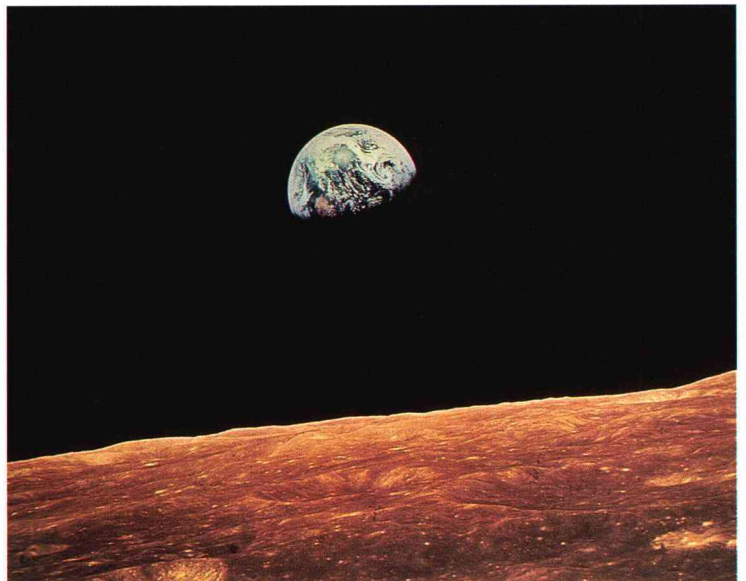


月—21世紀へのニュー・フロンティア

「これは、ひとりの人間にとっては小さな一歩だが、人類にとっては偉大な飛躍である」

アームストロング船長のことばが衛星を通じ、全世界中で固唾をのむ人々の間を駆けめぐった。1969年7月20日。アポロ11号月面着陸。人類が初めて地球以外の天体に降り立った歴史的な瞬間である。

それから20年あまり、アポロ計画が一応の成功をもって打ちきられた後、人類の月へのアプローチは中断したかのようであった。が、宇宙開発が近未来の有望なビジネスとして本格的に展開されはじめようとしている90年代に入り、地球に最も近い衛星「月」がふたたびクローズアップされている。



開発の処女地、月面。天空に浮かぶのは地球

「月」は可能性の宝庫

アポロの宇宙飛行士たちにより、地球に持ち帰られた月面の岩石や土が分析された結果、月が豊富な資源に恵まれていることがわかった。月の岩は、主に玄武岩、斜長岩、角礫岩からなり、成分は地球上の岩とほとんど変わらないが、特筆すべきはその成分比率である。

鉄やチタンは地球上の岩石の3倍、クロムは10倍、そのほか半導体の材料となるシリコンやアルミニウム、カルシウム、マグネシウムも豊富に含まれる。また、空気も水もない月だが、岩石中に酸素が45%もあるのは、鉱物がすべて酸化物として含まれているからで、これを分解することにより酸素そのものを得ることができる。

1994年、アメリカのクレメンタイン衛星は月の南極で氷の存在を示唆する現象を発見した。今後の探査により本当に氷があることがわかれば、人類の月面での展開もより容易になる。

石油はいうまでもなくさまざまな鉱物などの自然資源があと数10年で枯渇の危機にさらされている地球にとって、月は、採掘法さえ現実のものとなり、採算可能ということになれば、まさに手つかずの資源の宝庫ともいえるのである。

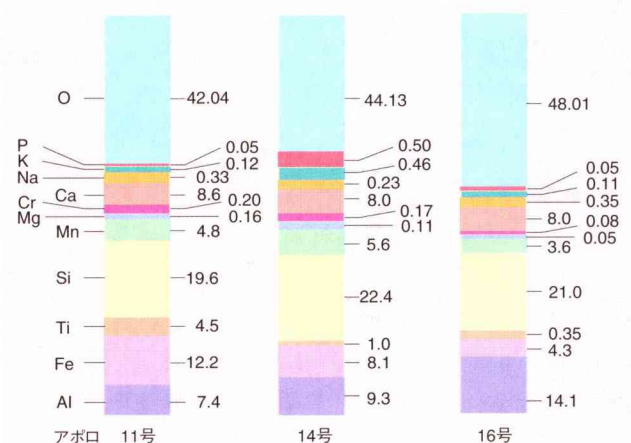
月に寄せる期待のなかで、最も切実なもののひとつが新しいエネルギー源開発の可能性である。核融合をエネルギー源とする太陽は、宇宙空間にヘリウム3という物質を噴出している。太陽風と呼ばれるものである。ところがこの太陽風は大気や磁場で覆われた地球には届かない。しかし、月には大気に邪魔されることなく降り注ぎ、蓄えられている。ヘリウム3は重水素と融合させることにより容易にしかも効率よくクリーンなエネルギーに転換できるのである。鉄やチタン、クロムといった地球

