

한국 항공산업의 현재와 당면한 기술혁신 과제

조태환 * · 정봉구 **

목 차

- I. 서론
- II. 외국 항공산업의 발전사례
- III. 우리나라 항공산업의 발전경위
- IV. 군용기 독자개발의 평가와 의의
- V. 향후 기술혁신 추진방향
- VI. 결론

I. 서 론

가. 항공산업의 개요

항공력은 평시에는 적 도발에 대한 응징 및 보복력을 행사하겠다는 국가의 의지를 표출함으로써 적의 도발을 저지하는 전쟁억제력과 감시, 지원 등의 역할을 수행한다. 1990년의 걸프전 당시 미국을 위시한 다국적군의 공군력에 의한 이라크 군의 저지와 보스니아 전쟁에서의 교훈은 공군력이 더 이상 지상군의 보조수단이 아닌 공군력만으로 전쟁의 상황을 결정할 수 있다는 것을 입증한 것이었다. 앞으로 과학기술의 발전과 함께 더욱 능력 있는 항공기의 출현이 예상되며 이에 따른 공군력의 중요성은 더욱 더 강조될 것이 틀림없다. 따라서 자주국방의 기틀을 마련하고 미래전쟁 양상에 대비하기 위한 국방력 건설을 위하여 항공력

* 경상대학교 수송기계공학부 교수
** 경상대학교 수송기계공학부 대학원 석사과정

의 지속적인 증가는 필수적일 것이다. 특히 21세기의 불확실한 동북아의 안보여건과 아시아 지역에서의 미군의 역할의 가변성 등을 고려 할 때 우리나라의 강한 공군력 증강을 위한 항공산업 투자확대는 당연한 것으로 판단된다. 항공산업의 기반이 전혀 없는 경우 항공기 구매시 항공기 생산국들의 조건에 종속될 수밖에 없고 군수 지원상 많은 어려움과 고비용을 지불할 수밖에 없다. 항공산업은 구조적으로 일반 산업과 다른 특징이 있다. 첫째, 항공기는 수요자가 군 또는 대형항공사로 한정되어 있다는 것이다. 둘째, 항공산업은 시스템 통합산업으로 각종 첨단 과학기술이 총 집합된 지식 집약형 산업으로 과거의 경험으로부터 기술이 축적된 기업만이 경쟁력을 확보 할 수 있는 산업이다. 셋째, 첨단과학산업의 특성으로 타 산업에의 기술 선도적 역할을 하며 기술 파급효과가 큰 것이 특징이다.

나. 한국의 항공산업 육성의 타당성

항공우주산업은 고부가가치 산업으로 관련 첨단산업의 기술을 요소기술로 하는 기술, 지식 집약형 종합산업으로 국가위상 및 자주국방과 직결되는 전략적 중추산업의 특성을 지니고 있다. 미국을 위시한 선진국의 예를 보면 국가적인 지원하에 항공우주산업을 중점적으로 육성하면서 타 산업을 선도하고 많은 부가가치를 창출하여 세계경쟁에 성공하고 있는 것을 알 수 있다. 그러나 항공산업은 기술적인 위험도가 크고 생산 및 연구를 위한 기반시설등의 거대한 액수의 초기투자도 필요하고 개발기간이 평균 10년을 상회하는 등 자금의 회수율도 낮으며 외국으로부터의 기술장벽도 높아 후진국에서 쉽게 시도하기 어려운 분야이다. 따라서 많은 국가에서 자체의 항공산업을 육성치 못하고 필요한 군용 또는 민수용 항공기를 외국에서 구입하여 필요에 따라 활용하고 있는 것이 현실이다. 이때는 항공기 개발 및 항공산업 육성에 따른 막대한 초기투자의 필요성이 배제되어 초기획득 및 운영시 부담이 줄어들지만 항공기의 특성상 20~30 년의 운영시에 누적되는 수리유지 부품조달 및 기술적 문제 야기시에 더욱 많은 비용이 지출되게 되는 것이 지난 역사에서의 교훈이라 할 수 있다. 더욱이 우리나라와 같이 급박한 안보상황 하에서 많은 수의 군용 항공기를 운영하는 경우 자국의 항공산업 및 항공기술의 지원이 없으면 항공기 운영에 따른 막대한 기술비용의 지출 및 안보의 해외 의존도가 상승하여 국가경쟁에 심각한 불이익을 초래하게 된다. 국가 및 군에서 필요한 모든 종류의 항공기를 다 자국에서 개발하지는 못한다 하더라도 항공산업 및 기술의 기반의 유무에 따라 외국의 항공기 구입시에도 국가적 경제적 이익이 현격히 차이날 수 있다. 항공산업 및 기술의 기반이 있으면 추가의 큰 경제적 부담 없이 대등한 입장으로 국제공동 개발에 참여하여 선진 해외기술의 자연스러운 도입을 꾀할 수도 있으며 단순 구입시에도 가격협상에서 유리한 조건을 유지할 수 있음은 주지의 사실이다. 고가의 외국 항공기를 운영할

때는 모든 운영절차와 부품의 교환이 외국 항공사의 요구 및 지침에 의해야 하므로 그 많은 비용에 대한 국내산업 및 기술을 적용할 수 있는 기회가 거의 없어지는 것이 상례이다. 그러나 우리의 항공기가 존재하면 모든 운영 및 부품의 재설계에 필요에 따라 얼마든지 우리의 부품과 장비의 활용이 가능하므로 관련된 핵심기술과 산업의 동반 발전을 가능케 하고 나아가서는 세계시장에도 쉽게 진출할 수 있는 길을 열게 되는 것이다. 많은 사람들이 항공우주산업을 전략산업이라고 지칭하는데 이것은 국가적으로 항공우주산업에 대한 계획을 세우는데 중요한 의미를 시사하는 것이다. 전쟁 양상에서 공군력의 위상이 더욱 높아진 현대에서의 항공우주기술은 국가의 존엄성과 안전보장을 확보하기 위한 대표적인 기반 기술이라 할 수 있다. 더욱이 타 산업에 대한 기술 파급효과가 커서 단일사업으로 국가 전반적인 기술능력을 향상시킬 수 있는 효율적인 수단이 된다. 국가의 전체적 산업기술 능력을 최고의 수준으로 제고시키는 것은 국가의 전략적 산업 준비 태세를 유지하는데 필수적이며 세계적인 경쟁력 유지로 국가의 경제성장과 국민의 복지향상에 크게 기여하게 된다. 그러나 앞에서 언급했듯이 항공산업 기반형성을 위한 생산, 연구시설을 위시한 고급 전문인력 육성에 따른 투자소요가 매우 크기 때문에 그 국가에 알맞은 수준의 계획 수립과 추진이 무엇보다 중요하다. 자국의 경제력이 감당할 수 없는 정도의 산업기반의 무리한 구축시에 타 분야에 미치는 영향이 지대하여 오히려 국가경제 전반에 매우 부정적인 영향을 줄 우려가 있을 것이다. “구소련이 붕괴한 것은 전투에서 패배했기 때문이 아니라 경제가 몰락했기 때문이다.” 라고 언급한 미국의 RAND연구소 연구원의 언급은 깊이 검토되어야 할 중요한 말이라고 생각한다. 극단적으로 말하면 방위산업 및 방위비의 지출을 극대화하고 기타 국민경제와 국민복지를 너무 등한시하면 구소련이나 현 북한의 경제현실의 예로 진행할 가능성이 있고 자국의 경제상황에 비추어 너무나 방위산업 및 국가안보 확보에 게을리 하면 걸프전의 쿠웨이트와 같은 무력한 모습으로 전략할 수 있다고 본다. 헤방이후 6.25 동란의 참상을 체험한 우리나라는 그동안 방위에도 많은 노력을 기울이면서 특히 고 박정희 대통령의 중화학공업 육성과 자주국방의 달성을 위한 정책추진 결과 산업 전반에 걸친 기반 육성에 성공하여 기계, 자동차, 조선, 전자 산업전반에 어느 정도 세계적인 경쟁력을 갖추었다. 이 분야의 산업기술도 지속적인 발전을 해야 하겠지만 이제는 우리나라와 같이 부존자원이 빈약하고 고급인력의 잠재적 공급능력이 큰 경제구조에서는 노동 및 기술에 의한 부가가치가 높으며 안보와 타 산업에 미치는 영향이 큰 항공산업을 국가 전략산업으로 육성할 가치가 있다고 판단한다. <표 1>의 산업별 부가가치의 비교에서 보듯이 항공산업의 부가가치가 상대적으로

