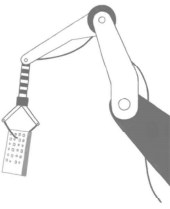
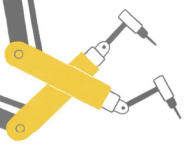


개인용 항공기(PAV)

최충현





Contents

 제1장 개요	1
 제2장 기술 동향	4
 제3장 산업 동향	12
 제4장 정책 동향	17
 제5장 R&D 투자 동향	21
 제6장 결론	26

제1장 개요

1.1. 작성 배경

 개인용 항공기(Personal Air Vehicle, 이하 PAV)는 타 이동수단 대비 이동 시간의 단축이 기대되어 주목을 받는 차세대 모빌리티 중 하나

- 우버(Uber)는 PAV를 이용 시 샌프란시스코 마리나에서 산호세 중심가까지의 이동 시간이 2시간 12분(자동차)에서 15분으로 획기적으로 절감되며 비용도 장기적으로 저렴해질 것으로 전망¹⁾
 - 인구 밀도가 높은 교통 혼잡 지역에서 이동 시간 절감 효과가 클 것으로 예상되어 국내의 서울 등 인구 밀집 지역은 PAV 활용에 적합
- 소비자 전자제품 박람회 CES의 주최 기관인 미국 소비자 기술협회(CTA)는 CES 2020을 주도할 혁신 기술 트렌드로서 플라잉 카*를 선정²⁾
 - * 플라잉 카는 일부 추가적인 개념을 포함하나 일반적으로 PAV와 동의어로 쓰이며, 그 외에도 에어 택시, 드론 택시 등의 유사어가 존재(표 2 참고)
- 시장 규모 전망은 조사별 차이가 있으나, 가장 낙관적인 전망을 보인 모건스탠리는 2040년 UAM(PAV를 이용한 교통체계) 시장이 1,750조 원(1조5천만 달러)에 달할 것으로 전망³⁾

〈표 1〉 자동차와 PAV의 비교

출발지	도착지	이동시간		이동비용	
		자동차	PAV	자동차*	PAV** (초기/중기/장기)
샌프란시스코 마리나	산호세 중심가	2시간 12분	15분	\$111	\$120/\$42/\$20
하바나 구르가온	뉴델리 코노트 플레이스	1시간 40분	6분	\$9	\$37/\$12/\$6

* 자동차를 이용한 이동비용은 Uber X를 기준으로 함 ** 초기·중기는 파일럿에 의한 비행, 장기는 완전 자율비행을 가정

1) Uber Elevate(2016), White paper: Fast-Forwarding to a Future of On-Demand Urban Air Transportation

2) Consumer Technology Association(2020), 5 Technology Trends to Watch

3) Morgan Stanley(2019), Are Flying Cars Preparing for Takeoff?

새로운 교통체계인 도심 항공 모빌리티(UAM, Urban Air Mobility)의 대두로 PAV의 활용 방안이 명확해지며 실용적 가치가 크게 상승

- 초기 PAV는 실용성에 대한 의문이 해결되지 않은 상태에서 개발이 진행되어 큰 이목을 끌지 못하였으나, UAM의 등장으로 PAV의 형태가 구체화되고 실용성에 대한 평가가 상승
- 단, UAM은 아직 개념만 존재하는 상황이며 구체적인 운영계획은 다양한 플레이어에 의해 제시되며 논의가 진행 중

세계 각국의 기업이 PAV 연구개발에 투자를 확대하며 기술은 빠르게 고도화 되고 있으나, 여객 목적으로 상용화된 기체*는 아직 나타나지 않음

* 이항(EHang, 중국)의 경우 이미 기체 판매 실적을 올리고 있어 상용화되었다고 볼 수 있으나 여객용 감항인증이 완료되지 않아 여객용으로서 상용화되었다고 판단하기는 어려움

- PAV 개발은 조비 에비에이션(Joby aviation), 이항(EHang), 볼로콥터(Volocopter) 등 스타트업이 선도하고 있으며, 해당 업체들은 PAV의 유인시험에 성공
- 최근에는 항공기·완성차 제조사가 직접 개발에 착수 또는 스타트업 투자 등을 진행하며 PAV 산업에 뛰어들고 있어 경쟁 심화

PAV에 대한 관심과 투자가 증가하는 상황에서 PAV의 주요 기술, 산업 특성 및 기업현황, 주요국의 정책 및 투자동향을 분석하여, 가파르게 성장하고 있는 PAV 산업에서 우리나라 정책방향에 관한 시사점을 도출하고자 함

1.2. 기술의 정의 및 범위

PAV의 정의는 2000년대 초 “Door-to-Door”가 가능한 개인 소유의 소형급 항공기에서 출발했으나⁴⁾, 현재는 도심에서 운용 가능한 소형급 항공기로 변화

- 초기에는 자가용 자동차를 대체하기 위한 소형급 항공기의 개념으로 개발되기 시작하여, 주로 도로주행과 비행을 겸할 수 있는 공륙(空陸)양용 형태로 개발
- PAV의 유력한 활용처인 UAM 개념의 등장으로, 현재 개발되고 있는 대부분의 PAV는 UAM에 최적화된 비행 전용 기체 형태를 채용

4) Mark D. Moore(2003) “Personal Air Vehicles: A Rural/Regional and Intra-Urban On-Demand Transportation System,” AIAA Paper 2003-2646

도심에서의 제한된 이륙 거리로 인하여 멀티콥터형 PAV, 틸트(tilt)형 PAV 등 수직이착륙이 고려된 PAV가 개발되고 있음

- PAV는 도심에서의 공간적 제한으로 인해 짧은 활주로를 이용한 이착륙 기술(STOL)과 활주로가 필요 없는 수직이착륙 기술(VTOL)을 요하며, 현재 개발되고 있는 대부분의 PAV는 수직이착륙 방식을 채택하고 있어 궁극적으로 수직이착륙 기술로 수렴될 것으로 예상

전기에너지를 동력원으로 하여 소음·공해를 저감하는 추세에 따라 PAV도 전기를 이용하는 eVTOL(electric VTOL)이 주류로 자리매김

- 일반 항공기와 달리 PAV는 도심 내부에서 사용하므로 소음과 공해의 감소의 중요성이 더욱 커, 현재 개발되는 대부분의 PAV는 전기에너지를 주 동력원으로 사용하고 있으며, 이로 인하여 eVTOL을 PAV의 대체어로 활용

본 브리프에서는 PAV 중 현재 주로 개발되고 있는 전기 수직이착륙형 PAV(eVTOL) 기체를 중심으로 현황을 분석

〈표 2〉 PAV 유사 용어별 의미

용어	의미
개인용 항공기 (PAV, personal air vehicle)	자가용 자동차에 상응하는 용어로서 일반 개인에 의한 운용이 강조된 용어
전기 수직이착륙형 항공기 (eVTOL, electric vertical takeoff and landing)	수직이착륙형 항공기 중 에너지원으로서 전기를 사용 하는 기체를 가리키는 용어
UAM (Urban Air Mobility)	PAV를 활용하여 도심에서의 운영되는 교통수단으로서, UAM 산업은 기체, 인프라, 서비스, 유지보수 등 관련 산업 등을 포괄
드론 택시 (drone taxi)	PAV의 UAM에서의 서비스 측면이 강조된 용어
에어 택시 (air taxi)	
플라잉 카 (flying car)	자동차와 항공기 양용으로 사용되는 개념의 PAV에서 시작된 명칭으로, 현재는 이러한 형태의 항공기의 개발이 줄어들어 일반적인 PAV 지칭에도 사용

제2장 기술 동향

2.1. 항공기 형태(비행방식 및 기체 크기)

PAV 개발 업체는 보유 기술, 시장 전망 등을 고려하여 비행방식과 사이즈를 결정하고 PAV를 개발하고 있어 각자의 개성있는 기체를 개발 중

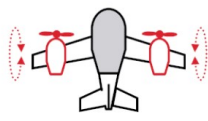
- 일반적으로 항공기는 비행방식(양력 발생 방식)에 따라 종류를 구분하며 PAV는 수직이착륙의 구현을 위하여 ‘멀티콥터형’, ‘틸트형’, ‘복합형’으로 비행방식이 압축되며 현재 한 가지 방식으로 통일되지 않고 각 기업이 각기 다른 방식을 취하여 기체 개발 중
 - 회전익형의 하나인 멀티콥터형은 비교적 기술적 난이도가 낮아 조기 상용화에 유리하며, 실제로 유인 시험을 마친 이항과 볼로콥터는 회전익형 비행 방식을 채택
 - 고속·장거리 비행이 가능하나 기술적 장벽이 높고 기체가 고가이며 복합형은 멀티콥터형과 틸트형의 중간적 성격을 보임

