

PROCYON 搭載アンテナの電気特性

Radiation Characteristics of Onboard Low-, Medium-, and High-gain X-band Antennas for PROCYON

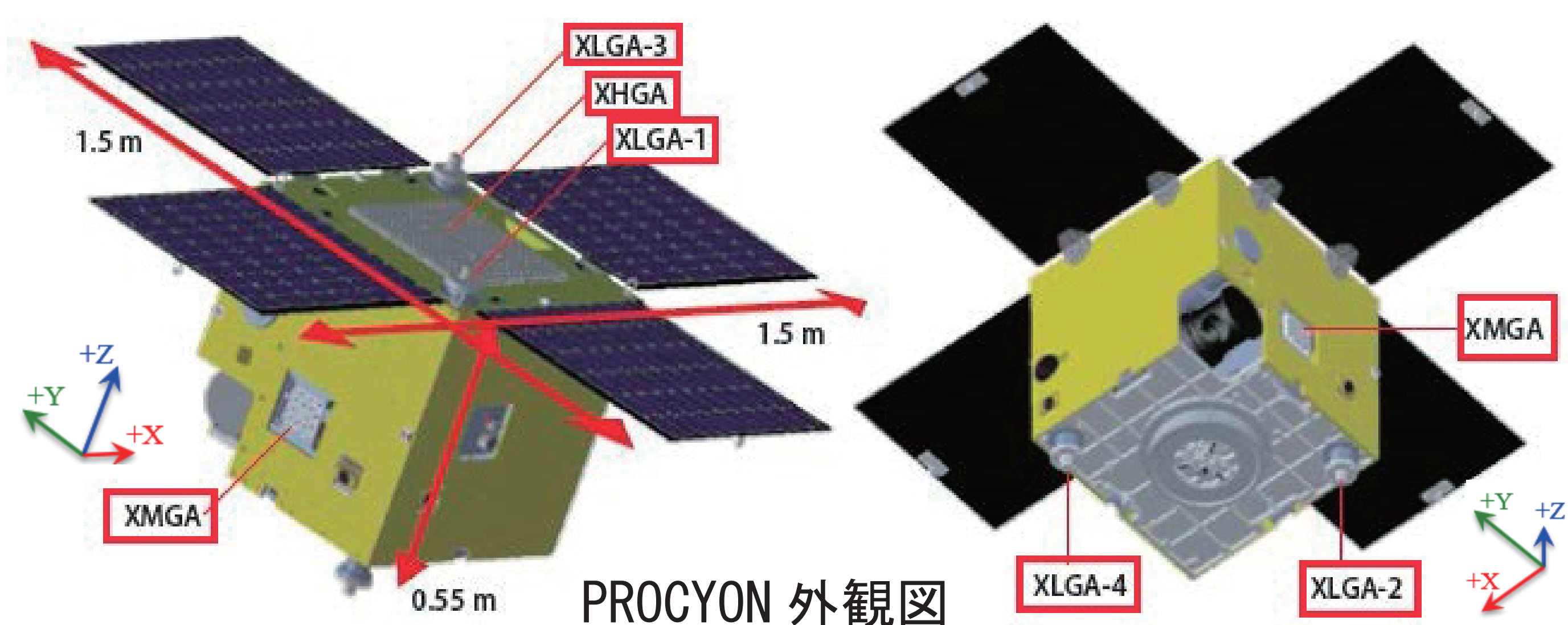
玉木雄三, 小林岳彦 (電機大), 小林雄太, 富木淳史, 川勝康弘 (JAXA)
神田泰明, 羽賀俊行, 奥野秀一, 石川雅澄 (アンテナ技研), 船瀬龍 (東大)

概要

超小型深宇宙探査機 PROCYON に搭載された低、中、および高利得 X 帯アンテナの電気特性を実測した。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 (低利得アンテナのみ) での VSWR、放射指向性、軸比を電波暗室内で測定した結果を報告する。

PROCYON 搭載アンテナの規格

アンテナ名	アンテナ形式	利得[dBi]	偏波	VSWR	重量[g]
XHGA	無給電素子付64素子円形パッチアレー	Tx: 25.5 Rx: 24.5	RHCP	1.5以下	1300
XMGA	無給電素子付4素子円形パッチアレー	Tx: 12.0 Rx: 12.0	RHCP	1.5以下	81
XLGA1,2	誘電体カバー付4線ヘリカル	Tx: 0	RHCP	1.5以下	180
XLGA3,4	誘電体カバー付4線ヘリカル	Rx: 0	RHCP	1.5以下	200



