

카이스트 인공위성연구센터의 위성 기술 습득과 개선 과정 고찰

태의경†

1. 서론

1992년 8월 11일 프랑스령 기아나(Guiana) 쿠루(Kourou) 우주 센터에서 현지 시각으로 오후 8시 8분 7초, 한국 최초의 실험 위성 우리별 1호가 발사되었다. 우리별 1호의 궤도 진입이 공식적으로 확인되자 당시 노태우 대통령은 “우리나라 과학기술의 수준을 알리는 쾌거”라는 축하 메시지를 보냈으며, 각 방송사와 신문사들도 우리별 1호 발사 성공 소식을 특집 방송으로 내보내고, 우리별 1호와 한국과학기술원(이하 카이스트) 인공위성연구센터의 첫 교신 소식과 우리별 1호가 촬영한 지구 사진을 공개하는 등 우리별 1호가 내려 보내는 소식을 실시간으로 기사화했다.¹

하지만 이런 성공 신화류의 기사는 월간지 『길』의 같은 해 10월호에 실린 “우리별 1호는 공보처가 쏘았다”라는 제목의 특집 기사, 그리고 서울대학교 『대학신문』에 기고한 항공우주공학과 김승조 교수의 “<우리별>발사에 드러

† 한국방송공사 아나운서실, chritae@kbs.co.kr

¹ MBC에서는 발사 당일인 11일 오전 “한국의 위성시대 개막”이라는 특집 프로그램을 통해 우리별 1호의 발사 광경을 생중계했고, KBS에서는 발사 전인 8월 3일 집중 기획으로 “우주개발기술 어디까지”라는 다큐멘터리를 내보냈다. 동아일보, 한겨레, 매일경제, 경향신문에서도 8월 한 달 동안 우리별 1호의 성공적인 발사 소식과 한국의 위성기술 발전을 소개하는 기사를 총 78건 내보냈다.

난 과학기술의 과대홍보를 보고”라는 기사 이후 잦아드는 경향을 보였다. 월간지 『길』의 기사를 쓴 이현숙은 우리별 1호의 발사가 제6공화국의 치적 중의 하나로 국민들의 관심을 끌기 위해 공보처와 언론이 만들어 낸 합작품일 뿐 “우리 기술”이 아니라는 논지를 과학기술 전문가의 말을 빌려 뒷받침했다.² 김승조 교수의 기고 또한 과학기술의 허위 과대 홍보를 비판했던 한 예로, 그는 우리별 1호에 대해서 방송, 신문 등 언론 매체들이 대서특필했던 “위성 설계기술 축적의 개가”라는 평가가 허구라고 주장했다.³ 이현숙은 우리별 1호 발사를 언론 플레이를 통해 확대 재생산해 정권 홍보에 이용하는 정부를 비판했고, 김승조는 과학기술에 대한 과대 홍보가 연구 풍토를 저급화하고 연구비의 흐름을 왜곡할 수 있음을 지적했다. 이들의 주장에는 공통적으로 우리별 1호가 “우리 기술”이 아니라는 전제가 깔렸었다. 이 두 기사가 나간 후 “우리별”은 “남의 별”이라는 비아냥거림을 당하기도 했다.

우리별 1호를 둘러싼 논란은 1980년대 이후 한국 정부의 산업 및 과학기술 정책에서 두드러지게 강조되기 시작한 ‘기술 자립’의 지향이 사회 전반에 널리 확산된 정황을 잘 보여준다. 1980년대에 접어들어 선진국들의 기술 보호주의와 신흥 개발 도상국들의 급격한 경제 성장 등으로 인해 국내 제품의 국제 경쟁력 확보와 지속적인 경제 성장을 위해서는 독자적인 기술 개발이 필요하다는 인식이 확산되었던 것이다.⁴

이로 인해 정부의 과학기술 정책도 기술 개발을 지원하는 방향으로 맞추어졌는데, 그 대표적인 예가 1982년 제5차 “경제 사회 발전 5개년 계획” 추진과 함께 출범된 ‘특정 연구 개발 사업’이었다.⁵ 이는 한정된 연구 개발 자원을 효율적으로 결집해 활용할 수 있도록 산학연 협동의 국가 연구 개발 체제를 구축하는 한편 목적 지향적인 연구 개발 추진을 목표로 한 사업이었다.⁶ 즉, 모든 기술을 단계별로 개발하기보다 핵심 거점 기술을 선정해 집중적으로 개발함으

2 이현숙, “우리별 1호는 공보처가 쏘았다”, 『길』 92권 10호 (1992), 128-131쪽.

3 김승조, “<우리별>발사에서 드러난 과학기술의 과대홍보를 보고—사회적 평가 포함한 연구결과 평가 시스템 정착 필요”, 『대학신문』, 1992. 10. 26, 4면.

4 한국연구개발단지 공동대변인실, 『1980년대 과학기술정책의 분석 및 전망에 관한 연구』 (한국과학재단, 1986), 2-3쪽.

5 과학기술처, 『특정연구개발 사업 시행 5년』 (교육부, 1987), 3쪽.

6 김지문, “우리나라 과학기술의 연구개발 개황: 특정연구개발 사업을 중심으로”, 『전기저널』 133호 (1988), 5쪽.

로써 전후방 파급 효과를 높이자는 전략이었는데, 이는 이후 특정기술 분야를 선택·육성하는 정책으로 자리 잡으면서 한국 과학기술계의 연구 수행 방식에도 변화를 가져왔다.⁷ 이전의 정부 출연 연구소들의 연구 방식이 주로 산업계로부터 연구 과제를 의뢰받아 계약을 체결하고 연구비를 지급받아 수행하는 “계약 연구 방식”이었다면, 특정 연구 개발 사업은 정부가 연구 과제를 먼저 선정한 후 연구 수행 기관을 공모하는 “정부 주도 연구 방식”이었던 것이다.⁸

하지만 카이스트 인공위성연구센터의 우리별 사업은 1980년대 이후 한국 과학기술계에 퍼져가던 정부 주도의 대형 국가 연구 개발 사업과는 상이한 성격을 갖고 있었다. 한국과학재단의 우수 연구 센터 지원 사업에 인공위성연구센터가 선정되면서 우리별 사업은 최순달이라는 대학 교수의 주도 하에 비교적 자율적인 방식으로 시작되었다. 하지만 1990년 8월 인공위성연구센터의 우리별 사업이 체신부와 과학기술처의 국책 연구 사업으로 지정되면서 우리별 사업은 “자율적 연구”와 “정부주도 연구”라는 이중적 성격을 띠게 되었고 이로 인해 정부의 정책과 충돌을 빚게 되었다.

이 논문은 1989년부터 1999년까지 10년 동안 카이스트 인공위성연구센터가 위성 기술을 습득하고 개선하는 과정을 추적하고, 그 과정에서 이를 둘러싼 사회·정치적 환경, 특히 정부의 변화하는 과학기술 정책과 어떤 영향을 주고받았는지에 초점을 맞출 것이다. 대학의 일개 연구 센터에 불과했던 카이스트 인공위성연구센터가 한국 최초로 위성 설계 및 제작 기술의 개발을 시도하고 이를 성공적으로 수행할 수 있었던 배경은 무엇이었을까? 이 논문에서는 이 문제를 인공위성연구센터의 특이한 정체성에 주목해 센터가 어떤 전략을 바탕으로 기술을 습득하고 발전시켰는지, 그리고 1990년대 정부의 과학기술 정책과 어떤 영향을 주고받으며 센터의 목표를 관철했는지의 두 가지 측면에서 접근해 볼 것이다.

우선 이 논문은 기술적 세부 사항에 초점을 맞추어 인공위성연구센터가 독자적으로 위성을 설계·제작·운용하는 기술을 습득하기 위해 구체적으로 어

7 기술개발촉진법 제8조의 3 제1항에는 특정연구개발 사업의 목적이 실현 가능한 “핵심 산업기술을 중점적으로 개발”하기 위한 것이라고 명시되어 있다. 최석식, “특정연구개발 사업! 어디서 왔다가 어디로 가고 있나?”, 『기계와 재료』 4권 (1990), 6-7쪽.

8 계약 연구 체제에 대해서는 문만용, “한국과학기술연구소(KIST)의 변천과 연구활동”, 『한국과학사학회지』 28권 1호 (2006), 85-92쪽; 엄재호·이민호, “대형국가연구개발사업 정책의 제도적 분석: 정책제도의 지속과 변화”, 『기술혁신학회지』 15권 1호 (2012), 131-137쪽.

떤 전략을 세웠고, 어떤 방법을 통해 그 목표를 이루어 나갔는지를 다음의 세 가지 측면에 주목하여 살펴볼 것이다.

첫째, 인공위성연구센터 유학생들이 기술 학습을 했던 영국 서리대학(University of Surrey) 위성 UoSAT의 특징이다. UoSAT은 아마추어 무선 통신용 위성인 오스카(OSCAR)에서 파생된 초소형 위성으로 적은 비용과 인력으로도 제작이 가능했기 때문에 빈곤한 예산의 대학 연구소였던 인공위성연구센터에 적합했다. 둘째, 인공위성연구센터가 카이스트 독자 모델의 위성 제작을 염두에 두고 추진했던 기술 학습과 기술 개발 전략이다. 인공위성연구센터는 서리대학 유학생 팀과 인공위성연구센터 팀으로 조직을 이원화해 우리별 1호와 2호 개발을 동시에 추진하며, 이를 통해 영국에서 학습한 기술을 한국에서도 동시에 재현할 수 있도록 했다. 나아가 이 공유된 기술 정보를 토대로 기술의 응용과 개선이 이루어질 수 있었다. 셋째, 기술 이전이 서리대학에서 인공위성연구센터로 일방적으로 이루어진 것이 아니라 두 기관이 상호 작용을 통해 서로 영향을 주고받았다는 점이다.

이와 같은 인공위성연구센터의 기술 습득 과정은 정부의 과학기술 연구 정책과도 밀접한 영향을 주고받으면서 진행되었다. 따라서 이 논문은 우리별 1호에서 3호 제작에 이르는 10년간의 인공위성연구센터 위성 사업이 어떤 사회·정치적 환경에서 이루어졌는지에 대해서도 주목할 것이다.

정부의 과학기술 정책이 “정부 주도”의 대형 연구 과제를 중심으로 진행되고 있는 상황에서 인공위성연구센터의 우리별 사업은 정부의 재정적 지원을 받으면서도 대학 내에서 최순달 교수 주도 하에 “자율적 방식”으로 진행될 수 있었는데, 이는 당시의 위성 제작이 아직 정부가 추진하는 국가 연구 사업으로 “선택”되지 않았기 때문에 가능할 수 있었다. 인공위성연구센터가 위성 제작 사업을 시작할 때만해도 정부는 위성 제작의 필요성은 인지하고 있었지만 구체적인 사업 계획을 가지고 있지 않았기 때문에 인공위성연구센터는 “자율성”을 인정받으며 정부의 재정 지원을 받을 수 있었다. 하지만 1993년 이후 정부가 위성 제작 사업을 “선택”해 항공우주연구소를 주축으로 사업을 주도하게 되면서 인공위성연구센터는 항공우주연구소와 경쟁 관계에 놓이게 되었고 그 존립 자체를 위협받을 정도로 위기에 처하게 되었다. 결국 1999년 인공위성연구센터는 “우주 개발 중장기 기본 계획”을 주도하는 항공우주연구소의 하부 조직으로 인력 양성과 정부에서 주어진 과제를 수행하는 기관이 되었다.

