

令和7年度環境省委託事業

令和7年度脱炭素型循環経済システム構築促進事業

(うち、プラスチック等資源循環システム構築実証事業)

使用済み潤滑油のマテリアルリサイクルを実現するための

再生基油製造プロセスの構築及びその検証事業

成果報告書

令和 7年 10月

出光興産株式会社

サマリー

使用済み潤滑油の処理を適正化することで、気候変動等の環境問題の解決に貢献しつつ、我が国の潤滑油の供給安定性を向上させることを目的として、使用済み潤滑油をマテリアルリサイクルし再生基油を製造する技術を我が国に社会実装した場合の品質・経済性・環境影響等を調査した。実装する技術は、我が国に既存の石油精製設備を活用するスキーム（既存プロセス活用スキーム）と、海外で稼働している再生基油製造設備を導入するスキーム（海外プロセス導入スキーム）の2種類について検討した。製造する再生基油の品質は、省燃費エンジンオイル等の高性能潤滑油等に多く使用されている API 分類グループⅢ相当とした。また、我が国において、使用済み潤滑油の回収システムは成熟しており、回収された使用済み潤滑油は燃料用途の再生重油に転換され流通していることから、再生重油を調達して再生基油を製造することを前提とした。

既存プロセス活用スキームについては、出光興産千葉事業所の基油精製工程において、再生重油由来の原料を原油由来の原料に混合投入することとし、必要となる前処理工程を検討した。前処理工程として減圧蒸留及びフルフラール抽出の適用可能性について検討し、いずれも再生重油に含まれている不純物の除去に有効であることがわかった。この結果を基に、再生重油由来原料と原料由来原料の混合比率を含む、再生重油の調達からグループⅢ基油への最終精製までのフローを設計した。また、海外プロセス導入スキームについては、海外の再生基油製造事業者の設備を検討した。既存プロセス活用スキームで用いた再生重油を原料とした場合に当該設備で製造される再生基油の品質を推定したところ、実用可能な品質のグループⅢ基油製造が可能との結論に至った。そして、これらのスキームについて、それぞれ経済性や環境負荷項目の分析を行った。特に経済性については、再生基油が原油由来の基油よりも高コストになる可能性があり、原料となる再生重油の調達価格と、副生成物の有価利用が重要であることがわかった。

次に、これらのスキームの環境影響に関して、GHG 排出量に着目したライフサイクルアセスメント（LCA）を実施した。使用済み潤滑油の処理に関する LCA 文献の調査を行い、それらの結果等も踏まえつつ、上記既存プロセス活用スキーム及び海外プロセス導入スキームの調査で得られた環境負荷項目の分析データを基に、それぞれ各スキームのライフサイクルでの GHG 排出量を試算した。更に、各種ユーティリティの排出原単位等の感度分析や、将来の燃料動向を考慮したシナリオ分析を通じて、基油再生による GHG 排出量が再生重油の燃料利用（エネルギー回収）よりも小さくなる条件を特定し、その GHG 削減量を試算した。また、本 LCA の実施にあたっては、外部専門家を含む分科会によって、その妥当性を確認し、助言を受けた。検討の結果、日本全体で脱炭素化が現状のまま推移するシナリオにおいては基油再生を導入しても GHG 排出量がほとんど変化しないものの、脱炭素化が進展し天然ガス等の低炭素燃料への転換が進展する場合は基油再生を導入することで GHG 排出量が減少することが明らかになった。

更に、GHG 以外の環境影響も分析した上で、基油再生事業が及ぼす効果を環境・経済社

会面で統合的に評価した。まず、各スキームの社会実装によって生じると考えられる影響について、定性的な影響の可能性を検討した。加えて、天然資源代替量については、繰り返し再生を考慮した定量的な評価も実施した。GHG 排出量以外の利点として、天然資源の保全や、外航船輸送の低減等に伴うバラスト水削減による生物多様性影響の低減、経済安全保障につながる資源セキュリティ上に関して利点があると考えられた。さらに、既存プロセス活用スキームと海外プロセス導入スキームでは、上記の利点や環境負荷の大小に差異があることがわかった。これらの差異に基づくと、まず既存プロセス活用スキームで基油再生の社会実装を開始したうえで、海外プロセス導入スキームで拡大を図ることが望ましいことが示唆された。

以上の調査結果を踏まえて、基油再生の社会実装によって生じるベネフィット・コスト・課題・リスクをステークホルダーごとに網羅的に分析した。その結果、基油再生の社会実装のために解決すべき課題として、基油再生事業の経済合理性を成立させることや、基油再生への貢献による環境価値を証書等によって具現化する仕組みの整備などが示唆された。また、基油再生が GHG 排出削減効果を発揮するために、他産業の燃料転換の推進を継続させることも重要であった。これらを基油再生事業者単独の努力で解決することは困難であり、総合的に社会全体の利益に資するものとして、公共政策による解決が期待される。

海外では再生基油製造を推進する法制度等が存在しており、これは、再生基油製造の環境影響上の利点が重視されつつも経済合理性に頼った推進に限界があるためと考えられる。再生基油製造の社会実装に向けて、我が国においても同様の事象が発生し得ることから、その解決策を講じるための参考として、海外の再生基油製造に関する政策動向を調査した。5 か国 1 地域（欧州、ブラジル、中国、オーストラリア、インド、インドネシア）を対象として、デスクトップ調査による政策の整理を行い、一部地域については再生事業者へのヒアリングも実施することで、各種政策の有効性を確認した。その結果、拡大生産者責任（EPR）規制や、当該規制の履行状況の管理手法、再生事業者へのインセンティブ付与の方法については、我が国においても有効である可能性があると考えられた。

それらの制度を参考にし、我が国において基油再生の社会実装に有効と考えられる政策を検討した。最も重要な課題は、基油再生事業者の経済合理性を確保することである。そこで、原料となる再生重油の調達価格を抑えるために、基油再生事業者に再生重油を販売した事業者や、基油再生に用途を指定して廃潤滑油を排出した事業者に対して、奨励金などのインセンティブを与える制度が考えられた。加えて、再生基油の工場新設にかかる初期投資に対する補助金なども有効と考えられた。また、再生重油を燃料利用している事業者の燃料転換推進も重要な課題である。それらの事業者の燃料転換のための設備投資に対する補助金や、再生重油の燃焼の規制なども考えられた。今後、基油再生の社会実装に向けて、官民一体となった取り組みが求められる。

Summary

With the aim of improving the stability of lubricant supply in Japan while contributing to solutions to climate change and other environmental problems through the optimization of used lubricant treatment, we investigated the potential quality, economic viability, and environmental impact of a technology to manufacture re-refined base oil from used lubricant were it to be used in society in Japan. We examined two potential schemes for the implementation of this technology: one that made use of existing oil refining facilities in Japan (existing process utilization scheme), and one that introduced re-refined base oil manufacturing facilities that were already operational overseas (overseas process introduction scheme). In terms of the quality of the re-refined base oil to be manufactured, we aimed for a level equivalent to API Group III, commonly used in high-performance lubricants such as fuel-efficient engine oils. Moreover, the domestic system for collecting used lubricant is well-established, where they are converted into recycled heavy fuel oil and distributed in the market. Therefore, the idea for the manufacture of re-refined base oil was based on the procurement of recycled heavy fuel oil.

In the existing process utilization scheme, we decided to mix recycled heavy fuel oil-derived material with crude oil-derived material in the base oil refining process at the Idemitsu Kosan Chiba Complex and examined the necessary pre-treatment processes. For the pre-treatment processes, we examined the potential application of vacuum distillation and furfural extraction, and discovered that both were effective in removing impurities from recycled heavy fuel oil. Based on these results, we designed an operational flow from the procurement of recycled heavy fuel oil to the final refinement into Group III base oil, including the mixing ratio for heavy fuel oil-derived material and crude oil-derived material. In the overseas process introduction scheme, we examined the facilities of re-refined base oil manufacturers overseas. We estimated the quality of re-refined base oil manufactured at these facilities using the recycled heavy fuel oil used in the existing process utilization scheme as the material, and concluded that these facilities were capable of manufacturing Group III base oil with a level of quality appropriate for practical use. We also conducted analyses of the economic viability and environmental impact categories of each scheme. In terms of economic viability, it was found that the cost of re-refined based oil may exceed the cost of crude oil-derived base oil, which demonstrates the importance of the procurement price of the recycled heavy fuel oil used as the material and of the profitable utilization of byproducts.

