creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

허 경 옥 교수 지도

박사학위 청구논문

플라잉카와 UAM(도심항공교통) 서비스 개발 현황 및 소비자 이슈

2024

성신여자대학교 대학원

생활문화소비자학과

조 부 경

플라잉카와 UAM(도심항공교통) 서비스 개발 현황 및 소비자 이슈

허 경 옥 교수지도

이 논문을 박사학위논문으로 제출함

2024년 4월

성신여자대학교 대학원
생활문화소비자학과
조 부 경

인 준 서

조부경의 박사학위 논문으로 인준함

2024년 6월

심사위원장 전 진 수 (서명 또는 인)

심 사 위 원 이 재 학 (서명 또는 인)

심 사 위 원 차 경 욱 (서명 또는 인)

심 사 위 원 양 수 진 (서명 또는 인)

심 사 위 원 허 경 옥 (서명 또는 인)

성신여자대학교 대학원

논문 개요

불가능하게 여겨졌던 하늘을 나는 차, 플라잉카와 UAM(Urban Air Mobility 도심항공교통; 이하 UAM))이 구체성을 띠고 있고 수년 내 우리의 삶에 등장할 것으로 보인다. 플라잉카 제도 관련 기술들이 인공지능, 사물인터넷, 자율주행, 빅데이터 등의 기술과 융복합되어 플라잉카 또는 드론 택시가 상용화될 것으로 보인다. 플라잉카 혹은 에어택시는 장기적으로 수직 이착륙 가능한 소형 항공기, 자율주행 등의 모델로 새로운 개념의 항공 교통이동 수단이 되어 대도시의 지상교통혼잡을 해결할 수 있을 것으로 보인다. 플라잉카 또는 드론 택시 개발의 가속화로 맞춤형 에어택시 서비스, 공항셔틀 서비스, 도시 간 비행 서비스 등 UAM 서비스 역시 활발하게 개발되고 있다. 이 같은 상황에서 새로운 교통수단인 플라잉카 또는 드론카에 대한 일반 소비자의 이해도가 낮고 소비자학 분야의 연구가 전무하여 이와 관련한 조사분석 및 논의가 시급하다.

따라서 본 연구에서는 일반 소비자들에게 아직은 생소할 수 있는 플라잉카의 등장 배경, 개발 현황, 관련 UAM 산업의 상용화 요건, 플라잉카 관련 주요 이슈 및 과제, 예상되는 소비자 이슈 등에 대해 살펴보고자 한다. 또한, 플라잉카 관련 UAM 서비스 시스템 구축 계획, UAM 서비스 상용화를 위한 요건, 주요 이슈 및 과제 등에 대해 논의하였다. 다시 말해, 플라잉카와 관련 UAM 서비스 개발 현황, 인프라 구축, 상용화 요건, 주요 문제나 이슈에 대해서 살펴보았다. 본 연구의 목적을 달성하기 위해 플라잉카, 드론카, 항공분야, UAM 분야의 연구 보고서, 논문, 보도자료 등 다양한 자료를 조사분석 하였다. 본 연구에서 조사・분석하고 논의한 주요 내용을 정리하고 요약하면 다음과 같다.

첫째, 플라잉카는 3차원 공간으로 이동 및 교통수단으로써 긴급 차량으로 활용, 관광자원 및 물류에서 활용할 수 있다. 플라잉카는 재해 및 사고 현장에 신속하고 유연하게 대응할 수 있으며, 새로운 관광자원으로 고객 유치 효과도 기대된다. 또한, 드론을 응용한 드론 택시 개발은 접근성이 좋지 않은 장소에 효율적 물류배송에도 도움이 될 것이다.

플라잉카는 도로정체 악화, 급격한 도시화로 새로운 교통수단으로써 초기 단계에서는 도심 내 20㎞ 이내 단거리 승객 운송에 드론과 유사한 항공기가 개발될 것이다. 최근 전기 추진방식을 활용하여 기존 활주로 이착륙 방식이 아닌 작은 공간만 있으면 타고 내릴 수 있는 수직 이착륙 가능한 전동수직이착륙(eVTOL: Electric Vertical Take-Off and Landing)이 대세로 자리 잡고 연구개발을 가속화 하고 있다. 미국 항공우주국(NASA), 우버 회사, 독일의 항공기 제조업체 볼로콥터, 우리나라의 경우 한국항공우주연구원(KARI), 한국항공우주산업(KAI), 현대자동차, 한화시스템 등이 전기 수직이착륙기 형태의 플라잉카를 개발 중이다.

둘째, 플라잉카 상용화를 위해서는 배터리 효율을 높이는 것이 과제이다. 항속거리와 적재중량은 반비례하므로 고효율 배터리 탑재는 가장 중요한 요소이다. 플라잉카 개발 및 상용화의 또 다른 과제는 전동수직이착륙, UAM 시스템 구축, 소음문제, 배터리의 용량, 수명, 경량화 기술 등이다.

셋째, 플라잉카 관련 정부 정책은 항공교통의 안전과 관리, 항공기의 안전성을 보장할 수 있는 규정과 품질 관련 인증제도 도입, 플라잉카와 기존 항공체계를 통합 관리 및 운영할 수 있는 저고도 무인 비행체 교통관리시스템(UTM:Unmanned Traffic Management), 플라잉카 기술과 UAM 시스템 관련 각종 법・제도 정비, R & D 지원, 구매 보조금 제도 도입 등이 필요하다. 게다가 이를 위한 예산과 플라잉카에 대한 지역사회, 소비자들의 사회적 수용을 위한 정부의 노력도 필요하다.

넷째, 플라잉카 관련 소비자 이슈는 플라잉카의 높은 가격과 이용요금, 안전 관련 이슈, 관련 법령 및 사고 시 보상 이슈가 있다. 소비자 관점의 관련 제도 정비, 플라잉카 도입 절차와 요건 등 보다 정밀한 준비가 필요하다. 소비자들이 플라잉카를 이용할 가능성, 가격, 여러 비용에 대한 고민도 필요하다. 게다가 플라잉카 상용화로 인한 기존 전통적 이동/물류 산업의 저항, 플라잉카가 실현됨에 따라 생겨나는 과거 전통분야 근로자 문제, 새로운 비즈니스로 인해 발생할 수 있는 사회적 이슈들이 존재하고 있다.

다섯째, 플라잉카의 상용화는 플라잉카 운영에 필요한 UAM 서비스 시스템 구축이 전제 조건이다. UAM은 4차 산업혁명의 기반 기술인 인공지능, IoT, 빅데이터, 블록체인, 드론, 에너지 저장, 3D 프린팅 등 혁신 기술들과 전기화, 자율주행, 플랫폼 등 미래 혁신 요소를 모두 결합하여 도시 집중화 현상을 해결할 수 있는 교통수단으로 대두되고 있다. 그런데 UAM 서비스 시스템 구축은 여러 어려움을 해결해야 한다. 예를 들면, 복잡한 도심에서 수많은 개인용 비행체(PAV: Personal Air Vehicle)를 어디에서 띄울 것인지, 또 전기동력의 기체를 어디에서 충전하고 정비할 것인지 등의 문제는 쉽게 해결하기 어렵다. 개인용 비행체의 이착륙, 충전 및 정비와 함께 다양한 도시의 모빌리티를 효율적으로 연계할 수 있는 인프라 구축이 UAM 생태계 확산을 위해 필수적인 요소가 될 것이다.

여섯째, UAM이 상용화되기 위해서는 기술의 지속적인 개선과 융합, 새로운 인프라 구축, 제도와 법률의 정립, 사회적 수용성 증대, 관련자들의 협력 및 파트너십, 통합 플랫폼 운영 공유 등이 전제되어야 가능하다. 기술적 측면에서 배터리 성능, 완전 자율비행, 고성능 제어 등 기술적 성숙도가 더욱 높아져야 하고, 제도와 법률적 측면에서는 다양한 품질과 안전 인증, 운행규정 수립 등이 정립되어야 한다.

일곱째, UAM 서비스 관련 소비자 이슈는 무엇보다 UAM 서비스 관련 법제

화 및 안전 규제 정비, 이용 편의를 위한 인프라 구축, 연계교통과의 연결성, 안전 · 보안사고 시 보상 등이 있다. 또한, 개인용 비행체 및 UAM의 제작 및 운영에 필요한 전문인력 양성은 비용과 시간이 많이 예상되므로 민간 역량 확보 · 강화도 중요한 이슈이다.

본 연구에서는 플라잉카의 등장 배경 및 개발 현황, 관련 산업의 상용화 요건, 향후 플라잉카 관련 주요 이슈나 과제, 예상되는 소비자 문제 등에 대해 살펴보았다. 플라잉카 제품 자체에 관한 논의와 플라잉카 운행 및 운영 전반 서비스를 담당하는 UAM 서비스 개발 현황, 법 제도적 측면의 주요 과제, 소비자 관점의 이슈, 예를 들면 안전문제 등에 대해 조사·분석한 본 연구는 소비자들의 이해를 높이는데 중요한 연구라 하겠다. 본 연구는 미래 항공교통수단인 플라잉카의 상용화와 UAM 서비스 개발 및 상용화를 위한 기초 정보를 제공할 수 있다. 일반 소비자들에게 아직 생소한 플라잉카와 UAM 서비스에 대한 중요한 정보 제공 등 미래 UAM의 발전에 대한 기초 이해를 높이는데 기여할 수 있다.

향후 플라잉카와 UAM 서비스는 산업간 융합과 비즈니스 혁신을 통해 새로운 교통이동 모빌리티 생태계를 구축해 나갈 것으로 예측된다. 앞으로도 본 연구를 계기로 플라잉카 관련 연구조사, 플라잉카 운행 및 운영 전반, 소비자 관점의 플라잉카 및 UAM 서비스 관련해 여러 이슈 및 주제의 후속 연구가 계속되기를 기대한다.

목 차

논문개요

Ⅰ. 서 론 ····· 1

Ⅱ. 플라잉카의 이해 ····· 5

1. 플라잉카 등장 및 개발 배경 ····· 5

1) 메가시티 등장 및 교통 문제 ····· 5

2) 플라잉카 개발 배경 ····· 8

2. 플라잉카의 이해 ····· 9

1) 플라잉카의 개념 ····· 9

2) 플라잉카 유형 ····· 11

3) 플라잉카 개발 현황 ····· 14

4) 플라잉카 상용화 요건 ····· 19

5) 플라잉카 기타 유형(드론카) ····· 24

3. 플라잉카 관련 향후 과제 및 소비자 이슈 ····· 29

1) 플라잉카 향후 과제 ····· 29

2) 플라잉카 관련 소비자 이슈 ····· 35

III. UAM(도심항공교통) 서비스의 이해 ····· 38

1. UAM 서비스의 기초 ····· 38

1) UAM의 개념 ····· 38

2) UAM 개발 배경 ····· 39

3) UAM 인프라 구축 ····· 41

4) UAM 상용화 요소 ····· 43

5) UAM의 개발업체 유형 및 개발 경과 ····· 44
6) UAM 운영모델 및 기반시설 유형 ····· 47
7) UAM 활성화 요건 ····· 53
8) UAM의 효용 ····· 57
9) UAM 시장과 산업 전망 ····· 59
2. UAM 서비스 관련 향후 과제 및 이슈 ····· 62
1) UAM 서비스 관련 향후 과제 ····· 62
2) UAM 서비스 관련 소비자 이슈 ····· 64

Ⅳ. 결론 및 제언 ····· 66
1. 플라잉카 관련 결과 및 제언 ····· 66
2. UAM(도심항공교통) 서비스 관련 결과 및 제언 ····· 68

<참고문헌> ····· 71
ABSTRACT(영문초록) ····· 76

<표 차례>

<표1> 도로주행과 비행이 가능한 플라잉카 모델 ····· 10
<표2> 개인용 비행체(PAV) 형식 분류 ····· 13
<표3> 한국의 개인용 비행체(PAV) 개발 모델 ····· 16
<표4> 드론의 다양한 표현 및 정의 ····· 27
<표5> 국내 드론 관련 규정 ····· 31
<표6> 플라잉카 관련 주요 IT 기술 ····· 34
<표7> 전 세계 교통혼잡 순위 및 교통으로 낭비된 시간 ····· 38
<표8> 전동수직이착륙(eVTOL) 추진형태별 분류체계 ····· 39

<그림 차례>

<그림1> 도로주행과 비행이 가능한 플라잉카 모델 ····· 11
<그림2> 단계별 K-UAM 발전 관련 주요 지표 ····· 18
<그림3> 초기 UAM 지상 기반시설 도입과 운영모델 ····· 51
<그림4> 중기 UAM 지상 기반시설 도입과 운영모델 ····· 52
<그림5> 장기 UAM 지상 기반시설 도입과 운영모델 ····· 52
<그림6> 초기 K-UAM 교통체계 구조 ····· 55
<그림7> 초기 K-UAM 운용 개념도 ····· 55
<그림8> HI-FO가 제시하는 UAM ‘더’ 시리즈 ····· 56

플라잉카와 UAM(도심항공교통) 서비스 개발 현황 및 소비자 이슈

Ⅰ. 서 론

하늘을 나는 자동차 즉 플라잉카 시대가 오고 있다. 오랫동안 인간은 언제 어디서나 하늘을 자유롭게 날아다닐 수 있는 것을 꿈을 꾸어 왔는데 최근 현실로 다가오고 있다. 1985년 개봉한 ‘Back to the Future’라는 SF 영화에 하늘을 나는 자동차가 등장하였고, 1997년 개봉한 영화 ‘제5 원소’에는 하늘을 날아다니는 드론 택시가 등장하였다(사이언스인 미디어, 2018년 4월 1일). 플라잉카는 1917년 미국의 항공기 설계사인 글렌 커티스가 개발한 오토플레인을 시초로 간주하고 있다(한국경제, 2020년 11월 9일).

기존의 경비행기 또는 헬리콥터는 교통수단 임에도 불구하고 도심에서는 큰 소음 발생과 비행장이 필요하므로 상용화되지 못하였다. 이런 문제를 해결하기 위하여 새로운 교통수단으로써 소음이 적고 움직임도 날렵하고 육상교통에 부담을 주지 않으며 도심 내에서 이동할 수 있는 플라잉카가 등장하였다.

도로정체 악화와 급격한 도시화 같은 구조적 문제로 인해 새로운 교통수단인 플라잉카에 관한 관심과 수요가 더욱 높아지고 있고, 기술적 난제와 비용 문제로 취미용으로 사용했던 드론에서 점차 적재하중을 높여가는 화물용/택배 서비스 그리고 대중교통 수단으로 진화하고 있다.

2010년 전후로 현대적 의미의 플라잉카가 본격적으로 소개되기 시작하였다. 미국 MIT 대학 졸업생들이 설립한 테라튜지아(Terrafugia)는 2009년 텍사스에서 자동차에 접이식 날개를 갖춰 도로에서의 주행과 하늘에서의 비행이 가능

한 트랜지션(Transition)이라는 플라잉카를 20분간 시험 비행 하는 데 성공하였다. 2012년 네덜란드 팔 브이(PAL-V)는 자동차와 자이로콥터를 결합한 리버티(Liberty)를 공개했으며, 2014년 슬로바키아의 에어로모빌도 자동차와 비행기를 결합한 에어로모빌 3.0을 공개하였다(삼정KPNG 경제연구원, 2020).

초기 플라잉카 모델들은 공중비행과 도로주행이 모두 가능하나 이륙을 위해 활주로가 필요한 모델들이었고, 또한 내연기관 엔진을 사용해 환경오염, 소음, 공해, 교통체증 등의 문제들을 해결하기에 여전히 부족하였다(미래경제뉴스, 2021년 11월 9일). 다행히 점차 항공기 기술 및 전기분산 추진, 다양한 경량화 소재의 빠른 발전, 자율주행 기술발전, 5G 통신, AI 기술발전이 더해지면서 도심 상공에서 전동수직이착륙 플라잉카 개발이 가시화되고 있다(하이투자증권, 2019).

글로벌 자동차(완성차) 회사들은 오래전부터 항공이동 교통수단 개발에 노력을 기울여 왔다. 독일에서는 아우디가 에어버스와 함께 비행기와 자동차의 중간쯤인 도심항공교통 사업을 시작하였다. 미국 완성차 업체 제네럴모터스(GM)는 플라잉카 모델을 공개하면서 물류 솔루션과 전기 상용차, 자율주행, 셔틀 등을 추가로 선보였고 미래 모빌리티 산업을 선점하겠다는 포부를 밝혔다(Byline Network, 2021년 1월 14일). 현대자동차는 우버와 협업하여 수직이착륙형태의 활주로가 필요 없는 개인형 이동수단 플라잉카를 개발하고 있다. 현대차는 2028년 다인승 여객용 플라잉카를 상용화한다는 계획을 세워두고 있다. 구체적으로 최대 시속 290㎞로 최고 600m 상공을 날 수 있고, 100㎞까지 주행이 가능한 개인용이 아닌 승객을 이송하는 항공택시 사업에 활용하겠다고 밝혔다. 또한, 현대차는 북미・유럽 등 전 세계에 플라잉카 전용공항인 에어원을 설치하고 있는 영국 스타트업체 어반에어포트와 협업하고 있다(조선일보, 2021년 10월 5일).

UAM(Urban Air Mobility 도심항공교통; 이하 UAM))은 도시 간 단거리 항공

운송 산업이다. 도심 내 공중에서 이동이 가능한 UAM은 도시 집중화 현상을 해결할 수 있는 대안으로 주목받고 있다. UAM은 도심 상공에서 사람 또는 화물을 운송할 수 있는 항공 이동 서비스를 통칭한다. 다시 말해, UAM은 저고도 공중을 이용하는 도시 단거리 항공운송 산업을 말한다(뉴스와이어, 2022년 6월 24일). 현재 전동수직이착륙 방식으로 개발되고 있고, 드론의 장점을 보유하여 공중 정지, 저소음, 친환경 등의 장점을 가지고 개발되고 있다. 결국 UAM은 항공 기체의 개발부터 제조, 판매, 인프라 구축, 플랫폼, 부대사업, 유지・보수 등 도심 항공이동수단과 관련된 사업을 모두 포괄하는 공중 교통서비스의 개념으로 정의할 수 있다(최정호, 최영문, 2020).

지금까지 개발된 대부분의 플라잉카는 배터리 용량 한계로 항속거리가 짧아 도시 내 이동에 최적화돼 있다(조선일보, 2021년 10월 5일). 그러나 하이브리드 플라잉카는 도시와 도시 이동 같은 장거리 운송에 적합하다(조선일보, 2021년 10월 5일). 정부에서는 초기 단계(2025～2029년)에는 비행사가 비행체에 직접 탑승해 조종하는 방식으로 운영하다가 이후 성장 단계(2030～2034년)에는 비행체를 원격 조종할 예정이며, 성숙 단계인 2035년 후에는 자율비행을 도입하겠다는 계획을 발표하였다(조선일보, 2021년 9월 29일).

업계에선 UAM 시장이 향후 약 20년간 폭발적인 성장을 거듭해 1조 5,000억 달러 규모 이상으로 성장할 것으로 예측하고 있다(헤럴드경제, 2021년 1월 29일). 2030년 전 세계 UAM 이용자는 연간 1200만명에 이를 것으로 예측되고 있고, 2050년에는 4억4500만명까지 늘어날 전망이다(조선일보, 2021년 10월 12일). 인구가 많이 밀집된 지역일수록 육상교통 개발이 어려운 만큼 하늘길 이용 즉 UAM 이용이 높아질 것이라는 분석이다.

UAM에 관한 투자업계의 관심도 뜨겁다. 글로벌 사모펀드(PEF) 및 벤처캐피털(VC) 투자 동향 조사 업체인 피치 북은 2020년 떠오르는 6가지의 신흥 기술의 투자 분야 중 하나로 항공택시를 꼽았으며, 해당 분야에 1억 달러 이상의

메가딜이 속속 등장할 그것으로 전망한 바 있다(삼정KPNG 경제연구원, 2020).

UAM 생태계 확산을 위해 필수적인 요소는 인프라 구축이다. 현재 대부분의 개인용 비행체가 전동수직이착륙로 개발되고 있어 활주로를 가진 공항처럼 거대한 인프라가 필요하지 않을 것으로 보인다. 그러나 복잡한 도심에서 수많은 개인용 비행체를 어디에서 띄울 것인지, 또 전기동력으로 개발되는 개인용 비행체를 어디에서 충전하고 정비할 것인지 등의 문제는 쉽지 않은 과제이다. 기존 헬리콥터 이착륙장을 개조하는 방법도 있지만, 다수의 시민이 이용하게 될 UAM에 사용하기에는 턱없이 부족하다. 일반 건물의 옥상을 개조하는 것에 대한 의견도 나오고 있으나 안전 문제상 쉽지 않다는 평가이다. 이에 따라 개인용 비행체 터미널을 새롭게 구축하는 것이 가장 실질적인 방안으로 떠오르고 있다(전용민, 2020).

플라잉카 및 UAM 개발 및 발전이 예측되고 있는 가운데 플라잉카와 UAM 관련 소비자 이슈 등의 우려도 제기되고 있다. 많은 언론이나 관련 업체들은 플라잉카의 환상적 장점만 부각하고 있고 실제 상용화는 아직도 먼 얘기라는 지적이 있다. 플라잉카 회사들은 2024년 이후를 상용화 시점으로 잡고 있으나 제품 개발과 검증에 더 많은 시간이 필요하다는 지적이 존재한다. 또한, 플라잉카 그리고 UAM 법규나 규제가 뒷받침되지 않아 상용화가 쉽지 않다는 지적이 많다. 실제로 플라잉카 운행 관련 법규, 사고 발생 시의 책임 소재나 보험 등을 마련한 나라가 아직 없다. 도심을 나는 플라잉카의 경우 소음 기준, 고도나 운항 허용 경로, 인증 방법 등에 대한 사전 안전 기준 검토와 이 기준에 대한 사회적 합의가 필요하다. 한편 도심 내에서 운항 중 사고 발생 시 탑승자 뿐만 아니라 지상에 있는 사람들의 생명도 위협할 수 있어 소비자안전 문제를 예방하기 위한 기술 규격, 안전 관련 법 제도가 미흡하다는 지적이다. 게다가 플라잉카가 상용화될 경우 플라잉카의 높은 가격 또는 소비자의 이용 가격도 문제가 될 수 있다는 지적이 있다. 샤오펑의 보이저X2의 가격은 최소

80만 위안(약 1억4752만 원), 오프너의 블랙플라이 초창기 출시 가격은 약15만 달러(약 1억7800만원)에 달한다는 뉴스가 있었다(조선일보, 2021년 10월 5일).

