

主要機関研究状況紹介(2)
USEFにおけるSPSへの取り組み

発表者: ○三原荘一郎
 布施嘉春、斉藤孝、伊地智幸一

平成22年10月28日

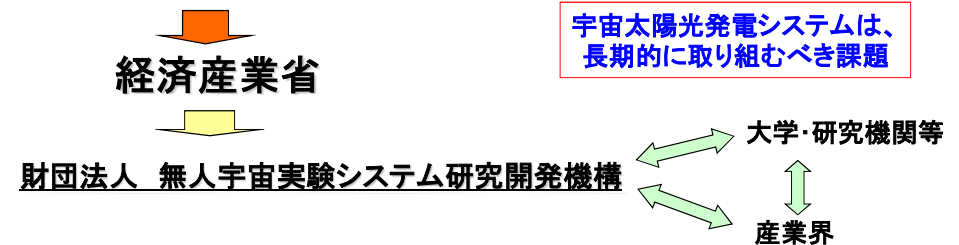
(財)無人宇宙実験システム研究開発機構
 (USEF)

1. 宇宙基本計画策定前のUSEFの取り組み

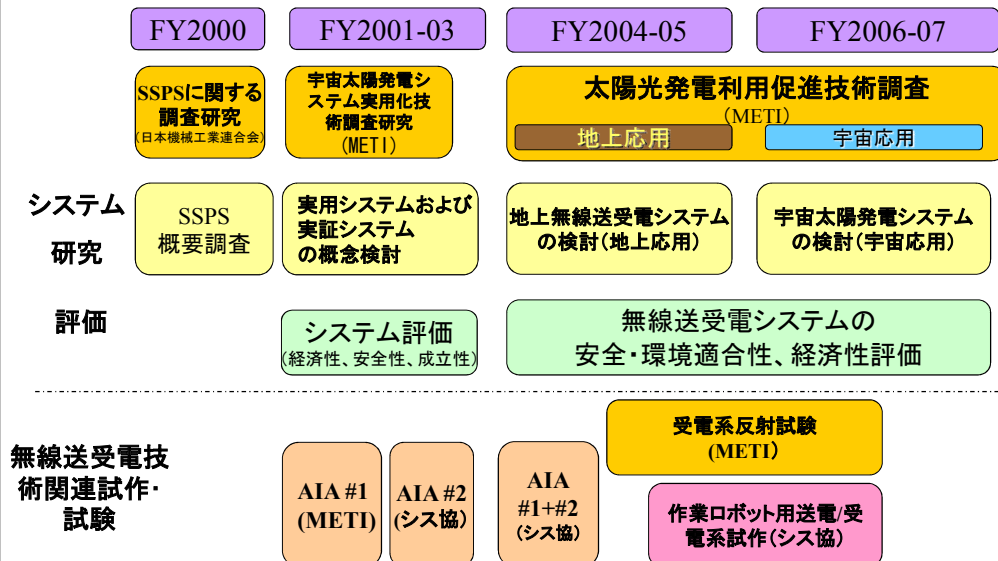
- ①初期:1991-1995:NEDO、SJACにおけるSSPS調査研究に協力
- ②現在:2000～:経済産業省および関連組織の委託により、
 宇宙太陽光発電システム/マイクロ波エネルギー伝送調査研究/研究開発実施

