

---

**「미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV)  
안전운항체계 개발 및 인프라 구축」  
공동기획연구(보완)**

---

2017. 12.

주관연구기관 : 한국항공우주연구원

과학기술정보통신부

# 제 출 문

과학기술정보통신부장관 귀하

본 보고서를 「미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 안전운항체계 개발 및 인프라 구축」 공동기획연구과제의 최종보고서(보완)로 제출합니다.

2017. 12.

주관연구기관명 : 한국항공우주연구원

주관연구책임자 : 김승호

참 여 연 구 원 : 황창전, 이명규, 김유신,  
최주원, 구삼옥, 권기정,  
기예호, 김근배, 김덕관,  
박중용, 오수훈, 유창선,  
이대성, 이용교, 장병희,  
장태진, 정기훈, 정진덕,  
최남미

## 요 약 본

### I. 배경 및 필요성

#### □ 추진 배경

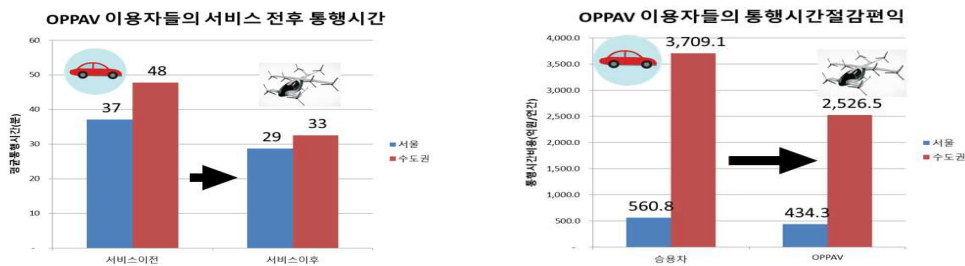
- 지상교통망 포화에 따라 도심운항용 신개념 항공교통수단 필요
  - 도심부나 광역시지역의 지상교통망 포화상태는 추가 지상인프라 건설에 막대한 비용이 소요되어 개인의 이동 자유도를 증진시킬 수 있는 개인용 항공교통수단인 개인항공기(Personal Air Vehicle, PAV)에 대한 필요성을 증대시킴
  - 단거리 생활교통을 주도할 것으로 예상되는 도심운항용 PAV의 초기 시장 선점을 위해, 항공선진국을 중심으로 관련 기술 및 제도, 운용 체계 등에 대한 개발이 활발히 진행되고 있음(Gold Rush, Wonderful Racing 등으로 표현)
- 무인기 기술 발전에 따른 PAV에 대한 새로운 접근 방향 제시
  - 무인기 및 ICT 기술의 급격한 발전에 따라 개인항공기 개발에 ‘유인 비행기의 소형화’ 라는 기존 접근법 외에 ‘자율비행이 가능한 무인기(드론)’ 에 사람을 태우는 새로운 접근 가능
- 항공시장은 후발국가에 큰 진입장벽이 있으나, PAV 는 항공기 신규/틈새시장으로서, 국내시장보호는 물론 해외수출까지 가능한 절호의 기회
  - PAV 산업 분야 선도를 위해 부분적인 자율화가 이루어진 OPPAV(Optionaly Piloted Personal Air Vehicle)\* 개발을 통하여 PAV 관련 기술 및 제도 등에 대한 연구 효율적으로 진행
    - \* 유무인 겸용 항공기
  - 소요기술에 대한 기술준비수준(TRL) 분석결과, 국내시제기개발역량은 확보한 것으로 조사(세계 2번째로 확보한 틸트로터 무인기 개발기술, 소형항공기(KC-100) 인증 경험, 세계적 수준의 IT 기술 수준 등)

## □ 사업 필요성

- (지상교통망 포화) ‘15년기준 국내 도로교통혼잡비용은 총33.4조원 (도시부 혼잡비용 약21.3조원(약64%)\*)으로 3차원 공중교통망 구축 필요 \* 한국교통연구원예측(2014), (참고) 고속도로 신설4차로 평균건설비 376억원/km
- 개인항공기 도입시 피크시간대 평균40%이상의 이동시간 단축예상(한국교통연구원(2017))



- 수도권 기준으로만 교통혼잡비용 년1,183억원 감소효과 기대(한국교통연구원(2017))



- (항공산업 신시장 부상) 드론을 통한 관련기술의 성숙화와 대형서비스공급자의 서비스 제공계획에 따른 개인이동의 자유증진을 위한 전기동력 개인항공기(PAV) 시장 급부상
  - ①분산전기추진(저소음, 무공해), 전기모터/배터리, 자율비행(AI), IoT 등 관련기술(4차산업혁명 공통기술)의 성숙 및 ②대형 개인운송서비스공급자((미)Uber, '16년 매출7.3조원)의 에어택시 비행체 요구조건 발표및 사업화 계획 발표('16.10) 로 세계적으로 개발 열풍 촉발
  - (미국, NASA) 2030년 연간 25만대(세계 자동차 시장의 3% 수준) 세계시장 예측
  - (미국, Uber) 자체 개인운송 서비스를 위하여 대당 단가/소요대

수((단기) 1.2MUSD/년100대, (중기) 0.6MUSD/년500대, (장기) 0.2MUSD/년5000대)를 추정함

- (한국, 한국산업개발연구원) 2030년 연간 약 19만대 세계 시장(국내 연간 6,200 여대) 및 향후 연평균 5.6% 성장 예측
- (선진국 개발 동향) 관련기술(4차산업 혁명 공통기술)의 성숙 및 대형 개인운송 서비스공급자의 비행체 요구조건 발표및 사업화 계획 발표(미 Uber, '16.10) 로 세계적으로 개발 열풍 촉발
- (미)Airbus A<sup>3</sup>, (독)Volocopter, LiliumJet, (중)Ehang 등 '20년대 초중반 서비스 목표로 30개 이상 비행체 개발 중

국명	비행체/특징	형상
미국	Joby Aviation사 S2: 다수 틸트 프로펠러를 이용한 수직이착륙 2인승 항공기 개발 중. 전기동력(배터리). 2010 착수.	
미국 프랑스	에어버스사의 미국 자회사인 A <sup>3</sup> 사 Vahana: 1인승의 수직이착륙 개인용 항공기 개발 중. 전기동력. 2018년 초도비행. 시제기 2020년 개발완료 목표.	
독일	E-Volo사 Volocopter VC200: 1인승 회전익 항공기. 멀티콥터 유인드론 형태. 무인 및 유인 모드 가능. 전기동력. 2017 유인비행 성공.	
독일	Lilium Aviation사 Lilium Jet: 2인승 전기동력 수직이착륙항공기. 다수의 덕티드 프로펠러 사용. 프로펠러/모터 틸팅방식. 2019년 최초유인비행 목표.	
중국	EHang사 184: CES 2016에서 공개. 1인승 멀티콥터 형태의 전기동력(배터리) 기반 유인기. 23분 비행가능. 2016CES 전시	

<주요 개인항공기 개발사례>

- (일)토요타도 2020년 도쿄 올림픽 시연을 목표로 스타트업지원
- (선진국 상용화 및 인증 준비 동향) 새롭게 부상하는 PAV의 시장 선점을 위하여 아래와 같은 일정으로 상용화 및 인증 준비 중
  - (미국, 인증, FAA) 인증기술기준은 날개가 있는 비행체의 경우 FAR Pt.23기준, 전기시스템/배터리 등은 ASTM규격을 기준으로 마련 중
  - (두바이, 상용화, Volocopter) 독일 Volocopter사는 현재 두바이시범사업 사업자로 선정되어 시험운용 중이며, '22년 이후 실용화 서비스를 개시할 계획

구 분	개발 일정	서비스 일정	비 고
(미국) Uber	'18년 시범 운항	인증까지 완료한 실용화 서비스는 '24년말부터 개시 계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 서비스공급자로 비행체개발 투자없음</li> <li>✓ 달라스, 두바이 등 시범운항 지역</li> </ul>
(독일) Lilium	'13~'19년 시제기 개발 (무인모드 '17년 초도비행)	'25년부터 서비스 개시 계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 비행체개발자이면서 서비스공급자 역할도 수행계획</li> <li>✓ 텐센트 등으로부터 90MUSD투자유치</li> </ul>
(독일) Volocopter	'11~'17년 시제기 개발 (유인모드 '17년 초도비행)	'22년부터 서비스 개시 계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 두바이 시범사업자로 선정되어 시험운용 중</li> <li>✓ Daimler AG로부터 29MUSD 투자유치</li> </ul>
(일본) Cartivator	'14~'20년 시제기 개발	'20년 동경올림픽 성화 봉송 데모	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 스타트업</li> <li>✓ 토요타 투자유치 0.4MUSD</li> </ul>

<주요 개발/서비스 일정계획>

- (4차산업혁명 미래시장 대응시급) 국내 민간/공공개발품의 서비스를 위해서는 ①국가가 마련해야 할 국내 인증기술기준 및 안전운항체계 마련, ②인증기술개발 및 핵심기술 기술검증용 비행시제기 개발 ③신시장을 선도할 수 있는 기술도입불가 핵심기술개발 착수 시급
- 국내기업들도 OPPAV와 같은 도심운항용 전기동력 수직이착륙기 개발에 많은 관심을 가지고 있으며,
- 개발된 비행체의 서비스를 위해서는 국가가 마련해야 할 국내 인증기술기준 및 안전운항체계 구축이 4~6년 선행하여야 함.
- 인증기술개발 및 안전운항체계 구축을 위해서는 기술검증용 비행시제기를 개발해가며 신기술 분야의 구성품, 부체계 및 체계레벨의 안전성 검증을 위한 절차를 따라가야 하며,
- 국내개발 OPPAV의 시장경쟁력 확보를 위해서는 국외도입이 불가하며 파급효과가 큰 분야에 대한 핵심원천기술을 개발하여 국내제품에 적용하는 선순환적 기술개발루틴을 구축해야 함.

## □ 다부처 추진 필요성

- OPPAV개발은 핵심원천기술, 체계종합기술, 인증, 인프라, 운용 등 각 부처의 고유업무와 관련된 전주기성 대규모 개발과제로 상호 연계하여 시너지효과를 극대화하도록 관련부처 통합개발 필요
  - (국토부) OPPAV 기술검증용 비행시제기를 개발해가며 신기술 분야의 구성품, 부체계 및 체계레벨(비행시험 및 시험운용)의 안전성 검증을 통한 인증/안전운항체계 연구
  - (산업부) 기체, 통신장비, 지상관제 시스템 등 TRL 5~6 기술을 종합하여 OPPAV 기술검증용 비행시제기를 개발하여 인증기술 개발 및 핵심기술검증
  - (과기부) OPPAV의 시장경쟁력 확보를 위해서는 국외기술도입이 불가한 핵심기술을 기술개발하고 비행시제기에 적용, 검증시연
- 국정과제 및 범부처 기본계획 시행 필요
  - 정부 국정과제 '34-5. 드론산업 육성' 및 관계부처 합동 수립한 '드론산업 발전 기본계획'(12.22), '혁신성장 8대 핵심선도사업'(12.27) 및 '드론산업 기반구축 방안'(12.28)에 따라 미래형 자율비행 개인항공기 (OPPAV) 안전운항체계 개발 및 인프라 구축사업을 추진하고자 함
    - \* '드론산업 발전 기본계획', '혁신성장 8대 핵심선도사업' 및 '드론산업 기반구축 방안'의 핵심과제로 미래형 자율비행 개인용 항공기 개발 추진

- 現정부 「국정운영 5개년 계획」 발표 (17.7.19)
  - \* 34.고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴육성을 위하여 드론산업 활성화 지원
- 과기부 「무인이동체 10개년 로드맵」 발표 (17.12.7)
  - \* 차세대플랫폼 개인형 컴퓨터 드론(PCD) 요소기술 확보계획 내 OPPAV 반영
- 국토부 「드론 산업발전 기본계획」 발표 (17.12.22)
  - \* 추진과제 1. 산업용 중심의 드론산업 육성의 핵심과제로 OPPAV 선정
- 국토부 「드론산업 기반구축 방안」 발표 (17.12.28)
  - \* 추진과제 2. 미래기술 경쟁력 강화 핵심과제로 개인용비행체 시제기/인프라 선정

## II. 사업 내용 및 범위

### □ 사업 비전 · 목표 및 전략

<b>비전</b>	<b>드론형 개인항공기 개발을 통한 4차 산업혁명 선도 및 고부가가치 창출 미래형 신산업 육성</b>
-----------	--

<b>목표</b> (24)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ OPPAV 다부처 공동연구개발*을 통한 개인용 자율비행 항공기 시장선도 기술 확보             <ul style="list-style-type: none"> <li>* 인증 및 운항체계 연구(국토부), 핵심원천기술확보(과기부), 기술검증 체계/구성품 개발(산업부)</li> </ul> </li> <li>○ 시험운용 인프라 구축과 기술검증 시제기 개발/운용을 통한 기술 및 상용화 가능성 신속검증</li> <li>○ 미래 신개념 교통수단을 위한 인증기술기준 및 교통/운항체계 기반 마련 등을 통해 조기 상용화 지원</li> </ul>
-------------------	---

<b>전략</b>	<b>기술도입불가 태동기 고위험 핵심기술을 자체개발을 통해 확보</b>	<b>국제동향 반영 인증기술기준안 마련 및 시제기 시험운용을 통한 인증/안전 기술 확보</b>	<b>국내역량 확보(TRL 5~6수준) 기술을 종합, 1인승급 비행시제기를 개발하여 기술검증</b>
<b>추진과제</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 분산전기추진(DEP) 시스템 핵심기술 개발</li> <li>② 분산전기추진(DEP) 항공기 비행제어 및 안전성 향상 핵심기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① OPPAV 핵심 신기술 인증 기술 개발 및 시험운용인프라 구축</li> <li>② OPPAV 특별감항증명 및 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구</li> <li>③ OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구</li> </ul>	<p>분산전기추진 및 수직이착륙 방식의 1인승급 OPPAV 기술검증용 비행 시제기 및 지상장비 개발</p>

<p>&lt;OPPAV성능(안)&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>√ 기술준비수준(TRL) 5~6 기술종합</li> <li>√ 최대속도 200kph</li> <li>√ 비행거리 50km (+20% 충전여유)</li> <li>√ 비행시간 30분</li> <li>√ 1인승(90kg)</li> <li>√ 전장 5.7m</li> <li>√ 분산전기추진</li> <li>√ 유무인혼용자율비행</li> </ul>	 <p>&lt;전진비행 형상(안)&gt;</p>	 <p>&lt;서비스 대기 예&gt;</p>
	 <p>&lt;이착륙 형상(안)&gt;</p>	

- 사업기간 : '19.5~'24.4(60개월)
- 총사업비 : 480억원(1차년도 : 58억원)
- 세부사업 구성 및 연부액

(단위 : 억원)

번호	사업명 (소관부처)	세부내용	연차별 소요예산(총60개월)					계
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	
1	OPPAV 인증기술 연구 (국토부)	OPPAV 핵심 신기술 인 증기술 개발 및 시험운용 인프라 구축	11	11.5	19.5	26.5	16.5	85
		OPPAV 특별감항증명 및 비행안전 확보를 위한 운 항체계 연구	5	5	5	5	5	25
		OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구	2	2.5	2	2	1.5	10
2	OPPAV 기술검증용 비행시제기 개발 (산업부)	분산전기추진 및 수직이 착륙 방식의 1인승급 OPPAV 기술검증용 비행 시제기 및 지상장비 개발	14	47.1	67.9	47	24	200
3	OPPAV 핵심기술 연구 (과기부)	분산전기추진(DEP) 시스 템 핵심기술 개발	15	20.5	24	18.5	12	90
		분산전기추진(DEP) 항공 기 비행제어 및 안전성 향상 핵심기술 개발	11	15	16	15	13	70
계			58	101.6	134.4	114	72	480

### □ 사업 추진체계(안)

- 주관부처와 협력부처간 「사업추진협의회」를 구성·운영하여 관련 부처의 요구가 적극 반영된 연계 연구를 추진.
- 각 주관연구기관간 사업 및 기술관리, 인터페이스관리 필수이므로 「총괄주관기관」을 두어 종합한 결과도출 주도
  - 비행 시제기 개발과 이에 연계한 인증기술 개발이므로 컨소시엄 형태로 수행기관을 선정하고, 체계적 개발관리 추진 필요



### Ⅲ. 사업 투자 계획

#### □ 부처별 사업 및 예산 (안)

(단위: 억원)

부처명	세부사업(안)	내역사업	사전 기획 결과	예산 요구	예산 반영	비고
국토부	(가칭)자율비행 개인항공기 인증 및 운용기술개발	미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 인증기술연구	18	18	-	신규 세부 사업 신설 예정
산업부	(가칭)자율비행 개인항공기 개발	미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 기술검증용 비행시제기 개발	14	14	-	
과기부	(가칭)자율비행 개인항공기 핵심기술개발	미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 핵심기술연구	26	26	-	
계			58	58		



<서울상공 OPPAV운용 상상도>

## IV. 사업 성과 활용 계획

### □ OPPAV 인증기술 연구결과 활용방안

- 스마트 무인기 및 KC-100 개발 등으로 축적된 기술을 바탕으로 마련한 무인기 인증 체계를 미래형 자율비행 개인항공기 개발 과정에 적용/검증하여 향후 유무인 전기동력 수직이착륙기에 대한 인증기반 마련
  - 유무인 전기동력 수직이착륙기의 인증과 관련한 기술적 요구조건 및 운용관련 제도적 실행방안 도출 및 검토
- 유무인 겸용 비행체 특별감항 제도를 확립하여 향후 PAV 개발 및 운용에 선도적인 환경 구축
- 타과제와 연계한 OPPAV의 공역통합운영을 위한 운항기술기준 및 항행·비행장 시설 검증을 통한 안전운항체계 제도 수립에 활용

### □ 기술검증용 비행시제기 활용방안

- 개발된 1인승급 비행체(유상하중 90kg, 탑승좌석 및 단순 조종계기 포함) 시제기의 추가 비행시험 및 시험운용을 통하여 OPPAV 및 대형 무인기 운용환경 검토를 위한 연구플랫폼으로 활용
  - 시험운용을 통해 다양한 운용환경에 대한 비행절차 및 관제 규칙 등에 대한 향후 실증 연구 수행 가능
  - 추가적인 성능개선을 위한 연구 플랫폼으로 활용가능
- 조종석 등의 변경을 통하여 대형 배송무인기로 전환 활용 가능
  - 향후 무인기 인증기준에 준하는 절차를 통하여 공공조달 활용검토
- 향후 추가적인 안전성 검증 및 운항체계 실증 등을 통하여 1인승급 근거리 교통수단으로 활용 가능
  - 유인기 수준의 안전성, 신뢰성 확보를 위해서는 부품단위부터 인증기술기준이 적용되는 실용화 개발 필요(수천억원 개발비 예상, (미)우버 2017)

## □ OPPAV 핵심기술 활용방안

- 국외기술도입이 불가한 스마트 핵심/원천 기술 확보 및 기술 시연을 통한 고기능 무인기 분야 기술 향상
  - 분산전기추진 핵심기술은 다양한 PAV개발에 적용할 수 있을 뿐만 아니라 향후 소형항공기 및 대형 무인기 체계에도 적용 가능
  - 상태진단 및 비행상태 모니터링을 통한 비행체 안전확보 기술은 항공기의 안전확보를 위한 FBW의 필수적인 요소로서 향후 다양한 소형항공기 및 무인기에 적용 전망

## V. 기대성과 및 파급효과

<b>기술적 효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 국외기술도입이 불가한 OPPAV관련 확보된 핵심기술을 통하여 다양한 PAV, 자가용 비행기, 고기능 무인기 등의 기술발전 도모</li> <li>✓ 분산전기추진, 자율비행 S/W와 같은 세계적으로 태동기인 기술의 확보로 향후 관련분야에 대한 기술 선두그룹으로 도약</li> <li>✓ OPPAV 체계 종합 및 운용시험 과정에서 PAV 상품성 확보를 위한 개발 방향 및 주요 검토 사항을 도출하여 PAV 분야 경쟁력 확보</li> <li>✓ OPPAV 핵심기술 개발을 통하여 향후 PAV 분야를 포함한 미래 주력산업 분야에서 후발국과의 기술격차 유지</li> <li>✓ OPPAV는 정보통신, 자동차, 기계 및 IoT 등 다양한 분야의 연관사업과 상호 동반성장을 유도</li> </ul>
<b>경제적 효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ PAV는 자율주행자동차와 드론 이후에 등장할 새로운 성장 동력으로 기대되고 있으며, OPPAV 개발을 통하여 관련 산업 여건 조성 및 시장 선도 기반 마련 (성숙단계에 이를 경우 연간 2~30만대 가량 생산)</li> <li>✓ '15년기준 국내 도로교통혼잡비용은 총33.4조원(도시부 혼잡비용 약21.3조원(약64%), 한국교통연구원(2014))으로 개인항공기 도입시 첨두시 평균40%이상의 이동시간 단축예상되며 수도권 기준으로만 교통혼잡비용 년1,183억원 감소효과 기대(한국교통연구원(2017))</li> </ul>
<b>사회/정책적 효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 국가가 선구축해야 할 인증/안전운항기술 및 정책 확보로 민간사업자가 사업가능토록 인프라 조성</li> <li>✓ 도심운항 가능한 첨단 항공교통수단 개발 및 운용으로 국민적 자긍심 고취 및 관광상품화 기대</li> <li>✓ OPPAV의 출현과 실용화는 이동시간 단축을 통한 혼잡비용 감소로 사회의 생산성 및 삶의 질 향상을 가져올 것임</li> <li>✓ 개인의 생활범위 확대를 통하여 지역 간의 불균형 발전 해소 및 관광, 여가선용 분야 발전 견인</li> </ul>

# 목 차

<b>제 1 장 사업개요</b> .....	<b>1</b>
제 1 절 추진배경 및 사업필요성 .....	1
제 2 절 현황분석 .....	12
<b>제 2 장 다부처 추진 필요성</b> .....	<b>54</b>
제 1 절 관련 정책 및 인프라 현황 .....	54
제 2 절 부처별 기존사업 현황 .....	58
제 3 절 다부처 추진 타당성 .....	69
<b>제 3 장 사업내용</b> .....	<b>71</b>
제 1 절 사업목표 및 범위 .....	71
제 2 절 세부사업내용 .....	73
<b>제 4 장 사업 추진 방법</b> .....	<b>110</b>
제 1 절 사업 추진체계 및 역할분담 .....	110
제 2 절 사업 추진방안 및 기술획득 전략 .....	115
<b>제 5 장 투자 계획</b> .....	<b>121</b>
제 1 절 소요예산 .....	121
제 2 절 과제별 예산 및 연부액 .....	122
<b>제 6 장 사업 결과의 활용계획</b> .....	<b>123</b>
제 1 절 사업 성과 관리 및 평가 방안 .....	123
제 2 절 성과활용 .....	127
<b>제 7 장 기대성과 및 파급효과</b> .....	<b>150</b>

# 1장 사업 개요

## 제 1 절 추진배경 및 사업 필요성

### 1. 추진 배경

□ 지상교통망 포화에 따라 도심운항용 신개념 항공교통수단 필요

○ 도심부나 광역시지역의 지상교통망 포화상태는 추가 지상인프라 건설에 막대한 비용이 소요되어 개인의 이동 자유도를 증진시킬 수 있는 개인용 항공교통수단인 개인항공기(Personal Air Vehicle, PAV)에 대한 필요성을 증대시킴

- 목적지와의 직접 연결을 통하여 시간 절약 및 공간 활용 개선 등 사회적 비용 절감 기대

- NASA의 PAVE (Personal Air Vehicle Exploration) 프로그램에서는 2030년 경 세계 PAV 시장을 약 25만대 수준으로 전망

\* NASA는 항공수요 증대에 대응하여 소형항공기 및 공항의 활용성 개선을 위한 SATS (Small Aircraft Transportation System) 프로그램을 추진하는 한편 PAVE 프로그램과 AGATE(Advanced General Aviation Transports Experiment)프로그램을 PAV에 대한 기초기술개발을 진행한 바 있음

○ 향후 세계 항공교통 수요는 장거리 대량수송과 단거리 생활교통중심으로 양분되는 한편, 세계 경제 성장과 소득수준의 향상으로 레저, 여행 등 개인 중심의 이동수요 증대 전망

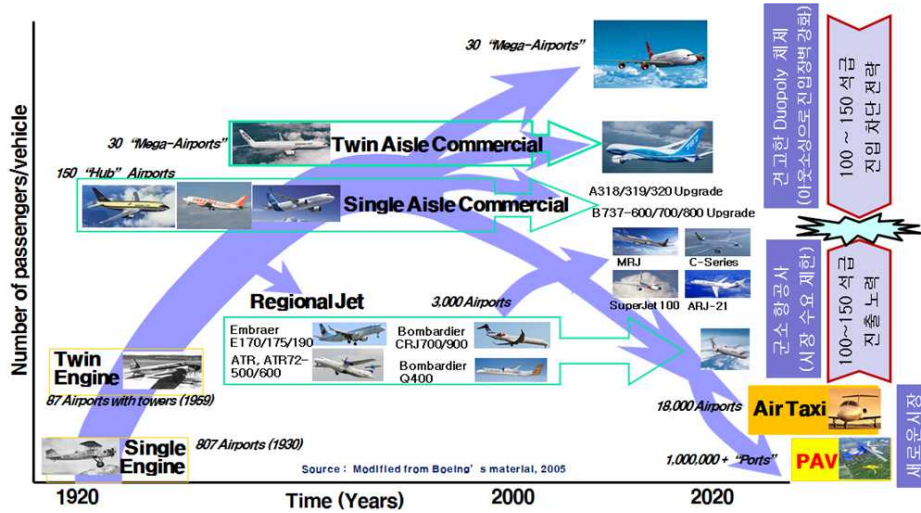
- 4~10인승 소형 장거리 저가운항 Air Taxi 및 1~4인승 개인용 비행체(PAV) 시장 부상

○ 단거리 생활교통을 주도할 것으로 예상되는 도심운항용 PAV의 초기시장 선점을 위해, 항공선진국을 중심으로 관련 기술 및 제도, 운용 체계 등에 대한 개발이 활발히 진행되고 있음(Gold Rush, Wonderful Racing 등으로 표현)

- (미)Airbus A<sup>3</sup>, (독)Volocopter, LiliumJet, (중)Ehang 등 ‘20년대

초중반 서비스 목표로 30개 이상 비행체 개발 중

- 기체 관련 기술(공력, 추진, 제어 등) 및 제도(인증, 운항 시스템, 항행관제 등), 경제성 등에 대해 연구



[민간항공기시장의 양분화]

- 무인기 기술의 발달과 PAV에 대한 새로운 접근 방향 제시
- 세계 무인기 시장은 태동기이지만 항공 산업에서 가장 빠르게 성장하는 분야로서 향후 연평균 17.5% 고성장 전망
  - 기존 군수시장 중심을 벗어나 취미용·상업용 등 민수시장이 새롭게 부상 중 (민수시장 비중 : '14년 30.4% → '16년 46.7%)

[세계 무인기 시장 전망]

(단위 : 억불)

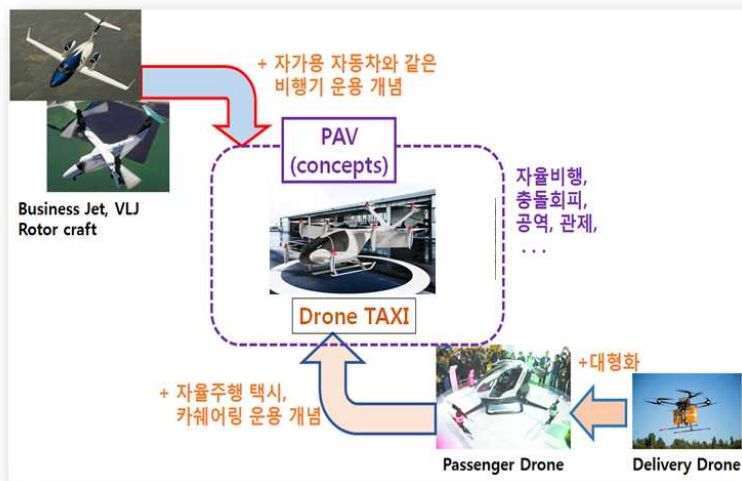
품목/분야		2016	2019	2022	2025	성장률(%)
민수용	취미용	22.0	35.0	37.0	39.0	6.6
	상업용*	4.2	19.3	44.8	69.8	36.5
	소 계	26.2	54.3	81.8	108.8	17.1
군수용		29.9	69.6	102.1	130.4	17.8
합 계		56.2	123.9	184.0	239.2	17.5

(출처 : Teal Group, Forecast International 등 종합)

- 현재 미개척 시장이자 최대 유망 시장으로 평가되는 상업용 시장에 대한 각국의 각축전이 진행 중이며 융합신기술과 접목되어 다

양한 연관 서비스 시장의 출현을 선도할 전망

- 무인기 및 ICT 기술의 급격한 발전에 따라 개인용 항공기(PAV) 개발과 관련하여 ‘유인 비행기의 소형화’ 라는 기존 접근법 외에 ‘무인기에서의 진화’ 라는 새로운 발달 경로로 개발 효율화 및 비용 절감 가능
  - 최근 무인기 기술의 획기적 발전에 따른 무인기의 대추력, 대형화 및 안전성 향상으로 자율 비행이 가능한 무인기에 사람을 태우는 새로운 접근이 가능
  - 대형 항공기에 비해 기술 접근이 용이하고 투자 규모가 상대적으로 작은 틈새시장으로 접근용이



### [OPPAV 개발 접근 방안]

- PAV 산업 분야 선도를 위해 부분적인 자동화가 이루어진 OPPAV(Optionally Piloted Personal Air Vehicle)\* 개발을 통하여 PAV 관련 기술 및 제도 등에 대한 연구 효율적으로 진행
  - \* OPPAV(Optionally Piloted Personal Air Vehicle) : 승객이 탑승하여 목적지로 자동비행하다가 필요시 조종사가 직접 조종할 수도 있는 유무인 겸용 PAV
- PAV는 기존의 항공운항체계와 다른 시스템을 바탕으로 생산, 운용, 규제가 이루어져야 하며, PAV 운용 이전에 이에 대한 검증 필요

- 아직 불완전한 자동비행시스템 및 관리감독 시스템을 고려하여 부분적으로 조종사가 직접 개입하는 OPPAV를 통한 연구가 필요
- 항공시장은 후발국가에 큰 진입장벽이 있으나, PAV 는 항공기 신규/틈새시장으로서, 국내시장보호는 물론 해외수출까지 가능한 절호의 기회
  - 소요기술에 대한 기술준비수준(TRL) 분석결과, 국내역량 확보로 판단(세계 2번째로 확보한 틸트로터 무인기 개발기술, 소형항공기(KC-100) 인증 경험, 세계적 수준의 IT 기술 수준 등)

## 2. 사업 필요성

- 지상교통망 포화에 따른 3차원 항공교통수단에 대한 경제사회적 요구
  - ‘15년기준 도로교통혼잡비용은 총33.4조원(도시부 혼잡비용 약21.3조원(약64%)\*)으로 3차원 공중교통망 구축 필요
    - \* 한국교통연구원예측(2014), (참고) 고속도로 신설4차로 평균건설비 376억원/km
    - 개인항공기 도입시 첨두시 평균40%이상의 이동시간 단축예상(한국교통연구원(2017))
    - 수도권 기준으로만 교통혼잡비용 년1,183억원 감소효과 기대(한국교통연구원(2017))
  - 사회 발전에 따른 교통수요가 증가하는 반면 지상교통체계의 한계로 신개념 교통운송수단에 대한 필요성이 증대되고 있어, OPPAV 개발을 통한 3차원 교통 공간 활용으로 국민의 사회적 편의 향상 및 물류비용 및 교통체증 해소
    - 가증되는 도시 집중화에 따른 도로 적체상황에서 발생하는 비효율을 공중 이동을 통하여 추가적인 도로 건설 없이 극복
    - 현재 2차원 도로에 국한된 개인 교통수단을 3차원의 Highway in the Sky (혹은 Skyway) 개념으로 확장할 필요 있음
    - 도심에 대한 접근성 개선으로 도시 집중화 현상 개선 및 이동성

향상에 따른 생활권 확대로 삶의 질 향상 기대

- 3차원 교통공간의 활성화로 응급시 또는 극한 환경에서 활용 가능한 접근성이 뛰어난 무인화 고속이동수단으로 차량, 선박 등의 기존 플랫폼의 한계 극복
  - 지형 및 도로상황 등의 운용환경에 구애받지 않는 높은 접근성으로 낙도, 산악 등의 격오지 및 도로사고 상황 등에 신속한 대응
  - 충분한 탑재능력 및 비행시간을 활용하여 기존 무인기 대비 고난이도 작업을 효율적으로 수행

[현재 공공분야 업무 기준 활용 방안]

분 야	세부적용 예시	예상 활용 공공기관
소 방	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고층건물 및 접근이 어려운 지역(교통체증, 격오지 등)에 대한 신속한 출동 및 탐색/구조 활동</li> <li>- 양호한 시야를 활용한 효율적인 소방활동 지휘통제</li> <li>- 화재 및 오염 등 위험지역에 대한 탐색</li> </ul>	행정안전부, 전국 소방본부(18곳)
해 양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 선박탐재로 광역 정찰 및 통제</li> <li>- 해양사고(익사, 전복 등)에 신속 출동 및 대응</li> <li>- 용이한 시야 확보를 통한 작업/작전 통제</li> <li>- 부속, 인명 등에 대한 긴급 수송</li> </ul>	행정안전부, 전국 해양경비안전본부(5곳)
의 료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교통 체증 및 지형지물의 영향을 최소화 하여 응급 상황에 신속하게 출동/구조</li> <li>- 신속한 환자 이송</li> <li>- 혈액 및 이식용 장기 등의 긴급 수송</li> </ul>	보건복지부, 전국 응급이송센터, 병원
정찰 및 보안	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공중 순찰 및 감시 활동</li> <li>- 즉각적인 인력 및 물자 수송으로 적극 대응</li> <li>- 지진 등의 자연재해 발생 시 신속하고 정확한 피해 상황 파악</li> <li>- 발전소, 댐, 공장, 송수신탑, 화학 처리 시설 등 접근이 어려운 시설물에 대한 정찰 시스템 구축 가능</li> </ul>	군, 경찰, 한국전력(지역별 발전소), 원자력발전소, 수자원공사(지역별 댐), 공장, 보안업체, 경비업체, 보험업체

분 야	세부적용 예시	예상 활용 공공기관
토목/건설	- 대형 정밀 탑재체를 활용하여 지형 맵핑 및 공정 진행 단계 관찰 - 고난이도 지형 및 작업에 자재 수송, 설치 및 관측/지휘감독	국토교통부, 건설업체
농 업	- 대량의 탑재능력을 활용하여 효율적인 약재 살포 - 넓은 활동반경과 수직이착륙성을 활용하여 넓은 지역에 대한 정밀관찰 및 분석	농림축산식품부, 전국 농업 시설
산 립	- 삼림지역에 대한 광역 관찰 및 감시(병해충, 식생, 지형변화 등) - 격오지에 대한 물자 및 인력 수송 - 산불감시 및 초기 신속대응 - 산림 내 불법 밀렵꾼들을 수색 및 추적	산림청(38곳), 지역별 국립공원
연 구	- 항공기용 탑재장비 등에 대한 비행시험 - 대형, 고성능 탑재체를 장비하여 다양한 자연현상 관측 및 분석	각종 연구기관 및 연구소, 세종기지, 기상청

- 초기 활용도를 높이기 위하여 누구나 손쉽게 활용 가능하도록 조종 기능을 최소화하여 무인/유인 모드 전환이 가능한 OPPAV로 개발
  - 유무인 미래운송비행체 시대 도래로 인류의 꿈인 창공의 자유를 모든 국민에게 기회 제공 및 개인활동 공간 확대 교류 촉진을 통한 문화의 다양성 촉진

## □ 미래 무인기 선도기술 육성 및 기술도입 불가기술 개발 필요

- 무인기 기술은 시장성, 활용성, 파급 효과 면에서 매우 큰 부가가치를 창출할 수 있는 미래 지향적 기술로서, 국가 미래 산업을 선도할 전략산업으로 육성이 필요하며, ‘무인기에서의 진화’ 한 신개념 미래형 개인용 비행체(OPPAV)가 이에 가장 적합함
  - 현재 세계 소형무인기 시장은 중국이 장악하고 있으며, 고기능 중소형 무인기는 독일, 미국 등이 강세. 향후 소형, 저가 무인기 중심의 사진/영상촬영 시장은 감소하고 상대적으로 고가, 대형 무인기 중심으로 시장이 변화될 것으로 예측(Analysis of the Global

Commercial UAS Market, Frost & Sullivan, 2015, World unmanned aerial vehicle systems, Teal Group, 2015, Commercial Drone Market, markets and markets, 2015)

- 따라서 시장선도 고기능 중대형 무인기 시스템 개발이 국내 무인기산업의 차별화 전략으로는 부각

**1. 무인기산업 특성과 중요성**

유·무인기 산업이 통합되는 미래 항공우주 산업발전에서 새로운 기반 제공

**개인용 항공기 (PAV) 개발 방향**

'비행기의 소형화'라는 기존 접근법 외에도 '무인기에서의 진화'라는 새로운 발달 경로를 제시

기존 항공기 소형화는 면허, 안전 등의 장애 봉쇄  
자율비행 가능 무인기에 사람을 태우는 새로운 접근법

**항공우주산업 발전에 기여**

무인기의 친환경(저소음, 저공해), 안전성, 자율비행, 경량화 등은 항공우주산업 발전에 기여

신원성, 탄소업 미관효과, 미래 항공산업 기여를 고려할 때, 무인기산업은 전략적 육성 필요 산업

**2. 세부 추진 과제**

**시장 선도형 고기능 무인기 개발**

(3) 미래 기반기술 선행연구 지원

- 향후 잠재력이 큰 미래 기반기술 분야도 관련기술을 꾸준히 축적

**고고도 태양광 무인기**

기상관측통신중계 인공위성 대체기술로, 성층권 상기체공 무인기 제작. 시험 (~'17.462억, 산업부, 기상청 등)

\* 복합추진 시스템(태양전지+재생연료전지)을 적용하여 18km 고도의 성층권에서 24시간 이상 장기 체공을 하면서 각종 임무수행

**어군탐지 무인기**

해양 개발된 멀티로터(수직 이착륙 기술) 무인기의 어군탐지 적용을 위해 해상-함상 운용기술 개발 (~'17.30억, 산업부)

**개인항공기**

미래 개인용 항공기(OP-PAV) 개발을 위한 선행연구도 추진

\* 다부처 사업으로 사전기획 연구 중(~'17.3), 산업부(핵심 구성품 등 비행체계), 미래부(정밀항법 센서 등 핵심원장기술), 국토부(고도관제 등 운용기술)

[산업부, 무인기산업발전 간담회(2016. 12. 6)]

- 세계수준의 정보통신, 자동차 산업의 첨단기술을 보유하고 있으며 3면이 바다, 전국토의 70%이상이 산림지역인 우리나라의 지정학적 특성에 의해 유무인기 활용수요에 기반한 개발 타당
- 미래 자동차/항공 시장의 유무인 미래운송비행체 대체 수익에 의한, 신규 일자리 창출 및 현 정부에서 추진 중인 미래성장동력 관련 다분야로의 재투자 가능 및 산업 전반의 동반성장 유도 가능

## □ 미래 신시장에 대한 대응 시급

- 드론을 통한 관련기술의 성숙화와 대형서비스공급자의 서비스 제공계획에 따른 개인이동의 자유증진을 위한 전기동력 개인항공기(PAV) 시장 급부상
- ①분산전기추진(저소음, 무공해), 전기모터/배터리, 자율비행(AI), IoT 등 관련기술(4차산업 혁명 공통기술)의 성숙 및 ②대형 개인운송 서비스공급자((미)Uber, '16년 매출7.3조원)의 에어택시 비행체 요구조건 발표 및 사업화 계획 발표('16.10) 로 세계적으로 개발 열풍 촉발

- (미국, NASA) 2030년 연간 25만대(세계 자동차 시장의 3% 수준) 세계시장 예측
- (미국, Uber) 자체 개인운송 서비스를 위하여 대당 단가/소요대수((단기) 1.2MUSD/년100대, (중기) 0.6MUSD/년500대, (장기) 0.2MUSD/년5000대)를 추정함
- (한국, 한국산업개발연구원) 2030년 연간 약 19만대 세계 시장(국내 연간 6,200 여대) 및 향후 연평균 5.6% 성장 예측
- PAV는 자율주행자동차 이후 등장할 교통수단으로서 미래 주력산업으로 성장할 가능성이 높은 분야이며, 이를 위한 핵심기술 확보 및 운용 경험 확보 등을 통한 경쟁력 확보 필요
  - NASA에서는 2030년 경 연간 25만대(약 500억~1,250억 불 수준)의 시장이 형성될 것으로 전망
  - 한국이 보유하고 있는 주력산업기술을 토대로 진입장벽을 쉽게 극복할 수 있는 신산업분야로 적합
- PAV는 현재의 항공기 인증 및 운항관리 시스템 체제의 범위를 벗어나 있는 상태로서 상업성 및 운항 안전성을 확보하기 위한 전 단계로서 다양한 적용 기술 및 운항체계에 대한 검증활동이 필요
  - 설계, 제작 및 시험을 거치며 안전성 확보를 위한 PAV의 인증 조건 및 검증 방안에 대한 지식 획득
  - 핵심 기술 및 운항체계 등에 대한 노하우를 통하여 향후 시장경쟁력 있는 실용화 모델 개발에 기여
- (선진국 개발 동향) 관련기술(4차산업 혁명 공통기술)의 성숙 및 대형 개인운송 서비스공급자의 비행체 요구조건 발표및 사업화 계획 발표(미 Uber, '16.10) 로 세계적으로 개발 열풍 촉발
  - (미)Airbus A<sup>3</sup>, (독)Volocopter, LiliunJet, (중)Ehang 등 '20년대 초중반 서비스 목표로 30개 이상 비행체 개발 중

국명	비행체/특징	형상
미국	<b>Joby Aviation사 S2</b> : 다수 틸트 프로펠러를 이용한 수직이착륙 2인승 항공기 개발 중. 전기동력 (배터리). 2010 착수.	
미국 프랑스	에어버스사의 미국 자회사인 <b>A³사 Vahana</b> : 1인승의 수직이착륙 개인용 항공기 개발 중. 전기동력. 2018년 초도비행. 시제기 2020년 개발완료 목표.	
독일	<b>E-Volo사 Volocopter VC200</b> : 1인승 회전익 항공기. 멀티콥터 유인드론 형태. 무인 및 유인 모드 가능. 전기동력. 2017 유인비행 성공.	
독일	<b>Lilium Aviation사 Lilium Jet</b> : 2인승 전기동력 수직이착륙항공기. 다수의 덕티드 프로펠러 사용. 프로펠러/모터 틸팅방식. 2019년 최초유인비행 목표.	
중국	<b>EHang사 184</b> : CES 2016에서 공개. 1인승 멀티콥터 형태의 전기동력 (배터리) 기반 유인기. 23분 비행가능. 2016 CES 전시	

### [주요개발비행체 및 특징]

- (선진국 상용화 및 인증 준비 동향) 새롭게 부상하는 PAV의 시장 선점을 위하여 아래와 같은 일정으로 상용화 및 인증 준비 중
  - (미국, 상용화, Uber) PAV가 개발되면 ‘17~’ 18년 시범운영, 인증까지 완료한 실용화 서비스는 ‘24년 말부터 개시 계획
  - (미국, 인증, FAA) 인증기술기준은 날개가 있는 비행체의 경우 FAR Pt.23기준, 전기시스템/배터리 등은 ASTM규격을 기준으로 마련 중
  - (유럽, 상용화, Lilium) 19년 최초유인비행, 25년 서비스개시 일정을 제시, 서비스공급자 역할도 수행 계획
  - (두바이, 상용화, Volocopter) 독일 Volocopter사는 현재 두바이시범사업 사업자로 선정되어 시험운용 중이며, ‘22년 이후 실용화 서비스를 개시할 계획
- 해외 주요 개발일정과 비교, 국내 기술개발 착수는 다소 늦었으나, 해외 연구개발의 경우 단순 기술시현형태에 머무르고 있는 반면 본 연구개발은 인증 및 운영절차 등을 고려한 개발을 추진함에 따라 적기에 세계 상용시장 진출이 가능할 것으로 판단

[주요 개발/서비스 일정계획]

구분	개발 일정	서비스 일정	비고
(미국) Uber	'18년 시범 운항	인증까지 완료한 실용화 서비스는 '24년말부터 개시 계획	✓ 서비스공급자로 비행체개발 투자없음 ✓ 달라스, 두바이 등 시범운항 지역
(독일) Lilium	'13~'19년 시제기 개발 (무인모드 '17년 초도비행)	'25년부터 서비스 개시 계획	✓ 비행체개발자이면서 서비스공급자 역할도 수행계획 ✓ 텐센트 등으로부터 90MUSD투자유치
(독일) Volocopter	'11~'17년 시제기 개발 (유인모드 '17년 초도비행)	'22년부터 서비스 개시 계획	✓ 두바이 시범사업자로 선정되어 시험운용 중 ✓ Daimler AG로부터 29MUSD 투자유치
(일본) Cartivator	'14~'20년 시제기 개발	'20년 동경올림픽 성화 봉송 데모	✓ 스타트업 ✓ 토요타 투자유치 0.4MUSD

- (4차산업혁명 미래시장 대응시급) 국내 민간/공공개발품의 서비스를 위해서는 ①국가가 마련해야 할 국내 인증기술기준 및 안전운항체계 마련, ②인증기술개발 및 핵심기술 기술검증용 비행시제기 개발 ③신시장을 선도할 수 있는 기술도입불가 핵심기술개발 착수 시급
  - 국내기업들도 OPPAV와 같은 도심운항용 전기동력 수직이착륙기 개발에 많은 관심을 가지고 있으며,
  - 개발된 비행체의 서비스를 위해서는 국가가 마련해야 할 국내 인증기술기준 및 안전운항체계 구축이 4~5년 선행하여야 함.
  - 인증기술개발 및 안전운항체계 구축을 위해서는 기술검증용 비행시제기를 개발해가며 신기술 분야의 구성품, 부체계 및 체계레벨의 안전성 검증을 위한 절차를 따라가야 하며,
  - 국내개발 OPPAV의 시장경쟁력 확보를 위해서는 국외도입이 불가하며 파급효과가 큰 분야에 대한 핵심원천기술을 개발하여 국내제품에 적용하는 선순환적 기술개발루틴을 구축해야 함.

