

超小型深宇宙探査機 PROCYON 搭載アンテナの電気特性測定結果

B-2 Radiation Characteristics of Onboard X-band Antennas for PROCYON

玉木 雄三^{*1} 小林 岳彦^{*1} 富木 淳史^{*2} PROCYON 実証チーム

Yuzo Tamaki^{*1}, Takehiko Kobayashi^{*1}, Atsushi Tomiki^{*2}, and Flight demonstration team of PROCYON

^{*1} 東京電機大学 ワイヤレスシステム研究室 ^{*2} 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

^{*1} Wireless Systems Laboratory, Tokyo Denki University ^{*2} Institute of Space and Astronautical Science, JAXA.

1. まえがき

2014 年 12 月に JAXA が打ち上げた超小型深宇宙探査機 PROCYON には、表 1 および図 1 に示すような X 帯のアンテナが搭載されている。アンテナ単体および探査機構体を模擬したモックアップに搭載した状態での電気特性測定結果を報告する。

各測定は電波暗室内でベクトルネットワークアナライザ (VNA) を用いて行った。放射指向性は、右旋円偏波アンテナと対向させて VNA で測定した。偏波の軸比は、直線偏波アンテナ (3 アンテナ法で利得を校正した DRH (Double-ridged waveguide horn) アンテナ) を用いて偏波パターン法[1]により測定し、計算により円偏波利得を求めた。

2. 測定結果

各アンテナの VSWR の測定結果は、帯域内において 1.3 以下であり、不整合による損失は最大で 0.07 dB である。モックアップに取り付けたことによる変化は見られなかったが、XLGA に個体差が見られた。

XHGA および XMGA の 正面利得、電力半値角、および XPD を表 2 に示す。XHGA の電力半値角は PROCYON の姿勢制御精度 0.3° より十分広いため、姿勢変動による利得の変動は小さい。XMGA は太陽電池パネルでの発電量を考慮し、通常は電力半値角内で使用される。

XLGA は、モックアップに取り付けたことで図 2 に示すように 軸比が劣化した。また、太陽電池パネルのある面はより大きな影響を受けた。8.4 GHz 帯の XLGA1, 2 でも同様の傾向が見られた。図 3 に示す放射指向性にも影響があり、利得平坦部のリプルが大きくなったほか、太陽電池パネルや探査機構体の影になる方向では、±90° を超えたあたりからの利得の落ち込みが急峻になった。PROCYON は、低利得アンテナ (XLGA) を太陽電池パネルの面とその対の面の両方に持つことで、探査機の姿勢によらず通信が可能になるよう設計されている。クロスオーバーポイントでの利得は -3.5 dBi (7.19 GHz)、-4.7 dBi (8.44 GHz) であった。ゆえに、YZ 平面上では探査機の角度によらずこれ以上の利得が確保される。

3. 不確かさの見積もり

3 アンテナ法で校正した DRH アンテナの利得の不確かさを、測定系の誤差、アンテナ設置の誤差、および 3 アンテナ法の誤差に関する 11 項目の誤差要因 [2] について評価した。その結果、DRH アンテナの拡張不確かさ (信頼水準 95%) は ±0.56 dB であった。また、これを用いて利得を測定した XHGA および XLGA の拡張不確かさは、それぞれ ±0.70 dB、±0.77 dB であった。

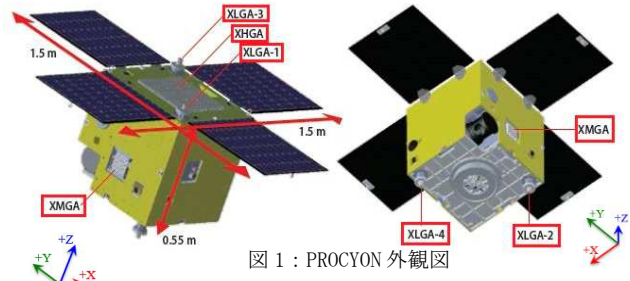


図 1: PROCYON 外観図

表 1: PROCYON 搭載アンテナ

| アンテナ名 | アンテナ形式 | 偏波 | 重量 [g] |
|----------|--------------------|------|--------|
| XHGA | 無給電素子付64素子円形パッチアレー | RHCP | 1300 |
| XMGA | 無給電素子付4素子円形パッチアレー | RHCP | 81 |
| XLGA1, 2 | 誘電体カバー付4線ヘリカル | RHCP | 180 |
| XLGA3, 4 | 誘電体カバー付4線ヘリカル | RHCP | 200 |

表 2: XHGA および XMGA の測定結果

| アンテナ名 | 正面利得 [dBi] | | 電力半値角 [deg] | | XPD [dB] | |
|-------|------------|----------|-------------|----------|----------|----------|
| | 7.19 GHz | 8.44 GHz | 7.19 GHz | 8.44 GHz | 7.19 GHz | 8.44 GHz |
| XHGA | 24.4 | 24.0 | 8.4 | 7.2 | 16.7 | 27.9 |
| XMGA | 13.7 | 12.8 | 30.5 | 24.6 | 23.3 | 18.5 |

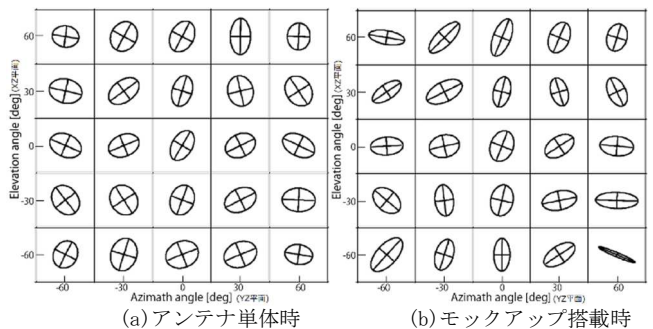


図 2: 低利得アンテナ (XLGA3) 軸比測定結果 (7.19 GHz)

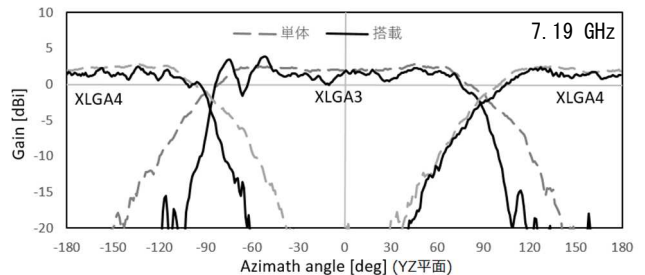


図 3: 低利得アンテナの放射指向特性 (XLGA3, 4)

4. まとめ

PROCYON 搭載アンテナの電気特性を実測し、利得測定の不確かさを評価した。低利得アンテナをモックアップに取り付けて測定したところ、軸比の劣化や放射指向特性の変化が確認された。

参考文献

[1] J. D. Kraus, Antennas, 2nd ed., McGraw-Hill, New York, 1988, pp. 835-839
 [2] 坂齊 誠, 増沢博司, 藤井勝巳, 鈴木晃, 小池国正, 山中幸雄, "1~18GHz 帯ホーンアンテナ較正における測定の不確かさの評価," 情報通信研究機構季報, vol. 52, no. 1, pp. 23-22, 2006.