〈표 3〉 항공기 비행방식

구분	정의 및 특징
고정익형 (Fixed wing)	고정익(고정날개)에 작용하는 양력에 의하여 비행하는 방식으로, 수평방향 가속을 위하여 별도의 추력원이 필수적. 일반적인 여객기가 고정익 항공기에 속함
회전익형 (Rotary wing)	회전익(회전하는 날개)에 의하여 비행에 필요한 양력을 발생시키는 방식으로, 수직이착륙의 구현은 용이하나 고정익(순항중 효율 높)이 부재로 인하여 항속시간 및 거리가 제한적 대표적으로 헬리콥터가 회전익 항공기에 속함
멀티콥터형 (Multi-copter)	고정익 없이 회전익(로터)에 의하여 양력을 얻어 비행하는 회전익형의 한 종류로, 로터를 다중화함으로써 안전성 향상 등의 특징을 보임
틸트형 (Tilt-rotor/wing/ducted fan)	- 고정익과 회전익을 모두 갖는 틸트형은 회전익을 수직방향으로 하여 수직이착륙에 활용한 후 이를 수평방향으로 틸트시켜 순항 시 추력원으로 사용하는 방식으로 회전익형 대비 높은 에너지 효율을 보이는 장점이 있으나, 틸팅(tilting)의 구현의 기술적 난이도가 높음 - 추력 방향을 바꾸는 것을 강조하여 추력편향형(Vectored thrust)으로도 표현
복합형 (Lift+cruise)	고정익과 회전익으로 구성된 것은 틸트형과 동일하나, 양력(수직방향)과 추력(수평방향)을 얻기 위한 각각의 회전익을 배치하여 틸트 없이 틸트형과 유사한 특성을 구현한 비행방식

- PAV의 크기는 탑승 가능 승객 수를 결정하는 주요한 인자이며, 대체로 5인 이하가 탑승 가능한 크기의 기체가 개발되고 있고 1인용 기체도 존재

〈표 4〉 PAV 비행 방식

구분	멀티콥터	복합형	틸트형
형상			
구현시기	즉시	중기	장기
속도	70~120kph	150~200kph	150~300kph
비행거리	50km	500km	500km
비행영역	도시내	도시간	도시간
단점	비행시간	비행속도	안전성

※ 출처: 강왕구(2020) KISTEP 수요포럼 '새로운 시대를 위한 비행, 드론과 안티드론' 中 eVTOL 비행체 발전 전망

PAV 형태			
	볼로콥터, 볼로시티, 독일	에어버스, 시티 에어버스, 유럽	이항, EH216, 중국
			
PAV 형태	조비 에비에이션, 조비 S4, 미국	벨, 넥서스 4EX, 미국	오버에어, 버터플라이, 미국
			
PAV 형태	키티 호크, 헤비사이드, 미국	릴리움, 릴리움 제트, 독일	현대자동차, S-A1, 대한민국
			
	위스크 에어로, 코라, 미국	오로라 플라이트 사이언스, 미국	엠브라에르X, EVE, 브라질

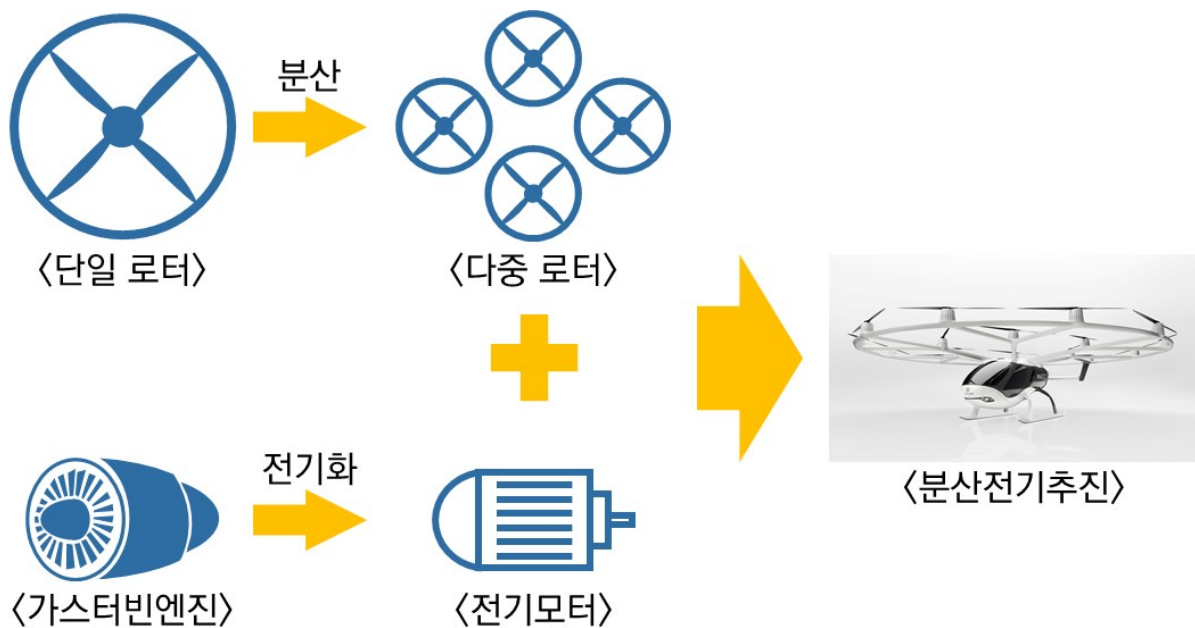
※출처: 각 사 홈페이지

[그림 1] PAV의 다양한 기체 형태(기업명, 기체명, 국가)

2.2. 분산전기추진(DEP, Distributed Electric Propulsion)

PAV의 안전성 향상, 저소음, 무공해의 구현을 위하여 다수의 전기 모터를 추력원으로 이용하는 기술로 PAV의 핵심 기술

- 분산전기추진은 추가적인 안전성 확보, 소음 감소, 무공해 등이 구현 가능한 장점이 있음⁵⁾
 - 일반 승객운송용 민간 항공기는 시스템의 안전도의 기준으로 10⁻⁹ 이하의 사고율을 갖도록 통제하고 있으며, PAV는 인구밀집지역에서의 비행 등을 고려할 때 동등 이상의 안전성 확보가 중요
 - PAV의 소음에 대한 공식적인 기준은 아직 마련되지 않았으나, UAM을 주도하고 있는 우버는 500ft 상공에서 70dB를 기준으로 제시⁶⁾



[그림 2] 분산전기추진 개념도

분산전기추진 기술의 구현에는 기존 산업보다 높은 비출력(kW/kg)의 전기 모터가 필요하며, 이는 분산전기추진 기술 확보의 병목으로 작용할 수 있어 전기모터 기술의 확보가 중요

5) 한국항공우주연구원(2017), 「미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 안전운항체계 개발 및 인프라 구축」 공동기획연구

6) Uber Elevate, UberAir Vehicle Requirements and Missions(2020. 11. 28. 확인)

- 항공용 전기모터 전문기업으로는 슬로베니아의 엠렉스(Emrax)와 미국 매그니엑스(MagniX)가 있으며 기존의 산업용 모터 기술의 강자인 지멘스(Siemens)*도 항공용 전기 모터를 출시하고 발전 로드맵을 제시⁷⁾⁸⁾⁹⁾하며 사업 추진
 - * 2019년 10월 롤스로이스(Rolls-Royce)가 지멘스의 항공용 전기 추진기 사업부(eAircraft business)를 인수하여 전기모터 기술도 현재는 롤스로이스가 흡수
- PAV의 전기화는 항공기 전기화의 시작점으로, 향후 고비출력 모터의 적용이 대형 항공기로 확장될 것을 고려할 때 PAV용 전기 모터 기술의 파급효과는 상당할 것으로 예상

2.3. 이차전지

- ▣ 추력원이 화석연료의 연소에 의한 내연기관(가스 터빈 엔진)에서 전기 모터로 전환되면서 전력 사용이 기존 항공기보다 증가하였고, 많은 PAV에서 전력 공급원으로 이차전지를 채택
 - 알라카이(Alaka'i) 등 일부 업체는 충전이 빠르고 대용량화가 용이한 수소연료전지를 적용하여 PAV를 개발하고 있으나, △높은 연료전지 가격, △충전 인프라 부족 등의 이유로 이차전지 대비 주목받지 못함
- ▣ 이차전지는 PAV의 단일 부품 중 가장 고가¹⁰⁾¹¹⁾이며 큰 중량을 차지하는 핵심 부품으로, PAV의 항속거리 향상과 제작·운용비용 절감을 위해 에너지밀도·수명이 향상된 이차전지 수요 증가
 - 이항의 UAM 백서¹²⁾에 따르면 배터리 비용은 기체 판매·운용 수익의 60%를 차지하며, 배터리 가격이 1% 감소 시 3% 이상의 수익 증가, 배터리 수명이 1% 증가 시 2%의 수익 증가를 예상

7) Claus Müller(2017), Opportunities and Challenges of Electric Aircraft Propulsion

8) Chuck Lents, United Technologies Research Center(2019), "Hybrid Electric Aircraft Design Space, Feasibility and Technical Challenges"

9) Michael Ohadi(2019), "ARPA-E Electric Motors for Aviation Workshop"

10) Volocopter(2019), White paper, Pioneering the urban air taxi revolution

11) EHang(2020) The Future of Transportation: White Paper on Urban Air Mobility Systems

12) EHang(2020) The Future of Transportation: White Paper on Urban Air Mobility Systems

- 현재 리튬이온전지의 에너지 밀도(250 Wh/kg)로는 항속거리* 및 운영 시간이 제한¹³⁾되어 PAV의 활용성 향상을 위해 에너지 밀도 향상이 필수적
* 멀티콥터형은 수십km, 고정익을 갖는 복합형 및 틸트형은 300km 이하 수준
- 중·대형 이차전지는 현재 빠르게 시장을 넓혀가고 있는 전기자동차에도 사용되고 있어, 대형 배터리 업체를 중심으로 대규모 투자 추진

2.4. 자율비행

 외부 환경에 스스로 대응하여 목표 지점까지 비행하는 기술로, PAV 운용의 경제성을 확보를 위하여 자율비행의 구현은 필수적

- 동체 제어, 경로 계획, 탐지 및 회피, 고장진단 및 자율대처 등의 기술로 구성되며, PAV의 비행영역인 도심의 저고도는 도심풍 등 예측이 어려운 장애 요소가 존재하여 개발의 난이도 높
- 자율비행은 조종사 인건비 절감을 통한 경제성 있는 운임 확보를 위하여 필수적인 기술로, 여러 자료¹⁴⁾¹⁵⁾에서 제시하고 있는 장기적인 운임 감소는 자율비행 구현을 가정하여 산출

