準天頂衛星システム“みちびき”の物流現場への適用性検討

2021年12月2・3日

株式会社MTI　船舶物流技術グループ
栗本 繁

はじめに

より無駄の無いSCMや輸送部材管理の実現

物流工程を通して今まで以上に正確な
“物の位置管理” が必要になってきている

・倉庫の中のような限定された空間：
➡ ロボット技術の活用等によって、ロケーション管理の技術革新が進展

・屋外での貨物や輸送部材のロケーション管理：
⇨ なかなか自動化が進んでいない → 人手によるロケーションチェックとシステム入力による管理

位置管理 ➡ GPS利用可能性

✓ 自家用車でカーナビを利用 → GNSS※1 信号受信で必要十分な位置把握

✓ 物流現場 → GNSS信号を使って位置管理することが難しい。 何故？

※1）GNSS：Global Navigation Satellite Systems
GPSなどを含む全地球航法衛星システム

© 2021. MTI Co., Ltd. All rights reserved.

物流現場ニーズと衛星測位利用の課題

Case1. 完成車蔵置ターミナルでの車両蔵置位置管理

ニーズ：個車単位の位置管理（駐車スロット：2.5m×5.5m）

➡ システム上で個車単位の位置および付帯作業情報を一元管理することで
ターミナル内作業を効率化したい
➡ 衛星測位利用

© 2021. MTI Co., Ltd. All rights reserved.

物流現場ニーズと衛星測位利用の課題

Case1. 完成車蔵置ターミナルでの車両蔵置位置管理

ニーズ：個車単位の位置管理（駐車スロット：2.5m×5.5m）

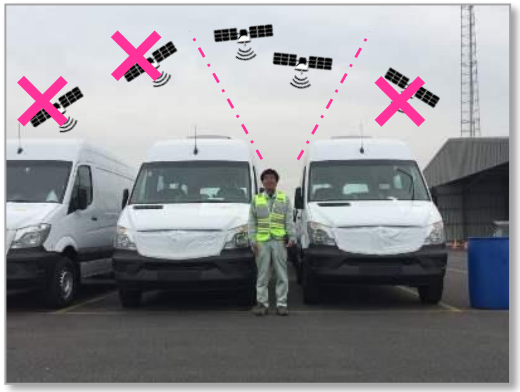
➡ システム上で個車単位の位置および付帯作業情報を一元管理することで
ターミナル内作業を効率化したい
➡ 衛星測位利用

【現場例】

① 乗用車蔵置エリア

天空が開けた環境（＝理想環境）
（衛星測位誤差の例：～1m）

② 背高SUV等の蔵置エリア



低仰角の衛星電波が遮断
（衛星測位誤差の例： 5m～）

③ 建造物などの壁面近くのエリア

天空の半分近くが遮蔽され、誤差増大
要因となるマルチパス（反射波）も発生
（衛星測位誤差の例： 10m～）

© 2021. MTI Co., Ltd. All rights reserved.

物流現場ニーズと衛星測位利用の課題

Case2. 陸送後および船降し後のシャーシ蔵置位置管理

ニーズ：シャーシ単位の位置管理（駐車スロット：3.5m×15m）

➡ システム上でターミナル内のシャーシ位置や付帯情報（積付け位置や船降し順等）を一元管理することで、船積み作業やターミナル搬出作業を効率化したい

➡ 衛星測位利用

【現場例】ROROターミナルシャーシ置き場

④ アンテナをシャーシ側面に装着せざるを得ない場合、天空の半分以上が遮られ大きな測位誤差となる場合あり
（衛星測位誤差の例：数m～数10m以上）

© 2021. MTI Co., Ltd. All rights reserved.

物流現場ニーズと衛星測位利用の課題

Case3．シャーシ海上輸送後の蔵置位置管理

ニーズ：シャーシ単位の位置管理

➡ システム上でターミナル内シャーシ位置や付帯情報を一元管理することで船積み作業やターミナル搬出作業を効率化したい（Case2と同じ）

【現場例】RORO船舶内 ⇒ ROROターミナルシャーシ置き場

⑤ 本船の舶内に積載　→ 丸1日かけて海上輸送 → 到着後ROROターミナルに降ろされて駐車

➡ 受信機パワーONの後、測位衛星電波が遮蔽された環境から電波受信可能な環境下に出て駐車直後に測位

＊船舶外に出てから駐車するまでの時間内に測位結果が収束するか？

© 2021. MTI Co., Ltd. All rights reserved.

