

2021年度 JPECフォーラム

欧州 脱炭素社会における 石油精製産業の課題と展望について

2021年5月12日

一般財団法人石油エネルギー技術センター
総務部 調査情報グループ

目次

1. 欧州 GHG排出量

- ・推移と見通し
- ・産業分野別
- ・EU排出権取引制度の貢献

2. 石油需給 コロナ禍の影響

- ・全般
- ・輸送燃料(道路・航空)
- ・石化原料(ナフサ)需要
- ・今後の見通し

3. 欧州石油精製業界の脱炭素対応

- ・Clean fuels for all
- ・～'30年
- ・PJ事例
- ・～'50年
- ・政策提言

4. 欧州石油精製業界の課題

- ・前提シナリオ
- ・課題(1)～(4)

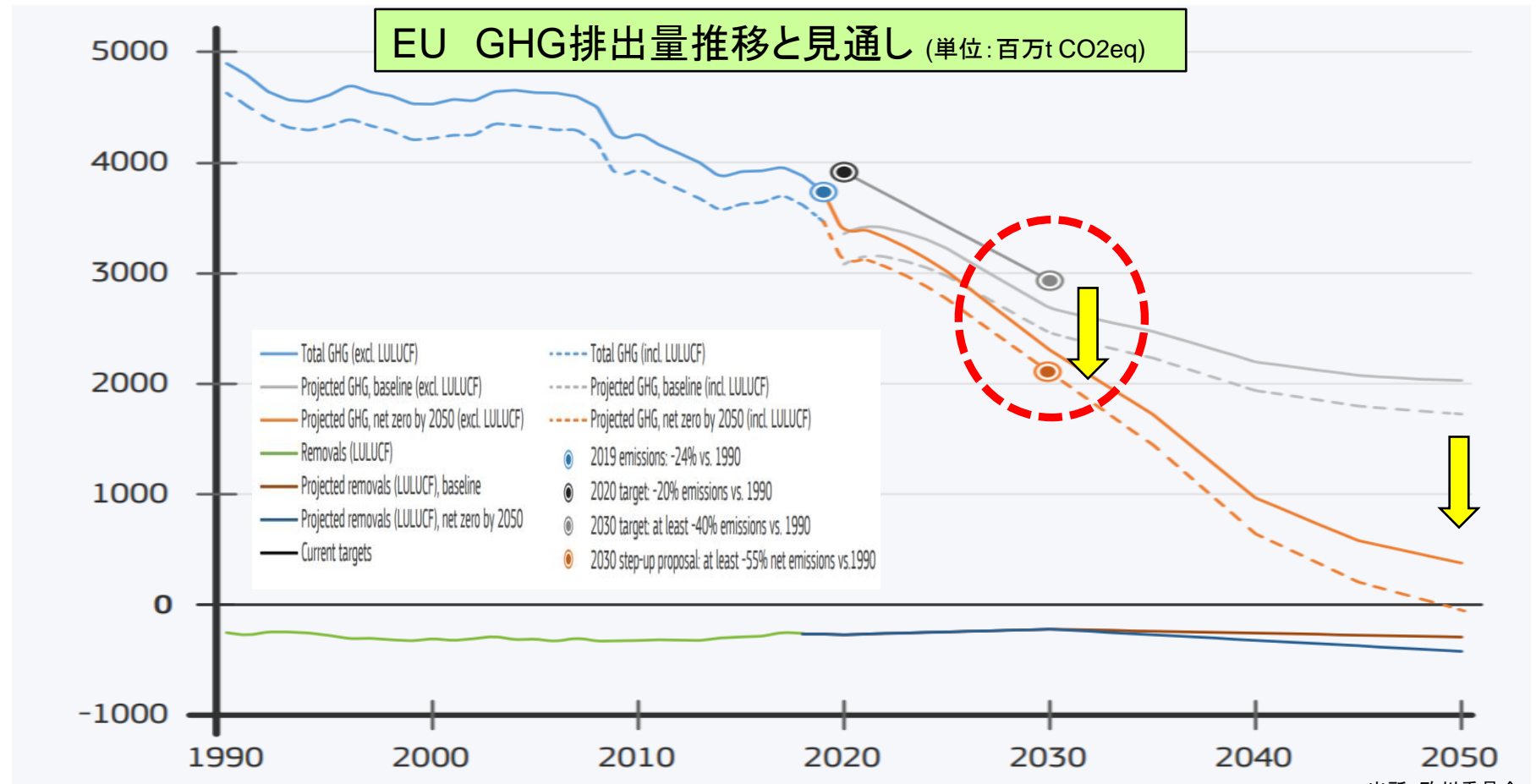
5. 欧州エネルギー企業取り組み

- ・スペイン Repsol

6. まとめ

1. 欧州 GHG排出量 推移と見通し

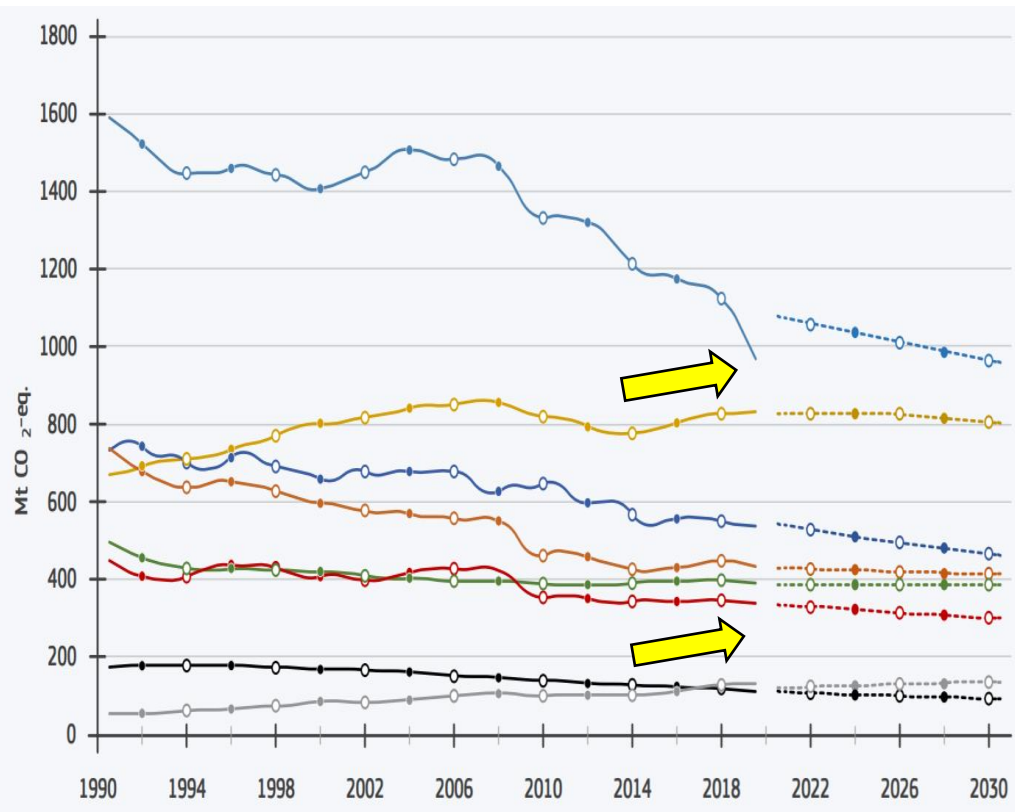
- ・'19年時点でEU(27カ国)におけるGHG排出量は3,749百万tと前年比漸減 (前年比▲3.7%、'90年比▲24.0%、除く土地利用等によるGHG吸収効果)
- ・既存の政策のままでは、'50年時点でも2,000百万t程度までの減少見込み
- ・'30年のGHG排出量削減目標強化('90年比▲55%)により、これまで以上に、経済成長と両立した取り組みが求められている。



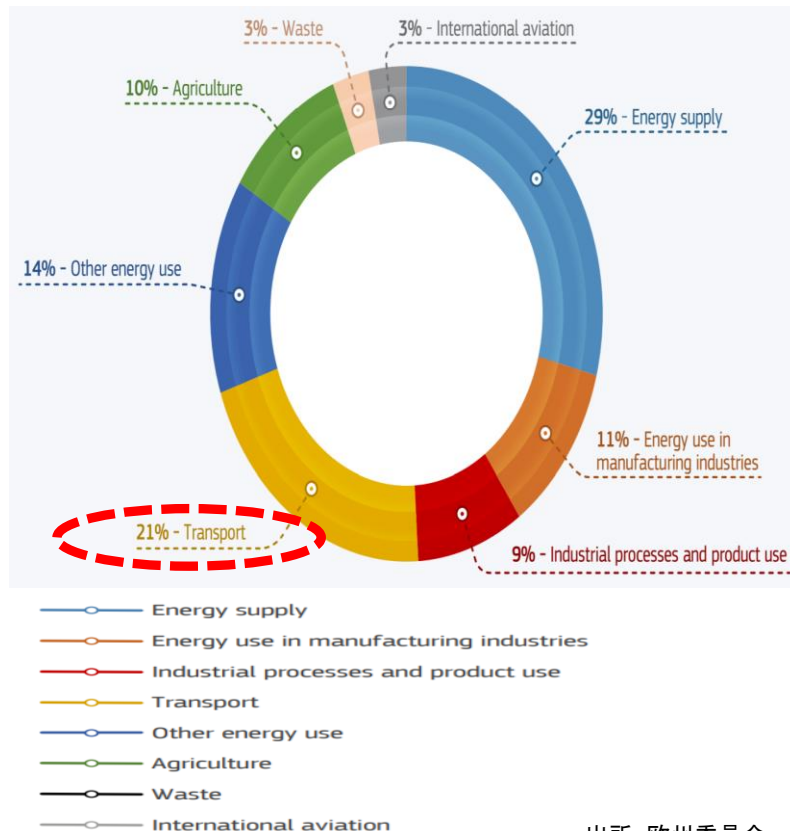
1. 欧州 GHG排出量 産業分野別

- ・運輸分野は、'90年比のGHG排出量が唯一増加しており、EUのGHG排出量全体の21%を占める。（うち道路輸送 71.7%、航空 13.9%、海運 13.4%、）
- ・全体の減少に寄与したのは、主に電力（'18年比▲15%）
- ・石油精製部門：割合は約2.5%（約95百万t）、'18年比▲4%
- ・域内航空部門：'18年比+1%（国際航空：'18年比+3%）

