

2024年3月29日

令和5年度 燃料安定供給対策調査等事業 (モビリティ分野を中心とした国内液体燃料の需要見通し調査)

報告書



一般財団法人
日本エネルギー経済研究所

目次

事業目的

1. 今後の液体燃料の需要見通し

1.1 運輸モデルの概要	4
1.2 マクロ経済モデルの計算	7

2. 液体燃料における次世代燃料の供給可能性と導入拡大に当たっての課題

2.1 国内産バイオ燃料、合成燃料の供給計画	10
2.2 元売り各社の取組	12
2.3 導入拡大に当たっての課題	13

3. 合成燃料の海外生産ポテンシャルとコスト

3.1 世界のe-fuel供給可能量	16
3.2 e-fuelの経済性	17
3.3 日本がe-fuelを輸入するメリットと課題	18

参考資料	20
------------	----

事業目的

現在、世界的にカーボンニュートラルに向けた取組が促進されている。自動車や船舶、航空機といったモビリティ分野においてもカーボンニュートラルに資する取組が促進されているが、燃料そのものも脱炭素化を目指す必要が増しており、バイオ燃料や合成燃料(e-fuel)といった次世代燃料の早期の導入促進が期待されている。

他方、次世代燃料は環境価値が高い反面、価格では化石燃料よりも高価となり、導入初期の供給量及び消費量は限定的であることから、需要側・供給側の双方から見ても、社会実装の予見可能性が低いという課題も存在する。

このため、まずは国内の液体燃料の需要見通しを算出した上で、各業種が描くカーボンニュートラル実現への達成シナリオに基づいて全体の需要のうち、次世代燃料の必要量を目途とすることで、その需要量を明らかにしていくことが重要。

具体的には、実際にどの程度の次世代燃料供給が可能かといった供給量予測を上記の需要量予測需要量と重ね合わせることで、需要量に対する供給量の過不足の推測が可能となり、誘導策等検討の一助となる。

本事業では、今後の国内液体燃料全体需要を目算しつつ、現状の次世代燃料の国内供給予測及び海外での合成燃料供給ポテンシャルを踏まえ需給バランスの感度を養い、今後の合成燃料(e-fuel)の導入促進に向けた官民協議会における次世代燃料の導入量目標の検討や政策企画立案に役立てることを目的とする。

1. 今後の液体燃料の需要見通し

1.1 運輸モデルの概要

1.1.1 エネルギー需要の推計方法(運輸部門)

◆ エネルギー需要の特徴を考慮して、部門別2区分(旅客、貨物)、輸送機関別4区分(自動車、鉄道、船舶、航空)に最新情報の収集、整理、評価及び見通し作業を行う。旅客自動車は4区分(自家用乗用車、営業用乗用車、自家用貨物車、バス)、貨物自動車は4区分(普通トラック、軽トラック、小型トラック、特種トラック)に分かれる。

◆ エネルギー需給モデルにおける運輸部門の骨格は以下の通り。

$$\text{自動車} = \text{保有台数} \times \text{走行距離} \times \text{保有燃費} - \text{各種省エネ対策}$$
$$\text{自動車以外} = \text{輸送量} \times \text{エネルギー消費原単位} - \text{各種省エネ対策}$$

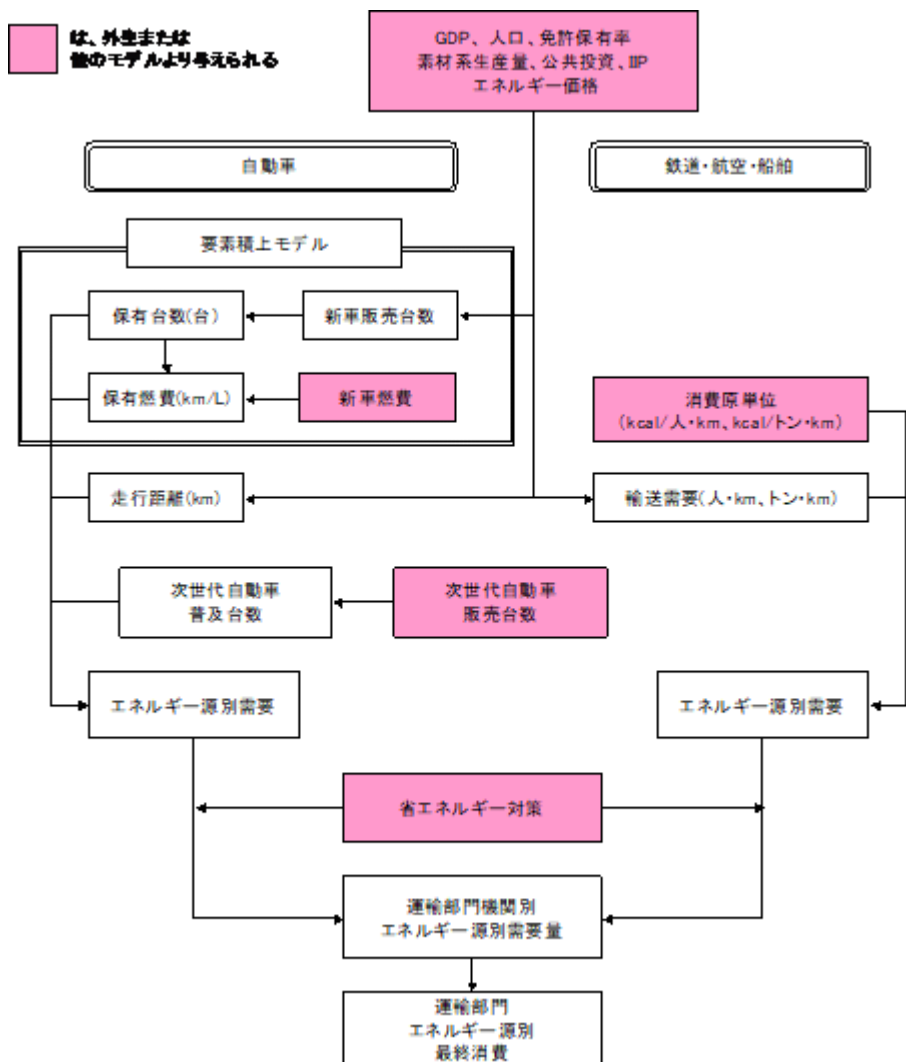
◆ 燃費に関する「要素積み上げモデル」では、自動車燃費のトップランナー効果や次世代自動車の普及効果を適切に反映できる構造となっている。

