

令和4年度燃料安定供給対策に関する調査等事業
(潤滑油産業のカーボンニュートラル化に向けた
取組動向調査・分析等事業)
調査報告書(公表用)

2023 年 3 月

一般社団法人 潤 滑 油 協 会

目 次

第1部 事業の概要	1
第1節 事業の目的	1
第2節 事業の方法	1
1. 事業の体制	1
2. 潤滑油品質委員会	2
3. 事業の実施期間	3
第3節 事業の内容	4
1. 潤滑油産業のカーボンニュートラル化に向けた取組動向調査・分析	4
2. 他分野の低炭素化・脱炭素化に貢献する製品の市場導入の加速化に に向けた調査・検証	9
文 献	11
第2部 事業の結果	12
第1章 潤滑油産業のカーボンニュートラル化に向けた取組動 向調査・分析	12
第1節 はじめに	12
第2節 国内潤滑油産業における低炭素化・脱炭素化に向けた取組・ 検討状況等調査・分析	13
1. 国内の低炭素化・脱炭素化に向けた動向について	13
2. 国内の潤滑油製造事業者に対するアンケート等調査	14
3. 国内の潤滑油製造事業者等に対するヒアリング等調査	31
4. 自動車パワートレイン、燃料動向調査	37
第3節 海外潤滑油産業における低炭素化・脱炭素化に向けた取組・ 検討状況等調査	41
1. 調査の方法	41
2. 調査の結果および分析	41
第4節 まとめ	55
1. 国内潤滑油産業における低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状 況等調査・分析	55
2. 海外潤滑油産業における低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状 況等調査	58

3. 我が国、米国、EU およびアジアの潤滑油産業におけるカーボンニュートラル実現に向けた取組状況等の比較	59
4. 国内の潤滑油産業において今後必要となる取組	60
文 献	61
第2章 他分野の低炭素化・脱炭素化に貢献する製品の市場導入の加速化に向けた調査・検証	64
第1節 はじめに	64
第2節 超高粘度指数エンジン油に関連する海外の取組動向等調査	64
1. エンジン油の規格の現状	65
2. エンジン油粘度グレードの動向	66
3. ILSAC 規格の動向	67
4. ACEA 規格の動向	69
5. 超高粘度指数エンジン油の評価方法の検討状況	70
第3節 超高粘度指数エンジン油に関連する国内情報収集	70
1. JASO 規格の動向	70
2. 超高粘度指数エンジン油の必要性	71
3. 国内における超高粘度指数エンジン油の研究動向	72
第4節 超高粘度指数エンジン油等の試作および性状分析	82
1. 供試超高粘度指数エンジン油等の試作	82
2. 供試超高粘度指数エンジン油等の性状	83
3. 蒸発損失性に関する調査	85
4. せん断安定性に関する調査	87
5. 省燃費性に関する調査	89
6. 高温酸化防止性に関する調査	94
7. 劣化油低温粘度に関する調査	97
8. 摩耗防止性に関する調査	99
9. リン蒸発性に関する調査	103
第5節 まとめ	104
1. 超高粘度指数エンジン油に関連する海外の取組動向等調査	104
2. 超高粘度指数エンジン油に関連する国内情報収集	105
3. 超高粘度指数エンジン油等の試作および性状分析	105
文 献	106

略 語 表	109
-------------	-----

第1部 事業の概要

第1節 事業の目的

潤滑油は、自動車をはじめとする工業製品の製造・駆動に用いられるなど、我が国の産業基盤を支える上で不可欠な物質であり、引き続き、その安定供給を確保する必要がある。他方、近年では2050年カーボンニュートラルへの対応が求められており、大手元売り企業に加え、多くの中小企業で支えられている潤滑油産業では、カーボンニュートラルへの対応と潤滑油の安定供給の確保を両立することが大きな課題となっている。これまで潤滑油産業では、資源の有効利用や環境への負荷低減の観点から、使用済み潤滑油をリサイクルして潤滑油原料である基油を生産する「基油再生」を導入するための調査・検討や、自動車の省燃費化に対応する「低粘度潤滑油」の利活用促進に向けた取組等を実施してきたが、今後はこうした取組の拡充・加速化を図りながら、潤滑油産業のカーボンニュートラル化を実現し、潤滑油の安定供給を確保していくことが求められる。

本事業では、潤滑油産業のカーボンニュートラル化を目的として、国内外の潤滑油産業における取組動向等を調査・分析し、2050年に向けて必要となる取組を整理するとともに、他分野の低炭素化・脱炭素化に貢献するとして今後市場導入が検討されている製品について、市場導入の加速化を図るために必要な調査・検証を実施することを目的とした。

第2節 事業の方法

1. 事業の体制

本事業は一般社団法人潤滑油協会が国から受託し、実施した。実施体制は、図に示すとおりである。一部の特殊な試験等については、外部専門機関に外注して実施した。

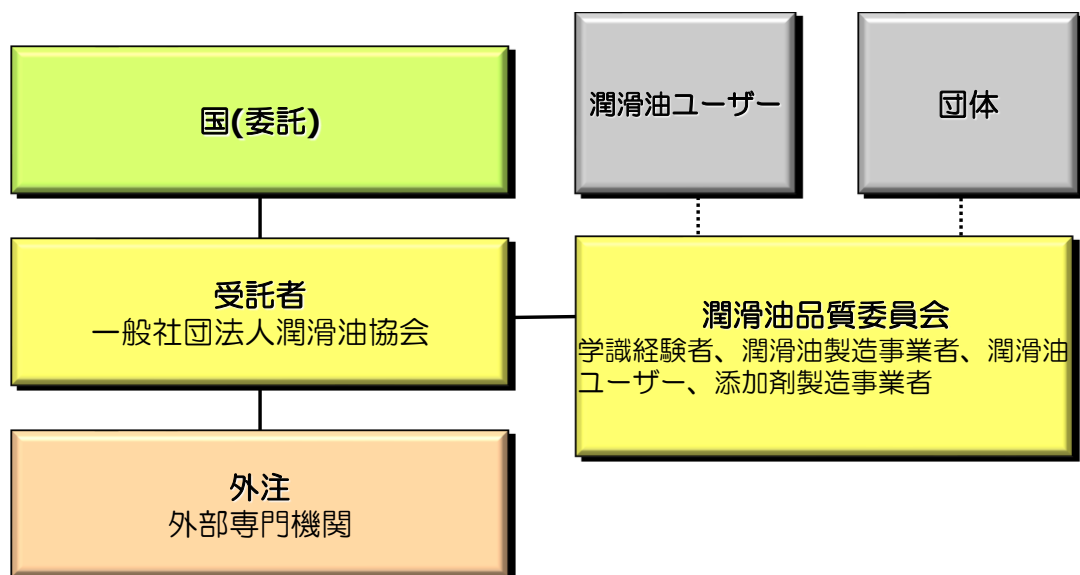


図. 事業の実施体制

2. 潤滑油品質委員会

潤滑油協会では、本事業を円滑に実施するため、協会内に学識経験者、潤滑油業界関係者および自動車業界関係者等の外部有識者等から構成する「潤滑油品質委員会」を設置し、事業を実施した。潤滑油品質委員会の構成を次に示す。

2022 年度 潤滑油品質委員会
(委嘱期間: 2022 年 8 月～2023 年 3 月)

区 分	氏 名	所 属 および 役 職 名
委員長 (学識経験者)	益子 正文	東京工業大学 名誉教授
副委員長 (学識経験者)	三原 雄司	東京都市大学 工学部機械工学科 教授
幹事 (学識経験者)	内藤 康司	日本トライボロジー学会 添加剤技術研究会 幹事
委員	本田 晃之	アフトンケミカル・ジャパン株式会社 (2022 年 8 月～2023 年 1 月)
	星野 秀隆	アフトンケミカル・ジャパン株式会社 (2023 年 2 月～2023 年 3 月)
委員	田村 和志	出光興産株式会社
委員	三好 泰介	インフィニアムジャパン株式会社
委員	吉田 悟	ENEOS 株式会社
委員	三浦 正年	コスモ石油ルブリカンツ株式会社
委員	小鷹 佳照	シェブロンジャパン株式会社
委員	山守 一雄	トヨタ自動車株式会社
委員	奥田 紗知子	日産自動車株式会社
委員	三好 和義	日本ルーブリーゾール株式会社

(敬称略)

3. 事業の実施期間

事業の実施期間は、次のとおりである。

2022 年 7 月 26 日～2023 年 3 月 31 日

潤滑油品質委員会の開催は、次のとおりである。

第 1 回 2022 年 8 月 3 日(Web 開催)

第 2 回 2023 年 1 月 30 日(Web 開催)

第 3 回 2023 年 3 月 13 日(Web 開催)

委員会については、新型コロナウイルス感染症拡大の影響を踏まえ、Web での開催とした。

第3節 事業の内容

1. 潤滑油産業のカーボンニュートラル化に向けた取組動向調査・分析

2050年カーボンニュートラルを見据えた、低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況(潤滑油産業自らの低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況のみならず、潤滑油を使用するユーザ等の他分野の低炭素化・脱炭素化に貢献するような潤滑油産業における取組・検討状況も含めることとする)等について、文献調査や国内の潤滑油製造事業者等に対するアンケート調査を実施するとともに、アンケートの回答状況を踏まえて抽出した潤滑油製造事業者等や潤滑油産業に精通する学識経験者などに対し、ヒアリング、電子メールおよびWeb会議等の手段により詳細な情報収集を実施した。また、海外の潤滑油産業における低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況等についても、海外の潤滑油製造事業者等や潤滑油産業に精通する学識経験者などに対し、ヒアリング、電子メールおよびWeb会議等の手段により情報収集を実施した。

1.1 国内潤滑油産業における低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況等調査・分析

文献調査、アンケート調査およびヒアリング調査により行った情報収集の主な成果は次のとおり。

1) 国内の低炭素化・脱炭素化に向けた動向について

国内石油業界におけるカーボンニュートラルへ向けた取り組みとしては、石油連盟において、2050年カーボンニュートラル実現に向けた「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)」が策定されている。

2) 国内の潤滑油製造事業者に対するアンケート等調査

国内の潤滑油製造事業者27社に対し、アンケート調査を行った。主な成果は次のとおり。

- 回答27事業所の約7割が低炭素化・脱炭素化に関する取組を行っている、と回答しており、取り組んでいると回答した事業所が実施している取組としては、「省エネルギー製品の開発」が最も多く、次いで「植物由来の基油を使用したバイオマスタイプの潤滑油の開発」、「潤滑油ブレンド工程での取組」の順となっている。また、取組を行っている理由については、「2050年カーボンニュートラルに向け企業の社会的責任のため」と回答した企業が最も多く、2050年カーボンニュートラル実現に向け関心の高さが伺える。

- 将来の潤滑油基油確保に向けて行っている具体的な取組については、ほとんどの事業所が「情報収集を行っている」と回答しており、関心を持っている基油については、「再生基油」、「バイオマス由来の基油」、「再生可能エネルギー由来の電力から得られた水素と CO₂ から合成された基油」の順となっている。
- 低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油の普及を進める上での課題については、環境対応製品に対する「コストの増加」が最も多く、次いで製造に必要な「基油や添加剤の入手性」となっている。また、一層普及を進める上での必要事項については、「ユーザーへの広報」が最も多く、次いで「省エネ効果を明らかにする試験法の開発」、「省エネマークのような選択の目安の明確化」、「製品自体のより一層の性能向上」がほぼ同数となっている。広報だけではなく、省エネ効果を明らかにするための試験法や、選択の目安となる基準が必要と考えている事業者も半数近くいることがわかる。
- カーボンニュートラルに関するロードマップの作成については、3 事業所が既に作成済みと回答した他は、回答 27 事業所の約 6 割の事業所が作成に向け情報収集を行っていると回答している。ロードマップの作成にあたり重視している項目としては、「原油由来の基油」から「再生基油、バイオマス由来の基油等への転換」、次いで「省エネルギーの観点から、革新的技術による省エネルギーや効率化」という回答が多く寄せられている。また作成しないと回答した事業所は、「社内において低炭素化・脱炭素化の関心や優先順位が低い」、「ロードマップ作成のための労力や時間がない」、「作成手法が不明。ロードマップ作成に関する情報が知りたい」等を理由としており、今後、カーボンニュートラルに関するロードマップの作成を行っている企業の取り組み状況等の紹介を行うことも必要と考えられる。

3) 国内の潤滑油製造事業者に対するヒアリング等調査

国内の潤滑油製造事業者等に加え学識経験者に対し、アンケート調査で得られた内容等を踏まえて、ヒアリングを行った。主な成果は次のとおり。

- 「低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況や課題等」については、一部の企業において、太陽電池パネルの設置による化石燃料由来の電力節電や、製造工程の工夫による省エネルギー活動への取組みが行われていることが明らかとなった。今後の課題として、単独の会社において 2050 年カーボンニュートラル実現に向けた対策を持続的にやっていくことは、資金的にも困難で

あり、中小企業でも使用しやすい補助制度の拡充を期待する、との意見もあった。

- 「潤滑油製品により低炭素化・脱炭素化に貢献するような取組や課題」については、省燃費タイプのエンジン油、省エネタイプの作動油やグリースおよび、植物油(菜種油)由来を基油とした電気絶縁油等を開発・製造し販売している取組事例があることが分かった。今後の課題として、グリースの省エネルギー効果を評価する公的な試験法は存在しないため、エンジン油のように一定の評価基準を設定すること等について、潤滑油業界全体として検討することも必要では、との意見があった。
- 一部の企業では、カーボンニュートラルに関するロードマップやサステナビリティ活動を積極的に推進する「サステナビリティ基本方針」を策定し、自社の事業活動に伴う CO₂削減目標の設定を行ったり、今後の潤滑油基油の確保に向け、「藻類」由来の基油に関し、関連するプロジェクトに参画して情報収集を行っている。

4) 自動車パワートレイン、燃料動向調査

- 日本自動車工業会は、2022 年 9 月に公表した「2050 年カーボンニュートラルに向けたシナリオ分析」の中で、カーボンニュートラル燃料積極活用の場合、2050 年において全世界の乗用車新車販売に占める BEV(電気自動車)・FCV(燃料電池自動車)比率は 40%、また内燃機関搭載車は 60%としている。
- 2050 年カーボンニュートラルの実現に向け、現在、CO₂と水素から人工的に作られる合成燃料の開発に関する様々な取り組みが国や企業において行われ始めている。合成燃料に関する研究開発の最新動向等について、第一人者の成蹊大学里川教授に対してヒアリングを行ったところ、合成反応による生成物の炭素数分布イメージでは、炭素数 1~29 までの生成物が得られるため、石油精製の副生成物である潤滑油基油なども製造可能となるが、水を再生可能エネルギーによる電力で電気分解してグリーン水素を得る「水素のサイクル」と、大気中の CO₂を回収・濃縮して固定炭酸を得る「炭素のサイクル」の 2 つをうまく実現することが今後の重点技術課題となる、とのことであった。
- EU 加盟国は、今世紀半ばまでに気候変動による中立性を達成するための中核的な施策の一つである、2035 年以降の EU 全域での新型内燃機関車の販売禁止を批准するための投票を延期することを 2023 年 3 月 3 日に決定した。その後、EU は 2023 年 3 月 28 日のエネルギー相理事会で、2035 年にゼロエ

ミッション車以外の販売を原則禁じることで正式に合意した。内燃機関車の新車販売を全て認めない当初案を修正し、温暖化ガス排出をゼロとみなす合成燃料の利用に限り販売を認めることにした。

1.2 海外潤滑油産業における低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況等調査

2050年カーボンニュートラルを見据えた、低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況等について、海外の潤滑油製造事業者等や潤滑油産業に精通する学識経験者などに対し、2020・2021年度に実施した、「基油再生」に関する調査・検討^{1),2)}で得られた成果も有効に活用しながら、ヒアリング、電子メール及びWeb会議等の手段により情報収集を実施した。主な成果は次のとおり。

- EUではUEIL(Independent Union of the European Lubricants industry)のサステナビリティ委員会が中心となって、2050年カーボンニュートラルを見据えた、低炭素化・脱炭素化に向けた取組を行っている。UEILメンバーおよびその他の潤滑油事業者が、CO₂排出量および製品のCO₂排出量を測定し、測定内容を説明し、削減するための支援を2022年5月から開始している。UEILでは、CO₂削減について各企業で試行錯誤しているケースが多いことと、まだ取り組んでいない企業への取り組みを促す目的で、架空の企業名を用いたCO₂削減スプレッドシートの例、テンプレートおよびその使い方を示すツールボックスを公開している。このCFP計算ツールボックスについては、米国においてILMA(Independent Lubricant Manufacturers Association)が関心を示しており、基本的なデータを入力すると、排出量の数値が表示され、報告や排出量削減に役立てることができるため、温室効果ガスの報告や削減活動に利用することができ、有用であると考えている。
- 米国では、カーボンニュートラル実現に向けた取り組みとして、API work group to issue draft of Lubricants Sustainability RP(米国石油協会(API)潤滑油持続性作業部会)が、米国、EUおよびアジア太平洋地域の様々な業界団体と協力して、現在検討を進めているAPI Recommended Practiceに関する情報収集活動を実施している。現在APIでは、API Lubricant Sustainability Working Groupを結成し、潤滑油業界の統一的な潤滑油のLCA測定方法やCFPの算出などについての指針案をまとめ業界全体の一貫性を促進するために、用語を定義し、市場における潤滑剤と特殊製品のライフサイクル評価のベストプラクティスを作成した。米国、EUおよび我が国を含むアジア太平洋地域の様々な業界団体へ

本草案を送付し、上記団体からの意見や提案をとりいれながら、正式発行を行う予定としている。

- アジアでは、シンガポールを拠点として活動を行っている ALIA が、UEIL、ILMA、ELGI、NLGI、STLE などと連携し潤滑油のサステナビリティについて適宜情報収集を行っている。ALIA からは、「潤滑油業界は、我々の業界に特化したシステムの構築が必要と考えており、昨年 API の潤滑油チームが送付した CFP 算定システムガイドライン草案について、大いに期待している」との意見があった。

さらに、これらの調査で収集した情報を分析し、国内の潤滑油産業が 2050 年に向けて必要となる取組を網羅的に整理した。

- 各国、地域の潤滑油産業におけるカーボンニュートラル実現に向けた取組状況は、米国、EU およびアジアでは潤滑油業界団体による取組が系統的に進んでいるのに対し、我が国では個別企業による取組が主となっている。
- 国内の多くの事業者が、カーボンニュートラル実現に向けた取り組みに高い関心を持つ一方、そのための情報収集やリソース確保が課題となっており、潤滑油業界全体が連携した取り組みを期待している。また、多くの事業者が低炭素化・脱炭素化に資する製品の開発に取り組んでおり、潤滑油の省エネや低炭素化に資する効果を表示、周知あるいは訴求したいという要求がある。
- 海外の調査の結果、カーボンニュートラル化に向けて具体的な取り組みを実施している潤滑油事業者の業界団体が多くあり、そのための専門組織の編成や、ライフサイクル評価およびカーボンフットプリント算定の標準化が進められている。
- 我が国の他業界では、日本化学工業協会や日本自動車タイヤ協会が、ライフサイクル評価あるいはライフサイクル評価に基づく温室効果ガス削減貢献量算定のガイドラインを示しており、国内の潤滑油産業においても、低炭素化・脱炭素化の効果を比較可能な形で定量できるライフサイクル評価、カーボンフットプリント算定および温室効果ガス削減貢献量算定のガイドラインを作成し、業界全体が連携して運用することが必要である。
- 海外の潤滑油業界のガイドラインは各地域特有の事情を考慮したものになっており、国内の潤滑油業界にそのまま適用することは適切でない可能性がある。また、国内の潤滑油業界固有のガイドラインをもたないことによって、海外の潤滑油業界や国内の他業界と比較して、国内の潤滑油業界では、リソースの制

約がある中で、低炭素化・脱炭素化の取り組みを行うことの費用対効果が相対的に低いと捉えられ、カーボンニュートラルに向けた取り組みが減速してしまうリスクがある。

- 国内の潤滑油業界で多くの事業者が実施している低炭素化・脱炭素化の取り組みを維持またはさらに活性化させるためには、一刻も早いガイドラインの構築が期待される。低炭素化・脱炭素化の取り組みに関するガイドライン作成に向け、今後、国内潤滑油関連団体等において検討を開始することが求められる。

2. 他分野の低炭素化・脱炭素化に貢献する製品の市場導入の加速化に向けた調査・検証

従来のエンジン油と比較し、低温での粘度が低く省燃費、かつ高温でも内燃機関の信頼性を維持することが可能として、カーボンニュートラルへの移行期の低炭素化に貢献することが期待される「超高粘度指数エンジン油」関し、関連する海外の取組動向等について、文献調査を行うとともに、国内の関連団体・メーカー等に対し、ヒアリング、電子メール等の手段により情報を収集し、分析・取りまとめを行った。

また、従来の試験方法では評価が難しいと考えられる超高粘度指数エンジン油の「蒸発性」、「せん断安定性」、ならびに既存試験法による「省燃費性」、「摩耗防止性」、「劣化油低温粘度」および「リン蒸発性」の超高粘度指数エンジン油への適用についても、それらの評価方法(使用する試験エンジンや試験条件等)の有効性と問題点について検証を行った。主な成果は次の通り。

2.1 超高粘度指数エンジン油に関連する海外の取組動向等調査

- エンジン油で広く用いられている粘度グレードは SAE (Society of Automotive Engineers、米国自動車技術会)が定めた J300 規格であり、高温および低温時の粘度により分類されている。従来の非 W グレードにおける最低粘度は SAE 20 であったが、省燃費性能向上を目指す自動車メーカーの要望により、2013 年 4 月に SAE 16 が、2015 年 1 月に SAE 12、SAE 8 が新たに設定された。2021 年 4 月に改訂された最新の SAE J300 でも非 W グレードで最も低い粘度は SAE 8 となっている。
- AOAP (Auto Oil Advisory Panel) において次期規格である ILSAC(International Lubricant Specification Advisory Committee、国際潤滑油規格諮問委員会) GF-7 の検討が進められている。ベンチ試験では Noack 蒸発性試験について、実際の運転時とベンチ試験との相関性を高めるべく、150℃

でのベンチテスト手法を検討することが提案されている。エンジン試験では、低温スラッジ防止性試験については、Sequence VH が、また省燃費性試験 Sequence VIF については、精度向上と合格基準の引き上げが新たに提案されている。高温酸化安定性評価試験に関し、Sequence IIHH のデポジット試験についての改善が要求されており、加重ピストンデポジット(WPD)を現在の最低合格基準 4.2 から 4.6 に 10%増加させることが提案されている。ベアリング腐食性 Sequence VIII は、ベンチ試験に置き換えられる可能性がある。

- API はまた、現行の ILSAC GF-6B 規格に低粘度グレード 0W-8 と 0W-12 を追加する要望書を AOAP に提出した。この要望書には、0W-8 と 0W-12 の規格である JASO M 364 の GLV-1 規格には規定されているモータリング燃費試験方法(JASO M 365)による省燃費性の規定が抜けているなど、課題のある要望になっている。現在、AOAP において投票が行われている。
- ACEA 規格では、後処理装置を有するガソリンおよびライト・デューティ・ディーゼルエンジン用の C6 規格において、ACEA 規格の省燃費試験法として採用されてきた M111 燃費試験の置き換えとして、JASO M366 試験が導入されている。
- 今後世界的に、さらなる省燃費化に伴うエンジン油の低粘度化が想定されるが、本事業で検討を行っている超高粘度指数エンジン油の開発や評価に関する情報は海外からは得られなかった。

2.2 超高粘度指数エンジン油に関連する国内情報収集

- 現在開発が進められている、超高粘度指数エンジン油の定義を決めるための検討資料として、超高粘度指数エンジン油と現在市販されているエンジン油について、潤滑油品質委員会の委員の協力のもと、公開されているデータ等をもとに、粘度指数のマップを作成した。欧米のエンジン油では粘度指数 150～200 のものが多数を占めている。一方、国内では粘度指数 200～250 のエンジン油が見受けられ、欧米に比較して高粘度指数化が進んでいる。これに対し、試作された超高粘度指数エンジン油はさらに高い 300～350 の粘度指数を有している。

2.3 超高粘度指数エンジン油の試作および性状分析

- 超高粘度指数エンジン油の「蒸発性」および「せん断安定性」を評価するための、新たな試験条件について検討を行い、その適用可能性を明らかにした。

- 超高粘度指数エンジン油の省燃費性を評価する試験法として、ファイアリング省燃費性試験、およびモータリング省燃費性試験法を活用できる可能性を明らかにした。今後はラボ間差異等についても確認する必要がある。
- 超高粘度指数エンジン油の信頼性を評価する試験法としては、JASO GLV-1 および ILSAC GF-6B の試験法を活用できる可能性を明らかにした。
- 今後は、本年度検討を行った試験以外の項目についての検証を行うとともに、新たな条件で検討されている「蒸発性」および「せん断安定性」の試験により、超高粘度指数エンジン油の性能を正しく評価すべく、引き続きこれらの評価方法の妥当性を検証していく必要がある。

これらの調査や検証で得た情報を整理し、超高粘度指数エンジン油の品質評価方法の確立やガイドラインの作成の検討資料として取りまとめたので報告する。

文 献

- 1) (一社)潤滑油協会：令和2年度燃料安定供給対策に関する調査等事業(潤滑油の安定供給に向けた原料確保の多様化に関する調査・分析事業)調査報告書(公表用), (2021).
https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2020FY/000085.pdf.
- 2) (一社)潤滑油協会：令和3年度燃料安定供給対策に関する調査等事業(潤滑油の安定供給に向けた原料確保の多様化に関する調査・分析事業)調査報告書(公表用), (2022).
https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2021FY/000365.pdf.

第2部 事業の結果

第1章 潤滑油産業のカーボンニュートラル化に向けた取組動向調査・分析

第1節 はじめに

石油業界では、石油連盟において「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）」が策定されており、石油系燃料に対するサプライチェーンや製品の脱炭素化の取組等についてのビジョンが示されているものの、同じく石油製品である潤滑油における取組においては、具体的なビジョンには触れられていない。潤滑油においては、使用済み潤滑油のリサイクル、省燃費エンジン油や省電力作動油の商品開発等を通してカーボンニュートラル化に向けた取組が進められているものの、燃料にくらべ潤滑油の製造業者やユーザーが多様化しており、取組実態を把握するのが難しいことが一因と思われる。そこで、取組実態を把握するため、石油元売りを含め主要な潤滑油製造業者 27 社に対してカーボンニュートラル化に向けた取組に関するアンケート調査を実施した。また、アンケート調査結果を踏まえ潤滑油製造業者への追加のヒアリング調査に加え、潤滑油産業に精通する学識経験者へのヒアリングも実施した。一方、海外での取組実態の把握のため、欧米英およびアジアの潤滑油事業者団体等に対してのヒアリング調査も併せて実施した。これらの調査で収集した情報を分析し、国内外の潤滑油産業におけるカーボンニュートラル化に向けた取組実態の把握、海外との取組状況の比較、および取組を推進するための課題について報告する。

第2節 国内潤滑油産業における低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況等調査・分析

1. 国内の低炭素化・脱炭素化に向けた動向について

政府は2021年6月に「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策定し、エネルギー・産業部門の構造転換、大胆な投資によるイノベーションの創出といった取組の加速化が重要視されている。

国内石油業界におけるカーボンニュートラルへ向けた取り組みとしては、石油連盟において、2050年カーボンニュートラル実現に向けた「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)」が策定されている。サプライチェーンや製品の脱炭素化の取り組みを加速化し、さらに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も積極的に取り組むことで、事業活動に伴うCO₂排出(Scope1+2)の実質ゼロ(CN)を目指すとともに、供給する製品に伴うCO₂排出(Scope3)の実質ゼロ(CN)にもチャレンジすることにより、社会全体のカーボンニュートラルの実現に貢献する、としている¹⁾。

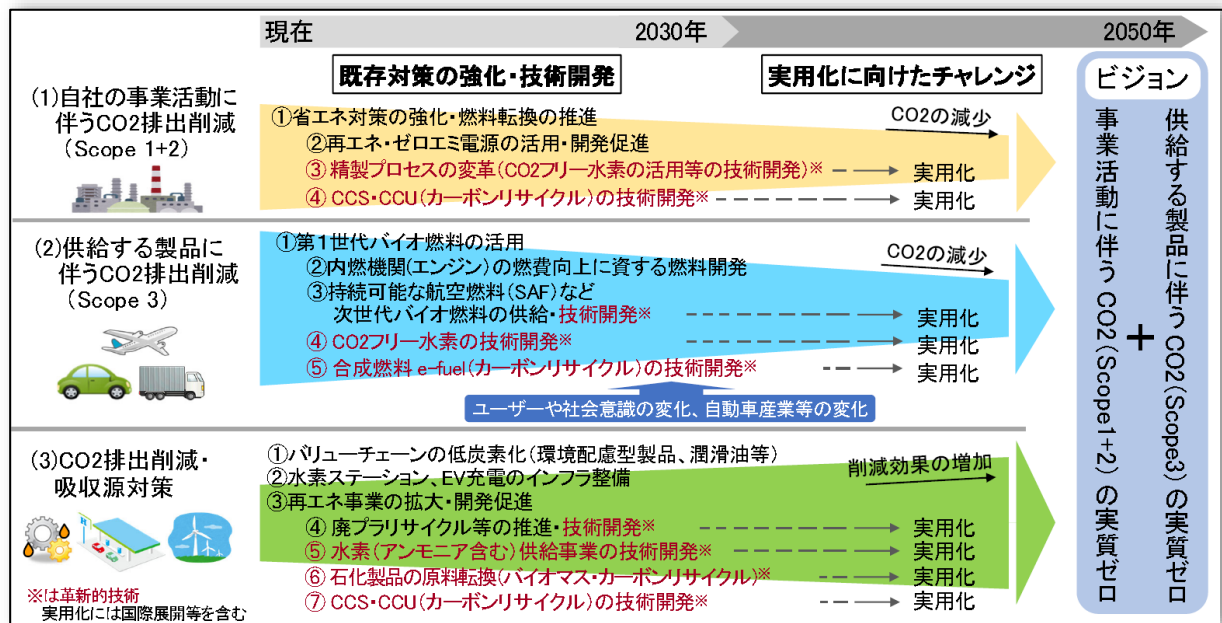


図 1-1. 石油業界のカーボンニュートラルに向けたビジョン(目指す姿) (出典 文献 1)

2. 国内の潤滑油製造事業者に対するアンケート等調査

国内の潤滑油製造事業者に対し、2050年カーボンニュートラルを見据えた、低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況(潤滑油産業自らの低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況のみならず、他分野の低炭素化・脱炭素化に貢献するような潤滑油産業における取組・検討状況も含める)等について取りまとめたので報告する。

2.1 調査の方法

国内の潤滑油製造事業者 27 社に対し、電子メールによるアンケート調査により実施した。

2.2 調査の結果および分析

アンケート調査の回答数および回収率は、配付数 27 件に対し回答数 27 件(回収率: 100%)である。国内の潤滑油製造事業者における 2050 年カーボンニュートラルを見据えた、低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況等に関し、次の調査結果を得た。

1) 低炭素化・脱炭素化に関する取組について

低炭素化・脱炭素化に関する取組を行っているかについて図 1-2 に示す。

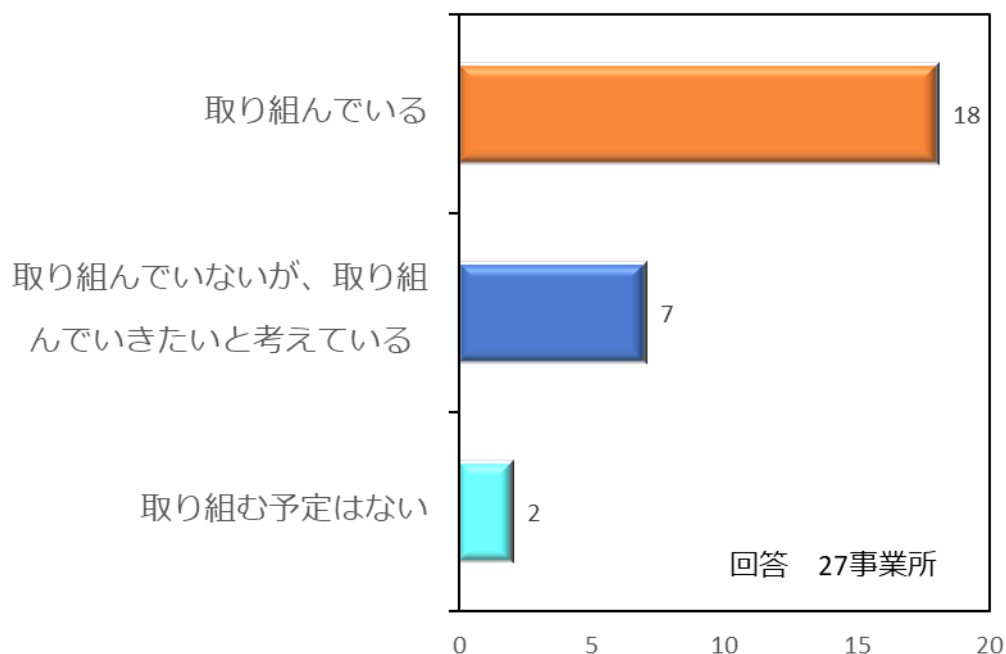


図 1-2. 低炭素化・脱炭素化に関する取組について

図 1・2 から、回答した 27 事業所のうち「取り組んでいる」と回答したのは 18 事業所（約 67%）であり、「取り組んでいないが、取り組んでいきたいと考えている」と回答したのは 7 事業所（約 26%）である。また、「取り組む予定はない」と回答したのは 2 事業所（約 7%）で、うち 1 事業所はその理由として、潤滑油事業から撤退予定であることを挙げている。

