

인공위성을 이용한 심우주 관측 기술

윤용식*

Deep Space Observatory Technology using Satellite

Yong-Sik Yoon*

Abstract

In order to observe the deep space more efficiently, a satellite installed with a telescope on earth is needed. Advanced countries in space such as U.S.A and E.U. etc. have obtained and analyzed informations and images of the space from Hubble telescope, Kepler space observatory and Herschel space observatory. This paper studied specifications and operation status of space observation satellite of the several foreign countries and described technologies and plans for the domestic deep space observation satellite.

초 록

심우주를 더욱 효율적으로 관측하기 위해서는 지구 대기권에 천체 망원경을 탑재한 인공위성을 운용하는 것이다. 미국과 EU 등 우주 선진국에서는 허블우주망원경, 케플러 및 허셜 우주 관측 위성 등에 의해 우주 정보를 획득하여 분석하고 있다. 본 논문에서는 외국의 주요 우주 관측 위성에 대한 사양 및 현황을 고찰하고, 국내의 심우주 탐사를 위한 기술과 계획 등에 대해 기술하고자 한다.

키워드 : 허블 우주 망원경(Hubble space telescope), 케플러 우주관측 위성(Kepler space observatory), 허셜 우주 관측 위성(Herschel space observatory), 우주 관측(space observatory), 행성(planets), 은하(galaxies)

1. 서 론

21세기 들어 지구 온난화에 따른 홍수와 장기간의 가뭄 그리고 쓰나미 등과 같은 이상 기후 현상이 빈번히 발생하고 있다. 특히 2011년 3월 일본 후쿠시마 원전 사고 이후 전 세계 방사능 오염에 대한 우려가 커

지고 있다. 그리고 세계적인 영국의 물리학자 스티븐 호킹 박사는 2012년 1월 6일 영국 BBC 방송과의 인터뷰에서 핵전쟁과 지구 온난화로 인류는 1,000년 내에 멸망할 위험이 있으며 이를 피하기 위하여 우주를 반드시 식민지화해야 한다고 언급한 바 있다[1]. 이를 위하여 미국과 EU 등 우주 선진국에서는 우주 기술이

접수일(2013년 9월 10일), 수정일(1차 2013년 10월 18일, 2차 2013년 10월 21일), 게재 확정일(2013년 11월 1일)

* 항공우주미래기술팀/ysyoon@kari.re.kr

확보되는 시기인 1970년부터 심우주를 보다 정확하고 효율적으로 관측하기 위해 우주 관측 위성을 궤도에 발사하기 위한 계획을 수립한 바 있다.

현대 로켓의 아버지라 불리는 독일의 허만 오베르스는 1923년 로켓으로 망원경을 지구 궤도에 올리는 것을 최초로 언급한 바 있다. 그 후 1946년 미국의 이론 천체물리학자인 라이먼 스피처 박사는 지구 대기권에 의해 방해받지 않고 지구 궤도에 위치한 우주 망원경을 사용하여 심우주를 관측하는 것이 지상 천체 망원경으로 관측하는 것 보다 더 많은 장점이 있다고 주장한 바 있다. 이 주장에 따라 제작된 많은 우주 관측 및 탐사 위성 중 가장 크고 다양한 목적을 가진 우주 광학 망원경이 허블 우주 망원경(Hubble Space Telescope)으로 1990년 4월 20일 우주왕복선 디스커버리호로 발사 되었다[2]. 2009년 3월 7일에 미국 NASA는 은하계에 생명체가 존재할 가능성이 있거나 지구 생명체가 존재할 수 있는 환경을 가진 지구 크기의 행성을 찾는 케플러 우주 관측 위성(Kepler Space Observatory)을 발사하였다[3]. 또한 2009년 5월 14일에는 ESA와 NASA가 공동으로 허셜 우주 관측 위성(Herschel Space Observatory)을 개발하여 아리안 발사체로 발사하여 지구로부터 150만 km 떨어진 곳에서 심우주를 관측하였다[4]. 이들 우주 비행체에 의해 관측되고 획득된 자료로 미국과 EU 등 전 세계 우주 천문학자 및 천체화학자들이 은하계의 초기 형성 과정, 별의 생성 과정, 우주를 떠다니는 분자의 화학적 성분, 지구 공전 주기와 환경 그리고 지구와 유사한 행성의 발견 등에 관한 연구를 수행하고 있다.

본 논문에서는 전 세계 우주 망원경 및 관련된 우주 비행체의 역사와 개발 현황을 고찰하였다. 특히, 허블 우주 천체 망원경, 케플러 우주 관측 위성과 허셜 우주 관측 위성의 상세한 사양과 운용 그리고 획득한 자료의 결과 등에 관하여 기술하였다. 또한 우주 선진국들의 심우주 관측에 따른 향후 국내 기술 및 계획 등에 대하여 기술하고자 하였다.