◆ トップランナー以外の対策(交通流対策など)についても、その効果が適切に織り込めるモデル構造としている。

注:軽貨物車は総排気量が660cc以下、小型トラックは総排気量が660cc超で2,000cc以下。

1.1 運輸モデルの概要

1.1.2 運輸部門のモデル概要図



✓自動車の保有台数は、経済動向、人口等によって推計する。また、車種構成は所得や貨物需要構成および燃料価格等によって推計

✓保有燃費は、新車燃費と新車販売の想定のもと、代替を考慮して決定

✓旅客の走行距離は、所得、貨物需要および燃料価格等によって推計。貨物の走行距離は輸送量(人km、t-km)を平均乗車人数や貨物積載量で除して算出

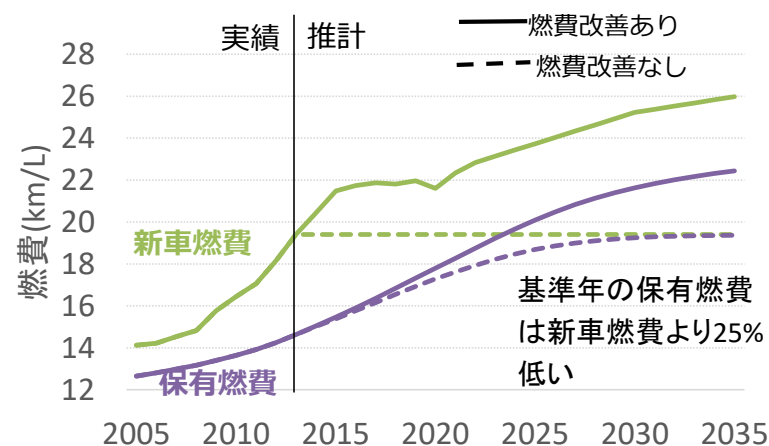
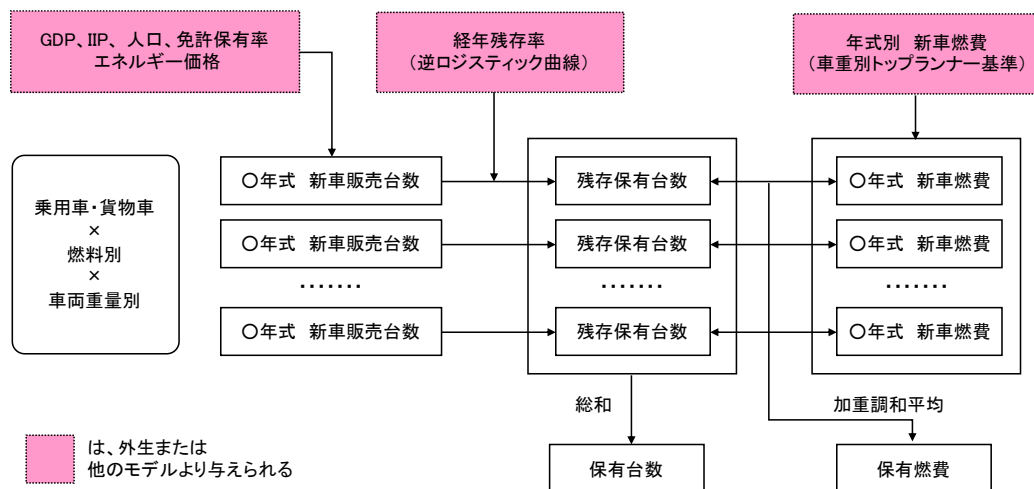
✓鉄道、航空、船舶の輸送需要は、GDP、IIP、燃料価格等より回帰推計

✓輸送量についても外生値とすることもあ

1.1 運輸モデルの概要

1.1.3 エネルギー需要の推計方法(自動車部門)

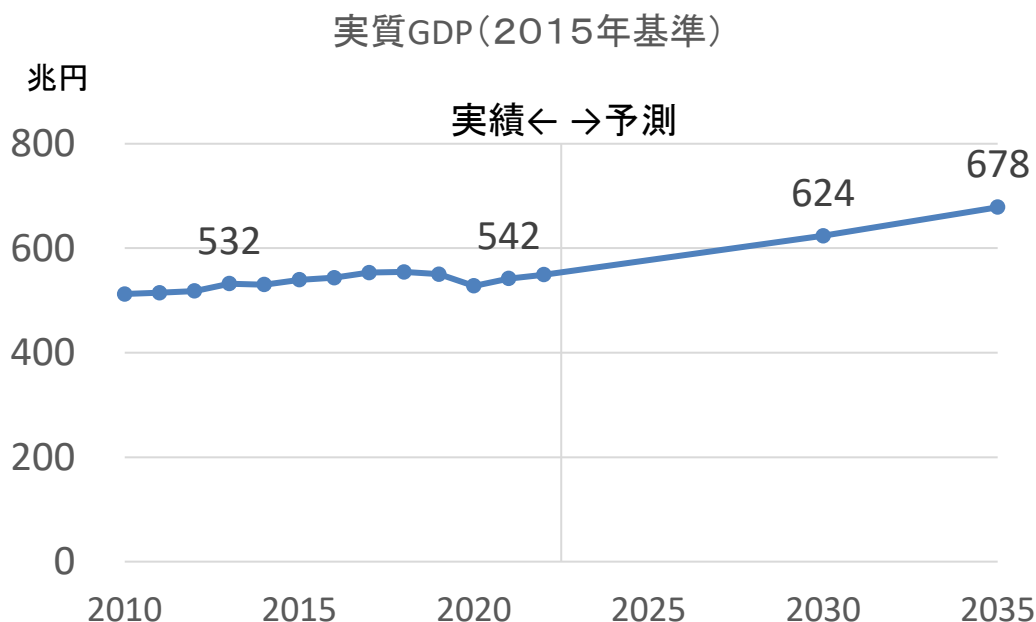
- ◆ 自動車部門のエネルギー消費量は、車種別の新車燃費をケースごとに变化させ、要素積上モデルを解くことによって得られる保有理論燃費の差から、省エネルギー量を計算
- ・ エネルギー消費効率: フロー効率(新車の効率)を整備
- ・ 省エネルギー対策前は自動車将来販売される際に現状と同じ効率の機器が導入される(フロー効率一定)。省エネルギー対策後では将来の自動車の燃費を設定し、それぞれのストック効率(ある年の製品全体の効率)を推計



