

東京大学 大学院新領域創成科学研究科
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻
2012年3月修了 修士論文要旨

Wireless Communication and Power Transmission Using a Modulated Microwave Beam

－ 変調マイクロ波ビームによる無線電力情報同時伝送 －

学生証番号 47106048 氏名 石場 舞
(指導教員 小紫 公也 教授)

Key Words : Microwave, Wireless Power Transmission, Communication, Modulation

マイクロ波ビームを用いた無線給電技術や情報通信技術は、宇宙太陽発電衛星から地球への送電や、モバイルPCや携帯電話、電気自動車への給電^[3]など、様々な用途に応用が試みられており、本研究ではこの技術を三次元空間を移動する小型飛行体への無線電力情報伝送システムへ適用することを試みる。

本システムでは特に移動体を自動追尾し、その方向へマイクロ波ビームを正確に指向させる技術が重要となる。

送電システムの上空を旋回するマイクロ飛行体 (Micro Aerial Vehicle) が発するパイロット信号を、地上の追尾アンテナが受信し、その信号の位相差から信号到来方向を特定する位相比較法を用いている。この追尾情報は送電システムに送られ、アクティブフェーズドアレイアンテナによってビーム形成および指向を行う。移動体側では薄型軽量レクテナ (整流機能付きアンテナ) によってマイクロ波を受電するとともに、直流電流に変換してプロペラの駆動に用いる。電力送電には5.8GHz、パイロット信号には2.45GHzのマイクロ波を用いる。

将来的に本無線給電システムの実用化を考えた際、給電対象の移動体と地上システム間において情報通信システムは必須となってくる。移動体から得られた映像情報を地上へ送ったり、地上から移動体の制御または通信を行うためである。情報通信を行うために給電システムとは別の設備の増設や、使用する周波数帯域の広がりによる混信などの問題がでてくる。そこで、本論文では既存の無線給電システムにおいて使用されているマイクロ波を給電のみならず通信にも用いることで装置の増設や周波数帯域を増やすことなく移動体と地上間での情報通信を行うと同時に移動体に対して電力を給電できるシステム開発について述べている。

追尾システムを応用して、ワイヤレスカメラ信号を用いた追尾システムの研究を行った。ワイヤレスカメラは映像情報を受信機へ送る際、周波数変調がかけられた2.45GHzの変調信号波を放射する。この変調信号を追尾システムにおけるパイロット信号として用いることでMAVの二次元追尾を行う。これは、ワイヤレスカメラで撮影された映像情報を地上の受信機で得られるのと同時に追尾アンテナでも変調信号を受信するためMAVの位置も特定できるという研究内容である。実際にワイヤレスカメラ信号を用いたときの追尾実験を行い旋回するワイヤレス信号を正しく追尾できた。

アクティブフェーズドアレイアンテナによって形成される5.8GHzマイクロ波ビームに対して変調をかけることで、電力だけでなく情報も同時にMAVへ伝送することができる送電システムの開発を試みた。従来の送電マイクロ波ビームを搬送波として情報をのせた信号波をその搬送波にかけることによって、装置や周波数帯域を別に設けることなくエネルギーと情報を送ることができる。しかし、変調を送電ビームにかけることでビーム面積が変化してしまっていて電力伝送効率が下がってしまっている。そのため、現電力伝送システムの効率を下げることなく変調をかける方法を検討する必要がある。そこで、本論文では数値計算FDTDを用いて送電ビームに変調をかけた際、送電ビーム面積がどのように変化するかを求めると同時に、本電力伝送システムに最適な変調方式は何かを議論していった。