지금까지 일반적으로 받아들여지는 해석에 따르면, 1999년 불거진 인공위성 연구센터의 존폐 위기는 표면적으로 항공우주연구소가 센터를 흡수하려는 구도로 진행되는 과정에서 항공우주연구소와 센터 사이의 갈등이 원인이 되어 일어난 사건이다. 최근 연구에서도 이런 관점이 지속되고 있다. 예를 들어, 정승미는 인공위성연구센터의 위상 변화를 항공우주연구소와의 경쟁 구도 하에서 분석했다. 그는 한국 우주 개발의 대표 기관이 되고자 하는 항공우주연구소가 인공위성연구센터의 기술 성과에 위기감을 느껴 센터를 와해시키기 위한 “책략(manuever)”을 부렸다고 분석했다. 그는 결국 항공우주연구소와 센터의 주도권 경쟁 틈새에서 정부가 우주 개발을 주도할 기회를 얻었고, 그에 따라 한국 우주 개발 정책이 과학기술처 장관의 교체와 같은 정치적 변화와 함께 요동치게 되었다고 주장했다.⁹

하지만 본 논문에서는 1999년 인공위성연구센터의 존폐 위기와 이후 그 위상의 변화를 두 연구 기관 사이에 일어난 주도권 갈등의 차원을 넘어 서로 다른 두 가지 성격의 국가 연구 개발 정책이 충돌하면서 기인한 현상이라는 시각에서 살펴볼 것이다. 1980년대 이후 본격화된 정부의 연구 개발 지원 정책으로 대학 연구소인 인공위성연구센터의 우리별 사업은 한국과학재단의 우수 연구센터 지원사업과 정부의 국책 연구 사업에 동시에 선정되면서 이중적 성격을 띠게 되었다. 그 결과 정부는 센터의 우리별 사업을 국책 사업으로 인지했고, 그에 비해 인공위성연구센터 측은 이를 센터의 자율적 연구 사업으로 간주하는 인식의 차이가 나타나게 된 것이다. 1993년 우리별 1·2호 사업이 끝나자 이를 국책 사업이 종결된 것으로 이해한 정부는 때마침 시작한 정부 주도 위성 제작 사업과의 중복성 문제를 피하기 위해 인공위성연구센터에 폐쇄 명령을 내렸다. 하지만 인공위성연구센터의 입장에서 보면 센터의 우리별 사업의 목표는 우수 연구 센터 지원 사업이 끝나는 1999년까지 “카이스트 독자모델”의 위성을 제작하는 것으로서 아직 사업이 끝난 것이 아니었기 때문에 정부의 요구를 받아들일 수 없었다. 본 논문에서는 이 같은 인식 차이를 가진 정부와 인공위성연구센터가 어떤 방식으로 자신의 뜻을 관철시키려 했는지, 그리고 그러한 시도들이 어떻게 성공하고 실패했는지를 살펴볼 것이다.

⁹ 정승미, “Looking into SaTReC to Track Korean Space Development: From the Only One to One of Them” (카이스트 석사학위논문, 2012), 18-24쪽.

2. 대학 연구소 차원에서 위성 제작이 가능할 수 있었던 배경

위성 개발 사업은 장기간에 걸쳐 많은 예산과 인력이 소요되는 사업이기 때문에 국가 차원에서 이루어지는 것이 일반적이다. 하지만 한국에서는 특이하게도 대학 연구소에서 시작되어 이후 정부 주도로 넘어가는 양상을 보였다. 이 절에서는 카이스트 인공위성연구센터에서 위성 제작이 가능할 수 있었던 배경을 국내적 요인과 세계적 위성 개발 경향, 두 가지로 나누어 살펴볼 것이다.

대학 연구에 대한 정부의 지원이 증가하기 시작한 것은 1980년대 중반부터였다. 그때까지 정부의 연구 개발비 지원은 1966년 설립된 한국과학기술연구소(KIST)를 비롯해 1970년대 중화학 공업 지원을 위해 설립된 정부 출연 연구소에 집중되었고 따라서 상대적으로 대학에 대한 지원은 미미한 편이었다.¹⁰ 대학에 대한 연구비 지원이 급성장세를 보였던 것은 1990년대부터의 일이었는 데, 1986년 교육부의 학술진흥재단을 통한 대학 연구 지원과 1990년 한국과학재단의 우수 연구 센터 지원 사업이 대표적이다.¹¹

이 중 획기적인 사업으로 평가되는 한국과학재단의 우수 연구 센터 지원 사업은 대학의 기초 연구 심화, 대학과 산업체 간 협동적 연구 풍토를 조성하고자 시작되었다. 즉, 대학의 연구와 산업 현장의 경험을 조화시키는 활동, 학제 간, 기술 간 상호 협동과 연구의 집단화를 통해 국제 수준의 원천 기술 창

¹⁰ 1970년대 초반까지 국공립을 모두 포함한 대학이 사용한 연구 개발비는 국공립 및 정부 출연 연구소가 사용한 연구 개발비의 1/10에도 미치지 못했다. 주요 연구 주체가 사용한 연구 개발비 추이는 한국과학기술평가원 홈페이지 자료를 각 연도별로 참고했다. 한국과학기술평가원, “과학기술 연구개발 활동조사 보고서”, <http://www.kistep.re.kr> (2013. 3. 5 접속); 박희제, “대학의 구조변동을 통해 본 한국 대학 연구의 특성: 1980년대 이후 연구개발비 흐름을 중심으로”, 『한국과학기술학회 전기 학술대회』 (2006), 70쪽 참조. 하지만 한국과학원에 뿌리를 둔 카이스트는 예외였다. 카이스트의 특징과 정부의 지원은 다음을 참조할 수 있다. 한국과학기술원 사반세기 편찬위원회 편, 『한국과학기술원 사반세기』 (한국과학기술원, 1996), 75-141쪽; Kim Dong-Won and Stuart W. Leslie, “Winning Markets or Winning Nobel Prizes? KAIST and the Challenge of Late Industrialization,” *Osiris*, 2nd Series, 13 (1998), pp. 154-185 중 pp. 170-180.

¹¹ 교육부는 일반성·보편성을 중시하여 대학 연구의 저변 확대를 위해 우수 대학원 중점 육성 사업, BK21 사업 등 대학의 전반적인 연구 환경 향상에 주안점을 두었고 과학기술부는 대학 연구의 목적 지향성을 중시하여 목적 기초 연구비 지원, 우수 연구센터 지원 등 탁월성 위주의 선도 집단을 육성하는 데 초점을 맞춰 연구 지원 사업을 진행했다. 김성수, 『대학연구 지원정책의 현황 및 과제』 (과학기술정책연구원, 2000), 1-78쪽.

출을 위한 지식기반을 형성하겠다는 것이었다.¹² 이 사업은 과학연구센터(Science Research Center, SRC)와 공학연구센터(Engineering Research Center, ERC)로 구분되어 있었고, 선정된 센터에 1년에 많게는 10억 원까지 9년을 지원하는 것을 원칙으로 했다. 독립 채산성 회계에 의해 연구비 운영이 자율적으로 이루어지는 것도 이 사업의 특징 중 하나였다. 1990년 카이스트 인공위성연구센터를 포함해 13개 센터, 26억 원의 예산으로 시작한 이 사업은 2000년에 52개 센터, 443억 원의 예산으로 그 규모가 빠르게 증가했다.¹³

이처럼 우수 연구 센터 지원 사업은 이전의 대학 연구 지원에 비하면 유례가 없는 규모였고 연구 과제 수행 주체의 면에서도 대학 교수 개인이 아니라 연구 조직을 지원하는 정책이었다. 또한 대학의 연구 능력 저변 확대보다는 탁월성 위주의 선도 집단 육성을 지향했기 때문에 연구 능력을 갖춘 연구자 집단을 우선적으로 지원했다. 그 결과 소수의 대학에 지원이 집중되는 양상이 나타났는데, 이는 “연구 중심 이공계 특수 대학원”을 표방하며 시작한 카이스트에는 유리한 조건으로 작용했다.¹⁴ 시행 첫해인 1990년 ERC 사업에 선정된 7개 연구 센터 중 인공위성연구센터를 포함해 카이스트에서 3개 연구 센터가 선정되었고, 1997년 당시 서울대, 카이스트, 포항공과대학교 3개 대학이 우수 연구 센터 수 기준으로 44개 연구 센터 중 26개(59%)를 차지했다.¹⁵

이와 더불어 정부가 위성 개발 사업에 관심을 보이기 시작한 것도 인공위성 연구센터가 위성 제작 사업을 시작하는 데 긍정적인 요인으로 작용했다. 1987년 대선을 앞두고 당시 노태우 후보가 대선 공약으로 통신·방송 위성 확보에 관한 기본 구상안을 내놓으면서 위성 확보의 필요성이 대두되었고, 이를 이행하기 위해 정부에서는 1989년 통신 방송 위성 사업 추진 위원회와 실무 위원회를 설치했다.¹⁶ 위성 사업을 진행하면서 한국통신은 해외에서 활동하는 한국

12 정근모, 『대학연구지원사업과 대외 과학기술협력사업의 추진방안: 한국과학재단의 역할을 중심으로』 (한국과학재단, 1988).

13 한국과학재단 30년사 편찬위원회 편, 『한국과학재단 30년사』 (한국과학재단, 2007), 217쪽.

14 한국과학원(KAIS)에 뿌리를 둔 카이스트는 일반 이공계 대학과는 달리 한국 산업에 필요한 고도의 응용 과학기술자를 양성한다는 목표로 병역 특례를 비롯해 인적·물적·행정적 지원을 받으며 연구 실험 중심의 교육 기관으로 탁월한 연구 능력을 갖출 수 있었다. 한국과학기술원 사반세기 편찬위원회 편, 『한국과학기술원 사반세기』, 114-141쪽; Kim and Leslie, “Winning Markets or Winning Nobel Prizes?” pp. 172-176.

15 한국과학재단, 『우수 연구 센터 사업실적 통계집, 1995』 (1996), 10-11, 31쪽.

16 구상안에는 위성 확보 계획이 3단계로 나뉘어 제시되었다. 제1단계(1988-1992)는 독자

인 과학자나 전문가들을 유치하는 등 인력 확보와 양성에 많은 노력을 기울였지만 그럼에도 충분한 위성 전문 인력은 확보되지 않았다. 그 후 1996년 정부 차원의 “우주 개발 중장기 기본 계획”하에 수행된 우주 기술 개발 사업에서도 전문 인력 부족 현상은 해결되지 않았고 인력 양성을 위한 체계적 관리 체제의 부재는 늘 문제점으로 제기되었다.¹⁷ 이러한 위성 관련 전문 인력 양성에 대한 정부의 깊은 관심은 카이스트 인공위성연구센터가 정부의 연구비 지원을 받을 수 있는 좋은 기회를 제공했다.

그럼에도 위성 제작은 대학 연구소 차원에서 간단하게 이룰 수 있는 작업이 아니었다. 1960-70년대 초창기 우주 개발을 선도했던 우주 개발 선진국들의 경우 위성 개발은 주로 국가 안보를 목적으로 정부 주도 하에 이루어졌다.¹⁸ 더욱이, 미·소의 우주 경쟁으로 인해 위성의 크기는 커지고 성능이 향상되었으며, 제작 및 운용 비용이 증가했다.

그러나 1980년대 말부터 위성의 소형화 경향이 본격화되었다. 1980년부터 1999년까지 약 20년 동안 전 세계적으로 소형 위성의 제작이 두드러졌다.¹⁹ 소

소유의 위성 보유를 위한 기반을 구축하는 단계로 이 시기에 위성 사업 종합 추진 계획을 수립하고 추진 전담 회사를 설립해 운영하며 전문 인력을 확보하고 육성한다. 제2단계(1993-1997)는 위성체 제작과 지상망을 건설하는 시기이고, 제3단계(1998년 이후)에 이르러 국내 독자 소유의 위성을 확보한다는 것이었다. 한국통신문화재단, 한국통신 위성사업단 편, 『무궁화위성 3호 백서』(한국통신 위성사업단, 1999), 70쪽.

¹⁷ 2001년 국정 감사에서 장기적 양성 체계가 마련되지 않으면 전문 인력 부족 현상은 더욱 심화될 것이라며 가칭 “우주 기술 인력 양성 센터”의 설치 필요성이 제안되었고, 한국항공대학교 항공우주기계공학부 교수 장영근은 성공적인 국내 인력 양성을 위한 연구비 지원 사례로 21세기 프론티어 연구 개발 사업과 우수 연구 센터(SRC/ERC) 사업을 들었다. 국회사무처 예산정책국, 『2001 국정감사자료집(IX)—과학기술정보통신위원회소관』(대한민국국회, 2001), 27-28쪽; 장영근, 『우주개발중장기 기본계획 수정 및 우주개발진흥 기본계획 수립을 위한 기획연구』(한국과학재단, 2007), 135-137쪽.

¹⁸ E. G. Carayannis and R. I. Samanta Roy, “The Speed and Acceleration of Technological Innovation in the Small Satellite Manufacturing Industry: A Co-opetitive Dynamics Perspective,” *IEEE EMS IEMC 1998 Conference, San Juan, Puerto Rico, Oct 11-13* (1998), p. 222.

