

# 달 남극 탐사 모빌리티 컨셉 디자인 제안

Lunar South Pole Exploration Mobility Concept Design Proposal



홍익대학교 한해림  
홍익대학교 이윤서

# Overview

연구배경

NASA Artemis 유인 화성 탐사 기반을 마련하기 위해 달을 탐사

Artemis I	Artemis II	Artemis III	Artemis IV
달 주위 공전하는 무인 비행 시험	달 주위 공전하는 유인 비행 시험	달 남극 지역에 유인 착륙 및 탐사 인프라 구축	장기 체류 및 탐사 유인 화성 탐사 기반 마련

인프라 구축 중요 NASA, 자립적 탐사 시스템 구축 목표

달 남극, 현지 자원 활용(ISRU)

장기간 체류 및 임무수행을 위해 가압형 로버 개발

# Overview

연구목적 및 방법

연구배경 NASA Artemis, 달 남극 인프라 구축 위한 가압형 로버 개발

연구목적 가압형 로버 디자인의 주요 고려사항 도출 및 컨셉 디자인 제안

연구방법

(1)

달의 환경 분석

(2)

달탐사 로버  
사례 분석

(3)

로버 디자인을 위한  
주요 고려사항

(4)

컨셉 디자인 제안

# 달 환경 분석

달 환경의 특성

## 대기·중력

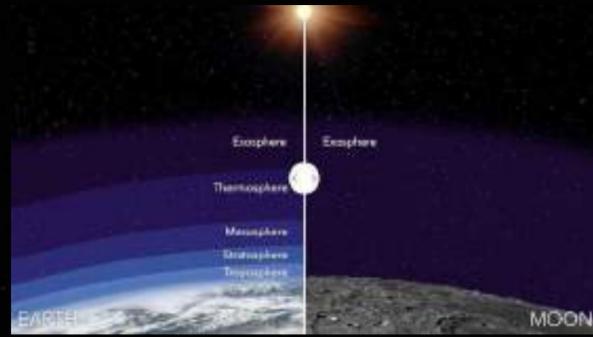


Earth Seen From The Moon. Source: NASA.

대기가 거의 없어 **온도 변화가 극심**  
중력은 지구의 약 1/6로 매우 낮음

**열 제어** 시스템, 단열재, 전자 부품 내열성  
**접지력 보완**을 위한 소재 선정,  
구조적 형상 설계 필요

## 태양풍·방사선



Difference Between Each Atmosphere. Source: NASA.

보호 **대기층·자기장 없음**  
표면이 태양풍, 우주방사선에 직접 노출

인체 영향과 차량 전자·통신 간섭을  
줄이는 설계 필요

## 레골리스

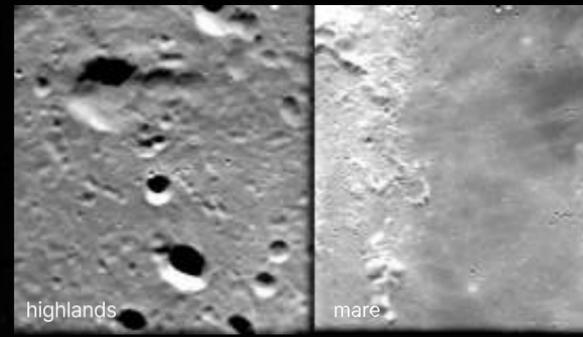


Moon Dust and Lunar Regolith. Source: NASA.

물, 휘발성 자원 포함  
ISRU(현지 자원 활용)의 기반

자원 활용 및 **오염, 마모 방지**를  
고려한 관리 전략 필요

## 고원 바다 지형



고원: 경사 **가파름**(중앙값 7.5°)  
바다: **완만한 지형**(대부분 3° 이하)

고원 → 경사 극복시스템,  
견인력 유지와 안정성 확보

바다 → 저경사 환경에 적합한 바퀴 형상,  
서스펜션 구성 필요

## 유성체



Space Debris and Micrometeorites. Source: NASA.

대기가 없어 운석 충돌에서 보호 불가  
**외벽 마모와 구조적 손상** 유발

차량 **외부 방어막** 설계,  
정량적 위험 분석 선행 필요

**열·방사선 차폐, 방진, 지형 대응, 충돌을 고려한 설계 필요**

# 달 환경 분석

달 남극의 전략적 가치

## 새클턴 크레이터



Visualizing Shackleton Crater. Source: NASA.

