

METLAB 全国国際共同利用専門委員会

委員長 篠原真毅 (京都大学生存圏研究所)

1. 共同利用施設および活動の概要

生存圏研究所ではこれまで宇宙太陽発電所 SPS(Space Solar Power Satellite/Station)とマイクロ波エネルギー伝送の研究を長年行ってきた。SPS は太陽電池を地球の影に入らない静止衛星軌道(36,000km 上空)に配置し、雨でもほとんど吸収されないマイクロ波を用いて無線で地上に電力を伝送しようという発電所構想である。マイクロ波による無線エネルギー伝送は、SPS だけでなく、携帯電話の無線充電や電気自動車の無線充電にも応用可能で、近年急速に産業化が進んでいる技術である。生存圏研究所ではマイクロ波エネルギー伝送技術を中心として研究を進め、世界の SPS とマイクロ波エネルギー伝送研究の中心となっている。

本共同利用設備は平成 7 年度にセンター・オブ・エクセレンス (COE) による先導的研究設備経費として導入されたマイクロ波無線電力伝送実験用及び生存圏電波応用実験用電波暗室及び測定機器で構成される「マイクロ波エネルギー伝送実験装置 METLAB (Microwave Energy Transmission LABORatory)」と、平成 13 年度に導入された宇宙太陽発電所研究棟(略称 SPSLAB)、及び平成 22 年度に導入された「高度マイクロ波エネルギー伝送実験装置 A-METLAB(Advanced Microwave Energy Transmission LABORatory)」(図 1(a))及び「高度マイクロ波電力伝送用フェーズドアレー・レクテナシステム」(図 1(b))が中心となる。

METLAB は高耐電力電波吸収体(1 W/cm^2 以上)を配した $7\text{ m} \times 7\text{ m} \times 16\text{ m}$ の電波暗室で、ターンテーブルと X-Y ポジショナを設置してある。その横の計測室にはスペクトラムアナライザやネットワークアナライザ、パワーメータ等の各種マイクロ波測定器を備える。暗室には、 2.45 GHz 、 5 kW のマイクロ波電力をマグネトロンで発生させ、直径 2.4 m のパラボラアンテナから電波暗室内部に放射することが出来る設備も備えている。

SPSLAB は、平成 12 年度に導入された研究設備「宇宙太陽発電所マイクロ波発送受電システム」SPORTS2.45(Space POver Radio Transmission System for 2.45 GHz)の一部として導入された近傍界測定サブシステムが設置されている 100 dB シールドルームをはじめ、 30 dB シールド実験室や実験準備室等を備え、マイクロ波エネルギー伝送及び宇宙太陽発電所の研究を発展させることができる。

平成 22 年度に導入された A-METLAB は $34.0\text{ m(L)} \times 21.0\text{ m(W)} \times 9.97\text{ m(H)}$ の建物(建築面積 714.00 m^2 、述べ床面積 824.72 m^2)の内部に設置された $18\text{ m(L)} \times 17\text{ m(W)} \times 7.3\text{ m(H)}$ の電波暗室と、 $10\text{ m}\phi$ 、 10 t 、 10 kW のフェーズドアレーを測定可能な plane-polar 型の近傍界測定装置で構成される。暗室には 1 W/cm^2 に耐える電波吸収体を備え、class 100,000 のクリーブースとしても利用できるようになっていたため、将来のマイクロ波エネルギー伝送を行うための人工衛星(最大 $10\text{ m}\phi$ 、 10 t 、 10 kW のフェーズドアレー衛星を想定)を測定することが出来る世界唯一の実験設備である。

高度マイクロ波電力伝送用フェーズドアレー・受電レクテナシステムは世界最高性能を持つマイクロ波エネルギー伝送用フェーズドアレーとレクテナアレーである。フェーズドアレーは256素子のGaNFETを用いたF級増幅器(7W, >70% (最終段))と同数のMMIC 5bit移相器で構成され、5.8GHz、1.5kWのマイクロ波を放射・制御可能である。レトロディレクティブ、REV法、PAC法、並列化法他の目標推定手法とビームフォーミング手法を備えている。レクテナアレーは1mW入力時に50%以上の変換効率を持つレクテナ256素子で構成され、再放射抑制用FSS(Frequency Selective Surface)や負荷制御装置を備えた実験設備である。本設備は、様々なビームフォーミング実験、目標追尾アルゴリズム実験、制御系を利用したアンテナ開発研究、アンテナを利用した回路開発研究、レクテナ実験、無線電力伝送実験等が可能な実験設備である。