¹⁹ 이 시기에 전 세계적으로 소형 위성(mini-satellite)이 238대, 마이크로 위성(micro-satellite)이 249대 발사되었다. 이 중에서 통신 위성이 69.2%로 대부분을 차지했고 과학(14.4%), 기술 시험(11%), 군사(2.3%), 교육(1.7%), 지구 관측(1.4%) 위성이 뒤를 이었다. 소형 위성의 제작 주체로는 민간(37.1%)과 군(35.1%)이 대부분을 차지했고 그 다음이 정부(17.3%), 대학(5.4%), 아마추어(5.1%) 순이었다. Y. Xue et al., “Small Satellite Remote Sensing and Applications-history, Current and Future,” *International*

형 위성 제작 기술과 운용에 관련된 논문의 출판과 국제 심포지엄의 개최도 활발히 이루어졌다.²⁰ 위성의 소형화 경향은 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫째는 전기·전자·반도체 기술과 고집적 기술을 적용해 위성의 성능은 향상시키면서 소형화하는 것으로, 이는 미국을 중심으로 한 우주 기술 선진국들에 의해 이루어졌다. 또 하나는 아마추어 무선 통신 회원들에 의해 제작된 아마추어 무선 통신용 위성으로 이는 간단한 통신 위성에서 출발한 위성이었기에 앞서 언급했던 우주 기술 선진국에 의해 제작된 소형 위성과는 비교도 안 될 정도로 성능이 단순했고, 상대적으로 적은 비용으로 제작이 가능했다. 이처럼 저렴하고 단순한 위성은 위성 제작을 처음 시작하는 우주 기술 개발 도상국들이 접근하기 좋은 조건을 제공했다.²¹

인공위성연구센터에서 기술 전수를 받았던 위성은 영국 서리대학의 UoSAT 이었는데 이 역시 아마추어 무선 통신사(HAM)들이 취미로 제작하기 시작한 아마추어 무선 통신용 위성, 즉 OSCAR(Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio) 시리즈 중 하나였고, 서리대학에서 UoSAT 제작이 가능하도록 학생들을 모으고 대학 당국을 설득했던 당시 서리대학 연구생 스위팅(Martin N. Sweeting) 역시도 아마추어 무선 통신사였다.²² 1974년 스위팅은 위성에서 보내는 영상과 음성을 수신할 수 있는 지상국(satellite ground station)을 운용하며 위성체 내부의 동작 원리를 이해하게 되었고 작지만 정교한

Journal of Remote Sensing 29:15 (2008), pp. 4340-4341.

²⁰ 국제우주학회(International Academy of Astronautic, IAA)에서는 1997년부터 2007년 동안 소형 위성 관련 심포지엄을 6번(1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007) 열었다. G. Swinerd, "Special Issue on Small Satellite Engineering," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part G-Journal of Aerospace Engineering*, G4, (1999), pp. 1-2.

²¹ 1990년대에는 한국을 비롯해 파키스탄, 포르투갈, 태국, 말레이시아, 칠레, 싱가포르, 남아프리카공화국 등 우주 기술 개발 도상국들이 이 같은 소형위성을 통해 자국 최초의 위성을 제작해 발사할 수 있었다. 세계 각국의 최초 위성 발사에 대한 내용은 "NationMaster"라는 웹사이트에 정리되어 있다. NationMaster, "First Satellites of Countries Including Launched Indigenously or by Help of Others," (http://www.nationmaster.com/encyclopedia/Satellite#History_of_artificial_satellites [2012. 10. 5 접속])

²² 스위팅(M. N. Sweeting, 1951-)은 서리대학에서 전자 공학과 통신을 전공했고 1979년부터 UoSAT 위성 시리즈 제작을 주도한 인물이다. 2002년 소형 위성 산업을 이끈 공로로 영국 여왕으로부터 작위를 받기도 했다. 2013년 현재 SSTL(Surrey Satellite Technology Limited)의 CEO이자 서리우주센터(Surrey Space Center)의 책임을 맡고 있다.

위성을 직접 제작하겠다는 계획을 세웠다. 1979년 5명의 학생으로 구성된 서리대학의 위성 제작팀은 UoSAT-1의 디자인을 시작했고 1981년 이를 성공적으로 발사했다.²³

두 번째 위성 UoSAT-2가 발사된 1984년 서리대학에는 위성 통신 공학 석사 과정(MSc in Satellite Communication Engineering)이 개설되었다. 이는 위성 제작의 이론과 실습을 병행하면서 실제 서리대학의 위성인 UoSAT을 직접 제작, 테스트하고 발사해 운용해 볼 수 있는 프로그램이었다. 서리대학 위성 프로그램에는 주로 우주 기술 개발 도상국들이 저비용으로 간단한 위성 제작 기술을 습득하기 위해 참가했는데 한국을 비롯한 이들 국가는 서리대학 위성 프로그램을 통해 자국 최초의 위성을 제작해 발사할 수 있었다. 서리대학은 이들 나라들과 상업적 계약을 체결하기 위해 1985년 대학 기업인 SSTL을 설립했다.²⁴ 이어 1990년에는 대학에 위성공학연구센터를 설립함으로써 교육과 훈련, 연구를 병행할 수 있는 제도적 틀을 갖추 수 있었다.

SSTL 프로그램에 참가한 나라들은 각기 처한 상황이 달랐고 원하는 기술도 달랐기에 SSTL은 그들이 원하는 기술을 제공하기 위해 위성의 기본 플랫폼을 개발했다. SSTL에서 개발한 첫 번째 플랫폼은 전체 질량 50-70kg 정도의 위성을 제작할 수 있는 Microsat-70 플랫폼으로 군사용 및 민간용 지구 관측, 통신, 과학 실험, 위성 기술 검증 등 고객이 원하는 다양한 임무를 맞춤형으로 제공하기 쉽도록 필요한 모듈 박스를 쌓아올리는 구조로 이루어졌다. 이 플랫폼을 기본으로 제작된 위성은 1991년 발사된 UoSAT-5를 시작으로 우리별 1·2호를 포함해 2002년 발사된 Picosat까지 총 14개였다.

Microsat-70을 기본으로 제작된 위성들은 직육면체 모양으로 4면의 몸체에 태양 전지판이 부착되었으며 -Z면의 각 모서리에는 다운 링크 안테나가 장착되어 있고, 회전에 의한 중력 경사 및 자기 토크를 자세 제어로 사용해 균형적인 전기 에너지를 얻을 수 있도록 설계되었다. +Z 면에는 붐과 각종 센서류,

²³ M. N. Sweeting, "25 Years of Space at Surrey: Pioneering Modern Microsatellites," *Acta Astronautica* 49:12 (2001), pp. 681-691 중 p. 681.

²⁴ SSTL은 1985년 영국 남동부 길포드에 있는 서리대학에서 분사(spin-off)하여 설립된 회사로 서리대학과 긴밀히 협력하며 90년대 위성 통신 공학 교육을 선도했다. 지금은 EADS Astrium에서 모든 지분을 소유하고 있다. EADS Astrium은 유럽항공우주방위산업(EADS, European Aeronautic Defence and Space Company N.V.)의 자회사로 상업용 우주 발사체인 아리안 로켓을 발사한다.

-Z 면에는 카메라 헤드, 안테나, ASAP 정착물(fixture) 등이 부착되어 있으며 크기는 가로 352mm, 세로 356mm, 높이 670mm로 무게는 50kg 이하였다. 위성체 내부는 직사각형의 모듈을 차례로 쌓아 올려 조립하는 적층형(stacked type) 구조로 설계해 위성체 시스템의 기본 구조는 그대로 유지하면서 필요한 서브시스템만 바꿔주는 것으로 위성의 임무를 쉽게 바꿀 수 있도록 했다. 이러한 모듈화 구조는 기술을 습득하는 입장에서도 기본 플랫폼과 서브시스템 제작 기술만 잘 익히면 다른 임무를 위한 위성으로 쉽게 응용할 수 있다는 장점이 있었다. 이와 더불어 모듈화된 각 서브시스템이 표준화된 인터페이스를 가지고 있으면 서브시스템을 쉽게 부착하고 제거할 수 있고 소프트웨어의 설치 및 제거만으로도 간단히 시스템의 구성을 바꿀 수 있었다.²⁵

이렇듯 서리대학 UoSAT의 기술 발전은 저비용, 개발 기간 단축, 고성능 추구, 모듈 구조로 설계된 서브시스템, 표준화된 인터페이스 사용, 서브시스템 모듈의 부착 및 제거의 용이성 증대, 서브시스템 모듈에서 하드웨어의 역할을 줄이고 운용 소프트웨어의 역할을 증대하는 쪽으로 방향이 맞춰졌는데 이는 인공위성연구센터 유학생들의 전공이 주로 전기 및 전자 공학과 전산학이었다는 사실과 무관하지 않았다.

3. 우리별 사업을 위한 인공위성연구센터의 준비 과정

정부 차원에서 상업 통신 위성인 무궁화 위성을 들여와 운용한다는 계획이 진행되던 1989년, 한국과학기술대학(KIT) 전기 및 전자 공학과 최순달 교수는 위성을 직접 제작해 보겠다는 계획을 세웠다.²⁶ 당시 통신 방송 위성 사업 추진위원회 위원으로 참여했던 최순달은 무궁화 위성 사업이 성공적으로 진행되기 위해서는 위성 전문가의 확보가 절실하다는 인식을 추진위원회 위원들과 공유했다. 그는 위성 기술을 습득해 직접 제작하고 운용해 보는 과정을 통해 위성 전문 인력을 양성할 수 있다고 생각했고 이를 위해 작고 간단한 위성이라

²⁵ 김병진·이현우·성단근, “우리별 위성의 자세제어 시스템”, 『제어로봇시스템학회지』 3권 2호 (1997), 34-40쪽.

²⁶ 한국과학기술대학(KIT)은 1989년 카이스트와 통합되었으므로 이후 명칭은 카이스트로 통일한다. 단, 영국과의 협약서나 회의록에는 1989년 이후에도 계속 KIT로 명기하고 있는 곳이 있는데 영국 자료를 통해 언급되는 경우는 원문을 존중하는 차원에서 KIT로 한다.

도 직접 제작하겠다는 계획을 세웠다고 한다.²⁷

1989년 7월 최순달은 한국과학재단과 카이스트에서 해외 연수 경비를 지원 받아 영국 사우스햄튼 대학(University of Southampton)에서 열리는 위성체 공학 관련 단기 강좌(7. 16 - 7. 21)와 서리대학에서 열리는 탑재체 공학 및 통신 위성에 관한 단기 강좌(7. 23 - 7. 28)에 참석했다. 최순달은 이 단기 강좌를 통해 인공위성에 대한 이론 교육과 더불어 실제 위성을 제작해볼 수 있는 프로그램이 서리대학에 있다는 사실을 알게 되었고, 이 학교로 우수한 학생을 선발해 유학 보내기로 결심했다.²⁸ 강의가 끝나자 최순달은 주최자인 에반스(B. G. Evans)를 찾아가 위성 개발을 위한 학생 파견과 기술 훈련, 그리고 위성 제작에 관한 그의 구상을 이야기하며 카이스트와 서리대학의 공동 연구를 제안했다. 결국 1989년 7월 29일 서리대학 에반스 교수의 연구실에서 카이스트 인공위성연구센터의 최순달 교수, 서리대학의 에반스, 마르코니 사의 바도(W. S. Bardo)가 위성 기술 연구 개발과 인력 양성에 관한 “국제 공동 연구를 위한 협약서”를 작성하고 서명함으로써 3자 간의 합의가 이루어졌다.²⁹

한국으로 돌아온 최순달은 한국과학재단의 우수 연구 센터 ERC 지원 신청서를 작성했다. 지원 신청서를 작성할 때 그는 한국과학재단이 표방한 우수 연구 센터 사업의 취지에 부응하기 위해 많은 노력을 기울였다. 한국과학재단이 ERC사업에서 가장 역점을 두었던 것은 “산업과 연계된 기초 기술의 연구를 통해 국제 수준의 원천 기술을 창출하는 능력을 배양하고, 다분야 간 산학 협동 연구를 통해 산업의 국제 경쟁력을 제고토록 하는 것”이었다.³⁰ 최순달은 영국에서 작성한 “국제 공동 연구를 위한 협약서”를 첨부하며 서리대학에서 보유하고 있는 수준의 위성과 지구국을 개발해 운용하고 서리대학과의 국제 공동 연구를 통해 1993년까지 70여 명의 인공위성 관련 전문가를 양성해 1990년대 고급 두뇌 수요에 대비할 것임을 강조했다.³¹

결국 1990년 1월 인공위성연구센터는 우수 연구 센터에 선정되었고, 체신부로부터 10억 원씩 4년간 40억 원, 과학기술처로부터도 체신부와 마찬가지로 4

²⁷ 최순달 인터뷰. 2012. 8. 27. 최순달 교수 연구실.

²⁸ 최순달 인터뷰. 2012. 8. 27; 최순달, 『48년 후 이 아이는 우리나라 최초의 인공위성을 쏘아 올립니다』 (행간풍경, 2005), 196-197쪽.

²⁹ 최순달, 『48년 후 이 아이는』, 199쪽.

³⁰ 한국과학재단 30년사편찬위원회, 『한국과학재단 30년사』 (한국과학재단, 2007), 217쪽.

³¹ 인공위성연구센터, “우수 연구 센터 지원신청서” (1989), 11, 28쪽.

