

石油業界の カーボンニュートラル行動計画

2022年度フォローアップ結果(2021年度実績)

2022年12月5日

石油連盟

Fuel+

1. 2030年に向けた取り組み

1-1 石油業界のカーボンニュートラル行動計画 概要(2030年度に向けた取り組み)

～カーボンニュートラル実現に向けたチャレンジと石油の高度・有効利用によるエネルギー安定供給の両立～

基本方針

社会全体のカーボンニュートラルの実現に向け、革新的技術の開発や社会実装などに積極的にチャレンジするとともに、2030年に向け、①わが国の1次エネルギー供給の大宗を占める「石油」の高度かつ有効利用や、②持続可能な再生可能エネルギーの導入等に取り組み、今後も、エネルギー政策の「S+3E」の同時達成に貢献していく。

2030年度に向けた具体的な取り組み

石油製品の製造段階(製油所)

- 既存最先端技術の導入や近隣工場との連携推進等により、世界最高水準のエネルギー効率の維持・向上を目指す
- 2010年度以降の省エネ対策により、2030年度において追加的対策がない場合、すなわちBAUから原油換算100万KL分のエネルギー削減量の達成に取り組む *1～4

【2030年度に向けた省エネ対策の内訳(見通し)】※単位:原油換算

- ① 熱の有効利用(高効率熱交換器の導入等) …50万KL
- ② 高度制御・高効率機器の導入(運転条件の最適化等) …12万KL
- ③ 動力系の効率改善(高効率モーターへの置き換え等) …20万KL
- ④ プロセスの大規模な改良・高度化(ホットチャージ化等) …18万KL

*1 原油換算100万KLは約270万tCO₂に相当
*2 目標達成には政府の支援措置が必要な対策を含む
*3 内需の減少等による製油所数の減少や生産プロセスの大幅な変更など業界の現況が大きく変化した場合、目標の再検討を視野に入れる。2015年以降、約5年毎に目標水準の評価を行う
*4 個々の省エネ対策箇所について、稼働実績を反映したBAU(追加的対策がない場合)からのエネルギー削減量を把握し、これを業界全体で積み上げ、目標達成を判断する

石油製品の輸送・供給段階

- 物流の更なる効率化(油槽所の共同利用、製品の相互融通推進、タンクローリー大型化等)
- 給油所の照明LED化、太陽光発電設置 等

国際貢献

世界最高水準のエネルギー効率を達成したわが国石油業界の知識や経験を、途上国への人的支援や技術交流で活用

石油製品の消費段階

- ① 高効率石油機器の普及拡大
停電時も利用可能な高効率給湯器(自立防災型エコフィール)等
- ② 燃費性能に優れた潤滑油の普及(ガソリン自動車)
- ③ 持続可能性や安定供給をふまえたバイオ燃料の利用
 - 2030年度に向けたバイオ燃料の利用に関しては、持続可能性などを巡る国際的な動向、次世代バイオ燃料の技術開発の動向、及び今後の政府の方針をふまえ、改めて検討する
 - 2022年度に向けては、原油換算50万KL(エネルギー供給構造高度化法の目標量)を達成するよう、政府と協力してETBE方式で取り組みを進めていく

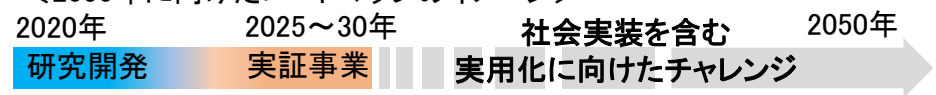
革新的技術開発(2030年～50年に向けて)

(1)カーボンニュートラルに向けた取り組み(2050年)

カーボンニュートラルの実現に向け、これまで培ったアセット・人材・産業界のネットワークを生かして、革新的技術の開発と社会実装に挑戦します。

- ① CO₂フリー水素、② 合成燃料、③ CCU(カーボンリサイクル)、④ 次世代バイオ燃料(SAF※含む)、⑤ 廃プラリサイクル 等

<2050年に向けたロードマップのイメージ>



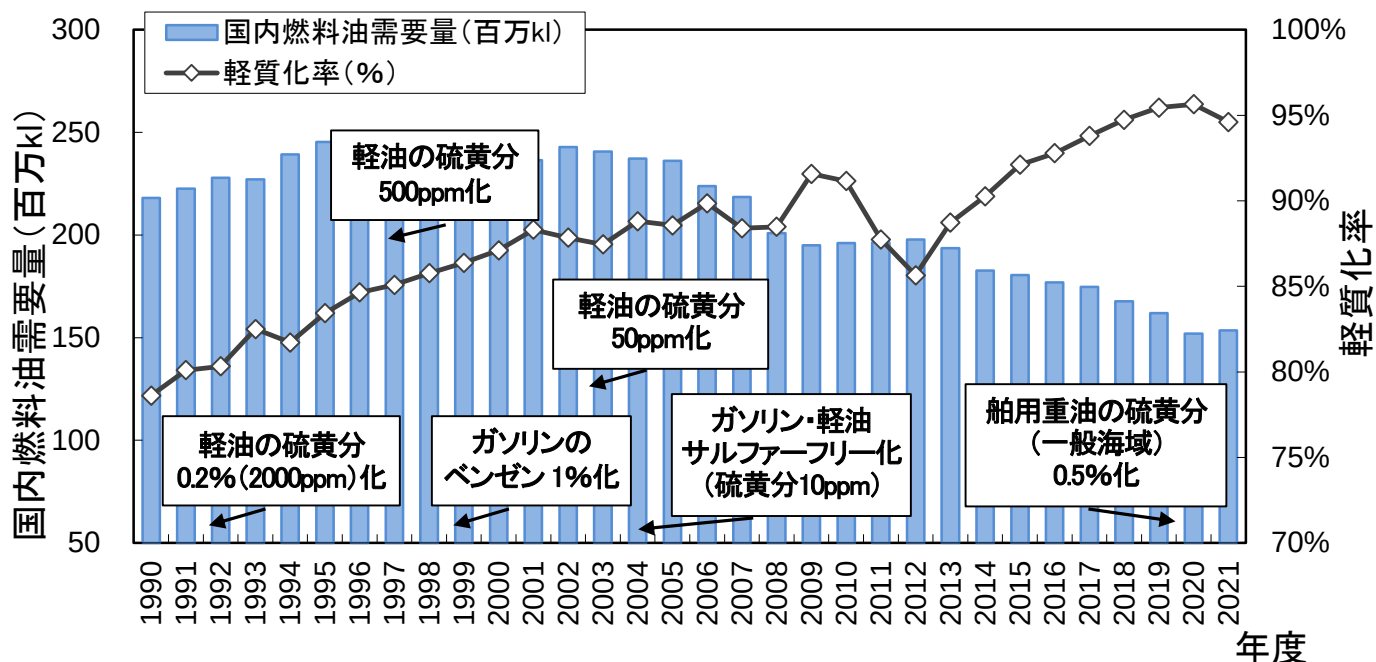
(2)石油の高度・有効利用に向けた取り組み(2030年)

- ① 製油所のグリーン化、
※SAF 持続可能な航空燃料
- ② 炭酸ガス分離・回収・地下貯蔵技術(CCS) 等

(1) 業界情報

主な事業 : 石油精製業（石油製品の製造及び販売）
 会社数・売上高 : 10社（製油所・製造所を保有する会社）、16.8兆円（2021年度）
 カバー率 : 100%（国内製油所に対する本計画のカバー率）

