) ←
out-timendec      =3         ←
out-degform       =deg        # (0:deg,1:dms) ←
out-fieldsep      =←
out-height        =ellipsoidal # (0:ellipsoidal,1:geodetic) ←
out-geoid         =internal   # (0:internal,1:egm96,2:egm08_2.5,3:egm08_1,4:gsi2011) ←
out-solstatic     =all        # (0:all,1:single) ←
out-nmeaintv1     =0          # (s) ←
out-nmeaintv2     =0          # (s) ←
out-outstat       =residual   # (0:off,1:state,2:residual) ←
```

[EOF]

Options dialog box, Setting1 tab. Configuration options include:

- Positioning Mode: Kinematic
- Frequencies / Filter Type: L1, Forward
- Elevation Mask (°) / SNR Mask (dBHz): 15, ...
- Rec Dynamics / Earth Tides Correction: OFF, OFF
- Ionosphere Correction: Broadcast
- Troposphere Correction: Saastamoinen
- Satellite Ephemeris/Clock: Broadcast
- Checked options: Sat PCV, Rec PCV, PhWU, Rej Ed, RAIM FDE, DBCorr
- Excluded Satellites (+PRN: Included):
- Checked satellite systems: GPS, Galileo, QZSS

Options dialog box, Output tab. Configuration options include:

- Solution Format: Lat/Lon/Height
