National Aeronautics and Space Administration

NASA Program Overview including International Cooperation In Space

Phil Liebrecht, NASA Headquarters / SOMD
Assistant Deputy Associate Administrator for
Space Communications and Navigation

Keeping the universe connected.

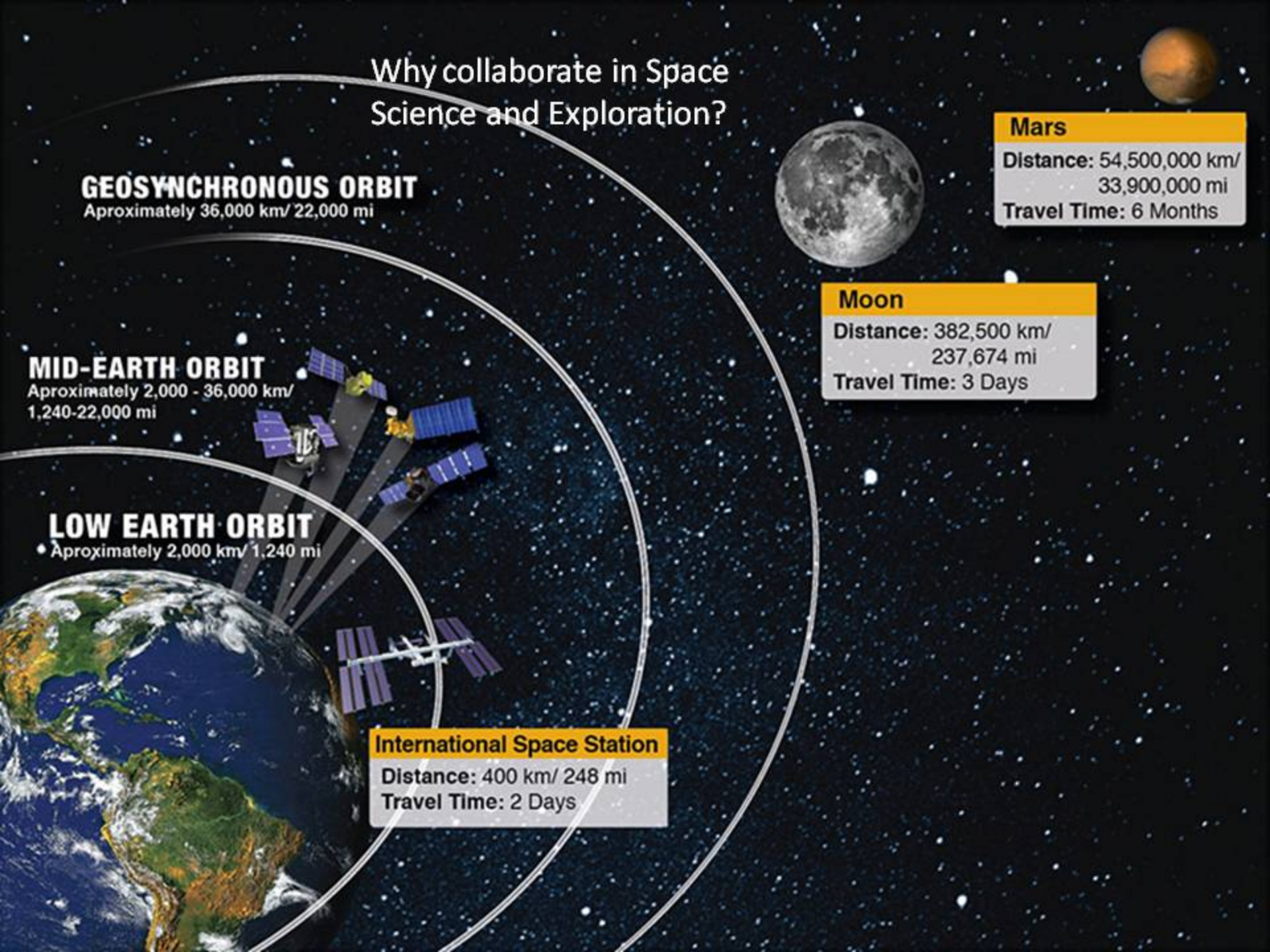
www.nasa.gov

November 24, 2010

NASA's Science and Exploration Mission Overview

- Why International Collaboration?
- Space Operations
- Exploration
- Science
  - Astro Physics
  - Planetary Science
  - Helio Physics
  - Earth Science
- Cross-cutting

Why collaborate in Space Science and Exploration?



Apollo 11's 40th Anniversary

Los 'españoles del Apollo' vuelven a Fresnedillas 40 años después

Los trabajadores de la estación recuerdan la llegada del hombre a la Luna

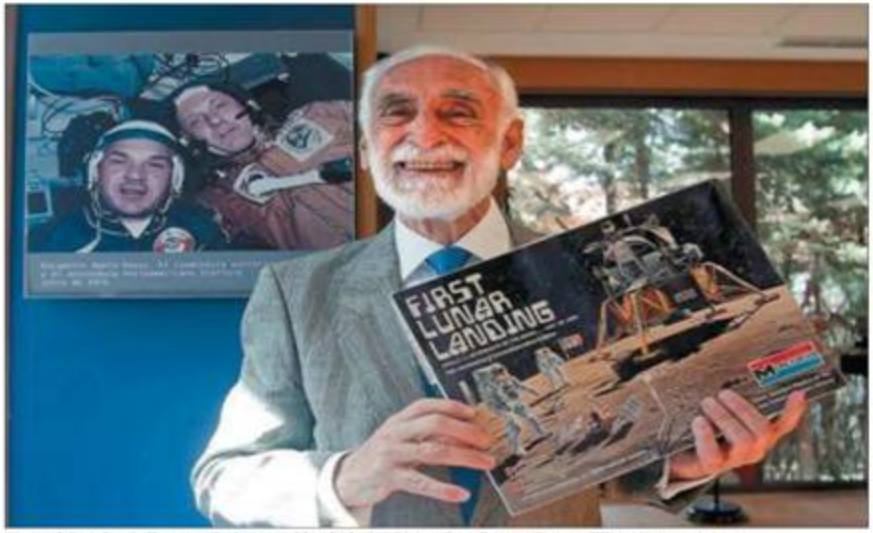
ALICIA RIVERA
Fresnedillas

"En aquel momento eramos 103 españoles trabajando en la estación de Fresnedillas, y otros tantos estadounidenses", recuerda Manuel Bautista. Aquel momento era julio de 1969, la fecha culminante del programa *Apollo* que llevó al ser humano a la superficie lunar, y Bautista era el director de las estaciones de seguimiento que la NASA instaló en España para comunicarse con aquellas naves espaciales legendarias durante varias horas cada día. La de Fresnedillas-Navalagamella fue clave en los viajes tripulados a la Luna y ayer se juntaron en el pueblo varias decenas de los técnicos e ingenieros que entonces trabajaron allí para recordar y festejar.

La celebración fue una iniciativa del Ayuntamiento de Fresnedillas y entre los invitados había numerosos españoles, pero también estadounidenses llegados para la ocasión. Aplausos a los presentes, recuerdo para los ya ausentes, vítores y mucha alegría llenaron la sala de la Casa de la Cultura de Fresnedillas, tras la parte oficial de los actos, presididos por Esperanza Aguirre.

"Cuando Armstrong puso el pie en la Luna no pensé que íbamos a estar aquí celebrándolo 40 años después", apunta Luis Ruiz de Gopegui, entonces director de la estación. A Bautista le llama la atención que precisamente 40 años después no se haya vuelto a poner el pie allí. "Pero sí, se acabará volviendo", dice.

Larry Haug, con 30 años entonces, era el jefe de computadoras. "Teníamos unos ordenado-



Manuel Bautista, director de la estación de la NASA en España, en Fresnedillas. / SANTI BURGOS

"Hubo muchísima suerte, cada paso era crítico", dice Manuel Bautista

que había", dice. "Cuando llegaron a la Luna yo estaba trabajando, muy acelerado, emocionado, y pensé '¡Lo hemos logrado!'"

Aaron Dutton trabajó siete años en Fresnedillas y ayer reconocía que "España es muy diferente ahora", que él recuerda la

Se ocupaba de ordenadores y de operaciones de seguimiento y estaba convencido, dice, de que se iba a lograr el alunizaje. Su colega Leny Parker sabía que estaban haciendo historia en aquel momento. Todos tenían entonces en torno a los 30 o los 40 años.

Los españoles de Fresnedillas y las demás estaciones fueron fichados por su cualificación técnica o de ingeniería, recuerda Bautista, pero lo más difícil era encontrar a gente que, además, hablara inglés. Ayer recordó los hitos que cumplieron, incluidas las comunicaciones

crucial del alunizaje. Pero también comentó que hubo muchísima suerte, que cada paso era crítico en aquella misión y que "con los estándares de seguridad de entonces hoy no se habría lanzado la nave".