2) 取り組んでいる低炭素化・脱炭素化活動について

低炭素化・脱炭素化に関する取組に取り組んでいると回答した事業所が実際に取り組んでいる低炭素化・脱炭素化活動について(複数回答)図 1-3 に示す。

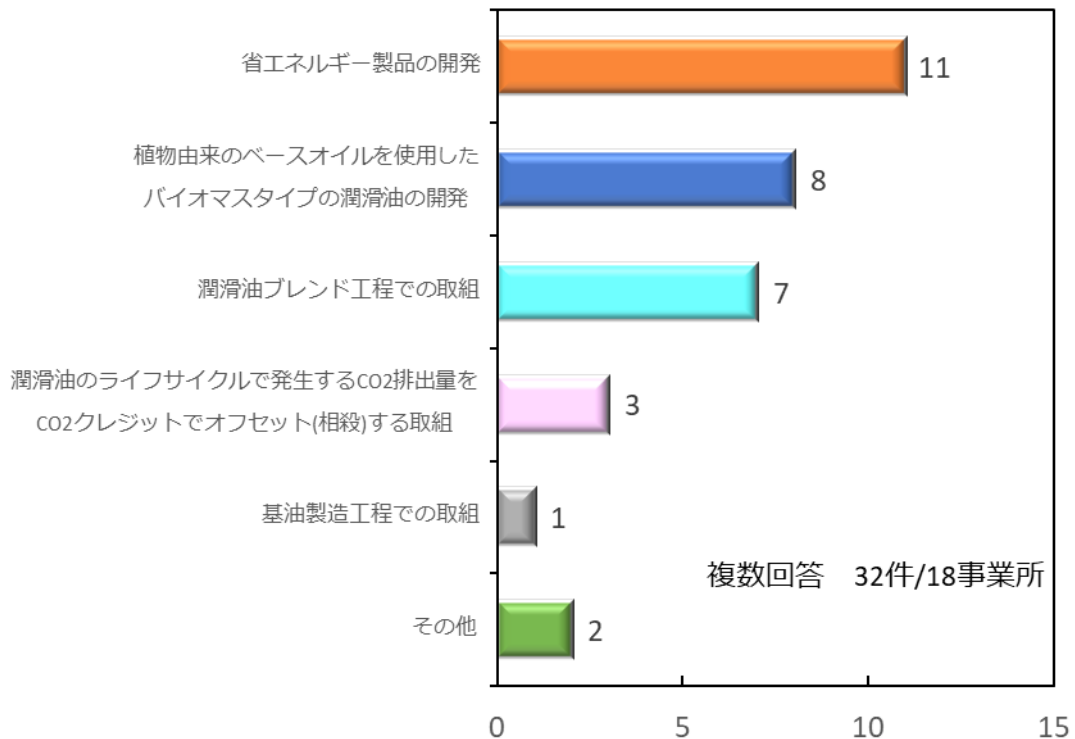


図 1-3. 低炭素化・脱炭素化活動に関する取組について(Q1 で取り組んでいる事業者)

図 1-3 から、「省エネルギー製品の開発」という回答が 11 件、次いで「植物由来の基油を使用したバイオマスタイプの潤滑油の開発」という回答が 8 件、「潤滑油ブレンド工程での取組」という回答が 7 件と続く。また、その他として、「植物由来の基油(菜種油)からの電気絶縁油の製造」、「潤滑油のリユース事業や環境負荷低減型潤滑油の開発」という回答も得られた。

3) 低炭素化・脱炭素化に関する取組を行っている理由(Q1 で取り組んでいる事業者)

低炭素化・脱炭素化に関する取組に取り組んでいると回答した事業所が、低炭素化・脱炭素化に関する取組を行っている理由(複数回答)について図 1-4 に示す。

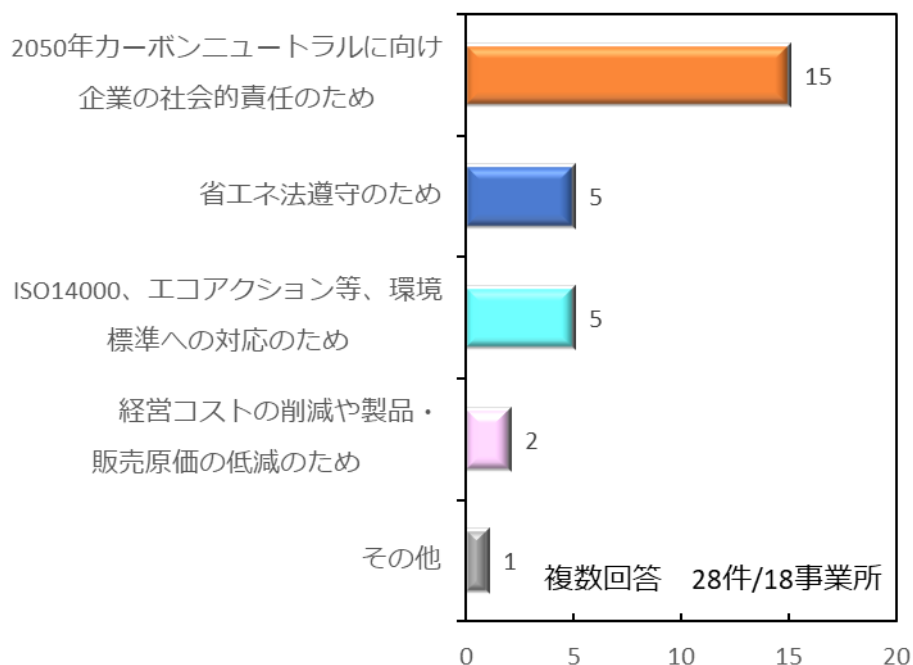


図 1-4. 低炭素化・脱炭素化に関する取組を行っている理由(Q1 で取り組んでいる事業者)

図 1-4 から、「2050 年カーボンニュートラルに向け企業の社会的責任のため」という回答が 15 件、次いで「省エネ法遵守のため」という回答が 5 件、「ISO14000、エコアクション等、環境標準への対応のため」という回答が 5 件と続く。また、その他として、「市場のニーズの高まりに対応」という回答も得られた。

4) 低炭素化・脱炭素化活動を行っていない理由(Q1 で取り組んでいない事業者)

低炭素化・脱炭素化に関する取組に取り組んでいない(「取り組んでいないが、取り組んでいきたいと考えている」及び「取り組む予定はない」と回答した事業所が、低炭素化・脱炭素化に関する取組を行っていない理由(複数回答)について図 1-5 に示す。

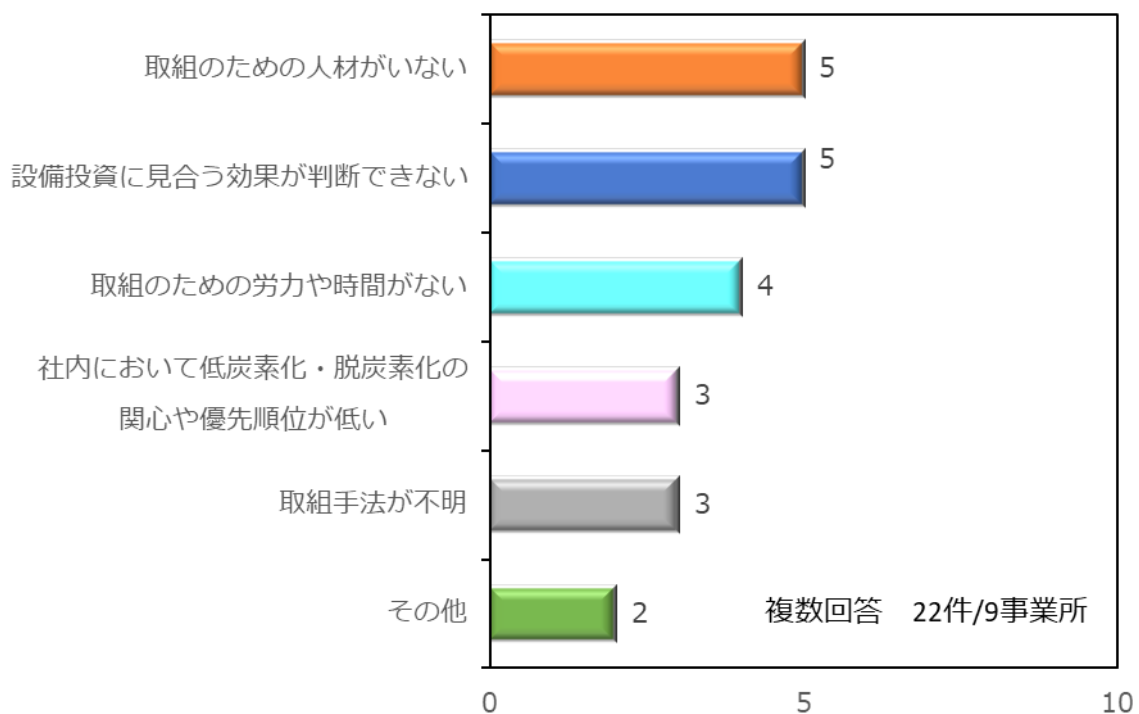


図 1-5. 低炭素化・脱炭素化活動を行っていない理由(Q1 で取り組んでいない事業者)

図 1-5 から、「取組のための人材がない」という回答が 5 件、「設備投資に見合う効果が判断できない」という回答が 5 件、「取組のための労力や時間がない」という回答が 4 件と続く。また、その他として、「具体的な取組について複数の候補があり、社内で協議中」、「自社工場がなく、今すぐ効果的な取組が難しいため中長期的に取り組みたいと考えている」といった回答が得られた。

5) 低炭素化・脱炭素化に関する取組を更に進める、あるいは始めるにあたって必要とされるものは何か？

低炭素化・脱炭素化に関する取組を更に進める、あるいは始めるにあたって必要とされるものは何か(複数回答)について図 1-6 に示す。

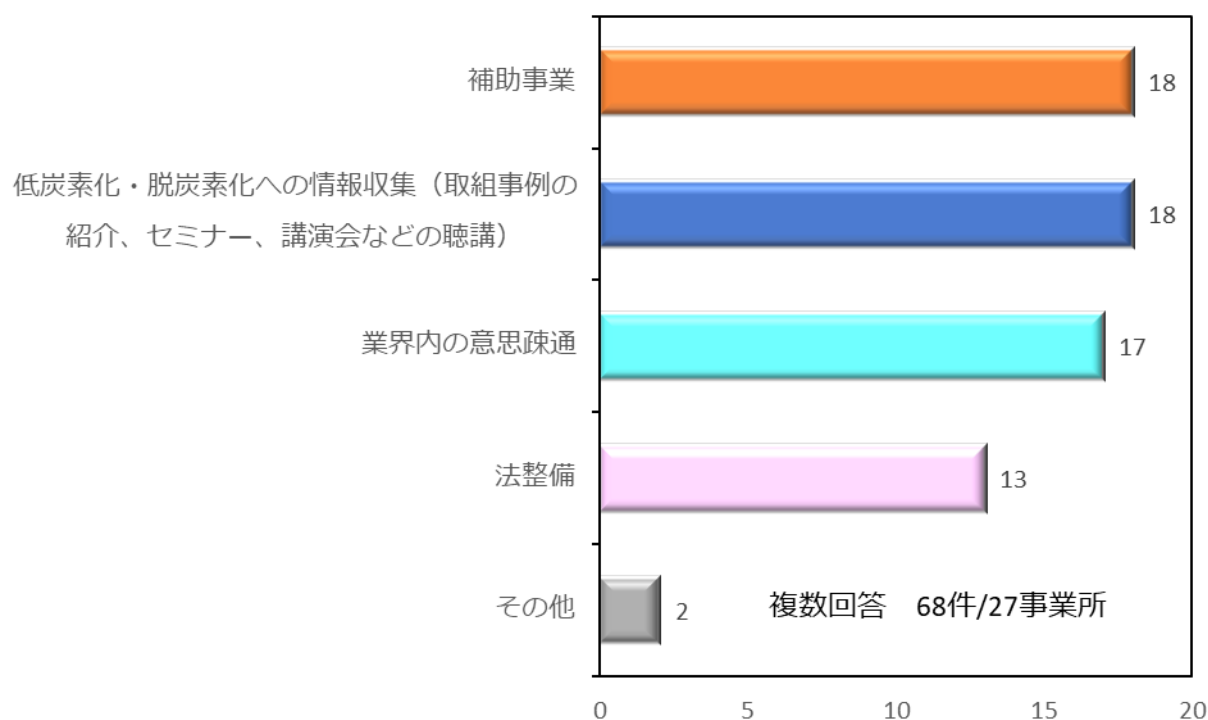


図 1-6. 低炭素化・脱炭素化に関する取組を更に進める、あるいは始めるにあたって必要とされるもの

図 1-6 から、「補助事業」という回答が 18 件、「低炭素化・脱炭素化への情報収集(取組事例の紹介、セミナー、講演会などの聴講)」という回答が 18 件、次いで「業界内の意思疎通」という回答が 17 件と続く。また、その他として、「市場からの要望」、「この取組を推進する官民一体となった組織と予算化」といった回答が得られた。

6) 将来の潤滑油基油確保に向けて行っている具体的な取組

将来の潤滑油基油確保に向けて行っている具体的な取組(複数回答)について図 1-7 に示す。

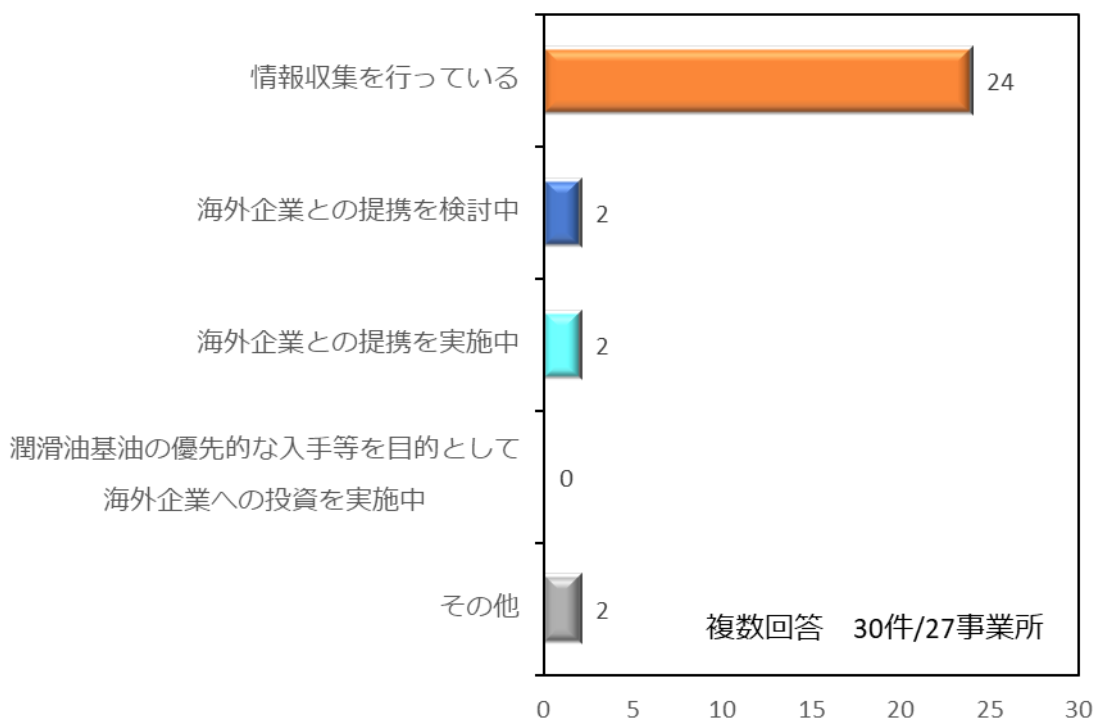


図 1-7. 将来の潤滑油基油確保に向けて行っている具体的な取組

図 1-7 から、「情報収集を行っている」という回答が 24 件、次いで「海外企業との提携を検討中」という回答が 2 件、「海外企業との提携を実施中」という回答が 2 件と続く。また、その他として、「現在は特に行っていない」、「再生基油事業を検討中」といった回答が得られた。

7) 今後の潤滑油基油確保に向けて関心を持っている基油

今後の潤滑油基油確保に向けて関心を持っている基油(複数回答)について図 1-8 に示す。

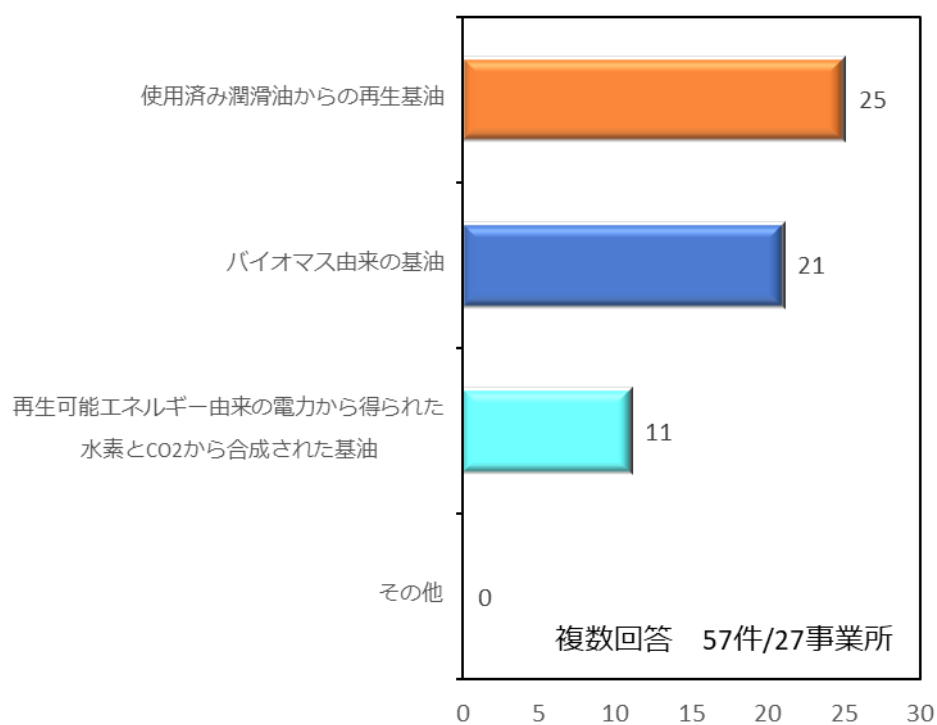


図 1-8. 今後の潤滑油基油確保に向けて関心を持っている基油

図 1-8 から、「使用済み潤滑油からの再生基油」という回答が 25 件、次いで「バイオマス由来の基油」という回答が 21 件、「再生可能エネルギー由来の電力から得られた水素と CO₂ から合成された基油」という回答が 11 件である。

8) 省エネタイプの潤滑油について自社開発あるいは販売を行っているか

省エネタイプの潤滑油について自社開発あるいは販売を行っているかについて図 1-9 に示す。

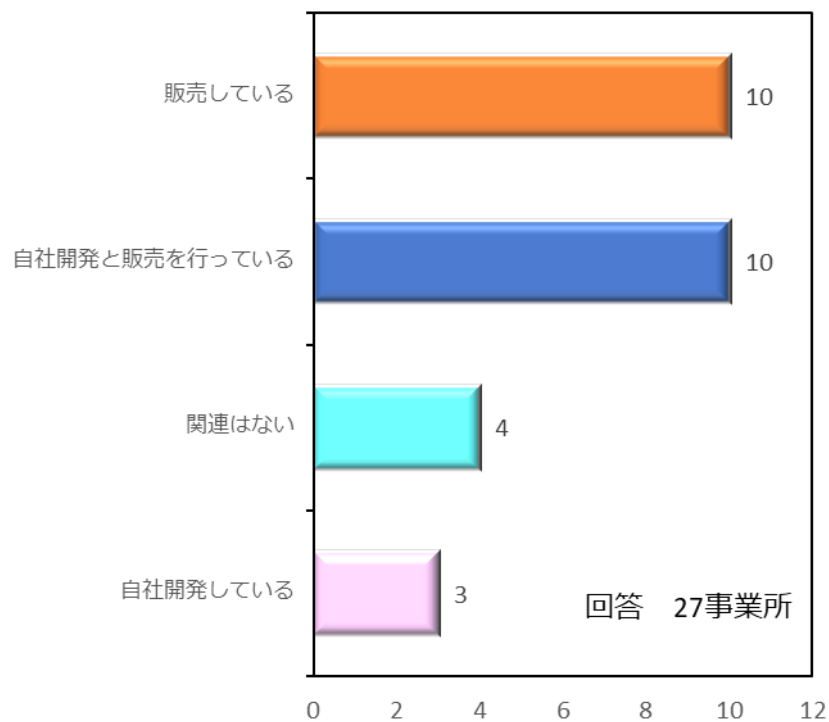


図 1-9. 省エネタイプ潤滑油の自社開発・販売について

図 1-9 から、回答した 27 事業所のうち「販売している」と回答したのは 10 事業所(約 37%)であり、「自社開発と販売を行っている」と回答したのは 10 事業所(約 37%)、次いで「関連はない」と回答したのは 4 事業者(約 15%)で、「自社開発している」と回答したのは 3 事業者(11%)である。

9) 自社開発あるいは販売している低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油の種類

図 1-9 で省エネタイプの潤滑油について自社開発あるいは販売している(「自社開発している」、「自社開発と販売を行っている」及び「販売している」)低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油の種類(複数回答)について図 1-10 に示す。

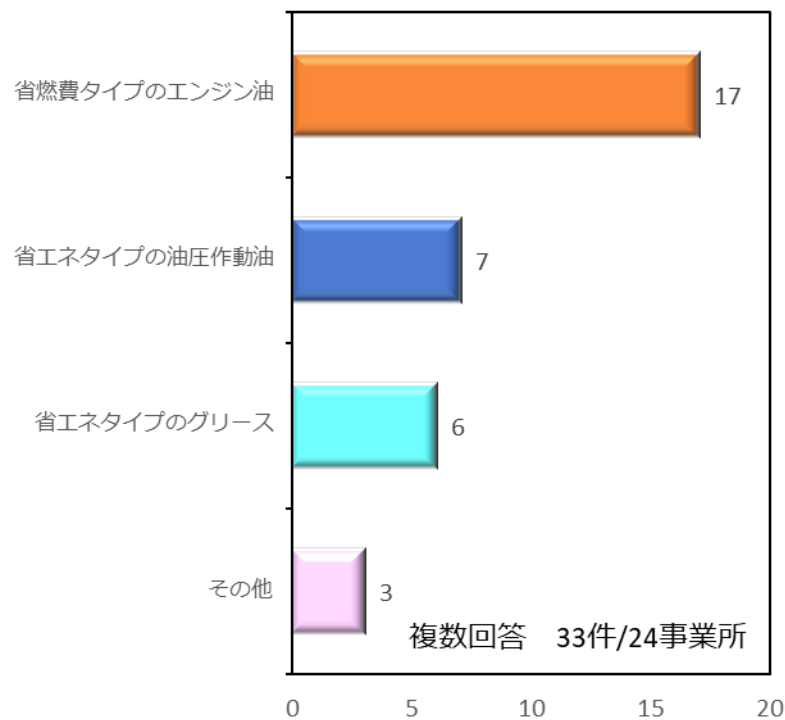


図 1-10. 自社開発あるいは販売している低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油の種類

図 1-10 から、「省燃費タイプのエンジン油」という回答が 17 件、次いで「省エネタイプの油圧作動油」という回答が 7 件、「省エネタイプのグリース」という回答が 6 件である。また、その他として、「金属加工油」という回答が 2 件、「植物由来の電気絶縁油」という回答が 1 件得られた。

図 1-9 において省エネタイプの潤滑油について自社開発あるいは販売している事業者が 23 事業所であるのに対し、図 1-10 において回答している事業者は 24 事業所であるのは、図 1-9 において「関連はない」と回答している 1 事業所が、図 1-10 においては「金属加工油」で回答しているため。

10) 省エネタイプ潤滑油以外で低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油(植物由来の基油を使用したバイオマスタイプの潤滑油)の自社開発・販売について

図 1-10 に示した省エネタイプの潤滑油以外で低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油(植物由来の基油を使用したバイオマスタイプの潤滑油)について自社開発あるいは販売を行っているかについて図 1-11 に示す。

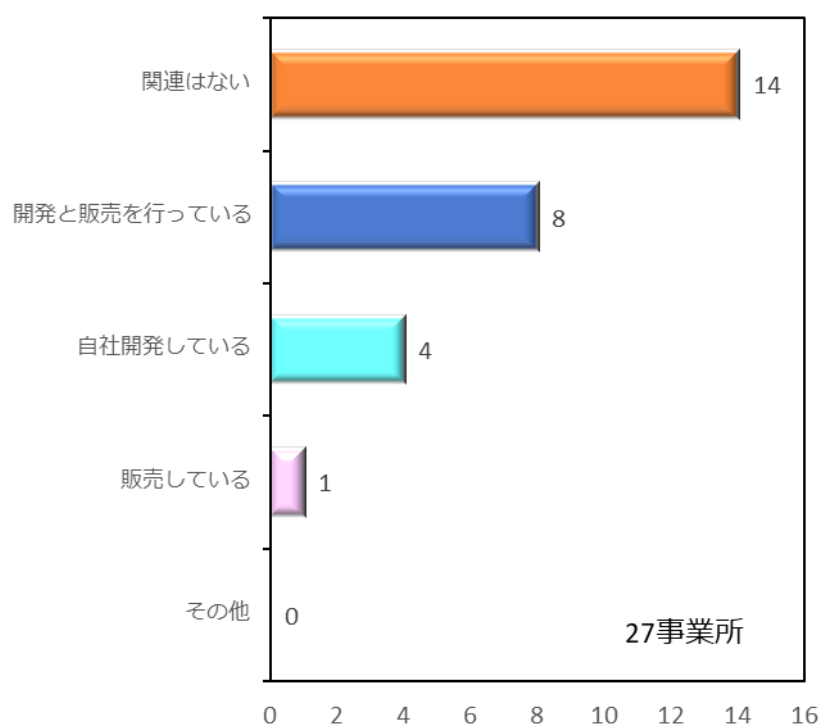


図 1-11. 省エネタイプ潤滑油以外で低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油(植物由来の基油を使用したバイオマスタイプの潤滑油)の自社開発・販売について

図 1-11 から、回答した 27 事業所のうち「関係はない」と回答したのは 14 事業所(約 52%)であり、次いで「開発と販売を行っている」と回答したのは 8 事業所(約 30%)、「自社開発している」と回答したのは 4 事業者(約 15%)で、「販売している」と回答したのは 1 事業所(4%)である。

11) 自社開発あるいは販売している低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油の種類について(省エネタイプ潤滑油以外)

図 1-11 に示した省エネタイプの潤滑油以外で自社開発あるいは販売している(「自社開発している」、「自社開発と販売を行っている」及び「販売している」)低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油の種類(複数回答)について(省エネタイプ潤滑油以外) 図 1-12 に示す。

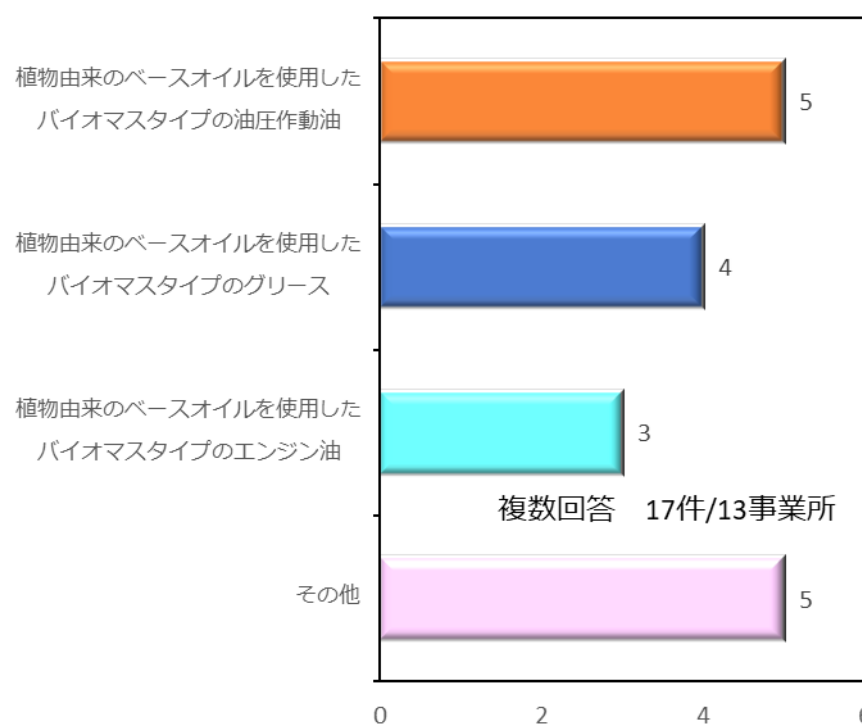


図 1-12. 自社開発あるいは販売している低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油の種類について(省エネタイプ潤滑油以外)

図 1-12 から、「植物由来の基油を使用したバイオマスタイプの油圧作動油」という回答が 5 件、次いで「植物由来の基油を使用したバイオマスタイプのグリース」という回答が 4 件、「植物由来の基油を使用したバイオマスタイプのエンジン油」という回答が 3 件である。また、その他として、「金属加工油」という回答が 2 件、「植物由来の基油を使用したバイオマスタイプの金属加工油」、「植物由来の電気絶縁油」及び「生分解性オイル」という回答が各 1 件ずつ得られた。

12) 低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油の普及を進める上での課題

低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油の普及を進める上での課題について図 1-13 に示す。

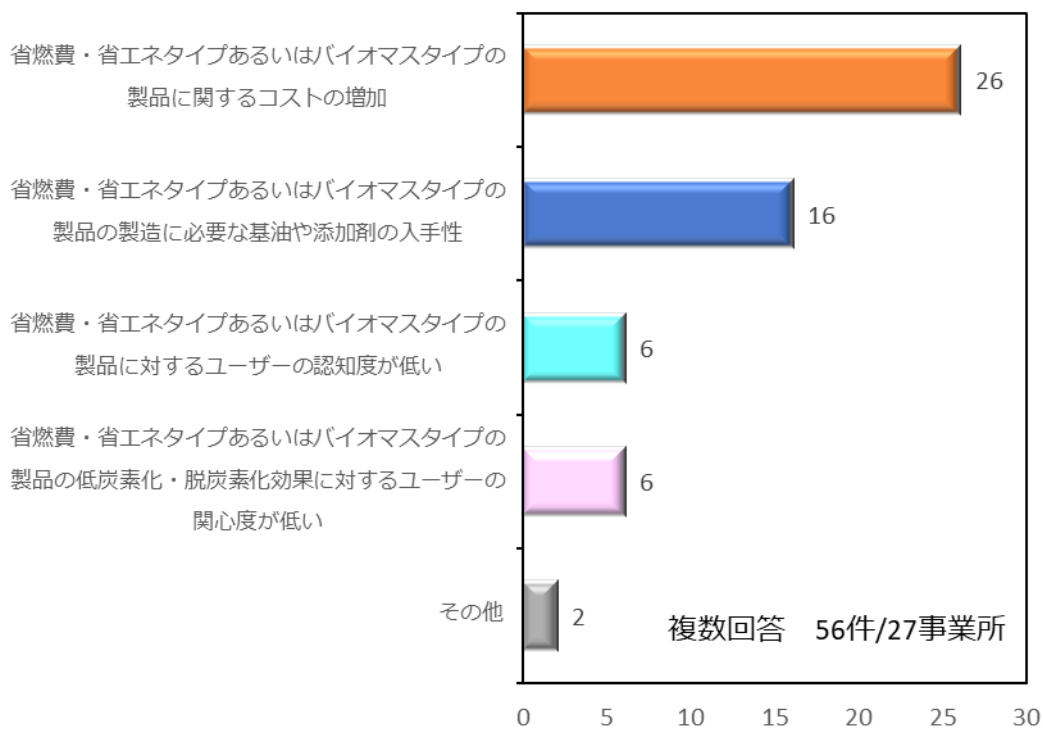


図 1-13. 低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油の普及を進める上での課題

図 1-13 から、「省燃費・省エネタイプあるいはバイオマスタイプの製品に関するコストの増加」という回答が 26 件、次いで「省燃費・省エネタイプあるいはバイオマスタイプの製品の製造に必要な基油や添加剤の入手性」という回答が 16 件、「省燃費・省エネタイプあるいはバイオマスタイプの製品に対するユーザーの認知度が低い」という回答が 6 件、「省燃費・省エネタイプあるいはバイオマスタイプの製品の低炭素化・脱炭素化効果に対するユーザーの関心度が低い」という回答が 6 件である。また、その他として、「法整備」という回答や、「販売会社(親会社)の意向により自社推進が不可である」という回答が得られた。

13) 低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油について一層普及を進める上での必要事項

低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油について一層普及を進める上での必要事項について図 1-14 に示す。

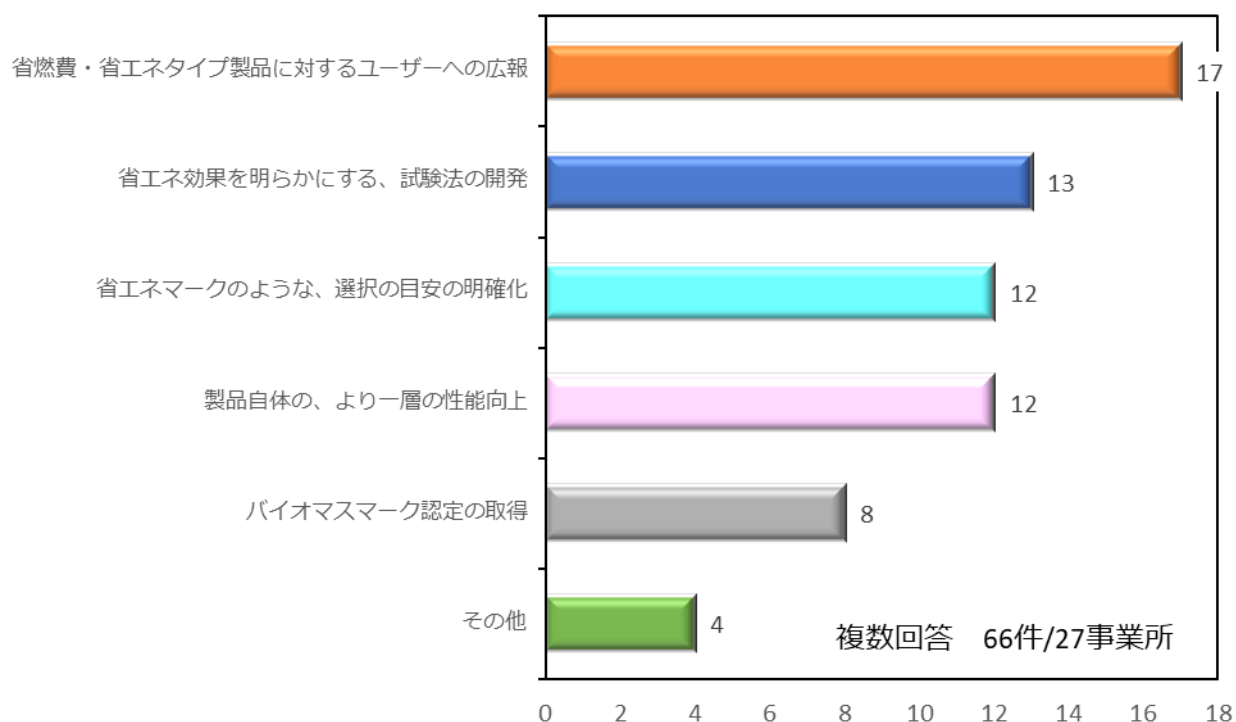


図 1-14. 低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油について一層普及を進める上での必要事項