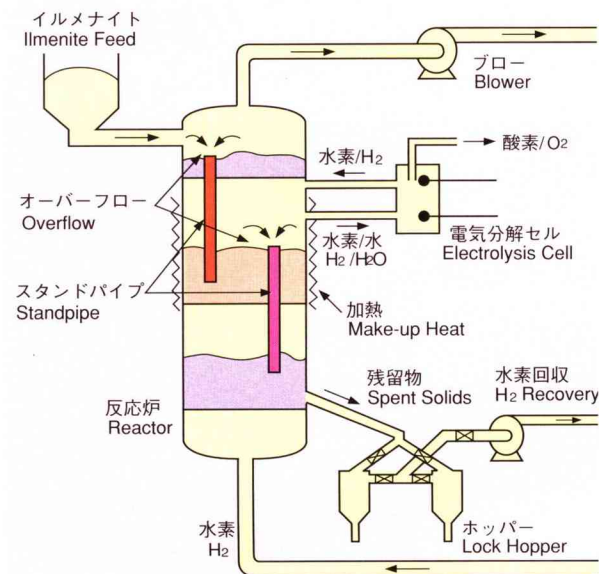
でも手に入る資源と異なり、ヘリウム3は月にしか求められない、それこそ未知なる夢の資源なのである。

核融合という次世代あるいは次々世代の技術が実用化された暁には、月はヘリウム3というクリーン・エネルギーの圧倒的な供給源として、エネルギーという人類が抱える最大の難問を一挙に解決してしまうことになるかもしれない。少なくとも大気汚染、自然破壊、温暖化など化石エネルギーの濫用に起因する地球規模での現在の問題の大部分から解放されることになるだろう。

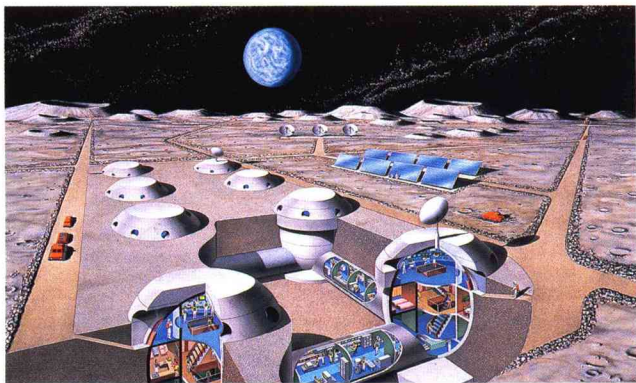
このように月が資源の宝庫であるのはすでに実証されているのだが、これからの問題は、それらをいかに利用するかという技術上の解決策をどう見出して行くかであり、さらにはそこから一歩進んで、単に地上で枯渇しつつある資源の代替対象としてだけでなく、地球環境では求められない月という特異な環

■アポロ計画で持ち帰った月の岩の成分 (%)

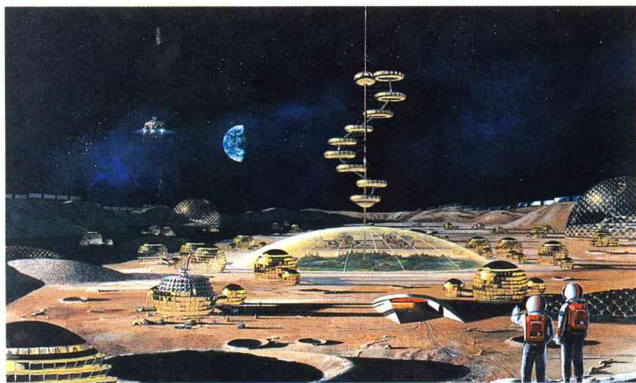




■月海に広く分布するイルメナイト鉱石 (FeTiO₃) を利用する酸素製造プラントシステム (清水建設)



月面実験研究都市のモデル「スーパーラブ」(大成建設)



月面都市のモデル「月面都市2050」(大林組)