1.2 マクロ経済モデルの計算

1.2.1 実質GDP

- 試算の実質GDP想定は政府の成長戦略との整合を考慮して、2023年7月に経済財政諮問会議に提出された内閣府「中長期の経済財政に関する試算」の成長実現ケースに基づいて想定した。
- 資源エネルギー庁「2030年度におけるエネルギー需給の見通し」では前提条件として用いる将来のGDPは、内閣府「中長期の経済財政に関する試算」(2021年7月)の成長実現ケースをベースに想定している。

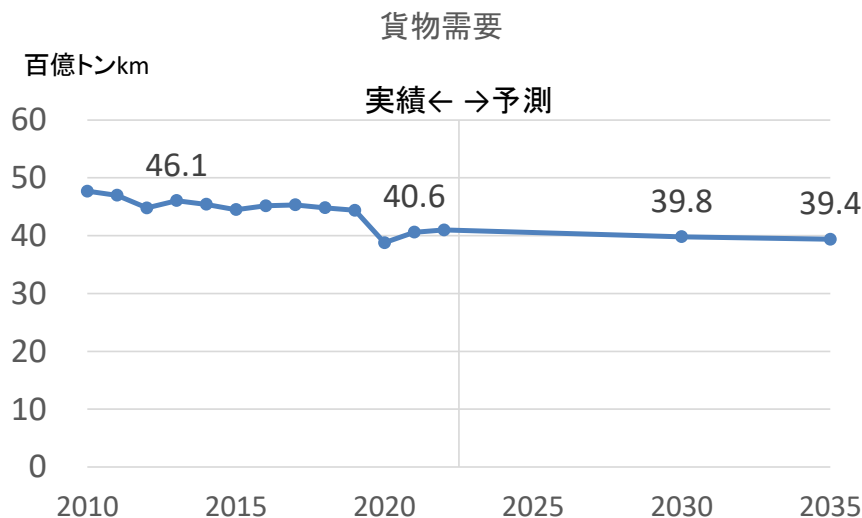
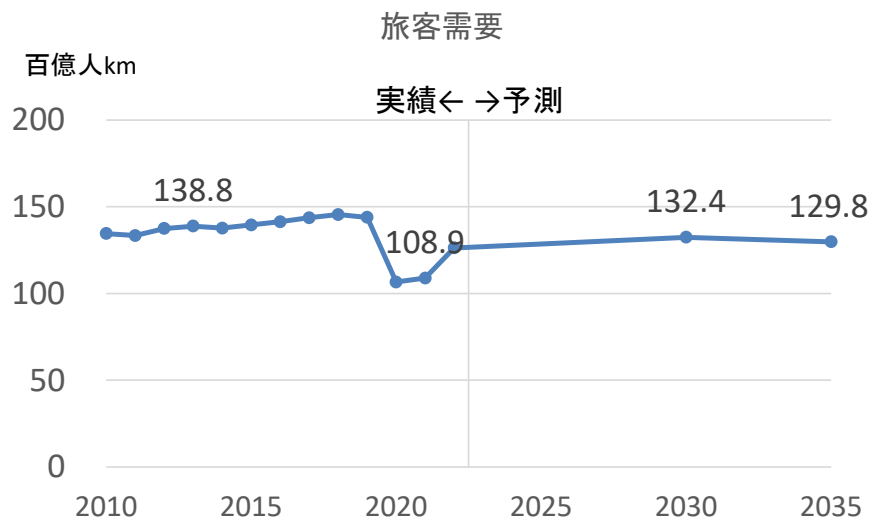


出所: 実績値は、内閣府「国民経済計算」。予測値は、内閣府『中長期の経済財政に関する試算』(2023年7月)を基に日本エネルギー経済研究所想定

1.2 マクロ経済モデルの計算

1.2.2 輸送需要

- 2035年度の旅客需要は、新型コロナウイルス禍からの回復で2021年度よりは増えるものの、人口減少やオンライン化が進むことにより2030年度よりは減少
- 2035年度の貨物需要は経済回復により全体として生産の拡大はあるものの、輸送効率化や、内航船舶で最大の輸送品目である石油の需要減などが輸送需要増加分を相殺し、減少傾向



出所: 実績値は、国土交通省「自動車輸送統計年報」「鉄道輸送統計年報」「内航船舶輸送統計」「海事レポート」「航空輸送統計」。予測値は、日本エネルギー経済研究所推計

