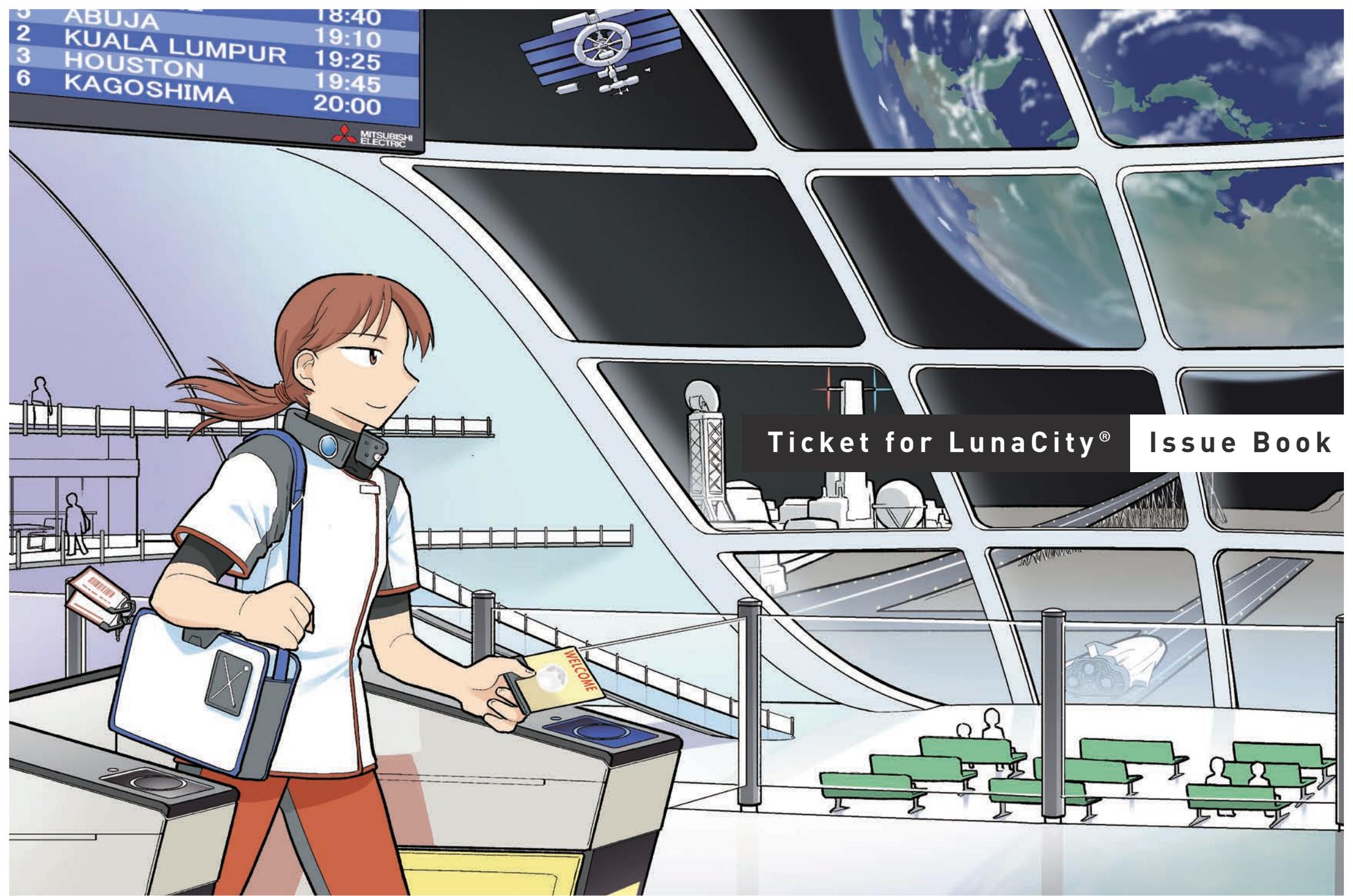


5	ABUJA	18:40
2	KUALA LUMPUR	19:10
3	HOUSTON	19:25
6	KAGOSHIMA	19:45
		20:00

MITSUBISHI ELECTRIC



Ticket for LunaCity® Issue Book

# INDEX

## 01 野菜工場の環境制御

- ・ 気流制御
- 🌐 植物の育成に適した光
- ・ ミスト状の水散布

## 02 野菜工場の全自動化

- 🌐 植物の成長状態を画像で特定
- 🌐 自動手入れ・自動収穫
- 🌐 農業面積の高密度化

## 03 タンパク質の生産

- 🌐 タンパク質生成バイオプロセス
- 🌐 食用昆虫のオートメーション育成

## 04 調理・保存

- 🌐 捨てる部位がなく、かつおいしい料理
- ・ あきない&余らせないメニュー
- ・ 月の冷蔵庫、電子レンジ、炊飯器

## 05 メンタルWELLNESS

- 🌐 サークadianリズムのケア
- 🌐 狭くても快適な空間
- 🌐 共同生活のストレス低減

## 06 フィジカルWELLNESS

- ・ 安全なホッピング歩行補助装置
- 🌐 頑張らないトレーニング

## 07 コミュニティ形成

- 🌐 コミュニティでのストレス解消
- 🌐 公共空間・個人空間の在り方

## 08 地球とのプライベート通信

- ・ 低通信量でも快適な通信
- 🌐 遠く離れた家族、知人の存在をそばに感じられる
- ・ 月⇄地球間をダイレクトに繋ぐ光通信

## 09 軽・頑・簡な建築物

- ・ インフレータブル構造の展開と気密管理
- ・ 現地調達可能な材料であるレゴリスの焼却装置

## 10 居住空間の空調

- 🌐 生死にかかわる空気の循環
- 🌐 乾燥対策

## 11 省水、リサイクル

- 🌐 水を使わない洗濯、お風呂
- ・ 廃棄水のリサイクル

## 12 掃除

- 🌐 空調を用いたほりの除去
- 🌐 エコで無臭なゴミ管理

## 13 月面のラストマイル

- ・ 地下空洞と地上をつなぐエレベーター
- ・ 落下地点と基地との自動輸送

## 14 強靱な拠点

- ・ 被害拡大防止
- ・ 災害発生時の逃げ口

## 15 エネルギー貯蔵

- 🌐 太陽光からの熱貯蔵
- ・ 熱の輸送と熱電変換

## 16 月面の検査・探査

- 🌐 超省エネのCT・MRI
- ・ 月面における水資源探査



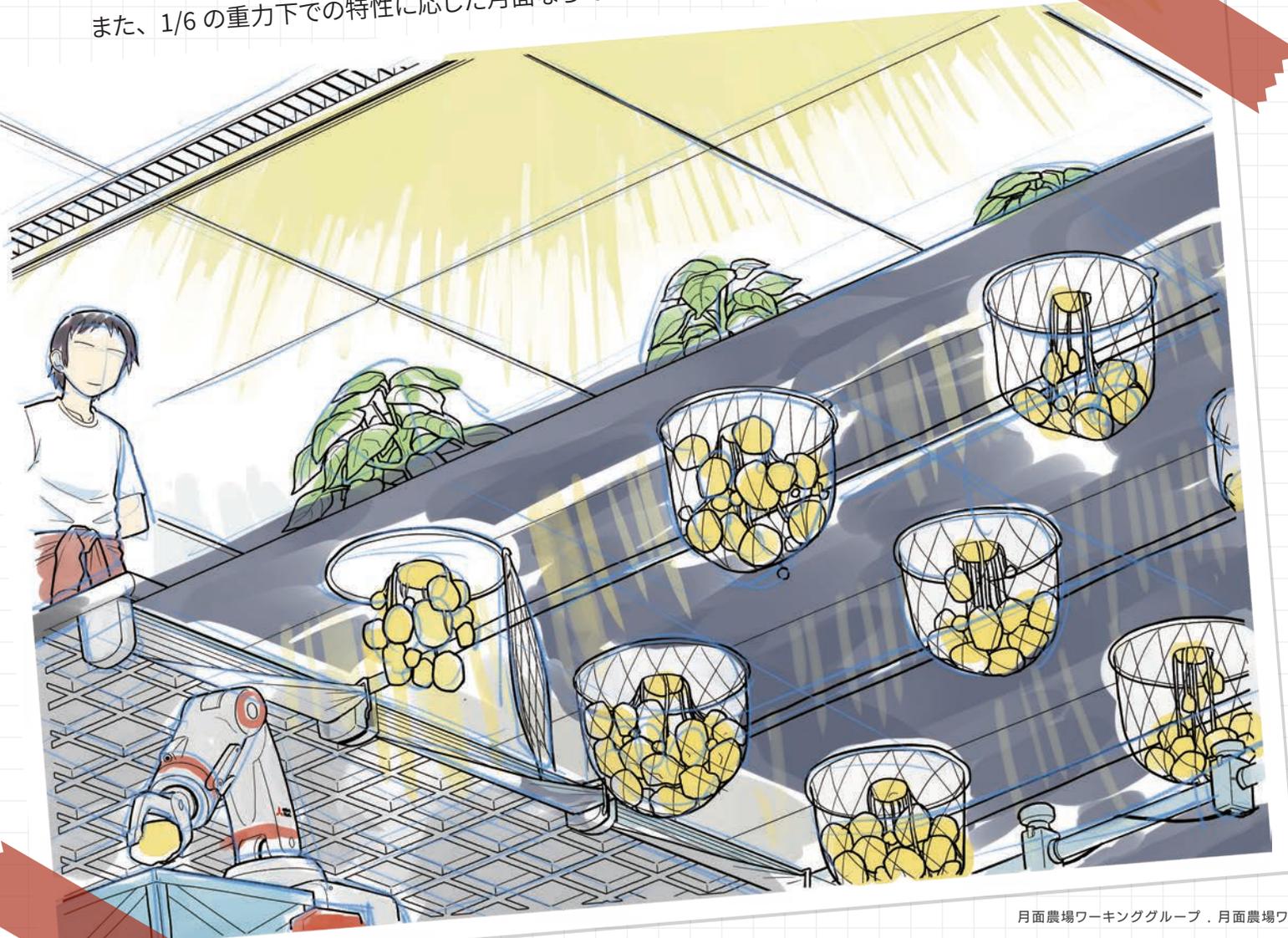
地球マークは、循環型社会構築や過酷環境の克服など、地球上の課題解決にも適用できると思われる必要技術を示しています。  
(地球マークがなくても、地球の課題解決につながるものもあります)