어쨌거나 스마트 시티의 중요한 교통축이자 다양한 운송방식의 한 분야인 플라잉카와 그 관련 서비스인 UAM에 대한 세계 각국, 관련 기업, 소비자의 관심은 더욱 높아지고 있다. 항공분야 학계에서는 플라잉카와 UAM 관련 기초 연구가 진행되고 있다. 그런데도 플라잉카와 UAM 서비스의 직접적 이용자, 즉 교통 소비자 관점에서 플라잉카와 UAM에 대한 소비자학 분야의 연구는 거의 찾을 수 없다. 플라잉카와 UAM에 대한 기술개발 및 서비스 시스템이 가시화되고 있음에도 변화의 중심에 서 있는 소비자 관점의 연구 및 논의는 찾아보기 힘들다. 뿐만 아니라 플라잉카 상용화 시 발생할 수 있는 여러 소비자 문제들, 예를 들면, 소비자안전, 가격, 노동자 문제 등에 대한 소비자 관점의 연구조사가 진행되지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 첫째, 일반 소비자들에게 아직은 생소할 수 있는 플라잉카와 UAM 서비스의 개발 현황, 관련 주요 이슈, 주요 해결과제, 법 제도 및 안전 등 예상되는 소비자 관점의 이슈, 향후 발전 방향에 대해 조사·분석하고자 한다.

Ⅱ. 플라잉카의 이해

1. 플라잉카 등장 및 개발 배경

1) 메가시티 등장 및 교통 문제

거주 인구가 백만 명 이상이면서 정치, 경제의 중심인 도시를 메트로 폴리

스라 부르며, 천만 명이 넘는 대도시, 스퀘어 km당 2,000명 이상이 모인 고밀도 도시를 메가시티라 부른다. 메가시티는 소득수준, 인프라, 정보 네트워크, 문화적 가치 등에서 국가보다 중요한 의미를 갖기도 한다. 예를 들면 뉴욕이 미국보다, 파리가 프랑스보다 더 높은 경쟁력을 갖는다는 것이다. 이와 같은 이유로 전 세계 국가들은 국가 경쟁력 강화보다 메가시티의 경쟁력 확보에 더 중점을 두기도 한다. 개별 메가시티의 경쟁력이 국가 경쟁력을 상승시킬 수 있기 때문이다. 이러한 여러 이유 등으로 도시 집중화 현상이 전 세계에서 나타나고 있다. 소비자들은 인지도, 영향력, 더 좋은 환경, 문화시설, 인프라, 직장, 네트워크 등의 혜택을 누리고 싶어 도시 집중화에 동참하고 있다(정일상, 1972). 2025년 이후에는 전 세계 인구 중 60%가 도시에 거주할 것으로 전망되고 있다. 2018년 천만 명 이상 인구가 밀집된 메가시티는 31곳이지만 2030년엔 43개로 늘어날 것으로 예측된다(연합뉴스, 2018년 5월 17일).

하이투자증권이 발표한 보고서를 참조하면 메가시티 등장 및 교통 문제는 매우 심각하다. 많은 사람이 모여 사는 메가시티는 고밀도 거대 도시이지만 제한된 공간이기 때문에 환경문제, 에너지 문제 외에도 구성원의 이동성 문제, 교통 문제가 가장 심각하다고 볼 수 있다. 실제로 메가시티의 중요한 현안으로 환경문제와 상습적으로 정체되는 교통 문제가 대두되면서 외곽순환로 공사나 지하철공사에 많은 재원이 투입되고 있다. 자동차의 포화로 인한 느린 차량흐름과 부족한 주차 문제, 장거리 통근 등 심각한 교통 문제는 계속되고 있다(고태봉, 2020).

오래된 메가시티의 경우 도로 인프라가 미비한 상황에서 각종 고층건물과 시설들이 생겨나면서 교통 인프라 개선이 매우 어려운 상황이다(하이투자증권, 2019). 메가시티에 많은 차가 운행되면서 주행 속도는 서울 24.0km/h, 도쿄 25.4km/h, 베이징 26.0km/h, 싱가포르 28.9km/h, 런던 30.6km/h에 불과하다(하이투자증권, 2019).

한편, 대도시의 경우 도로를 추가 건설하기에 한계가 있다. 선진국의 경우 이미 도시화가 한계에 도달해 공간확보가 어렵고, 자동차 보급률도 매우 높아 도로혼잡과 상습적인 정체가 나타날 수밖에 없다. 서울-경기-인천의 경인권은 인구 2천만 명이 넘는 세계적으로도 큰 규모의 메가시티로서, 도시 포화상태가 상당히 높아 추가적 도로공사를 하기에 어려움이 있다. 자동차 보급률도 매우 높아서 미국의 경우 인구 천 명당 830대, 일본 640대, 이탈리아 700대, 한국 430대 수준이고 세계 평균은 170대를 넘고 있다(하이투자증권, 2019).

이 같은 상황에서 메가시티의 공해 및 각종 사회적 문제가 심각해지고 있다. 진동, 소음, 빛, 악취 등에 해당하는 공해로 그 중 자동차와 지하철 진동, 소음은 큰 문제로 제기되고 있다. 통상 승용차는 100～103(dB) 이하, 화물차는 105～107(dB) 이하가 허용 기준이지만 수많은 자동차가 도로 위에서 내는 주행 소음과 경적 소음 등을 합치면 심각한 상태이다(하이투자증권, 2019). 뿐만 아니라 대기오염의 주범인 CO_2 를 비롯한 온실가스는 각종 호흡기 질환의 원인이 되고 있다. 한국도 미세먼지로 인한 주기적인 고통을 당하고 있다. 고가도로에서 운행하는 차량의 헤드라이트 불빛도 주택가에 그대로 노출되면서 수면을 방해하기도 한다(하이투자증권, 2019). 오래된 주택가나 노후 아파트에서 주차 문제로 주민 간 갈등은 어제오늘 일이 아니다.

메가시티 내 원활한 차량 흐름을 위해 건설되는 지하철과 도로는 엄청난 규모의 건설비용을 수반한다. 큰돈을 들여 도로를 건설하고, 도로를 건설한 후 얻는 효용 즉 투입된 금액 대비 통행 이동시간 단축 폭이 점차 줄어들고 있다. 지하철이 다니는 주변은 진동문제도 심각하다. 중앙환경분쟁조정위원회에 제기된 분쟁의 85%가 감각 공해인 악취, 소음, 진동문제였다. 특히 안전하고 신속하며 쾌적한 교통수단의 확보와 충분한 도로 인프라 보유는 메가시티 경쟁력을 좌우하는 필수 요건이 되어가고 있다(하이투자증권, 2019).

이렇듯 대중교통 수단과 친환경 동력을 활용하는 소형 이동수단 등 교통수

단의 효율성 향상은 대도시의 가장 큰 숙제 중 하나이다(하이투자증권, 2019). 결국, 사람과 자동차, 건물이 뒤섞인 복잡한 2차원 공간은 이제 효율을 높이기가 쉽지 않다. 상황이 이렇다 보니 하늘을 날아가는 플라잉카와 3차원 공간의 UAM(Urban Air Mobility 도심항공교통; 이하 UAM))은 현재의 메가시티 도시문제, 교통 문제를 해결할 수 있는 적절한 수단으로 등장하고 있다.

2) 플라잉카 개발 배경

플라잉카는 흔히 도심 내에서 또는 20㎞ 이내의 단거리 승객 운송에 사용되는 드론과 유사한 항공기를 말한다(글로벌이코노믹스 브라질 리우통신원, 2021년 8월 4일).[1] 불과 10년 전만 해도 이 같은 개념의 플라잉카는 머나먼 미래로 생각되었다. 그러나 각 산업에서 발전해 온 혁신적인 기술들이 하나로 융합되면서 플라잉카는 빠르게 현실로 다가오고 있다. 이미 다양한 산업에서 최고의 기술력을 갖춘 기업들이 플라잉카 산업생태계로 모여들고 있다. 한국과 같은 제조업 강국에서는 플라잉카 산업 즉, 2차원 공간의 이동수단에 대한 대체재 수단인 플라잉카에 대한 투자와 관심이 높은 상황이다.

신성장동력 발굴에 어려움을 겪고 있는 기업들은 플라잉카 시장의 새로운 기회를 모색하고 있다. 특히 우리나라 기업들은 자동차 배터리, 전자, ICT, 건설 등 초융합 기간 산업에서 경쟁력을 갖추고 있어 플라잉카 분야에 관심이 많다(이뉴스투데이, 2022년 6월 6일). 우리 기업들은 플라잉카 개발 관련 분야 등 가치 사슬을 자세히 분석하여 투자 가능한 영역을 찾기 위해 노력하고 있다. 플라잉카 관련 산업은 S/W 산업, 연관 시스템 산업, 서비스 산업도 큰 생태계를 이룰 수 있기 때문이다. 로봇, 자율주행, UAV(Unmanned Aerial Vehicle: 무인항공기)는 모두 4차 산업혁명의 근간인 CPS(Cyber Physical

1) 플라잉카와 드론카는 동일 용어로 혼동되기도 하는데 플라잉카의 초기 모델은 활주로 사용이며, 드론카는 수직이착륙의 특성이 강하다. 본 연구에서 플라잉카로 통칭하기로 한다.

System) 영역인 만큼 중요한 산업 분야로 간주되고 있다. 특히 디지털 트랜스포머 시대에 AI, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅 영역이 크게 확장되는 현시점에서 플라잉카 제작은 각국의 정부, 기업, 연구기관, 학계가 관심을 갖고 서로 치열한 경쟁을 하고 있다. 서울과 같은 우리나라 대도시는 최고의 시장 중 하나로 주목받고 있어, 시장지배력을 높이기 위해 전 세계 기업들이 치열한 경쟁을 할 것으로 전망된다(황호원, 2020).

수십 년 전부터 개인용 비행체(PAV) 개발에 보잉, 에어버스, 엠브라에르 등과 같은 항공기 업체들이 참여해왔다. 최근에는 현대자동차, 아우디, 도요타 등 글로벌 완성차 업체들도 적극적으로 참여하고 있다(삼정KPMG, 2020). 플랫폼 기업인 우버도 개인용 비행체 제조 기업들과 파트너십을 확장하는 등 UAM 생태계의 성장 가능성에 주목하고 있다. 뿐만 아니라 인텔이나 텐센트 같은 IT 기업들도 개인용 비행체 개발 업체들에 대한 투자를 활발하게 진행하고 있다(CHO Alliance, 2021). 이러한 기업들의 적극적인 움직임은 플라잉카와 UAM 생태계 형성을 지지하고 있다. 포르쉐 컨설팅에 따르면 여객용 개인용 비행체(PAV) 운행 대수가 기준선 추정으로 2025년 500대에서 2035년에는 15,000대에 이를 것으로 예측되며, 진보적인 추정으로는 2035년 43,000대에 달할 것으로 전망된다(최자성, 백정선, 황호원, 2020).

플라잉카는 도시의 새로운 이동성 옵션으로 떠오르며 치열한 개발 경쟁을 할 것으로 전망된다(황호원, 2020).

2. 플라잉카의 이해

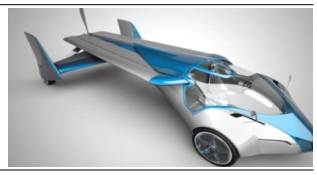
1) 플라잉카의 개념

플라잉카는 하늘을 나는 자동차라고 할 수 있다. 플라잉카는 일반 자동차처

럼 도로 위를 달릴 수 있다는 면에서 순수한 비행체인 개인용 비행체와는 기본적으로 차이가 있다. 머지않은 미래 도시 하늘을 누빌 새로운 교통수단의 개념으로써 하늘을 나는 자동차, 즉 플라잉카 시대가 다가오고 있다.

플라잉카는 날개나 프로펠러를 접고 달리다가 이륙하기 위해 일종의 변신 과정을 거친다. 따라서 플라잉카는 이륙에 필요한 활주로가 필요한데, 현실적으로 일반도로를 활주로로 이용하긴 어렵다. 또한, 하늘에서의 안전 보장과 지상에서의 실용성이라는 두 마리 토끼를 쫓다가 양쪽 다 부실할 수 있다는 문제점도 가지고 있다. 이와 같은 이유에서 기대를 모았던 플라잉카는 점차 전전동수직이착륙(eVTOL: Electric Vertical Take-Off and Landing)형태로 방향이 수렴되고 있다.

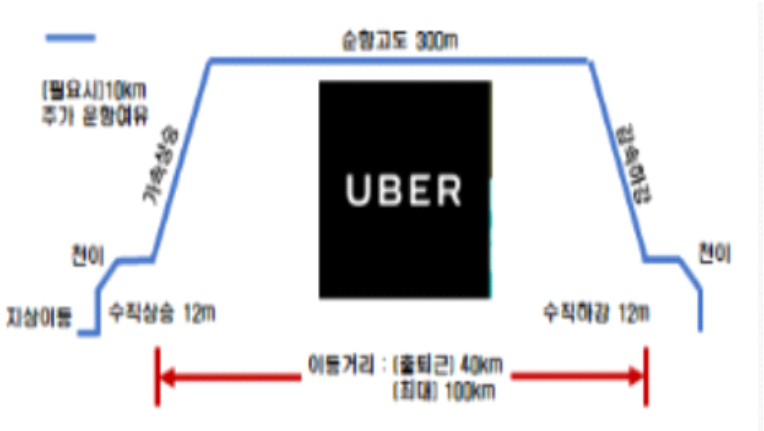
<표1> 도로주행과 비행이 가능한 플라잉카 모델

모델명	트랜지션(Transition)	리버티(Liberty)	에어로모빌3.0 (AeroMobil 3.0)
이미지			
제조사	테라퓨지아(중국 지리자동차)	팔브이(네덜란드)	에어로모빌(슬로바키아)
공개시점	2009년	2012년	2014년
특징	・접이식 날개장착 ・최대비행거리: 640km ・최고비행속도: 161km/h ・이륙에 필요한 거리: 518m ・비행모드 변환과정:30초 ・예상가격: $40만-50만	・접이식 프로펠러 장착 ・최대비행거리: 500km ・최고비행속도: 180km/h ・비행모드 변환과정:10분 ・예상가격: $40만(보급형)	・접이식 날개장착 ・최대비행거리: 700km ・최고비행속도: 200km/h ・이륙에 필요한 거리: 200m ・비행모드 변환과정:3분 ・예상가격: $130만

출처: 삼정KPNG 경제연구원(2020) 하늘 위에 펼쳐지는 모빌리티 혁명, 도심 항공 모빌리티

우버(주)에서 개발한 플라잉카 운항 개념도 <그림1>을 통해 플라잉카 개념을 더 잘 이해할 수 있다. 플라잉카를 이용하기 위해서는 우버 택시 등을 이용하여 지상 이동을 통해 우버에어로 환승을 하게 된다. 우버에어는 수직이륙한 후 가속 상승하여 지상 약 300m에서 비행하게 되고 도착지에 도착하면 감속 하강한 후 수직착륙 하게 된다. 그 이후 소비자는 우버 택시 등을 통해 최종목적지까지 지상 이동을 하면 된다. 이처럼 플라잉카 이용 시스템은 지점간(point-to-point) 이동이 아니라, 육상 교통과의 연계를 통해 출발지에서 최종목적지까지 door-to-door 이동으로 소비자의 편의를 증대시키는 데 주된 목적이 있다(곽수환, 2021).

<그림1> 우버에서의 운항 개념도



출처: 국토교통부(2020) 2025년, 교통체증 없는 '도심 하늘길' 열린다

2) 플라잉카의 유형

플라잉카는 크게 개인용 비행체와 전동수직이착륙을 포함하는 개념이다. 개인용 비행체는 개인의 이동을 위한 항공교통 수단의 총칭으로 개인이 소유하는 경우가 대부분이며 소형화 및 조종이 단순화된 비행체를 의미한다. 영화에

서 자주 보던 부호들의 자가용 비행기, 취미로 PPL(Private Pilot License) 면허를 딴 후 비행할 수 있는 경비행기가 개인용 비행체(PAV)로 분류될 수 있다. 기존 대형항공기는 수백 명이 탑승하는 데 반해, 개인용 비행체는 개개인의 요구에 맞게 움직일 수 있는 특징이 있다(최연재, 조현진, 권예윤, 이상학, 2020). 연구를 기초로 플라잉카의 유형을 구체적으로 정리・요약하면 다음과 같다.

(1) 개인용 비행체(PAV: Personal Air Vehicle)

개인용 비행체의 종류는 아래의 <표2>에서 보는 바와 같이 3가지 분류 기준에 의해 구분할 수 있다. 첫째, 운용방식에 따라 구분해 보면, 단일모드와 이중모드로 구분할 수 있다. 단일모드는 일반 항공기의 비행모드로 운행하는 개인용 비행체를 말하고, 이중모드는 지상에서는 일반 자동차의 도로 주행모드 운행하는 개인용 비행체를 말한다. 과거에는 지상에서 일반 자동차의 도로 주행모드와 공중에서의 비행 모드로 운행할 수 있는 이중모드 개인용 비행체에 관한 연구가 많았다. 그러나 오늘날에는 비용감소 등 경제적인 이유와 안전상의 이유로 항공기의 비행 모드로만 운행하는 단일모드 개인용 비행체에 관한 연구가 진행되는 추세이다(이재홍, 홍성조, 2021).

둘째, 이착륙 방식에 따라서는 고정익 항공기와 유사한 형태로 이착륙 시 활주 거리가 있어야 하는 개인용 비행체, 짧은 활주로 또는 저속으로 이착륙이 가능한 개인용 비행체, 활주로 없이 수직으로 이착륙이 가능한 개인용 비행체로 구분할 수 있다(민경무, 2020).

셋째, 동력원에 따라 구분하면, 화석연료를 동력으로 사용하는 내연기관 개인용 비행체, 전기추진 시스템을 이용한 개인용 비행체로 구분할 수 있다. 내연기관 동력의 헬리콥터와 같은 회전익 비행체는 소음이 크고 비행 속도가 빠르지 못하다는 단점이 있다. 반면 고정익 항공기는 고속 비행이 가능하다는

장점이 있으나 활주로가 필요하다는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 해결하고자 최근 수직이착륙 방식을 통해 도심 내에서 활용 가능토록 개발된 것이 수직이착륙 플라잉카이다(곽수환, 2021).

<표2> 개인용 비행체(PAV) 형식 분류

구분		정의
운용 방식	단일모드	일반 항공기 비행모드로 운행하는 개인용 비행체(PAV)
	이중모드	지상에서는 일반 자동차 도로 주행모드로 운행, 공중에서는 비행모드 운행하는 개인용 비행체(PAV)
이착륙 방식	CTOL(conventional take-off & landing)	고정익 항공기와 유사 형태로 이착륙 시 보통의 활주 거리가 필요한 통상적 개인용 비행체(PAV)
	STOL(short take-off & landing)	짧은 활주로 또는 저속으로도 이착륙이 가능한 개인용 비행체(PAV)
	VTOL(vertical take-off & land)	활주로 없이 수직으로 이착륙하는 비행체(PAV)
동력원	내연기관	에너지원으로 화석연료 사용하는 전통적 방법
	전기추진시스템	이차전지, 태양전지 등 전력을 공급받아 모터 구동 방법
	하이브리드 시스템	전기동력 시스템에 내연기관, 연료전지, 발전기 등을 결합하는 방법

출처: 최연재, 조현진, 권예윤, 이상학(2020)

(2) 전동수직이착륙(eVTOL; Electric Vertical Take-Off and Landing)

수직이착륙 중에서 전기를 동력원으로 사용하는 것을 전동수직이착륙이라 부른다. 전동수직이착륙은 전기 추진방식을 활용하여 기존의 활주로 이착륙 방식이 아닌 제자리에서 수직으로 이착륙할 수 있도록 특수 설계된 기체이다(최연재, 조현진, 권예윤, 이상학, 2020).

광활한 부지를 요구하는 공항과 긴 활주로가 필요 없이 수직 이착륙이 가능한 작은 공간만 있으면 타고 내릴 수 있다(하이투자증권, 2019). 이는 도심형

비행 수단으로 필요한 기술 방식이다. 헬리콥터는 소음과 안전성 때문에 도심 서비스가 제한될 수밖에 없다. 소음까지 고려하면 제트엔진이나 피스톤 방식의 터보프롭은 도심 내에서 사용이 불가하다. 따라서 전기동력으로 모터를 구동하는 방식이면서도 더욱 안전한 분산전기추진(DEP: Distributed Electric Propulsion)방식에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(하이투자증관, 2019). 앞으로 더 빠른 이동을 원하는 교통 소비자의 요구 충족을 위해 교통체증과 공간 문제가 심각한 도심 내에서의 전동수직이착륙의 연구개발은 가속화될 것으로 예상한다.

3) 플라잉카의 개발 현황

(1) 국외기업 플라잉카 개발 현황

세계 각국은 플라잉카 개발에 매우 적극적이다. 모건스탠리는 2040년까지 플라잉카 산업이 2조 9000억 달러(약 3277조원) 이상의 가치를 지닐 것으로 예측한 바 있다(더드라이브, 2021년 7월 1일). 미국 우버 회사는 미국 항공우주국(NASA)과 공동연구를 하기 위해 항공택시 개발 프로세스를 진행해 왔고 또 그 내용을 외부에 개방하고 있다. 이들의 공개 정보는 개인용 비행체 제작 기업의 개발 방향성에 도움을 주고 있다. 구체적으로 살펴보면 우버엘리베이트는 항공택시 개발을 제안하고 넥서스는 지름 1m 크기의 프로펠러가 달린 헥사 드론, 무게는 272kg, 4명(조종사 1명 포함) 탑승, 자율주행 비행 시스템의 안정화 이후 승객 5명이 탈 수 있도록 만들 예정이고, 2023년 상용화할 계획이라고 한다(나우뉴스, 2021년 6월 30일).

독일의 항공기 제조업체 볼로콥터는 2019년 하반기 싱가포르에서 호버 택시라 불리는 에어택시에 사람을 태워 시험 비행을 진행하였는데 모양새는 헬리콥터와 비슷하지만, 수직으로 이착륙할 수 있다. 볼로콥터의 첫 드론 택시 볼

로시티는 18개의 프로펠러가 장착된 드론 기반으로 2명이 탑승할 수 있으며, 최고 속도는 110km/h, 최대 비행거리는 35km라고 한다(나우뉴스, 2021년 6월 30일). 볼로콥터는 2018년 제네바모터쇼에서 독일의 자동차 제작업체인 아우디와 항공기 제작회사 에어버스, 자동차 디자인 회사 이탈디자인과 함께 공동 개발 중인 개인용 비행체 팝엡넥스트 디자인을 공개했다. 팝업넥스트는 지상에서의 자동차 주행 모듈과 공중에서의 비행 모듈로 상황에 따라 도로를 달리거나 하늘을 나는 듀얼모드 기체이다. 4개의 프로펠러가 달린 드론과 자율주행 전기차가 합체 및 분리할 수 있으며, 2024~27년 사이 팝업넥스트 모델이 현실화할 것으로 기대하고 있다(IRS글로벌, 2020).

