



永續航空燃料 (SAF) 之概述與發展

中華民航飛行員協會

陳敬霖

議程

Sustainable Aviation Fuel



SAF介紹



發展背景



SAF之優點



SAF之缺點



與其他新能源之比較



政策與前景



結論

SAF介紹



From waste to wingtip - the production journey for sustainable aviation fuel (SAF)

Using SAF can reduce lifecycle carbon emissions **by up to 80%** compared to the traditional jet fuel it replaces.

4 Fuel is delivered to airport and into wing.

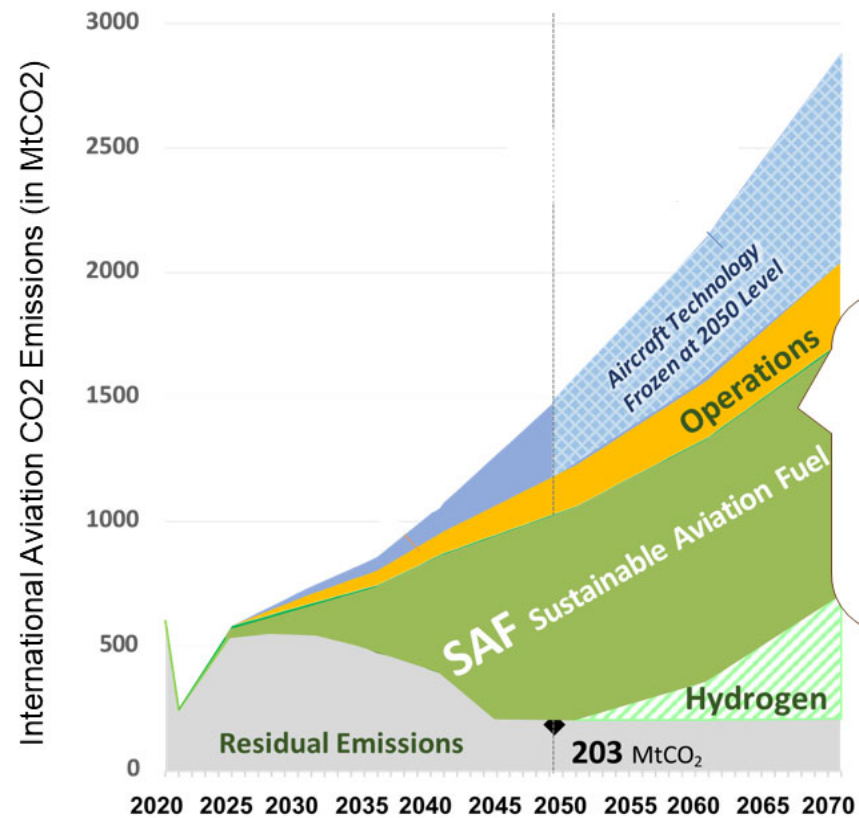
3 Traditional jet fuel is blended with sustainable aviation fuel to make it suitable for use in aircraft.

