

EAS의 발전과정 및 우주개발 현황

박 병 희 *

〈 목 차 〉

I. 서 론

II. ESA의 발전과정

III. ESA의 우주개발 현황

IV. 결 론

I. 서 론

오늘날 우주 개발은 경제력, 과학기술 수준 등 한나라의 총체적 국력을 대외적으로 상징하는 척도가 되고 있다. 우주산업 기술은 초정밀 가공 및 조립기술, 고품질 전자부품기술, 절대신뢰성 시험평가기술 및 극한환경설계 등이 결합되어야 하는 한 나라의 과학기술의 결정체라고 할 수 있다. 또한 인공위성의 활용은 정보통신의 발달뿐만 아니라 식량문제에의 조기대응, 지구자원의 탐사 및 개발, 미래 신소재 및 의약품의 획기적 개발을 가능하게 하고, 지구를 포함한 우주생성의 원리 탐구와 지구환경보호에 기여하게 된다.

인공위성을 비롯한 우주관련 산업의 육성은 향후 예상되는 지구자원의 고갈과 필연적으로 제기될 우주에의 진출 필요성에 대비하여 우주개발에 조기에 참여함으로써 발생하는 우주공간의 선점효과와 함께 우주산업의 발전에 따른 기술파급효과도 함께 가져다 줄 것으로 기대된다.

우리나라는 현재 중저급 기술에 의존하는 산업구조를 갖고 있는 반면 2000년대에는 첨단기술들이 결집된 고부가가치산업을 육성하는 국가만이 경쟁력을 가질 수 있게 된다는 점을 감안하면 연구개발집약형의 최첨단 산업인 우주산업의 육성은

* 서강전문대 세무회계과, 경제학 박사.

무엇보다도 중요한 일이다.

우주산업은 신기술의 개발과 자원의 발굴에 기여할 뿐만 아니라 여타 산업 전반에 미치는 파급효과가 매우 크다는 점에서 공공재적인 성격을 갖고 있다. 또한 우주산업은 연구개발비 소요가 워낙 크고 수요자가 제한되어 있기 때문에 생산단가도 매우 높다. 이러한 우주산업의 특성 때문에 대부분의 국가에서 우주산업은 민간보다는 정부 위주로 개발되어 왔다.

우주분야 선진국들의 경험을 보면 특히 유럽국가들의 경우에는 1960년대 초반부터 국가간의 협력에 의한 국제 공동개발 사업이 매우 활발하였다. 여기에는 개발비가 막대하다는 점 외에도 우주산업의 수요가 제한적이므로 특정 프로그램을 여러 국가들이 공동으로 사용해야 대규모생산에 따른 규모의 경제효과를 기대할 수 있다는 점이 작용하였다. 현재 유럽국가들은 단순한 프로젝트별 협력 차원을 넘어서 하나의 통합된 기구를 통한 전면적인 국제협력을 추구하고 있고, 소련이나 미국 등도 사안에 따라 국제협력을 활성화하고 있다.

우리나라의 현재 우주개발 수준은 세계 20위권으로 우주개발 기반조성기 단계에 와 있다고 볼 수 있다. 2000년대에는 세계 10위권에 진입하기 위한 저궤도 위성개발, 발사체의 국내개발 등의 야심찬 계획을 입안 중이다. 이러한 우주개발 노력은 우리나라가 국토가 협소한 소국이어서 우주산업의 수요가 크지 않고, 막대한 개발비 소요도 우리나라의 경제수준에는 감당하기 어려우며, 선진국들의 경험에 비추어 볼 때에도 국제협력 방식으로 추진되는 것이 바람직하다.

국제협력에 의한 우주개발을 추진함에 있어서 현재 NASA와 함께 세계 우주산업의 한 축을 형성하고 있는 ESA에 대한 연구는 국제협력을 추구하는 우리나라의 경우에 좋은 참고자료가 되리라고 생각된다.

본 연구의 목적은 국제협력의 한 사례로서 ESA의 경우를 분석함으로써 우리나라 우주분야의 국제협력 방향설정에 도움을 주는 데 있다.

Ⅱ. ESA의 발전과정

가. ESA의 설립배경

1950년대 초 2차대전의 전후복구에 골몰하고 있던 유럽국가들은 첨단기술분야에서의 미국과의 기술격차가 심화되어 있음을 심각하게 인식하고 이를 극복하기 위해 첨단기술 분야에 정부지원을 확대하기 시작하였다. 프랑스, 이탈리아, 영국,

서독 등 유럽의 주요국가들이 정부지원의 우선대상으로 삼은 분야는 항공우주, 핵 에너지, 컴퓨터 분야 등이었다. 그러나 국가적인 재정지원을 기반으로 한 연구개발 프로젝트는 정부지출의 증가를 가져왔을 뿐 해당 산업의 경쟁력 강화라는 소기의 목적을 달성하지는 못하였다. 그 원인은 유럽 각국에서 추진된 소형 프로젝트들이 그 규모의 영세성으로 인하여 규모의 경제를 실현하지 못한 데 있는 것으로 분석되었다. 이에 따라 국가간 공동개발의 필요성이 제기되었다.

국가간 협력은 첫째, 자금을 분담함으로써 각국 정부는 재정적 부담을 줄일 수 있게 되므로 대형 프로젝트도 시행할 수 있게 된다는 점과 둘째, 공동개발로 인해 시장규모가 확대됨으로써 단위 생산비가 낮아지는 규모의 경제를 실현할 수 있다는 점 등의 장점으로 인해 선호되었다.

유럽에서의 국가간 공동개발은 1950년대 초의 원자핵 에너지 분야의 EURATOM을 필두로 시작되었는 바 초기에는 군사분야에 집중되었다가 차차 민간분야로 확산되었다.

우주분야에서의 유럽협력은 1962년에 ELDO(유럽로켓개발기구)와 ESRO(유럽우주연구기구)의 창설로 시작되어 1975년에는 두 기구를 발전적으로 해체 통합하여 ESA(European Space Agency)를 설립하기에 이르렀다.

나. ESA의 발전과정 및 일반현황

1. 설립 및 발전과정

우주분야에서의 유럽협력과 ESA의 발전과정은 3단계로 나누어 살펴볼 수 있다.

첫번째 단계는 1964년에서 1974년에 이르는 기간에 걸친 ESRO(European Space Research Organization)와 ELDO(European Launcher Development Organization)를 통한 국가간 협력으로서 과학프로그램과 발사장치 개발에서의 협력을 도모하였다. 그러나 ELDO는 발사장치인 Europa 시리즈의 반복되는 실패로 인해 1974년에 해체되었다.

두번째 단계는 1975년부터 1985년까지의 기간에 걸친 유럽우주기구(ESA)의 창설을 통한 우주협력이다. 1971년에 시작된 OTS와 Meteosat 그리고 뒤를 이은 Spacelab과 Ariane 프로그램 개시에 따라서 1970년대 초반은 국제협력이 응용 프로그램으로 방향을 전환하는 시기가 되었다. 새로운 협력 프로그램들은 보다 큰

재정적 책무와 우주활동을 통합하는 단일의 유럽기구 필요성을 제기함에 따라 1975년에 ESA가 창설되기에 이르렀다. 이 시기에는 ESA가 개발한 프로그램들 중 Spacelab과 ERS를 제외한 나머지 프로그램들은 경영권이 상업적인 운영자들에게 넘겨진 운영시스템이 되었다. 발사체는 Arianspace에, 해사와 지상원격통신 시스템은 Inmarsat와 Eutelsat에, 그리고 기상위성은 Eumetsat로 정리되었다.