EU部門別 GHG排出量推移'09~'19年



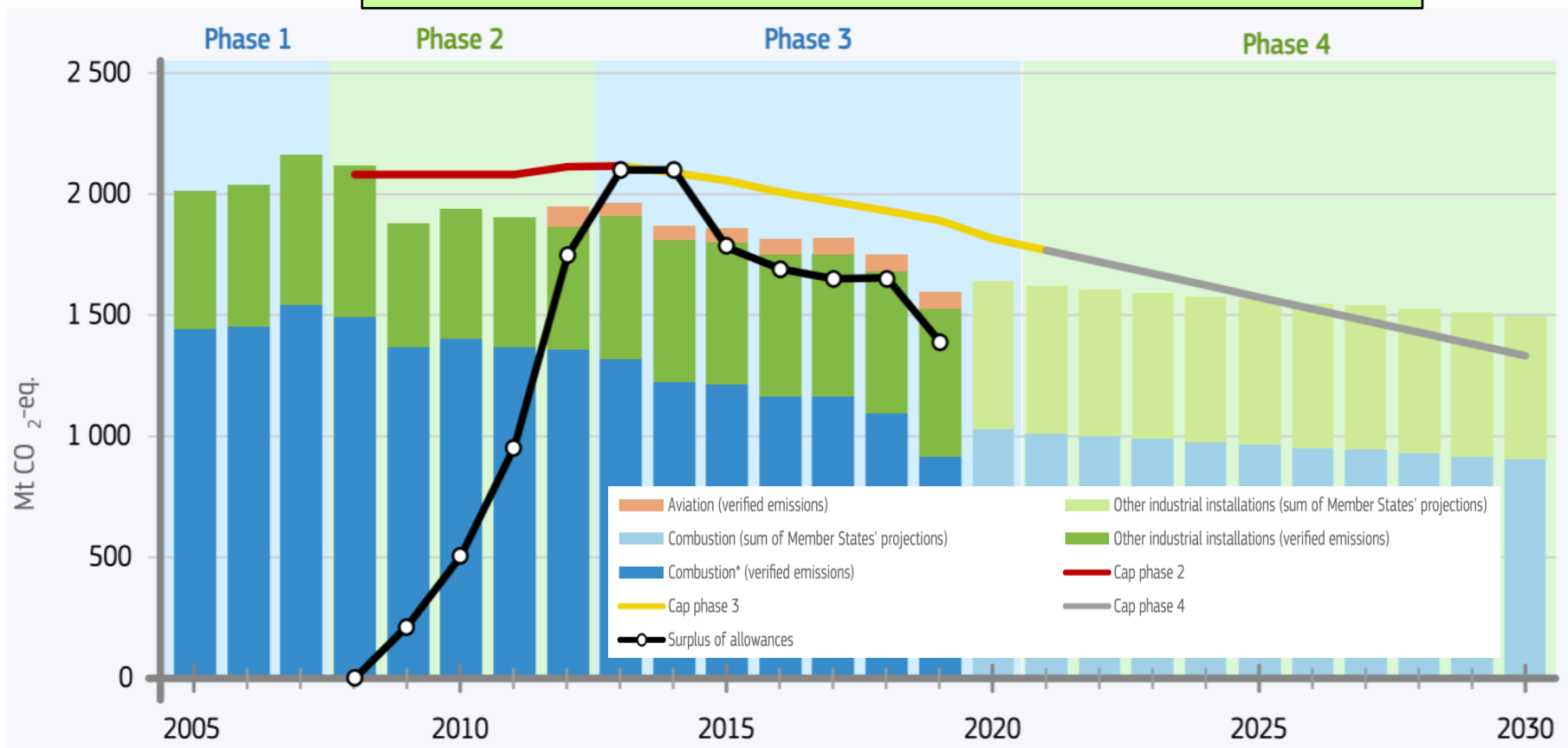
EU部門別 GHG排出割合 '19年



1. 欧州 GHG排出量 EU排出権取引制度(ETS)の貢献

- ・EU-ETS: '05年に開始、取引市場の流動性を利用して、低コストでGHG排出削減を実現しようとする制度(キャップ&トレード)
- ・対象産業施設: '19年は前年比▲9.1%(非対象産業施設: '19年は前年比ほぼ横ばい)
- ・既存の政策のままでは、'27年以降、キャップ(排出許可枠)を超えると予測される。

EU-ETS対象施設 GHG排出量推移と見通し(単位:百万t CO₂eq)



2. 石油需給 コロナ禍の影響 全般

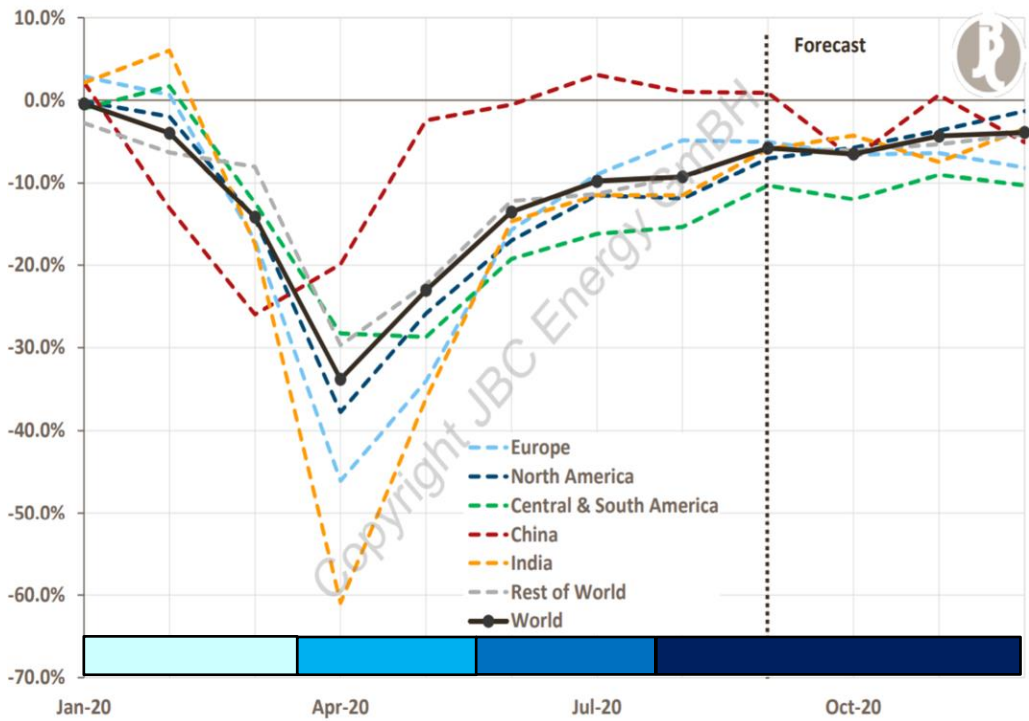
【世界】

- ・'20年の石油製品需要は、'19年比▲34% (▲8百万b/d以上)
- ・'20年Q4においても、94.7百万b/d (1月比▲2.3%)
→'20年1月レベル(97百万b/d)まで回復せず。

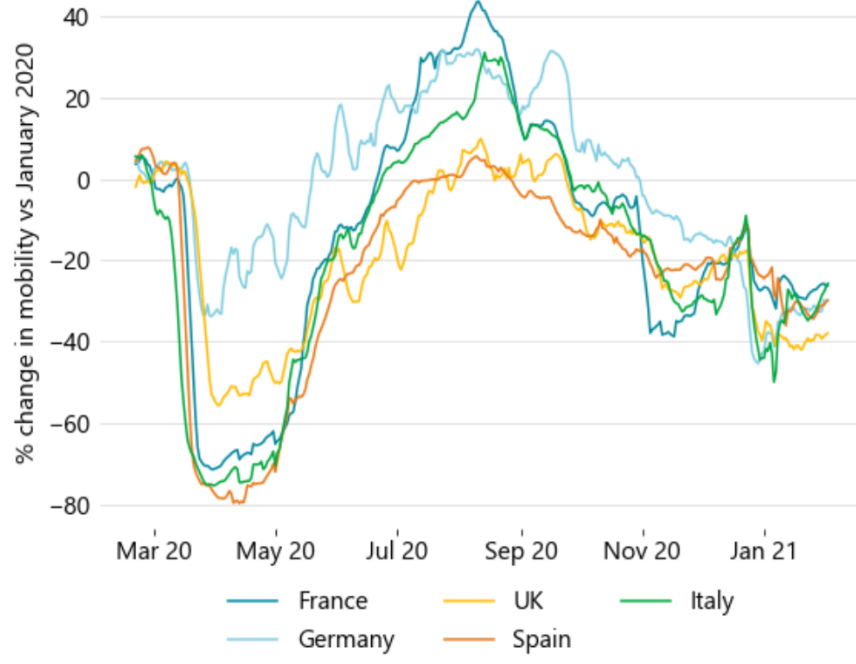
【欧州】

- ・'20年12月実績: 12.2百万b/d ('20年1月比▲1.2百万b/d)
- ・'23~'24年には'19年レベルまで回復見込み

地域別石油需要推移 ('20年1月比)



欧州 モビリティ指数'20~'21年



2. 石油需給 コロナ禍の影響 輸送燃料(道路・航空)

