

VOYAGER MISSION과 SATURN(土星)

(下)

吳仁煥(美 메리랜드大)

voyager mision summary

● 1977년 8월 20일 10:29 a.m. EDT.

Cape Canaveral, Fla. Voyager 2호 발사
(Titan-Centaur 로켓사용)

● 1977년 9월 5일 8:46 a.m. EDT.

Cape Canaveral, Fla. Voyager 1호 발사
(Voyager 2호 보다 16일 늦게 발사)

● 1977년 12월 10일

Asteroid belt (화성과 목성사이의 띠)에 진입 1호는 78년 9월 8일에 2호는 10월 21일에 각기 무사히 벗어남.

● 1977년 12월 15일

Voyager 1호는 짧고 빠른 코스를 택하여 먼저 출발했던 Voyager 2호를 앞지르기 시작한다. (지구에서 1억 7천만km)

● 1978년 초반

Voyager 1호의 Scan platform (카메라와 과학기재를 부착한 이동식 platform)의 gear에 먼지가 끼어져 있던 것을 수리함. 4월 5일에는 Voyager 2호의 Primary radio receiver가 고장을 일으켜 Backup receiver로 대체했으나 예상대로 작동하지 않아서 지상의 Computer 조작으로 간접적 해결.

Voyager 1호와 2호에는 목성 및 토성의 자력장 및 자전주기를 관찰할 수 있도록 장치되어 있다.

● 1979년 1월 4일

Jupiter에 접근시작, 대기권의 구름상태를 송신하기 시작. (1974년 12월에 Pioneer 11호가 보내온 상태에서 변화된 모습을 보여줌.

● 1979년 3월 5일 4:05 a.m.

Jupiter에 최근접—목성표면에서 278,000 km (173,000 miles)

그후 목성의 Galilean Satellite들을 지나고 20개월이 걸리는 Saturn까지의 여행에 들어감. 이때 Jupiter의 공전운동과 그의 막대한 인력의 힘으로 속도가 증가함. 목성 접근시에 과학기재의 하나인 Photopolarimeter의 회로가 고장.

● 1979년 4월 25일

Voyager 2호가 Jupiter에 접근시작, Voyager 1호의 Science Sequence를 따르되 1호가 보내온 자료를 참고로 하여 수정 보완. 「Voyager 2호는 목성의 구름 위로 비행하고 Galilean Satellites의 궤도 안쪽으로 비행하여 이들의 다른쪽 면을 관측할 수 있었음. 이들 Satellite는 목성에 대하여 한쪽 면만을 향하고 공전하고 있음」

이때 최근접 통과시기와 지점은 Saturn으로 여행할 수 있도록 계획되었음.

● 1980년 8월 22일

Voyager 1호 토성접근 시작

● 1980년 11월 12일 8:10분경

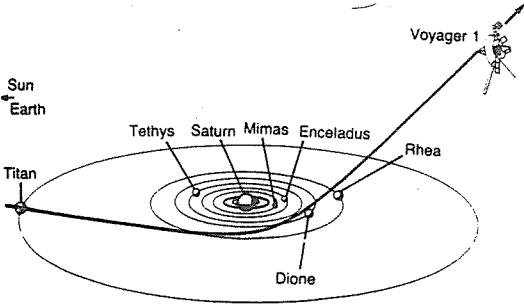
Voyager 1호의 토성최근접 통과
(다음 Section 참고)

3) Voyager 1과 2의 토성 근접 통과

다음에서 보는 그림 2-2는 Voyager 1호가 토성의 제일 큰 위성이며 대기권을 가진 것으로 믿고 있는 Titan을 지나고 토성의 밑(남극쪽)으로 지나면서 다른 토성의 달 Mimas, Dione 및 Rhea를 지나게 되는 근접 항로를 보여주고 있

그림 2 - 2

Voyager 1 flies by Titan (left), passes under Saturn and outside of the rings, then comes very near to Mimas, Dione, and Rhea.



다.