El representante de la NASA desplazado para la ocasión, Philip Liebritch, destacó que el trabajo de las estaciones fue una contribución de primer orden para el logro lunar, "un legado para las siguientes generaciones". Andrés Ripoll, otro de los *españoles del Apollo*, dijo, en vídeo: "Estuvimos en el momento

Otra roca traída de la Luna fue examinada en el CSIC en 1971

R. FRAGUAS, **Madrid**

Una roca lunar donada a España por el primer hombre que pisó la Luna, el astronauta estadounidense Neil Armstrong, fue recibida, seccionada y examinada por el catedrático de Petrología José María Fuster Casas en 1971.

Fuentes del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) aseguran haber visto expuesta esta piedra procedente del satélite terrestre en una vitrina del área presidencial, hace años, pero hoy nadie acierta a explicar dónde se encuentra ni si coincide con la que se cree que Estados Unidos regaló a Franco y que también habría desaparecido.

"No tenemos la menor idea de su existencia", dijo ayer Carmen G. Peñalver, responsable del área de Patrimonio, en cuyo inventario institucional no figura. Lo cierto es que a la roca examinada por el profesor Fuster se une la otra roca lunar que desapareció del Museo del Aire hace ahora cinco años. Hasta su desaparición en 2004, ésta había permanecido en el despacho del director del museo madrileño, al que había sido cedida por Manuel Casajust, que la recibió de Armstrong en señal de gratitud hacia el general republicano español Emilio Herrera (Granada 1879-Ginebra, 1967), precursor de los diseños de la escafandra y el ropaje espaciales empleados en el viaje y descenso a la Luna, de donde Armstrong trajo 21 kilos de material rocoso lunar.

US/Spanish Space Relations

res muy buenos, los mejores Guardia Civil con los tricornios... con el *Apollo 11* en el momento justo en el momento adecuado".

Una estación espacial de trabalenguas

La base lleva otro nombre pero está en el término de Navalagamella

PABLO LINDE
Madrid

Navalagamella es una palabra difícil de pronunciar incluso para un español. A un estadounidense le suena a verdadero trabalenguas. Algunos ciudadanos del pueblo creen que ésa pudo ser una de las razones por las que sus vecinos de Fresnedillas de la Oliva se llevaron todo el protagonismo de la estación espacial que contactó hace 40 años con el primer viaje tripulado a la Luna. Pero lo cierto es que hubo otras de más peso.

La mayor parte de la base de seguimiento, a cuatro kilómetros de Fresnedillas, está asentada realmente en el término municipal de Navalagamella, tal y como recogen los documentos de cesión del terreno y la propia página *web* de INSA, la empresa que trabaja para la NASA en el mantenimiento de algunas de sus instalaciones. Pero, según cuenta el alcalde de Navalagamella, Enrique López (IU), cuando los americanos llegaron a la zona hace casi medio siglo para instalar su base, el entonces regidor "no entendió muy bien de qué iba el tema y no le prestó atención". Fue el alcalde del pueblo vecino, Fresnedillas de la Oliva, de donde también eran originales los propietarios de los terrenos, el que hizo la mayoría de las gestiones para levantar la estación espacial. Por eso se conoció en primer momento como Estación de Fresnedillas.

Poco después de que el hombre llegase a la Luna y el nombre de Fresnedillas se hubiese hecho famoso por recibir la señal de Neil Armstrong cuando la nave *Apollo 11* alunizó, un nuevo alcalde llegó a Navalagamella. "Éste sí que reivindicó la denominación del pueblo", explica el actual regidor. Hizo gestiones para que la base se llamase como el municipio. "Pero los americanos se hacían un lío con una palabra tan rara y, además, la nomenclatura ya estaba asentada, por lo que decidieron, salomónicamente, rebautizarla como Fresnedillas-Navalagamella", afirma López. El nombre del pueblo donde realmente está pasó al olvido.

Aguirre con una camiseta de la base. /S. B.

El actual regidor de Fresnedillas, Antonio Reguilón (PP), reconoce que "más del 70% de la base está en el pueblo vecino", pero no quiere entrar en polémicas: "Esto es una discusión de hace 40 años. En su momento todo se gestionó aquí, por eso trascendió nuestra denominación". Enrique López tampoco quiere pelearse: "Me parece muy bien que Fresnedillas esté haciendo actividades para conmemorar el 40 aniversario de la llegada del hombre a la Luna. Pero cuando estos días estamos oyendo tanto lo de la estación de Fresnedillas, también queremos reivindicar dónde está realmente, en Navalagamella".

Basalto volcánico

Fuster extrajo de la roca, para su estudio, una lámina de 50 micras de espesor. Tras el análisis al microscopio comprobó que era basáltica, es decir, de origen volcánico, compuesta por feldespatos y piroxenos.

"Las rocas lunares son de dos tipos: gabro y basalto; las primeras son cristales consolidados que no salen por la chimenea volcánica y las segundas resultan ser vidrios fluidos expulsados por el cono", explica Javier García Guinea, experto en Petrología del CSIC. "Se trata de rocas volcánicas y anhidras, es decir, carecen de agua y, por ello, la falta de oxígeno indica que tampoco hay óxido férrico, ni procesos de oxidación". Según escribió el científico A. Engel en la revista *Science*, las rocas lunares "muestran un 7% de titanio, lo que sugiere un fraccionamiento extremo".

Otras fuentes del CSIC aseguran que en este organismo se han estudiado recientemente rocas procedentes de Marte, por parte de Carmen Ascaso, especialista en meteoritos, y por el profesor polaco Jacekc, considerados, además, excelentes microscopistas.

National Aeronautics and Space Administration

The International Space Station

The First Step In Exploration

economy

places in use scientific, technological and production potential of many nations; it is the progression of the world economy

education

inspires and nurtures the knowledge and skills required to plan and develop our future explorations

living in space

systems that ensure human performance as the distance and time away from Earth increase

technology

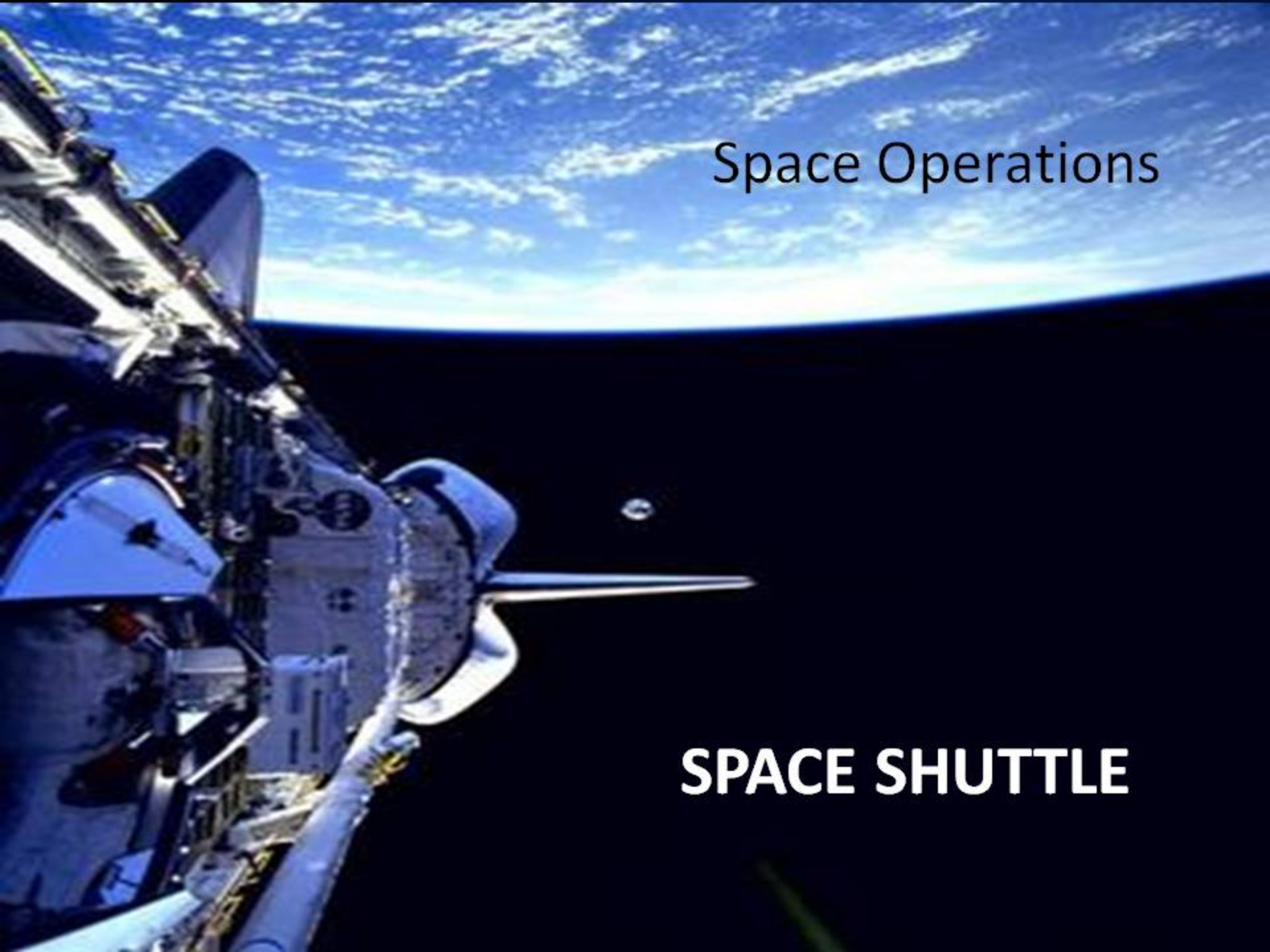
spacecraft systems - the basis for future human exploration spacecraft