(2) 国内の燃料油需要量・品質規制の動向（→製油所のCO2排出量に大きく影響）



※ 燃料油は、ガソリン・ナフサ・ジェット・灯油・軽油・A重油・C重油の総称。

※ 軽質化率=(ガソリン～A重油需要量) / 燃料油需要量

(出所)資源エネルギー統計

- エネルギー転換部門として、気候・気象条件や景気動向など様々な要因により変化する石油需要に対し、石油製品を安定的に供給する責務があります。
- 国内の燃料油需要量は1999年度をピークに減少傾向にありますが、①需要構造の変化(例: 重油の減少とガソリンの相対的な増加)や、②製品の品質改善(例: 大気環境改善や燃費向上にも寄与する硫黄分の低減)などへの対応が、製油所の生産活動に影響します。

1. 目標

2010年度以降の省エネ対策により、2030年度において追加的対策がない場合、すなわちBAUから原油換算100万KL分のエネルギー削減量(省エネ対策量)を達成する^{※1~4}。

※1 約262万tCO₂に相当

※2 政府の支援措置が必要な対策も含む

※3 想定を上回る需要変動や品質規制強化など業界の現況が大きく変化した場合、目標の再検討を視野に入れる。

2015年度には目標水準の中間評価を行う

※4 個々の省エネ対策箇所について、稼働実績を反映したBAU(追加的対策がない場合)からのエネルギー削減量を把握し、これを業界全体で積み上げ、目標達成を判断する

2. 目標指標

2012年度まで取組みを行ってきた自主行動計画では「製油所エネルギー消費原単位」を目標指標としていましたが、省エネ対策の効果をより精緻に評価するため、省エネ努力を直接評価できる「エネルギー削減量」を新たな目標指標としました。

3. 目標水準

- ① 計画策定段階において各社が予定している省エネ対策をベースに、業界として引き続き省エネ対策に積極的に取り組んでいくという点を考慮し、原油換算100万KLという目標水準を設定しました。
- ② 日本国内の製油所は世界最高水準のエネルギー効率にあることから、省エネ余地が限られた水準において導入される技術は、基本的にBAT(経済的に利用可能な最善の技術)の概念に合致することになり、また目標水準は最大限の取組みが反映されています。

1-4 数値目標の「エネルギー削減量」について

- (1) 製油所の省エネ対策は、「BATの導入」や「近隣工場との連携推進」等により、世界最高水準のエネルギー効率の維持・向上を目指すことを基本概念とし、
- ① 熱の有効利用(高効率熱交換器の設置、廃熱回収最大化等)
 - ② 高度制御・高効率機器の導入(コンピュータ制御、コジェネの導入等)
 - ③ 動力系の効率改善(タービンからモーターへの置換等)
 - ④ プロセスの大規模な改良・高度化(水素利用最適化、インテグレーション等)
- といった省エネ対策を推進しています。
- (2) 目標指標のエネルギー削減量は、省エネ対策を実施した箇所毎に、その効果量を毎年度算定したものです。
- (3) 目標達成に向け、計画開始(2010年度)から導入した省エネ対策は、2021年度時点で約700件に上ります。



高効率熱交換器への入れ替え

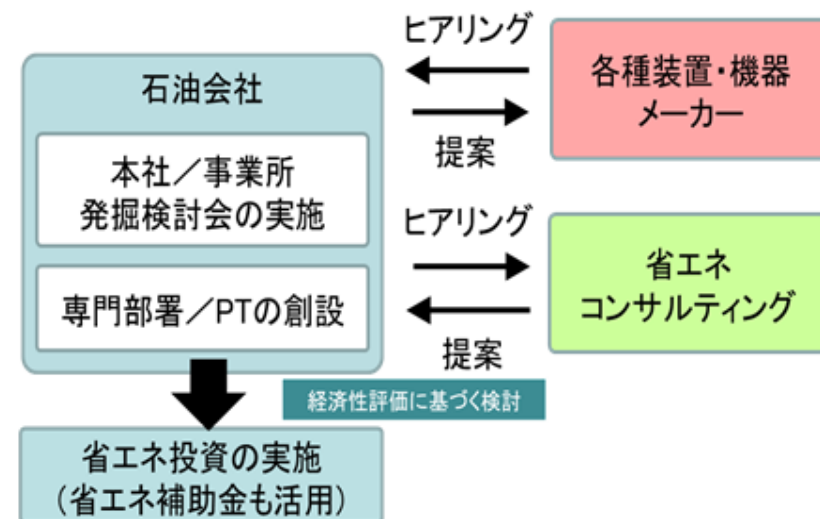
		加熱炉のエネルギー消費量		エネルギー削減量
追加対策前 (BAU)	従来型熱交換器 (シェル&チューブ型)	原油換算 50,000 KL	➡ 従来型－高効率型	原油換算 10,000 KL
追加対策後	高効率型熱交換器 (プレート式)	原油換算 40,000 KL		

- (1) 省エネ対策箇所ごとに、毎年度、エネルギー削減量(実績値)を算出。
- (2) 当該削減量を業界全体で積算し、目標原油換算100万KLの達成を目指す。
(対策した設備の稼働低下や廃棄等があれば、エネルギー削減量は減少する)

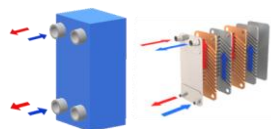
図2 エネルギー削減量の計算方法(例)

【省エネ対策の探索】

- ① 石油各社は、製油所の更なる省エネ対策を発掘するため、本社／事業所ごとの定期的な省エネ検討会の実施、専門部署やプロジェクトチームの創設など、全社的な体制で取り組みを進めています。
- ② また常時、各種装置・機器メーカーや省エネコンサルティングなど、外部の最新知見も活用しながら、省エネ案件の発掘に取り組んでいます。



①熱の有効利用



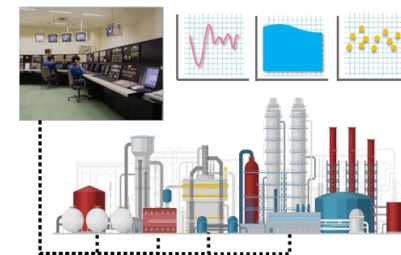
●プレート型熱交換器の導入
従来のシェル＆チューブ型より熱回収率が向上し、圧力損失も低減する(ポンプのエネルギー消費も減少)



●廃熱回収ボイラーの設置
精製プロセスに廃熱回収ボイラーを設置し、スチーム(熱エネルギー)を回収。

②高度制御・高効率機器の導入

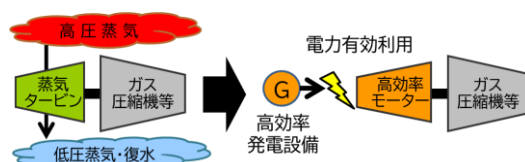
●コンピュータによる高度制御推進
原料油性状のリアルタイム把握、多変数モデル予測制御等により運転条件を最適化。



③動力系の効率改善

●蒸気タービンからモーターへの置換

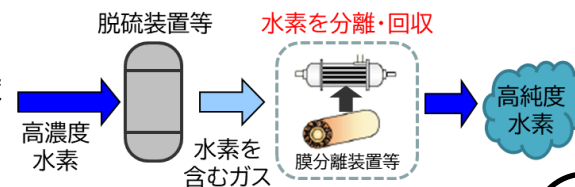
- ・圧縮機(ポンプ)の動力源を蒸気タービンから高効率モーターに置き換え。
- ・既存モーターへの高性能インバータ設置
- ・圧縮機への無段階アンローダ※導入
※圧縮機の容量を負荷に応じて変化させる技術



