

# 衛星測位による列車位置検知の健全性を検証する 試験環境の検討

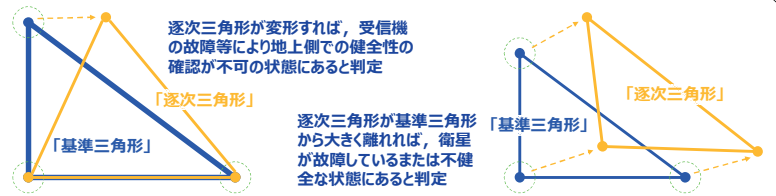
交通システム研究部 ※山口 大助 工藤 希 望月 駿登

- 衛星からの電波の受信を前提とするGPS等の衛星測位(GNSS)を利用した列車位置検知は、トンネル等の電波受信が困難な地点やマルチパスによる測位精度の低下の懸念がある地点では衛星測位を補完する他の位置検知手法を必要とするが、**電波受信が不可の懸念やマルチパスの懸念がほとんどない路線では衛星測位単独による列車の位置検知の可能性あり<sup>1)</sup>**
- 衛星測位単独での列車位置検知の実現に向けて、**地上側で衛星測位の健全性を判定する手法(衛星測位健全性判定手法)を提案<sup>2)</sup>**
- 課題となっていた衛星測位健全性判定手法の有用性検証について検討**
- 衛星測位健全性判定手法によって衛星測位が不健全な状態であると判定され得る**衛星が故障した状況の模擬は困難**
- 衛星のトラブルによって**本来放送される電波とは異なった電波をアンテナが受信するような試験環境**を用意できれば、検証が可能と予想
- 屋外のアンテナで受信した衛星測位の信号を再送信する**リピータ(再放射器)を用い**、本来放送される電波に加え、**リピータを介して再放射される不要な電波も受信する試験環境**を検討
- 実車を使用した実験を実施し**、得られた衛星測位データから、**車上測位精度評価手法<sup>3)</sup>を適用して試験環境の実現可能性を検討**
- 車上測位精度評価手法によって測位誤差を算出したところ、**電波の再放射の影響を受けたことによる定常的な測位誤差が発生したことから、リピータを用いた試験環境の実現可能性を確認**

1)鉄道における準天頂衛星等システム活用検討会第4回検討会配布資料, 国土交通省ホームページ, [https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo\\_tk7\\_000014.html](https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_tk7_000014.html)  
 2)山口大助ほか, 鉄道等陸上交通における衛星測位の健全性判定手法の検討, 令和5年度交通安全環境研究所フォーラム2023  
 3)山口大助ほか, 衛星測位による列車位置検知の精度の評価に向けた取組, 令和3年度交通安全環境研究所フォーラム2021講演概要

## 衛星測位健全性判定手法

- 3個のアンテナを地上に設置し, 3個のアンテナで形成される三角形(基準三角形)を基準として, 常時測位によって逐次形成される三角形(逐次三角形)と比較することで衛星測位の健全性を判定
- 両者に差が生じた場合には不健全な状態であると判定し, 列車の運行を停止



## 有用性検証の試験環境 (図1)

- 健全性判定のための常時測位に使用する健全性判定用アンテナに対し, 衛星から本来放送される電波に加えて, このアンテナから離れた地点に設置した**試験環境用アンテナ**で受信した衛星測位信号を**リピータ**を介して再放射
- 試験環境は屋外を想定しているが, 再放射した電波の強度によっては電波法に抵触する恐れがあり, **電波強度の設定は要注意**

## 有用性検証の試験環境の実現可能性を検討するための実験 (図2)

- 試験環境の車上への拡張を見据えて, 実験では**実車**を使用
- 車上に, 試験環境用アンテナ, リピータ, 評価用アンテナ①, 評価用アンテナ②, 測位精度評価基準用アンテナ(基準用アンテナ)を各1個設置
- 車内に減衰器を設置し, 電波法に抵触しないよう再放射の電波強度を調整
- 評価用アンテナ①は電波の再放射の影響を受け, 評価用アンテナ②はリピータから3m以上離れているため影響を受けない想定
- 評価用アンテナ①②と基準用アンテナでの衛星測位データから, 上記想定のとおりであるかを車上測位精度評価手法を適用して検証
- 1組の試験環境用アンテナとリピータによって試験環境の実現可能性を確認できれば3個の健全性判定用アンテナと同数の試験環境用アンテナによる構成を実現可能
- 基準用アンテナと評価用アンテナ①での測位はRTK測位, 評価用アンテナ②での測位はCLASを用いた測位