2.液体燃料における次世代燃料の供給可能性と 導入拡大に当たっての課題

2.1 2035年までの供給見通し

2.1.1 国内産バイオ燃料、合成燃料の供給計画まとめ

単位 千KL

油種	会社	備考(製法、場所等)	2023年	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035
ガソリン	ENEOS	合成燃料他								9	149
	バイオマス燃料供給事業組合	バイオETBE	824	824	824	824	824	824	824	824	824
	小計(原油換算)		500	500	500	500	500	500	500	508	630
ジェット (SAF)	ENEOS	和歌山、廃食油等由来材料 w/TOTAL				400	400	400	400	400	400
		場所不明								700	700
	出光興産	千葉、ATJ				100	100	100	100	100	100
		場所不明、ATJ/HEFA								400	400
	SAFFAIRE SKY ENERGY	コスモ石油、日揮HD他、廃食油由来材料			30	30	30	30	30	30	30
	コスモ石油	場所不明、ATJ w/三井物産					220	220	220	220	220
	コスモ石油	場所不明								50	50
	小計(原油換算)		0	0	28	503	712	712	712	1,803	1,803
軽油	ENEOS	合成燃料他								9	149
	コスモ石油	ATJ w/三井物産					20	20	20	20	20
	小計(原油換算)		0	0	0	0	20	20	20	29	168
総計	(原油換算)		500	500	528	1,003	1,232	1,232	1,232	2,339	2,602

2035年に向けての各社計画(2024/1月現在)

- (1)ガソリン(注①)：2035年に向け、石油業界はバイオ輸入824千KLの供給継続、合成燃料はENEOSは2035年まで本格的商用化に至らず
- (2)ジェット(SAF)：ENEOS、コスモ等で廃食油等由来のプラントが順次立ち上がり、2030年以降1900千KLの国内生産体制確立を計画検討中
- (3)軽油：コスモのバイオ製油所の一部が軽油用途とされるが、2035年ではごく少量(注②)

注①ENEOSの合成燃料において、ガソリンと軽油の製造割合を50:50にIEEJにてあくまで仮定したもの

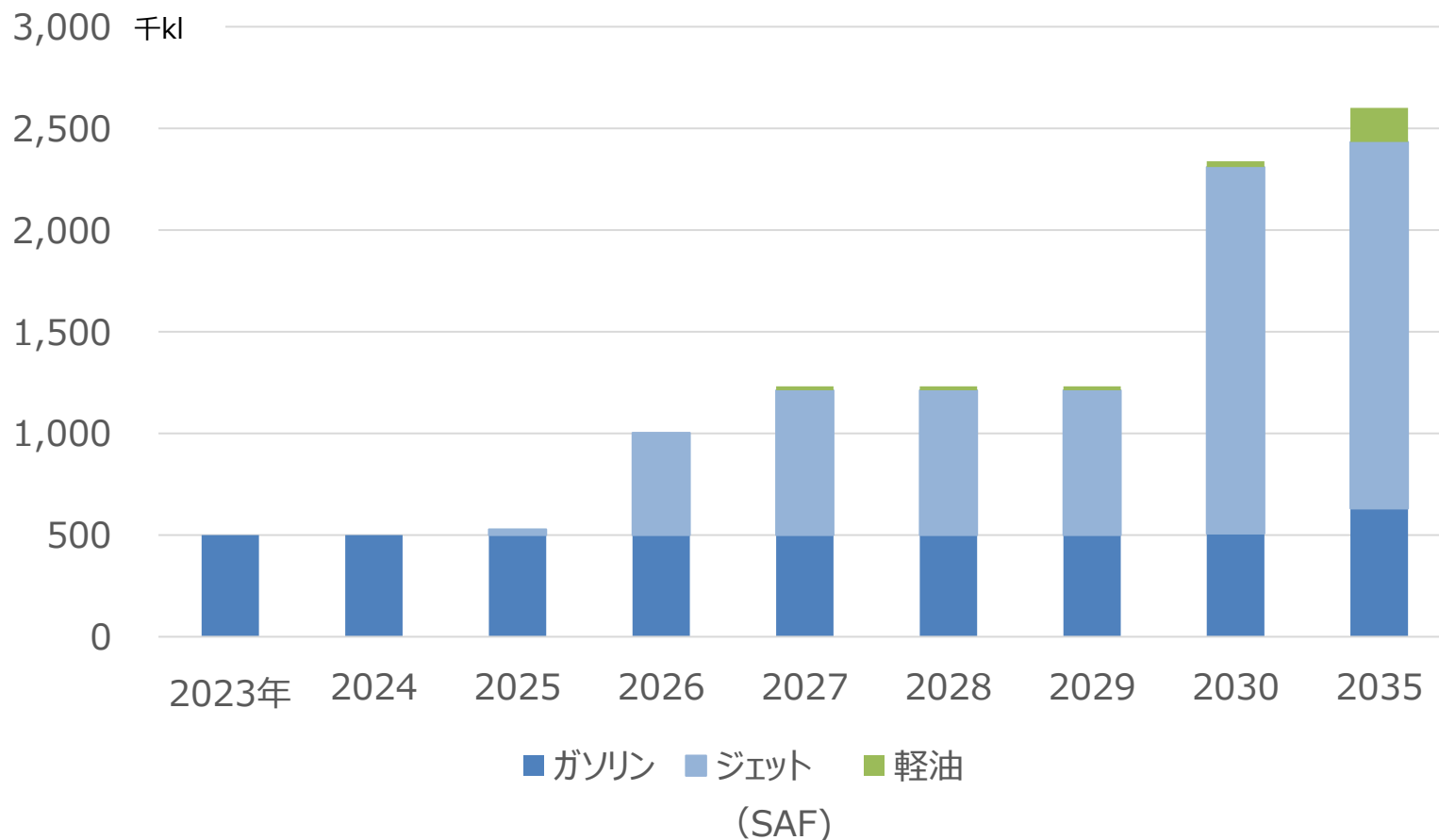
注②コスモのATJによる軽油の数量は三井物産による発表値

注③なお、上記表における「小計」および「総計」は経済産業省/EDMC「総合エネルギー統計」の最新熱量換算値にて原油数量で算出

2.1 2035年までの供給見通し

2.1.2 国内産バイオ燃料、合成燃料の供給計画まとめ – グラフ

- ・従前のガソリン混合バイオ燃料に加え、航空部門でのSAF(2030年度で1,900千kl=原油換算で1,800千kl)を中心に供給増が見込まれる。(注)下表は前掲P10数値をグラフ化
- ・合成燃料は2030年後半からの生産本格化が検討されている



