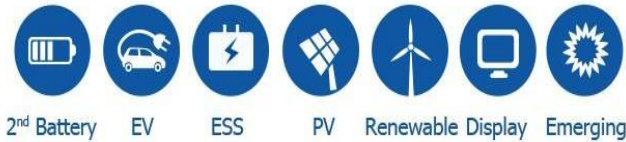


하늘을 나는 자동차, 2050년에 1665조원 시장으로 성장

Think Energy and Environment

SNE Research



하늘을 나는 자동차 2050년 1665조원 시장으로 성장

수주는 이미 1만대 이상

paul@sneresearch.com

SNE Research
www.sneresearch.com

「하늘을 나는 자동차」가 2050년에 1665조원(≈185조엔) 시장으로, 수주는 이미 1만대 초과

"헬리콥터에 비해 압도적으로 조용하다. 그렇다면 거리에 내려갈 가능성이 있다. 그것을 실제로 보고, 많은 사람에게 느끼면 좋겠다"

ANA 홀딩스(ANAHD)에서 「하늘을 나는 자동차⁺」, 즉 전동 수직 이착륙(eVTOL)기의 사업개발을 담당하는 보리에 유키씨(미래 창조실 모빌리티사업 창조부 에어모빌리티 사업팀)는, 미 Joby Aviation이 2023년 11월 미국 뉴욕에서 실시한 데모 비행에 큰 가능성을 느꼈다고 말한다. 이 회사가 개발을 추진하고 있는 5인승 기체(파일럿 1명 포함) 「Joby S4」는 맨해튼 섬에 있는 헬리포트를 날아와 대도시를 강변으로 비행했다(그림 1).

↑비행하는 자동차는 국제적으로는 "AAM (Advanced Air Mobility)" 또는 "UAM (Urban Air Mobility)"로 불리는 경우가 많다. 정부가 공표한 「하늘을 나는 자동차의 운용 개념(Concept of Operations: ConOps)」에는 「국제적인 논의와 협조를 도모하는 관점에서, 비행하는 자동차를 AAM이라고 부른다」라고 적혀 있다. 덧붙여서 일본에서는 「차세대 하늘 모빌리티」라고도 불린다.



그림 1. "Joby S4"가 뉴욕 시내를 비행하는 모습. 맨해튼 섬에 있는 헬리포트를 날아가 강을 따라 비행했다. Joby Aviation으로는 뉴욕 같은 도시에서 eVTOL기를 비행시키는 것은 처음이었다고 한다. 이 회사는 뉴욕의 존 F. 케네디 국제공항과 맨해튼 섬의 헬리포트를 약 7분 만에 연결하는 상용 운항을 계획하고 있다. 육로라면 보통 약 50분이 걸린다(사진: Joby Aviation)

도요타 자동차가 약 4억 달러를 출자하고, 부품 제공과 제조면 지원도 하고 있는 Joby Aviation은 eVTOL기업의 톱 러너다. 2024년 안에는 미국 연방항공국(FAA)에서 형식증명을 취득하여 2025년 상용운항 개시를 목표로 하고 있다. ANAHD는 Joby Aviation과 일본에서의 여객 수송(에어택시) 서비스 실현을 위해 제휴하고 있다.

Joby Aviation에 의하면, S4가 고도 500m를 비행하고 있을 때의 바로 아래의 소음 레벨은 45dB. 이것은 미술관의 관내와 동등한 수준이다. 반대로 헬기는 비행시 항공기 내와 동등한 75dB 이상의 소음을 발한다(그림 2).

게다가 S4가 이착륙시에 발하는 소음은, 100m 떨어진 장소에서 커피숍의 점내와 동등 레벨의 65dB이다. 이 회사는 이륙시의 소음은 헬기와 비교해 1000분의 1 이하로 하고 있다. 게다가 "eVTOL기는 전동이므로 착륙하면 프로펠러가 곧 멈춘다. 헬기의 경우는 아이들링이 필요하고, 그것이 또 지상에서 폭음을 발한다".

