

주요국 지속가능항공유(SAF) 의무화제도 도입 개요와 시사점

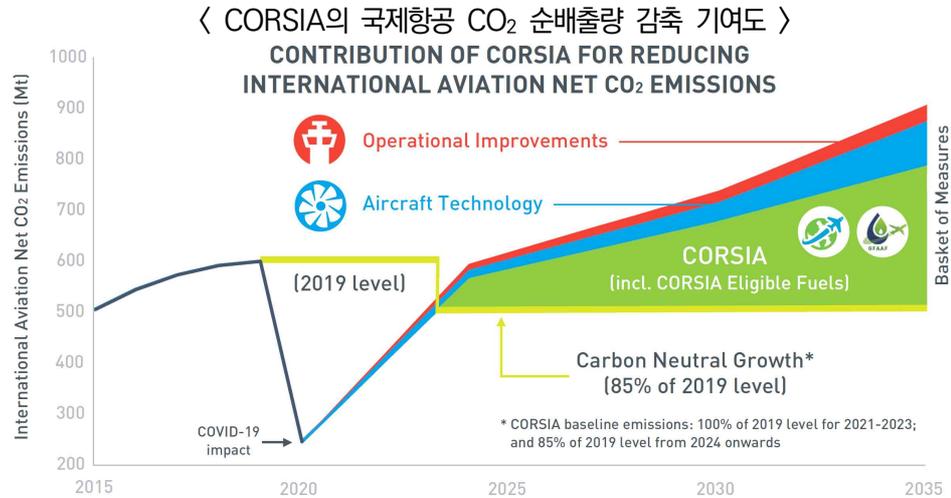
재생에너지정책연구소 오현영 부연구위원(hyunoh@keei.re.kr)

- ▶ 항공부문 탄소중립 정책 부문에서는 UN 산하의 국제민간항공기구(ICAO)가 주도하는 국제항공 탄소감축·상쇄제도(CORSIA)가 중심적인 역할을 하고 있음. CORSIA에서 인정되는 연료는 지속가능항공유(SAF)와 저탄소항공연료(LCAF)임. ICAO의 기술분석에 따르면 SAF는 국제항공의 CO₂ 배출을 줄이는 데 가장 큰 잠재력이 있음.
- ▶ 노르웨이는 세계 최초로 SAF 의무화제도를 도입한 국가로, 이를 통해 다른 국가들이 SAF 의무화제도 도입을 검토하는 계기를 마련하였음. 2020년부터 노르웨이의 항공연료 공급업체는 연간 판매되는 총 연료량의 최소 0.5%가 바이오연료로 구성되도록 해야 함.
- ▶ 수년간의 집중적인 논의 끝에 2023년 10월 9일, 유럽 이사회는 EU의 SAF 의무화제도인 ReFuelEU 입법안을 공식적으로 승인함. ReFuelEU의 의무대상자에는 연료 공급업체, 항공사, 공항 등 3주체가 모두 포함됨. 2025년부터 2%의 SAF 혼합 목표가 적용되어 2050년에는 70% SAF로 증가함.
- ▶ 스웨덴, 프랑스 등도 SAF 혼합의무를 시행중이며, 영국은 의회 승인 시 2025년부터 SAF 혼합 의무화제도가 시행되며, 아시아의 인도, 일본은 SAF 혼합의무화 계획을 발표함. 우리나라도 주요국들의 SAF 의무화에 대응하고 항공유 수출경쟁력을 강화하기 위해서는, 의무화를 통해 국내 SAF 시장을 조성할 필요가 있음.

1. 항공부문 탄소중립을 위한 최선의 수단인 지속가능항공유(SAF)

