

# 3차 우주개발진흥 기본계획 상 우주탐사와 우주과학

우주기반 기초과학 워크숍

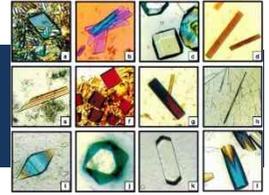
2020. 12. 4.

천문연구원

한국우주과학회장

한국항공우주연구원 우주탐사연구부

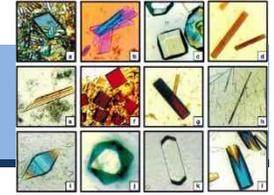
최기혁



1. 우주개발의 필요성
2. 3차 우주개발 진흥 기본계획상 우주탐사 & 우주과학
3. 해외우주탐사 현황
4. 결론; 우주탐사 & 우주과학 제안

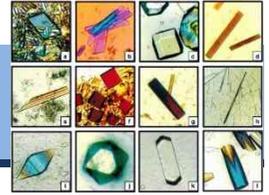
# 1. 우주개발 필요성

KARI



## 1) 필요성

- ◆ (경제적 관점) 우주분야는 3,391억\$ 규모( '16)의 거대한 시장으로 현재 한국은 1% 미만 점유율을 보이는데 새로운 시장으로 반도체, 자동차, 조선산업 이후의 새로운 도전 산업으로 육성 필요
  - 전세계 우주시장규모 총 3,391억\$에서 발사체 & 위성 5.7%, 우주탐사 23.2%, 위성 활용 서비스 & 장비 71.1%
- ◆ (핵심전략 기술 개발) 우주는 정확하게 멀리 가기 경쟁인 바, 대형 추력 시스템, 정밀 심 우주 항법 & 자세제어, 대기권 재돌입, 심우주 통신과 에너지 기술 개발이 필요
- ◆ (대국민 비전제시) 우주탐사 특히 유인우주탐사는 국민과 청소년에게 꿈과 도전정신을 심어줄 수 있음
- ◆ (국제협력 측면) ' 20년대 유인달탐사와 ' 30년대 유인 화성탐사는 대규모 국제협력으로 한국이 참여하게 되면 우주선진국과의 전략적인 협력으로 우주선진국 그룹의 일원이 되며 국가위상 제고 효과가 큼
- ◆ (국민안전 강화) 우주개발은 국민안전과 국방안보에 도움이 되는 기술개발이 반드시 포함되어야 함
- ◆ (과학기술 발전) 우주 환경을 이용한 기초과학 및 응용 과학기술의 획기적인 발전



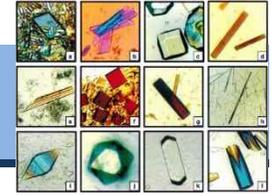
## 2. 우주개발 전략(1); 우주개발 진흥 기본계획[ '18.2]

### 1) 국내 현황

- ◆ '93년도부터 위성중심 투자, '01년부터 발사체
  - 위성과 발사체 중심, '16년부터 달탐사사업 착수로 우주탐사 시작
  - 우주 예산은 정부 R&D 예산의 1.5% ~ 3.5%, 미국의 2%, 일본의 20% 수준('16)
  - 다른 첨단 기술에 비해 예산투입 부족; IT(2.3조원), BT(2.6조원), ST(0.67조원)
- ◆ (발사체) '90년대 과학로켓을 시작으로 '01년부터는 실질적으로 투자를 확대하여 실용급위성 발사체인 한국형발사체 독자개발 추진 단계까지 발전, '18년 시험발사 이후 '21-'22년 발사 예정, 그러나 기술과 예산상의 어려움으로 개발기간 지연
- ◆ (인공위성) 선진국에 비해 늦게 '90년대부터 시작하였고 적은 예산에 비해 경쟁력 국제적 확보, 개발 시한이 정해진 공공수요 중심으로 시스템 개발에 집중하여 핵심부품과 기술을 국산화에 한계
- ◆ (위성활용) 고성능 광학영상(해상도 1m이하)를 중심으로 레이다, 중적외선 영상과 해양, 기상 관측정보를 확보하여 공공, 상용 활용 확대, 위성개발과 활용 연계 미흡(임무개발 능력 필요), 위성정보 활용 규제, 활용기술 부족 등으로 수요자 맞춤형 서비스 제공에 한계
- ◆ (우주탐사) NASA와 협력하여 시험용 달궤도선 개발 착수로 미개척 분야인 우주탐사 분야 기틀 마련, 그러나 국내 역량 부족으로 사업일정 지연 발생, 대규모 국제협력 사업 참여는 힘들며, 소규모 저비용 우주탐사 노력 필요
- ◆ (산업생태계) 국가우주기술 본격 민간이전 추진, 위성체, 지상장비, 위성영상 수출 및 벤처창업, 사업화지원으로 우주산업 육성 추진, 그러나 마중물인 정부투자 규모부족과 변동성이 커서 안정성 부족으로 민간참여 유도를 통한 생태계 육성 미흡

## 2. 우주개발 전략(1); 우주개발 진흥 기본계획( '18.2)

KARI



### 2) 세계 동향

#### ◆ 우주개발 참여 확대

- (우주개발 투자 현황) 전 세계적으로 우주개발 참여국 증가( '06년 47개국 → '16년 70개국)
  - '16년 주요국 우주투자 규모는 미국 359.6억\$, 러시아 31.8억\$, 유럽 67.2억\$, 중국 49.1억\$, 일본 30.2억\$, 인도 10.9억\$, 한국 6.7억\$
- (우주개발 추진 목적) 선진국은 삶의 질 향상, 안전보장, 국격제고, 신기술 창출, 미래 성장 동력, 국제사회 기여, 우주자원 확보, 지적 호기심 충족, 인류 거주영역 확대, 개도국은 위성이 제공하는 지구관측 자료를 이용하여 국민의 삶의 질 향상

#### ◆ 우주 전략기술 자립

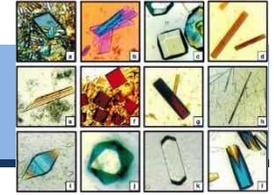
- (우주발사체) 개발 투자국은 '06년 20개국에서 '16년 30개국으로 증가
- (독자적 국가전략 위성시스템 개발) 해상도 0.3m이상 정찰위성, 독자 항법위성, 우주 위험 감시 시스템 구축,
- (달탐사) 달 자원에 대한 주도권 경쟁과 전략기술(도킹 & 재진입) 확보 추진