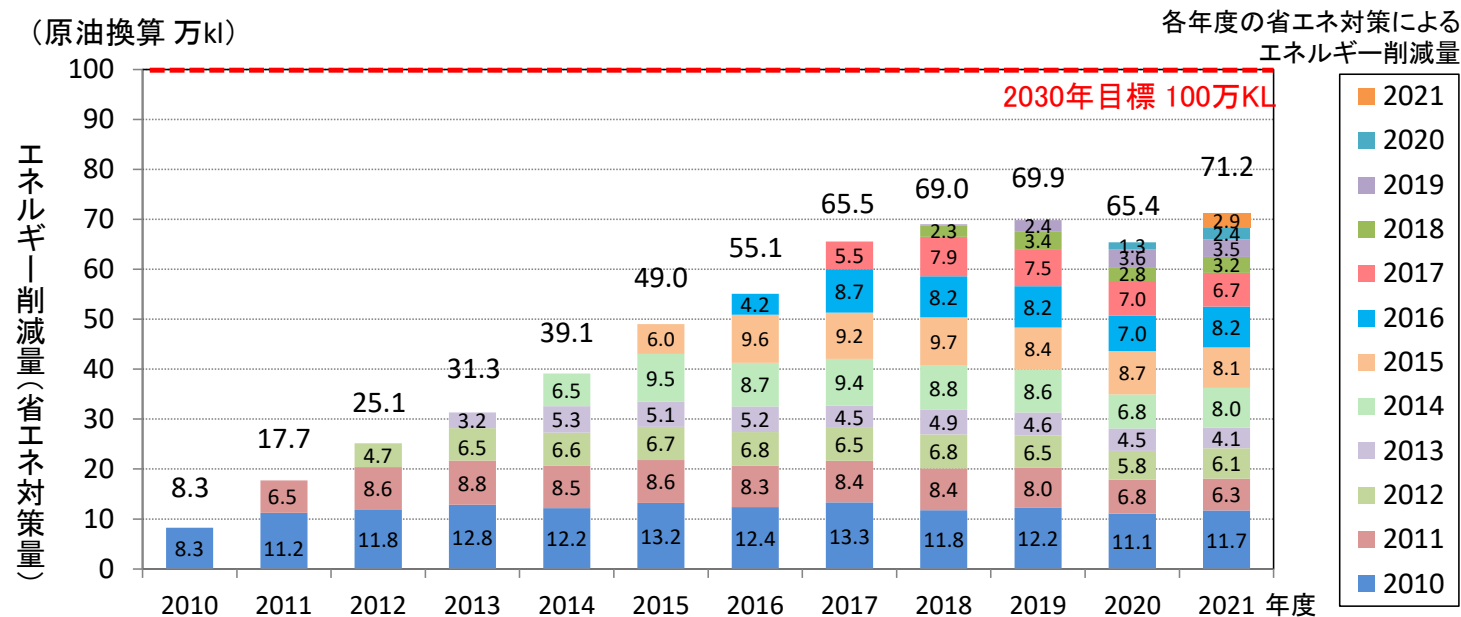
④高度制御・高効率機器の導入

●水素利用の高度化

低濃度の水素を含むガスから、膜分離技術等を利用して高純度水素を回収し再利用することで、新規の水素製造量を抑制する。



1-6 2021年度のエネルギー削減量の実績について



【2021年度実績】

- (1) 2021年度は、新型コロナウイルスの感染対策と経済活動の両立が進展し、2020年度に比べ国内の燃料油需要が増加(回復)、製油所の稼働率が上昇したことから、過年度(2010年度～2020年度)に導入した省エネ対策設備によるエネルギー削減量が回復(増加)しました。
- (2) これに、2021年度に新規導入した省エネ対策の効果が加わることで、2020年度に比べ、エネルギー削減量は5.8万KL(原油換算)増加しました。

【目標のあり方の検討】

- (1) 2030年目標は未達の状況にある中で、足下では、構造的な国内燃料油需要の減少見込みと、2020～2021年度のコロナ影響による需要減が重なり、2022年度以降、こうした影響が国内外の燃料油需要にどのような影響を及ぼすかを見通すことが困難な状況であることから、今年度は目標を見直すべきとの結論に至りませんでした。
- (2) 現在の削減目標は、策定時(2010年度)の需要動向や品質規制を前提としていますが、来年度については、構造的な燃料油需要の減少に加えて、2050年カーボンニュートラルに向けたScope3対策の進展状況等も考慮した上で、目標のあり方を含めた見直し検討を実施します。

1-7 2021年度のCO₂排出量の増減要因

(1) 基準年度(2009年度)からの増減要因

石油需要の減少に伴う生産活動量(換算通油量)の減少や、省エネ対策の効果により、709万t-CO₂減少しています。

(2) 2013年度からの増減要因

石油需要の減少に伴う生産活動量(換算通油量)の減少や、省エネ対策の効果により、797万t-CO₂([2013年度比19.7%](#))減少しています。

(3) 2020年度からの増減要因

コロナ禍影響の反動によって燃料油全体の需要が増加し、生産活動量が上昇したことによって、2020年度から約149万t-CO₂増加しました。

		基準年度 (2009年度)→ 2021年度変化分		2013年度→ 2021年度変化分		2020年度→ 2021年度変化分	
		万t-CO ₂	%	万t-CO ₂	%	万t-CO ₂	%
事業者 省エネ 努力分	エネルギー原単位の変化による寄与 ・生産時のエネルギー効率の変化 ・省エネ対策の効果	112	2.8%	108	2.7%	▲86	▲2.8%
	省エネ対策の効果(内数)	▲187	▲4.7%	▲123	▲3.1%	▲8	▲0.2%
燃料転換の変化		18	0.5%	46	1.1%	23	0.7%
購入電力の変化		26	0.7%	▲41	▲1.0%	▲14	▲0.4%
生産活動量の変化		▲865	▲21.9%	▲909	▲22.5%	226	7.3%
CO ₂ 排出量		▲709	▲18.0%	▲797	▲19.7%	149	4.8%

(注1) 上表はFU調査票で指定されている要因分析表に「2013年度→2021年度変化分」と「省エネ対策の効果(内数)」を追加したものです。

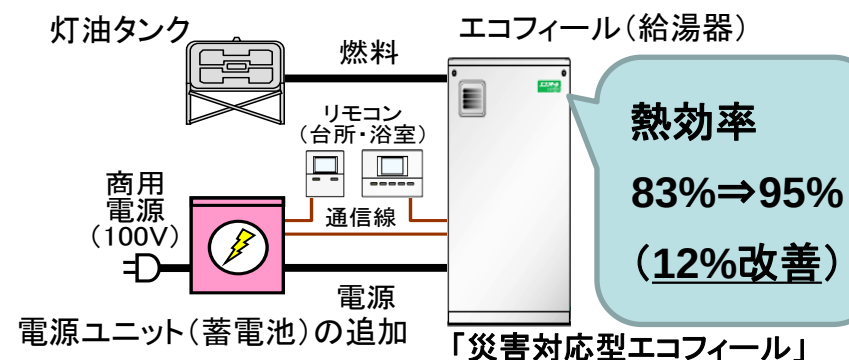
「事業者省エネ努力分」は、エネルギー原単位の変化による寄与を示し、生産時のエネルギー効率の変化や省エネ対策の効果が含まれます。