- Output Header / Output Processing Options: ON, ON
- Time Format / # of Decimals: ww ssss GPST, 3
- Latitude Longitude Format / Field Separator: ddd.dddddd, ,
- Output Single if Sol Outage / Max Sol Std (m): OFF, 0
- Datum / Height: WGS84, Ellipsoidal
- Geoid Model: Internal
- Solution for Static Mode: All
- NMEA Interval (s) RMC/GGA, GSA/GSV: 0, 0
- Output Solution Status / Output Debug Trace: OFF, OFF

RTKLIBと酷似!!



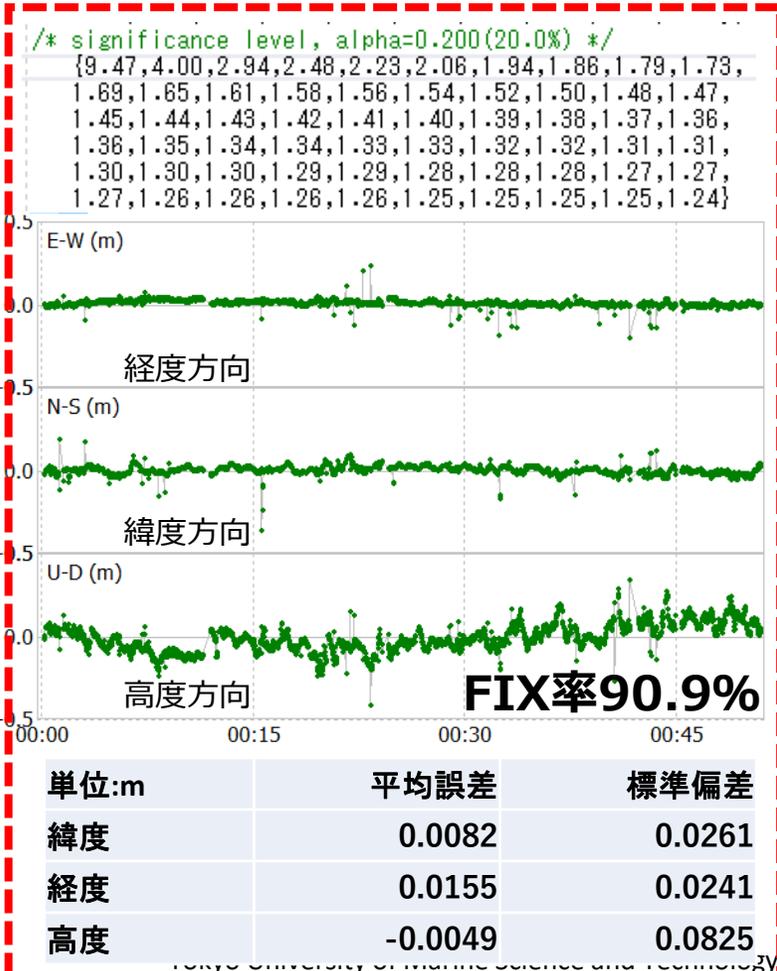
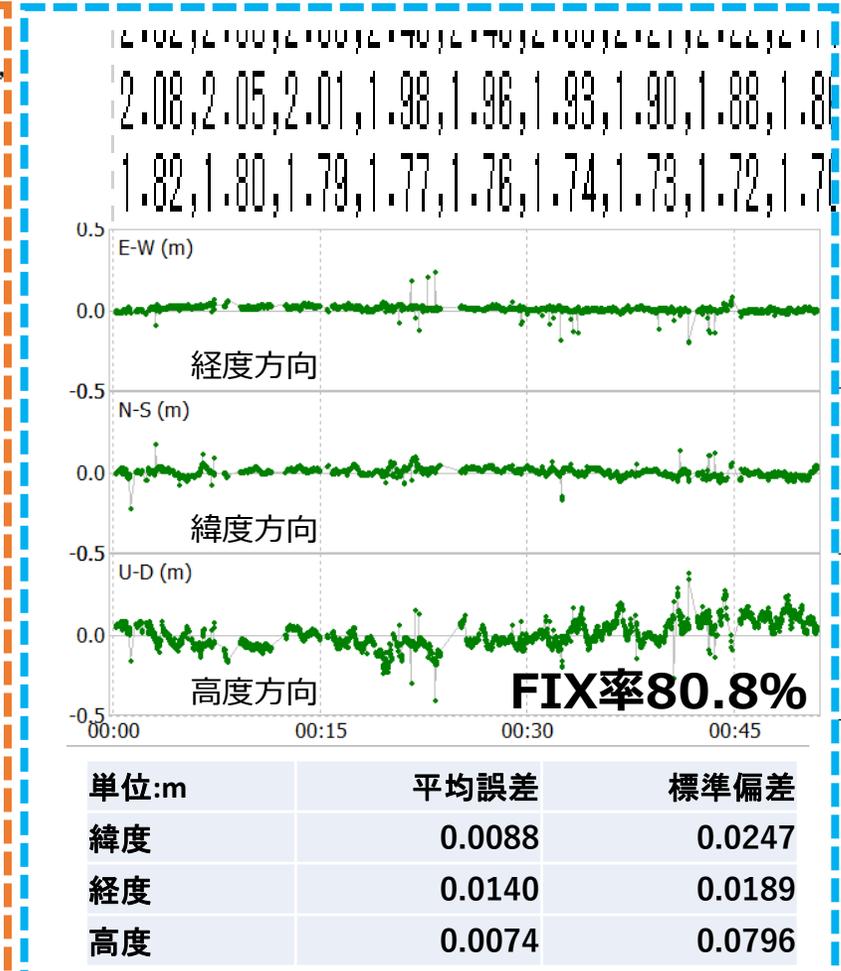
CLASLIBの使い方

- CLASLIBではconfiguration fileで信用度の閾値を設定できる