세번째 단계는 1986년부터 2000년까지 우주 하부구조 구축을 위한 2기 주요 프로그램을 시행하는 시기이다. Ariane-4와 ERS-1(지구관측 프로그램)의 개발에 따라 ESA의 경비는 1984년부터 급격하게 증가하기 시작했다. 이런 추세는 1987년 Hague에서 제안된 1987-2000년간의 장기계획(LTP)에 따라 Hermes와 Columbus에 대한 연구가 시작되고 Ariane-5가 개발되는 등 새로운 우주 하부구조 프로젝트가 실시됨으로써 계속되어 왔다. 이에 따라 이런 대형 프로그램에 대한 주요 유럽국가들의 책임도 커져서 ESA 예산은 각국이 자국의 국가 프로그램이나 쌍무프로그램에 대해 지출한 예산보다 훨씬 많다. 1991년 각국정부의 민간 우주프로그램에 대한 총지출은 3.3십억 ECU였는데 그중 2.1십억 ECU가 ESA를 통한 것이었다.

2. 일반현황

ESA는 우주관련 기술과 우주응용 등의 분야에서 평화적 목적의 협력을 촉진하기 위하여 설립되었다. ESA는 이를 위하여 장기적인 유럽우주정책과 산업정책을 입안, 실시한다.

현재 회원국은 1975년 설립 당시의 벨기에, 덴마크, 프랑스, 독일, 아일랜드, 이탈리아, 네덜란드, 스페인, 스웨덴, 스위스, 영국 등 11개국에 오스트리아와 노르웨이, 그리고 1995년에 정회원국이 된 핀란드를 포함한 14개국이다. 여기에 캐나다가 협력국가로 되어 있다.

본부는 파리에 있으며, 현재 본부와 하부조직의 전체 직원수는 2080명(94년)이다.

ESA의 프로그램은 의무 프로그램과 임의 프로그램으로 나뉘어진다. 전회원국이 의무적으로 참여하는 의무프로그램의 경우 회원국은 GNP에 비례해서 경비를 부담하며 참여의무가 없는 임의 프로그램의 경우는 참여국들의 지분율에 따라 부담한다.

1994년의 예산은 2531.3백만 ECU였다. 또한 1993-2000년간의 예산은 18.2십억 ECU에 이를 것으로 추산된다. 14개의 회원국 중에서 재정부담율이 가장 큰 국가는 프랑스이며, 그 다음이 독일, 이탈리아 순이다. 1989-1994년간 각국별 예산 분담율은 <표-1>과 같다.

<표-1> ESA의 예산에 대한 국가별 분담율

(단위: %)

| 국 가 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 |
|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 오스트리아 | 0.6 | 0.68 | 0.76 | 0.93 | 0.92 | 1.05 |
| 벨 기 에 | 3.5 | 3.46 | 4.04 | 4.25 | 4.49 | 4.90 |
| 덴 마 크 | 0.8 | 0.71 | 0.80 | 0.80 | 0.85 | 0.85 |
| 프 랑 스 | 23.3 | 22.90 | 24.58 | 25.66 | 27.48 | 26.07 |
| 독 일 | 18.1 | 18.66 | 20.53 | 20.54 | 21.09 | 19.10 |
| 아 일 랜 드 | 0.2 | 0.19 | 0.19 | 0.21 | 0.18 | 0.20 |
| 이 탈 리 아 | 11.4 | 11.12 | 15.07 | 14.52 | 15.96 | 14.61 |
| 네 델 란 드 | 2.2 | 2.11 | 2.19 | 2.15 | 2.54 | 2.58 |
| 노 르 웨 이 | 0.6 | 0.71 | 0.65 | 0.70 | 0.70 | 0.77 |
| 스 페 인 | 2.8 | 3.10 | 3.95 | 3.99 | 3.96 | 4.04 |
| 스 웨 덴 | 1.9 | 1.84 | 1.87 | 1.89 | 2.08 | 2.29 |
| 스 위 스 | 1.7 | 1.87 | 1.96 | 2.02 | 2.13 | 2.38 |
| 영 국 | 5.3 | 5.16 | 5.12 | 5.04 | 5.84 | 6.50 |
| 캐 나 다 | 0.9 | 0.60 | 0.48 | 0.59 | 0.70 | 0.66 |
| 핀 랜 드 | 0.1 | 0.28 | 0.28 | 0.30 | 0.30 | 0.42 |
| 기 타 수입 | 26.6 | 26.60 | 17.51 | 16.42 | 10.78 | 13.57 |

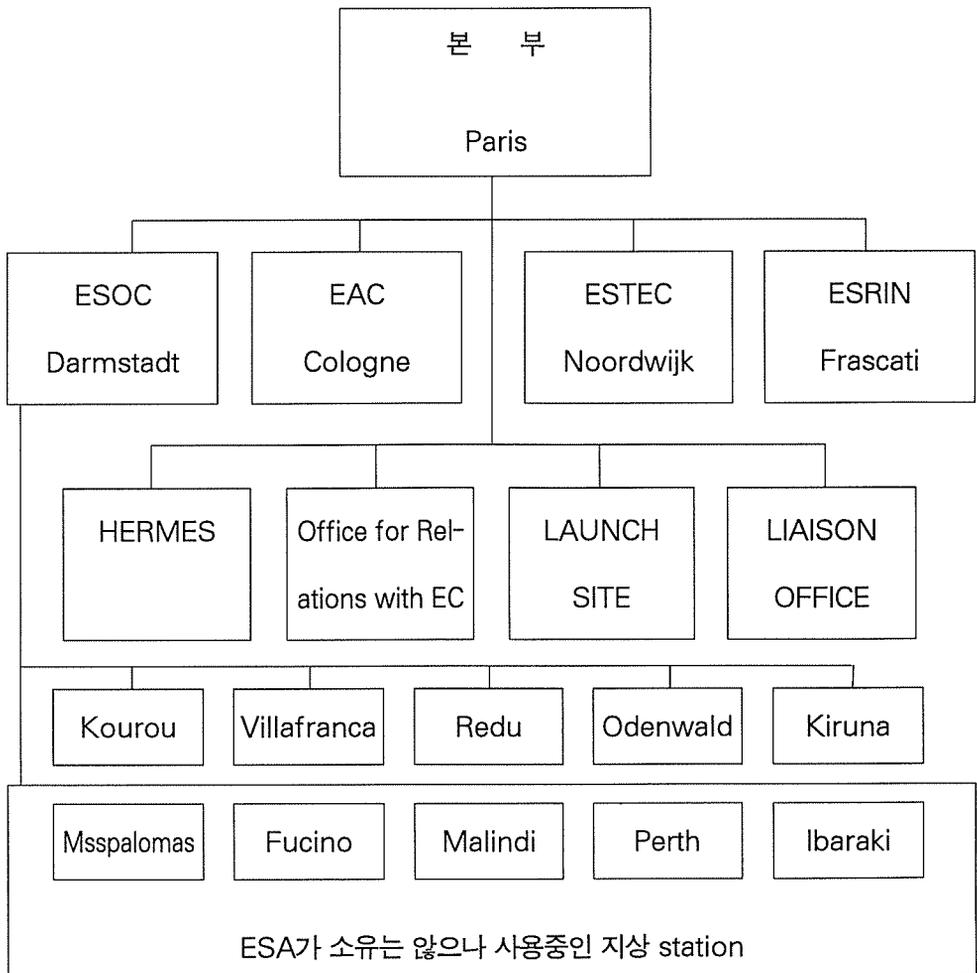
자료: Jane's Space Directory 94-95

ESA는 본부 아래에 3개의 프로그램 지원센터와 1개의 인력지원센터 등 4개의 지역센터를 두고 있다. 총 2080명의 직원 중 413명이 파리의 본부근무 요원이며 나머지 인원은 각 센터에 배치되어 있다. 프로그램 지원센터로는 비행체 및 탑재체의 설계, 개발, 시험을 맡고 있는 네덜란드 소재 ESTEC(European Space Research & Technology Centre), 비행체의 운용을 담당하는 독일 Darmstadt

소재의 ESOC(European Spacecraft Operation Centre), 원격 관측위성으로부터의 데이터를 수집, 예비처리, 분배하는 시스템을 갖추고 있는 이탈리아 Frascati 소재의 ESRIN(European Space Research Institute) 등이 있다. 그 외에 ESA의 우주비행사 등 인력을 관리하는 EAC(European Astronauts Centre)가 독일의 Cologne에 소재하고 있다.

