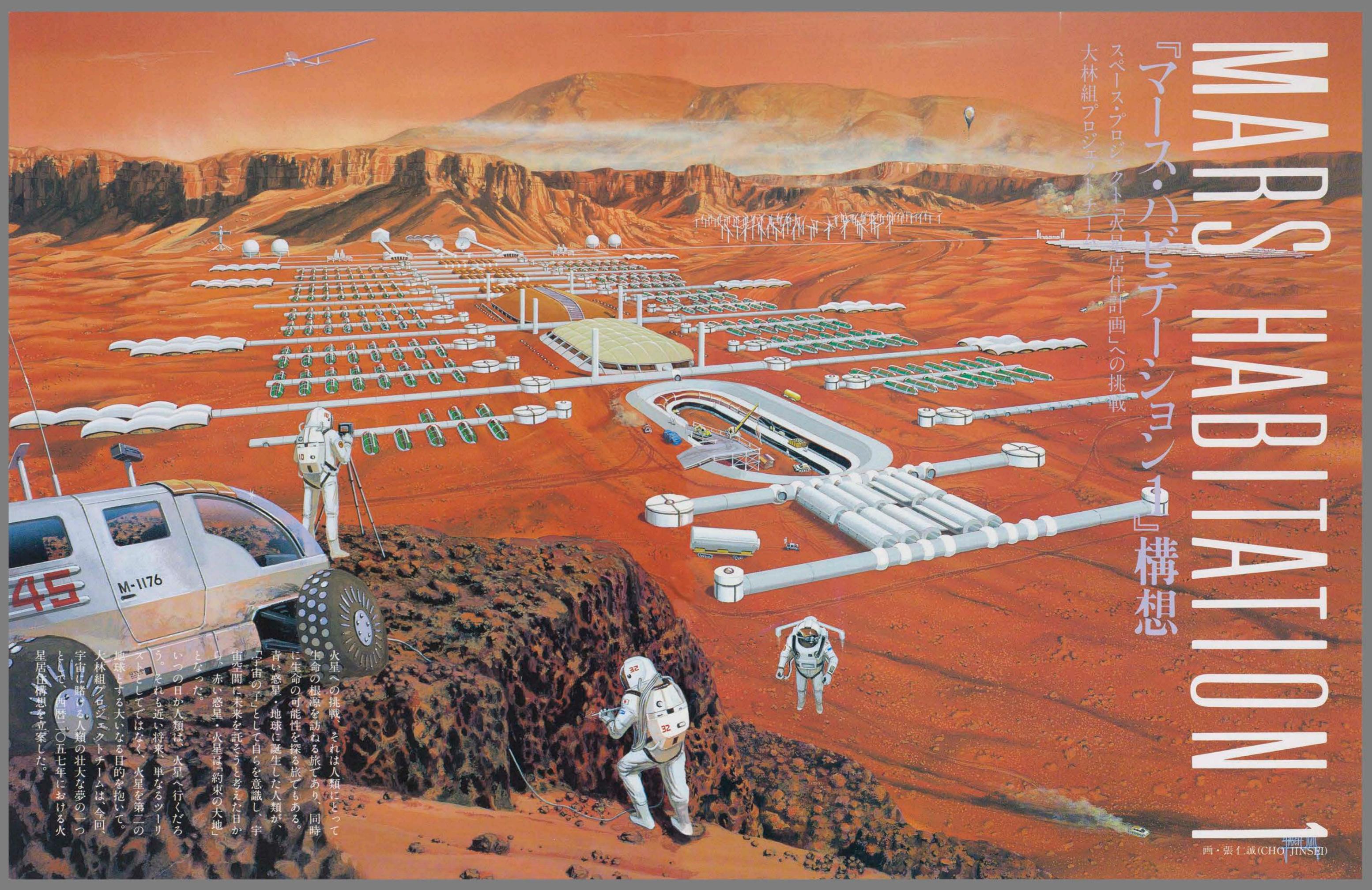


MARS HABITATION 1

『マース・ハビテーション1』構想

スペースプロジェクト「火星居住計画」への挑戦
大林組プロジェクトチーム



火星への挑戦、それは人類にとって
生命の根源を訪ねる旅であり、同時
に生命の可能性を探る旅でもある。
青い惑星・地球に誕生した人類が、
「宇宙の子」として自らを意識し、宇
宙空間に未来を託そうと考えた日か
ら、赤い惑星・火星は「約束の大地」
となった。

いつの日か人類は、火星へ行くだろ
う。それも近い将来、単なるツーリ
ストとしてではなく、火星を第二の
地球とする大いなる目的を抱いて。
大林組グランドエクトチームは、今回
宇宙に賭ける人類の壮大な夢の一つ
として、西暦二〇五七年における火
星居住構想を立案した。

カセイ峡谷の朝

夜と朝の境界がすかに薄紅色を帯びると、火星の地平線がくつきりと強い円弧を描いて浮かび上がった。いつもながらの静かな火星の夜明け前の光景だ。マース・グライダーの機首を東へ向けると、太陽が昇る前の空にひととき青い星が輝いている。四億キロの彼方にある、懐かしい水の惑星・地球。通信機を通して、私が朝の挨拶を送っても、二〇分以上はかかる距離である。

火星時間午前六時過ぎ。空をピンク色に染めながら、太陽が姿を見せ始めた。火星に昇る太陽は、地

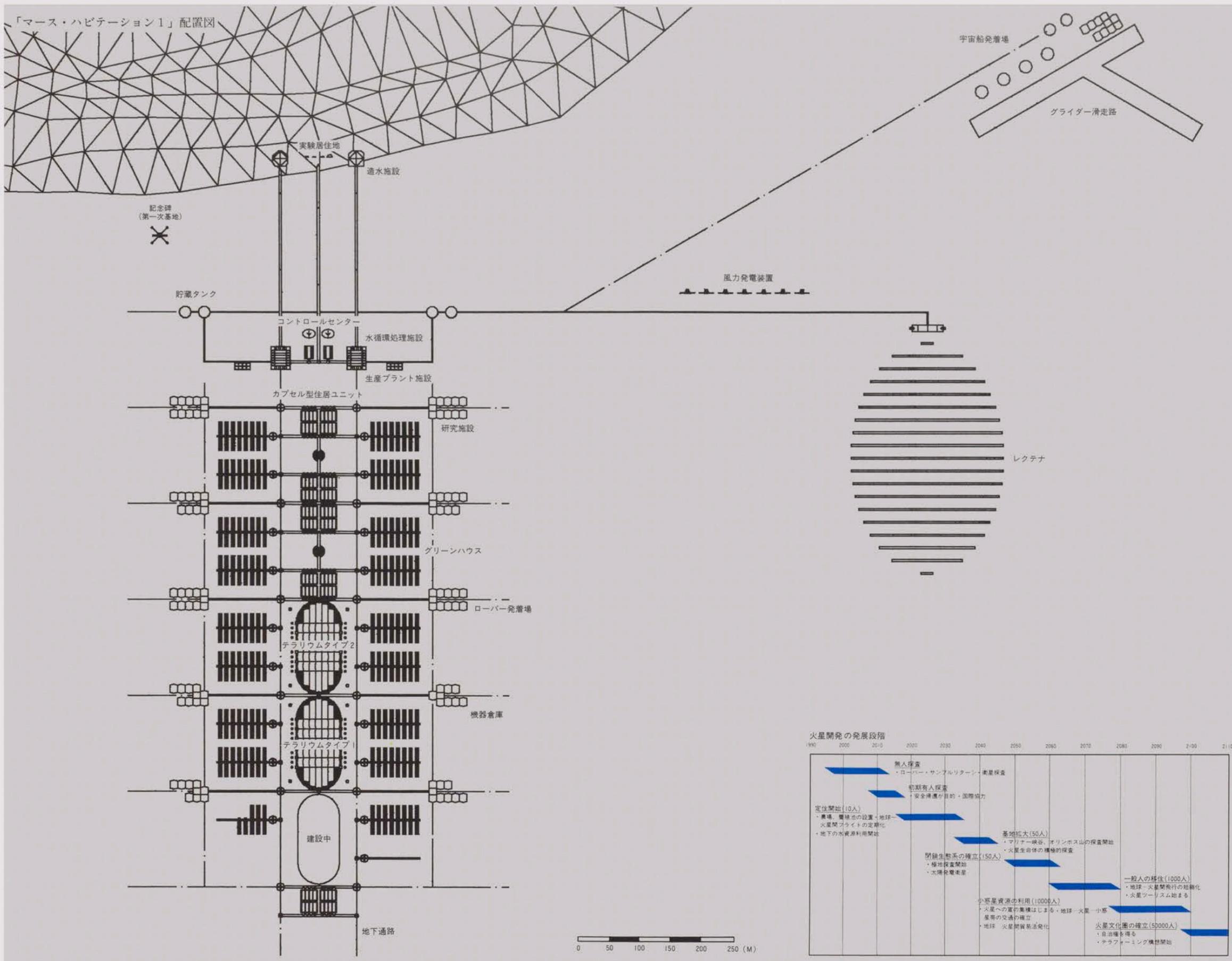
球で見る三分の二ほどの大きさしかなく、しかも舞い上がった砂塵の影響で輪郭のはっきりしない光を放っている。そのため地球とはまた違った芒洋とした夜明けが訪れる。

眼下には、数千メートルの深さのカセイ峡谷から立ちのぼる朝霧が、ミルキーウェイのように白く輝く帯となって流れていく。ゆっくりと旋回しながら谷間の霧の上を抜けると、朝日に照らされた砂の丘や巨大なクレターが大地に強烈な陰影のリズムを刻んでいた。

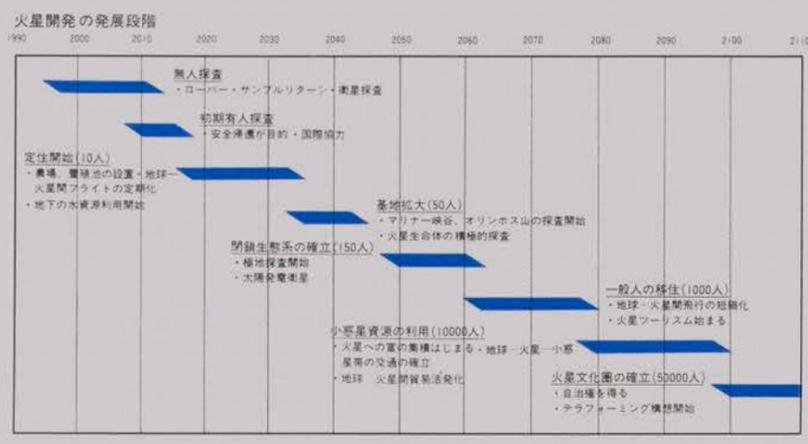
外はマイナス数十度の世界だが、マース・グライダーの小窓から眺める景色は、信じられない神秘的