#### ◆ 우주자산 활용 공공수요 대응

- 환경, 에너지, 식량, 재난대응, 기후변화 대응
- 다양한 위성개발을 위한 투자

#### ◆ 우주산업 생태계 구축

- 민간의 우주산업 참여 유도; 정부주도 → 민간 참여 → 민간의 시장 개척
- 기술융합을 통한 신산업 창출; ST + AI, ST + BT
- 국제협력 강화; 국제우주탐사조정그룹(ISECG) 활동

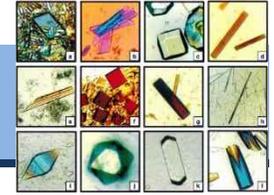


### 3) 국가 우주개발 방향과 전략

- ◆ 선진국은 포괄적인 우주개발을, 개도국은 실용적인 활용 중심의 우주개발을 추진하나, 우리는 실리적인 우주활동 뿐만 아니라 동북아의 지정학적 위치 등을 고려한 전략기술 확보 측면도 동시 고려할 필요
- ◆ (추진방향) 도전과 실리의 조화, 전략분야 선택과 집중, 신산업과 일자리 창출, 국민의 공감 확보
- ◆ (우주개발 비전과 목표) 도전적이고 신뢰성 있는 우주개발로 국민 안전과 삶의 질 향상에 기여
  - '30년까지 국가위성 민간기업 주도 개발, '30년부터 중소형위성 산업체 주도 발사, '34년까지 한국형위성항법 시스템 구축, '35년까지 소행성 샘플리턴 귀환선 개발
- ◆ (중점전략 #1 - 발사체 기술자립) 한국형발사체 자력발사 성공, 발사성공을 위한 지원체계 구축, 발사체 기술 지속 고도화
- ◆ (중점전략 #2 - 인공위성 활용서비스 및 개발 고도화) 국민 생활·안전을 위한 서비스 고도화·다양화, 효율적인 국가위성 개발·활용 체계 구축
- ◆ (중점전략 #3 - 우주탐사 착수) 달탐사 본격 착수, 우주감시 고도화, 다양한 우주과학 탐사 연구

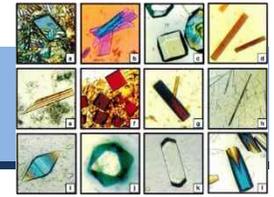
## 2. 우주개발 전략(1); 우주개발 진흥 기본계획( '18.2)

KARI



### 3) 국가 우주개발 방향과 전략

- ◆ (중점전략 #4 – 한국형위성항법시스템(KPS) 구축) 예산확보, 구축 전략수립과 추진체계 마련
- ◆ (중점전략 #5 – 우주혁신 생태계 조성) 다양한 혁신주체 양성(대학 & 출연(연)), 우주핵심기술 개발, 우주개발 추진체계 개선, 글로벌 우주협력 강화
- ◆ (중점전략 #6 – 우주산업 육성과 우주 일자리 창출) 우주개발에 민간참여 확대, 우주기술 사업화와 융합 추진



## 2. 우주개발 전략(1); 우주개발 진흥 기본계획( '18.2)

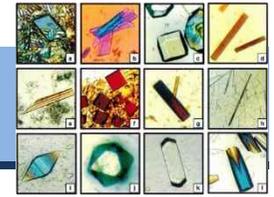
### 4) 우주탐사와 우주과학 전략

#### 전략 3 우주탐사 시작



## 2. 우주개발 전략(1); 우주개발 진흥 기본계획( '18.2)

KARI



### 4) 우주탐사와 우주과학 전략

#### 3-1 달 탐사 본격 착수

##### □ 1단계 달 탐사 임무 완수

- (목표) 우주탐사 기반기술 확보·검증을 위한 국제협력 기반의 **550kg급 시험용 달 궤도선 개발(~'20)**

- 총 중량: 약 550kg급
- 임무수명: 약 1년
- 개발내용: 궤도선 시스템·본체 및 탑재체 개발, 심우주지상국 구축, NASA와 국제협력 등 추진

< 시험용 달 궤도선 형상 >



- (핵심기술) 1단계 달 탐사 임무를 통해 국내 미확보 핵심기술 확보 추진
  - (궤도선 경량화) 향후 한국형발사체의 발사성능을 고려하여, 궤도선 총 중량이 제한되므로, 경량화 기술 확보
    - (1단계) 해외발사체를 활용하여 기술 검증 → (2단계) 한국형발사체를 활용하여 추진
  - (항행·추진기술) 궤도선의 추력기를 가동하여 달 궤도에 안착하기 위한 항행유도제어, 대용량 추진시스템 기술 확보
  - (심우주통신) 지구와 달의 거리(38만km)에 따른 신호감도 저하 극복을 위해, 궤도선 추적이 가능한 대향(20m 이상) 안테나 구축과 관련 통신 관제 기술 확보
- (추진체계) 항우연이 시스템, 본체, 지상국을 총괄하고 주요 6개 국내 기관과 미국의 NASA가 참여하는 협력체제로 추진
  - ※ '16.12월 항우연-NASA 간 시험용 달 궤도선 협력 이행약정 체결

< 항우연과 NASA간의 역할 분담 >

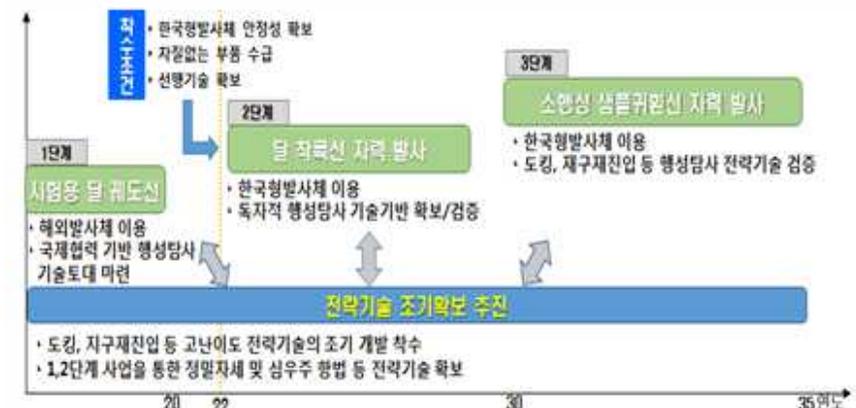
한국항공우주연구원	미국 항공우주청(NASA)
시험용 달 궤도선의 설계·제작·조립·시험·발사 등 전반적 운용	과학탑재체를 제공('17.4월 선정)하고, 심우주통신·임무설계·항행서비스 제공

