

**令和5年度沖縄型クリーンエネルギー導入促進調査事業**

**沖縄県におけるSAF/リニューアブルディーゼル(RD)製造・販売事業**

**— 報告書 —**

**2024年3月**  
**太陽石油株式会社**

# 目次

---

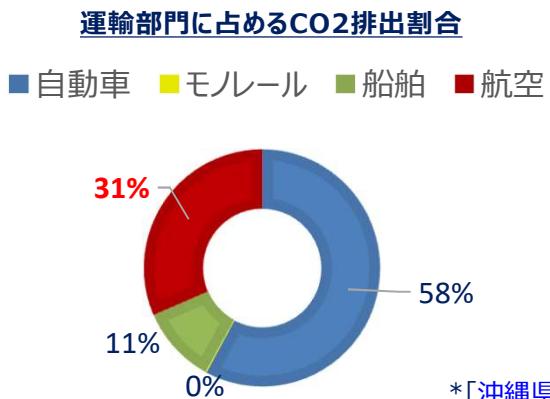
1. 調査の背景・目的	P.3
2. 実施内容	P.5
3. SAF需要調査	P.7
4. RD需要調査	P.21
5. エタノールタンク、入荷設備の転用/新設検討	P.29
6. エタノール輸入船候補拡大に向けた桟橋運用緩和検討	P.36
7. まとめ	P.45

# 1. 調査の背景・目的

## 背景

沖縄県は太陽光発電や水力発電に適した土地が少なく、再生可能エネルギーを活用した大規模な電源開発が困難な地域であり、石油や石炭を始めとする化石燃料への依存度が全国的に高い。また、沖縄県内におけるCO<sub>2</sub>排出量の内、航空機やトラック・バス・船舶を始めとする運輸部門の占める割合が最も大きくなっている。

また、航空機や大型車両について、技術面やコスト面で水素化や電動化のハードルが高く、SAF(持続可能な航空燃料)やFAME・リニューアブルディーゼル(RD)といったバイオディーゼル(BDF)の普及は必要不可欠である。



- 沖縄県の運輸部門のCO<sub>2</sub>排出量に占める割合は、航空機が31%、自動車は58%。
- 運輸部門の脱炭素化には航空機・自動車のCO<sub>2</sub>排出抑制策が必要。



\*「沖縄県クリーンエネルギー・イニシアティブ【改定版】～2050年度 脱炭素社会の実現に向けて～」抜粋

**沖縄発クリーンエネルギー製造・販売事業創出**により、沖縄県の航空機・自動車の低炭素化計画に新たなソリューションを提供する。

# 1. 調査の背景・目的

## 事業概要(沖縄県におけるSAF/リニューアブルディーゼル(RD)製造・販売事業)

建設地	南西石油(沖縄県)
生産量	最大22万KL/年(ニートSAF+RD) ※2019年沖縄県内軽油需要量24万kl/年 <sup>*1</sup> ※2030年本邦SAF需要見通し量171万kl/年
稼働開始	2028年度末
原料	エタノール



赤枠内：本事業における建設候補地

\*1:石油連盟統計より

## 事業創出による沖縄県への貢献

沖縄発クリーンエネルギー製造・販売事業創出により、運輸部門の低炭素化と県の経済基盤強化を目指す。

### ①県内運輸部門の低炭素化

- SAF導入により運輸部門のCO2排出割合3割を占める**航空部門の脱炭素化**を加速
- RD導入により運輸部門のCO2排出割合6割を占める**自動車部門の脱炭素化**に貢献

### ②県の経済基盤強化

- 「アジアのSAF給油の一大拠点」として**域外競争力ある産業を創出**
- **観光産業とのシナジー**効果を発揮し、「移動」の脱炭素化を追求した沖縄観光の新たな魅力を創出

## 2. 調査内容

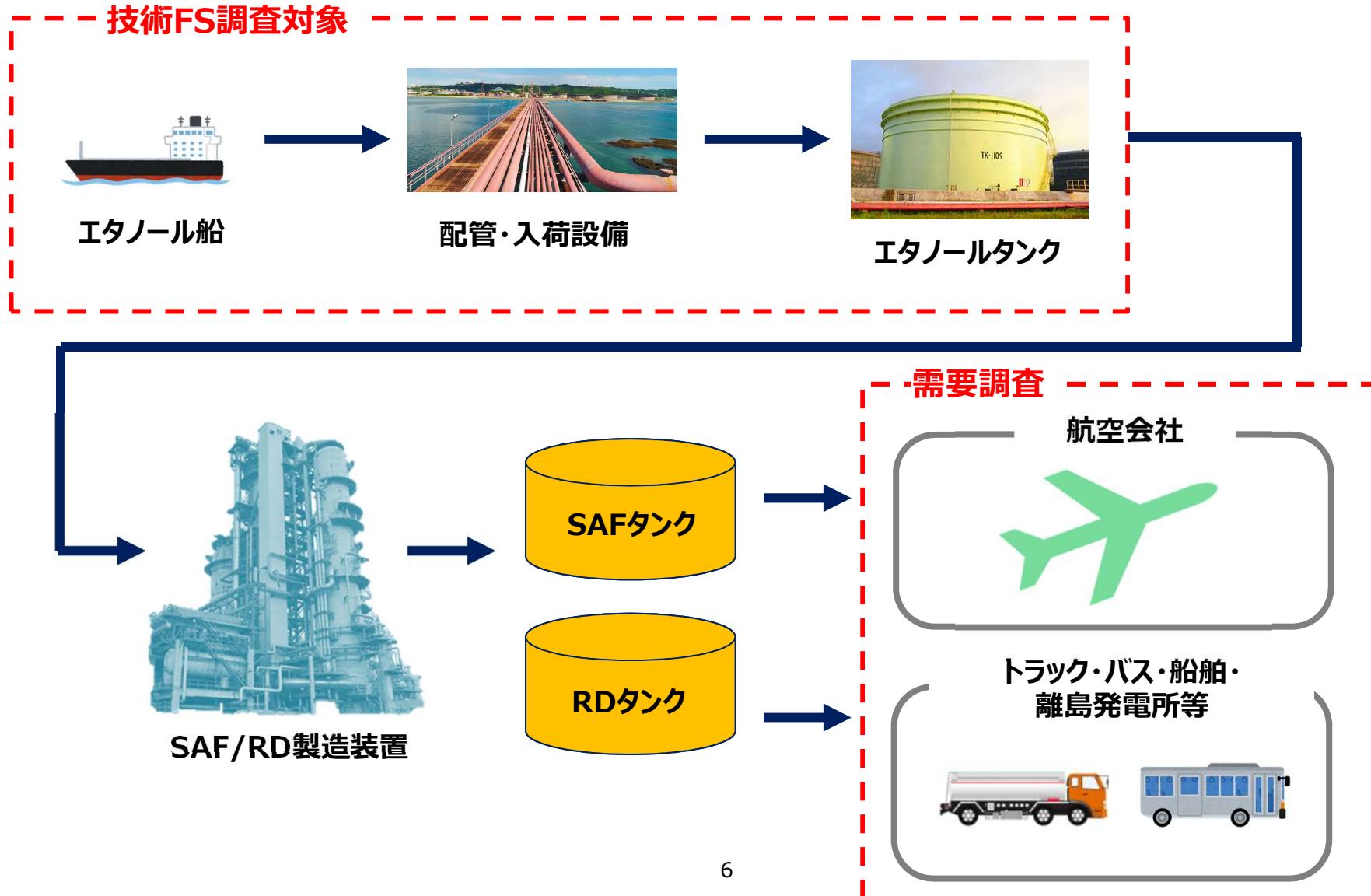
### 実施項目

沖縄県でのSAF/RD製造・販売事業実現に向けて、初期的な事業性検証項目の内、**SAF/RDの導入促進に向けたニーズ調査、SAF/RD大規模製造に向けた競争力ある原料受入体制の検討(以下項目)**を「調査事業」として実施。

事業性検証項目		実施内容
ニーズ 調査	SAF	県内外/近隣諸国のエアライン、カーゴ会社、空港会社への販売可能性調査
	RD	県内外/近隣諸国の潜在需要量の調査
技術FS	オフサイト設備	エタノールタンク、入荷設備の転用/新設検討
	エタノール船 受入桟橋	エタノール輸入船候補拡大に向けた桟橋運用緩和検討

## 2. 調査内容

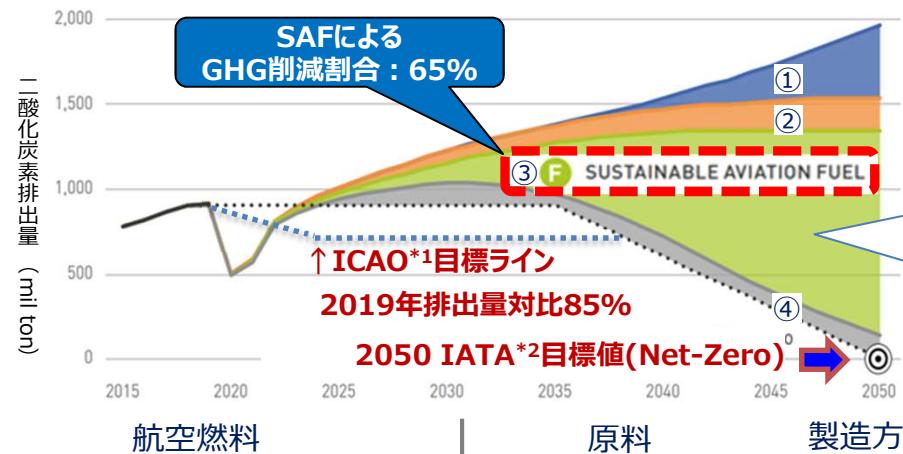
### 調査の全体像



### 3. SAF需要調査

#### SAF(Sustainable Aviation Fuel) とは

持続可能な航空燃料を指す。化石由来と比較してCO<sub>2</sub>排出量を大幅に削減可能で、従来のジェット燃料を代替する次世代の航空燃料として注目されている。



#### 4つの対策

- ①新技術導入
- ②運航方式改善
- ③代替燃料(SAF)の導入
- ④経済的手法(排出権等)

T TECHNOLOGY

O OPERATIONS AND INFRASTRUCTURE

M MARKET-BASED MEASURE

国際機関の要請により、各国政府にはCO<sub>2</sub>排出抑制義務あり。足元の対応策である②運航方式改善、④排出権購入による削減には限界があるため、**今後は大幅な削減効果が見込める代替燃料(SAF)の大規模導入が不可欠**(2050年のGHG削減貢献割合のうち65%がSAFによる削減となる見通し)

航空燃料	原料	製造方法	最終製品	特徴
既存 Jet燃料	Jet A-1 (石油由来航空燃料)	石油 石油化学プロセス	ケロシン(Jet A-1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 脱炭素化・化石燃料からの脱却の観点から、代替品への切り替えが求められている</li> </ul>
SAF	Sustainable Aviation Fuel*3	<div style="border: 2px solid red; padding: 2px;">アルコール</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">植物油・生物油脂</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">廃木材・紙ごみ</div>	<div style="border: 2px solid red; padding: 2px;">本事業で得られるSAF</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">脱水・重合(ATJ)</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">水素化処理(HEFA)</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">FT合成</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 世界中で大量生産されているエタノールを原料にするため安定調達が可能</li> <li>● 廃食油については原料調達で過当競争あり、大規模調達にハードルあり</li> <li>● ゴミ・廃材の安定的な回収システム構築にハードルあり</li> </ul>

