

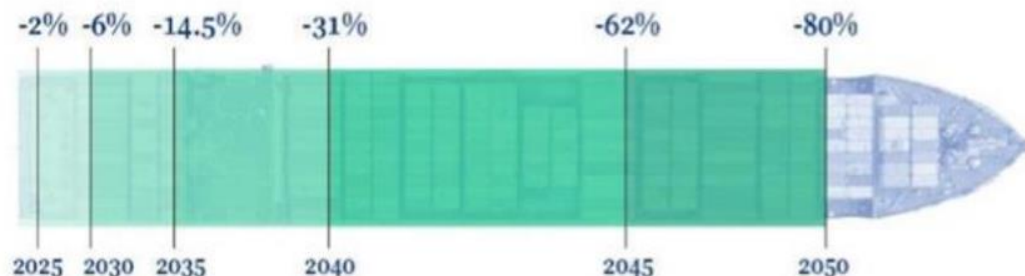
船上未來燃料發展

2024/09/27 葉慶榮

前節概要 - CII & EU ETS & Fuel EU

法規	適用航區	計算單位		從碳排放來看	對船東的影響
CII	全球	g CO ₂ /ton-nm 尾端排放(TtW)	率	運輸的碳排放率	連續3年D級或1年E級，不合規，牽動船舶證書的有效性(適航性)
ETS	1.跨境歐盟50% 2.歐盟境內100%	ton CO ₂ ton CO ₂ e (2026起) 尾端排放(TtW)	量	碳排量	1.繳交EUA，逾期罰款並追繳； 2.2026年起，每噸排放，需繳一個EUA，但： 1)2024年排放量的40%繳EUA 2)2025年排放量的70%繳EUA
FuelEU		g CO ₂ e/MJ 全生命(WtW)	率	燃料的碳排放率	1.超出限制，則不合規，繳罰款； 2. FuelEU基線折減率(依年)，船型與燃料種類選用策略預案
		CO ₂ e即GHG，包含CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O			

FuelEU maritime GHG intensity Targets



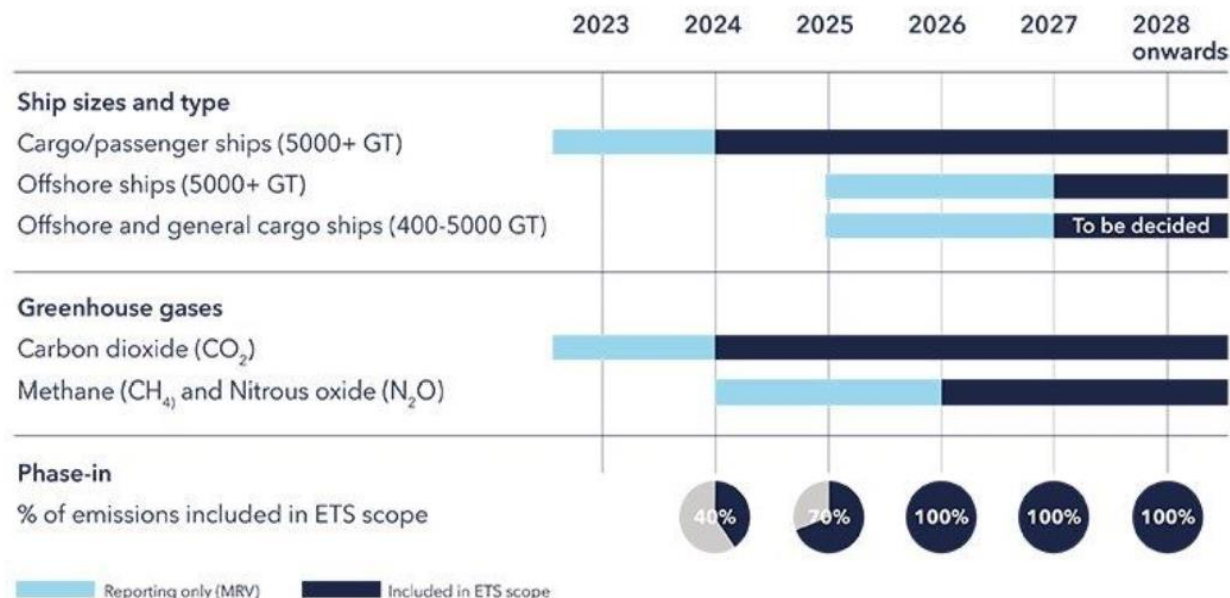
General targets: Establishes limits on the annual average GHG intensity of the energy used on-board.
Reference value: 91.16 g CO₂e/MJ.

簡化的年度 CII 公式：

$$\text{CII} = \frac{\text{Annual fuel consumption} \cdot \text{CO}_2 \text{ factor}}{\text{Annual distance travelled} \cdot \text{Capacity}} \cdot \text{Correction factors}$$

Reduction	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Reduction (%)	2	6	14.5	31	62	80
Required GHG intensity (gCO ₂ e/MJ)	89.3	85.7	77.9	62.9	34.6	18.2

EU ETS introduction timeline



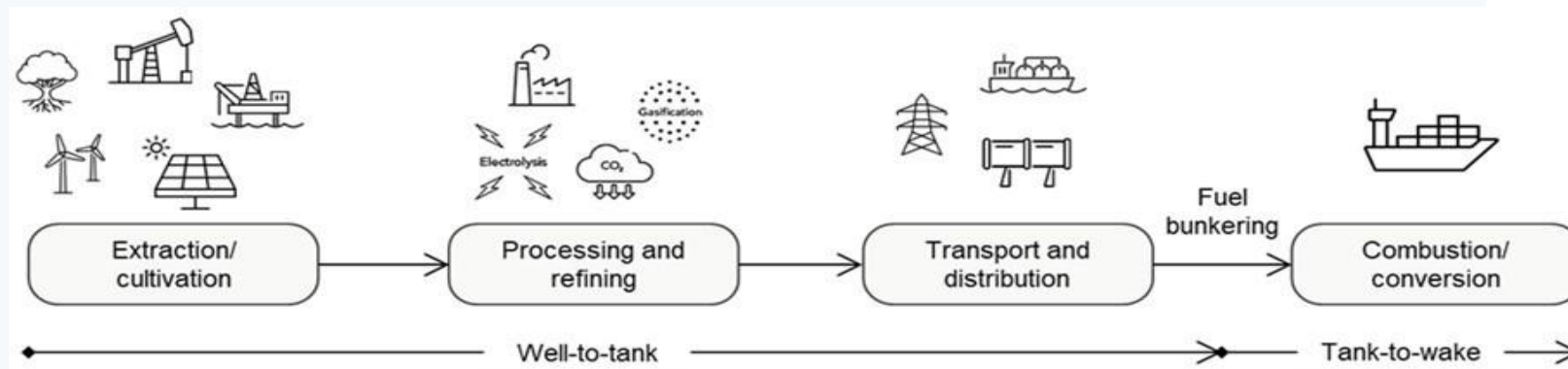
自2025年1月1日起，對於在歐盟/歐洲經濟區進行貿易或往返於歐盟/歐洲經濟區的船舶，無論其船旗如何，船上使用的能源的年平均溫室氣體強度必須低於規定水平。溫室氣體強度以每能源單位的溫室氣體排放量 (gCO₂e/MJ) 來衡量，包括二氧化碳 (CO₂)、甲烷 (CH₄) 和一氧化二氮 (N₂O)。