과학탑재체(한국 3, NASA 1)에 공동과학팀을 구성·연구

##### □ 후속 우주탐사 추진

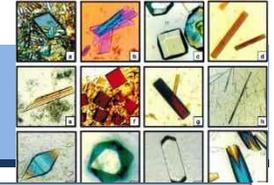
- (단계별 착수) 추진 중인 달 궤도선 개발을 성공적으로 마무리하고, 사업 임무성과 평가 후 차기단계 착수여부 결정
  - (달착륙선(2단계)) 한국형발사체 안정성 확보, 차질 없는 부품수급, 선행기술 확보의 조건 충족 후, 한국형발사체를 이용한 달 착륙선 지역 발사(~'30이전)
    - ※ 달 착륙선 임무 분석, 기술수준 검토 등을 위한 사전기획 조기 착수(23~)
  - (소행성궤환선(3단계)) 달 착륙 성공과 전라기술 확보를 전제로, 달 탐사를 통해 축적된 기술 인프라를 활용하여 소행성 샘플궤환선을 지역 발사(~'35)
- (전략기술 연계) 각 단계별 개발과정에서 필요 전략 기술 도출 및 확보
  - (달 궤도·착륙) 정밀자세 및 심우주 항법, 대용량(30N 이상) 우주추진 기관, 고신뢰 통신, 우주인터넷, 극저온재료 등 전략기술 확보
  - (소행성궤환) 기획연구를 통해 도킹 지구재진입 등 전략기술을 도출(~'21) 하고, 개발 난이도·주기를 고려하여 궤환관련 전략기술 조기 확보 추진(21~)

#### 우주탐사 추진 로드맵



## 2. 우주개발 전략(1); 우주개발 진흥 기본계획( '18.2)

KARI



### 3-2 우주감시 고도화

#### □ 우주위협 감시 대응체계 및 기반확충

- (대응체계) 우주위협 대응을 위한 국가 차원의 우주위협 관리체계 확립(18~)
  - 기술로드맵, 매뉴얼 수립, 정보 협력 네트워크 구축 등을 통해 국가 대응체계 확립 및 국내외 우주감시 체계와 병행한 우주위협 대응 강화
- (기반확충) 지속적인 우주위협대비 역량 확보를 위한 기반확충
  - 우주위협감시 관련 기관의 기능 발전 및 유관기관 간 인력 교류 확대
  - 우주위협감시정보 독자획득의 한계 극복을 위해 국가 간 우주감시 자료 공유 및 기술협력 확대
- ※ 국제 우주감시 연습 참가 등 미·EU 등과 우주감시 협력강화, UN 외기권평화적이용위 등의 국제기구와 관련 협의회 참여

#### □ 우주위협 감시 기술 확보

- (분석·평가기술) 국제협력 및 우주환경 감시·관측시스템으로부터 얻은 우주감시정보의 통합분석 및 우주위협도 평가 기술 확보
  - ※ 감시 정보 통합관리·분석시스템 개발(23) → 통합분석센터 구축(23) 및 운영(24)
- (감시기술) 우주 및 태양위협 감시 고도화를 위한 기술 확보 추진
  - 조기·상시 탐지역량 확보를 위한 지상기반 우주감시레이더(핵심기술개발(22) → 시스템개발(27))와 우주기반 우주감시 소형위성기술 확보(23)
  - 태양위협 감시를 강화하고, 국제협력 프로그램 참여로 태양관측 기반 기술 확보와 관련 탐사체 개발 추진
- ※ 태양흑점 폭발에 따른 우주전파환경 변화 관측·예경보 체계 고도화(25) 및 태양 및 우주환경 감시 광학·전파 네트워크구축(23)
- ※ NASA와 태양관측기 공동개발 후 ISS에 설치(24) → 태양관측기 국내주도 개발(25)

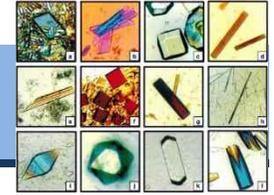
### 3-3 다양한 우주과학탐사 연구 추진

#### □ 경제적 비용의 우주탐사 추진

- (우주탐사 기반조성) 산·학·연이 참여하는 '기성' 우주탐사협의체를 구성(18)하여 해외와 차별화된 탐사 임무와 기술을 발굴·개발
  - \* 다수의 초소형위성을 이용한 근지구 우주환경 입체관측 연구, 우주기상 연구 등
- (임무) 제안된 임무들의 혁신성과 실현가능성을 평가·선정하여 해당 임무 수행에 적합한 초소형위성을 활용하여 우주 궤도상에서 검증(27)
- (기술) 국제 경쟁력 확보를 위해 로봇위성, 대형 군집비행\* 등 우주 선진국에서도 시작단계인 미래 혁신기술·틈새기술 적극 발굴
  - \* 초소형위성의 군집비행으로 1대의 대형위성으로는 곤란한 실시간 관측, 대용량 자료 확보 가능
- (초소형위성 활용) 기존 상용부품 활용으로 개발이 용이한 (초)소형위성 관련 기술 확보를 통해 소행성·화성·혜성 등의 경제적인 탐사 추진
  - ※ 최근 미국 NASA, ESA 등에서도 행성 간 심우주 관측임무에 초소형위성을 사용하는 등 저비용 우주탐사를 실현하기 위해 지속적인 초소형위성 관련기술 개발 진행
- 달 탐사 시업을 통해 확보하게 되는 심우주 항법유도제어 기술, 비행 궤적 최적화 기술 등을 연계 활용
- (국제협력 활용) 해외 탐사 프로그램 참여 및 해외발사체의 대형위성 발사시 저비용 발사기회 확보 등 국제 협력을 통한 탐사 추진
  - 달·소행성 탐사과정에서 확보한 기술과 국제협력 관계 등을 통해 NASA, ESA 등 우주개발 선진국들의 소행성, 화성 등 우주탐사 참여(22~)
- ※ NASA의 국제협력 화성탐사(오리온 호) 프로젝트(23) 등에 참여 추진
- ※ 소행성·화성 등의 탐사선의 탑재체 개발에 참여하여 탐사 데이터 공유
- 해외 발사체 또는 해외 소행성, 화성 탐사선에 국내 초소형위성을 탑재하는 등 저비용 발사기회를 활용한 탐사 추진