- 항공부문 탄소중립 정책 부문에서는 UN 산하의 국제민간항공기구(ICAO)가 주도하는 국제항공 탄소감축·상쇄제도(CORSIA)가 중심적인 역할을 하고 있음.
 - CORSIA는 국제항공 온실가스 배출량을 2019년의 85%(2024년부터의 기준) 수준으로 제한하고, 초과량은 배출권을 구매·상쇄하는 제도임.
 - 각국은 2026년까지 자발적 참여, 2027년부터 의무 참여
 - CORSIA에서 인정되는 연료는 지속가능항공유(SAF)와 저탄소항공연료(LCAF)임.
 - ICAO는 SAF를 지속가능성 기준을 충족하는 재생에너지 또는 폐기물 유래 항공 연료로 정의
 - ICAO의 기술분석에 따르면 SAF는 국제항공의 CO₂ 배출을 줄이는 데 가장 큰 잠재력이 있음.
- 항공부문의 민간 대표기구인 국제항공운송협회(IATA)도 2050년 탄소중립 목표를 세웠으며, SAF가 전체 감축 수단 중 65%로 가장 큰 기여를 할 것으로 예상됨.
- 항공부문은 수송부문 2위의 온실가스 배출부문이나 전기, 수소로의 전환은 단기에 불가능하므로, SAF 확대가 최선의 대안이라는 국제적 합의가 이뤄진 상황임.
 - SAF는 현재의 항공기 기체와 엔진, 급유 인프라 등에 기술혁신이 필요하지 않은 대안임.

“SAF는 국제항공의 CO₂ 배출을 줄이는 데 가장 큰 잠재력이 있음.”



자료 : ICAO(<https://www.icao.int/>), CORSIA-Brochure 2023

2. 노르웨이의 SAF 의무화제도

“노르웨이는 세계 최초로 SAF 의무화제도를 도입”

- 노르웨이는 세계 최초로 SAF 의무화제도를 도입한 국가로, 이를 통해 다른 국가들이 SAF 의무화제도 도입을 검토하는 계기를 마련하였음.
- 스칸디나비아 항공이 2000년부터 탄소배출 저감기술로 SAF 조사를 시작하였고, 이후 항공부문 탄소중립 및 에너지전환을 위한 노력이 이어진 끝에 2014년에 노르웨이에서 첫 SAF 시범 비행이 이뤄짐.
 - 2014년의 SAF 시범 비행은 Avinor, Norwegian, SAS, 비정부 기구인 ZERO의 협력 프로젝트였음.
 - 베르겐발 노르웨이 항공편과 트론헤임발 SAS 항공편은 모두 49%의 SAF 혼합 연료를 사용하여 오슬로로 향했음.
 - SAF는 2009년부터 국제 표준화 기구인 ASTM에서 최대 50%의 혼합으로 기존 항공기에서 사용하도록 인증되었음.
- 2016년 1월, 오슬로 공항은 연료 인프라에 SAF를 투입한 세계 최초의 국제 허브공항이 됨.
 - 이 공항에서 급유한 모든 항공사는 SAF 혼합연료를 사용하였고, 이 프로젝트는 AirBP와 Lufthansa Group에서 시작했으며 Avinor, SkyNRG, Neste, SAS, KLM과 협력하여 수행했음.
 - 항공에서는 안전이 가장 중요하기에 항공사, 조종사, 승객의 수용은 이 프로젝트의 중요한 부분이었으나 심각한 수용 문제가 없었고, 인프라나 연료 시스템에도 문제가 없었음.
 - 2016년 오슬로 공항의 자발적 SAF 혼합은 다음 해에 노르웨이에서 두 번째로 큰 공항(베르겐)으로 확대되었음.

- 노르웨이 정부가 2018년에 SAF 혼합 의무화를 2020년부터 시행한다고 발표하면서 노르웨이의 초점은 점차 자발적 SAF 공급에서 의무적 공급으로 옮겨갔음.
 - 세계의 공항 및 기타 이해관계자들은 여전히 2016년 오슬로 공항의 SAF 혼합 경험을 공유하기 위해 연락을 취하고 있음.
- 2020년부터 노르웨이의 항공연료 공급업체는 연간 판매되는 총 연료량의 최소 0.5%가 바이오연료로 구성되도록 해야 함.
 - 이 바이오연료는 EU 재생에너지지침 부록 IX의 A부 및 B부에 나열된 원료로 만든 바이오연료로 정의됨.
 - 2022년에는 유럽에서 유래한 식품 및 사료에 적합하지 않은 동물성 지방으로 만든 HEFA SAF 320만 리터로 의무를 이행함.
 - 군용 항공기를 제외한 모든 항공연료는 의무화 대상임.
 - 의무량보다 많은 바이오연료를 거래하는 연료 공급업체는 초과량을 다른 공급업체에 이전할 수 있음.
- 노르웨이 정부는 SAF 사용량을 점차 증가시키기 위해서 의무화제도를 도입했다고 밝힘.
 - 노르웨이는 향후 EU의 SAF 의무화제도에 따라서 혼합 의무비율을 증가시킨다는 방침을 정함.

