

제228회 한림원탁토론회

전략기술시리즈 (Ⅲ)

K-방산의 완성 : 첨단 항공기 엔진 독자 개발

일 시 : 2024년 11월 18일(월), 15:00

장 소 : 한림원회관 B1층 대강당

(온·오프라인 동시 진행)



모시는 글

우리나라 항공기 엔진 관련 기술은 1980년대 초반부터 면허생산을 시작으로 발전해 왔습니다. 그러나 항공기 엔진 기술은 항공 무기체계 개발의 핵심 요소임에도 불구하고 우리의 기술 자립도는 여전히 부족하며, 각국의 기술 보호 정책 강화로 인해 진입장벽이 높아지고 있습니다. 국내외 산업, 안보 환경 등을 고려할 때 항공가스터빈엔진 자체 개발의 필요성이 높아지고 있으며, 최근 정부는 12대 국가전략기술 50개 세부 중점기술 중 하나로 첨단 항공가스터빈 엔진·부품 기술을 선정하였습니다. ‘전략기술시리즈’ 세 번째 토론회로 개최되는 이번 한림원탁토론회에서는 관련분야 전문가들과 함께 국내 항공 무기체계 개발 자립화 및 선진화, 그리고 관련 산업 발전을 위한 방향 등에 대해 논의하고자 하오니 많은 관심과 참여 부탁드립니다.

2024년 11월

한국과학기술한림원

한림원탁토론회는 국가 과학기술의 장기적인 비전과 발전전략을 마련하고 국가사회 현안문제에 대한 과학기술적 접근 및 해결방안을 도출하기 위해 개최되고 있습니다.



Program

사 회 조형희 연세대학교 기계공학부 교수

시 간	프로그램	내 용
15:00~15:05 (5분)	개 회	유욱준 한국과학기술한림원 원장
15:05~15:50 (45분)	주제발표	
	발표자	차세대 항공무기체계용 고성능 엔진 개발 계획 심현석 방위사업청 첨단항공엔진개발 파트리더
		첨단 항공엔진 개발을 통한 공중우세 유지와 항공산업 육성 이흥철 공군 항공기술연구소 소장
		항공기 엔진 민군협력 개발 방안 김재환 한국항공우주연구원 항공추진연구부 부장
15:50~17:00 (70분)	지정토론 및 자유토론	
	좌 장	조형희 연세대학교 기계공학부 교수
	토론자	김유일 국방과학연구소 항공기술연구원 3부장
		김원욱 한화에어로스페이스 첨단엔진사업단 단장
		이상언 두산에너지빌리티 파워서비스 GT Center 센터장
		김지홍 한국항공우주산업 미래융합기술원 원장
17:00	질의응답	
	폐 회	

참여자 주요 약력

사회 및 좌장



조 형 희

연세대학교 기계공학부 교수

- 한국과학기술한림원 공학부 학부장
- 前 대한기계학회 회장
- 前 연세대학교 산학협력단 단장

주제발표자



심 현 석

방위사업청 첨단항공엔진개발파트 파트리더

- 방위사업청 미래도전기술사업팀 서기관
- 前 방위사업청 기술정책과 사무관
- 前 방위사업청 수출진흥과 사무관



이 홍 철

공군 항공기술연구소 소장

- 前 공군 군수사령부 국산기관리처 처장
- 前 공군 제20전투비행단 항공정비전대장
- 미국 뉴욕주립대 기계공학 박사



김 재 환

한국항공우주연구원 항공추진연구부 부장

- 한국유체기계학회 부회장
- ISABE(국제공기흡입엔진학회) 한국대표
- 서울대학교 기계공학 박사

참여자 주요 약력

토론자



김 유 일

국방과학연구소 항공기술연구원 3부장

- 한국추진공학회 사업이사 및 가스터빈 부문위원장
- 한국유체기계학회 상임위원
- 前 국방과학연구소 4기술연구본부 2부장



김 원 욱

한화에어로스페이스 첨단엔진사업단 단장

- 항공우주학회 산학협력 부회장
- 前 한화에어로스페이스 항공우주연구소 소장
- 前 Pratt & Whitney 전략담당



이 상 언

두산에너지빌리티 파워서비스 GT Center 센터장

- 前 두산에너지빌리티 파워서비스 GT Operation Center 상무
- 前 두산에너지빌리티 터빈·발전기 가스터빈개발 PM장
- 前 두산에너지빌리티 터빈·발전기 GT터빈개발팀 팀장



김 지 홍

한국항공우주산업 미래융합기술원 원장

- 前 한국항공우주산업 항공기해석실 실장
- 前 한국항공우주산업 KFX비행역학팀 팀장
- 前 한국항공우주산업 비행성능팀 팀장

I

주제발표

주제발표 1 차세대 항공무기체계용 고성능 엔진 개발 계획

- 심현석 방위사업청 첨단항공엔진개발 파트리더

주제발표 2 첨단 항공엔진 개발을 통한 공중우세 유지와 항공산업 육성

- 이흥철 공군 항공기술연구소 소장

주제발표 3 항공기 엔진 민군협력 개발 방안

- 김재환 한국항공우주연구원 항공추진연구부 부장

주제발표 1 차세대 항공무기체계용 고성능 엔진 개발 계획



심 현 석

방위사업청 첨단항공엔진개발 파트리더

차세대 항공무기체계용 고성능 엔진 개발계획

제228회 한림원탁토론회
2024. 11. 18.



Contents	
1	항공엔진 필요성 및 개발 배경 · 동향
○	필요성 및 개발 배경
○	국내외 개발 동향
2	항공엔진 개발 현황 및 계획
○	15,000 lbf 미만급 엔진 개발 현황 / 계획
○	15,000 lbf 이상급 터보팬 엔진 개발 현황 / 계획
3	항공엔진 개발 사업을 위한 선행 과제
○	항공엔진 감항인증 제도 구축
○	인프라 구축

제228회 한림원탁토론회

01 항공엔진 개발 배경 및 필요성

필요성

K-방산은 수출액 200억 달러를 목표로 정진 중

K방산 수출액
(단위: 억달러)

연도	수출액 (억달러)
2020년	30
2021	70
2022	173
2023	200

※2024년은 정부수출 예상 목표

K방

한국산 방산 제품을 수입한 국가

동아일보 PICK - A1면 1단 · 10시간 전 · 네이버뉴스

트럼프 "美무기고 텅 비었다"... K방산 '1000조 시장' 기회

채우석 한국방위산업학회 회장은 "나토 회원국 현지에 무기 생산 체계를 구축해 K방산의 유럽 수출을 한 단계 도약시켜야 한다"며 "향후 2, 3년이 K방산을 한 단계 성장시킬 골든타임"이라고 강조했다. 韓 조선업 등 한...

폴란드 대규모 추가 수출 '기대감'

- 방위사업청장, 폴란드 MSPO 방산전시회 참석... 고위급 면담 '바른 행보'

- K2 전차 2차 이행계약 막바지 수출 협상 '지원 사격'

자료: 방

자료: 스텝출품 국제정책연구소(SPRI)

제228회 한림원탁토론회

01

항공엔진 개발 배경 및 필요성

필요성

K-9 자주포, K2 전차, FA-50 등 K-방산 스테디셀러의 심장은 모두 외산



방위사업청

보도자료



산업통상자원부

보도사점 2024.9.27.(금) 11:00 배포 2024.9.27.(금) 08:00

K9 자주포 국산 엔진 양산...K-방산 해외진출 이끈다

- 민관 공동 320억원 투자, 약 500개 핵심부품 국산화, 3년만에 결실 -
- 「K9 자주포 국산 1호 엔진 출고식」 개최 -



4

제228회 한림원탁토론회

01

항공엔진 개발 배경 및 필요성

필요성

국내 항공무기체계의 핵심 구성품인 엔진은 모두 해외도입품



체계명	개발국	장착 엔진	엔진 제조사	추력(w/AB)
F-15K	미국	F110-GE-129 (터보팬)	General Electric (미국)	17,000 lbf (29,000 lbf)
KF-16C/D	미국	F100-PW-229 (터보팬)	Pratt & Whitney (미국)	17,800 lbf (29,100 lbf)
F-35A	미국	F135-PW-100 (터보팬)	Pratt & Whitney (미국)	28,000 lbf (43,000 lbf)
T/FA-50	한국	F404-GE-102 (터보팬)	General Electric (미국)	11,000 lbf (17,700 lbf)
KF-21(개발중)	한국	F414-GE-400 (터보팬)	General Electric (미국)	14,770lbf (22,000lbf)
Global Hawk	미국	AE3007 (터보팬)	Rolls-Royce (영국)	8,290 lbf
KT-1	한국	PT6A-62 (터보프롭)	Pratt & Whitney (미국)	950 hp
MUAV	한국	PT6A (터보프롭)	Pratt & Whitney (미국)	1,200 hp
군단급 UAV	한국	A-2700(양복엔진)	Austro Engine (독일)	180 hp