년 동안 1년에 10억 원씩의 연구비 지급을 약속받았다. 1990년 8월 인공위성 연구센터의 “우리별 사업”은 체신부와 과학기술처의 국책 과제로 정해졌다.³²

카이스트 인공위성연구센터의 우리별 사업(KITSAT Programme)은 1989년 7월 29일 영국 서리대학과 GEC-마르코니 사 그리고 KIT 간에 3개 조항으로 체결된 “국제 공동 연구를 위한 협약서”를 시작으로 본격화되었다. 하지만 사업 초창기 몇 가지 변수가 발생하여 애초의 계획에 수정이 불가피해졌다. 당초 “우리별 사업” 계획은 인공위성연구센터 유학생들이 서리대학에서 기술 학습을 마치고 돌아온 이후인 1993년경 한국에서 위성을 제작하는 것이었다. 하지만 1990년 “우리별 사업”이 체신부와 과학기술처의 국책 사업으로 확정되면서 과학기술처가 위성을 조기 발사토록 제안함에 따라 발사 계획이 1992년으로 앞당겨지게 되었다.³³ 그에 따라 기술 학습을 마치고 한국에 돌아와서 위성을 제작한다는 당초 계획도 변경되어야 했다. 따라서 “우리별 사업”은 1992년 영국에서 우리별 1호를 제작하고 1993년 다시 한 번 한국에서 우리별 2호를 제작하는 것으로, 즉 위성을 두 대 제작하는 것으로 계획이 바뀌었다. 또 다른 변수는 1990년 1월 SSTL에서 발사한 UoSAT-4가 코로나로 인한 전송 장애로 추적이 불가능하게 되었는데, 이 때 잃어버린 위성을 대체하기 위해 같은 해 10월부터 계획에 없던 UoSAT-5를 SSTL에서 제작하게 된 것이다. SSTL은 인공위성연구센터 유학생들을 UoSAT-5 제작에 참여시켰고, 그 결과 그들은 우리별 1호에 앞서 실제 위성을 제작해 볼 수 있는 기회를 얻을 수 있었다.

이러한 변수들 때문에 1991년 1월 서리대학과 인공위성연구센터는 UoSAT-5 공동 연구를 포함해 우리별 2호의 위성 제작이 추가된, 더욱 구체화된 공동 연구 협약서를 체결했다. 이 협약서는 총 6개 조항으로 이루어졌는데, 인공위성 연구센터에 이에 관한 두 건의 문서가 남아있다. 하나는 기술 이전 계약이 성사된 시점인 1월에 작성된 “협약서”(Agreement between Surrey Satellite Technology Limited and Korea Advanced Institute of Science and Technology, 1991. 1. 3.)이고, 또 하나는 UoSAT-5 공동 연구가 완료되고 우리별 1호 사업의 임무 결정이 진행되고 있을 무렵인 6월에 작성된 “공동 연구

32 최순달, 『48년 후 이 아이는』, 202쪽; 인공위성연구센터, 『우리는 별을 쏘았다』 (김영사, 1993), 216쪽; 체신부, 『인공위성연구센터 지원에 관한 총괄 보고서: 실험용 소형 인공위성 개발연구(4)』 (정보통신산업진흥원, 1994), 7쪽.

33 체신부, 『인공위성연구센터 지원에 관한 총괄 보고서』, 7쪽.

프로그램 조항 리뷰”(Review of Collaborative Programme Elements—Technology Transfer, 1991. 6. 17 이하 “리뷰”로 약칭)이다. 이 두 개의 문서를 통해 기술 습득의 내용과 범위, 비용 등을 둘러싼 서리대학과 인공위성연구센터 사이의 교섭 과정 그리고 UoSAT-5를 거쳐 우리별 1호 제작 과정에 인공위성연구센터 유학생들이 어떤 방식으로 참여하게 되었는지를 살펴볼 수 있다.

공동 연구 협약서의 2조는 UoSAT-5 공동 연구와 관련된 조항으로 특히 UoSAT-5의 제작이 완료된 후인 6월에 작성된 “리뷰”에는 그간 이루어진 공동 연구의 범위를 다루었다. 이에 따르면 “공동 연구를 통한 기술 이전”의 구체적인 방식이 관련 기술 문서의 제공이나 SSTL 연구원들의 공식적인 교육으로 이루어진 것이 아니라 인공위성연구센터 유학생들이 UoSAT-5 제작에 직접 참여하는 “실무 경험(on-the-job experience)”을 통한 것이었음을 알 수 있다.

우리별 1호의 본격적인 제작에 들어서면서 인공위성연구센터 유학생들은 UoSAT-5 제작 때보다 그 과정에 더욱 주도적으로 참여했다. 6월 “리뷰”에 따르면 KITSAT-A는 카이스트 연구 팀이 담당하고, SSTL은 그 과정을 지도한다고 명시되어 있다. 즉 KITSAT-A 제작부터는 인공위성 연구 팀들이 주축이 되어서 주도적으로 진행하고 SSTL 연구원들은 필요한 부분에 한해서 기술 지원을 하는 방식으로 바뀐 것이다.

KITSAT 제작과 관련된 조항인 4조는 기술 전수와 관련하여 서리대학과 인공위성연구센터 측이 진행한 교섭 과정을 잘 보여준다. 이 조항에는 KITSAT-A(우리별 1호)의 엔지니어링 모델(engineering model, EM)과 비행 모델(flight model, FM)은 서리대학에서 제작하고 KITSAT-A의 복사판(replica)인 KITSAT-B(우리별 2호)는 카이스트 인공위성연구센터 팀이 제작하지만 하드웨어와 소프트웨어는 SSTL에서 제공한다고 명시되어 있다. 서리대학과 인공위성연구센터 측의 협상은 이 중에서 우리별 1호의 EM을 둘러싸고 일어났다. EM과 관련하여 1월의 “협약서”에는 KITSAT-A의 EM을 서리대학에 남겨둔다고 되어있었다. EM을 SSTL에 남겨야 KITSAT-A에 문제가 생겼을 때 SSTL에서 신속하게 대응할 수 있다는 것이었다. 하지만 인공위성연구센터 측에서는 KITSAT-A의 EM을 카이스트로 가져오기를 원했다. 결국 교섭을 통해 6월 “리뷰”에서 KITSAT-A의 EM을 SSTL에 남겨둔다는 조항을 뺄 수 있었고 인공위성연구센터는 KITSAT-A의 EM을 인도받았다.³⁴ EM은 실제 궤도에 올라가는 FM을 만들기 전에 그와 똑같은 형태의 구조, 인터페이스 및 동작이

가능하도록 미리 만들어 보는 것으로, 실제 궤도에 올라가 있는 위성에 문제가 생겼을 때 EM을 통해 해결 방법을 찾을 수 있고, 새로운 소프트웨어를 개발했을 때도 EM에서 먼저 테스트를 해 보고 문제가 없을 때 실제 위성에 사용하는 등 위성을 운용하는 데도 중요한 역할을 한다. 또한 위성 제작과 관련해 학생들의 학습 교재로도 유용하게 사용될 수 있다. 그런 점에서 KITSAT-A의 EM을 인공위성연구센터가 가져온 것은 이후 KITSAT-A의 운용에 서리대학에 의존하지 않겠다는 한국 측의 의지를 드러낸 것이라고 볼 수 있다.

앞서 살펴보았듯이 3개 조항으로 이루어진 1989년 7월의 최초 협약서에 비해 6개 조항으로 이루어진 1991년 1월 “협약서”와 6월 “리뷰”는 내용 면에서 상당히 구체화되고 정교화되었음을 확인할 수 있다. 이를 통해 당시 위성 제작 프로그램을 막 시작하는 단계에 있던 서리대학의 프로그램에는 내용과 형식을 구체적으로 갖춘 정교한 협약서 프로토콜이 없었지만, 인공위성연구센터와의 상호 교섭 과정과 공동 연구 과정을 통해 기술 이전 프로그램이 구체화되고 체계화되었다고 추정해 볼 수 있다.

4. 인공위성연구센터의 위성 제작 기술 습득과 그 개선, 1989-1993

우리별 1호와 2호가 SSTL의 Microsat-70 플랫폼을 기본으로 하여 이루어진 위성이었기 때문에 이 기술을 학습하기 위해 초반에 인공위성연구센터가 보낸 유학생들 대부분은 서리대학에서 공부했다. 인공위성연구센터 유학생 11명 중 전기 및 전자 공학을 전공한 학생이 6명, 전산학 전공이 4명, 물리학 전공이 1명이었다. 이는 서리대학의 UoSAT이 하드웨어보다는 소프트웨어에 의존하는, 즉 기계 구조보다 전기·전자에 더 많이 의존하는 위성이라는 특징과 무관하지 않을 것이다. 이들 인공위성연구센터 유학생들에게 주어진 임무는 UoSAT 제작 기술, 그 중에서도 버스 시스템을 중점적으로 익혀서 서리대학 연구원들의 기술 지원 없이 한국에 돌아와서도 이를 제작할 수 있을 만큼 완벽하게 학습하

34 KITSAT-A의 EM을 정확하게 언제 인도 받았는지 확인되지 않지만 1992년 9월의 회의록을 보면 이미 EM이 인공위성연구센터에 와 있음을 알 수 있는 내용이 있다. 이 회의에서 우리별 2호 제작 시 부품 조달에 문제가 생겼을 때 우리별 1호 EM의 송신기를 빼서 쓰자는 의견이 나왔는데 최순달은 EM을 절대 다른 용도로 사용하지 말라는 지시를 내렸다. “인공위성연구센터 주간 회의록” (1992. 9. 15).

는 것, 그리고 동시에 학습한 기술을 한국에 있는 카이스트 팀에게 바로 전달하는 것이었다. 이는 우리별 사업 계획이 애초 위성을 1대 제작하는 것에서 2대를 제작하는 것으로 변경되면서 우리별 1호와 2호 사업을 동시에 진행한다는 최순달의 전략에 의해 이루어진 것으로 서리대학에서 유학생들에 의해 이루어지는 기술 습득이 카이스트에서도 동시에 이루어지게 하기 위함이었다.

이를 위해 먼저 5명의 학생이 1989년 10월 3일 영국 유학길에 올랐다. 이들 인공위성연구센터 1기 유학생들은 KIT 86학번 동기들로서 이들 중 장현석, 김성현, 박성동은 전기 및 전자 공학을, 김형신과 최경일은 전산학을 전공한 KIT 1기 졸업생들이었다. 이들은 영국에 도착하자마자 1년 과정인 서리대학 위성 통신 공학 대학원 과정을 이수했다. 1기 유학생들이 모두 학위를 받고 UoSAT-5 제작에 들어간 즈음인 1990년 10월, 전기 및 전자 공학을 전공한 유상근, 박강민, 이현우, 전산학을 전공한 남승일 그리고 물리학을 전공한 민승현이 2기 유학생으로 서리대학에 합류했다. 이들은 1기 유학생들이 거친 과정 그대로 위성 통신 공학 석사 과정을 이수하다가 1991년 초반이 지나면서 UoSAT-5 제작에도 참여하게 되었다.³⁵ 이때부터 2기 유학생들은 학생 겸 연구원 신분으로 대학원 과정과 병행하면서 UoSAT-5 제작에 참여했고, 이로써 UoSAT-5 공동 연구에 1, 2기 유학생 11명이 모두 참여하게 되었다.

1991년 6월 “리뷰”에도 언급하고 있듯이 UoSAT-5 공동 연구는 문서 제공이나 공식적인 교육 없이 유학생들이 제작에 직접 참여해 “실무 경험”을 통해 기술을 습득해야했기 때문에 인공위성연구센터 유학생들은 SSTL 연구원들에게 수시로 질문하며 하나하나 배워 나가야 했다. 이러한 현장 실무 경험이 쌓이면서 설계, CAD, 통합, 소프트웨어 및 하드웨어 제작 및 실험 등 몇몇 분야에서 인공위성연구센터 유학생들이 책임지고 맡아 참여하는 경우가 생겼다. 김성현의 경우 자세 제어 및 안정화 시스템의 지구 수평 센서(earth horizon sensor) 부분과 전력 시스템의 태양 전지 기술 실험(solar cell technology experiment, SCTE) 부분을 전적으로 맡아 참여했다.³⁶ 이 같은 인공위성연구

³⁵ 1월 “협약서”에는 UoSAT-5 제작에 카이스트 유학생 5명이 참여한다고 명시되었지만 6월 “리뷰”에는 “5명”이라는 표현이 빠지고 “카이스트 유학생들”이라는 표현으로 바뀌었는데, 1월 이후 어느 시점부터 2기 유학생이 UoSAT-5 제작에 자발적으로 참여한 사실을 반영한 것으로 보인다.

