

## 미국의 General Aviation용 소형항공기 기술개발 동향

글/이 종 원 twinbee@kari.re.kr, 권태희, 박일경,  
성기정, 안석민, 장재원  
한국항공우주연구원 항공사업단 항공기술실  
항공세부계통그룹

GA산업의 침체에는 위의 다섯 가지 원인 중에서 제조물책임법의 영향이 가장 컸다. 당시 미국의 제조물책임법에 따르면 항공기 제작사는 아무리 오래된 항공기라 할지라도 해당 항공기의 설계 및 제작상의 결함에 대한 보상책임을 부담해야만 했다.

### 1. 머리말

미연방항공법 Part 23(이하 FAR 23)에서 규정하고 있는 소형항공기가 가장 광범위하게 사용되고 있는 분야는 일반항공(General Aviation, 이하 GA)이다. GA용으로 사용되는 항공기에는 항공사업자가 정기운항업에 사용하는 항공기 및 군용기를 제외한 모든 상업용 항공기와 자가용 항공기가 포함[1]된다. 자가용, 조종훈련, 농업용, 항공촬영, 구조, 관광 등 다양한 용도로 사용되는 GA용 항공기에는 1인승 단발 피스톤 항공기에서부터 시작하여, 회전익기, 법인의 업무용 소형 제트기, 활공기, 그리고 자가제작 항공기 등 다양한 성능 및 제원의 항공기가 모두 포함된다.

1960년대 초부터 1970년대 말까지 10여년을 주기로 부침을 거듭하면서도 생산량에 있어서 꾸준한 증가세를 보이던 미국의 GA산업은 그림 1에서 보는 바와 같이 1980년대에 들어서면서 전례 없는 침체를 겪게 되었다.

1980년대와 1990년대 중반에 걸쳐 미국 내 GA항공기 생산대수가 급격히 감소한 이유를 살펴보면 ①제조물책임법 관련소송에 대비한 항공기 제작사의 보험료 상승에 기인하는 항공기 구매비용의 인상, ②보험, 정비, 연료 등에 관련된 항공기 운용비의 전반적 상승, ③1986년에 시행된 항공기 사치세의 적용, ④투자세액 공제제도의 폐지, ⑤지역항공과 통근항공의 확산을 포함한 항공운송회사의 전반적 서비스 능력향상 등과 같은 다섯 가지의 주 원인[3]이 드러난다. 물론, 미국

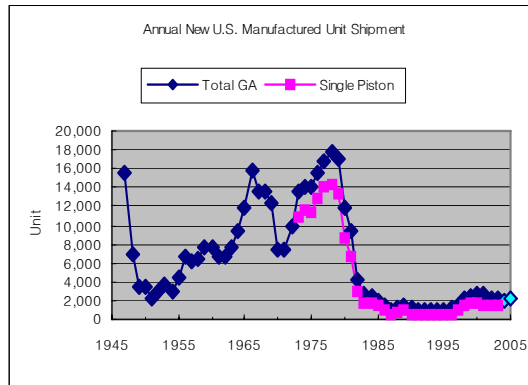


그림 1. 미국 GA항공기 생산 대수 추세[2]

미국 GA제작사들이 항공기 기체와 구성품으로 인한 제조물책임법 관련 배상과 변호비로 지불한 비용은 1976년에 연 24백만불이었으나 10년 후인 1986년에는 연 210백만불로 9배 가까이 증가했다. 이런 재정적 부담을 견디지 못한 상당수의 GA제작사가 파산신청을 하거나 단발 피스톤 항공기 생산설비를 폐쇄하였고 그에 따라 미국의 GA항공기 생산대수는 1990년대 초반까지 연 1,000대 이하로 감소하였다.

미국 내의 GA 항공기 생산대수가 급격히 감소함에 따라 기체의 노후화도 심각한 수준에 도달했다. 1993년을 기준으로 미국 내에서 운용중인 단발과 다발을 모두 포함한 피스톤 항공기 전체의 평균기령은 무려 27년을 넘은 상태였다.