3. EU의 SAF 의무화제도

- 수년간의 집중적인 논의 끝에 2023년 10월 9일, 유럽 이사회는 EU의 SAF 의무화제도인 ReFuelEU 입법안을 공식적으로 승인함.
 - 항공의 국제적 특성을 감안할 때 EU는 연합의 모든 연료 공급업체, 공항 및 항공기 운영자에게 일련의 규칙을 적용해야 한다고 요구함.
 - 따라서 연료 공급업체가 국가 경계를 넘어 항공연료를 공급하더라도 SAF 혼합 목표를 준수해야 하는 접근 방식이 생겨났음.
 - EU 전역에 걸친 규칙이 적용됨에 따라 회원국은 ReFuelEU를 대체하는 국가적 의무를 제정할 수 없음.

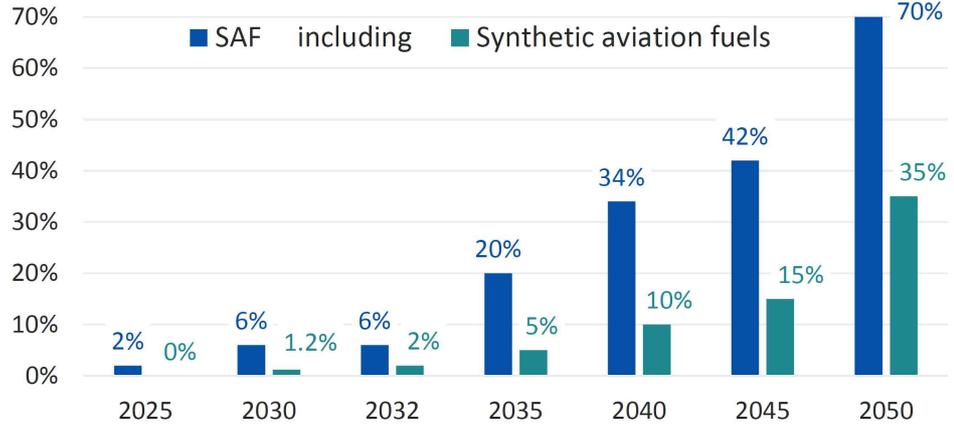
“2023년 10월 9일, 유럽 이사회는 EU의 SAF 의무화제도인 ReFuelEU 입법안을 공식적으로 승인함.”

▣ 의무 대상자 및 공급 연료

- ReFuelEU의 의무대상자에는 연료 공급업체, 항공사, 공항 등 3주체가 모두 포함됨.
 - 연료 공급업체는 의무 대상 공항에 SAF 혼합 의무비율을 준수한 연료를 공급해야 함.
 - 2025년부터 2%의 SAF 혼합 목표가 적용되어 2050년에는 70% SAF로 증가함.
 - 2025년 1월 1일부터 2034년 12월 31일까지 연료 공급업체는 가중평균한 공급량으로 의무비율을 준수할 수 있음.

- 즉, 연료 공급업체는 물류적으로 더 나은 경우 공급하는 공항 중 일부에서 요구되는 전량의 SAF를 공급하는 것을 선택할 수 있음.
- 연료 공급업체는 종종 국경을 넘어 항공연료를 공급하기 때문에, 이 조항에 의해서 일부 국가의 SAF 비율이 ReFuelEU의 의무비율보다 높거나 낮을 수 있음.

〈 EU의 연도별 SAF 혼합 의무비율(계단식 상승) 〉



“2025년부터
2%의 SAF 혼합
목표가 적용되어
2050년에는 70%
SAF로 증가”

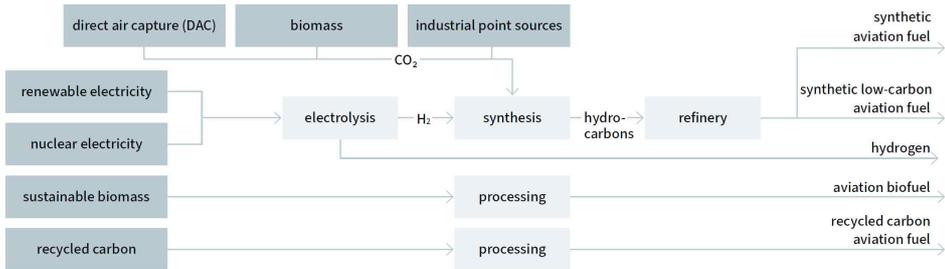
자료 : Ewa Oney, EC, ReFuelEU Aviation-WTO Working Group on Subsidies, 2024.04.15