1 Feedstock is collected - such as household waste or waste oils

2 Feedstock is converted to sustainable aviation fuel

發展背景

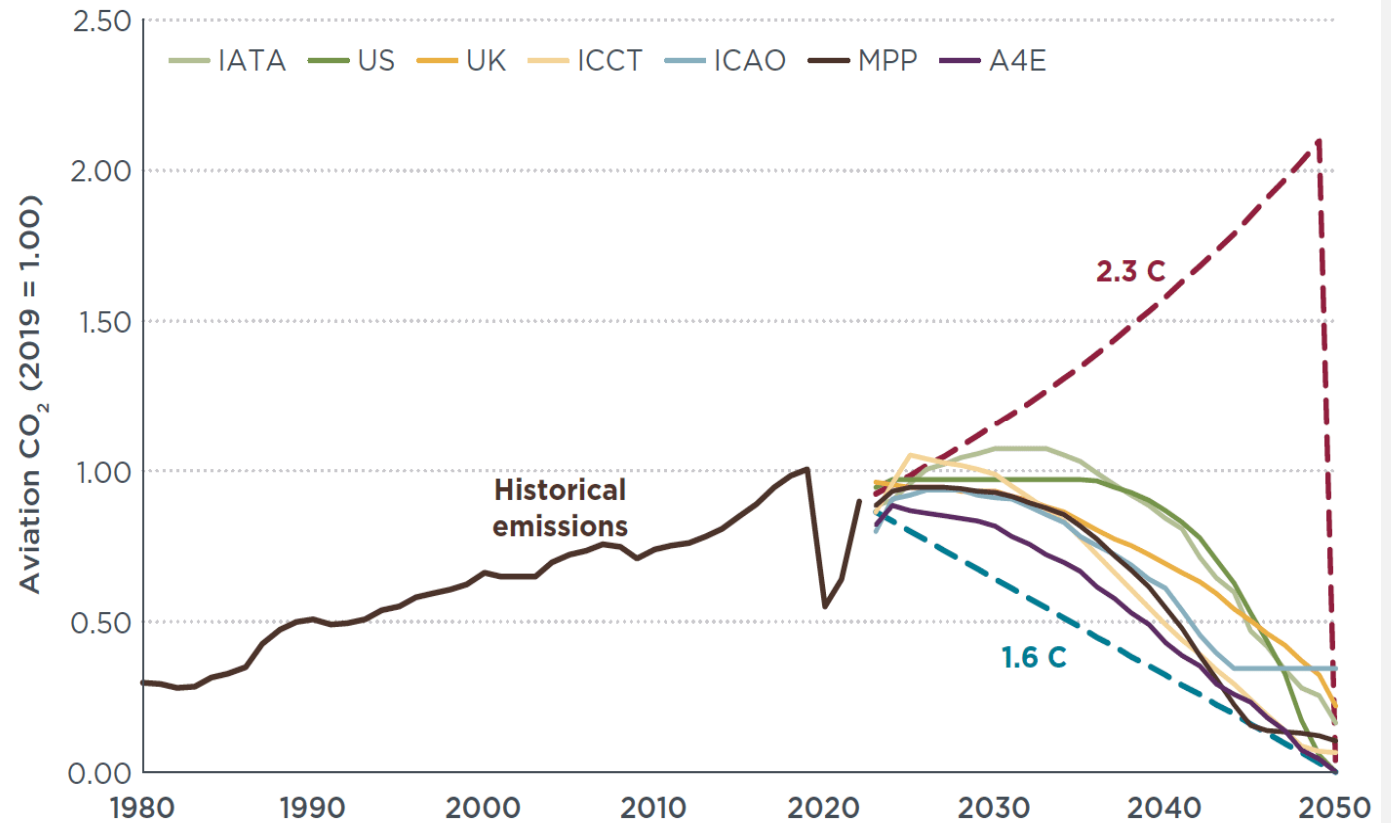
- ICAO :
2009首次會議，
2010聚焦SAF
- 巴黎協議 (2015)
限溫1.5-2°C
- CORSIA計劃：
2021起減碳，
2050碳中和
- LTAG協議：
強調SAF減排價值



Emissions in 2050 would be reduced by 21% from aircraft technologies, 11% from operations, and 55% from SAF.