除了船上能源使用產生的排放外，溫室氣體排放也從Well井到Wake尾的角度進行計算，包括與燃料的提取、種植、生產和運輸相關的排放。

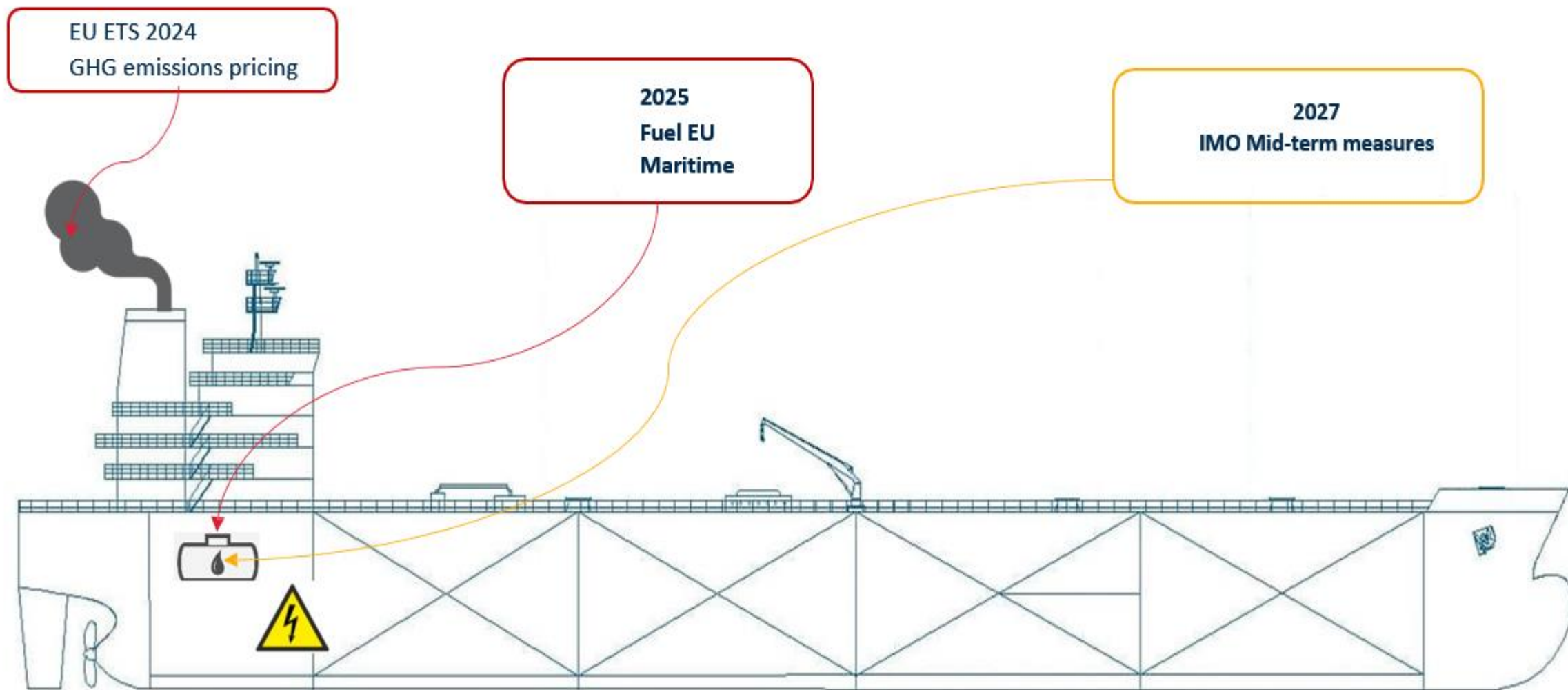
溫室氣體強度要求設定為相對於2020年參考值91.16 gCO₂e/MJ的減少百分比。削減百分比要求每五年逐漸增加，直至2050年，這意味著從2025年到2029年底，削減百分比保持在2%。

海運燃料全生命週期溫室氣體強度準則

- 船舶能源所產生之溫室氣體排放將包含從搖籃到墳墓(Well to Wake)的概念，並引入永續性(Sustainability)概念
- 以全球暖化潛勢(GWP100)換算成CO₂e計算(CO₂為1；CH₄為28；N₂O為265)
 - ▶ WtT：指從提取原料、生產和運輸燃料到使用端(包含加油)所產生的GHG排放
 - ▶ TtW：指與船上燃料使用(如燃燒)所產生的GHG排放，包括洩漏(Fugitive)和未燃燒完全的逃逸(Slip)
 - ▶ WtW：為WtT與TtW的排放總合
- 註：目前為技術性文件，尚未被納入MARPOL成為強制性規定



已生效執行中碳稅有關措施



影響因子：Quantity & LCV & E & CF

$$\text{CF (g CO2eq / g Fuel)} = \text{Quantity} * \text{LCV} * \text{E}$$

- CF：Carbon Factor，碳排係數。
- Quantity：體積（M3）或重量（MT），其占比越大越好。
- LCV：低熱值（MJ/KG），燃燒生成穩定的氧化物時候放出的熱量。
其數值越高越好。
- E：Greenhouse Gas(GHG) emission of the fuel = （g CO2eq / MJ），
其數值越低越好。