**Food**

# 01. 野菜工場の環境制御

月面では、野菜や穀物が室内の農園で生産されます。ただし地球上と違うのは、植物が成長する環境を人工的に作らないといけないことです。植物を育てるために、空間内の光と水、CO<sub>2</sub>が適切に管理するのはもちろん、エネルギー・面積の効率や、拠点全体での水・空気・物質の循環も考えて、施設の設備が作られます。また、1/6の重力下での特性に応じた月面ならではの栽培方法があり得るかもしれません。



## 気流制御

- 植物の周りの酸素、二酸化炭素、水分が滞ると、生育に影響があるため、栽培空間は常に気流が動いていないといけません。そのために、空気をムラなく、循環させる、気流の解析技術や、停滞している個所を動かす技術が必要です。

#気流シミュレーション

#空調ソリューション

## 植物の育成に適した光



- 植物の育成には、光が必要だが、日射とエネルギーに限られる月面では、効率的な光の照射が必要です。
- 葉物野菜以外の、コメやイモ類の生育は、莫大な光エネルギーが求められます（地球上でも人工的な生育が難しい）。
- 光の光線のシミュレーションや、植物の配置、光の色など、効率的な光環境の技術が求められます。

#光学設計

#光学シミュレーション

#照明事業

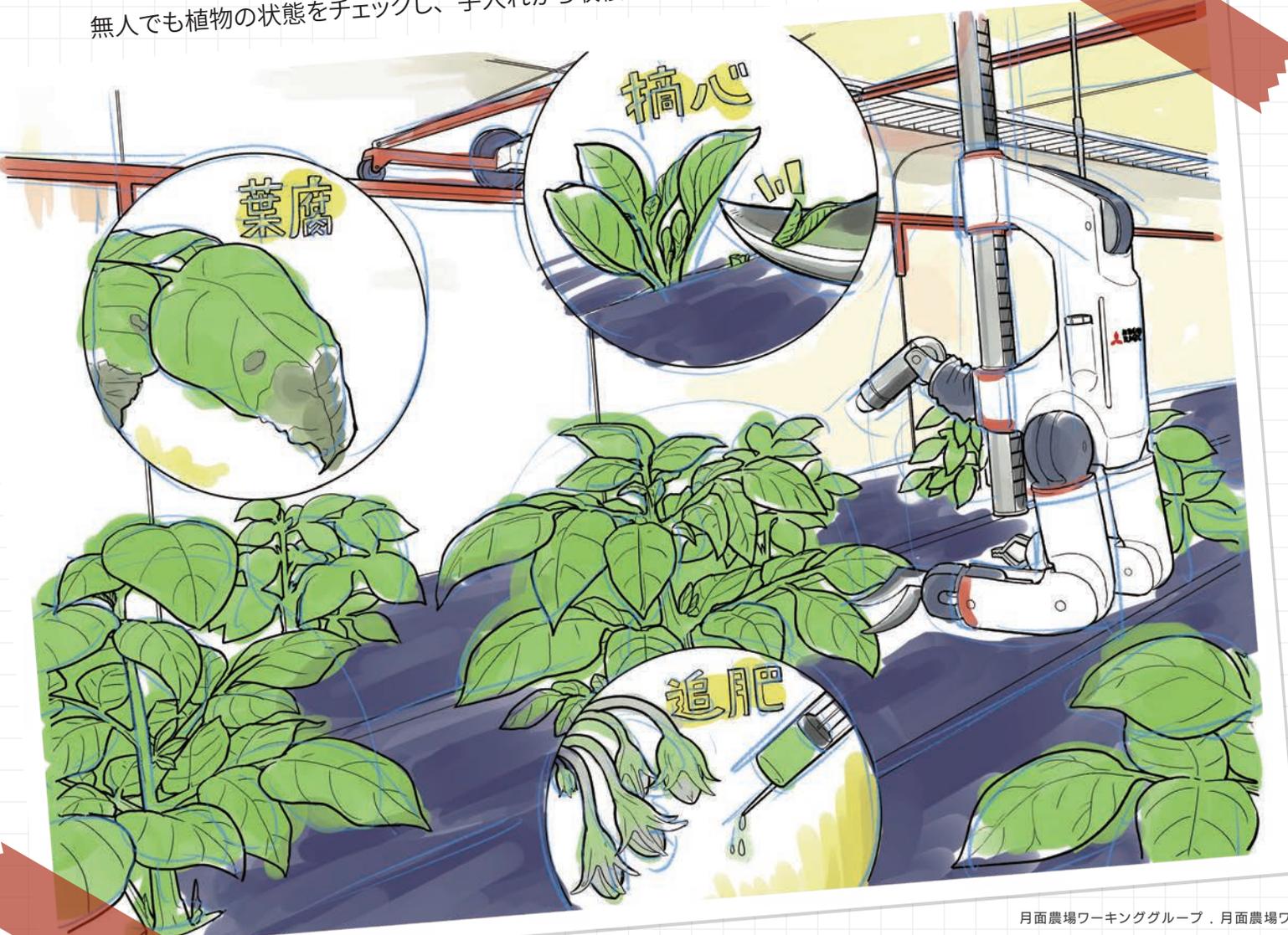
## ミスト状の水散布

- 月は重力が小さいため、土に水を与えるより、ミスト状にして水を与える方法が検討されています。
- 水自体が月面上では貴重なので、ムダにできないため、フォグ化した上で効率化が求められます。

#乾湿ソリューション

## 02. 野菜工場の全自動化

食料となる野菜や穀物のタネを植えたら、あとは育つのを待つだけ... とはいきません。植物の成長に合わせて手入れをする必要がありますし、できた野菜や穀物は収穫しなければなりません。ただし、月面の人手は非常に貴重で限られています。そこで、代わりに活躍するのがロボットです。無人でも植物の状態をチェックし、手入れから収穫まで、全て自動で行ってくれます。



### 植物の成長状態を画像で特定

- 野菜の成長状態に合わせて、摘心(不要な芽や茎を摘み取る)したり、収穫する必要があり、野菜の成長を画像認識などで、成長具合を自動で見極める必要があります。

#画像認識・画像解析

#カメラソリューション

### 自動手入れ・自動収穫

- 人員が限られる中、摘心や植え替え、収穫まで、野菜の手入れや収穫を自動にする必要があります。
- 細かい作業、繊細な作業、大規模な作業と様々です。

#ロボット制御

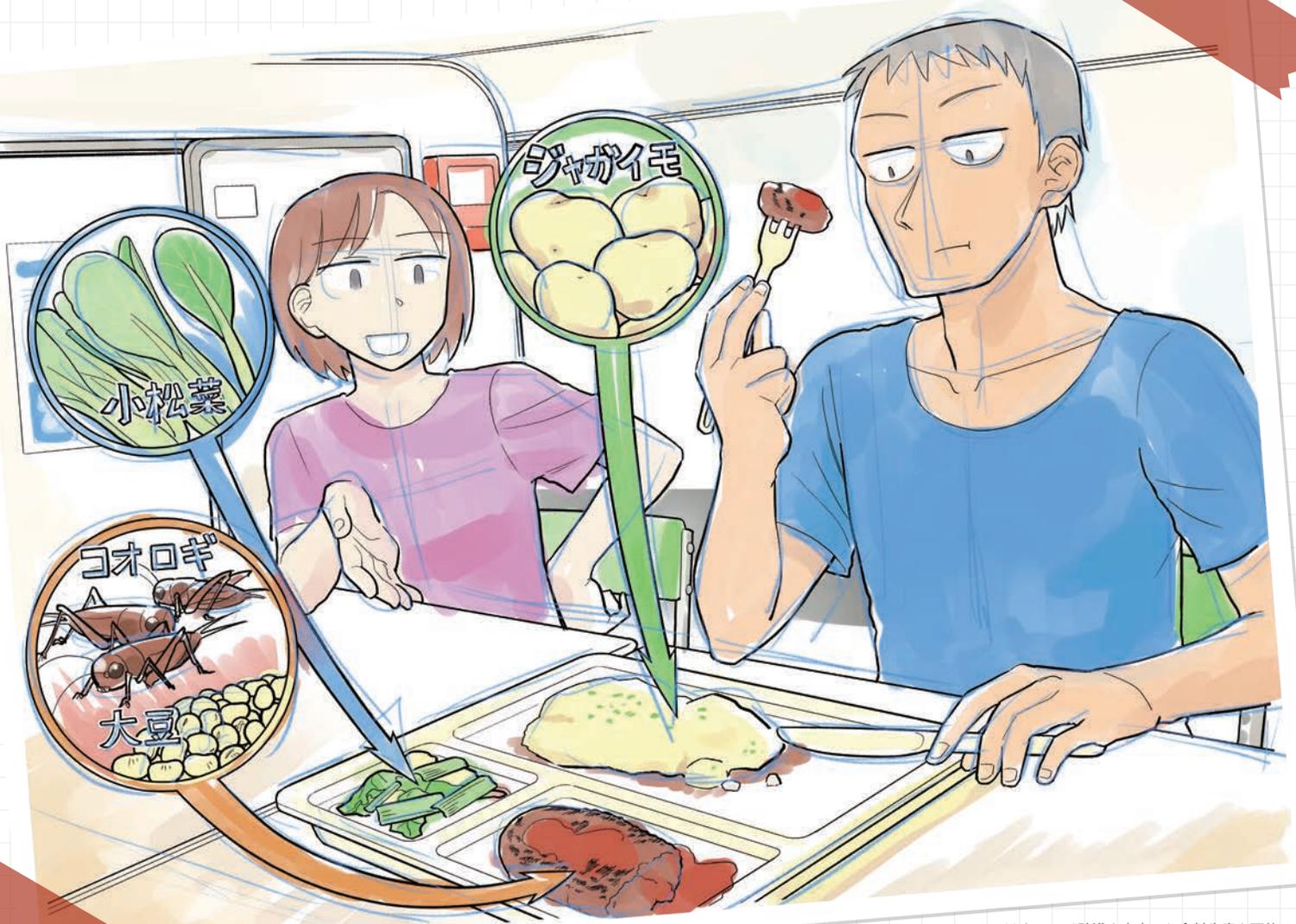
### 農業面積の高密度化

- 100人の必要栄養を得るには、サッカーコートと同じ約110m×75mの面積が必要です。
- 平面ではなく、空間、光、空調、作業ロボットの効率を考慮し、多層的・立体的な野菜工場も考えられます。

#工場ライン構築

# 03. タンパク質の生産

地球からの物資の送付に時間とコストがかかるため、月では大部分の食料を現地で生産します。  
その主な生産物は野菜や穀物などの植物ですが、それだけでは動物性たんぱく質が不足してしまいます。  
月面で飼育することが難しい牛や豚や鳥の代わりに人類の食卓に並ぶ“あるもの”とは何でしょうか。