図 1-14 から、「省燃費・省エネタイプ製品に対するユーザーへの広報」という回答が 17 件、次いで「省エネ効果を明らかにする試験法の開発」という回答が 13 件、「省エネマークのような選択の目安の明確化」という回答が 12 件、「製品自体のより一層の性能向上」という回答が 12 件と続く。また、その他として、「開発及び販売に関する公的な補助制度」、「法整備(指定可燃物に分類される植物由来の電気絶縁油に対する消防法の免除等)」、「基材コストや価格の安定化」という回答が得られた。

14) カーボンニュートラルに関するロードマップを作成しているか

カーボンニュートラルに関するロードマップを作成しているかについて図 1-15 に示す。

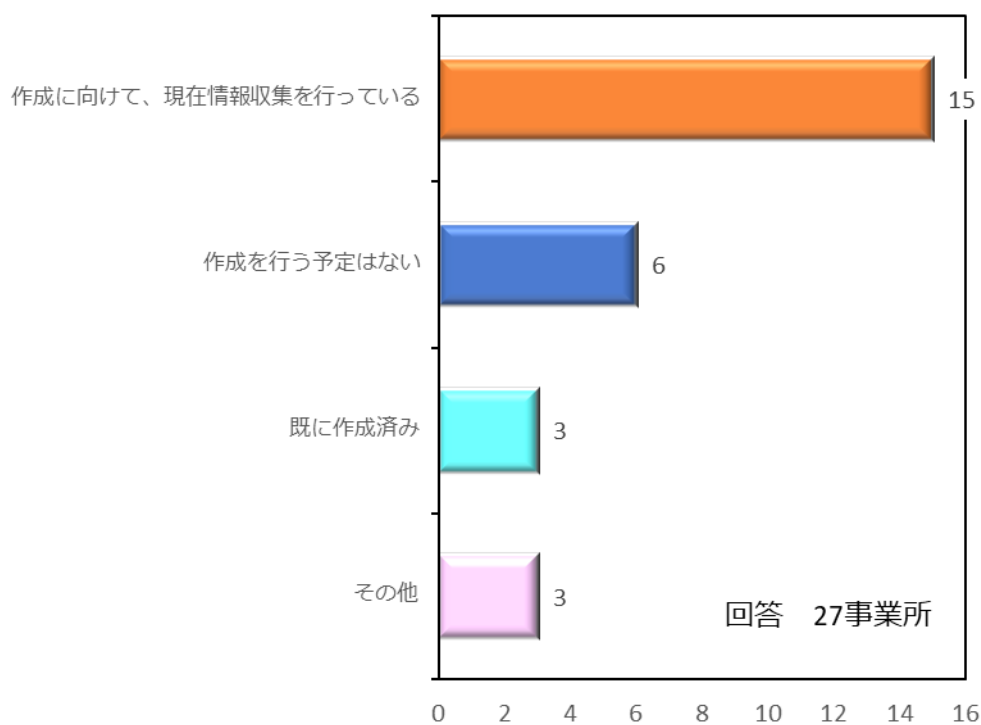


図 1-15. カーボンニュートラルに関するロードマップを作成しているか

図 1-15 から、回答した 27 事業所のうち「作成に向けて現在情報収集を行っている」と回答したのは 15 事業所(約 56%)であり、次いで「作成を行う予定はない」と回答したのは 6 事業所(約 22%)、「既に作成済み」と回答したのは 3 事業所(約 11%)で、「その他」と回答したのは 3 事業所(約 11%)である。その他の回答内容としては、「グループ全体として 2050 年カーボンネットゼロへのロードマップを策定している」、「自社では作成していないが、上位組織(親組織)では策定済みである」、「ロードマップが作成できるだけの資料がまだ集まっていないため検討中」という回答が得られた。

15) カーボンニュートラルに関するロードマップの作成にあたり重視している項目

カーボンニュートラルに関するロードマップの作成にあたり重視している項目について図 1-16 に示す。

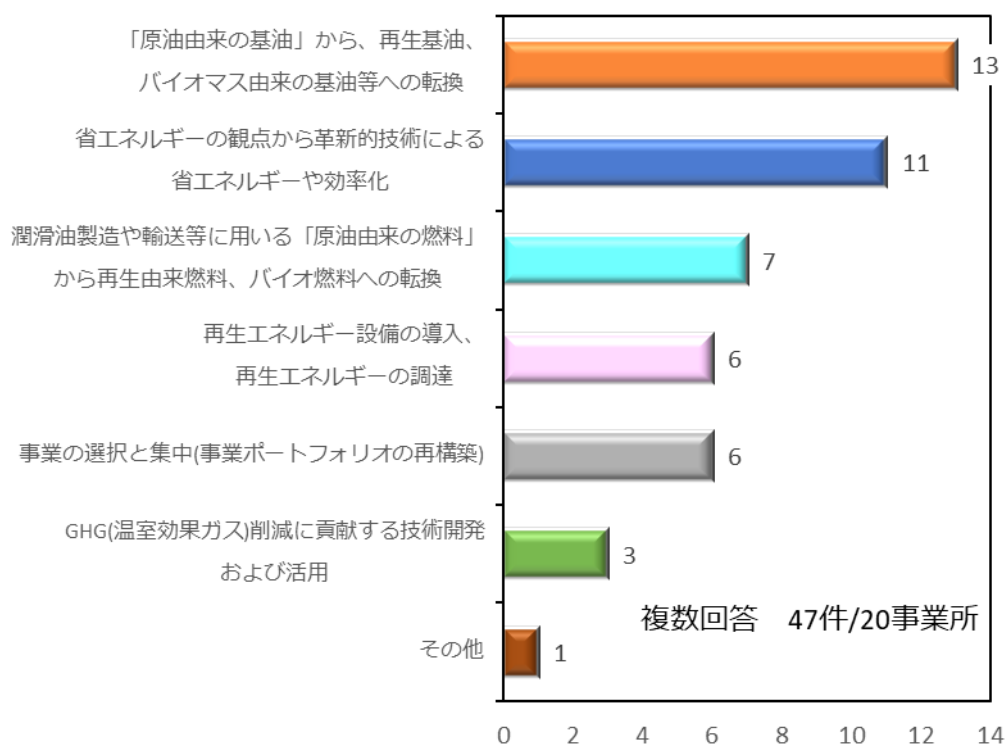


図 1-16. カーボンニュートラルに関するロードマップの作成にあたり重視している項目

図 1-16 から、「「原油由来の基油」から再生基油、バイオマス由来の基油等への転換」という回答が 13 件、次いで「省エネルギーの観点から、革新的技術による省エネルギーや効率化」という回答が 11 件、「潤滑油製造や輸送等に用いる「原油由来の燃料」から再生由来燃料、バイオ燃料への転換」という回答が 7 件と続く。また、その他として、「グループとして策定しているため潤滑油関連を重視したものではない」という回答が得られた。

なお図 1-16 は、図 1-15 において「作成に向けて現在情報収集を行っている」及び「既に作成済み」と回答した 21 事業所に対する調査結果であるが、実際に回答があったのは 20 事業所である。これは、図 1-15 において「その他(自社では作成していないが、上位組織(親組織)では策定済みである)」と回答した 1 事業所が、燃料/新エネルギー分野ではロードマップを作成している上位組織と直接関与していないという理由で図 1-16 においては回答していないためである。

16) カーボンニュートラルに関するロードマップを作成しない理由

図 1-15 に示した「作成を行う予定はない」事業者がカーボンニュートラルに関するロードマップを作成しない理由について図 1-17 に示す

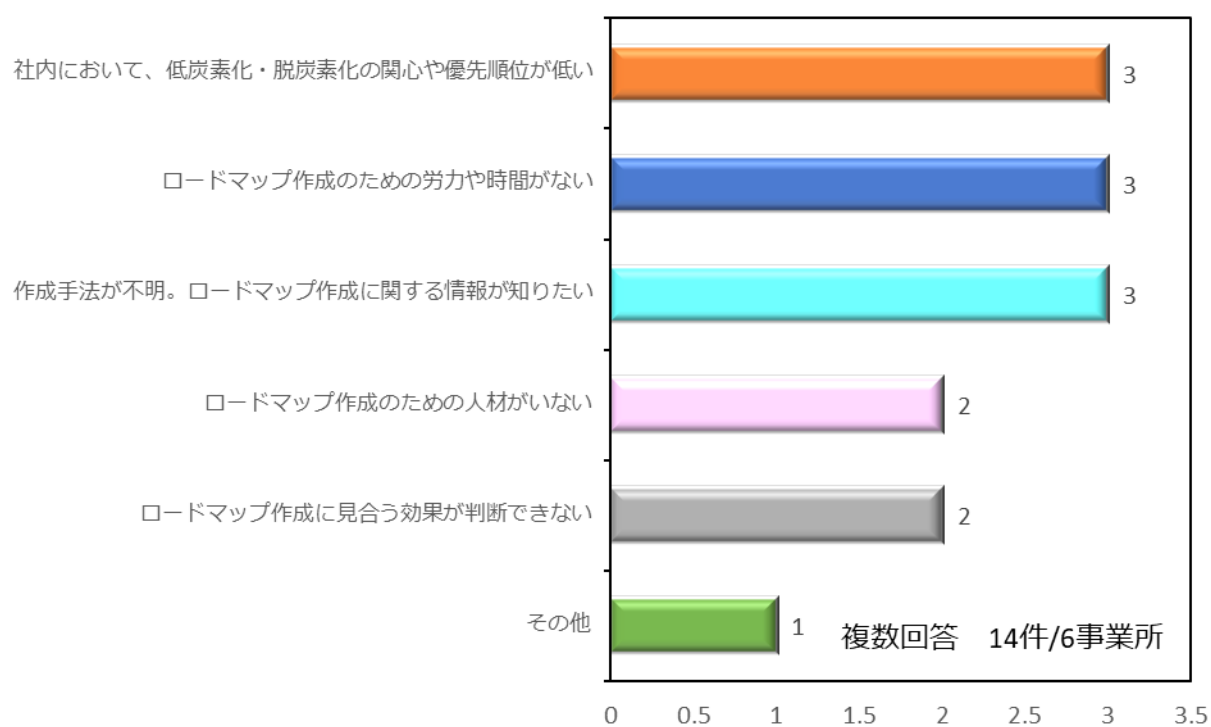


図 1-17. カーボンニュートラルに関するロードマップの作成しない理由

図 1-17 から、「社内において低炭素化・脱炭素化の関心や優先順位が低い」、「ロードマップ作成のための労力や時間がない」、「作成手法が不明。ロードマップ作成に関する情報が知りたい」という回答が各 3 件、次いで「ロードマップ作成のための人材がない」、「ロードマップ作成に見合う効果が判断できない」という回答が各 2 件、また、その他として、「添加剤やベースオイルへの取組への方針が業界全体に無いため独自に動けない」という回答が得られた。

17) 2050 年カーボンニュートラルを踏まえ、潤滑油産業が今後取り組むべき
テーマ等に対するご意見等

表 1-1. 潤滑油産業が今後取り組むべきテーマ等に対するご意見ご要望

A 社	潤滑油業界全体で取り組むテーマである。単独の会社では資金的にも困難である。 既に石油元売各社は、高機能(省燃費用)基油の製造・使用はしている。植物油由来基油を用いた潤滑油の開発もプレスリリースしている。再生基油においては公的調査にも参画しているようで、中小企業も何かの形で参加出るような体制を希望します。 大手石油元売企業は公的補助制度への参画はできやすいような印象ですが(もし違っていれば申し訳ございません)、中小企業も使用しやすい補助制度を期待いたします。
B 社	バイオマス由来の基油や製品の認知度向上に向けた施策 省エネマーク等、省エネ製品および省エネ技術の評価技術の開発や周知・啓蒙方法の検討 再生エネルギー設備の導入や再生エネルギーの調達などインフラ強化策の検討
C 社	2050 年に向けての原油由来の鉱物油の動向とそれに代替える原材料の情報収集がファーストステップではないかと考えます。 又、2050 年に向けて、潤滑油産業に関わる各社の方向が異ならないように、同じ方向に転換できるように、「連携確保の仕組み」が潤滑油業界団体を通して示されることを期待します。
D 社	潤滑油は省エネ、低炭素に非常に貢献することをアピールすべき。

3. 国内の潤滑油製造事業者等に対するヒアリング等調査

アンケートの回答状況を踏まえて抽出した潤滑油製造事業者等や学識経験者に対し、Web 会議や電子メール等の手段によりヒアリングを行い、詳細な情報収集を実施した。

3.1 調査の方法

Web 会議等によるヒアリング調査により実施した。

3.2 調査の結果および分析

国内の潤滑油製造事業者等や潤滑油産業に精通する学識経験者などに対し、2050 年カーボンニュートラルを見据えた、低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況等に関し、次の調査結果を得た。

1) 全国石油工業協同組合

全国石油工業協同組合は、中小企業等協同組合法に基づく事業協同組合「関東石油工業協同組合」として 1951 年に設立され、その後活動地域を全国に拡大するとともに、1953 年に現在の「全国石油工業協同組合」に改称し、潤滑油製造業におけ

る構造改善および原料の共同購入や共同販売等、加盟各社の技術向上や優れた潤滑油の安定供給に努めている。現在の組合員数は 23 である。

本調査では、潤滑油専門事業者組合として、潤滑油製造事業者の低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況や課題および潤滑油製品により低炭素化・脱炭素化に貢献するような取組・検討状況や課題等についてヒアリング調査を行った。調査の結果は次のとおり。

(1) 低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況や課題等

全国石油工業協同組合では、2050 年カーボンニュートラル実現は、潤滑油業界全体で取り組むべきテーマととらえている。

一部の加盟会社において、太陽電池パネルの設置による化石燃料由来の電力節電や、製造工程の工夫による省エネルギー活動等が行われているが、特に同組合においては、単独の加盟会社において 2050 年カーボンニュートラル実現に向けた対策を持続的に行っていくことは、資金的にも困難である、とのことであった。

(2) 潤滑油製品により低炭素化・脱炭素化に貢献するような取組や課題について

全国石油工業協同組合では、既に石油精製元売各社においては、低炭素化・脱炭素化に貢献する、例えば省燃費タイプのエンジン油や省エネタイプの作動油等の省エネタイプの潤滑油製造に不可欠な高機能基油の製造および使用が行われており、また植物油由来の基油を用いた潤滑油の開発についても、既にプレスリリースされていることを把握している。

再生基油に関しては、一部の石油精製元売会社は、現在環境省が実施している委託調査事業にも参画しているようであるが、中小企業も何かの形で参加出るような体制を希望する、とのことであった。

大手の石油精製元売各社は公的補助制度への参画がしやすいような印象を持っているが、中小企業でも使用しやすい補助制度の拡充を期待する、との意見もあった。

2) 協同油脂株式会社

協同油脂株式会社はグリースおよび切削油等の製造販売事業を行っている。潤滑油製造事業者として、同社が現在行っている、カーボンニュートラル実現に向けた

取り組みや今後の方向性等について、ヒアリング調査を行った。調査の結果は次のとおり。

(1) 低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況や課題等

協同油脂株式会社では、カーボンニュートラル実現に向けた潤滑油ブレンド工程での取組として、CO₂削減に向け必要となる項目の把握を開始している。具体的には、自社の事業活動に伴うCO₂排出量(Scope1+2)に対して、2030年度に達成する削減目標を設定し、製造部門において発生するCO₂をいかに削減するか、また各工程でどの様にCO₂を排出しているかの調査を始めた。CO₂を最も多く排出している工程を絞って対策を行うことにより、目標に近づけるものと考えている。なおCO₂排出量の把握に関し、現在は自社で実施しているが、今後必要に応じ、専門のコンサルタント等に依頼することも検討したい、とのことであった。

低炭素化・脱炭素化に関する取組を更に進めるための情報収集に関しては、現在、様々な「CO₂排出関連セミナー」に参加しながら、今後の展開について議論を進めている。部門ごとに目的が異なるため、部門毎に色々なセミナーに参加して情報収集を行い、得られた情報をもとに、今後全社的に方針を検討したいと考えている。

将来の潤滑油基油確保に向けた具体的取組としては、文献調査および潤滑油基油製造事業者へのヒアリングの両方を通じて、将来的に新しいタイプの潤滑油基油を利用する上で必要な技術や品質に関する検討を開始している、とのことであった。

同社では、今後の潤滑油基油の確保に向け、様々な選択肢を検討する必要から、再生基油、バイオマス由来の基油および合成燃料を原料とする基油のいずれにも関心を持っており、現在「藻類」由来の基油に関し、ちとせグループの「MATSURI」プロジェクトに法人パートナーとして参画して情報収集を行っている。

(2) 潤滑油製品により低炭素化・脱炭素化に貢献するような取組や課題について

協同油脂株式会社では、低粘度の基油を用いた、従来よりも省エネルギータイプのグリースを開発し、製造販売している。なお現在、グリースの省エネルギー効果を評価する公的な試験法は存在しないため、エンジン油のように一定の評価基準を設定すること等について、潤滑油業界全体として検討することも必要では、との意見もあった。

同社では、低炭素・脱炭素化に貢献する潤滑油の普及を進める上で課題となる項目として、製品の製造に必要となる基油および添加剤の入手性や、コストの増加を挙げている。なお、入手性やコストは基油のタイプや粘度特性にも比例すると考えられるが、将来的に基油がバイオマス由来等に転換していった場合には、製品の性能をどのように担保していくかがポイントと考えている。同様に、添加剤についても入手性等を考えていく必要がある。基油や添加剤供給量の減少はコストに反映するため、一定の水準で妥協することが必要となるかもしれない、との意見があった。

同社では、低炭素・脱炭素化に貢献する潤滑油について、より一層の普及を進める上で必要と考える項目として、省エネルギータイプのグリースに省エネマークを付与する等、公的な評価項目をどのように設定していくかが、将来的な動きに繋がっていくと考えている。現在はエンジン油が公的な評価項目の対象となっているが、評価対象を拡充することについて検討が必要と考えており、グリース製造事業者としても、より一層、声を上げていかななくてはならない、との意見があった。

同社では、カーボンニュートラルに関するロードマップを作成し、順次顧客への説明を行っている。

また 2050 年カーボンニュートラルを踏まえ、潤滑油産業が今後取り組むべきテーマとして、再生エネルギー設備の導入や再生エネルギーの調達など、インフラ強化策の検討が必要と考えている。具体的には、再生エネルギー設備の導入においては太陽光パネルの導入、再生エネルギーの調達では、カーボンオフセットの電力・燃料の調達が重要と考えている。なお、現在同社では、工場の一部に太陽光パネルを導入している。今後、太陽光パネルを増設し、新たに得た発電量を CO₂ オフセットに適用することも検討中、とのことであった。

3) 株式会社かんでんエンジニアリング

株式会社かんでんエンジニアリングは、関西電力グループの「総合エンジニアリング企業」として、送配電や情報通信など幅広い領域での事業活動を展開している。潤滑油関連では、電気絶縁油の製造および工業潤滑油、重油等の販売事業を行っている。また、絶縁油の分析による「変圧器の総合診断」等も行っている。潤滑油製造事業者および総合エンジニアリング企業として、同社が現在行っている、カーボンニュートラル実現に向けた取り組みや今後の方向性等について、ヒアリング調査を行った。調査の結果は次のとおり。

(1) 低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況や課題等

電気絶縁油は、電力設備の変圧器内部における絶縁や冷却を目的に使用される。

株式会社かんでんエンジニアリングでは、油入変圧器の総合診断により、変圧器に関する維持管理を行っている。

具体的には、顧客からの依頼に基づき、稼働中の変圧器から絶縁油を採取・分析し、絶縁油性能診断の結果から、絶縁油の劣化状態を把握することにより、油交換や処理の時期など、計画的な保全管理に貢献している、とのことである。

(2) 潤滑油製品により低炭素化・脱炭素化に貢献するような取組や課題について

株式会社かんでんエンジニアリングでは、植物油(菜種油)由来を基油とした電気絶縁油を開発・製造し販売している。

現在、電力設備等には鉱物系の電気絶縁油が広く使われているが、経年劣化等により、定期的な交換が必要で、入替後の廃油は焼却処分される。

同社では、国内で初めて植物油(ナタネ油)を原料とした植物系絶縁油を開発し、廃油の廃棄時における CO₂ 排出量削減に貢献している。2050 年カーボンニュートラル実現へ向け、社会の環境への関心が高まり、植物油(菜種油)由来を基油とした電気絶縁油販売数量の増大へと繋がってきている、とのことであった。

なお、この植物油由来の電気絶縁油については、カーボンニュートラルの実現に貢献するだけでなく、廃棄物の削減、環境負荷の低減、およびライフサイクルコストの低減等にも寄与するという点を高く評価され、令和 4 年度の第 48 回資源循環技術・システム表彰(一般社団法人産業環境管理協会主催・経済産業省後援)において、経済産業省産業技術環境局長賞を受賞している。

なお同社では、この植物油由来の電気絶縁油の製造能力増強に関して、ロードマップを作成している。

今後、2050 年カーボンニュートラル実現に向けて EV 化が進み、化石燃料であるガソリンや軽油の需要減少に伴い、石油精製の連産品である鉱油系基油の供給が減少するような場合には、植物油由来の基油使用への流れを加速させることが必要となる可能性もある。例えば、植物油由来の特徴である難燃性(高引火点)などを有する潤滑油製品が開発された場合には、消防法の緩和などのメリットをユーザーが享受できるよう、関係機関への働きかけも行っている。今後、潤滑油業界全体で考えていくことが必要と考えている、との意見もあった。

4) 株式会社 MORESCO

株式会社 MORESCO は、特殊潤滑油、合成潤滑油、素材、ホットメルト接着剤、エネルギーデバイス材料などの開発、製造、販売など幅広い領域での事業活動を展開している。潤滑油製造事業者として、同社が現在行っている、カーボンニュートラル実現に向けた取り組みや今後の方向性等について、ヒアリング調査を行った。調査の結果は次のとおり。

(1) 低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況や課題等

株式会社 MORESCO では、「持続可能社会の実現」と「中長期的な企業価値の向上」を両立させつつ事業を運営して、社会課題や環境課題の解決により一層貢献するべく、サステナビリティ活動を積極的に推進する「サステナビリティ基本方針」を策定し、同社ホームページ等において公開している。具体的には、自社の事業活動に伴う CO₂削減(Scope1+2)として「2030 年度までに 46%削減(2013 年度対比)」という目標(目標 1)を設定し、また 2050 年度までに Scope3 を含めてカーボンニュートラルを目指す(目標 2)ことを目標として、その削減に取り組んでいる。今までの実績に関し、同社の温室効果ガス排出量(Scope1・2 の合計)については、エネルギー使用における効率化やエネルギーに関わる設備修繕の徹底等の施策を行ったことで、2020 年度までに 24%削減している。

将来のサステナブルな材料確保に向けた具体的取組として、同社のこれまで培ってきたブレンドや合成の技術と、微細藻類由来の資源との融合により、地球にやさしい新製品の開発を進め、社会に貢献していくことを目的として、現在「藻を基盤とした社会」を構築するプロジェクト「MATSURI」に法人パートナーとして参加している。

(2) 潤滑油製品により低炭素化・脱炭素化に貢献するような取組や課題について

株式会社 MORESCO では、持続可能社会の実現に向けた環境負荷低減や省資源化・リサイクル化に貢献できる新製品開発に取り組んでいる。ダイカスト用油剤では、少量塗布使用による工場内の環境改善や品質・生産性向上を実現する製品を開発し、自動車メーカー各社の EV 化や軽量化に貢献すべく、新製品開発の展開を推進する、としている。また、難燃性作動液では、サーキュラーエコノミー(循環型経済)推進の一環として、劣化した作動液から主成分を回収利用するリサイクルシステムのブラッシュアップに併せ、自動モニタリングシステムの開発

により、作動油の即時分析による設備トラブルの低減・製品寿命の延長に貢献している、とのことであった。

また同社では、バイオマス資源を用いた石化材料の生成の分野への挑戦も開始し、潤滑油やポリマー原料などサステナブル社会への貢献といった市場動向の流れに沿って、独自性の高い高機能材料の開発を目指すなど、合成技術を生かして、社内間および産官学との連携により、新たな原材料の生成、開発および製品開発に注力したい、としている。

5) 成蹊大学 理工学部教授 里川重夫氏

2050年カーボンニュートラルの実現に向け、現在、二酸化炭素と水素から人工的に作られる合成燃料の開発に関する様々な取り組みが国や企業において行われ始めている。合成燃料に関する研究開発の最新動向等について、合成燃料に関する研究者であり、資源エネルギー庁合成燃料研究会の委員を務める成蹊大学里川教授に対してヒアリングを行った。なお、本ヒアリング内容については、次の第4項「自動車パワートレイン、燃料動向調査」に記載した。

4. 自動車パワートレイン、燃料動向調査

4.1 自動車パワートレイン動向

2050年カーボンニュートラル実現に向けて、自動車業界も取組を進めているが、自動車パワートレインが今後どのようなようになるかは潤滑油産業にとっても重要である。日本自動車工業会は、「2050年カーボンニュートラルに向けたシナリオ分析」を2022年9月に公表しており、そのシナリオでのパワートレイン想定は以下となっている。シナリオ1は、カーボンニュートラル燃料積極活用の場合で、2050年において全世界の乗用車新車販売に占めるBEV（電気自動車）・FCV（燃料電池自動車）比率は40%となっており、60%は内燃機関搭載車となっている。²⁾

2050年における想定/シナリオ名	乗用車BEV・FCEV比率（新車）			CN燃料供給量 （2020年化石燃料消費量比：エネ研予測）
	世界全体	先進国*3	新興国*4	
シナリオ0 BAU*1	BAU	←	←	←
シナリオ1 CN燃料積極活用/CNF	40%	50%	25%	約30%程度
シナリオ2 電動化積極推進/BEV75	75%	100%	50%	約20%程度
シナリオ3 完全BEV・FCEV化/NZE （IEA-NZE*2がベース）	100%	100%	100%	7% （バイオ燃料のみ）

*1 BAU: “Business as usual”

*2 IEA: International Energy Agency; NZE: “Net Zero Emissions by 2050”

*3 先進国：日本、欧州先進国、北米他 *4 新興国：インド、ASEAN、アフリカ他

図 1-18. 2050 年 CN に向けた想定シナリオおよびパラメーター(出典 文献 2)

4.2 合成燃料の動向

合成燃料に関する研究開発の最新動向等について、成蹊大学里川教授に対してヒアリングを行った。

1) 合成燃料の必要性について

合成燃料とは、二酸化炭素(CO₂)と水素からつくられる炭化水素燃料であり、燃焼時に CO₂を排出するが、大気中に放出された CO₂を集め、再生可能エネルギーで製造した水素を原料として用いることで、循環型エネルギーとして脱炭素が実現可能となる（再生可能エネルギーで製造した水素を原料として用いる燃料を e-fuel [e は再生可能エネルギーのドイツ語、Erneuerbarer Energie の頭文字]と称している）。

里川教授によれば、合成燃料は、メタノールや液化天然ガスと比較して、エネルギー貯蔵密度が高く、貯蔵性や輸送性に優れている。今後カーボンニュートラル実現に向け、乗用車は EV への転換が進むと考えられるが、バスやトラックなどの大型車の EV 化は難しく、また、脱炭素燃料に対するハードルの高い航空機や船舶などもあることから、CO₂削減と輸送用液体燃料の確保には、液体合成燃料が必要と考えられる、とのことであった。

電力や水素そのものよりも容易に備蓄ができ、既存の石油精製インフラやサプライチェーンを活用できることも、メリットとして挙げている。

2) カーボンニュートラル実現に向け、今後必要な燃料製造プロセス

里川教授は、一般的な考えとして、CO₂は大気中から直接回収したり、工場から排出されたものを分離回収し濃縮して原料として用い、また水素は、太陽光や風力

などの再生可能エネルギー由来の電力を使って水の電気分解を行い、製造時に CO_2 を出さないグリーン水素を原料として用いることが考えられる、としている。しかしながら、空気中から CO_2 を直接回収する DAC(Direct Air Capture)技術は非常に難しくコストも高い。米国ではブリティッシュコロンビア州で、空気中の CO_2 を CaCO_3 を経由して CO_2 を回収・濃縮するパイロットプラントを運転しているが、コスト試算では、 CO_2 1t あたり 100–200 US\$ となるため、日本が目指すコストより 1 桁高い状況である、とのことである。

水素についても、コストが大きく下がることが前提となる。今までは水素は天然ガスから作ってきた。メタンを水蒸気改質(スチームリフォーミング)することで、水素と CO_2 が発生するが、これは化石燃料由来ということで、グレー水素と言われている。水を再生可能エネルギー由来の電気により電気分解して水素を得るグリーン水素の製造法としては、室温–200℃の低温水電解システムと 500–1000℃の高温水蒸気電解システムがある。低温水電解システムのアルカリ水電解とプロトン交換膜水電解は商用技術としても確立している。山梨県では、太陽光発電の余剰電力から水素を製造する実証試験も行われている。11MW の発電容量に対して、2.3MW 分を水素に変換可能な実証試験を完了しており、変動電力に対応可能で、現在は水素を販売している、とのことである。

CO_2 と水素によるカーボンニュートラルな燃料製造プロセスとしては、メタノールを経由するものと、 CO_2 から CO への転換(逆シフト反応)を行い、 CO と H_2 を FT 合成させて作られるものとの、大きく 2 つに分類できる。

CO_2 からのメタノール合成は工業化が可能で、日本国内での実証プラントの例や、アイスランドで地熱を用いた電力からの合成例がある。ゼオライト触媒でメタノールを脱水することにより、炭化水素へ変換することが可能であることが知られている。もう一つの、逆シフト反応を用いる方法は、反応温度が高いという点が今後の課題である、とのことである。

3) CO_2 から FT 合成経路による炭化水素製造技術について

CO_2 と水素を反応させて液体燃料をつくる技術自体は、約 100 年前にドイツがフイッシャー・トロプシュ(F T)法として開発した。第 2 次世界大戦前には、石炭をガス化して原料とする人造石油の製造技術は実用化されていた。ただし当時は、戦争目的で経済合理性はなく、化石燃料由来の原料を使っていたため、カーボンニュートラルとは言えない、とのことである。

Co 系や Fe 系等、触媒の種類によって、生成物の留分が異なる。軽質オレフィンやガソリンの製造には Fe 系触媒による高温反応が、また軽油系の燃料製造には Co

系触媒による低温反応が必要となる。FT 合成反応による生成物の炭素数分布イメージでは、炭素数 1~29 までの生成物が得られる。石油精製の副生成物である潤滑油基油なども製造可能となる。

我が国では、CO₂ からの液体燃料合成一貫製造プロセスの研究開発として、NEDO の研究開発事業に 2021 年 2 月に採択され、2025 年 3 月まで約 4 年間の研究開発プロジェクトが開始されている。CO₂ 原料から FT 合成を進める新しい化学プロセスとして、二酸化炭素と水素から直接原油を作る触媒の研究の開発を行っており、里川教授は同事業のプロジェクトリーダーとして活動している。

4) e fuel 製造プロジェクトについて

海外では、ドイツにおいて、コペルニクスプロジェクト(Power to X)が 2015 年から 2019 年にかけて行われた。またノルウェーでも、安価な水力発電による電気を用いた Nordic Blue Crude に関する研究開発が計画されている。

国内では ENEOS 株式会社が実施する e-fuel 製造事業が開始されており、2022 から 2025 年度にかけて小規模プラントの設計・建設・運転が、また 2024 から 2028 年度にかけては、大規模パイロットプラントの設計・建設・運転が予定されている。

最近の情報としては、ドイツのハンブルグで Power-to-Liquid plant が 2022 年 9 月に稼働を始めている。

5) e-fuel 製造のための今後の重点技術課題

里川教授は、今後の重点技術課題としては、水を再生可能エネルギーによる電力で電気分解してグリーン水素を得る「水素のサイクル」と、大気中の二酸化炭素を回収・濃縮して固定炭酸を得る「炭素のサイクル」の 2 つをうまく実現することが重要である、としている。合成液体燃料をつくる技術を確立することができれば、既存のインフラ設備がすべて利用できるため、極めて有用性の高い燃料としての使い方ができるのではないかと、この意見もあった。

4.3 EU における内燃機関搭載車廃止法案について

欧州連合(EU)加盟国は、今世紀半ばまでに気候変動による中立性を達成するための中心的な施策の一つである、2035 年以降の EU 全域での新型内燃機関車の販売禁止を批准するための投票を延期することを 2023 年 3 月 3 日に決定した³⁾。

これは、e-fuel で走る自動車を 2035 年の禁止事項から除外するよう求める意見が一部の国(ドイツ、イタリア、ポーランド等)から提出されたため、EU 議長国のスウェーデンは現状では理事会としての合意が困難として決定を見送った。

その後、EU は 2023 年 3 月 28 日のエネルギー相理事会で、2035 年にゼロエミッション車以外の販売を原則禁じることで正式に合意した。内燃機関車の新車販売を全て認めない当初案を修正し、温暖化ガス排出をゼロとみなす合成燃料の利用に限り販売を認めることにした⁴⁾。

第3節 海外潤滑油産業における低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況等調査

2050 年カーボンニュートラルを見据えた、低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況等について、海外の潤滑油製造事業者等や潤滑油産業に精通する学識経験者などに対し、2020・2021 年度に実施した「基油再生」を導入するための調査・検討で得られた成果も有効に活用しながら、情報収集を実施した。

1. 調査の方法

情報収集は電子メールおよび Web 会議等の手段により行った。

2. 調査の結果および分析

次の事業者等に対して、Web 会議による面談および電子メール等によるヒアリングを実施した。

- UEIL(Independent Union of the European Lubricants industry)
欧州潤滑油産業連合
- ILMA(the Independent Lubricant Manufacturers Association)
米国独立系潤滑油製造協会
- UKLA(United Kingdom Lubricants Association)
英国潤滑油協会
- NLGI(National Lubricating Grease Institute)
米国グリース協会
- API (American Petroleum Institute)
米国石油協会
- ALIA (Asian Lubricants Industry Association)
アジア潤滑油工業会

さらに、アジアを含む各国の個別企業にも低炭素化・脱炭素化に向けた取組内容も調査を実施した。

2.1 Independent Union of the European Lubricants industry (UEIL)

UEIL(欧州潤滑油産業連合)は、EU の潤滑油産業を代表しており、特に自動車および産業部門に不可欠な潤滑油および金属加工油を製造する中小企業および独立企業も加入している。35 のメンバーを通じて、製造、流通からリサイクルまで、潤滑油のバリューチェーン全体をカバーし、450 社を超える企業と 100,000 人の従業員を代表している。1963 年に創設され、1973 年から現在の組織になっている。フランスパリに 40 年以上拠点を置き、2005 年にブリュッセルに移転した。