< 표 1 > 산업별 부가가치율

산업	항공기	자동차	컴퓨터	위성체
부가가치율	43.9 %	24.8 %	36.9 %	51.0 %

로 높은 것을 알 수 있다(참고문헌 1).

II. 외국 항공산업의 발전사례

가. 선진국의 발전 사례

항공기는 20세기에 들어와서 인류가 개발한 혁신적인 기술제품이 하나이다. 항공공학의 개발 및 항공기에 대한 연구는 유럽에서 시작하였지만 그 열매는 미국에서 결실을 맺었다. 라이트 형제에 의한 인류 최초의 공기보다 무거운 비행체의 동력 비행에의 성공이 기폭점이 되어 대서양 횡단, 화물 수송, 나아가서는 전쟁의 수단으로 활용되기 시작하면서 눈부신 발전을 이루었다. 이러한 수요의 창출로 인해 항공기 제작업체가 설립되면서 제작업체들 간의 경쟁이 시작되었고 20세기 중의 두 번의 세계대전을 겪으면서 항공기 산업에 대한 중요성이 부각되어 국가적인 에너지를 투입하여 항공산업의 규모와 항공기 관련 기술이 혁신적인 도약을 이루었다. 예를 들면 미국의 경우 1930년대에 20여 개의 항공회사가 설립되었으며 기업의 합병 또는 도태의 과정을 통해 60년대에는 10여 개로 줄어들었고 90년대에는 4개 사로 90년 후반에는 민수 여객기를 중점으로 하는 보잉과 군용기를 전문 직종으로 추진하는 2개의 대기업을 중심으로 개편되었다. 이와 같이 항공기 산업은 지난 80년 간의 수많은 경쟁을 통해 소수의 기업만이 살아남아 현재에 이르고 있음을 알 수 있다. 선진외국의 항공기 산업은 군수요가 없을 때 빠른 변신을 시도한 기업과 소수의 군수전문기업이 현재 세계를 석권하고 있다. 항공산업을 보유한 국가들은 과거 80여 년 간 정부에서 막대한 지원을 하였었다. 미국만 하더라도 항공기 개발 프로그램수가 1945에서 1995년의 50년 간

< 표 2 > 미국의 항공기 개발프로그램 수 (1945~1995)

항공기 분류	프로그램 수	항공기 version
전투기	106	171
폭격기	26	48
정찰기	10	20
훈련기	6	11
수송기	18	25
무인기	23	24
상용기	18	19
기 타	16	23
계	223	341

< 표 3 > 전후 전투기개발의 시대구분과 기술혁신의 동인

	기술혁신의 동기유발	혁신성공의 기반	항공기
1-2 세대 (1940-1950)	속도 최고상승고도(Ceiling) 상승률(Rate of Climb)	항공역학 추진 재료	F-86, F-100 MIG-15 MIG-17 F-4
3-4 세대 (1960-1970)	기동성(Maneuverability) 기민성(Agility) 유연성(Flexibility) 다목적	항공전자 시스템 통합 추진	F-14, F-15, F-16 MIG-27 MIG-29 MIRAGE 2000
5 세대 (1970-1990)	스텔스	Airframe 향상 재료 항공전자	F-22, JSF EF 2000 F-117

223개로 연간 446개의 항공기 개발 프로그램을 운영하였고 스웨덴의 항공산업체인 SAAB사 한 기업이 1937년 설립한 이래 현재까지 16개의 항공기 개발 및 생산 program을 운영하여 왔다. 1960년대 말 늦게 출발한 대만의 경우도 지금까지 4개의 개발 프로그램을 운영하였다.

<표 2>는 1945년에서 1995년까지 50년간 미국이 지원한 항공기 개발 프로그램 수를 보여준다. 개발 프로그램 중 군용기가 189개이고 그중 전투기가 56%를 차지한다(참고문헌 2).

이와 같이 항공기 개발 프로그램에 의해 오늘날 미국의 항공기 산업을 세계에서 독보적 위치를 확보하고 있다. 이는 미국 정부가 항공산업에 천문학적이 개발비를 투자하였음을 의미한다. 미국의 전투기 개발에서 시대별로 특성을 구분하여 본다면 <표 3>와 같이 5세대로 나눌 수 있다. 1~2 세대에서는 속도와 상승률이 주된 기술혁신의 동기를 열었고 3~4세대에서는 기동성, 기민성, 유동성, 다목적이었으며 제 5세대에서는 스텔스 기술이 주된 기술이 동기이었다.

나. 후발 항공국의 발전사례

선진국을 제외한 후발 항공국의 발전형태는 크게 3종류로 구분할 수 있다. 첫 번째는 전후 일본과 같이 한국동란을 계기로 태평양지역의 항공기 정비와 관련 부품조달을 위한 전진기지로 이용되면서 관련 산업기반을 완전히 구축한 후 항공산업에 진입한 경우이며, 두 번째는 중국, 한국, 대만, 브라질과 같이 관련산업의 기반이 어느 정도 구축된 후 항공산업에 진입한 경우이다. 끝으로 세 번째는 인도네시아와 같이 산업기반이 없는 상태에서 항공산업에 착수하고 관련산업에 미치는 파급효과로 이용하려는 형태이다.