중국의 이항은 2018년 초 자율운항식 유인 드론인 '이항 184'를 개발했다. 이 모델은 탑승자 1인을 포함한 무게가 총 300kg으로 최대 900m 높이를 평균 시속 100km로 날아갈 수 있다고 한다. 2시간 충전으로 30분을 날 수 있어 도심에서 50km 내외는 언제든 이동할 수 있다(나우뉴스, 2021년 6월 30일). 중국의 길리그룹은 2017년 테라퓨지아를 인수하고 2021년 2인승 듀얼모드 플라잉카 트랜지션 판매를 시작한다. 2023년에 수직이착륙이 가능한 TF-X를 론칭 할 계획이다.

일본의 토요타는 2017년 카티베이터에 4,250만 엔(한화 5억원)을, 2020년 조비에비에이션에 3억 9,400만 달러를 투자하고 플라잉카를 개발 중이다. 슬로바키아의 플라잉카 시제품은 3분 안에 자동차에서 비행기로 변신해 70㎞가 넘는 거리를 35분 만에 이동해 세계적인 주목을 받기도 했다(나우뉴스, 2021년 6월 30일).

<표3> 한국의 개인용 비행체(PAV) 개발 모델

제조사	현대자동차	한화시스템	한국항공우주연구원(항우연)
이미지			
모델명	S-A1	버터플라이	오파브 개인용비행체(PAV)

출처: 매일경제 2020년 1월 7일

(2) 국내기업 플라잉카 개발 현황

정부는 2019년 10월 미래차 산업 국가비전선포식에서 2025년까지 플라잉카의 실용화를 추진하고 2030년 상용화하겠다는 계획을 발표하였다. 여객기는 개발비가 수조 원이 들지만, 개인용 비행체는 수천억대 수준으로 한국은 전기배터리와 전동모터를 비롯해 세계적인 IT 기술력을 보유하고 있으므로 후발주자지만 잠재력과 강점을 지니고 있다는 평가이다.

현대차 그룹은 플라잉카 개발에 속도를 내고 있다. 현대차는 2020년 우버와 손잡고 하늘을 나는 자동차 콘셉트를 처음 도입했다. 우버는 2035년에 조종사에 의해 플라잉카가 운행되는 것은 물론, 완전자율주행까지 가능할 것이라고 내다봤다. 영국 최초의 활주로 없는 공항 개발에도 참여하고 있다. 이 공항은 헬리콥터, 물류 배송 드론, 플라잉카를 포함해 전동수직이착륙이 가능한 차량을 위해 설계됐다. 또한, 도심용 항공 모빌리티 핵심기술개발과 사업추진을 전담하는 UAM 사업부를 신설하고 현대차는 배터리와 모터, 경량 소재, 자율주행 등 자동차 제조 핵심기술을 활용해 플라잉카 시장을 선점할 계획이라고 발표하였다(중앙일보, 2019년 7월 16일). 현대차는 2020년 1월 국제전자제품박람회(CES)에서 우버엘리베이트와 손잡고 개인용 항공기 S-A1 모형을 선보였고,

수년 내에 시제기를 선보일 계획이라고 밝혔다. 또한, 2020년 8월 영국 모빌리티 기업 어반 에어포트와 플라잉카 인프라 개발을 위한 업무협약(MOU)을 체결하였다(포춘코리아, 2021년 5월 26일). 현대차는 개인용 비행체 개발에 이어 이·착륙 및 탑승 시설을 갖춘 공항 인프라, 네트워크 서비스까지 사업을 확장해 플라잉카 생태계 전반을 이끌겠다는 구상을 하고 있다고 밝혔다(한국경제신문, 2020년 8월6일).

항공·방산 분야에서 강점을 지닌 한화시스템은 2019년 미국 우버에어와 손잡고 개인용 비행체 버터플라이 공동개발에 나섰다. 한화는 우버에어에 기술자를 파견하여 공동개발 중이며, 2025년 상용화를 목표로 개발하고 있다. (중앙일보, 2021년 9월 29일).

한국항공우주연구원은 2022년 유·무인 개인용 항공기 오파브 개인용 비행체 시제기를 선보일 계획으로 전기 배터리를 동력으로 하는 1인승 수직이착륙기를 시작으로 향후 2~8인승 개발에 들어갔으며, 정부의 실증 사업에는 한국항공우주연구원의 시제기가 투입될 것으로 보인다(최자성, 황호원, 2020).

국토교통부 발간 한국형 도심항공교통(K-UAM) 운용개념서(1.0)에 따르면 UAM은 친환경 전기동력과 수직이착륙기 등을 활용하는 항공교통체계를 말한다. 정부는 에어택시의 국내 도입 초기엔 비행사가 직접 탑승해 조종하지만, 그 이후 원격조종과 자율비행 방식이 순차적으로 도입된다고 한다(중앙일보, 2021년 9월 29일).

<그림2> 단계별 K-UAM 발전 관련 주요 지표

항목	초기(2025년~)	성장기(2030년~)	성숙기(2035년~)
기장 운용	기내 탑승·조종(On Board)	원격조종(Remote) 도입	자율비행(Autonomous) 도입
교통관리체계	'UAM 교통관리서비스 제공자' 역할 단계적 확대, '항공교통관제사' 참여 단계적 축소		
교통관리 자동화 수준	자동화 도입	자동화 주도 및 인적 감시	완전자동화 주도
회랑운영방식	고정형 회랑 (Fixed Corridor)	고정형 회랑망 (Fixed Corridor Network)	동적 회랑망 (Dynamic Corridor Network)
항공통신망	상용이동통신(4G·5G), 항공음성통신	상용이동통신(5G·6G), 저궤도위성통신, 무인항공기용 데이터통신링크(C2 LINK) 등	
항법시스템	정밀위성항법	정밀위성항법+ 영상기반 상대항법	복합상대항법
버티포트 입지 및 형태	수도권 중심 버티포트	수도권 및 광역권 중심 버티포트	전국 확대

출처: 비피기술거래(2020) 국내외 드론산업 법제도 및 시장기술동향분석보고서

한편, 지방자치단체의 움직임도 K-UAM 시장 확대의 촉매제가 될 것으로 예상된다(뉴스와치, 2021년 5월 6일). 강원도는 액화수소 기반의 특수목적용 드론 개발에 나섰고 광주광역시는 200㎏ 화물을 실을 수 있는 기체 개발을 시작했다. 또한, 인천시는 옹진군 자월도 해상 개인비행체 특별자유화구역을 중심으로 관광과 연계한 산업을 육성하기로 했다.

전 세계적으로 2025년경 플라잉카 상용화 시점으로 예상하고 있으며 2030년부터는 본격 확대될 것이라는 예측이 나온다(뉴스워치, 2021년 5월 6일).

4) 플라잉카의 상용화 요건

지금까지 언론, 관련 업체들이 플라잉카에 대한 환상적 기대를 내놓고 있으나 상용화되기까지 여러 난제 또는 요건이 갖추어져야 한다는 지적이 많아 이에 대해 살펴보면 다음과 같다.

(1) 배터리 효율 상향

플라잉카의 상용화에 있어 가장 중요한 사항은 배터리 효율을 더 높여야 한다는 것이다. 현재 전기차는 완전충전 시 500km 가 넘는 거리까지 빠르게 진화하고 있다. 초기엔 가격도 높았고 상품 가치도 매우 낮았다(고태봉, 2020). UAM 역시 초창기에는 기술적 한계로 인해 단거리용 위주로 출시될 것으로 보이는데 점차 장거리에 적합하도록 진화될 것이다. UAM의 성공을 위해선 항속거리와 적재중량이 보장되어야 한다.

차량의 경우 연료 소진 시 갓길에 정차하면 되나 3차원 공간인 하늘에서 배터리 전력이 부족하면 추락하게 되어 전력이 없으면 안전사고가 발생하게 된다. 그러나 큰 용량의 배터리는 중량부담이 되어 UAM의 효율성을 떨어트리게 된다. 항속거리와 적재하중은 반비례하는 것이다(최광식, 2019). 결국, 이를 극복하기 위해 고효율 배터리 탑재는 필연이다. 그뿐만 아니라 경량화 소재의 채택, 에어로다이나믹 설계, 고효율 모터 사용, 가장 적합한 로터 블레이드 설계, 보조날개 부착, fuel cell UAM 설계, 틸트로터(tilt-rotor) 설계 등 다양한 방법을 고려하고 개발해야 한다(고태봉, 2020). 같은 에너지로 더 빨리 날 수 있다면 항속거리는 길어질 수 있기 때문이다. 현대차가 지분투자를 결정한 미국의 하이브리드 드론 회사 Top Flight는 작은 기체에 하이브리드(전기+휘발유) 연료 시스템을 장착해 55kg의 짐을 싣고 2시간 이상 비행할 수 있도록 설계되었다(고태봉, 2020).

한편, 수소 연료전지도 UAM에는 훌륭한 에너지원이 될 수 있다. 20분 비행이 가능한 배터리 기반 전동수직이착륙에 비해 fuel cell의 경우 2시간 넘게 체공할 수 있으며 더 멀리 날 수 있어서 앞으로 연료전지의 활발한 도입도 예상해 볼 수 있다(고태봉, 2020).

(2) 시장선점을 위한 속도 향상

시장선점이나 빠른 상용화를 위해선 드론 형태의 멀티콥터 타입이 먼저 등장할 것으로 보인다(하이투자증권, 2019). 시장에서는 4개 로터, 8개 로터, 12개 로터를 장착한 멀티콥터가 1~2인승으로 상용화되어 에어택시 서비스를 시작할 것으로 예상하고 있다. 그러나 멀티콥터는 로터의 전방-후방 회전수 차이로 추력을 얻으므로 구조상 느릴 수밖에 없다. 이 같은 이유에서 로터의 기울기를 조절할 수 있는 틸트 타입 도입도 활발하게 검토되고 있다. 항속거리 연장이 필요한 도심 간 이동 용도로 확장되면 고정 날개를 장착한 틸트 로터, 틸트 덕트 타입의 UAM이 등장할 것이다. 그렇게 되면 상대적으로 멀티콥터보다 크기가 크고 기존 비행기와 흡사하게 된다. 이 경우 시속 200~300km 고속 비행이 가능하다. 날개가 있기에 안정적인 비행도 가능하다. 틸트 타입은 수직으로 이륙하여 로터나 덕트를 틸트(기울기) 시켜 양력을 추력으로 전환하는 기술이다. 멀티콥터 타입보다 훨씬 속도가 빠르다. 이 외에도 허브의 도심 내 접근성, 온디맨드 방식의 예약으로 탑승수속 간소화, 허브의 이착륙 턴오버 등도 속도에 영향을 줄 수 있다(하이투자증권, 2019).

(3) 적재하중 상향

UAM은 2차원 공간의 자율주행차와 같은 형태로 화물용, 승객용 수송이 양대 서비스로 자리매김할 것이다. 더 많은 사람을 실어 나르고 더 많은 물건을 배송해야 수익성이 개선될 것이고 비즈니스가 확대될 수 있다. 그러므로 적재

하중 문제를 해결하는 것은 상용화 요건 중 매우 중요한 요소이다.

적재하중에서 특출난 드론을 생산하는 것으로 유명한 노르웨이의 Griff Aviation이 2017년 개발한 Griff 300은 자체하중은 75kg밖에 되지 않는 옥토콥터인데 무려 300kg(660파운드)의 무게를 감당해 낸다. 경쟁사 드론보다 약 10배나 무거운 짐을 운반할 수 있다(최광식, 2019).

Griff가 밝히고 있는 적재하중 상향 가능 기술에 대해 살펴보면, 첫째, 샤시와 암을 초경량알루미늄 구조로 제작한다. 둘째, 맞춤형 브러시리스아웃러너 모터를 사용하여 공랭(空冷)이 가능하도록 하고, 모터의 무게를 줄이는 것이다. 셋째, 유연한 모듈식 설계를 용도에 맞게 암을 4개, 8개로 변환 가능하도록 하여 모터의 수도 조절할 수 있어야 한다. 넷째, 프로펠러 블레이드는 탄소섬유로 제작해 고성능에 저소음 구조가 가능해야 한다. 다섯째, 배터리는 단일셀구조로 온도변화에도 일정한 성능을 유지해야 한다. (최광식, 2019). 드론 기체 성능에 따라 운송과 택배에서의 역할이 달라질 수 있고, 늘어나는 탑승객 수에 따라 수익성도 영향을 받을 것이다. 플라잉카 상용화를 위해 적재하중은 기술 개선의 핵심 요소가 될 것이다(최정호, 최영문, 2020).

(4) 소음 개선

우버가 도심 헬리콥터 서비스 우버콥터 비즈니스를 더욱 활발히 전개하지 못하는 이유는 소음과 안전문제 때문이다. 따라서 UAM 역시 위와 같은 문제들을 해결하지 못하면 민원이나 소송으로 골머리를 앓게 될 가능성이 크다. 우버에어는 도시 외곽에서 운영하는 것이 아니라 정체가 심한 도심 한복판에서 운영을 해야 하므로 기존의 헬리콥터와는 많은 부분에서 달라야 했다. 그렇기에 우버는 처음부터 UAM 제조업체들에게 친환경, 저소음, 속도, 안전을 납품업체 선정조건으로 내건 것이다. 대부분의 업체는 우버의 까다로운 선정조건을 만족시키고자 저소음, 친환경 기반인 전동수직이착륙을 제안했다(위성

용, 황창전, 정기훈, 2018).

전동수직이착륙은 전기모터 기반의 기체이기 때문에 지속 가능한 방법으로 전기를 만들어 쓰고 소음이 적다. 우버에어의 소음은 60db 수준이다. 우버에서 요구한 소음 규정이 지켜진다면 도심에서 전동수직이착륙 비행을 해도 우리는 거의 소음을 인지하지 못할 것이다. 아마존은 배송용 드론에서 특히 많은 특허를 보유하고 있다. 이 중 상당 부분이 프로펠러 얼라이먼트와 블레이드의 표면을 통한 소음제어 기술이다(최광식, 2019). 여기에 프로펠러 길이, 표면 재질, 형상 또는 동일 축에 이종 프로펠러 혼합 등 많은 다양한 기술이 포함된다(고봉태, 2020).

(5) 자율비행의 성공적 활성화

사고 발생 시 명확한 책임소재를 위해 현재는 조종사가 의무적으로 항공기 조종에 개입하고 있지만, 결국 미래엔 자율비행으로 전환될 것이다. 자율비행을 위해서는 고도별 가상항로 지정 가능한 지도(3차원) 등 위성의 도움이 필요하다. 자율주행차와 같이 주변 상황을 인지할 수 있는 다양한 센서와 기체 고장 시 자가대처 능력, 상황별 판단이 가능한 비행제어 소프트웨어 등이 요구된다. 자율비행이 가능한 UAM은 안전만 확보된다면 조종석과 조종사 무게만큼 승객과 화물을 더 실을 수 있기 때문에 경제적으로도 훨씬 유용할 것이다(김진우, 김진욱, 채준재, 2015).

(6) 제반 비용 문제 해결

자율비행 비용은 물론 시스템 전반에 걸친 비용이 경제성과 연결되어야 한다. 나스닥에 상장되어 있는 이항의 경우 기체 값이 2억 원이 넘는 것으로 알려져 있는데, 그들이 계획한 대로 정상적인 비즈니스가 전개된다는 가정하에 2년이면 비용 회수가 가능하다. 기체의 수명을 약 10년으로 보고 있으므로 첫

2년간은 적자이나 향후 8년은 흑자가 날 수 있다는 논리이다.

우버에어도 현재 10억 원이 넘는 UAM 기체 가격이 향후에는 2억 원 수준까지 하향될 것으로 예상한다. 값비싼 항공유와 다르게 전기충전 방식으로 유지비 또한 매우 저렴하며, 시스템 전체로 따져볼 때 여느 교통수단에 비해 비싸지 않음을 알 수 있다.

현재 헬리콥터 1마일당 이동비용은 미국 기준 약 9달러 수준으로 소득수준이 높은 사람만 이용할 수 있는 비싼 이동수단인 것이다. 하지만 우버엘리베이트는 UAM의 초기 요금은 1마일당 $5.73 수준으로 계획하고 있다. 어느 정도 서비스가 정착된 후엔 1.86 달러, 장기적으로는 1마일당 44센트까지 하락할 것으로 예상하고 있다. 우버 엘리베이트의 예상대로 UAM의 이동비용이 대폭 줄어든다면 우버엑스 이용요금보다도 더 저렴해지게 되는 셈이다. 이는 우회없이 목적지까지 직선거리로 이동하기 때문에 가능한 시나리오다. 이동비용이 이 정도라면 저소득 소비자도 이용할 수 있는 가격의 서비스가 될 것이다. 우버엘리베이트가 예상하는 이동비용의 하락 시나리오가 실현되기 위해서 기체 가격의 하락, 배터리 가격의 하락, 무인화 성공 등이 필수적이다(최광식, 2019).

(7) 안전성 확보

플라잉카 상용화 요건에 있어 기체의 성능 등 안전이 가장 중요한 요소이다. DEP(Distributed Electric Propulsion, 분산전기추진)는 한 개의 로터가 고장나도 나머지 로터들에 의해 양력을 유지하는 안전 시스템의 일종이다. 충분한 배터리 용량으로 항속거리 확보 또한 안전에 기여한다. 양력은 중력의 반대다. 모든 비행체에 양력을 유지해 줄 힘이 사라지면 추락 위험이 있다.

또한, 하드웨어, 소프트웨어 같은 기체의 내적 문제와 비나 바람, 해킹에 의한 시스템 문제, 조류와의 충돌 등에서 비롯된 외적 문제가 위험 요소로 존재

한다. 따라서 지상의 관제소, 기체의 다방면에 걸친 인증, Operation 시스템, 혹시 모를 사고에 대비한 보험도 필요하다. 뿐만 아니라 위성과의 연계, 안티 드론 구역에 대한 사전정보, 5G 기반의 IoT, EMC, EMP 방어문제, 블록체인 기반 사이버 보안, 안전한 항로선정의 문제, 독립전기제어장치, 추락 시 기체 낙하산이나 외부 에어백전개, 고도별 3D Map 확보 등 많은 장치가 마련되어야 한다. 자율주행차와 마찬가지로 복수의 안전장치로 이중화 제동장치를 확보하는 노력도 다각도로 검토되고 있다. 다른 비행기와 충돌을 피하기 위한 센서 등에서 안전이 확보되어야 한다(고봉태, 2020).

5) 플라잉카의 기타 유형(드론카)

드론카는 드론 택시 등의 용어로도 불리어져 계속 사용되어 왔는데 플라잉카의 한 종류라고 볼 수도 있다. 즉 드론카 형태의 플라잉카라고 이해할 수도 있다. 사실상 드론카와 플라잉카는 거의 유사한 개념이라고 할 수 있다[2].

무인 비행체 드론에서 출발하여 최근 드론 택시 개념으로 발전되고 있다. 드론카 또는 드론 택시의 개념에서 조종사가 탑승하지 않는 완전 자율비행 기술이 실현되어야 가능하므로 현재는 2035년까지 드론 택시에 조종사가 탑승할 것으로 전망되고 있다(홍혜정, 한재현, 2020). 실제 우버의 드론 택시 역시 자율비행으로 개발하고 있지만, 비상 상황에서는 조종사가 조종을 직접 하는 방식을 취하고 있다(공항산업기술연구, 2020). 또한, 현대자동차의 개인용 비행체 콘셉트 S-A1 역시 조종사를 포함 5명이 탑승할 수 있도록 설계하고 있다(현대자동차, 2020).

2) 본 연구에서는 플라잉카 용어로 통일하되. 제3절에서는 드론의 고유특성에 초점을 두고 별도 논의 하고자 한다.

(1) 드론의 개념 및 정의

벌이 윙윙거리다는 뜻의 드론(drone)은 무인항공기 개념이다. 드론은 조종사가 직접 탑승하지 않고 지상에서 원격조종이나 프로그램에 따라 자동·반자동으로 자율비행하는 비행체를 말한다. 드론은 처음 군사용 드론을 일컫는 말로 사용되었는데, 현재 일반인에게 무인항공기 전체를 의미하는 것으로 사용되고 있다. 드론은 무인기 외에도 무인비행장치(UAVs), 무인항공기시스템(UAS), 원격조종항공기시스템(RPAS), 원격조종비행체(RPV) 등 다양한 이름으로 불리고 있으나, 조종사가 탑승하지 않는다는 부분이 공통적이다(최자성, 2020).

1994년 12월 채택된 국제민간항공협약(부속서 7 항공기 국적 및 등록기호)에서 항공기의 정의 및 분류를 규정하고 있다. 그러나 이 규정은 개념적 정의 없이, 오직 항공기 종류만을 분류하고 있을 뿐 드론에 대한 명시적 용어 정의는 없다. 다만 협약 제8조에서 조종사 탑승하지 않은 항공기 또는 조종사 없는 항공기라고 명시하고 있다(이구희, 2015; 김성미, 2018).

ICAO Cir 328/AN/190에서는 드론을 Autonomous aircraft(비행 시 조종사의 간섭이 없는 무인항공기)라는 용어로 사용하였으며, 조종사가 탑승하지 않은 상태에서 원격조종이나 컴퓨터 프로그래밍에 따라서 비행이 가능한 항공기라고 정의하고 있다(국가법령정보센터, 2020).

① 해외 항공법에서의 드론 정의

미국 국방성에서는 무인비행장치를 조종사가 탑승하지 않는 동력 항공기로, 공기역학상의 힘으로 동체를 띄우고 자체적으로 날거나 원격 조종할 수 있으며, 소모품이거나 재생할 수 있고, 살상 또는 비살상 탑재물을 실을 수 있다고 설명하고 있다(US Department of Defense, 2005). 미국연방항공청에서는 무인항공기에 조종사가 탑승하지 않고 비행을 목적으로 사용되는 장치, 조종사가 탑승하지 않는 모든 종류의 헬리콥터, 비행기를 포함한다고 정의하고 있다. 영

국은 무인비행장치를 조종사를 태우지 않고 자율 조종 모드 또는 원격조종으로 비행할 수 있도록 설계, 개조된 항공기라고 명시하였다(최광열, 2018). 호주는 무인비행장치를 여가나 스포츠를 위한 항공기 운용을 제외하고 항상 지휘자의 시선을 넘어 자율적으로 운용되는 무인비행체라고 명시하였다. 캐나다에서는 무인비행장치를 모형항공기 이외의 동력을 사용하는 항공기로, 조종사가 탑승하지 않은 상태로 운용되는 것을 의미한다고 규정하고 있다(백정선, 2020). 또한, 항공안전법에서는 무인비행장치 및 무인항공기를 드론으로 적용하고, 원격·자동·자율 등 기술개발에 따라 새롭게 나타나는 비행체도 드론으로 규정할 수 있는 근거를 마련하였다(류성렬, 2021).

② 국내 항공법에서의 드론 정의

드론에 적용할 수 있는 법적 정의를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 항공안전법 시행규칙 제2조 제1호 나목에 따라 사람이 탑승하지 아니하고 원격조종 등의 방법으로 비행하는 자체 중량이 150kg을 초과하는 항공기를 말한다. 한편, 동법 시행규칙 제5조 제5호에 따라 사람이 탑승하지 아니하고 자체 중량이 150kg 이하인 무인헬리콥터, 무인항공기 또는 무인멀티콥터의 무인비행장치중 무인동력비행장치와 비교될 수 있다(이상경, 2019).