## 2. 우주개발 전략(1); 우주개발 진흥 기본계획( '18.2)

KARI



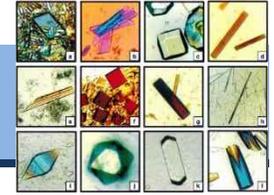
### 4) 우주탐사와 우주과학 전략

#### □ 다양한 분야의 우주과학 연구 추진

- **(태양우주환경)** (초)소형위성을 통한 태양, 자기권 및 전리층을 입체적으로 탐사하여 태양-지구계 간섭 물리과정과 지구기후 영향 등을 연구
  - NASA와 국제협력으로 태양 관측기 공동개발 후 국제우주정거장에 설치 및 태양 관측기 국내 주도 개발(~25)
- **(심우주 관측) 우주기원 규명을 위한 심우주관측 우주망원경 개발**
  - 차세대소형위성 1호 활용과 우주망원경 국제협력 프로젝트 참여로 우주망원경 기반기술\* 확보(~22)
    - \* 차세대소형위성을 이용하여 적외선 우주망원경, 초경량 반사경 소재 기술 확보
  - **심우주 탐사 우주망원경 핵심기술\* 확보(~25) 및 우주망원경(1m급) 개발(~30)**을 통해 우주기속 팽창 등 우주과학 연구 추진
    - \* 극저온 냉각기술, 태양-지구 중력 균형점(L2, 150만km) 체도 운영기술 등
- **(행성과학) 유관 출연(연) 사업을 활용한 달·소행성 자원생존) 채취 및 현지자원 활용을 위한 기초연구와 지질자원 탐사 기초기술\* 확보(~22)**
  - \* 극한환경 생명유지지원 장치, 우주공간에서의 방사선 차폐 기술 등
  - 달 착륙에서 확보한 기술 및 관련 국제협력 프로그램 참여를 통해 달·화성 표면에서의 영구기지 건설 및 자원 활용 기술 확보(~40)
- **(소행성 연구) 미래 에너지 및 광물자원 가능성이 높은 소행성 탐사를 통해 원천적 과학 연구, 지구충돌 위험 대비 및 희토류 활용연구 추진**
  - **희귀자원을 포함한 소행성 탐색 및 현지자원 활용 연구 추진**
  - 초소형위성을 통한 초근접 비행기술 개발 후, 중·소형위성을 활용한 현장 시료채취 추진

### 3. 국제 우주탐사 현황

KARI



#### <국제공동 달탐사 Artemis Program 로드맵>

##### ◆ 주요 목표

- ❖ 유인 이착륙 · 화물 수송 · 선외 활동 · 장거리 이동 · 장기거주 · 인체활동 · 현지 자원활용(ISRU) 검증, 인프라 구축, 과학연구, 대중참여, 상업증진, 국제협력

##### ◆ 단계별 시나리오

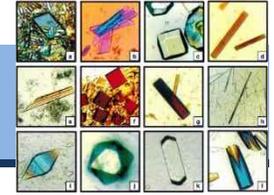
- ❖ 1단계 (~2024) : 월면 유인 착륙 (Boots on the Moon)
- ❖ 2단계 (~2040) : 월면 탐사 활동 및 인프라 확대 (Expanding and Building)
- ❖ 3단계 (2040~) : 월면 지속 체류 및 활용 (Sustained Lunar Opportunities)

##### ◆ 주요 구성요소 (하드웨어 시스템)

- ❖ 1단계 : 달궤도 유인 우주선, 유인 달착륙선, 비가압식 월면차, 선외활동용 우주복, 소형 무인 달착륙선
- ❖ 2A단계 : 달궤도 무인 수송선, 중형 무인 달착륙선 (유인 활동 지원 등을 위한 물자 보급용), 다용도 로버, 가압식 월면차, 통신중계 및 전력 인프라, ISRU 검증 플랜트
- ❖ 2B단계 : 유인거주시설, 재사용 유인 이착륙선, 원자력 전력원, 실용급 ISRU 시설
- ❖ 3단계 : 착륙지간 이동용 유인 호퍼