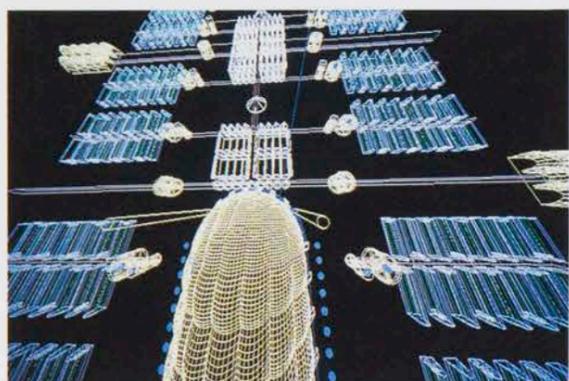
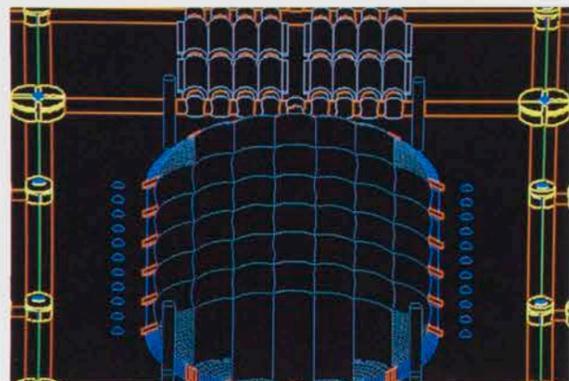
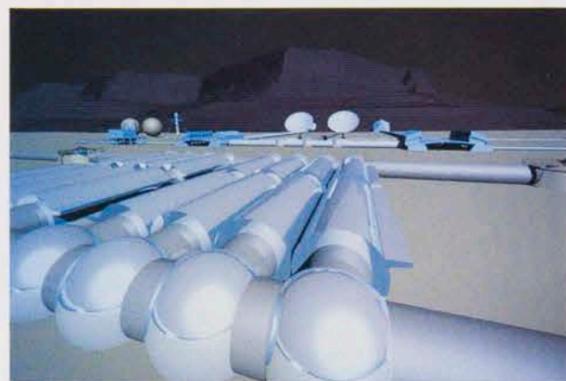
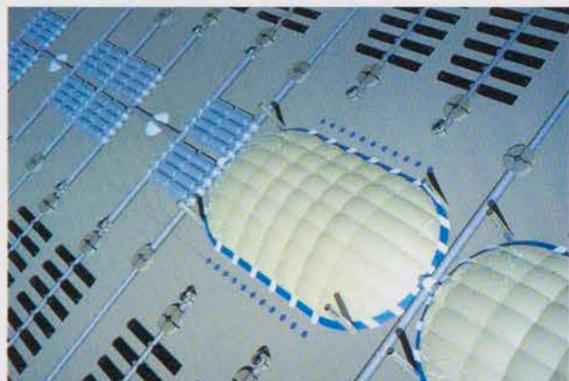
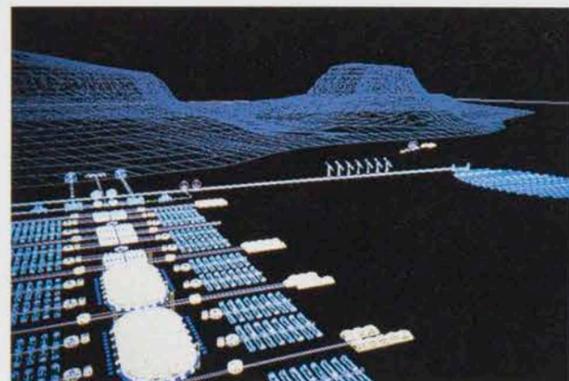
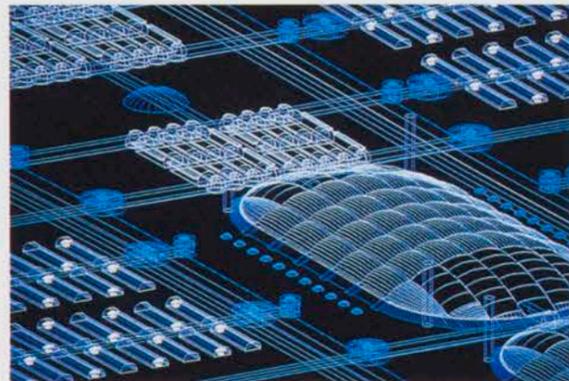
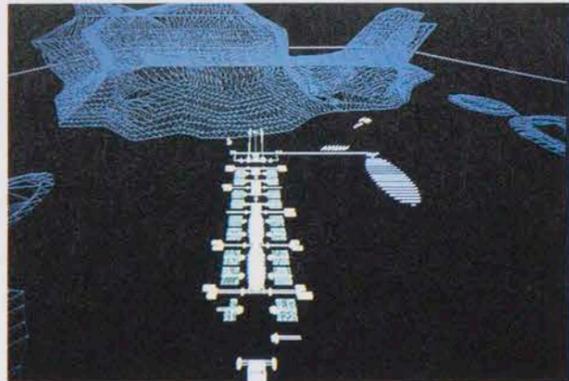
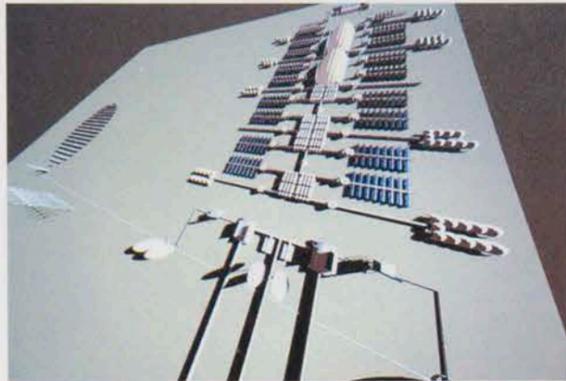
な美しさを秘めている。どこまでも続く赤い大地。この赤い色が、古代から地球の人間たちの心をどれほど強くとらえてきたことだろう。「燃える星」といわれ、「戦いの星」として象徴的に語られたのも、すべては幻想的な赤い大地のせいである。古代人は、赤い惑星に生命の躍動を感じたのかもしれない。火星の大気に宿る酸素が、土に含まれる大量の鉄分を酸化させた結果だと人間が知ったのは、科学探査の時代になってからのことであった。

カセイ峡谷を越えて南へ十数分。前方の平原にキラキラと光る一群の建物が見えてきた。北緯二〇度、西経七〇度に位置する火星最大の町、マース・ハビ



コンピュータよりアウトプットした図面





未来の火星首都 マース・ハビテーション1

マース・ハビテーション1。それは人類が初めて火星に居住 (Habitation) したことを記念して、命名された都市である。二〇五七年の現在、火星の定住者五〇〇人のうち、三分の一近くがこの町に住み、中枢機能のほとんどがここに置かれている。

上空から眺めると、マース・ハビテーション1は北の丘陵から南の平地へと直線的に整然と延びる形態をしている。それはそのまま都市の歴史的な発展過程を示している。

その原点ともいえる北の一隅には、二〇一一年に人類が第一次基地を築いたときの記念碑が建てられている。その年、火星への定住をテーマとした初めての調査母船が、この付近の平原を選んで着陸した。カセイ峡谷の南に広がるこの平原は、緯度的にも赤道上の軌道からのアプローチが容易であった。当時の事前探査によって、カセイ峡谷にはかつて水の流れた痕跡が発見されており、地下に相当量の水資源があるとも判断された。水の発掘は、科学探査の対象でもあったが、それ以上に定住計画の成否を握っていたのである。

この地はまた、太陽系最大の火山といわれる高さ二四〇〇メートルのオリンポス山や、深さ七〇〇メートルに達する谷がアメリカ大陸の横幅に匹敵する四〇〇〇キロの長さで続くマリナー峡谷など、火星を代表する特徴的な地形からも、そう遠くない位置にある。それだけに惑星物理学や地質学からの関心もたれたのも、立地の一要因であった。

着陸船から降りた八名の地球人は、簡易カプセル型の住居を設営し、水資源確保のための地下水鉞の試掘や、空気膜グリーンハウスによる実験的な植物栽培を試みた。すべては、そこから始まった。「火星年代記」の第一ページ目だが、そのときから書き起こされたのである。

民としてこの地に定住しようとする人類にとっては、今日生まれる子供が初の「火星人」ということになる。火星元年ともいえるこの日の光景を記録するために、『火星通信』の記者である私は愛機のマース・グライダーを駆って、夜明けの火星上空へと飛び出したのである。

居住地の候補	太陽からの距離*1 (地球を1とする)	重力 (G)	地表大気温度*2 (°C)	地表大気圧力 (気圧)	生命維持のための資源
水星	0.39	0.38	----	0	なし
金星	0.72	0.93	477	90	二酸化炭素、窒素、水蒸気
地球	1.00	1.00	13	1	水、酸素、窒素、二酸化炭素
地球周回軌道 (低軌道、 静止軌道)	1.00	0	----	0	なし
月	1.00	0.17	----	0	酸素
ラグランジュ点 (L4、L5)	1.00	0	----	0	なし
火星	1.52	0.38	-58	0.01	水、二酸化炭素、窒素
火星衛星(フォボス、 ダイモス)	1.52	~0.001	----	0	(水素、酸素、炭素)*3
小惑星	2.2~3.5	0~0.01	----	0	(水素、酸素、炭素)*3

*1軌道長半径
*2平均値
*3存在が推測される元素資源
地球近傍の居住環境比較

*ラグランジュ点……宇宙空間にある三つの天体(物体)の重力が、もっともバランスのとれた点(地域)をいい、宇宙ステーションやスペースコロニーなどの宇宙構造物の建設に適している。

テーション1だ。人口はまだ一五〇人に過ぎないが、人類がこの地に文明を築く日には、火星の首都となるべき町である。今日はこの町の住民にとって、いや火星の住民全員にとっても、記念すべき日となるに違いない。この惑星で初めての赤ん坊が、マース・ハビテーション1に誕生するのである。火星への移



画・大久保 朗

その後、定住への布石として、恒久的な造水施設を建設し、同時に火星の土や気象に関する探査が進められた。また、将来のテラリウム型の居住形態を前提とした、横穴カプセル式の住居実験なども行なわれた。やがて、相当数の人間を受け入れるため、平地に都市機能の中核となるコントロールセンターと、水処理やエネルギー関連のインフラストラクチャーの建設が進展し、都市としての形が少しずつ整っていった。

この間、地球と火星とを結ぶ大型のシャトル宇宙船による定期航路が創設され、物資の運搬量が飛躍的に増大したことも忘れるわけにはいかない。そしていよいよ五〇人を超す人間がこの町に居住し、本格的な火星開拓が始まったのは、二〇三五年のことであった。人々は、地球から運んできた円筒形のユニット住宅に住み、火星ファームの空気膜グリーンハウスでは、生きていくのに不可欠と考えられた最低限の農作物の生産が始まった。自給自足への道がようやく見え始めたのである。

さらに、実験フィールドとしてドーム型の空気膜テラリウムが建設され、植物が火星の環境下で生育するための研究も進められた。テラリウムとは、火星を地球化するための、実験的な人工空間である。このテラリウムはのちに、住居と結び付いた生活空間へと発展を遂げている。

こうした火星開拓の歴史的な経緯を、北から南へと連なる都市の発展軸に見ることができると、都市の形態は、また水の流れをシンボルとした生存軸をも表現している。四六年前に八名の定住者が試掘した地下水脈は、いまま北の丘陵にあって利用されている。現在では規模の大きな造水施設が稼働しているが、そこから南へと都市の発展方向に向かって、生命の水もまた歳月とともに流れを広げてきた。その南端部では、テラリウム、居住棟、火星ファームの建設が進められ、マース・ハビテーションはいまもなお拡大を続けている。

マース・グライダーに乗って上空の雲間からこの直線状の都市を眺めるとき、私は火星という未知の新天地を開拓しようとする人間の強い意志を感じる。人間の意志が、都市の形態を決めているともいえるだろう。いまから一〇〇年以上前、当時の地球の著名なSF作家であったアーサー・C・クラークは、ある小説の中で金属ドームに全体を覆われた人口二〇〇〇人の火星都市を想定した。将来、火星の都市がどのような発展形態を遂げるかは不明である。あるいはアーサー・C・クラークの描いたような都市が誕生するかもしれない。しかし、二〇五七年のいまは、厳しい火星環境と正面から向きあった、混沌

や無秩序のない都市形態こそふさわしいものに見えるのである。

ハイヌーン・ショー

フルオート・クルーズ・コントロール装置を解除したマース・ローバーは、赤い砂塵を上げて町へ向かっていく。凹凸の激しい火星の大地を、コンピュータに頼らずマニュアル・ミッションにして自分で運転するのは、実にいいストレス解消になる。

郊外のグライダー発着場から町までは一〇分ほどの距離だ。つかのまのドライブを楽しみ、町の入り口に着くと、ちょうど火星の月フォボスが真昼の天空にかかっていた。それは目に見える速度で太陽面を横切り、あと二時間もすれば東の地平線に消える。初めて火星を訪れた者は誰でも、ジャガイモ型をした不思議な衛星フォボスと真昼の太陽とが演じる、この天体ショーにしばし魅了されることだろう。

フォボスは、長径でも二八キロという小さなびつな衛星で、七時間三九分火星の周りを回っている。西の空に昇り、わずか四時間半後には東の地平線に沈む速足の衛星だ。そのため一日に何度か南の空に姿を現わすが、かなり暗く目立ちにくい。

昼間のフォボスは幻のような淡い姿で現われ、太陽の前を横切るとき、約二五秒間の日食を見せてくれる。といっても大きさは地球で見る月の半分に満たないので、太陽を半分隠すに過ぎないのだが、それでもこのショーはなかなかの見物である。反対に夜の空を駆けるフォボスは、真夜中に急に火星の陰に入って一度姿を消した後、再び現われて、火星の夜を賑やかにする。つまり、地球でいうところの月食である。日食と月食を一日のうちに見せてくれる火星の名優フォボスは、私のように長い間この地に滞在する者にとって、親しい友人のような存在となっているのだ。