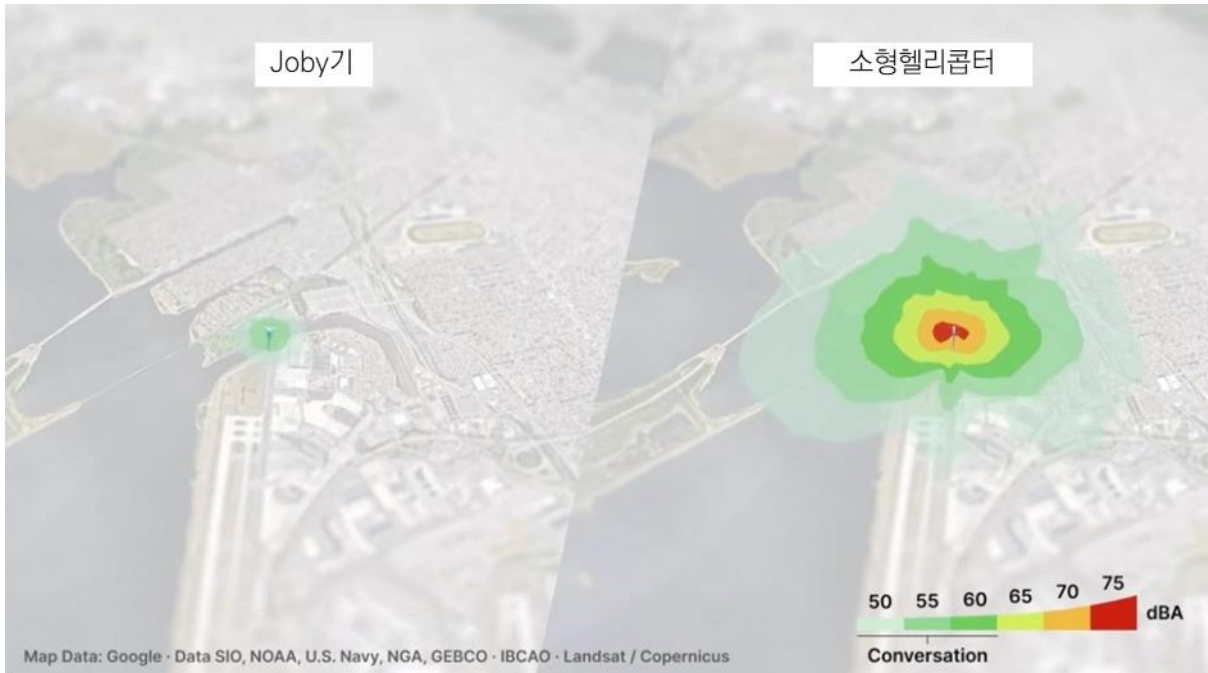


그림 2. Joby S4와 소형 헬기 비행시의 소음 비교. 비행시 바로 아래의 소음 레벨은 헬리콥터의 75dB 이상에 비해 S4는 박물관의 관내 레벨인 45dB정도로 매우 조용하다 (출처: Joby Aviation)

eVTOL기는 일본에서는 알기 쉬움을 우선해 하늘을 나는 자동차로 불리는 경우가 많다. 기술적으로 드론(무인 항공기)과 공통 요소가 많기 때문에 (과거의 추락 사고 등에서) 안전성을 불안시하는 방향도 있지만, 사람을 태워 수송하기 위한 엄격한 안전 기준을 클리어한 신종의 「항공기」이다. 3대 특징이 되는 것이 「전동」 「자동 비행」 「수직 이착륙」으로, 엔진을 동력원으로 하는 기존의 헬기와 비교하면 그 임팩트를 알기 쉽다(그림 3).

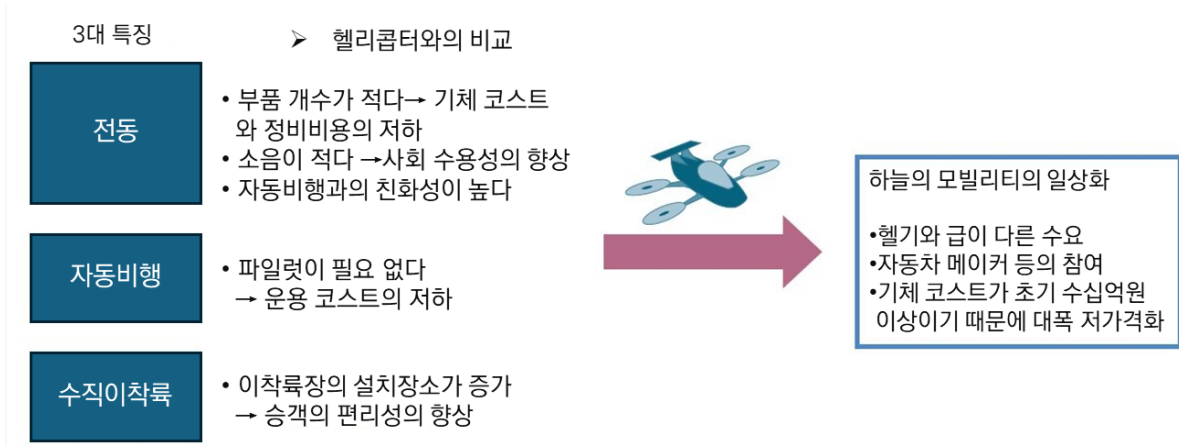


그림 3. eVTOL기의 3대 특징과 헬기의 비교. 소음이 낮고, 기체나 운용의 비용이 낮은 것 등으로부터, 헬기에서는 실현할 수 없었던 「빈의 모빌리티의 일상화」를 가능하게 할 것으로 기대되고 있다(출처: 닛케이 크로스텍)