関連方針

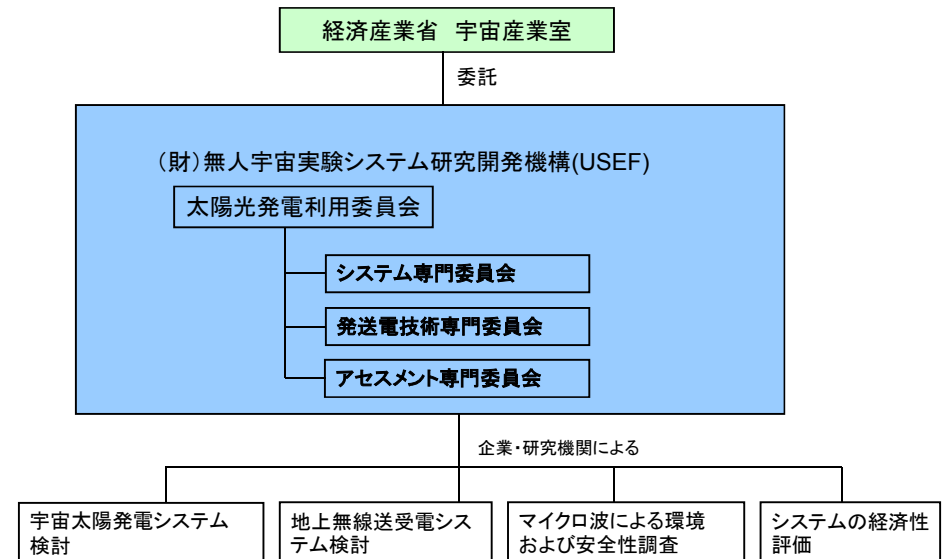
- ・新国家エネルギー戦略(2006年5月経済産業省策定)
- ・エネルギー基本計画(2007年3月閣議決定)、
- ・環境エネルギー技術革新計画(2008年5月総合科学技術会議決定)
- <・宇宙基本計画(2009年6月宇宙開発戦略本部)>



(1) USEFにおけるSSPS検討状況(2000-2007)



(2) 太陽光発電利用促進技術調査体制(2004-2007)



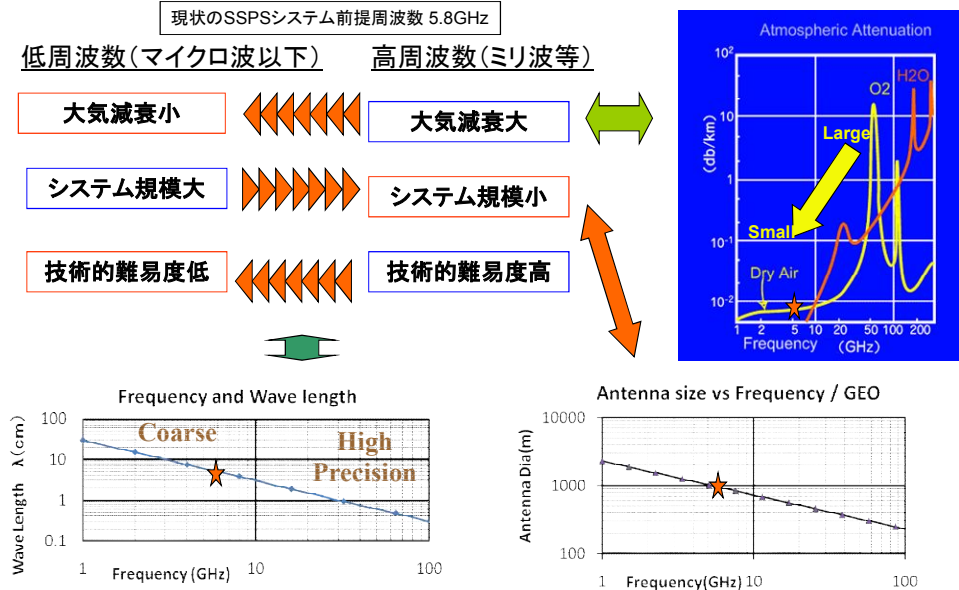
(3) 太陽光発電利用促進技術調査内容(2004-2007)



	平成16~17年度	平成18~19年度
主な目的	無線送電システムの地上での利用可能性調査	宇宙太陽発電への応用までも視野に入れた無線送電技術の開発計画
システム検討	・太陽光発電技術の調査検討、課題抽出 ・無線送電技術に係わる調査検討	・高精度・高効率無線送電技術の確立のためのシステム検討(H18) ・効率向上のための技術課題、開発目標の設定(H19)
安全・環境適合性調査	無線送電システムに係わる ・安全性・環境への影響調査 ・アンテナ近傍の電磁環境測定	無線送電システムに係わる ・安全性・環境への影響調査(継続) ・影響評価手法(解析ツール)の検討(H18) ・影響評価手法の確立(H19)
経済性調査	無線送電システムに係わる ・経済性評価手法の検討 ・経済性評価	太陽光発電の大規模利用調査 ・地上における大規模利用案調査(H18) ・宇宙太陽発電と地上太陽光発電の経済性比較(H19)