*アーサー・C・クラーク「火星の砂」

この星は、フォボスとは反対に東の空に昇り、二日半をかけて西の地平線にゆっくり沈む。実際の大きさはフォボスの半分程度だが、火星から遠いので小さな星にしか見えない。それでもフォボスとダイモスのコンビは遠い昔からさまざまな形で注目を浴びてきた。

火星探査の始められた初期、フォボスとダイモスは火星探査の前進基地として使用された。現在では、金属資源の利用や小惑星の成り立ちを知るための探査対象として研究が行なわれている。

マース・ハビテーションの中へ

マース・ハビテーション1は大きく分けると、ドーム型テラリウム、カプセル型居住エリア、火星ファーム、そしてコントロールセンターや造水・生命維持・研究施設などの中枢ゾーンから構成されている。テラリウム

地下通路を抜けてテラリウムに入る扉を開けると、初めは誰でも驚くことだろう。いままで見てきた赤い砂の続く大地とは一変し、緑の樹木が繁り、流れる水があり、そこには魚の群れまで泳いでいる。地球上の森林公園にきたのかと錯覚するかもしれない。しかし、冷静になって周囲を見渡せば、ここが空気膜によって造られた加圧ドームの中であることに気が付くはずだ。

建築面からいえば、テラリウムは長径約八〇メートル規模の空気膜構造の多目的ドームである。空気膜は、構造材としては地球からの輸送が比較的容易（軽量で体積も少ない）であり、火星のような外部作業の困難な環境下で大空間を建設するにも適している。また、光や宇宙線を透過させる性質があり、空間内に模擬火星ともいえるべき実験フィールドを設定するにも相応しい素材である。

テラリウムの高さは頂部で約九メートルと低めに設定し、反対に地下部は深さ約一五メートルまで利用

している。これは、火星の砂嵐の影響を考慮すると同時に、宇宙線から遮断された安全性の高い地下部を研究施設や住居として積極的に利用した結果である。

利用形態からみると、テラリウムには二つのタイプがある。タイプ1は、実験フィールドとしてのテラリウムだ。地上部分を空気膜だけで覆い、光や宇宙線を意図的にテラリウム内に取り込み、地下部分は主として研究・実験施設としている。地球から運んだ植物を基に、火星環境下での適応実験や品種改良の研究などを行なう実験空間であり、テラリウム内では人間は宇宙服を着て作業を行なっている。ここで進められている研究は、いつの日か人類が宇宙服を着けずに火星上で生活できるように、火星環境を変化させる「テラフォーミング(惑星改造)」への布石でもあるのだ。

もう一つのタイプ2は、居住者の生活空間としてのテラリウムである。タイプ1の実験段階が終了すると、空気膜の上をさらに三メートル厚の火星の土で覆い、宇宙線を遮断し、酸素を補充して地球上に近い環境を創る。宇宙服を着けずに人間も動物も自由に動き回ることのできる空間である。天井の人工太陽とドーム底辺部の彩光装置によって十分な光にあふれ、緑の樹木や水辺のあるこのテラリウムには、私もよく軽いスポーツをしたり、くつろぐために訪れる。かつての研究・実験施設の大半は住居に変更され、テラリウムに向かって開かれた生活を楽しむこともできるのだ。

両方のタイプのテラリウムに共通していることは、大きな池を持っていることである。この池は、貴重な水を貯蔵するタンクなのである。

こうしたテラリウムがすでに二棟あり、いま三棟めの建設工事が進んでいる。それほど遠くない将来、住民のすべてがテラリウム内の住居で暮らすことになるだろう。

・カプセル型居住エリア

火星ファーム

町の東西に広がるグリーンハウス群。それは食糧を自給するための火星ファームである。火星の環境は、さまざまな点で植物の栽培に適している。たとえば、植物栽培には不可欠な水があり、一日の長さが地球とはほぼ等しく、太陽系の恵みがある。太陽エネルギーは地球の四三％に過ぎないが、大気が希薄なので植物には十分な光が得られる。また、粘土質を含む火星の土は、改良を加えれば土耕栽培さえ可能なのである。

・グリーンハウス

火星ファームのグリーンハウスは、地球からユニット化した空気膜を運搬し、火星の大地に設置するだけで比較的容易に建設することができる。それだけに一見、地球上のビニールハウスとあまり違いがないように見えるだろう。ハウス内に入っても、そこには地球で見るのと同じ小麦や野菜などが実っているのだから。

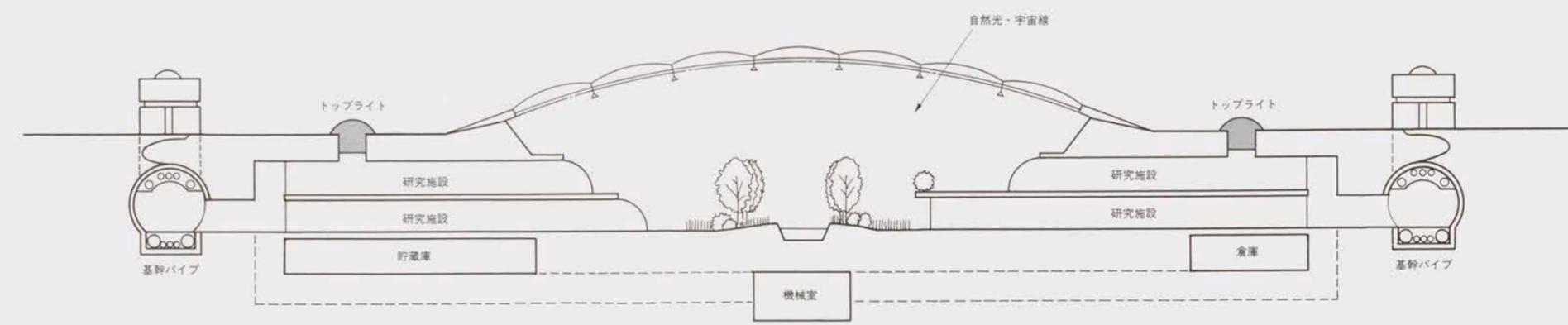
しかし、火星ファームのグリーンハウスには、実際にはさまざまな特徴がある。まず、火星表面の気圧がきわめて低く、植物の生育や人間の作業に適さないため、ハウス内を一〇〇ミリバール(約一〇分の一気圧)に加圧してある。植物はこの程度の気圧があれば十分に生育する上、空気膜にも負担がかからないからである。空気膜の素材には、超高分子ポリエチレン繊維のメッシュにポリエチレンフィルムを貼り合わせたものを使用し、光透過性と強度をできるだけ高め、さらにUVカットフィルムによって植物を紫外線から保護している。紫外線のほか宇宙線に対しては、ここで栽培されている植物はほとんど影響を受けずに生育することができ。ただし、影響を受けやすい種子の保存と播種のみは、宇宙線を遮断した居住エリアの一画で行なわれている。また、火星の低温(とくに夜間の熱ロス)に対処する

住民の多くが現在生活しているのが、カプセル型の居住エリアである。これは二〇一一年に町の建設が始まって以来の伝統的な住まいでもある。

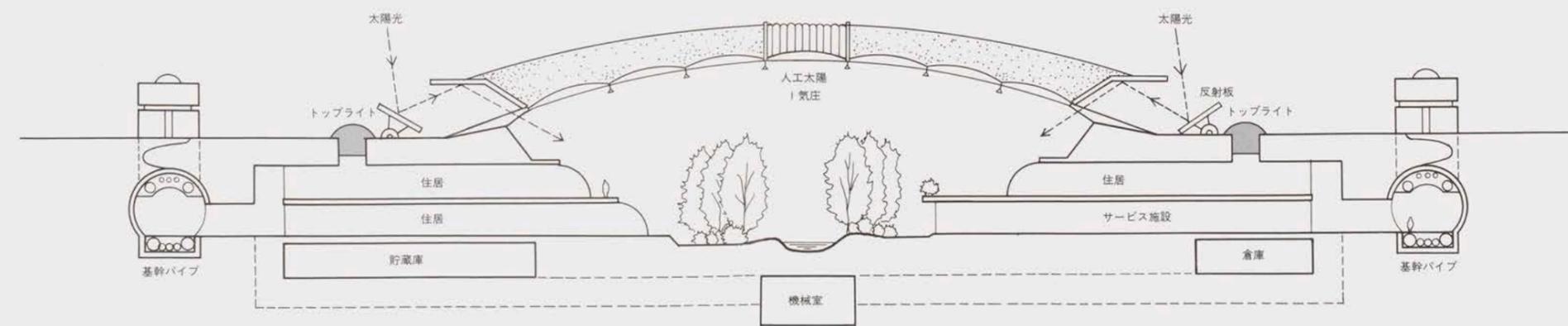
当初のスタッフは、着陸船と簡易カプセルをねぐらとして、困難な開発に従事したが、本格的な定住計画が始まってからは、このアルミ合金製のカプセル型居住エリアとなった。居住ユニットを地球から運び、そのままプラグイン(接置)する方法は、火星環境の中で安全な住居を大量に建設するのに適していた。現在では、居住棟の上をさらに火星の土で覆い、宇宙線から保護している。

カプセル型住居という、便宜的なイメージを持つ

テラリウムタイプ1断面図



テラリウムタイプ2断面図



つかもしいないが、決してそんなことはない。六メートル×一六メートルをユニットとした空間に、二名を居住単位としているので、内部はかなりゆとりとしている。定住を目的とした住居だけに、当初から十分な余裕と快適性を考えて計画されてきた。それだけに、開発当初からの住民の中には、テラリウム内の住居より伝統的なカプセル型住居を愛するものが少なくないほどだ。

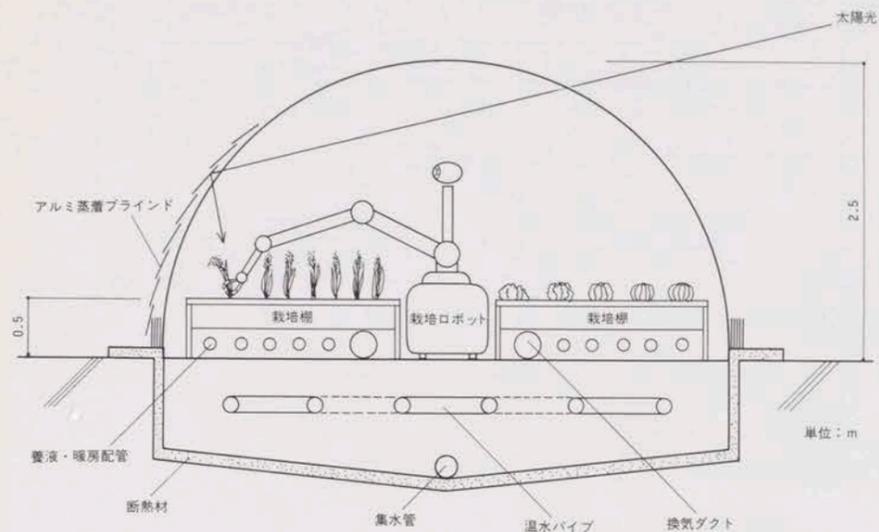
そんなカプセル型住居の一室、マーストリート112番地(あの、アインシュタインの住所と同番地)の部屋で、今日、初めての赤ん坊が誕生しようとしているのである。

作業を行なうことができる。実際には育苗から馴化、栽培、収穫にいたるすべての作業はコンピュータ管理されたロボットが行なっており、人間は時折、管理のためにグリーンハウスを訪れるだけでいいのだが、むしろ植物との接触を求めて頻繁にやって来るのである。