2.2 元売り各社の取組

ENEOS

- 次世代燃料(合成燃料、バイオ)について、2030年にハイオクへ10%混合(300BD)、2040年にガソリンの20%に混合(10千BD以上)。国内シェアの50%を目標としている。
(なお2035年については2030年と2040年の値から直線でIEEJ推定。)
- SAFについてTotalEnergiesの事業化調査を実施。主に廃食油、獣脂といった廃棄物や余剰物を原料とし2026年に1号プラント(400千kL/年)を和歌山で運開、2030年には2号プラント(場所は未定)を運開(500~700千kL/年)し、国内シェアの50%を目標としている。なお表は上限値の700千kLで作成。2040年にはENEOS全体で1,000~4,000千kL/年の生産体制を検討中。
- 上記に関連し、和歌山県、花王及びサントリーホールディングスと包括連携協定を締結し、一般家庭にて調理に利用され、また期限切れなどで使用されずに廃棄される食用油からのSAFの製造及び製造時の連産品であるバイオナフサを利用した製品製造を行う予定。
- またENEOS、トヨタ自動車、スズキ、SUBARU、ダイハツ工業、豊田通商の6社は「次世代グリーンCO₂燃料技術研究組合」を立ち上げた。再生可能な生物由来の有機性資源(化石資源を除く)であるバイオマス由来原料から燃料を製造するプロセスの効率化について研究するとともにされている。(2022年報道)

出光

- ATJ技術を用いたSAF製造設備(生産量100千kL)を千葉事業所内に建設、2026年に供給開始予定。2030年に年間500千kLの国内生産体制を構築することを検討中。
- またJ-オイルミルズによるバイオマス事業構築に関する共同検討を通じ、食料と競合しない非可食油原料樹の持続可能な植林と搾油ノウハウの活用を通じた植物原料の確保によるSAFの製造・サプライチェーン構築に加え、同植林によるCO₂固定量の拡大など、バイオマス事業構築に関する検討を行う。
- 2024年1月、山陽小野田市、西部石油との包括連携協定を締結し、西部石油山口製油所の石油精製機能の停止(停止予定:本年3月)と、その後の跡地を利用した新事業展開として地域で発生する廃棄物や未利用資源等を燃料や化学品等に変換し、地域の工場へ提供するなど、脱炭素化に貢献する循環型社会の実現を図るものとされている。

コスモ

- 日揮などととも2022年にSAFFAIRE SKY ENERGYを設立し、2025年にはコスモ堺製油所で廃食油原料から30千kL/年のSAFを製造する予定。
- 2030年には三井物産と米LanzaJet社のATJ技術によりSAFの生産規模を300千kL/年に拡大することも検討中。

2.3 導入拡大に当たっての課題

供給サイド	
投資予見性	・ 需要側のコミットがなければ投資判断が困難 ・ 投資予見性を高めるために導入義務や目標についての長期的な見通しが必要
技術	・ FT合成における触媒の技術開発 ・ 技術開発に関する国際競争力の維持・向上に向けた継続的な支援が不可欠
原料の確保	【合成燃料】 ・ 大量の水素調達は難しく、輸入に依存 ・ 中長期的にはDACやバイオマス由来のCO₂調達が必要 【バイオ燃料】 ・ 国内だけで原料を確保することは困難⇒米国やブラジル等からの輸入に依存
需要サイド	
混合比率	【自動車】 ・ 品確法上では、エタノール3%まで、E10 対応車であれば エタノール10% までの混合が可能だが、2035年時点では保有車両までを考えた場合、E10対応できてない車両が市場に存在している可能性がある。 ・ E10導入のためには具体的な道筋がインフラ整備のために必要 【航空】 ・ 2030年、本邦エアラインによる燃料使用量の10%をSAFに置き換える目標のうち、どの程度が国内での給油となるか不明

2.3 導入拡大に当たっての課題

社会実装に向けた需給共通の課題

コスト	- 合成燃料、バイオ燃料ともに高コスト 【供給サイド】 - 補助金や税額控除のような支援がなければ導入拡大は困難 【需要サイド】 - 国際競争力のある価格で購入できる燃料が必要 - 事業者によるコスト増加分の負担には限界があるため、社会全体で負担する仕組みが必要
認証制度、品質等	- 海外でCO₂規制が強化(欧米では再エネ水素の利用を推進する動き。欧州では産業由来のCO₂を規制する方向にあり、長期的にDACやバイオマス由来のCO₂に限定) ⇒国際認証制度への対応 - CORSIAやASTMに適格なSAFの生産・安定供給
政策支援	- 次世代燃料利用を促す消費者へのインセンティブ措置 - 国内でSAFの給油を推進する仕組み

3. 合成燃料の海外生産ポテンシャルとコスト

3.1 世界のe-fuel供給可能性

- IRENA (2022)の再エネ水素経済的ポテンシャル、Concawe and Aramco (2022)のFT合成の水素原単位(kg-H₂/MJ-fuel output)を参照して、e-fuel供給可能性を推計。
 - 制約条件は再エネ水素供給量(USD 2/kg-H₂以下での供給可能性)のみ。e-fuel製造に必要なCO₂は入手可能。
 - 再エネ水素は2050年CAPEXや加重平均資本コスト(WACC)の前提条件の違いによってPessimisticおよびOptimisticシナリオを検討。

再エネ水素経済的ポテンシャル(EJ/年)