UEIL の基本的役割は、業界に影響を与える問題について EU 立法機関に対する業界代表で、様々な深刻な問題について問題解決にあたってきた。UEIL の組織では特に、2020 年 6 月に発足したサステナビリティ委員会が重要な役割を果たしている。同サステナビリティ委員会の目的は、EU の潤滑油業界における持続可能性を定義、開発、測定するためのガイダンスを提供し、潤滑油業界の持続可能性に関する誤解に対処し、EU および国際レベルでの持続可能性に関する継続的な議論に参加することとされている。同委員会は環境ワーキンググループ(さらに Carbon Footprint WG, Energy Efficiency 、Recyclability WG に分かれる)とコミュニケーションワーキンググループに分かれている。

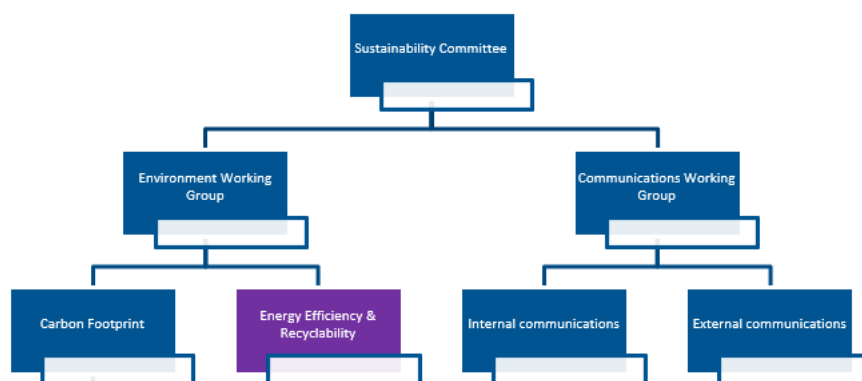


図 1-19. UEIL サステナビリティ委員会(出典 文献 5)

UEIL では、バリューチェーン全体のカーボンフットプリントを算出するために、関係産業、同種の関連団体などと連携をとり、バリューチェーンに関係するパートナーとも意見交換を実施しながら上述のワーキンググループにおいて検討を行なっている。

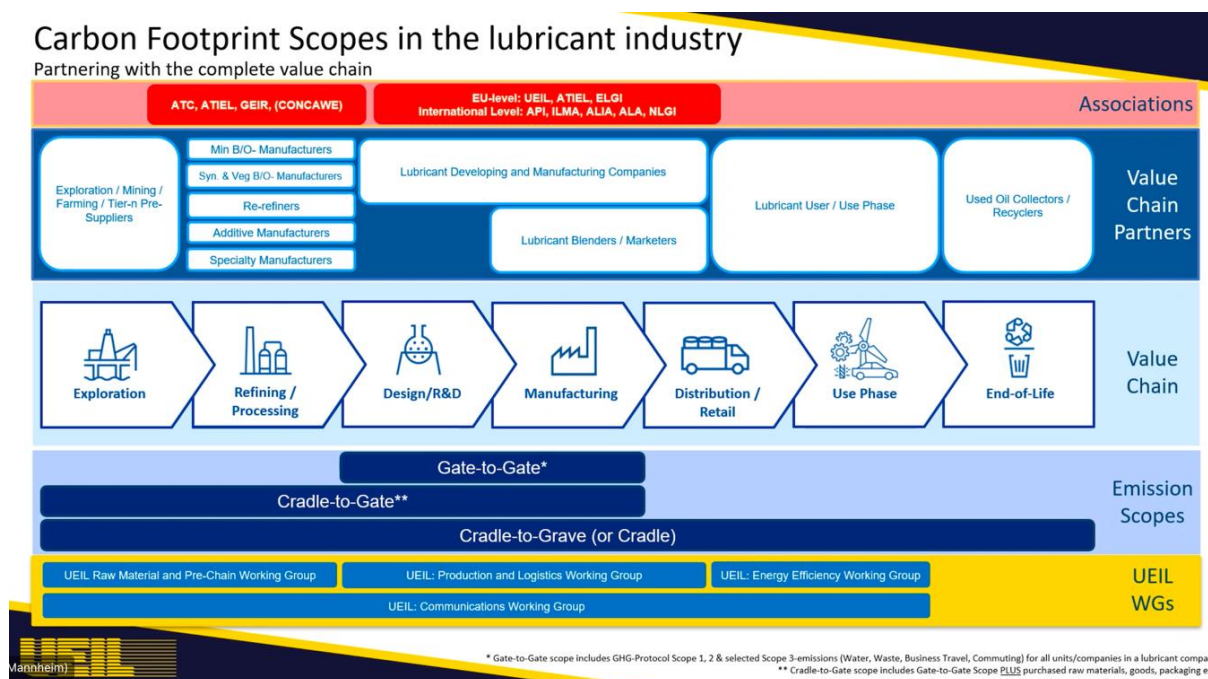


図 1-20. 潤滑油業界におけるカーボンフットプリントのスコープおよびフロー
(出典 文献 6)

UEIL サステナビリティ委員会より、次のようなコメントがあった。

- EU の気候目標により、多くの企業が自社の排出量と事業運営の可能なカーボンニュートラルに注目している。製品のカーボンフットプリント (PCF: Product Carbon Footprint) の計算は、製品に関連するバリューチェーンに沿ったすべての排出量を算出する。PCF を計算する際には、原材料から包装、廃棄に至るまでのバリューチェーンに沿って製品から発生するすべての CO₂ 排出量が記録される。完全なライフサイクルを評価する方法は、「ゆりかごから墓場まで(あるいは、ゆりかごからゆりかごまで(その製品の廃棄物を資源と捉え、ゆりかごにもどし、完全に循環するかたち)」とも呼ばれる。一方、PCF の部分的な計算、つまり「ゆりかごからゲートまで」には、リソースの抽出 (ゆりかご) から製品が会社の門 (ゲート) を出るまでのすべてのプロセスが含まれる。
- バリューチェーン全体で排出される温室効果ガス全ての排出量算出を可能にするために、CO₂ 排出量を記録するだけでなく、メタン (CH₄) や亜酸化窒素 (N₂O) などの他の温室効果ガスの CO₂ 換算も計算に含まれる。

- PCF を記録することで、環境に対する製品の影響を全体的に理解することができる。これにより、バリューチェーンのどのフェーズが特に影響力を持っているかを特定して分析でき、排出量を削減するための次の行動方針を決定できる。さらに、環境に配慮している顧客に対して透明性・安心感を与え購入しやすくする効果を生む。
- UEIL は部分 PCF 計算「ゆりかごからゲート」のためのガイドラインを作成した。このガイドラインは ISO 14067:20183 に基づいている。これは、PCF 算出方法として最も一般的に受け入れられている基準である。「ゆりかごからゲート」の範囲で得られる PCF には、上流のサプライチェーンからのすべての温室効果ガス排出量と、潤滑油製造業者での排出量（ゲートからゲート）が含まれる。考慮される排出量は、温室効果ガスプロトコルの既知のスコープ 1 ～ 3 に従って定義される。UEIL は「ゆりかごからゲート」の範囲で部分 PCF を計算するとともに、下流のサプライチェーンからの排出まで PCF を計算する。各社は PCF を計算する方法を公開することにより、顧客への透明性を示している。一方で、これはサプライヤー向けの技術ガイドとしても機能させている。
- UEIL は CONCAWE や API、ATC、ILMA、NLGI、ALIA など関連する団体と連携しつつ、関連企業(バリューチェーンパートナー)との横の連携を通じ、現在様々な活動を実施しており、基本的には ISO 14067:20185 に準拠した内容で取りまとめている。
- UEIL では UEIL メンバーおよびその他の潤滑油事業者が、CO₂ 排出量および製品の CO₂ 排出量を測定し、測定内容を説明し、削減するための支援を 2022 年 5 月から開始している。すでに多くの企業でこの取り組みを実施しているが、各企業で試行錯誤しているケースが多いことと、まだ取り組んでいない企業への取り組みを促す目的で、架空の企業名を用い、CO₂e(CO₂ Equivalent)スプレッドシートの例とテンプレートとその使い方を示す CFP 計算ツールボックス⁵⁾を公開した。このツールボックスは各企業からわかりにくいとの意見が多く出されたため 2022 年 10 月 4 日にウェビナーを開催し、ツールボックスの使い方について周知徹底を行った。資料は四半期ごとに見直される。
- なお、API の申し入れにより、API が潤滑油業界における統一ガイドラインをまとめることになり、UEIL は API の活動を全面的にバックアップしている。優れた潤滑油を開発し、一定の基準となる潤滑油との比較により CO₂ をどれだけ削減できるかを検証することで PCF から差し引くことができるとしている(UEIL サステナビリティ委員会のエネルギー効率サブ WG で現在作業中)。

- 摺動面の材質と介在する潤滑油を慎重に選択することで、明らかに CO₂ を削減することができ、トライボロジー表面の機能的価値が失われることなく関連する製品や機械を使い続けることができる(長寿命化による CO₂・資源の削減、生産効率の向上)。CO₂の削減量を見積もるためには、基準となる潤滑油と摩擦表面に使用される材質など試験条件を決める、いわゆる省エネ効果試験法の確立が必要である。
- 最近では潤滑油自身の性能以外にも省エネ・長寿命化を図るために潤滑油の変化(酸化劣化等)と水分量や摩耗状態などを可視化する状態監視センサーが開発され、さらに潤滑油の浄化技術の進化に伴い製品や機械の省エネ・長寿命化が図られるようになってきた。今後も潤滑油業界はあらゆる産業に入り込み CO₂削減に貢献していくことは明らかである。
- 最後に、EU では潤滑油は「ゆりかごからゆりかご」、いわゆるリサイクルを行っている。回収した廃油は、廃棄物フレームワーク指令 21 条の最優先項目で原則として再精製することが義務付けられている。EU は、回収した廃油の 65% を再精製基油生産用の原料に使用しており、回収した廃油の 60%は再精製工程を経て潤滑油基油となり潤滑油へリサイクル(ゆりかごへ)される。EU において、原油を精製し製造した潤滑油基油はおよそ 200 万 kL/年、廃油を再精製して製造した基油はおよそ 100 万 kL/年となっている。
- 一般的に基油の 100 倍の原油が潤滑油基油製造に使用されると言われている。廃油を再精製することで、100 万 kL の 100 倍、およそ 1 億 kL/年(6.4 億バレル/年)の原油が節約できることになる。これは EU で消費する原油の 10%程度のインパクトがある。
- 原油を削減した分のエネルギーは CO₂排出量が原油由来の燃料に比べて少ない、天然ガス、再生エネルギーなどに転化された可能性があり、EU で行われている潤滑油のリサイクルは明らかに CO₂削減に間接的にも貢献している。

- そのため個々の ILMA メンバーで計算しても正しいデータを顧客に提供できているかは不明で、バリューチェーン全体が連携して CFP を算出する基準と各社に正しく計算させる方法・ガイドラインが必要である。
- このような事情を踏まえ、API が潤滑油のライフサイクルアセスメントに関するテクニカルレポート(案)を作成し、ILMA へドラフトを送付しているので、ILMA サステナビリティ委員会で要望を取りまとめることにしている。
- 2023 年の行動目標に関し、ILMA にとって最も重要な案件は、API のサステナビリティ・テクニカル・レポートである。ILMA は API の最終ドラフト文書をレビューしており、メンバーにとってこの報告書がどのように機能するかコメントを API に提出する予定である。この報告書は、原材料供給者と潤滑油製造者のために、製品のカーボンフットプリントの測定方法に関するガイダンスを示している。ILMA はグローバル連携チームを通じてこの報告書に関与しており、炭素排出量測定のベストプラクティスについてサプライヤーと協働作業してきた。最初の通読では、この報告書が会員にとって炭素排出量の測定方法を理解するための良いガイドとなっていることが理解できた。しかし、炭素排出量のすべての側面をカバーしているわけではなく、また、誰もがこのレポートの勧告を必ずしも採用する必要はない。
- CFP 計算ツールボックスについて
 UEIL は、ホームページで、CFP 計算ツールボックスを作成した。かなり有用であると思われる。基本的なデータを入力すると、排出量の数値が表示され、報告や排出量削減に役立てることができる。このツールは、温室効果ガスの報告や削減活動に利用することができる。ILMA は、このツールボックスを見て、EU 固有の特性ではないことも確認している。2022 年 12 月、ILMA は持続可能性に関するパネルディスカッションを実施し、組織が提供するサービスに持続可能性を含める方法、推奨される排出量測定手順、業界における持続可能性の状況などについて話し合った。結論の 1 つは、サステナビリティは人によって異なることを意味し、標準的な排出量測定方法を作成しても問題は解決しないということであった。この考えは、すべての利害関係者と共にサステナビリティに取り組む方法に力を注ぐ委員会の意見に一致するものである。基油サプライヤーからは、最近、排出量に関する問い合わせが大幅に増加しているとの報告があった。この傾向は、2023 年にサステナビリティがこれまで以上に多くの組織に影響を及ぼすことを示唆していると思われる。また、大手 OEM がサ

プライヤーに対して、持続可能性の目標達成に向けた支援を求めているとの報告もある。

- マーケティングとしての排出量について

2023 年、ILMA ではメンバーがサステナビリティについて議論するための準備をしたいと考えており、この議論は、対象者によって定量的または定性的なものになると考えている。まず、API テクニカルレポート案と UEIL の CFP 計算ツールボックスを使って、サプライヤーと顧客との間で、どのように CFP についてコミュニケーションするのかについて ILMA メンバー全員に啓発を行う。これらのツールボックスに加え、ILMA では、ISO 規格や他業界のプロセスを参考にメンバーの持続可能性に有用なツールボックスをまとめ整理する。また、サプライヤーが自社製品の排出量を入手し、顧客の要求値に見合う数値を提示できるか確認する前に、サプライヤーや顧客にどのような質問をすればよいか、また、我々が CO₂ 排出量を計算する際の具体的知識も必要となる。エネルギー効率の向上、水の消費量削減、廃棄物削減への取り組み内容をメンバー全員に伝えることができれば、数字を羅列しても理解でき、役に立つだろう。来年の前半は、定量的なアプローチが有効なステークホルダーへの説明に焦点を当てる。この作業は、春の ILMA 会議までに完了させたいと考えている。秋の会議では、定性的な提案を行う予定である。

- ILMA では、次に示す項目に関する経験者を募り、2023 年の活動に役立てたいと考えている。

- サステナビリティに対する OEM からの要求
- 排出量に関する問い合わせを含まないサステナビリティに関する質問
- 政府機関からのサステナビリティに関する質問

2.3 United Kingdom Lubricants Association (UKLA)

UKLA(英国潤滑油協会)は、1968 年に法人化された 英国潤滑油連盟(BLF : British Lubricants Federation)と UEIL(欧州潤滑油産業連合)の英国代表部が 2005 年に合併し、設立された。英国潤滑油業界の代表として、また UEIL(欧州潤滑油産業連合)の英国代表部として活動を行っている。また、英国内の潤滑油関連団体とも連携し、英国や EU の政府および業界当局に対するロビー活動等への参加を通じ、業界団体としての役割を果たしている⁹⁾。UKLA は 2022 年に入り、炭素排出量(CO₂e)を削減および防止する幅広いカーボンオフセットプロジェクトをサポートしている第三者企業の

Portland Fuel¹⁰⁾を通じてカーボンクレジットを購入し、カーボン・フットプリント(CFP)を相殺することでカーボンニュートラルを達成した数少ない団体である

また、欧州潤滑油協会(UEIL)の持続可能性に関する取り組みに深く関与しており、企業が排出量を測定・管理し、製品の CFP を計算するためのツールボックスを UEIL と共同で開発・運用中である。

2.4 National Lubricating Grease Institute (NLGI)

NLGI(米国グリース協会)は、1933 年に全米潤滑グリース製造業者協会(National Association of Lubricating Grease Manufacturers, Inc.)として法人化され、2001 年に現在の名称である「National Lubricating Grease Institute」に改称した。

NLGI は非営利の業界団体として、潤滑グリースを製造・販売する企業で構成されている。目的は、消費者にとって、より良い潤滑油の開発につながる情報を発信し、産業界に対してより良いグリース潤滑技術サービスを提供することを目的とし、消費者、生産者、教育者間の技術的な議論の場を提供し、製造技術の改善、新製品、新しい用途、新しい用途と試験方法に関連する技術データの普及を促進している¹¹⁾。NLGI が優先的に取り組んでいる課題は以下の通り多岐にわたっているが、中でもサステナビリティは重点課題の一つとなっている。また、グリースは特に省エネで CO₂削減に貢献していると考えている。



図 1-22. NLGI の戦略的優先項目 6 点 (出典 文献 12)

2022 年の NLGI 年次総会における内容等を中心にヒアリングを行い、得られた内容を次のとおりまとめた。

- グリース業界における CFP は、原材料の入手とグリースおよびベアリングの製造によるマイナスの影響と、摩擦を減らし、エネルギー消費の削減でプラスの影響がある。
- 省エネ仕様のベアリングとグリースは、機械の効率を向上させ、機器の耐用年数全体にわたって摩擦を低減する。一般的なベアリングとグリースを使用する場合と比較して、エンドユーザーが経験する電力損失は低減する。さらに、耐久性と信頼性を向上させたベアリングは、サービス時間が長くなり、メンテナンスが少なく済み、交換間隔が長くなる。これにより、交換部品の製造に必要なエネルギーと材料を節約できる。摩擦を減らし、環境への影響を減らすことは、我々の努力により成し遂げることができる。
- NLGI では標準化された LCA ガイドラインを作成している。グリースの製品カテゴリールール、グリースのリサイクル性に関する作業、ベアリングの摩擦とグリースの分解性に関する標準化された試験方法の開発、共同研究のためのプラットフォームの提供、摩擦の削減とグリース消費による CO₂ 排出量の削減、ゼロカーボンのための「ゆりかごからゆりかごへ」のグリース、無害グリース (White SDS) のサポートと推奨など多数の取り組みを実施している。
- NLGI は、企業、政府機関、大学が上記テーマに関する進捗状況を共有し、ベストプラクティスを採用支援するネットワーキング構築にも取り組んでいる。NLGI はまた、原材料メーカーから部品メーカー、機器メーカー、そしてエンドユーザーまで、バリューチェーンに存在する企業全ての参加を奨励している。
- NLGI は、① 極低摩擦グリース、② CO₂ フットプリントが非常に少ないグリース (ゆりかごからゆりかごまで)、③ 有害成分を含まないグリース、④ 天然資源 (例: 水など) の枯渇をできるだけ少なくするグリースを「グリーングリース」と呼称し、再生可能な原材料から製造されたグリース、長寿命でベアリングの寿命以上に耐久性がある超耐久性グリース、生分解性・食品安全性・無毒で、グリースの終了期に容易かつ安全に分解するグリースを「グリーングリース」と呼称しているが、これらグリーングリースの定義も検討している。
- NLGI は常に ELGI(欧州)と連携している。EU の法規制の方が米国よりも進んでおり、彼らとの情報交換は有用である。日本のベアリング業界は世界の至る所に工場を持っており、日本のグリース協会もぜひ我々と連携し情報交換する場を設けたらどうかと考えている。

2.5 American Petroleum Institute (API)

API(米国石油協会)は1919年に規格設定団体として設立され、操業と環境の安全性、効率性、持続可能性を高めるための800以上の規格を開発した。同協会は米国の天然ガスおよび石油産業の全分野を代表し、約600社ある会員企業は、全米のエネルギーの大部分を生産、処理、供給している。¹³⁾

主に米国国内を対象としているが、近年は国際的な側面を強めており、今日、APIはその幅広いプログラムで世界的に認知されている。

潤滑油に関しては、消費者向けに、APIのエンジンオイル・ライセンスおよび認証システム(EOLCS)を提供している。これは、特定の要件を満たしたエンジンオイル販売業者に、APIエンジンオイル品質マークの使用を許可する任意のライセンスおよび認証プログラムである。これらのエンブレムは、認証を保持しているオイルの各容器に直接貼付され、消費者がガソリン車やディーゼル車用の高品質なエンジンオイルを識別できるよう用意されている。

カーボンニュートラル実現に向けた取り組みとして、APIは2021年6月にAPI Lubricant Sustainability Working Groupを結成し、潤滑油業界の統一的な潤滑油のLCA測定方法やCFPの算出などについての指針案をまとめ業界全体の一貫性を促進するために、用語を定義し、市場における潤滑剤と特殊製品のライフサイクル評価のベストプラクティス(Lubricants Life Cycle Assessment and Carbon Footprinting – Methodology and Best Practice)の草案を作成した。

APIは、米国(ILMA、NLGI)、EU(ATIEL、UEIL、ELGI、VSI、GEIR、ATC)、アジア太平洋(ALIA、ALA、JALOS)などの様々な業界団体へ本草案を送付し、上記団体からの意見や提案をとりいれながら、正式発行に向けた活動を行っている。本書は2023年3月に正式発行する予定とのことである。

なお、潤滑油協会 潤滑油品質委員会では、本草案についての確認を行い、APIに対して、本草案の内容に関する問合せを行っている。

2.6 個別企業における取組について

1) FUCHS(ドイツ独立系潤滑油メーカー)

FUCHSのカーボンニュートラル戦略は、2010年に「ビジネスのための責任ある行動規範」に開始したサステナビリティ戦略に組み込まれている。同社では、このカーボンニュートラル戦略の計画通り、2020年1月に全ての事業所でカーボンニュートラルを達成し、2020年以降は、購入したカーボンクレジットの削減に努めている。

る。また 2020 年以降、同社は世界 60 箇所以上(アジアは 11 箇所)の拠点において、生産時のエネルギー消費から管理業務で使用する消耗品に至るまで、完全なカーボンニュートラルを実現している¹⁴⁾。

FUCHS は自社工場でのエコロジカルフットプリントだけではなく、自社を超えて製品のプロセスやバリューチェーン全体にも目を向けており、持続可能な原材料の使用に関する研究プロジェクトに参加している。また、サプライヤーと協力して、バリューチェーン全体の持続可能性を定量化し、認証するための基準や手段を開発している。

FUCHS は他社に先駆けて独自に調和のとれたサステナビリティ基準、主要業績評価指標(KPI)、ベンチマークを開発し、サステナビリティの先駆者として UEIL を先導してきた。潤滑油業界のカーボンニュートラルについて、次のような意見があった。

- カーボンニュートラルの達成には 3 つの ESG 要素がある。それは、深刻な環境問題を改善するために、できることを真剣に考えること、潤滑油の持続可能な開発目標を定め、行動することおよびカーボンニュートラル達成に向けた政府の厳格な法規制が必要なこと、であり潤滑油業界全体がこの 3 点に忠実に従い実行することである。
- カーボンニュートラルを実現させるためには、CO₂e 排出量を把握し、CO₂e 排出量の削減努力と気候変動プロジェクトに投資してカーボンオフセットすることが必要である。
- カーボンニュートラルを達成すると、顧客が優先して購入判断するネットゼロカーボン製品を供給することができ、経済的、生態学的、社会的状況を改善し、クリーンな技術と持続可能な製品を世界各国へ販売することができるなどの利点がある。

2) Biosynthetic Technologies

Biosynthetic Technologies(BT)は、植物油に含まれる有機脂肪酸から作られる画期的な新種のバイオベース合成分子を製造している¹⁵⁾。これらの高機能なバイオベースの合成オイルは、潤滑油、化学薬品、化粧品業界で多くの用途があり、特に鉱油系潤滑油基油より優れているケースが多い。また使用済み潤滑油は、再生可能で、生分解性を有している。

同社では、エストライドと呼ばれるバイオベース合成化合物を製造している¹⁶⁾。エストライドは、様々な生物由来の油に含まれる有機脂肪酸から作られる。エストライドは、潤滑油の基油、基油混合物の成分、あるいは添加剤として使用すること

ができる。これらの高性能で持続可能な基油は、工業用潤滑油、金属加工油、船用潤滑油、フードグレード機械油などに使用されている。

Biosynthetic・Sustainable 基油は、一般的な潤滑油基油や添加剤と互換性があり、市販されている潤滑油・添加剤の代替品として使用することが可能である。

バイオベース潤滑油の採用で、コストアップが懸念材料に上げられるが、規制強化の広がり、コストアップの問題は軽減されている。さらに重要なことは、OEMがより前向きにサステナビリティの役割を果たし、特に海洋およびオフハイウェイで、バイオ潤滑油が積極的に採用されている、とのことであった。

2.7 アジアでの潤滑油産業における低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況

1) Asian Lubricants Industry Association (ALIA)

ALIA(アジア潤滑油工業会)は、2018 年にアジア潤滑油製造者組合(ALMU : Asian Lubricant Manufacturers Union)として、シンガポールを拠点に発足し、2021 年には、団体名をアジア潤滑油工業会(ALIA : Asian Lubricants Industry Association)に変更し、現在アジアを中心に活動を行っている¹⁷⁾。

ALIA は連絡窓口を設けて UEIL、ILMA、ELGI、NLGI、STLE などと連携し潤滑油のサステナビリティについて適宜情報収集しており、ALIA の Sustainability Statement¹⁸⁾も公表している。今後、グローバルな連携関係を維持しつつ、アジア地域の潤滑油業界の第一人者として、アジア各国政府やその機関から認知されることを目指している。

ALIA から、次のような意見があった。

- 世の中にはサステナビリティに関する多くの基準が存在するが、そのほとんどは汎用的で具体的ではなく、潤滑油業界は、我々の業界に特化したシステムの構築が必要と考えており、昨年 API の潤滑油チームが送付した CFP 算定システムガイドライン草案について、大いに期待している。
- すでに市場や OEM から CFP の算出に対する圧力がかけられており、業界は準備と足並みを揃え、バリューチェーンの全ステークホルダーで基準を揃える必要がある。今 CFP は、潤滑油・グリースの入札の際に非常に重要な要素になっているのも事実で、より信頼されるデータの提出が急務である。
- サステナビリティは CO₂ 排出量の削減だけではなく、循環型経済を構築することも強く求められている。潤滑油業界には、開発段階で、材料をより長く利用し、廃棄物をなくす努力が必要である。

- バイオベース基油や再精製基油など、持続可能な基油の使用がこのところ急激に高まっている。ここに価格の問題を懸念する人もいるが、すでに価格のことは言っていられない時代に突入している。
- シンガポール議会は、炭素税を現在の二酸化炭素換算トン当たり 5 米ドルから、2024 年には 25 米ドル、2026 年には 45 米ドル、2030 年末には 80 米ドルに引き上げると発表した。製品の CFP を各社同一の基準で算定することができれば、二酸化炭素をより多く排出する企業は経営に大きな影響をもたらす可能性がある。

2) SK Enmove

韓国の SK グループでは 2021 年 6 月に、SK グループ全体のトップマネジメント会議で、SK のネットゼロへのコミットメントを再確認し、ネットゼロへのロードマップの確立と実行を支援するため、グループの環境事業委員会の傘下に「SK 炭素削減認証センター」を立ち上げた¹⁹⁾。世界的な気候変動による危機に対し、主要国は 2050 年までに二酸化炭素(CO₂)排出量を実質ゼロにするカーボンニュートラルを達成すると表明する中、SK グループは 2050 年より早い時期の CO₂ 排出実質ゼロ達成を目指すことを決定している²⁰⁾。

SK の炭素削減認証センターは、SK が独自に開発した「SK カーボンスタンダード」に基づき、グループ企業のカーボン削減手法を検証し、各社のカーボン削減実績を評価・認証を行うシステムで、排出ゼロに向けた取り組みを体系的に支援する仕組みとなる。

SK は今後、世界標準とされる国連クリーン開発メカニズム(CDM)や、米国の有力な炭素削減認証 NGO である VERRA のプログラム²¹⁾を参考に、独自開発した炭素削減認証システムを基に、グループ各社が提示した CO₂削減方法と削減量を評価していくとのことで、SK Enmove(SK ルブリカンツ 2022 年 12 月 1 日社名変更)の環境配慮型潤滑油など 10 件以上を審議・認証する計画となっている。

また、SK Enmove は、2022 年 10 月に、韓国初のカーボンオフセット潤滑油を発売した²²⁾。SK Innovation によると、SK Enmove は、3 種類のプレミアム低粘度エンジンオイルの生産、輸送、消費、および廃棄からの炭素排出を相殺するために、炭素クレジットを購入している。使用される炭素クレジットは、炭素クレジット認証 NGO Verra によって認証された炭素クレジットで、クレジットは、ウルグアイのグアナレ森林再生プロジェクトから得られたもので、合計 780 万トンの GHG を吸収すると予想されている。SK Enmove の関係者は、今回の発売を注視し、今後ハイエンドのプレミアム潤滑油にカーボンニュートラルを適用する予定である。

SK Enmove は、CO₂ 排出量を直接削減するための努力をさらに継続し、容器のリサイクルについては、高密度ポリエチレンの含有量を増やすなどの対策を検討している。また 2021 年から、ベストセラー製品に環境に優しい容器を使用している。これは潤滑油製品の 30%を占め、容器に使用される原材料の 20%は再生プラスチックが占めている。

第4節 まとめ

1. 国内潤滑油産業における低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況等調査・分析

2050 年カーボンニュートラルを見据えた、低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況等について、情報収集を行った。

1.1 国内の潤滑油製造事業者に対するアンケート等調査

アンケート調査による主な成果は次のとおり。

- 回答 27 事業所の約 7 割が低炭素化・脱炭素化に関する取組を行っている、と回答しており、取り組んでいると回答した事業所が実施している取組としては、「省エネルギー製品の開発」が最も多く、次いで「植物由来の基油を使用したバイオマスタイプの潤滑油の開発」、「潤滑油ブレンド工程での取組」の順となっている。また、取組を行っている理由については、「2050 年カーボンニュートラルに向け企業の社会的責任のため」と回答した企業が最も多く、2050 年カーボンニュートラル実現に向け関心の高さが伺える。
- 将来の潤滑油基油確保に向けて行っている具体的な取組については、ほとんどの事業所が「情報収集を行っている」と回答しており、関心を持っている基油については、「再生基油」、「バイオマス由来の基油」、「再生可能エネルギー由来の電力から得られた水素と CO₂ から合成された基油」の順となっている。ほとんどの事業所が「再生基油」に関心を持っているとともに、バイオマスや合成燃料由来の基油についても、関心を持っていることが伺える。
- 低炭素化・脱炭素化に貢献する潤滑油の普及を進める上での課題については、環境対応製品に対する「コストの増加」が最も多く、次いで製造に必要な「基油や添加剤の入手性」となっている。また、一層普及を進める上での必要事項については、「ユーザーへの広報」が最も多く、次いで「省エネ効果を明らか

にする試験法の開発」、「省エネマークのような選択の目安の明確化」、「製品自体のより一層の性能向上」がほぼ同数となっている。広報だけではなく、省エネ効果を明らかにするための試験法や、選択の目安となる基準が必要と考えている事業者も半数近くいることがわかる。

- カーボンニュートラルに関するロードマップの作成については、3 事業所が既に作成済みと回答した他は、回答 27 事業所の約 6 割の事業所が作成に向け情報収集を行っているという回答している。ロードマップの作成にあたり重視している項目としては、「原油由来の基油」から再生基油、バイオマス由来の基油等への転換」、次いで「省エネルギーの観点から、革新的技術による省エネルギーや効率化」という回答が多く寄せられている。また作成しないと回答した事業所は、「社内において低炭素化・脱炭素化の関心や優先順位が低い」、「ロードマップ作成のための労力や時間がない」、「作成手法が不明。ロードマップ作成に関する情報が知りたい」等を理由としており、今後、カーボンニュートラルに関するロードマップの作成を行っている企業の取り組み状況等の紹介を行うことも必要と考えられる。

1.2 国内の潤滑油製造事業者等に対するヒアリング等調査

国内の潤滑油製造事業者等や潤滑油産業に精通する学識経験者などに対し、2050 年カーボンニュートラルを見据えた、低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況等に関し、アンケート調査で得られた内容等を踏まえて、ヒアリングを行った。主な成果は次のとおり。

- 「低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況や課題等」については、一部の企業において、太陽電池パネルの設置による化石燃料由来の電力節電や、製造工程の工夫による省エネルギー活動への取組みが行われていることを明らかとした。今後の課題として、単独の会社において 2050 年カーボンニュートラル実現に向けた対策を持続的に行っていくことは、資金的にも困難であり、中小企業でも使用しやすい補助制度の拡充を期待する、との意見もあった。
- 「潤滑油製品により低炭素化・脱炭素化に貢献するような取組や課題」については、省燃費タイプのエンジン油、省エネタイプの作動油やグリースおよび、植物油(菜種油)由来を基油とした電気絶縁油等を開発・製造し販売している取組事例を明らかとした。今後の課題として、グリースの省エネルギー効果を評価する公的な試験法は存在しないため、エンジン油のように一定の評価基準を

設定すること等について、潤滑油業界全体として検討することも必要では、との意見があった。

- 一部の企業では、カーボンニュートラルに関するロードマップやサステナビリティ活動を積極的に推進する「サステナビリティ基本方針」を策定し、自社の事業活動に伴う CO₂削減目標の設定を行ったり、今後の潤滑油基油の確保に向け、「藻類」由来の基油に関し、関連するプロジェクトに参画して情報収集を行っていることを明らかにした。

1.3 自動車パワートレイン、燃料動向調査

- 日本自動車工業会は、2022 年 9 月に公表した「2050 年カーボンニュートラルに向けたシナリオ分析」の中で、カーボンニュートラル燃料積極活用の場合、2050 年において全世界の乗用車新車販売に占める BEV(電気自動車)・FCV(燃料電池自動車)比率は 40%、また内燃機関搭載車は 60%としている。
- 2050 年カーボンニュートラルの実現に向け、現在、CO₂と水素から人工的に作られる合成燃料の開発に関する様々な取り組みが国や企業において行われ始めている。合成燃料に関する研究開発の最新動向等について、第一人者の成蹊大学里川教授に対してヒアリングを行ったところ、合成反応による生成物の炭素数分布イメージでは、炭素数 1~29 までの生成物が得られるため、石油精製の副生成物である潤滑油基油なども製造可能となるが、水を再生可能エネルギーによる電力で電気分解してグリーン水素を得る「水素のサイクル」と、大気中の二酸化炭素を回収・濃縮して固定炭酸を得る「炭素のサイクル」の 2 つをうまく実現することが今後の重点技術課題となる、とのことであった。
- EU 加盟国は、今世紀半ばまでに気候変動による中立性を達成するための中心的な施策の一つである、2035 年以降の EU 全域での新型内燃機関車の販売禁止を批准するための投票を延期することを 2023 年 3 月 3 日に決定した。その後、EU は 2023 年 3 月 28 日のエネルギー相理事会で、2035 年にゼロエミッション車以外の販売を原則禁じることで正式に合意した。内燃機関車の新車販売を全て認めない当初案を修正し、温暖化ガス排出をゼロとみなす合成燃料の利用に限り販売を認めることにした。

