

移動探査ローバへの新たな電力供給手段の可能性の検討

杉村さゆり^{※1} 大槻真嗣^{※2} 大谷知弘^{※1} 村上遼^{※3} 大津恭平^{※1} 本田拓馬^{※1} 茂渡修平^{※1} 宮田洋佑^{※1}
甲斐誉史朗^{※4} 吉田賢史^{※2} 長谷川直輝^{※5} 久保田孝^{※2} 川崎繁男^{※2}

※1

東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

※2



JAXA

※3

高知工科大学
KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

※4

東京理科大学
TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE

※5

京都大学
KYOTO UNIVERSITY

1. 背景

実際に宇宙で使われた移動探査ローバへの電力供給手段

①太陽光パネルによる電力供給

太陽光発電で駆動 余剰電力は充電に回す

問題点

太陽光の当たらないところでは発電不可⇒活動時間・範囲が制限される

Ex. 月・惑星の縦穴、永久影、夜...

②原子力電池

核分裂により得られる電力で駆動 一定電力を数年間供給可能

問題点

重量が大きい(キュリオシティは約50kg)

打ち上げ時の衝撃に対しより厳重な保護が必要

③一次電池

化学反応により得られた電力で駆動

問題点

寿命があり、活動時間が制限される

⇒新たな電力供給手段の開発が求められる

2. 新たに検討されている電力伝送手段

電磁波を用いた無線電力伝送

電力を電磁波の形に変換⇒空間中を伝搬⇒直流電力に変換

一般にkm単位の距離を伝搬可能(通信と同じ考え方)

大気のない宇宙において空間中での電力減衰はほぼなし

ローバ側に大きな装置を搭載する必要がないため軽量化が可能

⇒活動時間・範囲にとらわれない軽量の安定的電力源として期待

実際にマイクロ波を用いて電力伝送実験を実施

(伝送した電力で直接駆動ではなく、バッテリーへの充電を行う)