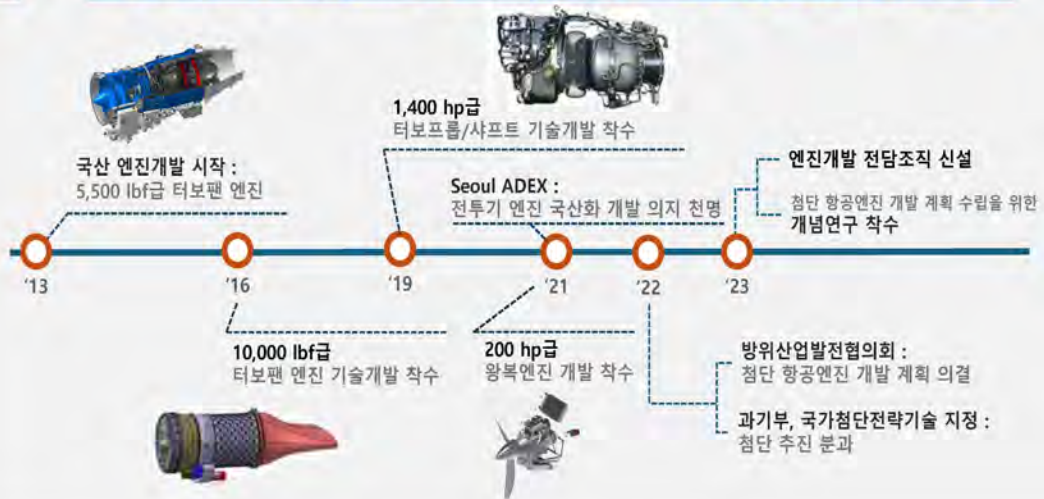
5

제228회 한림원탁토론회

01

항공엔진 개발 배경 및 필요성

개발 배경

'13년 엔진 개발 시작으로 점진적 기술 축적 → **첨단 항공엔진 개발에 도전**

8

제228회 한림원탁토론회

01

항공엔진 개발 배경 및 필요성

개발 배경

자체개발 전투기 양산 시작 → 엔진은 美 GE F-414

'23년 시제기 최초비행 순차적 수행, 6호기까지 모든 시제기가 비행에 성공

'24년 2월 초 기체 환경시험(저온,고온,강우,결빙) 통과

'24년 3월 방위사업추진위원회 "KF-21 최초 양산계획" 의결

2026년 末 양산 1호기 공군에 인도, 전력화 예정

9

제228회 한림원탁토론회

01 항공엔진 개발 배경 및 필요성

개발 배경 **장기간 많은 예산을 투입 + 최초의 도전 → 국가차원의 노력 결집 필요**

최초 계획부터 체계개발 착수까지 **17년**

다수의 타당성 검증, 공청회 개최 등 신중 추진

국책사업화로 사업추진의 동력 마련

↓

국산 전투기 보유국

- '99, 항공우주산업개발정책심의회에서 전투기 독자개발계획 심의
- '01, 공사줄업식에서 국산 전투기 개발계획 언급
- '02, KF-X 장기신규 소요 결정
- '03, 사업타당성 분석 → 독자개발 타당성 미흡, 공동개발 등 대안 검토 필요
- '05, 추진전략 용역 연구 → 타당성 가정보다 하 공동개발로 사업추진 필요
- '06, 사업타당성 조사 → 경제성이 없어 타당성 부족
- '08, 사업추진방안 보고 및 타당성 분석 재용역 결정
- '09, 사업타당성 조사 용역 연구 → 직구매 대비 경제성이 있어 타당성 있고, 국가 정책적 차원에서 사업추진 필요
- '10, 국책사업화 의결, 상반된 사업타당성 조사 결과에 대한 공청회(4회) 개최 → 타당성 결론, 탐색개발 추진 결정
- '12, 중기전환을 위한 체계개발 진입 타당성 연구 → 기술부족, 경제성 없어 타당성 미흡
- '13, 체계개발 사업계획 타당성 재검토 연구 → 진입 타당성 미확보
- '14, 체계개발 사업계획 타당성 재검토 후속연구 → EL 획득 방안 등 위험도 해소를 위한 노력 필요
- '16, 체계개발착수회의 개최, KF-X 개발 공식 선언

10

제228회 한림원탁토론회

01 항공엔진 개발 배경 및 필요성

개발 동향 **6세대 전투기, 유무인 복합체계 중심의 개발이 세계적 추세**

영국, 일본, 이탈리아 : GCAP

독일, 프랑스, 스페인 : FCAS

러시아 : PAK-DP

미국 : NGAD

중국 : J-X형 6세대 전투기

호주 : Loyal Wingman

11

항공엔진 개발 배경 및 필요성

개발 동향

6세대 전투기 장착을 위한 엔진 개발도 함께 진행중



항공엔진 개발 배경 및 필요성

개발 동향

이에 반해, 국내 기술수준은 선진국 대비 62% 수준



02 항공엔진 개발 현황 및 계획

15,000 lbf 미만 무인기 적용을 목표로 다양한 형태, 추력의 엔진 개발 중



14

02 항공엔진 개발 현황 및 계획

15,000 lbf 이상 개념연구 수행 중, 군 전투기 획득 계획에 맞춘 개발 기본계획 수립 예정



15

제228회 한림원탁토론회

03

첨단 항공엔진 개발을 위한 선행 과제

개발경험 시사점

개발된 국산 엔진의 **체계적용**은 쉽지 않은 문제엔진 개발과 체계 개발
사업의 일정 부조화엔진 변경에 따른
기체 수정 소요발생 부담안전성, 신뢰성에 대한
Track Record 부족

16

제228회 한림원탁토론회

03

첨단 항공엔진 개발을 위한 선행 과제

개발경험 시사점

국산엔진 개발간 **체계적용성** 확보 필요항공기 체계개발 진입 단계
엔진 기술성숙도 미성숙으로
국산엔진 적용 제한
**국산엔진 신뢰성 확보
후 양산단계 적용**엔진 시험개발은
지상시험까지만 수행,
체계장착개발, 통합시험 필요
감항인증 제도 도입체계 시범기와 국산엔진의
개발간 체계통합 및 비행시험
계획 미포함
**체계개발 단계, 기체와
엔진 개발책임 분할**

17

제228회 한림원탁토론회

03

첨단 항공엔진 개발을 위한 선행 과제 _ ① 항공엔진 감항인증 제도 구축

현항공엔진 인증 현황

군 감항인증 내 별도의 항공엔진 인증 절차 부족, 사례 없음

민간은 항공엔진 인증절차가 마련되어 있으나, 실적 전무

항공엔진 인증 시험 항목

Water ingestion



Bird Strike



Fan blade off



18

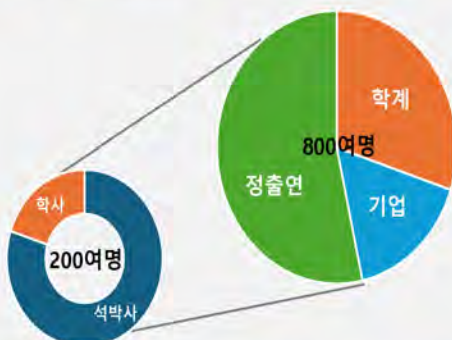
제228회 한림원탁토론회

03

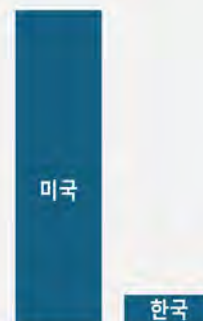
첨단 항공엔진 개발을 위한 선행 과제 _ ② 인프라 구축

인력 양성

항공엔진 분야 국내 기술수준이 낮은 이유 중 하나는 부족한 인력



국내 항공엔진 연구개발 종사자
약 800여명 수준



선진국 연구개발 종사자의
약 10% 수준

19

제228회 한림원탁토론회

03

첨단 항공엔진 개발을 위한 선행 과제 _ ② 인프라 구축

인력 양성

전공생 유입 촉진을 위해 기초기술 연구과제 추진, 배출인력 증가 도모

기술분야	기획 가능한 과제명
팬/압축기	첨단엔진 팬-압축기 불안정성 특화연구센터
연소기	첨단 항공엔진 고효율 연소기 기술 특화연구센터
터빈	터빈 계측기술 개발 및 국산화 특화연구센터
	첨단 항공엔진 냉각터빈 열설계 특화연구센터
서브시스템	첨단 항공엔진용 구름 베어링 특화연구실
소재	첨단 항공엔진 터보팬용 소재설계 기술 특화연구센터



관련 전공생의 항공엔진 연구개발
진출 비율 70% 가정시,
연 130명 배출 추정
2030년 650명 달성 예상

20

제228회 한림원탁토론회

03

첨단 항공엔진 개발을 위한 선행 과제 _ ② 인프라 구축

시설 인프라

향후 개발될 고추력 엔진의 시험이 가능한 시설 인프라 구축



시험항목	보유시설능력
구성품시험	국과연 시험장 일부 수행 가능
고도시험	국과연 시험장 일부 수행 가능
지상시험	국과연 시험장 신규 건축중
구조시험	신규 확보 필요
환경시험	신규 확보 필요
특성시험	국과연 시험장 신규 건축중

21

03 첨단 항공엔진 개발을 위한 선행 과제

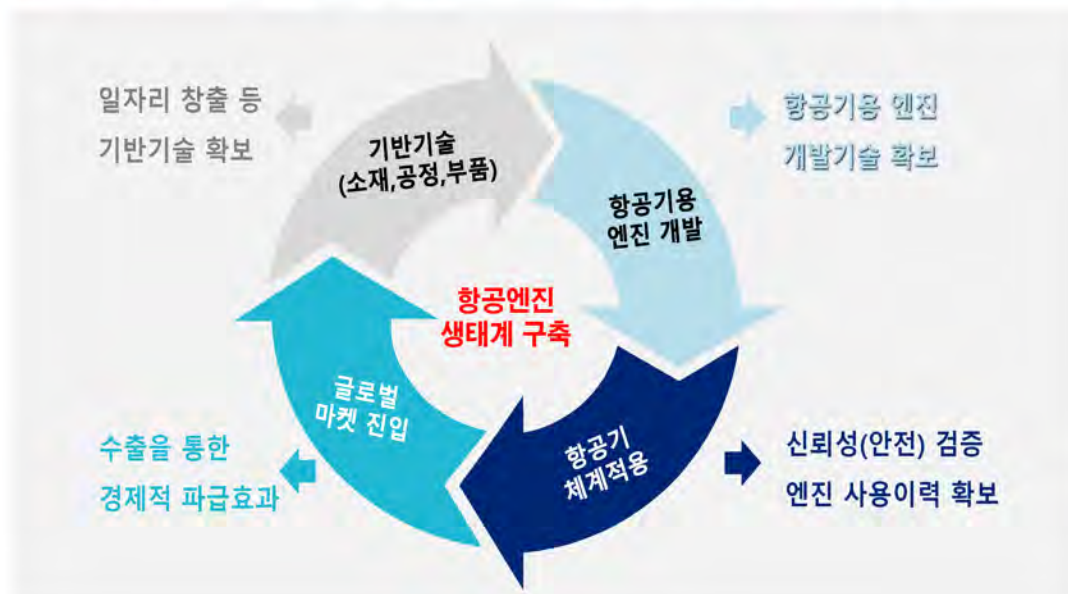
선행 과제

첨단 항공엔진의 **성공적 개발**을 위해 선행되어야 하는 조건

- 1 기체와 엔진 개발 사업의 **기획단계부터 기술-소요 유기적 협력**
- 2 체계사업(기업), 엔진사업(기업)의 **책임을 경감하는 인증 제도 구축**
- 3 **전문인력 양성 지원**을 통한 안정적인 인력 인프라 구축
- 4 고추력 터보팬 엔진 시험을 위한 **시설 인프라 구축 (국과연)**

22

03 첨단 항공엔진 개발을 위한 선행 과제 항공엔진 개발 생태계 구축



23



주제발표 2

첨단 항공엔진 개발을 통한 공중우세 유지와 항공산업 육성



이 홍 철

공군 항공기술연구소 소장


첨단 항공엔진 개발을 통한 공중우세 유지와 항공산업 육성




2024. 11. 18(월)

공군 군수사령부

항공기술연구소장 대령 이 홍철



내 용



1

공중 우세 유지를 위한 항공기 발전(1세대→6세대)

- 항공기 성능을 결정하는 요인(엔진, Avionics 등)
- 엔진 성능향상(SFC, T/W) 기술개발과 전략

2

항공기 발전에 따른 엔진 운영유지비(O&S Cost)의 급증

- 엔진 운영유지비 절감을 위한 부품 수명연장과 수리기법 개발
- 첨단엔진의 국내 기술지원과 정비 능력 제한
- 고성능 엔진 개발과 항공엔진 국내 MRO 능력 확대

3

첨단 항공엔진 개발을 위한 공군의 역할

Republic of Korea Air Force
21 - 2



What is Air Superiority?



Air Superiority is a fundamental pillar of American combat power. Without it, our nation's forces would have to radically change how they go to war.