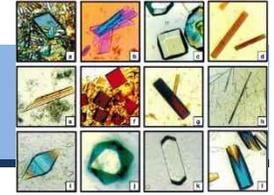
### 3. 국제 우주탐사 현황

KARI

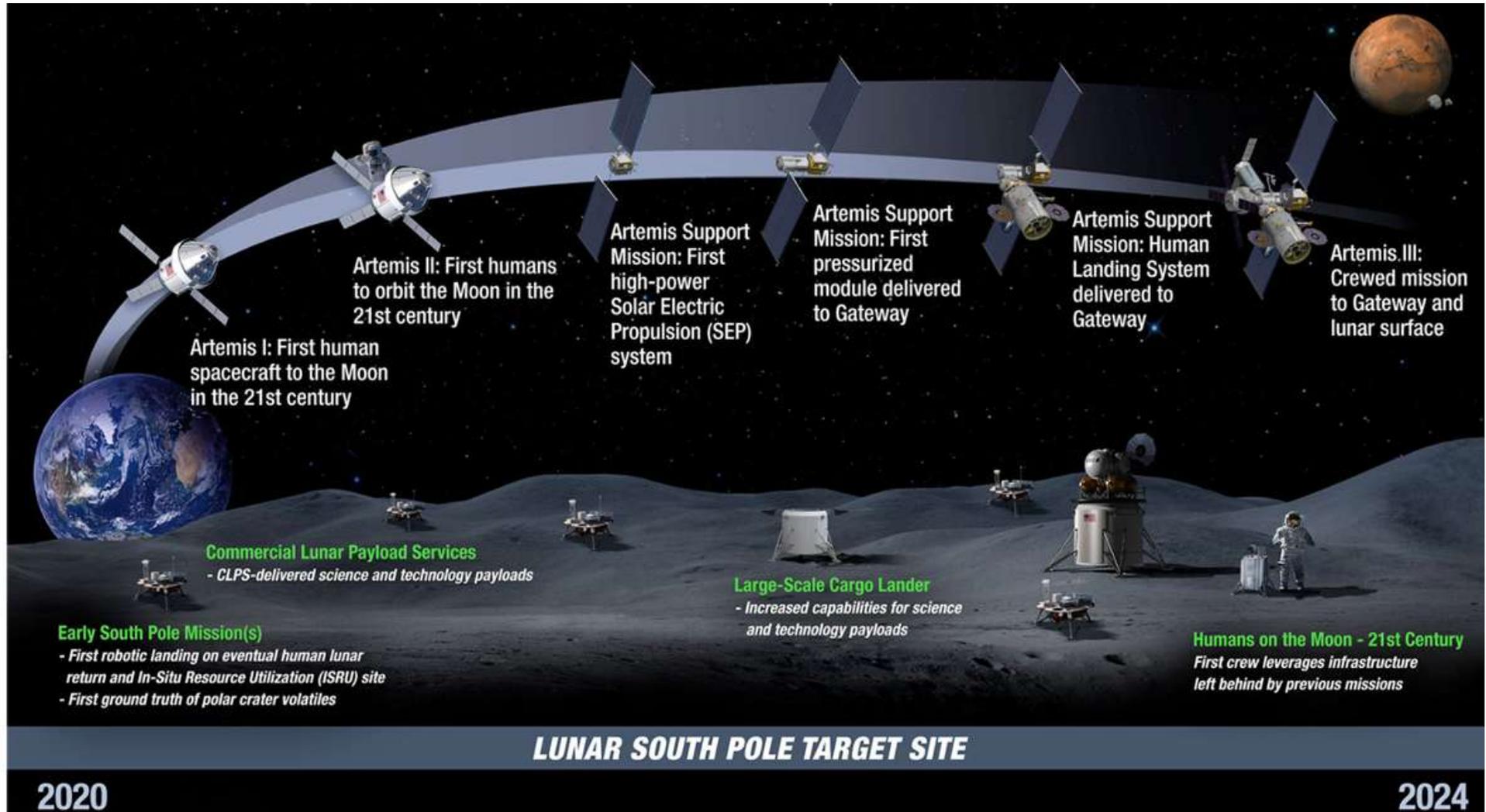


#### <주요국 달탐사 현황>

- ◆ ‘18년(글로벌 탐사 로드맵-#3 발간) 이후 각국의 우주탐사 계획 활성화
  - 달 탐사, 특히 달 극지 자원 탐사에 초점을 둔 계획 발표 다수
- ◆ (유인 달 탐사) 미국은 2024년 달 착륙을 목표로 유인 달 탐사 프로그램(Artemis)을 추진 중
  - 2028년부터는 달에 사람이 지속적으로 체류하는 것이 목표
    - ✓ (미국) 기존에 진행 중이던 차세대 유인발사체(SLS) 및 유인우주선(Orion) 개발 사업에 더해 유인 달 착륙선 개발에 착수
    - ✓ (유럽) NASA의 유인우주선에 서비스 모듈(ESM) 지속 제공 예정, 유인 활동 지원을 위한 지구-달 궤도 간 수송선 및 화물용 대형 무인 달 착륙선 개발 검토 중
    - ✓ (일본) 우주비행사들이 달 표면에서 탑승할 월면차의 개발 추진
- ◆ (달 궤도 우주정거장) 미국 주도의 달 궤도 우주정거장(Gateway) 개발 사업이 진행 중
  - 과학 연구, 달 탐사 지원, 유인 화성탐사 기술 검증 등에 활용 예정
    - ✓ (미국) 코어 모듈인 전력·추진모듈(PPE) 및 주거·서비스모듈(HALO)을 2023년 발사 예정, 물자 보급은 민간 수송 서비스를 이용 예정
    - ✓ (유럽) 국제거주모듈(I-Hab) 및 유럽 독자 모듈 (ESPRIT) 기여 예정
    - ✓ (일본) 국제거주모듈(I-Hab) 및 물자 보급을 위한 수송 등에 기여 예정
    - ✓ (캐나다) Gateway에 부착할 차세대·지능형 로봇팔 기여 예정