³⁶ 프로젝트 매니저 워드(J. W. Ward)가 김성현에게 보낸 메모, “RE: Personal Work Plan,” (1990. 10. 10).

센터 유학생들의 적극적인 참여와 기여는 더 많은 기술 학습의 기회로 이어졌다. 인공위성연구센터 연구원들에게는 프랑스 툴루즈(Toulouse)에서 있었던 발사체와의 전기적·기계적 접합 시험(fit-check) 회의나 내부 진행 회의 및 설계 회의, 프랑스 기아나에서 있었던 발사 준비 과정 등에 참여할 기회가 주어졌는데, 이는 1월 “협약서”에는 없었던 내용으로 유학생들의 적극적 참여를 통해 얻게 된 부수적인 경험이었다.³⁷

우리별 1호 제작 기술 습득은 SSTL 연구원과 인공위성연구센터 유학생이 기술 지원자와 기술 담당자로 팀을 이뤄 수행하는 방식으로 이루어졌다. 예를 들어 위성의 데이터 처리 시스템에 관한 교육을 살펴보자. 데이터 처리 시스템(OBDH Systems)은 원격 명령 시스템(telecommand system)과 원격 검침 시스템(telemetry system), 주 컴퓨터(OBC-186), 보조 컴퓨터(OBC-80), 램 디스크(RAMDISK), OBC-186 소프트웨어, 모뎀, 하네스, 방사선의 8개 세부 분야로 구성되어 있었다. 데이터 처리 시스템 중 보조 컴퓨터, 원격 명령 시스템과 원격 검침 시스템은 SSTL의 연구원 빈(N. Bean)의 기술 지원을 받아 김성현이 맡았다. 주 컴퓨터와 램디스크는 티글러(H. Tiggler)의 기술 지원을 받아 김형신이, OBC-186의 소프트웨어는 웅(On)의 기술 지원으로 최경일이 담당하였다. 모뎀은 월(Z. Wahl)의 기술 지원을 받아 박성동이 맡았고, 하네스는 JTD의 기술 지원을 받아 최경일이, 방사선은 언더우드(C. Underwood)의 기술 지원을 받아 박성동이 책임지고 학습했다. 분야별 세부 내용과 임무를 맡은 기술 담당자와 기술 지원자를 정리하면 <표 1>과 같다.³⁸

표 1. 우리별 1호 기술 습득 시 기술 담당자와 기술 지원자

분야	세부 분야	기술 담당자	기술 지원자
기계 시스템 (팀 리더: 장현석)	기계	장현석	M. Meerman
	모듈 박스	장현석	M. Meerman
	태양 패널	장현석	M. Meerman
	L-V I/FACES	장현석	M. Meerman
	불	장현석	M. Meerman
	thermal	박성동	C. Underwood

³⁷ J. Radbone, “Review of Collaborative Programme Elements—Technology Transfer,” (1991. 6. 17).

³⁸ 인공위성연구센터에 남아있는 서리대학 자료 중 “KITSAT-A Project Management (우리별 1호 사업 조직표)”를 참조해 정리했다.

분야	세부 분야	기술 담당자	기술 지원자
자세 제어 및 안정화 시스템 (팀 리더: M. Day)	Magnetometer(자기계) 태양감지 센서 수평감지 센서 지구감지 센서 매그네토키 안정화 회로 자세제어 소프트웨어	이현우 M. Day M. Meerman/LSAM 이현우 장현석 이현우 이서림/이현우	Mansi/Ong 이현우 이현우 M. DAY M. Meerman M. DAY WTO
전력 시스템 (팀 리더: 남승일)	BCR/PCM/PDM 배터리 BCM 태양 전지판	남승일/이서림 김형신/장현석 남승일/이서림 남승일/장현석	V. Zel C. Lovette V. Zel V. Zel
초고주파 시스템 (팀 리더: R. Curiel)	Up-link RX Down-link TX 안테나 EMC	박성동 민승현 /MNA/R. Curiel 박성동 박성동, 민승현 /R. Curiel	Z. Wahl/MNS - R. Curiel -
테스팅 (팀 리더: M. Meerman)	S/C MAIT S/C EAIT SPIN MoI-CoG VIBRN TH-VAC EMC 매그네틱	장현석 최경일 장현석 장현석 장현석 박성동/최경일 박성동/R. Curiel 이현우	M. Meerman J. Ward/NPB M. Meerman M. Meerman M. Meerman C. Underwood - Mansi
데이터 처리 시스템 (팀 리더: 최경일)	원격 명령 원격 검침 OBC-80 OBC-186/RAMDISK OBC-186소프트웨어 모뎀 하네스 방사선	김성현 김성현 김성현 김형신 최경일 박성동 최경일 박성동	N. Bean N. Bean/Mansi N. Bean H. Tiggler Ong Z. Wahl JTD C. Underwood

분야	세부 분야	기술 담당자	기술 지원자
탑재물 (팀 리더: J. Ward)	S/F COMMS CCD 카메라 디지털신호처리실험 우주방사선측정실험	최경일 MF/유상근 박장민/김형신 Jackie Brooks /C. Underwood	J. Ward C. Underwood Z. Wahl -
환경 시험		장현석 최경일 박성동	M. Sweeting M. Meerman R. Curiel
종합 시험		최경일	J. Ward
문서 정리		박찬왕	

앞서 언급했듯이 우리별 1호 제작은 SSTL 연구원과 인공위성연구센터 유학생이 팀을 이루어 진행되었지만 기술 담당자로서 유학생들은 수동적 학습자에 머물지 않고 실제 위성 제작에 주도적으로 참여했음을 확인할 수 있다. 이렇듯 인공위성연구센터 유학생들은 우리별 1호 제작의 중요한 결정과 진행 상황을 공유하기 위해 매주 수요일 SSTL 연구원들과 함께 하는 모임을 가졌고, 그 외에도 인공위성연구센터 유학생들은 독자적으로 매주 정기 모임을 가지면서 필요할 때마다 세부 분야별 회의와 기술 세미나를 열었다. 중요한 것은 이를 통해 정리된 기술적 자료와 우리별 1호 제작 시 습득한 기술과 진행 상황이 문서로 정리되어 우리별 사업 한국 팀으로 보내졌다는 것이다. 심지어는 프로젝트를 함께 진행하며 기술 지원을 하는 SSTL 연구원들과 나누는 메모나 프로젝트 매니저 워드가 할당한 임무 및 진행 상황을 점검한 메모들까지도 인공위성연구센터로 보내져 영국에서의 진행 상황을 한국에서 공유할 수 있도록 했다. 유학생들은 정기적으로 그동안 한 일과 앞으로의 계획이 무엇이고, 어떤 새로운 임무를 맡았고, 고민하던 기술적인 문제를 어떻게 풀었으며, 현재 작업하는 프로그램이 무엇과 호환이 되고 어떤 특징이 있고 언제 마무리할 수 있는지 등 본인이 맡은 일의 진행 상황까지도 상세히 전했다.³⁹

UoSAT-5가 1991년 7월 14일 발사되고, 그보다 앞서 그해 초 우리별 1호의

39 최경일, “최경일이 우리별 한국 팀에 보낸 계획서”.

발사일이 1992년 8월 11일로 결정되면서 인공위성연구센터 과제의 초점은 우리별 1호로 모아졌다. 1991년 9월에는 전산학을 전공한 이서림이 마지막으로 인공위성연구센터 유학생으로 합류하면서 우리별 1호 제작에는 11명의 인공위성연구센터 유학생과 이들의 리더 자격으로 1명의 연구원까지 총 12명이 참여했다.⁴⁰

발사일이 정해지자 우리별 1호의 임무가 4가지로 정해졌다.⁴¹ 이 중 “우리말 방송” 실험은 디지털 신호 처리(digital signal processing, DSP) 칩을 이용해 음성 합성 알고리즘을 구현해 보는 것이었다. 여기에 필요한 한국어 음성 합성 기술은 디지털 신호 처리 실험을 응용해보는 기술로 카이스트 연구원들에 의해 개발되었다. 디지털 신호 처리 실험 중 디지토크(Digitalker)의 개발은 카이스트 전기 및 전자 공학과 이황수 교수의 지휘 하에 카이스트 전기 및 전자 공학과에서 진행되었다.⁴² 디지토크는 원격 검침 시스템에서 수집한 각 서브시스템의 온도, 전압, 전류 등의 정보나 시범으로 녹음한 메시지를 디지털 음성 합성 방법으로 합성한 후 합성된 신호를 멀티플렉서 및 FM 변조기를 통해 지상으로 전송함으로써 지상에서 음성 메시지 수신이 가능하도록 하는 음성 합성 장치이다. 음성 합성기에 합성된 아날로그 신호는 저역 통과 여파기와 증폭기를 거쳐 멀티플렉서에서 변조된 다음 지상으로 전송되었다. 여기서 중요한 것은 음성 정보 데이터를 효과적으로 압축하는 부호화 기술인데, 이황수 연구 팀에서 사용한 부호화 방식은 당시 여러 나라에서 이동 통신 부호화 방식으로 채택하고 있고 비교적 적은 양의 데이터로도 좋은 음질을 얻을 수 있는 셀프(CELP, code-excited linear predictive)라는 음성 부호화 방식이었다.⁴³ 이는 단어 단위로 음성을 부호화

⁴⁰ 1991년 1월 인공위성연구센터 유학생 팀의 매니저로 김용훈 연구원이 서리대학에 파견되었지만 같은 해 9월 개인적인 사정으로 귀국했고 그 자리를 박찬왕 연구원이 대신했다. J. Radbone, “Progress Report on the Collaborative Programme Between 카이스트 and the University of Surrey” (1992. 1. 31).

⁴¹ 우리별 1호의 4가지 임무는 저장 및 전송 통신 실험, 카메라와 우리말 방송 실험, 우주 입자 실험이다. 인공위성연구센터, “우리는 별을 쏘았다”, 『샐터』 27권 4호 (1996), 56쪽; 카이스트 인공위성연구센터, 『인공위성연구센터 지원에 관한 총괄 보고서』 (체신부, 1994), 7쪽.

⁴² 이황수 외, “KITSAT DIGITAL TALKER 개발에 관한 연구의 최종보고서”, 1991. 12; 박강민·김형명·최순달, “우리별 1, 2호의 디지털 신호처리부(DSPE)실험의 고찰”, 『한국우주과학회지』 13권 2호 (1996), 163-172쪽.

⁴³ CELP의 경우 음성을 부호화하는 데 많은 계산이 필요하다. 따라서 실시간으로 음성을 CELP로 부호화하고 동시에 합성하려면 DSP 칩으로도 구현하기 쉽지 않다. 그러나 우리별 1호 디지토크에서는 부호화는 하지 않고(다른 컴퓨터를 이용해 부호화한 다음 디지토크 내 메모리에 저장시키는 방법 사용) 합성만 하기 때문에 구현이 가능하다. 박강민·김

해 기억 장치에 저장해 놓고 이를 필요한 순서대로 연결해 합성하는 것이었기 때문에 전체 문장을 한꺼번에 저장해 합성하는 것보다는 단어와 단어 사이의 연결이 매끄럽지 못하다는 문제가 발생했다. 이 문제를 해결하기 위해 이 연구 팀에서는 적당히 포즈(pause)를 주는 방법으로 어느 정도 좋은 소리를 얻을 수 있었다고 한다.⁴⁴ 이렇듯 한국어 음성 합성 기술은 카이스트 연구원들에 의해 개발되었지만 이러한 음성 합성 장치는 많은 양의 계산이 요구되어 컴퓨터로 실시간 처리할 수 있는 DSP 칩이 필요했는데, 이 부분의 제작은 영국 서리대학 연구원 월의 기술 지원 하에 박강민과 김형신에 의해 이루어졌다.

우리별 1호가 발사되고 서리대학에서 유학생들이 돌아온 1992년 9월부터 우리별 2호 제작이 본격적으로 시작되었다. 우리별 2호 제작을 위한 첫 회의에서 최순달은 세 가지 대원칙을 천명했는데, “첫째, 우리별 1호 운용 중 발견된 문제점을 개선한다. 둘째, 가능한 국산 부품을 최대한 사용한다. 셋째, 국내에서 개발된 시스템을 최대한 사용한다”는 것이었다.⁴⁵ 첫 번째 원칙의 경우, 우리별 2호 제작이 우리별 1호의 지상국 운용과 병행해 진행되었기 때문에 자연스럽게 이루어질 수 있었다. 1992년 9월 15일자 회의록을 보면 지구 관측 카메라를 맡고 있는 유상근이 우리별 2호 CCD 카메라 개발 준비 상황을 보고하면서 우리별 1호가 촬영한 이미지에 흰색 줄이 생기는 문제에 대한 보고를 확인할 수 있다. 곧 이 주제로 세미나가 열렸고 20일쯤 후인 10월 6일자 회의록에는 “이미지 위의 흰색 선을 없애는 작업을 완료했다”는 기록을 볼 수 있다. 이렇듯 인공위성연구센터 연구원들은 우리별 1호의 지상국을 운용하는 과정에서 발견된 문제들을 해결하면서 기술 개선을 이룰 수 있었다.