2. 심우주 관측

심우주 관측(deep space observatory)은 먼 거리의 행성(planets), 은하(galaxies) 그리고 우주 물체의 관

측을 의미하는 것으로 지구상의 정보 수집이나 자원 탐사 등을 목적으로 하는 지구 관측 위성과는 다르다 [5]. 그리고 지구상에서 천문 관측을 수행하게 되면 대기권으로 인한 전자기 복사(electromagnetic radiation)의 필터링과 왜곡 등에 의해 제한을 받게 된다. 대구경 천체 망원경과 같이 지상에 설치·운용되고 있는 천체 망원경은 우주로 발사한 레이저 광이 대기의 영향을 받지 않도록 미리 보정된 레이저 광을 사출하는 적응 제어 광학(adaptive optics)을 이용하여 대기권의 영향을 줄이도록 하고 있다.

대기권 밖 지구 궤도 상에 천체 망원경을 설치하여 운영하려는 목적은 천체 관측에 방해가 되는 지구상의 인공 광원 등에 의한 빛의 공해(light pollution)나 반짝거림 등을 없애기 위해서이다. 우주 천체 관측은 대기권에 의해 심하게 감쇠되지 않는 전자기파 스펙트럼(electromagnetic spectrum)의 두 과장 범위인 광학 창(optical window)과 라디오 창(radio window)의 주파수 범위가 매우 중요하다. 예를 들어, 그림 1과 같이 지구상에서 X선에 의한 천문 관측은 거의 불가

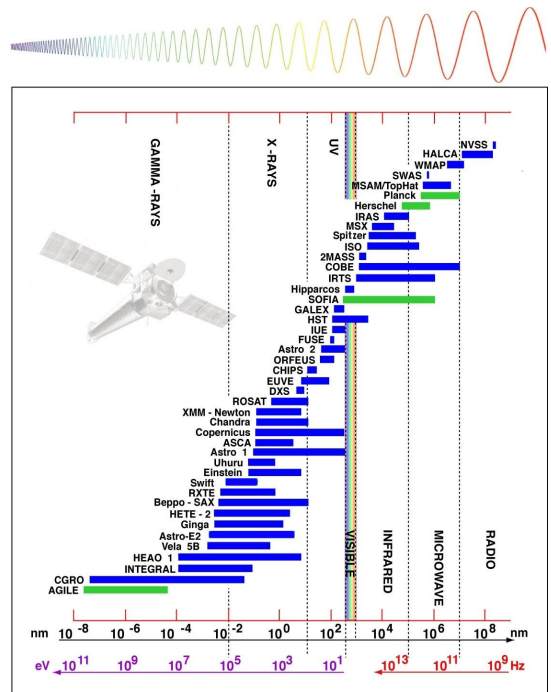


그림 1. 심우주 천체 관측 위성 및 위성별 운용과장[6]

능하므로 찬드라 천체 관측 위성(Chandra observatory)과 XMM-Newton 천체 관측 위성에 X선 망원경을 탑재하여 우주 궤도로 발사하여 운영하여야 한다. 적외선(infrared)와 자외선(ultraviolet)도 마찬가지이다.

심우주 천체 관측을 위한 임무는 일반적으로 두 가지로 분류할 수 있다. 전체 하늘의 지도를 제작하는 우주비행 임무와 천체 중 선정된 일부분을 관측하는 우주 비행임무이다.

현재 미국의 NASA, EU의 ESA, 일본의 JAXA 그리고 러시아는 많은 심우주 천체 관측 임무를 이미 완료했거나 현재 수행 중이거나 향후에 수행될 계획을 수립 중에 있다.

3. 허블 우주 천체 망원경

3.1 허블 위성

천문학자인 에드윈 허블(Edwin Hubble)의 이름을 따서 명명된 허블 우주 천체 망원경(이하 허블)은 표 1과 같이 지구 저궤도에서 직경 2.4 m의 망

표 1. 허블 우주 천체 망원경의 주요 사양

Satellite Specification	
Organization	NASA/ESA/STSI
Launch Date	April 24, 1990
Launch Vehicle	Space Shuttle/ Discovery
Mass	11,110 Kg
Length	13.2 m
Diameter	2.4 m
Collecting area	4.5 m ²
Orbit height	559 Km/Low Earth orbit
Orbit period	96-97 Min.(14-15Periods/day)
Wavelength	Visible light, ultraviolet, near-infrared
Main Instrument	
NICMOS	Infrared camera/spectrometer
ACS	Optical survey camera
WFC3	Wide field optical camera
COS	Cosmic Origins spectrograph
STIS	Optical spectrometer/camera
FGS	Three fine guidance sensors

원경으로 운용되는 위성체로 자외선, 가시광선 그리고 적외선으로 관측이 가능한 광학장비를 탑재하고 있다[7].

