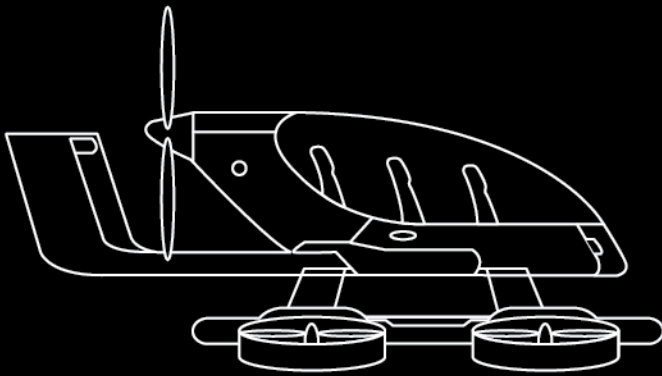
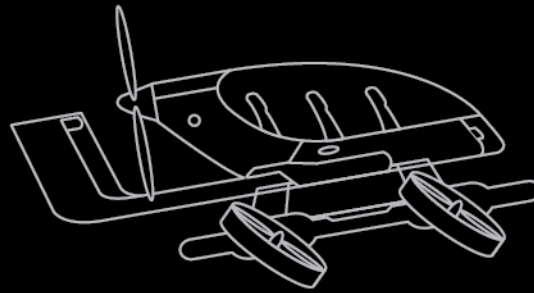


Urban Air Mobility

# UAM, 3차원 길을 연다





# #CONTENTS

## [미래기술/UAM] UAM, 3 차원 길을 연다

[산업분석]	I. 궁극의 교통수단, UAM	5
	(1) 들어가는 글	6
	(2) 왜 UAM 인가?	9
	(3) UAM 시대 개막의 본격적 신호탄: EHang 과 Uber Elevate 의 진출	29
	(4) UAM 의 의미	45
	(5) UAM 의 메리트는 무엇일까?	47
	II. UAM 살펴보기	53
	(1) UAM 이 성공하기 위한 조건들	54
	(2) UAM 구분	63
	(3) 하드웨어	71
	(4) 소프트웨어 및 시스템	86
	(5) UAM 을 위한 수직이착륙장: Vertiport	94
	(6) UAM 업계가 넘어야 할 산: 정부규제	106
	(7) UAM 의 공학적 원리	130
	III. UAM 이 주는 기회	135
	(1) 각국은 UAM 을 어떻게 준비하고 있는가?	136
	(2) UAM 시장은 어떻게 펼쳐질까?	142
	(3) UAM 의 경제적 분석 - 수익모델 분석	148
	(4) 한국 UAM 산업을 둘러싼 기회	151
	(5) 한국 UAM 산업을 위한 제언	166
	IV. 기업 편 - New Business 를 바라보는 투자 아이디어	169
	(1) 전통 항공기 업체	173
	(2). eVTOL 스타트업	178
	(3) 전통 항공기 Tier1	189
	(4) 기타업체	191
	(5) 전통 자동차 업체	192
	(6) Logistics 업체	195
	(7) 한화시스템(272210)	198






# PART I



## 궁극의 교통수단, UAM

- 
1. 들어가는 글
  2. 왜 UAM 인가?
  3. UAM 시대 개막의 본격적 신호탄: EHang 과 Uber Elevate 의 진출
  4. UAM 의 의미
  5. UAM 의 메리트는 무엇일까?
-

## I. 궁극의 교통수단, UAM (Urban Air Mobility)

### 1. 들어가는 글

HI-FO 는 현재보다 미래(Future Technologies) 관점에서 성공할 산업에 초점을 맞춰오고 있다.

HI-FO는 디지털  
트랜스포메이션 시대에  
인간의 본능인 '이동'에  
관한 고민을 연재하고  
있어

이미 앞선 자료를 통해 ①지상의 자율주행 기반 인적/물적 이동에 대해서 'TaaS 3.0(Transportation as a Service 3.0)'을 언급했고, ②(산업용 로봇과 협동로봇, 서비스로봇, 의료로봇 등은 물론이고) 장애물 회피는 물론 계단을 오르내릴 수 있는 이동성을 갖추고 AI를 통해 스스로 판단하고 작업해 물류와 배송의 자동화를 가능케 하는 'Robotics'도 다루었다. 이 두 기술에서 공통적으로 등장한 우려가 보안문제(Cybersecurity)와 과금체계(Payment System)였기에 ③현존하는 최고 보안기술이자 디지털 화폐의 기반기술인 'Block Chain'도 심도있게 다뤄보았다. 또한 ④,⑤ 매년 CES 자료를 통해 다양한 미래기술의 현주소를 언급하고 있는데, 최근 3년간 CES에서는 모빌리티를 넘어서 도시 전체의 기능을 Digital 화하는 Smart City 까지 언급한 바 있다. CES를 통해 ICT와 Mobility의 접점을 찾아보는 노력도 계속해서 진행하고 있다. Digital Transformation의 진행과정에서 물리적 영역이자 인간의 본능인 '이동'을 어떻게 시스템화할지에 대한 고민의 폭을 넓혀오고 있다.

TaaS3.0  
Robotics  
Blockchain  
CES2019/2020  
에 이은 6번째 자료로  
UAM을 선정

6 번째 자료 역시 앞자료들의 연장선상에서 주제를 고민했다. 최근 전세계적으로 관심이 높아지고 있는 UAM(Urban Air Mobility: 도심 항공 모빌리티)을 주제로 선정했다. UAM은 이미 첫 자료인 TaaS 3.0에서 소주제로 언급한 바 있지만, 이후 각국의 관심이 집중되고 많은 기업들이 투자를 결정하면서 현실성이 더 높아지고 있어 다름만한 가치가 있다는 판단이다. TaaS 3.0과 로봇이 지상, 즉 2차원공간에서 이뤄지는 이동행위라면 이제 UAM을 통해 3차원 공간까지 확장시켜 고민해야 할 시기인 것이다. 또한 UAM은 지상교통수단에 대해 파괴적 기술의 성격을 띄기 때문에 자동차 강국인 우리나라 입장에서 하드웨어 제조와 시스템 구축, 관리능력에 신경을 쓰지 않으면 안 된다.

아직도 먼 미래처럼 느껴지는 UAM 을 왜 지금 다뤄야할까?

도시 팽창에 따른 구조적  
문제 발생으로 새로운  
교통수단에 대한 요구생겨

급격한 도시화의 증가, 도로 정체 악화와 같은 구조적 문제가 새로운 교통수단에 대한 필요성을 촉진하고 있다. 여기에 항공기 기술 및 전기분산추진, 다양한 경량화소재의 빠른 발전, 2-3 차원을 불문한 자율주행의 기술발전, 5G 통신, AI 기술발전이 더해지면서 도시 상공에서 eVTOL(electric Vertical Take Off & Landing)기술을 통한 사람이나 상품의 운송이 가능해졌기 때문이다. 환경과 기술의 변화로 인해 막연하고 불가능하게 여겨졌던 도심내 항공모빌리티 산업이 고산업으로 구체성을 띠고 등장할 수 있게 된 것이다. 지금까지 구현하기 힘들었던 기술들이 동시에 높은 수준으로 발전함으로써, on-demand air taxi service, airport shuttle service 및 intercity(시외 비행) service 가 가능해졌다.

택배용 드론에서 시작해서  
점차 적재하중을 높여가다  
결국엔 사람을 실어나르는  
모빌리티로 발전할 것

따라서 많은 기업들이 이 새로운 교통수단의 제조와 운영에 많은 관심을 표현하고 있다. 아마도 처음엔 기술적 난제와 비용문제로 현재의 취미용 드론에서 점차 적재하중을 높여가는 택배용/화물용 delivery 서비스로 진화할 것 같다. 그 이후 승객용으로 안전성과 효율성이 검증되면, 일부 노선에 한정된 고가의 이동수단으로 UAM 이 시작되고 점차 현재의 택시요금과 비슷한 수준까지 요금이 하향되면서 대중적 교통수단으로 자리잡을 것이다. 결국은 Smart City 의 중요한 교통축이자 Multimodal 의 한 분야로 자리잡을 수 있을 것이다.

제조업과 ICT 강국인  
한국에선 성장가능성이 큰  
UAM 산업의 변화에  
주목해야

한국과 같은 제조업 강국에서는 특히 민감하게 이 산업을 바라봐야 한다는 생각이다. 2 차원 공간의 이동수단에 대한 대체재 성격이 강하기 때문이다. 뿐만 아니라 연관 시스템 산업, S/W 산업, 서비스산업도 매우 큰 생태계를 이룰 수 있다. 로봇-자율주행-UAV(Unmanned Aerial Vehicle: 무인비행기)는 모두 유사한 교집합을 가진 산업이다. 4 차산업혁명의 근간인 CPS(Cyber Physical System)에서 Physical 이 이들의 영역인만큼 절대 놓쳐서는 안 될 거대 산업군인 셈이다. 특히 Digital Transformation 시대에 AI, Big data, Cloud Computing 영역이 크게 확장되는 현 시점에서 UAM 은 기계공학(Mechanical Engineering)의 마지막 보루이기도 하다. 이 큰 흐름을 놓치지 않기 위해 각국의 정부, 기업, 연구기관, 학계가 이 분야에서의 주도권을 잡으려 서로 치열한 경쟁을 시작한 것이다.

그림1. 무인이동체와 로봇의 연관성 응용 분야 비교

응용 분야		로봇	무인이동체		
			육상	공중	해상
생산		○			
의료/수술		○			
1차 산업			○	○	○
공공	치안		○	○	○
	환경 및 과학			○	○
	응급재난		○	○	○
상업	인프라 관리	○		○	○
	광업		○		
	건설		○	○	○
물류 및 운송			○	○	○
소비	가전	○			
	오락	○		○	
	교육	○			
	요양보조	○			

자료: 서울시, 하이투자증권 리서치본부



## 2. 왜 UAM인가?

### (1) 2차원 공간 모빌리티의 한계

#### ① Mega City 와 교통문제

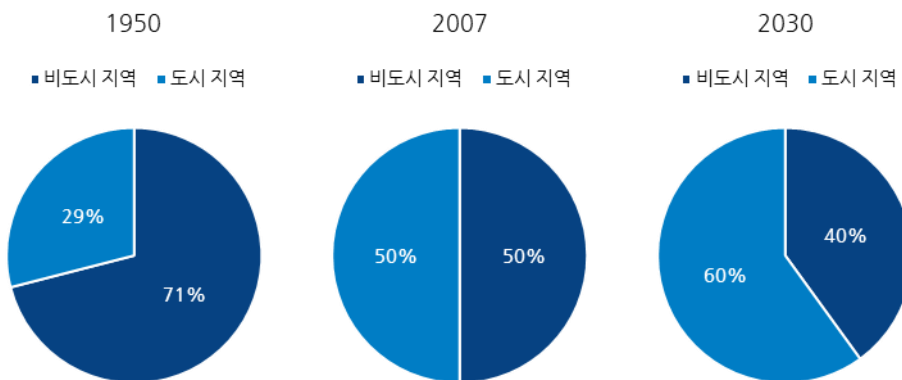
Mega city의 교통문제는  
더 이상 미뤄둘 수 없는  
문제

인구 백만 명 이상이 거주하면서 정치, 경제의 중심이 되는 도시를 메트로폴리스라 하고, 천만 명이 넘는 대도시를 메가시티라 부른다. 특히 메가시티는 스퀘어 km 당 2,000 명 이상이 모여사는 고밀도 도시를 가르킨다. 메가시티는 국가보다 인프라나 정보 네트워크, 소득수준, 문화적 가치 등에서 높은 평가를 받는다. 자연히 인지도, 파워에서 국가를 능가한다. 예를 들면 파리가 프랑스보다, 뉴욕이 미국보다 더 높은 경쟁력을 갖는다는 것이다.

지구상에 인구 천만  
이상의 메가시티가  
2030 년엔 41 개로  
증가할 것

이런 까닭으로 전세계 국가들은 국가전체의 경쟁력 강화보다 개별 메가시티의 경쟁력 확보에 더 중점을 둘 수 밖에 없다. 개별 도시의 경쟁력이 오히려 국가 경쟁력을 상승시킬 수 있기 때문이다. 이런 이유로 모든 나라에서 도시집중화 현상이 나타나고 있다. 더 좋은 환경, 네트워크, 문화시설, 인프라, 직장의 혜택을 누리고 싶다는 것이다. 이런 속도라면 2025년에는 전세계 인구중 도시에 거주하는 비율이 60%에 육박할 것으로 예상되고 있다. 현재 지구상에 천만 명 이상의 인구가 밀집된 메가시티는 28 개 수준이지만 2030 년엔 41 개로 늘어날 것으로 전망된다.

그림2. 전세계 도시 및 비도시 지역의 인구 성장



자료: 국제연합(UN), 하이투자증권 리서치본부  
주: 2007년 기준

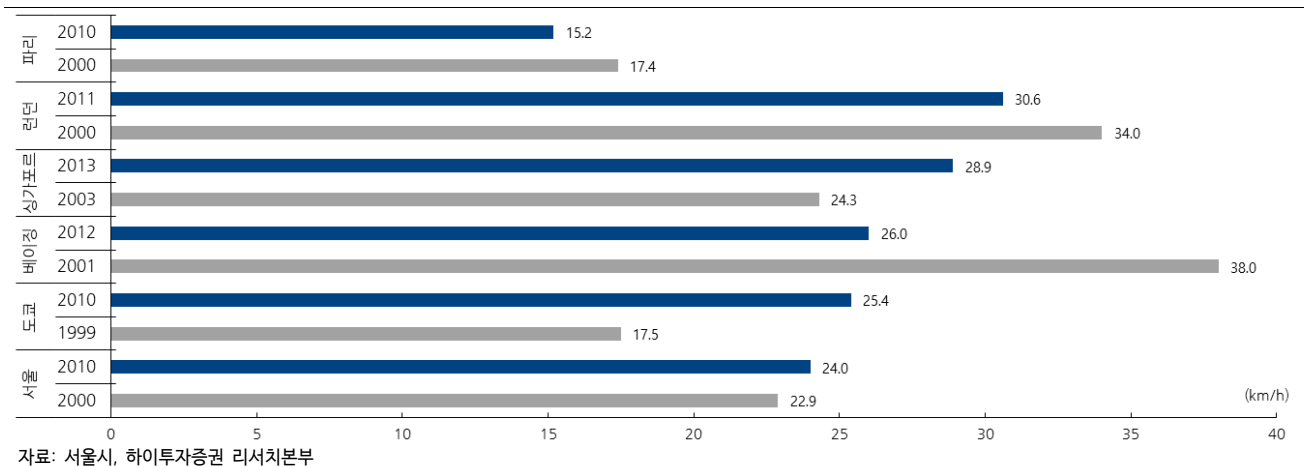


② 평균주행속도가 너무 느리다

메가시티의 도심내  
평균주행속도는 30Km  
미만에 불과

상기 문제들로 인해 이 북적대는 메가시티에서 많은 차들이 운행하다보면 속도가 높아질 수가 없다. 대표적인 메가시티들을 보면, 도심내 평균 주행속도가 30km/h 를 하회할 정도로 느리다는 사실을 알 수 있다. 런던이 30.6km/h, 싱가포르가 28.9km/h, 도쿄가 25.4km/h, 서울이 24.0km/h, 베이징은 26.0km/h 에 불과하다. 도시의 편리함과 네트워킹 때문에 사람들이 계속해서 몰려든다. 결국 도시 주변부가 매년 확장됨에 따라 베드타운과 도심간의 거리는 점차 더 멀어지고 있으며, 도심 진입을 위해서 투입해야 할 시간이 더 길어지고 있다. 메가시티의 경쟁력이 상습적인 도로정체로 인해 저하될 수 밖에 없는 것이다.

그림4. 전세계 주요 도시별 차량 평균 통행속도



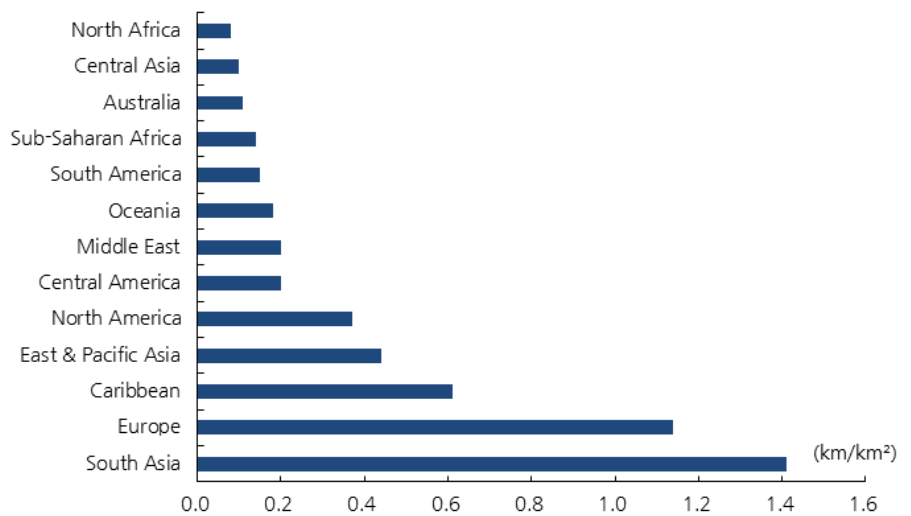
③ 도로밀도가 더 이상 개선되지 않는다

각국 도로밀도의 개선은  
더디게 진행  
역사적으로  
도로네트워크의 확장은  
빈곤해결과 성장의 기회가  
되어왔음

2019 년 9 월에 발행된 IRF 세계도로통계 2019 를 보면 각지역별 도로밀도를 알 수 있다. 지역별 도로밀도를 살펴보면 인구가 밀집되어 있는 인도, 방글라데시 등 남아시아의 도로 밀도가 가장 높다. 지구 면적의 4 % 미만을 차지함에도 불구하고, 남아시아는 지구 도로 네트워크의 거의 18 %를 가지고 있어 1.41 km / km<sup>2</sup> 의 가장 높은 지역 도로 밀도를 기록하고 있다. 남아시아를 제외한 대부분의 도로 고밀도 지역은 소득수준이 높은 유럽, 동아시아, 북미 등 선진국들이다. 도로밀도는 인구수 대비 면적, 소득수준이 가장 많은 영향을 끼친다는 분석들이다.

도로 네트워크는 다른 부문의 발전을 위한 가장 중요한 기초가 되므로 국가 인프라의 중요한 부분을 구성한다. 마치 한국이 경부고속도로 건설 이후 빠르게 국가경제가 발전했듯, 도로 네트워크를 통한 연결은 빈곤을 근절할 수있게 해주며, 특히 교육, 의료 시설, 고용 및 사회 자본 기회에 대한 액세스를 제공한다. 양질의 도로 네트워크를 통해 시장, 사람 및 지식 사이의 거리를 줄이면 경제 성장을 촉진하여 모든 부문에서 성장기회가 만들어질 수 있다.

그림5. 대륙별 도로밀도 현황 그래프

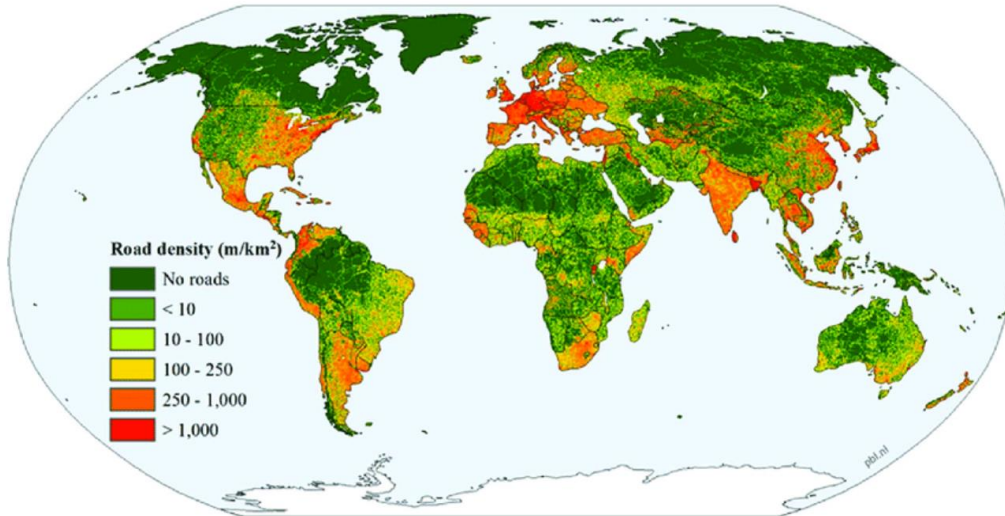


자료: IRF World Road Statistics, 하이투자증권 리서치본부  
주: 2019년 기준

메가시티는 이미  
도로밀도가 매우 높아  
추가개선에 한계

그림에도 아래 <그림 6>처럼 이미 우리가 알고있는 메가시티의 경우 도로밀도가 매우 높음을 알 수 있다. 이미 오랜시간 개발되어온 대도시라 도로를 추가적으로 건설하기에 한계가 있다. 선진국들의 경우 이미 도시화가 한계상황까지 이뤄져 공간확보가 어렵고, 자동차 보급율도 매우 높아 상습적인 도로혼잡과 정체가 나타날 수 밖에 없다. 아래 <그림 6>에서 보듯 대도시의 Road Density 는 진행될 만큼 이미 진행되었음에도 차량의 평균속도가 나아지지 않고 있음을 알 수 있다.

그림6. 전세계 도로밀도 현황 지도



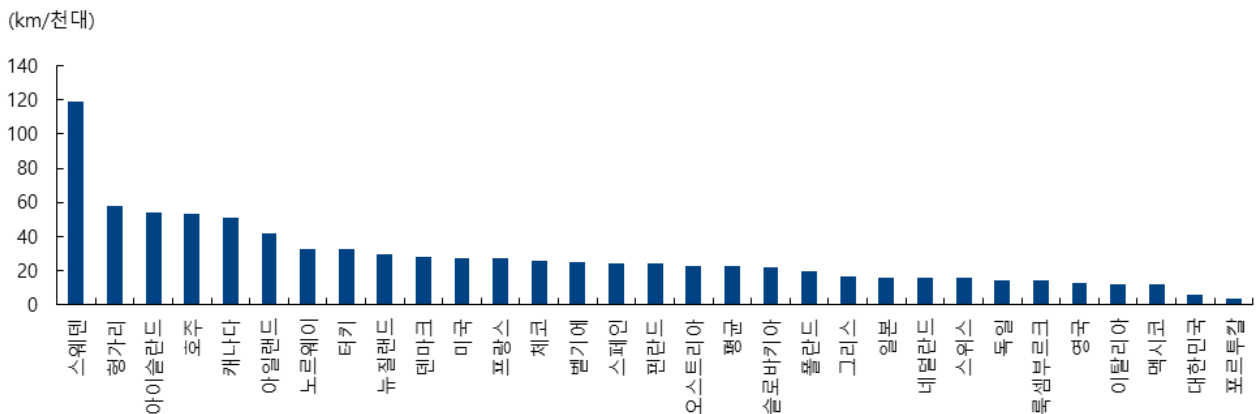
자료: Global Roads Inventory Project, 하이투자증권 리서치본부  
주: 2018년 기준

한국의 경우 도로밀도가 상대적으로 낮지만, 인구 2천만의 메가시티인 경인권은 포화상태

한국의 경우, 총도로연장은 '18년 12월 31일 기준으로 110,714 km에 달한다. 간선도로에 해당하는 고속도로 및 일반국도가 18,750 km로 전체의 17.0%에 해당되고, 그 외에 특별·광역시도 19.0%, 지방도 16.3%, 시·군도 47.7% 수준이다. 일반국도의 39.8%가 아직 2차선(5,500 km)으로 간선기능은 미흡한 편이다. 지방도의 85.6%, 시·군도는 78.2%가 2차선 도로다. 아래 <그림 7>에서 보면 한국은 도로건설을 지속적으로 해야 하는 국가에 속해 보인다

하지만 전체 국토와 경인권은 완전히 상황이 다르다. 이미 서울-경기-인천의 경인권은 인구가 2천만 명이 넘는 세계적으로도 규모가 큰 메가시티로 꼽힌다. 추가적인 도로공사를 하기엔 이미 도시 포화가 상당히 이뤄진 상태기 때문이다.

그림7. 차량당 총도로연장

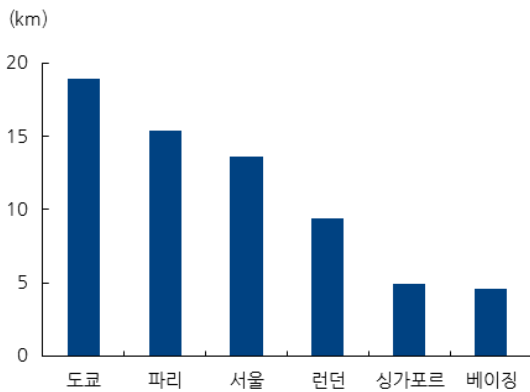


자료: 해외연론 참고  
주: 2012년 기준

아래 <그림 8>에서 보듯 이미 서울의 경우엔 도시면적대비 도로연장길이가 다른 선진국 도시들에 비해 크게 떨어지지 않음을 알 수 있다. 또한, 흔히 한국의 자동차 보급율을 언급할 때 인구 천명당 자동차 대수로 비교한다. 미국의 경우 인구 3.3 억명에 자동차 등록대수가 2.7 억대이므로 인구 천명당 830 대, 같은 식의 계산으로 이탈리아는 700 대, 일본은 640 대, 한국은 430 대 수준이다. 세계평균은 170 대를 조금 넘는다.

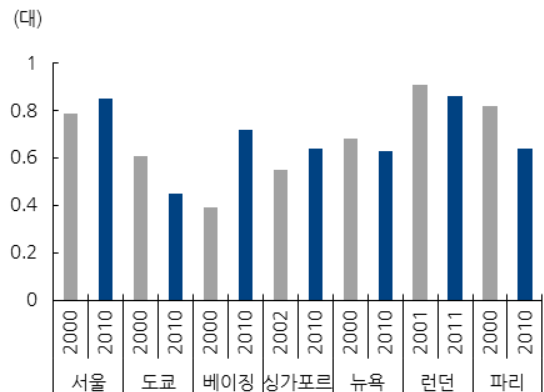
하지만 이런 계산은 국토의 면적이나 도시상황을 충분히 반영하지 못한다. 서울 기준으로는 이미 가구당 자동차 보유 대수가 다른 대도시에 비해 결코 떨어지지 않는다. 1 인가가구가 증가하고 있는 상황까지 고려한다면 결코 만만한 숫자가 아닌 것이다.

그림8. 도시면적 1km<sup>2</sup> 당 도로연장



자료: 서울시, 하이투자증권 리서치본부

그림9. 가구당 자동차 보유 대수



자료: 서울시, 하이투자증권 리서치본부

④ 소음, 대기오염, 주차공간 문제 등 환경문제도 큰 문제다

감각공해도 도시문제로  
대두, 자동차와 지하철  
소음과 진동

감각공해도 큰 문제다. 빛, 소음, 진동, 악취 등에 해당하는 공해인데 그 중 자동차와 지하철 소음, 진동은 큰 문제로 제기되고 있다. 통상 승용자동차는 100~103(dB)이하, 화물자동차는 105~107(dB)이하가 허용기준이지만 수많은 자동차가 도로 위에서 내는 주행소음과 경적소음 등을 합치면 견디기 힘들 정도다. 여름내 시끄러운 매미소리가 78dB 수준임을 감안하면 자동차에서 나는 소음은 심각하다. 철도변 소음도 80dB 수준이다.

헬리콥터 소음은 115db  
수준으로 도심 내 운행이  
불가 - 도심운행을  
위해서는 절반 수준으로  
낮춰야

도심에서 헬리콥터 운행이 쉽지 않은 이유도 주민들의 소음관련 민원 때문이다. 헬리콥터의 소음은 115dB 수준으로 매우 크다. 헬리콥터의 고속회전 로터가 만들어내는 소음과 날개 끝 와류(Tip Vortex)에서 만들어지는 공기의 파동이 충돌하면서 지상에서 가장 듣기 싫은 영역대의 고주파를 만들어낸다. 따라서 Uber Elevate 는 UAM 에 투입될 eVTOL 의 설계 기준을 지상의 트럭 소음의 절반수준인 65dB 로 컨트롤할 예정이다. 지하철이 다니는 주변에서는 진동문제도 심각하다. 환경부의 중앙환경분쟁조정위원회에 올라온 분쟁의 85%가 감각공해인 소음, 진동, 악취문제였다.

CO<sub>2</sub> 를 비롯한 온실가스는 대기오염의 주범이며 각종 호흡기 질환의 원인이 된다. 한국도 미세먼지로 인한 주기적인 고통을 당하고 있어 이런 문제에 대해 더 예민한 편이다. 고가도로에서 운행하는 차량의 헤드라이트 불빛도 주택가에 그대로 노출되면서 수면을 방해하기도 한다. 노후 아파트나 오래된 주택가에서 주차문제로 갈등이 빈번히 제기되는 것은 이미 잘 알려진 바다. 주차공간 문제로 이웃간 폭력사고가 발생하고, 차량의 접촉사고를 관리하지 못한 경비원에게 폭언을 하는 문제는 이미 신문지상에서 너무 익숙한 내용이 되어버렸다. 그만큼 사회문제로 심각하게 자리를 잡고 있다는 뜻이다.

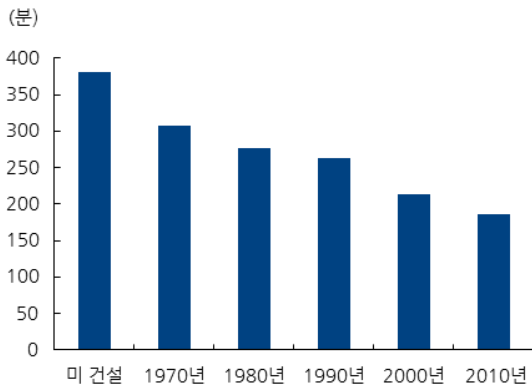
⑤ 도로, 경전철, 지하철 등 도시환경 개선을 위한 비용이 너무 부담스럽다

도로와 지하철 건설비용은  
국가의 SOC 투자  
대부분을 차지

메가시티내 원활한 교통흐름을 위해 건설되는 도로와 지하철은 엄청난 규모의 건설비용이 수반된다. 보다 나은 도시환경을 조성하기 위해 들이는 돈에 비해 개선은 더디다. 지금까지는 큰 돈을 들여 고속도로를 건설하고, 도로를 건설해서 얻어지는 효용이 매우 컸다. 매년 고속도로를 연장하면서 평균 통행시간 단축이 큰 폭으로 이뤄져왔기 때문이다. 하지만 투입된 금액대비 단축폭이 점차 줄어들고 있다.

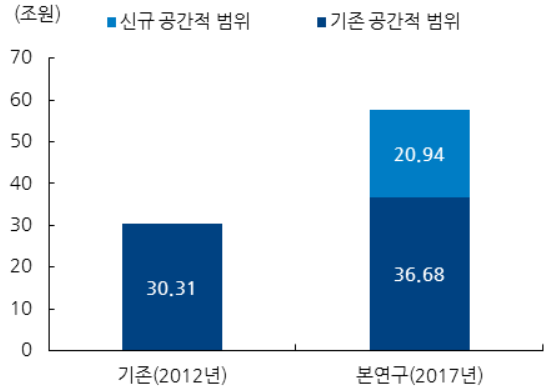
도로혼잡비용은 해가 지날수록 더 커지고 있다. 국토연구원이 분석한 도로혼잡비용은 12 년 대비 17 년에 29.3 조가 더 증가했다. 교통여건을 개선하기 위해 투입되는 금액도 점차 커지고 있어 세금부담이 만만치 않다.

그림10. 고속도로 건설로 단축된 통행시간



자료: 국토연구원, 하이투자증권 리서치본부

그림11. 도로혼잡비용 추정

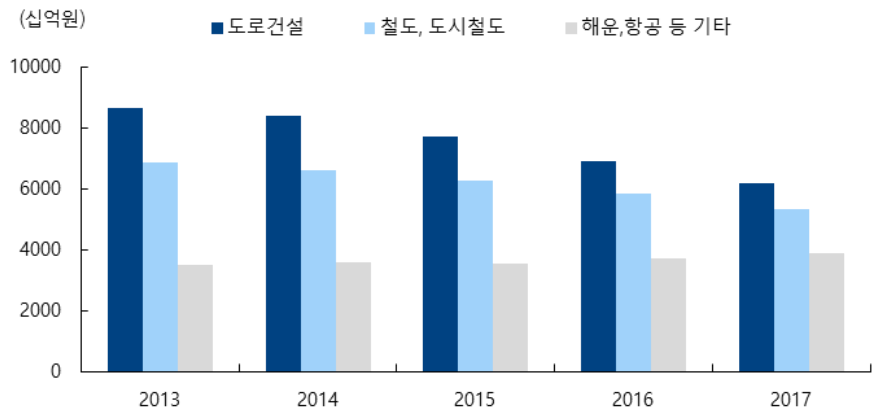


자료: 국토연구원, 하이투자증권 리서치본부

지하철 1Km 건설비용은  
자그마치 1,300 억원에  
달해 부담이 큼

연간 교통문제 해결에 필요한 SOC 투입금액은 천문학적 규모다. 지상교통 문제를 해결하기 위해 거미줄처럼 지하에 건설되는 지하철도 부담이 만만치 않다. 1km 구간을 건설하는 데 필요한 금액만도 1300 억 원(2009년 기준)에 달하며 매년 그 비용이 높아지는 추세다. 국민들이 느끼는 불편함이 커지면서 불편함을 해소하기 위한 국가적 비용부담 역시 커지는 추세이기에 국가가 투입하는 재정에서 교통문제 해결에 차지하는 비용의 부담도 점점 커질 수밖에 없는 상황인 것이다.

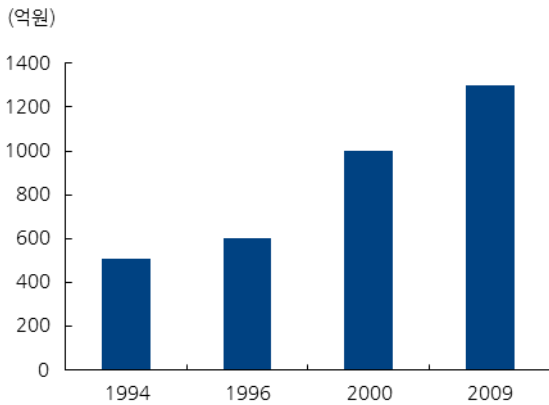
그림12. 연간 국가 인프라 건설비용



자료: 기획재정부, 하이투자증권 리서치본부

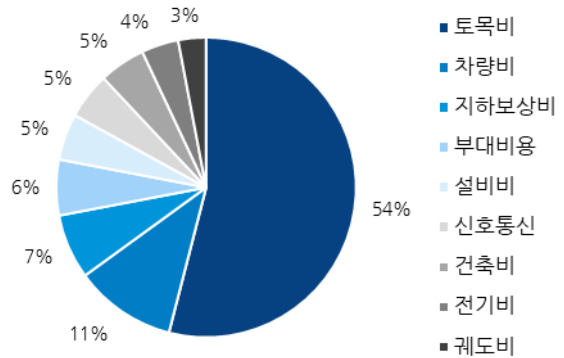


그림13. 지하철 1km 구간 건설당 총비용



자료: 국토교통부, 하이투자증권 리서치본부

그림14. 지하철 1km 구간 건설당 총비용 구성비



자료: 국토교통부, 하이투자증권 리서치본부

### ⑥ 메가시티의 교통문제, 3차원 공간에서 해법을

메가시티의 교통문제는  
2차원 공간의 도로와  
지하철 연장으로 해결될  
수 없어

이렇듯 국가의 전반적인 문제가 아닌, 메가시티의 교통문제는 더 이상 2차원 공간의 도로와 지하철 건설로만 해결하기는 힘들어졌다. 우리보다 앞서 도시화가 진행된 나라들의 경우를 답습한다면, 인구는 계속하여 도심으로 더욱 더 집중화되는 경향을 띄게 될 것이다.

3차원 공간에 대한  
가능성을 엿보기 시작

대중교통수단과 자동차, 마이크로 모빌리티 등 교통수단의 효율성 향상은 메가시티의 가장 큰 숙제 중 하나가 될 수밖에 없다. 특히 안전하고 신속하며 쾌적한 교통수단의 확보와 충분한 도로 인프라 보유는 메가시티 경쟁력을 좌우하는 필수요건이 되어가고 있다. 가장 중요한 사람과 물류의 이동이 원활해야 이 거대한 도시가 살아 숨쉴 수 있기 때문이다. 하지만 딱히 이를 해결할 방법이 마땅치 않은 것이 현실이다.

결국 사람과 건물, 자동차가 뒤섞인 복잡한 2차원 공간은 더 이상 효율을 높이기 어렵다. 3차원 공간의 UAM은 이런 메가시티 교통문제를 해결할 수 있는 정말 훌륭한 대안이다. 그래서 모두들 하늘을 바라보기 시작했다.



## (2) 기술의 향상과 융합

### UAM을 가능케 할 기술들이 속속 등장

중력법칙을 거슬러 무거운 기계를 공중으로 날아오르게 하는 것은 예나 지금이나 어려운 기술이다. 특히 이착륙에 긴 활주로가 필요한 기존의 항공기 혹은 도심소음이 문제가 되는 헬리콥터는 도심 내 활용에 분명한 한계를 지니고 있다. 따라서 도심 교통수단으로 3차원 공간을 활용한 UAM(도심항공 모빌리티)을 생각하기 어려웠던 것이다. 만일 이를 가능하게 하려면 기존 한계를 뛰어넘는 새로운 기술이 필요했다. 뿐만 아니라 승객이 지불한 운임 대비 서비스에 만족할 수 있는 이른바 가성비도 생각하지 않을 수 없다. 많은 사람들이 교통수단으로 이용하기 위해선 합리적 가격에 기체, 시스템, 안전 등이 확보되어야 한다. 다행히 UAM을 가능케 할 최신기술들이 동시다발적으로 완성되면서 현실성이 더 커지고 있다. BLDC(Brushless Direct Current) 모터의 진화, 배터리의 밀도 향상, 경량화 소재개발, 관리시스템 역량 향상 등이 바로 그것이다.

### 드론은 적재하중에 한계를 보이고 있으나 적재하중을 높이는 기술개발 활발

물론 무거운 배터리의 한계로 인해 속도와 항속거리, 적재하중에서 제한이 있을 수 밖에 없다. 현재 소형드론의 경우, 24kg 이상의 적재하중을 견딜 수 있는 배터리 구동 기반 드론은 거의 존재하지 않는다. 무거운 짐을 운반할 수 있는 드론은 고가의 군용 드론 뿐이다. 비용과 소음을 줄이면서 본질적으로는 수직이착륙이 가능한 승객용 PAV(Personal Air Vehicle)를 만드는 것은 결코 쉽지 않다.

UAM 실현을 가능케 할  
보완적 기술들이  
속속 등장

현재로선 도심 항공을 나는 UAM의 실현이 ‘환상’처럼 보일지 모르겠지만 UAM의 실현을 가능케 할 생태계가 이미 보완적 기술들을 통해 형성되기 시작했다. 군사용 무인 항공기는 정밀한 임무수행에 수년 동안 사용되어 왔고, 많은 사망자를 발생시킨 회전익 수직이착륙기(Tilt-rotor 식) 기술도 상용화에 성큼 다가서 있다. 자율비행 기능을 탑재한 eVTOL 역시 충분히 실현 가능한 기술수준에 도달해있다. 이미 eVTOL은 미국 CES의 주인공이 되어있을 정도다.

이커머스 공룡들의  
드론배송 테스트도  
활발히 진행중

Amazon과 Alibaba 등 물류분야에서 드론 패키지 배송은 활발하게 테스트 중이다. 보다 높은 밀도의 배터리, AI, 및 위성 통신 기술의 개선 등으로 승객을 태우는 UAM의 성공 가능성은 점차 확대되고 있다. 뿐만 아니라 자본시장에서는 새로운 분야를 개척하려는 실리콘밸리식 UAM 도전 업체들에게 상당한 양의 자본을 주입해주고 있으며, 정부와 지자체에 자율주행 기반, 전기모터 기반의 UAM 이동성 채택 압력을 가속화하고 있다.

중국의 드론굴기는 드론  
선진국 미국, 유럽,  
이스라엘을 자극

기술수준이 상대적으로 낮은 소형드론 시장이 꽃핀 것도 기술 대중화 덕분이다. 주로 취미와 영상을 위한 소형드론은 이미 산업이 가성비(價性比)에서 압도적 선점력을 가진 중국위주로 재편되었다. 최첨단 기능이 장착되고 적재하중이 비교적 높은 고가의 군용 드론은 미국, 유럽, 이스라엘이 오랜 기간 기술력을 축적해 높은 경쟁력을 가지고 있다. 완벽한 군사작전을 위해선 한치의 오차도 있어선 안되기에 첨단기술이 많이 요구된다. 이미 소형드론의 영역은 많이 대중화되었고, 중국기업들의 대량생산 덕으로 상당한 수준의 value chain이 생겨났다.

HI-FO는 승객용/물류용  
UAM에 초점을 맞출 것

우리 HI-FO가 다루려는 영역은 취미/방송용 소형드론이 아닌, 대형에 해당되는 승객용/물류용 UAM 분야다. 방송, 레저, 농업, 건설분야 등 다양한 민수분야 드론이 성장하고 있지만 승객용에 해당하는 UAM은 차세대 교통수단으로서 각국, 기업들이 앞다퉈 진출을 선언하고 있는 new business area라고 생각된다. 또한 적재하중을 높이고 있는 물류용 드론 역시 많은 테크자이언트들이 관심을 가지고 있어 시장잠재력이 큰 분야라 생각된다.

뒤에서 기술에 대한 자세한 얘기를 다뤄보자.

다양한 기술의 발전이  
전기수직이착륙기의  
성능을 크게 향상시켜

전통적인 강자,  
항공제작사들의 참여

자동차업체들의  
직간접적인 참여

### (3) 다양한 산업들의 참여

새롭게 열리는 eVTOL 기반 UAM의 core technology는 무엇보다도 엔진이나 모터의 회전력, 프로펠러 비틀림각(AoA)에 의한 양력 그리고 앞으로 빠르게 나가는 추력에 기반을 둔다. 그러다보니 전통적인 항공제작사는 물론 전기차 기술을 축적한 자동차업체까지 뛰어 들었다. 앞서 말했듯 UAM은 기존 교통수단에 대해 파괴적 성질을 띠 수밖에 없다. 2차원 공간의 교통수단이 한계에 봉착한 상황이기 때문에 이 산업에 기회가 주어지고 있다는 생각이다. 따라서 기존 2차원 공간의 플레이어들은 미리 준비하지 않으면 새로운 플레이어들에게 기존 시장을 빼앗길 수 있다. 이런 기회와 염려의 공존은 다양한 플레이어들을 이 신산업에 뛰어 들게 만들었다.

UAM Business에 출사표를 던진 업체들은 다음과 같이 요약해볼 수 있다.

첫째, 전통의 강자인 항공제작사들이다. Boeing(보잉), Airbus(에어버스), Bell(벨) 등의 항공제작 업체들은 오랜 시간 대형 항공기나 음속의 전투기, 다양한 헬리콥터, 군용 드론을 만들어왔다. GE Aviation 같은 부품 메이커도 적극적으로 참여하고 있다. 이들 항공제작 업체들은 거대한 기체를 날아오르게 하는 기술, 비행체 컨트롤시스템에선 타의 추종을 불허한다. 실제 국방부와 군사용 드론에서도 앞선 움직임을 보여주고 있다. 오랜 기간 축적된 기술력과 브랜드, 빅데이터로 인해 UAM 분야에서도 가장 선도적인 위상을 견지할 것 같다.

둘째, 2차원 공간에서의 주도권을 백여년 간 쥐고 있는 자동차 업체들의 참여가 늘어나고 있다. Toyota, 다임러, 지리, 아우디, 포르쉐, Rolls-Royce, 현대가 스타트업들과 자본/전략적 제휴를 맺거나 직접 개발에 나서고 있다. Denso, Honeywell 이나 Goodyear 같은 supply chain의 참여도 이루어지고 있다. 그러나 여전히 자동차 업체들의 UAM 진출은 기존 자동차 산업에 대한 방어적 성격이 강함을 느낄 수 있다. CES 2020의 Daimler 키노트 세션에서도 Volocopter 투자를 언급하면서 '절대 UAM 시장이 빨리 열려선 안 된다'는 자동차 업체로서의 방어적 코멘트가 기억난다.

그림15. 자동차 업체들의 UAM 투자 및 파트너십 현황



자료: FEV Consulting, 하이투자증권 리서치본부

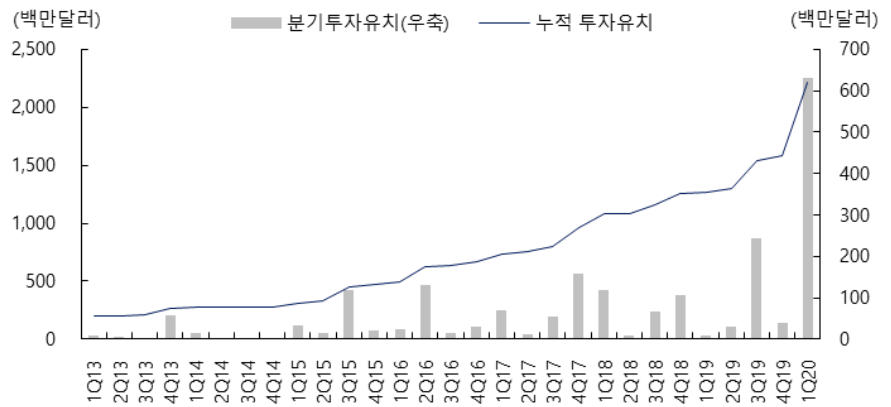
대형 모빌리티 플랫폼들의 참여 - 2차원 공간의 멀티모달에서 3차원까지 확장

셋째, 대형 모빌리티 플랫폼 업체들의 참여다. 2차원 공간의 multimodal service 를 넘어 3차원 공간까지의 교통을 모두 플랫폼 안에 넣겠다는 전략이다. 사실 하드웨어 생산업체들에게 Uber 같은 모빌리티 플랫폼이 없었다면 아예 비즈니스 자체가 성립되기 힘들었을 수도 있다. Uber 가 비즈니스 모델을 만들고, 기체 생산업체들을 선별하는 작업은 물론, 정부와 서비스 시행에 관한 제도적, 법적협의까지 도맡아 하고 있다. 이는 플랫폼 내에서 항공 이동 서비스를 이용하겠다는 소비자들이 넘쳐나기 때문에 가능한 도전이다. Grab 도 Volocopter 와 협력하여 UAM 서비스를 제공하겠다고 발표한 바 있다.

신생 스타트업들의 기체 제작 참여 - 자동차에서 EV처럼 기존 항공기에 비해 기술진입 장벽이 낮기에 가능

넷째, 신생 스타트업들의 패기도 만만치 않다. 기존 비행기나 헬리콥터는 막대한 자본이 투입되는 산업이지만 UAM 은 그보다 진입장벽이 낮다. 또한 모험자본의 전폭적 지지와 관심있는 대형사로의 Exit(ex. M&A)이 가능하다는 점에서 많은 업체들이 진출하고 있다. 잘 알려진 유럽의 Volocopter, Kitty Hawk, Lilium, Joby Aviation 등이 스타트업의 대표주자들이다. 아래 <그림 16>은 air transportation 기업에 투자한 모험자본들의 누적 투자유치 추이다. 막대한 자본이 투자되는 항공산업에 신생사들이 용감하게 진출할 수 있는 것은 NASA 나 각종 대학연구소, 항공업체의 인재들이 모험자본과 만나 대거 이 산업에 뛰어들었기 때문이다. 이들은 EV 시장에서 센세이션을 일으키고 있는 Tesla 처럼 도심항공 분야에서 제 2 의 Tesla 를 꿈꾸고 있는 것이다.

그림16. Air Transportation 기업에 투자한 모험자본 누적 투자유치 추이



자료: Crunchbase, 하이투자증권 리서치본부

그림17. UAM 스타트업에 대한 투자 및 파트너십 현황

기업	국가	상장/비상장	투자자
Kitty Hawk	미국	비상장	구글 투자 & 보잉 인수
Lilium	독일	비상장	텐센트 투자, Uber Elevate 파트너
EHang	중국	상장	상장
Volocopter	독일	비상장	Intel, Geely, Daimler, 미츠이 스미토모 보험
Airbus	프랑스	상장	상장
Boeing	미국	상장	Uber Elevate 파트너
Joby Aviation	미국	비상장	도요타, Intel, Cambicorn Investment Group(Tesla 초기 투자자), Uber Elevate 파트너
Sky Drive	일본	비상장	도요타 투자, Cartivator로 시작, 엔비디아 AI 지원 프로그램 파트너
Karem AirCraft	미국	비상장	한화시스템, Uber Elevate 파트너
Aurora Flight Sciences	미국	비상장	보잉 자회사
Pipistrel	슬로베니아	비상장	Uber Elevate 파트너
Embraer	미국	상장	상장, Uber Elevate 파트너
Textron	미국	상장	상장, 전통적인 PAV 강자
Bell	미국	비상장	Textron 자회사, JAL과 스마토모 상사와 MOU, Uber Elevate 파트너
Cessna	미국	비상장	Textron 자회사
Terafugia	미국	비상장	Geely 자회사
Workhorse	미국	비상장	Moog 자회사

자료: 하이투자증권 리서치본부

아마존과 알리바바 역시  
드론배송에 적극적인 투자  
진행 - 가장 빠른  
시장참가자가 될 듯

다섯째, 이커머스 업체들이 모두 드론에 의한 배송서비스를 염두에 두고 있다. 잘 알려진 아마존의 Amazon Prime Air(아마존 프라임 에어)는 2.25kg 무게의 상품을 전용상자에 배송하는 드론 서비스다. App 주문 후 최대 10마일 거리를 자율비행으로 배송을 완료한다. Amazon traffic system 을 통해 최적의 동선을 관리할 수 있다.

알리바바 역시 유사한 서비스를 준비하고 있다. 알리바바의 물류회사로 알려진 차이나오(菜鸟)는 드론과 로봇을 자본/전략적 제휴를 통해 생산한다. 드론 제작회사인 베이항샤인(Beihang Shine: 北京北航天宇长鹰无人机科技公司)과 차이나오가 합작해서 다양한 무게의 상품을 배송할 수 있는 드론을 선보일 계획이다. 베이항샤인은 중국의 군용 드론을 오랫동안 제작해온 회사인 만큼 군기술과 민간기술의 접목이 가능해질 것으로 보인다. 이 분야를 선점하기 위해서 뛰어든 대표적 기업들은 Amazon, Alibaba, UPS, FedEx, Domino's Pizza, Ukraine Postal Service, Flirtey, Workhorse, Zomato 등이 있다.

그림18. 이커머스 업체의 드론택배



자료: 해외언론, 하이투자증권 리서치본부

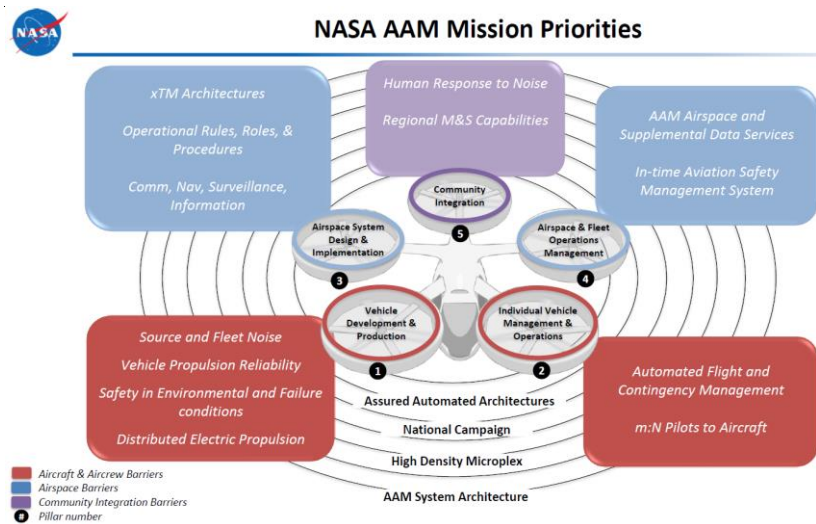
UAM 산업은 국가간  
치열한 경쟁이 예고 -  
중국의 선제적 대응에  
미국은 NASA와  
국방부까지 Support 에  
나서

여섯째, 오랜 기간 우주항공 기술에 있어 가장 높은 기술력을 가지고 있던 NASA 도 이 분야에의 지원사격에 나섰다. 물론 NASA 는 미국을 위해 존재하므로 당연히 미국 드론기술 향상과 발전을 목표로 한다. 이미 NASA 는 Technology Transfer Program 으로 드론기술을 민간기업에 이양하는 작업을 진행한 바 있다. 뿐만 아니라 이번엔 2022 년까지 AAM(Advanced Aerial Mobility) National Campaign 을 진행하겠다고 발표했다. 제도 및 규제에 대한 심도 있는 고민은 물론, 업체들을 일정한 기준을 두고 테스트 해주겠다는 것이다.

가장 먼저 거론된 과제는 NC-1(National Campaign-1)으로 업계 파트너가 초기 상업 운영을 넘어보다 복잡한 환경을 위해 운영 규모를 확장하는 데 필요한 핵심 요소가 포함된다. 이 과정에서 연방항공청(FAA)과 긴밀한 협력을 진행하겠다고 밝혔다. 중국업체들의 상업적 성공에 미국이 기보유한 핵심기술로 민간기업의 역량을 집중적으로 향상시키겠다는 의도가 읽히는 대목이 아닐 수 없다.

NASA 만 돕는 것이 아니다. 미 국방 혁신단 (Digital Innovation Unit)을 통해 Joby Aviation 을 비롯한 eVTOL 항공기 및 기술 개발자들에게 1-2 천만 달러 수준의 자금을 제공한 바 있다. eVTOL 에 중점을 둔 공군의 새로운 프로그램인 Agility Prime 은 Sabrewing Aircraft, Elroy Air 및 여러 회사에서 일하고 있는 다수의 항공기 개발자들에게 SBIR(Small Business Innovation Research) 계약을 체결해 지원하고 있다. 한국도 한국항공우주연구원(KARI)가 정부의 지원으로 주도적으로 이 분야를 진행해오고 있다. 본격적으로 민-관 협력이 진행될 것으로 기대하고 있다.

그림19. NASA의 AAM 개발 미션 주안점



자료: NASA, 하이투자증권 리서치본부

#### (4) 제도와 법률에 대한 활발한 논의

드론에 대한 부정적 인식이 조금씩 완화, 제도와 법률도 점차 우호적으로 변화

뉴욕시에서는 9·11 테러의 트라우마로 인해 여전히 마천루에서 비행체가 다니는 것에 극도의 불안감을 표출하고 있다. 또 얼마 전의 사우디 정유설비에 대한 드론테러는 사람들의 부정적 인식과 3차원 공간에 법적인 보호막을 쳐야한다는 부정적 목소리로 이어질만 하다. 많은 드론 관련 자료와 서적에서 공통적으로 언급하는 게 기술장벽을 극복한다 해도 제도와 법에서 상용화까지 만만치 않을 것이란 의견들이다.



그만큼 가장 많은 논의와 규제개혁이 이뤄져야 하는 분야가 바로 무인항공 분야다. 드론의 시작과 성장이 군용 장비에서 비롯되었기에 ‘드론 = 테러 or 정찰’이라는 공식이 연상될 수밖에 없다. 드론 비행을 기술적으로 차단하는 안티드론 기술이 병행해서 발전하고 있는 것도 드론의 부정적 측면에 대한 대비로 이해할 수 있다. 악의적으로 이용할 경우 테러나 해킹에 의한 대형사고로 이어질 수 있기 때문이다. 기존 항공시스템과 국방시스템이 만들어 내는 제약도 존재한다. 따라서 가장 활발하게 토론이 이뤄져야 할 분야가 법과 제도에서의 규제분야다.

사회 구성원들의 인식  
역시 ‘위험’에서  
‘편익’으로 빠르게 전환

각국의 규제와 사회의 수용거부가 UAM 상용화 시기를 늦출 수도 있는 상황에서 긍정적이게도 사회 구성원들의 인식은 빠르게 개선되고 있다. 전세계 규제 기관이 UAM 기술의 빠른 현실화를 도모하고 있으며, 생각보다 상용화 시점이 빠르게 다가오고 있음을 인식하고 이에 대비하고 있다.

몇몇 나라는 향후 2 년동안 UAM 및 항공 교통 관리 시스템을 테스트하기 위해 시범도시를 선정하고 대규모 시연을 계획하고 있다. 남북분단 상황에서 항상 국방을 최우선과제로 삼고 있는 보수적 색채의 한국정부도 UAM 산업의 필요성을 절감하고 로드맵 제시 및 규제완화를 검토하고 있는 상황이다. 각국의 정부도 UAM 산업에서 하나의 플레이어로서 자리매김 해가고 있기에 어떤 나라가 가장 앞서 이 어려운 문제를 풀어나갈지 지켜봐야 할 것이다.

### (5) 사회적 수용

UAM의 대중화를 위해선  
사회적 수용이 선결되어야  
하는데 젊은층의 수용성이  
중장년층에 비해 커

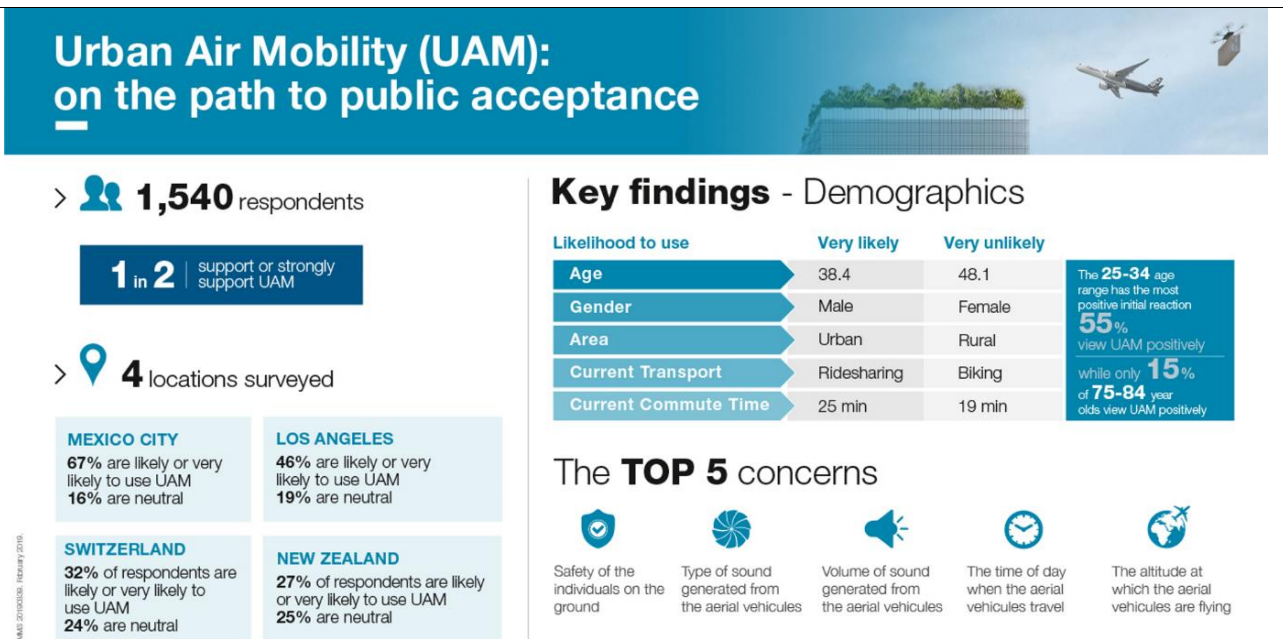
한국 모빌리티 시장에서 ‘타다’가 결국 기득권과 정치권에게 수용 받지 못해 실패했듯, UAM의 대중화를 위해서도 사회적 수용 여부는 매우 중요하다. 아무리 H/W, S/W, System 을 구비해놔도 정치권, 소비자, 지역공동체로부터 외면 당하게 되면 아무 소용이 없음을 우린 잘 알고 있기 때문이다. 특히 9-11 테러로 극도의 트라우마를 겪은 바 있는 New York City 에서는 사회적 수용이 더딜 수 있다.

그렇기에 언제든 테러용으로 사용될 가능성이 높은 드론에는 본격 서비스 시작 전에 꼼꼼한 검토가 필요하다. 머리 위로 다니는 교통수단이 운집해있는 사람들을 향해 추락한다던지, 갑자기 드론이 해킹에 의해 무기화 되어 승객이 인질로 잡힐 가능성을 용인해줄 사회는 단연코 없기 때문이다. 정지비행(Hovering)이 가능한 드론형 UAM 이 개인의 사생활까지 침해할 수 있다는 우려도 있다. 헬리콥터와 같은 소음 역시도 민원의 대상이다. 뿐만 아니라 기존 2 차원 공간의 교통수단 종사자 및 이해관계자들이 UAM 을 반대하고 나서는 변수도 생각해봐야 한다.

아래 자료는 Airbus 부설 연구소에서 LA, 멕시코시티, 스위스와 뉴질랜드의 1,540 명을 대상으로 한 설문결과이다. 응답자의 44%가 다행히도 UAM 도입에 우호적인 입장을 나타냈다. 특히 젊은 응답자들이 장노년층에 비해 훨씬 개방적이고 수용적 태도를 나타내고 있다. 지역별로는 멕시코 시티(67%)와 LA(46%)에 거주하는 참가자가 스위스(32%)와 뉴질랜드(27%)에 비해 UAM 을 사용할 가능성이 높거나 높을 것이라 예상했다. 이 자료에 따르면 시간이 경과함에 따라 UAM 서비스에 대한 지지 목소리가 점차 커지고 있음을 알 수 있다.

반면 UAM 도입에 대한 우려의 목소리도 있다. 설문 결과에 따른 가장 큰 다섯 가지의 걱정 거리는 ① 지상에 있는 사람들의 안전, ② UAM 기체에서 발생할 소음의 종류, ③ UAM 기체에서 발생할 소음의 크기, ④ UAM 의 비행시간대, ⑤ UAM 의 비행고도 등으로 나타났다.

그림20. UAM의 사회적 수용 여부 설문조사



자료: Airbus, 하이투자증권 리서치본부

### (6) 인프라 활용

도로나 철로, 대규모 공항 같은 대규모 투자가 필요하지 않음. 기존의 시설물을 활용할 수 있어 인프라 부담 적어

VTOL(Vertical Take Off & Landing, 수직이착륙)형태의 UAM 은 활주로가 필요없고, 최소한의 이착륙 공간만 있으면 충분히 비행이 가능하다. 기존공항은 아무리 작은 규모라 해도 토지매입비용과 건설비가 만만치 않다. 한국의 경우에도 토지비용을 제외한 건설비만 청주공항이 3,200 억 원, 양양공항이 3,500 억 원 소요되었고 매년 적자도 수십억 원에서 수백억 원씩 발생하고 있다.

UAM 에도 이런 활주로 포함 대규모 시설이 필요하다면 누군가는 손실을 오랜 기간 계속 감당해야 하기에 경제성이 나올 수 없을 것이다. 하지만 수직이착륙이 가능한 기체라면 도심에서 각 빌딩 옥상에 마련된 기존 헬리콥터 착륙장을 활용할 수도 있다. 무엇보다 2 차원 공간의 교통수단에 필요한 도로, 철로, 지하철의 지하공간 같은 막대한 비용의 인프라 투자가 필요 없다. 하늘길은 언제나 열려있고, 요구공간의 크기가 2 차원 교통수단에 비해 훨씬 작기 때문이다.

이미 미국에선 우버에어의 스카이포트 후보지 물색작업 진행 중

이미 미국과 유럽에는 목이 될만한 곳에 부동산회사들이 옥상활용을 두고 선투자가 진행되고 있다. Uber Elevate 생태계에서도 Hillwood 라는 부동산 회사가 대표적으로 스카이포트(Skyport: 대도시 건물 옥상에 만들어진 UAM 이착륙거점)를 선정하고 투자하고 있다. 뿐만 아니라 릴레이티드(Related)와 맥쿼리(Macquarie) 등도 미국 주요 대도시를 중심으로 UAM 산업의 미래를 보고 부동산 개발사에 전략 투자를 단행 중이다.

스카이포트가 옥상에 건설되면 건물가격 오를 것이란 기대도 생겨

1 층에 스타벅스가 들어서거나 건물 지하에 지하철 연결로가 생기면 부동산 평가액이 오르듯, 최고의 교통환경을 제공하는 UAM 거점이 옥상에 설치된다면 평가액 및 임대수익 상승폭이 적지 않을 것이란 기대를 건물주들도 하고 있다. eVTOL 은 전통적 VTOL 인 헬리콥터에 비해 소음도 월등히 작기 때문에 건물주들이 UAM 산업에 눈독을 들일 수밖에 없다. 또한 미국에는 쇼핑몰이나 복합몰이 많아 주차타워의 옥상이 매우 넓다. 주차타워의 옥상도 매우 매력적인 UAM 이착륙거점이 될 수 있다.

그림21. Uber가 제시한 Skyport 예상도



자료: Uber Elevate, 하이투자증권 리서치본부

그림22. Uber가 제시한 미국 내 UAM 수요 예상도



자료: Uber Elevate, 하이투자증권 리서치본부

2010년대 드론 열풍은  
앞으로 기술 성숙과정을  
거쳐 UAM 산업의  
발전으로 이어질 것

2010년대 들어 꿈틀거리기 시작한 촬영/취미용 드론 열풍은 전기동력, 자율비행, 모터 등의 기술성숙도를 높여주었다. 그리고 무엇보다 다양한 Supply Chain 이 형성되면서 연구개발 인력이 대거 배출되어 전반적인 산업 생태계 형성의 촉진제 역할을 했다. 뿐만 아니라 과거의 연구에서는 한계에 부딪혔던 저소음대책, 수직이착륙, 안전하고 부드러운 틸트기능, 자율비행 알고리즘, 배터리의 효율성, 고정밀 지도, 경량화 소재 기술에 대해 상당한 기술적 성숙도를 갖추 수 있게 되었다. 결론적으로 다양한 요소들이 꿈처럼 여겨져 왔던 UAM 산업의 현실화에 복합적으로 기여하고 있다. HI-FO 는 아래와 같은 변화가 UAM 산업을 본격적으로 태동시킬 것이라 믿는다.

그림23. UAM 시대를 앞당겨줄 제반 요인들



자료: 하이투자증권 리서치본부

### 3. UAM 시대 개막의 본격적 신호탄: EHang 과 Uber Elevate 의 진출

사업성이 모호한 상황에서  
2016년 중국의  
EHang 이 UAM 사업의  
본격적 신호탄 쏘아올려

아무리 UAM 의 기술적, 사업적 가능성이 높아지고 있는 상황이라고 해도 당장 앞장서서 이를 사업화하려는 회사가 없다면 결국 언젠가 미래에나 가능한 사업으로 남겨지게 될 것이다. 특수목적의 군용 드론이 당장 눈앞의 수익성을 보장해주는 상황이기때문에 아직까지 수익성에 의문이 있는 민수용 드론 및 UAM 사업에 뛰어들기란 솔직히 만만치 않을 것이다. 무엇보다 각종 규제와 법령 등 헤쳐나가야 할 난관이 산적해있기에 민간 UAM 사업 진출에 선뜻 나서서 기업이 많을리 없다.

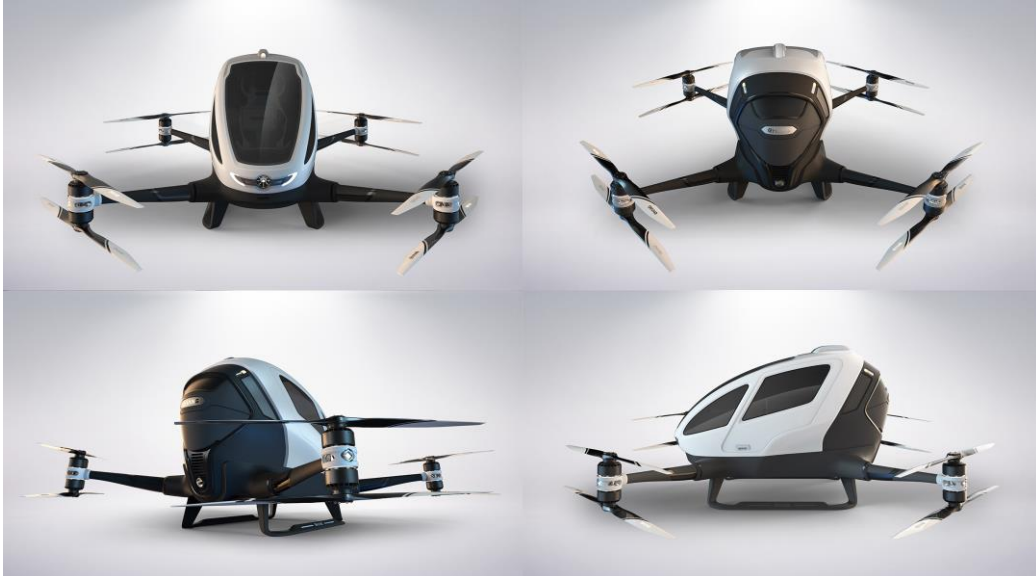
그나마 모험자본이 투자되는 스타트업이나 연구목적의 연구기관, 매니아들의 취미로 세스나 같은 개인항공기(PAV: Personal Air Vehicle)에 대한 관심이 지속되어 왔을 뿐이었다. 과거부터 비즈니스와는 거리가 먼 실험적 PAV 모델들만이 계속 발표되어 온 것도 이런 흐름의 연장선상이었다. 또한 도심에서 UAM 서비스가 가능하려면 활주로 없이 수직이착륙이 가능해야 할 뿐 아니라 저소음, 충분한 비행시간, 빠른 속도, 안전성, 넉넉한 적재하중 등이 요구된다. 현재 업계의 기술 수준으로는 매우 달성하기 어려운 조건으로 여겨졌을 것이다.

미래의 기술로만 여겨졌던 UAM 에 대한 대중의 본격적 관심이 생겨난 것은 '16년 1월 미국 CES 에서 중국의 EHang 이 1인승 eVTOL 인 EHang184 를 선보이면서부터다. 184 라는 네이밍은 1 명의 승객, 8 개의 프로펠러, 4 개의 암(Arm)을 의미한다. 시속 100Km/h 로 비행할 수 있고, 자율주행으로 최대 23분을 날 수 있는 성능의 기체였다.

민간용 드론시장에 DJI 를  
비롯, 중국의 영향력이  
커진 상황에서 UAM 까지  
본격 진출 - Ehang184  
등장이후 전세계  
UAM 관련 행보 빨라져

DJI 를 필두로 취미용, 방송용 소형드론에서 압도적 가성비를 보여주고 있는 중국이 승객을 태우는 UAM 분야에서도 앞서갈 수 있음을 세상에 보여준 것이다. 군용 드론 기술에서 훨씬 선도적이었던 미국, 유럽, 이스라엘이 아닌 취미용 드론 강국인 중국이 UAM 시장에서 상용화 가능성이 높은 eVTOL 을 선보였다는 것은 충격으로 받아 들여질만 했다. EHang184 등장 이후 전세계의 UAM 유관기관들과 관련기업들의 행보에 훨씬 속도가 붙었음은 누구도 부인할 수 없는 사실이다. 이후 EHang 은 2인승 eVTOL 인 EHang216 을 출시하면서 한층 상품성이 높은 제품을 포트폴리오에 포함시키게 되었다.