\*1 : ICAO 国際民間航空機関(International Civil Aviation Organization)

\*2 : IATA 国際空輸協会(International Air Transport Association)

\*3 : 米国ASTM認証に基づき、既存Jet燃料と混合して使用(最大混合率50%)。

### 3. SAF需要調査

#### 国内外におけるSAF導入に向けた制度・規制動向

##### ● 国内<sup>\*1</sup>

###### ➤ 需要家側：

(航空脱炭素化推進基本方針) 利用目標量設定：2030年のSAF利用目標量10%を設定。

(航空法)オフセット義務：CORSIAによるオフセット義務(ベースラインはパイロットフェーズでは2019年の排出量、それ以降は2019年比で85%のCO2排出量。)  
※同義務への対応は海外SAF給油・クレジットも手段の一つ。

###### ➤ 供給者側：

(経産省) エネルギー供給構造高度化法：2030年時点の本邦航空運送事業者による燃料使用量の10%分をSAFに置き換え、SAF供給義務化を検討中。

(経産省) GX経済移行債によるCAPEXへの補助：ATJはCAPEXの最大1/2の補助

(経産省) 法人税額控除の適用：30円/Lの控除(法人税額の40%が上限)

##### ● 海外

国際目標として、23年11月20～24日に開催されたICAO及び代替燃料に関する第3回会合(The third Conference on Aviation and Alternative Fuels、通称「CAAF/3」)にて、2050年迄のCNを踏まえ、2030年迄にSAFによる5%の炭素削減を目指すグローバル目標を新たに設定。<sup>\*2</sup>

近隣アジア地域について、韓国、台湾は現状SAF導入に関する制度や目標などは公表されていない。

中国は2022～2025年の間に5万トン(ただし2025年は2万トン)のSAF消費を目標として設定しているが、2026年以降の制度や目標はなく、2027年以降始まるCORSIAの義務期間へは不参加を表明。

<sup>\*1</sup> 第3回官民協議会 経済産業省 資源エネルギー庁 資料

<sup>\*2</sup> 令和5年11月28日国交省資料「際民間航空機関(ICAO)航空及び代替燃料に関する第3回会合(CAAF/3)の結果概要について」

### 3. SAF需要調査

#### 本邦エアラインのSAF購入目標

本邦燃料消費量の過半を占めるANA・JAL共に、**2030年時点の消費燃料の約10%をSAFに置き換える**目標を設定・公表済。

	ANAグループ	JALグループ
2019年度 燃料消費量	501万KL	ANAと同程度(推定)
2030年時点 SAF需要量	JALと同程度(推定)	約44万KL(約35万トン) (2030年のSAF使用によるCO2削減目標からの推定値、 SAFは65%のCO2削減効果を前提)
SAF目標	2030年度 消費燃料10%以上SAF	2025年度 全搭載燃料の1%SAF 2030年度 全搭載燃料の10%SAF
SAF以外計画	2025年から3年間で計3万t以上の排出 権購入予定(米アマゾン・欧州エアバス・米 ワンポイントファイブ)	<ul style="list-style-type: none"><li>2024年から7年間Ametis Incからアライアンス全体で計約130万KLのSAF調達予定</li><li>2027年から5年間Gevo incからアライアンス全体で計約75万KLのSAF調達予定</li><li>SAF調達に関してShellと契約済</li></ul>

**ANA・JALの2030年時点に於けるSAF需要量は約90万KL程度と推定。**  
**SAF官民協議会で示された2030年時点SAF潜在需要量171万KLとの差である**  
**約80万KLは海外エアラインによる引取と推定。**

### 3. SAF需要調査

#### 近隣アジア地域エアラインのSAF購入目標

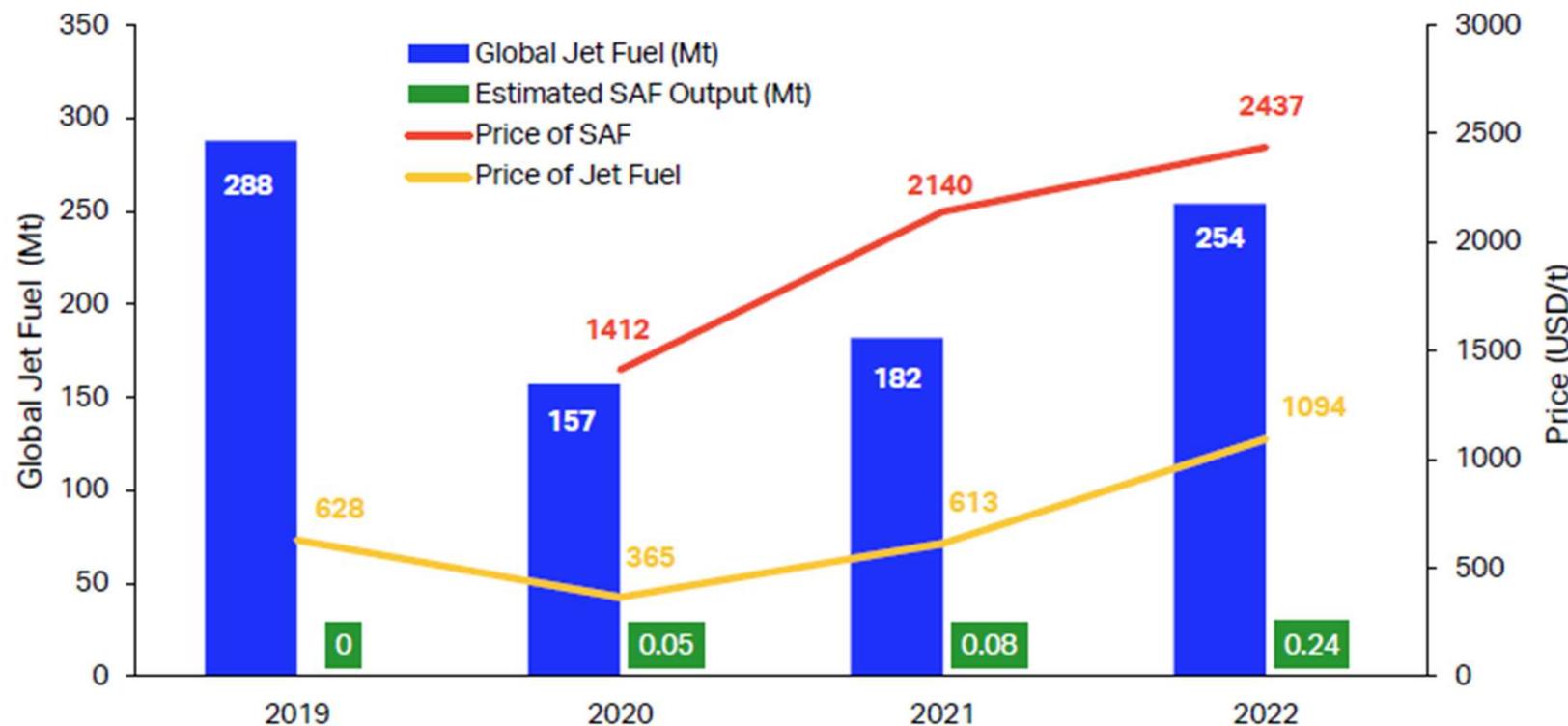
	主要航空会社 (所属)	SAF導入目標・関連取組
韓国	大韓航空 (Sky Team)	<ul style="list-style-type: none"><li>2022年9月にShellとのMOU(2026年から5年間、アジア・中東でSAFを購入する内容)締結を公表</li><li>2023年9月に航空貨物でのSAF協力プログラムの導入を公表</li></ul>
	アシアナ航空 (Star Alliance)	<ul style="list-style-type: none"><li>2023年1月にShellとのMOU(2026年から5年間、アジア・中東でSAFを購入する内容)締結を公表</li></ul>
中国	中国国際航空 (Star Alliance)	<ul style="list-style-type: none"><li>2023年7月に中国国内で初めてSAFを混合(10%)した商業Flightを杭州ー北京間で運行(同SAFはSINOPECのZhenhaiプラントで製造したもの)</li></ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"><li>中国南方航空・中国東方航空では、2022年10月にAirbus天津工場からの新型航空機の出荷時Flightで、5%のSAF(SINOPECのZhenhaiプラントで製造)を混合</li></ul>
香港	キャセイパシフィック 航空 (oneworld*)	<ul style="list-style-type: none"><li>2014年にFulcrum bioenergy社に出資、同時に同社からの長期SAF購入契約も締結</li><li>2021年に、2050年のNet zeroに向けて、2030年までに10%のSAF混合目標を公表</li></ul>
台湾	チャイナエアライン (Sky Team)	<ul style="list-style-type: none"><li>2022年にSAF導入目標「2% by 2025, 5% by 2030, 40% by 2040, and 65% by 2050」を公表</li></ul>

(\*oneworldは2030年までに使用するジェット燃料のうち10%をSAFにする目標を掲げる

### 3. SAF需要調査

#### 販売単価の調査

- IATA : SAF平均推定価格は、地域によって大きな差はあるものの、約450円/Lであり、従来ジェット燃料の約2.5倍の価格。<sup>\*1</sup>  
⇒ 今後、生産レベルの向上と混合比率の拡大が見込まれるものの、**SAF価格と化石由来ジェット燃料との価格差は、SAFの需給バランス等の影響を受け、決まっていくと想定される。**



\*1:IATA: [Economics](#) より

### 3. SAF需要調査

#### SAF製造コストの見通し

- SMBC : 2020年時点のSAF製造コストは、約300～1,000円/Lとなっている。SAF製造コストは将来下がっていく見通しが示されることも多いが、製造コストの大半を占めるのは原料価格であるため、その価格動向に左右される。従い、需給逼迫等による原料価格の高騰でSAF製造コスト自体も高止まりする可能性あり。なお、Power to liquidは製造コストの大部分を占める水素価格が技術革新等により約5分の1まで低減するという前提になっていることにも留意。

#### 製造コストの見通し(Air Transport Action Group)



出所：2022年5月 株式会社三井住友銀行「持続可能な航空燃料(SAF)国産化に向けた取組と事業機会」

### 3. SAF需要調査

#### SAF需要ポテンシャルの推計

「沖縄県・本州空港」および「近隣アジア地域(韓国・中国・台湾)」への販売可能性を検証するため、以下2ケースの仮定を置き、SAF需要ポтенシャルを推計。

➤ ケース①

〈沖縄県・本州空港〉

1. 各種統計情報を基に2030年時点のジェット燃料需要量を設定。
2. 1.のジェット燃料需要量を、2019年時点の各空港ジェット燃料供給量<sup>\*1</sup>で按分し空港別の需要量を算定。
3. 空港別に2030年時点でICAO/CORSIA枠組みにおけるCO2排出量削減目標(2019年比でCO2排出量を15%削減)を達成する場合におけるSAFの必要量を以下2通りで算出。  
(a)全量SAFで達成する場合  
(b)半量SAFで達成する場合