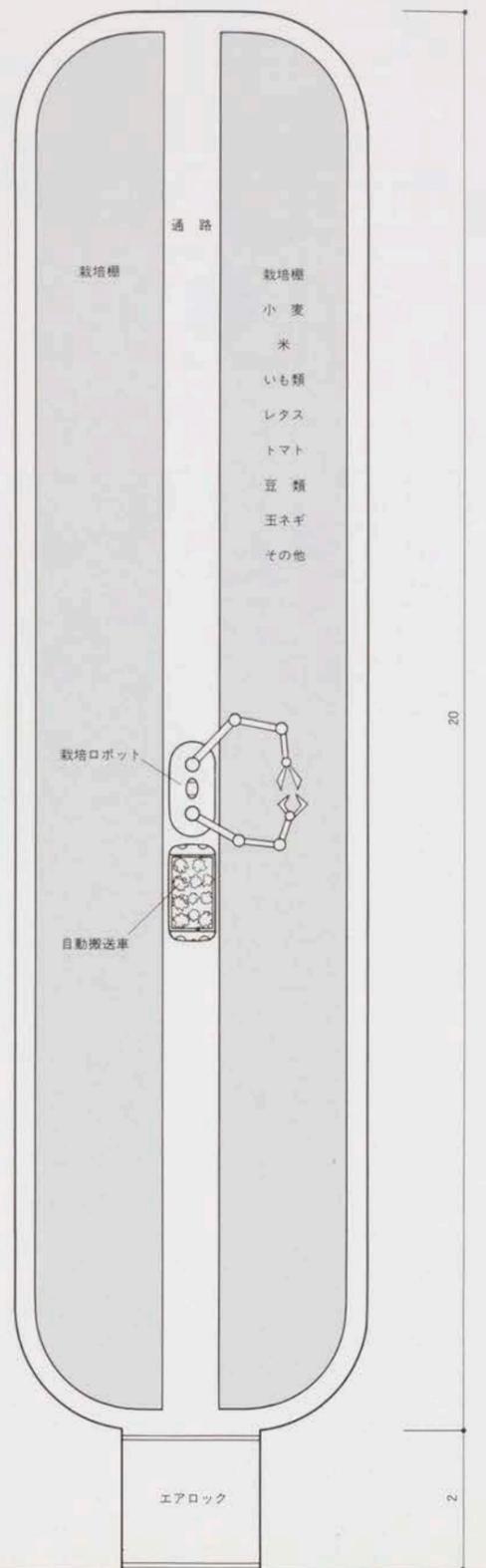
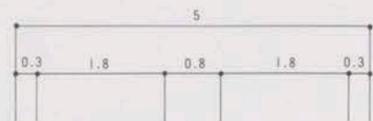
・生産食糧

この火星ファームで生産される食糧は、かなりの種類にのぼる。主食としての小麦、稲、ビタミンやミネラルを補うジャガイモ、大豆、レタス、トマトなどの野菜に加え、補助食品としてのスピルリナなどの藻類も栽培している。これらの穀類・野菜類・

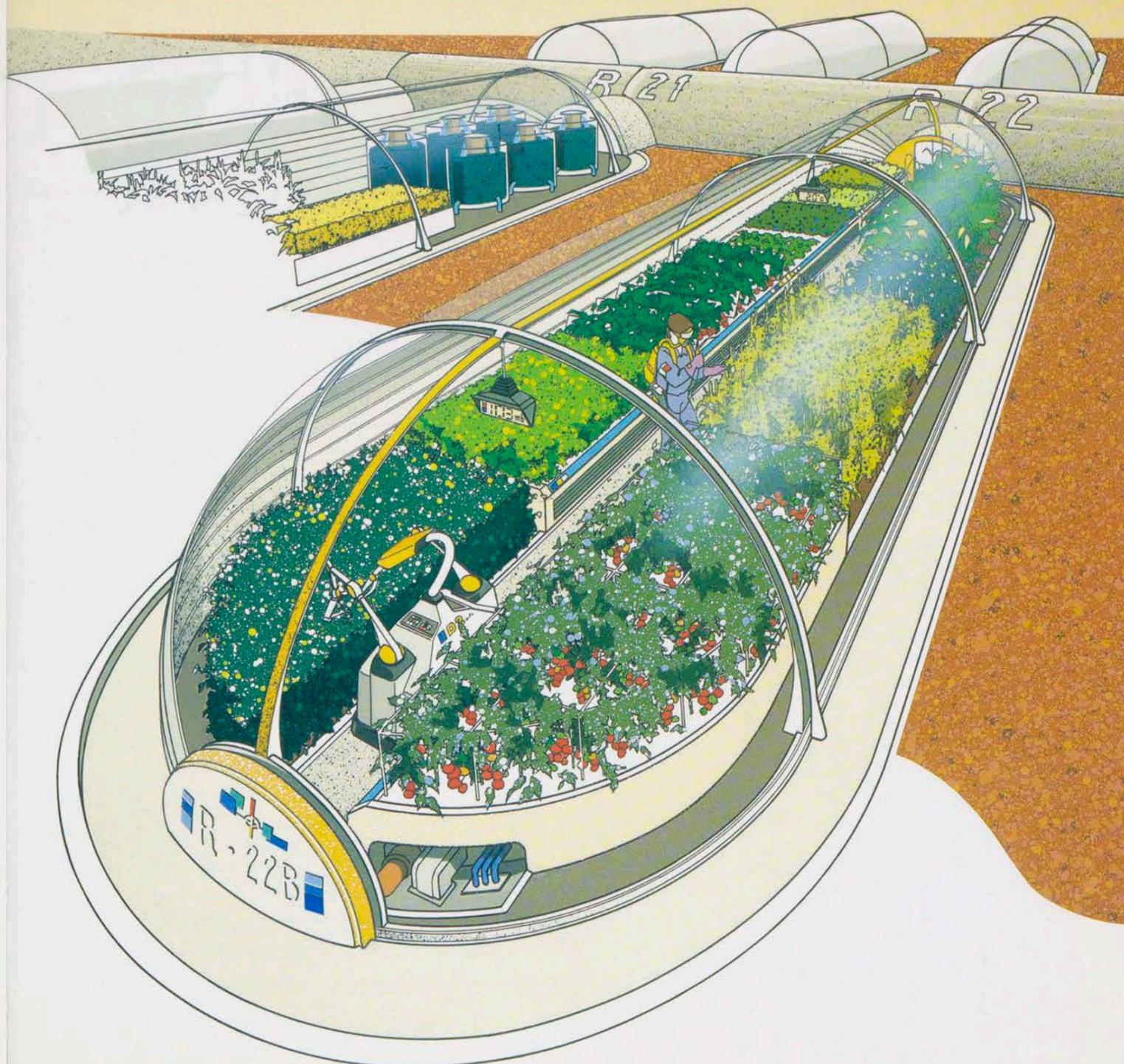
グリーンハウス断面図



グリーンハウス平面図



グリーンハウスイメージ図



「火星ファーム」栽培品種面積表

小麦 6,000㎡	
米 4,000㎡	
いも類 2,500㎡	
レタス 500㎡	トマト 500㎡
豆類 500㎡	玉ネギ 500㎡
その他(イチゴなど) 900㎡	
合計 15,400㎡	

グリーンハウス内気体成分表

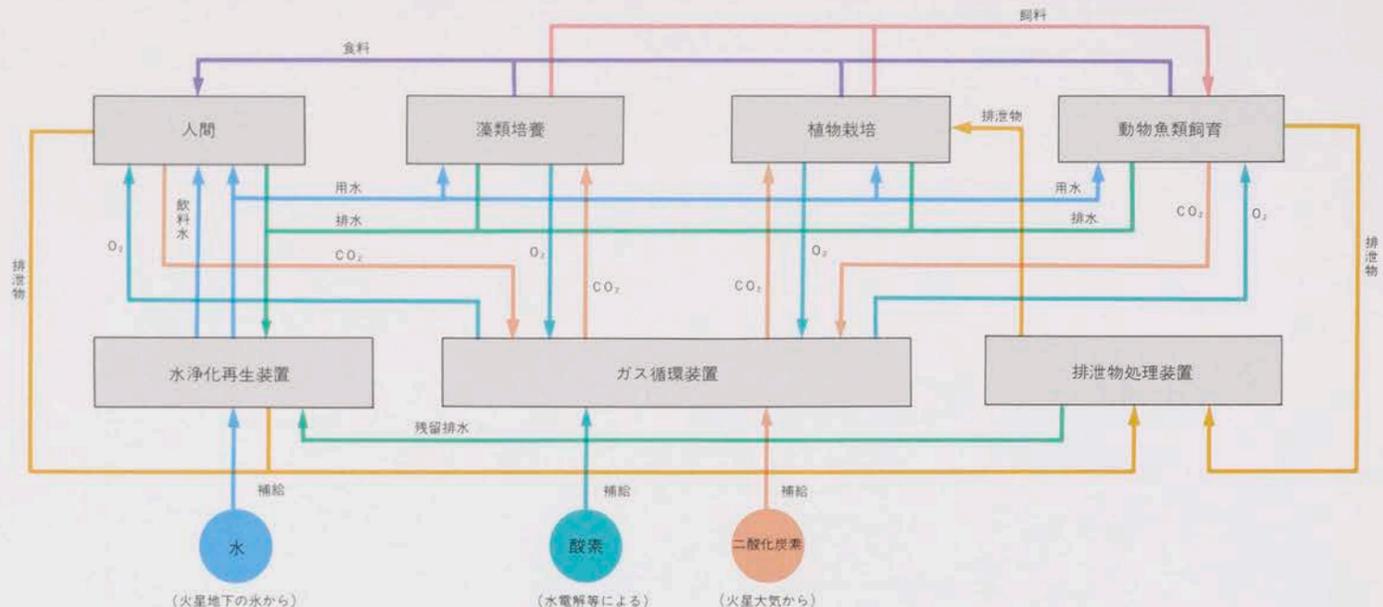
気圧	100mb
成分	窒素(N ₂) 70%
	酸素(O ₂) 25%
	二酸化炭素(CO ₂) 5%

藻類の全栽培面積は、一五四〇〇平方メートルになる。また、動物性蛋白質の供給源としては、山羊、鶏、魚類も飼育している。肉用としてのほか、山羊はミルクを、鶏は卵を補給して食生活に変化を与えてくれる。それだけでなく、タイプ2のテラリウム内で飼育される動物たちは、人間にやすらぎを与えてくれる存在にもなっているのだ。同様に、テラリウム内の池ではテラピアも繁殖され、三日に一度は(魚好きにはいささか残念かもしれないが)切り身を味わうこともできる。一五〇人の定住者に一日平均二

八〇〇カロリーのエネルギーを供給する日常の食糧はもちろん、地球への帰還者用の携帯食糧や、将来の人口増加や事故に備えた予備食糧までを、この火星ファームで生産することができている。二〇五七年の現在、火星ではほぼ自給自足の生活が可能である。おそらく数十年後には、地球とほとんど同じメニューが食卓を飾ることになるだろう。そればかりか、火星独自の食品が開発されて、地球への輸出が始まっているかもしれない。火星ファームの種苗管理センターでは、当地で生産する食糧の種苗管理のほか、火星環境に適応した新品種の開発



エネルギー・物質供給システム図

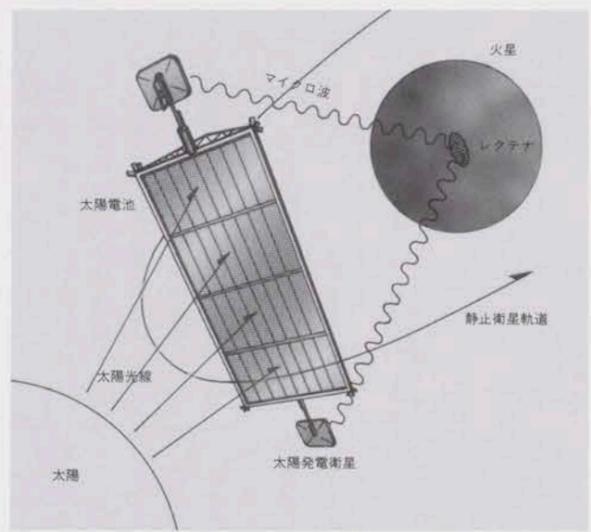


生態系システム図

マイクログ波に変換し、地上のレクテナ（受電整流設備）に伝送する。レクテナで再び電力に変換し、町へと供給している。この方法は、地上に太陽電池を並べる方法と比較し、一日中エネルギーを得られ、かつ砂嵐の影響が少ないというメリットがある。

マース・ハビテーション1で使用するエネルギーは、総計7MW（メガワット）になる。将来の発展を考慮して、地上での消費電力を一〇MWに設定しており、太陽発電衛星はそれに見合う三〇〇×四〇〇メートルの大きさになっている。

町を訪れるものは、近くの丘にプロペラの隊列を見ることが出来る。それは風力発電装置である。大気のある火星では、平均五メートル/秒の風が吹いている。風の起りやすい傾斜地では、平均二五メートル/秒の風速が得られる。そこで、太陽発電衛星のトラプル時に備えて、補助電源として風力発電（一基当たり一〇KW）も利用している。



太陽発電衛星システム図

マイナス一〇〇度近い凍てつく深夜の大地を、風が渡っていく。郊外の丘に立つと、わずかな明りを残してすっかり眠りに就いたマース・ハビテーション1が、火星の砂山の一つのように見える。

夜空には、地球で眺めるのと変わらない満天の星が、永遠の時を刻んで回っている。ただし、その中心に北極星はない。あれは白鳥座のデネブだろうか。その事実一つを知っても、ここは地球ではなく、火星なのだと思感させられる。

しかし、人類が地球へのノスタルジアを感じるのは、いつまでのことだろうか。火星に誕生し、地球を知らない子供達が成長するにつれ、やがて火星こそが故郷となる。人類がこの火星にやって来たときから、それは歴史的な必然であった。そしていま、火星に定住した人類は、新たな未来へと動き始めている。火星の赤い大地に、藻や苔類を植え、大気の組成をわずかずつ変化させながら、この惑星を第二の地球へと改造（テラフォーミング）していくのである。それは数万年を超える気の遠くなるような仕事だが、いつか人類はやり遂げるに違いない。宇宙服も何も着けずに、自由にこの赤い大地を歩き回る日を夢見て。

.....