- 의무 대상 공항은 여객수가 800,000명을 초과했거나 화물 교통량이 100,000톤을 초과하였고 최외곽지역에 있지 않은 곳으로, EU의 제도 웹페이지에 대상 공항 목록을 게시함.
 - 대상 공항은 2035년에 연료 공급업체에 대한 절대적 공급 의무가 시작될 때까지 SAF에 대한 접근을 용이하게 해야 함.
 - 항공사는 대상 공항에서 연간 항공연료 수요의 최소 90%를 조달하도록 요구받음.
 - 이 의무는 탱커링(왕복에 필요한 연료를 사전에 주입) 방지 조치로 작용하며 상업 항공사와 모든 화물 항공편에 적용됨.
 - 이러한 SAF 혼합연료에 대한 구매의무는 항공사가 공급업체가 제공해야 하는 SAF 혼합연료를 소비하도록 효과적으로 보장함.
- 공급 대상 SAF는 주요한 4가지 연료와, 인정되는 2가지 연료의 그룹으로 구성됨.
- SAF의 정의는 ReFuelEU의 제3조(7)에 명시되어 있음. 여기에는 재생에너지 지침의 지속가능성 기준을 준수하는 드롭인(기존 항공유에 혼합 사용 가능) 항공 연료가 포함됨. 대상 SAF는 다음과 같이 정의됨.
 - 재생e수소와 포집된 탄소에서 얻은 합성항공연료(RED 제2조(36)의 의미이며 액체 드롭인 연료로만 제한됨)
 - 폐기물 및 잔류물에서 얻은 진보된(advanced) 바이오연료(RED 제2조(34)의 의미에서 부록 IX의 A부에 나열된 원료에서 생산됨)

- 특히 오일과 지방에서 생산된 바이오연료(예: RED 제2조(33)항의 의미에서 부속서 IX의 B부에 나열된 원료에서 생산)
- RED 제2조(33)항의 의미에서 재활용 탄소 항공연료

〈 EU의 주요 공급 대상 SAF 생산경로 〉

Possible fuel production pathways



“SAF는 주요한 4가지 연료와, 인정되는 2가지 연료의 그룹으로 구성됨.”

자료 : Now-gmbh.de, ReFuelEU Aviation Regulation-How does it affect the aviation sector?

- 항공연료 공급업체는 다음을 사용하여 최소 비율을 준수하기로 결정할 수도 있음.
 - ReFuelEU Aviation 제3조(16)항에 정의된 항공용 재생e수소
 - 비화석 공급원에서 생산되고 수명 주기 배출 절감 임계값 70%를 충족하는 합성 저탄소 항공연료 및 저탄소 수소

■ 미준수 벌금 조항

- 회원국은 수요의 90% 이상 급유 의무를 미준수한 항공사가 벌금형을 받게 해야 함.
 - 이 벌금은 항공연료의 톤당 연평균 가격에 부족분을 곱하여 얻은 금액의 2배 이상이어야 함.
 - 항공사가 미준수가 불가피했다는 사실을 증명할 수 있는 경우에는 벌금을 면제받을 수 있음.
- 항공 연료 공급업체에 대한 벌금 하한
 - SAF의 최소 비율을 준수하지 못하면 연료 공급업체는 해당 연도의 기존 항공연료와 SAF와의 가격 차이의 최소 2배에 해당하는 벌금을 내야 함.
 - 유럽항공안전기관(EASA)은 매년 SAF 가격에 대한 시장 정보를 수집하는 임무를 맡고 있음.
 - 산정 예시 : Jet-A1 가격 €600/mt, SAF €3,500/mt, 차이를 2로 곱하면 €5,800임.
- EU 공항에 대한 벌금은 회원국에서 정의하고 구조화해야 함.

“회원국은 수요의 90% 이상 급유 의무를 미준수한 항공사가 벌금형을 받게 해야 함.”