2. 海外潤滑油産業における低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況等調査

2050 年カーボンニュートラルを見据えた、低炭素化・脱炭素化に向けた取組・検討状況等について、海外の潤滑油製造事業者等や潤滑油産業に精通する学識経験者などに対し、2020・2021 年度に実施した、「基油再生」を導入するための調査・検討で得られた成果も有効に活用しながら、ヒアリング、電子メール及び Web 会議等の手段により情報収集を実施した。主な成果は次のとおり。

- EU では UEIL のサステナビリティ委員会が中心となって、2050 年カーボンニュートラルを見据えた、低炭素化・脱炭素化に向けた取組を行っている。UEIL メンバーおよびその他の潤滑油事業者が、CO₂ 排出量および製品の CO₂ 排出量を測定し、測定内容を説明し、削減するための支援を 2022 年 5 月から開始している。UEIL では、CO₂ 削減について各企業で試行錯誤しているケースが多いことと、まだ取り組んでいない企業への取り組みを促す目的で、架空の企業名を用いた CO₂ 削減スプレッドシートの例、テンプレートおよびその使い方を示すツールボックスを公開している。この CFP 計算ツールボックスについては、米国において ILMA が関心を示しており、基本的なデータを入力すると、排出量の数値が表示され、報告や排出量削減に役立てることができるため、温室効果ガスの報告や削減活動に利用することができ、有用であると考えている。
- 米国では、カーボンニュートラル実現に向けた取り組みとして、API work group to issue draft of Lubricants Sustainability RP(米国石油協会(API)潤滑油持続性作業部会)が、米国、EU およびアジア太平洋地域の様々な業界団体と協力して、現在検討を進めている API Recommended Practice に関する情報収集活動を実施している。現在 API では、API Lubricant Sustainability Working Group を結成し、潤滑油業界の統一的な潤滑油の LCA 測定方法や CFP の算出などについての指針案をまとめ業界全体の一貫性を促進するために、用語を定義し、市場における潤滑剤と特殊製品のライフサイクル評価のベストプラクティスを作成した。米国、EU およびアジア太平洋地域の様々な業界団体へ本草案を送付し、上記団体からの意見や提案をとりいれながら、正式発行を行う予定としている。
- アジアでは、シンガポールを拠点として活動を行っている ALIA が、UEIL、ILMA、ELGI、NLGI、STLE などと連携し潤滑油のサステナビリティについて適宜情報収集を行っている。ALIA からは、「潤滑油業界は、我々の業界に特化したシステムの

構築が必要と考えており、昨年 API の潤滑油チームが送付した CFP 算定システムガイドライン草案について、大いに期待している」との意見があった。

3. 我が国、米国、EU およびアジアの潤滑油産業におけるカーボンニュートラル実現に向けた取組状況等の比較

第 1 章の成果から、我が国と米国、EU およびアジアの潤滑油産業におけるカーボンニュートラル実現に向けた取組状況等の概要を比較し表 1-2 に示す。米国、EU およびアジアでは潤滑油業界団体による取組が系統的に進んでいるのに対し、我が国では個別企業による取組が主となっている。

表 1-2. 我が国、米国、EU、アジアの潤滑油産業における
カーボンニュートラル実現に向けた取組状況等の比較

項目	我が国	EU	米国	アジア
カーボンニュートラル実現に向けた潤滑油業界の現状	アンケート回答 27 事業所の約 7 割が低炭素化・脱炭素化に関する取組を行っている。理由については、「2050 年カーボンニュートラルに向け企業の社会的責任のため」と回答した企業が最も多く、2050 年カーボンニュートラル実現に向け関心の高さが伺える。 石油業界としては、石油連盟が 2050 年カーボンニュートラル実現に向けた「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)」を策定。 潤滑油業界としての、ビジョンやロードマップは未策定。	潤滑油業界の団体である、UEIL のサステナビリティ委員会が中心となって、2050 年カーボンニュートラルを見据えた、低炭素化・脱炭素化に向けた取組を実施中。	API(米国石油協会)において、潤滑油持続性作業部会が、米国、EU およびアジア太平洋地域の様々な業界団体と協力して、API Recommended Practice に関する情報収集活動を実施中。	シンガポールを拠点として活動を行っている ALIA が、UEIL、ILMA、ELGI、NLGI、STLE などと連携し、潤滑油のサステナビリティについて適宜情報収集を実施中。
具体的な取組	低炭素化・脱炭素化に関する取組としては、「省エネルギー製品の開発」が最も多く、次いで「植物由来の基油を使用したバイオマスタイプの潤滑油の開発」、「潤滑油ブレンド工程での取組」の順。 一部企業において、太陽電池パネルの設置による化石燃料由来の電力節電や、製造工程の工夫による省エネルギー活動への取組みを実施中。また、カーボンニュートラルに関するロードマップやサステナビリティ活動を積極的に推進する「サステナビリティ基本方針」を策定。 現在、潤滑油協会が資エネ庁委託事業において、海外の取組状況等に関する情報収集を実施中。	UEIL メンバーおよびその他の潤滑油事業者が、CO ₂ 排出量および製品の CO ₂ 排出量を測定し、測定内容を説明し、削減するための支援を 2022 年 5 月から開始。 CO ₂ 削減について各企業で試行錯誤しているケースが多いことと、まだ取り組んでいない企業への取り組みを促す目的で、架空の企業名を用いた CO ₂ 削減スプレッドシートの例、テンプレートおよびその使い方を示す CFP 計算ツールボックスを公開中。	潤滑油業界の統一的な潤滑油の LCA 測定方法や CFP の算出などについて指針案をまとめ業界全体の一貫性を促進すべく、用語を定義し、市場における潤滑剤等のライフサイクル評価のベストプラクティスを作成した。米国、EU およびアジア太平洋地域の様々な業界団体へ本草案を送付し、各団体からの意見や提案をとりいれながら、正式発行を行う予定。	ALIA 独自の、Sustainability Statement を公表中。

4. 国内の潤滑油産業において今後必要となる取組

国内の調査の結果、表 1-2 に示すように多くの事業者が、カーボンニュートラル実現に向けた取り組みに高い関心を持つ一方で、そのための情報収集やリソース確保が課題となっていることがわかった。これに関して、潤滑油業界全体が連携した取り組みを期待する意見があった。また、多くの事業者が低炭素化・脱炭素化に資する製品の開発に取り組んでおり、潤滑油の省エネや低炭素化に資する効果を表示、周知あるいは訴求したいという要求があることがわかった。海外の調査の結果、カーボンニュートラル化に向けて具体的な取り組みを実施している潤滑油事業者の業界団体が多くあり、そのための専門組織の編成や、ライフサイクル評価およびカーボンフットプリント算定の標準化が進められていることがわかった。

我が国の他業界では、日本化学工業協会や日本自動車タイヤ協会が、ライフサイクル評価あるいはライフサイクル評価に基づく温室効果ガス削減貢献量算定のガイドライン

を示している^{23),24)}。特に、日本自動車タイヤ協会のガイドラインは、タイヤ製品のバリューチェーンに特化した算出手法を提供している。また、「乗用車用タイヤの転がり抵抗低減による CO₂ 排出量削減効果について」として、当該ガイドラインに基づいて計算された低燃費タイヤの温室効果ガス削減貢献量も例示されている。

以上のことから、国内の潤滑油産業においては、低炭素化・脱炭素化の効果を比較可能な形で定量できるライフサイクル評価、カーボンフットプリント算定および温室効果ガス削減貢献量算定のガイドラインを作成し、業界全体が連携して運用することが必要である。カーボンニュートラルを実現するためには、低炭素化・脱炭素化に資する製品が選択されるような環境が不可欠であり、上記ガイドラインはその基盤となるものである。

海外の潤滑油業界のガイドラインは各地域特有の事情を考慮したものになっており、国内の潤滑油業界にそのまま適用することは適切でない可能性がある。また、国内の潤滑油業界固有のガイドラインをもたないことによって、海外の潤滑油業界や国内の他業界と比較して、国内の潤滑油業界では、リソースの制約がある中で、低炭素化・脱炭素化の取り組みを行うことの費用対効果が相対的に低いと捉えられ、カーボンニュートラルに向けた取り組みが減速してしまうリスクがある。国内の潤滑油業界で多くの事業者が実施している低炭素化・脱炭素化の取り組みを維持またはさらに活性化させるためには、一刻も早いガイドラインの構築が期待される。低炭素化・脱炭素化の取り組みに関するガイドライン作成に向け、今後、国内潤滑油関連団体等において検討を開始することが求められる。

文 献

- 1) 石油連盟ホームページ：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, (2022.12)., <https://www.paj.gr.jp/data/20221227.pdf>
- 2) 一般社団法人自動車工業会ホームページ：2050 年カーボンニュートラルに向けたシナリオ分析, (2022.9), https://www.jama.or.jp/operation/ecology/carbon_neutral_scenario/PDF/Transitioning_to_CN_by_2050A_Scenario_Based_Analysis_JP.pdf
- 3) euronews Website: EU delays final vote on combustion engine ban, exposing growing dissent among member states, <https://www.euronews.com/my-europe/2023/03/03/eu-delays-final-vote-on-combustion-engine-ban-exposing-growing-dissent-among-member-states>

- 4) 日本経済新聞ホームページ: EU、エンジン車容認で合意 合成燃料限定で 35 年以降も,
(2023.3.29), <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA27BN30X20C23A3000000/>
- 5) UEIL Website: UEIL Sustainability Committee – An overview,
<https://www.ueil.org/sustainability/about/>
- 6) UEIL 内部資料
- 7) UEIL CFP 計算ツールボックス(CO₂e スプレッドシート):
[https://www.ueil.org/wp-content/uploads/2022/12/2022-05-24_UEIL_Company-CO₂e-value-spreadsheet-Live-version1.05-mod-ME-2022-10-0522.xlsx](https://www.ueil.org/wp-content/uploads/2022/12/2022-05-24_UEIL_Company-CO2e-value-spreadsheet-Live-version1.05-mod-ME-2022-10-0522.xlsx)
- 8) ILMA Website: <https://www.ilma.org/>
- 9) UKLA Website: <https://www.ukla.org.uk/>
- 10) Portland Fuel Website: CARBON OFFSET PROJECTS, <https://portland-fuel.ca/green/portland-carbon-offset-projects/>
- 11) NLGI Website: <https://www.nlgi.org/>
- 12) NLGI Website: 2022 年 NLGI の戦略的優先項目,
<https://www.nlgi.org/about-us/strategic-priorities/>
- 13) API Website: <https://www.api.org/>
- 14) FUCHS Website: FUCHS のカーボンニュートラル戦略, <https://www.fuchs.com/jp-ja/templates/ecological-vision-animation-2/>
- 15) Biosynthetic Technologies Website: <https://www.biosynthetic.com/>
- 16) Biosynthetic Technologies Website: Our Estolide Products,
<https://www.biosynthetic.com/products/>
- 17) ALIA Website: <https://asianlubricants.org/>
- 18) ALIA Website: ALIA Sustainability Statement, <https://asianlubricants.org/wp-content/uploads/2021/02/ALIA-Sustainability-Statement.pdf>
- 19) MEDIA SK English Newsletter: SK Carbon Reduction Certification Center to Pave the Way for Net-Zero, <https://mediask.co.kr/90001-276>
- 20) SK innovation News Channel Website: SK Energy is the first in Korea to launch carbon-neutral petroleum products, accelerating Net Zero plan,
<https://skinnonews.com/global/archives/6658>
- 21) VERRA Website: VERIFIED CARBON STANDARD,
<https://verra.org/programs/verified-carbon-standard/>
- 22) ECHEMI.COM Website: South Korea's SK launches 'carbon offset' lubricants,
<https://www.echemi.com/community/south-korea-s-sk-launches-carbon-offset->

lubricants_mjart2209082361_92.html

23) 一般社団法人日本化学工業協会ホームページ: 地球温暖化への取り組み,

https://www.nikkakyo.org/basic/page/global_warming_efforts

24) 一般社団法人日本自動車タイヤ協会ホームページ: 環境・リサイクルー地球温暖化,

https://www.jatma.or.jp/environment_recycle/globalwarming.html

第2章 他分野の低炭素化・脱炭素化に貢献する 製品の市場導入の加速化に向けた調査・検証

第1節 はじめに

我が国全体の CO₂ 排出量の内、運輸部門からの排出量は約 2 割を占めており¹⁾、地球温暖化対策を推進するためには、運輸部門からの CO₂ 排出量を削減することが重要な課題となっている。その対策の一つとして「エネルギーの使用の合理化に関する法律(通称、省エネ法)」では、乗用自動車および貨物自動車に対し燃費基準が設定されている。燃費の向上を図るためにエンジンや駆動系の効率向上、車両の軽量化、各種抵抗の低減およびハイブリッド化など、数多くの取り組みが行われている。国内における 2021 年のハイブリッド乗用車の販売台数は 1,434,719 台で、全乗用車の販売台数 3,675,698 台の 39%を占める²⁾。また、電気自動車の販売台数が増加している欧州においても、2022 年の電気自動車の販売シェア 12.1%に対し、ハイブリッド車の販売シェアは 22.6%となっている³⁾。ハイブリッド車の特徴として、従来のガソリンエンジン車と比較して走行中の油温上昇が遅く、低温域でより摩擦損失の低減が必要であるとの課題が指摘されている⁴⁾。

本調査では、他分野の低炭素化・脱炭素化に貢献するとして今後市場導入が検討されている製品について、市場導入の加速化を図るために必要な調査・検証を実施したので報告する。具体的には、従来のエンジン油と比較し、低温での粘度が低く省燃費、かつ高温でも内燃機関の信頼性を維持することが可能として、カーボンニュートラルへの移行期の低炭素化に貢献することが期待される「超高粘度指数エンジン油(仮称)」について、現在、潤滑油業界と自動車業界が一体となり 2025 年以降の市場投入を目指して開発が進められているところであり、市場導入の加速化を図るために必要な調査や品質評価方法の検証を実施した。

第2節 超高粘度指数エンジン油に関連する海外の取組動向等 調査

本節では超高粘度指数エンジン油に関連する取組動向等について、我が国のエンジン油のデファクトスタンダードである ILSAC(International Lubricant Specification Advisory

Committee、国際潤滑油規格諮問委員会)規格や API(American Petroleum Institute、米国石油協会)品質規格の最新動向等について文献調査等を実施したので報告する。

1. エンジン油の規格の現状

エンジン油の品質規格の普及状況を図 2-1 に示す。日本、アジアおよび米国では、ILSAC(International Lubricant Specification Advisory Committee、国際潤滑油規格諮問委員会)規格や API(American Petroleum Institute、米国石油協会)サービス分類、欧州では ACEA(European Automobile Manufacturers Association、欧州自動車工業会)規格が普及している。



図 2-1. 世界のエンジン油品質規格の普及状況

日本、アジアおよび米国で普及しているガソリンエンジン油規格、ILSAC/API エンジン油規格の運用システムを図 2-2 に示す。

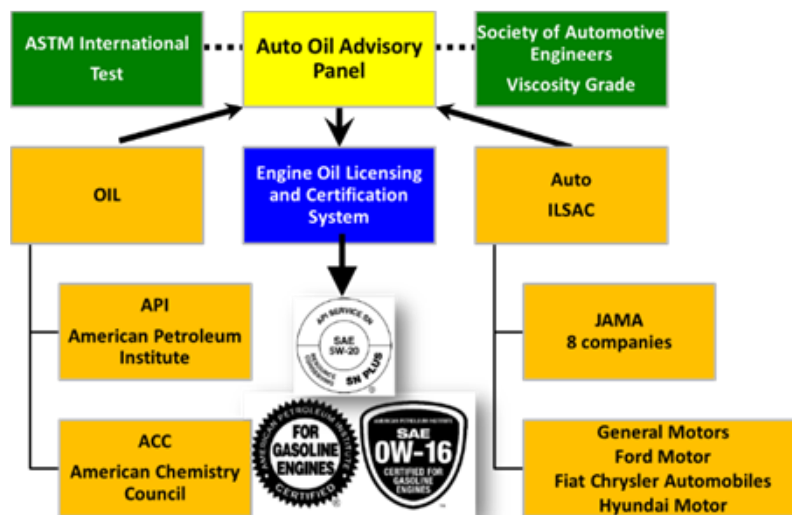


図 2-2. ILSAC/API エンジン油規格の運用システム

ILSAC/API 規格は石油メーカー、添加剤メーカーおよび自動車メーカーの合意の上で決定される。石油側は石油メーカーとして API、添加剤メーカーとしては ACC (American Chemistry Council、米国化学工業協会)が参画し、自動車側としては JAMA(Japan Automobile Manufacturers Association、日本自動車工業会)と米国の自動車メーカーが共同で設立した ILSAC が参画している。それらの各メンバーにより AOAP (Auto Oil Advisory Panel)が組織され、エンジン油規格運用システム全体を統括している。エンジン油の認証、ライセンスの発行は、EOLCS (Engine Oil Licensing and Certification System、エンジン油ライセンス認証システム)により行う。さらに、粘度グレードは SAE により定められ、品質規格である API サービス分類は API により定められている。また、試験に必要な試験方法は ASTM International (米国材料試験協会)が開発、管理している。

2. エンジン油粘度グレードの動向

自動車の燃費規制は各国で継続的に強化されている。我が国では、「エネルギーの使用の合理化に関する法律(通称、省エネ法)」により、ガソリン乗用自動車については、目標年度(2030 年度)において、2016 年度実績値と比べて 32.4%、現行燃費基準 (2020 年度燃費基準) の水準(推定値)と比べて 44.3%の燃費を改善することが求められている⁵⁾。各自動車メーカーは効率向上を追求しており、その手段の一つとして内燃機関におけるエンジン油の低摩擦化が進められている⁶⁾。

エンジン油で広く用いられている粘度グレードは、SAE の定める J300 Engine Oil Viscosity Classification であり、高温および低温時の粘度により分類されている。従来

の非 W グレード(non W grades)における最低粘度は SAE 20 であったが、省燃費性能向上を目指す自動車メーカーの要望により、2013 年 4 月に SAE 16 が、2015 年 1 月に SAE 12、SAE 8 が新たに設定された^{7・10)}。2021 年 4 月に改訂された最新の SAE J300 においても非 W グレードで最も低い粘度は SAE 8 となっている。

3. ILSAC 規格の動向

日本、アジアおよび米国で普及している、ILSAC(International Lubricant Specification Advisory Committee、国際潤滑油規格諮問委員会)規格の最新版である ILSAC GF-6 規格が 2019 年 5 月の AOAP (Auto Oil Advisory Panel)会議において承認され、最初の規格適合油の市場投入は 2020 年 5 月に開始された¹¹⁾。GF-6 では ILSAC 規格として初めて GF-6B で SAE 0W-16 が制定され、性能表示についても従来と異なったマークが採用されている。

表 2-1. ILSAC GF-5 と GF-6 のエンジン試験方法と規格値 ¹¹⁾

項目	試験方法	項目	ILSAC GF-5	ILSAC GF-6A	ILSAC GF-6B
粘度グレード	SAE J300		SAE 0W-XX 5W-XX 10W-XX	SAE 0W-20, 0W-30, 5W-20, 5W-30 10W-30	SAE 0W-16
高温酸化防 止性	Sequence IIIG (ASTM D7320)	粘度増加 40 °C(%)	150 以下		
		WPD(Weighted Piston Deposit)評点	4.0 以上		
	Sequence IIH (ASTM D8111)	粘度増加 40 °C(%)	150 以下	100 以下	100 以下
		WPD(Weighted Piston Deposit)評点	3.7 以上	4.2 以上	4.2 以上
低温スラッ ジ防止性	Sequence VG (ASTM D6593)	平均エンジンスラ ッジ評点	8.0 以上		
		平均ロッカーカバ ースラッジ評点	8.3 以上		
		平均エンジンパーニ ッシュ評点	8.9 以上		
		平均ピストンスカ ートパーニッシュ評点	7.5 以上		
	Sequence VH (ASTM D8256)	平均エンジンスラ ッジ評点	7.6 以上	7.6 以上	7.6 以上
		平均ロッカーカバ ースラッジ評点	7.7 以上	7.7 以上	7.7 以上
		平均エンジンパーニ ッシュ評点	8.6 以上	8.6 以上	8.6 以上
		平均ピストンスカ ートパーニッシュ評点	7.6 以上	7.6 以上	7.6 以上
低温動弁系 摩耗防止性	Sequence IVA (ASTM D6891)	平均カム摩耗(μ m)	90 以下		
	Sequence IVB (ASTM D8350)	平均インテークリ フター摩耗(mm ³)		2.7 以下	2.7 以下
		試験後油油中铁分 量(Ca 調整後)(ppm)		400 以下	400 以下
ベアリング 腐食性	Sequence VIII (ASTM D6709)	ベアリング減量(mg)	26 以下	26 以下	
省燃費性	Sequence VID (ASTM D7589)	FEI SUM(%)	2.6 以上(XW- 20 after 100h)		
		FEI 2(%)	1.2 以上(XW- 20 after 100h)		
	Sequence VIE (ASTM D8114)	FEI SUM(%)	3.2 以上(XW- 20 after 100h)	3.8 以上(XW- 20 after 125h)	
		FEI 2(%)	1.5 以上(XW- 20 after 100h)	1.8 以上(XW- 20 after 125h)	
	Sequence VIF (ASTM D8226)	FEI SUM(%)			4.1 以上(after 125h)
		FEI 2(%)			1.9 以上(after 125h)
低速プレイ グニッショ ン	Sequence IX (ASTM D8291)	Average number of events for four iterations		5 以下	5 以下
		Number of events per iteration		8 以下	8 以下
チェーン摩 耗防止性	Sequence X (ASTM D8279)	伸び率(%)		0.085 以下	0.085 以下

現在、次期ガソリンエンジンオイルのカテゴリー開発が進められている。2022年8月16日、ILSAC から AOAP に対して、2028 年の第 2 四半期末以降に市場投入とする正式要求が提出された。ILSAC GF-7 規格は、2020 年 5 月 1 日に発売された ILSAC GF-6 規格の後継規格となる予定である¹²⁾。

GF-7 規格に関し、ベンチ試験では NOACK 蒸発性試験について、実際の運転時とベンチ試験との相関性を高めるべく、150℃でのベンチテスト手法を検討することが提案されている。また、ASTM D874 硫酸灰分試験が含まれ、最大 0.9% の硫酸灰分の要求も提案されている。

エンジン試験では、低温スラッジ防止性試験については、Sequence VH が、また省燃費性試験 Sequence VIF については、合格基準の引き上げが新たに提案されている。

高温酸化安定性評価試験に関し、Sequence IIIH のデポジット試験についての改善が要求されており、加重ピストンデポジット(WPD)を現在の合格基準 4.2 から 4.6 に 10%増加させることが提案されている¹²⁾。

ベアリング腐食性 Sequence VIII は、ベンチ試験に置き換えられる可能性がある。

次期 ILSAC 規格に関し、今後エンジン交換部品の供給性から、代替エンジンの検討が必要になる可能性がある。

API はまた、現行の ILSAC GF-6B 規格に低粘度グレード 0W-8 と 0W-12 を追加する要望書を AOAP に提出した¹³⁾。この要望書には、0W-8 と 0W-12 の規格である JASO M 364 の GLV-1 規格には規定されているモータリング燃費試験方法(JASO M 365) による省燃費性の規定が抜けているなど、課題のある要望になっている。現在、AOAP において投票が行われている。

4. ACEA 規格の動向

ACEA 規格は現在 3 種に分類されている。①ガソリンおよびライト・デューティ・ディーゼルエンジン用の A/B 規格、②後処理装置を有するガソリンおよびライト・デューティ・ディーゼルエンジン用の C 規格、そして③ヘビー・デューティ・ディーゼルエンジン用の E 規格である。ここでは、A/B 規格と C 規格に関連する動向を報告する。

A/B 規格と C 規格に関連する最新の ACEA 規格は、ACEA Oil Sequences Light-duty engines 2021, Revision 1 (May 2022)である¹⁴⁾。

ACEA 2016 からの変更点としては、ハイブリッドエンジンや直噴ターボエンジンなどに対する保護性能の向上等を目的として、LSPI に対する保護性能、ガソリン直噴エンジンの摩耗に対応するためのチェーン摩耗およびターボチャージャー・コンプレッサー

の清浄度試験等が新たに取り入れられ、ILSAC GF-6 で採用された試験のうち Sequence IVB、Sequence IX、Sequence X および Sequence VH が追加されている。それ以外の試験としては、CEC L-114 ターボ・チャージャー・デポジット試験などが挙げられる。なお、A/B 規格では「A3/B3」が廃止され新たに「A7/B7」が、また C 規格では「C1」が廃止され「C6」がそれぞれ新設された¹⁵⁾。

特筆すべき点としては、新たに新設された、ACEA C 規格の「C6」に関して、長年 ACEA 規格の省燃費試験法として採用されてきた M111 試験の置き換えとして、JASO M366 試験が導入されている。

5. 超高粘度指数エンジン油の評価方法の検討状況

AOAP では、次期 ILSAC GF-7 規格の制定に向けた評価方法の検討を推進しており、低粘度潤滑油 0W-8 と 0W-12 グレードに対応する ILSAC GF-7 規格について検討されている。また現行の ILSAC GF-6B 規格に 0W-8 と 0W-12 を追加することについても議論が行われている。

また ACEA では、後処理装置を有するガソリンおよびライト・デューティ・ディーゼルエンジン用の C 規格において、ACEA 規格の省燃費試験法として採用されてきた M111 試験の置き換えに、JASO M366 試験が導入されている。

今後世界的に、さらなる省燃費化に伴うエンジン油の低粘度化が想定されるが、本事業で検討を行っている粘度指数 300 程度の超高粘度指数エンジン油の開発や評価に関する情報は得られなかった。

第3節 超高粘度指数エンジン油に関連する国内情報収集

本事業で編成する潤滑油品質委員会の委員等に対して、超高粘度指数エンジン油に関連する取組動向等に関する情報収集を実施したので報告する。

1. JASO 規格の動向

我が国ではグローバルな自動車用ガソリンエンジン油の規格である ILSAC 規格および API 規格に適合したエンジン油が広く普及している。しかし、同規格に規定されている燃費試験法は、SAE 0W-12 以下の超低粘度エンジン油の評価が難しいとされていたため、2017 年 4 月に、超低粘度エンジン油使用へのニーズが高い自動車工業会と石油連盟

合同のエンジンオイル小委員会の傘下に JASO 次世代ガソリンエンジン油タスクフォースを発足し、SAE 0W-8 および 0W-12 を対象とした超低粘度ガソリンエンジン油の燃費試験方法の開発を開始した。このタスクフォースでは、2018 年度までの「燃料安定供給対策に関する調査事業(潤滑油品質安定化調査・分析事業)」¹⁶⁾の成果も活用して、2019 年 3 月にトヨタ自動車製エンジン(2ZR-FXE)を用いたファイアリング燃費試験方法(JASO M 366:2019)および日産自動車製エンジン(MR20DD)を用いたモータリング燃費試験方法(JASO M 365:2019)を制定した。さらに、これら燃費試験方法による省燃費性に加えて、高温酸化安定性、低温動弁系摩耗防止性および低温スラッジ防止性などを規定した SAE 0W-8 および 0W-12 を対象としたガソリンエンジン油の品質規格(JASO M 364:2019)を制定した。

なお、エンジン油の燃費向上技術は、一般的に①添加剤処方による低摩擦化、②低粘度化による粘性抵抗低減の二つの手段があるが、エンジン油の低粘度化にも背反となる課題があり、SAE 0W-8 より先の低粘度化は技術的、また普及の上でも壁があると考えられている⁴⁾。現在、従来のエンジン油と比較し、低温での粘度が低く省燃費、かつ高温でも内燃機関の信頼性を維持することが可能として、カーボンニュートラルへの移行期の低炭素化に貢献することが期待される「超高粘度指数エンジン油(仮称)」について、現在、潤滑油業界と自動車業界が一体となり 2025 年以降の市場投入を目指して開発が進められており、JASO 次世代ガソリンエンジン油タスクフォースにおいても、超高粘度指数エンジン油の評価方法等に関する検討が行われている。

2. 超高粘度指数エンジン油の必要性

自動車の CO₂ 排出削減やカーボンニュートラル対応の一手段として、電気自動車の普及が注目されている。但し、電気自動車は地域で供給される電力が低 CO₂ 排出でないと自動車からの低 CO₂ 排出に寄与しない。また、世界的普及には充電インフラを含めて電力量の確保やバッテリーなどに使用される金属の確保など課題も多い。ハイブリッド車は、通常のエンジン車と比較して低 CO₂ 排出であり、さらに e-fuel などの液体カーボンニュートラル燃料と組み合わせることで、既存の燃料供給インフラを活用しながら CO₂ を大幅に削減できる。ハイブリッド車は、通常のエンジン車と比較して走行中の油温上昇が遅く、低油温での粘度を下げ、同時に高油温でのエンジンの耐久性を確保できる「超高粘度指数エンジン油」はハイブリッド車の CO₂ 削減に効果的である。加えて、本エンジン油をエンジン搭載車がほとんどである既販車両に適用できれば、現在走行している自動車全体の低 CO₂ 排出に大きく貢献できる。

3. 国内における超高粘度指数エンジン油の研究動向

第2節で報告したように海外では超高粘度指数エンジン油の研究例は報告されていないが、国内では2000年半ばより超高粘度指数エンジン油（SAE 0W-20）の研究例が報告されている^{17),18)}。これらの研究では、当時のガソリンエンジン油規格の蒸発性要求を考慮して、エーテルやエステルといった低粘度の合成潤滑油基油（API 基油カテゴリ Group V）が使用されており、粘度指数としては300程度となっている。これらの超高粘度指数 0W-20 油は通常の 0W-20 油に比較して燃費向上に優れる結果が報告されている。その後の研究^{19),4)}では、より実用性の高い Group III 基油を使用した 0W-12、0W-16、0W-20 の超高粘度指数油が試作評価され、粘度指数としては350を超えるものも認められる。また、基油粘度が影響するエンジン油蒸発性に関して、最近のエンジンを用いたオイル消費とエンジン油蒸発性の関係が検討され、従来の NOACK 蒸発損失（ASTM D 5800）に変わる新たな試験法も提案されている⁴⁾。これらの文献に記載されている試作超高粘度指数エンジン油、国内、米国、アジアおよび欧州で市販されているガソリンエンジン油について、潤滑油品質委員会委員の協力のもと、公開されているデータ等より得られた 40℃、100℃動粘度および粘度指数の値を表 2-2～2-7 に示す。

表 2-2. 文献等で公開されている超高粘度指数エンジン油の粘度指数等データ (20),(21),(22),(23)

VI	KV100℃	KV40℃	Oil Code	SAE vis	NOACK150℃	NOACK250℃	Base oil
252	6.6	24	Test oil 1	0W-16	4.9	21	Gr.III+/Gr.II
265	6.6	23.1	Test oil 2	0W-16	5.02	21	Gr.III+/Gr.II
294	6.7	21.9	Test oil 3	0W-16	6.94	29.1	Gr.III+/Gr.II
310	6.6	21	Test oil 4	0W-16	7.14	29.1	Gr.III+/Gr.II
300	7.8	26.1	Test oil 5	0W-20	5	20.2	Gr.III+/Gr.II
318	7.8	24.6	Test oil 6	0W-20	5	21	Gr.III+/Gr.II
345	8	24	Test oil 7	0W-20	6.9	27.3	Gr.III+/Gr.II
364	7.9	22.6	Test oil 8	0W-20	7.1	29.1	Gr.III+/Gr.II
368	7.2	20.1	UHVI Oil 1	0W-16			Gr.III
296	5.8	18.4	UHVI Oil 2	0W-12			Gr.III
306	8.606	28.52	SHVIO A	0W-20			Gr.V(ester)
308	7.85	25.62	HVEO-1	0W-20		13.8	Gr.V(ethel)

表 2-3. 委員会社等における市販エンジン油の粘度指数

VI	KV100℃	KV40℃	銘柄	SAE vis	ILSAC/JASO	NOACK250℃	メーカー
270	5.2	17.1	Ultra NEXT	0W-8?		29	本田技研工業
141	5.1	24.5	ENEOS X PRIME	0W-8	GLV-1	<15	ENEOS
215	6.4	26.1	ENEOS X PRIME	0W-16	GF-6B	<15	ENEOS
258	7.6	28.3	ENEOS X PRIME	0W-20	GF-6A	<15	ENEOS
166	7.3	37.2	ENEOS X	0W-16	GF-6B	<15	ENEOS
170	8.2	42.7	ENEOS X	0W-20	GF-6A	<15	ENEOS
217	6.456	26.13	apollostation oil premium	0W-16	GF-6B	<15	出光興産
254	7.628	28.79	apollostation oil premium	0W-20	GF-6A	<15	出光興産
169	8.277	43.47	apollostation oil SP	0W-20	GF-6A	<15	出光興産
141	5.245	25.63	apollostation oil premium GLV-1	0W-8	GLV-1	<15	出光興産
162	6.968	35.38	apollostation oil SP GF-6B	0W-16	GF-6B	<15	出光興産
165	7.253	36.89	COSMO FILIO SP	0W-16	GF-6B	<15	コスモ石油ルブリアンツ
175	8.986	47.09	COSMO FILIO SP	0W-20	GF-6A	<15	コスモ石油ルブリアンツ
153	7.1	37.5	シェルビリックス HX8 AJ-E	0W-16	GF-6B	<15	シェルブルリアンツジヤパン
160	8.4	46.2	シェルビリックス HX7 AJ-E	0W-20	GF-6A	<15	シェルブルリアンツジヤパン
163	8.8	48.3	シェルビリックス HX5 AJ-E	0W-20	GF-6A	<15	シェルブルリアンツジヤパン
148	5	23	GLV-1 0W-8	0W-8	GLV-1	<15	トヨタ自動車
196	6.9	30	SP 0W-16	0W-16	GF-6B	<15	トヨタ自動車
211	8.1	36	SP 0W-20	0W-20	GF-6A	<15	トヨタ自動車
271	8.1	29.5	LEXUS PREMIUM OIL SP 0W-20	0W-20	GF-6A	<15	トヨタ自動車
143	4.97	23.6	ストロングセーフ・X GLV-1	0W-8	GLV-1	<15	日産自動車
210	6.3	26.1	SP ストロングセーフ・X	0W-16	GF-6B	<15	日産自動車
243	7.22	27.8	SP ストロングセーフ・X	0W-20	GF-6A	<15	日産自動車

