

第11回宇宙科学シンポジウム

開発最終段階にきた深宇宙探査のための X帯／Ka帯通信システム

戸田知朗， 富木淳史， 小林雄太（JAXA/ISAS）
鹿子嶋憲一（茨城大）， 小林岳彦（電機大）

研究の背景

✓各宇宙機関の惑星探査における通信システムの現状

- ✓NASA・ESA： 惑星探査においてKa帯（32GHz）を積極的に利用
- ✓JAXA： AKATSUKI・IKAROSにおいてX帯（8GHz）デジタルトランスポンダを搭載実証
惑星探査において， Ka帯は未使用（HAYABUSA2で搭載予定）

✓Ka帯を利用するメリット

- ✓深宇宙からの高速データ通信の実現
- ✓高精度軌道決定
- ✓電波惑星科学

✓Ka帯利用への要求

- ✓軽量・低消費電力
- ✓高信号純度・高周波数安定度
- ✓高信頼性

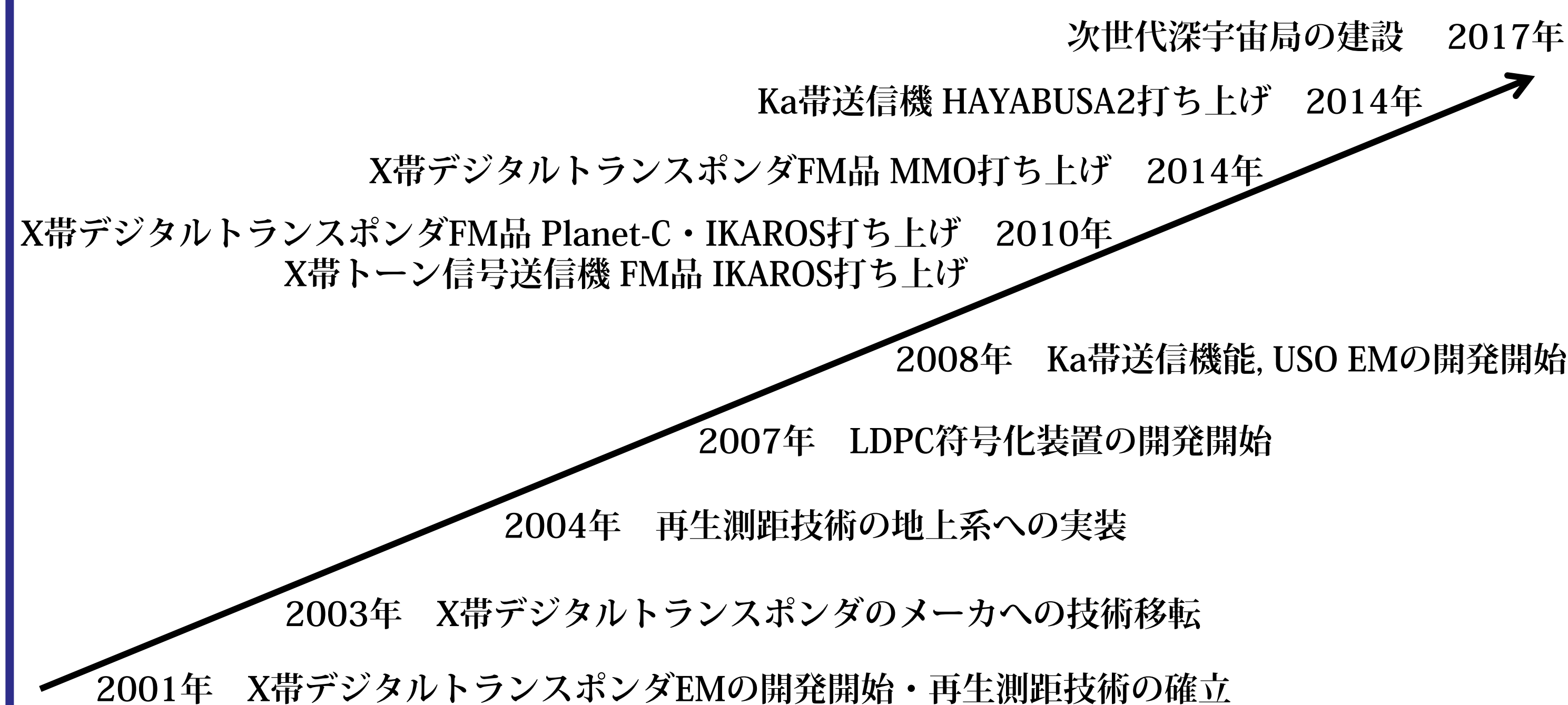
Transponder turnaround ratios and channels