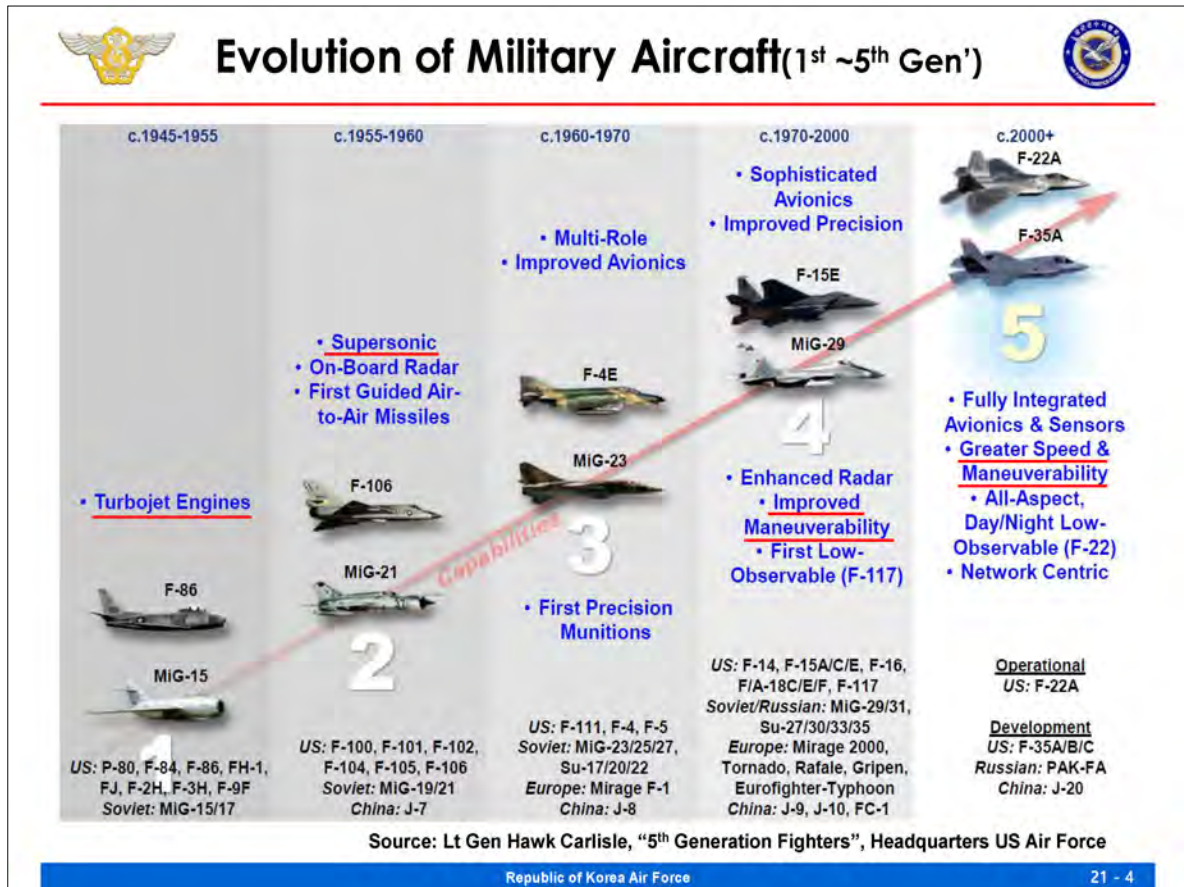
AIR SUPERIORITY REQUIRES A FAMILY OF CAPABILITIES







Republic of Korea Air Force
21 - 3





6th Generation Fighters





FUTURE COMBAT AIR SYSTEM
 Role: Combat System of Systems
 Manufacturer: Dassault Aviation, Airbus, Indra Sistemas, Safran, Thales, MBDA, MTU
 First Flight: 2040 (Planned)
 Introduction: 2040+ (Planned)
 Primary User: RAF, GAF, FAF



MIKOYAN PAK DP/MIG-41
 Role: Stealth Interceptor Aircraft
 Manufacturer: Mikoyan
 First Flight: 2025 (Planned)
 Introduction: 2028 (Planned)
 Primary User: RAF



NGAD (F-X)
 Role: Air Superiority
 Manufacturer: Possible Boeing or Lockheed Martin or Northrop Grumman
 First Flight: Before 2030 (Planned)
 Introduction: 2030 (Planned)
 Primary User: USAF

6TH GENERATION JETS- ARE THEY GONNA FLY SOON?



GLOBAL COMBAT AIR PROGRAMME
 Role: Sixth-Generation Jet Fighter
 Manufacturer: BAE System, Rolls Royce, Leonardo, Ili, Mitsubishi Electric
 First Flight: Before 2035 (Planned)
 Introduction: 2035 (Planned)
 Primary User: RAF, JASDF, ITAF



J-28
 Role: Stealth Fighter
 Manufacturer: Unknown
 First Flight: 2035 (Planned)
 Introduction: 2035 (Planned)
 Primary User: PLAAF



F/A-XX
 Role: Air Superiority
 Manufacturer: Boeing
 First Flight: 2030s (Planned)
 Introduction: 2030s (Planned)
 Primary User: USAF

Republic of Korea Air Force
21 - 6



Six Steps to Retaining Air Dominance



☐ The Air Force's plan to improve its ability to dominate the skies in future conflicts.



1. EXPANSION
of capability from 55 to 66 squadrons by 2024.



4. UPGRADES
to F-22 and F-35's ECM, communication and software systems.



2. NEW ENGINES
for F-22 and F-35, improving range, acceleration, speed and altitude.



5. ADVANCED EW
for F-15C/Es via EPAWSS. Eventually, the upgrade will be developed for the F-16 as well.



3. NEW AVIONICS
for 4th Gen fighters, including new radars, digital RWRs and software-based radios for the F-16s.



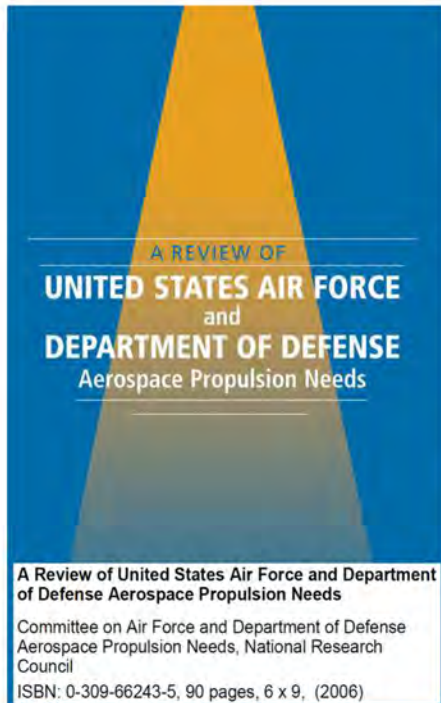
6. F-15EX
induction. Air Force is planning to purchase 144 F-15EX Super Eagles to supplement the F-22/ F-35 fleets.

Source: USAF's Dogfight Power Curve, *Air Force Magazine*, Sep. 2019, Vol. 102, No. 09.

Republic of Korea Air Force
21 - 7



Large Gas Turbine Engine Programs



Large GTEs are the backbone of the military aviation force that guards U.S. interests at home and abroad, and they play an enormous role in establishing U.S. air dominance at the battlefield. Owing to the technological superiority gained from programs such as IHPDET, current turbine engines have enabled U.S. forces to achieve air dominance in all recent conflicts. To maintain this edge, however, the United States must meet the increasing demand by the armed forces for more efficient, survivable, and lethal weapon systems. At the same time, the military needs to make those systems more affordable to minimize the impact of military demands on the federal budget. This may be accomplished through continual R&D in the turbine engine field.

A new generation of aircraft and propulsion systems technology is introduced to warfighters roughly every 25 years. Today the United States is fielding state-of-the-art large GTEs for the F-22 and the F-35. The propulsion technologies in these engines are the result of roughly two decades of efforts by the IHPDET program,⁴ Manufacturing Technology (ManTech),⁵ other DoD programs, and NASA aeronautics programs (DSB, 2006). The resulting propulsion systems are technically, in the committee's view, approximately 10 years ahead of competing systems such as that in the Euro-Fighter, which does not allow it to supercruise or have thrust vectoring or stealth features. The level of Euro-Fighter engine technology is roughly equivalent to the technology levels in the most advanced F-15 engines (F100-PW-229 and F110-GE-129). This 10-year technology advantage is much smaller than the 20-year advantage in the 1970s, when the F-15 and F-16 were launched. Current DoD funding for gas turbine S&T is much less than in the 1990s, and if it is not increased, the United States will probably lose its GTE technical advantage, as has happened in civil aviation.