Next, to gauge the environmental impact of these schemes, we conducted a life cycle assessment (LCA) with a focus on GHG emissions. While taking into account our findings

from LCA documents related to the treatment of used lubricant, we calculated GHG emissions across the lifecycles of each scheme based on the analytical data of environmental impact categories that we obtained from our investigations of each scheme. Furthermore, through sensitivity analyses of the emissions intensity of each utility and through scenario analyses that took future fuel trends into consideration, we identified the conditions under which GHG emissions from base oil re-refining are lower than from the fuel use (energy reclamation) of recycled heavy fuel oil, and calculated the GHG reduction amount. In conducting this LCA, a subcommittee that included external experts confirmed the validity of assessment results and provided advice. Through these deliberations, it was determined that in the scenario in which the decarbonization of Japan as a whole followed its current trajectory, even if base oil re-refining were to be introduced, GHG emissions would remain largely unchanged. However, if progress was made in decarbonization efforts and the transition to low-carbon fuels such as natural gas, the introduction of base oil re-refining would reduce GHG emissions.

We also analyzed environmental impacts other than those related to GHG and performed an integrated evaluation of the impacts of the base oil re-refining business from both environmental and socioeconomic perspectives. We first evaluated the potential qualitative impact each scheme would have were they to be introduced in society. In addition, we quantitatively evaluated volumes of natural resource alternatives, taking into consideration their repeated regeneration. Positive impacts other than reductions in GHG emissions included the conservation of natural resources, the reduction of negative impacts on biodiversity in line with the decrease in ballast water due to the reduction in ocean shipping, and resource security, which links to economic security. Furthermore, we found that there were differences between the existing process utilization scheme and the overseas process introduction scheme in terms of the extents of the above benefits and their environmental impacts. These differences pointed to it being preferable to begin by using the existing process utilization scheme to introduce base oil re-refining in society and then to expand these efforts through the overseas process introduction scheme.

Based on the above results, we comprehensively analyzed the benefits, costs, issues, and risks of the societal introduction of base oil re-refining for each stakeholder. This analysis suggested that issues that must be addressed in order to introduce base oil re-refining in society include achieving economic rationality in the base oil re-refining business and developing mechanisms, such as certificates, for materializing the environmental value of contributing to base oil re-refining. For base oil re-refining to produce GHG emissions reductions, it is also important to continue promoting fuel

transition in other industries. These would be unfeasible for base oil re-refining business operators to achieve on their own, so there are expectations for this challenge to be addressed through public policy measures, as they would benefit society as a whole.

Overseas, there are legal systems in place to promote the manufacture of re-refined base oil. This is likely because, while the environmental benefits of manufacturing re-refined base oil are considered to be of importance, there are limitations to promotion based solely on economic rationality. As we anticipate that similar issues would occur in the event that the manufacture of re-refined base oil was introduced in society in Japan, we investigated overseas trends in policies related to the manufacture of re-refined base oil to serve us as a reference on how to address those potential issues. A desktop survey of policies was conducted for five countries and one region (Europe, Brazil, China, Australia, India, and Indonesia), and in some regions, interviews with re-refining business operators were carried out to verify the efficacy of these policies. As a result, we found that extended producer responsibility (EPR) regulations, methods to manage implementation of these regulations, and methods to incentivize re-refining business operators would also likely be effective in Japan.

Using these systems for reference, we deliberated policies that are believed would be effective for introducing base oil re-refining in Japan. The most important issue would be ensuring the economic rationality of base oil re-refining business operators. One possible measure to reduce the procurement price of recycled heavy fuel oil, the material used in this process, would be to introduce a system of incentives, such as financial incentives, for business operators who sell recycled heavy fuel oil to base oil re-refining business operators and for business operators who specify that the waste lubricating oil they dispose of is to be used for base oil re-refining. Furthermore, we believe that subsidies for the initial investment involved in constructing new re-refined base oil plants could also be effective. Another important issue will be promoting the fuel transition of business operators that are using recycled heavy fuel oil as their fuel. Some possibilities for promoting fuel transition by these business operators include subsidies for facility investment and restrictions on the combustion of recycled heavy fuel oil. Moving forward, the private and public sectors will have to work together to introduce base oil re-refining in society.

目次

1. 事業の概要	1
1.1 事業の目的	1
1.2 事業の計画	4
1.3 事業の体制	5
1.4 事業の期間	5
2. 基油再生プロセスの検討	6
2.1 既存プロセス活用スキーム	6
2.1.1 はじめに	6
2.1.2 原料の性状	9
2.1.3 プロセスの検討	11
2.1.4 モデルケースの設計	19
2.1.5 経済性評価（コスト試算）	21
2.1.6 ユーティリティ投入量・エネルギー使用量等の整理（インベントリ分析）	25
2.1.7 ヒアリングの実施	27
2.2 海外プロセス導入スキーム	28
2.2.1 はじめに	28
2.2.2 プロセスの概要	29
2.2.3 投入可能な原料の検討	31
2.2.4 経済性評価（コスト試算）	34
2.2.5 候補地検討	36
2.2.6 ユーティリティ投入量・エネルギー使用量等の整理（インベントリ分析）	39
2.2.7 ヒアリング等の実施	40
2.3 本章のまとめ	41
3. LCA の検証・評価	42
3.1 はじめに	42
3.2 LCA の目的及び調査範囲の設定	45
3.2.1 ベースラインの設定	49
3.3 ベースライン（再生燃料化）の LCA	51
3.4 基油再生の LCA	52
3.4.1 既存プロセス活用スキーム	52
3.4.2 海外プロセス導入スキーム	53
3.5 将来（2030年）の想定	55
3.6 LCA 結果	56
3.7 温室効果ガス削減効果	60

3.7.1	シナリオ検討	60
3.7.2	結果.....	62
3.8	本章のまとめ.....	66
4.	環境影響低減効果の評価（統合的評価）	67
4.1	はじめに.....	67
4.2	評価の概要	69
4.3	シナリオの検討・作成	69
4.4	文献調査.....	73
4.5	環境影響低減効果の定性的整理・評価	75
4.6	環境影響低減効果に関する定量的評価	81
4.7	ヒアリングの実施	86
4.8	本章のまとめ.....	87
5.	ベネフィット・コスト・課題・リスクの分析.....	91
5.1	分析の概要	91
5.2	分析の結果.....	92
5.2.1	社会全体.....	92
5.2.2	基油再生事業者.....	93
5.2.3	廃潤滑油排出事業者	94
5.2.4	収集運搬事業者.....	94
5.2.5	廃潤滑油処分事業者・再生重油製造事業者	95
5.2.6	潤滑油製造事業者・潤滑油製品ブランドオーナー（販売者）	96
5.2.7	潤滑油使用者（エンドユーザー）	97
5.2.8	再生重油需要家（燃料利用者）	97
5.2.9	バージン基油製造（石油精製）・輸入販売事業者.....	98
5.2.10	自治体・地域社会.....	98
5.3	本章のまとめ.....	99
6.	国内外の政策動向調査	101
6.1	調査の概要	101
6.2	各国政策動向.....	102
6.2.1	欧州.....	102
6.2.2	ブラジル.....	108
6.2.3	中国.....	111
6.2.4	オーストラリア.....	115
6.2.5	インド	118
6.2.6	インドネシア	120
6.3	本章のまとめ.....	122

7. 国内政策検討.....	125
7.1 重大な課題とリスクの特定.....	125
7.2 再生重油の調達に関する制度.....	125
7.3 再生基油の販売に関する制度.....	126
7.4 基油再生事業者に対する制度.....	127
7.5 再生重油を燃料利用する事業者に対する制度.....	128
7.6 本章のまとめ.....	128
8. 結論.....	129
8.1 品質：グループⅢ再生基油は製造可能.....	129
8.2 経済性：原料調達コストが課題.....	129
8.3 環境影響：燃料転換が前提条件.....	130
8.4 制度：基油再生バリューチェーンだけでなく燃料利用者への対応も必要.....	130
8.5 社会実装に向けたロードマップの案.....	130
8.6 残された課題とリスク.....	131
8.7 おわりに.....	131
9. 現地視察会の開催.....	132
10. 共同実施者との打ち合わせの開催.....	132