Titan을 지날때 최근접 거리는 표면에서 4,520 km(2,800mile) 밖에 떨어지지 않고 있다. 이때는 지구로부터 Titan 반대편으로 가려지게 되는데 Titan 뒤로 가려지기 직전과 직후에 Voyager 1 호에서 발신되는 신호의 강도와 굴절관계 등을 검토하게 된다. 이는 Titan 대기의 성분과 밀도를 알아서 대기권의 구조를 밝힐 수가 있기 때문이다. 더욱이 적외선 (ultraviolet)장치는 Titan 대기를 통하여 오는 태양빛을 관측할 수 있으며 T.V 카메라에는 특수 메탄가스 Filter가 있어서 Titan 대기의 성분에 관한 자료를 제공해 줄 것으로 믿고 있다. 그리고 대기가 투명하면 Titan의 표면을 T.V. Camera로 찍어 보낼수 있도록 준비되어 있기도 하다.

Titan을 지나고 나면 Saturn의 남극지역 상공으로 최근접 비행을 하게 되고 토성대기권 가까이 지나게 되는데 토성으로부터의 거리는 토성반경의 두배가 된다.

우측 그림 2 - 3은 Voyager 1호가 토성남극 및 Ring의 밑을 지나 Ring 외곽을 스쳐 지나가는 모습을 보여주고 있다.

이때에는 약 90분간 토성 뒷면에 가려지게 되는데 (Occultation) 그 전후에 토성의 대기권과 Ring에 대한 자료를 얻게 된다. 그 원리는 앞서 언급한 Titan의 경우와 같다.

이러한 Voyager 1호의 토성 근접 통과 과정을 요약하면 다음 표와 같다.

여기에는 Pacific standard Time (PST) 으로 표시되어 있다.

그림 2 - 3

As seen from Earth, Voyager 1 goes behind Saturn and its rings shortly after closest approach to the planet. It tests the clouds and the ring structure just as it becomes hidden, or "occulted".

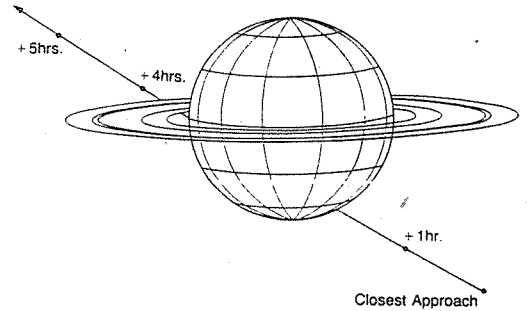
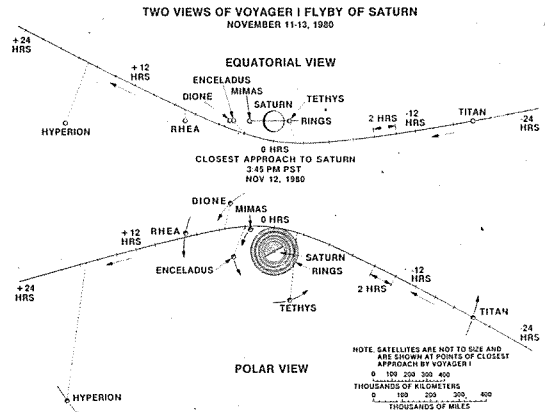


그림 2 - 4

그림 2-4



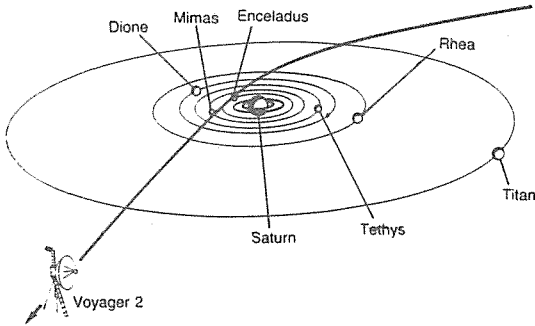
다음의 그림 2 - 4는 Voyager 1호가 토성근접통과하는 과정을 토성의 적도면(혹은 ring의 회전면)과 북극에서 본 조감도이다. 토성의 Ring과 달들이 분포되어 있으며 통과시간이 표시되어 있고 오른쪽 밑에는 실제와 비교할 수 있게 Scale이 주어져 있다.

