

HEREAFTER

宇宙船地球号

宇宙船地球号では、地球と人間が生息するために、様々な宇宙分野や様々な国境といった専門分化された体系的システムでは地球全体を覆う範囲は設計できないことを踏まえ、地球を包括的・総合的な視点から考え直すことが重要であり、そのために産業や世界のシステムを踏まえ直す必要があるとした。

宇宙建築の条件

宇宙建築を設計していく上で最も重要な要素は、空気の確保、宇宙放射線から身を守ることである。地球とは条件をクリアしている環境が存在しており、宇宙建築でいかに人工的機能が構築できるかということが重要となる。

提案されている宇宙建築

宇宙建築は大きく二種類に分けられる。一つは重力がゼロでの建築。もう一つは重力の存在する環境での建築。本建築では、地球でのスピンドルの可動性も踏まえて、地球の構造と似ており、地球の放射線が有害である月面を舞台とする。

建築計画は NASA やノーマン・フォスターによって提案された月面建築である。類似した形状の建築、宇宙放射線から内部を守るよう月面の砂（レゴリス）を敷きつむることで放射線を遮り立たせている。

宇宙建築ではその建築の環境から、内部空間は非常に閉鎖的であり、滞在クルーに大きなストレスを与える。宇宙建築ではクルーのストレスフリー空間、着床一人の出入を見据えた建築の構築方法を提案する。



インフラフリー

インフラフリーとは、中央集権型のインフラへの依存を排除、最終的には中央インフラに全く依存しないというコンセプトである。またこれは、すでに地球にある材料や技術を活用するという考え方もある。近年の、コンピューター-機械化された製造や製造方法、情報化技術への移行などもあって、私たちはインフラフリー-建築を拡大するチャンスを得ている。ハイテク建築、工業、生産から建築された建物や、その他のアイデアを組み合わせることにより、従来の建築の拘束性、多岐性、安全性を徹底的に克服しようとしている。インフラフリー-研究は、住居、生産、余暇の形態を拡大、私たちに全く新しいライフスタイルを考えるきっかけとなる。

本建築ではインフラから解放された環境で建築システムを構築することで、今後の建築の可能性を創出させるものとする。



宇宙群

「宇宙群」は元々宇宙飛行や宇宙に思いを寄せていた人々のために提案された建築である。この宇宙群は、地上の環境の再現により、今集約化される。本建築ではこの宇宙群が地上と月面を結ぶ橋となり、NASA のプログラムに沿って構築される。



月面基礎

建築の正方形の建築計画によって一つのモジュールが構築され、それぞれ 90 度の回転を可能にした状態で構築。居住の単位とカプセルはスペースシャトルアルミニウムで作られ、建築モジュールは金属表面に埋入するものとなっている。目的、建築、建築ボックスは建築の設計としても視覚可能



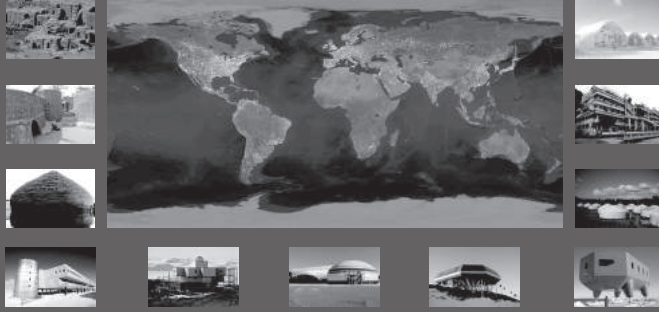
Development of new design method for infrastructure-free

極限環境の建築

インフラフリーに建築をさせていくためには、まず地球全体における環境内環境での建築を考慮する。

ここでの「環境内環境」とは、

- ・インフラが全くない、あるいは十分にない環境。
- ・自然災害によってインフラが破壊してしまった環境。
- ・インフラの維持が困難、または経済的に困難に陥ってしまった環境を指す。



