

## 항공우주기술의 미래발전방향 (2)



金承祚 서울대 항공우주공학과 교수



항공우주기술은 첨단 종합과학기술로서 국력과 과학기술력을 가늠하는 척도의 기능을 합니다

선진국을 지향하고 있는 우리도 항공우주 기술에서 국제 경쟁력을 키우기 위해 새로운 항공기와 인공위성 등 여러가지 연구개발 사업을 추진하고 있습니다

이에 앞으로 추진되어지는 선진각국의 항공우주사업이나 구상되어지는 기술을 살펴보는 것은 의미있는 일입니다

또한 장래의 국방기술 연구계획도 이러한 기술 발전방향을 고려하여 주도면밀하게 이루어야 할 것입니다

### • 항공 재료 개발

**어떠** 한 기계 구조물보다도 항공기는 재료의 선택 및 그 가공 기술이 성능, 안정성 및 신뢰성에 결정적인 영향을 끼치고 있습니다.

따라서 앞에서 언급한 2000년대에 구현될 많은 기술들이 대부분 그 기능을 발휘하게 해 줄 새로운 재료의 개발에 그 성패가 달려 있다고 해도 과언이 아닙니다.

특히 실험실에서 개발 성공된 새로운 재료들이 실제 설계에 사용되기 위해서는 10년 내지 15년이 걸린다고 볼때, 현재 예측 가능한 새로이 사용되어질 항공기 재료들을 살펴보는 것은 중요하다고 볼수 있습니다.

#### \* 구조 부재를 위한 재료

—알루미늄-라듐합금 형태의 잉고(Ingot) 합금의 단조 및 익스트루전기술 개발

—알루미늄 파우더 합금 재료 개발

—강성, 취성, 부식성능의 20~40% 향상, 300℃~400℃에서부터 500℃까지의 온도에서도 사용가능한 구조재료 개발

—알루미늄 파우더의 초소성가공 및 압착 캐스팅 기술 등

#### \* 수지복합재료

—항공기의 주구조물(Primary structure)에 사용되어지기 위해 필요한 복합재료의 특성 향상, 성형법 개선 및 해석, 설계 기술 개발

—내부의 균열, 층간분리등의 손상을 모니터 링 할수 있는 기술 개발

—균열 및 층간분리의 발생 및 진전을 억제 하기 위해 스티칭 혹은 위빙 기술을 이용한 3차원 강화 복합재료개발

#### \* 금속복합 재료

—고온용 재료로 응용되기 위한 고온용 접착제 개발

—섬유재의 연성향상 기술

—제조 가공기술 향상 및 완성품의 품질검사 기술

—재료 가격의 저렴화



3D 카이본 필라멘트 기술로 생산되는 헤르메스의 노즈콘

**\* 고온재료**

—극초음속 항공기의 일부 구조물은 공력가열에 의해 1000°C 가까운 온도 및 이에 따른 극심한 온도 구배를 가지므로 초합금, 특수단열재료 및 특수섬유강화재료등의 새로운 성능의 소재 개발 필요