- OPPAV 기술 확보를 통한 고기능 무인기 시장선도 및 개인용비행체(PAV) 신시장 선점을 위해서는 본 사업의 착수 시급
- 융합산업의 특성을 갖는 OPPAV 개발을 통하여 기존의 기계, 재료 및 IT 산업 전반에 대한 기술 발전을 도모하여 주력산업의 발전한계에 대한 돌파구를 마련
- 드론, 자율주행차 이후 Global시장 선점 및 항공 산업 Boom 지원 필요

## 제 2 절 현황분석

### 1. 국외 동향

- (미)NASA에서는 과거 PAVE연구에 이어서 ODM(On Demand Mobility)연구를 ARMD(항공연구본부)의 6개 Strategic Thrust 중 하나에 반영하여 추진해왔고, (미)Uber사가 16년 발표한 Urban Air Taxi 백서(Elevate)에 따라 전세계적으로 플랫폼 개발경쟁(Gold Rush, Wonderful Racing으로 표현) 촉발

- Uber는 세계최대 택시서비스 운영사업자로 극심한 교통체증으로 민간헬기 운용이 활발한 브라질 상파울루에서 Uber Air를 운영해 본 경험이 있음.

- ✓ 사회경제적 니즈 : 지상교통망 교통혼잡에 따른 3차원 공중교통망 필요  
지상교통망 도심부 포화, 막대한 규모의 확충 비용 (360여억원/km)
- ✓ 인류의 꿈 실현 : 항공공학자나 항공메니아의 꿈이자 임무



[도심용 eVTOL개발열풍 촉발경위]

### □ 미국 NASA ODM(On Demand Mobility, 수요대응형 이동수단)

- 허브 공항사이의 대량 운송 수단과 상반되는 광범위한 지역 사이의 소량 인간/물자 이동을 위한 신속한 개인 교통수단 제공 필요성 제기 (Thin-Haul Commuters, Small UAS Package Delivery)
- 이용자에 의해 여행 세부사항(출발지, 도착지, 출발 시간)을 선택할

수 있는 개인 교통 능력을 ODM (On-Demand Mobility)으로 정의

○ ODM의 이점

- 지상 기반 운송 시스템보다 평균 4배 빠른 이동성 제공
- 1차원적 교통 혼잡 제거
- 지형적 제한 (산, 다리, 국도 등) 제거
- 지역적 자원 제한 (땅값, 주거비 등) 제거
- 교통 혼잡 유발하지 않는 지역 경제 성장 (휴대전화기술과 시너지)

○ ODM 잠재 시장

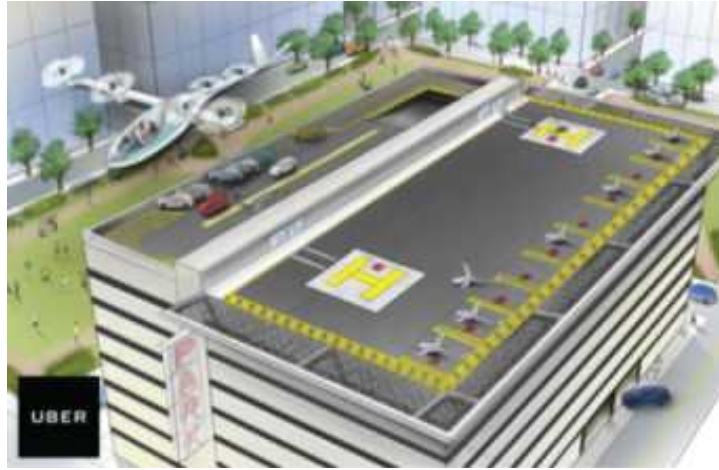
- 두 지점 간, 특히 소도시간의 직접적 항공 연결 (Thin Haul Commuters) 수요 충족
- 미래 일반 항공 (Advanced General Aviation)
- 강건성/신뢰성 있는 제어 기술, 저소음, 고효율, 고안전성을 가진 VTOL 개념으로 여러 시장 (택배, 감시, 촬영, 농업) 대응 가능

□ 민간 기술개발동향

○ (미)Uber Elevate 개요

- 우버 택시 및 헬기를 이용한 우버 에어(브라질 상파울로지역) 운용 경험을 바탕으로 미래의 근거리 항공 승객 운송 개념을 예측한 100여 쪽 분량의 백서를 발행( '16.10)
- 우버 전문가뿐만 아니라, NASA 전문가를 포함 20여명의 전문가들이 참여한 결과
- 기체 요구 조건, 사회 인프라 및 운용, 탑승자 경험, 경제성의 네 가지 카테고리로 분류하고 상세 내용을 기술

- 우버는 비행체의 직접 개발보다는 비행체 개발자, 규제당국, 인프라 개발자, 사용자 그룹 등과의 협업 방안을 찾는데 초점을 두고 Air-taxi 운용 조건 및 개념 연구에 초점을 맞춤



[미래 Air-taxi 운용 개념도 (Uber)]

○ Uber사가 제시한 서비스 요구조건 및 경제성 결과

- 기체 요구 조건

- 환경, 소음, 안전 등을 고려하여 분산전기추진 (DEP: Distributed Electric Propulsion) 방식을 적용한 기체를 대상 기체로 선정함. 특히 소음 조건의 경우 주거지에서 운행하는 트럭의 절반 수준(62 db @500 ft)으로 조건을 구체적으로 명시
- 기존의 자동차와 비행기의 결합 개념인 지상주행가능 (roadable) PAV에서 벗어나 인프라 구축 비용 절감, 도로 이동 시간 절감 등을 위해 수직이착륙 방식이 적용된 기체를 제안
- 탑승 인원의 경우 American Travel Survey의 통계에서 도출된 평균 승객 수(1.3인)를 감안하여 조종사 1인을 포함한 4인승 기체를 제안하였으며, 기체 총중량은 약 4,000 lb로 예측
- 비행 속도는 전기 동력 수직 이착륙기의 효율을 분석하여 150 ~ 200 mph로 제시하였으며, 이를 위해서는 틸팅 기술이 요구

됨

**저소음** : 50% 주거지 통과 중형트럭소음 대비

(Ref. Uber Elevate @'16.10)  
6.5BUSD@2016

**고안전성** : 25% FAR Pt.135 평균 치명사고율 대비

**무공해**

적절한 스테이션(VertiPort/Stop) 분포배치

### 경제성 분석을 위한 가정

- ✓ 시간절약 40%+ : 속도 150~200mph, 이착륙 소요시간~1 min, 최대항속거리 120mile
- ✓ 평균탑승객 : 2/3Pax. ← 4 Pax. eVTOL
- ✓ 비행체 년가동시간 : 2,080hrs/yr (Comm. Helo~300hrs, GA~110hrs, Comm. A/C~5,000hrs)
- ✓ 임무구성 : 두 번의 50mile trips (10min 대기시간)
- ✓ 30min 급속재충전(140kWh, 2000cycles)
- ✓ 비행체 대당 단가 : 1.2 → 0.6 → 0.2(MUSD)
- ✓ 인프라구축비 : 초기 3~4 Cities~1,000 VTOLs~83Vertiport~121MUSD~30yrs

**요금** : (증장기목표) Uber 지상택시요금 이하

[서비스공급자(우버)가 제시한 주요요구조건]

#### - 인프라, 운용

- 도심지에서 운용이 가능하도록 호수나 강가의 부유식 바지선 혹은 인터체인지의 내부, 충전장치를 갖춘 건물 옥상 등을 이착륙장으로 제안
- 운항 관리를 위해서는 무인기 관제를 위한 UTM(UAS Traffic Management)에서 발전한 방식의 UTM-like management를 제안 (500 ft 이상 고도에서 운용되는 개인용 항공기에 500 ft 이하에서 적용되는 무인기용 UTM 기술 적용)

#### - 탑승자 경험

- 항공기 탑승 경험이 있는 탑승자들의 경험을 바탕으로 불편 사항들을 해소하기 위한 노력이 반영된 기술 필요
- 현재 헬기 혹은 소형기 탑승 소비자들의 요구 조건을 반영한 운영 방식 연구 필요

#### - 경제성

- 전기요금을 \$0.12 per kWh로 가정하고 연간 2,080시간 이상의 운영하는 것으로 가정함
  - 승객 없이 운용하는 비율(Deadhead)을 20% 수준으로 유지할 수 있을 것으로 전망함.(단, 우버 헬리콥터는 현재 약 60%)
  - 4인승 헬기인 R-44와 경제성 비교를 하였으며, 조종사 훈련, 기체 제작비용, 배터리 가격을 초기, 중기, 장기적 관점에서 분석하여 장기적으로는 대량생산을 통한 기체와 배터리 가격의 급격한 하락으로 R-44 대비 경제성이 높은 것으로 판단
- Uber가 제시한 요구조건을 충족하는 플랫폼 개발을 위한 전세계 업체 들의 개발경쟁이 치열하며, 전세계 30개 이상의 플랫폼 개발자가 존재하며, 전체는 파악하기 어려울 정도임.
- 도심운항용 eVTOL개발을 가능케 한 핵심기술은 분산추진기술 (DEP)로 대부분의 플랫폼 개발자가 DEP를 적용하고 있음.
  - 일부 자신있는 플랫폼개발자(Lilium 등)은 Uber와의 연계없이 자체 서비스공급을 계획하는 것으로 추정됨.
- (유)Airbus 그룹에서는 미국 실리콘밸리에 혁신연구용 A<sup>3</sup>회사를 두고, 1인승 Vahana, 싱가포르 대학과 함께 소량 화물 운송을 위한 Skyways, 독일 에어버스에서는 대량 승객 및 화물 운송을 위한 CityAirbus 개발 프로젝트를 진행 중 임.
- 2030년까지 전세계 인구의 60%가 도시에 거주할 것으로 예측 (현재보다 10% 증가)하여 도심지 교통 체증을 해결하기 위한 교통수단이 필요함
  - 카쉐어링 개념으로 PAV가 운용될 것으로 예상
  - 1인승의 자동 비행 기능을 갖춘 수직이착륙 개인용 항공기 개

념으로 Uber Elevate 프로젝트에서 Air-taxi 대상 기체로 언급  
됨

- 4개의 틸팅 날개에 모두 8개의 로터를 장착한 전기분산추진형  
이며, 안전을 위한 Ballistic Parachute 장착
- 2018년 full scale 비행 목표, 2020년 생산 가능한 기술 시연기  
 개발 완료를 목표로 함



[Airbus Vahana]

○ 중국 Ehang184

- 2015년 1월 CES (The International Consumer Electronics Show)  
 를 통해 발표하였으며, 네바다주에서 비행 시험 및 조종사 교  
 육을 위해 협의 중에 있음
- 1인승 수직이착륙기로 전장 약 4 m 크기로 시제기를 제작하였  
 으나, 틸팅 기술은 적용이 되지 않아 순항 속도가 낮은 문제점  
 을 안고 있음
- Manned UAV 개념을 표방하며, 본 과제의 OPPAV 접근 개념과  
 유사한 방식을 택함
- 상세 사양 : 중량 200 kg, 최대 출력 106 kW(전기 모터 8개),  
 비행시간 23분, 유상하중 100 kg(1인승), 평균 순항 속도 100  
 kph, 비행고도 500 m 이하







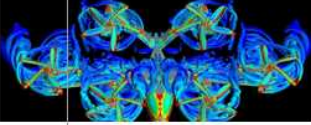






[Ehang 184]

○ AHS에서 운영하는 eVTOL.news 사이트에 정리된 개발현황을 요약하면 아래 표와 같음. 많은 데이터가 현재는 N.A.상태이며, 플랫폼 제작자가 공개를 꺼리는 이유때문인 것으로 추정됨.

[날개있는 플랫폼]

Item	Company /Designation	Country	Dimension(m)			Weight(kg)			Performance & Misc.					Remarks	
			Fuselage Length	Overall Height	Wing Span	Empty	MGW	Useful	Vcru1 (kph)	Motor Output(kW)	Propulsor	Pax	1st Flight		Power
Winged	A3/ Vahana	USA, Financed by Airbus	5.8	2.75	6	n.a.	725	n.a.	175	8 x 45	8 Prop	1	2017	E/B	Tilt Wing Unducted Variable-pitch, Three-bladed props(or fan) A <sup>2</sup> (A-cubed) calls them Lithium battery packs Has the ability to change its RPM and the blade angle independently flying time : 30 minutes
Winged	AirspaceX/ Mobii	USA, Airspace Experience Technologies	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	E/B	Tilt Wing
Winged	Lightning Strike (XV-24A)	USA, Aurora Flight Sciences	11.8	4.3	>18.2 (tip-to-tip)	5,160	5,900	737	>555	18 x 125 & 6 x 90	24 ducted fans	0	2018	Hybrid Electric	Tilt Wing Funded from DARPA
Winged	Aurora eVTOL	USA, Aurora Flight Sciences	8	n.a.	8	575	800	225	180	n.a.	8 Prop + 1 Cruise	2	2018	E/B	No tilt.

Winged	Bell Helicopter	USA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	E/B	
														E/B	
Winged	Carter/Copter	USA, Carter Aviation Tech.	11	n.a.	10.4	1,451	1,814	363	282	n.a.	n.a.	4-6	n.a.	E/B	Slowed Rotor/Compound
														E/B	
Winged	DR-7	USA, DeLorean Aerospace	6.1	n.a.	6.1	n.a.	n.a.	n.a.	240	n.a.	n.a.	2	n.a.	E/B	
															
Winged	Flexcraft	USA, Flexcraft Consortium	n.a.	n.a.	n.a.	1,814	3,239	1000	n.a.	n.a.	2 Fan-in-wing	9	n.a.	Hybrid Electric	
															
Winged	HopFlyt	USA, HopFlyt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	E/B	Tilt Wing
															
Winged	Drone Taxi R-1	USA, HoverSurf	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	4 Props	1	n.a.	Hybrid Electric	Upward storable wings
															
Winged	Hornisse/JA-XA	JAPAN	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	6+2	2	n.a.	Ducted Fan Fan in wing	
															
Winged	S4/Joby	USA, Joby Aviation	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	6 Prop	4	2017	DEP	Tilting/folding Propellers
															
Winged	Lilium Jet	Germany, Lilium	n.a.	n.a.	n.a.	440	640	200	300	n.a.	36 ducted fans	2	2017.04	E/B	
															

Winged	TF-X	USA, Terrafugia	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	320	2 x 500	2 Prop	4		Hybrid Electric	Flying Car
																
Winged	Trifan 600	USA, XTI Aircraft Company	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	3 ducted fans	4	n.a.	Hybrid Electric	
																
Winged	Z-P1	USA, Zee Aero	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
																

### [날개없는 플랫폼]

Item	Company /Designation	Country	Dimension(m)			Weight(kg)				Performance & Misc.					Remarks
			Fuselage Length	Overall Height	Width Overall	Empty	MGW	Useful	Vcru1 (kph)	Motor Output(kW)	Propulsor	Pax	1st Flight	Power	

Wingless	City Airbus	USA, Airbus Helicopters	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	4 Coaxial Prop	4	2018	E/B	Drone Type
----------	-------------	-------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	----------------	---	------	-----	------------



Wingless	Bartini	Russia, Flying Car	5.2	1.7	4.5	700	1100	400	300	320 (3x40)	4 Ducted Prop	2 or 4	2-seat version in 2018 4 seat in 2020		Coaxial Prop
----------	---------	--------------------	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	------------	---------------	--------	--	--	--------------



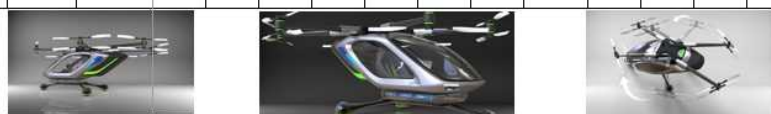






Wingless	Airbus(italDesign)/ Popup	France	4.403	0.847	5	n.a.	800	n.a.	100(max)	136	4 Coaxial, 8 Motors, MCP	2	n.a.	E/B	Dual Mode Air Module+Capsule(Spec only)+Ground Module
----------	---------------------------	--------	-------	-------	---	------	-----	------	----------	-----	--------------------------	---	------	-----	---



Wingless	SkyDrive	Japan, Cartivator	2.9	1.1	1.3	n.a.	n.a.	n.a.	100(max)	n.a.	4 Rotors	n.a.	2020	n.a.	Flying Car Drone Type Characteristics are for demonstrator
----------	----------	-------------------	-----	-----	-----	------	------	------	----------	------	----------	------	------	------	---

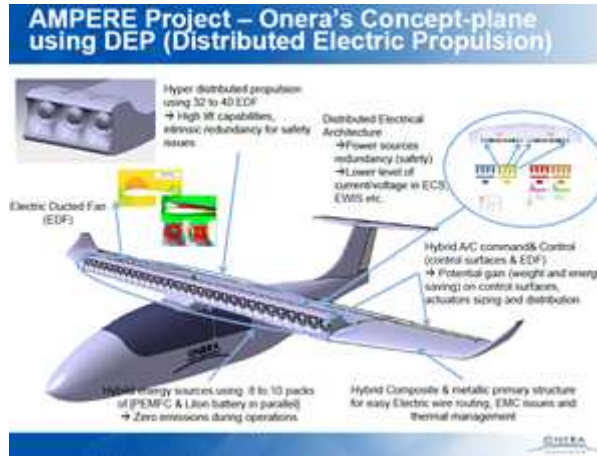


Wingless	Dekatone Flying Car	Canada, Dekatone	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	4 Props	2-8	n.a.		Flying Car
																
Wingless	Ehang 184	China	4	1.4	5	240	360	120	60	8 x 152kW	8 Props	1	2016	E/B		
																
Wingless	(unnamed) Jetpack Aviation	USA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	12 Props	1	n.a.			Flying Car
																
Wingless	Flyer	USA, Kitty Hawk	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	8 Props	1	2017	E/B		Manned
																
Wingless	AirQuadOne	UK, Neva Aerospace	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	530	100	n.a.	n.a.	4 large, 8 medium and 8 small electric turbo fans	1	n.a.	E/B		Manned
																
Wingless	VC200 and ZX	Germany, Volocopter	3.2	2.15	9.15	290	450	160	100	18 x 3.9kW (VC200)	18 Props	2	2017	E/B		Non-tilting Manned and unmanned
																
Wingless	SureFly	USA, Workhorse	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	680	181	n.a.	n.a.	8 Props	2	2016 manned flight	E/B		Non-Tilting Fixed Pitch Prop 150kW gasoline engine generator
																

- 구글 공동창업자 Larry Page가 PAV 스타트업인 Kitty Hawk와 Zee Aero에 투자
- 이외에도 Digi Robotics사의 Droxi, DroFire, Passenger Drone사의 Passenger Drone, Sikorsky사의 VERT 등 알려진 것만 30개 이상

□ 유럽 ONERA 및 일본 JAXA

- (프 ONERA) PATS(Personal Air Transport Systems)를 위한 분산전기 추진 연구를 위해 EU FP7을 통해 PPlane, Ampere, Pterosaur 등을 연구개발 중임(ODM 워크숍 @ '16.3).



[ONERA Ampere]

- (일 JAXA) 훈련기처럼 생긴 복합형 2인승 플랫폼을 개발 중에 있음.



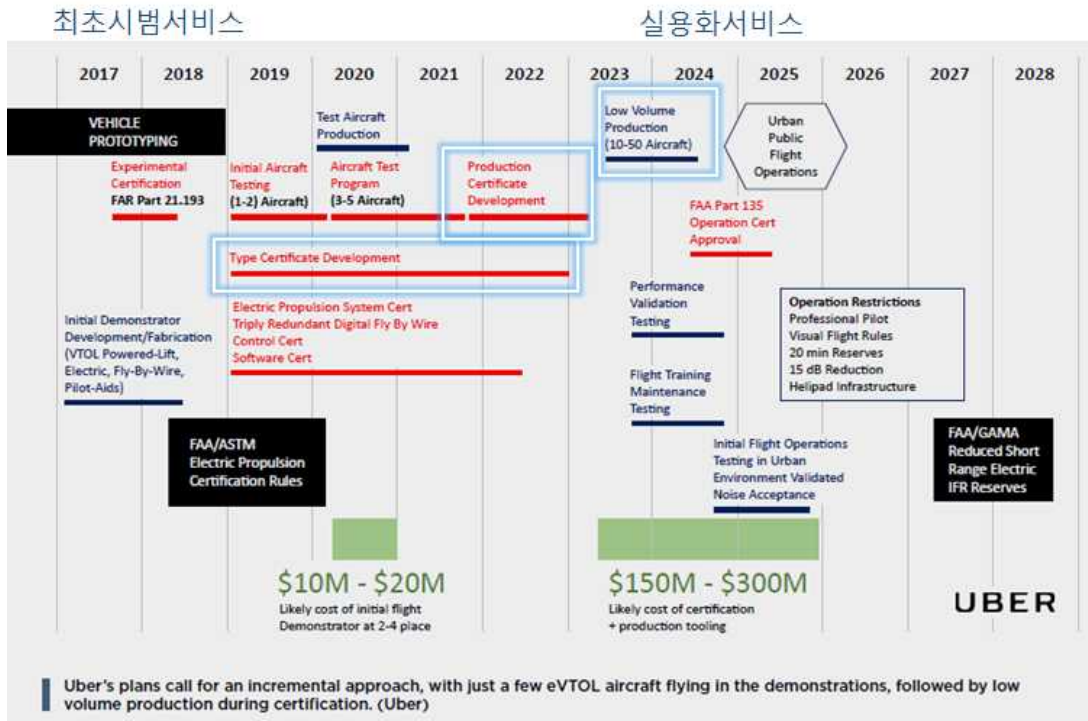
[JAXA Hornisse]

- 각 정부연구소는 기술시연기를 통한 핵심/원천기술을 개발하는데 집중하고 있는 것으로 파악함.

□ 국외 상용화 및 인증 준비 동향

- 새롭게 부상하는 PAV의 시장 선점을 위하여 20년대 초중반을 목표로 상용화 및 인증 준비 중
- (미국, 상용화, Uber) PAV가 개발되면 '17~' 18년 시범운영, 인증

## 까지 완료한 실용화 서비스는 ‘24년 말부터 개시 계획



[서비스공급자 Uber의 일정계획(시범서비스 ‘17~’ 18, 실용화서비스 ‘24~)]

- (미국, 인증, FAA) 인증기술기준은 날개가 있는 비행체의 경우 FAR Pt.23기준, 전기시스템/배터리 등은 ASTM규격을 기준으로 마련 중
- (유럽, 상용화, Lilium) 19년 최초유인비행, 25년 서비스개시 일정을 제시, 서비스공급자 역할도 수행 계획



[(독)Lilium의 개발/서비스 일정계획(서비스 ‘25~)]

- (유럽, 인증, EASA) FAA와 유사한 동향이며 유사한 동향이며, 정식 형식

인증 전에 비행체개발자가 10대까지는 시범서비스를 시행할 수 있도록 할 것

- (두바이, 상용화, Volocopter) 독일 Volocopter사는 현재 두바이시범사업 사업자로 선정되어 시험운용 중이며, ‘22년 이후 실용화 서비스를 개시할 계획임.

(Ref. [www.volocopter.com](http://www.volocopter.com))

✓ 초도비행 후 특별감항증명

2011----->2016----->2017(6,9)----->2022



**THE FIRST HUMAN BEING TAKES OFF COMPLETELY ELECTRICALLY**

2011. Just a few months after the initial idea there is proof that it works.

✓ 시범서비스 이후 실용화를 위한 인증, 인프라 구비

**THE VOLOCOPTER IS GRANTED ITS PERMIT TO FLY**

2016. In its capacity as the world's first ever manned, fully electrical multicopter and by one of the most stringent air traffic regulators in existence.



**Daimler AG (\$29M) 외**

**THE WORLD'S FIRST AUTONOMOUS AIR TAXI**

2017. World premiere in Dubai City. The Volocopter takes off on a test flight under the harshest climatic conditions.



### [(독)Volocopter의 일정계획]

- 기술시연기 비행시험 기술검증 후 인증절차를 거친 실용화개발에 4~5년 정도 걸리는 것으로 파악됨.

## 2. 국내 동향

- 항우연은 산업부 지원을 받아 2010년 PAV에 대한 전반적인 기술분석을 실시한 바 있으며, 몇가지 연관연구개발 이후 50kg급 하이브리드 전기추진 QTR(Quad Tilt Rotor) 기술개발\*을 진행 중에 있음.

\* 신개념 수직이착륙 무인기 개념연구('16.1~'18.12, 항우(연))

- 2009년도에 지식경제부 기술료 사업\*으로 한국항공우주연구원이 미래형 항공기 개발 선행 연구 수행하였으며, 필요 기술의 식별, 로드

## 맵 등은 유무인 미래운송비행체 개념 정립 및 계획 수립

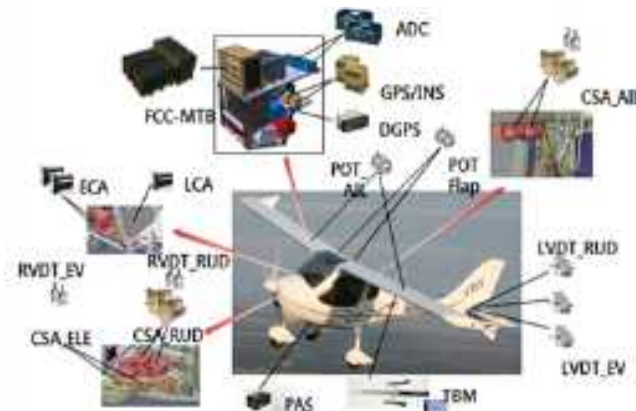
\* 미래형 항공기(PAV)개발 선행연구('09.3~'10.2, 항우(연))

- PAV 핵심/원천 기술의 분석 및 개발 타당성 연구
- 향후 20년간 PAV 중장기 기술로드맵을 수립
- 기술 개발에 따른 경제성 분석 수행
- PAV 개발사업 추진전략 제시



[개인용항공기 기술 개발 로드맵(2010)]

- 2009 ~ 2014년에 걸쳐 한국항공우주연구원에서 수행한 연구로서, 유인 기의 무인화 기술과 유·무인 혼용기 운용 기술은 유무인 미래운송비행체 설계 및 검증에 직접 활용 가능



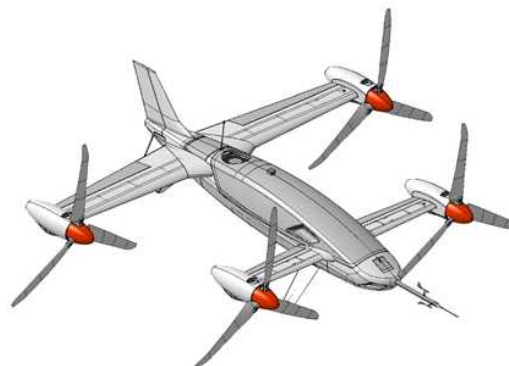
[OPV 개조 부품]

- 2인승 경량항공기(CTLS) 개조
  - 조종계통 개조, 위치/변위/자세 센서, 통신시스템, 계기 등 장착
- 2002 ~ 2011년까지 10년에 걸쳐 한국항공우주연구원에서 개발을 수행하였으며, 틸트로터 기술을 적용한 수직 이착륙 무인기로서 헬기대비 속도 2배, 비행고도 2배 이상의 성능을 가짐
- 최대비행속도 500 km/h, 체공시간 5시간, 길이 5m, 폭 6.7m, 이륙중량 > 1톤



[스마트무인기(SUAV)]

- '16년 1월부터 국가과학기술연구회 지원의 주요사업인 “신개념 수직이착륙 무인기 개념연구( '16.1~ '18.12, 항우(연))”의 일환으로 50kg급 QTP(Quad Tilt Prop)를 개발 중으로 틸트기술 적용으로 멀티콥터, 헬기와 같은 Edgewise비행체에 비해 2배 이상의 속도를 낼 수 있으며, 하이브리드동력원을 사용해 전기모터를 구동하며, 배터리방식에 비해 체공시간을 4배이상 늘리는 개념을 적용하고 있음.
- 최대비행속도 180km/h, 체공시간 2시간, 길이~2m, 폭~2.2m, 이륙중량~50kg



[개발 중인 쿼드틸트프롭(QTP)]

- (스포츠급 경항공기) 2010 ~ 2016년 건국대학교 스포츠급 경항공기개발 연구단에서 개발한 2인승 low-wing 경항공기로 복합재와 국내 IT 기술을 활용하고, 독일 Flight Design(FD)사와 기술 개발 협력한 국산화 경항공기로 자동조종장치(Autopilot)와 낙하산 적용했음. 연구단에서는 경항공기 대중화에 기여할 것으로 예상하고, Ride-sharing 개념으로 운용 가능하다고 함.



[국내 개발 KLA-100]

- 최근 전세계적인 PAV 개발 열풍에 일부 중소기업이나 매니아 층에서 멀티콥터형 유인기 비행을 시도(예 : 에어콤@ '16.10)한 바 있으며, UNIST에서 덕트형 쿼드콥터 형식의 플랫폼을 개발하고 있음(연합뉴스@' 17.1.1).



[유인 멀티콥터(에어콤)]



[덕트형 쿼드콥터(UNIST)]

- 아울러 한국항공, 대한항공, 유콘 등 항공업체 뿐만 아니라 일부 대기업들도 관심을 기울이고 있음.

- 그 외에 경남테크노파크 주관으로 ‘신비차 경연대회’ 를 2010년부터 개최하고 있어 인력양성 측면이나 아이디어 촉발차원에서 매우 전통있는 대회로 자리잡고 있음.
- RC급 모델을 중심으로 개최하였으며, 2016년도 제7회 국제 신비차 경연대회 (K-PAV 2016) 개최



[국제 신비차 경연대회 모습]

- 친환경 에너지를 활용한 소형항공기 및 무인항공기 개발을 촉진하고 관련 산업의 저변 확대를 목표로 함
- 수직이나 수평 이륙한 모형 무인 PAV가 일정한 공간 내에서 정해진 항로를 비행하고 육상에서는 자동차 주행모드로 운행 가능하도록 하는 비행체의 설계 및 시연 능력 평가

### 3. 기술 동향

#### 가. OPPAV 체계 및 운용 관련 기술

- NASA의 ODM에서는 다음과 같은 연구분야를 제시
  - 적정비용(Affordability) : 기체 제작 비용, 운용 비용, 낮은 인프라 사용료 등
  - 이동 속도(Door-to-door speed) : 이륙 전 혹은 착륙 후 소요되는 시간, 수직 이착륙 성능 등

- 효율(Efficiency) : 비행 거리, payload
- 여행 지연(Average trip delay) : 기상 조건 혹은 항공기 수급 등에 따른 지연
- 안전(Safety), 편의성(Ease of use), 승차감(Ride quality), 소음(Community noise), 배출가스(Lifecycle emission)
- 관련 기술 연구 시 각 목표별 평가방법을 다음과 같이 제시

인중 용이성 최도 시간/소요비용	획득 가능성 최도 총운용비/승객 거리	안전성 최도 치명사고 수/ 항공기거리	사용 용이성 최도 운용자훈련 소요 시간	전체여행 속도 최도 속도(km/h)
평균 일정지연 최도 시간	지역 소음 최도 인지된소음 수준	탈승감 최도 승객안락감 지수	에너지 효율 최도 에너지/ 승객거리	오염 배출량 최도 총배출량/ 승객거리

[기술 목표별 평가 방안]

- NASA가 제안한 연구 분야의 목표 달성을 위해서 자율비행과 분산 전기추진 기술을 주요 핵심 기술로 추진 중에 있음
- Uber는 운용 시나리오 및 생산 비용 등의 경제성 평가에 기반으로 하여 기존 항공산업의 생산능력 한계를 극복할 수 있는 혁신적인 생산 기술의 필요성을 제기
  - 연간 100대 생산시 생산비용은 대당 약 120만 달러이나, 장기적으로 연간 5,000대 생산시 비용은 대당 약 20만 달러로 추정
  - 기존의 소형헬기(R-44)의 사례를 고려하였을 때, 현행 체계로는 연간 1,000 대의 생산능력도 담보하기 어려움

## 나. OPPAV 핵심 기술

### □ 자율비행 (Autonomous Flight)

- 현재 일반 항공기 사고의 70% 이상은 조종사 실수가 원인이나 자율 비행 기술을 통해 안전성을 높일 수 있음
- 조종을 최소화하도록 기체 운용을 단순화하는 것이 가능하고, 자동 항법/유도의 도움으로 인구 고밀집 상공에서도 비행이 가능
- 자율비행을 위해 시스템 고장 대처 (Fail-Safe), 장애물 인식 및 회피, 데이터 기반 비행 계획 및 임무 할당, 소형항공기용 Fly-By-Wire 기술 개발, 자율비행 지원을 위한 지상 인프라 구축이 필요
- 자율주행 차량의 경우 Uber는 필요시 운전자와 상호작용이 가능한 Level 3, Tesla는 완전 자율주행이 가능한 Level 5 수준을 목표로 하고 있으며 완전 자율비행은 3차원 공간 및 기상영향 등이 고려된 Level 5 수준이 되어야 하나, 인증에 오랜시간이 소요될 것으로 판단하여 유무인혼용(OP, Optionally Piloted) 개념을 초기 비행체에는 적용하려 함.

#### <OP (Optionally Piloted)는 무엇이고, 왜 필요한가?>

##### □ OP (Optionally Piloted) 란?

- OP는 **조종을 시스템(혹은 외부조종사)이 담당**할 수도 있고, **탑승인이 담당/개입**할 수도 있는 **유무인 혼용 개념**
- 즉, PAV는 목적지와 고도만 정해지면 자동으로 비행을 하는데, 필요시 PAV에 탄 사람이 비행체를 조종할 수 있는 기능임.
  - SAE 자율화 단계는 비행조종 Authority가 Human → System으로 전환되는 수준으로 정의
  - Level 1~3에 전형적으로 해당되고, Level 4, 5의 경우도 사람이 개입할 수 있게 할 수 있음

Level	Name	Steering	Monitoring	Performance
Human driving system				
0	Driver assistance	Human	Human	Human
1	Partial automation	Human/System	Human	Human
2	Drive by one or more driver assistance	System	Human	Human
Automated driving system				
3	Automated driving system with human response	System	System	Human
4	Automated driving system without human response	System	System	System
5	Full automated driving system	System	System	System

##### □ OPV\*(Optionally Piloted Vehicle) vs. UAV(Unmanned Air Vehicle) 비교

\* OPV: 무인항공기 형식 중에 유인항공기를 무인항공기로 사용할 수 있게 하여, 항공기에 탄 조종사가 조종하는 유인모드와 지상관제시스템의 조종사가 조종하는 무인기로 운영하던 비행체를 OPV라 명명

- (조종사의 탑승가능여부) UAV는 조종사가 비행체에 탑승하지 않고, 지상에서 원격으로 조종하는 반면 OPV는 UAV로 운용되면서 **조종사가 탑승하여 조종**할 수 있음

□ **현단계에서 OP 적용은 왜 필요한가?**

- OP vs. 자율비행?
  - 시스템에 의한 완전 자율비행이 이루어지기 위해서는 선택적으로 사람이 개입하는 단계적인 접근 필요
- 자율비행의 필요성 및 기존기술상 한계
  - PAV가 저고도/고밀도 지역을 비행하기 위해서는 도심에서 조종사 부담을 경감하고 쉽게 조종할 수 있어야 함 (Low certification burden)
  - 자율자동차에 비해 3차원 공간에서 안전지대를 찾아야 하고 기상영향 고려하여야 함
  - 시스템에 의해 운용되는 자율비행은 필수
  - 항공안전을 위해서 완전자율비행이 이루어지기까지 일정 운용 통한 시스템 정확성, 신뢰성이 검증되어야 하고 지상 인프라 및 사람의 개입(OP) 필요

□ **OP 기능은 전문적인 조종훈련을 받을 사람만 사용하는 기능인가요?**

- PAV에서 구현하려는 OP 기능은 지금의 운전면허 수준 정도의 면허만 있으면 비행가능한 기술을 적용하고자 함.
- OP 기능이 커지면 여러가지 방법으로 조종이 가능
  - 비행체의 고도, 위치, 속도, heading을 조종간과 노브로 조종
  - 지상의 이동표적을 지정하고, 조종사는 고도, 위치, heading을 조종간과 노브로 조종
  - 비행체의 추력과 자세를 조종간과 노브로 조종
  - PAV의 임무에 따라 여러가지 조종모드의 개발이 가능

□ **분산전기추진(DEP)**

- 분산 전기 추진 (Distributed Electric Propulsion) : 크기에 따른 효율 민감도가 없고(Scale-free), 중복 추진 시스템을 통해 고신뢰성/강건 운용이 가능

<분산전기추진(DEP)은 무엇이고, 왜 필요한가?>

□ **분산전기추진(DEP, Distributed Electric Propulsion)이란?**

- 분산추진 : 통상 단발 혹은 쌍발로 고정익 항공기 추진설계를 하는데 반해 **3개이상** 추진시스템으로 분산하는 경우\* (\*Gohardani, A.S., *Progress in Aerospace Sciences Vol.57(2013) pp.25-70*)
  - 과거 중대형 고정익 항공기의 효율증대방안으로 분산추진연구가 진행되었으나, 전기추진과 결합하여 최근에는 멀티콥터에서 PAV, 경비행기에 이르기까지 널리 적용
  - 수직이착륙기(VTOL)의 경우는 추력뿐만 아니라 양력/조종력을 감당하기 위해 4개(쿼드콥터) 이상의 분산추진 필요 : 추력장치로는 프로프, 덕티드팬 등
  - **유인 수직이착륙기**는 추력장치 고장시 안전성 확보를 위해 **통상 6개이상의 분산추진 필요**
- 전기추진 : 배터리나 하이브리드 형식의 전기를 동력원으로 하는 경우로 구동장치는 전기모터를 사용



<Loby 12개>



<Vahana 8개>



<Volocopter 18개>



<Liliium Jet 36개>

□ **DEP 구분**

- 날개가 있는 경우 : 분산프로프, 분산틸트프로프\*, 분산틸트윙\*, 분산 틸트 덕티드팬\* 외
- 날개가 없는 경우 : 분산프로프\*, 분산덕티드팬\*, 분산틸트덕티드팬\* 외

\* eVTOL용, 특히 틸트기술을 적용하면, Volocopter, Multicopter 같은 Edgewise 비행체에 비해 순항속도 약2배수준 제고 가능

□ DEP적용은 왜 필요한가?