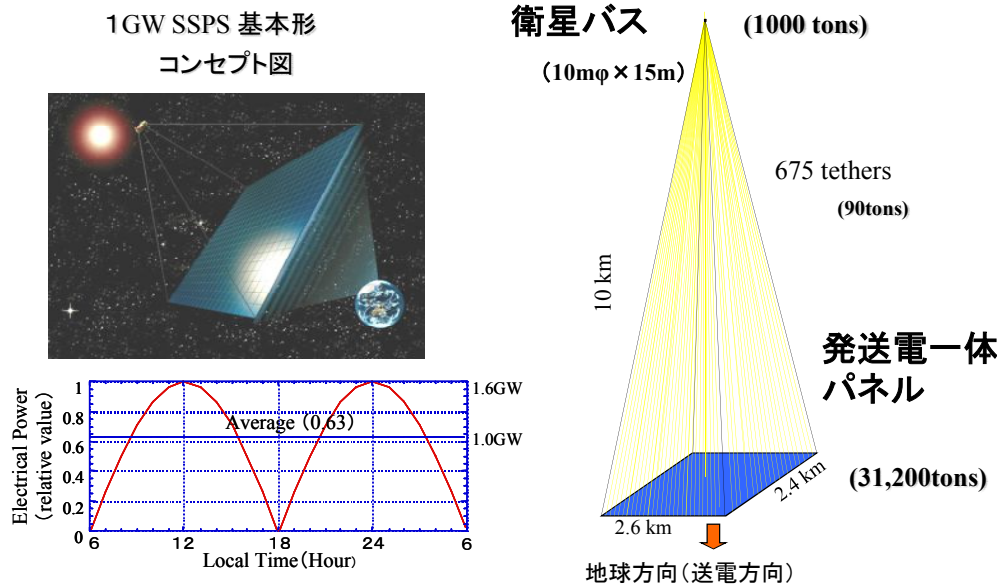
(4) 技術検討内容

A, 無線エネルギー伝送の特性



B, システム案検討

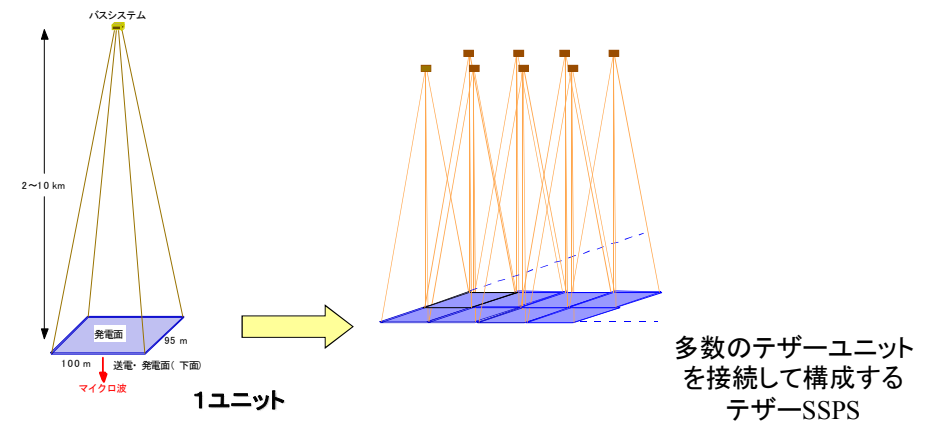
① SSPSシステム案基本形 (FY14)



② SSPSシステムモデル(マルチバス型)(FY18-19)