1. 事業の概要

1.1 事業の目的

(1) 背景

2020年10月26日、菅義偉内閣総理大臣(当時)は、臨時国会の所信表明演説において、我が国は2050年までにカーボンニュートラルを目指すと宣言した。そして、温暖化対策をコストや制約と位置付ける時代から、経済と環境の好循環を生み出すことによって、機会創出と位置付ける時代へ転換させること、すなわち“グリーン成長戦略”が示された。さらに、日本政府は、2021年4月に、2050年カーボンニュートラルと統合的で野心的な目標として、2030年までに温室効果ガス(以下、GHG)を2013年度比46%削減することを目指すことを表明した。これを踏まえ、様々な産業において、GHG排出量削減目標が設定され、脱炭素化に向けた具体策が講じられている。例えば、化石資源である原油の利用を減らし、再生可能エネルギーへ転換すること等が推進されている。潤滑油産業においても、他の産業と同様に、社会全体の脱炭素化への貢献が求められる。

潤滑油は「産業の血液」と呼ばれ、様々な産業において機械を動かすために必要であり、焼き付きや摩耗を防止し機械寿命を延長させるだけでなく、摩擦の低減による省エネルギー化や、油圧装置における圧力の伝達のほか、冷却、洗浄、防錆・防食、密封など多様な目的で使用されている。1966年、Peter Jostは、英国の潤滑不適正による経済損失を約5.15億ポンド、当時の英国のGDPの約1%に相当すると報告した。また、1994年、一般社団法人潤滑油協会も同様の試算を行い、日本においては約13.5兆円、当時の日本のGDPの3~4%に相当すると報告した。この内訳は、部品・設備の寿命や、摩擦によるエネルギー損失等が挙げられた。これらは、カーボンニュートラルに向けた課題と符合するものであり、社会全体の脱炭素化を進めるうえで、潤滑油による機械寿命延長や省エネルギー化は必要不可欠な存在であると言える。従って、潤滑油産業においては、安定供給によって他産業の脱炭素化を基盤的に支えながら、自産業におけるGHG排出量の削減を進めることが必要である。

潤滑油の組成は基油と添加剤からなり、基油が8~9割程度を占める。一般的な潤滑油基油は、石油精製によって原油から燃料やナフサとともに連産品として製造されており、その製造数量は燃料の1/10~1/100程度である。我が国では、脱炭素化・電動化により燃料需要の減退が進んでおり、当社が策定した事業環境シナリオ“碧天+ (プラス)”では、パリ協定で設定された“1.5°C目標”の実現に向けて各国政府が急ピッチで対策を進め、非常に早いペースで種々の脱炭素技術が社会実装されることで、2050年にカーボンニュートラルが達成された場合、2050年までに原油処理量が最大で8割減少する可能性があることを見込まれた。このことは、2050年カーボンニュートラルに向けて順調に脱炭素化が進む場合、潤滑油基油の供給量が大幅に減少していくことを示している。一方で、潤滑油は、脱炭素化が進んだとしても、依然として様々な産業で機械を動かすために必要であり、その需要は堅調に推移すると推定される。従って、脱炭素化の推進によって、潤滑油基油の供給安定性は低下

し、輸入依存度が上昇していくと予想される。つまり、潤滑油産業は、脱炭素化と並行して、基油の供給安定性の改善を図っていかなければならない。

脱炭素化を推進しながら供給安定性を確保する手段としてマテリアルリサイクルがある。使用済み潤滑油は、再生して基油へマテリアルリサイクルすること（基油再生）が技術的に可能であり、そのようにして製造された基油は、再生基油（RRBO; Re-Refined Base Oil）と呼ばれる。再生基油は海外では既に実用化されており、欧米では、潤滑油の販売量に対して、使用済み潤滑油（廃潤滑油）をマテリアルリサイクルして製造される再生基油の製造量が1~3割程度ある。一方、我が国において再生基油は製造されていない。廃潤滑油の回収率は欧米並みの4割程度であるものの、そのほとんど全てが燃料（再生重油）として消費されている。我が国の廃棄物の焼却による全てのGHG排出の中で、廃潤滑油を含む廃油の燃焼によるものは3割を占めており、有意に貢献している。従って、脱炭素化と供給安定性を両立する上でも、基油再生の実現は有効であると考えられる。

令和2~3年度に、経済産業省 資源エネルギー庁は、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）を潤滑油協会に委託し、基油再生に関する調査・分析を実施した。その結果、海外で製造されている再生基油の品質は多岐にわたっていること、経済性を成立させるために補助金が充当されている場合があること、また、環境影響に関しては、我が国特有の事情を考慮したライフサイクルアセスメント（以下、LCA）が必要であることが指摘された。これらは、基油再生のプロセスによって結果が大きく異なる可能性があると考えられるため、我が国に実装する場合を想定したプロセスの設計が重要である。さらに、当該事業では、我が国に基油再生を実装するには、法制度を含めた社会システムの整備が必要であることも示唆された。そのためには、現行の法制度を踏まえ、どのような変更を加えるべきかを精査する必要がある。

基油再生に使われるプロセスは、主に減圧蒸留と水素化反応または溶剤抽出がある。これらのプロセスの詳細や組み合わせ方は事業者によって違いがあり、製造されている再生基油の品質は様々である。まず、潤滑油は基油に添加剤を配合して製造されるため、再生基油を製造するには添加剤由来の成分を除去しなければならない。これらの成分は、原油には基本的に含まれていない。このため、プロセスに投入するエネルギー等が、原油精製によるバージン基油製造よりも多く必要となる可能性がある。また、我が国の市場で広く受け入れられるには米国石油協会（API）による分類でグループⅢまたはグループⅡに相当する品質が望ましく、特に潤滑油市場で高いシェアを占める乗用車用ガソリンエンジン油に適用するには、より精製度の高いグループⅢの品質が求められる。一般的に、グループⅢの製造には水素化が必要であるため、エネルギーのみならず、水素等のユーティリティも多く使用する可能性がある。これらのことは、製造コストやGHG排出量に影響を与えると考える。従って、基油再生の社会実装にあたっては、品質、経済性、環境影響を精査し、適切なプロセスを設計しなければならない。

また、我が国の現在の法制度は、廃潤滑油の燃料処理を後押しする形になっているため、

我が国で基油再生の導入を実現するためには、体系的な見直しが必要となる。再生重油を含む廃潤滑油由来燃料は省エネ法において非化石エネルギーとして位置付けられ、また、それによる GHG 排出量は地球温暖化対策推進法（温対法）に基づく温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度（SHK 制度）において調整後排出量算定時の控除対象とされている。これらの制度が廃潤滑油由来燃料の需要を支えており、基油再生の実装と競合している。当然、これらは制度上の位置付けでしかなく、実際には、廃潤滑油の燃料利用は化石由来 GHG の排出に他ならない。本来、マテリアルリサイクルが困難な廃棄物を燃料利用することは重要であるが、そうでない廃棄物はマテリアルリサイクルを促すような仕組みが必要である。しかし、我が国には、燃料処理よりも基油再生を優先するような規制やインセンティブ制度は存在していない。燃料処理に対して基油再生の優位性が認められた場合には、基油再生を後押しするための法的制度体系が整備されなければならない。

令和 4～5 年度に、環境省は ENEOS と全国オイルリサイクル協同組合（JORC）に委託し、基油再生に関する環境影響の調査を行ったが、それぞれが異なる結論を導いていた。前者は基油再生の導入により GHG 排出量を削減できるとしているものの、後者は基油再生の導入によりバージン燃料の利用が増えてしまうために GHG 排出量が増大する可能性がある」と指摘した。これらの調査では、GHG 排出量算出の前提となるデータ（バージン基油の製造原単位）として異なる文献値が使われており、このことが結論の相違の一因となっている。また、基油再生の導入によりバージン燃料の利用が増えるというシナリオは、廃潤滑油由来燃料を利用する産業が脱炭素化を進めず引き続き GHG を排出し続けるという想定に基づいている。加えて、いずれも GHG 排出に焦点があてられており、その他の環境影響についてはあまり考慮されていない。これらの課題に関して、より現実的なデータやシナリオを設定し、統合的な環境影響調査を実施する必要がある。

(2) 目的

これらの課題を解決するために、本事業では、API 分類でグループⅢまたはグループⅡに相当する潤滑油基油と同等の性状を実現しつつ、バージン基油利用時よりも環境負荷（特に GHG 排出量）を低減できる基油再生プロセスを検討し、その経済合理性を検証することとした。また、海外の事例を参考に、我が国において基油再生を推進するために有効な法的制度を検討することとした。

1.2 事業の計画

(1) 基油再生プロセスの検討

基油再生を日本に実装するためのスキームとして、①既に国内に実在する石油精製のプロセスを活用する場合（以下、既存プロセス活用スキーム）と、②海外で実装されている基油再生に特化したプロセスを新たに導入し活用する場合（以下、海外プロセス導入スキーム）を検討対象とし、製造される再生基油の品質、製造するために必要となるエネルギーや資材の量及び製造に伴い排出される GHG や廃棄物等の量をシミュレートすることとした。