그림24. EHang184의 외관



자료: EHang, 하이투자증권 리서치본부

그림25. EHang이 제시한 eVTOL 제작 업계의 개발 스케줄

Company	Product	Autonomous	Initial Year of Development	Design	Announcement	Validation Tests	Full Size Tests	Manned Tests	Production	Commercial Launch (Estimated)
EHang	EHang 216 EHang 116 EHang 184	✓	2013	→						2019
Volocopter GmbH	Volocopter 2x Volocopter VC200	✗	2012	→						N/A
Lilium	Lilium Jet	✓	2014	→						2025
Airbus	Vahana CityAirbus Pop Up	✓	2016	→						2020
Boeing (Aurora Flight Science)	Aurora eVTOL	✓	1989	→						N/A
Bell Helicopter	Nexus	✗	2018	→						N/A
Kitty Hawk	Cora Flyer	✓	2010	→						2021
Joby Aviation	S4 / S2	✗	2009	→						N/A

자료: EHang, 하이투자증권 리서치본부

**같은 해 미국의 Uber Elevate 도 UAM 비즈니스 플랫폼 발표**

이어서 같은 해 10 월, 간발의 차이로 ridesharing 세계 1 위인 Uber 는 Uber Air 서비스를 발표한다. Uber Elevate 와 NASA 가 힘을 합치고, 다양한 협업을 통해 UAM 비즈니스를 입체적으로 진행하겠다는 것이었다. EHang 이 기체 자체에 초점을 맞췄다면, Uber 는 비즈니스 솔루션과 시스템 전반으로 초점을 확장해서 발표한 것이다. Uber 는 파트너사 자격 세부조건을 제시하고 이를 충족할 수 있는 업체들로 한정해 선발한 바 있다.

그림26. Uber가 제시했던 기체의 요구사항

항목	요구사항
탑승인원	4인승 (조종사 포함)
중량	1,800kg
전지성능	2,000 사이클 수명, 팩 수준의 전지 성능 400Wh/kg
상황별 필요동력	수직이착륙시(1분) 필요 동력 500kW/240km/h 전진비행시 71kW/320km/h 전진비행시 120kW
기계피로	주당 40시간의 운용
충전효율	kWh 당 0.12달러의 전기 비용

자료: 해외언론, 하이투자증권 리서치본부

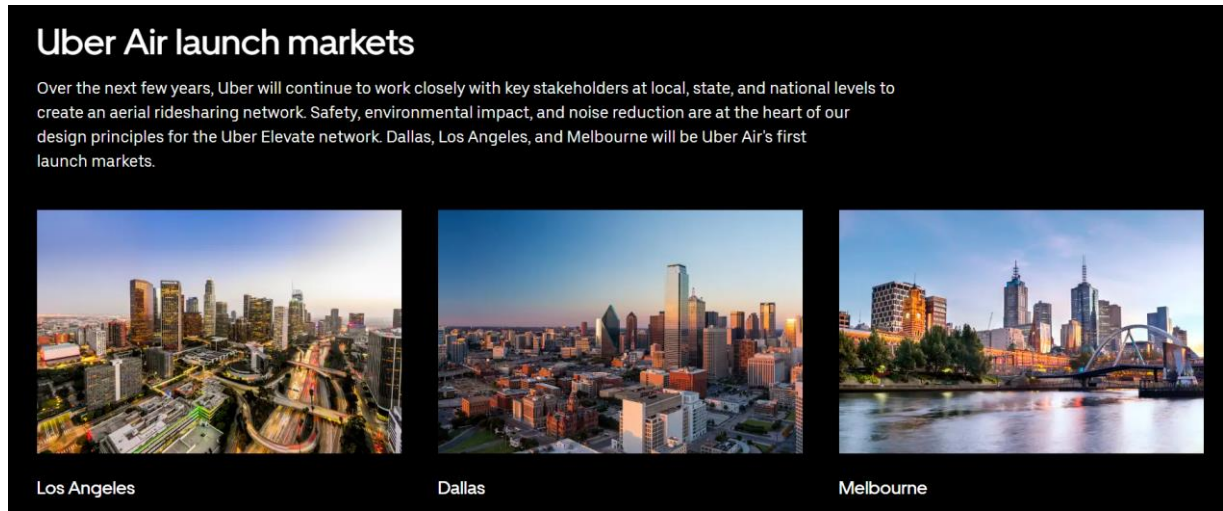
Uber가 제시한 까다로운  
기준에 부합하는 업체들  
등장 - 막연한 꿈이 아닌  
비즈니스로 발전

발표 당시 이 까다로운 조건을 충족시킬 수 있는 업체는 그리 많지 않았다. 기체 납품업체로는 Boeing, Bell, Embraer, Aurora, Pipistrel 5 개업체가 선정되었다. Uber Elevate 는 이 업체들로부터 기체를 구입할 것이며 Hillwood 가 빌딩의 옥상이나 쇼핑몰의 주차타워를 이용한 이착륙거점인 Skyport 를 건설하여 ‘23 년까지 LA 와 Dallas 를 기반으로 하여 서비스 런칭을 준비할 것임을 밝힌 바 있다. 이미 Uber Copter 를 통해 항공 모빌리티 서비스 경험을 축적한 Uber 가 eVTOL 을 활용한 새로운 사업 계획을 발표한 것이다.

가장 구체적 비즈니스  
플랜을 가진 Uber 에  
납품하는 업체에 관심  
집중

‘20 년 현재는 Boeing 이 Aurora 를 인수해 자회사로 두면서 한 개의 회사로 합쳐졌다. Uber Elevate 기체 납품업체로는 현대차가 CES 2020 에서 Uber 와 손잡으며 합류했다. Toyota 와 손잡은 Joby Aviation 및 한화시스템과 손잡은 Karem Aircraft 도 Uber Elevate 파트너사로 합류했으며, 기존 파트너사인 Hillwood, Chargepoint 외에도 다양한 업체와 연구기관들이 협업하고 있다. 플랫폼 기업인 Uber 가 직접 나서서 생태계를 조성하고 있음은 UAM 이 아직 비즈니스 초창기 단계라는 점에서 매우 중요하다. 수억 명의 고객을 이미 확보한 플랫폼에 하드웨어와 시스템만 가미된다면 비즈니스가 빠르게 전개될 수 있기 때문이다. 세계 최고수준의 우주항공기술을 자랑하는 NASA 가 함께 한다는 사실도 주목할 만하다.

그림27. '23년 가장 먼저 Uber Air 상용화가 이뤄질 예정인 LA, Dallas, Melbourne



자료: Uber Elevate, 하이투자증권 리서치본부

그림28. Uber Elevate의 Vehicle Partners & Ecosystem Partners

분야	업체명	비고
Vehicle Partners	Aurora	UAM 사업을 위해 Boeing이 자회사로 인수. Porsche와 eVTOL 개발 파트너십 체결
	Bell	지금까지 상용 헬리콥터만 15개 모델을 출시한 VTOL 항공기 업계의 베테랑
	EmbraerX	전용기를 비롯해 중소형 여객기를 전문으로 제작. 현재 상용 여객기 시장 업계 3위
	Hyundai	NASA의 신재원 박사, Bell의 Scott Drennan을 영입하여 UAM 사업에 착수
	Jaunt Air Mobility	Slowed-Rotor Compound(SR/C) 기술을 토대로 한 ROSA 타입의 항공기 설계 역량
	Joby Aviation	과거 NASA 출신 Mark Moore와의 인연으로 Uber Elevate 파트너십에도 합류
	Karem Aircraft	한화시스템으로부터 \$25M을 투자 유치. eVTOL 개발 위해 Overair 설립 후 spin-off
	Pipistrel Vertical Solutions	고정익 기반의 전기추진 항공기 제작 기술을 바탕으로 최초 eCTOL 개발에 성공
Ecosystem	ARL	미군에서 민간업체인 Uber Elevate와 협력하여 eVTOL을 위한 최신 로터 기술 개발
	Chargepoint	전기차 충전 네트워크를 기반으로 Uber Elevate를 위한 eVTOL 충전 솔루션 개발
	ESAero	eVTOL 퍼포먼스와 조종가능성을 평가하는 툴과 모델링 개발로 기체 안전성 진단
	École Polytechnique	3차원 공간에서의 자율비행을 위한 인공지능 최적화 작업을 Uber의 ATCP와 연구
	Georgia Tech	Mark Moore의 모교이며 Center for Urban and Regional Air Mobility를 보유
	Hillwood	Skyport를 건설할 첫 파트너사.'20년까지 우선적으로 최소 3개 건설하기로 협의함
	Launchpoint	ARL와 함께 파트너사로 선정되었으며 eVTOL에 적합한 모터를 개발 및 최적화
	Molicel	Vehicle Partners의 eVTOL에 탑재될 리튬-이온 배터리팩 개발
	NASA	Uber Elevate로부터 UAM 생태계를 조성하기 위한 각종 데이터를 제공받기로 협약
	Signature Flight Support	지상에서 Skyport를 운영하며 Uber Air 탑승객, 배터리 탈착 등의 전반적인 관리담당
	The University of Texas	ARL와 함께 eVTOL을 위한 최신 로터 기술 개발하며, 캠퍼스내에 테스트 설비 보유
Streetlight Data	Uber Elevate가 분석하지 못하는 모빌리티 데이터를 제공하는 제3자 분석 기관	

자료: 각 사, 하이투자증권 리서치본부



2018년 10월  
매경지식포럼에서 에릭  
엘리슨 Uber elevate  
대표와 신재원 박사의  
연설 및 대화를 참고

한국은 심각한 교통  
혼잡문제를 안고 있으며,  
자동차로 약 2시간  
거리를 UAM을 통해  
12분만에 이동할 수 있을  
것이라 설명

참고로 에릭 엘리슨 Uber Elevate 대표는 '18년 10월 매경지식포럼에 강연자로 참석한 바 있다. 우리 HI-FO는 현장에서 직접 듣고 감명 깊었기에 꼼꼼히 속기했다. 여기서 발표한 내용은 시간이 흘렀음에도 충분히 훌륭하기에 뒷장에 전문을 수록했다.

에릭 대표는 Uber Air 서비스가 일상화되면 2.6만 대에 불과한 전세계 항공기 개체는 수백만 대의 UAM으로 급증할 것이라 예상했다. A 지점에서 B 지점으로 가장 신속히 이동하는 최상의 방법은 3차원 공간인 하늘을 이용하는 것이며, Uber Air는 UAM을 통해 이 최상의 방법을 상용화 할 것이라 밝혔다.

한국 역시 심각한 교통 혼잡문제를 안고 있다. Uber Elevate는 경기도 안산에서 종로구 관수동까지 차로 1시간 57분 소요될 거리를 UAM을 이용하면 12분만에 이동할 수 있을 것이라 시뮬레이션 결과도 발표했다. 당시 토론회의 좌장을 맡았던 NASA의 신재원 박사는 현재 현대자동차의 UAM 사업부 담당 부사장으로 영입되었다. 신재원 박사는 Uber Elevate와 미래 UAM 비전을 공유하고 있었으며, UAM 미래에 대해 매우 낙관적 견해를 가지고 발표했던 기억이다. 그가 Uber Elevate와 친분이 있는 사이인 만큼, 현대차그룹-Uber Elevate의 협업에 결정적 기여를 했을 것으로 짐작해볼 수 있다.

현재 현대차의 UAM  
사업부를 총괄하는 신재원  
부사장은 당시 NASA  
본부장으로 재직

주제: Uber 와 NASA 의 하늘위 교통혁명

좌장: 신재원 박사(NASA)

발표: 에릭 엘리슨 대표(Uber Elevate), 피터 산논 CIO(Levitate Capital)

신재원 박사(NASA)

: 워싱턴 나사 본부에서 왔다. 제트엔진 개발 이후 여행하는 방법이 20 세기 중반 이후 혁명적으로 바뀌었다. 머지않은 미래에 항공산업에서 또 한번의 큰 변화가 생길 것 같다. 최신기술의 융합으로 머리위 하늘에 새로운 대중교통 세상이 열릴 것이다. 서울이나 대도시에서 이같은 항공분야의 신기술이 열린다. 상상이 아닌, 진지한 새로운 가능성으로 판단한다. 새로운 교통수단의 시작으로 사회와 생활방식, 교통수단이 다 바뀔 것이다. 이를 UAM(Urban Air Mobility)이라고 부른다. 오늘 참석해주신 에릭 엘리슨 박사는 우버 엘리베이트 대표다. 피터는 리비테이트 캐피탈 대표다. 80 분간 여러가지 정보의 교류가 있을 것이다. 먼저 에릭엘리슨 박사가 우버에서 무슨 일이 있는지 말해줄 것이다. 관련 생태계의 변화 가능성도 들어보자. 투자자인 피터 산논의 입장에서 이 시장 잠재성은 어떤지 들어보자.

Uber Elevate CEO 에릭 엘리슨

: 이 자리에 함께하게 되어 영광이다. 우버가 가지고 있는 새로운 생태계에 대해 얘기해보자. 우버 엘리베이트란 이름으로 새로운 서비스를 시작할 것이고, 성공한다면 전세계 도시를 완전히 바꾸게 될 것이다. 이동을 원하는 A 지점으로부터 B 지점까지 가장 짧고 빠르게 가는 것이 이 서비스의 핵심이다. 오랜 관찰이 이 필요성을 만들었다. 차량이 계속 보급되고 도로가 더 건설되어도 그 어떤 도시도 여건이 나아지지 않았다. 매년 차를 구입하는 사람이 증가할 것으로 예상된다. 그렇게 되면 운전자, 차가 늘고 교통체증도 더 심해진다. 우버의 경우, 사람들을 이동시키는데 있어 혁명적인 방법을 고민하고 찾고 있다.

지속적 Innovation 을 통해 교통을 새롭게 정의해야 한다. 지금현재 우버는 65 개 국가, 600 개 이상 도시에서 월 7,500 만명 이상을 이동시키고 있다. 아직까지 이걸로는 충분치 않다. 이동성을 폭넓게 제시해서 이동 자체의 개념을 바꾸려 한다. 전기자전거도 미국, 유럽에서 사용하고 있다. 이것이야말로 다음세대의 교통수단이란 생각이다. 공유경제에서 가장 이동이 편리하도록 범위를 계속 확대할 것이다. 소형은 전기자전거, 대형도 고민하고 있다. 다양한 선택이 가능하도록 할 것이다. 전체 네트워크를 다양한 교통수단으로 커버하되, 자동차- 버스 - 전기자전거 등 연결을 완전 효율적으로 할 것이다. 자율주행 같은 장기혁신에도 투자하고 있다. 미래의 아주 중요한 부분이다. Toyota 가 최근 우버에 큰 투자를 했다. 자율주행차의 비전을 여러업체가 나눠서 담당할 것이다.

우버 엘리베이트는 다양한 경제활동의 집중으로 이어지고 있는데, 엔지니어로서 공간활용의 문제를 생각해야 한다. 다양한 아이디어가 집중되고 있다. 다음 혁신을 위한 3차원적인 발전이 있어야 한다. 2차원적 지상의 한계를 넘고 도로를 건설하지 않고도 할 수 있어야 한다. 새로운 교통수단은 다양하게 확대될 것이다. 교통수단에서의 변화는 마치 통신에 있어 유선에서 무선으로 진화된 것보다 더 크게 이뤄지고 있다. 한국에서도 관수동에서 안산까지 하늘을 이용하면 교통체증없이 굉장히 빨리 이동할 수 있다. 그럼에도 관수동에서 안산까지 비행을 못하는 이유가 뭘까? 도심에서 항공편을 사용할 수 없는 이유가 뭘까? 가로막는 이유가 뭘까? 이 장애물을 없애고 비행이 가능한 세상을 열고 싶다는게 우버의 생각이다.

획기적 항공교통을 위해 여러가지 방법을 이용해왔다. 헬리콥터로도 해봤다. 현재 기술로는 소음공해만 해결된다면 가장 타당성 있는 교통수단이고, 확장 가능하다. 하지만 현재로서는 헬리콥터를 사용할 수 있는 위치가 제한적이다. 혁신 이용한 솔루션으로는 가능할 것이다. 첫번째로 우버는 플랫폼을 만들고 있다. 우버 에어를 이용해 항공을 이용 가능하게 할 것이다. 헬리콥터나 비행기로는 토지이용에도 제한이었고, 효율성 위한 더 많은 조건도 필요하다. 교통수단 그 자체의 인기도 필요하다. 기술발전으로 드론, 전기차도 개발되고 있다. 이 기술이 합쳐지며 전기항공기 개발이 가능해졌고, 수직이착륙 비행도 가능하다. 헬리콥터의 문제를 해결하고 비용도 낮출 수 있다. 헬리콥터 형태의 수직이착륙 전기비행기를 이용하면 가능해진다.

운영시스템도 고민하고 있다. LA 에서도 수천명의 이동을 가능케 할 네트워크를 고민하고 있다. 기계 자체를 개발하진 않는다. 파트너십 5 개사에 아웃소싱을 주려한다. 확장가능하다. 보잉, 캐랩, 오로라, 엠브래어 등과 협업하고 있다. 조만간에 상용화 할 것이다. 이착륙 공간까지 갖추는 것이 퍼즐의 마지막이다. 디자인 회사들과 협업하고 있다. 효율성이 낮은 건물을 재활용하려고 한다. 미국식 주차타워는 공유경제가 활성화되면 대형주차장을 새로운 이착륙지점으로 재활용할 수 있다. 또한 인프라를 새로 구축할 수도 있다. 일상적으로 사용하면 새로운 도시설계의 일부가 된다. 이러한 구조물들이 천여 건의 이착륙을 소화해 낼 수 있다. LA 에서 이 서비스를 시작하면 현행 교통량의 두자리 수를 담당할 수 있을 것이다. 충분히 현실화 가능하다고 본다. 파트너들과 이러한 형태로 2023 년에 상용화 시도할 것이다. 인증과정도 충분히 가능하다. 준비과정에서도 굉장히 흥미롭다. 첫 상용화 지역은 델러스와 엘에이다. 2020 년에 데모버전을 출시하고, 2023 년에 상용화 할 것이다.

얼마전에 동경에 갔는데, 도지사가 이 비즈니스에 관심을 많이 갖더라. 세번째 상용화 도시를 5 개국 중에 선택할 것이다. 세번째 지역을 미국의 지역으로 의도적으로 선정했다. 동경 도지사가 기초연설을 통해 함께해줬고 대만도 참여해줬다. 인도의 모디총리도 이 이동성에 대해 관심이 많아 설명했다. 전세계에 영향력 미칠 수 있지만, 특히 기존 인프라가 미비한 인도에 주효하다.

**피터 산논(Levitate Capital CIO)**

: 초청해주셔서 감사하다. 항공이동성과 관련된 혁명에서 무엇을 예측하고 있는지 얘기해보겠다. 역사를 보면 미래를 볼 수 있다. 1927년 차지린버그가 파리에서 항공기를 처음 착륙시켰다. 자유로이 비행하는 세상을 꿈꿨다. 태평양을 건넜기 때문이다. 오늘도 마찬가지로 여러 비즈니스가 생겨나고 혁신이 일어나고 있다. 그 사이 항공분야는 많은 발전을 이뤘지만 100년이 넘도록 장거리를 민간항공기가 실어나르고 있다. 2차 세계대전 당시에 항공기를 쓸 수 있을 만큼 진전을 이뤄냈고, 훈련받은 조종사가 많았다.

전후 수십만개의 개인항공기가 판매될 것으로 봤다. 산업도 여기에 부응했다. 제조업체들이 스스로 준비했다. '46년에 가장 항공기 판매가 많았다. '51년 넘어서 소폭 성장했지만 성장은 멈췄다. 유지하기 힘들만큼 복잡하고 어려운 과정, 조종사의 훈련도 어려워졌기 때문이다. 동시에 조종사가 되기위한 과정도 견뎌내기 힘들었다. 이 분야가 제한될 수 밖에 없었다. 이로서 자전거는 오랫동안 타게 되었지만, 개인 항공기 기술은 정체되었고 도약하지 못했다. 반면 상업용 민간 항공분야는 크게 성장했다. 고도의 훈련된 조종사가 나오면서 위험을 제한시킬 수 있었던 것이다.

답을 찾으려면 밖을 봐야한다. 자동화, 전기화가 성장하면서 개인용 항공기가 다시 성장할 것 같다. 단순한 얘기가 아니다. 기술이 크게 도약한다. 전기기술이 비용을 낮춘다. 자율주행으로 조종사 훈련도 필요없다. 승객도 모빌리티 플랫폼 덕분에 온디맨드 니즈가 크게 생길 것이다. 인공지능과 센서, 자동화 기술을 통해서 자율비행은 장애물이 많은 도로의 자동차보다 항공에서 더 쉽다. 자율주행차가 향후 3년이면 되지 않겠나 생각하겠지만 21세기 기술로 재정의 하는건 쉽지 않다. 현재의 안전성을 확보할 정도로 노력해온 항공분야와 기술 엔지니어들이 협력해야 한다.

수직이착륙이 가능한 eVTOL 이라는 기술이 있다. 이 기술에 10억달러가 넘게 투자되었다. 많은 스타트업에 새로운 모델을 만들어내고 있다. 기술, 속도도 보고 있다. 샌프란시스코 항공망을 보면 자동차로 닿을 수 있는 공간은 제한되어 있다. 도로 인프라 구축이 거기까지기 때문이다. 동일한 시간에 항공기로 간다면 30분만이라도 어마어마한 공간확대가 나타난다. 닿을 수 있는 면적이 엄청 커진다. eVTOL 이 보급된다면 어떤 변화가 나타날까? 당연히 물리적 한계가 극복되면서 주택과 공간의 개념이 달라진다. 우리 머릿속에 선입견으로 남아있는 '위치'라는 개념은 기술에 따라 바뀔 수 있다. 항공기술은 교통수단으로 인해 많은 것들을 뒤엎을 것이다. 항공이동이 가져다줄 생각들을 해 봐야 한다. 일반시민이 적극적으로 참여하고 투자하는 선순환이 가능해질 것이다.

항공이동성이 발전하면서 교통혁명이 가능해지게 되었다. 도시 이동뿐 아니라 국가간 소통의 방법도 달라질 것이다. 전기추진체와 자율주행이 가능해진다면 이런 가능성은 훨씬 더 커질 것으로 전망한다. Multimodal, Transportation Network 가 더 확장될 것이다. 이 기술은 자원의존도를 더욱 낮추게 만들어 줄 것이다. 생각해봐라. 고대문명 상황을 보면, 특별한 에너지 없이 물로만 이동했다. 초기문명의 발달사를 잘 보면 교통수단 바로 옆에 문명이 집중적으로 발달했다. 이집트도 나일강이 있었기에 그 주변에 개발되었다. 어떠한 에너지도 필요없었다. 단지 배만 있고 항구만 있으면 됐다. 남은 자원을 오롯이 건설과 예술에 쏟을 수 있었다.

산업시대 전에도 비슷하다. 조선(Shipbuilding)과 심해 및 장거리 항해가 가능해지면서 해양선진국가가 세계를 호령했다. 지정학적 시사점도 매우 컸다. 영국이 이 때 세계를 지배했다. 항만, 강, 해안이 없는 육로수송에만 의존했던 국가들은 이 시기 식민지가 되거나 뒤쳐졌다. 유럽의 부국들은 철도시대가 되고 철로를 깔면서 달라졌다. 도로와 철도는 인프라를 깔아야만 가능한 교통수단이다. 이런 인프라는 항구적인 발자국을 만들고 후대에도 영향을 미친다. 네트워크 비용도 많이 들지만 수익도 높게 형성되어 왔다. 여전히 그렇게 의존하고 있다.

선형적 교통수단에 항만이 밀린다. 항만은 일부만을 차지하고 있지 여전히 도로와 철도에 의존하고 있는 구조다. 현대에는 이로 인한 결과도 볼 수 있는데, 메가시티의 체증이 그 어느때보다 높다는 점이 그것이다. 미국은 인프라 노후로 도로 유지하기 위해 매년 1,450 억달러 쓴다. 그 중 항공기 분야의 유지관리비는 41 억 달러밖에 안된다. 유지관리 비용에 큰 차이가 있음에도 도로와 철도에 신경을 쓴다. 더 나은 대안(代案)이 필요하다. 신흥국은 더 고민일 것이다. 충분한 도로네트워크를 만들고 오래 유지해야 투자대비 수익을 얻을 수 있기 때문이다. 인도같은 개발도산국은 더 시간이 걸릴 수 밖에 없다. 부국의 10 만명이 빈국의 온국민에 비해 훨씬 더 많은 인프라를 누리고 있다. 빈국들은 미국 도로 네트워크의 2 배에 달하는 도로를 만들어야 한다. 많은 기회의 박탈을 의미한다. 의료와 보건 등에 쓰일 돈을 도로에 쏟아부을 수밖에 없다. 더 나은 방안의 교통수단이 필요하다. 고속, 유연한 교통수단을 제공하면서 공공서비스가 모든 사회 구성원들에 가깝게 다가가도록 해야할 것이다.

사물의 제약을 받지 않는 3 차원 공간의 항공교통수단은 훌륭한 대안이 될 수 있다. 기술발달로 더 진전될 수 있다. 어떤 사회든지 교통수단이 진화의 큰 수단이다. 재난구호, 의료구호도 신속히 해결할 수 있다. 항공교통의 경험이 축적되면 규모의 경제는 더 커질 것이다. 항공이동성의 혁신은 지금부터 수십년간 기술전환이 진행되어 나타날 것이다. 1)기술 2)공급망 3)제조 4)운용과 적용 측면에서 나타날 것이다.

항공기 만드는 생태계를 보면, 성능의 최고를 추구하되 집약적이고 융합적인 기술이 더 요구될 것이다. 여러 엔지니어들이 참여하는 동시에 필수적인 부품과 기술들을 큰 공급망 안에서 아웃소싱할 것이다. 자동차, 국방, 드론 분야에 아웃소싱 해야할 신기술 분야가 매우 크다. 그래서 기존 업체들도 새로운 항공기 분야에 큰 관심을 가지고 있는 것이다. 그래서 교집합이 많으면 많을 수록 투자자의 입장에서 굉장히 많은 기회가 생기는 것이다.

한발 떨어져 생각해보면, 정말 다양한 고민을 해봐야 한다.

- 이 새로운 항공기술로 인해 확장가능한 산업, 혹은 기술은 어떤것이 있을까?
- 항공환경을 아날로그에서 디지털로 전환하는데 필요한 것은 무엇일까?
- 어떤 플랫폼과 생태계가 필요할지?
- 어떤 Operating System 이 필요할지?

지난 10년간 다양한 분야에서의 디지털화를 지켜왔다. 많은 확장가능한 소프트웨어를 봤다. 최첨단 HD Map, 자율주행 등을 봤다. 항공분야의 디지털화도 비슷하게 전개될 것이다.

#### 신재원 박사(NASA)

: 지금까지의 항공 교통수단은 항공사들의 일정에 맞춰서 수동적으로 비행기를 이용하는 형태였다. 소비자가 시간과 이착륙 장소를 선택할 수 없다. 나와 친한 친구인 에릭 엘리스도 한국에 내려 이 장소까지 오는 데 많은 어려움이 있었다. 모두 항공편을 이용하면서 어려움을 겪는다. 일정, 연결, 수속, 기계적 어려움들을 겪는다. 항공사 시스템은 매우 복잡하다. 소비자가 직접 결정할 수 있는 형태가 아니며 스스로 어디로 갈지 결정할 수 없다. 도시항공 이동성의 가능성이 높다고 보는 이유가 여기에 있다.

세계 곳곳에서 항공우주산업의 혁신을 여러번 목격했다. 항공사의 다음 혁명이 분명 여기에 있다고 본다. 다양한 투자자들이 많이 힘쓰고 있다. 전세계적으로 항공산업이 항공기 26,000 대를 보유하고 있다. 역사적으로 안전기록은 놀라울 정도다. 시장규모도 매우 크다. 10 만 건의 이륙이 매일매일 세계 곳곳에서 일어난다. 이렇게 어마어마한 항공운항이 지금도 이뤄지고 있다.

도시항공의 가능성을 충분히 높이면 새로운 항공기가 수만대 공급될 수 있다. 일상적으로 도심 곳곳에 수천 건의 항공편이 생겨날 것이다. 지금 현재 항공산업에 비해 훨씬 규모가 커지는 것이다. 그렇게 되면 이슈들과 도전과제가 발생한다. 흥미진진하지만 해결하기에 도전적이기도 하다. 극복만 한다면 항공을 완전히 혁신할 수 있다. 기술력도 높고 규모도 큰 산업으로 키울 수 있다. 여러가지 선결과제가 필요하고 관리체제도 바뀌어야 한다. 지금 형태의 항공교통 운행 패러다임을 완전히 달라진 확대형태로 바꿀 수 있다. 안전기준도 생각해봐야 한다.

항공기를 많이 이용했어도 치명적 사고를 평생 겪은 적이 없다. 놀랍게도 100 만 건당 0.2 번의 사고만 난다. 확률적으로 앞으로 매일 타도 9,000 년간 사고가 안나는 수준이다. 하지만 자동차는 다르다. 통계적으로 보면, 매년 130 만명이 자동차 사고로 사망한다. 매년 발생하는 사고의 비용은 5,000 억 달러 이상이다. 미국에서만 3,000 억 달러에 달한다. 교통수단이 대규모화될 때 적절한 안전기준은 무엇일까?

헬리콥터 운행은 일부지역에서 이뤄지고 있다. 시급한 상황에서 꼭 필요하고 돈만 넉넉하다면 뉴욕의 도심지에서 헬리콥터를 이용할 수 있다. 5-6분 타는 헬리콥터에 수천 달러의 비용이 든다. 헬리콥터는 규제가 매우 크다. 주민들은 소음 때문에 헬리콥터의 도심 운행에 격렬히 반대한다. 소음도 로터를 회전시켜야 하는 헬리콥터의 경우 매우 크다. 이 도심 항공산업이 발전해서 매시간 수천 건의 비행이 가능하려면 소음을 획기적으로 낮춰야한다.

이 변화에 정부와 투자자, 제조사, 플랫폼 등이 입체적으로 참여해야한다. 수만 대의 항공기를 만드는 것도 큰 일이다. 전체적으로 운영하려면 철저한 관리시스템이 필요하다. 새로운 관리체제 하의 운항시스템도 필요하다. 지역사회의 통합과 사회적 수용, 관용도 필요하다.

<질의응답>

Q1) 많은 사람들이 어린시절 하늘을 날아다니는 자동차를 꿈꿔왔다. 하지만 도심항공 이동성은 구현하기가 어렵다. 날아다니는 자동차는 늘 상상속에서만 있었지, 현실에선 불가능했다. 그럼에도 왜 이번엔 이 상상이 현실로 성공할 것이라 보는지?

A1) 과거를 돌아보고 왜 그동안 실현이 안됐는지 생각해보면, 기술적 제약이 가장 컸다. 추진체와 관련된 제약들이었다. 그 다음이 자율주행과 관련된 부분이다. 원하는 수준의 경제성과 솔루션을 얻기 위해서는 자율주행 기술이 선행되어야 한다. 항공기를 직접 조종해보면 얼마나 이게 어려운지 안다. 항공기 2~3 대가 주변에 함께 날고 있다고 생각해봐라. 굉장히 큰 신경을 쓰고 부딪치지 않으려는 노력을 해야한다. 하물며 수백 대가 날아다니는다고 생각해보면 여간 어려운 것이 아니다. 이번에 가능하다고 보는 것은 과거의 불가능에 대한 기술적 해법을 찾았기 때문이다. 기술이 획기적으로 진전됐다. 1960-70 년 때도 헬리콥터로도 시도해보고 지금도 계속해서 트라이해보고 있지만 이번만큼은 과거의 제약을 넘어서려고 한다. 그만큼 기술이 발달했다. 물론 이 기술들이 실제 서비스에 어떻게 적용될지 지켜봐야 하지만 변화는 분명히 예전과 다른 모습으로 다가오고 있다.

사람들이 지속적으로 꿈꾸고 원한다면 본질적으로 그 니즈에 무언가가 숨어있고, 여러차례 시도했는데 시행착오가 많았다면 반복하면서 결과의 변화를 기대해야 하는 게 아닌가 생각한다. 큰 발명이 있어야 큰 도약이 있다. 또 큰 변화 중 하나는 디지털 플랫폼이 생겼다는 점이다. 자율주행의 차원도 높아졌고, 디지털 네트워크를 통해 무엇이 어디있는지만 알면 해결이 될 수 있다. 스마트폰으로 음식도 주문하고, 항공기 탑승에도 쉽게 티켓을 예약하고 확인할 수 있다. 새로운 기술로 인해 이 모든 복잡한 프로세스가 간단히 해결될 수 있다. 디지털 변화를 반드시 있어야 하는 퍼즐이라고 본다.

항공기 자체의 변화도 반드시 필요하다. 직접 시연단계에 있는 기체들을 보면서 이번만큼은 가능할 것이란 확신이 든다. 시험비행을 많이 해왔다. 기술 블럭으로 보면 다양한 산업에서 등장한 기술이 항공에도 블럭으로 변형되어 기체에 들어간다. 에너지 전환, 태양광 기술까지도 포함된다. 전기차에 사용되었던 블럭들이 항공기에도 들어가 고효율 에너지 전환을 가능케 하고 전기모터를 돌려 로터를 회전시킨다. 근본적 기술은 다 같다. 기존엔 불가능했던 것들이 새로운 기술이 기체에 들어가면서 큰 변화를 가능케 한 것이다.

지난 10 년간 다양한 분야에서 소프트웨어 기술, IT 기술을 활용해서 물리적 세상과 연결하는 방법을 찾아내었고 효율을 높여왔다. 엘리스 박사 말대로 다양한 분야에서 로봇 시스템을 통해 물리적(Physical) 영역에서 성공했던 것들이 이제는 소프트웨어, IT 기술과 접목되면서 하늘에서 도심항공, 승객용 드론, 자율주행을 가능케하는 기술로 발전했다. 이제 도심에서 사람이나 화물 태워서 항공기를 이용할 수 있다. 실제로 IT 기술로 뇌를 만들고, 새로운 드론기술로 몸을 만들어서 통합할 수 있게 된 것이다. 하드웨어와 소프트웨어의 결합이 가능해진 것이다.

Q2) UAM 시장이 본격적으로 열리게 된다면 우리 세상에 어떤 이점이 있을까?

A2) 사람을 더 잘 이동시킬 수 있다. A-B 지점이동의 최선이 공중을 통해 최단거리로 가는 것이라 확신한다. 샌프란시스코에서 생활하는데 이착륙지도 없고 비용문제도 있다. 만일 헬리콥터를 탄다면 한 시간 반 정도의 통근시간을 크게 줄일 것이다. 차를 이용할 때 막히고 짜증나는 불편함을 없앨 것이다. 많은 사람들의 소중한 시간을 절약하도록 할 것이다. 가장 큰 이점은 시간단축이고 실제로 UAM 이 가능해지면 이 이점이 도드라질 것이다. 지금까지 도로가 없어 가보지 못했던 새로운 장소도 갈 수 있다. 상상력을 발휘해봐라. 지금까지 교통이라는 한계는 곧 도로와 동일시 되어왔기 때문이다. 새로운 기술이 나타나고 당연시하던 것이 뒤바뀔 때 새로운 아이디어가 나온다. 교통수단의 변화로 인해 목적지 자체가 달라진다. 부동산, 토지, 삶의 질, 경우에 따라서는 도시의 구조 자체도 바뀐다. 주거비용도 크게 낮아질 것이다.



Q3) 미국의 경우, LA 카운티도 매우 큰데 거기서만 보면 카운티의 128 만 명이 사는데 차량대수는 77 만대 가 있다. 굉장히 많은 대수다. 도로교통만으로는 모든 수요를 다 감당할 수 없다는 것에 동의한다. 항공을 통해 활동범위가 훨씬 더 커질 것이다. 도시 외에도 많은 곳으로 진출할 수 있다. 우버가 생태계를 확대하고 있다. 돈도 많이 드는데 왜 굳이 생태계를 만들고 있는지?

A3) 우버도 UAM 의 대중화가 어려운 문제라 인식하고 있다. 하지만 신선한 관점으로 보고 있다. 존재하지 않는 수단이기 때문에 무엇이 필요할지 고민하고 있다. 원칙과 제약, 과제가 있는지 식별하려 한다. 이러한 문제를 동시다발적으로 해결하기 위해선 어떤 파트너가 필요할지도 고민하고 있다. UAM 의 한계를 극복하는 문제가 매우 중요하다는 것을 알았고, 하나의 기업이 이 문제를 다 해결하기엔 정말 어렵다 생각했다. 그럼에도 이제는 수면 위로 부상할 때가 되었다고 생각했기에 프로젝트를 생태계로 확대해서 진행하고 있는 것이다. 개별 파트너들이 가진 강점에 주목했다. 운영체제와 소프트웨어 개발에만 우버가 개입한다. 인프라와 기체를 만드는데 강점을 가진 기업도 함께 한다. 전문성 있는 기업들이 여기에 나선다. 기체들이 필요로 하는 연구개발도 지원하고 있다. 이렇게 해야만 모두에게 이롭다. 이게 우버가 이 생태계를 조성한 이유다.

Q4) 왜 벤처캐피탈리스트들이 이 분야에 깊은 관심을 가지고 있는가?

A4) 지금 VC 분야의 종사자가 모빌리티와 교통에 매우 관심이 많다. 사람의 생활 가운데 이동이 다양한 차원의 가치를 제공하기 때문이다. 혁신적인 생각으로 변화시킬 것이 많다. 비용, 환경, 체중, 안전, 자동차의 소유형태 등 여러 이슈가 다 포함된다. 이동은 다차원적 문제다. 교통이란 분야가 다양한 기회와 개선의 여지가 있는 것이다. 소프트웨어, 데이터, 다양한 혁신을 통해 변화를 만들 수 있다.

항공교통을 보면 같은 속성이 있다. 초기투자자의 관점으로 이 기술의 발전을 보면서, (이 포럼이 개최되었던) 2018 년은 긴 트렌드의 첫 단계라 생각한다. 포트폴리오의 다각화를 하게된다면 특정 Application 에만 투자하는 쓸림을 방지할 수 있다. 그리고 다양한 연결성을 생각한다. 프레임워크를 소프트웨어가 만들고, 특정 Application 이 여기에 연결된다. 현실적인 상업화가 된다면 차별화를 이뤄낼 수 있다. 전통적 의미의 항공업체들도 크게 관심을 가지고 있는 것 같다. 기관·전략투자자도 참여하고 있다.

Q5) 어려움에 대해서도 얘기해봐야 할 것 같다. 앞으로 길길이 멀다. 숨겨진 잠재성을 끄집어 내어 큰 시장을 만들어야 한다. UAM 이 대중교통수단으로 자리를 잡으려면 기술적 측면에서, 규제의 관점에서 보면 극복해야 할 장애가 무얼까?

A5) 규모의 경제는 비즈니스에서 중요한 문제다. 기회와 도전이 동시에 있기 때문이다. 조심해야 하는 것은 문제를 너무 깊게 고민하는 것도 문제다. 작은 규모로 시작해서 점진적으로 넓혀 나갈 것이다. 처음부터 너무 크게 생각해 힘을 바짝 쫓다가 과정에서 막힌다면 큰일 난다. 그래서 대규모로 확대되었을 때 문제를 먼저 생각하고 소규모 시작에서 그 고민을 하면서 가야한다.

가장 큰 난제는 네트워크 관리차원에서 수만 대의 비행기가 하늘에 떠있을 때에 대한 문제다. 지금의 우리 시각으로 보면 LA 에 700 만 대의 차가 하늘에 떠있다는 것이므로 끔찍하다. 전체적인 환경을 충분히 조성할 수는 있으나 여전히 문제가 많을 것이다. 자율비행으로 가려면 많은 항공기들이 동시에 날아다닐 때 활용할 수 있는 정확하고 강력한 역량이 있어야 한다. 복잡한 규제들도 개선되어야 한다. 지금 수준에서 작은 규모로 서비스하다가 2030 년경에는 규제가 대폭 개선될 것으로 예상된다.

전반적인 노력의 과정이 펼쳐지고 나중에 큰 폭의 확장까지 생각해보면, 과정에서의 경험 축적이 반드시 필요하다. App 도 다양한 기술로 만들고, 항속거리의 연장, 적재하중의 상향을 통해 배송에서 재난, 의료 등 용도의 확장까지도 생각해봐야 한다. 이러한 기술들은 현재의 인프라, 파일럿 활용 등을 생각해볼 수 있다. UAM 도입에 있어서 규모가 조금씩 확대될 때 생각해볼 수 있는 단계가 있다. 에어 엠블런스 경험 높이면 가치를 창출할 수 있다. 생산의 과정, 제조의 전문성을 확대하는 과정에서 경험과 노하우를 축적할 수 있다. 조금 더 큰 규모로 확대할 수 있을 것이다.

다만 확장의 과정에서 걸림들은 제조단계다. 만 대의 항공기가 다니려면 그만큼의 기체를 만들어 내야한다. 헬리콥터 종류만 해도 천 가지가 넘을 것이다. 그만큼 제조수요를 잡아먹게 된다. 소재, 항공기술, 모터, 배터리 등 최첨단 기술이 다양하게 필요하다. 특히 항공기는 대량으로 찍어내는게 아니라 100% 안전하도록 섬세하게 만들어져야 하는 제품이다. 투자자에게도 꼭 설명하는 것이 패밀리세단 대량생산이 아닌, 포물러 1 의 머신같은 하이엔드 장비를 만대씩 찍어야 하는 어려움이 있다고 말한다. 그래서 더욱 집중하고 있다. 자동차의 대량생산은 가능하겠지만, 지금 기술로는 UAM 의 대량생산은 어렵다. 고성능의 기체를 만드는데 많은 기술과 에너지가 필요하다. 물리적 영역의 제조능력을 소프트웨어나 인터넷 기술로 대신할 수는 없지만 강력하게 서포트를 수는 있을 것이다.

지상에 서있는 사람들이 머리위로 항공기가 날아다닐 때, 부유층만 사용하는 교통수단이라고 생각할지, 모두가 사용할 수 있는 대중교통수단이라는 공감대가 형성될지가 중요하다. 절대적 소음 감소, 포지셔닝 모두 중요하다. 확장의 방법에 있어서 수요-공급이 맞아야 비즈니스가 성공할 수 있다. 당연히 수천 명이 사용하고 싶어하고, 그 비용을 대려는 사람이 나와야 서비스가 매칭된다. 그 일치가 비즈니스 확대를 가져올 것이다. 접근성이 용이하고, 소음도 크게 줄여야 한다. 헬리콥터를 도심에서 더 사용하지 못하는 이유가 바로 엄청난 소음 때문이다. 현재 기술로는 소음을 낮추면 낮출수록 비용이 너무 비싸진다. 현명하게 이 요소들을 통합해야 한다.

스마트폰도 초창기엔 매우 비싼 디바이스였지만 결국엔 극복했다. UAM 의 소음문제도 크게 고민하고 있다. LA 와 Dallas 에 소음 측정기를 두고 활발히 연구하여 데이터셋을 만들고 있다. 이를 향후 네트워크 디자인에 포함시키려 한다. 네트워크도 만들고 항공기 개발단계에서 이 데이터를 이용하려고 한다. 아주 초기단계부터 이를 다 고민하고 있다.

Q6) 서비스의 이용가격은 어느 정도가 될까?

A6) 운영비용을 고려해봤을 때, 상당히 낮은 비용으로 이용할 수 있을 것으로 본다. 물론 시장내 수요-공급에 따라 달라질 것이지만 대규모로 공급하다보면 비용은 더 낮아질 것이다. 전동화 및 절차의 간소화가 실현된다면 헬리콥터 운행비용의 절반 수준에서 이용이 가능할 것이다.

비용은 보통 마일당 비용으로 따지는데, 처음엔 우버블랙 정도의 가격으로 이용할 수 있을 것이며 이게 출발점이다. 사용자, 운영시간, 이용객이 늘어나면 UberPool 시스템의 온디맨드 형태로 발전될 것이다. 이렇게 된다면 기체 운용률을 높여서 일반 UberX 가격 수준까지도 낮출 수 있을 것으로 본다. 기체의 가격도 선진적 제조기술을 도입하면 더 낮출 수 있다. 장기적으로 보면, 마일당 운행비용을 현재 자동차 운행비용까지도 낮출 수 있다. 이렇게만 된다면 매일 도심에서 UAM 을 타지 않을 이유가 없어진다.

중국인 소형드론시장에서 이미 생태계 조성에 성공했으나 UAM 은 또 다른 영역

중국은 소형드론 분야에서 미국의 예상을 뒤엎고 supply chain 및 생태계 조성에 성공하면서 상용화에 크게 성공했었다. 중국의 성장속도가 미국의 생각보다 훨씬 빨랐다는 생각이다. 하지만 취미용 드론은 적재하중 측면에서 승객용/화물용 UAM 에 필요한 수준에 한참 미치지 못한다. EHang 역시 기체의 가격은 30 만 달러로 저렴한 편이지만 속도와 체공(滯空)시간이 미흡해 상용화에는 한계를 지닌다. 이미 군용 드론에서 적재하중과 속도, 체공시간을 높여본 미국이 중국의 추격을 용인할 리 없다는 판단이다. 미국 정부의 지원을 받는 NASA 와 DARPA 등이 본격적으로 상업용 UAM 에 관심을 갖기 시작했다. 때마침 세계 최대의 ride sharing 업체로 성장해 이미 대규모 고객을 확보한 Uber 가 NASA 등과 협업해 3 차원 공간 mobility 에 대한 청사진을 먼저 제시했기 때문이다.

중국의 EHang 이 됐건, 미국의 우버가 됐건, UAM 이 성공한다면 기존의 포화된 2 차원 도시 교통의 발판 위에 무궁무진한 공간인 3 차원에서의 교통수단이 더해 질 수 있다. 토지매입과 인프라 건설에 천문학적 금액이 소요되는 도로나 철로도 만들 필요가 없다. 이착륙이 가능한 Skyport 와 관제소만 갖춰지면 된다. 기체의 가격이 기술 발전, supply chain 형성, 배터리 가격 하향, 경쟁 및 규모의 경제에 따라 점차 낮아진다면 편리함과 시간활용 측면에서 최고의 교통수단이 될 수 있다. 무엇보다 포화 상태인 메가시티의 교통난에 최고의 해결책을 제시해줄 수 있다. 다양한 업체의 참여 속에 2020 년대 초 두바이, 싱가포르, 로스앤젤레스, 댈러스, 댈버른 등 대도시에서 UAM 시범사업이 전개될 예정이다.

UAM 은 시간이 경과함에  
따라 모빌리티 환경에  
통합되어 갈 것

UAM 은 시간이 흐를 수록 기존 모빌리티 환경에 통합되어 가면서 점점 더 저렴한 비용으로 더 많은 승객들에게 효율적이고 안전한 여행경험을 선사해줄 것이다. 초기에는 비교적 비싼 인건비의 파일럿이 직접 유인비행을 하겠지만, 점차 AI 에 의한 자율비행으로 전환되면서 서비스 가격이 크게 낮아질 수도 있다. 그렇게 된다면 머지 않아 세계 주요 대도시 지역에서는 물론, 도로나 철도 같은 대규모 인프라 건설 부담에서 자유로워진다는 장점으로 인해 개발도상국에서도 UAM 서비스가 확산될 것이다. 새롭게 펼쳐질 UAM 시장의 승자가 EHang 이 될지 Uber Elevate 가 될지 알 수 없지만, 확실한 것은 항공기 제작, 인프라 및 서비스 제공업체 및 도시 당국과 긴밀하게 협력하여 복잡하고 학제적인 규제와 요구를 먼저 해결하는 주체에게 승리가 돌아갈 것이란 점이다.

## 4. UAM의 의미

### UAM에 대한 정확한 용어 이해

먼저 용어에 대한 이해가 있어야 앞으로의 설명에 혼란 없이 이해할 수 있을 것 같다. 우리 FO 팀도 자료를 작성하면서 용어에 대해 혼란스럽긴 마찬가지였다. 같은 개념이라도 어떤 관점에서 바라보느냐에 따라 용어가 달라질 수밖에 없다. 이에 간략한 설명을 먼저 곁들이는 게 좋을 것 같다.

### UAM

UAM(Urban Air Mobility): 도심 상공에서 사람이나 화물을 운송할 수 있는 비행 이동 수단을 통칭한다. 아무래도 하드웨어 면에선 기존 항공기나 소형드론을 배제한 도심 특화형 VTOL 형태가 중심이 될 것으로 보인다. UAM은 기체의 개발부터 생산, 판매, 인프라 구축, 플랫폼, 서비스, 유지·보수, 부대산업 등 도심 항공 이동수단과 관련한 사업을 모두 포괄하는 개념으로 정의할 수 있다. 2차원 공간에서의 혼잡을 줄여줄 대안으로 기대를 모으고 있으며, 각국은 메가시티의 심각한 교통문제를 해결하기 위해 UAM 서비스에 대해 다각도로 고민하고 있다. 도심에서 이용하려면 소음이 가장 큰 걸림돌이기 때문에 전기추진 방식을 이용할 가능성이 크다.

### Electric-VTOL

eVTOL(electric Vertical Take Off & Landing): VTOL은 말 그대로 수직이착륙기를 지칭한다. 특히 전기로 구동되는 VTOL을 eVTOL이라 부른다. 광활한 부지를 요구하는 공항과 긴 활주로가 필요 없이 수직 이착륙이 가능한 작은 공간만 있으면 타고 내릴 수 있는 전기동력 비행체다. 도심형 비행수단으로 반드시 필요한 기술방식이다. 헬리콥터도 안전성이나 소음 때문에 도심 서비스가 제한될 수밖에 없다. 소음까지 고려하면 피스톤방식의 터보프롭이나 제트엔진은 도심 내에서 사용이 불가하다. 따라서 전기동력으로 모터를 구동하는 방식이면서도 더욱 안전한 분산전기추진(DEP: Distributed Electric Propulsion) 방식이 많이 거론된다. 기술적으로는 Tilt 방식의 Rotor나 Duct 타입의 기체가 활발하게 연구되고 있다.

### UAV

UAV(Unmanned Aerial Vehicle): 그야말로 무인기(無人機)를 뜻한다. 실제 조종사가 탑승하지 않고, 지상에서 사전에 프로그래밍된 경로에 맞춰 자동 또는 반자동으로 비행하는 기체를 의미한다. UAV System은 비행체뿐 아니라 무인비행을 가능케 하는 지상통제장비(GCS), 탑재장비, 통신장비(데이터 링크), 지원장비, 관제시스템 및 운용인력까지 모두 아우르는 전체 시스템을 의미한다. 더 큰 범주로는 자율주행차, 배송로봇 등까지 모두 아우르는 무인이동체의 공중버전이 UAV인 셈이다. 초창기 UAM은 조종사가 운전하는 pilot base로 시작되었지만 '30년 이후 점차 pilotless로 무인화될 것이다. 기술의 안정성보다는 오히려 귀책사유에 대한 제도, 까다로운 심사조건, 보험사와의 이해관계 등으로 인해 시장도입이 보수적으로 진행될 것으로 예상된다.

그림29. 무인이동체의 3가지 분류 - 인지, 판단, 제어 등의 기술적 기반은 공유



자료: 하이투자증권 리서치본부

**PAV** PAV(Personal Air Vehicle): 개인의 이동 자유도를 증진시킬 수 있는 개인용 항공교통수단의 총칭이다. 영화에서 자주 보던 부호들의 자가용 비행기나 취미로 PPL(Private Pilot Lisence)면허를 따서 비행할 수 있는 경비행기가 모두 PAV 로 분류될 수 있다. 기존 대형 항공기가 수백 명이 탑승하는데 반해 PAV 는 개개인의 니즈에 맞게 움직일 수 있다는 특징이 있다. 전기동력(모터·배터리 등)으로 도심 상공에서 사람·화물을 나르는 3D 이동체. 항공·자동차·정보통신기술(ICT), 인공지능(AI) 등의 융합 신산업이자 혁신적 교통수단으로 막대한 부가가치가 창출될 것으로 기대되는 분야다.

**OPPAV** OPPAV(Optionally Piloted Personal Air Vehicle): 한국의 항공우주연구원(KARI)에서 개발 프로젝트로 먼저 사용했던 단어다. 무인기와 같이 지상에서의 원격조종이나 AI 에 의한 자율비행, 조종사가 조종할 수 있는 자동/수동, 유인/무인 선택가능 개인 항공기를 의미한다. 세계적으로 광범위하게 사용되는 단어는 아니지만, 한국형 기체에 사용된 의미 있는 단어다. 한국 항공기술의 영향력이 커진다면 글로벌 업계에서도 활발하게 사용될 가능성도 있지 않을까 기대해본다.

**ORB** ORB(Organic Resupply Buses): 미국의 US Air Force 가 Agility Prime 을 통해 밝힌 개념. ORB 는 다양한 임무를 수행 할 수 있는 고도로 모듈화된 수직 리프트 항공기를 의미한다. 다양한 임무에 유연성을 갖는 ORB 는 의료대피, 소방, 민간 및 군사 재난구호, 간단한 시설물 설치 및 국경 보안, 수색 및 구조, 인도주의적 운영에 특히 유용한 분산 물류, 유지 및 기동을 가능케 해준다. 미공군은 미국기업이 국가로부터 받은 연구개발비를 바탕으로 빠른 상용화를 추진중인 중국기업보다 시장선도력을 가져야 함을 주장하고 있다. 특히 미공군은 보안과 안전을 보장받아야 하며, 당연히 납품주체는 미국기업이 되어야 함을 주장하고 있다.

### Flying Car

**Flying Car:** 플라잉카는 승객용 드론을 쉽게 통칭하며 널리 사용되고 있지만, 사실 엄밀히 따지면 잘못된 호칭이다. 플라잉카는 자동차다. 지면과 하늘에서 모두 이동할 수 있지만 구분상 엄연한 ‘자동차’다. 일반 자동차처럼 도로를 달릴 수 있다는 점에서 순수한 비행체인 PAV 와 다르다. 날개나 프로펠러를 접은 채 달리다가 이륙하기 위해선 일종의 변신과정을 거쳐야 한다. 지상에서의 실용성과 하늘에서의 안전 보장이라는 두 마리 토끼를 쫓다가 모두 부실할 수 있다는 문제점이 있다. 또 이륙에 필요한 활주로를 요하게 되는데, 현실적으로 일반도로를 활주로로 이용하긴 어렵다. 처음엔 기대를 모았으나 점차 eVTOL 로 방향이 수렴하고 있다. 대표적인 flying car 회사는 지리자동차가 인수한 Terrafugia 인데, 이 곳조차도 eVTOL 로 기체의 형태를 바꾸고 있는 중이다.

### UAM 은 교통수단의 게임체인저 역할 하게 될 것

결국 UAM 은 기존 2 차원 공간에서의 교통수단을 변화시키는 Game Changer 가 될 것이다. Mobility 소비자들의 소중한 시간을 획기적으로 단축시켜 주기 때문이다. UAM 은 단순히 eVTOL 과 같은 항공기에서 한 단계 더 나아가 생태계 전반까지 고려해야 성공할 수 있다. 몇몇 자동차 회사들은 2 차원 공간을 달리는 자동차의 파괴적 기술로서 UAM 을 인정하기 시작했다. 따라서 그들은 UAM 업계에 직접 투자하거나 파트너십을 형성하고 있다. eVTOL 초기 확산은 응급처치 및 기타 비상대응 서비스 및 비행 규제가 덜 엄격한 신흥국에서 발생할 수 있다.

## 5. UAM 의 메리트는 무엇일까?

### UAM 의 메리트는 무엇일까?

아직 산업의 태동기인 UAM 에 대해 어떤 메리트가 있는지 고민해보자. 앞으로 기업이나 투자자들이 성장성을 예측하거나 국가의 투자 및 지원, 법률 검토 및 규제개혁에, 그리고 산업의 확장성을 예상하는데 큰 도움이 될 수 있기 때문이다. HI-FO 도 잦은 토론 끝에 이런 결론을 도출해봤다.

그림30. UAM 이 우리에게 제공하는 각종 메리트



자료: 하이투자증권 리서치본부

**3차원 공간을 이용하는 서비스 - 최단경로 비행 가능**

첫째, UAM 은 3 차원 공간을 이용하는 서비스다. 2 차원 공간에서 한계를 가진 다른 교통수단 대비 3 차원 공간에서의 이동이라는 점에서 가장 큰 메리트가 있다. 이는 UAM 이 가진 가장 강력한 경쟁력이다. 복잡다단한 도로에서 다른 차량과의 충돌위험이나 회피해야 할 장애물이 없고, 정해진 루트(도로/철로)가 아닌 출발지에서 목적지까지 직선 최단경로로 갈 수 있다는 장점이 있다. 2 차원 공간은 제한된 도로에서 넓이(면적)만 중요했다면, 3 차원 공간은 상대도 안 되는 넓이(면적)와 2 차원 공간에 없는 높이(고도)까지 존재하기에 빠르고 쾌적한 이동이 가능하다. 많은 전문가들의 UAM 이 자율주행차보다 먼저 성공할 수도 있다는 주장이 바로 여기에 연유한다.

그림31. 2차원 공간 대비 쾌적한 3차원 공간에서의 교통흐름



자료: 언론 참고, 하이투자증권 리서치본부



활주로나 필요 없으며  
협소한 이착륙공간만  
있으면 서비스 가능, 도심  
한복판에서도 이용할 수  
있어

둘째, 작은 공간만 있으면 서비스가 가능하다. 이 같은 특징은 3차원 공간을 이용하는 기존 항공교통수단 대비 엄청난 강점이 아닐 수 없다. 먼저 VTOL의 경우 활주로나 필요 없으므로 협소한 이착륙공간만 있으면 된다. 따라서 도심 곳곳에 수직이착륙장(Vertiport)만 있으면 UAM 이용이 가능하다. 대형빌딩의 옥상에 마련된 헬리콥터 이착륙장이나 대형마트나 Mall의 주차타워 옥상 등을 활용할 수 있을 것이며, Logistics의 경우 배송센터와 가정집의 마당도 이착륙 공간으로 활용할 수 있을 것이다. 물론 규제가 완화되어야 한다는 숙제는 남아있다.

대도시 외곽에 공항이 위치해 접근성이 떨어지는 기존 항공업과 비교할 때 UAM은 도시 한복판에 Hub가 위치해 있어 매우 접근성이 용이(Affordable)하다. 인천국제공항의 면적은 여의도 면적의 18배에 달하는 17,000,000평이다. 반면 헬리포트가 구비된 여의도 LG트윈타워의 각 동 옥상의 면적은 1,200평이 안 된다. (대지면적 4400평, 동관, 서관에 Heliport 각각 하나씩 설치)

그림32. 인천국제공항과 여의도 LG트윈타워의 면적 비교 (약 18배)



자료: Google Map, 하이투자증권 리서치본부

TC(총비용)가 매우  
저렴한 교통수단

셋째, total cost가 매우 저렴한 경제적인 교통수단이다. 개별기업뿐 아니라 인프라 건설의 주체인 국가(지자체)의 투자까지 함께 고려했을 때 굉장히 가성비비가 뛰어난 교통시스템이 될 수 있다. 한국의 지하철(대형)은 1km 구간을 건설하는데 자그마치 1,300억원이 소요된다. 토지매입부터 굴착비용, 건설비용 등을 전부 포함할 경우 천문학적 비용이 드는 것이다. 순수하게 열차 값만 놓고 본다면 전체 비용에서 차지하는 비중이 매우 낮다. 자동차 역시 고속도로, 국도 건설에 드는 비용까지 고려해보면 사회적 비용 관점에서 절대 값싼 교통수단이 아니다.

하지만 UAM 은 하늘에 별도의 인프라가 필요하지 않을 뿐 아니라, 지상에도 활주로를 갖춘 대규모 공항을 필요로 하지 않는다. 인천국제공항의 경우 1 단계 5.6 조, 2 단계 3.1 조, 3 단계 4 조, 4 단계 4.2 조로 총 16.9 조 원이 투입된 국가적 프로젝트였다. 반면 UAM 은 물리적으로 기존 헬리포트를 활용할 수 있기 때문에 이착륙에 필요한 작은 공간, 항공기 주차 공간, 편의시설 정도만 갖춰지면 된다. 초창기에는 기체가격이 비싸겠지만, 점차 하향될 전망이기에 인프라를 포함한 total cost 측면에서 본다면 가장 저렴한 교통수단이 될 수 있다는 생각이다.

그림33. 교통수단별 1km 기준 건설비 최대치 및 경전철·지하철·버스의 특징 비교

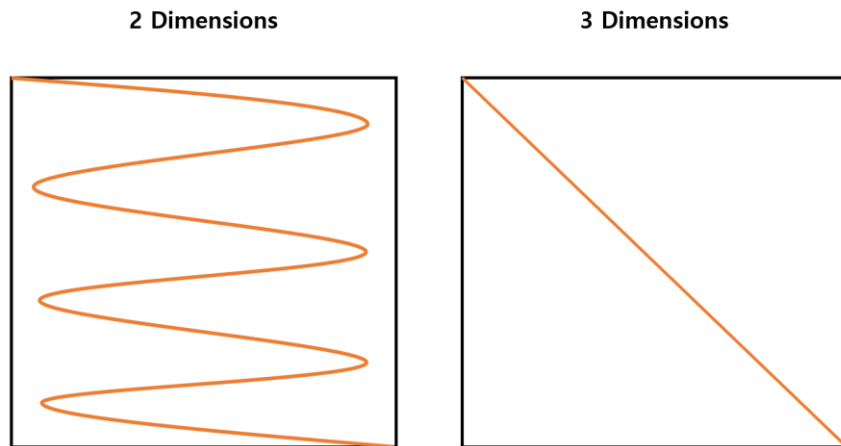


자료: 건설교통부, 하이투자증권 리서치본부

시간의 효율성을 제공할 수 있는 서비스

넷째, 시간의 효율성을 제공할 수 있는 모빌리티 서비스다. 그야말로 A 지점부터 B 지점까지 직선거리로 곧바로 날아가 이동시간을 크게 줄일 수 있다. Uber Elevate 의 홈페이지 정보를 보면, 멜버른의 Central Business District 에서 Connaught Place 까지 지상 교통수단으로 90 여분 소요되지만 Uber Air 서비스를 이용할 경우 시간을 1/10 로 줄일 수 있다. Vertiport 까지의 접근성이나 기체의 종류에 따라 시간이 달라질 수 있겠지만, 확실한 것은 hub-to-hub mobility 로서 최단경로를 아무 장애물 없이 이동할 수 있다는 점이다.

그림34. 출발지부터 목적지까지 3차원 직선 경로를 활용하여 이동시간을 획기적으로 줄일 수 있는 UAM



자료: 하이투자증권 리서치본부

친환경 기술을 토대로  
만들어질 서비스 -  
전기나 연료전지를 이용해  
그린가스의 배출도 없으며  
DEP 기술로 소음도 크게  
줄어

다섯째, UAM 은 대체로 친환경 기술을 토대로 만들어질 것이다. 현재의 항공산업은 CO<sub>2</sub> 배출량/질소산화물 감량, 감각 소음(perceived noise) 감축 등을 거세게 강요 받고 있다. 따라서 제트엔진이나 터보프롭이 아닌 전기를 배터리에 충전해 작동하는 eVTOL 이나 Fuel Cell 기반의 기체가 될 가능성이 커 보인다. 전기나 수소로 작동하는 기체라 CO<sub>2</sub> 같은 그린가스 배출도 없다. 도심에서의 서비스를 목적으로 하기에 소음문제도 매우 중요한데, UAM 은 모터로 로터를 회전시키고 DEP(분산전기추진)을 사용하기에 소음이 상대적으로 적다는 특징이 있다. 대부분 국가의 규제를 헬리콥터 소음보다 훨씬 정숙한 65dB 수준에 맞출 것으로 보여진다. 피스톤이나 제트엔진은 소음과 공해 문제로 인해 도심에서의 운행이 받아들여지기 어렵다. Uber Air 에 앞서 서비스가 시작된 UberCopter 가 널리 확산되지 못한 이유가 소음문제로 인한 민원에 있었다.

승객중심의 서비스

여섯째, UAM 은 승객 중심(passenger-centered) 서비스가 될 것이다. 대부분 기체가 탑승객 1-4 명을 수용하는 형태로 만들어질 것이기 때문에 소수의 탑승객의 니즈에 맞게 운행될 수 있을 것이다. 반면 수백 명이 동시에 탑승하는 항공기에서 승객의 자유도는 현격히 떨어질 수 밖에 없다. 항공사 스케줄, 서비스에 수동적으로 따라야 한다. 이에 비해 UAM 은 개별 고객들에 대한 맞춤형 서비스가 가능할 것이다. 처음엔 일정한 두 지점의 shuttle 형태로 시작한다 하더라도 차츰 개인의 니즈에 충실한 on-demand mobility service 도 가능해질 것이다. 고급택시와 일반택시처럼 타겟 고객층이 다른 차별화된 서비스들이 등장할 수도 있다.

다른 항공교통수단에 비해  
상대적으로 안전

일곱째, UAM 은 다른 항공교통수단에 비해 상대적으로 안전할 것이다. 우리는 대형항공기의 활주로 사고나 헬리콥터의 추락사고를 심심치 않게 목격하고 있다. 하지만 eVTOL 은 DEP(분산전기추진) 방식을 채택하기 때문에 어느 한 로터가 작동을 멈추더라도 곧 바로 기체 균형을 맞추고 안전하게 착륙까지 하는 데 큰 문제가 없도록 설계될 것이다. UAM 에 투입될 항공기들은 경량소재로 만들어질 것이며 추락 시에도 기체전용 낙하산이나 에어포켓이 전개되면서 사고를 최소화할 것이다. 저고도에서 비행하는 만큼 추락가속도 고고도 기체에 비해 제한될 수 있다.

삶의 터전과 가까운  
접근성 탁월

여덟째, 아무리 빠른 교통수단이라 해도 삶의 터전인 도심과 접근성이 떨어진다면 소용이 없다. 목적지까지 지상 교통수단으로 2시간 걸릴 거리를 항공 교통수단으로 15분만에 주파할 수 있다고 해도, 항공 교통수단에 탑승할 수 있는 공항까지의 거리가 수십 킬로라면 아무 의미가 없다. 반면 UAM은 도심의 곳곳의 구조물 옥상을 활용할 것이기에 기존 on-demand mobility service 수단들과의 연계도 가능해진다. Multimodal 생태계로의 적극적 편입이 가능해지는 것이다. Uber가 업계에서 가장 발빠르게 Uber Elevate 프로젝트를 시작한 것도 같은 이유 때문이다.

그림35. 전통적 헬리콥터와 미래 eVTOL의 비교



- 高 Capex 및 OPEX
- 소음으로 인한 운영의 제한
- 최대 2명 조종사 탑승
- 높은 에너지 소모량과 CO<sub>2</sub> 배출
- 안전기준: 10<sup>-7</sup>



- + 底 Capex 및 OPEX
- + 헬리콥터 대비 저소음
- + 궁극적으로 자율비행 실현
- + 낮은 에너지 소모량과 CO<sub>2</sub> 배출
- + 안전기준: 10<sup>-9</sup>

자료: 하이투자증권 리서치본부



# PART II

## UAM 살펴보기

1. UAM 이 성공하기 위한 조건들
  2. UAM 구분
  3. 하드웨어
  4. 소프트웨어 및 시스템
  5. UAM 을 위한 수직이착륙장: Vertiport
  6. UAM 업계가 넘어야할 산: 정부 규제
  7. UAM 의 공학적 원리
- 



## II. UAM 살펴보기

### 1. UAM이 성공하기 위한 조건들

#### 항속거리를 더 늘려야

##### 배터리 효율의 향상

경량화 소재,  
에어로다이나믹 설계,  
고효율 모터 사용, 로터  
블레이드 재설계,  
연료전지 사용 등

#### 당분간 하이브리드 형태가 계속 채택될 수도

Fuel Cell 기술은  
UAM 항속거리 연장에  
매우 매력적

#### (1) 더 멀리 - 항속거리

먼저 배터리 효율을 더 높여야 한다. 전기차도 초기에 완전충전시 100km 수준에서 현재 500km 가 넘는 항속거리까지 기술이 빠르게 진화해왔다. 초기엔 가격도 높았고 상품가치도 매우 낮았다. UAM 역시 초창기에는 기술이 물리적 한계를 극복하기 힘들어 단거리용 위주로 출시될 것으로 보이지만 점차 장거리에 적합하도록 진화될 것이다. 승객용/화물용 UAM 이 제대로 성공하기 위해선 충분한 항속거리와 적재중량이 보장되어야 하기 때문이다.

2 차원 공간의 차량은 연료소진시 갖길에 정차하면 되지만, 3 차원 공간에서 배터리 전력이 부족하면 추락한다. 충분한 여유전력이 없으면 곧바로 안전문제가 발생한다. 하지만 더 큰 용량의 배터리는 곧 중량부담으로 이어져 UAM 의 효율을 크게 떨어뜨린다. 물리적으로 항속거리와 적재하중은 반비례 할 수밖에 없다. 이를 극복하기 위해 고효율 배터리 탑재는 필연이다. 뿐만 아니라 경량화 소재의 채택, 에어로다이나믹 설계, 고효율 모터 사용, 가장 적합한 로터 블레이드 설계, 보조날개 부착, fuel cell UAM 설계, tilt-rotor 설계 등 다양한 방법을 고려해야 한다. 같은 에너지로 더 빨리 날 수 있다면 항속거리는 길어질 수 있기 때문이다.

배터리 문제가 해결되지 않는 한, 하이브리드 형태도 계속 채택될 수 있는 기술이다. 현대차가 지분투자를 결정한 미국의 하이브리드 드론회사 Top Flight 는 작은 기체에 하이브리드(전기+휘발유) 연료시스템을 장착해 55kg 의 짐을 싣고 2 시간 이상 비행할 수 있도록 설계됐다. 수소연료전지도 UAM 에는 훌륭한 에너지원이 될 수 있다. 20 분 비행이 가능한 배터리 기반 eVTOL 에 비해 fuel cell 의 경우 2 시간 넘게 채공이 가능하며 더 멀리 날 수 있기 때문에 앞으로 fuel cell 의 활발한 도입도 예상해볼 수 있다. NASA 출신들이 주축이 된 ALAKA'I Technologies 의 fuel cell UAM Skai 는 5 인이 탑승하고 최대 4 시간 비행, 400 마일을 날 수 있다. 한국의 자이언트드론이나 두산모빌리티이노베이션(DMI)의 수소드론 역시 배터리 기반의 드론보다 월등히 먼 거리를 날 수 있음을 보여주고 있다.

그림36. 수소연료전지 기반의 항공기가 자랑하는 긴 항속거리



자료: 자이언트드론, ALAKA'I Technologies, 하이투자증권 리서치본부

속도도 더 빨라져야

(2) 더 빨리 - 속도

멀티콥터는 느리지만 먼저 도입될 것, 점차 Tilt 타입으로 전환될 것. 이후 고정익이 장착된 UAM 등장하면서 300km 이상의 성능 구현될 것

시장선점이나 빠른 상용화를 위해선 드론형태의 멀티콥터 타입이 먼저 등장할 것 같다. 4 개 로터(쿼드콥터), 8 개 로터(옥토크콥터), 12 개 로터(도테카)를 장착한 멀티콥터가 1-2 인승으로 상용화되어 Air Taxi 서비스를 시작할 것 같다. 하지만 멀티콥터는 로터의 전방-후방 회전수 차이로 추력을 얻다 보니 구조상 느릴 수밖에 없다. 그래서 멀티콥터 타입임에도 로터의 기울기를 조절할 수 있는 tilt 타입 도입도 활발하게 검토되고 있다. 항속거리의 연장이 필요한 intercity 용도로 확장되면 날개(고정익)를 장착한 tilt-rotor, tilt-duct 타입의 UAM 이 등장할 것이다. 이들은 상대적으로 멀티콥터 타입에 비해 크기가 크고 기존 비행기와 모습이 흡사하다. 그리고 시속 200-300km 의 고속비행이 가능하다. 날개가 있기에 안정적인 비행도 가능하다. Tilt-type 은 수직으로 떠서 로터나 덕트를 틸트(기울기)시켜 양력을 추력으로 전환시키는 기술이다. 멀티콥터 타입에 비해 훨씬 속도가 빠르다. 이 외에도 Hub 의 도심내 접근성, 온디맨드 방식의 예약으로 탑승수속 간소화, 허브의 이착륙 턴오버 등도 속도에 영향을 줄 수 있다.

적재하중이 증가해야

(3) 더 많이 - 적재하중

경제성을 위해선 승객, 화물을 싣는 중량도 늘어야

UAM 도 2 차원 공간의 자율주행차와 마찬가지로 승객용, 화물용 수송이 양대 서비스로 자리매김 할 것이다. 더 많은 사람과 물건을 실어 날라야 수익성이 개선되고 비즈니스가 확대될 수 있다. 따라서 적재하중 문제를 해결하는 것은 매우 중요한 과제가 아닐 수 없다.

노르웨이의 Griff Aviation 은 특히 적재하중에서 특출한 드론을 생산하는 것으로 유명하다. 이 업체의 예를 들어 적재하중을 설명이 가능할 것 같다. 2017 년 개발한 Griff300 이란 드론은 자체하중이 75kg 밖에 되지 않는 옥토크opter인데 자그마치 300kg(660 파운드)의 무게를 감당해낸다. 경쟁드론에 비해 10 배 무거운 짐을 운반할 수 있는 것이다. 그것도 체공시간이 45 분 수준으로 길다. Griff Aviation 의 판매용 드론인 Roughneck, Florian 및 Rancher 모델도 각각 최대 200kg 의 적재하중(441 파운드)를 운반할 수 있다.

