

우리나라 우주산업의 현황과 구조

이 기 상*
박 병 회**

〈 목 차 〉

- | | |
|------------------|--------------------------|
| I. 서론 | IV. 우리나라 우주산업의 현황과 구조 |
| II. 우주산업의 개요 | V. 결론 |
| III. 세계 우주산업의 현황 | |

I. 서론

우리나라 경제는 그 동안 양질의 풍부한 저임금 노동력에 의존한 노동집약적 재화의 대량생산을 통하여 상당한 수준의 국제경쟁력을 가질 수 있었다. 그러나 최근의 급속한 임금상승과, 그에 못 미치는 생산성증가, 후발개도국들의 추격 및 선진공업국들의 견제 등으로 인해 이제까지 누리왔던 고속성장은 더 이상 기대할 수 없게 된 실정이다.

그러므로 우리 경제의 산업구조를 근본적으로 전환시키지 않고는 이제까지의 경쟁력을 유지하기 어려운 상황에 이르게 되었다. 즉 일반적이고 표준화된 기술을 이용하는 노동집약적이고 대량생산 위주의 산업으로부터, 고부가가치의 기술 집약적 산업으로의 산업구조의 일대 전환이 시급한 것이다.

최근에 선진국들은 기술이전 회피, 지적소유권 보호 등을 통하여 자국 기술을 주권화함으로써 중진국들의 선진국으로의 진입을 억제하고 있다. 따라서 종전과

* 세종대학교 무역학과 부교수, 항공산업연구소 소장

** 세종대학교 경제학과 강사

같이 이미 일반화된 외국기술의 모방이나 도입 등의 방법으로 기술수준을 제고하기란 쉽지 않은 일이 되었다. 오늘날과 같은 기술주권시대에 선진국으로의 도약을 위해서는, 보다 높은 수준의 첨단기술분야에 대한 과감한 도전을 통해서, 고도의 기술력을 확보하는 것이 필요하다 하겠다.

우리 경제의 기술력을 제고하기 위해서는 기술선도성이 강한 산업을 중점적으로 육성할 필요가 있다. 기술선도성이 강한 산업에는 오늘날 흔히 첨단산업이라 불리우는 정밀화학산업, 첨단전자산업, 정보통신산업, 항공기산업, 및 우주산업 등이 포함된다.¹⁾

이들 산업 중에서도 특히 우주산업은 고도의 첨단기술을 요하는 연구개발집약형 산업²⁾일 뿐 아니라 다른 첨단산업들의 종합산업으로서 제반의 산업간 연관효과가 매우 크기 때문에 우리 경제의 전반적인 기술수준을 제고할 수 있는 산업이다. 또한 우주산업은 위성통신을 비롯하여 의약품의 무중력 합성, 자원탐사, 기상관측, 국토개발, 및 환경감시 등 관련부문에 대한 수요가 큰 산업으로서, 장기적으로 막대한 성장가능성이 있는 산업이다.

정부는 1980년대 중반부터 우주산업 관련 제도를 정비하고 전문연구기관을 설립하여 우주산업 육성에 힘쓰고 있다. 최근 무궁화위성사업, 우리별 1,2호 발사, 과학로켓 발사, 다목적 실용위성 개발계획 등으로 이러한 노력의 결과가 일부나마 가시화되고 있다. 그러나 몇 가지 성과에도 불구하고 우리나라의 우주산업은 현재 극히 초보적 단계에 있으며, 정부연구기관의 실적에 비해 민간부문의 성과는 대단히 미약한 수준에 머물고 있다.

본 연구는 본격적인 육성을 위한 노력이 필요한 우리나라 우주산업의 현황과 구조를 파악하여, 향후 동산업의 발전방향 설정에 하나의 지침으로 삼고자 한다.

다음 장에서는 우선 우주분야의 발전과정 및 산업적 특성을 포함한 산업의 개요를 정리한다. 제3장에서는 세계우주산업의 현황을 주요국을 중심으로 살펴보고, 이어서 제4장에서 우리나라 우주산업의 현황 및 구조를 분석한다.

1) 미국 클린턴 행정부의 경제자문위원회 위원장인 Laura Tyson은 그의 최근 저서(1992. 11)에서 유기화학, 합성수지, 약품, 엔진 및 터빈, 컴퓨터 및 사무용기기, 통신장비, 항공기, 미사일 및 우주선, 과학기기 등을 선진국간에 치여한 기술경쟁이 집중되는 대표적인 부문으로 선정하여 다루고 있다.

2) 우주산업 분야의 선진국인 미국, 프랑스 등의 항공우주산업 연구개발비는 각각 전산업 연구개발비의 20.1%, 19.5%에 이르고 있다.

II. 우주산업의 개요

본장에서는 주제의 연구대상인 우주산업의 범위를 규정하고, 이제까지의 우주 개발의 발전과정을 소개한다. 이어서 우주 관련 기기의 재화로서의 특성 및 우주산업의 경제학적 특성에 대하여 체계적으로 분류 제시함으로써, 이하에 계속 되는 분석에 논리적 토대로 삼고 나아가 동 분야에 대한 추후의 연구에 기초자료를 제공하고자 한다.

가. 우주산업의 범위

일반적으로 흔히 사용되는 “우주산업(space Industry)”이라는 용어는 사용자에 따라, 또는 쓰이는 목적에 따라, 서로 다른 별개의 산업을 지칭하고 있다. 경우에 따라 우주산업은, 인공위성을 이용하여 방송, 통신, 관측, 탐사 등의 각종의 서비스를 제공하는 위성서비스산업을 지칭하기도 하고, 또는 로켓, 인공위성 및 관련 부속기기류 또는 관련 소재류를 제작, 가공, 조립하여 생산하는 제조업으로서의 ‘우주관련기기’의 제조산업을 지칭하기도 한다.³⁾

본연구의 연구대상으로서는 현재의 우리나라 우주산업의 발전단계를 고려하여 주로 우주기기의 제조업에 치중하되, 굳이 구분이 필요하지 않거나 또는 구분이 어려울 경우에는 우주산업으로 통칭하여 사용코자 한다.

제조업으로서의 우주산업은 각종의 로켓, 인공위성, 우주선, 우주정거장 등의 조립생산을 주축으로 하나, 이와 전후방으로 직접 연관된 각종의 탑재체생산, 기기생산, 부품생산, 소재생산, 및 기타 각 단계에 관련된 연구개발(Research & Development), 및 시스템 인테그레이션(System Integration)등을 포함한다.

이중에서 현재 우리나라의 수준에서 당장에 고려 대상이 되는 우주기기는 주로 소형 로켓, 통신 및 방송 용도를 위주로 한 인공위성이 되겠다.

3) 서비스 산업으로서의 우주산업을 ‘우주관련서비스산업’(Space Related Service Industry)이라 지칭하고, 제조업으로서의 우주산업을 ‘우주관련제조산업’(Space Related Manufacturing Industry) 또는 ‘우주기기산업’이라고 지칭할 수 있다.

나. 우주분야의 발전동향

본 절에서는 로켓, 우주선, 우주정거장 및 인공위성 등 우주개발 분야에서
의 현재까지의 발전과정 및 동향을 요약·정리한다.⁴⁾

1. 우주개발 연혁

제2차 세계대전 당시 독일에서 개발된 V2로켓 기술은 전후 미국과 소련으로 이전되어 동서진영의 미사일 개발경쟁으로 발전되었다. 1957년 소련은 세계 최초의 인공위성 SPUTNIK-1 발사에 성공하였고, 이어서 다음 해에는 미국도 EXPLORER를 발사하는데 성공하였다. 1961년에는 소련의 우주선 VOSTOK로 최초의 유인비행이 실현되었다.

같은 해에 미국의 케네디 대통령은 1960년대 말까지 인간을 달에 보낸 후 지구에 무사 귀환시킨다는 APOLLO 계획을 발표하였다. 1965년에는 GEMINI 계획에 따라 2명의 우주비행사를 지구정지궤도에 올려서 최초의 도킹시험을 실시한다는 등 '아폴로' 계획의 구체화가 이루어졌다.

1969년 7월 20일 인류는 사상 최초로 달 표면에 착륙하였다. 그후 1973년에는 우주실험실 스카이랩을 발사하였고, 1975년에는 미국과 소련의 아폴로-소유즈 도킹계획이 시행되어 우주비행사가 교환탑승하는 등, 최초의 미·소 공동비행이 실시되었다. 소련은 1950년대 후반부터 수톤의 중량을 발사할 수 있는 로켓을 개발하여 동물회수 실험 및 달, 금성, 화성 탐사 등 인류의 우주에서의 활동 가능성 모색에 주력한데 비하여, 미국은 1958년 NASA(미 항공우주국)를 설립하여 강력한 로켓의 개발을 추진함과 동시에 경량·고성능의 과학위성, 실용위성의 개발에 노력하였다.

제2차 세계대전 이후 미국의 반도체기술, 전파응용기술의 급속한 발전은 위성의 고성능화를 가속시켰다. 1964년에는 최초의 정지위성 SYNCOM3이 탄생되었고 이를 이용한 동경올림픽의 전세계 중계는 정지위성의 위력을 전세계에 과시하여 INTELSAT(국제전기통신 위성기구)의 결성을 촉진시켰다.