- 도심운용을 위해서는 **저소음의 배기가스 공해없는 비행체**가 필수
- 기존 추진방식 대비 DEP의 특징점에 따라 도심운용 비행체에 적합
  - 동급 단일로터 헬기보다 15dB이상의 **소음저감** 기대되고, 전기추진이라 **배기가스공해 없음**
  - 단일로터는 자동회전을 통하여 안전성을 확보하나, 특정 고도-속도영역에서는 불가능하지만, 분산추진은 다중분산설계를 통해 **안전성 확보가 용이**
  - 전기추진기술이 미성숙으로 모터 비출력(Specific Power) 수준이 낮아 **여러 개 작은 출력 모터를 사용 필요**
  - 분산전기추진을 통해 **유연한 체계형상 적용 가능**
  - 단일추진의 비해 비추력, 성능이 떨어질 수 있으나, BLI(Boundary Layer Ingestion) 등을 통해 통합 양항비는 높일 수 있음.

항 목	현재 화석연료기관 추진	미래 분산전기추진
성능효율	양항비(L/D) 9~11 추진효율 39%	L/D 11~18(BLI(Boundary Layer Ingestion) 등 적용시) 추진효율 72%
환경오염	많은 탄화수소/온실가스/납 오염물질 배출	배기가스 공해 없음
소 음	81dB @ 150m (R44)	기존헬기대비 15~20dB 소음저감 기대
안 전 성	헬기의 경우 자동회전 불가능 영역 존재	여러 개의 전기 모터 다중화 설계로 Fail-Safe 향상
형상설계 유 연 성	동력전달장치 때문에 기계적 복잡성 증대	전기선으로 연결하여 매우 유연

- 저소음 실현이 가능하며, 높은 비추력과 고효율 비행이 가능
- 자동화 기술과 분산전기추진은 일반 추진 방식 항공기 대비 많은 항목에서 큰 진전을 가져올 것으로 예상
- 도심운항용 PAV의 여러 가지 형식에 공통으로 적용할 수 있는 핵심기술임.
- NASA의 전기 추진 로드맵
  - NASA에서는 전기 추진을 위해 지난 10여 년 동안 전기 분산 추진 기술 연구를 위해 경비행기의 엔진을 전기 모터로 교체한 X-57 Maxwell을 개발해오고 있으며, 2021년까지 분산 추진 기술에 대한 실현 가능성을 검증할 계획임
  - 2021년 이후에는 수직 이착륙이 가능한 분산전기추진 비행체를 개발할 계획을 가지고 있음



[전기 추진 기술 개발 로드맵]

## □ 시사점

- 국외개발동향을 분석하면, 대부분 DEP기술을 적용하여 도심용 eVTOL플랫폼을 구현하고 있으나, Edgewise비행체의 경우 안정감은 있으나 속도를 빨리내지 못하며, 틸트기술을 적용하는 경우 순항속도를 높이는 장점은 있으나, 틸트프롭과 틸트윙 방식 중 택일할 때 장단점분석을 잘하여야 함.
- BLI(Boundary Layer Ingestion)을 적용한 DEP의 경우 소음저감뿐만 아니라 성능개선효과가 있을 것으로 예상하나, 아직 비행시험을 통하여 명확히 입증되지는 않은 상태로 향후 개선/저감치에 대한 추가 입증이 필요한 항목임.
  - 특히 ONERA나 Lightning Strike와 달리 TE(Trailing Edge)에 분산전기팬을 장착한 Lilium의 경우 AC와 CG위치에 따라 플러터나/다이버전스 등 공탄성문제를 야기할 가능성이 있어 이를 극

복하기 위해서는 고비틀림강성을 갖는 날개설계가 필수이며, 큰 디스크로딩에 따라 소음저감효과의 감소가 예상되는 바 비행시험을 통한 입증결과 확인이 필요하다고 판단함.

- SAE기준 레벨3이상의 자율비행을 하기 위해서는 인증에 상당한 기간과 노력이 필요하므로 당장은 OP(Optionally Piloted)로 접근하는 것이 적절한 것으로 판단함.
- 배터리나 모터는 각 구성품별 성능개선에 비례하여 플랫폼 성능개선(체공시간 증가 등)이 기대되므로 지속적인 성능개선 노력이 필요하다고 판단하며, 응용분야가 광범위하므로 별도과제로 추진하는 것이 바람직하다고 사료함.
  - 배터리(비에너지(Wh/kg), 사이클수명 등), 모터(비출력(kW/kg) 등)
- 국내기술은 효율적인 PAV 플랫폼 개발을 위해서 핵심기술의 개발 및 기술시연기 비행을 통해 고성능/안전 기술을 신속히 확보해야하고, 민간/공공에서 개발한 PAV를 운항하여 서비스할 수 있는 국가적 인프라(인증/운항체계)를 구축해야하는 단계로 국가전문연구기관인 항우(연)의 역할이 절실히 필요한 실정임.
- 국외 개발/상용화 일정을 통하여 기술시연기 비행시험 기술검증 후 인증절차를 거친 실용화개발에 4~5년 정도 걸리는 것으로 파악되므로 신속히 개발한다면 초기시장에 진입가능한 것으로 판단함.

#### 다. 국내 기술준비수준(TRL) 분석

- 분산전기추진이나 자율비행 기술을 제외하고는 TRL(Technology Readiness Level) 5~6의 기술을 종합하여 1인승급 전기동력 수직이착륙 기술시연기를 개발할 수 있는 수준으로 판단
  - 분산전기추진 시스템 기술 : 현재 TRL 3~4
  - 자율비행 비행제어 기술 : 현재 TRL 3

[OPPAV관련 기술준비수준(한국항공우주연구원 2017)]

LEVEL I	LEVEL II	LEVEL III	담당부서	TRL(현재)	TRL(과제완료후)	주요/핵심기술
체계종합	체계설계 및 종합	체계 설계	체계	5	6	시스템 통합설계
		사업 관리	체계	5	6	-
		요건 관리	체계	5	6	요구도 분석 및 검증
		형상관리	체계	5	6	-
		중량관리	체계	5	6	-
		전기적 I/F 관리	체계	5	6	-
	시험평가	시험평가 계획 및 절차	체계	6	6	시험절차 및 계획 수립
		지상/비행시험 수행 및 관리	체계	6	6	주요데이터 획득 및 분석
		시험 지원 및 운용	체계	6	6	-
	임무장비	임무장비 분석 및 확인	체계	5	6	-
임무장비 확보		체계	6	6	-	
DFCC-임무장비 시험		체계	4	6	인터페이스 규격 만족도	

LEVEL I	LEVEL II	LEVEL III	담당부서	TRL(현재)	TRL(과제완료후)	주요/핵심기술
비행체	공력/성능	분산추진비행체 형상설계	공력/체계	4	5	최적형상설계, 초기사이즈 및 성능예측
		분산추진비행체 공력 해석	공력	5	6	전기체/틸트/프롭 후류 간섭효과 예측
		분산추진비행체 풍동 시험	공력	5	5	전기체/파워모델 공력DB 및 후류 측정
		분산추진비행체 성능 해석	체계	4	5	성능예측 정확도
		정/동안정성 해석	공력	5	6	unpowered 형상 공력미계수 추출 (powered 전기체 동안정성 해석은 제어 시뮬레이션 분야에서 수행)
		비행시험데이터분석	공력	5	6	성능 비행시험 계획 및 분석
	분산추진(DEP)장치	분산추진프롭 설계	회전익	3	5	소음/성능 고려 최적화 설계
		구조동역학 해석	회전익	3	6	진동최소화 설계
		시제품 제작	회전익	5	6	고정밀 복합재료 성형기술, 밸런싱 텡
		분산추진 프롭 소음/성능해석	회전익	4	5	성능해석기술(기확보) 소음해석기술
		지상 시험 (밸런싱/호버성능/소음)	회전익	5	6	성능시험평가기술은 기확보 소음측정/평가 기술
	기체구조	하중해석	구조	6	6	하중예측 정확성
		설계	구조	6	6	경량화 최적설계, 안전진단설계
		구조해석/시험	구조	6	6	비행하중, 플러터, 강도분석
		기체제작	구조	5	6	경량화 및 정밀 제작
		착륙장치	구조	5	6	-
		복합재 DB 구축	구조	6	6	-

\* 기술준비수준(TRL) 정의 : KISTEP 거대공공사업센터((미)NASA) 기준 준용('17.11)

LEVEL I	LEVEL II	LEVEL III	담당부서	TRL(현재)	TRL(과제완료후)	주요/핵심기술
비행체	전기동력장치	전기모터	추진	4	6	경량화 및 구동소프트웨어
		동력제어기(PMS)	추진	4	5	운동알고리즘 및 제어효율
		배터리팩	추진	5	6	에너지밀도 및 안전성 확보
		시스템통합 및 시험	추진	5	6	통합제어성능 및 시스템효율
	비행제어	OFF	제어	3	5	비행운용프로그램
		모델링/시뮬레이션	제어	3	5	비행성 분석 및 평가
		제어기설계	제어	3	5	비행 및 임무제어
		시험평가	제어	3	6	비행제어시스템 성능검증
	항공전자/통신	비행조종컴퓨터	제어	4	5	비행운용프로그램 구현
		탑재통신장비 & 지상안테나	전자	5	6	데이터 전송 연속성
		항법장비	전자	5	6	항법 정확도
		신호처리장치	전자	5	6	실시간 데이터 전송율
		자료저장장치	전자	5	6	저장매체 안정성
		ADS-B/트랜스폰더	전자	5	6	기술표준 만족도
		전파고도계	전자	5	6	고도 정확도
		내부조종간 및 패널	전자	5	6	인터페이스 규격 만족도
		인터페이스 시험	전자	6	6	인터페이스 규격 만족도
	세부계통	전기장치/배선부	체계	5	6	-
		전기작동기	체계	5	6	하중부하 예측 및 선정
		대기자료장치	체계	6	6	-
		비상낙하산	체계	5	6	-
	비행체 총조립	비행체 총조립	체계	5	6	-
		시스템 통합	체계	5	6	-
비행체 중량/MOI 측정		체계	6	6	-	
지상시스템	지상관제 및 통신	GCS H/W	제어	5	6	시스템 안정성
		GCS S/W	제어	5	6	사용자 편의성
		지상통신장비 운용/관리	전자	5	6	전파도달거리 및 추적성능
	지상지원장비	비행체 지상시험지구	체계	5	6	-
		비행체 이동지구	체계	5	6	-
		조종면 교정 지구	체계	6	6	-

## 라. 핵심 기술 특허 분석 - 개인항공기 (PAV)

### □ 특허 분석 개요

#### ○ 분석 범위

- 검색 DB : WISDOMAIN
- 조사대상국 : 한국, 미국, 일본, 유럽 공개/등록특허
- 분석대상 기술분류기준

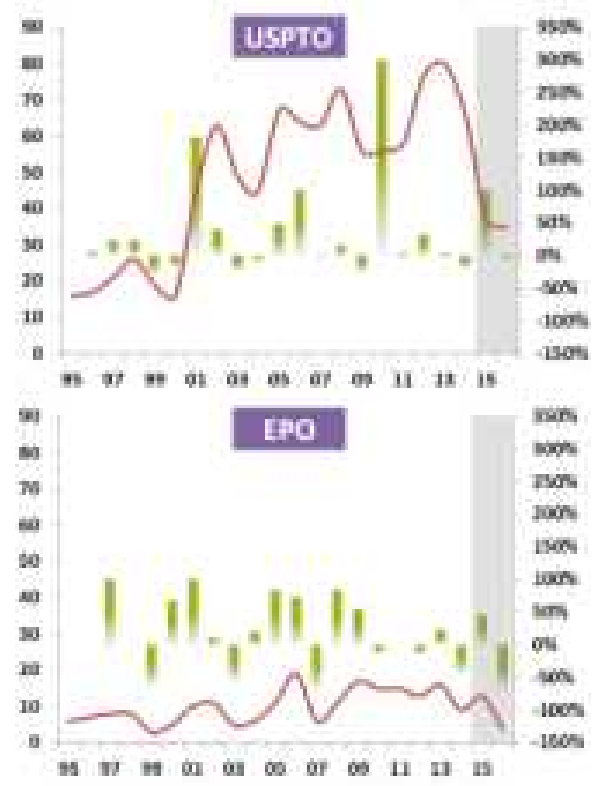
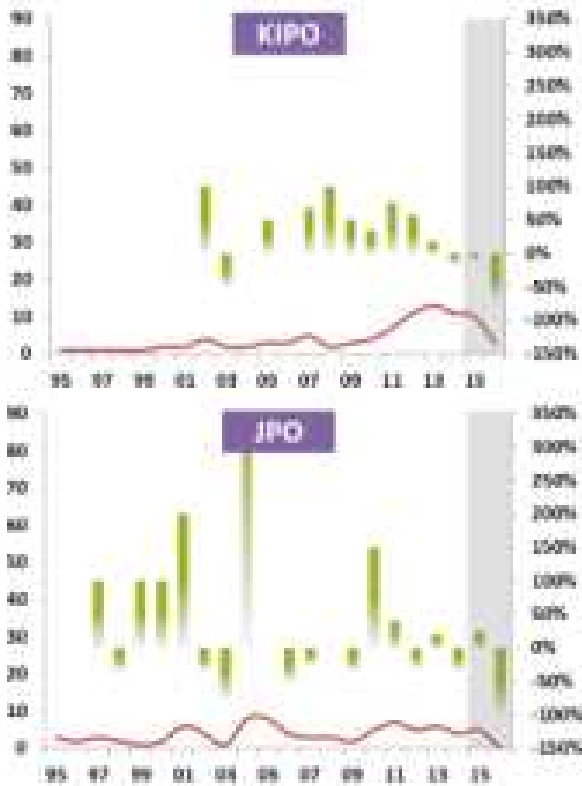
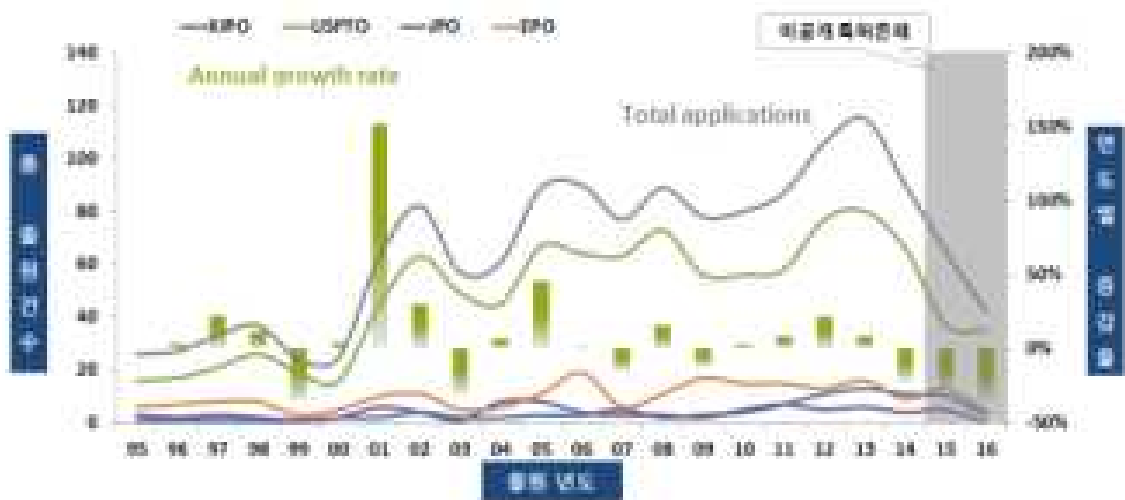
대분류	중분류	소분류	검색개요 (기술범위)
개인 항공기(PAV) (A)	PAV 형상 구조 (AA)	기체형상 (AAA)	- VTOL (Vertical Take-Off and Landing, 수직이착륙기)
		구조 형상 변경 (AAB)	- 날개 틸팅 방식 - 프로펠러 틸팅 방식 - morphing
	PAV 추진 시스템 (AB)	추력 계통 (ABA)	- 고양력 발생 기술 - 소음 저감 기술 - 프로펠러 개수별
		동력 계통 (ABB)	- 저중량/고효율/고출력 2차전지 기술 - 저중량/고효율/고출력 연료전지 기술 - 저중량/고효율/고출력 에너지 저장 기술 - 신재생 태양전지 기술
	PAV 운항 (AC)	안전운항 (ACA)	- 자율비행, 충돌회피, 고장모니터링, 정밀위치제어, 센서 - 내추락성능

#### ○ 유효특허 선별 결과 : 총 1,728개

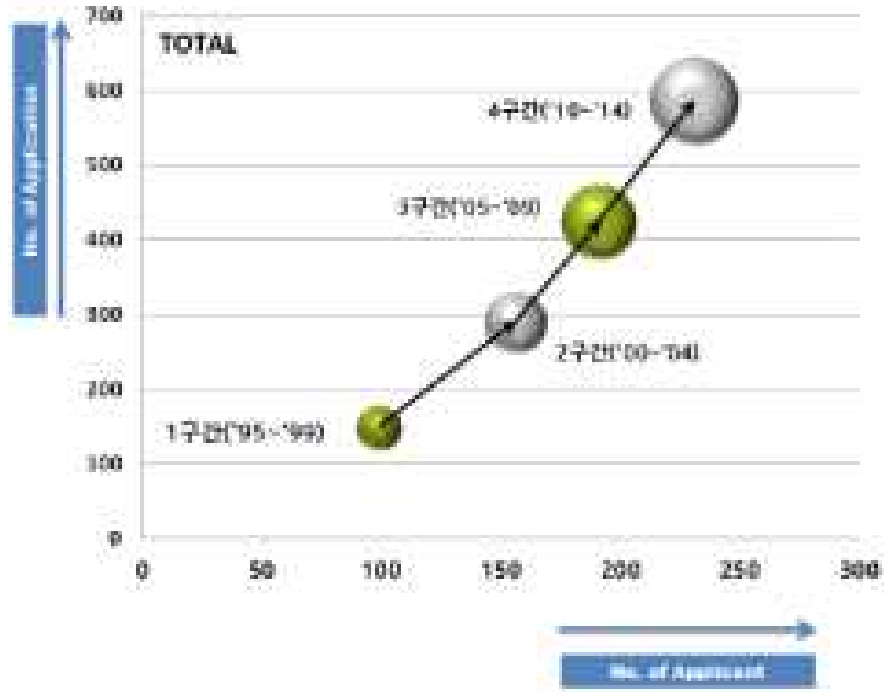
중분류	소분류	유효데이터 건수				
		KIPO(한국)	USPTO(미국)	JPO(일본)	EPO(유럽)	계
PAV 형상 구조 (AA)	기체형상 (AAA)	18	269	21	48	356
	구조 형상 변경 (AAB)	42	574	55	124	795
소계		60	843	76	172	1,151
PAV 추진 시스템 (AB)	추력 계통 (ABA)	2	153	4	29	188
	동력 계통 (ABB)	14	130	6	23	173
소계		16	283	10	52	361
PAV 운항 (AC)	안전운항 (ACA)	17	140	23	36	216
소계		17	140	23	36	216
<b>총계</b>		<b>93</b>	<b>1,266</b>	<b>109</b>	<b>260</b>	<b>1,728</b>

□ 국가별/출원인별 특허 동향

- PAV 관련 특허는 분석 초기 구간인 1990년대 중반부터 증가와 감소를 반복하다가, 2010년도에 들어 출원이 급격히 증가
  - 미국에서의 출원이 전체의 73% 차지
  - 미국 Boeing사, 독일 Airbus사가 주요출원인 1, 2위 차지

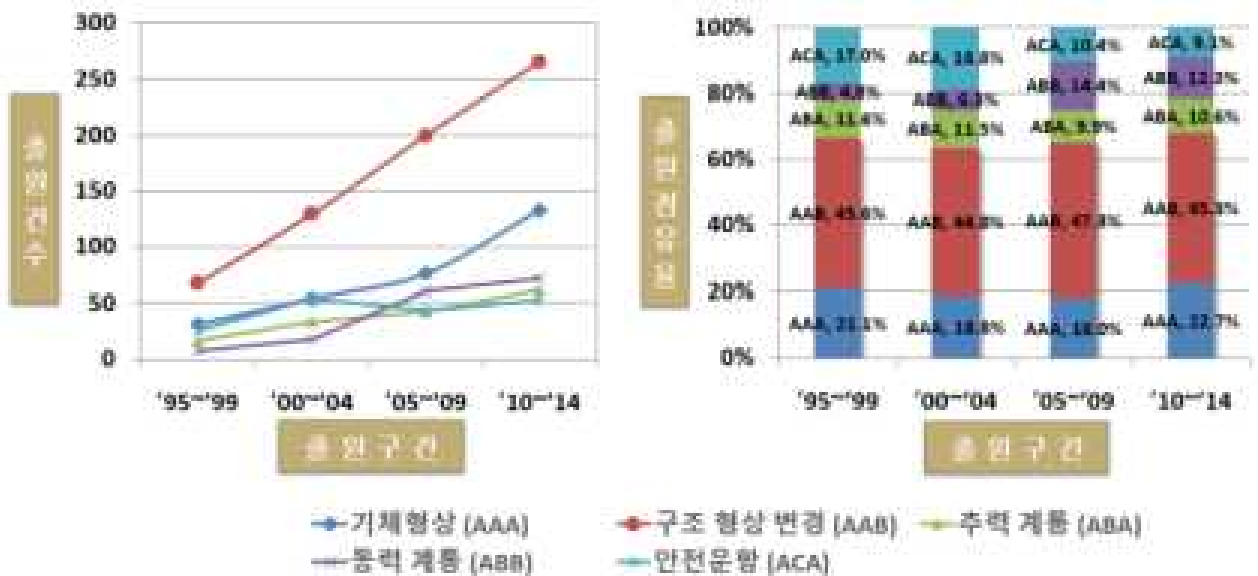


- 기술시장 성장단계 : 1구간부터 4구간까지 특히 출원인 수 및 건수가 지속적으로 증가하는 성숙기 단계에 해당



□ 세부 기술별 특허 동향

- 기체형상 및 구조 형상 변경 기술을 포함한 PAV 형상 구조 기술 분야가 가장 많은 출원 기록



- 전체구간대비 최근 구간에서의 출원 점유율은 기술요소들간에 현저한 차이는 없음. 즉, 특정 기술에 치우치지 않고 고르게 발전하는 것으로 판단됨.

	최근구간	전체구간	점유율
	'10~ '14	'95~ '14	
기체형상 (AAA)	133	294	45.2%
구조 형상 변경 (AAB)	265	661	40.1%
추력 계통 (ABA)	62	154	40.3%
동력 계통 (ABB)	72	158	45.6%
안전운항 (ACA)	53	176	30.1%
총계	585	1,443	40.5%

○ 기체형상(AAA) 주요 특허

- KR20080042609A

<서지사항>

발명의 명칭	도로주행 및 수직이착륙이 가능한 PAV{PERSONAL AIR VEHICLE FOR ROAD-DRIVING AND VERTICAL TAKEOFF AND LANDING}		
출원인	한국항공우주연구원	출원국가(특허청)	KR
현재소유자	한국항공우주연구원	발명자	정진덕 방현석
출원번호(출원일)	KR20150070852A(2015.05.21)	공개번호(공개일)	KR20160137764A(2016.12.01)
등록번호(등록일)	-	기술분야	기체형상 (AAA)

<요약 & 대표도면>

<p>본 발명에 따른 도로주행 및 수직이착륙이 가능한 PAV는 조종사 및 승객이 탑승하는 공간으로, 내부에 조종을 위한 각종 기기가 구비되고, 외부에 4개의 휠이 구비되어 주행모드를 가능하게 하는 탑승본체; 및 상기 탑승본체의 상단에 형성되어 슬라이딩(sliding) 방식으로 퍼짐에 따라 수직이착륙을 위한 동력을 발생시키는 로터를 구비하여 비행모드를 가능하게 하는 주익부;를 포함하여, 추가적인 인프라 비용을 최소화할 수 있는 효과가 있다.</p>	
---	--

<주요 CLAIM>

조종사 및 승객이 탑승하는 공간으로, 내부에 조종을 위한 각종 기기가 구비되고, 외부에 4개의 휠 (100)이 구비되어 주행모드를 가능하게 하는 탑승본체(100); 및상기 탑승본체(100)의 상단에 형성되어 슬라이딩(sliding) 방식으로 퍼짐에 따라 수직이착륙을 위한 동력을 발생시키는 로터를 구비하여 비행모드를 가능하게 하는 주익부(200);를 포함하는 것을 특징으로 하는 도로주행 및 수직이착륙이 가능한 PAV.

- US15/080167

<서지사항>

발명의 명칭	Tri-Rotor Aircraft Capable of Vertical Takeoff and Landing and Transitioning to Forward Flight		
출원인	U.S.A. as represented by the Administrator of the National Aeronautics and Space Administration	출원국가(특허청)	US
현재소유자	NASA	발명자	North; David D. Aull; Mark J. Fredericks; William J. Moore; Mark D. Rothhaar; Paul M. Hodges; WILLIAM T. Johns; Zachary R.
출원번호(출원일)	US15/080167(2016.03.24)	공개번호(공개일)	US20160200436A1(2016.07.14)
등록번호(등록일)	-	기술분야	기체형상 (AAA)

<요약 & 대표도면>

<p>Systems, methods, and devices provide a vehicle, such as an aircraft, with rotors configured to function as a tri-copter for vertical takeoff and landing ("VTOL") and a fixed-wing vehicle for forward flight. One rotor may be mounted at a front of the vehicle fuselage on a hinged structure controlled by an actuator to tilt from horizontal to vertical positions. Two additional rotors may be mounted on the horizontal surface of the vehicle tail structure with rotor axes oriented vertically to the fuselage. For forward flight of the vehicle, the front rotor may be rotated down such that the front rotor axis may be oriented horizontally along the fuselage and the front rotor may act as a propeller. For vertical flight, the front rotor may be rotated up such that the front rotor axis may be oriented vertically to the fuselage, while the tail rotors may be activated.</p>	
---	--

<주요 CLAIM>

<p>1. A vehicle, comprising: a wing; a tail; two tail rotors coupled to the tail; and a front rotor configured to tilt through a range of motion.</p>	
---	--

○ 구조형상변경(AAB) 주요 특허

- KR20137004144A

<서지사항>

발명의 명칭	개인용 항공기{PERSONAL AIRCRAFT}		
출원인	지.에어로 아이엔씨.	출원국가(특허청)	KR
현재소유자	지에어로아이엔씨	발명자	크루, 아이란
출원번호(출원일)	KR20137004144A(2011.07.19)	공개번호(공개일)	KR20130026506A(2013.03.13)
등록번호(등록일)	-	기술분야	구조 형상 변경 (AAB)

<요약 & 대표도면>

<p>안전하고, 조용하며, 제어가 용이하고, 효율적이며, 크기가 작은 항공기 구성이 복수의 수직 리프트 로터, 종렬 윙 및 전방 추진 프로펠러의 조합을 통해 가능하다. 전후방 윙과 조합된 수직 리프트 로터는 수직 및 수평 비행시 리프트의 중심과 무게 중심의 균형을 맞춘다. 이러한 윙과 복수의 로터 시스템은 수직 추력 여분을 제공하면서도, 제자리 비행, 전환 비행 또는 순항 비행시 페이로드 중량을 비교적 크게 변경할 수 있다. 상기 추진 시스템은 복수의 리프트 로터와 잠재적인 블레이드 타격으로부터 보호될 수 있을 정도로 작은 크기의 추진 프로펠러를 사용하며, 향상된 반응성과 승객에게 진정한 안정성을 제공한다. 독립적인 복수의 로터를 사용하여 여분을 제공할 수 있고, 비행체가 비행시 전혀 작동할 수 없게 되는 단일 지점 고장 모드를 방지할 수 있다.</p>	
--	--

<주요 CLAIM>

동체;상기 동체에 결합되고, 무게 중심의 전방에 위치하는 전방 윙;상기 동체에 결합되고, 무게 중심의 후방에 위치하는 후방 윙;상기 동체의 좌현측에 결합되는 제 1 장착 붐;상기 동체의 우현측에 결합되는 제 2 장착 붐;복수의 제 1 리프트 로터;복수의 제 2 리프트 로터;상기 후방 윙의 좌현측에 결합되는 제 1 프로펠러 및 상기 후방 윙의 우현측에 결합되는 제 2 프로펠러를 포함하는 항공기로서, 상기 복수의 제 1 리프트 로터 각각은 상기 동체의 좌현측에서 상기 전방 윙과 상기 후방 윙 사이의 제 1 장착 붐에 위치하여, 다른 로터에 의해 발생하는 수직 추력의 크기와는 독립적인 수직 추력량을 발생하도록 구성되고,상기 복수의 제 2 리프트 로터 각각은 상기 동체의 우현측에서 상기 전방 윙과 상기 후방 윙 사이의 제 2 장착 붐에 위치하여, 다른 로터에 의해 발생하는 수직 추력의 크기와는 독립적인 수직 추력량을 발생하도록 구성된 것을 특징으로 하는 항공기.

- US09/932924

<서지사항>

발명의 명칭	Ducted vehicles particularly useful as VTOL aircraft		
출원인	Urban Aeronautics Ltd.	출원국가(특허청)	US
현재소유자	URBAN AERONAUTICS LTD	발명자	Yoeli;Rafi
출원번호(출원일)	US09/932924(2001.08.21)	공개번호(공개일)	US20030038213A1 (2003.02.27)
등록번호(등록일)	US6568630(2003.05.27)	기술분야	구조 형상 변경 (AAB)

<요약 & 대표도면>

<p>A VTOL aircraft (or other vehicle such as a sea vehicle) includes a pair of elongated ducts on opposite sides of the vehicle body, and a plurality of powered propellers (or other propulsion units such as jet engines) mounted within and enclosed by each of the elongated ducts, such as to produce an upward lift force to the vehicle. Each of the elongated ducts has a short transverse dimension slightly larger than the diameter of the blades of each propeller enclosed thereby, and a large transverse dimension slightly larger than the sum of the diameters of the blades of all the propellers enclosed thereby.</p>	
---	--

<주요 CLAIM>

<p>1. A vehicle movable in a fluid medium, comprising: a vehicle body; a first group of rotary propeller propulsion units mounted on one side of the vehicle body, each of said rotary propulsion units being oriented to produce a downward flow of the fluid and thereby an upward lift force applied to that side of the vehicle body; a second group of rotary propeller propulsion units mounted on the opposite side of the vehicle body, each of said latter rotary propeller propulsion units being oriented to produce a downward flow of the fluid, and thereby an upward lift force applied to said opposite side of the vehicle body; a first elongated duct on said one side of the vehicle body enclosing all the rotary propeller propulsion units of said first group and having an upper end and a lower end projecting past the upper and lower ends of said enclosed rotary propeller propulsion units; and a second elongated duct, separate from said first elongated duct, located on said opposite side of the vehicle body and enclosing all the rotary propeller propulsion units of said second group, said second elongated duct having an upper end and a lower end projecting past the upper and lower ends of said second group of rotary propeller propulsion units; the cross-sectional area of each of said first and second elongated ducts being larger than the sum of the cross-sectional areas of the plurality of rotary propeller propulsion units enclosed by the respective elongated duct, to augment the lift force produced by the respective rotary propeller propulsion units; the ends of said first and second elongated ducts being spaced from each other to facilitate entry and exit from said vehicle.</p>
--

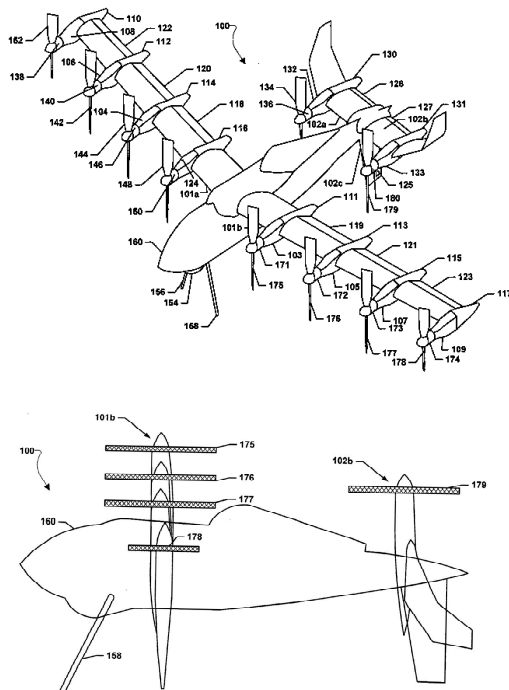
- NASA US9475579 B2

<서지사항>

발명의 명칭	Vertical take-off and landing vehicle with increased cruise efficiency		
출원인	NASA	출원국가(특허청)	US
현재소유자		발명자	William J. Fredericks, Mark D. Moore, Ronald C. Busan, Paul M. Rothhaar, David D. North, William M. Langford, Christopher T. Laws, WILLIAM T. Hodges, Zachary R. Johns, Sandy R. Webb
출원번호(출원일)	US 14/121,001 (2014년 8월 13일)	공개번호(공개일)	US9475579 B2 (2016년 10월 25일)
등록번호(등록일)	-	기술분야	

<요약 & 대표도면>

Systems, methods, and devices are provided that combine an advance vehicle configuration, such as an advanced aircraft configuration, with the infusion of electric propulsion, thereby enabling a four times increase in range and endurance while maintaining a full vertical takeoff and landing ("VTOL") and hover capability for the vehicle. Embodiments may provide vehicles with both VTOL and cruise efficient capabilities without the use of ground infrastructure. An embodiment vehicle may comprise a wing configured to tilt through a range of motion, a first series of electric motors coupled to the wing and each configured to drive an associated wing propeller, a tail configured to tilt through the range of motion, a second series of electric motors coupled to the tail and each configured to drive an associated tail propeller, and an electric propulsion system connected to the first series of electric motors and the second series of electric motors.

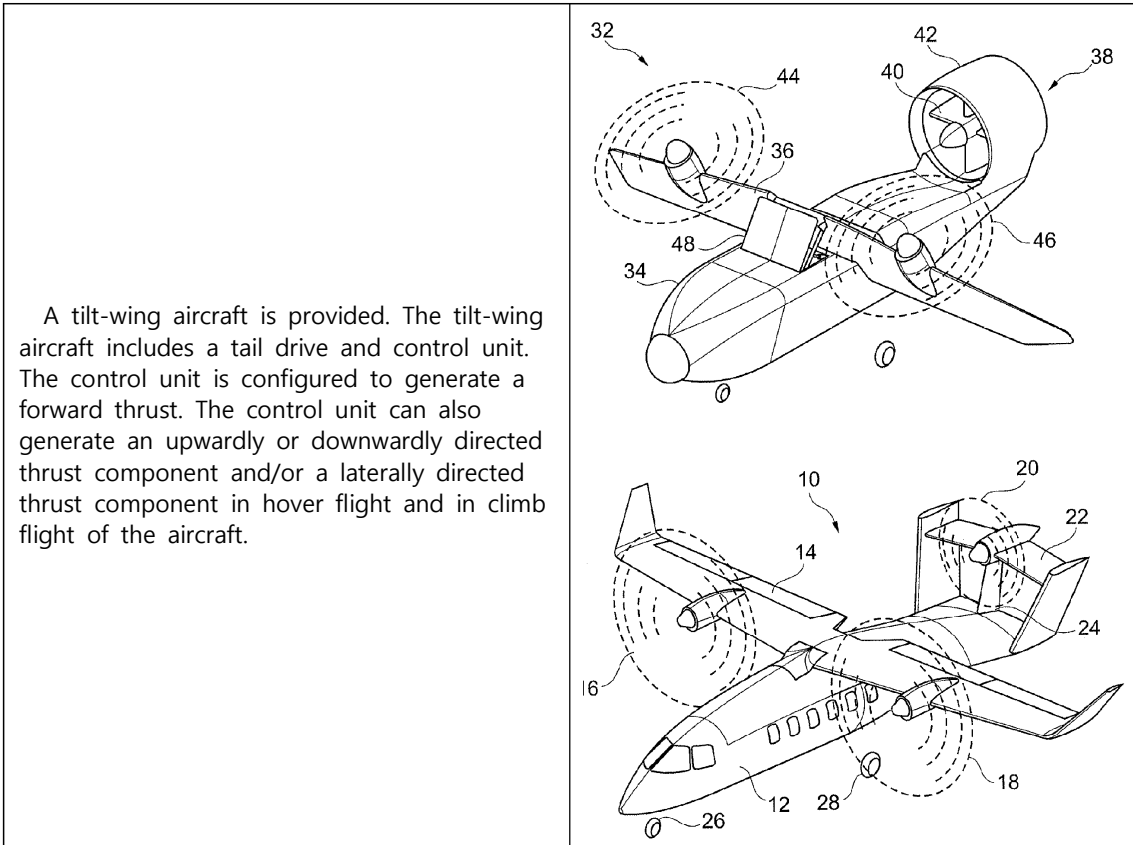


- Airbus Defence and Space, US20130099065A1

<서지사항>

발명의 명칭	Tilt-wing aircraft		
출원인	Airbus Defence and Space GmbH	출원국가(특허청)	US
현재소유자	Airbus Defence and Space GmbH	발명자	Johannes Stuhlberger
출원번호(출원일)	2012-11-13	공개번호(공개일)	US20130099065A1 2013-04-25
등록번호(등록일)		기술분야	

<요약 & 대표도면>

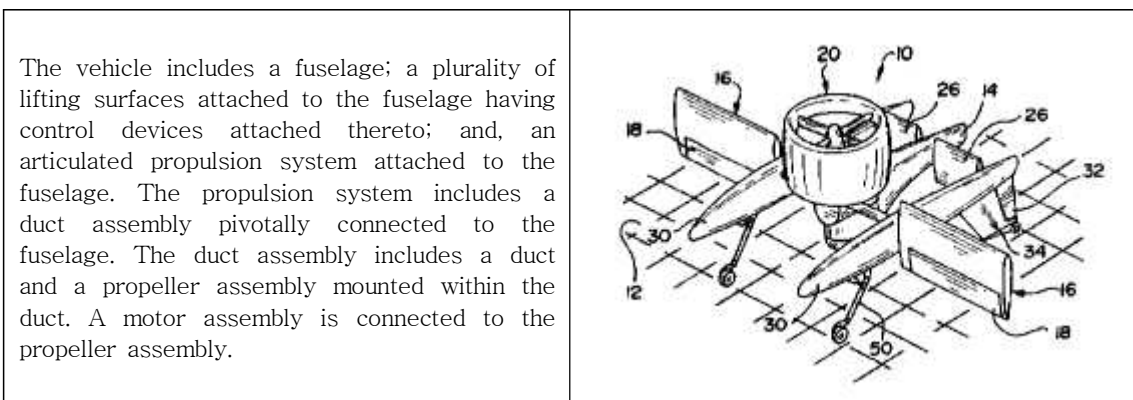


- BOEING CO / US08/654133

<서지사항>

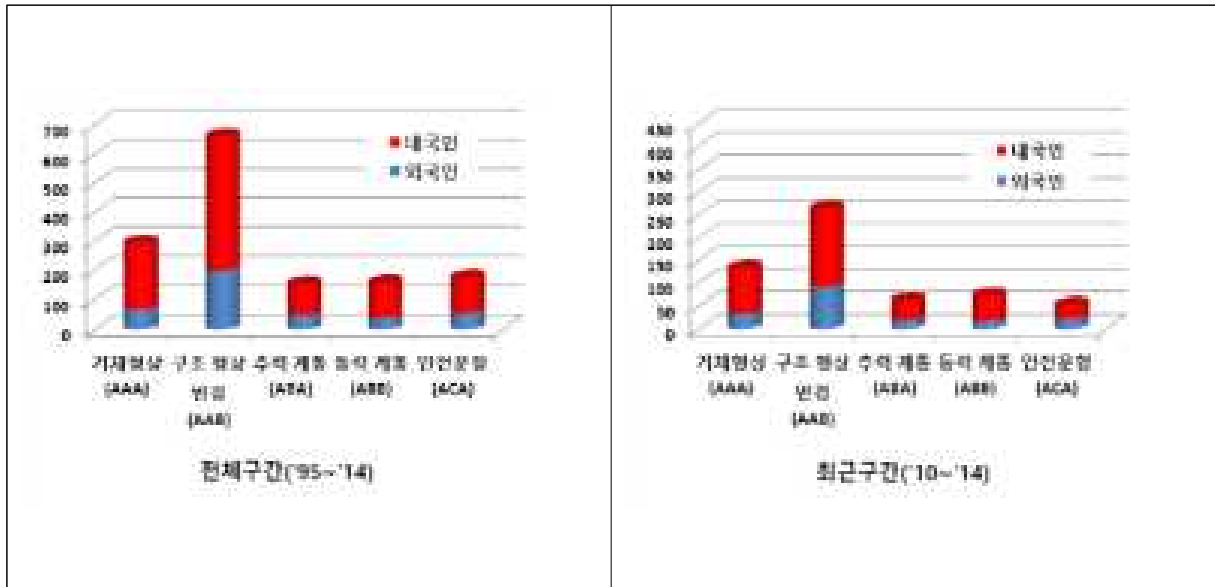
발명의 명칭	Vertical/short take-off and landing (V/STOL) air vehicle capable of providing high speed horizontal flight		
출원인	BOEING CO	출원국가(특허청)	US
현재소유자	BOEING NORTH AMERICAN INC	발명자	Cummings; Darold B.
출원번호(출원일)	US08/654133(1996.05.28)	공개번호(공개일)	-
등록번호(등록일)	US5758844(1998.06.02)	기술분야	기체형상 (AAA)

<요약 & 대표도면>



## □ 특허 시장확보력

- 내외국인 출원점유율 변화 검토 결과, 5개 기술 분야 모두 전체 구간 및 최근 구간에서 내국인 출원 건수가 외국인 출원 건수보다 많음.