申請生質燃油添加、使用流程 (Under MEPC)

擇船條件 文件準備

- ❑ 遴選船籍國、船級社；
- ✓ 預計補給量；加油港；
- ✓ 清艙計劃；使用艙別；
- ✓ Biofuel COQ；
- ✓ Engine Maker NOL；
- ✓ 目標船IAPP證書；
- ✓ 換油、用油程序；
- ✓ 風險評估；

申請流程

- ✓ 上述文件備妥；
 - ✓ CLASS >>提交FLAG
 - ✓ 申請船旗國授權許可；
- (自有船僅義大利尚未取得永久使用許可)

加油安排

- ✓ 取得FLAG加油許可；
 - ✓ 進行各潛在供應商詢
 - ✓ 確認供應商、數量；
- (ETA約前30-45天完成購油程序)

減排認證

- ✓ Analysis Result；
 - ✓ 通知船端開始使用；
 - ✓ 取得PoS；
 - ✓ 轉知保船安排
- Occasional Survey；
- ✓ 取得CLASS SOF；
 - ✓ 系統Cf、EI、LCV值確認；

Biofuel的採購、送船有以下限制及說明

1. Biofuel並非每個港口、每個供應商都能供應，所以供應商只能以既有的數量提供報價，無法做長期供應規劃，故必須集結各目標船需求，以量制價。另外，Biofuel不同於一般化石燃料，其需要時間調製，若無明確數量，供應商端也難以安排其生產計劃。
2. Biofuel使用目的是改善CII，目標船、加油量及加油港口一旦確認後，就務必執行加油計畫；換句話說，Biofuel補給就要列為First priority，其可能影響貨載、航線調度等。
3. Biofuel不能存放太久，除了考慮補給量以外，還要考慮多久能用完，故建議分批補給，分散使用風險及其成本。
4. 多數近洋屬輪油艙容積不大，且數量少，在不混艙的原則下，每次能加的Biofuel數量勢必受更多限制，務必提早因應。
5. Biofuel碳排係數(cf)不是定值，最終能改善多少CII，要等CLASS出具SOF(Statement of Fact)後才可以確認該批Biofuel的碳排係數(Cf)，目前(Cf)僅以預設值估算。
6. 傳統燃油與B24或B30，兩者價差200-250 USD/MT，建議兩個航次分開使用-成本跟機器上的考量。

Biofuels as Marine Fuel

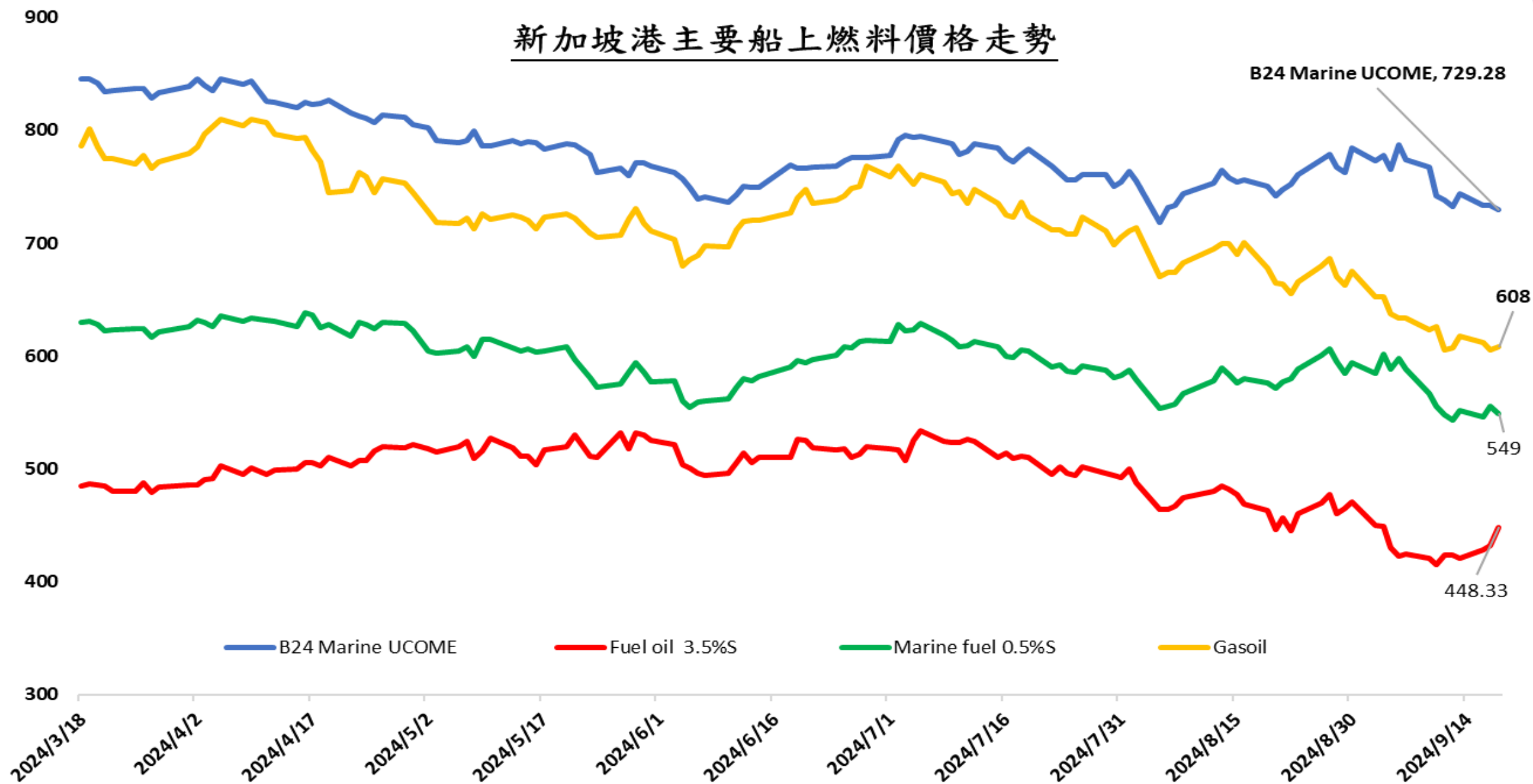
What are the top three advantages of biofuels as marine fuel?