인텔세트의 발전과 NASA의 국제협력정책에 따라 1970년대에는 위성의 기술 확산과 실용화가 서방 각국에 파급되었고, 이에 따라 소련도 동구권 국가들과 함께 INTERSPUTNIK를 결성하였다.

4) 일본 우주공업협회 발간의 [세계의 항공우주공업](1992) 참고.

1980년대에 들어와 발사되는 위성의 수가 증가하고, 우주를 이용한 제반 경제활동이 활발해짐에 따라, 발사의 신뢰성 확보와 시스템개발의 경제화가 요구되었다. 따라서 위성의 대형화, 경제화가 긴요하게 되었고, 이에 따라 이미 사용된 로켓을 회수하여 재사용할 수 있는 스페이스셔틀이 등장하게 되었다.

스페이스 셔틀계획으로는 1981년 4월 「콜롬비아」 호가 첫 비행에 성공한 이래 1992년 3월까지 총 46회 실시되었다. 1992년 중반에 5기의 「엔데버」 호를 발사하기도 하였지만, 1986년 1월의 「챌린저」 호 폭발사고 이후 스페이스 셔틀의 발사는 연간 7~8회로 대폭 제한되어 있다.

각국은 셔틀과 유사한 형태의 우주왕복 수송시스템 개발계획에 착수하여 1988년 11월에는 소련의 '부란'이 첫 무인우주왕복에 성공하였고, ESA도 2000년 말의 첫 비행을 목표로 'Hermes' 계획을 추진하고 있다. 이외에 독일은 'SANGER', 일본은 'HOPE'의 연구를 진행하고 있다.

1986년에 발사되었던 소련의 우주정거장 '미르'는 서서히 규모를 확대하여 활동을 계속하고 있다. 미국은 1982년 우주정거장의 개념설계 및 이용요구를 조사, 검토함과 동시에 일본, 유럽, 캐나다 등에 공동참여를 요청하여 공동연구를 해 왔다. 그 결과로 모아진 구성안을 기초로 미국의 레이건 대통령은 1984년 1월의 일반교서에서 '보스톤 스페이스셔틀' 계획을 마련하여 국제협력을 통한 항구적인 유인우주정거장을 건설한 것을 발표하였다. 스페이스셔틀로 기체를 수송하여 약 460km 저고도의 지구순회궤도에 항구적인 다목적 스테이션을 건설하고 이를 계속적으로 확대해 가는 구상이다. 이후 1988년 9월에는 미국, ESA, 캐나다 및 일본 사이에 우주정거장의 정부간 협정이 조인된 바 있다.

2. 로켓

로켓은 제2차 세계대전후 미국과 소련에서 독일 V2의 기술을 바탕으로 급속하게 발달하였다. 미국은 액체산소와 에틸알콜을 사용한 1단식 로켓인 V2를 토대로 하여 '레드스톤', '슈피터' 등을 개발하였다.

슈피터를 개량하여 인공위성을 발사하였고, '머큐리' 계획에서는 '아틀라스' 로켓을 개발하여 유인 우주비행에 성공하였다. 이후 '아폴로' 계획으로 거대한 4단 V형 로켓을 개발하여 인간을 달에 보내는 데 성공하게 되었다. 아폴로 계획 완료 후에는 액체산소와 액체수소를 이용한 고성능 엔진을 갖춘, 재사용이 가능한 스페이스 셔틀이 개발되었다.

한편 ESA의 ARIANESPACE는 1979년에 1형 발사를 성공시킨 이래 2형, 3형의 개발을 추진하여 1988년에는 2,350kg 규모의 정지위성발사능력을 보유한 4형의 개발에 성공, 외국으로부터의 위성발사 용역을 수주할 수 있게 되었다. 또한 1996년 중순까지 ESA의 스페이스셔틀 'Hermes'와 우주정거장 '콜롬버스'를 발사하기 위해 2단식의 액체산소·액체수소 로켓에 대형 고체부스터를 장치한 5형의 개발을 추진하고 있다.

소련은 A형 로켓을 세계 최초의 인공위성 발사에, 그리고 A-1형 로켓을 세계 최초의 유인비행에 이용하였다. A-2형(소유즈)은 1967년부터 운용되어 많은 위성발사 실적을 올렸다. D형(플로톤)은 1968년부터 운용된 대형 정지위성과 달 탐사선 '루나', '살류트' 등의 우주기지모듈 발사에 사용되고 있다. 최대의 로켓은 '에너지어'이며 보조부스터 4개를 갖는 액체산소·액체수소 엔진의 1단식으로 저궤도에 100톤의 화물을 발사할 수 있다. 1987년에 초호기가 성공되고 다음 해에는 스페이스셔틀 '부란'의 발사에도 성공하였다.

중국은 1970년에 자국의 첫 인공위성 '동방홍' 장정 1호를 이용하여 발사한 이래 2호, 3호의 개발을 추진, 각국의 위성발사를 수주 받게 되었고, 1979년에는 홍콩의 통신위성 ASIASAT-1의 상업발사에 성공하였다.

기타 인도, 브라질, 이스라엘 등이 각각 독자적으로 로켓을 개발하고 있으며, 미국은 알래스카, 하와이, 플로리다 지역 등의 산업진흥을 목적으로 스페이스보드 건설계획을 입안하여 유치활동을 벌이고 있다.

3. 우주선/우주정거장

우주선 스카이랩이나 살류트에 의해 많은 우주실험이 행해져 그 결과 미소중력하의 재료제조에서 우수한 재질을 얻을 수 있다는 사실이 밝혀졌다. 그후 아폴로나 소유즈에서는 훨씬 더 발전된 실험이 행해졌다.

한편 미래에 인류가 우주공간에서 활동하는 데 필요한 LIFE SCIENCE에 대해서도 1966년부터 원숭이 등의 동물을 이용한 실험이 진행되어 왔으나, 앞으로는 미국과 ESA가 합작하여 스페이스셔틀을 이용한 스카이랩 4호 발사를 통해 LIFE SCIENCE 전용임무를 수행할 계획으로 있다.

또한 유인우주정거장 FREEDOM을 건설하여 재료, Life Science 등 각종 실험 및 고고도궤도와 심해우주로의 중계 등 다양한 목적의 사용계획이 NASA를 중심으로 한 서방각국의 협력 하에 추진되고 있다.

ESA는 미국과 협력하는 한편, 독자적인 우주정거장 COLUMBUS의 계획도 추진하고 있다. 소련은 1986년에 우주정거장 미르의 발사, 소유즈 프로그램을 통한 미르의 도킹, 1987년의 천문물리모듈 KVANT의 도킹 및 88년 셔틀이나 에너지어공수를 목적으로 한 초대형 수송기 AN-225의 개발 등 우주개발을 의 목적으로 추진하였다.

4. 인공위성

인공위성은 주로 과학위성과 실용위성으로, 실용위성은 다시 통신분야와 관측분야로 구분된다. 통신분야에는 고정지점간의 통신위성, 일반방송망을 대상으로 하는 방송위성, 선박이나 항공기 등을 대상으로 하는 해사위성과, 항공위성 등이 있고, 관측분야에는 기상위성 및 지구관측위성 등이 있다.

가) 통신위성

위성을 이용한 통신의 시도로는 1960년 8월에 행해진 미국의 '에고-1'이 최초로서, 직경 30m의 기구에 의한 수동형이었다. 능동형 통신위성은 미국의 텔스타가 최초로서 1962년에 중·고궤도에 발사되어 유럽과의 텔레비전 및 전화 중계에 성공하였다. 1964년에는 최초의 정지통신위성 SYNCOM3이 탄생하여 대륙간 원거리통신이 가능하게 되어, 동경올림픽의 중계에 성공하였다. 1964년에는 국제전기통신위성기구(INTELSAT)가 잠정체도로써 발족되어 그 다음 해에 발사된 Hughes 사의 인텔세트1을 운영하였다.

한편 소련은 1965년 모투니아 I 계 초호기로 자국내 통신업무를 개시하였고, 1972년에는 동구권 국가들과 함께 우주통신국제기구(INTERSPUTNIK)를 설립하여, 전년도에 발사된 모투니아 II 계 초호기로 국제통신업무를 개시하였다.

그후 인텔세트위성은 기술적으로 급속히 발전하여 통신용량의 확장 및 신뢰성 향상을 통한 수명연장 등, 이용료 절감에 기여하였다. 사용된 위성은 Hughes Aircraft Company 및 TRW Inc.의 스핀형과 Ford Aerospace & Communication Corporation⁵⁾의 3축 안전형이다.

캐나다는 1972년 발사한 ANIK-A1에 의해 처음으로 정지위성을 쏘아 올려 국내위성 통신시스템을 완성하였다. 이 위성은 Hughes 사가 제작한 스핀형으로

5) 참고. 현재의 Space Systems Loral사.

TELE- SAT CANADA가 운영하여 순조롭게 발전하고 있다.

미국은 여러 민간기업에 의해 국내 통신위성시스템이 창설운영되어 양적인 확장을 하였고, 1975년에는 3축 자세제어 통신위성이 RCA⁶⁾사에 의해 개발되기도 하였다. 소련도 1974년 정지통신위성을 발사하여 INTERSPUTNIK용의 위성을 정지위성으로 교체하였으며, 유럽에서는 심포니 위성 2기와 그 뒤를 OTS 위성이 독일과 프랑스 기업합작으로 개발되어 각종시험에 제공되었다.