## 空気と電気からタンパク質を生み出すバイオプロセス

- 空気の中から取り出した水分の中でバクテリアを増殖させた後に乾燥させると、タンパク質を含んだ粉末になります。
- 生産環境の制御方法としては、酸素・水素・窒素・炭素を含む空気の管理・循環が必要です。

#空調ソリューション

## 食用昆虫のフルオートメーション育成システム

- 環境を選ばず、低資源・高効率で栄養を得られる食料として昆虫（特に、コオロギとミズアブ）が注目されています。
- 昆虫食を安定的に生産するために、AIによる循環型フルオートメーション育成システムが必要だと考えられます。

#FA 機器

#環境管理

参考資料

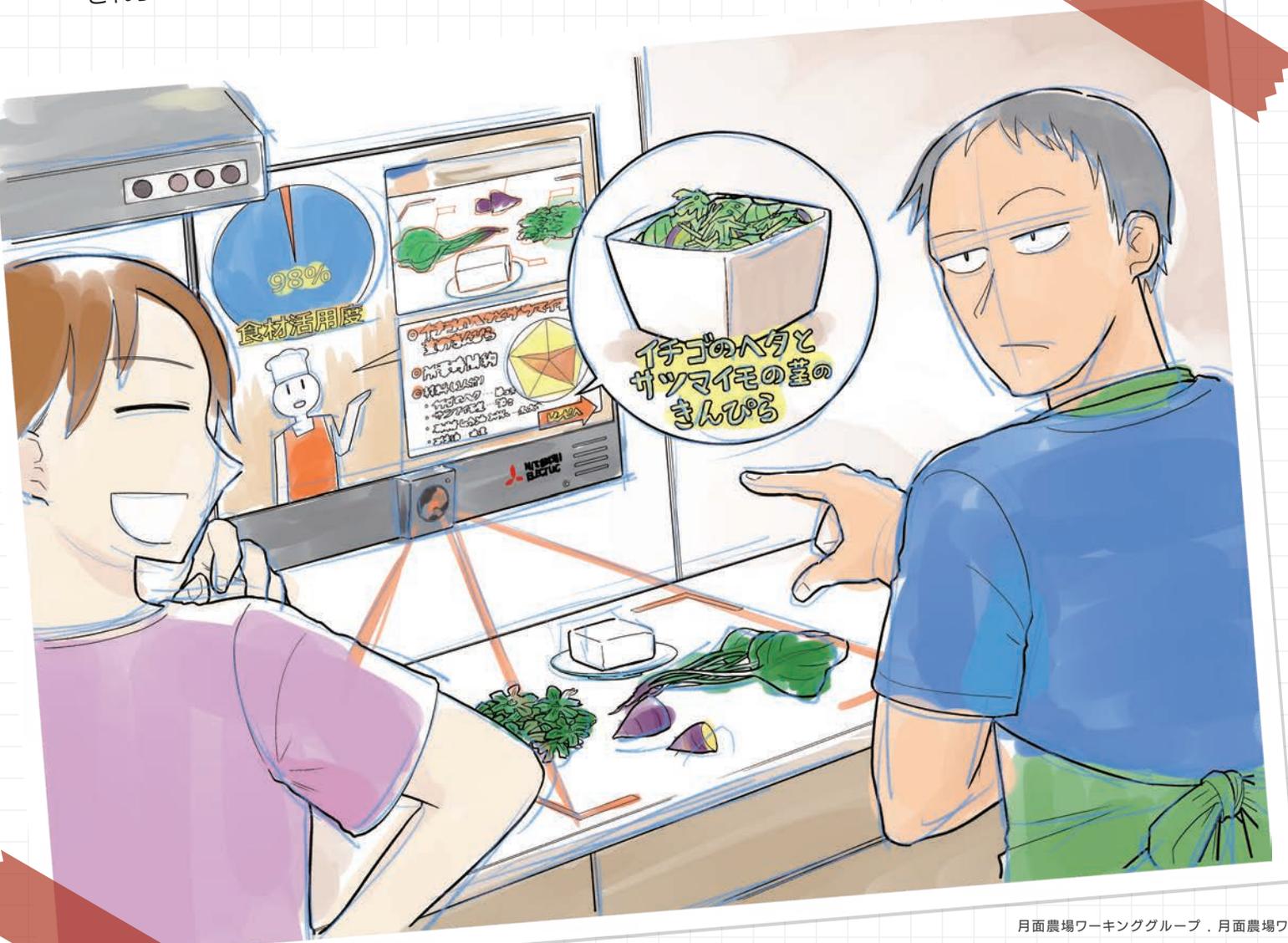
Yakuta . “砂漠や宇宙でも食料生産を可能にする、環境に優しいタンパク質「Solein」商業生産へ” . IDEAS FOR GOOD . 2019

<https://ideasforgood.jp/2019/08/01/solein/>

IF3 プロジェクト . “ムーンショット型農林水産研究開発事業『地球規模の食糧問題の解決と人類の宇宙進出に向けた昆虫が支える循環型食料生産システム』” . 2021 . <https://if3-moonshot.org/>

# 04. 調理・保存

米、ジャガイモ、サツマイモ、大豆、トマト、きゅうり、レタス、イチゴ。  
必要な栄養素、栽培の容易さの観点から月面で生産される食物は、この9種に絞られています。  
これらの全ての部位を最大限活用し、可能な限り廃棄することなく、月面の食生活豊かにする工夫が行われます。



## 捨てる部位がなく、 かつおいしい調理



- 月面拠点内では分子レベルで循環させる必要があり、地球上の調理では捨てていた部位（茎やヘタ）も食べることが望まれます。その際、固い、味が染みない、苦み強いなどの課題が克服する必要があります。
- 息抜きとして調理する以外、日常の調理は手間がかからない方が良いです。

# クッキングヒーター

# 電子レンジ

# 圧力クッカー

## あきない&余らせないメニュー

- 月面で生産される野菜は8種に限られ、また年単位の長期にわたる生活の中で飽きないようなメニューが必要です。
- 食品保存のエネルギー削減の観点で、調理の直前に収穫するのが望ましいので、使い切りのメニューを構成する必要があります。

# 飽きないレシピ

# レシピAI

# 省エネ技術

## 月の冷蔵庫、月の電子レンジ、 月の炊飯器

- 必要なときに、必要な量だけ収穫して、調理するのが望ましいです。
- 腐敗、おいしさ、再調理の手間、省エネに配慮して保存できるとよいです。
- 冷蔵保存、真空保存、フリーズドライなどが考えられます。

# 食料保存技術

# 冷蔵庫

# 温度調整・断熱技術

# 真空・圧力技術

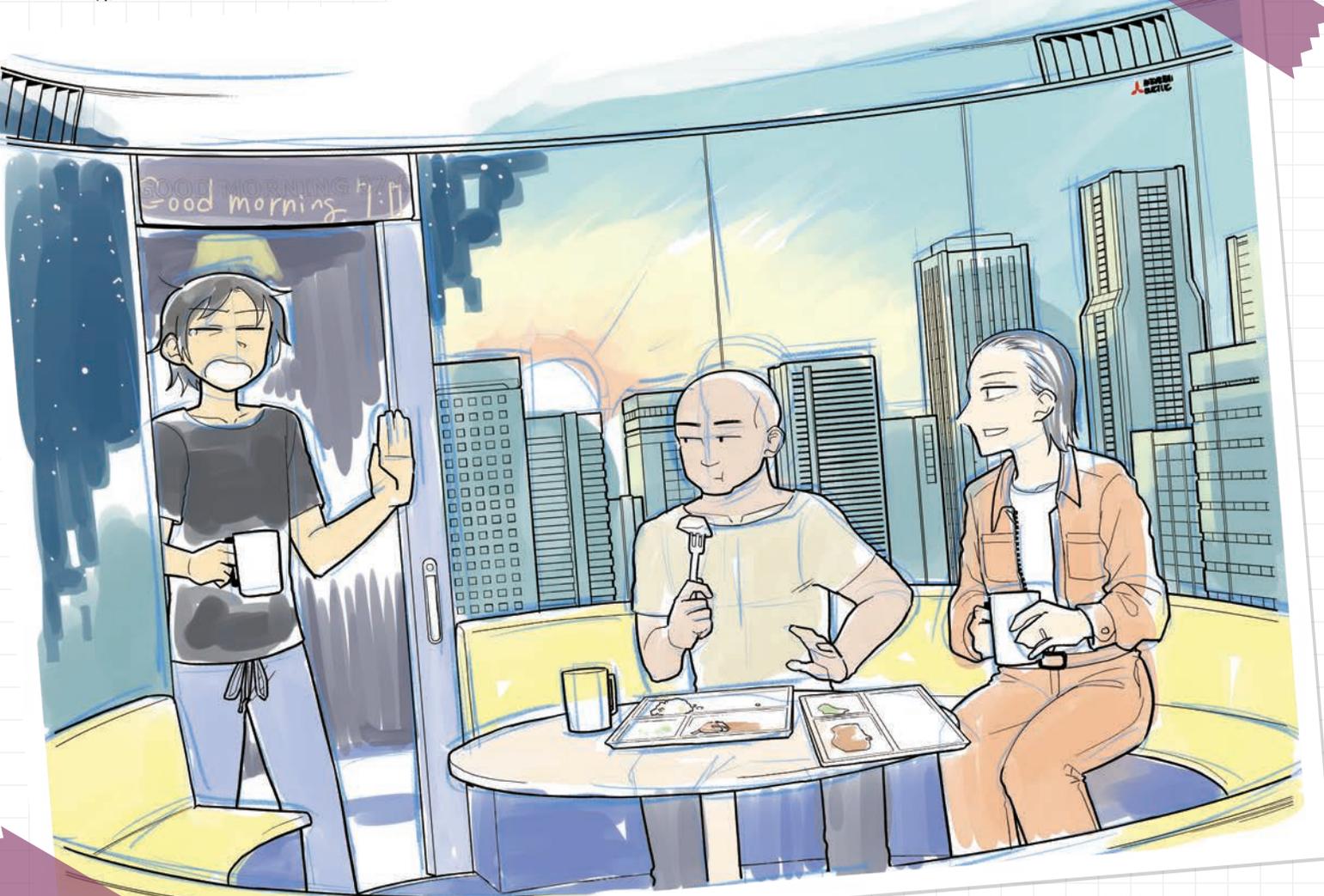
参考資料



Life

# 05.メンタルWELLNESS

月面の生活空間は狭く、加えて普段の活動・娯楽の種類も制限される他、地球にいる親しい相手と離れ離れになります。そのため、そのままでは月面で暮らす人々の心身へとてもストレスがかかってしまいます。また、一度月面に行くとすぐには地球には戻って来られず、そして地球ほど医療設備が充実していないことから、常日頃から人々のメンタルケアを行い、心身の不調の事前予防に力を入れています。