- 이는 내국 위주의 특허활동을 통하여 특허 장벽을 견고히 해서 자국 시장 경쟁력을 높이고 있는 것으로 분석됨.

## □ 지적재산권 확보 가능성

- OPPAV에 대한 연구 및 특허의 경우 미국과 유럽을 위주로 연구가 진행되어 왔으나, 국내에서는 관련 연구가 부족함.
- 현재 기술의 위치가 성숙기 단계에 있는 것으로 분석되어 많은 가능성을 가지고 있다고 판단됨.
- 미국과 유럽의 관련분야 핵심 특허 청구항에 대한 면밀한 분석을 통해 회피 방안과 새로운 지식재산권 창출 방안 도출이 가능할 것으로 판단됨.

## □ 기술도입 가능성

- OPPAV 관련 핵심기술은 미래 인류 생활방식을 바꿀 수 있는 기술로서 4차 산업의 선도자가 되는데 있어서 필수적으로 확보해야 하는 기술로 인식되고 있음.
- 민수 시장의 잠재 수요가 클 뿐만 아니라 군사적 용도로 활용 가능성도 높음.
- 또한, 아직 상용화된 비행체가 없을 정도로 현재 기술이 본격적으로 개발되고 있는 상황임.
- 아직 개발이 덜 된 기술인 동시에 국익 차원에서 선진국이 유출을 꺼리는 핵심 기술로서 기술 도입 가능성이 매우 낮음.
  - 보잉, 에어버스, 시콜스키, 벨 등 항공기제조 대기업의 지재권 확보는 난이할 것으로 판단되며, 일부 유망한 스타트업은 회사를 인수하지 않는한 이미 대규모 투자를 유치해 이해당사자가 복잡하게 얽여있어 불가능할 것으로 전망(Lilium(Tencent 외 90MUSD 투자유치), Volocopter(Daimler AG 29MUSD 투자유치))
  - 과거 수리온 개발이나 현재 LCH개발사업 초기 국외협상 경험에 따르면 핵심기술인 로터, 자동비행조종시스템 등은 국외 선진사는 기술이전에 터무니없는 비용을 요구하거나, 불가입장 견지한 바 있음.

## 4. 시장 동향

### □ PAV 세계시장 전망

- 현재 PAV의 잠재 시장으로 ▶ 기존의 소형 항공기 및 자동차 시장에 대한 대체와 ▶ 드론 택배 등 소형 화물 운송이 주목받고 있으며, 자율비행 기술의 발전과 카쉐어링 개념의 확산에 따른 ▶ **Air-Taxi** 등 신규 서비스 시장의 창출 역시 기대됨
- (자가교통시장) 초기 PAV 연구에서는 주요 시장을 근거리 항공교통 및 승용차, 철도 등의 지상교통체계를 대체하는 자가용 교통수단으로 가정하여 미래 수요를 전망
  - 개인화 소형화된 항공교통 수단으로서 기존의 소형항공기 및 자동차에 대한 대체수단으로 등장
  - NASA는 2030년 경 세계 PAV 시장이 연간 25만대 수준에 달할 것으로 전망
  - 한국산업개발연구원<sup>1)</sup>은 2033년 경 세계시장이 약 19만대 수준이 될 것으로 전망

※ 최근 자료 반영 시, 약 29만대 수준으로 추정

#### [PAV 세계 시장 전망 비교]

출처	2030년경 시장규모	비교 대상	비고
NASA	약 25만대 수준	일반항공기(GA) 및 승용차	세계 자동차 시장의 3% 수준
한국산업개발(연)	약 19만대* 수준	여객기 및 레저용 차량	향후 연평균 약 5.6% 성장

\* 약 271억 달러에 해당

- (**Air-Taxi 서비스**) 자율비행 연구의 진전과 카쉐어링 개념의 확산으로 자율화된 PAV를 활용한 **Air-Taxi** 또는 PAV 공유 서비스 형태를 중심으로 사업 구체화가 진행 중

1) 한국산업개발연구원, “PAV의 개발을 위한 시장 및 사업타당성 분석”, 2010

- Uber는 현재의 차량 서비스와 유사하게 PAV를 활용한 공중교통 제공 서비스 검토하고 있으며, Airbus 등은 Air-Taxi 서비스를 제공하기 위한 PAV 개발을 진행
- 자율비행 기술의 발달은 일반인도 쉽게 PAV를 활용할 수 있도록 하여 PAV 서비스 접근성이 개선될 것으로 기대
  - ※ Uber는 3~4개 대도시 권역마다에 1,000대 가량의 Air-Taxi가 운용될 것을 가정하고 있으며, 자율비행 기술이 충분히 발달하면 조종사를 대체하고자 함
- 영업용 시장의 경우 경제성이 보장되는 경우 구매가격에 대한 부담이 낮아, 비교적 고가인 PAV의 확산에 유리
  - ※ PAV 가격은 일반적으로 20~50만 불 정도로 희망
  - ※ Uber는 초기 가격은 대당 약 120만 불(100대/년 생산 수준)이나, 장기적으로 5,000대/년 생산수준에 도달 시 대당 약 20만 불 수준이 될 것으로 전망

## □ PAV 민간/공공 시장 전망

- (PAV 민간 수요) 항공운항 수요 및 자동차 시장 동향으로부터 추정  
한 국내 PAV 시장은 2033년 경 약 6,184대로 전망되며, 설문조사를  
통하여 추정한 기업의 업무용 및 개인의 레저용 수요는 양산이후 연  
간 15만대 수준으로 전망(한국산업개발연구원, 2010)
  - 부유층의 레저용 및 기업의 업무용으로 초기 시장이 형성되어, 양  
산 10년 이후 출퇴근용 PAV의 확산이 이루어지는 것으로 가정
  - 택시 및 렌트카 등 영업용 시장을 고려할 경우 잠재시장은 더 클  
것으로 기대
    - ※ 국내 중형승용차 판매대수 중 택시 및 렌트카 등 영업용 차량 비중은 약 27.4%  
수준(2016년 기준)

[PAV 국내 수요 예측 설문 결과]

(단위 : 대)

구분	낙관적 전망	중립적 전망	보수적 전망
	75%	50%	25%
2025년(양산)	245,826	163,884	81,942
2030년(+5년)	239,585	159,724	79,862
2035년(+10년)	233,613	155,742	77,871
2040년(+15년)	227,915	151,943	75,972
2045년(+20년)	222,500	148,334	74,167

자료 : 한국산업개발연구원, 2010

- **(PAV 공공수요)** 공공분야의 경우 민간수요와 같이 기존의 차량 및 항공기를 보완/대체하는 한편, 무인기 활용분야에 대해서도 일부 대체가 가능할 것으로 전망
  - 접근성이 높은 고속이동수단으로서의 특성은 응급상황에 대하여 유연하고 신속하게 대응할 수 있도록 함
  - 무인 운용이 가능한 자율성은 위험한 환경에 대한 대응능력을 향상시키는 한편, 운용유지비용 저감
  - 충분한 탑재능력 및 비행시간을 활용하여 보다 기존 무인기 대비 고난이도 작업을 효율적으로 수행 가능

□ **PAV 교통수요예측 예비연구결과**(한국교통연구원, 2017)

- **(PAV 도입 필요성)** 2015년 기준 도로교통혼잡비용은 총 33.4조원이며, 이 중 도시부 혼잡비용은 약 21.3조원으로 전체의 63.8%를 차지하고 있음<sup>2)</sup>
  - 고속도로 신설 4차로 평균 건설비 376억원/km를 기준으로 매년 약 887km를 신설할 수 있는 비용임

2) 한국교통연구원, 2015년 교통혼잡비용 예측, 2014.

- 도시부에서는 교통문제 해결을 위해 지속적으로 도로 및 대중교통체계 개선을 시도하고 있으나 이미 포화된 도시구조에서 새로운 인프라를 구축하는 것은 매우 어려운 일임
- (예측가정) 무인항공기 제원(최고속도 200km/hr, 1인승 (장기적으로 4인승), 이착륙시간 각각 2분, 최대이동거리 50km)을 고려함.
  - 무인항공기의 통행비용은 시나리오 분석을 기반으로 20,000원 정액제를 기준으로 하며, 이에 대한 가정은 달라질 수 있음
  - 재차인원은 예비타당성조사지침의 택시 재차인원을 기준으로 함
  - 무인항공기가 타 수단 대비 통행시간 절감이 일어나지 않는 경우에는 수단전환이 일어나지 않는다고 가정하여 분석을 수행함
- (예비연구결과) 시간절감에 의한 사회적비용 감소 효과는 서울에서는 연간 약 126.5억원의 시간비용 절감 효과가 기대되며, 수도권으로 확장하면 약 1182.6억원의 절감 효과가 기대됨
  - 각 출발지-도착지 기준 무인항공기 통행시간 대비 승용차 통행시간 차이를 기준으로 시간절감이 일어난다고 가정하여 산출함
  - 수도권 통행자들의 시간가치는 예비타당성조사지침에서 제시하고 있는 1대당 시간가치 10,844원을 평균재차인원(1.33)에 따라 1인 기준으로 환산하고, 소비자물가지수에 따라 2016년 기준<sup>3)</sup>으로 환산하여 10,011원을 적용함

[거리에 따른 수단분담 변화 (서울, 직선거리 기준)]

단위: 통행/일

서울	~10km	10~20km	20~30km	30km~	전체
승용차	4,197,947 (39.60%)	1,014,392 (36.17%)	85,821 (41.10%)	536 (47.11%)	5,298,696 (38.92%)
버스	3,456,805 (32.61%)	376,327 (13.42%)	14,985 (7.18%)	12 (1.03%)	3,848,129 (28.26%)
철도	2,689,792 (25.37%)	1,372,257 (48.93%)	101,972 (48.83%)	561 (49.31%)	4,164,582 (30.59%)

3) 2016년 100.97, 2007년 82.235 (2015년 100 기준)

택시	253,420 (2.39%)	23,814 (0.85%)	1,208 (0.58%)	0 (0.00%)	278,442 (2.05%)
무인항공기	2,436 (0.02%)	17,516 (0.62%)	4,828 (2.31%)	29 (2.55%)	24,808 (0.18%)
합	10,600,399 (100%)	2,804,306 (100%)	208,814 (100%)	1,138 (100%)	13,614,657 (100%)

[거리에 따른 수단분담 변화 (수도권, 직선거리 기준)]

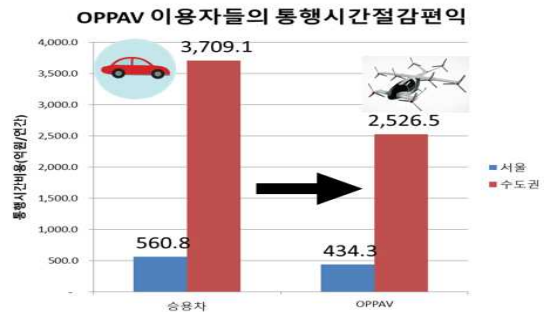
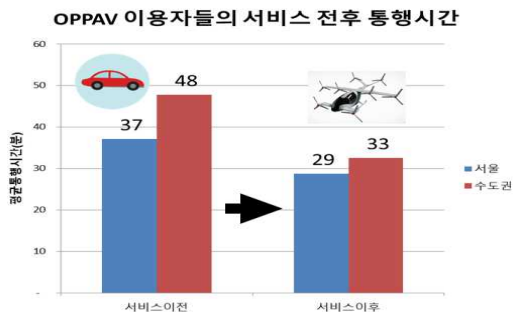
단위: 통행/일

수도권	~10km	10~20km	20~30km	30km~	전체
승용차	11,679,249 (52.20%)	4,377,344 (53.96%)	1,825,792 (58.66%)	1,555,035 (71.59%)	19,437,419 (54.34%)
버스	6,780,082 (30.30%)	1,299,753 (16.02%)	475,864 (15.29%)	230,607 (10.62%)	8,786,306 (24.56%)
철도	3,504,698 (15.66%)	2,363,827 (29.14%)	765,803 (24.61%)	329,621 (15.18%)	6,963,949 (19.47%)
택시	409,543 (1.83%)	42,795 (0.53%)	4,316 (0.14%)	637 (0.03%)	457,291 (1.28%)
무인항공기	2,475 (0.01%)	28,352 (0.35%)	40,508 (1.30%)	56,139 (2.58%)	127,475 (0.36%)
합	22,376,047 (100%)	8,112,071 (100%)	3,112,284 (100%)	2,172,039 (100%)	35,772,441 (100%)

- 개인항공기 도입시 피크시간대 평균40%이상의 이동시간 단축예상



- 수도권 기준으로만 교통혼잡비용 년1,183억원 감소효과 기대



## 2장 다부처 추진 필요성

### 제 1 절 관련 정책 및 인프라 현황

#### 1. 규제 사전검토 및 개선필요 사항

##### 가. 본 연구개발과 관련한 국내외 표준, 인증기준, 기술기준 현황

- 본 연구개발에서 기획하고자 하는 시스템은 1인승 이상의 Payload 를 가진 유무인 비행이 가능한 OPPAV 기술검증기로 유인 비행체 와 관련된 국내외 표준은 미국 인증당국에서 개발한 FAR이 전 세계적으로 통용되고 있으나,
- 무인화 또는 자동화 수준이 높은 시스템에 대한 인증기준이나 국제적인 통용 기준은 없으며, 전 세계적으로 무인기의 안전성 확보 와 민수분야 활용도를 높이기 위한 큰 숙제로 활발한 연구들이 진행 중에 있는 분야임.
- 본 연구의 대상 유인기 비행체에 대한 감항기준은 FAR Part 23급 과 혹은 LSA급으로 나눌 수 있음.
  - FAR Part 23은 최근에 개정안을 공시하고 향후 소형항공기 (General Aviation)에 적용될 Part 23은 아래와 같이 risk와 성능 에 근거하여 개정될 예정임.

##### [FAR Part 23 개정 내용]

Level	승객수	속도	
1	최대 1	저속	설계순항속도 $V_c \leq 250 \text{KCAS}$
2	2 ~ 6		$MMO \leq 0.6$
3	7 ~ 9	고속	설계순항속도 $V_c > 250 \text{KCAS}$
4	10~19		$MMO > 0.6$

- 19인승 19,000 lb 미만 항공기는 총 8가지 기준으로 인증을 신청/획득하게 됨.

- GA급 항공기보다 낮은 중량과 간단한 엔진을 사용하는 비행체 (개정판에서 simple airplane으로 정의)는 다음과 같음

[비행체 정의]

	EASA	EASA	EASA	FAA
이름	Light Sport Aeroplanes	Very Light Aeroplanes	Very Light Rotorcraft	LSA[No Helicopter]
약자	CS-LSA	CS-VLA	CS-VLR	LSA
MTOW	600kg	750kg	600kg	750kg
실속@착륙	83km/h	83km/h	-	83km/h
탑승자	2	2	2	2
엔진	single, Non-turbine	Single	Noturbine No Rocket	Single
객실	비여압	-	-	비여압

- 무인항공기는 중량에 따라 각국이 다르게 관리하고 있으며, 시스템의 감항성을 확보하기 위한 인증기준은 없음.
  - 무인기는 관리 목적 상 중량을 기준으로 분류를 하고 있으며, 아직까지 유인기와 같은 표준감항증명을 위한 감항기준은 없는 상태임
    - 유럽의 EASA 회원국은 중량 150kg 미만은 각국의 인증당국에서 관리하고, 그 이상은 EASA가 통제함. 하지만 150kg 이상에 대한 세부 기준서는 존재하지 않음
    - 미국의 경우에는 현재 25kg 미만의 무인기 운영에 관한 규정이 있음.

## [무인기 관련 각국 기준]

	영국	프랑스	호주	독일	캐나다	미국
중량 기준	*20kg 미만 *20~150kg *150kg이상	*2kg 미만 *2 ~ 25kg *25~150kg	*5kg 미만 *5 ~ 25kg *25~150kg	*5kg 미만 *25kg 미만	*2kg 미만 *2 ~ 25kg *25kg 이상	25kg 미만
air space 접근 승인여부	CAA 승인	DGAC 승인	BMVIT 승인 보험, 소음, 비행목적	BMVI 승인 25kg이상 보험	25kg미만 [보험증명서&규제와 무관함] 입증	무인기 operator certificate
pilot 훈련 혹은 Certification required	비행체중량&경험에 따라 다르게 적용	25kg미만은 훈련기관에서 능력평가	나이, 운용 기준 요구도를 category로 분리	training certificate	훈련 필요	FAA-approved testing center 에서 시험 통과
pilot 능력검사	7kg, 7~20kg, 20~150kg, 150kg이상으로 분류	25kg이상은 인증당국에 능력 입증 [PPL100시간 비행시간]	category에 따라 다른데, 중량급은 local pilot license	인증당국이 결정	지원 형태에 따라 다름	2년 주기
airworthiness certification요구	20kg미만은 무관 상업용으로 사용	25kg 미만은 No	LBTH67을 만족	25kg이상 [payload정보 포함]	25kg미만은 No	No
BLOS 허용	불허. 단 DAA 장치 탑재시 가능	경우에 따라 인증당국 승인	운용지역을 4개로 분리하고 중량에 따라 제한	25KG 이상은 불가	No	No
혼잡 지역에서 운용 여부	혼잡지역 150M 이상 사람 & 대상물은 50M	BVLOS는 1,000m로 고도 50m 이상 유지				혼잡지역에서 가능하나 사람 근처에서는 불가
고도 제한	400 ft	150m	79joule이하 30m 이하 150m이상은 승인 대상	100m	300 ft	500 ft
비행 반경	500m [not BVLOS]		500m[상업용]			
비행속도 및 제한조건	70kt 미만, aerobatic 비행과 건물 근처 불가	N/A		N/A		

### 나. 본 연구개발 성과물의 사업화 등을 위해 획득이 필요한 국내외 표준·인증 기준 현황

- 본 연구개발 성과물은 기술적 난이도가 높고 기술적 성숙도가 낮아서 아직까지 전 세계적으로 실용화가 된 사례가 없으며, 기술표준이나 인증기준도 없는 상태임.
- 이에 전 세계적으로 활발한 연구들이 진행 중에 있으며, 본 사업을 통해 기술적인 가능성을 검증하고 신기술에 대한 인증기준안 개발 연구를 병행하고자 함.

- 현재 무인화 관련 기술은 기술의 성숙도가 낮아서 아직까진 정부 당국의 표준은 없고 산업분야 및 연구단체에서 초안개발을 연구 중에 있음. 향후 이를 기반으로 인증기준이 확립될 것으로 예상됨.
- 향후 기준서는 FAA 혹은 EASA가 주도하지 않고, 전문기관<sup>4)</sup>에서 의견 수렴한 Consensus Based Standard 적용을 고려할 예정임.
  - LSA급 항공기는 ASTM F33 위원회를 중심으로 작성 완료후 FAA 기준서 승인
  - GA급 항공기는 ASTM F44 위원회가 작성 중
  - 소형무인기는 ASTM F38 위원회 등이 주도하여 관련 기준서를 개발 중에 있음
- 국내의 정부기관, 항공 종사자 들도 관련 위원회에 참여하여 기준서 제정에 기여함으로써, 국내 항공분야 의견을 반영할 수 있음.

#### 다. 본 연구개발 성과물의 국내외 표준, 인증기준, 기술기준 등과 충돌 여부

- 본 연구개발 성과물의 기술표준, 인증기준, 기술기준 등은 현재 없는 상태이기 때문에 충돌의 가능성은 없음.
- 단, 향후 수출과 국내 산업 활성화를 위하여 기준개발과 함께 기준 연구에도 투자해야함.

#### 라. 본 연구개발 성과물에 대한 실증사업 추진이 필요한 경우, 발생할 수 있는 기타 규제 현황

- 실증사업의 경우 국토부의 특별감항증명의 발행 하에 정해진 공역과 제한사항 하에서 가능함

4) ASTM [American Standard for Testing and Materials], RTCA[Radio Technical Commission for Aeronautics], EUROCAE [European Organization for Civil Aviation Equipment], SAE

마. 본 연구개발 성과물이 관련 실증·보급·관리 및 규제정책에 반영되는 것이 필요할 경우 검토가 필요한 법·제도 현황

□ 기술검증을 위한 실증은 본 사업에서 기획할 예정이며, 보급, 관리 등 실용화 단계는 기술검증 단계 이후에 고려해야 할 문제임.

## 바. 국정과제 및 기본계획 반영사항

- 정부 국정과제 ‘34-5. 드론산업 육성’ 및 관계부처 합동 수립한 ‘드론산업 발전 기본계획’(12.22), ‘혁신성장 8대 핵심선도사업’(12.27) 및 ‘드론산업 기반구축 방안’(12.28)에 따라 미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 안전운항체계 개발 및 인프라 구축사업을 추진하고자 함
  - ‘드론산업 발전 기본계획’, ‘혁신성장 8대 핵심선도사업’ 및 ‘드론산업 기반구축 방안’의 핵심과제로 미래형 자율비행 개인용 항공기 개발 추진

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>○ 現정부 「국정운영 5개년 계획」 발표 (‘17.7.19)<ul style="list-style-type: none"><li>* 34.고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴육성을 위하여 드론산업 활성화 지원</li></ul></li><li>○ 과기부 「무인이동체 10개년 로드맵」 발표 (‘17.12.7)<ul style="list-style-type: none"><li>* 차세대플랫폼 개인형 컴퓨터 드론(PCD) 요소기술 확보계획 내 OPNAV 반영</li></ul></li><li>○ 국토부 「드론 산업발전 기본계획」 발표 (‘17.12.22)<ul style="list-style-type: none"><li>* 추진과제 1. 산업용 중심의 드론산업 육성의 핵심과제로 OPNAV 선정</li></ul></li><li>○ 국토부 「드론산업 기반구축 방안」 발표 (‘17.12.28)<ul style="list-style-type: none"><li>* 추진과제 2. 미래기술 경쟁력 강화 핵심과제로 개인용비행체 시제기/인프라 선정</li></ul></li></ul> |
|--|

## 제 2 절 부처별 기존사업 현황

### 1. 기존사업 현황 및 차별성·연계성

## 가. 기존 주요 사업 현황

- (미래형 항공기 선행 연구) 지식경제부 기술료사업으로 한국항공우주연구원은 미래형 항공기 개발 선행 연구 수행
  - 과제명: 미래형 항공기(PAV: Personal Air Vehicle) 개발 선행연구
  - 기간 : 2009. 3. 1. ~ 2010. 2. 28. (12개월)
  - 사업비 : 8억원
  - 연구 내용
    - PAV 핵심/원천 기술의 분석 및 개발 타당성 연구
    - 향후 20년간 PAV 중장기 기술로드맵을 수립
    - 기술 개발에 따른 경제성 분석 수행
    - PAV 개발사업 추진전략 제시
  
- (유·무인 혼용기) 산업통산자원부에서는 항공우주부품기술개발사업을 통하여 고정익 형태의 유·무인 혼용기 개발 지원
  - 한국항공우주연구원은 2009년~2014년 85억원을 지원받아 유·무인 혼용기 개발
    - 과제명: 항공부품 정밀비행시험시스템 및 기본형 무인플랫폼 개발
    - 과제목표: 국내 기업에서 개발한 항공부품을 실제 비행조건에서 시험할 수 있는 유·무인 항공기 기반의 정밀 비행시험 시스템 개발
  - 본 과제를 통하여 고정익 비행기의 유·무인 혼용기 기술 확보
    - 유·무인 혼용항공기 시스템 개발 : 비행체 3기, 지상관제장비 1대로 구성

• 유인모드 및 무인모드 비행시험 성공

○ 진행 과제 현황

- 국내 무인기 관련 기술개발 과제들은 있으나, 미래운송비행체를 목표로 하는 유무인 복합 비행체 개발 관련 진행 과제는 없음

□ 기타 사업 주요 내용

[기타 사업 현황]

사업명 (사업기간, 부처명)	해당 사업 내용
SUAV (스마트 무인기 개발사업) (2002.~2012, 산업부)	- Tilt rotor UAV 개발사업 - 총중량 1톤, Payload 90kg - 터보샤프트 엔진
KC-100 (소형항공기급 인증기 개발) (2008. 06~2013. 12, 국토부)	- 4인승급 소형항공기 국산화 개발을 통해 국내 형식증명 획득 ('13.12) - 한미 상호항공안전협정(BASA)을 항공기급 (FAR Part 23급)으로 확대하기 위한 시범 인증사업 - 총중량 1.6톤, Payload 261kg - 왕복엔진
국토부 2인승 (레저용 경항공기 국산화 개발 사업) (2010. 09~2014.08, 국토부)	- 레저용 항공기의 국내외 보급 기반을 구축하고, 사고예방 및 활성화를 위한 2인승 경항공기 (Very Light Airplane) 국산화 개발 - 시험평가 및 인증기술 개발을 통한 국내인증(KAS_VLA) 획득 - 총중량 620kg 이하, 복합재 적용 기체, 최대속도 시속 217km/h - 왕복동 엔진
CNS/ATM (항공기 출발 및 도착 통합)	- 민간항공기의 공항 출도착 스케줄 최적화 시스템 개발

사업명 (사업기간, 부처명)	해당 사업 내용
관리 기술 연구 (2014.10~2020.6, 국토부)	- 전술적 항공교통관리 목적의 관제사 의사결정 지원 시스템
QTP(Quad Tilt Prop) (신개념 수직이착륙 무인기 개념연구) (2016.1~2018.12, 국가과학기술연구회)	- 4개 틸트 프로펠을 갖는 50kg급 무인기 전용 기술개발 - 하이브리드 동력원
UTM (무인비행장치의 안전 운항을 위한 저고도 교통관리체계 개발 및 실증시험) (2017.4~2021.12, 국토부)	- 저고도 무인비행장치 교통관리체계 운용기준 및 실증 - 저고도 무인비행장치 교통관리(UTM) 시스템 설계 및 구축 - 저고도 무인비행장치 교통관리(UTM) 핵심기술 연구개발
무인항공기 안전운항기술 개발 및 통합 시범운용 (2015.12~2021.12, 국토부)	- 무인기 관련 법령정비, 기술기준 제정 및 개정을 위한 연구 - 민간 무인기 시험운용을 위한 시범 인프라 구축 - 민간무인기 시험운용 및 통합 시범운용 수행

○ 본 과제는 미래형 수직이착륙 유무인 혼용기 개념으로 기존과제와 직접적인 유사중복성은 없음.

- 본 기획과제와 유사 기획 과제는 있으나 기술접근방법이나 다루는 내용 등이 차별화되어 있음.

※ 유사 기획과제 : PAV 기획 (미래형 항공기(PAV) 개발 선행연구)

○ 국가과학기술정보서비스(NTIS) 과제리스트 검색 결과 유사과제 없음

유사과제 검색결과					
검색일시	2016.12.07 17:02				
검색범위	기 수행과제 + 타인등록과제 + 공공R&D과제				
기준유사도	60				
검색결과 요약	등록과제 수		유사과제여부		
	1건		0건		
서 부 검 색 결 과					
순번	과 제 명	연구 책임자	유사과제여부		
			기수행과제	타인등록과제	공공 R&D과제
1	미래형 자율비행 개인항공기 안전운행체계 개발 및 인프라 구축 사전기획	김영호	X	X	X
					
<p>주요 기수행과제 : 국가연구개발사업으로 이미 수행되거나 수행되고 있는 과제(보사문학 수집 과제)                      주요 타인등록과제 : 다른 사용자가 유사과제 여부를 판단하기 위해 등록된 과제                      주요 공공R&amp;D과제 : 공공기관에서 수행하는 과제 및 국가 R&amp;D 예산으로 수행한 과제를 제외한 그 외 R&amp;D 과제                      주위 기준유사도 : 유사과제라고 판단할 최소 기준이 되는 유사도 점수</p>					
<p>상기 내용은 과제개요 내 주요 텍스트 비교를 통한 1차적인 유사과제 결과이며, 최종적인 과제의 유사여부는 발주기관의 연구심의위원회에서 결정됩니다.</p>					
<p><b>국 가 과 학 기 술 지 식 정 보 서 비 스</b></p>					

## 나. 기존 사업과의 차별성 · 연계성

### □ 사업별 차별성 및 연계방안 내용

#### [기존 사업 차별성 및 연계방안]

사업명 (사업기간, 부처명)	차별성 및 연계방안
<p>PAV 기획 (미래형 항공기(PAV) 개발 선행연구) (2009.3~2010.2, 지식경제부)</p>	<p>(차별성)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 도로주행(Roadable) 기능 제외시키고 핵심 기능인 수직이착륙 기술에 중점화로 시스템 단순화</li> <li>- 왕복엔진, 터보샤프트 엔진 대비 분산형 전기모터 구동방식의 차세대 추진시스템 기술 개념연구 적용</li> <li>- 안전 확보를 위한 미래형 핵심기술 연구</li> </ul> <p>(연계방안)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 사업은 기획연구로 도출한 원천기술, 핵심 구성품 및 시제기 체계 개발 계획, PAV수요조사결과 등은 동 공동기획연구에 참고할 부분을 이미 반영하여 활용함.</li> </ul>
<p>SUAV (스마트 무인기 개발사업) (2002.~2012, 산업부)</p>	<p>(차별성)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 친환경(저소음, 저공해) 미래형 기술 적용</li> <li>- 기존의 터보샤프트 방식 엔진 대신 분산추진을 위한 전기모터 구동방식</li> <li>- 유무인 겸용 핵심기술 연구 및 검증기</li> </ul> <p>(연계방안) (상세는 별표참고)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 사업을 통해 확보된 부드러운 천이(Smooth Transition)가 가능한 Tilting제어 기술은 OPPAV사업에 형상변경에 따른 일부 개조를 거쳐 직접 활용 (Tilt Wing, Tilt Prop 방식 등) 가능함.</li> <li>- 무인기 지상지원장비 기술, 통신기술 등은 이후</li> </ul>

사업명 (사업기간, 부처명)	차별성 및 연계방안
	연구개발사업에 지속적으로 연계활용하고 있음.
<p style="text-align: center;">KC-100 (소형항공기급 인증기 개발) (2008. 06~2013. 12, 국토부)</p>	<p>(차별성)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제자리 수직이착륙 및 자동비행 기능</li> <li>- 분산형 전기모터 구동방식의 차세대 추진시스템(저소음, 고효율) 기술 적용</li> <li>- 유무인 복합비행체에 대한 시범인증</li> </ul> <p>(연계방안)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유인기(4인승급) 시범인증 기술 활용 가능</li> <li>- 항공기급 유인기 비행시험, 비행특성, 비행안전성, 내추락성, 시스템안전성, 복합재료 인증 등 국내 기술개발 및 시험평가 인증 경험</li> </ul>
<p style="text-align: center;">국토부 2인승 (레저용 경항공기 국산화 개발 사업) (2010. 09~2014.08, 국토부)</p>	<p>(차별성)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제자리 수직이착륙 및 자동비행 기능</li> <li>- 분산추진을 위한 전기모터 구동방식</li> <li>- 1인승급(75kg급 유상하중)의 핵심기술 검증기</li> </ul> <p>(연계방안)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유인기(2인승급) 시범인증 기술 활용 가능</li> <li>- 경량 항공기급 유인기 비행시험, 비행특성, 비행안전성, 내추락성, 시스템안전성, 복합재료 인증 등 국내 기술개발 및 시험평가 인증 경험</li> </ul>
<p style="text-align: center;">CFT (항공부품 정밀 비행시험 시스템 및 기본형 무인)</p>	<p>(차별성)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제자리 수직이착륙 및 자동비행 기능</li> <li>- 유인기를 무인화 하는 개념과 달리 무인기</li> </ul>

사업명 (사업기간, 부처명)	차별성 및 연계방안
플랫폼 개발) (2009~2015, 산업부)	안정화 후 유인기로 개발되는 유무인 복합비행체 - 왕복엔진 대신 분산형 전기모터 구동방식의 차세대 추진시스템 기술 개념연구 적용 (연계방안) - 유무인 비행체 혼합운용 및 자동비행 기술
CNS/ATM (항공기 출발 및 도착 통합 관리 기술 연구) (2014.10~2020.6, 국토부)	(차별성) - 유무인 혼용 비행체의 운용 분야(관제, 안전, 테스트베드, 인프라 구축 등) 원천기술 확보를 위한 기술 개발 - 기술검증 목적의 운항기술
QTP(Quad Tilt Prop) (신개념 수직이착륙 무인기 개념연구) (2016.1~2018.12, 국가과학기술연구회)	(차별성) - 4개 틸트 프로펠러를 갖는 50kg급 무인기 전용 기술개발 - 전기동력이기는 하지만 하이브리드 동력원을 갖는 방식 (연계방안) (상세는 별표참고) - 4개 프로펠러를 갖는 분산전기추진 설계개념을 확장적용하는 연계 가능 - 프로펠러설계 기술, 전기동력-모터 인테그레이션 기술 등 연계 가능
UTM (무인비행장치의 안전 운항을 위한 저고도	(차별성) - 대상이 소형 택배배송 또는 소형드론의 이동이며,

사업명 (사업기간, 부처명)	차별성 및 연계방안
교통관리체계 개발 및 실증시험) (2017.4~2021.12, 국토부)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최대 고도 500ft 이내에서 공역과 분리 시킴 (연계방안)</li> <li>- 구축하고자 하는 무인기 이동 감시 시스템이 향후 항공교통 체계 내에 통합될 것으로 예상됨</li> <li>- 공역 내 저고도 다수 고밀도 비행체와의 통신(C), 정밀항법(N), 항적감시(S) 및 항공교통관리(ATM) 체계 기술 응용</li> </ul>
무인항공기 안전운항기술 개발 및 통합 시범운용 (2015.12~2021.12, 국토부)	<p>(차별성)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대상이 무인기의 안전한 운항을 위한 것으로 유무인 겸용기와는 기술적으로 상이함</li> </ul> <p>(연계방안)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 향후 공역 내 무인모드 운용 시 항법, 충돌 회피와 같은 기술이 활용될 수 있을 것으로 예상됨</li> <li>- 공역 내 유무인기의 안전한 통합운용 기술 연계</li> </ul>

[WBS별 기존 사업과의 기술적 연계방안]

LEVEL I	LEVEL II	LEVEL III	주요/핵심기술	기존사업과 연계방안 및 기보유 또는 획득방안
체계종합	체계설계 및 종합	체계 설계	시스템 통합설계	스마트무인기과제를 통한 확보 기술 및 경험 적용
		사업 관리	-	
		요건 관리	요구도 분석 및 검증	
		형상관리	-	
		중량관리	-	
	시험평가	전기적 I/F 관리	-	
		시험평가 계획 및 절차	시험절차 및 계획 수립	
		지상/비행시험 수행 및 관리	주요데이터 획득 및 분석	
	임무장비	시험 지원 및 운용	-	
		임무장비 분석 및 확인	-	
임무장비 확보		-		
		DFCC-임무장비 시험	-	

LEVEL I	LEVEL II	LEVEL III	주요/핵심기술	기존사업과 연계방안 및 기보유 또는 획득방안
비행체	공력/성능	분산추진비행체 형상설계	최적형상설계, 초기사이징 및 성능예측	분산추진기술은 주요사업을 통하여 획득 예정
		분산추진비행체 공력 해석	전기체/틸트/프롭 후류 간섭효과 예측	QTP와 유사 기술/기보유
		분산추진비행체 풍동 시험	전기체/파워모델 공력DB 및 후류 측정	QTP/SUAV 유사 기술/기보유
		분산추진비행체 성능 해석	성능예측 정확도	Inhouse/CAMRAD II 사용
		정/동안정성 해석	unpowered 형상 공력미계수 추출 (powered 전기체 동안정성 해석은 제어 시뮬레이션 분야에서 수행)	QTP 유사기술/기보유
		비행시험데이터분석	성능 비행시험 계획 및 분석	SUAV 유사기술/기보유
	분산추진(DEP)장치	분산추진프롭 설계	소음/성능 고려 최적화 설계	자체보유기술(모델센터 등)
		구조동역학 해석		자체해석(CAMRAD 외)
		시제품 제작	고정밀 복합재로 성형기술, 별런싱 탑	국내제작
		분산추진 프롭 소음/성능해석	성능해석기술(기확보) 소음해석기술	자체개발+국내기술지원
		지상 시험 (별런싱/호버성능/소음)	성능시험평가기술은 기확보 소음측정/평가 기술	자체개발+국내기술지원
	기체구조	하중해석	하중예측 정확성	국내기술
		설계	경량화 최적설계, 안전진단설계	국내기술
		구조해석/시험	비행하중, 플러터, 강도분석	국내기술, MSC/NASTRAN 등
		기체제작	경량화 및 정밀 제작	국내기술(업체)
		착륙장치	-	국내기술
	전기동력장치	복합재 DB 구축	-	국내기술
		전기모터	경량화 및 구동소프트웨어	항공용 고효율/경량 모터 개발
		동력제어기(PMS)	운용알고리즘 및 제어효율	기반기술 확보 및 경량화 구현
		배터리팩	에너지밀도 및 안전성 확보	기반기술 확보 및 안전성 구현
		시스템통합 및 시험	통합제어성능 및 시스템효율	시스템통합 및 시험기술 개발

LEVEL I	LEVEL II	LEVEL III	주요/핵심기술	기존사업과 연계방안 및 기보유 또는 획득방안
비행체	비행제어	OFF	비행운용프로그램	기존사업과 연계방안 및 기보유 또는 획득방안 C 또는 Matlab 사용
		모델링/시뮬레이션	비행성 분석 및 평가	Matlab/Simulink 사용
		제어기설계	비행 및 임무제어	Matlab 사용
		시험평가	비행제어시스템 성능검증	HILS 시스템 활용
	항공전자/통신	비행조종컴퓨터	비행운용프로그램 구현	TR-60 FCC 기반 설계/제작
		탑재통신장비	데이터 전송 연속성	TR-60 통신장비 기반 설계/제작 (KU & C대역 이중화)
		항법장비	항법 정확도	상용제품 기반 정밀항법 구현
		신호처리장치	실시간 데이터 전송률	TR-60 개발 경험 설계/제작
		자료저장장치	저장매체 안정성	TR-60 개발 경험 설계/제작
		ADS-B/트랜스폰더	기술표준 만족도	상용제품 기반 구현
		전파고도계	고도 정확도	상용제품 기반 구현
		내부조종간 및 패널	인터페이스 규격 만족도	
		인터페이스 시험	인터페이스 규격 만족도	TR-60 개발경험 기반 시험평가
		세부계통	전기장치/배선부	-
	전기작동기		하중부하 예측 및 선정	
	대기자료장치		-	스마트무인기과제를 통한 확보 기술 및 경험 적용
	비상낙하산		-	
비행체 총조립	비행체 총조립	-		
	시스템 통합	-		
	비행체 증량/MOI 측정	-		
지상시스템	지상관제 및 통신	GCS H/W	시스템 안정성	TR-60 개발경험 기반 설계/제작
		GCS S/W	사용자 편의성	TR-60 개발경험 기반 설계/제작
		지상통신장비 운용/관리	전파도달거리 및 추적성능	TR-60 개발경험 기반 설계/제작
	지상지원장비	비행체 지상시험지구	-	스마트무인기과제를 통한 확보 기술 및 경험 적용
		비행체 이동지구	-	
		조종면 교정 지구	-	

## 2. 시사점

- 기존 수행연구는 단일 부처 역할 중심의 연구개발로 구성되어 향후 실용화/상용화 등을 위해서는 추가적인 유관 부처별 협력 요구
- 소수 기업 중심의 단편적 개발로 국가 역량의 시너지 효과를 발휘 미흡
- 따라서 유관부처 역할 사전조율, 체계적 공동 개발, 국내 산학연관 등의 역량 집중을 통해 사업 결과물의 시장 진출 및 경쟁력 확보 필요
- 기존 수행연구개발을 통해 확보한 기술을 바탕으로 연계성을 고려하여 기술준비수준분석을 수행한 바 비행시제기개발에 5년(60개월)이 소요됨
  - (독)Lilium의 경우 개발착수부터 최초유인비행까지 6년 소요, (독)Volocopter 개발착수부터 최종시제비행까지 6년 소요인 것으로 판단할 때 소요기간 5년(60개월)은 매우 도전적인 계획임.