境下ならではの資源の利用法のメリットを求めることである。

一例を挙げれば、地球の6分の1という月の重力を利用するテクノロジー。人工衛星やスペースシャトルなど宇宙空間の軌道の上に物体をもちあげることは、地球からであれば膨大なエネルギーとコストを要する難事業であるが、しかしこれを月から打ち上げるということになれば、画期的な省エネ・省コストが実現する。例えば月から高高度地球軌道に資材を運ぶのに要するエネルギーは、地球からのそれに比して何と22分の1で済むのである。宇宙ステーションが実現し、惑星間往来を日常化した後の未来のどこかで、人類はさらに大規模で本格的な宇宙施設の建設に挑むことになるだろうが、そこで月の出番である。宇宙用建築物に使う資材をすべて月面資源によって月でつくり、さらに月から直接宇宙空間へ輸送する。かくて、月は、膨脹する宇宙事業における開発基地として機能しはじめるのだ。

月から始まる——宇宙へのFirst Step

これまで宇宙開発において後塵を拝し、宇宙先進国の開発した技術に追随してきた日本が、自国の技術による先進ロケットH2の完成をスプリングボードに、21世紀に向かって本格的な宇宙利用のシナリオを描きはじめたことは、本特集の前段でも触れている通りである。その場合、中核となるのが月面基地開発構想である。主に民間の企業が中心になっている月惑星協会が提案した無人ロボットによる有人月面基地建設構想

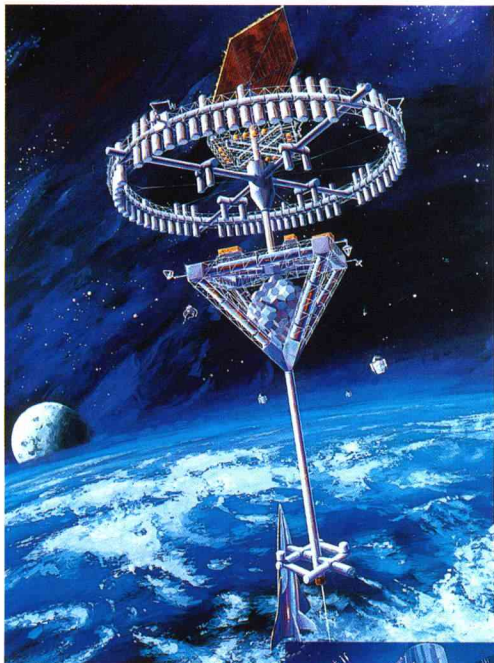
(年1000億円、30年)が、宇宙開発大綱見直し過程の長期ビジョン懇談会で取り上げられ、宇宙開発事業団と宇宙科学研究所の協力による取組みが勧告された。

1997年には、月震計と熱流量計を備えたペネトレーターを月面に打ち込んで月の内部構造を調べる「ルナA」計画が、2002年にはH-2ロケットによる月探査周回衛星打ち上げがそれぞれ予定されている。同様のプロジェクトがアメリカ、フランスでも始まっており、全体のシナリオとしては、2005年ごろに最初の月面基地建設、更なる月面探査や実験を繰り返しつつ基地を随時拡張、2010年ごろには有人恒久施設化が実現、2020年には本格的な月面工場が活動を開始するという。

太陽発電所の建設などエネルギー面の確保が完成すれば、完全な自給体制が整い、宇宙施設の建設・運用コストは飛躍的に縮小するだろう。月面基地は人類の更なる宇宙戦略の前線基地として、拡大・再生産されてゆく。やがてもっと遠くの惑星への宇宙港もできる。ここから人類は火星へ、そして木星へと新たな開発段階へ入ってゆくだろう。

第2の地球——月面基地から月面都市へ

これまで述べてきたような広大な宇宙計画、特に月開発はすでに科学的空想の域ではなく、近未来に確実に実現されるプロジェクトとしてプラクティカル・ステージに入っている。宇宙開発の公的団体だけでなく、純粋な科学研究機関から情報産業、プラント産業やゼネコンに至るまで、日



宇宙ホテルと宇宙レジャーの想像図（清水建設）



本の多くの企業がこれに参画すべく、ビジネススペースでの積極的なアプローチに取り組んでいる。宇宙建造物、宇宙ロボット、ロケット、衛星技術など宇宙に応用できるあらゆる分野の開発努力が複合的に、重層的にかつ緊密に結び合い、月面基地の実現を推進して行く。