(1) 成長型システムによる段階的SSPS実現
(2) 大規模、超軽量、高効率、高精度フェーズドアレイ技術



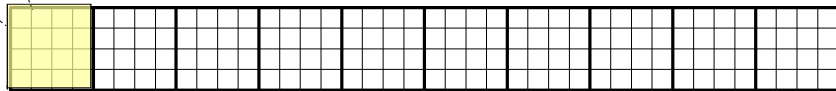
③ SSPSシステムモデル(マルチバス型)送電パネル



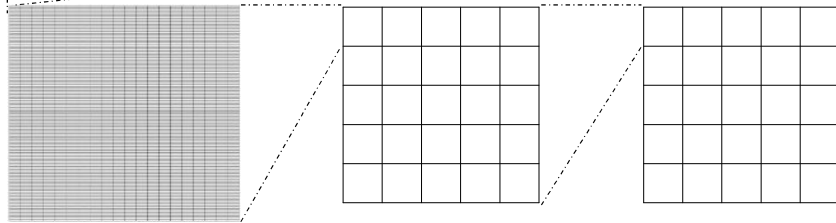
サブアレイ 4x4アンテナ(0.125m x 0.125m)

○ 送信アンテナ ● 送信受信共用アンテナ

モジュール 0.5m x 0.5m 構造ユニット 0.5m x 5m (構造最小単位)



システム(2500m x 2375m)



1ユニット(100m x 95m)

ユニットアセンブリ(500m x 475m)

Institute for Unmanned Space
Experiment Free Flyer

C. 無線送電技術試作/試験

① 送電アンテナ(AIA)の試作および試験(FY13-16)



AIA #1(FY13-14): 移相器
によるSWレトロ



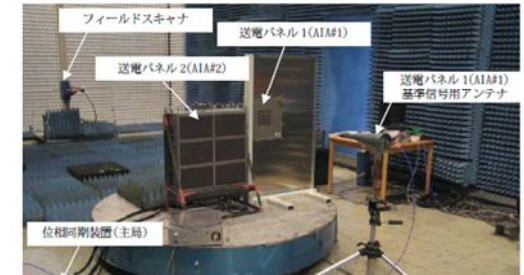
(3x3 9素子)

AIA #2(FY15): HWレトロ



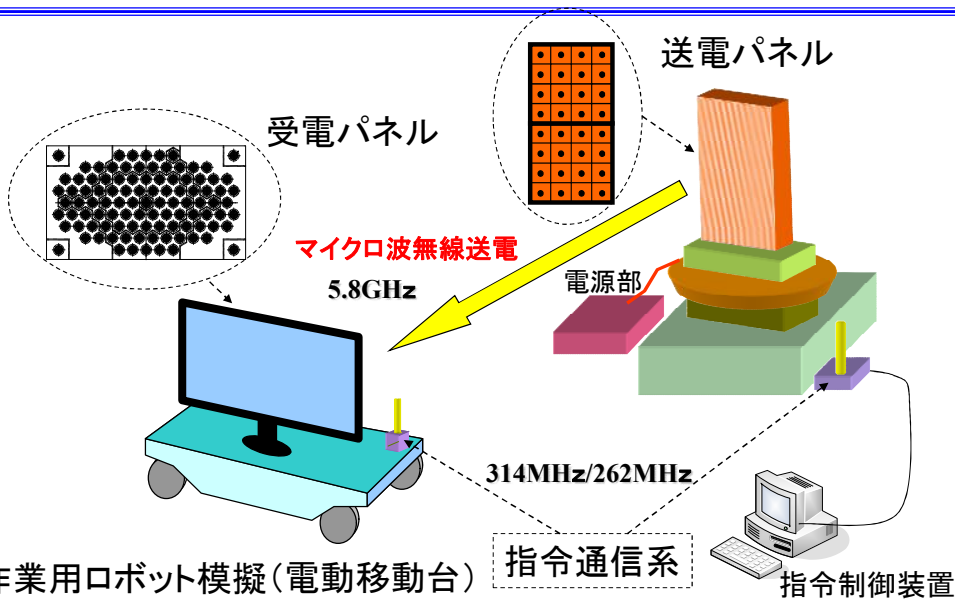
(1列 8素子 位相共役方式)

AIA#1/#2: 組合せ試験(FY16)