- 以下は移動体実験のデータ(東京湾、小型船、1時間分)

```

53 pos2-aralpha mode          =011          # (0:0.1%,1:0.5%,2:1%,3:5%,4:10%,5:20%)
54 pos2-aralpha              =5%           # significance level (0:0.1%,1:0.5%,2:1%,3:5%,4:10%,5:20%)
55 pos2-arlockcnt            =5            # min lock count to fix ambiguity

```





03 CLAS実験

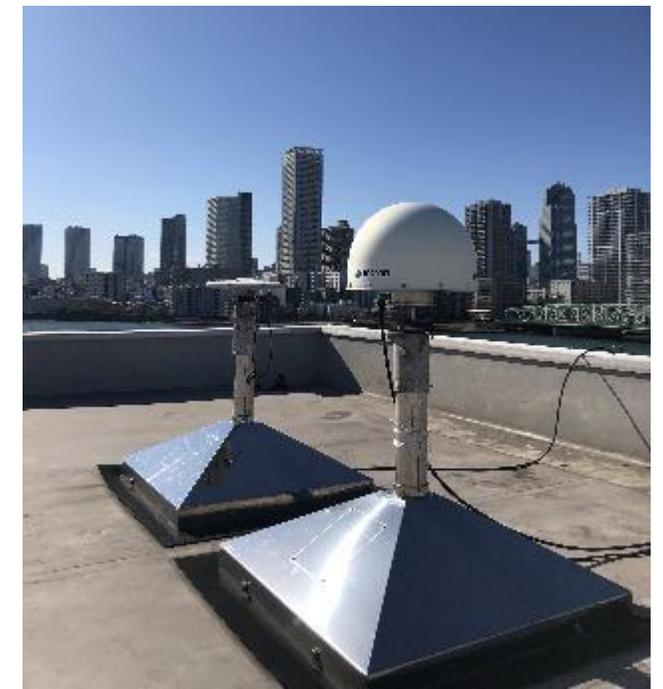
- 静止体実験
- 移動体実験

静止体実験-実験概要

- 測位時間:
-24時間、1Hz ※2019/10/17

- 設置場所
東京海洋大学 第四実験棟屋上

- 受信機のセッティング:
AQLOC Light : Kinematic CLASLIB : Kinematic
(MSJ受信機は当時設定不可)



使用アンテナ