## 2. GARA의 제정

결국, 제조물책임법이 미국의 GA산업을 몰락시킨 주 원인이라는 공감대가 형성되어 GA제작사의 제조물 책임기간을 출고 후 18년까지로 제한하는 General Aviation Revitalization Act (이하 GARA)가 제정 [4]되었다. GARA의 적용대상은 미연방항공국(이하 FAA)의 인증을 받은 승객 19명 이하의 항공기 중에서 GA의 용도로 사용되는 항공기이다. 단, 제조물책임법 관련소송에 있어서 해당 항공기의 제작자가 항공기 인증을 받기위한 목적으로 허위사실을 기재했다는 사실을 원고 측이 입증하는 경우에는 GARA를 적용하지 않는다. 또한, 해당 항공기의 결함으로 인해 응급구조 중에 환자가 부상을 입거나 지상에서 대인피해가 발생한 경우[5]에도 GARA를 적용하지 않는다.

1994년 8월 17일부터 발효된 GARA의 제정 이후 미국의 GA산업은 긴 침체기로부터 서서히 벗어나기 시작했다. GARA가 발효된 후, GA제작사 중에 선두 주자라 할 수 있는 Cessna사도 약 10년 동안 폐쇄했던 단발 피스톤 항공기 생산설비를 1996년 중반부터 다시 가동시켜 Skyhawk 계열을 시장에 출하하기 시작했다.

## 3. AGATE Program의 수행

미국 GA산업의 부흥을 위해서는 제조물책임기간을 출고 후 18년까지로 제한하는 GARA의 제정만으로는 불충분했다. 1990년대 중반까지 이어지던 침체기 동안, 미국 내 GA산업분야에 대한 새로운 기술투자가 거의 이루어지지 않았다.

미국은 시대에 뒤떨어진 GA산업 관련기술을 신속하게 발전시키기 위해 Advanced General Aviation Transport Experiments 프로그램 (이하 AGATE)을 관·산·학·연 협동과제의 형태[6]로 수행했다. 70개 이상의 기관 및 산업체가 참여한 AGATE에는 1994년부터 2001년까지 NASA의 Seed Funding 63백만불을 포함하여 총200백만불 규모의 예산이 투입된 것으로 알려져 있다.

NASA의 Seed Funding에 대한 AGATE의 분야별 예산배분율은 표 1과 같다.

표 1. AGATE의 분야별 예산배분율 [%]

순번	분 야	%
1	Program Management	10
2	Program Operation	9
3	Integration Platform	15
4	Icing Protection Systems	5
5	Integrated Design & Manufacturing	27
6	Propulsion Sensors & Controls	7
7	Flight Systems	27
계	NASA의 Seed Funding만 나타낸 것임	100

AGATE의 임무분야는 표 2에서 보는 바와 같이 크게 11개 분야로 나눌 수 있다.

표 2. AGATE의 11개 임무분야 예

WPN	세부임무분야	주관
1	Flight Systems - 소형항공기에 전천후 비행능력 부여. - 소형항공기 급에 적절한 가격의 MFD 등 - 해당 계통의 설계지침 및 인증기준	LaRC
2	Propulsion Sensors & Controls - 엔진의 전자제어 및 고장진단 등 - DOC 및 환경오염/소음 경감 등 - 해당 계통의 설계지침 및 인증기준	GRC
3	Integrated Design & Manufacturing 기체 및 프로펠러의 중량감소/가격인하 ①저가의 설계 및 제작 방법 ②비파괴 검사 ③복합재료 물성치 ④Crashworthiness	LaRC
4	Icing Protection Systems - 총류의 형에 적합한 새로운 방빙계통 - 기체 결빙 예측능력 향상 - 해당 계통의 설계지침 및 인증기준	GRC
5	AGATE Integration Platform - 시뮬레이션과 비행시험을 수행 - 기타 임무분야의 진도확인 - 관련기술 DB개발 과 설계지침 및 인증기준 개발을 위한 시험	LaRC
6	Flight Training Curricula - 첨단 훈련 기술/기법의 개발 및 인증 - FAA FAR Part 141 관련 - IFR RATING 취득/유지에 소요되는 시간 및 비용 절감	FAA & LaRC
7	Airspace Systems Infrastructure, SATS 연계	FAA & LaRC
8	Ground Systems Infrastructure, SATS 연계	
9 10 11	Program Assurance, Program Analysis, Systems Assurance AGATE로 확보되는 기술개발, 설계지침, 인증기준이 단발 소형항공기에 경제적으로 적합하도록 유도. - 미국 GA산업의 단기간 내 부흥을 유도	LaRC