測定方法の概要

軸比、円偏波利得

- 直線偏波アンテナの偏波面を回転させ、各偏波角での受信電力から軸比を求める偏波パターン法 [1] により XPD を測定
- 直線偏波のアンテナとして Double-ridged waveguide horn を使用

VSWR、放射指向性

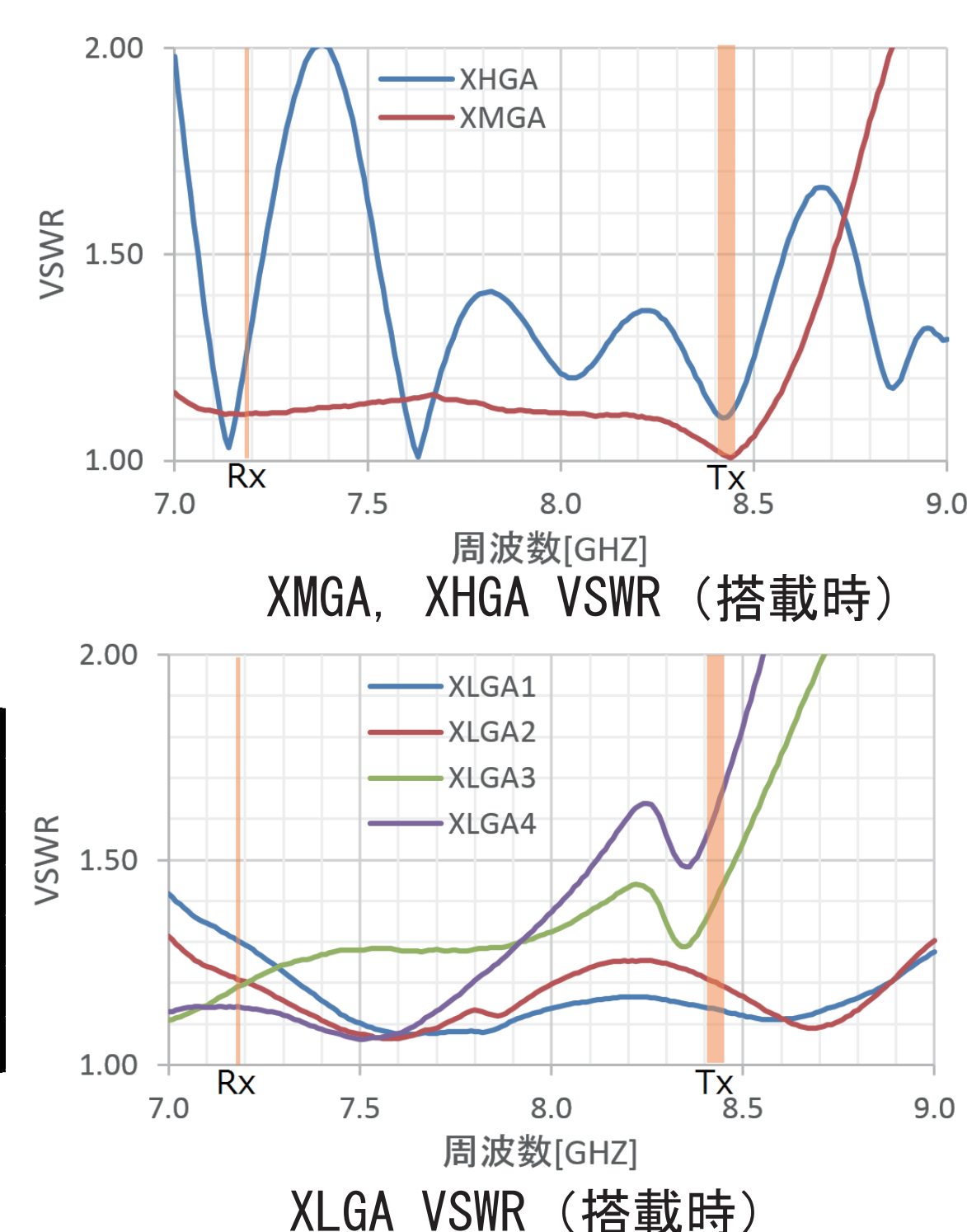
- VSWR は VNA で測定
- 放射指向性は右旋円偏波アンテナと対向させて VNA で測定 [1] J. D. Kraus, Antennas, 2nd ed. (McGraw-Hill, New York 1988) pp. 340-358 and 692-694