それらの技術はやがて月を単なるプラントやポートといった非居住空間としての技術基地から、都市として人々が生活する日常空間へと発展させるだろう。すでに日本の建設会社は、月面で研究や作業に従事する人々の大規模な居住施設や、娯楽施設まで視野にいった研究を進めている。さらにその先にはスペースリゾート時代を想定して宇宙ホテルや宇宙バスといった具体的構想までもが練られている。最近のニュースによると、年収の2、3倍なら月世界観光に行ってみたいというアンケート結果もあるというから、月は近未来の観光資源としても大いに有望であるといえそうだ。

地球の衛星である月は、まさに第2の地球として人類を新たな空間へ解放してくれるのだ。

「月」は未来への資産

21世紀半ば、月は相当数の人間を擁する月世界都市となっているだろう。宇宙開発の中継基地、惑星間移動の燃料補給基地、宇宙環境を利用した化学物質や合金製造工場、資源供給工場。これらを包括する実用都市として機能する一方、月はさまざまな科学研究の場であり続ける。大気も水もないこ

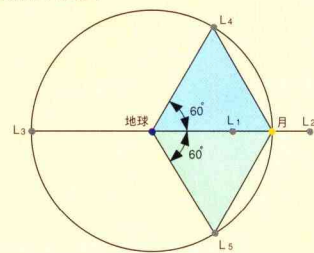
スペースコロニー——宇宙空間に暮らす

1969年、プリンストン大学のG.K.オニール博士は、地球以外に人類が集団で居住できる空間の可能性として高軌道宇宙施設を提唱した。これがスペースコロニーである。

二つの天体間で、それぞれの引力がバランスよくつりあうことにより、そこに置かれた物体が安定した位置を保てる点をラグランジュ点というが、スペースコロニーとは、この月と地球の間の5つのラグランジュ点のうち、最も安定したL4、L5地点に永久居住施設を建設するという構想である。月の資源を建築資材として使い、水素、窒素など月に不足するものは他の惑星から運ぶ。食料やエネルギーもコロニー内で自給し、地球から完全に独立した人類の居住空間を創出しようというのである。数万から1千万単位の人間が居住する巨大コロニーをいくつも建設し、地球から移住する。コロニーを自然の生んだ奇跡の星・地球の小型版として利用するには、例えば重力の作り出しがた、その程度、コロニー内の気象条件の調節など克服すべき問題点は多々あるものの人口増加と食料不足、環境汚染に悩む地球の諸問題を一挙に解決し、人類の領域を宇宙へと広げる方策として、このオニール構想は、あまりにも魅力的な提案であった。

それから30年、2005年には最初のスペースコロニーが実現しているという博士の予想からすればだいぶ遅まきではあるが、ようやく具体化しつつある宇宙開発の道程で、宇宙ステーション、月開発の後に来る最も有用な宇宙事業としてスペースコロニーが脚光を浴びるのは間違いないところだろう。

■ラグランジュ点の位置



とにより、地球に比べ誕生以来原始の姿を保っている月の起源や進化の過程が明らかになれば、地球型惑星の誕生や構造、ひいては太陽系そのものの成り立ちや起源を探る重要な指針となるかもしれない。

もちろん天文学の分野でも月は絶好のフィールドである。1990年、NASAの打ち上げたハッブル宇宙望遠鏡は地球の周回軌道にのり、大気の揺らぎに邪魔されることなく遙かなる銀河からブラックホールまで、驚くべき宇宙の姿を明瞭に私たちにみせてくれた。月面天文台では、しかしその1000倍の精度での観測が可能になる。公転周期と自転周期が同じで常に地球に対し同じ面を向けている月の裏側に据えた望遠鏡は地球上のあらゆる電波の干渉を受けることなく、無限の宇宙空間をみつめ、新たな天体の誕生や終焉を見届けるかもしれない。

このような無限の知的好奇心こそ、有限の地球から無限の宇宙へと飛び出して行くことをあるいは可能にするかもしれない人類という特別な種のレゾナードルともいえよう。

月——それは実用レベルにおいても、飽くなき知的好奇心にとっての身近な対象という意味でも、人類の未来にとっての「大いなる遺産」ならぬ「大いなる資産」といえるのではあるまいか。

【取材協力・写真提供：（株）大林組、清水建設（株）、大成建設（株）】