AQLOC light



MSJ受信機

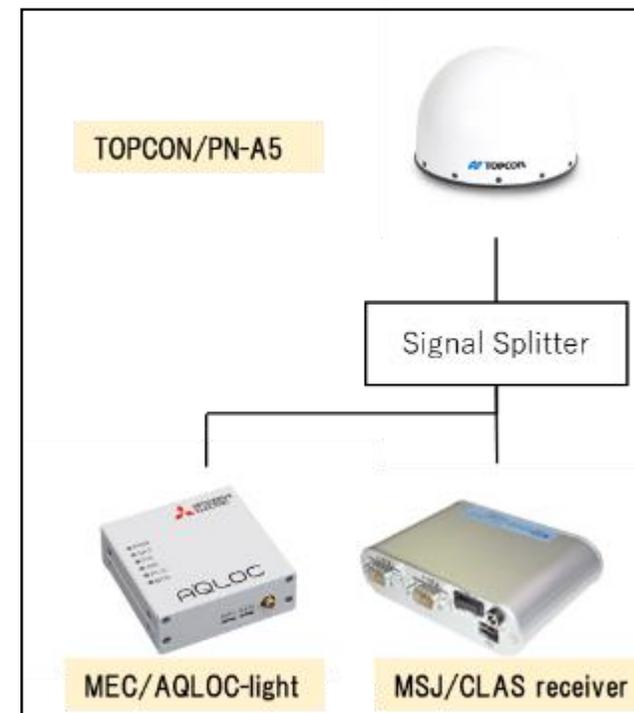
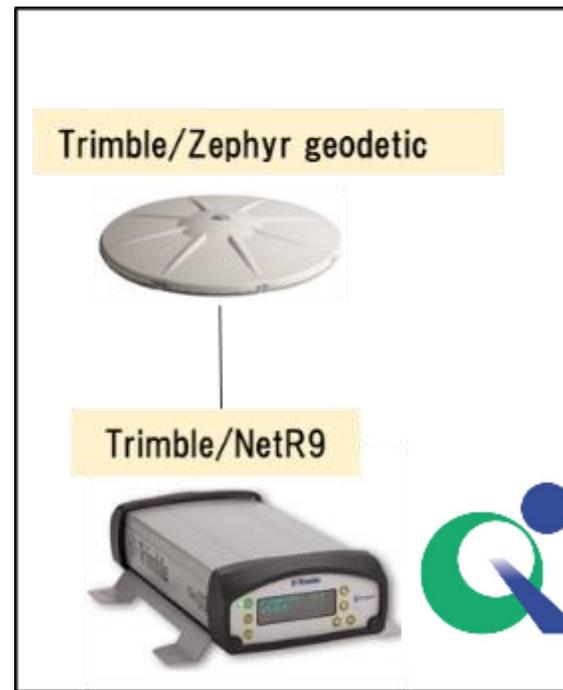


CLASLIB

静止体実験-目的と評価方針

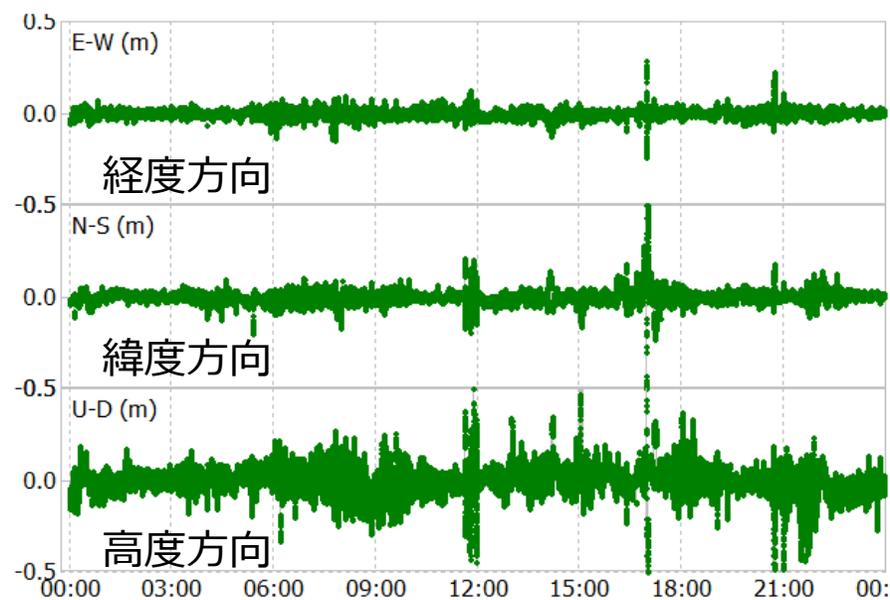
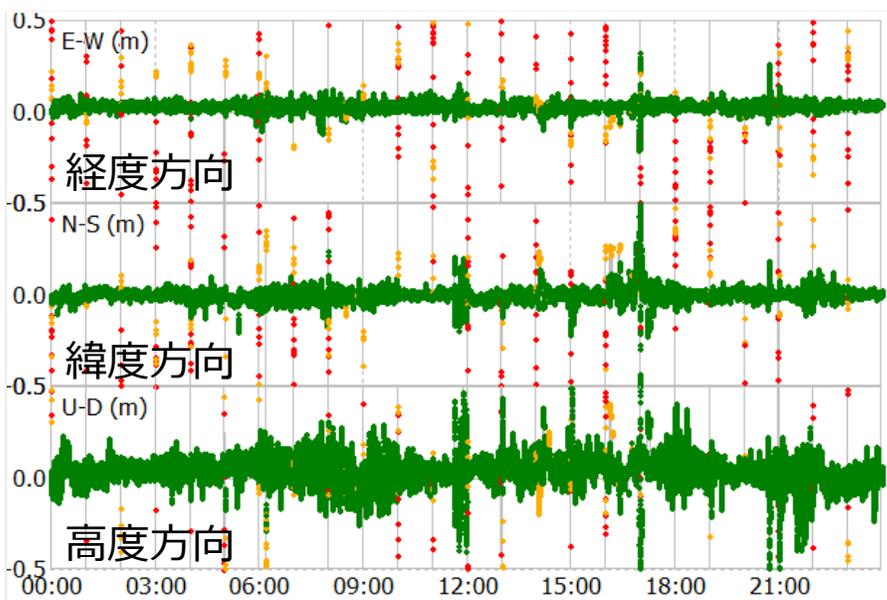
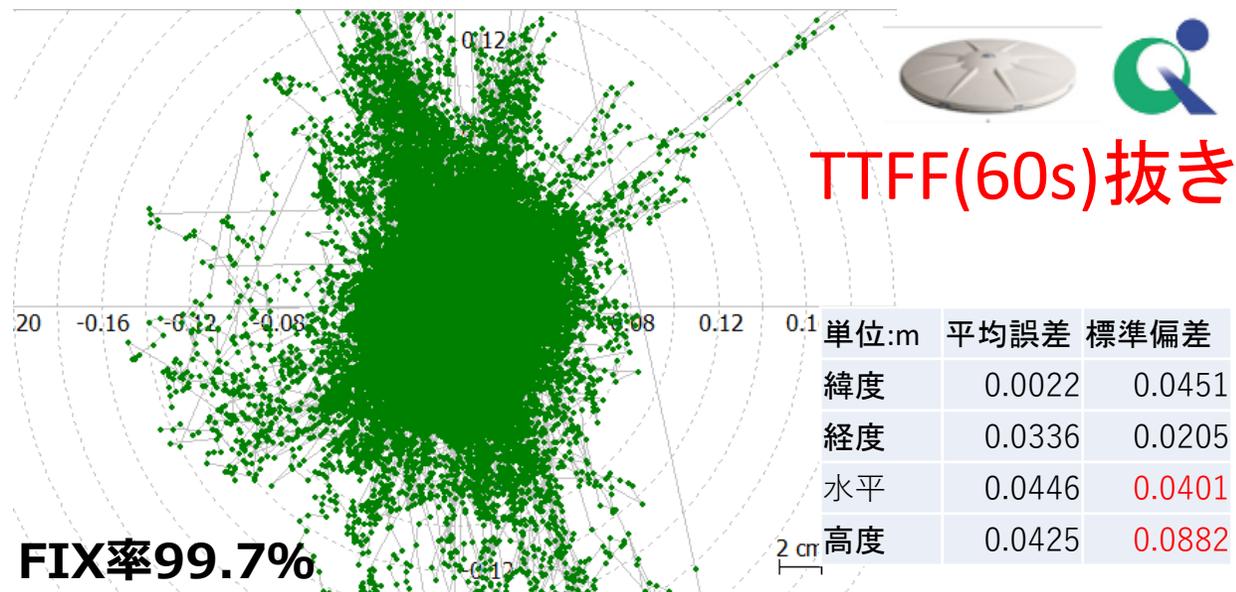
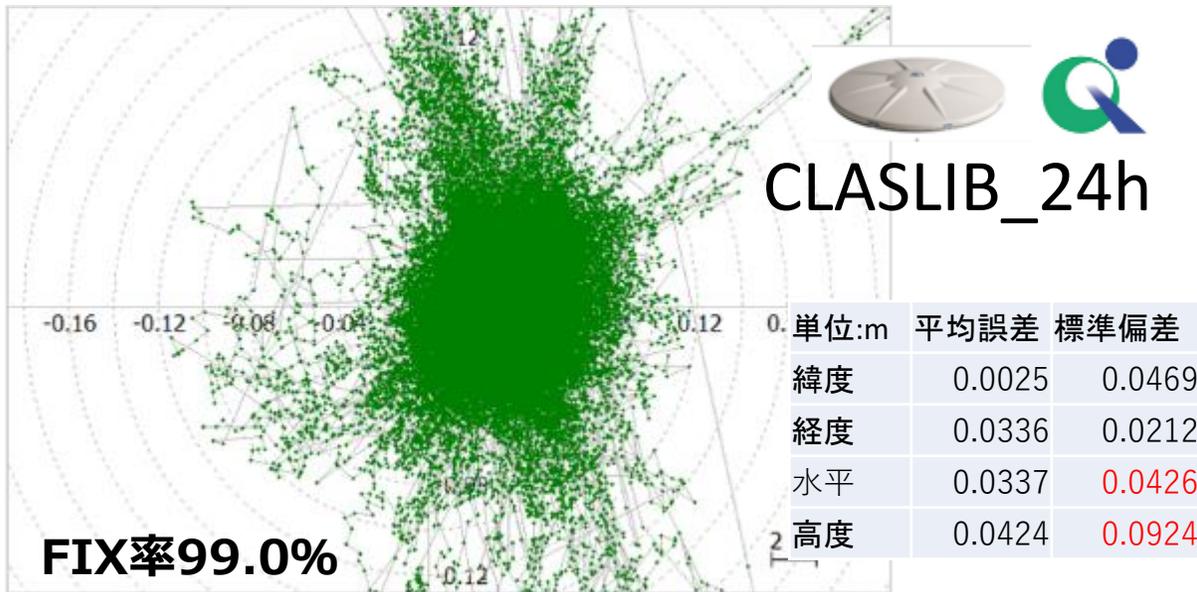
-目的と評価方法

- 静止体での市販受信機とCLASLIBとの性能評価
- アンテナの真の位置は近傍の電子基準点とのRTK測位により算出
- CLASLIBの測位にはTrimble-NetR9の観測データを用いた

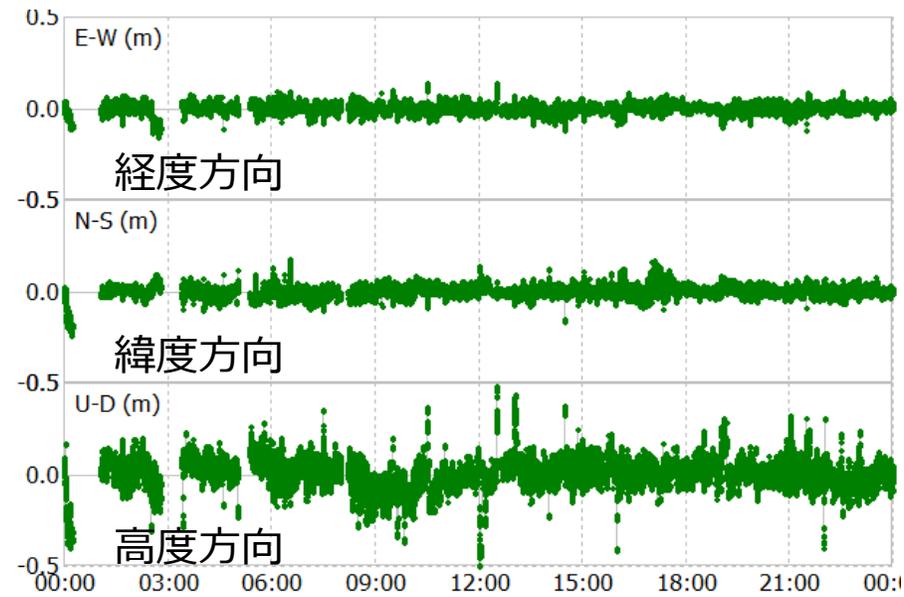
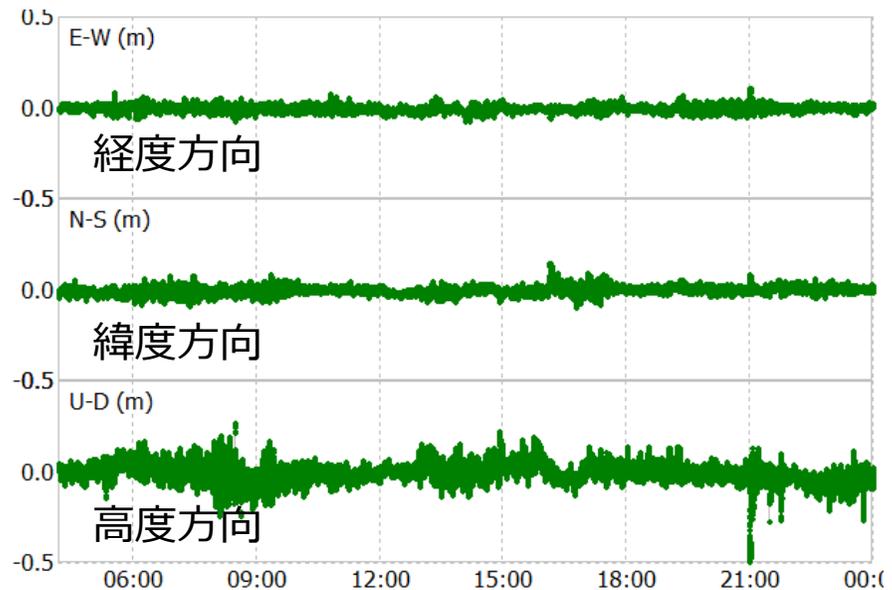
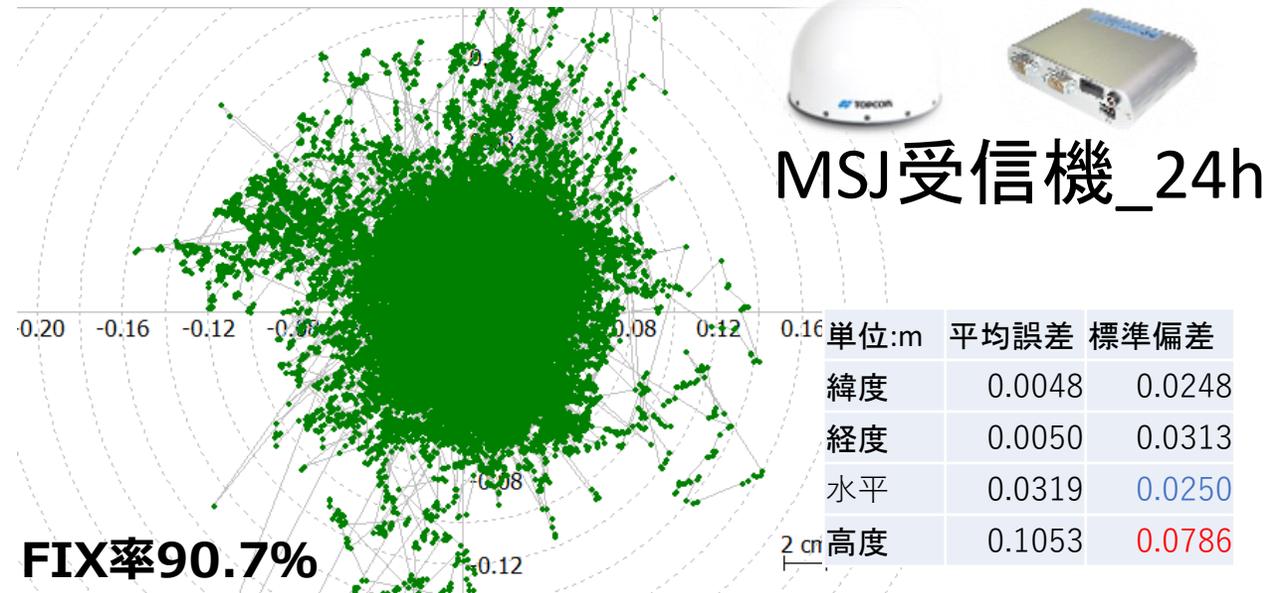