測定結果

VSWR

- 単体時、取り付け時ともに運用周波数でのインピーダンス整合は良好
- 各アンテナとも、探査機構体への取り付けによる VSWR の変化は小さい
- 個体差はあるが整合は良好 (XLGA)

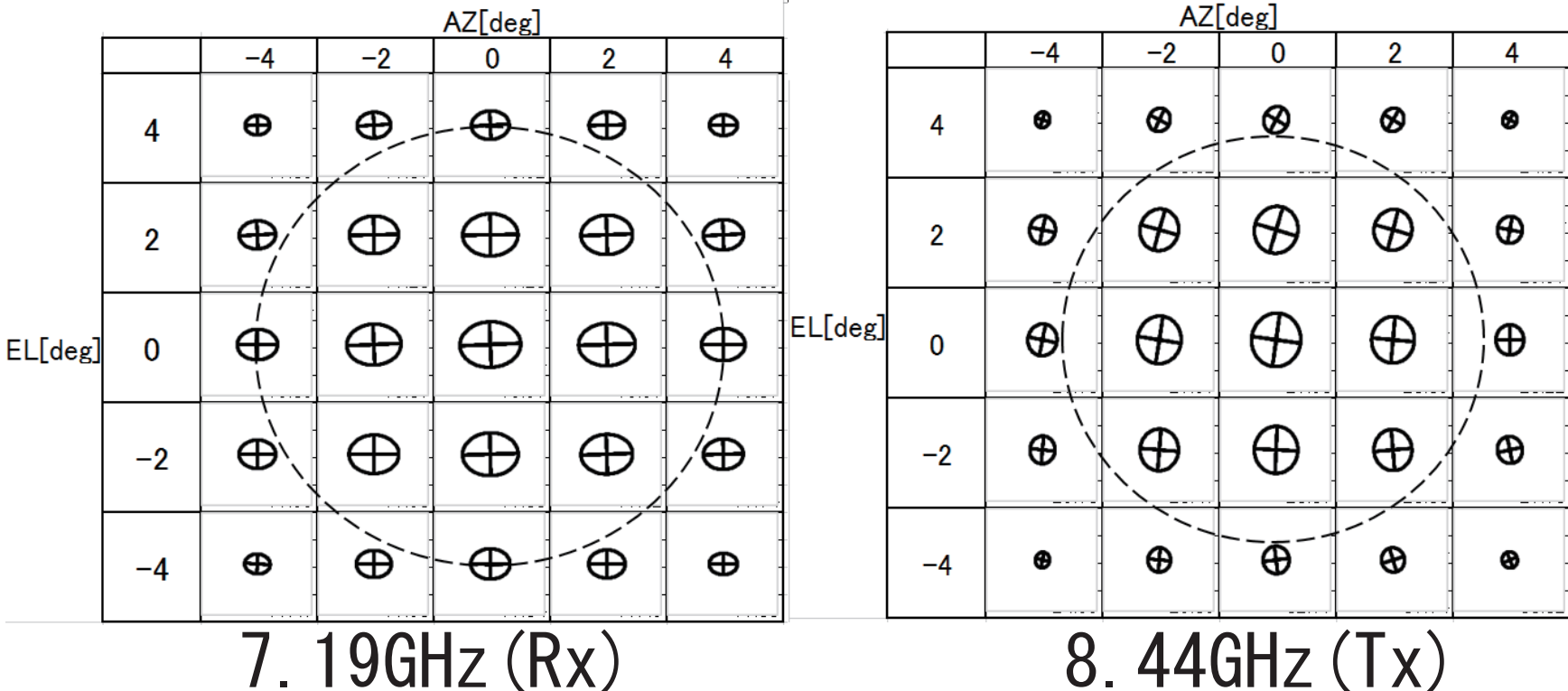
周波数 [GHz]	不整合による損失 [dB]											
	XHGA		XMGA		XLGA1		XLGA2		XLGA3		XLGA4	
7.187	0.06	0.05	0.01	0.01	0.07	0.08	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
8.405	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.04	0.04	0.10	0.11	0.21	0.20
8.444	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.03	0.04	0.14	0.14	0.28	0.26
8.491	0.05	0.04	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.19	0.19	0.37	0.35