	再エネ水素	
	Pessimistic	Optimistic
北米	267	766
中南米	231	977
欧州	44	343
中東北アフリカ	147	276
サブサハラアフリカ	671	1923
北東アジア	230	266
東南アジア	6	60
その他アジア	60	278
オセアニア	592	676

出所:IRENA(2022)に基づき日本エネルギー経済研究所作成

e-fuel供給可能性(原油換算100万kl/年)

(2050年のポテンシャル)

	e-fuel(FT合成)	
	Pessimistic	Optimistic
北米	5,275	15,133
中南米	4,564	19,302
欧州	869	6,776
中東北アフリカ	2,904	5,453
サブサハラアフリカ	13,257	37,992
北東アジア	4,544	5,255
東南アジア	119	1,185
その他アジア	1,185	5,492
オセアニア	11,696	13,355

出所:日本エネルギー経済研究所作成

*2050年CAPEX前提条件

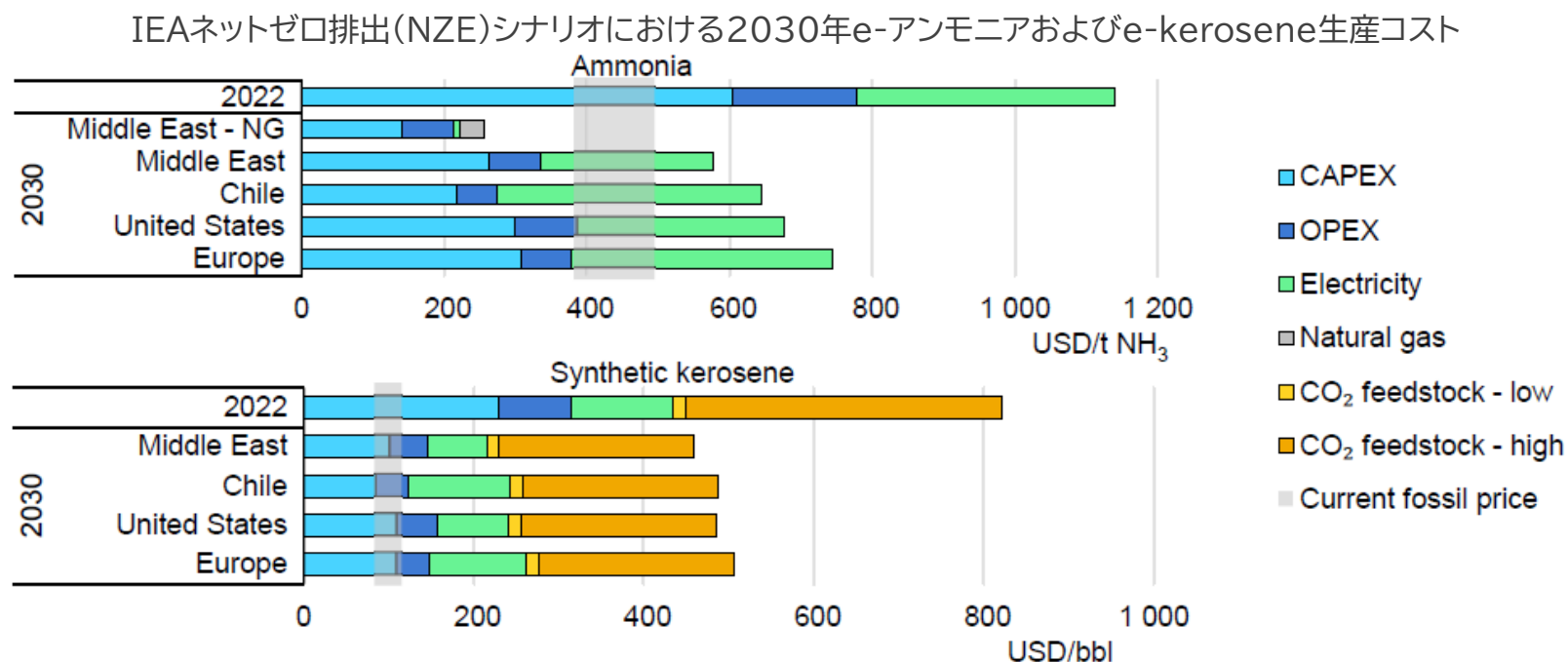
Pessimistic:太陽光 USD 271 - 551/kW、陸上風力 USD 775 - 1,191/kW、洋上風力 USD 1,317 - 1,799/kW

Optimistic:太陽光 USD 225 - 455/kW、陸上風力 USD 700 - 1,070/kW、洋上風力 USD 1,275 - 1,745/kW

*WACC: Pessimisticシナリオでは技術リスクを考慮

3.2 e-fuelの経済性

- e-fuelの生産コストは、2030年に向けてCAPEX(水電解装置費用)の低下に伴い、地域の差が多少出るものの全体的に低下する見通し。
- e-アンモニアの場合は電力価格、e-keroseneの場合は原料のCO₂が、今後の生産コストに影響。



出所: IEA (2023), *Global Hydrogen Review 2023*, Paris: IEA, License: CC BY 4.0

3.3 日本がe-fuelを輸入するメリットと課題

e-fuel輸入のメリット

- **経済性**
安価なe-fuelの輸入により国産よりも調達費用を抑えられる可能性。
- **既存国際サプライチェーンの有効活用**
e-fuelは、石油タンカーや貯蔵設備等の既存の国際石油サプライチェーンを改修せずに利用
できるため、エネルギー転換を迅速に進められる。

e-fuel輸入における課題

- **エネルギーセキュリティ**
地域紛争や政治不安などによってe-fuelの供給途絶・停滞や価格高騰などのリスクを伴う。
- **市場の不透明性**
再エネ水素プロジェクトの計画は増えているものの、建設や最終投資決定に至った割合は少ない。また、水電解装置やDACといった主要な技術のコスト低下や商用化の見通しは不透明。
- **脱炭素化の確保**
e-fuel生産国での低炭素電源利用などCO₂排出削減に資するサプライチェーンの確立が求められる。また、日本で輸入e-fuelが脱炭素燃料として認証されるための仕組みが必要である。

