

Programs

今回設計する施設には人の長期滞在が住まう。ここには個人の居住以外に、共用スペース・トレーニング設備（低重力による筋力低下を抑制するため）、医療設備・レクリエーションスペース・オペレーションルーム・エアロック・乗船の実験設備・植物栽培区などを設ける。全体でおおよそ 600 m²ほど必要である。

しかし一口に月と言っても広大である。月のどこに建設するのがいいのだろうか？月の地図を広げてみよう。

Environment

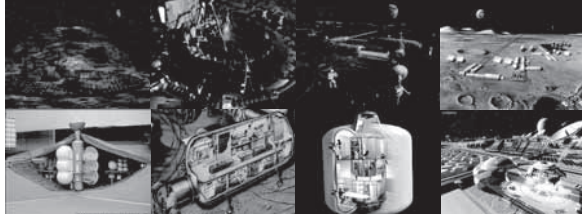
月の環境は厳しい。地球との違いは以下のようなものがある。

- ・重力が地球の 1/6
- ・真空。風がない
- ・隕石や放射線
- ・昼夜のサイクルが 14 日 30 分
- ・昼夜の温度差が最大約 300
- ・地震はほとんど起こらない
- ・雨が降らない

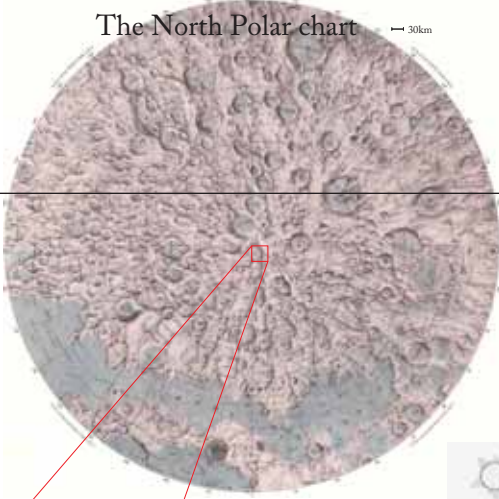
これらの条件と共に宇宙建築に付き纏うのは、運搬コストだ。シャトルによる運搬の効率をいかに上げるか？かつ住みやすい空間を存在にどうするか？過去の月面開発の計画を調査しよう。

Previous plans

過去の月面開発の案も見てみよう。SF 的大規模なもの。コストを最小限にすることで理想化した空間構成。多様な用途でみれば似ている。球が円筒である。それは内部空間を守るために。外皮の表面積を均等に分散させることが目的だ。しかしこの形が本当に最適なのだろうか？内部空間は筒一方向のみしか開けていない。

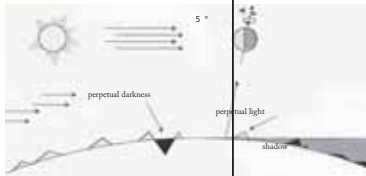


The North Polar chart



Site

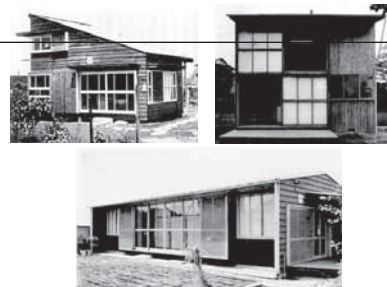
基地は月の北極付近がいい。この近くのクレーターは永久影となる。ここには氷が存在するだろう。逆にクレーターの縁の部分では永久に太陽光を得られる。これらは月の自転軸の傾きに起因する。



またこのあかげで北極付近では隕石や放射線の被害が少ない。温度が安定して低いので稼働に有利、といった利点もある。ここに施設を建設しよう。しかしどうやって建てるのか？まずは月を知らなければ。

Minimum Habitat

月の極寒環境から身を守るには、なるべく外皮の表面積を小さくする必要がある。熱・放射線・真空・隕石などの影響を少なくするため。また表面積が小さくすれば必要な部品も少なくなり、運搬コストを抑えられる。ただし小さくしすぎて必要な機能は満たされない。できれば多少の余白を残し、空間に多様性を持たせたい。このシナリオを解決するヒントは 1950 年代の日本に隠れていた。「立体最小限住宅」だ。



この背景にあったのは住居不足への対応・資材不足・需要の貧困だった。このうち後者 2 つは運搬制限とコストとして月面建築にも当てはまる条件なのだ。この思想が再び、しかも月という環境で蘇るのには興味深い。

小さいけれど豊かな空間。これが真に意味を持つのは地球外なのかもしれない。それを満たすのは果たしてどんな形なのか？

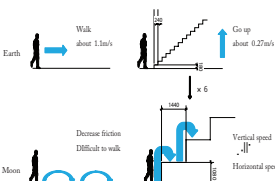
Design for Graduation 2009
"LIVE IN THE MOON"

070115 星川 力 2/12

Form Studies

Vertical vs Horizontal Movement

形を考える上で、まずは人体の変化について考えなければならぬ。地球では水平移動のほうが楽だが、1/6G の月では、垂直移動が楽になる。その移動スピードはほぼ水平の場合と等しくなる。必然的に施設内の移動距離の割合は増え、縦長のプロポーションになるだろう。

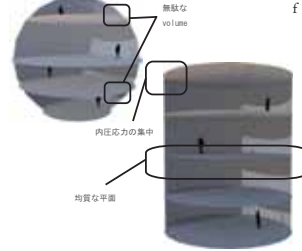


Functionality

ここで生活には求心性・平等性が求められる。求心性は生活する上での機能性から、平等性は人間の心理からくる。1年以上という長期に渡り閉鎖空間で共同生活を送る上でリーダーがいることは必ずしも有効でない。それは差別を生み、任務に支障をきたす。こうした理由から円形プランは確かに有効である。