 기술적 한계와 관련 제도의 미비로 상용화 초기에는 조종사의 탑승이 고려되고 있으며 기술·제도적 준비 수준에 맞추어 점차 완전 자율비행으로 전환 예상

- 자동차의 자율주행과 마찬가지로 기체 제어 기술뿐만 아니라 초저지연 통신, 통신 보안, 고정밀 항법 등의 보조적 기술의 성장이 필요하며, 자율비행 기술을 수용할 수 있도록 법·제도의 개선 또한 중요
- 기체 상용화 후 발생할 조종사 부족과 완전 자율비행의 구현으로 불필요해진 조종사의 거취, 사고 발생 시 불명확한 책임 소재 등의 사회문제와 연관되어 있어 자율비행 기술의 향상에 발맞추어 정책적 준비 필요

13) Volocopter(2019) White paper, Pioneering the urban air taxi revolution

14) Uber Elevate(2016), White paper

15) Volocopter(2019), White paper, Pioneering the urban air taxi revolution

2.5. 복합재 구조물 양산 및 유지 보수 관련 기술

☞ 항공기 구조물은 경량화의 중요성으로 인해 섬유강화 플라스틱(FRP, Fiber Reinforced Plastic)의 적용이 증가하는 추세

※ 보잉(Boeing)의 신형 여객기 보잉787 경우, 전체 구조물의 50%를 섬유강화 플라스틱이 차지

- 항공기는 다른 이동수단보다 경량화의 중요도가 높아, 높은 중량 대비 강도·강성을 보이는 섬유강화 복합재료를 금속재료 대비 고가임에도 광범위하게 적용

☞ 복합재 구조물의 낮은 양산성을 향상시키기 위하여 OOA(Out-of-Autoclave, 脫 오토클레이브*) 공정기술의 수요 증가

* 오토클레이브(Autoclave): 복합재 성형용 오븐

- PAV는 항공기 수준의 품질과 자동차 수준의 양산성을 보여야 하는 특성이 있어 복합재 구조물 양산기술이 기존 항공기보다 중요¹⁶⁾
- 오토클레이브 없이 복합재 제품을 생산하는 OOA 공정기술의 성숙도가 PAV 양산성을 좌우하여 기체 제조단가 결정에 주요 요인으로 작용 예상
 - 고품질의 복합재 제품 생산에는 일반적으로 오토클레이브를 사용하나, 오토클레이브 내부 용적에 의하여 제품의 크기가 제한되고 숙련공에 의한 많은 수작업이 요구되어 양산성이 매우 낮음
 - 오토클레이브 없이 복합재 제품을 생산하는 OOA 기술을 적용해도, 현재는 품질과 생산성이 충분하지 않아 자동차 업계를 중심으로 연구 투자 집중



출처: 일신오토클레이브 홈페이지

[그림 3] 복합재 성형용 오토클레이브

16) Composite World(2020), Composite aerostructures in the emerging urban air mobility market

복합재는 충격에 취약하나 파손을 눈으로 관찰이 어렵고 수리도 용이하지 않아, 유지·보수비용 감소를 위하여 구조물의 상태를 상시 감시하는 구조 건전성 모니터링 기술과 복합재 수리기술에 주목

- SHM(Structural Health Monitoring)은 구조물의 이상을 빠르게 파악하여 유지·보수 주기의 연장과 안전성 향상을 기대할 수 있어 PAV에 적용 시 큰 효과가 기대
- 수작업으로 진행되는 복합재의 수리는 전문가의 숙련도에 크게 영향을 받고 긴 수리시간을 필요로 하여, 균일한 수리 품질과 유지·보수비용 절감을 위하여 자동화된 복합재 수리공정 개발 연구가 활발

2.6. 감항인증

PAV의 상용화를 위해서는 항공기의 안전성을 확인하는 감항인증 획득이 필요하나 전 세계적으로 PAV에 적합한 감항인증은 다소 미비

- 항공기 인증은 항공기의 설계, 제작, 운용의 모든 과정에서 안전성 요구사항에 대한 적합성을 기술적으로 판단하는 행위(국제민간항공조약 부속서 제8권)로 未 인증 시 제조·판매·수출·장착·사용·운항 불가하며 PAV도 단계별 안전성 검증 획득에 따라 최종 운용/서비스 가능
- 美 연방항공청(FAA*)와 EU 항공안전청(EASA**)의 감항기준이 세계 표준의 역할을 하고 있으며, PAV의 감항인증을 대응하기 위해서 새롭게 적용되는 요소기술의 특징에 부합하도록 인증기술기준(안) 제·개정을 추진하여 업계의 UAM 산업발전 시장창출 유도·추진 중

* Federal Aviation Administration

** European Union Aviation Safety Agency

- FAA는 PAV·UAM 산업성장 필요성에 공감하여 기존 항공법에서 허락하는 범주 내에서 기준을 완화하여 사업자들에게 기체 운항을 먼저 허용하는 美 항공우주국(NASA)의 실증시험 성과 공유로 국가의 감항성 인증기준 마련 중
- EASA는 신개념 항공기(PAV, VTOL 등)는 기존의 소형 비행기/헬리콥터 등 항공기 분류에 포함되지 않는다고 판단하여 별도의 분류기준을 제정하여 임시 감항기준(Special Condition, SC) 마련으로 업계와 인증기준(Certification Specifications, CS) 개발 중
- 한국은 국내에서 감항인증을 받을 경우 FAA의 감항인증을 받은 것으로 인정을 받는 BASA*협약을 일부 항공기 규격에 대하여 맺은 바 있으나, FAA에서 PAV를 위한 별도의 감항인증 규정이 제정될 경우 BASA 협약을 위해 추가적인 절차가 필요

* Bilateral Aviation Safety Agreement

- PAV의 기체·부품뿐만 아니라 인프라 등 관련 국내 기술의 국제 시장 진출을 위해 BASA가 필수적이며, 우리나라는 FAA의 소형항공기 인증에 해당하는 FAR 파트 23의 BASA 협약을 위하여 정부는 약 616억 원을 투자하여 ‘소형항공기급 인증기(KC-100)’를 개발한 바 있음
- PAV 등 신개념 항공기에는 파트 23 인증 기준 적용이 불가하여, 미국·유럽 등 항공선진국과 추가적인 BASA 협정을 위한 연구개발 필요

제3장 산업 동향

3.1. 글로벌 산업동향

 태동기를 겪고 있는 PAV 산업은 많은 업체에서 기체 개발에 투자를 진행하여 급속히 성장하고 있으며 본격적인 기체 상용화는 2025년 전후로 예상

- 2018년부터 PAV 개발업체가 급증하여 현재는 200종 이상의 기체가 개발 중이며, 선도 업체는 감항인증 절차에 착수하였고 조비 에비에이션은 군용 감항인증을 획득하면서 기체 개발이 성공적으로 진행 중임을 알림
- 가장 상용화에 가까운 PAV 개발업체는 조비 에비에이션(美), 이항(中), 볼로콥터(獨) 등으로 평가되며, 이항과 볼로콥터는 다수의 로터를 갖는 멀티콥터 방식을 채택하여 개발 중이고 조비 에비에이션은 틸트형의 일종인 틸트로터 방식으로 개발 중
- 일부 PAV 개발업체들은 PAV 산업이 규모를 갖추어 때까지 안정적인 사업 유지를 위해 개발한 기체를 화물 운송용·구명용 등 非승객용 목적으로 전환하여 수익 창출 도모

 PAV를 비롯한 UAM 산업에 대한 민간 기업의 기대감이 높아 UAM 시장을 선점하기 위하여 다각적인 투자 및 협력체계 구축 노력

- 자동차·항공기 등 기존의 모빌리티 관련 산업군의 기업이 PAV 개발에 착수하고 있으며, 항공사·통신사 등은 UAM 서비스에 초점을 맞추어 사업 영역을 확장
- 직접 사업 진출을 하지 않은 업체들도 UAM 산업을 놓치지 않기 위하여 PAV 개발업체에 출자 또는 협력
 - 다임러(Daimler) → 볼로콥터, 지리(Geely) → 테라퓨지아(Terrafugia), 토요타(Toyota) → 스카이 드라이브(SkyDrive) 및 조비 에비에이션 등에 각각 투자

 PAV를 활용한 UAM 플랫폼은 우버*가 주도하고 있으며, 기체의 성능 기준을 제시하여 PAV 개발에도 영향력 확보

* 우버 엘리베이트(Uber Elevate, 우버의 UAM 사업부)는 2020년 12월 조비 에비에이션으로 매각되었으나¹⁷⁾, 본 브리프에서는 두 업체의 현재까지의 진척상황을 구분하여 기술하기 위하여 기존과 같이 우버로 표기

17) 조선비즈(2020), 우버, 현대차와 협력해온 '플라잉 택시' 사업 매각

- 우버는 직접 기체를 개발하지 않고 PAV 업체*와 제휴를 맺고 UAM 생태계만을 사업화하는 것을 구상하고 있으나, PAV의 성능 기준을 제시하며 개발 방향을 주도
 - * 오로라 플라이트 사이언스(美), 벨(美), 엠브라에르(브라질), 현대자동차(韓), 자운트 에어 모빌리티(美), 조비 에비에이션(美), 오버에어(美), 피피스트렐 버티컬 솔루션스(슬로베니아)
- PAV를 활용한 본격적인 UAM에 앞서 헬리콥터를 이용한 모빌리티 서비스 ‘우버 콥터’를 런칭하여 UAM 운영 경험을 축적 중