環境内環境の環境にはインフラに依存しないという共通点がありながらも、大きく2種類に分けて、それぞれが成長してきた。

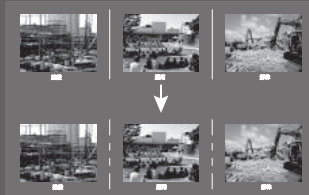
- ・材料をできるだけ無塵化し現場に運搬して行く
- ・材料のほとんどが現場製造によるもの
- ・運搬してきた材料を現場で加工する
- ・現地調達された材料を現場の設備で加工
- ・内部環境制御はそのほとんどを機械設備に委ねている。
- ・内部環境制御は材料や形態によって変わっている。

これらは両者ともセリフビルドを念頭であり、一方は効率的に特化した建築的なもの、一方は環境性に特化した有意味なものとなっている。

極限的環境でのサイクル

現実的環境での環境と通常の環境の大きな違いとして、持続可能性という言葉が浮かび上がる。循環フェーズ、運用フェーズ、廃棄フェーズという循環の1循環を考えたみる。

循環の基盤として、これらの3つの段階はそれぞれが別の主体によって考えられている。現実的環境ではこの3つの段階のうち、循環フェーズと運用フェーズが通常の環境に比べて重要なものとなっているのがわかる。



形態抽出

ハナタチ建築は現場でのデジタルカメラを使用し、建築内部の環境を記録するものとし考え、インフラの無い環境でこの概念を拡張した。これを建築の形態として表していたのがハナタチ建築である。

一方、気象や立場、そこに在り人々の生活といった風土に応じて選ばれる建築を念頭とするものもある。これを環境内の資源や言えはヴァンナキア建築である。しかしこの概念を持った建築は人間界に育ったものではない。生物たちの間もまたヴァンナキア建築と考える。三種類の建築は気候的、精神的に環境を制御する共通点を持ち、独自の建築を考えている。形態抽出としてこれら进行分类し形態抽出を行う。



極地域

月の極が傾斜を帯びることで最も有益だとされている。それは二つの理由がある。一つ目は、極付近のいくつもの帯に日光となる地域に、水が存在している証拠があること。二つ目は、月の南極圏は赤道圏に対してほぼ常に垂直であるため、極地コロシアは太陽エネルギーの電力のみで運用可能かもしれないことである。いくつかの場所には感熱エネルギーが自然発生する。例えば、月の南極圏にはマグマダイクレーター付近に位置しているマラバール山で、そこは雪つかの氷点を持っている。

発どの時期、太陽に照らされる。二つの傾斜した太陽電池により、絶えず電力を受け取ることができ、近接するシャトルクレーターに電力と通信手段を提供できる。このクレーターは天体観測に潜在的に貴重である。赤外線観測にとっては非常に低い温度という利点があり、電磁波観測にとっても極地の電磁干渉から保護される。

近隣のシューメーカーやその他のクレーターは絶えず深い雪に覆われており、貴重な水やその他の資源を蓄えている。高度がおよそ5,000mあるため、氷凍しでの運用可能範囲が広い。極地の環境でも生育できる。

月の南極圏に位置している南極イオン圏は、知られている限り太陽風が最大の、南極によりできた空洞である。これは、地質学が月の南極のより深い層に近づく機会を提供する。

赤道地域

月の赤道地域は、太陽風の入射角が高いため、ヘリウム3が集中しているのではないかと考えられている。また、月の両面を打ち上げるにも利点を持っている。シェパードロケットの標準を維持する場所の一つとして挙げたのが赤道である。南極の南極圏が赤道の傾斜に前向き。ここには多くの極地と、ライオンガムやライオンガムダイクレーターのように赤道の傾斜に依存する特徴がある。そのうえ、地殻からの地震波による震源とプロト6地震波により、この地域では震源が集中していることが明らかになっている。

月の裏側

月の裏側は地球との直線の距離は行えないが、L2のラグランジュ点に通信衛星を置くことでカバーすることができよう。そこは、地球から遠いため、大きな電磁波観測の場所として適しているかもしれない。月、その環境は地球と異なり、かつて地球の環境は行われていない。

科学者は、裏側の極地にケタンを元とする高純度イオンナイトの高が採集されているのと同じように、裏側の裏にヘリウム3がもっとも集中していると見られる。裏側は、裏側の極地との傾斜により太陽風から部分的に遮られる。しかし、裏側は完全にむき出しの状態であり、イオンの流れの大きな割合を受け取っている。