**\* 추진 기관 재료**

—연소실 및 터빈의 고온부위에 사용될수 있는 세라믹 재료 개발

—온도 차단용 코팅재의 개발 활용으로 기존 금속재의 온도를 200°C 가까이 내릴수 있는 기술

—성형제작 처리기술 향상으로 열 가소성 복합재료 활용기술

—Poly-PPBT와 같은 강체봉 형태의 분자 복합재료의 개발 활용

—티타늄 복합재료 활용기술 개발로 가볍고 효율적인 팬 블레이드 제작 기술

—샤프트, 베어링, 기어등의 성능을 향상시킬수 있는 신소재 개발

**\* Subsystem용 재료**

—항공기 구조물의 안전성 및 소음 정도등의

모니터링에 사용될 광섬유 및 피에조 센서들 개발

—FBW(Fly By Wire)기술을 더욱 향상시킬수 있는 디지털 광통신용 광섬유 활용 기술, 즉 FBL(Fly by Light)기술 등

**• GNC(유도, 항법, 제어) 기술**

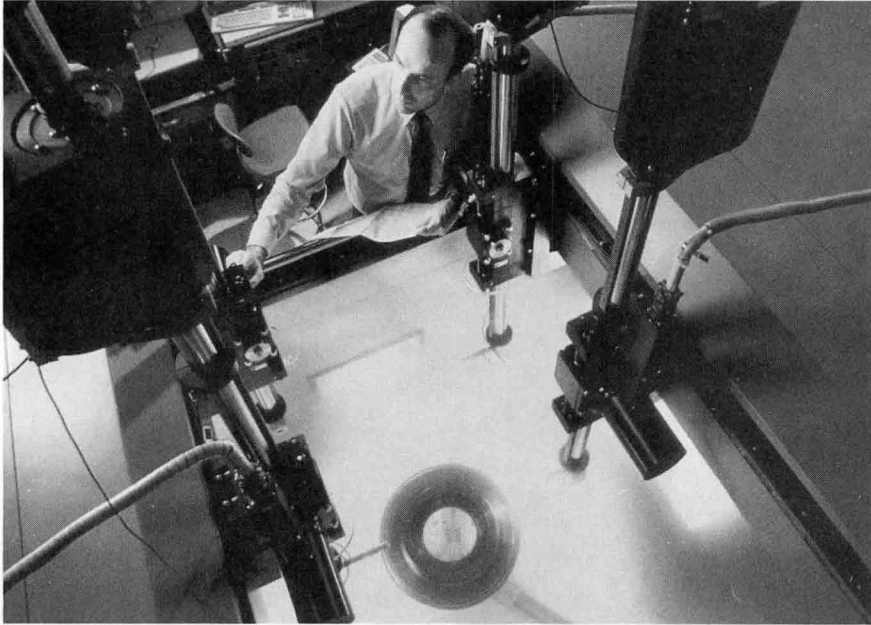
유도, 항법 및 제어 기술을 활용하여 지난 50여년간 항공기 성능 향상 및 안정성 증대에 큰 발전을 이루어왔습니다.

그러나 소형이면서도 고성능인 컴퓨터의 개발과, 관련 소프트웨어의 발전으로 이용할수 있는 컴퓨터의 성능은 더욱 향상될 것이고 앞으로 고성능 첨단항공기의 정의가 바로 얼마나 많은 우수한 GNC 기술을 활용한 기능이 있는냐로 정해진다해도 과언이 아닙니다.

특히 공기 역학, 추진, 그리고 구조적인 문제가 모두 고려된 다분야의 첨단 GNC 기술은 2000년경의 항공기들에는 선택 사양이 아니라 필수 기능으로 될 것입니다.

이들의 구현을 위해서 개발되어야 할 기술들은 다음과 같습니다.

**\* 다기술 분야 체계 통합 기술**



완전 자동화된 최신 컴퓨터 초음파 테스트 시스템(ACUTS) 초음파를 이용하여 비행기 엔진 부품들을 분해하지 않고도 성능시험을 가능하게 하는 장비로, 제조경비의 절감과 테스트후에도 부품이 손상되지 않는 효과가 있습니다

여러 분야의 기술을 통합하여 상호작용기능의 항공기 GNC 체계를 만듭니다.

이를 위해서는 각 기술 분야에서 제시되는 서로 모순적인 요구들, 예를 들면 안정성과 기동성, 새로운 기능을 위한 장비 첨가와 무게 경감 등을 적절히 조정해야 할 것입니다.

이러한 통합 설계기술은 궁극적으로 설계 개발 시간을 줄여주고 또한 재설계를 쉽게 해줄 것입니다. 이들을 위해 구체적으로 개발해야 할 기술을 들면 다음과 같습니다.

\* Subsystem의 능동 제어

디지털 컴퓨터를 이용한 Subsystem들의 능동 제어는 항공기 전체로 보았을때 미소 제어(microcontrol) 체계로 불릴수 있습니다.