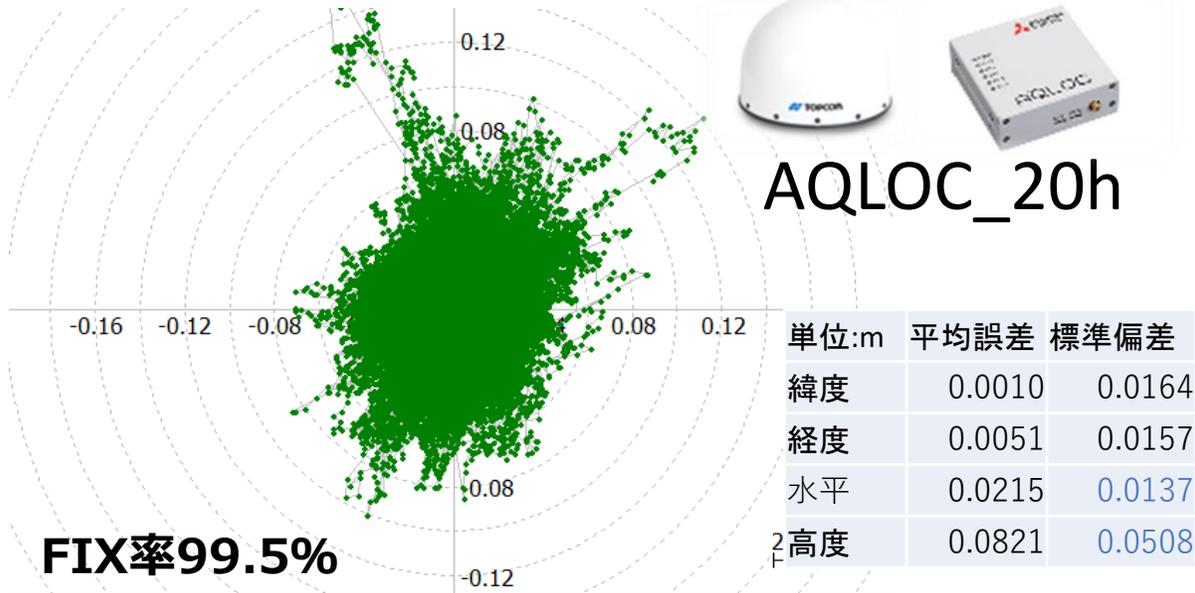


配線図

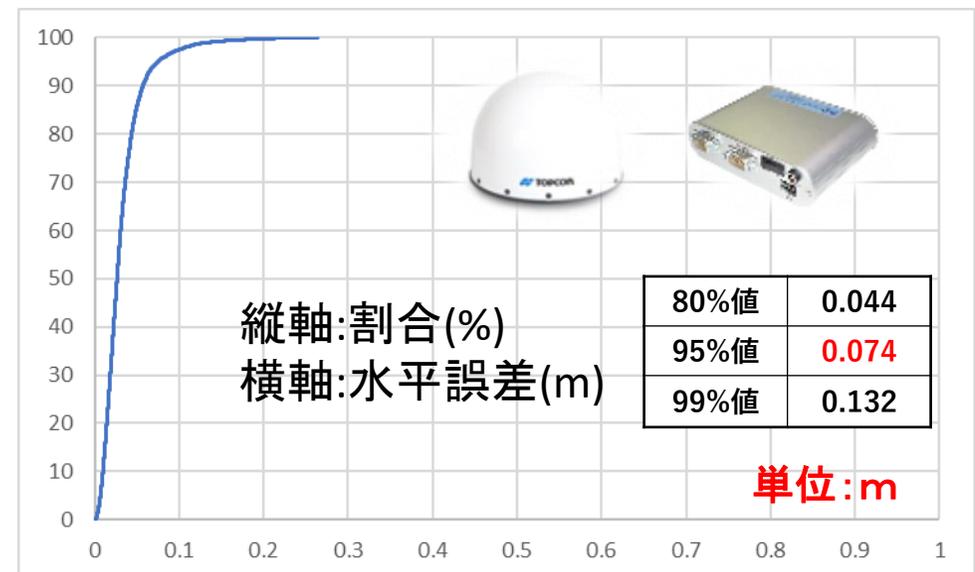
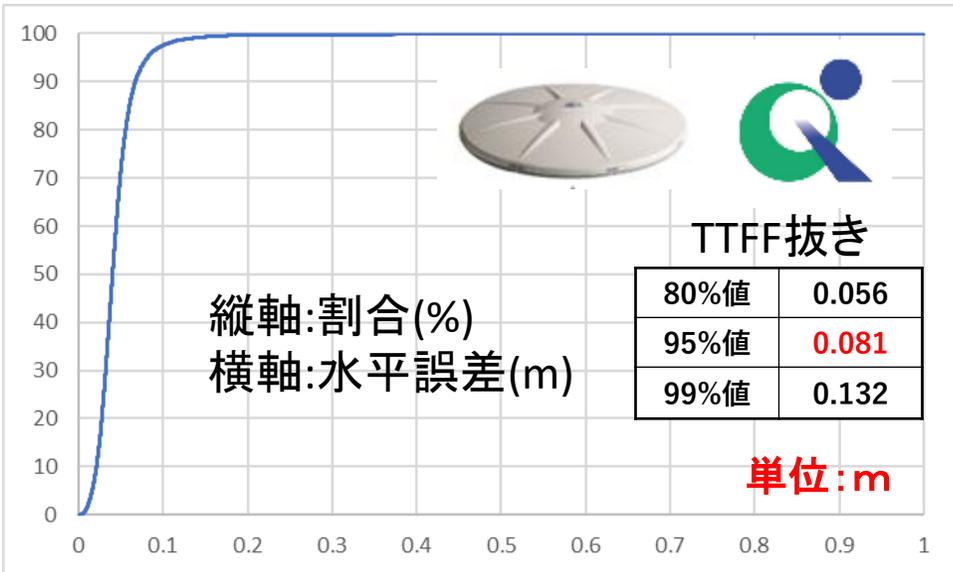
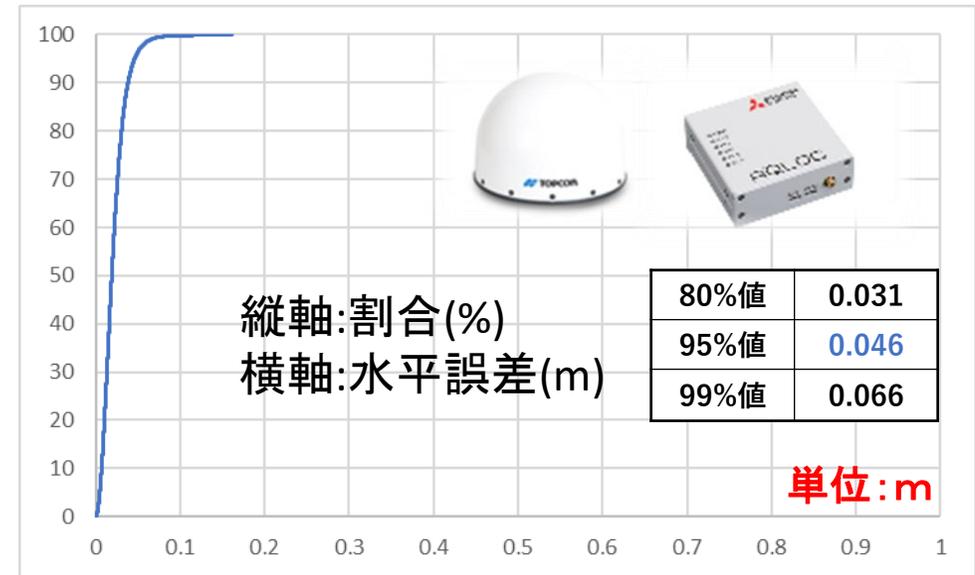
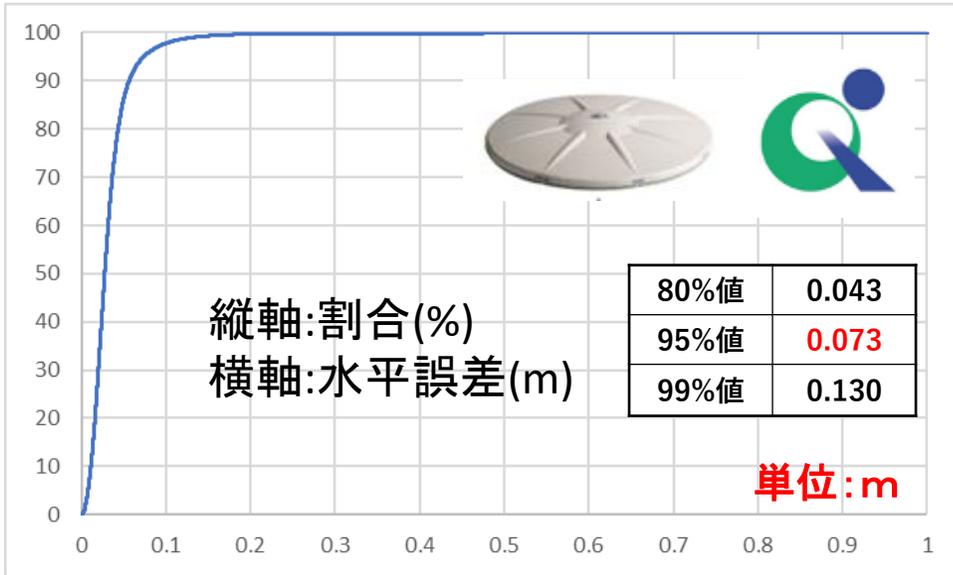
静止点実験-CLASLIB-FIX解のみ



静止点実験-AQLOC & MSJ受信機-FIX解のみ



静止体実験-水平絶対誤差の累積割合-FIX解のみ



移動体実験-実験概要

- 測位時間:

-1時間、1Hz

※2019/09/26 JST08:50~

- 設置場所

交通艇やよい コンパスデッキ上

- 受信機のセッティング:

CLASLIB : Kinematic (MSJ受信機は当時設定不可)

○ : 橋梁下



○ : MSJ社製アンテナ



移動体実験-目的と評価方針

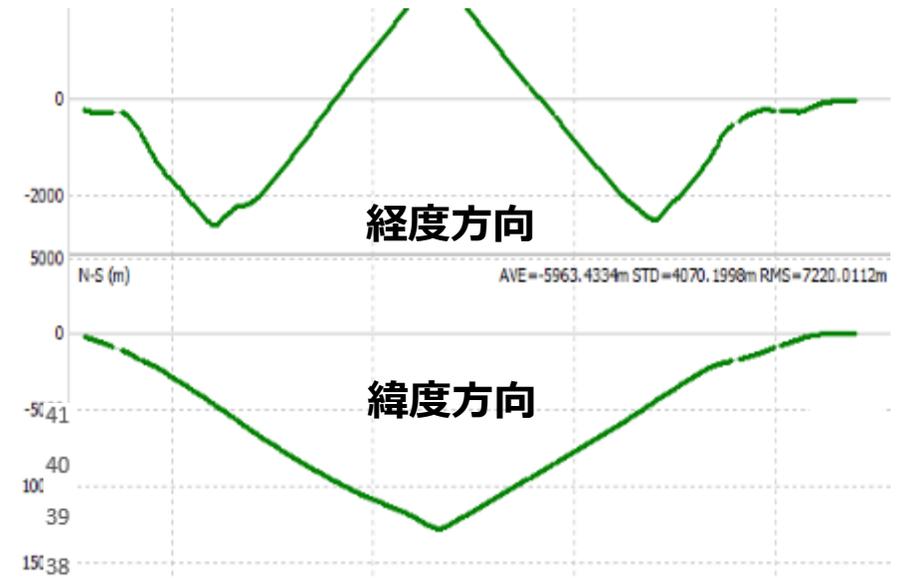
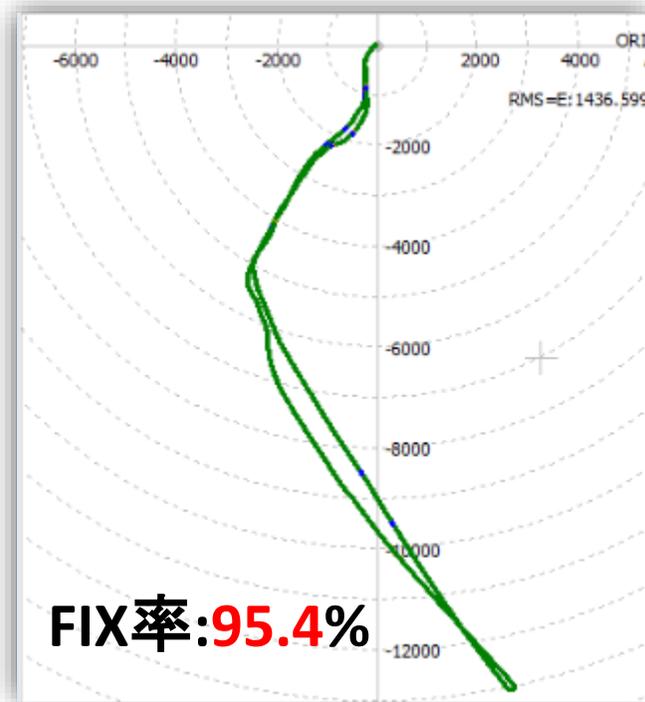