### 기후조건

낮은 태양 고도, 극저온 환경

단열전력 시스템 필요

### 고지대

장시간 햇빛 도달, 에너지 확보 유리

태양광 발전 효율 위한 패널 배치

### 영구 음영 지역

얼음 형태의 수분 존재

전기분해 에너지 변환 시스템

### 태양광

태양광이 수평으로 입사

태양광 패널을 수직으로 배치

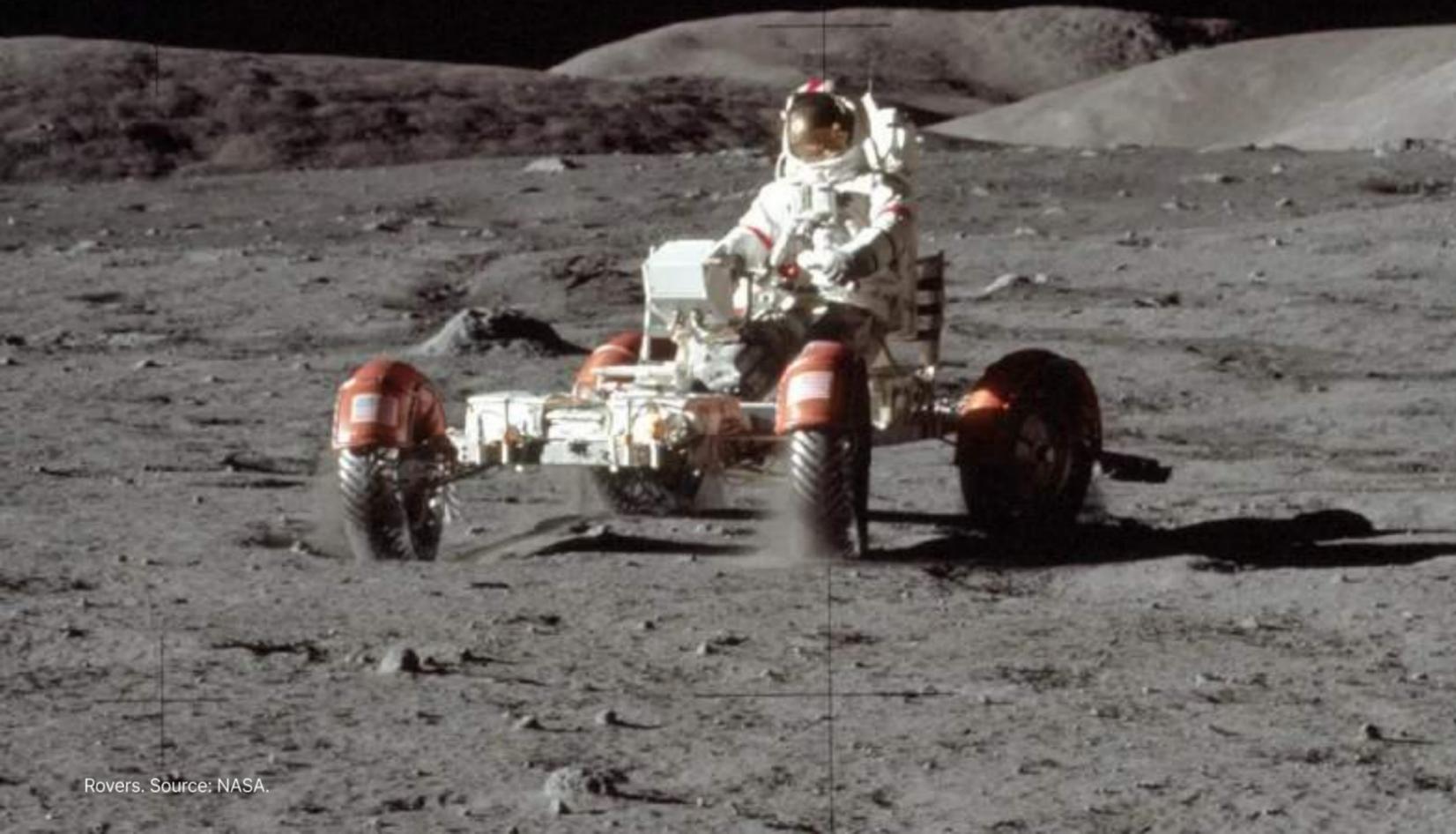
에너지·수자원 확보에 유리한 전략적 거점

# 달 탐사 로버 사례 분석

유인 로버 유형과 특징

## 비가압형 로버

단기임무, 개방형 탑승 공간



Rovers. Source: NASA.

## 가압형 로버

장기임무, 기밀구조·에어록

\*NASA Surface Habitat  
거주 공간 필수 요소 - 수면, 의료, 운동, 위생, 식사 및 조리, 사회 활동 공간  
권장 최소 면적 - 총 14.6m<sup>2</sup>, 1인당 7.3m<sup>2</sup>.