working in space

experience in building and operating complex space facilities

INTERNATIONAL MANNED SPACEFLIGHT - APOLLO SOYUZ

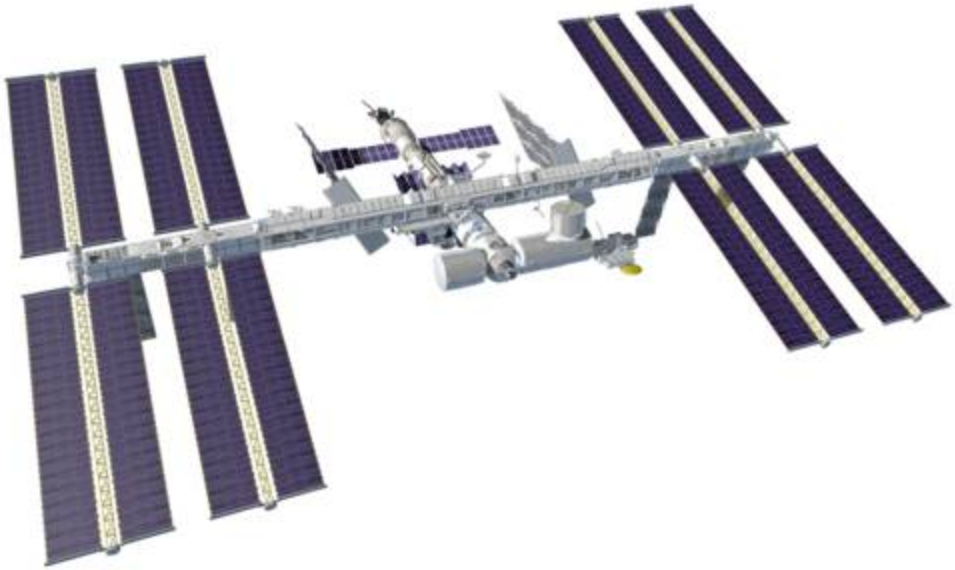
1975: Astronaut Donald K. “Deke” Slayton embraces cosmonaut Aleksey Leonov in the Soyuz

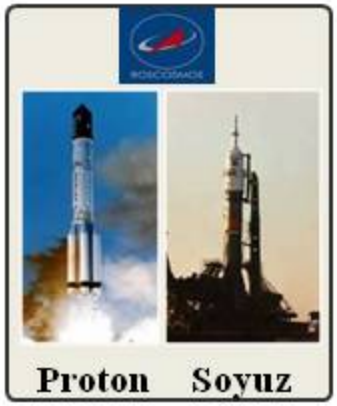

Space Operations
SPACE SHUTTLE

STS – 133 Rollout

Shuttle Atlantis in Space

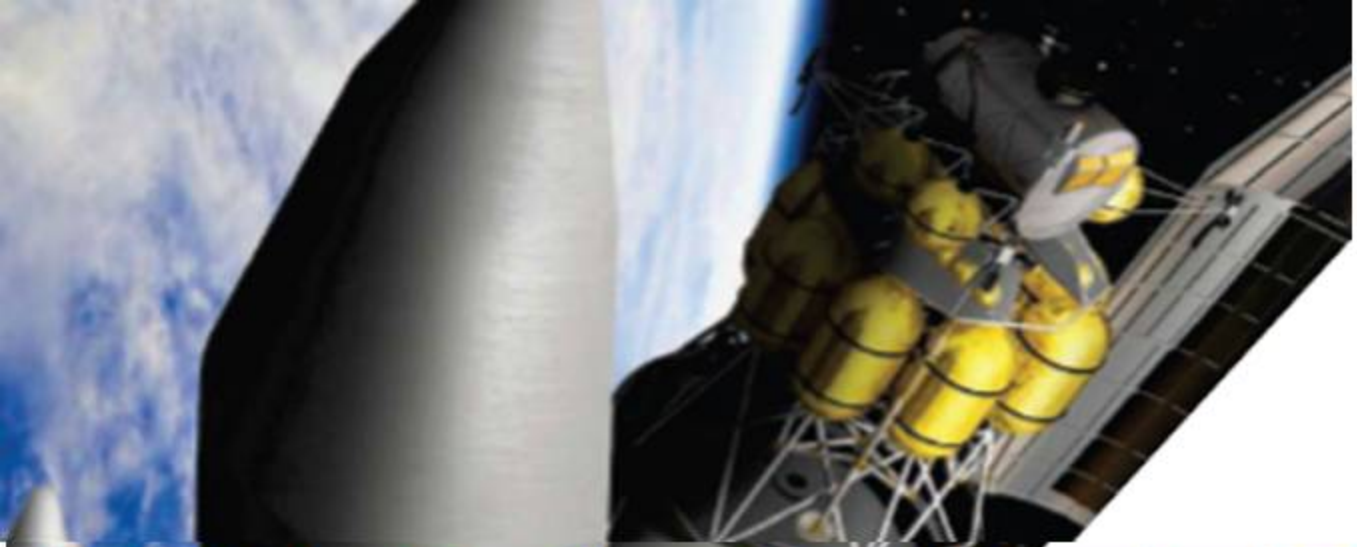
INTERNATIONAL SPACE STATION OVERVIEW





- International Partnership
  - ASI/ESA/JAXA/CSA since 1980s
  - Roskosmos since 1993
- Builds on long history of international cooperation
  - Shuttle
  - Science missions
- Largest spacecraft ever built
  - 420,500 kg at completion
  - Over 40 assembly flights
- International crew
- International launch fleet
- International servicing vehicles
  - Commercial in development
- Globally distributed operations

EXPLORATION



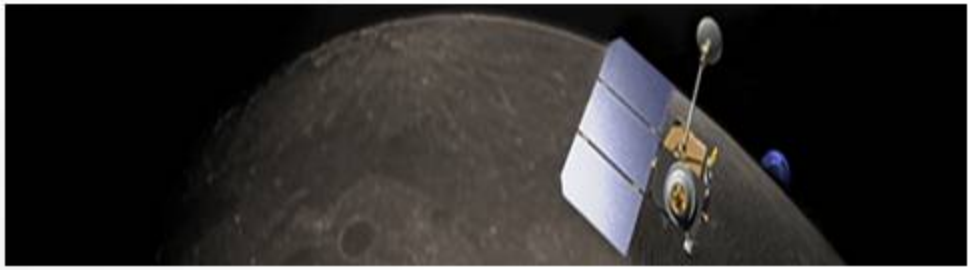
Orion Crew Exploration Vehicle

Orion, NASA's new spacecraft, will succeed the Space Shuttle as NASA's primary vehicle for human space exploration.

LUNAR Exploration MISSIONS

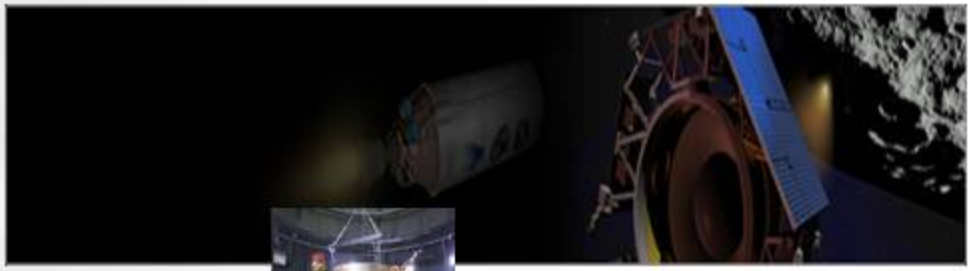
LRO will spend at least a year in a low polar orbit approximately 50 kilometers (31 miles) above the lunar surface, while its seven instruments find safe landing sites, locate potential resources, characterize the radiation environment and test new technology.

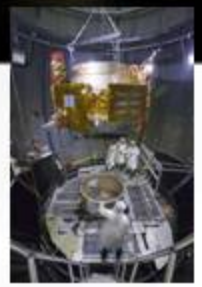
Lunar Reconnaissance Orbiter Orbiter

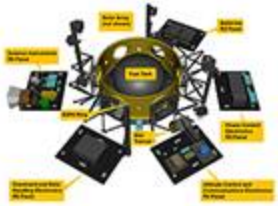


LCROSS launched with the Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) aboard an Atlas V rocket from Cape Canaveral, Fla., on June 18, 2009 at 2:32 p.m. PDT. The main LCROSS mission objective is to confirm the presence or absence of water ice in a permanently shadowed crater near a lunar polar region.