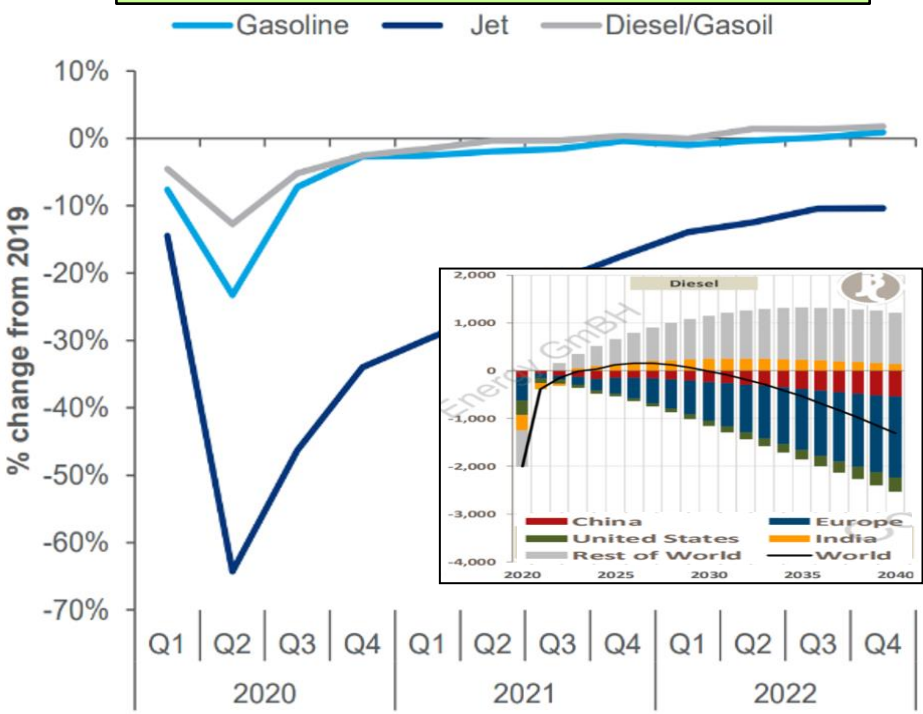
【JET燃料】

- ・'20年Q4でも約6.0百万b/d(世界需要)、今後も同程度が継続見込み。
- ・コロナ禍の影響を最も大きく受けた。国際線主体の欧州の回復は遅い。

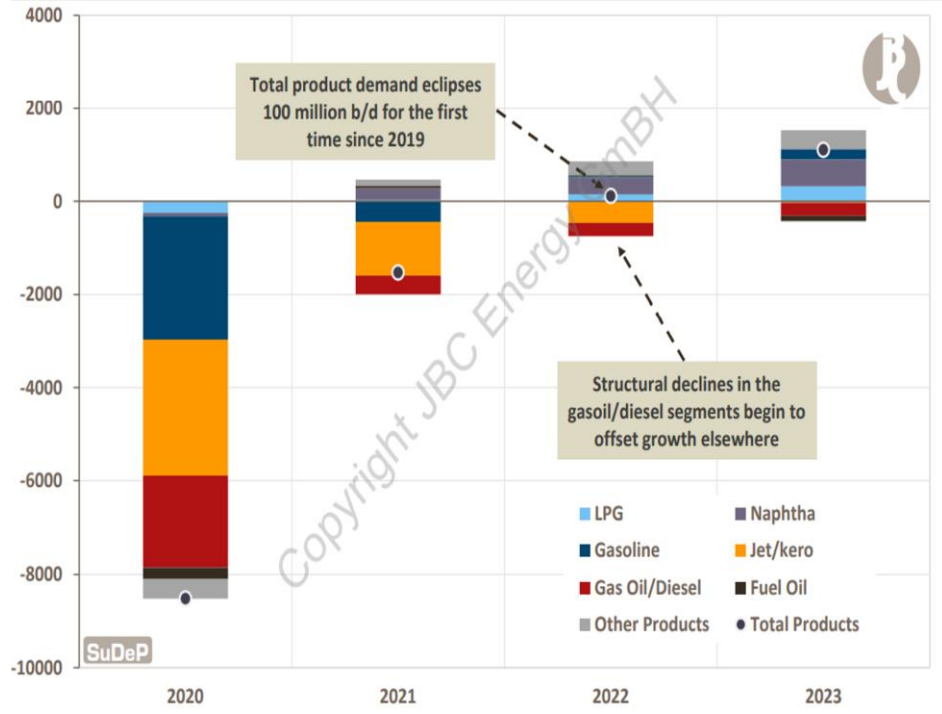
【ガソリン、軽油】

- ・合計の需要は、'20年は、'19年比▲4.5百万b/d(▲10%)
- ・Q3に都市封鎖緩和で大きな回復を見せたが、以降は横ばい。
- ・製油所稼働減により特にガソリンの需給バランスはタイト気味に推移。

世界製品需要QTR別推移 ~'22年



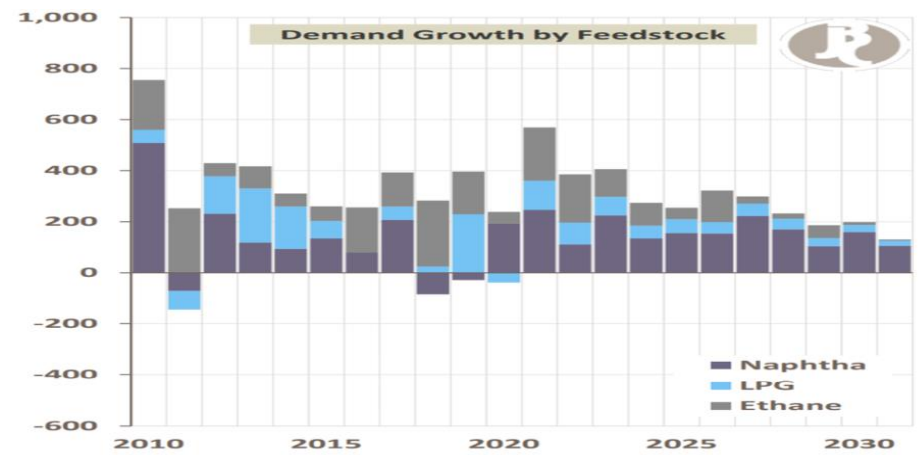
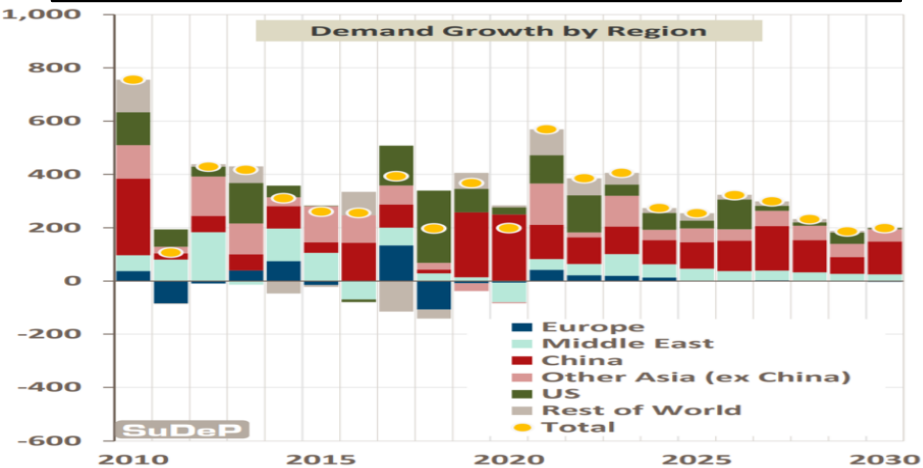
世界石油需要見通し'19年比 (千b/d)



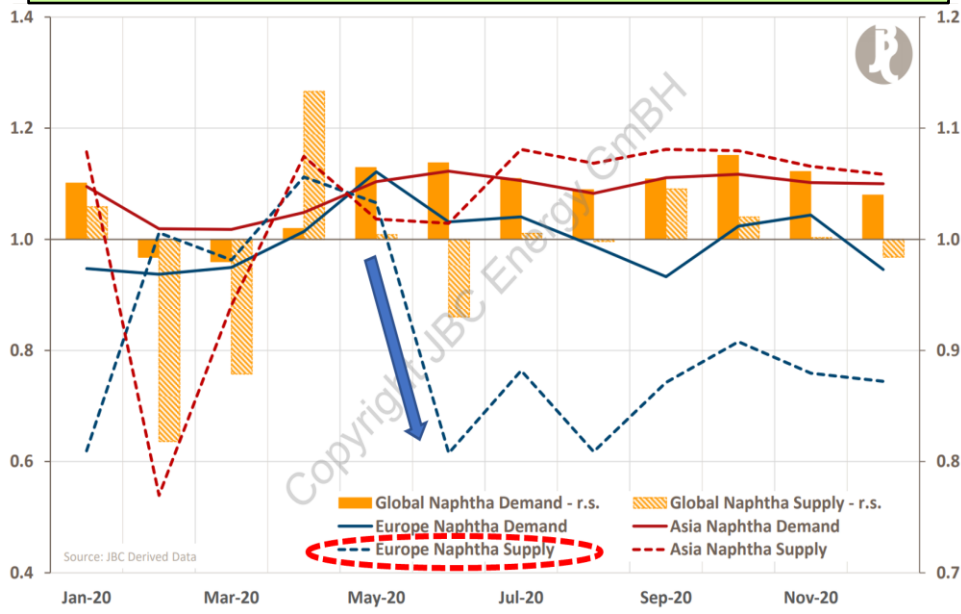
2. 石油需給 コロナ禍の影響 石化原料(ナフサ)需要

- ・世界ナフサ需要：
'20年において、前年比+200千b/d（'20年4月以降、前年比+10%以内で推移）
- ・コロナ禍においても石化需要の堅調さを反映
- ・欧州においても、ほぼ前年並み

石油化学需要推移 '10~'30年(前年比、千b/d)



ナフサ需給バランス推移 '20年(5年平均比指数)



2. 石油需給 今後の見通し

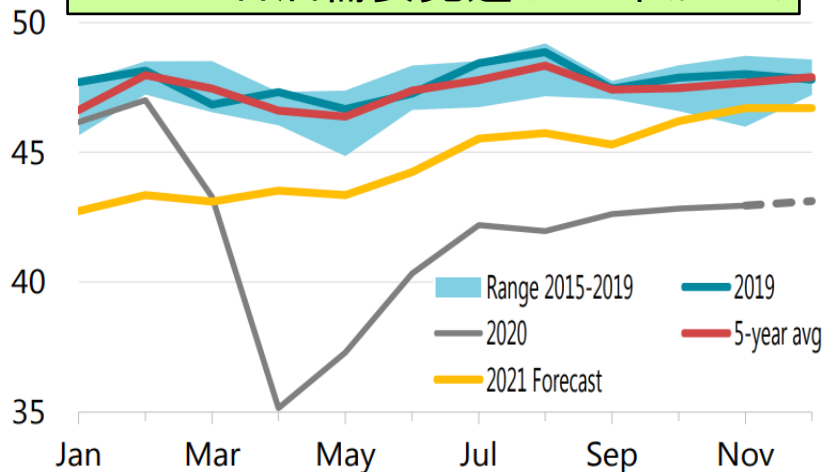
【石油需要】

- ・世界：'21年Q1 前年同期比▲1百万b/d
- ・欧州：'21年Q3 前年同期比+1.3百万b/d

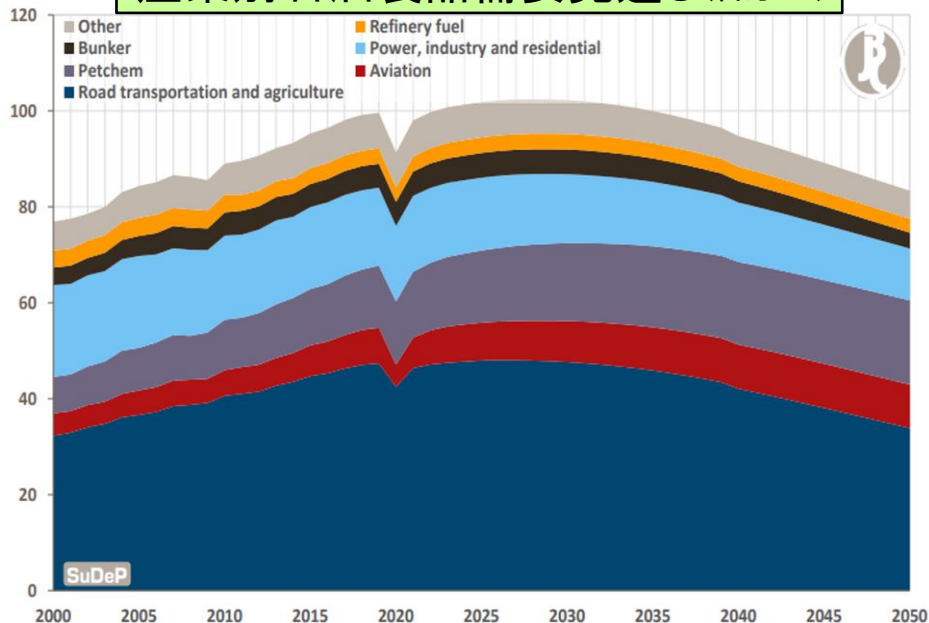
【オイルピーク】

- ・世界石油製品需要：'28年 (102.5百万b/d)
- ・'19年比+3%のレベル('50年同▲19%)
- ・重油 '00年、軽油 '19年、ガソリン '27年、JET燃料 '41年、ナフサ '41年～

