

## 화성탐사 기술동향

글 / 서석배 sbseo@kari.re.kr, 최기혁

한국항공우주연구원 위성운영센터 지상수신관제그룹

### 1. 서론

흔히 끝없다고 표현하는 우주, 그 광활한 공간에 지구에만 생명체가 존재한다면 우주는 너무 비효율적일 것이다. 따라서 현재 우리는 우주 어딘가에 생명체가 존재하는 별이 있다고 상상하고 또 그것을 확인하려고 하고 있다. 지구 이외에 생명체가 존재하는 별에 대한 연구, 그 출발선에 화성이 있다.

본지에서는 지구를 제외한 태양계 행성 중 생명체 존재의 가능성이 가장 높은 화성에 대해 알아보고, 화성탐사의 간략한 역사와 업적을 되짚어 본다.

### 2. 화성의 특징

최근 화성에 물이 존재했다는 주장이 설득력을 더해감에 따라 외계 생명체의 존재 가능성도 점차 높아지고 있다. 하루의 길이가 지구와 거의 같고, 자전축의 기울기가 비슷해 사계절이 있는 화성은 적절한 산소 공급만 이루어진다면 인간이 거주하기에도 문제없을 것으로 판단되고 있다. 대기 구성은 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 질소(N<sub>2</sub>), 아르곤(Ar) 등으로 이루어져 있으며 지구에 비하면 미약하지만 대기도 존재한다. 태양에서 거리는 2억 2,794만 Km로 금성에 이어 지구에서 두 번째로 가까우며, 지구와 근접했을 경우 54.5 x 10<sup>6</sup> Km 거리에 위치한다. 이외에 질량, 적도반경, 평균온도 등 화성의 중요한 물리량을 표 1에 정리하였다.

### 3. 화성탐사의 역사

화성 탐사의 첫 시도는 구소련에서 시작되었으나 번번이 실패하였고, 결국 미국의 매리너 4호가 첫 탐사의 영예를 안았다. NASA (National Aeronautics and Space Administration) 는 매리너 미션에서 3개의 위성을 추가로 궤도에 올리는데 성공하고 이후 바이킹 미션, 마스 패스파인더, 마스 글로벌 서베이어, 마스 오디세이 등의 프로젝트를 수행하였고 현재도 가장 활발하게 연구하고 있다.

표 1. 화성의 중요 물리량

질량 (지구= 1)	1.07E-01
적도반경 (km)	3,397.20
(Earth = 1)	5.33E-01
평균밀도 (gm/cm <sup>3</sup> )	3.94
태양과 평균거리 (km)	227,940,000
(Earth = 1)	1.5237
자전주기 (hours)	24.6229
자전주기 (days)	1.025957
궤도주기 (days)	686.98
평균 궤도속도 (km/sec)	24.13
궤도 편심	0.0934
축 기울기 (degrees)	25.19
궤도 기울기 (degrees)	1.85
적도 표면중력(m/sec <sup>2</sup> )	3.72
적도 escape velocity (km/sec)	5.02
Visual geometric albedo	0.15
등급 (Vo)	-2.01
최저 표면 온도 (°C)	-140
평균표면온도 (°C)	-63
최고 표면 온도 (°C)	20
대기압 (bars)	0.007
대기 구성	
Carbon Dioxide (CO <sub>2</sub> )	95.320000%
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	2.700000%
Argon (Ar)	1.600000%
Oxygen (O <sub>2</sub> )	0.130000%
Carbon Monoxide (CO)	0.070000%
Water (H <sub>2</sub> O)	0.030000%
Neon (Ne)	0.000250%
Krypton (Kr)	0.000030%
Xenon (Xe)	0.000008%
Ozone (O <sub>3</sub> )	0.000003%

또한 최근 ESA (European Space Agency)의 첫 화성탐사미션인 마스 익스프레스 (Mars Express)는 실패한 반면, NASA의 스피릿 (Spirit)과 오퍼튜니티 (Opportunity)의 잇단 성공으로 미국은 우주기술의 최강국의 입지를 굳히게 되었다. 현재 NASA의 화성탐사에 대한 목표는 생명체 존재 여부, 화성의 기후와 지질학적 분석, 그리고 인간이 화성으로 가기 위한 준비로 요약할 수 있다.