1. 대만

대만의 경우에는 다른 국가와는 달리 항공산업이 국방의 목적에서 출발하여 정부의 강력한 지원 하에 국제경쟁력을 제고시키는 방안으로 추진하였다. 독자 개발 능력을 확보하기 위해 국방부 산하에 항공산업개발센터(AIDC)를 설립하여 연구개발에서 생산설비까지 모든 시설을 보유하고 총 인력은 약 6,500명에 달한다. 최근 민항기 부문의 세계시장 진입을 위하여 29%의 정부지분으로 TAC (Taiwan Aircraft Company)를 설립하여 각종 국제공동개발사업에 적극 참여할 의사를 보이고 있으며, 독자 군용전투기 개발사업의 일환으로 IDF(Indigenous Defensive Fighter)를 계획하고 개발이 완료되었으나 미국과의 미묘한 정치적인 문제로 인하여 원래의 계획보다 축소하여 양산을 추진중이다. 대만은 항공우주산업을 10대 전략육성산업에 포함시켜 '90년대 말까지 약 60억 달러를 투자하였고, 각종 군용기 및 민항기의 수입에 따르는 절충교역의 비율을 15~20%로 책정하여 국내 부품산업 발전을 위한 노력을 기울이고 있다. 또한 정부의 지원정책을 효율적으로 수행하기 위하여 행정원 산하에 航太工業發展推動小組(SASID)를 설립하여 범정부적 차원에서 항공산업 육성방안을 수립하고 강력히 추진하고 있다.

2. 인도네시아

항공산업을 국가전략산업으로 선정하고 1976년 국영 항공회사인 ITPN사를 설립하였다. 100%의 정부출자로 설립된 ITPN사는 1976~1991년간 18억 5,000만 달러를 투자하였으며, 이 금액은 국가적인 경제규모에 비해 매우 높은 투자규모이다. 인도네시아의 경우에는 항공공업을 수행하기 위한 공업기반이 이루어진 상태가 아니었으며, 반대로 항공산업을 통해 공업기반을 육성하려는데 다른 국가와 추진정책상 큰 차이가 있다. 최근 IMF로 인한 경제적인 어려움으로 인해 ITPN도 정상적인 운영이 어려운 실정이나 전성기 ITPN의 총 인력은 15,500명에 이르고 그중 2,000명이 연구인력이었다. 생산설비, CAD/CAM 관련장비, 기타 공장설비 등의 수입시에 부과세 및 이의 금융지원이 이루어지고 있으며, 경쟁기종의 수입시 수입금 전액을 1년간 은행에 예치하는 규제조치를 통해 실제적으로 수입을 금지하는 정책을 펴고 있으며, 군용기 및 민항기의 수입시 절충교역 방식의 의무화 등을 통해 국내 생산능력을 향상시키기 위한 노력이 이루어지고 있다.

3. 브라질

1969년 국영기업인 Embraer를 설립하고, 이 업체를 중심으로 내수용으로 발생하는 각종 군용 및 민간용 항공기를 개발, 생산, 정비하는 일원화 체계를 구축하여 국제경쟁력을 제고시키고 있다. 설립 당시 89%의 정부출자로 출발한 Embraer사는 1997년 현재 매출액 12억 7,000만 달러, 종업원 수 1만 6,000명, 자본금 11억 900만 달러에 달하는 대기업으로 성장하였다. 1960년대 말에 Bandeirante를 독자 개발하고 1980년대에는 30인 승의 커뮤터(Commuter)기인 Brasilia를 개발, 생산하

었다. 최근에는 미국을 비롯한 국제시장에서 컴퓨터기, 비즈니스기 등 소형항공기 부문에서 우위를 유지함으로써 유럽과 경쟁하는 강력한 국가로 등장하기에 이르렀다.

4. 중국

최근 항공여객의 급증에 따라 항공기에 대한 수요가 증가하여 이를 국내 항공산업 발전의 계기로 활용하기 위한 노력을 기울이고 있다. 그러나 국내 자본시장의 취약성과 전반적인 기술수준의 낙후, 사회주의적 근로개념 등의 요인으로 인하여 산업발전에 어려움을 겪고 있다. 이러한 문제점을 조속히 극복하고 산업육성을 빠른 시일 내에 달성하기 위해 기술력과 자본력이 뛰어난 독일, 프랑스 미국 등의 자본주의 국가들과의 산업협력을 추진하고 있다. 우주분야에서는 1970년대 초에 최초의 인공위성을 발사한 이후 27개의 인공위성을 자국 로켓트를 이용하여 발사하고 활발한 연구개발 활동을 전개하고 있다.

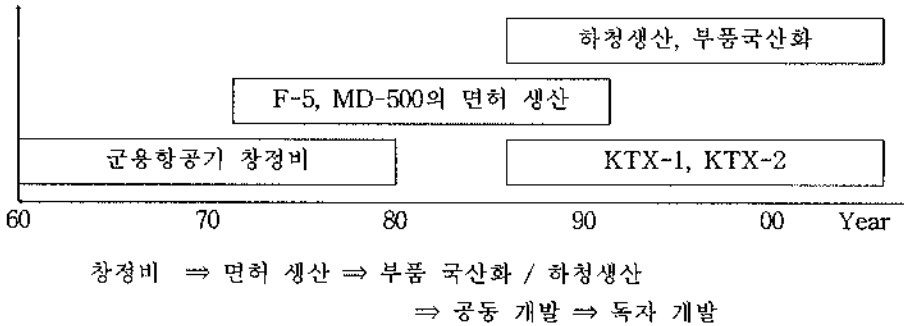
5. 일본

일본은 독자기술로 2차 대전 당시 Zero-Fighter를 개발하여 미국과 대적할 만큼 아시아 지역에서는 항공분야의 선구자였다. 그러나 패전 후 국제협약에 따라 항공산업이 금지되어 침체기를 거쳤으나 그 후 활발한 연구개발을 통해 F-4J와 같은 독자의 고유모델 항공기를 개발할 정도로 기술력이 우수하다. 특히 항고자위대에서 사용하는 고등훈련기인 T-4를 독자개발하고 최근에는 지원전투기(Fighter Supporter)인 F-2를 개발하는 과정에서 미국과 대등한 기술력으로 기술이전에 관한 협상에 임할 정도로 잠재력이 크다. 특히 우주분야에서는 H-II의 연구개발이 완료되고 이를 활용한 HOPE(H-II Orbiting Plan)계획을 수립하여 강력히 추진하고 있으며, 아시아에서는 가장 선도적인 위치에서 항공우주 분야에서 활약이 예상되는 국가이다.