## 제 3 절 다부처 추진 타당성

### 1. 다부처 추진 필요성

- OPPAV개발은 핵심원천기술, 체계종합기술, 인증, 인프라, 운용 등 각 부처의 고유업무와 관련된 전주기성 대규모 개발과제로 상호 연계하여 시너지효과를 극대화하도록 관련부처 통합개발 필요
- (국토부) OPPAV 기술검증용 비행시제기를 개발해가며 신기술 분야의 구성품, 부체계 및 체계레벨(비행시험 및 시험운용)의 안전성 검증을 통한 인증/안전운항체계 연구
  - OPPAV 핵심 신기술(수직이착륙, 전기동력, 자동화 기술 등)에 대한 국제동향에 따른 인증기술 개발 및 시험운용
  - OPPAV 특별감항증명 절차 및 공역 내 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구
  - OPPAV 운영 서비스 시나리오에 따른 수요예측, 경제성 분석 및 교통서비스체계 도입방안 연구
- (산업부) 기체, 통신장비, 지상관제 시스템 등 TRL 5~6 기술을 종합하여 OPPAV 기술검증용 비행시제기를 개발하여 인증기술개발 및 핵심기술검증
  - OPPAV 시스템(기체, 통신장비, 지상관제 시스템 등) 개발 요구도 수립, 설계, 구성품제작 및 통합 및 시험평가 등
  - 전기동력 수직이착륙 항공기 체계종합 기술 확보
- (과기부) OPPAV의 시장경쟁력 확보를 위해서는 국외기술도입이 불가한 핵심기술을 기술개발하고, 비행시제기에 적용하여 검증시연
  - '친환경/고효율 분산전기추진 시스템'과 '분산전기추진 항공기

비행제어 및 안전성 향상 핵심기술'을 개발하여 OPPAV 비행시제기에 적용/검증하고,

- 향후 타 분산전기추진 비행체에도 적용할 수 있는 핵심원천기술 확보



[사업 내용 및 부처 역할]

### 3장 사업 내용

#### 제 1 절 사업목표 및 범위

##### 1. 사업 비전 · 목표 및 전략

<b>비 전</b>	<b>드론형 개인항공기 개발을 통한 4차 산업혁명 선도 및 고부가가치 창출 미래형 신산업 육성</b>
----------------	--

<b>목 표 (24)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ OPPAV 다부처 공동연구개발*을 통한 개인용 자율비행 항공기 시장선도 기술 확보             <ul style="list-style-type: none"> <li>* 인증 및 운항체계 연구(국토부), 핵심원천기술확보(과기부), 기술검증 체계/구성품 개발(산업부)</li> </ul> </li> <li>○ 시험운용 인프라 구축과 기술검증 시제기 개발/운용을 통한 기술 및 상용화 가능성 신속검증</li> <li>○ 미래 신개념 교통수단을 위한 인증기술기준 및 교통/운항체계 기반 마련 등을 통해 조기 상용화 지원</li> </ul>
-------------------------	---

<b>전 략</b>	<b>기술도입불가 태동기 고위험 핵심기술을 자체개발을 통해 확보</b>	<b>국제동향 반영 인증기술기준안 마련 및 시제기 시험운용을 통한 인증/안전 기술 확보</b>	<b>국내역량 확보(TRL 5~6수준) 기술을 종합, 1인승급 비행시제기를 개발하여 기술검증</b>
----------------	---	--	---

<b>추 진 과 제</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 분산전기추진(DEP) 시스템 핵심기술 개발</li> <li>② 분산전기추진(DEP) 항공기 비행제어 및 안전성 향상 핵심기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① OPPAV 핵심 신기술 인증 기술 개발 및 시험운용인프라 구축</li> <li>② OPPAV 특별감항증명 및 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구</li> <li>③ OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구</li> </ul>	<p>분산전기추진 및 수직이착륙 방식의 1인승급 OPPAV 기술검증용 비행 시제기 및 지상장비 개발</p>
----------------------------	--	--	---

<p>&lt;OPPAV성능(안)&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>√ 기술준비수준(TRL) 5~6 기술종합</li> <li>√ 최대속도 200kph</li> <li>√ 비행거리 50km (+20% 충전여유)</li> <li>√ 비행시간 30분</li> <li>√ 1인승(90kg)</li> <li>√ 전장 5.7m</li> <li>√ 분산전기추진</li> <li>√ 유무인혼용자율비행</li> </ul>	 <p>&lt;전진비행 형상(안)&gt;</p>	 <p>&lt;서비스 대기 예&gt;</p>
	 <p>&lt;이착륙 형상(안)&gt;</p>	

## 2. 사업범위

### ○ OPPAV 인증기술 연구 (국토부)

- OPPAV 핵심 신기술(수직이착륙, 전기동력, 자동화 기술 등)에 대한 국제동향에 따른 인증기술기준 개발, 적합성 검증 및 시험운용 인프라 구축
- OPPAV 특별감항증명 절차 및 공역 내 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구
- OPPAV 운영 서비스 시나리오에 따른 수요예측, 경제성 분석 및 교통서비스체계 도입방안 연구

### ○ OPPAV 기술검증용 비행시제기 개발 (산업부)

- 개발요구도 수립 및 관리
- 수직이착륙/전기동력/자동비행 기능의 비행시제 체계설계 (개념설계, 기본설계 및 상세설계)
- 구성품 제작/체계 통합
- 부체계 통합시험 및 지상/비행시험 수행
- 1인승급(90 kg 임무중량) 유무인 겸용 비행체(관제, 통신장비포함)

### ○ OPPAV 핵심기술 연구 (과기부)

- 분산전기추진(DEP) 시스템 핵심기술 개발
- 분산전기추진(DEP) 항공기 비행제어 및 안전성 향상 핵심기술 개발

## 제 2 절 세부 사업내용

### 1. OPPAV 기술검증용 비행시제기 개발

#### 가. 과제 목표

##### □ 최종목표

- 전기동력 분산추진 및 수직이착륙 방식의 유무인 겸용 비행시제기 및 지상장비 개발을 통한 미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 기술 검증

##### □ 정량적 목표

- 이착륙방식 : 수직이착륙
  - ※ 비행시험으로 최대이륙중량 조건에서 수직이착륙 가능한지 확인
- 유상하중 : 90kg (1인승)
  - ※ 최대이륙중량 조건에서 90kg 이상의 유상하중 적재가 가능한지 확인
- 실용상승한도 : 10,000ft
  - ※ 비행시험으로 고도 10,000ft에서 상승율이 100ft/min 이상인지 확인
- 최대속도 : 200km/h
  - ※ 비행시험으로 최대이륙중량 조건에서 최대속도 200km/h 이상인지 확인
- 비행거리 : 50km (+20% 충전 여유)

※ 최대이륙중량 조건에서 50km 비행 후 20% 이상의 충전잔량 확인

○ 비행시간 : 30분

※ 비행시험으로 최대이륙중량 조건에서 비행시간 30분 이상인지 확인

○ 통신거리 : 50km

※ 통신시험으로 통신가시선 확보시 통신거리 50km 이상인지 확인

#### 최종산출물

○ OPPAV 기술검증용 비행시제기 2조

○ 전기체 구조시험모델 1조

○ 통신장비 1조

○ 시스템 운용을 위한 지원장비 1조

### 나. 과제 내용

#### 개발요구도 수립 및 관리

○ 요구도 분석을 통합 시스템 개발요구도 수립

○ 기능분석을 통한 하부시스템 개발 요구도 할당

○ 요구도 관리

#### 시스템 설계

○ 개념설계

○ 기본설계

- 상세설계

#### 시스템 제작 및 통합

- 구성품 제작
- 부체계(비행체, 통신장비, 관제장비) 조립
- 부체계(비행체, 통신장비, 관제장비)별 통합시험

#### 시스템 시험 및 검증

- 부체계(비행체, 통신장비, 관제장비) 연동 지상통합시험
- 부체계(비행체, 통신장비, 관제장비) 연동 비행시험

### 다. 참여부처

- 기술시연기 개발로 산업통상자원부 지원을 받아 수행

## 라. 연구비

□ 총 연구기간 및 연구비 : 5년/200억원

(단위 : 억원)

구 분	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	계
체계종합	1.4	1.5	1.3	1.2	1.2	6.6
비행시제기 개발	11.1	43.5	58.1	30.2	7.0	149.9
- 기체구조 개발 <sup>1)</sup>	2.0	19.5	28.0	13.6	0.0	63.1
- 공력/성능 기술개발 <sup>2)</sup>	3.4	2.5	1.5	1.7	1.1	10.2
- 분산추진장치 통합	1.8	3.7	6.1	4.2	1.0	16.8
- 전기동력장치 통합	0.5	10.2	10.4	1.7	0.7	23.5
- 비행제어기술 통합 <sup>3)</sup>	0.3	0.5	1.1	0.8	0.8	3.5
- 항공전자/탑재통신장비 개발 <sup>4)</sup>	1.9	3.5	5.5	3.9	1.8	16.6
- 세부계통 개발	0.7	3.1	3.5	1.8	0.6	9.7
- 비행제종합	0.5	0.5	2.0	2.5	1.0	6.5
지상관제 <sup>5)</sup> 및 지상통신장비 개발	1.1	1.2	2.0	3.7	1.5	9.5
지상지원장비 개발	0.3	0.3	0.5	1.1	0.5	2.7
임무장비	0.1	0.1	3.2	0.3	0.3	4.0
지상/비행시험	0.0	0.5	2.8	10.5	13.5	27.3
계	14.0	47.1	67.9	47.0	24.0	200

1) 기체구조 개발 관련 핵심기술

- 경량 고강도 구조설계 기술
- 일체형 부품 성형 기술
- 구조 강건성 모니터링 기술

2) 공력/성능 기술개발 관련 핵심기술

- 천이모드 성능 및 안정성 해석 기술
- 프로펠러-날개 공기력 상호작용 해석 기술

3) 비행제어기술 통합 관련 핵심기술

- 전환형(Convertible) 비행체의 비행제어성능 검증시험 기술

4) 항공전자/탑재통신장비 개발 관련 핵심기술

- 고정밀도 상대항법 기술
- 효율적인 전력 공급/분배 및 관리 기술
- 경량/광대역/이중화 이동통신장비 설계기술
- 고해상도 영상 압축 및 실시간 전송 기술

5) 지상관제장비 개발 관련 핵심기술

- 탑재 비행조종시스템과 관제장비 비행조종시스템간 실시간 동기화 기술
- 지상조종사의 비행상황 인식 기술

## 마. 과제추진 방법

### 주관기관

- 체계종합, 지상통합시험 및 비행시험 주관
- OPPAV 핵심기술(과기부 지원) 개발 구성품과 고효율-수직이착륙 항공기 기술을 통합하여 OPPAV 비행시제기 개발하고 핵심기술 검증시연

### 참여기관

- 관제장비, 통신장비 및 지원장비 개발
- 지상통합시험 및 비행시험 지원

## 바. RFP 작성 (안)

<b>사업명</b>	다부처공동기획사업 「미래형 자율비행 개인항공기 (OPPAV) 안전운항체계 개발 및 인프라 구축」	<b>RFP번호</b>	OPPAV산1																																																						
<b>과제명</b>	OPPAV 기술검증용 비행시제기 개발	<b>부처</b>	산업통상자원부																																																						
<b>사업비</b>	200억원 이내 (국고+민간부담금)	<b>사업기간</b>	5년 이내																																																						
<b>지원대상</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주관기관은 연구기관, 대학 모두 가능</li> <li>학연 협동연구 장려</li> </ul>	<b>기술료 징수여부</b>	기술료 징수 (비영리 비징수)																																																						
<b>연구목표</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>(최종목표)</b> 전기동력 분산추진 및 수직이착륙 방식의 유무인 겸용 비행시제기 및 지상장비 개발을 통한 미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 기술 검증</li> <li><b>(정량적 목표)</b></li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>성과 지표</th> <th>단위</th> <th>최종개발목표</th> <th>세계최고수준 (보유국/보유자)</th> <th>평가방법</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>이착륙 방식</td> <td>-</td> <td>수직이착륙</td> <td>-</td> <td>비행시험</td> </tr> <tr> <td>유상하중</td> <td>kg</td> <td>90 (1인승)</td> <td>-</td> <td>비행시험</td> </tr> <tr> <td>추진방식</td> <td>-</td> <td>전기동력분산추진</td> <td>-</td> <td>검사</td> </tr> <tr> <td>실용상승한도</td> <td>ft</td> <td>10,000</td> <td>-</td> <td>비행시험</td> </tr> <tr> <td>최대속도</td> <td>km/h</td> <td>200</td> <td>-</td> <td>비행시험</td> </tr> <tr> <td>비행거리</td> <td>km</td> <td>50 (+20% 충전 여유)</td> <td>-</td> <td>비행시험</td> </tr> <tr> <td>비행시간</td> <td>분</td> <td>30</td> <td>-</td> <td>비행시험</td> </tr> <tr> <td>통신거리</td> <td>km</td> <td>50</td> <td>-</td> <td>통신시험</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>(최종산출물)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>OPPAV 기술검증용 비행시제기 2조</li> <li>전기체 구조시험모델 1조</li> <li>관제장비 1조, - 통신장비 1조</li> <li>시스템 운용을 위한 지원장비 1조</li> </ul> </li> </ul>	성과 지표	단위	최종개발목표	세계최고수준 (보유국/보유자)	평가방법	이착륙 방식	-	수직이착륙	-	비행시험	유상하중	kg	90 (1인승)	-	비행시험	추진방식	-	전기동력분산추진	-	검사	실용상승한도	ft	10,000	-	비행시험	최대속도	km/h	200	-	비행시험	비행거리	km	50 (+20% 충전 여유)	-	비행시험	비행시간	분	30	-	비행시험	통신거리	km	50	-	통신시험											
성과 지표	단위	최종개발목표	세계최고수준 (보유국/보유자)	평가방법																																																					
이착륙 방식	-	수직이착륙	-	비행시험																																																					
유상하중	kg	90 (1인승)	-	비행시험																																																					
추진방식	-	전기동력분산추진	-	검사																																																					
실용상승한도	ft	10,000	-	비행시험																																																					
최대속도	km/h	200	-	비행시험																																																					
비행거리	km	50 (+20% 충전 여유)	-	비행시험																																																					
비행시간	분	30	-	비행시험																																																					
통신거리	km	50	-	통신시험																																																					
<b>연구 내용 및 범위</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>OPPAV 비행체 및 지상장비 설계, 제작, 지상/비행시험 수행</li> <li>개발요구도 수립 및 관리</li> <li>개념설계, 기본설계 및 상세설계</li> <li>구성품 제작 및 통합</li> <li>부체계 통합시험</li> <li>지상통합시험 및 비행시험</li> </ul>																																																								
<b>추진 방법</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 핵심기술(과기부 지원) 개발구성품과 고효율-수직이착륙 항공기 기술을 통합하여 OPPAV 비행시제기 개발</li> <li>관제장비, 통신장비 및 지원장비는 기존 무인기 기술을 활용</li> </ul>																																																								
<b>기대성과 및 파급효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>기술적 파급효과</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>OPPAV 체계 종합 및 운용시험 과정에서 PAV 상품성 확보를 위한 개발 방향 및 주요 검토 사항을 도출하여 PAV 분야 경쟁력 확보</li> </ul> </li> <li><b>사회·경제적 파급효과</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>유무인 미래운송비행체 시대 도래로 인류의 꿈인 창공의 자유를 모든 국민에게 기회 제공 및 개인활동 공간 확대 교류 촉진을 통한 문화의 다양성 촉진</li> <li>3차원 교통 공간을 활용함으로써 지역간 격차 해소 및 국민의 사회적 편의 향상, 물류비용 절감, 도심교통체증 해소에 기여</li> </ul> </li> </ul>																																																								
<b>산출근거</b>	(단위 : 억원)																																																								
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>구 분</th> <th>1차</th> <th>2차</th> <th>3차</th> <th>4차</th> <th>5차</th> <th>계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>체계종합</td> <td>1.4</td> <td>1.5</td> <td>1.3</td> <td>1.2</td> <td>1.2</td> <td>6.6</td> </tr> <tr> <td>비행시제기 개발</td> <td>11.1</td> <td>43.5</td> <td>58.1</td> <td>30.2</td> <td>7.0</td> <td>149.9</td> </tr> <tr> <td>지상관제 및 지상통신장비 개발</td> <td>1.1</td> <td>1.2</td> <td>2.0</td> <td>3.7</td> <td>1.5</td> <td>9.5</td> </tr> <tr> <td>지상지원장비개발</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td>0.5</td> <td>1.1</td> <td>0.5</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>임무장비</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>3.2</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td>4.0</td> </tr> <tr> <td>지상/비행시험</td> <td>0</td> <td>0.5</td> <td>2.8</td> <td>10.5</td> <td>13.5</td> <td>27.3</td> </tr> <tr> <td><b>계</b></td> <td><b>14.0</b></td> <td><b>47.1</b></td> <td><b>67.9</b></td> <td><b>47.0</b></td> <td><b>24.0</b></td> <td><b>200</b></td> </tr> </tbody> </table>	구 분	1차	2차	3차	4차	5차	계	체계종합	1.4	1.5	1.3	1.2	1.2	6.6	비행시제기 개발	11.1	43.5	58.1	30.2	7.0	149.9	지상관제 및 지상통신장비 개발	1.1	1.2	2.0	3.7	1.5	9.5	지상지원장비개발	0.3	0.3	0.5	1.1	0.5	2.7	임무장비	0.1	0.1	3.2	0.3	0.3	4.0	지상/비행시험	0	0.5	2.8	10.5	13.5	27.3	<b>계</b>	<b>14.0</b>	<b>47.1</b>	<b>67.9</b>	<b>47.0</b>	<b>24.0</b>	<b>200</b>
구 분	1차	2차	3차	4차	5차	계																																																			
체계종합	1.4	1.5	1.3	1.2	1.2	6.6																																																			
비행시제기 개발	11.1	43.5	58.1	30.2	7.0	149.9																																																			
지상관제 및 지상통신장비 개발	1.1	1.2	2.0	3.7	1.5	9.5																																																			
지상지원장비개발	0.3	0.3	0.5	1.1	0.5	2.7																																																			
임무장비	0.1	0.1	3.2	0.3	0.3	4.0																																																			
지상/비행시험	0	0.5	2.8	10.5	13.5	27.3																																																			
<b>계</b>	<b>14.0</b>	<b>47.1</b>	<b>67.9</b>	<b>47.0</b>	<b>24.0</b>	<b>200</b>																																																			

## 2. 분산전기추진(DEP) 시스템 핵심기술 개발

### 가. 과제 목표

#### □ 최종목표

- 친환경 미래시장에서 요구되는 미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV)에 필수적인 분산전기추진(DEP) 핵심기술개발로 미래 원천기술 확보

※ 분산전기추진 : Distributed Electric Propulsion, 이하 DEP

#### □ 정량적 목표

- 프로펠러 제자리 비행 효율(Figure of Merit) : 0.75 이상

※ 제자리 비행 효율 정의(Figure of Merit) : 이상적인 동력/실제 소요 동력



[프로펠러 지상회전시험 vs 제자리 비행 효율 예]

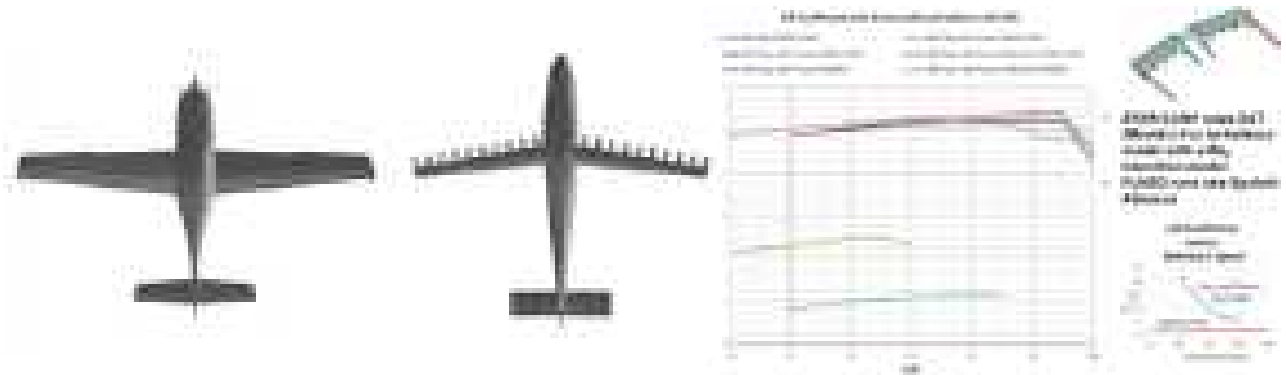
- 저소음 프로펠러 형상 : 2.0dB 이상 감소

※ DEP 적용 프로펠러 회전시험시 동일 측정지점에서 Overall 소음 측정



[저소음 프로펠러 설계, 해석 및 지상회전시험시 소음측정 예]

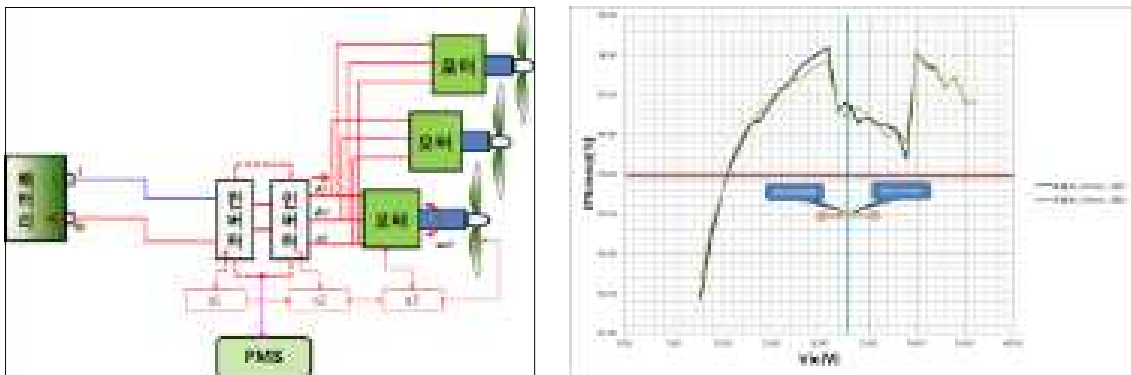
- 순항 양력 계수 : 비분산추진형 고정익 항공기 대비 2배 이상



- 이착륙시 소음 : 비분산추진형 대비 2.0dB 이상 감소

- 전기추진 효율 : 0.80 이상

※ 배터리 출력을 기준으로 PMS 제어에 의한 분산 전기모터 구동방식으로 모터의 최종 출력을 비교하여 전기동력 구동효율 확인



[분산전기추진시스템의 지상통합시험을 통해 전기추진 효율 측정 및 비교]

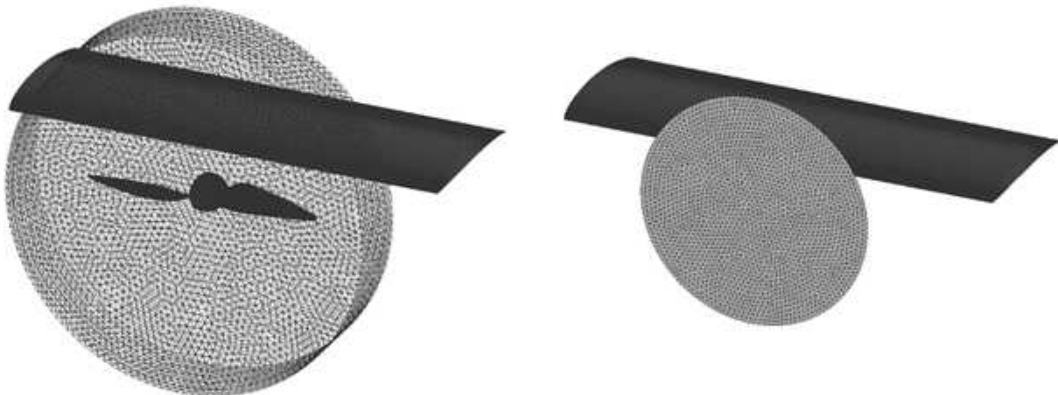
## □ 최종산출물

- 기술검증용 DEP 최적 설계도면 2식
- DEP 지상시험 모델 2식
- 체계 제공용 전기추진시스템, 프로펠러 2식

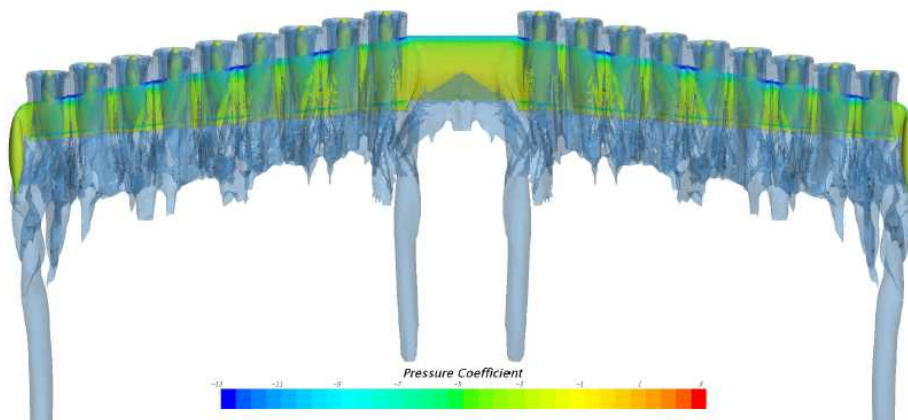
## 나. 과제 내용

### □ 분산추진 형상 모델링 및 최적화 핵심기술 개발

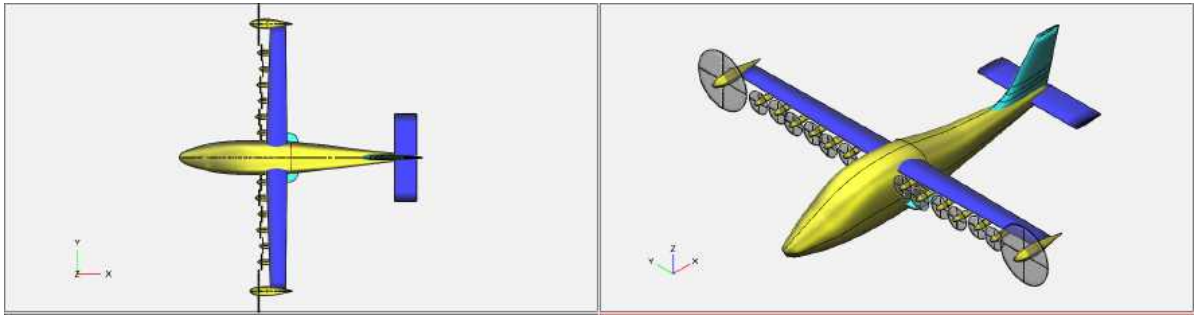
- 분산추진 공력해석코드를 활용한 분산추진 최적화 기술 연구
  - 파워효과를 포함한 프로펠러 추진 날개의 전산유동해석  
(Disc modeling, Full simulation 비교연구 포함)



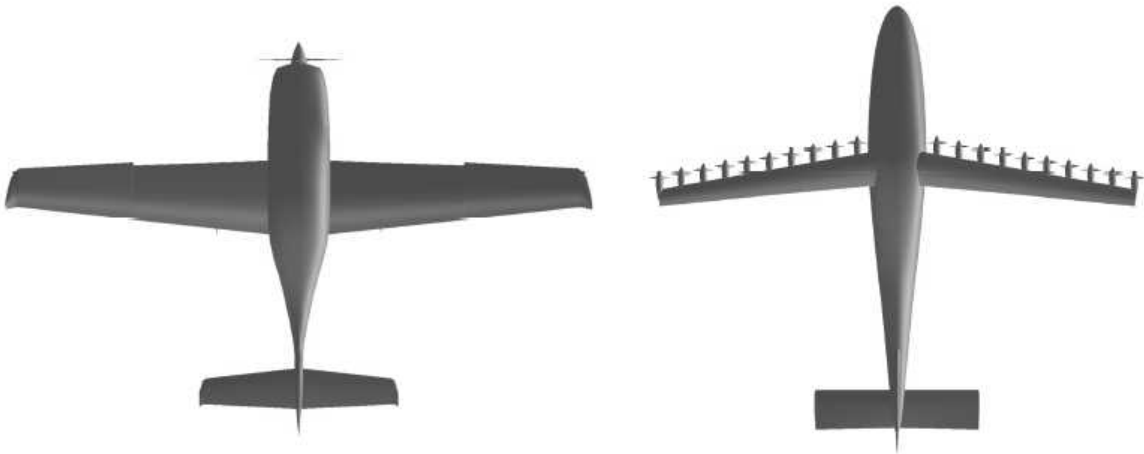
- 분산추진을 포함한 Full span 날개 전산유동해석



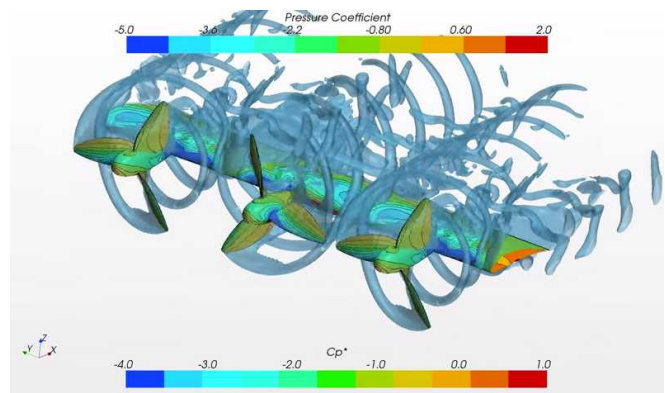
- 프로펠러 크기/개수에 따른 최적화 연구



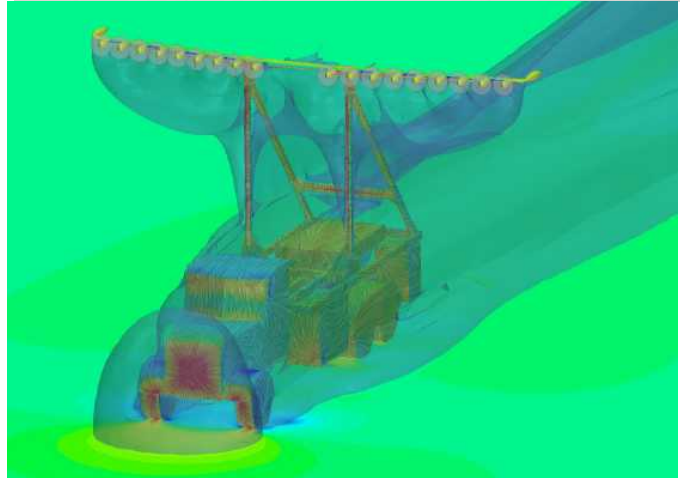
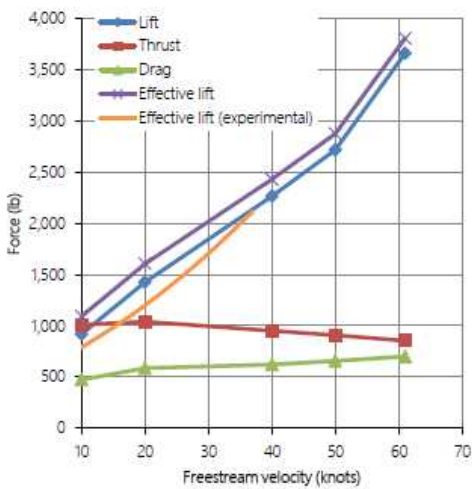
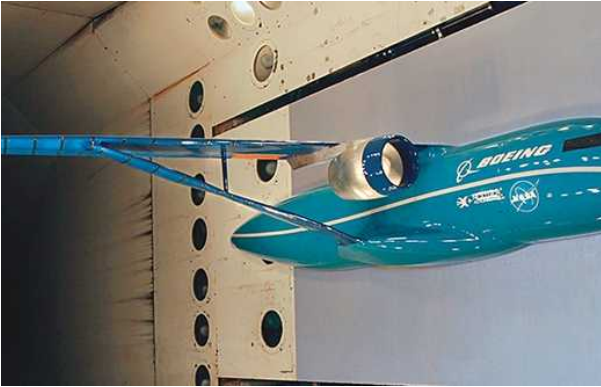
- 분산추진 최적화를 활용한 등가날개(주익, 미익, 플랩, 나셀) 설계/제작
  - 목표 양력 조건하에서의 등가날개 설계 → 양력계수 2배 달성을 통한 등가날개 면적 반감 (이착륙시 gust 안정성 향상)



- 분산추진 공력해석코드를 활용한 틸팅에 따른 주익-미익 간섭효과 연구
  - 주익-미익 간섭효과 연구 및 간섭효과 최소화 배치 설계



- 지상시험을 통한 공력해석코드 검증 및 공력 DB 구축(Power 효과, 킬팅 포함) 및 분산추진 공력 해석코드 보정
  - 프로펠러 포함 시험이므로, Full scale 시험 필요  
(날개 폭 6m 이하 이면 풍동시험, 그 이상이면 트럭시험)
  - 공력해석코드 검증 및 보정

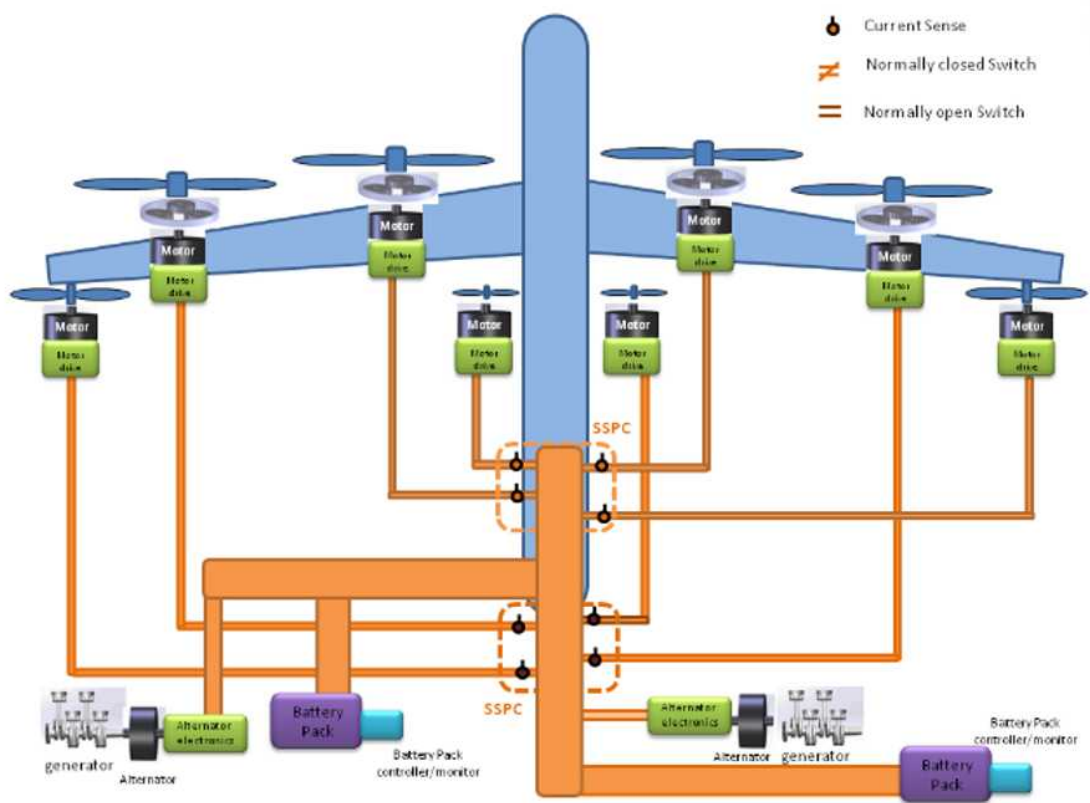


- 킬팅효과 연구 및 공력 DB 생성 : 전산유동해석 및 지상시험

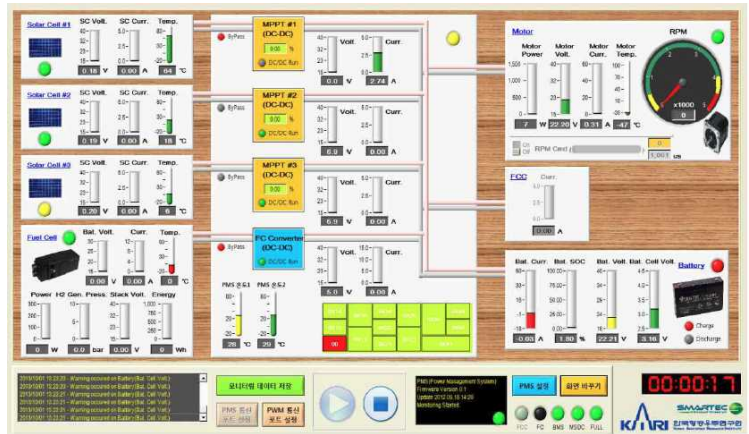
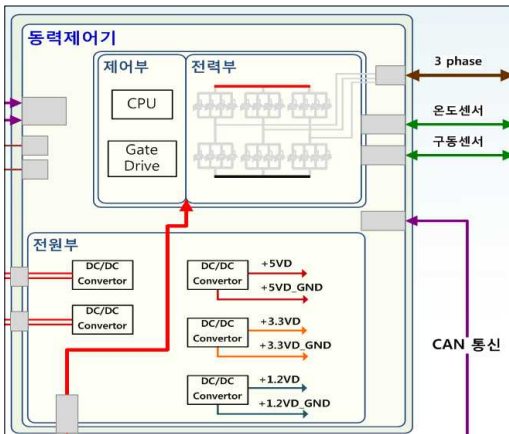


## □ 분산 전기동력 추진 시스템 핵심기술 개발

- 분산추력제어를 위한 고효율 전력분배 및 구동제어기술 연구
  - Propulsion-by-Wire 기반의 고효율 분산추진 전력분배/통합 및 구동제어기술 개발
  - 효율적 분산추력제어를 위한 전력분배/제어시스템 핵심구성품 연구



- 분산추진용 전기동력 구동시스템(배터리+전기모터+PMS) 설계/제작/시험
  - 고효율/초경량 전기모터 및 제어기, 전력제어시스템(PMS) 개발
  - 고에너지밀도 리튬-배터리팩/BMS 경량화 및 안전성 향상기술 연구



○ 추진시스템 고장 탐지 및 고장 대처 기술

- 분산추진시스템 전력계통 및 구동/제어계통 고장 탐지 및 안전성 향상기술 연구

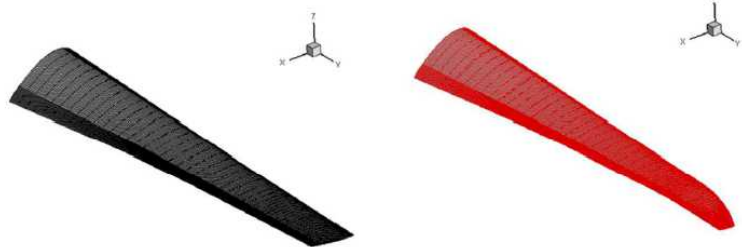
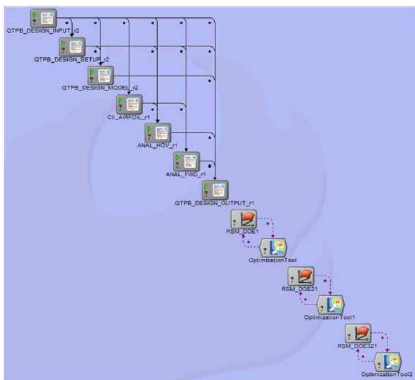
※ PMS : Power Management System(전력제어시스템)

○ 신개념 전기동력 추진시스템 기술 개념연구

□ 고효율 저소음 고강성 프로펠러 기술개발

○ 분산추진용 저전력 고추력용 고효율 프로펠러 최적 형상 기술개발

- 저전력-고추력의 고효율 프로펠러 설계를 위한 다분야 설계해석 최적화 프레임워크 구축 및 이를 통한 최적 형상 개발
- 분산 추진개념별 프로펠러 사이징에 대한 파라메트릭 연구



○ 저소음 프로펠러 최적 형상 설계 기술개발

- 고효율 프로펠러 형상과 저소음 형상 프로펠러에 대한 최적화 설계를 통해 분산추진 최적 형상 기술 개발
- 프로펠러 저소음 플랜폼(Planform) 형상, 사이징, 회전수 등에 대한 상세연구 및 운용조건에 대한 상세 해석을 통해 도출



다. 참여부처

미래 원천 핵심기술로 과기정통부 지원을 받아 수행

라. 연구비

총 연구기간 및 연구비 : 5년/90억원

(단위 : 억원)

구 분	1차	2차	3차	4차	5차	계
분산추진 형상모델링 및 최적화	8.5	8	6.5	6.5	5.5	35
분산 전가동력 추진시스템 핵심기술 개발	5	9.5	13	8.5	4	40
고효율 저소음 고강성 프로펠러 기술개발	1.5	3	4.5	3.5	2.5	15
계	15	20.5	24	18.5	12	90

○ 총괄 예산

(단위 : 억원)