우선 eVTOL기는 전동이기 때문에 소음이 작고 이산화탄소를 배출하지 않고 구조가 비교적 단순하기 때문에 부품 수가 적다. 기체의 비용이나 정비 비용이 현저히 저렴해진다. 기체 비용은 타입에 따라 다르지만, 수억엔 이하와 헬기의 몇 분의 1 이하의 수준이다. 자동 비행과의 친화성도 높다. 이는 미래에 파일럿 없이 고밀도 운항을 실현하여 운임을 대폭 저가격화할 수 있다.

「실은 1950~1960년대에, 헬기로 도시내의 교통을 효율화할 수 없는가 하는 무브먼트가 일어났다. 그러나, 헬기는 소음이 크고, 운항 비용이 높고, 취항률이 낮다고 하는 문제가 있어, 잘 가지 않았다.」 eVTOL기업에 익숙한 일본정책투자은행산업조사부 겸 항공우주실 조사역 이와모토 마나부씨는 이렇게 말한다.

실제로 헬기는 닥터헬기를 제외하고 사람의 이동에는 거의 사용되지 않고, 보도나 경찰, 점검 등의 정보 수집이나 물자 수송에서의 이용이 대부분이다. 이에 대해 eVTOL기는 헬기가 완수할 수 없었던 「일상 타는 것」이 된다는 꿈을 실현하여 사람의 이동 방식을 재정의할 가능성이 있다.

➤ 이미 수주 1만기 초과

일본의 eVTOL기를 개발하는 스타트업인 SkyDrive(아이치현 도요타시)는 2024년 6월, 「2025년 일본 국제 박람회」(오사카·간사이 박람회, 2025년 4월 개막)로 예정하고 있던 2 지점간 예서의 상용운항의 실시를 포기하고, 국토교통성 항공국의 허가를 얻어 데모 비행을 실시할 예정임을 발표했다. 개발 중인 기체 「SKYDRIVE(SD-05)」의 상용 운항에 필요한 형식 증명의 취득이 박람회 개최까지 늦지 않을 것으로 판단했기 때문이다(그림 4).

오사카 · 간사이 박람회를 주최하는 2025 년 일본 국제 박람회 협회는 2023 년 2 월, 박람회에서 eVTOL 기

계의 운항 사업에 참가 기업으로 SkyDrive 외에 ANAHD, 일본항공(JAL), 마루베니 등 3사를 선정했다(그림 4). ANAHD와 JAL은 현재도 2지점 간 상업 운항 검토를 진행하고 있지만, 마루베니는 SkyDrive와 같은 이유로 포기하고 데모 비행 실시를 검토하고 있다.

(오사카-간사이 만국박람회에서 상용운항의 가능성을 계속 검토)



운항사업자: ANA 홀딩스
기종명: Joby S4
기업: 미국 Joby Aviation
Type: 추력편향
형식증명취득: 2024년내



운항사업자: 일본항공(JAL)
기종명: VoloCity
기업: 독일 Volocopter
Type: 멀티콥터
형식증명취득: 2024년내

(오사카-간사이 만국박람회에서 상용운항을 단념, 데모 비행을 검토)



운항사업자: 마루베니
기종명: VX4
기업: 영국 Vertical Aerospace
Type: 추력편향
형식증명취득: 2026년



운항사업자: SkyDrive
기종명: SKYDRIVE(SD-05)
기업: 일본 SKYDrive
정원: 3인승
Type: 멀티콥터
형식증명취득: 2026년 이후

그림 4. 오사카·간사이 박람회에서의 비행할 가능성이 있는 4 기체. ANAHD와 JAL은 상용 운항 검토를 진행하고 있지만, SkyDrive와 마루베니는 상용 운항을 포기하고 데모 비행을 할 예정이다 (출처: 닛케이 크로스텍)

박람회로서는 눈길을 끄는 '차세대 하늘 모빌리티'의 화려한 데뷔는 실망스럽지만, 박람회는 사회적 구현을 향한 하나의 쇼케이스에 불과하다. 미쓰비시 종합 연구소의 오기 타카 씨(모빌리티·통신 사업 본부 차세대 테크놀로지 그룹 리더 주임 연구원)는 "(현시점에서 2사가) 상용 운항할 수 없는 것은 유감이지만, 엑스포에서는 2지점간 비행을 실시해, 모빌리티로서 기능을 하는 것을 세계에 보여주는 것이 중요하다"고 말한다.

eVTOL기에 큰 요구가 있는 것은 기체의 수주 상황이나 각종 조사 등에서 밝혀졌다. 일본 정책투자은행에 따르면 기체 수주수는 2023년 말 시점에서 총 1만기를 넘고 있다. 중국을 제외하면, 형식 증명을 취득한 기체가

아직 1기도 없다[†].