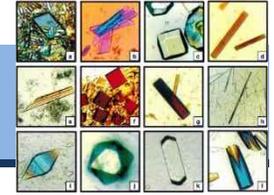


## <Artemis Program 개요>



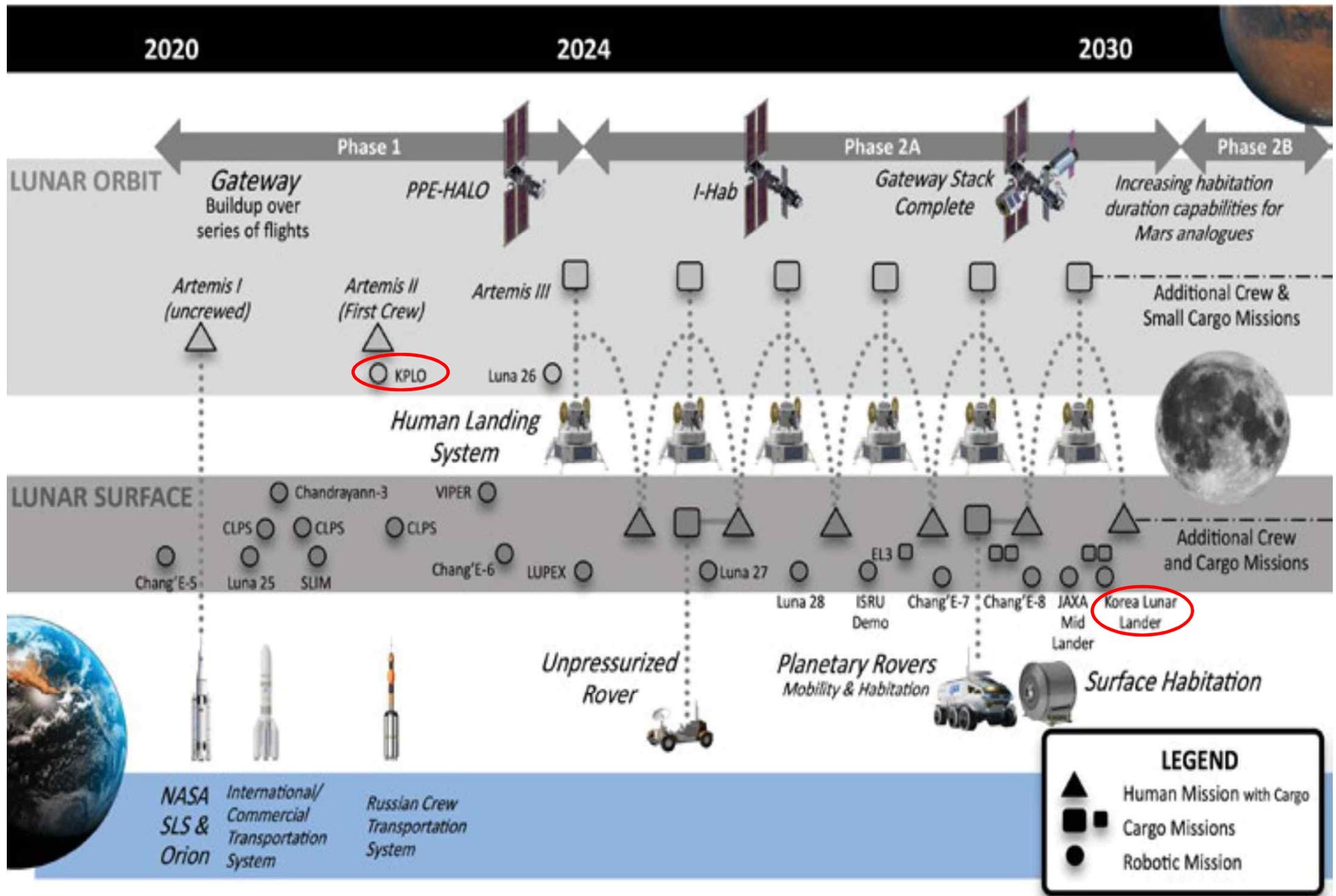
### 3. 국제 우주탐사 현황

KARI



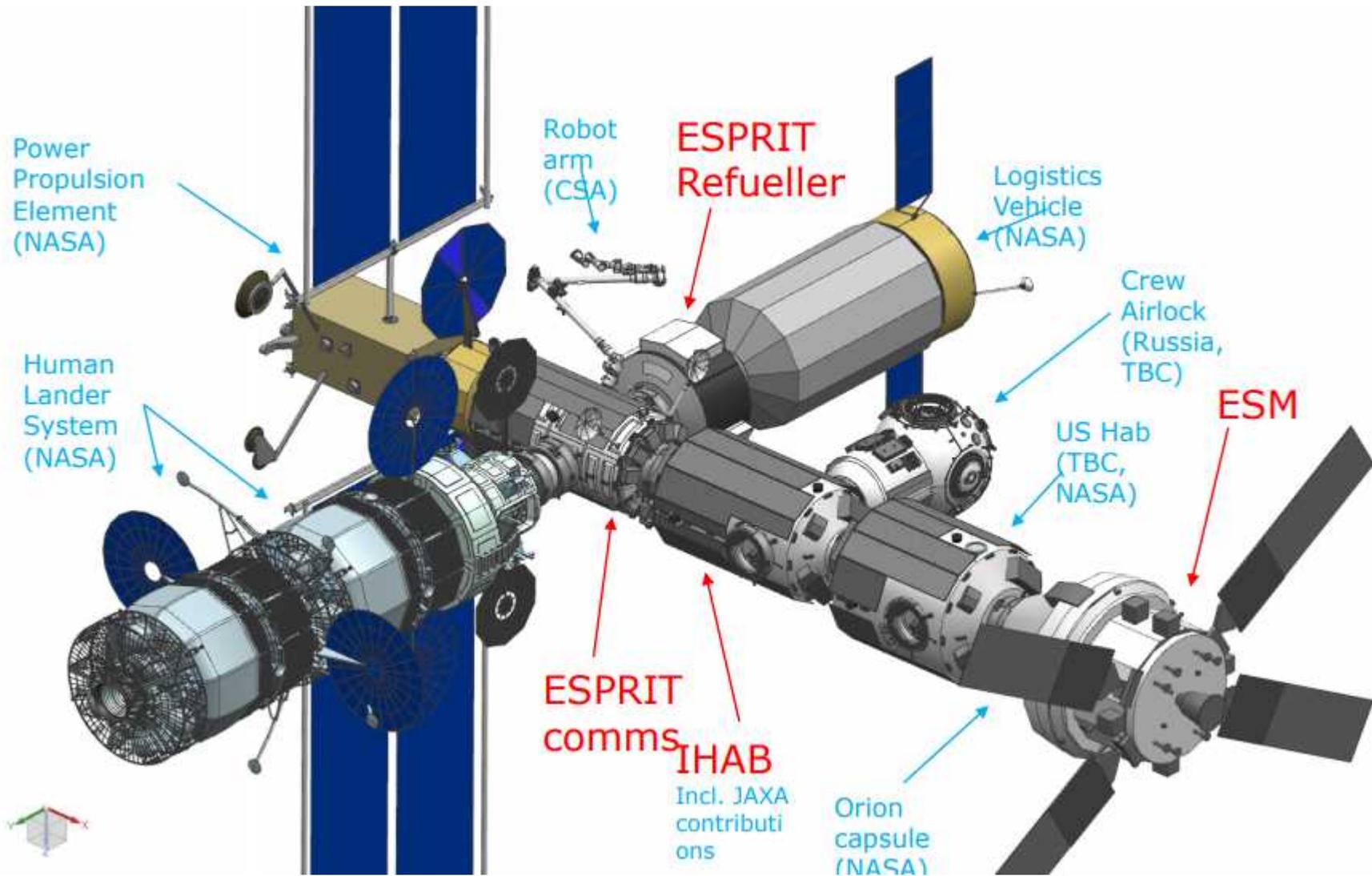
#### < 20년대 국제공동 Artemis 유인 달탐사 계획 요약 >

	2020 (Phase 1)	2024 (Phase 2A)	2030(Phase 2B)
달궤도	Gateway(다수의 비행을 통한 건설) Pre-HALO	I-Hab Gateway 구성완료	화성탐사를 대비한 체류기간 증대
	Artemis I (무인) Artemis II (첫 승무원) KPLO Artemis III Luna26	Artemis IV Artemis V Artemis VI Artemis VII Artemis VIII Artemis IX	추가적인 승무원과 소형화물 임무
달표면	Human Landing System	HLS HLS HLS HLS HLS HLS	
	찬드라얀3 CLPS Luna25 CLPS SLIM CLPS VIPER 창어6 LUXEX	승무원 & 화물 Luna27 승무원 & 화물 Luna28 승무원 & 화물 ISRU 시연 창어7 승무원 & 화물 창어8 승무원 & 화물 JAXA Mid Lander 한국 착륙선	추가적인 승무원과 화물 임무
	NASA SLS & Orion 국제적/상업적 발사체 러시아 승무원 수송 발사체	비가압 로버 가압주거 수송차량 표면주 거모듈	