※既存の化石由来ジェット燃料対比でのSAFのCO2排出量削減効果は、「▲65%」と仮定する。

〈近隣アジア地域〉

上記、1・3の方法で、国別の需要ポтенシャルを算定。

➤ ケース②

〈沖縄県・本州空港〉 経済産業省で算出した2030年時点の国内SAF需要量171万KL<sup>\*2</sup>を2019年時点の各空港ジェット燃料供給量<sup>\*1</sup>で按分し、需要量を算出。

〈近隣アジア地域〉 EUが設定するSAF混合比率(2030年時点で6%)と同じ混合目標が設定されたと仮定し算定。

\*1 国土交通省 航空局 令和元年度空港別航空燃料供給量順位

\*2 第2回持続可能な航空燃料(SAF)の導入促進に向けた官民協議会 資料

### 3. SAF需要調査

#### SAF需要ポテンシャルの推計…①沖縄県・本州空港別

- 沖縄県内のSAF潜在需要は、年間約4~9万KLとなる見立。沖縄県に就航する航空会社等へヒアリングしたところ、沖縄県でのSAF給油事例はまだないが、導入に関する関心が高いことを確認。
- 本州空港のSAF潜在需要は**関東圏が最大で、関西・中部が続く。**

(単位 : 万KL)

		ジェット供給量 (2019年度)	ジェット供給量 (2030年度予測)	ケース①(a)	ケース①(b)	ケース②
沖縄県	那覇空港	48.0	50.0	7.4	3.7	6.7
	新石垣空港	6.8	7.0	1.0	0.5	1.0
	宮古空港	1.8	2.0	0.3	0.1	0.2
	下地島空港	0.2	0.2	0.03	0.01	0.03
	計	56.8	59.2	8.7	4.3	7.9
千葉県	成田国際空港	441.0	450.0	67.0	34.0	59.0
東京都	東京国際空港	331.0	344.0	51.0	25.0	44.0
大阪府	関西国際空港	149.0	154.0	22.0	11.0	20.0
愛知県	中部国際空港	63.0	65.0	9.0	4.0	8.0
北海道	新千歳空港	56.0	57.0	9.0	4.0	7.0
福岡県	福岡空港	43.0	44.0	6.0	3.0	6.0
大阪府	大阪国際空港	27.0	28.0	4.0	2.0	4.0
その他		119.0	122.0	18.0	9.0	16.0
	合計	1285.8	1323.2	194.7	96.3	171.9

### 3. SAF需要調査

#### SAF需要ポテンシャルの推計…②近隣アジア諸国(韓国・中国・台湾)

- 近隣アジア諸国のSAF潜在需要は、年間約400～1,400万KLとなる見立。  
国際線の割合は、公開情報を基に以下の通り仮定。
  - 韓国 … 全体の約75%
  - 中国 … 全体の約33%
  - 台湾 … 全体の約90%

(単位：万KL)

	ジェット燃料消費量 (2030年度予測)	ジェット燃料消費量 (2030年度予測、 国際線)	ケース①(a)	ケース①(b)	ケース②
韓国	880.0	650.0	220.0	110.0	53.0
中国	6,780.0	2,260.0	1,050.0	525.0	410.0
台湾	420.0	380.0	120.0	60.0	25.0
合計	8,080.0	3,290.0	1,390.0	695.0	488.0

### 3. SAF需要調査

#### 近隣アジア諸国からのANA・JAL帰国便におけるSAF需要見通し

	ANA*	JAL*	旅客キロあたり燃料消費量**	平均飛行距離 ***	帰国便における燃料使用量****
韓国	1,095便/年 (3便/日)	1,095便/年 (3便/日)	100旅客キロ あたり約5L	約1,200キロ (730マイル)	8KL/便 約2万KL/年
中国	4,380便/年 (12便/日)	4,015便/年 (11便/日)	同上	約2,000キロ (1,300マイル)	16KL/便 約12.6万KL/年
台湾	730便/年 (2便/日)	1,095便/年 (3便/日)	同上	約2,000キロ (1,300マイル)	16KL/便 約3.7万KL/年

現在の中国便はコロナ渦前の約5割、その他国際線は約7割の水準に留まるため、それを基にコロナ渦前の水準を簡易推計した結果、**韓国便は約3万KL/年、中国便は約25万KL/年、台湾便は約5万/年**となる。

(\*)両社2023年度下期運行計画より、便/日は往復

(\*\*)ANAグループ環境データのFY2013～FY2016の実績値より推測

(\*\*\*)日本の各空港～各国就航都市との加重平均

(\*\*\*\*)1便あたり旅客数を150人と想定し算出(日本への帰国便における燃料消費量の合計)

### 3. SAF需要調査

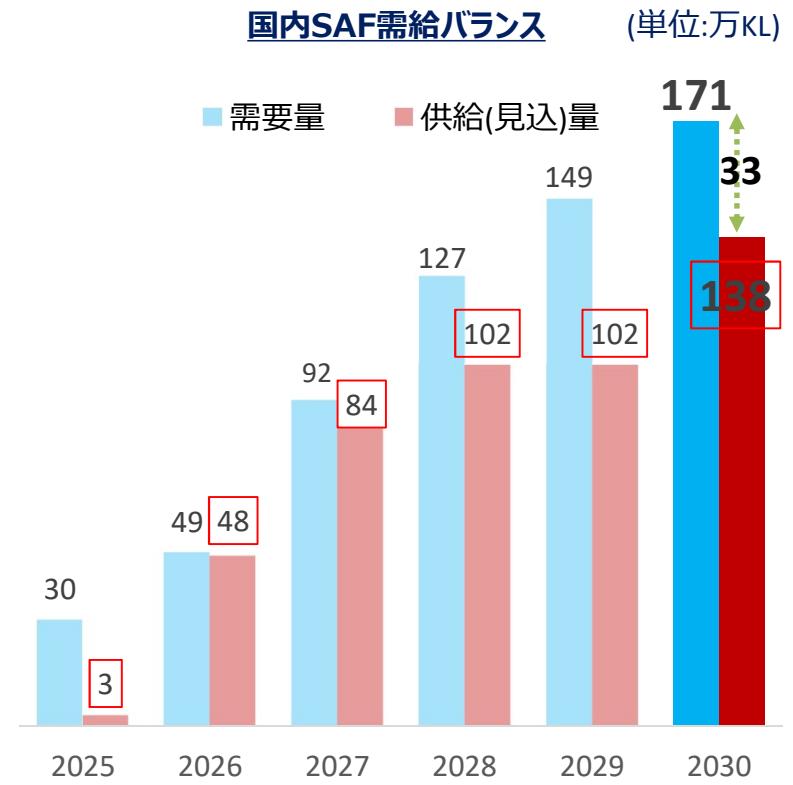
#### 国内SAF供給ポテンシャルの推計・需給バランス

- 各元売SAF生産量見込量は、設備稼働率を90%として実質想定供給量を算出。
- 国内SAF需給バランスは、各元売SAF供給見込量全量が本邦向けに販売された際の推計。  
建設期間をタイトに設定していることが予測され、製造開始が後ろ倒しとなる可能性あり。
- 関西・中部地区はSAF潜在需要量(約15～30万KL)に対して供給余剰である一方、関東圏はSAF潜在需要量(約60～120万KL)に対して供給不足となる。沖縄県外への販売可能性は「関東圏 > 関西・中部地区」となる。

各元売SAF供給見込量

	事業エリア	公表済 年間供給量	想定実質 年間供給量	技術	稼働年度
コスモ石油 レボ 日揮	堺	3.0万KL	2.7万kL	HEFA	2025
出光	千葉	10.0万KL	9万KL	ATJ	2026
	-	20.0万KL	18万KL	HEFA or ATJ	2027~30
	-	20.0万KL	18万KL	HEFA or ATJ	2028~30
ENEOS Total	和歌山	40.0万KL	36万kL	HEFA	2026
コスモ石油 三井物産	-	22.0万KL	19.8万kL	ATJ	2027
富士石油 伊藤忠	千葉 (袖ヶ浦)	18.0万KL	16.2万kL	HEFA	2027
太陽石油 三井物産	沖縄	20.0万KL	18万kL	ATJ	2028
合計	-	153.0万KL	137.7万kL	-	-

\*出所：公開情報を基に三井物産株式会社が作成

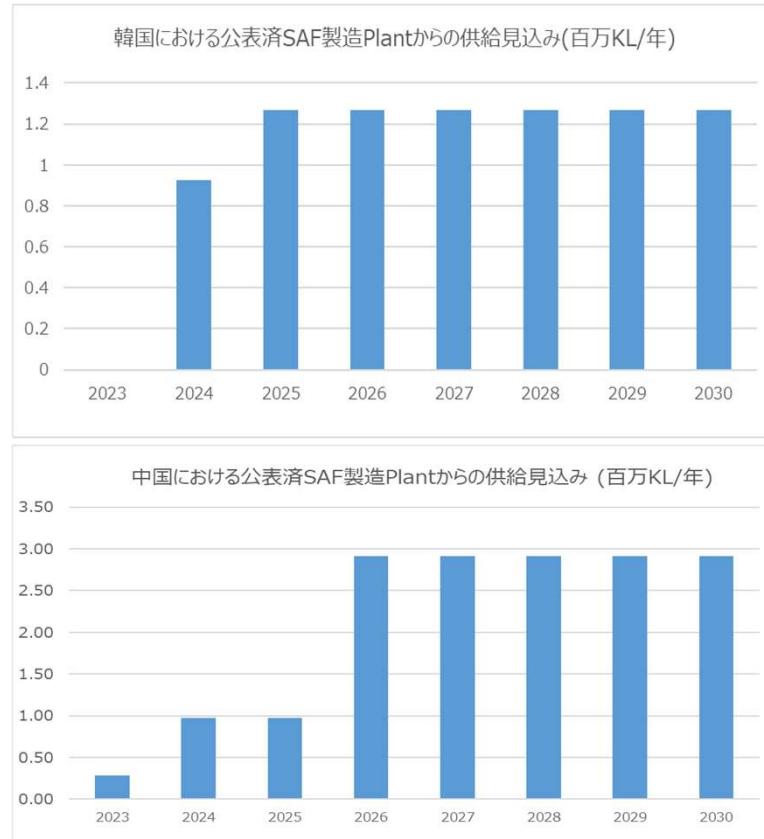


### 3. SAF需要調査

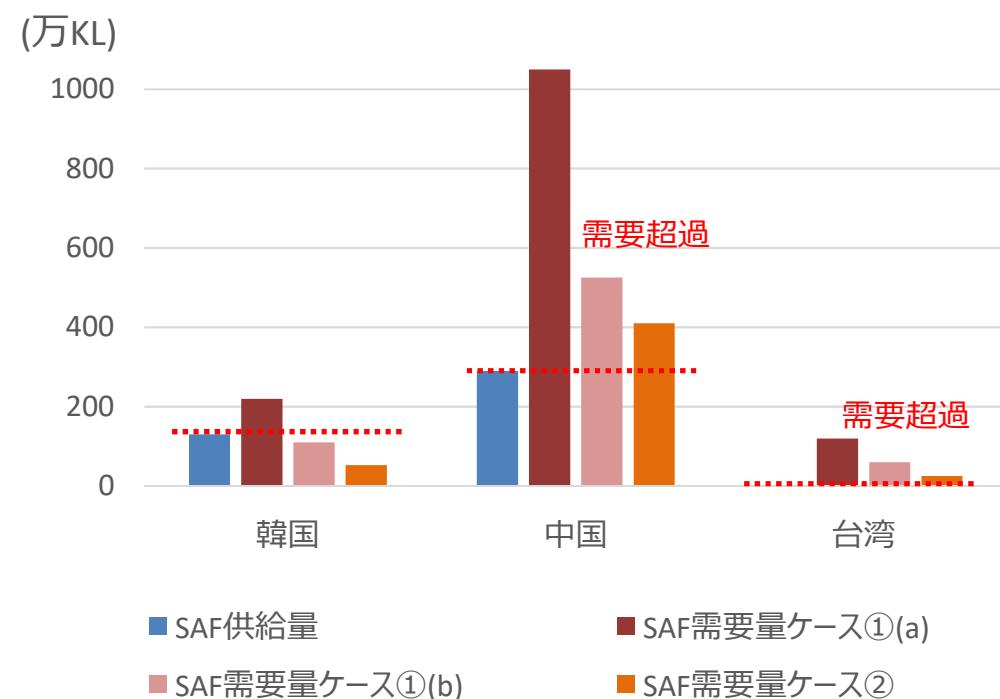
#### 近隣アジア諸国におけるSAF供給ポテンシャル・需給バランス

- 韓国・中国では2023年以降、SAFプラントが立ち上がる見込。設備稼働率を90%と仮定すると、韓国では年間約130万KL、中国では年間約300万KL弱の供給量と推測。台湾ではSAFプラント建設計画がない。
- 2030年時点では、需要より供給の方が少なくなる**台灣・中国への輸出可能性**を考えられる。
- 韓国のSAFプラントは全てHEFA技術であり、将来的な原料制約により一部輸入に切り替える可能性はある。