†중국 EHang은, 2023년 10월에 중국 민용 항공국(CAAC)으로부터, 개발하고 있던 「EH216-S」의 형식 증명을 취득했다. 다만 중국과 일본과 유럽의 항공국은 상호승인협정인 BASA(Bilateral Aviation Safety Agreement)를 맺지 않았기 때문에 일본과 유럽 등에서는 「EH216-S」를 상용운항에는 사용할 수 없다.

사용 케이스로서 다양한 것이 생각된다. 공항에서 도시부와 관광지로의 2차 교통, 도시부에서 접근이 나쁜 낙도·산간부 등으로의 이동, 도시 내 단거리 이동, 유람비행, 재해시 의사와 물자 수송 등이다. 헬기에서 이미 실시되고 있는 운항의 고밀도화나 새로운 루트의 개척이 가능해진다.

헬기의 운송 준비 서비스 등을 다루는 스타트업 AirX (도쿄·치요다) 집행 임원 사업 개발 본부의 후지조노 미츠히데 씨는 "일본내에서도 큰 수요가 있는 것이 헬기의 운항 사업에서의 경험에서 밝혀졌다. 예를 들어, 나리타 국제공항에서 도심부(도쿄 헬리포트)까지는 20분 비행으로 1인 3만 9800엔이지만 인바운드 등에 인기가 있다고 말한다. 이러한 노선을 eVTOL기의 도입으로 저가격화할 수 있으면 시장은 확실히 확대될 것이다.

유럽 Stellantis가 약 1억6500만 달러를 출자하는 미국 Archer Aviation은 2024년 6월 미국 샌프란시스코를 중심으로 이동 수요가 많은 5개소를 연결하는 항공 모빌리티 네트워크 계획을 발표했다(그림 5).

샌프란시스코 남부의 해안에 있는 Kilroy Oyster Point에 이착륙장(버티포트, V포트)을 설치하고, 예를 들어 산호세까지 10분 만에 연결한다. 교통 정체 등을 감안하면 보통 1시간 15분 정도 걸리는 루트라고 한다. 이 회사는 이르면 2025년 안에 첫 노선에서 운항을 시작할 계획이다.