既存プロセス活用スキーム（以下、ケース A）では、国内で調達した廃潤滑油に対して減圧蒸留や溶剤抽出により潤滑油基油製造に不要な画分を取り除いた上で水素化精製を実施することを想定した予測を行うこととした。

海外プロセス導入スキーム（以下、ケース B）では、海外で実装されている基油再生に特化したプロセスを新たに導入して基油再生を行うため、国内で調達した廃潤滑油を海外企業に提供し、当該企業のプロセスによって精製することを想定した予測を行うこととした。

(2) LCA の検証・評価

ケース A 及び B の 2 つのシナリオにおいて、(1)において取得されるデータや石油精製事業者及び海外の基油再生事業者から実測やヒアリング等により取得するデータを用い、日本国内における基油再生のライフサイクルでの CO₂ 排出量を算定することとした。

(3) 環境影響低減効果の評価(統合的評価)

ケース A 及び B の 2 つのシナリオにおいて、(1)の検討内容を踏まえつつ、ベースラインシナリオと比較した場合の潤滑油基油再生に関する環境影響低減効果を定性的に整理するとともに、その一部は実証事業におけるプロセス情報を踏まえつつ定量的に整理することとした。

(4) ベネフィット・コスト・課題・リスクの分析

上記(1)～(3)の結果を踏まえ、国内に基油再生を実装した場合に想定される品質・経済性・環境影響等に関するベネフィットおよびコストを、(1)のケース A 及び B の 2 つのシナリオに基づいて分析することとした。その上で、実装にあたって解決が必要となる課題と、実装後の普及段階において発生し得るリスクを特定し整理することとした。

(5) 国内外の政策動向調査

基油再生が進んでいる国・地域を複数選定の上、各国規制・インセンティブプラン等の施策調査をデスクトップならびに業界関係者へのヒアリングを通じて実施し、政策による基油再生の経済性向上やマテリアルリサイクル促進効果を整理することとした。

(6) 国内政策検討

上記(4)および(5)の結果を踏まえ、国内における基油再生の実装および普及に向けて、(4)で特定した課題およびリスクの解決に有用と考えられる制度設計について提言をまとめることとした。

1.3 事業の体制

本事業の実施体制を図 1-1 に示す。

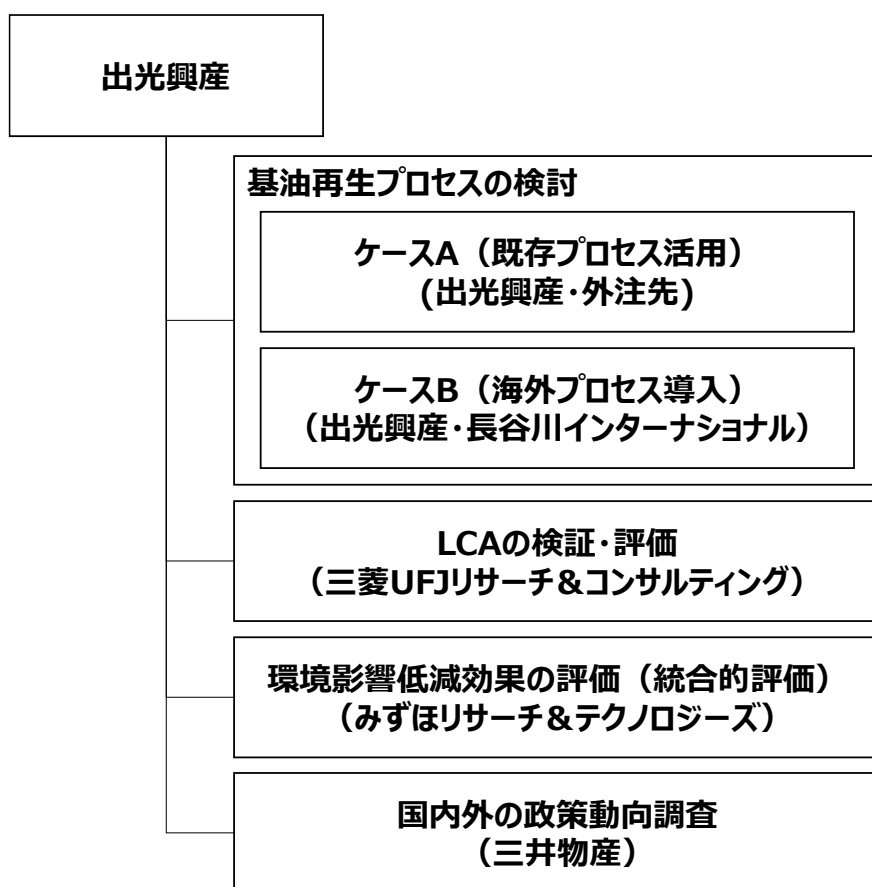


図 1-1 本事業の実施体制

1.4 事業の期間

本事業は、2025年4月1日から2026年10月31日までの期間に実施された。

2. 基油再生プロセスの検討

2.1 既存プロセス活用スキーム

2.1.1 はじめに

(1) 前提

原油由来の一般的な基油は、燃料等の連産品として製造される。出光興産では、千葉事業所において基油を製造している。当該事業所では、基油に必要な粘度留分を取り出す蒸留に加え、水素化脱蠟及び水素化精製等の工程を経て基油を製造している。これらの精製工程は原油由来の成分を前提に構築されている。本項では、当該事業所の上記精製工程に、使用済み潤滑油（廃潤滑油）由来の原材料を投入して再生基油を製造することを想定し、検討を行った。なお、当該事業所ではリサイクル材（廃潤滑油由来の基油原料）とバージン材（原油由来の基油原料）を切り替えて製造を行うことが極めて困難であるため、バージン材にリサイクル材を混合することで、部分リサイクル製品として再生基油を製造することとした。

原料については、現在専ら燃料利用されている再生重油を用いることとした。我が国では廃潤滑油の回収システムが成熟しており、廃潤滑油の回収から再生重油の製造というインフラが整っている。令和 4～5 年度環境省委託事業において、このインフラを支えている JORC が基油再生に必要な回収システムを検討済みである。また、廃潤滑油には、使用時に混入した水分や摩耗粉、潤滑油成分が劣化・変成して生じた固形物（スラッジ）等が含まれている。これらの物質については、廃潤滑油から再生重油を製造する際、既存の再生重油製造事業者が遠心分離や加熱処理によって大部分を除去できている。従って、本検討では新たな回収システムを追加構築することについては検討せず、既存インフラを通じて原料を調達することが合理的と考え、再生重油をリサイクル材として用いることとした。

(2) 課題

再生重油を原料とする場合、出光興産千葉事業所の精製工程で想定されている成分の前提が大きく異なる。上述の通り、廃潤滑油に含まれる夾雑物やスラッジ等はかなり除去されているものの、潤滑油中に安定して溶存或いは分散している添加剤由来の物質については、再生重油の製造工程ではほとんど除去できない。これら添加剤には多様な種類があり、中には、原油にはほとんど含まれない金属元素を有しているものも多い。従って、当該精製工程の前段階にて、適切な前処理を施し、これらの不純物を取り除くことが重要となる。

(3) 検討内容

以上を踏まえ、図 2-1 に既存プロセスを活用した再生基油の製造スキームの例を示した。今回、技術的課題の大きな、再生重油から添加剤由来物質を除去するための前処理を中心に検討を行った。その方法として、減圧蒸留及びフルフラール抽出を候補とした。なお、当該前処理は出光興産千葉事業所外で実施することとした。当該事業所にも減圧蒸留設備があるが、設備構成上、基油の製造に特化しているわけではないため、大部分が基油以外（燃料

等) に転換されてしまう可能性が高い。そこで、基油の製造に特化した精製を実施できる外注先を起用することとした。以降、出光興産千葉事業所ならびに当該事業所の精製工程をそれぞれ最終精製工場ならびに最終精製工程、外注先ならびに外注先が担当する工程をそれぞれ前処理工場ならびに前処理工程と記載する。

本節における検討のフォーカスは、以下の通りである。

- ▶ 前処理工程として位置付けた減圧蒸留及びフルフラール抽出での不純物低減効果を明らかにし、リサイクル材とバージン材の実現可能な混合比率を特定すること。
- ▶ 前記混合比率に影響を与える廃潤滑油の品質を特定し、収集すべき廃潤滑油の品質を明らかにすること。
- ▶ 本プロセスにおける基油再生の経済性確保の観点から、製造コストを明らかにすること。
- ▶ 本プロセスの環境影響評価の観点から、LCA 及び統合的評価に必要なデータ（燃料・電力・水・薬品等の使用量等）を収集すること。