국부유동 양상 조절을 위한 공기 역학적 외형을 연속적으로 변화시키는 분포제어기술, 각종 물리량들을 계속적으로 모니터링하여 엔진의 성능을 극대화하는 기술, 플러터의 능동 제어 기술 등이 있을수 있습니다.

\* 비행 정보 관리의 자동화 시스템

—항법, 지형 지물, 장애물, 적의 위협, 다른 항공기들에 관한 정보들의 자동적인 관리를 통해 복잡한 비행임무를 수행할수 있는 시스템 개발

\* 기타 기술들

- 비행사와 기계가 할 임무들을 설계시부터 적절히 고려하여 비행사의 임무를 줄이는 비행사/항공기 인터페이스 시스템 개발
- GPS와 지형 자료를 가진 탑재 컴퓨터를 이용한 지구 전체의 통합 영공 관리체계
- 전통적인 항공기의 안정성 및 시스템 제어를 위한 구속조건들을 고려하지 않고 설계하여 항공기의 성능 및 기동성을 높이고, 안정성 및 제어는 고도의 신뢰성이 있는 초내결함(Ultra Fault Tolerant) 시스템 개발을 통해 해결
- 비행 임무 수행중 부딪히는 제반 비상 상황에 대처할수 있는 처방을 도와 줄 전문가 시스템 개발
- 미소 제어 시스템들을 활용한 최적화 된 GNC 센서 개발

항공우주 비행체의 종류로 본 미래기술

이상으로 앞으로의 전문 분야별 기초 연구 개발 분야를 살펴보았고, 이들 기술들을 토대로 해서 개발될 시스템으로 나타날 새로운 항공기들의 성능은 다음과 같습니다.

• 정지 비행에서 마하수 0.8까지의 항공기 이 범주의 항공기로는 헬기와 수직 이착륙기(VTOL)가 됩니다. 우선 새로운 헬기들은 속도, 항속거리, 운용비용, 전천후 비행성능 등에서 큰 개선이 있게 됩니다.

우선 구조 무게를 30%까지 줄여서 연료 소모가 40% 정도 감소되고, 순항속도는 500노트(마하수 0.77 정도, BERP 블레이드를 사용한 Lynx 헬기의 249.1 노트가 현재 기록)에 달하게 되며, 소음 및 진동도 격감되어 현재의 제트 여객기의 실내 소음 및 탑승감을 실현합니다.

200명 정도의 승객을 태우고 100~600km 정도의 거리를 운항하는 단거리 여객수송 기능을 가진 헬기등이 출현 가능하게 됩니다.

틸트 로터기를 주축으로 하는 수직 이착륙기도 최고 속도 마하수 0.8까지 달성하며, 현재의 중거리 여객기 정도의 항속거리(1800km 정도까지)가 될 것으로 예상됩니다.

X형 날개기와 같은 특수 형상 여객기도 등장하여 헬기와 유사하게 이착륙하며 0.8의 마하수에 고공 비행 능력으로 현재의 장거리 여객기 능력을 갖출 것으로 예상됩니다.