그런데 항공안전법 시행규칙 제2조의 드론에 대한 정의에 따르면 무인항공기는 사람이 탑승하지 않음을 전제로 하기 때문에 150kg을 초과하는 무인항공기를 이용하여 사람을 운송할 때에는 동법을 적용할 수 없어서 사람이 탑승할 수 없다. 이 정의 대신 조종사가 탑승하지 아니하고 비행하는 모든 기기로 개정되어야 한다고 주장하였다(김성미, 2018).

둘째, 2019년 4월 30일 드론산업 육성에 관한 특별법인 드론 활용 촉진 및 기반조성에 관한 법률이 제정되었고, 이 법을 통해 드론의 법적 정의가 규정되었다. 이 법에서 따르면 드론은 조종사가 탑승하지 않은 상태로 비행할 수

있는 비행체이다.

<표4> 국내 드론 관련 규정

구분	정의
드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률 (일명 : 드론법)	· 제2조(정의) 1. 드론이란 조종자가 탑승하지 아니한 상태로 항행할 수 있는 비행체로서 국토교통부령으로 정하는 기준을 충족하는 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 기기를 말한다. / 가. 항공안전법 제2조 제3호에 따른 무인비행장치 / 나. 항공안전법 제2조 제6호에 따른 무인항공기 / 다. 그 밖에 원격, 자동, 자율 등 국토교통부령으로 정하는 비행체
항공안전법	· 제2조(정의) 3. 초경량비행장치란 항공기와 경량항공기 외에 공기의 반작용으로 뜰 수 있는 장치로서 자체중량, 좌석 수 등 국토교통부령으로 정하는 기준에 해당하는 동력비행장치, 행글라이더, 패러글라이더, 기구류 및 무인비행장치 등을 말한다. 6. - 생략 - 사람이 탑승하지 아니하고 원격조종 등의 방법으로 비행하는 항공기(이하 무인항공기라 한다) - 생략 -
항공안전법 시행규칙	· 제2조(항공기의 기준) 1. 비행기 또는 헬리콥터나. 사람이 탑승하지 아니하고 원격조종 등의 방법으로 비행하는 경우: 다음의 기준을 모두 충족할 것 / 1) 연료의 중량을 제외한 자체 중량이 150㎏ 초과하고 2) 발동기가 1개 이상이어야 함.
	· 제5조(초경량비행장치의 기준) 5. 무인비행장치: 사람이 탑승하지 아니하는 것으로서 다음 각 목의 비행장치 가. 무인동력비행장치: 연료의 중량을 제외한 자체 중량이 150㎏ 이하인 무인비행기, 무인헬리콥터 또는 무인멀티콥터

출처: 국가법령정보센터 (2020)

(2) 드론카 향후 과제

드론카의 향후 과제는 무엇보다 명확한 개념 정의를 도출하는 것에 있다. 드론카 개념의 불확실성 해소하기 위해 드론법 제2조에서 드론이라는 용어의

불명확한 법적 정의를 개선해야 한다. 또한, 항공안전법 제2조 제6호의 무인항공기와 드론법의 드론이라는 용어는 조화롭지 못하고 상충하기 때문에 정리·통일되어야 할 필요가 있다(김한택, 2019).

상법 제896조 항공기의 적용 범위는 상행위나 그 밖의 영리를 목적으로 운항에 사용하는 항공기를 의미한다. 다만, 단서에서 초경량비행장치는 제외하고 있으므로 무인비행장치를 활용한 택배운송사업은 상행위로 물건 운송에 해당함에도 불구하고 상법의 적용 범위에서 배제되고 있다(김성미. 2018). 따라서 드론의 법적 개념 등의 혼란을 방지하기 위해 드론의 분류체계에 대해서 정비할 필요가 있다.

한편, 드론산업 육성을 위해서 드론법을 법제화하였지만, 공역사용·조종사 자격증명·보안 등 구체적이고 명확한 법제화가 필요한 사항들이 아직 많다. 또한, 드론 업무의 위탁에 관한 사항과 드론 시범사업구역의 지정 및 관리에 관한 정책적 검토가 필요하다(서정석, 2019).

또 다른 향후 과제는 이착륙 시설 및 인프라 구축이다. 도시 하늘에서 다수의 드론 택시가 자유롭게 비행할 수 있으려면 반드시 안전하고 효율적인 별도의 이착륙 시설이 필요하다. 수직이착륙장은 뛰어난 접근성을 위해 도심 내 운항을 전제로 하고 있다. 일례로 뉴욕항공은 이용자의 접근성이 편리한 도심 빌딩 위 헬리패드에서 서비스를 수행한 결과 이용객이 약 50%가량 증가했다. UAM의 수직이착륙장으로는 버티포트라는 용어가 가장 많이 상용되고 있다. 버티포는 vertical과 airport의 합성어로써 헬리콥터 등의 이착륙이 가능한 중간규모 도심 터미널로서 승객 및 화물의 하차 기능과 교통 플랫폼 역할을 수행하는 도시 또는 시외 지역에 위치한 공항이라고 할 수 있다. 정비, 유지보수, 주차, 직원사무실, 교육 등을 갖추고 있는 버티허브, 그리고 1~2개 정도의 랜딩패드를 가진 이착륙장인 버티스테이션 등이 있다(최자성, 이석현, 백정선, 황호현, 2021). 가장 작은 이착륙장인 버티스테이션은 충전 및 주기장이 필요

하지 않기에 설치비용이 낮아 교외 지역으로 확장할 수도 있고, 착륙 위치와 사용 가능한 시설을 감안할 때 배송 서비스 및 화물 픽업을 기존 인프라와 원활히 통합될 수도 있다. 그러나 아직 명확한 설치기준은 없는 상황이다. 현재 미국 게누스 에어와 버티포트 전문회사인 스카이포트 등이 적극적으로 개발하고 있다(포춘코리아, 2019).

3. 플라잉카 관련 향후 과제 및 소비자 이슈

하늘을 나는 자동차를 도입하면 교통체증 해소와 자동차 배기가스까지 줄일 수 있다. 현대자동차가 2030년까지 하늘을 나는 자동차를 출시하겠다고 밝혔다(더드라이브, 2021년 7월 1일). 항공 모빌리티는 현재 매우 초기 단계로, 실제 기술적인 면 뿐만 아니라, 규제 면에서도 해야 할 일이 많이 남아있다. 플라잉카와 관련하여 제시되는 향후 과제는 제조업체 관점, IT 업체, 서비스 업체, 정부 측면에서 살펴볼 수 있다.

1) 플라잉카 향후 과제

(1) 플라잉카 제조사 과제

플라잉카가 성공적으로 자리 잡기 위해서는 첫째, 전동수직이착륙, UAM 관련 항공 모빌리티 기술 완성도가 높아져야 한다. 특히 소비자 생명과 직결하여 가장 우선 해결되어야 할 과제는 안전문제이다. 플라잉카와의 충돌과 충격으로부터 교통 소비자의 신체와 생명을 보호할 수 있는 안전한 비행체를 만드는 것은 매우 중요하다. 예를 들면, 도로주행 자동차는 문제 발생 시 도로 위에 정차하면 되나, 하늘에서 플라잉카는 고장 시 추락 위험이 있으므로 품질 수준이 높아야 한다(곽수환, 2021).

둘째, 최근 플라잉카의 개발 목표가 전동수직이착륙으로 수렴되어 가고 있어 배기가스와 같은 환경문제,는 해결될 수 있으나, 소음문제는 어려운 과제이다. 플라잉카는 저고도로 비행하게 되므로 일반 항공기와 같은 안전소음 기준을 적용하기 어려울 것으로 보인다(곽수환, 2021).

셋째, 전동수직이착륙의 중량에 있어 배터리가 차지하는 비중이 높다. 배터리 무게는 속도를 떨어뜨려 플라잉카 상용화를 저해하는 주요 문제로 제기되고 있다. 도심항공교통 수단으로써 에어택시로 운영된다면 사용 가능 시간이 중요해지므로 배터리의 용량, 수명 문제, 배터리 경량화 기술이 과제가 될 것이다. 지금까지 논의를 정리 요약하면, 플라잉카 비행체를 생산하는 제조사의 과제는 안전성, 소음, 배터리 등 하드웨어 측면의 과제라고 하겠다(곽수환, 2021).

(2) 플라잉카 관련 IT 업체 과제

플라잉카 관련 IT 기술은 <표5>에서 보는 바와 같이, 블록체인, AI, 센서 및 회피 시스템, 클라우드 컴퓨팅, 무선충전, 이착륙 자동화, IoT 등이다. 현재의 기술 수준으로 바로 활용할 수도 있는 IT 기술도 다수 존재하고 있으나, 블록체인, AI, 무선충전 등의 기술은 많은 연구를 통해 기술 수준을 높여야 하는 상황이다(곽수환, 2021).

구체적으로 살펴보면, 첫째 블록체인 기술은 비행체 등록, 다중 경로 설정·공유 및 사용료 지불 등 활용에 있어 매우 중요한 기술로 사용될 것으로 보인다. 블록체인 기술은 항공노선과 플라잉카의 연계를 통해 더욱 안전한 운항이 가능하게 하는 기술로 꼽히고 있다.

둘째, 자율주행 자동차의 개발에 사용되고 있는 AI 기술은 이제 곧 완성 단계에 이를 것으로 기대되고 있다. 그러나, 자동차의 AI 기술은 대체로 2차원의 평면 상황을 가정하면 되지만, 플라잉카의 AI는 3차원의 공간 상황을 가정하

여 개발해야 하므로 더욱 많은 요인을 고려해야 한다. 그러므로 기술적 완성을 위해서는 시간이 좀 더 필요해 보인다(최정호, 최영문, 2020).

플라잉카 관련 IT 업체의 과제는 정보의 처리 및 저장에 필요한 클라우드 컴퓨팅 기술과 외부환경을 탐지하고 회피지원을 하는 시스템 등 대부분 소프트웨어 측면의 과제라고 하겠다(오세진, 2019).

<표5> 플라잉카 관련 주요 IT 기술

기술 분류	활용
블록체인	비행체 등록과 다중경로 설정・공유 및 사용료 지불 등에 활용
AI	최적 경로탐색, 연료활용 등 자율비행 지원, MRO 및 운항계획 편성 지원
센서 및 회피시스템	기상, 버드스트라이크 등 외부환경을 탐지하고 회피지원(AI연계)
클라우드 컴퓨팅	대용량의 공간・기상 등 관련 정보의 처리 및 저장
무선충전	비행체의 연속활용을 위해 착륙 후 자동으로 충전할 수 있도록 지원
이착륙 자동화	관제사 없는 이착륙, 회귀시간 단축 및 계류장 관리 지원에 활용
IoT	기체 내 고장 자동 검지・송출, 비행 중 앞・뒤 기체 간 상황 정보 공유 등

출처: 국가법령정보센터 (2020)

(3) 플라잉카 관련 서비스 업체의 과제

플라잉카 관련 서비스 업체의 과제는 주로 비즈니스 모델과 관련된 것이다. IT 업체의 과제와 제조사의 과제에 비해 과제의 난도가 비교적 높지 않을 것으로 전망된다(곽수환, 2021). 플라잉카의 운영을 위해서는 다양한 서비스 업체의 도움이 필요한데 운송사업자, MRO산업(Maintenance), 보험, 통신, 운항지원서비스 등이다. 운송사업자와 관련해서는 기존의 일반 택시와 같은 플라잉카 운송사업자 외에 플라잉카 플랫폼 운송사업자(예: 타다 등)로 이원화되어

경쟁이 될 것으로 보인다. 또한, 운송가맹 사업자(예: 카카오T 블루 등)와 운송중개사업자(예: 카카오T, T맵 택시 등)도 등장할 것이다.

운송사업자와 관련한 사업들은 대체로 플랫폼을 기반으로 개발되어 운영될 것으로 보인다. 이러한 플랫폼 업체는 door-to-door 서비스가 가능하도록 개인교통수단(카셰어링, 공유자전거, 렌트카 등)과 대중교통 수단(버스, 지하철, 택시 등)이 함께 고려된 플랫폼으로 모빌리티 서비스를 제공해야 할 것이다. 그러므로 이들 서비스 업체들이 어떻게 연계할 것인지가 가장 중요한 과제가 될 것이다. 플라잉카의 생태계는 결국 플랫폼 업체를 중심으로 조성될 수밖에 없으므로 이 문제가 가장 중요한 과제가 될 것으로 보인다.

한편, 비행체의 유지보수를 위한 항공정비도 필요한데, 이는 기존 항공정비사업자의 사업영역 확장이므로 큰 문제가 되지 않을 것으로 보인다. 사고로 인해 발생하는 신체와 재산상의 보상과 관련된 보험 상품 개발도 필요한데, 이는 보험계리사가 기존의 자동차 보험과 손해보험, 여행자 보험 등을 토대로 개발할 수 있을 것이다. 통신 서비스 업체는 항공교통 통신 네트워크를 개발하고 모빌리티 플랫폼 서비스가 사용될 수 있도록 하는데, 이미 우리나라를 포함하는 전 세계 이동통신사들은 항공교통 통신망구축에 착수하였다. 통신기술은 우리나라를 대표하는 기술 중의 하나로써 양자암호통신은 국제표준단체인 ITU-T의 국제표준으로 채택되기도 하였다. 이러한 우리나라의 강점을 살려서 플라잉카와 관련된 통신에서도 공식표준 또는 사실상의 표준화에서 선도적 역할을 수행하고 국제표준으로 자리매김할 수 있는 노력을 기울여야 할 것이다. 운항 지원서비스는 항공 기상 서비스, 보안 서비스, 관제 서비스 등으로써 현재의 서비스를 확대 적용함으로써 별다른 문제가 발생하지 않을 것으로 보인다(IRS글로벌, 2020).

(4) 플라잉카 관련 정부의 과제

플라잉카와 관련된 정부의 과제는 항공교통의 안전과 관리 부문이 가장 중요하고 여타의 이슈 관련 대응이 필요하다. 첫째, 플라잉카가 상용화되기 위해서는 항공기의 안전성을 보장할 수 있는 규정과 품질 관련 인증제도가 필요하다. 품질과 안전을 위한 인증제도는 규제 당국과 제조자가 인증기준에 동의하도록 설계되어야 할 것이다. 전동수직이착륙 형태의 플라잉카는 기존 항공기 인증기관인 미국 연방항공청(FAA)과 유럽항공안전청(EASA)의 운항 승인을 통해 상용화될 것으로 예상된다. 따라서 정부는 국가연구개발사업을 지원받은 항공기 부품업체가 FAA 또는 EASA의 인증을 받을 수 있도록 다각적인 R & D 지원 제도를 마련해야 한다는 것이 공통된 지적이다.

둘째, 플라잉카를 교통수단으로 성공시키기 위해서는 플라잉카와 기존 항공체계를 통합 관리 및 운영할 수 있는 저고도 무인비행체 교통관리시스템(UTM)이 반드시 필요하다. 따라서 정부는 저고도 UTM 개발을 더욱 빠르고 신속하게 진행해야 하는 과제를 안고 있다. 저고도용 UTM이 우선 개발되면, 향후 모든 공역에서 무인기반으로 교통 관리를 확대 적용하면 될 것이다. 초기 단계에서는 현재 헬기에 활용되는 통신・항법・감시(CNS) 방식을 우선적으로 활용하고, 다수의 플라잉카 운영을 대비해서 비행 허가와 연계한 주파수 동적 할당을 통해 안정적이고 효율적인 주파수 활용시스템을 구축해야 할 것이다(곽수환, 2021).

셋째, 플라잉카와 같은 새로운 기술과 UAM 시스템이 도입되면 이와 관련된 각종 법・제도가 새롭게 정비되어야 한다. 다양한 인프라가 구축되어 플라잉카 항공교통 생태계가 조성될 수 있는 법제도 마련도 시급하다. 정부는 운항공역(고도), 운항 대수, 회귀 간격, 환승 방식 등 플라잉카의 운항기준과 안전 확보를 위한 법제도 등을 마련해야 하는 과제를 가지고 있다.

넷째, 플라잉카는 자동차보다 훨씬 고가로 가격이 책정될 것으로 예상하며

도입 초기에는 투입된 R & D의 회수로 인해 상당한 고가일 가능성이 클 것이다. 따라서 정부는 전기자동차 또는 수소자동차와 같이 플라잉카 산업의 시장 초기에는 정착을 위해 구매 보조금 제도를 도입할 것으로 예상되므로 이를 위한 예산 계획을 잘 수립해야 하는 과제를 안고 있다.

다섯째, 정부는 플라잉카에 대한 지역사회, 소비자들의 수용을 위한 노력도 필요하다. 플라잉카에 대한 소비자들의 이해를 높여 플라잉카 중심의 도심항공시스템의 필요성을 인식시켜야 한다. 구체적으로 소음과 추락 등의 안전문제로 인해 공역을 사용하지 못하게 하는 등의 민원으로 사업이 지체되거나 계획 수정이 이루어지지 않도록 해야 할 것이다.

여섯째, 플라잉카와 관련된 정부 차원의 과제는 R & D 지원, 보조금 제도, 인프라 구축 등으로써 대규모의 예산 집행이 요구되는 특성이 있다. 따라서 정부의 대응책이나 과제들을 추진 주체별로 정리하고 요약하면 다음의 <표6>과 같다(신성환, 김선이, 2020; 이준복, 2016).

<표6> 플라잉카의 향후 과제

분류	향후 과제
제조사	· H/W 측면으로써 안전성, 소음, 배터리 등
IT 업체	· S/W 측면으로써 자율주행, 비행경로 안내 등
서비스 업체	· 비행체 유지보수(MRO) 등의 H/W 측면 및 보험, 통신 서비스 등 · 소비자 편의를 강화한 플랫폼 비즈니스 모델
정부	· 인허가와 관련된 규제와 인증제도의 제정 · 대규모 예산 집행의 특성으로 R&D 지원, 인프라 구축, 보조금 제도_등

출처: 국가법령정보센터 (2020)

2) 플라잉카 관련 소비자 이슈

상용화에 되더라도 소비자 관점에서 해결해야 할 이슈들이 산재해 있다는 지적이 존재하고 있다. 플라잉카 관련 소비자 이슈는 다음과 같다. 첫째, 하늘나는 플라잉카 하면 많은 소비자들이 플라잉카의 가격과 이용요금에 대한 우려가 생길 수 있다. 실제 출시될 플라잉카의 가격이 얼마가 될지에 따라 플라잉카 도입기의 보급을 결정하게 될 것이다. 2021년 7월 18일 폭스뉴스에 의하면 플라잉카 상용화 시대가 가까운 미래로 다가오면서 플라잉카에 관한 관심이 날로 커지고 있지만 추정되는 예상 가격은 적어도 고급 슈퍼카 수준이 될 것으로 전망했다(글로벌이코노믹, 2021년 7월 19일).

영국의 자동차 시장 조사업체 펜타곤모터그룹은 플라잉카 예상 가격을 조사하였는데 플라잉카 관련 각종 자료를 활용해 추정한 결과 정식으로 양산되어 출시될 경우 예상되는 가격은 68만 6455 달러(약 7억 9000만 원)로 추산하였다. 전기차의 경우도 등장한지 얼마 되지 않았을 때의 가격은 매우 높게 형성되었지만, 보급률이 올라감에 따라 점차 가격이 내린 것을 보면 플라잉카도 비슷한 경로를 밟게 될 것으로 예상한다(글로벌이코노믹, 2021년 7월 19일).

또한 아스카(ASKA)라는 이름의 4인승 플라잉카 가격은 $78만 9000(약 8억 8000만 원)으로 알려지고 있다. 6개의 날개에 각각 구동 모터를 단 아스카는 수직 이착륙이 가능할 뿐만 아니라, 날개를 접으면 기체에 달린 바퀴를 이용해 도로를 달릴 수 있다. 아스카의 최대 시속은 240㎞ 정도이다. 하늘과 도로에서 모두 사용 가능한 플라잉카가 상용화된다면 매우 유용할 것이다. 아스카의 경우 차량 구매에만 9억 원 정도 필요한 것으로 알려지고 있다(뉴스워커, 2021년 6월 16일).

둘째, 플라잉카와 관련한 구체적인 규정이나 법령이 정비되지는 않아 현재 기준으로 플라잉카를 국내에 도입하고 사용하려면 자동차로서뿐 아니라 항공

기로서도 인증이 필요하다. 미국의 항공기 인증은 미국연방항공청(FAA)이 담당하고 있고, 우리나라의 경우 국토교통부의 항공안전파트에서 관장하고 있다. 항공기 사고는 그 피해가 워낙 크기 때문에 인증절차가 상당히 까다롭다. 따라서 설계에서부터 제작, 실제 성능까지 하나하나 꼼꼼하게 살펴봐야 할 것이다. 또한, 미국에서 인증을 받았다 하더라도 국내에 도입할 시, 다시 인증절차를 거쳐야만 이용고객의 불안감을 해소할 수 있다(글로벌이코노믹, 2021년 7월 19일).

셋째, 앞서 논의한 여러 이슈로 인해 플라잉카가 도입되고 실제로 날기 위해서는 사전에 관련 제도의 정비가 필요하다. 도입 절차와 자격 요건, 비행 구역, 주행 가능 도로 등 여러 사안에 대해서 더욱 정밀한 규정이 마련돼야 플라잉카의 시대가 열릴 수 있을 것이다(중앙일보, 2021년 7월 24일).

넷째, 플라잉카 관련 과대한 전망에 대한 우려이다. 항공택시 서비스는 2030년까지 기술과 규제 및 장애물을 극복하고 상용화에 도달할 것이라고 언급하고 있는데 플라잉카가 과대광고라는 지적도 나오고 있다. 플라잉카를 개발 중인 자동차 제조업체는 플라잉카가 교통체증을 해소할 것이라고 목소리를 높이지만, 이러한 전망은 현실과는 거리가 멀다는 지적이 제기되고 있다(뉴스워커, 2021년 6월 16일). 기존 자동차 제조업체들이 에어택시, 플라잉카, 도심항공 모빌리티 등을 홍보할 때, 과대광고하는 경향이 있다는 것이다. 예를 들면, 로이터 미래차 컨퍼런스에서 소비자들이 소형 항공기와 다름없는 플라잉카를 정기적으로 이용할 가능성과 의지에 대해서는 거의 언급되지 않았다는 지적이 거세다. 플라잉카를 개발 중인 자동차업체들은 대체로 플라잉카를 이용할 고객들이 많다고 강조하고 있다. 그러나 플라잉카의 실질적 사용자 예측은 긍정적이지 않을 수 있다(뉴스워커, 2021년 6월 16일).