구성요소		1차	2차	3차	4차	5차	금액
인건비	M/Y	4.5	6	6.5	6	5	1억원/1MY
	인건비	4.5	6	6.5	6	5	28
직접비	시제비	5.8	10.5	14	9	3.5	42.8
	연구기자재비 (설계/해석 Tools)	2.7	1.7	1.7	1	1	8.1
	시험평가비 (성능,소음,구조시험 등)	2	2.3	1.8	2.5	2.5	11.1
합 계		15	20.5	24	18.5	12	90

※ 인건비 : 직급 구분없이 1인당 1억 (출장비 등 연구활동비와 간접비 포함)

○ 분산추진 형상 모델링 및 최적화 핵심기술 개발

(단위 : 억원)

구성요소		1차	2차	3차	4차	5차	금액	
인건비	M/Y	1.5	1.5	2	1.5	1.5	1억원/1MY	
	인건비	1.5	1.5	2	1.5	1.5	8	
직접비	시제비	지상시제-1	3	3.5	2.5			9
		지상시제-2				3	2	5
	연구기자재비 (설계/해석 Tools)	2	1	1	1	1	6	
	시험평가비 (설비개조/지상시험 등)	2	2	1	1	1	7	
합 계		8.5	8	6.5	6.5	5.5	35	

○ 분산 전기동력 추진시스템 핵심기술 개발

(단위 : 억원)

구성요소		1차	2차	3차	4차	5차	금액	
인건비	M/Y	2	3	3.5	3	2.5	1억원/1MY	
	인건비	2	3	3.5	3	2.5	14	
직접비	시제비	전기모터 (1차/시제적용)	1	3	4	0	0	8
		추진시스템 (시제적용)	1.8	3	2	1	0	7.8
		전기모터(2차)	0	0	3	4	1	8
	연구기자재비	0.2	0.2	0.2	0	0	0.6	
	시험평가비	0	0.3	0.3	0.5	0.5	1.6	
합 계		5	9.5	13	8.5	4	40	

○ 고효율 저소음 고강성 프로펠러 기술개발

(단위 : 억원)

구성요소		1차	2차	3차	4차	5차	금액	
인건비	M/Y	1	1.5	1	1.5	1	1억원/1MY	
	인건비	1	1.5	1	1.5	1	6	
직접비	시제비	프로펠러 시제작 (2 set)	0	0	1.5	1	0.5	3
		프로펠러 지상회전 시험장치 개조	0	1	1	0	0	2
	연구기자재비 (설계/해석 Tools)		0.5	0.5	0.5	0	0	1.5
	시험평가비 (성능,소음,구조시험 등)		0	0	0.5	1	1	2.5
합 계		1.5	3	4.5	3.5	2.5	15	

마. 과제추진 방법

주관기관

- 비행체 체계설계와 요구도 분석
- 참여기관과 공동으로 기술개발, 시제개발 및 비행시험 수행

참여기관

- 분야별, 기술별로 기본·상세 설계, 시제개발 및 시험평가 수행
- 주관기관과 공동으로 협업하여 수행

기술검증기로의 산출물 제공

- PDR(①) : 기본형 기본설계도면 1식
- 제작 및 통합(②) : 전기추진시스템(전기모터, 배터리, PMS),

## 프로펠러 2식



## 바. RFP 작성(안)

<b>사업명</b>	다부처공동기획사업 「[미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 안전운항체계 개발 및 인프라 구축]」	<b>RFP번호</b>	OPPAV과1																																
<b>과제명</b>	OPPAV 분산전기추진(DEP) 시스템 핵심기술 개발	<b>부처</b>	과학기술정보통신부																																
<b>사업비</b>	90억원 이내 (국고 100%)	<b>사업기간</b>	5년 이내																																
<b>지원대상</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주관기관은 연구기관, 대학 모두 가능</li> <li>○ 학연 협동연구 장려</li> </ul>	<b>기술료 징수여부</b>	기술료 징수 (비영리 비징수)																																
<b>연구목표</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>(최종목표)</b> 친환경 미래시장에서 요구되는 미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV)에 필수적인 분산전기추진(DEP*) 핵심기술개발로 미래 원천기술 확보 * DEP : Distributed Electric Propulsion</li> <li>○ <b>(정량적 목표)</b></li> </ul>																																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>성과 지표</th> <th>단위</th> <th>최종개발목표</th> <th>세계최고수준 (보유국/보유자)</th> <th>평가방법</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>제자리 비행 효율</td> <td>-</td> <td>0.75 이상</td> <td>프로펠러 단독</td> <td>지상시험</td> </tr> <tr> <td>저소음 프로펠러 형상</td> <td>dB</td> <td>2.0 이상 감소</td> <td>프로펠러 단독</td> <td>지상시험</td> </tr> <tr> <td>순항 양력 계수</td> <td>-</td> <td>2배 이상 증가</td> <td rowspan="2">분산추진 적용 전후 성능비교</td> <td>시범평가</td> </tr> <tr> <td>이착륙시 소음</td> <td>dB</td> <td>2.0 이상 감소</td> <td>시범평가</td> </tr> <tr> <td>전기추진 효율</td> <td>-</td> <td>0.80 이상</td> <td>전기동력 분산추진 효율 향상</td> <td>지상시험</td> </tr> </tbody> </table>						성과 지표	단위	최종개발목표	세계최고수준 (보유국/보유자)	평가방법	제자리 비행 효율	-	0.75 이상	프로펠러 단독	지상시험	저소음 프로펠러 형상	dB	2.0 이상 감소	프로펠러 단독	지상시험	순항 양력 계수	-	2배 이상 증가	분산추진 적용 전후 성능비교	시범평가	이착륙시 소음	dB	2.0 이상 감소	시범평가	전기추진 효율	-	0.80 이상	전기동력 분산추진 효율 향상	지상시험
	성과 지표	단위	최종개발목표	세계최고수준 (보유국/보유자)	평가방법																														
	제자리 비행 효율	-	0.75 이상	프로펠러 단독	지상시험																														
	저소음 프로펠러 형상	dB	2.0 이상 감소	프로펠러 단독	지상시험																														
	순항 양력 계수	-	2배 이상 증가	분산추진 적용 전후 성능비교	시범평가																														
이착륙시 소음	dB	2.0 이상 감소	시범평가																																
전기추진 효율	-	0.80 이상	전기동력 분산추진 효율 향상	지상시험																															
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>(최종산출물)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술검증을 DEP 최적 설계도면 2식</li> <li>- DEP 지상시험 모델 2식</li> <li>- 체계 제공용 전기추진시스템, 프로펠러 2식</li> </ul> </li> </ul>																																			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 분산추진 형상 모델링 및 최적화 핵심기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 분산추진 해석코드를 활용한 분산추진 최적화 기술 연구</li> <li>- 분산추진 최적화를 활용한 등가날개(주익, 미익, 플랩, 나셀) 설계/제작</li> <li>- 분산추진 해석코드를 활용한 틸팅에 따른 주익-미익 간섭효과 연구</li> <li>- 풍동시험을 통한 공력 DB 구축(Power 효과, 틸팅 포함) 및 분산추진 해석코드 보정</li> </ul> </li> <li>○ 분산 전기동력 추진시스템 핵심기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 분산추력제어를 위한 고효율 전력분배 및 구동제어기술 연구</li> <li>- 분산추진용 전기동력 구동시스템(배터리+전기모터+PMS*) 설계/제작/시험</li> <li>- 추진시스템 고장 탐지 및 고장 대처 기술</li> <li>- 신개념 전기동력 추진시스템 기술 개념연구 * PMS : Power Management System(전력제어시스템)</li> </ul> </li> <li>○ 고효율 저소음 고강성 프로펠러 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 분산추진용 저전력 고추력용 고효율 프로펠러 최적 형상 기술개발</li> <li>- 저소음 프로펠러 최적 형상 설계 기술개발</li> </ul> </li> </ul>																																			
<b>추진 방법</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 비행체계와 요구도 분석, 기본-상세 설계, 개발 시험평가, 운용시험평가에 참여 및 협업하여 추진</li> </ul>																																		
<b>기대성과 및 파급효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기술적 파급효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 미래 신개념 추진시스템 핵심기술 확보를 통한 친환경 고효율 고안전성 무인항공기 개발 가능</li> <li>- 다양한 비행체에 적용할 수 있는 효율성 확보(Scale Free) 기술특성으로 활용성 극대화 가능</li> </ul> </li> <li>○ 사회·경제적 파급효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 미래 유무인 운송비행체 친환경 특성으로 국민의 삶의 질과 편의 향상에 기여</li> <li>- 기술개발 후 실용화될 경우, 미래형 추진시스템에 대한 수입 대체 및 국내 산업 발전에 기여</li> </ul> </li> </ul>																																		
<b>산출근거</b>	(단위 : 억원)																																		
	<b>구 분</b>	<b>1차</b>	<b>2차</b>	<b>3차</b>	<b>4차</b>	<b>5차</b>	<b>계</b>																												
	○ 분산전기추진 시스템 핵심기술 개발																																		
	- 분산추진 형상모델링 및 최적화	8.5	8	6.5	6.5	5.5	35																												
	- 분산 전기동력 추진시스템 핵심기술 개발	5	9.5	13	8.5	4	40																												
- 고효율 저소음 고강성 프로펠러 기술개발	1.5	3	4.5	3.5	2.5	15																													
계	15	20.5	24	18.5	12	90																													

### 3. 분산전기추진(DEP) 항공기 비행제어 및 안전성 향상 핵심기술 개발 가. 과제 목표

#### □ 최종목표

- 미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV)의 안전한 운영에 필수적인 자동비행제어시스템 개발

#### □ 정량적 목표

- 비행체 조종성 (수직이착륙) : Level 1
  - ※ ADS-33 Flying and Handling Quality Level 1, 2, 3 중 Level 1
- 비행체 조종성 (순항비행) : Level 1
  - ※ MIL-8785C Flying and Handling Quality Level 1, 2, 3 중 Level 1
- 이착륙 및 임무비행 : 자동
  - ※ 자동 이착륙 및 임무비행 수준
- 건강진단 대상 구성품 수 : 6개 이상
  - ※ 건강진단 대상 구성품 예 : 센서, 작동기, 비행조종컴퓨터, 모터 등
- 비행체 조종성 회복 시간 : 1sec 이하
  - ※ 비정상 비행상태(구성품 고장, 돌풍, 횡풍, 강우, 온도, Icing)로부터 회복하는데 소요되는 시간

#### □ 최종산출물

- 비행운동모사 시뮬레이션 S/W 1식
- 비행제어시스템 설계보고서 및 제어 S/W 1식
- 건강진단/고장예측 및 내고장 제어시스템 설계보고서 및 제어 S/W 1식
- 비행제어기술 실증용 축소 시제기 2식

## 나. 과제 내용

### □ 난기류 및 외란 적응형 DEP 항공기 운동모델 및 비행제어(FBW) 핵심기술 개발

- 분산추진 항공기 동역학 운동모델 개발 및 비행제어 알고리즘 개발 연구
- 수직이착륙 및 순항 비행을 위한 천이 제어 기술 및 검증 연구
- 돌풍, 강우, 강설, 이착륙시 난기류 등의 난조건을 고려한 비행 제어 기술 개발
- 복잡한 도심 안전운항 및 통신, 위성항법 등의 음영지역 발생으로 인한 외란적응형 정밀복합항법기술 및 자율운항 기술개발
- 유무인 겸용기용 고신뢰도 Fly-By-Wire 제어시스템 개발 연구
- 시정 극한상황(예 : 안개, 미세먼지 등) 적응 핵심기술 개념 연구

### □ OPNAV 비행상태 건전성 모니터링 및 제어시스템 건강진단/고장예측 기술 개발

- 비정상 비행상태 진입 원인 (구성품 고장, 돌풍/횡풍, 실속 등) 식별 기술
- 고장예측을 위한 데이터 베이스 구축 및 건강진단/고장예측 시스템 최적화 설계

- FBW 시스템에 의한 고장상황 대처 및 안정성 향상을 위한 비행 영역 보호 기술 개발 연구
- OPPAV 비행상황 모니터링 및 건강진단/고장예측 검증기술

다. 참여부처

미래 원천 핵심기술로 과기정통부 지원을 받아 수행

라. 연구비

총 연구기간 및 연구비 : 5년/70억원

○ 총괄 예산

(단위 : 억원)

구 분	1차	2차	3차	4차	5차	계
난기류 및 외란 적응형 DEP 항공기 운동모델 및 비행제어(FBW) 핵심기술 개발	7	10	11	9	8	45
비행상황 모니터링 및 건강진단/고장예측 검증기술	4	5	5	6	5	25
계	11	15	16	15	13	70

○ 세부예산

구성요소		1차	2차	3차	4차	5차	금액	
인건비	M/Y	4	4	5	4	4	1억원/1MY	
	인건비	4	4	5	4	4	<b>21</b>	
직접비	시 제 비	비행제어 시스템 제작 (3set)	-	1	1	1	-	<b>3</b>
		진단/예측 시스템 제작 (2set)	-	-	1	2	1	<b>4</b>
		HILS 시스템 구축	2	2	2	1	-	<b>7</b>
		지상검증 시스템 제작	-	-	2	2	1	<b>5</b>
		축소 시제기 제작 (2set)	-	3	3	3	1	<b>10</b>
		연구기자재비 (제어설계/신뢰성 분석 툴)	3	2	-	-	-	<b>5</b>
	재료/시험평가비	2	3	2	2	6	<b>15</b>	
합 계		<b>11</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>70</b>	

※ 인건비 : 직급 구분없이 1인당 1억 (출장비 등 연구활동비와 간접비 포함)

마. 과제추진 방법

주관기관

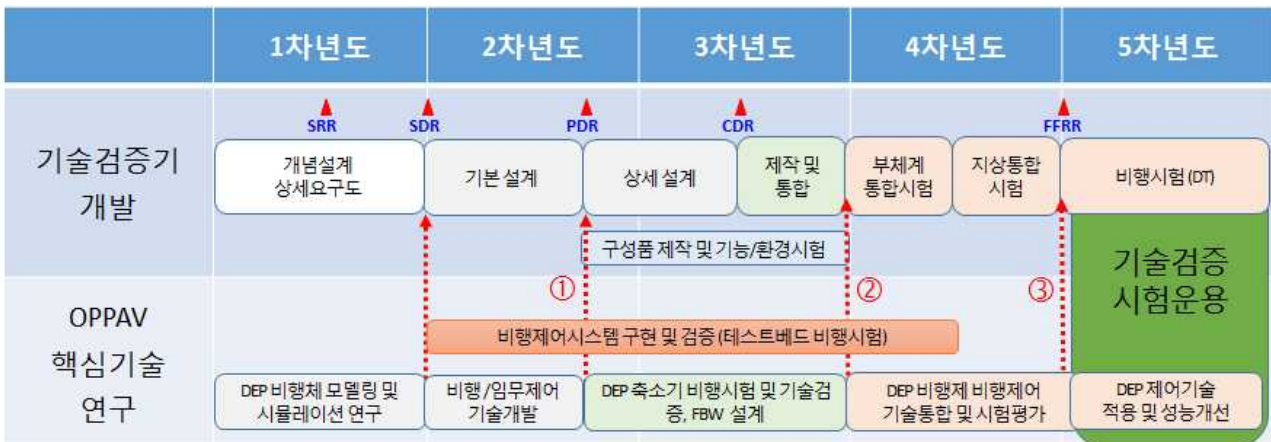
- 시스템 설계/제작 및 시험평가
- 참여기관과 공동으로 기술개발, 시제개발 및 시험평가 수행

참여기관

- 시스템구성 요소기술 연구 및 시험평가 수행
- 주관기관과 공동으로 협업하여 수행

## □ 기술검증기로의 산출물 제공

- PDR(①) : 설계보고서 및 비행운동모사 시뮬레이션 S/W 1식
- 제작 및 통합(②) : 비행제어시스템 설계보고서 및 제어 S/W 1식  
건강진단/고장예측 및 내고장 제어시스템 설계보고서 및 제어 S/W 1식  
비행제어기술 실증용 축소시제기 2식
- 지상통합시험(③) : 고장여유기술 적용



## 바. RFP 작성(안)

<b>사업명</b>	다부처공동기획사업 「[미래형 자율비행 개인항공기 (OPPAV) 안전운항체계 개발 및 인프라 구축]	<b>RFP번호</b>	OPPAV과2																																			
<b>과제명</b>	분산전기추진(DEP) 항공기 비행제어 및 안전성 향상 핵심 기술개발	<b>부처</b>	과학기술정보통신부																																			
<b>사업비</b>	70억원 이내 (국고 100%)	<b>사업기간</b>	5년 이내																																			
<b>지원대상</b>	○ 주관기관은 연구기관, 대학 모두 가능 ○ 학연 협동연구 장려	<b>기술료 징수여부</b>	기술료 징수 (비영리 비징수)																																			
<b>연구목표</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>(최종목표)</b> 미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV)의 안전한 운영에 필수적인 자동비행 제어시스템 개발</li> <li>○ <b>(정량적 목표)</b></li> </ul>																																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">성과 지표</th> <th>단위</th> <th>최종개발목표</th> <th>세계최고수준 (보유국/보유자)</th> <th>평가방법</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">비행 조종성</td> <td>수직이착륙</td> <td>Level</td> <td>1</td> <td>-</td> <td>분석보고서</td> </tr> <tr> <td>전진비행</td> <td>Level</td> <td>1</td> <td>-</td> <td>분석보고서</td> </tr> <tr> <td colspan="2">이착륙 및 임무비행</td> <td>-</td> <td>자동</td> <td>-</td> <td>비행시험</td> </tr> <tr> <td colspan="2">건강진단 대상 구성품 수</td> <td>개</td> <td>6 이상</td> <td>-</td> <td>분석보고서</td> </tr> <tr> <td colspan="2">비행체 조종성 회복 시간</td> <td>sec</td> <td>1 이하</td> <td>1 이하 (미국/Rockwell Collins)</td> <td>분석보고서</td> </tr> </tbody> </table>				성과 지표		단위	최종개발목표	세계최고수준 (보유국/보유자)	평가방법	비행 조종성	수직이착륙	Level	1	-	분석보고서	전진비행	Level	1	-	분석보고서	이착륙 및 임무비행		-	자동	-	비행시험	건강진단 대상 구성품 수		개	6 이상	-	분석보고서	비행체 조종성 회복 시간		sec	1 이하	1 이하 (미국/Rockwell Collins)
성과 지표		단위	최종개발목표	세계최고수준 (보유국/보유자)	평가방법																																	
비행 조종성	수직이착륙	Level	1	-	분석보고서																																	
	전진비행	Level	1	-	분석보고서																																	
이착륙 및 임무비행		-	자동	-	비행시험																																	
건강진단 대상 구성품 수		개	6 이상	-	분석보고서																																	
비행체 조종성 회복 시간		sec	1 이하	1 이하 (미국/Rockwell Collins)	분석보고서																																	
<b>연구 내용 및 범위</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>(최종산출물)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비행운동모사 시뮬레이션 S/W 1식</li> <li>- 비행제어시스템 설계보고서 및 제어 S/W 1식</li> <li>- 실기체 비행제어컴퓨터용 OFP 1식</li> <li>- 건강진단/고장예측 및 내고장 제어시스템 설계보고서 및 제어 S/W 1식</li> <li>- 비행제어기술 실증용 축소시제기 2식</li> </ul> </li> </ul>																																					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 난기류 및 외란 적응형 DEP 항공기 운동모델 및 비행제어(FBW) 핵심기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 분산추진 항공기 동역학 운동모델 개발 및 비행제어 알고리즘 개발 연구</li> <li>- 수직이착륙 및 순항 비행을 위한 천이 제어 기술 및 검증 연구</li> <li>- 돌풍, 강우, 강설, 이착륙시 난기류 등의 난조건을 고려한 비행제어 기술 개발</li> <li>- 복잡한 도심 안전운항 및 통신, 위성항법 등의 음영지역 발생으로 인한 외란적응형 정밀복합항법기술 및 자율운항 기술개발</li> <li>- 유무인 혼용기용 고신뢰도 Fly-By-Wire 제어시스템 개발 연구</li> <li>- 시정 극한상황(예 : 안개, 미세먼지 등) 적응 핵심기술 개념 연구</li> </ul> </li> <li>○ OPNAV 비행상태 건전성 모니터링 및 제어시스템 건강진단/고장예측 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비정상 비행상태 진입 원인 (구성품 고장, 돌풍/황풍, 실속 등) 식별 기술</li> <li>- 고장예측을 위한 데이터 베이스 구축 및 건강진단/고장예측 시스템 최적화 설계</li> <li>- FBW시스템 고장상황 대처 및 안정성 향상을 위한 비행영역보호 기술 개발 연구</li> <li>- OPNAV 비행상황 모니터링 및 건강진단/고장예측 검증기술</li> </ul> </li> </ul>																																					
<b>추진 방법</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 비행체계와 요구도 분석, 기본·상세 설계, 개발 시험평가, 운용시험평가에 참여 및 협업하여 추진</li> </ul>																																					
<b>기대성과 및 파급효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기술적 파급효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 분산전기추진 비행체의 자동비행 제어기술 개발 통해 미래형 자율비행 개인항공기 (OPPAV) 핵심기술 확보</li> <li>- 고장여유 기능의 비행제어기술 개발 통한 OPNAV 비행 안전성과 신뢰성 증대</li> </ul> </li> <li>○ 사회·경제적 파급효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 미래형 자율비행 개인항공기 운항안전을 확보함으로써 생활교통 중심의 단거리 이동에 따른 국민의 삶의 질과 편의 향상</li> <li>- 개인항공기 항공안전 분야 시장 선점</li> </ul> </li> </ul>																																					

산출근거	(단위 : 억원)						
	구 분	1차	2차	3차	4차	5차	계
	난기류 및 외란 적응형 DEP 항공기 운동모델 및 비행제어(FBW) 핵심기술 개발	7	10	11	9	8	45
	비행상황 모니터링 및 건강진단/고장예측 검증기술	4	5	5	6	5	25
계	11	15	16	15	13	70	

## 4. OPPAV 인증 기술 연구

### 가. 과제 목표

#### □ 최종목표

- OPPAV 핵심 신기술에 대한 인증기술 개발 및 시험운용 인프라 구축
- OPPAV 특별감항증명 및 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구
- OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구

#### □ 정량적 목표

- OPPAV 핵심 신기술에 대한 인증기술 개발 및 시험운용 인프라 구축
  - 비행체 및 수직이착륙기술, 전기동력, 자동화 기술 등 핵심 신기술에 대한 인증 기술기준(안) 제시
  - 구성품 및 전기체에 대한 시험평가 수행 및 평가결과를 포함한 적합성보고서 제시
  - 시험운용 인프라 구축 결과 제시
- OPPAV 특별감항증명 및 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구
  - OPPAV의 공역 내 비행안전을 위한 운항체계 연구보고서 및 운항기술기준(안) 제시
  - 특별감항증명 발행을 위한 기준 및 절차(안) 제시
- OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구
  - 서비스 시나리오 및 단계별 서비스 확충안 제시
  - 통행자 OPPAV 수단선택모형 제시
  - 시나리오, 요금체계 등의 불확실성을 고려한 수요 및 경제성 분석

## 모형 개발

### □ 최종산출물

- OPPAV 핵심 신기술에 대한 인증기술 개발 및 시험운용 인프라 구축
  - 비행체 및 수직이착륙기술, 전기동력, 자동화 기술 등 핵심 신기술에 대한 인증 기술기준(안)
  - 구성품 및 전기체에 대한 시험평가 수행 및 평가결과를 포함한 적합성보고서
  - 시험운용 인프라 구축 결과
- OPPAV 특별감항증명 및 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구
  - OPPAV의 공역 내 비행안전을 위한 운항체계 연구보고서 및 운항기술 기준(안)
  - 특별감항증명 발행을 위한 기준 및 절차(안)
- OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구
  - 서비스 시나리오 및 단계별 서비스 확충안
  - 통행자 수단선택모형
  - 수요 및 경제성 분석 모형 개발 결과

## 나. 과제 내용

### □ OPPAV 핵심 신기술에 대한 인증기술 개발 및 시험운용 인프라 구축

- 비행체 및 수직이착륙, 전기동력, 자동화 기술 등 핵심 신기술에 대한 인증 기술기준안 개발 연구

## - 비행체에 대한 기술기준안 개발

- ※ VLA / VLR, LSA 또는 FAR Part 23/27 등 동급 현행 유인기 감항기술기준의 tailoring을 통한 비행체의 감항성 확보를 위한 기술기준안 개발

## - 수직이착륙시스템에 대한 기술기준안 개발

- ※ Tilt기술, 천이구간 및 수직모드에서 추력상실 시 안전 착륙 방안 등 감항성 확보를 위한 기술기준안 개발

## - 전기동력분산추진 기술기준안 개발

- ※ 전기동력, 신뢰성, 하나 이상의 동력 고장 시 안전성 확보 방안 등 전기동력 및 다중 추진 시스템의 감항성 확보를 위한 기술기준안 개발

## - 자동화시스템 기술기준안 개발

- ※ 항법 및 제어를 위한 전기전자 하드웨어 및 관련 알고리즘의 신뢰성과 다중화, 자동비행모드 및 수동비행모드 간 안전성 확보 방안 등 자동화시스템의 감항성 확보를 위한 기술기준안 개발

## - FBW (Fly-by-wire) 기술기준안 개발

- ※ 유무인 복합 조종의 방법 및 비행조종 시스템의 신뢰성 및 고장 시 안전비행 방안, 수동비행 전환의 방법 등 FBW 시스템의 감항성 확보를 위한 기술기준안 개발

## - 원격조종 및 지상통제소 기술기준안 개발

- ※ 원격조종의 방법 및 지상통제소 자체의 신뢰성 확보방안, 명령, 통제 데이터링크의 신뢰성, 지연, 손실 시 방안 등 감항성 확보를 위한 기술기준안 개발

## ○ 비행체 및 핵심 신기술의 안전성확보를 위한 단계별 시험 평가 및 자체 시험인증

### - 동급 유인기 비행체 기술기준안을 적용한 단계별 시험평가

- ※ VLA / VLR, LSA 또는 FAR Part 23/27 + OPNAV 신기술 기술기준안을 적용하여, 구성품, Sub system, 통합 지상시험평가
- ※ 구조: FAR Subpart C, D 구조시험: 전기체 구조 정하중시험, 조종계통 제한하중시험, LG Drop test, Seat test, EMS test, 플러터 필요 시 GVT 등
- ※ 동력계통: FAR Subpart E + FAR 33. 35 시험: 내구, 하중, 원심, Failsafe, cooling, power

control/display test 등

- ※ 전기전자: FAR Subpart F 시험: 각 AVIONICS 별 EMI/EMC, HIRF, Electrical load test, Electrical bonding, System redundancy 등
- ※ 체계 및 제어: FAR Subpart B, G 시험: 통합시험 및 비행시험
- ※ 각 세부계통 별 운용한계 설정 및 검증

- 수직이착륙, 전기동력, 자동화 기술 등 OPPAV 핵심 신기술에 대한 단계별 시험평가를 통한 자체 설정 기술기준 요구도 만족여부 검증 및 자체 시험인증

- ※ 수직이착륙 기술(Tilt기술, 천이구간 및 수직모드에서 추력상실 시 안전 착륙 방안 등)의 감항성 확보를 위한 기술기준안에 따른 설계적합성, 구성품 시험평가 및 전기체 시험평가를 통한 단계별 검증 및 자체 시험인증
- ※ 전기동력분산추진 기술(전기동력시스템의 신뢰성, 하나 이상의 동력 고장 시 안전성 확보 방안 등 전기동력 및 다중 추진 시스템)의 감항성 확보를 위한 기술기준안에 따른 설계적합성, 구성품 시험평가 및 전기체 시험평가를 통한 단계별 검증 및 자체 시험인증
- ※ 자동화 시스템(항법 및 제어를 위한 전기전자 하드웨어 및 관련 알고리즘의 신뢰성과 다중화, 자동비행모드 및 수동비행모드 간 안전성 확보 방안 등)의 감항성 확보를 위한 기술기준안에 따른 설계적합성, 구성품 시험평가 및 전기체 시험평가를 통한 단계별 검증 및 자체 시험인증
- ※ FBW 시스템(유무인 복합 조종의 방법 및 비행조종 시스템의 신뢰성 및 고장 시 안전비행 방안, 수동비행 전환의 방법 등)의 감항성 확보를 위한 기술기준안에 따른 설계적합성, 구성품 시험평가 및 전기체 시험평가를 통한 단계별 검증 및 자체 시험인증
- ※ 원격조종 및 지상통제소(원격조종의 방법, 지상통제소 자체의 신뢰성 확보방안, 명령, 통제 데이터링크의 신뢰성, 지연, 통신손실 시 방안 등)의 감항성 확보를 위한 기술기준안에 따른 설계적합성, 구성품 시험평가 및 전기체 시험평가를 통한 단계별 검증 및 자체 시험인증

○ 시험운용 인프라 구축 및 시험운용

- OPPAV용 착륙장 및 통신인프라 등 구축
- 전기체 통합 지상시험을 통한 비행체 및 핵심 신기술에 대한 시스템 통합검증 및 신뢰성 검증
- 비행시험 및 시험운용을 통한 감항성 검증

□ OPPAV 특별감항증명 및 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구

- OPPAV의 공역 내 비행안전을 위한 운항체계 연구 및 운항기술기준

## 개발

- OPPAV의 공역 내 안전한 운용을 위한 단계별 방안
  - . 초기단계 헬기, 무인기 및 일반 항공기와의 분리 운용 방안
  - . 향후 일반 항공기와의 공역 내 통합운용방안 등 연구
- OPPAV의 공역 내 안전한 운용을 위한 단계별 방안을 반영한 운항 기술기준안 개발
  - . 통신, 항법, 감시의 방안 및 항공교통관리체계 내에서의 통합운용을 위한 방안 등 반영

### ○ 특별감항증명 발행을 위한 기준/절차 개발 및 발행

- 향후 특별감항증명 하에서 공역 내 안전한 시험운용을 위한 최소안전성 확보기준(기체, 운용조직, 조종사) 개발 및 특별감항증명 발행 세부 절차 연구
- OPPAV의 시험운용을 위한 비행시제기에 대한 국토부 특별감항증명 발행과 관련한 기술적 검토 업무 수행

### □ OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구

- 서비스 시나리오 및 단계별 서비스 확충안 제시
  - 스테이션(Station) 위계 구분, 최적 갯수 및 입지
  - 시범운영지역 설정, 초기 서비스 활성화 및 민관 연계 시나리오
  - 공역 및 항공교통 관리기술 연계 단계별 운용개념 제시
- 통행자 수단선택모형 개발
  - 신교통수단에 대한 통행자들의 잠재선호(SP: Stated Preference)
  - 안전성, 접근성 등에 대한 OPPAV 특성 및 속도, 거리에 대한 민

## 감도 반영

### ○ 수요 및 경제성 분석 모형 개발

- 수단선택모형에 따른 시나리오별 예상 수요
- OPPAV 서비스에 따른 사회적 편익 항목 정립
- 시나리오, 요금체계 등 불확실성을 고려한 수요 및 경제성 분석 방법론

## 다. 참여부처

- ☐ 국토교통부 : 인증기술 및 안전운항체계 연구와 인프라 구축

## 라. 연구비

□ 총 연구기간 및 연구비 : 5년/120억원

○ 총예산

(단위 : 억원)

구 분	1차	2차	3차	4차	5차	계
○ OPPAV 핵심 신기술에 대한 인증기술 개발 및 시험운용 인프라 구축	11	11.5	19.5	26.5	16.5	85
- 비행체 및 수직이착륙, 전기동력, 자동화 기술 등 핵심 신기술에 대한 인증 기술기준 개발 연구	5	4	2	1.5	1.5	14
- 비행체 및 핵심 신기술의 안전성 확보를 위한 단계별 시험 평가 및 자체 시험인증	5	6	15	20	10	56
- 시험운용 인프라 구축	1	1.5	2.5	5	5	15
○ OPPAV 특별감항증명 및 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구	5	5	5	5	5	25
- OPPAV의 공역 내 비행안전을 위한 운항체계 연구 및 운항기술기준 개발	3	3	3	3	3	15
- 특별감항증명 발행을 위한 절차 개발 및 특별감항증명 발행	2	2	2	2	2	10
○ OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구	2	2.5	2	2	1.5	10
- 서비스 시나리오 및 단계별 서비스 확충안 제시	1	1	1	1	1	5
- 통행자 수단선택, 수요 및 경제성 분석 모형 개발	1	1.5	1	1	0.5	5
계	18	18.5	25	34.5	24	120

○ 세부예산(안)

구성요소		1차	2차	3차	4차	5차	금액	
인건비	M/Y	17	13.5	17	13.5	6	1억원/MY	
	인건비	17	13.5	17	13.5	6	<b>67</b>	
직접비	시 제 비	인프라 구축비	1	1.5	2.5	5	5	<b>15</b>
		-	-	-	-	-	-	<b>0</b>
	연구기자재비		-	-	-	-	-	<b>0</b>
	재료/시험평가비		-	4	7	15	12	<b>38</b>
합 계		<b>18</b>	<b>19</b>	<b>26.5</b>	<b>33.5</b>	<b>23</b>	<b>120</b>	

※ 인건비 : 직급 구분없이 1인당 1억 (출장비 등 연구활동비와 간접비 포함)

※ 인프라 구축비(15억) : 비행시험 및 시험운용을 위한 지상 인프라

- 비행시험 모니터링 및 관제실(Mission Control Room)(9억), 통신장비 및 정밀항법을 위한 DGPS 기준국 등(4억), 이착륙장 및 부대시설(2억) (고흥항공센터의 기존 인프라 활용을 전제)

마. 과제추진 방법

□ 주관기관

- 현행 동급 유인기 감항기술기준의 기술분야별 분석을 통한 OPPAV 비행체의 감항기술기준안 개발 및 시험평가
- AW609 감항기준 및 동급 회전익/고정익 감항기술기준의 분석을 통한 수직이착륙 기술의 감항기술기준안 개발 및 시험평가
- 현행 유인 전기동력 항공기의 기준 및 ASTM 등 최신 전기동력 감항기준 개발 연구동향을 분석하여 전기동력 시스템에 대한 감항기술기준안 개발 및 시험평가
- 인증기술기준안의 설계에 반영, 시제기 제작 및 인증기술기준안에 따른 구성품, 서브시스템 및 시스템 통합 시험평가수행
- KC-100, KLA-100 등 국내 인증된 항공기에 대한 인증시험평가 내용 분석을 통한 OPPAV 전기체 시험평가 및 시제기 시험운용

을 통한 안전성 평가

- 시험평가 및 시험운용을 통한 인증기술기준의 안전도 수준 및 적합성 입증방법의 적절성 연구
- 시험운용 인프라 구축

## □ 참여기관

- OPPAV 인증체계구축 연구 및 인증절차 개발
- OPPAV 특별감항증명을 위한 인증활동
- OPPAV 안전운항을 위한 운항절차 연구
- OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구
  - 서비스 시나리오 및 단계별 서비스 확충안
  - 통행자 수단선택모형
  - 수요 및 경제성 분석 모형 개발 결과

## 바. RFP 작성(안)

### ○ OPPAV 핵심 신기술 인증기술 개발 및 시험운용 인프라 구축

<b>사업명</b>	다부처공동기획사업 「미래형 자율비행 개인항공기 (OPPAV) 안전운항체계 개발 및 인프라 구축」	<b>RFP번호</b>	OPPAV국1																																							
<b>과제명</b>	OPPAV 핵심 신기술 인증기술 개발 및 시험운용 인프라구축	<b>부처</b>	국토교통부																																							
<b>사업비</b>	85억원 이내 (국고 100%)	<b>사업기간</b>	5년 이내																																							
<b>지원대상</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주관기관은 연구기관, 대학 모두 가능</li> <li>○ 학연 협동연구 장려</li> </ul>	<b>기술료 징수여부</b>	기술료 비징수 (비영리 비징수)																																							
<b>연구목표</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>(최종목표)</b> 미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 핵심 신기술에 대한 인증기술 개발 및 시험운용 인프라 구축</li> <li>○ <b>(정량적 목표)</b></li> </ul>																																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>성과 지표</th> <th>단위</th> <th>최종개발목표</th> <th>세계최고수준 (보유국/보유자)</th> <th>평가방법</th> <th colspan="2"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>OPPAV 비행체 및 핵심 신기술에 대한 인증기술기준안 개발</td> <td>-</td> <td>인증기술기준안 제시</td> <td>-</td> <td>기술기준 제시여부</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>시험평가 및 시험인증을 통한 안전성 확보 및 검증</td> <td>-</td> <td>구성품 및 전기체에 대한 시험평가 수행 및 적합성보고서 제시</td> <td>-</td> <td>시험평가 수행여부</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>전기체 비행시험을 통한 시험운용</td> <td>-</td> <td>비행시험 수행 및 시험운용 보고서 제시</td> <td>-</td> <td>비행시험 수행여부</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>							성과 지표	단위	최종개발목표	세계최고수준 (보유국/보유자)	평가방법			OPPAV 비행체 및 핵심 신기술에 대한 인증기술기준안 개발	-	인증기술기준안 제시	-	기술기준 제시여부			시험평가 및 시험인증을 통한 안전성 확보 및 검증	-	구성품 및 전기체에 대한 시험평가 수행 및 적합성보고서 제시	-	시험평가 수행여부			전기체 비행시험을 통한 시험운용	-	비행시험 수행 및 시험운용 보고서 제시	-	비행시험 수행여부									
	성과 지표	단위	최종개발목표	세계최고수준 (보유국/보유자)	평가방법																																					
	OPPAV 비행체 및 핵심 신기술에 대한 인증기술기준안 개발	-	인증기술기준안 제시	-	기술기준 제시여부																																					
	시험평가 및 시험인증을 통한 안전성 확보 및 검증	-	구성품 및 전기체에 대한 시험평가 수행 및 적합성보고서 제시	-	시험평가 수행여부																																					
전기체 비행시험을 통한 시험운용	-	비행시험 수행 및 시험운용 보고서 제시	-	비행시험 수행여부																																						
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>(최종산출물)</b></li> <li>- 비행체 및 핵심 신기술에 대한 인증기술기준안</li> <li>- 구성품 및 전기체에 대한 시험평가 수행 및 평가결과를 포함한 적합성보고서</li> <li>- 시험운용 인프라 구축결과</li> </ul>																																										
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 비행체 및 수직이착륙, 전기동력, 자동화 기술 등 핵심 신기술에 대한 인증 기술기준안 개발 연구</li> <li>- 비행체, 수직이착륙시스템, 분산전기추진시스템, 자동화시스템, FBW시스템의 인증기술 기준안 개발</li> <li>○ 비행체 및 핵심 신기술의 안전성 확보를 위한 단계별 시험평가 및 적합성 검증</li> <li>- 기술기준안에 대한 구성품, 부체계의 적합성 시험평가 및 자체검증 수행</li> <li>○ 시험운용 인프라 구축</li> <li>- OPPAV용 착륙장, 통신인프라 등 구축하고, 시험운용</li> </ul>																																										
<b>연구 내용 및 범위</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전기동력, 수직이착륙, 자동화시스템 관련 최신 인증기술 연구개발동향 검토</li> <li>○ KC-100, KLA-100 등 최근 확보된 국내 인증기술 활용</li> </ul>																																									
<b>추진 방법</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기술적 파급효과</li> <li>- 수직이착륙, 분산전기추진 자동화 기술을 접목한 미래형 자율비행 개인항공기 (OPPAV) 비행체의 실용화 및 감항성 확보를 위한 핵심기술 확보</li> <li>- OPPAV의 공역 내 비행 안전성 확보와 신뢰성 증대</li> <li>○ 사회·경제적 파급효과</li> <li>- 미래형 자율비행 개인항공기 운항안전을 확보함으로써 생활교통 중심의 단거리 이동에 따른 국민의 삶의 질과 편의 향상</li> <li>- 개인항공기 항공안전 분야 및 실용화 시장 선점</li> </ul>																																									
<b>기대성과 및 파급효과</b>	<p style="text-align: right;">(단위 : 억원)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>구 분</th> <th>1차</th> <th>2차</th> <th>3차</th> <th>4차</th> <th>5차</th> <th>계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>OPPAV 핵심 신기술에 대한 인증기술기준 개발 연구</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>시험평가 및 시험인증을 통한 안전성 검증</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>10</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>시험운용 인프라 구축</td> <td>1</td> <td>1.5</td> <td>2.5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">계</td> <td>11</td> <td>11.5</td> <td>19.5</td> <td>26.5</td> <td>16.5</td> <td>85</td> </tr> </tbody> </table>							구 분	1차	2차	3차	4차	5차	계	OPPAV 핵심 신기술에 대한 인증기술기준 개발 연구	5	4	2	1.5	1.5	14	시험평가 및 시험인증을 통한 안전성 검증	5	6	15	20	10	56	시험운용 인프라 구축	1	1.5	2.5	5	5	15	계	11	11.5	19.5	26.5	16.5	85
구 분	1차	2차	3차	4차	5차	계																																				
OPPAV 핵심 신기술에 대한 인증기술기준 개발 연구	5	4	2	1.5	1.5	14																																				
시험평가 및 시험인증을 통한 안전성 검증	5	6	15	20	10	56																																				
시험운용 인프라 구축	1	1.5	2.5	5	5	15																																				
계	11	11.5	19.5	26.5	16.5	85																																				
<b>산출근거</b>																																										