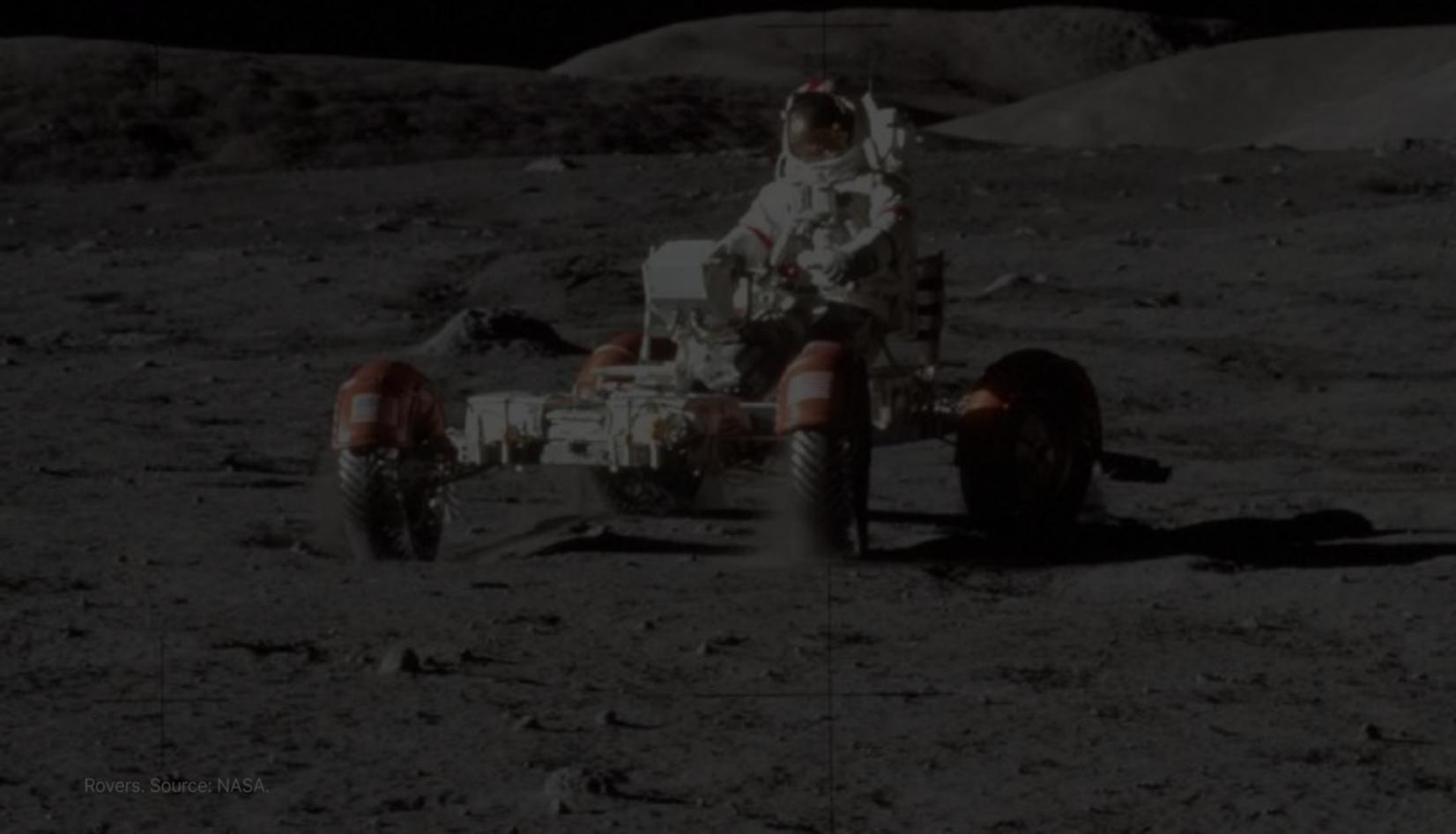
Concept image of a Pressurized Rover. Source: NASA.

# 달 탐사 로버 사례 분석

유인 로버 유형과 특징

## 비가압형 로버

단기임무, 개방형 탑승 공간



Rovers. Source: NASA.

## 가압형 로버

장기임무, 기밀구조·에어록

\*NASA Surface Habitat

거주 공간 필수 요소 - 수면, 의료, 운동, 위생, 식사 및 조리, 사회 활동 공간  
권장 최소 면적 - 총 14.6m<sup>2</sup>, 1인당 7.3m<sup>2</sup>.



Concept image of a Pressurized Rover. Source: NASA.

# 달 탐사 로버 사례 분석

유인 로버 유형과 특징

사례 분석의 목적

우주환경에서 직접 사용자를 조사하고 실험하는 것이 불가  
우주비행사의 Needs, 사용환경에서 필요한 요소를 리서치

가압형 로버 선정 기준

장기 주행, 지형 대응 그리고 NASA같이 공신력있는 기관

# 달 탐사 로버 사례 분석

## 1. LER

구형 바디 12개 독립 구동 바퀴 태양광 패널 충전 배터리 수트포트 시스템

조종, 운동, 작업생활, 화장실, EVA(Extravehicular activity)구역 벽면을 따라 수납 공간 및 주요 장비 배치



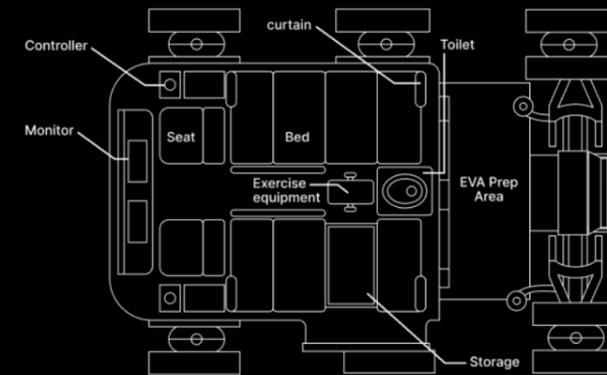
LER(Lunar Electric Rover). Source: ResearchGate.



LER(Lunar Electric Rover). Source: Youtube(NASA eClips - ARCHIVE)



LER(Lunar Electric Rover). Source: Youtube(NASA eClips - ARCHIVE)