(注2) 四捨五入の関係で数値が一致しない場合があります。

(1) 高効率石油利用機器の普及促進

潜熱回収型の石油給湯器に蓄電池を組み合わせた「災害対応型エコフィール」は、

- ① 排熱回収による高効率化(環境対応)と、
- ② 分散型・自立型エネルギーである石油の特性を活かした停電時の給湯(緊急時対応)を両立する優れた機器です。



(2) バイオ燃料の導入

- ① エネルギー供給構造高度化法におけるバイオエタノールまたはバイオETBE ※¹の導入目標量、原油換算50万KL※²の達成に向け、政府と協力しつつ、LCAでのGHG削減効果や食料との競合問題等の持続可能性基準への適合、あるいは供給安定性等を確保しながらバイオ燃料の利用を進めています。
- ② 石油業界では、バイオETBEをガソリンに配合する方式でバイオ燃料を導入しています。
(2021年度は全国平均でガソリンに対し4.4%※³のバイオETBEを配合)

※¹ バイオエタノールと化石燃料由来のイソブテン(LPGの一種)を化学的に反応させたもの

※² 2018年度から2022年度の各年について、石油各社全体で達成すべき数量

※³ 原油換算50万KLのETBE換算量194万kl ÷ 2021年度ガソリン販売量 4,451万kl = 約4.4%

※⁴ 販売段階で、バイオETBE 1%以上の配合を品質保証できるものを「バイオガソリン」として表示することができます。



(3) 省燃費型エンジンオイルの開発・市場での普及促進

省燃費型エンジンオイル規格(ILSAC GF-5/GF-6A/B、JASO GLV1/DH-2F)適合製品の供給販売

□ (一財)JCCP国際石油・ガス協力機関等の関係機関を通じた取組み

(※ 取組み詳細は報告書参照)

① 専門家派遣事業

産油国からの要望に基づき、製油所の運転、経営管理、人材育成、教育訓練等に関する指導を行うため日本から専門家を派遣しています。

→2021年度はコロナ禍により実施不可

③ 基盤盤整備・共同研究事業

産油国石油産業の技術的な課題解決への寄与を目的として、我が国の技術やノウハウの移転、およびその応用や共同開発を通して、安全操業、近代化、合理化、経済性向上、環境保全等に貢献しています。

→2021年度:10件



製油所等の視察訪問風景



専門家派遣による現場指導風景



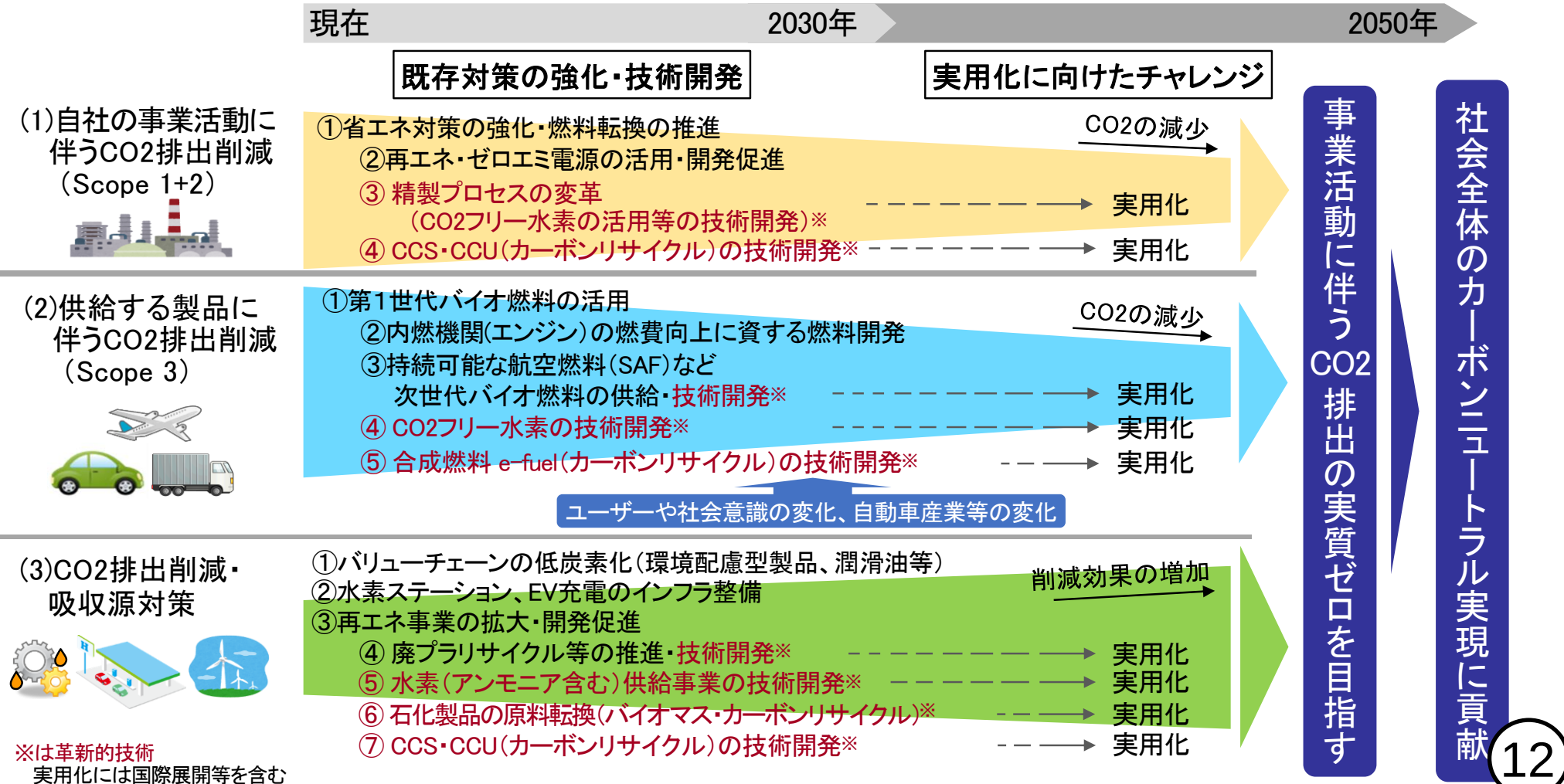
国際シンポジウム

2. 2050年に向けた取り組み

2-1 石油業界のカーボンニュートラルに向けたビジョン(目指す姿) 2050年に向けた取り組み

2022年7月更新

石油業界は、サプライチェーンや製品の脱炭素化の取り組みの加速化や、既存インフラが活用できる革新的な脱炭素技術(①CO₂フリー水素、②合成燃料、③CCS・CCU(カーボンリサイクル)など)の研究開発と社会実装に積極的にチャレンジすることで、事業活動に伴うCO₂排出の実質ゼロ(カーボンニュートラル)を目指すとともに、供給する製品の低炭素化等を通じて、社会全体のカーボンニュートラルの実現に貢献します。