ESA의 조직은 <그림-1>과 같다.

<그림-1> ESA의 기구 조직표



자료: Jane's Space Directory 94-95

Ⅲ. ESA의 우주개발 현황

ESA의 미래 계획은 1987년 네덜란드 Hague에서 열린 13개국의 관련장관회의에서 다음 세기의 프로그램들에 대해 승인함으로써 그 윤곽이 드러났다. 1988-2000년간의 장기 계획에 투입되는 비용은 32십억 ECU로 산정되었다. 이 회의에서 Columbus 우주정거장 계획과 Hermes 유인 우주선 계획이 3년간의 1단계 계획 실행 후 재론하기로 하는 등 모든 프로그램이 승인되었다. 그러나 비용증가, 경제상황의 악화, 정치환경의 급속한 변화 등 여건 변화에 따라 이미 승인된 프로그램들을 연기 실시함으로써 비용을 감축하자는 주장이 제기되었다.

1991년의 Munich 회의에서는 ESA 활동의 전략적 계획으로서 개정된 1993-2005년간의 계획을 승인하였다. 이 계획의 소요경비는 39.1십억 ECU로 추산되었다. 승인을 기대했던 Columbus(2002년으로 연기), Hermes(free flyer 2003년으로 연기), DRS 등의 2단계 계획은 결정이 1년 더 보류되었다. 반면에 이 회의에서는 POEM-1의 개시와 1992년 예산의 5% 감축안이 승인 되었다.

1992년의 Granada회의에서는 22.7십억 ECU에 이르는 1993-2000년간 장기계획이 승인되었다. Hermes 프로그램은 원칙적으로 러시아와 ESA 공동의 우주선 연구계획에 따른 하나의 기술프로그램으로 축소되었다. DRS는 1999년 예정으로 승인되었으나 규모는 축소되었다. Columbus 우주정거장 모듈은 예산이 5% 감축된 조건으로 승인되었다.

그러나 계속되는 재정압박과 국제 우주정거장 계획의 방향전환으로 ESA의 장기계획은 1994년에 일대 수정을 단행하였다. 그 결과 Hermes 프로그램은 CTV, ATV, EVA & EVA 2000 Suit 등으로 구성되는 MSTP(Manned Space Transportation Programme)이 되었다. 러시아와 공동으로 우주선을 개발한다는 구상은 더 이상 구체화되지는 않았다. Columbus 계획은 51.6도의 우주정거장

〈표-2〉 ESA의 장기 우주계획 1992-2000년 예산

(단위: 백만ECU)

| 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2,483 | 2,569 | 2,587 | 2,655 | 2,797 | 2,931 | 3,033 | 3,077 | 3,067 |
| 연증가율 | 3.4% | 0.7% | 2.6% | 5.3% | 4.8% | 3.5% | 1.4% | -0.3% |

자료: Euroconsult, *World Space Industry Survey Ten Year Outlook*(1993).

〈표-3〉 ESA의 사업별 예산 점유율

(단위: %)

| 사업별 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 |
|------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 일반예산 | 7.5 | 7.53 | 5.94 | 5.86 | 5.96 | 6.72 |
| 일반예산관련 | 3.4 | 4.06 | 3.19 | 3.41 | 3.34 | 4.03 |
| 과학분야 | 9.8 | 11.01 | 9.62 | 9.74 | 10.44 | 13.08 |
| 지구관측 | 9.1 | 9.23 | 7.43 | 6.81 | 9.65 | 15.96 |
| 미소중력 | 2.7 | 3.29 | 2.26 | 2.49 | 3.12 | 3.56 |
| 원격통신 | 9.8 | 7.83 | 9.25 | 8.64 | 9.48 | 10.63 |
| 우주정거장, 플랫폼 | 14.3 | 13.91 | 12.16 | 12.16 | 14.06 | 5.14 |
| 우주운송시스템 | 38.7 | 38.84 | 47.23 | 46.94 | 40.54 | 37.73 |
| TDP 1/2 & Prodex | 0.7 | 0.63 | 0.73 | 0.73 | 0.50 | 0.83 |
| 3군 프로그램 | 4.0 | 3.67 | 2.18 | 3.22 | 2.91 | 2.37 |

자료: Jane's Space Directory 94-95

을 비행하는 계획으로 축소되어 규모면에서도 Spacelab 정도로 계획되고 있다.

ESA가 추진하고 있는 주요 프로그램들을 살펴보면 다음과 같다.

가. 발사체 분야

1. Ariane 개발

ESA의 로켓 개발은 전신인 ELDO 시대에 Europe-1의 개발 실패로 인해 일시 종료되었다가 프랑스를 중심으로 현재의 Ariane 계획이 추진되고 있다. 아리안 로켓은 1979년 12월 최초 비행이래 1형에 이어 2형과 3형으로 이어졌으며 1993년 말 까지 62회 발사 중 57회의 성공을 거두었다. 2형은 1986년의 최초비행에서 실패한 후 제 3단을 개량하여 1987년에 성공하였다. 3형은 약 1.4t의 정지위성을 투입할 수 있는 능력을 갖추었으며 위성 2기의 동시발사에 많이 이용되고 있다.

1982년부터 시작된 Ariane-4 프로그램은 Arianespace사에 의해 최초 계획보다 2년 늦은 1988년부터 운용단계에 들어갔다. Ariane-4는 보조부스터를 액체, 고체 또는 그것들의 조합으로 구성함으로써 정지전이궤도(geostationary transfer orbit)에의 투입 능력을 1.9t에서 4.2t에 이르는 6가지 형태로 다양화 하여 상

업적 요구에 부응하였다. Ariane-4의 총 개발비는 808백만 ECU에 이른다. Ariane-5 프로그램은 1987년 11월에 1995년 초비행을 목표로 승인되었다. 5,416백만 ECU의 개발비로 계획된 이 프로젝트의 재원은 프랑스 46.2%, 독일 22.0%, 이탈리아 15.0%, 벨기에 6.0%, 스페인 3.0%, 스웨덴 2.0%, 네덜란드 2.1%, 스위스 2.0%, 그리고 덴마크, 노르웨이, 오스트리아, 아일랜드 등이 각각 1% 미만을 부담하고 있으며 영국과 캐나다는 참여하지 않았다. 1992년 6월까지의 총개발비는 5,187백만 ECU에 이르는 것으로 추정된다. 새로 개발될 Ariane-5는 우주정거장 시대에 대비하기 위하여 대용량, 대중량의 탑재능력, 저가격, 유인 발사를 수행할 수 있는 고신뢰성 등을 개발 방침으로 하고 있다. 2개의 고체 보조 부스터를 장착하는 2단식 로켓으로 저궤도 발사능력이 18t에 이르는 대형이다. 대형위성의 발사 외에 Columbus의 발사나 유인우주선 등에도 이용할 예정이다. 현재의 개발속도를 감안할 때 Ariane-5는 1996년 10월경이면 Kourou기지의 ELA-3에서 발사될 수 있을 것으로 기대되며, 1999년 중에는 매년 5회 비행을 통해 기존의 Ariane-4를 완전히 대체할 수 있을 것으로 보인다.