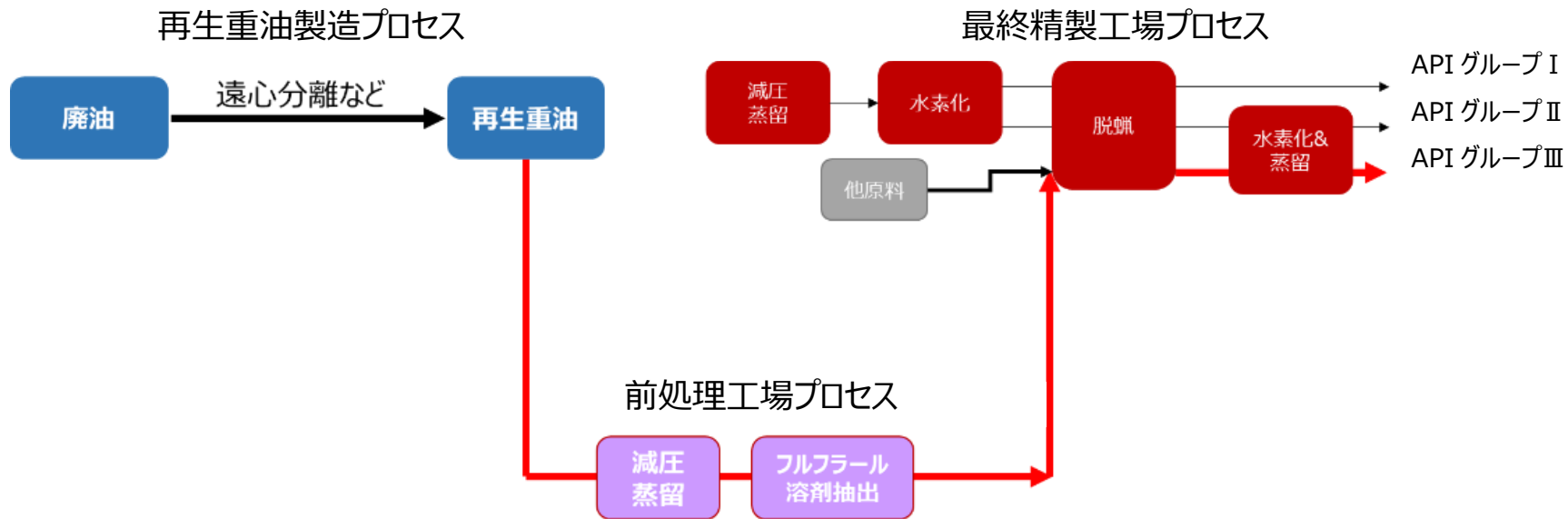


図 2-1 既存プロセス活用スキーム

2.1.2 原料の性状

再生重油には、潤滑油基油に成り得る炭化水素（パラフィン、ナフテン、アロマ）成分以外に、様々な不純物が含まれる。不純物は最終精製工程において装置腐食や触媒被毒の原因となる可能性が高い。そこで、本検討の原料として用いる再生重油の性状及び組成評価を実施した。なお、塩素（Cl）分については特に低減が必要であることから、塩素分の異なる複数のロットを用いた。結果は表 2-1、表 2-2、表 2-3 に記載した。

表 2-1 原料一般性状

項目	単位	評価法	原料①	原料②	原料③
備考	—	—	標準品	高塩素品	低塩素品
密度	g/cm ³	JISK2249	0.8629	0.8674	0.8669
40℃動粘度	mm ² /s	JISK2283	29.34	—	32.2
引火点（COC）	℃	JISK2265	144.0	—	144.0
流動点	℃	JISK2269	-43	—	-37.5
水分	wt%	JISK2275	0.89	—	—
残留炭素	質量%	JISK2270	0.99	—	—

表 2-2 原料蒸留性状

項目	単位	評価法	原料①	原料②	原料③
IBP	℃	JISK2254	162.5	168.0	168.0
5%	℃	同上	224.5	220.5	251.0
10%	℃	同上	300.5	266.5	345.0
20%	℃	同上	377.0	347.0	390.0
30%	℃	同上	402.0	388.0	406.0
40%	℃	同上	416.5	411.0	418.0
50%	℃	同上	429.0	428.5	429.0
60%	℃	同上	443.0	448.0	441.0
70%	℃	同上	459.5	472.0	456.0
80%	℃	同上	483.5	504.0	476.0
90%	℃	同上	532.0	561.0	517.0
95%	℃	同上	587.5	602.5	554.0
97%	℃	同上	604.5	614.5	578.0
EP	℃	同上	679.0	686.5	639.0

表 2-3 原料中の各元素含有量

項目	単位	評価法	原料①	原料②	原料③
Al	質量 ppm	JISK0116	27	38	5 未満
Ca	質量 ppm	同上	760	770	800
Cl	質量 ppm	—	280	470	240
Cu	質量 ppm	JISK0116	22	29	7
Fe	質量 ppm	同上	200	260	32
K	質量 ppm	同上	19	11	14
Mg	質量 ppm	同上	140	74	130
Mn	質量 ppm	同上	8	8	5 未満
Mo	質量 ppm	同上	240	97	200
N	質量 ppm	JISK2609	770	540	640
Na	質量 ppm	JISK0116	20	27	12
P	質量 ppm	JISK0116	620	720	48
Pb	質量 ppm	同上	2.7	5	5 未満
S	質量 ppm	JISK2541	4,600	6,200	3,200
Si	質量 ppm	JISK0116	110	260	15
Zn	質量 ppm	同上	640	670	430

評価結果のうち、着目すべきは水分と各元素含有量である。特に水分や塩素分は最終精製工程における装置腐食の原因となりうる。また、各種の金属分は後段の水素化プロセスにおいて触媒被毒となりうる。このため、前処理工程を実施することで、これらの原料中の不純物濃度の低減が可能か検討した。

2.1.3 プロセスの検討

廃潤滑油から潤滑油基油を製造するまでの工程の全体像は先に示した通りである。まず、前処理工程として、潤滑油基油に適した蒸留性状の留分（基油留分）を得つつ、沸点の違いを利用して不純物を除去することを目的として、減圧蒸留を行うことを検討した。続いて、もう一つの前処理工程として、溶剤への溶解性の違いを利用して不純物を除去することを目的として、フルフラール抽出を行うことを検討した。そして、その生成物が最終精製工程である水素化脱蠟・水素化精製に与える影響の評価を行った。

(1) 減圧蒸留

減圧蒸留による不純物除去の可能性を検討するため、実験室レベルでの実験（ラボ実験）を行った。実験のスキームを図 2-2 に示す。

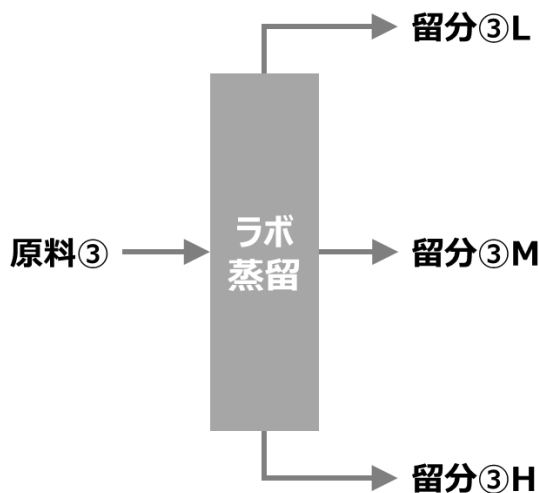


図 2-2 減圧蒸留のラボ実験スキーム

実験条件は以下の設定とした。

表 2-4 減圧蒸留のラボ実験条件

項目	内容
装置名	減圧式単蒸留装置
減圧度	10kPa 未満
最高温度	400°C 未満
カット条件（収率）	留分③L（軽質分） : 18vol% 留分③M（メイン分） : 51vol% 留分③H（重質分） : 31vol%
原料油	原料③

本実験により得られた留分をそれぞれ留分③L（軽質分）、留分③M（メイン分）、留分H（重質分）と呼称する。

① 減圧蒸留による物性及び組成の変化

原料③及び蒸留で得られた留分③L, M, H の一般性状、蒸留性状、各元素含有率を比較したものを以下に示す。

表 2-5 減圧蒸留後の一般性状

項目	単位	評価法	原料③	留分③L (軽質分)	留分③M (メイン分)	留分③H (重質分)
密度	g/cm ³	JISK2249	0.8669	0.8345	0.8485	0.9096
40℃動粘度	mm ² /s	JISK2283	32.2	3.943	23.10	222.90
流動点	℃	JISK2269	-37.5	—	-22.5	—

