

항공 산업의 탈탄소화

- 'Aviation Decarbonization Outlook (BloombergNEF)'를 중심으로

1. 무탄소배출 항공기 개발 및 시장 현황	01
2. 주요국 항공 부문 탈탄소화 정책 동향	03
3. 항공업계 탈탄소화 전략	05
4. 정리	06
참고문헌	06



1. 무탄소배출 항공기 개발 및 시장 현황

- 항공 운항 사업자들이 탄소 배출 저감과 운영비 절감을 위해 무탄소배출 항공기의 도입을 고려, 최근 2년 ('21~'22) 사이에 무탄소배출 항공기(Zero-emission aircraft) 개발 및 관련 기술 급부상
 - (항공기 개발) 전기나 수소·연료전지 기반의 무탄소배출 항공기들이 개발되고 있으며, 슬로베니아의 Pipistrel社가 개발한 전기추진 항공기가 유일하게 생산 및 판매를 위한 인증 획득('20)
 - ▶ '22년 下, Ampaire社의 하이브리드 전기 항공기(Eco Caravan)와 Eviation社의 전기 항공기(Alice)가 첫 시험 비행에 성공, 각각 '24년과 '27년 납품 목표

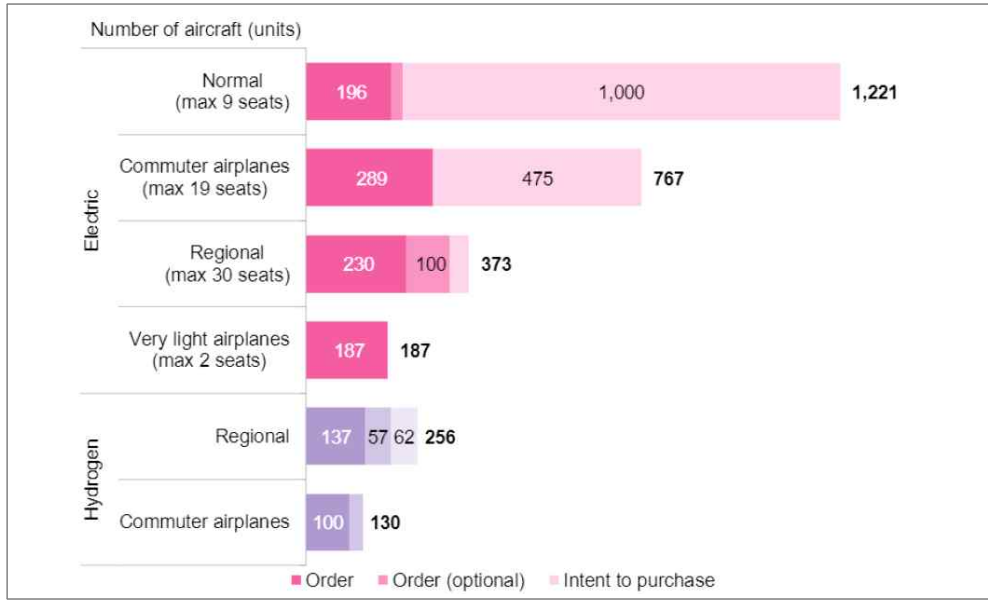
[무탄소배출 항공기 및 추진동력 개발 현황 (BloombergNEF, 2022)]

분야	기업명	목표 EIS* 연도	개발 현황
Hybrid-electric	Ampaire	2024	하이브리드 항공기 Eco Caravan 첫 시험 비행 성공 배터리 공급사는 Electric Power Systems, 엔진 공급사는 RED Aircraft
	Pratt&Whitney	미정	도심 항공 모빌리티와 지역 항공기를 위한 하이브리드-전기추진(Hybrid-electric propulsion)체계 개발 진행 중
Battery-electric	Eviation	2027	전기 항공기 Alice 첫 시험 비행 성공 Parker Aerospace社와 조종석 제어장치, 열 관리, 유압 파워팩 등 시스템 개발 협력
H ₂ fuel cell	Airbus	2035	수소·연료전지 엔진 및 액화 수소 탱크 개발 중이며, Airbus A380 시험모델에 설치 예정
	Universal Hydrogen	2025	뉴멕시코주 Albuquerque International Sunport 공항 內 수소 저장 모듈 생산, 항공기 개조 키트 조립 등 제조 허브에 2.54억 달러 투자
	ZeroAvia	2024	HTPEM* 연료전지 스택 공급사인 HyPoint를 인수하고, PowerCell社의 LTPEM* 연료전지 스택 도입
H ₂ combustion	Rolls-Royce	미정	EasyJet社와 협업하여 수소 연소 제트 엔진의 첫 지상 시험 수행 해당 엔진은 그린수소를 연소시키는 초기 시험 모델