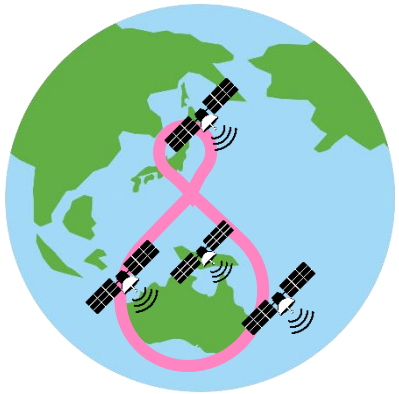
基礎研究としての取組み（最新測位衛星システムの実運用性能評価）

※1 ）QZSS：Quasi-Zenith Satellite System

2018年11月にサービスインした**“みちびき”（準天頂衛星システム／QZSS※1 ）**は
受信機単独でセンチメータ・サブメータ級の高精度測位が可能

特に、**理想環境ではない物流実現場環境での利用シーンにおいて**

どの程度所要性能が得られ、実利用可能であるかを見極める



みちびきの8の字型周回軌道

【みちびきの特徴】
- ✓ 日本製の測位衛星
- ✓ 日本を中心としたアジア・オセアニア地域で利用可能
- ✓ 日本上空に長くとどまるように軌道設計（傾斜静止軌道衛星 → 8の字軌道）
- ✓ 測位電波と同時にみちびきから送信される補強情報により、高精度測位が可能

➡ **センチメータ級測位、サブメータ級測位**

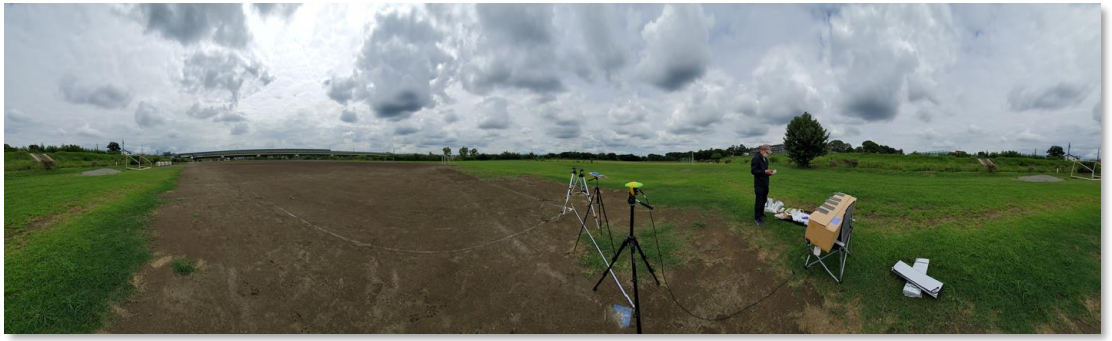
https://qzss.go.jp/index.html

みちびき（準天頂衛星システム）
Quasi-Zenith Satellite System (QZSS)

© 2021. MTI Co., Ltd. All rights reserved.