▣ 기타 사항 및 추가조치

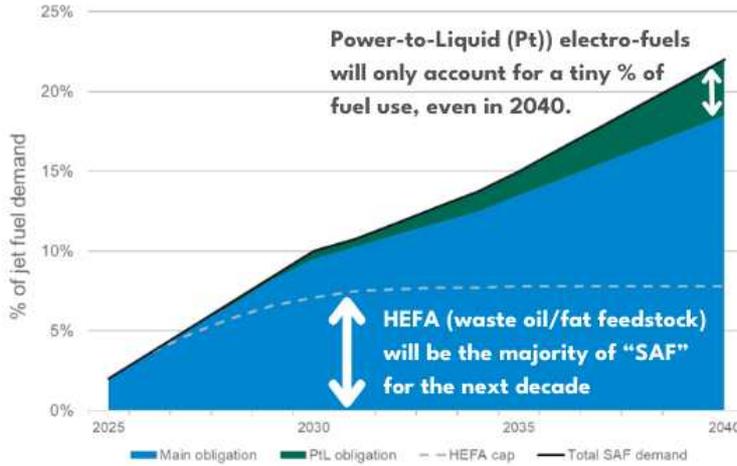
- 검토 조항 : 2027년 1월 1일과 그 이후 4년마다 위원회는 규정의 실행 가능성을 평가하기 위한 보고서를 제출해야 함.
- SAF는 EU 내에서만 생산할 필요가 없으며 수입할 수도 있음.
- 회원국은 규정을 시행하고 벌금을 부과할 책임 있는 기관을 지정해야 함.
- 2025년부터 항공편의 환경성과에 대한 EU 전역 에코라벨을 도입
- EU 배출권 거래 시스템(ETS)에 따라 항공기 운영자에게 2,000만 유로의 SAF 허용량을 제공하여 SAF와 기존 항공유 간의 가격 격차를 좁혀 SAF 도입을 위한 직접적인 재정 지원
- 또한 기존 항공유에 비해 SAF에 우대 조치를 제공하는 에너지 과세 지침 개정 제안을 통해 가격 신호를 강화
- EU SAF 클리어링 하우스를 설립하고, 탄소중립산업법(NZIA)을 통해 새로운 SAF 공장 건설에 대한 행정적 장벽을 제거하여 새로운 SAF 생산경로의 인정을 가속화하고 용이하게 함.

4. 영국의 SAF 의무화제도

▣ 영국 SAF 의무화제도 개요

- 영국 SAF 의무화제도의 주된 목표는 재생^e 및 합성 항공연료 혼합비율(HEFA 연료 비중 상한 설정) 목표의 달성임.
 - 2025년부터 2040년까지 연도별 혼합 목표(최소 비율) 설정
- 의무대상자는 연료 공급업체 및 유통업체임.
 - 공급 대상 연료는 온실가스(GHG) 배출량이 화석연료보다 40% 이상 낮아야 함.
 - 최대 적격 연료 GHG 배출량은 메가줄당 CO₂ 환산량 53.4g임.
- EU와 다르게, 연료 공급업체는 규정 준수 인증서를 거래할 수 있음. 또한 초과 규정 준수 인증서를 사용하여 다음 해 요구치의 최대 25%를 충족할 수 있음.
- 미준수 시 규정 준수 인증서를 매입해야 하며, 그 가격은 재생^e SAF의 경우 미터톤당 £5,875, 합성 SAF의 경우 미터톤당 £6,250임.
- 영국은 항공사의 탱커링 금지 조항을 두고 있지 않으나, 2025년 제도 시행 이후 검토할 예정임.

〈 영국의 SAF 의무 혼합비율 〉



Year	Main obligation	PTL obligation	HEFA cap	Total SAF demand
2025	2%	0%	2%	2%
2030	9.5%	0.5%	7.1%	10%
2035	13.5%	1.5%	7.8%	15%
2040	18.5%	3.5%	7.8%	22%

“공급 대상 연료는 온실가스(GHG) 배출량이 화석연료보다 40% 이상 낮아야 함.”