2. HERMES

1985년 프랑스에 의해 장기우주계획으로 포함시키도록 제안되었다. 1986년부터 18개월, 105MAU의 예비 프로그램이 시작된 후, 1987년 네덜란드의 Hague 회의에서 Ariane-5, Columbus 등과 함께 ESA 프로그램으로 승인되었다. 최초의 계획은 3명의 승무원과 3톤의 적재물로 자유비행실험실(Free Flying Laboratory)과 콜럼버스 부착실험실(Columbus Attached Lab)을 12일 동안 지원하는 비행을 매년 2회 실시하는 것이었다. Hermes는 3가지 계획 중에서도 가장 고도의 기술을 요하는 것이었다. 이 프로그램은 2단계로 계획된 바, 1단계는 3년간의 최초개발 단계로서 그 목표가 주어진 재원안에서 달성되는지를 재 검토하도록 되어 있었다. 1단계는 1988년 1월에 시작되어 당초 계획보다 연기된 1992년에 끝났다. 1992년 1월 Euro-Hermespace 컨소시엄이 ESA의 요구를 수용하는 주 계약자로 활동을 개시하였다. 이 컨소시엄은 자본금 25만 프랑스 프랑을 프랑스의 Aerospatiale and Dassault Aviation 51.6%, 독일의 Deutsche Aerospace 33.4%, 이탈리아의 Alenia 15.0% 등의 비율로 출자하였다. ESA는 2002년 처녀비행을 실시하고, 2003년 유인비행, 2004년에는 서비스 임무를 개시하는 것으로 계획하고 있다. 예상비용은 7,320백만 ECU로서 1987년 승인 당

시보다 40.5%나 증가하였다. 증가분 중 17.5%는 기술적 변화에 의한 것이고, 23%는 4년의 프로그램 연기에 의한 것이다. ESA는 비용을 절감하기 위해 1992년 Granada 회의에서 Hermes 프로그램을 ESA/러시아 우주선 공동연구 위주의 기술프로그램으로 축소시키기에 이른다. 이에 따라 1993-95년간에 이루어진 Hermes의 방향전환에서는 이 프로그램이 첫째, 러시아와의 협력 둘째, 미국과의 협력 셋째, 유럽에 의한 자율적인 계획 등을 포함하도록 하였다. 이 세가지를 충족시키는 시스템 연구는 ESA/러시아 비행체 정의와 Hermes 정의에 기초한 중요 기술의 개발을 겨냥한 것으로 이들을 구체적으로 보면 우주정거장에 있어서 승무원귀환보장 비행체(Assured Crew Return Vehicle)에 대한 상세 정의, 서비스 요소들의 선개발과 상세 정의 등이다. 개발 대상이 되는 서비스 요소들은 ATV(Automated Transfer Vehicle), ARC(Automated Redezvous & Capture), ERA(External Robotic Arm)와 EVA Suit 2000 등이다. 이들은 MSTP(Manned Space Transportation Programme)로서 재연구되어, 1994년 2월의 ESA위원회에서 승인되었다. MSTP에는 CTV(Crew Transfer Vehicle), ATV(Automated Transfer Vehicle), ERA(External Robotic Arm)와 EVA Suit 2000 등이 포함되어 있으며 러시아와 공동 우주선 개발이라는 당초의 조건은 제외되었다. 현재 MSTP와 Columbus는 유인우주비행 및 미소 중력 이사회에서 함께 수행되고 있으나 재정지원에 대한 승인이 원활하지 않은 실정이다.

Ariane 프로그램에서 중요한 위치를 차지하는 발사시설은 프랑스령 Guiana의

〈표-4〉 ESA의 Hermes 프로그램에 대한 지출

(단위: 백만ECU)

| 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|------|------|-------|------|------|------|------|
| 0.24 | 26.8 | 141.7 | 165 | 195 | 171 | 284 |

자료: Euroconsult, *World Space Industry Survey Ten Year Outlook*(1993).

Kourou에 자리잡고 있는데 이곳은 지리적으로 지구정지궤도(북위 5.23도)로의 진입에 매우 유리한 위치이다. Ariane의 발사시설은 1975년 프랑스가 ESA를 위해 기지를 건설한 후 정기적으로 개선되어 왔다. ELA-1은 1991년 해체되고 현재는 ELA-2가 운용 중이다. Ariane-5를 위해 새로 건설중인 발사시설인 ELA-3가 완공되면 Ariane-4도 이것을 이용할 수 있다. ELA-3와 탑재체 격납고의 건설에

는 566백만 ECU가 소요될 예정이다. ELA-3는 한달 간격으로 연간 8회의 발사가 가능하며, 500-600명의 인력을 고용하게 된다.

나. 우주 하부구조

1. Spacelab

NASA와 ESA의 Spacelab에 대한 논의는 1969년에 NASA의 우주선에 서츠차림의 환경에서 과학실험을 할 수 있는 격리된 공간이 필요하다는 나사의 요구에 의해 유인 우주비행을 중심으로 이루어졌다. 1973년 9월 NASA와 ESA, 그리고 미국과 유럽 9개국간 Spacelab에 관한 협정이 체결되었다. 이와 같은 국제 협력은 비용절감을 겨냥한 것으로 공동개발이긴 하지만 모든 활동은 NASA가 통제하는 것으로 협정되었다. 출자비율은 서독 54.94%, 이태리 15.57%, 프랑스 10.29%, 영국 6.51%, 벨기에 4.32%, 스페인 2.88%, 네덜란드 2.16%, 덴마크 1.54%, 스위스 1.00%, 오스트리아 0.79% 등이다.

Spacelab은 여압모듈, 외부탑재체를 끌어 올리기 위한 Pallet, 여압모듈을 우주선에 연결하는 터널 등의 3개 부분으로 이루어진다. Spacelab은 독립적인 우주선이 아니므로 9-16일간의 임무수행기간 중에 우주비행선등에 의존해야 한다. 우주왕복선 Colombia호는 대부분의 Spacelab 비행을 수용할 수 있도록 만들어져 있으며, 1992년부터는 운항시간 연장으로 Spacelab의 임무수행 기간을 13일까지 허용하게 되었다. 1995년부터의 Mir 우주선 방문으로 Spacelab을 위한 출항을 따로 할 필요가 없어졌다. 1995년부터 1997년까지 5회의 Mir 방문 비행은 모두 Spacelab 모듈을 포함하고 있기 때문이다.

첼린저 사고는 1987-89년간의 11차례 비행을 취소함으로써 Spacelab 계획은 심각한 차질을 빚었다. 국제적으로 민감한 사안이었던 일본과 독일의 비행도 1988년에서 1990년으로 연기되었다(실제로는 일본은 92년 9월에, 독일은 93년 4월에 실행). 첼린저 사고 이후 비행 기회가 줄어들기는 했지만 우주선에 대부분의 상업적인 화물을 제외시킨다는 결정에 따라 Spacelab 비행은 큰 타격을 입지는 않고 있다. Spacelab 비행은 미소중력실험과 생명과학 연구를 우선적으로 취급하고 있다. 1993년 까지 13차례의 비행이 있었고, 1998년까지 11차례의 비행이 예정되어 있다.

처음에 Spacelab 비행에 적극적이었던 독일은 최근 국내사정 등으로 재정지원

여력이 없어졌고, ESA는 비용 문제 때문에 1993년에는 자체의 Spacelab 비행을 계획하지 않는 등 시련을 겪었다.

ESA의 Spacelab 시설로는 Biorack, Advanced Fluid Physics Module, Bubble, Drop & Particle Unit, Critical Point Facility, Anthrorack, Advanced Gradient Heating Facility 등이 있다. 1990년의 Astro 비행부터 모든 Spacelab 과학 활동은 Marshall's Spacelab Mission Operation Control Center에서 통제하고 있다.