#### 韓国・中国におけるSAF供給量見込



#### 各国のSAF需給バランス

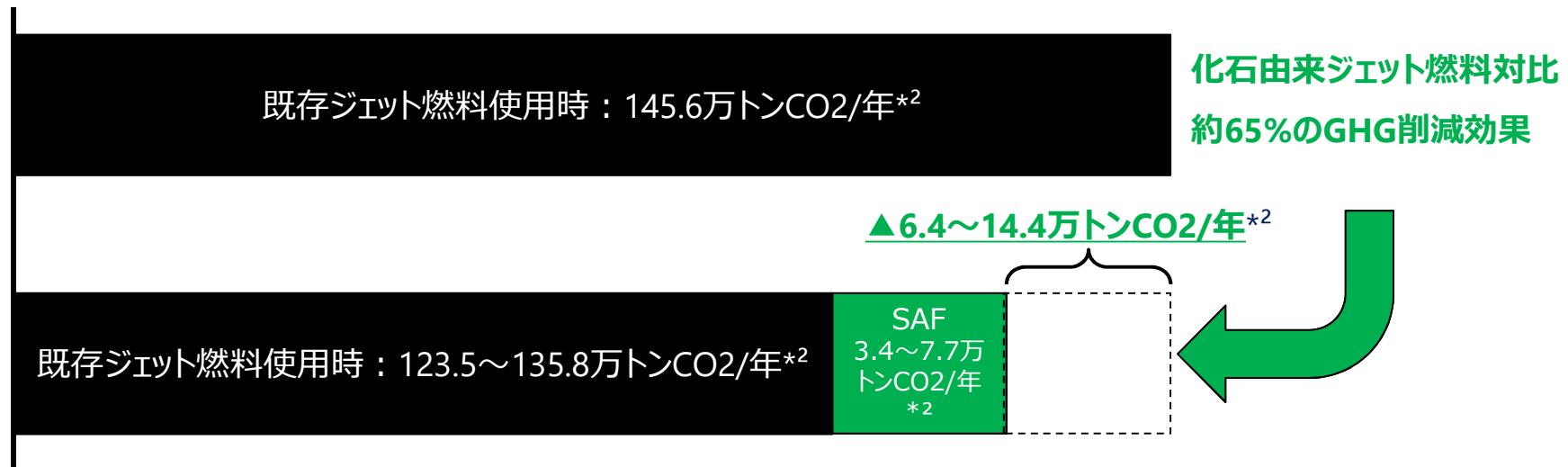


\*出所：公開情報を基に三井物産株式会社が作成

### 3. SAF需要調査

#### 沖縄県でのSAF利用におけるCO2削減効果

- 化石由来ジェット燃料をエタノール由来SAFに100%置き換えた場合、約65%のCO2削減効果が期待できる\*1。
- 2030年度における沖縄県内全体のジェット供給予測は59.2万KL。その内、SAF潜在需要量は年間約4～9万KLであり、SAF切り替えが実現した場合におけるCO2削減効果は、**年間約6.4～14.4万トンCO2**\*2。



\*1 CORSIAのデフォルト値ベース65%の削減量に原料輸送時(ブラジル-沖縄間)のCO2排出量は加味されていない

\*2 ジェット燃料油排出係数2.46トンCO2/KLを基に算定。

※上記排出係数は、「環境省 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」より参照。

### 3. SAF需要調査

#### ニーズ・課題整理

セグメント	ニーズ	課題点
沖縄県	<ul style="list-style-type: none"><li>2030年度における潜在需要量は約4~9万KL。本事業以外にSAF生産計画がないため、潜在需要を満たす供給が可能。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>現状国内線へのSAF導入義務は不透明。国際線も運航しているものの、近隣アジア地域との距離が近く、1回の給油で往復が可能であり帰国便への給油可能性は限定的。</li></ul>
本州空港	<ul style="list-style-type: none"><li>関西・中部地区の需要が大きいものの、コスモ石油・ENEOSによる供給で充足する見込。</li><li>一方、関東圏では供給量約25万KLに対し、成田・羽田国際空港の潜在需要量は上回る見込であり、関東圏への販売可能性有。</li><li>本邦エアラインによる購入目標が約90万KLであるため、SAF官民協議会で見込む需要量約171万KLとの差(約80万KL)が生じ、関東圏に就航する海外エアラインへのSAF販売可能性はある。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>本邦エアラインによる国産SAF引取りの義務はなく、本邦での販売可能性次第では海外空港での給油の可能性もあり得る。</li><li>今後、本事業の詳細検討を進めるに際しては、エアラインによる本邦製造SAFの購入コミットメントは重要となる。</li></ul>
韓国	<ul style="list-style-type: none"><li>2024年以降、国内SAFプラントが立ち上がる見込みであるものの、将来的に原料の制約を受ける可能性あり。したがって、潜在需要を満たせない部分は一部輸入に切り替える可能性はある。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>現状、SAF導入に関する制度や目標が設定されていない。</li><li>HEFAプラントで必要となる廃食油原料の調達確度。</li></ul>
中国	<ul style="list-style-type: none"><li>2022~2025年までのSAF導入目標の設定あり。</li><li>自国内のSAFプラントによる供給では、潜在需要を満たせず、海外からの輸入に頼る可能性はある。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>SAF導入義務化が始まる2027年以降も含め、ICAO/CORSIA枠組みへの不参加を表明済。また、2026年以降のSAF導入目標は公表されておらず、今後の動向が不透明。</li></ul>
台湾	<ul style="list-style-type: none"><li>国際線の割合が高く、国内SAFプラントの建設計画もないことから、SAF導入の機運が高まれば輸出可能性は見込める。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>現状、SAF導入に関する制度や目標が設定されていない。また、国連やICAOに加盟しておらず、今後の動向が不透明。</li></ul>

## 4. RD需要調査

### リニューアブルディーゼル(RD)とは

バイオマスを原料とした、**軽油と同じ構造**のパラフィン系炭化水素のディーゼル燃料を指す。サステナビリティ推進の観点から、SAF製造プロセスの副産物として得られるRDの需要も高まっている。

ディーゼル燃料	原料	製造方法	最終製品	特徴
軽油 (石油由来ディーゼル燃料)	石油	石油化学プロセス	パラフィン系炭化水素	<ul style="list-style-type: none"><li>脱炭素化・化石燃料からの脱却の観点から、代替品への切り替えが求められている</li></ul>
BDF バイオディーゼル燃料 (Biodiesel Fuel)	植物油 (Vegetable Oil) 動物性油脂	エステル化	通称/FAME  FAME 脂肪酸メチルエster/ Fatty acid methyl ester	<ul style="list-style-type: none"><li>軽油とは構造が異なるため、<b>混合上限最大5%までの制限あり</b></li><li>副生成物としてグリセリンが発生</li><li><b>長期保存が不可、NOx発生量増加等の課題あり</b></li></ul>
RD リニューアブルディーゼル (Renewable Diesel)	植物油 (Vegetable Oil) バイオマス由來エタノール	水素化 (Hydrotreated) Ethanol to Jetのプロセスを用いたSAF製造	パラフィン系炭化水素	<ul style="list-style-type: none"><li>軽油と同じ構造のため、<b>5%以上の混合が可能</b></li><li>混合率を高められるため、CO2削減効果增大に期待</li><li><b>水素化設備投資資金調達が課題</b></li><li>軽油と同じ構造のため、<b>5%以上の混合が可能</b></li><li>Ethanol to Jetのプロセスを用いると、<b>SAF:RD比率を9:1～1:3に変更可能</b></li></ul>

本事業で得られるRD

## 4. RD需要調査

### BDFに関する各国の制度動向

近隣諸国を含む世界各国で、カーボンニュートラルの実現に向けたBDF(バイオディーゼル)導入の目標設定や義務化が進む。沖縄県では、「沖縄県クリーンエネルギー・イニシアチブ(概要版)」で、基本目標として**低炭素化・自律分散化・地産地消化**を掲げ、アクションプランの中で「**バイオ燃料等の実用化に向けた生産技術確立の促進**」にも言及。

#### バイオ燃料及びRD(バイオ燃料)導入に関する政策動向

##### 世界(欧・米など)

- IMO(国際海事機関)：世界中を航海する船舶から排出されるGHG排出量を2050年までに実質0とする目標を採択。目標達成に向け脱炭素船舶の開発・導入が加速し、そのうちバイオ燃料船割合は世界中で約20%と予測。
- 米国：再生可能燃料基準にて、輸送用燃料販売量に対して一定比率の再生可能燃料(バイオ燃料)の供給を義務付け。
- EU：再生可能エネルギー指令更新版(RED- II )にて、FAMEの混合上限を7%に設定、RDや合成燃料の導入目標を設定義務化。

##### アジア

- 中国：BDF混合義務はないが、国内に一定量のBDFが流通しており、混合率は5%と推測。
- 韓国：2015年に再生可能燃料基準(RFS)が施行され、BDFの混合率2.5%を義務化。2018年には3.0%に引き上げ。
- 台湾：BDFの混合率1.0%を義務化。
- インドネシア：2025年までバイオ燃料の段階的な導入義務あり。2021年にBDFの混合率30%を義務化。

##### 日本

- 改正省エネ法では、特定輸送事業者および特定荷主に対して、国が定める2030年目標達成に向けた非化石エネルギーの転換に関する①中長期計画の作成義務 ②利用状況の定期報告を求めている。目標値は下記の通り。
    - 小型トラック(8t以下)・バス：保有台数の5%を非化石エネルギー車へ更新
    - タクシー：保有台数の8%を非化石エネルギー車へ更新
- なお、その他輸送事業者および荷主に対しても、上記目標を達成するための努力義務を求める。