표 2는 현재지금까지 성공한 화성탐사에 대한 연표이고, 표 3에는 2004년 4월까지 나라별 실패한 미션의 회수를 나타내었다. 구소련을 포함한 러시아는 20회에 가까운 노력에도 불구하고 한 번의 성공도 거두지 못하였으며, 유럽과 일본은 첫 시도에서 모두 실패한 것으로 미루어 화성탐사 미션의 어려움을 예측할 수 있다.

표 2. 성공한 화성탐사

이름	발사일	비고
Mariner 4	1964.11.05	최초의 화성근접 촬영
Mariner 6	1969.02.25	
Mariner 7	1969.03.27	
Mariner 9	1971.05.30	
Viking 1	1975.08.20	최초의 화성착륙
Viking 2	1975.09.09	
Mars Global Surveyor	1996.11.07	
Mars Pathfinder	1996.12.04	최초의 로봇을 이용한 화성탐사
2001 Mars Odyssey	2001.04.07	
Spirit (MER-A)	2003.06.10	
Opportunity (MER-B)	2003.06.28	

표 3. 화성탐사 실패 회수 비교

국가명	화성 탐사 실패 회수
러시아(구소련포함)	18
미국	5
유럽	1
일본	1

매리너 화성 미션 (Mariner Mars Mission)

매리너는 수성, 금성, 화성을 탐사하는 미국의 무인행성 탐사미션이다. 매리너 1호와 2호는 금성을 위한 것이고, 화성탐사를 위해 처음 발사된 매리너 3호는 실패하였다. 이후 1964년 11월 28일 발사된 매리너 4호에 의해서, 첫 화성사진(3Km 해상도)을 포함 총 22컷의 흑백 화성 근접사진을 전송하는 성과를 올린다. 계속해서 매리너 6, 7, 9호의 성공으로 보다 세밀한 화성의 모습을 볼 수 있었다. 그림 1은 매리너 4호가 보내온 첫 화성사진이고, 그림 2는 미션을 성공한 매리너 4, 6, 7, 9호의 외관이다. (6호와 7호는 동일) 표 4에는 매리너 위성의 주요 제원을 나타내었다.