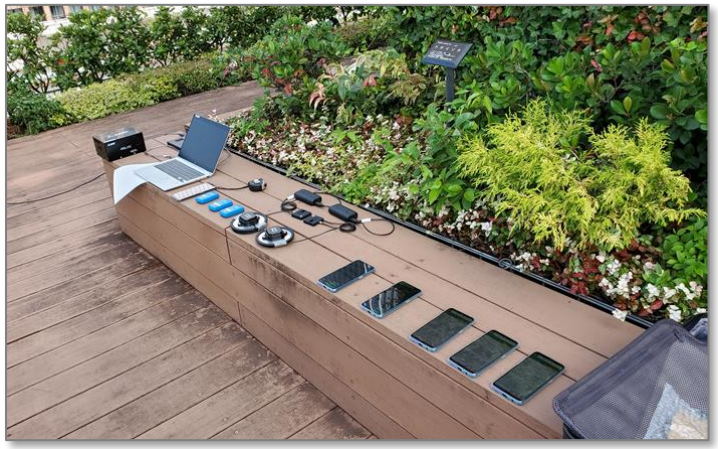
とある日の実験風景

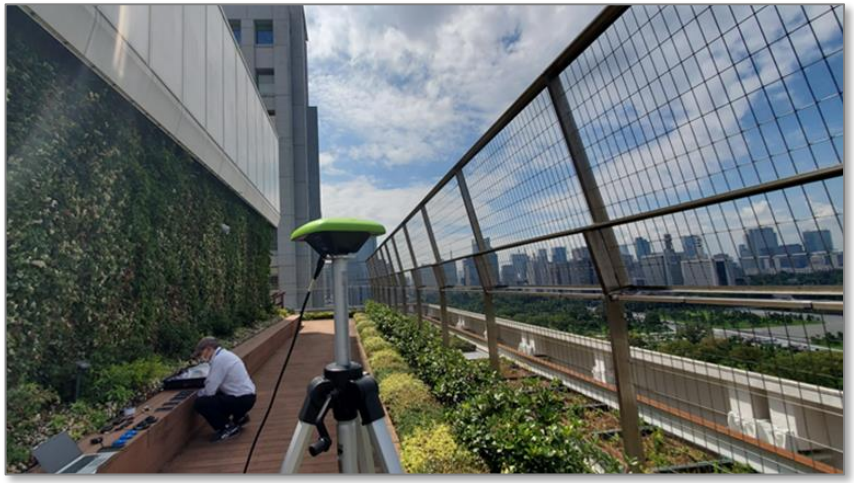
1）衛星電波を遮蔽する障害物の無い 理想環境下 での評価



2）建物の近くなど、天空の半分が遮られるような場面を想定した評価

場所：日本郵船ビル屋上 皇居側

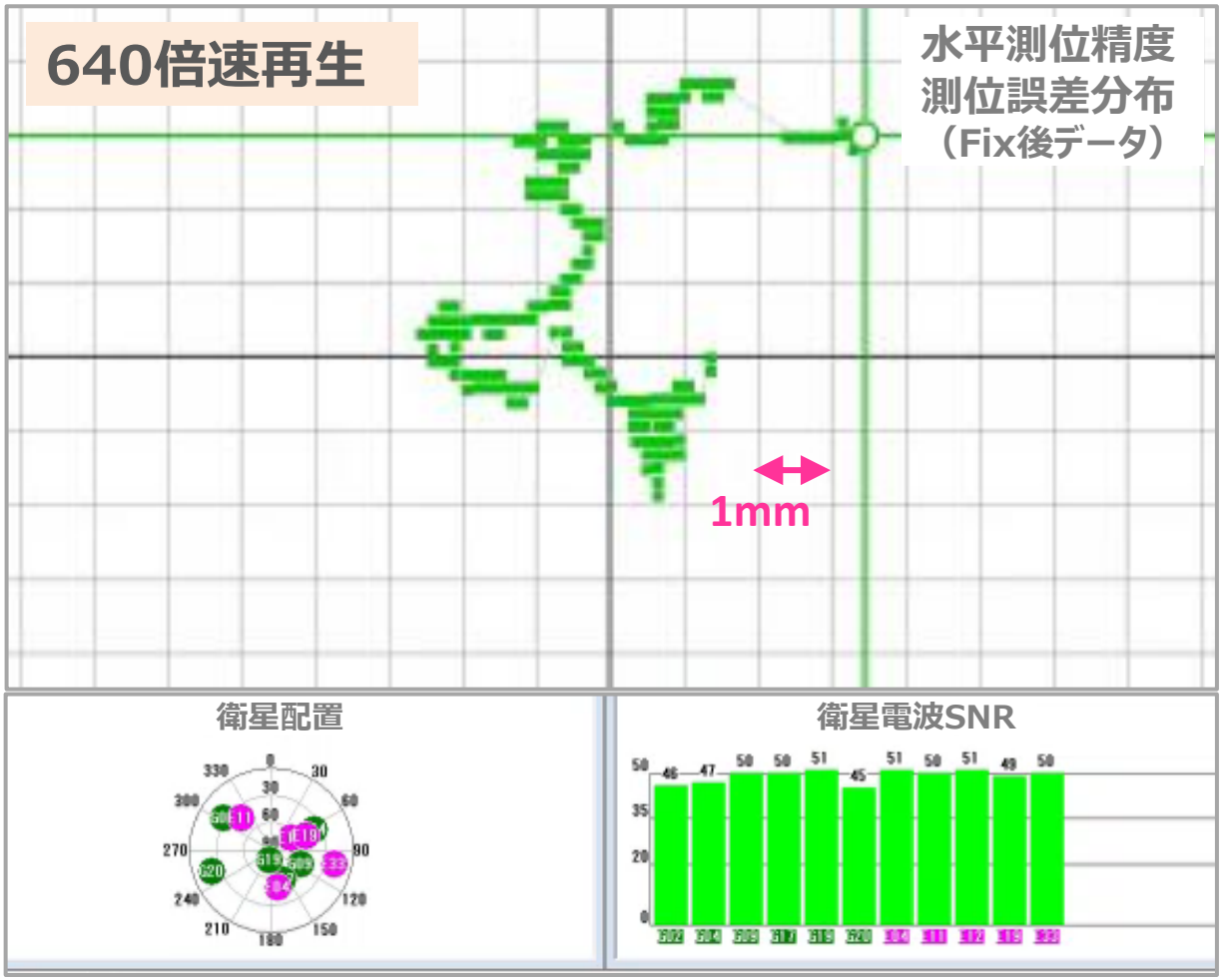




© 2021. MTI Co., Ltd. All rights reserved.

結果１：理想環境下での基本性能

① センチメータ級測位（受信機：AQLOC）