III. UAM(도심항공교통) 서비스의 이해

1. UAM 서비스의 기초

1) UAM의 개념

UAM(Urban Air Mobility 도심항공교통; 이하 UAM)은 도심 상공에서 사람 또는 화물을 운송할 수 있는 항공이동 서비스를 통칭한다. 다시 말해, 저고도 도시 단거리 항공운송 산업을 말한다. 현재 전기동력 수직이착륙 방식으로 개발되고 있고, 드론의 장점을 보유하여 공중 정지, 저소음, 친환경 등의 이점을 가지고 개발되고 있다. 결국, UAM은 항공 기체의 개발부터 제조, 판매, 인프라 구축, 플랫폼, 부대사업, 유지・보수 등 도심 항공이동 수단과 관련된 사업을 모두 포괄하는 공중 교통서비스의 개념으로 정의할 수 있다. 따라서 UAM은 단순히 전동수직이착륙 비행체에서 더 나아가 생태계 전반까지 고려하는 새로운 신산업으로 대두되고 있다(신성환, 김선이, 2020).

UAM은 2차원 공간에서의 혼잡을 줄이는 대안으로 기대를 모으고 있으며, 각국은 메트로폴리스, 즉 메가시티가 가지고 있는 심각한 교통 문제를 해결하기 위해 UAM 서비스 개발에 적극적이다.

자동차 회사들은 UAM 산업에 직접 투자하거나 파트너십을 형성하고 있다. 그런데 UAM을 도심에서 이용하려면 소음이 가장 큰 문제이므로 전기추진 방식 개발이 대세가 되고 있다. 따라서 도심 특화형 전동수직이착륙 형태가 향후 중심이 될 것으로 보인다. 초기에는 응급처치 및 기타 비상대응 UAM 서비스 형태가 활성화될 것으로 예상된다.

2) UAM의 개발 배경

도시 집중화 현상으로 대부분 국가는 도시 교통의 한계와 환경문제에 직면해 있다. 도시 집중화 현상은 주거, 교통, 환경, 에너지 등 여러 면에서 다양한 도시문제를 유발하고 있다. 특히 도시 도로에 가득 찬 자동차는 극심한 도시 교통정체와 환경오염을 유발하고 있으며, 이로 인한 막대한 사회·경제적 손실이 발생하고 있다.

한편, 글로벌 교통분석 전문기관인 Infix 社가 공개한 2019 세계교통현황 분석자료에 의하면 영국 운전자들이 지난해 교통정체로 도로에서 허비한 시간은 평균 115시간으로 추산하였는데, 1인당 894£(약 137만 원) 정도를 길에 낭비한 셈이라고 밝혔다. 우리나라 한국교통연구원(전국 교통혼잡비용 산출과 추이 분석)에 따르면 2015년도 교통혼잡비용이 33조 3천억 원에 달한다고 발표하였다(황창전, 2018).

<표7> 전 세계 교통혼잡 순위 및 교통으로 낭비된 시간

순위	도시	낭비 시간(인당)	순위	도시	낭비 시간(인당)
1	보고타 (콜롬비아)	191	6	로마(이탈리아)	166
2	리우데자네이루(브라질)	190	7	프랑스 (파리)	165
3	멕시코시티(멕시코)	158	8	런던(영국)	149
4	이스탄불(터키)	153	9	보스턴(미국)	149
5	상파울로(브라질)	152	10	시카고(미국)	145

출처 : Inrix(2020) Global Traffic Scorecard

가속화되는 도시화 상황에서 교통혼잡을 개선하기 위해 세계 각국이 막대한 비용을 쏟아부으며 지상과 지하의 신규 교통망을 확충해 나가고 있으나 머지않아 한계에 다다를 것으로 예상된다. 도시의 지상과 지하 공간은 이미 심각한 포화상태에 이르렀으며 도시의 지상에는 각종 시설과 건물, 도시의 지하에는 지하철, 통신망, 상하수도관, 가스관 등이 가득 차 있기 때문에 근본적인 문제 해결을 위해 기존 교통체계의 패러다임을 바꿀 수 있는 혁신적인 교통 시스템이 필요하다는 것이다.

이러한 상황에서 4차 산업혁명의 기반 기술인 인공지능, IoT, 빅데이터, 블록체인, 드론, 에너지 저장, 3D 프린팅 등 혁신 기술들이 전기화, 자율주행, 플랫폼 등 미래 자동차의 혁신 요소를 모두 갖추고 도심 내 공중에서의 이동이 가능한 UAM은 도시 집중화 현상을 해결할 수 있는 대안으로 그 필요성이 점차 대두되고 있다.

〈표8〉 전동수직이착륙(eVTOL) 추진 형태별 분류체계

틸트로터 (Vectored Thrust)	고정익・회전익 복합 (Lift + Cruise)	멀티로터 (Wingless Multirotor)
▸틸트 시스템 탑재 ▸세가지 비행모드(고정익, 회전익, 천이비행) ▸높은 전진비행 효율	▸독립적 고정식 추진부 구성 ▸세가지 비행모드(고정익, 회전익, 천이 비행) ▸Vectored thrust보다 수직이착륙용이	▸회전익으로 구성 ▸단일 비행모드(회전익) ▸높은 제자리 비행 효율 ▸상대적으로 높은 안전성

※ 헬기가 아닌 전기추진 수직이착륙기를 만드는 이유 : 수직이착륙기가 경제성을 확보하려면 시속 150마일(약 240km) 이상으로 이동해야 하므로 헬기와는 비행방식을 달리하고, 헬기처럼 회전 날개로 이륙한 뒤 비행기처럼 속도를 내야 한다.

출처: 문화일보 2020년 6월 4일. 인천공항 ~ 여의도 플라잉카 2025년 상용화

3) UAM 인프라 구축

현재 대부분의 경우 개인용 비행체가 전동수직이착륙로 개발되고 있어 활주로를 가진 공항처럼 거대한 인프라가 필요하지는 않을 것으로 보인다. 그러나 복잡한 도심에서 수많은 개인용 비행체를 어디에서 띄울 것인지, 또 전기동력으로 개발되는 개인용 비행체를 어디에서 충전하고 정비할 것인지 등의 문제는 쉽게 해결하기 어렵다. 기존 헬리콥터 이착륙장을 개조하는 방법도 있지만, 다수의 시민이 이용하게 될 UAM에 사용하기에는 턱없이 부족할 것이다. 일반 건물의 옥상을 개조하는 것에 대한 의견도 나오고 있으나 안전 문제상 쉽지 않다. 이에 따라 개인용 비행체 터미널을 새롭게 구축하는 것이 가장 실질적인 방안으로 떠오르고 있다(전용민, 2020). 결국, UAM 생태계 확산을 위해 필수적인 요소는 인프라 구축이다. 현재까지 새로운 인프라 구축에 가장 적극적인 기업은 우버와 볼로콥터다. 먼저 우버 엘리베이트는 2016년 UAM 개발 계획을 담은 백서를 통해 버티포트와 버티스톱이라는 2개의 인프라 구축 방안을 공개했다. 버티포트의 경우 이착륙, 충전, 정비 등이 가능하고, 버티스톱은 이착륙만 가능한 개념이다. 이후 우버는 ‘우버 엘리베이트 서밋 2019’에서 우버에어 스카이포트라는 새로운 인프라 개념을 제시한다. 우버에 따르면 스카이포트는 한 시간에 200대 이상의 개인용 비행체가 이착륙할 수 있다. 또한, 스카이포트는 앞서 언급한 우버의 복합항공승차 공유 비전이 반영된 건축물이다. 스카이포트의 경우 이착륙, 충전, 정비뿐만 아니라 각종 편의시설을 갖추고 있고, 도시의 주요 교통수단인 자동차, 자전거, 전동스쿠터 간 환승이 가능하도록 설계되었다. 즉, 우버는 스카이포트를 거점으로 도시의 모빌리티를 통합하려는 계획을 세우고 있다. 우버가 공개한 스카이포트 디자인에는 미국 최대의 건축설계 기업 겐슬러와 숍아키텍츠를 포함한 8개의 기업이 참여하였다. 이는 앞으로 우버와 건설업계의 협업이 본격적으로 진행될 것을 의미한다. 우

버(주)의 스카이포트 개념이 현실화한다면 건설산업에도 새로운 성장동력이 될 수 있을 것이다(김동규, 2021; 정민철, 2022).

볼로콥터도 독립적인 개인용 비행체 터미널을 구상하고 있다. 볼로콥터는 2019년 10월 싱가포르에서 개최된 'ITS World Congress 2019'에서 개인용 비행체 터미널인 볼로포트의 프로토타입을 공개하였다. 볼로포트는 수직이착륙뿐만 아니라 배터리 충전 및 교체, 개인용 비행체의 유지 · 보수 등이 가능하도록 설계되었다.

한편, 2020년 1월 개최된 CES에서 현대자동차(주)가 발표한 미래 모빌리티 비전에서도 새로운 인프라의 모습을 확인할 수 있다. 현대자동차는 도심항공 모빌리티, 목적기반 모빌리티, 허브 세 가지 비전을 제시했는데, 여기서 허브는 서로 다른 형태의 스마트 모빌리티 간 환승 거점으로, 통합된 모빌리티 생태계를 구성하는 핵심 인프라로 볼 수 있다(정구민, 이창석, 한광환, 김명관, 2020).

이미 미국과 유럽에는 부동산회사들이 이착륙 가능한 옥상 확보를 위해 선투자가 진행되고 있다. 대표적으로 Hillwood 라는 부동산개발사가 스카이포트를 선정하고 투자하고 있다. 그뿐만 아니라 릴레이티드와 맥쿼리 등도 미국 주요 대도시를 중심으로 UAM 산업의 미래를 보고 부동산 개발에 전략 투자를 하고 있다. 건물 지하에 지하철 연결로가 생기거나 1층에 스타벅스가 들어서면 부동산 가치가 상승하는 것처럼 UAM 거점이 건물 옥상에 설치된다면 임대수익 및 평가액의 상승 폭이 작지 않을 것이란 기대를 하는 것이다(최광식, 2021).

전동수직이착륙은 전통적 수직이착륙인 헬리콥터에 비해 소음도 월등히 작으므로 건물주들이 UAM 산업에 눈독을 들일 수밖에 없다. 미국의 경우 복합물이나 쇼핑몰이 많아 주차 타워의 옥상이 매우 넓다. 따라서 주차타워의 옥상도 매우 매력적인 UAM 이착륙 장소가 될 것이다.

2010년대 들어 촬영/취미용 드론 열풍은 자율비행, 전기동력, 모터 등의 기술 성숙도를 높이고 있다. 무엇보다 드론 등의 다양한 공급망이 형성되면서 연구개발 인력이 대거 배출되어 이 분야 산업 형성에 촉진제 역할을 하고 있다. 과거의 연구에서 한계점이었던 수직이착륙, 저소음대책, 안전하고 부드러운 틸트 기능, 배터리의 효율성, 자율비행 알고리즘, 고정밀 지도, 경량화 소재 기술 등에서 점차 상당한 기술적 성숙도를 갖추기 시작하고 있다. 결론적으로 다양한 기술발전 등이 꿈처럼 여겨져 왔던 UAM 산업의 현실화를 당기고 있다(고태봉, 2021).

4) UAM 상용화 요소

UAM이 상용화되기 위해서는 크게 기술의 지속적인 개선과 융합, 새로운 인프라 구축, 제도와 법률의 정립, 사회적 수용성 증대, 관련자들의 협력 및 파트너십, 통합 플랫폼 운영 공유 등이 전제되어야 한다. 이에 대해 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 기술적 측면에서는 개인용 비행체의 배터리 성능, 분산전기추진, 완전자율비행, 소음저감, 개인용 비행체 집단 관제 시스템, 복합소재, 고성능 제어 등에서 기술적 성숙도가 더욱 높아져야 한다.

둘째, 제도와 법률적 측면에서는 개인용 비행체의 다양한 제원에 대한 인증과 개인용 비행체의 감항성 증명, 조종사의 자격조건, UAM 운행규정 수립 등을 정립해야 한다. 또한, 개인용 비행체의 이착륙, 충전 및 정비와 함께 다양한 도시의 모빌리티를 효율적으로 연계할 수 있는 인프라도 새롭게 구축되어야 할 것이다.

셋째, UAM이 사회적으로 수용 가능해야 하는데, 이를 위해서는 안전, 소음, 환경에 대한 우려가 해소되어야 하고, 다수의 시민이 합리적인 가격에 UAM

서비스를 이용할 수 있어야 한다.

넷째, 다양하고 광범위한 UAM 과제를 특정 공공부문이나 민간부문이 개별적으로 해결하는 것은 현실적으로 가능하지 않다. 실질적인 방안으로는 서로 다른 경쟁우위를 가진 기업, 정부 기관, 도시 등 다양한 이해관계자가 전략적 파트너십을 구축하고, 문제를 함께 해결해 나가야 한다. 각 이해관계자가 UAM의 필요성에 대해 공감하고, UAM 생태계에서 해결해야 할 문제들이 무엇인지를 명확하게 정의한 후 문제 해결을 위해 도출된 각계각층의 다양한 아이디어를 발전시켜 개인용 비행체 시제품을 제작하고, UAM 시스템을 설계해야 한다. 이를 기반으로 UAM 시범 서비스를 진행하고, 사용자 피드백을 통해 UAM 생태계의 완성도를 지속해서 높여 나가야 한다. 파트너십 진영 전체에 폭넓은 경험을 축적하고, 통합적 경쟁우위를 확보하는 것은 향후 UAM 시장을 선점하기 위한 중요한 열쇠가 될 것이다.

다섯째, 자율주행과 공유플랫폼 등 지상에서의 모빌리티 데이터와 UAM에서 생산, 수집되는 공중 모빌리티 데이터가 통합 플랫폼 체계에서 함께 운용되어야 그 효율성이 극대화될 것이다. 교통, 행정, 에너지, 환경, 건물 등 도시의 각 분야에서 발생하는 데이터를 상호 연계하고 다양한 혁신 서비스를 발굴하여 도시의 자원을 최적의 상태로 배분하는 통합 플랫폼 체계 운용이 핵심이다 (최연재, 조현진, 권예운, 이상학, 2020).

UAM은 디지털과 제조가 융합된 기술 혁신의 산물이기도 하지만, 사회적 측면에서 보면 팽창하는 도시문제에서 그 필요성이 제기되었다. 즉, UAM은 도시 집중화 현상의 복잡성을 줄이고, 시민들의 거주 적합성을 향상할 수 있어야 그 의미가 있을 것이다. 그저 빠른 이동을 위한 도시의 추가적인 교통수단에 그친다면, 오히려 도시를 더욱 복잡하고 무질서한 환경에 처하게 할지도 모른다. 따라서 UAM 생태계 구축은 데이터를 통해 도시의 다양한 기능을 효율적으로 통합하고, 이를 바탕으로 시민들의 삶의 질 향상과 도시의 지속 가

능한 발전을 추구하는 스마트시티의 구상에 포함되어야 할 것이다.

5) UAM 개발 업체 유형 및 개발 경과

UAM 사업에 출사표를 던진 업체들의 유형과 현황에 대해 살펴보면 다음과 같이 요약해볼 수 있다. 첫째, 전통적 강자인 항공 제작사들이다. Boeing, Airbus, Bell 등 항공 제작업체들은 오랜 시간 대형항공기, 군용 드론, 음속 전투기, 다양한 헬리콥터를 만들어왔다. 또한, GE Aviation 같은 부품 메이커도 UAM 사업에 적극적으로 참여하고 있다. 이와 같은 항공 제작업체들은 거대한 기체를 이륙시키는 기술, 비행체 통제 시스템에서 타의 추종을 불허한다. 오랜 기간 축적된 기술력, 빅데이터로 인해 향후 UAM 분야에서 가장 선도적인 위상을 견지할 것으로 예측되고 있다. 실제 국방부와 군사용 드론에서 앞선 움직임을 보여주고 있다(중소기업기술정보진흥원, 2021).

한편, UAM 사업 개발의 진행 단계를 기초 설계와 시제품 제작까지 확장해 보면, 글로벌 항공기 OEM의 행보도 주목할 필요가 있다. 미국 실리콘 밸리의 자회사 A큐브드를 통해 전동수직이착륙 '바하나'의 시험비행을 진행 중인 에어버스는 2019년 독일 잉골슈타트 타운홀 광장에서 자체적으로 개발 중인 항공택시 시티에어버스의 프로토타입을 공개하였다. 에어버스는 2024년 파리 올림픽에서 공항과 도심 간 이동에 시티에어버스를 활용할 계획이라고 밝혔다. 보잉, 에어버스에 이은 세계 3위의 항공기 OEM인 브라질의 엠브라에르도 개인용 비행체 개발 전담 자회사인 엠브라에르X를 설립하고, 2018년 개최된 '우버 엘리베이트 서밋'에서 드림메이커라 불리는 전동수직이착륙 컨셉 디자인을 공개하였다(중소벤처기업부, 중소기업기술정보진흥원, 2021).

헬리콥터나 경비행기 제조업체들도 전동수직이착륙 개발에 적극적으로 뛰어들고 있다. 2019년 미국 벨 헬리콥터는 자사 개발 중인 항공택시 벨 넥서스의

실물 크기 모형을 공개했고, 2020년 CES에서는 한층 진화한 모델인 벨 넥서스 4EX를 선보였다. 슬로베니아의 경비행기 제조업체 피피스트렐도 일반 시민들이 도시에서 이용할 수 있는 저소음 전동수직이착륙을 개발 중인 것으로 파악되고 있다(중소기업기술정보진흥원, 2021).

둘째, 자동차업체 토요타, 다임러, 지리, 아우디, 포르쉐, 롤스로이스, 현대 등은 스타트업들과 자본/전략적 제휴를 맺고 또는 직접 개발하고 있다(최광식, 2021). 완성차 업계는 전기동력, 자율주행, 경량화 기술 등 미래 자동차산업의 핵심 제조 기술들을 개인용 비행체에 적용하여 UAM 시장에 조기 진입하겠다는 계획을 세우고 있다. 다만 완성차 업체들은 아직 단독으로 개발을 진행하기보다는 플랫폼 기업이나 항공기 OEM과의 협업 체계를 구축하고 있다. 대표적으로 현대자동차는 2020년 CES에서 우버와 협력하여 개발 중인 개인용 비행체 컨셉 S-A1을 선보이면서 2028년 상용화 계획을 발표하였다. S-A1은 조종사를 포함해 5명이 탑승할 수 있고, 290km/h 최고속도로 최대 약 100km 비행이 가능하다(정구민, 이창석, 한광환, 김명관, 2020).

또한, 아우디는 2018년 제네바모터쇼에서 에어버스, 이탈디자인과 함께 개발 중인 개인용 비행체 팝업넥스트 디자인을 공개했다. 팝업넥스트는 도로주행과 공중비행이 모두 가능한 듀얼모드 전동수직이착륙로 개발되고 있다. 아우디는 2024~2027년 사이 팝업넥스트 모델이 현실화할 것으로 기대하고 있다.

이외에도 2018년 애스턴마틴과 롤스로이스가 개인용 비행체의 디자인 컨셉을 공개했으며, 포르쉐도 2019년 보잉과 공동으로 개발 중인 개인용 비행체의 디자인을 선보이는 등 최근 완성차 업체들이 스타트업 투자를 넘어서 UAM 사업 개발에 직접 뛰어드는 양상을 보이고 있다.

한편 테라퓨지아, 에어로모빌과 같이 초기 플라잉카라 할 수 있는 듀얼모드 모델을 선보였던 기업들도 최근 진보된 기술을 적용하여 새로운 디자인 컨셉을 공개하고 있다. 도로주행과 공중비행이라는 듀얼모드는 유지하되, 기존에

문제로 제기되었던 내연기관 엔진을 플러그인하이브리드나 배터리로 대체하고, 수직이착륙이 가능한 모델들을 개발 중이다(하이투자증권, 2021).

셋째, 대형 모빌리티 플랫폼 업체들이다. 2차원 공간의 멀티모델 서비스를 넘어 3차원 공간까지의 교통을 전부 플랫폼 안에 넣겠다는 전략이다. 우버가 비즈니스 모델을 만들고, 기체 생산업체들을 선별함은 물론, 정부와 서비스 시행에 관한 법적, 제도적 협의까지 도맡아 하고 있다. 이는 플랫폼 안에서 항공이동 서비스를 이용하겠다는 소비자가 넘쳐나기 때문에 가능한 도전이다(하이투자증권, 2021).

넷째, 신생 스타트업체로써 UAM 사업에 진출하고 있는 업체들이다. 기존 비행기나 헬리콥터 제작은 막대한 자본이 투입되는 산업이지만 UAM은 그보다 진입장벽이 낮다. 또한, 벤처캐피탈 투자의 전폭적 지지와 관심 있는 대형사로의 엑시트가 가능하다는 점에 많은 업체가 진출하고 있다. 잘 알려진 유럽의 볼로콥터, 키티호크, 릴리움, 조비에이비에이션 등이 스타트업체의 대표주자들이다.

막대한 자본이 투자되는 UAM 산업에 신생 업체들이 용감하게 진출할 수 있는 이유는 NASA, 각종 대학연구소, 항공업체의 인재들이 벤처캐피탈 투자를 받아 대거 이 산업에 뛰어들었기 때문이다. 이들은 전기자동차 시장에서 센세이션을 일으키고 있는 테슬라처럼 도심항공 분야에서 제2의 테슬라를 꿈꾸고 있으며 다수의 전문 기술 스타트업체가 이미 시험비행 단계에 진입했다.

다섯째, 전자상거래 업체들로써 드론에 활용한 배송서비스를 염두에 두고 UAM 사업에 진출하고 있다. 잘 알려진 아마존의 아마존 프라임 에어는 2.25kg 무게의 상품을 전용 상자에 담아 배송하는 드론 서비스다. 앱 주문 후 최대 10마일 거리를 자율비행으로 배송을 완료한다. 아마존 트래픽 시스템에 의해 최적의 동선을 관리할 수 있다.

알리바바의 물류 자회사인 차이냐오는 드론 및 로봇을 자본/전략적 제휴를

통해 생산하고 다양한 무게의 상품 배송이 가능한 드론을 선보일 계획이다. 중국의 군용 드론을 오랜 기간 제작해온 베이항샤인은 민간기술과 군기술의 접목이 가능해질 것으로 보인다. 이 산업을 선점하기 위해서 뛰어든 대표적 기업들은 아마존, 알리바바, UPS, FedEx, 도미노피자, Workhorse, Zomato, Ukraine Postal Service, Flirtey 등이 있다(하이투자증권, 2021).

여섯째, 우주항공 기술 분야에 있어 가장 높은 기술력을 가지고 있는 NASA이다. 물론 NASA는 미국을 위해 존재하므로 미국 UAM 기술 향상과 발전을 목표로 하고 있다. NASA는 이미 Technology Transfer Program으로 민간기업에 드론 기술을 이양하는 작업을 진행한 바 있다. 그뿐만 아니라 AAM National Campaign을 진행하겠다고 발표하며 제도 및 규제에 대한 고민과 함께 일정한 기준을 두고 업체들을 테스트해 주겠다고 한다.