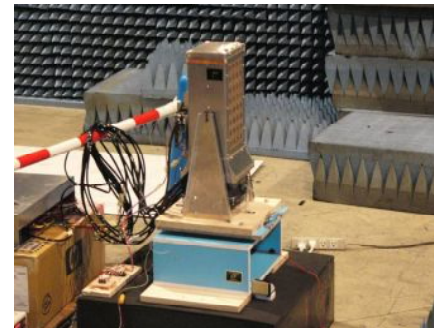
Institute for Unmanned Space
Experiment Free Flyer

② 作業用ロボットへの無線送電試験(FY17-18)

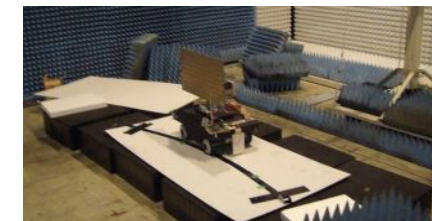


Institute for Unmanned Space

作業用ロボットへの無線送電試験(FY18)



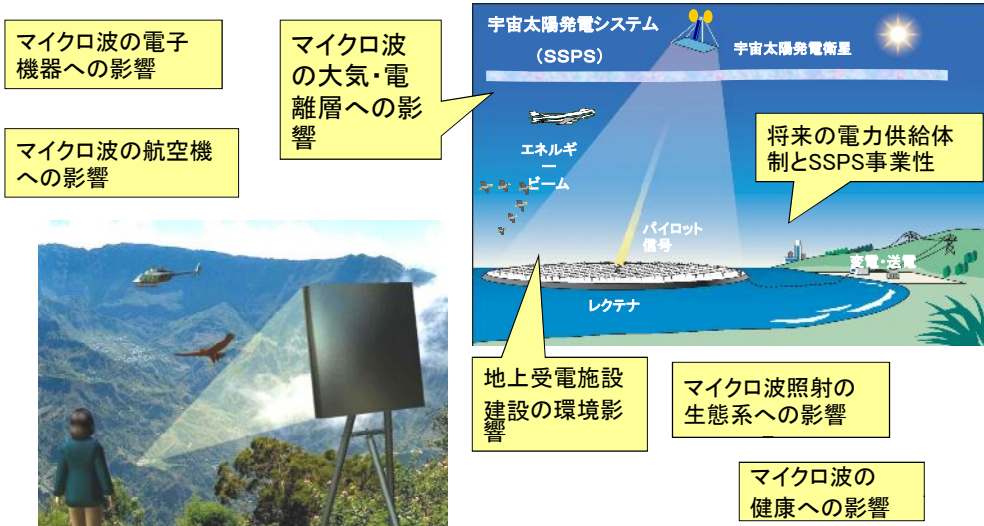
前後往復運動



円弧往復運動

@京都大学METLAB

Institute for Unmanned Space



宇宙基本法から宇宙基本計画へ (2009年6月)

目指すべき方向性～国民生活の向上と国際貢献を目指して～
これらを実現するための具体的なシステム・プログラム

【5つの利用システムの構築】

- A. アジア等に貢献する陸域・海域観測衛星システム
- B. 地球環境観測・気象衛星システム
- C. 高度情報通信衛星システム
- D. 測位衛星システム
- E. 安全保障を目的とした衛星システム

【4つの研究開発プログラムの推進】

- F. 宇宙科学プログラム
- G. 有人宇宙活動プログラム
- H. **宇宙太陽光発電研究開発プログラム**
- I. 小型実証衛星プログラム

H 宇宙太陽光発電研究開発プログラム

以下の主な社会的ニーズと、今後10年程度の目標に対応するプログラムとして、宇宙太陽光発電研究開発プログラムを設定し、5年間の開発利用計画を推進する。

①社会的ニーズと今後10年程度の目標

(a) 地球規模の環境問題の解決(低炭素社会の実現)

宇宙における太陽光発電システムに関して、実現に必要な技術の研究開発を進め、地上における再生可能エネルギー開発の進捗とも比較しつつ**10年程度を目途に実用化に向けた見通しを付けることを目標とする。**