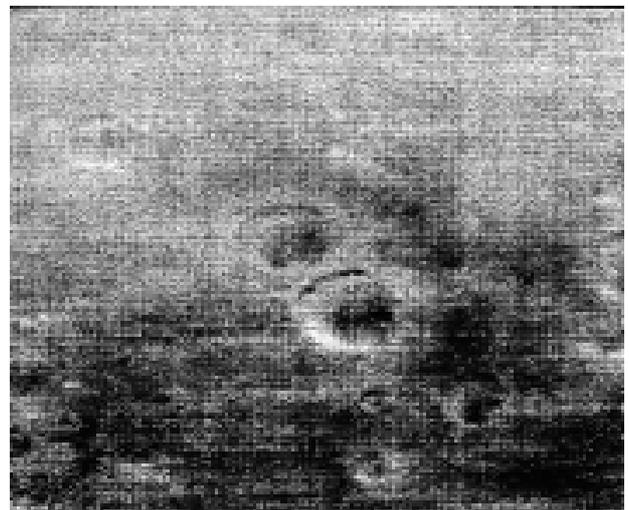


그림 1. 첫 화성사진

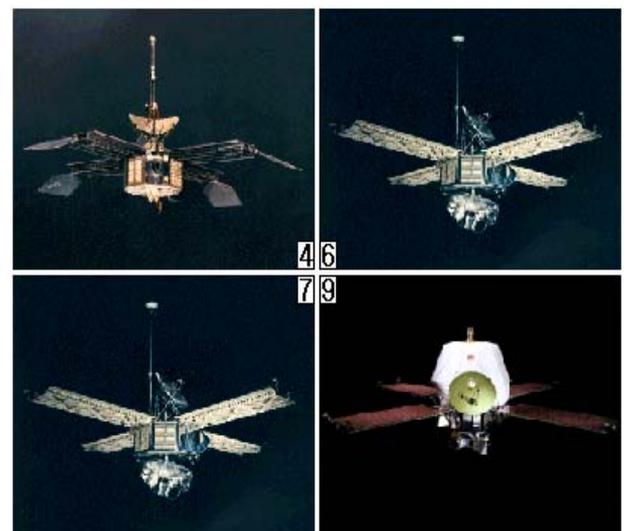


그림 2. 매리너 위성 4, 6, 7, 9호

표 4. 매리너 위성의 주요 제원

	Mariner 4	Mariner 6,7	Mariner 9
크기(m) (태양전지판펼침)	높이: 2.89 넓이: 6.88	높이: 3.50 넓이: 5.79	높이: 2.28 넓이: 6.89
전력 (W,태양전자)	28,224	17,472	14,742
무게 (Kg,연료포함)	260.8	412.8	997.9
통신방식	S-Band	Dual S-Band	S-Band
탑재체	Magnetometer charged particle sensors cosmic-ray telescope television camera	two television cameras infrared radiometer an infrared spectrometer an ultraviolet spectrometer	infrared- radiometer WA TV ultraviolet- spectrometer NA TV IR- interferometric spectrometer

**바이킹 화성 미션 (Viking Mars Mission)**

바이킹 미 주요 임무는 화성 표면의 고해상도 영상촬영, 대기와 표면의 구조와 조성 분석, 그리고 생명체의 증거를 찾는 것이다. 바이킹 1호가 1975년 8월 20일에 발사되어 다음해인 1976년 6월 19일에 화성에 도착하였고, 한 달간의 화성 주위를 돌다가 8월 7일에 크리세 평원(Chryse Planitia)에 처음으로 착륙하였다. 바이킹 2호는 1975년 9월 9일에 발사되어 1976년 9월 3일 유토피아 평원(Utopia Planitia)에 무사히 착륙하여 바이킹 1호와 더불어 화성의 자세한 모습을 지구로 전송하였다. 그림 3은 바이킹 1, 2 호의 오비터(Orbiter)와 랜더(Lander)의 외형이며, 표 5는 주요 제원이다.

	오비터	랜더
크기(m)	직경: 2.4(8각형) 높이: 3.3 넓이: 9.7 (태양전지판펼침)	직경: 3.0 높이: 2.0 (Aeroshell 직경 3.5)
무게(Kg)	2325 (연료포함)	576 (연료포함)
전력	30Ah NiCd 충전 배터리	35W SNAP 19-Style
통신방식	S-Band	S-Band, UHF
탑재체	.	고층대기 질량 분광계 retarding potential 분석기

표 5. 바이킹 1,2호의 주요 제원



그림 3. 바이킹 1, 2호의 오비터(좌)와 랜더(우)

**마스 패스파인더 (Mars Pathfinder)**

1996년 12월 4일, NASA는 화성 표면을 자유롭게 이동할 수 있는 최초의 탐사로봇인 소저너 (Sojourner) 를 실은 패스파인더 호를 발사하였다. 1997년 7월 4일, 화성 대기에 진입 후 에어백을 이용해 착륙에 성공한다. 바이킹 미션의 20분의 1 수준의 예산으로 새로운 기술을 선보인 마스 패스파인더와 소저너는 약 3개월간 임무를 성공적으로 수행하였다. 그림 4는 패스파인더와 소저너이다.

항 목	특 징
무게	발사 무게 : 890 kg (연료포함) Entry Mass : 570 kg 랜더 무게 : 360 kg
명령/데이터 처리	Integrated Attitude and Information Management System (AIM)
컴퓨터/계산	R6000 Computer with VME bus 22 MIPS (Millions Of Instructions Per Second) 128 Mbyte mass memory
전원	Solar powered cruise stage and lander
텔레메트리/ 명령	X밴드 고배율안테나(HGA) 지표 운영 텔레메트리 규격 : 6 kb/s to 70-m Deep Space Network X밴드 고배율안테나(HGA) 지표 운영 명령 규격 : 250 b/s
추진	Monopropellant hydrazine used for cruise Eight 4.4-N thrusters Total delta-v of 130 m/s
Wheels and Legs	각각의 모터를 가진 6개의 바퀴로 초당 5cm 이동가능
Energy:	태양전지판으로 140W 전력 공급
COMMs	X-Band, UHF대역. Low-gain 안테나 와 High-gain 안테나로 직접통신하며, 마스 오디세이와 MGS를 이용할 수도 있다

표 6. 패스파인더의 주요 제원



그림 4. 패스파인더(좌)와 소저너(우)

비행/착륙 시스템인 패스파인더(표6)와 탐사 로봇 소저너(표7)의 주요 제원은 다음과 같다.