## サーカディアンリズムのケア

- 月での夜は地球上での約14日分の長さがあります。しかし、人間は約24時間のサイクルで生活するようになっており、この体内サイクル(サーカディアンリズム)の乱れは健康被害に繋がります。
- サーカディアンリズムとの関連が深い、太陽光の概日変化を再現するなど、健康的なサイクルを促すシステムが必要です。

#環境模擬技術

#WELL

#環境家電

## 狭くても快適な空間

- 月面の生活空間は限られています。その限られた空間で、住人が閉塞感を感じずに長期間生活できるようにする工夫が重要です。
- VRや自然模擬など、実際の空間の広さよりも解放感を感じられるような技術が求められます。

#VR

#WELL 推定

## 共同生活のストレス低減

- 限られた空間・人数における公共スペースでの他者との関わり方や、パーソナルなスペースの確保に課題があります。
- 時には月面の住人同士での良好なコミュニケーションを促進し、時には地球側との接点がリフレッシュの機会となるような仕組みが必要です。

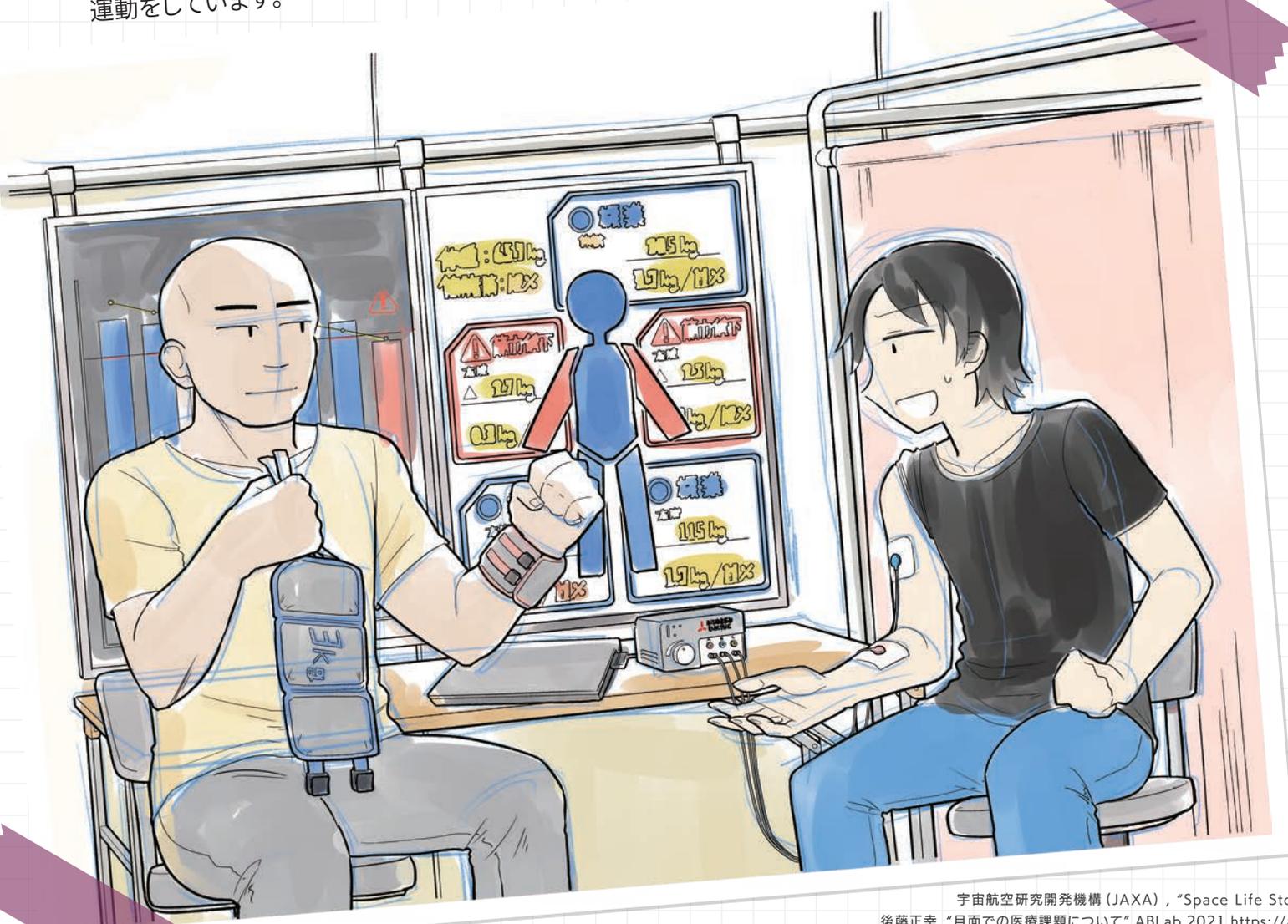
#感情推定

参考資料

宇宙航空研究開発機構 (JAXA), "Space Life Story Book". 2020. [https://iss.jaxa.jp/med/images/71532\\_story.pdf](https://iss.jaxa.jp/med/images/71532_story.pdf)

# 06. フィジカルWELLNESS

月の重力は地球の約1/6のため、月面と地球とでは、体の動かし方が異なります。月面での歩行は一步一步がスキップのように跳ね上がるホッピング歩行となるため、転倒してケガをしないよう、工夫が必要です。また、小重力環境で徐々に衰えていく筋力・骨を鍛えるため、人々は日々の生活の中で習慣的に運動をしています。



## 安全にホッピング歩行するための補助装置

- 月面を歩こうとすると、地球上とは全く異なるホッピング歩行になります。また、荷重に対する感覚情報が地球上と異なり、体重のバランスを取るのが難しいため、転倒のリスクがあります。
- 万が一転倒してもケガをしにくくなるような工夫が必要です。

#転倒予測

#骨格読み取り

#感覚のデータ化

## 頑張らないトレーニング



- 筋力・骨の衰退を防ぐために、トレーニングが日課として必須となります。
- 毎日行うトレーニングは、なるべく生活者の生活に溶け込み、継続が容易であることが望ましいです。

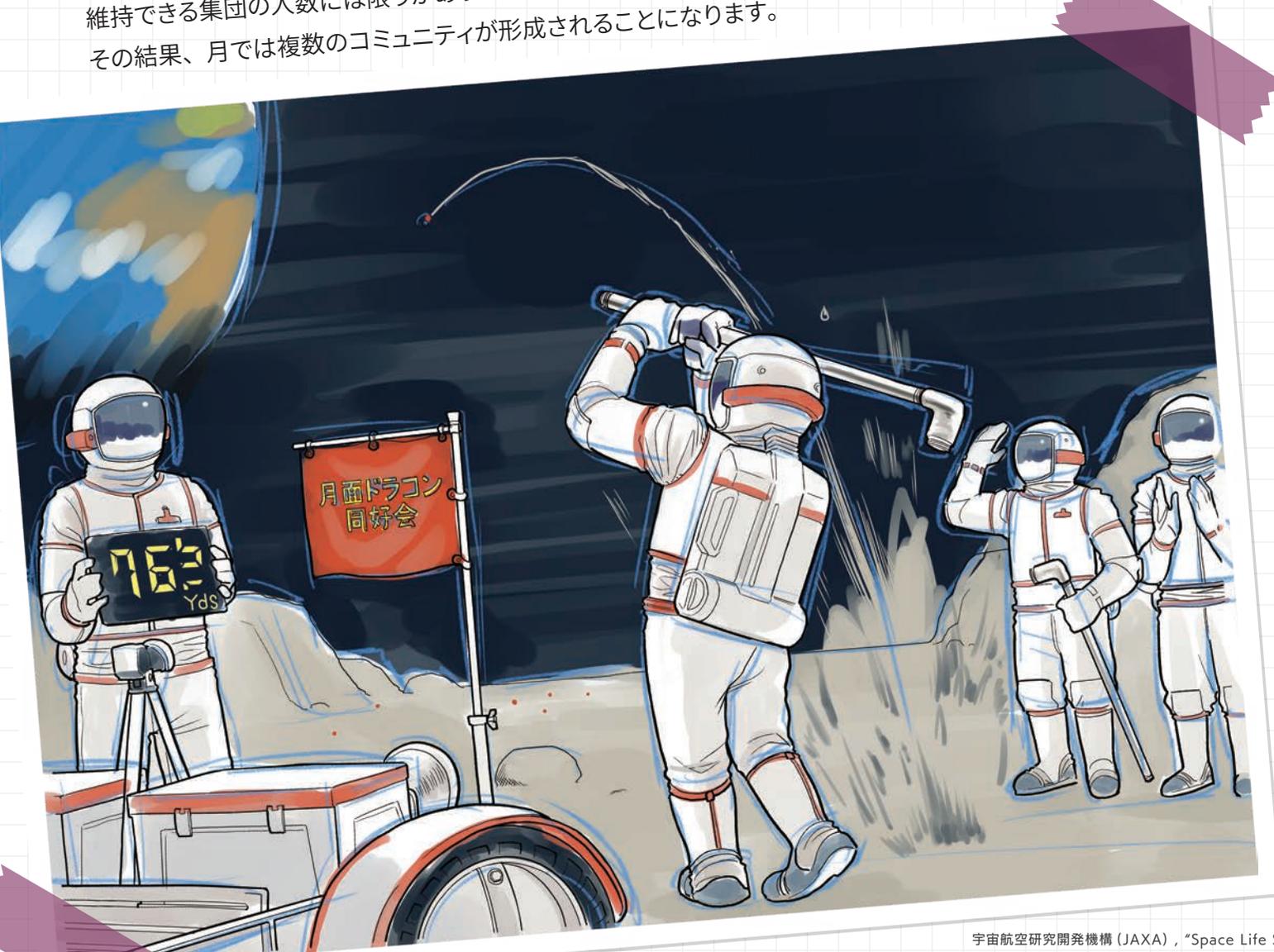
#トレーニング評価

参考資料

宇宙航空研究開発機構 (JAXA), "Space Life Story Book". 2020. [https://iss.jaxa.jp/med/images/71532\\_story.pdf](https://iss.jaxa.jp/med/images/71532_story.pdf)  
後藤正幸, "月面での医療課題について". ABLab. 2021. <https://ablab.space/space-medicine/medical-problem-at-the-moons-surface/>