-目的と評価方法

- 移動体での市販受信機とCLASLIBとの性能評価
- 移動体の評価ではSPSのRTKの結果を真値として比較、評価する
- SPSの観測データを同時に取得し、CLASLIBでの測位に用いる

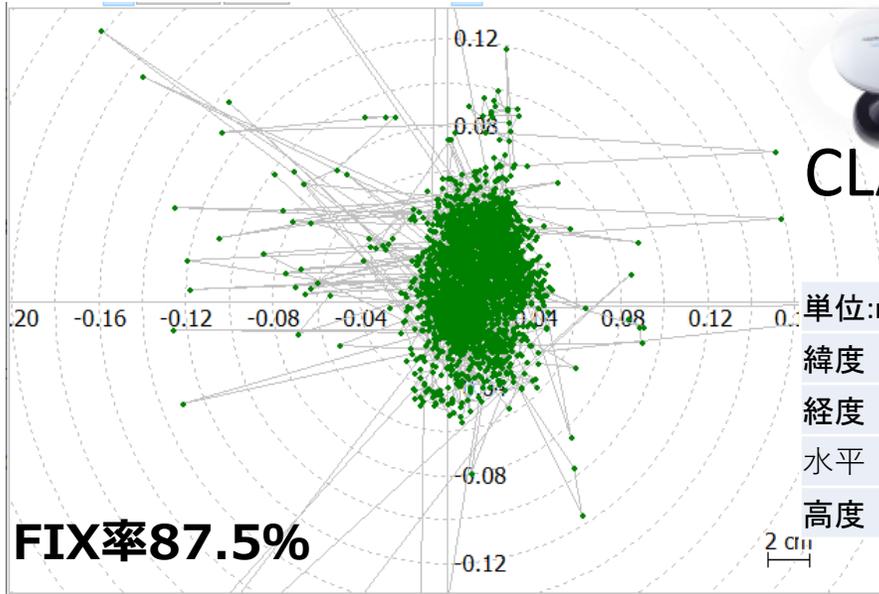
Trimble SPS-855

水平 8mm RMS

垂直 15mm RMS



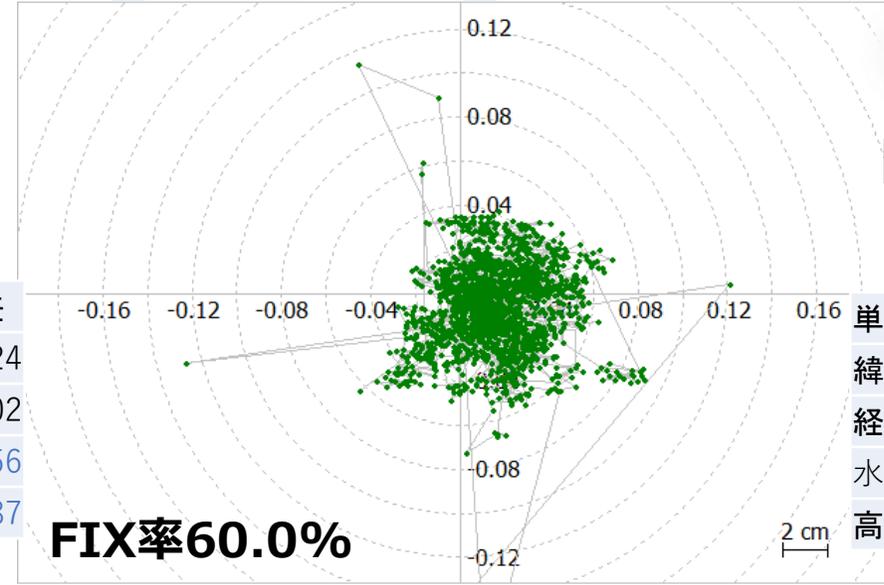
移動体実験-CLASLIB & MSJ受信機-FIX解のみ



CLASLIB

単位:m	平均誤差	標準偏差
緯度	0.0110	0.0324
経度	0.0111	0.0202
水平	0.0297	0.0356
高度	0.0180	0.0887

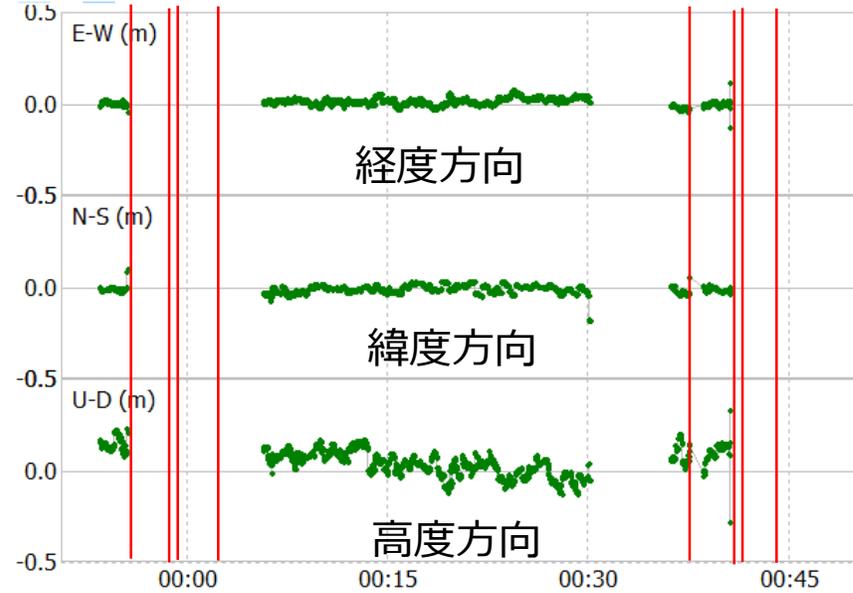
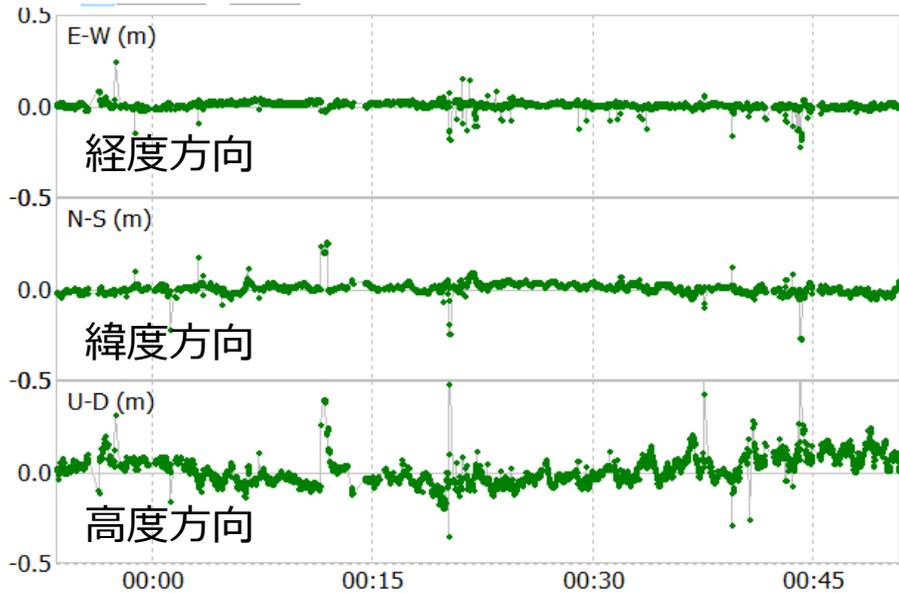
FIX率87.5%



MSJ受信機

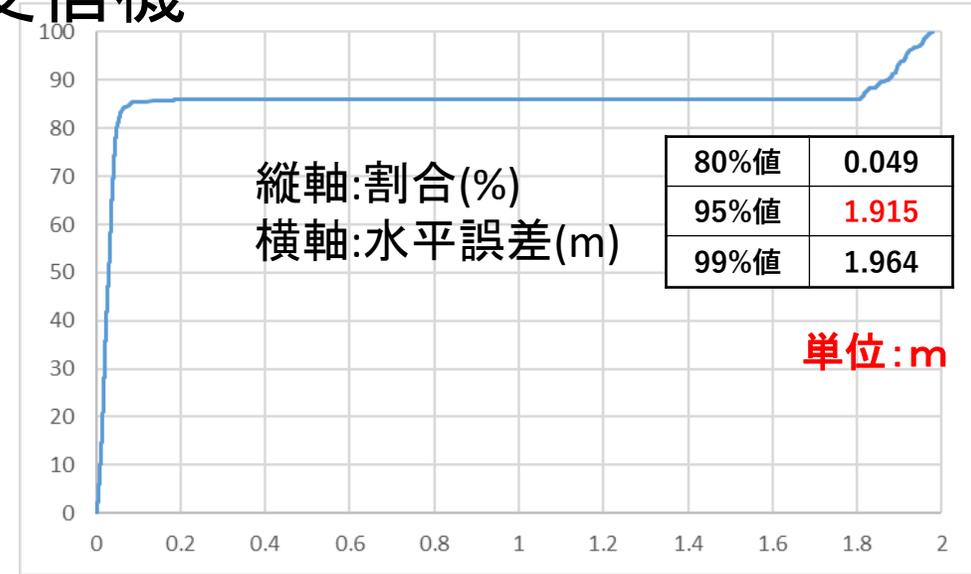
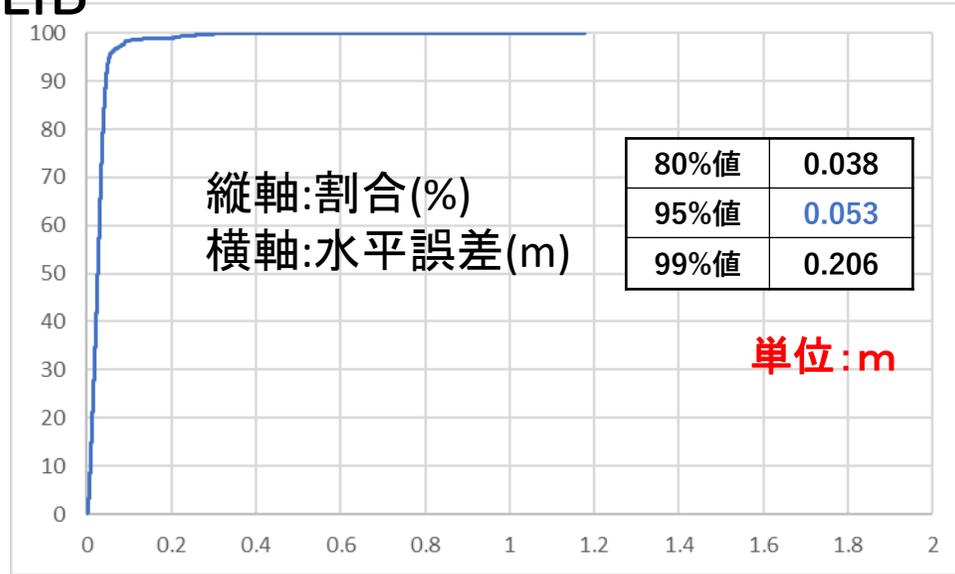
単位:m	平均誤差	標準偏差
緯度	-0.2308	0.5541
経度	-0.1289	0.3573
水平	0.2906	0.6493
高度	1.16254	3.8889

FIX率60.0%



| : 橋梁化

移動体実験-水平絶対誤差の累積割合-FIX解のみ



CLASLIBの結果はL6信号が絶えず与えられていたことに注意

※MSJ受信機の最新ファームウェアではないことに留意



04 まとめと今後の展望

まとめと今後の展望

• まとめ

- CLASの静止体と移動体の性能評価を行った。
- 静止体においては市販受信機がCLASの測位精度を満たしていた。
- 移動体におけるCLASLIBの精度はとてもよく、今後CLASの精度検証の1つの指標になりうる。

今後の展望

- CLASはL6信号が途切れた際は課題を抱えていて改善が必要。
→更新毎に実験を行い、CLASの現状を常に把握していく。
- CLASLIBはSSRからOSRに変換する過程で、電離層を考慮しているものの、十分でないためCLAS測位演算で改めて推定し計算している。
→改良すれば電離層遅延を低減できる可能性がある。



ご清聴ありがとうございました