표 7. 소저너의 주요 제원

항 목	특 징
무게	전체 무게 : 16 kg 이동체 무게 (Mobile Mass) : 11.5 kg (APXS 배치 메카니즘과 APXS 계기 포함) 랜더에 장착된 탐색로봇 무게 : 4.5 kg (UHF modem과 지원 구조물 포함)
자율 주행 :	On board, using laser striping for obstacle detection
이동 시스템 :	Six-wheel, rocker bogie suspension
텔레메트리/명령	UHF link with lander
탑재체	Aft and fore cameras APXS APXS deployment mechanism
전원	0.25-M2 Solar panels, peak power 16 W-hours (primary battery, 50 W-hours)
온도제어	Three radioisotope heater units (RHUs)
컴퓨터/제어	80C85, 0.1 MIPS 0.5 Mbyte RAM mass storage (0.5kg, 1.5W)
Surface Ops Time	10A.M. to 2P.M each martian day(sol)

**마스 글로벌 서베이어 (Mars Global Surveyor)**

일주일을 주기로 화성의 전역을 관측할 수 있는 마스 글로벌 서베이어는 1996년 11월 7일 발사되어 이듬해 9월 12일 화성궤도에 진입하였다. 임무는 화성의 정밀지도를 작성하는 것으로 1999년 3월부터 2002년 4월까지 고해상도 화성표면 영상을 수집하였다. 그림 5는 마스 글로벌 서베이어의 외관이고, 표 8은 마스 글로벌 서베이어의 주요 제원이다.



그림 5. 마스 글로벌 서베이어

표 8. 마스 글로벌 서베이어의 주요 제원

크기(m)	넓이: 약 1.5 높이: 약 3.0 폭: 약 1.5
무게(Kg)	1062.1 (연료포함)
전력 (Ah)	20 (니켈 Hydrogen 배터리 2개)
통신방식	X-Band, Ka-Band
탑재체	MAG/ER: Magnetometer MOC: Mars Orbiter Camera Mars Orbiter Laser Altimeter Mars Relay TES: Thermal Emmission Spectrometer USO: Ultra Stable Scillator

**2001 마스 오디세이 (2001 Mars Odyssey)**

현재까지 화성 표면에 대한 다양한 탐사활동을 하고 있는 2001 마스 오디세이는 2001년 4월 7일에 발사되어 같은 해 10월 24일에 화성 궤도에 무사히 자리 잡았다. 이 미션은 마스 서베이어 2001 프로젝트에서 위험부담이 큰 착륙선을 제외한 오비터(Orbiter) 부분에 관한 미션으로 2004월 2월부터 관측을 개시하고 있다. 그림 6은 마스 오디세이의 외관이고, 표 9는 마스 오디세이의 주요 제원이다.



그림 6. 마스 오디세이

표.9 마스 오디세이의 주요 제원

크기(m)	넓이: 2.2 높이: 1.7 폭: 2.6
무게 (Kg)	725 (연료포함)
전력 (Ah)	16 (니켈 Hydrogen 배터리)
통신방식	X-Band, UHF
탑재체	THEMIS : Thermal Emission Imaging System GRS : Gamma Ray Spectrometer MARIE : Mars Radiation Environment Experiment

마스 익스플로레이션 로버 (Mars Exploration Rover)

ESA는 마스 익스프레스 미션을 실패한 반면, NASA는 2004년 1월 4일 스피릿, 21일 후에 오퍼튜니티를 차례로 화성착륙에 성공시킨다. 마스 패스파인더의 소저너가 하루 최대 5m 정도를 이동했던

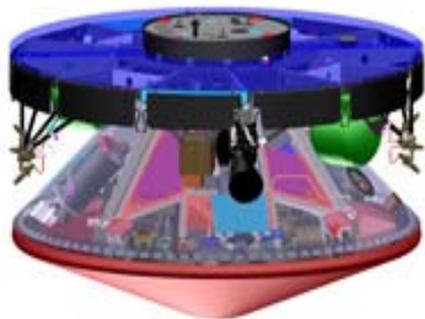


그림 7. 우주선(상)과 화성탐사로봇(하)

것에 반해 새로운 탐사로봇 스피릿과 오퍼튜니티는 하루 21m 거리를 이동하며 활발한 탐사활동을 벌

이고 있다.