# 07. コミュニティ形成

月面の開発のために様々な専門家が月に訪れるようになると、人が増えるに連れて月面に社会が生まれます。そして、2040-50年頃に月面社会の人口は1000人に達します。しかしその一方で、人間が複雑な関係を安定的に維持できる集団の人数には限りがあり、100人が限界（ダンバー数）と言われています。その結果、月では複数のコミュニティが形成されることとなります。



## コミュニティでのストレス解消

- 月面基地内で形成される複数のコミュニティの中には、仕事のためのものだけでなく、月面での余暇を楽しむためのコミュニティも存在します。
- 月面でも楽しめる地球の娯楽や、もしくは月面ではできない娯楽（重力1/6という環境を生かしたスポーツなど）を仲間と楽しむための空間や設備が必要となります。

# ストレス評価

# スマートコミュニティ

## 公共空間・個人空間の在り方

- ひとつの住居ユニットには数名が滞在し、大勢が利用する公共空間として食堂などが必要となります。
- 閉鎖的な月面では、人間関係の破綻が地球上と比べて致命的なものになりかねません。そこで、時にはAIが介在して人同士の良好なコミュニケーションを促します。
- ストレスを生まないためには個人の時間を確保することも必要です。いかに公共空間を持ちつつ、個人のプライバシーを守るかが課題です。

# 居住空間IoT

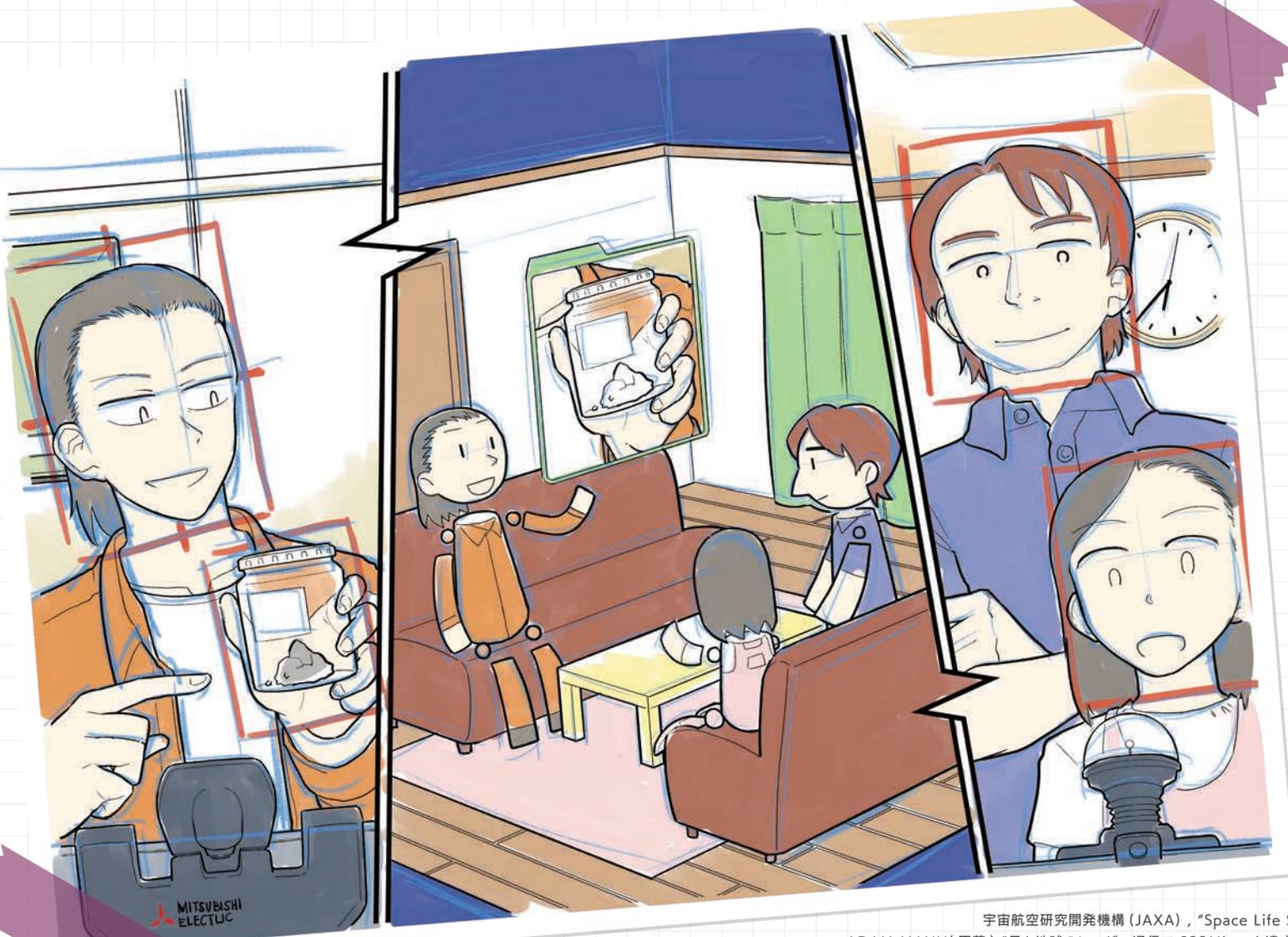
参考資料

宇宙航空研究開発機構 (JAXA), "Space Life Story Book". 2020. [https://iss.jaxa.jp/med/images/71532\\_story.pdf](https://iss.jaxa.jp/med/images/71532_story.pdf)  
Nuyen Tat Trung. 令和基地一月都市実現に向けた地下における月開発拠点一. 第63回宇宙科学技術連合講演会講演集. 2019, 2C12

# 08. 地球とのプライベート通信

月面に暮らす人々は、時々、地球にいる親しい人間とプライベートな通話を楽しみます。

設備やエネルギーが限られた、月面の悪条件の通信環境下でも快適な通信ができる技術や離れた相手の存在をリアルに感じられる技術が確立され、地球との通信は月面の人々にとって最も人気のある娯楽となります。



## 低通信量でも快適な通信



- 月と地球とのテレビ通話は通信量制限のため画像是荒くなり、さらに物理的距離のため数秒のラグが生じます。
- 少ない通信量かつラグが発生していても円滑なコミュニケーションをするための工夫が必要です。

#画像処理

#遅延対策

## 遠く離れた家族、知人の存在をそばに感じられる



- 親しい人々から隔離された月面住人の心を癒すため、離れていても身近に感じられるような方法が求められます。
- インターネット上に集話し、地球でも月でもない場所で一緒に時間を過ごします。

#VR

#アバター

## 月⇄地球間をダイレクトに繋ぐ光(レーザー)通信

- 電波通信と比べてレーザー通信は利用可能な帯域幅が数倍となる他、小型・軽量の装置で高速大容量の通信が可能という利点があります。
- 地上のように光ファイバーを張り巡らせることはできませんが、宇宙空間を伝播した指向性のある光が地球と月の人々直接を繋ぐこととなります。

#アンテナ技術

#レーザー通信

参考資料

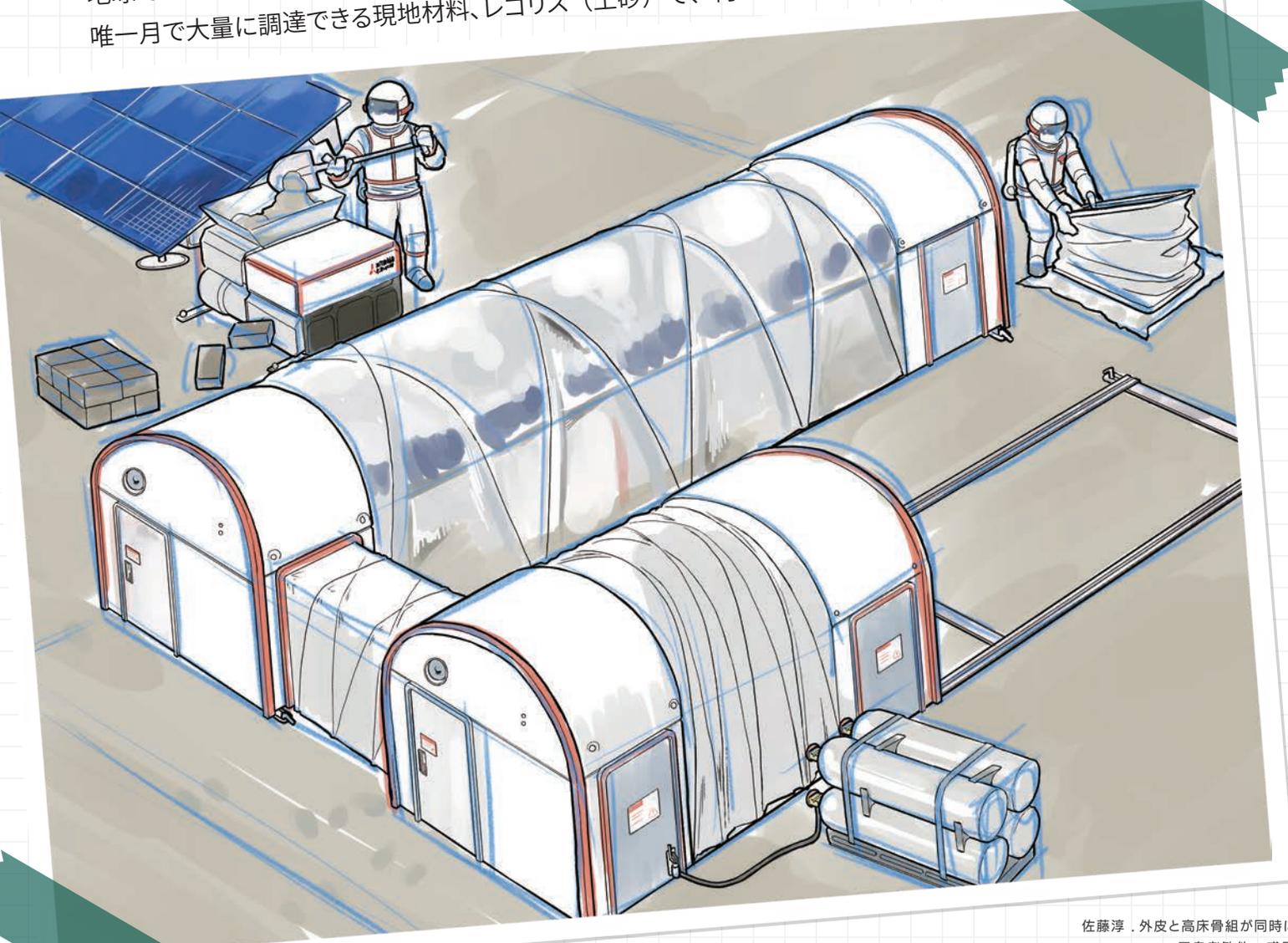
宇宙航空研究開発機構 (JAXA), "Space Life Story Book". 2020. [https://iss.jaxa.jp/med/images/71532\\_story.pdf](https://iss.jaxa.jp/med/images/71532_story.pdf)  
ADAM MANN(原著),"月と地球のレーザー通信で622Mbpsを達成".WIRED.jp.2013. <https://wired.jp/2013/10/25/nasa-internet-laser/>