## 実験結果に基づく試験環境の実現可能性の検証 (図3(a)(b))

- 評価用アンテナ①での測位はFIX解を得られているものの, **電波の再放射の影響を受けて測位誤差が1m程度定常的に発生したことを確認**
- 評価用アンテナ②での測位はFIX解を得られたときの測位誤差が小さく, **試験環境用アンテナで受信した電波の再放射の影響を受けていないことを確認**
- 実験結果より, 評価用アンテナ①は電波の再放射の影響を受け, 評価用アンテナ②は影響を受けない想定通りであり, **試験環境用アンテナとリピータの組み合わせによる試験環境の実現可能性を確認**

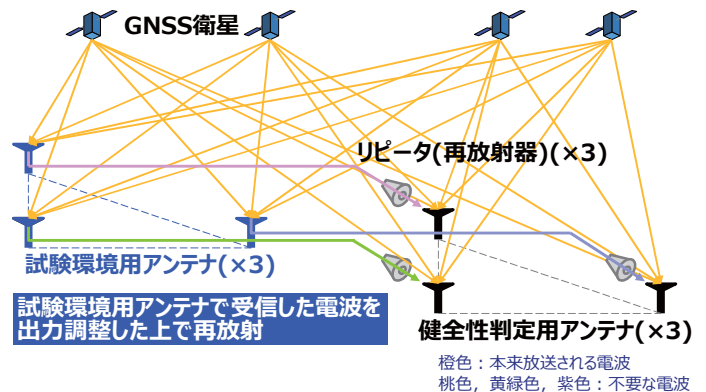


図1 リピータを使用した試験環境

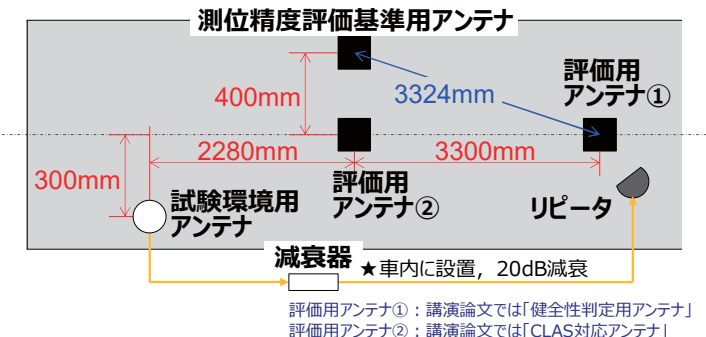


図2 実車実験における機材構成

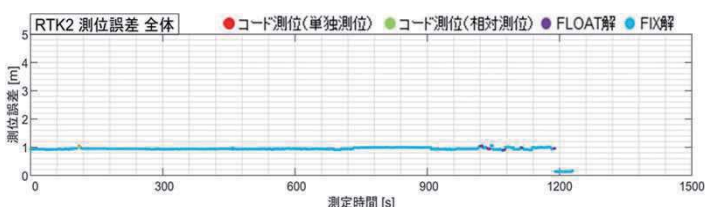


図3(a) 評価用アンテナ① 測位精度評価結果

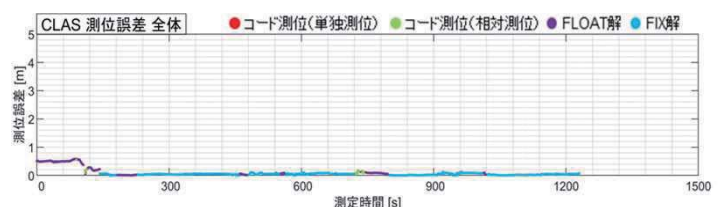


図3(b) 評価用アンテナ② 測位精度評価結果

謝辞 技術協力いただきましたイネブラー株式会社と実車実験にご協力いただきました山形鉄道株式会社に謝意を表します。