Republic of Korea Air Force

21 - 8



Turbine Engine Technology Program

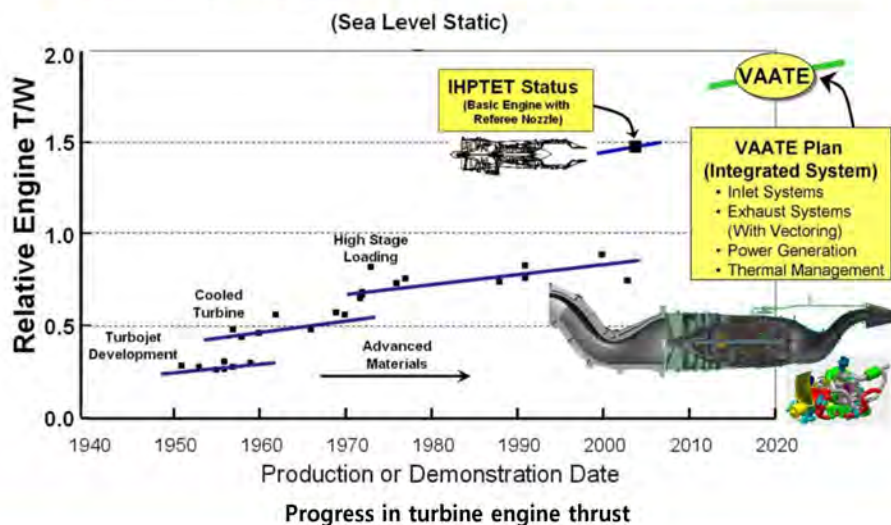


Integrated High Performance Turbine Engine Technology

미 국방성 주도로 다양한 기관이 연구에 참여하여 T/W, SFC, 생산/유지 비용 절감

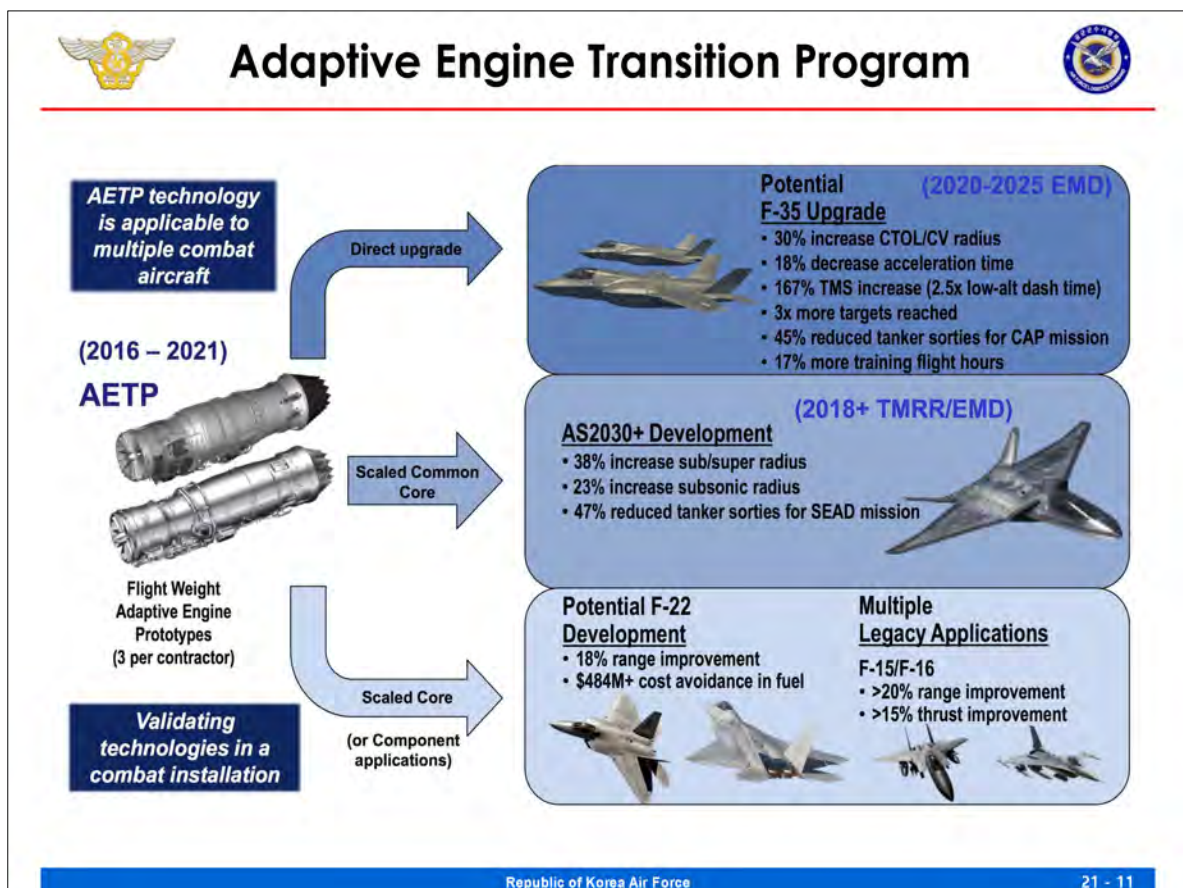
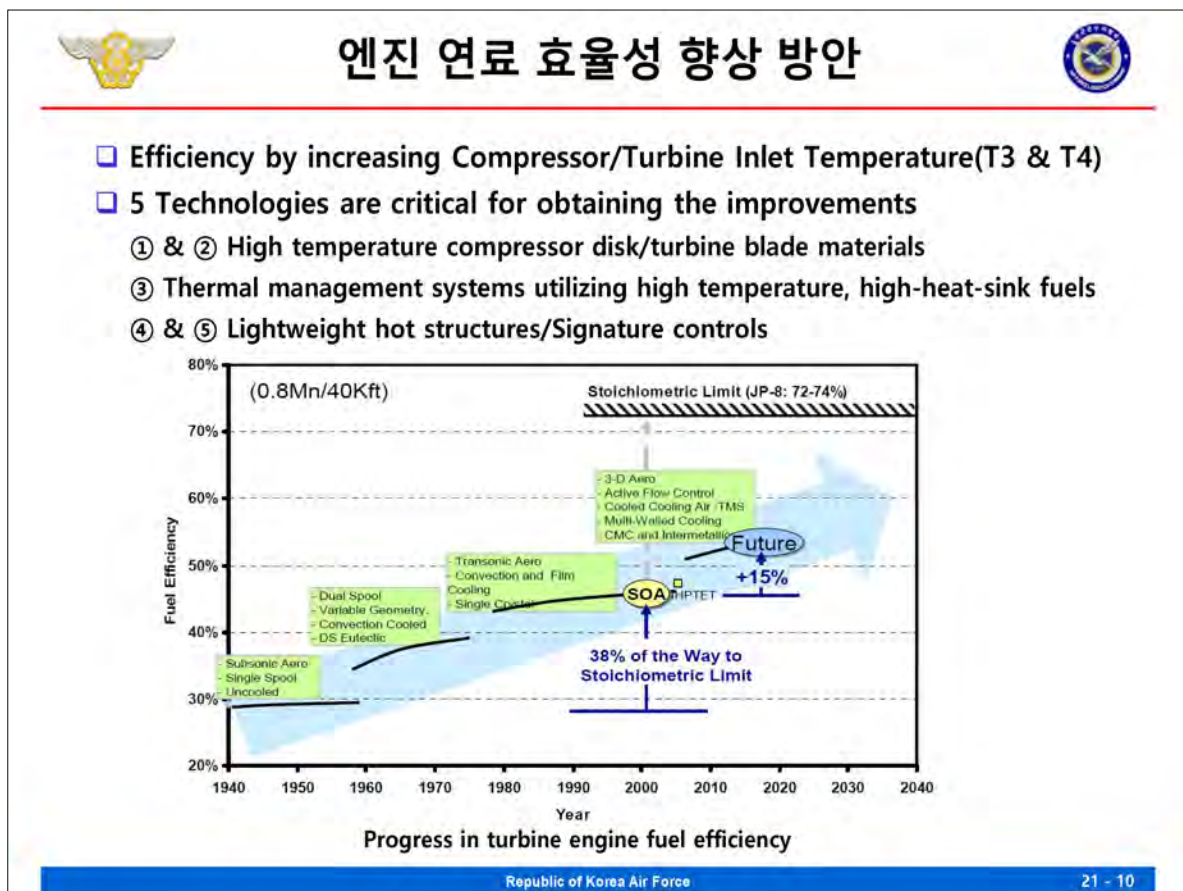
Versatile Affordable Advanced Turbine Engine

- 200% increase in T/W
- 25% reduction in SFC
- 60% reduction in TOC



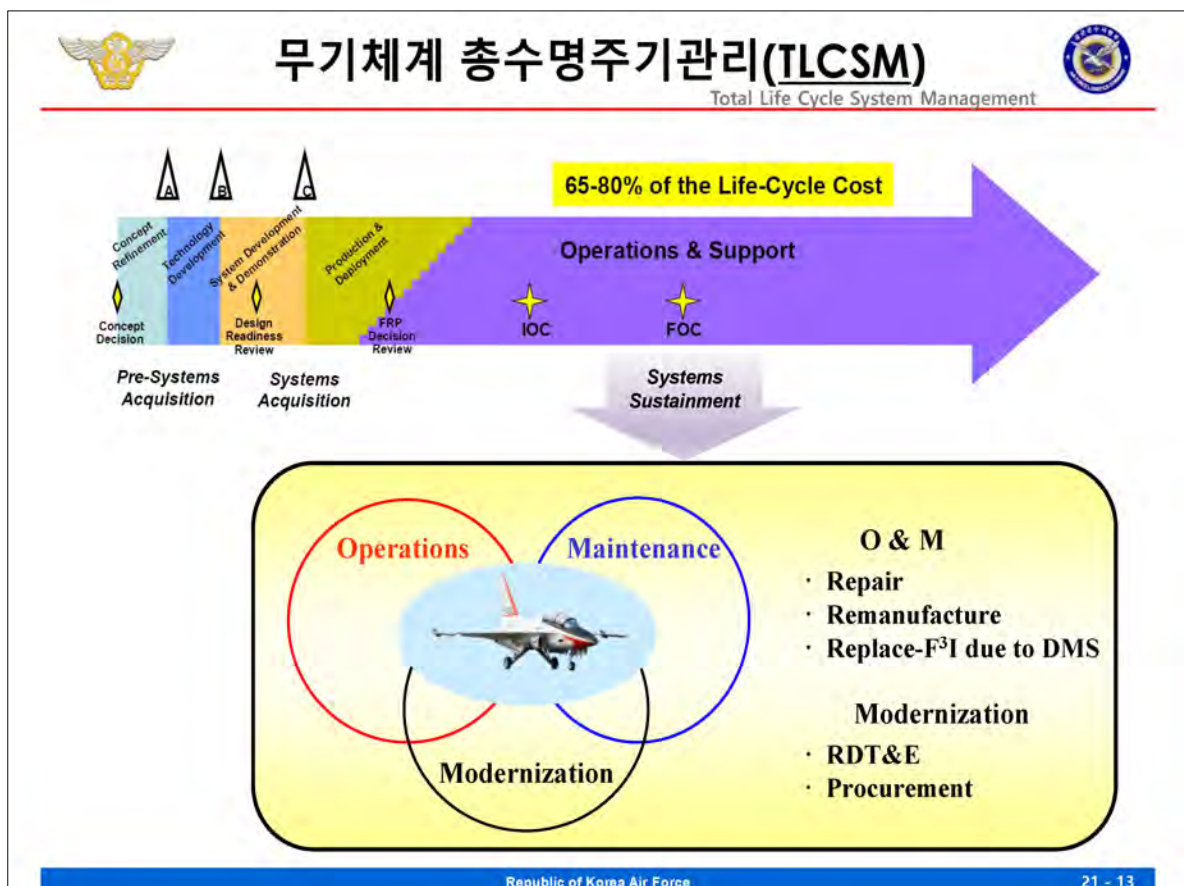
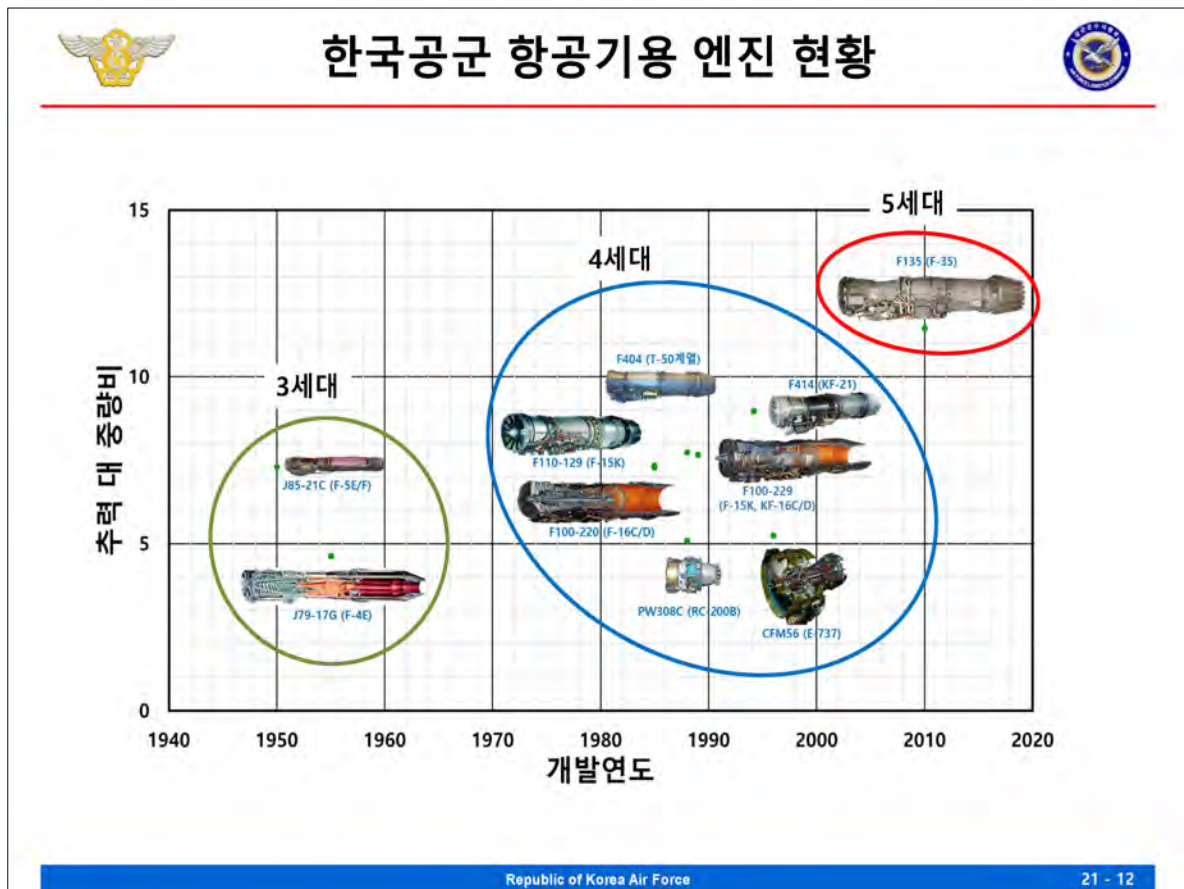
Republic of Korea Air Force