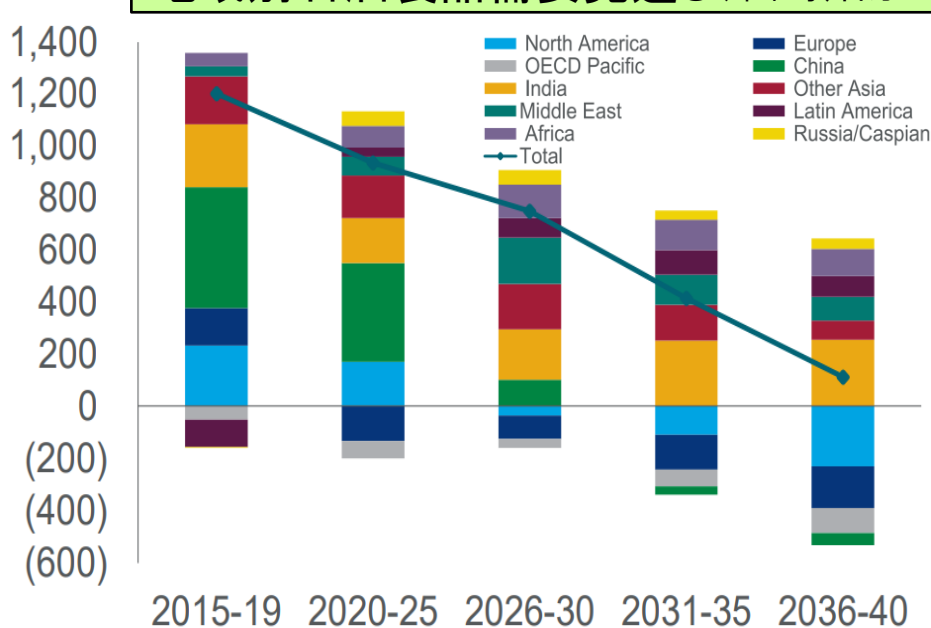
OECD石油需要見通し'21年(百万b/d)



産業別石油製品需要見通し(百万b/d)



地域別石油製品需要見通し(年平均、百万b/d)

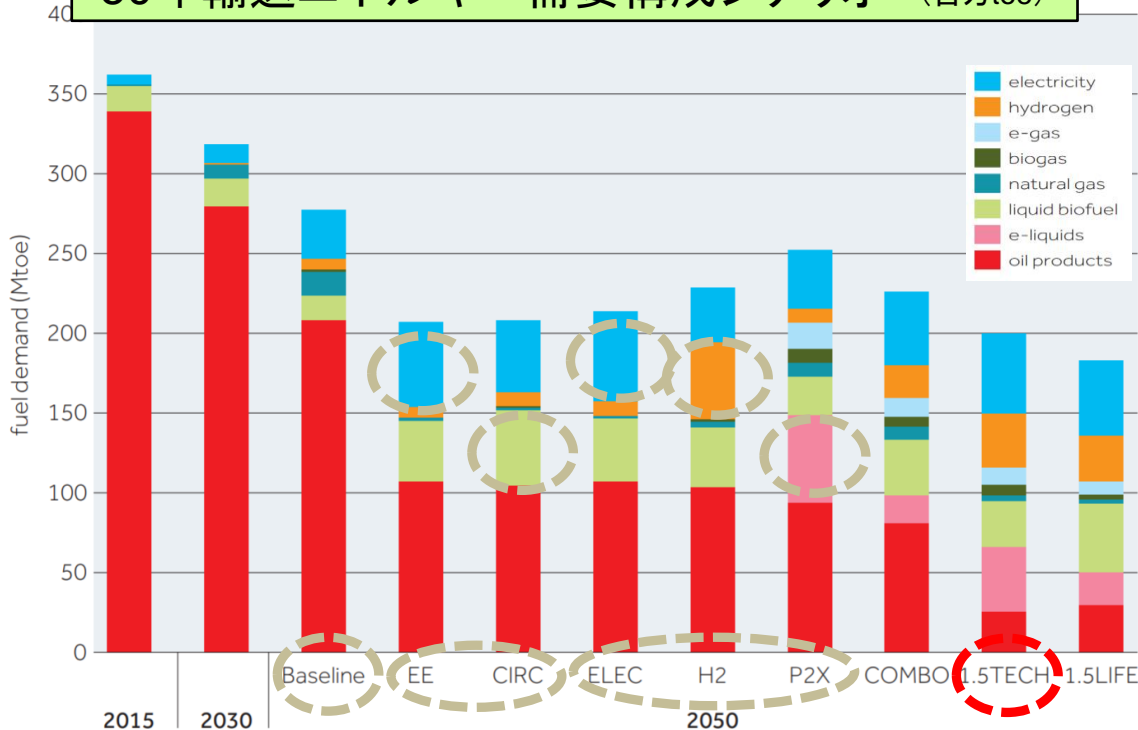


3. 欧州石油精製業界の脱炭素対応 Clean fuels for all

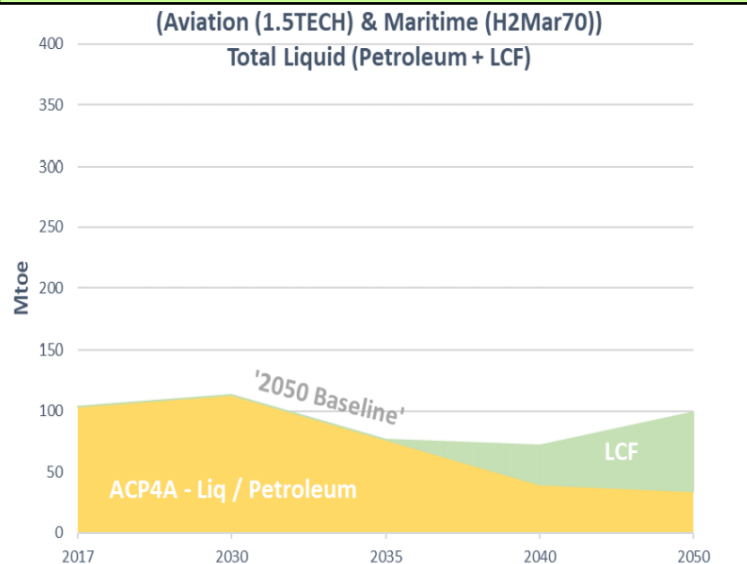
- ・欧州石油精製業界として脱炭素社会貢献への戦略として、Fuels Europeは、'20年6月に「Clean fuels for all」を公表
- ・LCLF(低炭素液体燃料)導入の為の道筋、年間1億t CO2削減を実現する方法(技術・政策)を提示
- ・すべての輸送手段の脱炭素化に寄与できるとし、競争力を確保できれば世界的需要は、'50年以降も増加、電気自動車や水素技術と並び不可欠な選択肢



'50年輸送エネルギー需要構成シナリオ (百万toe)



航空・海運液体燃料需要推移 (百万b/d)

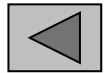


3. 欧州石油精製業界の脱炭素対応 (～'30年)

- ・EU市民は、交通の脱炭素化に向け、電化以外にもより多くの選択肢を求めている。
- ・'50年ネットゼロに向け、まずは、'30年までにバイオ燃料、e-fuel生産装置建設推進により合計最大3,000万t/年の生産規模が必要
- ・必要投資規模は、€300億～400億
- ・'30年までの計画として、業界において、31のPJが進行している。



3. 欧州石油精製業界の脱炭素対応 PJ事例(1)



【BioTfuel プロジェクト(トタル 仏北部 Dunkerqueサイト)】

- ・リグノセルロース系バイオマス(わら、森林廃棄物、エネルギー用作物)から熱化学変換によって高品質のバイオディーゼルおよびバイオジェット燃料を生産するための革新的なプロセス開発
- ・'21年、技術実証の完了を目標年としている。(生産能力年間13,000t)
- ・生産品は、硫黄や芳香族を含まず、単体と化石燃料ブレンド、いずれも使用可能。
- ・開発プロセスは、PJ終了時に産業規模で利用可能となる。



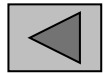
- バイオマス原料 前処理
- 1 Lignocellulosic feedstock
 - 2 Initial grinding and drying
 - 3 Torrefaction
 - 4 Hydrocarbon feedstock (if coprocessed)

- ガス化処理
- 5 Air separator
 - 6 Input, gasifier
 - 7 Quench chamber

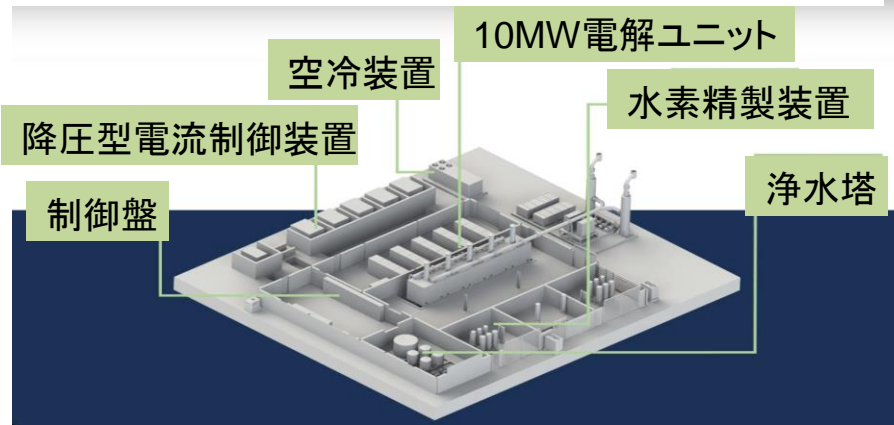
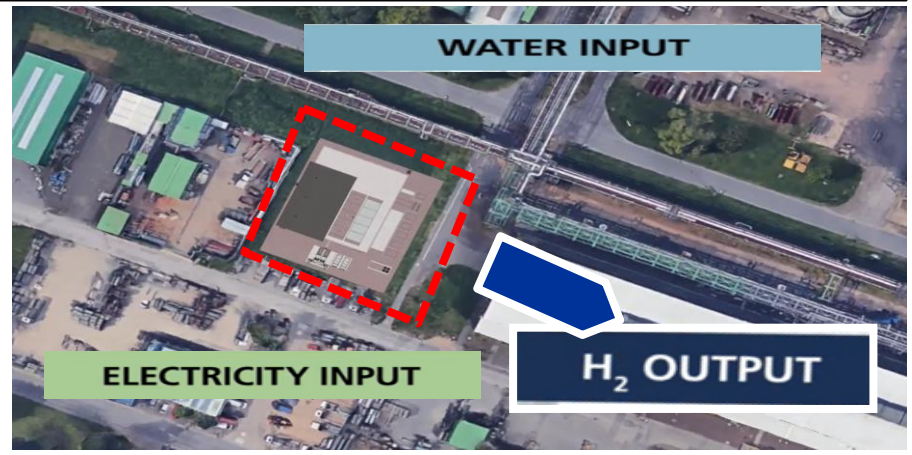
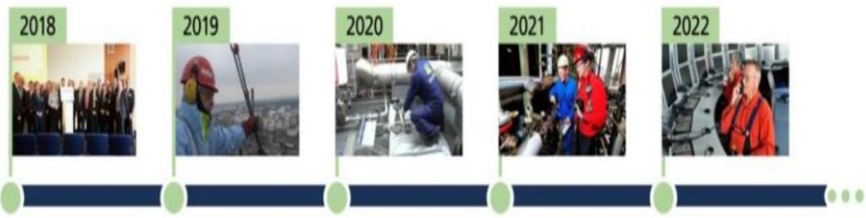
- 合成ガス精製
- 8 H₂/CO Ratio adjustment
 - 9 Cleaning with physical or chemical solvents
 - 10 Final purification

- FT合成 & 水素化処理
- 11 Fischer-Tropsch plant
 - 12 Hydrotreating/hydrocracking
 - 13 **BIODIESEL/BIOJET FUEL**

3. 欧州石油精製業界の脱炭素対応 PJ事例(2)