2004년 1월, 스피릿에 사소한 고장이 있었으나, 소프트웨어 보강으로 두 로버는 9월까지 임무를 수행할 예정이다. 그림 7은 마스 익스플로레이션의 우주선과 화성탐사로봇 스피릿의 모습으로 오퍼튜니티도 동일하다.

화성탐사로봇 오퍼튜니티는 오비터의 중계 없이 직접 지상과 교신하며, 주요 특징은 표 10과 같다.

표 10.오퍼튜니티의 중요 제원

항 목	특 징
몸체	자동차 형태로 적정 온도를 유지하고 내부의 장치들을 보호
컴퓨터시스템	넉넉한 메모리(패스파인더의 소저너의 1000배), 상태체크, 지능적 :균형,위치,통신
온도제어	재료,기기,장치, 알고리즘에 의해 -40도에서 40도까지 자동적으로 조정
목과 머리 구조	인간을 모방하여 1.4m 높이에서 상하 좌우로 움직이며 촬영
Eyes and other Senses:	위험회피용카메라(Hazzcam) 4 공학용카메라(NavCam) 2 과항용카메라(Pancam) 2 과학용정밀카메라 1 (Science Micropic Imager)
Arm	3개의 관절로 이루어진 로봇트 팔로 다음 4개의 장치가 부착되어 있다. The Microscopic Imager The Mössbauer Spectrometer The Alpha Particle X-Ray Spectrometer The Rock Abrasion Tool
Wheels and Legs	각각의 모터를 가진 6개의 바퀴로 초당 5cm 이동가능
Energy:	태양전지판으로 140W 전력 공급
COMMs	X-Band, UHF대역. Low-gain 안테나와 High-gain 안테나로 직접통신하며, 마스 오디세이와 MGS를 이용할 수도 있다

4. 그동안 발견된 것과 앞으로 밝혀야 할 것

화성표면

북반구가 남반구보다 평균적으로 5Km 낮으며 그 경계인 적도부근에는 대규모 화산 활동에 의

해 생긴 타르시스 산지가 있다. 타르시스의 평균 높이는 10Km이고 면적이 약 3000Km<sup>2</sup>에 달하는데, 이는 3억 Km<sup>2</sup> 이상의 마그마가 상승함으로 형성된 것이다. 그림 8은 화성의 전체적인 모습과 스피릿이 촬영한 지표의 모습이다.



그림 8. 화성의 전체 모습(좌)과 지표(우)

### 크레이터

북반구는 거의 매끈매끈한 평지이고 크레이터(Crater; 행성 또는 위성들의 근처에 지나가다가 인력에 붙잡혀서 떨어진 후 남는 자국)의 수가 적은 반면 남반구는 크레이터로 덮여있다. 남반구 크레이터 중 하나인 헬라스 평원은 지름이 2300Km나 되고 중심부의 깊이는 9Km로 화성에서 가장 낮은 장소이다. 그림 9는 바이킹 1 오비터가 촬영한 크레이터이다. 그림에서 가장 큰 크레이터는 Proctor로 19세기 영국의 천문학자가 이름 지었다.



그림 9. 크레이터 Proctor

### 얼음

화성의 남극과 북극은 주위보다 높으며 남극이 북극보다 6Km 높다. 마스 글로벌 서베이어는 양극에 존재하는 얼음의 양이 320만~470만 Km<sup>2</sup>에 달할 것이라는 사실을 밝혀냈는데 이 양은 그린란드의 1.5배 정도 된다.

그림 8의 화성사진 하단에서 남극의 얼음을 볼 수 있다. **더스트 데블**

더스트 데블(Dust Devils)은 소규모의 회오리바람으로 표면 부근에서 대기의 불안정 때문에 생긴다. 마스 오디세이의 THEMIS라는 가시 및 적외선 탑재체로 보면 화성의 표면을 덮고 있는 먼지가 감겨 올라가서 그 흔적이 검게 남는다. 그림 10은 2001년 5월 24일 마스 글로벌 서베이어의 MOC (Mars Orbiter Camera)로 촬영한 더스트 데블이다.