發展背景

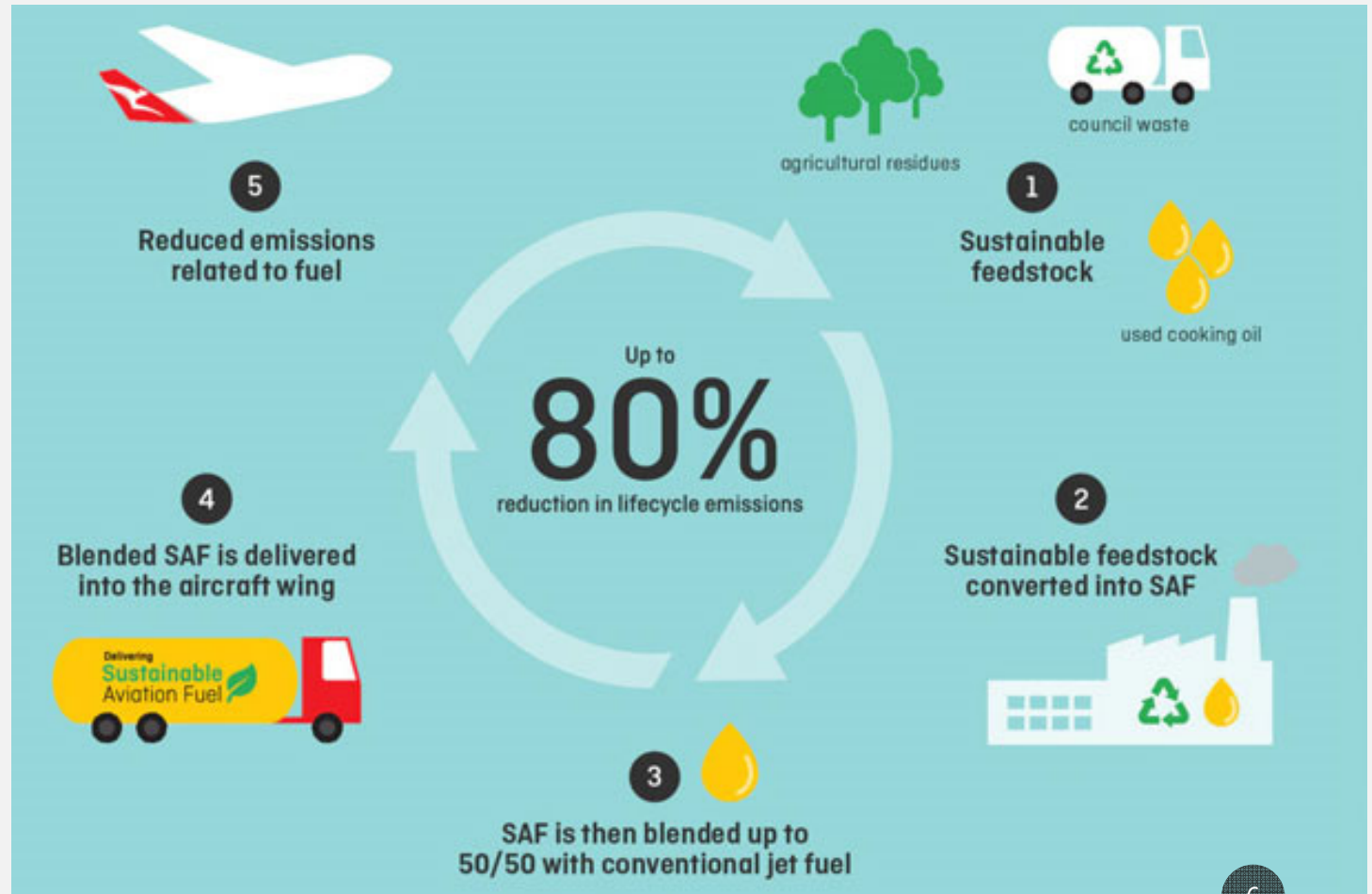
- ICAO :
2009首次會議，
2010聚焦SAF
- 巴黎協議 (2015)
限溫1.5-2°C
- CORSIA計劃：
2021起減碳，
2050碳中和
- LTAG協議：
強調SAF減排價值



Aviation CO₂ Emissions trajectories from different organizations and its effect on temperature
(Source: International Council on Clean Transportation Policy Update, 2023)

SAF優點

- 原料多樣：
廢油、農業殘渣、
二氧化碳捕獲
- 生產途徑多元
- 兼容性：
無需改引擎、油箱
- 能量密度高：
運送方便，
適合長途飛行
- 減排：
80%溫室氣體減少
- 非CO₂減排：
PM減少65%、
SO_x減少40%



SAF缺點及挑戰

- 高成本：
傳統燃料的2-5倍，
原料、生產昂貴
- 生命週期排放：
需永續管理，
避免土地變化
(LUC/ILUC)
- 供應有限：
原料匱乏，
基礎設施需投資
- 技術、政策：
技術仍處開發中，
政策支持不足