III. 우리나라의 항공산업의 발전 경위

몇 개의 예외의 경우를 제외하고는 항공기 후발국은 그 나라의 항공산업을 구축하는데 전형적인 단계가 있음을 알 수 있다. 그 것은 도입한 항공기의 창정비로부터 시작하여 면허 생산, 부품 국산화 및 생산, 그리고 더 나아가서는 국제공동 개발 참여 와 독자 개발등의 순서이다. 우리나라도 이 모형을 따라 항공산업이 발달하여 왔다.(참고문헌 3) 1951년 제 80 항공창이 설립되어 L-19 정찰기를 비롯한 보유 항공기의 정비사업으로 시작하여 1970년대에 미국 휴즈사의 500MD 헬리콥터를 면허 조립생산을 시작하였고 1980년 대한항공이 미국 노드롭사와 F-

< 그림 1 > 국내의 연구개발 현황



5E/F 판매 및 면허 생산계약을 체결함으로써 본격적인 전투기의 국내 조립생산이 시작되었다. 1970년대 말부터 낡은 전투기의 교체를 위한 검토 끝에 F-16으로 최종기종이 결정되고 1995년 F-16 1호기가 출고되었다. 이는 1986년 F-5의 면허생산이 끝난 지 9년의 공백 끝에 이루어진 것으로 F-5 면허생산시 축적된 기술의 다음 단계로의 연계가 원활치 못하게 된 원인이 되었다. 80년대 말부터는 개발사업도 추진하여 국방과학 연구소를 중심으로 KTX-1 개발사업을 시작하여 1993년부터 1998년까지 체계개발을 완료하고 현재 KT-1 양산 및 배치 운용단계에 돌입하였다. 또한 KFP 사업에 대한 질충교역 방식으로 미국 록히드사와 공동으로 고등 훈련기를 개발하는 T-50(KTX-2) 개발사업이 1990년대에 추진되었다. 현재 체계개발 단계중이며 2003년에 개발을 완료할 계획이다.

IV. 군용기 독자 개발의 평가와 의의

내에서 진행된 군용기의 독자 개발 과제는 크게 KT-1 독자개발과 T-50(KTX-2)의 국제공동개발의 두 가지이다. T-50은 아직도 개발단계이므로 KT-1의 개발과제를 검토하고 그 성과를 평가하면 향후 우리의 발전 방향을 정립하는데 도움이 될 수 있다고 판단한다.

가. 기본 훈련기(KT-1) 개발사업 개요

KT-1 개발사업은 국방부의 훈령에 의거하여 탐색개발, 선행개발, 실용개발, 3 단계를 거쳐 추진되었고 총 예산 1082억원을 10년간 집행하여 추진한 사업으로 기간 중 5대의 항공기를 제작, 실험하였고 관련 실험 시설 및 장비를 확보하며

< 표 4> KT-1 사업의 주요 단계별 기간 및 결과

개발단계	개발기간 (년 월)	투입비용 (억원)	주요 결과물
개념연구	'86 - '87	1.24	개념연구보고서
탐색개발	'88. 2 - '92. 12	110.64	탐색개발 기본설계 비행용 시제기 2대(#01/#02) 구조용 시제기 1대(#001)
선행개발	'93. 2 - '96. 12	601.9	선행개발 설계 선행시제기 2대(#03/#04) 구조용 시제기 1대(#002/#003) 개발시험/ 운용시험
실용개발	'97. 1 - '98. 12	368.7	실용개발 설계 실용시제기 1대 (#05) 구조용 시제기 1대(#004) 선행시제기 수정(#03/#04)
소 계 (기승인)	12년	1,082.48	

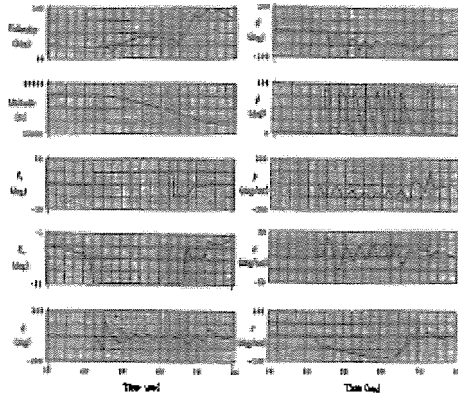
< 표 5> KT-1 Spin 연구에 대한 기술적 접근

Method	Analysis and Result	Remark
URMC (Unbalanced Rolling Moment Power Factor Method)	- Predict Good Recovery Characteristics - Good Agreement with Flight Test Result showing Good Recovery with Control Free Condition	ADD
Vertical wind Tunnel test	- Static Test, Rotary Balance Test, Forced Oscillation Test, etc - Build Aerodynamic Data Base for Predicting Aircraft Flying Performances	TsAGI Russia
Spin Mode Analysis	- Predict Spin Mode including Angle of Attack and Rotation rate, utilizing Vertical Wind Tunnel Test Data - Good Agreement with Flight Test Data	ADD TsAGI
Scaled Model airplane Flight test	- Model Flight Test to Confirm Safety and Recovery Characteristics prior to Real Flight Test - Analysis of Control Surface Effectiveness for Starting and Recovering from Spin	ADD INHA University

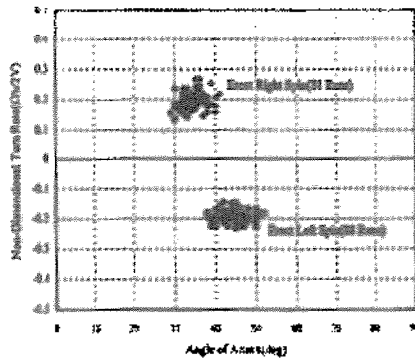
공군의 항공기 운영을 위한(각종 교범작성 등) ILS개발을 수행한 사업이다. <표 4>에 KT-1 사업의 주요 단계별 기간과 결과가 나타나 있다.

KT-1 기본훈련기 개발사업은 진행도중 정책적, 기술적 이유에서 수회의 형상 변경이 수행되었었다. 국방부는 탐색 개발시에 제작되었던 01, 02호기의 성능 시험 후 이에 대한 평가에서 550마력의 엔진으로는 향후 20~30년간 공군의 기본

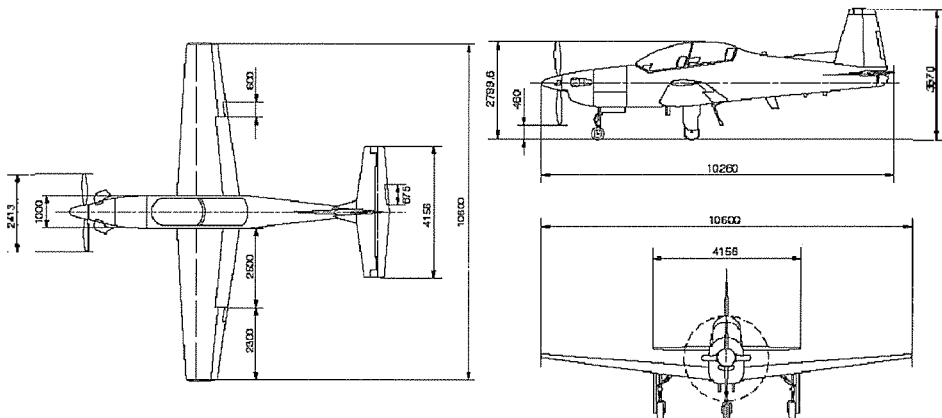
< 그림 2 > Left Normal Spin 시험 결과



< 그림 3 > Normal Spin 결과 비교



< 그림 4 > KT-1 제원



< 표 6 > KT-1 성능

성능	요구 사항	시험 결과
최대 순항속도(kts)	250 이상	256
실속 속도(kts)	72 이하	70
상승율(fpm)	3,000 이상	3,400
실용 고도(ft)	30,000 이상	38,000
이착륙거리(ft)	1,500/1,500 이하	1,150/1,170
체공시간(hr)	2.5 이상	3.0