4) Voyager 2의 토성통과계획과 천왕성(Uranus in 1986) 및 해왕성(Neptune in 1989) 접근시도

Voyager 2의 통과는 1981년 6월 5일 경에 토성의 인력권에 접어들게 되고 최근접 통과는 8월 25일경 101,000km(63,000mile)의 거리까지

그림 2 - 5

Voyager 2 goes around Saturn's Northern hemisphere, closer to the rings than Voyager 1.



접근하게 된다. Voyager 1호보다 9개월이나 늦게 도착하는 것은 Saturn을 지나면서 천왕성(Uranus)을 향해 궤도를 잡는데 유리하게 되어 있기 때문이다.

Voyager 2호가 토성을 지날때는 Voyager 1과는 다르게 토성의 북반구(Northern Hemisphere)를 지나게 되어있으며 토성과 Ring에 좀더 접근하게 될 예정이다. 또한 Voyager 1이 못한 토성의 달 Mimas, Tethys 그리고 Enceladus 등을 자세히 관측하게 될 예정이다.

이렇게 하여 Voyager 2호가 Saturn을 지나게 되면 그후 5년간 더 여행하여 1986년에는 Uranus에 접근하게 되고 그후 3년을 더 경과하면 Neptune에 이르게 되어있다.

그러나 태양계의 끝이라고 할 수 있는 Pluto

(명왕성)에는 미치지 못하게 된다. 인간의 역사상 머나먼 태양계의 외곽까지 구체적인 탐색을 시도하는 것은 이번이 처음이며, NASA의 야심에 찬 Mission이라고 할 수 있는 것이다.

그림 2 - 5는 Voyager 2호가 토성의 북반구를 근접 통과하는 과정을 보여주고 있다.

3. Voyager 1이 보내온 자료와 중간 분석 결과

Voyager 1호가 보내온 많은 자료 가운데 중요한 것을 요약해 보면 다음과 같다.

* * Pioneer 11호가 발견했던 F-ring (폭 100 km) 외곽 2,000km 떨어진 곳에서 13th Moon을 발견했으며 이 달은 F ring보다 느리게 움직이고 있어서 그의 인력으로 F-ring의 속도를 느리게 하고 있음. F-ring 안쪽 500km에서 14th Moon을 발견했는데 이는 오히려 F-ring 보다 더 빨리 회전하고 있음을 발견. (그림 3 - 1 참조)

* * A-ring 밖 500km와 F-ring 안쪽에서 15th moon을 발견(그림 3 - 1 참조) 크기는 100 km의 직경, 띠의 속도와 비슷하여 띠의 작은 입자들이 달아나지 않게 인술(?)하는 역할을 하는듯 함.