- Biofuels are similar to existing marine petroleum fuels. Therefore, very little modifications are required to the existing vessel equipment and infrastructure.
- Using biofuel blends can lower the life cycle carbon emissions with no change to a vessel's equipment or operating profile.
- Technology and infrastructure currently exist and are capable of supporting the ramp-up of biofuel demand.

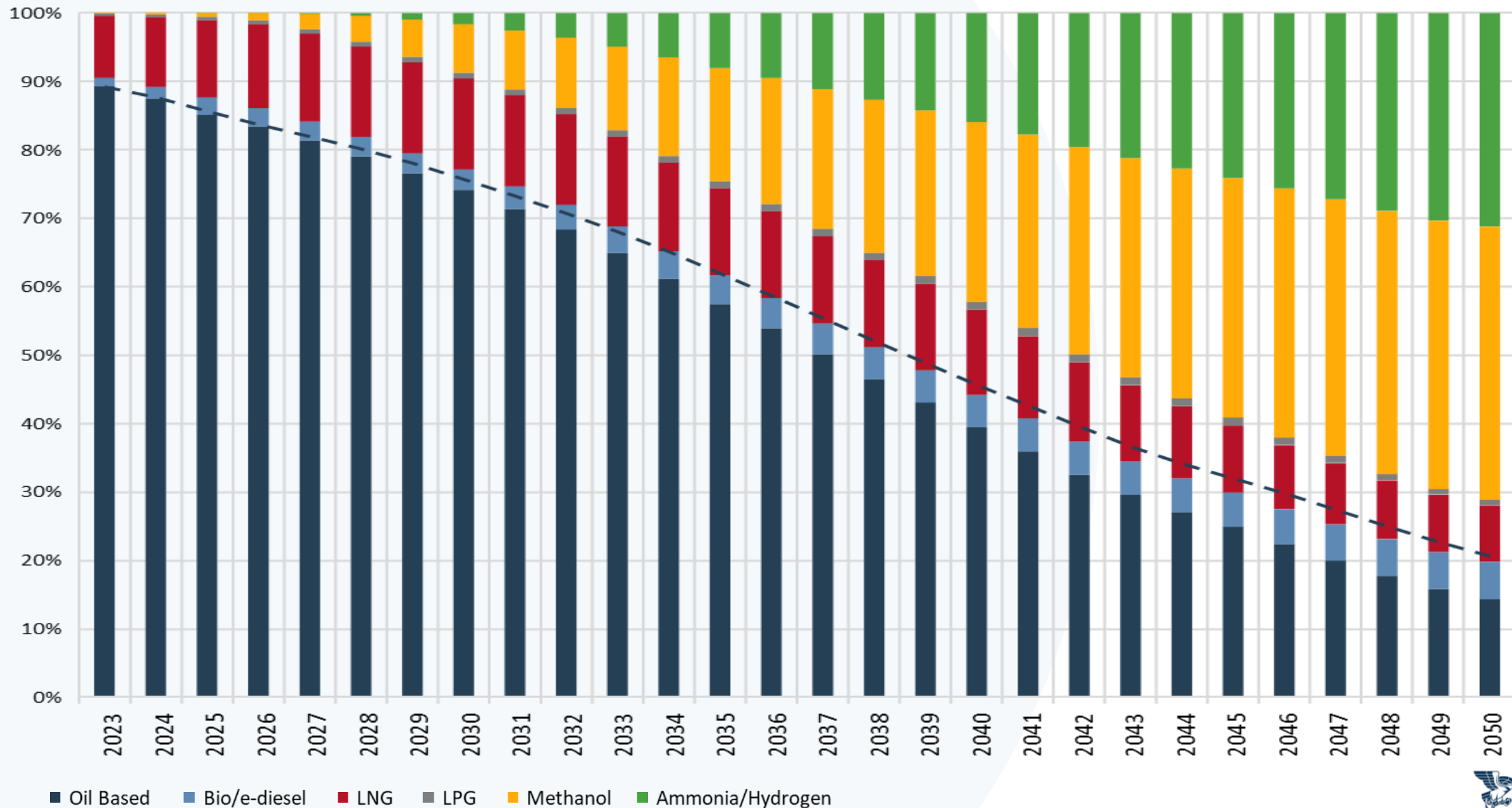
Handling of the use of biofuels on ships

Possible issue	Recommended countermeasure
植物油中含有細菌等微生物，並且容易在儲存槽中產生的水中生長。	透過定期清除水箱或加熱箱中的水來抑制微生物的生長。
與柴油燃料 (MGO) 相比，碳分子數量較多且低溫流動性較低，可能會因低溫下形成蠟而導致燃料運輸失敗和過濾器堵塞。	注意儲存和運送過程中的溫度，定期檢查和清潔濾網或過濾器。
由於其去污力強，罐體或管道內表面的沉積物可能會在更換過程中剝落並導致過濾器堵塞。	在更換燃料之前清洗儲罐和管道可以降低風險。
由於其氧化穩定性較低，罐內存放時間較長，氧化變質可能會產生較多的有機酸和污泥。	添加抗氧化劑以防止變質。
對橡膠的高滲透性可能會導致橡膠部件膨脹。	確認部件的耐用性。