2-2 石油業界のカーボンニュートラルに向けたビジョン(目指す姿) 革新的技術開発のアクションプラン

2022年7月更新

Fuel+

石油業界は、カーボンニュートラルの実現に向け、これまで培ったアセット・人材・産業界のネットワークを生かして、CO2フリー水素、合成燃料、CCU(カーボンリサイクル)などの「革新的技術開発」に挑戦します。

対策 No.	技術開発分野	年度												これまでの主な進捗 (石油各社・業界の取組)	
		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2050		
(2)②	内燃機関(エンジン)の燃費 向上に資する燃料開発	研究開発		実証事業											石連一自工会の業界共同研究(AOI プロジェクト)を推進中
(2)③	持続可能な航空燃料(SAF) など次世代バイオ燃料の 供給・技術開発														1つのPJ(プロジェクト)がGI基金 事業に選定 SAFを中心とした取組みの本格化
(1)③ (2)④ (3)⑤	CO2フリー水素の技術開発 (アンモニア含む)											社会実装を含む 実用化に向けた チャレンジ		5つのPJがGI基金事業に選定 (水素サプライチェーン構築、燃料 アンモニア製造技術開発など)	
(2)⑤	合成燃料e-fuel(カーボンリサ イクル)の技術開発													1つのPJがGI基金事業に選定	
(3)④	廃プラリサイクル等の推進・ 技術開発													1つのPJがGI基金事業に選定 未利用廃プラからの化学品製造プロ セス等に着手	
(3)⑥	石化製品の原料転換(バイオ マス・カーボンリサイクル)													未利用バイオマスの石化原料化など	
(1)④ (3)⑦	CCS・CCU(カーボンリサイク ル)の技術開発 ※CCU(炭酸塩プロセス)等													産廃中のカルシウム等を用いた加速 炭酸塩化プロセスの研究開発中	

※GI基金: グリーン・イノベーション基金

(注) 1. 対策No.は、ビジョンの3つの分野(1)~(3)で取り上げている技術に割り振られた番号に相当します。

2. 研究開発・実証事業の期間は、複数のPJが存在する場合、代表的な事例(例: 最も早期に実証事業が終了すると見込まれるもの)を提示しています。

➡ こうした取組みは、事業化までに多額の費用を要する案件も含まれるため、政府に強力な支援措置をお願いして参ります。

13

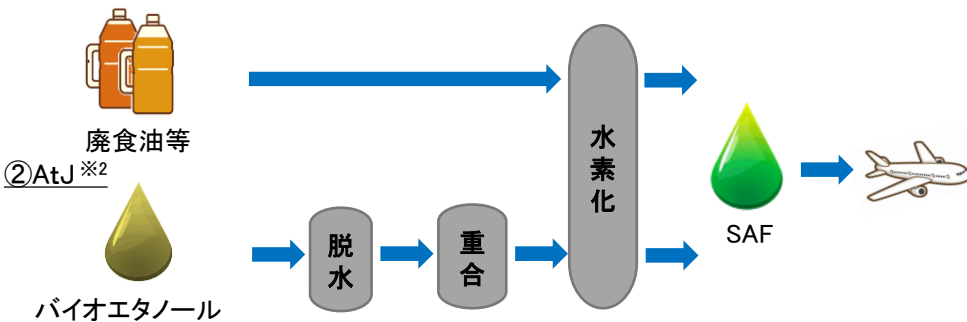
【参考1】カーボンニュートラルに向けた技術開発

➤ カーボンニュートラルに貢献する多様なエネルギー、原料の技術開発事業に着手しています。

①持続可能な航空燃料(SAF)など次世代バイオ燃料の供給・技術開発

➤ CORSIA規制や2030年目標(SAF混合率10%)達成に向けて、将来的に海外に依存することなく、国内で安定的に生産できる体制の構築に向けた取組みを開始。(下記は今後計画されている2つの原料・製造方法。)

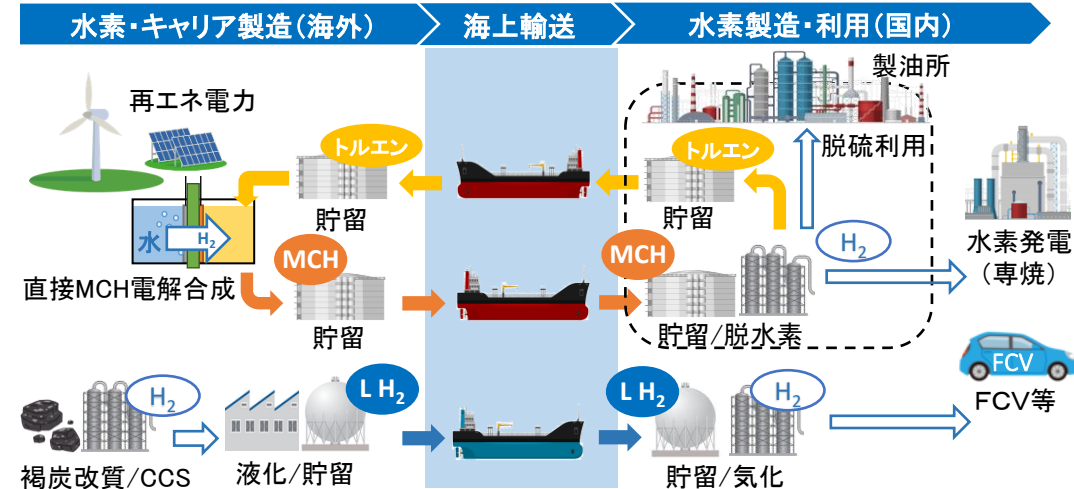
①HEFA※1



Hydroprocessed Esters and Fatty Acids: 水素化処理されたエステル又は脂肪酸
 Alcohol To Jet: アルコール(エタノール)を原料に触媒反応を通じてSAFを製造する技術

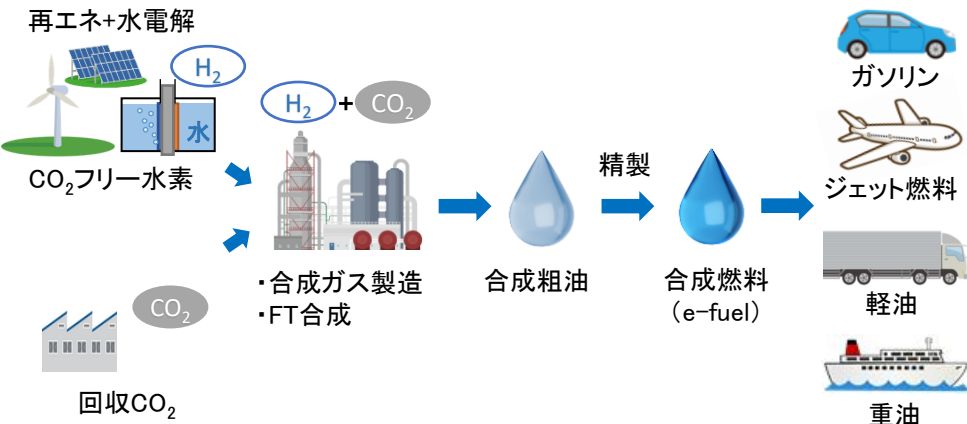
②CO₂フリー水素の技術開発

➤ メチルシクロヘキサン(MCH)及び液化水素の国際的な大規模水素サプライチェーンモデルを確立。
 ➤ 海外製造～海上輸送～国内製造・利用までの一連のプロセスを整備。