LER(Lunar Electric Rover) Interior

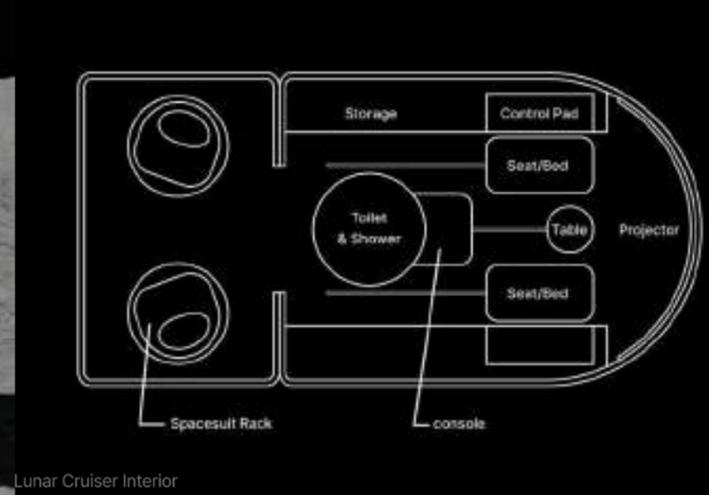
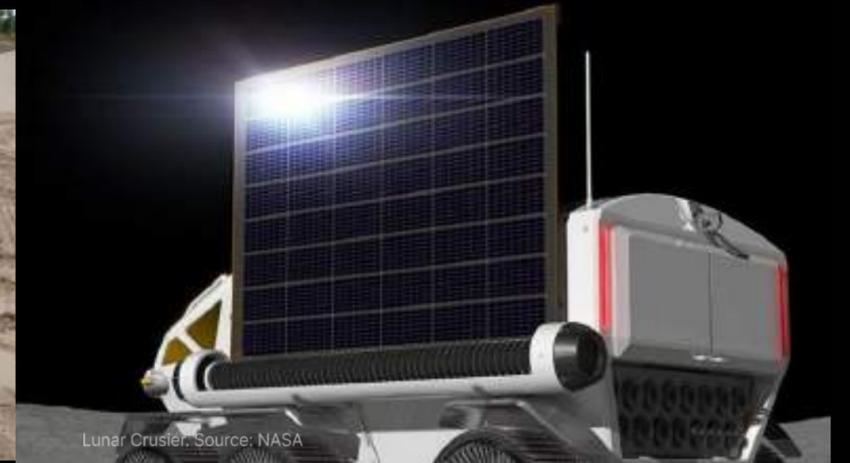


LER(Lunar Electric Rover). Source: tryford

# 달 탐사 로버 사례 분석

## 2. Lunar Crusier

일자형 바디 전개식 태양광 패널, 재생 연료전지 특수 금속 휠 6륜 조향 전개형 매커니즘 ROSA 태양광 패널  
EVA, 생활, 조종 구역 벽면 스토리지 배치, 입구 에어록 사생활 보호 위한 간이 파티션



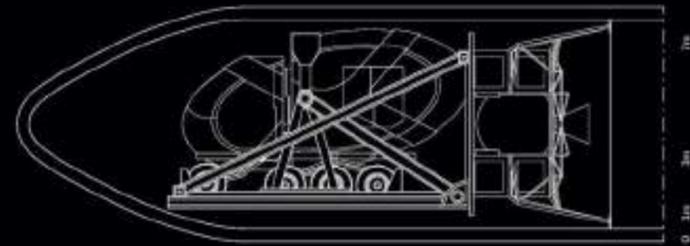
# 달 탐사 로버 사례 분석

## 3. X-PLOR

타원형 바디 본체 2륜, 로커-보기 6륜 우주선 운송 체계 적재 고려  
작업, 개인 구역, 라운지 (사회적 교류 공간)



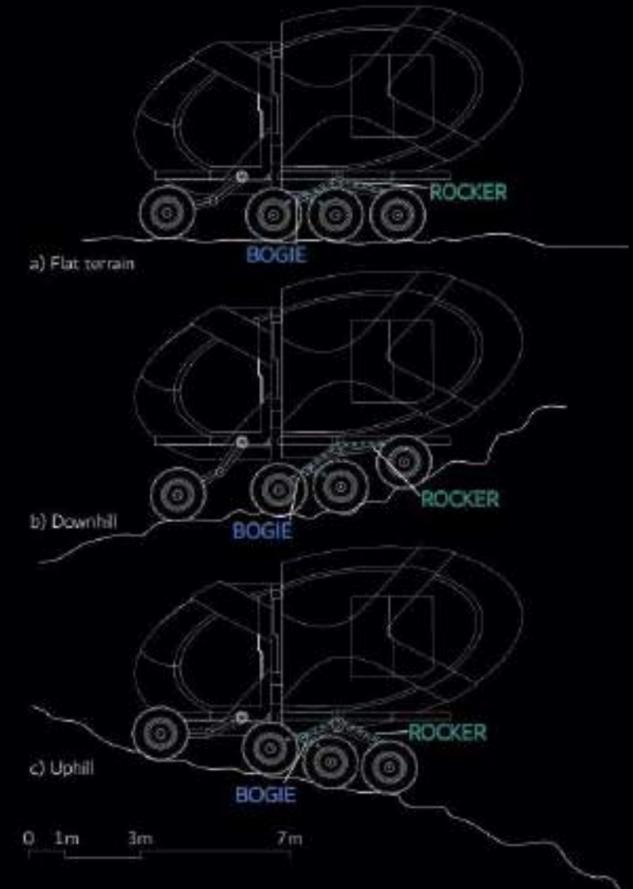
X-PLOR Source: TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN



X-PLOR Interior



X-PLOR Interior



X-PLOR Rocker-Bogie 6wheel

# 달 탐사 로버 사례 분석

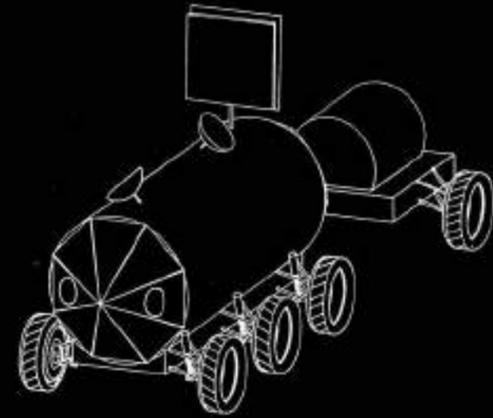
## 4. PLR 1

실린더형 바디 본체 6륜, 트레일러 2륜 RTG 별도 탑재

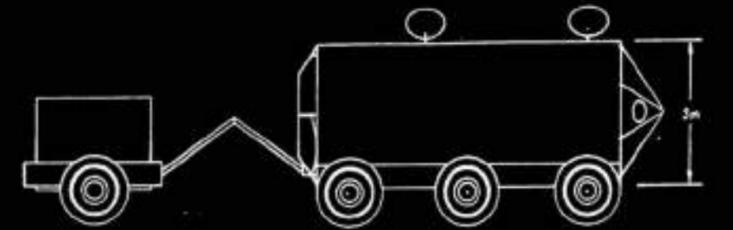
벽면 배치 장비 종방향 복도 구조



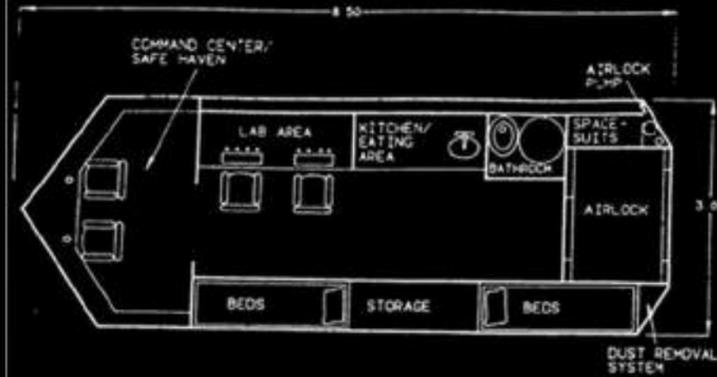
Pressurized Lunar Rover 1. Source: NASA.



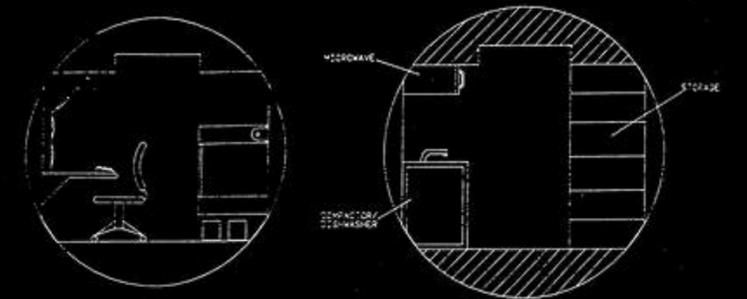
Pressurized Lunar Rover 1. Exterior



LER(Lunar Electric Rover). Source: Youtube(NASA eClips - ARCHIVE)