3. 合成燃料の海外生産ポテンシャルとコスト 参考文献

Concawe and Aramco (2022), 'E-Fuels: A techno-economic assessment of European domestic production and imports towards 2050,' https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/Rpt_22-17.pdf (2024年3月6日アクセス)

IEA (2023), *Global Hydrogen Review 2023*, Paris: IEA

IRENA (2022), *Global Hydrogen Trade to Meet the 1.5°C Climate Goal Part III Green Hydrogen Cost and Potential*, Abu Dhabi: IRENA

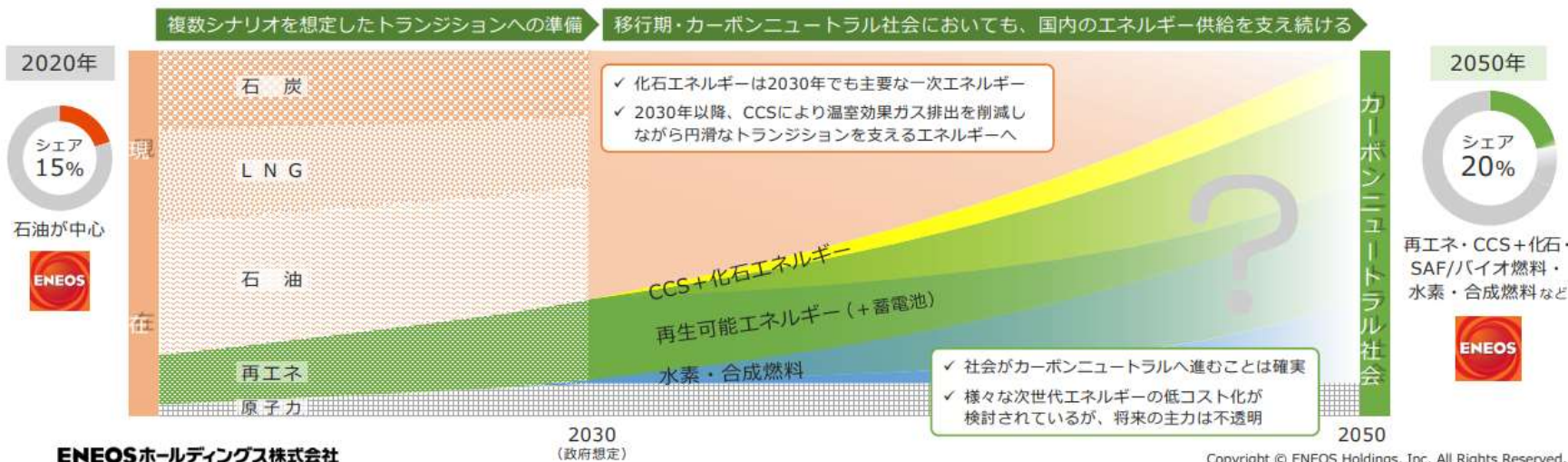
參考資料

A. 元売3社の各社計画

A.1 ENEOS-長期ビジョン

ENEOSグループ 2023～2035年度 第3次中期経営計画より

－ 将来の国内一次エネルギー供給構成のイメージ －



エネルギー トランジション	再エネ	JREの高い 電源開発能力	AIを活用した再エネ発電予測 による需給バランス最適化	発電容量: 1GW超	2GW	3GW	6~8GW
	水素	石油精製販売 サプライチェーンの アセット活用 ・ 潜在顧客に隣接した 大規模な輸入基地 ・ 内外航タンカー ・ オフサイト設備 ・ MCH ² 脱水素設備等	GI基金 活用等による 実証・研究の 加速 国内外の 有力企業との 戦略的な 提携関係	FEED ³ 移行	商用化投資判断	25万トン/年	国内シェア50% 100~400万トン/年
	SAF ¹			混合SAF・ニートSAF ⁴ 輸入開始	1号プラント運転	2号プラント運転 ■ 50~70万KL/年	国内シェア50%
	バイオ燃料			カーボンニュートラル燃料のガソリンへの混合 (バイオ燃料+合成燃料)	■ ハイオクへ10%混合	■ ガソリンへ20%混合	国内シェア50%
	合成燃料			低コスト化技術の研究開発 (製造プロセス開発/製造プラント運転検証)	180	300BD	1万BD以上
C C S		米国事業で蓄積した 貯留関連ノウハウ		貯留地の決定	国内CCS 投資判断	■ CCS貯留開始 ~300万トン/年	400~1,000万トン/年

ENEOSとトヨタ自動車、スズキ、SUBARU、ダイハツ工業、豊田通商の6社が「次世代グリーンCO₂燃料技術研究組合」を立ち上げた。再生可能な生物由来の有機性資源（化石資源を除く）であるバイオマス由来原料から燃料を製造するプロセスの効率化について研究する。（2022年）