軸比および放射指向特性

・ XHGA

軸比測定結果

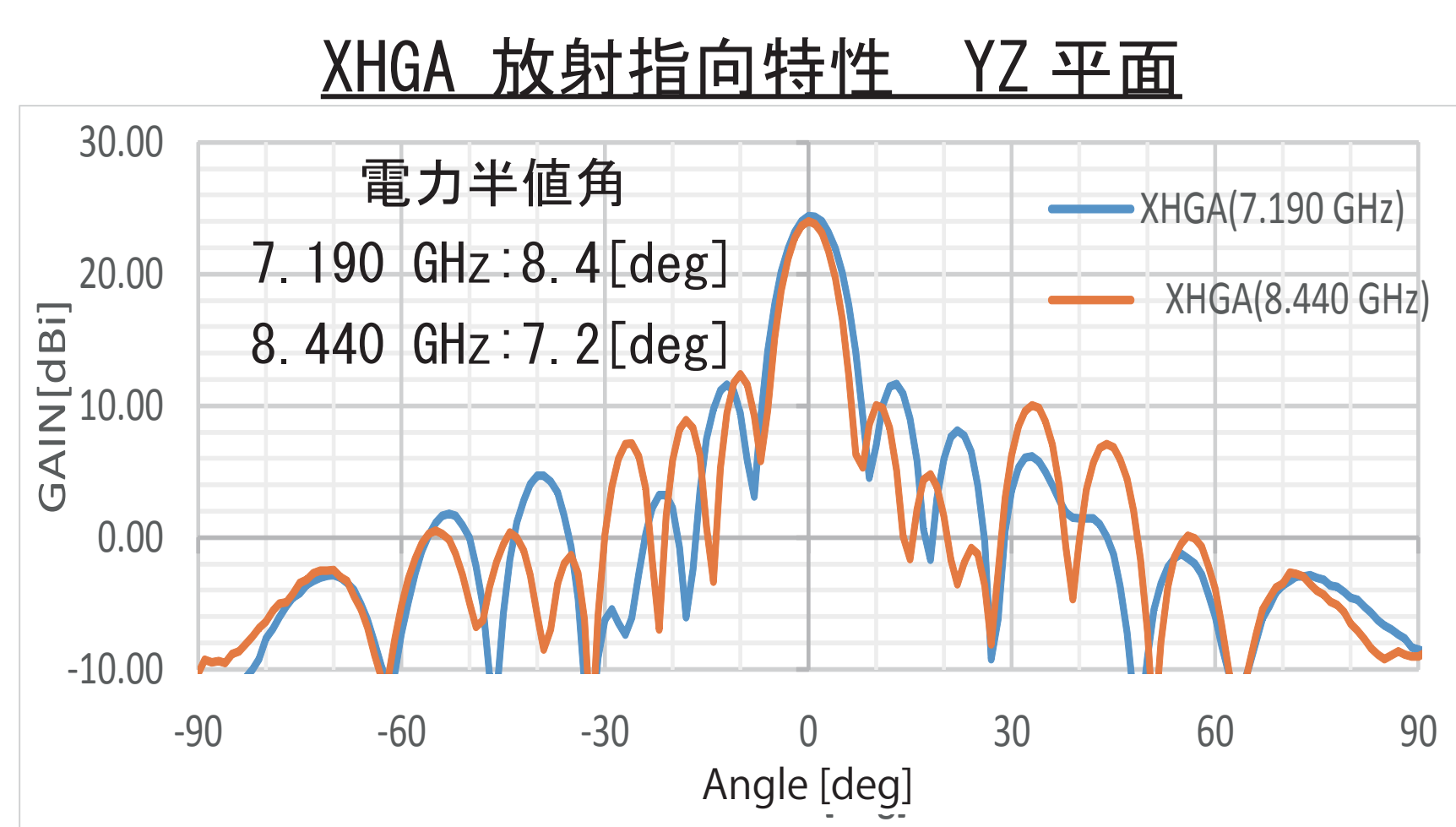


- 7.19 GHz, 8.44 GHz 共に 3 dB 半値角内での軸比の変化は小さい

※円は利得が -3 dB 減少するまでのおおよその範囲を表している