허블은 가장 큰 천체 관측용 다목적 위성 중 하나로 천문학에 있어서 필수적인 연구 장비가 탑재되어 있고 이에 따른 관측 자료가 관련 분야에 많은 도움이 되고 있다. 허블은 ESA의 지원을 받으면서 NASA에서 제작되었고, STSI(Space Telescope Science Institute)에 의해 운용되고 있다.

지구 대기권에 의한 천체 관측을 위한 왜곡 요인을 벗어난 허블의 궤도는 빛이 없는 우주 공간으로 매우 선명한 영상을 얻을 수 있다. 허블의 많은 관측 자료를 통하여 은하계의 팽창률을 정확하게 결정하는 등 천체 물리학에 혁신을 가져왔다.

허블 프로젝트는 1970년대의 예산 지원을 시작으로 1983년 발사 예정이었다. 그러나 기술적 지연, 예산 문제 그리고 우주왕복선 쉐린지 호의 참사 등이 잇따르면서 마침내 1990년 4월에 디스커버리 우주 왕복선에 의해 발사되었으나 발사 직후 메인 미러(main mirror)가 제대로 고정되지 않아 망원경의 능력을 손상시키고 있는 것이 발견되어 1993년에 당초 계획된 성능이 발휘될 수 있도록 우주공간에서 수리한 바 있다.

허블은 우주비행사에 의해 우주에서 수리를 받을 수 있는 유일한 우주 천체 망원경이다 1993년부터 2002년까지 우주왕복선을 통한 4번의 우주비행임무로 허블의 수리, 개선 그리고 교체 등이 수행된 바 있고 2009년 마지막으로 5번째 수리 임무



그림 2. 허블 망원경의 우주 궤도 진입

가 아틀란티스우주 왕복선에 의해 수행되었다. 이를 통하여 허블의 기대수명이 2014년에서 2020년까지 연장되었다.

허블의 후속 위성으로 제임스 웹 우주천체 망원경(James Webb Space Telescope)이 2018년 발사될 예정이다.

3.2 우주궤도에서 허블수리

3.2.1 문제의 원인 및 분석

과학자들은 허블 발사 후 지구에 전송된 영상을 통해 탑재된 광학 시스템에 문제가 있다는 것을 발견하였다. 비록 허블에 의해 획득된 영상이 지상의 천체 망원경에 의한 영상 보다 더 선명하게 나왔지만 허블이 정확하게 초점을 맞추지 못하여 예상된 최상의 영상을 얻지 못하였다.

획득된 영상 분석을 통하여 문제의 원인을 파악한 결과 천체 망원경의 제1 미러가 10 나노미터 정도 규정된 곡선을 벗어나 가공되어 미러 가장자리에서 반사되는 빛이 미러 중심에 반사되는 빛과 다른 점에서 초점이 맞춰지는 구면 수차(spherical aberration)를 발생시키는 것으로 밝혀졌다.

이를 해결하기 위해 COSTAR(Corrective Optics Space Telescope Axial Replacement) 시스템을 설계·제작하였다. 이 시스템은 수차를 보정하기 위해 한 개의 바닥에 광로(light path)가 있는 두 개의 미러로 구성되었다.

3.2.2 우주비행을 통한 허블 수리

허블은 정기적인 수리와 장비의 개선이 수행될 수 있도록 설계된 우주 비행체이다. 허블의 수리를 위한 우주 왕복선의 우주비행 임무는 1993년부터 2009년까지 모두 5차례에 걸쳐 수행되었고 필요한 경우 우주 비행사들이 여러 개의 안전 줄에 의지하여 우주 공간에서 우주 유영을 통해 작업을 수행하였다.

1993년 12월 우주왕복선 엔데버호에 의해 허블에 대한 1차 수리 작업이 수행되었다. 먼저 허블의 문제를 해결하기 위해 고속 광도계를 제거하고



그림 3. 나선형 은하M100의 허블 1차 수리 전후 영상

COSTAR를 설치하였다. 다음에 내부 광학 보정 시스템, 태양전지판과 관련 전장박스 및 4개의 자이로스코프 등을 교체하고 탑재 컴퓨터를 개선한 후 허블을 우주 공간에 올렸다. 이 작업은 10일 이상 소요되었고, 수리작업 후 1994년 1월 13일 NASA는 수리작업이 성공적으로 완료되었고, 그림 3과 같이 매우 선명한 사진 영상을 얻을 수 있었다고 발표하였다.