이 세 가지 원칙 중 가장 많은 성과를 보였던 것은 세 번째, 즉 “국내에서 개발된 시스템을 최대한 사용한다”는 목표였다. 앞서 언급했듯이 우리별 사업은 한국 팀과 영국 팀으로 이원화되어 동시에 진행되었다. 유학생들은 서리대학에서 습득한 기술을 실시간으로 한국 카이스트 팀에게 전달했기 때문에 우리별 2호를 제작할 즈음에는 우리별 1호 버스 시스템에 대해 양 팀 모두 학습

형명·최순달, “우리별 1, 2호의 디지털 신호처리부(DSPE)실험의 고찰”.

⁴⁴ 보통 음절 사이에는 2개의 포즈 신호를 주고 단어 사이에는 4개 정도의 포즈 신호를 주면 좋은 소리를 얻을 수 있었다. 그럼에도 자음으로 시작하는 부분이나 작은 프레임을 가진 단어는 어색하게 들렸으므로, 단어 조합에 대한 세심한 배려도 필요했다. 박강민·김형명·최순달, “우리별 1, 2호의 디지털 신호처리부(DSPE)실험의 고찰”.

⁴⁵ 인공위성연구센터, “회의록” (1992. 9. 8 14:00-16:30).

이 완료된 상태였다. 이제 우리별 2호 제작을 위해 남은 과제는 서리대학의 기술 지원 없이 한국에서 제작해야 한다는 것과 우리별 2호의 궤도와 탑재물이 달라짐으로 인해 해결해야 하는 기술적 문제를 해결하고, 더 나아가 차기 “카이스트 고유 모델”의 위성 제작을 위해 다양한 기술을 개발하여 이를 시험해 보는 것이었다. 우리별 2호는 외형상으로는 우리별 1호의 복제판이라 할 정도로 비슷했지만 차세대 위성 제작을 위한 기술 실험 위성의 역할을 부여받았고, 그 제작 과정에서 나름의 기술적 응용과 진화가 이루어졌다.

기술의 이전과 응용, 진화가 이루어지는 과정은 원격 명령 시스템과 원격 검침 시스템에서 컨트롤 섹션을 마이크로 컨트롤러로 대체해 구조적 유연성을 얻는 과정에서 특히 두드러졌다. 영국에서 우리별 1호 제작 시 SSTL 연구원 빈의 기술 지원을 통해 원격 명령 시스템과 원격 검침 시스템을 학습한 김성현은 학습한 자료를 카이스트 전기 및 전자 공학과 김형명의 기술 지원 팀에 넘겨주었다. 이를 토대로 김형명 팀은 차기 위성(우리별 3호)에 자체 개발한 원격 명령 시스템과 원격 검침 시스템을 사용한다는 목표로 기술 개발을 위한 다양한 시도를 전개했다. UoSAT-5의 VLSI-A나 VLSI-B와 같은 컨트롤 섹션을 우리별 2호에서 87C51이라는 마이크로 컨트롤러로 대체한 것이 좋은 예이다. 마이크로 컨트롤러로 기본적인 설계를 변환함으로써 얻을 수 있는 장점은 세 가지로 요약될 수 있다. 하드 와이어드 로직(hard-wired logic) 방식으로 설계할 때 많은 부피를 차지하던 컨트롤 섹션과 프로세싱 부분을 마이크로 컨트롤러 칩 하나로 수행하도록 함으로써 장치의 복잡성과 위성의 부피를 줄일 수 있다는 점, 시스템 개발과 디버깅 작업 역시 마이크로 컨트롤러의 프로그램 보완으로 비교적 쉽게 이루어질 수 있다는 점, 차기 위성을 개발할 때 새로운 하드웨어를 구성할 필요 없이 소프트웨어 차원의 수정만으로 기능을 확장하고 성능을 보완할 수 있다는 점 등이다. 즉, 우리별 2호는 UoSAT-5보다 시스템이 덜 복잡하고 시스템 개선 및 보정이 쉬워지는 방향으로 기술 개발이 시도되었다.⁴⁶

궤도 조정과 자세 제어, 원격 명령과 원격 검침, 탑재물 관리, 지상국과 교신 등의 임무를 수행하는 주 컴퓨터의 개발도 카이스트 기술 지원 팀원들에 의해 이루어졌다. 위성에 탑재하는 컴퓨터가 지상의 컴퓨터와 구분되는 가장 큰 요인은 우주 환경에서 운영되어야 하고, 지상국으로부터 원격 제어되어야 한다

46 김형명, 『KITSAT 원격명령 및 검침 시스템 개발에 관한 연구의 최종보고서』 (한국과학기술원 인공위성연구센터, 1991).

는 점이였다. 이를 위해 우리별 같은 마이크로위성에 탑재하는 주 컴퓨터를 설계할 때 연산 능력, 메모리 용량, 오차 보정 능력, 입출력 성능, 전력 소모, 시스템의 신뢰도 및 방사선 차폐(radiation hardness) 능력 등을 고려해야 했다.⁴⁷ 카이스트에서는 이러한 점을 고려해 차기 위성에 탑재할 32비트 컴퓨터 KASCOM(카이스트 Satellite Computer)을 개발했고 이를 실험해 보기 위해 우리별 2호에 OBC-186과 OBC-80과 더불어 KASCOM까지 총 3대의 컴퓨터를 올렸다. 차세대 컴퓨터 KASCOM은 카이스트 전기 및 전자 공학과 박규호 팀에서 궁극적으로 주 컴퓨터인 OBC-186을 대체할 목적으로 개발되었다.⁴⁸ KASCOM의 중앙 연산 처리 장치인 Intel 80960MC는 RISC(Reduced Instruction Set Compute) 구조로 되어 있고 정수 연산 장치, 부동 소수점 연산 장치, 캐시 메모리 등을 내장하고 있어 계산 능력 면에서 OBC-186보다 뛰어났다.⁴⁹ 게다가 KASCOM에는 10Mbytes의 메모리가 장착되었는데, 그 중 2Mbytes는 우주 환경에서 기억 소자에 발생하는 오차를 찾아내고 정보를 복원하는 데 사용되었다. 이처럼 KASCOM을 포함해 3대의 컴퓨터를 우리별 2호에 탑재할 수 있었던 것은 데이터 처리 시스템에서 기존의 OBC와 램 디스크를 한 모듈로 통합하면서 공간을 확보할 수 있었기 때문이었다. 또한 KASCOM 운영 체제로 <별지기>라는 실시간 다중 처리 운영 체제도 개발했는데, 이는 위성 내 여러 업무를 각각의 독립된 프로그램으로 만들어 함께 실행시킬 수 있도록 했다.⁵⁰

탐재물 시스템 중 하나인 지구 표면 촬영 카메라도 우리별 2호에서는 좀 더 개선된 모습을 보였다. 위성에 탑재되어 있는 카메라는 지표면을 촬영해 지상국으로 전송하는데, 위성이 지상국과 통신할 수 있는 시간은 약 15분 정도이므로 높은 해상도의 영상을 한정된 속도로 전송하기 위해서는 데이터를 압축해 전송 시간을 줄일 필요가 있었다. 하지만 압축되어 부호화된 정보를 전송할 경

47 J. Wertz and W. Larson, eds., *Space Mission Analysis and Design* (El Segundo, CA: Microcosm Press, 1999), pp. 646-650.

48 박규호, 『KITSAT의 On Board Computer 개발 과정의 최종연구보고서』 (한국과학기술원 인공위성연구센터, 1991).

49 RISC는 마이크로프로세서를 구성하는 명령 세트 중의 하나로 CPU 안의 명령어를 최소화함으로써 프로세스가 단순해져 작업속도가 빠르다.

50 박재현 · 이홍규, “별지기: 우리별 2호를 위한 실시간 운영체제의 구현”, 『한국정보과학회 1993년도 가을 학술발표논문집』 20권 2호 (1993), 549-552쪽; 이홍규 외, 『KITSAT OBC 운영체제 개발연구 보고서』 (인공위성연구센터, 1993).

우 정보량이 증대되어 전송 오류가 복원된 영상에 영향을 미치기 때문에 압축률을 높이면서 전송 오류를 정정할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요했다. 이를 위해 카이스트 전기 및 전자 공학과 이용훈 연구 팀에서는 영상 포착을 위한 CCD 카메라 보드와 영상 데이터의 압축 및 오류 정정 부호화를 위한 트랜스퍼터 보드를 개발하였고, 영상 데이터 압축 기법으로 JPEG 알고리즘을 구현하였다. 또 안정적인 신호 전송과 에러 정정을 위해 채택한 채널 코딩 기술인 리드-솔로몬(Reed-Solomon) 부호를 첨가하는 다양한 기술과 이를 복호화할 수 있는 지상용 소프트웨어도 개발했는데 이 기술은 우리별 3호의 고해상도 영상 전송 기술의 근간이 되었다.⁵¹

우리별 2호에서는 한국어 방송에 사용되었던 디지털 신호 처리 실험부의 하드웨어에 새로운 소프트웨어를 추가해 소프트웨어를 이용한 변복조 실험을 시도했다. 당시 우리별 1호와 우리별 2호의 변조기와 복조기는 하드웨어로 만들어져 있었는데, 고속 변복조 실험 장치에서는 TMS320C30과 TMS320C25와 같은 디지털 신호 처리 전용 프로세서를 사용해 소프트웨어로 구현되었다.⁵² 이와 같이 소프트웨어를 이용해 변복조기를 만들 경우 위성체 내부의 공간을 줄일 수 있었으며, 나아가 소프트웨어를 바꾸는 것만으로 전송 속도를 높일 수 있었고, 소프트웨어를 바꾸어가며 여러 가지 변복조 방식을 실험할 수 있었기 때문에 기술 개발의 가능성을 높일 수 있었다.

이렇듯 우리별 사업의 최종 목표는 카이스트 독자 모델인 우리별 3호를 제작하는 것이었기 때문에 팀을 이원화해서 서리대학 팀은 기술을 습득함과 동시에 이를 카이스트 팀에 전달했고, 카이스트 팀은 전수 받은 기술을 토대로 기술의 응용과 개선을 이룰 수 있었다. 카이스트 독자 모델인 우리별 3호의 기술 개발을 위해 다양한 기술 시험이 이루어졌던 우리별 2호에는 모듈 통합으로 공간을 줄여 더 많은 실험 장비를 탑재할 수 있게 했고 하드웨어의 역할을 줄이고 운용 소프트웨어의 역할을 증대해 시스템 개선과 보정이 쉬워지는 방향으로 기술 개발이 진행되었다. 이는 저비용, 개발 기간 단축, 고성능을 추구했던 서리대학의 UoSAT 기술의 발전 방향과도 일치함을 볼 수 있다.

51 이용훈 외, 『KITSAT 디지털 이미지 코딩/이미지 메일 개발과제 최종 보고서』 (인공위성연구센터, 1992).

52 카이스트 인공위성연구센터, 『최종 연구보고서: 과학기술 실험용 소형 인공위성 개발연구 4』 (과학기술처, 1994).