Lunar CRater Observation and Sensing Satellite



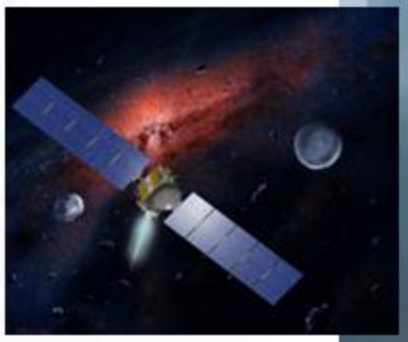




COMMERICAL CREW AND CARGO PROGRAM

NASA's Commercial Crew and Cargo Program is investing financial and technical resources to stimulate efforts within the private sector to develop and demonstrate safe, reliable, and cost-effective space transportation capabilities.

NASA's Exploration program is being restructured to exploit similar commercial capabilities to transport astronauts to and from the ISS.



Orbital
Innovation You Can Count On®

PLANETSPACE

SPACEX

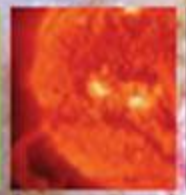
SpaceDev

The Science Mission Directorate (SMD) projects humankind's vantage point into space with Earth-orbit and deep space observatories; spacecraft that visit other planetary bodies; and robotic landers, rovers, and sample return missions. SMD organizes its work to achieve the goals in the NASA Strategic Plan through Earth science, Planetary Science, Heliophysics, and Astrophysics.

Cassini-Huygens at Saturn

Cassini's view of Saturn eclipsing the sun reveals the wispy outermost "E" ring that is created by geysers on Saturn's moon Enceladus.

SCIENCE



Mars Exploration Rover

NASA scientists exploring Mars via the robotic geologists Spirit and Opportunity have discovered evidence of an ancient wet environment that may have been suitable for life.

Science

ASTROPHYSICS

THE SWIFT GAMMA RAY BURST EXPLORER

Prime Institution: NASA

Lead University Partner: Penn State (PSU)

Countries Involved: USA, Italy, UK

Spacecraft Partner: Spectrum Astro

Mission Operations Partner: Omitron

THE SWIFT MIDEX

SWIFT OVERVIEW

Objectives

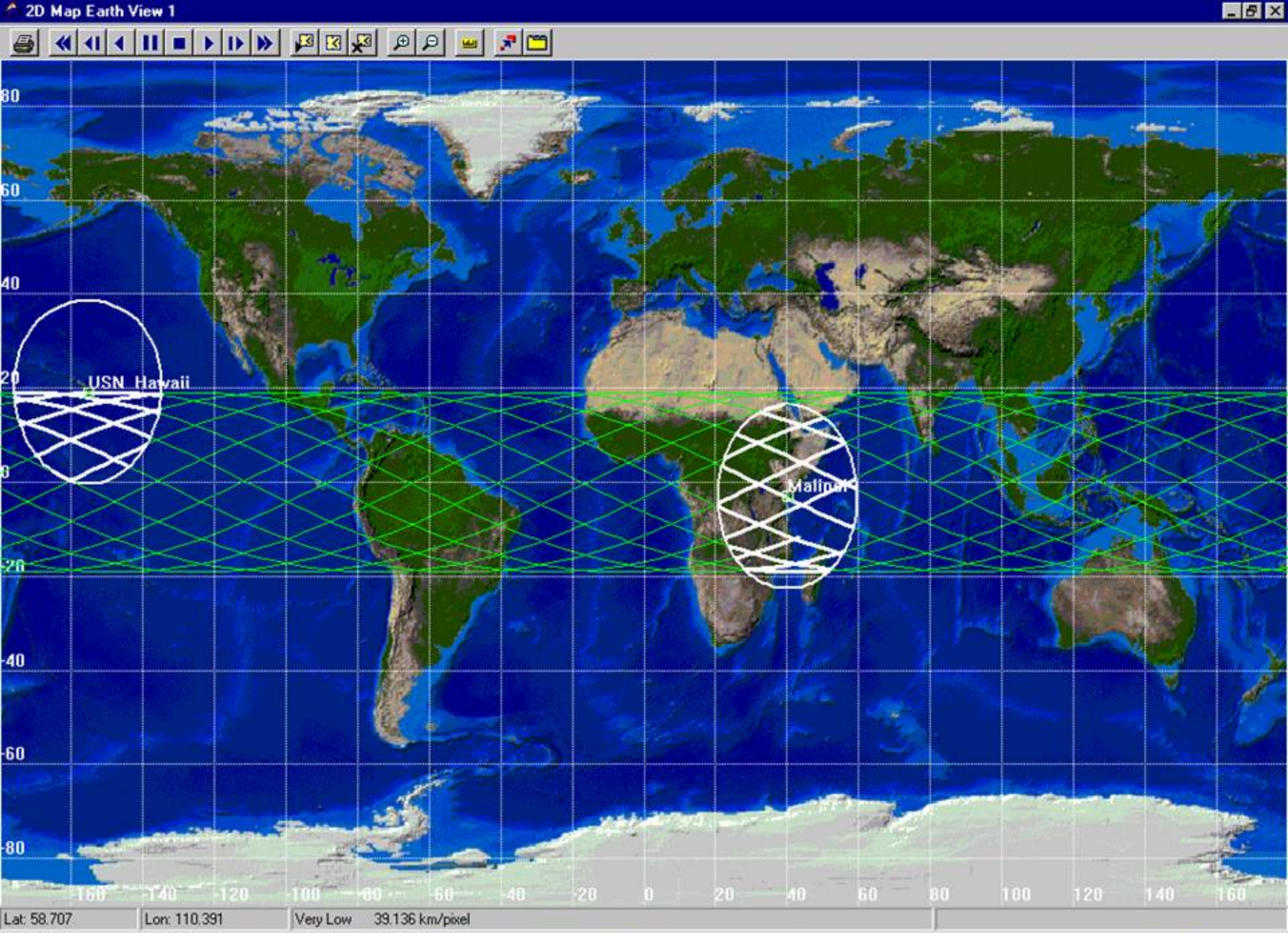
- Study 100s of GRBs during mission
- Determine origin of GRBs
- Explore environment near GRBs
- Use GRBs to probe the Universe
- Perform all-sky hard X-ray survey

Rapidly re-pointing spacecraft

- ~ 1 minute automated response
- Quick response to Targets of Opportunity

Data distributed immediately to astronomical community

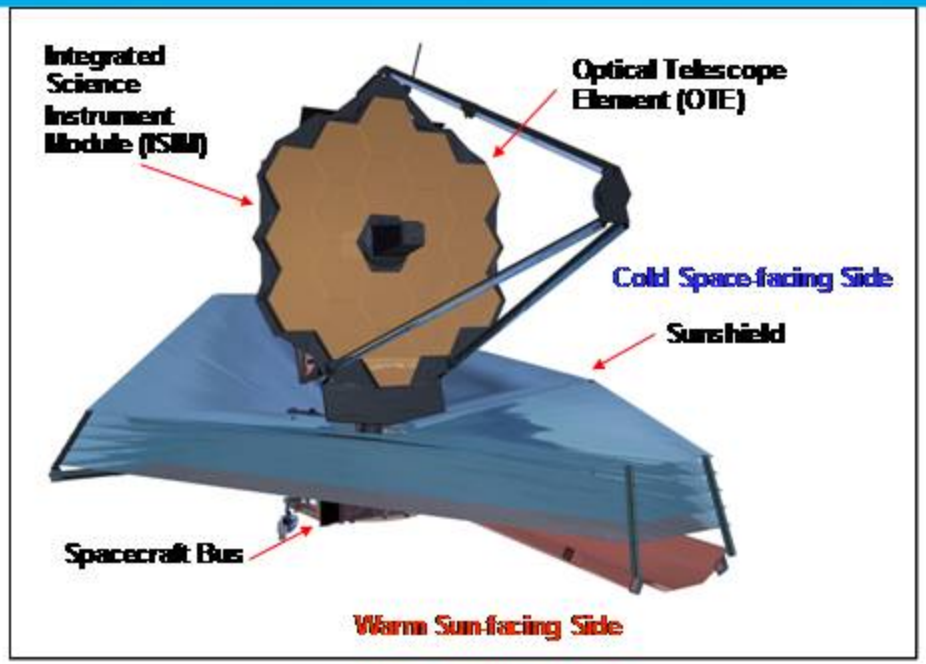
- Burst alerts in seconds
- Follow-up observations in a day


2D Map Earth View 1
USN_Hawaii
Malindi
Lat: 58.707
Lon: 110.391
Very Low
39.136 km/pixel
Start
Eudora Pro
Microsoft PowerPoint ...
Messages = 0
Satellite Tool Kit
2D Map Earth Vie...
4:02 PM