WPN = Work Package Number  
LaRC = NASA Langley Research Center  
GRC = NASA Glenn Research Center  
FAA = Federal Aviation Administration

### 3.1 조종실의 변화

그림 2는 AGATE 전후의 조종실 내부를 비교해서 보여주고 있으며, 소형항공기에도 중대형 여객기나 군용기에서처럼 아날로그식 계기 대신에 다기능 시현장치(MFD)등 디지털 방식의 계기가 광범위하게 적용되고 피스톤 엔진의 제어방법이 거의 터빈엔진의 제어방법 수준으로 단순해지고 있음을 알 수 있다.



(a)



(b)

그림 2 조종실의 변화 (a)과거 (b)현재

AGATE의 결과를 제품에 반영한 항공기 완제기 제작사 및 항법장비 공급사는 표 3과 같다.

표 3. AGATE 결과의 반영 내용 [7]

항공기 제작사	반영 내용
Raytheon Beech	Garmin 430/530 avionics suite as the first major Baron product line change since 1984
Cessna	Bendix King KMD 550 MFD
Cirrus	composite materials qualification methods and lean manufacturing techniques
Lancair	composite materials qualification methods and advanced avionics
Eclipse	Avidyne FlightMax avionics suite
항법장비 공급사	반영 제품
Avidyne	FlightMax avionics suite
BFGoodrich	SmartDeck
Avrotec	FlightMonitor
Allied Signal	APEX™
Garmin	Garmin 430/530
Seagull/Sequoia Instruments Inc.	Air Data Altitude, Heading and Reference System (ADHRS)

### 3.2 항공기 외형 및 재료의 변화

AGATE 이전에는 항공용 복합재료의 물성치 데이터베이스를 공유하는 제도적 뒷받침이 없었으므로 동일 복합재료라고 할지라도 사용자가 달라지면 해당 복합재료의 물성치에 대한 인증절차를 매번 다시 반복해야만 했다. AGATE를 거치면서, FAA의 승인을 받은 각각의 복합재료에 대해서는 각각의 사용자들이 자신이 사용하는 복합재료가 FAA의 승인을 받은 복합재료와 동일하다는 것을 입증할 수 있는 수령검사 수준의 간단한 시편시험만 하면 되도록 제도적 뒷받침[9]이 이루어졌다. 이와 같이 알루미늄 합금 대신에 복합재료를 GA항공기 주/부 구조물에 광범위하게 용이하게 적용할 수 있게 되자 항공기 구조물의 경제적인 경량화가 가능하게 되었고 항공기의 외형도 그림 3에서 보는 바와 같이 공기역학적으로 훨씬 더 효율적인 형상으로 발전하였다



(a)



(b)

그림 3. 항공기 외형의 변화 (a)과거 (b)현재

그림 4는 Lancair Columbia 300 기종에 대해 FAR23.573에 따라 복합재료 전 기체 피로시험을 수행하고 있는 장면이다.



그림 4. 복합재료 전 기체 피로시험 [7]

그림 4의 피로시험용 전 기체는 12,000시간 동안의 비행에 해당하는 연속적 반복하중을 견디어 냈다. 최대 설계하중 부과 10회를 포함하여 총 170,660회에 달했던 연속적 반복하중에는 총 7 종류의 하중조건이 포함되어 있었다. 그 후, 동일한 피로시험용 전 기체는 화씨 175도 조건에서 극한하중까지 견디어 냈다.

AGATE를 거치면서 GA 산업체들은 소형 GA항공기에 대한 Crashworthiness 설계지침[10]을 최초로 확보하게 되었다. 이러한 설계지침은 NASA의 관련시험설비에서 수행된 다양한 시험결과와 데이터베이스를 근거로 해서 작성된 것이다. Crash 시험조건과 Lancair Columbia300 기종의 전기체로 Crash 시험을 수행하는 장면을 그림 5로 나타내었다.