②5年間の開発利用計画

- @ 関係機関が連携し、総合的な観点からシステム検討を実施する。
- @ エネルギー伝送技術について地上技術実証を進める。
- @ 上記成果を踏まえ、3年程度を目途に軌道上実証に着手する。
- @ 軌道上実証の目的は、大気圏での影響やシステムの確認。
- @ 軌道上実証は、「きぼう」や小型衛星を活用する。

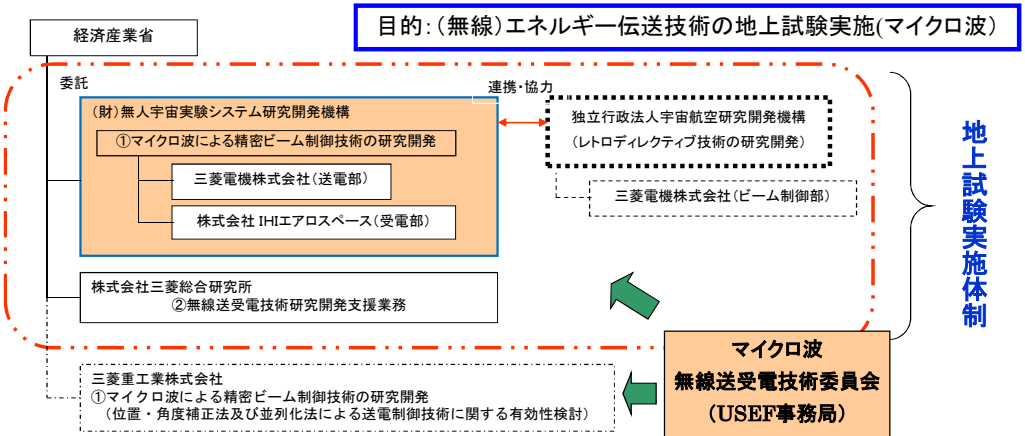
METI 公募

3. 宇宙基本計画に対応する計画

① 太陽光発電無線送受電技術の研究開発事業

- A, 宇宙基本法案(2008年8月施行) : 内閣府宇宙開発戦略本部
- B, 宇宙基本計画(2009年6月) : 内閣府宇宙開発戦略本部

C, 太陽光発電無線送受電技術研究開発公募(2009年7月) : 経済産業省



地上試験実施体制

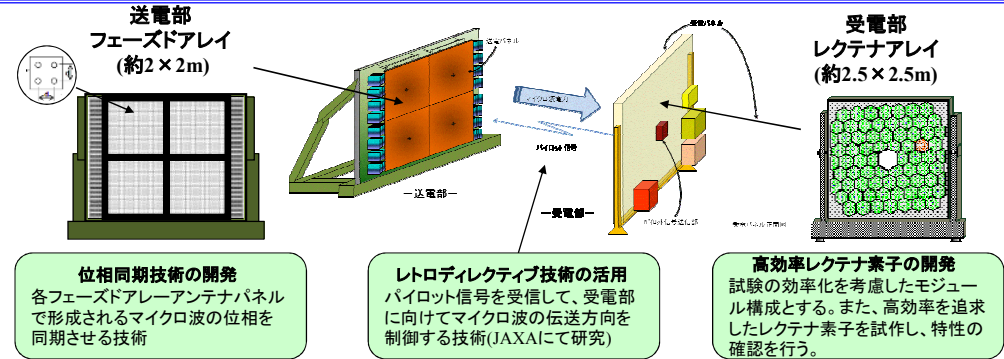
② 太陽光発電無線送電技術の研究開発事業: 要求内容



送電部	要求仕様
使用周波数	5.8GHz(円偏波)
システム構成	複数モジュール(2モジュール以上)
モジュールサイズ	最大 1.0m×1.0m まで
ビーム拡がり角	全システムで約2度のビーム形成(-3dBビーム幅)
モジュール重量	40kg 以下
モジュール間の接続方法	可動ヒンジ(手動で±20度可動なもの)
モジュール支持方法	全システムを支持し自立可能な枠構造(晴天時における屋外でのマイクロ波電力伝送試験を想定した設計とする)
モジュール電力	700W 以上(高出力モード)
アンテナ素子間隔	0.65 波長
マイクロ波増幅器効率	50%を目標
移相器	4bit 以上のもの
レトロディレクティブ方式	ソフトウェアレトロ方式を目標(ハードウェアレトロ方式とのトレードオフ)
運用時間	1 分間以上(高出力モード)