James Webb Space Telescope (JWST)

Organization

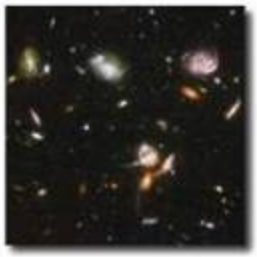
- Mission Lead: **Goddard Space Flight Center**
- International collaboration with **ESA & CSA**
- Instruments:
  - Near Infrared Camera (NIRCam) – **Univ. of Arizona**
  - Near Infrared Spectrograph (NIRSpec) – **ESA**
  - Mid-Infrared Instrument (MIRI) – **JPL/ESA**
  - Fine Guidance Sensor (FGS) – **CSA**
- Operations: Space Telescope Science Institute



Description

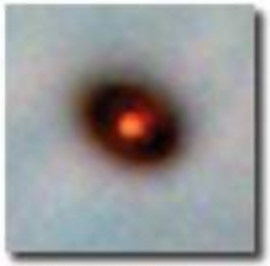
- Deployable infrared telescope with 6.5 meter diameter segmented adjustable primary mirror
- Cryogenic temperature telescope and instruments for infrared performance
- Launch June 2014 on an ESA-supplied Ariane 5 rocket to Sun-Earth L2
- 5-year science mission (10-year goal)

JWST Science Themes

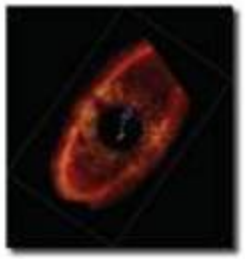


End of the dark ages: First light and reionization

The assembly of galaxies



Birth of stars and proto-planetary systems



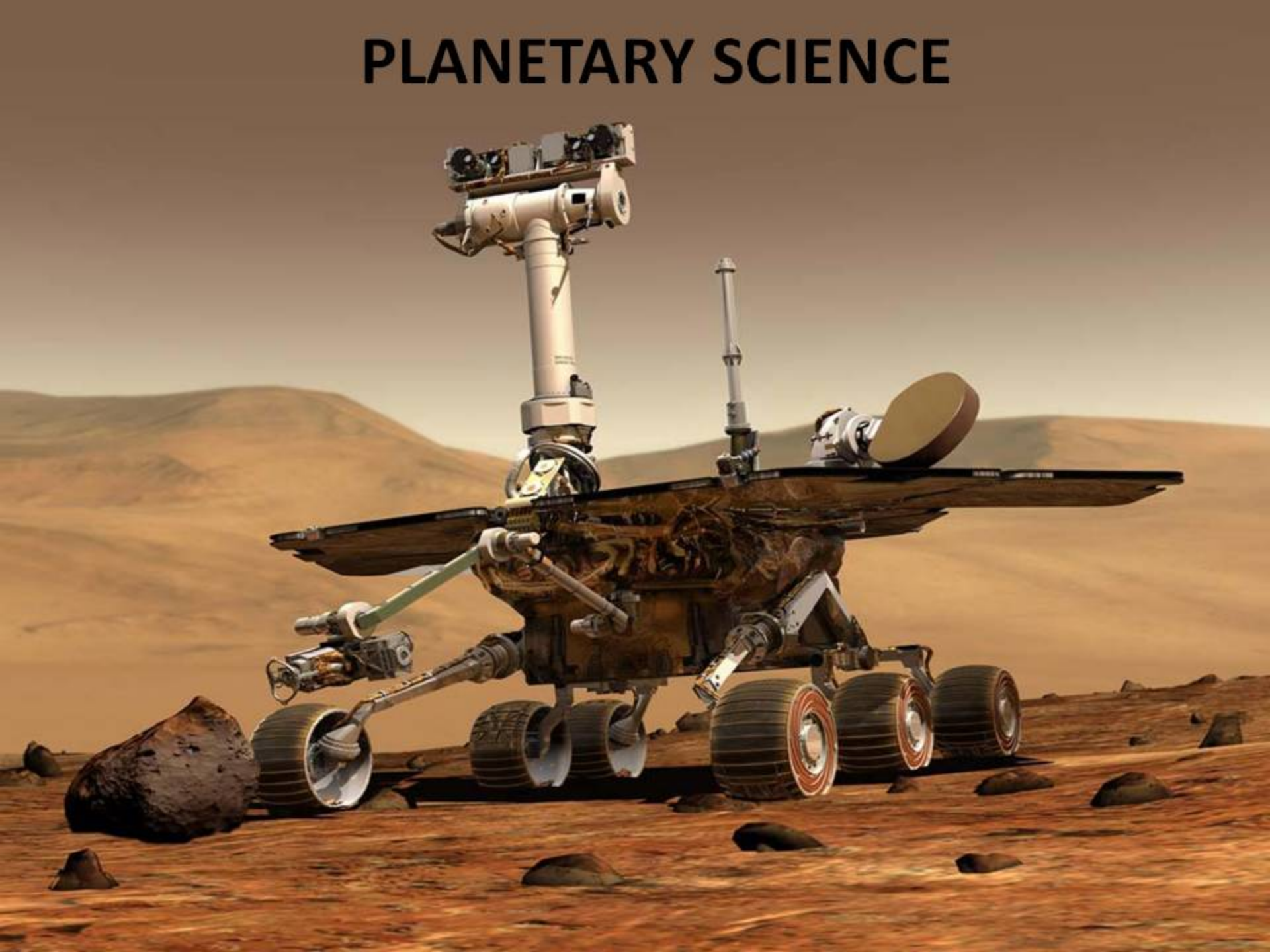
Planetary systems and the origin of life