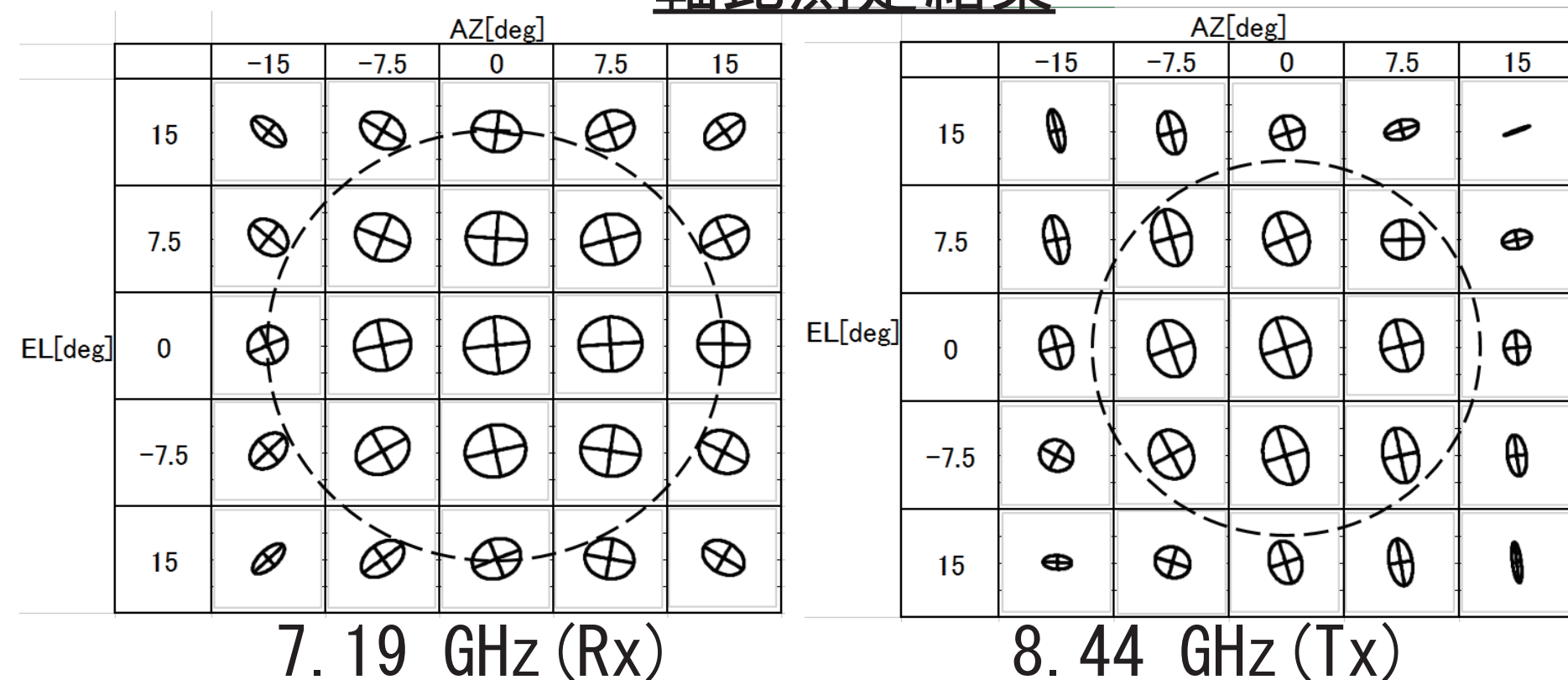
- PROCYON の姿勢制御精度は 0.3° 以下で XHGA の電力半値角より十分小さい
- 姿勢変動による利得の変動は 0.35 dB 以下
- 正面利得測定結果一覧 [dBi]