기술적으로는 1970년대 이후 사용주파수대가 C밴드에서 Ku, Ka밴드로 확대되는 한편, 안테나도 SPOT BOOM, 성형 BOOM등이 사용되었다. 또한 상업화의 추진에 따라 경제성이 중시되어 미국과 유럽 각사는 표준버스를 준비하여 경쟁에 임하고 있다.

나) 이동체 통신

군용 이외의 해상통신위성은 1976년에 발사된 3기의 Hughes사제 MARSAT가 최초로서, 이것은 1982년 INMARSAT로 이관되었으며, 현재는 BAe사의 INMARSTA II 위성으로 대체되어 가고 있다.

항공기 관련업무는 인텔세트에서 1990년대부터 시작되었으나 아직까지 해당장비를 장착한 항공기의 수는 적다. 육상과 항공기를 대상으로 한 시스템은 캐나다의 M세트를 비롯해 많은 계획이 있다. 미국에서는 12개의 업체가 동 업무의 면허를 FCC(연방통신위원회)에 신청하였으나 FCC는 AMSC(American Mobile Satellite Corporation)사 단일업체에만 면허를 주고 있다. 또한, 캐나다의 M세트와 호환성 있는 위성을 1994년에 발사할 예정 외에 저궤도에 다수의 위성을 발사하는 계획⁷⁾ 등 많은 저궤도 위성 계획이 있다.

다) 항해 위성

1969년에 운영을 개시한 미해군의 NNSS(해군항행 위성시스템)는 민간에도 개방되어 널리 이용되고 있으나, 1994년 경에는 운용을 중단하게 된다. 미국방부는 이를 대신하여 선박, 항공기, 차량 등에도 적용할 수 있는 차세대 항법시스템인 GPS(Global Positioning System)를 개발 중이다. 이 계획에서는 최종적으로

6) 현재의 GE ASTRO사.

7) 모토롤라사의 Iridium 계획.

로 'NAVSTAR' 위성을 3궤도면에 8기씩 투입하게 된다.

미국에서는 이밖에도 조스타사가 1988년부터 2기의 국내통신위성에 수신전용의 밴드 팩키지를 탑재하여 Link-one 서비스를 하는 것 외에, 팔콤사가 FCC에 신청 중인 민간 항해/측위 위성시스템 Omni TRACKS 계획 등이 있다. 이것은 복수의 정지위성을 사용하여 위치를 결정하는 방식으로, 중앙지상국에서 계산하기 때문에 사용자의 장치는 단순하며, 안정된 비용부담으로 메시지 교환까지도 가능하다.⁸⁾ 한편 소련은 항법위성 GLONASS를 발사하였는데 미국의 GPS와 유사한 시스템이다.

수색구난용 위성시스템 부문에서는 1979년 소련, 미국, 캐나다, 프랑스가 정부간 각서에 기초하여 COSPAS-STRSAT 계획을 추진하였다. 소련은 1982년 COSMOS-1383에 COSPAS package를 탑재하여 발사하였고, 서방 3개국도 1983년에 기상위성 NOAA-8을 이용하여 SAR Package를 발사하였으며, 이것은 이미 GMDSS(Global Maritime Distress and Safety)의 주요 부분이 되어있다. 1988년에는 이 시스템을 향후 15년간 계속 운용한다는 취지의 정부간 합의가 이루어졌으며, 소련은 1989년 7월 나제지타⁹⁾ 위성에 이 시스템의 일부기능을 내장한 장비를 탑재, 발사하였다.

라) 방송위성

최초의 방송위성은 1974년 NASA가 발사한 응용기술위성 ATS-6으로 UHF대와 S밴드를 이용해 미국 및 인도를 대상으로 방송실험을 하였다. 이어 1976년에는 캐나다가 NASA의 협력을 얻어 개발한 통신위성으로서 최초로 Ku Band를 사용하는 HERMES가 발사되었다.

1977년 세계무선통신주관청회의(WARC-BS) 및 1983년 제2지역 무선통신주관청회의(RARC-SAT83)에서 각국은 Ku밴드¹⁰⁾의 주파수채널 및 궤도위치 등을 할당받았다. 일본의 BS-2, 독일과 프랑스 공동의 TV-SAT/TDF-1, ESA의 올림프스, 북유럽의 TELE-X 등이 이 할당주파수를 사용한 고출력의 위성이다.

유럽각국에서의 위성은 1988~1989년에 연이어 발사되었다. 영국에서는

8) 조스타사는 자사의 위성에 예정된 주파수가 잡히지 않아 도산하였다.

9) '회당'을 뜻함.

10) 12 GHz.

UNISAT 계획의 중단 후 새롭게 BSB(British Siddeley Broadcasting)사가 설립되어 1989년과 1990년에 BSB 위성을 발사하였으나, 업무부진과 경영난으로 인하여 스카이TV 사에 매각, BskyB로 변경되었다. 한편 룩셈부르크의 SES사는 중전력 다중채널의 ASTRA-1 위성을 발사하였는데, BSB, ASTRA 모두 미국에서 제작된 것이다.

미국에서는 1981년 경에 대전력위성으로의 움직임이 일부 있었으나 수신기의 성능향상, CATV 보급 등으로 소·중 전력송신/공동수신시스템의 통신위성이 급속도로 발전하였다. CANADA의 ANIK-C~F, 오스트레일리아의 AUSSAT, 유럽의 EUTELSAT, DFS 등도 같은 서비스를 하고 있다.

소련은 1976년부터 UHF대 위성으로 단일채널의 재송신 변조전송을 하고 있고, 인도는 INSAT-1, 아랍국가들은 ARABSAT에 의해 S밴드¹¹⁾로 서비스를 하고 있다.

마) 기상위성

최초의 기상위성은 1960~65년에 10기가 발사된 미국의 TIROS이며, 이어서 ESSA, ITOS, NOAA, TIROS-N 등이 발사되었다. 기상위성을 위한 중고도 및 극궤도 기술실험위성 NUMBUS는 1964년~78년에 7기가 발사되었다. 세계기상기구(WMO)는 세계기상감시(WWW)계획에 따라 복수의 정지위성, 극궤도 위성으로 된 세계기상위성 관측망을 구축하고 있다.

정지위성으로는 미국의 GOES 1기, 유럽의 METEOSAT 2기 및 일본의 GMS 1기 등이 있으며, 극궤도위성으로는 NOAA 2기와 소련의 METEOR 1기 등이 있다. 미국은 2기를 분담하고 있으나 차기위성의 문제점으로 유럽에서 METEOSAT의 예비위성을 차용 중이다. 구소련은 1기를 분담하고 있었으나 아직까지 발사하지 못하고 있다. 현재 METEOSAT는 MOP-1을 운용하고 있다. 인도는 INSAT-1D에 의해 기상데이터화상을 취득, 분배하고 있고, 중국은 극궤도실험 기상위성, 풍운 1호를 발사하였다.

계획 중인 정지위성은 미국의 GOES-Next, 유럽의 MSG(METEOSAT Second Generation), 인도의 INSAT-2, 소련의 GOMS 및 일본의 GMS-5 등이 있고, 극궤도 위성은 미국의 NOAA-Next시리즈 등이 있다.

11) 2.5 GHz 대.

바) 지국관측위성

자원탐사를 목적으로 지상을 관측하기 위한 최초의 위성은 1972년 미국의 LANSAT시리즈이다. 현재는 제2세대인 5호가 있으며, 분해능은 30m이다. 스페이스셔틀을 이용한 지구관측실험에서는, 1981년 발사된 STS-2 탑재의 합성개구레이다 SIR-A¹²⁾를 사용하여, 3~4천만년 전으로 추정되는 사하라 사막의 지하 지형을 촬영한 바 있다.

프랑스의 SPOT-1은 1986년에, SPOT-2는 90년에 발사되었는데, 1대의 고분해능 High Resolution Visible Range Instruments를 탑재하고 반경 10m, 멀티스펙트럼 20m의 분해기능을 갖고 있어 민간용으로는 최고수준의 입체화상 취득이 가능하다. 1991년에 발사된 ESA의 자원탐사위성 ERS-1도 합성개구레이다를 탑재하고 있다.

해양관측위성으로는 미국의 SEASAT-1이 있는데, 1970년에 고도 약 800km의 태양비동기궤도에 발사되어 해면온도, 풍속, 파도, 빙원 등 종래의 데이터보다 훨씬 많은 양의 관측이 가능하게 되었다.

향후계획으로는 미국의 LANSAT, 프랑스의 SPOT, ESA의 ERS 후속기, 네덜란드·인도네시아 공동의 열대지역 특수조건을 대상으로 한 TERS, 합성개구레이다를 탑재, 북극해 빙하지역 감시 등을 목적으로 1994년경 발사 예정인 캐나다·미국¹³⁾ 공동의 RADARSAT, 역시 1994년 발사예정인 미국·프랑스 공동의 해양관측위성 ADEOS¹⁴⁾ 및 1996년 발사예정인 열대강우관측을 위한 미국·일본 공동의 TRMM 등이 있다.

또한 극궤도플랫폼을 발사하여 국제협력에 의해 종합적으로 지구를 관측하는 POP 계획이 있는데, 90년대 중반 경에 미국과 ESA가 각각 2기와 1기를 발사할 예정이다.