NASA 이외에도 미국 정부도 한 유형이다. 미국 국방 혁신단은 조비에이비에이션을 비롯한 전동수직이착륙 항공기 및 기술 개발자에게 1~2천만 달러 수준의 자금을 지원한 바 있다. 한국도 한국항공우주연구원(KARI)이 정부의 지원을 통해 주도적으로 이 분야를 진행하며 본격적으로 민관 협력이 진행될 것으로 기대하고 있다(신성환, 김선이, 2020).

6) UAM 운영모델 및 지상 기반시설 유형

국내 수도권과 같이 중심성이 강한 광역도시권에서는 중심도시로의 통행수요가 크게 발생하며, 이로 인한 교통혼잡 문제가 심각하다. 대중교통형 UAM은 교통혼잡 문제 해결에 효율적인 수단이 될 것이다. 대중교통형 UAM은 지상교통과 연계가 용이한 교통의 요지에 지상 기반시설이 설치될 것이다. 이때 기존 교통시설 대비 가격경쟁력이 중요하다. 따라서 UAM의 인프라 투자의 비용 대비 수송 능력, 가격경쟁력, 통행시간 감소 효과 등이 자세히 검토되어야

한다(이자홍, 2021). 삼정 KPMG 경제연구원에 따르면 UAM의 운영모델은 다음가 같이 다양하다.

첫 번째 UAM 운영모델은 개인용 비행체 형태로 논의됐던 자가용형 UAM이다. 이는 개인 혹은 리스 형태로 소유할 수 있는 기체로 주로 도시 내, 도시간 통행 서비스를 제공하는 운영 방식이다. 이 모델은 개인이 직접 운전해야 하므로 UAM 관련 면허체계 그리고 완전 자율비행이 우선되어야 한다. 또한, UAM의 가격경쟁력이 전제되어야 한다(삼정KPNG 경제연구원, 2020).

두 번째 UAM 운영모델은 통합교통형 UAM이다. 이는 다양한 지상 교통수단과 연계된 형태로 서비스가 제공되는 형태이다. 현재 우버에서는 수요응답형으로 운행되는 지상 교통수단을 가지고 있어 이 운영 방식을 중점으로 추진하고 있다. 그러나 현재 우리나라에서 이 모형에 적합한 운영 주체가 없는 상황이다. 따라서 통합교통형은 단기적으로는 국내 도입이 어려울 것으로 판단되며, 장기적으로 도입될 것으로 예상한다. 지상 교통수단을 통합적으로 운영할 수 있는 주체의 등장 또는 연계 플랫폼이 전제되어야 통합교통형 UAM 도입이 가능할 것이다(삼정KPNG 경제연구원, 2020).

세 번째 UAM 운영모델은 수요응답형으로 이는 에어택시 개념에 부합하는 것이다. 수요응답형 UAM은 승객이 요청하는 시간 ·장소에서 호출하여 탑승할 수 있다. 교통혼잡이 심한 도시 내의 이동에 이용될 것이다. 그러나 이를 위해 도시 상공에서 다양한 경로선택을 위한 제도 완비와 도시 내 공역 사용에 대한 제도 정비가 필요하다. 또한, 충분한 이착륙장이 존재해야 하며, 수요에 적절하게 대응할 수 있는 많은 기체가 필요하다. 따라서 중기 이후에 도입이 가능할 것이다. 다만, 개인 이착륙장을 활용할 수 있는 소수 부유층 대상 회원권 방식 수요응답형 UAM 서비스는 초기에도 가능할 것으로 보인다.

네 번째 UAM 운영모델은 대중교통형 UAM으로 정해진 시간에 정해진 경로를 운행하는 에어 메트로 개념이다. 이 모델은 도시 간, 지역 간 장거리 지상

통행 대체 수단으로 활용될 가능성이 크다.

다섯 번째 UAM 운영모델은 공항셔틀형 UAM이다. 이는 지상 기반시설의 일정 부분이 이미 갖추어져 있으므로 가장 먼저 도입될 것으로 예상하는 유형이다. 정부의 K-UAM 로드맵에서 김포공항~강남, 인천공항~강남 노선을 수도권 지역 실증노선으로 제시하고 있다(대한민국 정부, 2020). 이 유형은 단기적으로 활성화가 될 수 있으나 장기적으로 대중교통형 UAM의 한 노선으로 흡수될 수 있다(삼정KPNG 경제연구원, 2020).

여섯 번째 UAM 운영모델은 Tourist aircraft 유형으로 관광용 UAM이다. 두바이나 중국에서는 이미 시범 서비스가 진행 중이다.

일곱 번째 UAM 운영모델은 Medical emergency 유형으로 초기 규제가 엄격하더라도 예외적 서비스 될 것으로 보는 UAM이다(삼정KPMG 경제연구원, 2020).

삼정KPMG 경제연구원에 의하면 UAM 지상 기반시설은 지상 기반시설의 규모와 적정입지를 기준으로 대형, 중형, 소형으로 구분할 수 있다. 규모는 이착륙장 개수, 부대시설, 환승 체계, 물류시설 복합 여부, 용도 복합 여부를 적용할 수 있으며, 지상 기반시설의 입지에 따라 도시 중심지역, 도시 주거지역, 도심 근교지역, 농촌 지역으로 구분할 수 있다. 구체적으로 살펴보면 다음과 같다(삼정KPMG 경제연구원, 2020).

(1) 대형시설

UAM 초기에는 정해진 경로를 운행하는 에어 메트로 방식이 추진될 가능성이 크며, 결국 주요 경로 기종점에 대형시설이 설치될 것으로 보인다. 대형시설은 중심지에 입지 한 터미널형과 근교 지역에 입지 한 차고지형으로 구분할 수 있다. 두 시설은 다수의 이착륙장과 부대시설을 갖춘 허브형 시설이지만, 그 입지와 형태가 다르다. 도심에 자리 잡는 터미널형은 도심에서 지하철 등

지상 대중교통과 연계할 수 있고, 수요가 많은 지역에 자리 잡고, 높은 땅값으로 입체적으로 복합화된 형태를 갖출 것으로 예상한다. 또한, 이착륙은 건물 옥상을 이용할 것이므로 기존 역세권 개발과 같이 개발사업이 도입되어야 한다. 반면 차고지형의 경우 도심지역 저렴한 지가를 갖춘 곳에 대규모로 설치될 것이다. 자가용 환승이 가능한 대형 주차공간, 지상 주차나 지상 이착륙이 가능해야 한다. 또한, 도심에 UAM을 보관할 공간이 부족하므로 대규모 주기장을 갖추고, 버스의 차고지 역할을 수행해야 할 것이다.

(2) 중형시설

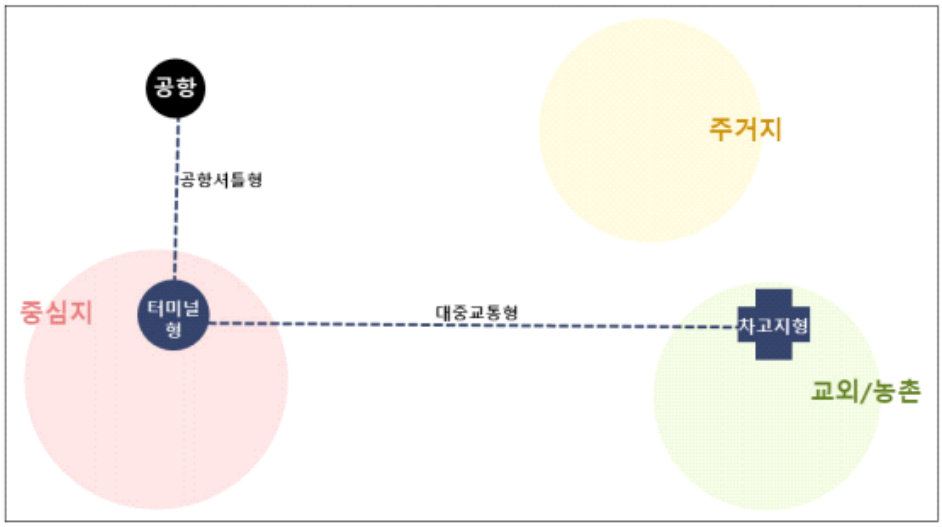
중형시설은 도시 내의 중심지와 주거지에 자리 잡는 역사형 지상 기반시설로 다양한 용도로 복합 설치될 것으로 예상한다. 중형시설은 도시 내 이동량 처리를 위해 다양한 용도의 건물과 복합돼 도시 내 교통요지에 입지할 것으로 예상한다. 복합의 형태로는 새로운 건물을 지어 다른 용도와 복합·개발하는 신규 복합개발 방식과 기존 건물 상층부에 지상 기반시설을 설치하는 방식, 기반시설과 복합적으로 설치하는 기반시설 복합방식으로 나눌 수 있다. 신규 복합개발 방식은 주거기능, 상업기능 등과 복합개발하는 방식이 많을 것이다. 기존 건물 상층부 활용 방식은 UAM의 이착륙이 가능한 대형 상업시설, 주차용 건물, 공업시설 등이 활용될 것으로 예상한다. 기반시설 복합은 도로 및 철도 상층부 공간을 활용할 것으로 분석되고 있다. 터미널, 철도역사의 상층부 활용 대공간을 확보할 수 있어 지상교통과의 환승(연계) 체계 구축에 유리한 장점이 있다. 중형시설인 역사형 지상 기반시설과 대형시설 중 도시에 도입될 터미널형 지상 기반시설은 3가지 복합방식이 모두 가능할 것으로 예상한다.

(3) UAM 운영모델과 지상 기반시설 체계

UAM의 운영모델과 연계하여 지상 기반시설의 체계를 개발 또는 도입 시기

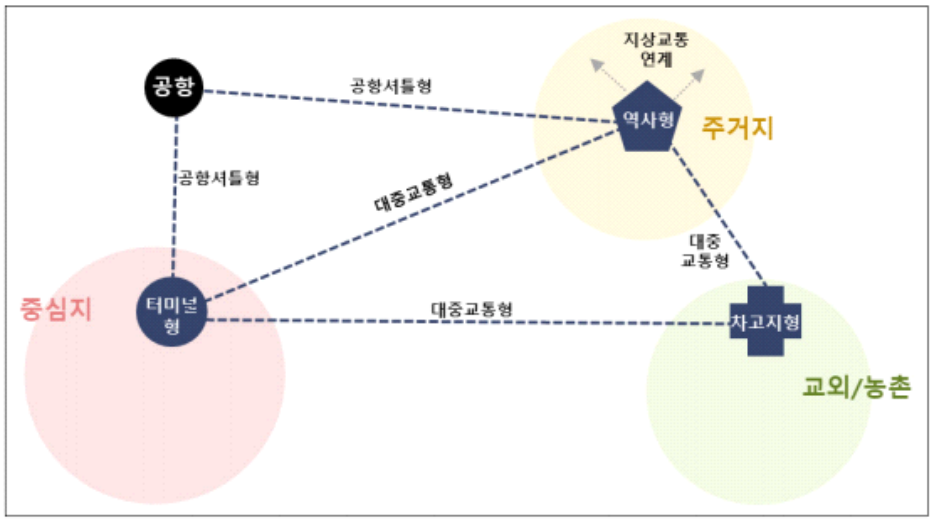
단계별로 보면<그림3>, <그림4>, <그림5>와 같다. 먼저 초기 또는 단기적으로는 도심과 교외 지역에 대형 지상 기반시설이 도입될 것이다. 이러한 시설은 UAM의 활성화를 위하여 공공 부분이 선도적으로 도입해야 할 것이다. 이들 지상 기반시설을 활용하며 공항과 중심지 사이의 공항셔틀형 UAM 운영이 가능하다. 이후 교외 지역에서 중심지로 장거리 통근수요를 대체하는 대중교통형 UAM 운영이 가능할 것이다. 중기적으로 주거지와 도심 등에 역사형 지상 기반시설이, 장기적으로는 소형 지상 기반시설이 조성되어야 한다.

<그림3> 초기 UAM 지상 기반시설 도입과 운영모델



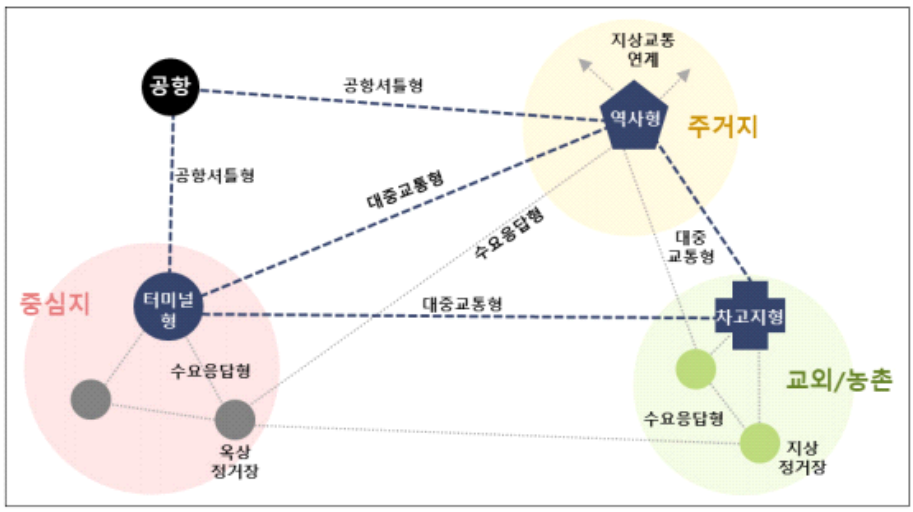
출처: 한국형 도심항공교통(K-UAM) 운용개념서 1, 2020

<그림4> 중기 UAM 지상 기반시설 도입과 운영모델



출처: 한국형 도심항공교통(K-UAM) 운용개념서 1, 2020

<그림5> 장기 UAM 지상 기반시설 도입과 운영모델



출처: 한국형 도심항공교통(K-UAM) 운용개념서 1, 2020

7) UAM 활성화 요건

(1) UAM 산업생태계 구축 필요

UAM의 상용화를 위해 새로운 생태계 구축이 필요하다. UAM은 활주로 없이 도심 교통요지에 버티포트를 활용해 비행한다. 분산추진, 전기모터 등 친환경 저소음 기술을 토대로 도심 저고도 공역(300~600m)을 운항할 것이다. 헬기는 UAM과 운항 경로가 겹치는 고도 300m 이하에서 비행하게 된다. 그동안 국가가 전담하던 항공교통관제 서비스, 공항시설 운영 대신 저고도 공역 기반의 서비스, 혼잡한 도심 거점을 제공하는 버티포트 운영 및 새로운 UAM 교통관리 서비스 도입이 필요하다. 민간도 버티포트 운영자와 UAM 교통관리 업무 제공자로 참여할 수 있게 될 것이다(양편모, 2020).

(2) UAM 전용회랑 개설

전용 하늘길인 UAM 회랑(回廊, Corridor)이 개설되어야하는데[3] 회랑은 버티포트를 시작과 종점으로하는 형태로 만들어진다. 상용 초기에는 고정형 회랑으로 몇 개만 운영되겠지만, 버티포트와 노선 수가 많아지면 복잡한 네트워크 형태의 회랑이 될 것이다. 성숙기에는 비행계획에 따라 만들어지고 없어지며 시시각각 변화하는 동적 회랑망으로 진화할 것이다(이영재, 이준석, 민재선, 김옥경, 이재우, 2021).

① 고정형 회랑: 종점 버티포트를 1:1로 연결해 상시 운영하는 회랑. 다른 UAM 회랑과 교차·연결되는 부분이 없이 독립적으로 관리하는 회랑이다.
② 고정형 회랑망: 고정형 회랑을 연결하여 상시 운영하는 회랑의 집합. 회랑 연결망(Network)에 따라 복잡하고 다양한 노선으로 운항할 수 있다.

---

3) Provider of Service for UAM, PSU) UAM 회랑을 중심으로 운항안전정보 공유, 교통흐름 관리, 비행계획 승인 및 항로이탈 관리 서비스 등 제공

③ 동적 회랑망: 상시 운영하는 회랑에 의존하지 않고 UAM 서비스 호출 시 최적의 경로로 개설 또는 폐지 될 수 있는 회랑의 집합이다.

④ UAM 회랑망: 기존 항공기 공역과 분리되며 UAM 회랑망에서는 국가의 항공교통관제 대신 UAM 교통관리를 받게 된다.

(3) UAM 교통관리 필요

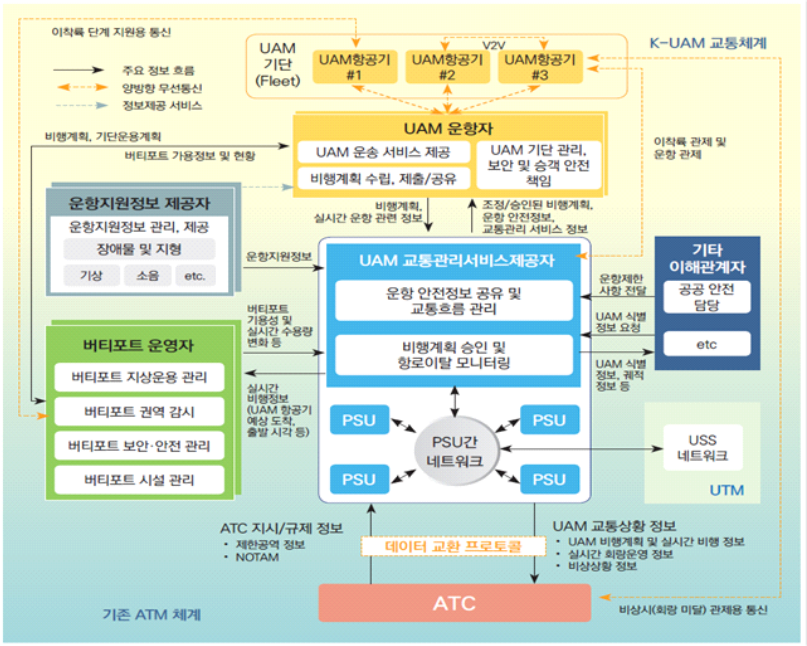
UAM 교통관리는 휴대전화 등 상용이동통신을 가지고 운영·관리하게 된다. 초기에는 기장과 항공교통관제사 또는 교통관리자 사이에 음성기반 무선통신(VHF/UHF)도 사용되겠지만, 점차 고도화된 디지털 통신체계로 대체될 것이다(회랑은 지상에서 300~600m 사이에 설정). 드론에 비해 최소 150m 이상 높이로 만들어지며, 드론을 관리하는 K-드론시스템과는 별도로 새로이 신설되는 UAM 교통관리체계를 사용하게 될 것이다.[4](장원재, 김영국, 박태윤, 2021).

(4) UAM 운용 시나리오 필요

UAM 운영 초기 단계에서는 서비스 시나리오가 제공되어야 한다. <그림6>에 제시한바 이용자가 UAM에 타고 내리는 과정에서 발생할 수 있는 다양한 상황들을 다각도로 분석한 후 주요 이해관계자들이 각각 수행할 역할, 상호 관계 등을 구상하여야 한다. 상업화 가능한 운영모델을 구상하여 이해관계자들의 역할과 절차들을 규정하고, 안전 최우선 시나리오를 제공해야 한다. 악천후, 기기 고장 등 비정상적인 상황에 대비한 대응계획도 운용 개념서에 포함시켜야 한다(박병탁, 김현미, 김상현, 2021).

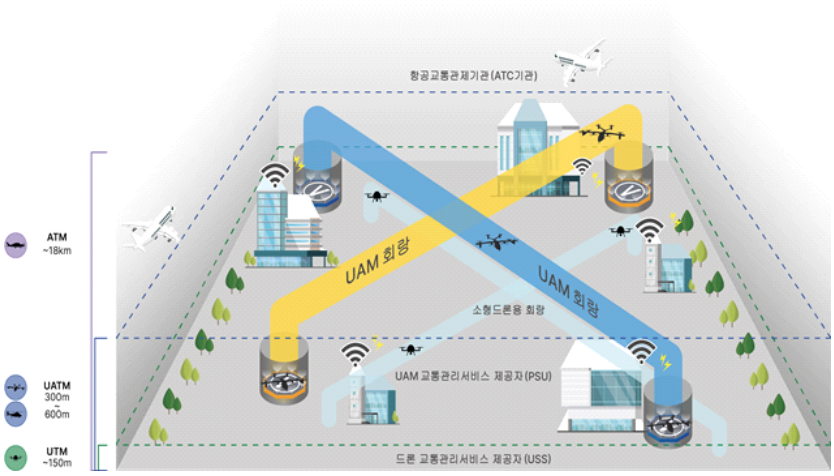
4) (K-드론시스템) 드론(150kg↓)의 위치파악 및 관제를 위한 저고도(150m↓) 드론교통 관리 기술로서 비행안전성 향상과 자동·비가시권 비행 등을 위해 필수적(R&D 진행중)

<그림6> 초기 K-UAM 교통체계 구조



출처: 한국형 도심항공교통(K-UAM) 운용개념서 1

<그림7> 초기 K-UAM 운용 개념도



출처: 한국형 도심항공교통 K-UAM 운영 개념서 1

(5) 도심 내 접근성

UAM은 도심 항공 한복판에서 뜨고 내릴 수 있는 도심형 수직이착륙기이다. 만약 안전상의 이유로 도심 외곽에 이착륙장을 마련한다면 3차원 공간의 이점을 누린다 해도 아마도 활발하게 이용되긴 어려울 것이다. 따라서 UAM은 교통 소비자의 접근성이 좋아야 한다. 우버가 처음부터 우버에어를 소개할 때 스카이포트의 위치를 대형빌딩 옥상(헬리콥터 패드)으로 정한 것도 이런 편리함을 충족시키고자 함이었다.

한편, 접근성 확보 차원에서 2차원 공간의 모빌리티와도 유기적으로 연결되어야 할 것이다. 미래엔 자율주행 셔틀이나 대중교통수단인 택시, micro mobility 등과도 모빌리티 플랫폼으로 연결되는 멀티모델 서비스도 가능해야 한다. 에어택시 서비스가 활성화된다면 당연히 모빌리티 플랫폼에 의한 온디맨드 호출이 가능해지리라 예상한다.

가장 대표적 모빌리티 플랫폼 기업인 우버는 UAM 전용 버티포트인 스카이포트를 운영할 계획을 하고 있다. 우버가 언급하는 스카이포트는 단순 공항이나 터미널만의 역할이 아닌 우버의 도심 교통 서비스의 허브 기능을 담당하게 된다(이영재, 곽태호, 정구문, 안재현, 정봉철, 이재우, 2020).

<그림8> HI-FO가 제시하는 UAM ‘더’ 시리즈

출처: 하이투자증권 리서치본부

8) UAM의 효용

UAM이 도입될 경우 그 효용 또는 가치에 대해 하이투자증권, 삼정KPNG 경제연구원의 보고를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, UAM은 3차원 공간을 이용하는 서비스다. 2차원 공간에서 한계를 가진 교통수단에 비해 3차원 공간에서의 이동이라는 가장 큰 메리트가 있다. 2차원 공간은 제한된 도로에서 면적(넓이)만 중요했다면, 3차원 공간은 비교도 안 되는 면적(넓이)과 2차원 공간에 없는 고도(높이)까지 있어 신속하고 쾌적한 이동이 가능하다. 많은 전문가의 UAM이 자율주행차보다 먼저 성공할 수도 있다고 주장하는 이유가 여기에 있다(국토교통위원회, 2020).