〈 참고 : 주요 PAV 개발업체 동향 〉

▶ 스타트업

- 조비 에비에이션(Joby Aviation, 미국)은 2020년 12월 美공군으로부터 감항인증을 획득하였으며¹⁸⁾, 2024년 상용 서비스 런칭을 계획¹⁹⁾
 - 우버가 제시한 기체 조건을 만족하여 시험 비행한 유일한 업체로, 기체 개발에 가장 앞서있는 업체 중 하나로 평가 2023년 군사 임무 활용 및 2024년 민간 상용 서비스 개시 예상
 - 2019년 12월 우버와 다년도 상업 계약을 체결함으로써 우버의 에어택시 출시('23) 계획의 파트너로 선정되어 기존에 점하고 있던 기체 개발 파트너 이상의 지위를 점유
- 오버에어(Overair, 미국)는 카렘 에어크래프트(Karem Aircraft)에서 eVTOL에 집중하기 위하여 설립한 스피노프 벤처기업로, eVTOL 기체 ‘버터플라이’를 개발 중
 - 대형의 저속 로터를 사용한 틸트로터 기술 OSTR(Optimum Speed Tiltrotor)을 보유하고 있어 해당 기술을 통하여 기체 발생 소음을 크게 감소
 - 한화시스템이 지분 30%를 갖고 있으며, 한화시스템은 이를 확대하여 100% 지분 확보를 추진 중임을 공개('21.3)
- 릴리움(Lilium, 독일)은 2019년 5월 초도비행에 착수하여, 2019년 10월 무인 연결 조종 상태에서 시속 100 km 이상 비행시험을 완료하는 등 기술 안전성 확인
 - 2025년 기체 상용화를 목표로 하고 있으며, 조종사 훈련 및 버티포트 구축 등 기체의 상용화를 위한 준비 착수('20.12)
- 볼로콥터(Volocopter, 독일)는 멀티콥터 기체 ‘볼로시티’에 대한 다수의 비행시험을 수행하였으며 EASA의 형식인증 절차 진행 중
 - 2019년 12월 EASA 감항인증의 전단계라 할 수 있는 설계 조직 승인(DOA, Design Organisation Approval)을 eVTOL 스타트업 최초로 획득하여 개발 속도를 높이고 있으며, 현재는 형식인증 절차 진행 중
 - 2020년 9월 베를린에서 열린 Greentech Festival에서 세계최초로 ‘상용화 후 기체 탑승’에 대한 탑승권을 판매하는 등 상용화 가능성에 대한 자신감을 드러냄
- 전기 항공기의 독보적인 기술력을 보유한 피피스트렐(Pipistrel, 슬로베니아)은 ‘2019 Uber elevate summit’에서 PAV 개발을 알렸으나, 현재는 화물 운송용 eVTOL에 집중
 - 전기 엔진(전기모터+컨트롤러) “E-811*”과 이를 장착한 전기 항공기 “VELIS Electro”에 대한 EASA의 형식인증을 세계최초로 획득하여 독보적인 전기항공기 기술력을 보유

* 슬로베니아의 엠렉스(Emrax), 엠시소(Emsiso)와 공동 개발

- 2019 Uber elevate summit에서 PAV 개발을 알리며 이목을 끌었으나 현재는 개발을 중단하고 화물 운송용 eVTOL의 개발로 사업계획을 변경

□ 일본 각계각층의 지원을 받고 있는 스카이드라이브(SkyDrive, 일본)는 2023년 상용화를 목표로 기체를 개발하고 있으며 2020년 9월 공개 유인 비행시험에 성공

- 일본정책투자은행(DBJ), 도요타, NEC, 에네오스, 오바야시 등 일본 각계의 기업들로부터 투자를 유치하였으며 일본의 UAM 부문 민관협의체*의 참여를 통한 제도적 지원을 받아 개발 진행 중

* 「항공 모빌리티 혁명을 위한 민관협의회」

□ 드론 개발업체로 시작한 이항(EHang, 중국)은 현재 PAV 개발의 선도 업체의 하나로 개발 기체의 판매를 통하여 수익 창출에 성공

- 이항의 2인용 기체 EH216에 대하여 중국민용항공국(CAAC)에 형식인증을 신청하였으며, 동일 기체를 화물 운송용으로써 중국의 운송 허가를 받아(150kg 이상급) 상업적 이용을 시작
- 승객 수송용으로는 본격적인 상용화 단계에는 이르지 못하였으나, 한국을 비롯한 세계 각국에서 UAM 체계 구축을 위한 시험 기체로 활용되면서 판매 실적을 올림
- 중국의 지방 정부가 4,200만 위안(한화 72억 원 상당)을 지원하여 연 생산 600대 규모의 생산설비를 건설 중

▶ 기존 항공기 제조업체

□ 보잉(Boeing, 미국)은 차세대 항공기 사업 'NeXt'를 통하여 다양한 PAV 개발 포트폴리오를 구축하였으나 재정 악화로 NeXt 사업 중단('20.9)

- 'NeXt'를 통하여 위스크(Wisk)의 코라(Cora), 오로라 플라이트 사이언스(Aurora Flight Sciences)의 페가수스 PAV 등 복수의 PAV 개발을 추진하였으나 NeXt 사업은 공식적으로 철수

- PAV 개발업체 키티호크(Kitty Hawk, 미국)와 함께 위스크를 공동 설립하여 개발 중인 PAV 기체 '코라'는 1300회 이상의 시험을 수행

- 2017년 10월 보잉에 인수된 오로라 플라이트 사이언스는 항공기 구조물 개발업체로, DARPA의 지원으로 개발한 틸트윙과 분산추진기술의 스핀오프로서 PAV를 개발 중

- 코로나19로 인한 재정 악화로 인하여 보잉의 UAM 사업인 NeXt가 2020년 9월부터 중단되었으나, 오로라 플라이트 사이언스는 자회사로 유지하며 위스크와의 협업은 지속

- 2019년 10월 포르쉐(Porsche, 독일)와의 고급 eVTOL 개발 조사 및 컨셉트 개발에 대한 MOU를 체결하여 협력체계를 구축

- 보잉과 마찬가지로 포르쉐 또한 자체적인 기체 개발에 나서고 있으며 본 MOU는 양사의 투자 포트폴리오 다변화와 UAM 산업 선도를 위한 규모 확장 의지로 해석 가능

□ 기존 회전익(헬리콥터) 시장의 대표적인 기업 중 하나인 벨(Bell, 미국)은 자사의 축적된 기술을 적용한 PAV 기체 'NEXUS' 개발에 착수

- 벨은 우버와의 기체 파트너십을 맺고 있으며, 일본의 스미토모, 일본항공(JAL)과의 UAM 개발 업무 협약을 체결('20.2월)하는 한편, 자체적인 예약 애플리케이션 개발을 발표하는 등('20.1월) UAM의 경쟁에서 승리하기 위하여 다양한 방법을 모색

□ 항공기 전문업체 에어버스(Airbus, 유럽)는 2015년부터 벤처 지원을 시작으로 다양한 투자를 진행하였으나 현재는 자체 개발 기체인 시티 에어버스(City Airbus) 개발에 집중

- POP-up Next와 바하나(Vahana)의 개발 중단*으로 인해 시티 에어버스 개발이 에어버스의 유일한 투자전략이며, 바하나 투자를 통해 확보된 경험 자료가 적극 활용될 것으로 예상

* 아우디의 자회사인 이탈리아인(Italdesign)과 2018년 제네바 모터쇼에서 공개한 'POP-up Next'는 2019년 10월 개발 중단하였으며, 2015년부터 A3(에어버스의 벤처 인큐베이터)를 통해 투자해 온 바하나 또한 2019년 12월부로 기체 개발 중단을 발표

3.2. 국내 산업동향

 기존에는 한국항공우주연구원이 국내 PAV 개발을 주도하였으나, 최근 한화시스템·현대자동차 등 기업의 대규모 투자가 이루어지며 민간 주도로 전환

- 항우연은 스마트무인기 사업을 통하여 틸트로터형 수직이착륙기 개발 기술을 확보하였으며, 보유 기술을 활용하여 2022년 초도비행을 목표로 OPPAV*(Optionally Piloted Personal Air Vehicle)의 개발 중

* '자율비행 개인항공기 사업'(산업부·국토부)을 통해 개발 중인 기체로 유무인 겸용 자율비행 항공기

- 한화시스템과 현대자동차의 UAM 사업 진출에 따라 국내 산업계의 관심이 고조되고 있으며, 두 기업을 중심으로 통신사·공항공사 등 관련 산업계가 합종연횡하며 협력체계를 구축
- 기존 항공산업의 주요 기업인 한국항공우주산업(KAI)과 대한항공은 군용 무인기 개발을 수행하여 관련 기술을 보유하고 있으나 구체적인 PAV 개발계획은 공개된 바 없음

 한화시스템은 2018년 PAV 사업 검토에 착수 이후 2019년 오버에어에 투자하여, 국내 주요도시('26), 해외 주요도시('30) 서비스 개시를 목표로 사업 추진 중²⁰⁾