• 천음속 대형 항공기 및 고성능 항공기

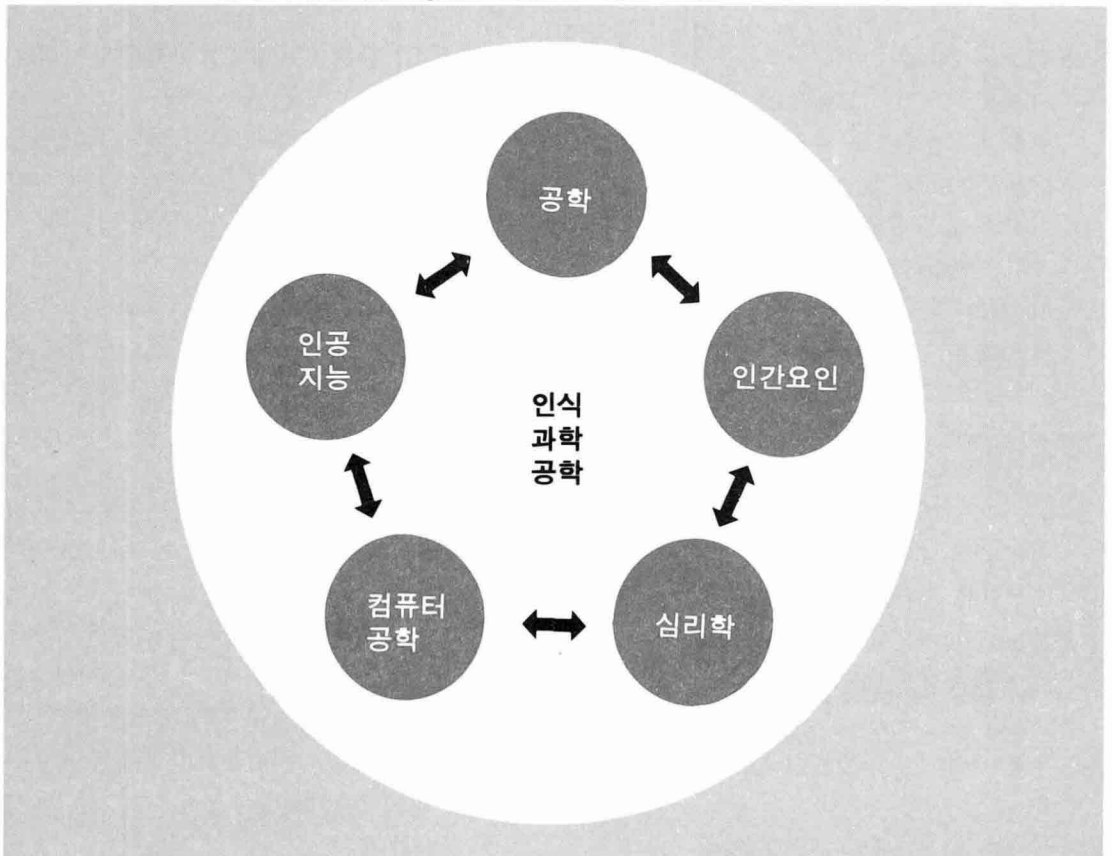
— 현재의 C-5A의 2~3배 수송능력에 18,000 km 정도의 항속거리를 가지면서, 현재 대형 항공기의 3분의 1 정도 이륙 무게를 가지는 여객기 및 수송기 개발

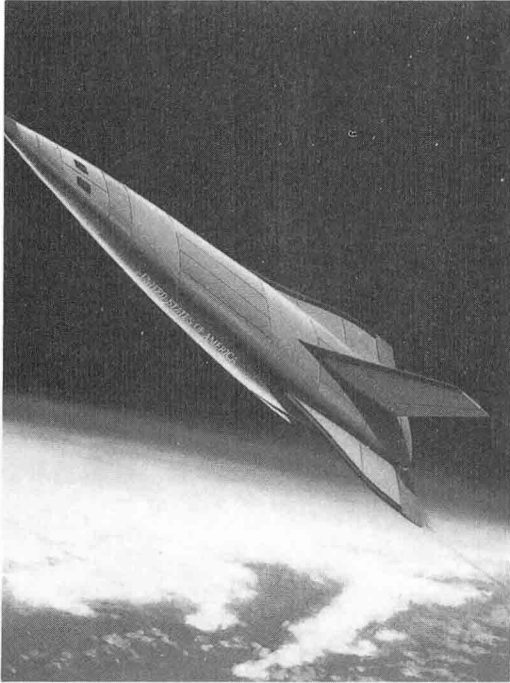
— 지형을 따라 조종되고, 짧은 이륙 및 수직 착륙 기능을 가지고 수백km 밖에서 전투 지역에 신속히 병력과 물자를 운반할 수 있는 고성능 공격용 수송기

