

宇宙太陽光発電システムへの適用を想定した 高精度マイクロ波ビーム方向制御技術

High-Accuracy Microwave Beam-Pointing Technology for Space Solar Power Systems

牧野 克省[†]
Katsumi MAKINO[†]

[†] 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

概要

マイクロ波ビーム方向制御技術は、マイクロ波無線エネルギー伝送を行う宇宙太陽光発電システム（以下、「SSPS」）の成立性に大きく関わる中核技術である。SSPSは、宇宙空間において太陽光発電を行い、発電した電力（電気エネルギー）をマイクロ波等に変換して、無線にて地上に伝送するシステムである。静止軌道上にてSSPSを構築することにより、昼夜問わず安定して発電することが可能となり、その電力を地上に送り続けることでベース電源としての役割が期待できる。SSPSの送電用アンテナは数十億オーダーの素子数から成る大規模フェーズドアレーアンテナで構成することを想定しており、サイズにしてkm級となる。これ程の巨大なアンテナ構造面は、熱による歪みや重力傾斜トルクにより、必要なアンテナ面精度を維持することは難しく、変形は避けられない。そのため、送電アンテナから放射されるマイクロ波ビームの方向を極めて正確に地上の受電サイトへ向けるよう制御する際には、各送電アンテナモジュール間の構造的な位置ずれや角度ずれを補正する必要がある。そこで、JAXAでは、これらを考慮したビーム方向制御方式を採用、高精度のマイクロ波ビーム方向制御装置を開発した。軌道上のSSPSにおける熱歪みや重力傾斜トルクによる送電アンテナ面の変形を模擬した状態で、その変形を電子的に補正し、kW級高出力マイクロ波ビームを所要の方向に高精度(0.15度 rms)で指向制御できることを実測により確認している。本稿では、SSPSの適用に有望と考えられる高精度のマイクロ波ビーム方向制御技術について紹介する。

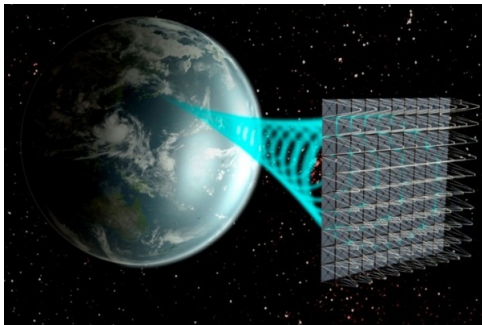


図1 マイクロ波方式 SSPS の概念図(例)

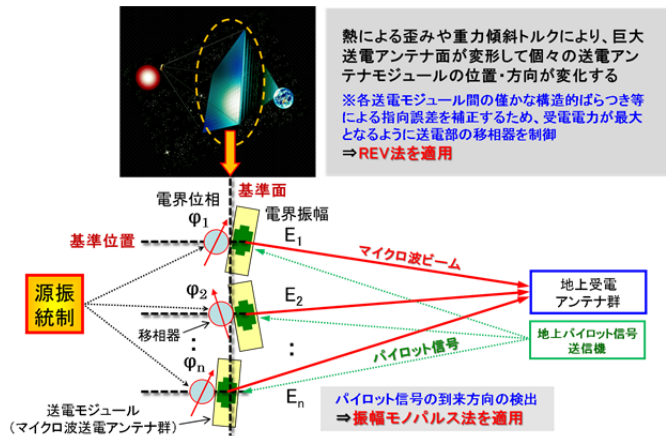


図2 マイクロ波ビーム方向制御方式(概略)

Abstract

Microwave beam-pointing technology is the key technology required to realize Space Solar Power Systems (SSPS), which has a function of microwave wireless power transmission from GEO (at an altitude of 36,000km) to the ground site. JAXA developed the high-accuracy microwave beam-pointing controller with the accuracy 0.15 degree RMS (Root Mean Square), and demonstrated the efficacy of the beam-pointing control technique. These demonstration were made with kW-class high-power 5.8GHz band microwave-power transmission, with the simulation of huge antenna panel deformation by thermal distortion and gravity gradient torque in space. Therefore, this beam-pointing control technique has potential for applying to SSPS.