사) 과학위성

과학위성 분야에서는 1958년 미국 최초의 인공위성 EXPLORER-1이 반알렌대를 발견한 이래 1980년 초까지 EXPLORER¹⁵⁾, PLONEER¹⁶⁾, OSO¹⁷⁾ 등

12) Shuttle Imaging Radar.

13) 미국측은 미확정 상태임.

14) 로백크스/포세이돈 국제협력에 의함.

여러 시리즈의 위성이 발사되었다.

1983년 발사된 미국, 네덜란드, 영국 공동의 적외선 천문위성 IRAS는 적외선 영역에서 우주를 관측하여 당시까지 가시광으로는 보이지 않던 별이나 은하를 많이 발견하여 천문학에 새로운 영역을 개척했다. 또 NASA는 1989년 우주배경복사탐사위성 COBE를 발사하였다.

NASA에서는 'The Great Observatories'라 불리는 4개의 대형 우주과학 관측위성의 계획을 추진하고 있으며, 서틀로 발사하여 궤도상에서 수리나 관측장치의 교환이 가능토록 설계되어 있다.

1990년에 발사된 허블우주망원경(HST)은 직경 약 2.4m의 반사경을 가진 대형망원경을 중심으로 하는 위성으로, 15년간에 걸쳐 우주탄생의 수수께끼나 구조의 해명에 도전할 계획이다. HST의 주계약업체는 Lockheed Missile & Space사이며 광학장치는 파킹엘마사가 개발하였다. HST는 ESA와의 공동계획으로, ESA는 비용의 15%를 부담, 태양전지 ARRAY와 1종류의 관측시스템을 분담하였다.

HST에 이어 감마천문위성 GRO가 1991년 4월에 발사되었다. 중량 약 16톤이며 서틀에 의해 발사되는 최대규모의 위성으로 설계수명 25년, 주계약사는 TRW이다. 1996년 경에는 X선 천체물리관측위성 AXAF의 계획이 있고, 연구단계인 적외선 망원경 계획이 있으나 발상예정시기는 1997년 이후이다. 또한 1996년 5월에는 극초단파 자외선 탐사위성 EUVE를 발사할 계획이다. EUVE는 Fairchild사의 MMS(Multi Mission Spacecraft)의 버스에 관측기를 내장하는 구성으로 EUVE의 임무가 종료되면 서틀에 의해 관측기를 교환하고 새롭게 X선 타이밍관측기 XTE로서 궤도 상에 남게 되어 있다. 그 외에 자외선 천문위성 ASTRA계획이 있다.

ESA에서는 1989년 8월 항성위치천문위성 비소파루코스를 발사한 외에 적외선 우주관측위성 ISO의 계획을 진행하고 있다. 이탈리아는 대기밀도와 전리층의 연구를 위하여, 88년 3월에는 미국과 독일 공동의 SanMarco-D를 발사하였다.

한편 미국과학자들의 주장에 따라 태양과 지구를 포함한 프라즈마계를 종합적

15) 반알렌대, 전리층 등을 관측.

16) 태양풍, 우주선 등을 관측.

17) 태양활동, 코로나 등을 관측.

으로 조사하는 국제태양지구물리계획(ISTP)의 일환으로 미·일 공동의 GEOTAIL, WIND, POLAR 및 ESA와 NASA 공동의 SOHO, CLUSTER 등의 위성이 발사되었다. 또 미국과 일본에 의한 태양화염관측의 SOLAR-A계획이 있다.

소련은 1989년 프랑스, 덴마크, 불가리아 등과의 국제협력으로 개발한 천체물리관측위성 GRANAT를 발사하였다. 그 외에 APEKS 위성에 의한 지구자기권 관측 및 PROGNOZ 위성 2개에 의한 플라즈마관측실험 등의 계획이 있다.

아) 흑성탐사기

미국의 주요한 흑성탐사기로는 금성¹⁸⁾, 화성 탐사용의 MARINER 시리즈, 태양, 심해 우주, 목성 탐사용의 PIONEER 시리즈, 화성착륙탐사¹⁹⁾용의 VIKING 시리즈, 목성, 토성, 천왕성 및 해왕성 관측용의 VOYAGER 시리즈, 금성탐사²⁰⁾용의 PIONEER VENUS 시리즈 등이 있다.

이중 VOYAGER-2는 1977년 발사되어 1989년 8월에 지구에서 44억km 떨어진 해왕성의 상공 4,900km를 통과, 표면을 세밀하게 전송해 왔다. 12년간 약 70억km에 이르는 흑성탐험기간 중 새로운 위성의 발견, 태양활동의 관측 및 자장의 존재 확인 등 태양계의 수수께끼 푸는 데 큰 역할을 했다.

1989년 5월에는 Martine Marietta사의 금성탐사기 마젤란이 발사되어, 1990년 8월 금성에 도착해 레이더로 구름 및 지형을 관측하였다. 또한 1989년 10월에는 목성탐사기 갈릴레오가 발사되었다. 흑성의 중력을 이용하여 가속하는 FLY-BY방식을 이용, 95년 12월 목성궤도에 진입예정이며, 그후 약 2년간에 걸쳐 자장측정 또는 위성군 탐사를 시행한다. 최대의 관심은 Hughes사의 탐사기 (PROBE Rocket)를 목성대기권에 투입, 목성대기를 사상 최초로 직접 관측함에 있다. PROBE에 내장되어 있는 6개의 관측장치 중 2개는 독일에서 제작된 것이다.

향후 NASA의 화성탐사기 MARS OBSERVOR를 유럽·미국 공동계획으로 추진하여, NASA의 우주선 버스 제공과 ESA의 PROBE 개발로 1997년에 발

18) 금성탐사용 5호의 중량은 245 kg.

19) 궤도선 중량 약 2.3톤, 착륙선 중량 약 0.6톤.

20) 대기권 돌입 탐사선 탑재.

사한다. 한편 소련의 주요한 흑성 탐사기로는 금성착륙탐사²¹⁾용의 VENELA 시리즈, 화성착륙탐사²²⁾용의 MARS 시리즈 등이 있다.

다. 우주산업의 경제학적 특성

1. 기술특성

우주산업은 그 핵심적인 기술개발이 강대국간의 전략적 경쟁하에서 주도된 바, 국제간의 우위확보를 위한 치열한 기술경쟁의 소산으로서 고도의 첨단기술 특성을 본원적으로 보유하고 있다. 우주기기는 우주공간이라는 특수한 환경에서 운용되는 정밀기계로서, 극한적인 내구성, 내열성, 안전성 및 신뢰성 등을 요구함에 따라 타산업 제품에 비해 현저히 높은 기술특성을 갖는다.

우주기기는 장기간에 걸쳐 높은 비용이 투하된 우주운송체로서 여러 가지 우주환경의 변동 및 기계적, 기술적인 변화 및 충격에 대처할 수 있도록 고도의 안전성 및 신뢰성을 요구하는 바, 이는 개발 및 제조 단계에서의 높은 정밀성 및 예상되는 각종의 위기에 대처할 수 있는 복합적이고도 확실한 안전장치의 확보를 요구한다.

이러한 높은 기술성, 및 안전성 등의 특성과 관련하여, 기능, 신뢰도 등을 포함하는 품질정보가 상당히 불확실하다. 이러한 불확실성은 우주기기의 공급자와 수요자 사이의 정보 비대칭성(unsymmetric information)으로 나타나며, 특히 기존에 검증 받지 못한 공급자의 제품일수록 그 불확실성의 크기는 증가한다. 이러한 불확실성의 특성은 거래조건의 복잡성 및 산업구조의 경직성 또는 독점화 특성의 결정요인으로 작용한다.

우주산업은 제품에 내재한 체계적인 고도의 정교함과 함께, 현대경제의 특징인 산업간 혁신의 교류에서 얻는 혜택이 큰 특출한 산업이다. 전체적으로는 기계, 금속, 석유화학 및 전자산업과 같은 외부산업에서 발생된 일련의 기술혁신 덕분에 우주산업은 큰 성과를 거두었다. 또다른 외부 혁신요소로서는 항공부문을 들 수 있다. 성능을 개선하기 위해서는 비용에 연연하지 않는 우주산업의 공공부문 덕택에 초기 로케트를 포함한 수많은 기술의 창출이 가능했다.

21) 착륙선의 중량 약 1.5톤.

22) 착륙선 중량 약 0.6톤.

2. 공급특성

우주산업은 극도로 기술집약적인 산업이다. 이러한 고도의 기술집약성은 필연적으로 “규모의 경제”(Economies of Scale)를 유발시킨다. 한 산업의 규모의 경제는 그 생산에 있어서의 고정비용과 가변비용의 비율에 의하여 결정된다. 일반적으로 고정비용의 비중이 높을수록 규모의 경제가 커진다. 우주산업은 고가의 생산자원을 필요로 하는 산업으로서, 다른 장치산업에서와 같이 높은 고정비용으로 인해 규모의 경제가 유발된다.

생산시설 및 설비뿐만 아니라, 높은 연구개발비의 비중이 우주산업의 규모의 경제를 영향 짓는 더욱 중요한 요소가 된다. 우주산업의 규모의 경제를 결정하는 다른 중요한 요인은 학습효과(Learning Effect)이다. 이제까지 축적된 인공위성 또는 로케트의 개발 및 제조 경험은 이후의 개발 및 제조비용의 현저한 감소를 가능케 한다.