* EIS (Entry-Into-Service), HTPEM (High Temperature Proton Exchange Membrane), LTPEM (Low Temperature Proton Exchange Membrane)

- (시장 수요) '21~'22년에 프랑스, 호주 등 항공 운항 사업자들의 무탄소배출 항공기에 대한 수요가 급증하여 전기 902대, 수소·연료전지 237대 등 무탄소배출 항공기 주문건수가 1,139대 ('22. 11. 기준)

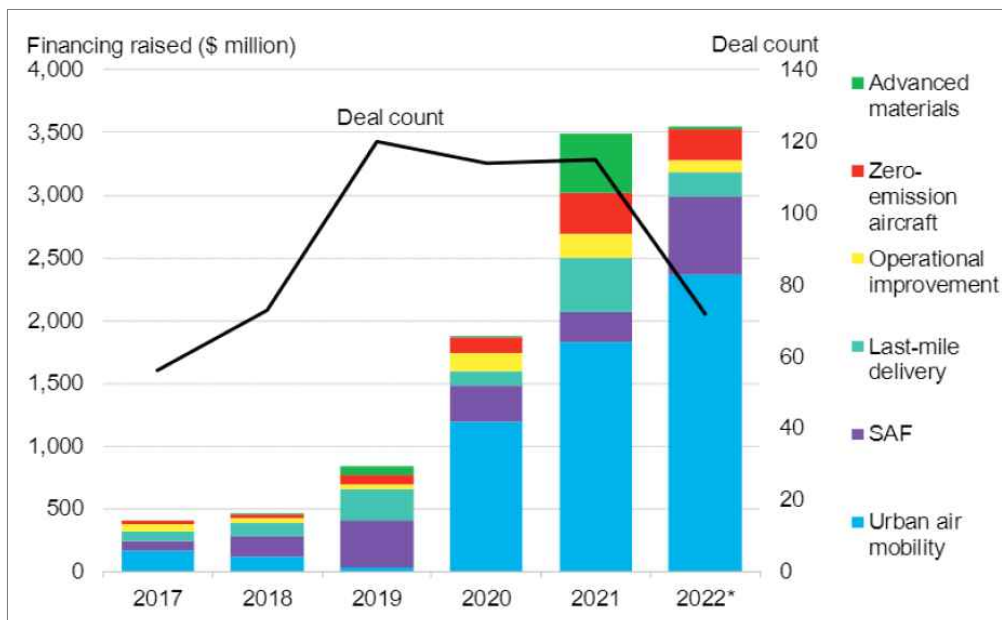
< 무탄소배출 항공기 수요 (주문건수) >



출처 : BloombergNEF, 2022

- (투자 현황) 지속가능 항공연료(Sustainable Aviation Fuel, SAF) 스타트업들을 중심으로 저탄소 항공 기술 전반에 대한 투자 규모가 급속하게 성장
 - ▶ 저탄소 항공 기술 스타트업의 투자 건수는 72건, 투자액은 35.4억 달러('22. 1~11월 기준)이며, 도심 항공 모빌리티(Urban Air Mobility, UAM)는 '21년 대비 30% 증가한 23.6억 달러 유치
 - ▶ SAF 스타트업들에 대한 투자액은 6.3억 달러로 '21년 대비 크게 성장하고 있으며, United Airlines 항공사 등을 중심으로 NEXT Renewable Fuels 등과 같은 바이오연료 스타트업에 투자 활발
 - ▶ 무탄소배출 항공기 투자 중에서는 ZeroAvia社의 1.48억 달러가 큰 비중을 차지