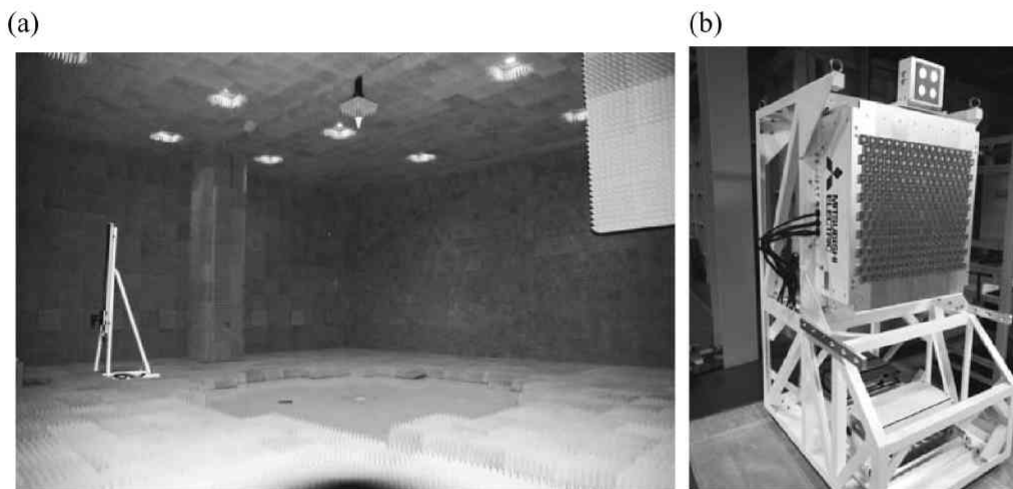


図1 (a) A-METLAB 暗室 (b) 高度マイクロ波電力伝送用フェーズドアレーシステム

平成24年度にメディアで取り上げられた成果は以下のとおりである。

[新聞]

- (1) ' 12.4.23 (朝刊 24 面広告) 日経新聞 「Next Challenge 次代をつくるチカラ」
- (2) ' 12.7.10 (web 版) 日経新聞 「4m 以上離れた場所に 10kW 級の出力でワイヤレス給電できる技術」
- (3) ' 12.7.11 日刊工業新聞 「EV にワイヤレス給電」
- (4) ' 12.8.15 (朝刊 31 面(京滋版)) 日経新聞 「関西発エネルギーのあした - 宇宙太陽発電 -」
- (5) ' 12.8.16 (朝刊 27 面(京滋版)) 日経新聞 「関西発エネルギーのあした - バイオ燃料 -」

[雑誌]

- (8) ' 12.6 RIETI KANSAI 「宇宙太陽光発電所構想」
- (9) ' 12.6 関西版合格サプリ 「研究特集 宇宙太陽光発電」
- (10) ' 12.7.9 日経エレクトロニクス 「トラックやバスに非接触給電」

- (11)' 12.9 大学の約束(リクルート) 「産学で夢見る「未来の設計図」
- (12)' 12.10.5 京都大学 by AERA 「京大キャンパスめぐり」
- (13)' 13.1.7 日経エレクトロニクス「特集 宇宙民営化元年」

