

オープンスカイで測位中の GNSS 受信機が干渉電波に示した応答および屋内測位との判別困難性 Measured Responses Against Interference of a GNSS Receiver Operating in Open Sky Conditions and the Difficulty in Their Distinction from Indoor Measurements

岩本 貴司
Iwamoto, Takashi
三菱電機株式会社
Mitsubishi Electric Corporation

海老沼 拓史
Ebinuma, Takuji
中部大学
Chubu University

1 はじめに

GNSS 受信機に対し開放空間において干渉電波を放射し応答を調べる試験が、無線局免許状の交付を受けて可能になったので、今回初めて報告する。このような物理的試験により、信号干渉電力比や送信衛星の配置に加え受信機内部の Delay Lock Loop や Phase Lock Loop の状態、経験的な処理論理などに応じた複雑な応答を示す受信機出力の定量的議論が可能になる。実際、各航法衛星からの受信信号/雑音電力比を劣化させる一方で、他帯域の通信を維持する電波干渉が比較的容易に実現される結果が得られた。この結果は、屋内等の弱電界領域に設置された受信機出力との判別が困難になる懸念と、法制審議会における出頭確保の観点からの言及が公開されている [1]、衛星測位装置の装着への検討余地とを示している。

2 実験機材

表 1 に記載した受信アンテナをオープンスカイ環境に設置し、接続した GNSS 受信機で正常な GPS 測位を確認した。その受信アンテナに向かって、L1 C/A 電波の中心周波数 1.57542 GHz の両側 ± 10 MHz 帯域を掃引する周波数変調電波を、送信アンテナを経由して送信機から送信した。条件を変化させて実験した中で得られた受信機応答例を次節に報告する。

表 1 使用した実験機材

機材	メーカー	形名
受信アンテナ	NovAtel	GPS-701-GG
受信機	NovAtel	OEM638
送信アンテナ	Antcom	18x2.5H1215R-P-XN-1-J
送信機	Ettus	usrp B200

3 受信機出力が示した応答例

図 1 に示すとおり間隔約 385 mm で送受信アンテナを設置し、電力 2 nW に相当する非常に微弱な干渉電波放射の期間前後に、受信機が追尾した各 GPS 衛星 L1 C/A 信号の Carrier/Noise 電力比 (C/N 比) の時間変化を図 2 に示す。干渉電波放射直前まで 36 dB 以上確保されていた GPS L1 C/A 信号の C/N 比には、放射期間中約 15 dB の劣化と、放射後の回復が見られる。また追尾した GPS 衛星数は、放射直前までの 9 機が、放射開始後に 3 機に減少し、GPS 単独での測位が不可能になった。更に、中心周波数の等しい QZSS の L1 C/A 信号と Galileo の E1 信号、中心周波数の近い BeiDou の L1I 信号にも同様の C/N 比劣化が見られた。中心周波数と変調方式とが異なる GLOANASS の L1 信号には、それらよりも穏やかな



図 1 実験に使用した送受信アンテナの配置

劣化が見られた。

同様に電力 1 nW に相当する、更に微弱な干渉電波放射により、GPS L1 C/A 信号の C/N 比には約 12 dB の劣化が見られた。また追尾衛星数は放射により 8 機から 7 機に減少したが、GPS 単独での測位が維持された。これらの出力結果は、受信が遮蔽物の影響で C/N 比を劣化させた際のものに類似しており、干渉電波の放射による劣化と判別されることの困難性が懸念される。

4 おわりに

オープンスカイ環境で受信中の GNSS 受信機が非常に微弱な干渉電波の放射を受けた際の応答を、今回初めて報告した。今後更に、干渉電波に対する GNSS 受信機の抗たん性の議論に、貢献できることを期待する。

参考文献

- [1] 法制審議会第 186 回会議 (令和 2 年 2 月 21 日開催) 議事録。

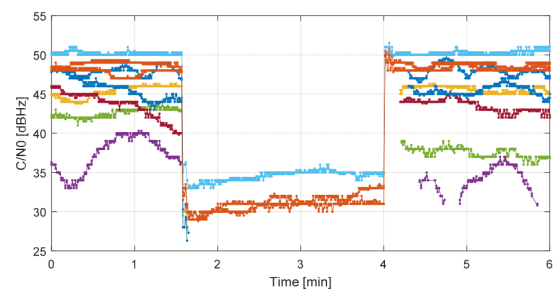


図 2 受信機が追尾した各 GPS 衛星電波の C/N 比の時間変化