Spacelab은 미국 Space Shuttle 프로그램에 대한 유럽의 중요한 기여이며, 1983년 11월 첫비행까지의 9년 동안 ESA의 가장 중요한 장기 프로젝트였다. NASA와 ESA의 공동프로그램은 1985년의 세번째 Spacelab 비행으로 완결되었다(그해에 NASA는 두번째 Spacelab과 IPS (instrument pointing system)에 대해 ESA에게 200백만 ECU를 지불하였다). 1985년 말의 네번째 Spacelab D1은 독일의 자금과 관리에 의해 이루어진 것이었다.

Spacelab 프로그램은 유럽으로 하여금 유인 비행체를 만들 수 있는 기회와 비행 경험을 제공하였다는 데 큰 의의가 있다.

2. Eureca

Eureca 프로그램은 미국의 Space Shuttle을 이용하여 무인 Free Flier를 저궤도에 발사한 후 회수하는 계획으로서, 독일의 SPAS 프로그램에서 고안되었다. Eureca의 비행체는 탑재체 1t을 포함, 총 4t의 중량이며 6-9개월 동안 자율비행을 하면서 실험을 수행하도록 설계되어 있다. 10년간 5회 정도의 비행하도록 계획되었다. 비행체는 히드라진(hydragine) 추진장치를 이용하여 28.5도, 510km의 운용고도에 이르게 되고 우주선으로의 복귀 때에는 315km 고도로 돌아온다.

Eureca는 1983년 11월에 승인된 후 1985년에 MBB/ERNO가 주계약자로 계약을 체결하였다. Eureca-1은 당초 계획보다 4년 늦어진 1992년 8월에 첫 발사가 이루어졌다. 이 첫번째 비행에서 Eureca 탑재체의 80%가 미소중력실험에 사용되고, 나머지는 다섯개의 우주과학 실험과 세계의 기술 연구 실험에 사용되었다. 15개의 시설에서 총 50개의 실험이 수행되었다. 1호는 매우 성공적인 것으로 평가되었으며 93년 6월에 STS-57에 의해 회수 되었다.

Eureca의 1차 비행 비용은 ESOC에 있는 부대시설 건설 및 개발비와 발사를 위해 NASA에 지불한 30백만 달러 등 모두 400백만 달러에 이른다.

Eureca-2는 Columbus Precursor Flight Program 의 일부로서 ESA가 90%, 다른 국제 파트너가 나머지 10%를 부담하는 조건으로 1995년 발사를 목표로 추진되었으나 Granada회의에서 자금지원이 이루어지지 않아 보류상태이다. 현재 비행체는 ERNO에 보관 중이며 1997년 전 발사는 불가능한 것으로 보인다.

〈표-5〉 ESA의 Spacelab 관련 지출

(단위: 백만ECU)

| | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 합 계 | 32 | 63 | 69 | 70.1 | 51.6 | 34.1 | 31.9 | 28.3 | 30.4 | 32.6 |
| Eureca | 7.1 | 3.6 | 50.6 | 55.7 | 44.5 | 31.3 | 31 | 28 | 30.2 | 32.6 |

자료: Euroconsult, *World Space Industry Survey Ten Year Outlook*(1993).

다. Columbus 우주정거장 계획

ESA는 1984년 NASA의 Space Station 프로그램 참여의 일환으로 우주정거장 모듈에 대한 Columbus 프로젝트를 제안하였다. 초기 계획에서는 우주정거장에 부착되는 모듈, 두개의 정상기압부와 하나의 서비스부로 이뤄진 자유비행 플랫폼(free flying platform), 극 관측 플랫폼(polar observation platform) 등의 3개 부분으로 구성되었으나, 그 후 변경, 축소되었다. 극 관측 플랫폼은 지구관측 프로그램으로 이관되었고, 자유 비행 플랫폼은 취소되었다. Columbus는 결국 최초의 3개 부분 중 우주정거장 부착 모듈로만 구성하는 것으로 귀착되었다.

초기의 계획에서 우주선 부착 실험실은 Space Station 프로그램에 따라 제공되는 유인 시설의 일부로 1999년 말에 우주왕복선에 의해 발사되어 28.5도의 우주정거장 Freedom에 영구적으로 계류하도록 계획되었다. 그러나 후에 계획 변경에 의하여 3년 연기된 2002년에 Ariane-5와 ATV(Automated Transfer Vehicle)를 이용하여 51.6도의 우주정거장에 부착되도록 전면 재조정 되었다. 이에 따라 종전의 길이 11.9m, 중량 17t, 적재중량 3.8t 모듈이 길이 8.54m, 중량 10t, 적재중량 1.7-3.4t의 모듈로 축소 설계되었다.

Columbus 계획은 물질 과학, 유체 물리학, 생명과학 등의 실험을 목적으로 하

고 있다. 미소중력 수준은 10^{-3} - $10^{-5}g$ 이다.

1994-2002년간의 총비용은 2,325백만 ECU에 이르며, 1994-95년간에는 267백만 ECU가 투입되었다. 주계약자인 Euro-Columbus 콘소시엄은 DASA 51%, Alenia Spazio 33.4%, Marta Marconi 15.6% 등의 출자비율로 이루어져 있으며 Bremen에 본부를 두고 있다.

Columbus 개발에 따른 각국별 재정분담 비율은 다음과 같다: 독일 38.0%, 이탈리아 31.0%, 프랑스 8-10%, 스페인 3.0% 이하, 영국 0-1%, 벨기에 3.8%, 네덜란드 0.5%, 덴마크 1.0%, 스웨덴 1.0% 이하, 노르웨이 0.4%.

〈표-6〉 ESA의 Columbus 관련 지출

(단위: 백만 ECU)

| 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 8.54 | 35.5 | 74.6 | 100 | 144.5 | 217.1 | 235.6 | 225.8 |

자료: Euroconsult, *World Space Industry Survey Ten Year Outlook*(1993).

라. 원격통신

통신위성을 개발하고자 하는 프로그램은 ESRO의 활약에 힘입어 1971년부터 시작되었다. 그때부터 현재까지 OTS(총비용 271백만 ECU), Marecs(302백만 ECU), ECS(535백만 ECU), Olypus(750백만 ECU) 등 4개의 주요프로그램이 완결되었다. OTS는 1980년에 승인된 실용통신위성 ECS의 운영 시스템을 준비하기 위한 2개의 실험위성의 시험용으로 설계되었다. Marecs는 OTS와 같은 시기에 해사 원격통신용으로 개발된 Marots가 직접운용 정의의 위성으로 발전한 것이다. 1989년에는 Olympus가 발사되었으며, 2000년대에는 3기의 데이터 중계 및 이동통신용 위성이 새로 운용될 예정이다.

오늘날 ESA는 자신의 기술개발 프로그램을 시장 요구에의 부응이라는 측면에서 평가하고 있으며, EC에 의해 유럽에서 시작된 원격통신에 대한 규제완화라는 새로운 환경에서의 ESA의 역할에 대해서도 심사숙고하고 있다. ESA의 예산에서 차지하는 원격통신의 비중은 ECS가 개발중에 있던 1980년대의 30%선에서 1990년에는 7%선으로 지속적으로 하강하였다. 이 비율은 1992년 9.8%까지 다시 오르고 있으며 1990년대 하반기에는 9%대를 유지할 것으로 보인다.

〈표-7〉 ESA의 원격통신관련 예산

(단위: 백만ECU)

| | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 합 계 | 223 | 234 | 178 | 285 | 173 | 188 | 148 | 137 | 180 | 244 |
| Olympus | 103 | 120 | 89 | 120 | 66 | 70 | 42 | 14 | 15 | 16 |

자료: Euroconsult, *World Space Industry Survey Ten Year Outlook*(1993).