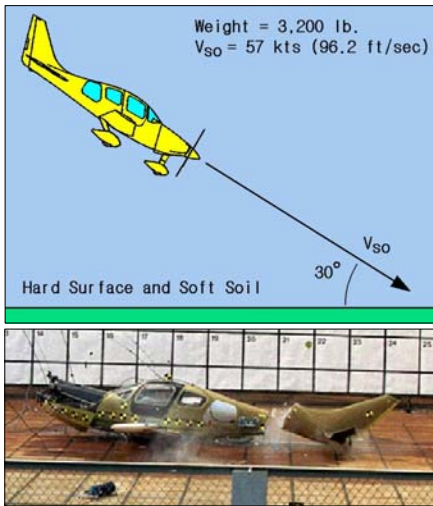


그림 5. AGATE Crash Test [10]

Crashworthiness에 관련하여 AGATE의 간접적인 파급효과의 하나로서 특기할만한 것이 바로 BRS사의 Parachute Recovery System [11] 이며 Cirrus Airframe Parachute System (이하 CAPS)이라는 이름으로 Cirrus사의 4인승 단발 피스톤 기종들에 장착되어있다. Cirrus사의 4인승 단발 피스톤 기종들은 Spin 회복이 거의 불가능하다는 치명적 단점을 안고 있었기에 부득이 그림 6과 같이 CAPS를 장착하여 FAA의 인증을 받을 수밖에 없었다. 그러나 Cirrus사의 기종들은 부득이하게 장착한 CAPS덕분에 오히려 수요자들로부터 적극적인 호응을 얻고 있다.



그림 6. CAPS [11]

### 3.3 소형항공기 관련 기술기준의 변화

AGATE의 결과는 FAA의 소형항공기 인증관련 기술기준의 수정 및 보완에도 큰 영향을 끼쳤으며 그 반영 범위는 표 4와 같다.

표 4. AGATE가 반영된 FAA 기술기준 [7]

No.	Title
23.1309.1C	Equipment Systems and installation in Part 23 Airplanes
23.1311-1A	Installation of Electronic Display in Part 23 Airplanes
20-53A	Protection of Aircraft Fuel Systems Against Fuel Vapor Ignition due to Lightning
20-105B	Reciprocating Engine Power Loss, Accident Prevention and Trend Monitoring
20-140	Guidelines for Design Approval of Aircraft Data Policy Memorandum
Policy Memo ACE-00-23.613-01	Volume 65, No. 114- Material Qualification and Equivalency for Polymer Matrix Composite Material Systems
21-16D RTCA	Document DO-160D entitled "Environmental Conditions of Communications Systems and Test Procedures for Airborne Equipment
23.562-2 (pending)	Dynamic Testing Part 23-Airplane Seat/Restraint Systems and Occupant Protection

### 4. GAP Program의 수행

AGATE와 병행하여, 미국은 표 5와 같은 사양의 터보팬 엔진(Turbine Element)과 2행정 디젤엔진

(Intermittent Combustion Element)을 개발하기 위하여 General Aviation Propulsion (이하 GAP) 프로그램을 수행하였다.

표 5. AGATE Engines [12]

IO-360-ES	Piston	IC Element	Allison 250-B17C Turboprop	Turbofan	Turbine Element
Air	Cooling	Liquid	-	Thrust(lb)	700
210	Power(hp)	200	420	Power(hp)	~ 500
350	Weight(lb)	~ 350	195	Weight(lb)	< 100
0.45	bsfc	0.36	0.66	bsfc	< 0.5
\$30K	Cost	~ \$15K	\$230K (+ \$30K)	Cost	~ \$65K
1,800	TBO(hr)	3,000	3,500	TBO(hr)	5,000
Noisy & Harsh	Comfort	~ - 5db (external) Smooth	Noisy	Comfort	> - 5db (External) Very Smooth
Gasoline	Fuel	Jet	1,750	Hot Sec. (hr)	2,500
without GAP	with GAP		without GAP	with GAP	

GAP 프로그램에는 1996년 12월부터 2002년까지 NASA가 투입한 55백만불을 포함하여 총 110백만불 규모의 예산이 투입되었다.

#### 4.1 Turbine Element

FJX-2로 명명된 소형 터보팬 엔진 개발은 Williams International (이하 WI)사가 주관했다. 수년간의 연구개발 및 시험평가를 거친 후 WI는 FJX-2의 상용화 파생형 EJ22 개발계획을 2000년 3월에 발표했다. Eclipse Aviation은 EJ22를 자사의 Eclipse500 기종에 탑재하여 일련의 비행시험을 거친 후 추력부족이 드러나자 Pratt & Whitney Canada사의 추력 900 lb급인 PW610F 터보팬 엔진 2기를 Eclipse 500에 장착[13]하기로 최종결정했다.