우주기기의 생산에는 규모의 경제뿐만 아니라 범위의 경제(Economies of Scope)도 중요하다. 즉 한 종류의 인공위성의 개발 및 생산에서 발생된 학습효과는 다른 우주기기의 개발비용 및 생산비용의 절감요인으로 작용한다. 즉, 교차 학습효과(Cross Learning Effect)를 극대화하기 위해, 연구개발, 생산공정, 및 범용성 부품의 활용 등을 통해, 제품간에 제반의 투입자원을 공유케 하는 것이다.

특히, 연구개발에 있어서의 동태적인 파급효과를 고려하면, 이러한 규모의 경제, 범위의 경제 및 학습효과는 더욱 극대화된다. 이러한 높은 수준의 규모의 경제는 우주산업의 산업구조를 극도로 집중화시키는 요인으로 작용한다.

3. 수요특성

우주산업은 그 수요에 있어서의 높은 집중성을 그 특징으로 한다. 주된 수요자인 군, 정부 또는 공공기관 등의 공공부문이 수요의 많은 부분을 점한다. 민간 부문의 수요라 하더라도 그 수요의 대부분은 통신회사, 방송사 등에 의해 발생되며, 이들 산업은 본질적으로 독점적인 구조를 가지고 있어서 상당한 규모의 수요독점력을 보유하게 된다.

한편 우주산업에서의 수요는 대부분 주문수요에 의존한다. 다른 통상적인 산업과는 달리 표준화된 제품의 재고생산품에 대한 수요가 아니라 수요자의 사용 목적에 맞추어 특정한 기술특성을 요구하는 주문수요의 형태를 띠게 된다.

이러한 수요의 집중성과 주문성은 공급측면의 집중성과 함께, 양방독점하의 거래 양태로 나타난다. 이에 따라 흔히 장기계약에 의한 선물성 거래, 또는 수요자의 개발 및 생산에의 직·간접적인 참여 등의 형태로 나타난다.

4. 시장특성

우주기기의 수요는 일반 통상적인 재화와는 달리 극히 소량으로 발생한다. 이러한 수요의 소수성은 제품생산 및 구매 등의 전통적인 경제학적 문제를 통상적인 수량선택의 문제(Quantity Decision Problem)로부터 시기선택의 문제(Timing Decision Problem)로 변환시킨다.

이상의 여러 가지 제품특성, 기술특성 및 시장특성의 결과로, 우주기기의 판매 및 구매에 따르는 거래양상은 다른 통상적인 재화와는 구분되는 특수한 양태를 띤다. 구체적으로는 매매계약으로부터 물품인도까지 길게는 10여 년이 걸리는 등 장기선물거래의 형식을 따르며, 이와 함께, 각종의 거래조건이 여러 가지 복합성 내지는 복잡성을 띠게 된다.

5. 산업조직적 특성

이상에서 논의된 바대로의 우주산업이 가지는 특수한 기술특성, 생산특성, 수요특성 및 시장특성에 의해, 우주산업은 어느 산업에 비해 가장 시장집중성이 높은 산업으로서의 특성을 갖게 된다. 높은 초기의 연구개발비의 비중은 높은 매몰비용(Sunken Cost)으로 연결되며, 이에 따라 우주기기 1대의 추가적인 개발 및 생산에 따르는 한계비용(Marginal Cost)의 크기는 전체비용에서 차지하는 비중이 상대적으로 작아, 이미 상당한 크기의 규모의 경제를 더욱 확대시키는 방향으로 작용한다.

우주산업에 있어서의 규모의 경제는 개별국가의 시장의 전체수요를 초과하는 것이 일반적이며, 쉽게 세계시장 전체에 미치게 된다. 이러한 규모의 경제로 인한, 세계적인 규모에 있어서의 시장의 집중성은, 우주산업을 중심으로 한 참여기업간의 치열한 경쟁의 가능성을 야기시키며, 이러한 경쟁은 흔히 개발된 기종의 성패 내지는 기업의 존립여부까지도 결정짓는 치열한 경쟁(Rivalry)의 양태로 발전되어 해당국가간의 생산 및 통상부문에 있어서의 보조 및 자원경쟁으로 이어진다.

이를 회피하기 위한 기업간의 또는 국가간의 협조로는 여러 가지 양태로 나타

나는 소위 “전략적 제휴”(Strategic Alliance)이다. 전략적 제휴는 여러 가지 부문에서 이루어지는데 기술제휴, 생산제휴, 판매제휴 등의 양태로 나타나며, 통상적으로는 이러한 여러 가지 방법을 복합적으로 함께 사용하는 것이 일반적이다.

특히 최근에는 새로운 우주기기의 개발 단계에서부터 여러 국가의 공급자 및 수요자가 공동생산자 및 사용자로서 개발 및 생산을 분담 협조하는 공조체제를 구축하여 자원 및 위험을 분산 부담하고 장래에 기대되는 시장 및 이익을 안정적으로 확보하고자 하는 노력이 활발히 진행되고 있다.

III. 세계 우주산업의 현황

우주산업에서의 선두주자는 서방선진 7개국을 비롯하여 항공기 산업이 발달한 국가와 대체로 일치한다. 이는 우주산업이 항공기 산업과 밀접한 관련을 맺고 있는 산업이기 때문이다. 인공위성 개발에 참여한 국가는 현재까지 20개 국가에 달하고 있는데 미국, 소련, 일본, 프랑스, 독일, 영국, 이탈리아, 캐나다, 호주, 중국, 이스라엘, 인도, 인도네시아, 브라질, 멕시코, 스페인, 체코, 네덜란드, 덴마크, 스웨덴 등이 그들이다.

가. 수요전망

항공기산업과 우주산업을 포함한 항공우주산업의 매출액은 1978~88년의 10년간 547억달러에서 1,695억달러로 연평균 12%라는 높은 성장율을 기록하였다. 2000년대까지도 이런 추세는 계속되어 2000년에는 항공우주산업의 매출액이 1990년 2,300억달러의 3배 이상인 7,200억달러에 이를 것으로 전망된다. 우주산업 분야만을 따로 보면 1990년에 400억달러였던 매출액이 2000년에는 3.3배인 1,300억달러까지 증가할 것으로 전망되며 지상설비까지 포함하면 그 규모는 2,000억달러에 이를 것으로 보인다.

이와 같이 우주산업의 급성장을 예상하는 근거는 향후의 세계는 우주이용산업 및 우주관련 서비스산업의 성장이 두드러질 것이라는 사실이다. 통신방송, 측지 및 자원탐사, 기상정보서비스 등의 분야에 인공위성의 사용이 일반화 되는 것은 물론이고, 인공위성 발사에 수반하는 발사서비스, 콘설팅, 지상실험 등의 관련서비스 수요도 상당 수준이 될 것이다. 그외에도 저궤도 네트워크의 확산으로 인공위성의 양산체제가 열릴 가능성이 있다는 점, 우주비행체에 대한 수요가

다양해짐에 따라 우주산업제품의 주기가 3~5년으로 단축되고 있다는 점, 실용 위성 및 과학위성 분야에서의 공동개발 확대와 위성통신망의 공동이용 확대 등 국제협력이 활성화 되고 있다는 점, 미래시장에 대한 교두보를 확보하기 위하여 후진국들도 우주산업에 참여하고 있다는 점, ESA의 상업화에 이어 미국도 우주 산업을 단순히 국방산업이 아닌 상업성을 추구하는 민수산업 차원에서 다루고 있으며 러시아와 중국 등 사회주의 국가도 세계시장으로 눈을 돌리기 시작하였다는 점 등으로 미루어 볼 때 우주산업은 21세기에 가장 유망한 성장산업이라고 할 수 있다.

나. 주요국의 우주산업 현황

우주산업에서는 미국이 절대적인 우위를 점하고 있고, 그 다음이 유럽 13개국 이 참여하고 있는 유럽우주기구(ESA)이며 프랑스, 일본 등이 급성장하는 추세이다. 후진국 중에서는 중국, 인도 등이 발사체를 중심으로 우주산업을 육성하고 있다.

1. 미국

미국의 우주산업은 국방과 밀접한 관계를 갖고 성장하여 규모, 기술수준에서 세계 최상의 수준을 자랑하고 있다. 세계 유일의 우주왕복수단인 Space Shuttle 을 운영하고 있고, 대규모의 위성네트워크 등 대형시스템을 구축하고 있다.

미국항공우주국(NASA)이 추진하고 있는 개발계획을 보면 우주정거장, 우주 수송능력개발, 우주의 상업이용, 추적 및 데이터 취득개량시스템 개발 등 다양한 분야에 걸쳐 진행되고 있다. 위성이용산업도 높은 수준으로서 통신분야에서는 실용통신시스템의 개발, 이동체통신, 위성시설 등 통신시설의 기초 및 첨단기술에 중점을 두고 연방통신위원회(FCC)의 감독하에 민간기업들이 개발과 운용을 맡고 있다. 위성체 분야의 주요업체들을 보면 세계 최대의 인공위성제작업체로 미국 위성의 50% 이상을 제작하고 있는 Hughes사를 비롯하여 상업용통신위성과 과학위성제작을 해온 G.E. Astro사, 최근에 INTELSAT VII의 주계약업체로 선정된 Space System Loral 등이 있다.