Asian SAF and jet fuel price comparison

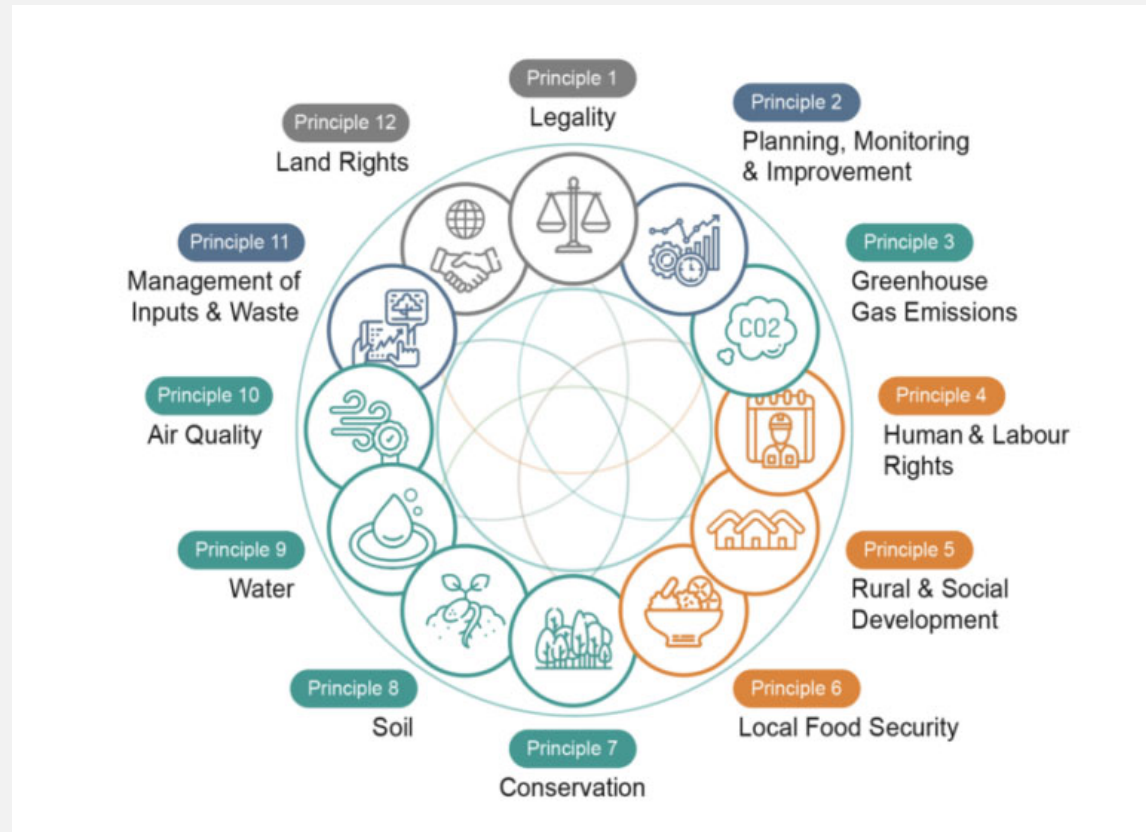


Unit: \$ per ton

Source: Argus Media

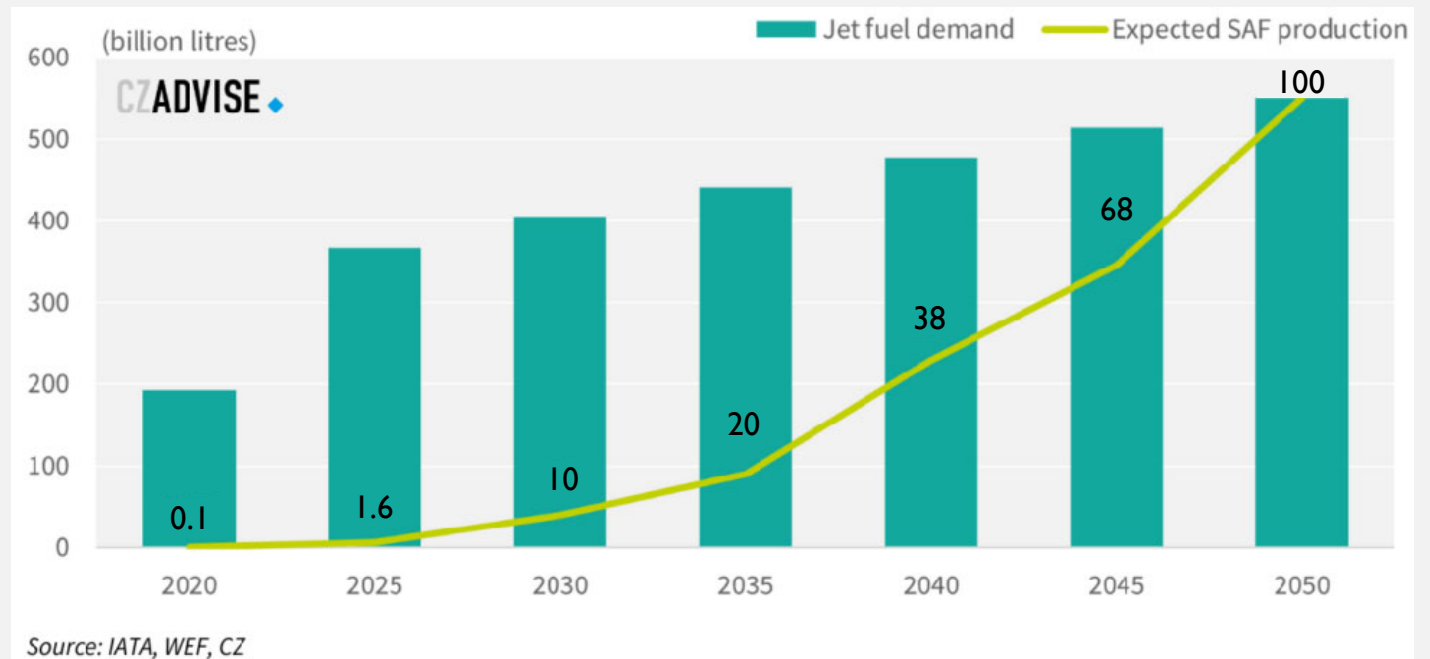
SAF缺點及挑戰

- 高成本：
傳統燃料的2-5倍，
原料、生產昂貴
- 生命週期排放：
需永續管理，
避免土地變化
(LUC/ILUC)
- 供應有限：
原料匱乏，
基礎設施需投資
- 技術、政策：
技術仍處開發中，
政策支持不足