敷地

月の地形や地形は上記のようにほぼ説明されており、地形と傾斜で場所によって全く異なる。今の敷地はその中でも、極地点とする。

月の自然環境は非常に薄いため観測範囲に大きな差が生じる。赤道付近では昼間は約27日、夜も27日続く。そのためでは110度、夜は-170度と気温差が生じる。この問題を避けるため、敷地を極点付近とする。極点付近には温度の調節を必要とする以外にもいくつかの利点がある。一つは海中に水が存在しているということ。二つ目は、月の南極圏は赤道圏に対してほぼ常に垂直であるため、極地での観測は常に太陽光を得ることができ、太陽エネルギーの電力のみで運用可能である。

展開シナリオ

展開計画は、実際にNASAが計画している展開シナリオに沿って計画する。展開シナリオは大きく5つに分かれている。無人探査、拠点探査、初期探査、拡張探査、自給型。本計画では月面探査が利用され、国際的な空間から観測する可能性のある初期から、自給型への、20年スケールの計画とする。この期間には宇宙飛行士たちの国際探査での生活が変更し、一人の介入が考慮される時期でもある。

無人探査	拠点	初期	拡張期	自給型
無人探査によって探査、地質調査が行われ、展開を助ける上での敷地を指定する時期。	無人探査によって得られた情報を元に、実際に滞在型、国際的な探査が実行される時期。	2035年には月面での探査が開始し、月の資源を利用した探査の展開を進める。	拡張期では国際探査での探査が自給型によって成るよう計画され、国際探査が本格的となる。	地球からの輸送の支援なしで、月面で自給自足が可能となる。

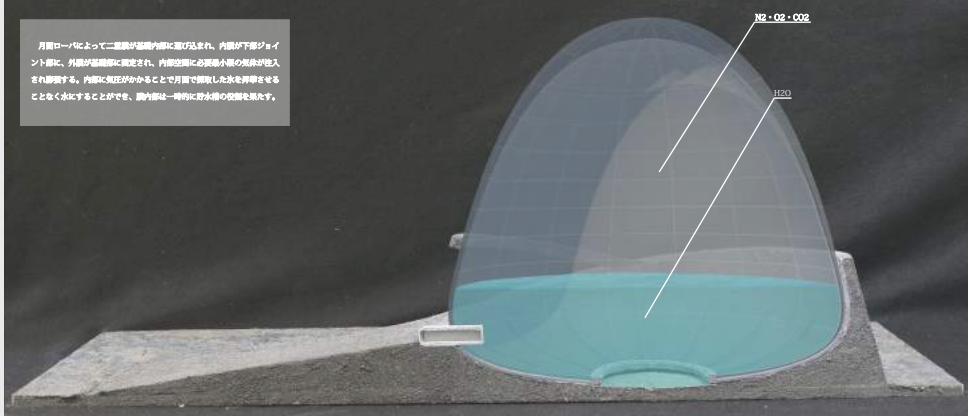
Phase 1

月面の砂レゴリスに酸化マグネシウム、潤滑剤酸化ナトリウムを混合し、3Dプリンターによって造形の基礎となる部分を加工する。月面では精度が低く、地盤が脆くない。またレジンが地下に漏れ込んでいるだけでよく、地盤に存在しているため、造形を支える基礎を削り下げる工事が不要となる。