발사체 분야는 국가주도부문과 상업서비스 부문으로 나눌 수 있다. 국가주도 부문은 군사수요를 국방성이 담당하고, 과학 및 실용우주분야를 NASA가 담당하고 있다. 민간 상업서비스분야에서는 McDonnell-Douglas, General

Dynamics, Martin Marietta 등 3대 기업이 국제 대형 발사체 시장의 50% 이상을 점유하고 있다.

2. 유럽

유럽의 우주산업은 우주개발활동의 기반을 다지기 위하여 13개국이 유럽우주기구(ESA)를 구성, 유럽전체로서 산업육성을 시도하면서 각국이 출자를 통한 협력으로 우주개발활동을 하고 있다. ESA는 과학위성인 ESRO, COS-B, GEOS 등을 발사하였고, 통신위성인 EUTELSAT, OTS-2, ECS, MARECS, OLIMPUS 등을 발사하여 공중통신, 데이터통신, TV 방송 등에 이용하고 있다. 발사체 분야에서는 1980년에 설립한 Ariespace사를 중심으로 한 아리안 로케트의 상업화에 힘입어 미국의 독주를 가로막고 있다. Ariespace사는 아리안 시리즈를 개발, 1991년까지 49개를 쏘아 올렸으며 발사성공율 95%를 기록하고 있다. 프랑스는 국립우주연구센터(CNES)를 중심으로 우주개발업무를 추진하고 있는데 국제협력이 우주관련예산의 50%를 차지할 정도로 큰 비중을 차지하고 있으며 그 대부분은 ESA와의 협력사업이다. 아리안 로케트 업무를 총괄하고 있는 Aerospatial사, 추진기관 분야의 SEP사, MARTA사 등이 발사체 분야의 대표적 기업들이다. 독일은 미소중력실험용 소형로케트인 TEXUS를 개발하였고, SUPBRTEXUS를 개발 중이다. 이탈리아는 Fiat사의 Snia-BPD가 소형 소모성 발사체(ELV) 개발사업에 참여하고 있다. 룩셈부르크는 위성이용 프로그램서비스 분야에서 Astra로 성공을 거두고 있다.

ESA는 향후의 개발 프로젝트로 아리안 5 로케트 개발에 34.96억 에퀴(ECU), 독자적인 우주정거장계획을 위한 우주왕복선 Hermes 개발에 44.29억 에퀴(ECU), 우주왕복선 Columbus 개발에 37.13억 에퀴(ECU)를 책정해 놓고 있다.

3. 소련

소련의 우주산업은 국가우주탐사위원회에 의해 주로 이루어지고 있으며 특히 과학위성이나 유인우주선 등은 과학아카데미가 주관하고 있다. 국제협력 역시 과학아카데미에 의해 이루어지고 있는데 동구권과의 공동우주개발연구 및 서비스를 위하여 동구권 15개국과 함께 INTERSPUTNIK를 발족시킨 바 있다.

소련은 Cosmos 위성을 이용하여 대기권물리, 지자기 등에 관한 과학연구를

해 왔으며 모르니아 등의 통신위성을 이용한 통신·방송사업, 메테오르 위성을 이용한 기상관측 등을 수행해 왔다.

소련의 우주산업은 체제의 성격상 그동안 비밀리에 이루어져 왔기 때문에 발사체에 대한 제원과 성능 등을 파악하기 어렵다. 소련의 발사체 개발은 새로운 모델보다는 기존의 모델을 개조하거나 부스터를 추가하는 형태가 많다.

4. 일본

일본은 수상직속기관으로 우주개발에 실무경험이 있는 전문인력으로 우주개발사업단을 구성하여 우주개발사업을 효과적으로 시행하고 있다. 위성체 분야에서는 1977년부터 1988년까지 CS, CS-2, CS-3를 쏘아올려 지진, 화재, 재해시의 비상통신과 디지털 데이터 통신서비스를 제공하고 있다. 1984년부터는 방송용 위성을 발사하여 위성방송에 이용하고 있다. 1970년 일본 최초의 오수미 위성 발사 이후 1991년까지 43개의 위성을 발사하면서 대형화, 고수명화, 고기능화가 이루어져 왔고 부품개발 등을 통하여 국산화비율도 제고되었다. 그러나 인공위성 전체시스템의 설계 및 개발능력, 비용, 관련소프트웨어 등에서는 미국이나 유럽에 비해 열세에 있다.

발사체분야에서는 1950년 KAPPA-6 2단 고체추진로켓을 발사한 이래 1970년 미국과 기술도입협정을 맺고 MD사의 발사체 기술을 도입하여 조립, 생산함으로써 우주발사체 개발국가에 진입하였다. 일본에서는 관측목적의 로켓과 과학위성발사용 로켓은 문부성 우주과학연구소가 맡고, 실이용 위성발사를 목적으로하는 로켓은 우주개발사업단이 맡고 있다. 그리고 로켓의 기초연구에 대해서는 과학기술청의 항공우주기술연구소에서도 역할을 분담하고 있다.

5. 중국

중국의 우주산업은 항천(우주)공업부를 중심으로 개발이 추진되어 왔다. 1970년에 최초의 인공위성 동방홍 1호(SKW-1)를 자체 개발한 액체추진 로켓 장정 1호를 이용하여 발사한 후 현재까지 21개의 위성을 자국 로켓으로 쏘아 올리고 있다. 중국은 위성체 분야에서 외국과의 국제협력에도 강한 의욕을 보여 1986년부터는 미국 LANDSAT 위성을 직접 수신하고, 프랑스의 SPOT 위성수신 계획도 갖고 있다.

중국의 발사체 분야는 상당한 수준에 도달하여 미국 휴즈사의 위성을 발사한

경험이 있으며 최근에는 호주 등으로부터 인공위성발사도 수주하였다. 중국의 발사체는 성공율에서는 다소 떨어지나 가격이 매우 저렴하여 세계 발사용역시장에 큰 위협이 되고 있다. 발사체 개발은 항천우주공업부와 장성공업공사를 중심으로 이루어지고 있다. 장정 3호 로케트는 3단까지 모두 액체로 추진되어 운반 능력이 크게 향상되었다.

IV. 우리나라 우주산업의 현황과 생산구조

가. 개괄적 현황

우리나라의 우주산업은 무궁화 방송통신위성 사업을 계기로 최근어야 본격적으로 시작되었기 때문에 정부가 시행하는 국책사업 외에 민간의 수요는 현재로서는 전무한 실정이다. 따라서 우주산업의 생산능력은 관련산업인 항공기산업의 기반에도 불구하고 미미한 형편이며 선진 우주산업국가와의 기술격차도 매우 크다.

우리나라에서의 우주산업의 역사는 1958년 국방과학연구소에 로케트 연구개발부서를 설치하고 이듬해에 3단계 로케트를 발사한 데서부터 시작되었다고 할 수 있다. 1967년에 국제통신위성기구에(INTELSAT)에 가입한 우리나라는 1970년 6월 금산지구국을 개설함으로써 인공위성 이용산업에 뛰어들었다. 그후 1980년대에 들어 올림픽 유치 등과 관련하여 방송위성 도입을 본격적으로 논의하기 시작, 1986년에 과학기술처 산하 전자통신연구소에 천문우주과학센터를 설립하였고, 1987년에는 항공우주개발촉진법을 제정함으로써 우주산업의 제도적 기반을 조성하였다. 1990년에는 한국통신에 위성사업단이 발족되어 통신위성 도입사업인 무궁화위성사업을 1995년 발사를 목표로 추진하고 있다. 이와 함께 1990년부터 한국과학기술원의 인공위성연구센터가 영국의 Surrey대학과 공동으로 KITSAT 위성사업에 착수하여 1992년 8월과 1993년 9월 두 차례에 걸쳐 50kg급 소형위성인 우리별 1호와 2호를 아리안 로켓을 이용하여 성공적으로 발사하였다.

위성통신 관련기술의 개발을 통하여 우주산업진출의 기반을 마련하고자 출발한 무궁화 위성사업은 외국에서 활약하던 위성전문가를 중심으로 구성된 위성사업단의 기술진에 의해 추진되고 있다. 위성사업단은 무궁화위성 시스템을 국내 우주산업의 기술축적과 기반조성에 있어서 최적의 기회로 간주, 위성체를 맡은 General Electric사, 발사체를 맡은 McDonnell-Douglas사, 지상장비를 맡은

Matra Marconi사의 기술전수 협조를 계약항목에 명시해 놓고 각 분야마다 현장기술훈련요원을 파견하고 있다. 무궁화 위성은 600kg급의 중형위성으로 12W급 통신용 중계기 12기와 120W급 방송용 중계기 3기를 갖추고 36,000km 정지궤도에서 통신 및 방송에 이용될 예정이다.

발사체 분야에서는 1959년의 로켓발사 이후 1968년부터 인하대에서 수차례에 걸쳐 시도되었으나 지원부족 등으로 도중에 끊어졌다. 그후 1978년에는 국방과학연구소에서 중형 국산로켓을 개발하였다. 1989년 한국항공우주연구소가 설립되면서 우주개발이 본격화되기 시작하였고 발사체분야에서도 군수용은 국방과학연구소에서, 민수용은 항공우주연구소에서 분담하여 개발을 추진하기 시작하였다. 항공우주연구소에서는 관측 목적의 과학로켓을 이미 개발 금년 10월에 발사한 바 있으며, 2000년경에는 중형의 위성발사용 로켓도 개발할 예정이다.