훈련기로 부족하다는 결론을 도출하여 1000마력급의 엔진을 장착할 것을 요구하였다. 선행개발과제의 진행에 따라 제설계에 착수한 개발 팀은 950마력의 엔진을 선택하고 기본형상을 기준으로 엔진탑재를 위한 전방동체의 길이를 증가시키고 조종성 보정을 위해 조종면 크기를 증가시키는 범위에서 03호기를 제작하여 시험에 임하였으나 안정성, 조종성(Spin 특성)등에 부적절한 성능이 계속되어 전면 재수정에 돌입하였다(참고문헌 4). 수개월에 걸친 집중적 성능분석과 제설계의 결과로 안정성 향상을 위해 전방동체의 길이를 다시 줄이고, 주 날개의 상반각을 4°에서 6°로 증가시켰고, Spin 특성 향상을 위해 수정된 NACA 63₂-215 airfoil 대신 원래의 NACA 63₂-215 airfoil을 재 선택 사용했다. Spin 회복 특성 예측을 위해 URMC, Vertical Wind Tunnel Test, Spin Mode Analysis, Scaled Model Airplane Flight Test 등 4가지 방법<표 5>을 이용했고 그 분석 결과 날개의 면적을 증가시키고 수평꼬리날개의 위치를 뒤쪽으로 옮김으로서 경험 없는 학생 조종사도 어려움 없이 항공기를 다룰 수 있는 완벽한 Spin 특성을 얻을 수 있었다<그림 2, 그림 3>. 이러한 노력의 결과로 03B, 04A호기에서 공군의 요구 성능을 만족하는 비행시험 결과를 얻을 수 있었다<표 6>. 선행개발을 마치고 실용개발 단계에서는 후방 동체의 강도를 보강하는 것을 주요 목적으로 한 05호기를 제작하여 비행시험 및 정비, 군수지원 검토 등에서 만족할 만한 결과를 얻어 현재 양산 및 훈련 업무에 임하고 있다.

나. 고등 훈련기(T-50) 개발사업 개요

T-50 개발 사업은 KFP(Korean Fighter Program: KF-16)에 대한 절충 교역의 일환으로 시작된 사업이다. 1989년에 사업계획이 결정되었으며 주된 목적은 초등 훈련 과정을 마친 조종사들이 F-16, F-15 등 초음속 전투기를 조종하기 위한 고등훈련 과정에서 사용될 훈련기를 국내에서 연구 개발하는 것이다. KTX-1 사업이 정부주도 사업인 반면 T-50 사업은 공군관리/업체개발주도 형태로 사업을 수행하고 있다. T-50은 훈련기로서는 최초의 디지털 비행제어 시스템 (Fly-by-Wire)

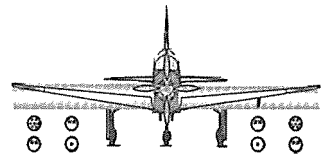
< 표 7> KT-1 사업단계별 기체 설계변경 및 수정내용

구분	탐색개발	선행개발		실용개발
	#01/#02	#03	#04A/#03B	#05
외형특징	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 크기 <ul style="list-style-type: none"> - 길이 9.8M - 폭 10.12M - 높이 3.80M ▶ 주날개 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 상반각 4 - 붙임각 1 - 후퇴각 0 - 비틀림각 2 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 크기 <ul style="list-style-type: none"> - 길이 10.28M - 폭 10.00M - 높이 3.31M ▶ 주날개 특징 <ul style="list-style-type: none"> - #01/#02와 동일 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 크기 <ul style="list-style-type: none"> - 길이 10.28M - 폭 10.00M - 높이 3.31M ▶ 주날개 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 비틀림각 -2.6°로 증가 - 상반각 6 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 크기 <ul style="list-style-type: none"> - 길이 10.28M - 폭 10.00M - 높이 3.67M ▶ 주날개 특징 <ul style="list-style-type: none"> - #04A/#03B와 동일
주요설계사항변경	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 550마력 엔진, 3 Blade - 사출좌석 0 ft / 60kt 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 외형변경(안정성 증대) <ul style="list-style-type: none"> - 전방동체 50 cm 증대 - 조종면 크기 증대 - 항공기 자세 낮아짐 ▶ 계통기능변경 및 추가 (성능 향상) <ul style="list-style-type: none"> - 950마력엔진, 4Blad - 사출좌석 0 ft / 0 kt - Air Brake, Aircon 추가 - 착륙장치, 유압부품등 국산화 품목 장착 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 외형변경 (안정성 향상) <ul style="list-style-type: none"> - 주 날개 면적 증가 - Flap/Aileron 폭 증가 - 수평미익 형상 변경 - Rudder 형상변경 ▶ 계통기능 변경 및 추가 (성능 향상) <ul style="list-style-type: none"> - 조향장치 개발 장착 - 무장 Provision 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 외형변경(안정성 증대) <ul style="list-style-type: none"> - 동체꼬리 Smooth화 - 수직미익 면적증가 ▶ 계통기능변경 및 추가 (성능 향상) <ul style="list-style-type: none"> - Canopy MDC 추가 - Digital 계기화 (편의성) - 양산개념 설계 적용 - 정비/유지성 반영 설계 - 중량감소(387 lbs) - ARTS등 조종 편의성 증대 - 각종 자동장치 추가

< 그림 5> 저속통제기 (XKO-1) 무장장착 형상

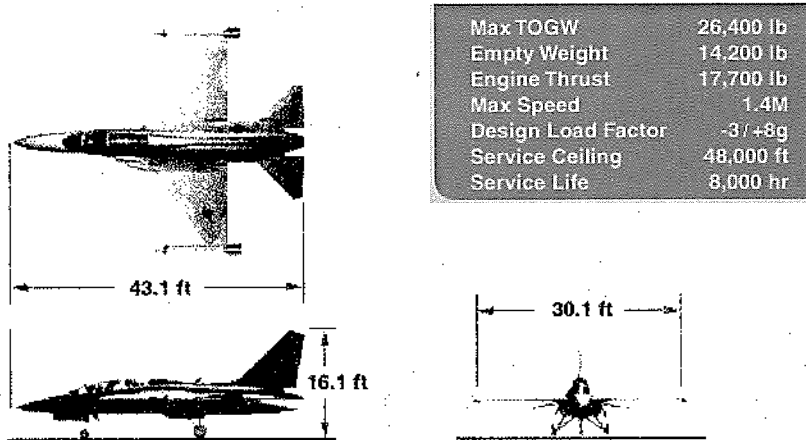


- ◆ 2 × LAU-131 & E.F.T
- ◆ 2 × GUNPOD & E.F.T
- ◆ 2 × LAU-131 & GUNPOD



을 채용하였으며 또한 레이더와 무장시스템을 추가해 경공격기(A-50)로서 재구성할 수 있다. T-50 고등훈련기는 T-33, TF-5B 등 노후 훈련기를 대체하기 위해