・日時：2021/9/7
・計測時刻： 13:22:21~15:22:37
（約2時間）
・水平測位誤差：0.003m
（2DRMS）

- ✓ オープンスカイ環境では、安定してセンチメータ級測位が可能であった。
- ✓ 2時間だけの計測であったが、測位誤差分布は0.3cm

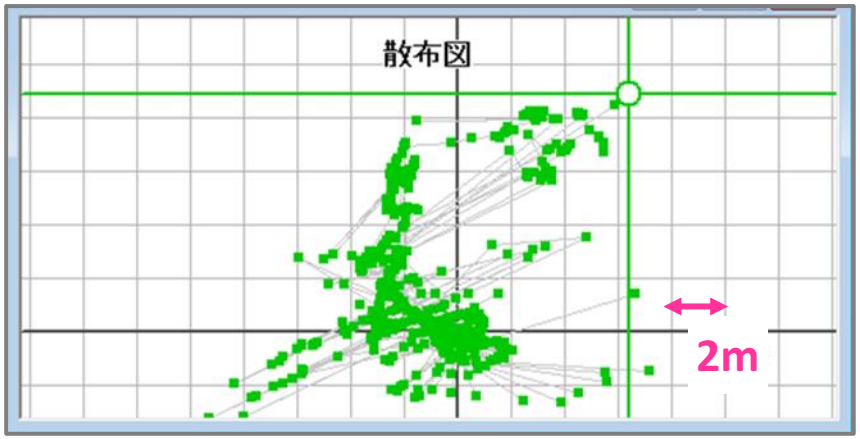
＊公称精度（静止時）：
水平≤6cm (2DRMS)
垂直≤12cm (2DRMS)

解析：アイサン製GNSS-Explorer使用

© 2021. MTI Co., Ltd. All rights reserved.