表 2-4. 国内市販油の粘度指数等データ-1^{24),25),26),27),28)}

VI	KV100℃	KV40℃	銘柄	SAE vis	ILSAC/JASO	メーカー
254	7.684	29.04	ダイヤクイーンモーターオイル SP/GF-6A	0W-20	GF-6A	三菱自動車工業
250	7.5	28.5	ゴールドデン ECO7	0W-20		マツダ
242	7.36	28.1	アミックスエンジンオイルエクストラ	0W-20		ダイハツ工業
221	7.5	31.6	Kixx HYBRID	0W-20	GF-6A	GS カルテックス
213	8.2	36.1	スバルモーターオイル SN	0W-20		SUBARU
208	6.3	26.4	アミックスエンジンオイルエクストラ	0W-16		ダイハツ工業
201	9.18	43.43	Gulf ARROW GT20	0W-20	-	Gulf Oil/ゴトコ・ジャパン
201	9.16	43.19	Gulf ARROW GT20	0W-20		Gulf Oil/ゴトコ・ジャパン
200	7	30.6	Kixx HYBRID	0W-16	GF-6B	GS カルテックス
196	8.64	41.1	ダイヤクイーンモーターオイル SN/GF-5	0W-20	GF-5	三菱自動車工業
190	7.911	37.51	Gulf STREAM ST20	0W-20	-	Gulf Oil/ゴトコ・ジャパン
190	8	38	Gulf COMPACT K20	0W-20	-	Gulf Oil/ゴトコ・ジャパン
184	6.22	27.78	ダイヤクイーンモーターオイル SN	0W-16		三菱自動車工業
183	8.1	40	TOTAL QUARTZ INEO LONG LIFE	0W-20		TOTAL
182	8.2	41	ELF EVOLUTION FULL-TECH VSX	0W-20		ELF
179	7.8	38.5	SPECIFIC 508 00-509 00	0W-20		MOTUL
179	8.911	45.87	モリドライブアクトプラス SP	0W-20		ルート産業
178	9.058	46.97	モリドライブレスキューSP	0W-20		ルート産業
177	6.9	32.9	300V POWER	0W-16		MOTUL
177	8.2	41.6	スバル レ・プレイアード ZERO	0W-20		SUBARU
177	8.2	41.4	TITAN GT1 FLEX 5 SAE 0W-20	0W-20	GF-5	フックスジャパン
176	8.62	44.5	ビオネッシュ	0W-20	GF-6A	ヤナセ製油
176	8.92	46.4	EX-CRUISE SPECIAL	0W-20	GF-6A	和光ケミカル
175	8.7	44.6	バーンゴールドステージ	0W-20	GF-6A	キグナス
175	8.495	43.8	シグマ パワーセレクション SN	0W-20	GF-5	三油化学
175	8.71	44.44	Svelt	0W-20	GF-6A	日本サン石油
174	9	46	MASTER ECO VCC	0W-20		REPSOL/錦之堂
174	9.2	48.6	TOTAL QUARTZ 9000 V-Drive	0W-20		TOTAL
174	8.9	46.5	バーンシルバーステージ	0W-20	GF-6A	キグナス
174	8.74	45.71	ペリコ SN/GF-5	0W-20	GF-5	中京化成
174	8.9	47.2	GReddy PLATINUM 0W-20	0W-20		トラスト
174	8.82	46.21	QUALIA	0W-20	GF-6	日本サン石油
174	8.55	44.32	SYNTHETIC ZERO	0W-20	GF-6A	バルボリン/兼松ケミカル
174	8.8	46	フィリップス 66 シールドチョイス	0W-20	GF-6A	ユーエスシー
173	8.6	45	AP Gold GX-N	0W-20		AP オイル
173	8.93	47.19	JAYTEC ECO RIDER	0W-20	GF-5	JAYTEC
173	8.2	42.5	HYBRID	0W-20	GF-6A	MOTUL
173	8.7	45.5	CODE 901	0W-20	GF-6A	SPEED MASTER
173	8.7	45.5	シグマ パワーセレクション SM	0W-20	GF-3	三油化学
173	8.4	43.9	マッショモ モーターオイル SP 0W-20	0W-20	GF-6A	富士興産
173	8.56	44.6	ルブローレンモーターオイル SM-X SM	0W-20		三菱自動車工業
172	8.5	44.7	バービス 全合成油 0W-20	0W-20	GF-6	BP ルブリカンツ
172	8.6	44.9	バービス 部分合成油 0W-20	0W-20	GF-6	BP ルブリカンツ
172	9	47.8	SPECIFIC RBS0-2AE	0W-20		MOTUL
172	7.9	40	Castrol EDGE 0W-16	0W-16	GF-6B	カストロール

表 2-4. 国内市販油の粘度指数等データ-2 ^{24),25),26),27),28)}

VI	KV100℃	KV40℃	銘柄	SAE vis	ILSAC/JASO	メーカー
172	8.6	44.9	GTX ULTRACLEAN 0W-20	0W-20	GF-6	カストロール
172	9.2	49.4	オパールジェット FE-V	0W-20		ユニル オパール/日本 ユニバイト
171	8.3	43.6	ミニ 部分合成油 0W-20	0W-20	GF-6	BP ルブリカンツ
171	8.62	45.45	Gulf No.1 PRO	0W-20	-	Gulf Oil/ゴトコ・ジャ パン
171	8.7	46	Gulf Ecotechno	0W-20	-	Gulf Oil/ゴトコ・ジャ パン
171	7.91	37.51	Gulf STREAM ST20	0W-20		Gulf Oil/ゴトコ・ジャ パン
171	8.62	45.45	Gulf No.1 PRO	0W-20		Gulf Oil/ゴトコ・ジャ パン
171	7.8	39.9	300V POWER	0W-20		MOTUL
171	8.4	44	Castrol Magnatec 0W-20	0W-20	GF-5	カストロール
171	8.5	44	Castrol Magnatec Hybrid 0W-20	0W-20	GF-5	カストロール
171	8.2	42.6	EDGE 0W-20	0W-20	GF-6	カストロール
171	8.5	44.4	MAGNATEC 0W-20	0W-20	GF-6	カストロール
171	8.2	42.6	EDGE PROFESSIONAL 0W-20	0W-20	GF-6	カストロール
171	8.2	42.5	MAGNATEC PROFESSIONAL 0W-20	0W-20	GF-6	カストロール
171	8.5	44.4	ハイマイルージ 0W-20	0W-20	GF-6A	クエーカー・レッド・アンド・イロ ー
171	8.59	45.16	エンジンオイル SN	0W-20		櫻製油所
171	7.968	40.88	ペリコ SP/GF-6	0W-20	GF-6	中京化成
171	8.5	44.9	キャッスル SP	0W-20	GF-6A	トヨタモビリティパー ツ
171	8.525	44.81	モリドライブリファインプラス SN	0W-20		ルート産業
171	8.548	44.99	モリドライブリファインネオ SN	0W-20		ルート産業
170	8.26	43.04	Gulf HYBRID	0W-20	-	Gulf Oil/ゴトコ・ジャ パン
170	8.26	43.4	Gulf HYBRID	0W-20		Gulf Oil/ゴトコ・ジャ パン
170	8	38	Gulf Compet K20	0W-20		Gulf Oil/ゴトコ・ジャ パン
170	8.5	45.2	J-01 Eco SP	0W-20	GF-6A	MOTUL
170	8.3	43	MASTER ECO Hybrid	0W-20	GF-6A	REPSOL/錦之堂
170	8.3	43.2	MAGNATEC HYBRID 0W-20	0W-20	GF-6	カストロール
170	8.3	43.2	MAGNATEC SUV 0W-20	0W-20	GF-6	カストロール
170	8.56	45.19	オートフリーク SM	0W-20		櫻製油所
170	9.193	43.62	ニコマルチ SP	0W-20	GF-6A	全国石油工業
170	8.721	46.39	デイトナ エボルブ ユーロ	0W-20		デイトナ/中国興業
170	8.5	44.8	ペンズオイル プラチナム 0W-20	0W-20	GF-6A	ペンズオイル/レッド& イエロー
170	8.479	44.62	モリドライブサイレントプラス SP/GF-6A	0W-20		ルート産業
169	8.65	46.1	Gulf Ecotechno	0W-20		Gulf Oil/ゴトコ・ジャ パン
169	8.65	46.1	Gulf PRO Techno PREMIUM	0W-20		Gulf Oil/ゴトコ・ジャ パン
169	8.3	43.7	EDGE HIGH MILEAGE 0W-20	0W-20	GF-6	カストロール
169	8.2	43.4	シグマ パワーセクションプレミアム SP	0W-20	GF-6	三油化学
169	8.212	42.97	NEO SP RC/GF-6A 0W-20	0W-20		ダイゾー/ニチモリ
169	8.21	42.97	パイロン NEXT 0W-20 SP・GF-6A	0W-20		中外油化学

表 2-4. 国内市販油の粘度指数等データ-3 ^{24),25),26),27),28)}

VI	KV100℃	KV40℃	銘柄	SAE vis	ILSAC/JASO	メーカー
169	8.455	44.77	デイトナ エボルブ R	0W-20	GF-6A	デイトナ/中国興業
169	8.21	42.93	MAX GUARD SP	0W-20	GF-6A	バルボリン/兼松ケミカル
169	8.5	45	HIGH MILEAGE	0W-20	GF-6A	バルボリン/兼松ケミカル
168	8.27	43.51	Gulf PRO Synthe	0W-20		Gulf Oil/ゴトコ・ジャパン
168	8.5	45.3	H-TECH 100 PLUS SP	0W-20	GF-6A	MOTUL
168	8	41.6	Lubrolene Super Racing ZT-3 ECO Mileage	0W-20	GF-6A	青木科学研究所
168	7.1	35.6	アルティメット デュラビリティ 0W-16	0W-16	GF-6B	クエーカー・ステート/レッド・アント・イロー
168	8.327	44	ニューマルチエコ 0W20 SP/GF-6	0W-20		興和油化
168	8.279	43.56	MAXI	0W-20	GF-6	櫻製油所
168	8.477	44.99	サンループ (SP/GF-6)	0W-20		三共油化工業
168	8.1	42.3	Verity PROCEED SP GF-6	0W-20		三和化成工業
168	8.084	42.28	キューミック GRADE-1 SN/RC	0W-20		新日本油脂
168	8.084	42.28	GRADE-1 SP/RC GF-6A	0W-20		新日本油脂
168	8.657	46.26	シーホース グラウド ユーロ	0W-20		中国興業
168	8.657	46.26	SEAHORSE GLOUD EURO	0W-20	-	中国興業
168	8.511	45.34	デイトナ New ゼスト	0W-20		デイトナ/中国興業
167	8.4	45	Kixx G1 API SP	0W-20	GF-6A	GS カルテックス
167	8.75	47.21	TOTAL QUARTZ 9000 FUTURE	0W-20		TOTAL
167	8.484	45.2	シーホース グラウド ワークス	0W-20	GF-6A	中国興業
167	8.533	45.57	シーホース New ブラスト	0W-20		中国興業
167	8.484	45.2	SEAHORSE GLOUD WORKS	0W-20	GF-6A	中国興業
167	8.1	42.6	FK/Massimo HISP SFE 0W-20	0W-20	GF-6A	富士興産
167	8.02	42	PRO STAGE-S	0W-20		和光ケミカル
165	8.4	45.4	Kixx G1 API SN PLUS	0W-20	GF-5	GS カルテックス
165	8.6	46.5	オメガ Seven HV	0W-20		オメガ
165	8.43	45.38	テキスト ファイネスト E&E SP	0W-20		中国精油
165	8.43	45.38	PRONON モーターオイル SP/GF-6	0W-20		ディアフィールドソリューションズ
165	8.2	43.2	SUNOCO BRILL	0W-20	-	日本サン石油
165	7.3	37.4	マッシーモ モーターオイル SP 0W-16	0W-16	GF-6B	富士興産
164	7.2	36	MASTER ECO Hybrid	0W-16	GF-6B	REPSOL/錦之堂
164	7.236	36.88	ニコマルチ SP	0W-16	GF-6B	全国石油工業
164	7.36	37.77	パイロン NEXT 0W-16 SP・GF-6B	0W-16		中外油化学
164	7.079	35.79	ペリコ SP/GF-6	0W-16	GF-6	中京化成
164	7.541	39.18	QUALIA	0W-16	GF-6	日本サン石油
164	7.4	38.1	FK/Massimo HISP HFE 0W-16	0W-16	GF-6B	富士興産
164	7.363	37.77	モリドライブアクトプラス SP/GF-6B	0W-16		ルート産業
163	8.4	45.8	High Performance Oil MS-S	0W-20		MOTUL
163	8.4	45.5	MULTIPOWER PLUS SP	0W-20	GF-6A	MOTUL
163	7.5	39.1	バーンシルバーステージ	0W-16	GF-6B	キグナス
163	8.8	48.3	アドバンスト デュラビリティ 0W-20	0W-20	GF-6A	クエーカー・ステート/レッド・アント・イロー
163	7.97	42.33	レビアス エクシード ECO SP/GF-6A	0W-20		三興石油工業
163	7.3	37.5	シグマ パワーセレクションプレミアム SP	0W-16	GF-6	三油化学

表 2-4. 国内市販油の粘度指数等データ-4^{24),25),26),27),28)}

VI	KV100℃	KV40℃	銘柄	SAE vis	ILSAC/JASO	メーカー
163	8.8	48.3	ペンズオイル ゴールド 0W-20	0W-20	GF-6A	ペンズオイル/レッド&イエロー
162	7.3	37.9	J-01 Hybrid SP	0W-16	GF-6B	MOTUL
162	7.4	38.7	EDGE 0W-16	0W-16	GF-6	カストロール
162	7.4	38.5	MAGNATEC HYBRID 0W-16	0W-16	GF-6	カストロール
162	7.3	37.4	MAGNATEC PROFESSIONAL 0W-16	0W-16	GF-6	カストロール
162	6.981	35.56	GRADE-1 SP/RC GF-6B	0W-16		新日本油脂
161	7.2	37.2	Gulf PRO Techno PREMIUM eco	0W-16		Gulf Oil/ゴトコ・ジャパン
161	7.9	41.9	NEXT STAGE	0W-20	GF-6A	SPEED MASTER
160	6.9	34.8	HYBRID	0W-16	GF-6B	MOTUL
160	8.4	46.2	エンハンスト デュラビリティ 0W-20	0W-20	GF-6A	クエーカー・ステート/レッド・アント・イエロー
160	7.22	37.52	レビアス エクシード ECO SP/GF-6B	0W-16		三興石油工業
160	6.9	35.2	Verity PROCEED SP GF-6	0W-16		三和化成工業
160	8.084	43.76	Verity HYBRID SYNTHETIC 0W-20 SP	0W-20		三和化成工業
160	8.19	44.71	RIZING RS 0W-20 SN	0W-20		中外油化学
158	7.2	37.4	Kixx G1 API SP	0W-16	GF-6B	GS カルテックス
158	6.925	35.75	サンループ (SP/GF-6)	0W-16		三共油化工業
158	7.295	38.35	ペリコ SN	0W-16		中京化成
158	7.17	37.4	テキスト ファイネスト E&E SP	0W-16		中国精油
157	7.16	37.55	RIZING RS 0W-16 SN	0W-16		中外油化学
157	6.894	35.65	デイトナ エボルブ R	0W-16	GF-6B	デイトナ/中国興業
156	7.073	37.11	キューミック GRADE-1 SN	0W-16		新日本油脂
156	6.958	36.18	シーホース グラウド ワークス	0W-16	GF-6B	中国興業
156	6.958	36.18	SEAHORSE GLOUD WORKS	0W-16	GF-6B	中国興業
153	7.1	37.5	エンハンスト デュラビリティ 0W-16	0W-16	GF-6B	クエーカー・ステート/レッド・アント・イエロー
153	7.1	37.5	ペンズオイル ゴールド 0W-16	0W-16	GF-6B	ペンズオイル/レッド&イエロー

表 2-5. 海外市販油の粘度指数等データ-1(アメリカ)²⁹⁾

VI	KV100℃	KV40℃	銘柄	SAE vis	ILSAC/JASO	メーカー	国
222	8.36	35.77	TOYOTA SYNTHETIC	0W20	SN_RC SN_PLUS	TOYOTA MOTOR SALES U.S.A. INC.	USA
174	8.94	47.12	FRAM FULL SYNTHETIC	0W20	SP_RC GF6A dexos1-Gen2	ADVANCE AUTO PARTS	USA
174	8.52	44.06	PENNZOIL PLATINUM	0W20	SP_RC GF6A A1/B1 dexos1-Gen2	SOPUS PRODUCTS	USA
174	8.92	46.89	CARQUEST FULL SYNTHETIC	0W20	SP_RC SN_PLUS CF GF-6A dexos1-Gen2	ADVANCE STORES CO. INC.	USA
173	8.75	45.93	MOBIL 1 EXTENDED PERFORMANCE	0W20	SP_RC GF6A dexos1-Gen2	EXXON MOBIL OIL CORP.	CANADA
173	9.01	47.66	HONDA FULL SYNTHETIC	0W20	SN_RC SN_PLUS GF5	AMERICAN HONDA MOTOR CO. INC.	USA
172	8.54	44.77	CASTROL EDGE	0W20	SP_RC SN_PLUS GF6 A1/B1 C5 dexos1-Gen2	WAKEFIELD CANADA INC.	CANADA
172	8.37	43.52	STP SYN HIGH MILEAGE	0W20	SP_RC GF6A	BEST PARTS INC.	USA
172	8.47	44.16	MOBIL 1 TRUCK AND SUV	0W20	SN_RC SN_PLUS GF-5 dexos1-Gen2	EXXON MOBIL OIL CORP.	USA

表 2-5. 海外市販油の粘度指数等データ-2(アメリカ)²⁹⁾

VI	KV100℃	KV40℃	銘柄	SAE vis	ILSAC/JASO	メーカー	国
172	8.97	47.69	ACDELCO FULL SYNTHETIC	0W20	SP_RC dexos1-Gen2	GENERAL MOTORS LLC.	USA
171	8.77	46.44	KIRKLAND SIGNATURE FULL SYNTHETIC	0W20	SP SP_RC GF6A dexos1-Gen2	WARREN DISTRIBUTION INC.	USA
170	8.43	44.38	VALVOLINE ADVANCED FULL SYNTHETIC	0W20	SP SP_RC GF6A dexos1-Gen2	VALVOLINE CANADA CORP.	CANADA
170	7.94	40.87	VALVOLINE FULL SYNTHETIC ADVANCED	0W20	SN_RC SN_PLUS GF5 dexos1-Gen2	VALVOLINE LLC	USA
170	8.41	44.22	PARTS MASTER FULL SYNTHETIC	0W20	SP_RC SN_PLUS GF6A dexos1-Gen2	AFTERMARKET AUTO PARTS ALLIANCE INC.	USA
169	8.29	43.48	ROYAL PURPLE HIGH PERFORMANCE	0W20	SP_RC SN_PLUS GF6 dexos1-Gen2	CALUMET BRANDED PRODUCTS LLC	CANADA
169	8.46	44.66	CASTROL EDGE	0W20	SP_RC SN_PLUS A1/B1 C5 GF6 dexos1-Gen2	BP LUBRICANTS USA INC.	USA
169	8.53	45.1	VALVOLINE FULL SYNTHETIC HIGH MILEAGE MAXLIFE	0W20	SP_RC SN_PLUS GF-6A dexos1-Gen2	VALVOLINE LLC	USA
168	8.55	45.66	VALVOLINE ADVANCED	0W20	SP_RC GF6A dexos1-Gen2	VALVOLINE INTERNATIONAL DE MEXICO	MEXICO
168	8.39	44.35	AMAZON BASICS FULL SYNTHETIC	0W20	SP_RC SN_PLUS GF6A dexos1-Gen2		USA
167	8.27	43.73	PROLINE FULL SYNTHETIC	0W20	SP_RC GF6A dexos1-Gen2	WARREN DISTRIBUTION INC.	USA
167	8.66	46.61	MOBIL 1	0W20	SP_RC SN_PLUS GF6A dexos1-Gen2	EXXON MOBIL CORP.	USA
167	8.64	46.44	MOBIL 1 ADVANCED FUEL ECONOMY	0W20	SN_RC SN_PLUS GF5 dexos1-Gen2	EXXON MOBIL MEXICO	MEXICO
167	8.19	43.15	IPIRANGA F1 MASTER	0W20	SN	IPIRANGA	BRAZIL
166	8.13	42.98	SUPER TECH FULL SYNTHETIC	0W20	SP SP_RC GF6A dexos1-Gen2	WAL-MART CANADA CORP.	CANADA
165	8.69	47.2	QUAKER STATE ULTIMATE DURABILITY	0W20	SN_RC SN_PLUS GF5 dexos1-Gen2	SHELL CANADA PRODUCTS	CANADA
164	6.8	33.92	CARQUEST FULL SYNTHETIC	0W16	SN_RC GF5	ADVANCE AUTO PARTS	USA
164	8.71	47.62	ENEOS	0W20	SN_RC GF5	JX NIPPON OIL & ENERGY USA INC.	USA
164	7.99	42.21	HAVOLINE PRO DS	0W20	SN_RC GF-5	CHEVRON BRASIL LUBRIFICANTES LTDA.	BRAZIL
163	7.23	37.03	MOBIL 1 ADVANCED FUEL ECONOMY	0W16	SN SN_PLUS	EXXON MOBIL OIL CORP.	USA
163	8.29	44.63	SHELL ROTELLA GAS TRUCK	0W20	SN_RC SN_PLUS GF5 dexos1-Gen2	SOPUS PRODUCTS	USA
163	8.59	46.76	QUAKER STATE FULL SYNTHETIC	0W20	SP_RC GF6A dexos1-Gen2	SOPUS PRODUCTS	USA
163	8.07	43.2	ELAION F50 D1	0W20	SN_RC SN_PLUS GF-5 dexos1-Gen2	YPF BRASIL COMERCIO DE DERIVADOS DE PETROLEO LTD.	BRAZIL
156	6.75	34.84	NAPA FULL SYNTHETIC	0W16	SN_RC SN_PLUS	VALVOLINE	USA

表 2-6. 海外市販油の粘度指数等データ(アジア)²⁹⁾

VI	KV100℃	KV40℃	銘柄	SAE vis	ILSAC/JASO	メーカー	国
240	7.70	30.34	NEW PREMIUM PLUS	0W20	SN	HYUNDAI/KIA	SOUTH KOREA
215	8.55	37.65	NEW PREMIUM	0W20	SN C2	HYUNDAI/KIA	SOUTH KOREA
206	6.72	28.54	IDEMITSU	0W16	SP GF6	IDEMITSU LUBE OIL (CHINA) LTD.	CHINA
175	8.95	46.87	ASTRO BOY X-PRO P	0W20	SN_RC SN_PLUS GF5	KAWADA HOLDINGS CO. LTD.	CHINA
175	8.53	44.13	IDEMITSU	0W20	SN GF5	IDEMITSU LUBE ASIA PACIFIC	SINGAPORE
172	7.81	39.61	MITASU JAPAN 100% SYNTHETIC GOLD	0W20	SN_RC GF5 dexos1_Gen1	MITASU OIL CORP.	CHINA
171	8.61	45.46	YACCO LUBE HY	0W20	SN_RC SN_PLUS GF5 dexos1_Gen2	YACCO S.A.S.	CHINA
170	8.53	44.94	SHELL HELIX ULTRA	0W20	SN_PLUS GF5 A1/B1 dexos1_Gen2	SHELL CO. OF THAILAND LTD.	THAILAND
170	9.04	48.44	LONGRUN	0W20	SN_PLUS	LONGRUN KAIDA PETROCHEM PRODUCTS LTD.	CHINA
169	8.07	41.87	FURIO FULLY SYNTHETIC	0W20	SN_PLUS GF5	BANGCHAK CORP. PCL.	THAILAND
168	8.53	45.53	HERCULES EXTREME	0W20	SP GF6 dexos1-Gen2	LINGZHI LUBE TECH (GD) LTD.	CHINA
167	8.64	46.46	ANACH	0W20	SN	ANACH NEW ENERGY TECHNOLOG LTD.	CHINA
165	8.67	47.00	SHELL HELIX ULTRA	0W20	SP GF6A	SHELL BRANDS INTERNATIONAL A.G.	CHINA
165	7.25	36.87	DONGENG CASTROL 9000	0W20	SP GF6	DONFENG CASTROL LUBE OIL LTD.	CHINA
163	7.80	41.20	PTT PERFORMA SUPER SYNTHETIC	0W20	SN_PLUS GF5	PTT OIL & RETAIL BUSINESS PCL.	THAILAND
160	7.35	38.47	JINGBAOYANG CHINA CUP	0W20	SN_RC	TONGYI PETROLEUM CHEMICAL CO. LTD.	CHINA
157	7.04	36.67	TOTAL QUARTZ 9000 XTRA FUTURE XT	0W16	SP GF6B	TOTAL LUBE OIL (CHINA) LTD.	CHINA

表 2-7. 海外市販油の粘度指数等データ(ヨーロッパ)²⁹⁾

VI	KV100℃	KV40℃	銘柄	SAE vis	ILSAC/JASO	メーカー	国
196	7.84	36.15	PETRONAS SELENIA ECO ₂	0W20	C5	PETRONAS LUBRICANTS INTERNATIONAL	ITALY
186	8.25	40.26	WOLF OFFICIALTECH LL FE	0W20	NONE INDICATED	WOLF OIL CORP. NV	ITALY
183	7.97	38.93	STRUB PROFITTO SYNT LONGLIFE IV	0W20	A1/B1	STRUB SWISS TECHNOLOGY	SWITZERLAND
178	9.10	47.34	77 MOTOR OIL VLV	0W20	SN A1/B1	77 LUBRICANTS	NETHERLANDS
177	8.16	41.13	LIQUI MOLY TOP TEC 6600	0W20	SN_PLUS SN_RC GF-5 C5	LIQUI MOLY GMBH	GERMANY
176	9.16	48.01	NORAUTO RBSO- 2AE	0W20	C5	NORAUTO ITALIA SPA	ITALY
176	7.89	39.48	AVISTA PACE EVO	0W20	SN A1/B1	AVISTA OIL DEUTSCHLAND GMBH	GERMANY
176	7.93	39.84	CAR 1 FE+	0W20	SN_PLUS SN_RC GF-5 C5	MITAN MINERALOL GMBH	GERMANY
175	8.31	42.58	CHAMPION ECO FLOW	0W20	SN_PLUS SN_RC GF-5 dexos1_Gen2	CHAMPION CHEMICALS NV	NETHERLANDS
175	8.13	41.39	PETRONAS SELENIA WR FORWARD	0W20	C2	PETRONAS LUBRICANTS INTERNATIONAL	ITALY
175	8.07	40.84	MOBIL 1 ESP X2	0W20	SN_PLUS C5 dexosd	EXXON MOBIL PETROLEUM & CHEMICAL	GERMANY
174	9.03	47.63	MANNOL LONGLIFE 508/509	0W20	SP_RC C5 dexos1_Gen2	SCT LUBRICANTS	GERMANY
173	8.15	41.85	STRUB PARTSYNT DEXOS 1 G2	0W20	SN_RC GF-5 dexos1_Gen2	STRUB SWISS TECHNOLOGY	SWITZERLAND
172	8.38	43.62	OK 1019 MOTOROLIE	0W20	CF SN C5	OK NEDERLAND	NETHERLANDS
172	8.05	41.32	TOTAL QUARTZ INEO XTRA LONG LIFE	0W20	C5	TOTAL LUBRIFIANTS	GERMANY
171	8.74	46.16	EUROL EVOLENCE	0W20	SN_PLUS SN_RC GF-5	EUROL B.V.	NETHERLANDS
168	8.94	48.36	ROWE SYNT RS HC	0W20	SN CF A5/B5	ROWE MINERALOLWERK GMBH	GERMANY
164	8.17	43.67	BARDAHL XTC POWER PLUS SYNTRONIC	0W20	SN_RC	BARDAHL MANUFACTURING CORP.	NETHERLANDS
164	8.23	44.17	ARAL SUPER TRONIC LL IV FE	0W20	NONE INDICATED	ARAL AG	GERMANY
164	8.41	45.29	MEQUIN SPECIAL	0W20	SN GF-5	MEQUIN GMBH & CO.	GERMANY
161	7.26	37.53	MANNOL HYBRID SP	0W16	SP_RC GF-6B	UAB SCT LUBRICANTS	GERMANY
160	7.26	37.75	LIQUI MOLY SPECIAL TEC AA	0W16	SN_PLUS SN_RC GF-5	LIQUI MOLY GMBH	GERMANY
159	7.24	37.81	KROON OIL ENERSYNTH FE	0W16	SP GF-6B	KROON-OIL B.V.	NETHERLANDS
156	6.97	36.28	WOLF ECOTECH FE	0W16	SN_PLUS SN_RC	WOLF OIL CORP. NV	ITALY

図 2-3 は、100℃動粘度と粘度指数の関係を示したもので、欧米のエンジン油では粘度指数 150～200 のものが多数を占めている。一方、国内およびアジアでは粘度指数 200～250 のエンジン油が見受けられ、欧米に比較して高粘度指数化が進んでいる。これに

対し、試作された超高粘度指数エンジン油はさらに高い 300～350 の粘度指数を有している。

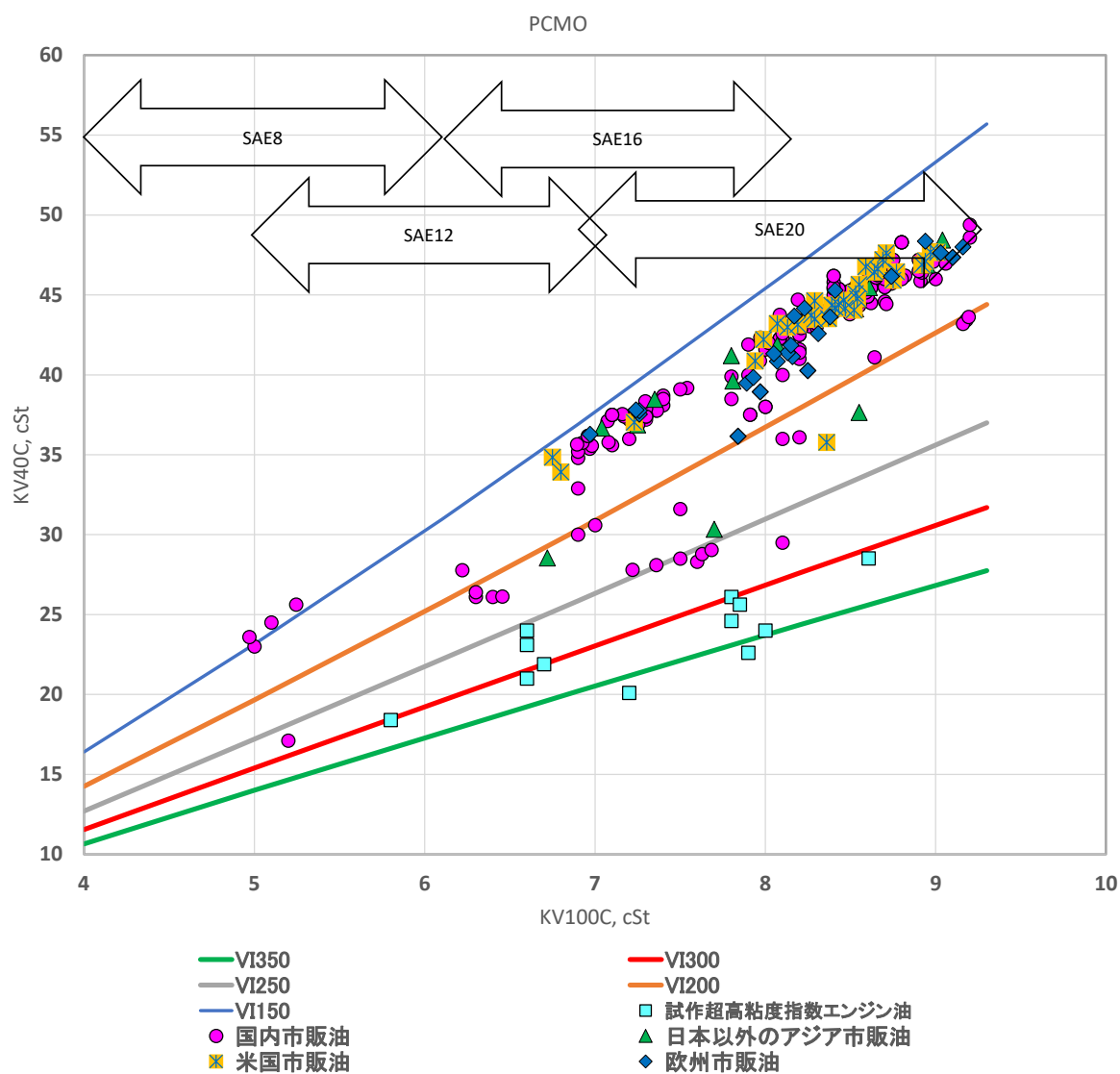


図 2-3. 既存の市販油と超高粘度指数エンジン油の粘度指数分布マップ

第4節 超高粘度指数エンジン油等の試作および性状分析

1. 供試超高粘度指数エンジン油等の試作

現行の JASO M364 自動車用ガソリン機関潤滑油に規定されている JASO GLV-1 をベースに、超高粘度指数エンジン油の試験方法および基準値について検討するために、表 2-8 に示す 15 種類のエンジン油を試作し、検証を行った。

表 2-8. 供試エンジン油

種類	試料名	内容	SAE 粘度グレード
せん断安定性試験用 サンプル(注 2)	Oil A	低せん断安定性、かつ 高粘度低下率のサンプル	0W-40 相当
	Oil B	高せん断安定性、かつ 高粘度低下率のサンプル	0W-20
	Oil C	高せん断安定性、かつ 低粘度低下率のサンプル	0W-20
	Oil D	Oil B を超高粘度指数化した サンプル	0W-20
	Oil E	Oil C を超高粘度指数化した サンプル	0W-20
蒸発性試験用 サンプル	Oil L	蒸発性の低いサンプル	0W-20
	Oil M	蒸発性が中程度のサンプル	0W-20
	Oil N	蒸発性の高いサンプル	0W-20
	Oil O	NOACK250℃と Mod・NOACK 150℃ で関連しないサンプル	—
	Oil P	NOACK250℃と Mod・NOACK 150℃ で関連しないサンプル	0W-20
デモン ストレーション油	GE616	デモンストレーション 1	0W-16
	GE716	デモンストレーション 2	0W-16
	GE620	デモンストレーション 3	0W-20
	GE720	デモンストレーション 4	0W-20
	GE820	デモンストレーション 5	0W-20