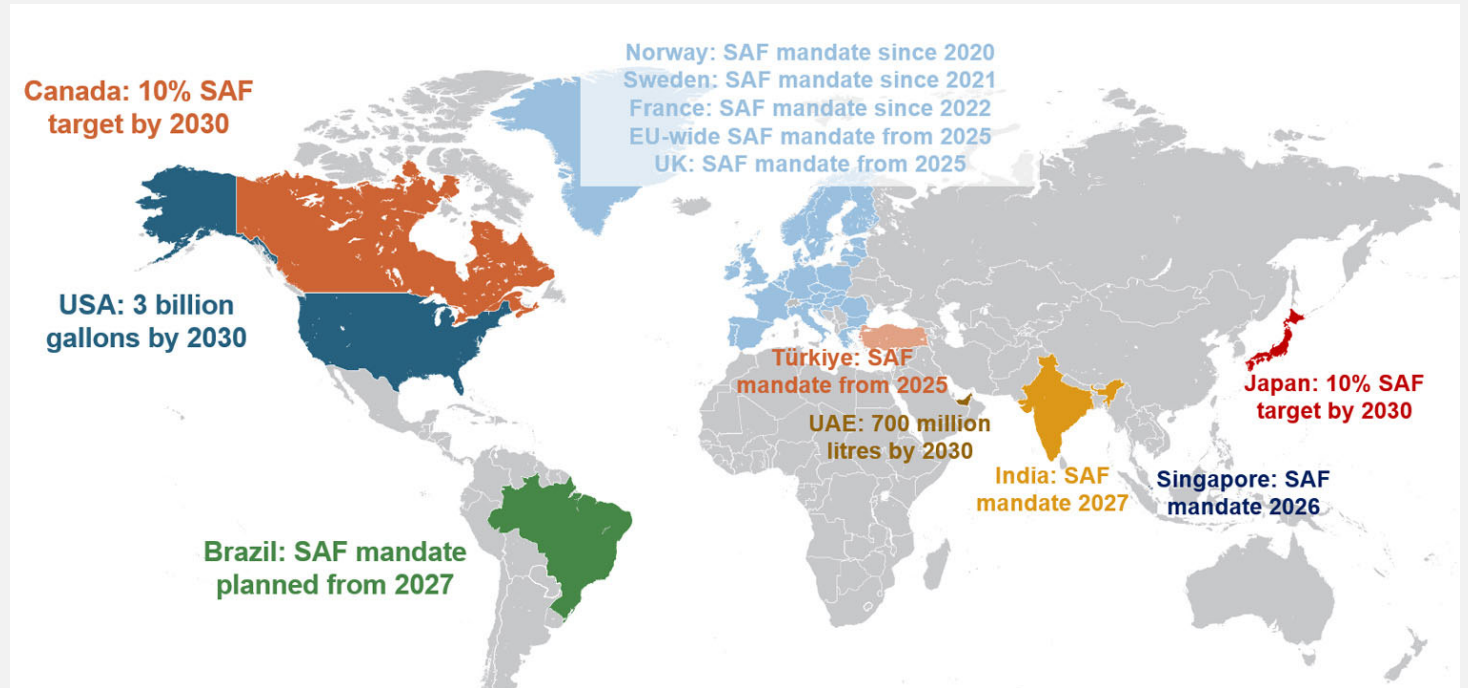
SAF缺點及挑戰

- 高成本：
傳統燃料的2-5倍，
原料、生產昂貴
- 生命週期排放：
需永續管理，
避免土地變化
(LUC/ILUC)
- 供應有限：
原料匱乏，
基礎設施需投資
- 技術、政策：
技術仍處開發中，
政策支持不足



SAF缺點及挑戰

- 高成本：
傳統燃料的2-5倍，
原料、生產昂貴
- 生命週期排放：
需永續管理，
避免土地變化
(LUC/ILUC)
- 供應有限：
原料匱乏，
基礎設施需投資
- 技術、政策：
技術仍處開發中，
政策支持不足