< 저탄소 항공기 기술 보유 스타트업에 대한 투자 현황 >

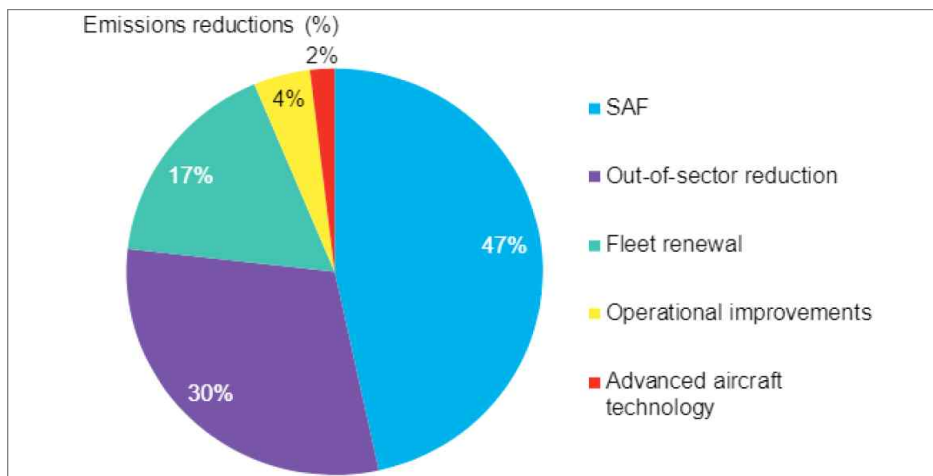


출처 : BloombergNEF, 2022

2. 주요국 항공 부문 탈탄소화 정책 동향

- (국제기구) UN산하 국제민간항공기구(The International Civil Aviation Organization, ICAO)는 제41차 총회('22.10)에서 '50년 국제 항공산업의 넷제로(Net Zero) 달성을 선언
 - 다만, 해당 결의안은 법적 구속력이 없고 193개 회원국과 항공 업계의 참여가 보장되지 않으며, 인도('70), 중국('60) 등 일부 국가의 탄소중립 목표 시기와 상이하다는 문제 존재
 - ICAO가 국제항공 탄소상쇄·감축제도(Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, CORSIA)의 새로운 기준*을 도입함에 따라 탄소 상쇄 수요가 증가할 예상
- * 온실가스 배출량 기준을 2019년 배출량의 85%로 정하고, 초과분은 배출권을 구매하여 상쇄
- ICAO는 회원국에게 '24년 6월부터 3년마다 실행 계획(action plans) 제출을 요청했으며, 신흥국의 저탄소 항공 기술 채택을 위한 재정 지원 체계를 마련할 예정
- (주요국) 영국, 캐나다, 일본 등 주요국은 항공 탈탄소화 정책을 발표했으며 SAF의 사용 확대를 권고
 - (EU) EU 내 모든 항공기의 SAF 및 이퓨얼(e-fuel)의 혼합 사용을 의무화
 - ▶ EU 배출권 거래제도(EU Emission Trading Scheme, EU ETS)에 따라, SAF의 경제성을 보완하기 위한 자금 지원 예정
 - (영국) 교통부가 '30년 SAF의 항공연료 비중 10% 달성, '40년 국내선 및 공항 탈탄소화, '50년 넷제로 달성을 목표로 하는 'Jet Zero Strategy' 발표('22.7)
 - (캐나다) '30년 전체 항공유 소비 중 SAF의 비중 10%, '50년 넷제로 달성 목표를 포함한 '항공 기후 실행 계획(Aviation Climate Action Plan 2022~2030)'을 발표('22.9)
 - ▶ 하이브리드 항공기(hybrid-electric), 전기 항공기(battery-electric), 수소 항공기(hydrogen-powered aircraft)를 탄소 감축의 핵심적인 동인으로 지정
 - ▶ '50년 배출량은 40Mton으로 예측되며, SAF와 항공기 리뉴얼로 인한 감축량을 47%, 17%로 추정