人類が初めて宇宙へと進出したスプートニクの飛行からちょうど一〇〇年。西暦二〇五七年という未来を想定して、火星定住計画を描く今回の試みは、プロジェクトチームにとってきわめて興味深いひとときであった。一年余をかけた作業を終えたいまも、不確定な要素は数多く残されているが、それでも未来の火星像と人類像を、我が国で初めて具体的に提案できたことは大きな喜びもある。

二〇五七年のある日、火星上の市民図書館で一人の少年がこの「季刊大林」を見つけて読んだとしたら、どんな顔をするのか。それもまた大いなる楽しみである。

が積極的に進められている。それはやがて、火星に新しい経済圏を確立するための準備の一つでもあるのだ。

黄昏、そして生命

平坦なマース・ハビテーション1に、一日のうちでもっとも陰影の濃い時間が訪れた。日没だ。

火星の黄昏、それはことのほか美しい。ささぎるもの一つない西の地平線に太陽が沈むとき、夕空に陽気なフォボスと小さなダイモスが見られることもある。

火星時間の午後六時前。二〇五七年の秋の陽が沈みきろうとするとき、居住エリアの一角に産声と歓声があがった。生まれたのだ、火星で最初の人類の生命が。思えば二〇世紀の昔から、人類は火星に生命の存在を予感してきた。「運河」を造った高等動物としての火星人を想像し、あるいは原始生命の存在を信じ、一世紀以上を経た現在もなお、あらゆる方法で生命の可能性を探究している。それはもしかしたら、人類自身が火星を母とする生命体となる日に備えていたのかもしれない。

火星定住計画が発足して以来、人類は自らの生命を維持する方法を考え続けて来た。火星は、月や宇宙空間とは異なり、大気と火が存在する。それはつまり、地球から物質供給を受けずに、必要な酸素と水を得て生きていけることを意味している。そこに火星という惑星の、大きな特質があった。

現実に人類が生活していくためには、火星上で水や酸素を自給できるシステムが必要となる。とりわけ水の確保は、人類にとって大きな課題であった。火星上で水を得るには、①大気中の水分の凝縮、②極冠からの氷の採取、③地下の凍土層や氷鉱からの採取などの方法がある。このうち、大気から得られる水の量は限られており、開発初期の少人数時には有効であったが、現在は補助的に行なっているに過ぎない。

火星という惑星の、大きな特質があった。

現実に人類が生活していくためには、火星上で水や酸素を自給できるシステムが必要となる。とりわけ水の確保は、人類にとって大きな課題であった。火星上で水を得るには、①大気中の水分の凝縮、②極冠からの氷の採取、③地下の凍土層や氷鉱からの採取などの方法がある。このうち、大気から得られる水の量は限られており、開発初期の少人数時には有効であったが、現在は補助的に行なっているに過ぎない。

大きな。それに対して極冠には大量に氷、あるいはドライアイスが存在することはかなり早い時期から判明していた。しかし極地方は気候変動が激しく、居住に適しているとはいえない。また、極冠から町のあるカセイ峡谷周辺まで水を引く方法も検討されたが、数千キロに及ぶパイプラインの材料を地球から運び、敷設する必要がある。

これらの方法と比較し、地下凍土層からの水の採取は、火星の地下の随所に氷の層があるだけに、容易に大量の水を得ることが出来る。そこで現在は、造水施設により地下からの水の採取を中心に行なっている。

しかし、火星においてはそれでも水が貴重であることに変わりはない。そこで、飲料水、生活用水、栽培用水、飼育用水などに利用したすべての水を、浄化再生して循環使用し、新たな補給水の量をできるだけ少なくするシステムを採用している。

また酸素については、人間や動物が出す二酸化炭素を、ガス循環装置を通して火星フアームへ送り、植物による炭酸同化によって再び酸素とし、居住区へと戻す。この循環システムを中心に酸素供給を行ない、不足分については水や二酸化炭素の分解によって補っている。さらに居住区内の大気成分を、地球と同様の窒素八〇%、酸素二〇%の構成とするため、火星大気に含まれる窒素を精製して供給している。

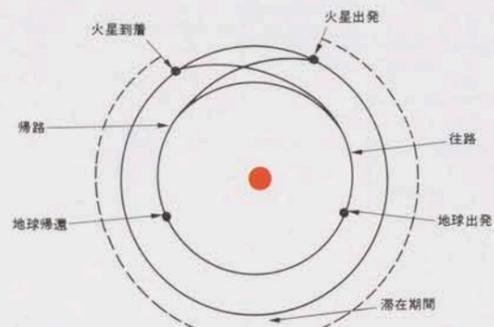
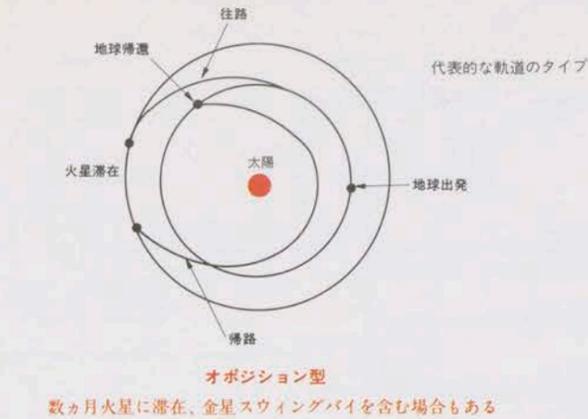
人類が火星に定住するためには、生命維持システムばかりでなく効率的なエネルギーシステムも重要な要素である。

火星上ではエネルギー源は自給自足を原則とし、なおかつクリーンで効率のよい方法が望まれる。これらの条件を満たしたのは、太陽であった。定住者が五〇人を超え、本格的な研究、探査活動を開始するのと合わせて太陽発電を採用した。静止軌道上に太陽発電衛星を打ち上げ、太陽電池から得た電力を

火星とは何か

太陽系第四の惑星である火星は、太陽から約二億三〇〇〇万キロの距離にあり、一・八八年(六八七日)の周期で公転している。その軌道は、地球が太陽を中心とした円形であるのに対し、火星は楕円形を描いている。そのため地球から見た火星の動きは非常に複雑に感じられ、科学的な観測時代が訪れる以前には、デนมマークの貴族チョコ・ブラエのように火星の不可思議な運行に魅せられて一生観測を続けた天文観測家もいた。

地球と火星との距離は、最長で四億キロ、最短でも六〇〇〇万キロある。地球と月との距離(約三万八千キロ)と比較すると非常に遠いが、現在の技術を駆使すれば三年程度で往復できると試算されている。



Archie C. Young 著 "Mars Mission Concepts and Opportunities" 49
Planned Mars Missions: NASA M 0021, June 1986 所収

火星の大きさは、半径が地球のほぼ半分の三三九七・二キロ。重力は、地球の〇・三八倍と小さい。自転の周期(一日の長さ)は二四時間三九分と地球にきわめて近く、太陽に対する自転軸の傾きが約二五度(地球は二三・五度)あるため、地球と同様に四季の変化がある。しかし、太陽から遠いだけにエネルギーは地球の四三％程度しか受けず、気温は赤道付近の地表面で平均マイナス六〇度(摂氏)、最高が一五度、最低はマイナス一〇〇度にも達する。寒暖の差は激しいが、それでも月面の寒暖差(約三〇〇度)と比較するとはるかにしのぎやすい。一般に生命体は、熱には弱いがある程度の寒さには耐性があるので、数百度という高温の金星などと比較すると、火星の気温は原始的な生命を維持できる範囲内とも考えられている。

火星が目されるもう一つの理由は、大気が存在する点である。二酸化炭素を中心に、窒素、アルゴン、酸素水などからなる火星の大気は、人間が生存するためのさまざまな資源を提供するほか、将来的には植物の生育が可能とも考えられる。ただし、大気の圧力は地球と比較すると〇・〇〇六気圧から〇・〇一五気圧と極めて低い。そのため大気による保温効果がなく、それが低温の大きな原因ともなっている。さらに、大気が希薄であり、磁気圏もないため、宇宙線や紫外線が大量に降り注いでいる。

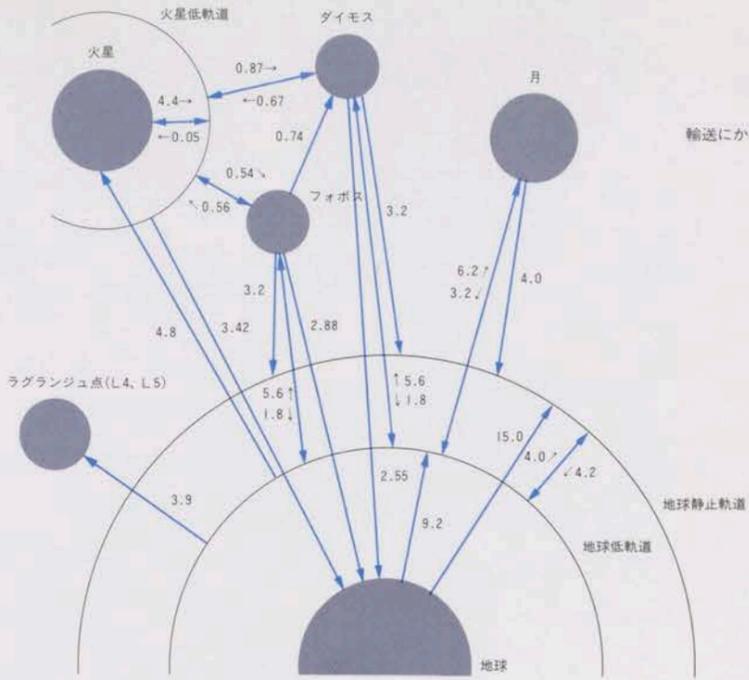
自然現象としては、大気のある火星では風が発生する砂が風で移動し、地球で見られるような風紋を描くこともある。また火星の大気中では水分が凝縮して雲や霧が発生する。より多量の水は、地下に永久凍土として眠っている。かつて火星には豊富な水の流れがあり、それが現在は地下に凍結していると考えられている。一方、火星の北極と南極にあたる極冠には、大規模な氷原が見られる。これは水、あるいはドライアイスの層ともいわれるが、季節によって面積は大きく変化する。こうした永久凍土や極冠の氷原、さらに大気中にある水分を合計すると、火星表面を一〇〇メートルの厚さの海で覆うほどの膨大な量になるともいわれている。

そのほかにも大気存在は、さまざまなことを示唆する。たとえば火星に着陸する場合、大気の抵抗によるエアブレーキを利用して減速することができ、高度が低くなれば、パラシュートによる降下も可能となる。また火星上では、気球やグライダーの利用も考えられる。大気密度が低い大きな浮力は得られず、重量物の運搬には向かないが、観測や調査用には有効であろう。

人類はなぜ火星へ行くのか

火星への挑戦。それは二一世紀を迎えようとする現在、人類が宇宙に賭ける壮大な夢のシンボルである。アメリカは、一九九〇年代に宇宙ステーション「フリーダム」を完成させ、二二世紀の初めには月に基地を建設し、二

John Silews and Ruth Alevis 著 "Space Resources 1987" 9



デルタVは輸送にかかる燃料の消費量を示す数値であり、この数値が大きいほど多量の燃料が必要であることを意味する。この図より明らかなように、火星では大気を利用して宇宙船を減速することができ、到達するための燃料の消費量が月の場合よりも少なくて済む。