<’20년대 Artemis 국제공동 유인 달탐사 계획>

### 3. 국제 우주탐사 현황; 달궤도 우주탐사정거장 Gateway



### 3. 국제 우주탐사 현황; Artemis 구성요소

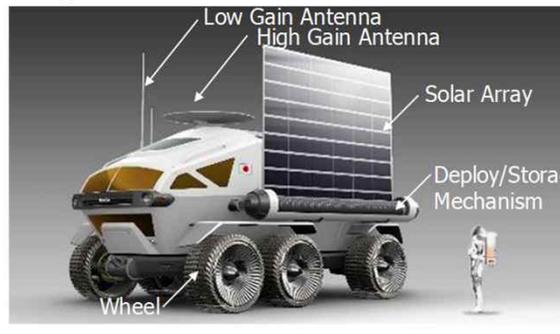


<SLS 발사체; LEO 130t, 1단추력 3,600t>



<Orion 우주선; 6명, 21일 체류, 33t, Ø5m>

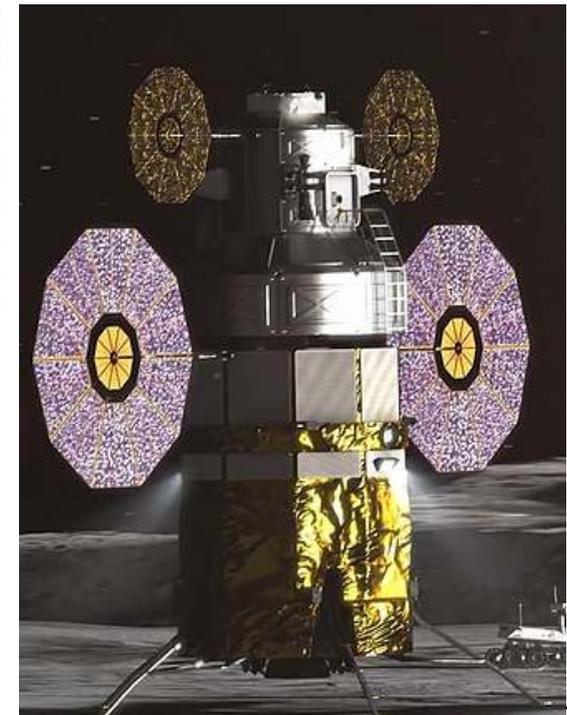
Image of Small Pressurized Rover

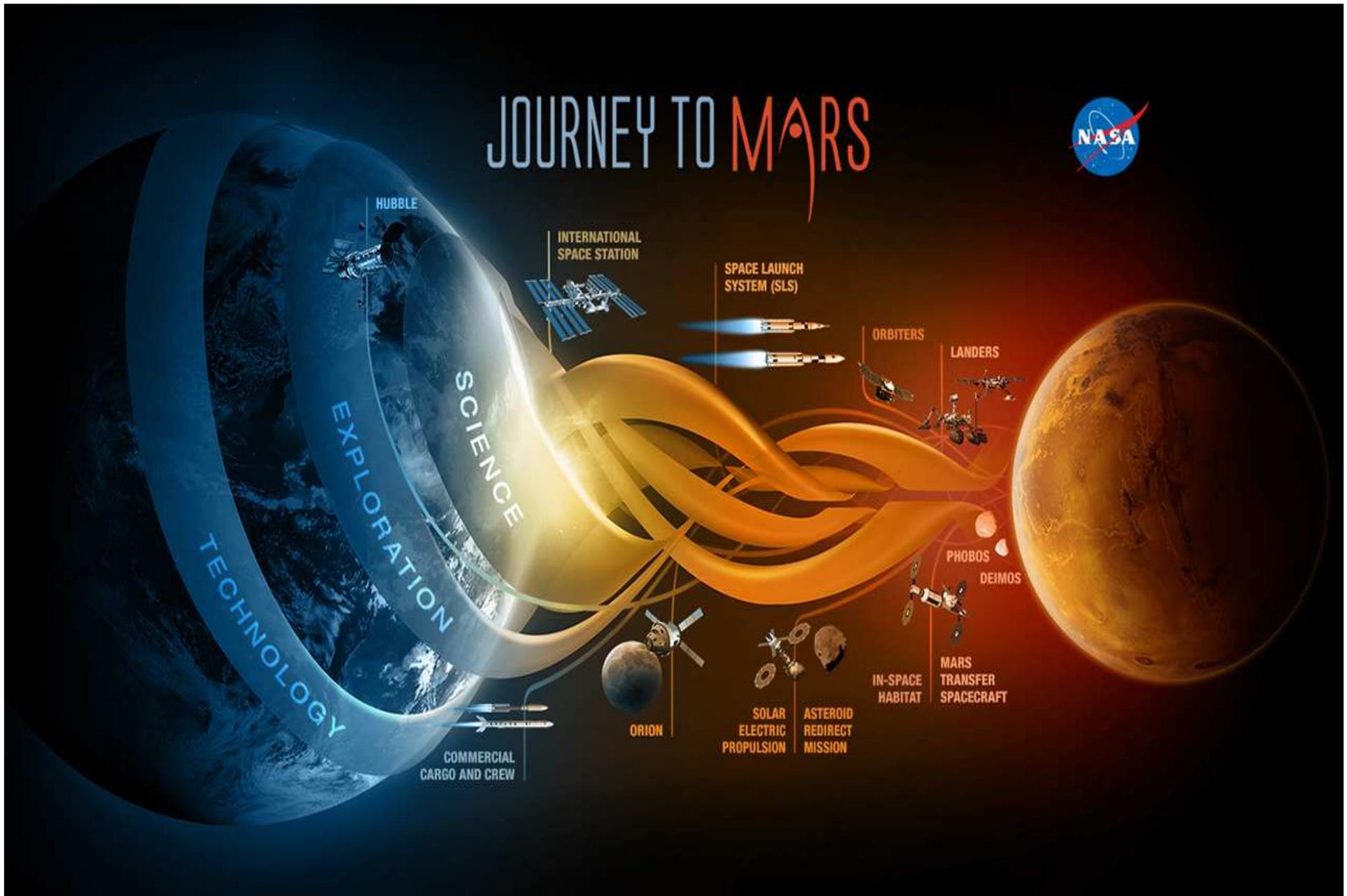


<달착륙선; 4명, 4.3t 수송, 총 23t>

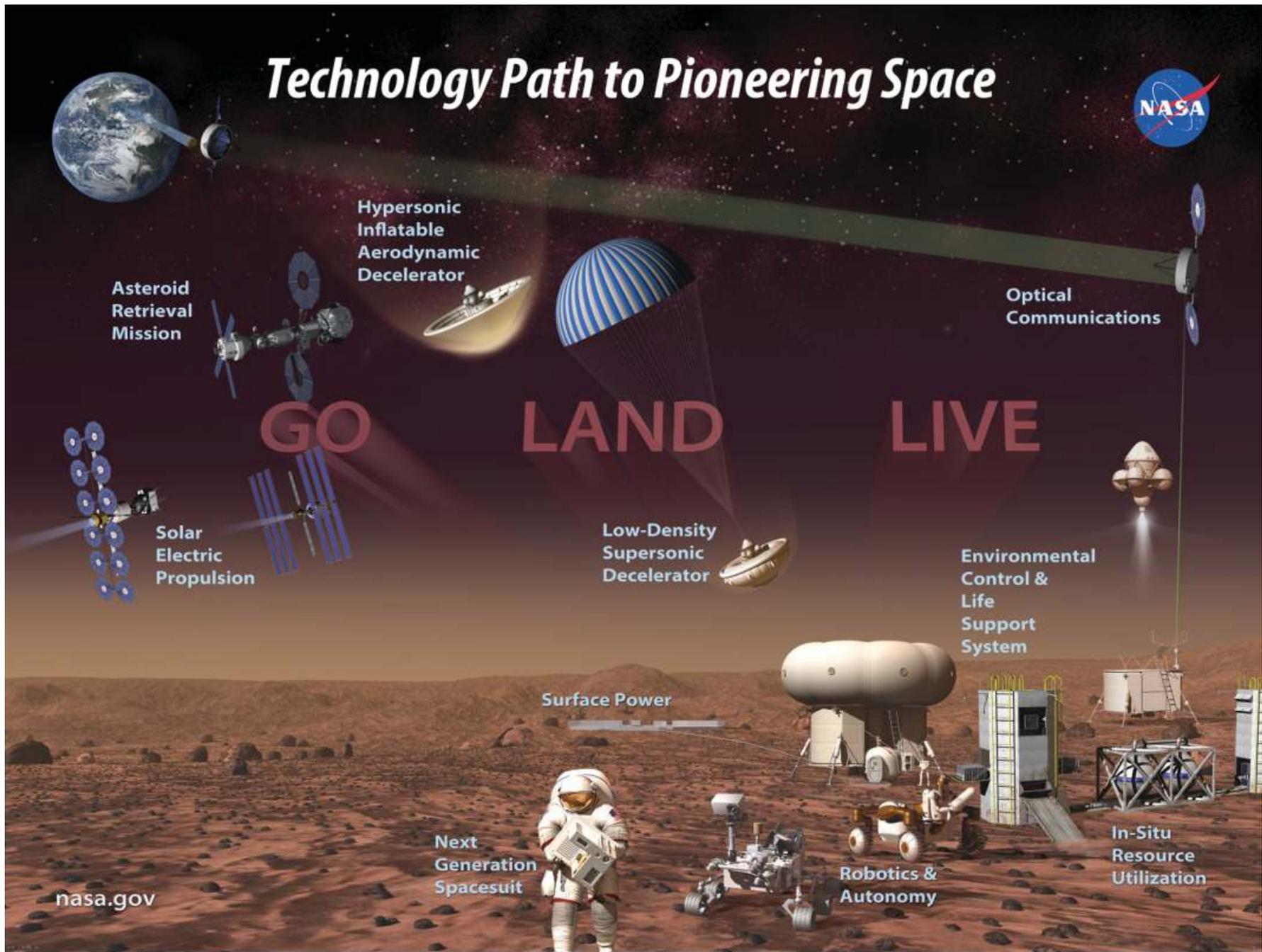


<가압 달차량; 2명, 연료전지, 14일간, 1,000km주행, 7t>





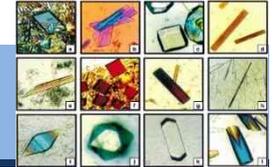
<'30년대 국제공동 유인 화성탐사 계획 개요>



<’30년대 유인 화성탐사 필요 기술>

## 5. 결론; 우주탐사와 우주과학 제안

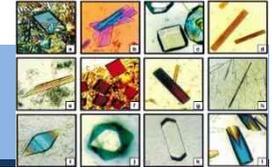
KARI



- 1. [행성탐사, 우주/태양위험, 심우주관측 중심] 3차 우주개발진흥기본계획상( '18) 우주 탐사/우주과학 Item들은 행성탐사, 우주 및 태양위험 감시, 초소형위성 활용 우주탐사, 행성탐사 국제협력 참여, 심우주관측(1m급 우주망원경), 행성/소행성 자원 연구, 국제공동 유인 달탐사 Artemis 참여**
- 2. [국가 우주과학/기술 진일보 강조] 새로운 우주과학 임무 예산을 확보하기 위해서는 한국의 우주과학기술 수준을 획기적으로 향상시킬 수 있는 점 강조 필요**
  - 달 뒤 표면 로보틱 우주과학 임무; Robotic Deploy, 태양 & 우주환경 관측, 지구근접 소행성 (NEO) 관측, 저주파 전파 천체 관측