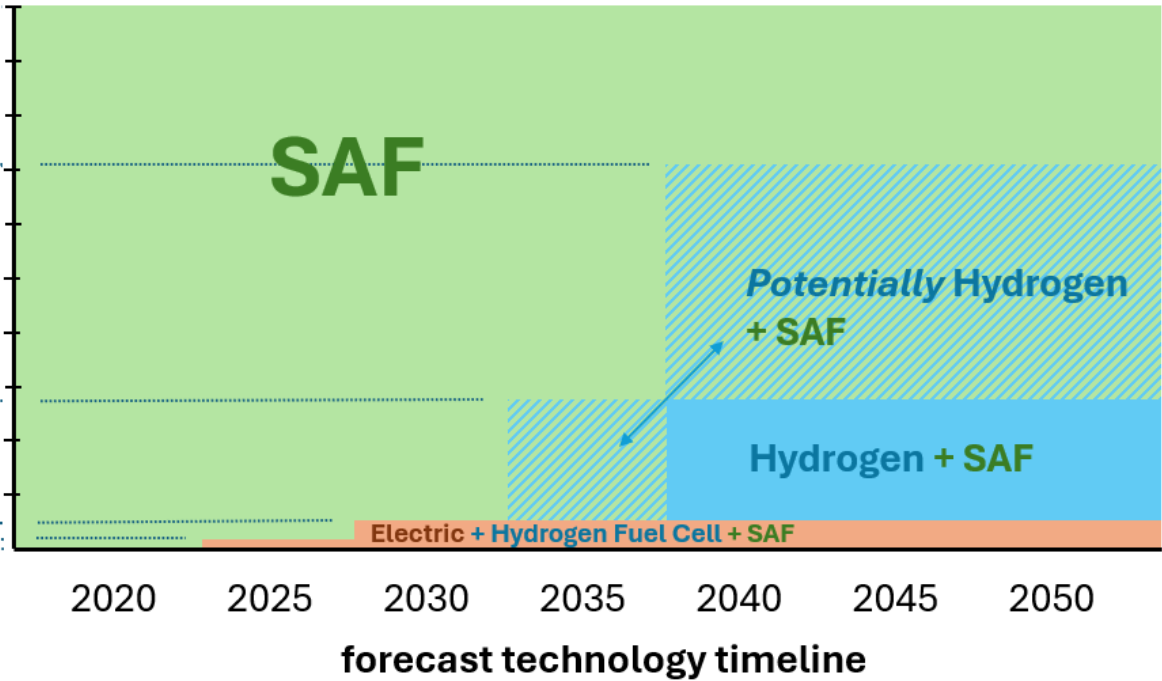
新能源比較

Aspect	Details
Benefits of SAF	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diverse Feedstock: Produced from waste oils, agricultural residues, CO₂. 2. Multiple conversion processes available. 3. Compatibility: Works with existing engines and tanks. 4. Storage and transportation convenient 5. High Energy Density: Suitable for long-range flights. 6. Reduced Emissions: Up to 80% lifecycle GHG reduction. Also reduces particulate matter and SO_x
Drawbacks and Challenges of SAF	<ol style="list-style-type: none"> 1. High Costs: Expensive feedstock and production. 2. Lifecycle Emissions: Significant emissions from production. 3. Limited Availability: Constrained feedstock supply and production capacity. 4. Competition: Competes with other biofuels and food production. 5. Technological Challenges: Many technologies still in development. 6. Environmental Impacts: Potential biodiversity and water use issues.
Comparison with Other Sustainable Fuels	<ol style="list-style-type: none"> 1. Battery-Electric: Zero emissions, low energy density, short-haul only. 2. Hydrogen Fuel: High energy density, infrastructure challenges. 3. Biofuels for Ground Transport: Reduces emissions, competes with food. 4. Renewable Diesel: Reduces emissions, not optimized for aviation.

新能源比較

% share of total industry CO₂

Long Haul 250+ seats 150+ minute flights		30%
Medium Haul 100-250 seats 60-150 minute flights		43%
Short Haul 100-150 seats 45-120 minute flights		24%
Regional 50-100 seats 30-90 minute flights		3%
Commuter 6-19 seats <60 minute flights		<1%