新加坡港主要船上燃料價格走勢



替代燃料預估使用量

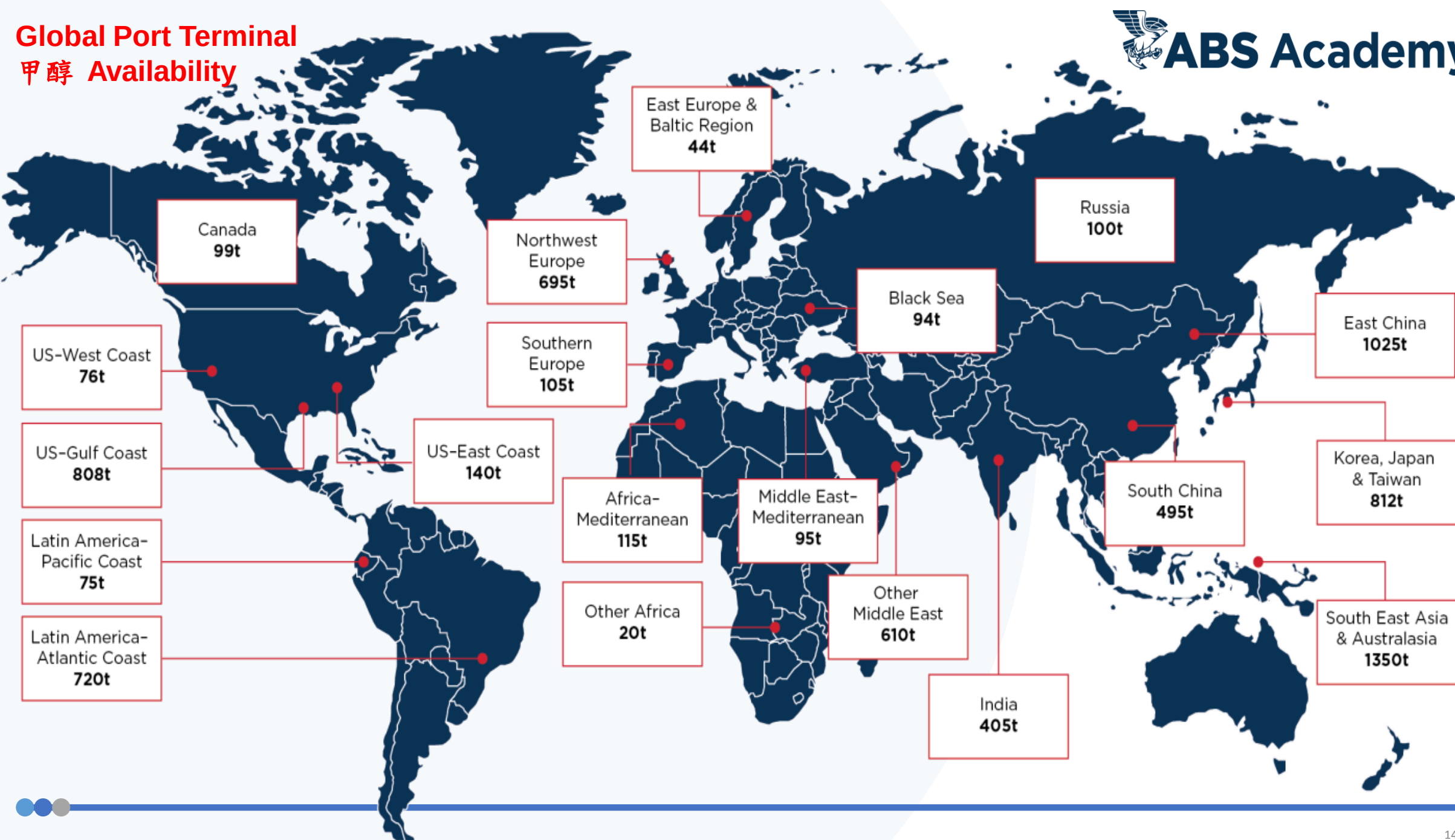


Methanol as Marine Fuel

What are the top three advantages of methanol as marine fuel?

- Methanol is shipped globally as a commodity and therefore already has infrastructure and supply chains in place to support ports around the world.
- Biomass and biogas from landfills and wastewater treatment can be used as feed stock for the production of methanol, allowing it to be a potential carbon-neutral fuel when produced through a renewable source.
- In November 2020, the IMO approved the interim guidelines for the safety of ships using methyl and ethyl alcohol as fuel, which provide detailed goal-based and prescriptive requirements for the use of methanol as fuel, and even includes a risk assessment requirement.

Global Port Terminal
甲醇 Availability



甲醇燃料與關鍵要點

Fire Prevention

- With methanol, it is more cost efficient to control the vapor inside the tank than the vapor emitted from the tank.
- A gas detection system detects a leakage, provides both toxicity and flammability warnings, and sounds an alarm before reaching toxic levels or the lower flammability limit.

Fire Protection

- For fire integrity, fuel tank boundaries are separated from machinery spaces of category A and other high fire risk spaces by a cofferdam of at least 600 mm, with insulation of not less than A-60 class.
- Where fuel tanks are located on an open deck, there should be a fixed firefighting system of alcohol-resistant foam type.
- When fuel storage tanks are located on the open deck, isolating valves are fitted in the fire main to isolate damaged sections of the fire main.
- Suitable detectors are selected based on the fire characteristics of the fuel and their ability to detect methanol fires.

Hazardous Areas

- The probability of explosions can be reduced to a minimum by decreasing the number of ignition sources, reducing any likelihood of ignitable mixtures forming, and using certified-safe type electrical equipment.
- All hazardous areas should be inaccessible to passengers and unauthorized crew.

1. Safety Operations

- Properties and Characteristics
- Methanol-Fueled Vessels
- Fuel and Fuel Storage Systems Operation
- Safety Management

2. Hazard Prevention

- Methanol-Fuel Hazards
- Hazard Controls
- Methanol Safety Data Sheet Review

3. Health and Safety Precautions

- Gas Measuring Instruments
- Safety Equipment and Protective Devices
- Safe Working Practices and Personal Shipboard Safety
- First Aid