- PAV 개발을 위하여 우버와 파트너십을 맺고 있는 미국의 오버에어에 투자하여 지분 30%를 확보('19.12월)하였으며, 지분 100% 인수를 위한 준비 착수('21.3월)
- 한화시스템은 단순 자금 투자가 아닌 오버에어와 기체의 공동개발에 나서고 있으며, 인프라, MRO, 모빌리티 서비스 등 UAM의 전 분야를 대상으로 사업을 기획
- 한국공항공사·SKT와 'UAM 세계시장 선도를 위한 업무협약(MOU)'를 체결하여 사업모델 개발 및 기술 실증 테스트베드 구축 등에 대한 협력체계를 구축

18) eVTOL(2020) Joby Aviation receives first airworthiness approval from U.S. military for electric VTOL aircraft

19) Joby Aviation(2021) Joby Aviation to List on NYSE Through Merger With Reinvent Technology Partners

20) 국토교통부(2020), UAM Team Korea 발족식

 현대자동차는 CES 2020에서 컨셉 기체를 공개하며 사업 진출을 알렸고, 여객용 PAV 모델 출시시기로 2028년을 제시²¹⁾

- CES 2020에서 우버와 공동 개발한 컨셉 기체 'S-A1'을 공개하였고, PBV(목적기반모빌리티)와 UAM이 결합된 인프라 'S-Hub'를 제시하며 미래 모빌리티에 대한 구상을 공개
- 2026년 화물용 무인 기체, 2028년 완전 전동화된 유인 기체, 2030년대 지역 간 이동이 가능한 기체 등 순차적 기체 개발계획을 발표하며 지속적인 투자를 예고
- 현대건설·KT·인천국제공항공사와의 업무협약(MOU)을 통해 K-UAM 공동 추진 및 상호 협력을 약속'

21) 한국경제(2020), 현대차, 2025년까지 60조 투자...모빌리티 솔루션 전환 '가속'

제4장 정책 동향

4.1. 글로벌 정책 동향

민간 중심으로 연구개발이 이루어지고 있어, 주요국 정부는 민간의 연구개발 지원, 제도 개선 및 인프라 구축 등 기체 상용화·서비스화를 뒷받침하기 위한 정책을 수립

(미국) 전 세계 항공산업을 주도해 온 미국은 PAV와 UAM 시장의 주도권을 차지하기 위해 민간 기업을 지원하는 사업*을 개시

* Agility Prime(미 공군 주관), Advanced Air Mobility National Campaign(NASA 주관)

- 2000년 초부터 미래 항공기에 대한 연구의 일환으로 NASA를 중심으로 한 PAV 연구에 착수하여, 지속적인 R&D 투자를 통해 기반기술을 확보
 - NASA에서 주도한 PAVE(Personal Air Vehicle Exploration, '01~'04)를 통하여 PAV에 대한 개념 정립 및 미래형 비행체에 관한 개념연구를 수행
 - 단, 당시의 연구에서는 Door-to-door를 위한 PAV 중심으로 연구되어 현재 개발되고 있는 PAV와는 차이가 있어 빠른 연구 착수에도 불구하고 기체 상용화에는 실패
- 소형 드론 산업과 같이 중국 기업에 UAM의 주도권을 내줄 것을 우려하여, 최근에는 NASA 중심의 R&D에서 벗어나 민간 기업이 대거 참여하는 민간 중심의 사업을 추진
 - * 조비 에비에이션, 알라카이, 위스크, 베타 테크놀로지스(Beta Technologies)
 - 미국 내 소형 드론 시장의 과반을 중국 기업 차지하고 있어, 미국의 경계심이 고조
 - ※ 미국 내 드론 점유율('21)²²): (1위) DJI(中) 76.1%, (2위) Intel(美) 4.1%, (3위) Yuneec(中) 2.6%
 - R&D 사업을 통해 민간 업체의 기체 개발 연구비 지원을 넘어, 감항인증 지원, 공역 관리 시스템과의 통합 실증 수행 등 상용화에 필요한 기체 개발 외적 요소에 집중 지원

22) DRONEII(2021) Top 10 Drone Manufacturers market shares in the US

(EU) 유럽 공역의 통합 관리를 목표로 하는 「Single European Sky('04)」 이니셔티브의 이행 사업인 SESAR의 계획을 수정하여 UAM 대규모 실증에 착수

- 2015년 수립된 「EU 항공전략(Aviation Strategy for Europe)」에서는 PAV 및 도심항공에 대한 언급은 없으며, EU 프레임워크 프로그램을 통하여 관련 연구를 수행
 - EU 프레임워크 프로그램을 통하여 다양한 연구가 수행되어 왔으나, 각 연구들이 다소 분절적으로 수행되고 있어 체계성과 전략성이 부족
 - SESAR 사업*이 2기('16~'24)에 돌입하면서 지원 내용 중 초대형 실증이 추가되었고, 이를 통하여 UAM 실증사업 지원에 착수
 - SESAR 사업은 본래 공항을 이용하는 대형 항공기의 효율적 관리를 위하여 시작되었으나, 기술의 변화를 수용하여 드론, PAV 등 소형 비행체까지 포함한 공역 관리 시스템 개발 사업으로 확장하였고, 이를 위하여 2016년 종료에서 2024년 종료로 사업기간을 연장
- * Single European Sky ATM Research('08~'24), 유럽의 공역을 통합 관리하는 Single European Sky 이니셔티브 하에서 추진되고 있는 항공 교통 관리 시스템(ATM) 개발 사업

(일본) 2018년 발족한 '항공 모빌리티 혁명을 위한 민관협의회'를 통하여 민간의 eVTOL 개발 및 UAM 준비 현황을 함께 점검하고 필요한 지원 사항 등을 협의

- 경제산업성과 국토교통성 중심의 정부 측과 카티베이터, 스카이드라이브 등 일본의 대표적인 eVTOL 제조업체를 비롯하여 ANA, AirX 등 모빌리티 서비스 업체가 참여하여 UAM 산업의 전방위적 사항에 대하여 논의
- 동 협의회를 통하여 2019년부터 시험 비행 및 실증시험에 착수하여 2030년대에 완전 실용화를 목표로 하는 「항공 모빌리티 혁명 로드맵('18)」²³⁾을 발표

(중국) 소형 드론 산업에서 높은 경쟁력을 갖춘 중국은 PAV 및 UAM 산업 정책의 부재가 내부적으로 문제 제기된 바 있어 근시일 내 관련 정책의 수립 예상

- 드론 산업의 발달로 인하여 샤오펑 하이테크(Xpeng Heitech), 이항, 오토플라이트(Autoflight) 등 다수의 eVTOL 개발 업체도 성장하고 있으나, eVTOL 및 UAM 관련 국가전략은 부재
- 중국 최고행정기관인 국무원은 미국, 일본, 한국 등이 UAM을 국가전략에 반영하였음에도 중국의 전략이 부재한 것을 지적하며, UAM 산업 개발을 국가전략에 반영하고 관련 정책과 표준을 수립하여 산업 발전을 지원하도록 촉구('20.11월)

23) 일본 경제산업성(2018), 空の移動革命に向けたロードマップ

4.2. 국내 정책 동향

중양부처와 지자체가 PAV가 미래의 중요 교통 수단으로 성장할 것으로 전망하여 기체 개발 및 개발 인프라 조성에 적극적으로 투자

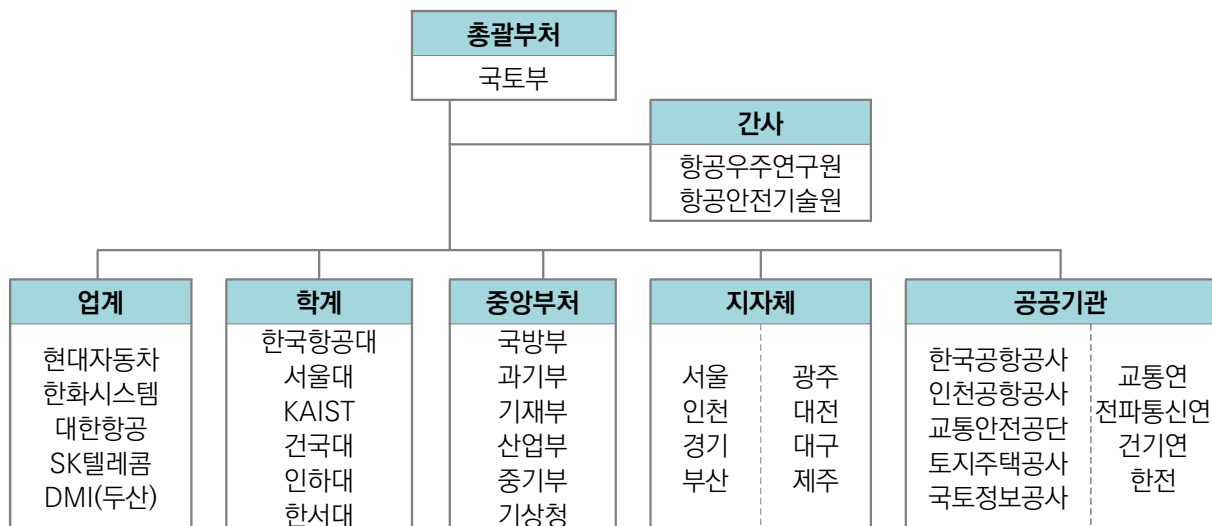
- 정부는 국토부를 중심으로 하여 로드맵을 수립하고 민관협의를 발족하는 한편, PAV 특별자유화구역 지정 등 기체 개발 및 서비스 산업 육성을 위해 노력
- 지자체도 지역 산업 부흥 및 활성화 수단으로 PAV를 주목하고 있으며, 특히 인천은 기체 개발사업을 직접 수행 중이며, PAV 시험시설을 설치하는 등 PAV 개발에 적극적