**적재하중 상향을 위해선  
신소재가 반드시 필요**

Griff 가 밝힌 적재하중 상향 가능 기술을 살펴보면, 먼저 샤시와 암을 초경량 알루미늄 구조로 제작한다. 이는 Heat sink 역할까지 담당하는데 장시간 비행에도 기체를 최적의 온도로 유지시켜준다. 두번째는 맞춤형 브리시리스 아웃러너 모터를 사용해 공랭(空冷)이 가능하도록 하고, 모터에 불필요한 무게를 줄이도록 설계했다. 세번째로 유연한 모듈식 설계를 함으로써 용도에 따라 암을 4 개, 8 개로 변환 가능하도록 만들었다. 이에 맞춰 모터의 수도 조절할 수 있도록 설계했다. 네번째로 프로펠러 블레이드는 탄소섬유로 제작해 고성능에 저소음 구조가 가능하도록 했다. 다섯째로 배터리는 단일셀 구조로 만들었으며, 온도변화에도 일정한 성능을 유지하도록 설계했다.

**국내 택배배송의 2/3 이  
5Kg 미만**

국내의 경우 5kg 미만의 택배 배송이 전체 택배의 2/3 를 차지한다. Last-mile delivery 의 경우 소형드론이 적합할 수 있으나, fulfillment center 로부터 집하장까지 신속성을 요구하는 택배를 한꺼번에 운반할 때는 대형 UAM 이 적합할 것이다. 기체성능에 따라 택배와 운송에서의 역할이 달라질 수 있고, 탑승객 수가 늘어남에 따라 수익성도 영향을 받을 것이다. 적재하중은 UAM 기술개선의 핵심요소가 될 것이다.

그림37. 고중량 짐 운반에 최적화 된 Griff Aviation 의 드론



자료: Griff Aviation, 하이투자증권 리서치본부



(4) 더 조용하게 - 소음

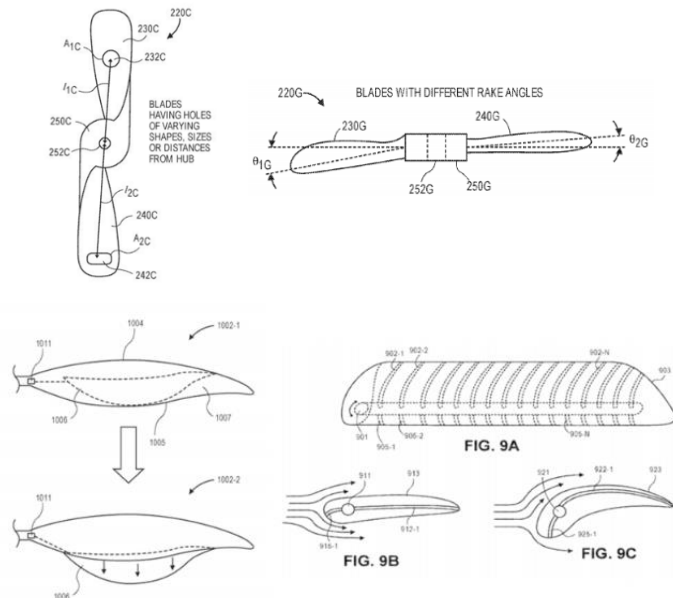
소음개선 없이는 사회적  
저항에 봉착할 것 -  
도심형 헬리콥터 사업이  
실패한 이유

Uber 가 도심 헬리콥터 서비스인 UberCopter 비즈니스를 더 활발히 전개하지 못한 이유는 소음과 안전문제 때문이다. 따라서 UAM 역시 같은 문제들을 해결하지 못한다면 주민들의 민원이나 소송으로 골머리를 앓아야 할 것이 뻔하다. Uber Air 는 시 외곽에서 운영되는 것이 아니라 가장 정체가 심한 도심 한복판에서 비행을 해야하므로 기존 헬리콥터와는 여러모로 달라야 했다. 그렇기에 Uber 는 처음부터 UAM 제조업체들에게 납품업체 선정조건으로 친환경, 저소음, 속도, 그리고 안전을 내건 것이다. 대부분의 업체들은 Uber 의 까다로운 조건을 만족시키고자 친환경, 저소음 기반인 eVTOL 을 제안했다. eVTOL 은 전기모터 기반의 로터형 기체이기 때문에 소음이 적고 지속 가능한 방법으로 전기를 만들어 쓴다. 소음은 60db 수준이다. Uber 에서 요구한 소음 규정이 지켜진다면 도심에서 eVTOL 이 비행을 해도 우리는 소음을 거의 인지할 수 없을 것이다.

Amazon 은 블레이드  
형상과 Anti-noise 기술  
특히 다수 보유

Amazon 은 특히 배송용 드론에서 많은 특허를 보유하고 있는데, 이 중 상당 부분이 블레이드의 표면과 프로펠러 alignment 를 통한 소음제어 기술이다. 여기엔 프로펠러 표면재질, 길이, 형상이나 동일 축에 이중 프로펠러의 혼합 등 다양한 기술이 포함된다. 만약 도심 내에서 활발한 배송서비스가 이뤄진다면 이는 분명 소음에 관한 민원이 제기될 것을 염두에 두고 진행될 것이다.

그림38. 드론의 소음을 제어하기 위한 Amazon의 다양한 특허



자료: 해외자료 참조, 하이투자증권 리서치본부

(5) 더 똑똑하게 - 자율비행

자율비행은 Pilot cost 를  
줄여 경제성을 극대화 -  
다만 규제와 기술적  
문제로 2030년 이후부터  
가능할 듯

현재는 사고 발생 시 책임소재를 명확히 하기 위해 조종사가 의무적으로 항공기 조종에 직접 개입해야 하지만, 결국 미래에는 자율비행으로 전환될 것이다. 자율비행은 UAM 비즈니스 활성화에 가장 중요한 전제조건이기도 하다. 조종사 양성비용은 교육과정 입문 후 숙련자가 될 때까지 인당 100 억 원이 넘어간다. 따라서 조종사가 직접 조종하는 UAM 비즈니스는 비용부담으로 인해 정상적인 수익모델이 나올 수가 없게 된다. 반면 UAM 은 향후 자율비행을 전제로 개발될 것이며 비즈니스 모델이 구상될 것이다. 자율비행을 위해서는 향후 위성의 도움이나 고도 별 가상항로 지정이 가능한 3차원 지도가 필요하다. 자율주행차와 마찬가지로 주변 상황을 인식할 수 있는 각종 센서와 상황 별 판단이 가능한 비행제어 소프트웨어, 기체 고장 시 자가대처 능력 등이 요구된다. 자율비행이 가능한 UAM 은 안전만 확보된다면 파일럿과 조종석(Cockpit) 무게만큼 승객/화물을 더 실을 수 있기에 경제적으로도 훨씬 유용할 것이다.

(6) 더 싸게 - 경제성

비용의 문제가 해결되어야  
더 많은 이용자 생겨

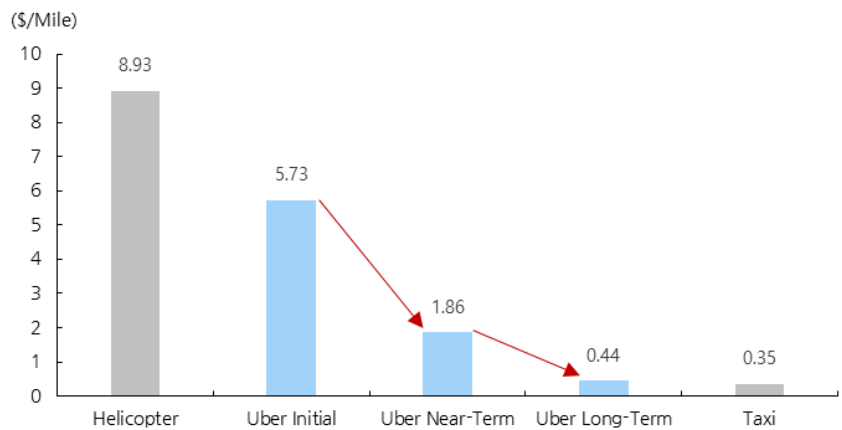
자율비행은 경제성과 매우 연관이 깊다. 여기에 더해 시스템 전반에 걸친 비용도 함께 경제성과 연결지어 생각해보려고 한다. 앞서 메가시티의 문제점을 다루며 도로와 지하철 인프라건설의 천문학적 비용을 언급한 바 있다. 전체 시스템으로의 교통을 본다면 항로 건설에 비용이 들지 않는 UAM 이 훨씬 경제적이 될 수 있다. 나스닥에 상장되어 있는 EHang 의 경우 기체 값이 2 억 원을 웃도는 것으로 알려져 있는데, 그들이 계획한 구조대로 비즈니스가 정상 전개된다는 가정 하에 단 2 년이면 Payback 이 가능하다. 기체 수명을 10 년으로 보고 있으므로 첫 2 년만 버티면 향후 8 년간은 흑자가 날 수 있다는 의미다.

Uber Air 도 현재 10 억 원이 넘는 UAM 기체 가격이 향후엔 2 억 원 수준까지 하락될 것으로 예상하고 있다. 값비싼 항공유와 달리 전기충전 방식이므로 유지비 또한 매우 저렴하고, 시스템 전체적으로 따져본다면 어느 교통수단에 비해 절대 비싸지 않음을 알 수 있다.

현재 미국 기준 헬리콥터 1 마일당 이동비용은 약 9 달러 수준이다. 소득수준이 높은 사람만 이용할 수 있는 값비싼 이동수단인 것이다. 하지만 Uber Elevate 가 계획하고 있는 UAM 초기 요금은 1 마일당 5.73 달러 수준이다. 그리고 서비스가 어느 정도 정착된 후엔 1.86 달러까지, 장기적으로는 44 센트까지 하락할 것으로 예상하고 있다.

Uber Elevate 의 예상대로 UAM 의 1 마일당 이동비용이 획기적으로 줄어든다면 실질적으로 UberX 이용요금보다도 더 저렴해지게 되는 셈이다. 목적지까지 우회 없이 직선거리로 이동하게 되기 때문에 가능한 시나리오다. 이 정도 가격이라면 소득수준이 높지 않더라도 누구든 충분히 이용할 수 있는, 부담 없는 서비스가 될 것 같다. Uber Elevate 가 전망하는 이동비용의 하락 시나리오가 실현되기 위해서는 배터리 가격의 하락, 기체가가격의 하락, 무인화 성공 등이 필수적이다.

그림39. Uber Elevate의 가격정책 전망 - 초창기 가격의 1/10 이하로 하락할 것으로 전망



자료: Uber Elevate, 하이투자증권 리서치본부

그림40. Uber Elevate의 UAM 산업 성숙도 단계별 비용 시나리오

VTOL Assumptions	PILOTING COSTS	VEHICLE PRICE (4-person, without battery)	BATTERY COST (140kWh, 2000 cycles)
<b>INITIAL</b> Existing helicopter production (100 vehicles/yr)	\$75K/yr Professional helicopter pilot @ \$50k/year with 1.5 pilots per vehicle	\$1.2M Lamborghini-like produc- tion rate (100/year)	\$56K @ \$400/kWh Current high-performance battery costs
<b>NEAR-TERM</b> Best current manufacturing near-term case	\$75K/yr Professional helicopter pilot @ \$50k/year with 1.5 pilots per vehicle	\$600K Best recent helicopter production rate (500/year)	\$28K @ \$200/kWh DOE near-term high-perfor- mance battery costs
<b>LONG-TERM</b> Aggressive, long-term case	\$60K/vehicle Autonomous avionics kit to replace pilot	\$200K Specialty car-like produc- tion rate (5000/year with production tooling)	\$14K @ \$100/kWh DOE longer-term high-per- formance battery costs

자료: Uber Elevate, 하이투자증권 리서치본부

### (7) 더 안전하게 - 안전

DEP를 비롯한  
안전장치로 인해 기존  
항공교통수단에 비해  
안전할 것으로 예상

양력은 중력의 반대다. 양력을 유지시켜줄 힘이 사라지면 추락위험이 모든 비행체에 존재할 수밖에 없다. 따라서 기체의 성능이 가장 중요한 안전의 요소다. 앞서 언급한 DEP(분산전기추진)도 어느 한 개의 로터가 기능고장을 일으켜도 나머지 로터들에 의해 양력을 유지할 수 있는 안전시스템의 일종이다. 충분한 배터리 용량과 항속거리 확보 역시 안전에 기여한다. 하드웨어, 소프트웨어 같은 기체의 내적 문제가 없다면 그 밖의 위험은 모두 외적 문제다. 비나 바람, 조류와의 충돌, 해킹에 의한 시스템 문제 등에서 비롯된 위험이 존재할 수 있다.

따라서 지상의 관제소, Operation 시스템, 기체의 다방면에 걸친 인증, 흑시 모를 사고에 대비한 보험, 다른 비행기와의 충돌위험을 회피하기 위한 센서, 안티드론 구역에 대한 사전정보, 위성과의 연계, EMC, EMP 방어문제, 5G 기반의 IoT, 블록체인 기반 cybersecurity, 보다 안전한 항로선정의 문제, 추락시 기체 낙하산 (BPS: Ballistic Parachute System) 이나 외부 에어백전개, 독립전기제어장치, 고도별 3D Map 확보 등 다양한 안전장치가 마련되어야 한다. 자율주행차와 마찬가지로 복수의 안전장치로 redundancy 를 확보하는 노력도 다각도로 검토되고 있다.

- 사전안전: 안전관리 컴퓨터, 예지정보 시스템
- 사후안전: 패러슈트, 기체 에어백
- Safety Management Computer: 기체 동력부의 진동 데이터 분석 및 이상 여부 분류/정보송신, 기체 전원부 상태 데이터 분석 및 이상 여부 분류 및 정보송신
- Vibration Sensor Module: 각 동력부 앞의 모터 주변에 장착하여 기계적 특성을 감지
- Power Management Module: 배터리 전원 소스에서 공급되는 전원 입력부에 장착해서 전원상태를 실시간으로 감지
- 착빙방지(Icephobic)기술: 기체 표면에 눈이 쌓이거나 수증기가 표면에 얼지 않고 자연히 미끄러지도록 해주는 기술

그림41. 미국에서 기존의 항공교통보다 훨씬 낮은 사망률이 예상되는 에어택시

### Transportation Safety

Fatalities by transportation method, normalized against passenger automobiles

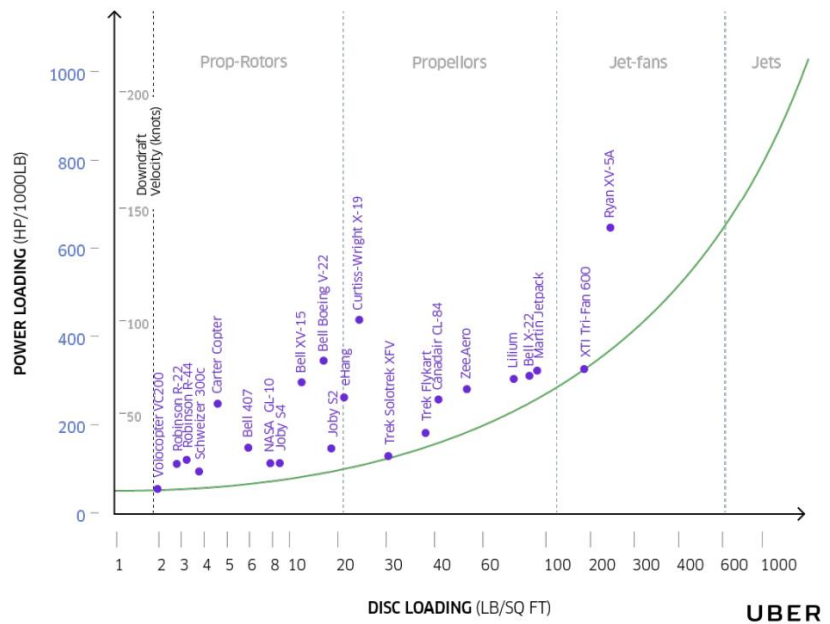
VEHICLE TYPES	Annual Fleet Utilization			AVERAGE ANNUAL FATALITIES	Normalized Fatality Rates		
	VEHICLE HOURS (1,000)	VEHICLE MILES (MILLION)	PASSENGER MILES (MILLION)		PER 100,000 VEHICLE HOURS	PER 100M VEHICLE MILES	PER 100M PASSENGER MILES
PASSENGER CARS	50,300,000	1,510,000	2,340,000	14,701	1X (0.030)	1X (0.997)	1X (0.643)
PART 121 AIRLINES	18,600	7,891	579,000	16	2.9X	0.208X	0.004X
PART 135 AIR TAXI	2,100	375	1,500	18	29.3X	4.9X	1.9X
MOTORCYCLE	600,000	18,000	19,800	4,809	27.4X	27.4X	38.7X
GENERAL AVIATION	22,400	3,370	6,740	511	78.1X	15.6X	12.1X

+ Data is US only

UBER

자료: Uber Elevate, 하이투자증권 리서치본부

그림42. 상대적으로 안전한 Prop-Rotors - 저고도/저속 비행에 따른 착륙 안전도 높아



자료: Uber Elevate, 하이투자증권 리서치본부

그림43. Xtreme Rapid Deployment System - 기체용 낙하산도 안전장치로 구비



자료: Aviation Safety Resources(ASR), 하이투자증권 리서치본부

#### 도심내 접근성 탁월

#### (8) 더 편하게 - 편의성

UAM 은 그야말로 urban area 한복판에서 뜨고 내릴 수 있는 도심형 수직이착륙기다. 그럼에도 안전문제로 도심외곽에 이착륙장이 마련된다면 아무리 3 차원 공간의 이점을 누린다 해도 활발하게 이용되긴 어려울 것이다. 승객의 접근성이 우선 좋아야 한다. Uber 가 처음부터 Uber Air 를 소개할 때 Skyport 의 위치를 대형빌딩의 옥상(헬리콥터 이착륙장)으로 정한 것도 이런 편리함을 내세우기 위함이다. 그리고 2 차원 공간의 모빌리티와도 유기적으로 연결되어야 한다. 미래엔 자율주행 셔틀이나 택시, 대중교통수단, micro mobility 등과도 모빌리티 플랫폼으로 연계되는 multimodal 서비스도 가능해야 한다. Air taxi 서비스가 별도로 활성화된다면 당연히 모빌리티 플랫폼에 의한 on-demand 호출이 가능해지리라 본다.

가장 대표적 모빌리티 플랫폼 기업인 Uber 는 UAM 전용 Vertiport 인 'Skyport'를 운영할 계획을 가지고 있다. 1시간에 200 대, 많게는 1,000 대까지 air taxi 가 이착륙할 수 있는 시설이다. 정식 서비스가 시작되는 2023 년부터 LA 와 Dallas 곳곳에 Skyport 가 세워진다. Uber 가 언급하는 Skyport 는 단순공항이나 터미널만의 역할이 아닌 우버가 도심 교통 서비스의 토탈 허브 기능을 담당하게 된다. UAM 의 이착륙은 물론, ridesharing 이나 자전거, 킥보드 등 다른 교통 수단으로 연결되는 거점이 되는 것이다. UAM 의 가성비를 높이고 안전한 이착륙을 담당하며 즉각적 이동 수단을 위한 접근성을 높이고 밀도 높은 도시의 이동 속도를 효과적으로 끌어올리는 시설이 될 것으로 기대한다.

그림44. HI-FO가 제시하는 UAM '더' 시리즈



자료: 하이투자증권 리서치본부

## 2. UAM 구분

아직 상용화 이전이라  
명확한 학술적 구분은  
어려워

워낙 이 분야가 아직 초기 단계에 머물러 있고, 승객용 air mobility 에 명확한 구분을 하기 애매한 시기이기 때문에 UAM 구분은 계속해서 달라질 것이라 본다. 그럼에도 현재 언론을 통해 나온 기체나 서비스들을 구분해보면, 운용목적, 기체중량, 구동형태, 운영고도, 기체형식에 따라 다양하게 분류해볼 수 있다. 이 분류는 우리 HI-FO 가 임의적으로 구분한 것이므로 학술적인 구분은 아님을 밝혀둔다.

운용목적에 따른 구분

### (1) 운용목적에 따른 구분

UAM 은 도심에서 승객과 화물을 운반하는 용도로 광범위하게 사용될 수 있다. 적재하중을 높이고 속도를 높이며, 항속거리를 길게 만드는 것은 현재 배터리 기술로는 쉽지 않다. 따라서 상대적으로 가벼운 화물/택배용 드론이 점차 적재하중을 높여가면서 먼저 화물용 UAM 으로 사이즈를 키워 상용화될 것으로 보인다. 마치 last-mile delivery robot 이 승객을 태운 자율주행차보다 먼저 허용되었듯 UAM 역시 사고 발생시 상대적으로 피해규모가 작은 화물/택배용이 먼저, 승객용은 나중에 도입될 것으로 본다.

- 1) Last-mile delivery 用(Urban Air Delivery) - 도심내 물건배송 / 도서지역, 섬지역 배송 등
- 2) Air metro 用 - 버스와 지하철처럼 정해진 노선을 정기적으로 운행하는 서비스
- 3) Air taxi 用 - Ride sharing app 을 통한 on-demand 호출, 1-4 명의 승객 탑승용
- 4) Intercity Flight 用 - 도시와 도시를 정기편으로 연결해주는 장거리 비행. 보다 많은 승객의 탑승이 가능. 기체가 상대적으로 클 수밖에 없음
- 5) Airport Shuttle 用 - 도심과 공항을 연결해주는 정기편으로 거리에 따라 기체종류도 달라질 것
- 6) Tourist aircraft 用 - 관광용 UAM 으로 두바이나 중국에선 이미 시범서비스가 진행중.
- 7) Medical emergency 用 - 초기 규제가 엄격하더라도 예외적 서비스가 될 것으로 보는 분야다.

UAM 기체를 생산하는 업체로서 나스닥에 가장 먼저 상장된 EHang 이 IR 자료에 아래와 같이 케이스 스터디로 공개한 내용을 보면, 역시 UAM 이 승객용과 화물용 서비스로 크게 구분됨을 알 수 있다.

그림45. 승객용과 화물용으로 나뉘는 EHang 의 UAM 구분

## Air Mobility - Case Study

EHANG 亿航

### Passenger Transportation

### Logistics

1	2	3	4
<p><b>Customer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A PRC AAV distributor in the tourism industry</li> </ul> <p><b>Use Cases</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tourism</li> <li>Aerial sightseeing</li> </ul>	<p><b>Guangzhou, China</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Announced first urban air mobility pilot city program in partnership with Guangzhou Government</li> <li>Showcased first in-city demo flight for sightseeing operation of flying taxis</li> </ul> <p><b>Use Case</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Air taxi service</li> </ul>	<p><b>Customer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A Nasdaq-listed U.S. biotechnology company and pioneer in organ transplant biotechnology</li> </ul> <p><b>Use Case</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medical emergency transport</li> </ul>	<p><b>Customers</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A Norwegian electric vehicle and electric aerial vehicle distributor</li> <li>DHL-Sinotrans, DHL China JV operations</li> </ul> <p><b>Use Cases</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Logistics support to offshore oil platforms</li> <li>Urban air delivery</li> </ul>

EH | Nasdaq Listed 13

자료: EHang, 하이투자증권 리서치본부



그림46. 싱가포르 마리나베이 샌즈 호텔 주변에서 Volocopter 운행



자료: Volocopter, 하이투자증권 리서치본부

기체중량에 따른 구분

(2) 기체중량에 따른 구분

아직까지 UAM 후보로 eVTOL 을 한정시킬 순 없다. 다양한 형태의 항공기를 기체 중량으로 나뉘보면 아래 <표>로 구분해볼 수 있다. 아직 DEP(전기분산추진)의 air mobility 는 전통 항공산업에 깊숙이 들어와있지 못하다.

그림47. 기체중량에 따른 UAM 구분

무게	600kg 이상	600kg	180kg	150kg	115kg
유인항공기	비행기 회전익항공기	경량 헬리콥터 동력 패러슈트 체중이동형 비행기 타면 조종형 비행기			동력비행장치 동력패러글라이더 행글라이더 패러글라이더 기구류 낙하산류
무인항공기	비행기 회전익비행기			초경량 비행장치 (무인비행장치)	
	무인항공기 (비행선)		초경량비행장치 (무인비행선)		

자료: 항공안전기술원, 하이투자증권 리서치본부

운영고도에 따른 구분

(3) 운영고도에 따른 구분

- 저고도: 상승고도 최대 0.15km
- 중고도: 상승고도 최대 14km
- 고고도: 상승고도 최대 20km
- 성층권: 상승고도 최대 50km

(\*) 한국의 경우 UAM 운영고도는 0.3-0.6Km 로 저고도와 중고도 사이에서 결정

#### (4) 기체형식에 따른 구분

기체형식에 따른 구분 -  
고정익과 회전익,  
하이브리드형으로 구분

가장 기초적으로는 날개의 유무에 따라 고정익(固定翼)과 회전익(回轉翼) 기체로 나누어 볼 수 있다. 고정익 기체는 조종사와 조종석이 없다는 것을 제외하고는 일반 비행기와 모양새가 같다. 장거리 비행을 요하는 군사 분야와 산업시설 점검, 국경감시 등에 사용된다. 장점은 비행속도가 빠르고 날씨 변화에 영향을 적게 받으며 무거운 것을 싣고 날 수 있다는 장점이 있다. 회전익드론은 모터와 회전날개(로버블레이드)가 수평으로 장착되어 있어 상하좌우 어디로든 비행할 수 있으며, 좁은 공간에서 정교한 비행이 가능하다는 장점이 있다.

그림48. 기체형식에 따른 UAM 구분

구분	주요특성
고정익형	-고속 및 장거리 비행에 적합 -활주로 혹은 발사대를 이용하여 이륙해야 함 -주로 군사용으로 사용됨
회전익형	-수직 이착륙 및 호버링(제자리비행)이 가능하도록 설계 -속도, 항속거리 등에서 고정익형 대비 열세
하이브리드형	-고정익과 회전익의 특성을 함께 지님 -고속 비행과 수직 이착륙이 가능해 차세대 UAM으로 각광 -날개의 양력을 사용한 비행으로 회전익대비 에너지 효율 높고 빠른 속도, 긴 항속거리 가능

자료: 항공안전기술원, 하이투자증권 리서치본부

#### 에너지원에 따른 분류

##### 엔진

#### (5) 에너지원에 따른 분류

① 엔진(터보프롭) - 헬리콥터에서 프로펠러를 구동하기 위해 주로 쓰이는 엔진이다. 프로펠러 엔진은 프로펠러 항공기에도 장착되지만, 헬기의 로터는 완전히 용도가 다르다. 무거운 기체를 오직 로터, 즉 프로펠러의 힘으로만 들어 올려야 하기 때문이다. 따라서 매우 큰 로터를 엔진의 힘으로 돌리고 순수하게 그 힘으로만 양력을 발생시킨다. 터보프롭은 엔진 전면에 감속기어에 연결된 프로펠러를 구동하기 위해 샤프트를 통해 터빈과 직접 연결하며, 터보샤프트는 또 다른 터빈을 구동하여 힘을 전달한다. 헬리콥터에 많이 사용된다. 또 엔진오일, 브레이크 유체, 냉각수, 첨가제 등 많은 유체가 필요해 무게가 더 많이 나가는 측면이 있다. 엔진이 무겁고 부피가 크며 소음이 크다는 단점이 있지만 큰 프로펠러를 구동해야 하므로 힘이 매우 세다. 이러한 터보프롭의 장단점 때문에 로터 블레이드의 크기 및 숫자와 헬기 엔진 중량간의 균형점을 맞추기 위해 고민이 많을 수밖에 없다. 화석연료를 사용하며 큰 소음과 CO<sub>2</sub> 배출 등이 규제대상이므로 도심내에서 운항을 해야하는 UAM에서는 사용되기 어려운 기술이다.

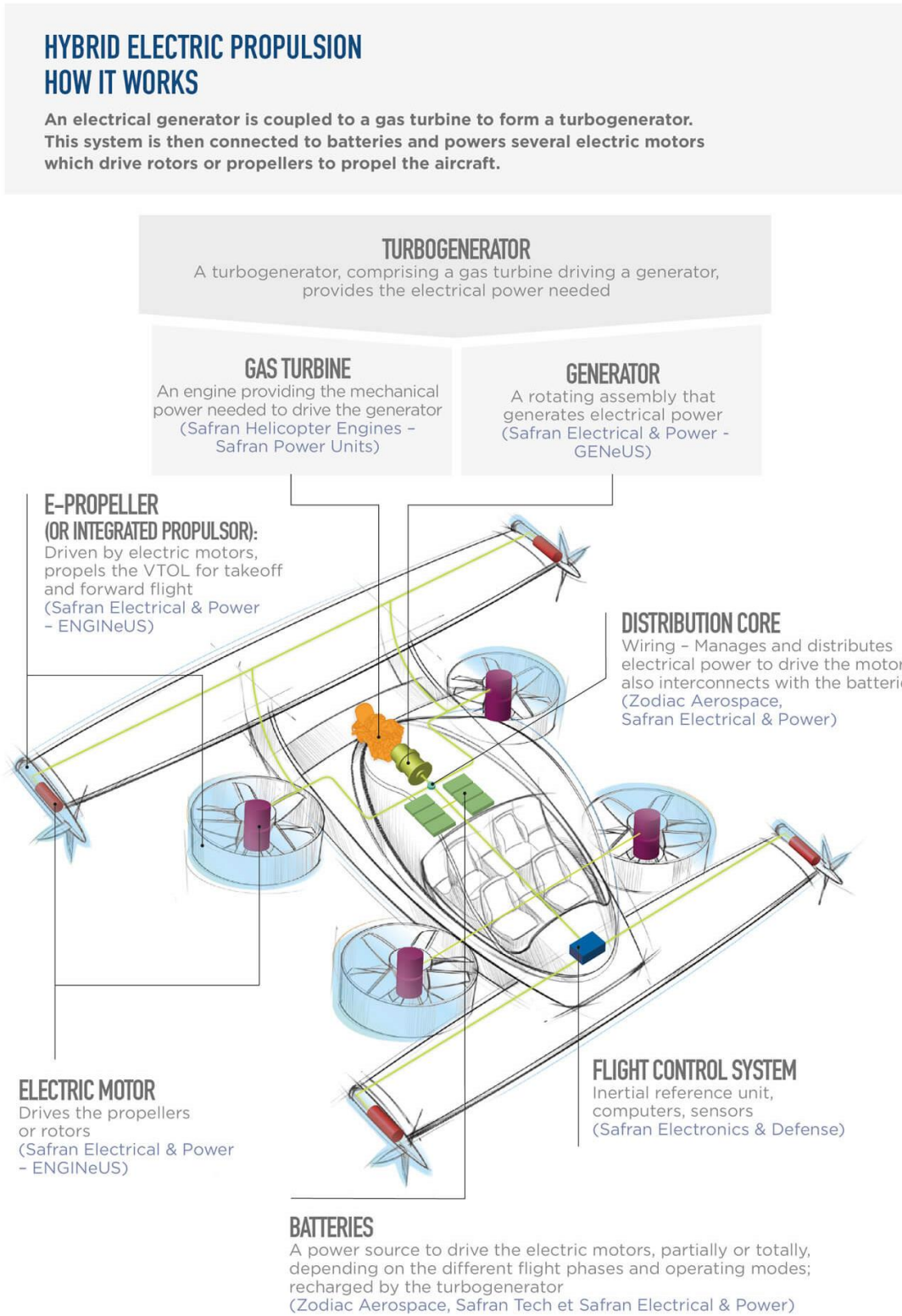
### Electric(배터리+모터)

② 배터리 - UAM의 기체로 다양한 에너지원이 검토되었지만 현재는 대부분 eVTOL로 통일되는 추세다. 외부에서 전기를 공급받아 내장되어 있는 배터리에 충전하고, 이 전기 에너지를 통해 모터로 회전력을 얻어 로터를 돌리는 방식이다. 전기차와 마찬가지로 1회 충전에 더 많은 힘과 항속거리를 확보하는 것이 관건이다. 다양한 에너지원 중에서 전기가 각광을 받는 이유는 자동차에서 내연기관이 전동화(Electrification)되는 것과 다르지 않다. 또한 도심에서 CO<sub>2</sub> 저감을 강제하고 소음을 규제하는 것과는 무관하지 않다. 항공업계에서도 자동차업계와 마찬가지로 내연기관의 종말에 대해 우려하고 있는 이유기도 하다. 하지만 자동차와 달리 로터로 양력을 확보해야 하는 eVTOL에선 더 높은 배터리 효율이 요구된다. 현재 배터리기술로는 도심-공항 정도의 짧은 거리에서만 비행할 수 있다. 중간충전 없이 왕복을 하거나 도시간(Intercity) 항공 서비스를 가능케 하려면 상당한 에너지 저장기술의 발전이 필요하다. 특히 중량대비 에너지효율이 뛰어나며 화재위험에서 안전한 전고체 배터리가 적용된다면 UAM 분야의 큰 도약이 가능할 것이다.

### Hybrid(엔진+모터)

③ 하이브리드 - 체공시간이 UAM의 경쟁력이다 보니 동력원을 이중으로 구성하는 방식이다. 자동차의 Toyota 프리우스처럼 내연기관과 모터를 함께 구동하는 방식이다. 엔진대비로는 저공해, 고효율이 가능하다는 장점이 있다. 기존 연료의 높은 에너지 밀도를 활용하되 문제점들은 모터로 보완하겠다는 것이다. 특히 적재하중을 높이거나 체공시간을 늘리는데 하이브리드 방식이 유용할 수 있다. 다인승 장거리 비행기는 대부분 하이브리드 방식을 고민하고 있다. 대표적인 회사가 Zunum Aero다. 모터를 주동력으로 하되 엔진으로 보조하는 하이브리드 항공기지만 시속 550km으로 1100km 이상 거리를 날 수 있는 경쟁력을 갖췄다. 현재 제트유를 사용하는 기체에 비해 90% 이상 저렴한 비용으로 운항이 가능하다. 아래 그림의 Safran의 하이브리드도 가스터빈과 모터를 함께 사용한다.

그림49. Safran의 하이브리드 UAM 동력계 구조



자료: Safran, 하이투자증권 리서치본부

연료전지 -  
장시간/장거리 비행이  
가능

④ Fuel Cell - 2019년 5월 미국 알라카이(Alakai) 테크놀로지스는 BMW와 공동으로 개발한 수소 전지 시스템을 채용한 Skai 를 공개했다. NASA 출신들이 미국 국방성 등과 함께 교통, 에너지, 환경 등을 해결하고자 하는 새로운 비전의 결과물을 내놓은 것이다. Skai 는 친환경, 무소음, 전기기반이라는 eVTOL 의 장점을 지니면서 항속거리를 연장과 장시간 비행이 가능한 수소전지 시스템을 동력원으로 하는 Fuelcell VTOL 이다.

그림50. ALAKAI Technologies 의 Skai



자료: ALAKAI Technologies, 하이투자증권 리서치본부

Skai 는 조종사를 포함해 5 명이 탑승하고, 네 시간 비행이 가능하며 항속거리는 400 마일이다. 배터리 전기차와 수소 연료전지 전기차의 차이와 마찬가지로 충전 시간과 항속거리에서 우위에 있다. 특히 Skai 에는 한국의 액화수소탱크 업체 하이리움사가 기술을 지원하기도 했다. Fuel cell 을 이용하면 수소와 산소를 stag 에 통과시키며 전기를 얻게되며 이 때 부산물로는 오로지 열과 물만 발생한다. 당연히 친환경적 교통수단으로 분류될 수 있다. 액체수소의 장점은 에너지 밀도가 아주 높은 가장 가벼운 액체라는 점이다. 수소는 무게당 에너지 밀도가 높지만, 부피당 에너지 밀도는 낮다. 부피가 크다는 점은 확실히 단점으로 지적될 수 있지만 압축, 액화를 통해 부피를 작게 만들 수 있기 때문에 극복이 가능하다.

CES 2020 에서 한국의 두산그룹도 수소드론을 출시한 바 있다. UAM 은 아니지만 수소의 UAM 장착 가능성에 좋은 사례가 될 수 있다. 20 분에 불과하던 전기 드론의 항속시간을 2시간으로 크게 늘리는데 성공한 것이다. 총 무게 21kg 에서 수소관련 시스템의 무게가 10kg 남짓이라고 하니 향후 소형화, 경량화가 가능해진다면 성능개선도 기대해볼 수 있다.

그림 51. 두산모빌리티이노베이션(DMI)의 수소드론



제품명	DS30	크기(L x W x H) <sup>1)</sup>	2,600 x 2,600 x 796mm
정격 출력	2.6kW		
시스템 무게	21kg (10.8L 수소 용기 포함) 20kg (7L 수소 용기 포함)	최대 이륙 무게	24.9kg
페이로드 (최대)	5kg	수소 용기	10.8/7L
비행 시간	120분 (페이로드 제외)	작동 온도	0 to 35°C

자료: 두산모빌리티이노베이션, 하이투자증권 리서치본부

중국 심천에 위치한 MMC UAV 역시 Griffion-H 라는 소형 수소드론을 내놨는데 자그마치 15 시간 연속비행이 가능한 모델이다. Fuel Cell 이 자동차 분야에선 BEV 에 비해 상대적으로 인기가 없지만, 항속거리와 시간의 연장이 절대적인 항공분야에선 fuel cell 이 각광을 받을 수 있다는 생각이다.

Fuel cell 이 자동차 분야에선 BEV 에 비해 소비자에 어필이 덜 되고 있는 것이 사실이지만, 버스나 트럭, 잠수함, 선박, 열차나 지금 다루고 있는 UAM 에서는 장점이 많은 에너지원이다. 현대차그룹이 계속 공을 들여온 fuel cell 기술이 S-A1 과 잘 접목된다면 충분히 경쟁력을 득할 수 있다는 생각이 든다.

### 3. 하드웨어

#### (1) 분산전기추진 (DEP: Distributed Electric Propulsion)

분산전기추진(DEP)은  
UAM을 가능케한 가장  
중요한 기술

분산전기추진이란 헬기처럼 1~2 개 프로펠러가 아니라 최소 4~6 개 이상의 프로펠러(분산전기추진 기술)로 1 개의 모터가 정지하더라도 안전하게 착륙할 수 있는 시스템을 의미한다. 분산전기추진 시스템은 공기역학적 측면에서, 그리고 추진 효율 면에서 월등한 성능 향상을 가능케 해주는 기술이다. 또한 도심내 운행에서 가장 문제가 되는 소음을 획기적으로 줄일 수 있을 뿐 아니라, 소수의 대형 모터에서 다수의 소형 모터로의 분산을 통해 에너지 비용을 획기적으로 감소시킬 수 있는 장점이 있다.

그림52. Uber와 손잡은 NASA의 Tilt-type GL-10



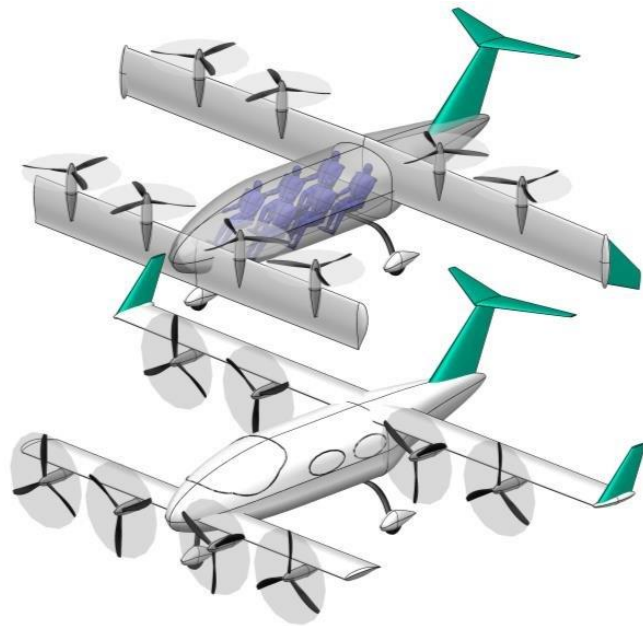
자료: Uber, 하이투자증권 리서치본부

전기차나 eVTOL에서 가장 큰 문제는 배터리가 무겁고, 배터리에 드는 비용이 높다는 점이다. 이런 치명적 단점에도 불구하고 전기모터는 장점이 많다. 화석연료 기반의 터빈이나 피스톤 엔진에 비해 넓은 회전 수 범위에서 효율이 좋고, 파워 對 중량비 또한 우수하다. 조용하고, 소형이며, 신뢰도가 높다. 배출가스가 없고 에너지 비용이 기존 연료보다 낮은 것도 장점이다. 항공기 설계 측면에서는 이러한 효율과 파워 대 중량비가 모터 크기와 크게 상관이 없다는 점도 중요한 이점이다. 뿐만 아니라 연간 연료비 절감을 가능케 해주며 대형로터에 비해 훨씬 소음이 적다.

작은 여러 개의 소형 전기모터들과 하나의 대형 전기모터가 출력 효율 면에서는 큰 차이가 없다. 다수의 소형 전기모터를 항공기의 다양한 지점에 장착해서 충분한 양력과 추력을 얻는 것이 가능하다는 것이다. 기존 대형 엔진은 항공기 기체에 장착할 수 있는 위치가 제한적이었다. 하지만 분산전기추진 시스템은 기체의 다양한 곳에 장착이 가능해 항공기 디자인도 다채로워질 수 있다. 뿐만 아니라 분산전기추진 시스템은 양력과 추력에 관해서는 정교한 제어 알고리즘을 만들 수 있다. 조종 시 추력 목표값을 적절한 형태로 각 모터에 부여하고 이의 운동값을 측정해 원하는 방향과 힘을 얻을 수 있다.

또 프로펠러를 보다 유연하게 배치할 수 있고, 로터나 프로펠러의 사이즈도 조절이 가능하다 보니 전통적인 설계에 비해 향상된 성능을 제공할 수 있다. 전기분산추진 덕분에 기존 항공기와 완전히 다른 모양과 디자인의 항공기가 개발될 수 있었다. 아직까지 더 많은 연구와 실험이 필요하지만 전기분산추진은 미래 항공기 설계에 있어 전례 없는 개선을 이끌어낼 수 있는 파괴적인 개념이다.

그림53. 전기분산추진 시스템 덕분에 보다 유연해진 항공기 설계



자료: 해외자료 참조, 하이투자증권 리서치본부



## (2) BLDC 모터 (Brushless DC motor)

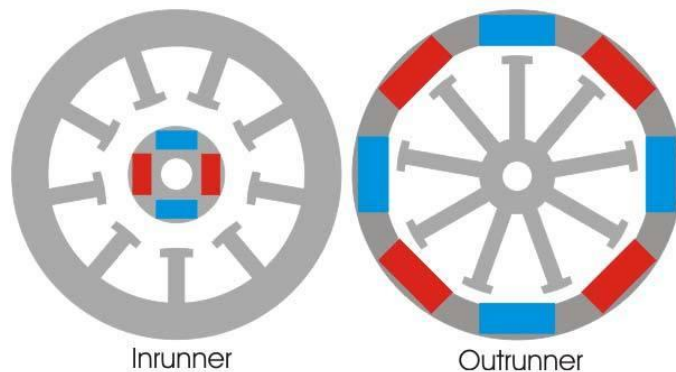
BLDC 모터는 마찰이 없고  
동력저하가 없어 강력한  
회전력을 요하는 분야에  
사용

브러시리스 모터는 브러시가 없다는 뜻으로 이미 로봇자료에서 자세히 다룬 바 있다. 브러시모터와 반대로 네오디뮴과 같은 강력한 희토류 영구자석이 중앙의 회전자(Rotor)를 이루고, 전류를 흘려주면 N 극과 S 극이 교차하는 코일이 고정자(Stator)를 이루고 있다. 고정자에 전류를 흘려주면 같은 극이 밀어내는 원리에 의해 회전자가 강하게 돌게 되는 것이다. 브러시모터와 달리 전류의 전달을 담당하는 브러시가 필요 없다. 브러시가 없다 보니 마찰이 없고, 동력저하가 없어 강력한 회전력을 요하는 분야에 사용된다.

UAM 역시 브러시리스 모터가 출력이 높아 비행안정성을 담보해줄 수 있다. 브러시모터는 브러시 마찰에 의한 전력전달이 불가피하므로 태생적으로 수명이 짧을 수밖에 없다. UAM 비행도중 모터가 수명 한계에 다다른다면 큰 사고로 이어질 것이다. 하지만 브러시를 사용하지 않는 브러시리스 모터는 베어링을 제외하면 반영구적으로 사용할 수 있다. 따라서 UAM 에는 브러시리스 모터가 적합하다. 또한 홀센서를 삭제한 센서리스 BLDC 모터의 사용도 가능하다. UAM 프로펠러는 단일방향으로만 움직이므로 센서리스 모터의 사용이 가능한 것이다. 모터는 모터 컨트롤러와 함께 사용되면서 무게와 성능간에 완벽한 Balance 를 갖추도록 해야 한다.

모터는 영구자석과 코일이 감긴 전자석, 회전하는 회전자(Rotor)와 고정되어 있는 고정자(Stator)로 구분되는데, 이들을 어떻게 이용하느냐에 따라 크게 인러너(In-runner) 방식과 아웃러너(Out-runner) 방식으로 나뉜다. 먼저 인러너 방식은 고정자가 바깥쪽에, 회전자가 안쪽에 있는 형태고, 아웃러너는 반대의 경우다 회전자가 바깥에 위치해있다는 것은 영구자석이 외곽의 통에 부착되어 외곽 통 자체가 도는 방식인 것이다. 인러너는 이물질에 강하고 순간고속에 유리하나, 아웃러너 방식은 외부 통이 회전하다 보니 자연스러운 공랭이 가능하고, 강한 토크에 유리하다.

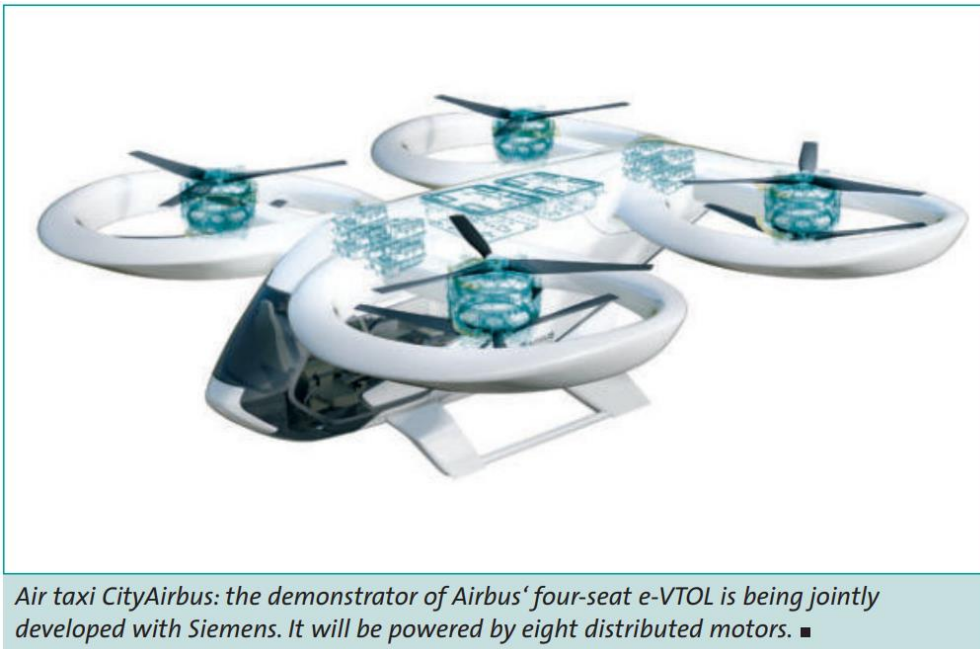
그림54. 인러너(In-runner)방식과 아웃러너(Out-runner) 방식의 고정자 및 회전자 위치 비교



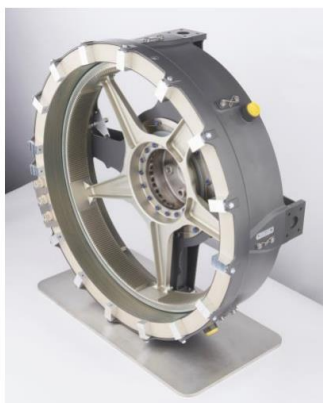
자료: Avis Lab, 하이투자증권 리서치본부

각국은 배터리의 전압과 밀도를 높이는 연구개발에 더해 BLDC 모터의 성능향상을 위해 총력을 기울이고 있다. Tesla 가 전기차에 대해 인식이 높지 않던 시기 모터, 인버터, 배터리, BMS 의 조합으로 최상의 성능을 구현했기에 전기차 시장을 개척한 것과 다르지 않다. UAM 의 초기시장 점유를 위해선 기초기술인 모터에서의 차별화가 반드시 필요하다. '19 년 Rolls-Royce 가 인수한 Siemens 의 eAircraft 사업부나 Denso 와 제휴를 맺은 Honeywell 등이 UAM 용 전기모터 생산에 가장 큰 관심을 가지고 있다. Airbus 가 개발 중인 CityAirbus 의 경우 Siemens(Rolls-Royce)의 SP200D 100KW 다이렉트 드라이브 모터 8 개로 분산전기추진을 구성하고 있다.

그림55. Siemens(현 Rolls-Royce)의 SP200D 100KW 다이렉트 드라이브 모터가 탑재된 CityAirbus



**SP200D**  
Driving Torque Density



**SP200D**

Direct Drive Permanent Magnet  
 $P_{max,cont} = P_{max,5min} = 204 \text{ kW}$   
 $N_{cont} = N_{max} = 1300 \text{ RPM}$   
 $M_{cont} = M_{max} = 1500 \text{ Nm}$   
 UDC 450 - 850 V

Oil cooled Syltherm 800  
 Weight 49 kg

Record Torque Density 30 Nm/kg

Designed for high-torque low-speed requirements.

Allows for slow rotating propellers, hence low noise.

Currently under lab test

**SIEMENS**  
Ingenuity for Life



자료: Siemens(현 Rolls-Royce), 하이투자증권 리서치본부

한국도 매우 더디지만 몇몇 업체들의 움직임이 나타나고 있다. 모터에 있어 세계적으로 인정을 받고 있는 LG 전자의 경우, 드론용 모터 3종(250W, 500W, 1500W), 변속기(ESC)·통신 모듈, 미션 플래너, 컨트롤러 등 UAM 핵심부품 개발에 관심을 기울이고 있다. 한국전기연구원(KERI)도 UAM 용 ‘고출력 다상 전동기’와 ‘속도제어기’, 혹시 문제가 발생해도 2중 안전장치를 갖춘 ‘이중화 구동 시스템’을 개발하고 있다. 현대차도 UAM S-A1 을 생산할 계획이어서 EV 모터를 담당하고 있는 현대모비스도 이 분야에 진출할 것으로 예상된다.

### (3) ESC(Electronic Speed Controller)

ESC는 모터를  
구동시키고 제어해주는  
역할

모터를 구동시켜주는 모터 드라이브로 전기적으로 속도를 제어하는 등 모터를 컨트롤하는 기능을 담당한다. UAM에서는 각각 분산되어 있는 모터의 속도를 조절해 균형을 잡고 회전 수를 조절하는 역할을 한다. 하나의 모터에 하나의 ESC 모듈이 장착되므로 개별제어에 용이하다. 최근 ESC 기술은 모터드라이버의 일종이지만 자체적으로 MCU(마이크로 컨트롤 유닛)를 장착해 디지털 정밀제어 및 무선제어가 가능하다. 최근 출시되는 대부분의 ESC에는 입력 신호를 해석하고 내장 S/W 프로그램 혹은 펌웨어를 사용하여 모터를 제어하는 MCU가 포함되어 있다.

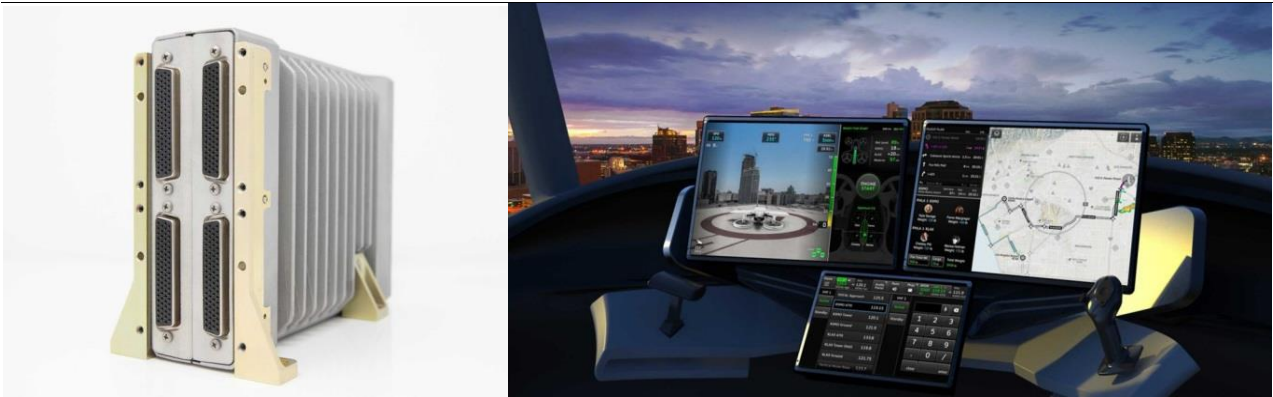
### (4) 비행제어 컴퓨터

비행제어 컴퓨터는 안전과  
신뢰를 담보하는 일종의  
‘뇌’역할

비행제어 컴퓨터는 UAM의 효과적인 제어뿐 아니라 안전, 신뢰성을 담보하는 핵심 두뇌(Brain of Aircraft)다. 심플한 구조와 경량화를 위해 SoC 형태로 소형화, 고성능화를 꾀하는 추세이며, 다양한 탑재장비를 포함해 센서, 데이터링크와의 인터페이스도 가능하도록 설계되고 있다.

‘19년 6월 Honeywell은 UAM 시장을 겨냥해 소형 Fly-by-wire 비행제어 컴퓨터를 출시했다. 일반 책정도의 사이즈로 작지만 Boeing 787 같은 대형 항공기의 비행제어 시스템의 기능을 대부분 포함하고 있다. 뿐만 아니라 3중 아키텍처를 갖추고 있어 하나의 시스템에 문제가 발생하더라도 여러 백업 옵션이 작동해 이를 보완해주는 redundancy 기능이 갖춰져 있다. Fly-by-Wire는 돌발상황에도 비행체를 제어할 수 있는 안전성(Safety)과 turbulence와 강풍에도 기체의 수평을 유지하고 승객들의 흔들림을 최소화시켜 주는 최상의 자동 이착륙을 가능하게 하는 안정성(Stability)을 자체 시스템의 최대장점으로 꼽고 있다.

그림56. Honeywell의 Fly-by-Wire



자료: Honeywell, 하이투자증권 리서치본부

### (5) 프로펠러

프로펠러는 UAM의 양력과 추력을 생성하는데 매우 중요한 핵심부품

프로펠러는 마치 드릴이 회전하며 단단한 벽을 뚫듯 공기를 파고들어 뒤로 밀어내주는 일종의 공기 스크류다. 프로펠러는 ‘깃’이란 의미의 블레이드(Blade)로 이뤄져있다. 2 개의 블레이드로 이뤄진 프로펠러를 2엽 프로펠러, 3 개의 블레이드를 3엽 프로펠러라 부른다. 이외에도 4엽, 6엽, 8엽 등 다양한 종류의 프로펠러가 있다.

보통 프로펠러가 고정익 비행기의 앞이나 날개의 앞부분에 부착되어 추력을 얻는다면, 회전익 비행기(헬리콥터, 드론)의 프로펠러는 상단에 부착되며 로터라고 부른다. 공기스크류의 방향이 전방에서 후방이 아닌 상방에서 하방으로 전개되며 떠오르는 역할을 한다. 비행기의 프로펠러가 회전하면, 프로펠러의 블레이드는 공기를 앞에서 끌어당겨서 뒤쪽으로 밀어낸다. 프로펠러의 블레이드는 에어포일과 기능이 같고 회전하는 날개와 같이 작용한다. 날개가 양력을 위쪽으로 발생시키는데 비해 프로펠러는 추력을 앞쪽으로 발생시킨다.

드론 프로펠러 블레이드는 비행 효율과 관련되는데 파워와 부드러운 비행에 큰 영향을 미친다. 블레이드의 깃수, 블레이드 재질, 힘, RPM, 피치, 공기 밀도, 최대 소음, 최대 직경 등에 따라 비행 효율이 완전히 달라질 수 있기 때문이다. 바로 밑에 설명할 가변피치 프로펠러와 구분하기 위해 고정피치 프로펠러(Fixed-Pitch Propeller)라고도 부른다

그림57. 블레이드 개수에 따른 프로펠러 종류



자료: 하이투자증권 리서치본부

(6) 가변피치 프로펠러(Controllable-Pitch Propeller)

프로펠러의 블레이드 각을  
조절해 원하는  
운동에너지를 얻는 기술

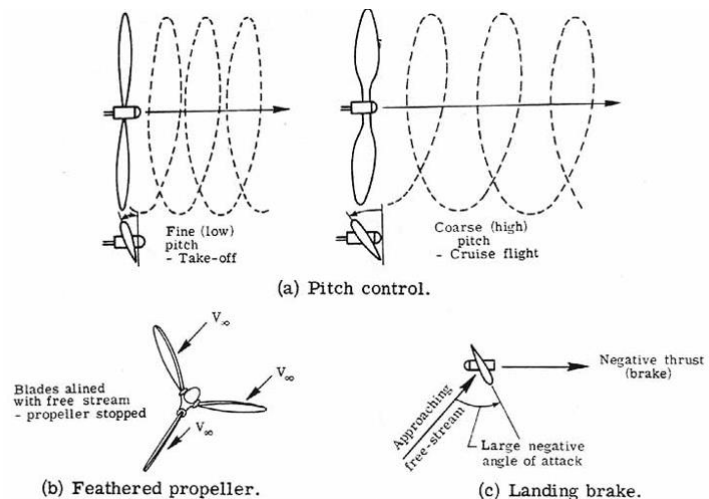
프로펠러 방식의 항공기는 원하는 속도를 얻기 위해 엔진의 출력(Throttle)을 조정하거나 프로펠러를 컨트롤(Propeller Control)하는 두 가지 방법을 사용할 수 있다. UAM 은 대부분 eVTOL 형태로 제작될 것이기에 엔진 대신 모터의 회전 수를 컨트롤할 것이다. 전력반도체나 S/W 를 통해 제어가 가능할 것이다. 또 하나의 방법이 프로펠러 컨트롤이다. 이는 프로펠러의 피치 또는 블레이드 각의 변경을 통해 원하는 운동에너지를 얻는 것이다. 컨트롤은 프로펠러의 최소피치와 최대피치 설정 사이의 각도 내에서 조정이 가능하다. 특수한 비행조건 하에서도 요구된 모터 회전 수를 얻는 것이 가능해진다.

그림58. 가변피치 프로펠러의 원리

가변피치 프로펠러



자료: NASA, 하이투자증권 리서치본부



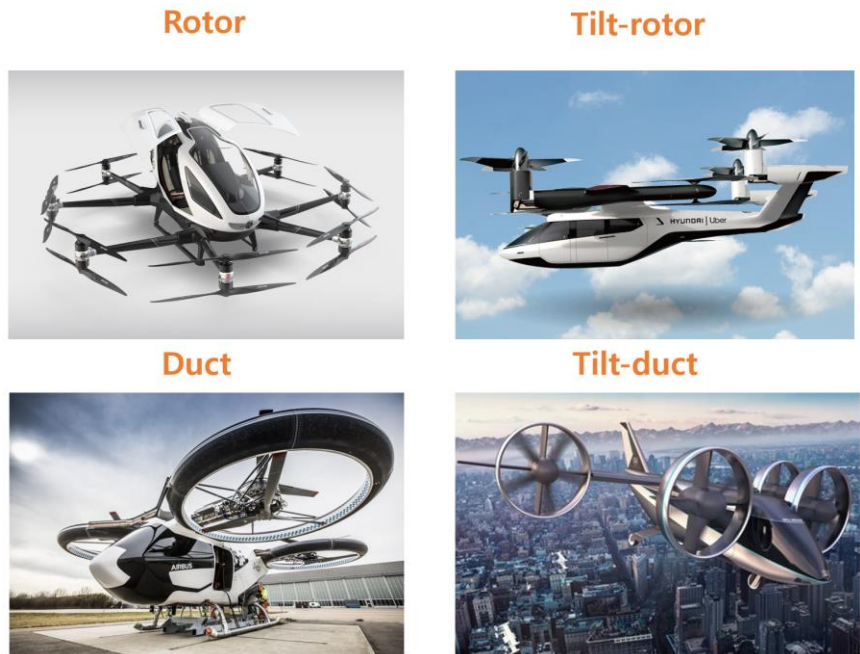
로터 주변을 에워싸는  
구조 - 안전과 효율에  
영향

### (7) 덕트(Duct Type)

Duct type 은 고속 회전하는 로터 주변에 덕트를 씌운 형태다. 덕트 구조 안에 회전 로터(fan)가 들어가 있다. 로터타입의 경우 블레이드가 그대로 노출되어 회전 시 발생하는 각자의 기류에 영향을 줄 수밖에 없다. 하지만 덕트를 씌우면 기류가 덕트외벽을 따라 집중되어 효율이 높아지게 된다. 또한 외부에 그대로 노출된 로터는 회전상황에서 접촉 시 매우 위험하지만 덕트를 씌우게 되면 보다 안전이 확보된다.

Tilt-duct 는 수직 이착륙 및 제자리 비행할 때는 비행체 로터가 멀티콥터처럼 수평 상태를 유지하며, 비행속도를 증속하거나 감속할 때 로터의 각도를 틸트(각도가 기울어 지게 하는 것) 할 수 있다. KARI 자료에 따르면 덕트가 없는 기체대비 추력의 효율을 많게는 60%까지 향상시킬 수 있다. 주변 프로펠러에서 발생하는 기류영향을 받지 않기 때문이다. 뿐만 아니라 소음과 안전에 있어서도 로터식 대비 효과적이다. 반면 제어가 힘들고 측풍이 불었을 때 강건성이 떨어지는 단점이 있다.

그림59. 다양한 프로펠러 타입을 채택하고 있는 UAM



자료: 해외자료 참조, 하이투자증권 리서치본부

### (8) 센서모듈

자율주행차와 마찬가지로  
다양한 센서가 필요

자율주행차에도 카메라, 레이더, 초음파센서, 라이다 등이 장착되듯 UAM 에도 다양한 센서들이 필요할 것이다. 조종사 탑승 없이 자율주행으로 운행이 되려면 다양한 센서들이 매순간 펼쳐지는 변화들을 감지해야 한다. 센서장치에는 자이로스코프센서(Gyroscope), 짐벌(Gimbal), 지자기센서(Magnetometer), 가속도센서(Accelerometer), 기압센서(Barometer), 항법센서 등 실로 다양한 것들이 있다.

자이로스코프는 회전관성을 이용해 비행자세를 측정하고, 가속도계는 이동관성을 이용해 각속도를 측정하며, 지자기 센서는 방위각을 측정하는데 사용된다. 위에서 언급했듯 위성에서 보내는 데이터를 수신해 위치를 계산하는 GPS 센서도 필요하며, 측위를 위해서 관성측정유닛인 INS(Inertial Navigation System), UAM 간 상호통신, 지상관제소와의 통신을 담당해줄 ADS(Automatic Dependent Surveillance) 센서도 반드시 필요하다.

자동차에서 워낙 고가라 사용여부에 의견이 엇갈리는 Lidar 도 항공기술에서 온 센서다. 레이저빔의 반사속도 차이를 이용해 사물의 외형을 3D 로 복원해내는 기술이다. 3차원 공간정보를 획득하고 장애물 탐지하는데 요긴하게 쓰이는 센서로 가격이 비싸다는 흠이 있다. 카메라와 같은 기능을 담당하는 EO(Electro-Optical)센서, IR(InfraRed)센서도 있다. MEMS 기술에 있어서는 세계 최고수준인 Bosch 가 UAM 용 센서에도 강한 자신감을 보이고 있다.

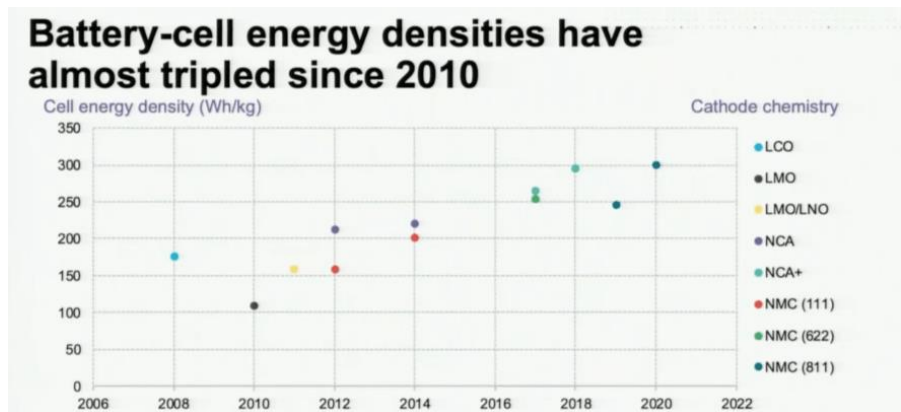
### (9) 배터리

UAM의 성공여부는  
배터리 밀도의 개선에  
달려

UAM 성공여부는 전기차와 마찬가지로 배터리의 진화와도 밀접하게 연관될 것 같다. 현재 배터리의 한계는 도심에서 공항까지의 거리 정도만 비행 할 수 있다는 데 있다. 중간 충전 없이 왕복 항공편을 수행하거나 도시 간 항공편과 같은 추가 사용 사례를 가능하게 하는 더 많은 운행자유를 얻으려면 상당한 에너지 저장 기술이 필요하다. 배터리 분야는 향후에도 발전이 더 요구된다. 지상의 전기차에 사용되는 배터리도 계속 진화되고 있는 상황이다. 엔진에 비해 배터리팩이 2~3 배 정도 무겁다. 경량화에 대한 요구가 강할 수밖에 없다. 자동차는 고속주행 시 지면에 밀착되어야 하므로 조금 무거워도 안정감에는 도움이 되는데 반해, 항공기는 중력을 딛고 하늘을 향해 뜨는 '양력'이 필요하므로 배터리 무게에 더 민감할 수밖에 없다.

UAM 이 eVTOL 로 완전 전동화되려면 배터리 기술의 현주소와 향후 방향성에 대한 이해가 필수적이다. 모든 배터리의 핵심 측정 기준은 에너지 밀도다. 즉 한정된 부피에 저장할 수 있는 에너지의 총량이 어떤지가 가장 중요하다. 밀도가 높을수록 일정 에너지에 필요한 배터리 크기가 작아질 수 있고 같은 공간에 저장할 수 있는 에너지가 많아질 수 있다. 따라서 배터리 기술을 최적화하기 위해선 에너지 밀도를 극대화해야 하는 것이다. 블룸버그 NEF 에 따르면 2010 년 이후 배터리셀의 에너지밀도는 거의 3 배 가까이 개선되었다. 그럼에도 불구하고 여전히 UAM 에 사용하기엔 한계가 있다.

그림60. 배터리셀 에너지밀도 개선 현황 - 확연한 우상향으로 전개



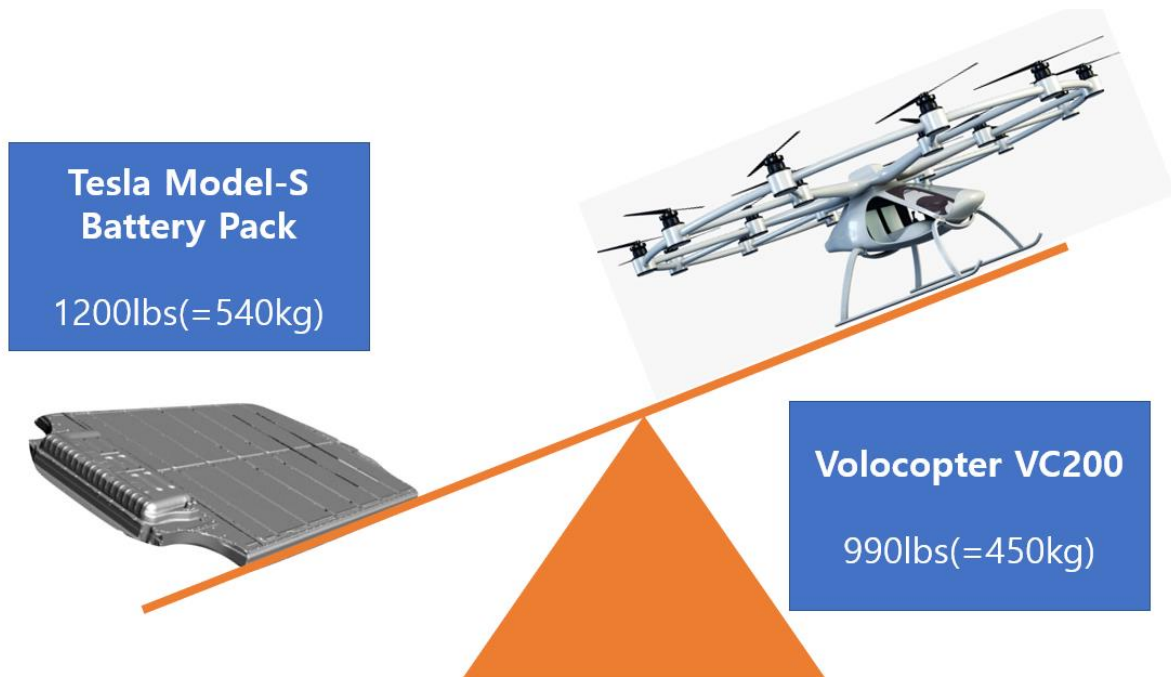
자료: Bloomer NEF, 하이투자증권 리서치본부

Tesla 모델 S 는 250Wh/kg 의 에너지 밀도로 리튬-이온 배터리를 패키징했다. 효과적인 BMS 를 통해 배터리를 제어할 수 있었기에 전기차 시장에서 큰 성공을 거둘 수 있었다. 하지만 7,104 개의 리튬이온 배터리팩만 무게가 540kg 에 달하고 차체 전체무게는 무려 2,200Kg 에 이른다. 엔진과 트랜스미션이 장착된 포르쉐 911 이 1,380Kg, 파나메라가 1,800Kg 인 것에 비하면 Tesla 모델 S 는 굉장히 무거운 차다. 이런 무거운 배터리를 UAM 에 장착할 수 있을까?

아래 <그림 61>은 Tesla 의 배터리팩과 볼로콥터 VC200 전체의 무게를 비교한 것이다. Tesla 배터리팩의 무게보다 볼로콥터 VC200 전체의 무게가 90Kg 가 가볍다. 결국 Tesla 배터리팩을 UAM 에 장착하면 날기 힘들다는 얘기다. 자동차로서의 Tesla 배터리 성능은 우수할지 모르지만 UAM 에 사용하기 어렵다. UAM 을 위해선 더 높은 밀도와 더 가벼운 중량의 배터리가 요구된다.