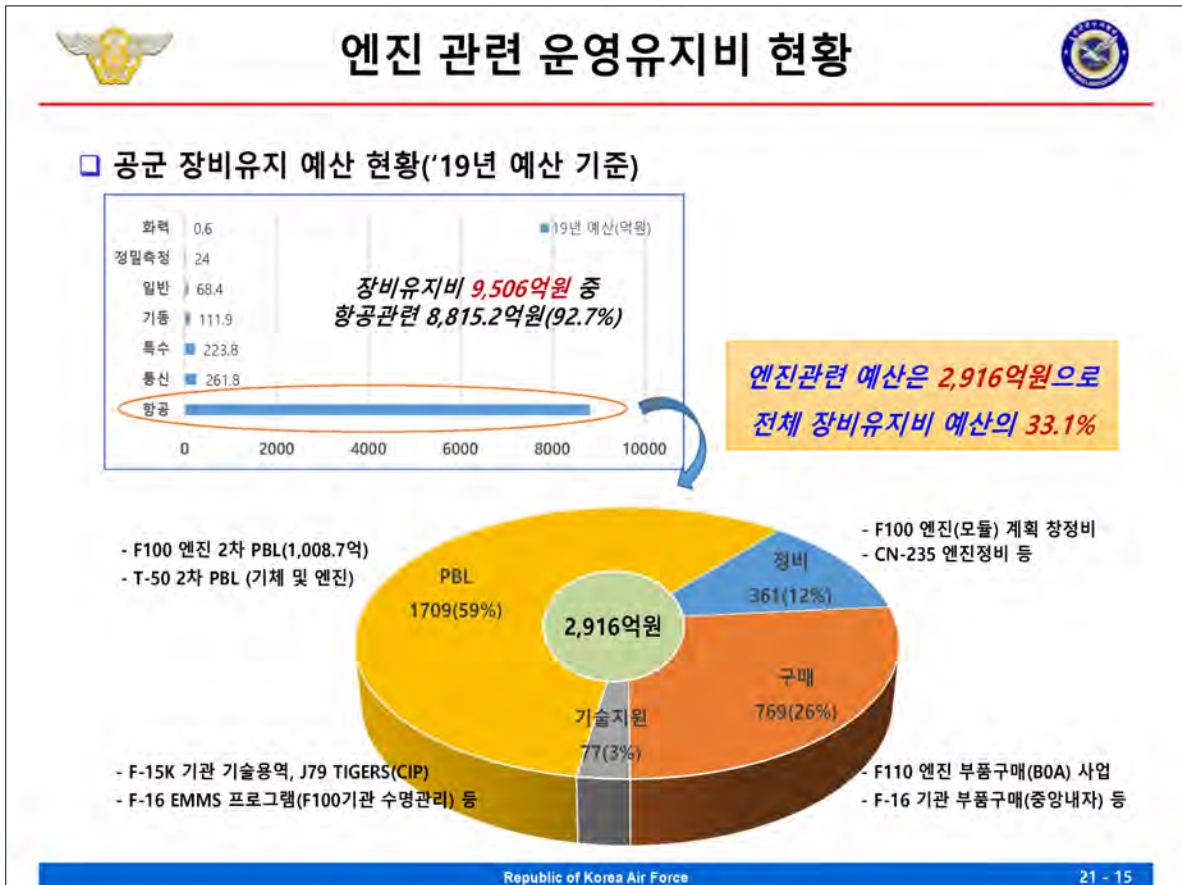
21 - 9



Republic of Korea Air Force

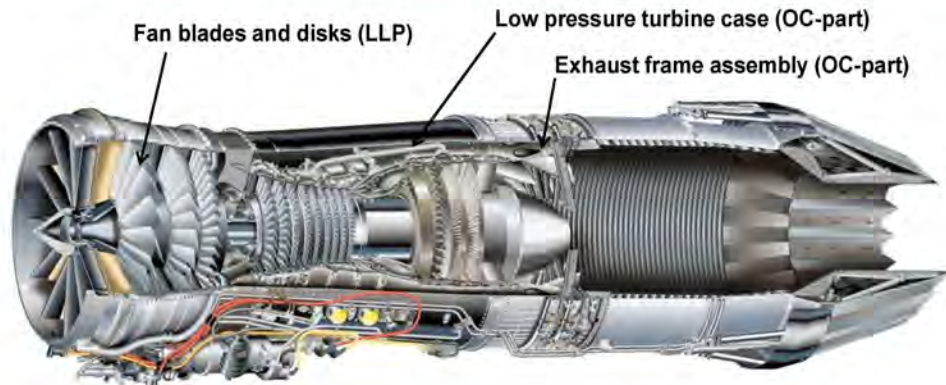
21 - 11







Component Categories in Engine



Life-Limited Parts

May not exceed a specified time, or number of operating cycles

On-Condition Parts

Approved for continued operations as long as they are within given limits

Consumables

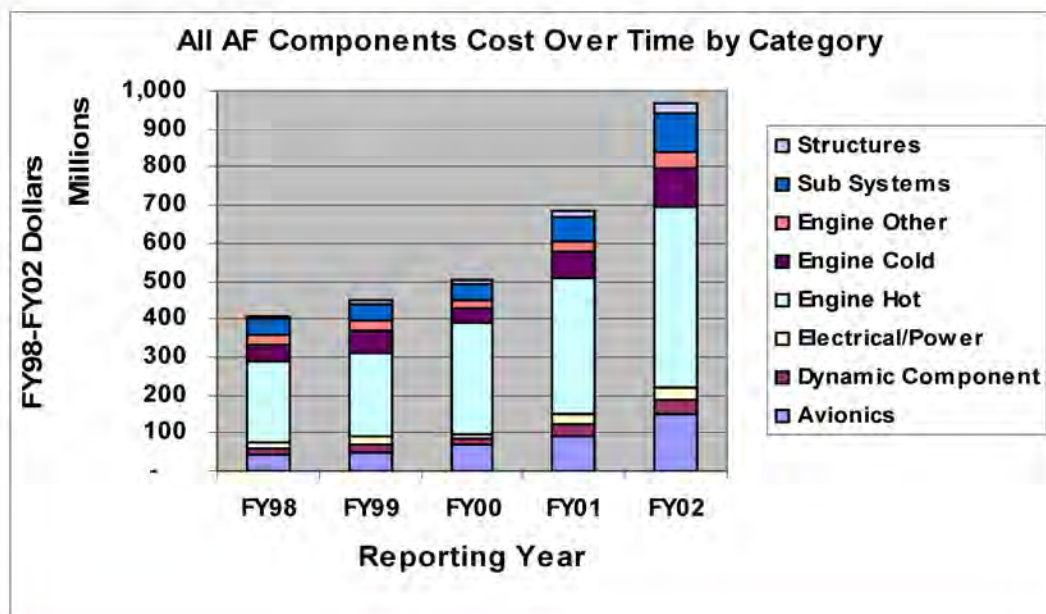
Exchanged at each maintenance occasion

Republic of Korea Air Force

21 - 16




Components Cost by Category




Republic of Korea Air Force

21 - 17



Evolution of Engine Lifing Methodology



Evolution of Aircraft Engine Life Management

Supporting Legacy Engines

Safe-Life →

ENSIP

RFC

ERLE

➔

Enabling Next Generation Engines

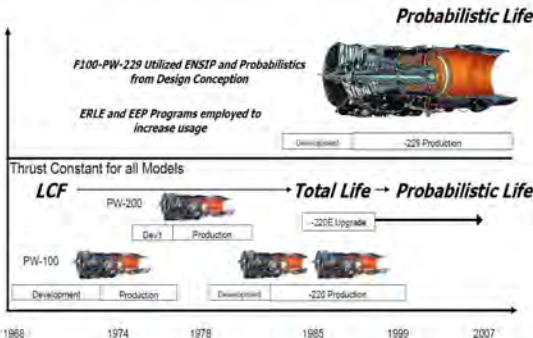
Post-ERLE Initiatives

Material State Awareness

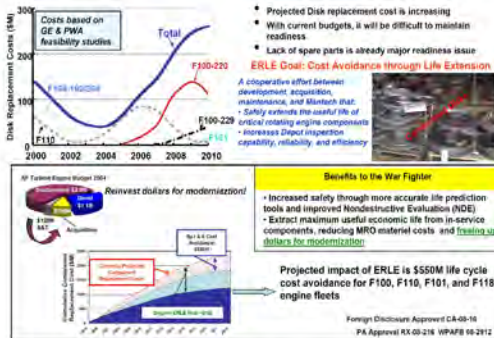
Vision for the future of NDE

F100-PW-229 Utilized ENSIP and Probabilistics from Design Conception

Probabilistic Life



F100 Engine Lifing Methodology Progression




Engine Rotor Life Extension Program

Republic of Korea Air Force
21 - 18




F100 Engine Enhancement Package



F100-PW-229 Engine Enhancement Package

The Power Plant of Choice


F100-PW-229 EEP



- F119/F135 hot section proven technology
- Advanced engine health monitoring
- 6,000 TAC depot interval (30% life-cycle cost savings)


2X Increased Time on-Wing

F100-PW-229




- 17+ years in service
- 2.3+ million flight hours
- ENSIP design
- 29,100 lbs of thrust
- 4,300 TAC depot interval

F100-PW-100/200/220



- 30+ years in service
- 20+ million flight hours
- 23,770 lbs of thrust
- 4,000 CCy depot interval



Pratt & Whitney
A United Technologies Company

Republic of Korea Air Force
21 - 19

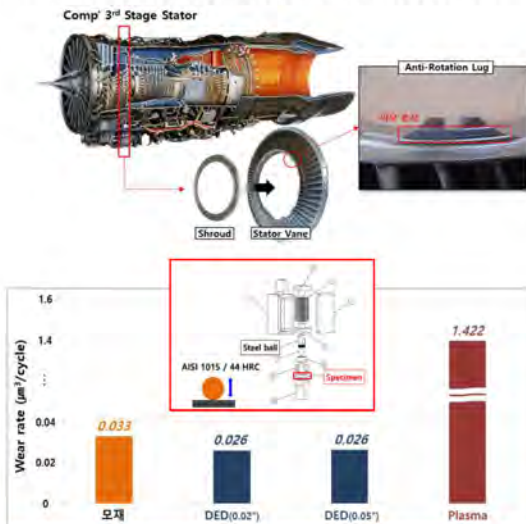


Eng' Parts Repair & Life Extension



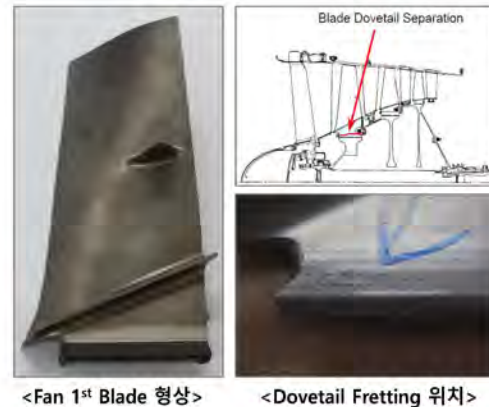
□ F100 3rd Comp' Stator Lug 수리 개발

- Shroud와 Anti-Rotation Lug 접촉 부위 마모
- 마모 부위 3D 프린팅(DED) 적층 수리
- 경도, 접합강도, 미세조직, 내마모성 평가