	TDU	アンテナ技研	JAXA
XHGA_Tx	24.03	25.43/25.29	
XHGA_Rx	24.38	24.77/24.70	



・ XMGA

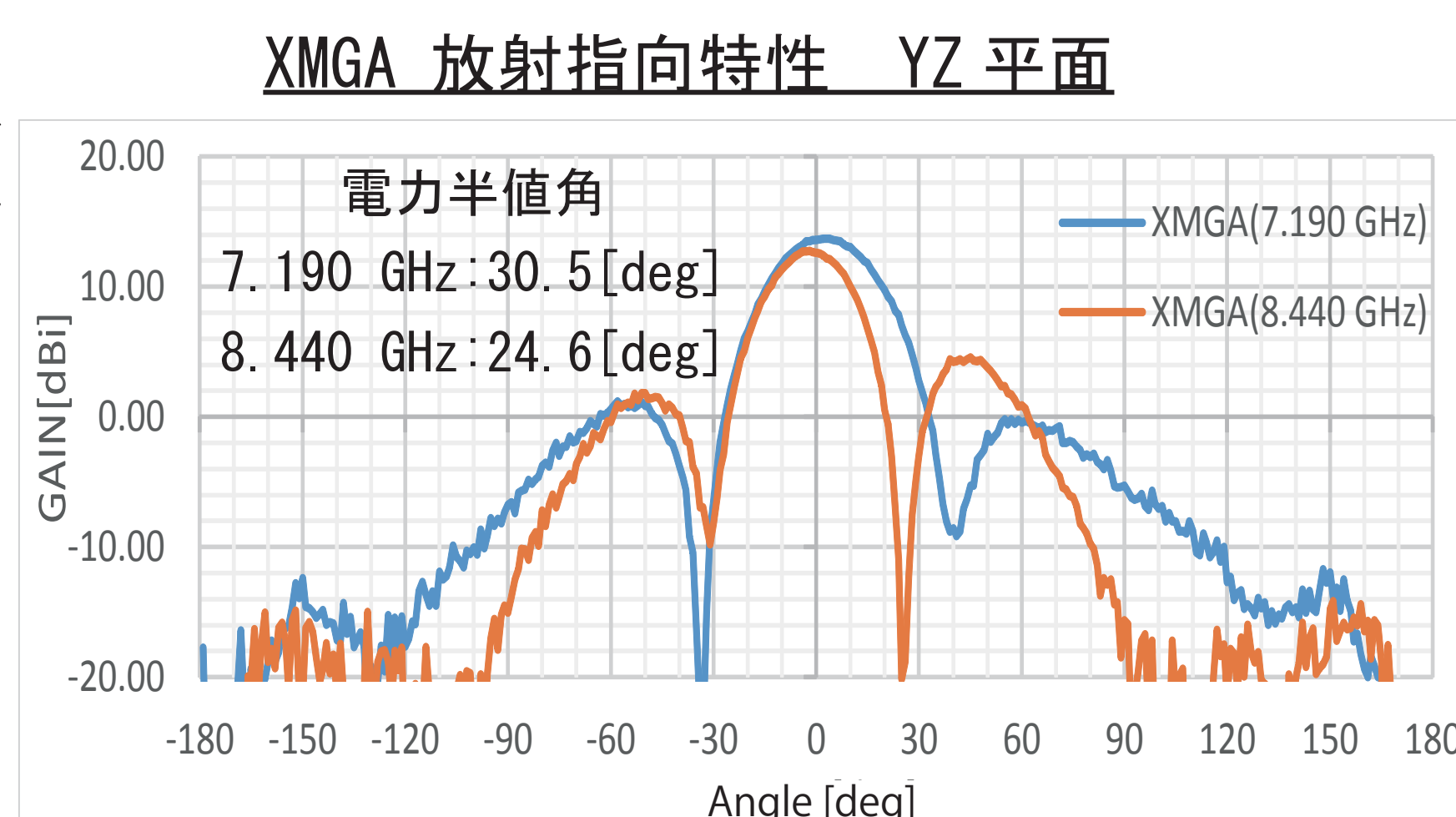
軸比測定結果



- 理想的な円偏波アンテナと通信する場合の偏波不整合による損失: (Rx) 0.57 dB, (Tx) 0.93 dB
- 7.19 GHz, 8.44 GHz 共に 3 dB 半値角内での軸比の変化は小さい