1. Olympus

올림푸스는 차세대 대형 통신/방송위성의 표준버스로서 5년에 걸쳐 개발되었다. 2.6t에 이르는 대형의 Olympus 위성은 네가지의 실험 목적을 위한 장비를 적재하였다.

① 18GHz와 12GHz 채널을 통한 직접 TV방송 서비스 제공용. 18GHz대는 이탈리아의 RAI에 할당되었고, 12GHz대는 1992년 1월까지 BBC와 EuroStep이 사용하였다.

② 소형 지구국을 이용하는 12/14GHz Ku 대역의 특별 서비스용.

③ VSAT를 이용하는 20/30GHz Ka 대역의 고급 통신용. 이 장비는 Eureka와 지구국간의 접속을 보증하는 실험적 데이터 중계(IOC)를 시험하기 위한 것이다. IOC 장비의 주목적은 미래 DRS 중계위성에 필요한 장비를 궤도상에서 실험해 보는 데 있다.

④ 극고주파(12/20/30GHz)에서의 전파 실험용.

Olympus는 1989년 7월에 발사되어 1991년 5월에는 자세 및 궤도통제에서 오차가 발생하기도 하였으나 64일 후에 위치를 바로 잡았다. 이 프로그램의 재정지원은 주로 영국(39%), 이탈리아(31%), 캐나다(11%) 등이 하였으며, TDF와 TVSat에 참여한 프랑스와 이탈리아는 참여하지 않았다.

2. Artemis/DRS(Data Relay Satellite)

ESA의 데이터 중계위성 시스템은 1996년에 발사예정인 예비운영 정지궤도 위성(Artemis라는 이름으로 현재 개발중)으로 구성되는데 1999년에는 운영 DRS 위성으로 대체될 예정이다. 이 시스템은 Columbus 및 ESA의 여러 우주시설들과 지구국의 통제를 연결하는 데 있어서 매우 중요한 요소이다. Artemis는 세가지 적

재물을 실을 예정이다.

① 광학 통신용(Silex) 장비. 저궤도 위성과 지국국간 약 100Mbps 속도의 데이터 중계 목적. 이 부분은 Marta Marconi Space에서 1991년 600백만 프랑에 계약하여 개발한 것으로서 프랑스의 Spot-4 위성을 이용하여 3년간 성능을 시험할 예정이다.

② 인증된 기술 이용 단순 접속 S-/Ka대역 장비.

③ 이동 통신용 L대역 다점광선 장비.

Artemis의 개발은 Italsat 플랫폼을 이용하는 Alenia Spazio사가 주계약자이며, 개발비는 665백만 ECU로 예상하고 있다.

운영 DRS는 L대역 장비가 S대역 다중접속 장비로 대체된다는 점을 제외하면 Artemis와 똑같다. DRS는 이 위성 특성이 궤도내 하부구조의 요구(특히 ESA/Russia 공동 프로젝트의 요구)와 합치하는지를 1995년에 점검하도록 예정되어 있다. 점검 결과에 따라 2호기의 개발여부가 결정될 예정이다. DRS의 총비용은 600백만 ECU로 예상된다. 이탈리아가 Artemis 및 DRS 개발비의 45%를 부담하고 있다.

3. Archimedes(이동통신)

Archimedes는 고경사 궤도에 기초한 다수위성 프로그램으로서 현존 기술을 이용, 고위도 지역에 고성능 음성 방송 및 고급 이동통신 서비스를 지원하고자 하는 계획이다. 이 시스템은 현재 유럽, 북미, 그리고 일본 및 시베리아 등의 3개 지역을 포괄하는 하나의 네트워크로 정의되고 있다. 또한 이 프로그램은 국제협력을 고려하고 있는 바 1995년에 결정될 예정이다. 평가 및 인증을 위한 1호기 발사는 1999년으로 계획하고 있다. 1993-2000년간 165백만 ECU가 배정되어 있으나 인증용 위성 개발비만도 400백만 ECU에 이를 것으로 추산된다.

마. 지구 관측

1. 기상 관측

1977년부터 1988년까지 3개의 위성을 발사한 첫번째 Meteosat 프로그램의 후속으로서 운영프로그램이 개발 중에 있다. 운영 프로그램으로는 두개의 위성이

1989년과 1991년에 각각 발사된 바 있고 세번째 위성은 1993년에 발사 예정이다. 운영 Meteosat 프로그램(MOP)의 예상경비는 495백만 ECU이다.

현재 1988년에 발사된 예비운영 Meteosat을 포함하여 3개의 인공위성이 운영 중이다. ESA가 계속 기술적인 관리와 운영을 감독하고 있으나 MOP 위성의 소유권은 1987년에 Eumetsat에 넘어갔다. Eumetsat(European meteorological organization)은 오스트리아를 제외한 ESA 전회원국과 그리스, 터키, 포르투갈 등에 의해 창설되었다.

1세대와 2세대 Meteosat 프로그램의 중간기에 임시적 Meteosat 프로그램(MTP)이 승인됨에 따라 운영 Meteosat과 같은 형식의 위성이 1995년말에 발사될 예정이며, 1997년에 두번째 위성이 발사될 예정이다.

2세대 위성(MSG)들은 매우 성능이 강력하고, 과학장비 수송 능력도 강화될 예정이다. 또한 MSG의 예비운영 시스템은 Eumetsat와 ESA가 공동으로 재정지원하는 모형을 포함한 2개의 위성으로 구성될 예정이다. 이들 위성에는 410백만 ECU가 소요될 것으로 추산되는데 ESA는 이중 280백만 ECU를 부담하게 된다. 1호기 발사는 1999년으로 계획되어 있다.

2. 원격관측

ESA의 원격관측 프로그램은 처음에는 대부분이 Landsat, Tiros, Nimbus-7 등과 같은 미국위성으로부터의 데이터를 처리하고 유럽에 분배하는 Earthnet 네트워크에 관한 것이었다. 나중에는 분배 대상 데이터의 수신 범위를 Spot, Meteosat, ERS 등의 유럽 위성들과 일본의 MOS-1 위성으로까지 확대했던 Earthnet 네트워크에 대한 ESA의 책임은 1987년에 Eurimage 그룹(Telespazio사, Spot Image사, Satimage사, DLR사, Hunting Technical Services사)으로 인계되었다.

ESA는 후에 프랑스의 국내 프로그램 SPOT의 일부가 되었던 프랑스의 원격관측 위성 계획을 거절한 이후, 대체 프로그램으로서 ERS-1을 추진하였다. ERS-1은 1991년 7월에 발사되었는데 대양과 얼음 등을 관측하는 것을 주임무로 하고 있다. C와 D단계의 개발비용은 739백만 ECU에 달한다.

1991년에는 ESA와 NASDA 사이에 ERS-1 위성과 일본측 JERS-1 위성으로부터의 데이터에 대한 상호 접근을 포함하는 협력협정이 체결되었다. 1990년 ESA는 ERS-2 프로그램을 개시하였는데 이 위성은 ERS-1과 거의 동일하면서도

오존 감소 및 식생 밀도 연구를 위한 기구들을 추가로 탑재하도록 계획되었다. 주 계약자는 Donier사로서 1992년에 위성제작비 450백만 ECU로 계약을 체결하였다. 1994년 발사에정이다.

3. Polar Platform Project (기상 및 환경 관측)

ESA가 추진하고 있는 미래의 관측 프로그램은 1.5t의 적재용량을 가지는 두개의 동일한 플랫폼을 만드는 것이다. 이중 1998년에 발사될 Envisat-1은 조사목적의 환경 관측에 이용되고, 2000년에 발사될 Metop-1은 기상 플랫폼으로서 보다 통상적인 관측을 하게 된다. Metop-1은 기상관련 기구뿐만 아니라 환경임무를 위해 개발된 기후관련 기구도 탑재할 예정이다. 1993-2000년간 Envisat의 개발에는 10억 ECU, 기상위성에는 (탑재체를 제외한 경우) 355백만 ECU의 예산이 소요될 것으로 추산된다. 기상관련 임무는 ESA가 bus에 새로운 모형의 기후관련 기구를 제공하고, Eumetsat는 운영적 기상 기구를 공급하는 한편 발사와 활용을 맡는 방식으로 수행된다.