□ F404 1st Fan Blade 수명 연장

- 韓 공군 : 주요 회전부품 LLP로 관리
↳ 1st Blade 2,500 ELCF 도달 시 일괄 폐기
- 美 해군 : 수명 도달 LLP 검사 후 재사용
↳ 1st Blade 확대경(X10) 검사 (70% 재사용)
- 韓 공군 검사 및 수리기법 개발 중



Republic of Korea Air Force

21 - 20



첨단 항공엔진 개발을 위한 공군의 역할



□ ENSIP 기반의 고성능 첨단 엔진 개발을 위한 상호 협력

- Engine Life Management Plan 공동 개발(reliable, safe, and cost effective engine)
- Engine Health Management 개발을 위한 엔진 운영 데이터 제공
(Conventional TAC → Usage Based Lifting, Predictive ET&D based AI tools)
- Engine related Class A Mishap Case Study
- 엔진 소재/부품 국산화 개발 운용시험평가(도태 엔진 활용)
- 국내 개발 엔진 기술지원기구 운영(K-CIP) 준비



□ 항공엔진 국내 MRO 능력 확대를 위한 民·軍 공동 R&D 수행

- 엔진 경향성 및 상태진단, 임무환경 분석, 부품 수명해석
- 개선된 엔진 수명 평가 기법 적용(Safe-Life → Damage Tolerance)
- 엔진 부품의 수리, 재생, NDI 기법 개발
- RCM 분석을 통한 점검방법 및 주기 적절성판단



Republic of Korea Air Force

21 - 21

주제발표 3 항공기 엔진 민군협력 개발 방안



김 재 환

한국항공우주연구원 항공추진연구부 부장

KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology

항공기 엔진 민군 협력 개발 방안

한국항공우주연구원 항공추진연구부
부장 김재환

Table of Contents

1. 군용/민수용 항공기 엔진
2. 민군 협력 연구 개발
3. 국내 항공기 엔진 개발 방안

01

군용/민수용 항공기 엔진

01. 군용/민수용 항공기 엔진 (적용비행체계)

F414¹⁾ (GE Aerospace/Hanwha Aerospace)



KF-21³⁾ (KAI)

LEAP-1A²⁾ (CFM International)



Airbus 320 neo⁴⁾ (Airbus)

1) <https://www.hanwhaaerospace.com/kor/whatwedo/product/air.do#air>


2) <https://cfmaeroengines.com/engines>, 3) 국방부 제공

4) <https://www.airbus.com/en/products-services/commercial-aircraft/passenger-aircraft>


01. 군용/민수용 항공기 엔진 (특성비교)


군용 엔진


극한 환경 운용 

 고출력/고추력

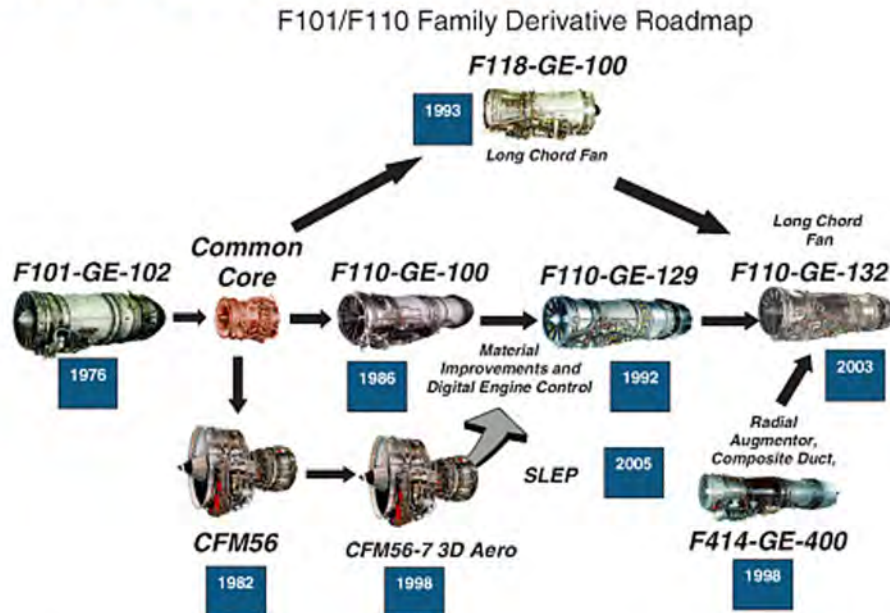
민수용 엔진

 높은 안전성

고효율(저연료소모율) 

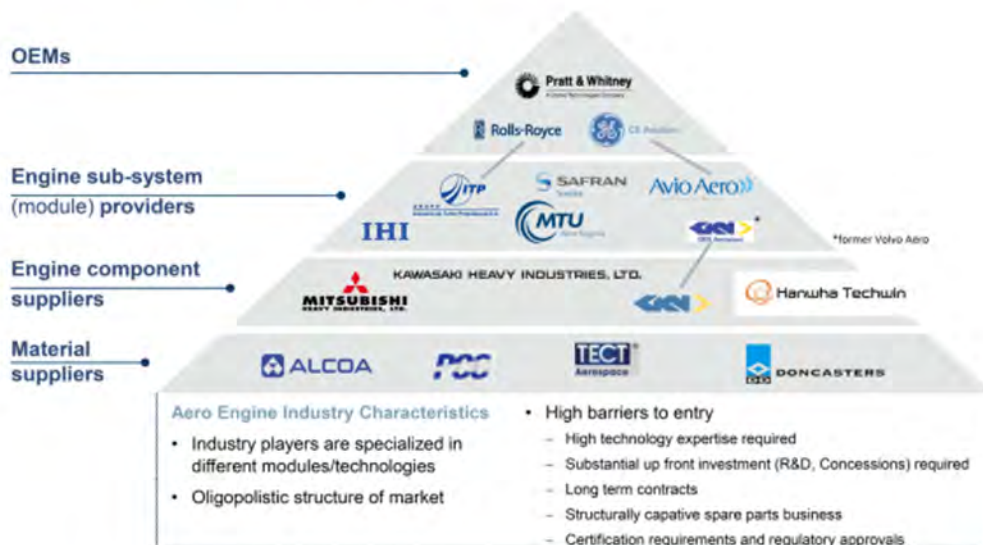
 저소음/저공해

01. 군용/민수용 항공기 엔진 (파생개발)



Improve the efficiency of engines for large nonfighter aircraft, the National Academies Press, 2007

02. 항공기 엔진 산업 가치 사슬



02

민군 협력 연구 개발

제228회 한림원탁토론회

8

01. 한국형기동형헬기 개발사업 (KHP)

- 목 적 : 국내 고유 헬기 개발/양산을 통한 대한민국 노후 기동헬기 대체
- 기 간 : 2006. 6. ~ 2012.12
- 양산 완료 : 2024. 6월 (210대)

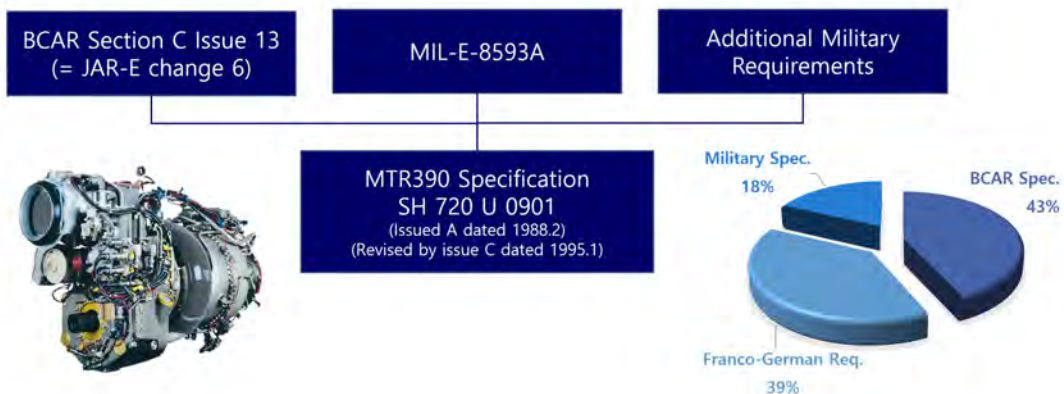


제228회 한림원탁토론회

9

02. 헬기엔진 민군겸용 개발 사례 (MTR-390)

- 대형공격헬기(Tiger)용 1,200~1,400 마력급 터보샤프트 엔진
- 개발계획 단계부터 민수용으로의 파생개발을 염두에 두었음.
- 군용 엔진 개발 기준에 부합(군 형식인증)하는 엔진 개발 완료 (1996.5)
- 민수용 엔진 개발 기준에 부합(민 형식증명)하는 엔진 개발 완료 (1997.6)



P. schinzl & K. Hoier, The civil certification process of the MTR390 turboshaft engine, 1997, 23rd ERF

03

국내 항공기 엔진 개발 방안

01. 추진배경

항공기 엔진 독자 개발의 전략적 중요성 대두

국가전략기술(22.10월) : 12대 분야 50개 국방전략기술(23.4월) : 10대 분야 30개

항공기 엔진 산업 육성 전략 수립 시급

낮은 시장성 (전략적 소요에 의한 소량 획득) → 군수와 민수 시장을 효율적으로 연계한 산업화

국가 주도의 범부처 연구개발 계획 수립

효율적 연구개발 수행을 위한 관련 부처별 역할&책임 식별 및

제228회 한림원탁토론회

12

02. 항공기 엔진 민군 협력 개발 탐색 연구 (개요)

- 사업명 : 신항공산업 도약을 위한 첨단엔진 및 적용체계 민군협력 개발 기획 ('24.10~'24.9)
- 제안 요청 부처 (우주항공청), 사업 수행 기관 (한국항공우주연구원/와이젠글로벌)



제228회 한림원탁토론회

13

02. 항공기 엔진 민군 협력 개발 탐색 연구 (추진체계)



03. 항공기 엔진 민군 협력 개발(안)

- 첨단 항공 엔진 (15,000lbf 급 전투기용) 코어엔진 공동개발 : 민군겸용성 극대화
- (군) 유무인 항공무기체계 적용, (민) 민수기술시범엔진(RSP 진입 활용), 수송기/화물기 적용



- * 한화에어로스페이스 제공
- ** <https://Rolls-Royce>
- *** 한국항공우주산업 제공

감사합니다.