○ OPPAV 특별감항증명 및 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구

<b>사업명</b>	다부처공동기획사업 「미래형 자율비행 개인항공기 (OPPAV) 안전운항체계 개발 및 인프라 구축」	<b>RFP번호</b>	OPPAV국2																		
<b>과제명</b>	OPPAV 특별감항증명 및 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구	<b>부처</b>	국토교통부																		
<b>사업비</b>	25억원 이내 (국고 100%)	<b>사업기간</b>	5년 이내																		
<b>지원대상</b>	○ 주관기관은 연구기관, 대학 모두 가능 ○ 학연 협동연구 장려	<b>기술료 징수여부</b>	기술료 비징수 (비영리 비징수)																		
<b>연구목표</b>	○ <b>(최종목표)</b> 미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV)의 특별감항증명 체계 및 공역 내 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구																				
	○ <b>(정량적 목표)</b>																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>성과 지표</th> <th>단위</th> <th>최종개발목표</th> <th>세계최고수준 (보유국/보유자)</th> <th>평가방법</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>OPPAV의 공역 내 비행안전성을 위한 운항체계 연구 및 운항기술기준 개발</td> <td>-</td> <td>운항기술기준안 제시</td> <td>-</td> <td>기술기준 제시여부</td> </tr> <tr> <td>특별감항증명 발행을 위한 기준/절차 개발</td> <td>-</td> <td>특별감항증명 기준/절차(안) 제시</td> <td>-</td> <td>기준/절차/발행 제시여부</td> </tr> </tbody> </table>							성과 지표	단위	최종개발목표	세계최고수준 (보유국/보유자)	평가방법	OPPAV의 공역 내 비행안전성을 위한 운항체계 연구 및 운항기술기준 개발	-	운항기술기준안 제시	-	기술기준 제시여부	특별감항증명 발행을 위한 기준/절차 개발	-	특별감항증명 기준/절차(안) 제시	-
성과 지표	단위	최종개발목표	세계최고수준 (보유국/보유자)	평가방법																	
OPPAV의 공역 내 비행안전성을 위한 운항체계 연구 및 운항기술기준 개발	-	운항기술기준안 제시	-	기술기준 제시여부																	
특별감항증명 발행을 위한 기준/절차 개발	-	특별감항증명 기준/절차(안) 제시	-	기준/절차/발행 제시여부																	
○ <b>(최종산출물)</b> - OPPAV 운항기술기준안 - OPPAV 특별감항증명 기준/절차																					
<b>연구 내용 및 범위</b>	○ OPPAV의 공역 내 비행안전성을 위한 운항체계 연구 및 운항기술기준 개발 - OPPAV의 공역 내 안전한 운용을 위한 단계별 방안을 반영한 운항기술기준안 개발 ○ 특별감항증명 발행을 위한 기준/절차 개발 및 발행 - 향후 특별감항증명 하에서 공역 내 안전한 시험운용을 위한 최소안전성 확보기준 (기체, 운용조직, 조종사) 개발 및 특별감항증명 발행 세부 절차 연구 - OPPAV의 시험운용을 위한 비행시제기에 대한 국토부 특별감항증명 발행 대정부 업무 수행																				
<b>추진 방법</b>	○ PAV 및 무인기 관련 최신 해외 연구개발동향 검토 ○ 현행 항공기 특별감항증명체계 및 회전익항공기 운항체계 검토																				
<b>기대성과 및 파급효과</b>	○ 기술적 파급효과 - 향후 OPPAV의 실용화 대비 및 공역 내 안전운항을 위한 기반구축 - 미래형 비행체에 대한 국제적 안전확보 기술 대응을 위한 국가 인증체계 확보 ○ 사회·경제적 파급효과 - 기술개발 후 실용화될 경우, 미래형 비행체에 대한 운항체계 확보로 실용화 및 국내 산업 발전에 기여																				
<b>산출근거</b>	(단위 : 억원)																				
	<b>구 분</b>	<b>1차</b>	<b>2차</b>	<b>3차</b>	<b>4차</b>	<b>5차</b>	<b>계</b>														
	○ OPPAV의 공역 내 비행안전성을 위한 운항체계 연구 및 운항기술기준 개발	3	3	3	3	3	15														
○ 특별감항증명 절차개발 및 발행	2	2	2	2	2	10															
<b>계</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>25</b>															

○ OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구

<b>사업명</b>	다부처공동기획사업 「미래형 자율비행 개인항공기 (OPPAV) 안전운항체계 개발 및 인프라 구축」	<b>RFP번호</b>	OPPAV국3																																
<b>과제명</b>	OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구	<b>부처</b>	국토교통부																																
<b>사업비</b>	10억원 이내 (국고 100%)	<b>사업기간</b>	5년 이내																																
<b>지원대상</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주관기관은 연구기관, 대학 모두 가능</li> <li>○ 학연 협동연구 장려</li> </ul>	<b>기술료 징수여부</b>	기술료 비징수 (비영리 비징수)																																
<b>연구목표</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>(최종목표)</b> 미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 운영 서비스 시나리오에 따른 수요예측, 경제성 분석 및 시험운영 지원을 통한 정책 도출</li> <li>○ <b>(정량적 목표)</b></li> </ul>																																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>성과 지표</th> <th>단위</th> <th>최종개발목표</th> <th>세계최고수준 (보유국/보유자)</th> <th>평가방법</th> <th colspan="2"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>서비스 체계</td> <td>건</td> <td>서비스 시나리오(입지, 범위 등) 및 단계별 서비스 확충 최적안</td> <td>없음</td> <td>-</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>통행자 수단선택</td> <td>건</td> <td>통행자 OPPAV 수단선택 모형</td> <td>없음</td> <td>-</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>수요 및 경제성분석</td> <td>건</td> <td>시나리오, 요금체계 등의 불확실성을 고려한 수요 및 경제성 분석모형</td> <td>없음</td> <td>-</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>							성과 지표	단위	최종개발목표	세계최고수준 (보유국/보유자)	평가방법			서비스 체계	건	서비스 시나리오(입지, 범위 등) 및 단계별 서비스 확충 최적안	없음	-			통행자 수단선택	건	통행자 OPPAV 수단선택 모형	없음	-			수요 및 경제성분석	건	시나리오, 요금체계 등의 불확실성을 고려한 수요 및 경제성 분석모형	없음	-		
	성과 지표	단위	최종개발목표	세계최고수준 (보유국/보유자)	평가방법																														
	서비스 체계	건	서비스 시나리오(입지, 범위 등) 및 단계별 서비스 확충 최적안	없음	-																														
통행자 수단선택	건	통행자 OPPAV 수단선택 모형	없음	-																															
수요 및 경제성분석	건	시나리오, 요금체계 등의 불확실성을 고려한 수요 및 경제성 분석모형	없음	-																															
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>(최종산출물)</b></li> <li>- 서비스 시나리오(입지, 범위 등) 및 단계별 서비스 확충 최적안</li> <li>- 통행자 OPPAV 수단선택모형</li> <li>- 시나리오, 요금체계 등의 불확실성을 고려한 수요 및 경제성 분석모형</li> </ul>																																			
<b>연구 내용 및 범위</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 서비스 시나리오 및 단계별 서비스 확충안 제시 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 스테이션(Station) 위계 구분, 최적 갯수 및 입지</li> <li>- 시범운영지역 설정, 초기 서비스 활성화 및 민관 연계 시나리오</li> <li>- 구역 및 항공교통 관리기술 연계 단계별 운용개념 제시</li> </ul> </li> <li>○ 통행자 수단선택모형 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 신교통수단에 대한 통행자들의 잠재선호(SP: Stated Preference)</li> <li>- 안전성, 접근성 등에 대한 OPPAV 특성 및 속도, 거리에 대한 민감도 반영</li> </ul> </li> <li>○ 수요 및 경제성 분석 모형 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수단선택모형에 따른 시나리오별 예상 수요</li> <li>- OPPAV 서비스에 따른 사회적 편익 항목 정립</li> <li>- 시나리오, 요금체계 등 불확실성을 고려한 수요 및 경제성 분석 방법론</li> </ul> </li> </ul>																																		
<b>추진 방법</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 안전운항체계 구축을 위한 시험운영에 참여 및 협업하여 추진</li> </ul>																																		
<b>기대성과 및 파급효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기술적 파급효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 신교통수단 도입에 따른 시나리오 평가 및 파급효과 분석 방법론 정립</li> </ul> </li> <li>○ 사회·경제적 파급효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시나리오 최적화에 따른 인프라 구축 및 운영비용 절감</li> <li>- 도로 혼잡 완화, 통행시간 감소 등 사회적 편익 증가</li> </ul> </li> </ul>																																		
<b>산출근거</b>	(단위 : 억원)																																		
	<b>구 분</b>		<b>1차</b>	<b>2차</b>	<b>3차</b>	<b>4차</b>	<b>5차</b>	<b>계</b>																											
	- 서비스 시나리오 및 단계별 서비스 확충안 제시		1	1	1	1	1	5																											
	- 통행자 수단선택, 수요 및 경제성 분석 모형 개발		1	1.5	1	1	0.5	5																											
	<b>계</b>		<b>2</b>	<b>2.5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1.5</b>	<b>10</b>																											

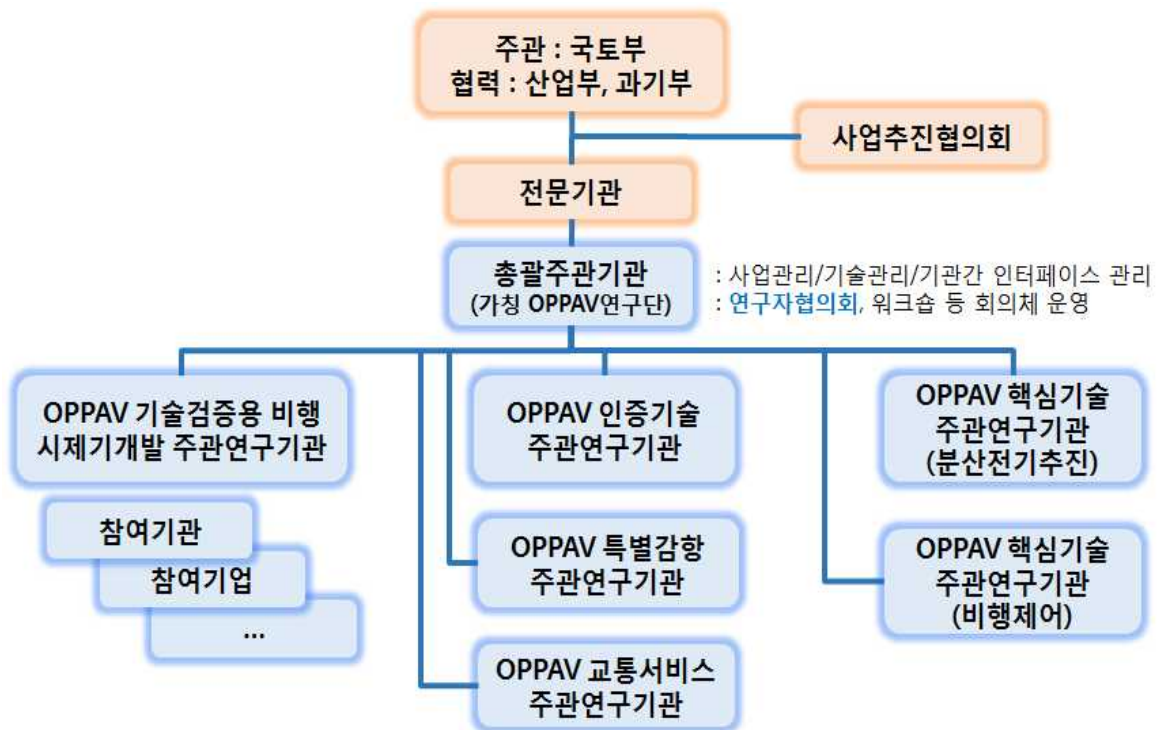
## 4장 사업 추진방법

### 제 1 절 사업 추진체계 및 역할 분담

#### 1. 사업 추진 체계(안)

- 주관부처와 협력부처간 「사업추진협의회」를 구성·운영하여 관련 부처의 요구가 적극 반영되도록 사업총괄 조정·기획, 다부처심의 지원, 과제 현황점검 및 계획수립 등 업무 수행
- 각 주관연구기관간 사업 및 기술관리, 인터페이스관리 필수이므로 「총괄주관기관」을 두어 종합한 결과도출 주도
  - 비행 시제기 개발과 이에 연계한 인증기술 개발이므로 **컨소시엄 형태**로 수행기관을 선정하고, 체계적 개발관리 추진 필요

\* 특히, 시제기개발분야는 산업체 연계참여 강화



[사업 추진체계(안)]

## 2. 부처간 역할 분담

[부처별 역할 분담]

부처명	역 할
과기부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국외기술도입이 불가한 OPPAV 핵심 기술을 개발하여 기술검증용 비행시제기(산업부)에 적용하여 시연하고 기술검증               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 분산전기추진 시스템 핵심기술 개발</li> <li>- 분산전기추진 항공기 비행제어 및 안전성 향상 핵심기술 개발</li> </ul> </li> </ul>
산업부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1인승급 OPPAV 기술검증용 비행시제기를 개발하며, 인증/안전운항기술(국토부) 및 핵심기술(과기부)의 테스트베드 제공               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수직이착륙/전기동력/자동비행 기능의 비행체 설계, 제작</li> <li>- 지상/비행시험 수행</li> </ul> </li> </ul>
국토부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국가가 선구축해야 할 OPPAV 인증기술 연구               <ul style="list-style-type: none"> <li>- OPPAV 핵심 신기술(수직이착륙, 전기동력, 자동화 기술 등)에 대한 국제동향에 따른 인증기술기준 개발, 적합성 검증 및 시험운용 인프라 구축</li> <li>- OPPAV 특별감항증명 절차 및 공역 내 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구</li> <li>- OPPAV 운영 서비스 시나리오에 따른 수요예측, 경제성 분석 및 교통서비스체계 도입방안 연구</li> </ul> </li> </ul>



[사업 내용 및 부처 역할]

### 3. 부처간 연계방안

#### □ 사업추진 협의체 구성 및 운영방안

- 사업추진 협의체를 구성하여 부처간 유기적 사업 연계를 도모
- 관련근거 : 「다부처공동기획사업 운영지침(과기부고시)」

#### 제28조(공동사업의 실시 및 관리) (~전략)

- ② 참여부처의 장은 공동사업의 효율적 추진을 위해 사업별로 실무협의회(이하 "협의회"이라 한다)를 구성·운영할 수 있다.
- ③ 협의회는 참여부처의 과장급 공무원과 관련 민간 전문가로 구성하여 자율적으로 운영하되, 부처 간 이견 조율이 필요할 경우 협의회는 미래창조과학부의 참여 및 다부처특위에 조정을 요청할 수 있다.
- ④ 협의회는 다음 각 호의 사항을 담당한다.
  1. 공동사업의 수행과 관련한 총괄 조정·기획 관련 세부사항
  2. 심의회 및 다부처특위 심의 관련 지원사항
  3. 기타 관계중앙행정기관 간의 역할분담 관련 세부사항 (후략~)

- 사업추진협의회(정기 : 연1회, 수시 : 사안발생시)
  - (구성) 주관부처·참여부처 과장급·담당공무원(당연직), 연구책임자의 필요시 사안에 따라 민간전문가를 초청할 수도 있음.

### [사업추진협의회 구성(안)]

소 속	직 책	비 고
국토부	과장	위원장
국토부	과제담당관	간사
산업부	과제담당관	위원
과기부	과제담당관	위원
전문기관	실장	위원
전문기관	과제담당자	위원
총괄주관기관	연구책임자	위원
세부주관기관	연구책임자	위원

- (주요업무) 사업총괄 조정·기획, 다부처심의 지원, 과제 현황점검 및 계획수립

#### ○ 연구자협의회(정기 : 월1회, 수시 : 사안발생시)

- (구성) 총괄주간기관 연구책임자(위원장) 및 세부과제별 연구책임자 외, 필요시 사안에 따라 민간전문가를 초청할 수도 있음.
- (주요업무) 과제 비용/일정/성능 정기진도점검 및 과제간 인터페이스 연계상황 협의·조정, 사업추진협의회 보고사항 협의 외
- 이외에 총괄주관기관은 주간 진도점검 자료를 각 세부주관연구기관으로부터 서면으로 받아 비용/일정/성능/인터페이스 등 관리

#### ○ 워크숍(연1회)

- 연1회 모든 참여연구원이 참여할 수 있는 워크숍을 개최하여, 사업진행상황 공유 및 성과/애로를 공유할 수 있도록 운영

### □ 부처 및 세부주관기관 간 유기적 사업 추진

#### ○ (체계공학) 기술검토회의\* 마일스톤 방식의 체계공학적 개발관리

\* SRR, SDR, SSR, PDR, CDR, TRR, FFRR 등의 기술검토회의

- 비행체 주관연구기관이 체계개발규격서를 총괄관리하며, 관련 부처, 주관연구기관에 개발요구도·인터페이스요구도 할당·절충

- 기술검토회의시 관련 부처 및 주관연구기관 참여하여 개발의견 제시

CDR Entry Criteria Check List(안)				
대상품목	비행체/기체구조/프롭장치/추진/제어전자/공력해석	작성일		
작성자		서명		
Criteria		판정		비고 / 조건부 PASS
		PASS	FAIL	
상세설계보고서(파워포인트) 제출		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
상세설계보고서(파워포인트) 필수 내용 기술 : 명확한 설계 근거 / 규격서 충족성 / Risk 및 대처 방안		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
규격서의 모든 요건 확정 (No TBD's) (체계 담당간사 확인 서명 : )		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
시험계획서 제출 (CORE Output 시험계획서) (체계 담당간사 확인 서명 : )		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
추진일정(제작/조립/시험) 제시		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
미결 PDR Action Item 종결 (체계 담당간사 확인 서명 : )		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
도면 기준 85% 이상의 도면 제출 (체계 담당간사 확인 서명 : )		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
M-BOM 제출 (중량 및 MOI 산정 포함) (체계 담당간사 확인 서명 : )		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
전기적 ICD 정의 완료 (ICD 담당간사 확인 서명 : )		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
승인자(체계종합 과제책임자) 성명 / 서명				

[상세설계검토(CDR) 진입조건 체크리스트(예시)]

- (연구협의체를 통한 정기 진도점검) 개발진도 점검 및 문제점 식별 후 해결
  - 주관연구기관의 개발진도검토회의를 통해 관련 부처 주관연구기관 간 진도점검 및 개발 사안 식별 및 협의
- (연구결과물 통합) 비행시험 시제기 체계로 연구결과물 통합
  - 비행체 세부개발일정계획에 따라 관련 부처 연구결과물이 비행체 체계로 통합·구현

## 제 2 절 사업 추진방안 및 기술획득 전략

### 1. 사업추진 방안

- 국내에서 개발 중인 '18년 비행시험예정인 수직 이착륙 하이브리드 전기동력 비행체인 Quad Tilt Prop 기체를 통하여 OPPAV에 요구되는 기술실증을 1차적으로 수행
- 본 과제에서는 2차년까지 OPPAV 개념을 확정하고 축소형 기체를 제작하고 비행성을 검증함으로써 실물크기 OPPAV 기술 검증기 개발의 위험요소를 최소화할 계획임.



#### [OPPAV 기술 검증기 개발을 위한 실증 절차]

- 기술 검증기 개발은 체계공학적인 절차에 따라 요구도 도출 및 기본/상세 설계/제작/지상시험 과정으로 4차년도까지 진행됨
- 5차년도에는 완성된 실물크기 OPPAV 시범기를 통한 기술 검증 및 시험 운용이 진행됨
- OPPAV 핵심 기술연구는 기술 검증기의 시제개발에 선행 또는 병행하여 진행되며, 분산추진 기술, 비행제어기술 등은 시제개발에 적용하여 시연하고 비행시험을 통해 기술검증하도록 추진
- 최신 유/무인기 안전성 확보를 위한 감항기준 최신 연구동향과 NATO의 STANAG 기준을 기반으로 개발하고, 전기동력 시스템에 관한 감항기준 연구 동향을 검토하여 OPPAV에 대한 인증기준 개발
- 수직이착륙 기술에 대한 감항기준 개발은 현재 미국에서 수행중인

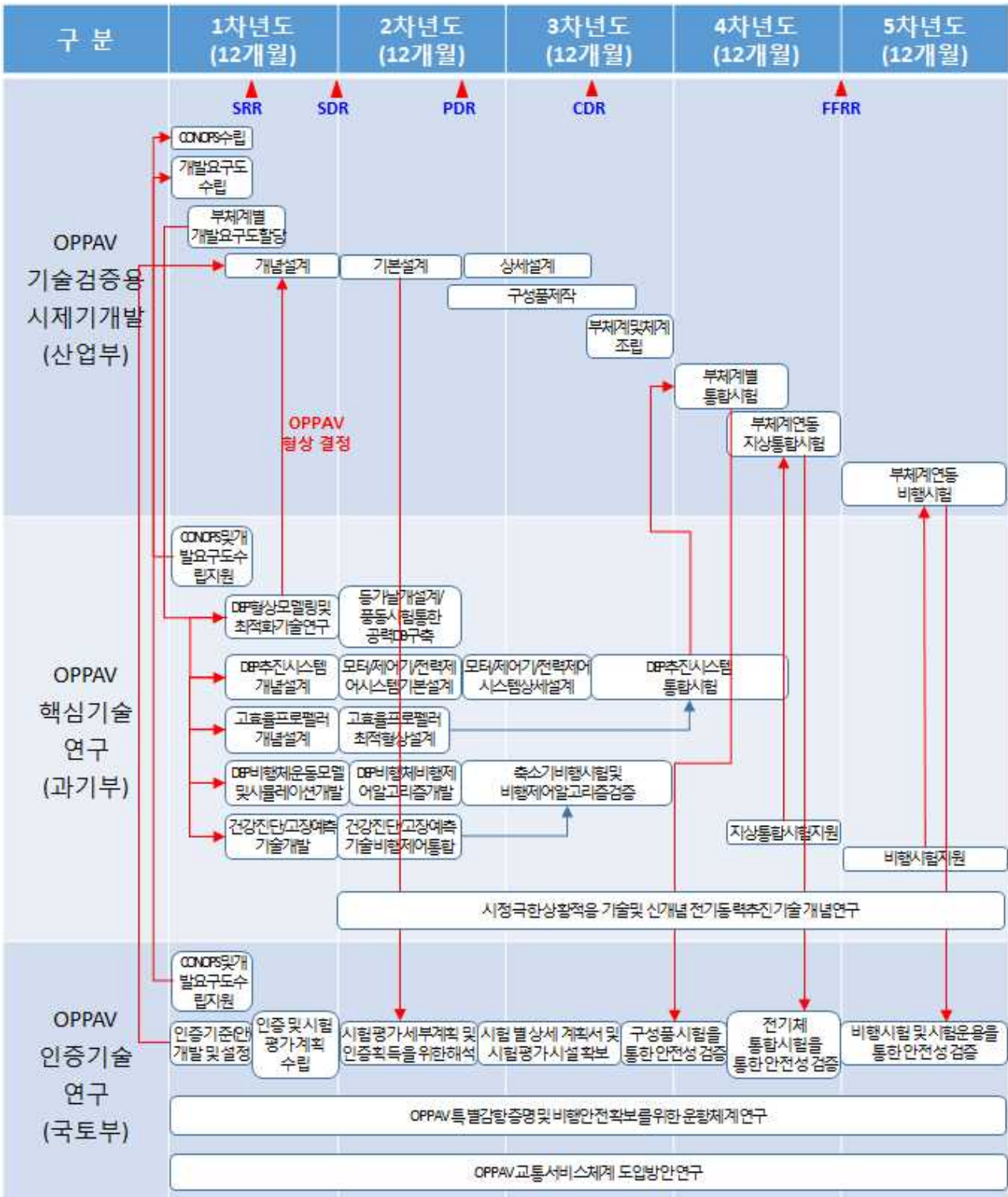
AW-609 틸트로터의 인증기준을 기반으로 하며, 비행체에 대해서는 동급 유인기 감항기준인 미국의 LSA, FAR기준, 유럽의 CS-VLA, VLR 기준을 검토하여 안전도 요구수준을 정하여 개발

- Fly-by-Wire 인증기준은 현재 FAR Part 25의 Fly-by-Wire 인증기준 근거로 안전도 요구수준을 동급 비행체에 맞게 정하여 개발
- 개발된 인증기준들을 설계 초기단계부터 반영한 후 해석, 구성품시험, 전기체 통합시험을 거쳐 비행시험을 수행한 후 요구되는 안전도 수준의 적절성과 적합성 입증방법의 적절성을 검토 제시

구 분	1차년도 (12개월)	2차년도 (12개월)	3차년도 (12개월)	4차년도 (12개월)	5차년도 (12개월)		
OPPAV 기술검증용 시제기개발 (산업부)	개념설계 상세요구도	기본 설계	상세 설계	제작 및 통합	부체계 통합시험	지상통합 시험	비행시험(DT)
			구성품제작				기술검증 시험운용
OPPAV 핵심기술 연구 (과기부)	DEP 성능 연구 및 체계 적용 형상 연구	DEP 최적 형상 설계	DEP 기술 성숙도 제고 및 기술 통합(기능시험)	DEP 적용 지상시험 기술 검증 연구(성능검증)	DEP 적용 비행시험 기술보완/정교 연구	DEP 적용 비행시험 기술보완/정교 연구	DEP 적용 비행시험 기술보완/정교 연구
	DEP 비행체 모델링 및 시뮬레이션 연구	비행/임무제어 기술개발	DEP 축소기 비행시험 및 기술 검증, FBW 설계	DEP 비행체 비행제어 기술통합 및 시험평가	DEP 제어기술 적용 및 성능개선	DEP 제어기술 적용 및 성능개선	DEP 제어기술 적용 및 성능개선
OPPAV 인증기술 연구 (국토부)	인증기준(안) 개발 및 설정	인증 및 시험 평가 계획 수립	시험평가 세부계획 및 인증획득을 위한 해석	시험 별 상세 계획서 및 시험평가 시설 확보	구성품 시험을 통한 안전성 검증	전기체 통합시험을 통한 안전성 검증	비행시험 및 시험운용을 통한 안전성 검증
	OPPAV 핵심신기술에 대한 인증기술 개발 및 시험운용 인프라 구축						
	OPPAV 특별감항증명 및 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구						
OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구							

[연도별 업무 일정 계획]

[부처/업무별 연계계획(Gantt Chart)]



- 통상 항공기 개발에 적용되는 기술검토회의 마일스톤 방식의 체계 공학적 개발관리
- 부처간 연구기관업무간 업무연계성을 협약단계부터 명확히하여 관리

## 2. 기술획득 전략

- 국내 기 확보된 유/무인기 기술의 적극 활용
  - Tilt Rotor UAV 기술, 유무인 혼용기 시험 기술, 복합재 적용 기술 등
- 진행 중인 연구과제 결과 적극 활용
  - 2018년초 초도비행을 목표로 개발중인 Quad Tilt Prop 기체를 통하여 수직이착륙 전기동력 비행체의 특성을 연구함.
  - 과제 착수후 2차년까지 초기 OPPAV 개념을 실증할 축소기를 제작하여 핵심 체계 기술을 식별함.
  - 이후 4차년까지 고난이도의 기술에 집중하여 Full Scale OPPAV 기술 검증기를 개발할 계획임.
  - 무인이동체 미래선도 핵심 기술 개발 사업의 결과 활용
- 국내 개발 항공기 인증 시범 사업 경험 활용
  - KC-100, KLA-100 등
- 국내 유경험 산업체, 학계, 연구기관과의 업무협력을 통한 부족기술 확보
  - 산업체 : 복합재 기체 체계종합 및 시제작 기술 등
  - 학계 및 연구기관 : 충돌회피기술, 복합센서 기술, GPS 항재밍 기술 등
- 필요시 국외 연구기관과의 연구 협력을 통한 부족기술 확보
  - 미국 NASA, 중국 CAE, 독일 DLR 등 IFAR (International Forum for Aviation Research) 소속 해외 국책 항공연구 기관 및 미국 조지아텍 등 학계와의 연구 교류 추진
- 핵심기술의 개발 기술획득 전략

- 분산전기추진 핵심기술 : 기존 과제 경험을 기반으로, 3년 이내에 기술검증기에 분산전기추진 시스템 설계-해석을 제공하고, 추가적인 연구를 통해 최적화된 분산전기추진 시스템을 포함한 제작-평가를 완료하여, PAV 핵심기술의 하나인 분산전기추진 기술 선점
  - 분산추진 형상 모델링 및 최적화 핵심기술 개발 : 기존 사업을 통해 확보된 단일 프로펠러-날개 파워효과 해석기술을 발전시켜 다수 프로펠러-날개 파워효과 및 프로펠러-날개-프로펠러 간섭효과 해석에 적용
    - ※ 기존수행과제 : 전기추진무인기(주요사업), 중형항공기(산업부), 풍력터빈 (기업수탁) 등
  - 분산 전기동력 추진시스템 핵심기술 개발 : 기수행 과제를 통해 전기동력 무인기의 추진시스템 설계 및 시험기술을 확보하고 있으며, 이를 기반으로 배터리팩, 전기모터/제어기 그리고 전체적인 동력시스템을 제어하는 PMS(전력제어시스템) 기술을 발전시켜 분산전기추진 시스템의 설계와 해석기술을 확보하고 효율향상과 안전성을 높일 예정임
    - ※ 기존수행과제 : 친환경 전기추진 시스템 핵심기술 연구(미래부) , 고고도 장기체공 전기동력 무인기 기반기술 연구(미래부)
  - 고효율 저소음 고강성 프로펠러 기술개발 : 드론에 대한 고강성, 저소음 및 고성능 프로펠러 기술은 부분 확보 상태이며, 본 과제의 분산추진적용 비행체의 프로펠러 고효율화, 저소음화, 초경량 재료 적용 기술 등을 부족 기술로 추가 개발하여 획득 예정
    - ※ 기존수행과제 : CFRP를 이용한 스마트드론 25kg이하급 저전력 고효율 프로펠러 개발(산업부) , 신개념 수직이착륙 무인기 개념연구(Quad Tilt Prop, 미래부)
- 분산전기추진 항공기 비행제어 및 안전성 향상기술
  - 기수행 과제를 통해 Extended wing을 적용한 Tilt Rotor UAV의 틸트윙 제어기술, 유무인 혼용기(OPV) 제어 및 시험기술을 확보하고 있으며 이를 기반으로 DEP 항공기 틸팅제어, OPPAV 항공기 Fly-By-Wire 기술을 개발하고

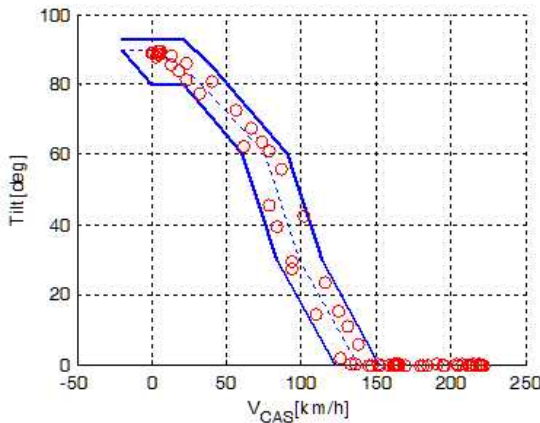
## 축소기 비행시험을 통한 검증과 실기 적용기술 개발을 통해 비행제어 핵심기술 확보 예정

※ 기존수행과제 : 스마트무인기 개발사업(산업부)

틸트로터 비행제어 소프트웨어 및 시험평가 기술 연구(미래부)

틸트로터 무인기 성능 및 운용능력 향상기술 연구(미래부)

항공부품 정밀비행시험시스템 및 기본형 무인플랫폼 개발(산업부)



[Extended wing TR-60 비행시험]

### ○ 인증 기술의 개발 기술획득 전략

- 기존 동급 유무인 비행체의 감항기준을 근거로 설정한 인증기준의 설계반영 후 시험평가를 거쳐 감항성확보 여부와 안전도 요구수준의 적절성을 검토하고 시험운영을 거쳐 신뢰성, 안전도 요구수준의 적절성을 검토하여 향후 시스템의 종합적인 감항성을 확보할 수 있는 기술적 인프라를 구축
- 신개념 교통체계의 운영개념 수립, 기존 항공교통체계 내에서의 안전한 운영을 할 수 있는 운항절차 시스템을 수립하고 이에 따른 시험운영을 통하여 안전운항체계의 적절성을 검증
  - 인증시험 후 운용성 평가를 위한 시험운영 수행 예정

## 5장 투자 계획

### 제 1 절 소요예산

#### □ 부처별 사업 및 예산 현황

[2019년도 예산요구(안)]

(단위: 억원)

부처명	세부사업(안)	내역사업	사전 기획 결과	예산 요구	예산 반영	비고
국토부	(가칭)자율비행 개인항공기 인증 및 운용기술개발	미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 인증기술연구	18	18	-	신규 세부 사업 신설 예정
산업부	(가칭)자율비행 개인항공기 개발	미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 기술검증용 비행시제기 개발	14	14	-	
과기부	(가칭)자율비행 개인항공기 핵심기술개발	미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 핵심기술연구	26	26	-	
계			58	58		

## 제 2 절 과제별 예산 및 연부액

### □ 총괄

#### [세부과제 연차별 예산]

(단위 : 억원)

번호	사업명 (소관부처)	세부내용	연차별 소요예산(총60개월)					계
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	
1	OPPAV 인증기술 연구 (국토부)	OPPAV 핵심 신기술 인증기술 개발 및 시험운용 인프라 구축	11	11.5	19.5	26.5	16.5	85
		OPPAV 특별감항증명 및 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구	5	5	5	5	5	25
		OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구	2	2.5	2	2	1.5	10
2	OPPAV 기술검증용 비행시제기 개발 (산업부)	분산전기추진 및 수직이착륙 방식의 1인승급 OPPAV 기술검증용 비행시제기 및 지상장비 개발	14	47.1	67.9	47	24	200
3	OPPAV 핵심기술 연구 (과기부)	분산전기추진(DEP) 시스템 핵심기술 개발	15	20.5	24	18.5	12	90
		분산전기추진(DEP) 항공기 비행제어 및 안전성 향상 핵심기술 개발	11	15	16	15	13	70
계			58	101.6	134.4	114	72	480

## 6장 사업결과의 활용계획

### 제 1 절 사업 성과 관리 및 평가 방안

- 사업의 연차 성과지표 및 평가 관리를 위한 주요 일정
  - 1차년도 : System Requirement Review (시스템 요구도 검토, SRR)  
: System Design Review (시스템 설계 검토, SDR)
  - 2차년도 : Preliminary Design Review (시스템 기본설계 검토, PDR)  
: Certification Plan (인증계획서, CP)
  - 3차년도 : Critical Design Review (시스템 상세설계 검토, CDR) 및 시제작 완료 시점  
: Certification Analysis Report (인증해석보고서)  
: Certification Test Plan (인증시험계획서)
  - 4차년도 : First Flight Readiness Review (초도비행 준비검토, FFRR)  
: Certification Ground Test Report (인증지상시험보고서)
  - 5차년도 : Development Test (개발시험, DT)  
: Certification Flight Test Report (인증비행시험보고서)

### □ 세부사업별 연차 성과지표 및 평가 방안

- OPPAV 기술검증용 비행시제기 개발

성과지표 (주요성능 Spec)	단위	세계최고수준 보유국/ 보유기업 ( / )	연구개발 전 국내수준	개발목표치					최종평가 방법
		성능수준	성능수준	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
유상하중	kg	-	-	90 (해석)	90 (해석)	90 (해석)	90 (해석)	90 (시험)	비행시험 <sup>1)</sup>
		-							

성과지표 (주요성능 Spec)	단위	세계최고수준 보유국/ 보유기업 ( / )	연구개발 전 국내수준	개발목표치					최종평가 방법
		성능수준	성능수준	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
실용상승한도	ft	- -	-	10,000 (해석)	10,000 (해석)	10,000 (해석)	10000 (해석)	10,000 (시험)	비행시험 <sup>1)</sup>
최대속도	km/h	- -	-	200 (해석)	200 (해석)	200 (해석)	200 (해석)	200 (시험)	비행시험 <sup>1)</sup>
비행거리	km	- -	-	50 (해석)	50 (해석)	50 (해석)	50 (해석)	50 (시험)	비행시험 <sup>1)</sup>
비행시간	분	- -	-	30 (해석)	30 (해석)	30 (해석)	30 (해석)	30 (시험)	비행시험 <sup>1)</sup>
통신거리	km	- -	-	50 (해석)	50 (해석)	50 (해석)	50 (시험)	50 (시험)	통신시험 <sup>2)</sup>

- 1) 비행시험 : 비행을 통해 측정된 결과를 표준대기 조건으로 환산하여 성과지표 달성 여부 확인함  
2) 통신시험 : 탑재통신장치를 별도의 시험용 비행체(유인기나 타기종 무인기 등)에 탑재하고 지상통신 장치와의 통신도달거리를 확인하여 성과지표 달성 여부 확인함

○ 분산전기추진(DEP) 시스템 핵심기술 개발

성과지표 (주요성능 Spec)	단위	세계최고수준 보유국/ 보유기업 ( / )	연구개발 전 국내수준	개발목표치					최종평가 방법
		성능수준	성능수준	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
프로펠러 제자리 비행 효율	-	0.75 중국/KDE	0.70	-	0.75 (해석)	0.75 (해석)	0.75 (시험)	0.75 (시험)	지상시험 <sup>1)</sup>
프로펠러 소음 저감	dB	중국/KDE	-	-	2.0 저감 (해석)	2.0 저감 (해석)	2.0 저감 (시험)	2.0 저감 (시험)	지상시험 <sup>2)</sup>
순항양력계수	배	2.56 미국/NASA	-	-	1.5 (해석)	1.5 (시험)	2.0 (해석)	2.0 (시험)	지상시험 <sup>3)</sup>
이착륙시 소음	dB				1.0 (해석)	1.0 (시험)	2.0 (해석)	2.0 (시험)	지상시험 <sup>4)</sup>
전기추진 효율	-	0.80 미국/NASA	0.75	-	0.77 (해석)	0.77 (시험)	0.80 (해석)	0.80 (시험)	지상시험 <sup>5)</sup>

- 1) 지상(회전성능)시험 : 프로펠러 단독 지상회전시험을 통해 DEP에 적용되는 프로펠러의 제자리 비행 효율(Figure of Merit)을 측정하여 제시함으로써 성과지표 달성 여부 확인함
- 2) 지상(회전소음측정)시험 : 프로펠러 단독 지상회전시험을 통해 DEP에 적용되는 프로펠러의 저소음 성능을 확인하기 위해 마이크로폰을 이용한 소음측정(Sound Pressure Level,dB)을 통하여 기준 형상 (중국 KDE사 프로펠러) 대비 성과지표 달성 여부 확인함
- 3) 비분산추진 대비 순항양력계수 증가율 ( $=CL_{DEP}/CL$ )
- 4) 비분산추진 대비 소음 감소량 ( $\Delta dB = dB_{DEP} - dB$ )
- 5) 전기동력장치 지상통합시험을 통해 배터리 출력 대비 PMS 제어에 의한 분산 전기모터 구동방식으로 모터의 최종출력을 비교하여 성과지표 달성 여부 확인함

○ 분산전기추진(DEP) 항공기 비행제어 및 안전성 향상 핵심기술개발

성과지표 (주요성능 Spec)		단위	세계최고수 준 보유국/ 보유기업 ( / )	연구개발 전 국내수준	개발목표치					최종평가 방법
			성능수준	성능수준	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
비행 조종성	수직 이착륙 <sup>1)</sup>	Level		-	-	-	2 (시험)	1 (시험)	1 (시험)	HILS 및 비행시험 <sup>5)</sup>
	전진 비행 <sup>2)</sup>	Level					2 (시험)	1 (시험)	1 (시험)	지상통합 및 비행시험
이착륙 및 임무비행		-	-	-	-	-	수동 (시험)	반자동 (시험)	자동 (시험)	비행시험
건강진단 대상 구성품 수 <sup>3)</sup>		개	-	-	-	-	2 (시험)	4 (시험)	6 (시험)	지상시험 <sup>6)</sup>
비행체 조종성 회복 시간 <sup>4)</sup>		sec	1.0	-	-	-	2.0 (시험)	1.5 (시험)	1.0 (시험)	지상시험 <sup>6)</sup>
			미국/Rockwell Collins)							

- 1) ADS-33 Flying and Handling Quality Level 1, 2, 3 중 Level 1
- 2) MIL-8785C Flying and Handling Quality Level 1, 2, 3 중 Level 1
- 3) 건강진단 대상 구성품 예 : 센서, 작동기, 비행조종컴퓨터, 모터 등
- 4) 비정상 비행상태(구성품 고장, 돌풍, 횡풍, 강우, 온도, Icing)로부터 회복되는데 소요되는 시간
- 5) 비행시험을 기본으로 하지만, 전체항목 중 비행이 불가능한 항목은 HILS시험을 통해 충족여부 평가
- 6) 비행시험으로 입증하기에 위험도가 크므로 동사업에서는 지상시험을 통하여 입증

○ OPPAV 핵심 신기술 인증기술 개발 및 시험운용

성과지표 (주요성능 Spec)	단위	세계최고수준 보유국/ 보유기업 ( / )	연구개발 전 국내수준	개발목표치					최종평가 방법
		성능수준		성능수준	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	
인증기술기준 개발	건	-	-	인증기 술기준 완성도 (50%)	인증기 술기준 완성도 (100%)				인증기술기 준 안 제시 여부
시험평가 수행 및 검증방안 연구	건	-	-	개발 요구도 반영	인증기 술기준 반영 설계	구성품 시험 평가	전기체 통합 시험 평가	-	인증시험 수행 여부 및 적합성 보고서 제시 여부
전기체 비행시험을 통한 시험운용	건	-	-	-	-	-	-	인증 비행시 험	비행시험 수행 여부

○ OPPAV 특별감항증명 및 비행안전 확보를 위한 운항체계 연구

성과지표 (주요성능 Spec)	단위	세계최고수준 보유국/ 보유기업 ( / )	연구개발 전 국내수준	개발목표치					최종평가 방법
		성능수준		성능수준	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	
OPPAV 특별감항증명 인증절차 개발	건	-	-	인증 절차 개발	인증 절차 개발	인증 절차 개발	단계별 인증 활동	단계별 인증 활동	절차 제시 여부
OPPAV의 공역 내 비행안전을 위한 운항체계 연구 및 운항기술기준 개발	건	-	-	운항 기준 개발	운항 기준 개발	운항 기준 개발	운항 기준 개발	운항 기준 개발	운항기술기 준 안 제시 여부

○ OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구

성과지표 (주요성능 Spec)	단위	세계최고수준 보유국/ 보유기업 ( / )	연구개발 전 국내수준	개발목표치					최종평가 방법
		성능수준		성능수준	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	
서비스 체계	건	-	-	서비스 시나리 오 마련	서비스 시나리 오 마련	서비스 시나리 오 마련	서비스 최적안 마련	서비스 최적안 마련	서비스 확 충 최적안 제시 여부
통행자 수단선택	건	-	-	수단선 택모형 개발	수단선 택모형 개발	수단선 택모형 개발	수단선 택모형 개발	수단선 택모형 개발	통행자 수 단선택모형 제시 여부
수요 및 경제성분석	건	-	-	수요 조사	수요 조사	경제성 분석	경제성 분석	경제성 분석	경제성분석 여부

## 제 2 절 성과활용

### 1. 연구성과 활용 방안

- 미래형 자율비행 개인항공기 안전운항체계개발 및 인프라 구축 과제는 크게 OPPAV 관련 핵심기술, OPPAV와 대형 무인기와 관련된 인증방안 및 기술검증용 시제기와 같이 세 가지 분야의 기술적 성과를 획득하고자 함



[기술적 연구성과 활용방안]

#### □ OPPAV 핵심기술 활용방안

- 국외기술도입이 불가한 스마트 핵심/원천 기술 확보 및 기술 시연을 통한 고기능 무인기 분야 기술 향상
  - 분산전기추진 핵심기술은 다양한 PAV개발에 적용할 수 있을 뿐

- 만 아니라 향후 소형항공기 및 대형 무인기 체계에도 적용 가능
- 상태진단 및 비행상태 모니터링을 통한 비행체 안전확보 기술은 항공기의 안전확보를 위한 FBW의 필수적인 요소로서 향후 다양한 소형항공기 및 무인기에 적용 전망

## □ 인증기술 연구결과 활용방안

- 스마트 무인기 및 KC-100 개발 등으로 축적된 기술을 바탕으로 마련한 무인기 인증 체계를 미래형 자율비행 개인항공기 개발 과정에 적용/검증하여 향후 유무인 전기동력 수직이착륙기에 대한 인증기반 마련
  - 유무인 전기동력 수직이착륙기의 인증과 관련한 기술적 요구조건 및 운용관련 제도적 실행방안 도출 및 검토
- 유무인 겸용 비행체 특별감항 제도를 확립하여 향후 PAV 개발 및 운용에 선도적인 환경 구축
- 타과제와 연계한 OPPAV의 공역통합운영을 위한 운항기술기준 및 항행·비행장 시설 검증을 통한 안전운항체계 제도 수립에 활용

## □ 기술검증용 비행시제기 활용방안

- 개발된 1인승급 비행체(유상하중 90kg, 탑승좌석 및 단순 조종계기 포함) 시제기의 추가 비행시험 및 시험운용을 통하여 OPPAV 및 대형 무인기 운용환경 검토를 위한 연구플랫폼으로 활용
  - 시험운용을 통해 다양한 운용환경에 대한 비행절차 및 관제 규칙 등에 대한 향후 실증 연구 수행 가능
  - 추가적인 성능개선을 위한 연구 플랫폼으로 활용가능
- 조종석 등의 변경을 통하여 대형 배송무인기로 전환 활용 가능
  - 향후 무인기 인증기준에 준하는 절차를 통하여 공공조달 활용검토

- 향후 추가적인 안전성 검증 및 운항체계 실증 등을 통하여 1인승급 근거리 교통수단으로 활용 가능
  - 유인기 수준의 안전성, 신뢰성 확보를 위해서는 부품단위부터 인증기술기준이 적용되는 실용화 개발 필요(수천억원 개발비 예상, (미)우버 2017)

**Air Vehicle Development**  
 Uber estimates it will cost aircraft makers between \$25M and \$30M to design and build proof-of-concept aircraft for use in the demonstration program that launches in 2020.