민간기업들 중에서는 한화가 발사체의 추진제 제조부문에서 상당한 기술을 축적해 놓고 있으며 두원중공업은 로켓발사대를 수주하고 있다. 또한 한라중공업은 무궁화위성의 발사 용역업체인 McDonnell-Douglas사로부터 발사체 주요 본체의 일부를 하도급 받아 국내생산하고 있다. 이밖에 기존의 항공기 3사도 항공기 제조에서 축적된 기술을 바탕으로 발사체 시장에 뛰어들 체비를 갖추고 있다. 그런데 발사체분야의 기술에 대해서는 선진국들이 MTCR(Missile Technology Control Regime) 등의 협약을 통하여 기술이전을 엄격하게 통제하는 실정이라서 발사체의 국내 생산에는 많은 어려움이 있으리라 예상된다.

우리나라가 현재 추진 중에 있는 사업으로는 무궁화 위성사업 외에 한국항공우주연구소가 추진하고 있는 다목적 실용인공위성계획과 과학로켓 발사계획 등이 있다. 이와 같은 정부의 수요에 부응하여 항공기산업 관련업체 등 10여개의 업체들이 우주산업에 종사하고 있는데 우리나라 전자산업의 기술수준을 고려할 때 우주산업의 잠재력은 상당한 것으로 보인다.

정부는 1987년에 항공우주산업 개발촉진법을 제정하여 우주산업의 제도적 기반을 마련한 이래 선진국들과의 국제협력에도 힘을 기울이고 있다. 프랑스의 국립우주연구센터(CNES), 마트라마르코니(MMS), Interspace, MS21, Aerospatiale 등과 영국의 Surrey대학, 일본의 우주과학연구소(ISAS), 미국의 NASA 등이 우리나라가 국제협력체제를 유지하고 있거나 추진 중인 대상들이다.

나. 수요전망

2001년까지의 국내 우주산업 수요는 약 150억불로 추산된다.²³⁾ 인공위성 본체의 경우 방송 및 통신위성이 정지궤도용으로 6기, 기상위성이 2기, 탐색위성 및 과학 위성이 12기 필요할 것으로 보이며, 발사체의 경우 정지궤도 발사용 대형발사체가 6기, 저궤도 발사용 중형발사체가 14기, 과학관측 로켓트가 18기가 필요하리라 예상된다. 지상국 및 우주이용산업의 경우 대형지상국이 4개, 중형 지상국이 15개, 소형지상국이 45개 필요하게 되며 기타 가정용 및 휴대용 위성 수신 장비가 600만대 정도 소요될 것으로 보인다. 정부는 150억불(11조원) 수요 중에서 70억불의 수요를 국내에서 해결, 국산화율 50%를 달성하고자 계획하고 있다.

정부에서 추진 중인 우주개발 프로젝트를 좀더 자세히 살펴보면 다음과 같다.

1. 다목적실용위성 연구개발

다목적 실용위성 개발계획은 동일성능의 위성 본체에 용도에 따라 각기 다른 목적을 수행하는 탑재체를 탑재할 수 있는 위성시스템을 개발하고자 하는 계획이다.

최근의 인공위성 분야의 기술동향은 방송통신 목적의 인공위성 시스템의 활용이 급격하게 늘어났을 뿐만 아니라 이동통신 및 지구탐사 등에서 저궤도의 인공위성망을 활용하고 있어 다수의 저궤도, 저가의 경량위성개발이 활발해지고 있다. 우리나라에서도 근래에 들어 무궁화 방송통신위성과 우리별 위성 등을 통하여 이미 우주시대를 맞이하고 있으며 특히 무선호출기와 이동전화기에 대한 급격한 수요확대 등으로 인공위성을 통한 통신의 필요성은 더욱 절실해지고 있다.

이 계획은 1997년까지 300-500kg 급의 경량 인공위성을 자체에서 개발함으로써 위에 언급한 여러 수요들을 충족시킨다는 것이다. 주요 개발내용을 보면 인공위성본체 및 탑재체, 관제국 및 수신처리국, 그리고 주요부품의 국산화 및 발사체의 선정 등이다. 이러한 과제들은 모두 6개의 세부 추진사업으로 다시 나누어져 과기처, 경제기획원, 상공부, 체신부 등 4개 정부부처와 관련 연구기관, 관련기업체들에 의해 추진된다. 개발기간은 93년부터 98년까지인데, 인공위성체

23) 한국항공우주연구소, 「다목적 실용위성개발체계 및 국산화방안 연구」, 1993

와 지상국 및 발사체 등은 1997년까지 개발이 완료되어 97년에 발사되고, 98년에는 실제 운용에 들어간다. 총투자금액은 3,150억원으로 이 중 1,650억원은 개발단계인 1997년까지 운용되고 1,500억원은 발사 후 운용단계에서 사용된다.

다목적실용위성을 여러 가지 제약에도 불구하고 우리나라 자체에서 개발하려는 이유는 개발이 가져오게 될 경제적 기술적 파급효과를 고려하였기 때문이다. 다목적실용위성 개발이 계획대로 추진되면 향후 예상되는 국내 우주산업 수요 중 1995년 2,000억원의 30%, 1998년에는 1조원의 60%를 충족시킬 수 있을 것으로 예상된다. 기술적 측면에서는 다목적 실용위성개발계획이 우주산업에 필수적인 위성체 개발, 지상수신기기 개발, 발사체 중요부품 개발²⁴⁾ 등을 모두 포함하고 있으므로 이 과제를 성공적으로 추진하기만 한다면 우리나라 우주산업의 기술개발수준은 상당히 높아질 것이며, 기술선도산업으로서 여타 산업에의 파급효과도 지대할 것으로 전망된다. 그 밖에 정치적 측면에서도 국내개발 위성을 이용하여 국토개발 및 자원탐사, 환경오염 실태 등을 주변국가에 의존하지 않고 자주적으로 해결할 수 있다는 잇점이 있다.

2. 중형 과학로켓 연구개발

중형 과학로켓 연구개발 계획은 현재 개발 완료단계인 1단형 과학로켓를 더욱 발전시켜 2단형 및 3단형 중형 과학로켓를 개발하고자 하는 계획이다. 2단형 및 3단형은 고도 성능향상과 자세제어성능, 탑재장비 회수성능 등을 포함하는 로켓로서 인공위성용 발사체와 같이 단순한 운반체로 그치는 것이 아니라 그 자체가 과학관측 및 과학실험을 스스로 수행한다. 이러한 기능상의 장점에 선진국들은 위성을 운반하는 발사체의 개발과 별도의 차원에서 과학로켓를 개발하고 있다. 우리나라도 금년 10월에 1단형 과학로켓를 발사한 바 있다.

개발기간을 1993~98년으로 계획하고 있는 중형 과학로켓개발은 총 333억원을 투자하여 주추력용 2단 및 3단 고체추진기관, 자세제어용 보조 액체 추진기관, 관성항법장치 등 사전입력 유도장치, 미소중력 시험장치 및 회수시스템 등을 중점적으로 개발할 계획이다. 과기처, 경제기획원, 상공부 등의 정부부처와 기업, 연구기관, 학계의 산학연 협조체계를 유지하여 연구기관에서는 설계, 시스템 개발 및 총괄 업무를 맡고, 기업체는 부품제작 및 제작공정 개발을, 학계는

24) 다목적실용위성의 발사는 외국의 발사체를 이용할 계획이다.

소프트웨어를 말한다. 1994년까지 2단형 로켓에 대한 지상시험모델 제작 및 시험을 마치고, 1995년에 2단형 로켓을 발사하며, 1996부터는 3단형 로켓 개발에 착수하여 1998년에 발사한다는 계획이다.

중형 과학로켓의 개발은 우리나라의 오존층 탐사를 가능하게 하여 선진 각국들의 오존과괴물질 사용규제 등에 대한 대책을 마련하는 한편 지구환경보호문제에서도 선진국과 보조를 맞출 수 있게 되며, 2000년대에는 상당히 일반화 될 것으로 보이는 우주에서의 무중력실험 등 우주제조업 진출의 토대를 구축하게 된다. 기술적 측면에서는 로켓개발에 필요한 기술은 첨단 기술이므로 항공, 금속가공, 자동제어, 화공, 전자, 통신, 물리, 수학 등 직접 관련 분야의 활성화를 기대할 수 있으며, 정밀기기, 신소재 및 신공정, 대형시스템분야에도 파급효과가 클 것으로 보인다.

다. 생산구조

우리나라의 우주산업 참여업체는 아직 소수이며, 그나마도 우주산업만을 전문으로 하는 업체가 아닌 겸업업체이다. 우주산업 참여업체와 잠재적인 참여업체들을 보면 한화, 두원중공업, 한국화이바, 금성정보통신, 한라중공업, 대한항공, 삼성항공, 대우중공업, 대우통신, 금성정밀 등이 있다.