Uplink	Downlink	Frequency ratio	No. of channels	Bandwidth
X	X	880/749	37	50 MHz
X	Ka	3328/749 3344/749 3360/749	37	500 MHz



ロードマップ

X帯／Ka帯通信システムのマイルストーン



X帯／Ka帯通信システム

搭載系X帯通信システムフライト実績

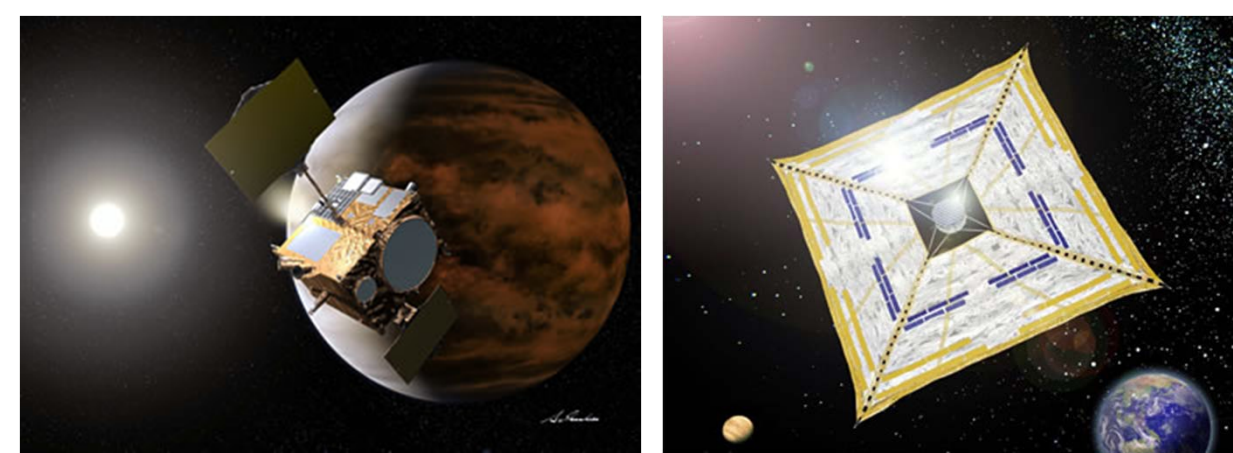
✓AKATSUKI・IKAROS

✓X帯デジタルトランスポンダの搭載

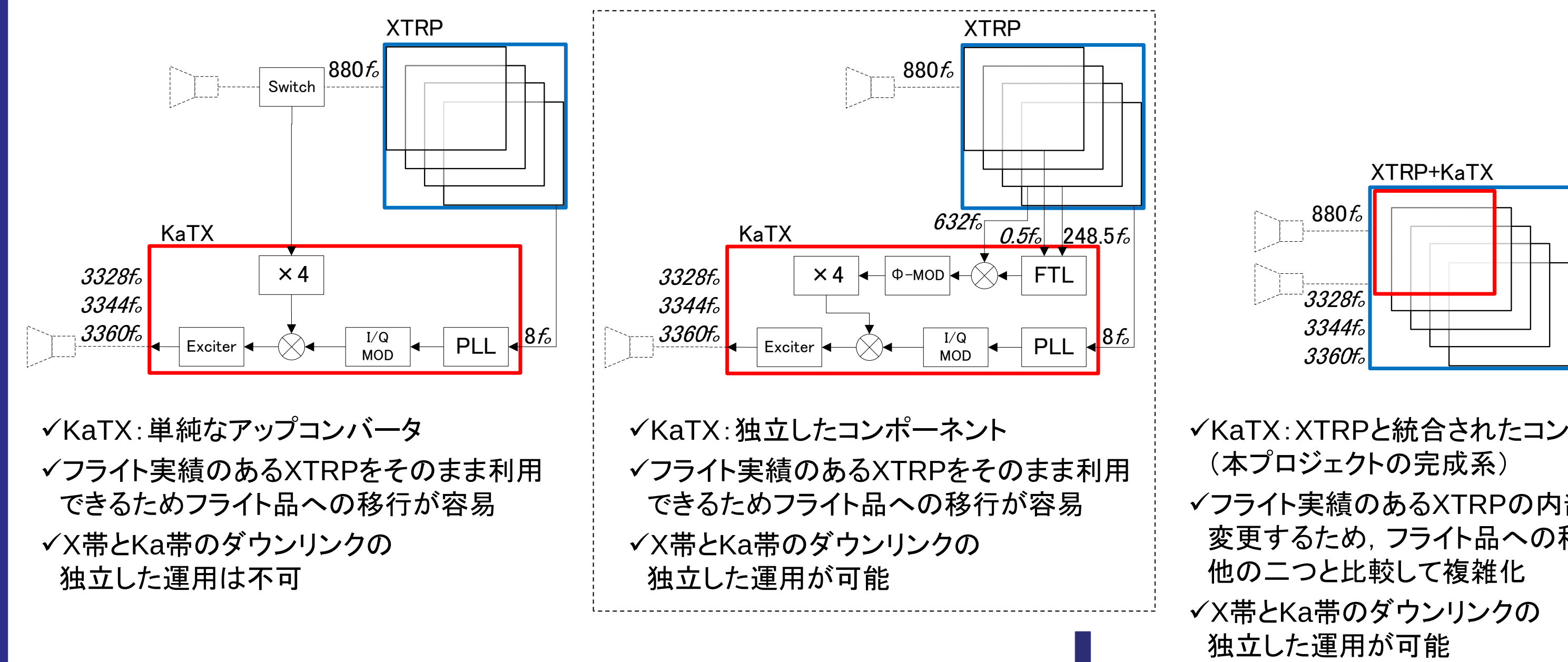