— 37,000m 이상의 상공에서 아주 저속으로(마하수 0.4이하) 일주일 이상 비행하며 정찰, 통신, 항법 등의 임무를 수행할 수 있는 항공기의 개발

— 조종사의 실수도 극복할 수 있는 고성능의

인식 과학/공학(Cognitive Science/Engineering) 학문분야의 통합





NASP 계획으로 발표한 극초음속 실험기 X-30

효율적인 저속 소형 항공기의 출현 등

• 마하수 2~4의 항공기들

\* 고성능 전투기

- 24,000m 이상의 고도에서 운용가능하고 2g 이상의 기동 능력을 발휘할수 있어야 하며, 마하수 3.5에서 정상비행할수 있을 것이며, 이 속도에서 방어목적으로 33,000m 이상까지의 상승도 가능하여야 할것
- 마하 2에서 정상비행하는 F-15보다도 더 빠른 마하 3.5의 속도에 같은 양의 연료로 3배의 비행거리를 가질 것
- 모든 탑재물을 싣고서도 1,600km 이상의 작전반경을 가질 것
- 최고의 기동중에도 속도 및 고도를 감소시키지 않고 극초음속 공대공 혹은 공대지 미사일을 발사할수 있을 것
- 700m~1000m 이내의 활주로에서 전천후로 이착륙할수 있을 것
- Stealth 기능과 함께 탑재컴퓨터를 이용한 통합 화력제어/비행제어 시스템이 갖추어질 것
- 현재의 항공기에 비해서 수명이 10%이상

늘어나고, 비행시간당 정비시간이 반으로 줄어들 것

\* 초음속 수송기

현재의 초음속 여객기 콩코드는 180톤의 이륙하중에 100명의 승객을 마하 2의 속도로 대서양 횡단을 할수 있는 능력입니다.

2000년대의 초음속 수송기는 250톤의 이륙하중에 300명 가까운 승객을 싣고 마하수 2.7 이상의 속도로 8000km 이상의 거리를 비행할수 있게 됩니다.

- 초음속 단거리 이착륙 공격기

영국의 해리어기가 단거리 이착륙기능은 있지만 초음속 비행이 가능하지 않습니다.

2000년대에는 30m 이하의 저고도에서 지형을 따라서 비행하는 장치를 이용하여 마하 1.2 속도까지 비행가능하게 될 것입니다.

3000km 이상의 고고도에서도 마하 2 정도의 속도까지 이룰수 있게 됩니다. 그리고 탑재컴퓨터와 센서들을 활용한 전문가 시스템의 도움으로 각종 상황에 자동으로 대응하며 비행하여 보다 안전한 임무수행이 가능하게 됩니다.

- 장거리 초음속 순항 미사일

마하 4 정도로 순항하면서 필요하면 높은 g의 기동도 가능한 장거리 순항미사일이 개발됩니다. 대륙간 순항미사일도 가능하게 됩니다.

• 마하수 5~12의 항공기들

앞에서 언급한 외형설계기술, 구조재료 발전 및 새로운 추진기관등이 개발되면, 현재는 존재하지 않지만 극초음속 항공기들이 2000년대에는 출현하게 됩니다.

\* 극초음속 항공기와 미사일

- 마하수 8~12에 이르는 극초음속 요격미사일은 스크램제트(초음속 연소램제트, Supersonic Combustion Ramjet)엔진을 장착하게 될 것이며, 고고도에서 고속의 임무와 아울러 마하 3정도에서의 저고도 침투능력도 구비하게 됩니다.
- 마하수 6~8까지 비행하며 1500km 정도의 작전 반경을 가지는 극초음속 전투기/요격기의 출현

\* 마하수 8의 항공기

대기권 바깥으로 나간후 인공위성의 궤도속도로 비행후 재진입하는 천대기 우주항공기(Transatmospheric Space Vehicle, TAV)로서, 현재는 스페이스 셔틀이 이와 유사하나, 가용성 및 그 성능이 항공기처럼 빈번히 사용되는 정도는 아닙니다.

