

# 月探査の意義と目標 及び 月探査におけるロボットの役割と期待について

平成21年9月28日 トヨタ自動車 技監 景山稔樹

## I. 月探査の意義について

- 宇宙活動の基本的な意義は、宇宙の成り立ちを知ること。

太陽系と地球の誕生と進化について、科学的に解明を進めることは我々が生きている世界の根源的な理解や生命の起源解明への挑戦的なエンジニアリングであり、人類と文明の持続的発展を考えるにあたり非常に価値の高いものである。

- 重要な探査対象として国際協力の中で長期にわたる月探査を行い、地球の誕生と進化の科学的な解明を進めるということは大きな意義がある。  
そういった意味において、国民に夢と期待を与えていける目標と計画を立案していく。

## II. 目標について

- この月探査における国際協力の場においても、世界をリードする科学的成果の実現を目指す。  
そして、この成果を国際プレゼンスの向上や外交力の向上に繋げる。
- 月探査の目標や実施内容は、国民がワクワクするようなものであるべき。  
だから探査計画は、長期的目標とシナリオに基づいて成果が継続性を持って蓄積される事を基本として立案されるべきと考える。  
従って、さまざまな探求実験活動が長期間に渡り実施でき、これによって継続的に成果が発信される月面日本基地といったような研究実験基地造りを目標に入れていくことを提案したい。
- 実行にあたっては、国民の理解や関心度向上のための方策が必要だと考える。  
例えば宇宙や月の環境を利用した実験機器もの造りによる月探査参加型みたいな企画もありうる。  
月面や宇宙における探求の中で研究分野別にテーマを分けて参加してもらおうような企画も考えられる。  
この実現に向けて月の環境を利用した研究が可能な月面基地の建設が大きな目標になってくると考える。
- 大学研究グループやベンチャー企業や市民研究グループ等の参加も促して国民参加型として、これを世界が驚くリーズナブルなコストで高度な科学的成果を上げるような活動の枠組みを作りあげることが重要であると考えます。

### Ⅲ。月探査におけるロボットの役割と期待について

- 有人月探査に進むかどうかは、数週間あるいは数ヶ月に及ぶ人の長期滞在について健康面や安全面を第一に考えて判断していきたい。

そのためにも人ではなくロボットによる月探査の限界を、しっかり見極めていくようにしたい。

最初から有人に進むのではなく、むしろ日本のロボット技術を最大限に活用して、

月面における基地建設作業や探査を中心とした活動ができるロボットの開発を月探査計画の中に組み込んでいくことを提案したい。

有人を前提にした計画よりもロボットを前提にしたほうが、全体のコストも安く早く実現できる可能性があると考えます。

### Ⅳ。人型二足歩行ロボットについて

- ロボットによる月探査計画の中に、移動探査ロボットや建設ロボット、掘削ロボットなどとあわせて人型二足歩行ロボット技術開発も加えていくことを提案する。

この理由は

- ① 宇宙ステーションや惑星探査において世界各国が有人探査を実行するに当たり、人の作業を補完できるロボットの実現は安全や作業効率やコストの面からも必要であり、歓迎されるものである。そういった観点から、日本が先行している人型パートナーロボットを世界に先駆けて実現させることは日本オリジナルの宇宙技術開発戦略として、国民と世界に夢と期待を与える意味でも価値のあるものと考えます。

宇宙開発の方式に日本から人型ロボットを利用した探査計画が提案される事は国際協力の枠組みの中で、日本の立ち位置を明確にする上でも重要である。

- ② ロボットで実施していきたい仕事はパターン化された繰り返し作業から判断を必要とするものなど様々なものがある。研究者とロボットの共同作業というものもある。

人の作業の補完あるいは共同パートナーという事を念頭におけば、人型ロボットが形態からみて最適である。具体的には、人と同じ道具が使える。同じ作業環境のところへ一緒に行ける。

人が行けないところで人と共通の道具を使って人がすることと同じ作業ができるため有人と同じ成果が期待できる。

これを遠隔制御システムによって実現できれば、あたかも自分がその場で作業をしているのと同じ臨場感と成果が得られる点があげられる。

更に、遠隔操作の手法として、操作する人の動作そのものを模倣して、その動きの通りにロボットが動けば、多様な動きも可能になり、細かい仕事をこなす事ができる。

装置の組立てや細かな実験なども出来るようになると思う。こういったレベルの夢の実現を目標にしていくとすれば、人型ロボットが一番適しているし、日本はこれを実現できる技術力がある。

### (人型ロボットの活動シーンの事例)

人型ロボットの具体的な活動シーンとしては、構造物建設や機器の設置作業が考えられる。人にとって長時間の宇宙服による基地外作業は危険且つ重労働なため、段取りや枠組み作業などラフな作業は遠隔操作によるロボット作業として、最終組付け作業は人とロボットの共同作業が考えられる。構造体設置はクレーン型アームロボット、組立て作業は人型遠隔操縦ロボットが有効だと考えられる。各国が月面探査を実施するにあたり、日本が月面活動を目指した人型ロボットの実現を目指すことは日本の技術優位性を証明でき、且つ各国から歓迎されるものである。

- ③ 実現に際して、高い信頼性と省電力が要求されるが専用ロボット群に比べて信頼性が低くなるという理由はない。むしろ専用ロボットより高い信頼性を構築できる可能性を持つと考える。理由としてボディスーツ構造により、さまざまな環境から保護し易い。構成部品種類を少なくできる。回転軸を持たない関節型とすれば、真空やレゴリスに対して高い信頼性が得られる。重力が小さいので、摩擦力で駆動力を得る車輪型に比べて歩行型は有利な面が多いと考える。さらに月面で重要となる省エネルギーシステムや自律修復機能なども付加していけば将来、究極の信頼性が得られる可能性を持っている。
- ④ 月探査という難易度の高い目標の実現に向けて、ロボットの研究者(企業、大学、サークル)参加型の開発プログラムが出来れば、研究成果の波及効果により、高齢化社会における生活支援や災害復旧など各分野におけるパーソナルロボットの早期実現に繋がり、ロボット産業拡大政策の促進に繋がる。

## V. 資源・エネルギー開発について

- 長期探査実現に向けた月資源の利用とエネルギー生成全体に対するシステム設計に着手すべきである。現在開発が進んでいる再生型燃料電池技術の実用化や月の砂からの酸素抽出・製造などの資源利用技術、宇宙における太陽光発電と電磁波送受信システムの開発などエネルギー開発の全体を俯瞰して、総合的な「宇宙エネルギー利用 技術開発ロードマップ」を作り上げることを提案する。また貴重なエネルギー資源を大切に使うという意味で、日本の省エネ技術に更に磨きをかけて、月探査の国際協力において革新的省エネ技術による各国への貢献を目標に加えていくことも併せて提案する。

## <まとめ>

宇宙開発利用計画における 2020年頃の月探査実現を目指した検討の中に

「月の環境を利用した科学研究(地学、医学、生物学、etc.)ができる月面基地の建設」

「月面活動を目指した人型二足歩行ロボットの開発」

「長期月面活動を可能とする宇宙エネルギー利用システムの開発」

の3点を目標に加え、その実現に向けたF/Sと2020年ロードマップ作成に着手する事を提案する。