Residence

# 09. 軽・頑・簡な建築物

人工建造物がまったくない月面では、ゼロから建物を建てなければなりません。ただし、地球から全ての建材を送るには膨大なコストが必要なので、なるべく軽量の建材を送るか、現地で材料を調達します。地球である程度作った軽量のプレハブは、現地で簡単に建設できるように工夫されています。唯一月で大量に調達できる現地材料、レゴリス（土砂）で、何ができるでしょうか。



## インフレーターブル構造の展開と気密管理

- 組立が容易で、かつ大空間が確保しやすい手段として、インフレーターブル構造が注目されています。インフレーターブルとは、空気によって膨らませて、膜の内圧で構造を支持するものです。
- 構造内を常時空気で満たす必要があり、センサーなどで気圧の管理が必要になります。
- また、建設時に展開するには、マニピレーター等により、自動化が望めます。

#ビル管理システム

## 現地調達可能な材料であるレゴリスの焼却装置

- 主要な建物はインフレーターブル構造で建設されたとしても、基礎やロケットの離発着場など土木的建造物の材料も必要となります。
- 月面に無限に存在するレゴリス（土砂）を焼却し、任意の形状に固めることができれば、可能性が広がります。
- レゴリスからレンガを作るには、かまど…ではなくて、マイクロ波炉で焼く方法が考えられます。

#マイクロ波

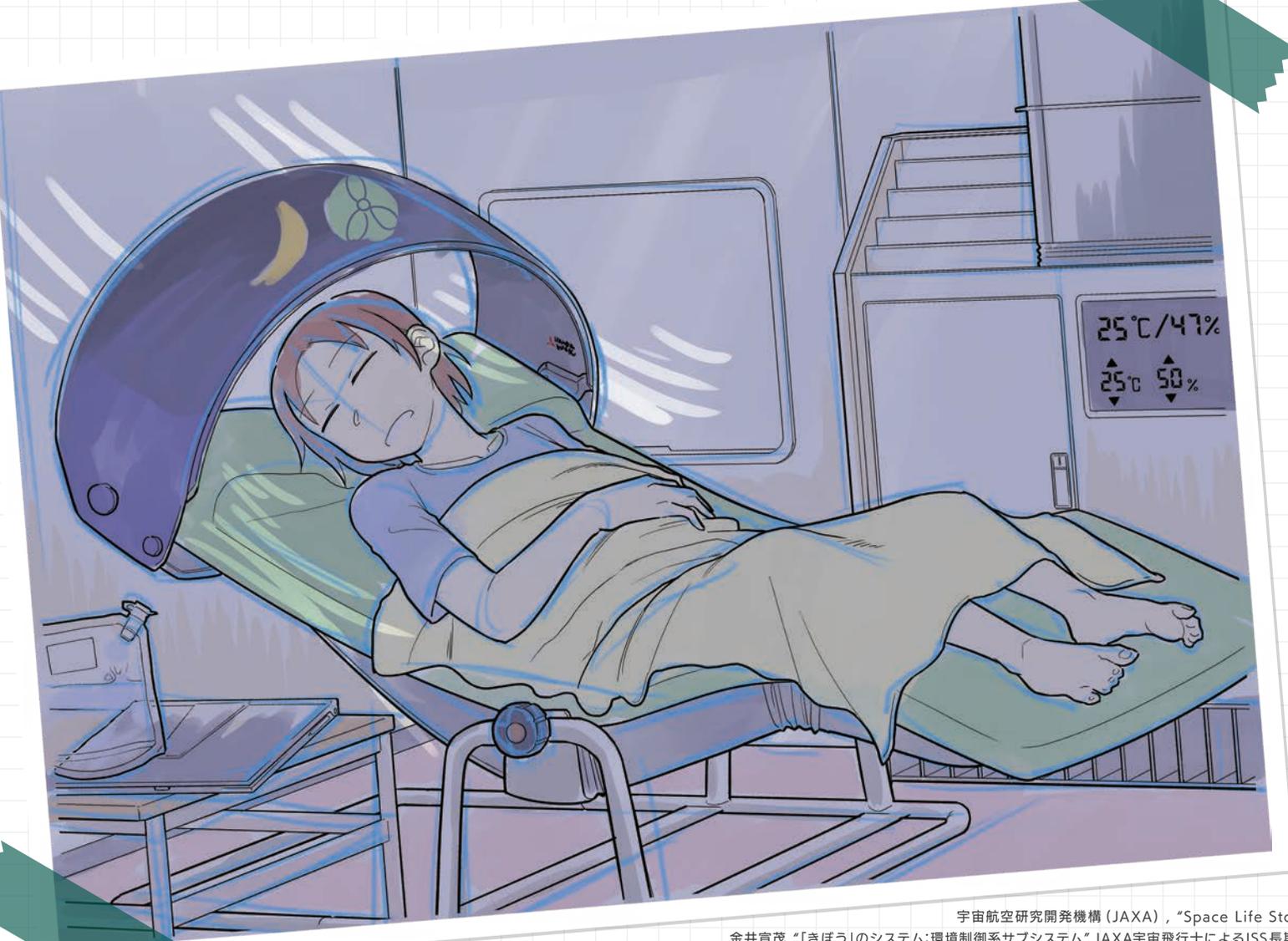
#電子レンジ

参考資料

佐藤淳，外皮と高床骨組が同時に即時展開するベースキャンプ．宇宙科学技術連合講演会講演集．2021，65  
田島孝敏他，惑星基地建設材料の製造に関する基礎的研究．大林組技術研究報 No81．2017

# 10. 居住空間の空調

月面拠点では、居住スペースの様々なところに、常に空気を滞留させる為の通風孔が設けられています。空気の流れはセンサーデータを基に管理され、「二酸化炭素だまり」などが起こらないようになっています。



## 生死にかかわる空気の循環

- 微小重力下では空気の自然滞留がなく、窒息の恐れがあります。
- そのため空調で常に空気を動かす必要がありますが、空気を動かし続けるための機器の動作音など、居住者のストレスになることもあります。

#WELL 推定

#空調

#騒音対策

## 乾燥対策

- 常に空気を動かし続ける必要があるため、月の居住空間はどうしても乾燥しがちです。目薬やスキンケアクリームが必需品。乾燥は感染症のリスクも高めるため、対策が必要です。

#空間の快適

#加湿

参考資料

宇宙航空研究開発機構 (JAXA), "Space Life Story Book". 2020. [https://iss.jaxa.jp/med/images/71532\\_story.pdf](https://iss.jaxa.jp/med/images/71532_story.pdf)  
金井宣茂, "「きぼう」のシステム:環境制御系サブシステム". JAXA宇宙飛行士によるISS長期滞在. 2017. [https://iss.jaxa.jp/iss/jaxa\\_exp/kanai/blog/2017/11/07.html](https://iss.jaxa.jp/iss/jaxa_exp/kanai/blog/2017/11/07.html)

# 11. 省水、リサイクル

月面基地は、月の地中に眠っている氷から生活のための水や空気を生成して利用します。  
しかし、それでもなお水資源は非常に貴重なものであるため、なるべく廃棄水を出さない生活が求められます。  
また、廃棄水が出たとしても、水再生装置により100%近い水が再利用され、生活用水として戻ってきます。



## 水を使わない洗濯、お風呂

- 月面生活では毎日洗濯をしたり、お風呂に入ることはせず、貴重な水を使う回数を減らします。
- しかし、それによって衛生面が損なわれないよう、空気などを利用した簡易の代替手段が必要です。
- また、水を使わなくてもお風呂に入った時のような爽快感を得ることも精神衛生の観点から重要です。

# 空気清浄

# 衛生技術

## 廃棄水のリサイクル

- 使用済の水や、月居住者からの排泄水を回収して一か所に集め、リサイクルして再利用する循環システムが必要となります。
- 既に国際宇宙ステーション（ISS）で利用されている循環技術を月面でも活用するためには、小型化や省エネ性が求められます。