2차 수리 작업은 1997년 2월 디스커버리호에 의해 탑재 분광기와 새로운 기록 장치 등이 교체되었고, 열적 절연장치 등을 수리하였다.

3차 수리작업은 1999년 12월에 디스커버리호에 의해 6개의 자이로스코프, 센서와 컴퓨터 그리고 절연 브라켓 등을 교체하였고, 배터리의 과부하를 방지하기 위해 VIK (Voltage/Temperature Improvement Kit)를 새로 설치하였다.

4차 수리 작업은 2002년 3월에 수행되었고 1차 수리에 설치되었던 COSTAR 대신 새로 메인 미러의 수차를 보정해 주는 ACS(Advanced Camera for Surveys)를 설치하고 30% 성능이 향상된 태양 전지판을 교체하였다.

마지막으로 5차 수리 작업은 새로운 관측 장비인 WFC3와 COS 그리고 데이터 처리장치 등을 교체하고 ACS와 STIS를 수리하고 니켈수소 배터리를 개선하였으며, 향후 우주비행사나 로봇에 의한 허블과의 랑데부, 포착 및 안전한 분리 등이 가능하도록 작업을 수행한 바 있다.

3.3 데이터 처리 및 분석 결과

허블은 천문학 분야에서 오랫동안 제기된 몇

가지 문제를 해결하는데 도움이 되었고 새로운 의문점도 생기게 하였다. 또한 몇몇 관측 결과는 그것들을 설명하기 위해 새로운 이론이 필요하게 되었다.

우선, 케페우스 변광성(Cepheid variable stars)까지의 거리는 허블이 운용되기 전에는 통상 50%까지 오차가 있었으나 현재는 $\pm 10\%$ 의 정확도로 측정이 가능하게 되었다.

그리고 허블의 관측 자료를 바탕으로 우주의 나이를 다시 산출할 수 있게 되어 이에 관한 기존의 이론들에 의문점을 주기도 하였다. 우주의 나이가 우주 중력과 밀접한 관련이 있으며, 현재에도 우주의 팽창이 실제로 계속 가속되고 있을 것으로 가정하여 우주에서의 허블과 지상 천체 망원경에 의한 측정 결과를 가지고 더 정확한 관측을 수행할 수 있다. 따라서 이 결과들은 보다 정확한 우주 나이를 계산할 수 있는 이론적 근거를 제시할 수 있을 것으로 판단하고 있다.

특히 허블이 찍은 고해상도 스펙트럼과 영상으로 은하계 부근 핵(nuclei)에 블랙 홀(black holes)이 널리 퍼져 형성되어 있는 것을 알 수 있었다. 그리고 중심 블랙홀의 질량과 은하의 상대량이 밀접하게 관계되고 있음도 알게 되었다. 그 밖에도 허블의 데이터를 통하여 현재까지 9,000개 이상의 논문이 발표되고 현재도 수많은 회의가 개최되고 있는 등 천문학에 많은 기여를 하고 있다.

4. 케플러 우주 관측 위성

4.1 케플러 위성

르네상스시대에 독일의 천문학자인 요하네스 케플러(Johannes Kepler)의 이름을 따서 제작된 케플러 우주 관측 위성(이하, 케플러)은 다른 은하계의 태양과 같은 항성을 공전하면서 생명체가 생존 가능한 지구와 유사한 행성을 찾기 위해 2009년 3월 NASA에서 발사한 위성체이다[8]. 케플러에 탑재된 위성 카메라의 초점면은 표 2에 나타난 바와 같이 2200X1024 픽셀(pixel)로 총 42

표 2. 케플러 우주 관측 위성의 주요 사양의

Satellite Specification	
Organization	NASA
Launch Date	March 7, 2009
Launch Vehicle	Delta-II(7925-10L)
Mass	1,052 Kg
Diameter	0.95 m
Collecting area	0.708 m ²
Orbit height	1 AU
Orbit period	372.5 days
Wavelength	430 - 890 nm
Main Instrument	
Photometer	0.95 m aperture
Primary Mirror	1.4 m diameter
Detectors	95 mega pixels(21 modules each with two 2200X1024 pixel CCDs)

개의 CCD로 구성되어 전체 해상도 95 메가 픽셀을 가지고 있다. 광도계는 선명한 영상 보다는 탁월한 광도를 제공하기 위하여 피사체 주위를 흐릿하게 찍는 소프트 포커스 기능을 가지고 있다. 케플러 위성의 제1 미러는 현재까지 지구 궤도 밖에 있는 가장 큰 망원경으로 크기는 1.4m 이고 무게는 동일한 크기의 미러 보다 86% 가볍게 제작되었다. 항성 정면을 지나가는 상대적으로 작은 행성을 발견하기 위해 반사율이 높고, 충분한 감도를 가진 우주용 망원경 시스템인 미러를 제작하기 위하여 9개 층의 은 코팅(silver coating)하여 제작하였다.