Pressurized Lunar Rover 1. Interior

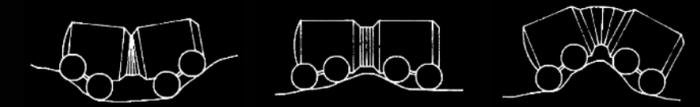
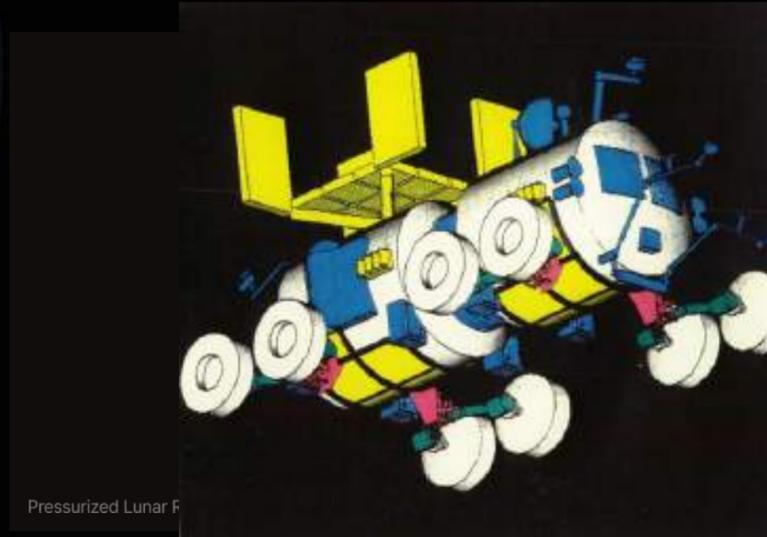
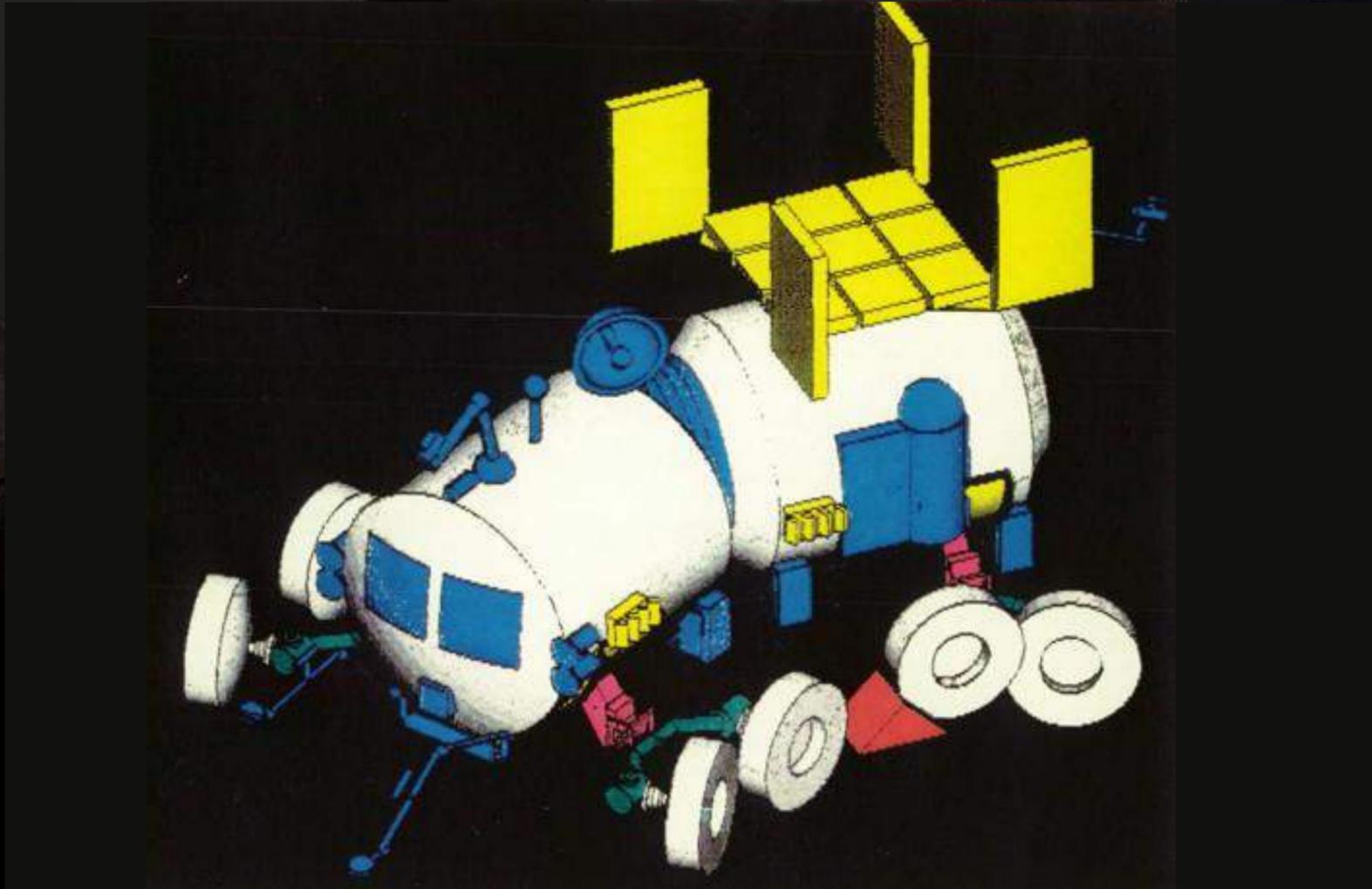


LER(Lunar Electric Rover). Source: twyford

# 달 탐사 로버 사례 분석

5. PLR 2

실린더형 바디 8개 독립 구동 바퀴 동위원소 발전시스템, 태양광 패널  
다기능적 공간 활용 휴식, 작업 공간 분리



LER(Lunar Electric Rover). Source: Youtube(NASA eClips - ARCHIVE)

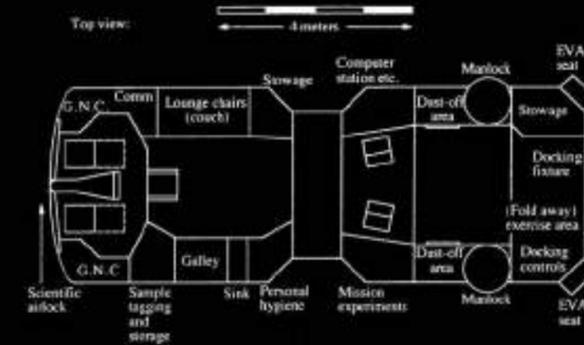


Figure 2.4 - Internal Layout

Pressurized Lunar Rover 1. Interior



LER(Lunar Electric Rover). Source: twyford

# 로버 디자인을 위한 주요 고려사항

## 달 환경

## 새클턴 크레이터

## 로버 사례 내·외장 특징



+



가압형 로버  
컨셉 디자인

# 컨셉 디자인 제안

가압형 로버 컨셉 디자인



생성형 AI - 컨셉의도를 명확하게 시각화하여 전달하기 위해

Midjourney - 초안 이미지

Nanobanana - 디자인 의도에 맞게 세부 수정

**크기** - W3 \* D7 \* H5 (m),

EVA 버디 시스템에 따라 2인 최소 권장 면적 고려, CLPS 참여 기업의 우주선 적재 규격 고려하여 외형 크기 조정

NASA Surface Habitat  
권장 최소 면적 - 총 14.6m<sup>2</sup>, 1인당 7.3m<sup>2</sup>.