그림61. Tesla Model-S Battery Pack 과 Volocopter VC200 기체의 무게 비교

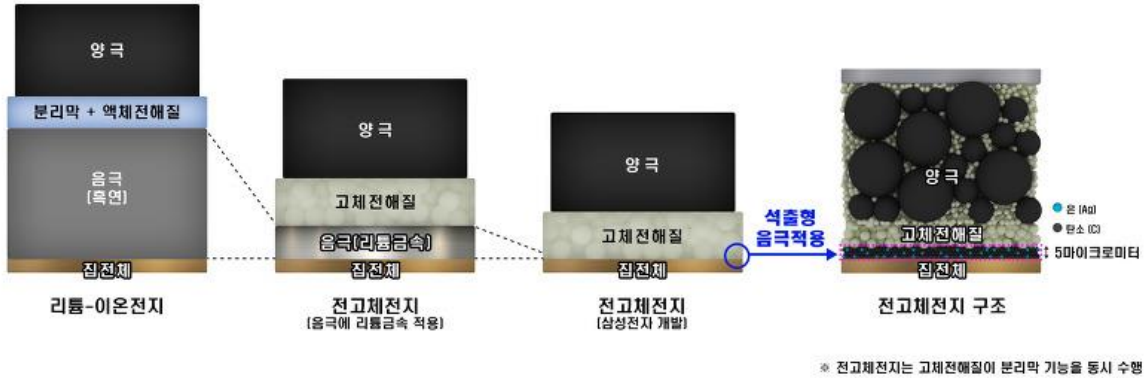


자료: 하이투자증권 리서치본부

리튬-이온 배터리의 개선이 한계에 봉착하고 폭발 등 안전성에 태생적 한계가 있다보니 다양한 기업들이 전고체, 리튬-황, 나트륨/마그네슘이온, 리튬-에어 등 차세대 배터리 기술의 조기도입에 매진하고 있다. 최근에는 전고체 배터리가 차세대 배터리 시장에 가장 유망한 경쟁력을 가졌다고 판단하고 집중하고 있다. 전고체 배터리는 발화, 폭발의 위험성이 낮고 고온이나 고전압의 사용환경에서도 전지의 성능 저하를 막을 수 있는 장점이 있다. 무엇보다 가볍고 밀도가 높다.

UAM 이 상용화될 때쯤이면 현재의 무거운 리튬-이온 젤타입 배터리에서 가벼운 전고체 배터리로 진화가 될 것으로 예상된다. 현재로선 전고체 배터리 충전 시 나뭇가지 모양의 결정체가 생기는 ‘덴드라이트’ 현상이 최대 걸림돌이지만 신소재 개발로 극복 가능할 것으로 보여지기 때문이다. 전고체 배터리가 보편화되면 밀도가 높고 무게가 가벼워 UAM 에 훨씬 적합할 것이다. 최근 삼성종합기술원은 전고체전지 음극에 5 나노미터(100 만분의 1 미터) 두께의 은-탄소 나노입자 복합층을 이용한 석출형 리튬음극기술을 세계 최초로 적용했다고 발표한 바 있다. 이런 전고체 배터리의 상용화가 가능해진다면 자동차나 UAM 의 항속거리와 시간을 획기적으로 개선할 수 있다.

그림62. 삼성중합기술원이 발표한 전고체 배터리의 구조 - UAM의 상용화 시점과 전고체 배터리 시판 시기가 비슷할 것으로 전망



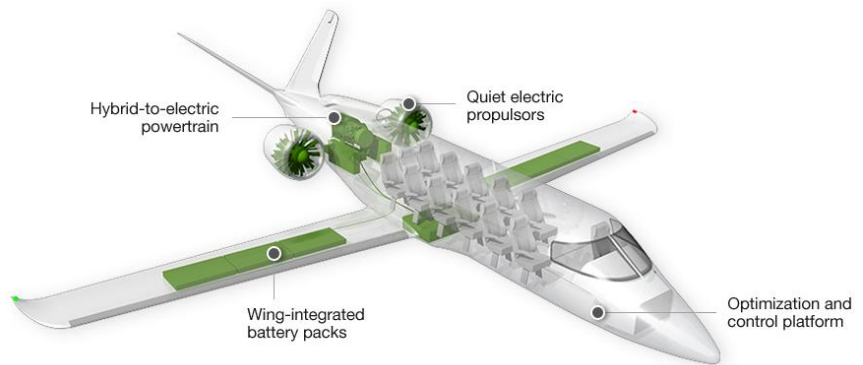
자료: 삼성중합기술원, 하이투자증권 리서치본부

**배터리 이외에도  
구조설계와 신공법,  
신소재 역할 커**

배터리의 획기적 변화가 당장 어렵다면 구조설계, 신공법, 신소재 등에서 새로운 대안을 찾을 수밖에 없다. UAM으로 분류하긴 어렵지만 하이브리드 항공기인 Zunum Aero는 아예 배터리를 동체의 하단과 날개에 분산해서 넣었다. Zunum Aero가 공급할 예정인 전기 항공기는 아쉽게도 활주로로 이륙하는 기존방식에다가 순수전기가 아닌 하이브리드 방식을 쓰고 있으나, 12명을 태우고 시속 550km의 속도로 2시간동안 최대 1,120km까지 비행할 수 있다. 이외에도 배터리 크기를 줄일 수 있는 알루미늄팩, 생분해성 유전적 변이를 활용한 고체상태의 고분자 전해질 개발, 배터리 부품용 대체소재 개발 등이 활발히 연구되고 있다.

항공기용 배터리는 셀의 밀도를 높이는 것이 가장 중요하겠지만 패키징, 모듈설계 및 개발 모두 중요하다. Tesla가 배터리 기술보다도 BMS에 강점이 있어 원통형 배터리로도 강한 퍼포먼스와 안정성을 보인 것을 기억할 것이다. 따라서 BMS에 관한 H/W, S/W 설계 및 개발이나 배터리 시스템 관련 솔루션도 매우 중요하다.

그림63. Zunum Aero의 배터리팩 설치 도면



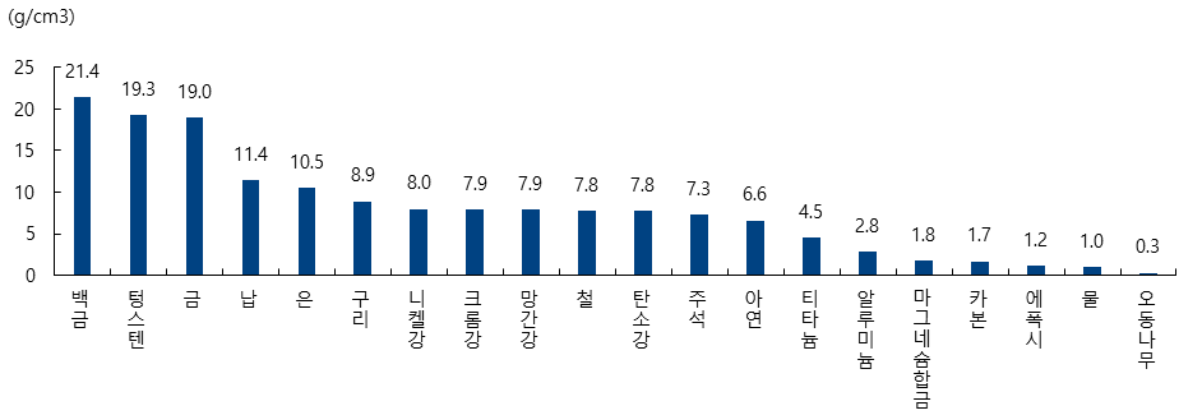
자료: Zunum Aero, 하이투자증권 리서치본부

(10) 소재(Component Material)

기체에는 알루미늄과 CFRP 같은 경량화 소재가 필수

항공기 기체는 강성이 뛰어나고 가벼워야 한다. 즉, 중량비 강도가 가장 중요한 요구조건이다. 경량화는 에너지 소모량을 줄이고 같은 에너지에서 더 강한 추력을 발생시키며, 소음을 감소시킬 수 있다. 이러한 요구 때문에 지난 50 여년간 항공기 기체를 구성하는 재료는 매우 다양하게 진화되어 왔다.

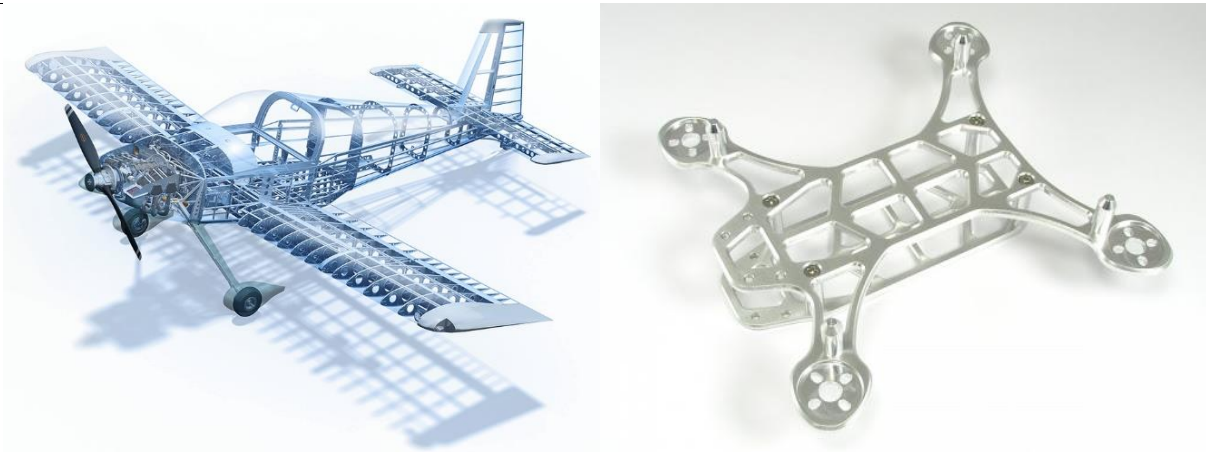
그림64. Material Specific Gravity



자료: 각종 산업자료 참고, 하이투자증권 리서치본부

소재는 크게 금속소재와 복합소재로 구분해볼 수 있다. 먼저 금속소재로는 가장 광범위하게 사용되는 알루미늄합금(Duralumin: 듀랄루민)과 특수강, 니켈합금, 마그네슘 합금, 동합금, 티타늄합금, 소결합금이 있다. 많이 쓰이는 듀랄루민의 경우 알루미늄, 망간, 마그네슘, 크로뮴의 합금으로 같은 무게의 알루미늄에 비해 강도가 크게 보장된 기술이다. 따라서 air frame 으로 오래전부터 애용되어왔다. 작은 드론에서 승객용 드론까지도 대부분 메탈프레임 소재로 알루미늄을 선호하고 있다.

그림65. 항공기와 드론의 Air Frame



자료: Wikipedia, 하이투자증권 리서치본부

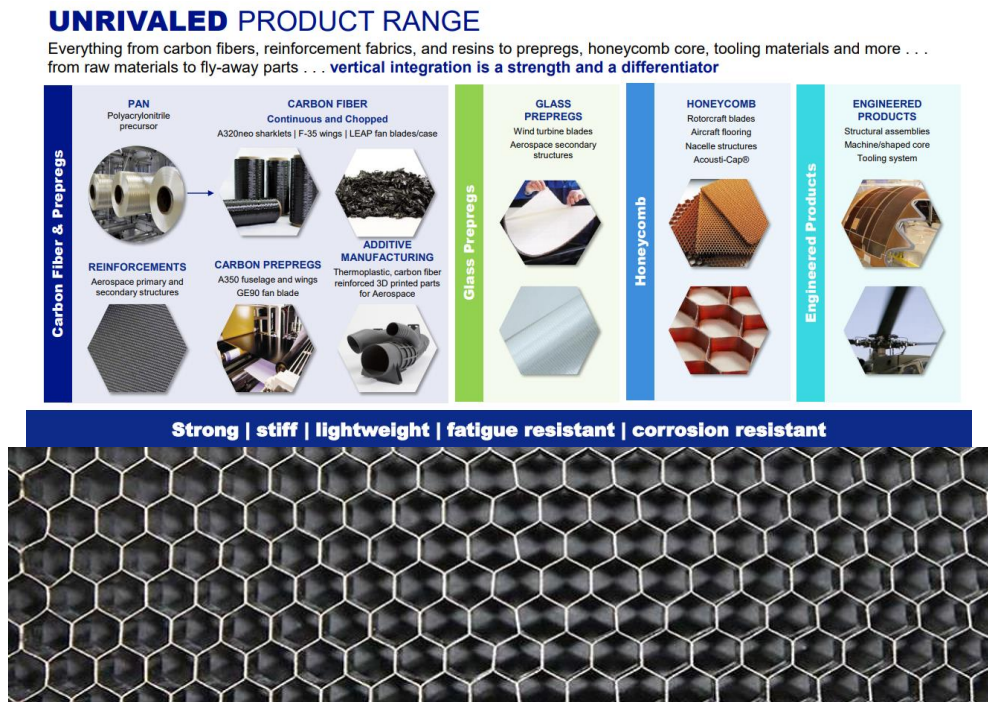
복합소재(Composite Material)는 둘 이상의 소재가 혼합되어 구성되는데, 유리섬유계 복합재, 탄소섬유계 복합재, 아라미드섬유계 복합재, 보론섬유계 복합재 등이 있다. 항공우주분야에 사용되는 섬유복합소재는 일반적으로 12,000 또는 24,000 필라멘트의 탄소섬유 다발을 기반으로 만들어진다. 이 복합소재로 인해 항공기술에 큰 발전이 있었지만, 일부 엔지니어링 및 유지보수에서 장단점이 혼재되어 나타난다. 먼저 복합소재의 최대장점으로는 경량화를 꼽을 수 있다. 에너지 효율이 금속소재에 비해 더 높다. 또 복합소재는 매우 강하며, 금속과 비교해 강도는 높으면서 중량은 낮은 특징을 지닌다. 또한 압력에 강할 뿐 아니라 유연성도 뛰어나 쉽게 부러지지 않는다. 화학첨가제를 넣어 내부식성도 뛰어나다.

원하는 모양으로 성형이 자유롭다는 점도 디자인 측면에서 매우 유리한 장점이다. 조각조각 연결할 필요없이 대형부품으로 찍어낼 수 있다. 덕분에 유지보수가 불필요하고 기체의 수명을 길게 가져갈 수 있다. 반면 단점으로는 금속에 비해 고비용이다. 큰 하나의 덩어리로 성형이 되다보니 내부 구조의 확인이 어려워 손상시 분해결합이 어려울 수 있다. 마지막으로, 높은 온도의 화재상황에서 열에 약할 수 있다는 점도 단점으로 지목된다. Volocopter 역시 경량의 섬유 복합 재료로 만들어졌다.

다중소재(Multi Material)는 소재단위에서 혼합이 되는 복합소재와는 달리 구조물 단위에서 소재를 특성에 맞게 조합하는 방식이다. 철강과 비철금속, 금속과 고분자 등 서로 다른 물성의 이종소재를 결합해 단일 소재에서는 확보할 수 없었던 최적의 성능을 얻을 수 있다는 장점이 있다.

또 소재를 구조적으로 혁신하는 방법도 있다. 벌집형 코어 시스템(Honeycomb Core Systems)은 강성에 비해 중량이 가벼울 뿐 아니라 진동을 감소시켜 소음까지 줄여준다. 벌집형 코어시스템을 복합소재와 조합하면 UAM 기체를 매우 가볍고 튼튼하며 저소음 구조로 만들 수 있다.

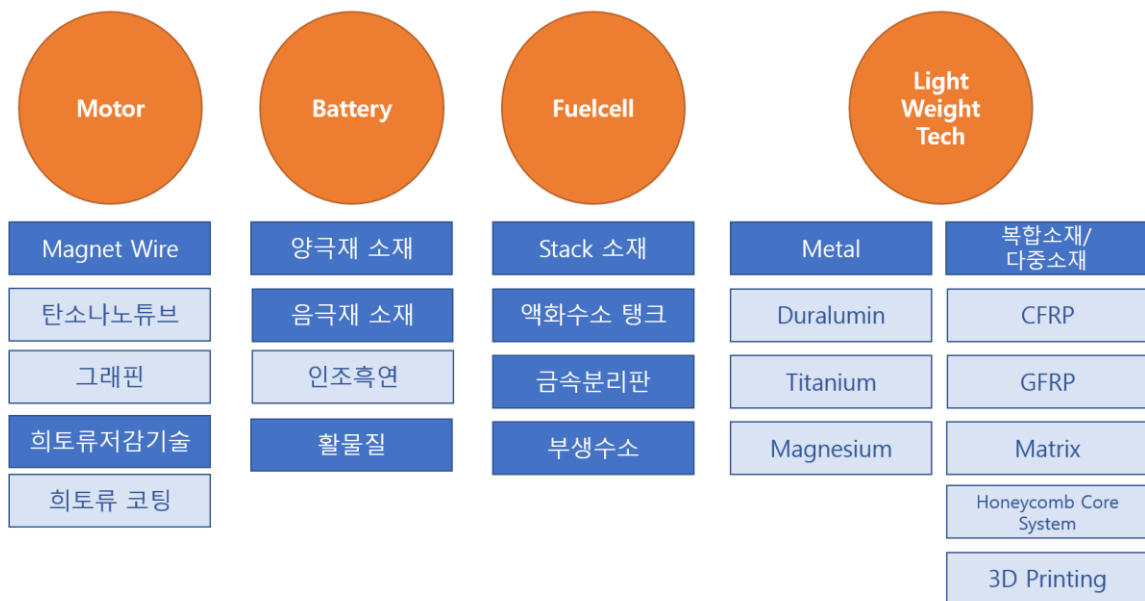
그림66. Hexcel의 다양한 신소재 제품군 라인업과 벌집형 코어 시스템 단면



자료: Hexcel, 하이투자증권 리서치본부

UAM 에 사용되는 다양한 방면의 기술에 필요한 소재의 혁신은 계속해서 나타날 것이다. 보다 높은 효율과 경량화, 강도 등을 요구 받을 것이기 때문이다. 소재개발은 어느 특정업체만의 노력으로 이뤄지는 것이 아니기에 전 산업에 걸친 협업이 반드시 필요한 분야다.

그림67. UAM을 둘러싼 다양한 소재기술들



자료: 하이투자증권 리서치본부

## 4. 소프트웨어 및 시스템

### (1) Autonomous Flight System

자율비행을 염두에 둔  
AFS

내부 및 외부와 시스템을 연결해 안전성과 redundancy 를 확보해야 한다. 내부의 자이로, 자력계 및 가속도계를 포함한 여러 MEMS 센서를 외부의 GPS 와 결합하여 비행을 제어하는 것은 물론, 자동비행 기체의 자세, 속도, 위치 및 방향에 대한 데이터를 기반으로 컴퓨터를 사용하여 매개 변수에 따른 기체 조종을 지시한다. 각종 센서들은 자동조종 장치가 작동 중에 장애물을 감지하고 충돌을 피할 수 있도록 제어하는 역할을 담당한다. 이 시스템을 통해 완전자율 UAM 은 이착륙, 기내 조작 및 상황대처를 포함한 전체 비행 계획을 수행 할 수 있다.

### (2) 고성능 비행제어 컴퓨터

비행제어 시스템은  
SoC 로 제작되어  
작아지고 성능은 향상됨

비행제어 시스템은 UAM 의 안전과 원활한 비행을 위한 제어기술로서, 전체 시스템에서 두뇌역할에 해당한다. 최근 비행제어 시스템은 SoC 로 제작되어 크기가 작고 고성능이 가능하다는 특징이 있다. 뿐만 아니라 다양한 센서를 포함한 하드웨어와 소프트웨어로 구성되어 있으며 외부의 데이터 링크 시스템과 인터페이스 기능이 기본적으로 제공된다.

특히 비행제어 멀티코어 컴퓨터는 UAM 전반적인 비행 관리, Battery Management 통합, 비행제어 인터페이스, 센서 데이터 융합, Human-Machine Interface 및 원격 데이터를 결합하는 등 다양한 역할을 감당한다. 비행제어 시스템은 향후 완전한 무인비행이 가능하도록 서포트할 수도 있다. UAM 의 기체관리 및 내부 부품들 간의 상호작용, 네비게이션, 충돌 방지 센싱, 센서간의 통신 등 전반적인 UAM 컨트롤에 관여한다. 비행제어 시스템은 향후 UAM 이 스스로 이착륙은 물론 돌발상황에서의 위기대처 능력까지 계속해서 업그레이드 될 것이다.

### (3) 무인항공기 교통관리 시스템 (UTM: Unmanned Aircraft System Traffic Management)

UTM 은 무인기 교통관리  
시스템 - 기존의  
ATM 과 통합필요성 대두

UTM 은 기존 항공기의 traffic management system 과 다른 저고도 영역에서 무인비행을 염두에 둔 드론 및 UAV 을 관리하기 위해 만들어졌다. FAA, NASA, 기타 연방 파트너 대행사 및 업계는 저고도(미국의 경우 400ft 미만)에서 지상에서 육안으로 보이지 않는 드론의 컨트롤 및 운영을 지원할 수 있는 교통관리 시스템의 필요를 느꼈다.

UTM은 ATM(Air Traffic Management)과는 별도로 운영되나 ATM에 의해 통제되지 않는 범위까지 커버하기에 상호보완적이다. 향후 UAM의 운행이 활발해지면(관제탑과의 음성교신을 기반으로 한) ATM의 통제를 받는 기존 항공기, 헬리콥터와 UTM의 대상인 배송용 드론, 승객용 UAM이 일정 공역에서 마주칠 수 있다. 통신망도 ATM이 전용통신망을 사용하는데 반해, UTM은 데이터 기반의 LTE나 5G 망을 사용하고 있어 향후 통합이 필요하다. 또 교통관리 수행의 주체가 ATM은 국가가 관장하지만, UTM은 민간사업자인 USS(UTM Service Supplier)가 담당하게 된다. 이 두 고도별, 공역대별 관리시스템의 통합은 사고를 미연에 방지하기 위해 통합되어야 한다.

그림68. ATM과 UTM의 비교(한국 기준)

구분	ATM(Air Traffic Management)	UTM(UAS Traffic Management)
대상 고도, 공역	지표-국가공역	지표-150m(500ft) 이하
교통관리 수행 주체	정부	민간사업자
지시전달 수단	유인(관제사 음성기반)	무인(데이터 기반)
교통관리 방식	1:1	1:多
통신기반	전용통신망(VHF, UHF 등)	상용 통신망(LTE, 5G 등)
제공내용	공항 출도착 비행정보 및 항공기상정보 등	비행승인 프로그램, 실시간 모니터링, 비행금지구역 설정 등

자료: 국토교통부, 하이투자증권 리서치본부

UTM과 ATM에 대한 고민은 비단 미국, 한국뿐 아니라 유럽 역시도 동일하다. 각국이 본격적인 UAM 사업의 전개 전에 관리와 규제에 대해 얼마나 고민하고 있는지를 알 수 있는 대목이다. 다음 <그림 69>은 Airbus가 설명하고 있는 UTM Research Transition Team의 위험관리에 대한 스케줄이다.

그림69. Airbus UTM 위험관리 스케줄

7.2 UTM RTT Risk Adjusted Schedule

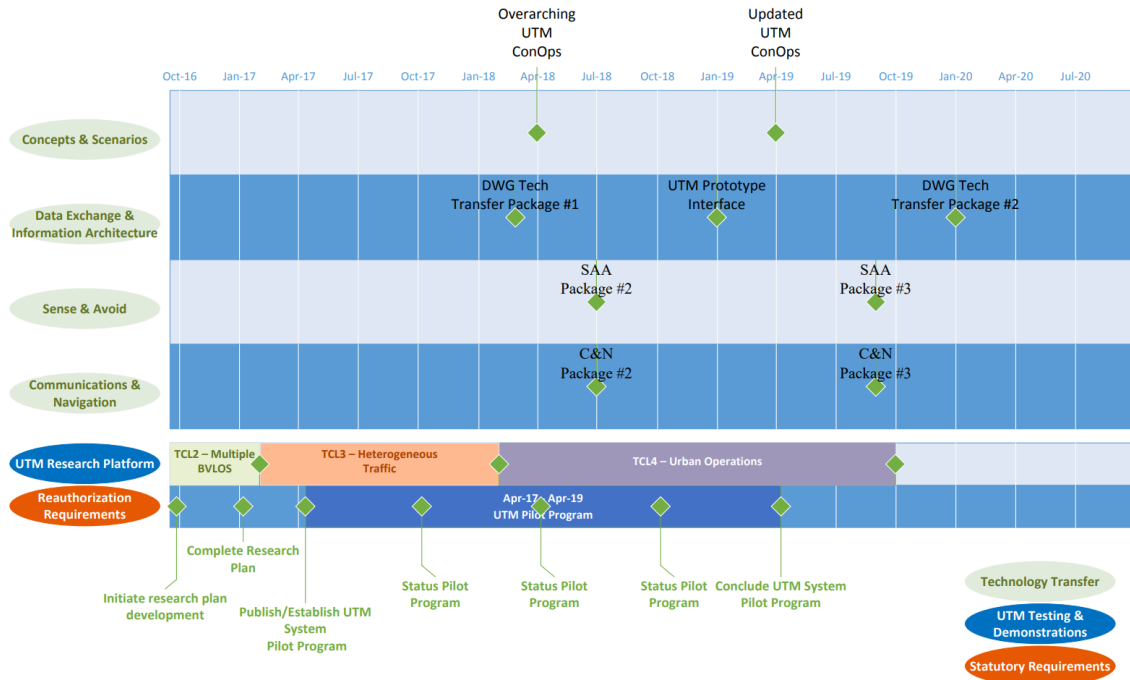


Figure 7-1 UTM RTT Risk Adjusted Schedule The UTM RTT schedule depiction across subgroups (L1) reflects the planned working schedule(s) as an aggregated summary of the work in each subgroup as well as the planned Research Platform Testing Phases and Reauthorization timelines.

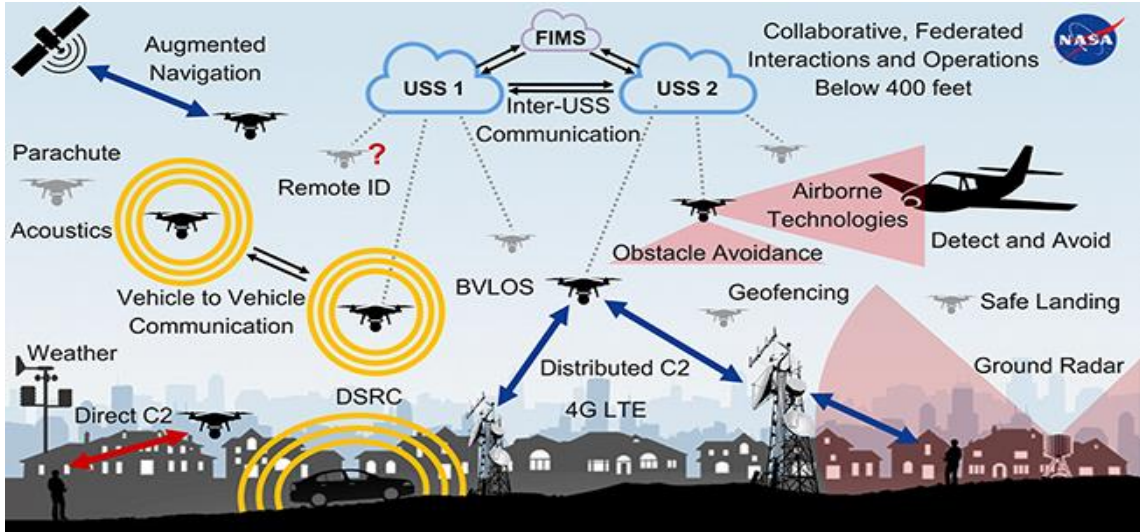
자료: Airbus, 하이투자증권 리서치본부

다음 <그림 70>은 미국 역시 NASA 가 저고도 영역에서 UTM 과 고고도 ATM 의 통합이 필요함을 설명하고 있는 자료다. 정말 많은 부문에서 interaction 에 대한 사전 고려가 있어야 함을 알 수 있다. 그림에서 보이는 것만 해도 지상관제소와 기체, 위성과 기체, 기체와 기체간 V2V communication, 다양한 운행 중 기체와 충돌회피 기술, Vertiport 에서의 안전한 이착륙, USS(UTM Service Supplier)간의 상호통신, FIMS(Flight Information Management System)와 USS 간 정보교환 등 정말 복잡한 관계가 아닐 수 없다. 그림이 400ft 미만의 저고도 영역에서 복잡성만 설명하고 있지만, 400ft 이상에서 하강하는 항공기나 헬리콥터와 충돌도 고려되어야만 한다.



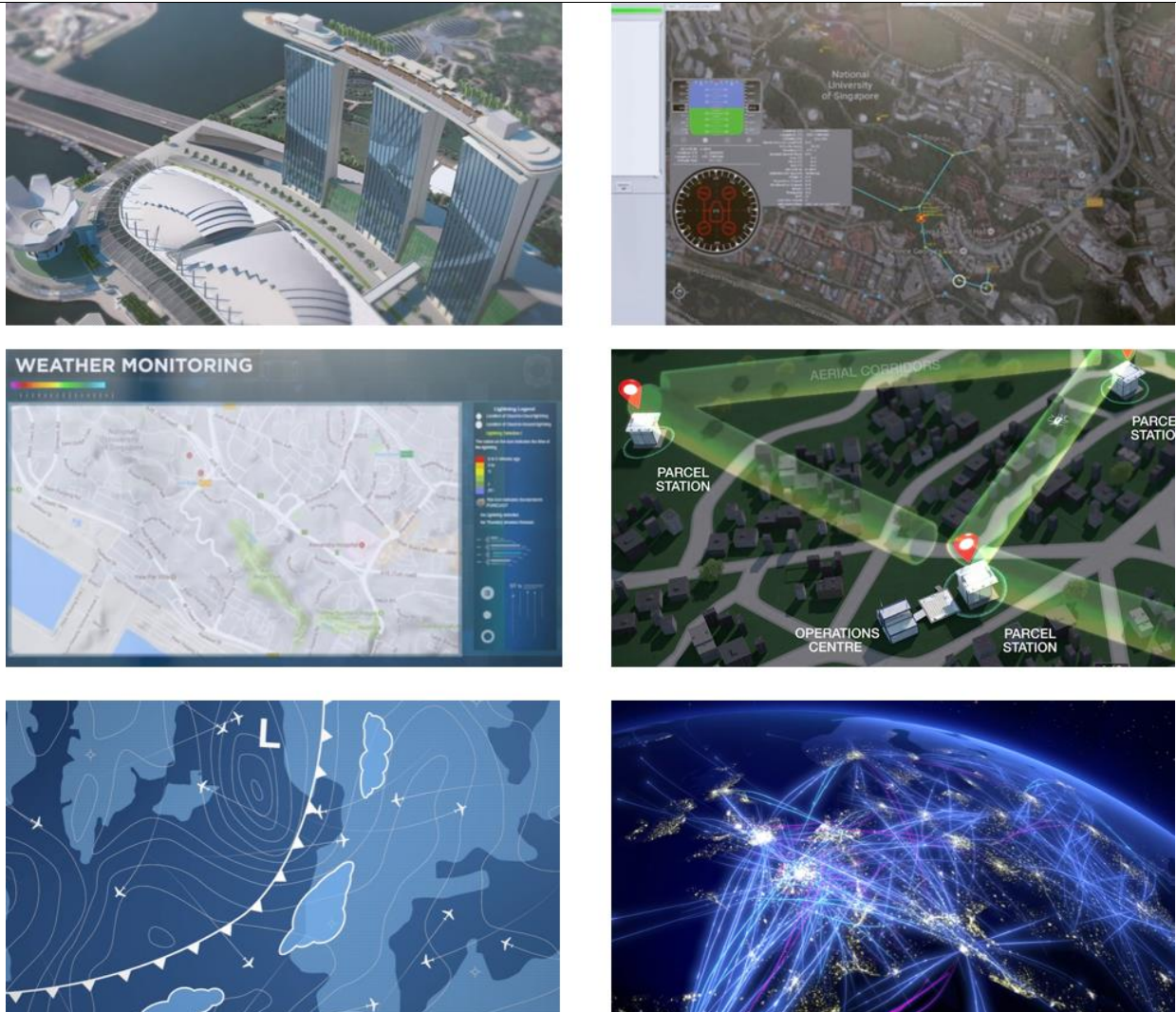
[미래기술/UAM]  
UAM, 3차원 길을 연다

그림70. NASA의 UTM 관계도



자료: NASA, 하이투자증권 리서치본부

그림71. Airbus의 UTM System 예시



자료: NASA, 하이투자증권 리서치본부

#### (4) 위성

UAM의 원활한 운영을  
위해선 지상+위성의  
서포트 필요, 한국도  
KASS 사업으로 GPS  
정밀도 개선

UAM의 원활한 운영을 위해선 지상관제 및 위성 지원이 동시에 필요하다. 국토교통부와 KARI가 주축이 된 한국형 위성항법보정시스템, KASS(Korea Augmentation Satellite System)나 한국형 위성항법시스템, KPS(Korean Positioning System)이 활발히 사용될 것으로 본다. KASS 사업이 완성될 '22년경이면 GPS 오차가 크게 줄어 UAM을 비롯한 항공기들에도 개선된 위치정보 서비스가 가능해질 것이다. 이를 통해 정밀 항공항법이 가능하고, 정밀항로 제공도 가능해진다. 무인으로 운영되는 UAM은 측위와 주변 비행체들과의 충돌방지 등이 필요하기 때문에 위성의 서포트가 반드시 필요하다.

그림72. 국토교통부의 한국형 정밀 GPS 위치정보시스템(KASS) 구축 계획



자료: 국토교통부, 하이투자증권 리서치본부

### (5) 통신 시스템

수많은 UAM 끼리의  
통신은 안전을 위해서도  
필수

UAM 수백 대가 하늘을 뒤덮는다고 생각해보면 충돌위험에 대한 고민이 자연스럽게 따라올 수밖에 없다. Airbus 의 예측으로는 2050 년까지 총 10 만 대의 UAM 이 하늘을 덮을 수 있다고 한다. 결국 UAM 과 관련된 모든 service provider 를 상호연결하고 안정적 정보교환이 원활하게 이뤄지기 위해선 빠른 통신속도는 기본이고, 가용성이 높고 안전하며 대용량 통신의 동시접속이 강력하게 지원되는 통신 시스템이 필수적이다.

UAM 용 통신시스템은 일반 네트워크와 다른 성능 수준을 요구한다. 크게 제어 및 비전송 데이터 통신과 전송데이터 통신으로 나뉘볼 수 있다. 제어 및 비전송데이터 통신은 미션에 관련된 제어 명령을 기체에 전송하며 비행 상태, 탐색 및 원격 측정 데이터가 포함된다. 운행에 관련된 중요한 데이터가 포함되므로 당연히 정보를 전송할 때는 높은 안정성, 짧은 대기시간, 방해 또는 통신 가로채기의 방지가 가장 중요하다. 전송데이터 통신에는 예측 유지 보수를 위한 웹 브라우징 또는 차량 상태와 같은 나머지 미션 및 승객 관련 데이터가 포함된다

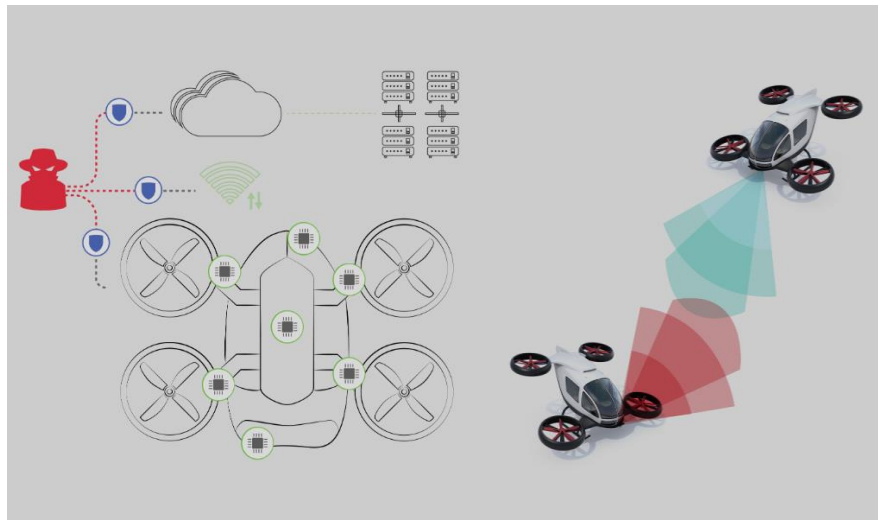
### (6) Cybersecurity

드론이나 UAM 의 안전을  
위해선 Cybersecurity 에  
각별한 주의 기울여야

HI-FO 의 블록체인 자료에서도 강조했던 것이 자율주행, 로봇, UAM 등 5G 와 Cloud Computing, 원격조정 등에서 발생할 수 있는 보안의 문제였다. 특히 드론은 군용무기에서 출발했기에 무인공격과 정찰에 적합한 장비다. 테러나 공격, 사생활 침해에 활용할 경우 치명적일 수 있다. 특히 사이즈가 크고 더 많은 적재하중을 지니며, 사고 시 피해규모가 더 커질 수 있는 UAM 의 경우 사이버테러나 해킹으로부터 적극적 보호가 필요함은 재론의 여지가 없다.

특히 향후 UAM 은 대부분 자율비행에 의존할 것이므로 더욱 보안에 신경을 써야 한다. 따라서 업체들은 UAM 보안에도 각별히 주의를 기울이고 있다. 예를 들면 IDS(Intrusion Detection System)이나 IPS(Intrusion Protection System)을 준비해 혹시 모를 사이버공격에 대비하고 있다. 범위 역시 항공의 다양한 전자분야, 데이터링크, 임무장비, 지상통제장비, 지상지원 장비에 걸쳐 다양한 영역에서 보안을 필요로 한다.

그림73. FEV의 V2X communication과 Cyber Security Gateway Concept



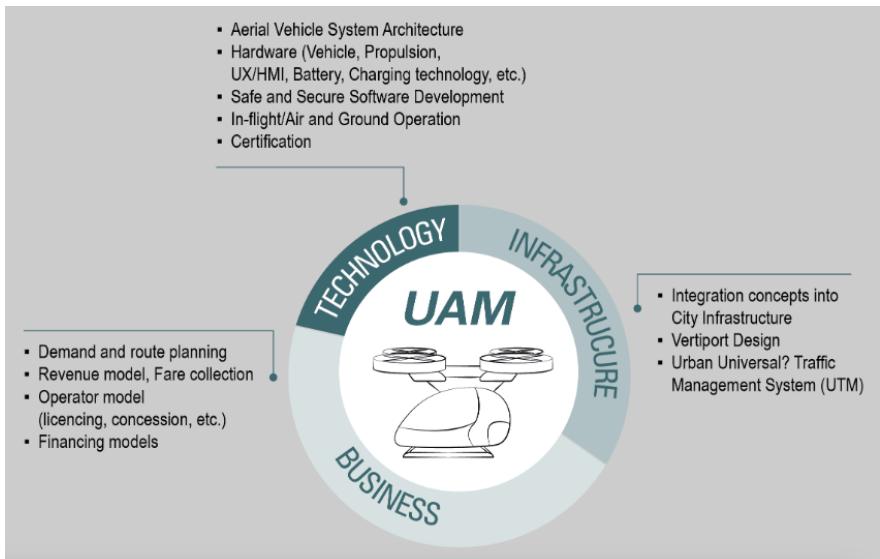
자료: FEV, 하이투자증권 리서치본부

### (7) Actuation System

이외에도 Actuation System 필요

이착륙 가이드 시스템, 기온과 바람 등의 변수에도 정확한 측정을 가능케 하는 시스템이다.

그림74. UAM 생태계 형성에 필요한 3대 요소: Technology, Infrastructure, Business



자료: FEV, 하이투자증권 리서치본부

## 5. UAM 을 위한 수직이착륙장: Vertiport

한국에서 드디어 자율비행이 본격적으로 도입되기 시작한 2035 년, 하이투자증권 리서치본부의 신윤철 연구원은 CES 2035 에 참석하기 위해 인천국제공항으로 이동하고자 여의도 LG 트윈타워 서관 옥상에 설치된 Vertiport 로 향한다. UAM Airport Shuttle 에 탑승하기 위해 2 만 원을 지불하고, Pre-Check(보안검색 간소화 및 완전 면제) 시스템을 이용해 바로 현대자동차 S-A1 에 탑승한다. UAM Airport Shuttle 의 Pre-Check 시스템은 인천국제공항 보안검색 시스템과도 연계되어 있어, 국제선으로 환승할 때도 보안검색대 통과 시간이 대폭 줄어든다. 수하물은 Vertiport 에 마련된 이지드롭(Easy Drop) 서비스를 통해 최종 목적지인 Las Vegas 호텔 프론트에서 수령할 예정이다.

### UAM 의 대표적 이착륙장인 Vertiport

UAM 생태계를 구성하는 다양한 인프라 중 UAM 이 이착륙할 수 있는 정류장은 물리적인 공간이 확보되어야 한다는 특성이 있다. 따라서 공간 효율성 측면에서 많은 고민이 필요하다. 아직은 구상 단계이기 때문에 용도 및 형태에 따라 Vertiport, Vertihub, Vertistop, Vertistation 등 다양한 컨셉이 등장하고 있지만 업계에서는 빌딩과 같은 고층 구조물의 옥상을 주로 활용하는 Vertiport 가 대표적인 UAM 이착륙장 형태로 자리잡을 것이라 보고 있다.

Vertiport 의 사전적 의미는 ‘항공기가 수직으로 이착륙할 수 있는 공항의 일종’으로, 굉장히 포괄적인 개념인 데다 아직까지 Vertiport 에 대해 정립된 규정이 없기 때문에 연방항공청 등의 규제기관의 기존의 공항이나 헬리포트에 대한 규정에 준해서 설계가 이루어지고 있다. 다만 UAM 의 특성상 Vertiport 는 도심 환경에 자연스럽게 녹아들 수 있는 구조여야만 한다. 따라서 Vertiport 는 앞서 언급한 사전적 의미보다는 구체적인 조건을 갖춰야만 하게 될텐데, 대표적으로 배터리 충전시설 및 UAM 주차 공간, 파일럿 및 승객 휴게 공간, 지상 및 지하 교통수단과의 연계 시스템 등이 필요할 것이다.

그림75. eVTOL의 대표적 수직이착륙장 Vertiport 예시



자료: NASA, 하이투자증권 리서치본부

### (1) VoloPort

업계 최초로 Full-Scale  
Vertiport를 실물로  
공개한 VoloPort

VoloPort는 독일의 Volocopter와 영국의 Skyports가 협력하여 설계하고 있는 Vertiport다. Full-scale 규모의 Vertiport의 프로토타입이 대중에게 실물로 공개된 것은 VoloPort가 업계 최초이며, 양사는 추후 VoloPort를 활용해 싱가포르 UAM 생태계 확장에 적극적으로 나설 것임을 밝혔다. 해당 전시에는 유럽항공안전청을 비롯한 UAM 시장 성장에 뜻을 둔 세계 각국의 교통부 소속 관료들이 참관했다.

Skyports는 '17년에 설립된 Vertiport 개발 전문기업이며 '19년 12월에 Deutsche Bahn Digital Ventures, Groupe ADP 등으로부터 £5.35M(Series A), '20년 3월에 Irelandia Aviation 등으로부터 £650K(Series A) 투자 유치에 성공했다. 투자자금은 싱가포르, 로스앤젤레스에 Vertiport를 건설할 부지를 매입하는 데 쓰일 것으로 알려졌다. Vertiport 사업도 결국에는 전통적인 주차타워와 마찬가지로 물리적 공간이 확보가 필수적인 부동산 사업 성격이 강하기 때문에, 한정적인 도심의 부지를 선점하는 것이 중요하기 때문이다.

‘19 년 10 월에 싱가포르 ITC World Congress 에서 공개된 full-scale VoloPort 는 전시를 위해 임시로 지어진 구조물이었으며, 중국에서 파츠가 제작되어 싱가포르 마리나 베이로 운반되어 9 월 중 최종 조립되었다. 해당 프로토타입은 약 2,500 제곱피트의 넓이로 제작되었으며 하나의 이착륙장(Take-off and Landing Pad)은 시간당 10~15 회, 주당 약 1,000 회의 비행을 소화해낼 수 있다. 또한 빌딩 옥상, 기차역, 주차장 등 다양한 형태의 도심 속 공간에 들어맞게끔 쉽게 개조할 수 있다는 장점이 있으며 Volocopter 에서 개발한 기종이 아니더라도 이용 가능하다.

그림76. ‘19년 10월 싱가포르 ITC World Congress 에서 공개된 VoloPort 프로토타입 외부 전경



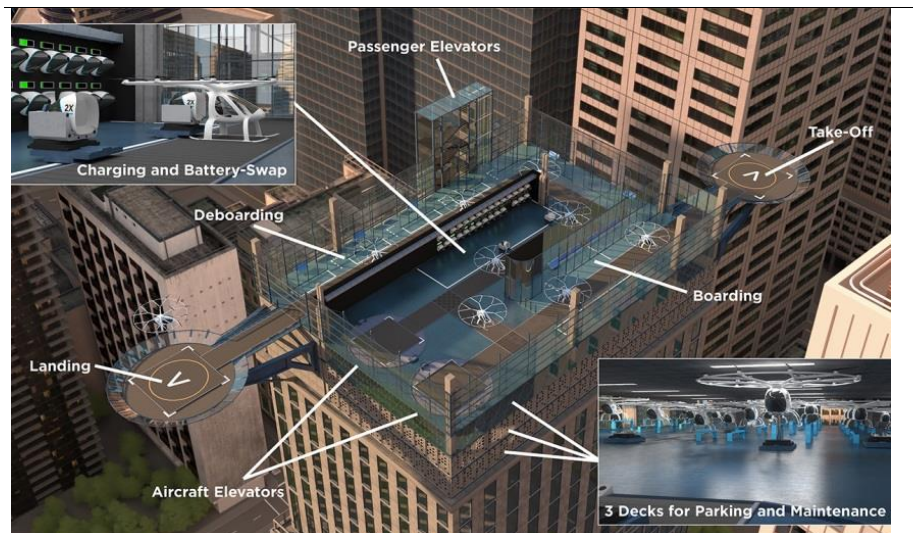
자료: Volocopter, 하이투자증권 리서치본부

그림77. ‘19년 10월 싱가포르 ITC World Congress 에서 공개된 VoloPort 프로토타입 내부 전경



자료: Volocopter, 하이투자증권 리서치본부

그림78. 빌딩 옥상에 설치된 VoloPort 예상도



자료: Volocopter, 하이투자증권 리서치본부



## (2) Skyport

### Skyport 디자인을 공모 중인 Uber Elevate

Uber Elevate 는 현재 Skyport 라는 이름의 Vertiport 를 설계하기 위해 세계 각지의 업체들로부터 디자인 공모전을 진행하고 있다. 참고로 앞서 소개된 VoloPort 제작에 참여한 영국 Skyports 社와 Uber Elevate 의 Vertiport 인 Skyport 는 완전히 별개이므로 혼동하지 않게끔 주의를 요한다.

Uber Elevate Summit 2019 에서는 총 8 개의 엔지니어링사에서 제시한 Skyport 예상도가 공개되었다. Uber Elevate 측에서는 1~2 에이커 규모의 공간에서 시간당 1,000 회의 이착륙을 소화할 수 있는 설계를 요구하고 있다. Uber Air 서비스가 런칭 될 예정인 로스앤젤레스, 달러스, 멜버른 3 개 도시를 중심으로 활용도가 떨어지는 구조물의 옥상을 주 타겟으로 삼아 Skyport 설치를 검토하고 있다.

그림79. Gensler 의 Skyport 예상도: CITYSPACE (로스앤젤레스 기반)



그림80. Corgan 의 Skyport 예상도: CONNECT | EVOLVED (달러스 기반)



그림81. BOKA Powell 의 Skyport 예상도: Urban Re-Vision (달러스 기반)



그림82. The Beck Group 의 Skyport 예상도: Dallas SkyPort (달러스 기반)



[미래기술/UAM]  
UAM, 3차원 길을 연다

그림83. Humphreys & Partners Architects 의 Skyport 예상도: Volary (달러스 기반)



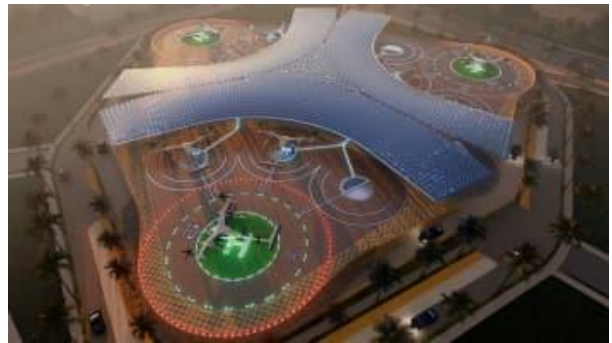
그림84. Pickard Chilton / Arup 의 Skyport 예상도: Sky Loft (멜버른 기반)



그림85. Mithun 의 Skyport 예상도: SkyPark (로스앤젤레스 기반)



그림86. SHoPLA 의 Skyport 예상도: Arc (로스앤젤레스 기반)



자료: Uber Elevate, 하이투자증권 리서치본부

Uber Elevate Summit 2019 에서 Skyport 컨셉에 대해 직접 프레젠테이션을 진행한 Gensler, SHoP, Pickard Chilton, Corgan 4 개 업체는 디테일한 부분에서 차별성을 두고자 노력하는 모습이 보였다. 하지만 Uber Elevate 에서 제시하는 공통 가이드라인에서 설계가 크게 벗어날 수 없기 때문인지 핵심적인 내용은 상당 부분 중첩되는 경향이 나타났다.

Skyport 의 주요 역할은  
‘지역 커뮤니티’

가장 인상 깊었던 점은 모든 업체가 ‘지역 커뮤니티’로서의 Skyport 의 역할을 강조한다는 것이다. Skyport 는 자전거, 스쿠터, 자동차 등 지역사회에서 운영되는 모든 지상 교통수단을 통해 지역주민들이 Skyport 로 안전하게 접근할 수 있게끔 설계된다. 자율주행 차량이 배터리를 충전할 수 있는 공간도 큰 규모로 확보가 되어야 하며, Uber Air 서비스를 이용하는 승객을 위한 라운지, 카페 등 편의시설도 제공이 되어야 한다. 우리에게 이미 친숙한 서울고속버스터미널을 떠올리면 지역 커뮤니티로서의 역할이 무엇인지 이해가 쉬울 것이다.

다만 Vertiport 의 특성상, 장기적으로는 서울고속버스터미널과는 달리 Skyport 는 랜드마크로서의 상징성은 크지 않을 것으로 생각된다. 서울고속버스터미널은 전국에서 서울로 진입하는 대부분의 고속버스가 모여드는 거점 역할을 하는 반면, Skyport 는 도시 곳곳에 있는 주차장 및 유희시설 등을 개조하여 마치 시내버스 정류장, 지하철역과 같은 역할을 수행함으로써 UAM 의 대중교통화를 이끄는 것이 핵심이기 때문이다. Uber Air 이용 전후로 UberPool 등의 지상 교통수단과 바로 연결되는 multimodal mobility 의 기능을 강조하고 있는 이유도 이 때문이다.

모빌리티 시장의 친환경  
기조에 동참하는 Skyport

지속가능성(Sustainability) 역시 주요 키워드다. 이는 Skyport 를 도심 곳곳에 설치함으로써 내연기관 기반의 교통량을 UAM 으로 대체하겠다는 의미도 내포하겠지만, Skyport 설계에 지속 가능한 소재(Sustainable Material), 즉 친환경적인 소재 혹은 에너지를 활용해야 한다는 가이드라인이 있었다. 업체에 따라 Skyport 예상도에서 지붕을 태양광 패널로 덮기도 하고, 기존 구조물에 목재를 접목시켜 재탄생시키기도 했다.

(3) S-Hub

CES 2020 에서  
Vertiport 를 공개한  
현대자동차

지난 CES 2020 에서 현대자동차가 제시했던 미래 모빌리티 비전에도 Vertiport 가 포함되어 있었다. PAV(Personal Air Vehicle, 개인용 비행체)와 PBV(Purpose-Built Vehicle, 목적 기반 모빌리티)를 연결하는 구심점 역할을 하는 Hub 가 이에 해당한다. Vertiport 제작을 구상 중인 타 업체들과 마찬가지로 현대자동차 역시 미래도시 전역에 Hub 를 설치해 모빌리티 생태계를 형성하겠다고 밝히고 있다.

현대자동차는 앞서 언급한 Hub 의 컨셉으로서 S-Hub 를 선보였다. 이는 Uber 의 Skyport 와 마찬가지로 eVTOL 을 위한 Vertiport 이지만 다소 차이점이 있다. Skport 는 지역 사회의 모든 지상 교통수단을 이용해 출입할 수 있도록 설계가 되지만, S-Hub 는 기본적으로 현대자동차의 PBV 인 S-Link 에 탑승하여 S-Hub 의 도킹 스테이션을 통해 접근이 가능한 것으로 보인다. 물론 아직까지는 컨셉일 뿐이기에 추후 Skyport 와 같이 타 지상 교통수단과의 연계성을 보다 긴밀하게 발전시키는 방향으로 설계가 수정될 여지도 충분히 있을 것으로 보인다.

**PBV를 활용한  
부동산(不動産)의  
가동산(可動産)화**

HI-FO 는 지난 「Monet Technologies - 모빌리티 변화에 맞서는 일본연합」 자료를 통해 e-Palette 를 활용한 부동산(不動産)의 가동산(可動産)화 개념을 소개한 바 있다. Toyota 의 EV 플랫폼인 e-TNGA 기반으로 제작될 가능성이 높으며, 플랫폼 위에 상황과 용도에 따라 적합한 카트리지를 탈부착하는 방식으로 부동산(不動産)에 묶여있던 서비스를 가동산(可動産)화한다는 것이 골자다. 현대자동차도 S-Hub 에 카페, 병원 등의 서비스를 입힌 S-Link 를 도킹 스테이션에 연결해두었다가 승객의 필요에 따라 S-Link 에 탑승한 채 이동하면서 서비스를 받아볼 수 있게 하려는 그림을 그리고 있다.

S-Hub 는 eVTOL 이 한 대만 이착륙할 수 있는 작은 구조물이기에 넓은 부지를 확보하기 어려운 국내 도시 환경에 설치되기 유용하다는 장점이 있으나, 지금까지 출시된 대부분의 Vertiport 컨셉들이 다수의 eVTOL 을 동시에 수용하여 부지 활용도를 최대한 끌어올리는 방향으로 설계되었다는 점에서는 분명 차이점이 있다. S-Hub Skyport 라는 대형 S-Hub 컨셉도 간단하게 공개되었으나 PBV 와 연계되는 형태의 설계는 아닌 것으로 보인다. 현재 현대자동차는 UAM 사업부를 신설하여 본격적으로 인재 영입하고 있는 단계이므로 추후 어떤 형태로 S-Hub 의 컨셉이 구체화 되어갈 것인지 지켜볼 필요가 있다.

그림87. 현대자동차의 미래 모빌리티 비전



자료: 현대자동차, 하이투자증권 리서치본부

그림88. 현대자동차의 스마트 모빌리티 솔루션 개념도



자료: 현대자동차, 하이투자증권 리서치본부

그림89. S-Hub Skyport 와 S-Hub



자료: 현대자동차, 하이투자증권 리서치본부

그림90. 모빌리티 환승 거점인 Hub의 컨셉: S-Hub



자료: 현대자동차, 하이투자증권 리서치본부

다양한 플레이어들이 Vertiport 에 대한 참신한 아이디어를 내놓고 있으나 냉정하게 아직은 현실성이 떨어지는, 말그대로 아이디어 정도에 머물러 있는 것 같기도 하다. 이에 우리는 어떻게 Vertiport 가 우리 주변에서 구축되어 갈 것인가에 대해 조금은 더 현실적으로 고민해볼 필요가 있다. 분명 제약사항들이 따를 것이기 때문이다.

(4) Heliport

UAM 산업에서 기존 Heliport 활용의 한계점

eVTOL 은 수직이착륙을 하기 때문에 별도의 활주로가 필요 없다는 점에서 전통적인 헬리콥터와 유사하다. 그렇다면 혹시 추가적인 인프라 구축 없이도 헬리콥터의 수직이착륙을 위해 기존에 설치되어 있던 Heliport 를 UAM 생태계에서 활용할 수는 없을까?

결론적으로 현재로서는 UAM 업계에서 기존의 Heliport 를 적극적으로 활용함에 있어서 제약사항이 많이 따를 것으로 보인다. 현재 미국 전역에는 약 5,800 개의 Heliport 가 설치되어 있다. 그 중 1%만 정부 자금인 Airport Improvement Program(AIP) 으로부터 펀딩 받아 건설되었기에 공공시설로 분류되어 있으며 이들은 연방항공청의 가이드라인을 따를 의무가 있다. 그러나 나머지 99%의 Heliport 는 사설이기 때문에 소유주가 모두 다르므로 Uber Elevate 와 같은 UAM 사업자들이 연방항공청이라는 공식 채널을 통해 기존 Heliport 에 대한 이용 권한을 획득하기가 사실상 불가능한 구조다.

물론 각 소유주와 접촉하여 Heliport 를 이용하기 위한 협의를 진행할 수도 있을 것이다. 하지만 UAM 업계는 이제 막 태동하는 UAM 생태계를 지속적으로 확장시켜 나가기 위해서 규제기관의 감독 영역에서 벗어나는 움직임을 최대한 피하고 싶을 것이다. Uber Elevate 역시 연방항공청과 우호적인 관계를 유지하고자 굉장히 노력하고 있으며, Skyport 를 비롯해 Uber Air 서비스에서 이용될 Vertiport 는 가능하다면 연방항공청 감독 하에 돕으로써 UAM 이 대중교통 수단으로 성공적으로 정착하는 데 최대한 포커스를 둘 것이다.

### 국가마다 다른 Heliport 보유 환경

반면 VoloPort 설계에 참가한 영국의 Skyports 는 추후 Vertiport 사업을 위해 런던 시내 15 개 빌딩의 옥상에 대한 이용 권한을 획득했다. 과거에 Heliport 설치에 위해 대부분의 고층 빌딩 옥상이 평평하게 지어졌던 미국과는 달리, 영국의 많은 고층 빌딩들은 평평한 옥상을 가지고 있지 않아 추후 Vertiport 를 위한 부지 확보에 어려움을 겪을 수 있기 때문이다. 놀랍게도 현재 런던에서는 단 1 개의 Heliport 만 운영 중에 있으며, 이는 세계적인 대도시에서조차도 기존 Heliport 를 활용한 UAM 생태계 확장 여건이 마련되어 있지 않음을 확인할 수 있는 사례다.

그림91. 템스강변에 위치한 런던 유일의 Heliport



자료: London Heliport, 하이투자증권 리서치본부

그림92. 런던 2026년 스카이라인 예상도



자료: 해외 언론, 하이투자증권 리서치본부

### H 마크가 그려져있다고 모두 Heliport 는 아니다

국내의 경우, 현재 서울지방항공청의 관할 하에 있으며 공식적인 Heliport 로 인정 받고 있는 곳은 현재 서울에 단 10 군데뿐이다. 우리가 흔히 고층빌딩 옥상 등에서 볼 수 있는 H 표기가 되어 있는 공간은 건축법 시행령 제 40 조 3 항 ‘층수가 11 층 이상인 건축물로서 11 층 이상인 층의 바닥면적의 합계가 1 만 제곱미터 이상인 건축물의 옥상에는 다음 각 호의 구분에 따른 공간을 확보하여야 한다’에 따라 마련된 공간이며, 서울지방항공청에 의해 공식적으로 Heliport 로 인정 받고 있지는 못하다.

현재 Heliport 로 공식적인 인정을 받지 못하고 있는 공간에서의 헬리콥터 이착륙은 의료헬기, 군용헬기, 경찰헬기, 소방헬기 등의 긴급항공기 이착륙 건을 제외한 모든 건에 대해 서울지방항공청에게 사전에 장외이착륙 허가를 받아야 한다. 다만 Uber 의 Skyport 를 비롯한 대부분의 Vertiport 컨셉들이 빌딩을 비롯한 구조물 옥상을 활용하는 아이디어를 제시하고 있는데, 문제는 서울지방항공청에서 도심 빌딩 옥상에 대한 장외이착륙 허가를 내 준 사례가 없다는 것이다. 헬기 하중에 따른 빌딩 파손 사고 위험, 소음에 따른 민원 등으로 항공청, 건물주, 파일럿 모두에게 리스크가 수반되기 때문이다.

### K-UAM 로드맵에서 확인된 기존 헬기장 활용 의지

따라서 기존의 Heliport 를 활용하지 않으며 Vertiport 를 설치하려는 국내 사업자들에게는 추후 운영에 있어 장외이착륙 허가라는 장애물을 맞닥뜨리게 될 수 있다. 다만 ‘20 년 6 월 4 일에 국토교통부에서 발표한 K-UAM 로드맵 관련 보도자료에 ‘대규모 자본이 요구되는 도심항공교통용 터미널(Vertiport) 구축에는 민간자본 조달 구축을 우선으로 추진하며, 기존 빌딩옥상에 구축돼있고 기존에 적합한 헬리패드 활용도 병행해나간다.’라는 문구가 삽입되었다. 이에 따라, 10 개의 Heliport 이외에도 전국 각지에서 활용되고 있지 못하는 Helipad(보통 빌딩 옥상에 설치되며, Heliport 처럼 상설 관제소나 연료 및 서비스 설비를 갖추지 않고 이착륙장의 구실만 함)에 대한 장외이착륙 허가 기준 완화를 기대볼 수 있게 됐다.

서울시 소재 10 개의 Heliport 는 여의도, 서초, 양재 등 서울 주요 지역에 입지해있다는 장점이 있으나 대부분 대학병원, 대기업 사옥에 위치해 있다. 따라서 불특정 다수의 시민이 UAM 이용 차원에서 빌딩에 자유롭게 드나들기에는 Heliport 소유자 입장에서 안전 및 보안 문제에 부딪히게 될 가능성이 크다. Heliport 소유자의 의지에 따라 옥상으로 향하는 별도의 출입구를 마련할 수도 있겠으나, 지상 교통 수단과의 연계가 핵심인 UAM 사업 특성에 적합한 구조로 빌딩 개조 및 주변 일대 재정비까지도 고려할 필요가 있다.

그림93. 여의도 하이투자증권 본사빌딩 주변의 빌딩옥상에도 다수 설치되어 있는 Helipad



자료: 네이버지도, 하이투자증권 리서치본부

그림94. 서울지방항공청 관할 서울시 소재 헬기장(Heliport)은 총 10개

명칭	주소	설치허가일	소유자	좌표	착륙대	패드
잠실헬기장	서울 송파구 잠실동 1-1번지	92.12.26	서울지방항공청	N 37° 30' 59.250" E127° 04' 27.477"	50m×50m	20m×20m
삼성의료원 헬기장	서울 강남구 일원동 37-2번지 (삼성의료원 본관 옥상)	95.06.13	삼성의료원	N 37° 29' 06.840" E127° 05' 14.797"	22.5m×18.8m	22.5m×18.8m
한국방송공사 헬기장	서울 영등포구 여의도동 18(KBS본관 옥상)	95.04.20	한국방송공사	N 37° 31' 16" E126° 55' 07"	22m×22m	19m×19m
중지도헬기장	서울 용산구 이촌동 중지도(한강대교)	96.05.20	서울지방항공청	N 37° 30' 49.454" E126° 57' 49.332"	25m×25m	25m×25m
서초동 복합 빌딩 헬기장	서울 서초구 서초동 1320-1번지	07.10.15	삼성전자(주)	N 37° 29' 38.05" E127° 01' 44.44"	25.5m×24.0m	25.5m×24.0m
현대자동차 본사 옥상헬기장	서울시 서초구 양재동 231번지	13.4.9.	현대차(주) 대표이사	N 37° 27' 52.94813" E 127° 02' 35.31451"	19.50m×22.5m	-
LG트윈타워 옥상헬기장 (동관)	서울시 영등포구 여의도동 20번지	13.6.14.	(주)LG	N 37° 31' 31.30" E 126° 55' 54.61"	19.1m×22.1m	19.20m×16.1m
LG트윈타워 옥상헬기장 (서관)	서울시 영등포구 여의도동 20번지	13.6.14.	(주)LG	N 37° 31' 29.79" E 126° 55' 50.81"	19.1m×22.1m	19.20m×16.1m
LG사이언스파크 옥상헬기장	서울시 강서구 마곡동 770-1번지	17.1.16.	LG전자(주)	N 37° 33' 49.17" E 126° 49' 52.62"	35.2m×35.2m	19.2m×19.2m
이화여자대학교 제2부속병원 옥상헬기장	서울특별시 강서구 내발산동 157 일원 E1블록	17.4.12.	이화의대부속 목동병원	N 37° 33' 25.58" E 126° 50' 10.30"	27.2m×27.2m	15m×15m

자료: 서울지방항공청, 하이투자증권 리서치본부

주: '19년 12월 31일 기준



### (5) 現 Vertiport 컨셉의 근본적인 한계점

지금까지 다양한 컨셉의 Vertiport 설계안이 공개되었으나 앞으로도 많은 플레이어들이 시장에 뛰어들 것이다. eVTOL 개발 및 생산에 나선 업체들은 다수인 반면 Vertiport 는 비교적 블루오션이기 때문이다. eVTOL 은 UAM 생태계의 한 구성요소일 뿐, eVTOL 만으로는 생태계가 제대로 자리 잡을 수 없기에 다수의 시장참여자 간의 Vertiport 에 대한 논의가 보다 활발해져야 한다.

신규 인프라는 단시간 내에 구축될 수 없는 성질의 것이며, 한 번 구축이 되기 시작하면 전환비용에 천문학적인 돈이 들어가게 되기 때문에 시작부터 최대한 완벽하게 검토 및 협의를 마친 후 삼을 떠야만 한다. 이러한 한계점에도 불구하고 현 단계에서의 Vertiport 에 대한 다양한 아이디어 개진은 UAM 생태계가 기존 인프라에 어떻게 효율적으로 녹아들 수 있을지에 대한 논의에 활기를 불어넣는다는 측면에서 의미가 크다.

UAM 규제가 완벽히  
마련되어 있지 않은  
상황에서의  
Vertiport 설계

가능성이 많지는 않겠지만, 지금까지 공개된 Vertiport 컨셉들이 원점으로 돌아가는 리스크도 배제할 수는 없다. 자동차가 있어야 주차장도 만들 수 있는 법이다. 주차장이라는 인프라가 만들어질 수 있었던 것은 자동차 규격이 법제화 되어 주차공간의 표준화가 가능했기 때문이다. 그러나 Vertiport 에 이착륙할 UAM 에 대한 규격, 소재, 출력, 무게, 소음 등 무엇 하나 규정이 마련되어 있지 않은 상태에서 고안된 지금까지의 Vertiport 컨셉은 UAM 규정이 마련되어감에 따라 사실상 언제든 백지화 될 수 있는 리스크를 안고 있다.

표준화, 유동인구, 접근성,  
안전성 등의 다양한  
요소가 고려되어야 함

결국 Vertiport 도 주차장과 같이 표준화가 가능해져야 적합한 부동산을 선정하여 공사에 착수할 수 있을 것이다. 이를 위한 선결 조건으로는 향후에 큰 시행착오가 뒤따르지 않을 만한 신뢰도 높은 UAM 규정 마련이 필요할 것이다. 또한, 부동산 선정에는 유동인구, 접근성, 안전성 등의 요소들도 고려돼야 할 것이다. K-UAM 로드맵에 첨부된 ‘수도권 지역 실증노선(안)’을 살펴보면 Vertiport 서울 시내 후보지로 청량리역, 코엑스 등이 거론된 이유 역시 위 요소들이 충족되기 때문일 것이라는 판단이다. 특히 UAM 은 한강 수상택시와 같이 새로운 길이 열렸음에도 접근성이 떨어져 이용률이 저조한 교통수단으로 인식되어서는 안 될 것이다.

마침 최근 청주, 대구 등 전국 각지의 지방정부에서 UAM 특화단지 를 유치하기 위해 움직이고 있는 것으로 알려져 있다. 국내 기업들의 UAM 향 개발 및 투자를 유도하기 위해 국토교통부를 비롯한 중앙정부, 지방정부, 국가연구기관 등이 Vertiport 리스크 해소에 적극적으로 나서줘야 할 때다.

## 6. UAM 업계가 넘어야 할 산: 정부 규제

서울시민들은  
비행금지구역,  
비행제한구역  
아래에서 살고 있다

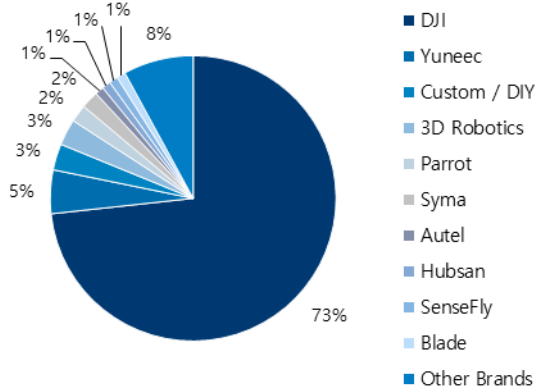
UAM 업계가 주 타겟으로 삼고 있는 지역인 대도시권역을 생활권으로 두고 있는 사람들에게 일상생활에서 비행체를 접한다는 일은 생각보다 익숙하지 않은 일이다. 서울시를 예로 들어보자면, 국내 항공법 상 서울시의 대부분은 비행금지구역 혹은 비행제한구역으로 지정되어 있다. 그런 서울시의 거주지구 혹은 업무지구에서 배달용 드론과 사람을 태운 무인 자율비행체가 우리들의 머리 위로 실재 없이 날아다닌다고 상상해보자. 이는 분명 사회적으로 수용(Social Acceptance)되기까지 시간이 걸릴 것이며, 시민들의 안전을 보장하기 위한 각종 규제가 사전에 정비되어야 함은 물론일 것이다. UAM 시장에 출사표를 던진 대표 국가들의 규제 현황을 정리해보자.

### (1) 미국: 드론 시장에서의 실수를 되풀이 하지 않으려는 의지

UAM 시장에서의  
주도권을 가져가려는 미국

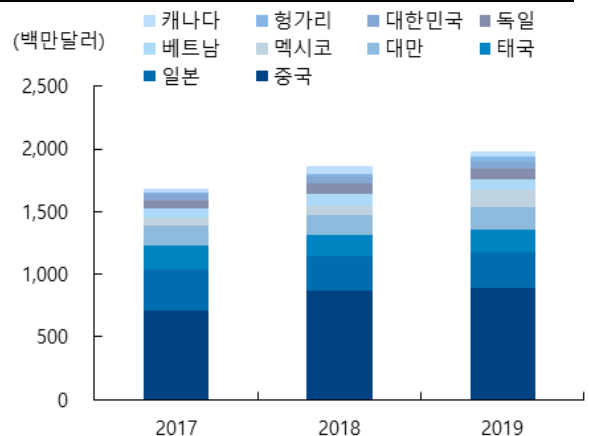
미국 교통부(The Department of Transportation, DOT) 산하에 있는 연방항공청(Federal Aviation Administration, FAA)은 미국 내 공역 이용에 대한 결정 권한을 쥐고 있는 조직이다. 이 연방항공청이 대내외적으로 UAM 시장에서 글로벌 리더 자리를 선점하겠다는 의지를 표명하고 있다. 무인비행체를 관제하는 시스템인 UAS(Unmanned Aerial System) 기술 개발에 적극적이지 않았던 미국은 상업용 드론 시장의 주도권을 일찍이 DJI 로 대표되는 중국에게 넘겨주게 되었고, 현재까지도 그 격차를 좁히고 있지 못하고 있다. 따라서 최근 연방항공청의 행보는 UAM 시장만큼은 어떻게든 미국에서 태동할 수 있게끔 하여 국제 표준 제정의 주도권을 쥐겠다는 의지로 해석된다.

그림95. 상업용 드론 글로벌 시장 업체별 점유율



자료: Skylogic Research, 하이투자증권 리서치본부  
주: '18년 기준

그림96. '17년~'19년 미국 전체 드론 시장 국가별 수입액



자료: Global Trade Atlas, 하이투자증권 리서치본부

규제당국은 규제를 통해 안전을 확보하는 것을 최우선 과제로 삼는다. 이러한 특징을 감안했을 때, UAM 산업성장에 걸림돌이 되는 규제들에 대한 빠른 개혁을 약속하고 있는 연방항공청의 행보는 가히 파격적이라고도 할 수 있다. 30~40 년 전의 연방항공청이었다면 새로운 규제안 합의에 도달하기까지 5~6 년이 걸리고는 했겠지만 과거와 같이 과도하게 보수적인 규제당국의 태도는 오늘날에 더 이상 적합하지 않다는 것이 현재 연방항공청의 공식 입장이기도 하다.

그러나 여전히 대원칙인 ‘안전 확보’와는 타협 할 수 없기에 연방항공청은 UAM 산업에 필요한 규제 개혁에 3 단계의 접근 방식을 택했다. 바로 ‘Crawl, Walk, Run’ 이다. 현재는 가장 첫 단계인 ‘Crawl’ 단계이며, 연방항공청은 현 단계에서 시간 단축을 하기 위해 데이터에 기반한 빠른 의사결정을 하는 조직으로 거듭나고자 하고 있다.