3. 使用実験装置

1kWマイクロ波送電装置

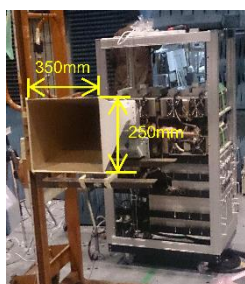
周波数2.1GHz

最大1kWの

マイクロ波を

ホーンアンテナを

用いて送電



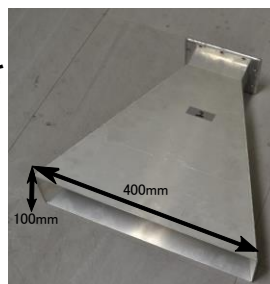
マイクロ波受信ホーンアンテナ

右に示すような

ホーンアンテナを

2つローバ上に

縦に並べて使用



負荷調節DCDC



整流器より下流側の負荷を3~10Ωに保ち、定電圧33Vで充電回路に電力を渡す

定電圧定電流充電回路

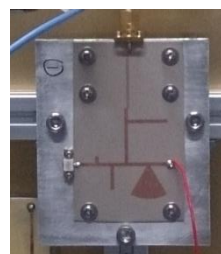


充電時は2Aの定電流源ある程度まで充電をすると定電圧源として動作する

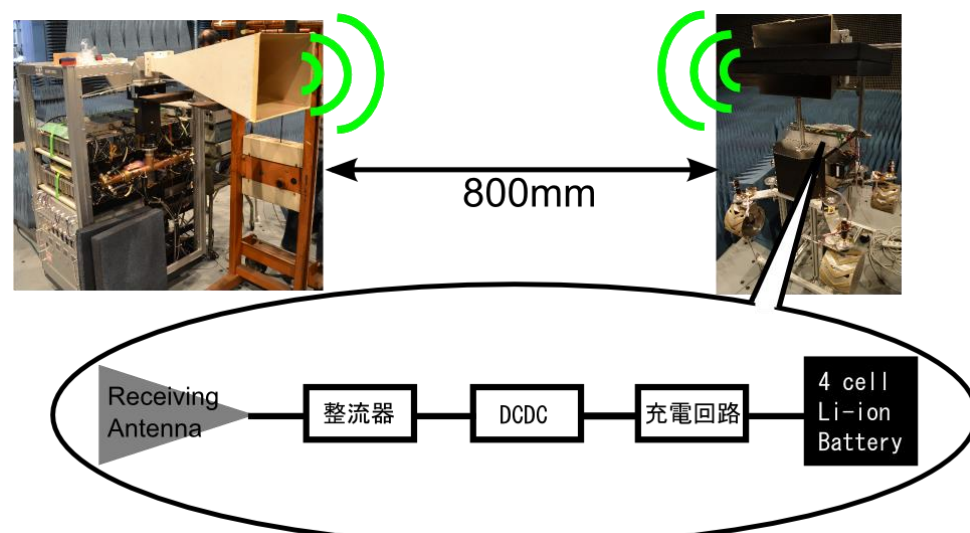
整流器

受電アンテナからの電力を整流し直流にする
整流器下流側の負荷と整流器への入力電力により電力変換効率が異なる

(変換効率が最大となる最適負荷は10Ω)



4. 実験概要



足回りモータ駆動バッテリーとローバ内部コンピュータ駆動バッテリーは独立
足回りモータをマイクロ波電力伝送によって充電、駆動

5. 実験結果・結論

マイクロ波出力を徐々に

上げていき、1kW出力で

50秒間充電

⇒足回りモータを30秒

前進方向に回転

(ステアを切らない)

以上を交互に繰り返す

約30.13Wの
充電に成功

モータ前進回転時の

消費電力

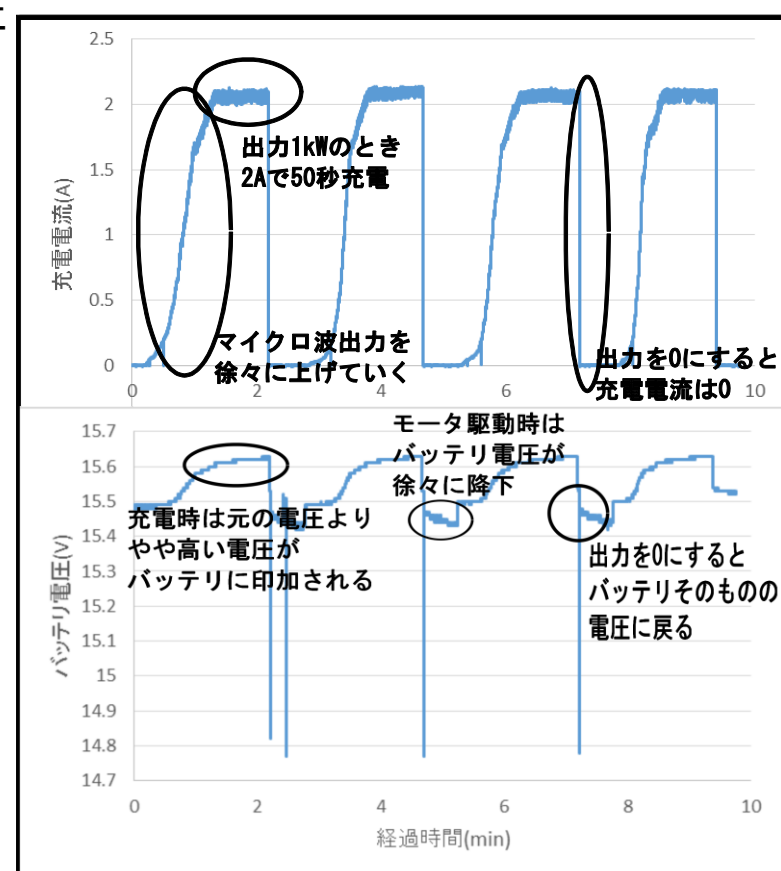
…約10.45W

消費電力が充電電力を上回る

⇒マイクロ波電力伝送により充電した電力を用いて
モータの駆動に成功

マイクロ波電力の伝送効率

送電電力→充電電力の効率…約3.01%



6. 今後の課題・応用

マイクロ波のより効率の良い受電

(平面アンテナの使用、アンテナ指向性の向上etc…)

アンテナの軽量小型化

(マイクロ波の周波数を高くする、アンテナ治具の軽量化etc…)

無線電力伝送と無線通信の両立

受電電力値から送受電機間距離の推定

(精度の高い位置推定が可能)