당초 예정됐던 2000년 10월에서 9개월 가량이 경과한 2001년 7월, WI사의 Static Test 설비에 장착된 FJX-2는 GAP Turbine Element의 목표인 700 lb의 해면고도 정지추력을 달성했다.

#### 4.2 Intermittent Combustion Element

통상 Continental Supercharged Diesel 283

(이하 CSD283)으로 불리는 GAP의 Intermittent Combustion (이하 IC) 엔진의 개발은 Teledyne Continental Motors (이하 TCM)가 주관했다.

1998년 3월의 최종설계검토를 거쳐 수평대향식, 전기식 과급기, 2행정, Jet-A유 사용, 직접분사식 압축점화, Time-Between-Overhaul (이하 TBO) 3,000시간 등 CSD283의 목표사양이 확정되었다. 2002년 2월까지 TCM은 CSD283 엔진이 장착된 Cessna 337 Skymaster 항공기의 전반적인 지상시험과 더불어 공중부양을 포함한 고속활주시험 및 착륙시험 등을 완료하여 GAP IC Element의 제반 목표를 달성했다.

당초의 예정보다 다소 늦어진 감이 있으나, 조만간 CSD283엔진의 상용화 파생형이 시장에 등장할 것으로 예상된다.

### 5. SATS Program의 수행

AGATE와 GAP의 성공적 수행으로 소형 GA항공기에 관련된 핵심기술이 체계적인 상관관계를 이루며 확보되었다. 이런 성공을 바탕으로 미국의 NASA와 FAA 및 National Consortium for Aviation Mobility (이하 NCAM)는 혁신적인 미래 지향적 항공교통 기반구축을 위해 AGATE와 유사한 관·산·학·연 협동과제의 형태로 Small Aircraft Transportation System (이하 SATS) 프로그램을 수행[14]하고 있다.

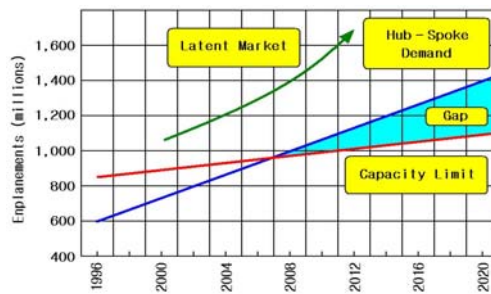


그림 7. NASA의 항공수요 예측 [12]

NASA의 자료에 의하면 SATS 프로그램과 유사한 사전 대비가 없을 경우 그림 7에서 보는 것처럼 미국의 항공수요가 조만간 기반설비의 처리용량을



초과할 것으로 예측되고 있다.

AGATE의 후속사업이라고 볼 수 있는 SATS에 대해 미 의회는 총 5개년(2001~2005)에 걸친 Proof-of-Concept (이하 POC) 사업에 69백만불의 정부 예산을 승인했다. SATS를 통해 이루어질 기술혁신의 파급효과는 아래와 같이 크게 4가지로 구분[15]될 수 있다.

- ① 국지적 항공교통망 확보에 의해 규모에 관계없이 모든 경제 단위의 균형적 발전이 가능.
- ② 기존의 고속도로나 Hub-and-Spoke 교통 시스템이 지연될 경우에 실용적인 우회로를 제공
- ③ 광대역 항공 시스템과 군소 공항간의 효과적인 통합이용 수단을 제공.
- ④ 개발도상국에게 교통관련 기반설비를 경제적으로 즉시 구축시켜 줄 수 있으므로 해외 수출이 가능한 혁명적 교통체계를 확보.

NASA는 2015년까지 미연방과 주 그리고 지역 단위까지 모두 포함하는 SATS의 개발을 완료하고, 2020년까지 미국 전역에 SATS를 적용할 수 있을 것으로 전망하고 있다.

### 6. 미국 GA항공기 평균기령

AGATE와 GAP 그리고 SATS와 같은 일련의 체계적 기술개발 프로그램에도 불구하고 미국의 GA항공기는 계속 노후화가 진행 중이다. 표 6에서 보는 바와 같이 미국 내 GA항공기의 평균기령은 시간이 지남에 따라 오히려 증가하고 있으며, 노후화된 기체들이 조만간 한계수명에 도달할 수밖에 없어 폭발적인 대체수요가 예상된다.