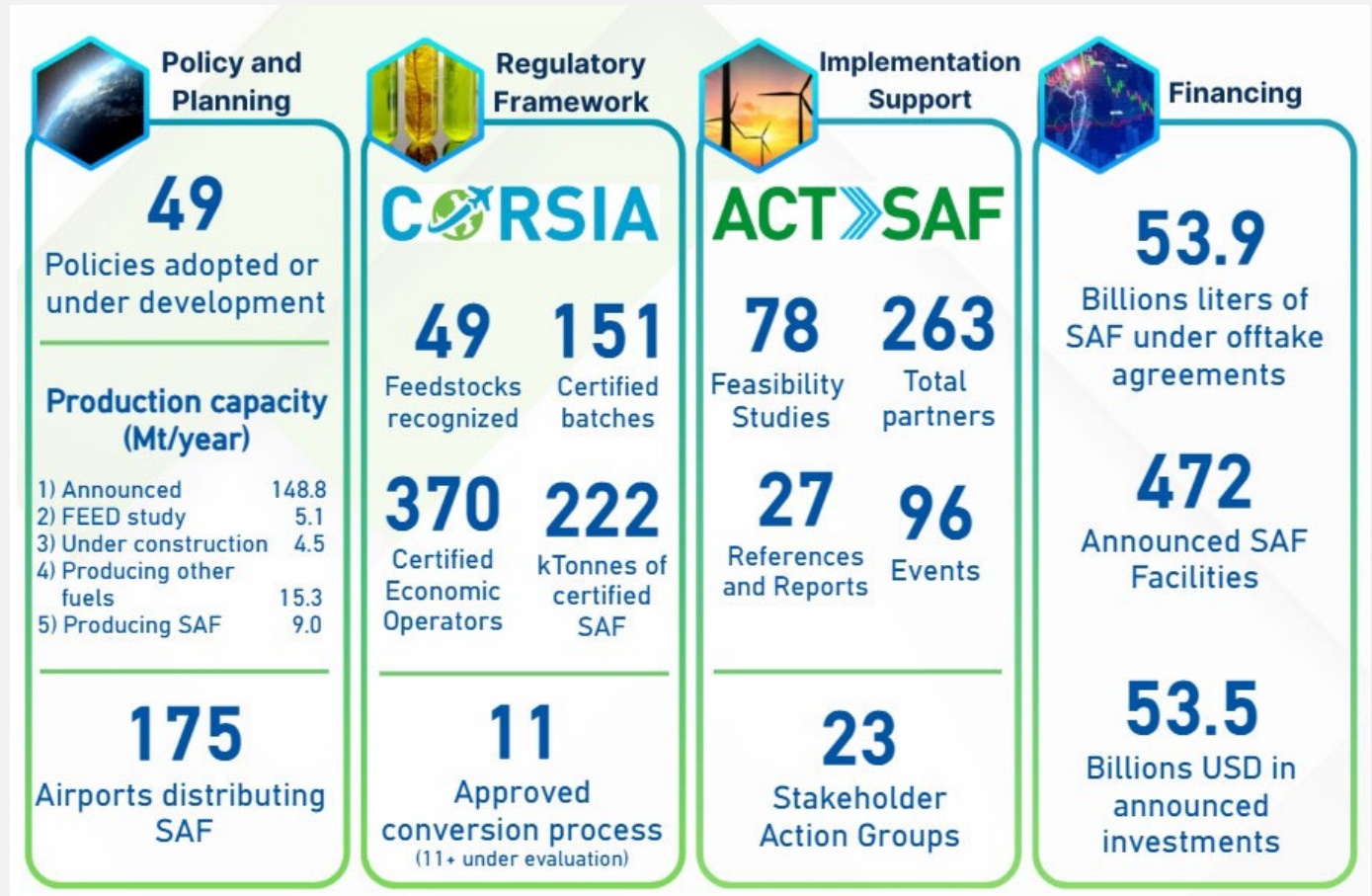
全球概況

- ICAO CORSIA :
ACT-SAF計劃
- 書證交易系統
(book-and-claim)
- 強制SAF混合比例
(如歐洲)
與財政激勵並行
(如美國稅收抵免)
- 成本降低但仍較傳統燃油高2-3倍，仍需長期補貼與規模化降低價格。



全球概況

- ICAO CORSIA :
ACT-SAF計劃
- 書證交易系統
(book-and-claim)
- 強制SAF混合比例
(如歐洲)
與財政激勵並行
(如美國稅收抵免)
- 成本降低但仍較傳統燃油高2-3倍，仍需長期補貼與規模化降低價格。



全球概況

- ICAO CORSIA :
ACT-SAF計劃
- 書證交易系統
(book-and-claim)
- 強制SAF混合比例
(如歐洲)
與財政激勵並行
(如美國稅收抵免)
- 成本降低但仍較傳統燃油高2-3倍，仍需長期補貼與規模化降低價格。