## 4. RD需要調査

### 販売単価の調査

- 現状、BDF(FAME、HVO)は以下の価格で取引されている。ただし、原料となる廃食油の調達価格は安定調達ができる地域かどうかによって差があるため、**地域によって販売価格も異なる。**
  - FAME(B5\*) : **138~152円/L (軽油の1.0~1.1倍)** ※軽油138円/Lを前提に算出
  - FAME(B100\*) : **165~180円/L (軽油の1.2~1.3倍)** ※軽油代替
  - HVO(B100\*) : **173~189円/L (軽油の1.3~1.4倍)**

\*B5 … 5%バイオブレンド軽油 、 B100 … 100%バイオ軽油
- 近年、FAMEはメタノール、HVOは水素、共通で廃食油原料が高騰していることにより、販売価格は上昇している。主要企業の1社は、原料価格の高騰に伴い、**FAME(B100)の販売価格を200円/Lまで引き上げている。**
- バイオディーゼル利用推進協議会では、製造コストの高騰、特にSAFとの競合による廃食油の調達不足を解決すべき問題として捉えており、これまでの**軽油代替としてではなく、環境価値の高い燃料としてプレミアムを付加し、高単価(最低200円/L)で販売していくことで市場構築をしていく必要がある**と言及している。  
⇒原料価格や為替の影響で価格は変動するが、現状RDの販売価格は**200円/L**が一つの基準になる。
- また競合他社では**自治体からの補助金(BDF製造設備投資の1/2)を活用して事業を行っており、沖縄県においても同等規模の補助金がなければ、上記基準価格の設定は困難。**  
なお、上記補助金を活用した場合でも、粗利は3%程度と試算される。今後、水素価格の低下や製造設備の大規模化によるコスト削減等の実現によって、中長期的に粗利10%程度の創出が可能となる想定。

## 4. RD需要調査

### 需要家セグメントの作成

沖縄県における軽油の需要家を以下の20セグメントに整理。①軽油・A重油需要量 ②RD/BDF採用率を5段階で評価し、①・②の評価点の加重平均で③総合評価を算定。その内、評価点の高いセグメント(赤枠)を対象に調査・ヒアリングを実施し、**2050年までの需要量推計および導入に向けた課題**を整理。

No.	セグメント	①	②	③
1	定期観光バス	3.0	4.5	3.8
2	ツアーバス	3.0	4.5	3.8
3	路線バス	3.0	4.0	3.5
4	コミュニティバス	3.0	3.5	3.3
5	空港リムジンバス	3.0	4.0	3.5
6	緊急車両	3.3	2.5	2.9
7	事務ごみ収集車	3.3	4.0	3.7
8	家庭ごみ収集車	3.7	4.0	3.8
9	配送トラック(toB)	4.0	3.0	3.5
10	配送トラック(toC)	4.0	3.0	3.5

No.	セグメント	①	②	③
11	引越しトラック	3.7	3.0	3.3
12	空港内作業車両	2.8	4.0	3.4
13	貨物船・港湾運送	3.7	3.5	3.6
14	旅客船	3.0	3.5	3.3
15	農業機械	2.3	2.5	2.4
16	産業用ボイラー	3.7	4.0	3.8
17	焼成装置	3.7	4.0	3.8
18	産業車両	2.7	2.0	2.3
19	ディーゼル発電機	2.7	3.0	2.8
20	建機・重機	3.3	3.5	3.4

※①…軽油・A重油需要量(将来的な市場規模動向も考慮)

※②…RD/BDF採用率(実績・動向を考慮)

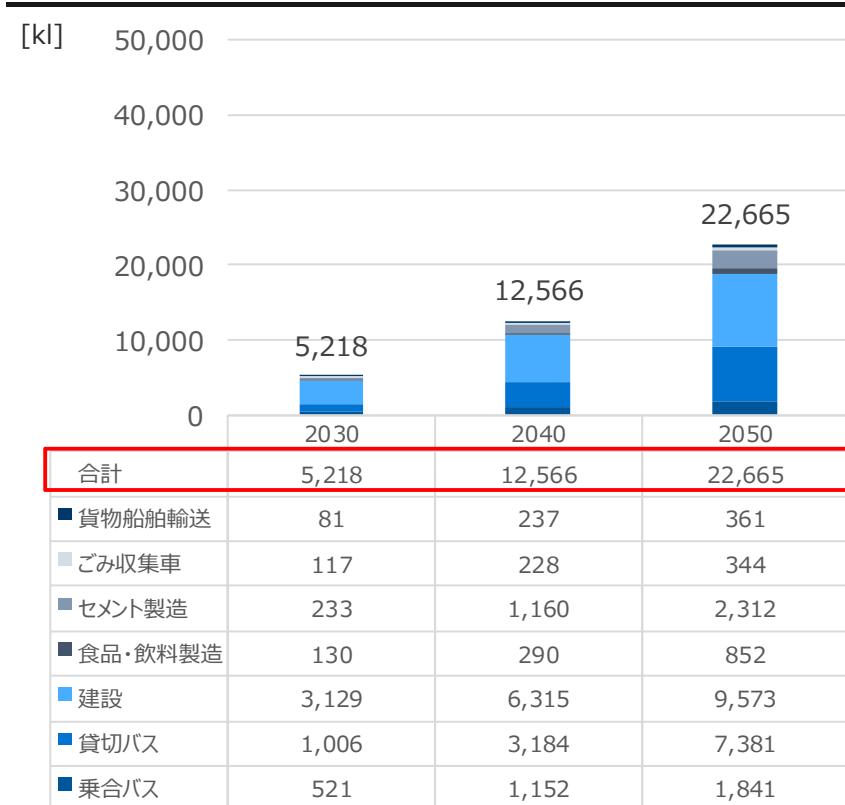
※③…総合評価(①・②の評価点を加重平均)

## 4. RD需要調査

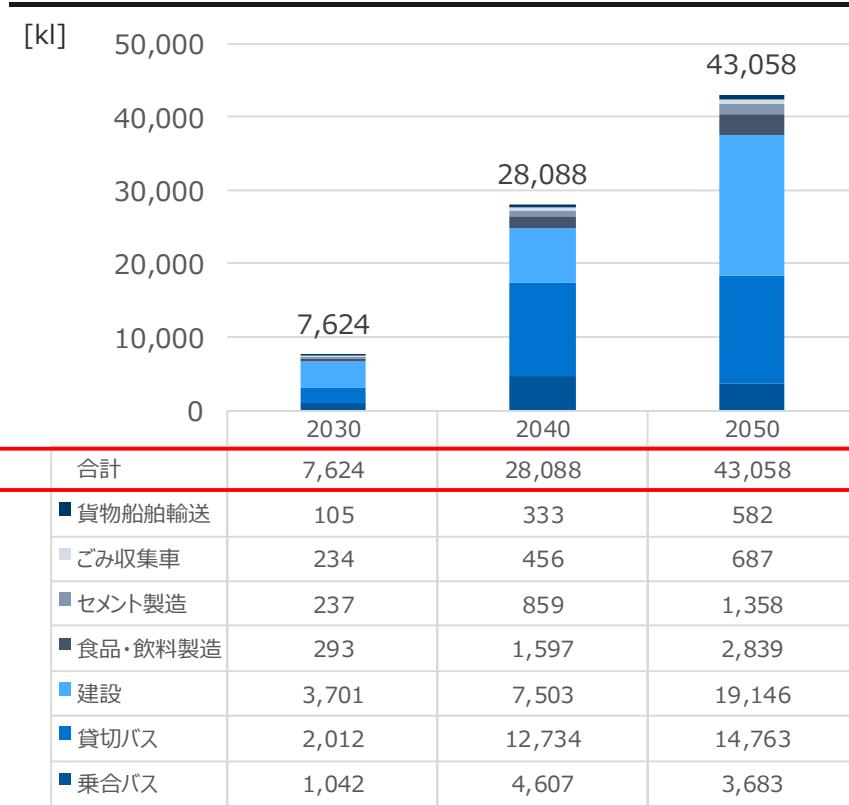
### 需要量推計…①セグメント別

- 2050年までのカーボンニュートラル達成に向けて野心的に取り組むことを想定とした「アグレッシブケース」、事業者へのヒアリング結果をもとに一部BDFが導入されることを想定とした「ベースケース」の両ケースで推計。
- 各種統計情報(軽油消費量および業界動向)を基に回帰分析による推計を実施した結果、2050年のBDF需要量総計は、ベースケースにおいて約2.2万KL、アグレッシブケースにおいて約4.3万KLに達する。

沖縄県におけるセグメント別BDF需要量（ベースケース）



沖縄県におけるセグメント別BDF需要量（アグレッシブケース）



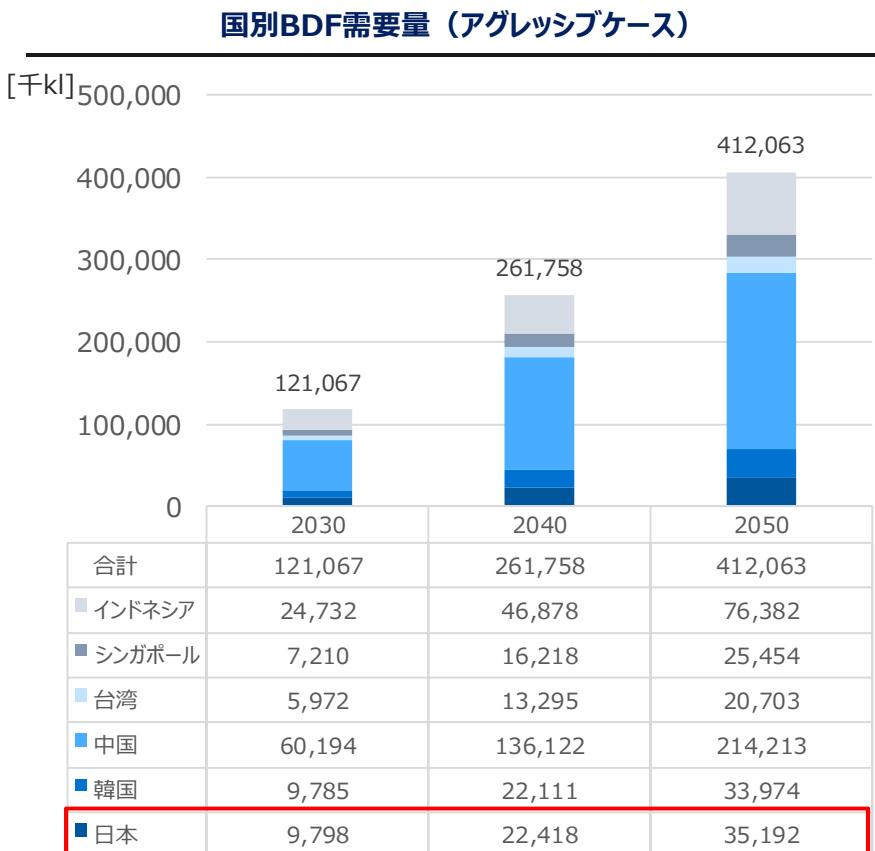
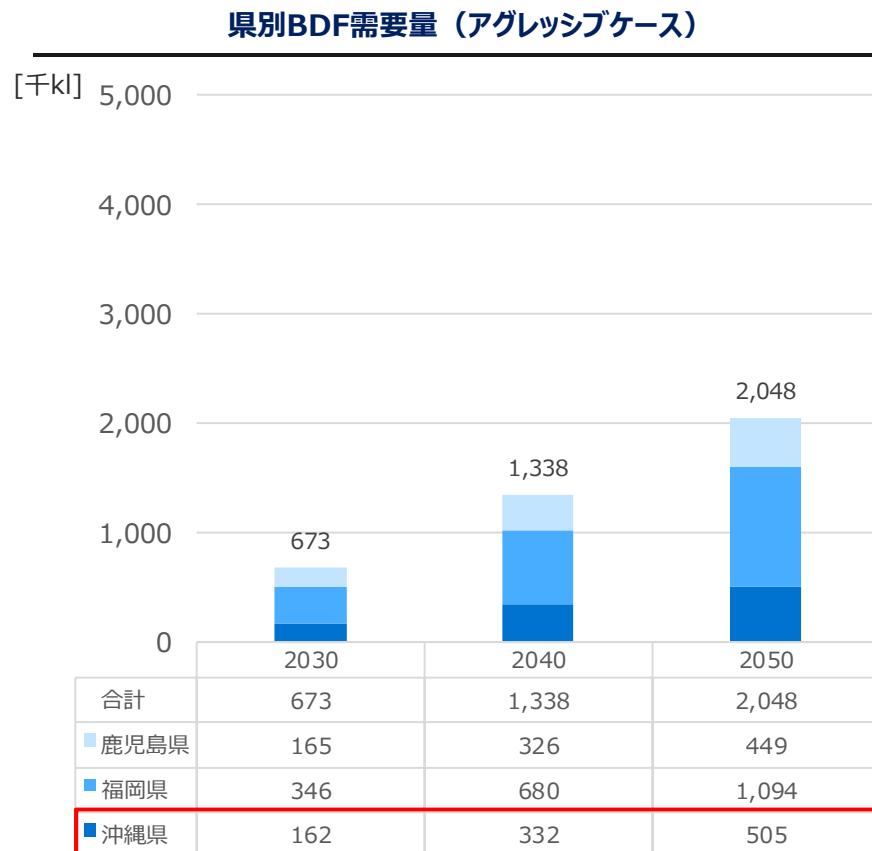
※A重油代替は除く。バスは電動化が進むため、BDF導入率は最大50%と想定。