데이터에 기반한 빠른 의사결정이란 무엇인지 풀어서 설명해보자면, UAM 산업을 위한 법안이 모두 마련되기까지 기다리지 않고 기존 항공법에서 허락하는 범주 내에서 사업자들에게 기체 운항을 먼저 허용하겠다는 뜻이다. 아무래도 사업자 입장에서는 운신의 폭이 매우 제한적이겠지만, 시장에 먼저 진입하여 정부에게 초기 시장참여자로서의 포지션을 어필할 수 있다는 장점이 있으며 규제 기관은 사업자들의 운영 과정에서 추출한 데이터를 기반으로 산업 성장에 필요한 규제의 제정 및 개혁을 동시에 진행해 나가기에 시간을 아낄 수 있게 된다.

**NASA의 AAM National Campaign은 민간 협업 대규모 UAM 프로젝트**

대표적인 예로, 미국에서 현재 진행되고 있는 UAM 민간 협업 프로젝트인 AAM National Campaign 이 있다. 미국항공우주국(The National Aeronautics and Space Administration, NASA)의 주관 하에 UAM Grand Challenge 라는 이름으로 시작되었던 이 프로젝트는 최근 미국항공우주국이 UAM 을 포괄하는 상위의 개념인 AAM(Advanced Aerial Mobility)을 공식적으로 도입하기로 결정하면서 ‘20 년 3 월부로 프로젝트명이 공식적으로 변경되었다. 이 프로젝트에 총 3 개 분야에 17 개의 민간기업이 선정되어 미국항공우주국과 함께 연구를 진행하게 되었다.

미국에서는 물론 국제적으로도 아직 UAM 에 대한 구체적인 규정과 표준이 마련되어 있지 않은 상황인 만큼 기업들은 다양한 형태의 기체와 항공관제 기술을 선보이고 있다. 미국항공우주국은 이들과 함께 각종 시나리오를 테스트해보며 규제안 마련에 도움이 될만한 의미 있는 데이터를 추출해내어 연방항공청에게 전달할 것으로 보인다. 아직 초기단계인 만큼 안전사고 리스크를 최소화하기 위해 모하비 사막에 위치한 미국항공우주국 소속 Neil A. Armstrong Flight Research Center 를 베이스로 두고 프로젝트가 진행될 것이다. 이 과정이 바로 그들이 말하는 ‘Crawl’이다.

그림97. 미국 연방항공청이 UAM 산업 성장에 필요한 규제 개혁에 접목하고 있는 Crawl, Walk, Run Approach



자료: 하이투자증권 리서치본부

그림98. NASA가 주관하는 AAM National Campaign에 선정된 17개 민간 기업

분야	기업명	소재지
Developmental Flight Testing	Joby Aviation	Santa Cruz, California
Developmental Airspace Simulation	AirMap, Inc.,	Santa Monica, California
	AiRXOS, Part of GE Aviation	Boston, Massachusetts
	ANRA Technologies, Inc.,	Chantilly, Virginia
	ARINC Inc.,	Cedar Rapids, Iowa
	Avison, Inc.,	Santa Monica, California
	Ellis & Associates	Los Angeles, California
	GeoRq LLC	Holladay, Utah
	Metron Aviation, Inc.,	Herndon, Virginia
	OneSky Systems Inc.,	Exton, Pennsylvania
	Uber Technologies, Inc.,	San Francisco, California
	The University of North Texas	Denton, Texas
Vehicle Provider Information Exchange	Bell Textron	Ft. Worth, Texas
	The Boeing Company	Chantilly, Virginia
	NFT Inc.,	Mountain View, California
	Proidentity, LLC	Corrales, New Mexico
	Zeva Inc.,	Spanaway, Washington

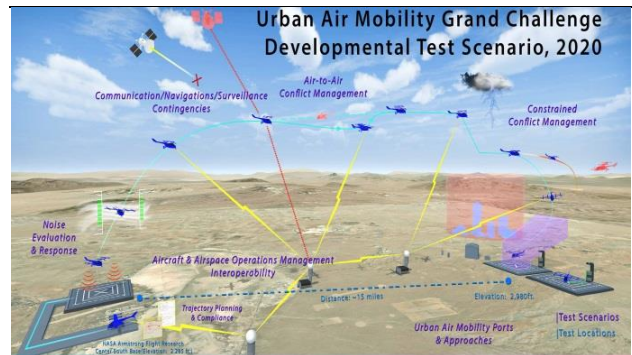
자료: NASA, 하이투자증권 리서치본부

그림99. 미국 내 민간 업체들과 협동하여 UAM 기술 연구개발을 주도하고 있는 미국항공우주국(NASA)



자료: NASA, 하이투자증권 리서치본부

그림100. NASA가 발표한 Grand Challenge Developmental Testing(GC-DT) 2020 시나리오



자료: NASA, 하이투자증권 리서치본부  
주: '20년 3월 기준

UAM 업계의 돌파구인  
Part23 과 Part135

현재 미국 UAM 업계에서 가장 의식하고 있는 항공법은 크게 2 가지가 있으며 모두 미연방규정집 (Code of Federal Regulations, CFR)의 Title 14 - Aeronautics and Space 에 속해 있다. 업계에서는 흔히 CFR Title 14 를 FAR(Federal Aviation Regulations)이라 부르기도 한다. 이 중 기체와 관련된 Part 23, On-Demand 비행사업운영에 관련된 Part 135 를 소개해보고자 한다. 이 항목들은 기존 항공산업에 이미 적용되고 있는 규제들이기에 UAM 역시 예외는 아닐 것이다.

① 14 CFR Part 23: Airworthiness Standards: Normal, Utility, Acrobatic, and Commuter Category Airplanes

감항성(堪航性)  
인증 기준을 제시하는  
14CFR Part 23

Airworthiness 는 국문으로 감항성(堪航性)이라는 항공용어로 번역이 되며, 항공기가 목적지까지 안전하게 비행할 가능성을 뜻한다. 즉, 항공기체 및 관련 부품이 비행 중 정상적인 성능을 유지할 수 있는 안정성과 신뢰성을 갖췄는지 검증 대상이 된다는 뜻이다. 기체 결함으로 인해 대형 인명사고가 발생해 이슈가 됐었던 Boeing 737 MAX 기종 역시 감항성에 문제가 있었던 사례다. 사고 이후 연방항공청은 긴급 감항성 개선 지시서(Emergency Airworthiness Directive)를 발행하기도 했었다.

앞서 언급했듯, 현재 세계 각국의 다양한 UAM 업체들이 선보이고 있는 기체들에게는 아직까지 일관성이 없다. 설계와 운행방식이 모두 제각각이다. 따라서 전통적인 항공기체를 규정하기 위해 쓰여진 Part 23 의 감항성 기준에 완벽하게 부합하는 UAM 기체는 현재로서 없다는 것이 연방항공청의 설명이다.

Part23 감항성 인증 통과  
가능성이 높은  
eVTOL 타입의 UAM

다만, 연방항공청에 따르면 현재까지 개발된 다양한 기체 타입 중 eVTOL 에 한정 지을 경우 이미 Part 23 의 약 85% 수준까지 부합하는 것으로 알려져 있다. '19년 12월 나스닥에 상장한 중국 업체 EHang, 미국항공우주국 AAM National Campaign 의 Developmental Flight Testing 업체로 선정된 Joby Aviation, 현대자동차가 Uber Air 를 위해 양산 준비 중인 S-A1 등 최근 UAM 시장에서 주목 받고 있는 대표 업체들이 eVTOL 을 채택하고 있다는 점을 우연의 일치라고 보기 어려운 이유이기도 하다.

이미 업계에서는 eVTOL 로 하드웨어 타입이 스탠다드로 수렴하는 양상을 보이고 있기 때문에 미국항공우주국 AAM National Campaign 에서도 어떤 하드웨어 타입이 보다 우월한지 기술 그 자체에 대한 검증을 실시하기보다는, 해당 기술들을 활용하려는 사업자들(Operator)에게 어떻게 사업을 운영해야 하는 지 통합 가이드라인을 제시하기 위한 측면의 연구 위주로 진행될 것으로 추측해볼 수 있다.

② 14 CFR Part 135: Air Carrier and Operator Certification

사업 운영권에 대해  
명시하고 있는  
14 CFR Part 135

미국 UAM 업계는 Part 135 를 Part 23 보다 더 까다로운 규정이라고 받아들이고 있는 듯 하다. 규정에 맞는 기체를 개발하기까지 성공하더라도 해당 기체를 활용하여 제도권 안에서 모빌리티 사업을 운영할 수 있는 자격을 갖춘다는 것은 또 다른 문제이기 때문이다.

기체 인증과 사업 운영  
준비를 동시에 준비하고  
있는 Joby Aviation

Part 135 는 On-Demand 및 통근용 비행기 운행에 대한 가이드라인을 제시하고 있다. 탑승객 수, 운항횟수, 파일럿 자격, 보험 등 Operator 가 지켜야 할 항목들을 구체적으로 명시하고 있는데 이는 사업 노하우 및 자원을 보유하고 있는 전통 항공업계 업체가 아니라면 단시간 내에 갖추 수 있는 요소들은 아닐 것이다.

단적인 예로, 전세계적으로 숙련된 파일럿 공급이 부족한 상황에서 Part 135 는 연방항공청의 Operations Specification(OpSpec) A040 에 등록된 검증된 파일럿을 확보하기를 요구하고 있는데 신생 UAM 업체들이 이 조건에 부응하기란 분명 순조롭지 않을 것이다. Joby Aviation 의 경우, 하드웨어 디자인에 대한 연방항공청의 인증이 오래 걸릴 것에 대비하여 Part 135 인증요건을 충족하는 작업도 현재 동시에 진행 중이다. 하드웨어 인증이 마무리 되는 시점에 사업 운영에 대한 준비가 미리 되어 있지 않다면 수많은 경쟁업체들에게 뒤쳐질 것이 불 보듯 뻔하기 때문일 것이다.

Part 135 인증 취득의  
외주화: Uber Air

Part 135 인증 취득이 의미하는 바는 무엇일까? 이는 미국 정부로부터 Air Carrier Certificate 을 발행 받아 공인된 항공 운송업체로서 영위할 수 있는 모든 법적 권한을 갖추게 됨을 의미한다. 아직 UAM 업계에서는 취득 사례가 없기에 UPS 의 배송 드론 사례를 예로 들어보도록 하겠다. '19 년 10 월에 UPS 는 연방항공청으로부터 Part 135 무인항공기 표준 인증을 취득함으로써 드론을 조종하는 파일럿의 시야 밖(Beyond Visual Line of Sight, BVLOS) 에서도 드론을 운행할 수 있는 자격을 갖추게 됐다. BVLOS 운행 권한은 무인기체의 장거리 비행을 가능하게 하기 때문에 이는 중장기적으로 자율비행을 도입하려는 UAM Operator 들에게도 필수적인 권한이다.

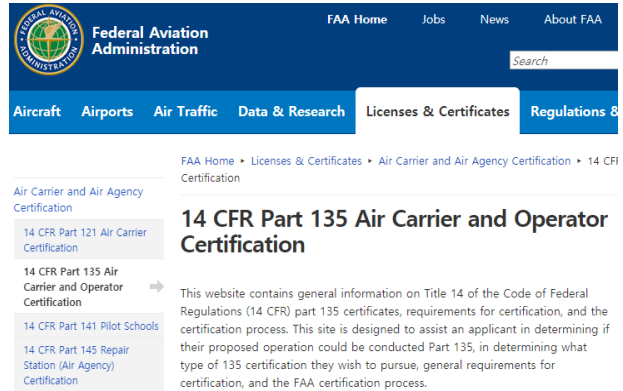
이렇듯 신규 UAM Operator 에게 필요한 Part 135 인증 취득이 쉽지 않다보니, 전략적으로 기체 생산, multimodal 플랫폼 등만 관장하고 실질적인 사업 운영은 외부 파트너사에게 아웃소싱 하려는 시도가 보이고 있다. 바로 Uber Air 의 전략이다. Uber Air 의 Operator 역할을 맡게 될 파트너사는 이에 필요한 모든 인증을 취득하기 위해 부단한 노력을 해야만 할테지만 Uber Air 와 파트너십을 맺을 수 있다면 그 누가 마다하겠는가? Uber 가 현재 모빌리티 시장에서 지니고 있는 유리한 포지션을 십분 발휘한 스마트한 전략으로 보인다.

그림101.14 CFR Part 23



자료: FAA, 하이투자증권 리서치본부

그림102.14 CFR Part 135



자료: FAA, 하이투자증권 리서치본부

### ③ Airspace 101: Rules of the Sky

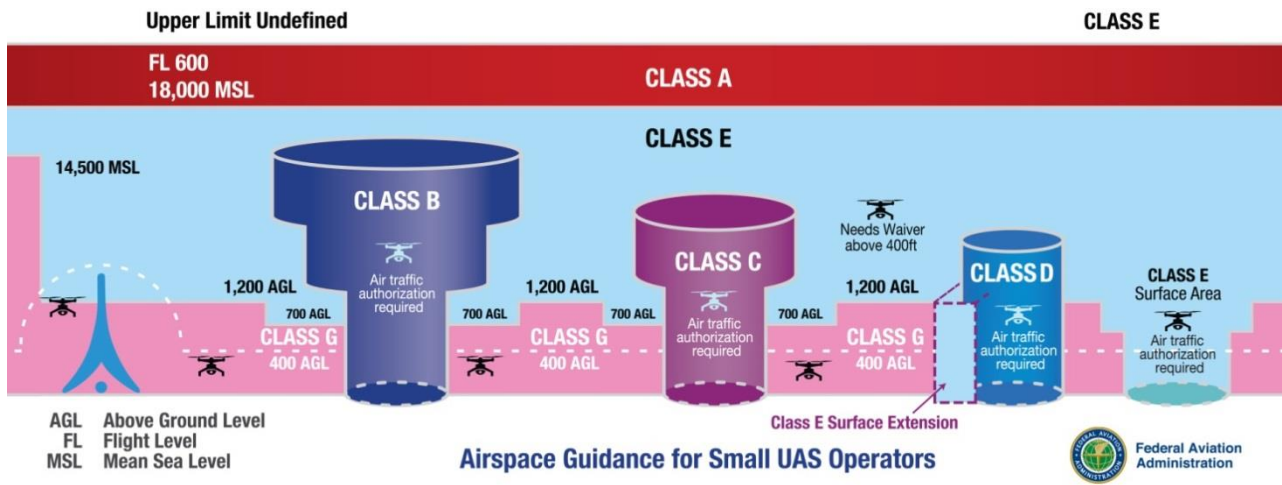
#### 무인비행체, UAM 업계의 속제인 공역 해제 이슈

드론과 같은 소형 무인비행체에 대한 공역 이용 관련 규정은 연방항공청의 Airspace 101 - Rules of the Sky 에서 확인해볼 수 있다. 일반적으로 드론은 비관제공역(Uncontrolled Airspace)의 지상 400 피트(Above Ground Level, AGL) 이하에서만 운행이 가능하다. 상업용 드론이 관제공역 진입을 원할 경우, 사전에 연방항공청의 승인을 득해야만 한다.

공역 이슈는 UAM 업계에게도 앞으로 풀어야 할 숙제가 될 것이다. UAM 시장의 주 타겟이 되는 미국 도심지역의 공역은 주로 CLASS B(CLASS Bravo)에 해당한다. CLASS B 는 항공교통의 관제가 이루어지는 관제공역(Controlled Airspace)에 속하며, 트래픽이 많은 국제공항을 중심으로 설정이 되기 때문에 사전에 관제사로부터 진입이 허용된(Air Traffic Control Clearance, ATC Clearance) 비행기체라도 해당 공역에 진입하는 순간부터 나가는 순간까지의 모든 활동이 관제사에게 모니터링 될 정도로 규제가 엄격하다.

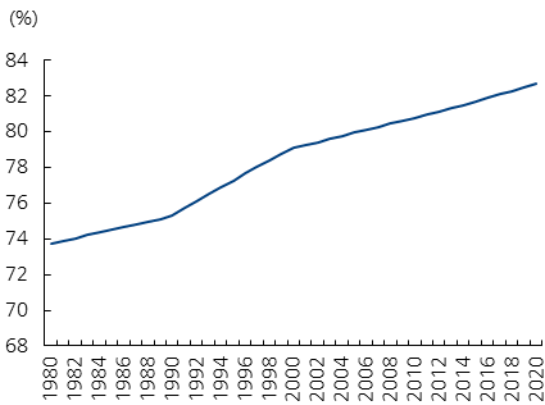
<그림 105>에서 볼 수 있듯, 미국 대도시 중 가장 인구가 많은 뉴욕시(‘20 년 기준 8,622,357 명) 공역의 대부분은 CLASS B 로 뒤덮여 있다. 이와 같이 미국의 대도시들은 일반적으로 국제공항이 주변에 위치해있기 때문에 UAM 시장이 성장함에 있어 기존 CLASS B 공역에 대한 엄격한 규제가 걸림돌이 될 수밖에 없을 것이다. 아직 UAM 항공기의 공역 이용 관련 가이드라인이 규정에 명시되지는 않았으나, 폭발적으로 증가할 도심 항공 교통량을 고려한다면 이는 재정비가 불가피한 규정일 것으로 보인다.

그림103. 연방항공청에서 제공하고 있는 Airspace Guidance for Small UAS Operators



자료: FAA, 하이투자증권 리서치본부

그림104. 미국 전체 인구 대비 도시권역 지역 인구의 비중



자료: Oxford Economics, 하이투자증권 리서치본부

그림105. 뉴욕시의 대부분을 뒤덮고 있는 CLASS B 공역



자료: VFRMap, 하이투자증권 리서치본부

주: 굵은 선은 3개의 뉴욕시 소재 공항을 중심으로 CLASS B 공역의 고도별 영역을 나타냄

(2) 유럽: 미국보다 한 발 앞선 제도 마련

UAM 산업 육성에 적극적으로 나서고 있는 규제 기관으로 현재 미국의 연방항공청과 양대산맥을 이루고 있는 곳은 유럽연합의 유럽항공안전청(European Aviation Safety Agency, EASA)이다. 양 규제기관은 아직까지는 각자 다른 시각으로 UAM 산업에 접근하고 있지만 공식석상에 서로를 초대하여 현황을 공유하는 모습을 보이는 등 함께 협력하려는 움직임을 어느 정도 보여주고 있기도 하다.



미국보다 한 발 앞서  
발표한 SC-VTOL

앞서 연방항공청이 대내외적으로 UAM 시장에서 글로벌 리더 자리를 선점하겠다는 의지를 표명하고 있다고 언급을 했는데, 의외로 가장 발빠르게 UAM 관련 규제를 구체화한 것은 유럽항공안전청이다. '18 년 10 월부터 가안에 대한 코멘트를 수렴한 뒤 '19 년 7 월에 유럽항공안전청은 'Special Condition for Small-Category Vertical Take-Off and Landing (VTOL) Aircraft'를 공표했다. 이는 줄여서 주로 SC-VTOL 로 불리고 있다. 유럽항공안전청의 Special Condition 은 현행 기술기준으로 규정하기 어려운 새로운 형식의 설계에 기반한 항공기를 식별하기 위해 정립되며, 국문으로는 특수기술기준이다. SC-VTOL 은 연방항공청이 UAM 산업에 접근하고자 하는 방식과는 포커스가 사뭇 다르기 때문에 주의 깊게 살펴볼 필요가 있다.

① SC-VTOL: Special Class Aircraft

VTOL 을 향한  
EASA 와 FAA 의  
접근의 차이

가장 큰 차이점은 유럽항공안전청이 VTOL 을 위한 인증기준(Certification Specifications, CS)을 별도로 마련하고자 한다는 것이다. 앞으로 유럽에서 운영될 VTOL 은 어떠한 설계 및 기술이 적용되었든 간에 무차별하게 SC-VTOL 에서 제시하는 Special Class Aircraft 로서의 기술기준을 충족해야만 하게 되었다. 해당 기술기준은 VTOL 의 감항성을 보증하기 위해 Normal Category Rotorcraft 에 대한 인증기준을 명시한 CS-27 과 Normal Category Airplanes 에 대한 인증기준을 명시한 CS-23 을 종합하여 만들어졌으며 이는 VTOL 의 Design Assurance Level(DAL)의 판단 기준이 될 것으로 알려졌다.

반면 연방항공청은 VTOL 에 대한 인증기준을 따로 마련하지 않고 기존의 인증기준을 최대한 활용하는 쪽으로 방향을 잡고 있다. 물론 VTOL 의 특징에 Normal Category Rotorcraft 와 Normal Category Airplanes 가 혼합되어 있다는 점에서는 유럽항공안전청과 입장이 같지만, 그럼에도 여전히 VTOL 을 전통적인 Rotorcraft 에서 파생된 갈래 중 하나인 Special Class Rotorcraft 로 보고 있다.

따라서 연방항공청은 유럽항공안전청과는 달리 VTOL 인증기준을 별도로 마련하지 않고 기존 항공법에 존재하던 규정인 Part 21 또는 Part 27 을 활용하게 될 것으로 보인다. 다만 연방항공청에 따르면 Part 27 을 Special Class Rotorcraft 에 적용하기에는 Normal Category Rotorcraft 를 규정하는 Part 27 요구사항의 약 60% 정도밖에 부합하지 못하고 있어 규정을 대거 수정해야 하는 문제가 발생하기 때문에 효율성을 추구하고자 Part 21 의 21.17 (b)가 적용될 수 있도록 가닥이 잡히고 있다고 한다.

§ 21.17 *Designation of applicable regulations.*

(a) *Except as provided in §§ 25.2, 27.2, 29.2, and in parts 26, 34, and 36 of this subchapter, an applicant for a type certificate must show that the aircraft, aircraft engine, or propeller concerned meets -*

(1) *The applicable requirements of this subchapter that are effective on the date of application for that certificate unless -*

(i) *Otherwise specified by the FAA; or*

(ii) *Compliance with later effective amendments is elected or required under this section; and*

(2) *Any special conditions prescribed by the FAA.*

(b) *For special classes of aircraft, including the engines and propellers installed thereon (e.g., gliders, airships, and other nonconventional aircraft), for which airworthiness standards have not been issued under this subchapter, the applicable requirements will be the portions of those other airworthiness requirements contained in Parts 23, 25, 27, 29, 31, 33, and 35 found by the FAA to be appropriate for the aircraft and applicable to a specific type design, or such airworthiness criteria as the FAA may find provide an equivalent level of safety to those parts.*

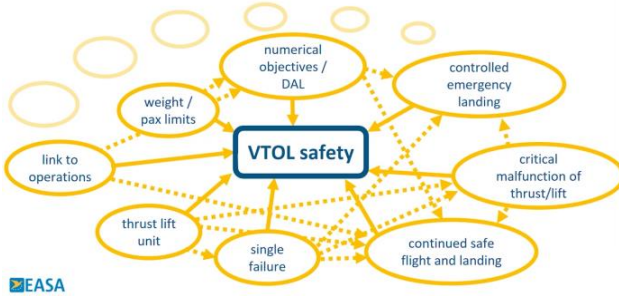
§ 27.1 *Applicability.*

(a) *This part prescribes airworthiness standards for the issue of type certificates, and changes to those certificates, for normal category rotorcraft with maximum weights of 7,000 pounds or less and nine or less passenger seats.*

(b) *Each person who applies under Part 21 for such a certificate or change must show compliance with the applicable requirements of this part.*

그림106. VTOL Safety 를 위해 유럽항공안전청이 고려하는 요소들

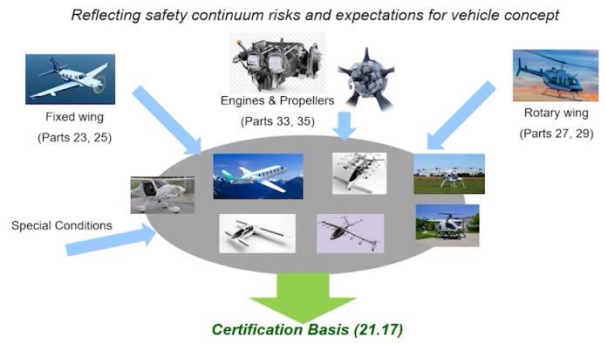
SC VTOL construction



자료: EASA, 하이투자증권 리서치본부

그림107. 연방항공청에서 VTOL 인증기준 정립에 활용하고자 논의 중인 Part 21 의 21.17

Certification Requirements Will Be Tailored for the Specific Application



자료: FAA, 하이투자증권 리서치본부

앞서 연방항공청은 UAM 산업을 위한 법안이 모두 마련되기까지 기다리지 않고 기존 항공법에서 허락하는 범주 내에서 사업자들에게 운영을 먼저 허용한 뒤 필요한 규정을 적절하게 만들어나가는 이른바 데이터에 기반한 빠른 의사결정 전략을 선택했다고 소개한 바가 있다. 이는 Top-down 전략이라고 볼 수 있겠다. 반면 유럽항공안전청은 처음부터 관련 규정을 최대한 마련한 뒤 이를 충족하는 플레이어들만 시장에 입장시킴으로써, 어느 정도의 비효율성이 동반되더라도 안전 사고 리스크 최소화 에 포커스를 두는 Bottom-up 전략을 취하고 있다.

이러한 유럽항공안전청의 접근 방식에 우려를 표하는 목소리도 분명 있다. 유럽항공안전청이 실증 사례를 충분히 고려치 않은 채로 UAM 산업에 너무 보수적으로 접근하고 있는 나머지, 업계에서 수용하기 어려울 정도의 Safety Level 을 요구하고 있다는 것이다. 이어지는 ② SC-VTOL: Category Basic, Category Enhanced 에서 관련 내용을 다루어보도록 하겠다.

## Basic 과 Enhanced 의 2 가지 분류

### ② SC-VTOL: Category Basic, Category Enhanced

SC-VTOL 의 핵심은 VTOL 을 2 가지의 카테고리로 분류했다는 점에 있다. VTOL 은 운행되는 용도와 지역에 따라 Basic 혹은 Enhanced 로 카테고리가 나뉘게 되는데, 이름에서도 알 수 있듯 Category Enhanced 에서는 보다 높은 수준의 Safety Level 을 요구하고 있다. 업계에서 요건 충족에 어려움을 호소하고 있는 부분도 바로 Category Enhanced 에 기인한다.

Category Basic 은 CS-23(Certification Specifications for Normal-Category Aeroplanes)에 기반하고 있으며, VTOL 에 적용되는 Fly-by-Wire(FbW) 방식으로 인해 CS-23 보다는 조금 더 강화된 Safety Level 을 요구하고 있다. Category Basic 은 VTOL 이 인적이 드문 곳에서 비상업적인 용도로 운행이 될 때 적용된다. Category Enhanced 는 CS-27(Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Small Rotorcraft)의 Category A Helicopter 와 CS-23 의 Level 4 aircraft 에 기반하고 있으며, 인구가 밀집된 지역에서 상업적으로 운행이 될 때 적용된다. 즉, 유럽 UAM 산업은 주로 Category Enhanced 영향을 받게 될 것이다.

#### *CS 23.2000 Applicability and definitions*

*(a) This Certification Specification prescribes airworthiness standards for the issuance of type certificates, and changes to those certificates, for aeroplanes in the normal category.*

*(b) For the purposes of this Certification Specification, the following definition applies:*

*‘Continued safe flight and landing’ means an aeroplane is capable of continued controlled flight and landing, possibly using emergency procedures, without requiring exceptional pilot skill or strength. Upon landing, some aeroplane damage may occur as a result of a failure condition.*

#### *CS 27.1 Applicability*

*(a) These Certification Specifications are applicable to small rotorcraft with maximum weights of 3 175 kg (7 000 lbs) or less and nine or less passenger seats.*

*(b) reserved*

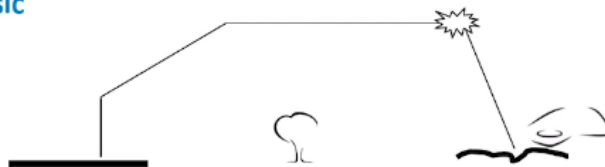
*(c) Multi-engine rotorcraft may be type certificated as Category A provided the requirements referenced in Appendix C are met.*

Category Basic 과 Category Enhanced 의 결정적인 차이점은 항공기에 Failure 가 발생한 비상상황 시에 VTOL 이 감내해낼 수 비행거리에서 비롯한다. 그림 14 에서 볼 수 있듯, Category Basic 은 항공기에 Failure 가 발생했을 때 안전을 위해 바로 긴급 착륙을 해낼 수 있어야 한다. 유럽연방항공청에서는 이를 Controlled Emergency Landing(CEL)이라 부르고 있다. 반면 같은 상황이 Category Enhanced 에서 발생했을 경우, 항공기는 Controlled Emergency Landing 을 실행하는 것이 아니라 기체의 결함을 극복하고 기존 목적지였던 Vertiport 까지 비행을 완수해내거나 더 가까운 Vertiport 를 대체 선정하여 착륙할 수 있어야 한다. Vertiport 가 아닌 곳에 임시로 착륙하는 것은 불가능하다. 이것이 CS-27 의 Continued Safe Flight and Landing(CSFL)의 개념이다.

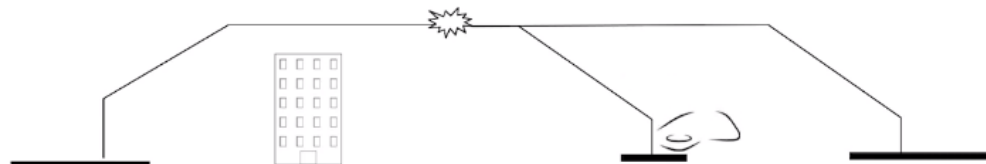
Continued Safe Flight and Landing 이 논란이 되고 있는 이유는, 어떤 비상상황에서도 항공기가 사전에 허용된 특정 지점에만 착륙해야 한다는 엄격한 규정은 기존 유럽 항공법에서는 찾아볼 수 없었기 때문이다. UAM 산업에서는 항공기가 인구 밀집 지역에서 빈번히 운행될 예정인 만큼 유럽항공안전청의 보수적인 접근이 유럽 시민들로부터 사회적 공감을 이끌어내기에 유리할테지만, 유럽 시장을 타겟으로 VTOL 을 설계하는 기업 입장에서는 다소 곤란할 수밖에 없는 규정일 것이다. 유럽 시장이 앞으로 어떻게 이에 대응해나가는지 지켜보도록 하자.

그림108. SC-VTOL 의 핵심으로 꼽히는 Category Basic, Category Enhanced

**category Basic**



**category Enhanced**



자료: EASA, 하이투자증권 리서치본부

③ VTOL.2510: Equipment, Systems, and Installations

VTOL.2510 은 2000 부터 2625 까지 마련되어 있는 SC-VTOL 의 수많은 하위 조항들 중 하나일 뿐이다. 그러나 Category Enhanced 에서 기체의 결함을 극복하고 기존의 목적지 Vertiport 까지 비행을 완수해내거나 보다 가까운 대체 Vertiport 를 선정하여 착륙할 수 있어야 한다는 원칙의 근거가 되기에 의미가 있다.

그림109. SC-VTOL의 조항 2510

**VTOL.2510 Equipment, systems, and installations**

(a) The equipment and systems identified in SC VTOL.2500, considered separately and in relation to other systems, must be designed and installed such that:

- (1) each catastrophic failure condition is extremely improbable and does not result from a single failure;
- (2) each hazardous failure condition is extremely remote; and
- (3) each major failure condition is remote.

(b) The operation of equipment and systems not covered by SC VTOL.2500 must not cause a hazard to the aircraft or its occupants throughout the operating and environmental limits for which the aircraft is certified.

자료: EASA, 하이투자증권 리서치본부

Single Failure 가  
Catastrophic Failure 로  
귀결되어서는 안 된다

항공기는 정비 실수, 조류충돌(Bird Strike), 잘못된 설계, 난기류 등 다양한 원인으로 인해 언제라도 비행 중 기체에 문제가 생겨 예기치 못한 비상상황에 직면할 가능성이 있다. 이 때, 항공기에 발생한 단일고장(Single Failure)이 치명적 고장(Catastrophic Failure)으로 귀결되어서는 안 된다는 것이 VTOL.2510 의 내용이다.

이 역시 CS-23, 27, 29 등 기존 유럽 항공법에서는 요구하지 않았던 안전성 설계 기준이다. 유럽항공안전청은 업계가 VTOL 특유의 디자인을 활용해 VTOL.2510 을 준수할 수 있을 것이라고 여기고 있다. 이는 VTOL 이 전통적인 항공기와는 달리 이륙을 위한 양력 및 추력 유닛을 주로 2 개를 초과하여 설계되기 때문이며, 만약 2 개 이하일 경우에는 VTOL.2510 에 따른 규제 대상에서 제외된다. 양력 및 추력 유닛의 개수가 많아질수록 엔진 결함 등의 이유로 항공기가 추락하는 사고의 위험이 분산된다는 것이 유럽항공안전청의 설명이다.

다만 유럽항공안전청은 미리 준비하면 충분히 대응이 가능하고, 있을 법한 사고 시나리오에 대한 안정성 설계를 요구하는 것이며(Reasonable and Conceivable Failure Modes), 천재지변 등의 이례적인 상황에까지도 대응할 수 있는 안정성 설계를 요구하는 것이 아니라고 못박고 있다.

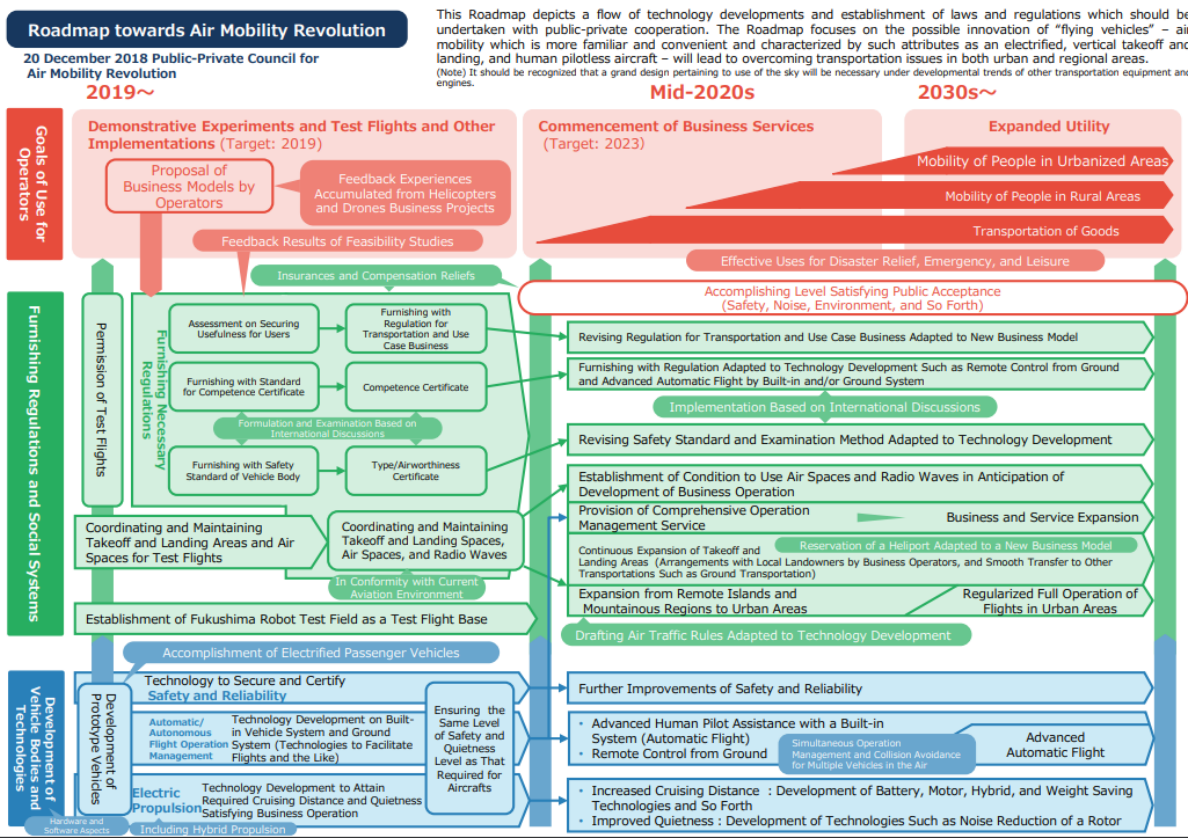
(3) 일본: 조용하게 하지만 빠르게

최초 UAM 민관 협업  
프로젝트는 일본에서

사실 UAM 관련 민관 협업 프로젝트를 가장 먼저 이끌어냈던 국가는 다른 아닌 일본이다. 일본 정부는 가상공간과 물리공간이 통합되는 시스템을 통해 사회적 문제를 해결하고 경제 발전을 도모하는 인간중심의 Society 5.0 을 목표로 투자를 진행하겠다는 未来投資戰略 2018(Future Investment Strategy 2018)에서 MaaS 를 육성하겠다고 이미 밝힌 바 있었다.

이를 기반으로 하여 '18년 8월에 경제산업성(The Ministry of Economy, Trade and Industry, METI)과 국토교통성(Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, MLIT)의 주도로 NEC, Japan Airlines, Uber Japan, Boeing Japan, Cartivator, SkyDrive 및 대학들과 함께 에어 모빌리티 컨퍼런스를 개최했고 '18년 12월에는 로드맵을 구체적으로 제시했다. 로드맵에 따라 '19년 12월에는 SkyDrive가 Toyota사에서 일본 최초로 eVTOL 유인 시험비행을 시작해 '20년 3월에 성공적으로 시험비행을 마무리 짓기도 했다.

그림110. '18년 12월에 경제산업성 & 국토교통성에서 발표한 에어 모빌리티 민관 협력 로드맵



자료: METI, 하이투자증권 리서치본부

그림111. 에어 모빌리티 혁명을 위한 일본 민관협의회 구성원

관(官)	민(民)	
- 경제산업성 제조산업국장【사무국】	지식인	기업·개발자
- 국토교통성 항공국장【사무국】	- 스즈키 신지 도쿄 대학·대학원 교수 (항공기, 무인 항공기)	- Airbus Japan
읍저버	- 나카노 마사루 게이오 대학·대학원 교수 (플라잉카)	- SUBARU
- 총무성 종합통신기반국 전파부	- 가쿠 미노리카와 호세이 대학·대학원 교수 (항공기)	- Bell Helicopter
- 소방청 광역 응원실	- 국립 연구개발법인 우주항공연구개발기구	- Boeing Japan
- 소방청 구급 기획실	- 일반 사단법인 전일본항공사업연합회	- Uber Japan (기체 개발)
- 국토교통성 종합정책국 물류정책과	- 일반 사단법인 일본항공우주공업회	- CARTIVATOR (기체 개발)
- 국토교통성 종합정책국 공공 사업 기획 조정과	- 코타로 치바 Drone Fund 대표파트너 (에어 모빌리티)	- SkyDrive (기체 개발)
- 국토교통성 도시국 도시정책과	서비스 공급 업체	- 가와사키 중공업(기체 개발)
- 국토 교통성 물관리·국토보전국	- ANA Holdings	- 테트라 항공(기체 개발)
- 하천환경과 하천보전기획실	- Japan Airlines	- Temma (기체 개발)
- 국토교통성 도로국 기획과 평가실	- AirX (헬리콥터)	- 일본전기 (기체 개발)
	- Yamato Holdings	- ASCL (산업용 무인 비행기)
	- Rakuten	- 프로 드론 (산업용 무인 비행기)

자료: MLIT, 하이투자증권 리서치본부

하지만 일본 역시 UAM 관련 규정에 있어서는 아직 정리되어야 할 부분들이 많이 남아 있다. 경제산업성은 eVTOL 을 공식적으로 電動垂直離着陸型無操縦者航空機 (전동 수직이착륙형 무조종자 항공기)라 칭하고 있지만 이에 대한 정확한 정의는 내리고 있지 않다. 즉, 미국이나 유럽처럼 eVTOL 을 기존 항공기와 같은 틀 안에서 다룰지 혹은 별도의 카테고리로 다룰지 아직까지는 불명확하다는 뜻이다.

**드론에는 사람이 탑승할 수 없음을 명시하고 있는 일본**

일본에서의 eVTOL 은 궁극적으로 파일럿이 없는 무인 자율비행을 목표로 하겠지만 여전히 전통적 여객기 및 헬리콥터와 같이 승객이 탑승하므로 같은 수준의 감항성을 요구 받게 될 가능성이 높다. 일각에서는 eVTOL 을 ‘드론 택시’라 부르기도 하지만 국토교통성은 Unmanned Aircraft 및 드론에는 사람이 탑승할 수 없음을 명확히 명시하고 있다. 한국의 ‘드론활용 촉진 및 기반조성에 관한 법률’에서 드론을 ‘사람이 탑승하지 아니한 채 항행할 수 있는 비행체’로 정의하고 있는 것과는 분명 차이점이 있다. 한국에서는 비행체에 사람이 탑승해도 여전히 드론의 범주에 들어갈 수 있기 때문이다. 따라서 이는 일본에서 eVTOL 이 드론과 다른 길을 가게 될 것임을 짐작할 수 있는 대목이다.



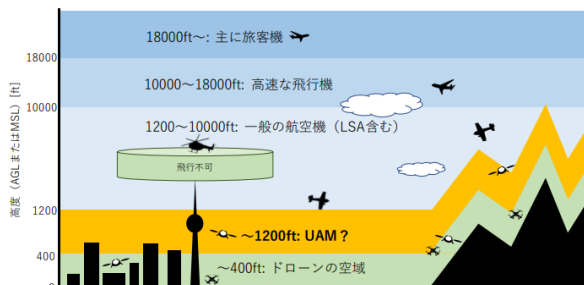
만약 정말로 파일럿이 운행하는 여객기 및 헬리콥터의 감항인증 기준을 eVTOL 에도 적용하게 된다면, 무인 자율비행을 염두에 두고 설계되는 eVTOL 까지 포괄할 수 있는 항공법 개정이 이루어져야 할 것이다. 항공법 개정으로 인해 일본 운수성 항공국(Japan Civil Aviation Bureau, JCAB)의 eVTOL 감항인증 소요시간이 오래 걸릴 것으로 판단 되는 경우 연방항공청 혹은 유럽항공안전청에서 감항성 인증을 받는 방식으로 들여온 UAM 항공기를 일본에서 운영하게 할 가능성도 있다. 일본산 UAM 항공기가 자국 시장에서 자리 잡기 이전에 미국 혹은 유럽에서 감항인증이 완료된 외산 UAM 항공기가 물밑 듯 수입되어 오는 광경이 연출될 수도 있다는 뜻이다.

**감항인증 상호인정으로  
외산 eVTOL 이 쏟아져  
들어올 수 있다**

이는 민간 항공 분야에서 연방항공청과 유럽항공안전청이 일본 운수성 항공국과 맺은 상호항공안전협정 (Bilateral Aviation Safety Agreement, BASA)에 따른 감항인증 상호인정(Mutual Recognition) 덕분에 가능한 시나리오다. 쉽게 말해 비효율성을 방지하고자 협정국의 감항인증 능력에 대한 신뢰를 전제로 자국에서 감항인증을 중복으로 수행하지 않겠다는 것이다. 한국 국토교통부 항공정책실 역시 연방항공청과 상호항공안전협정을 맺고 있다.

앞서 언급했던 민관협의회는 ‘20 년 3 월까지 총 5 차례 소집되었으며 기업체와 대학 연구기관이 정부에 사업 아이디어를 제시하고 제도적 요청사항을 전달하기도 한다. 일례로 SkyDrive 는 민관협의회에서 eVTOL 이 기존 항공기의 범주로 분류될 경우, 현행법 상 드론의 운영고도와 겹치지 않게끔 150 미터 이상에서만 비행이 허용될 것임을 지적했다. 이는 아직 개발 초기 단계에 있는 eVTOL 의 비행 실험을 150 미터 이상의 고도에서만 진행하는 것이 현실적으로 어렵기 때문일 것으로 보인다. 이에 SkyDrive 는 eVTOL 의 150 미터 미만 고도에서의 비행이 필요한 상황에 대비해 5 차 민관협의회에서 규제당국에 가이드라인을 요청한 상태다.

그림112. 일본 운항 기체별 배정 고도 예상도



자료: Hosei University, 하이투자증권 리서치본부

그림113. 일본에서 최초로 eVTOL 유인 비행에 성공한 SkyDrive



자료: SkyDrive, 하이투자증권 리서치본부

#### (4) 한국, 중국: 구체적 산업 가이드라인이 필요한 시점

한·중이 UAM 시장에서 보여주고 있는 공통점은 크게 2 가지가 있다. 첫째, UAM 시장에서 주목 받고 있는 대표기업을 보유하고 있다는 점이다. 한국은 현대자동차, 중국은 EHang 을 꼽을 수 있겠다. 둘째, 민간 기업들이 UAM 에 적극적 투자 의지를 내비치면서 인재를 영입하고 기술을 개발에 박차를 가하고 있음에도 불구하고 UAM 관련 정부규제 논의는 미국, 유럽보다 다소 뒤쳐진 상태이며 민간 기업에 제시하는 정부 차원의 구체적인 산업 가이드라인도 아직 부족하다는 점이다.

##### ① 한국

한국은 국토교통부에서 '19 년 12 월에 배포한 '제 3 차 항공정책기본계획 (2020 ~2024)'에서 최초로 UAM(도심형 항공 모빌리티 혹은 도심형 항공교통)이 등장하기 시작했다. 항공정책기본계획은 항공사업법 제 3 조에 근거하여 항공정책을 향후 5 년 간 어떻게 수립해나갈지에 대한 대략적인 방향성을 보여주고 있다. 위 계획안에서 하이퍼루프, 차량 자율주행과 더불어 UAM 이 제 4 차 산업혁명에 따른 新교통수단으로 언급된 부분은 우선 국내 UAM 시장에 진입하려는 잠재적 플레이어들에게 긍정적인 신호로 해석될 수 있다.

#### K-UAM 로드맵을 통해 UAM 에 우호적인 입장을 내비친 국토교통부

국토교통부는 '20 년 5 월 중으로 드론교통종합로드맵에 UAM 규제 관련 세부계획을 담아 발표할 계획으로 알려져 있었으나, 약간 딜레이 된 '20 년 6 월 4 일에 UAM 만 독립적으로 다룬 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」을 발표했다. 또한 제 3 차 항공정책기본계획에서 '25 년까지 정부 차원의 UAM 시스템을 완성하겠다고 밝힌 만큼 국내 UAM 시장의 빠른 성장을 위해 정부 차원에서 우호적인 환경을 조성해줄 것으로 HI-FO 는 전망을 하고 있었는데, 역시 K-UAM 로드맵에서 보여준 정부의 방향성은 우리 기대치에 어느 정도 부합했다.

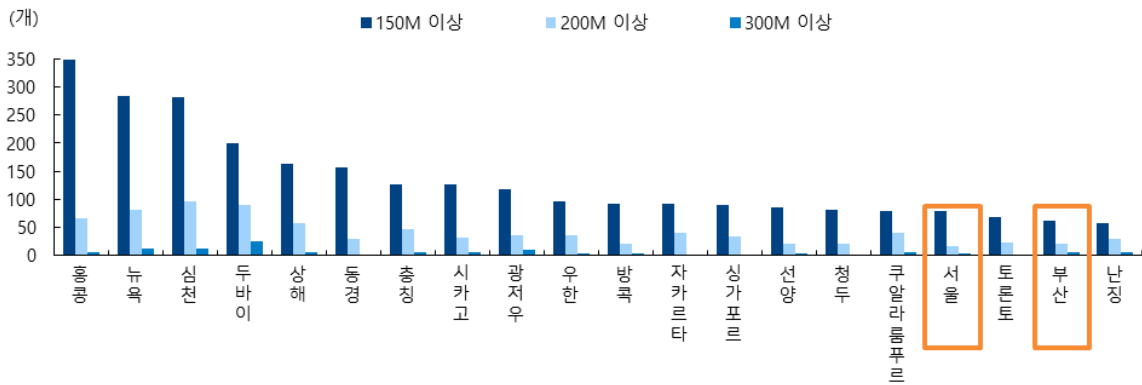
연방항공청의 정책을 전적으로 참고하리라 예상했으나, Uber Elevate 와 연방항공청의 타임라인 대비 약 2~3 년씩 늦게 타겟을 설정하는 유럽항공안전청을 참고한 모습이 일부 엿보이는 등 앞서 UAM 산업을 논의하기 시작한 해외 정부기관들의 사례를 종합적으로 반영하고자 한 것으로 보인다. 물론 국토교통부가 연방항공청이나 유럽항공안전청처럼 구체적인 산업 가이드라인을 제시했다고 보기에는 아직 로드맵에 부족한 점이 보이나, 민간 분야가 어떤 스탠스를 취하는 것이 좋을 지에 대한 힌트는 충분히 줬다는 판단이다.

한국 역시 공역 및 운영고도 관련 이슈가 주요 해결 과제로 떠오를 것이다. 현행법상 국내에서 상업용 드론은 비관제공역인 CLASS G 공역의 고도 150 미터 이하에서만 운용이 가능하다. 미국의 400 피트(약 122 미터)제한보다는 여유가 있지만, UAM 에 적용 되기에는 여전히 턱없이 낮은 고도다. 사람을 태운 UAM 항공기가 안전하게 도심에서 비행을 하기 위해서는 도심의 수많은 고층빌딩을 비롯한 각종 지형지물과의 충돌 가능성이 원천적으로 차단되어야 하기 때문이다.

300 미터~600 미터  
운용고도를  
이용하게 될 UAM

한국항공우주연구원에 따르면 도심에서는 500 미터, 도심 외 지역에서는 산악지형을 고려해 1,200 미터 이하까지 비행할 수 있도록 규제를 완화하는 방안을 검토중인 것으로 알려져 있었다. 그러나 이번 K-UAM 로드맵에서는 기존 드론을 위한 UTM 운용고도였던 150 미터를 300 미터~600 미터까지 상향하여 UAM 에 배정하는 방안을 검토한다고 밝혔다. 다만 300 미터~600 미터 고도 구간에 대한 UAM 운용을 허가하게 된다면 헬리콥터 등 기존 유인 항공기와 운영고도가 겹치게 되는 문제가 발생하기에 UAM 에 향후 무인 자율비행이 적용될 것을 고려하여 기존 항공교통관리(Air Traffic Management, ATM) 체계와 혼선이 생기지 않게끔 기술적으로 준비가 되어야 할 것이다. 이에 저고도 UTM 과 고고도 ATM 을 통합하여 중고도를 담당하는 UATM 의 개념이 새롭게 K-UAM 로드맵에 실렸다.

그림114. 전세계 도시 중 높이 150M 이상 초고층 빌딩 보유 개수 기준 17위, 19위를 기록하고 있는 서울과 부산



자료: skyscrapercenter, 하이투자증권 리서치본부  
주: '20년 4월 기준

'20년 2월에 배포된 '국토교통부 주요업무 추진계획'에서는 '20년 11월 중 드론택시 시험비행 및 비행자유화구역을 지정할 계획이라는 문구를 찾아볼 수 있다. 미국 모하비 사막에 위치한 미국항공우주국 소속 Neil A. Armstrong Flight Research Center 를 기반으로 진행될 AAM National Campaign 과 같이 인적이 드문 지역을 선정하여 관련 업체들이 안전하게 항공기 개발을 진행할 수 있도록 공역을 확보할 것으로 보인다. 이번 K-UAM 로드맵에서는 드론법을 활용하여 '시험단계의 안전성인증 간소화를 위해 우선 드론 시범공역 중 일부를 특별자유화구역으로 지정'하겠다는 문구가 삽입됐다.

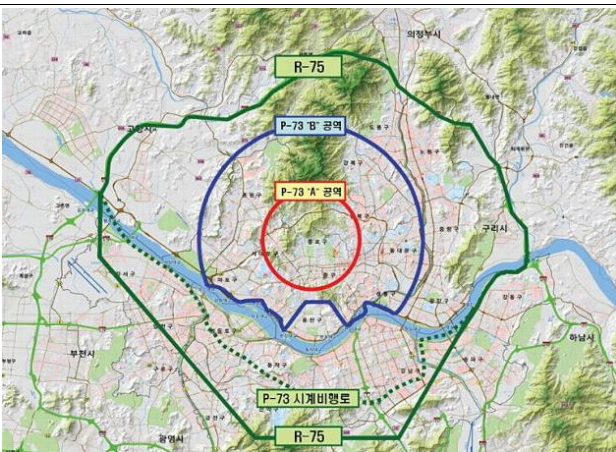
서울시는 25개 구 중  
5개 구에서만  
비행이 허용됨

다만 개발용 공역과는 별개로 UAM 이 실제로 도심에 투입되기에는 여전히 UAM 시장 타겟 지역의 공역에는 제약 사항들이 존재한다. 대표적인 예로, 현재 서울 공역의 대부분은 비행금지구역 또는 비행제한구역으로 설정되어 있다. 서울시 25 개 구 가운데 강동구, 관악구, 구로구, 금천구, 송파구 5 개 구의 일부 지역에서만 비행이 허용될 정도로 제한이 매우 엄격하다.

비행제한구역은 원칙적으로 150 미터 이하에서의 드론 비행이 별도의 승인 없이도 가능하나, 서울은 비행제한구역도 수도방위사령부의 지침에 따라 비행금지구역과 같이 수도방위사령부의 승인을 득해야만 비행이 가능하여 사실상 비행금지구역이다. 국내에서는 필연적으로 서울이 가장 큰 UAM 시장일 수밖에 없다. 그러나 동시에 서울 공역은 국방을 위해 특별 관리되고 있기 때문에 국토교통부와 국방부의 긴밀한 협력이 필요할 것이다.

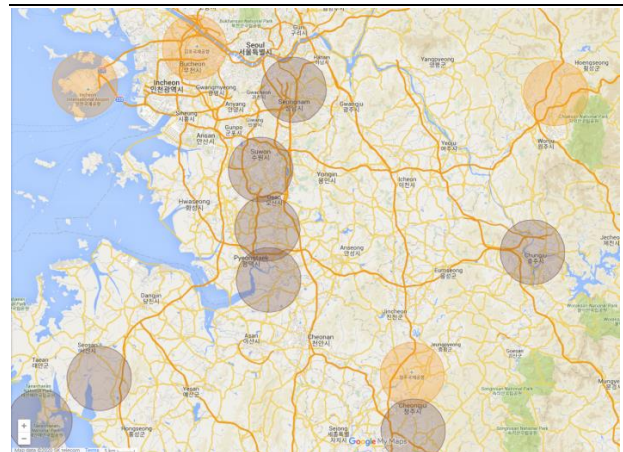
또한, 인천국제공항에 입국하여 서울 도심까지 빠르게 진입을 원하는 유동인구도 놓칠 수 없는 수요층일 것이므로 관제권 공역에 대한 UAM 항공기의 비행 허가가 이루어질지도 지켜봐야 할 부분이다.

그림115. 서울시 비행금지구역(P-73) 및 비행제한구역(R-75)



자료: 서울지방항공청, 하이투자증권 리서치본부

그림116. 민간공항, 군공항의 반경 9.3km 이내는 관제권 공역



자료: 와우드로, 하이투자증권 리서치본부

그림117. 공역의 사용목적에 따른 구분

구분		내용
관제공역	관제권	"항공법" 제2조제19호에 따른 공역으로서 비행정보구역 내의 B, C 또는 D 등급 공역 중에서 시계 및 계기비행을 하는 항공기에 대하여 항공교통관제업무를 제공하는 공역
	관제구	"항공법" 제2조제20호에 따른 공역(항공로 및 접근관제구역을 포함한다)으로서 비행정보구역 내의 A, B, C, D 및 E 등급 공역에서 시계 및 계기비행을 하는 항공기에 대하여 항공교통관제업무를 제공하는 공역
비관제공역	조연구역	항공교통조연구역가 제공되도록 지정된 비관제공역
	정보구역	비행정보업무가 제공되도록 지정된 비관제공역
통제공역	비행금지구역	안전, 국방상 그 밖의 이유로 항공기의 비행을 금지하는 공역
	비행제한구역	항공사적·대공사적 등으로 인한 위험으로부터 항공기의 안전을 보호 하거나 그 밖의 이유로 비행허가를 받지 아니한 항공기의 비행을 제한하는 공역
	초경량비행장치 비행제한구역	초경량비행장치의 비행안전을 확보하기 위하여 초경량비행장치의 비행활동에 대한 제한이 필요한 공역
주의공역	훈련구역	민간항공기의 훈련공역으로서 계기비행항공기로부터 분리를 유지할 필요가 있는 공역
	군작전구역	군사작전을 위하여 설정된 공역으로서 계기비행항공기로부터 분리를 유지할 필요가 있는 공역
	위험구역	항공기의 비행시 항공기 또는 지상시설물에 대한 위험이 예상되는 공역
	경계구역	대규모 조종사의 훈련이나 비정상 형태의 항공활동이 수행되어지는 공역

자료: 인천항공교통관제소, 하이투자증권 리서치본부

국토교통부에서 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」을 발표한 직후, HI-FO 는 수 차례에 걸쳐 복수의 관계부처와 이번 로드맵에 대한 궁금증들을 풀어보는 시간을 가졌다. 질의응답 내용 중 일부를 발췌하여 자료에 신고자 한다.

*Q1) UAM 조종사의 최소한의 능력기준은 면허제(정부)로 관리하고, 기종별·노선별 운항자격은 운송사(민간)에서 한정자적으로 관리한다고 밝혔다. 기존 조종사들 면허체계를 공유하게 되는가 아니면 별도의 체계를 마련할 예정인가?*

*A1) 별도의 UAM 면허체계가 마련될 예정이다. 그러나 결국 자율비행으로 갈 것이기에 항구적인 면허체계가 아닌 중간 과정으로서의 의미가 크다. 기존 헬기면허 보유자들은 아무래도 본 면허체계에 대한 접근성이 높을 것으로 전망한다. UAM 기체를 조종할 수 있는 면허는 국가에서 발급하되, 개별 기종에 따른 운항자격은 민간에서 부여하게 될 가능성이 높다.*

*Q2) 자율비행 도입 시점을 '35 년으로 설정했던데 지금부터 15 년 뒤라면 미국에서 제시하는 타임라인에 비해 너무 늦는 감이 있다.*

*A2) 기술의 문제도 있겠지만 산업이 성숙해야 된다는 점이 더 중요하다. 안전성 확보를 위해 기존 유인항공기에 대한 안전검증 기준 이외에도 자율비행을 위한 다른 기준들이 마련되어야 할 것이다. 해외 사례의 추이를 지속적으로 살펴볼 것이며, 해외보다 늦게 자율비행을 도입하려는 취지는 전혀 아니다.*

Q3) 여의도에서 인천공항까지 40km 거리를 UAM 으로 이동하는 데 초기에는 11 만 원, 자율비행이 도입되면 2 만 원까지 떨어질 것이라고 밝혔는데, 이 9 만 원의 차이는 이는 단순히 파일럿 유무에 따른 비용절감인가? 그렇게 보기에는 너무 감소폭이 크다.

A3) 우선 자율비행이 시작되는 시점부터 수익성이 나온다고 분석을 완료했다. 단순히 파일럿 유무만이 아닌 기체가격 하락, 감가상각 종료, 투자비용 회수 등의 다양한 요소를 고려한 계산 결과다.

Q4) '20 년 6 월 3 일자로 배포된 K-드론시스템 보도자료에 따르면 '22 년부터는 다양한 민간사업자가 참여하는 드론교통관리사업이 본격 시작될 것으로 기대한다고 밝혔는데 이때부터 실질적으로 드론을 이용한 택배사업의 길이 열리는 것인가?

A4) 드론택배 상용화 그 자체에 초점이 맞춰져 있지는 않다. 일반항공관제와 같이 드론들이 안전하게 날아다닐 수 있는 환경을 구축하는 데 초점이 있다. 정부기관에서는 드론택배 등이 상용화될 수 있는 기반을 만드는 것이고, 현 택배 시스템과 비교해서 경제성을 확보해 사업을 진행할 수 있을 지는 개별기업에서 판단해야 할 사항이다. 드론택배 사업을 할 수 있는 토대는 정부에서 '22 년까지 만들 것이고 민간사업자들도 이때부터 진입이 가능할 것이다.

Q5) UAM 의 신속한 상용화, 선진기술로 UAM 시장 구축 및 확대를 위해 주요 선도업체의 국내 UAM 시장 진출이 중요하다고 로드맵에 명시되었다. Uber Air 를 받아들여겠다는 말과도 같이 들린다. 국내 대기업들이 모빌리티 플랫폼 사업에 있어 어려움을 겪고 있고, 과거에 Uber 가 한국 정착에 실패했던 사례가 있는 와중에 세계 우수기업 유치는 굉장히 큰 화두다.

A5) 해외업체를 막지는 않겠다라는 의미다. 글로벌 스탠다드라는 것이 있고, UAM 은 우리 기술만으로 모든 것을 해낼 수 있는 영역이 아니라고 판단하기 때문에 해외업체를 활용할 수 있는 부분은 활용을 하겠다는 취지다. 기존에 시장이 형성되어 있는 경우에는 해외선도업체의 진입이 큰 이슈가 될 수 있겠으나, UAM 은 새로 열리는 시장이기에 처음부터 해외업체를 막을 이유는 없다. 이에 국내업체들이 어떻게 대응해나가는지도 지켜보면 좋을 것이다.

Q6) 150 미터까지는 드론 영역, 300 미터~600 미터는 헬기의 영역인데 후자를 UAM 에게 열어준다고 로드맵에 언급되어 있다. 추후 UAM 운행이 안정화되면 다시 150 미터 이하로 UAM 운행고도를 내릴 것인가?

A6) UAM 이 너무 저고도로 비행하게 되면 사고 발생시 생존확률이 낮아지는 우려가 있고, 사생활 침해 등의 사회적 수용성도 고려가 돼야 하기 때문에 150 미터 이하로 UAM 운행고도를 낮추기는 어려울 것이다.

## ② 중국

정부가 시장에 적극 개입하는 중국의 특성상, 중국의 UAM 산업 규제에는 크게 다음의 세 종류의 정부기관이 개입하게 될 것이다. 인민해방군 공군(People's Liberation Army Air Force, PLAAF), 중국민용항공국(Civil Aviation Administration of China, CAAC) 그리고 각 지방정부들이다.

### 정부 규제의 벽이 가장 높은 중국

앞서 다른 국가들에서도 UAM 산업의 제약사항 중 하나로 공역에 대한 규제를 다루었지만, 중국은 그 영향이 가장 큰 국가로 볼 수 있다. 중국에서 민간에 개방되어 있는 공역의 비율은 채 30%도 되지 않으며 나머지는 모두 인민해방군 공군에게 귀속되어 있기 때문이다. 민항기는 군용 공역에 접근할 수 없기 때문에, 이는 민항기 항로가 부족한 중국 소재 공항에서 스케줄 딜레이(북경, 상해, 심천 등 대표공항 기준 평균 43분)가 자주 발생하는 이유가 되기도 한다. 공역의 약 80%를 민간에 개방하고 있는 미국과는 상반되는 모습이다.

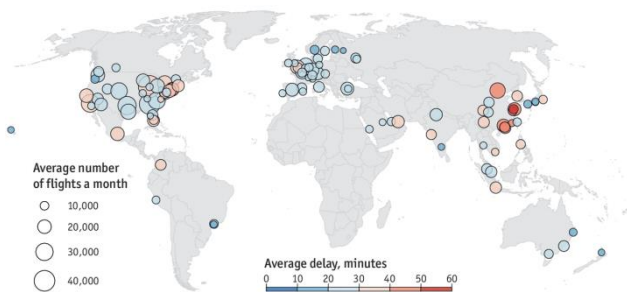
### 공역 설정에 미치는 영향력이 막강한 인민해방군 공군

사실 중국 민간 항공업계와 인민해방군 공군 간의 공역 다툼이 어제 오늘의 이야기는 아니다. 최근에도 이미 '19 년 말에 한 차례 공역 조정이 있었기 때문에 앞으로 추가적인 민간에 대한 공역 할당도 기대해볼 수 있겠으나, UAM 산업이 본격적으로 중국에 자리잡기까지 지속적으로 인민해방군 공군과의 의견 차이가 있을 것으로 보인다. 민간에서 간혹 군용 공역에 대한 접근 권한을 받는 경우도 있지만, 이는 보통 일회성이며 제한된 기간 동안에만 유효하기에 임시방편에 불과하다.

아직 중국 전역에 걸쳐 적용할 수 있는 UAM 산업 관련 로드맵이 없기 때문에 민간업체는 특정 지방정부와 협약을 맺는 방식으로 테스트를 진행하고 있다. 대표적으로 중국 eVTOL 생산업체 EHang 은 '19 년에 광저우와 UAM 파일럿 프로그램을 실행하기로 협약을 맺었다. 이는 도심에서 UAM 항공기가 저고도로 비행할 때 발생할 수 있는 상황들을 검토하는 실증 연구 차원의 프로그램이다. UAM 상용화 추진은 중국이 분명 한국보다 한 발 앞서나가고 있는 것으로 판단된다.

다만 신생 산업 태동 초기에는 민간에 대해 별다른 규제를 가하지 않다가도 산업이 성장할수록 점차 중앙 정부가 깊게 개입하는 방식을 취하는 중국의 특성을 고려했을 때, 광저우에서의 파일럿 프로그램이 추후 중국 전역으로 수평전개 될 수 있을지는 아직 미지수다.

그림118. 전세계 Top100 공항 중 공역 제한으로 인해 항공 스케줄 평균 딜레이 시간이 가장 긴 중국 소재 공항들



자료: Economist, 하이투자증권 리서치본부  
주: '17년 기준

그림119. 광저우에 위치한 EHang 컨트롤 타워



자료: EHang, 하이투자증권 리서치본부

### 중국 정부의 전폭적인 지원을 받고 있는 EHang

중국민용항공국은 UAM 시장에서 주력 항공기가 될 eVTOL, 즉 하드웨어 인증에서 상당히 선제적으로 대응하는 모습을 보이고 있다. 중국에게 빼앗긴 드론 시장을 UAM 시장에서 만회하고자 적극적으로 움직이고 있는 미국을 견제하려는 의도로 해석된다. 아마 대부분 국가들의 규제기관은 연방항공청과 유럽항공안전청을 레퍼런스 삼아 규정을 마련해나가겠지만, 중국민용항공국은 eVTOL 시장까지 제패하기 위해 필요에 따라서는 독자적인 길을 갈 가능성도 높다.

이미 '19년 1월에 중국 민용항공국은 열여섯 페이지의 基于运行风险的无人机适航审定指导意见(Guidance on UAV Airworthiness Certification based on Operational Risks)를 배포함으로써 드론에 더불어 UAM에 필요한 무인항공기 산업까지 육성하기 위한 포문을 열었다. EHang이 광저우에서 파일럿 프로그램을 진행할 수 있게 된 것도 이 가이드가 계기가 되었다. 중국민용항공국이 무인항공기 감항성 인증 표준 마련의 기반을 닦기 위해 진행하는 AAV(Autonomous Aerial Vehicle) 연구에 EHang이 민간참여업체로 선정됐기 때문이었다.

위 가이드의 후속 조치에 따라 '20년 1월 1일부터 중국의 민간 무인항공기 제조업체들은 중국민용항공국에 감항성 인증 심사를 신청할 수 있게 되었다고 중국민용항공국은 밝히고 있다.



그림120. '19년 1월에 중국 민용항공국에서 발표한 민간 UAV 감항성 인증 로드맵

	19년 1분기	19년 2분기	19년 3분기	19년 4분기
관리 방법	- 무인기 운항적합 관리 규정 - 무인기 운항 리스크 평가 지침	- 무인기 설계/제조업체 운항적합성 시스템 규정		
감항성 표준	- 무인기 감항성 표준 체계	- 민간무인기 명령제어선로 규정 - 민간무인기 비행제어 일반 규정 - 민간무인기 이착륙장 일반 규정 - 특정장소 무인기 운항적합 규정	- High Risk 대형화물무인기 운항적합성 표준 - 민간무인기 감지 및 회피 일반 규정 - eVTOL 일반 규정	- 관련 업체에 규정 공지 및 시행 - 심사 신청 시작
심사 절차		- 무인기 운항적합 심사 관리 순서		
심사 방법		- 특정장소 무인기 운항적합 심사 매뉴얼	- High Risk 대형화물무인기 운항적합성 심사 매뉴얼	

자료: CAAC, 하이투자증권 리서치본부

그림121. 공식적으로 민간 무인항공기의 감항성 인증 시작을 알린 중국민용항공국

# 民航明传电报

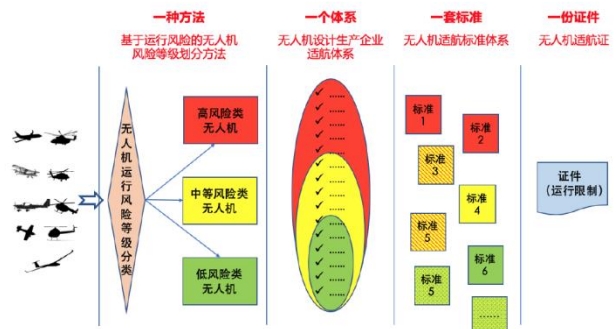
签发盖章 徐超群  
等级 平急 局发明电〔2019〕3469号

## 关于开展民用无人机适航审定工作的通知

民航各地区管理局，民航大学，民航干院，航科院，审定中心，各民用无人机设计制造企业：  
在近两年无人机适航审定试点项目的基础上，适航司完成了无人机适航审定法规框架和技术标准的制定工作。根据《基于运行风险的无人机适航审定指导意见》（民航适发〔2019〕3号），为保证民用无人机安全，促进产业发展，我司计划于2020年1月1日起正式开展民用无人机适航审定工作，对无人机设计制造企业进行适航审查。

자료: CAAC, 하이투자증권 리서치본부

그림122. 운영위험도에 따른 무인항공기 감항성 인증 시스템 구축



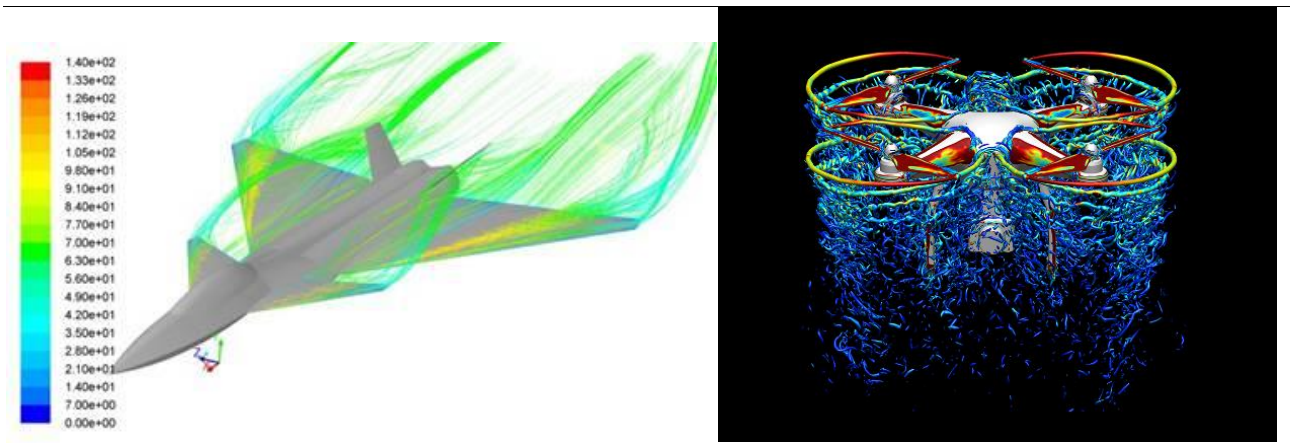
자료: CAAC, 하이투자증권 리서치본부

## 7. UAM의 공학적 원리

항공공학의 핵심은 공기역학(Aeromechanics)과 비행역학(Flightmechanics)으로 나뉠 수 있다. 이외에도 다양한 힘의 변화에 따라 구조의 변형을 연구하는 구조역학, 추진공학 등이 필요하다. 먼저 공기역학은 유체역학의 한 분야로 물체 주위를 흐르는 공기의 움직임을 다룬다.

2 차 세계대전과 냉전시기에 경쟁국들 간에 보다 더 파괴력있는 공군을 보유하기 위해 비행기 기술을 최고조로 끌어올리는 연구개발 경쟁이 펼쳐졌다. 이 때 기체를 더 높고, 빠르고, 멀리 보내기 위해 매진한 학문이 바로 공기역학 분야였다. 공기역학은 대기를 비행하는 항공기에 작용하는 공기의 힘과 모멘트, 공기의 흐름에 의해서 날개 및 동체에 미치는 힘(양력, 항력, 추력, 중력)을 중점적으로 다룬다. 기존의 항공기 형태에서 벗어난 다양한 시도들이 나타나는 것도 공기역학에 대한 시뮬레이션의 결과이며, UAM 의 큰 축을 담당할 멀티콥터 형태도 군용, 취미용 드론의 개발과 보급확산에 따른 경쟁으로 인해 다양한 공기역학 테스트가 이뤄졌고 이로 인해 좀 더 대중에게 가까운 기술이 되었다.