# 水処理技術

# 太陽電池

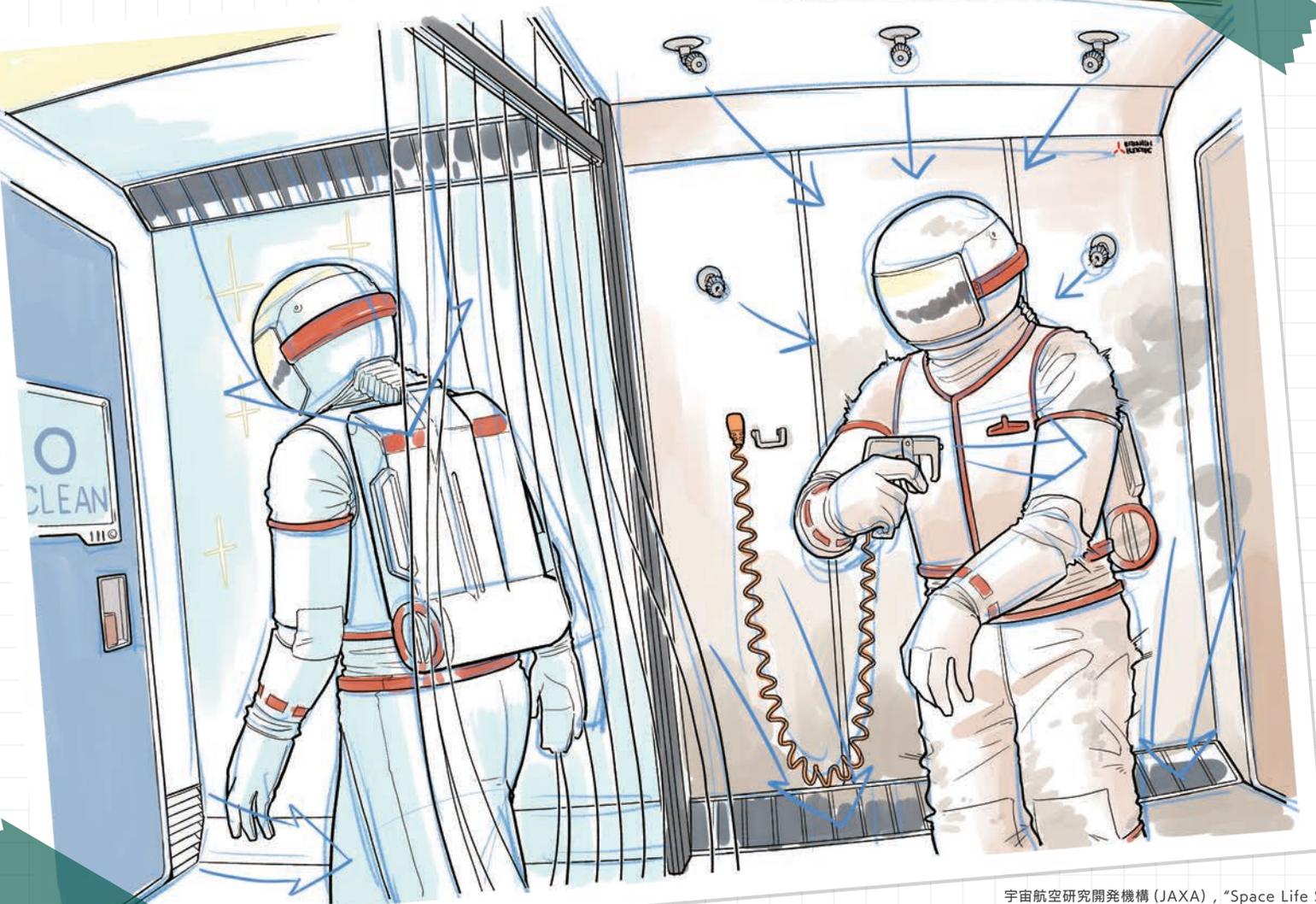
参考資料

宇宙航空研究開発機構（JAXA），“Space Life Story Book”．2020．[https://iss.jaxa.jp/med/images/71532\\_story.pdf](https://iss.jaxa.jp/med/images/71532_story.pdf)

林公代，“宇宙産の水、原料は尿。究極の和製水リサイクル装置が宇宙へ”．三菱電機 DSPACE．2019．[https://www.mitsubishielectric.co.jp/me/dspace/column/c1908\\_1.html](https://www.mitsubishielectric.co.jp/me/dspace/column/c1908_1.html)

# 12. 掃除

物資の限られた月面では、ゴミでさえも貴重な資源です。人々の暮らしの中で生み出されたゴミが余すことなく回収され、最大限再利用されます。そのため、月面社会は地球より進んだ究極のエコシティとなります。また、そのままでは滞留してしまう空気を循環させることで、居住空間内において・ゴミを自動的に除去するなど、生活に便利な機能も備わっています。



## 空調を用いたほこり除去



- 月面活動の大きな障害のひとつである、月のレゴリス（砂）は、水や風によって風化されたことがないため、微細な粒子でも剃刀のような鋭さのエッジを持っています。
- 月のレゴリスが居住空間内に侵入すると衣服や設備に被害が及ぶため、住居の入り口のエアロックシェルでほこりを払う装置が必要です。

# 空気清浄

# 気中異物除去

## エコで無臭なゴミ管理



- 月面の閉鎖隔離空間は、空気が有限のため地球上のように自由に空気の入れ替えができません。そのため、ゴミから発せられるにおいが生活空間に充満しないような対策が求められます。
- 一方で、月面では産業廃棄物から人々の排泄物に至るまで、すべてのゴミが再利用の対象です。そのため、ゴミを月面上に廃棄するようなことはせず、余すところなく回収します。
- 生み出されたゴミを即座に隔離し、資源として再利用する、循環型エコシステム装置が必要です。

# ゴミ処理

# 汚染検知

参考資料

宇宙航空研究開発機構 (JAXA), "Space Life Story Book". 2020. [https://iss.jaxa.jp/med/images/71532\\_story.pdf](https://iss.jaxa.jp/med/images/71532_story.pdf)

European Space Agency (ESA), "ESA seeking dust-proof materials for lunar return". ESA. 2020.

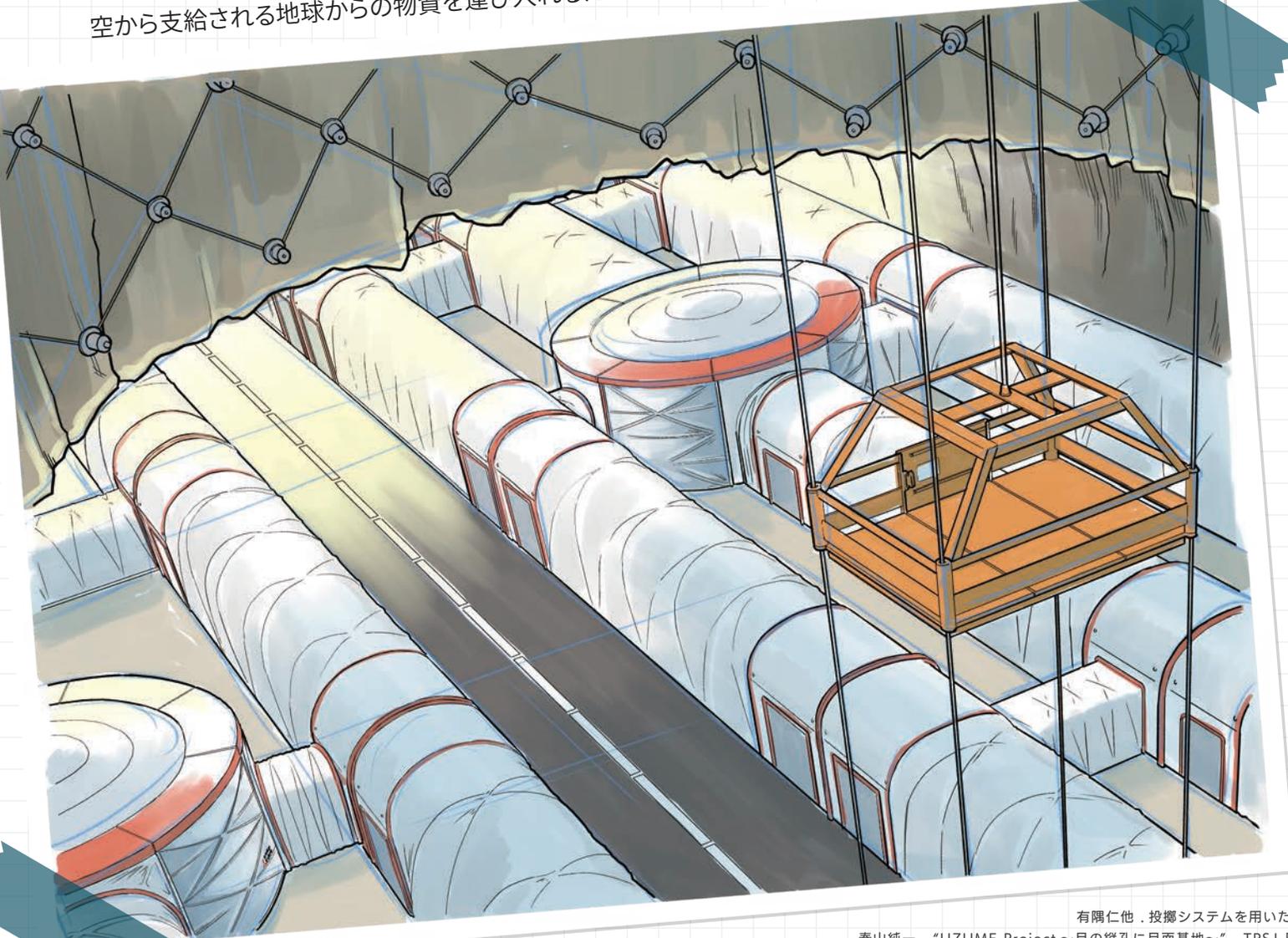
[https://www.esa.int/Enabling\\_Support/Space\\_Engineering\\_Technology/ESA\\_seeking\\_dust-proof\\_materials\\_for\\_lunar\\_return](https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/ESA_seeking_dust-proof_materials_for_lunar_return)



**Infrastructure**

# 13. 月面のラストマイル

月面拠点は地上ではなく、地下にあります。月の表面は寒暖差や放射線の影響を大きく受ける為、かつてマグマが通ったと言われる地下空洞に拠点を作るのが人類にとっては快適です。深さ50m、直径50～60mほどの空洞の中にある月面拠点から人々が入り出し、空から支給される地球からの物資を運び入れるための設備が発達します。



## 地下空洞と地上をつなぐエレベーター

- 月面拠点は、地下空洞に作られる計画があります。月面探索活動や物資の搬入、ソーラーパネルなど地上施設のメンテナンスには、地上に上がる必要があります。安全でスムーズな上下移動の手段が求められます。

# エレベーター

# エスカレーター

## 落下地点と基地との自動輸送

- 縦孔の基地に限りませんが、着陸機の着陸地点と基地との間で、物資の輸送があることでしょう。その場合、人員は貴重なので、できるだけ、省力もしくは無人で、着陸機からの取り出しや、ルートに沿った自動運転での運搬が望まれます。

# 自動運転

# 経路策定技術

参考資料

有限仁他．投擲システムを用いた月縦孔の降下法に関する研究．宇宙科学技術連合講演会講演集．2020，64  
春山純一．“UZUME Project～月の縦孔に月面基地～”．TPSJ 日本惑星協会．[http://planetary.jp/future\\_mission/UZUME/index.html](http://planetary.jp/future_mission/UZUME/index.html)

# 14. 強靱な拠点

月面は空気がなく、放射線等の影響で建物の外の移動が容易ではないため、建物は繋げて建てられます。しかし、火災や外壁の破損による空気漏れ、有害な気体の発生等の有事の際に、被災の影響が一気に広がってしまうリスクもあります。月の住民は一蓮托生...とはならない障害に強い建築と防災機能が設けられます。



## 被害拡大防止

- 空気のない月の居住スペースは様々な機能を備えたモジュールのような住居が連なり、コロニーのようなものになります。モジュールの1つで圧力低下、火災、またはその他の障害が発生した場合でも、被害を拡大させない仕組みと、万が一モジュールの1つまたは複数が失われた場合でも、各々のモジュール間で分断されてはいけません。