表 2-6 減圧蒸留後の蒸留性状

項目	単位	評価法	原料③	留分③L (軽質分)	留分③M (メイン分)	留分③H (重質分)
IBP	℃	JISK2254	168.0	140.0	340.0	372.0
5%	℃	同上	251.0	188.0	376.0	452.0
10%	℃	同上	345.0	197.0	388.0	463.0
20%	℃	同上	390.0	222.0	288.0	477.0
30%	℃	同上	406.0	244.0	411.0	490.0
40%	℃	同上	418.0	267.0	418.0	503.0
50%	℃	同上	429.0	303.0	426.0	516.0
60%	℃	同上	441.0	333.0	434.0	529.0
70%	℃	同上	456.0	362.0	442.0	543.0
80%	℃	同上	476.0	386.0	453.0	560.0
90%	℃	同上	517.0	409.0	468.0	590.0
95%	℃	同上	554.0	425.0	482.0	616.0
97%	℃	同上	578.0	436.0	493.0	635.0
EP	℃	同上	639.0	484.0	528.0	647.0

表 2-7 減圧蒸留後の各元素含有量

項目	単位	評価法	原料③	留分③L (軽質分)	留分③M (メイン分)	留分③H (重質分)
Al	質量 ppm	JISK0116	5 未満	5 未満	5 未満	10
Ca	質量 ppm	同上	800	5 未満	5 未満	2,700
Cl	質量 ppm	—	240	130	220	110
Cu	質量 ppm	JISK0116	7	5 未満	5 未満	22
Fe	質量 ppm	同上	32	5 未満	5 未満	110
K	質量 ppm	同上	14	5 未満	5 未満	53
Mg	質量 ppm	同上	130	5 未満	5 未満	440
Mn	質量 ppm	同上	5 未満	5 未満	5 未満	5 未満
Mo	質量 ppm	同上	200	5 未満	5 未満	660
N	質量 ppm	JISK2609	640	260	260	1,300
Na	質量 ppm	JISK0116	12	5 未満	5 未満	45
P	質量 ppm	JISK0116	48	19	5 未満	130
Pb	質量 ppm	同上	5 未満	5 未満	5 未満	5 未満
S	質量 ppm	JISK2541	3,200	4,000	1,200	4,800
Si	質量 ppm	JISK0116	15	150	5 未満	40
Zn	質量 ppm	同上	430	5 未満	5 未満	1,500

② 減圧蒸留による不純物除去効果

原料③に含まれていた元素のうち、一部を除いてほとんどは重質分へ濃縮され、目的留分である留分③M においては検出限界未満となるまで除去することができた。従って、減圧蒸留は大部分の不純物を除去できる極めて有効な手段であることがわかった。しかし、塩素 (Cl)、窒素 (N)、硫黄 (S) 等は留分③M に残留した。

金属成分が錯体あるいは塩の状態で存在している場合、その沸点は一般的に非常に高い。このため、金属成分のほとんどが重質留分中に存在したものと思われる。一方、残留した元素に関しては、炭化水素と結合した有機化合物として存在しており、同じく炭化水素からなる基油成分と類似した沸点を有していたことから、沸点の違いを利用した除去はできなかった可能性が高い。

(2)フルフラール抽出

次に、減圧蒸留で除去しきれなかった不純物の濃度を、フルフラール抽出装置によって更なる低減が図れるかを検証した。本来、フルフラール抽出装置は基油中の芳香族濃度を低減させることが主たる目的の装置である。これは、基油と芳香族のフルフラールに対する溶解性の違いを利用したものである。今回は、この原理を廃潤滑油中の基油成分とそれ以外の不純物の溶解性の違いに適用できる可能性があると考え、ラボ実験による検証を実施した。

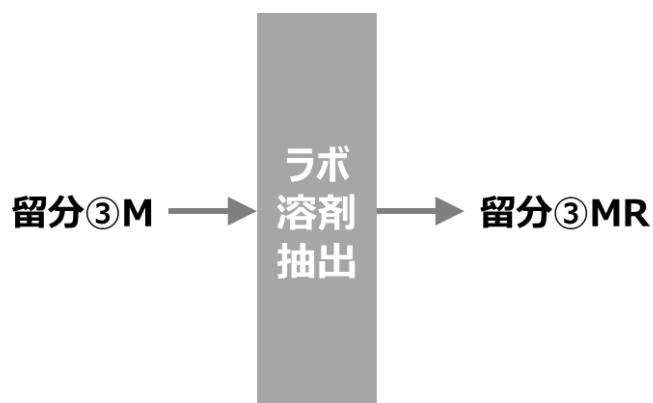


図 2-3 フルフラール抽出のラボ実験スキーム

フルフラール抽出のラボ実験条件は以下の設定とした。

表 2-8 フルフラール抽出ラボ実験条件

項目	内容
装置名	フルフラール抽出実験装置
原料油	留分③M
フルフラール/原料比率	1.0
温度	70℃
攪拌時間	30分

フルフラール抽出により得られた留分を留分③MR と呼称する。

① フルフラール抽出による組成の変化

原料③と留分③M、留分③MRの性状等を比較したものを以下に示す。

表 2-9 減圧蒸留後、フルフラール抽出後の一般性状

項目	単位	評価法	原料③	留分③M	留分③MR
密度	g/cm ³	JISK2249	0.8669	0.8485	0.8507
40℃動粘度	mm ² /s	JISK2283	32.2	23.10	20.30
屈折率@20℃	—	JISK0062	1.4707	—	1.4673

表 2-10 減圧蒸留後、フルフラール抽出後の蒸留性状

項目	単位	評価法	原料③	留分③M	留分③MR
IBP	℃	JISK2254	168.0	340.0	344.0
5%	℃	同上	251.0	376.0	378.5
10%	℃	同上	345.0	388.0	391.0
20%	℃	同上	390.0	288.0	404.5
30%	℃	同上	406.0	411.0	414.0
40%	℃	同上	418.0	418.0	422.0
50%	℃	同上	429.0	426.0	429.5
60%	℃	同上	441.0	434.0	437.5
70%	℃	同上	456.0	442.0	446.0
80%	℃	同上	476.0	453.0	457.0
90%	℃	同上	517.0	468.0	471.5
95%	℃	同上	554.0	482.0	485.0
97%	℃	同上	578.0	493.0	494.5
EP	℃	同上	639.0	528.0	524.0

表 2-11 減圧蒸留後、フルフラール抽出後の各元素含有量

項目	単位	評価法	原料③	留分③M	留分③MR
Al	質量 ppm	JISK0116	5 未満	5 未満	—
Ca	質量 ppm	同上	800	5 未満	—
Cl	質量 ppm	—	240	220	53
Cu	質量 ppm	JISK0116	7	5 未満	—
Fe	質量 ppm	同上	32	5 未満	—
K	質量 ppm	同上	14	5 未満	—
Mg	質量 ppm	同上	130	5 未満	—
Mn	質量 ppm	同上	5 未満	5 未満	—
Mo	質量 ppm	同上	200	5 未満	—
N	質量 ppm	JISK2609	640	260	110
Na	質量 ppm	JISK0116	12	5 未満	—
P	質量 ppm	JISK0116	48	5 未満	14
Pb	質量 ppm	同上	5 未満	5 未満	—
S	質量 ppm	JISK2541	3,200	1,200	900
Si	質量 ppm	JISK0116	15	5 未満	—
Zn	質量 ppm	同上	430	5 未満	—

② フルフラール抽出による不純物除去効果

蒸留だけでは除去できなかった塩素 (Cl)、窒素 (N)、硫黄 (S) 分について、フルフラール抽出により一定程度の濃度減少を確認できた。従って、溶解性の違いを利用した除去は有効であると考えられる。しかしながら、これらの元素を検出限界未満となるまで除去することはできなかったことから、採用の優先度は低いと考える。

更に、これらの元素は、わずかな含有量であっても、後段の最終精製工程において大きな障害となる。従って、本事業で検討したプロセスの範囲においては、最終精製工程に影響を与えないよう、バージン材でこれらの成分を十分に希釈しなければならないことがわかった。将来的に、バージン材による希釈を排するためには、これらの元素の少ない廃潤滑油を原料として用いるか、これらの元素の除去に有効な溶剤抽出や化学反応の方法を見出して導入する必要がある。