II

토론

좌 장 조형희 연세대학교 기계공학부 교수

지정토론 1 김유일 국방과학연구소 항공기술연구원 3부장

지정토론 2 김원욱 한화에어로스페이스 첨단엔진사업단 단장

지정토론 3 이상언 두산에너빌리티 파워서비스 GT Center 센터장

지정토론 4 김지홍 한국항공우주산업 미래융합기술원 원장

지정토론 1



김 유 일

국방과학연구소 항공기술연구원 3부장

KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology

첨단 항공기 엔진 개발의 어려움과 해결방안

김유일

국방과학연구소 항공기술연구원 3부장

01. 개발의 어려움

1. 개발요구도
 - 적용 항공기 결정 및 엔진 성능 등 엔진 개발목표 설정
 - 개발엔진요구 기술수준 및 개발기간 결정
2. 설계
 - 개발목표 만족하는 엔진 구성품 및 엔진시스템 설계
 - 1,500여 부품 및 500여건의 핵심기술 개발과 관련 설계 DB 필요
3. 제작, 조립
 - 설계를 바탕으로 부품 및 시제품(프로토타입)을 제작
 - 약 26종의 원소재와 7종의 제작공정, 공정설비 필요
 - 낮은 국내 기술성숙도(기술, 인력, 설비)와 높은 시장진입 장벽
(국외기술도입 어려움, 고신뢰도 소재 요구, 고성능/대형 설비 필요, 예)MMPDS)
4. 시험평가
 - 개발입증 및 항공기 장착 안정성 검증(감항인증)을 위한 시험평가
 - 구성품 시험, 엔진 지상/고도/환경/특성시험, 항공기장착 비행시험 등 엔진 개발 및 품질인증 시험을 위한 시험인프라 구축 필요
 - 감항인증 분야 전문인력 부족

→ 제한된 개발기간, 예산, 인력으로,
국내 기술성숙도가 낮고 기술보호장벽이 높은 다종, 다분야 연구개발 필요

02. 해결방안

1. 개발요구도
 - 기술현황분석 및 적용 항공기 요구도 분석을 통한 엔진 개발목표 설정
 - 목표지향적 연구개발
2. 설계
 - 후기연소기 등 개발경험이 전무하거나 기술성숙도가 낮은 기술 우선 개발
 - 국제기술협력을 통한 개발리스크 최소화
 - 기 개발기술 고도화, 내재화
3. 제작, 조립
 - 소재 기술개발 로드맵 구축 및 정부 주도 거버넌스 강화, 민관군 협력체계 구축
 - 고성능·대형 설비연동 소재기술 개발 추진
4. 시험평가
 - 무인기용 엔진 개발 인프라 보강, 확충을 통한 첨단 항공기 엔진 시험인프라 확보
 - 감항인증 분야, 국내 기술성숙도 및 시설, 인력양성 등을 고려, 단계적 접근
5. 공통
 - 국내 산학연관 역량 총 결집 필요
 - 전문인력 육성
 - 정부의 지속적, 적극적 지원과 관심 필요

지정토론 2



김 원 욱

한화에어로스페이스 첨단엔진사업단 단장

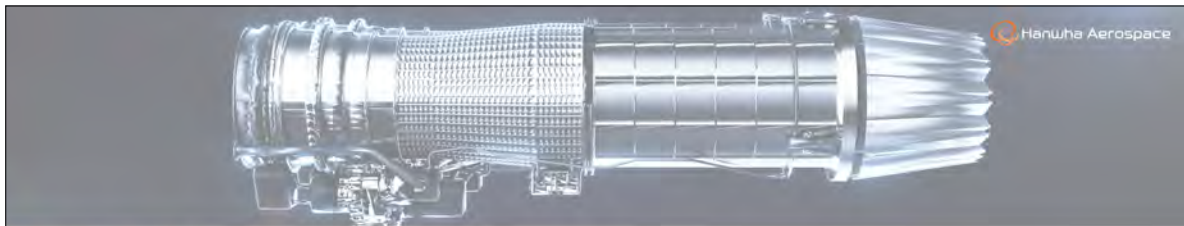


첨단 항공엔진 독자개발

K-방산 신화를 완성하겠습니다.

한화에어로스페이스 첨단엔진사업단 단장

김 원 욱



첨단 항공엔진 개발의 의의

독자 엔진 보유 6번째 국가 위상 제고, 파생 엔진 개발로 경제적·산업적 파급 효과

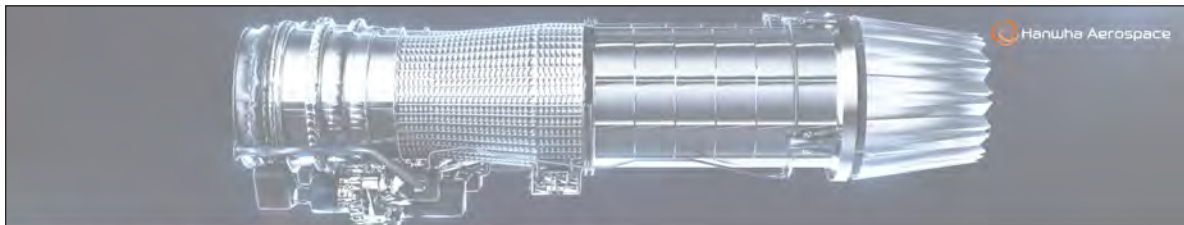


독자 엔진 보유 국가 [제작사]

미국 GE, P&W 영국 RR 프랑스 Safran 러시아 UEC-Aviadvigatel 중국 AECC 대한민국

*EIS (Enter Into Service) 기준

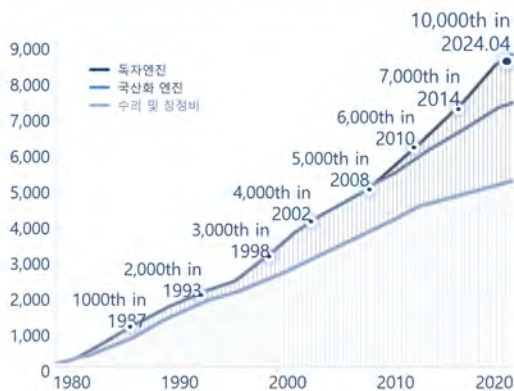
1



독자개발 보유 역량

한화에어로스페이스는 독자엔진 개발을 포함하여 45년간 누적 10,000여대 이상의 항공엔진을 생산하였으며 항공엔진 체계 종합 업체로 지속 성장 중

항공기 엔진 누적 생산대수



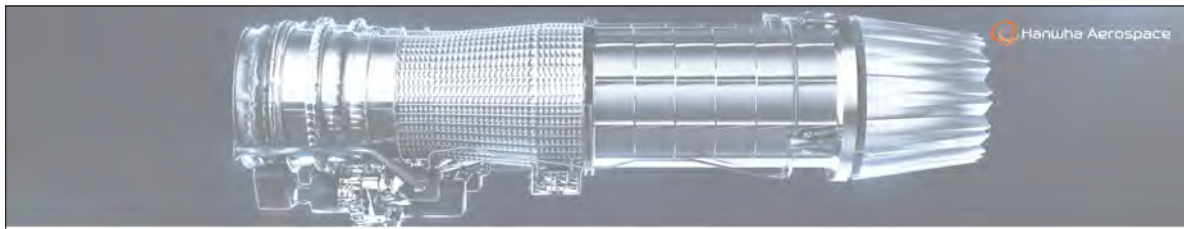
국내 유일한 항공엔진 체계종합 업체



독자개발 엔진



2



■ 제 언

- 국가적 역량 집중을 위한 범정부 차원의 정책수립과 전폭적인 지원 필수
- 항공엔진분야 전문인력 양성 계획 수립 및 우수인력 확보 노력
- 개발 효과를 극대화하고 새로운 미래 성장동력을 확보하기 위해 **첨단 항공엔진 개발 착수 시급**
- 장기적으로 **첨단항공엔진 기술 축적**을 통해 6세대 전투기 엔진개발까지 추진하여 **항공 선진국으로 도약**



지정토론 3



이 상 연

두산에너빌리티 파워서비스 GT Center 센터장

KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology

두산에너빌리티 항공엔진 개발 참여

GT센터장 이상연 상무

Table of Contents

1. 항공엔진 개발 참여 의미와 배경
2. 항공엔진 사업 추진 방향
3. 항공엔진 개발 계획
4. 결론

두산에너지빌리티 항공엔진 사업 진출

두산에너지빌리티, 항공용 엔진 개발 나선다...K-엔진 시계 빨라지나

머니투데이 | 이세연 기자

2024.03.27 17:37

정기 주총서 '항공기 엔진 제작' 사업 목적 추가



미국 라스베이거스에서 열린 CES 2024에서 선보인 두산에너지빌리티 수소터빈 모형. 두산에너지빌리티는 세계 다산엔지니어링 개발에 성공한 발전용 가스터빈을 기반으로 수소터빈을 개발할 것이며, 구조와 작동 원리가 유사한 부분이 항공엔진 개발 사업에도 착수했다. /사진제공=두산에너지빌리티

두산에너지빌리티가 항공엔진 사업에 뛰어든다. 발전용 가스터빈에서 발은 노후유를 기반으로 사업 영역을 확대해 자생화된 가스터빈 기술을 확보하겠다는 전략이다. 항공 엔진 국산화의 시계도 앞당길 수 있을 것으로 기대된다.

두산에너지빌리티는 지난 26일 정기 주주총회에서 '항공기 엔진 제작, 추진체 보조기 부품 제작, 정비와 판매 및 서비스업'을 사업 목적에 추가했다고 27일 밝혔다.



첨단엔진 사업 및 참여 배경

- 최초 국산전투기 KF-21의 엔진(가스터빈) 국산화율은 39%¹⁾ 수준으로, 전량 해외 업체에 의존함
- 방위사업청은 항공기 엔진 개발을 위한 국가 기술역량 결집이 필요함을 전달 받음



제228회 한림원탁토론회

두산에너지빌리티 항공엔진 사업 진출

- 항공엔진 국방사업 참여를 시작으로, 민수용 보조동력장치, Turbo Generator 사업등의 민수용 사업 등 다양한 분야의 항공엔진 개발을 추진 중에 있음.

| 방산분야 항공엔진 개발 |

- 국과연/방사청 사업 참여를 통한 방산분야 항공엔진 개발 및 사업분야 확대

- 미래도전 (10,000lbf) 기술개발 과제 수행 및 본 사업 참여 추진 (2025~)
- 첨단엔진 개념설계 용역과제 수행 (~'24. 06) 및 핵심기술 개발 과제 참여 추진 ('25~'27)
- 국과연 유도무기 추진체계 사업 참여 예정
- 소형급 미래전장 항공기 추진체계 개발 및 사업참여

| 미래 항공엔진 원천기술 개발 |

- 수소 및 탄소중립연료 항공엔진 원천기술 개발

- 100% 수소전소 항공엔진 연소기술 개발 및 Dual Fuel (수소+Liquid) 항공엔진 연소기 개발
- 암모니아/SAF등 탄소중립 연료적용을 위한 핵심기술 개발

- 소재,AM 등 항공엔진 기반기술 확보 및 부품사업 확대

- 현 국내최고 수준의 가스터빈 소재 및 AM 역량을 확대하여 항공엔진 부품 및 모듈 사업 확대

| 민수분야 항공엔진 개발 |

- AAM/AAV 용 하이브리드 추진시스템 개발 및 관련 사업분야 확대

- 하이브리드 추진시스템 (가스터빈+Elec.) 용 소형 Turbo Generator 개발을 통한 미래 항공 모빌리티 추진기관 개발 및 업화



- 군용/민간용 APU, ECS 등 항공엔진 연관 및 파생분야 기술개발 및 사업 추진

- 군용/민간기 APU 개발 및 사업화
- ECS등 항공엔진 파생분야 기술개발 및 사업화
- 지상장비, GPU, 함정추진체계등의 사업참여 및 기술 개발

제228회 한림원탁토론회

두산에너지빌리티 항공엔진 사업 진출

- 미래도전 본과제(10,000 lbf) 선점을 통한 무인기 엔진 개발 사업에 본격 진출 예정
- 무인기 엔진 추력 다양화를 통한 국산화 추진 및 해외 보급 확대



결언 : 추진 방향

기술역량 기반 항공 엔진
기술 내재화 및 개발

구축된 엔진 개발 시스템과
인프라를 활용한 중복투자 최소화

무인기엔진 제조사(OEM) 로 도약과
유인기엔진으로의 사업확대

대한민국의 자주국방과
항공산업 발전에 기여

DOOSAN

DOOSAN

감사합니다.