火星に行く場合、まずロケットで打ち上げられた資材を用い、地球低軌道で宇宙船を組み立てられる。ここまでは12 km/sのデルタVが必要である。地球周回後ロケットの噴射により火星遷移軌道に投入され、推進力を使わない長い慣性飛行に入る。火星周辺に到着後、逆推進力の噴射により減速し、火星周回軌道に突入する。さらに減速することにより火星表面に着陸する。この減速過程はあえて推進機を使わず火星大気を利用した減速が可能である。地球低軌道より火星到着まで1.8 km/sのデルタVでよい。

〇一〇年代には火星への有人探査計画を推進するプランを発表している。ソ連は、すでに火星の衛星であるフォボスに向けて探査機を打ち上げ(これは失敗に終わったが)、その後もやはり火星への有人飛行計画の実現をめざして、各国協定のプランを立案しようとしている。これほどまでに人類をひきつける火星の魅力とは、いったい何なのだろうか。

① 科学探査の対象としての火星

火星には二酸化炭素を中心とした大気があり、気温は低温とはいえ比較的安定しており、地下や大気中には水もあると考えられる。また地形を見ても、火山活動や川の流れた痕跡などがある。こうした環境は、ほかの惑星と比較するとはるかに地球と似ている。したがって、火星の気候や地質変化の過程を調査することにより、地球及び太陽系の起源を知るための大きな手がかりを得られる可能性が高い。

地球と環境が似ていることは、また生命が存在する可能性も示唆している。かつてH・G・ウェルズが『宇宙戦争』の中で描いたような火星人は荒唐無稽としても、地球上ですべてに絶滅した原始生命が地中や岩石中などに残っているかもしれない。それは惑星における生命発生のメカニズムを知ることにつながる。

② 新しい資源開発の基地としての火星

火星における資源開発は、二つの面から考えることができる。一つは、火星及び宇宙へと人類が進出するのに役立つ資源である。たとえば宇宙空間を航行するロケット推進剤を、火星で得ることができる。大気中の二酸化炭素、アルゴン、水などがその材料となる。水は火星で人類の居住に欠かせないものでもある。また火星の土にはノントロナイト、モンモリロナイトなどの粘土鉱物の存在が予想される。粘土鉱物を含む土は、植物栽培に適しており、火星における農耕の可能性や、緑化計画の背景となっている。

もう一点は、地球では未知の鉱物や希少な資源への期待である。月の探査によって、地球上では貴重な核融合の材料となるヘリウム3が発見されたように、火星からも人類の発展に寄与する資源が見つかる可能性はある。そうした資源は、将来的には地球に輸出され、火星の経

③ 宇宙開発の前進基地としての火星

アメリカの探査機ボイジャーが太陽系の果てまでも旅を続けているように、人類はさらに宇宙の奥深く自らの可能性を求めて進出していくだろう。その際、火星に恒久的な基地があれば、さまざまな利点が考えられる。たとえば、鉄、ニッケル、プラチナなどの鉱物資源の宝庫ともいわれる小惑星帯が、火星の外側にある。小惑星帯の開発を行わない、その成果を地球にフィードバックするには、火星が重要な位置を占めている。

また火星より遠い外惑星探査を行なう際に、火星は宇宙開発技術や情報を集積した最先端基地として、あるいはオアシスの役割を持つ中継基地として機能することができると考えられる。

④ 「第二の地球」としての火星

人類は地球上にいつまで住めるのだろうか。自らが築き上げた文明によって地球環境が変化し、そのコントロールがつかない日が来るかもしれない。あるいは、人口の爆発的な増大や彗星の衝突によって、人類の子孫は生存を賭けた宇宙への旅を行なう必要に迫られるかもしれない。そうした事態の想定に、1%でも現実性があるとしたら、人類は地球外の天体に居住するための可能性を考慮しておくべきだろう。そのための天体として、火星はもともと適していると考えられる。

さらにそうした緊急事態は避けられたとしても、人類がもう一つの地球を持つことにはロマンがある。太陽系の中で、なぜ地球だけが生命発生の惑星と成りえたのかを知るには、環境の似た火星において「第二の地球」をつくるための探査や実験が大きな意味を持つはずである。

⑤ 新しい価値観を形成する場としての火星

コロンブスのアメリカ大陸発見がその後数百年にわたって新世界への夢を綴ってきたように、あるいは宇宙飛行士たちの多くが宇宙空間で超越的な神の存在を感じたように、ニューフロンティアは人類にとって新しい機会、可能性、知識、そして豊かな生活をもたらす、精神を活性化させる。

もし人類が火星上で暮らすことになれば、未知の体験の中からまったく新しい価値観を創造する可能性がある。

たとえば、地球上で形成されたあらゆるシステム（政治体制や国家の概念、宗教など）を超えた、新しいルールを形成するかもしれない。それはつまり、新大陸に渡った人間がアメリカ人となったように、新惑星に移住した人類が火星人となることもある。

火星への輸送計画

人類が実際に火星に都市を建設する場合、建設材料の大半は地球から運搬することになる。そこで、今回のマーズ・ハビテーションを例として、プロジェクトチームでは輸送計画についても検討を行なった。

地球から火星へと飛行するには、次のような方法がある。

① 代表的な軌道のタイプ

・火星フライバイ（着陸せずに火星付近を通過し地球に戻る。二機使用することにより、火星への短期滞在も可能）

・コンジャンクション型（単独の軌道としてはエネルギーが最少で済む。ただし一年以上火星に滞在する必要がある）

・オポジション型（数カ月火星に滞在。金星の重力を利用する方法もある）

② 燃料節約の輸送手段

・低推力推進（電気推進などの低推力推進装置を連続的に使用し航行する）

・惑星間輸送船利用（地球→火星間を常時往復する輸送船を利用する）

このうち、今回はコンジャンクション型を想定し、燃料はすべて地球から運ぶものとして検討を進めた。コンジャンクション型は、火星探査機バイキング号も使用したもので、地球から打ち上げられた宇宙船がロケット噴射によって地球軌道を離れ、やがて火星軌道に到達したとき、そこに火星がいるように計算して航行する。帰りは反対に、地球軌道に戻ってきたとき、地球がそこにいるように計算して航行する。打ち上げの時期が限られ、また火星で約一年間を過ごす必要があるため、往復で三年間を要するが、現在考えられている単独の方法としてはもっともエネルギーが少なく済む。

次に、地球から火星への輸送重量について、検討を行なった。

地球から火星へと輸送する内容

・人間三〇〇人（内一五〇人は定住者）

・食糧一年分

・建物関係（テラリウム及びグリーンハウス用の空気膜、土台、居住ユニット、コントロールセンター及び各施設ユニット、設備器材など）

・建設機械類（トラック、採掘機、ローバー、ブルドーザーなど）

・太陽発電関係（太陽発電衛星、レクテナ）

・パイプ、その他

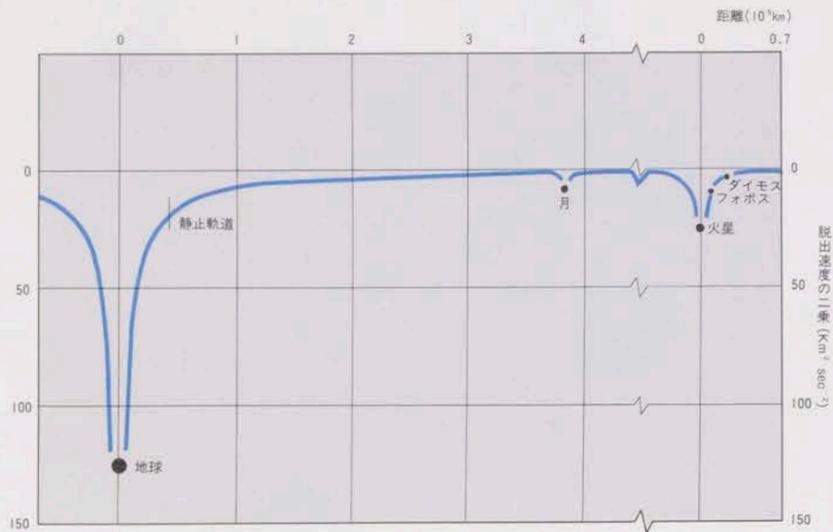
これらを合計すると、マーズ・ハビテーションの建設と定住に要する総重量は約四〇〇〇トンとなる。

一般に、七五トンの貨物を火星に降ろすには、地球低軌道上で燃料を含んで総重量五〇〇トンの宇宙船が必要とされる。したがって四〇〇トンの貨物を運ぶ場合は、総重量二七〇〇トンを地球低軌道上に運ばなければならない。

現在（一九九〇年）のスペースシャトルは一度に三〇トンを地球低軌道上に運ぶ能力があり、これを利用すると計九〇〇回の飛行を必要とする。かりに二〇一一年から二〇五七年までの四六年をかけて輸送を行なうと、一年に約二〇〇回の飛行ということになる。

また現在開発中の大型宇宙輸送船HLV(Heavy Lift Launch Vehicle)は、一回の輸送能力が一〇〇トンと仮定できる。これを利用すれば計二七〇回の飛行となり、年約六回となる。

一方、地球低軌道から火星面への輸送については、一度に七五トンの貨物を火星に降ろすとすると、その都度五〇〇トンの総重量を必要とする。したがって全体では、四六一年間に計五四回、一年当たり一・二回の飛行となる。ただし、実際に輸送を行なう場合は、飛行方法はコンジャンクション型に限定せず、いくつかの方法を複合的に採用するほうが合理的である。また燃料のうちの酸素については、月面に酸素製造工場を設置し、そこから運ぶ方法も考えられる。そうした場合、前記の飛行回数を大幅に減少できることを、書き添えておきたい。

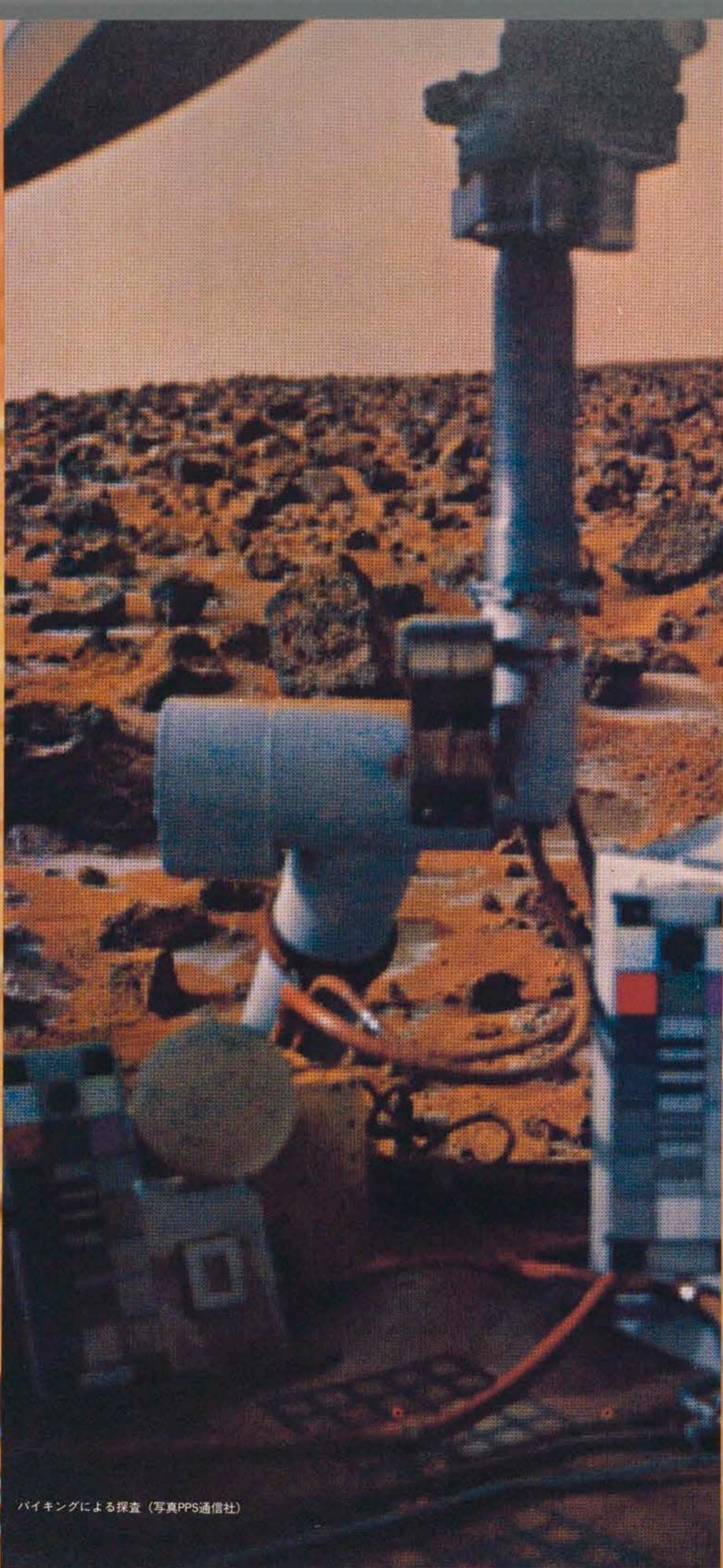


地球系・火星系の脱出エネルギー図(重力ポテンシャル)