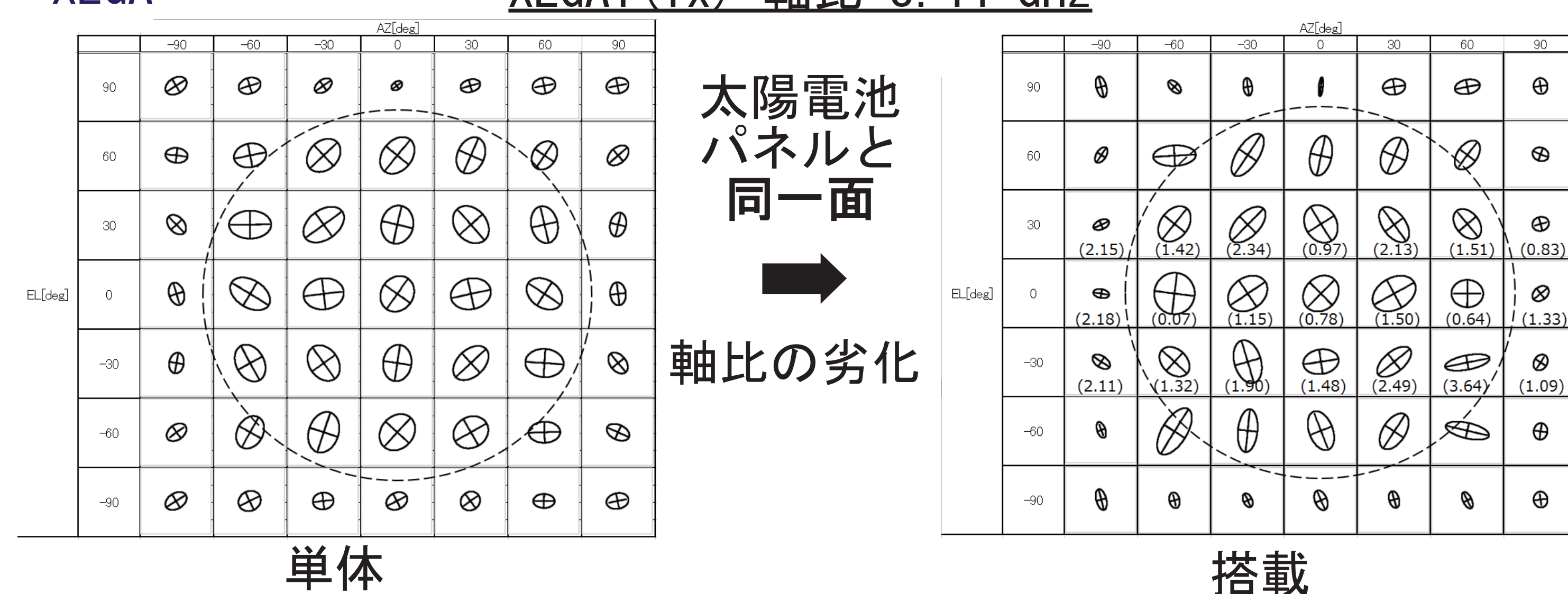
- MGA は太陽電池パネルでの発電量とのバランスを考慮し、通常電力半値角内で使用される
- 8.44 GHz では、ビームパターンに偏りが見られる
- 正面利得測定結果一覧 [dBi]