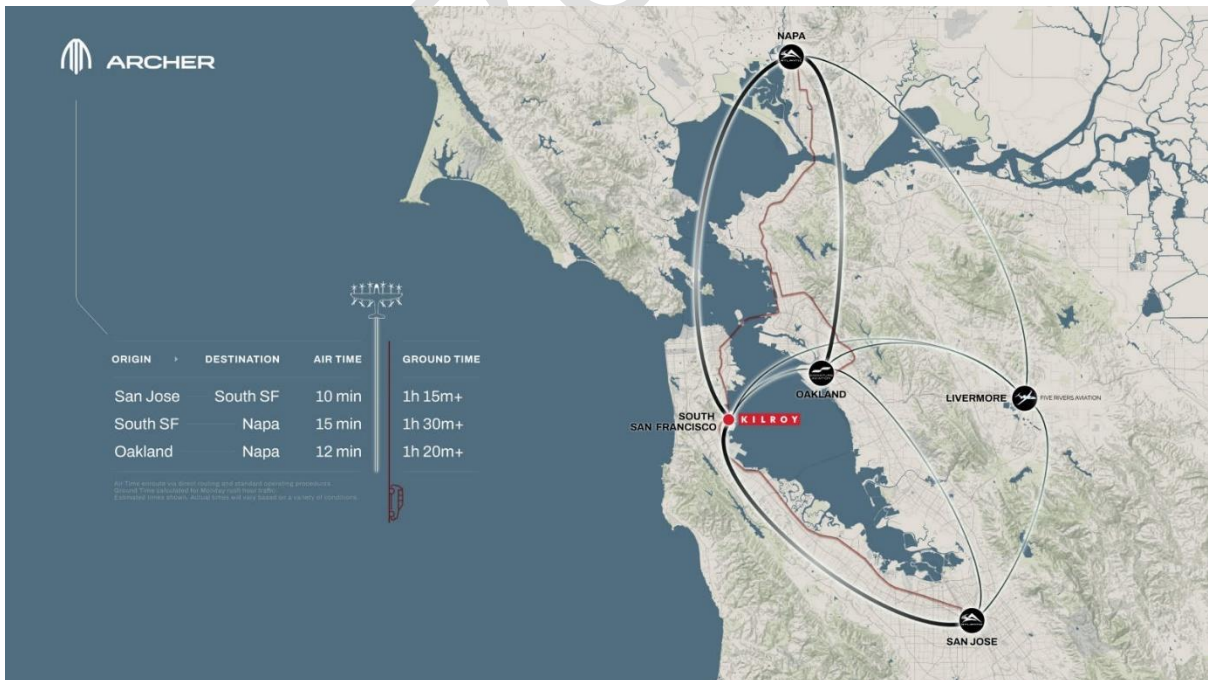


그림 5. 샌프란시스코를 중심으로 노선을 개척. 미국 Archer Aviation이 2024년 6월에 발표한 샌프란시스코를 중심으로 한 빈 모빌리티 네트워크 계획. 샌프란시스코 남부와 새너제이를 10분에 연결(출처: Archer Aviation)

➤ 50년에 185조엔 시장과의 예측도

eVTOL기의 사회 실장은, 현실에는 어떤 스케줄감으로 진행해 나갈 것인가? 상용 운항의 실현에는 형식증명을 취득한 기체뿐만 아니라 수익화가 가능한 비즈니스 모델, 충전설비를 갖춘 V포트 등의 인프라 정비, 법률·제도 정비, 사회 수용성 확보 등 많은 요소가 필요하다. 그러니까, 한 길로는 가지 않는다. 단계를 밟으면서 시간을 들여 진화해 나가게 된다.

시작기인 「1단계」의 상용운항(이벤트인 박람회 제외)은 이르면 2025년 내에도 미국이나 사회 구현에 열심인 아랍 에미리트(UAE) 등에서 시작될 가능성이 있다 (그림 6). 운항형태는 파일럿이 탑승하여 유시계비행(VFR)을 하며 운항밀도는 낮다.

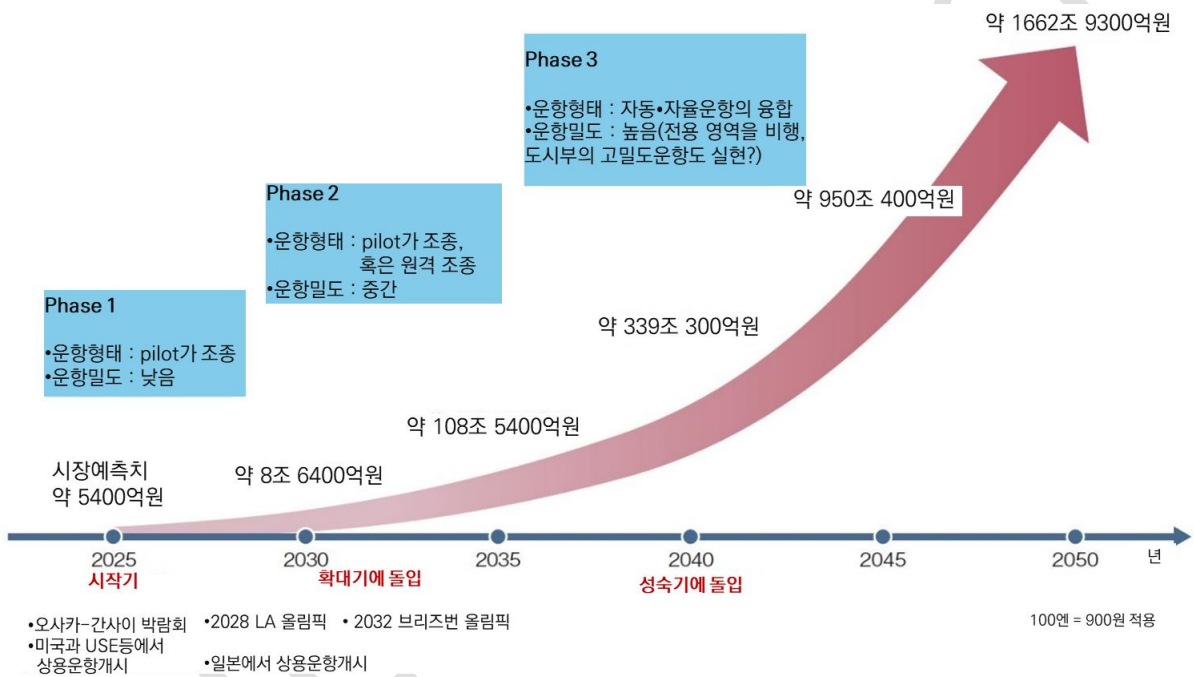


그림 6. eVTOL 기계의 사회 구현 로드맵 및 시장 예측. 사회실장은 단계를 밟으면서 시간을 들여 진행한다. 성숙기의 3단계에서는 운항이 자동 비행이 되어 전용 공역을 고밀도로 운항하기도 한다. 시장규모의 숫자는 야노경제연구소의 조사 데이터(출처: 닷케이 크로스텍)

국제민간항공기구(ICAO)에서 논의가 진행되고 있는 V포트의 국제표준규격의 책정이 2028년으로 예정되어 있기 때문에 상용운항의 본격화는 그 이후가 될 가능성이 높다. 차세대 하늘 모빌리티의 조사·컨설팅 등을 하고 있는 미국 Aerial Innovation CEO인 고이케 료지씨는 “현실적으로 보면, 사업 베이스에 올라타는 정기 운항이 본격화하는 것은 2028년 로스앤젤레스 올림픽이 대상이 된다”고 보고 있다.