케플러는 다음과 같은 목적으로 설계·제작되었다;

- (가) 다양한 스펙트럼을 가진 항성의 생명체 거주 가능 영역(habitable zone) 혹은 그 부근에 지구 크기 및 그 이상의 행성이 몇 개 있는지 결정
- (나) 이들 행성의 크기, 형태 및 궤도 결정
- (다) 발견되는 항성계에 몇 개의 행성이 있는지 산출
- (라) 단주기(short-period) 거대 행성의 궤도 크기, 밝기, 크기, 질량 및 밀도 등을 결정

그러나 2012년 7월 14일 케플러 위성에 탑재

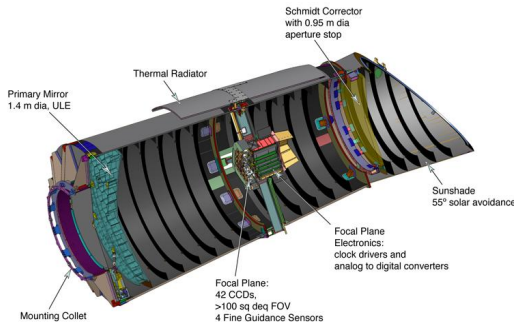


그림 4. 케플러 관측 위성의 내부 구조



그림 5. 케플러 위성의 행성 관측 상상도

된 정밀 자세제어에 사용되는 반작용 휠(reacton wheel) 4개 중 하나가 고장 났고, 2013년 1월 17일 나머지 3개 중 하나도 문제가 발생하여 2013년 5월 15일 최종적으로 케플러 위성의 임무 수행이 종료된 것으로 알려졌다[10].

4.2 관측 방법

케플러 이전 우주 천체 관측 프로젝트에 의해 발견된 태양계 밖에 대부분의 행성 크기는 목성 크기 혹은 그 이상이었다. 이에 따라 케플러는 기존 보다 약 30 ~ 600배 정도 작은 크기나 질량을 가진 행성을 발견할 수 있도록 설계되어 지구와 비슷한 환경을 가진 행성을 발견할 수 있도록 하였다. 이에 따라 케플러는 외계 행성이 항성을 공전하면서 항성이 가려져 항성의 광도(brightness)가 감소하는 것을 감지할 수 있는 정밀 우주 광도계를 탑재하여 예상 수명 3.5년 동안 약 10만개의 은하계 행성을 관측하도록 설계·제작되었다. 케플러는 항성 정면으로 지구 크기의 행성이 이동하면 항성 시등급(apparent magnitude)이 0.01%정도 감소되는 것을 이용하여 항성에 대한 행성의 경로를 반복하여 관측하는 경로 관측 방법(transit method)으로 지구 크기의 행성을 찾는다. 즉 광도의 감소 정도에 따라 행성의 지름을 알아낼 수 있고, 항성에 대한 행성 경로 사이의 간격으로 케플러 법칙을 이용하여 행성의 공전 주기를 유도할 수 있으며 행성의 온도도 계산할 수 있다.

케플러가 지구 크기의 행성을 발견하는 방법은 광도의 매우 작은 변화를 감지해 내는 것이므로 자체적으로 광도가 변하는 모든 항성이 이번 연구에 해당되지는 않는다. 처음 몇 달동안 케플러로부터 획득된 데이터에서 약 7,500개의 변광성(variable stars)을 연구 대상으로 선정하고, 연구 대상에서 제외되는 것이 생기면 후보군에서 새로 대체하도록 하였다.

4.3 주요 관측 내용 및 분석 결과

2009년 8월 6일 NASA는 케플러의 첫 임무 수행 결과로 기존에 지구 크기의 외계 행성으로 알려진 HAT-P-7b의 존재를 확인했다고 발표하였다.

2010년 6월 15일 156,000개의 대상 행성 중 400개의 데이터를 발표하였다. 이들 첫 데이터에서 706개 행성은 지구 크기부터 목성 크기까지로 생명체가 생존 가능한 외계 행성의 후보로 선정되었다. 그리고 2010년에 자기 항성보다 더 작고 뜨거운 행성을 가진 두 개의 항성 시스템 KOI (Kepler Object of Interest) 74와 KOI 81을 확인하였다. 이들 행성은 이전에 질량 이동에 의해 만들어 진 백색 왜성(white draft)일 가능성이 있을 것으로 생각하고 있다.