극 플랫폼의 설계는 다양한 적재 용량을 갖기 위해서, 그리고 Spot과 ERS 기술의 이용을 극대화함으로써 개발시의 위험과 비용을 줄이기 위해서 가변적으로 하였다. 서비스 모듈은 Spot-4 모듈에서 유도하였고, 탑재체 격실은 ERS 위성들에 맞춰 설계되었다. 극 플랫폼은 4년의 설계기간을 거쳐 Ariane-5에 의해 발사될 예정이며 bus의 주계약자는 British Aerospace이다.

측지학과 관련된 Aristoteles 비행이 ESA 회원국들의 미온적인 재정지원에도 불구하고 NASA와 공동으로 계획되어 왔다. Aristoteles는 1990년대 말경에 6개월의 관측 기간으로 낮은 극 궤도 비행을 할 예정이다. 1993-2001년간 350 백만

〈표-8〉 ESA의 지구관측 관련 지출

(단위: 백만ECU)

| | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| 합 계 | | | | | | | | 127 | 198.5 | 310 |
| ERS-1 | 16.8 | 74.4 | 60.4 | 133 | 164.7 | 148.6 | 109.6 | 58.1 | 24.2 | 49.4 |
| ERS-2 | | | | | | | | 25.3 | 116.8 | 92.9 |
| 운영Meteosat | 16.5 | 54.5 | 75.6 | 60.2 | 47.1 | 49.8 | 37.8 | 27.4 | 21.3 | - |

자료: Euroconsult, *World Space Industry Survey Ten Year Outlook*(1993).

ECU가 소요될 것으로 보인다.

바. 미소중력 응용

1982년부터 그동안 다른 프로그램에서 부분적으로 이루어지던 미소중력 관련 활동들이 고유의 예산을 갖는 ESA의 공식적인 프로그램으로 통합되었다. 독일과 스웨덴의 프로그램에 참여했던 대기조사 로켓 실험의 경우를 제외하면 유럽학자들이 미소중력 환경에 접하는 기회는 1983년의 Spacelab 비행과 1985년 독일의 D1 비행 등이 처음이었다. 그러나 이것도 1986년초의 우주왕복선 사고로 이하여 실험 일정이 취소되는 바람에 장시간의 대기조사 로켓을 이용하는 등으로 임무를 축소하거나 또는 Biokosmos와 같은 재생 가능한 비행체에 실어서 나탈 수 있는 적재 장비로 전환하게 되었다. 그러므로 대부분의 현재의 과학적 결과들은 두차례의 Spacelab 비행이나 짧은 기간의 비행(대기조사 로켓 등)에서 얻어진 것이다.

1988년 우주왕복선의 운항재개 이후 ESA가 참여했던 유일한 Spacelab 비행은 1992년 1월의 IML-1이었다. 향후에는 1993년 Spacelab D2와 1994년 중반의 IML-2에 참여하는 것으로 계획되어 있다. 재생가능 운송체 Eureka의 향후 비행이 국제협력에 의존할 것으로 보임에 따라 더이상의 Spacelab 계획은 실현가능성이 희박하다. 국제협력의 일환으로 유럽 비행사들이 콜럼부스에 대한 준비로서 1994년과 1995년에 Mir에 탑승하도록 되어 있다.

〈표-9〉 ESA의 미소중력관련 지출(우주하부구조 제외)

(단위: 백만ECU)

| 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 17.5 | 16.8 | 18.5 | 13 | 36.8 | 32.8 | 47.9 | 54.4 | 67.8 |

자료: Euroconsult, *World Space Industry Survey Ten Year Outlook*(1993).

미소중력 예산은 Hermes 다음으로 예산 삭감에서 큰 타격을 입었다. 미소중력 실험에 대한 예산은 1991년의 장기계획에서보다 31%나 삭감되어 1993-2000년 간 884백만 ECU를 지출하는 것으로 되어 있다. ESA의 미소중력 실험에 대한 가장 큰 후원자인 독일과 이탈리아가 정부예산 삭감으로 어려움을 겪고 있어서 다소 불투명하기는 하지만 ESA는 각국 정부가 자금지원을 해줄 것으로 기대하고 있다.

사. 우주과학 프로그램

우주과학 프로그램은 의무적인 프로그램이기 때문에 회원국가들은 GNP에 비례해서 자금을 지원하고 있다. 최근 ESA 장관회의는 향후의 과학프로그램 예산을 1991년부터 매년 5%씩 늘려서 1994년까지 과학프로그램 예산을 294백만 ECU로 하기로 결정하였다.

ESA의 우주과학 프로그램은 적외선 및 X선 천문학에 중점을 두고 있다. 1980년대 이래 수행된 주요 비행들을 보면, 1985년 발사후 1992년 5.5백만 ECU의 예산으로 새로운 혜성을 탐색할 목적으로 재발사된 Giotto 위성, 1989년의 Hipparcos, International Solar Polar Mission의 일환인 Ulysses 탐사선 등이다. 태양 극의 측정이 목적인 Ulysses는 1994-95년간에 목적지에 도달할 예정이며, 2001년까지의 확대 비행이 계획되고 있다.

또한 ESA는 1990년 발사된 NASA의 Hubble Space Telescope에 207백만 ECU를 출자하였다.

Hipparcos 위성은 정지궤도 대신 타원형의 저궤도로 위치를 잘못 잡기는 했으나 성공적이라는 평가를 받고 있으며 1992년까지라는 당초 계획과는 달리 1994년까지 120,000개의 별들의 목록을 작성하는 비행을 계속한다.

그외에도 4개의 비행이 현재 진행중이다.

① Infrared Space Observatory(ISO)

중량 2.4t의 위성으로서 18개월의 설계기간 거쳐 1995년에 발사할 예정이다. 이 위성에는 망원경 1기와 관측기구 4기가 탑재된다. 총 개발비용은 약 450백만 ECU로 추산된다.

② Solar Terrestrial Programme

태양과 지구간의 관계를 연구하기 위한 프로그램으로서 Soho와 Cluster 두개의 프로젝트로 이루어져 있다. Soho는 태양과 태양풍에 대해 연구하기 위한 12개의 관련 기구를 싣고 2년 동안 비행하게 된다. Atlas에 의해 1995년에 발사될 예정이다.

Cluster는 지구의 자기권에 대한 연구를 위한 것으로 11개의 기구를 탑재한 4개의 쌍둥이 위성으로 이루어져 있다. Ariane-5에 의해 1995년에 발사될 예정이다. 두 프로젝트에 들어있는 5개 위성에 대한 비용은 658백만 ECU에 이른다.

③ Huygens

토성의 위성인 Titan의 대기를 조사하기 위한 탐사선으로 1997년 발사될 미국의 Cassini에 의해 2004년 또는 2005년에 타이탄 대기에 진입할 예정이다.

④ XMM(X-Ray Multi Mirror)

비행 우주물리학 실험실로서 은하의 형성과 항성의 형성 과정에 대한 연구가 목적이다. 1999년 발사예정이며 가시스펙트럼 1기와 적외선 망원경 2기를 탑재하게 된다. 이 프로그램의 총비용은 490백만 ECU로 추산하고 있다.

2000년 이후에 실행될 비행 계획으로는 FIRST와 Rosetta프로젝트가 있다.