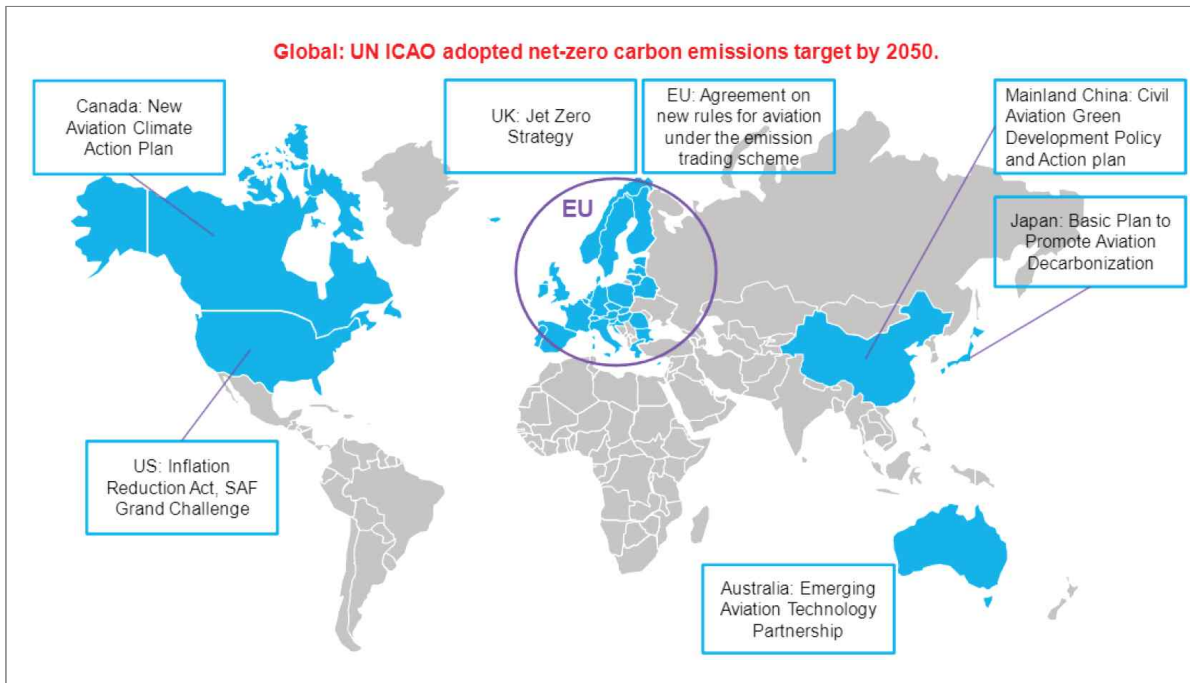
< 2050년 캐나다 항공부문 온실가스 감축 경로(안) >



출처 : Transport Canada

- **(일본)** 국토교통성은 '50년 항공 분야 넷제로 목표를 담은 '항공 탈탄소화 추진 기본방침(航空脱炭素化推進基本方針)'을 발표('22.12)
 - ▶ 기존 항공 연료와 SAF의 가격 경쟁력 문제를 보완할 재정적 지원 내용이 부재하며, 캐나다, 미국 등의 계획과 달리 기술별 탄소 감축 비중에 대해 미제시
- **(미국)** 미국 정부는 '30년까지 세제 혜택 등을 통한 최소 30억 갤런의 SAF(미 항공연료 수요의 약 10%) 사용 목표와 SAF Grand Challenge Roadmap('22.9)을 발표
- **(호주)** 지방이나 외딴 지역의 수요를 위한 항공 신기술의 개발 및 보급을 목표로 'Emerging Aviation Technology Partnership(EATP)' 프로그램을 통해 드론, 도심 항공 모빌리티 개발을 지원
 - ▶ '22년 1월 1차 라운드에 따라 12개 프로젝트에 1,800만 호주달러 지원, '24년 2차 라운드에서는 3,260만 호주달러 투자 예정
- **(중국)** 우주 산업 기술 개발을 우선시하고, 항공 산업의 수익을 고려하고 있어 무탄소배출 항공기 및 관련 기술 도입이 더디고 SAF 개발·도입도 초기 단계