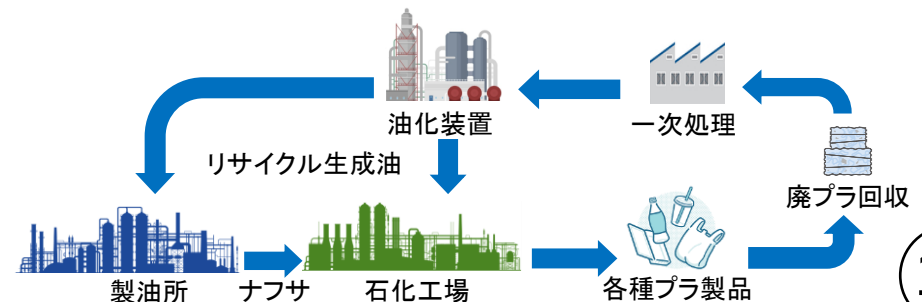
③合成燃料e-fuel(カーボンリサイクル)の技術開発

➤ 原料にCO₂フリー水素と回収したCO₂を使用したCN燃料。
 ➤ 既存の石油サプライチェーンや自動車等の利用機器が継続利用可能。

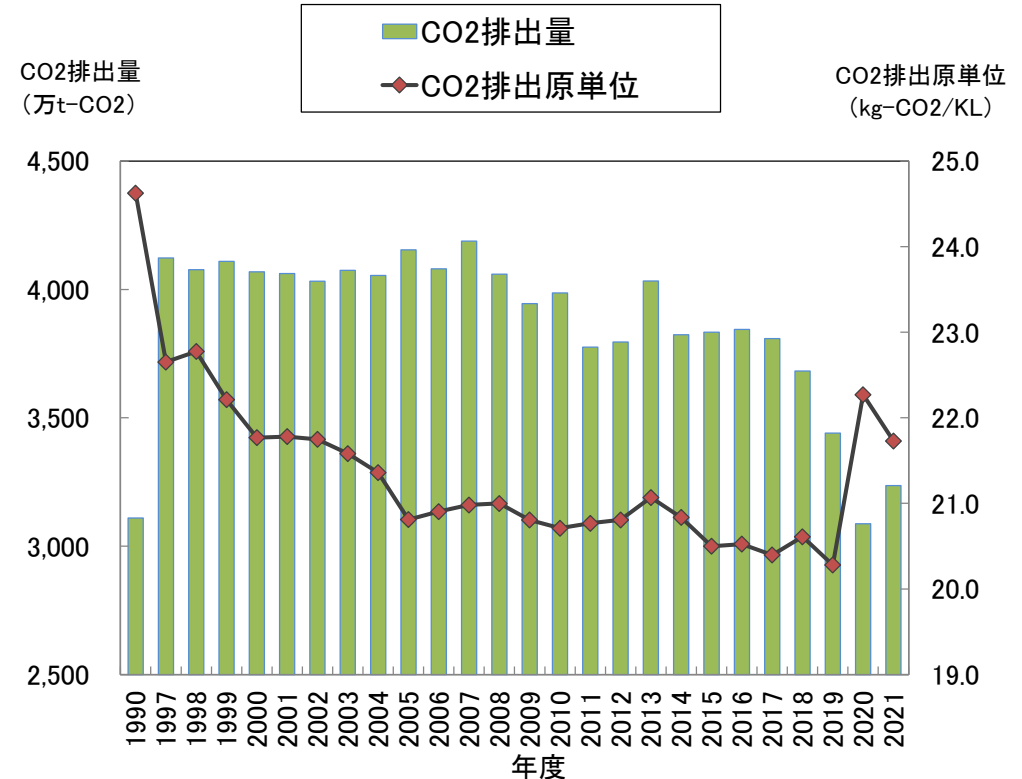
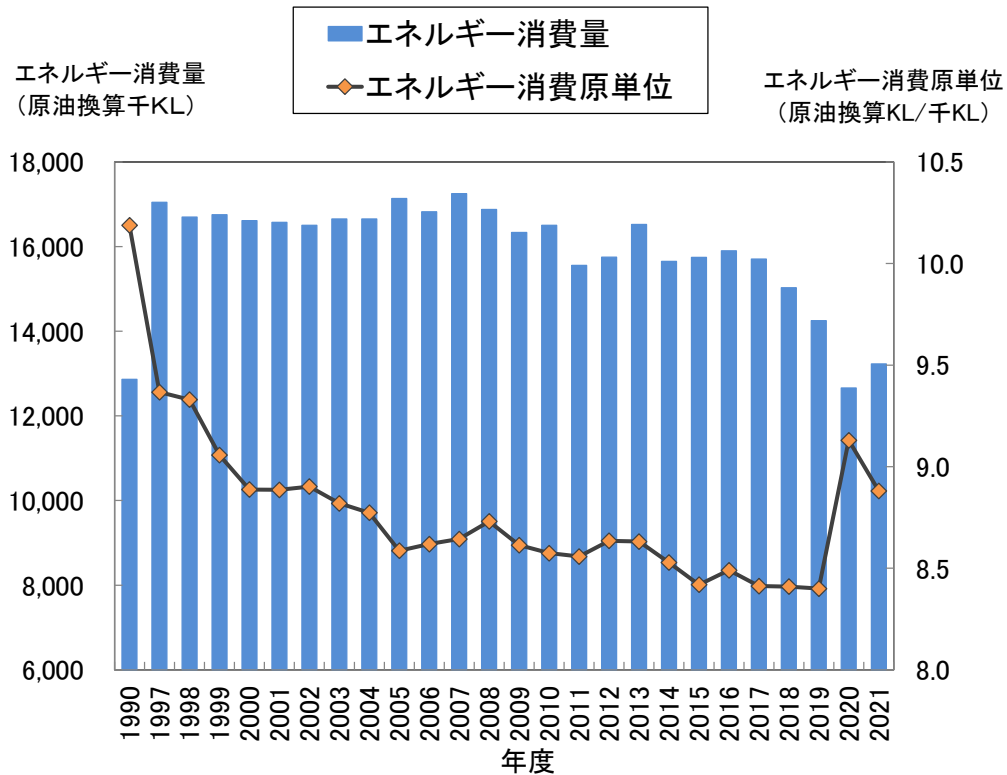


④廃プラリサイクル等の推進・技術開発

➤ プラスチック製造のサプライチェーン関わる石油会社、石化会社が連携して、廃プラスチック油化装置を設置。
 ➤ 外部調達した廃プラスチックを油化処理し、製造された油(リサイクル生成油)を製油所、石化工場の原料として活用。(ケミカルリサイクル)



【参考2】エネルギー消費・CO2排出の推移



【エネルギー消費量】

2020年度 12,658 原油換算千KL

2021年度 13,229 原油換算千KL (+571千KL)

【エネルギー消費原単位】

2020年度 9.13 原油換算KL/千kl

2021年度 8.88 原油換算KL/千kl (0.25ポイント改善)

【CO₂排出量】

2020年度 3,087 万t-CO2

2021年度 3,236 万t-CO2 (+149万t-CO2)