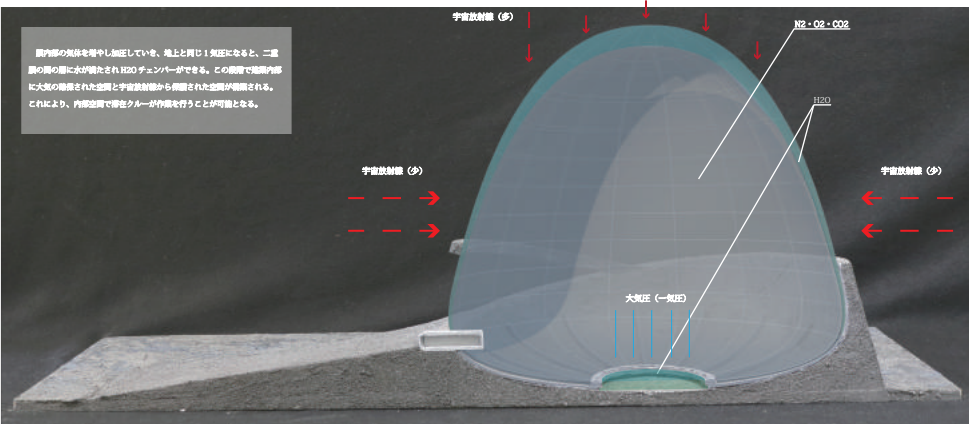
Phase 2

月面ロープによって二重壁が基礎内部に固定され、内部が下部ジョイント部に、外壁が基礎部に固定される。内部空間に必要な水の量は注入され調整する。内部に気圧がかかることで月面で破裂した水を再吸収させることなく水にすることができ、漏れ漏れ一時的に貯水も可能にする。



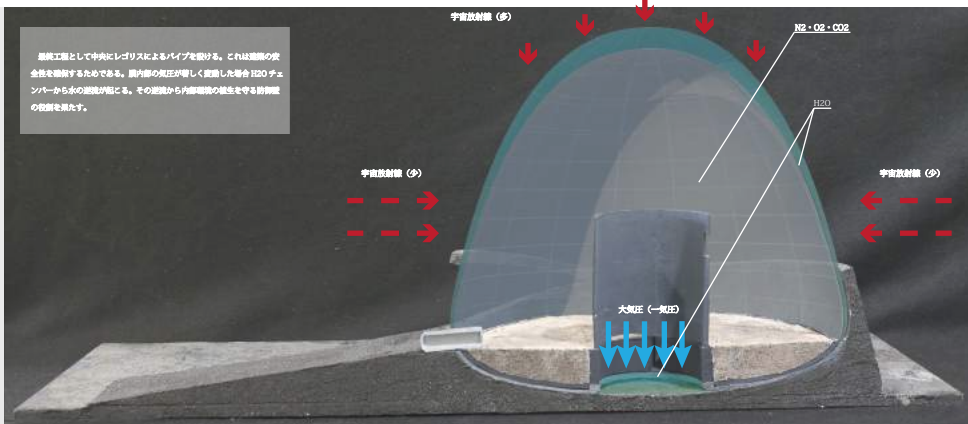
Phase 3

内部の気圧を増やし加压していく。地と同じ1気圧になると、二重壁の間に水が溜まり、H2Oセンサーが検出する。この段階で内部空間に大気の大気圧と宇宙放射線から保護された空間が形成される。これにより、内部空間で微生物が生存することが可能となる。



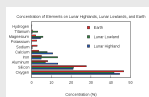
Phase 4

最終工程として中央レゴリスによるパイプを埋める。これは造形の完全性を確保するためである。内部の気圧が十分に高まった場合H2Oセンサーから水の漏れが検出される。その状態から内部環境の健全性を評価し、微生物を投入する。



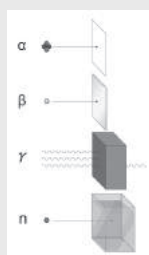
【月面資源】

月面活動を維持するために、資源を確保するため、月面から開採できる資源を調べる。まず月面はレゴリスと呼ばれる砂が存在する。レゴリスには、酸化鉄 (Fe)、ケイ酸 (Si)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、アルミニウム (Al)、マンガン (Mn)、チタン (Ti) 等がある。特に重要とした資源としては水素 (H) の存在量が大きいことが示されている。かつこれらの元素以外にも希土類には水素 (H) の存在量が大きいことが示されている。上記の元素以外に、自然にできたガスも存在し、真空環境でのガスは成分をガスを含みます。一酸化炭素に由来する金属の粉塵の濃度を出せるため、資源の調査として有力である。