(3) 最終精製工程への影響評価

下表に、最終精製工程（水素化脱蠟・水素化精製）に影響を与える主な元素を記載した。

表 2-12 各元素が最終精製工程に与える影響

元素	主な影響
塩素 (Cl)	触媒被毒、装置腐食
窒素 (N)	触媒被毒
硫黄 (S)	触媒被毒

最終精製工程に用いる各種装置や触媒の仕様（営業秘密のため非開示）を網羅的に参照して比較したところ、このうち、もっとも厳しい制約となるのは塩素であることがわかった。前項に示した塩素濃度を基準に、リサイクル材とバージン材の許容可能な混合比率を算出したところ、そのリサイクル材の比率は0.1～1.0 vol%となった。

混合比率を増加させるためには、塩素の除去に特化した工程を導入する、再生重油の塩素濃度を予め分析し低塩素の再生重油を選定して調達する、低塩素な特定の種類の廃潤滑油を回収し再生重油化する仕組みを構築する、などの方策がある。これらを実現できれば、許容可能な混合比率を更に上昇できる可能性があり、引き続き検討が必要である。

(4) 装置腐食への対策

前処理工程の有効性についてはラボ実験で確認できたが、実際の装置に対して再生重油を投入するには、それらの装置に対する腐食の影響を考慮する必要がある。特に、減圧蒸留装置は不純物が最も多い状態で通油されるため、腐食影響が最も大きいと考えられる。一般的に、石油精製装置の主な腐食要因は、塩酸腐食及びナフテン酸腐食である。

これまで述べてきた通り、原料となる廃潤滑油または再生重油中には、多量の塩素が含まれている。塩素はその状態から有機塩素と無機塩素に大別される。有機塩素とは主にクロロパラフィンやクロロエステルと呼ばれる化合物であり、潤滑油添加剤の一部に使用されている。無機塩素とは塩素原子が炭素原子以外の元素と結合しているものを指し、塩化水素や塩化ナトリウムなどが代表的な化合物である。中でも塩化水素は、水と同時に存在する場合に塩酸となり、強力な腐食要因である。有機塩素は直ちに問題にはならないが、これらが高温で分解された場合、塩化水素へと変化し腐食要因となりうる。また、ナフテン酸腐食は、原料（通常の石油精製の場合は原油）中に含まれるナフテン酸が腐食を発生させるものである。

こうした酸による腐食対策として、強アルカリである苛性ソーダ (NaOH) の添加が行われることがある。本検討においても、腐食要因となる物質を苛性ソーダによって中和または除去できる可能性があり、その有用性を検証する必要がある。

(5) 苛性ソーダの添加効果

腐食対策として、苛性ソーダ (NaOH) を原料に添加し、効果を確認した。2.1.3(1)項における実験では、標準条件 (原油精製用) として苛性ソーダ水溶液 (約 18 mol/L) が 2.3 g/L の濃度で添加されている。しかしながら、蒸留後の留分の酸価は高く、腐食懸念がある状態であった。これは、再生重油には各種の添加剤が含まれているため、標準条件の想定に対して酸性成分が多く、苛性ソーダの添加量が不足したためと考えられる。このため、標準条件よりも苛性ソーダ水溶液の添加量を増やし、23 g/L を添加して同様に蒸留を実施した。蒸留条件は表 2-4 と同一である。

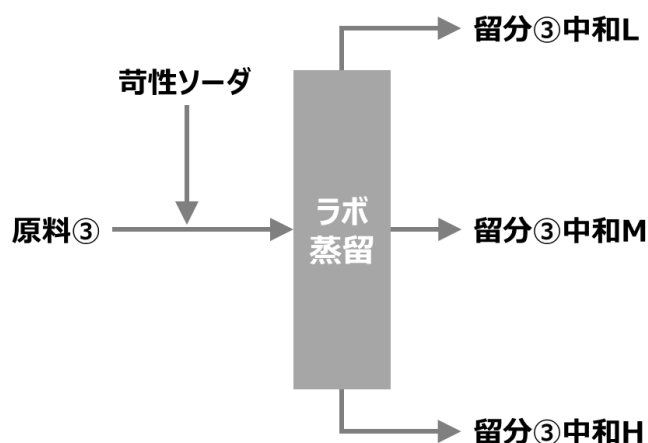


図 2-4 苛性ソーダ添加のラボ検討スキーム

本スキームでラボ蒸留を実施したときの分析結果を以下に示す。

表 2-13 減圧蒸留前後の一般性状 (苛性ソーダ影響評価)

項目	単位	評価法	原料③	留分③ M	留分③ 中和 M
密度	g/cm ³	JISK2249	0.8669	0.8485	0.8514
40°C動粘度	mm ² /s	JISK2283	32.2	23.10	22.22
酸価	mgKOH/g	電位差滴定法	1.67	5.34	0.01

表 2-14 減圧蒸留前後の各元素含有量 (苛性ソーダ影響評価)

項目	単位	評価法	原料③	留分③M (メイン分)	留分③中和 M (メイン分)
Cl	質量 ppm	—	240	220	53
N	質量 ppm	JISK2609	640	260	220
S	質量 ppm	JISK2541	3,200	1,200	1,600

分析の結果、留分③中和 M では酸価が大きく低下していた。また、リサイクル材とバージン材の許容可能な混合比率の制約となっていた塩素分も大きく低下していた。従って、標準条件よりも苛性ソーダを多く添加することが有効であることが判明した。

2.1.4 モデルケースの設計

以上の検討状況を踏まえ、社会実装を目指す基油再生のモデルケースを設計した。その結果を図 2-5 に示す。前処理工程において、金属成分を大幅に低減できる減圧蒸留を採用するものの、フルフラール溶剤抽出についてはその他の制限元素（塩素・窒素・硫黄）の低減効果が限定的であったことから、これを排し、バージン材との希釈率を高めることで対処することとした。

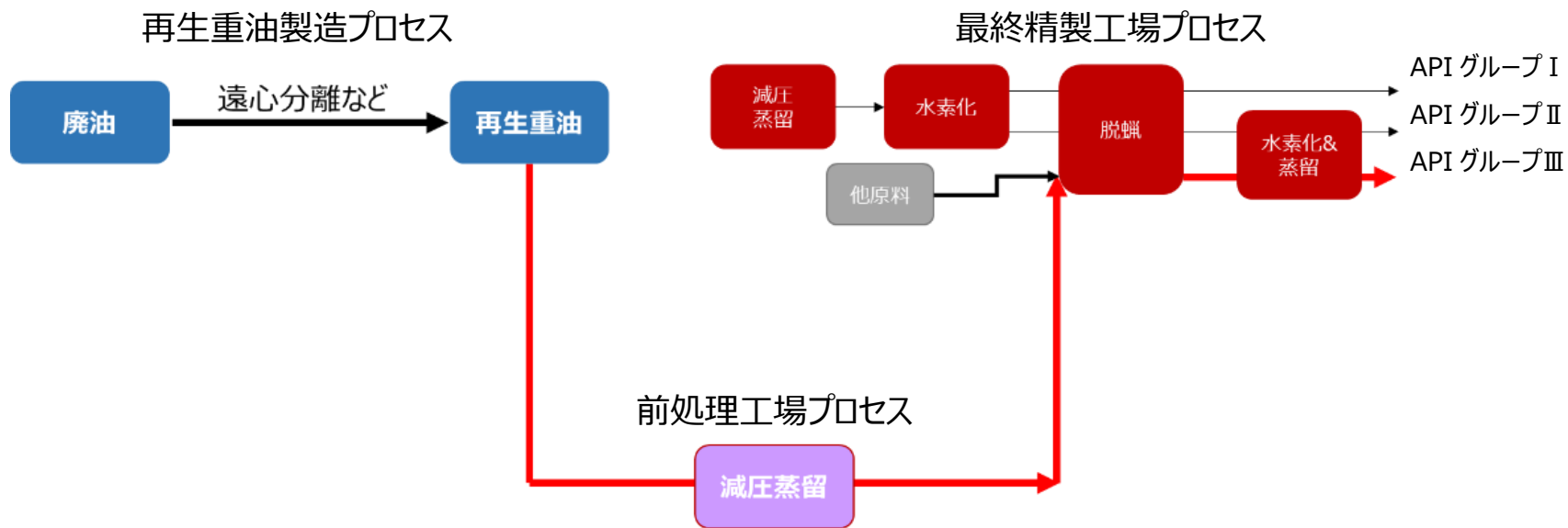


図 2-5 既存プロセス活用による基油再生モデルケース

2.1.5 経済性評価(コスト試算)