국토부는 민관협의를 구성하여 UAM 구축을 위해 논의하고 있으며, K-UAM 로드맵 및 기술로드맵을 발표하며 향후 계획을 구체적으로 공개

- 국토부는 K-UAM 로드맵을 발표('20.5월)하고 민관협의체 'UAM Team Korea'를 발족('20.6월)하여 민간과의 협력을 통한 기체 개발 및 UAM 구축을 도모
 - 민관합동 실증사업 'K-UAM 그랜드 챌린지*'를 준비하고 있으며, 1단계 테스트베드로서 전남 고흥의 국가종합비행성능시험장을 선정('20.12월)

* 목적: 도심항공교통의 안전성 검증과 국내 실정에 맞는 안전·운영기준을 마련

단계별 사업범위: (0단계, ~'21) 실증 시나리오 설계, 설비 구축 → (1단계, '22~'23) 개활지 등 도심외곽 → (2단계, '24) 공항지역 연계 및 도심지역 포함



[그림 4] UAM Team Korea 구성도('20.6월 발표 기준)

- 국토부는 인천시·옹진군을 사전 비행승인 등의 규제가 면제 또는 완화되는 PAV 특별자유화 구역으로 지정('21.2월)했고, K-UAM 기술로드맵을 발표('21.3월)하며 본격적인 R&D 추진 계획을 공개

인천시는 PAV와 MRO(항공 정비)를 인천시의 미래 주력산업으로 성장시키기 위해 PAV 개발과 인프라 구축에 매진

- 숨비, 에스피지, 인하대학교, 한국전자통신연구원 등과 컨소시엄을 구성하여 정부의 PAV 기술개발과제*를 수행하며 직접 PAV 개발에 참여

* 유인 자율운항을 위한 멀티콥터형 비행제어 시스템 개발('18~'21, 43억 원(국비 27억 원))

- PAV 산업 관련 조례 제정*, “PAV 융복합 산업 클러스터 단지(P-MoC)” 구축, “인천 PAV 실증화 지원센터” 설치, “PAV특별자유화구역” 지정 유치 등 PAV 산업 인프라 구축 추진²⁴⁾

* 「인천광역시 파브산업 육성 및 지원에 관한 조례('19.9.23. 시행)」

울산시는 UNIST와 공동으로 eVTOL 자율주행 개인 비행체의 핵심부품 개발 및 플랫폼 구축을 추진하고 있으며, UAM 규제자유특구 설치 추진 중

- 울산시는 UNIST와 공동으로 2021년부터 3년 동안 국비 100억 원 등 총 사업비 142억 원을 확보해 인공지능(AI) 기반 자율주행 개인 비행체의 핵심 부품 개발 및 플랫폼 구축을 추진
- UAM 규제자유특구 지정을 유치하여 태화강역 인근에 버티포트를 설치할 계획

액화수소산업 규제자유특구로 지정된 강원도는 액화수소*를 활용하여 항속시간과 거리를 연장한 PAV 기체 개발을 추진

* 액화수소 이용 시 이차전지 대비 빠른 충전 및 대용량화가 가능하여 항속시간과 거리의 연장이 가능

- 강원도, 강원테크노파크, 디스이즈엔지니어링은 2021년 3월 업무협약을 체결하여 액화수소 기반 PAV 개발 추진에 합의
- 강원도는 2020년 7월 액화수소산업 규제자유특구 및 2021년 2월 드론특별자유화구역(원주)으로 지정된 바 있어, 이를 활용하여 규제로부터 자유로운 기체 개발이 가능할 것으로 예상

서울시는 국토교통부와 함께 UAM 공개 비행 시연을 선보였으며, 한국항공대학교를 통하여 UAM 인재양성을 추진

- 스마트 모빌리티 엑스포를 개최하는 등 UAM에 지속적인 관심을 보였던 서울시는 2020년 11월 국토교통부와 공동으로 UAM 실증 비행 행사를 주최
 - 행사에서는 외산 PAV(이항의 EH216)를 이용하여 80kg 상당의 쌀 포대를 싣고 한강 상공을 비행하였고, 25kg급 이하 국산 드론을 이용한 교통량 조사 등의 임무 수행을 시연
- 스마트드론공학과를 신설한 한국항공대학교와 업무협약을 체결하고 PAV 기체를 무상 대여하여 UAM 인재 양성을 지원

24) 인천투데이(2020), 인천공항경제권 육성, MRO·PAV 산업이 핵심

제5장 R&D 투자 동향

5.1. 글로벌 R&D 투자 동향

 (미국) PAV 연구를 가장 먼저 시작한 미국은 NASA 중심의 기체 개발에서 민간 기업의 개발 지원으로 투자방향을 전환하여 대규모 사업에 착수

- 미 공군은 미국의 eVTOL 업체가 기체 상용화까지 겪을 수익 공백을 막고 기술 발전을 가속하기 위하여 2020년 4월 Agility Prime 사업을 착수하여 최근 3년간('19~'21) 6천만 달러를 투자²⁵⁾
 - 신속한 계약으로 업체의 부담을 절감하였으며, 단순 자금 제공에 그치지 않고 공군의 자산을 활용한 감항인증 지원, 군사 임무 제공 등을 통하여 PAV 기술의 신뢰성 확보 지원
 - 조비 에비에이션은 동 프로그램을 통하여 미 공군의 감항인증 획득('20.12월)하였으며, 베타 테크놀로지스(Beta Technologies)가 그 뒤를 이어 감항인증을 획득할 것으로 예상
- NASA와 FAA가 주도하는 Advanced Air Mobility National Campaign('19~'22)은 기체 개발 업체, 항공우주 서비스 제공업체 등 17개 기업에 비행시험, 공역 시뮬레이션 등 실제 운영 경험을 제공하고 궁극적으로 UAM을 국가 항공 시스템에 통합하기 위한 준비를 수행
 - 사업의 초기 명칭은 'UAM Grand Challenge'였으나, 연구 대상을 도심(urban)에 한정하지 않고 더욱 확장된 개념의 다양한 차세대 항공기를 연구하기 위하여 사업명을 변경

 (EU) 일찍이 PAV 연구에 투자를 시작하였으며, 최근 대규모 실증 과제를 다수 착수하며 PAV 및 UAM 지원을 본격화

- EU의 항공 관련 주요 프로젝트 중 하나인 SESAR에서 도심에서 드론과 eVTOL을 통합 관리하는 교통 관리체계 연구 및 대규모 실증 연구를 수행 중
 - SESAR 사업을 통하여 AMU-LED('21~'22, 400만 유로), CORUS-XUAM('21~'22, 400만 유로), USPACE4UAM('21~'22, 400만 유로) 등의 대규모 실증 과제를 지원 중

25) eVTOL News(2021), Agility Prime Accelerates eVTOL Development

▣ (영국) 전기 및 자율 항공기 개발을 지원하기 위한 Future Flight Challenge 사업을 통하여 4년간('20~'23) 총 3억 파운드를 투자할 예정²⁶⁾

- 영국은 3억 파운드(정부 1.25억 파운드, 민간 1.75억 파운드)를 투자하여 eVTOL, 드론 등을 포함한 전기 및 자율 항공기 개발을 지원하는 Future Flight Challenge 사업을 추진하고 있으며, 이를 통해 세계 최초의 버티포트²⁷⁾ 구축, 30~50명이 탑승 가능한 대형 eVTOL 개발 등을 지원
- 항공기 제조업체만으로 구성된 컨소시엄에 대한 지원을 배제하여 기술 융합 및 신기술을 유입을 유도



[그림 5] 영국 Coventry에 설치될 세계최초의 버티포트

5.2. 국내 R&D 투자 동향

▣ (PAV연구 투자규모²⁸⁾) 최근 5년간('15~'19) PAV 연구에 투자된 정부 예산은 146억 원으로 작은 규모이나, 연구비와 과제 수가 크게 성장

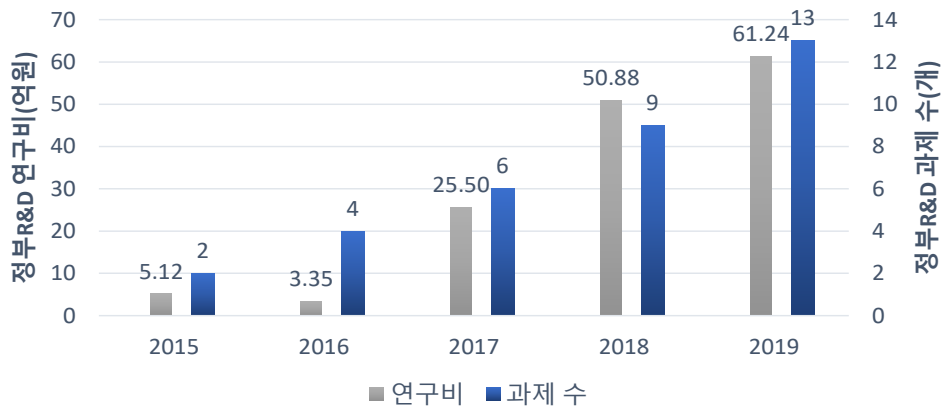
- 2019년 기준 61.24억 원의 정부 예산이 PAV 연구에 투자되었으며 최근 5년간의 연평균 연구비 성장률은 86.0%(5.12 → 61.24억 원), 과제 수의 성장률은 59.7%(2 → 13개)로 크게 상승