5. 정부 주도 우주 기술 개발 사업 환경 하에서

“카이스트 독자모델” 위성의 개발, 1993-1999

앞서 살펴보았듯이 우리별 1·2호 제작은 서리대학에서 기술을 습득해 이를 체화하고 개선하는 능력을 키우는 과정이었다. 이를 통해 인공위성연구센터는 우리별 3호를 위한 다양한 실험을 수행할 수 있었다. 1993년 9월 26일 우리별 1호가 발사된 지 1년 1개월 만에 우리별 2호가 발사되었다. 하지만 우리별 3호는 2호가 발사된 지 6년이 지나서야 완성될 수 있었는데 이는 1993년 이후 달라진 사회 정치적 환경이 인공위성연구센터에 영향을 미쳤기 때문이었다. 1993년 7월 “신경제 5개년 계획”의 중점 과제로 우주 항공 기술 개발이 결정되었고 다목적 실용 위성 아리랑 개발 사업을 통해 정부가 위성 개발 사업을 주도하게 되었다. 정부가 위성 개발 사업을 일원화한다는 방침을 세우고 항공우주연구소를 아리랑 사업의 총괄 주관 기관으로 정하면서 인공위성연구센터와 항공우주연구소는 갈등 관계에 놓이게 되었고 인공위성연구센터는 폐쇄 위기에 처했다.⁵³ 1993년 10월 출연 연구 기관에 대한 국회 국정 감사에서 카이스트 원장이 “항공우주연구소가 추진하고 있는 실 위성과 인공위성연구센터에서 추진하고 있는 기술 실험 위성은 성격이 다른 만큼 별개의 사업으로 추진해야 한다”며 센터 해체를 반대하는 발언을 하는 등 센터를 지키려는 노력 덕분에 센터의 해체는 막을 수는 있었지만 이 사건은 우리별 3호 제작을 지연시키는 결과로 이어졌다.⁵⁴

하지만 1994년 말에 있었던 정부 조직 개편은 인공위성연구센터가 정부의 재정 지원을 다시 받게 되는 계기로 작용했다. 1994년 12월 4일 김영삼 정부는 작지만 강한 정부를 추구하며 대대적인 정부 조직 개편을 단행했는데, IT 강국을 강조하는 정부의 지향 덕분에 체신부는 정보통신부로 확대 개편되었다. 정보통신부(당시 장관 경상현)는 1995년 1월 11일 초고속 정보 통신 기반 구축, 정보 통신 산업 육성, 신규 정보 매체 활성화, 통신 산업 경쟁력 강화, 해외 진출 지원, 통신 이용 편의 증진 등을 주요 계획으로 발표했다.⁵⁵ 이러한 분위기

⁵³ 최순달, 『48년 후 이 아이는』, 226쪽; 정승미, “Looking into SaTReC to Track Korean Space Development,” 18쪽.

⁵⁴ 최순달, 『48년 후 이 아이는』, 224-225쪽.

⁵⁵ 이현덕, “정보통신부 그 시작과 끝 (26)”, 『전자신문』, 2010. 8. 13; 하태수, “김영삼 정권 전반기의 중앙정부조직 개편분석”, 『한국정책연구』 11권 2호 (2011), 367-402쪽; 정용덕,

속에서 인공위성연구센터는 우리별 3호 개발 사업이 위성 제작과 운용을 위한 인력 양성 및 기초 기술 개발을 목적으로 한다고 강조하면서 정보통신부로부터 연구비 지원을 받을 수 있었다. 1995년 10월부터는 과기처로부터도 연구비를 지원받을 수 있었는데, 이는 조직 개편 당시 신입 과기처 장관으로 임명된 정근모가 최순달과 사돈 관계였다는 사실이 긍정적으로 작용했던 것으로 보인다.⁵⁶ 정보통신부는 우리별 3호 사업에 1995년 1월부터 1996년 12월까지 2년 동안 총 20억 원을 지원했고, 과기처는 1995년 10월부터 1997년까지 총 34.22억 원을 지원했다. 여기에 한국과학재단으로부터 받은 우수 연구 센터 지원비까지 포함해 우리별 3호 사업에 총 80억 원의 연구비가 투입되었다.⁵⁷

우리별 3호는 이전의 우리별 1·2호의 개발 경험을 바탕으로 제작된 카이스트 독자 모델의 위성이다. 카이스트 인공위성연구센터 연구진들이 개발한 카이스트 고유의 플랫폼을 토대로 설계, 제작, 시험을 완료한 위성으로 크기도 50kg에서 110kg으로 2배 이상 커졌고 기술적으로도 많은 진보를 이루었다. 정밀 자세 제어 기술은 선진국들이 기술 이전을 꺼리는 민감한 부분인데 우리별 3호는 3축 안정화 방식의 자세 제어를 시도했다. 이는 위성체 시스템의 총 모멘텀을 영(zero)으로 유지시키면서 반작용 휠이나 추력기를 이용해 3축을 제어하는 방식으로 우리별 3호는 자세 지향 정밀도를 0.5도(우리별 1·2호는 자세 정밀도 5도)까지 높일 수 있었다. 위성의 최대 출력도 150W로 확장되었고, 짧은 지상국 통신 기간 동안 모든 데이터를 전송할 수 있도록 영상 데이터나 실험 데이터 등 대용량 데이터를 지상국으로 송출할 때는 X 밴드 주파수 대역을 사용해 전송 속도를 높였다.⁵⁸ 우리별 2호를 통해 기술 실험을 했던 KASCOM이 우리별 3호에서 주 컴퓨터로 사용되었고, 우리별 1·2호에서 주 컴퓨터로 사용되었던 OBC-186은 보조 컴퓨터로 기능했다. 카이스트에서 자체 개발한 <별지기>도 우리별 3호에서 주 컴퓨터 운영 체제로 사용되었다. 태양 전지판을 몸체에 부착한 우리별 1·2호와 달리 몸체 양쪽에 한 개씩 두 개의 태양 전지판을 전개하도록 설계된 것도 우리별 3호의 특징 중 하나였다. 국

“한국의 정부조직개편”, 『한국정책학회보』 4권 1호 (1995), 58-84쪽 중 64쪽.

56 “정근모 과기처 핵 물리학분야 세계적 권위자”, 『경향신문』, 1994. 12. 24.

57 인공위성연구센터, 『우리별 3호 우주로』 (인공위성연구센터, 1999), 5-6쪽.

58 우리별 1·2호의 경우 전송속도가 9.6kbps였는데 우리별 3호에서는 3.3Mbps까지 속도를 높일 수 있었다. 카이스트 인공위성연구센터, 『과학실험용 저궤도 소형 인공위성 우리별 3호 개발연구』 (과학기술부, 1999), 273쪽.

산 반도체 소자를 이용한 대용량 기억 장치(10Gbytes)를 개발한 것이나 남아프리카공화국 스텔렌보쉬대학(University of Stellenbosch)과 공동 연구로 고해상도 CCD 카메라를 탑재한 것은 우리별 3호의 기술적 성과라 볼 수 있다.

우리별 2호가 올라간 지 6년만인 1999년 5월 26일 인도 사티시 다완 우주 센터(Satish Dhawan Space Center, SDSC)에서 우리별 3호가 인도의 우주 발사체 PSLV(Polar Satellite Launch Vehicle)-C2에 실려 발사되었다. 발사 후 17분 40초 만에 고도 720km 궤도에 진입했고 발사 4일 만인 5월 30일에는 자세 안정화에 성공해 지상 촬영을 시작했다. 우리별 3호가 보내온 영상 자료는 기대 이상이었다.⁵⁹ 우리별 3호의 발사 및 초기 운용 결과를 홍보하기 위해 인공위성연구센터는 홈페이지에서 영상 자료들을 공개했는데 1999년 5월초부터 3개월에 걸쳐 8만 건 이상의 접속 건수를 기록했다. 인공위성연구센터의 적극적인 홍보 활동으로 우리별 3호는 TV, 일간지 등 언론에 많이 노출되었다. 우리별 3호 관련 논문의 발표나 특허 출원, 프로그램 등록도 상당수 이루어졌다.⁶⁰

이처럼 어느 때보다 많은 기술적 성과를 보여주었음에도 인공위성연구센터는 1999년 다시 한 번 과거치로부터 항공우주연구소와 통합하라는 압력을 받았다. 대통령이 주재하는 과학기술위원회에 올린 과거치 보고서의 핵심 내용을 최순달은 다음과 같이 술회했다. “인공위성연구센터는 인력 양성에 실패했다. 따라서 카이스트 인공위성연구센터는 연구비 지원을 중단함으로써 문을 닫고, 그 연구원들을 항공우주연구소에서 흡수하기로 했다.”⁶¹ 과거치가 이러한 평가를 내린 데는 한국과학재단의 평가를 이용했을 개연성이 크다. 한국과학재단이 지원 기간 마지막 해에 내린 “1990년도 지정 우수 연구 센터 최종 종합 평가”에서 인공위성연구센터는 공학 연구 센터(ERC) 가운데 82.84점으로 최하 점수를 받았다.⁶² 평가 세부 내용을 살펴보면 인공위성연구센터는 공학 연구 센터 가운데 논문 발표, 공동 연구, 기술 이전, 박사 학위 취득자, 특허 출

⁵⁹ 2000년 1월 1일 KBS 9시 뉴스에서 새해 스케치로 우리별 3호에서 전송된 한반도 영상을 내보냈다. 소형 실험 위성치고는 훌륭한 화질이었다. 이를 통해 일반 대중에게 우리별 3호의 존재를 각인시킬 수 있었고 그 성능도 인정받을 수 있었다.

⁶⁰ 논문 및 학회 발표가 32건, 특허 출원 18건, 소프트웨어 등록이 65건이다. 카이스트 인공위성연구센터, 『과학실험용 저궤도 소형 인공위성 우리별 3호 개발연구』, 225-229쪽.

⁶¹ 최순달, 『48년 후 이 아이는』, 234쪽.

⁶² 한국과학재단 내부자료 (1999); 경종철, “협력연구 사업의 과학기술 연구인력 양성체계 분석: 우수 연구 센터(SRC, ERC)를 중심으로” (성균관대학교 박사학위논문, 2001), 136-139쪽에서 재인용.

원 및 특허 등록 평가에서 하위, 산학 협력 실적, 상품 실용화 평가에서 최하위를 기록했다.⁶³ 하지만 이러한 평가 항목들은 위성 제작의 특수성을 고려하지 않은 것으로 애초부터 인공위성연구센터가 좋은 점수를 받을 수 없는 것들이었다. 국내에서 위성 제작을 처음 시작하는 상황이었으므로 공동 연구를 할 산업계가 있을 리 없었고 상품의 실용화나 기술 이전이 이루어질 수도 없었다.

인공위성연구센터 연구원들은 그들을 인력 양성에 실패한 집단이라고 평가하며 연구소를 폐쇄하라는 정부의 명령이 납득하기 어려웠다. 연구원들은 집단 행동을 통해 강력히 반발하며 항공우주연구소로의 이동을 포기하고 다른 길을 찾아 인공위성연구센터를 떠났다. 우리별 사업을 주도했던 27명의 유학생 중 11명이 벤처 기업 세트렉아이로 창업해 나갔고, 8명이 대학 교수로, 나머지는 연구원으로 자리를 옮겼다.⁶⁴ 결국 인공위성연구센터의 폐쇄는 면했지만 중추적 역할을 하던 연구원들은 떠났고 이로 인해 이후 인공위성연구센터의 위상도 변했다.

인공위성연구센터가 폐쇄 위기를 겪은 데는 크게 두 가지 원인을 찾아볼 수 있다. 먼저 1980년대부터 강화된 정부의 과학기술 지원 정책의 흐름이다. 특정 연구 개발 사업을 시작으로 G7 사업, 프론티어 연구 개발 사업까지 정부가 특정 기술 분야를 선택, 막대한 예산을 투자해 집중적으로 육성했던 대형 국책 사업은 국가 연구 관리 방식에도 변화를 가져왔다. 즉, 연구자들이 직접 연구 과제를 선택하고 예산을 확보해 수행하는 “자율적 연구 방식”에서 정부 주도로 핵심 전략 기술을 먼저 결정해서 연구 수행기관을 선정해 과제를 분배하는 “정부 주도 연구 방식”으로 바뀐 것이다. 따라서 “우주 개발 중장기 기본 계획”을 토대로 우주 개발 사업이 정부 주도로 추진되면서 “자율적 연구 방식”으로 진행하던 인공위성연구센터는 더 이상 이 방식을 고수하기 어려워졌다. 정부는 인공위성연구센터가 “우주 개발 중장기 기본 계획”이라는 로드맵 하에서 정부가 원하는 연구를 수행하는 하위 연구 기관이 되기를 원했고 이를 효율적으로 진행하기 위해 1999년 항공우주연구소와의 통합을 추진했다. 여기에는 1998년부터 항공우주연구소에서 아리랑 1호의 후속 사업으로 아리랑 2호 개발 사업을 시작한 것도 통합의 필요성을 가중시켰다고 볼 수 있다. 아리랑 1호가 미국 TRW사와 공동 개발을 통해 제작되었던 것과는 달리 아리랑 2호는 위성

63 경종철, “협력연구 사업의 과학기술 연구인력 양성체계 분석”, 78, 97, 103, 122, 135쪽.

64 최순달, 『48년 후 우리 아이는』, 235, 243-244쪽.

기술의 국산화, 고도화를 이룬다는 목표로 계획된 사업이었기에 이를 실현하기 위해서는 위성 제작 경험에 있는 인공위성연구센터 연구원들의 참여가 필요했을 것이기 때문이다.⁶⁵ 그럼에도 당시 과거처는 인공위성연구센터를 항공 우주연구소에 흡수하기로 결정한 이유를 인공위성연구센터가 “인력 양성에 실패”했기 때문이라고 보고했다.