- Blue Origin MK1 지름 7m
- SpaceX Starship 지름 9m, 높이 약 18m

**소재** - 알루미늄

우주 환경(진공, 방사선 등) 기준으로 검토한 결과, 경량성과 강성이 우수한 알루미늄을 선택

Material requirements based on NASA MAPTIS(nasa-STD-6016B)를 참고



5m

3m

7m

180cm

유성체

차량 외부  
방어막 설계

로버의 형태는 구조적 안정성을 위해 가압 시 공기 누출을 최소화하고 하중이 균등하게 분포되는 특성을 지닌 **실린더형**을 채택하였으며, 미세 레골리스 입자와 먼지로 인한 마모를 줄이는 데에도 기여할 수 있다.



레골리스

자원 활용 방법  
오염·마모 방지 전략

PLR2

실린더형 바디  
모듈식 구성

달 남극 지역의 태양광 입사각은 수평에 가까우므로 **수직 전개식 태양광 패널**을 적용하였다. 극지 환경에서도 안정적인 에너지 발전이 가능하다. 사용하지 않을 때는 수납되어 미세 레골리스 퇴적과 유성체 충돌 등으로 인한 **물리적 손상을 방지**할 수 있다.

고지대

태양광 발전 효율  
패널 배치

태양광

패널 수직 배치

로버의 이동 시스템은 **6륜 독립 조향 방식**을 채택하였다.

각 바퀴에 독립 조향 장치를 탑재하여, 달의 불규칙한 지형과 낮은 중력 환경에서도 주행 안정성을 확보하고자 하였다.



고원 바다 지형

고원, 견인력 유지  
바다, 저경사 서스펜션

PLR1

실린더형 바디  
본체 6륜, 복합 소재 휠

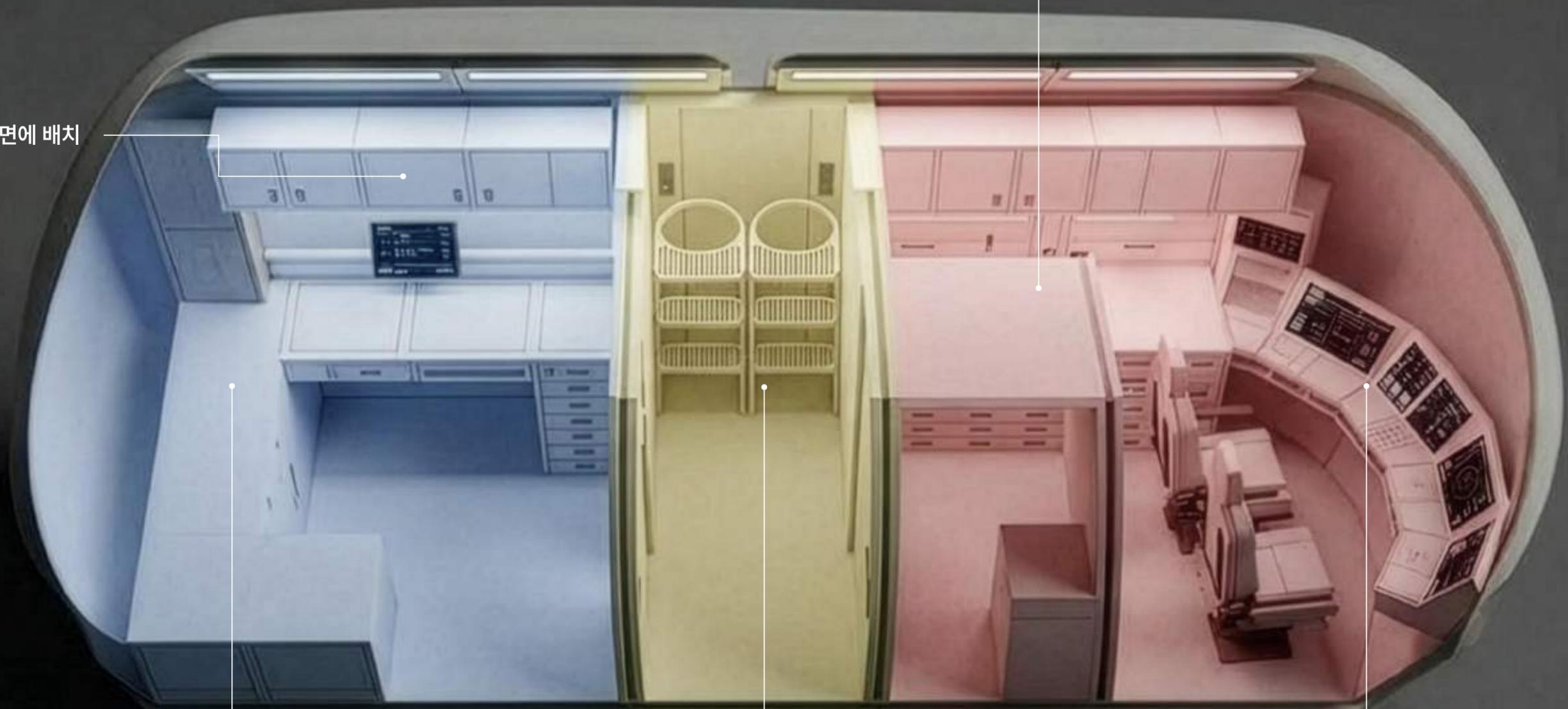
\*독립 조향

바퀴 하나하나가 따로 방향을 바꿀 수 있는 기술. 달의 지형에 맞게 섬세하게 움직일 수 있다

내부는 세 개의 유닛으로 구성되어 있으며, **EVA 구역**을 중앙에 배치하여 **연구 구역**과 **조종·생활 구역**을 물리적으로 분리하였다. 이러한 구성은 우주비행사의 심리적 피로를 완화하고 효율적인 작업을 도울 수 있다.

