

月並みな話

グループA「月面の利用方法」

玉澤、野津、松原、中村、水村、栗田

月探査にむけた 国・民間・研究者の動向

玉澤春史

各国宇宙政策における 月へのスタンス

(宇宙政策委員会配布資料より)

米: 小惑星捕獲ミッションで月近傍に移動させる
有人宇宙探査の「フレキシブルパス」アプローチ
(複数の候補地: 月、小惑星、火星)

欧: 米露と協力して(独自には持たない?)

露: 「目的地として月を目指す」と宣言

中: 嫦娥シリーズの打ち上げ

印: 月着陸機ローバ

UAE: 火星

民間の動向：月より火星？

- 直接打ち上げ系と支援系に分けられる？
- 支援系：google, 電通, etc
- Amazon: blue origin =>?
- Space X: dragon=>火星

- 国内：Hakuto : Google Lunar Prize

研究者レベル

- 国内: UZUMEプロジェクト(縦孔の探査)
- JAXA WG小型衛星月ペネトレータ計画
APPROACH2
- ILOA (International Lunar Observatory Association): 極紫外, south pole(規模不明)

月 有人利用を考える上でのヒント

野津 翔太

[過去の月探査と、月探査暗黒時代]

- ・ 人類による、最後の有人月探査から44年。
 - アメリカの月探査機：
1972年 アポロ17号 => 1994年 クレメンタイン(極軌道)
 - 月への軟着陸：
1976年 ルナ24号(ソ連) => 2010年 嫦娥3号(中国)
- ・ なぜ、近年まで長期にわたり無人の月探査すらなかったか？

- ・ 資金の問題
- ・ 国際政治情勢・国民感情(当時は東西冷戦。採算度外視)
- ・ 他の宇宙探査&深宇宙無人探査に対して、魅力がなかった？
(宇宙ステーション、火星、金星、木星、、、)
- ・ 探査&冒険の対象として以上の魅力を見出せなかった？
(南極・近宇宙との比較)

[近年の月探査 再びの月時代？]

- そんな中、近年月探査& 有人月渡航計画が急速に復活。
 - 米国、ロシア、日本(ひてん、かぐや)、中国(New!) 無人探査
 - 中国、ロシア、民間etc.による有人探査計画
- 程よい資金、確立された技術で月に到達。
- 高精度な科学探査。地球&太陽系の起源に迫る研究。
- 国により違うが、
月利用に対してこれまでとは違う意味合いも持つはず。
- 探査から、いよいよ”利用”の時代へ？
(資源開発、発電、他天体の探査基地、移住、観光、天体観測……)
- 火星・近宇宙への有人渡航・利用に対して、
(それに勝るand/or 協力した)魅力ある計画を作れるか？
- なぜ今、(日本が)あえて「月」なのか？
- 南極との比較。

1960s~1976
初期探査・冒険の
時代

莫大な予算・人員
国際情勢&国の威信
未踏の地に到達&初期理解

月探査暗黒期

1990s~2010s
再びの探査時代

持続可能な予算・人員
科学的な詳細調査
将来の利用に向けて

今後
月利用の時代？

南極が例になるかも

月面利用の具体例

中村優太

目次：月面利用の具体例

- 火星探査等に向けての中継基地
- 保存施設 低湿度・高真空
- 原子力発電所
 - 核廃棄物保管施設
- 加速器実験施設

- 月面望遠鏡
- 資源採集 レアメタル・ ^3He など
- 超高層建築
- 観光 月から地球を見よう!!
- 宇宙人との交渉のための出島

火星探査等に向けての中継基地

- 世界的な興味の流れは火星探査
- 資源が存在する点で宇宙ステーションに勝るクレーターにはレアメタルも
(宇宙ステーション+エレベーターとなると?)
- 低重力なので地球上と比べると脱出に必要な燃料は少ない

月面保存施設

- **高真空・低湿度**なので、天然の保存施設として利用可能
(各種単位原器など重要な物品の保存)
- 月面の縦孔(深さ80~90m)に付随する横穴を利用し、**微小隕石・宇宙線の影響なし**
底面は**ほぼ水平**(溶岩凝固による天然の舗装)
表面下数mでは-20°C **一定温度**(アポロ実測)