< 주요국 탈탄소화 항공 정책 >



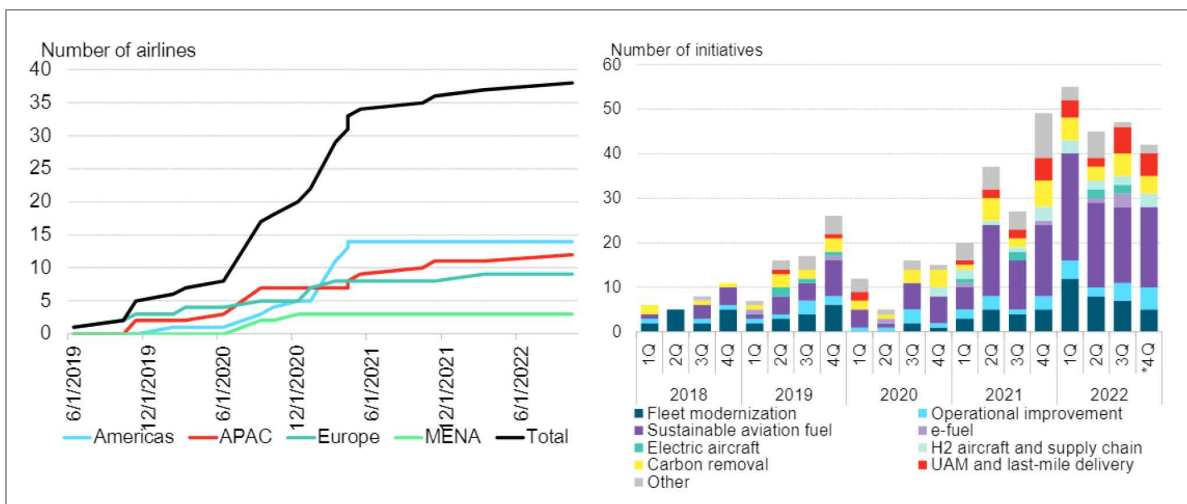
출처 : BloombergNEF, 2022

3. 항공업계 탈탄소화 전략

- 항공업계는 SAF 확보를 위해 현지 조달, 수입 등 조달 계약을 추진하고 있으며, 일부 항공사는 무탄소배출 항공기 구입 등을 계획하는 등 탈탄소화 전략 적극 추진
 - 주요 항공사(British Airways, Delta Airlines, United Airlines 등)의 절반 이상이 '40년과 '50년 사이에 넷제로를 달성하겠다고 서약
 - 국제항공운송협회(International Air Transport Association, IATA)와 국제민간항공기구(ICAO)가 2050 넷제로를 서약했고, 서유럽, 북미, 아시아·태평양 일부 국가 등 특정 지역 기반의 주요 항공사들이 탈탄소화 노력을 주도
 - BloombergNEF가 주요 항공사의 탄소배출감축 이니셔티브 90건을 분석한 결과, SAF 조달 계약이 핵심 전략이며 Alaska, JetBlue 등의 일부 항공사는 수소 및 포집한 탄소에서 비롯한 이퓨얼(e-fuel) 사용 선언
 - 단기적으로 전기 및 수소 추진 항공기는 통근용이나 지역용에 국한될 것으로 예상되나, 넷제로 목표 달성을 위해 항공사가 중요하게 고려할 사항으로 자리매김할 전망

< 항공사의 넷제로 서약 동향 >

< 항공사 탈탄소화 전략 동향 >



출처 : BloombergNEF, 2022

- 주요국 공항에서도 무탄소배출 연료를 공급하기 위한 기반 시설을 구축하기 위한 노력 시작
 - (전기 충전소) 전기 항공기를 위한 충전소 건설이 프랑스, 스웨덴 등에서 진행되고 있으나, 항공기 개발 속도에 비추어볼 때 전반적으로 진행이 더딘 편
 - (수소 공급망) 항공기 제조 업체인 Airbus社와 ZeroAvia社 중심으로 공항 內 부지에 수소 추진 항공기 연료 보급을 위한 수소 공급 인프라 개발 시작
 - ▶ (Airbus) 프랑스의 Toulouse-Blagnac 공항에 수소 생산·저장·운송·급유 시설 구축, 액체 수소 급유 충전소 건설 등 2개의 프로젝트 진행 중
 - ▶ (ZeroAvia) 캐나다와 캘리포니아 공항에 수소 급유 인프라 구축 고려 중

4. 정리

- 항공 부문의 온실가스 감축을 위해 항공업계에서의 탈탄소화 움직임이 확산됨에 따라, 2021~2022년 전기 및 수소·연료전지 항공기와 관련 기술 급부상
 - 하이브리드, 전기, 수소·연료전지 등의 무탄소배출 항공기가 개발되고, 특히 하이브리드/전기 항공기는 2022년 첫 시험 비행에 성공
 - 저탄소 항공 기술 전반에 대한 투자 규모가 성장, 특히 UAM 투자는 23.6억 달러로 총 투자액의 약 67% 수준이며 SAF 스타트업들에 대한 투자액도 약 6.3억 달러로 '21년 대비 크게 성장
- 국제민간항공기구(ICAO)의 탄소중립 지지 선언과 더불어 캐나다, 영국, 일본 등 주요국은 항공 탈탄소화 정책을 발표했으며, 미국, EU 등은 SAF 사용을 의무화하거나 생산·사용 확대 지원
- 항공업계는 '40년과 '50년 사이의 넷제로를 선언하고 향후 SAF를 확보하기 위해 조달 계약 체결을 추진하고 있으며, 각 공항에서도 무탄소배출 연료 공급 인프라를 구축하기 위한 프로젝트 시작

[참고 문헌]

1. BloombergNEF, 2H 2022 Aviation Decarbonization Outlook, 2022. 12.

[저자] 한국에너지기술연구원 국가기후기술정책센터 김인애

[문의] Tel. 042-860-3016 / E-mail. mhpark@kier.re.kr

※ 본 "CT Brief"에 게재된 내용은 BloombergNEF의 '2H 2022 Aviation Decarbonization Outlook'을 요약, 정리하고 해당 내용을 토대로 재구성한 것으로, 한국에너지기술연구원의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다. 또한 본지의 내용을 인용할 때는 출처를 밝혀야 합니다.