그림 3 - 1A

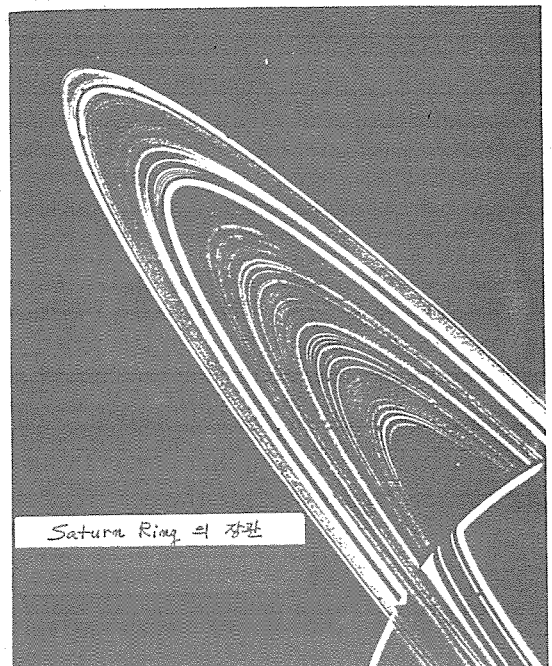


도표 2 - 1

VOYAGER 1 SATURN ENCOUNTER EVENTS

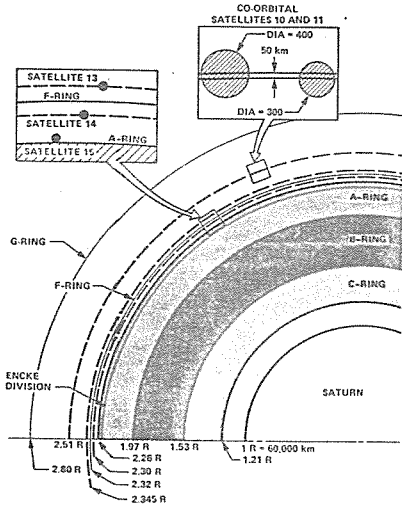
PST*	EVENT	DISTANCE TO SURFACE	
		kilometers	miles
Nov. 11	11 05 a.m.	4,520	2,800
	11 11		
	11 12		
	11 22		
	11 23		
Nov. 12	10 10 a.m.	13,500,000	8,390,000
	3 40 p.m.	415,600	258,250
	5 10	124,100	77,120
	6 02	108,330	67,320
	7 08		
	7 15	202,620	125,910
	7 21		
	8 02		
	8 35		
	8 44		
	8 53	161,290	100,230**
Nov. 13	10 09 a.m.	879,160	546,320
	12 10 p.m.	2,460,000	1,530,000
	11 26	72,400	44,990
	10 09 a.m.	879,160	546,320
	12 10 p.m.	2,460,000	1,530,000

* Earth received time. One way light time to Saturn is 1 hour 25 minutes.

** Mimas and Dione are in darkness at closest approach.

* PST = Pacific Standard Time.

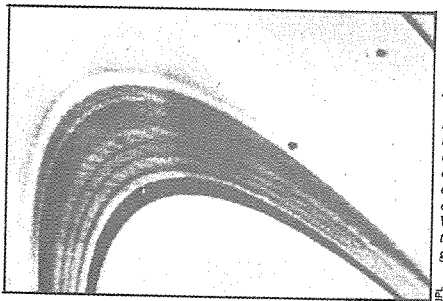
그림 3 - 1 B



**A-ring과 B-ring 사이에서 공백으로 알려졌던 Cassini Division에는 여러개의 ring들이 있었음을 발견. (그림 3 - 2 참조)

**B-ring에는 Circumferential 방향뿐 아니라 Radial 방향으로 Pattern이 나있음을 발견. (그림 3 - 3 참조)

그림 3 - 2



Several thin "ringlets"—the four brightest in this view are each about 500 kilometers wide—occupied the Cassini division. And as Voyager 1 neared, the number was growing.

**Titan은 주성분이 질소인 대기를 가지고 있으며 따라서 표면에는 액체 질소의 호수가 있을 것으로 추측되나 그 표면은 볼 수 없었다. Titan이 지나고 있는 궤도에는 Doughnut 형의 수소 torus를 남기고 지나감을 알게 되었다.

**11th and 12th moon들은 서로가 48km 정도 떨어져 있으며 1982년 1월경에는 서로가 궤

그림 3 - 3

Radial features jutting across the general circumferential pattern of Saturn's widest ("B") ring were virtually unknown until they began showing up a few weeks ago in Voyager 1 photos such as these four, taken Oct. 4 and 5. An early interpretation was that the dark, short-lived features might be reduced ring-particle concentrations caused by gravitational resonances among the planet's satellites, but, said one project scientist not long afterward, "The ring structure now looks so complicated that we're having to throw out all our easy answers."

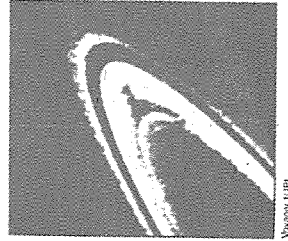
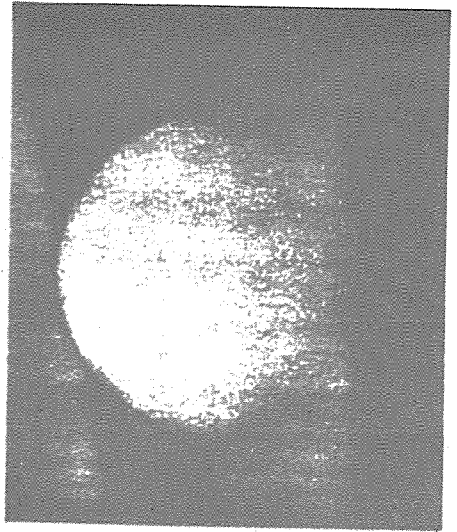


그림 3 - 4



Tantalizing Titan, smogbound even when seen from close-up.