✓IKAROS

✓X帯トーン信号送信機の搭載

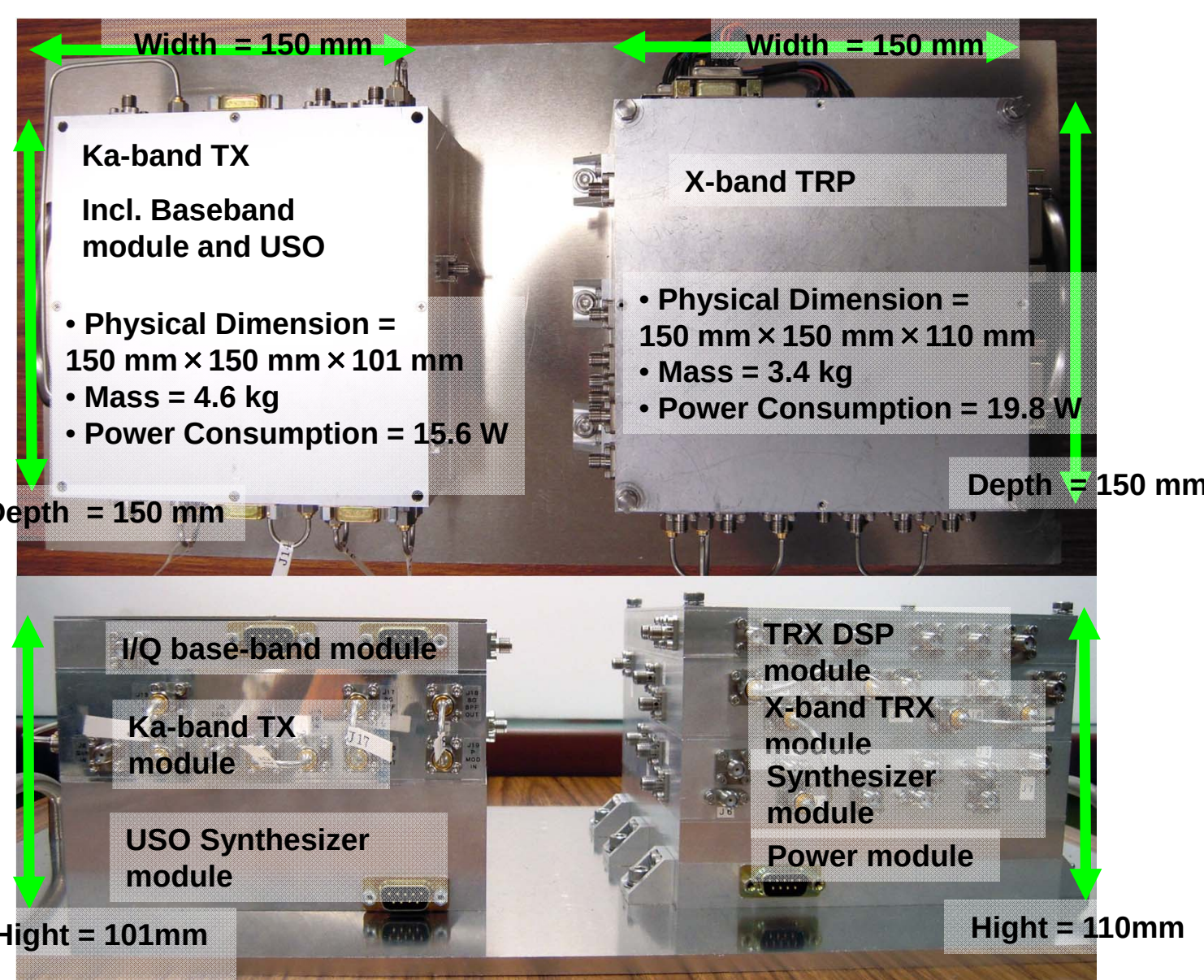
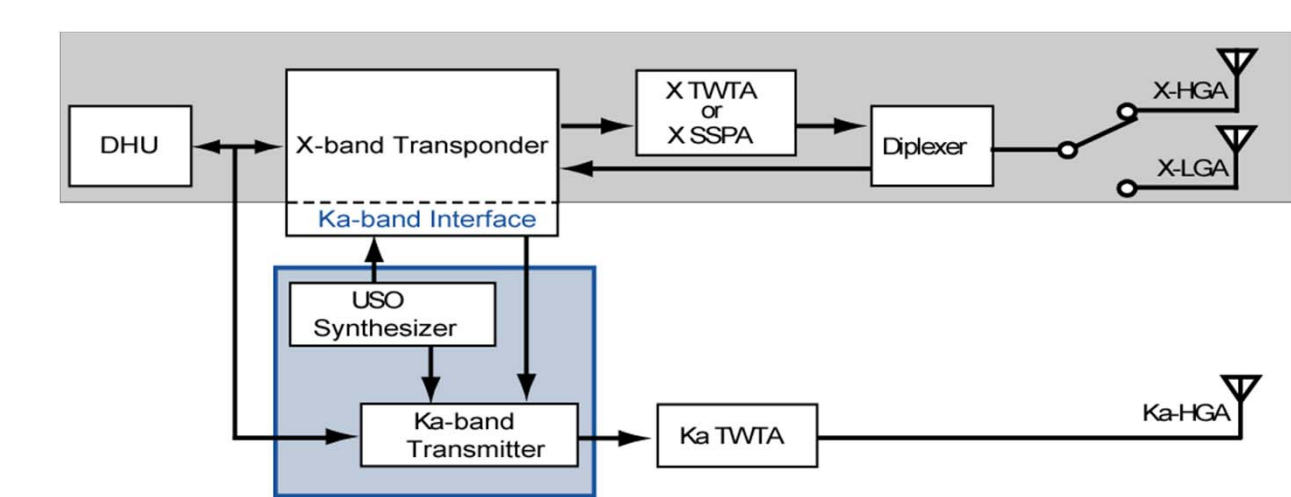
✓高精度軌道決定のためのVLBI実験用送信機