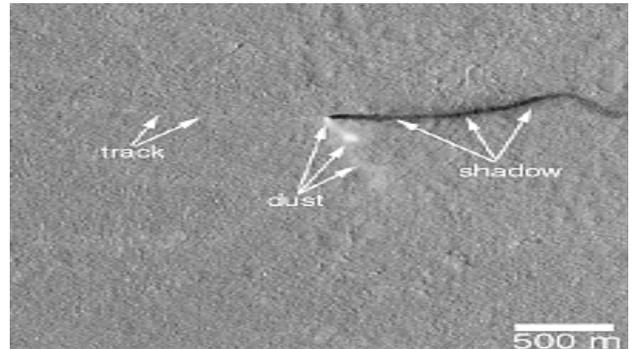


그림 10. 더스트 데블

### 모래 폭풍

화성의 남반구에서 겨울부터 봄 사이 많이 발생한다. 2001년의 경우 6월 15일 남반구의 헬라스 평원에서 성장하여 확대되었고 비슷한 규모의 모래폭풍이 몇 차례나 계속되었다. 폭풍은 9월에 멈추었지만 공중으로 날아올라간 먼지가 가라앉

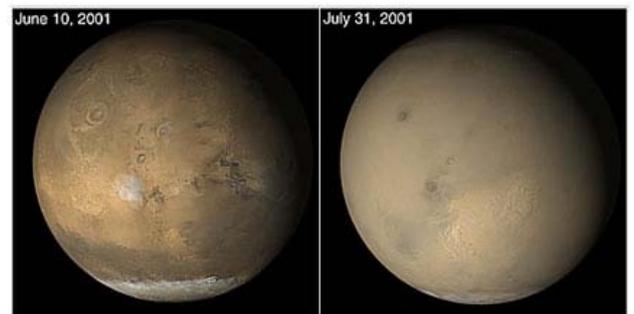


그림 11. 화성의 모래 폭풍(우)

지 않고 떠다니는 이유로 11월까지 뿌연 상태였다. 화성에는 대기가 희박하기 때문에 표면으로부터 모래가 말려 올라가는 것은 어렵다. 어떤 조건이 충족되면 소규모의 모래 폭풍이 성장하여 행성 전체로 확대되는가 하는 것은 그 경향에 따

라 어느 정도 파악되었지만 자세한 것은 아직 의문으로 남아있다. 그림 11은 화성의 같은 곳을 모래 폭풍이 없을 때(좌)와 있을 때(우)를 촬영한 사진이다.

**물 그리고 생명체**

최근 화성에 관한 가장 큰 관심은 생명체 존재이다. 최근 화성의 대기에서 메탄가스가 발견되었으며, 오퍼튜니티가 발견한 물의 흔적이 그 가능성을 더욱 높이고 있다.

메탄가스는 새로 생성되지 않는다면 화성의 대기 속에서 계속 머무를 수 없는 성질의 기체로, 이의 발견은 최근 수백년 안에 활화산의 활동이 있었거나 미생물이 살고 있을 가능성을 보여준다. 또한 NASA는 2004년 3월 2일 공개한 화성의 바위 ‘엘 카피탄 (El Capitan)’ 사진, 3월 24일 발견된 잔물결 무늬와 농축된 염분 발견 등 다양한 자료를 분석하여, 한때 생명이 번식하기 적합할 만큼 충분한 물이 화성에 존재했을 것이라고 밝혔다.

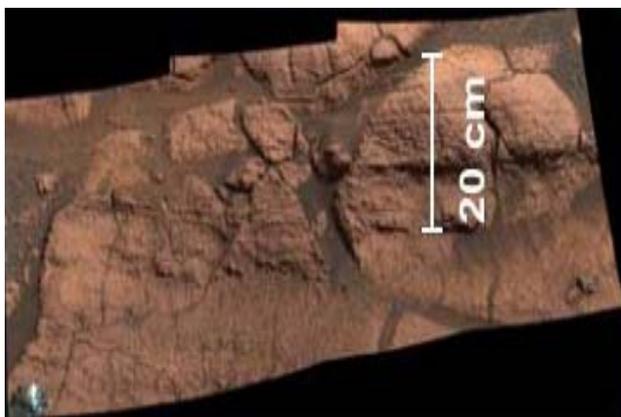


그림 12. 지구(상)와 화성(하)의 엘 카피탄

생명이 존재하거나 존재했을 가능성이 존재하기 위해 최소한의 조건인 물의 존재가 확인된다면, 외계 생명체의 존재 여부에 대한 해답도 그리 멀지 않을 것이라 예상된다. 그림 12는 미국 텍사스 주에 있는 엘 카피탄(상)과 화성의 엘 카피탄(하) 사진으로, 둘 사이의 공통점에 관한 연구가 진행 중이다.