도를 바꿀 가능성이 있음을 발견. (Co-orbiting)

**토성의 대기는 주로 헬륨과 질소로 되어있으며 냉각중인 가스의 구름에서 미립자들이 증가하고 있음이 발견되었다. 아마도 진화과정의 초기단계에 있음을 시사하고 있는 것 같다.

토성의 적도에서는 풍속이 목성보다 네배나 빠르고 그 흐름의 넓이가 두배가량으로 나타났다. 목성에서의와 같이 red spot도 발견되었다.

**토성의 달 가운데 Rhea, Iapetus, Dione 등은 그 표면에 crater (웅덩이)들이 수없이 많았는데 모양이 불규칙하며 지구의 달표면과는 약간 다른 점을 발견.

**F-ring을 close up 시킨 자료에 의하면 띠가 밧줄이 꼬인 듯한 모양을 하고 있음을 발견. 과학자들은 이 ring속의 입자들이 정전기에 의하여 꼬여진 배열을 하고 있을지 모른다고 추측하고 있다. (그림 3 - 5 참조)

그림 3 - 5



Close-up of F-ring reveals its strangely "braided" multi-strand structure, one of Voyager 1's most puzzling finds, possibly associated with electrostatic effects.

앞으로도 수집된 자료를 분석하다 보면 많은 새로운 사실들이 나타날 것으로 예상되며 그들의 해석도 구구해 질 것으로 믿으나 토성뿐만 아니라 태양계 연구에 중요한 정보를 제공해 줄 것으로 믿는다. 그러나 어떠한 결론은 얻기에는 이러한 자료의 분석이 앞으로도 몇년은 더 걸릴 것이다.

그러나 동시에 현재의 지식으로는 해결할 수 없는 문제들도 수없이 던져 줄 것으로 믿으며 과

학자들을 오히려 더 미궁속으로 밀어 넣을지도 모를 것이다.

4. 태양계 연구를 위한 NASA의 노력

NASA가 창설(1958년)된 이래 많은 연구노력을 하는 가운데 태양계의 기원을 파헤치려는 노력은 끊임없이 진행되고 있다. 1969년 Apollo 11호와 우주인들이 달에 착륙하였고 달의 광물질을 수집하여 귀환했던 사실, 화성에 보낸 Viking 금성에 보낸 Mariner, 목성과 토성탐색의 전초병격인 Pioneer 10호와 11호 그리고 이번의 Voyager 1호와 2호가 목성 및 토성을 탐색하고 Voyager 2호는 그후 천왕성과 명왕성을 근접통과하며 자료를 보내올 예정이다.

그밖에 NASA에서는 화성과 목성사이에서 돌고 있는 작은혹성띠(Asteroid Belt)에 Spacecraft를 보내서 관측케 하고 가능하면 소형 Asteroid 한개쯤 채집해 올 계획도 하고 있으며, Halley Comet(살별)에 Spacecraft를 근접항진케하여 그 성분과 특징을 관측해 보고자 노력하고 있다.

그리고 지금까지의 모든 Mission이 위성궤도면에 국한되던 것을 벗어나 그 궤도면에 수직되게 항진시켜서 (목성의 인력이용)그것이 태양의 북극과 남극상공을 지나게 하여 태양에 대한 촬영과 자료를 수집해 보려는 노력이 진행중에 있다. 이때의 궤도는 Solar Polar orbit이 될 것이다.

그리고 최근에 진행중이고 1981년 봄에 최초 비행을 계획중인 Space Shuttle은 지구대기권 밖에서 천체관측(태양과 위성포함)을 할 수 있기 때문에 태양계 연구에 도움이 될 것으로 믿고 있다.