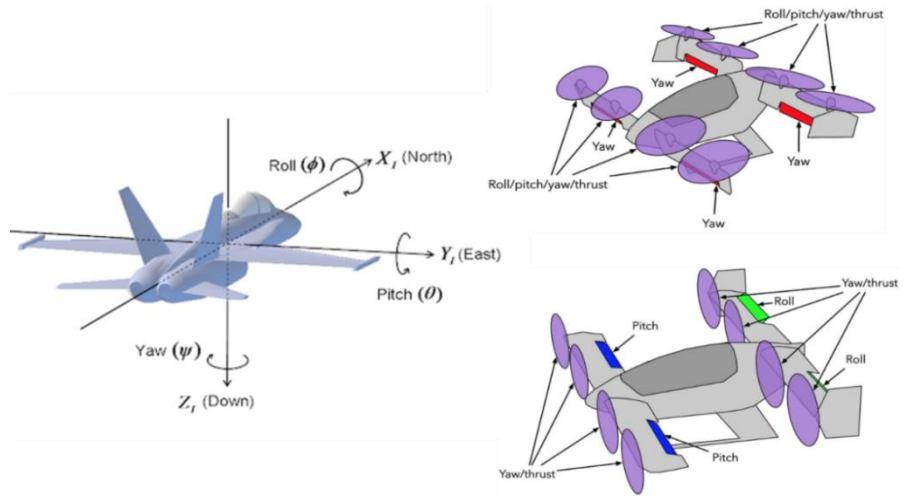
그림123. 고정익과 회전익의 공기역학도



자료: 해외 자료, 하이투자증권 리서치본부

비행역학은 이 힘과 모멘트에 의해 일어나는 항공기의 운동을 다룬다. 인위적인 추력발생, 이후 비행 상황에서 기체의 운동, 위치, 자세, 안정성에 대해 해석하는 학문이다. 항공기의 조향과 주요 비행 계수인 응고(pitch), 횡전(roll), 굴곡(yaw) 등의 영향을 연구한다. 비행역학은 다양한 형태의 기체가 3 차원 공간에서 어떻게 운동하는지 이해하고, 비행체에 대한 고유의 성능을 최대한 발휘할 수 있게 컨트롤하기 위한 학문이다. 각 기체의 용도별 설계가 달라질 수 있기에 비행역학은 매우 중요하다.

그림124. 고정익과 DEP기반 회전익의 비행역학 비교



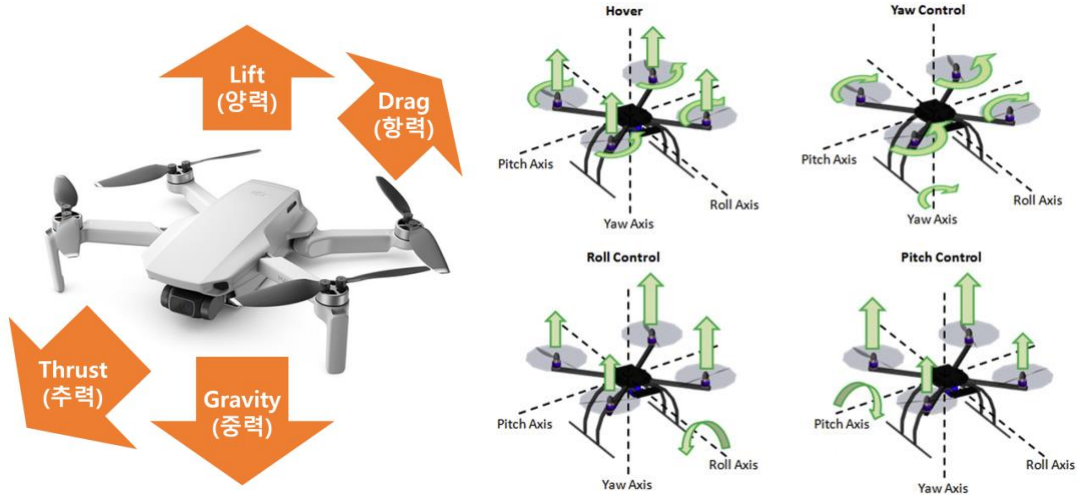
자료: CH Robotics, A3, 하이투자증권 리서치본부

멀티콥터 형태도 마찬가지다. 예를 들어 요구되는 조건은 아래처럼 다양할 수 있다.

- 고도의 한계를 일정수준까지 높일 수 있게 만들어야 한다.
- Hovering(정지비행)이 가능해야 한다.
- 제한속도의 범위를 일정 레벨까지는 맞춰야 한다.
- 기체의 사이즈는 어느 정도 커야하며 적재하중은 얼마 정도가 되어야 한다.
- 가성비를 위해 소재는 어떤 것들로 만들어야 한다.
- 사용되는 모터의 출력과 갯수를 요구한대로 맞춰달라.
- 소음통제는 어느 db 까지 허용할 수 있다.

각각의 요구조건을 충족시키는 기체를 만들기 위해선 가장 핵심적인 힘인 양력(Lift), 항력(Drag), 중력(Gravity), 추력(Thrust)의 4 가지를 이해해야 한다. 이 네 가지 힘이 어떤식으로 상호작용하느냐에 따라 비행형태가 완전히 달라질 수 있다. 특히 비행체는 2 차원 공간의 자동차와 달리 3 차원 공간에서 X(Roll), Y(Pitch), Z(Yaw) 축을 모두 고려해야 한다. 여기서 Roll 은 이동방향에 대한 평행한 수평면에 있는 축 주위의 회전을, Pitch 는 이동방향에 대해 수직의 수평면에 있는 축 주위의 회전을, Yaw 는 이동방향에 대해 수직의 수직면에 있는 축 주위의 회전을 의미한다. 양력과 항력의 작용점은 중력의 영향을 받는 기체의 중심인 무게중심(Center of Gravity)과 바람 등으로 방향이 바뀌면 무게중심이 바뀌기에 받음각(AoA: Angle of Attack)이 변해도 피칭 모멘트가 변하지 않는 공력중심(Aerodynamic center)의 영향을 받게된다.

그림125. 비행체에 작용하는 4가지 힘



자료: 해외자료 인용, 하이투자증권 리서치본부

첫째, 양력(揚力, Lift)이란 공기같은 유체(流體)의 흐름방향에 대해 수직으로 작용하는 힘을 말한다. 비행체가 뜨기 위해선 가장 중요한 힘이라 할 수 있다. 유체의 흐름이 변화하면서 생기는 압력의 차이가 양력을 만들어낸다. VTOL은 UAM에서 가장 중요한 요소중 하나다. 도심내 활주로 건설은 불가능하며, 접근가능성의 핵심이 VTOL이기 때문이다. UAM의 프로펠러는 중력의 반대방향으로 양력(揚力)을 발생시켜 공중으로 기체를 띄게 만든다. 비행기나 헬리콥터, 드론의 경우 날개나 프로펠러의 위아래의 압력차가 양력을 만드는 중요한 매개체가 되는 것이다.

여기서 중요한 것은 유체, 즉 공기의 흐름이 필요하다는 것이다. 대기는 대체로 안정되어 있기에 이를 인위적으로 만들어줘야 한다. 자연에서 하늘을 나는 새와 벌레는 근육으로 날개를 움직여 유체의 흐름을 만들어낼 수 있지만, 인간이 만든 비행기는 엔진이나 모터의 회전으로 인위적 유체를 만들어 줘야 한다. 양력이 중력과 동일하면 일정지점에서 밸런스를 유지한채 체공(滯空)할 수도 있다. 이를 UAM이나 드론에서는 Hovering(정지비행)이라 부른다. 반대로 좌우 양력이 서로 다르게 작용할 때 기체가 기울어지거나 균형을 잃게 된다. 이를 바로 잡아주고 균형상태로 만들어 주는 센서가 로봇자료에서 언급했던 IMU(관성측정유닛)센서다. IMU 센서는 자이로스코프, 액셀레이터, 컴파스가 하나로 합쳐진 모듈이다.

둘째, 항력(抗力, Drag)이란 어떤 물체가 유체(流體) 속을 운동할 때에 운동 방향과는 반대쪽으로 물체에 미치는 유체의 저항력을 의미한다. 앞으로 치고 나가는 힘인 추력의 반대로 작용하는 힘이다. 쉽게 설명하면 앞으로 나가지 못하게 방해하는 힘으로, 공기의 마찰정도로 생각하면 된다. 추력은 엔진이나 모터의 파워를 높여서 앞으로 나가려는 힘을 의미하는데, 추력이 강해지면 강해질 수록 항력도 함께 커지게 된다. 날개나 동체, 튀어나온 부분 때문에 공기의 흐름에 변곡이 생기거나 방해가 되기 때문이다. 항력에는 크게 유해항력과(Parasite Drag) 유도항력(Induced Drag) 두 가지가 있다. 유해항력은 간섭이나 마찰에 의한 항력이고, 유도항력은 양력의 영향으로 발생하는 항력이다. 날아오르려는 힘이 양력인데 이 힘을 만들어낼 때 항력이 만들어 질 수 있는 것이다. 대표적인 두가지 항력 외에도 조파항력(Wave Drag)이 있는데, 고속으로 비행할 때 발생하는 또 하나의 저항력이다. 초음속 흐름에서 공기의 압축과 팽창에 의해 큰 충격이 나타나는데 이때 발생하는 항력을 조파항력이라 한다.

셋째, 추력(推力, Thrust)은 방해하는 항력을 딛고, 앞으로 치고 나가는 힘이다. 비행기를 앞으로 나가게 하는 원동력이 추력이다. 전방에 프로펠러가 달린 비행체가 날 수 있는 원리나 제트엔진이 공기를 강하게 밀어내면서 앞으로 나아가는 것도 이 추력 때문이다. 앞에서 살펴본 항력과 가속에 의한 관성력의 합이 추력이다. 프로펠러가 비행체 비행 반대 방향으로 물질(공기)을 밀어내는데 이때 공기는 비행체의 비행 방향으로 추력을 발생시키고 이 힘으로 비행체는 날게 되는 것이다. 같은 원리로 제트 엔진이 연소된 공기를 후방으로 분사할 때 비행체는 이 반대 방향으로 강한 추력을 얻게된다. 이때 기관이 발생시킨 공기의 운동량은 공기의 질량과 속도의 곱으로 표현되고 이 힘은 비행체를 움직이는 힘(충격량)과 같고 방향만 다르다.


넷째, 중력(重力, Gravity)은 대부분 알고 있는 개념이다. 비행체에선 무게가 많이 나갈수록 양력을 얻는데 더 많은 에너지와 힘을 필요로 하게된다. 최대한 가볍게 제작되어야 쉽게 뜨고 더 강한 추력을 얻을 수 있다는 것이 중력의 성질에서 나온다. 중력은 관성력과도 연관되고 선회시에도 영향을 미친다.

위의 4가지 힘이 상호작용을 하면서 비행기의 다양한 운동이 나타나는 것이다. 추력은 양력을 만들어 내고, 추력은 방향조절을 가능하게 해준다. 항력은 날개의 받음각(AoA: Angle of Attack) 조절을 통해 양력을 만들어준다. 동시에 유속의 저항을 만들면서 항력을 발생시켜 속도조절의 기능을 담당하게 된다. 여기서 저속/고속/순항비행이 가능한 것이다.

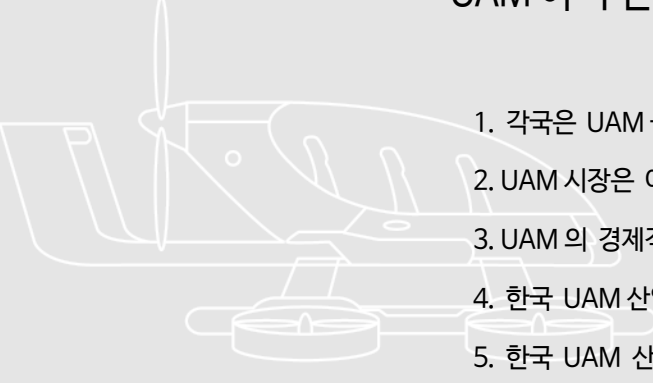




# PART III



## UAM이 주는 기회

- 
1. 각국은 UAM을 어떻게 준비하고 있는가?
  2. UAM 시장은 어떻게 펼쳐질까?
  3. UAM의 경제적 분석 - 수익모델 분석
  4. 한국 UAM 산업을 둘러싼 기회
  5. 한국 UAM 산업을 위한 제언
-

### III. UAM 이 주는 기회

#### 1. 각국은 UAM 을 어떻게 준비하고 있는가?

##### (1) 미국: NASA 와 DARPA 의 서포트

군사용 드론의  
종주국인 미국

미국은 자타가 공인하는 항공, 드론기술의 종주국이다. 하지만 대부분 군사용 드론과 아마존, 월마트 중심의 운송용 드론에만 집중하는 바람에 승객용 UAM 상용화에서 중국에 밀리는 양상을 보이고 있다. 군사용 드론은 DARPA 나 NASA 가 오랜기간 기술을 축적해왔을 뿐 아니라 정보수집이나 무기장착에 필요한 적재하중 증가에 초점을 맞춰왔다. 따라서 당연히 장거리 비행과 정밀한 운행에 관한 노하우가 high-end 급에서 축적되어 왔음을 짐작할 수 있다.

중국을 의식해 발빠르게  
UAM 행보를 보이고 있다

하지만 '16 년 중국의 EHang 이 승객용 드론인 UAM 을 먼저 선보이며 빠른 상업적 시도를 하자, 미국도 UAM 관련 행보를 서두르는 모습을 보이고 있다. 보안과 안전에 대한 논의가 활발해지고 기체 기술에 관해서는 NASA 의 spin-off Program(NASA 가 보유한 최신기술의 민간기업 이전)이 가동되고 있다. 뿐만 아니라 최근에는 UAM 의 개념을 화물까지 확대하여 UAM 보다 포괄적인 용어인 AAM(Advanced Aerial Mobility)을 NASA 에서 채택하기 시작했다. AAM National Campaign(구 UAM Grand Challenge)을 통해 국가차원의 기반데이터를 확보하고 민간기업들의 시험 및 실증을 지원해 UAM 시장의 조속한 도래 가능성을 높이겠다는 전략을 수립하고 있다.

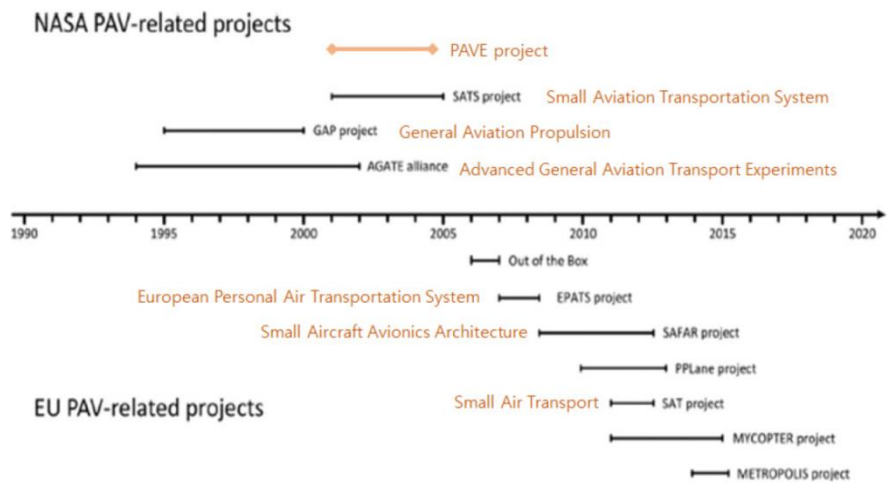
Use case 로는 last-mile delivery(배송), air metro(정해진 노선의 정기편), on-demand 형태의 air taxi 가능성에 대해 강조를 하면서 자본시장으로부터의 활발한 자금유입을 유도하고 있다. 중국에 비해 뒤쳐진 감이 있지만 유럽이나 기타국가에 비해선 전개속도가 굉장히 빠른 편이다. 그리고 그 중심에 NASA 가 자리잡고 있다. NASA 는 미국 연방항공청인 FAA 와도 긴밀한 협력을 하고 있어 실질적으로 UAM 산업을 주도하고 있다. 뿐만 아니라 미공군은 Agility Prime 프로그램을 가동해 미국 공군의 주력 eVTOL 프로그램에 민간기업들을 포함시켜 역량 향상을 꾀하고 있다. 상업화가 당장 힘든 eVTOL 의 연구개발비와 투자금을 국가로부터 지원 받을 수 있다는 측면에서 민간기업들에겐 굉장히 큰 기회가 되고 있다.



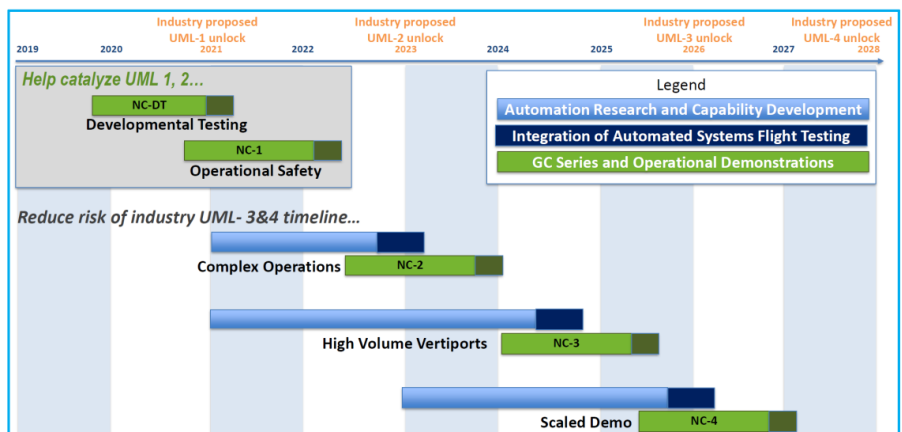
NASA, 미 국방부,  
Uber Elevate 등 핵심  
플레이어들의 UAM 진출

결국 중국의 UAM 선제적 상용화 가능성으로 인해 미국의 최상단 핵심역량인 NASA 와 국방부가 움직이고 있다는 생각이다. 뿐만 아니라 민간영역에서는 '16 년 Uber Elevate 가 미래 청사진 발표 및 자격조건에 부합하는 파트너사들을 발표하면서 H/W, S/W, System 에 관한 구체적인 투자흐름 및 관련 회사들의 움직임이 빨라지고 있다. 결국 기체의 상용화에서 중국과 미국의 경쟁이 예상되지만 시스템과 안전, 소프트웨어 등 토탈시스템에서 미국이 과연 얼마나 중국과 차별을 만들어 낼지 두고봐야 할 것이다. 미국에서는 현재 UAM 산업에 대한 제도와 규정에 관한 토론과 제정도 선도적으로 활발하게 이어지고 있어 세계 각국이 참고할만한 뼈대가 마련될 수 있을 것 같다.

그림126. NASA와 EU의 PAV 관련 프로젝트 및 NASA의 AAM National Campaign 타임라인



NASA Research to enable National Campaigns



자료: NASA, 하이투자증권 리서치본부

## (2) 중국: 취미용 드론으로 글로벌 시장 장악. 상업화 타월

중국의 신기술 습득, 확산속도가 빠르다는 것은 어제오늘의 얘기가 아니다. UAM 에 있어서도 마찬가지다. 중국정부는 적극적으로 드론산업 육성정책을 펼쳐왔다. 전세계 드론관련 기술특허 출원 중 중국이 30%나 차지하고 있는 것도 국가주도의 드라이브 덕분이다. 주로 카메라 촬영이나 레저용이 위주인 취미용 드론에서는 이미 DJI 를 비롯한 중국의 소형드론 회사들이 세계시장을 장악했다. 규모의 경제와 400 여 개의 supply chain 을 토대로 한 제조 생태계가 완성되었다.

드론에 이어 UAM  
시장에서도 앞서나갈 수  
있는 토양이 마련된 중국

그런 토양에 승객용 드론인 UAM 에 중국의 EHang 이 빠르게 상업화를 선언하며 등장한 것이다. EHang 은 중국 민용항공총국(CAAC)로 부터 가장 먼저 드론택시 시범업체로 선정되기도 했다. EHang 은 승객 1 명과 화물을 합쳐 100 kg 중량을 운반할 수 있는 DEP(전기분산추진) 방식의 자율비행 'EHang184' 개발과 2 명과 화물을 실을 수 있는 'EHang216' 개발에 성공한 바 있다. 뿐만 아니라 높은 관심을 기반으로 나스닥까지 진출에 성공했다. 물론 소형드론의 생태계와 안전, 시스템이 필연적으로 담보되어야 하는 UAM 에 그대로 적용될 수는 없다. 그럼에도 드론의 생활화가 먼저 이뤄졌고 제조 경쟁력을 지닌데다가 신기술에 수용적 태도를 가진 중국이 UAM 에서 앞서갈 수 있는 토양은 마련됐다는 생각이다.

해외 사업 기회를  
지속적으로 탐색하는  
중국 기업들

최근 EHang 은 단순 기체 생산만이 아니라 각국과 연계해 새로운 비즈니스 네트워크를 형성하고 있다. 중국은 물론이고, 두바이, 스페인 정부와 협력해 다양한 서비스의 UAM 사업을 추진하고 있다. 중국은 선전에 거점을 둔 관광 플랫폼 기업 LN 홀딩스와 제휴를 맺고 LN 호텔에서 UAM 을 연계한 항공모빌리티 관광 프로그램을 개발하기로 했다. 더 나아가 광저우를 UAM 연계 스마트시티로 확장하겠다는 계획까지 발표한 바 있다. 이 과제가 성공한다면 중국-대만-홍콩-마카오를 잇는 대중화권 네트워크도 조성할 계획이다. 스페인의 세비야 시정부와는 드론택시, 항공물류, 지상명령제어 등 다양한 분야에 걸쳐 협업을 발표한 바 있다. 세비야시는 법령개편 및 규제개혁까지 지원하기로 했다.

다임러의 최대주주가 된 지리자동차도 Terrafugia 인수에 이어 Volocopter 에도 투자하면서 UAM 사업에 깊이 뛰어들 준비를 하고 있다. 모건스탠리는 2040년 글로벌 UAM 시장 사이즈를 1.5조 달러로 추산하고 그 중 중국시장이 4,311억 달러로 28.7%에 달할 것으로 전망한 바 있다. 자동차에서 글로벌 선진기업들에 상대적으로 열세였던 중국이 UAM 산업에서는 가장 공격적인 맹위를 떨치고 있다. 중국의 CAAC(Civil Aviation Administration of China: 중국민용항공총국)도 UAM 산업에 상당히 호의적 태도를 취하고 있다.

### (3) 유럽 EASA 의 로드맵 제시. Airbus 선두

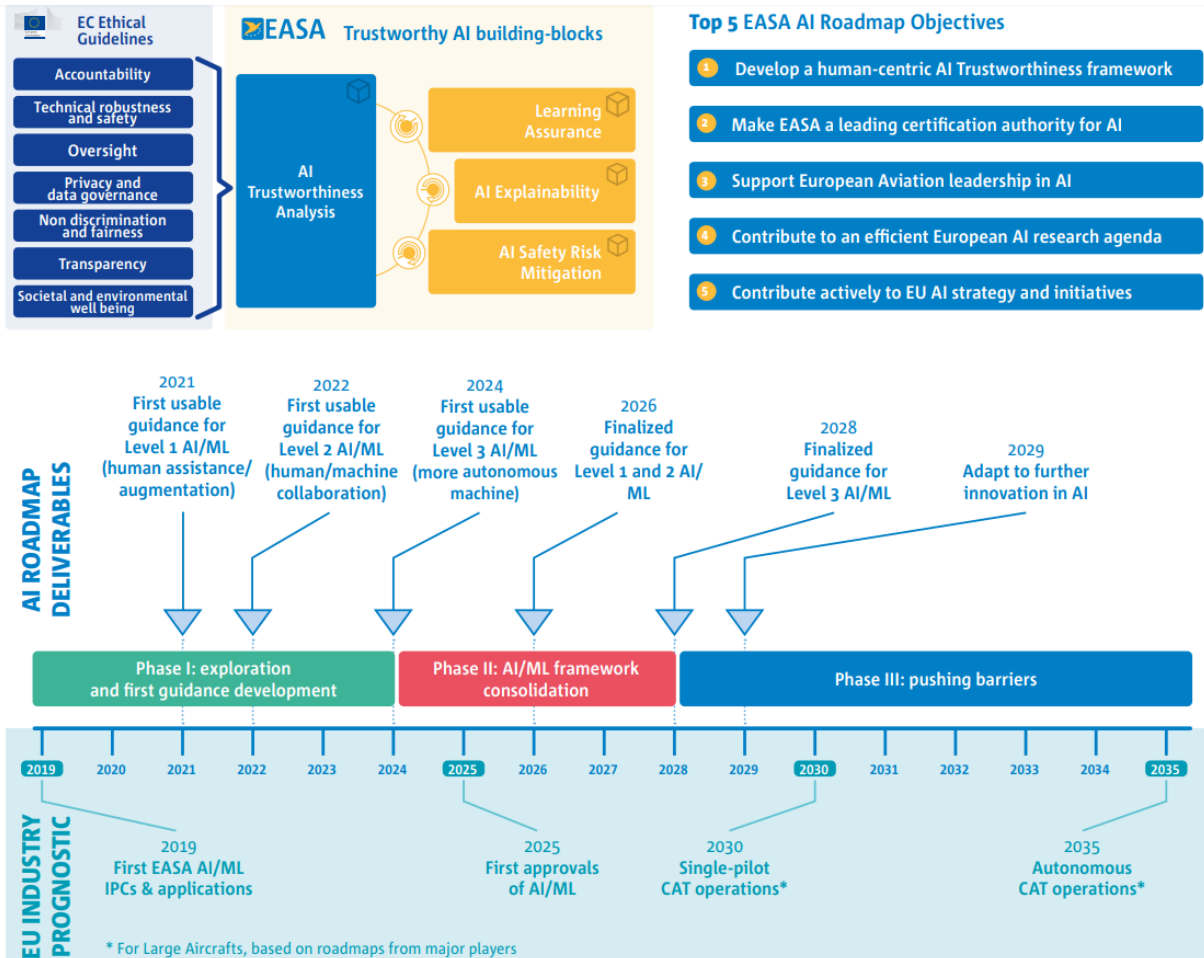
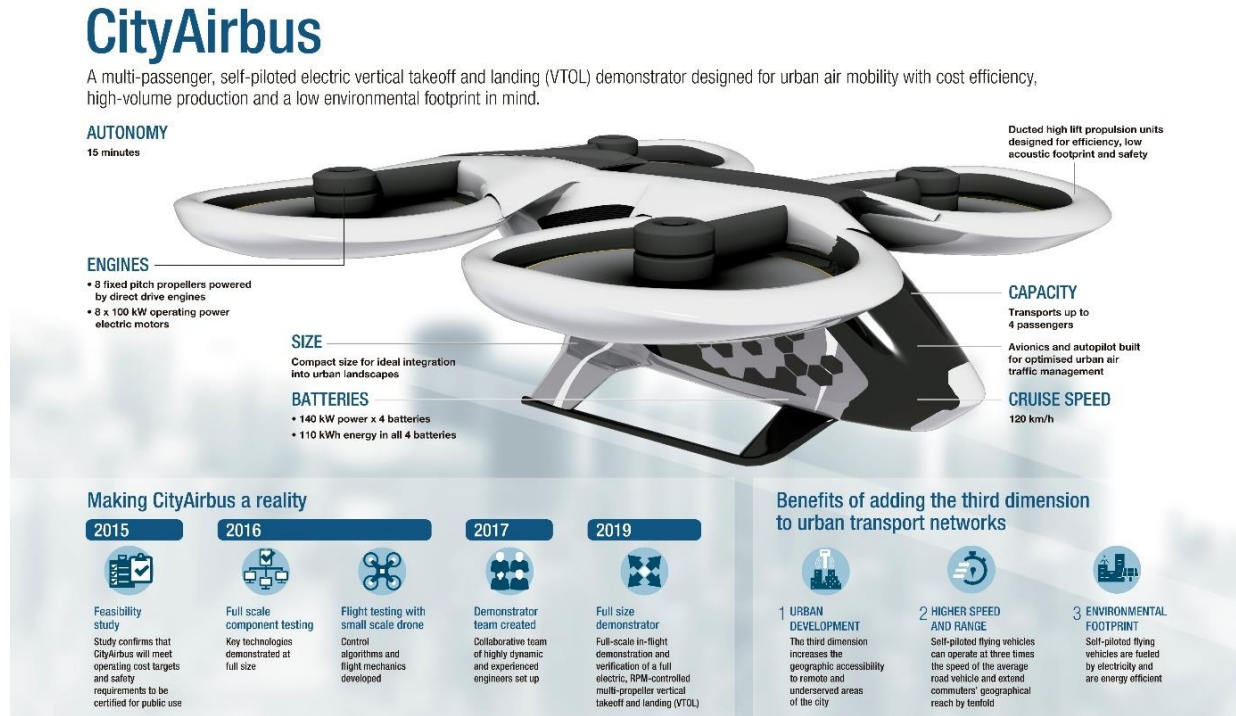
유럽은 미국과 쌍벽을 이루는 항공기술과 산업을 보유하고 있다. 여객기, 전투기, 헬기, 우주선을 포함하는 항공우주산업의 규모가 한해 1,620억 유로에 달한다. 고용인원만 55만 명이 넘는다.

#### 프랑스, 독일, 영국 등을 필두로 UAM 시장을 개척하는 유럽

프랑스는 '24년 파리 하계올림픽 방문객들에게 공항에서 경기장까지 바로 이동하는 air taxi 제공 프로젝트를 통해 자율비행 택시를 만날 수 있도록 추진 중이다. Airbus 는 미국 실리콘밸리에서 Vahana 의 시험비행에 성공했으며 유럽에서는 CityAirbus 프로젝트를 진행 중이다. 독일의 Volocopter 와 Lilium 도 활발한 기술개발 및 마케팅을 펼치고 있다. 영국은 UAM 채택에 더 가까이 다가가기 위해 컨설턴트, 비행체 설계엔지니어, 시스템 제공업체 및 정부가 함께 Aviary Project 를 진행 중에 있다. 이로 인해 다른 국가에 비해 늦었던 영국은 최근 빠르게 속도를 내고 있다. Autonomous Flight 라는 신생 기업은 12분만에 런던에서 히드로 공항까지 비행 할 수 있는 프로토 타입 기체를 제작했다. '19년 9월 영국은 Vertical Aerospace 를 설립하고 2022년까지 air taxi 서비스를 시작할 계획이다. 런던 Skyports 는 이미 런던에서 옥상 공간을 구매하기 시작했다. 네덜란드는 PAL-V 를 보유한 나라다. 세계최초로 PAV 'Liverty'를 인터넷으로 판매하고 있으며, 기체의 가격은 75만 달러와 49.9만 달러 두 개 모델로 책정되어있다.

유럽 역시 EASA 가 Roadmap 을 제시하고 있다. EASA 는 '23년에 많은 대형 OEM 이 eVTOL 로 테스트를 진행 후 '25년에 강력한 초기성장이 나타날 것이며, 2020년대 말에서 2030년대 초에 서비스가 확산되다가 '35년부터 무인비행이 본격화되며 UAM 산업이 전성기를 맞이할 것으로 예상하고 있다.

그림127. 프랑스 Airbus의 CityAirbus 프로젝트와 EASA의 UAM 산업 Roadmap



자료: Airbus, EASA, 하이투자증권 리서치본부

#### (4) 일본: 민관협의회를 중심으로, Toyota 의 합류

‘18 년 일본의 경제산업성과 국토교통성은 항공 모빌리티 혁명을 위한 민관협의회를 구성하고 로드맵을 발표한 바 있다. 민간이 주가 되어 기술과 미래구상을 시작하되 정부가 지원하는 체계로 산업을 발전시키겠다는 것이다. ‘19 년부터 기체제작에 나서되 서비스는 ‘23 년부터 시작하겠다는 구상이다.

이를 위해서 국가는 신속히 시범비행허가를 내주고 이착륙장을 확보함과 동시에 항공법을 개정할 예정이다. 항공로 확보, 기체의 안전기준, 운항규정 정비, 신기술분야 국제표준 마련, 후쿠시마 일대에 시험공간 확보 등을 국가차원에서 서포트하겠다고 발표했다.

일본 내에서도 다양한 업체가 기체 제작에 나서고 있으나, Toyota 는 ‘20 년 1 월 미국 eVTOL 스타트업 Joby Aviation 에 3 억 9400 만 달러(약 4,560 억 원)을 투자해 지분을 취득했다. Toyota 는 투자 자회사인 Toyota AI Ventures 와 Intel Capital, SPARX Group, JetBlue Technology Ventures 등이 함께한 Joby Aviation 의 5.9 억 달러 규모 Series C 의 핵심 펀딩 투자자로 나섰다. Joby Aviation 은 총 7.2 억 달러의 펀딩에 성공, 현재 eVTOL 스타트업 업체중 가장 자금력이 뛰어난 회사가 되었다.

## 2. UAM 시장은 어떻게 펼쳐질까?

산업의 태동기에 시장전망은 늘 부정확하고 조심스럽다. 초기 전기차 시장이나 자율주행 시장에 대한 예측도 보수적인 기관과 공격적인 기관의 편차가 크게 벌어졌었다. UAM 시장 상황도 과거 '17 년과 '20 년 현재가 완전히 다르다. '17 년에는 eVTOL 을 다루는 업체가 12 개에 지나지 않았지만 '20 년 현재 200 여개 회사가 260 개 가량에 달하는 다양한 eVTOL 기체를 개발하고 있다.

그림128. 현재 UAM 시장에 등장한 다양한 eVTOL 기체들



자료: TransportUp.com, 하이투자증권 리서치본부

### UAM 서비스의 전성기는 무인자율비행의 본격화가 분수령

시장전망의 가정이 되는 많은 요소 중에 차세대 배터리 기술과 각국의 규제완화, 업체들의 비행체 가격인하 능력 등이 현재로선 전망기관에 따라 상이할 수밖에 없다. 그럼에도 최근 유럽의 EASA 나 한국의 국토교통부의 UAM 산업 roadmap 을 들여다보면 '35 년에 조종사가 없는 무인자율비행이 가능해졌을 때 비로소 본격적 UAM 서비스가 인하가 가능할 것으로 전망하고 있다. HI-FO 도 무인기 도입이 서비스 확대의 trigger 가 될 것으로 생각하고 있다.

최근의 프로스트 앤 설리반 보고서에 따르면, air taxi 운영은 중동에서 '22년에 시작되어 '40년까지 전 세계적으로 43만대가 가동될 것으로 예측했다. 이 예상치에 도달하기 위해서는 매년 45.9%의 CAGR로 성장해야 한다. 이 예상치는 기존 여타 분석기관들의 예상치에 비해 월등히 높은 성장률이다. 포르쉐 컨설팅은 '35년까지 전세계적으로 eVTOL 23,000대에 320억 달러의 여객시장을 창출할 것으로 예상했고, 롤랜드버거는 '50년까지 10만대의 여객드론이 등장할 것이라는 다소 보수적인 전망을 제시한 바 있다. 예측기관별로 세워놓은 가정에 따라 다소 차이가 났지만 확실한 것은 UAM이 단지 먼 미래에나 존재할 허상이 아니라, 현실가능성이 매우 짙어지고 있다는 의미로 해석해야 한다.

**화물용에서 시작해  
승객용으로 진화해나갈  
UAM**

대부분의 UAM 시장전망에서는 초창기에 화물용 드론이 점차 적재하중을 높여가며 서비스를 시작하고, 승객용 드론의 경우 하이브리드 형태의 UAM 항공기가 두바이, 싱가포르, 뉴질랜드 등 얼리어답터 국가들에 의해 도입되며 운행이 시작될 것으로 보고 있다. 초창기엔 인명사고에서 비교적 자유로운 화물용 드론이 운행횟수를 높여가면서 기술적인 문제점들을 해결해나갈 것으로 보인다. 점차 소재의 경량화, 배터리의 밀도개선, 모터의 출력향상 등으로 적재하중이 상향되고 운행과 이착륙에 관한 시스템, 지상관제, 위성관제 등이 정교해지면서 점차 승객용으로 서비스가 확산될 것이다.

**조종사가 기체를 조종하는  
과도기는 필수적이다**

물론 처음에는 자율주행차량과 마찬가지로 사고발생시 귀책사유로 인해 2030년경까지는 조종사가 탑승하는 형태가 될 것이다. 점차 AI와 자율비행시스템 성능이 향상되면서 무인기가 바통을 이어받을 것이다. 자율비행이 가능해지면 UAM 서비스 제공업체에겐 비용이 크게 줄어드는 일종의 변곡점이 될 것이다. 한국의 국토교통부도 40km에 달하는 여의도-인천공항의 운임을 유인기에서는 인당 11만 원, 무인기에서는 인당 2만 원으로 제시하고 있다. 무인기로의 전환이 UAM 서비스가격에서 큰 변화요인을 제공할 것임은 세계 각국의 로드맵이나 예측기관들의 전망으로 미루어 짐작컨데 확실해보인다.

비행체 테스트에서 안전에 큰 문제가 없다는 것이 확인되는 시점이 오면 세계 각국이 UAM 시스템을 경쟁적으로 도입할 것으로 보인다. 민간분야에서는 EHang, Volocopter, Aurora 같은 선두주자들이 각국 정부와 밀접한 관계를 맺으며 성장할 것으로 보고 있다. 특히 브라질과 멕시코처럼 전통적인 헬리콥터 교통에 대한 경험이 축적된 국가들도 UAM 산업에 적극적으로 동참할 것으로 예상된다. 미국은 하드웨어, 소프트웨어, 시스템, 서비스 등 다방면에서 전세계의 중심에 있기에 가장 큰 UAM 시장을 형성할 것으로 보고 있다. 중국 역시 신기술에 대해서는 선제적 규제완화 및 지방정부의 실험의지가 강해 조속한 도입이 가능할 것 같다. 두바이처럼 사막지형으로 추락시 대형사고 가능성이 낮은 지형적 이점이 있는 국가들도 빠른 도입이 예상된다.

**‘25년부터 본격적 서비스  
시작. 업체 간 M&A나  
전략적 제휴도 활발할 것**

현재 260여 개에 달하는 UAM 기체들에 대한 테스트가 각국 협회에 의뢰되고 있다. 최근 대형 완성차들도 대체재 성격의 UAM 플레이어들의 등장에 위협을 느낀 나머지 UAM 시장에 본격적으로 뛰어들고 있다. 대부분의 UAM 플레이어들이 ‘20~’24년까지를 시험 및 실증 기간으로 선정해놓고 있기에 ‘25년부터 본격적 서비스가 시작될 것 같다. 따라서 향후 5년 내 각 업체들이 준비 중인 기체들의 상업성 여부가 결정되고, 업체 간 M&A나 전략적 제휴가 활발히 일어날 것이다.



거대자본 성격이 강한 항공제작사인 Boeing, Airbus 와 완성차업체인 현대자동차, Daimler, Audi, Toyota, Porsche, Rolls-Royce 등은 전략적 제휴나 M&A 로 승부수를 띄우고 있기에 많은 UAM 스타트업이 기회를 노릴 것이다. 뿐만 아니라 부동산 회사들이 활발하게 Vertiport 가 들어설 부지를 선정해 인프라를 갖출 것이고, MRO(Maintenance Repair Operation) 서비스도 속속 준비될 것이다. 배터리 역시 밀도를 획기적으로 높인 리튬-황이나 전고체 배터리 개발의 윤곽이 '30 년 전엔 나올 것이다. 당연히 세계 각국은 UAM 을 국가과제로 선정하고, 규제를 완화해 나가면서 적극적으로 산업육성에 나설 것으로 본다. UAM 을 지난 100 년을 호령했던 자동차산업의 바통을 이어받을 대규모 산업으로 이해한다면 말이다. 이에 발맞춰 전세계적으로 통용될 공통적인 안전규정 및 가이드라인이 제시될 것이다.

가장 공격적인 전망을 한 모건스탠리의 경우 '40 년까지 연관산업의 규모가 \$1.5T 까지 커질 것으로 보고 있다. 원화 기준으로 1,740 조에 달하는 실로 엄청난 규모다. 심지어 자료에는 가정에 따라 2 배 규모인 \$2.9T 까지도 가능하다고 언급이 되어있다. 이 규모가 어느 정도인지 가늠해보기 위해선 글로벌 주력산업들과 비교해보는 것이 좋을 것 같다.

기존 자동차산업의  
시장잠식이 불가피한  
상황. 자동차 산업까지도  
UAM 생태계에 녹아들 것

<아래 표 참고> 연간 글로벌 자동차 판매의 총 매출규모가 \$3.98T 수준이므로 '40 년에 UAM 산업이 자동차의 37.6% 수준까지 성장할 것이란 가정이다. 현재 글로벌 aircraft 산업 전체의 연매출은 대략 \$0.82T 수준인데, UAM 이 이를 크게 넘어설 것이란 가정이기도 하다. 이동의 총량이 늘어난다면 모르겠지만, 2 차원 공간에서 3 차원 공간으로 이동의 전환이 이루어지는 것이라면 결국 기존 자동차산업으로선 시장잠식이 불가피하게 된다.

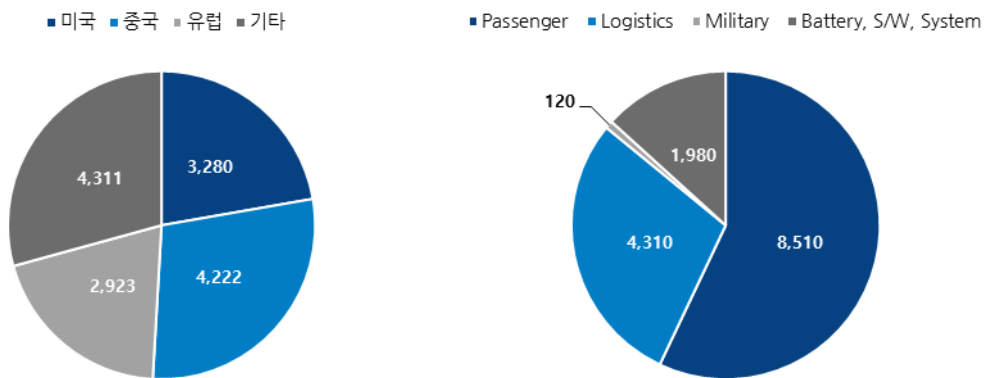
모건스탠리 자료에 따르면 국가별로는 미국이 22.3%, 중국이 29.2%, 유럽이 19.8%, 기타시장이 28.7%를 차지할 것이다. 영역별로는 승객용이 57.7%로 가장 큰 시장을 형성하고, 화물용이 28.0%, 군용이 0.8%, 나머지는 배터리, 소프트웨어, 시스템에 관한 영역이 13.5%에 달할 것으로 예상하고 있다. 처음에는 단거리 위주로 서비스가 시작되겠지만 점차 중거리로 확대될 것이며, 이 과정에서 초기에는 스타트업이나 항공업체 위주의 플레이어들이 UAM 시장에 진입하겠지만 점차 자동차산업까지도 UAM 생태계에 녹아들 것이라 전망했다. UAM 은 자동차에 비해 비용적으로 효율적이고 시간적으로도 효율적이기에 파급력이 클 것이란 분석도 곁들였다.

그림129. 글로벌 10대 산업 매출액

No	Industry	Revenue (Bil\$)
1	Global Life & Health Insurance carriers	4894.8
2	Global Pension Funds	4221.0
3	Global Car & Automotive Sales	3978.6
4	Global Commercial Real Estate	3963.9
5	Global Oil & Gas Exploration & Production	3325.4
6	Global Car & Automobile Manufacturing	2976.5
7	Global Direct General Insurance Carriers	2580.7
8	Global Autoparts & Accessories Manufacturing	2500.4
9	Global Commercial Bank	2341.0
10	Global Tourism	1703.3

자료: IBIS World, 하이투자증권 리서치본부

그림130. 2040년 UAM 산업구성 전망 (단위: 억달러)

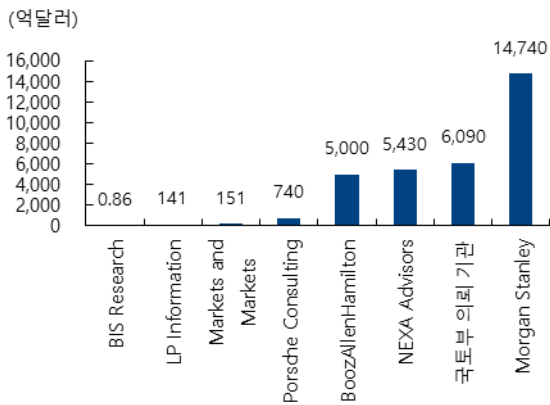


자료: 모건스탠리, 하이투자증권 리서치본부

앞으로 산업의 전개속도나 대형시장의 규제완화, 기술성장속도 등으로 전망치는 계속 수정될 것이다. 다만 확실한 것은 산업 초기 당시 전망치에 비해 최근 전망치가 훨씬 크다는 사실이다. 기술이 발전하고, 규제가 풀리며, 사회의 수용성이 커지면서 기대가 커지고 있다는 방증이기도 하다.

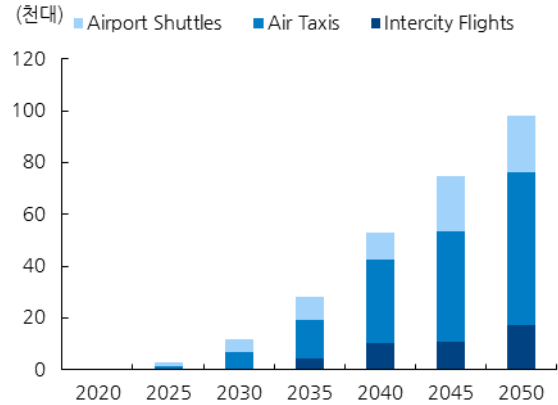
UAM 산업은 절대 소규모로 형성될 것 같지 않다. 2차원 공간에 비해 훨씬 광활한 공간이 허락된 3차원 공간이기 때문이다. 롤랜드버거는 '40년에 7.5만 대, '50년에 9.8만 대의 승객용 UAM이 보급될 것으로 예상하고 있으며, 서비스의 본격시작은 '25년, UAM 서비스 가격이 저렴해지는 시기는 '38년, 일상적인 통근에서의 활용은 '40년이나 되어야 가능할 것으로 설문조사 결과를 밝히고 있다.

그림131. 조사기관별 UAM 산업성장 전망치 비교



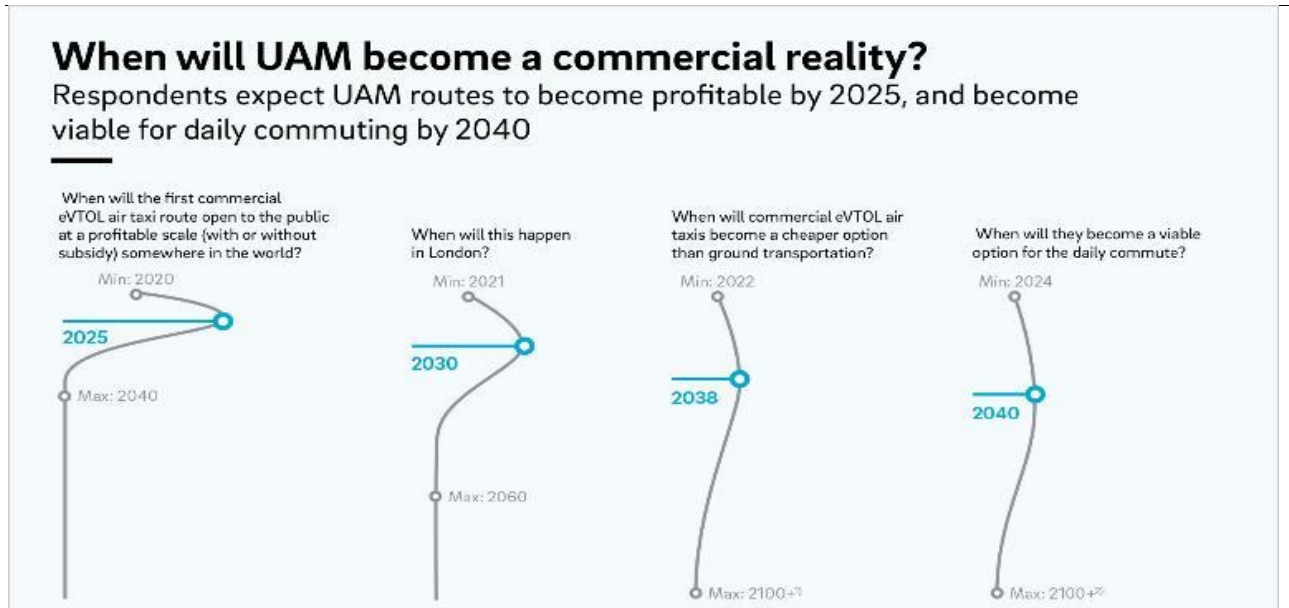
자료: 국토교통부, 하이투자증권 리서치본부  
 주: '30년 기준: LP Information, Markets and Markets  
 '35년 기준: BIS Research, Porsche Consulting, BoozAllenHamilton  
 '40년 기준: NEXA Advisors, 국토부 의뢰 기관, Morgan Stanley

그림132. UAM 보급 대수 전망



자료: 롤랜드버거, 하이투자증권 리서치본부

그림133. UAM 상용화 시점 설문조사 결과



자료: 롤랜드버거, 하이투자증권 리서치본부

### 3. UAM의 경제적 분석 - 수익모델 분석

현재 세계 200 여개 업체 가 PAV 제작과 UAM 사업에 뛰어들었고, 앞서 얘기했듯 모건스탠리는 UAM 시장 규모가 지금부터 20 년 후인 2040 년에 약 1.5 조 달러에 이를 것으로 전망했다. 그렇다면 이 숫자가 현실성이 있는지 Bottom-Up 으로 살펴보자.

아직 본격적으로 시작되지 않은 air taxi 의 수익모델을 다룬다는게 쉬운 일은 아니지만, 몇가지 제공된 자료를 통해 추론해보고자 한다. 먼저 나스닥 상장시 EHang 이 사업보고서에서 제시했던 Business Model 을 살펴보자. 멀티콥터 형태의 2 인 승객용 드론인 EHang216 을 기반으로 한 사업모델을 제시했으며 기체의 채원과 수익가정은 아래와 같다.

#### 〈EHang216 General Characteristics〉

- Crew: None (self-piloted)
- Capacity: 2 passengers 260kg
- Length: 5.61 m (18 ft 5 in)
- Height: 1.76 m (5 ft 9 in)
- Propellers: 16-bladed

#### 〈EHang216 Performance〉

- Maximum speed: 160 km/h (99 mph, 86 kn)
- Cruise speed: 130 km/h (81 mph, 70 kn)
- Minimum control speed: 70 km/h (43 mph, 38 kn)
- Range: 16 km (9.9 mi, 8.6 nmi)

그림134. HI-FO의 EHang 수익모델 재구성

	항목	가정	단위	비고
a	Capacity	2	person	조종사 없음
b	Load factor	90	%	적재하중
c	Vehicle Cost	300,000	\$	가격 3.6억
d	Battery Life	500	cycle life	기술발전으로 점차 개선
e	Depreciation Period	10	year	10년 감가상각
f	Electricity Cost	0.2	\$ per Kwh	미국기준 전기요금
g	Operating Hours	20	hours per day	20/24h
h	Fare	2.5	\$ per 1km	Uber Air 초기요금 \$3-4
i	인당 평균 이동거리	11.7	km	Survey 결과
j	연간영업일수	300	day	300/365일
k	Payback Period	2	year	10년 운행중 2년만에 기체비용 회수 가능
l	인건비	0	\$	Self-Piloted
m	OP Margin	39	%	EHang측 영업이익률 가정
n	연간 가동시간	6,000	h	(g)x(j)
o	시간당 매출	58.5	\$	(a)x(i)x(h)
p	1년 매출	351,274	\$	(o)x(n)
q	1년 원가+판매관비	214,174	\$	매출액의 60.8%
r	1년 영업이익	137,100	\$	매출액의 39.2%
s	1년 감가상각	30,000	\$	(c)/(e)
t	1년 EBITDA	167,100	\$	(r)+(s)
u	Payback Period 검증	2	year	(c)<(t)x2

자료: EHang, 하이투자증권 리서치본부

EHang 이 제시한 조건을 바탕으로 HI-FO 의 가정을 더해 계산해봤다. 우선 EHang 은 216 기종으로 서비스를 시작한다. 2 명이 탑승 가능하고 1 인당 평균 이동거리는 11.7km, 요금은 1km 당 2.5 달러, 하루 20 시간을 운행한다고 가정했다. Cruise speed 가 130km/h(max speed 160km/h)이므로 1 회 운행에 대략 25 분이 소요된다. 1 시간 중 나머지 35 분 간 충전 및 기체 안전점검, 승객들의 승하차 시간을 고려해 시간당 1 회만 비행하는 것으로 가정했다.

이렇게 계산하면 시간당 58.5 달러, 하루에 20 회 운행시 1,170 달러의 일매출, 연간 300 일 영업일이라 가정한다면 연간매출은 35.1 만 달러, 매출원가와 판매관리비를 제외한 영업이익은 13.7 만 달러를 가정할 수 있다. 기체수명을 EHang 이 제시한 10 년, 정액 감가상각법으로 연간 3 만 달러를 가정할 경우 2 년이면 기체비용을 상회하는 EBITDA 가 가능하다고 계산할 수 있다. EHang 측이 제시한 payback period 2 년이 그렇게 터무니 없는 가정은 아니라는 얘기다.

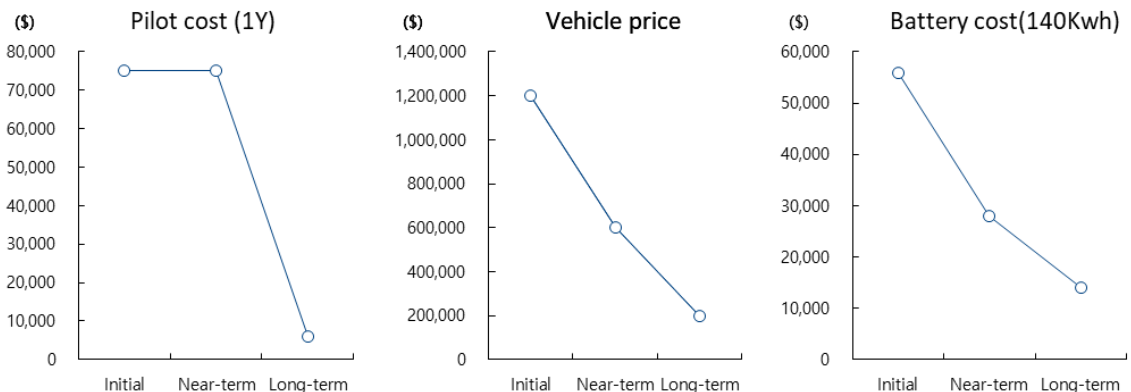
미국의 택시요금 수준  
혹은 그 이하로 UAM  
이용요금 형성이 가능하다

물론 내구성 및 기술발전에 따른 경쟁모델 도입으로 한 모델로 10 년 간 운행이 가능할지 확실하기는 어렵다. 그럼에도 전기충전 비용이 항공유에 비해선 매우 저렴하고, pilotless 방식의 운행으로 인한 인건비 부담이 크게 경감된다는 사실을 알 수 있다. 또한 향후 기체가격이 대량생산으로 하락하고 배터리 셀가격이 하락한다고 가정하면 손익분기점은 훨씬 낮아질 것으로 예상해볼 수 있다. EHang 이 제시한 이런 조건들이 가능해진다면 현재 택시요금(뉴욕기준 기본요금 \$2.5 + \$1.56/Km)보다 싸게도 충분히 운행 가능할 것 같다. 배터리 효율향상에 따른 거리연장과 적재하중 증가에 따른 승객수 증가도 추가적인 매출증가에 도움이 될듯 싶다. EHang 은 무인비행을 가정하고 있고, 기체가격이 저렴한 멀티콥터 드론 형태라 초기 서비스부터 비교적 저렴한 편이다.

2023 년부터 상용서비스를 시작하는 Uber Air 의 경우를 보자. 각종 언론을 참고해봤을 때, Uber Air 는 사업초기에 EHang 216 에 비해 4 배 이상 비싼 120 만 달러의 기체를 사용할 것으로 보인다. 거기에 조종사가 반드시 탑승해야 하므로 인건비가 추가된다. Uber 는 기체 1 대당 1.5 명의 조종사를 두어 회전율을 높이겠다는 구상이다. 조종사 연봉을 인당 \$50,000 로 가정하면 대당 \$75,000 의 인건비가 든다. 무인화가 이뤄지는 시기부터는 인건비 대신 시스템비의 감가상각분을 반영하면 된다. \$60,000 의 무인화 시스템을 정액으로 10 년 감가상각하면, 연간 \$6,000 에 불과하다. 항속거리를 EHang216 의 16km 보다 더 연장할 수 있다.

Uber Air 가 제시하고 있는 km 당 3~4 달러의 초기 운임은 EHang 의 \$2.5/Km 에 비해 비싸지만 Uber Air 측에서 부담해야할 비용에 비해선 저렴하다고 보여진다. 따라서 초기 적자는 UberX 때처럼 각오해야 할 것 같다. 다만 글로벌 65 개국에 강력한 모빌리티 플랫폼을 구축해냈기에 마케팅 비용은 제한될 것으로 보이며, Network Effect 가 본격적으로 더 확산되는 계기가 될 것이다.

그림135. Uber Elevate 의 비용 절감 시나리오



자료: Uber Elevate, 하이투자증권 리서치본부

### 인프라 건설을 고려했을 때의 비용 경쟁력

이 고민은 정부차원에서 해보고 싶은 부분이다. 서비스 제공자와 이용자는 인프라에 대한 고민을 별로 하지 않는다. 고속도로나, 일반도로, 철로 같은 기반시설들을 당연히 하면서 이용하기 때문이다. 하지만 정부차원에서 본다면 모든 교통수단들은 정부예산을 들인 인프라가 기반으로 마련될 수밖에 없다.

3차원공간의 교통수단인 UAM이 2차원공간의 자동차, 버스, 철도, 지하철에 비해 비용이 많이 들 것이라 선입견이 있을 수 있다. 하지만 UAM을 단순히 eVTOL 같은 고가의 비행체 가격으로만 생각해서는 안 된다. 고속도로 건설비, 국도 건설비에는 토지매입 비용과 개간, 포장비 등이 소요되며, 지하철의 경우엔 앞에서 언급했듯 1Km 당 1,300억 원이라는 엄청난 비용이 소요된다. 반면 UAM은 도심 빌딩 옥상을 활용한 Vertiport와 지상관제소 설비만 있으면 가능하다. 총 비용에서는 어느 교통수단보다 저렴할 수 있다는 뜻이다.

### 4. 한국 UAM 산업을 둘러싼 기회

‘19년 9월 4일 국토부와 산업통상부는 민(자동차, 항공, 서비스 업체 등)·官(국토부, 산업부) 합동 발전전략협의체를 구축하고 한국형 OPPAV(Optionally Piloted Personal Air Vehicle) 개발사업 공동추진에 대한 업무협약을 진행한 바 있다. 5년간 국토부에서 213억 원, 산업통상부에서 235억 원을 지원하고 국책 연구기관인 한국항공우주연구원(KARI)이 업무를 주관하기로 했다. 이후 국토교통부는 2차관 직속으로 미래드론교통담당관까지 임명해 UAM 사업에 적극적인 모습을 보였고, 발전전략협의체를 통해 향후 십수 년간의 로드맵 작성을 진행해왔다.

그림136. OPPAV R&D 주요내용

국토부	산업부
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과제명 : 「미래형 자율비행 개인항공기 인증 및 안전운항 기술 개발」</li> <li>• 기간/예산/주관기관 : 2019.4.~2023.12.(5년) / 213억 원 / 한국항공우주연구원</li> <li>• 추진내용 : ①OPPAV 핵심신기술 인증기술 개발 및 시험운용 인프라 구축, ②분산전기추진(DEP) 항공기 비행제어 및 안전, ③OPPAV 안전성검증기술개발 및 비행안전 확보 운항인증체계연구, ④교통서비스체계 도입방안 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과제명 : 「자율비행 개인항공기(OPPAV: Optionally Piloted Personal Air Vehicle) 기술개발」</li> <li>• 기간/예산/주관기관 : 2019.4. ~ 2023.12. (5년) / 235억 원 / 한국항공우주연구원(항우연)</li> <li>• 추진내용 : 분산전기추진시스템 및 자동·자율비행 기술검증을 위한 순항속도 200 km/h이상, 1인승급 수직이착륙 방식의 유·무인 겸용 개인항공기 시제기 및 지상장비 개발</li> </ul>

자료: 국토교통부, 산업통상부, 하이투자증권 리서치본부

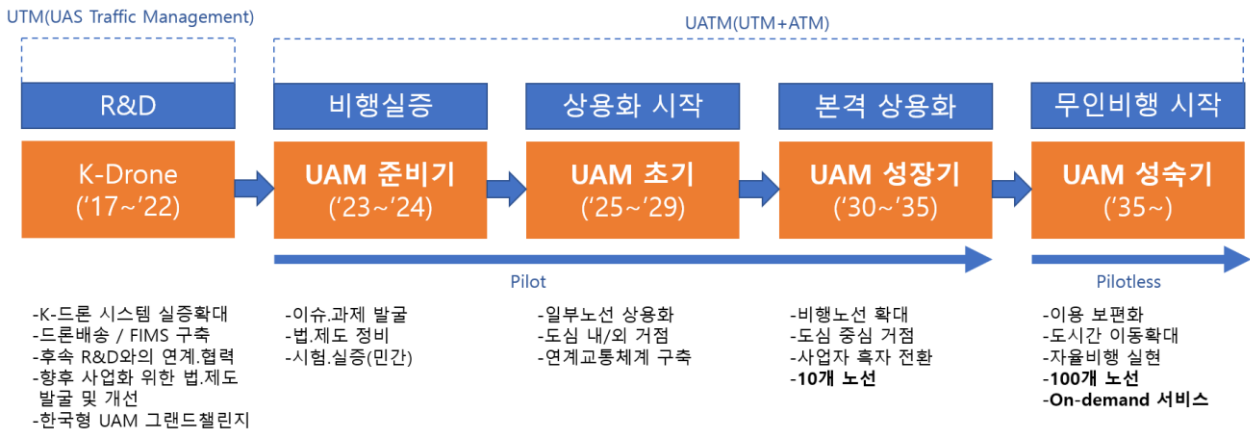
그림137. 한국항공우주연구원이 개발 중인 OPNAV와 쿼드틸트프롭 무인기



자료: 한국항공우주연구원, 하이투자증권 리서치본부

이후 9 개월이 지난 2020 년 6 월에 드디어 UAM 로드맵이 제시됐다. 국토교통부는 2020 년 6 월 3 일 「K-드론시스템(무인비행장치 안전운항을 위한 저고도 교통관리체계 개발 및 실증시험)」 발표에 이어 6 월 4 일에는 「한국형 도심항공교통(K-UAM)로드맵」 까지 연이어 발표하면서 국토교통부의 드론, UAM 비전에 대한 윤곽이 드러난 것이다. 아래 <그림 138>은 정부의 연이은 두 가지 발표를 HI-FO 에서 연결해 그려본 것이다.

그림138. 국토교통부의 K-드론시스템과 K-UAM 로드맵에서 제시된 타임라인 통합 재구성



자료: 하이투자증권 리서치본부

먼저 '22 년까지는 K-드론시스템 보도자료에서 밝혔듯 150m 이하의 저고도 교통관리체계 R&D 가 진행된다. 적재하중을 높인 드론배송에 더 초점이 맞춰지되 법, 규제를 개선하는 노력과 한국형 UAM 그랜드 챌린지를 진행하게 된다. 국가의 총체적인 비행정보 관리망인 FIMS(Flight Information Management System)도 새로운 교통수단의 등장에 맞춰 수정된다. 이 시기엔 150m 이하 저고도에서의 비행이 위주가 된다. 따라서 기존 항공체계와는 관련이 없기에 UTM(UAS Traffic Management)에만 신경쓰면 된다.



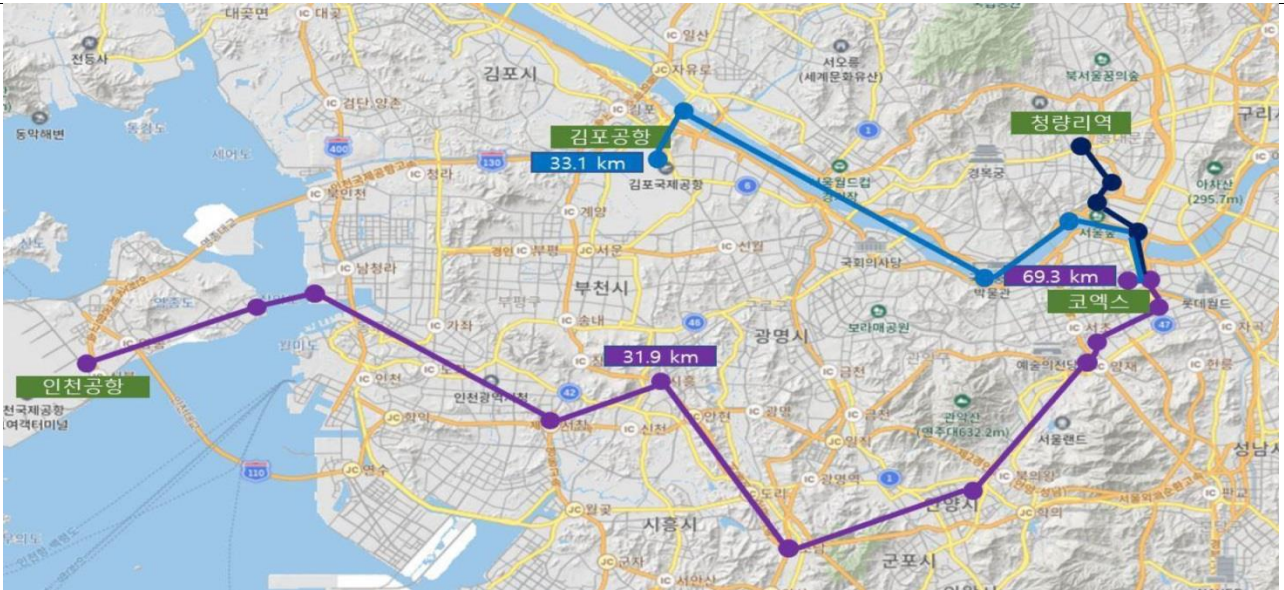
하지만 '23 년 이후부터 300~600m 에서 UAM 비행실증 사업이 본격적으로 실시된다. 고도 300~600m 에서는 기존 ATM(Air Traffic Management)과 영역이 일부 겹치게 된다. 여기서 UATM 으로의 새로운 관제 시스템 통합이 필요해진다. ATM 은 우리가 영화에서 흔히 봐온 지상관제탑에서 관제요원들이 이착륙에 관해 음성으로 지시사항을 전달하고 VHF 나 UHF 같은 전용 통신망을 이용하는 전통적인 항공관리 시스템으로 이해하면 된다. 기존 항공기, 헬리콥터 등과 UAM 이 일부 공역에서 마주치는 일도 발생하게 되므로 UTM 과 ATM 이 동시에 필요해진다. 이를 로드맵에선 UATM 이라는 합성어로 표현하고 있다.

#### K-UAM 로드맵에서 제시한 타임라인

UAM 에 대한 이번 정부의 로드맵을 간단히 요약하자면, ①'25 년 '상용서비스 최초 도입'을 주요 목표로 설정했다. 이를 위해 '24 년까지 비행실증을 통한 준비기를 갖고, '25 년부터 '29 년까지 일부노선을 상용화한다. 주로 사고시 민간에 피해가 최소화될 수 있는 서울 주변부나 한강변에서의 운항이 예상된다. 수요가 있어야 하므로 인천공항이나 김포공항이 주요 spot 이 되지 않을까 생각된다. 대중교통수단과의 연계체계에 대해서도 고민할 것이다. 거점 간을 연결하는 서비스 초기이기에 관제시스템과 데이터링크 시스템을 갖추고, Vertiport 를 한두 군데 설치하는 정도가 될 것 같다. 비로소 ②'30 년부터 비행노선을 10 개로 확대하고 도심에서 본격 상용화를 준비하게 된다. 다만 이 시기까지는 조종사가 기체를 조종하는 유인기가 중심이 된다. 이 시기에 사업자들이 손익분기점을 넘을 것으로 로드맵은 전망하고 있다. ③'35 년경 완전자율비행이 가능한 기체가 나오면서 UAM 운영비용이 크게 감소되고, 조종사가 사라지는 무인기의 시대가 도래할 것이다. 비행노선도 100 개 수준으로 확대되면서 본격적인 UAM 서비스가 시민들의 눈높이에 맞게 도입될 것이다.

여의도-인천공항의 40km 구간에 초창기에는 인당 11 만 원 수준의 요금이 예상되나 '35 년 이후 무인비행이 가능해지면 인당 2 만 원으로 하락할 것으로 국토교통부는 예상하고 있다. 이는 Uber Air 가 최초 km 당 \$3-4 에서 무인비행 실현시 \$0.6 까지 가격이 하락할 것이라고 전망한 것과 같은 맥락이다.

그림139. 국토교통부가 제시한 수도권 지역 UAM 실증노선(안)



자료: 국토교통부, 하이투자증권 리서치본부

해외생산 기체의 수입도  
정부에서는 막지 않을 것

시제기 도입은 생각보다 빨리 가능할 것이다. 시스템의 조기정착과 운영노하우 획득이 더 중요한 우선순위가기에 국내생산 기체로 한정짓지 않을 것 같기 때문이다. 기체인증에도 보통 5년 이상 소요된다. 조기에 도입해야 조기에 서비스가 가능해진다. 따라서 해외에서 인증을 받은 기체라면 해외생산 기체 수입도 주저할 필요가 없는 것이다. 정부의 로드맵에도 다음과 같이 명시하고 있다.

*K-UAM 로드맵 Page 44 - (선도기업 협력) UAM 서비스를 조기에 실현할 수 있는 국제적인 운송사업자 및 기체제작사 등은 정부 차원에서 유치 노력*

국내업체와 연관된 기체에만 한정한다면, 한화시스템이 30% 지분을 획득한 Overair 의 Butterfly 도입이 가장 빠를 것 같다. 현대자동차가 Uber Elevate, NASA 와 협업해 만드는 S-A1 이 그 이후 도입되지 않을까 전망해본다. 현대자동차가 Uber Elevate 의 초기 UAM 사업이 시작되는 '25년 이전에 완전한 기체를 만들고 기체인증까지 획득할 수 있을지는 솔직히 의문이다. 아직 UAM 생산공장 건설이나 인력모집도 충분히 되어 있지 않기 때문이다. 그러나 Uber Elevate 에 납품이 예정되어 있기에 기체인증이나 감항인증을 미국에서 먼저 득하고자 시도할 수도 있다.

이번 K-UAM 로드맵을 통해 정부가 제시한 3대 방향은 ①민간주도 사업에 대한 정부지원, ②기존 안전·운송제도 틀이 아닌 새로운 제도를 구축, ③글로벌 스탠다드 적용으로 선진업체 진출·성장 유도다.

예상보다 빠른 로드맵 제시엔 세계 곳곳에서 약 260 개의 UAM 항공기가 속속 제원을 밝히고 있는 상황에서 제조강국, 자동차강국인 한국이 뒤처지지는 않을까 하는 노파심이 담겨있다고 본다. 이는 정부뿐 아니라 민간기업 입장에서든 마찬가지다. 2040 년 \$1.5T 로 전망하는 공격적인 시각 속에 마치 전기차 시장에 중국업체 497 개가 뛰어들었듯, 이미 열리지도 않은 시장에 항공제조사, 완성차업체, 부품업체, 스타트업, 아마존/알리바바/징둥닷컴 같은 e-Commerce 공룡들까지 뛰어들고 있는 상황이다.