표 6. 미국 GA항공기 평균기령

엔진 수	엔진 형식	좌석 수	평균기령(년)	
1 9 9 9 [16]	단발	왕복엔진	1~3	28
			4	32
			5~7	25
			8 이상	43
	터보프롭	전체	10	
	제트	전체	27	
다발	왕복엔진	1~3	21	
		4	28	
		5~7	31	
		8 이상	30	
	터보프롭	전체	19	
	제트	전체	16	
계			27	

엔진 수	엔진 형식	좌석 수	평균기령(년)	
2 0 0 2 [17]	단발	왕복엔진	1~3	36
			4	33
			5~7	28
			8 이상	43
	터보프롭	전체	12	
	제트	전체	31	
다발	왕복엔진	1~3	36	
		4	33	
		5~7	33	
		8 이상	37	
	터보프롭	전체	26	
	제트	전체	28	
계			31	

### 7. GA항공기 운용대수 변화추세

GA항공기 운용대수 변화추세를 나타낸 그림 8에서 보는 바와 같이, 운용대수 면에서 대부분이 4인승인 미국의 단발 피스톤 항공기가 전 세계 GA시장에서 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

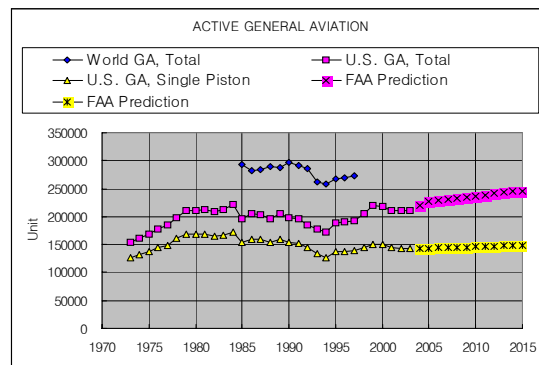


그림 8. GA항공기 운용대수[2], [18], [19]

한편, 운용대수의 증가속도 면에서는 6인승급인 Very Light Jet (이하 VLJ) 항공기가 가장 앞설 것으로 예측되고 있으며, 그에 따라 그림 9에서와 같이 해당기종을 이용하는 승객의 숫자도 뚜렷한 증가세를 보일 것으로 전망되고 있다.

그림 8과 그림 9에서 살펴본 바와 같이 4인승 단발 피스톤 항공기는 운용대수와 수요대수 측면에서 최대의 잠재시장을 제공하고 있으며, VLJ 항공기는 운용대수 증가율과 이용승객 증가율 측면에서 최대의 잠재시장을 제공하고 있다. 아울러 4인승 단발피스톤과 VLJ에 대한 수요는 당분간 공급을 훨씬 초과할 것으로 전망되므로, 한국과 같은 후발주

자가 전 세계의 소형 GA항공기 시장에 상대적으로 용이하게 진입할 수 있는 절호의 기회가 주어진 셈이다.

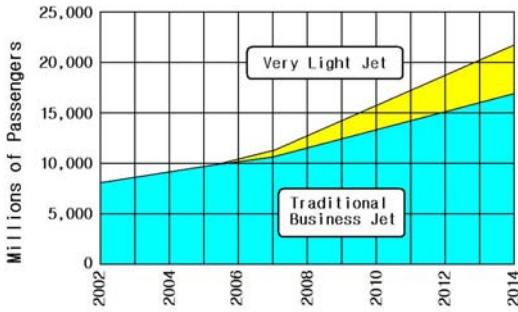


그림 9. V.L.J. 이용 승객 수 예측 [20]

### 8. 맺는말

한편 국내에서는 표 7에서 보는 바와 같이 1950년 초반의 부활 호를 비롯하여 2000년대 중반까지 다양한 소형항공기가 개발돼 왔으며, 이 기종들 중에서 KT-1이 후속실용화를 거쳐 본격적인 내수의 증속 및 수출에 성공한 유일한 항공기이다.