- 3. [국제 우주과학 커뮤니티에 획기적 기여] 한국의 위성과 발사체를 활용하여 우주 미스터리[암흑물질] 해결 추진, 위성/국제우주정거장(ISS)의 무중력, 초저온, 초저압 환경을 이용 새로운 물리/화학/생물 기초과학 실험 수행**
  - 지상관측 결과를 우주관측으로 확대;
    - 우주배경복사 지상관측( '60년대) → 우주배경복사 관측위성( '80년대)
    - 중성미자 지상관측 → 우주/태양 중성미자 관측, 행성 단층촬영
    - 저주파 지중탐사 사운딩 레이다 → 행성지중탐사, 화성 지중 물탐지

## 5. 결론; 국가 우주발전 전략

KARI



4. **[국가적 공감대 조성]** 국민, 특히 청소년들에게 꿈과 희망, 상상력을 자극할 수 있는 우주과학 임무개발 필요

5. **[국민안전과 국방안보 연계]** 의외로 우주과학 기술은 국방안보 & 산업 기술과 순환적인 Win-Win 관계

- 심우주관측 가시광/IR 우주망원경 → 정찰위성 & 지구관측 카메라
- 소행성 샘플리턴 → 국방 관련 재진입 기술

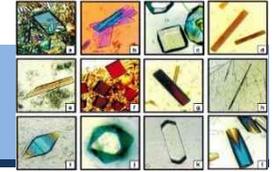


6. **[전략적 국제협력 강화]** NASA 및 해외 우주기관과 협력체계 구축

- NASA와 Working Group 구성, LOI, 공동 타당성 연구 후 MOU 체결 추진
- 미국과의 전략적인 우주협력 심화 및 유럽 일본과의 우주협력 강화

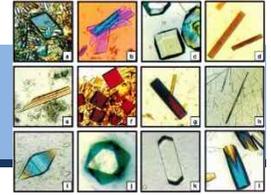
## 5. 결론; 국가 우주발전 전략

KARI



### 7. [국가적 통합 협력체계 구축] 산학연관/군 융합 협력체계 구축 필요

- 국내 우주개발 Player 증가; 정부, 출연연, 대학, 산업체/벤처, 군
- 항우연과 임무분담 → 참여기관은 핵심탑재체/ 과학임무 (Science Mission) 개발, 항우연은 우주임무 (Space Mission) 개발, 검증 & 운용
- 다양한 과학 및 의학 전문인력 채용 우주임무 개발 전문가로 육성 필요; 예) 지질, 의학, 생물, 재료 등



**To the Space,  
For the Science !**

**감사합니다.**