Ariane 5 Launch Vehicle

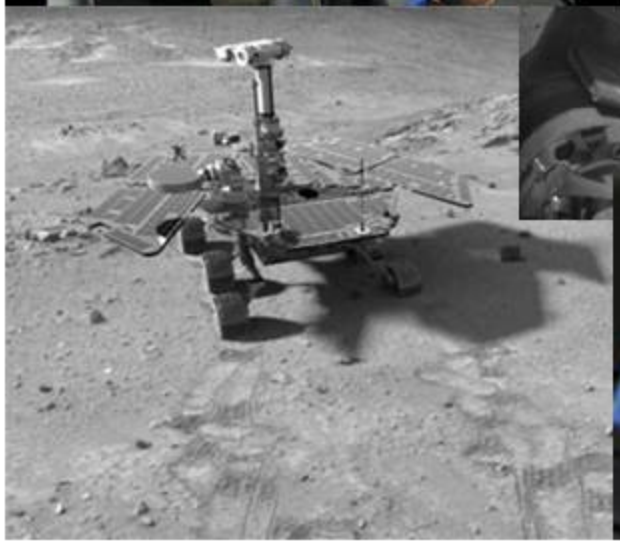
Ariane 5 ECA

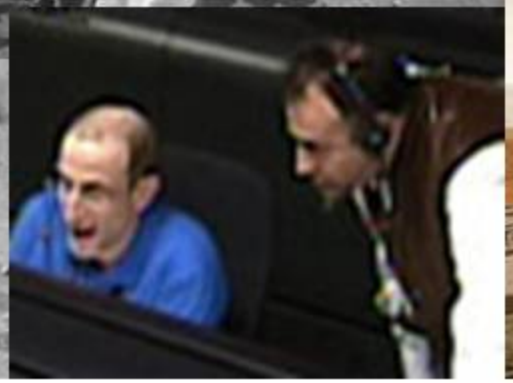
JWST Full Scale Model

PLANETARY SCIENCE

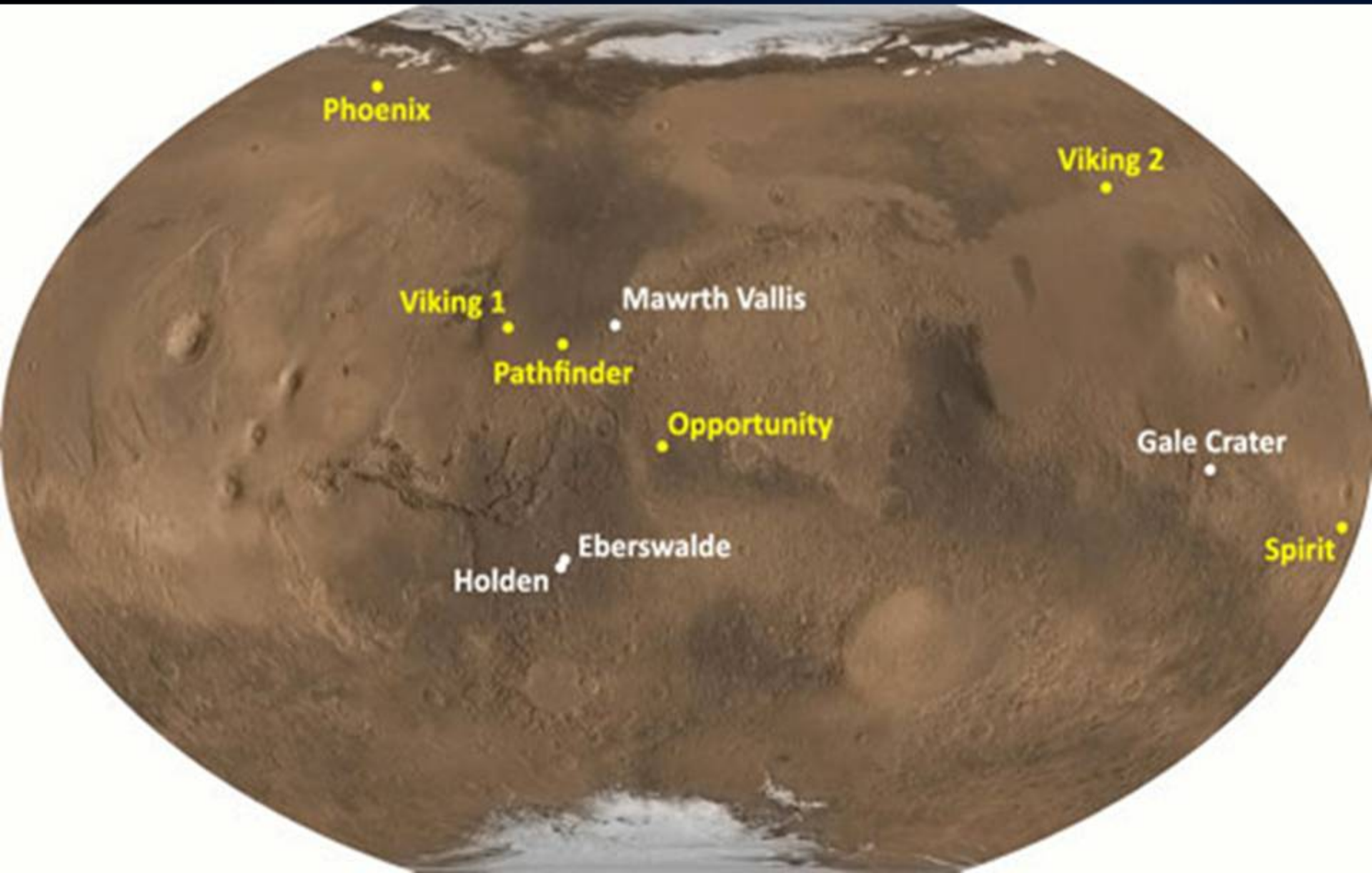


SPIRIT & OPPORTUNITY





MARS LANDING SITES



Mars Relay Spacecraft

NASA's Mars Reconnaissance Orbiter

Launched August 12, 2005, is on a search for evidence that water persisted on the surface of Mars for a long period of time. While other Mars missions have shown that water flowed across the surface in Mars' history, it remains a mystery whether water was ever around long enough to provide a habitat for life.

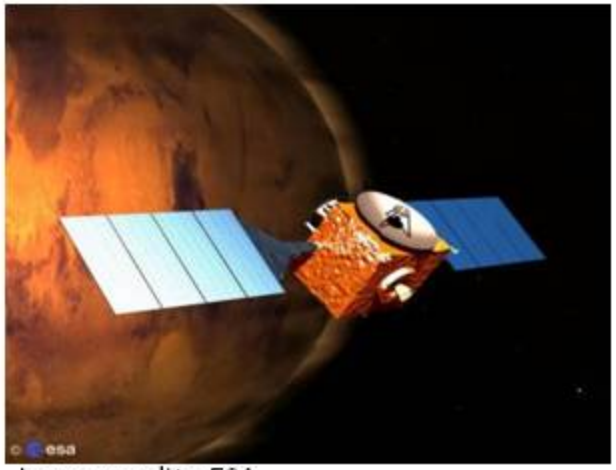


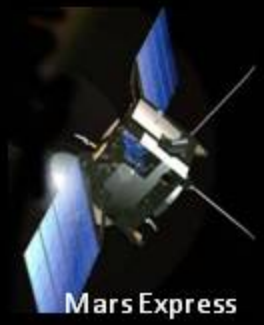
Image credits: ESA

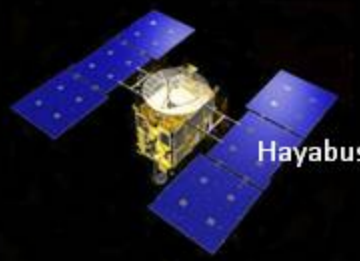
ESA's Mars Express

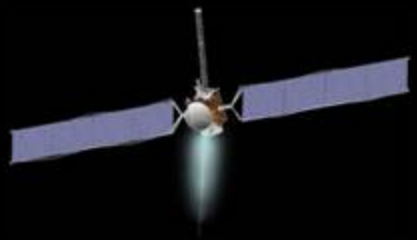
Launched on June 2, 2003, ESA's Mars Express orbiter will play a key role in an international exploration programme spanning the next two decades.

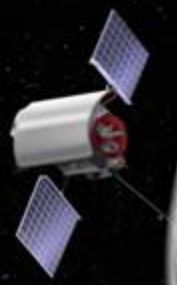
Both vehicles serve as internationally interoperable data relays.

Some NASA and Partner Agency Planetary Space Missions









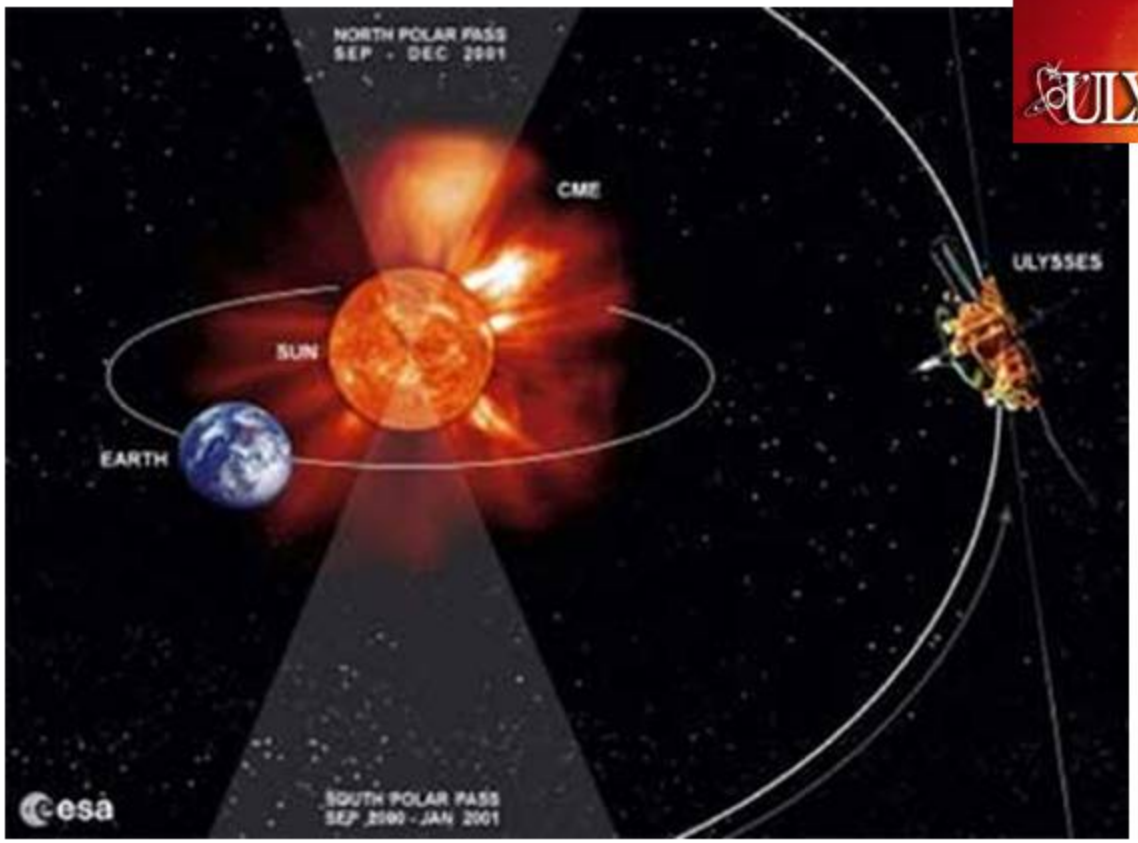
Science

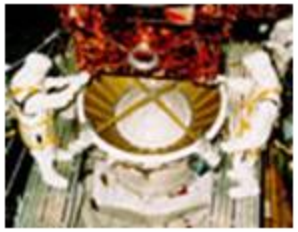
HELIOPHYSICS

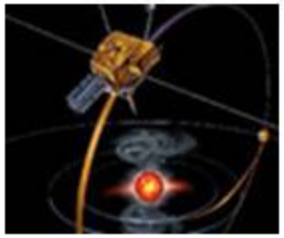
- SOHO is a cooperative effort between the European Space Agency (ESA) and NASA.
- SOHO was designed to study the internal structure of the Sun, its extensive outer atmosphere and the origin of the solar wind, the stream of highly ionized gas that blows continuously outward through the Solar System.
- SOHO was launched on December 2, 1995.