送電部総合効率	40%以上を目標
ビーム制御精度(屋内実証試験)	伝送距離 10m 以上において角度精度 0.5 度のビーム制御の達成を目標。
受電部	要求仕様
レクテナアレイサイズ	最大 2.5×2.5m まで(晴天時における屋外マイクロ波電力伝送試験を想定した設計とする)
レクテナアレイ枚数	1枚
レクテナ支持方法	レクテナを支持し自立可能な構造(屋外での電力伝送試験に耐え得る材質、剛性、重量等を設定する)
ダイオード	ショットキーバリアダイオード
RF-DC 変換効率	70%以上を目標

Institute for Unmanned Space
Experiment Free Flyer

③ マイクロ波無線電力伝送試験モデル試作および試験



●精密ビーム制御技術の研究開発

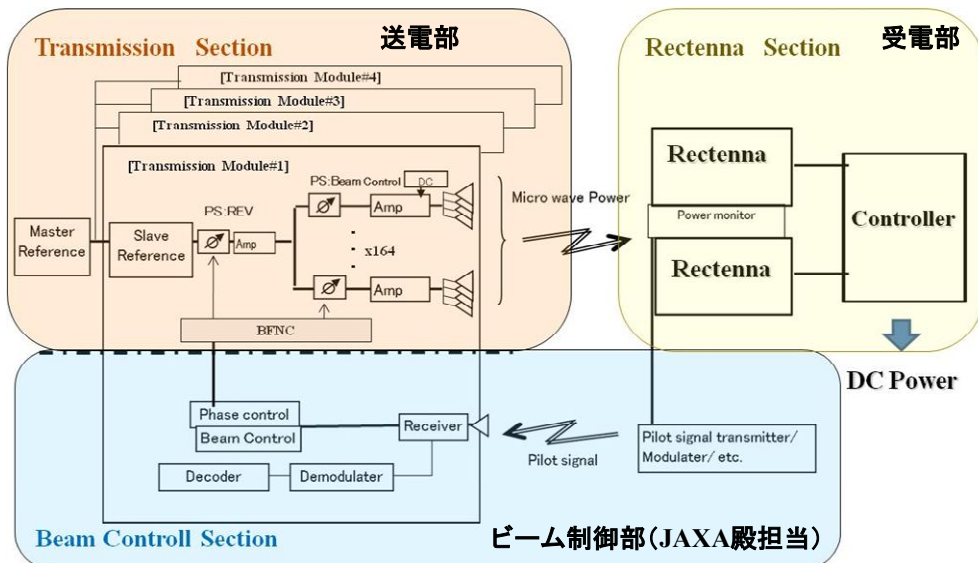
屋内伝送距離10m以上において角度精度0.5度のビーム制御の達成を目標

●マイクロ波電力伝送地上試験の実施

世界最先端の送電技術により、屋外においてkW級電力伝送の実現を目標
(100m程度)

Institute for Unmanned Space
Experiment Free Flyer

④ マイクロ波無線電力伝送試験モデル 機能概要図



Institute for Unmanned Space

4. まとめおよび今後の方向



FY2000 - FY2007

SSPSシステム研究
システム評価
試作研究

FY2008 - 2009
宇宙基本法
宇宙基本計画

FY2009 -

◎ マイクロ波無線電力伝送試験モデル試作および試験
◆ 研究開発/宇宙展開への技術課題抽出

将来計画

SSPS 軌道上パイロット
プラント実証試験 ☆

「きぼう」や小型衛星を使っ
た軌道上実証 ☆

Institute for Unmanned Space