月面原子力発電所

- ^3He が地球よりも豊富(反応: $^3\text{He}+\text{D}$)
- 核分裂に比べ核廃棄物質の発生も少なく、
廃棄物保管施設の問題自体も地球上より少ない
- 万一の事故の際も被害は最小限
- 月面での電力利用に限らない
レーザー・マイクロ波等で他所へエネルギー輸送

月面加速器実験施設

- そもそも真空度が高いので大規模な真空を引く手間が抑えられる。
真空度： $10^{-7} \sim 10^{-10}$ Pa (極高真空)
一般的な加速器の真空度：
超高真空から極高真空
であり、真空容器が不要な真空度
- アウターガスが抑えられ、地球上では困難な高い到達真空度実現が予想される。
- 広大な土地の確保が容易

月面利用に関する法的制約

松原舜

宇宙活動を規制する条約

- 宇宙条約(1967)
- 宇宙救助返還協定(1968)
- 宇宙損害責任条約(1972)
- 宇宙物体登録条約(1976)
- 月協定(1984)

月面活動において適用される条約

- 宇宙条約

→宇宙活動全般に関して、権利義務関係を規定する条約

宇宙の憲法とも呼ばれている。

(宇宙救助返還協定、宇宙損害責任条約、宇宙物体登録条約は宇宙条約の特別法にあたる。)

- 月協定

→死文化(実効性が喪失)

「月」を「人類共同の遺産」としてとらえる。

宇宙条約と天体の資源開発

- ①国際法に従って、(3条・6条)
- ②すべての国の利益のために、(1条)
- ③協力及び相互援助の原則に従い、(9条)
- ④条約の他の全ての当事国の対応する利益に
妥当な考慮を払う

ならば、天体の資源開発は適法である。

→自由競争による天体の資源獲得は、上記条件に則る限りにおいて禁止されていない。

宇宙の領有禁止原則

- 宇宙条約2条

「月その他の天体を含む宇宙空間は、主権の主張、使用若しくは占拠又はその他のいかなる手段によっても国家による取得の対象にはならない。」

→国家による月その他天体を含む宇宙空間の所有の禁止

ということは、私人による取得は許されるのか？

私人の天体の土地所有は可能か

- 国家管轄権外の土地を私人が管理運用(物理的に管理し、運用すること)し、所有の宣言をした場合に、国籍国が追認すると、単なる「事実行為」が法的に認められる。
 - 宇宙条約は、「月その他天体を含む宇宙空間における自国の活動に関して、政府機関か否かを問わず、国際的責任を有し、自国の活動がこの条約に従って行われることを確保する国際的責任を有する」ことを規定している。(6条)
- 私人が天体の土地を占有したとしても、宇宙条約の当事国である限り、その所有権を認めることは出来ない。

月面の利用に関して考慮すべき条文

- 宇宙条約4条

「月その他天体はもっぱら平和的目的のために、条約のすべての当事国によって利用される。」

→非侵略的な範囲内であれば軍事的利用は可能。

※しかしながら、軍事基地、軍事施設及び防備施設の設置、あらゆる型の兵器の実験並びに軍事演習の実施は禁止されている。

月面の利用に関して考慮すべき条文

- 宇宙条約9条

他国の対応する利益に関して、「**妥当な考慮(due regard)**」を払う義務

宇宙空間の有害な汚染、及び地球外物質の導入から生ずる地球環境の悪化を避けるように、研究および探査を行う、若しくは**適当な措置をとる義務**

自国の活動が他国の活動に対して潜在的に有害な干渉を及ぼしうると信じる理由があるときには、その活動を行う前に**事前協議を行う義務**

考慮しうる条文

- 宇宙条約12条

「月その他の天体上のすべての基地、施設、装備及び宇宙機は、相互主義に基づいて、条約の他の当事国の代表者に開放される。これらの代表者は、適当な協議が行われるため及び訪問する施設等における安全を確保し、かつ、そこでの正常な作業に対する干渉を避けるように最大限の予防措置が執られるために、計画された訪問につき合理的な予告を行うものとする。」