2030년대에 들어가면 확대기인 「phase2」에 돌입한다. 운항 밀도는 중간 정도가 되고, 파일럿이 탑승하지 않는 원격 조종도 도입된다.

그리고 2035년 이후에는 자동·자율비행이 실현되어 전용 공역을 높은 운항밀도로 비행하는 「phase3」의 세계가 온다. 실현에는, 수많은 breakthrough가 필요하지만, 이것이야말로, eVTOL 업계가 목표로 하는 장래의 모습이다.

eVTOL기를 활용한 차세대 하늘 모빌리티가 어느 정도 규모의 시장을 형성하는지에 대해서는 다양한 예측이 있다. 예를 들어, 야노경제연구소는 2023년 5월 세계시장에 관한 조사결과를 발표했다. 시장규모는 2030년 약 9600억엔, 2035년 약 12조엔, 2040년 약 37조6700억엔, 2050년 약 184조7700억엔으로 예측했다.

일본 정책투자은행 이와모토 씨는 “솔직히 정확한 것은 아직 누구도 모른다. 하지만 여기까지 큰 시장을 전망할 수 있는 것은 이동의 방식을 바꿀 가능성을 갖고 있기 때문”이라고 말한다.

▶ 철도회사와 개발자 참여

현재 일본내에서는 박람회장이 바로 있는 오사카부를 비롯해 도쿄도, 아이치현, 효고현, 미에현, 나가노현 등 10개가 넘는 지자체가 하늘을 나는 자동차의 사회 실현을 향한 대처를 진행하고 있다. 예를 들어 도쿄도는 2024년 6월 환경 정비를 진행하기 위해 「하늘의 이동혁명 실현을 위한 도쿄도 관민협의회」를 시작했다.

그러나 일본에서는 미국 등에 비해 본격적인 사회 실현 속도는 늦을 것 같다. 최대의 과제는 V포트의 정비에 있다. Aerial Innovation의 코이케 씨는 “미국에 비해 항공 인프라에는 매우 큰 차이가 있다”고 지적한다.

이에 따르면 미국에는 공공 공항이 4802곳, 민간 공항이 8263곳, 공공 헬리포트가 59곳, 민간 헬리포트가 5842곳 있다고 한다. “단순 계산하면 미국 공항 밀도는 일본의 약 5배, 헬리포트 밀도는 50~60배다”. 미국에서는 당분간 기존 공항시설이나 헬리포트를 활용하면서 상용운항을 확대할 수 있지만 일본에서는 전용 V포트를 처음부터 구축해야 하는 경우가 많아진다. 거기에는 용지 확보나 자금 조달 등의 문제도 나온다.

또한 코이케씨는 일본에서는 당분간 기체 부족에 직면할 가능성이 있다고 지적한다. 기체 메이커가 2025년 이후에 형식 증명을 잇달아 취득할 수 있었다고 해도, 양산 체제로 이행하기에는 그 만큼 시간이 걸린다. 일본에서는 SkyDrive가 개발을 진행하고 있지만, 양산화해도 연산은 최대 100기인데, 이 회사의 기체는 항속 거리가 약 15km밖에 안된다.

이 때문에, 해외 메이커의 기체를 채용하는 케이스도 많아진다고 예상되지만, 전세계에서 공급이 부족한 상태이기 때문에, 일본에 수입되는 것은 「빨리도 2028~2029년경이 아닌가」(코이케씨)라고 보고 있다.

일본내에서의 V포트의 정비에 관해서는, 지금은 다양한 사업자가 참가하고 있다. 예를 들어 ANAHD와 이온몰은 2024년 3월 주로 관동권 및 간사이권에서 이온몰에 V포트 설치를 목표로 환경정비 등에 관한 검토를 하는 각서를 체결했다.

같은 해 7 월에는 SkyDrive와 JR 규슈가 규슈 지역에서의 사업 성립 가능성을 검토하는 것을 목적으로 한 연

계 협정을 체결했다 (그림 7). 철도역이나 상업시설 등을 활용한 운항 루트의 개설을 목표로 한다. 철도역에서 2차 교통 수요는 크고 JR규슈 이외에도 JR동일본과 난카이전기철도, 긴테쓰 그룹홀딩스(GHD) 등이 사업성 검토 등을 추진하고 있다.