	TDU	アンテナ技研	JAXA
XMGA_Tx	12.75	14.29/13.76	
XMGA_Rx	13.70	13.76/13.30	



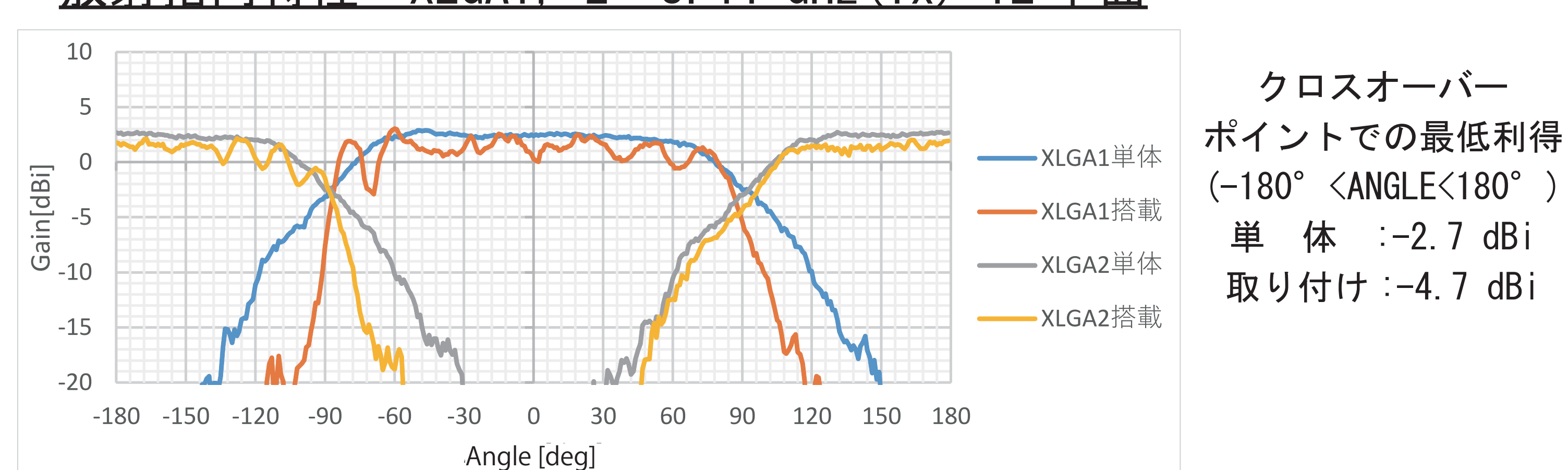
・ XLGA

XLGA1 (Tx) 軸比 8.44 GHz



- 探査機構体に取り付けたことで偏波の軸比が劣化した
- 軸比が劣化すると、偏波不整合による損失が発生する
- 太陽電池パネルのある面は、より大きな影響を受けた
- 7.19 GHz 帯の XLGA3, 4 でも同様の傾向が見られた

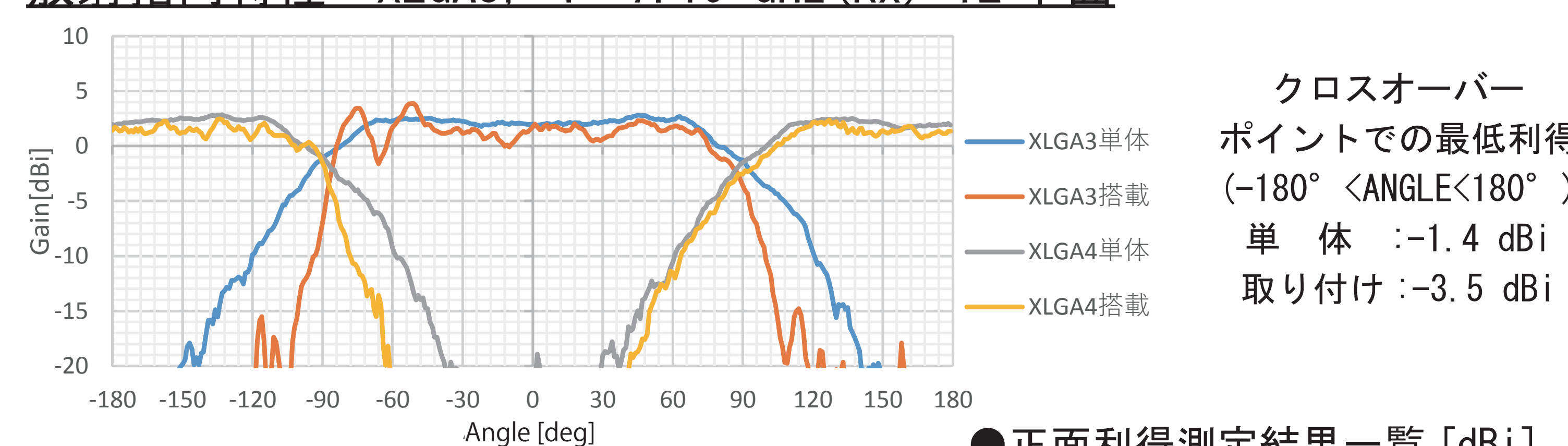
放射指向特性 XLGA1, 2 8.44 GHz (Tx) YZ 平面



探査機への取り付けによる特性変化

- 利得平坦部のリップルが大きくなった
- ただし、測定系との偏波不整合に起因するリップルの最悪値は 7.19 GHz で 1.2 dB、8.44 GHz で 2.1 dB である
- YZ 平面上では、8.44 GHz で -4.7 dBi, 7.19 GHz で -3.5 dBi 以上の利得が探査機の角度によらず確保される

放射指向特性 XLGA3, 4 7.19 GHz (Rx) YZ 平面



● 正面利得測定結果一覧 [dBi]

	TDU	アンテナ技研	JAXA
XLGA1	2.67	2.84/2.58	
XLGA2	2.42	3.40/3.15	
XLGA3	2.34	4.18/3.64	
XLGA4	2.90	4.18/3.64	

まとめ

- 各アンテナとも整合は良好
- LGA は探査機構体の影響により軸比の劣化が見られた
- 他の測定結果との比較では、1 dB 以上も結果がことなる測定値があった。今後、不確かさの評価や測定系の見直しを行いたい