2009년 5월부터 2012년 12월까지 케플러가 발견한 항성을 공전하는 행성 약 5,000 여개를 발견하였고, 그 중 지구 크기 행성은 약 630개, 지구 보다 큰 행성은 약 1,500개, 해왕성 크기 행성은 약 2,000개 목성 크기 행성은 약 570개 그리고 목성보다 큰 행성이 160개 등이다.

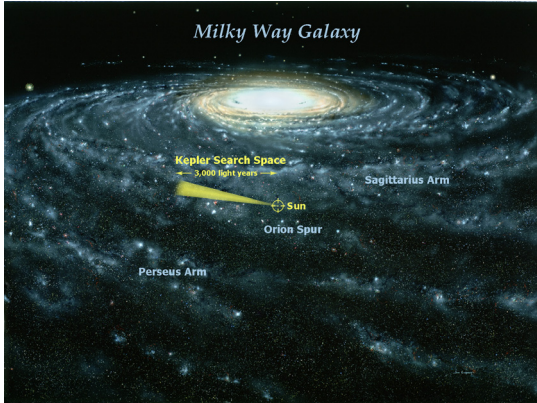


그림 6. Milky Way 은하계에서의 케플러 탐사 범위

특히, 2011년 12월 20일에는 태양 크기의 항성 Kepler-20을 공전하는 지구 크기의 외계 행성 Kepler-20e와 Kepler-20f를 처음으로 발표하였다. 또한 2013년 4월에는 태양 크기의 항성 Kepler-62와 Kepler-69에 생명체 생존 가능 영역에서 지구와 크기가 거의 유사한 외계 행성인 Kepler-62e, Kepler-62f 및 Kepler-69c가 각각 공전하고 있는 것이 발표되었다. 그러나 2013년 5월 Kepler-69c의 경우 태양계의 금성과 유사하여 생명체가 생존할 수 없는 것으로 밝혀졌다.

2013년 1월 칼텍 천문학과에서 수행한 케플러 획득 자료에 의한 연구 결과에 따르면 그림 6.에 나오는 Milky Way 은하계에는 적어도 1 ~ 4천억 개의 행성이 존재하는 것으로 발표 되었다 [11].

케플러 프로젝트에서 일하고 있는 과학자들은 케플러에 의해 획득된 자료를 계속 분석하면 향후 수년 동안 더 많은 발견이 있을 것으로 예상하고 있다.

5. 허셜 우주 관측 위성

5.1 허셜 위성

세계 최초로 적외선 스펙트럼과 천왕성을 발견한 영국의 윌리엄 허셜 경(Sir William Herschel)의 이름을 딴 허셜 우주 관측 위성(이하

허셜)은 NASA의 참여하에 ESA에서 설계·제작을 주관하여 2009년 5월 14일 아리안 5로 발사되었다[12]. 허셜은 표 3에서와 같이 현재까지 발사된 우주 망원경 중 가장 긴 3.5m 길이의 미러로 제작된 적외선 망원경이고, 원적외선과 서브 밀리미터의 주파수 대역(55 ~ 672 μ m)도 측정 가능한 장치이다. 허셜은 발사 2달 후 지구에서 1,500,000Km 떨어져 있고, 항상 태양과 지구에 대해 동일한 방위를 유지하여 차폐와 보정이 용이한 라그랑주 점(Lagrangian point) L₂에 위치하였다.

허셜은 우주에서 가장 차갑고 먼지가 많은 예를 들어 항성이 형성되는 차가운 보호막과 새로운 항성들이 막 채워지기 시작하는 가루 모양의 은하와 같은 것을 찾아낼 수 있다.

허셜은 Milky Way 뿐만 아니라 태양계의 물체 그리고 심지어 수십억 광년 떨어져 갓 만들어진 은하계 물체로부터 빛을 감지해 내면서 다음과 같이 4가지 주요 임무를 수행하였다;

- 초기 우주에서 은하계 형성과 진화
- 항성 형성과 성간 물질 간 상호 작용

표 3. 허셜 우주 관측 위성의 주요 사양

Satellite Specification	
Organization	ESA, NASA
Launch Date	May 14, 2009
Launch Vehicle	Ariane 5 ECA
Mass	3,300 Kg
Diameter	3.5 m
Collecting area	9.6 m ²
Orbit height	1,500,000 Km
Orbit period	1 year
Wavelength	60 - 670 μ m
Main Instrument	
HIFI	Heterodyne Instrument for the Far Infrared
PACS	Photodetector Array Camera and Spectrometer
SPIRE	Spectral and Photometric imaging Receiver