그림 7. 철도와 eVTOL기에 의한 이동이 연계. 예를 들어 신칸센으로 역에 도착한 손님이 역 앞의 V포트에서 eVTOL기로 관광지까지 이동한다는 유스 케이스를 생각할 수 있다(출처: SkyDrive)

미쓰비시지소와 노무라 부동산 등 종합 개발자도 eVTOL기의 사회실장 대처에 적극적이다. V포트의 설치는 사람의 흐름을 바꾼다. 그것은 바로 도시의 재개발 등에 직결되기 때문이다. 미쓰비시지소의 타니자와 나오키씨(상업 부동산 전략 기획부 비즈니스 전략·산학 연계 추진 유닛 유닛 리더)는, 예를 들면 「도쿄역 앞의 비즈니스 에리어에는 새로운 모빌리티에 대한 큰 수요가 있다」라고 말한다. 「다이마루 아리지구」라고도 불리는 오테마치, 마루노우치, 유라쿠초 지역에는 118개 상장 기업의 본사가 위치해 약 35만명의 취업자가 있기 때문이다.

다만, 다이마루 아리지구와 같은 도심부에서는, V포트용의 새로운 용지 확보가 어렵다. 거기서 활용이 기대되고 있는 것이, 고층 빌딩의 옥상이지만, 현재 설치되고 있는 헬기 긴급 이착륙장(소방 활동용의 헬리포트)은, 고객 동선이 없는, 급속 충전에 필요한 전원 설비가 없는, 등의 이유로 V포트에는 사용할 수 없다(그림 8).



그림 8. 도쿄역 앞에 있는 마루빌 옥상의 긴급 이착륙장. 마루노우치 빌딩 옥상 헬기 긴급 이착륙장. 일반인이 오는 것을 상정하고 있지 않기 때문에, 옥상까지의 고객 동선은 없고, 엄중한 안전 대책등도 베풀어지고 있지 않다. 이 때문에, V포트에는 사용할 수 없다 (사진: 닛케이 크로스텍)

그래도 타니자와 씨는 「eVTOL은 액세스 개념이나 부동산의 방식을 바꾼다. 옥상에 고객 동선을 가지는 고층 빌딩이나 앞으로 신규로 계획하는 고층 빌딩의 옥상을 사용할 수 있을 가능성이 있다」고 큰 기대를 건다. 헬기가 이룰 수 없었던 하늘 모빌리티의 일상화라는 큰 목표 실현을 향해 다양한 이해관계자가 움직이기 시작하고 있다.

➤ **도요타 강력한 지원 Joby, eVTOL을 연료 전지로 800km 초 비행**

도요타 자동차가 출자해 부품 제공이나 양산도 지원하고 있는, 비행하는 자동차 사업자의 쌀 Joby Aviation은 연료 전지를 탑재한 eVTOL(전동 수직 이착륙)기에 의해 523마일(842km) 장거리 시험 비행에 성공했다(그림 9). 동사가 현재 개발을 진행하고 있는 배터리 탑재의 기체 「Joby S4」는, 1회 충전으로의 항속거리가 약 240km(시 생산기체의 경우)이므로, 그 3배 이상의 거리를 비행한 것이 된다.



그림 9. 연료전지를 탑재한 eVTOL기의 시험비행의 모습. 2024년 6월 24일 미국 캘리포니아에서 실시되어 523마일 (842km)의 장거리 비행에 성공했다. 40kg의 액체 수소를 탑재해 연료를 10% 남긴 상태로 착륙했다(사진: Joby Aviation)

회사 CEO인 JoeBen Bevirt는 “샌프란시스코에서 샌디에고(거리 720km), 보스턴에서 볼티모어(동 590km)로의 이동이 공항으로 가지 않아도 할 수 있는 날을 상상해 보라. 그 날이 다가오고 있다고 말했다.

➤ 혼다는 가스 터빈 하이브리드로 승부

Joby Aviation에 의하면, 이 시험 비행은, 개발중의 「동 S4」의 배터리를 연료 전지, 액체 수소 연료 탱크, 용량이 보다 작은 배터리로 환장한 기체를 이용해 2024년 6월 24일에 미국 캘리포니아 주에서 실시되었다 (그림 10). 연료전지가 생성한 전력은 6기의 모터에 공급되는 것 외에, 전력 소비가 많은 수직 이착륙시에는 탑재하는 배터리로부터도 모터에 전력이 공급된다. 시험 비행에서 eVTOL 기체는 40kg의 액체 수소를 탑재하고 유일한 부산물인 물을 배출하면서 연료를 10% 남긴 상태로 착륙했다.