26) 영국 정부(2019), Future Flight Challenge Phase 1 지원 접수 공고

27) 연합뉴스(2020), 현대자동차, 영국 모빌리티 기업과 UAM 인프라 조성 나선다

28) 최근 5년간('15~'19)의 국가연구개발사업 조사·분석 통계(NTIS) 데이터를 이용하여 정부 지원 연구과제 중 PAV와 관련된 과제를 분석 *과제 검색 키워드 : PAV, 개인용 항공기, UAM 등

- 자율비행 개인항공기 개발 부처협업사업*이 2019년 착수되었고 K-UAM 기술로드맵에 따른 기술개발이 계획되고 있어 PAV에 대한 투자는 지속적으로 증가할 것으로 예상
* 자율비행개인항공기기술개발사업(산업부), 자율비행개인항공기인증및운용기술개발사업(국토부)
- 단, PAV의 기반기술은 드론과 공유하고 있으므로 드론에 대한 투자동향을 함께 검토 필요



[그림 6] 최근 5년('15~'19) PAV 분야 정부R&D 투자 현황

〈표 5〉 '자율비행 개인항공기 사업(부처 협업)' R&D 예산

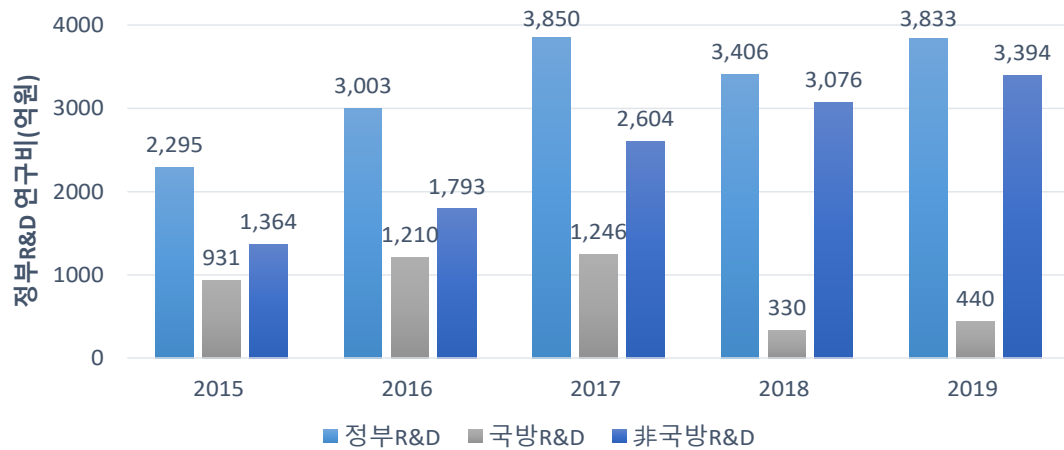
(단위: 억 원)

사업명	주관부처	R&D 예산				
		2019	2020	2021	2022 (중기계획)	2023 (중기계획)
자율비행개인항공기 기술개발사업	산업부	10.00	55.00	73.35	28.84	18.34
자율비행개인항공기인증 및 운용기술개발사업	국토부	20.00	62.93	34.48	38.56	44.03
합계		30.00	117.93	107.83	67.40	62.37

☐ (PAV 및 드론연구 투자규모²⁹⁾) PAV 및 PAV과 기술적 유사성이 높은 드론에 최근 5년간('15~'19) 투자된 정부 연구비는 1조 6,387억 원이며 非국방 위주로 성장

- 2019년 기준 3,833억 원의 정부 예산이 PAV와 드론 연구에 투자되었으며 최근 5년간의 연평균 연구비 성장률은 13.7%(2,294→3,833억 원)이나, 국방R&D와 非국방R&D의 성장률은 각각 △17.1%, 25.6%로 큰 차이를 보임
- 국방R&D에서 수행되는 군용 드론 개발의 종료가 임박하면서 2018년부터 관련 연구비가 크게 감소하였으나, 민간 활용 드론 연구가 크게 확대되면서 드론에 대한 투자는 최근 5년간 지속적으로 증가

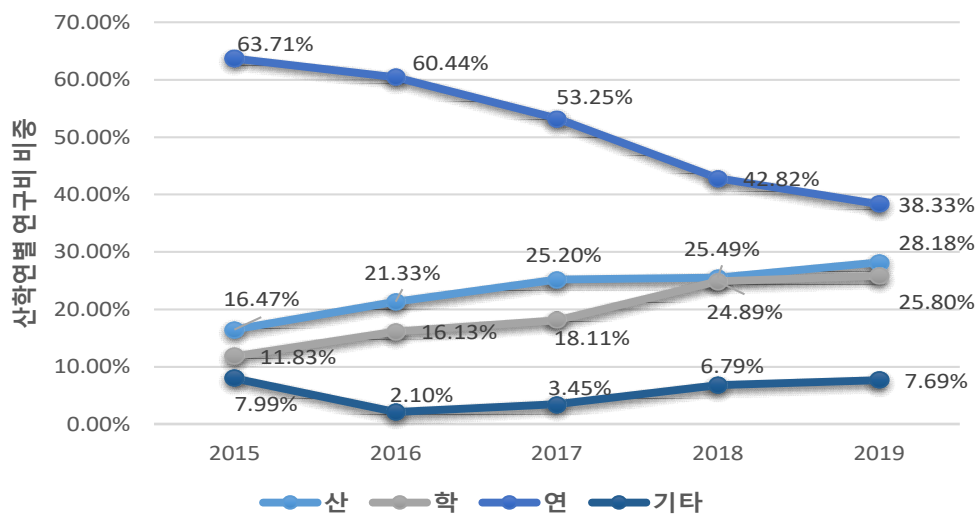
29) 최근 5년간('15~'19)의 국가연구개발사업 조사·분석 통계(NTIS) 데이터를 이용하여 정부 지원 연구과제 중 PAV 및 드론과 관련된 과제를 분석 *과제 검색 키워드 : PAV, 개인용 항공기, UAM, UAV, 드론, 무인항공기 등



[그림 7] 최근 5년('15~'19) 드론 분야 정부R&D 투자 현황

(PAV 및 드론연구 수행주체) 산·학의 참여 비중 확대, 참여부처 및 주관기업 수의 증가 등 수행주체의 다양화가 진행되어 드론연구의 외연이 확장

- 드론연구가 출연연 중심에서 산업계와 학계로 이동하고 있으며, 참여부처와 과제주관기업도 함께 증가하고 있어 드론연구의 참여 주체가 확대되는 추세



[그림 8] 최근 5년('15~'19) 드론 분야 정부R&D 수행주체 현황

〈표 6〉 드론연구 참여부처 및 과제주관기업 수 현황

(단위: 개)

구분	참여부처 및 과제주관기업 수				
	2015	2016	2017	2018	2019
참여부처	15	16	19	20	20
주관기업	228	334	431	499	551

☞ (PAV 및 드론 연구개발단계) 2019년도 R&D단계별 투자는 기초·개발·응용·기타 순이며 최근 5년간 기초·응용 단계의 연구비가 증가 및 모든 단계에서 과제 수가 증가가 나타남

- 개발 단계의 연구비는 2018년 국방사업의 연구비 감소에 따라 함께 감소하였으나 기초·응용 단계의 연구비는 지속적인 증가를 보이고 있으며, 모든 단계에서 과제 수는 지속적으로 증가
- 이러한 결과는 드론 연구가 출연연에 의한 체계개발 중심에서 산업계와 학계에 의한 기초·응용 연구로 전환됨에 따라 나타난 것으로 해석 가능

〈표 7〉 드론 연구개발단계별 연구비 및 과제 수

(단위: 억 원, 개)

구분	연구비(과제 수)				
	2015	2016	2017	2018	2019
기초	304(135)	522(261)	690(411)	940(461)	878(584)
응용	353(66)	411(96)	722(129)	884(178)	1,148(212)
개발	1,387(170)	1,985(262)	2,123(281)	1,169(302)	1,403(362)
기타	250(21)	85(26)	315(47)	413(73)	403(87)
합계	2,295(392)	3,003(645)	3,850(868)	3,406(1,014)	3,833(1,245)

제6장 결론

6.1. 요약 및 정리

 PAV는 인구 밀집이 높은 도심에서의 이동시간 단축 효과가 기대되어 차세대 모빌리티로서 주목을 받고 있으며, 이를 이용한 UAM 구축 논의가 활발

- PAV 및 UAM 서비스가 대규모 산업으로 확대될 것이라는 낙관적 전망이 제시되고 있으며 국내외 다양한 기업이 투자를 단행
- 세계 각국에서 PAV 연구개발이 민간 위주로 활발하게 이루어지면서 각기 각색의 PAV가 개발되고 있으나, 모든 기체가 여객 목적의 상용화에는 도달하지 못함

 주요 기술로는 분산전기추진, 이차전지, 자율비행 등이 있으며 PAV 활용성 증대를 위해서는 이차전지와 자율비행 기술의 고도화 필요

- 이차전지는 PAV의 항속시간 및 거리를 결정짓는 주요 기술이며, 항공기뿐만 아니라 자동차 등 다양한 업계에서의 수요가 존재하여 기술이 빠르게 성장할 것으로 예상
- 자율비행의 기술 성숙도 부족과 법·제도적 준비 미흡으로 인해 상용화 초기에는 조종사의 보조 수단으로 활용된 후 점차 조종사를 대체할 것으로 예상

 스타트업, 자동차 및 항공기 업계가 PAV 개발 경쟁을 하고 있으며, 감항인증을 획득한 선도업체가 있어 2025년 전후로 상용화 및 산업 성장 전망