esa

Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology
ULYSSES


NORTH POLAR PASS
SEP - DEC 2001
CME
ULYSSES
SUN
EARTH
esa
SOUTH POLAR PASS
SEP 2000 - JAN 2001

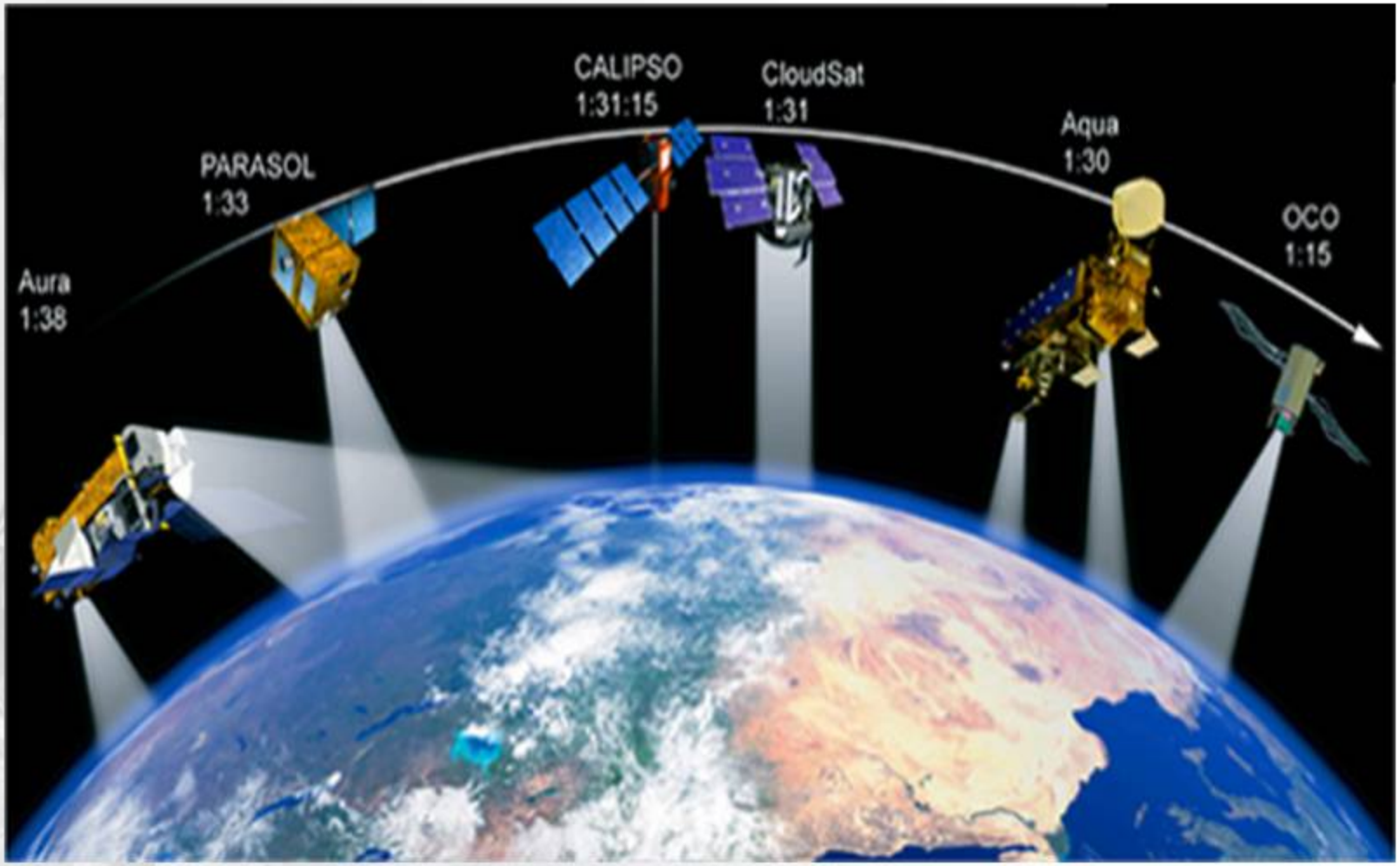




Science

EARTH SCIENCE

A-TRAIN CONSTELLATION



International Laser Ranging Service

International Laser Ranging Service (ILRS)

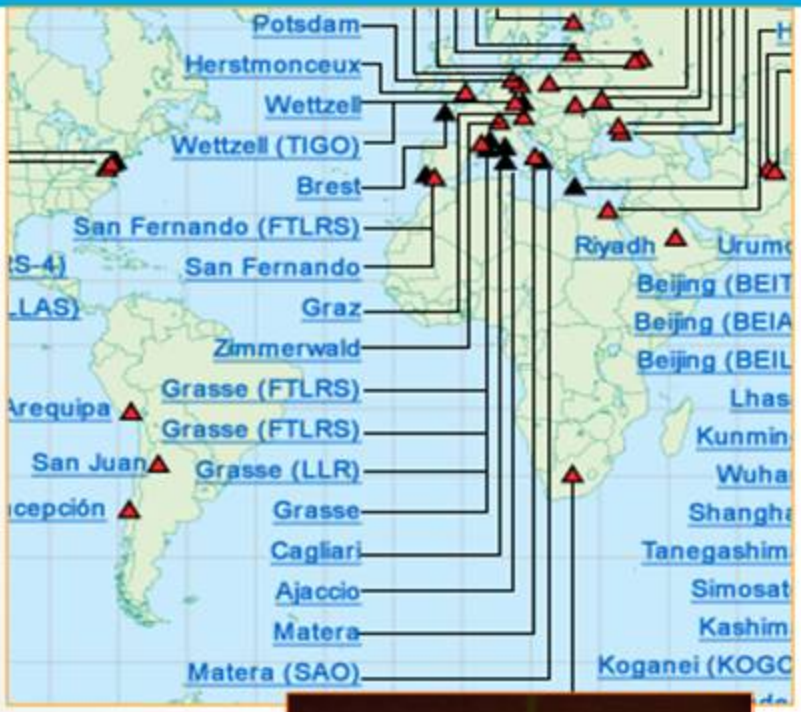
Satellite laser ranging uses lasers to measure ranges from ground stations to satellite borne retro-reflectors to the millimeter level.

The primary mission of the ILRS is to support, through satellite and lunar laser tracking data and related products, geodetic and geophysical research activities.

Laser Ranging to GNSS will assist in developing Improved models and reference frames necessary to support:

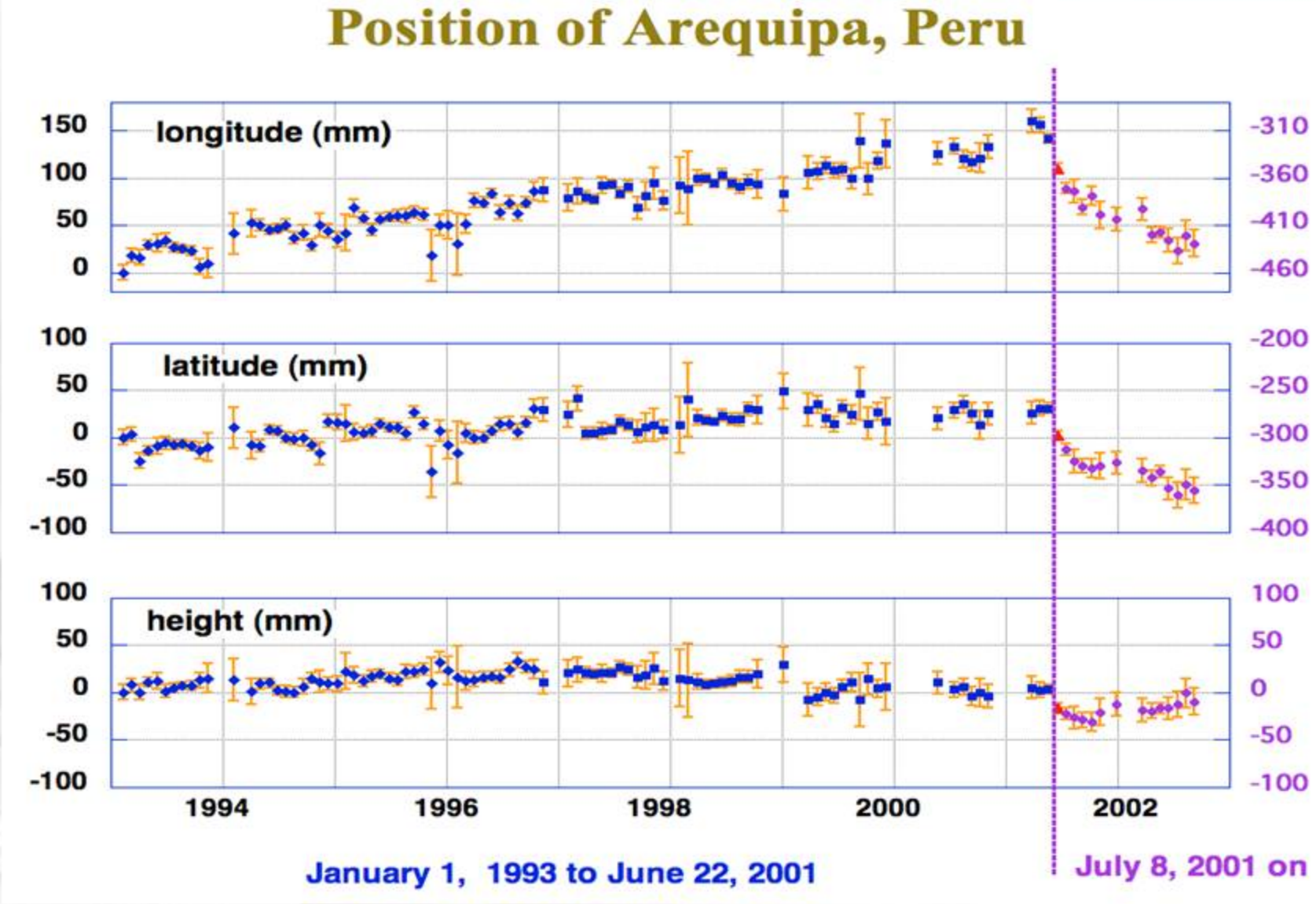
- Earthquake prediction
- Global sea surface height and ice sheet thickness