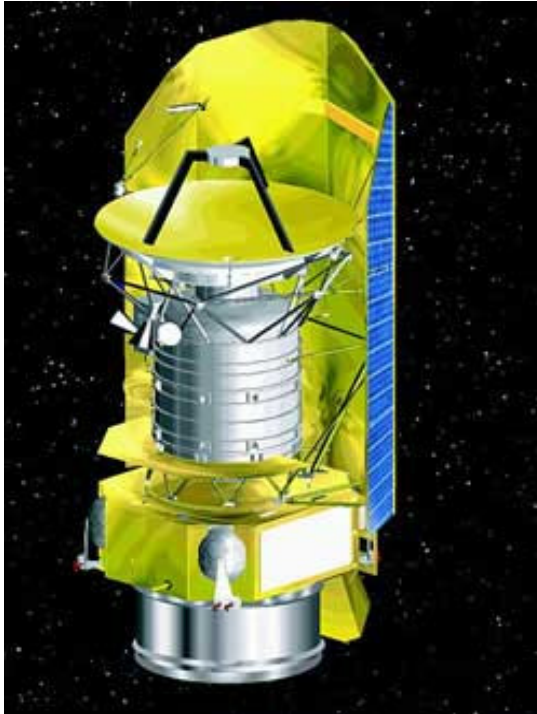


그림 7. 허셜 우주 관측 위성

- 행성, 혜성 그리고 달을 포함한 태양계 대기와 표면의 화학적 성분
- 우주에 걸쳐 있는 분자 화학

허셜의 우주 비행 임무 동안 35,000회 이상의 과학 관측과 약 600개의 다른 관측 프로그램으로부터 25,000시간 이상의 누적된 과학 자료를 얻을 수 있었다.

원적외선과 적외선 그리고 서브 밀리미터(sub-millimeter)의 주파수를 가진 빛은 -271°C 이하의 온도로 유지되는 3개의 탑재 감지센서로 초점이 맞춰지도록 되어 있다. 이들 감지 센서들은 약 -272°C 의 온도와 진공 상태에서 비등되는 2,300리터 이상의 액체 헬륨으로 냉각된다. 허셜 위성체에 탑재되어 2,300리터의 헬륨을 공급하는 것은 우주 관측을 위한 위성의 수명에 매우 커다란 영향을 미치게 되고, 이에 따라 허셜 위성은 약 3.5년 정도의 수명이 예상되었으나 약 4년간 운용된 후 냉각수 소멸로 2013년 4월 29일 약 4

년간의 수명을 완료하였다.

허셜 위성에 탑재되어 운용된 3기의 관측 장비는 다음과 같다;

- HIFI

주파수 변환 검출기는 $R=107$ 정도의 높은 스펙트럼 해상도를 제공하면서 다른 파장의 방사를 전기적으로 분리할 수 있다. 이 분광기는 $157\sim 212\mu\text{m}$ 와 $240\sim 625\mu\text{m}$ 의 두 대의 파장 대역에서 운용된다. 이 장치는 네덜란드의 SORON 우주연구소가 주도하여 설계, 제작 및 시험 등 전 과정을 수행하였고, 데이터 처리 및 분석도 수행하고 있다.

- PACS

PACS는 $55\sim 210\mu\text{m}$ 의 파장을 측정하는 저해상도 분광계 및 영상 카메라이다. 또 $R=1000$ 및 $R=5000$ 사이의 스펙트럼 해상도를 가지고 있고 -63dB 의 약한 신호도 감지해 낼 수 있어 공간과 스펙트럼 해상도를 결합한 통합 필드 분광기로 사용할 수 있다. 영상 카메라의 기능으로는 수 밀리 젠스키(millijansky, 이하 mJy)에 대한 측정 능력을 가지고 두 개의 대역 즉 $60\sim 85/85\sim 130\mu\text{m}$ 와 $130\sim 210\mu\text{m}$ 을 동시에 영상 처리할 수 있다.

- SPIRE

SPIRE는 $194\sim 672\mu\text{m}$ 의 파장을 측정하는 저해상도 분광계 및 영상 카메라이다. 또 $250\mu\text{m}$ 의 파장에서 $R=40$ 및 $R=1000$ 사이의 해상도를 가지고 약 100mJy 광도인 점광원(point sources)과 50mJy 광도인 확장 광원을 영상 처리할 수 있다. 영상 카메라의 기능으로는 $250, 350$ 및 $500\mu\text{m}$ 를 중심으로 각각 139, 88 및 43의 픽셀을 가진 세 개의 대역을 가지고 영상 처리할 수 있다. 허셜의 SPIRE는 영국의 카디프대학을 선도 기관으로 하여 8개국 18개 이상의 연구 기관에서 국제 협력을 통하여 제작되었다[13].