【CO₂排出原単位】

2020年度 22.27 kg-CO2/KL

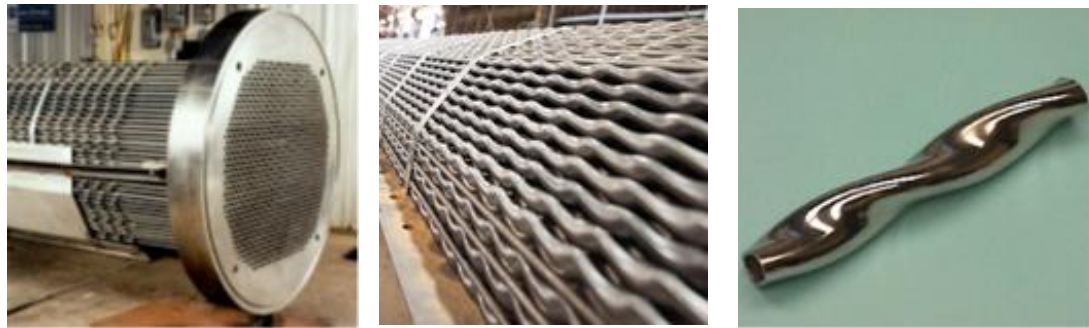
2021年度 21.73 kg-CO2/KL (0.54ポイント改善)

※2021年の()は、2020年度実績との比較

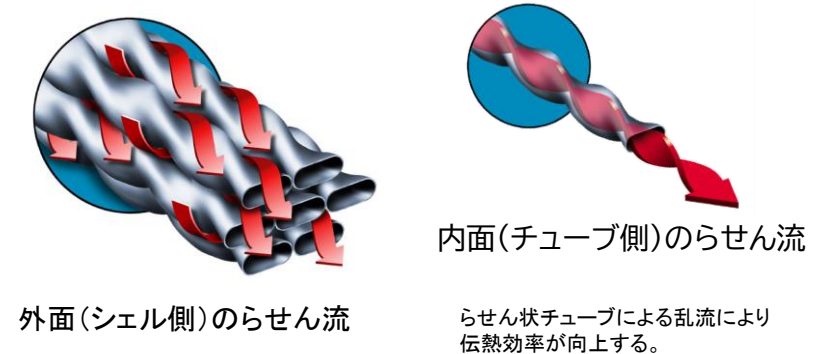
【参考3】BATの具体的な導入事例①

□ ツイストチューブ式熱交換器※の導入（※コーク・ヒートトランスファー社『TWISTED TUBE™ 熱交換器』）

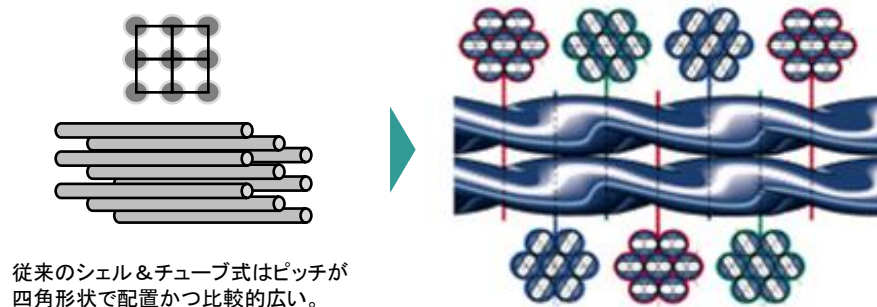
- プレート型熱交換器に加えて近年導入実績が増えてきた製品。チューブ断面が楕円状であるため、チューブ間のピッチを狭くする（三角形状で密に配置する）ことが可能。これにより、従来のシェル&チューブ式熱交換器と比べて設置可能なチューブ本数が45%増となり、伝熱面積も45%増となる。 ※シェル&チューブ式熱交換器はチューブ断面が円であるため、チューブ間のピッチはツイストチューブ式に比べて広い。（四角形状で配置）
- また、チューブがらせん状であるため、シェルにバッフル（仕切り板）を設置せずとも、チューブごとに、チューブの内外面で旋回流を発生させる（向流状態にする）ことが可能であるため、伝熱効率が向上する。
- 更に、バッフルフリー構造であるため、シェル側流速が安定。すなわち圧力損失を減少させることが可能。



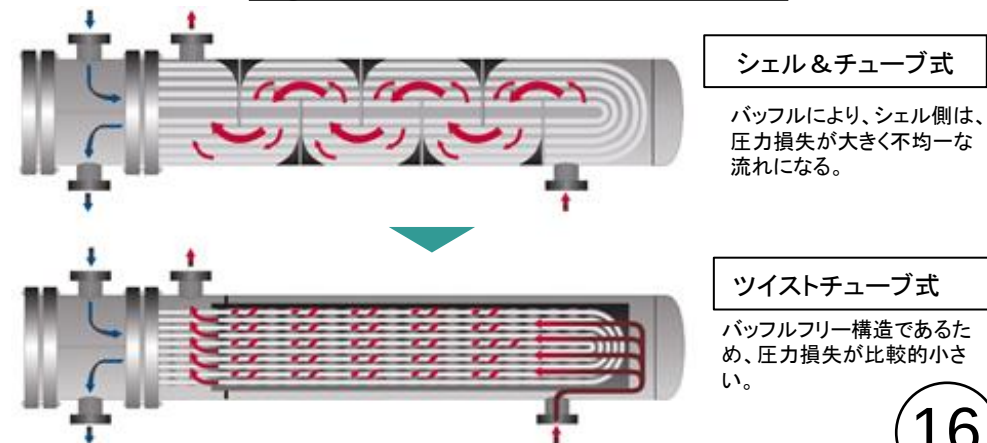
写真『TWISTED TUBE™ 熱交換器』 コーク・ヒートトランスファー社提供