4. Firefighting Operations

Carry Out Firefighting Operations

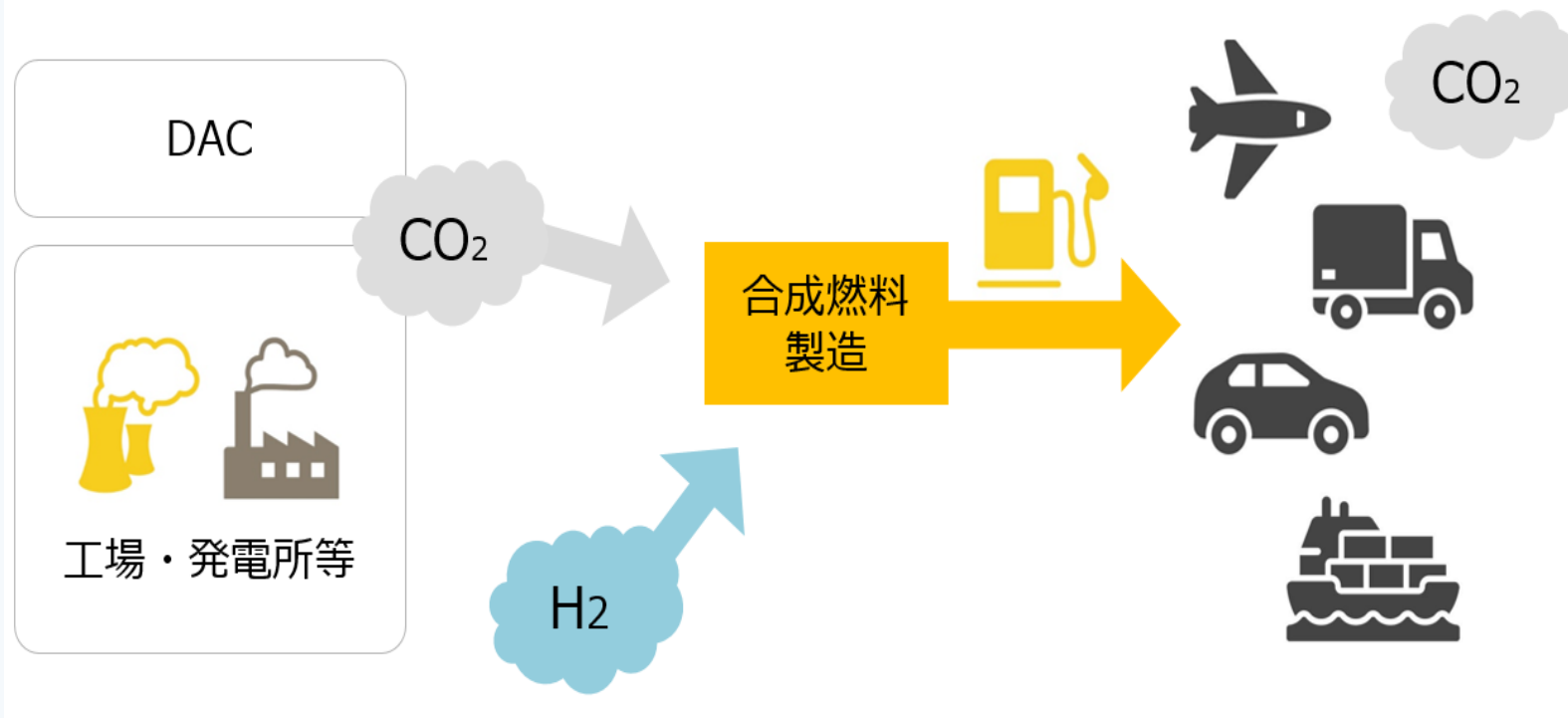
5. Emergency Response

Respond to Emergencies

6. Pollution Prevention

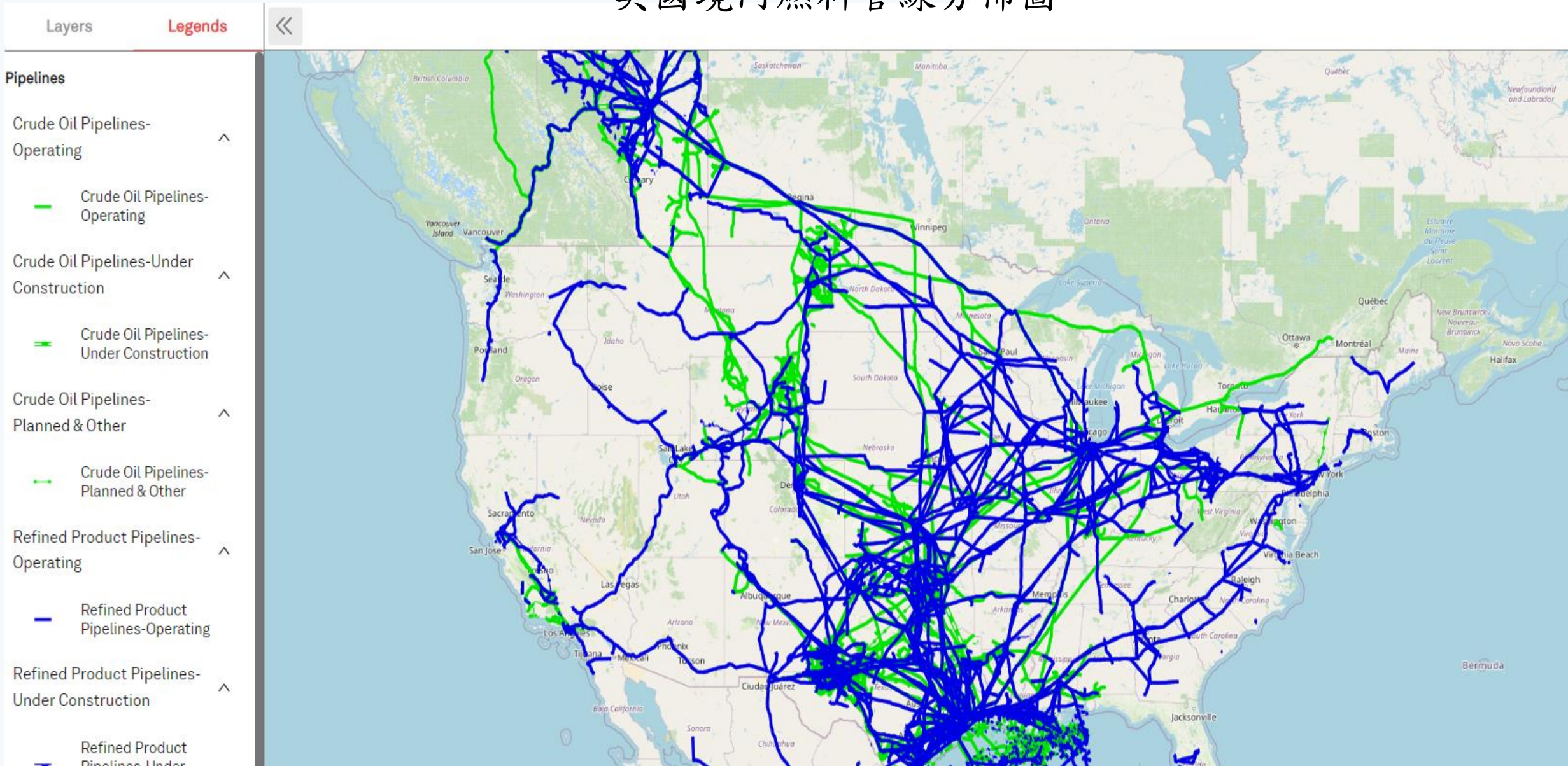
Prevent Pollution

電子合成燃料(RFNBO)