**자기장**

현재 자기장은 존재하지 않지만 남반구의 일부 지역의 암석에 자장이 발견된 것으로, 화성에는 매우 강력한 자기장이 존재하였었고, 어느 시기에 사라졌다는 것을 알 수 있다. 강력한 자기장이 줄무늬 모양을 이루고 있는 것과 남반구에만 존재하는 이유는 아직 밝히지 못하고 있다. 그림 13은 오퍼튜니티의 화성 자기장 측정 장비이다.



그림 13. 화성 자기장 측정 장비

**5. 현재와 미래의 화성탐사 기술**

지금까지는 화성에 대한 데이터를 수집하는 단계는 세 가지로 다가가서 사진을 찍는 Flybys, 화성궤도를 돌며 주기적인 관찰이 가능한 Orbiters(오비터), 그리고 화성에 직접 착륙하는 Lander&Rovers(랜드와 로버)이었다. 이에 더하여 현재 연구개발 중인 화성용 비행기나 비행선, Radar와 Robotic에 의한 표면 탐사, 직접 샘플을 가지고 지구로 돌아오는 방법에 관한 연구가 결실을 맺을 때 쯤 화성에 한 발 더 가깝게 다가설 수 있을 것이다.

## 6. 결론

우주기술을 주도하는 미국은 2004년 1월 14일, 오는 2020년까지 달에 다시 인간을 보내 영구기지를 건설한 후 이를 발판으로 화성과 또 다른 행성에 유인탐사선을 보낸다는 우주계획을 발표하였다. 현재의 로켓기술로 인간이 화성에 가기위해 2년 이상의 기간이 걸린다. 지금껏 인간이 우주에 머물렀던 최장 기간이 438일인 것을 고려한다면 쉽게 구현할 수 있는 기술은 아닐 것이다.

따라서 현시점에서 화성연구는 인류가 더 넓은 우주의 세계로 나아가기 위한 방향과 기술을 제시하고, 인류 과학사에 큰 획을 그을 외계 생명체의 발견을 위한 커다란 주춧돌 역할은 충분히 할 수 있을 것이라 판단된다.

10.월간 Newton 2002년 7월호 pp.50-57

\*본지에 실린 모든 그림은 NASA 홈페이지에서 인용 또는 참조 하였습니다.

## 참고문헌

### NASA의 홈페이지(1-8)

1. (화성탐사 전반적인 내용) JPL 화성 홈페이지 :  
<http://mars.jpl.nasa.gov>
2. (화성탐사 전반적인 내용) GSFC 화성 홈페이지 :  
<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/mars/>
3. (화성탐사 전반적인 내용) 화성탐사 프로그램 :  
<http://marsprogram.jpl.nasa.gov/missions/>
4. 화성 영상 :  
<http://marsprogram.jpl.nasa.gov/gallery/images.html>
5. MGS 영상 :  
<http://mpfwww.jpl.nasa.gov/mgs/msss/camera/images/index.html>
6. MGS 동영상  
<http://mpfwww.jpl.nasa.gov/mgs/movpics/anim/anim.html>
7. 태양계 탐사 :  
[http://sse.jpl.nasa.gov/missions/profile.cfm?Sort=Alpha&Alias=MER-B\(Opportunity\)&Letter=M&Display=Dates](http://sse.jpl.nasa.gov/missions/profile.cfm?Sort=Alpha&Alias=MER-B(Opportunity)&Letter=M&Display=Dates)
8. 행성영상 :  
<http://solarsystem.nasa.gov/multimedia/gallery.cfm?Category=Planets>
9. 월간 별과 우주 2003년 7월호 pp.28-45