## 4. RD需要調査

### 需要量推計…②国・県別

各種統計情報から推計した軽油消費量およびカーボンニュートラル達成に向け100%BDFに切り替えたとし、  
**2050年の沖縄県のBDF需要量は約505千KL、日本全体のBDF需要量は約35,192千kLに達すると  
推計。**

※【参考】IEAによるAPSシナリオ(2050年):約250,000千kL、NZEシナリオ(2050年):約110,000千kL、  
OECDによるBDF需要予測値(2030年):約5,000 千kL(2022年以降横ばい想定)



## 4. RD需要調査

### 沖縄県でのRD利用におけるCO2削減効果

- SAF・RDの生産量は、設備の運転モード変更により「**9:1~1:3**」の割合まで変更することが可能。RD最大生産時には年間約16.5万KL、RD最小生産時には約2.0万KLとなる。
- 化石由来の軽油をエタノール由来RDに100%置き換えた場合のCO2削減効果は、既存ジェット燃料を100%SAFに置き換えた場合と同様、約65%と仮定し算定。
- 沖縄県における2030年以降のBDF需要量はRD最大生産量をほぼ満たすことから、RD導入におけるCO2削減効果は、**年間約3.4~27.7万トンCO2**。

	2030年	2040年	2050年
化石由来軽油 100%使用時の CO2排出量	41.8万トンCO2/年	85.7万トンCO2/年	130.3万トンCO2/年
RD最大生産時 導入による CO2削減量	▲27.2万トンCO2/年 (▲65.0%)	▲27.7万トンCO2/年 (▲32.3%)	▲27.7万トンCO2/年 (▲21.3%)
RD最小生産量 導入による CO2削減量	▲3.4万トンCO2/年 (▲8.1%)	▲3.4万トンCO2/年 (▲4.0%)	▲3.4万トンCO2/年 (▲2.6%)

※「環境省 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」に記載の軽油排出係数2.46トンCO2/KLを基に算定。

## 4. RD需要調査

### セグメント別調査結果まとめ

各セグメントの需要量推計およびヒアリング結果を基に、市場ポテンシャルと導入ハードルを整理。

セグメント	市場ポтенシャル ※軽油		導入ハードル	
	市場規模 (2030年, ベースケース)	年平均成長率 (2030~2050年)	価格許容度	環境対応(BDF)への関心度
乗合バス	<b>521 kL</b> (軽油消費量の5.0%)	<b>6.5%</b> (軽油の成長率-1.7%)	コスト面での余裕がなく 価格増加の許容は困難	国交省のグリーン認証制度等の 業界の動きはあるが、現状、取り 組む余裕がなく、 <b>関心は低い</b>
貸切バス	<b>1,006 kL</b> (軽油消費量の5.0%)	<b>10.5%</b> (軽油の成長率1.9%)	旅行会社等のユーザー側で 環境価値が価格転嫁できれば、 価格増加も <b>十分許容可能</b>	ツアーバスはバス業界の収益の柱 で、旅行会社・観光客の動向次 第でBDF導入も検討( <b>関心あり</b> )
建設	<b>3,129 kL</b> (軽油消費量の17.3%)	<b>5.7%</b> (軽油の成長率0.3%)	石油会社の提案次第で価格 増加も <b>十分許容可能</b> ただし、PJによって採算が厳しい	業界としてBDF導入ガイドライン 策定や環境配慮建設資材への 切替等が進んでおり <b>関心は高い</b>
食品・飲料 製造	<b>130 kL</b> (軽油消費量の4.4%)	<b>9.8%</b> (軽油の成長率-0.2%)	環境価値メリットを考慮すれば 一定程度は <b>価格増加も許容 可能</b>	工場の省エネ化やアップサイクル 等の環境対応の取組が 活発で <b>関心は高い</b>
セメント製造	<b>233 kL</b> (軽油消費量の5.0%)	<b>12.2%</b> (軽油の成長率0.0%)	競争環境から価格弾力性は高 いと想定され、価格増加につい ては <b>十分許容可能</b> と想定	業界として脱炭素化の長期ビジョ ン策定し推進しているが現状、 <b>BDFへの関心は低い</b> (建設業 界に引っ張られて拡大可能性あ り)
ごみ収集車	<b>117 kL</b> (軽油消費量の15.0%)	<b>5.5%</b> (軽油の成長率0.8%)	地方自治体は潤沢な資金があ るわけではないが、環境価値に 対しては一定程度は <b>価格許容 可能</b>	全国的に特にBDF導入が盛んな セグメントで沖縄でも <b>関心はある と想定</b>
貨物船舶輸 送	<b>81 kL</b> (軽油消費量の6.4%)	<b>7.8%</b> (軽油の成長率0.6%)	近年貨物量は増加傾向にあり 業績好調で一定程度は <b>価格 増加も許容可能</b> と想定	国際条約でGHG排出抑制が策 定され、バイオ燃料は有望視され ていてBDF導入へも <b>関心はある</b>

## 5. エタノールタンク、入荷設備の転用/新設検討

### 検討の基本条件

#### 【課題】

- 既存タンクをエタノールタンクに転用する場合は、インナーフロートタンクへの改造が必要との見解がSAF製造設備ライセンサーより示された。
- 現在飲料向けで流通しているエタノール船は約3～40,000KL船が主流であり、最大船型で約60,000KL級。
- ブラジル～日本間の輸送日数は約30～40日。荷役～通関までの日数(5日を想定)を加味すると、最低45日分の在庫確保が必要。

#### 【前提条件】

	タンク容量 (KL)	タンク形状	直径 (m)
タンクA			69
タンクB	50,000KL級	コーンルーフタンク	67
タンクC			67

タンクA・Bをインナーフロートタンクへ改造し、タンクC撤去跡地に小型エタノールタンク(3,000KL×2基)を新設する想定で検討を実施



# 5. エタノールタンク、入荷設備の転用/新設検討

## 既存タンクのインナーフロートタンク改造可否検討

### 【検討結果】

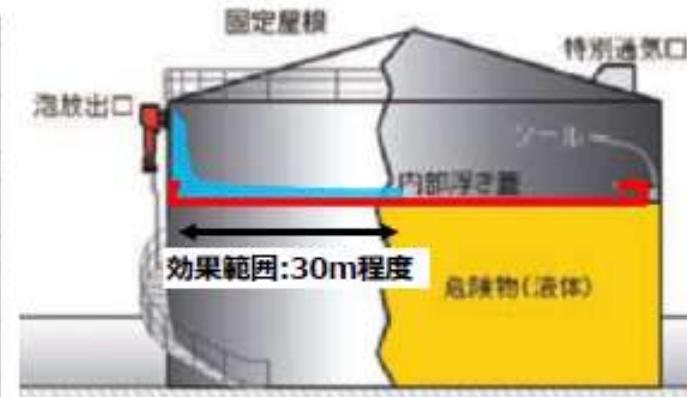
表3 泡放出口の個数（平成元年消防危第24号通知）

タンクの直徑 ケンクの直徑	泡放出口の個数			
	固定屋根構造		浮き蓋付き 固定屋根構造	浮き屋根構造
	I型又はII型	III型又はIV型		
13m 未満			2	2
13m 以上 19m 未満	2	1	3	3
19m 以上 24m 未満			4	4
24m 以上 35m 未満		2	5	5
35m 以上 42m 未満	3	3	6	6
42m 以上 46m 未満	4	4	7	7
46m 以上 53m 未満	6	6	8	8
53m 以上 60m 未満	8	8	10	10
60m 以上 67m 未満	10	10		10
67m 以上 73m 未満			12	
73m 以上 79m 未満		12		12
79m 以上 85m 未満		14		
85m 以上 90m 未満		16		
90m 以上 95m 未満		18		
95m 以上 99m 未満		20		
99m 以上		22		16
		24		

注) II型の泡放出口のものを用いるものは、不溶性の危険物及び貯蔵温度が50°C以下又は動粘度が100cst以下の危険物を貯蔵し、又は取り扱うタンクに限り、設置することができる。

※1) I型又はII型の泡放出口を8個設けるほか右欄に掲げるタンクの直径に応じた泡放出口の数から8を減じた数のIII型又はIV型の泡放出口を当該タンクの中心部で当該タンクの側板から30mの堤状の部分を除いた円形の液表面の部分を放出される意で均一に防護することができるよう追加して設けること。

抜粋元<8B5A8F708FEE95F15F905B93638D488BC68A948EA> (khk-syoubou.or.jp)



II型泡放出口の泡効果距離は、  
30m程度である為、  
タンク径60m以上では、  
泡消火設備の規定がない。

- 調査の結果、国内ではタンク径60m以上のインナーフロートタンクの実績が不明であり、消防申請時に許可が得られない可能性があることが判明。  
⇒ 本FSにおける基本条件を見直し、代替案での検討を実施。