NASA에서는 이들 탑재 센서의 조절기, 국부 발진기 및 전력 증폭기 등을 개발 및 제작·공급하였다.

5.3 관측 결과

허셜은 별 형성 과정에 대해 미지의 혹은 예기치 않은 것 등을 발견하기 위한 관측 위성이다.

2010년 7월 천문학과 천체 물리학의 특별 주제로 허셜의 관측 결과에 따른 152편의 논문이 발표되었다.

2011년 8월 1일 과학자들이 허셜 데이터로 우주 공간에서 산소 분자를 확인하였고, 이것은 사상 두 번째로 우주에서 분자 물질을 발견한 것이다.

2011년 10월에는 허셜이 Hartley 2 혜성에 중수소를 측정함으로써 이 결과에 의해 지구에 많은 물이 혜성 충돌로 생겨난 것으로 추측된다고 보고된 바 있다. 2011년 10월 20일에 찬 수증기에 의해 형성되는 바다가 어린별의 강한 중력장을 가진 천체를 둘러싼 성간 물질의 고리(accretion disc)에서 발견되었다고 발표되었다. 따뜻한 수증기와는 달리 예전부터 별이 생성되기 시작하는 곳 부근에서 발견된 찬 수증기는 지구에 물이 만들어지는 생성 이론과 마찬가지로 행성 충돌 가능성이 있는 찬 수증기를 가진 혜성을 형성시킬 수 있다.

2013년 4월 18일 허셜 팀은 네이처지에 항성 중 1년에 2,000개 이상의 태양 질량을 생산해 내는 특별한 발광 은하계를 발견했다고 발표하였다.



그림 8. 허셜에 의한 Rosette 성운의 별 생성 모습

$z=6.34$ 에 위치한 HELS3으로 명명된 이 은하는 빅뱅 후 8억8천만년 만에 생성된 것이라고 발표하였다.

허셜의 임무 종료 몇 일 전 ESA는 허셜의 관측으로 1994년 슈메이커-레비 9 혜성이 목성에 충돌하여 목성에 물이 전달되었다는 결론을 이끌어 낼 수 있었다고 발표하였다.

6. 결 론

본 논문을 통하여 허블 우주 천체 망원경, 케플러 우주 관측 위성 및 허셜 우주 관측 위성 등을 제작하여 운용하고 있는 미국, EU 등의 심우주 관측과 운용 현황 등에 대하여 고찰 하였다. 이와 같이 전 세계적으로 환경오염과 기상 이변 등이 발생하고 있는 상황에서 우주 선진국에 의해 수행되고 있는 심우주 관측과 제2의 지구 행성 탐사 등은 국내 우주 및 위성 분야에 많은 영향을 주고 있다.

현재 국내에서 수행되고 있는 한국형 우주 발사체 개발과 인공위성 및 달 탐사선 사업 등을 통해 획득되는 기술이 향후 국내에서 수행될 심우주 탐사에 기초 기술이 될 수 있을 것으로 판단된다.

특히, 국내의 심우주 탐사 및 천문 관측 등을 위해서는 별도의 정부 예산 확보뿐만 아니라 국내의 국제 우주 협력 사업을 위한 분위기 조성 그리고 국제 우주 사업에 적극적으로 참여해야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. http://www.newsis.com/ar_detail/view.html?ar_id=NISX20120109_0010161221&cID=10101&pID=10100
2. Kauderer, Amiko, "Space Shuttle Mission Overview", NASA, 2009
3. Borucki, W. J. "Brief History of the Kepler Mission", NASA, 2011

4. Haewit, M, "The Hershel Mission", *Advanced in space Research* 568-572, 2004
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Space_telescope
6. Dr. Ed Grayzeck, "NSCC Flight Missions Information Graphical Interface", NASA Goddard Space Flight Center, 2008
<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/astro/astroist.html>
7. Filmer, Joshua, "Hubble Mission Extended", Quasars, Retrieved 28 July 2013
8. Koch, David; Gould, Alan, "Kepler Mission", NASA, Retrieved 21 Sep. 2009
9. Caldwell, Douglas A, "Kepler instrument Performance", *Proceeding of SPIE*, 21010
10. Hunter, Roger, "Kepler Mission Manager Update", NASA, Retrieved 30 Jan. 2013.
11. Claven, Whitney, "Billions and Billions of Planets", NASA, Retrieved 3 Jan. 2013.
12. "ESA launches and Plank space telescopes", *Aerospaceguide*. Retrived 3 December 2010.
13. "Herschel Instruments". *Esa.int.*, Retrieved 2 May 2013.