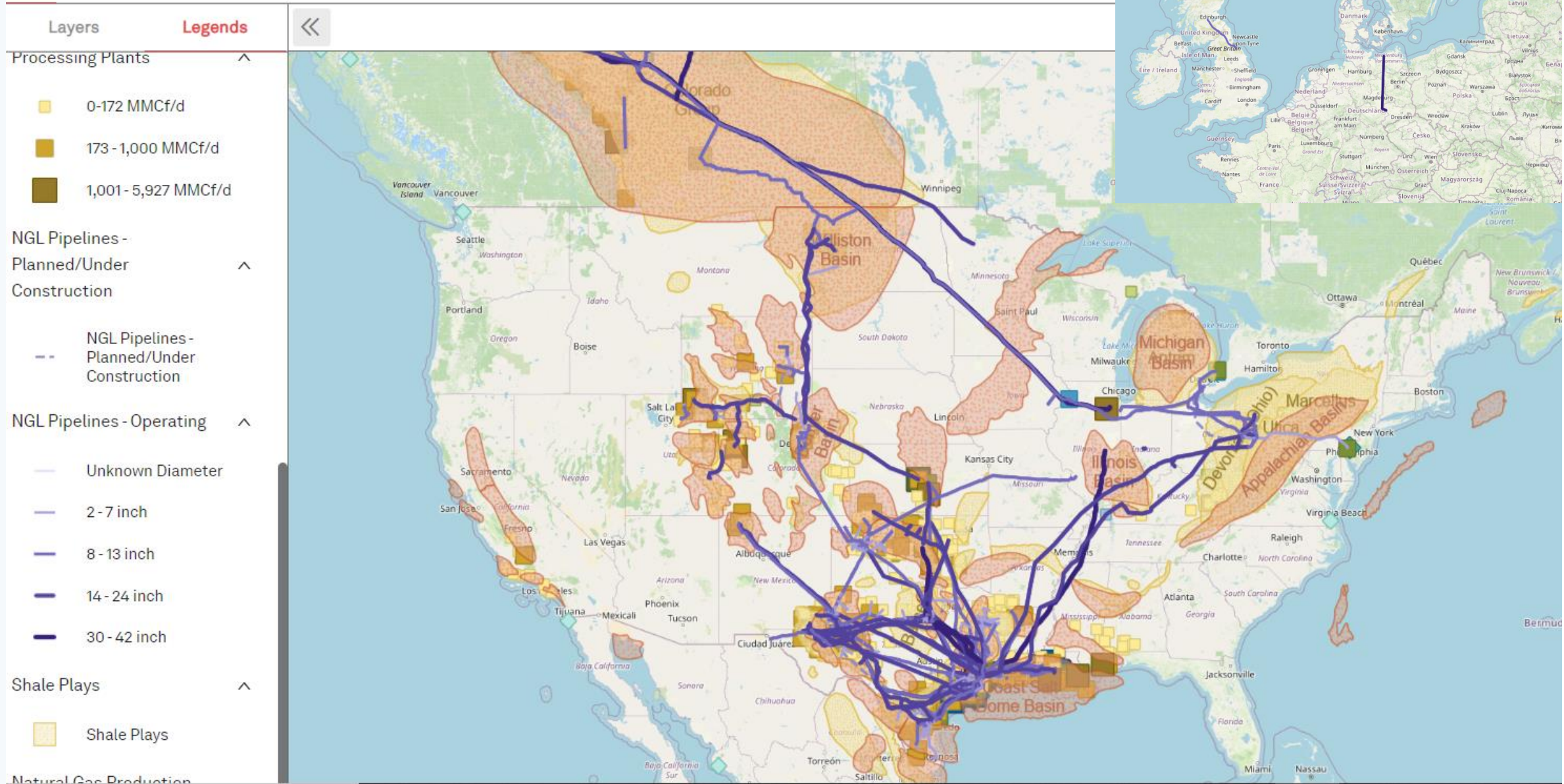


合成燃料的技術開發和示範正在迅速擴大，主要在歐洲和美國，石油公司、汽車製造商、創投公司等正在啟動許多專案。即使在日本國內，積極的態度也很重要。除了從科學角度進行技術開發外，產業界、學術界和政府還必須從工程角度進行技術開發，重點是建立高效、大規模的製造技術和系統並商業化。