1. Rosetta

Premordial Bodies 비행(Rosetta)은 1993년 11월 ESA의 Horizon 2000 과학 프로그램의 세번째 프로젝트로 결정되었다. 2003년 발사를 목표로 하고 있는 ESA의 Rosetta는 처음에는 미국과의 공동개발이 고려되기도 하였으나 결국 유럽의 단독 프로젝트로 기획되었다. Rosetta의 주요 임무는 혜성과의 조우, 최소한 1개의 소행성에의 근접비행 등이다. 지구와 화성 또는 금성에서의 중력을 이용하는 機動은 원일점에서 Rosetta가 혜성과 조우할 수 있게 해 준다. Rosetta는 근일점을 통해 혜성의 핵에 머물며 핵 활동의 전영역을 관찰하고, 표면의 과학 스테이션이 전개되도록 설계된다. 1회의 참고 비행(reference mission)에 덧붙여 2회의 예비 비행(back-up mission)이 채택될 예정이다. 현재 Comet Schwassmann-Wachmann 3이 참고 비행을 수행 중이다.

Rosetta는 Ariane-5에 의해 2003년 7월에 발사되어 목적지에는 2008년 6월에 도착할 예정이다.

2. FIRST

Far-IR & Sub-mm Space Telescope (FIRST)는 1993년에 Horizon 2000의 일환으로서 채택되었다. FIRST는 능동 냉각 고해상 헤테로다인 분광계와 직접 탐지 분광계, 그리고 광도계를 장착한 수동냉각식 망원경을 이용하여 0.1-1mm 범위를 탐험할 예정이다. 감지도는 NASA의 Kuiper Airborne Observatory의 것보다 100-1000배, 그리고 ISO의 장파장 분광계나 가장 큰 육상의 sub-mm 망원경보다 최소 10배나 크다.

주요 시스템에 대한 개념 정의는 1990-91년간에 Donier 중심의 콘소시움에서 이루어졌던 바 4.5m 망원경과 저온유지장치 등을 탑재하도록 되어 있다.

FIRST의 주요 임무는 항성 및 행성의 생성과 진화, 항성간 매개체의 구조 및 동태, 은하의 생성과 진화 등을 연구하는 것이다. Ariane-5를 이용하여 2006년

〈표-10〉 ESA의 우주과학 프로그램관련 지출

(단위: 백만 ECU)

| 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 126.4 | 138 | 151 | 170 | 201.4 | 194.3 | 212.8 | 247.9 | 266.4 |

자료: Euroconsult, *World Space Industry Survey Ten Year Outlook*(1993).

발사할 예정이다. 수명은 2년인데 6년까지 연장 가능하다.

IV. 결 론

우주산업은 연구개발 집약형 산업으로서 신기술의 개발과 자원의 발굴에 기여할 뿐만 아니라 여타 산업 전반에 미치는 기술의 파급효과가 매우 크기 때문에 첨단기술 개발을 목표로 하는 우리나라로서는 시도해 볼 만한 산업이다. 그런데 우주산업은 연구개발비 소요가 워낙 크고 수요자가 제한되어 있기 때문에 생산단가가 매우 높으며, 투자규모도 거대한 산업이므로 각국은 우주산업을 민간 차원이 아닌 정부 차원에서 개발하고 있다.

우주분야 선진국들의 경험을 보면 특히 유럽국가들의 경우에는 1960년대 초반부터 국가간의 협력에 의한 국제 공동개발 사업이 매우 활발하였다. 여기에는 개발비가 막대하다는 점 외에도 우주산업의 수요가 제한적이므로 특정 프로그램을 여러 국가들이 공동으로 사용해야 대규모생산에 따른 규모의 경제효과를 기대할 수 있다는 점이 작용하였다.

유럽국가들은 초기에는 기술개발 면에서 미국에 추월당한 후 이를 만회하기 위하여 군수분야 등에서 국가간 협력을 도모하였다가, 한편 협력이 진전됨에 따라 점차 통합된 기구의 필요성이 제기되자 ESA를 창설하였다. 오늘날 유럽의 ESA를 통한 우주분야에서의 국제협력은 민수분야로 범위를 확대하는 등 전면적인 협력관계에 들어서 있는 바 각국의 우주 관련 예산 지출의 3분의 2정도가 ESA를 통하여

이루어지고 있다.

ESA는 로켓분야에서 우주실험실, 우주정거장, 위성통신, 지구관측 등 다방면의 우주 관련 프로그램들을 수행하고 있다. 이런 프로그램들은 14개의 전회원국이 의무적으로 참여해야 하는 의무프로그램과 선택적으로 참여하는 임의프로그램으로 구분하여 회원국들의 재량권을 인정해주고 있다. 그리고 각 프로그램을 시행하는데 있어서는 민간업체들을 주계약자로 선정하거나 사안에 따라서는 콘소시움을 형성하게 하여 민간의 참여 폭을 넓히고, 첨단기술의 파급을 촉진시키고 있다. ESA가 개발한 프로그램 중 Ariane 로켓과 위성관련 기술 등은 이미 상용화단계에 있으며, 우주정거장 프로그램 등 ESA가 보유하지 못한 기술분야에서는 NASA나 러시아와의 협력을 도모하고 있다.

ESA의 예산은 주로 회원국들의 지원에 의존하고 있는 바 1992년의 예산은 3,514백만 달러에 이르고 있지만 NASA의 예산에 비하면 26% 수준에 불과하다. ESA의 프로그램은 정기적으로 열리는 회원국 장관들의 회의에서 승인되어야 하는데 프로그램마다 회원국들의 이해가 엇갈려 긴요한 프로그램이 채택되지 않는 경우가 많고, 재정도 회원국들의 경제 및 정치상황에 영향을 받고 있어서 쉽게 확대되지 않는 경향이 있다. ESA의 예산 지출 비중이 가장 큰 분야는 우주 운송부문이며 예산 분담비율이 가장 큰 나라는 프랑스, 독일, 이탈리아 등으로서 1993년의 경우 60%이상을 분담하는 것으로 나타났다.

우리나라는 우주개발에서의 위험회피나 자금분담 등의 이유보다는 우주 선진국들로부터의 기술이전이나 공동개발을 통한 기술획득 등 첨단기술 획득의 차원에서 국제협력을 도모하고 있다. 그러나 공동개발에는 파트너가 존재하기 때문에 최초의 의도대로 연구가 진행되지 않고 중단된다든지, 기대했던 기술이전이 수조롭지 못하다든지 하는 부작용이 초래될 수도 있다. 또한 상대방과의 기술격차가 너무 커서 계획의 입안에서부터 전혀 권리를 행사하지 못하는 경우도 있을 수 있다.

우주분야 세계 20위권의 우리나라의 우주산업 수준을 10위권까지 끌어 올리기 위해서는 다양한 국제협력이 불가피할 것인 바 다른 선진국들의 경험을 참고로 활용하여 부작용을 최소화해나가야 한다.

[참 고 문 헌]

- 과학기술처, 「국가우주개발 중장기계획 수립을 위한 기획·조사연구」, 한국기계연구
구원부설 항공 우주연구소, 1995.
- 과학기술처, 「우주개발정책 수립을 위한 연구 및 계획수립」, 1990.
- 조황희, “우주분야 국제협력의 유형화를 통한 참여방안에 관한 연구-국제공동연구
를 중심으로-”, 과학기술정책관리연구소, 1996.
- 한국항공우주산업진흥협회, 「세계의 항공우주산업」, 1995.
- 한국항공우주산업진흥협회, 「우리나라 항공우주산업의 발전방향」, 1993.
- 한국항공우주산업진흥협회, 「항공우주산업통계」, 1994.
- Euroconsult, *World Space Industry Survey Ten Year Outlook*, 1993.
- Jane's Space Directory* 94-95