2000년대의 이들 TAV는 비행후 장치를 개수 보완하는 절차없이 비행하게 될 것이며, 정비 노력도 현재의 고성능 전투기 정도가 되어야 할 것입니다.

• 인공위성등 우주관련 기술

인공위성들도 궤도에 올려지기 위해서 대기를 통과해야 한다는 관점에서 앞에서 언급한 각종첨단 기술들이 활용되어야하고, 덧붙여 우주환경에서의 극한 조건들, 즉 초저온 및 부분적인 초고온, 진공 및 우주방사선들의 영향을 고려한 재료의 개발 및 그 설계기술 향상이 필요할 것입니다.

현재의 우주 왕복선들(미국의 스페이스 셔틀, 소련의 부란 그리고 계획중인 유럽의 헤르메스, 일본의 Hope, 독일의 Sanger, 영국의 Hotol 등)의 발전과 아울러 현재 계획중인 우주정거장들이 실현화 될 것입니다.

미국의 프리덤, 소련의 미르, 유럽우주기관(ESA)의 콜롬버스 등의 우주정거장 및 인공위성등을 통해서 다음과 같은 연구가 가능할 것입니다.

- 미지의 천체관측등의 우주과학 연구
- 통신방송, 지구관측, 지원탐사, 우주환경 이용 등의 실제적 우주이용기술
- 우주제조 공장, 우주관광, 우주발전 공장, 우주식민지 건설 등 우주에서의 대규모 산업활동

물론 이들이 모두 구현되기 위해서는 많은 기술발전이 이루어져야 할뿐 아니라 비용의 효율성에 대한 심각한 고려가 있어야 합니다.

그 일례로 우주발전의 경우 현재의 전기값을 기준으로 가장 호의적인 계산을 하더라도 발전 설비들을 우주에 건설할때 현재의 우주왕복선

발사비용이 10분의 1정도로 낮아져야 비용면에서 실현 가능한 것으로 예상되기도 합니다.

또한 현재의 GPS시스템 뿐만 아니라, 모토롤라사 주관의 이리디움계획, 로렐사의 글로벌스타등과 같은 다량의 소형 저궤도 위성네트워크를 활용한 전세계에 걸친 정보통신망의 형성도 이루어질 것으로 보입니다.

---

맺 는 말

---

항공우주관련 미래의 기술발전 방향을 살펴 보았습니다. 그러나 이런 모든 발전들도 궁극적으로 인간이 주체가 되어 시스템이 움직여져야 한다는 사실에는 변함이 없습니다.

이러한 면에서 인간의 지각 및 감각반응 속도를 넘어서는 고기능 첨단 자동운용 시스템의 작동여건에 어떻게 인간들이 적절히 대응하여 전체 시스템과 조화를 이루며 운용되게 설계하느냐도 중요한 과제가 될 것입니다.

즉 인간공학(Human Engineering)적인 혹은 Ergonomics적인 설계 등도 전체 첨단 시스템 발전에 중요한 요소가 됩니다.

- 기계원용 정보 입수, 처리, 결정방법
- 동적 실시간 적응 체계
- 시스템과 인간의 능력측정 기술
- 인간의 능력 특징화 및 이의 이용
- 인간의 필요에 대응하는 전문가 시스템 등이 인간의 실수를 최소화 시키고 고성능의 기계와 조화를 이루면서 운용시키는데 필요한 사항들이라 할수 있습니다.

이상 언급한 내용들중 상당 부분의 기술들이 군사관련 기술이고, 다른 일반기술들도 그 발전여하에 따라 앞으로의 군사기술 발전에 지대한 영향을 미칠 가능성이 큼니다.

따라서 미래를 내다보는 국방기술 연구계획을 수립할 때에, 이러한 기술의 발전방향에 따라 주도면밀하게 수립되어야 할 것이며, 한두사람의 국방관련 책임자 및 관련 연구소 소수 책임자들의 비전만으로 국방기술 연구방향이 좌우되어서는 안될 것입니다. \*