이동성을 위해 주요 요소를 벽면에 배치

공간 활용성을 높이기 위해 내부 공간은 화장실을 통로로 활용



연구 구역

EVA

조종·생활 구역

- LER  
벽면 따라  
주요 장비 배치
- PLR1  
중앙 종방향  
복도 구성
- PLR2  
이동 동선 최적화  
다기능적 공간 활용

Material requirements based on NASA MAPTIS(nasa-STD-6016B)를 참고하여  
단열이 잘되는 플라스틱류의 HDPE, 폴리카보네이트를 내부 소재로 사용했다

기후조건

단열 시스템

대기-중력

단열재, 내열성  
접지력 보완 소재

Lunar cruiser

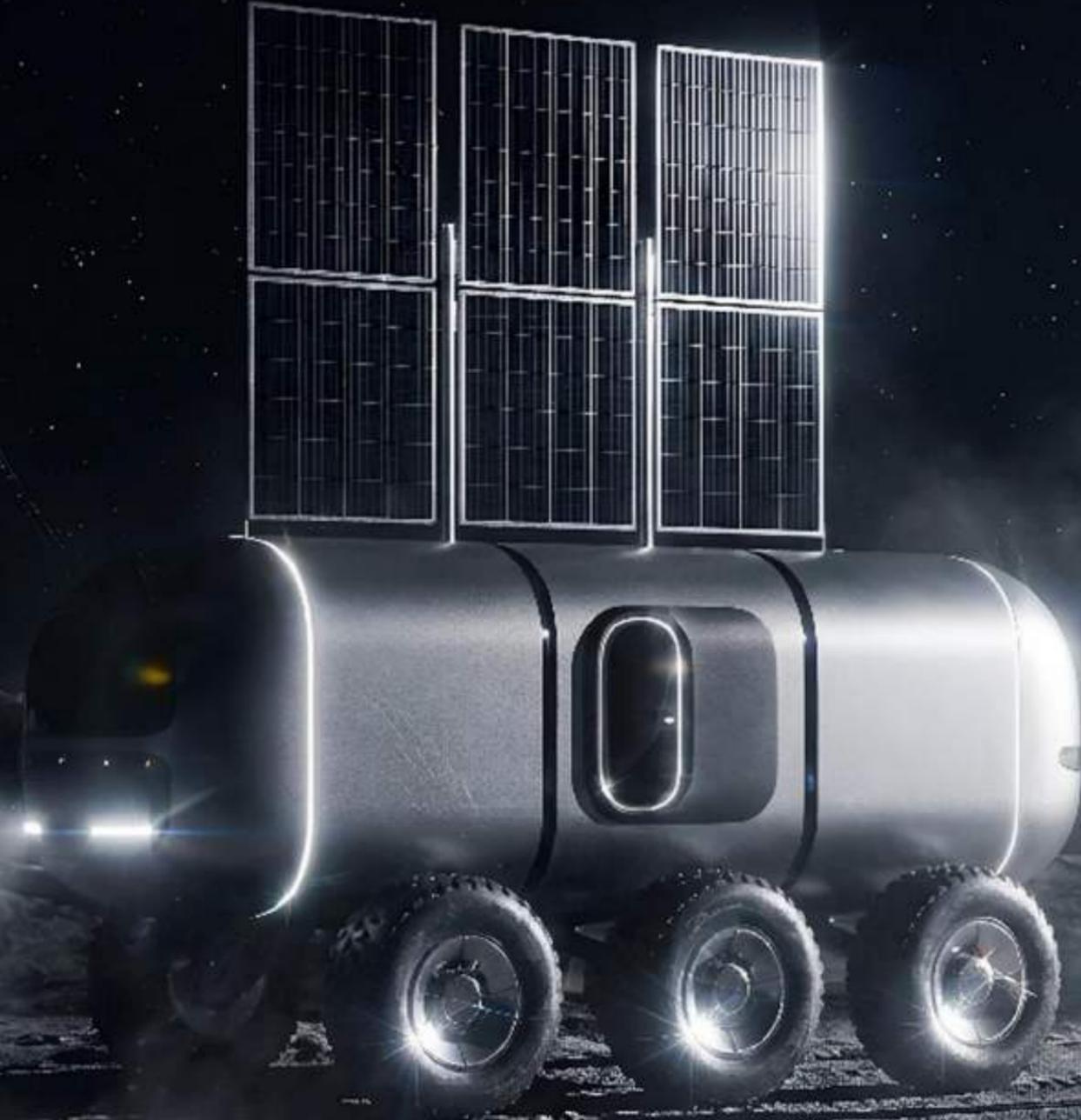
정서 안정 고려한  
실내 구성



## 결론 및 한계점

문헌 및 사례 분석에 기반한 이론적 접근에 중점을 두어, 실제 임무 수행 중 발생할 수 있는 다양한 변수나 기술적 요소에 대한 검증이 이루어지지 않았다. 향후, 제안된 디자인의 구현 가능성, 기술적 타당성, 사용자 경험(UX)에 대한 종합적 평가가 병행되어야 할 것이다.

본 연구에서 제시한 디자인 고려사항은 현 시점에서 공개된 NASA 및 기타 항공우주 자료에 근거하고 있다. 향후 추가적인 사례와 새로운 기술적 요구조건이 제시될 경우 수정 및 보완이 필요하다.



Q&A

hhl7417@gmail.com