## 5. エタノールタンク、入荷設備の転用/新設検討

### エタノールタンク検討における代替案

- 既設コーンルーフタンクのインナーフロートタンク改造に代わる案として、下記①～③の代替案が考えられる。
  - ① タンクを新設
  - ② タンク屋根形式の変更(コーンルーフをドームルーフに変更し、窒素ガスでシールする)
  - ③ 別のタンクをインナーフロートタンクへ改造
- 関係各社との協議の結果、下記を理由にして上記案②・③の採用は困難と分かり、①で検討を実施。
  - ②： 窒素ガスでシールする場合、エタノールへの窒素ガスの溶解があり、後段のSAF製造設備のプロセスに悪影響を及ぼす可能性があり、ライセンサーが推奨しない。
  - ③： タンク径60m未満の利用可能な遊休タンクはない。

## 5. エタノールタンク、入荷設備の転用/新設検討

### エタノールタンク新設の検討条件

#### 【検討条件】

- エタノールタンクで確保すべき容量は、100,000KL程度とする。
- 受入用の大型タンクは、既存タンクを撤去したエリアに新設する。
- 法令上の制約があるためタンク径は60m未満とし、揮発損失・雨水等外部からの水分混入を防ぐため、型式はインナーフロートタンクとする。
- 設計基準の風速が大きいという沖縄県の立地条件を考慮し、既設タンクの高さ(15m未満)で設定した  
ケース①「35,000KL×3基」と、タンク径60m未満かつ高さの制約を考慮しない ケース②「50,000KL×2基」の  
2ケースで検討を実施。どちらのケースも小型タンクは、「3,000KL×2基」を想定。

#### 【エタノールタンクのサイズ一覧】

	ケース① エタノール受入	ケース② エタノール受入	ケース①・② エタノール小型
タンク容量(KL)	35,000	50,000	3,000
タンク径(m)	58.7	59.0	19.6
高さ(m)	15.0	20.3	12.0

## 5. エタノールタンク、入荷設備の転用/新設検討

### 入荷設備の既設転用/新設検討

既設ローディングアームおよびエタノール受入配管に関する検討を実施。

#### <ローディングアーム> …転用可

白油(ガソリン・灯油・軽油)用ローディングアームを転用し、エタノール受入配管に接続する。

#### <エタノール受入配管> …要新設

新しい油種を受入れることになるため、エタノール受入配管は新設する。

#### 【エタノール配管の材質検討】

- バイオエタノールによる炭素鋼のSCC(応力腐食割れ)の懸念がAPI(American Petroleum Institute)で報告されている。

対策：炭素鋼にPWHT(溶接後熱処理)を施す

懸念点：南西石油では海上輸送による構内水切りができない。また、桟橋(配管橋)上の配管敷設においても水深が浅く、海上クレーン等を付けて工事が難しい状況

⇒現場溶接の割合が多くなり、工事全体量を考慮すると現場でのPWHT(溶接後熱処理)の実施は非現実的。

⇒材質はステンレス(316LSS/SUS316L)を選定。塩害対策を考慮し、**外面塗装あり**とする。

※配管内面については、304SS/SUS304で十分な耐食性はあるものの、外面の塩害対策および溶接部の銳敏化防止のため、316LSS/SUS316Lを選定。

## 5. エタノールタンク、入荷設備の転用/新設検討

### 防消火設備の検討

新たな危険物(エタノール)を取り扱うことになり、既設タンク転用ではなくタンク新設になることから、既設防消火設備の転用および新設の検討を実施。

#### 【関係法令における要求事項】

- エタノールは「危険物第4類アルコール類 水溶性」に分類される。
- 第4類の危険物を貯蔵する屋外タンク貯蔵所は、第3種の固定泡消火設備の設置が求められている。

#### 【検討結果】

- ① 第一桟橋、配管橋 … **消火配管の敷設が必要**
- ② エタノール受入タンク … **泡原液タンクの新設が必要(計24,000L)**
- ③ エタノール小型タンク … **改造不要、既設泡原液タンク転用可**
- ④ 消火配管 … **配管のサイズアップが必要**
- ⑤ 既設消火ポンプ … **改造不要**

※①～③について、泡消火薬剤を「耐アルコール用たんぱく泡消火薬剤3%タイプ」へ変更する必要あり

# 5. エタノールタンク、入荷設備の転用/新設検討

## 総括、今後の課題

### 【総括】

- タンク径60m以上の既存コーンルーフタンクをインナーフロートタンクへ改造する場合は、消防法上の制約により困難。一方で、エタノールタンクを全て新設する場合は、新法によりタンク直径分のタンク間距離を確保する必要があるが、既存タンクを撤去したエリアに配置することが可能。
- エタノール受入配管・移送ポンプ等の計装類・泡原液タンク等、新設箇所は多いがローディングアームや消火ポンプ等一部既存設備がそのまま転用可能であることも今回の検討で分かった。
- タンクを新設した場合には、既設タンクの改造よりもCAPEXが増大し、工期は長期化する見込。

### 【今後の課題】

- 本検討では、既存タンク撤去・不発弾探査を考慮しておらず、いずれも工事着手前に必要な工程であるため、プラスアルファでのコストアップと工期が発生し、場合によっては期間が長期化する恐れがある。
- エタノール小型タンク工事は2基同時施工が可能であるが、エタノール受入タンクのような大型タンクは工事事業者のマンパワー不足により2基同時施工が困難。タンク新設の場合には、高額なCAPEXと長期の工期となる結果となっており、2028年度内SAF/RD製造開始実現に向けてCAPEX低減・工期短縮を図るべく、下記項目を次フェーズ以降の検討課題としたい。
  - 既存コーンルーフタンクへの窒素シール設置によるSAF製造設備側での溶存窒素除去
  - タンク径60m以上のインナーフロートタンクの実現可能性調査
  - タンク基数削減の検討
  - 別の切り口による既存タンク活用可否検討(フローティングタンクにウルトラドーム設置等)

## 6. エタノール輸入船候補拡大に向けた桟橋運用緩和検討

### 検討の基本条件

- 南西石油の出入荷桟橋は全部で3ヵ所。エタノール船の最大船型は60,000KL級であり、大型船が着桟可能なのは第一桟橋のみ。  
⇒ エタノール船の入港は第一桟橋からの入荷を前提とする。
- 近年輸送船の大型化に伴い、船側の係留策不足が原因で着桟不可となるケースが見受けられる。現行基準によるエタノール候補船の着桟可否を確認し、着桟基準の適正化を図る。

### 石油／製品入出荷設備

海上	能力 (DWT)	原油／製品
第1桟橋	97,000	原油、白油／黒油
第2桟橋	4,000	白油／黒油
第3桟橋	1,650	白油／黒油、LPG



\*出所：南西石油株式会社ホームページ

## 6. エタノール輸入船候補拡大に向けた桟橋運用緩和検討

### 現行基準によるエタノール候補船の着桟可否確認

飲料・工業向けにエタノールを調達する際に使用する輸送船を対象に着桟可否を確認。候補船50隻程度確認し、代表的な船型を以下に記載。

近年の傾向として、全長140～160m船(約2.5～3万KL級)は船側の係留索が8本、全長170～180m船(約4～6.4万KL級)は船側の係留索が12本以上という見立てであり、170m以上の船型では一部着桟可能な船型も見受けられる。

⇒船側の係留索数に合わせた運用基準に緩和するため、現行基準から最も条件が厳しい候補船(以下、赤枠)を選定し、安全性確認のためのシミュレーション検証を実施。

候補船	全長 (m)	DWT	係留索数 (本)	着桟可否 判定	係留索 破断張力 (t)
A	141	20,810	8	×	42
B	144.03	19,741	8	×	42
C	145.53	20,704	8	×	42
D	149.93	22,430	8	×	49.4
E	158.93	25,184	8	×	46.7
F	170	33,682	12	○	65
G	179.53	36,028	18	○	53～60
H	183	51,319	16	○	74
I	183.06	49,715	12	×	53
J	219	79,905	16	○	71

係留検討①

係留検討②

## 6. エタノール輸入船候補拡大に向けた桟橋運用緩和検討

### 係留検討①(E…約160m船)

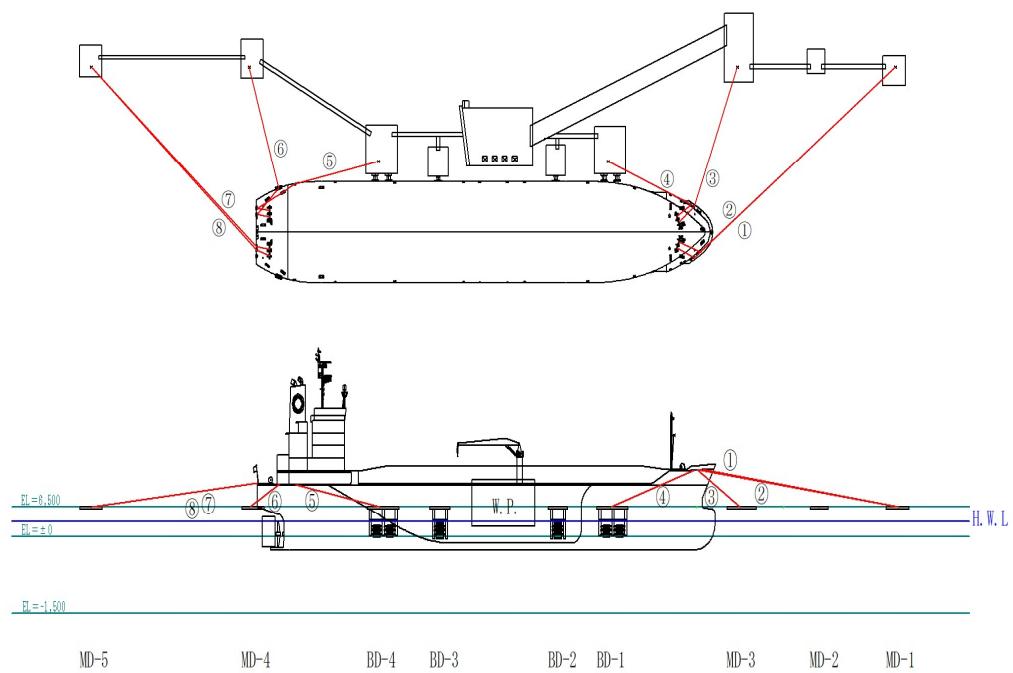
#### 【検討条件】

- 桟橋運用基準は、「風速15m/s以下」での運用が前提となっており、同基準により候補船を係留した場合における限界係留風速を静的計算手法(OCIMF)\*で算出。  
\*係留時における安全性を確認する際、OCIMF(石油会社国際海事評議会)策定のガイドラインに沿って、係留限界風速を算出するのが一般的。
- 最も風圧影響を受ける条件(喫水、水深等)を設定。安全率は2倍で設定。

対象船舶の主項目

主要目	候補船E情報
全長(m)	158.93
垂線間長(m)	149.30
船幅(m)	26.60
型深(m)	14.10
喫水(m)※バラスト状態	6.203
水面上正面投影面積(m <sup>2</sup> )	567.5(推定値)
水面上側面投影面積(m <sup>2</sup> )	2086.8(推定値)
水面下正面投影面積(m <sup>2</sup> )	165.0(推定値)
水面下側面投影面積(m <sup>2</sup> )	926.1(推定値)