# 設備管理

# IoT

## 災害発生時の逃げ口

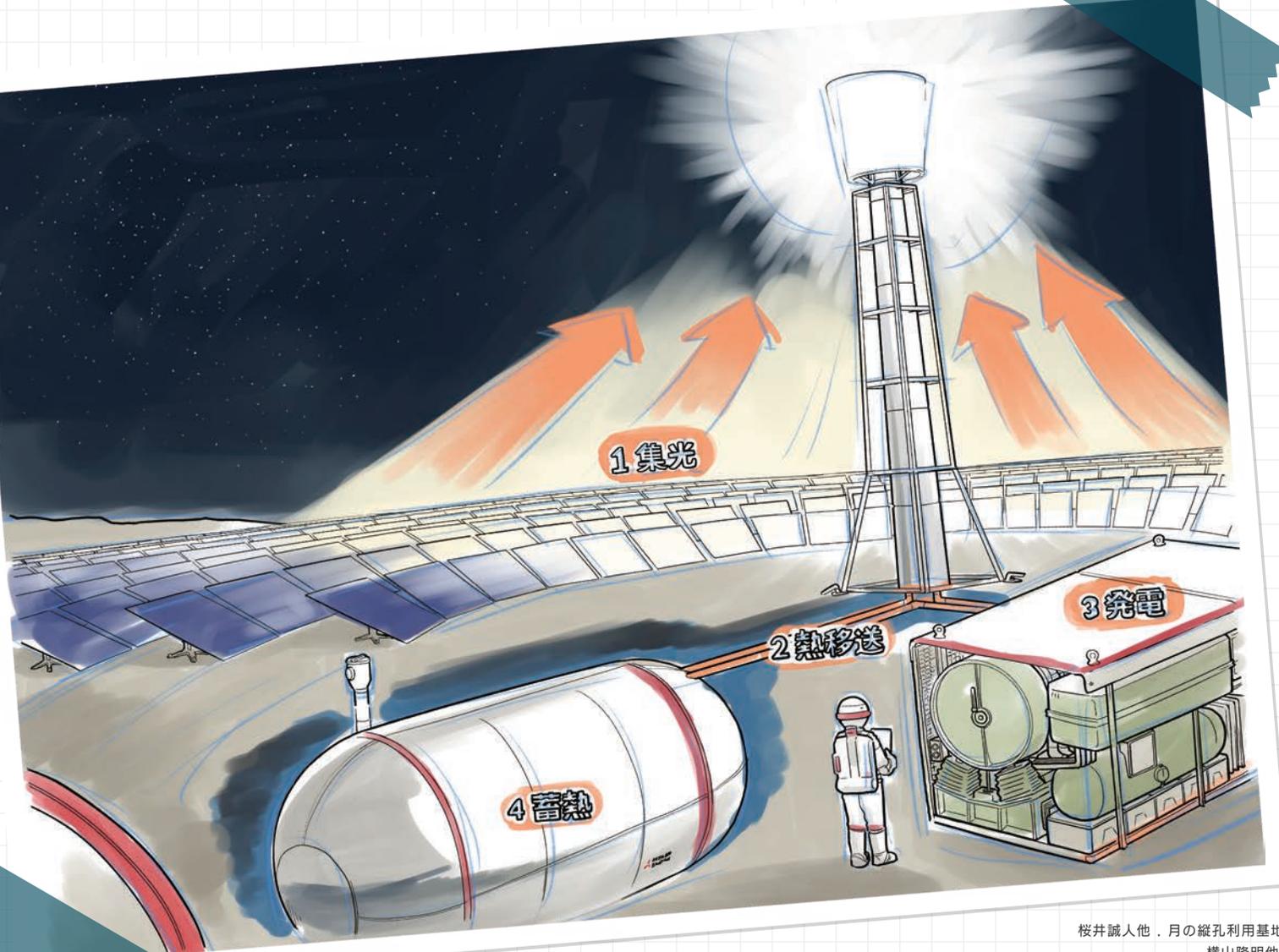
- 災害が発生しモジュールを失う場合でも、居住者の脱出のため、1つのモジュールにつき少なくとも2つの脱出手段が必要です。

# 避難経路設計

# パニック時の人間工学

# 15. エネルギー貯蔵

月面での主なエネルギー源は太陽光です。しかし、月の1日は非常に長く、地球時間の14日間の昼と14日間の夜が交互にきます。そのため、昼の間に太陽光を集光してエネルギーを蓄え、効率的に熱電交換をして長い夜を乗り越えるための設備が建設されます。



## 太陽光からの熱貯蔵



- 月の主なエネルギー源は太陽光ですが、太陽光発電のみならず、熱としての利用が考えられます。しかし、14日間の長い夜に備え、14日間の昼の間にエネルギーを蓄えておく必要があります。
- 一方、月面は空気がない為、熱は即座に逃げてしまいます。従って、太陽光を効率的に熱として蓄え、かつ、熱を逃さない技術が求められます。

# 熱シミュレーション

# 蓄熱・断熱材料

## 熱の輸送と熱電変換



- 当然ですが、蓄えた熱は月面拠点内に分配しないと、利用することはできません。分配の方法として、熱のままヒートパイプで熱輸送することが考えられます。
- また、熱電変換技術によって、熱を電力に変換し、電力として利用することも考えられます。

# 熱シミュレーション

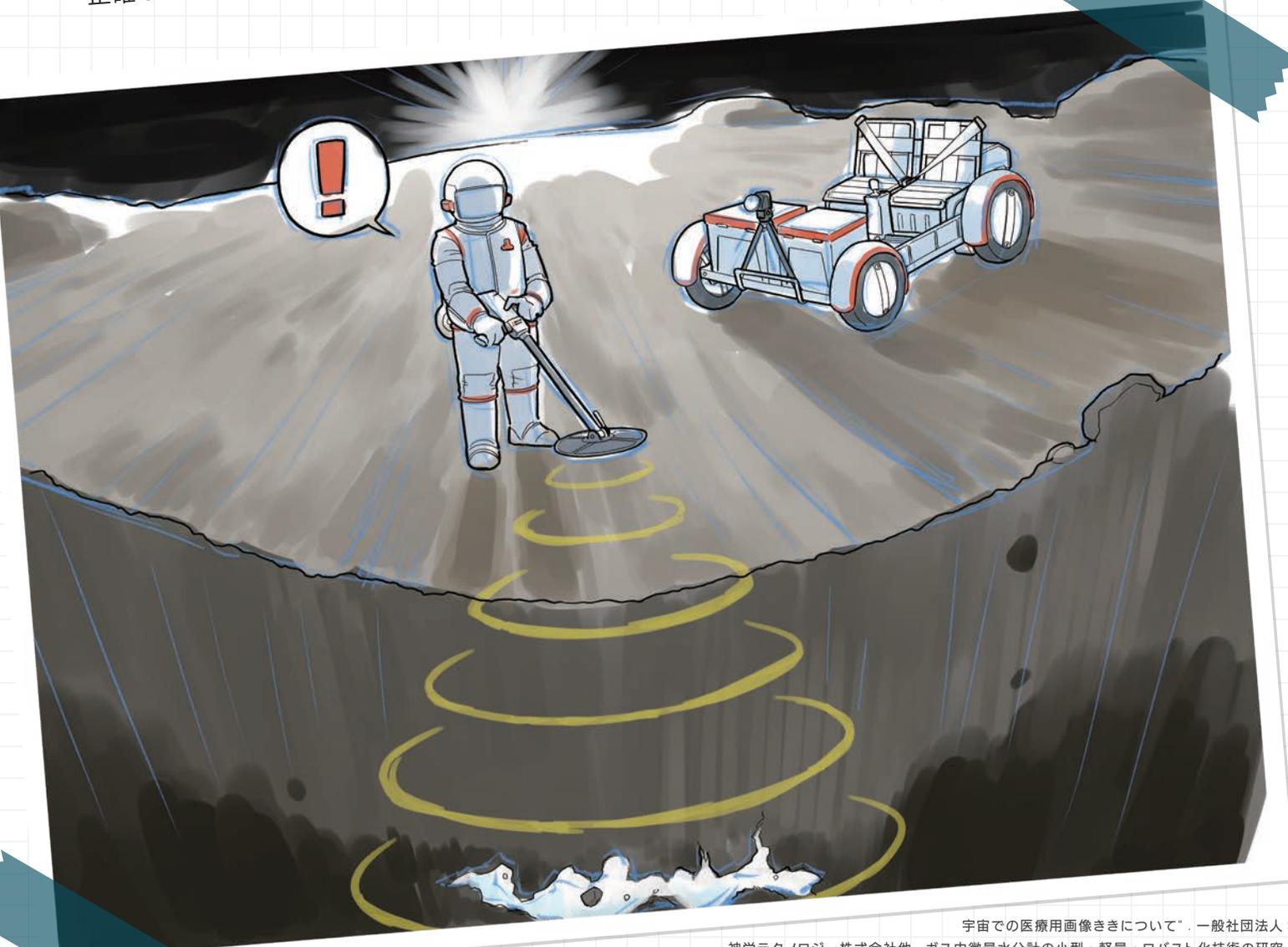
# 熱電変換

参考資料

桜井誠人他．月の縦孔利用基地の生命維持に関する要素研究．宇宙科学技術連合講演会講演集．2018，62  
横山隆明他．月面用エネルギー供給技術「ガラスの海」．New Glass Vol.14 1999．No4

# 16. 月面の検査・探査

地球で当たり前出来るレベルの、精密な人体の検査や物質の検査・探査を月で行うことは困難です。大型の機械は輸送コストが膨大で、電力などのエネルギーも限られるため、月向けに機器の小型化や省エネ化、正確なデータ処理技術が必要です。



## 超省エネの CT・MRI



● 宇宙での医療用画像機器は、スペースや運搬上の事情から、小型・ポータブルであることが求められます。ISSで唯一かつ最も有用な画像機器は、超音波=エコーですが、CTやMRIに比べると解像度で劣り、判断できる病態も限られます。

# 非破壊検査技術

# 超電導技術

# CT・MRI

## 月面における水資源探査

● 地球から月への輸送には莫大な費用がかかるため、生命維持に必要な不可欠な水を現地調達し利用する必要があります。その水を発見するためにモル分率で ppb レベルの微量のガス(水分子)を高精度に測定できるガスセンサーが必要です。

# 水センサ

# 地中センサ

参考資料

宇宙での医療用画像ききについて” . 一般社団法人 Space Medical Accelerator . 2021 . <https://space-healthcare.jp/2021/03/06/>  
神栄テクノロジー株式会社他 . ガス中微量水分計の小型・軽量・ロバスト化技術の研究 . 宇宙航空研究開発機構宇宙探査イノベーションハブ 2018 年度事業概要 . 2018

2022年3月初版  
2024年6月改訂(Web公開版)

イラスト  
肋骨凹介

制作

Ticket for LunaCity®チーム

「Ticket for LunaCity」は三菱電機株式会社の登録商標です。

掲載内容はPJメンバーの見解であり、三菱電機グループを代表するものではありません。

当社の許諾なく、WEBやSNS、  
印刷物等への転載は禁止します