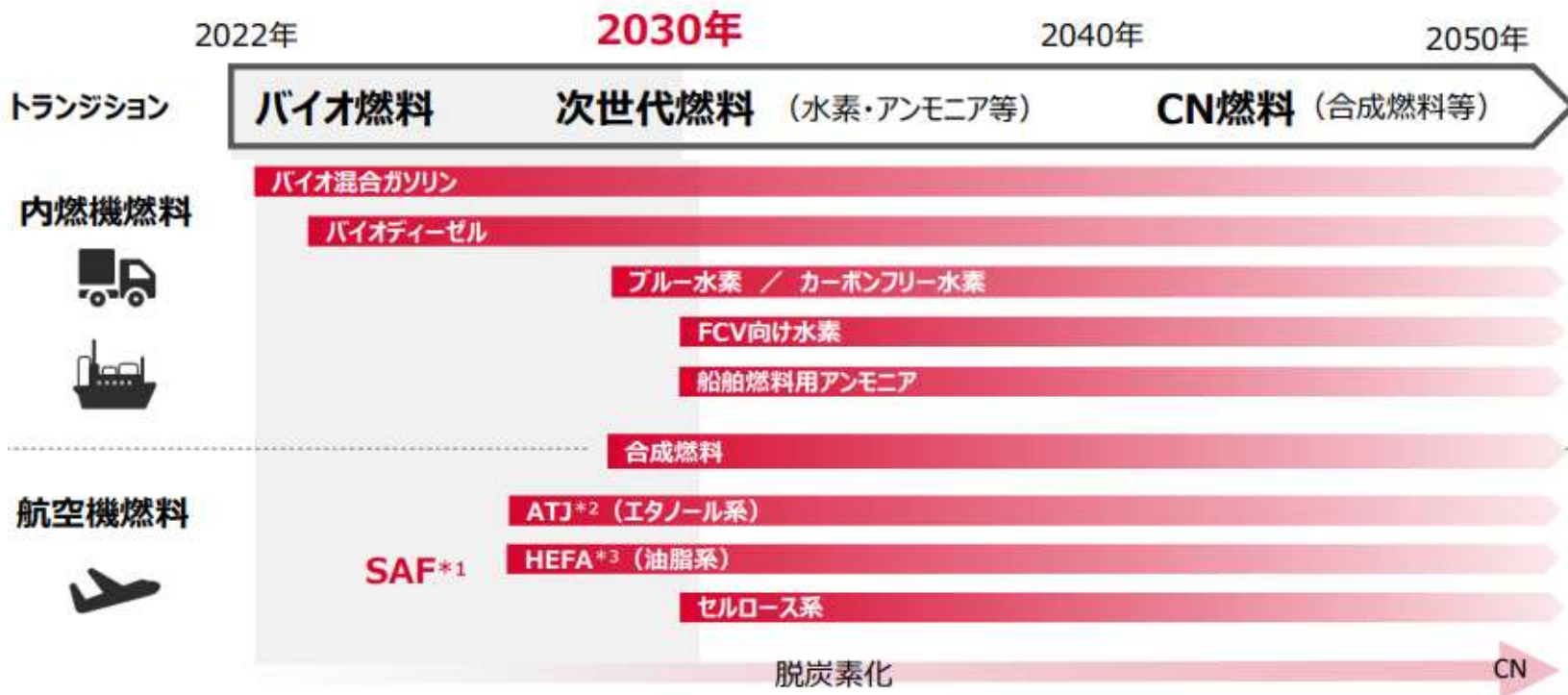
A. 元売3社の各社計画

A.2 出光-長期ビジョン

出光興産 中期経営計画（2023～2025）より

バイオマス導入ロードマップ

- バイオマス由来のグリーンサプライチェーンを構築



A. 元売3社の各社計画

A.3 コスモ-長期ビジョン

COSMO ENERGY GROUP 第7次連結中期経営計画より

第7次中計およびVision 2030の施策を通じ、2030年にCO₂排出量▲200万t(2013年比▲30%)の削減を実現。社会全体のカーボンニュートラル実現に貢献すべく、2050年にはScope3を含めたネットゼロを目指す。



脱炭素社会の実現への取組み

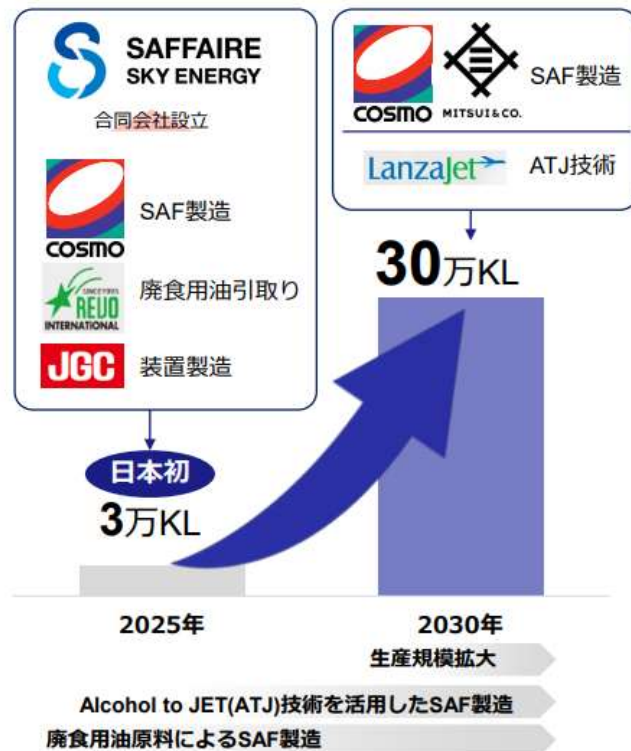
- | | |
|------|---|
| 直接削減 | <ul style="list-style-type: none"> アブダビ国営石油会社との協働によるCCS/CCUSの実現 水素、アンモニア等への燃料転換 |
| 削減貢献 | <ul style="list-style-type: none"> グリーン電力・次世代エネルギー供給の更なる拡大 廃プラスチックリサイクル |

2050年ネットゼロへ (Scope3含む)



© 2023 COSMO ENERGY HOLDINGS

日本初の国産SAF量産化



(様式 2)

二次利用未承諾リスト

報告書の題名: 令和5年度燃料安定供給対策調査等事業(モビリティ分野を中心とした国内液体燃料の需要見通し調査)報告書

委託事業名:令和5年度燃料安定供給対策調査等事業(モビリティ分野を中心とした国内液体燃料の需要見通し調査)

受注事業者名:一般財団法人 日本エネルギー経済研究所

[illegible]