이들 업체 중에서 우주산업의 매출액 통계와 기타부문을 포함한 총매출액 통계가 입수가능한 삼성항공, 한국화이바, 두원중공업, 한화 등 4개기업을 중심으로 총매출액에서 우주산업생산액이 차지하는 비율을 보면 1992년의 경우 두원중공업과 한화가 10%대로 비교적 높았고, 한국화이바가 2.2%, 삼성항공이 0.02%로 매우 낮았다. 이러한 낮은 비율은 매출액 통계가 파악되지 않은 기업에 있어서도 크게 다르지 않으리라는 추론과 특히 우주산업 분야에서 매출액 규모가 가장 큰 한화의 경우도 전업율이 10%에 불과하다는 사실은 우주산업 참여기

〈表3-1〉 우주부문 매출액의 총매출액대비 비율(1992년)

단위 : 억원

| | 한 화 | 두원중공업 | 한국화이바 | 삼성항공 |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| (A)총매출 | 2,708 | 335 | 2,708 | 4,849 |
| (B)우주부문 | 277 | 34.5 | 16 | 1.0 |
| B/A(%) | 10.2 | 10.3 | 2.2 | 0.01 |

업의 전업율이 얼마나 낮은지를 잘 보여주고 있다.

우주산업 참여기업의 생산실적을 중심으로 살펴보면 1992년에는 한화가 가장 많았으며, 두원중공업, 한국화이바, 한라중공업, 삼성항공의 순이었다. 1993년의 예상 생산량을 보면 역시 한화가 가장 많고, 두원중공업, 한국화이바, 금성정보통신, 한라중공업, 대한항공, 삼성항공 등의 순이었다.

우주산업의 산업구조가 얼마나 경쟁적인가를 알아보기 위해 각 기업들의 시장 점유율을 조사한 결과 상위 3개사의 매출액 규모가 전체 기업 매출액에서 차지하는 비율이 1992년에 97.2%, 1993년에 91.4%로 매우 높게 나타나고 있다.

우주산업을 생산분야별로 살펴보면 위성체분야에서는 대한항공, 한라중공업, 금성정보통신, 삼성항공, 대우중공업 등이 참여하고 있으나 생산실적은 낮은 수준이다. 1993년의 예상생산량은 한라중공업을 제외한 4개기업 합계가 20.44억 원으로 그중 대한항공이 44.0%를 차지하고 있으며, 금성정보통신을 포함하는 경우 시장점유율은 85.3%에 이른다.

발사체 분야는 비교적 국내업체의 참여가 활발하여 생산량도 위성체 분야보다 월등히 많다. 한화, 두원중공업, 한국화이바, 한라중공업, 삼성항공, 대우중공업 등이 참여하고 있다. 이들 업체의 1993년의 예상생산량은 371.34억 원으로 그중 한화의 시장점유율이 84.0%로 매우 높으며, 두원중공업까지 포함하는 경우에는 93.3%에 이르러 위성체 분야와는 달리 시장의 집중도가 높다. 특히 한화의 비

〈表3-2〉 투자액 비율 및 기술개발비 비율(1992년)

단위 : 억원, %

| | A 총매출 | B 투 자 | C 기술개발 | B/A | C/A |
|-------|--------|---------|--------|------|-------|
| 대한항공 | 20,088 | 428 | 77 | 2.1 | 1.4 |
| 삼성항공 | 4,849 | 633 | 326 | 13.1 | 6.7 |
| 대우중공업 | 9,048 | 43.6 | 0.6 | 0.5 | 0.007 |
| 한국화이바 | 700 | 42 | 4 | 6.0 | 0.6 |
| 금성정밀 | 963 | 142.2 | 106 | 14.8 | 11.0 |
| 대우통신 | 4,000 | 4.4 | 4.4 | 0.1 | 0.1 |
| 두원중공업 | 335 | 6 | 0 | 1.8 | 1.8 |
| 한 화 | 2,708 | 2.4 | 1.7 | 0.09 | 0.06 |
| 총 계 | 42,691 | 1,301.6 | 519.7 | 3.1 | 1.2 |

중이 절대적이다. 한화는 추진제 분야에서 꾸준히 기술축적을 해 왔고, 두원중공업은 발사대 생산에 참여하고 있다. 한라중공업은 무궁화위성 발사용역업체인 미국의 MD사로부터 위성본체의 일부를 하도급 생산하고 있다.

지상국 및 우주이용산업 분야에는 금성정보통신, 금성정밀, 대우통신 등 주로 통신관련 업체들이 있다. 금성정밀은 항공전자분야에 상당한 실적을 갖고 있으며, 대우통신은 무궁화 위성 서비스 사업과 관련해 투자를 하고 있다. 이 분야의 국내업체 생산실적은 통계의 미비로 정확하게 파악하기 곤란하긴 하지만 아주 미미한 것으로 생각된다.

우리나라 우주산업에 참여하고 있는 기업들이 투자를 얼마나 하고 있는지 특히 기술개발에는 얼마나 노력하고 있는지 파악하기 위해 총매출액에서 투자액의 비율과 기술개발투자의 비율을 각각 구해 보았다.

자료입수가 가능한 8개 기업을 대상으로 1992년도 매출액에서 투자비의 비율을 구한 결과 금성정밀과 삼성항공이 각각 14.8%와 13.1%라는 비교적 높은 비율을 기록하였고, 한국화이바가 6.0%, 대한항공과 두원중공업이 2% 내외, 그리고 나머지 기업들은 모두 1%에도 못미쳤다. 8개 기업의 평균 투자비 비율은 3.1%였다. 투자비 중에서도 기술개발을 위해 지출한 금액이 총매출의 몇 %인가를 본 결과 역시 금성정밀이 11.0%로 가장 높았고 삼성항공이 6.7%로 두번째를 차지하였다.²⁵⁾ 특히 금성정밀은 투자비의 74.5%를 연구개발비로 사용하는 것으로 나타났다. 나머지 기업들의 R & D 비율은 모두 1% 미만이었다. 8개 기업의 평균비율은 1.2%였다. 금성정밀과 삼성항공의 연구개발노력이 다른 기업들에 비해 훨씬 크다고 할 수 있다.

V. 결 론

우주산업은 최첨단의 기술을 사용하는 연구개발 집약형 산업으로 관련산업의 범위가 넓고 기술과급 효과가 큰 산업이다. 따라서 우리나라처럼 기술수준의 제고가 시급한 나라에서는 정부차원에서 육성할 타당성이 충분하다.

25) 참고로 NASA의 예를 보면 1991년 총지출 141.4억달러의 44%인 62.3억달러를 연구개발비로 사용하였다.

우리나라는 1980년대 중반부터 주로 정부수요에 의해 우주산업을 육성하고 있으나 아직은 초보단계에 불과하다. 1995년 발사를 목표로 하고 있는 무궁화 위성사업 등을 외국에서의 구매에 의존하면서 계약업체들의 생산현장에 현장기술훈련요원과 감리요원을 파견함으로써 기술을 습득하고, 기술습득이 순조로울 경우 이러한 기술을 기반으로 하여 점차 국산의 위성체, 발사체, 지상장비 등을 생산한다는 것이 우리나라 우주산업의 전략이다. 우리나라의 전자산업 등 관련산업의 수준을 고려하면 초보적 기술의 실용화는 어렵지 않을 것이나 심화된 기술을 단기간에 습득하기는 쉽지 않으리라 생각된다. 따라서 장기적으로는 무궁화 위성사업을 통한 기술습득과 별도로 다각적인 기술개발을 위한 노력이 필요하다.

현재 무궁화 위성사업을 맡고 있는 통신사업단 외에 한국항공우주연구소, 한국전자통신연구소, 국방과학연구소 등에서 독자적인 프로젝트를 갖고 있는데 이러한 연구기관들의 독자적 연구개발의 성과들을 총괄적으로 조정하고 종합하는 기능을 하는 기구가 필요하다. 총괄기구를 통하여 우리나라의 우주산업을 장기적으로 기획하고 투자의 우선순위를 결정하면, 여러 기관에 의한 독자적인 연구개발의 병행으로 초래되는 중복투자 등의 비효율을 막을 수 있고 연구기관간의 선의의 경쟁을 통한 연구의 효율성도 기대할 수 있으리라 생각된다.

우주산업에 참여하고 있는 우리나라의 기업들의 특징은 전문업체가 없다는 점이다. 우주산업 매출액이 총매출액에서 차지하는 비율을 보면 가장 높은 기업이 10%대였고 나머지 기업들은 대부분 1%대에도 미치지 못하는 낮은 전업율을 기록하였다.

이러한 결과는 우리나라 우주산업의 수요가 아직 적고 그나마도 대부분을 외국에서 충당하고 있기 때문이다. 우리의 기업이 우주산업 관련기술을 어느 정도 습득하고, 우주산업의 수요규모 자체가 커지면 전업율은 상당히 높아질 것이고 우주산업에만 전념하는 전문업체도 출현하리라 생각된다.

우주산업 관련기업들의 행태 중 가장 염려스러운 부분은 연구개발 투자가 부족하다는 점이다. 조사대상 8개기업의 평균 연구개발비 비율은 총매출액의 3.1%에 불과하였다. 우주산업이 연구개발집약형 산업임을 감안할 때 전문업체의 성장을 돕기 위해서는 연구개발투자를 지원하는 정책상의 고려가 요구된다.

결론적으로 우리나라의 우주산업은 세계적인 동향을 고려할 때, 우리가 가지고 있는 경제적 능력 및 앞으로 기대되는 경제 및 기술적인 기회에 현저히 못 미치는 극히 초보적인 수준에 놓여 있음이 확인되었다. 특히 우주산업의 발달로