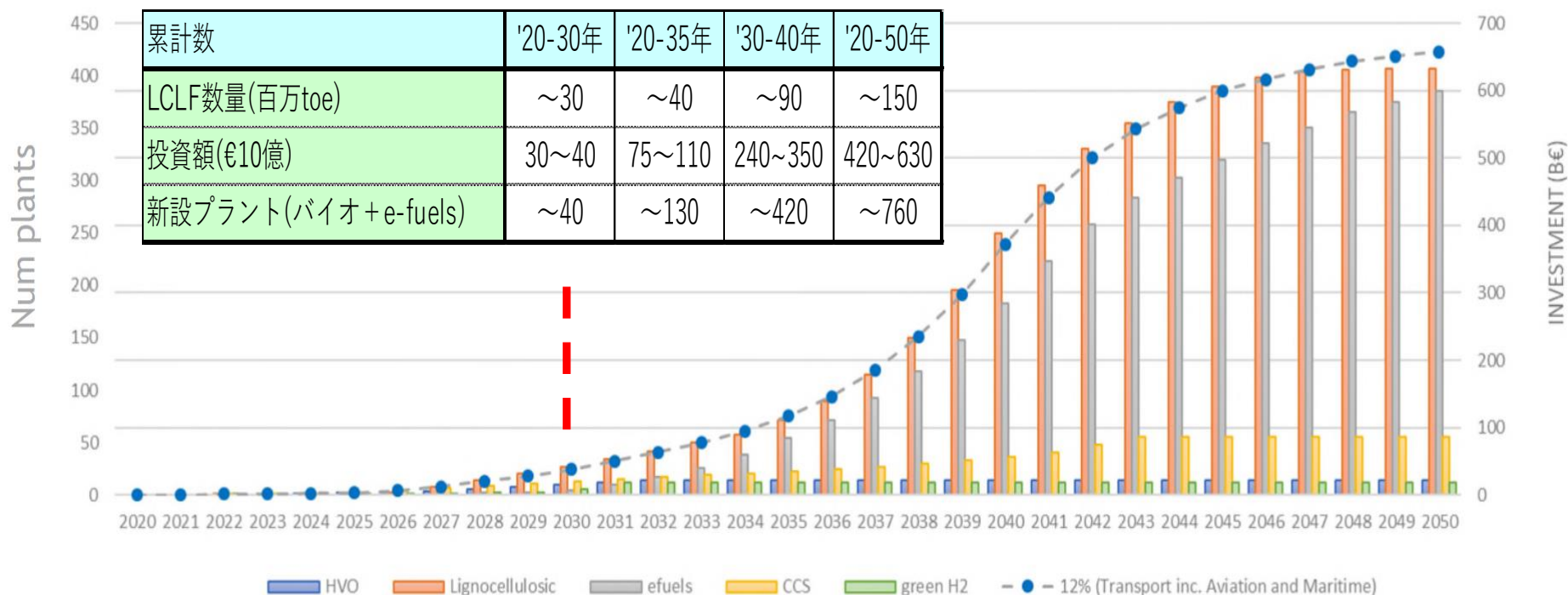
- 【REFHYNE プロジェクト(シェル 独ラインラント(Rheinland)製油所)】
- ・燃料精製の水素需要(年間約18万トンの水素)のうち、天然ガス水蒸気改質による生産部分(20~30%)をグリーン水素に置換し、脱炭素を図るPJ(投資規模€20百万)
- ・10MWの電解プラント(「高分子電解質膜」PEM)を建設し、従来の脱硫など精製プロセスに完全に統合される。(水素生産量:年間1,300t(4t/日))
- ・'21年夏に生産開始予定(電解槽の100MWへのスケールアップも計画)



3. 欧州石油精製業界の脱炭素対応（～'50年）

- ・'50年までに、バイオ燃料に電化や水素技術、CCSによる炭素貯留組み合わせにより、
 - ▷1億5,000万トンのLCLFが利用可能となれば、4億tのCO2を削減（'35年までに1億t）
 - ▷ハイブリッドやICEを含めて、新旧すべての道路運送車両：ゼロエミッション
 - ▷航空・海上輸送：GHG排出量の50%削減達成
- ・必要投資規模は、€4,000億～6,300億（'20～'50年）：'35年以降加速
- ・新設プラントは、草木質バイオマスとe-fuelsが大部分

LCLF 新設プラント数、投資額見通し'20～'50年（左：プラント数、右€10億）



3. 欧州石油精製業界の脱炭素対応 政策提言

- ・様々な技術の組み合わせにより、LCLF供給のスケールアップが必要
- ・その為の政策支援が提案されている。
- ・'30年グリーンディール強化目標達成のための作業プログラム「Fit for 55 Package」('20年10月公表)にも一部含まれる。

●LCLFにおける炭素市場の創出

炭素価格を明確にし、投資を促進する必要がある。

- ・道路輸送からの炭素排出量に対する専用のキャップ&トレードの仕組みづくり
- ・燃料に炭素強度基準を定め、義務者(燃料供給者)間で排出権を取引

●自動車排気ガス基準の改訂

現在実施されているTank-to-Wheel(TTW)アプローチに燃料の炭素強度を組み込む。

カーメーカーと燃料供給者のCO2排出削減義務は分けたままとしかつ、道路輸送に関わるCO2排出全体(WTW)を削減する仕組みが必要

- ・これにより、カーメーカーは、エンジン車からもLCLFの脱炭素化のメリットを受けられる。
- ・顧客は、車両選択時に、正確なCO2排出量情報を知ることができる。

●重複する燃料関連法令の改訂、簡素化

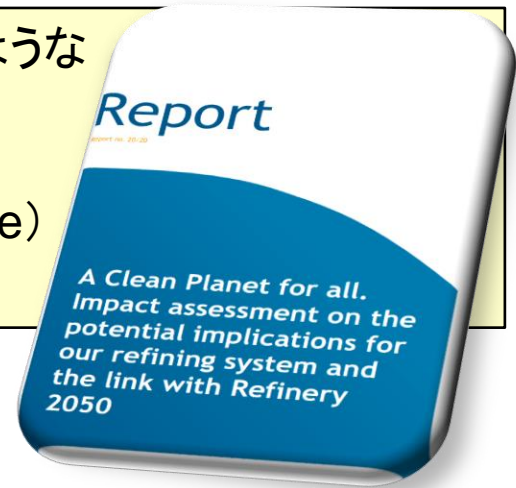
特にFQD(燃料品質指令)とRED(再生可能エネルギー指令)

●燃料税制改定

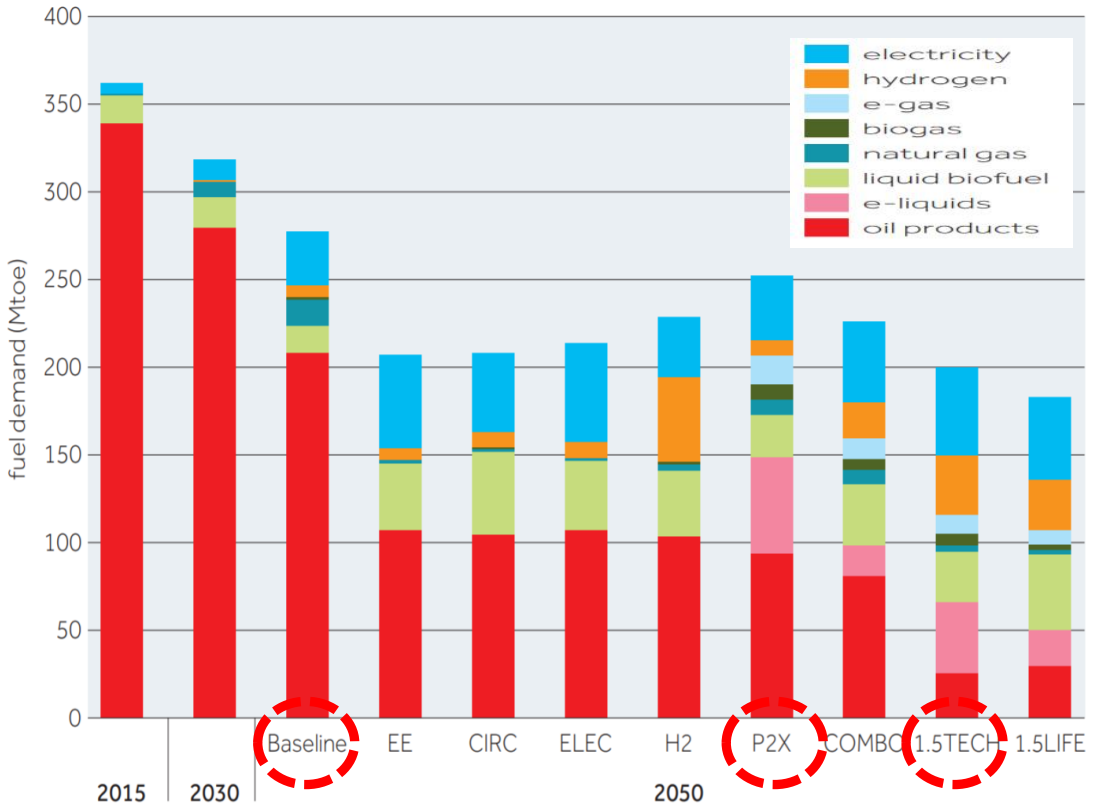
低炭素及びゼロ炭素燃料に対する燃料税をゼロもしくは、大幅に引き下げる。

4. 欧州石油精製業界の課題 前提となるシナリオ

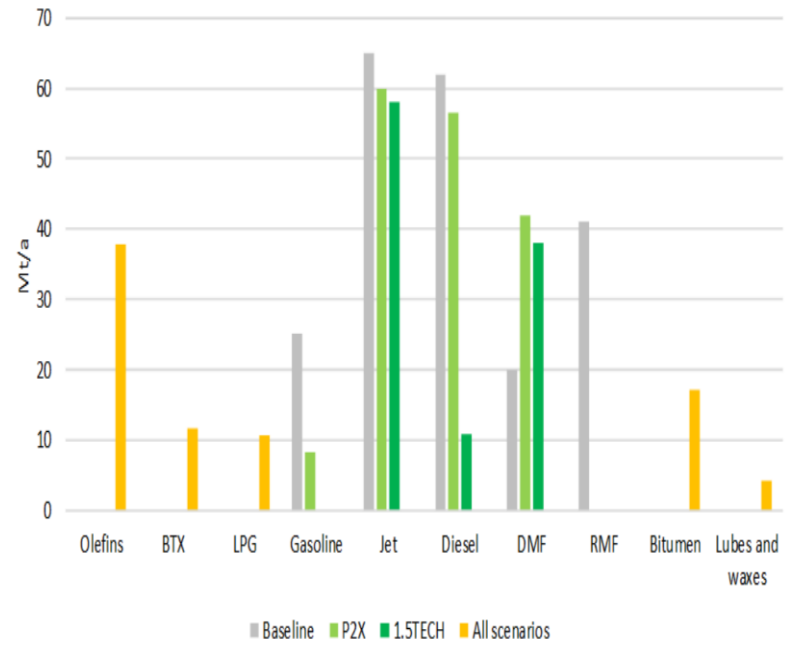
- ・'50年のネットゼロ社会において、従来の石油精製業にはどのような影響があるのか？
- ・グリーンディールのベースシナリオのうち、3つのケースごとに製油所への影響調査がなされている。('20年9月 by Concawe)
- ・ベースラインとP2X、1.5TECH