지정토론 4



김 지 홍

한국항공우주산업 미래융합기술원 원장

□ 엔진 개발 목표

- KF-21용 독자개발 엔진은 KF-21 수출경쟁력 향상과 성능 개량형 KF-21EX에 적합하게 개발되어야함
 - 현 KF-21의 기존 형상, 시스템 변경 없이 대체 가능한 엔진으로 개발
 - 현 KF-21 엔진보다 가격 경쟁력을 확보할 수 있게 개발
 - KF-21EX 요구도 구체화에 따라 개량 가능하게 개발
- 무인기 엔진은 군 요구도, 세계 시장 환경 및 경쟁력을 고려하여, 개발 목표를 설정하여 함.
 - 무인기 체계 요구도(최대 속도, 임무반경, 기동 성능, 추후 확장성등) 반영
 - 미국 CCA 경우 효율 좋은 고 바이패스엔진 적용하여 전투기급보다는 유인기 지원임무 수행 목적으로 우선 개발 중

□ 엔진 개발 추진 방안

- KF-21과 적합성을 확보하기 위한 긴밀한 협의 필요
 - KF-21 체계 개발간 엔진 장착 개념 정의 및 내부배치 설계에 1.5년 소요됨
 - KF-21 체계 요구도(기계적/전기적 인터페이스, 정비성 등)를 반영한 엔진 개발 필요
- 신규 무인기 기체와 신규 엔진의 조합이 최적화될 수 있게 개발되어야 함. 개발된 엔진에 기체설계, 경제성, 운영개념을 맞추는 방식의 개발은 지양되어야 함.
 - 기체+엔진의 통합 최적화 이룰 수 있게
 - 저가, 소모성 개념 고려 개발
 - 전장 환경 변화에 따른 신속개발 가능하게
 - 다양한 무인기 소요에 대비한 엔진 제품군 다양화 필요(소형/중형/대형)
- 국산 엔진 개발은 장기, 고비용이 수반되는 대형사업으로 해당 사업은 국산화 뿐 아니라 경쟁력 있는 엔진 개발을 목표로 단계적인 추진 필요
 - 소재, 특수공정 등 하부체계 기반 마련을 위한 국내 생태계 조성
 - 엔진의 신뢰성과 효율성 및 가격 등 측면에서 글로벌 엔진과 경쟁이 가능한 수준의 국산화 필요

한림원탁토론회는...



한림원탁토론회는 국가 과학기술의 장기적인 비전과 발전전략을 세우고, 동시에 과학기술 현안문제에 대한 해결방안을 모색하기 위한 목적으로 개최되고 있는 한림원의 대표적인 정책토론 행사입니다.

지난 1996년 처음 개최된 이래 지금까지 200회 이상에 걸쳐 초중등 과학교육, 문·이과 통합문제, 국가발전에 미치는 기초과학 등 과학기술분야의 기본문제는 물론 정부출연연구소의 발전방안, 광우병의 진실, 방사능, 안전 방제 등 국민생활에 직접 영향을 미치는 문제에 이르기까지 광범위한 주제를 다루고 있습니다.

한림원은 과학기술 선진화에 걸림돌이 되는 각종 현안문제 중 중요도와 시급성에 따라 주제를 선정하고, 과학기술 유관기관의 최고책임자들을 발제자로 초빙하여, 한림원 석학들을 비롯해 산·학·연·정의 전문가들이 심도 깊게 토론을 진행하고 있습니다.

토론결과는 책자로 발간, 정부, 국회와 관련기관에 배포함으로써 정책 개선방안을 제시하고 정책 입안자료를 제공하여 여론 형성에 기여하도록 힘쓰고 있습니다.

■ 한림원탁토론회 개최실적 (2021년 ~ 2024년) ■

회차	일 자	주 제	발제자
182	2021. 2. 19.	세계대학평가 기관들의 객관성 분석과 국내대학을 위한 제언	이준영, 김 현, 박준원
183	2021. 4. 2.	인공지능 시대의 인재 양성	오혜연, 서정연
184	2021. 4. 7.	탄소중립 2050 구현을 위한 과학기술 도전 및 제언	박진호, 정병기, 윤제용
185	2021. 4. 15.	출연연구기관의 현재와 미래	임혜숙, 김명준, 윤석진
186	2021. 4. 30.	메타버스(Metaverse), 새로운 가상 융합 플랫폼의 미래가치	우운택, 양준영
187	2021. 5. 27.	원격의료: 현재와 미래	정 용, 최형식
188	2021. 6. 17.	배양육, 미래의 먹거리일까?	조철훈, 배호재
189	2021. 6. 30.	외국인 연구인력 지원 및 개선방안	이한진, 이동현, 버나드에게
190	2021. 7. 6.	국내 대학 연구 경쟁력의 현재와 미래	이현숙, 민정준, 윤봉준
191	2021. 7. 16.	아이들의 미래, 2022 교육과정 개정에 부쳐: 정보교육 없는 디지털 대전환 가능한가?	유기홍, 오세정, 이광형
192	2021. 10. 15.	자율주행을 넘어 생각하는 자동차로	조민수, 서창호, 조기춘
193	2021. 12. 13.	인간의 뇌를 담은 미래 반도체 뉴로모픽칩	윤탈식, 최창환, 박진홍
194	2022. 1. 25.	거대한 생태계, 마이크로바이옴 연구의 미래	이세훈, 이주훈, 이성근
195	2022. 2. 14.	양자컴퓨터의 전망과 도전: 우리는 무엇을 준비해야 할까?	이진형, 김도현
196	2022. 3. 10.	오미크론, 기존 바이러스와 무엇이 다르고 어떻게 대응할 것인가?	김남중, 김재경
197	2022. 4. 29.	과학기술 주도 성장: 무엇을 해야 할 것인가?	송재용, 김원준

회차	일 자	주 제	발제자
198	2022. 6. 2.	더 이상 자연재난은 없다: 자연-기술 복합재난에 대한 이해와 대비	홍성욱, 이호영, 이강근, 고상백
199	2022. 6. 17.	K-푸드의 가치와 비전	권대영, 채수완
200	2022. 6. 29.	벤자민 버튼의 시간, 노화의 비밀을 넘어 역노화에 도전	이승재, 강찬희
201	2022. 9. 26.	신약개발의 새로운 패러다임	김성훈, 최 선, 김규원
202	2022. 9. 29.	우리는 왜, 어떻게 우주로 가야 하는가?	문홍규, 이창진
203	2022. 10. 12.	공학과 헬스케어의 만남 - AI가 여는 100세 건강	황 희, 백점기
204	2022. 10. 21.	과학기술과 사회 정의	박범순, 정상조, 류석영, 김승섭
205	2022. 11. 18.	지속 가능한 성장과 가치 혁신을 위한 수학의 역할	박태성, 백민경, 황형주
206	2022. 12. 1.	에너지와 기후변화 위기 극복을 위한 기초과학의 역할	유석재, 하경자, 윤익준
207	2023. 3. 15.	한국 여성과학자의 노벨상 수상은 요원한가?	김소영, 김정선
208	2023. 3. 22.	기정학(技政學) 시대의 새로운 과학기술혁신정책 방향	이승주, 이 근, 권석준
209	2023. 4. 13.	우리 식량 무엇이 문제인가?	곽상수, 이상열
210	2023. 5. 24.	대체 단백질 식품과 배양육의 현재와 미래	서진호, 배호재
211	2023. 6. 14.	영재교육의 내일을 생각한다	권길현, 이덕환, 이혜정
212	2023. 7. 6.	후쿠시마 오염수 처리 후 방류의 국내 영향	정용훈, 서경석, 강건욱
213	2023. 7. 12.	인구절벽 시대, 과학기술인재 확보를 위한 답을 찾아서	오현환, 엄미정

회차	일 자	주 제	발제자
214	2023. 8. 17.	과학·영재·자사고 교장이 이야기하는 바람직한 학생 선발과 교육	허우석, 오성환, 김명환
215	2023. 10. 27.	과학기술을 통한 삶의 질 향상 시리즈 (Ⅰ) 국민 삶의 질 향상을 위한 과학기술정책의 대전환	정선양, 박상철
216	2023. 11. 9.	과학기술을 통한 삶의 질 향상 시리즈 (Ⅱ) 삶의 질 향상을 위한 데이터 기반 식단 및 의학	박용순, 정해영
217	2023. 12. 5.	과학기술을 통한 삶의 질 향상 시리즈 (Ⅲ) 삶의 질 향상을 위한 퍼스널 모빌리티	공경철, 한소원
218	2023. 12. 19.	새로운 의료서비스 혁명: 디지털 치료제	서영준, 배민철
219	2024. 1. 31.	노쇠와 근감소증	원장원, 권기선, 고흥섭
220	2024. 3. 13.	필수의료 해결을 위한 제도적 방안	박민수, 김성근, 홍윤철
221	2024. 3. 19.	코로나보다 더 큰 위협이 올 수 있다, 어떻게 할까?	송대섭, 신의철
222	2024. 3. 20.	퍼스트 무버(First Mover)로의 필수 요소 - 과학네트워킹	김형하, 이상엽, 조희용
223	2024. 5. 10.	시민, 과학자가 되다	홍성욱, 박창범, 김 준
224	2024. 5. 29.	GMO, 지속가능성을 위한 전략	하상도, 김해영
225	2024. 6. 21.	전략기술시리즈 (Ⅰ) K-반도체 위기 극복을 위한 국제 협력 전략	정은승
226	2024. 8. 21.	조류인플루엔자의 위협: 팬데믹의 전조인가?	윤철희, 김우주, 송대섭
227	2024. 8. 28.	전략기술시리즈 (Ⅱ) AI로 과학하기: 새로운 패러다임	문용재, 백민경, 서재민



제228회 한림원탁토론회

K-방산의 완성 : 첨단 항공기 엔진 독자 개발

이 사업은 복권기금 및 과학기술진흥기금 지원을 통한 사업으로
우리나라의 사회적 가치 증진에 기여하고 있습니다.

문 의

한국과학기술한림원(KAST) 경기도 성남시 분당구 돌마로 42(구미동) (우)13630
전화 (031)726-7900 팩스 (031)726-7909 이메일 kast@kast.or.kr