표 7. 한국의 독자개발 소형항공기

기종명	초도비행	개발주체	좌석	주구조물	마력(hp)
부활	1954. 4. 3	공군	2	강관/우포	PP 80
창공-91	1991. 11.	대한항공	5	Al 합금	PP 180
KT-1	1991.12.12	ADD	2	Al 합금	TP 550/950
까치	1992.12.	KARI, 동인	2	혼합	PP 80
Twinbee	1997. 2.15	KARI, SSA	8	복합재	2xPP 350
반디	2001. 9.	KARI	4	복합재	PP 250
담비 Gyroplane	2002. 9.23	동해기계 항공	2	혼합	PP 100

그러나 그동안 반복해서 쌓아올린 소중한 연구개발 경험을 바탕으로 국내 산·학·연의 능력을 결집, 적절한 GA기종의 개발을 지금부터 시작한다면 2010년대 초까지는 항공선진국과의 상호항공안전협정 체결을 거쳐 세계시장에 본격적으로 진입하는 것이 충분히 가능할 것이다.

### 참고문헌

1. GENERAL AVIATION : Status of the Industry, Related

Infrastructure, and Safety Issues, United States General Accounting Office Report to Congressional Requesters, August 2001.

2. General Aviation Statistical Databook 2003, General Aviation Manufacturers Association, February 11, 2004, (www.gama.aero).

3. William L. Oliver, Jr. and Michael G. Jones, "Repose Statute Helps Revitalize an American Industry: The General Aviation Revitalization Act of 1994 (GARA)," [1996-97] The Aviation Quarterly. 209-272, Part 4, April 1997.

4. The General Aviation Revitalization Act of 1994(Public Law 103-298), quoted from the Dept. of Transportation, U.S.A., 1994.

5. Aviation Product Liability, Phillip J., Kolczynski Law Corporation, 1997, (www.aviation.lawcorp.com).

6. Joseph R. Chambers, "Concept to Reality: Contributions of the NASA Langley Research Center to U.S. Civil Aircraft of the 1990s,"NASA SP-2003-4529, October 17, 2003.

7. Keith Gale, "AGATE Alliance Commercialization Impact Report, 1995-2000," AGATE ALLIANCE, Revision 4.0, AGATE-WP#12.0-120011-114- Report, NASA Langley Research Center, July 30, 2002.

8. AGATE Work Package Missions, pp. 11, NASA Langley Research Center,(sats.larc.nasa.gov/agate.pdf).

9. J. Tomblin, Y. Ng, S. Raju, "Material Qualification and Equivalency for Polymer Matrix Composite Material Systems," Rinal Report, DOT/FAA/AR-00/47, April 2001.

10. James E. Terry, Steven J. Hooper, and Mark Nicholson, "Design and Test of an Improved Crashworthiness Small Composite Airframe," NASA/ CR-2002-211774, August 2002.

11. Stefano Coledan, "Pilot Safe Thanks to Parachute Equipped Airplane," Popular Mechanics, (www.popularmechanics.com/science/technology\_watch/1285066.html)

12. Leo Burkardt, "A Paradigm Shift in General Aviation," Presentation Material, NASA Glenn Research Center, April 4~5, 2000.

13. Eclipse 500 Jet, Eclipse Aviation, (www.eclipseaviation.com /500jet/engine.htm).

14. Small Aircraft Transportation System (SATS), NASA Langley Research Center, (http://sats.larc.nasa.gov/main.html).

15. 2010 Concepts of Operations Document, Sally C. Johnson, National Consortium for Aviation Mobility, SATS 01-029, Version 1.0, July 2002.

16. General Aviation Statistical Databook 2000, pp.11, General Aviation Manufacturers Association, (amelia.db.erau.edu/onlinebkup/ 1053-00.pdf).

17. General Aviation Statistical Databook 2002, pp.12, General Aviation Manufacturers Association, (www.gama.aero).

18. FAA Aerospace Forecasts, FY 2004-2015, U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Office of Aviation Policy & Plans, March 2004.

19. Active General Aviation Aircraft in the U.S. 1972-2003, Current as of April 2004 by AOPA, Source: FAA, (www.aopa.org).

20. John Kern, "Vision for the Air Transportation System in 2025," Joint Planning and Development Office, FAA ,29<sup>th</sup> Annual FAA Aviation Forecast Conference, March 25-26, 2004.