- 스타트업은 eVTOL 시장에 가장 먼저 뛰어들어 성과를 내며 산업을 선도하고 있고 일부 업체는 감항인증을 획득하여 상용화 초읽기에 진입
- 자동차 업계는 자체적 PAV 개발 및 스타트업 투자를 통해 향후 자동차 산업의 일부가 UAM으로 전환될 것에 대비하고 있으며 PAV와 자동차를 연계한 사업 방안을 모색
- 항공기 업계는 보유하고 있는 우수한 항공기 기술을 바탕으로 PAV 개발에 속도를 올리는 한편 스타트업에 투자하여 변화하는 항공업계에서도 우위를 유지하기 위하여 노력

미국을 포함한 주요국은 민간의 기체 개발과 빠른 상용화를 지원하기 위하여 실증 사업 중심으로 정부R&D사업을 운영

- 미국의 PAV 실증사업을 통하여 미국 기업에서 개발한 PAV가 군용 감항인증을 획득한 사례가 나온 바 있으며, 유럽도 2021년부터 대규모 UAM 실증사업이 대거 착수

우리나라는 중앙정부와 지자체 모두 중요성을 인식하여 기체 개발에 나서고 있으며, 산업계에서는 한화시스템과 현대차를 두 축으로 하여 생태계를 구축

- 한화시스템과 현대차가 주축이 되어 통신사·공항공사 등 관련 산업계가 협력체계를 구축하고 있으나, 기존 항공산업의 주요 기업인 KAI, 대한항공 등의 eVTOL에 적극적으로 나서는 모습은 확인하기 어려움

현재까지 PAV에 대한 정부R&D 규모는 크지 않으나 드론에 지속적인 투자를 해온 바 있으며, 신규 PAV 연구개발 사업이 착수되고 있어 투자 확대 예상

- 2019년 정부R&D 투자 규모는 61.24억 원(PAV), 3,833억 원(PAV+드론)이며, PAV 및 드론에 대한 투자규모가 非국방R&D 위주로 성장하고 있고 수행주체가 다양화
- 既착수 사업의 본격화에 따른 예산 증가가 예정되어 있으며, K-UAM 기술로드맵에 따른 기술개발이 계획되고 있어 PAV에 대한 연구개발 투자규모는 지속 증가할 것으로 예상

6.2. 정책제언

빠른 산업 형성의 마중물로서 非여객용 수요를 창출하고, 안정적인 UAM 운영을 위한 기체 외적 요소에 대한 선제적인 연구 지원을 통해 사회 수용성 제고

- 여객용으로 활용하기에 앞서 운항 기록을 확보하여 기체의 안전성을 입증하고 기체 개발 자금을 확보할 수 있도록 화물 운송용·군용 등의 非여객용 수요 창출 지원
- 정부는 관련 법·제도, PAV 안전기술, 사고 대응책, 기체 정비, 관제 체제 등 PAV의 안정적 운용에 필요한 기체 외적 요소에 대한 연구를 선제적으로 지원하여 민간에서 개발된 PAV의 상용화 기반 마련

전기차, 자율주행차 등 다른 차세대 모빌리티와 공유되는 기술·제도적 이슈가 존재하여, 통합적인 대책 마련 필요

- 자율주행·비행 중 사고 발생 시 책임소재 및 보험 문제와 선택 상황 시 윤리문제, 법·제도의 미비, 인프라 구축방안 등 차세대 모빌리티에 공통적으로 나타날 수 있는 문제 존재
- 새로운 기술의 등장과, 기술 융합이 빠르게 이루어지면서 어떠한 모빌리티가 미래를 점칠지 불확실한 상황이므로 개별 이슈에 대한 단편적 대응에 그치는 것이 아닌 미래 변화에 대해 유연히 대응할 수 있도록 지상·해상·공중의 다양한 차세대 모빌리티를 종합적으로 고려한 대응책 마련이 필요

자율비행은 PAV를 이용한 UAM 서비스의 경제성 확보의 보틀넥으로 작용할 것으로 예상되어, 정부는 민간에서 개발된 자율비행 기술이 빠르게 구현될 수 있도록 인프라 구축 및 제도 정비에 선제적으로 나설 필요

- 주요 업체들은 조종사를 통한 1차 상용화 이후 자율비행기술 고도화에 맞추어 자율비행 도입을 예고하고 있으나, 조종사 훈련비용 및 인건비 등을 고려할 때 조종사를 통한 운항은 경제성이 낮아 초기 산업 형성의 장애물로 작용 예상
- 자율비행기술의 성숙도 부족도 난관이나, 자율항공기에 대한 인증제도, 자율비행을 지원할 초저지연 통신·고정밀 항법·무인관제체제의 불비 또한 큰 걸림돌로 작용할 수 있어 국가 차원의 지원 필요

PAV가 세계적인 주요 산업으로 확대될 것에 대비하여, 기체뿐만 아니라 소재·부품·장비·소프트웨어 기술 확보에 나서 가치사슬의 중요위치 선점 필요

- PAV의 소·부·장·S/W는 PAV 단독기술/드론과의 공유기술/자동차와의 공유기술로 분류할 수 있으며 각 분류에 따라 적절한 투자전략이 필요
- PAV로 인하여 새로이 창출되는 소·부·장·S/W은 기업 수요에 기반하여 식별·발굴할 필요가 있으며 가치사슬에서의 중요성을 고려한 투자 필요
- 드론과 공유되는 기술은 기존 투자의 성과 확대 및 향후 투자의 효율화를 위하여, 드론을 대상으로 既 개발된 기술을 활용하고 승객이 탑승하는 PAV의 특성을 고려하여 신뢰도 고도화를 위한 추가적인 연구활동을 지원

- 기존의 소·부·장 관련 정책*에서도 중요하게 다루어지고 있는 자동차의 경우, 자동차뿐만 아니라 PAV로의 활용을 고려하여 기술의 중요성을 평가함으로써 PAV과의 공유기술에 대한 평가 제고 및 지원의 확대 필요

* 「제1차 소재·부품·장비산업 경쟁력강화 기본계획(’20.10월)」 등

지자체가 자체적으로 진행하고 있는 연구개발의 통합적 관리가 필요하며, 지자체의 특성에 맞는 핵심부품 개발에 집중할 필요

- 드론산업에 대해 다양한 지자체에서 적극적인 R&D에 나섰으나 큰 성과를 거두지 못한 것과 같이, 기술적·제도적 난이도가 높은 PAV 기체에 대한 분산적인 연구는 유의미한 성과를 보이기 쉽지 않을 것으로 예상되어 지자체에서 수행되는 연구에 대한 통합적 검토 필요
- 지자체는 각 지역의 특화 분야를 살려 PAV의 핵심부품 개발을 집중 지원하여 후방산업 형성에 힘쓰는 한편, 지역 특성을 고려한 PAV 수요 개발 필요

참고문헌

- Uber Elevate(2016), White paper: Fast-Forwarding to a Future of On-Demand Urban Air Transportation
- Consumer Technology Association(2020), 5 Technology Trends to Watch
- Morgan Stanley(2019), Are Flying Cars Preparing for Takeoff?
- Mark D. Moore(2003) "Personal Air Vehicles: A Rural/ Regional and Intra-Urban On-Demand transportation System," AIAA Paper 2003-2646
- 한국항공우주연구원(2017), 「미래형 자율비행 개인항공기(OPPAV) 안전운항체계 개발 및 인프라 구축」 공동기획연구
- Uber Elevate, UberAir Vehicle Requirements and Missions(2020. 11. 28. 확인)
- Claus Müller(2017), Opportunities and Challenges of Electric Aircraft Propulsion
- Chuck Lents, United Technologies Research Center(2019), "Hybrid Electric Aircraft Design Space, Feasibility and Technical Challenges"
- Michael Ohadi(2019), "ARPA-E Electric Motors for Aviation Workshop"
- Volocopter(2019), White paper, Pioneering the urban air taxi revolution
- EHang(2020) The Future of Transportation: White Paper on Urban Air Mobility Systems
- Composite World(2020), Composite aerostructures in the emerging urban air mobility market
- eVTOL(2020) Joby Aviation receives first airworthiness approval from U.S. military for electric VTOL aircraft
- Joby Aviation(2021) Joby Aviation to List on NYSE Through Merger With Reinvent Technology Partners
- 국토교통부(2020), UAM Team Korea 발족식 발표 자료
- 한국경제(2020), 현대차, 2025년까지 60조 투자...모빌리티 솔루션 전환 '가속'
- DRONEII(2021) Top 10 Drone Manufacturers market shares in the US
- 일본 경제산업성(2018), 空の移動革命に向けたロードマップ
- 인천투데이(2020), 인천공항경제권 육성, MRO·PAV 산업이 핵심
- eVTOL News(2021), Agility Prime Accelerates eVTOL Development
- 영국 정부(2019), Future Flight Challenge Phase 1 지원 접수 공고
- 연합뉴스(2020), 현대자동차, 영국 모빌리티 기업과 UAM 인프라 조성 나선다

Ⅱ KISTEP 기술동향브리프 발간 현황

[illegible]



| 저자 소개 |

최충현

한국과학기술기획평가원 투자기획조정센터 부연구위원

Tel: 043-750-2609 E-mail: chchoi@kistep.re.kr

| 편집위원 소개 |

류영수 선임연구위원

강현규, 정지훈 연구위원

임승혁 부연구위원

윤성용 연구원

한국과학기술기획평가원 사업조정본부

Tel: 043-750-2591 E-mail: chopper@kistep.re.kr

※ 본 KISTEP 기술동향브리프의 내용은 필자의 개인적 견해이며, 기관의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.

KISTEP 기술동향브리프 | 2021-05호

개인용 항공기(PAV)