**\$150M - \$300M**  
 Likely cost of certification  
 + production tooling

[Uber의 시제기(25~30MUSD) 및 실물기(150~300MUSD) 개발비 추정]

<Ref : Swartz, "From the Ground Up : Uber Elevate in 2020", Vertiflite Sep/Oct, 2017>

## 2. 공공분야 활용 방안

- OPPAV는 조종사가 필요 없는 자동비행시스템으로 운용되는 항공기(Pilot Off) 또는 조종사가 직접 운용하는 자가용 항공기(Pilot On)로 도시와 도시를 건물과 건물사이를 낮은 고도로 이동하여 기존의 자동차를 이용한 이동보다 교통체증과 시간지연이 감소됨
- 또한 OPPAV는 기존의 헬리콥터 및 항공기보다 작은 크기의 친환경 자가용 항공기로 기존 항공운송 수단보다 민첩성이 높고, 저가로 쉽게 소유할 수 있고, 연료소모율 감소, 환경에 대한 부작용 최소화 기대됨
- OPPAV의 안전성, 조종성, 접근성, 친환경성, 경제성, 자동관제의 특징에 따라 교통체증을 피할 수 있고, 운송 시간지연을 줄이며, 민첩하고, 저가로 개개의 수요에 맞춤으로 서비스를 제공할 수 있는 장점으로 공공부분의 수요에 기존 자동차 또는 항공기를 대체하거나, 새로운 수요를 창출할 것으로 기대됨

- 사업착수 후 예상수요처의 요구도 수렴반영 절차를 진행할 예정임.

### 가. 예상 수요처

- 공공부문에서 앰블런스, 경찰, 소방, 농작물 관리, 건설 현장 파악 등 다양한 수요를 충족할 것으로 예상되며,
  - 또한 기존 대형 항공기 및 헬리콥터가 접근하기 곤란한 공간 및 지형으로의 소규모 인적·물적 수송, 정찰, 침투 등의 특수 목적을 수행하는데도 용이하게 사용될 것으로 기대됨<sup>5)</sup>
- 예상되는 공공수요분야, 세부 적용, 예상 수요 공공기관은 다음 표와 같음

[OPPAV 공공 활용 예상 수요처]

분 야	세부적용 예시	예상 수요 공공기관
소 방	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소방차량이 지원하지 못하는 고층건물의 인명구조</li> <li>- 교통체증과 상관없이 목표지역에 빠르게 접근 가능</li> <li>- 오염으로 인해 사람의 접근이 힘든 지역 접근 가능</li> </ul>	행정안전부, 전국 소방본부(18곳)
해 양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 익사 또는 전복 등 사고 발생 시 신속한 대응 가능</li> <li>- 전반적인 시야 확보에 용이하므로 작전 수행에 효과적</li> <li>- 바다 상황과 별개로 작전 수행 가능</li> <li>- 간첩 등의 외부인 접근 시 파악 및 제지 가능</li> <li>- 인양 작업 시에 작전 지시 및 관리에 효과적임</li> </ul>	행정안전부, 전국 해양경비안전본부(5곳)
의 료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교통 체증 및 도로 상황에 구애받지 않고 빠른 시간 안에 환자 이송 가능</li> <li>- 필요에 따라 무인으로 환자만 이송하거나 보호자를 동반하여 이송 가능</li> <li>- 장기 이식이나 수혈의 경우 많은 인력이 필요 없이 빠르게 운송 가능</li> </ul>	보건복지부, 전국 응급이송센터, 병원

5) 이기상, 이무영, “우리나라에서의 PAV개발과 항공기산업의 발전,” 항공산업연구 73,2011.2, 1-24

분 야	세부적용 예시	예상 수요 공공기관
정찰 및 보안	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 경계 모니터링, 지역 모니터링 모두 가능</li> <li>- 고정된 카메라를 이용하여 촬영도 가능하지만 모니터링 대상이 촬영화면 밖으로 이동하여도 추적 가능</li> <li>- 실시간 감시 및 정찰뿐만 아니라 즉각적으로 적극 대응 가능</li> <li>- 지진 등의 자연재해 발생 시 재산 피해정도 및 부상자 파악이 가능하며 필요에 따라 사고 대응 가능</li> <li>- 발전소, 댐, 공장, 송수신탑, 화학 처리 시설 등 접근이 어려운 시설물에 대한 정찰 시스템 구축 가능</li> </ul>	<p style="text-align: center;">군, 경찰, 한국전력(지역별 발전소), 원자력발전소, 수자원공사(지역별 댐), 공장, 보안업체, 경비업체, 보험업체</p>
건축업	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 건축공사 前단계에서 빠른 속도로 지형 자료를 파악하여 설계 진행에 있어 속도와 정확성을 높일 수 있음</li> <li>- 건축 현장에서 OPPAV를 이용하여 단계별 공사 상황을 검토하며 다양한 데이터 수집 가능</li> <li>- 건축 현장을 수시로 감시하여 적절한 자재를 적절한 양에 맞춰 사용하였는지, 결함은 없는지 확인 가능하고 이를 통하여 건축하자를 미연에 방지할 수 있음</li> <li>- 초고층이나 교각 건설 현장에서 발생할 수 있는 사고나 위험을 수시로 모니터링하여 인명 피해 예방</li> <li>- 풍력 터빈 혹은 교량 건설 현장에서 기존 장비를 활용할 때보다 더 큰 비용 절감 효과를 얻을 수 있음</li> </ul>	<p style="text-align: center;">국토교통부, 건설업체</p>
농업	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 실시간으로 농작물을 모니터링할 수 있으며, 토양 상태와 파종을 분석하여 정확한 재배시기를 예측</li> <li>- 농작물의 전 생애주기를 관리하여 품종을 효과적으로 보존 가능</li> <li>- 기상 변화 등에 의한 피해 상황을 정확하게 파악하여 적절한 복구 방법을 결정 및 수행할 수 있음</li> <li>- 정확한 양의 농약을 골고루 살포할 수 있으며, 작업 시간을 단축시킬 수 있음</li> </ul>	<p style="text-align: center;">농림축산식품부, 전국 농업 시설</p>

분 야	세부적용 예시	예상 수요 공공기관
산 림	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 각종 나무의 질병 확산을 탐지하고 처리하는 일련의 과정을 모니터링 가능</li> <li>- 희귀식물을 수시로 모니터링하여 개체수 현황을 파악하고 염록소 지수 등 각종 데이터를 취합 및 관리하여 산림보호 기능 수행</li> <li>- 산림을 주기적으로 정찰하여 산불과 같은 재해 발생 시 초기 대응 가능</li> <li>- 멧돼지와 같은 야생 동물로 인한 산림 파괴를 예방하고, 야생동물의 도심 출몰을 예방</li> <li>- 산림 내 불법 밀렵꾼들을 수색 및 색출하여 산림을 보호</li> <li>- 산림의 크랙 규모 및 단차를 파악하여 외력분석으로 산사태 추가 발생 예측 및 대비 가능</li> </ul>	산림청(38곳), 지역별 국립공원
연 구	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 화산재와 높은 온도로 인하여 접근이 어려운 화산의 근접 촬영이 가능하며 각종 정보를 확인할 수 있음</li> <li>- 태풍, 허리케인과 같은 기상 변화를 관찰하여 각종 기상데이터 수집</li> <li>- 스모그 발생원인 탐사 및 스모그 방지 화학물질 투여</li> <li>- 이착륙이 어려운 빙하 지역 조사 가능</li> <li>- 극지방 야생 동물의 추적 및 관리 가능</li> <li>- 광산의 자원을 측량, 지역 매핑 등 광산 탐사 가능</li> </ul>	각종 연구기관 및 연구소, 세종기지, 기상청

## 나. 활용 대상 분야

### 소방 분야

#### ○ 현황 및 문제점

- 현 소방 관련 구조 장비 및 안전장비, 소방차량 등 인명 구조를 위한 소방 장비가 턱없이 부족하며, 기존에 사용하는 장비 또한 노후율이 매우 높아 구조에 효율이 떨어짐
- 실제 사건 현장에서 장비의 부족 및 노후로 인하여 구조에 어려움이 있으며 소방관 피해도 발생

- 교통 체증 또는 협소한 도로로 인하여 소방차량의 접근 불가 지역에 사건이 발생 시 구조 시간이 지연되며, 적절한 대응에 어려움 발생
- 국민안전처는 소방안전 교부세와 지방비 등을 활용하여 예산을 편성하여 지원할 예정

○ OPPAV 필요성 및 적용 방안

- 소방차량이 지원하지 못하는 고층 건물의 인명 구조 시 OPPAV를 통하여 접근 및 구조 가능
- OPPAV를 통하여 교통 상황과 상관없이 사건 발생 지역에 접근이 용이하여 빠른 대응 가능
- 화학 물질 등의 오염으로 인하여 사람이 접근 불가능한 지역에 OPPAV를 통해 접근 및 구조 가능
- 새로운 장비인 OPPAV의 도입으로 인하여 구조의 효율성을 높이고 다양한 구조 방법을 개발하여 활용 가능
- 새로운 장비를 통하여 소방대원의 안전까지 보장할 수 있음

○ 관련 예상기관 : 국민안전처, 전국 소방본부(18곳)

○ 해외 적용 현황 및 계획

- 네덜란드 소방청은 화재 상황 관찰용 무인항공기 사용 허가를 꾸준히 요구하고 있다.

※ 2011년 노드브라반트 주 Chemie-Pack 화학공장에서 일어난 화재로 인해 공장이 완전히 전소하고 7100유로의 손해액이 발생한 바 있다. 만약 소형 무인기가 있었다면 실내 화재 장소에 대한 정확한 이해와 발화점을 찾아내는데 큰 시간을 단축할 수 있었을 것으로 주장하고 있다.

- 호주에서는 산불의 확산을 추적, 감시하는데 드론 이용 방안을 검토하고 있다.

## □ 해양 분야

### ○ 현황 및 문제점

- 해양 구조의 핵심은 골든 타임을 확보하는 것으로 신속한 대응이 필요함
- 헬기 또는 항공기 지원에는 시간 소요가 필요함
- 구명정 또는 구명보트로는 전반적인 시야 확보에 어려움이 있음
- 해수욕장 및 하천에서 가장 많은 사고가 발생하며 수영미숙과 안전수칙 불이행으로 인해 사고가 발생하므로 신속한 대응 요구
- 바다 상황에 따라 구명정 또는 구명보트를 활용할 수 없는 경우와 하천 등의 경우 접근에 어려움 존재
- 인양 작업 시에 적절한 상황 파악 실패로 인하여 잠수부 사망 사건 다수 발생

### [물놀이 안전사고 발생현황]

(단위: 건, 명)

구분	건수	인명피해			비고
		계	사망	실종	
계	636	686	653	33	
2013년	37	37	37	-	
2012년	25	25	25	-	
2011년	46	52	52	-	
2010년	53	58	58	-	
2009년	67	68	68	-	
2008년	141	155	155	-	
2007년	131	143	124	19	
2006년	136	148	134	14	

출처: “소방방계 통계연보”, (구)소방방재청, 2014

### [장소별 사고현황]

(단위: 명)

구분	계	해수욕장	하천 (강)	계곡	저수지	유원지	바닷가 (갯벌, 해변)	기타 (수상레저 등)
계	686	103	370	88	17	15	123	15
2013년	37	7	19	10	-	-	1	-
2012년	25	3	11	6	-	-	50	-
2011년	52	5	28	7	1	-	9	2
2010년	58	8	34	7	1	-	3	5
2009년	68	11	40	4	3	2	8	-
2008년	155	27	80	17	3	2	22	4
2007년	143	21	80	16	5	5	13	3
2006년	148	21	78	21	4	6	17	1

출처: “소방방계 통계연보”, (구)소방방재청, 2014

### [안전사고 주요 원인]

(단위: 명)

구분	계	수영 미숙	음주 수영	수상기구 전복	높은 파도	급류	안전수칙 불이행	기타 (구조자사고등)
계	686	141	89	28	44	22	332	30
2013년	37	12	2	4	-	4	15	-
2012년	25	7	2	1	1	-	14	-
2011년	52	12	8	2	3	2	25	-
2010년	58	6	12	-	3	3	34	-
2009년	68	2	8	2	4	6	38	8
2008년	155	46	28	2	18	7	51	3
2007년	143	37	14	9	3	-	75	5
2006년	148	19	15	8	12	-	80	14

출처: “소방방계 통계연보”, (구)소방방재청, 2014

#### ○ OPPAV 필요성 및 적용 방안

- 익사 또는 전복 등의 사고 발생 시 신속한 대응 가능

- 사고 발생 지역의 전반적인 시야 확보에 용이하므로 추후 작전에 있어 정보 파악에 효과적임
  - 바다 상황과 별개로 작전을 수행할 수 있음
  - 해양 상황 정찰에 용이하므로 간첩 등의 외부인 접근 시 파악 및 제지 가능
  - 인양 작업 시에 작전 지시 및 관리에 효과적임
- 관련 예상기관 : 국민안전처, 전국 해양경비안전본부(5곳)
- 중부해양경비안전본부 - 인천광역시
  - 서해해양경비안전본부 - 전라남도 목포시
  - 동해해양경비안전본부 - 강원도 동해시
  - 남해해양경비안전본부 - 부산광역시
  - 제주해양경비안전본부 - 제주특별자치도 제주시
- 해외 적용 현황 및 계획
- 캐나다 연방정부 과학자들이 소형 무인기를 잠수함과 선박 수색에 활용방안을 검토 중
- ※ Brican社は ‘Brican TD100과 그 센서는 수면 밑과 위의 잠수함과 선박 또는 기뢰와 같은 금속 탐지 능력을 평가하게 될 것이다’ 라고 밝혔다.



[Brican社의 TD100 개념도]

- 캐나다 국방부는 금속 탐지에 사용하는 자기탐지기를 장착하고, 잠수함 또는 해양의 다른 물체 수색에 센서를 사용할 것을 제안하고 있다.

## □ 의료 분야

### ○ 현황 및 문제점

- 응급환자 이송 시 교통 체증으로 인하여 치료시기를 놓쳐 인명 피해가 발생하는 경우
- 도로가 제대로 구축되지 않은 공사 현장 등의 장소에서 응급환자 발생 시 이송에 어려움 존재
- 한림대성심병원은 교통 체증 등으로 인해 구급차의 이동 지체되는 경우를 대비하여 구급차 내에서 치료가 가능한 ‘중환자실 구급차(Hallym Mobile ICU)’ 를 운영 중에 있음



[Hallym Mobile ICU]

[교통 체증]

- 응급환자에게 긴급하게 수혈이 필요하거나 장기 이식이 필요할 경우 다른 병원에서 transfer가 이루어지는데 헬기 이용에 어려움이 있거나 교통 체증이 있는 경우 응급환자의 치료시기를 놓치거나 장기에 문제가 생길 위험이 존재
- OPPAV 필요성 및 적용 방안
  - 교통 체증 및 도로 상황에 구애받지 않고 빠른 시간 안에 환자 이송 가능
  - 필요에 따라 무인으로 환자만 이송하거나 보호자를 동반하여 이송 가능
  - 장기 이식이나 수혈의 경우 많은 인력이 필요 없이 OPPAV를 통하여 빠르게 운송 가능
- 관련 예상기관 : 보건복지부, 전국 응급이송센터, 병원
- 해외 적용 현황 및 계획
  - 2016년 호주에서 ‘에인절 드론(Angel Drone)’이라는 프로젝트를 통하여 오지나 차량 정체가 극심한 도시의 환자에게 장기와 혈액 등을 신속하게 제공하기 위한 호주 민간항공안전청(CASA)에 승인을 요청한 상태이다. 호주 정부는 기존에 사용하던 헬기의 경우보다 더 저렴하며 이용이 편리할 것으로 예상하고 있다.
  - 네덜란드 델프트 공과대학은 급성 심장정지 환자 구급용 앰블런스 무인항공기를 개발 중이다.



[네덜란드 델프트 공과대학의 앰블런스 무인항공기]

- ※ 2014년 10월, 델프트 공과대학 산업 디자인 엔지니어링 학과는 제세동기를 탑재한 앰블런스 무인항공기 프로젝트 발표 및 1차 모델을 선보여 화제가 됐다.
- ※ 앰블런스 무인항공기는 GPS를 탑재해 심장정지 환자가 발생했다는 응급전화가 들어오면 전화 신호의 발생지를 추적해 환자의 현재 위치로 날아간다.
- ※ 비디오·오디오 기능을 탑재해 무인항공기는 응급실에 직접 피드백을 보낼 수 있음, 응급실에 있는 의료진은 앰블런스가 오기 전에 현장에 있는 사람에게 응급 조치를 구체적으로 지시할 수 있다.

## □ 경찰 및 보안 분야

- 현황 및 문제점
- 보안은 고도의 전자장비, 센서 그리고 비디오를 활용하지만 아직 까지 사람이 직접 해야 하는 일이 많으므로 상황에 따라 무인 정찰과 유인 정찰이 가능해야 유연한 정찰 시스템 운용이 가능
- 해적뿐만 아니라 북한의 위협, IS 등의 테러범까지 다양한 비상 상황으로 인하여 안보에 관한 필요성은 꾸준히 증가하고 있으며, 대중의 관심 또한 높아지고 있는 상황
- 현 시대에서 정보는 그 나라의 경쟁력이 결정되는 것이므로 정찰 업무는 그만큼 중요한 사안이 되고 있음
- 보안 분야의 무인항공기는 튼튼한 구조를 갖춰야 하고 전천후

- 기동 및 야간 기동으로 지속적인 모니터링이 가능해야 함
- 자연재해에 의한 피해 사례가 지속적으로 증가하면서 위험 상황에 대한 모니터링이 중요해짐
- 각종 피해로 인하여 보험업계에서는 정확한 상황 파악의 필요성 증가
- 발전소, 댐, 화학 처리 시설 등 각종 접근이 어려운 시설물에 대한 정찰의 어려움 존재

○ OPPAV 필요성 및 적용 방안

- OPPAV를 통하여 경계 모니터링 및 지역 모니터링 모두 가능
- 경계 모니터링
  - ※ 고정익이 고속으로 해안과 경계면을 감시하여 불법 월경이나 밀수 또는 야생동물의 이동 등을 감시
- 지역 모니터링
  - ※ 멀티콥터를 주로 사용하며 정지비행을 쉽게 할 수 있어야 하며 높은 조작성을 요구함
  - ※ 넓은 지역을 비행하면서 상세한 실시간 데이터를 제공하고 감시 대상을 안전거리 유지 상태로 추적/감시
- OPPAV는 고정된 카메라를 이용하여 촬영도 가능하지만 모니터링 대상이 촬영화면 밖으로 이동하여도 추적이 가능하므로 기존의 CCTV보다 효율적으로 모니터링 가능
- 적극적인 대응
  - ※ OPPAV는 실시간 감시 및 정찰뿐만 아니라 즉각적으로 적극 대응이 가능
  - ※ 무단 침입자에 대한 경고 및 진압이 가능
  - ※ 부상자가 발생할 경우 의료 대응이 가능하며 필요한 경우 환자 수송이 가능
- 지진 등의 자연재해 발생 지역에 대하여 OPPAV를 통하여 사고현황을 면밀히 파악하여 재산 피해정도 및 부상자 파악이 가능하며 필요시 사고 대응 가능
- 발전소, 댐, 공장, 송수신탑, 화학 처리 시설 등 접근이 어려운

## 시설물에 대한 정찰 시스템 구축 가능

- 관련 예상기관 : 군, 경찰, 한국전력(지역별 발전소), 원자력발전소, 수자원공사(지역별 댐), 공장, 보안업체, 경비업체, 보험업체
- 해외 적용 현황 및 계획
  - 2016년 1월 영국에서 일어난 홍수 피해를 Aviva社에서 무인 항공기를 활용하여 상세한 재해 평가 자료를 구축하였음
  - 미국 연방정부는 UAS를 활용하여 국경 순찰업무, 해안 경비대 업무, 추적 임무를 수행하고 있음
  - 캐나다 무인비행기시스템 협회(USC)는 매년 캐나다 내 대학교를 대상으로 드론 경연대회를 진행하고 있는데, 5월에는 열차가 경로를 탈선해 기름이 유출됐다는 시나리오 아래, 무인기를 활용하여 기름 유출 장면, 인명 및 재산 피해 규모 등을 촬영한 후 작성한 보고서를 심사해 입상자를 결정했다.
  - 중국의 하위(Harwar)는 재해 현장에 사람보다 먼저 출동해 현장 상황 전달, 공공보안, 교통관제, 지리조사, 위험한 장소에서의 활용 등에 많이 활용되고 있다.
  - 2014년 1월, ‘일본 항공본부’는 일본 원자력연구개발기구(JAEA)와 공동 연구하고 있는 방사선 모니터링 무인기 시스템(UARMS)의 비행 시험을 후쿠시마현의 나미에에서 실시했다.
  - 2014년 브라질 월드컵과 소치 올림픽에서 무인항공기를 이용하여 효과적인 보안업무를 수행
  - 2014년 6월 미국 연방항공청(FAA)이 에어로바이런먼트와 브리티시페트롤리움 두 회사에 가스관, 도로, 장비 감시용으로 드론을 사용할 수 있도록 승인하였다.
  - 2014년 9월 국내에서는 한전이 서울 공릉동 인재개발원에서 배전설비 ‘무인 항공진단장비 현장 적용 시연회’를 가졌다. 한전은 무인 항공진단장비를 활용하여 사람의 접근이 힘든 해월철탑, 산악지역 등의 전력설비를 점검하고, 대규모 재해 재난으로 인한

설비피해 발생 시, 현장에 투입하여 정확한 피해현황 파악에 활용할 계획이다.

※ 해당 무인기는 8개의 프로펠러가 있으며, 1회 15분 이상 비행이 가능하다.

※ 1~2개의 프로펠러가 정지해도 비상 비행을 할 수 있으며 비상시 자동 백홈 기능을 탑재했다.



[한전의 무인 항공진단장비]

## □ 건축 분야

### ○ 현황 및 문제점

- 초고층 건설 현장은 낙사 사고의 위험이 있으며 크레인 설치가 어려운 경우 작업 여건이 매우 열악해짐
- 교각 건설의 경우 크레인 설치가 어렵기 때문에 작업 속도가 매우 더디며, 접근성이 낮은 만큼 효율적인 관리·감독이 불가능
- 관리·감독의 소홀은 큰 재산 및 인명 피해로 이어질 가능성이 높음
- 무인기를 이용하여 건설현장의 진행상황을 파악하고 있지만, 아직은 건설현장에서 사람에 의한 인식 능력을 따라가지 못하고 있는 상황
- 인력에 의해 직접적인 유지보수를 위해서는 로프, 지지대 등의 추가 장비가 필요하며, 이로 인하여 시간 손실 및 위험이 존재

### ○ OPPAV 필요성 및 적용 방안

- 건축공사 前단계에서 OPPAV를 통하여 빠른 속도로 지형 자료를 파악하여 설계 진행에 있어 빠른 속도와 정확성을 높일 수 있음
- 건축 현장에서 OPPAV를 이용하여 단계별 공사 상황을 빠르게 검토하며 진행 보고서를 쓰기 위한 데이터들을 수집 가능
- 건축 현장을 수시로 감시하여 적절한 자재를 적절한 양에 맞춰 사용하였는지, 결함은 없는지 확인 가능하고 이를 통하여 건축하

자를 미연에 방지할 수 있음

- 초고층이나 교각 건설 현장에서 발생할 수 있는 사고나 위험을 수시로 모니터링하여 인명 피해를 예방할 수 있음
- 풍력 터빈 혹은 교량 건설 현장에서 OPPAV를 작업에 투입하면 기존 장비를 활용할 때보다 더 큰 비용 절감 효과를 얻을 수 있으며, 작업이 매우 용이

○ 관련 예상기관 : 국토교통부, 건설업체

○ 해외 적용 현황 및 계획

- 미국은 약 60만 개의 교량을 2년마다 점검하도록 의무화하고 있는데, 이에 미국 교통부는 초소형 드론을 활용하여 시스템을 구축하여 상당한 비용 절감 효과를 기대하고 있다고 발표한 바 있다. 이를 위해 PrecisionHawk社가 점검을 위한 드론을 개발 중에 있다.



[PrecisionHawk社의 무인항공기]

- 일본의 건설용 기계 제조업체인 코마츠社는 공사 현장에서 측량에 드론을 활용하기 시작하면서 작업 인원 2~3명이 1개월 동안 측량하던 작업을 반나절 안에 끝낼 수 있게 되었다고 밝혔다.

## □ 농업 분야

### ○ 현황 및 문제점

- 농업 생산은 최근에 급성장 중이며 2050년에는 2010년 대비 농산물 소비가 69% 이상이 증가할 것으로 예측 (2050년 예상 인구 90억 명)
- 농산물 수요의 증가에 보조를 맞추기 위하여, 더 혁신적인 식량 생산법을 개발해야 하며, 나아가 생산량을 유지하면서도 환경 피해가 없어야 함
- 농업인구의 감소와 고령화로 인하여 현 상황보다 효율적인 시스템에 대한 필요성 대두
- 농업 생태계에 가장 큰 문제는 넓은 농경지에 있는 농작물의 전반적인 관리·관찰하지 못하여 기상 변화 등의 원인으로 인한 농작물 피해에 관하여 정확한 파악을 못하고 있음

[방제기기별 작업특성 비교]

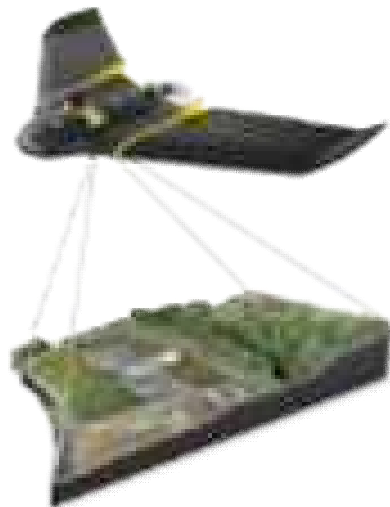
구분	ha당 살포량	희석배수	1일 작업량	비산거리	작업종사자
동력살포기	많다 (1,000~1,500L)	1,000~1,500배	낮다 (4~5ha)	적다	중간(2~3명)
무인헬기	적다 (8~10L)	8~14배	높다 (40~60ha)	적다	중간(2~3명)
유인헬기	적다 (8~10L)	원액~60배	매우 높다 (100~400ha)	많다	많다(3~4명)
광역방제기	많다 (1,000~1,500L)	1,000~1,500배	중간 (10~20ha)	많다	많다(5~6명)

출처: 일본 농림수산항공협회

### ○ OPPAV 필요성 및 적용 방안

- OPPAV를 통하여 실시간으로 농작물을 모니터링할 수 있으며, 토양 상태와 파종을 분석하여 정확한 재배시기를 예측
- 농작물의 전 생애주기를 관리하여 품종을 효과적으로 보존 가능
- 기상 변화 등에 의한 피해 상황을 정확하게 파악하여 적절한 복구 방법을 결정 및 수행할 수 있음

- OPPAV를 통하여 정확한 양의 농약을 골고루 살포할 수 있으며, 작업 시간을 단축시킬 수 있음
- 관련 예상기관 : 농림축산식품부, 전국 농업 시설
- 해외 적용 현황 및 계획
  - 네덜란드 농부·원예업자 협동조합인 Agrifirm은 스위스에서 생산된 농업용 무인항공기 eBee를 토질컨설팅에 이용하고 있다. eBee는 작물 상공을 비행 촬영하며 여러 종류의 작물카드를 만들고, Agrifirm은 작물카드를 분석하여 비료를 어느 지역에 집중해서 뿌릴지 판단한다.



[네덜란드의 eBee]

- 네덜란드 와헤닝언 농업대학은 농작물의 분포상태나 생장 길이 등을 측정하여 자동으로 스크린에 표시되도록 할 수 있는 기술을 개발 중이다.
- 네덜란드 컨설팅회사 Triple20은 일반 카메라와 적외선 카메라를 탑재하여 작물의 질병을 포착할 수 있는 무인항공기를 개발 중이다.
- 2013년 일본은 농약 자동 살포, 농작물 육성 상황 관찰 등의 용도로 사용되는 드론이 2500대 이상이 보급되었다.

[국가별 농업부문 무인기 활용 사례]

국가	농업 부문 무인기 활용
미국	농산물 작황 점검, 가축의 이동 추적, 산불 발생 여부 확인
유럽연합(EU)	영농규모 확인
프랑스	포도주 과잉생산 방지를 위한 포도나무 제거 작업 감시
일본	살충제 및 비료 살포
호주	제초, 과실 성숙도 점검, 토양과 비료 상태 확인
한국	농약 살포, 작물 파종, 질병 방제, 산림 보호

출처: 농협경제연구소

## □ 산림 분야

### ○ 현황 및 문제점

- 희귀식물과 보호가 필요한 식물들의 파종 관리·감독의 필요성
- 산불 발생 시 초기 대응 필요
- 야생 동물에 의한 산림 파괴
- 밀렵꾼에 의한 산림 파괴
- 산사태로 인한 각종 피해 사례 증가

### ○ OPPAV 필요성 및 적용 방안

- OPPAV를 통하여 각종 나무의 질병 확산을 탐지하고 처리하는 일련의 과정을 모니터링 가능
- 희귀식물을 수시로 모니터링하여 개체수 현황을 파악하고 염록소 지수 등 각종 데이터를 취합 및 관리하여 산림보호 기능 수행
- OPPAV를 활용하여 산림을 주기적으로 정찰하여 산불과 같은 재해 발생 시 초기 대응 가능
- 멧돼지와 같은 야생 동물로 인한 산림 파괴를 예방하고, 멧돼지

의 도심 출몰을 예방

- OPPAV를 통하여 산림 내 불법 밀렵꾼들을 수색 및 색출하여 산림을 보호
- 산림의 크랙 규모 및 단차를 파악하여 외력분석으로 산사태 추가 발생 예측 및 대비 가능

○ 관련 예상기관 : 산림청(38곳), 지역별 국립공원



출처: 산림청 홈페이지 (접속일자: 2017. 3. 6.)

○ 해외 적용 현황 및 계획

- 2015년 제주 곶자왈지역 소나무 재선충병 발생에 따른 벌채 작업 실시. 시계열 촬영을 통하여 발생→탐지→처리(벌채) 모니터링하였으며 산림사업을 위한 물량 산출 및 작업과정, 검수 등 효과 시범 적용.
- 2014년 5월, 국내 지방자치단체인 부산 해운대구에서 처음으로 무인항공기를 산림보호 활동에 투입. 이 드론은 산불 감시활동 산사태 우려지역 순찰, 불법 산림훼손 감시, 산림 병충해 조사 역할 수행.
- 미국 샌프란시스코의 스타트업 에어웨어(Airware)는 케냐의 자연보호단체인 OI 페제타 컨서번시와 함께 케냐의 코뿔소 보호지역

을 정찰할 수 있는 드론을 성공리에 테스트하였다.

## □ 연구 분야

### ○ 현황 및 문제점

- 화산 지역 접근의 어려움으로 인해 연구 진행의 미흡
- 최근 허리케인, 스모그 등 기상 변화로 인한 문제 심각
- 극지방의 경우 최근 지구온난화로 인하여 빙하의 균열 및 해빙 현상이 발생하여 빙하연구의 필요성이 증가하고 있지만 접근의 어려움 또한 증가하고 있음
- 지구온난화로 인하여 각종 극지방 야생 생태계에 파괴가 일어나고 있으며 관리·감독의 필요성 증가

### ○ OPPAV 필요성 및 적용 방안

- 화산재와 높은 온도로 인하여 접근이 어려운 화산을 OPPAV를 통하여 근접 촬영이 가능하며 각종 정보를 확인할 수 있음
- 태풍, 허리케인과 같은 기상 변화를 관찰하여 각종 기상데이터 수집
- 스모그 발생원인 탐사 및 스모그 방지 화학물질 투여
- 이착륙이 어려운 빙하 지역 조사 가능
- 극지방 야생 동물의 추적 및 관리 가능
- OPPAV를 활용하여 광산의 자원을 측량 및 계산, 지역 매핑 등 광산 탐사 가능

### ○ 관련 예상기관 : 각종 연구기관 및 연구소, 세종기지, 기상청

### ○ 해외 적용 현황 및 계획

- 중국 정부는 스모그 제거용 드론 테스트에 성공. 이 드론은 오염물질 배출을 적극 감시하며, 스모그 제거용 화학물질을 싣고 공중에 살포하여 오염물질을 제거하는 기능을 보유
- 미국 항공우주국(NASA)는 드론을 이용하여 허리케인을 감시하고

있으며, 허리케인 현상의 모델화와 예측시스템의 정확도 향상에 노력을 기하고 있다.

## 7장 기대성과 및 파급효과

□ 본 과제는 친환경 고성능 유/무인 비행체 핵심기술 및 안전운항 체계를 개발하여 도시집중화와 고도화 등에 따른 문제를 해결하기 위한 미래 교통수단으로 떠오르는 PAV 시장에서의 기술/산업 경쟁력을 확보하는 한편 국민의 삶의 질 향상에 기여할 것으로 기대됨.

### □ 기술적 기대성과 및 파급효과

- OPPAV 관련 확보된 원천기술을 통하여 미래 대형항공기, 자가용 비행기, 고기능 무인기 등의 기술발전 도모
  - 소형항공기 및 무인기를 위한 독자 FBW 기술확보에 기여
  - 분산전기추진과 같은 세계적으로 개발단계인 기술의 확보로 향후 관련분야에 대한 기술 선두그룹으로 도약
- OPPAV 체계 종합 및 운용시험 과정에서 PAV 상품성 확보를 위한 개발 방향 및 주요 검토 사항을 도출하여 PAV 분야 경쟁력 확보
  - 실증 검토를 통한 요구 성능의 적절성과 운용 시의 취약부분 확인으로 실용화 개발 시의 요구조건 도출
  - 제작 및 운용시험을 통하여 PAV의 경제성 재검토 및 상품성 확보를 위한 개선 및 개발 방향 도출
- OPPAV 핵심기술 개발을 통하여 향후 PAV 분야를 포함한 미래 주력산업 분야에서 후발국과의 기술격차 유지
  - OPPAV는 정보통신, 자동차, 기계 및 IoT 등 다양한 분야의 기술적 토양을 필요로 함
  - OPPAV 개발 성과는 다시 연관 산업 분야와 동반성장을 유도

### □ 경제적 기대성과 및 파급효과

- PAV는 자율주행자동차와 드론 이후에 등장할 새로운 성장 동력으

로 기대되고 있으며, OPPAV 개발을 통하여 관련 산업 여건 조성 및 시장 선도 기반 마련

- PAV 시장이 성숙단계에 이를 경우 연간 2~30만대 가량 생산될 것으로 전망
- PAV 인증 및 운용 관련 규정 및 제도에 대한 주도권을 확보할 경우 향후 PAV의 발전 방향을 선도할 것으로 전망
- 기술검증용 OPPAV 시제기 개발을 통하여 PAV의 개발, 생산 및 운용 관련 비용과 경제성에 대한 검증은 향후 PAV의 실용화 개발에 있어서 시장경쟁력 확보에 기여
  - PAV 개발 및 생산, 유지 보수와 관련된 공급사슬 및 산업간 협력 구조 구축
- OPPAV의 개발/검증 이후 PAV가 실용화 될 경우 도심의 교통난 및 주택난 해소에 기여하여 국가의 잠재성장률을 증가시킬 것임
  - 교통여건의 한계에 따른 도시집중화와 이에 따른 비효율은 경제활동을 저해하여 국가의 잠재성장률을 감소시킴
  - 도심 집중 완화에 따른 주택난 해소는 가정의 가처분소득을 증가시켜 국가 경제 활성화에 기여

#### □ 사회적 기대성과 및 파급효과

- 사회 발전에 따른 이동성 증가와 지상교통체계의 한계로 요구되고 있는 새로운 3차원 교통운송수단의 실현에 한걸음 더 접근
  - 현재 2차원 도로에 국한된 개인 교통수단을 3차원의 Highway in the Sky (혹은 Skyway) 개념으로 확장
  - 지상의 교통상황 및 지형적 제약을 벗어나 보다 효율적이고 편리한 이동수단 제공
- OPPAV의 출현과 실용화는 이동시간 단축을 통한 사회의 생산성 및 삶의 질 향상을 가져올 것임

- 출퇴근 및 여행 시 기존에 도로 교통 대비 1/4~1/10 수준의 시간을 소요하여 개인이 활용할 수 있는 시간 확대
- 교통여건에 따른 제약이 완화되어 원거리더라도 보다 주거환경이 양호한 지역으로 이주
- 원거리의 문화인프라에 대한 접근성이 향상되어 문화 향유 증가
- 개인의 생활범위 확대를 통하여 지역 간의 불균형 발전 해소 및 관광, 여가선용 분야 발전 견인
- 현재의 도시 집중 및 수도권 집중에 대한 완화요인으로 작용하여 국토 균형발전에 기여
- 여행 시 교통체증에 대한 부담 경감으로 국내 관광수요 증가