둘째, 작은 공간만 있으면 서비스할 수 있다. 이 같은 특징은 3차원 공간을 이용하는 전통적 항공교통수단 대비 엄청난 강점일 수밖에 없다. 먼저 수직이착륙의 경우 활주로가 필요 없으므로 작은 이착륙 공간만 있으면 된다. 도심에 수직이착륙장이 존재하면 UAM 이용이 가능하다. 대형빌딩 옥상에 마련된 헬리콥터 이착륙장, Mall의 주차타워 옥상, 대형마트 옥상, 배송센터 등을 활용할 수 있다. 물론 규제를 완화해야 하는 숙제는 남아있다. 공항이 대도시 외곽에 위치해 접근성이 떨어지는 항공업과 비교할 때 UAM은 도시 한복판에 Hub가 자리 잡고 있어 매우 접근성이 용이하다(정민철, 유금식, 이광병, 2020).

셋째, 개별 기업이나 국가의 투자까지 함께 고려했을 때 총비용이 저렴한 가성비가 좋은 경제적 교통수단이다. 지하철은 1km 구간을 건설하는데 무려 1,300억원이 소요된다. 게다가 토지매입부터 굴착비용, 건설비용 등을 모두 포함할 경우 천문학적인 비용이 든다. 인천국제공항 건설의 경우 1단계 투입 비용 5.6조, 2단계 투입 비용 3.1조, 3단계 투입 비용 4조, 4단계 투입 비용 4.2조로 총 16.9조 가 투입된 국가적 프로젝트였다. 그러나 UAM은 지상에 활주로를 갖춘 대규모 공항이 필요하지 않다. UAM은 물리적으로 기존 헬리패드를

활용할 수 있으므로 이착륙에 필요한 작은 공간, 편의시설, 항공기 주차공간 정도만 갖춰지면 된다. 도입 초기에는 기체 가격이 비싸겠지만, 점차 하향할 것으로 전망하기에 인프라를 포함한 토탈 코스트 측면에서 보면 저렴한 교통수단이 될 것으로 예측한다(김명효, 박휜, 2020).

넷째, 시간의 효율성을 제공할 수 있는 교통서비스다. 직선거리로 A 지점부터 B 지점까지 날아 이동시간을 크게 줄일 수 있다. 버티포트까지 접근성이나 기체의 종류에 따라서 시간이 달라질 수 있겠지만, 분명한 것은 hub-to-hub 모빌리티로써 최단 경로를 장애물 없이 이동할 수 있다는 것이다(민수홍, 2022).

다섯째, UAM은 대체로 친환경 기술을 토대로 제작될 것이다. 현재의 항공산업은 ESG경영에 의해 탄소 배출량/질소산화물 감량, 감각 소음 감축 등을 거세게 강요받고 있다. 따라서 터보프롭이나 제트엔진이 아닌 전기를 배터리에 충전해 작동하는 전동수직이착륙 또는 Fuel Cell(연료전지) 기반의 기체가 될 가능성이 크다. 이는 전기나 수소로 작동하는 기체라 탄소 배출이 거의 없다. 또한, 도심에서의 서비스를 목적으로 하므로 소음문제도 매우 중요한데, UAM은 모터로 로터를 회전시키고 분산전기추진을 사용하기에 상대적으로 소음이 적다는 특징이 있다. 국가의 규제를 대부분 헬리콥터 소음보다 훨씬 조용한 65dB 수준에 맞출 것으로 보인다. 제트엔진이나 피스톤은 공해와 소음문제로 인해 도심에서의 운행이 받아들여지기 어렵다. 우버에어보다 먼저 서비스를 시작한 우버콥터가 널리 확산되지 못하는 이유가 소음문제로 인한 민원에 있었음에 주목할 필요가 있다.

여섯째, UAM은 소비자 중심 서비스가 되어야 한다. 대부분 비행기체가 탑승객 1-4명을 수용하는 형태로 만들어지기 때문에 소수 탑승객의 요구에 맞게 운행될 수 있을 것이다. 기존 항공기 교통에서는 승객의 소비자 지향성은 떨어질 수밖에 없다. 항공사의 일정이나, 서비스에 따라야만 한다. 반면 이에 비

해 UAM은 개별 소비자들에 대한 맞춤형 서비스가 가능할 것이다. 처음엔 일정한 두 지점의 셔틀 형태로 시작한다고 하더라도 차츰 개인의 요구에 충실한 온디맨드 모빌리티 서비스도 가능해질 것이다. 고급택시와 일반 택시처럼 소비자층이 다른 타겟의 차별화된 서비스들이 등장할 수도 있다(이동교, 황하은, 김성범, 2021).

일곱째, 아무리 빠른 교통수단이라 하더라도 삶의 터전인 도심과 접근성이 떨어진다면 효용성이 떨어진다. 지상 교통수단으로 목적지까지 2시간 걸릴 거리를 항공 교통수단으로 단 15 분만에 주파할 수 있다 해도, 항공 교통수단에 탑승하기 위한 공항까지의 거리가 수십 킬로라면 아무런 의미가 없다. 반면 UAM은 도심 구조물 옥상을 활용하므로 온디멘드 모빌리티 서비스 수단들과의 연계도 가능해진다. 우버가 업계에서 가장 발 빠르게 우버 엘리베이트 프로젝트를 시작한 것도 이 같은 이유 때문이다(한재현, 2021).

9) UAM 시장과 산업 전망

초기 전기차 시장이나 자율주행 시장에 대해 보수적인 기관과 공격적인 기관의 전망은 크게 달랐다. UAM 시장 상황도 불과 몇 년 전과는 상황이 완전히 다르게 나타나고 있다. 예를 들면, 2017년에는 전동수직이착륙을 다루는 업체가 12개였지만 2020년에는 200여 개 회사에서 260개 가량에 달하는 다양한 전동수직이착륙 기체를 개발하고 있다. 마찬가지로 차세대 배터리 기술과 각국의 관련 정책, 업체들의 비행체 가격 인하 등 관련 시장에 대한 전망이 매우 상이하다.

(1) UAM 시장 전망

UAM에서는 화물용 드론이 초창기엔 점차 적재하중을 높여가며 서비스를

시작할 것으로 전망되고 있다. 승객용 드론의 경우 복합 형태의 UAM 항공기가 두바이, 뉴질랜드, 싱가폴 등 얼리어댑터 국가들에 의해 도입·운행될 것으로 전망되고 있다. 초창기엔 인명사고에서 비교적 자유로운 화물용 드론기의 운행횟수를 높여가면서 기술적인 문제점들을 해결해 갈 것으로 보인다. 이후 소재의 경량화, 모터의 출력향상, 배터리의 밀도개선 등으로 적재하중이 상향되고 운행과 이착륙에 관련된 시스템, 지상관제, 위성관제 등이 정교해지면서 차츰 승객용으로 서비스가 확산될 것으로 전망한다. 물론 처음에는 자율주행 차량과 마찬가지로 사고 발생 시 귀책사유 등의 이유로 2030년경까지는 조종사가 탑승하는 형태가 될 것이다. 그 이후 AI와 자율비행시스템 성능이 향상되면서 무인기가 이어받을 것으로 보인다. 자율비행이 가능해지면 UAM 서비스 제공업체에 비용이 크게 줄어드는 변곡점이 될 것으로 예측한다.

한국의 국토교통부도 40km에 달하는 여의도에서 인천공항까지의 운임을 유인기에서는 인당 약 11만 원, 무인기에서는 인당 약 2만 원으로 제시하고 있다. 무인기로의 전환이 UAM 서비스 가격 결정에 큰 변화 요인을 제공할 것임은 이미 세계 각국의 로드맵이나 예측기관들의 전망으로 확실해 보인다.

한편, 비행체 테스트를 통해 안전에 큰 문제가 없다고 확인되는 시점이 오면 세계 각국이 도심항공교통 시스템을 경쟁적으로 도입할 것으로 보인다. 민간 분야에서는 이항, 볼로콥터, 오로라 같은 선두주자들이 각국의 정부와 밀접한 관계를 맺으며 성장해 갈 것으로 보고 있다. 특히 브라질과 멕시코처럼 전통적으로 헬리콥터 교통에 대한 경험이 축적된 국가들은 UAM 산업에 적극적으로 동참할 것으로 예상이 된다. 미국은 하드웨어, 소프트웨어, 시스템, 서비스 등 여러 방면에서 전 세계의 중심에 있기에 가장 큰 UAM 시장을 형성할 것으로 보고 있다. 중국 역시 신기술에 대해 선제적 규제 완화 및 정부의 실험 의지가 강해 빠른 도입이 가능할 것으로 보인다. 추락 시 대형사고 가능성이 낮은 사막지형인 두바이처럼 지형적 이점이 있는 국가들도 조속한 도입이

예상된다.

최근 대형 완성차들도 UAM 플레이어들의 등장에 위협을 느낀 나머지 UAM 시장에 본격적으로 뛰어들고 있다. 대부분의 UAM 플레이어들이 20~24년까지를 실험 및 실증 기간으로 선정해놓고 있기에 때문에 25년부터 본격적 서비스가 시작될 것으로 예상한다.

(3) UAM 관련 업체 전망

거대자본 성격이 강한 항공기 제작사인 Boeing, Airbus와 완성 자동차 업체인 현대자동차, 다임러, 아우디, 토요타, 포르쉐, 롤스로이스 등은 전략적 제휴나 인수·합병으로 UAM 산업에 있어 많은 기회를 노릴 것으로 전망되고 있다. 뿐만 아니라 부동산개발사들이 활발하게 버티포트가 들어설 부지를 선정하며 인프라를 갖출 것이고, 항공 정비(MRO) 서비스도 속속 준비될 것이다. 배터리 부분에 있어 밀도를 획기적으로 높인 리튬-황 또는 전고체 배터리 개발의 윤곽이 2030년 이전에 출시될 것으로 전망되고 있다. UAM이 차세대 대규모 자동차 산업으로 주목받으면서 세계 각국은 UAM을 국가과제로 선정하고, 규제를 완화해 가며 적극적으로 산업을 육성해 나설 것으로 본다. 이에 발맞춰 전 세계적으로 통용될 안전규정 및 가이드라인이 제시될 것이다.

(4) UAM 산업경제 전망

긍정적 전망을 내놓고 있는 모건스탠리의 경우 2040년까지 연관 산업 규모가 $1.5T(trillion: 1조)까지 커질 것으로 보고 있다. 원화 기준으로 1,740조에 달하는 규모다. 이 규모가 어느 정도인지 가늠해보기 위해 글로벌 주력산업들과 비교해보는 것이 좋겠다.

현재 글로벌항공 산업 전체의 연 매출은 약 $0.82T 수준인데, UAM이 이를 크게 넘어설 것이라는 전망이다. 이동의 총량이 늘어난다면 모를까, 2차원 공

간에서 3차원 공간으로의 전환이 이루어지는 것이라면 결국 전통적인 자동차 산업으로선 시장잠식이 불가피할 것이다.

최근 프로스트 앤설리반 보고서에 따르면, 에어택시 운영은 중동에서 시작되어 2040년까지 전 세계적으로 43만 대가 가동될 것으로 예측했다. 포르쉐 컨설팅은 2035년까지 전 세계적으로 전동수직이착륙 23,000대, 320억 달러의 UAM 여객 시장을 창출할 것으로 예상하고 있다. 롤랜드버거는 2050년까지 10만 대의 여객드론이 등장할 것으로 조금은 보수적인 전망을 제시한 바 있다. 기관별로 세워놓은 예측에 따라 다소 차이가 나지만 확실한 것은 UAM이 단지 먼 미래에 존재할 허상이 아니라, 현실 가능성이 매우 커지고 있다는 것이다.

결국, 처음에는 단거리 위주로 서비스가 시작되겠지만 시간이 지남에 따라 중거리로 확대될 것이며, 이 과정에서 초기에 항공업체 위주의 플레이어들이 UAM 시장에 진입할 것이다. 이후 자동차산업까지도 UAM 생태계에 녹아들 것으로 전망했다. UAM은 자동차와 비교하면 비용적으로, 시간적으로도 효율적이기에 파급력이 클 것이란 분석된다.

2. UAM 서비스 관련 향후 과제 및 소비자 이슈

1) UAM 서비스 관련 향후 과제

(1) 도심항공 관련 법제화 및 안전 규제

UAM이 상용화되기 위해서는 무엇보다 소비자의 안전 확보를 위한 여러 측면의 제도 정비가 전제되어야 한다. 현재 서울 도심 상공은 항공안전법에 항로 규정이 정해져 있다. 이 규정에서는 UAM이 서울 도심 상공을 운항할 수 있는 항로가 없다. 첨예한 안보 문제로 서울 도심 공역은 비행금지구역으로

설정해 놓았다. 제한 공역과 공군 훈련 공역 등이 서울 도심 공역 규제 문제와 복잡하게 얽혀있어서 국방부 허가를 받아야 드론 등이 비행할 수 있다. 이러한 상황에서 UAM 상용화 시기를 언급하는 것 자체가 모순이다(ZDNet Korea, 2021년 7월 21일).

항공안전법 실무 주체는 국토부이나 서울 도심 비행금지구역은 국방부와 공군 허가를 얻어 법제도를 정비해야 한다(석영호, 2020). 2020년 국토부는 우리나라에 적합한 도심항공교통(K-UAM) 로드맵을 발표했으나, 서울 도심의 제한된 공역 문제 계획은 존재하지 않았다(석영호, 2021).

공역 규제 문제뿐만 아니라 항공 관제탑과 같은 시스템 구축도 중요한 과제이다. 도입 초기 단계에는 이착륙할 수 있는 환경을 구축하기도 매우 어려우며, 헬리콥터와 같은 이착륙장이 필요하다고 생각된다. 공중 장애물, 빌딩 정보 등을 수신하고 발신하는 관제탑 같은 시스템이 필요하다. 플라잉카가 본격적으로 실용화되면 공중에 많은 기체가 날아다녀 충돌 위험도 증가할 것이다. 따라서 이와 관련한 법제화 및 안전 제도 확보가 중요한 과제이다(이구희, 2015).

(2) 이용 편의를 위한 인프라 정비

UAM이 대중성을 갖추기 위해서는 소비자 중심적 시스템, 규제, 타 교통수단과의 연계 등 인프라 구축 등이 잘 갖추어져야 한다. UAM은 향후 도심 연계 UAM, 섬 지역 간 연계수단, UAM 관광산업, 특수목적형 UAM 등 4가지 방향으로 확대 운영이 가능하다(파이낸셜투데이, 2022년 7월 18일). 결국, 도심 내, 도시와 도시 간, 다른 철도나 도로와의 연계, 다른 교통수단과의 연계 등 이착륙 시설 용지 확보와 구축 계획을 충분히 세워야 한다. UAM 사업의 핵심은 교통체계와 연결성이므로 지역별 핵심 환승 거점 관련 계획 및 시스템이 필요하다(머니스, 2021년 10월 28일). UAM을 실제 교통수단으로 쓰려면 결제

시스템 등 일상에서 쉽게 사용할 수 있는 서비스의 접근성이 필요하다. 결론적으로 UAM은 연결성・접근성 확보가 중요하다.

(3) UAM 연구개발 지원 및 전문인력 양성

UAM은 최신 기술 또는 창의적인 아이디어를 가진 업체가 시작할 수 있으나, 막대한 연구개발 비용이 필요하다. 따라서 정부 또는 공적인 지원이 전제되어야 한다. 또한, 연구, 제작 및 생산 지원은 물론 UAM 관련 전문인력 육성도 중요한 과제다. UAM에 적용할 전문인력 및 교육 예를 들면, UAM 및 개인용 비행체 전문 정비사, 인증 관리자, 설계자, 운항관리자, 시스템 엔지니어 측면에서의 전문가 양성이 시급하다. 전문인력을 교육하는 데 오랜 시간이 소요되므로 전문인력 양성 교육체계를 갖추어야 한다. 또한, 전문인력 양성, 확보를 위해서는 인력양성 및 공급을 위한 정부의 행정적, 재정적 지원체계를 준비해야 할 것이다(황창전, 2018).

2) UAM 서비스 관련 소비자 이슈

UAM은 새로운 서비스 시스템으로 개발될 것이므로, 이로 인해 다양한 소비자 이슈가 발생할 것으로 예상된다. 이러한 이슈들은 UAM 서비스의 성공적인 도입과 확산을 위해 반드시 고려되고 해결되어야 한다.

첫째, UAM이 상용화될 경우 보안사고 이슈가 발생할 것이다. 항공안전기술원(KIAST)은 UAM에서 발생할 수 있는 사고는 보안사고(의도한 사고)와 안전사고(의도하지 않은 사고)로 분류하였다. 보안사고는 조종사가 기체 감속, 기체 착륙, 기체 충돌지점을 조절하지 않기에 피해가 클 가능성이 있고, 안전사고는 조종사가 안전 확보를 위해 속도 조절 및 착륙지점을 조절하기에 피해가 상대적으로 낮다(보안뉴스, 2021년 7월 22일). UAM의 수단인 플라잉카 등 기체가

기존 비행기보다 작다 해도 중요 시설에 충돌할 경우 피해가 클 수 있다. 실례로 2013년 LG전자 소속 헬리콥터가 서울 도심 아파트에 추락하는 사고가 있었음에 주목해야 한다.

둘째, UAM을 노린 하이재킹(Hijacking) 이슈이다. 승객으로 위장한 테러자가 조종사를 협박해 기체를 탈취 하는 유형, 외부에서 해킹 또는 GPS 신호 위변조 등으로 탈취하는 유형이 발생할 수 있다(박수진, 여운진, 황호원, 2021).

셋째, 보안검색 이슈가 발생할 수 있다. 보안위협, 하이재킹 등을 감안하면 보안검색이 필요할 것이다(보안뉴스, 2021년 7월 22일). 다만 UAM의 보안검색은 기존 항공기 보안검색보다 훨씬 간편해야 한다. 최근 워킹스루 보안검색이 주목받고 있다. 워킹스루 보안검색은 신발검색기와 3D 영상 AI를 이용한 실시간 보행 검색기, 수화물 검색기 등을 통합한 보안검색 시스템이다. 또한, 얼굴인식 및 이상행동 인식기술이 활용될 것이다(보안뉴스, 2021년 7월 22일).

넷째, UAM, 에어택시 등 공중 모빌리티를 확대하려면, 그에 상응하는 기반시설 인프라가 마련되어야 한다. 향후 운항 개체 수가 빠른 속도로 증가할 것이므로 체계적으로 인프라를 구축해야 한다. UAM 서비스 초기에는 공항, 철도, 청사, 터미널 등을 중심으로 이루어질 것이나 이후 상업용 건물, 아파트 등 민간 영역에 서비스를 확대할 것으로 예상된다. 기존 교통체계와 유기적 연계 관련 UAM 인프라 체계 구축이 중요하다(IT동아, 2022년 4월 14일).

다섯째, 사회적 수용성 문제 이슈이다. 궁극적으로 무인 주행을 목표로 하므로 사회적 수용성 문제가 중요할 것이다. 무인 주행에 대한 소비자들의 인식은 아직 다소 부정적이다. UAM의 안정성을 신뢰하지 않고 대중적인 홍보도 부족해 UAM에 대한 개념을 아는 소비자도 많지 않은 상황이다(ZDNet Korea, 2021년 7월 21일).

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구에서는 일반 소비자들에게 아직은 생소할 수 있는 플라잉카의 등장 배경, 개발 현황, 상용화 요건, 관련 향후 과제, 예상되는 소비자 이슈에 대해 살펴보았다. 또한, UAM(도심항공교통) 서비스의 기초 개념, 개발 배경, 인프라 구축, 서비스 모델 유형, 활성화 요건, 효용 및 산업 전망, 향후 발전 과제, 주요 소비자 이슈에 대해 살펴보았다

본 연구의 목적을 달성하기 위해 항공분야 문헌고찰, 보고서 및 정책 분야 보도자료, 뉴스 및 언론 등 다양한 자료를 분석하였다. 플라잉카 제품 자체에 관한 측면과 운행 및 운영 전반 서비스를 담당하는 UAM 서비스에 대해 조사·분석한 본 연구는 소비자들의 이해를 높이는데 중요한 연구라고 하겠다. 본 연구에서 조사·분석한 주요 내용을 정리하고 요약하면 다음과 같다.

1. 플라잉카 관련 결론 및 제언

새로운 교통 혁신인 플라잉카의 향후 과제 및 기대 효과에 대해 살펴본 결과 첫째, 플라잉카는 목적지를 직선으로 연결하여 거리와 시간을 단축하고, 밀집된 도시의 교통 정체를 해소할 수 있다. 또한, 플라잉카는 재해 및 사고 현장에 신속하게 대응할 수 있으며, 새로운 관광자원으로 고객유치 효과와 접근성이 좋지 않은 장소에 효율적인 물류 배송에 도움이 될 것으로 기대된다는 점을 살펴보았다.

둘째, 플라잉카는 급격한 도시화 문제를 해결하기 위한 새로운 교통수단으로 개발되고 있다. 초기에는 도심 내 단거리 승객 운송용 항공기가 개발되었으며, 항공기 관련 기술, 전기분산 추진, 경량화 소재 개발, AI 기술, 자율주행 기술, 5G 통신 발전 등이 더해져 전동수직이착륙 개발이 가시화되고 있다. 전

세계 각국이 플라잉카 개발에 적극적으로 참여하고 있으며, 한국도 다수의 기업과 연구 기관이 개발에 박차를 가하고 있음을 살펴보았다

셋째, 플라잉카 개발이 계속되는 가운데 플라잉카 상용화를 위해서는 어려운 요건이 충족되어야 한다. 플라잉카 관련 제조사, IT업체, 서비스 업체, 정부 과제에 대해 살펴보면 다음과 같다. 제조사 과제는 베터리 효율을 높이는 등의 하드웨어 측면, IT업체 과제는 블록체인 및 AI 기술 등 소프트웨어 측면이 요구되며 서비스 업체 과제로 운영을 위한 다양한 서비스 업체의 도움이 필요함을 살펴보았다. 마지막으로 정부 과제 또는 정책 방향에 대해 살펴보면, 항공교통의 안전과 관리 부문이 가장 중요하며, 항공기의 안전성을 보장할 수 있는 규정과 품질 관련 인증 제도가 필요하다. 플라잉카와 기존 항공 체계를 통합 관리할 수 있는 저고도 무인비행체 교통관리시스템(UTM), 플라잉카 기술과 UAM 시스템 관련 법・제도 정비, R&D 지원, 구매 보조금 제도 도입 등 정부 지원이 필요하다. 또한, 이를 위한 예산과 플라잉카에 대한 지역사회와 소비자들의 사회적 수용을 위한 정부의 노력이 요구된다.