< 그림 6 > T-50 제원



개발되었고 A-50은 현재 운용중인 F-5E를 완벽히 대체가능하며 F-4D/E의 임무를 일부 대체 가능할 것으로 예상된다. 1991년 탐색개발이 승인된 이후 1995년 탐색개발되었고 1996년부터 2004년 까지 체계개발을 완료할 예정이고 2005년부터 2009년까지 고등 훈련기(T-50) 50 대와 경공격기(A-50) 44대 등 총 94대를 공군에 납품할 계획이다. T-50 사업으로 초음속급 항공기의 독자개발 능력을 확보하고 본격적인 항공산업의 발전을 기대할 수 있을 것이다. T-50은 아직 개발단계이므로 개발과정에 대한 평가 및 성과 분석은 차후의 연구과제로 남겨 둔다.

다. 기본훈련기(KT-1) 개발사업 성과 분석

국내에서 최초로 시도된 군용훈련기의 개발사업인 KT-1 사업의 기간, 비용, 기술개발 및 국산화 달성 등으로 나누어 결과를 분석해 보는 것도 의미가 있을 것이라 판단된다.

1. 사업기간에 대한 평가

<표 8>에 KT-1과 동급항공기들의 개발기간에 대한 종합결과를 제시하였다 (참고문헌 5). 동급의 항공기의 개발기간의 비교에서 PC-9 개발시 약 6년, Tucano 개발시 약 5년 소요된 것에 비해 KT-1 개발기간이 조금 과다해 보이는 것은 사실이다. 그러나 KT-1 개발의 내용을 세분해보면 PC-7급의 항공기와 PC-9 급의 항공기를 연속해서 개발한 것 같은 형태를 인지할 수 있고 이 또한 군 및 국방부의 정책변경에서 기인한 것으로 판단하면 어느 정도 이해할 수 있을 것이라 생각된다.

<표 8> KT-1 및 동급 항공기개발 사업기간 비교

구분	PC-7	PC-9	TUCANO	KT-1	
엔진(SHP)	550	950	1,100	550	950
사업기간	'75. 봄-'78. 12 (약 5년)	'80. 초-'85. 12 (약 6년)	'78. 12-'83.9 (4년 10월)	1호기/2호기: '88. 2-'92. 12 (4년 8월)	3호기/4호기/5호기: '93. 2-'98. 12
	총: 10년 4개월				

다. 개발주체인 국과연과 업체는 사업단계별로 다른 시제기를 제작하면서 시행착오를 거쳐서 사업기간의 지연과 함께 사업비용도 상승하는 결과를 유발하였다.

개발초기에 개발군 및 국방부와 깊이있고 일관성있는 요구사항 도출을 연구한 후에 개발사업을 추진하면 현재의 능력으로는 외국의 예보다 더 적거나 유사한 기간에 업무를 수행할 수 있으리라 판단된다. 더욱이 외국의 여건과는 달리 국내에는 항공기 개발을 위한 실험 및 생산 설비가 전무한 상태에서 출발하여 개발팀의 상당한 노력이 실험시설 및 생산시설구축에 할애되어 이 또한 개발기간 및 개발비 증가에 일조 하였다. 결과적으로 10년의 개발기간은 상대적으로 긴 기간이나 항공기 개발 및 시험을 위한 국내의 기반기술을 확보하며 전문인력의 육성도 동시에 추진된 점을 감안하면 의미 있는 기간이었다고 판단된다.

2. 개발비에 대한 평가

국과연이 최초로 사업을 제기할 당시 총 사업비용은 약 350억원 수준으로 예측되었으나 개발 종료까지 소요된 사업비용은 국과연 정규 인건비를 고려치 않은 상태에서 1080억원 수준으로 약 3배의 증가된 결과를 보인다. 비용증가의 주된 원인은 항공기 성능과 관련된 소요군과의 합의를 이루는 과정에서 수 차례의 수정과 정책결정의 지연 등이 주원인이었다고 판단되며 기술적 판단 착오에 의한 2차 수정 등의 추가 비용도 일조 하였다고 생각한다. 또한 항공기 개발뿐 아니라 처음개발하면서 필요한 실험 및 생산 관련 시설장비에 투자하며 관련된 소요기술을 습득하는데도 상당한 예산이 지출되었다. <표 9>에 KT-1 체계개발 비용의 사용내역을 표시하였고 이의 타당성을 검토하기 위해서 미국의 RAND 사의 모델인 DAPCA 모델을 이용하여 적정 개발비를 추정한 것을 <표 10>에 나타내었다(참고문헌 5).

실제 집행한 비용은 1,080억원이나 '96년도 고정비용으로 환산하면 1,223억원 정도이며 이에 국과연 인건비가 제외된 것으로 이를 약 150억원 정도로 추정하고 최초 개발에 따른 항공기 개발의 기반구축 비용을 약 40억 정도로 계산하면 실제 개발비는 1,330억원 수준으로 판단된다. 한편 계산모델의 신뢰도와 정확도에 대한 판단은 유보하고 그 결과만 인용하면 적정 총 개발비는 1,079 억원으

< 표 9> KT-1 개발비용 사용내역

(단위: 천 원)

구분	계계종합	기체	추진계통	세부/전자	시험평가	군수지원	합계
기반구축	1,091,172	766,215	209,836	595,847	1,171,031	251,706	4,085,807
개발비	6,395,831	3,512,781	808,690	2,030,469	2,983,585	1,039,613	16,770,969
시제비	17,989,969	20,140,594	6,938,322	15,916,333	7,711,264	10,522,756	79,209,240
기타 (인건비)	1,837,119	2,021,080	528,237	1,745,025	791,751	1,085,607	5,278,818
총계	27,304,091	26,440,670	8,535,085	20,287,674	12,657,631	12,899,682	108,124,832

< 표 10> DAPCA 모델에 의한 KT-1 개발사업 추정비용

(단위: 만불)

개발비용 항목	비 용
기체 설계비	3,301.79
제작 인건비	1,451.40
원자재/장비비	539.41
치공구비	1,524.00
품질관리비	193.04
개발지원비	2,733.19
비행시험비	2,619.04
엔진 및 항법장비비	409.52
계	12,771.40(1,079 억원)