搭載系X帯デジタルトランスポンダへのKa帯送信機能の付加



Ka帯送信機能付 X帯トランスポンダEMモデル (ブロックダイヤ・外観・仕様)



Frequency range	31800 to 32300 MHz
X/Ka Turn-around Ratio	3328/749, 3344/749, 3360/749
Power Consumption	< 16 W *
Mass	< 2.6 kg *
Physical Dimension	150mm x 150mm x 100mm
Modulation format	PCM/PSK/PM, PSK/PM, GMSK, QPSK
Vector Modulator Bandwidth	< 500MHz
DOR Modulation Bandwidth	< 200MHz
Output power Level	3 dBm ± 1.5 dBm
Output Carrier Phasenoise	-42 dBc @ 1Hz -62 dBc @ 10Hz
Spurious and Harmonics	< -45 dBc
Frequency Stability	< 10 ⁻¹² @ 1 to 1000 s

* Incl. Baseband module and USO

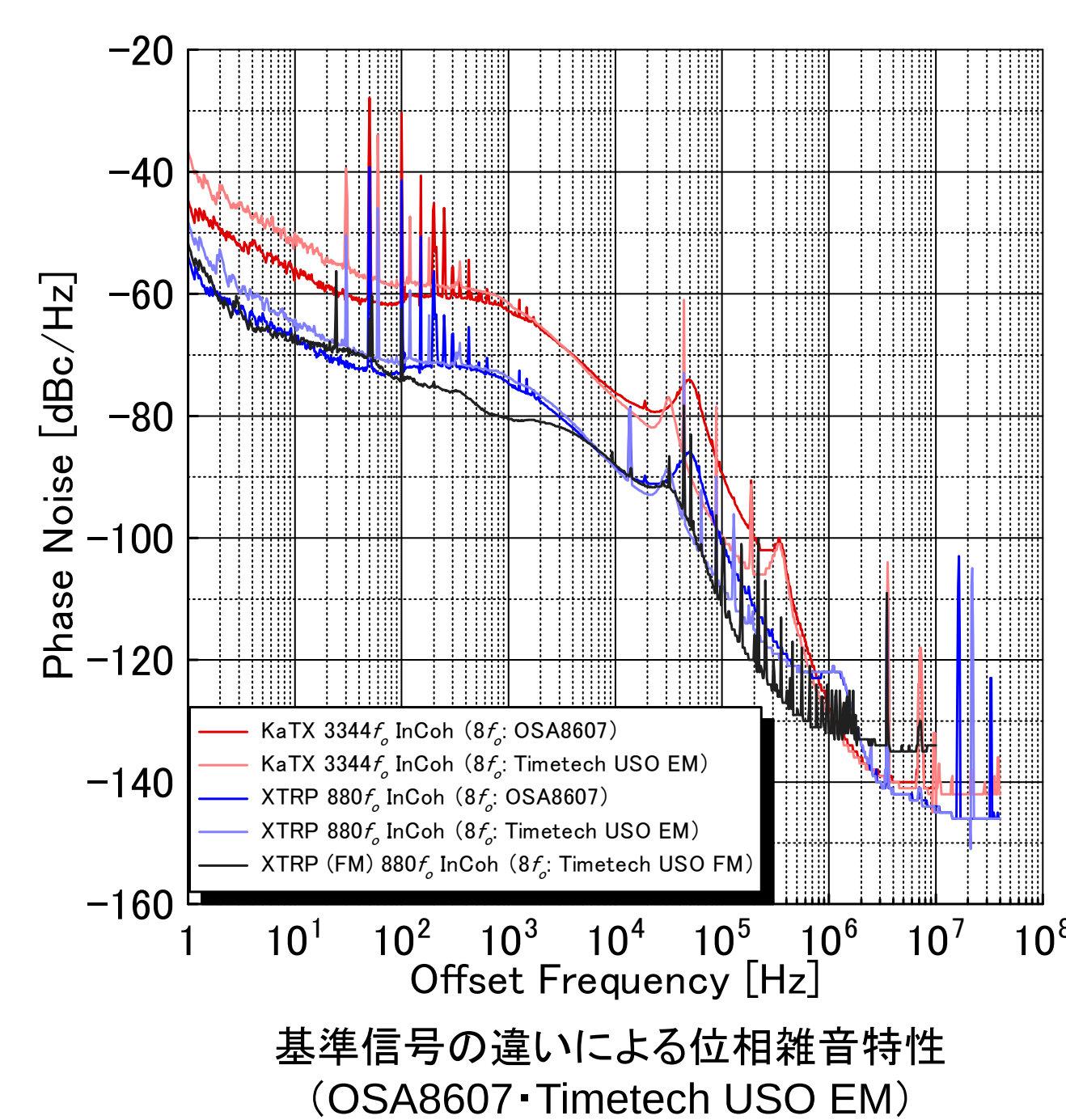
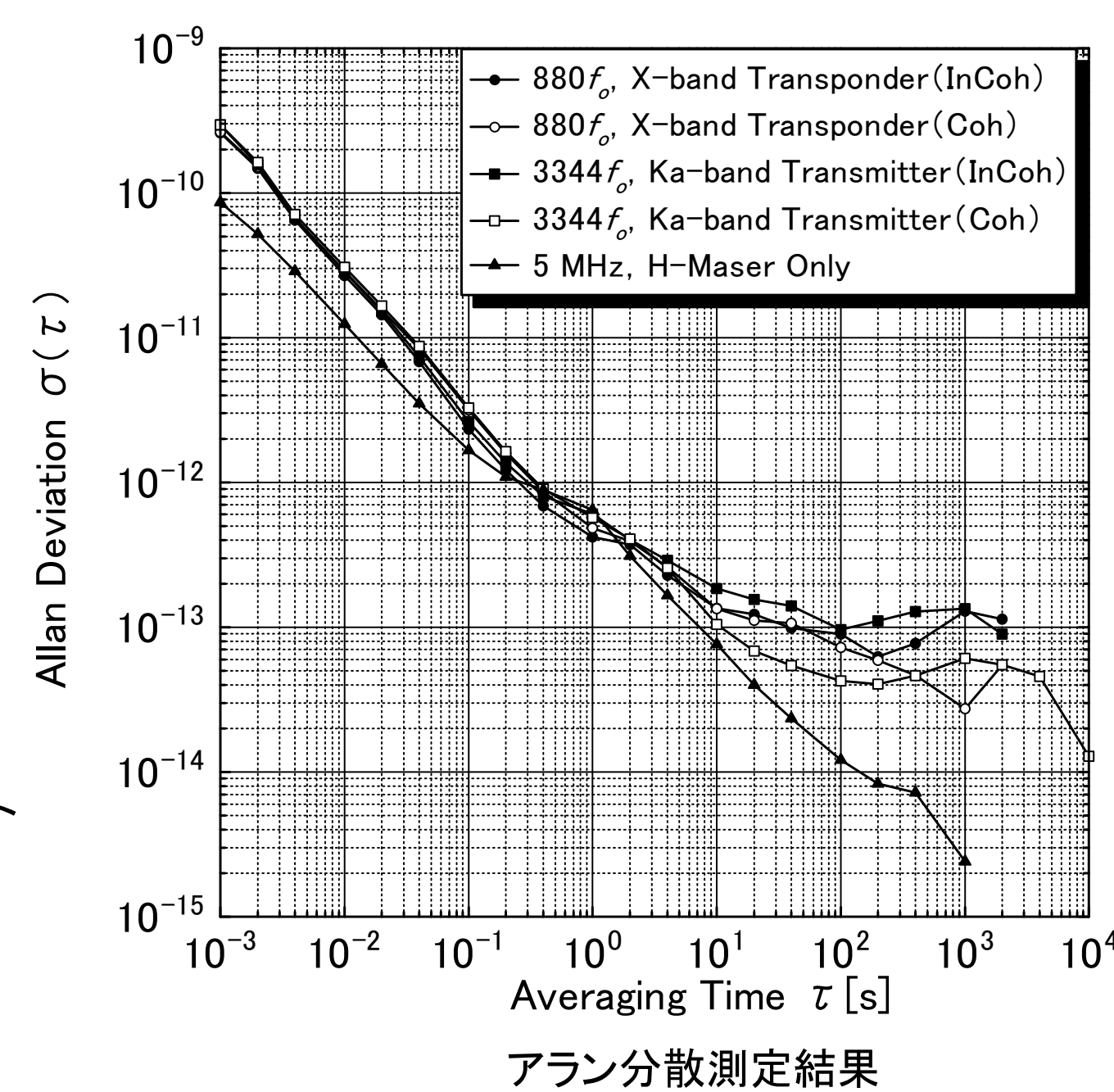
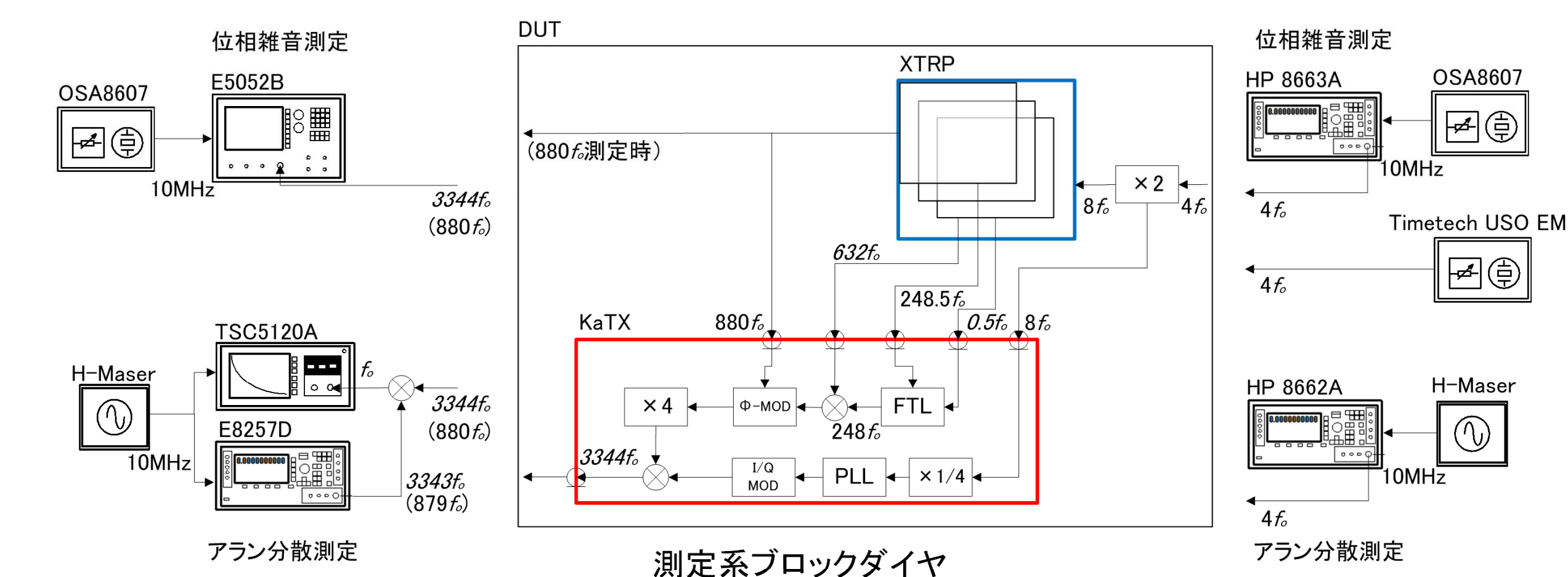
Ka帯送信機能付 X帯トランスポンダEMモデルの評価