자료 : <https://safe-landing.org/uk-saf-mandate-response/>가 영국정부 원문 가공

■ EU와 영국 SAF 의무화제도 비교

- EU와 영국 제도의 주요 약점은 SAF 생산에 대한 지원이나 인센티브를 본격적인 수준으로 제공하지 않고, 의무화하는 데 초점을 맞추고 있다는 것임.
 - 그럼에도 불구하고 영국 정부는 2022년과 2023년에 10개 이상의 SAF 생산 프로젝트에 1억 3,500만 파운드(1억 7,000만 달러)를 할당했음.
- 두 제도 모두 규정 미준수 시 높은 금전적 벌금이 부과됨.
 - 블룸버그의 추정에 따르면 일부 재생e 연료의 경우 화석연료의 최소 2배, 합성 연료의 경우 최대 9배 더 가격이 높을 수 있음.
- 그러나 어느 규제도 생산자나 구매자에게 비용 격차를 줄이는 데 도움이 되는 금전적 또는 기타 재정적 지원을 본격적으로 제공하지는 않음.
 - 사실상 SAF와 화석연료 가격차가 소비자요금에 전가되는 구조임.
- 두 규제 간의 차이점은 탱커링과 규정 준수 유연성 조항에 있음.
 - EU 규정은 항공사에 급유(소위 '탱커링' 방지) 요건을 적용. 항공사가 사용하는 모든 공항에서 항공기에 연료를 채우도록 강제하여 SAF 공급이 거의 또는 전혀 없는 공항에서만 연료를 구입해 연료비용을 낮추는 것을 방지함.

“두 제도 모두 규정 미준수 시 높은 금전적 벌금이 부과됨.”

- 영국만이 연료 공급업체 간에 관련 준수 인증서 거래를 허용함으로써 준수 유연성을 허용. 또한 당해에 규정을 준수하고 초과된 인증서를 다음 해로 이전할 수 있는 기회도 제공.

5. 시사점

“SAF 의무화제도 도입 시 국내에 SAF 시장이 조성되어 업계 SAF 생산 및 거래가 활성화될 수 있으며, 수출산업화도 가능”

- EU는 2025년부터 혼합의무 시행, 노르웨이, 스웨덴, 프랑스 등은 SAF 혼합의무 시행중, 영국은 2025년부터 혼합의무 시행(안) 발표, 아시아의 인도, 일본은 SAF 혼합의무화 계획 발표
- 우리나라 수출액 4위인 석유제품 중에서 항공유가 18% 차지, 주요국 SAF 의무화에 대응해 수출경쟁력을 강화하기 위해서는 국내 SAF 생산능력 확보 필요
- 이상과 같은 국내외 동향 및 여건하에서, 국내에서도 SAF 의무화제도를 도입해야 할 필요성이 있음.
 - SAF 의무화제도는 항공부문 탄소감축 및 에너지전환의 확실한 보장 수단이 됨.
 - SAF 의무화제도 도입 시 국내에 SAF 시장이 조성되어 업계 SAF 생산 및 거래가 활성화될 수 있으며, 수출산업화도 가능
 - 의무화 시기는 CORSIA 이행의무가 시작되는 2027년이 적절함.
 - 특히 우리나라는 미국과 같이 대규모 재정 투입으로 의무화와 유사한 성과를 낼 수 없는 여건이므로 EU와 영국, 일본 등과 같이 의무화제도를 도입하는 것이 필요
- 또한 국내에서도 EU와 같은 탱커링 금지 조치를 함께 적용하여 SAF 혼합 공급업체가 의무화로 인해 판매량에 영향을 받지 않도록 조치하는 것이 필요함.

참고문헌

- Department for Transport, Supporting the transition to Jet Zero: Creating the UK SAF Mandate-Government response to the second consultation on the SAF Mandate, 2024.04.
- Ewa Oney, EC, ReFuelEU Aviation-WTO Working Group on Subsidies, 2024.04.15.
- <https://safe-landing.org/uk-saf-mandate-response/>
- ICAO, CAAF/3-IP/8, NORWEGIAN EXPERIENCES WITH EARLY UPTAKE OF SUSTAINABLE AVIATION FUELS (SAF), 2023.11.
- ICAO(<https://www.icao.int/>), CORSIA-Brochure 2023.
- Now-gmbh.de, ReFuelEU Aviation Regulation-How does it affect the aviation sector?
- EU, REGULATION (EU) 2023/2405 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 October 2023-on ensuring a level playing field for sustainable air transport (ReFuelEU Aviation)