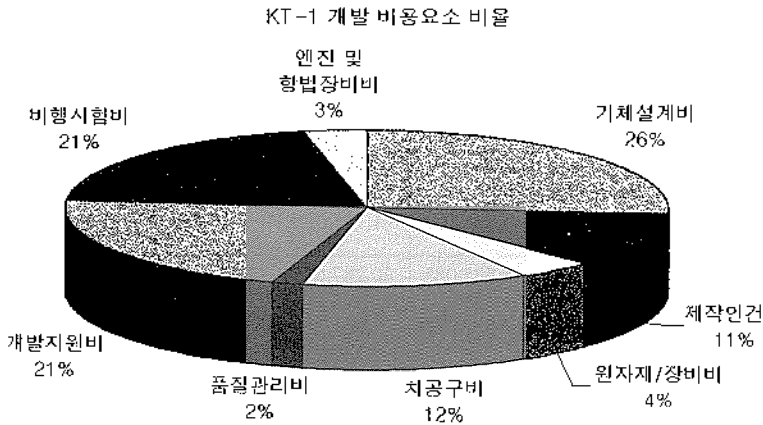
로 추정되었다. 이것은 모델에 의해 추정 계산된 적정 개발비보다 KT-1 개발시에 약 254억원이 더 소요된 것으로 보여지나 우리나라에서 군용항공기의 최초의 개발에 따른 시행착오와 업무 미숙에 의한 설계 수정 및 변경이 가져 온 추가적 소요비용으로 항공산업 발전초기에 인정할 수 있는 학습비용이라 판단된다.

따라서 최초의 국과연 예산인 350억원은 경험 부족에서 기인한 너무 과소 편성된 예산임을 알 수 있다.

3. 기술개발 성과분석

과거에 많은 비용을 부담하면서 추진해왔던 면허생산을 기본으로 한 항공산업의 근간은 생산공정의 한국화와 항공산업의 특수성을 인식시키는 좋은 계기가 되었으나 항공기에 대한 설계 엔지니어링이 제외되어 독자적인 항공기 설계제작 능력 구축에 미흡하였다. KT-1 기본 훈련기 사업의 본질적인 성과는 우리나라에

< 그림 7> DAPCA 모델에 의한 KT-1 개발사업 추정비용 구성비율



< 표 11> KT-1 양산시 주요분야별 국산화율

분 야	체계/기체	비행조종	세부계통	전자	엔진	종합
가격비율(%)	39.5	4.7	37.2	7.8	10.8	100
국산화율(%)	제조원가	87	38	24	18	49
	계산가격	89	51	40	33	60

서 최초로 공군의 요구 임무 성능에 맞게 설계한 항공기가 양산체제를 이루어 국제적인 경쟁력을 갖추는데 까지 이르렀다는 것이다. 이에 따라 항공기 체계 형상설계를 위한 공력, 구조, 추진, 전자 및 세부계통의 설계, 부품 선택, 인증 등의 기술적인 절차와 시행착오를 경험하고 기반기술을 익힌 전문인력을 배양하였고 항공기 개발을 위한 시험평가 체계와 기반시설 그리고 양산을 위한 생산시설 구축을 가능케 하였다. 이 사업을 통하여 국내에 설치된 시설은 대형 풍동시설, 전기체 구조 및 피로시험 시설 및 장비, 환경시험장비 그리고 양산을 위한 조립 및 가공 시설등이다.

4. 국산화 개발 성과 분석

항공기의 설계개발의 형태는 원칙적으로 시스템 종합업무가 중심이 되는 복합시스템의 개발업무이다. KT-1 개발사업은 국내 최초로 항공기 체계의 개발 국산화를 수행한 사업으로 체계조립과 기체개발에 중심을 두고 개발하였다고 볼 수 있다. <표 11>에 표시된 것 같이 체계 및 기체 개발에 87%, 비행조종장치에 38%, 세부계통에 24%, 전자분야에 16% 등의 국산화를 이루었으며 미개발 분야에 대한 추가 국산화 노력도 계속 추진중이다. 양산시의 제조원가 기준의 국산화를

은 약 5 %이며 획득가격 기준으로는 60%로써 개발 목표인 70%를 달성하지는 못했으나 최초로 개발한 항공기로서는 상당한 국산화 개발의 성과라 할 수 있다.

5. KT-1과 T-50 (KTX-2)의 독자 개발의 의의

T-50은 아직 개발단계이지만 KT-1과 T-50의 성공적인 국내 개발에서 얻을 수 있는 의의를 찾아보면 다음과 같다. 첫째, 고도 정밀과학기술의 복합 시스템인 항공기의 체계종합 경험의 축적으로 고급 전문인력을 육성하였고 필수 핵심실험 및 생산 시설을 확보하여 항공기 독자 설계 개발 및 실험을 가능케 하였으며 국제공동개발 방식에도 참여할 수 있는 기본 능력을 축적하였다. 둘째, 국내에서 독자 개발한 항공기의 기본 설계를 우리가 보유하기 때문에 이를 기반으로 계열기의 개발 및 판매가 가능한 기반을 마련하였다. 외국의 예에서 볼 수 있듯이 항공기 하나를 개발하는 비용이 갈수록 비대해지므로 개발된 항공기를 최대한 이용하여 계열화함으로써 비용의 절감과 운영의 효율을 극대화할 수 있다. 참고로 5,800 여대를 제작 판매한 F-4 팬텀기의 경우 F-4C, F-4D, RF-4C, RF-4E 등 무려 19개의 계열기를 개발하여 판매하였고 F-16의 경우도 A, B, C, D, N 형으로 계열화되어 개발되었다. 민수기의 보잉 시리즈 중에 707, 747, 767 등의 다수의 계열화는 이미 널리 알려진 사실이다. 우리도 KT-1의 후속기인 저속 통제기를 비롯하여 민군 겸용으로 PC-12, TBM 700급 다목적 수송기등 요구에 따라 얼마든지 계열화를 저렴하게 추진할 수 있고 특히 전투기급의 성능을 가지고 있는 T-50의 경우 전투기형의 계열화로 향후 발전가능성이 매우 높다고 할 수 있다. 셋째, 우리나라에서 개발된 항공기의 역사상 최초의 완제기 수출을 추진할 수 있다. 완제기의 해외 수출이 주는 의미는 여러 가지가 있지만 우선 완제기와 함께 관련 부품과 정비교육훈련까지 수출할 수 있어 국가의 위상과 경제적 이익을 동시에 추구할 수 있다. 넷째, 국내개발에 의하여 항공기 운영비가 대폭 감소될 것이 예상된다. 그 동안 외국 항공기의 도입에 따른 창 정비 및 비행교육을 위해 많은 비용을 드리면서 외국에서 교육을 수행했지만 향후 국내에서 우리말로 교육을 수행하여 교육기간 단축 및 비용절감에 크게 기여할 것이다.