Internal Pressure

月には大気がない。つまり建築内部には 1 atm の内圧が常にかかることになる。その圧力が均等に分散する球は確かに有利な形である。しかし球にスラブを挿入すると、天高の急激な変化のため volume を有効に稼げない。内圧では屋根と外皮の接合部に応力が集中してしまう。また各スラブの面積は等しく空間に多様性がない。



Elliptic Form

綿密なスタディの結果この形にたどり着いた

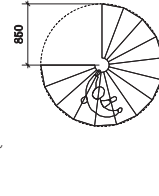


各スラブは多様な大きさを持ち、頂上のすばまり方も緩やかなので volume と表面積のバランスがいい。

Vertical Flow

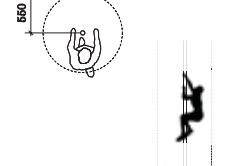
縦長のプロポーションは 6G の動線計画にも合う。その動線が 1 秒に少ないスペースで収まるか？普通は螺旋階段を思い描くが、1/6G の月では棒をより登るという選択が筋を踏む。

棒がただあるだけで済むのは省スペースかつ部材も少なくすむ。そして何より月に高層建築する者にとって合理的な移動方法だ。なぜなら月では重力が弱いため、棒を登るよりも階段を登る方が楽だから。軽く上がった体重を持ち上げるのは簡単だ。



Spiral Staircase

Simple Stick



この小さな卵のような形を、そっと月に埋める。真空にさらされる外皮を小さくするため、まるで月からよっこり顔を出したように、それはかすかに存在する。



Design for Graduation 2009
"LIVE IN THE MOON"

070115 星川 力 3/12

Shuttle

あとはこの形の構造物をいかにスペースシャトルで運べるようにするのだ。



シャトルの貨物室の大きさは限界がある。この限られたスペースに部材を挿入するには部材をコンパクトにまとめる必要がある。ただし単純に部材をパーツに分けるのは好ましくない。月には大型の建設機械も、人手もない。なるべく地球上で接合などを終えておきたい。そしてなるべく軽いものがいい。

Folding Slab

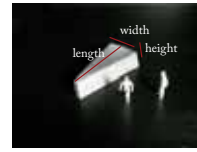
円形のスラブをいかに折りたたむか？私の解はスラブの中央に円形の void を空けることだった。



22.5°ずつに山折・谷折を繰り返す。

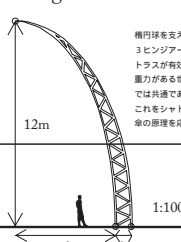


これによりスラブはコンパクトにまとめられる。

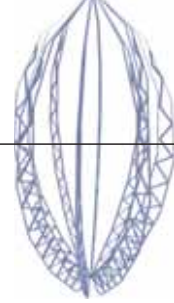


1/6G で地震・風といった水平外力の低減は構造材に厚さをもたらし、人間による運搬を可能にする。

Folding 3 Hinge Arches

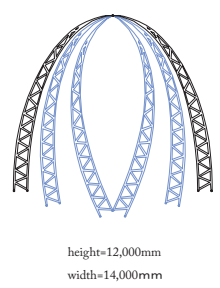


橋円球を交差する構造は 3 ヒンジアーチだ。トラスが有効なのは重力がある世界では共通である。これをシャトルで運ぶには余の原理を応用する。

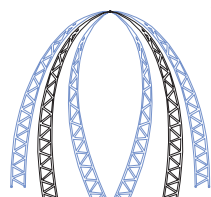


最終的には縦長となり、シャトルに収まる。これを仮す作業がそのまま工程となる。

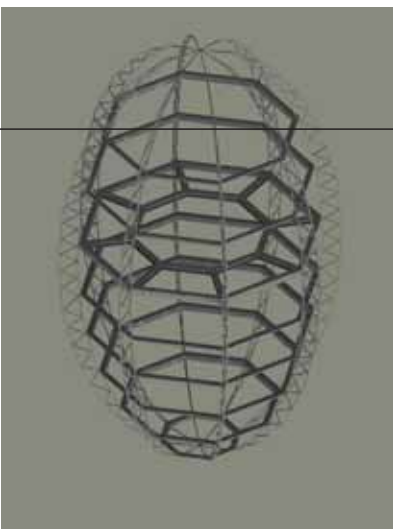
height=13,800mm width=5,450mm



トップのボールジョイントによってたたまれていくアーチ。



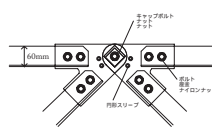
Structure



そしてスラブが収まる位置に八角形の梁を添す。中央だけ梁が二重なのは、内圧によるアーチの広がりを受け止めるため。

Material&Detail

構造材の材料はアルミニウムがいい。軽く強いアルミニウムは近未来の宇宙建築にはよく似合う。また、アルミニウムの原料である Al₂O₃ は月面にも豊富に存在する。将来は現地でも材料を調達し、メンテナンスができるようになるだろう。



Truss Arch detail 1:5

1/6G・無風・地震が弱い(最大でも M3 程度)という環境は構造には有利に働く。近未来の宇宙建築にはよく似合う。また、アルミニウムの原料である Al₂O₃ は月面にも豊富に存在する。将来は現地でも材料を調達し、メンテナンスができるようになるだろう。

Design for Graduation 2009
"LIVE IN THE MOON"

070115 星川 力 4/12