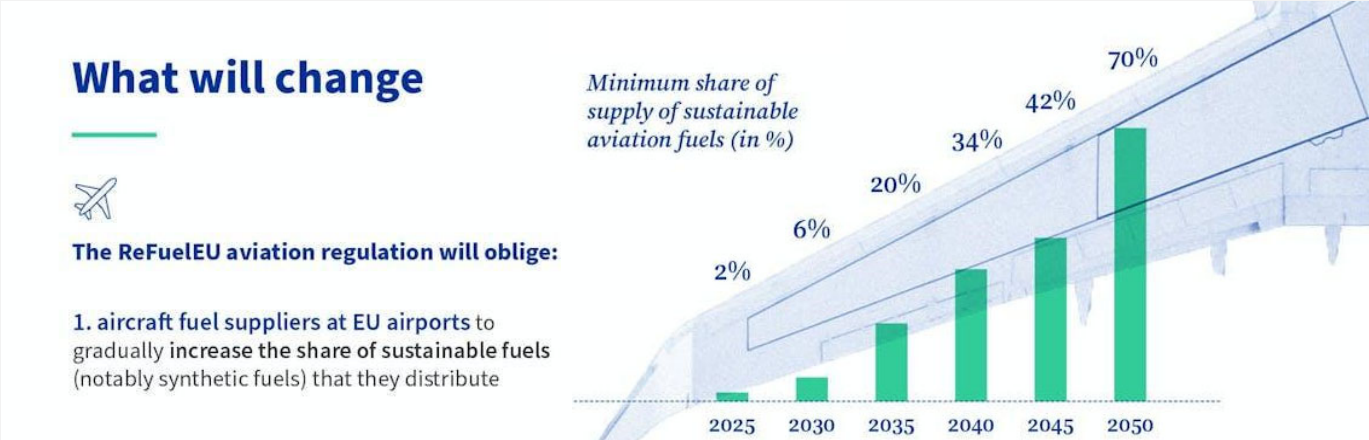


Roundtable on Sustainable Biomaterials

歐洲與美國政策

- 歐洲：
 - ReFuelEU
 - 2025 - 2% SAF ,
 - 2050 - 70% SAF ;
 - RED II
 - 2030年32%可再生 ;
 - EU ETS
 - 碳交易免費配額
 - 2025降至0% ,
 - 2026全取消 ;
 - 提供20億歐元補助過渡

- 美國：
 - 混合稅收抵免 ;
 - LCFS稅收補助 ;
 - SAF增產挑戰 ;
 - 基礎設施法案



Net Zero Carbon Emissions by 2050

Organization	Target
ICAO - OACI - ICAO	SAF Targets:
IATA	23 billion liters of SAF by 2030
ATAG - AIR TRANSPORT ACTION GROUP	90% of fuel to be SAF by 2050
WAYPOINT 2050	3 billion gallons of SAF by 2030, 35 billion by 2050
Sustainable Aviation Fuel	3 billion gallons of SAF by 2030, 35 billion by 2050
Department for Transport - Jet Zero Council	10% SAF in the UK by 2030
Airlines for America	3 billion gallons of SAF by 2030
IAG - INTERNATIONAL AIRLINES GROUP	10% of flights with SAF by 2030, 70% by 2050
UNITED AIRLINES	secured 3.8 billion gallons of SAF
AIRFRANCEKLM GROUP	10% of flights with SAF by 2030

Reduce carbon emissions by 30% by 2030

大陸地區政策與前景

- 民航綠色發展規劃
- 現代能源體系規劃
- 可再生能源發展專項規劃
- 中國民航綠色發展路線圖
- 科技支撐碳達峰碳中和實施方案
- 關於大力實施可再生能源替代行動的指導意見
- 核心概念：
不與糧爭地，不與民爭糧
綠色低碳，永續航空
科技引領，綠色未來
循環經濟，廢物增值
全球合作，共享減碳



大陸地區政策與前景

- 2024年產能：40萬噸/年
- 投資進展：
10億美元建地溝油轉SAF工廠，
未來18個月新增100萬噸產能。
- 原料限制：地溝油供應有限。
- 國際競爭：
歐美對地溝油及SAF徵高關稅
- 成本高昂：
SAF價格為傳統煤油2-3倍，
航空公司採用意願低。
- 未來展望：
2030年：需求預計達300萬噸，
政策或要求2-5%混摻。
2050年：需求8600萬噸，需技術
突破（如Power-to-Liquid）。
2060年：碳中和目標。



亞洲最新發展

- 預期生產能力：
2025年預計350萬噸/年
- 亞洲SAF出口量超過37萬噸，
主要來自Neste新加坡廠。
- 各國投資及政策的推動：
新加坡和泰國2026年 1% SAF
韓國2027年 1% SAF
日本2030年 10% SAF
- 亞太航空協會（AAPA）：
2030年目標5% SAF使用率。



結論

- SAF是淨零碳排之關鍵
- 書證交易系統可有效應對產能分布不均之問題
- 各國政策及補助之制定
- 原料及新技術之開發
- 完善的測試與認證

