

テラヘルツ波を用いた月面の広域な水エネルギー資源探査

研究開発の背景・目標

○背景

米国提案の国際宇宙探査計画(アルテミス計画)などにより、今後、月の探査・開発が急速に進展していく中で、エネルギー源の確保が極めて重要であり、その資源として「水」が有力視されている。

水資源探査には様々な手段が存在する中、テラヘルツ波を用いたセンシングは、水・氷・土壌水分含有量分布を高精度に推定可能であり、将来の月面水資源探査に資することが期待される。

○政策目標(アウトカム目標)

国際的に進められている月の開発利用に関し、我が国がICT分野において戦略的かつ優位に推進していくため、テラヘルツ波を利用した月面の水資源探査技術確立し、広域な水資源探査サーベイを実現することで、月での宇宙科学・探査や経済活動などの持続的な活動へ貢献する。

○研究開発目標(アウトプット目標)

月面の輝度温度分布を高精度(システム雑音温度5000K以下)に観測し、水・氷含有量の推定分布の取得を可能とする多チャンネルテラヘルツ波センサ及び、月周回軌道上での効率的な探査を実現するAIデータ処理技術を開発し、高い空間分解能(10km以下)かつ広域サーベイにより月面の水循環の実態を把握し、効率の良い資源獲得の指針が得られることを検証。

技術課題

ア) 小型軽量な多チャンネルテラヘルツセンサ開発

a) テラヘルツ周波数物性データベースの構築

月面構成物に対するテラヘルツ物性データベースを作成する。

b) テラヘルツ電磁波伝搬モデルを含む数理アルゴリズムの開発

テラヘルツ放射輝度温度から誘電率、氷・水等の推定が可能な解析数理アルゴリズムの研究開発を行う。

c) 多チャンネルテラヘルツセンサの開発

a)、b)の成果から、月面からの各周波数における放射輝度温度を高精度で測定可能なセンサを開発する。

イ) 軌道上において衛星とセンサを統一的に制御するDX処理技術

測定強度データ・条件などを一時保存し、ア) a)で開発した解析アルゴリズム等を利用したデータ処理を実装し、それに準じたバス部へのコマンド・測定データ送信を行うことが可能な小型軽量データハンドリング部DX処理技術を開発する。

ウ) 統合開発

ア)、イ)で開発した技術を統合して超小型衛星に搭載するため、月周回軌道での運用が可能な超小型衛星バスシステムの概念検討・BBM・EM・PFMの開発を実施し、月での長期間実証が可能な超小型衛星を開発する。

到達目標

ア) 小型軽量な多チャンネルテラヘルツセンサ開発

a) テラヘルツ周波数特性データベースの構築

実験室実験により月表面組成を再現する構成物のテラヘルツ物性を取得する。

b) テラヘルツ電磁波伝搬モデルを含む数理アルゴリズムの開発

物性パラメータを用いた観測データ解析アルゴリズムの開発を行い、地表面の誘電率、氷・水等を導出可能にする。

c) 多チャンネルテラヘルツセンサの開発

宇宙実証可能な小型軽量の多チャンネルテラヘルツセンサを開発する。

イ) 軌道上において衛星とセンサを統一的に制御するDX処理技術

輝度温度データを自在に選別してデータ処理と衛星制御を行えることが可能なソフトウェアを開発し、月周回環境での運用に対する各種耐性を備えたDX処理部を製作する。ア)で開発するセンサ部と合わせて10kg程度以下となること。

ウ) 統合開発

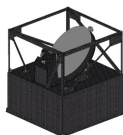
概念検討により決定したサイズ・重量・消費電力を満たすバス部及び受信機部にア)で開発したセンサ部、イ)で開発したデータ処理部を統合実装し、耐久性などを確認することで、月周回軌道上での長期間運用が可能であることを検証する。

(参考)テラヘルツ波を用いた月面の広域な水エネルギー資源探査

主担当庁：経済産業省、総務省
連携省庁：文部科学省
(事業期間 5年程度)