'50年輸送エネルギー需要構成 (百万toe)



'50年ケース別域内需要 (百万toe/年)



4. 欧州石油精製業界の課題 主なチャレンジ

【需要面(連産品輸出)】 ▶

JET需要を満たそうとすると、ガソリン、軽油、重油が余剰となり輸出する必要がある。

【処理原料不足】 ▶

e-fuels(欧州域内生産)に重点を置くと、CO2の「輸入」目標が非常に高くなる。

【既存装置の活用度低下】 ▶

石油需要の減退と低炭素原料へのシフトにより、装置稼働率が低く、活用されない。

【電力確保】 ▶

追加の電力需要が大きい。

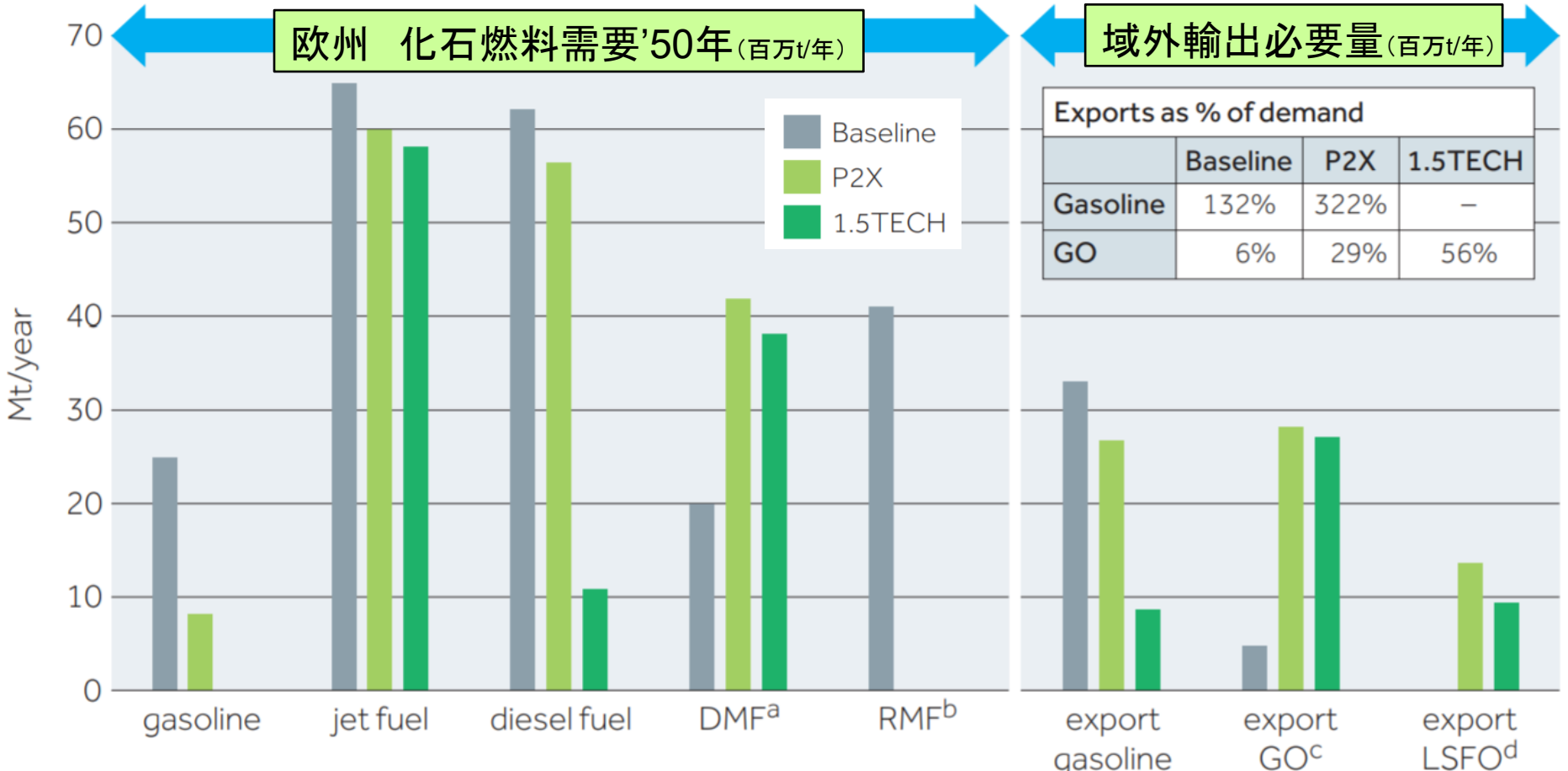




4. 欧州石油精製業界の課題(1)

【需要面(連産品輸出)】

- ・JET需要を満たそうとすると、ガソリン、軽油、重油が余剰となり輸出する必要がある。
- ・低炭素燃料を評価できない国へ輸出の場合、再生可能部分の生産コストを回収できない。
- ・想定される輸出量(過去と同程度)が、脱炭素社会において持続可能な取引であるのか、炭素排出量を域外に移転しているの過ぎないとされうる。



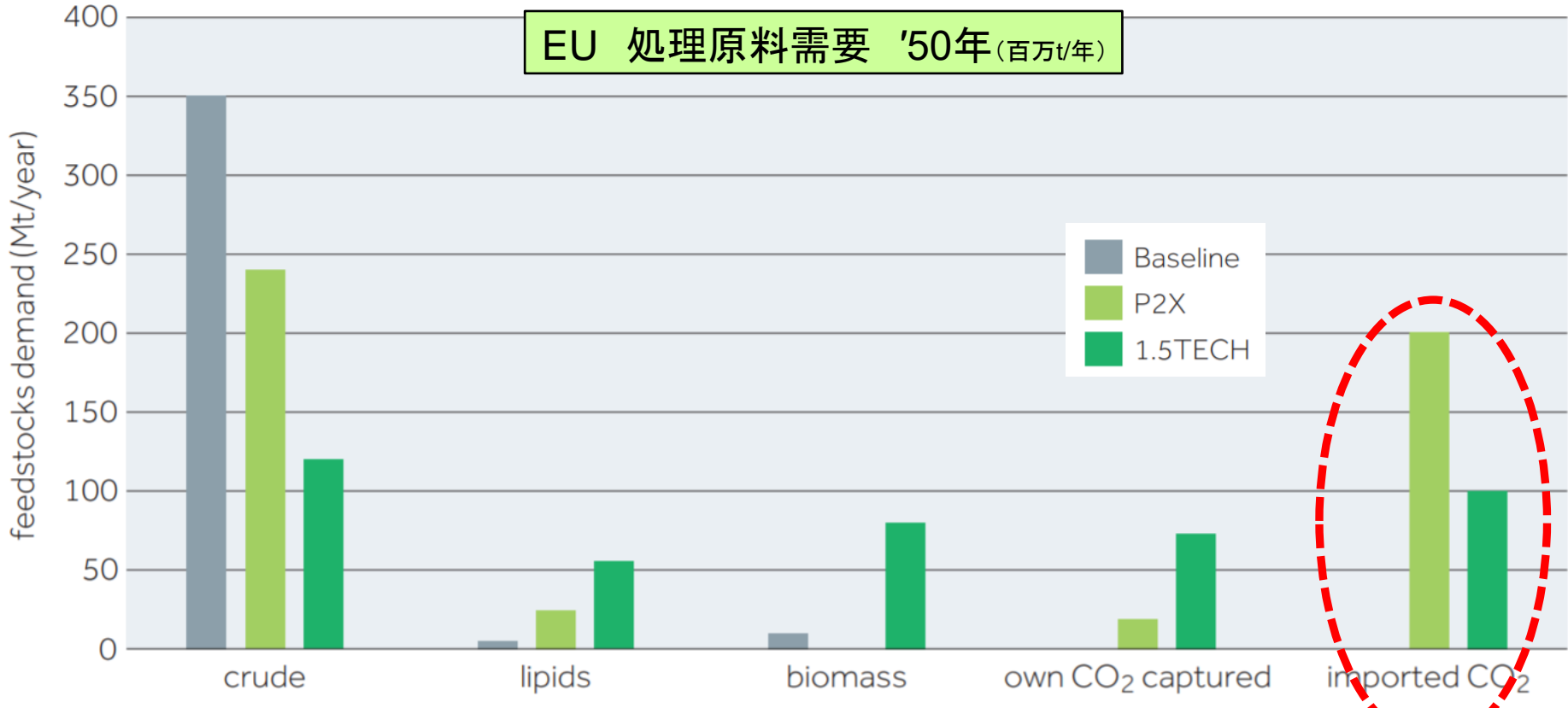
※ a:diesel marine fuel b:residual marine fuel c: gasoil d: low sulfur fuel oil



4. 欧州石油精製業界の課題(2)

【処理原料不足】

- ・e-fuels(欧州域内生産)に重点を置くと、CO2の「輸入」目標が非常に高くなる。
- ・EU精製システム内の生産は、CO2総必要量の一部(P2X:9%、1.5TECH:42%)
- ・CO2原料需要充足の為、産業ハブ(CO2の供給源)の形成の促進が必要
- ・CO2の空気からの直接回収(DAC)などの技術開発促進が必要
→欧州レベルで持続可能な原料を大量に動員することが課題となる。



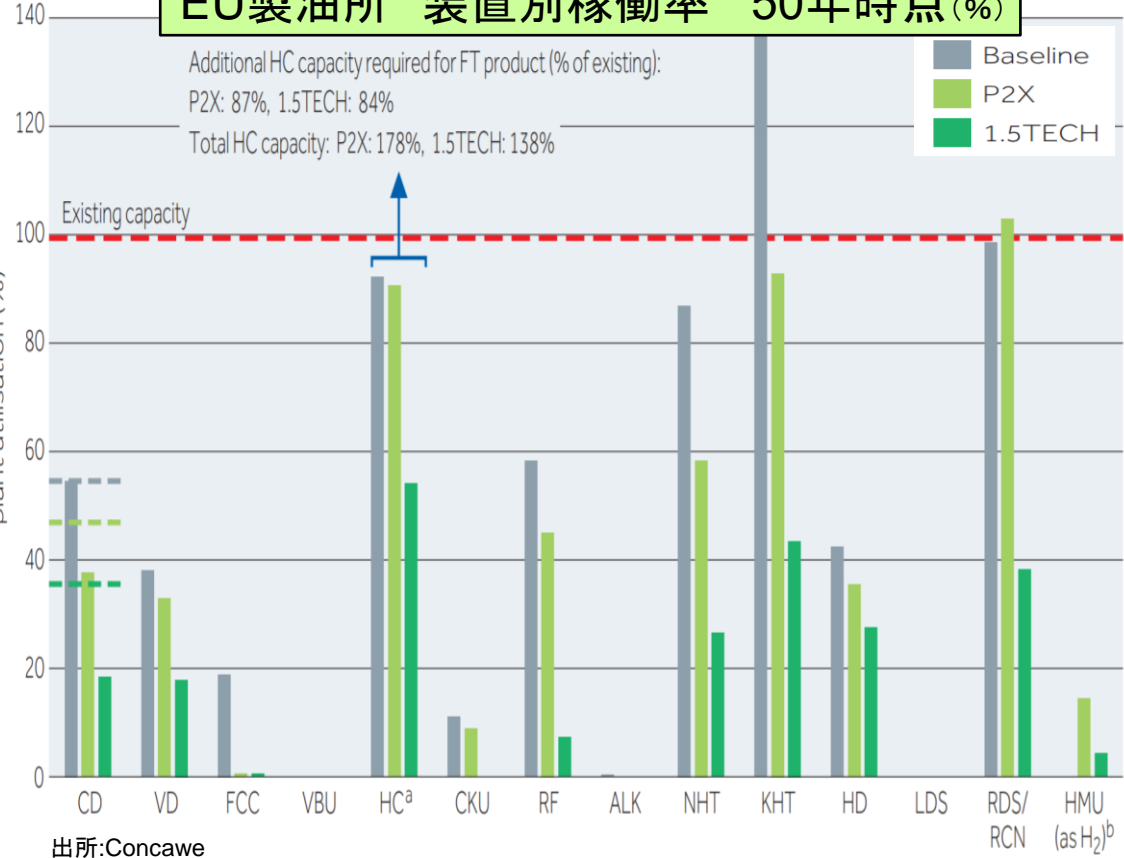


4. 欧州石油精製業界の課題(3)