넷째, 플라잉카 상용화와 관련된 소비자 이슈로는 높은 가격과 이용요금, 자격증 취득 문제, 안전 및 품질 인증 문제 등이 있다. 또한, 비행 구역 및 주행 가능 도로 등에 대한 정밀한 규정 마련과 관련 제도의 정비가 필요하다. 과대 광고 및 안전 정보 제공 부족 문제, 플라잉카 상용화로 인한 기존 이동 및 물류 산업의 저항, 새로운 비즈니스로 인해 발생할 수 있는 사회적 이슈들도 해결해야 할 중요한 과제이다.

플라잉카가 상용화되기 위해서는 기술적, 제도적, 사회적 측면에서 다각도의 노력이 필요하다. 이러한 노력은 결국 소비자에게 안전하고 편리한 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다. 소비자 관점에서 고려해야 할 주요 제언은 다음과 같다.

첫째, 플라잉카의 상용화를 위해서는 반드시 안전성이 보장되어야 한다. 소

비자는 새로운 교통수단에 대한 안전성을 신뢰해야만 이를 이용할 것이다. 따라서, 항공기와 유사한 수준의 안전 규정을 마련하고 철저한 품질 관리와 인증 제도를 시행해야 한다.

둘째, 플라잉카 서비스가 대중화되기 위해서는 합리적인 이용 요금이 책정되어야 한다. 초기에는 고가의 서비스일 수 있으나, 기술 발전과 대량 생산을 통해 비용을 절감하고, 다양한 요금제를 도입하여 일반 소비자가 접근할 수 있도록 해야 한다. 이를 위해 정부의 보조금 지원이나 세제 혜택을 고려해야 한다

셋째, 새로운 교통수단인 플라잉카가 사회적으로 수용되기 위해서는 대중의 인식 전환이 필요하다. 이를 위해 플라잉카의 이점과 안전성을 안내하고, 시범 운행을 통해 실제 경험을 제공함으로써 긍정적인 이미지를 구축해야 한다. 또한, 지역 사회와의 소통을 강화하여 플라잉카 도입에 대한 다양한 의견을 수렴하고 반영하는 노력이 필요하다. 지역 주민과의 적극적인 소통을 통해 공동의 이익을 추구할 수 있는 방안을 마련해야 한다.

넷째, 플라잉카 서비스의 원활한 운영을 위해 무엇보다 중요한 것은 관련 법과 제도 정비이다. 비행 구역, 운항 기준, 안전 규정 등 명확한 법적 기준을 마련하고, 이에 따른 인프라 구축과 관리 시스템을 마련해야 한다. 또한, 소비자 보호를 위한 정책과 제도를 마련하여 플라잉카 이용 중 발생할 수 있는 문제에 신속히 대응할 수 있어야 한다. 정부와 관련 기관의 적극적인 지원과 협력이 필수적이다

2. UAM(도심항공교통) 서비스 관련 결과 및 제언

본 연구의 중요한 주제 중 하나는 플라잉카 활성화와 관련된 기반 시스템, 즉 UAM 서비스에 대한 조사와 분석이다. 본 연구에서 살펴본 UAM 서비스의

기초 개념, 개발 배경, 인프라 구축, 서비스 모델 유형, 활성화 요건, 효용 및 산업 전망, 향후 발전 과제, 주요 소비자 이슈에 대한 분석을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 도시 집중화 현상으로 인한 교통 혼잡을 개선하기 위해 각국은 막대한 비용을 들여 도로 교통망을 확충해 가고 있으나 한계에 다다를 것으로 예상된다. 이에 따라 기존 교통체계의 패러다임을 바꿀 수 있는 혁신적인 교통수단인 플라잉카 개발이 시작되었다. 플라잉카의 상용화는 UAM 서비스 구축이 전제 조건이며, UAM은 인공지능, IoT, 빅데이터, 블록체인 등 혁신 기술과 전기화, 자율주행, 플랫폼 등의 미래 혁신 요소를 결합하여 도시 집중화 현상을 해결할 수 있는 교통수단으로 대두되고 있다.

둘째. UAM 서비스는 여러 어려움을 해결해야 한다. 예를 들어, 복잡한 도심에서 수많은 개인용 비행체를 어디에서 띄울 것인지, 전기동력 기체를 어디에서 충전하고 정비할 것인지 등의 문제는 쉽게 해결하기 어렵다. 기존의 헬리패드를 개조하는 방법도 있지만, 많은 이용객들이 이용하기에는 턱없이 부족할 것이다. 결국, 개인용 비행체의 이착륙, 충전 및 정비와 함께 다양한 도시 모빌리티를 효율적으로 연계할 수 있는 인프라 구축이 UAM 생태계 확산을 위해 필수적이다.

셋째, UAM이 상용화되기 위해서는 기술의 지속적인 개선과 융합, 새로운 인프라 구축, 제도와 법률의 정립, 사회적 수용성 증대, 관련자들의 협력 및 파트너십, 통합 플랫폼 운영 공유 등이 전제되어야 가능하다. 기술적 측면에서 배터리 성능, 완전자율비행, 고성능 제어 등의 기술적 성숙도가 더욱 높아져야 하며, 제도와 법률적 측면에서는 다양한 품질과 안전 인증, 운행 규정 수립 등이 정립되어야 한다. 사회적 수용성을 높이기 위해서는 UAM 서비스의 안전에 대한 우려를 해소해야 한다.

넷째, UAM의 도입 시 효용성 및 가치를 살펴보면 주요 가치는 2차원 공간

의 한계를 넘어 3차원 공간을 이용한 서비스 제공, 활주로가 필요 없는 수직 이착륙, 이동시간 단축, 친환경 기술 기반, 맞춤형 서비스 제공, 이동 접근성 확보 등이 있다. 이러한 효용성은 UAM 서비스의 긍정적인 측면을 강조한다

다섯째, UAM 서비스 관련 소비자 이슈를 살펴본 결과, 법제화 및 안전 규제 정비, 이용 편의를 위한 인프라 정비, 연계교통과의 연결성, 안전·보안사고 등의 문제가 발생할 수 있다. 또한, 개인용 비행체 및 UAM의 제작 및 운영에 필요한 전문인력 양성은 비용과 시간이 많이 예상되므로 민간 역량 확보·강화도 중요한 이슈이다.

UAM 서비스의 성공적 도입과 지속 가능한 발전을 위해 다각도의 노력이 필요하며 소비자 관점에서 고려할 제언은 다음과 같다. 첫째, UAM 서비스의 안전성과 운영 지속성을 보장하기 위해 지속적인 기술개발을 해야 할 것이다. 둘째, 도심 내 접근이 용이한 위치에 UAM 전용 인프라 구축이 필요하다. 기존 대중교통망과 유기적으로 연계될 수 있도록 통합 교통 플랫폼을 개발하여 이용자 편의를 도모해야 한다. 셋째, UAM 서비스 안전성을 확보하기 위해 구체적인 규정과 기준을 마련해야 하며 품질 인증 제도를 도입하여 신뢰성을 높여야 한다. 넷째, 다양한 서비스 제공자를 하나의 플랫폼으로 통합해야 이용자의 편의성을 극대화하고 안전사고 예방 및 보안 시스템 강화를 통해 이용자의 신뢰를 확보해야 한다

본 연구를 토대로 기업과 소비자는 플라잉카 및 UAM에 대한 관심과 모니터링을 강화하고, 소비자 안전과 편익을 우선으로 하는 소비자 지향적 방향으로 발전될 필요가 있다. 앞으로도 본 연구를 계기로 플라잉카 관련 연구조사, 플라잉카 운행 및 운영 전반, UAM 관련해 여러 이슈 및 주제의 후속 연구가 계속되기를 기대한다.

<참고문헌>

곽수환(2021). 플라잉카(Flying Car)의 개발 및 최근 연구동향. 경영컨설팅연구, 21(1), 399-408.

김동규(2021). 도심항공 모빌리티(UAM)를 위한 이착륙 시설에 대한 개념연구. 대한건축학회 학술발표대회.

김명효, 박훤(2020). UAM 항공기 추진체계 특성 분석. 한국추진공학회 학술대회논문집, 743-744.

김성미(2018). 드론의 현행 법적 정의와 상업적 운용에 따른 문제점. 항공우주정책·법학회지, 33(1), 4-37.

김한택(2019). 국제항공법. 와이북스.

고태봉(2020). 자동차-UAM, 3차원 길을 연다. 하이투자증권.

류성렬(2021). 드론의 농업적 이용 활성화를 위한 전략 수립. 정책연구보고서.

민경무(2020). 고정익 날개를 갖은 수직이착륙 무인항공기/플라잉카의 설계 해석 연구. 경남과학기술대학교 박사학위논문.

민수홍(2022). UAM 승객운송서비스 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 숭실대학교 대학원 국내박사학위논문.

박수진, 여운진, 황호원(2021). UAM 이용객의 기내안전 및 보안 확보에 관한 정책 제언. 한국항공경영학회지, 19(4), 91-111.

박수진(2020). 항공기내 보안제도 개선에 관한 법적 연구. 전공 박사학위논문, 53.

비피기술거래(2020). 국내외 드론산업 법제도 및 시장기술동향분석보고서. 4-22.

삼정KPNG 경제연구원(2020). 하늘 위에 펼쳐지는 모빌리티 혁명, 도심 항공 모빌리티. Samjong INSHIGHT, 70, 5.

서정석(2019). 드론 택시 시장의 특성과 정부의 준비내용. 월간교통(Monthly

KOTI Magazine on Transport), 6.

석호영(2020). 개인용 비행체(PAV)의 도심지내 운용에 관한 법적 검토. 토지공법연구집, 89.

석호영(2021). 항공안전 측면에서 본 현행 항공법 체계 검토: 도심 항공 모빌리티(UAM)를 중심으로. 토지공법연구, 95.

신성환, 김선이(2020). UAM 개발현황과 발전방향에 관한 항공정책적 제안. 항공우주정책·법학회지, 35(4), 80-104.

신성환, 김선이(2020). UAM 개발현황과 발전방향에 관한 항공정책적 제안. 한국항공우주정책·법학회지, 35(4), 79-109.

오세진(2019). 미래 자동차-항공산업 혁명, 플라잉 카(Flying Car). 전기의 세계, 68(1), 27-30.

이영재, 이준석, 민재선, 김옥경, 이재우(2021). 도심 항공 모빌리티(UAM) 운항을 위한 공항 통과 회랑 운용 개념 수립. 한국항공우주학회 학술발표회 초록집.

이영재, 곽태호, 정구문, 안재현, 정봉철, 이재우(2020). 도심항공교통시스템 운용 개념 분석에 따른 운항경로 구축 연구. 한국항공우주학회지, 48(12), 1021-1031.

이재홍, 홍성조(2021). 도시형 공중 모빌리티 (Urban Air Mobility UAM) 운영모델과 지상기반시설의 유형화. 도시정책연구, 12(1), 89-111.

오연경, 길기남(2019). 드론 택시 비행안전성 확보 방안 연구. 학술발표회 초록집, 929-932.

위성용, 황창전, 정기훈(2018). 도심용 저소음전기동력수직이착륙기 개발동향. 한국소음진동공학회.

이구희(2015). 항공법정책 이론 및 실무. 한국학술정보지.

이상경(2019). 무인항공기 운용 법제 개선방안 연구 : 국내 현행법 및 제도를

중심으로.

이동교, 황하은, 김성범(2021). UAM(Urban Air Mobility) 서비스 이용객 확보를 위한 요금수준에 관한 연구. 대한산업공학회대한산업공학회 추계학술대회 논문집.

이용민(2019). 드론산업 활성화에 따른 드론 운용 법제도 개선방안 연구. 석사학위논문, 10-17.

이주형, 황호원(2014). 미국 민간항공보안 법규정에 대한 고찰. 항공우주정책·법학회지, 29(2), 187-188.

이준복(2016). 무인항공기 산업의 발전을 위한 법적 고찰. 홍익법학, 17(3), 29-62.

양편모(2020). 도심공중교통수단(UAM) 활성화를 위한 운용 기반 구축 기획.

전용민(2020). UAM 인프라 구축 방안 준비 현황. 한국항공우주학회 학술발표회 초록집, 741-742.

장원재(2020). 미래 교통수단과 서비스의 등장에 따른 교통시설 혁신방안. 국가정책연구포탈.

정일상(1972). 인구의 성장과 도시집중화에 따른 문제. 도시문제 7(10), 51-64.

정구민, 이창석, 한광환, 김명관(2020). CES 2020의 스마트카, 자율주행 및 차세대 모빌리티 주요 동향 및 시사점. 정보와 통신, 37(2), 53-58.

장원재, 김영국, 박태윤(2021). 미래 교통수단과 서비스의 등장에 따른 교통시설 혁신방안. 한국교통연구원 기본연구보고서, 1-215.

정민철(2022). UAM 이착륙장(Vertiport) 입지선정 요인의 중요도에 관한 연구. 한국항공대학교 대학원 박사학위논문.

정민철, 유금식, 이광병(2020). 효율적 UAM 서비스 구현을 위한 이착륙시설운영모델. 한국항공우주학회 학술발표회 논문집, 665-666.

주효근(2022). UAM 수용에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 한국항공대학교

경영대학원 박사학위논문.

최광식(2020). 한화시스템 방산에서 만수로, 방어주에서 성장주로. 하이투자증권.

최연재, 조현진, 권예윤, 이상학(2020). 국내 PAV 상용화를 위한 기술 트리 개발: eVTOL을 중심으로. 한국항공경영학회지, 18(5), 70.

최연재, 조현진, 권예윤, 이상학(2020). 국내 개인용 비행체(PAV) 상용화를 위한 기술 트리개발: 전동수직이착륙(eVTOL)을 중심으로. 한국항공경영학회지, 18(5), 73.

최자성, 백정선, 황호원(2020). 드론 택시의 법적 정의 및 법제화 방안 논의. 한국항행학회논문지 항공우주 해상, 24(6), 491-497.

최자성, 이석현, 백정선, 황호원(2021). 드론 택시(UAM)의 수직이착륙장(Vertiport) 설치기준 연구. 한국항공운항학회지, 29(1), 74-80.

최자성, 황호원(2020). 드론 택시의 개발현황 및 경제적 파급효과 분석. 한국항공운항학회, 28(4), 132-139.

최정호, 최영문(2020). UAM과 개인용 비행체(PAV) 실현화를 위한 선행 조건에 대한 전망. 한국융합학회논문지, 11(12), 147-153.

최종해, 박용화, 전인수(2021). UAM(Urban Air Mobility) 서비스 이용객 확보를 위한 요금수준에 관한 연구. 대한교통학회지, 39(5), 593-605.

최지헌, 길호성, 이영재(2021). 도심항공 모빌리티(UAM) 체계 인력양성 및 교육훈련 개념 정립에 관한 연구. 한국항공우주학회 학술발표회 초록집, 428-429.

한국항공우주연구원(2019). 도심항공교통 로드맵(가칭) 작성방향 보고. 한국항공우주연구원, 16-17.

한재현(2021). 무인항공기 운송산업 발전전략 수립 연구.

홍혜정, 한재현(2020). 무인항공기 안전운용을 위한 항공안전법 개정방향에 대

한 연구. 한국항공 우주정책법학회지, 35(3), 65-93.
황창전(2017). 도심용 eVTOL 에어택시 국외개발동향 분석. 한국항공우주학회 춘계학술대회.
황창전(2018). 도심용 공중 모빌리티 개발에 대한 개관. 한국항공우주학회 춘계학술대회.
황창전(2028). 도심용 공중 모빌리티 개발현황 및 과제. 항공우주산업기술동향, 16(1).
IRS 글로벌(2020). 미래 모빌리티의 혁명, 플라잉카・자율주행차 핵심기술 개발 동향과 상용화 전망, 2020.
비파기술거래(2020). 국내외 드론산업 법제도 및 시장기술동향 분석보고서. 비티타임즈, 4, 22.
국가법령정보센터,(2020). 드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률. 법률 제16420호. 시행 2020. 5. 1.
관계부처 합동(2020). 한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵 2020.
경기도경제과학진흥원(2020). 경기도 무인이동체 산업 육성 기본계획.
국토교통부 한국안전기술원(2020). 2020년 국내외 드론 산업 동향 분석 보고서 2020.
국토교통위원회(2020). 장애물 없는 생활환경 인증 등 법안처리. 교통법안심사소위원회, 보도자료.
인천국제공항공사 공항산업기술연구원(2020). Aviation Industry Review. 각 사 홈페이지.
현대자동차(2020). CES 2020에서 인간 중심 미래 모빌리티 비전공개.
CHO Alliance(2021). (차세대 모빌리티로 주목받는) 글로벌 UAM(도심항공모빌리티) 기술개발 동향 및 시장 전망. CHO Alliance.
IRS Global(2021). (미래 이동수단으로 주목받는) 도심 항공 모빌리티 (UAM) &

통합교통 서비스 (MaaS)의 기술개발 동향과 향후 전망. IRS Global.

ABSTRACT

Flying car and Urban Air Mobility(UAM) service Development Status and Consumer issues

Jo, Bu Kyeong
Dept. of Living Culture & Consumer Science,
The Graduate School
Sungshin Woman's University

A flying car that was considered impossible, Flying cars and UAM (Urban Air Mobility are becoming concrete and are expected to appear in our lives within the next few years. The technologies related to the flying car system will be converged with technologies such as artificial intelligence, Internet of Things, autonomous driving, and big data, and flying cars or drone taxis will be commercialized. In the long term, Flying cars or air taxis, which are models of small aircraft capable of vertical takeoff and landing and autonomous driving, are expected to become a new concept of air transportation and solve ground traffic congestion in large cities. With the acceleration of flying car or drone taxi development, urban air Mobility (UAM) services such as customized air taxi services, airport shuttle services, and intercity flight services are also being actively developed. In this

situation, there is an urgent need for research analysis and discussion on flying cars or drone cars as a new means of transportation due to the low understanding of general consumers and the lack of research in the field of consumer studies.

Therefore, this study examines the background of the emergence of flying cars, the development status, Commercialization requirements of the related UAM industry, major issues and challenges related to flying cars, and expected consumer issues, which may be unfamiliar to general consumers. In addition, we discussed plans to build UAM service systems related to flying cars, requirements for Commercialization of UAM services, and major issues and challenges. In other words, we examined the development status of UAM services related to flying cars, infrastructure construction, Commercialization requirements, and major problems and issues. In order to achieve the objectives of this study, various materials such as research reports, papers, and press releases in the fields of flying cars, drone cars, aviation, and UAM were examined and analyzed. The main contents of this study are summarized and discussed as follows.

First, flying cars can be used as emergency vehicles, tourism resources, and logistics as a smart three-dimensional means of movement and transportation. Flying cars can respond quickly and flexibly to disasters and accidents, and are expected to attract customers as a new tourism resource. In addition, the development of drone taxis using drones will help efficiently deliver logistics to inaccessible places.

Flying cars are a new means of transportation due to worsening road congestion and rapid urbanization. and in the initial stage, drone-like aircraft

will be developed for short-distance passenger transport within 20km within the city center. Recently, electric propulsion and electric vertical take-off and landing (eVTOL), which can take off and land vertically in a small space rather than using conventional runway take-off and landing methods, have become the mainstream and are accelerating research and development. Flying cars are being developed by the National Aeronautics and Space Administration (NASA), the Uber company, German aircraft manufacturer Volocopter, and in Korea, the Korea Aerospace Research Institute, Korea Aerospace Industries (KAI), Hyundai Motor Company, and Hanwha Systems are developing flying cars in the form of electric vertical take-off and landing.

Second, the challenge for commercializing flying cars is to increase battery efficiency. Since the range and payload are inversely proportional to each other, having a high-efficiency battery is the most important factor. Other challenges in the development and commercialization of flying cars include electric vertical take-off and landing, UAM system deployment, noise issues, battery capacity, lifespan, and lightweight technology.

Third, government policies related to flying cars need to include the safety and management of air traffic, regulations to ensure the safety of aircraft and the introduction of quality certification systems, a low-altitude unmanned aerial vehicle traffic management system (UTM) that can integrate and manage flying cars and the existing aviation system, the establishment of laws and regulations related to flying car technology and UAM systems, support for R&D, and the introduction of purchase subsidies. In addition, a budget for this is needed, as well as government efforts to promote social

acceptance of flying cars by local communities and consumers.

Fourth, consumer issues related to flying cars include high prices and usage fees, safety issues, related laws and regulations, and compensation issues in case of accidents. More precise preparations are needed, such as the development of relevant systems from a consumer perspective and the procedures and requirements for the introduction of flying cars. Consideration should also be given to the feasibility, price, and various costs for consumers to use flying cars. In addition, there is resistance from the existing traditional transportation and logistics industries to the commercialization of flying cars, problems for workers in traditional industries as flying cars become a reality, and social issues that may arise from the new business.

Fifth, the commercialization of flying cars is a prerequisite for the establishment of UAM service system required for flying car operations. UAM is emerging as a means of transport that can solve the phenomenon of urban congestion by combining innovative technologies such as artificial intelligence, IoT, big data, blockchain, drones, energy storage, and 3D printing, which are the foundational technologies of the fourth industrial revolution, with future innovations such as electrification, autonomous driving, and platforms. However, building an UAM service system faces a number of challenges. For example, where to launch a large number of personal aerial vehicles (PAVs) in a crowded city center, and where to charge and maintain electric-powered aircraft, are not easily solved. The development of an infrastructure that can efficiently link PAV take-off, landing, charging, and maintenance, as well as the mobility of different cities, will be essential for the expansion of the UAM ecosystem.

Sixth, the commercialization of UAM will require the continuous improvement and convergence of technologies, the establishment of new infrastructure, the establishment of institutions and laws, increased social acceptance, co-operation and partnerships among stakeholders, and the sharing of integrated platform operations. In terms of technology, further technological maturity is required, such as battery performance, fully autonomous flight, and high-performance control, and in terms of institutions and laws, various quality and safety certifications and operating regulations need to be established.

Seventh, consumer issues related to UAM services include, among others, legislation and safety regulations for UAM services, establishment of infrastructure for ease of use, connectivity with connected transport, and compensation in case of safety and security accidents. In addition, securing and strengthening private capabilities is also an important issue, as training the professional manpower required for the production and operation of personal air vehicles and UAM is expected to be expensive and time-consuming.

This study examines the background and development status of flying cars, the commercialization requirements of the industry, key issues and challenges for the future of flying cars, and anticipated consumer issues. This study is an important study to enhance consumer understanding of flying cars, as it discusses and analyses the flying car product itself, the development status of UAM services in charge of flying car operation and overall operation, major issues in terms of legal and institutional aspects, and issues from the consumer perspective, such as safety issues. This study can provide basic

information for the commercialization of flying cars as a future means of air traffic and the development and commercialization of UAM services. It can contribute to a better understanding of the future development of UAM, including providing important information on flying cars and UAM services that are still unfamiliar to the general public.

In the future, flying cars and UAM services are expected to build a new transport mobility ecosystem through cross-industry convergence and business innovation. It is hoped that this study will lead to further research on flying cars, flying car operations, and UAM services from a consumer perspective, as well as other issues and topics.