

指向性の高い GNSS アンテナの作成について

About Creating a Highly Directional GNSS Antenna

山田 力丸*¹ 浪江 宏宗*¹ 横田 健太朗*²
Rikimaru Yamada Hiromune Namie Kentaro Yokota
防衛省*² 防衛大学校*¹ 電気電子工学科

The Department of Electrical and Electronic Engineering, The National Defense Academy*¹, The Ministry of Defense*²

1. まえがき

衛星測位には GNSS 信号を受信できる上空が開けた環境が必要であり、地下空間など、上空に電波を遮るような構造物等がある環境では、衛星電波を受信できず、測位を行うことはできない。そのため、地下空間のような環境においては、人為的に GNSS 信号を生成し、放射することで、測位を可能にする方法も考えられる。特定のエリアや、ユーザに放射するためには、指向性の高いアンテナが必要であるが、指向性を持たせた GNSS 用のアンテナは、市場に広くは出回っておらず、かつ高価である。そのため、本研究では、安価で指向性の高い GNSS アンテナを作成する。その後、指向性の測定を行い、さらに指向性を持たせて、GNSS 信号を放射することが可能かどうかを検証する。

2. GNSS スプーフィングについて

スプーフィング (Spoofing) とは、「なりすまし」を意味し、GNSS スプーフィングは、意図的に偽の測位信号を生成し、それを放射することで、本物の GNSS 信号になりすますことである。GNSS スプーフィングを行うことにより、悪意を持った他者が、意図する位置座標をユーザの受信機に算出させることができる。そのため、衛星測位を利用する全てのユーザが対象となり、知らぬ間に意図しない場所に誘導されたり、誤った位置情報を表示させられたりする可能性がある。こうしたスプーフィングを、特定のユーザに対して行う場合、もしくは、特定の地点や範囲を通過するユーザに対して行う場合は、指向性の高いアンテナが必要となる。さらにスプーフィングを行う場合、より安価なアンテナがあればスプーフィングの実装がより容易になると考える。

3. GNSS L1 用アンテナ作成と指向性測定

指向性の高いアンテナは様々あるが、その中で、海技大 学校保有のアンテナを参考に、GNSS L1 用ヘリカルアンテナを自作した (図 1)。ヘリカルアンテナの主要諸元を表 1 に示す。同表 1 のアルミ板に直径 2 cm の穴を開け、長さ 70 cm の竹材を挿入してアンテナの支柱とした。また、長さ 3 m の銅線を螺旋状に巻付け、アンテナ本体を作成した。さらに、アンテナ本体を固定するために固定具を使用し、三脚に固定した。三脚に固定したアンテナは、地上高、及び、支柱の角度を容易に変えられるようにした。アンテナの材料としては、支柱部は竹ぼうきの柄を切断して使用するなど、安価で入手が容易な材料で作成した。

アンテナ作成後、防衛大学校 電気電子工学科所有の電波暗室を用いて、図 1 のヘリカルアンテナの、L1 周波数に対する指向性を測定した。アンテナは、先端部を 0° 方向

として測定を行った。測定にはアンテナの他、GPS 電波再放射器、及び、GNSS 受信機を使用した。得られたアンテナの指向性の測定結果を図 2 に示す。

4. 考察及び今後の展望

図 2 の結果より、自作ヘリカルアンテナを用いた放射実験では、水平・垂直方向へは、0° 方向で最大 6 dB の利得が得られ、0° 方向へは、180° 方向に比べて水平方向 40 倍、垂直方向 84 倍の利得が得られることが分かった。今回、安価な自作ヘリカルアンテナにおいても、L1 周波数に対して高い指向性を得ることが可能であることが検証できた。今後は、このアンテナを用いて、GNSS 電波の再放射を、放射距離や受信機の位置を変えながら行い、測位結果に影響を与えるスプーフィングを、実際に行うことが可能であるかを検証する。

表 1 自作 GNSS L1 用ヘリカルアンテナ主要諸元

アンテナ長	70 cm
巻数	15 巻
コイル間隔	4.7 cm
アンテナ	銅 (φ 6.1 cm)
支柱部	竹
アルミ板	22.7 × 19.7 cm



図 1 自作 GNSS L1 用ヘリカルアンテナ

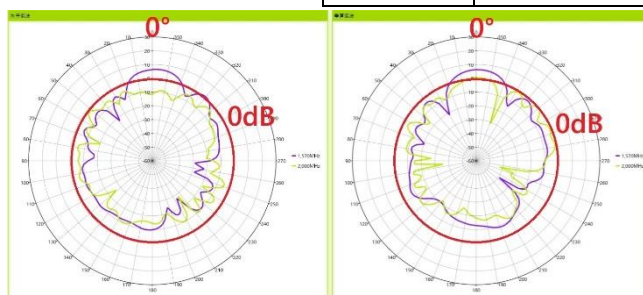


図 2 GNSS ヘリカルアンテナの水平・垂直方向の指向性 (左側: 水平方向、右側: 垂直方向)

参考文献

- [1] 坂井 丈泰: 「GPS のセキュリティ」 REAJ 誌、Vol. 39、No. 4 (通巻 236 号) 2017
- [2] Zhijun Wu, Yun Zhang, Yiming Yang, Cheng Liang, and Rusen Liu: “Spoofing and Anti-Spoofing Technologies of Global Navigation Satellite System,” A Survey (2020)