Laser Ranging ground stations are distributed all over the world, including the U.S. and Mediterranean countries.



NASA SLR 2000

Earth Quake Prediction



CROSS CUTTING CAPABILITIES

Education & Public Outreach

“PARTNeR”: Proyecto Academico con el Radio Telescopio de NASA en Robledo

PARTNeR is an educational project which allows students to perform real Radio Astronomy observations using a 34 meter antenna, located at the NASA Deep Space Communication Complex in Robledo de Chavela, near Madrid (Spain). It is mainly focused on High-School and University students. PARTNeR is the result of a collaboration between NASA and INTA (National Institute for Aerospace Technology).

GLOBE: Global Learning and Observations to Benefit the Environment

- NASA hosts the GLOBE program at three centers:
  - Glenn Research Center Cleveland, Ohio
  - Langley Research Center Hampton, VA
  - Stennis Space Center Huntsville, AL

European countries participating in the GLOBE Program

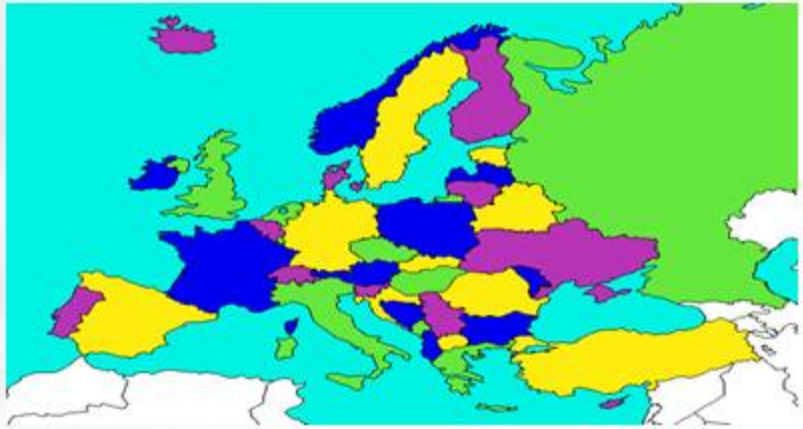
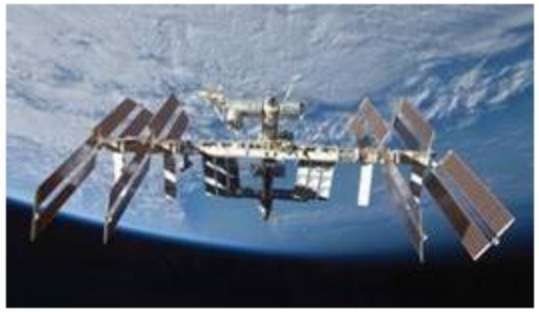


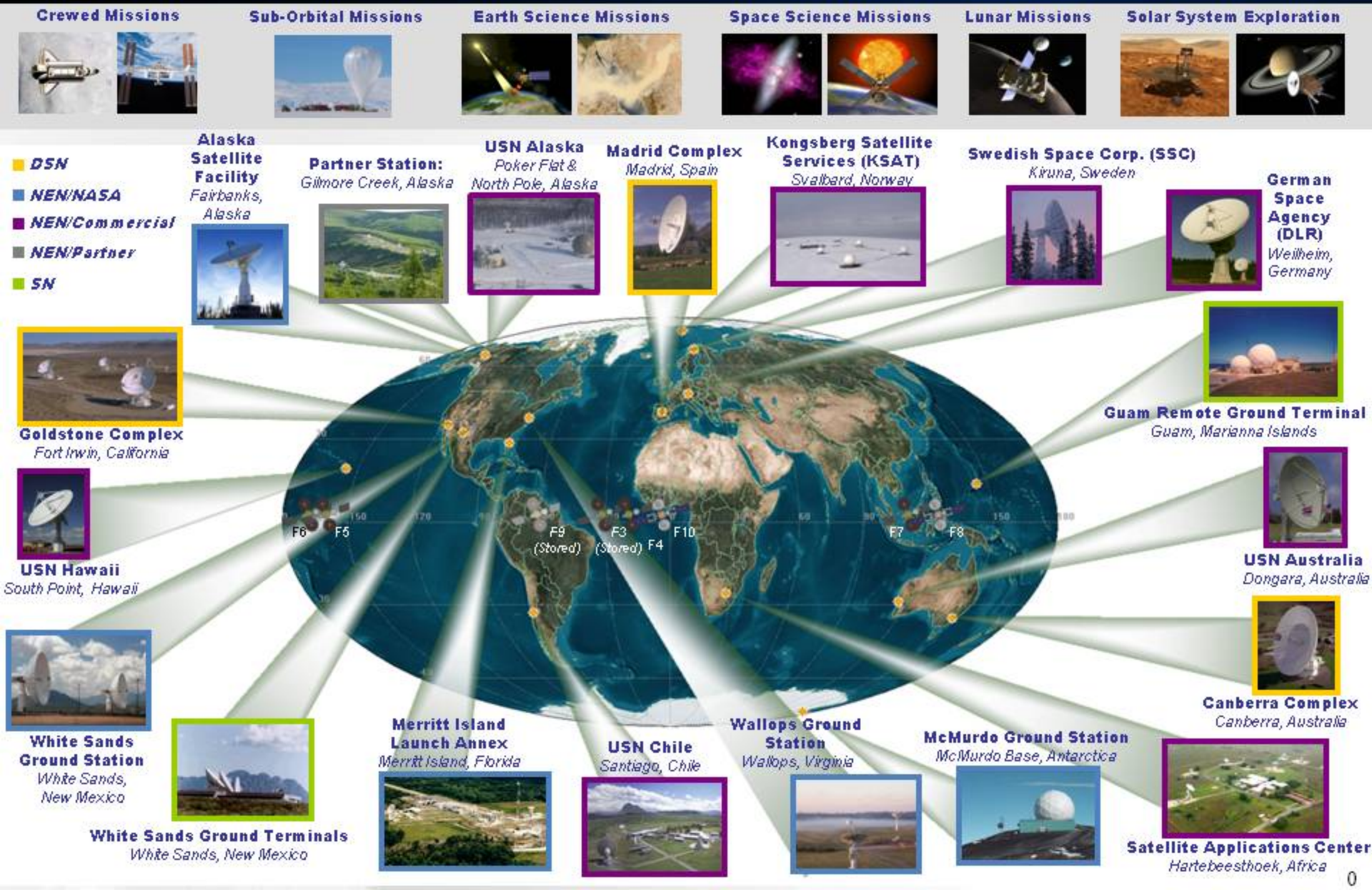
Image credit: GLOBE-Europe

SCaN Overview

- SCaN operates under the Space Operations Mission Directorate.
- **What does SCaN stand for?**
  - Space Communications and Navigation
- **What does SCaN do?**
  - It communicates with and tracks all of NASA's space explorers across the Solar System
  - Ground antennas communicate with the satellites in space
  - Satellites in space communicate with each other and the ground
- **There are three networks that SCaN's antennas operate under:**
  - Near Earth Network
  - Space Network
  - Deep Space Network



Where are the SCaN Networks Located?



"We all believe that the seventh time we land on the moon will be with our international partners"

Lori Garver, NASA February 1, 2010

http://www.nasa.gov