이미 발빠른 부동산 회사들은 목 좋은 위치의 대형건물 옥상에 Vertiport 건설계획을 진행하고 있다. 넓은 옥상의 건물이 많은 미국과 달리 오래된 점탑형태의 건물이 많아 Vertiport 확보가 어려운 유럽은 치열한 선점경쟁이 예상된다. 해외언론을 보면 스타벅스가 1 층에 자리잡은 건물값이 뛰듯, Vertiport 나 Skypoint 가 옥상에 있는 건물의 가격이 상승할 것으로 예상하는 시각도 있다. 마치 지하철역과 지하도로 연결되어 있는 건물같은 가치를 부여할 것 같다.

큰 시장 공략을 염두에 두고 무인자율비행 허용 시기를 더 앞당겨야 한다

무인자율비행이 가능해지는 2035 년까지는 앞으로 15 년이 남아있다. 그 사이엔 기체가격도, 조종사 인건비도, 인프라 투자에 따른 감가상각비도 부담스러워 경제성이 나오기 어렵다. 비록 유럽의 EASA 와 유사한 로드맵이지만, 국토교통부가 제시한 2035 년 무인자율비행 개시 시점은 굉장히 보수적으로 설정한 것이 아닌가 생각된다. 15 년 앞을 보고 당장 투자할 업체들이 많이 나올것인가도 고민해 봐야 한다. 충분히 시간적 여유를 주되, 추후에는 무인자율비행 시기가 분명히 앞당겨질 수밖에 없다. 미국이나 중국에 비해 너무 늦기 때문이다. EHang 은 비즈니스 모델이 처음부터 무인화로 맞춰져있다. Payback period 가 2 년에 불과한 것도 무인화가 가능하기 때문이다. 해외시장이 커진 후에 국내쪽에 적용해 봐야 의미가 없다. 큰 시장을 공략하지 않기에 내수시장은 너무 작은 것이 현실이다.

긍정적인 의미를 도출해보자면, 현재 최악의 상황까지 치닫고 있는 ride sharing/hailing 에서 국토교통부가 많은 교훈을 얻은 것 같다. 하늘길만큼은 노이즈가 생기기 전에 우리 힘으로 제대로 열어 보겠다는 의지 말이다. 아직 존재하지 않는 사업이라 경쟁관계가 없기에 깨끗하게 출발할 수 있다. 先국가주도, 後지방자치의 방향도 확인했다. 지방에서 표준화되지 않은 UAM 시스템을 우후죽순격으로 깔기 전에 국가가 먼저 표준이나 모범을 제대로 만드는 것이 중요하다.

이번 UAM 만큼은 산업보다 규제가 먼저 움직이고 있다

늘 규제나 법 때문에 안되던 비즈니스들이 많았는데, 이번엔 산업의 성장보다 오히려 규제나 법이 먼저 움직일 것 같다. 그만큼 성장가능성과 고용유발 가능성이 있는 제조업에 배려를 많이 하겠다는 것이다. 하늘만큼은 첫단추부터 잘 끼워서 자동차산업만큼이나 한국의 주력산업으로 커가길 진심으로 바란다.

그림140. 국토교통부의 K-UAM 로드맵 개괄



자료: 국토교통부, 하이투자증권 리서치본부

그렇다면 어떤 분야에서 새로운 기회요인들이 생길까? 8 가지로 추려봤다.

(1)정부가 선정한 10 대 핵심기술

기계공업을 위한  
모처럼의 먹거리 탄생

UAM 은 Digital Transformation 이 주를 이루는 4 차산업혁명의 시대에 한국의 제조업, 더 구체적으로는 기계공업에 모처럼의 큰 먹거리가 아닐 수 없다. 특히 거대한 자동차산업의 생태계를 보유하고 있는 입장에서, 그동안 항공우주 분야에서 상대적 열세에 있었던 한국이 반드시 쟁겨야 할 산업이란 생각이다. 특히 앞서 언급했듯 2 차원 공간의 교통수단과 일부 대체관계가 될 수밖에 없기에 수성(守城) 전략으로도 이 산업에 집중해야 한다. 대형 항공기나 군용 전투기는 미국, 유럽 일부기업의 과점적 성격이 강했고, 기술장벽이 높아 쉽게 경쟁의 대열에 서지 못했다.

진입장벽이 낮아 많은  
플레이어 유입이 기대되는  
UAM 시장

하지만 UAM 의 경우 상대적으로 진입장벽이 낮을 것으로 예상된다. 대량생산도 노려볼만한 아이템이다. 다행인 것은 기존 항공기에 비해 자동차, 특히 전기차와 유사성이 강해 후발주자임에도 한 번 도전해볼만 하다는 점이다. 많은 스타트업이 UAM 에 도전장을 내고 있는 것도 같은 이유다. 짧은 기간에 현대차그룹이 글로벌 EV 시장 5 위까지 성장할 것도 EV 관련 DNA 가 양호한 토양 덕분이다. UAM 도 모터, 배터리, fuel cell, 소재, 자율주행 기술 등 자동차 산업과 교집합이 많다.

다음은 정부 합동부처에서 제시한 UAM 관련 7 대 핵심기술과 10 대 품목이다. 대부분이 Mechanical Engineering 기반의 부품들이다. 한국항공우주연구원이 비교적 오랜기간 추진해온 OPPAV 프로젝트에서도 계속 다뤄왔던 기술들이다. 지금까지가 기술을 준비해온 수준이라면 지금부터는 양산에 초점을 맞춘 투자와 연구개발이 필요하다. 특히 모터, 배터리, 소재, 센서, NVH 기술은 자동차의 AV, EV 에서도 동일하게 중요한 기술인만큼 이번 계기를 통해 크게 도약할 필요가 있다.

그림141. 국토교통부가 제시한 UAM 7대 핵심기술

7대 핵심기술	①수직이착륙		②장거리 비행	③분산전기추진	
10대 핵심품목 (기체, 부품)	틸팅시스템	고효율·저소음 프로펠러	고경·회전 복합날개	항공용 모터/인버터	분산전력 제어장치
	④모터구동·하이브리드		⑤자율비행	⑥센서	⑦소음·진동
	엔진/ 하이브리드	고출력 배터리 /수소연료전지	비행제어 및 항법임무	충돌회피 센서	능동소음 진동제어

자료: 국토교통부, 하이투자증권 리서치본부

그림142. 국토교통부가 제시한 eVTOL & 항공부품 영역 유형별 지원 방안

	성장(개발) 지원	수요 다변화 지원	업종전환
분야	- 배터리, 모터, 인버터 - 공조시스템, 경량 소재 - 충전인프라 설비	- 항법장치, 조향장치 - 제동장치 - 내장 타이어 등 범용품	- 엔진·변속기 관련 부품 - 액츄에이터 계기류 부품 - 기계식 보기류 부품
지원방식	- 산학연 기술개발 - 투·융자 스케일업 지원	- 신규 수요처 탐색·매칭	- 융합기술 역량 강화 - 정책자금 지원 확대

자료: 국토교통부, 하이투자증권 리서치본부

## (2)모터 - UAM 의 핵심부품

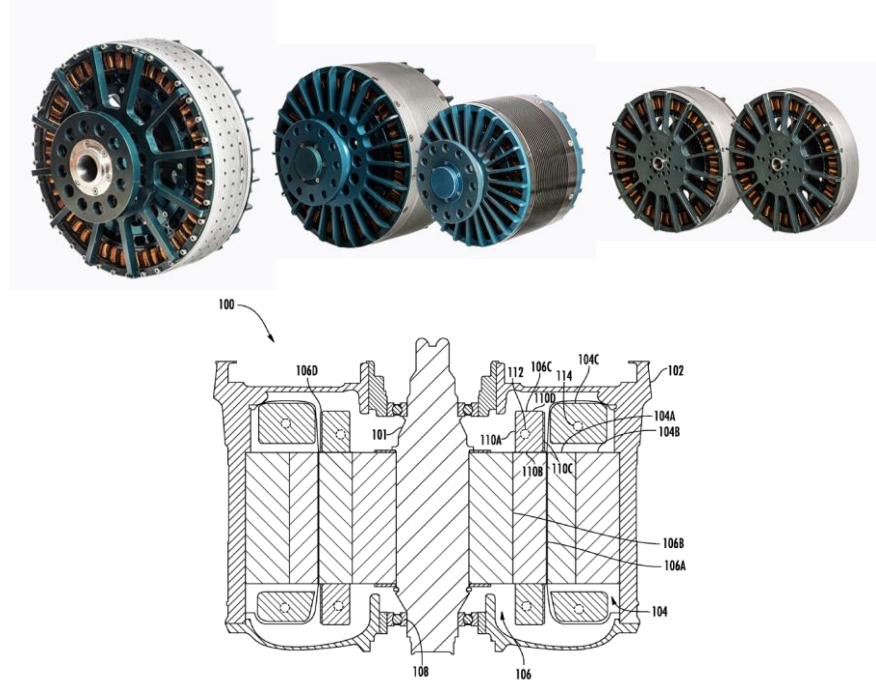
전기차와 마찬가지로  
UAM에서도 모터의  
성능이 퍼포먼스를 좌우

진보한 모터기술은 UAM 성능 차별화에 필수적이다. Tesla 의 성능이 다른 전기차를 압도하는 이유 중 하나가 모터의 차별화다. 모터의 고속회전시 여러가지 요소에 의해 자속의 손실이 발생하고 이는 모터의 전력감소로 이어진다. 따라서 Tesla 는 전체모터의 크기와 비율에서 최적값을 컴퓨터 시뮬레이션으로 얻어내는 물론 회전자와 엔드링과 고정자의 엔드턴 형상을 최적화하는 데 많은 시간을 할애했다. 하우징의 경량화는 물론 자석 구성요소들의 형상과 재질을 최적화했다. 코어와 샤프트에 신소재를 적용했고 형상의 최적화와 모터축 및 무게중심 최적화로 전류밀도의 분포가 최대값을 유지할 수 있도록 만들었다. 모터의 제어나 배터리 효율도 중요하지만 모터 자체에 이미 차별화가 이뤄진 것이다.

한국의 UAM 시장 참여자들도 모터에서의 차별화를 간과해선 안된다. UAM 모터분야에선 Rolls-Royce(구 Siemens eAircraft)와 Honeywell, Denso, MGM 등이 주도권을 가지고 있다. 많은 업체들에 이들의 모터가 사용된다. 친환경 요구가 거세지는 상황에서 기존 내연기관 항공기의 eSTOL, eVTOL 로의 전환은 필연적이다. 또한 DEP(분산전기추진)에 따른 고효율 소형모터부터 다인승 기체를 위한 대형모터까지 다양한 형태와 크기의 모터를 필요로 할 것이다. 따라서 부품사들은 UAM 용 모터에서 다양한 글로벌 OEM 을 접촉하기 위해선 개별 맞춤형이 가능한 다양한 모터 라인업을 구비해야 한다. 다양한 지름, RPM ranges, Torques, Power 의 모터가 갖춰져야 판매의 접점이 커질 수 있다.

라인업 구비로 인해 한 업체의 역량이 분산될 우려도 존재한다. 그렇다면 기초 소재의 공유로 가격경쟁력은 높이고 형태의 다양화를 위해 업체별 분업도 검토해볼 수 있다. 특히 전기차보급 확산과 eVTOL 산업의 동시성장에 따른 희토류에 대한 자원 무기화가 재발할 가능성도 높아 모터의 희토류 저감기술도 병행하여 생각해봐야 한다. 더 앞서 나가는 모터 성능을 위해 나노튜브 같은 신소재의 적용도 생각해볼 수 있다. DEP 로 안전성이 강화되었다 하더라도 하늘에서의 추락은 여전히 치명적일 수 있기에 모터의 내구성이나 무오성(無誤性)은 아무리 강조해도 지나치지 않다.

그림143. MGM의 다양한 eVTOL 모터와 Tesla의 'Rotor Geometry' 특허



자료: MGM, Tesla, 하이투자증권 리서치본부

### (3) 배터리 - 한국의 주도권을 유지하기 위해선 더욱 분발해야

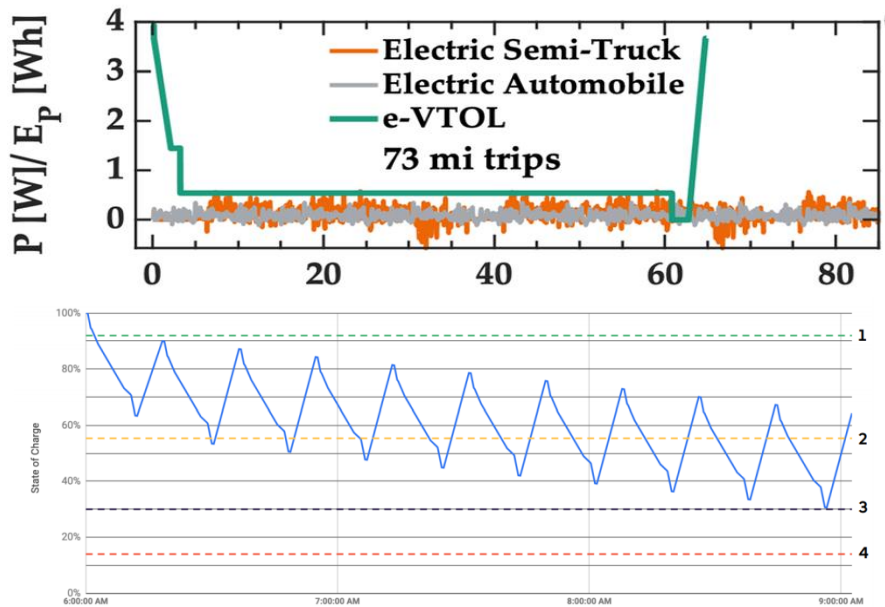
배터리 강국인 한국이  
마냥 안심하기에는  
어려워졌다

한국은 LG, 삼성, SK의 배터리 3사를 보유한 기술강국이다. 따라서 자동차의 전동화에도 배터리 기술 및 공급 걱정이 없는 나라 중 하나다. UAM에서도 마찬가지일 것이라 판단된다. 따라서 배터리는 다른 기술에 비해 상대적으로 걱정이 덜하다. 그럼에도 최근 Tesla의 Terafactory 건설과 CATL의 200만 km 수명의 배터리 공개 등은 신경이 많이 쓰인다. 코발트 함유량을 크게 줄이고 High Nickel로 가능한 저비용+장수명의 새로운 배터리를 Terafactory로 대량생산할 경우 엘런 머스크가 장담했던 kWh당 \$100 달성은 물론 오히려 밑돌 수도 있기 때문이다. 문제는 이 기술을 주도하고 있는 게 한국업체들이 아니라는 사실이다. 빠른 기술 캐치업이 따라와주지 못하면 가격압박에 시달릴 수 있다는 점이 우려가 된다.

UAM에 필요한  
배터리의 속성은  
전기차와는 다르다

비행체에 요구되는 배터리는 경량화에 대한 요구가 자동차보다 더 크다. 배터리 밀도 문제가 해결되지 않는다면 상당기간 hybrid 형태로 동력원이 존재할 수 있다. 따라서 친환경 eVTOL에는 배터리 밀도 개선이 필연적이다. 비즈니스 모델로 봐도 충전횟수나 배터리 수명이 상당히 중요한 변수다. Uber Elevate도 배터리 수명이 수익구조와 직결된다고 언급한 바 있고, 기체 선정에도 조건을 걸 정도였다. UAM용 배터리는 자동차와 속성이 다르다. 전력요건, 내부저항 및 작동제약 조건이 지면을 일정하게 달리는 자동차와 같을 수 없다. 특히 이착륙시 상당한 전력이 소모되기에 배터리 관리부터 달라질 수밖에 없다. 또 충전반복에 따른 조건도 다르다. 아래 그림은 Uber Elevate가 업체들에 요구한 repeatability 속성이다. 충전상태의 상한과 하한, 최소충전상태, 최소충전예비상태의 4가지 단계에 대한 가이드라인을 제시하고 있다.

그림144. Uber Elevate의 repeatability 가이드라인



자료: Uber Elevate, 하이투자증권 리서치본부

결국 배터리는 현재 자동차에 쓰이고 있는 리튬-이온을 넘어선 차세대 배터리가 UAM 확산기 즈음에는 실제로 이용될 것으로 전제될 것이라 본다. 리튬-황, 전고체 배터리 등 다양한 대안이 나오겠지만 전고체 배터리가 UAM에는 적합하다. 현재 특허를 포함, 기술이 가장 앞섰다고 평가되는 곳은 Toyota다. 전고체 배터리는 무게와 밀도면에서 현재의 Gel type 리튬-이온을 크게 능가한다. Joby Aviation과 협업을 통한 기체개선이 이뤄질 수 있다. 한국의 현대자동차 S-A1의 경쟁기종인만큼 배터리 기술에서 일본에 뒤처져서는 안 된다. UAM 비즈니스가 사업성을 얻으려면 지나친 충전대기 시간도 문제가 될 수 있다. 따라서 착탈식 배터리에 대한 요구도 있을 수 있다.



한국의 배터리 기술을 신뢰하고, 산업이 요구하는 조건을 만족시키기 위해 애쓸 것이란 점도 믿는다. 고밀도+저비용+장수명 배터리에 있어 한국이 주도권을 계속 유지해갔으면 하는 바람이다. 배터리의 개선은 UAM 보급에 반드시 선행되어야만 하는 업계의 과제다.

#### (4)모빌리티 플랫폼 - MaaS / Multimodal Service

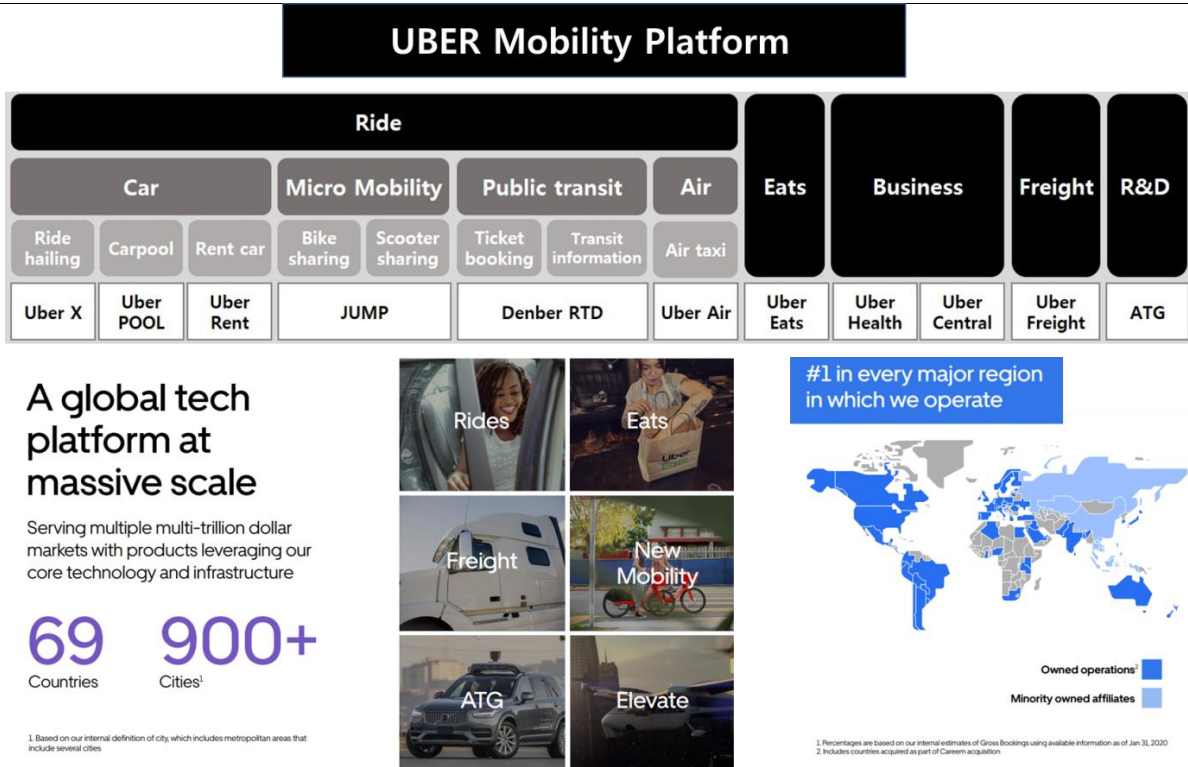
모빌리티 플랫폼의 불모지  
한국은 UAM 산업에서  
Uber Air에 의존하게 될  
가능성이 있다

여전히 한국은 플랫폼의 불모지다. 반면 ODM(On-Demand Mobility)과 Multimodal 은 세계적인 흐름이며 요구사항이다. UAM 은 PAV 의 운영적 측면이 강하다. 경제적인 구조가 4 인승일 때 가장 효율적으로 운영될 것이라 보는 것도 개인적인 니즈가 기초가 된다. 결국 이용자들은 모빌리티 플랫폼을 통해 air taxi 나 airport shuttle 을 예약하고 이용할 것이다. 전세계의 Vertiport 가 대부분 설계단계부터 각종 교통수단을 연계하는 multimodal 의 허브 역할을 하겠다고 내세우고 있다. 한국의 현대차그룹도 CES 2020 에서 S-Hub 의 청사진을 밝힌 바 있다. 문제는 하드웨어나 인프라로서의 개념은 훌륭하나 각종 교통수단을 다 포괄하는 플랫폼을 만드는 것은 쉽지 않다. 최근 GM 이 Maven 사업을 축소한 것, Daimler, BMW 가 플랫폼을 통합했음에도 어려움을 겪고 있다는 점이 이를 입증한다.

이번 정부에서 발표된 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵」에 따르면 UAM 비즈니스의 ①신속한 상용화와 ②선진기술화를 위해 글로벌 운송플랫폼 선도업체의 국내진출도 허용할 것 같다. 매우 구체적인 언급이 포함되어 있는데, ‘교통플랫폼 전반을 주도하며 관련 산업계 정점에 있는 UAM 플랫폼업체 중심 유치’라고 명문화되어 있다. Uber Air 를 어렵지 않게 연상할 수 있는 문구다. 다만 현장 관리인력이나 App 의 유지보수 등은 국내 업체나 인력을 활용하도록 권고하고 있다. 최근 SKT 가 Uber 와의 제휴를, 현대차그룹이 Uber 에 기체납품을 발표한 것을 보면 교집합 성격도 강하다.

다만 단기적으로 보면 시스템, 알고리즘, 운영노하우, 기체컨트롤 등 선도업체에 도움을 구하는 것이 시간단축에 도움이 되지만 중장기적으로 보면 국내 mobility platform 주권 상실의 우려가 있는 것이 사실이다. 특히 타다 불허 등 국내 모빌리티 플랫폼의 초기국면에서 규제의 허들을 높여놓은 정부가 너무 쉽게 하늘길을 해외업체에 열어주는게 아닌가 우려도 된다. Uber 가 만일 UAM 사업으로 본격적으로 국내에서 multimodal 의 교두보를 확보한다면 food delivery-화물-승객에 이르는 넓은 사업영역 확보에 상당한 탄력을 받을 것이다. 한국형 모빌리티 플랫폼의 육성도 균형있게 고민해야 한다. 카카오, 네이버, 현대, SK, 롯데 등 모빌리티 플랫폼 육성의지가 있는 대기업이나 Code 42, 쏘카 등 스타트업들도 이 시장에 관심을 가져야 한다.

그림145. Uber의 Multimodal 플랫폼 사업 포트폴리오



자료: Uber, 하이투자증권 리서치본부

(5)로지스틱스 - 가장 빠르게 적용될 시장

물류업계가 가장 중목하는 것이 드론을 이용한 택배와 중대형 eVTOL 을 이용한 화물 서비스다. 택배에서 취급하는 화물의 90%가 25kg 미만이고 60%가 5kg 미만이다. 드론은 택배서비스에 요긴하게 사용될 수 있다. Last-mile delivery 의 경우엔 개별 배송을 한다해도, 대형드론인 UAM 의 경우 창고에서 집하장까지 많은 물건을 한꺼번에 싣고 나르는 용도로 적합하다.

이미 독일의 Wingcopter 는 독일 Deutsche Post 소유의 국제운송 서비스업체인 DHL 과 미국의 다국적 운송업체 UPS 와 제휴를 맺었다. Wingcopter 드론은 좁은 지역에서 이착륙이 가능한 VTOL 기능은 물론, 운항거리가 120km(75 마일)에 달하고 최대 240km/h 의 빠른속도로 고정익 기반의 고속수평비행이 가능하다. 54km/h 의 풍속과 최대 70km/h 의 터블런스도 견딜 수 있는 견고한 기체가 특성이다. 적재하중은 6kg 수준이다.

그림146. Wingcopter, DHL, UPS 의 드론배송 제휴



자료: Uber Elevate, 하이투자증권 리서치본부

안전에 대한 우려가 덜한  
드론 택배 시장으로  
하늘길이 처음 열릴 것

가장 먼저 하늘길이 열리는 것은 저고도 공역에서 드론의 택배서비스가 될 것이다. 정부 로드맵에 따르면 150kg 이하의 초경량급 드론을 활용해 상용서비스가 가능한 화물운송부터 우선 인기를 내줄 계획이다. 승객용과 달리 안전도 기준이 낮고, 기술개발이나 인증에 속도를 낼 수 있다는 게 그 이유다. 도서, 산간지방에 우선 서비스를 시작하고, 화물용 전용포트도 건설할 계획이다. 우정사업본부가 주축이 되어 사업성 검토도 실시할 것 같다. 여기서 축적된 정보는 저고도 공역의 UTM 검증에도 활용될 수 있을 것이다.

한국도 GS25 시를 운영하는 GS 리테일이 최근 제주도에서 GS칼텍스의 주유소 시설을 이용한 드론택배 시연을 해 많은 관심을 끈 바 있다. 현재 드론 시범도시로 선정된 경기도 고양, 대전, 부산, 제주의 4 군데에 하늘길을 열어둔 상태다. 규제샌드박스 통과기업으로는 엔텍로지, LIG 넥스원, 니어스랩, 그리폰다이나믹스, 엑스드론, 4S Mapper, 아르코스다인, 유콘시스템, 피스퀘어, 에어온, 그루젠, 드론버스, 블루젠드론의 13 개 사가 있다.

이는 확실히 대한통운, 한진, 롯데글로벌로지스 등 대형 물류회사나 택배회사들이 관심을 가지고 지켜봐야 할 분야다. 승객용 UAM 보다 화물용 드론, UAM 이 먼저 시작될 것이 자명하기 때문이다.

그림147. GS 그룹의 드론사업



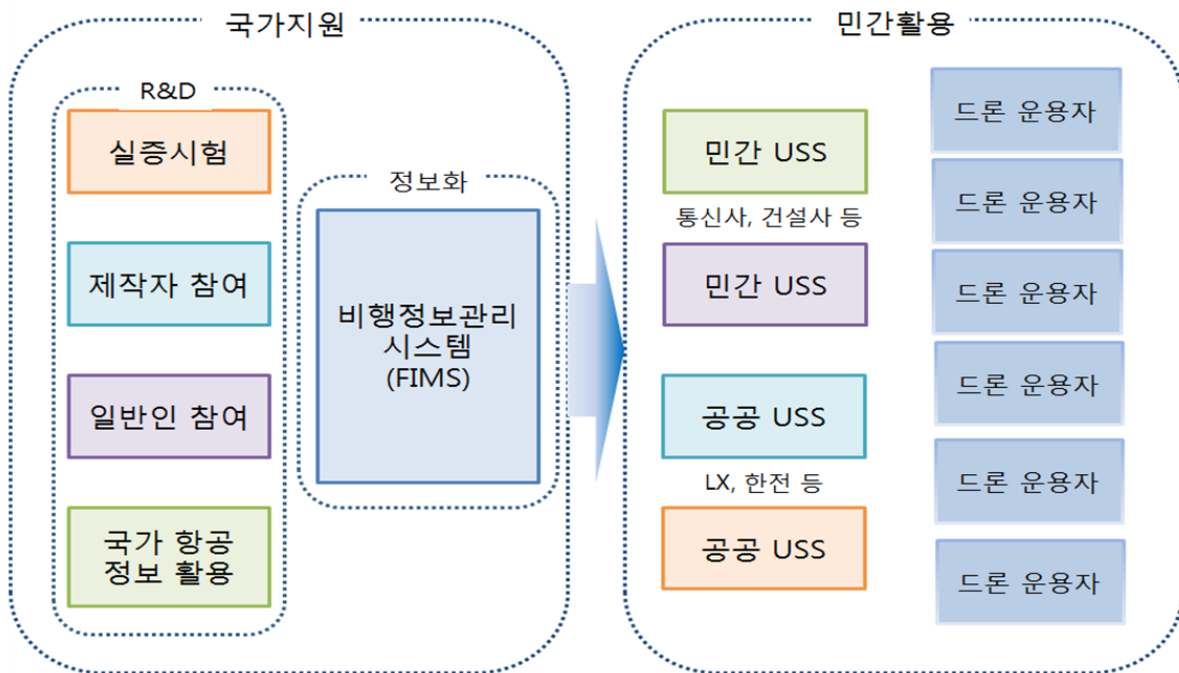
자료: GS칼텍스, GS 리테일, 하이투자증권 리서치본부

(6)USS(UTM Service Supplier: 교통관리사업자) - 민간에게 맡겨진 교통관리

이 분야도 민간에서 적극적으로 참여해야 할 것이다. Vertiport 운영, 충전설비와 과금, 특히 저고도 공역에서의 관제는 대부분 5G 통신망을 이용하거나 위성을 이용해야 한다. K-드론시스템(UTM)에서도 교통관리 수행주체와 통신주체로 민간사업자를 명시하고 있다. 미국의 FAA 도 AirMap, Kittyhawk 등 9 개 민간업체를 USS 로 승인한 바 있다.

현재 공공기관인 항공안전기술원, 항공우주연구원, 한국전자통신연구원, 한국공항공사, 인천국제공항공사, 한국전력, 한국국토정보공사와 민간기업인 통신 3 사(KT, SKT, LG U+)가 K-드론시스템의 USS 구성원으로 참여해있다. 교통관리기능이 어느 정도 마련된 '22 년 이후 민간기업들의 참여가 활발해질 것으로 보인다. USS 조기 정착을 위해서는 국토교통부를 비롯한 정부가 초기에 다각적인 노력을 기울여야 할 것 같다. 이후 사업성이 있겠다는 판단이 들면 많은 민간 참여자들이 자발적으로 참여하리라 예상된다.

그림148. K-드론시스템 개발개요



자료: 국토교통부, 하이투자증권 리서치본부

### (7)MRO(Maintenance Repair Operation) - 유지보수업체도 다양화 될 것

MRO 는 서비스가 안전하고 무난하게 영위되도록 기체를 정비하고 유지보수하는 업무를 말한다. 한국은 현재 대한항공이 항공정비산업을 거의 장악하고 있고, KAI 에서 한국항공서비스주식회사(KAEMS)를 2018 년 6 월 출범한 바 있다. 항공기의 경우 주로 미국의 보잉과 유럽의 에어버스가 과점 상태였다. 두 회사의 몇몇 기체만으로 구성되어 있고 비교적 수명이 길어 정비, 유지보수에 큰 문제가 없었다.

기존 항공업계와는  
유지보수의 방식이  
달라질 것

하지만 드론, UAM 은 다양한 생산업체, 다양한 에너지원, 다양한 형태의 기체가 서비스에 투입될 것으로 예상되는 만큼 유지 보수에도 복잡성을 떨 것으로 예상된다. 멀티콥터 형태의 회전익과 고정익 기반의 UAM 정비법이 완전히 다를 수 있다. 부품도 기체별로 다양하게 구비하고 있어야 만약의 상황에 대비할 수 있다. 각기 다른 시스템으로 구성된 많은 기체가 짧은 시간에 단거리 경로에서 술한 이착륙을 반복해야 하므로 MRO 의 업무강도도 상당히 셀 수 있다. 특히 대부분이 향후 pilotless 의 무인기 형태로 운행하게 되면 더 많은 시스템 체크가 필요할 수도 있다.

### (8)소재(Raw Material) - 한국이 취약한 분야, 육성이 시급한 기초기술

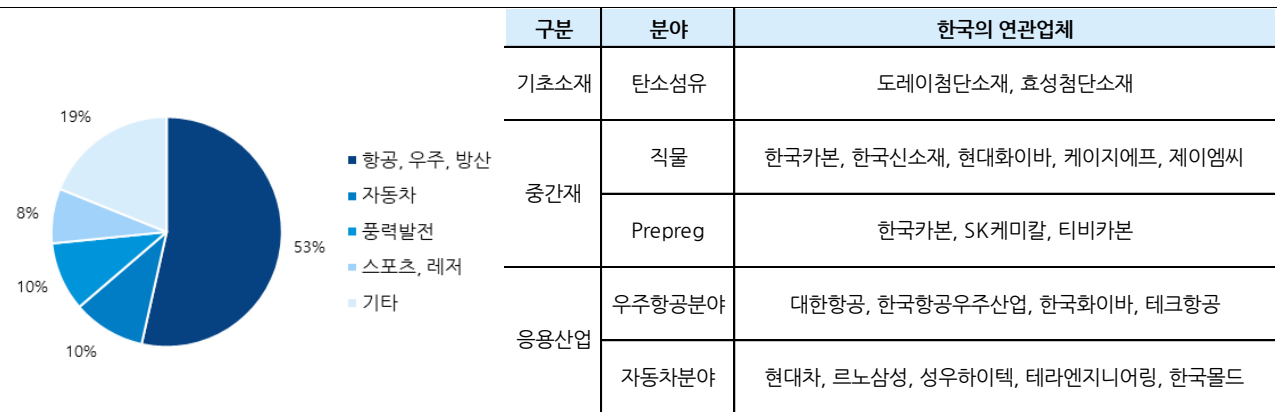
UAM 은 자동차만큼의  
대량생산이 예상되지만  
경량화에 대한  
요구는 더 커졌다

자동차용 소재와 UAM 에 사용되는 소재는 일부는 겹치지만 경량화에 대한 요구가 훨씬 강하다는 측면에서 차별성을 갖는다. Air frame 에서 알루미늄이나 듀랄루민, 마그네슘이 사용되고, body 에는 CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics, 탄소 섬유 강화 플라스틱)가 사용된다. 이미 자동차에서 경량화를 위해 오랜기간 연구개발과 적용을 했던 소재들이다. 다만 규모의 경제를 실현하기 힘들고 생산공정에서 대량생산과 자동화가 제한된다는 점에서 가격이 비쌀 수밖에 없었다. 고가의 경량화 소재를 사용할 수 있는 자동차는 고가의 수퍼카나 럭셔리카로 제한되어왔다. 그렇다보니 패밀리카 위주의 가성비를 강조하는 한국의 자동차산업에서 첨단 경량소재가 설자리가 애매했다. 고가의 경량화 소재를 사용해도 소비자들로 하여금 기꺼이 지갑을 열게 만들기 쉽지 않았다.

하지만 UAM 은 중력과 양력이 반비례하므로 가볍지 않으면 비행능력이 현격히 떨어진다. 따라서 경량화 소재에 대한 요구가 강할 수밖에 없다. 또한 드론처럼 작은 기체가 아닌, 4-5 명의 승객이 탑승하는 UAM 의 경우 경량화 소재에 대한 요구가 더 클 수밖에 없다.

대표적 고가 경량화소재인 CFRP 의 경우 전세계적인 전방산업을 살펴보면 항공, 우주, 방산이 절반을 차지하고 있음을 알 수 있다. CFRP 의 최대기업이 항공산업이 발달된 나라에 집중된 것이 바로 여기에 연유한다. 자동차도 럭셔리, 고성능 차량 위주라 한국에선 수요가 제한적일 수밖에 없었다. 하지만 UAM 비즈니스를 본격화 하기 위해선 본격적으로 소재산업의 경쟁력 강화를 위해 투자가 진행되어야 한다.

그림149. 글로벌 CFRP 수요산업 비율과 한국의 주요 소재 연관업체



자료: 산업 자료 참고, 하이투자증권 리서치본부

### 5. 한국 UAM 산업을 위한 제언

한국은 제조업의 강국이자 기계공업의 강국이기도 하다. 특히 자동차산업은 자본시장에서의 시가총액 하락으로 그 위상이 하락했음에도 불구하고 여전히 반도체산업에 이은 최대 산업이다. 전체 제조업 생산의 13% 이상을 차지하고 있고, 총부가가치의 12%를 차지할 뿐 아니라 430 억 달러 이상의 수출을 담당하고 있는 중추산업이다. 전통 자동차산업이 mobility 혁명에 따른 새로운 변화에 흔들리고 있다. C.A.S.E 의 4 대 변화에 모든 것이 변화를 강요당하고 있다. 전기차로의 변화 하나에만 Tesla, Byton, Xpeng 등 강력한 새로운 플레이어들이 등장해 전통산업을 위협하고 있다. 전기차 변화에 내연기관 자동차 부품의 37%가 사라진다. 특히 부가가치 중심에 자리잡고 있는 엔진과 트랜스미션이 사라진다.

이런 변화는 주식시장에서 먼저 감지된다. 현재 Tesla 한 회사의 시가총액이 미국의 Big 3(GM, Ford, FCA)를 합한 금액의 2 배에 달한다. 중국에는 NEV 보조금 수령을 희망하는 전기차 생산업체만 총 487 개에 달할 정도로 스타트업의 자동차 생산 도전이 거세다. 그런 상황에서 이번 주제인 UAM 은 또 하나의 mobility 도전자다. 이미 개발이 완료되었거나 개발 중인 기체의 종류만도 260 개가 넘는다. 이들은 특히 기존의 2 차원 공간이 아닌, 3 차원 공간을 활용하는 완전히 다른 개념의 경쟁자인 것이다. 전통 자동차산업이 극심한 변화 스트레스에 노출되고 있다는 게 바로 여기에 기인한다.

반면 한국의 항공기제작 산업은 자동차에 비해 열세에 있다. 미국, 유럽과 격차가 크고 시장이 소수 브랜드에 큰 충성도를 보이고 있어 신규업체에겐 진입장벽이 높다. 뿐만 아니라 항공기 부품 수는 자동차의 7 배인 20 만 개 이상이기 때문에 SCM 도 쉽지 않다. 생태계를 만들기엔 범위가 광활하고 손익분기점을 넘기까지 투자금액도 클 뿐 아니라 회수기도 길다. 활용되는 핵심기술도 자동차의 15 배인 650 개에 이른다. 설계기술도 복잡하고 생산도 소재의 특수성으로 인해 모두 수작업에 의존해 노하우 축적에 오랜 시간이 걸린다. 다만 성공할 경우, 부가가치가 자동차보다 월등히 높다. 여전히 국내 항공산업의 기술수준이 선진국에 비해 낮고, 연구개발비 투자규모 역시 작은 상황이며, 수요자 입장에서 사고시 큰 위험이 동반되므로 국산보다 해외제품 선호현상이 크다.

이런 항공기제작 산업도 최근 친환경으로의 변화를 강요 받고 있다. 값비싼 제트유도 문제지만, 여기서 뿜어져 나오는 배출가스가 전세계 온실가스 배출량의 2%에 달하고 매년 6%씩 증가하고 있다. 자동차뿐 아니라 항공기도 전기추진동력으로 변해야 한다는 압박을 지속적으로 받고 있는 것이다. Airbus 가 '15 년 6 월 전기 배터리로 나는 E-Fan 을 내놓은 것도 이런 이유 때문이다. '09 년부터 Airbus, Boeing, Rolls-Royce 등 30 개 기업이 전기 항공기 프로젝트에 뛰어들어 11 년째 연구하고 있다. 여기에는 전기추진뿐 아니라 하이브리드, 연료전지(fuel cell)까지 포함된다.

우리가 강조하고 싶은 메시지는, 변화를 강요받고 있는 한국의 자동차산업과 열세에 있는 항공기 제작분야 양쪽 모두의 Game Changer 가 될 수 있는 좋은 기회가 바로 UAM 이란 생각이다. 자동차도 130 년 전통의 엔진과 트랜스미션이 무용지물이 되면서 신규 경쟁자들이 대거 뛰어들고 있듯, 항공기 분야에서도 수많은 업체들이 전기추진동력을 앞세워 뛰어들며 전통 플레이어들을 위협할 것이 자명하다.

교집합은 모터, 블레이드, 배터리, 소재, 소프트웨어, 시스템 등 전기차 기반의 자율주행차와 크게 다르지 않다. 50 년 전 자동차산업에 뛰어들 때 보유하고 있던 기술수준과 비교하면 현재 한국의 기술수준은 매우 뛰어나다. UAM 산업이 제트엔진 기반의 대형 항공기나 전투기 개발에 비해 한국에게 있어 훨씬 접근가능성이 좋다고 생각하는 이유다. 변화의 기회를 한국 자동차산업과 항공산업이 절대 놓쳐서는 안 된다.







# PART IV

## 기업 편 - New Business 를 바라보는 투자 아이디어

1. 전통 항공기 업체 - Airbus, Boeing, Bell, EmbraerX, Pipistrel
2. eVTOL 스타트업 - Alaka'i Technologies, Beta Technologies, EHang, Joby Aviation, Jaunt Air Mobility, Kitty Hawk, Lilium, Overair, Opener, SkyDrive, Volocopter,
3. 전통 항공기 Tier1 - Hexcel, Honeywell, Moog, Safran
4. 전통 완성차 업체 - Toyota, 현대자동차, Rolls-Royce
5. Logistics 업체 - Amazon, Alibaba, JD.com
6. 기타 업체 - ChargePoint, Hillwood
7. 한화시스템 (272210)

## 기업 편 - New Business 를 바라보는 투자 아이디어

HI-FO 는 Future technologies, Foreign Stock, OTC 를 다루는 팀이다. 다루는 기업들이 대부분 해외비상장, 스타트업에 속한다. 국내 투자자가 해외 비상장 주식에 접근할 수 있는 방법이 많지 않음을 모르는 바 아니다. 그럼에도 다양한 방법으로 해외비상장 회사에 투자하는 기회가 생겨나고, 시차를 두고 한국에도 관련된 기업이 태동하거나 전략적/자본적 제휴가 나타나는 등 확실한 연관성이 있음을 확신한다. 해외에서의 이런 움직임이 파악되면 향후 국내에서도 산업과 주가의 향방을 더듬는 노력은 앞으로도 계속 나타날 것이다. 제 2, 제 3 의 Tesla 를 꿈꾸는 기업들이 UAM 산업에서 활약하고 있기 때문이다.

UAM 산업은 지금 막 시작되는 단계다. 관련 기술은 진일보 하였으나 규제나 사회적 수용에서 아직까진 시간을 요한다. 각국 정부는 경쟁국들을 의식한 듯 앞다퉀 로드맵을 제시하고 있다. 굳게 닫혀있던 하늘길을 단계별로 열기 위해 준비하고 있다. 기업과 자본시장에서는 향후 이 산업에서 피어나기 시작할 기회를 놓치지 않기 위해서 투자에 여념이 없다. 아직까지 UAM 만으로 손익이 전개되는 회사는 중국의 EHang 을 제외하곤 거의 드물다. 앞으로 크게 펼쳐질 이 분야에 뛰어드는 회사들의 면모는 크게 다음과 같다.

- 기존 3차원 공간의 독점적 지위를 누렸던 항공기 제작사, 부품사 - 보잉, 에어버스, 벨...
- 2차원 공간의 맹주(盟主)인 자동차 회사들 - 현대, 도요타, 볼스보이스
- 신기술과 모험심으로 과감하게 이 산업에 뛰어든 스타트업들 - 이항, 볼로콥터...
- 풍부한 자금을 바탕으로 한 비즈니스 모델을 가지고 있는 e-Commerce 업체들 등 - 아마존, 알리바바, JD.com

아직은 누가 UAM 시대에 선두주자로 자리잡을 지 알 수 없다. 새로 전개되는 기회는 전통영역에 대한 파괴적 결과로 이어질 수도 있다. 제트엔진 위주의 항공기와 헬리콥터, 2차원 공간의 자동차까지 혁신적인 UAM 으로 대체될 수 있기 때문이다. 마치 전기차에서 스타트업이 대거 출현했듯, 진입장벽으로 인해 엄두도 내지 못하던 항공산업에 eVTOL 을 앞세워 수많은 신생 기업들이 나타날 수도 있다. 유니콘, 데카콘 기업들도 생겨날 수 있다. 거대 e-Commerce 기업들이 드론으로 출발해 UAM 영역까지 확장할 가능성도 농후하다. 현시점에 UAM 산업은 어떤 아이디어로 임해야 하는지 고민해보자.

첫째, UAM은 개별 회사보다 생태계로 이해하자. 단순히 하드웨어 제작업체만 들여다보기 보다는 이 새로운 교통수단을 이용할 수 있는 주체들을 살펴보고, 도입 이후에 변화될 것들에 초점을 맞추는게 좋아보인다. Amazon 이나 Alibaba, JD.com 이 드론을 이용한 프리미엄 배송 서비스를 확대한다면 추가적인 valuation 의 상승이 가능하다. Amazon 은 이미 키바시스템과 스카우트 인수로 로봇계에도 선두주자가 됐다. 적재하중을 높이는 드론시장에서도 역시 존재감을 보이고 있다. Uber 역시 ride sharing 의 첫 아이디어로 짧은 시간에 Decacon 반열에 올랐듯 Uber Air 로 최초, 최대의 UAM Network 구축으로 valuation 상승이 가능할 수 있다.

둘째, 방어적 논리로 생각해보자. UAM 이 2 차원 공간 모빌리티인 자동차의 대체재로서 훌륭하게 자리를 잡는다면, 가뜰이나 Tesla, Uber 같은 신규진출자들에 파이를 빼앗기고 있는 자동차업체들의 역성장은 불가피하다. 그런 의미에서 Toyota 와 현대차가 직접 UAM 사업에 뛰어드는 것은 훌륭한 방어전략이 될 수 있다. 뿐만 아니라 Mechanical Engineering 의 최고 전문기업이자, SCM 의 최고전문집단, 대량생산 기술에서 세계최고 수준인 완성차업체들이 UAM 제작에 본격적으로 뛰어든다면 의외로 이 시장의 leading company 가 될 수 있다. 정체성이 2 차원에서 3 차원까지 포함하는 Total Mobility Solution 업체로 확장될 수 있는 것이다.

셋째, 새로운 기회에 도전하는 기업들의 행보를 면밀히 살펴자. 앞서 모건스탠리의 2040 년 \$1.5T (한화 1,700 조 규모)전망을 소개한 바 있다. 예상대로 실현된다면 UAM 은 세계 10 대 산업에 바짝 다가서는 엄청난 규모가 될 것이다. 현재의 참여자들이 이 시장에서 제 몫을 하기 시작하면 또 한 번의 큰 성장이 가능할 것이며 활발한 M&A 도 과정 중에 일어날 것이다. 기체를 생산하는 업체, 핵심부품을 공급하는 업체, 모빌리티 플랫폼을 제공하는 업체, USS 로 운영을 담당할 업체, MRO 서비스를 담당할 업체, Vertiport 투자로 수익사업이 가능한 부동산업체 등 새로운 비즈니스 기회에 도전하는 기업들을 면밀히 살펴야 한다.

넷째, 핵심기술에 주목하자. UAM 기체는 모터, 배터리, 블레이드, 소재 등 핵심역량이, 자율비행의 시대에는 AI, 센서, V2X, 3D Map 등 자율주행 자동차와 유사한 기술들이 필요할 것이다. UTM 에도 통신장비(지상/위성), 통신서비스, 보안업체 등 많은 주체들이 새로운 기술로 도전장을 내밀 것이다. 이 기술들은 UAM에만 적용되는 것이 아니다. Autonomous Vehicle, Robotics 등에 공통적으로 요구되는 기술이기도 하다. 미래 기술에 접점이 많은 핵심기술들은 응용분야의 성장에 따라 오랜 시간 우상향하는 모습을 보일 것이다. 대부분 국가의 UAM 로드맵은 UAM 산업이 2030 년경엔 빠른 속도로 확산이 되다가 무인기가 허용되는 시점부터 산업이 크게 팽창할 것으로 보고 있다. 배터리 기술도 그때쯤에는 차세대 배터리로 무게중심이 이동되어 있을 것이며, 자율주행차도 도로에서 운행을 시작할 때다. 지금이야 타이트한 규제나 적용대상의 제한으로 답답할 수 있지만 중장기적으로는 이길 수 있는 투자다. 접점이 많은 핵심역량, 기술에 대한 투자는 아무리 강조해도 지나치지 않다. 반드시 주목해야 한다.

다섯째, 모빌리티 플랫폼 회사들의 행보도 주목하자. 2 차원 공간의 모빌리티에는 국가별 1 위 선도기업이 출현한 상태고, Softbank 의 투자로 이미 연합이 형성되어있다. 새롭게 시작될 UAM 이 이들에 편입될지, 별도의 모빌리티 플랫폼이 등장할지 지켜봐야 한다. 하지만 이미 세계 1 위 Uber 가 UAM 비즈니스를 선도하기 시작했다. 향후 글로벌 스탠다드로 자리 잡을 가능성이 있는 기체 선정 기준을 제시하고 나섰을 뿐 아니라, FAA, NASA 와 오랜 접촉으로 규제완화 프로젝트에 동참하고 있고, Skyport 가 설치될 도시를 선정하는 등 UAM 산업 생태계 전반에 Uber 가 직접 나섰다. 현대차의 UAM 인 S-A1 기체 공급도 Uber 와의 제휴를 통해 길이 열렸다. Uber 는 마치 ride Sharing 이란 생소한 사업을 전세계에 퍼뜨렸듯, UAM 사업까지 전세계로 확산시킬 기체다. 여기에 Grab 도 Volocopter 와 UAM 사업을 공동으로 진행하는 등 기존 모빌리티 플랫폼들의 행보가 예사롭지 않다. 새롭게 등장하는 모빌리티 플랫폼도 확인해봐야 한다.

따라서 다음 소개하는 기업들을 보면서 몇 가지 인사이트와 투자 아이디어를 얻어 갔으면 하는 바람이다.

전통 항공기 업체 ①: Airbus



CityAirbus



**유럽의 전통 항공의 자존심. Uber 와 각자의 길을 가다**

UAM 시장  
진출 과정

Airbus 는 상용 여객기뿐 아니라 헬리콥터 사업부를 수십 년간 운영해오며 VTOL 시장에서도 두각을 나타내 왔으나, '14 년부터는 환경 규제에 엄격한 유럽에서 활용될 수 있는 새로운 형태의 항공 이동수단에 대한 그림을 그려왔다.

'16 년부터 '20 년 3 월까지 서비스를 제공했던 On-demand 헬리콥터 플랫폼 Voom 에서 얻은 경험은 Airbus 가 eVTOL 을 활용해 본격적으로 UAM 시장에 진출하기로 결정하는 밑거름이 되었다. Uber Air 가 Uber Copter 로부터 힌트를 얻고 있듯, Voom 을 통해 도심에서 항공 모빌리티를 이용하고자 하는 소비자의 성향과 서비스 이용 패턴을 파악할 수 있었기 때문이다.

Airbus 는 '18 년 6 월에 UAM 사업부를 창설했으며, Voom 도 UAM 사업부로 편입시켜 미래 항공 모빌리티에 대한 도전을 이어나갔다. 이후 UAM 사업부에서는 미국에서 1 인승 eVTOL 인 Vahana 의 '19 년 5 월 첫 비행을 시작으로 '19 년 12 월에는 독일에서 4 인승 eVTOL 인 CityAirbus 의 자유비행(untethered flight)에 성공하기까지 이르렀으며, '20 년 1 월 기준으로 CityAirbus 의 축소판 모델(Subscale Model)은 이미 100 회 이상의 테스트 비행을 완료했다.

Embraer 와의 JV 설립 건은 '20 년 4 월에 결렬되었지만, COVID-19 로 인한 실적 악화에도 불구하고 CityAirbus 개발을 포기하지 않기로 공식 결정한 Airbus UAM 사업부의 선택이 어떤 결과를 가져올지 지켜보면 좋을 듯 하다.

핵심 인물



Joerg P. Mueller (Head of Programmes & Strategy, Airbus Urban Mobility)

직접 UAM 플랫폼 사업까지 운영하려는 계획을 가지고 있으며, 이에 따라 전통 항공기 업체 중 유일하게 Uber Elevate 와 파트너십을 추진하지 않고 있다.

Funding

Self-Funded

대표기종(CityAirbus)

좌석 4 개 / 덕트 8 개 / 비행속도 74 mph / 비행시간 15 분 / 회전익

전통 항공기 업체 ②: Boeing



Pegasus PAV



**세계 최대 항공기 제작사. Aurora 인수**

UAM 시장  
진출 과정

Boeing 은 '17 년 11 월에 Aurora Flight Sciences 를 인수하여 eVTOL 개발에 착수하기 시작했다. UAM 시장 초기 단계에서는 Boeing 의 자회사인 Aurora Flight Sciences 가 프로토타입 개발 및 일차적인 시장 진입으로 가능성을 타진한 후, UAM 의 대중화가 진전되어 대량 생산 체제가 필요해지는 시점에 비로소 Boeing 이 안정적으로 시장에 진입하는 전략을 취할 것으로 보인다.

Aurora Flight Sciences 는 '19 년 10 월에 Porsche AG 와 파트너십을 체결하기도 했는데, 양사 엔지니어는 Premium Personal Urban Air Mobility Vehicle 을 개발하는 것을 목표로 협업할 예정이다. 다만 UAM 업계가 부자들의 전유물이 되었던 헬리콥터의 한계점을 답습하지 않기 위해 eVTOL 의 제조원가를 절감하여 대중화에 초점을 맞추고 있는 만큼 과연 프리미엄 전략이 유효할지는 두고 봐야 할 부분이다.

'20 년 1 월에 274 대의 상용 여객기를 판매한 Airbus 와 달리 Boeing 은 737 MAX 결함 건으로 인해 단 한 대도 판매하지 못했을 정도로 불확실성이 매우 커진 상태다. 그러나 선제적으로 eVTOL 개발을 위해 다양한 M&A 및 파트너십(Uber Elevate, Kitty Hawk, SparkCognition 등)을 진행했고, 이미 '19 년 1 월에 Pegasus PAV 의 full-size 모델의 비행에 성공하면서 UAM 시장에서는 Airbus 보다 빠르게 자리잡아 나가는 모습을 보이고 있다. 전통 항공기 업계의 강자라는 명성에도 불구하고 최근 어려운 시기를 겪고 있는 Boeing 의 구원투수 역할을 Boeing NeXt 가 해낼 수 있을지 주목할 필요가 있다.

핵심 인물



Per Beith (President and CEO of Aurora Flight Sciences)

Boeing 의 Aurora Flight Sciences 인수를 주도했다. '18 년에 차세대 항공기 개발을 담당하기 위해 설립된 Boeing NeXt 를 이끌면서 Aurora Flight Sciences 의 CEO 도 겸하고 있다.

Funding

Self-Funded

대표기종  
(Pegasus PAV)

좌석 2 개 / 로터 8 개 / 비행속도 112 mph / 비행거리 50 miles / 고정익(Full-Size 기준)

전통 항공기 업체 ③: Bell



Nexus 4EX



**헬리콥터의 강자. CES 로 유명세**

UAM 시장  
진출 과정

Bell 은 '46 년에 전세계에서 처음으로 인증 받은 상용 헬리콥터 Bell 47 을 시작으로 지금까지 상용 헬리콥터만 15 개의 모델을 출시한 VTOL 항공기 업체의 베테랑이다. 그런 Bell 이 그 동안 쌓아온 수직비행 기술을 토대로 CES 2019 에서 첫 eVTOL 모델인 Nexus 6HX 를 선보이며 UAM 시장으로의 진출을 알렸다.

CES 2020 에서는 덕트가 6 개에서 4 개로 줄어든 Nexus 4EX 가 전시되었다. 또한, CES 2020 에서 Uber Elevate 가 현대자동차와의 파트너십을 깜짝 발표하면서 한 때 Bell 과 Uber Elevate 와의 결별설이 있었으나 사실로 확인된 바는 없다. 결별설은 Bell 이 UAM 운영사업을 위한 자체 소프트웨어인 Bell AerOS 를 개발함으로써 Uber Elevate 의존도를 낮추려는 움직임을 보이며 더욱 힘이 실렸을 것으로 판단된다.

다만 수많은 eVTOL 경쟁사들이 이미 테스트 비행까지 진행한 것과 달리, Bell 은 아직 Nexus 의 테스트 비행을 진행하지 않고 있다. Bell 은 비행 기술력을 시장에 보이기 위한 테스트 비행에 급급하기보다는 상용으로 인증 받을 수 있는 eVTOL 을 완벽하게 설계할 수 있도록 집중하려는 모습이다.

Bell 은 Nexus 에 적용될 신기술들을 검증된 Bell 의 전통 헬리콥터에 적용했을 때 문제가 발생하지 않는지 여부를 테스트함으로써, Bell 의 eVTOL 기술력에 대한 신뢰도를 구축하는 데 중점을 두고 있다. 대표적인 예로 전기식 분산형 반토크(Electrically Distributed Anti-Torque) 기술이 있다. 또한, 헬리콥터 사업이 주력이었음에도 오히려 UAM 이 고급 운송수단이 아닌 철저한 대중교통으로 자리잡아야 한다는 입장이다.

핵심 인물



Jason Hurst (Vice President of Bell's Innovation Division)

현대자동차 UAM 사업부로 이직한 Scott Drennan 의 후임자로 '20 년 4 월에 부임하였다. Bell 에서 '02 년부터 V-22, V-280, V-247 개발에 참여한 바 있다.

Funding

Undisclosed

대표기종(Nexus 4EX)

좌석 5 개 / 덕트 4 개 / 비행속도 241 km/h / 비행거리 97 km / 회전익

전통 항공기 업체 ④: EmbraerX



DreamMaker



**자가용 비행기 천국 브라질의 대표주자**

UAM 시장  
진출 과정

앞서 거론된 전통 항공기 업체들에 비해 잘 알려지지 않았지만, 브라질 업체 Embraer는 '69년에 설립되어 지금까지 50 종류에 가까운 항공기를 인증 받은 숨은 강자다. 상용 여객기 시장에서 Boeing 과 Airbus 에 이어 전세계 매출량 3 위를 기록하고 있을 정도다.

또한 Embraer 는 Boeing, Airbus 와 달리 대형 여객기가 아닌 전용기를 비롯한 중소형 여객기를 전문으로 제작하는 업체이기에 소규모 인원이 단거리 비행을 위해 탑승하는 eVTOL 에 필요한 인포테인먼트 및 각종 고객경험(customer experience)을 파악하고 개발하기에 수월하다는 강점이 있다.

Embraer 는 '18년 5월에 UAM 시장에 본격적으로 진출하기 위해 EmbraerX 라는 미래항공기술 사업부를 설립했으나 아직까지 full-size 항공기는 실물로 선보이지 않고 있다. 오히려 EmbraerX는 다른 항공기 제작 업체들과는 UAM 시장에서 약간 다른 포지셔닝을 취하려는 모습을 보이고 있다.

eVTOL 이 도심에서 비행할 때 필요할 항공 교통망 관리 시스템(urban air traffic management systems, UATMs) 을 자율비행 기능 및 인공지능과 결합하여 출시하겠다는 의지를 밝힌 것이 '19년 5월에 발간된 백서의 주 내용이라는 점이 바로 그렇다.

전통 항공기를 위한 Air Traffic Control(ATC)과 드론을 위한 Unmanned Traffic Management(UTM)으로 구성된 항공 생태계에 어떻게 UAM 이 스며들 수 있는지를 고민하는 인프라 측면의 사업 아이템에 집중하는 모습을 보이고 있다는 것이 눈에 띈다.

핵심 인물



Antonio Campello (CEO of EmbraerX)

'17년 5월부터 실리콘밸리에 위치한 EmbraerX 의 수장을 맡고 있다. eVTOL 제작 뿐만 아니라 UAM 생태계를 구성하는 인프라 구축에 많은 관심을 두고 있다.

Funding

Funded by Embraer

대표기종(DreamMaker)

좌석 5 개 / 덕트 2 개, 로터 8 개 / 비행속도 175 mph / 비행거리 60 miles / 회전익



전통 항공기 업체 ⑤: Pipistrel

801



**실력있는 슬로베니아 기업. 화물에 우선 집중**

UAM 시장  
진출 과정

‘89 년에 설립된 Pipistrel 은 NASA Green Flight Challenges 에서 3 차례 우승 및 최초 eCTOL 개발(Electric Conventional Take-off and Landing aircraft)에 성공한 고정익 기반의 슬로베니아 항공기 제작업체다. 전기추진 항공기 제작 기술을 이미 보유하고 있던 업체이기에 Uber Elevate Summit 2017 에서의 Uber Elevate 파트너사 합류 발표는 업계의 주목을 받았다.

Uber Elevate Summit 2017 부터 2019 까지 모두 참석하며 Uber Elevate 파트너사로서의 의리를 과시하던 Pipistrel 은 ‘20 년 5 월에 돌연 eVTOL 대표기종인 801 개발 사업의 축소를 선언했다. 801 의 개발은 지속될 것이나 개발 역량을 화물배송용 무인항공기 개발에 보다 집중시킴으로써 Pipistrel 의 사업 방향성에 화물배송용 무인항공기를 우선순위로 두겠다고 밝혔다. Pipistrel 은 적재하중 660 파운드에 200 마일을 비행할 수 있는 화물용 eVTOL 을 개발하여 ‘22 년 중 익명의 아시아 기반 고객사에게 인도하기로 계약했음을 밝힌 바 있다.

위와 같은 결정을 내린 주요 이유로는 Uber Elevate 가 ‘23 년에 Uber Air 서비스를 런칭하겠다고 밝힌 것과는 달리 Pipistrel 은 현실적으로 규제가 완화되어 UAM 시장이 열리는 시기가 ‘28 년 정도로 딜레이 될 것으로 판단했기 때문이다. 하지만 Uber Elevate 측에서는 COVID-19 여파에도 불구하고 파트너사 중 eVTOL 개발을 포기한 업체가 없기 때문에 ‘23 년 Uber Air 서비스 런칭 타겟에 변동사항은 없다고 밝혔다.

핵심 인물



Tine Tomazic (CEO and Director of R&D Pipistrel Vertical Solutions)

15 년간 Pipistrel 에서 8 개의 전기추진 항공기 개발에 참여했으며, 현재는 Pipistrel 에서 eVTOL 개발을 담당하는 자회사인 Pipistrel Vertical Solutions 를 이끌고 있다.

Funding

날짜	라운드	규모	주요 투자자
‘15 년 8 월	Grant	€1.9M	EASME

대표기종(801)

좌석 5 개 / 덕트 8 개 / 비행속도 175 mph / 비행거리 60 miles / 고정익

eVTOL 스타트업 ①: Alaka'i Technologies

**ALAKA'I**  
TECHNOLOGIES



Skai



**Fuel Cell UAM의 가능성**

**UAM 시장  
진출 과정**

Skai 는 현재까지 대중에게 공개된 eVTOL 중 최장거리를 비행할 수 있는 항공기이며 400 마일이라는 압도적인 비행거리를 자랑한다. 이는 Skai 가 eVTOL 최초로 수소전지를 탑재하도록 설계되었기 때문에 가능했다. ASA, Raytheon, Beech Aircraft, McDonnell Douglas, Hughes, DayJet, SATSAir, Cirrus, Metro Aviation, Delta Airlines 등 굴지의 비행 관련 기관 및 업체 출신의 엔지니어들이 모여 만들어진 작품이다. '19 년 5 월에 아직 비행 테스트가 진행되지 않은 non-flying 버전이 대중에게 공개된 바가 있다.

Alaka'i Technologies 는 수소전지 기반 기체설계의 심플함이 연방항공청 감항성 인증 통과에 훨씬 수월하며, 리튬-이온전지 대비 226 배의 에너지 저장량을 활용해 전지무게를 줄여 장거리 비행 및 대량의 적재하중 확보(최대 1,000 파운드)에 유리한 점을 장점으로 내세우고 있다. 또한, 마일당 요금을 일반 지상에서의 Uber 의 모빌리티 서비스 요금 수준까지 낮춘 air taxi 서비스도 직접 운영할 계획이다. 수소 연료가 갈수록 저렴해질 것이고, 파일럿은 지상에서 항공기를 조종함으로써 승객을 더 태울 수 있게 되고 더 나아가 완전 자율비행이 구현되어 인건비를 절감한다는 계산이다.

그러나 수소전지 기반의 파트너사를 두지 않고 있는 Uber Elevate 의 Mark Moore 는 수소전지가 100 마일 이상의 비행거리에서는 유리할 수 있으나, 주로 10~60 마일 거리를 비행하게 될 UAM 시장에서는 별다른 경쟁우위를 지니지 않으며 오히려 eVTOL 에 필요한 비출력(比出力)이 충분히 확보되지 않는다고 지적하고 있다. eVTOL 의 주요 이착륙지점이 될 건물 옥상까지 수소를 안전하게 옮길 수 있을지도 관건이다.

**핵심 인물**



Brian Morrison(Co-founder and CTO of Alaka'i Technologies)

22 년간 Raytheon 에서 세계 최초 광신호 제어(Fly-By-Light)시스템 실증 경력 및 다수의 특허를 취득했으며 '12 년부터 '18 년까지 비밀리에 Skai 특허를 준비했다.

**Funding**

Undisclosed

**대표기종(Skai)**

좌석 5 개 / 로터 6 개 / 비행속도 118mph / 비행거리 400 miles / 회전익

eVTOL 스타트업 ②: Beta Technologies



AVAXC



하버드 출신이 만든 스타트업

UAM 시장  
진출 과정

하버드 대학에서 응용수학 및 신소재공학을 전공한 Kyle Clark 을 중심으로 GE, Tesla, Scaled Composites 등 배터리와 신소재를 다루는 기업들에서 모여든 엔지니어들이 '17 년에 설립한 스타트업이다. eVTOL 제작에 더불어 Beta Technologies 는 다양한 배경을 가진 만파위를 기반으로 eVTOL 과 연계된 사업 아이템들도 선보이고 있다.



경쟁사 대비 배터리 기술에 대한 높은 이해도를 바탕으로 Beta Technologies 는 eVTOL 이 착륙하여 급속으로 배터리를 충전할 수 있는 시설, 이른바 Charging Station 도 시장에 내놓았다. 태양열을 이용한 자가발전이 가능하다는 것이 특징이며 휴게 시설도 갖추고 있다.

또한, X-Plane 이라는 유명 비행 시뮬레이션을 개발한 Austin Meyer 를 영입해 대표기종 AVA XC 의 비행을 연습할 수 있는 시뮬레이터도 개발했다. 사실 Beta Technologies 는 UAM 시장을 메인 타겟으로 두기보다는 항공기 전동화 시장에 초점을 두고 있는 업체다. 따라서 시뮬레이터의 개발은 전략적인 결정이었을 것이다. 자율비행 시장은 과감히 포기하되, 대신 시뮬레이터를 활용해 헬리콥터도 비행기도 아닌 새로운 형태의 항공기 eVTOL 을 운행할 수 있는 파일럿을 직접 양성하려는 의도로 파악된다.

AVA XC 의 후속 모델 ALIA(로터 4 개)는 투자사 United Therapeutics 가 장기(Human Organ)를 운반에 ALIA 를 활용할 수 있도록 1 회 충전으로 250 miles 까지 비행할 수 있게끔 개발되고 있는 것으로 알려져 있다.

핵심 인물



Kyle Clark (Founder of Beta Technologies)

전기로 구동되는 항공기의 우월함을 증명하기 위해 Beta Technologies 를 설립했다. 미 연방항공청 민용 헬리콥터 파일럿 자격이 있어 주로 직접 테스트 비행을 수행한다.

Funding

Undisclosed amount funded by United Therapeutics

대표기종(AVA XC)

좌석 2 개 / 로터 8 개 / 비행속도 172 mph / 비행거리 150 miles / 고정익

eVTOL 스타트업 ③: EHang



EHang216



세계 최초 상용화 성공. 중국의 자존심

UAM 시장  
진출 과정

EHang 은 '05 년에 설립된 대규모 지휘통제시스템(Large-scale command-and-control systems)개발 업체인 Beijing Yihang Chuangshi Technology 가 전신이다. eVTOL 전문 생산업체 중 최초로 유통시장에 기업공개를 하였으며, '19 년 12 월에 나스닥(NASDAQ: EH)에 상장됐다. 이에 따라 EHang 은 지난 4 분기에 공개적으로 실적발표를 시작하면서 4Q19 에 EHang216 판매량 증가에 따른 첫 영업이익 흑자전환에 성공했다고 밝혔다.

이미 CES 2016 에서 첫 eVTOL 모델인 1 인승 EHang 184 를 시장에 선보였다. '18 년 2 월에 2 인승 EHang 216 을 선보인 후 '20 년 1 월까지 무려 2,000 회 이상의 동승비행(Passenger Flight)를 기록하는 등 업계에서 가장 발 빠르게 경험과 데이터를 축적해나가며 이름을 알리고 있다. 광저우와 협약을 맺고 지속적으로 테스트 비행을 해나가고 있으며 비엔나, 암스테르담, 도하, 두바이 등에서 시연비행에 성공했다.



EHang 은 '20 년 4 월에 eVTOL 에서 한 발 더 나아가 전세계에서 최초로 관광용 에어택시 터미널인 E-Port 를 중국 허저우에 건설하겠다고 발표했다. E-Port 는 3 층 높이에 2,500 제곱미터의 규모로 건설이 진행될 것으로 알려져 있으며, 세계 최초 UAM 호텔 건설도 계획 중이다.

핵심 인물



Derrick Xiong (Co-founder and CMO of EHang)

인명사고가 자주 발생하는 기존 헬리콥터의 한계점을 극복하고자 eVTOL 사업에 뛰어들었다. 미국에 비해 중국의 산학협력 수준이 뒤쳐져 있음을 꼬집으며 미국 UAM 시장의 잠재력을 높이 평가하고 있다.

Funding

날짜	라운드	규모	주요 투자자
'19 년 12 월	Post-IPO Equity	\$40M	GGV Capital
'15 년 8 월	Series B	\$42M	GP Capital
'14 년 12 월	Series A	\$10M	GGV Capital

대표기종(EHang216)

좌석 2 개 / 로터 16 개 / 비행속도 100 km/h / 비행거리 35km / 회전익

eVTOL 스타트업 ④: Joby Aviation

S4



Toyota 를 비롯, 최대 규모의 펀딩

UAM 시장  
진출 과정

Joby Aviation 의 행보는 여타 eVTOL 스타트업들과는 다소 차이가 있다. 개발 진행상황이 비밀리에 부쳐져 있는 스타트업임에도 굉장한 규모의 펀딩을 글로벌 기업들로부터 받아내고 있다는 점이다.

현재 S4 의 테스트 비행이 Marina Municipal Airport 에서 진행되고 있는 것으로 파악되고 있으나 대중에게는 비행 모습이나 항공기 실물이 담긴 영상이 전혀 공개되지 않고 있다. 이에 따라 그들의 사업에 의구심을 내비치는 목소리도 나오고 있으나, 사실 Joby Aviation 은 COVID-19 로 인해 스타트업 업계에서 급증한 펀딩 리스크가 이미 해소되었기에 오히려 경쟁사들을 따돌릴 수 있게 되었다. 특히 COVID-19 가 전세계로 퍼져 나가기 직전에 유치한 Series C 는 Joby Aviation 에게 천운이었다.

아직 대외적으로 큰 성과가 없었음에도 어떻게 꾸준히 펀딩에 성공해왔는지는 추측의 영역인데, NASA 의 AAM National Campaign 에서 유일한 항공기 테스트 비행 업체로 선정된 것이 힌트가 될 수 있다. 지금은 Uber Elevate 로 이직한 Mark Moore 가 NASA 에서 이끌었던 LEAPTech 프로젝트에 당시 무명이었던 Joby Aviation 이 참가해 HEIST(Hybrid-Electric Integrated Systems Testbed) 노하우를 터득한 사례가 있다. 투자자들이 Joby Aviation 감항성 인증 성공에 배팅하는 것도 어느 정도 수궁이 된다.

핵심 인물



Joeben Bevirt (Founder and CEO of Joby Aviation)

스마트폰 거치대(Tripods)로 유명한 Joby 에서 축적한 부로 '08 년에 Joby Energy, '09 년에 Joby Aviation 을 설립했다.