V. 향후 기술혁신 추진방향

지금까지 국내 개발 항공기인 KT-1의 개발과정을 돌아보면서 우리나라가 항공산업을 주력의 전략 산업으로 육성하면서 안보와 함께 국가 경제의 향상을 도모하고 국제적인 위상을 제고하려 한다면 몇 가지의 추가 추진사항이 필요할 것으로 생각된다. 첫째로, 국가적인 항공사업의 관리능력의 보완이다. 주지하다시피 항공 사업은 막대한 예산과 국가적 에너지가 결집되어야만 경쟁력을 유지할 수

있는 첨단 과학 산업으로 이의 적절한 관리가 무엇보다도 필요한 사업이다. 이에 따라 체계적이고 전문적인 사업관리에 의하여 개발기간단축 및 양산가격의 지속적인 관리가 가능하여 국제적인 경쟁력 제고에 큰 도움이 되리라고 생각한다. 이것은 개인 혹은 민간에서 이윤추구만을 목적으로 추진하기에는 여러 가지 문제점이 있어 우리나라와 같은 나라에서는 국가의 관리 하에 군, 민 소요를 적절히 혼합하여 일사불란한 사업 관리 하에 추진하는 것이 효율적이라 판단된다. 특히 소요가 군에 편중되어 있는 우리나라의 경우에는 더욱 필요한 상황이다. 정부차원에서 전문 인력의 확보와 함께 전담 부서를 설치하여 대외 신인도 제고와 함께 전 항공사업에 대한 계획 및 추진에 일관성을 유지하는 것이 필수적이라고 판단한다. 둘째, 새로운 항공기의 설계개발은 많은 양의 비용이 소요되므로 계열기의 활용 및 소요도출에 최선을 다해야 한다. 항공기 설계 및 개발은 학습효과가 커서 부품 및 설계개념을 공유하면서 유사한 계열 항공기를 개발할 때 그 개발비가 현격히 감소하는 것이 특징이다. KT-1, T-50을 기본 골격으로 한 계열기의 개발이 성공적으로 수행될 때 우리나라의 특성상 기본소요대수가 한정적이어서 야기되는 양산단가의 상승 및 개발비 회수의 어려움을 극복할 수 있을 것이다. 셋째, 핵심기술 및 부품의 국산화를 도모해야 한다. KT-1의 개발과정에서 경험했듯이 항공기 개발 시 정말로 부가가치가 높은 부분이 핵심부품들로 어느 것은 소형장비 하나에 1억원을 넘는 경우가 존재한다. 비록 소량의 수요의 첨단기술과 극심한 환경시험조건의 합격 등의 어려운 문제가 존재하지만 계속 해외업체에 의존하기에는 너무나 아쉽고 또 필요한 분야이다. 국가적으로도 특별 개발지원 과제 등을 통하여 첨단 부품산업을 지원하는 정책을 수립해야 할 것이다. 넷째, 차세대 항공기를 위한 핵심기술 및 개발 시설기반 확보를 추진하여야 한다. 첨단 핵심 과학기술의 복합 산업답게 항공기 산업은 정체되어 있지 않고 끊임없는 기술발전을 거듭하여 다음에는 어느 정도의 성능을 가진 항공기가 출현할지 예측하기 어려운 정도가 되었다. 이모든 경쟁에서 우리가 최고의 위치를 차지하고 세계를 경영 할 수는 없지만 우리만의 장점을 나타낼 수 있는 틈새 시장공략의 전략을 세우고 기술개발에 매진해야 급변하는 기술경쟁 사회에서 뒤지지 않고 대등한 입장에서의 기술교류, 공동개발 ACL 구매협상을 할 수 있을 것이다. 이에 는 국가적 차원에서 기술개발 과제의 도출과 지속적인 지원 및 Incentive 유도 등으로 우리 기술의 배양과 육성 및 전문 고급인력의 유지에 힘을 써야 할 것이다. 항공산업은 그 특성상 안보에 많은 영향을 받으며 국제정세나 경제의 부침에 따라 소요가 연속적이지 못한 경우가 많다. 따라서 관련 전문 고급인력들의 유지 관리에 많은 어려움이 존재하는데 국가에서 이러한 선진 핵심 기술 과제의 도출로 관련인력들을 배양하며 미래를 준비하는 노력이 필요하다. 현재 국가에서 추진 중인 항공우주기술개발 사업은 2000년에 30억, 2001년에 70억 2002년에 150억으로 그 규모가 확대될 예정이어서 희망적이나 아직도 전체규모에서 더욱 큰 지원이 필요하다.

VI. 결 언

우리나라는 남북대치의 극심한 안보상황 하에서도 온 국민이 단결하여 괄목할 만한 경제성장과 산업기술의 기반을 다져왔다. 더욱이 기술부족의 어려운 환경 하에서도 항공산업을 육성하여 KF-1의 국내 개발의 성공과 양산, 배치운영, 나아가서는 해외 수출을 추진할 정도의 기반을 이룩하였으며 이에 관련된 기반시설 및 장비를 어느 정도 확보하여 항공산업국가로서의 첫걸음을 내딛었다. T-50의 개발사업은 이보다 한 단계 진보한 전투기급의 항공기를 국내 개발하는 것으로서 미국과 국제공동개발로 추진하고 있으며 이의 성공은 우리나라가 경쟁력 있는 국제적인 항공기 개발 국의 변모를 확실히 다지는 의미가 있는 매우 중요한 사업이다. 이 두 사업과 차세대 전투기 사업, 헬리콥터사업, 무인항공기 사업 등이 연계되어 기술을 공유하고 일관성 있는 전략적 항공산업 유지 발전에 노력하면 우리나라의 장래는 희망이 있다고 판단한다. 이에 몇 가지 제언을 하면 다음과 같다. 첫째, 정부차원의 사업관리 능력의 보완이 필요하다. 둘째, 현재 개발된 항공기와 연계된 계열기의 개발과제를 도출하는 노력이 필요하다. 셋째, 전문 인력의 지속적인 육성 및 유지 발전을 위해서 미래를 위한 핵심기술 과제와 기간 실험시설 확보 등에 대한 정부 차원의 지원이 필요하다.

[참고문헌]

- 김상경(2001), 『항공산업 활성화를 위한 정책 방향에 관한 연구』, 한남대학교, 석사논문.
- 조황희(2000), 『항공기산업의 기술혁신 패턴과 전개방향』, 정책연구 99 - 38, 과학기술 정책연구원.
- T. Cho(2000). *A Review of Korean Aircraft Development*, The 1st International Conference on Design and Optimization.
- 이재명·이수용·이대열(1996), 『KTX-1 수정 설계보고서』, ASDC-501-960349, 국방과학연구소.
- 김성배·이주형(1997), 『기본훈련기 개발사업 성과분석 및 획득정책』, 한국국방연구원.