結果２：特殊環境下での測位性能１＊天空の半分遮蔽

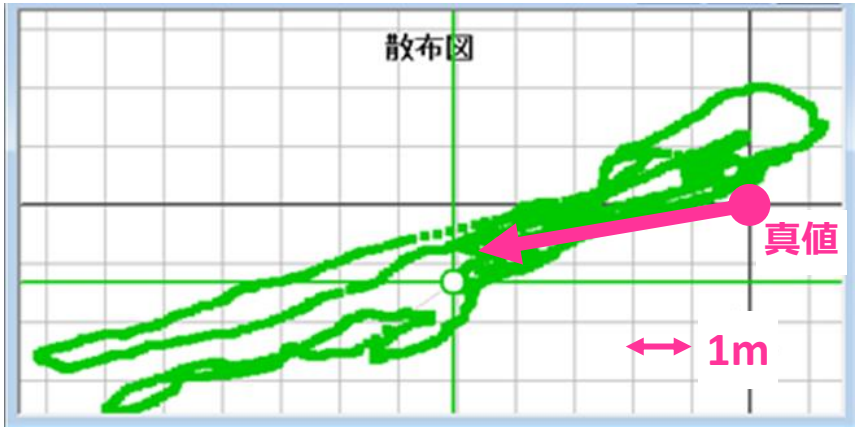
② センチメータ級測位（受信機：AQLOC）



・日時・場所：2021/9/10、郵船ビル屋上・皇居側
・計測時間：49分32秒
・水平測位誤差：3.866m（2DRMS）

➡ 収束せず測位精度は大きく劣化

③ サブメータ級測位（受信機：Drogger（GPS+QZSS／サブメータ級測位モード））



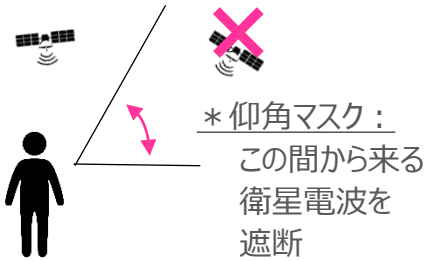
・日時・場所：2021/10/27、郵船ビル屋上・皇居側
・計測時間：17分06秒
・水平測位誤差：6.761m（2DRMS）
＊測位結果平均値を中心として

➡ 測位結果は大きくぶれ、オフセット発生

© 2021. MTI Co., Ltd. All rights reserved.

結果３：特殊環境下での測位性能２＊高仰角衛星のみ使用

受信機	DG-PRO1WS_2		
実験日	2021/9/7		
測位地点	国立中央グラウンド		
測位モード	**GPS+QZSS(SLAS)（サブメータ級測位モード）**		
仰角マスク	15度	45度	60度
FIXモード	3D/DGNSS	DGNSS	DGNSS
開始時刻	15:07:42	14:56:08	15:03:58
測位時間	11:10	5:56	2:55
データ数	668	351	176
衛星数	10~11	5	3
測位誤差 2DRMS (m)	0.437	0.639	0.684



・サブメータ級補強ありの受信機で
システム上で仰角マスクを変更して比較

※ 一般的な受信機では仰角マスクデフォルト値15度

✓ 仰角マスク値を増大（15度 → 45度 → 60度）
→ 測位に利用される衛星数が減少
➡ 連動して測位精度も劣化する傾向
➡ 大きな破綻は発生せず
（長時間計測実施中）

© 2021. MTI Co., Ltd. All rights reserved.

まとめ

✓ 受信機単体で高精度測位を行える“みちびき”対応受信機について、理想環境と物流現場で起こり得る特殊な環境下での測位性能や振舞いについて評価を行っており、その一部を紹介した。

- 周囲に障害物の無い環境では、格別の調整を必要とせず高精度測位ができた。
  （センチメータ級測位誤差：0.3cm、サブメータ級測位誤差：43.7cm（両方とも2DRMS））
- 今回の実験では特にセンチメータ級測位で非常に良い結果が得られたが、公称値（≤6cm）よりも相当小さいので、真偽確認も含め継続して検証を行う。
- 一方で、周囲環境にセンシティブな面もあり、他の高精度測位方式と同様に利用法と利用環境については、注意を要することがわかった。
- さらに周囲環境の急激な変化への追従性能などについて評価を行っていく。

✓ 今後も、我々のオペレーション品質向上やお客様の物流管理の高度化のお手伝いが出来るよう、最新技術動向の把握に努めていく。

© 2021. MTI Co., Ltd. All rights reserved.