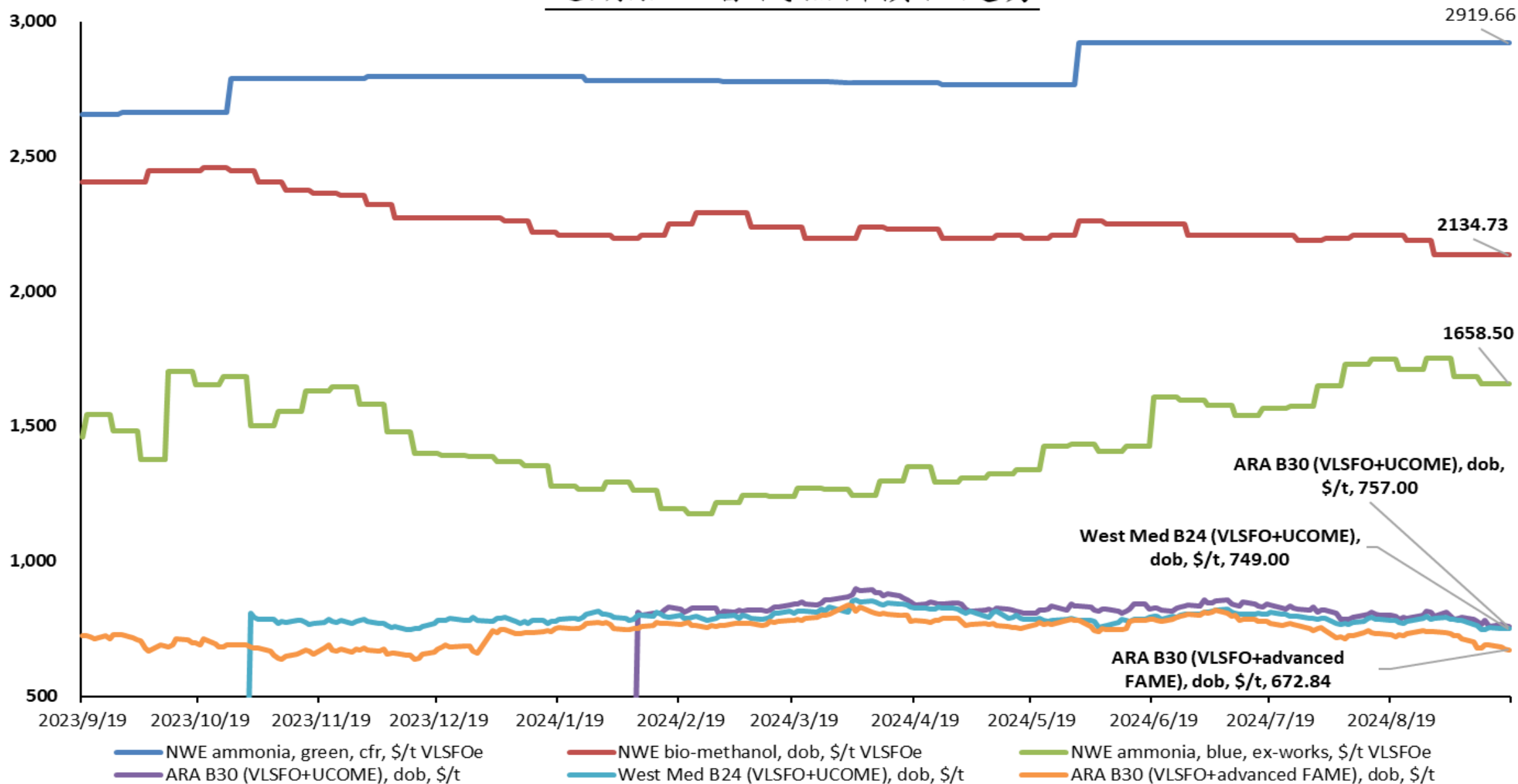
美國境內燃料管線分佈圖



美國境內天然氣管線分佈圖



近期船上替代燃料價格走勢



(案例探討 1)

FOC plan		Tons	LCV (MJ/KG)	WtW (gCo2e/MJ)	Energy (MJ)	Energy(MJ)*WtW (g)	Energy(MJ) with FuelEU
1. International voyages	HFO	827,620	40.5	91.64	33,518,610,000	3,071,645,420,400	境外除2 16,759,305,000
2. EU inside	MGO	68,667	42.7	90.67	2,932,080,900	265,851,775,203	2,932,080,900
2025-2029 目標值				91.56	36,450,690,900	3,337,497,195,603	19,691,385,900
89.34							
For IE 89.34 g Co2/MJ		一半MJ的燃料					Ratio Switch to B100
1. International voyages	HFO	401,408	40.5	91.64	16,257,006,310	1,489,792,058,213.29	0.97003
	B100	13,575.64	37	14.9	502,298,690	7,484,250,486.71	0.02997
	eq B30	45,252		89.34	16,759,305,000	1,497,276,308,700	
2. EU inside	MGO	67,462	42.7	90.67	2,880,613,728	261,185,246,748	0.98245
	B100	1,391	37	14.9	51,467,172	766,860,858	0.01755
	eq B30	4,637		89.34	2,932,080,900	261,952,107,606	
Total required eq B30		49,889		89.34	19,691,385,900.00	1,759,228,416,306	

- ◆ 目標值降2%為89.34g，在現有油耗基礎上多出約9萬噸碳排放在FuelEU的定義內。
- ◆ 境外一半和境內全額167.6億MJ，由HFO以97.0%佔比消耗162.57億MJ，其他5.02億MJ由替代燃料取代。
- ◆ 境內全額29.32億MJ，由MGO以98.2%佔比消耗28.8億MJ，其他0.514億MJ由替代燃料取代。
- ◆ 得出B30 需求量为49,889噸可滿足碳減2%的進出歐盟需求。



(案例探討 2)

FOC plan		Tons	LCV (MJ/KG)	WtW (gCo2e/MJ)	Energy (MJ)	Energy(MJ)*WtW -(g)	Energy(MJ) with FuelEU
1. International voyages	HFO	827,620	40.5	91.64	33,518,610,000	3,071,645,420,400	境外除2 16,759,305,000
2. EU inside	MGO	68,667	42.7	90.67	2,932,080,900	265,851,775,203	2,932,080,900
				91.56	36,450,690,900	3,337,497,195,603	19,691,385,900
				89.34			
For IE 89.34 g Co2/MJ		一半MJ的燃料					Ratio Switch to LCF
1. International voyages	HFO	402,223	40.5	91.64	16,290,028,137	1,492,818,178,504.60	0.97200
	e MeOH	23,581.75	19.9	9.5	469,276,863	4,458,130,195.40	0.02800
				89.34	16,759,305,000	1,497,276,308,700	
2. EU inside	MGO	67,542	42.7	90.67	2,884,037,687	261,495,697,083	0.98361
	e MeOH	2,414	19.9	9.5	48,043,213	456,410,523	0.01639
				89.34	2,932,080,900	261,952,107,606	
Total required e MeOH		25,996		89.34	19,691,385,900.00	1,759,228,416,306	

- ◆ 目標值降2%為89.34g，在現有油耗基礎上多出約9萬噸碳排在FuelEU的定義內。
- ◆ 境外一半和境內全額167.6億MJ，由HFO以97.2%佔比消耗162.9億MJ，其他4.69億MJ由替代燃料取代。
- ◆ 境內全額29.32億MJ，由MGO以98.36%佔比消耗28.8億MJ，其他0.48億MJ由替代燃料取代。
- ◆ 得出e Methanol 需求量為25,996噸可滿足碳減2%的進出歐盟需求。

感謝聆聽