係留索配置（上は平面図、下が側面図）



## 6. エタノール輸入船候補拡大に向けた桟橋運用緩和検討

### 係留検討②(I…約180m船)

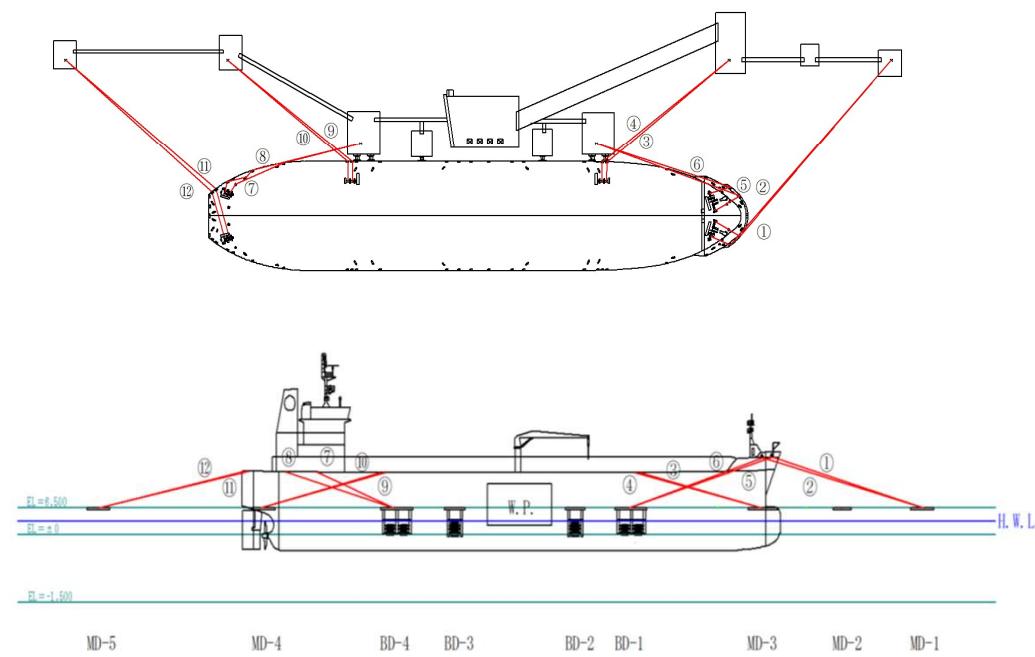
#### 【検討条件】

- 桟橋運用基準は、「風速15m/s以下」での運用が前提となっており、同基準により候補船を係留した場合における限界係留風速を静的計算手法(OCIMF)\*で算出。  
\*係留時における安全性を確認する際、OCIMF(石油会社国際海事評議会)策定のガイドラインに沿って、係留限界風速を算出するのが一般的。
- 最も風圧影響を受ける条件(喫水、水深等)を設定。安全率は2倍で設定。

対象船舶の主項目

主要目	候補船I情報
全長(m)	183.06
垂線間長(m)	174.00
船幅(m)	32.20
型深(m)	19.10
喫水(m)※バласт状態	7.18
水面上正面投影面積( $m^2$ )	792.65(推定値)
水面上側面投影面積( $m^2$ )	3068.10(推定値)
水面下正面投影面積( $m^2$ )	231.20(推定値)
水面下側面投影面積( $m^2$ )	1249.32(推定値)

係留索配置（上は平面図、下が側面図）



## 6. エタノール輸入船候補拡大に向けた桟橋運用緩和検討

### 検討結果

対象船舶	候補船E(160m船)	候補船I(180m船)
喫水状態	バラスト喫水 (6.203m)	バラスト喫水 (7.18m)
水深状態	朔望平均満潮面 (18.3m)	朔望平均満潮面 (18.3m)
係留限界風速(m/s)	12.1	13.3

- いずれのケースも現行の桟橋運用基準(平均風速15m/s)をクリアできないことが判明。

対象船の受入を可能にする対応策として、下記3点が挙げられる。

- 風速基準の厳格化(15m/s⇒12m/s)  
⇒ 現行基準で着桟可能な船が気象条件によって着桟不可となるケースが想定され、油槽所運営に影響を与える可能性あり。
- 桟橋改造(クイックリースフックの追加)  
⇒ 船に対して直角にロープを張る本数を増やすことで、全体の係留索強度の強化が見込める。  
桟橋側の設備改造が必要になるが、工事に一定程度期間を要する。
- 船側の係留索強度(破断張力)の強化  
⇒ 係留索強度の向上には、先述の桟橋改造の他、ロープの材質を変更することでも対応可能。  
現行基準を満たすための破断張力およびロープの材質を追加調査。

## 6. エタノール輸入船候補拡大に向けた桟橋運用緩和検討

### 係留可能な破断張力の算出

- 検討条件は、係留検討①・②と同じ。船側の係留索本数を増やさない前提で、現行基準(平均風速15m/s)を満たすロープ1本あたりに必要な破断張力を算出。  
⇒ ロープ1本あたりの破断張力が、160m船の場合は**72.0トン以上**、180m船の場合は**67.0トン以上**であれば、船舶および桟橋の設備を改造することなく着桟可能となる。

	対象船舶	候補船E(160m船)	候補船I(180m船)
船側の係留索	材質	PP+PE (ポリプロピレン+ポリエチレン)	PP+PS (ポリプロピレン+ポリスチレン)
	破断張力(tf)	72.0	67.0
	安全率	2.0	2.0
	許容荷重(tf)	36.0	33.5
対象船舶の係留装置	ワインチブレーキの許容荷重(tf)	37.3	42.4
	ボラード及びフェアリーダーの許容荷重(tf)	47.0	53.0
桟橋の係留装置	クイックリースフックの許容荷重(tf)	75.0	75.0

## 6. エタノール輸入船候補拡大に向けた桟橋運用緩和検討

### 各係留索メーカーのロープ仕様調査(160m船)

- 現行基準を満たす係留索メーカーのロープ仕様を調査。候補船E(160m船)については、下記ロープを使用することにより、設備を変えることなく着桟可能となる。

メーカー名	商品名	索強度	索素材	索径	
ナロック	ペルミックスザンクロス	72.0	PP + PE	55	
	ペルミックスザンプレード	77.9	PP + PE	65	
東京製綱	エイトロープ	77.9	PP + PE	70	
		73.9	PE	95	
東京製綱		75.9	PPマルチ	85	
		77.8	キヨーレックス (PE)	75	
		73.5	PE	95	
		75.3	PPマルチ	85	
		79.0	キヨーレックス (PE)	80	
		73.5	PE	95	
小浜製鋼	CEコンパウンドクロス	72.0	PP + PE	70	
	CEコンパウンクイーンプレード (12打ち)	78.4	PP + PE	65	
テザック	三つ打ちロープ	76.0	PP	85	
		72.9	PE	95	

## 6. エタノール輸入船候補拡大に向けた桟橋運用緩和検討

### 各係留索メーカーのロープ仕様調査(180m船)

- 現行基準を満たす係留索メーカーのロープ仕様を調査。候補船I(180m船)については、下記ロープを使用することにより、設備を変えることなく着桟可能となる。

メーカー名	商品名	索強度	索素材	索径
ナロック	ペルミックスサザンクロス ペルミックスサザンブレード	67.0	PP + PS	52
		77.9	PP + PE	65
東京製綱	エイトロープ	77.9	PP + PE	70
		73.9	PE	95
		67.5	PPマルチ	80
	三つ打ちロープ	68.2	キョーレックス (PE)	70
		73.5	PE	95
		67.2	PPマルチ	80
小浜製鋼	CEコンパウンドクロス CEコンパウンクイーンブレード (12打ち)	70.1	キョーレックス (PE)	75
		72.0	PP + PE	70
テザック	三つ打ちロープ	67.3	PP + PE	60
		68.0	PP	80
		72.9	PE	95

## 6. エタノール輸入船候補拡大に向けた桟橋運用緩和検討

### 追加調査・総括・今後の課題

#### 【追加調査】

- ロープは船側で装備することが一般的であり、発注側の要望で現行基準を満たす強度のロープに変更可能か  
候補船を所有する船会社へヒアリング調査。  
⇒P.42・43で記載のロープ仕様は一般的に高グレードであり、船会社では所有しておらず対応は不可。  
要求する強度が標準装備の約1.5倍以上であり、桟橋を損傷させるリスクを孕む。

#### 【総括】

- 近年の傾向として、①全長140～160m船(約2.5～3万KL級)は船側の係留索が8本 ②全長170～180m船(約4～6.4万KL級)は船側の係留索が12本以上 であり、約4～6.4万KL級船型の中では一部着桟できるものも存在する。
- 上記①・②の候補船から最も条件が厳しい船型を選定し、着桟可否を確認。結果として、現状のままで着桟はできないが、ロープを変更し1本あたりの係留索強度を強化することで着桟可能となる。
- 一方で、要求仕様は一般的に高グレードであり、標準装備の約1.5倍以上の強度であることから、船会社が所有するケースは少ないと思われ、仮に装備したとしても却って桟橋を損傷させるリスクもある。

#### 【今後の課題】

- 現行基準でも着桟可能な大型船は存在するも、候補船の選択肢が増えれば多様な調達ケースを検討する際に有益。打開策としては下記2点が考えられ、次フェーズ以降の検討課題としたい。
  - 風速基準の厳格化(15m/s⇒12m/s)
  - 桟橋改造(クイックリースフックの追加)

## 7. まとめ

本調査では、沖縄県におけるSAF/RD製造・販売事業実現に向けて、初期的な事業性検証項目の内、**SAF/RD導入促進に向けたニーズ調査、SAF/RD大規模製造に向けた競争力ある原料受入体制の検討**を実施した。

### ①SAF/RD導入促進に向けたニーズ調査

#### ➢ 沖縄県内外におけるSAF需要調査

2030年時点の沖縄県におけるSAF潜在需要は約4～9万KL(CO2削減効果は約6.4～14.4万トン)。関東圏、近隣アジア地域への販売は期待できる。但し、自国の政策動向や制度設計次第で需給バランスが変動する可能性あり。

#### ➢ 沖縄県内外におけるRD需要調査

2030年時点の沖縄県のBDF需要量は約16万KLであり、全てRDに切り替えた場合のCO2削減効果は約27.2万トン。価格許容度・環境対応への関心度を軸に評価すると、足許は市場規模が大きい「建設」業界への参入に注力し、2030～2050年にかけて市場拡大が見込める「貸切バス」「食品・飲料製造」にアプローチするのが望ましい。

### ②SAF/RD大規模製造に向けた競争力ある原料受入体制の検討

設備対応により大型船による競争力ある原料調達が可能であるとの結論を得た。一方、課題も明らかとなったことから、次フェーズにおいてはコスト削減およびより現実的な対応について検討を続けるものとする。

#### ➢ エタノールタンク、入荷設備の転用/新設検討

既存タンクの転用を検討するも、法令上の制約により転用が困難であり、新設での検討を実施。新設の場合には、高額なCAPEXと長期の工期が見込まれる結果となったことから、投資額・工期短縮を図るべく、今後の課題を整理。

#### ➢ エタノール輸入船候補拡大に向けた桟橋運用緩和検討

現行の桟橋運用基準におけるエタノール候補船の着桟可否を確認するため、シミュレーション検証を実施。着桟不可の判定であったが、一定程度の強度を持つロープに変更すれば着桟可能となることが分かった。一方で、要求仕様が高グレードかつ所有する船会社もない状況であり、候補船の選択肢を増やすためには、「風速基準の厳格化」もしくは「桟橋改造」が必要であり、今後の計画を考慮しながら検討を継続。