✓臼田宇宙空間観測所にて実施(2010年6月)

✓水素メーザーを使用し， X帯， Ka帯それぞれのアラン分散(周波数安定度)を測定

✓基準信号(8f₀)の違い(OSA8607, Timetech USO EM)によるX帯， Ka帯の位相雑音特性を測定

✓X帯の位相雑音特性に関しては， Planet-C搭載X帯トランスポンダのFM品を利用して基準信号を Timetech USO FMとした際の結果をそれぞれ比較

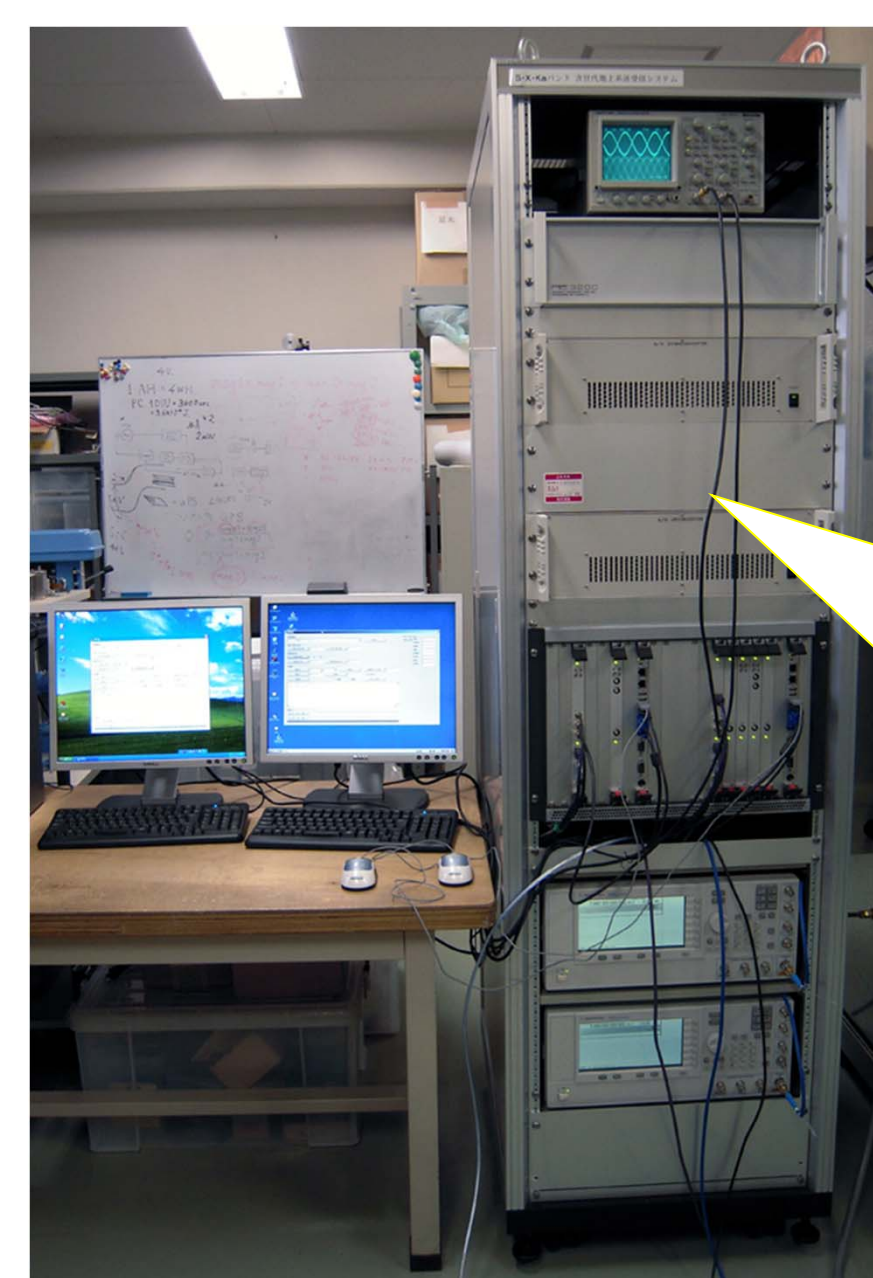


✓Ka帯送信機のアラン分散は，
X帯トランスポンダのアラン分散とほぼ同等な結果
✓10⁻¹² @ 1 to 1000 s を満足

✓USO EM品は， OSA8607よりも1~10Hz付近で
6dB程度， 位相雑音特性が悪いが， FM品では改善

➡ X帯／Ka帯通信システムの性能評価において， 周波数安定度・位相雑音特性測定は不可欠

次世代地上系システム



これらを1ラックで実現可能



先進型深宇宙通信システム JSTS-X