縦軸は脱出速度の二乗の値であり、運動エネルギーを表わす。これはまた、この位置を脱出するための位置エネルギー(重力ポテンシャル)とも等しい。横軸は距離を表わす。この図より明らかのように、地球から脱出するには大量のエネルギーを必要とする。一方、月と火星に到着する場合は、重力ポテンシャルの坂を駆け落ちていくことになり、その余剰エネルギーがそのまま速度に変換されてしまう。これを避けるために減速する必要があるが、そのためのエネルギーがまた必要となる。火星の場合、大気を利用した減速が可能である。

2101年(火星元年)

火星連邦の或る中学校での歴史の授業テキスト



バイキングによる探査(写真PPS通信社)

SOL
1165

SOL
2016

一、火星開発黎明期 (1990年)

一九九〇年、私達の先祖はまだ地球にすんでいたが、そのなかで日本人と呼ばれる種族はようやく私達の火星に対する漠然とした興味を持ち始めた。地球の二大國だったアメリカ、ソ連という国々は、一九六〇年代より、火星を人類の宇宙開発の一つの目標と考えていたが、マリナー、バイキング、マルス、フォボス探査機などを送ったにすぎなかった。宇宙後進国の日本は、技術大國、経済大國としてようやく火星に目を向け始めた頃だった。宇宙開発は、専ら科学的な興味で唯一の原動力となっていたのだが、この頃より、無重量状態で生成される純粋化合物、具体的には、医薬品と半導体が将来、利益を生み出すかも知れないと考えられ始めたのである。

アメリカとソ連は、宇宙先進國としてはるかに先を見ていた。ただ、その原動力が時代とともに変わってきたのである。何よりも國家の威信を賭け、かつ宇宙技術の軍事技術への応用という実用面を考慮しながら行なってきた宇宙開発も、ここに来て様変わりしてきた。その要因としては、東欧の政治情勢の変化とソ連自身の改革による冷戦の終焉、それにとりも軍事費削減、低水準のソ連経済、豊かともいえなくなったアメリカ経済、軍事技術への過剰な投資によるアメリカ民生技術の低下、地球環境の悪化による地球自体の見直し、などである。変化の端的な表われが、前年の七月のブッシュ米国大統領の演説であり、月を経て火星へと至る有人宇宙計画において、國際協力を打ち出したことにある。もはやいかなる國も単独でプロジェクトを遂行する技術と資金を持たず、また、そうする必然性もなくなってきたのである。

その一つの芽が一九九〇年代に建設され、運用に入ったスペース・ステーションである。日本はこのステーションで暴露部を持つユニークな実験モジュールを作り上げたような材料実験を行なっている。このスペース・ステーションはその後の宇宙開発において決定的に重要な意味を持った。このステーションが置かれた地球低軌道は、高度こそ四六〇キロメートルと低い、輸送にかかるコストを考えた場合、地球低軌道は月や火星に飛躍

的に近いことになる。ここに人類が定住するということは、後に月や火星への有人探査を進めていくうえで輸送エネルギーの観点からはもうすぐそばまで来たということとを意味している。

この時代にスペース・ステーションまで足を延ばしてきた人類は、かなりの長期間ここに住んだ。材料実験や天文観測と並んで重要な研究テーマは、生物科学実験である。無重量状態あるいは人工重力が生物体に及ぼす影響、太陽放射線が生物体に及ぼす影響、これらの状態で植物や動物が育つかどうか、閉鎖生態系での有機物循環、などである。すぐに気が付くことは、これらの実験がすべて将来の人類の宇宙空間への移住のために行なわれたことである。確かにスペース・ステーションは、人類が月や火星に出ていくための重要な第一ステップであった。そして有人月・火星計画は、今私達が見るようになり、全地球的な——米ソ日欧などによる——大プロジェクトになったのである。

二、火星無人探査時代 (1990年—2010年)

一旦火星に興味を持ち始めた私達の祖先もまっしぐらに火星にやって来たわけではなかった。まだまだ越えなければならぬ課題がたくさんあったため、彼らは三つの手段を用いることにした。スペース・ステーションの建設、月面基地の建設、そして火星無人探査である。

米日欧のスペース・ステーションは、前章でも触れたように一九九〇年代の後半から運用を開始した。乗組員が常時宇宙空間で生活し、無重量、放射線の生命体への影響、生命維持装置、低軌道での組み立て施設、宇宙生活の心理学的な影響などが調べられた。当時の技術レベルでは、火星旅行には片道九カ月かかることになっていたので、乗組員はステーションに少なくとも一年以上滞在し火星旅行に係わる上述の専ら生物科学的な影響が徹底的に調べられた。

月面基地は二〇〇五年に建設が開始された。月に人類を送ることは一九六〇—一九七〇年代に行なわれていたので短期間人間を送り無事連れ戻すことは技術的な問題ではなかったが、ここでは、低軌道から月への大量輸送ものが選ばれた。原則として、乗組員は飛行中家族との交信はかなりコントロールされていた。

第一回目の有人探査船は全て地球の材料でまかなわれた。月面基地での体制が整い月の資源が使われる時代が来るまではまだしばらく待たなければならなかった。二〇〇〇回のスペースシャトルと一五回の材料運搬機が資材と乗組員を地球低軌道に送り、そこで二〇〇トンの探査機が組み立てられた。組み立てが終わると、液酸液水エンジンがふかされ地球周回軌道を離れ、地球—火星遷移軌道に入った。軌道投入後、エンジンは軌道修正用の電気推進以外は止められ、機体は人工重力を作り出すためゆっくりにスピンをかけられ長い巡航状態にはいった。食糧は原則として地球より持っていかれたが、機内で小規模な農場を作る試みは行なわれた。空気と水は完全に再循環されていた。

火星に近づくと、着陸船が切り放され、エアロブレーキとパラシュートを使いながら火星表面に着陸した。乗組員は別に送られてきた計三基の資材運搬機の機体を組み合わせて居住区を造り、かつ植物栽培用の温室を建設した。機体は火星表面土で覆い、長期に亘る宇宙放射線への人体の暴露を防いだ。火星大気中の二酸化炭素より得た一酸化炭素と酸素を帰還用の推進材料とした。母船は火星軌道での着陸船切り離し後、地球方向に一旦戻っていたが、再び火星に戻って来た際に火星から発進してきた乗組員を回収し帰還の旅についていた。地球軌道突入後は軌道上で乗組員と回収したサンプルはスペースシャトルに移され、地表上に帰還した。

このミッションは周到に計画されたものであり、これにより得られたものは大きかった。第一に、火星に無事に人間を運び無事に地球に帰還させるという技術を獲得したこと。第二に、火星資源などの科学探査が有人でなされたため得られた情報量がきわめて多くなったことである。

四、火星フロンティア時代 (2015年—2050年)

最初の火星有人探査の後を受けて、片道九カ月、二年おきに出発するフライトが定期化した。後には、いろいろ

系の大規模建築物の他天体上での建設技術が確立された。すなわち、真空、低重量環境における有人による建設、天文観測施設の設置、大型月面自動車の実用化が図られた。また、月鉱物の採掘、および精練も月面基地での重要な任務の一つであった。とりわけ、月で生産される酸素燃料はきつてはその後続く火星開発は存在し得なかったであろう。

火星無人探査は一九九四年に始められ、以後二年おきに、アメリカ、ソ連、ヨーロッパ、そして遅ればせながら日本から探査機が送られた。前述した理由で、國際協力が積極的に図られ、ソ連の探査機にヨーロッパやアメリカの計測機器が搭載されたりし、得られたデータは相互に公開された。探査機はいくつかのタイプに分けられる。まず、火星観測探査機が送られ、赤道付近、極付近それぞれが軌道上から観測された。これにより火星大気組成、表面物質が詳細に分析された。これと同時に行なわれたのが、ペネトレーター実験であり、これは槍状の測定機器を数カ所、数メートルの地中に突き刺し、地震波の分析により地中構造を調べた。おもしろい実験とし



バイキング着陸地点の風景。岩面に白っぽく光っているのは霜(写真/NASA)

るな軌道を利用してほぼ毎年定期便が発送されるようになった。火星周回軌道には常に複数の人工衛星が置かれ恒久的な火星基地建設の補給を担った。最初の小型火星基地は、赤道に近いこと、水が確保できること、科学探査として興味のある場所に容易にアクセスできる点を考慮し、マリナー峡谷の北、カセイ峡谷のすぐ南の平原上に建設された。居住棟には安全を最も考慮して半地下に埋められた着陸モジュールが使われたが、温室、倉庫などには空気膜構造が使われた。また、火星宇宙港が作られ地球—火星間の輸送に使われたが、また、滑走路、飛行船発着場が作られ、火星内の輸送—とりわけ南北間輸送—に貢献した。火星資源の利用には二通りの方法が使われた。第一に、大気を圧縮、分別する方法。これにより、二酸化炭素、水、アルゴンが得られた。第二に、表面物質の精練。建設資材用の、鉄、アルミ、シリカ、等が得られた。また、地下数メートルに眠る永久凍土から水も得ることができた。

人間が火星に滞在し始めてまずしたことは、新しい時計を作ることであった。火星に住みながら地球の時刻で過ごすのは不便なことである。ここでは、二四時間三九分(地球の単位)を一火星日と定め、約六八七日(地球の単位)を一火星年とした。ただ、地球とも通信しなくてはならないため、地球時刻と火星時刻との換算計算機を常に持ち歩かなければならなかった。しかも地球—火星間の通信は、太陽系での両惑星の相対位置に応じて、三分から二〇分の時間遅れが生じるため、通信における時刻の設定は複雑をきわめた。余暇時間には有志が屋外に出て基地のシンボルとしての簡単な時計を作ったりした。地球から新たにやって来たばかりの人々は火星の時刻で生きることにより、遠くの新世界にやってきたことを実感するのだった。後にこの時代が私達によって火星暦紀元前と呼ばれることになろうとは、だれも知らなかったであろう。

火星基地には常に一〇人程度の人間が滞在していた。最初は一年おきに交替していたが、二〇二〇年から一年以上滞在する人間が現われ、火星表面での長期滞在の及ぼす影響が調べられた。麦、米、大豆、各種野菜類の種子が持ち込まれ、ここで栽培が試みられた。これらは温

ては計測器を付けた風船を火星大気上に浮遊させる計画も実行された。二四時間周期で昼間は火星上を移動し夜間表面に滞留し大気層から表面までを異なった地点で調べた。続いて火星無人ローバーが送られ広範囲の地表上のサンプルを遠隔操作で分析したり、地中をドリリングし水分の有無を調べたりした。最後に火星表面物質が無人探査船によって地球に持ち帰られ実験室で詳細に分析された。この表面物質の分析においては化学組成の分析が資源探査の目的からもっとも重要であるが、その他生物学的分析も詳しく行なわれた。火星では生命が発生した可能性が地球との類推から非常に高いので、生命の起源を考えるうえで火星は絶好の場を提供すると考えられたからである。

この火星無人探査で得られたものは、三つに分けられる。第一に、有人探査にむけての技術の修得である。すなわち、地球—火星輸送技術、エアロブレーキ技術、イメージング技術、テレオペレーション技術、着陸/離陸技術、帰還技術、殺菌/滅菌技術、などである。第二に、火星についての科学的な知識が得られた。火星は、太陽系の起源、生命の起源を知るために格好な場を提供するし、火星資源の利用のための基礎資料が得られたりした。第三に、有人探査が行なわれる前に、生物学的検査が行なわれた点である。この時期、数カ所で行なわれた無人探査ではまだ、火星型生命と呼べるものは発見されなかった。従って、そのような生命を持ち帰って地球を汚染する危険は少ないと考えられたし、また、地球の人類が火星の生物環境を著しく変えることもあり得ないと結論づけられたのである。徹底的な火星の生物探査は後の有人による探査まで待たなければならなかった。こうして、火星は初めて人類を受け入れる準備を整え終えたのである。