図①-2 ツイストチューブ内外面のらせん流



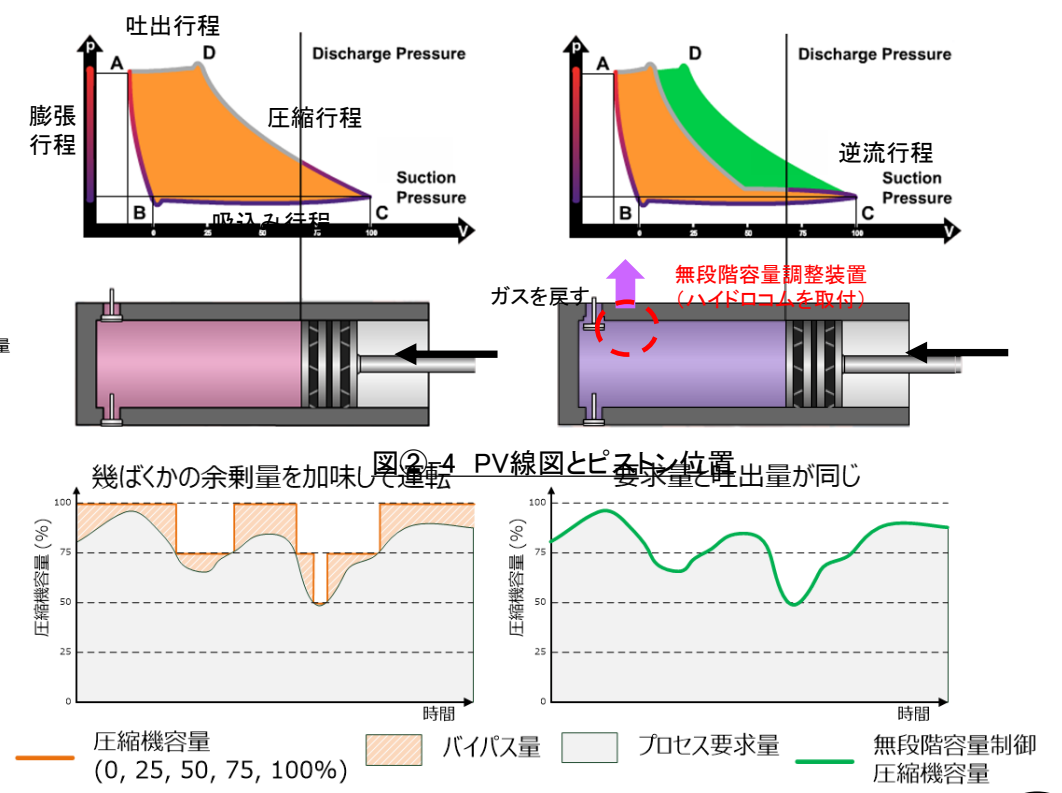
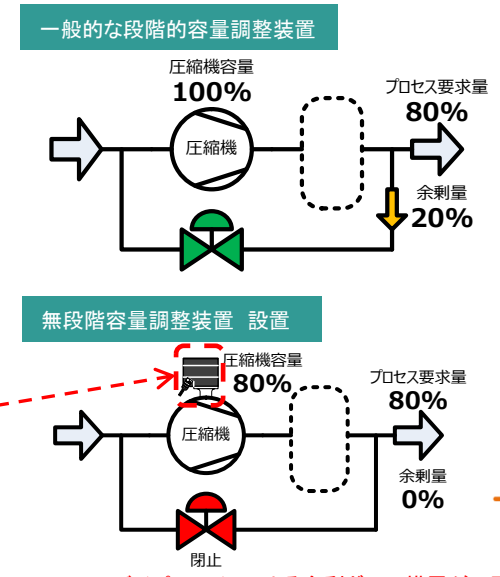
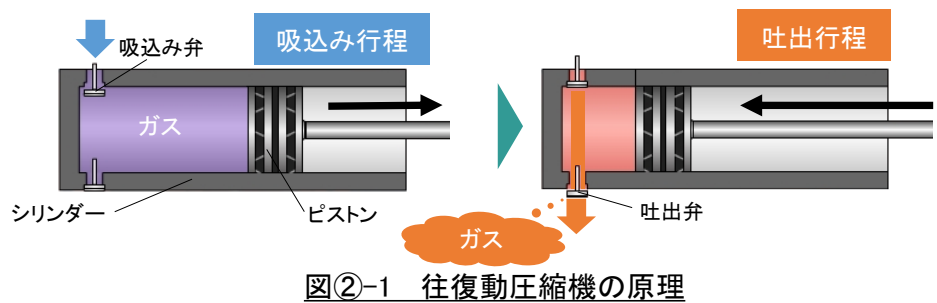
図①-1 ツイストチューブ式とシェル&チューブ式のチューブ断面



図①-3 ツイストチューブ式とシェル&チューブ式の構造

【参考4】BATの具体的な導入事例②

- ❑ 往復動圧縮機への無段階容量調整装置※の導入（※ホルビガー社『HydroCOM』（ハイドロコム））
- ピストンの往復運動によるシリンダー内の容積変化によってガスを圧縮する往復動圧縮機は、一般に段階的にしか吐出量の調整を行うことができない。このため、プロセス要求量が刻々と変化する場合においては予め幾ばくかの余剰量も加味して圧縮し、バイパスラインを介して余剰ガスを元のラインに戻す等の措置が必要。
- アクチュエータとアンローダ式吸込み弁で構成される無段階容量調整装置は、一度吸込んだシリンダー内のガスを、ピストンが押し始めても任意のピストン位置に到達するまでアンローダを介して吸込み側に戻す（シリンダー内の容積変化の範囲で無段階に吐出量を調整する）ことが可能。これにより、過剰圧縮とバイパスラインによる余剰ガスの措置が不要となり、その分のエネルギー消費を削減可能。
- ハイドロコムを導入した製油所の省エネ効果量の一例：原油換算約860kL/年（※対策箇所の状況や規模に応じて省エネ効果量は変化する。）



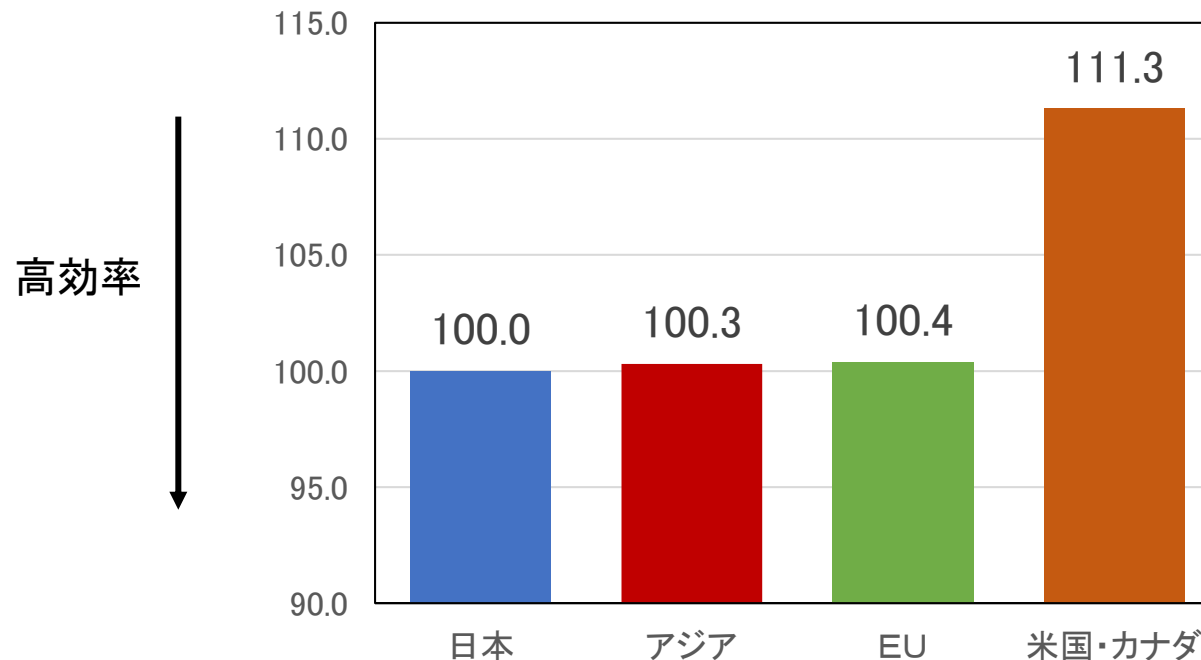
図②-5 プロセス要求量の変化による圧縮機の吐出容量
(左:一般的な段階的容量調整装置、右:無段階容量調整装置有)

米国ソロモン・アソシエイツ社※¹のエネルギー効率指標EII (Energy Intensity Index)※²において、日本の製油所のエネルギー効率は世界最高水準を達成しています(2016年実績)。

※¹ 製油所の効率性・信頼性・収益性等のコンサルティングを行う民間の調査会社。世界の約8割の製油所が同社の調査に参加している。

※² ソロモン社が開発した、製油所のエネルギー効率を評価する指標。わが国が省エネ法で採用している「製油所エネルギー消費原単位」と類似した性質を持つ。

製油所のエネルギー効率の国際比較(2016年)
※日本=100とした場合



※アジアは韓国、シンガポール、中国、インド、インドネシア、タイ等。