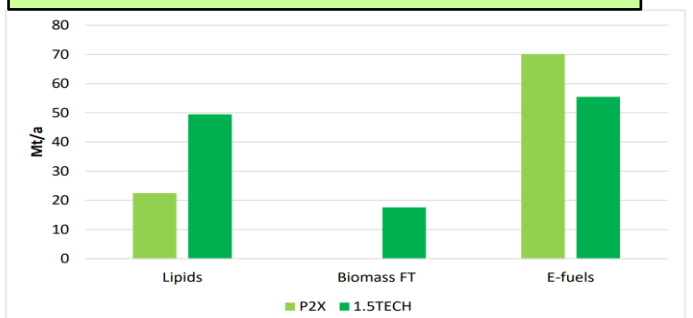
【装置の稼働率低下】

- ・石油需要の減退と低炭素原料へのシフトにより、製油所装置稼働率が低下。
(除く、水素化分解装置、灯油留分水素化処理装置、減圧残渣脱硫装置)
- ・e-fuels(FT合成燃料の水素化処理)に、現状の2倍の水素化分解装置能力が必要。
- ・BtLやe-fuels生産のスケールアップにむけては、CO2の供給と分配・輸送システム、発電能力とそれを支えるインフラ、そして大規模な電解装置導入が課題

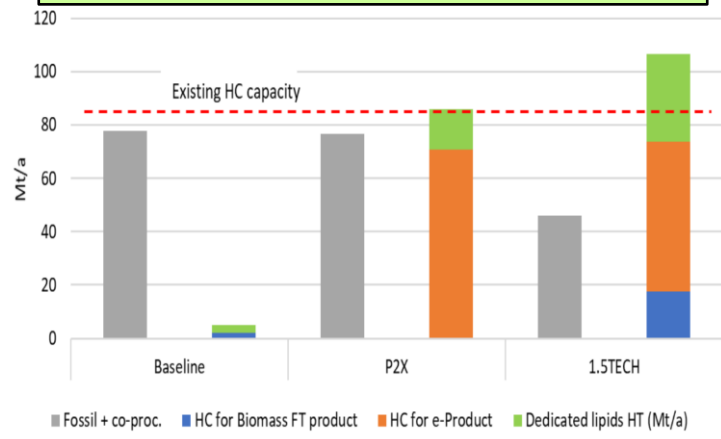
EU製油所 装置別稼働率 '50年時点 (%)



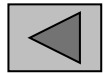
LCLF予測需要 '50年(百万t/年)



HC 必要処理能力'50年(百万t/年)



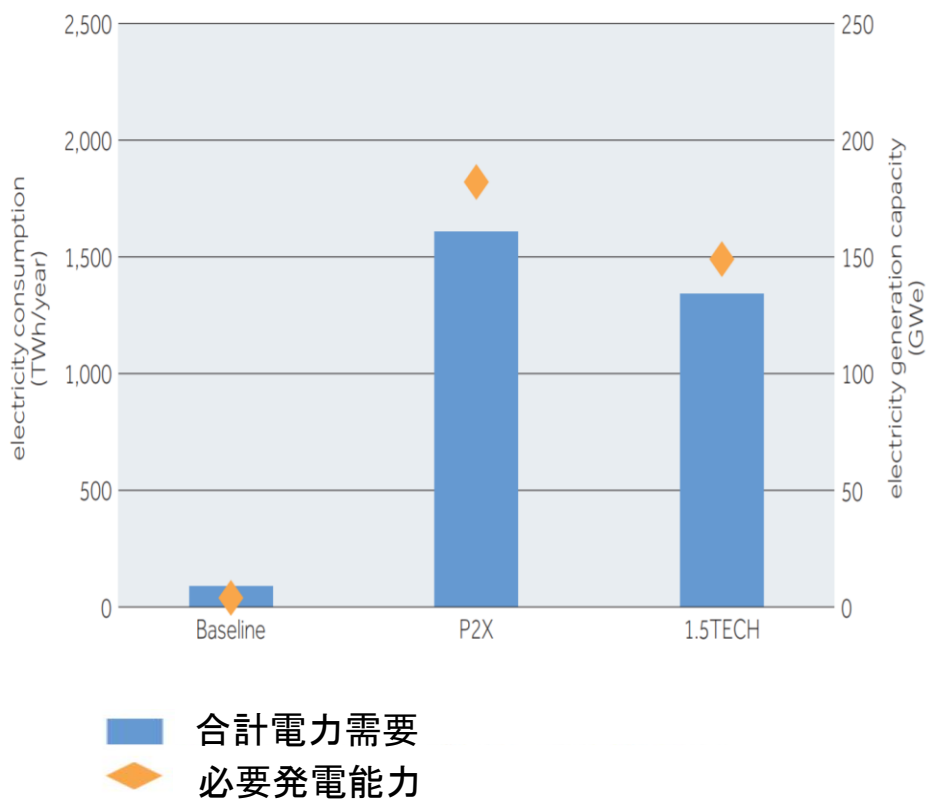
4. 欧州石油精製業界の課題(4)



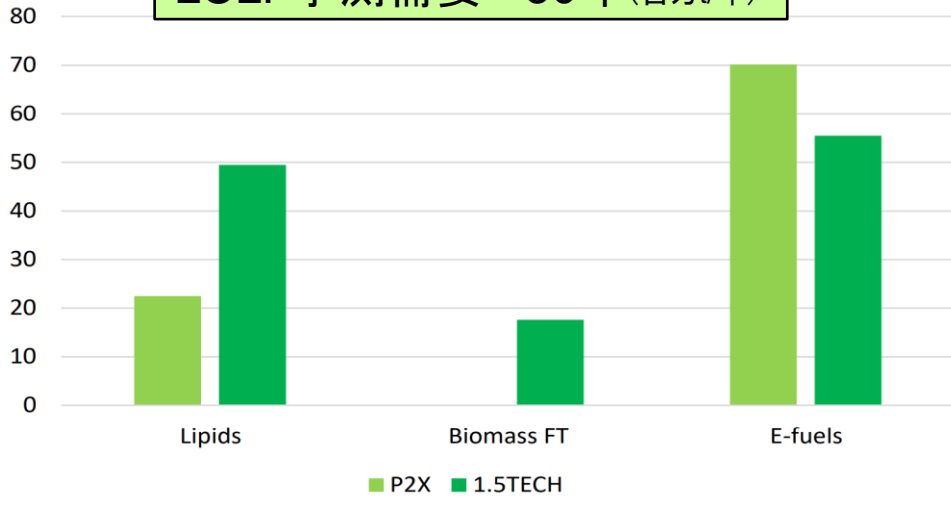
【電力確保】

- ・P2Xシナリオでは、'50年、現状EU電力需要の約半分の電力需要が追加で発生する
- ・輸入調達先の確保、再生可能とは限らない可能性等、留意する必要がある。

EU予測電力需要と必要発電能力 '50年
(左: TWh/年、右GW)



LCLF予測需要 '50年 (百万t/年)

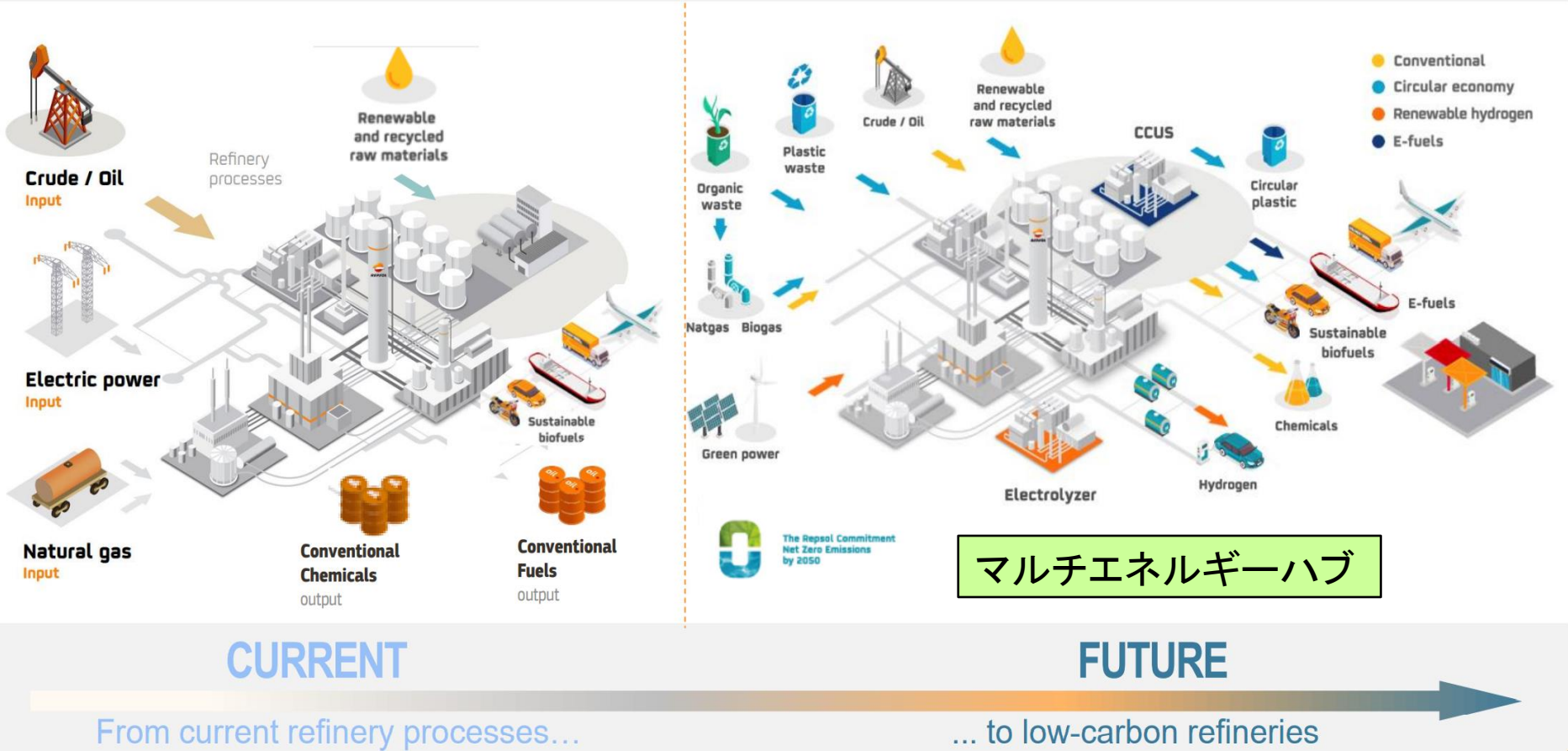


電力需要内訳 '50年 (TWh/年)

| | | P2X | 1.5TECH |
|-------------|-----|------|---------|
| General use | TWh | 126 | 176 |
| e-fuels | | 1485 | 1175 |