三、最初の有人探査 (2011年)

最初の有人探査は、地球上のアメリカ、ソ連、日本、ヨーロッパ、中国の共同計画で行なわれた。乗組員八人、片道九カ月、火星滞在約一年の長期ミッションであった。乗組員は、すべて既婚の男女、ただしカッパルは含まれておらず、また、最悪の事態を想定して子供を持たない

室内で育てられたが、放射線は発育にはそれほど影響しなかった。ただ、種子は遺伝子への影響を避けるため半地下に保存された。二〇二五年には、初めて兎と鼠が持ち込まれ、生殖を繰り返しながら、三分の一の重力が及ぼす影響を調べられた。

基地の人間達は、主に火星の調査を目的とした科学者と、基地を維持発展させるためのエンジニアからなりたっていたが、もちろん、このなかの何人かは医師の免許と立派な料理の腕前を持っていた。あらゆる国籍の人間からなりたち男女もほぼ同数に保たれた。何よりもこれらの選ばれた人達に要求されたのは、協調性であった。火星に来る以前にも彼らは地球上において共同生活を、あらゆる相性が調べられていた。

異性間の相性は永遠に解明することのできない問題だが、ここでは、試験的にすべて独身者が選ばれていた。共同体としてもっとも危険なことは、嫉妬、失恋による個人の仕事の能率の低下と、その集団へ及ぼす悪影響である。この頃の基地の人員として、他人への依頼心を持たず、また異性間の交流にしておおらかな感情を持つ独身者が選ばれていた。以上の議論は、もちろん、同性間の交流にもあてはまっていた。

この時代の火星基地において注意深く避けられていたのは、妊娠とそれに続く出産である。その第一の理由は、放射線の精子、卵子、胎児、母体に及ぼす影響が解明されていなかったことである。火星基地に一旦到着すれば、基地は放射線から保護されているので安全であるが、飛行期間中の被曝はある程度避けられない。初期には、宇宙ステーションや月面基地でこの効果が調べられ、後に、小動物が実験用に火星に持ち込まれ研究が続けられた。第二の理由は、放射線以外の火星独自の環境の生体、出産に及ぼす影響が不明であったことである。三分の一の重力は人類の未だ経験しなかった環境であり、胎児の成育、出産に影響を与える。また、女性は、初めて地球月の系を離れ、月公転の周期性から解放されることになった。火星で初めて子供が誕生するのは、上記の問題の解決されたこの世紀半ばまで待たねばならなかった。

ある一日、基地に素晴らしいニュースがもたらされた。マリナー峡谷の近くにある小さな谷は、かつて水の流れ費用で来ることができるようになった。小惑星帯に資源が眠っていることを聞いた一部の地球の者は、銀行の融資を受けてまでして探掘船を仕立て、火星経由で小惑星帯に赴いたり、あるいは、その帰途に立ち寄りたりした。運よく資源のある小惑星を当てたものは良かったが、そうでない者は、帰途の費用もなく、火星に駐留した。すなわち、火星はある意味で、ゴールドラッシュの起こったときのサクラメントやサンフランシスコの役割を担ったのである。成功者、失敗者の区別に係わらず、銀行は、火星に支店を開設して彼らに対処した。この時期の現象はブラチナラッシュと呼ばれている。

二〇九〇年頃の地球は、人口七〇億人、温室効果の影響でアメリカ大陸は砂漠化し、ヨーロッパと日本は、半ば水没していた。また、地球全体が温暖化したので熱帯の伝染病が全球的に蔓延したりしていた。その頃、火星はようやく人口五万人を数えたばかりであったが、太陽系のGNPの5%までを占めるようになっていた。

火星の居住地は合計八つあり、その最大のものは今私達のいる、カセイ峡谷にあるカセイ居住地である。ここには、一万人の人間が住んでおり、オフィスビルディング、ホテル、居住区、人工生態系、歓楽街セクション、火星宇宙港が作られてきた。また、火星内遠征、遊覧のための火星車乗り場、ハイウエー入り口、飛行場(滑走路)、リニアモーターカー乗り場、気球乗り場なども併設されており、都市としての機能を果たしている。

たことよって出来たことが知られている。ここに調査にかけた生物学者が、地下二〇メートルの地層に、火星起源の生命体、すなわちバクテリアを見つけたのだ。後に調べられた詳細な検査によれば、この生命体は、地球型と同様原則的にアミノ酸、核酸から出来ていること、ただしその組み合わせは異なっていること、地球の嫌気性細菌に似ていること、炭素、酸素の同位体比は明らかに火星起源であること、遺伝子の暗号は地球型と異なること、および、光学活性は地球型と同じくアミノ酸はL型、リボースはD型であること、などが分かった。火星での生命体の発見は地球中心の宇宙観を変えるものであったし、人々の目をより火星に、そして広く宇宙に向ける効果を持った。生命体の集落の発見されたこの地域には、後に、火星生命研究キャンパスが設置され生命の起源学者が常駐することとなった。

二〇三五年になると、火星の水とアルゴンを推進剤とした小惑星帯無人探査機が打ち上げられた。無人プロンプの打ち上げにはまだまだ地球上から打ち上げたほうが安上りではあったが、これは将来の有人飛行の技術を得ることが主要な目的の一つであった。というのは、このときまでに、小惑星帯の資源についてはかなりよく分かっていたからである。

生存技術について自信を深めるにつれ、基地は少しずつ拡張していった。生命維持装置の観点より見れば、初期投資さえすれば、人数の増加はそれほど問題にならないし、かえってシステムの安定度、安全性は増すのである。結婚しているカップルも数組やってきた。子供を生み育てる準備が出来たのである。地球環境が悪化しつつあり、地球人は真剣に火星への移住の可能性を探り始めていた。この基地の人口が一五〇人を超えた頃、第二、第三の同様な基地が出来始めてきた。オリンポス山の麓、そしてマンガラ峡谷に居住地、さらに、北極冠近くに前線基地ができた。この頃になると、三年、四年と暮す者も出てきて、彼らはみな特別に選ばれてきた人間たちだったが、本国から離れた自由を楽しむようにもなってきた。民族、宗教、思想を超えた交流が続けられ、火星独自の祝日を設けるまでになった。二〇五七年には、最初の火星生れの子供が誕生し、火星産のワインを飲み

してもいいと思う者は極地方へもかけていく。極に広がる水や二酸化炭素の氷は私たちに資源の貴重さを改めて感じさせてくれる。また、歴史に興味のある者は一九六〇年代のバイキング探査機のあるクリュス平原とユートピア平原の二カ所のバイキング遺跡公園を訪れるだろう。火星の有人開拓史とともに進められてきた火星生命体の探査はいくつかの箇所での最初の火星起源生命の発見へと導かれた。極冠の山の崖の内部に大規模な生きた原初生命集落がいくつか見つかったほか、峡谷の崖の内部にも集落とともに有核生物の化石が見出された。これらの場所は天然生命公園として厳密に周囲から隔離、密封され、これまでもの進化の行末が科学者によって見守られている。と同時に、訪れる観光客にも生命の神秘さを教えてくれる。

既に火星生れの二代目が誕生しており、彼らは、火星人としての外見的特徴を獲得しつつある。すなわち、太陽光照射が少ないために色が白く、重力が小さいために脚が細く長くなり、全体に背が高くなっている。この居住地の近辺に火星ランドと呼ばれるテーマパークがオープンし、そこでは、地球シミュレーターと呼ばれるアトラクションが大好評を博したことがある。単に、地球の1Gの重力をかけるだけだが、貧血を起して失神するのがティーンエイジャーのブームになったりした。実際に、父祖の国、地球を訪れた子供達もいるが、彼らは、足を骨折したり、貧血を起したり、野菜や果物の小ささや環境条件の悪さに驚いて、散々の体で帰ってくる。

六、火星元年 (地球暦2101年)

一般に、火星人は、民族的な混交が進んでおり、その進取な気性から地球での宗教、思想とも無縁である。二〇九〇年代に、火星の富を妬んだ地球政府が重税を課してきたので、二〇九二年、火星の各居住地に住む人々が集まり、独立を宣言した。地球にはもはやこの火星の勢力をどめるだけの力はなかった。こうして、二一〇一年、火星連邦が定められた。選挙に引き続き開催された第一回議会において、カセイ市に首都が置かれることになった。火星生れの首相が首長に選ばれ、正式な貨幣を

ながらお祝いをした。ちょうど、火星総人口が、五〇〇人を超えた頃だった。

五、火星大開拓時代 (2050年-2100年)

全地球的なプロジェクトとして続けられてきた火星開発も二〇五〇年を境として様相を変えてきた。第一の理由は、輸送手段の改善により地球-火星間が飛躍的に近くなったことであり、第二に、これにともない、火星がビジネスの場として考えられるようになってきたことにある。

これまで無人で行なわれてきた小惑星帯の探査の結果予想されていた重金属資源の存在が確認されたため、有人の探掘船ができていった。彼らは火星の衛星を採掘した要領で小惑星帯を採掘し、精練した鉄、ニッケル、貴金属を火星のみならず、大量に地球に送り始めた。これらが地球に届き始めた二〇七五年には採掘を受け持った火星採掘株式会社は急騰し、以後同様の会社が無数に設立されることになった。

推進系の制約からこれまで最小エネルギー軌道であるホーマン軌道を原則的にとっていたため地球-火星間の交通には長い時間がかかり障害となってきた。ところが、地球上で核融合が成功し、それが宇宙推進にも使われ始めた二〇六〇年には、地球-火星間が片道三〇日に短縮されるようになり、私企業による輸送サービスが飛躍的に活発になってきた。この推進システムを使うと輸送すべき推進剤が少量で済み、常にエンジンを動かし続けることにより大幅な旅行期間の短縮が図られたのだ。これにともない、それまで贅沢であった火星旅行が一層身近なものになり一つの産業として認められるようになってきた。旅行者はアメリカのグランドキャニオンを訪れるように火星のマリナー峡谷を訪れ、また、太陽系最大のオリンポス山を訪れるようになった。二〇八〇年になると、太陽光の光圧を大きな帆によって受けることにより推進する太陽帆推進が開発され、地球-火星間旅行一週間、地球-小惑星間旅行二週間に短縮された。

この頃の推進系をめざましい開発により、旅行費用も著しく下がり、地球-火星間は、平均月収の三カ月分の

定め、住民にパスポートを発行した。それまでは、皆、地球諸国のパスポートを所有していたのである。新しい火星連邦憲法が定められ、自由、平等の理念とともに、火星の環境を美しいままに守ることがすべての住人に義務づけられた。私達火星人の独自性をよりよく象徴するかのよう私達は火星に即した暦を作ることにした。これまで暫定的に使われていた火星独自の時間(火星日、火星年)が整備され、この二一〇一年が火星元年として生まれ変わる事となった。これまでの火星人には新しい火星暦紀元前の生年月日を与えられ、火星の公転(六八七地球日)を一年とした年齢が数え直された。だれもが、半分若返ったような気がして喜んだものだった。

火星元年の今年、憲法制定に引き続き、第一回火星連邦議会において火星緑化準備法案が提出された。私達火星人は、豊かで平和な社会を得、自由、独立を勝ち取ることが出来たが、ただひとつ、澄んだ空の下で共通の空気を吸うことが出来なかった。そのためには、頭上にある覆いを取り去り、かつ、私達が呼吸できる大気を全火星上に作り出す必要がある。地球が四六億年かけて生命の進化と共に作り上げてきた海と大気からなる世界をここ火星でなるべく短い時間に人為的に作り出すことが必要となる。これまでの予備的な研究に依れば、この計画の完成には少なくとも一〇万年かかるといわれてきた。この法案は、この期間を短縮し計画を実現可能なものにするための研究を直ちに開始することを提案するものであった。火星連邦議員は、あらゆる観点から充分な議論を尽くしたうえで、この法案を可決した。二五火星年間の慎重な研究期間の後に火星暦二五年(地球暦約二五〇〇年)、私達は惑星を緑化するという試みに挑戦、計画を開始することになる。

これは私達からの子孫への贈物である。研究次第では子供達、子孫達は、芝生の上に寝ころんで日光浴をしたり、青く輝く海で泳いだり、遠くの仲間に大声で呼びかけたり、岩山を駆け降りたりすることができるようになる。その目的のために私達は努力を惜しまないことをここに誓ったことになる。火星は私達の夢が実現するかけがえのない惑星である。

(大林組プロジェクトチーム)