Funding

날짜	라운드	규모	주요 투자자
'20 년 1 월	Series C	\$590M	Toyota Motor Corporation
'19 년 1 월	Series B	비공개	비공개
'18 년 2 월	Series B	\$100M	Intel Capital
'17 년 1 월	Grant	\$970K	DIUX
'16 년 12 월	Series A	\$30M	Capricorn Investment Group

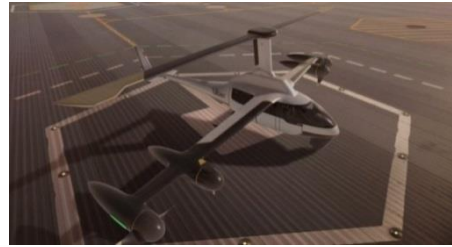
대표기종(S4)

좌석 5 개 / 로터 6 개 / 비행속도 200 mph / 비행거리 150 miles / 회전익

eVTOL 스타트업 ⑤: Jaunt Air Mobility



The Jaunt eVTOL



**SR/C 기술의 강자**

UAM 시장  
진출 과정

Jaunt Air Mobility 는 Uber Elevate 의 6 번째 파트너사로 선정된 스타트업이다. 타 파트너사들과는 다르게 Jaunt Air Mobility 는 업력이 굉장히 짧은 업체다. ‘18 년 4 월에 설립되었으며 아직 시장에서 검증 받을 수 있을 만한 제품을 내놓지도 못했다.

그럼에도 Uber Elevate 가 Jaunt Air Mobility 를 선택한 이유는 바로 그들이 보유한 Slowed-Rotor Compound(SR/C)기술 때문이다. Carter Aviation 으로부터 사들이 이 기술만큼은 검증됐다고 판단한 것이다. 이 기술은 헬리콥터와 같이 1 개의 대형로터로 양력을 발생시켜 수직 이륙한 이후, 고정익의 추력장치로 비행을 이어나가는 동시에 대형로터의 회전속도는 인위적으로 감소시켜 소음과 항력을 줄이며 비행속도는 높인다.

이 기술은 현존하는 eVTOL 안전기술 중 가장 높은 평가를 받기도 하는데, 모든 전력이 차단되어도 대형 로터에서 자연 발생하는 양력을 이용해 비행고도, 비행속도에 구애 받지 않으면서 어떤 경우라도 착륙까지 해낼 수 있기 때문이다. SR/C 기술이 적용된 항공기 타입은 ROSA(Reduced rotor Operating Speed Aircraft)라고 불리고 있다.

Jaunt Air Mobility 의 또 다른 강점은 탄탄한 협력사 확보에 있다. Honeywell 이 항공기 내부 Avionics Systems(항공 전자 기기)를 담당하기로 했으며, Triumph Aerostructures 가 기체의 감항성 인증을 관장하기로 했다. The Jaunt eVTOL 은 회전익 항공기로서의 감항성 인증이 진행될 것으로 알려졌다. 전기차 모터를 개발해 온 경험을 가진 Denso 도 Honeywell 과 함께 The Jaunt eVTOL 에 탑재될 전기 추진 모터를 개발할 예정이다.

핵심 인물



Kaydon Stanzione (CEO of Jaunt Air Mobility)

NATO 에서 테스트 비행 파일럿 및 엔지니어로 근무했으며, Boeing 에서는 Senior Engineer 로서 미국방부의 VTOL 항공기 프로그램의 advisor 역할을 했다.

Funding

Self-Funded

대표기종(The Jaunt eVTOL)

좌석 5 개 / 로터 1 개 / 비행속도 175mph / 비행거리 60 miles / 회전익, 고정익

eVTOL 스타트업 ©: Kitty Hawk



K I T T Y H A W K

Heaviside



**Larry Page 의 후원을 받다**

UAM 시장  
진출 과정

‘10 년에 설립된 Kitty Hawk 의 이름을 알렸던 제품은 다름 아닌 ‘17 년에 프로토타입이 공개되었던 수상레저용 호버바이크 Flyer 였다. 이 프로젝트는 구글의 공동설립자인 Larry Page 의 후원을 받았으며, 이후 ‘18 년에는 양산형 모델까지 개발하여 지금까지 100 대 이상 생산 되었으나 안전 품질 이슈로 인해 현재는 더 이상 Flyer 가 생산되지 않고 있다.

Kitty Hawk 는 ‘18 년 Zee.Aero 라는 업체를 인수하며 eVTOL 시장에 발을 내딛기 시작했는데, Zee.Aero 역시 Larry Page 가 후원하고 있던 업체였다. Zee.Aero 는 Cora 라는 2 인승 eVTOL 을 개발했으며 현재 Cora 는 Kitty Hawk 와 Boeing 의 Joint Venture 인 Wisk Aero 소속으로 이관된 상태다.

이에 따라 Kitty Hawk 에는 Flyer 와 ‘19 년 10 월에 공개된 2 번째 eVTOL 기종인 Heaviside 만 남게 되었으나, ‘20 년 6 월에 Kitty Hawk 는 Flyer 프로젝트를 공식적으로 드롭하고 Heaviside 에 집중하기로 했다. Heaviside 는 기존 헬리콥터 대비 100 배 조용한 컨셉으로 개발되고 있어 도심에 투입되기에 적합한 상품성을 갖출 것으로 기대된다.

Heaviside 프로토타입 테스트 결과, 헬리콥터와 Heaviside 모두 이륙 시 최대 소음이 85dB 로 비슷한 수준이었으나 최대 소음 지속 시간에서 큰 차이를 보였다. 헬리콥터는 분 단위, Heaviside 는 초 단위를 기록했다. 또한 Heaviside 는 정지비행(Hovering Flight) 중 40dB 의 저소음을 기록했는데, 이는 흔히 냉장고에서 발생하는 수준의 소음이다.

**핵심 인물**



Larry Page (Cofounder and Board Member of Alphabet)

추정 자산 약 600 억 달러의 Larry Page 는 Alphabet 과 별개로 미래기술에 개인투자를 하고 있다. Kitty Hawk 와 Zee.Aero 에 포함 10 억 달러 이상 투자했다고 알려졌다.

**Funding**

날짜	라운드	규모	주요 투자자
‘17 년 3 월	Grant	\$1M	DIUX
‘16 년 6 월	Funding Round	비공개	Larry Page

**대표기종(Heaviside)**

좌석 1 개 / 로터 8 개 / 비행속도 220 mph / 비행거리 55 miles / 고정익

eVTOL 스타트업 ⑦: Lilium



Lilium Jet



화재로 화제가 되다

UAM 시장  
진출 과정

Lilium 이 '25 년 상용화를 목표로 개발 중인 Lilium Jet 이 최대 비행속도 100km/h 에 도달하는 테스트 비행 영상을 '19 년 10 월에 공개한 뒤, COVID-19 에도 불구하고 Tencent Holdings 등으로부터 2 억 4 천만 달러 투자 추가 유치에 성공하면서 eVTOL 개발 사업은 표면적으로 비교적 큰 차질 없이 진행되고 있는 듯하다. 물론 Lilium 에서 제시했던 300 km/h 의 비행속도에 아직 한참 미치지 못하고 있기에 이는 스타트업이 달성하기에 무리한 스펙이라는 우려의 목소리가 있으나 아직 속단하기에는 이르다.

하지만 '20 년 2 월에는 의문의 화재로 인해 2 대 밖에 없는 Lilium Jet 중 1 대가 전손된 사고는 문제가 크다. Lilium 측에서는 프로토타입인만큼 큰 문제될 것이 없다는 입장이나 업계에서는 배터리 문제일 것으로 추측하고 있다. CEO 인 Daniel Wiegand 역시 과거에 배터리 기술이 Lilium Jet 완성의 핵심이라고 언급한 만큼, Lilium Jet 에 탑재된 리튬-이온 배터리가 아직 최적화 단계까지 도달하지 못했을 가능성을 배제할 수 없는 것이다.

Lilium Jet 은 36 개에 달하는 덕트를 통해 구축한 ultra-redundancy 로 안정성을 강조한 모델이다. 이는 독일 기업인 Lilium 이 유럽항공안전청 SC-VTOL 중 VTOL.2510 의 Single Failure 관련 규정을 의식한 설계인 것으로 보인다. 그러나 배터리 안정성 이슈가 완벽히 해결되지 못한다면 36 개의 덕트가 무용지물로 전락할 수도 있는 상황이 됐다.

핵심 인물



Daniel Wiegand (Co-founder and CEO of Lilium)

85 년생의 젊은 CEO Daniel Wiegand 는 뮌헨 공대 출신 동문들과 함께 '15 년에 Lilium GmbH 를 설립했다.

Funding

날짜	라운드	규모	주요 투자자
'20 년 6 월	Venture Round	\$35M	Baillie Gifford
'20 년 3 월	Venture Round	\$240M	Tencent Holdings
'17 년 9 월	Series B	\$90M	Tencent Holdings
'16 년 12 월	Series A	\$11.4M	Atomico
'15 년 12 월, '16 년 3 월	Seed	비공개	비공개

대표기종(Lilium Jet)

좌석 5 개 / 덕트 36 개 / 비행속도 300 km/h / 비행거리 300 km / 고정익



eVTOL 스타트업 ⑧: Overair



Butterfly



**Karem의 민수용 자회사. 한화시스템의 투자**

UAM 시장  
진출 과정

한화시스템이 UAM 시장에 진출하기 위해 손을 잡은 Overair 는 ‘20 년 1 월에 Karem Aircraft 로부터 spin-off 된 기업이다. 한화시스템은 Overair 에 대한 Series A 투자를 통해 지분의 30%를 취득했다. 원래는 Karem Aircraft 가 ‘18 년 5 월에 Uber Elevate 와 파트너십을 맺었고, 현재는 Overair 가 해당 파트너십을 계승하고 있는 형태다.

한화시스템은 지분 매입 이후 ‘19 년 12 월에 공식적으로 UAM 시장에 진출을 선언했으며 국토교통부와 산업통상자원부가 시행하는 자율비행 개인항공기(OPPAV) 개발 과제에 참여하고 있다. 이는 Overair 와의 합작품인 Butterfly 를 향후 국내 UAM 시장에 들여오기 위한 초석일 것으로 보인다. Butterfly 개발은 인증이 까다로운 군용기체 설계 노하우가 있는 Overair 와 EO/IR, 전파고도계 등의 군용 항전장비를 다뤄온 한화시스템이 공동으로 진행하며, 한화에어로스페이스도 개발팀에 엔지니어를 파견했다.

핵심 인물



Abraham Karem (Chief Designer and Co-founder of Overair, Founder of Karem Aircraft)

미 공군과 CIA 에서 주로 활약하고 있는 무인정찰공격기인 Predator 를 설계하여 ‘dronefather’라는 칭호를 얻게 됐다.

이라크 바그다드 태생 유태인 Abraham Karem 은 추후 이스라엘로 건너가 이스라엘 공군 소속으로 무인기 설계를 담당하게 되었다. ‘73 년에 발발한 욘 키푸르 전쟁에서 그가 개발한 드론이 처음으로 실전 투입되었다.

이후 미국으로 터를 옮겨 Predator 이외 14 개에 달하는 항공기를 설계했으며 특히 Predator 에 탑재된 저소음 엔진 설계 기술이 Butterfly 에도 적용될 것으로 기대된다.

Funding

날짜	라운드	규모	주요 투자자
‘19 년 7 월	Series A	\$25M	Hanwha Systems

대표기종(Butterfly)

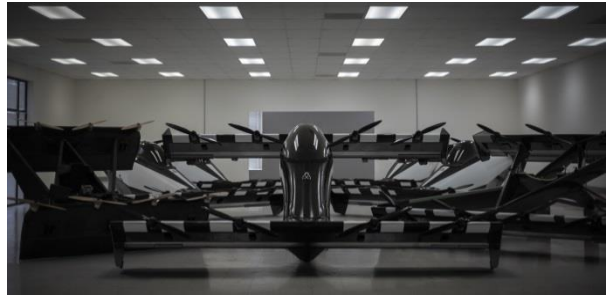
좌석 5 개 / 덕트 4 개 / 비행속도 150 mph / 비행거리 60 miles / 고정익

eVTOL 스타트업 @: Opener



# OPENER

BlackFly



## 소리 없이 강하게 eVTOL 시장을 연다

### UAM 시장 진출 과정

Opener 는 Kitty Hawk 와 마찬가지로 Larry Page 의 지원을 받고 있으며, 더 이상의 추가적인 투자자는 모집하지 않는다고 공개적으로 밝히고 있을 정도로 자신감이 넘치는 업체다. Opener 는 일찍이 '09 년부터 컨셉을 내놓았고 '11 년에는 고정익 eVTOL 컨셉 항공기 SkyKar 의 첫 유인비행에 성공했을 정도로 업계에서 소리 없이 강한 존재다.

대표기종인 BlackFly 는 현재 v3 까지 개발되어 있으며 유인비행은 v2 까지만 진행됐다. '14 년 첫 비행을 시작으로 현 시점까지 BlackFly 는 90kg 적재하중 기준으로 31,000 마일(비행횟수: 3,200 회 이상) 이상의 누적 비행거리를 기록하고 있으며, 이는 중국의 EHang 의 기록을 상회하는 업계 최고 수준의 기록이다.

다만 2019 년에 총 61 대의 항공기를 판매하면서 본격적인 매출 증대에 나선 EHang 과는 달리 Opener 는 아직 BlackFly 에 대한 판매를 개시하지 않고 있다. 우선 '19 년부터 BlackFly 를 30 대 가량 생산하여 상용화 테스트를 진행하고 있는 것으로 알려져 있으며, 이를 마치는 대로 북미에서부터 판매 시작을 검토할 예정이다.

### 핵심 인물



Marcus Leng (Founder and Chairman of the Board, Opener)

캐나다 토론토에서 약 3 피트 높이의 SkyKar 첫 비행을 시작으로 Opener 를 이끌어 온 Marcus Leng 은 '20 년 1 월에 Scaled Composites 의 수장이었던 Ben Diachun 에게 CEO 자리를 넘겨주었다.

Marcus Leng 은 현재 경영 일선에서 물러나 생산 및 오퍼레이션 관리 담당 임원으로서 엔지니어링 업무에 다시 집중하고 있다. Marcus Leng 과 Larry Page 의 첫 만남은 '13 년에 이루어진 것으로 파악된다.

### Funding

Undisclosed amount funded by Larry Page

### 대표기종(BlackFly)

좌석 1 개 / 로터 8 개 / 비행속도 80 mph / 비행거리 150 miles / 고정익

eVTOL 스타트업 @: SkyDrive

SD-XX



# SKYDRIVE

## 경차의 국가 일본, eVTOL도 가장 작게

UAM 시장  
진출 과정



Toyota 구매부 출신 Tomohiro Fukuzawa 가 설립한 SkyDrive 는 일본에서 최초로 eVTOL 유인비행에 성공한 업체로서 '20 년 4 월에 테스트 비행이 완료되었다. 물론 이번 유인비행에 투입된 프로토타입의 외관은 SD-XX 의 컨셉과는 아직 거리가 멀지만 SkyDrive 는 이미 해당 프로토타입의 무인비행을 '18 년 12 월에 성공했다. 현대자동차가 CES2020 을 통해 아직 컨셉 eVTOL 인 S-A1 만 공개한 단계라는 점을 고려한다면 SkyDrive 는 완성차 산하 eVTOL 중에는 개발 진척 속도가 가장 빠른 편에 속한다.

Toyota 는 '20 년 1 월에 Joby Aviation 에 투자를 단행하기 전부터 자체 eVTOL 자체 기술을 확보하기 위한 Cartivator 프로젝트를 ¥40M 으로 시작했다. 첫 시작은 사내에서 크게 주목 받지 못하는 소규모 프로젝트에 불과했지만 eVTOL 사업에 뛰어들기로 한 NEC 의 eVTOL 설계에 참여하여 '19 년 8 월에 무인비행을 성공적으로 이끌면서 SkyDrive 로 spin-off 이후 '19 년 9 월에 추가적인 투자를 이끌어냈다.

'20 년 중에 생산을 시작해 '23 년부터 판매를 목표로 하고 있는 SD-XX 는 양산 계획이 있는 전세계 eVTOL 중 가장 작은 규격을 가지고 있다. 전장 3600mm, 전폭 1700mm (비행 시 3100mm), 전고 1100mm 로서 한국의 경차 규격과 유사한 수준의 초소형이며 다른 eVTOL 과는 달리 도로에서 달릴 수도 있게끔 설계될 예정이다.

핵심 인물



Nobuo Kishi (Chief Technology Officer of SkyDrive)

'20 년 4 월에 SkyDrive 에 합류했으며 '10 년부터 Mitsubishi Aircraft Corporation 에서 최초 일본산 제트 여객기인 Mitsubishi Regional Jet(MRJ)개발을 담당해왔다.

Funding

날짜	라운드	규모	주요 투자자
'19 년 9 월	Seed	¥1.5B	ITOCHU Technology Ventures
'18 년 11 월	Angel	¥300M	Drone Fund

대표기종(SD-XX)

좌석 2 개 / 덕트 8 개 / 비행속도 62 mph / 비행시간 20~30 분 / 회전익

eVTOL 스타트업 ⑪: Volocopter



VoloCity



서울을 비롯, 아시아 진출을 꿈꾸는 독일 기업

UAM 시장  
진출 과정

Volocopter 는 Lilium 과 더불어 독일을 대표하는 eVTOL 업체다. ‘11 년에 eVTOL 초창기 모델인 VC1 유인비행에 성공한 이후로 현재까지 1,000 회 이상의 테스트 비행을 거쳐 유럽항공안전청에게 상용 eVTOL 로 허가 받기 위해 준비 중인 양산 모델 VoloCity 를 개발하기까지 이르렀다. VoloCity 의 상용화는 ‘21 년을 목표로 하고 있다.

‘17 년에는 두바이에서 5 분 동안 200 미터 상공까지 VoloCity 이전 모델인 2X 를 기반으로 무인비행에 처음으로 성공했다. 두바이 Road and Transport Authority(RTA)는 ‘30 년까지 여객 교통량의 1/4 을 자율주행으로 전환하는 프로젝트를 위해 Autonomous Air Taxi(AAT) 생태계 구축 사업을 전폭적으로 지지하고 있으며 Volocopter 는 이 사업의 항공기 제작업체로 선정되었다. 이외에도 싱가포르, 핀란드 등에서 테스트 비행을 진행했으며, ‘19 년에는 서울 스마트 모빌리티 엑스포에 참가해 인천공항과 서울을 잇는 UAM 노선을 선보이면서 국내 UAM 시장 진출 의지도 적극적으로 피력하고 있다.

핵심 인물



Florian Reuter (CEO and Managing Director of Volocopter)

‘15 년에 Volocopter 로 합류하기 이전에는 Siemens 에서 스타트업 육성 및 기술 상용화를 돕는 venture manager 로 근무했다. 내수 중심의 드론 업체였던 Volocopter 의 사업영역을 eVTOL 로 확장하는 과정에서 글로벌 시장 진출 및 전세계에서 인재를 선발하기 위해 ‘17 년부터 모든 대내외 공식 언어를 독일어에서 영어로 변경했다.

Funding

날짜	라운드	규모	주요 투자자
‘20 년 2 월	Series C	€37M	DB Schenker
‘19 년 9 월	Series C	€50M	Zhejiang Geely Holding Group
‘17 년 11 월	Venture	€5M	btov Partners, Intel
‘17 년 8 월	Venture	€25M	Daimler
‘13 년 12 월	Seed	€1.2M	비공개

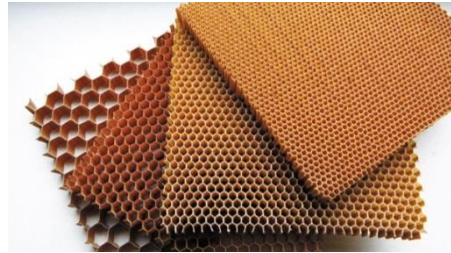
대표기종(VoloCity)

좌석 2 개 / 로터 18 개 / 비행속도 110 km/h / 비행거리 35 km / 회전익

전통 항공기 Tier1 ①: Hexcel



HexWeb® Acousti-Cap® honeycomb



탄소섬유를 필두로 한 항공기 소재 업계의 강자

UAM 시장  
진출 과정

Hexcel은 군용기 및 상용기 제작에 필요한 ACM(Advanced Composite Material)을 생산하는 주요 Tier1 업체다. Hexcel은 경량화 및 친환경이 핵심인 eVTOL에 주로 이용될 탄소섬유 기술을 강점으로 내세워 UAM 시장에 진출할 의지를 내보이고 있다. 탄소섬유의 성형 재료로 쓰이는 프리프레그(Prepreg)의 솔루션도 다양하게 보유하고 있어 eVTOL에 적합한 성형을 구현해낼 수 있을 것으로 기대된다.

또한, Hexcel의 HexWeb® Acousti-Cap® honeycomb은 제트 엔진 항공기의 소음을 30%까지 감소시키는 흡음재이며 GE, Rolls-Royce, Boeing 등에 납품되었다. 도심에서 비행할 eVTOL의 비행소음을 줄이기 위해 본 제품에 적용된 기술이 채택될 수 있다.

대표 납품 기종

Airbus H160 / Airbus A350 XWB / Boeing 787 / Boeing 747-8 / JSF / V22 Osprey

전통 항공기 Tier1 ②: Honeywell



IntuVue RDR-84K Band Radar System (Detect and Avoid)



고객사의 변화에 발맞춰 UAM Team 까지 신설하다

UAM 시장  
진출 과정

Honeywell의 Aerospace 사업부는 UAM Team을 따로 두고 있을 정도로 eVTOL 부품 납품에 적극적이다. 100년이 넘는 Aerospace 업력을 토대로 이미 Vertical Aerospace, Volocopter, Jaunt Air Mobility, Pipistrel 등의 eVTOL 업체들을 고객사로 확보했으며, 그동안 쌓인 노하우로 고객사들의 eVTOL 감항성 인증을 서포트 할 계획이다.

기존에 보유하고 있는 자율비행, 항전장비, 검출 및 회피(detect and avoid) 기술 등을 eVTOL에 접목하고자 하고 있으며 특히 항공기 성능의 지표가 되는 동력계에서는 Denso와 함께 항공기용 경량 전기모터를 개발 중에 있다. '19년 6월에는 기존 Boeing 787 급에 적용되던 fly-by-wire 시스템을 UAM 전용으로 소형화하여 출시했다.

대표 납품 기종

Airbus A350 / Bell 214 / Boeing 787 / Bombardier Challenger 300 / Eurocopter AS350

전통 항공기 Tier1 ③: Moog



**MOOG**

SureFly



**비행제어시스템 납품을 넘어 직접 기체생산까지 넘보다**

**UAM 시장  
진출 과정**

Moog 는 군용기 및 상용기에 비행 제어 시스템을 납품하고 있다. ‘19 년에는 Workhorse 의 eVTOL 인 SureFly 관련 기술 및 자산을 모두 \$4M 에 최종 매입함으로써 eVTOL 시장에 본격적인 출사표를 던졌다. Bell Nexus 6HX 제작 협력사로 Safran 과 함께 선정된 바가 있으며, 6HX 는 Moog 의 비행 제어 시스템을 탑재했다.

또 주목할만한 점은 항공기 부품 제작 소요시간을 획기적으로 감축하기 위해 블록체인과 3D 프린팅의 접목을 시도하고 있다는 것이다. 부품제작 오더가 들어오면 Moog 의 블록체인 시스템으로 연방항공청의 인증 여부를 실시간 검증 후 바로 3D 프린팅으로 제작하는 방식인데, eVTOL 의 대량생산 체제가 필수인 UAM 시장에서 유효할 수 있다.

**대표 납품 기종**

Airbus A350 / Airbus A400M Atlas / Boeing 787 / Lockheed Martin F-35 Lightning II

전통 항공기 Tier1 ④: Safran



**SAFRAN**

Mission Driven Cabin



**인테리어에서 동력계까지 팔방미인 유럽 항공 부품사**

**UAM 시장  
진출 과정**

Safran Group 은 항공기의 동력계뿐 아니라 그룹사인 Safran Cabin 을 통해 항공기 인테리어에서도 두각을 나타내고 있으며 다양한 eVTOL 설계에 채택될 수 있게끔 Uber 에서 OEM 파트너사에게 제시하고 있는 스펙들을 고려한 cabin 을 ‘19 년 6 월에 선보였다. 실제 헬리콥터 제작에 공급되는 기자재를 바탕으로 만들어졌다. 물론 Uber 생태계에 속하지 않은 eVTOL 설계에도 요구사항에 맞춰 커스터마이징이 가능하다.

Safran Cabin 이외에도 Safran Helicopter Engines, Safran Electrical & Power, Safran Power Units 등이 협력하여 Bell Nexus 6HX 에 탑재된 600kW hybrid electric 추진 시스템을 공급하기도 했다. 하지만 전동화된 4EX 에는 납품하지 않았을 가능성이 높다.

**대표 납품 기종**

Airbus A320 / Airbus A380 / Boeing B737 / Boeing ecoDemonstrator 777 / Boeing 787

기타 업체 ①: ChargePoint



전기항공기 전용 2MW Charging Connector



**전기차 충전 시장에서 eVTOL 충전 시장까지 섭렵**

UAM 시장  
진출 과정

Uber Elevate 의 Skyport 에 설치될 충전 시스템 구축을 담당할 파트너사로 선정되어 전세계에서 최초로 eVTOL 전용 충전 시스템을 개발에 착수하게 되었다. 이미 기존 미국 전기차 업계에서 안정적으로 충전 시스템 구축을 구축한 업력이 있기 때문에 Uber Elevate 생태계에 합류할 수 있었던 것으로 보인다. ChargePoint 가 보유한 충전소만 약 48,000 개에 달하며, 하드웨어와 소프트웨어 개발을 모두 담당한다.

현재 ChargePoint 가 개발 중인 2MW Charging Connector 는 eVTOL 뿐만 아니라 전기 트럭까지도 충전할 수 있도록 개발될 것이며 고압 및 고속 충전이 핵심이다.

2MW Charging  
Connector

4 BMS Interfaces / 500-amp Delivery Circuits / Voltage Range 200 ~ 1,000 volts

기타 업체 ②: Hillwood



AllianceTexas



**Uber Elevate 의 첫 부동산 파트너사**

UAM 시장  
진출 과정

Hillwood 는 댈러스에 부동산 부지를 선정하여 Skyport 를 건설하기 위해 Uber Elevate 생태계에 처음으로 합류한 부동산 파트너사다. Hillwood 는 댈러스 기반 ‘Mobility Innovation Zone’을 형성하기 위한 프로젝트를 진행 중에 있으며, 30 년 전부터 댈러스에서 공항, 기차 등 다양한 교통수단의 허브 역할을 해왔던 26,000 에이커 규모의 AllianceTexas 를 테스트베드로 삼기로 했다. 물론 UAM 도 포함될 예정이다.

그러나 우선 Hillwood 의 첫 Skyport 는 텍사스 북쪽에 위치한 242 에이커 규모의 Frisco Station 에 2020 년 Uber Elevate 의 첫 테스트 비행을 목표로 건설 중이다. Frisco 에 건설될 Skyport 의 디자인안을 Uber Elevate 측에 제시한 업체로는 Boka Powell, Humphreys & Partners 등이 있다.

전통 완성차 업체 ①: Toyota



CES 2020에서 Toyota가 공개한 Woven City



세계 1위 자동차업체의 본격 진출

UAM 시장  
진출 과정

세계 1위 자동차 메이커인 Toyota도 변화하는 모빌리티 환경에 도태되지 않기 위해 발버둥치고 있다. 얼마전 글로벌 Auto Sector 시가총액 1위를 Tesla에 넘겨줄만큼 전통 완성차 진영은 위기를 맞았다. Toyota 역시 친환경차 분야에서 고수했던 HEV 위주의 포트폴리오를 EV로 전환한다고 발표한 것을 비롯, 배터리에서 규모의 경제를 실현하기 위해 자사의 e-TNGA를 9개사와 Sharing하기로 했으며(EV C.A Spirit), Softbank와 자율주행 연합인 Monet Technologies를 결성해 일본 자동차, 부품사를 일본연합(日本聯合)으로 묶어 대응하기로 했다. 지난 동경모터쇼에는 로봇과 자율주행차 포트폴리오를, CES 2020에서는 Toyota의 모든 기술을 총망라한 스마트시티, Woven City를 선보이기도 했다. 현실에 안주하지 않고 숨가쁘게 변하려 애쓰는 모습이 보인다.

뿐만 아니라 UAM에서도 일본내 카티베이터 주도의 ‘스카이드라이브(SkyDrive)’ 개발에 참여했으며 ‘20년 1월, 실리콘 밸리 기반의 Joby Aviation에 3.9억 달러를 투자해 본격적인 UAM 경쟁에 뛰어들겠다고 발표했다. 현대차가 S-A1으로 Uber Elevate와 제휴를 선언한지 일주일만의 발표였다. 현대차가 기반없이 UAM에 진출한 것과는 달리, Toyota는 이미 Uber Elevate의 파트너사로 선정되고, NASA와의 협업관계를 가지고 있던 Joby Aviation에 대규모 투자를 통해 속도를 낸 것이다.

Joby Aviation의 항공 기술역량에 린생산으로 유명한 Toyota TPS(Toyota Product System)를 접목시켜 고품질-대량생산을 하겠다는 의지로 해석된다. TPS는 가이젠(개선)과 JIT(Just In Time), 지도카(자동화) 등으로 제조과정에서 품질 및 비용 관리 능력에 있어 가장 탁월하다고 손꼽히는 생산방식이다. Joby Aviation의 기체는 이착륙시 기존 항공기보다 100배가량 조용하며 최고속도는 200MPH로 현대의 S-A1보다 제원상 더 빠른 것으로 알려졌다.

동경모터쇼에 출품한 미래 모빌리티



SkyDrive와 Joby Aviation의 UAM





전통 완성차 업체 ②: 현대자동차



S-A1



**보수화 우려를 깨고 C.A.S.E와 동시에 UAM, Robotics 까지 사업영역에 포함**

UAM 시장  
진출 과정

완성차 진영이 새롭게 진출하는 ICT 기업들에 비해 일방적으로 밀리는 상황에서도 현대차그룹은 상대적으로 더 변화에 둔감했다. 하지만 정의선 부회장 체제로 전환된 이후 그간 정체된 변화의 간극을 한꺼번에 만회하고 있다. 전략기술본부를 중심으로 미래 로드맵을 그림과 동시에 영역확대, 해외투자, 기술투자에 적극적인 모습을 보이고 있다. '19 년말 현대차그룹은 Investor Day 를 통해 Smart Mobility Solution 의 청사진을 제시한 바 있다. '25 년까지 '지능형 모빌리티 제품(Smart Mobility Device)'과 '지능형 모빌리티 서비스(Smart Mobility Service)' 2 대 사업 구조로 전환할 것이라는 게 골자였다.

이후 CES 2020 에서 이를 위해 스마트 모빌리티 솔루션, 즉 S-Hub(Hub), S-Link(PBV), S-A1(UAM)의 세 가지 개념을 내놓았다. 그동안 자동차가 제공했던 편의를 훨씬 뛰어넘는 가치를 제공하고, 나아가 인간중심의 도시(Human Centered City)를 만들겠다고 밝히며 처음으로 현대차의 UAM 인 S-A1 이 공개되었다. 신재원 부사장은 안전성, ②정속성, ③가성비, ④승객중심의 설계의 4 가지 골격을 제시했다. S-A1 은 180MPH(=288km/h)에 달하는 속도로 최대 60 마일(=96km)의 항속거리를 비행할 수 있는 성능이며 상용화시점에는 리튬-이온 배터리를 사용하겠지만 하이브리드도 검토할 것으로 알려졌다. S-A1 의 서비스는 Uber Elevate 일원으로 협업을 통해 진행되며, 생산을 현대가 맡는 형식이다. 미국에서의 기체운행 시기는 '28 년경이 될 것 같다.

NASA 에서 동양인 중 최초로 항공연구 총괄본부 본부장까지 올라 항공연구와 기술개발을 주도했던 신재원 박사가 현대차에 합류하면서 UAM 비즈니스가 시작되었다면, Ascension Global(항공우주 컨설팅)의 파멜라 콘 부사장의 영입으로 글로벌 전략과 운영이 제대로 짜여질 것 같다. 그는 UAM 관련 혁신기술에 대한 시장 및 규제전략 전문가로 활동했으며 영국 런던 킹스컬리지에서 UAV 로 석사학위 취득 후 McKinsey 에서 UAS, UAM, UTM 등 자율주행 모빌리티 규제 및 정책 부분을 담당했다.

정의선 부회장은 이미 '30 년의 현대차그룹의 사업 포트폴리오로 자동차 50%, UAM 30%, Robotics 20%의 비중을 제시한 바 있다. 현재의 자동차 위주 사업구조에서 빠르고 혁신적인 변화가 나타나지 않고서는 달성할 수 없는 구상이다. 밝혀진 바는 없지만, 현대차그룹의 역량으로 판단컨데 전기차로의 급진적 변화과정에서 축적되고 있는 모터, 배터리 기술과 자율주행 R&D 에서 얻는 기술들이 대거 투입될 것으로 예상해볼 수 있다. 내부 부품조달은 물론 필요시 해외 부품조달도 배제하지는 않겠다는 입장이다.

전통 완성차 업체 ③: Rolls-Royce



Rolls-Royce의 항공사업 역사



세계 3대 항공엔진사, Siemens eAircraft 인수로 미래 개척

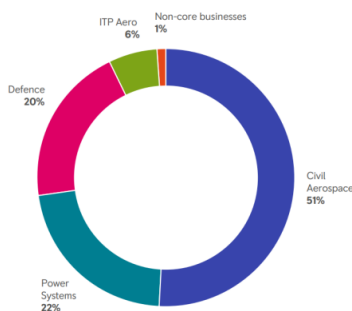
UAM 시장  
진출 과정

Rolls-Royce(이하 RR)는 미국의 P&W, GE 와 함께 세계 3대 항공엔진을 만드는 핵심 항공기업이며 1973 년 영국정부의 매각 이후 RR Holdings 는 항공기엔진에 주력해왔다. 1915 년 이래 항공기엔진 사업을 영위해왔던 RR 이 UAM 핵심역량을 보유한 Siemens 의 eAircraft 사업부를 '19 년 하반기에 인수하며 친환경 eVTOL, eSTOL 사업에 뛰어들었다. 특히 Boeing 787 의 Trent1000 엔진 부식문제로 회사가 위험에 처해있는 상황에서 최대 UAM 용 모터 업체인 Siemens 사업부를 인수하고 전기비행기로 미래를 개척하겠다는 결정을 내린 것은 분명 큰 변화다. 전통 항공업에서 UAM 의 새로운 강자로 빠르게 입지를 전환시킬 수 있을 것 같다. RR 은 480km/h 로 세계에서 가장 빠른 전기비행기를 올해 중 선보이겠다고 발표했다. eSTOL 의 형태가 아닐까 예상되는데, 2017 년 Siemens 가 개발한 전기비행기의 338km/h 보다 빠른 480km/h 으로 약 320km 를 비행하는 전기 프로펠러기를 개발하겠다는 목표를 세웠다. 500 마력 이상의 고효율 전기모터 3 개가 장착되며, 6,000 개의 리튬-이온 배터리셀을 장착, 90%에 달하는 에너지효율을 자신하고 있다.

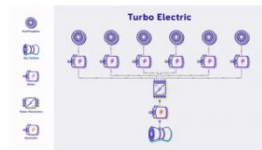
RR 은 항공기 엔진업체답게 eVTOL 은 순수전기로 가되, 대부분 중장거리 항공기는 고효율 하이브리드 엔진을 내세울 것으로 보고 있다. Siemens 인수로 Airbus 와 추진하던 하이브리드 E-Fan X, eVTOL 인 CityAirbus 프로젝트도 RR 이 통합할 수 있게 되었다. RR Electrical Team(구 Siemens eAircraft)은 200kW 출력의 가벼우면서도 토크가 센 새로운 전기 모터를 개발한 상태다. 유럽은 자동차뿐 아니라 항공기에도 친환경 정책을 제시하고 있으며, EU Flightpath 2050 의 목표를 달성하기 위해선 km 당 CO2 75%, NOX 90%, 소음 65%를 줄여야 한다. 이런 조건을 만족시키기 위해서 RR 이나 Airbus 는 무공해 air taxi 를 만들 수밖에 없는 것이다. 기존 활주로를 이용한 중장거리 항공기는 하이브리드 형태의 eSTOL 로 대응하고, 도심용 단거리는 eVTOL 로 대응할 것으로 예상된다.

RR의 2019 매출구성, 미래 친환경 추진 4대 기술, Accel Project: 영국정부, RR, Yasa, Electro Flight가 함께 진행 (자료: 롤스로이스)

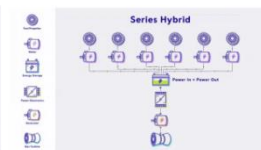
Underlying revenue by business in 2019



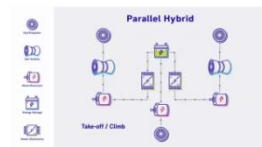
Turbo-electric



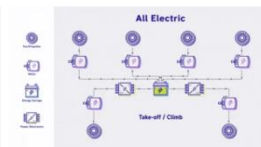
Series hybrid



Parallel hybrid



All electric



Logistics 업체 ①: Amazon



아마존 드론의 다양한 형태 및 배송과정



2013년 부터 무인기를 통한 Amazon Prime Air 꿈꿔

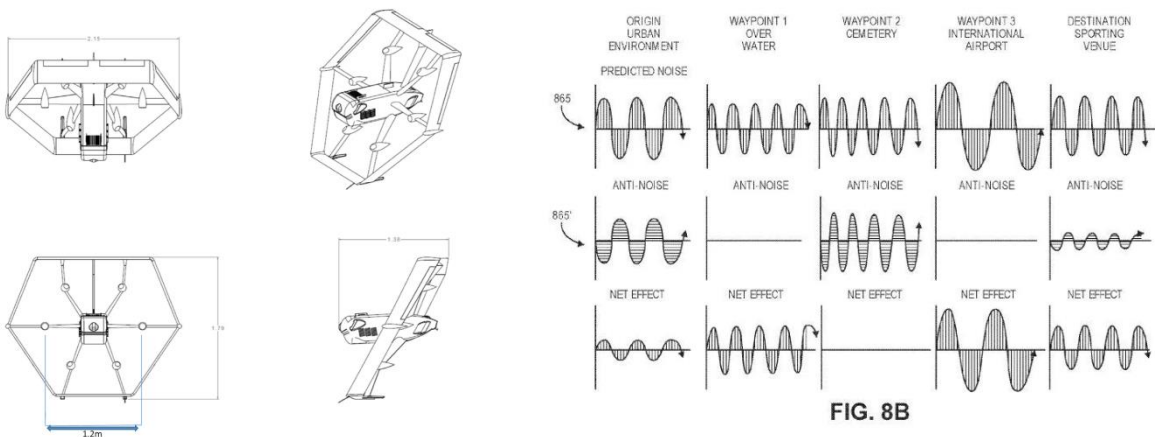
UAM 시장  
진출 과정

Amazon 은 가장 먼저 드론을 통해 가장 획기적으로 빠른 배송을 꿈꿨던 회사다. '13년부터 연구개발을 통해 시도해왔으나 연방항공청(FAA)의 승인을 얻기가 쉽지 않았다. '15년부터는 규제완화에만 매달려 싸웠으나 쉽지 않았다. Amazon Prime Air 서비스는 적재하중을 높인 무인드론을 이용하여 주문 후 30분 이내에 고객에게 안전하게 패키지를 제공하도록 설계된 Amazon 의 최첨단 배송시스템이다. Amazon Prime Air 는 안전성과 효율성을 높일 수 있는 별도 포장 및 무인항공 배송 서비스를 통해 수백만 잠재고객에게 타사와 차별된 압도적 경험을 가장 먼저 선사하겠다는 야심이 있었다. 하지만 연방항공청과의 오랜 실랑이로 시간을 너무 낭비했다.

미국의 Zipline 이나 Alphabet 의 Wing 보다 먼저 시작했지만 서비스 시기는 비슷하거나 오히려 늦어질 수도 있어 마음이 편치 않은 상황이다. 이미 UPS, DHL 같은 경쟁사들은 Matternet, Wingcopter 같은 업체와 협업으로 일부 서비스를 개시할 계획을 세워놓고 있다. Gartner 에 따르면 2026년까지 드론배송에 소요되는 비행체가 100만 개 이상으로 늘어날 것이라 예측하고 있다

Amazon Prime Air 서비스는 최대 15마일까지 날 수 있는 완전 전기드론을 사용하여 Amazon 에서 판매되는 제품의 85%를 차지하는 5파운드 미만의 패키지를 30분 이내에 제공하도록 설계되었다. 연방항공청의 규제에 맞춰 최근엔 MK27 이란 신형 드론도 내놓았고, 드론에서 발생하는 소음을 줄여주는 anti-noise 기술까지 특허를 내놓고 있다. 미래산업의 선각자가 나아가야 하는 길이란 얼마나 험난한 것인지 Amazon 이 잘 보여주고 있다.

MK27의 외관 및 안티노이즈 특허 (자료: 아마존)



Logistics 업체 ②: Alibaba



Cainiao의 자율비행 무인배송드론



### 자회사 Cainiao가 드론 제작, Taobao를 통한 서비스 테스트

UAM 시장  
진출 과정

중국 전자 상거래 거인 Alibaba는 무인드론을 이용해 여러가지 테스트를 시행하고 있다. 지난해 중국 푸젠성 푸톈(Futian)에서 메이저우(Meizhou) 섬까지 총 12kg의 무게를 가진 총 6 박스의 과일을 3대의 드론을 통해 성공시켰다. 강풍에도 불구하고, 5km 거리를 배송하는 데 단 9분이 소요되었다고 밝혔다. 이 때 사용한 드론은 최대 7kg의 적재하중을 운반한다.

Alibaba는 자사의 Taobao를 통해 3일간 Special Tea의 배송을 드론으로 하는 테스트를 진행했다. 고객은 베이징, 상하이 및 광저우에 있는 알리바바 fulfillment center에서 쿼드콥터 비행 반경 내에 거주하는 경우에만 주문이 가능하도록 했다. 3일간 450명의 고객이 드론배송으로 차를 배달받았다. 베이징, 상하이같이 인구 고밀도 지역에 첩탐, 전봇대, 전기선 등 장애물이 많은 복잡한 도시에서 무난히 테스트했다는 것에서 의미가 있다.

중국 언론은 Amazon이 '13년부터 준비했지만 연방항공청의 규제로 서비스가 늦어지는 동안 3년 늦게 시작한 중국의 드론택배가 더 월등해졌다고 선전하고 있다. Alibaba는 자회사 Cainiao Network을 통해 드론을 조달할 수 있다. 농촌 쇼핑 플랫폼인 Rural Taobao에는 조속히 드론을 투입시킬 수도 있다. 섬이 많은 시장에선 드론 배송 서비스가 배를 통하지 않아도 되므로 운송 시간과 물류 비용을 크게 줄여줄 것이라 기대하고 있다.

Logistics 업체 ③: JD.COM







**최첨단 물류와 배송의 선두주자**

**UAM 시장  
진출 과정**

중국의 JD.com(징둥닷컴)은 이미 지난 로봇자료에서도 언급한 바 있다. 무인배송 관련 전세계에서 가장 선각자적 모습을 보이고 있는 중국회사다. 자율주행 택배, 음식배달은 물론이고 드론배송에 관해서도 가장 앞서고 있다. 특히 JD.com 은 이번 COVID-19 에 Social Distancing 상황에서 드론택배의 가능성을 다시 한번 확인시켜줬다. JD.com 은 사망자가 속출한 시기 폐쇄된 북쪽 허베이 성 백양호 근처 마을에 간식, 전자제품 및 생활용품이 포함된 패키지를 드론을 통해 제공했다. 백양호를 가로질러 Liuzhuang 마을까지 약 2km 구간을 드론으로 물품을 운반한 것이다. 이 경로는 COVID-19 이전에 배로 왕래하던 곳이었지만 바이러스로 인해 해로가 차단된 바 있으며 육로로 우회하려면 100km 로 이동거리가 급증한다.

최첨단 물류와 배송에 늘 관심이 많은 JD.com 의 드론 배송은 시간이 촉박한 소비자들 이 짧은 시간내 물건을 인도받아야 할 경우 요긴하게 사용될 수 있다고 강조한다. JD.com 은 향후 내몽골 자치 지역의 수도 Hohhot 과 중국 북동부의 길림과 같은 도시에서도 드론 서비스를 확장할 계획이다. 2019 년 3 월 회사가 발표한 자료에 의하면 2015 년 10 월 이후 100 개 이상의 노선에서 6,600 시간 이상의 비행 테스트를 진행했으며, 총 7 가지 유형의 딜리버리 드론을 개발했다. JD.com 은 중국뿐 아니라 비교적 규제에서 자유로운 도서국가 인도네시아 같은 해외에 진출할 계획도 가지고 있다.

JD.com 이 보유하고 있는 드론의 제원 (자료: JD.com)

	<p><b>M-TC2</b> Power: Battery Load weight: 10KG Reach: 10 km per charge Maximum speed: 100km/h Usage: Automatic discharge; high-speed</p>		<p><b>M-SC1</b> Power: Battery Load weight: 8KG Reach: 8 km per charge Maximum speed: 80km/h Usage: 'Short-hop' delivery</p>
	<p><b>M-TB1</b> Power: Battery Load weight: 5KG Reach: 10 km per charge Maximum speed: 72km/h Usage: 'Short-hop' delivery</p>		<p><b>V-FA1</b> Power: Battery Load weight: 5KG Reach: 30 - 50 km per charge Maximum speed: 90km/h Usage: High-speed; long-distance delivery</p>

# 한화시스템 (272210)

Buy (Maintain)

목표주가(12M)	14,000 원(상향)
증가(2020/06/15)	9,160 원
상승여력	52.8 %

Stock Indicator	
자본금	551 십억원
발행주식수	11,023만주
시가총액	1,010 십억원
외국인지분율	1.2%
52 주 주가	4,730~12,200 원
60 일평균거래량	1,051,041 주
60 일평균거래대금	8.7 십억원

주가수익률(%)	1M	3M	6M	12M
절대수익률	8.4	43.6	-14.8	-17.5
상대수익률	3.0	28.9	-8.4	-14.4

### Price Trend



FY	2019	2020E	2021E	2022E
매출액(십억원)	1,546	1,675	1,952	1,961
영업이익(십억원)	86	95	116	115
순이익(십억원)	73	69	84	85
EPS(원)	706	625	763	770
BPS(원)	8,786	9,061	9,474	9,893
PER(배)	14.5	14.6	12.0	11.9
PBR(배)	1.2	1.0	1.0	0.9
ROE(%)	8.1	7.0	8.2	7.9
배당수익률(%)	3.0	3.8	3.8	3.8
EV/EBITDA(배)	3.7	4.3	3.8	3.5

주:K-IFRS 연결 요약 재무제표

[조선/기계] 최광식  
(2122-9197) gs.choie@hi-ib.com

# 방산에서 민수로, 방어주에서 성장주로

## 방어주의 안정성에 UAM의 성장성

Covid-19 가 한창이던 3 월말 동사를 방어주로서 제안하며 커버리지를 개시했다. 경기와 무관히 방산 사업들은 파이프라인을 타고 있고, 추경을 위한 방산 예산삭감은 해외 무기 도입만 줄었을 뿐이다. 그래서 방어주로서 주가는 3 월말 바닥 4,670 원에서 2 배 이상 올라 목표주가에 도달했다. 방어주는 흔히 안정적일 뿐, 성장 매력은 없다고 생각할 수 있다. 이번 당사 HI-FO 팀의 UAM 인덱스 자료 발간에 발맞춰, 동사가 보유한 성장주로서의 매력을 소개할 차례이다. 이제 방산에서 민수로 간다.

## #1 Overair 지분 참여: 단순 투자 아닌, UBER의 에어택시 개발을 함께

2019 년 12 월 동사는 미국 PAV 개발사인 "Overair"에 \$25m, 시리즈 A 지분투자(30%)를 마쳤다. Overair 는 우버의 에어 엘리베이트 사업에서 사용할 '버터플라이' 모델을 개발 중이며, 2023 년 시제기 제작, 2025 년 LA 에서 상업운전이 목표이다<그림 1,2,3>. Overair 는 단순한 지분투자가 아닌, 공동 사업의 성격이어서 그 의미가 더 크다. 동사는 방산에서 전자광학 40 년 업력을 바탕으로 축적한 표적 획득/감지/추적의 레이더 및 센서, 그리고 데이터링크 등의 통신 기술을 PAV 개발에 활용한다. 방산에서 요구하는 높은 안정성, 내구성, 신뢰성의 기술을 민수부문에 적용함에 있어서 속제는 오로지 원가를 낮추는 것 뿐이다.

## #2 한화시스템 Phasor Solutions 인수로 UTM 시스템 영역 확장

여태 위성통신 안테나 사업 투자를 검토해왔던 동사는, 6 월 8 일 Phasor Solutions 의 사업 및 자산을 인수했다. 아마존과 스페이스 X 등도 기지국이 필요 없는 위성 인터넷 사업에 뛰어들고 있는데, Phasor Solutions 의 안테나 기술은 장차 '우주 인터넷'에서 핵심장비가 될 터이다. 이 장비는 1) 항공기의 고품질 무선 인터넷 서비스, 2) 자율주행차의 V2X 에 적용될 수 있고, 3) 우버 에어 엘리베이터 사업에도 활용되어 4 차 산업혁명의 눈, 코, 입, 귀가 될 것이다<그림 5,6>.

이렇듯 동사는 IPO 자금을 2 개 신규 사업에 투자해서, 미래를 향해 나아가고 있다.

## 목표주가 상향: 성장을 반영한 Multiple 적용

동사의 목표주가를 타겟 PBR 1.5 배(기존 1.1 배), PER 을 20 배(기존 15 배)로 올려 목표주가를 14,000 원으로 상향한다. 최근 한화의 니콜라 투자 성공에 따른 자회사 지분가치 상승과 같은 이벤트가, 우버 에어택시 상용화가 시작될 때, Phasor Solutions 과의 시너지가 확인될 때, 동사에게도 몇 년 후 일어날 수 있다. 설렌다.

## VALUATION: 목표주가 14,000 원으로 상향

### 성장을 반영한 Multiple 적용

Covid-19 기간에 방어주로서 그 역할을 톡톡히 했다. 주가는 바닥에서 2 배 이상 올라서 당사 목표주가 10,000 원에 도달했다.

동사의 목표주가를 기존 10,000 원에서 14,000 원으로 상향한다. 이는 타겟 PER 을 기존 15 배에서 20 배로 상향한 것이다. 방어주에게 미래 성장산업의 동력을 달아준 것을 반영한 VALUATION 잣대이다.

### Overair 와 Phasor Solutions 의 성장 가능성

①니콜라에 투자한 그룹사 한화(주), 한화솔루션, 한화종합화학이 자회사 가치 상승에 따른 주가 릴레이팅이 진행되는 와중에, ②동사도 영국 Phasor Solutions 을 인수함으로써 ①과 같이 미래 성장 산업에 투자를 단행했기 때문이다.

또한 당사 HI-FO 팀에서 ③UAM(Urban Air Mobility, 도심 항공 모빌리티) 인덱스 자료를 발간하면서 ②보다 먼저인 2019 년말 Overair 지분투자의 의미와 성공 가능성을 체감했기 때문이다.

그림1. 타겟 PBR 1.5 배, 타겟 PER 20 배: 목표주가 14,000 원으로 상향

(원, 배수)						
▶ PBR VALUATION	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
BPS	16,087	8,786	9,062	9,474	9,894	10,374
PBR(고)		1.4	1.3			
PBR(저)		1.1	0.7			
ROE		8.1%	7.0%	8.2%	7.9%	8.2%
Target PBR		1.1	1.5			
적정주가			13,813			
목표주가			14,000			
증가(6.15)			9,160			
상승여력			53%			
▶ PER VALUATION	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
EPS		661	626	763	770	830
YoY			-5%	22%	1%	8%
PER(고)		19.0	18.9			
PER(평)		13.9	14.6			
PER(저)		14.7	9.7			
타겟PER			20.0	20.0	15.0	15.0
적정주가1			12,520	15,251	11,544	12,455
			'20~'21 평균			
적정주가2				13,886		
목표주가				14,000		

자료: 하이투자증권 리서치본부

## 두 개의 성장을 위한 투자 : Overair 와 Phasor Solutions

### I . Overair

#### 1. 소개: UBER의 핵심 파트너로서 PAV(개인항공기) 개발

상용 에어택시 시장  
공략을 위해  
카렘에서 분사한  
Overair

Overair Inc. 는 미국 캘리포니아 주에 위치한 드론 업계의 거장인 Abraham Kareem 의 Kareem Aircraft 사(이하, 카렘)로부터 분사(spin-off)해 2020년 1월에 설립됐다.

이는, 2018년에 글로벌 승차 공유서비스 기업인 우버(Uber)의 ‘우버 엘리베이트(Uber Elevate)’ 사업에서 8개 핵심 파트너사 중 하나로 카렘이 선정되었고, 카렘은 eVTOL 항공기 개발을 위해 Overair 를 별도 회사로 설립한 것이다. 기존 카렘의 CEO 인 Ben Tigner 가 Overair 의 CEO 직을 맡고, 설립자 Abraham Kareem 은 두 회사의 최고 개발자 역할을 수행 중이다.

즉, Overair 는 버터플라이 개발을 통해 민수 시장인 에어택시 분야에 집중하고, 카렘은 기존 방산 분야 고객들을 대상으로 운영할 계획이다.

Overair 의  
버터플라이  
OSTR 기술과 장점:  
안전성, 정숙성,  
간편한 충전, 경제성

Overair 는 개인항공기 개발업체로 버터플라이(Butterfly)라는 eVTOL(electric Vertical Takeoff and Landing, 전동 수직이착륙 항공기)를 개발 중이며, 프로토타입을 공개했다.

개발 중인 버터플라이는 4개의 틸트로터(Tiltrotor)가 장착된 eVTOL 항공기다. 카렘이 특히로 보유한 OSTR(Optimum Speed Tiltrotor) 기술이 적용된다. 이 기술의 특징은 1) 속도 가변형 틸팅 전기로터(개별 블레이드 제어), 2) 고유 블레이드, 3) 경량 복합재 및 고효율 공기 역학 기술이 접목된다.



버터플라이는 회전속도가 느리고 큰 사이즈의 로터를 사용한다. 안전성이 더 뛰어나며, 효율적으로 이륙을 할 수 있으며, 또한 비교적 소음이 작은 장점이 있다. 작은 소음은 탑승한 승객들에게 보다 조용한 비행 서비스 제공과 더불어 도시 지역 내에서의 소음 관련 이슈도 해결할 수 있다. 배터리 완충 시 여러 번의 비행이 가능하고, 전력 보존이 잘되며, 충전 시스템 역시 비교적 간단하다. 즉, 비용 측면에서도 이점이 있다. 또한, 버터플라이는 강풍 등의 비상 상황에서 조종이 비교적 쉬워 대처가 용이하고, 만약 1 개의 로터가 멈춰도 나머지 로터들로 안전하게 비행 및 착륙이 가능하여 안전성 역시 우수하다.

그림1. 버터플라이 eVTOL 항공기 프로토타입



자료:Karem, 하이투자증권 리서치본부

그림2. OSTR 기술 접목시킨 틸트로터



자료:Karem, 하이투자증권 리서치본부

그림3. 버터플라이 eVTOL 항공기 스펙

버터플라이 eVTOL 항공기 스펙	
항공기 종류	eVTOL (전동 수직이착륙)
좌석	5개 (파일럿 1, 승객 4)
속도	150-200 mph (240-322 km/h)
비행거리	100 miles (161 km)
프로펠러	OSTR 기술 탑재된 쿼드 틸트로터 (quad tiltrotor)
모터	전기모터 4개
동력원	전기
날개	고익기 (High wing)
꼬리	V자형 꼬리날개
착륙장치	격납식 (Retractable)
에너지 종류	전기 배터리

자료: 하이투자증권 리서치본부

## 2. 한화시스템에게 Overair 란: PAV 공동개발에 방산 업력 접목

### Overair Series-A 투자

2019년 7월에 한화시스템은 \$25M(약 300억원) 규모의 액수로 Series-A 투자에 참여했다. 우버 엘리베이트를 위한 eVTOL 항공기 연구개발 및 제작을 위해 Overair에 투자한 것이다. 2019년 말에 미국의 외국인투자심의위원회가 한화시스템의 투자 건에 대해 최종 승인 발표를 하며 Overair 지분 30%를 보유하게 됐다.

### 시장 전망과 출시계획

동사는 2019년부터 미래 신사업 발굴 및 글로벌 시장 진출 계획을 도모했다. 동사는 축적된 무인항공기 및 드론 사업의 경험으로, PAV 및 UAM 시장 진출을 결정한 것이다.

모건스탠리는 2040년까지 글로벌 에어택시 시장은 1,770조원 규모로 성장할 것이라고 했으며, 포르쉐 컨설팅 역시 2035년까지 시장 수요는 16,000대가 될 것으로 전망한다.

### PAV 개발에서 한화시스템의 역할

Overair 지분 투자를 통해 동사는 향후 미 연방항공청의 형식 인증 승인을 목표로 버터플라이를 공동개발 중이다. 2023년 시제기 제작, 2025년 LA에서 상업운전이 목표이다

Overair는 항공기 기체를 제작하고, 동사는 ICT 및 항공전자 등의 시스템 개발을 맡는다. 즉, 방산에서 적용해온 각종 센서, 레이더, 광학장비들을 민수 항공기에 적용하는 것이다. 이는, 단순 지분투자가 아닌 민항기에 동사가 보유한 기술을 적용해 시스템을 개발함으로써, PAV 완전체 개발 전 과정을 함께 한다.

### 방산(항전장비)에서 민수로

동사는 한국 방위산업에서 전자공학을 바탕으로 항전장비를 40여년 담당해온 업력과 기술력을, 민수에 적용하는 것이다. 방산은 민수에 비해 더 높은 안전성, 내구성, 신뢰성을 요한다. 기술적으로 어렵지 않다. 다만, 민수는 안전성을 담보하는 가운데, 비용이 중요하다. 첫 PAV 개발 경험이, 열리고 급성장할 UAM 및 PAV 시장에 지속적으로, 두루 활용될 것이다.

그림4. Overair 연혁 타임라인

타임라인	
2018년 5월	우버 엘리베이트 Karem Aircraft 파트너사 선정
2019년 7월	한화시스템 Series-A \$25M 투자
2019년 12월	미국 외국인투자심의위원회 최종 승인 (지분율 30%)
2020년 1월	오버에어 분사 및 미국산업보안국 특수유출허가 승인 획득
2020년 2월	오버에어 개소식 및 한화시스템 공동개발 합류 발표

자료: 하이투자증권 리서치본부

## II. Phasor Solutions

### 1. 소개: 위성통신 안테나 기술 연구 및 개발 업체

위성통신 안테나,  
위상 배열 안테나

Phasor Solutions 는 미국의 모회사 Phasor Inc.가 2005 년 영국에 설립했다. 위성통신 안테나 연구개발 전문회사로 빔 조향 안테나(Steerable Antenna) 등의 평면식 위상 배열 안테나(Flat phased array antenna)와 반도체 칩 설계 기술을 독자 개발해서, 보유하고 있다.

저궤도인공위성과 안테나

Phasor Solutions 의 안테나 기술 및 반도체 칩 설계 기술을 업계는 선도적으로 평가하고 있다.

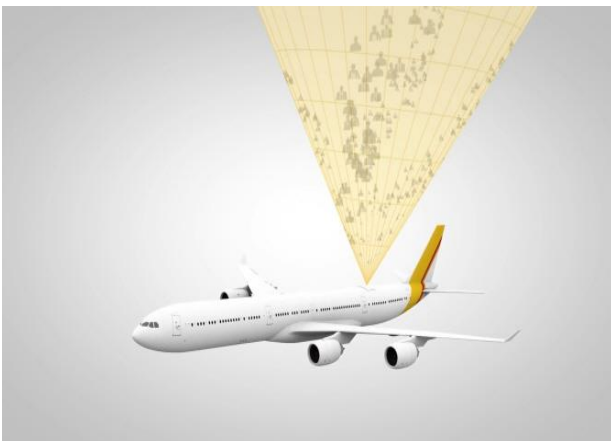
항공기, 선박, 기차, 차량 등의 이동 수단에 안테나를 장착하여 통신 네트워크가 활성화되지 않은 곳에서도 저궤도 인공위성을 통해 이용할 수 있다. 대표적인 예로 항공기 내 1) 무선 인터넷을 이용한 스트리밍 사용과 2) 자율주행차의 V2X 기술에 접목시켜 활용할 수 있다.

다양한 업체들과의 협력  
저궤도 위성 서비스의  
중심

동사는 가장 큰 규모의 상업 통신위성 서비스 공급업체 Intelsat, 기내 광대역 인터넷 서비스 제공 업체 Gogo, 그리고 IoT 스타트업 Kepler Communications 등의 회사들과 사업 개발을 해온 경험이 있다.

특히, 다양한 용도로 사용될 수 있는 최적화된 안테나 기술 개발에 집중하고 있다. 개발중인 전자식 빔 조향 안테나(Electronically Steerable Antenna, ESA)는 두 개 이상의 인공위성을 동시에 추적이 가능하다. 큰 규모의 저궤도 위성통신 서비스를 구축하는데 핵심 요소로 볼 수 있다.

그림5. 이동 수단에 장착된 안테나로 저궤도 인공위성을 통해 통신 가능



자료:한화시스템, 하이투자증권 리서치본부

그림6. 항공기용 ESA 프로토타입



자료:한화시스템, 하이투자증권 리서치본부

## 2. 한화시스템 Phasor Solutions 인수로 UTM 시스템 영역 확장

6월 8일  
Phasor Solutions  
인수 소식을 알림

Phasor Solutions의  
파산신청과  
한화시스템의 적극적 인수

방산에서 민수로,  
그리고 통신서비스에서  
안테나 기술도 담당

2020년 6월 8일, 동사는 Phasor Solutions 인수를 알렸다. 한화시스템은 2019년 IPO를 준비하면서 미래 성장을 이끌 신사업 발굴을 동시에 모색해왔고, 위성통신 사업과 Phasor Solutions 인수가 그 선택지 중 하나이다.

Phasor Solutions는 2018년부터 자금조달 및 제품 관련 이슈를 겪어 왔다. 2018년에 첫 안테나를 출시할 예정이었으나 안테나의 코어 마이크로칩의 문제로 인하여 2020년으로 연기되었다. 모회사인 페이지가 기술개발에 필요한 \$25M 규모의 자금 조달을 추진했지만 실패했다. 이후, 최대주주인 Grapevine Capital이 유동성 위기를 막기 위해 일부 대출을 하기도 했지만, 결국 Covid-19가 팬데믹으로 확산되며 동사는 채무 지불 능력을 상실했고, 2020년 4월 파산신청에 돌입했다.

관심을 보였던 투자자 및 기업들이 떠나는 상황에서 한화시스템은 파산신청 소식 이후 적극적으로 협상해 인수에 성공할 수 있었다.

동사가 1) Overair와 함께 개발 중인 UAM 및 PAV는 결국 저궤도 인공위성 통신 서비스를 필요로 한다. 그리고 2) 인수한 Phasor Solutions이 그 통신 서비스의 핵심인 안테나를 담당한다.

Overair와 동사의 협력은 비단 기체 개발 및 판매에 그치지 않을 듯 하다. 향후 PAV 운항과 서비스 운영에도 함께 할 것이고, 그 서비스에서 Phasor Solutions의 안테나기술이 사용된다. 그 시너지 효과로 UTM 시스템으로까지 사업 영역이 확장 될 것으로 기대한다.

## 결론: 방어주에서 성장주로

### 1. 한화시스템에게 IPO 란

바람직한 IPO: 성장을 위한 투자

동사는 2019 년 IPO 를 통하여 조달한 자금을, 성장에 투자했다. 이는 앞서 언급한 1) UAM 및 PAV 시장에 지분 투자 및 공동 개발이고, 2) 이 PAV 를 위한 통신 서비스의 안테나 기술 개발 및 공급이다.

당사의 HI-FO 팀이 공부해서 이번 자료를 통해 소개하는 UAM 시장에, 동사는 40 년 업력으로 쌓아온 통신과 센서/레이더 기술을 접목한다. 이런 성장을 위한 투자가, 회사가 시장에 기업을 공개하는 가장 바람직한 이유일 것이다.

그룹 방산 전체로의 시너지도 기대

지분 투자를 통해 참여한 공동개발 사업은 카렘의 OSTR 기술, 동사의 항공전자 및 ICT 기술력, 그리고 우버의 공유서비스 네트워크가 합쳐져, 항공기 제작부터 서비스까지 시너지 효과를 기대할 수 있다.

동사는 시리즈 후속투자도 검토하고 있고, 국내에서도 국토교통부와 산업통상자원부가 추진 중인 개발 과제에 참여해 국내 PAV 시장도 공략할 계획이다. 더 나아가 Overair 사업 참여의 노하우와 관계를, 한화그룹사 전체에 옮겨와 글로벌/내수 운항 분야까지 확장을 도모한다.

한화솔루션 등은 소재를 담당하고, 추진체는 한화에어로스페이스가 일부 역할을 담당할 수 있으며, 관제시스템은 또 동사가 맡는 그림을 그려본다.

### 2. 한화시스템, 이제 성장주의 엔진을 장착

KF-X 보다 빠를 수 있는, Overair 와 Phasor Solutions 에 대한 시장 재평가

6 월초 한화에너지와 한화중합화학이 2018 년 11 월에 1 억\$를 투자한 미국 수소트립 업체 '니콜라'가 상장했고, 투자 지분가치가 7.5 억\$로 7 배 이상 뛰었다. 이에 한화그룹사들도 이를 반영해 주가가 크게 올랐다.

Overair 와 Phasor Solutions 도 몇 년 후 비슷하게 UAM 시장의 개화로, 높은 시장가치로 상장될 날이 그려진다. 이는 어쩌면 KF-X 의 양산(1 호기 2H26 인도)보다 빠를 수도 있다.

K-IFRS 연결 요약 재무제표

재무상태표

(단위:십억원)	2019	2020E	2021E	2022E
유동자산	1,525	1,604	1,749	1,820
현금 및 현금성자산	564	432	426	465
단기금융자산	52	52	53	53
매출채권	187	315	401	421
재고자산	281	357	416	418
비유동자산	885	889	900	910
유형자산	217	250	282	314
무형자산	532	501	475	453
자산총계	2,409	2,494	2,649	2,729
유동부채	1,170	1,209	1,286	1,319
매입채무	122	164	244	279
단기차입금	40	34	29	25
유동성장기부채	30	30	30	30
비유동부채	271	286	319	320
사채	70	70	70	70
장기차입금	-	-	-	-
부채총계	1,441	1,495	1,605	1,639
지배주주지분	968	999	1,044	1,091
자본금	551	551	551	551
자본잉여금	327	327	327	327
이익잉여금	92	122	168	214
기타자본항목	-2	-2	-2	-2
비지배주주지분	-	-	-	-
자본총계	968	999	1,044	1,091

포괄손익계산서

(단위:십억원,%)	2019	2020E	2021E	2022E
매출액	1,546	1,675	1,952	1,961
증가율(%)	36.9	8.4	16.5	0.5
매출원가	1,311	1,366	1,586	1,595
매출총이익	235	309	366	366
판매비와관리비	150	214	250	251
연구개발비	-	-	-	-
기타영업수익	-	-	-	-
기타영업비용	-	-	-	-
영업이익	86	95	116	115
증가율(%)	91.5	10.4	22.4	-0.7
영업이익률(%)	5.5	5.6	5.9	5.9
이자수익	6	3	5	5
이자비용	5	4	3	3
지분법이익(손실)	-	-	-	-
기타영업외손익	-6	-6	-8	-8
세전계속사업이익	82	89	109	110
법인세비용	9	20	25	25
세전계속이익률(%)	5.3	5.3	5.6	5.6
당기순이익	73	69	84	85
순이익률(%)	4.7	4.1	4.3	4.3
지배주주귀속 순이익	73	69	84	85
기타포괄이익	-8	0	0	0
총포괄이익	65	69	84	85
지배주주귀속총포괄이익	-	-	-	-

현금흐름표

(단위:십억원)	2019	2020E	2021E	2022E
영업활동 현금흐름	409	-3	133	178
당기순이익	73	69	84	85
유형자산감가상각비	61	27	32	37
무형자산상각비	28	30	26	22
지분법관련손실(이익)	-	-	-	-
투자활동 현금흐름	-133	-75	-79	-82
유형자산의 처분(취득)	-42	-61	-64	-68
무형자산의 처분(취득)	-47	-	-	-
금융상품의 증감	9	-	-	-
재무활동 현금흐름	85	-57	-61	-60
단기금융부채의증감	-4	-6	-5	-4
장기금융부채의증감	23	-	-	-
자본의증감	99	-	-	-
배당금지급	-	-	-	-
현금및현금성자산의증감	360	-132	-6	39
기초현금및현금성자산	204	564	432	426
기말현금및현금성자산	564	432	426	465

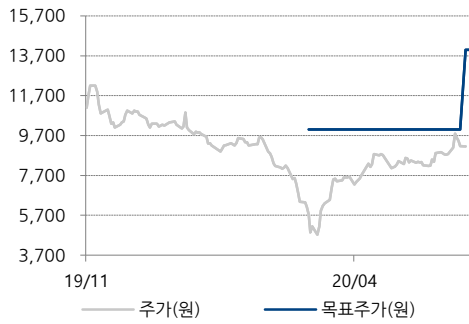
주요투자지표

	2019	2020E	2021E	2022E
주당지표(원)				
EPS	706	625	763	770
BPS	8,786	9,061	9,474	9,893
CFPS	1,560	1,148	1,288	1,303
DPS	310	350	350	350
Valuation(배)				
PER	14.5	14.6	12.0	11.9
PBR	1.2	1.0	1.0	0.9
PCR	6.5	8.0	7.1	7.0
EV/EBITDA	3.7	4.3	3.8	3.5
Key Financial Ratio(%)				
ROE	8.1	7.0	8.2	7.9
EBITDA 이익률	11.3	9.1	8.9	8.9
부채비율	148.8	149.7	153.7	150.3
순부채비율	-49.1	-35.1	-33.5	-36.1
매출채권회전율(x)	7.9	6.7	5.5	4.8
재고자산회전율(x)	4.7	5.2	5.0	4.7

자료 : 한화시스템, 하이투자증권 리서치본부

[미래기술/UAM]  
UAM, 3차원 길을 연다

한화시스템  
최근 2년간 투자이전 변동 내역 및 목표주가 추이



일자	투자이전	목표주가 (원)	목표주가 대상시점	과리율	
				평균 주가대비	최고(최저) 주가대비
2020-03-18	Buy	10,000	1년	-20.5%	-2.0%
2020-06-17	Buy	14,000	1년		

Compliance notice

당 보고서 공표일 기준으로 해당 기업과 관련하여,

- ▶ 회사는 해당 종목을 1%이상 보유하고 있지 않습니다.
- ▶ 금융투자분석사와 그 배우자는 해당 기업의 주식을 보유하고 있지 않습니다.
- ▶ 당 보고서는 기관투자가 및 제 3자에게 E-mail 등을 통하여 사전에 배포된 사실이 없습니다.
- ▶ 회사는 6개월간 해당 기업의 유가증권 발행과 관련 주관사로 참여하지 않았습니다.
- ▶ 당 보고서에 게재된 내용들은 본인의 의견을 정확하게 반영하고 있으며, 외부의 부당한 압력이나 간섭 없이 작성되었음을 확인합니다.

(작성자 : 고태봉, 최광식)

본 분석자료는 투자자의 증권투자를 돕기 위한 참고자료이며, 따라서, 본 자료에 의한 투자자의 투자결과에 대해 어떠한 목적의 증빙자료로도 사용될 수 없으며, 어떠한 경우에도 작성자 및 당사의 허가 없이 전재, 복사 또는 대여될 수 없습니다. 무단전재 등으로 인한 분쟁발생시 법적 책임이 있음을 주지하시기 바랍니다.

1. 종목추천 투자등급 (추천일 기준 증가대비 3등급) 종목투자자의견은 향후 12개월간 추천일 증가대비 해당종목의 예상 목표수익률을 의미함.
  - Buy(매수): 추천일 증가대비 +15%이상
  - Hold(보유): 추천일 증가대비 -15% ~ 15% 내외 등락
  - Sell(매도): 추천일 증가대비 -15%이상
2. 산업추천 투자등급 (시가총액기준 산업별 시장비중대비 보유비중의 변화를 추천하는 것임)
  - Overweight(비중확대), - Neutral (중립), - Underweight (비중축소)

하이투자증권 투자비용 등급 공시 2020-03-31 기준

구분	매수	중립(보유)	매도
투자자의견 비율(%)	91.6%	8.4%	-