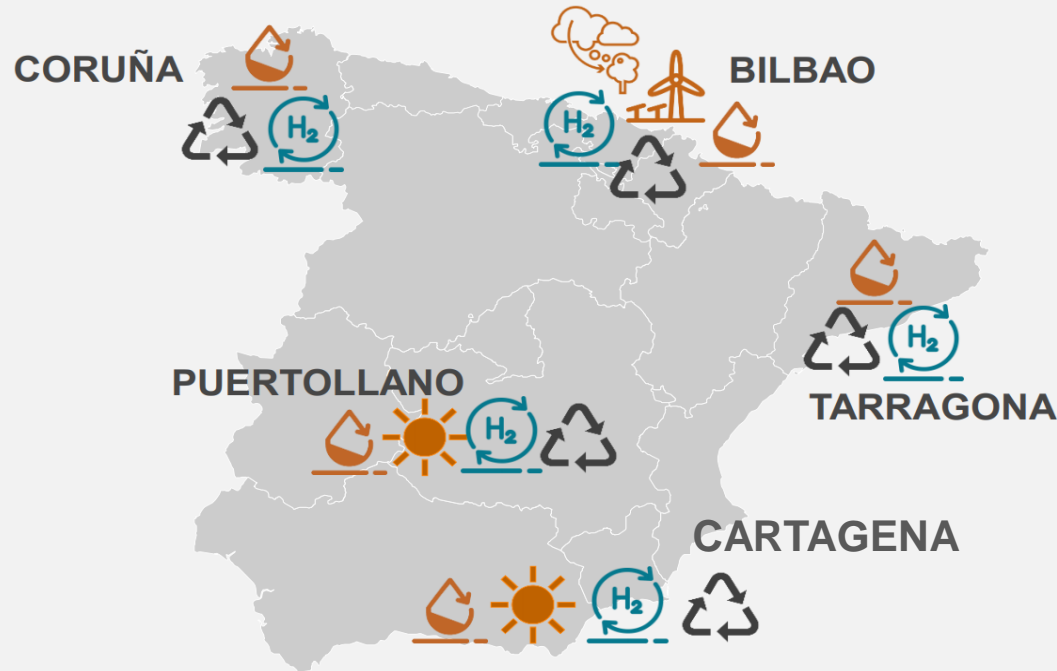
5. 欧州エネルギー企業取り組み スペイン Repsol

- ・企業名 : Repsol S.A.
- ・欧州においては5カ所の製油所を有し、合計原油処理能力は916千b/d
- ・欧州で最初に'50年ネットゼロを発表した石油会社('19年12月)
- ・CO2を'25年までに12%、'30年までに25%削減する中間目標を設定('20年11月)
- ・'25年までの5年間、クリーンエネルギーへの移行に総額183億ユーロを投資



5. 欧州エネルギー企業取り組み スペイン Repsol

- ・脱炭素化転換戦略を4本柱で展開
- ・エネルギー効率改善と循環経済への貢献、また、再生可能水素は全製油所で導入
- ・低炭素及びゼロ炭素燃料の製造プロセスで使用する電力は、北部で風力発電、南部が太陽光発電で賄う計画

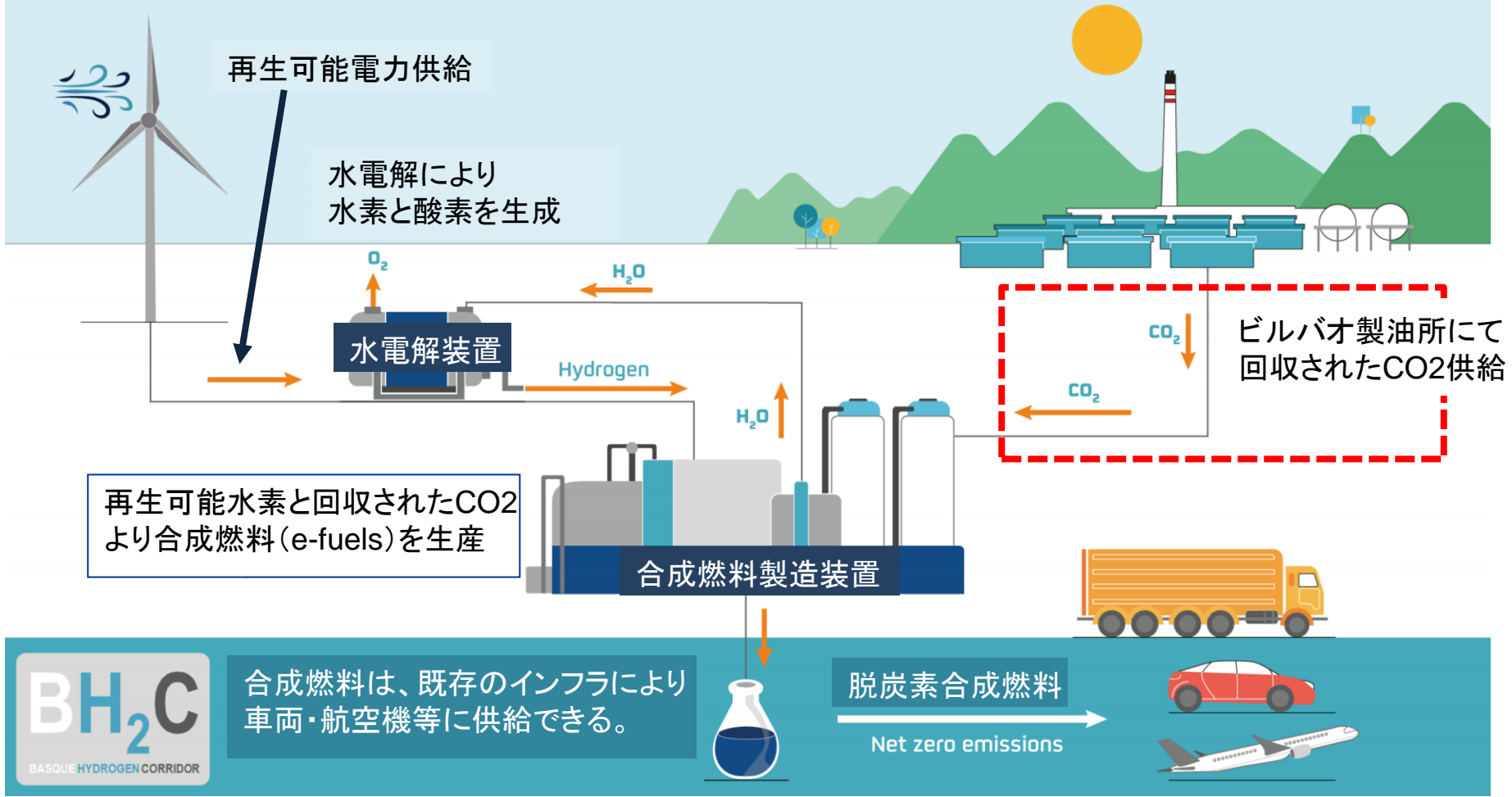


| 脱炭素化 4本柱 | |
|----------|------------------------------|
| 1 | エネルギー効率 |
| 2 | 再生可能ガス (再生可能水素、バイオガス 等) |
| 3 | 低炭素液体燃料 (バイオ燃料、e-fuels 等) |
| 4 | CO2回収と利用(CCU) |

エネルギー効率
 再生可能電力
 再生可能水素
 CO2回収と利用
 廃棄物の製品への転換

5. 欧州エネルギー企業取り組み スペイン Repsol

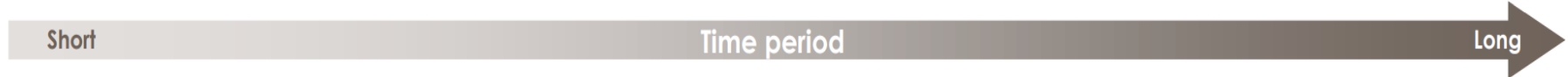
【ビルバオ(Billbao)製油所事例】
・€8,000万を投資し、2つのプラント建設を計画
①グリーン水素によるe-fuels ②都市廃棄物からの再生可能ガス
・生産サイクル全体でのCO2排出量はネットゼロ



5. 欧州エネルギー企業取り組み スペイン Repsol

【柱の一つである水素における脱炭素戦略】

- ・短期: ビルバオPJを中心にグリーン水素の技術開発とグレー水素の展開
- ・中期: CCUS、電解技術、光電極触媒 等 開発、他PJとの連携
- ・長期: 技術のコスト削減、効率改善、起業家支援(新規技術の取り込み)



迅速な実用展開

CCUS and H₂: Studying the integration of CO₂ capture technologies in our natural gas steam reforming hydrogen

Renewable H₂: Replacment of natural gas by biomethane in current SMR. Deploying a 10 MW electrolyzer link to e-fuels project in Bilbao.

Con electricidad renovable se alimenta todo el proceso. Mediante electrolisis se separan el oxigeno y el hidrogeno que forman el agua. Se captura CO₂ de la refineria de Petronor. Utilizando solo el hidrogeno y el CO₂ capturado, se producen combustibles sinteticos. Planta de combustibles sinteticos.



先駆的技術開発

CCUS and H₂: Developing CO₂ capture technology more compact through invested by OGCI, Svante

RenewableH₂: Collaborating in different projects related to PEM and SOEC techs

Photoelectrocatalysis: Development of alternative technologies for the production of renewable hydrogen



新規技術探索

Active tracking of status, evolution and potential of technologies for hydrogen production, in order to:

- Improve efficiencies and reduce costs.
- Progress emerging high temperature electrolysis.

Value participation in emerging technologies through Corporate Venturing

6. まとめ

- ・コロナ禍の影響により、石油需給は大きく減退し、全体として'19年のレベルに戻るのには'23年以降、しかも、オイルピークは'28年と間近となっている。
- ・従来の石油需給環境への回復を待たずに、脱炭素社会への適応に向けての取り組みが待ったなしの状況となっている。
- ・欧州の脱炭素への歩みは、コロナ禍でも、各社が中間目標を発表、引き上げを行う等、ますます強化されている。また、具体的な取り組みも進んでいる。
- ・一方、欧州においても、'50年ネットゼロに向かって製油所にかかる負担は大きくなる為、影響を最小限に抑えながら脱炭素戦略を進める難しいかじ取りが求められる。
- ・不明確な競争状態の中、脱炭素社会においてお客様になるべく多くの選択肢をふさわしい価格で提供していく為に、まずは枠組みの構築、そのための国境を越えたパートナーシップが大切になるのではないだろうか。

以上

本調査は経済産業省・資源エネルギー庁の
「令和2年度燃料安定供給政策に関する調査事業
(石油産業に係る環境規制等に関する調査)」
及び
「令和2年度燃料安定供給対策に関する調査事業
(製油所の競争力に係る技術動向に関する調査)」

として JPEC が実施しています。
ここに記して、謝意を表します。