2. 共同利用研究の成果

2012年度の共同利用採択テーマは以下の通りである。

- 1) バッテリーレスセンサネットワークの基礎研究
三谷友彦(京大生存研)
- 2) マイクロ波無線電力伝送システムに関する研究
藤原栄一郎 (株式会社IHI エアロスペース)
- 3) 高次の球面波合成を用いた実効的大開口径を持つ小型アンテナの基礎研究
石川容平(京大生存研)
- 4) 小形マイクロ波アンテナの効率に関する研究
塩見英久(大阪大)
- 5) GaN SBDを用いたレクテナの研究
大野泰夫(徳島大)
- 6) 高効率RF-ID用マイクロ波受電素子の開発
篠原真毅 (京大生存研)
- 7) 24GHz帯整流回路の開発
篠原真毅 (京大生存研)
- 8) 車両上部へのキロワット級マイクロ波無線給電システムの開発
篠原真毅 (京大生存研)
- 9) マイクロ波エネルギー伝送駆動による火星飛行探査機の研究
米本浩一(九州工大)
- 10) SPS用薄型送電パネルの評価試験
田中孝治 (宇宙航空研究開発機構)
- 11) 宇宙太陽光発電におけるフェーズドアレーアンテナのビーム最適化手法に関する研究
石川峻樹 (京大生存研)
- 12) 偏波・周波数共用ループアンテナ
松永真由美 (愛媛大)
- 13) 固体惑星内部探査用レーダ試作モデルの性能評価実験
真鍋武嗣 (大阪府大)
- 14) 地上/衛星共用携帯電話システム技術の研究開発
織笠光明 (NICT)
- 15) 電波天文用広帯域フロントエンドの開発
川口則幸(国立天文台)
- 16) 2.45GHz帯レクテナへの15kW送電試験

- 古川実(日本電業工作)
- 17) マイクロ波発振器の漏洩電磁波の精密測定
籠橋章(高砂工業)
- 18) マイクロ波エネルギー伝送システムの評価検討
本間幸洋(三菱電機通信機製作所)
- 19) バッテリレス無線端末のための給電・通信スケジューリング
山本高至(京都大学情報学研究科)
- 20) 衛星携帯電話と無線LAN等との周波数共用に関する研究
長山博幸(三菱総合研究所)

3. 共同利用状況

表 1 METLAB 共同利用状況

年度 (平成)	16	17	18	19	20	21	22	23	24
採択 課題数	8	12	10	16	14	9	9	14	20
共同利 用者数 *	45	52	69	112	69	54	49 (学内 14 学外 35)	73 (学内 19 学外 54)	89 (学内 31 学外 58)

* 研究代表者および研究協力者の延べ人数

4. 専門委員会の構成及び開催状況（平成 24 年度）

- ・川崎 繁男 (JAXA/ISAS, 教授)
- ・田中 孝治 (JAXA/ISAS, 准教授)
- ・高野 忠 (日本大学理工学部電子情報工学科, 教授)
- ・藤野 義之 (NICT新世代ワイヤレス研究センター 宇宙通信ネットワークグループ, 主任研究員)
- ・藤森 和博 (岡山大学大学院 自然科学研究科, 助教)
- ・多氣 昌生 (首都大学東京大学院理工学研究科 電気電子工学専攻, 教授)
- ・大平 孝 (豊橋技術科学大学 情報工学系, 教授)
- ・臼井 英之 (神戸大学大学院 システム情報学研究科, 教授)
- ・和田 修己 (京都大学大学院工学研究科電子工学専攻, 教授)
- ・佐藤 亨 (京都大学大学院 情報学研究科通信情報システム専攻, 教授)
- ・宮坂 寿郎 (京都大学大学院農学研究科地域環境科学専攻, 助教)
- ・渡邊 隆司 (生存圏研究所 バイオマス変換分野, 教授)
- ・山本 衛 (生存圏研究所 レーダー大気圏科学分野, 教授)
- ・篠原 真毅 (委員長)(生存圏研究所 生存圏電波応用分野, 教授)

- ・小嶋 浩嗣 (生存圏研究所 宇宙圏電波科学分野, 准教授)
- ・橋口 浩之 (生存圏研究所 レーダー大気圏科学分野, 准教授)
- ・三谷 友彦 (生存圏研究所 生存圏電波応用分野, 助教)
- ・Tatsuo Itoh (国際委員(アドバイザー))(TRW Endowed Dept. of Electrical Engineering, UCLA, Chair)

平成 24 年度は平成 25 年 3 月 15 日に専門委員会を開催した。あわせて第 12 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会を実施し、共同利用成果の発表を行った。

5. 特記事項

本共同利用設備は特に開発結果を測定に来る利用方法であるために、随時申請を受け付け、審査を行っている。また後期に利用が集中する傾向にある。また、実験型の運用であるため、実験補助員は必須であるが、現状では研究所スタッフがこれを勤めており、今後は実験補助員の充当が必要である。