인공위성연구센터가 겪은 위기의 두 번째 요인은 우리별 3호 사업이 끝나는 시점의 정치적 변수에서 찾을 수 있다. 1993년, 1999년 인공위성연구센터에 닥친 두 번의 위기는 모두 새로운 정권(김영삼 정권, 김대중 정권)이 들어서고 관계 부처의 장관(과기처, 체신부)이 바뀐 해에 이루어졌다. 이는 우리별 2·3호가 발사된 시점, 즉 사업이 끝난 시점과 맞물렸기에 더 증폭된 것으로 보인다. 만약 사업이 진행 중인 상황이었다면 정권, 혹은 관계 부처 장관이 바뀐다고 폐쇄 위기까지 겪지는 않았을 것이기 때문이다. 게다가 1999년이 한국과학재단의 우수 연구 센터 지원 기간 9년이 종료되는 시점이었다는 것도 인공위성연구센터의 위기를 가중시켰다고 볼 수 있다.

인공위성연구센터 입장에서는 원치 않았던 일이었지만 그럼에도 1999년 사건은 인공위성연구센터가 보유한 위성 기술이 외부로 확산되는 계기로 작용했다. 인공위성연구센터 연구원들은 대학, 연구소, 기업, 창업 등 다양한 경로로 진출하여 위성 기술을 전파했다. 특히 인공위성연구센터 연구원들이 설립한 벤처 기업 켄트랙아이는 고유의 소형 위성 버스 시스템(SI-100, SI-200, SI-300), 전자 광학 카메라, 위성 영상 수신 처리 지상국 개발을 위한 핵심 기술을 확보했고, 우주 기술 개발 도상국에 기술 이전 및 다양한 훈련 프로그램, 컨설팅과 엔지니어링 서비스를 제공하는 등 이들 연구원들이 기술을 학습했던 영국의 SSTL과 비슷한 역할을 담당했다.⁶⁶

사업을 주도했던 연구원들이 빠져나가고 위상 변화도 겪었지만 인공위성연구센터 역시 우주 개발 중장기 기본 계획 및 세부 실천 계획에 따라 과학기술 위성 1·2·3호 사업을 맡아 추진했다. 과학기술위성 시리즈의 개발 목적은 다목적 실용 위성 아리랑과 같은 실용 위성에 필요한 신기술을 개발, 시험하고 우주 개발에 필요한 인력을 양성하며, 참여 기관을 확대해 우주 기술을 확산시

⁶⁵ 한국항공우주연구원, 『우주 속의 대한민국 아리랑위성 2호 백서』 (교육과학기술부, 2009), 29-34쪽.

⁶⁶ https://www.satreci.com/ds3_1_1.html (2013. 9. 10 접속)

키는 데 있었다. 1998년부터 시작된 과학기술위성 1호는 과학기술부 주관 하에 항공우주연구소가 총괄 기관으로, 인공위성연구센터가 개발 주관 기관으로 참여했다.⁶⁷ 우리별 3호의 플랫폼을 토대로 제작된 과학기술위성 1호는 연구 기간 5년 3개월, 총 연구비 117억 원, 무게 106kg, 최대 전력 180W의 위성으로 우리별 시리즈의 개발 경험을 토대로 제작되었다. 이 위성은 아리랑과의 중복성이 문제가 되었던 지구 관측 임무는 피하고, 대신 우주 관측으로 임무를 전환했다. 연구원들은 카이스트, 한국천문연구원, 캘리포니아주립대학교의 3개 기관이 공동 개발한 원자외선 분광기(FIMS)를 과학기술위성 1호에 탑재해 자외선 전천 영상(all sky image)을 제작하려 했지만 운영상의 미숙으로 전천 영상 제작에는 실패했다. 하지만 그들은 우주 관측 기기의 공동 개발을 통해 우주 천문 및 관련 분야 연구 수준을 국제적 수준으로 끌어 올릴 수 있었고 관련 분야 핵심 인력을 양성하는 등의 성과를 이뤘다.

한국 최초의 실험 발사체인 나로호(KSLV-1)에 실려 올라갈 계획이었던 과학기술위성 2호는 실패 가능성에 대비해 두 개의 쌍둥이 위성(STSAT-2A와 STSAT-2B)으로 제작되었다. 이전 위성들이 적층형 보드로 구성되었던 것과 달리 각각의 기능을 담당하는 전장 박스들로 구성되어 고성능 위성의 모듈 형태를 갖출 수 있는 프레임 타입(frame-type)의 구조로 제작해 공간의 효율을 높였고, 복합 소재 태양 전지판, 듀얼 헤드(dual head)별 센서, CCD 디지털 태양 센서, 펄스형 플라즈마 추력기, 지구 대기 및 복사 에너지를 관측하는 고주파 라디오미터 DREAM, 레이저 반사경 등 다양한 핵심 기술도 선보일 예정이었다. 하지만 나로호가 두 번(2009년, 2010년) 모두 실패하는 바람에 이들의 실험 결과는 알 수 없게 되었다. 레이저 반사경의 경우는 아리랑 5호의 탑재체에도 선정되어, 과학기술위성 2호의 개발 및 운영 경험을 활용하려 했던 것인데 그것 역시 수포로 돌아갔다. 두 번의 발사 실패로 나로호 3차 발사에 탑재할 위성 개발이 급하게 진행되었고 그동안의 과학기술위성 시리즈보다 다소 기능이 축소된 나로 과학위성이 제작되어 2013년 1월 발사되었다.

2007년부터 개발이 시작된 과학기술위성 3호는 2013년 11월 21일 러시아 야스니 발사장(Yasny launch base)에서 드네프르(Dnepr) 로켓에 실려 발사되었다. 과학기술위성 3호는 인공위성연구센터가 우리별 1·2·3호와 과학기

67 서울대학교, 『과학위성 1호기 개발을 위한 연구기획사업』 (과학기술부, 1998).

술위성 시리즈를 제작하며 축적한 기술들을 여러 관련 대학의 실험실과 함께 개발함으로써 위성 기술의 저변 확대 및 인력 양성, 기술의 확산을 특히 강조하며 제작한 위성이었다.

이렇듯 인공위성연구센터는 다목적 실용 위성 아리랑과의 중복성이 문제가 되었던 지구 관측 임무에서 벗어나 첨단 소형 위성 개발을 통한 우주 탐사, 학술 연구 및 핵심 우주 기술 연구와 우주 개발 핵심 인력 양성기관으로 변신하면서 항공우주연구원과 그 기능을 차별화할 수 있었다.⁶⁸

6. 결론

이상에서 살펴본 것처럼 1989년부터 1999년까지 인공위성연구센터는 영국 서리대학 등에서의 기술 습득을 통해 기술의 응용과 개선을 이루었고 다양한 기술 실험과 시험을 통해 중국에는 “독자 모델”의 위성을 설계, 제작, 운용할 수 있게 되었다. 본 논문에서는 이 과정을 다음의 세 가지 측면에 주목하여 살펴 보았다.

첫째, 이 논문은 인공위성연구센터 유학생들이 기술 학습을 했던 서리대학 위성 UoSAT의 기술적 특징에 주목했다. 둘째, 인공위성연구센터가 카이스트 독자모델의 차기 위성 제작을 염두에 두고 추진했던 기술 학습과 기술 개발 전략이었다. 우리별 2호는 영국으로부터 기술 습득이 이루어졌음을 확인시켜 주는 결과물이기도 했지만 기술의 습득과 응용, 개선 과정을 잘 보여주는 위성으로서 이를 통해 독자적으로 위성을 설계, 제작, 운용할 수 있는 단계로 나아가기 위한 중요한 기술적 진전을 이루었다는 점에서도 의미 있는 위성이었다. 이 과정에서 개발된 다양한 기술들을 우리별 2호를 통해 실험되었고, 여기서 검증된 기술 중의 상당수가 우리별 3호에 사용되었음을 확인할 수 있었다. 셋째, 기술 이전이 서리대학에서 인공위성연구센터로 일방적으로 이루어진 것이 아니라 상호 작용을 통해 서로 영향을 주고받으며 이루어졌음을 알 수 있었다.

10년에 걸쳐 “독자 모델”의 위성을 제작할 수 있었지만 인공위성연구센터는

⁶⁸ 현재 인공위성연구센터가 설립 목적으로 명시하고 있는 것은 다음과 같다. 1. 우주개발 연구 인력양성 전문기관, 2. 핵심 우주기술 연구개발 수행기관, 3. 과학기술위성 개발기관. <http://satrec.카이스트.ac.kr/> (2013. 6. 13 접속).

달라진 정치적 환경과 과학기술 정책의 변화로 1999년 중추적 역할을 했던 연구원들이 떠나는 등 위상 변화를 겪어야했다. 본 논문에서는 이러한 인공위성 연구센터의 위기를 서로 성격이 다른 두 가지 국가 연구 개발 정책이 충돌하면서 기인한 현상으로 이해했다. 인공위성연구센터가 우수 연구 센터에 선정되고 동시에 국책 연구 사업으로도 지정되면서 우리별 사업은 “자율적 연구”와 “정부 주도 연구”라는 이중적 성격을 띠게 되었고, 이는 우리별 사업에 대한 정부와 인공위성연구센터의 인식 차이를 가져왔다. 인공위성연구센터는 센터의 자율적 연구 방식을 고수하기 위해 우리별 사업이 정부 주도 사업인 아리랑 사업과 ‘다름’을 강조했고, 한편으로 연구비 지원을 받기 위해서 정부 정책의 지향점과 ‘부합함’을 강조했다. 그에 비해 정부는 아리랑 2호 사업에 인공위성 연구센터 연구원들의 참여를 필요로 했지만 인공위성연구센터의 독자적 능력은 인정하지 않았다. 결국 인공위성연구센터와 항공우주연구소의 통합은 실패했고 그 과정에서 센터의 연구원들 중 상당수가 인공위성연구센터를 떠났다.

인공위성연구센터 입장에서는 원치 않았던 일이었지만, 그럼에도 1999년 사건은 인공위성연구센터가 보유한 위성 기술이 외부로 확산되는 계기로 작용했다. 인공위성연구센터 연구원들이 대학, 연구소, 기업, 창업 등 다양한 경로로 진출하여 위성 기술을 전파했고 이들이 서로 연계하여 협동 연구를 진행하면서 위성 기술은 시너지 효과를 낼 수 있었다. 특히 인공위성연구센터 연구원들이 설립한 벤처 기업 썬트랙아이는 위성 기술을 상품화하여 수출하며 이들 연구원들이 기술을 학습했던 영국의 SSTL과 비슷한 역할을 담당하게 되었다. 인공위성연구센터 역시 사업을 주도했던 연구원들이 빠져나가고 위상 변화를 겪었지만 우주 개발 중장기 기본 계획 및 세부 실천 계획에 따라 실용 위성에 필요한 신기술을 개발, 시험하고 우주 개발에 필요한 인력을 양성하며, 참여 기관을 확대해 우주 기술을 확산시키고 있다.

(투고: 2014년 11월 1일, 심사 및 게재 확정: 2015년 1월 17일)

A Study of the Process of Obtaining and Improving Satellite Technologies at KAIST SaTReC

TAE Euikyung (Korean Broadcasting System)

Abstract. This study traces the process of obtaining and improving satellite technologies by the KAIST Satellite Technology Research Center (SaTReC) over a period of ten years from 1989 to 1999. It examines the center's interactions with the surrounding social and political environments, especially the government's science and technology policies. What drove KAIST SaTReC to develop the design and manufacturing technologies for the nation's first satellite when it was only a small-sized university research center? The study takes a two-pronged approach to this question: a microscopic approach involving its strategies and practice of technology acquisition and a macroscopic one involving the government's science and technology policies and their changes since the latter half of the 1980s.

The study first focuses on the technological details of SaTReC's obtaining the technologies to design, build, and operate a satellite in terms of its strategies and methods. I emphasize three aspects of the process; 1) the characteristic of UoSAT; 2) the strategies of technology study and development with the manufacture of KAIST's own satellite in mind; and 3) the interactions of technology transfer.

The study also examines the social and political environments surrounding the center's satellite projects of KITSAT 1-3 over a period of ten years. A new regime began in the nation in 1993 when KITSAT 2 was launched. Since then the satellite project was carried out under the leadership of the government with the Korea Aerospace Research Institute appointed to supervise the project of Arirang, a Korea multi-purpose satellite. Those developments caused a crisis to SaTReC and resulted in the postponement of KITSAT 3 development. In 1999, the center went through changes to its status in the midst of a crisis to its survival and had to witness researchers with pivotal roles leave, but it paradoxically led to an opportunity to spread the satellite technologies accumulated in the center around society.

Keywords. KAIST Satellite Technology Research Center (SaTReC), University of Surrey, KITSAT, micro-satellite