背景・必要性

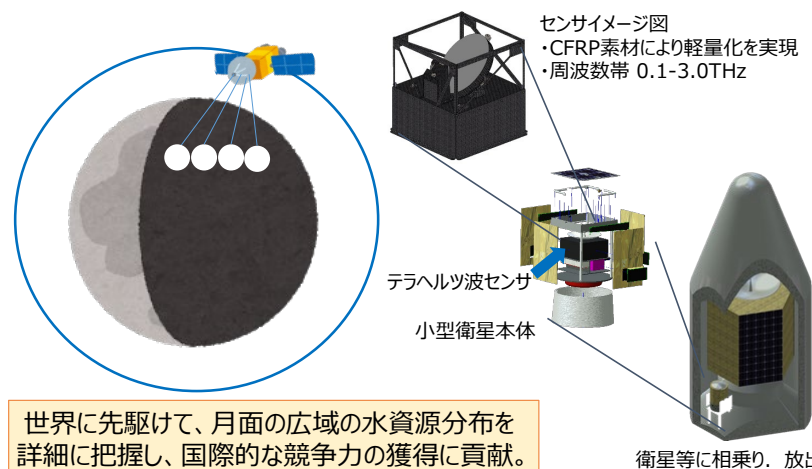
- 米国提案の国際宇宙探査計画(アルテミス計画)などにより、今後、月の探査・開発が急速に進展していく中、我が国でも月面での持続的な探査活動を見据えた研究開発等が必要。
- 月を活動拠点とする際にはエネルギー源の確保が極めて重要であり、その資源として「水」が有力視されている中、水循環など月面の水資源の実態を把握することは国際的な競争力の獲得に大きく貢献可能。
- 水資源探査には様々な手段が存在する中、テラヘルツ波を用いたセンシングは、水・氷・土壌水分含有量分布を高精度に推定可能。また、これまでもNICT、JAXA等が協力して研究開発を進め、我が国が強みを有している技術であり、水循環の理解など将来の月面水資源探査にも資することが期待。
- テラヘルツ高周波により機器の小型・低廉化も可能であり、我が国の宇宙産業の振興という観点からも積極的に取組を進めていく必要がある。



センサイメージ図
・CFRP素材により軽量化を実現
・周波数帯 0.1-3.0THz

事業の内容

- 月面模擬環境における、テラヘルツ波による水・氷検出の有効性を検証し、月面表面の観測や感度向上などのための複数周波数対応センシング機器を開発
- 水資源の集中観測や伝送データ量の削減のための軌道上におけるデータDX処理技術を開発
- これらの開発した機器・技術の小型衛星への搭載、月面における水資源探査の実証を検討。



各省の役割

- 経済産業省：月面エネルギーシステム全体に関するF/S、無線電力伝送技術及び水電解技術開発の実施
- 総務省：水資源探査技術開発の実施
- 文部科学省：JAXAの専門知識を含め、ニーズ等に係る要求・技術的助言

所要経費 2.2億円(R3年度) (予定)

研究開発期間 R3年～R7年 (予定)

アウトカム目標の達成に向けた総務省の取組について

政策目標の達成に向けた取組方針

○研究開発期間中

- テラヘルツ波を用いた受動リモートセンシング技術、月周回を行う超小型衛星のバス技術等の関連分野における国内外の研究開発動向及びビジネス動向並びに研究開発期間中に明らかになる技術課題を共有し、本研究開発のアウトカム目標の達成に向けた課題の精査を行う。
- 宇宙開発利用に関する施策を総合的かつ計画的に推進する内閣府宇宙開発戦略本部や、月面探査を推進する文部科学省との連携が円滑に進むよう支援する。
- 本研究開発成果の国際的な普及、展開に向け、受託者による会議・展示会への発表、国際連携活動等を支援する。

○研究開発期間終了後

- 本研究開発により得られる成果を活かしたテラヘルツ波を用いた水エネルギー資源探査技術を実現するため、研究開発終了年度の翌年度に、今後の研究開発・社会展開の計画等について外部有識者等による助言を得るための終了評価を実施する。
- 追跡評価において、受託者等による衛星搭載に向けた研究開発や技術の製品化等の成果展開の進捗状況を確認し、必要に応じて外部有識者等による助言を得る。
- 研究開発成果展開の機会を増やすために、ニーズとシーズのマッチングを推進する。具体的には、受託者に対して、関連業界団体等が開催する国内外会議、展示会への発表や出展、衛星関連事業者への研究開発成果のプレゼンテーション実施等を促す。