(注 2)・・・Sequence VIII の結果をもとにサンプルを選定し試作。いずれも PMA タイプの粘度指数向上剤を使用。

2. 供試超高粘度指数エンジン油等の性状

供試エンジン油の性状を表 2-9、表 2-10 および表 2-11 に示す。デモンストレーション油は超高粘度指数エンジン油の試験方法および基準値を検証するために用いた。また参考として、第 3 節で示した「既存の市販油と超高粘度指数エンジン油の粘度指数分布マップ」にデモンストレーション油を追記したグラフを図 2-4 に示す。

表 2-9. セン断安定性試験用供試エンジン油の性状

項 目			Oil A	Oil B	Oil C	Oil C	Oil E	試験方法
SAE 粘度グレード			0W-40 相当	0W-20	0W-20	0W-20	0W-20	—
密度	@15℃	g/cm ³	0.847	0.8444	0.8443	0.8467	0.8471	JIS K 2249-1
動粘度	@40℃	mm ² /s	55.88	29.88	28.54	27.04	26.38	JIS K 2283
	@100℃	mm ² /s	12.99	7.689	7.154	7.511	7.331	
粘度指数			241	246	231	269	267	
高温高せん断粘度 HTHS	@150℃	mPa・s	3.38	2.73	2.66	2.62	2.69	JPI-5S-36
低温見掛け粘度 CCS	@-35℃	mPa・s	5,407	3,937	3,783	3,116	3,042	ASTM D 5293
低温ポンプ吐出性能 MRV	@-40℃	mPa・s	13,614	11,463	12,051	6,990	6,671	ASTM D 4684
蒸発性 NOACK	250℃	mass%	12.4	12.5	12.4	21.4	21.3	ASTM D 5800

表 2-10. 蒸発性試験用供試エンジン油の性状

項 目			Oil L	Oil M	Oil N	Oil O	Oil P	試験方法
SAE 粘度グレード			0W-20	0W-20	0W-20	-	0W-20	—
密度	@15℃	g/cm ³	0.8459	0.8476	0.8499	0.8729	0.8341	JIS K 2249-1
動粘度	@40℃	mm ² /s	35.80	26.34	24.18	36.48	22.25	JIS K 2283
	@100℃	mm ² /s	8.242	7.936	7.968	6.823	7.139	
粘度指数			217	302	338	148	322	
高温高せん断粘度 HTHS	@150℃	mPa・s	2.62	2.65	2.72	2.44	2.58	JPI-5S-36
低温見掛け粘度 CCS	@-35℃	mPa・s	4,837	2,907	2,421	13,984	2,046	ASTM D 5293
低温ポンプ吐出性能 MRV	@-40℃	mPa・s	10,306	5,858	4,727	41,143	4,167	ASTM D 4684
蒸発性 NOACK	250℃	mass%	12.9	20.7	29.1	22.7	21.7	ASTM D 5800

表 2-11. 供試デモンストレーション油の性状

項 目			GE616	GE716	GE620	GE720	GE820	試験方法
SAE 粘度グレード			0W-16	0W-16	0W-20	0W-20	0W-20	—
密度	@15℃	g/cm ³	0.8454	0.8432	0.8468	0.8446	0.8456	JIS K 2249-1
動粘度	@40℃	mm ² /s	23.70	23.13	25.18	24.80	26.06	JIS K 2283
	@100℃	mm ² /s	6.180	6.532	7.002	7.692	7.812	
粘度指数			231	264	265	312	299	
高温高せん断粘度 HTHS	@150℃	mPa・s	2.27	2.26	2.56	2.55	2.60	JPI-5S-36
低温見掛け粘度 CCS	@-35℃	mPa・s	2,702	2,585	2,836	2,680	2,817	ASTM D 5293
低温ポンプ吐出性能 MRV	@-40℃	mPa・s	6,449	4,942	7,316	5,312	5,927	ASTM D 4684
蒸発性 NOACK	250℃	mass%	21.9	19.5	21.2	19.4	19.3	ASTM D 5800

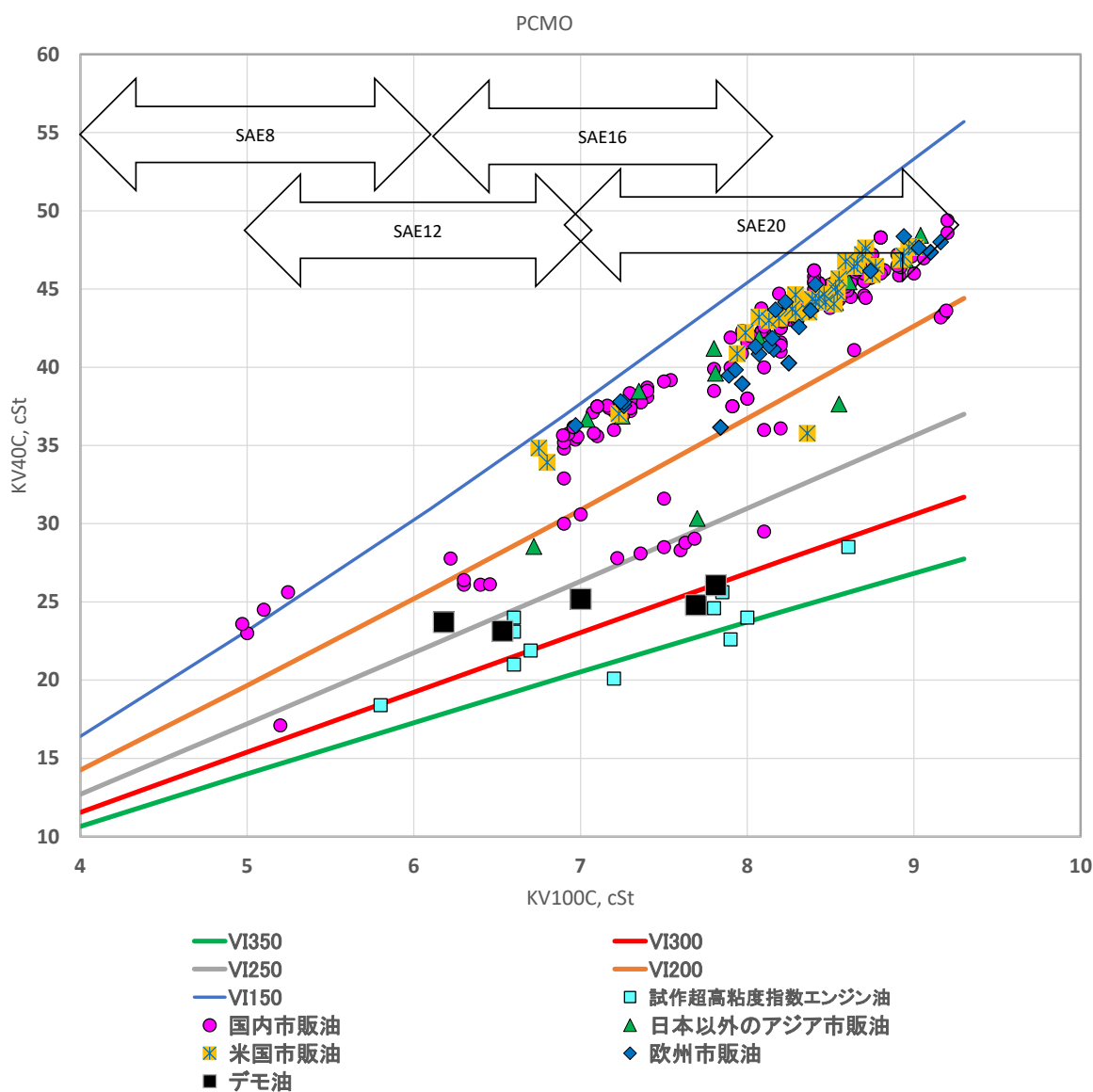


図 2-4. 既存の市販油と超高粘度指数エンジン油(デモ油含む)の粘度指数分布マップ

3. 蒸発損失性に関する調査

超高粘度指数エンジン油の蒸発性を正しく評価するため、現行の ILSAC GF-6 規格や JASO GLV-1 規格に規定されている蒸発性試験(NOACK)の試験条件を検討することにより、超高粘度指数エンジン油の蒸発性試験方法としての有効性とその課題について検証した。

3.1 供試エンジン油

表 2-1 に示す Oil L、Oil M、Oil N、Oil O および Oil P の 5 種類の蒸発性の異なる試験油を用意し、蒸発性の指標として新たに試験条件等の検討を行うため、150℃での NOACK 蒸発損失性試験(Mod.NOACK)に供した。さらに石油連盟・日本自動車工業会の JASO 次世代ガソリンエンジン油 TF から提供を受けたデータを用いて、試験条件等の検討を行った。

3.2 蒸発損失性試験方法(NOACK)

試作した試験油に対して NOACK 蒸発損失性試験(ASTM D5800 Standard Test Method for Evaporation Loss of Lubricating Oils by the Noack Method)の温度と時間を変更した Mod.NOACK による評価を行った。

一定量の供試エンジン油を試験容器に入れ、一定流速の空気下で 150℃に加熱して、4、8、12 時間でそれぞれの重量減少を測定した。

3.3 結果および考察

Mod.NOACK 蒸発損失性試験の結果を図 2-5 に示す。



図 2-5. Mod.NOACK 蒸発損失性試験の結果

(石油連盟・日本自動車工業会 JASO 次世代ガソリンエンジン油 TF 未発表データを含む)

150℃での NOACK 蒸発損失性試験(Mod.NOACK)の条件によるマトリクス試験および統計解析を実施した。試験結果、以下の表の通り、十分な識別性と試験精度を確認した。

表 2-12. Mod.NOACK でのマトリクス試験および統計解析の結果

Parameter	Oil M	Oil O	Range	Test Sr	SDs of separation
NOACK150 4h Evaporation loss(%)	2.65	2.58	0.07	0.039	1.8
NOACK150 8h Evaporation loss(%)	4.00	4.4	0.40	0.067	7.0
NOACK150 12h Evaporation loss(%)	5.14	5.98	0.84	0.073	11.5

表 2-13. Mod.NOACK での統計解析の結果

	試験時間	試験精度
繰り返し精度 (repeatability(%))	4h	0.11
	12h	0.20
室間再現精度 (reproducibility(%))	4h	0.41
	12h	0.89

4. せん断安定性に関する調査

超高粘度指数エンジン油を正しく評価するため、CEC L-45-99(Viscosity Shear Stability Of Transmission Lubricants)の試験条件を検討することにより、超高粘度指数エンジン油のせん断安定性試験方法としての有効性とその課題について検証した。

4.1 供試エンジン油

表 2-8 に示す Oil A、Oil B、Oil C、Oil D および Oil E の 5 種類の試験油を、せん断安定性の指標として新たに試験条件等の検討を行うため、100℃の CEC L-45-99 試験に供した。さらに石油連盟・日本自動車工業会の JASO 次世代ガソリンエンジン油 TF から提供を受けたデータを用いて、試験条件等の検討を行った。

4.2 せん断安定性試験方法(Mod.KRL)

試作した試験油に対して KRL せん断安定性試験 (CEC L-45-99 Viscosity Shear Stability Of Transmission Lubricants) の温度と時間を変更した Mod.KRL による評価を行った。油温 100℃、16 時間の条件下、テーパーローラーベアリングの機械的なせん断により引き起こされる潤滑油の粘度損失を測定し、そのせん断安定性を評価した。

4.3 結果および考察

Mod.KRL 試験の結果を図 2-6 および 2-7 に示す。

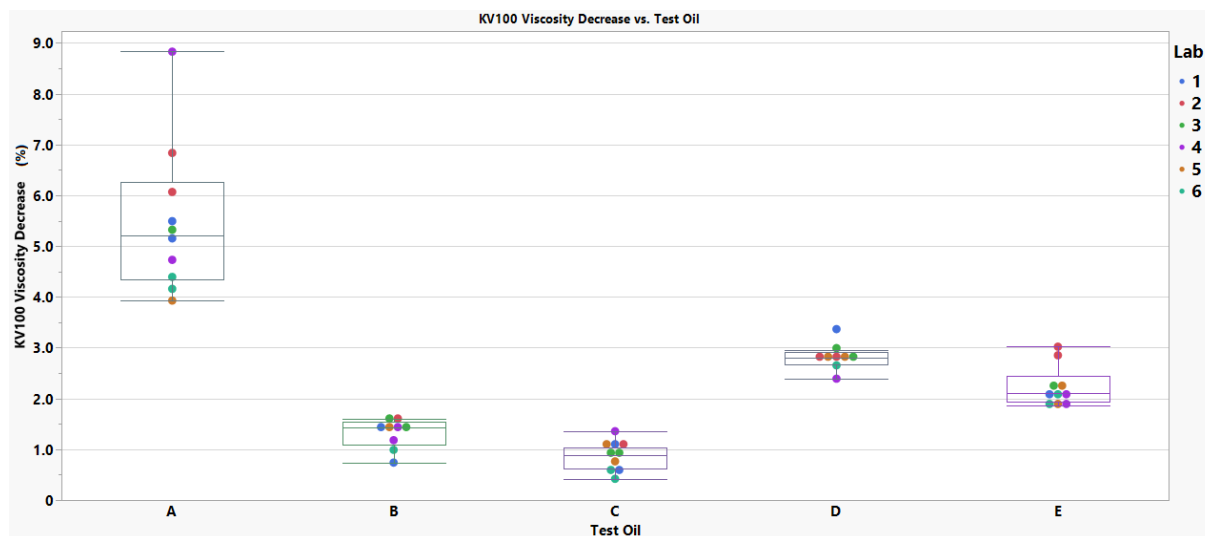


図 2-6. Mod.KRL 試験の結果(試験油による粘度低下の比較)

(石油連盟・日本自動車工業会 JASO 次世代ガソリンエンジン油 TF 未発表データを含む)

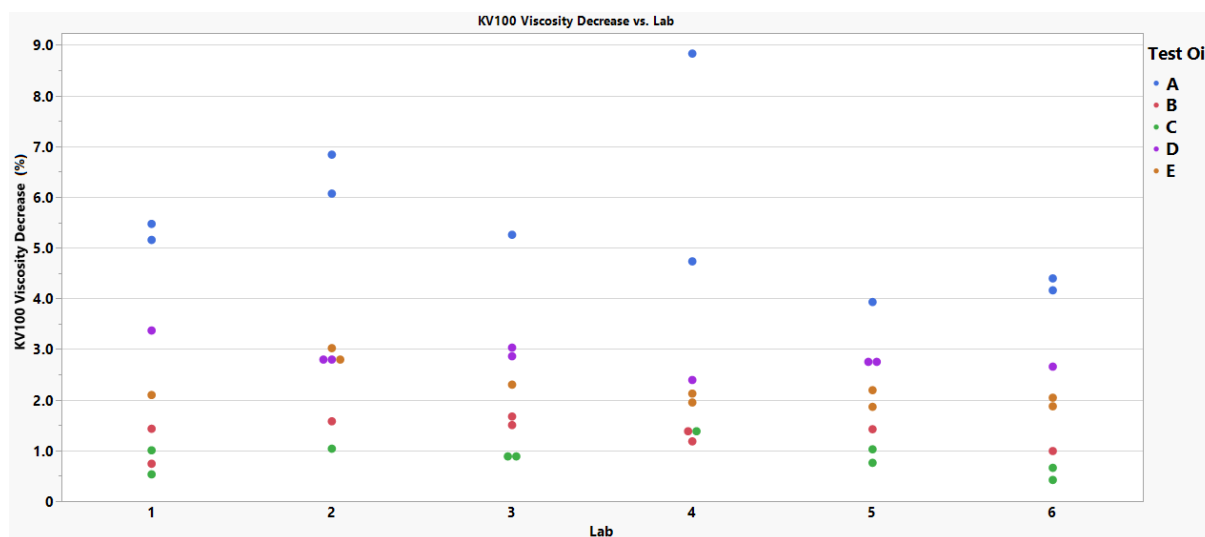


図 2-7. Mod.KRL 試験の結果(試験機関による粘度低下の比較)

(石油連盟・日本自動車工業会 JASO 次世代ガソリンエンジン油 TF 未発表データを含む)

CEC 法では基準油 RL209(9.18%粘度低下) に対して repeatability, reproducibility が示されている。今回検討を行った試験結果の平均 2.5% 粘度低下に合わせて精度を比較した結果、今回検討を行った Mod. KRL は CEC オリジナル KRL と同等の精度を示すことが確認できた。

5. 省燃費性に関する調査

超高粘度指数エンジン油の燃費試験方法については、JASO M 366 に規定されているファイアリングおよび JASO M365 に規定されているモータリングの二つの燃費試験方法を用い、デモンストレーション油として試作した潤滑油の省燃費性を評価し、試験方法および基準値について検証を行った。

5.1 ファイアリング燃費試験方法

JASO M 366 に規定されているファイアリング燃費試験方法を用い、超高粘度指数エンジン油のデモンストレーション油の省燃費性能を評価し、試験方法および基準値について検証を行った。試験に用いたファイアリング燃費試験装置の外観を図 2-8 に示す。



図 2-8. ファイアリング燃費試験装置の外観

1) 供試エンジン油・ベースキャリブレーション油およびフラッシング油

表 2-8 に示すデモンストレーション油 GE616、GE716、GE620 および GE720 の 4 種類のエンジン油を、ファイアリング燃費試験に供した。

2) 供試エンジン

ファイアリング燃費試験に用いたエンジンの主要諸元を表 2-5 に示す。

表 2-14. 供試エンジンの主要諸元

型式	トヨタ自動車(株)製 2ZR-FXE
種類	水冷 4 サイクルガソリン機関
シリンダ数	直列 4 気筒
動弁系	DOHC
排気量	1,797 cc
使用燃料	無鉛レギュラーガソリン
最高出力	72 kw / 5,200rpm
最大トルク(ネット)	142 N・m / 3,600rpm

3) 供試燃料

燃料は JIS K 2202 要求品質の 2 号の市販レギュラーガソリンを使用した。

4) 方法

方法は JASO M366 自動車用ガソリン機関潤滑油ー ファイアリング燃費試験方法によった。

5) 結果および考察

デモンストレーション候補油 GE616、GE716、GE620 および GE720 について、ファイアリング燃費試験をそれぞれ 2 回実施した平均値を図 2-9 に、試験結果を表 2-15 にそれぞれ示す。

Firing-Fuel Economy Improvement -Average

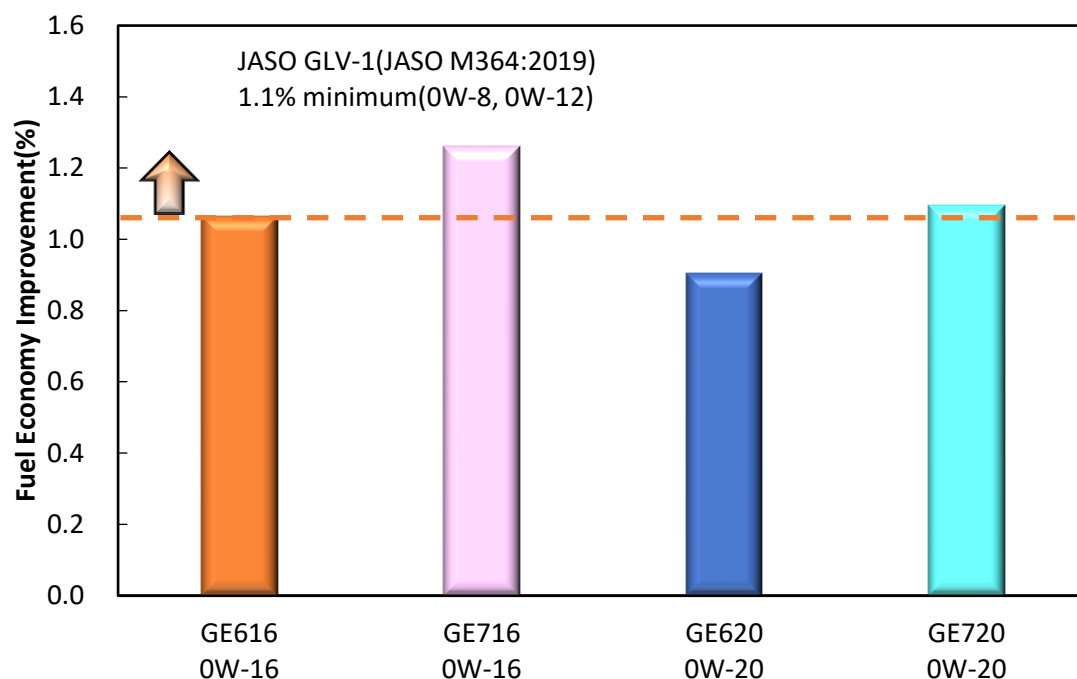


図 2-9. ファイアリング燃費試験(JASO M 366)における燃費改善率(%)
(n=2 平均)

表 2-15. ファイアリング燃費試験(JASO M 366)結果

Test Oil		GE616 0W-16	GE716 0W-16	GE620 0W-20	GE720 0W-20
燃料消費量 (kg/hr)	BC	2.6190	2.6198	2.6181	2.6213
	1st	2.5970	2.5908	2.5981	2.5887
	BC	2.6213	2.6199	2.6198	2.6181
	BC	2.6178	2.6199	2.6177	2.6164
	2nd	2.5908	2.5856	2.5942	2.5944
	BC	2.6222	2.6177	2.6164	2.6178
燃費改善率 (%)	1st	0.95	1.18	0.87	1.25
	2nd	1.18	1.34	0.94	0.94
	平均	1.07	1.26	0.91	1.10

本年度試験した 4 種類のデモンストレーション候補油の燃費改善率については、
GE716>GE720>GE616>GE620 の順となっている。

また、2 回の試験の平均値については、GE716、GE720 および GE616 の 3 油種
が JASO GLV-1 の規格値である JASO BC 比 1.1%以上を満足する結果となった。

今後は、異なる試験機関で実施した場合の試験精度の確保等に関する検討が必要
である。

5.2 モータリング燃費試験方法

JASO M 365 に規定されているモータリング燃費試験方法を用い、超高粘度指数エンジン油のデモンストレーション油の省燃費性能を評価し、試験方法および基準値について検証を行った。試験に用いたモータリング燃費試験装置を図 2-10 に示す。

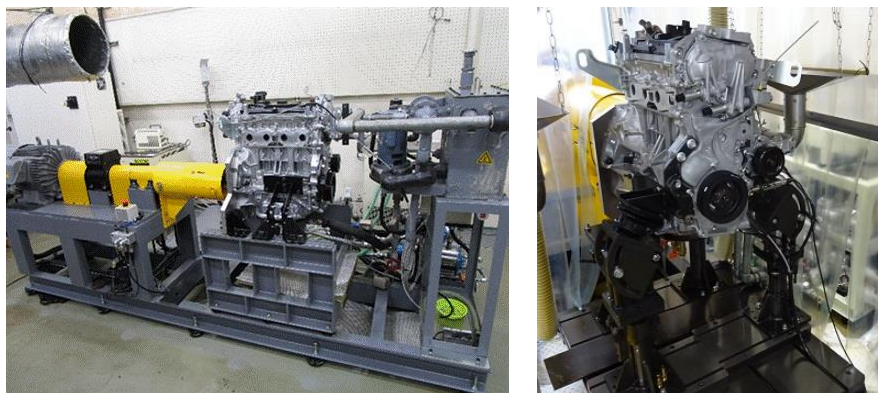


図 2-10. モータリング燃費試験装置

1) 供試エンジン油

表 2-8 に示すデモンストレーション油 GE616、GE716、GE620 および GE720 の 4 種類のエンジン油をモータリング燃費試験に供した。

2) 供試エンジン

供試エンジンの主要諸元を表 2-16 に示す。

表 2-16. 供試エンジンの主要諸元

型式	日産自動車(株)製 MR20DD
種類	水冷 4 サイクルガソリン機関
シリンダ数	直列 4 気筒
動弁系	DOHC
排気量	1,997 cc
使用燃料	無鉛レギュラーガソリン
最高出力	110 kw / 6,000rpm
最大トルク(ネット)	200N・m / 4,400rpm

3) 方法

方法は JASO M365 自動車用ガソリン機関潤滑油ー モータリング燃費試験方法 によった。

4) 結果および考察

デモンストレーション油 GE616、GE716、GE620 および GE720 の 4 種類のエンジン油について得られたトルク低減効果を図 2-11 にモータリングトルクからの推定燃費を用いて算出した燃費改善率を図 2-12 に示す。

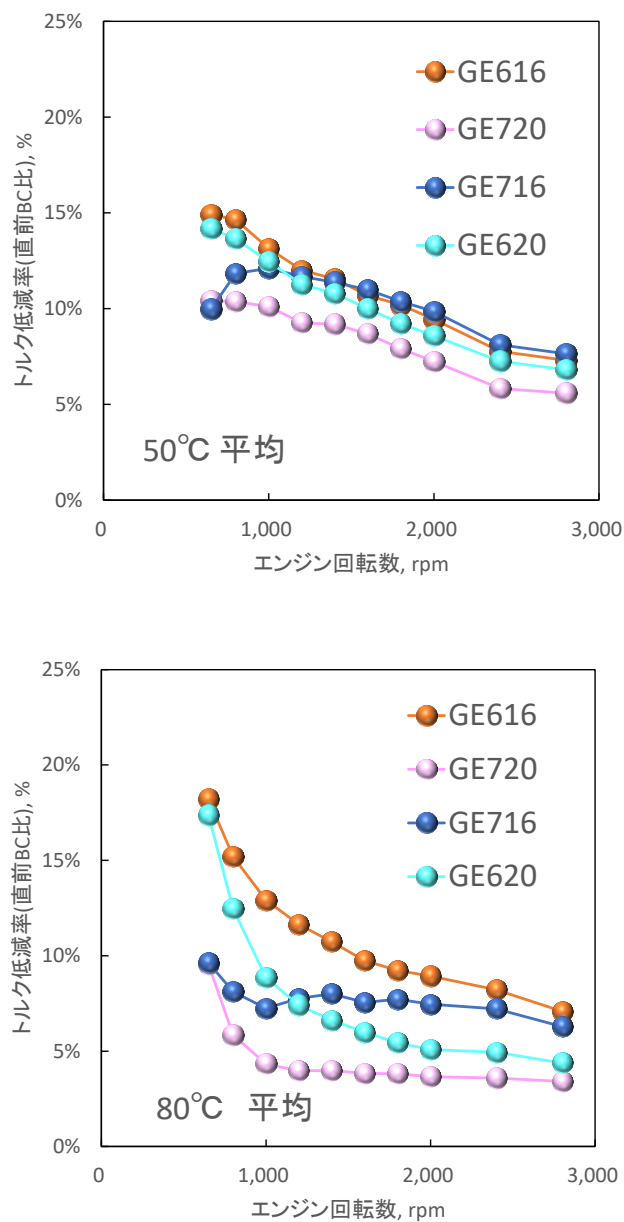


図 2-11. モータリング燃費試験(JASO M 365)におけるトルク低減効果(%)

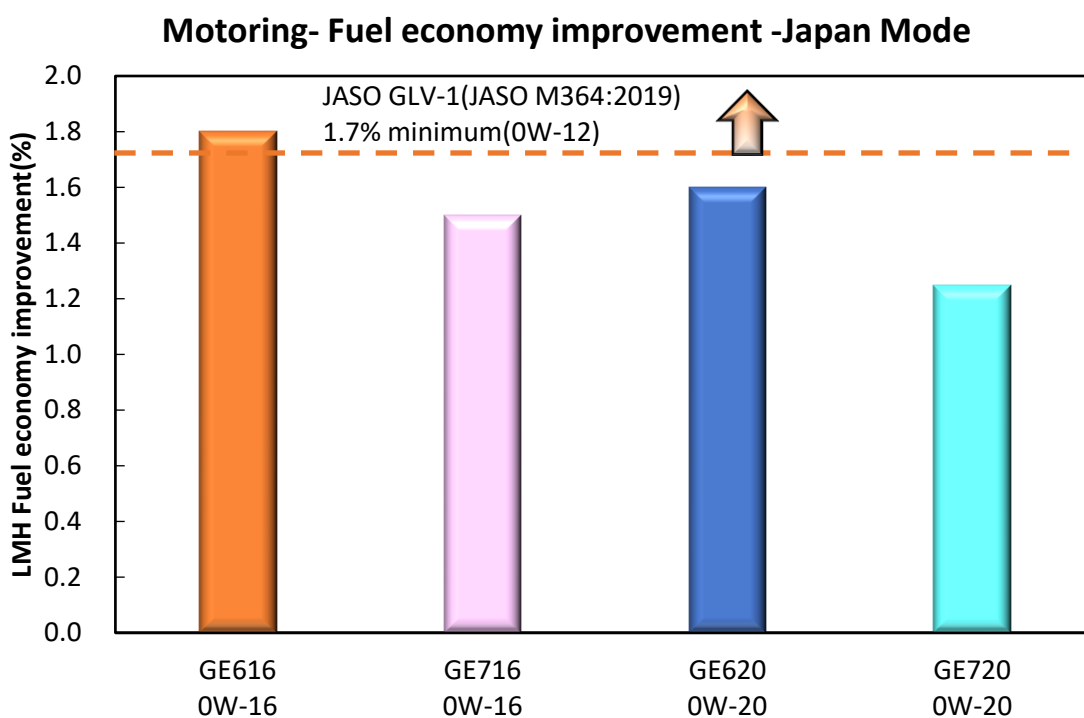


図 2-12. モータリング燃費試験(JASO M 365)における燃費改善率(%)

本年度試験した 4 種類のデモンストレーション候補油の燃費改善率については、
GE616>GE620>GE716>GE720 の順となっている。

また、2 回の試験の平均値については、GE616 が JASO GLV-1 における 0W-12
エンジン油の規格値である、JASO BC 比 1.7%以上を満足する結果となった。

今後は、異なる試験機関で実施した場合の試験精度の確保等に関する検討が必要
である。

6. 高温酸化防止性に関する調査

JASO M364 自動車用ガソリン機関潤滑油に規定されている高温酸化防止性試験方法
(Sequence IIH、ASTM D 8111)を実施し、超高粘度指数エンジン油の高温酸化防止性
試験に対するデモンストレーション油としての性能を検証した。

高温酸化防止性試験方法(Sequence IIH、ASTM D 8111)はファイアリング試験で、
エンジン油の粘度増加、ワニスの付着を含むエンジン油の高温性能特性を評価する試験
である。試験に用いた高温酸化防止性試験装置を図 2-13 に示す。

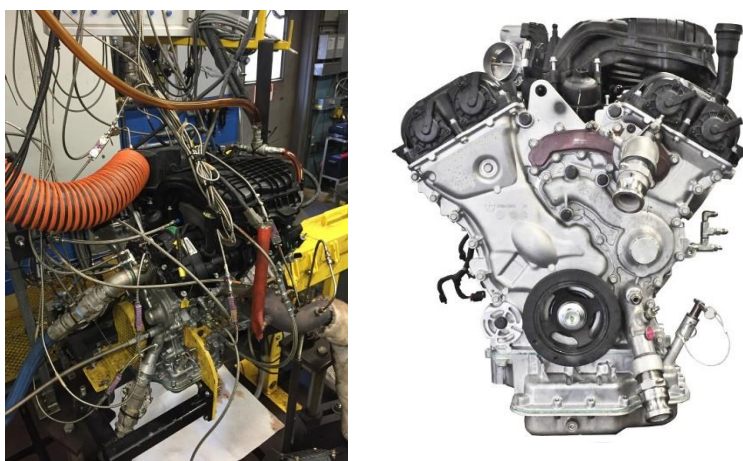


図 2-13. 高温酸化防止性試験装置(Sequence IIH、ASTM D 8111)

6.1 供試エンジン油

表 2-1 に示すデモンストレーション油、GE720 を高温酸化防止性試験(Sequence IIH、ASTM D 8111)に供した。

6.2 供試エンジン

高温酸化防止性試験方法(Sequence IIH)では表 2-8 に示すクライスラー社製 2014 クライスラーペンタスター3.6L 水冷 4 サイクル V 型 6 気筒エンジンを装置に用いた。エンジンはオーバヘッドカム、シリンダ当たり 2 つの吸気バルブと 2 つの排気バルブが組み込まれている。

表 2-17. 高温酸化防止性試験供試エンジンの主要諸元

型式	2014 クライスラーペンタスター
種類	水冷 4 サイクルガソリン機関
シリンダ数	V 型 6 気筒
動弁系	DOHC
排気量	3,600 cc
使用燃料	無鉛ガソリン

6.3 供試燃料

燃料は Sequence III HF-003 EEE unleaded fuel を使用した。

6.4 高温酸化防止性試験方法(Sequence IIH)

高温酸化防止性試験ではエンジン油の高温酸化防止性能を評価した。高温酸化防止性試験(Sequence IIH、ASTM D 8111)の条件を表 2-18 に示す

表 2-18. 高温酸化防止性試験(Sequence IIH、ASTM D 8111)の試験条件

Parameter	Set Point
Engine Speed	3,900 r/min
Engine Load	250 N·m
Oil Temperature, Block	151℃
Coolant Outlet Temperature	115℃
Fuel Temperature	30 °C
Intake Air Temperature	35 °C
Intake Air Pressure	0.05 kPa
Intake Air Dew Point	16.1 °C
Exhaust Back Pressure	4.5 kPa
Engine Coolant Flow	170 L/min
Coolant Pressure	200 kPa

Sequence IIH 試験では、8 分間の Run-In の後、中程度の高速、負荷、および温度条件で合計 90 時間のエンジン運転を実施する。90 時間のセグメントは、4 つの 20 時間の試験セグメントと 1 つの 10 時間のセグメントに分かれている。各 20 時間セグメント、10 時間セグメントを実施後、オイルサンプルをエンジンから取り出した。20 時間セグメントサンプルおよび 10 時間セグメントサンプルの 40℃動粘度を初期サンプルの粘度と比較して、試験油の粘度増加率を得た。また、試験後のエンジンを分解し、ピストンに堆積したデポジット量を評点し、加重ピストンデポジット(WPD)を得た。

6.5 結果および考察

GE720 の高温酸化防止性試験(Sequence IIH)後の粘度増加率 SAPVIS(Severity Adjusted Percent Viscosity Increase)を JASO GLV-1 規格と比較し、図 2-14 に示す。