【資源の選定】

月面活動の基礎として存在量、加工しやすさを優先する。次に環境的観点からストレスフリーな空間を確保するため、透明性の高い素材で造形を構成する。まず初期の造形に利用されるレゴリス。レゴリスは存在量が多く、加工もしやすい。かつ酸化マグネシウムと潤滑剤の混ざることによってコンクリートのような強度を得る。これは建設の初期の段階では宇宙放射線から内部を守る防壁として利用されている。二重壁に加工しやすいことや強度、透明性より、ガラス。存在量は少ないが、一度に生産できる量が限られるため、内部を構成する材料となる。三日月に水を蒸発させる。水には存在量、加工しやすいなどの利点があるがもう一つの利点を持っていることがわかった。それは水が凍るとレゴリスによって宇宙放射線から守られている内部空間だが、この空間となる空間が水にもあることがわかった。宇宙放射線には電子番号の小さい元素が有害であり、電子番号が小さい水素を含んでいることにより、レゴリスに覆り代わることがある。しかし、月面は真空であり、水は気圧が低下するにつれて凍結するため、水が存在するに大気が発生し気圧が加わっているか、非常に低い温度で凍結されているかが判断条件となる。つまり内部の水タンクの中のみ存在させることとなる。



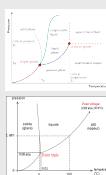
【トリチウムの実験の月面応用】

1643年トリチウムは高度と大気圧を示す実験を行なう。一端を閉じた長さ約1メートルのガラス管に水銀を満たし、倒した一端を、水銀を入れた別の容器に直立させると、管内の水銀は約780ミリメートルの高さまで下降して止まり、ガラス管の上端は真空となる。これによって大気圧の存在がわかり、初めて真空の存在を証明した。トリチウムの原理を以下に記す。管内の液体に働く力は、h=ρghで表すことができる。これより下部に働く圧力は、h=ρghとなる。gとは重力加速度より、トリチウムの原理には重力が力強く関係していることがわかる。これらの条件から、常時真空環境であり、重力加速度が1/6の月面環境での一気圧による水の高さを算出する。



【三重点】

三重点にある物質は1成分3相なので、ギブズの相律より自由度は0となる。そのため、1成分2相系である露点や融点とは異なり、物質の三重点は1点に決まる。すなわち三重点は、その物質に固有の温度および圧力となる。右図のように温度-圧力で表した相図上には、露点圧力線 (DP)、融点線 (MP)、揮発線 (VP) の3本の線が交差する点が三重点である。露点圧力線と揮発線に注目すると、液体と気体の露点圧力が一定する温度が三重点の温度であることが分かる。また、露点圧力線と融点線に注目すると、液体と固体に等しくなる圧力が三重点の圧力であることが分かる。水の場合、この三重点が0℃、気圧1013.25hPaとなる。つまり月面で水を凍結した場合、地上でいうドライアイスのような状態をし、固まってしまふ。つまり月面で水に対して気圧をかけることで氷、または結晶の状態で存在することが出来る。



【圓の形態】

宇宙放射線より、H2Oセンサーの存在、トリチウムの実験より露点の算出、月面滞在人数8人の健康維持。上記の条件が一致するようグラフを調整し、その状態に合った形態とする。



トリチウムの実験
水銀 (地上)

h=1.013x10^5 (N/m^2) / 13570.04 (kg/m^3) x 0.8 (N/kg) = 0.7812...m

建築展開
水 (地上)

h=1.013x10^5 (N/m^2) / 1000 (kg/m^3) x 0.8 (N/kg) = 10.3867...m

建築展開
水 (月面)

h=1.013x10^5 (N/m^2) / 1000 (kg/m^3) x 0.8 (N/kg) x 1/6 = 62.0204...m

【植物生産による延床】

右図は宇宙飛行士の一泊あたりの必要酸素、消費される酸素の量と割合となっている。年間1平方メートルあたりの光合成量は、通常植物森林、通常草原、通常水田、通常畑でそれぞれ0.53、0.50、0.23、0.28 t/a、上に述べたように1人が1年間呼吸消費する二酸化炭素の量は、約1.7t/aとして97kg/日、最も光合成量が少ない通常水田で97.023=421.730... (kg) となる。月面での長期滞在クルーの滞在人数は6人と書かれており、最低でもこの人数の呼吸消費を補う必要となる。421.730x6=2530.454 (kg)