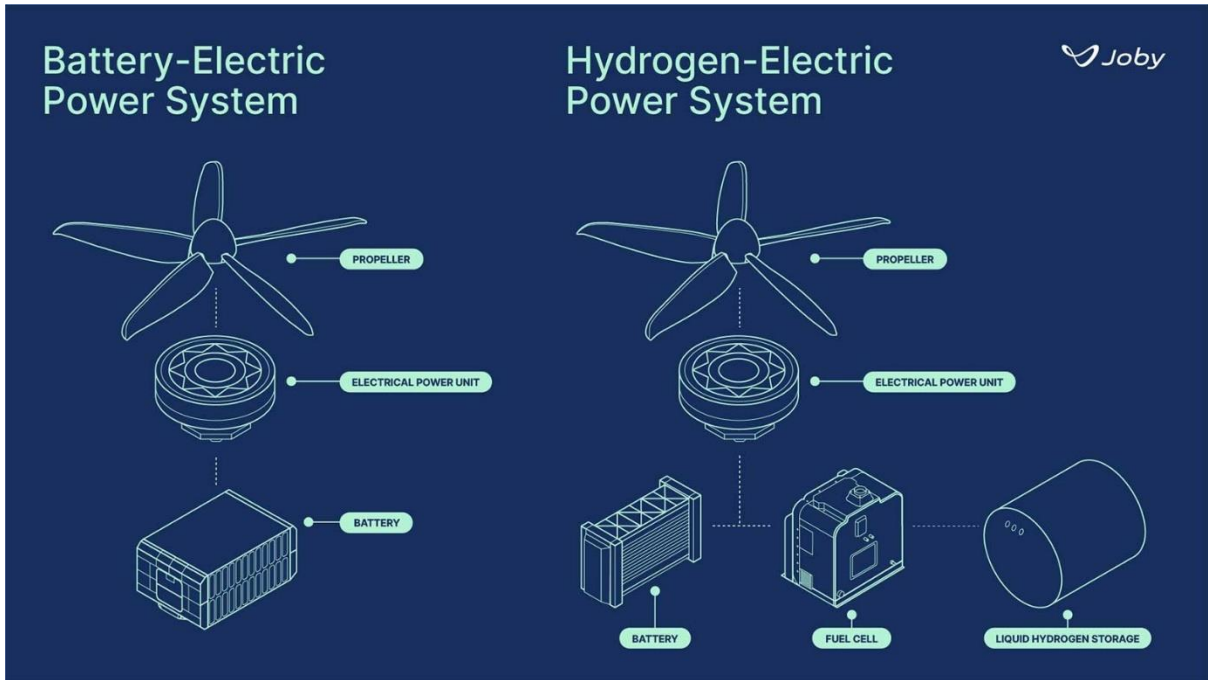


그림 10. 배터리를 연료 전지 시스템으로 교체. 통상 탑재하는 배터리를, 연료 전지, 액체수소 연료탱크, 보조용의 배터리로 교체 장착했다. 연료전지 관련 기술은 자회사인 독일 H2FLY의 기술을 기반으로 한다(출처: Joby Aviation)

이 기술은 Joby Aviation이 2021년에 인수한 독일 H2FLY가 개발한 것을 바탕으로 사내에서 구축했다. 그리고 미 공군의 'Agility Prime program'의 지원을 받고 있다고 한다. Joby Aviation은 eVTOL기의 사회 구현에서 톱을 달리고 있다. 2024년 안에 미국 연방항공국(FAA)에서 형식 증명을 취득했고, 이르면 2025년 안에는 미국 등에서 상용운항을 시작한다고 한다.

이 회사를 시작으로 2020년대 후반에는 '제1세대'의 eVTOL기에 의한 상용운항이 세계 각지에서 시작될 전망이다. 하지만, 배터리를 동력원으로 한 eVTOL기에는 항속거리라는 제약이 있다. S4와 같이 고정날개를 가진 추력편향(vectored thrust)형의 기체는 항속거리가 길다고 하는데, 이 타입에서도 거리는 100~250km 정도에 머무른다.

기체의 항속 거리는 운항 루트의 개척에 있어서 매우 중요한 요소이며, 그것이 길수록 비즈니스 기회는 넓어진다. 따라서 400km 이상의 거리를 비행할 수 있는 2세대 eVTOL기의 개발이 2030년대 실용화를 목표로 곳곳에서 시작되고 있다.

Joby Aviation이 채용하는 연료 전지는 그 동력원의 유력 후보이지만, Honda와 같이 연료 전지보다 출력 밀도가 높은 가스 터빈과 전지의 하이브리드 시스템을 개발하고 있는 기업도 복수 있다.

https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/02892/071700004/?n_cid=nbpnxt_mled_dmh