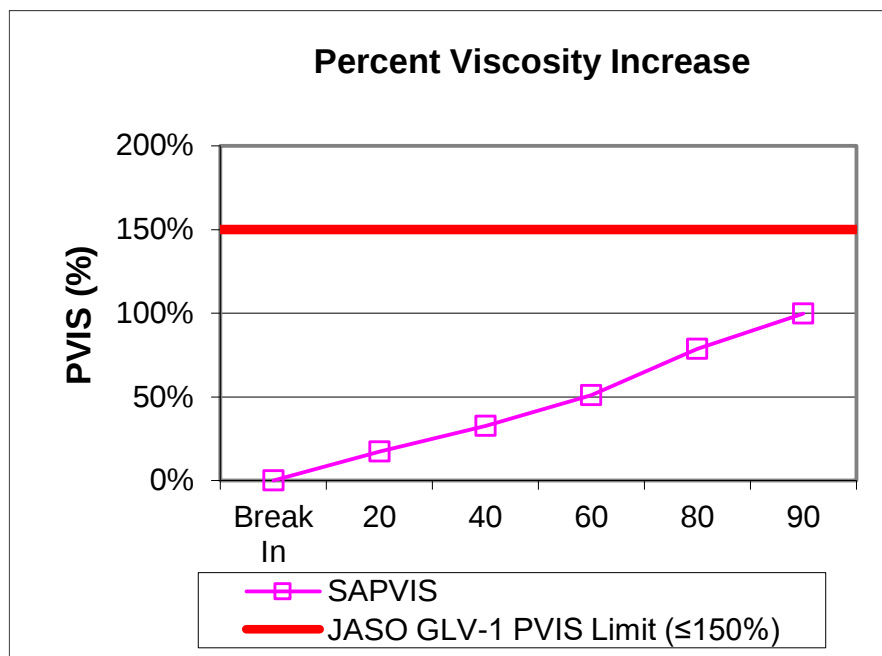


図 2-14. 粘度増加率の比較

粘度増加率は、JASO GLV-1 では 150%以下が規定されている。粘度増加率の結果は 99.6%で、図 2-15 に示すとおり、デモンストレーション油、GE720 は規格値を満たした。

また、GE720 の加重ピストンデポジット(WPD)評点は 4.01 であった。WPD 評点は、JASO GLV-1 では WPD 評点 3.7 以上が規定されている。GE720 の加重ピストンデポジット(WPD)評価の結果、JASO GLV-1 の規格値を満足する結果が得られた。

7. 劣化油低温粘度に関する調査

劣化油低温粘度についても、JASO M364 自動車用ガソリン機関潤滑油を基本とした。JASO M364 自動車用ガソリン機関潤滑油の劣化油低温粘度試験方法によりデモンストレーション油の劣化油低温性能を評価し、試験方法および基準値について検証を行った。

7.1 劣化油低温粘度試験方法

劣化油低温粘度試験方法として Romaszewski Oil Bench Oxidation (ROBO) Test、ASTM D7528 Standard Test Method for Bench Oxidation of Engine Oils by ROBO Apparatus および Sequence IIIHA を用い検証を行った。

1) ROBO Test

試験油を、触媒の少量の鉄フェロセンと混合し、1L の反応容器に入れ、空気を流しながら 170℃で 40 時間加熱した。この時間中に、ブローバイガスを模擬する酸化剤として二酸化窒素を、12 時間導入した。冷却後、試験油の粘度を測定した。試験に用いた Romaszewski Oil Bench Oxidation (ROBO)試験装置の外観を図 2-15 に示す。



図 2-15. Romaszewski Oil Bench Oxidation (ROBO) 試験装置

1) Sequence IIIHA

Sequence IIIH 試験後の 168 時間以内に試験後油の Cold Crank Simulator (CCS) 粘度(ASTM D 5293)および Mini Rotary Viscometer (MRV)粘度(ASTM D 4684)を測定した。

7.2 供試エンジン油

本年度新たに試作した表 2-8 に示す GE620、GE720 および GE820 の 3 種類のデモンストレーション油を、ROBO Test 試験に供した。また、Sequence IIIHA 試験には GE720 を供した。

7.3 結果および考察

試験後油 MRV 粘度の ROBO Test の結果を図 2-16 に、Sequence IIIHA の結果を表 2-19 にそれぞれ示す。

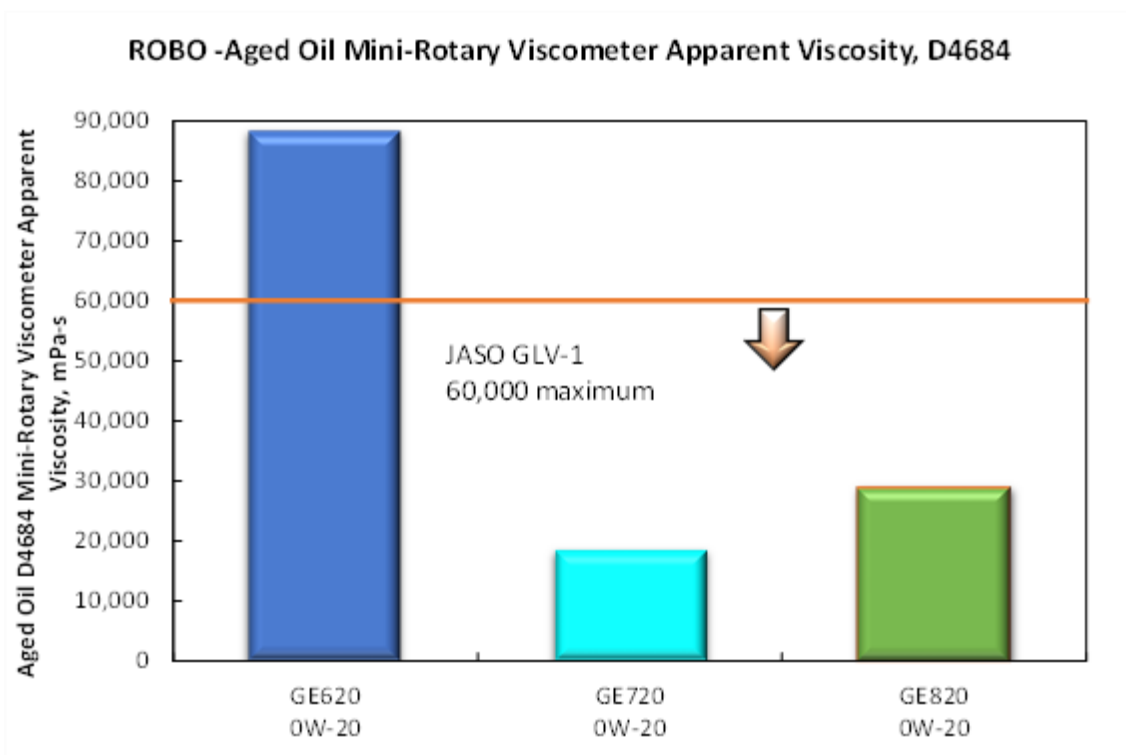


図 2-16. 試験後油 MRV 粘度—ROBO Test の結果

表 2-19. 試験後油 MRV 粘度—Sequence IIIHA の結果

	Temp(°C)	Viscosity(mPa·s)	Yield Stress
EOT CCS	-35	8,610	-
EOT MRV	-35	8,400	<35
Final EOT MRV	-35	10,721	<35

JASO GLV-1 では、ROBO Test あるいは Seq.IIIHA において、試験後油 MRV 粘度、60,000 mPa·s 以下が規定されている。図 2-13 から、ROBO Test の結果、デモンストレーション油 GE620 を除く GE720 および GE820-2 は規定値を満たす結果となった。また、デモンストレーション油 GE720 の Seq.IIIHA 試験において、CCS の測定値が 8610 mPas となり、0W の最大値 6200mPas を越えたため、規定に従い、MRV の測定温度を 0W の測定温度-40℃より 5℃高い、-35℃で測定したところ、測定値が 10,721 mPa·s となり、規格値を満足する結果が得られた。

8. 摩耗防止性に関する調査

摩耗防止性は潤滑油の低粘度化に際する主な懸念事項の一つであり、超高粘度指数エンジン油についても、検証を行う必要がある。そこで、低温動弁系摩耗試験およびチェ

チェーン摩耗試験を実施し、デモンストレーション油の摩耗防止性能を評価し、試験方法および基準値について検証を行った。

8.1 チェーン摩耗試験方法(Sequence X、 ASTM D8279)

JASO GLV-1 に規定されているチェーン摩耗試験(Sequence X、 ASTM D8279)を実施し、デモンストレーション油のチェーン摩耗防止性能を評価し、試験方法および基準値について検証を行った。試験に用いたチェーン摩耗試験装置を図 2-17 に示す。

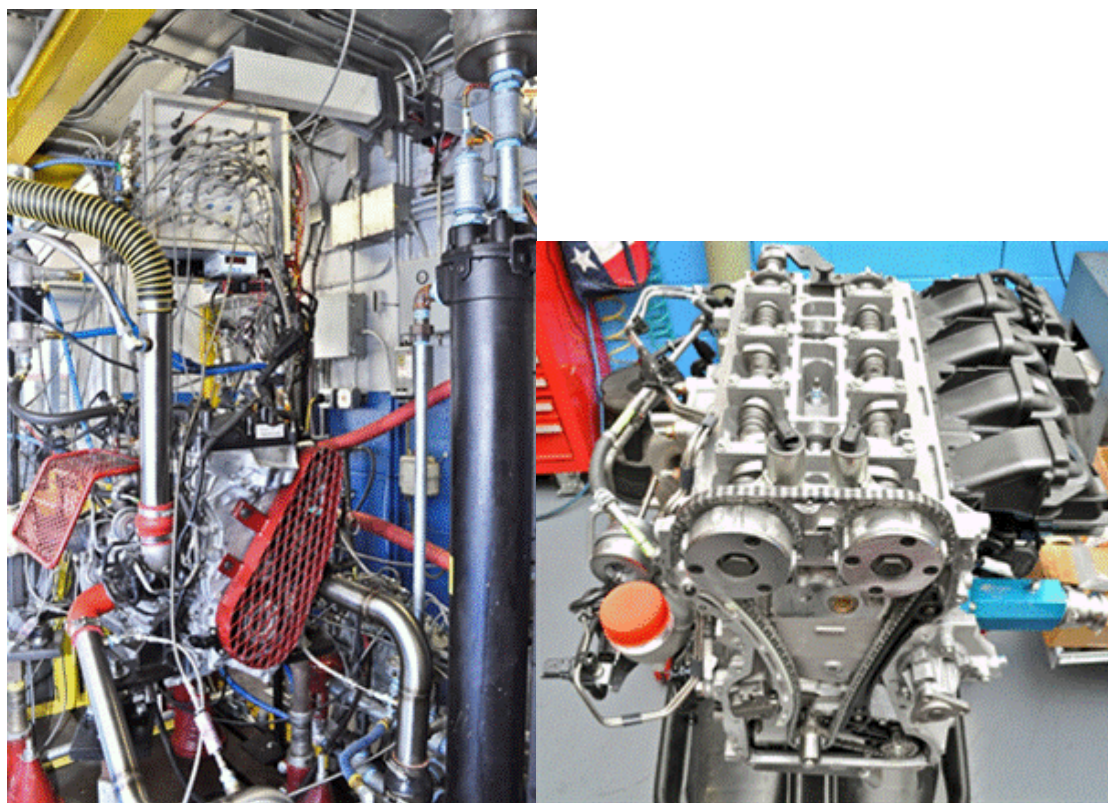


図 2-17. チェーン摩耗試験装置(Sequence X、 ASTM D8279)

1) 供試エンジン油

表 2-8 に示すデモンストレーション油、GE716 をチェーン摩耗試験(Sequence X、 ASTM D8279)に供した。

2) 供試エンジン

チェーン摩耗試験には表 2-20 に示すフォード 2.0 L、スパークイグニッション、4 ストローク、4 気筒、GTDI エンジンを用いた。エンジンにはタイミングチェーンによって駆動されるオーバーヘッドカムシャフト、1 気筒あたり 4 バルブ、電子燃料噴射などが組み込まれている。タイミングチェーンは試験毎に交換した。試験条

件に入る前に 8 時間のブレークインが実施された。チェーンは組立て時、ブレークイン後、および試験後に測定した。

表 2-20. チェーン摩耗試験の供試エンジンの主要諸元

型式	フォード社製 エコブースト
種類	水冷 4 サイクルガソリン機関
シリンダ数	直列 4 気筒
動弁系	DOHC
排気量	1,999 cc
使用燃料	無鉛ガソリン
最高出力	178kw / 5,500rpm
最大トルク(ネット)	366N・m / 3,000rpm

3) 供試燃料

燃料は INDOLINE (EEE)を使用した。

4) 方法

チェーン摩耗試験は、タイミングチェーン摩耗を低減する潤滑油の能力を評価するサイクル試験で、試験時間は 216 時間である。チェーン摩耗試験の条件を表 2-21 に示す。ブローバイガス流量については、ステージ 2 において試験開始後 120 時間まで、65 から 75L/min の範囲にあることが規定されている。

表 2-21. チェーン摩耗試験(Sequence X、ASTM D8279)の試験条件

Parameter	Units	Stage 1	Stage 2
Duration	min	120	60
Engine Speed	rpm	1,550	2,500
Engine Torque	N・m	50	128
Oil Gallery Temperature	°C	50	100
Coolant Out Temperature	°C	45	85
Coolant Flow	L/min	40	70
Intake Air Temperature	°C	32	32
Intake Air Pressure	kPa	0.05	0.05
Intake Air Humidity	g/kg	11.4	11.4
Coolant Pressure	kPa	70	70
Air Charge Temperature	°C	30	30
Air-Fuel Ratio	λ	0.78	1
Exhaust Backpressure	kPa	104	107
Blowby Outlet Temperature	°C	23	78
Blowby	L/min	Not measured	65 to 75*

*Only applicable up to 120h

JASO GLV-1 では、規格値としてチェーン伸び増加率最大 0.085%が規定されている。

5) 結果および考察

GE716 のチェーン摩耗試験中のブローバイおよび鉄分の変化を図 2-18 および図 2-19 に示す。

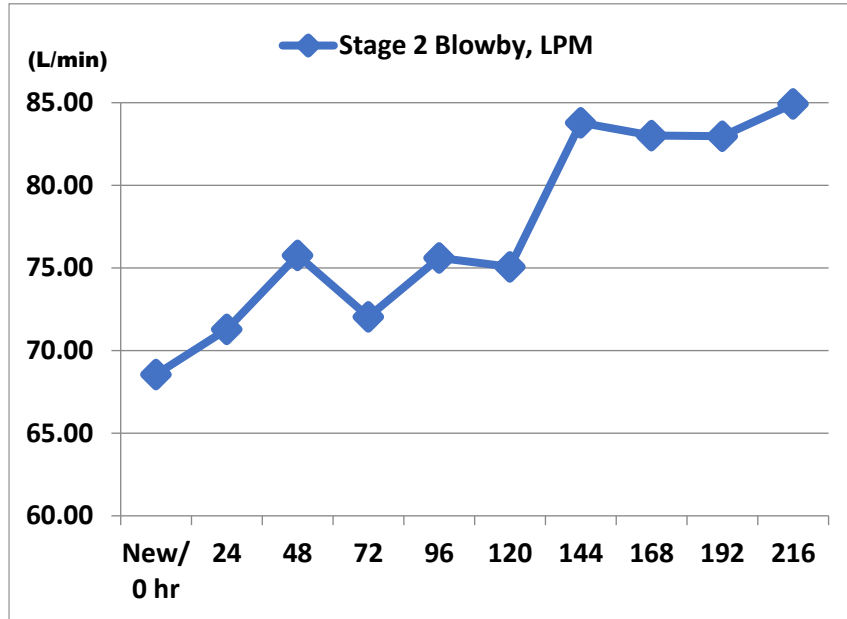


図 2-18. チェーン摩耗試験(Sequence X)中のブローバイの変化

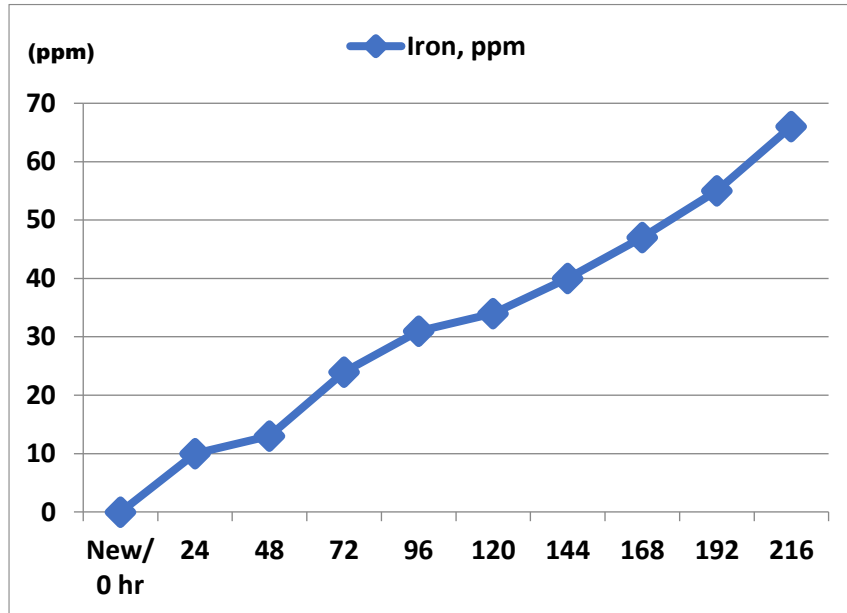


図 2-19. チェーン摩耗試験(Sequence X)中の鉄分の変化

チェーン摩耗試験(Sequence X)中の試験油 GE716 の性状に関し、ブローバイおよび鉄分の変化において、特に試験油の性状に急激な変化は認められない。

GE716 のチェーン摩耗試験(Sequence X、ASTM D8279)の結果(チェーンの伸び)を表 2-22 に示す。

表 2-22. チェーン摩耗試験(Sequence X)の結果

Oil	チェーンの 伸び率 % increase	試験後油の Fe, ppm
GE716	0.0645	66

GE716 のチェーン摩耗防止性評価の結果、JASO GLV-1 の規格値:伸び率0.085%以下を満足する結果が得られた。

9. リン蒸発性に関する調査

JASO M364 自動車用ガソリン機関潤滑油に規定されている高温酸化防止性試験方法(Sequence IIIH、ASTM D 8111)を実施し、超高粘度指数エンジン油の高温酸化防止性試験(Sequence IIIH)後のリン蒸発性(Sequence IIIHB)を JASO GLV-1 の規格値と比較した。

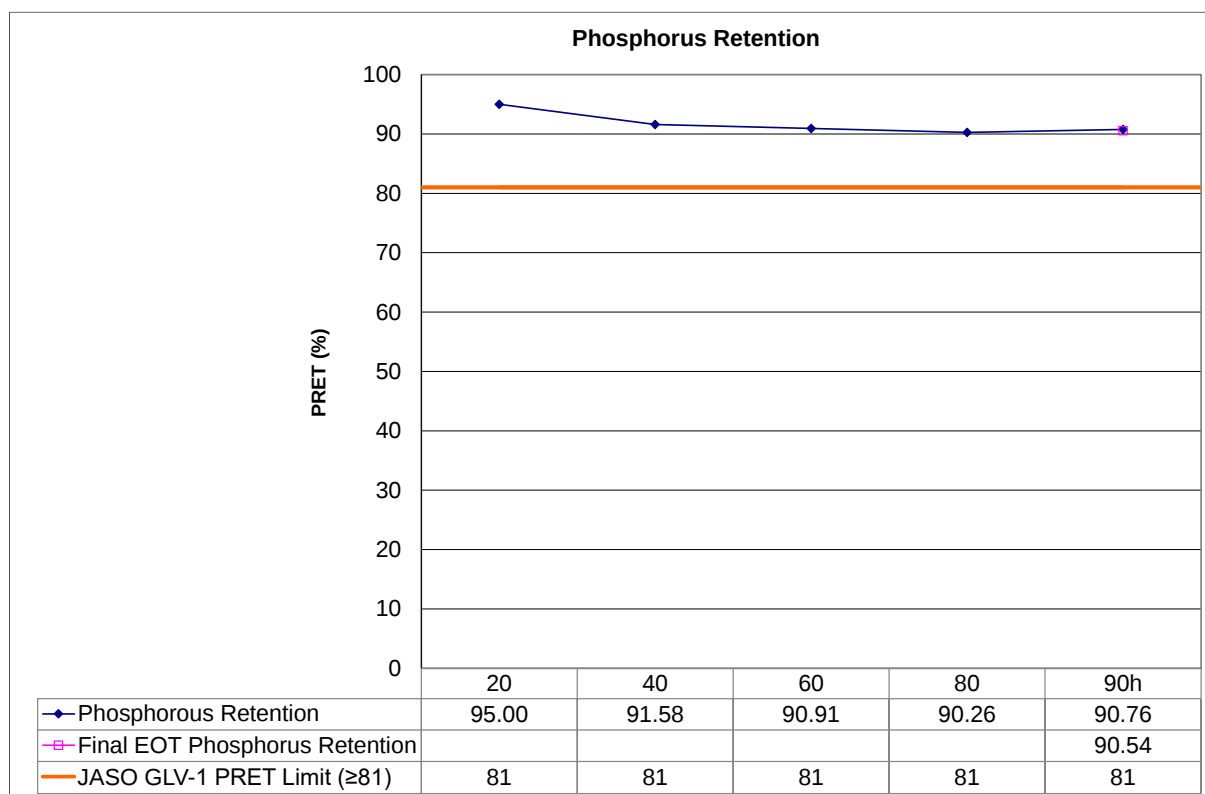


図 2-20. Sequence IIIHB -リン蒸発性評価結果

Sequence IIIHB 試験後のリン蒸発性(%)は JASO GLV-1 では 81%以上が規定されている。デモンストレーション油 GE720 はこの値を満たした。

第5節 まとめ

従来のエンジン油と比較し、低温での粘度が低く省燃費、かつ高温でも内燃機関の信頼性を維持することが可能として、カーボンニュートラルへの移行期の低炭素化に貢献することが期待される「超高粘度指数エンジン油」に関し、関連する海外の取組動向等について、文献調査を行うとともに、国内の関連団体・メーカー等に対し、ヒアリング、電子メール等の手段により情報を収集し、分析・取りまとめを行った。

また、従来の試験方法では評価が難しいと考えられる超高粘度指数エンジン油の「蒸発性」、「せん断安定性」、「省燃費性」、「摩耗防止性」、「劣化油低温粘度」および「リン蒸発性」について、その評価方法(使用する試験エンジンや試験条件等)の有効性とその問題点について検証を行った。主な成果は次の通り。

1. 超高粘度指数エンジン油に関連する海外の取組動向等調査

- エンジン油で広く用いられている粘度グレードは SAE (Society of Automotive Engineers、米国自動車技術会)が定めた J300 規格であり、高温および低温時の粘度により分類されている。2021 年 4 月に改訂された最新の SAE J300 においても非 W グレードで最も低い粘度は SAE 8 となっている。SAE J300 の粘度設定を議論する EOVC(Engine Oil Viscosity Classification)タスクフォースにおいて、現在 SAE J300 で設定されている SAE 8 グレードより、さらに低粘度グレードの SAE 4 グレードが検討されている。
- AOAP (Auto Oil Advisory Panel)において次期規格である ILSAC(International Lubricant Specification Advisory Committee、国際潤滑油規格諮問委員会) GF-7 の検討が進められている。内容としては、GF-6 で要求されている性能のさらなる向上に加えて、新たな蒸発性評価試験や硫酸灰分値の設定等が検討されている。また、ILSAC から 2028 年の第 2 四半期末以降に市場投入とする要求が提出されている。
- ACEA 規格では、後処理装置を有するガソリンおよびライト・デューティ・ディーゼルエンジン用の C6-21 において、ACEA 規格の省燃費試験法として採用されてきた M111 燃費試験の置き換えとして、JASO M366 試験が導入されている。

- 今後世界的に、さらなる省燃費化に伴うエンジン油の低粘度化が想定されるが、本事業で検討を行っている超高粘度指数エンジン油の開発や評価に関する情報は海外からは得られなかった。一方、国内においては 2000 年半ばから、API Group V 基油を用いた粘度指数 300 程度の超高粘度指数エンジン油が試作・評価され、近年ではより実用性の高い Group III 基油を用いた超高粘度指数エンジン油の検討が報告されている。

2. 超高粘度指数エンジン油に関連する国内情報収集

- 現在開発が進められている、超高粘度指数エンジン油の粘度指数のレベルを確認するための検討資料として、試作超高粘度指数エンジン油と現在市販されているエンジン油について、潤滑油品質委員会の委員の協力のもと、公開されているデータ等をもとに、粘度指数のマップを作成した。欧米のエンジン油では粘度指数 150～200 のものが多数を占めている。一方、国内では粘度指数 200～250 のエンジン油が見受けられ、欧米に比較して高粘度指数化が進んでいる。これに対し、試作された超高粘度指数エンジン油はさらに高い 300～350 の粘度指数を有している。

3. 超高粘度指数エンジン油等の試作および性状分析

- 超高粘度指数エンジン油の「蒸発性」および「せん断安定性」を評価するための、新たな試験条件について検討を行い、その適用可能性を明らかにした。
- 超高粘度指数エンジン油の省燃費性を評価する試験法として、ファイアリング省燃費性試験、およびモータリング省燃費性試験法を活用できる可能性を明らかにした。今後はラボ間差異等についても確認する必要がある。
- 超高粘度指数エンジン油の信頼性を評価する試験法としては、JASO GLV-1 および ILSAC GF-6B の試験法を活用できる可能性を明らかにした。
- 今後は、本年度検討を行った試験以外の項目たとえば低温スラッジ防止性、シール適合性についての検証を行うとともに、新たな条件で検討されている「蒸発性」および「せん断安定性」の試験等により、超高粘度指数エンジン油の性能を正しく評価すべく、引き続きこれらの評価方法の妥当性を検証していく必要がある。

文 献

- 1) 環境省ホームページ：2020 年度（令和 2 年度）の温室効果ガス排出量(確報値),
<https://www.env.go.jp/content/900445425.pdf>
- 2) 日本自動車工業会、日本の自動車工業 2022
- 3) 日経 X TECH 2023 年 3 月 15 日記事
- 4) 山守 一雄：“自動車の電動化に対応した潤滑油の技術動向—カーボンニュートラルに貢献するエンジンオイル技術—”, トライボロジスト, 第 68 巻第 2 号(2023) 86～91.
- 5) 経済産業省ホームページ：総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 自動車判断基準ワーキンググループ・交通政策審議会 陸上交通分科会 自動車部会 自動車燃費基準小委員会 合同会議 - 取りまとめ,
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/sho_energy/jidosha_handan/pdf/20190625001_1.pdf
- 6) 一般社団法人日本自動車工業会ホームページ：自動車燃費—主な燃費改善技術,
https://www.jama.or.jp/operation/ecology/fuel_efficiency/index.html
- 7) Sagawa, T., Ueno, T., Nakamura, K., Ishikawa, T. : "Development of 0W-20 ILSAC GF-3 Gasoline Engine Oil", SAE Technical Paper 2002-01-1636(2002).
- 8) Koyamaishi, N., Suzuki, T., Kamioka, R., Murakami, M. et al. : "Study of Future Engine Oil (First Report): Future Engine Oil Scenario", SAE Technical Paper 2007-01-1977(1977).
- 9) Okuyama, Y., Shimokoji, D., Sakurai, T., and Maruyama, M., et al. : " Study of Low-Viscosity Engine Oil on Fuel Economy and Engine Reliability", SAE Technical Paper 2011-01-1247(2011).
- 10) 内藤 康司：“車両用潤滑油・船舶用エンジン油の環境対応”, ペトロテック, 32(12) (2009) 881.
- 11) API : "API 1509, Engine Oil Licensing and Certification System, 21st Edition", February 2022
<https://www.api.org/-/media/Files/Certification/Engine-Oil-Diesel/Publications/API%201509-%2021st%20Edition.pdf>.
- 12) F+L Magazine: "ILSAC GF-7: Implementation “tentatively” planned for Q2 2028”, August 3, 2022 (2022)
<https://www.fuelsandlubes.com/fli-article/ilsac-gf-7-implementation-tentatively-planned-for-q2-2028/>.

- 13) F+L Magazine: "AOAP receives proposals to streamline ILSAC category development", February 1, 2023 (2023)
<https://www.fuelsandlubes.com/fli-article/ilsac-gf-7-implementation-tentatively-planned-for-q2-2028/>.
- 14) ACEA : "ACEA Oil Sequences Light-duty engines 2021, Revision 1 (May 2022)", May 2022,
<https://www.acea.auto/files/2021-ACEA-oil-sequences-light-duty-engines-rev1-2022.pdf>
- 15) Lubrizol Corporation: " ACEA EUROPEAN OIL SEQUENCES ", July 1, 2022,
<https://360.lubrizol.com/-/media/LZA360/Documents/ACEA-European-Oil-Sequences-2022-v2.pdf>
- 16) 経済産業省 資源エネルギー庁委託事業 平成 31 年度石油精製に係る諸外国における技術動向・規制動向等の調査・分析事業(潤滑油品質安定化調査・分析事業)調査報告書 (2020).
https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2019FY/000118.pdf.
- 17) 山田ら：超高粘度指数省燃費エンジン油の性能，JSAE20065827
- 18) Yoshida et al.: Fuel Efficiency of Super High Viscosity Index 0W-20 Engine Oil, World Tribology Congress 2009, Extended Abstract C2 342
- 19) Onodera et al.: Fuel Economy Improvement be engine Oil with Ultra-Viscosity Index, SAE2019-01-2203
- 20) Kazuo Yamamori, Yuta Uematsu, Satoshi Hirano, et al. : "Research on Ultra-High Viscosity Index Engine Oil: Part 1 - "Flat Viscosity" Concept and Contribution to Carbon Neutrality," SAE Int. J. Adv. & Curr. Prac. in Mobility 4(4):1242-1249, 2022.
- 21) Onodera, K., Watanabe, H., Sato, T., Lee, G. et al., "Fuel Economy Improvement by Engine Oil with Ultra-High Viscosity Index," SAE Technical Paper 2019-01-2203, 2019.
- 22) Yoshida Satoru, "Fuel Efficiency of Super High Viscosity Index 0W-20 Engine Oil," WTC2009Kyoto, Extended Abstract C2 342, 2009.
- 23) 山田 亮, "超高粘度指数省燃費エンジン油の性能" 自動車技術会学術講演会予稿集(秋), No.99-06, 2006 年 6 月
- 24) 潤滑剤銘柄便覧編集委員会：潤滑剤銘柄便覧 2023 年版，潤滑通信社 (2022) 264.
- 25) ゴトコ・ジャパン株式会社ホームページ: ガルフ製品一覧表,
<https://www.gulf-japan.com/products/index.html>

- 26) カストロールホームページ: エンジンオイル,
https://www.castrol.com/ja_jp/japan/home.html
- 27) 中国興業株式会社ホームページ: 製品情報,
<https://www.chugoku-kogyo.com/seahorse/product/>
- 28) 日本サン石油株式会社ホームページ: 製品情報,
https://www.sunoco.co.jp/product/automotive_lube/lineup/
- 29) INSTITUTE OF MATERIALS, INC. 提供データ.

略 語 表

略語	英語表記	日本語表記
ACEA	European Automobile Manufacturers Association [European Automobile Manufacturers Association]	欧州自動車工業会
ALA	Australian Lubricant Association	オーストラリア潤滑油協会
ALIA	Asian Lubricants Industry Association	アジア潤滑油工業会
AOAP	Auto Oil Advisory Panel	自動車・潤滑油諮問委員会
ALMU	Asian Lubricant Manufacturers Union	アジア潤滑油製造者組合
API	American Petroleum Institute	米国石油協会
ASTM	American Society for Testing and Materials	米国試験材料協会
ATC	Additive Technical Committee	欧州添加剤技術委員会
ATIEL	Association des Constructeurs Europeens d'Automobiles	欧州潤滑油技術工業会
BLF	British Lubricants Federation	英国潤滑油連盟
CCS	Carbon dioxide Capture and Storage	二酸化炭素回収・貯留
CCS	Cold Cranking Simulator	低温クランキング粘度計
CCU	Carbon dioxide Capture and Utilization	二酸化炭素回収・利用
CDM	Clean Development Mechanism	国連クリーン開発メカニズム
CEC	Coordinating European Council	欧州試験法委員会
CFP	Carbon Foot Print	カーボンフットプリント
CONCAWE	Conservation of Clean Air and Water in Western Europe	欧州石油環境保全連盟
DAC	Direct Air Capture)	ダイレクト・エア・キャプチャー もしくは 大気直接回収
DOHC	Double Over-Head Camshaft	ダブル・オーバーヘッド・カムシャフト
ELGI	European Lubricating Grease Institute	欧州グリース協会
EOLCS	Engine Oil Licensing and Certification System	エンジン油ライセンス認証システム
ESG	Environment Social Governance	環境・社会・ガバナンス
EU	European Union	欧州連合
EV	Electric Vehicle	電気自動車
FEI	Fuel Economy Improvement	燃費向上率
FT	Fischer-Tropsch	フィッシャー・トロプシュ
GEIR	Groupement Européen de l'Industrie de la Régénération	欧州廃油再精製産業協会
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
HTHS	High Temperature and High Shear	高温高せん断
ILMA	Independent Lubricant Manufacturers Association	米国独立系潤滑油製造協会
ILSAC	International Lubricant Specification Advisory Committee	国際潤滑油規格諮問委員会
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構

略語	英語表記	日本語表記
JALOS	Japan Lubricating Oil Society	一般社団法人潤滑油協会
JASO	Japanese Automobile Standardization Organization	日本自動車規格（会議）
KPI	Key Performance Indicator	主要業績評価指標
LCA	Life Cycle Assessment	ライフサイクルアセスメント
LSPI	Low Speed Pre-Ignition	低速早期着火
MRV	Mini-Rotary Viscometer	ミニ・ロータリー粘度計
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	新エネルギー・産業技術総合開発機構
NLGI	National Lubricating Grease Institute	米国グリース協会
NGO	Non-governmental Organization	非政府組織
OEM	Original Equipment Manufacturer	本報古書では自動車，農業用機械，船舶などのメーカを指す
PCF	Product Carbon Footprint	製品カーボンフットプリント
SAE	Society of Automotive Engineers	米国自動車技術会 もしくは 米国自動車技術者協会
SDS	Safety Data Sheet	安全データシート
STLE	Society of Tribologists and Lubrication Engineers	米国トライボロジー・潤滑油技術学会
UEIL	Independent Union of the European Lubricants industry	欧州潤滑油産業連合
UKLA	United Kingdom Lubricants Association	英国潤滑油協会
VDA	Verband der Automobilindustrie	ドイツ自動車産業連合会 もしくは ドイツ自動車工業会
VSI	Verband Schmierstoff-Industrie e.V.	ドイツ潤滑油組合
WPD	Weighted Piston Deposit	加重ピストンデポジット