上述のプロセスにおける基油再生の経済性を明らかにするため、コストを試算した。コストの内訳は、再生重油の調達コスト、再生重油の前処理工場への輸送コスト、前処理工場での精製コスト、前処理工場から最終精製工場への輸送コスト、最終精製工場での精製コストに区別して整理することができる。各コストについて、単位原材料数量あたりの推定値を以下に記載する。

- 再生重油の調達コスト：70 円/L

資源エネルギー庁の石油製品価格調査によれば 2024 年度の A 重油の価格は約 100 円/L で安定しており、また、再生重油は A 重油の 7 割程度で取引されていると報告されていることを考慮して設定した。

- 再生重油の前処理工場への輸送コスト：10～15 円/L

石油製品用タンクローリーでの輸送を想定し、国土交通省による令和 6 年 3 月告示のトラック運送業における標準的な運賃表を参考に、想定される輸送距離及び輸送数量を考慮して設定した。

- 前処理工場での委託精製コスト：15～30 円/L

営業秘密のため根拠は非開示とする。

- 前処理工場から最終精製工場への輸送コスト：3～5 円/L

内航油送船により約 1,000 km 輸送することを想定し、日本内航海運組合総連合会が令和 6 年 3 月に報告した「データで読み解く内航海運」における内航元請運賃表を参考に、想定される輸送距離及び輸送数量を考慮して設定した。

- 最終精製工場での精製コスト：30～45 円/L

営業秘密のため根拠は非開示とする。

上記のコスト等を単純に加算すると 128～165 円/L となるが、再生重油から再生基油を製造するまでの一連の工程において、その経済性を正しく評価する為には、各工程における歩留まり（収率）を考慮する必要がある。前処理工場及び最終精製工場における収率は、本試算ではそれぞれ 49.3%及び 90.7%と見込んだ。

表 2-15 一連の工程におけるコストと歩留まり

記号	項目	コスト	収率
①	再生重油の調達コスト	70 円/L	
②	再生重油の前処理工場への輸送コスト	10～15 円/L	
③	前処理工場での委託精製コスト（原料 1 L あたり）	15～30 円/L	
④	前処理工場での歩留まり		49.3%
⑤	前処理工場から最終精製工場への転送コスト	3～5 円/L	
⑥	最終精製工場での歩留まり		90.7%
⑦	最終精製工場での精製コスト（製品 1 L あたり）	30～45 円/L	

上記を考慮すると、再生基油 1 L あたりの合計コストは以下の数式で算出できる。

$$\{(\text{①}+\text{②}+\text{③})\div\text{④}+\text{⑤}\}\div\text{⑥}+\text{⑦}$$

以上より、再生基油 1 L あたりの合計コストは 245～308 円/L となった。

上記価格を原油由来の基油の市況価格と比較すると、API 分類グループ I 及びグループ II の基油よりも大幅に高価であり、グループ III 基油の価格をも超えてしまう可能性が高い。そこで、経済性の改善可能性を検討するため、各工程が最終製品 1 L あたりのコストに与える影響を分析した。各工程のコストがゼロになるか、収率が 100%になった場合に、どの程度合計コストを低減できるかを計算した。結果的に、計算式は下記の通りとなった。

- 再生重油の調達コストの影響：①÷④÷⑥
- 再生重油の前処理工場への輸送コストの影響：②÷④÷⑥
- 前処理工場での精製コストの影響：③÷④÷⑥
- 前処理工場での歩留まりの影響：(①+②+③)÷④÷⑥-(①+②+③)÷⑥
- 前処理工場から最終精製工場への輸送コストの影響：⑤÷⑥
- 最終精製工場での歩留まりの影響：

$$\{(\text{①}+\text{②}+\text{③})\div\text{④}+\text{⑤}\}\div\text{⑥}-\{(\text{①}+\text{②}+\text{③})\div\text{④}+\text{⑤}\}$$
- 最終精製工場での精製コストの影響：⑦

表 2-16 コスト分析結果

影響項目	コストへの影響度
再生重油の調達コスト	156 円/L
再生重油の前処理工場への輸送コスト	22～34 円/L
前処理工場での精製コスト	33～67 円/L
前処理工場での歩留まり	107～131 円/L
前処理工場から最終精製工場への輸送コスト	3～6 円/L
最終精製工場での歩留まり	20～24 円/L
最終精製工場での精製コスト	30～45 円/L

まず、最も影響が大きいのが再生重油の調達コスト 156 円/L であり、合計コストの半分以上を占めていることがわかった。この時点で既にグループ I 基油及びグループ II 基油よりも高価であり、これらの基油への再生はそもそも経済合理性が成立しないと考えられる。そして、この調達コストを合計コスト 245～308 円/L から除いて得られる 89～152 円/L が製造コストとなる。この中で影響が大きいのが、前処理工場及び最終精製工場での歩留まりであった。この歩留まりの影響度は、原料すなわち再生重油の調達コストにも影響を受けており、このコストを低減できれば歩留まりの影響度も小さくなる。

ここで、上記の合計コストがグループ III 基油の市況価格を下回ることができる条件を検討した。2025 年 3 月現在のグループ III 基油の価格は 150 円/L 程度であるため、合計コストの下限値が 150 円/L になるような再生重油の調達コストと歩留まりを調査した。まず、再生重油の調達コストを 70 円/L から 25 円/L に変更した場合、合計コストは 145～208 円/L となり、経済合理性が成立する可能性が示唆された。また、調達コストに次いで影響の大きい前処理工場の歩留まりについては、49.3%から 90%まで引き上げなければ 150 円/L を下回ることができず、この時の合計コストは 149～192 円/L であった。ただし、そもそも潤滑油製品には基油以外の添加剤成分が 10%以上添加されていることも多く、減圧蒸留で歩留まりを 90%以上に引き上げることは技術的に不可能であると考えられる。すなわち、再生重油の調達コストの低減が必要であった。

さらに、副生成物の有価利用について検討した。前処理工場においては、重質留分が 23%程度発生すると見込まれ、これは C 重油相当の燃料として利用できる可能性がある。再生基油 1L 製造あたりの本副生成物の発生量は 0.51L である。この副生成物が、燃料用途の再生重油と同程度の価格で販売することができ、その収益を合計コストの減免に充てられると仮定する。再生重油の調達コストから輸送コストを差し引いた価格が前処理工場からの工場出し販売価格と考え、60 円/L で販売できるとすると、再生基油製造の合計コストを 31

円/L 押し下げる効果があることがわかった。また、最終精製工場においては、軽油相当の成分が7%程度発生すると見込まれる。この副生成物が、さらなる精製処理を経て軽油になると仮定する。2024年～2025年の軽油卸価格は90円/L程度で推移しているため、この価格から精製費として20円/Lを差引いた70円/Lが本副生成物の価値であるとする、再生基油製造の合計コストを5円/L押し下げる効果があることがわかった。これらの効果を合わせると、合計コストは209～272円/Lとなり、再生重油の調達コストを除いた製造コストは53～116円/Lとなった。この効果だけで十分埋め合わせることはできないものの、低減すべき再生重油の調達コストの値幅を縮小することはできると考える。副生成物を有効利用する前提で、再生重油の調達コストを41円/Lに設定した場合、再生基油製造の合計コストは144～207円/Lとなった。

2.1.6 ユーティリティ投入量・エネルギー使用量等の整理(インベントリ分析)

LCA の検証・評価及び環境影響低減効果の評価（統合的評価）を実施するため、各工程におけるユーティリティ（燃料・電力など）投入量及びエネルギー使用量を算出する必要がある。ここでは、上記のモデルケースにおける、前処理工程、前処理工場から最終精製工場への輸送及び最終精製工程について、ユーティリティ投入量・エネルギー使用量を調査した。

● 前処理工程（減圧蒸留）

モデルケースの前処理工程で使用を想定した装置について、再生重油の性状とラボ実験の結果に基づき、留出入量、ユーティリティ投入量・エネルギー使用量を推定した。酸価等の低減を目的として苛性ソーダを注入することを想定し、副資材として苛性ソーダを使用することとした。再生重油を処理する場合の苛性ソーダ注入量は 2.1.3.(5)で酸価の低減を確認できた条件を採用した。なお、苛性ソーダは水溶液の形態で注入され、水分のほとんどは水蒸気として大気放出される。本工程の製品すなわち最終精製工程の原料となる留分の収率は前述の通り 49.3%とした。また、副生成物を有価利用することとし、副生成物 23%を C 重油に相当する燃料として利用することとした。

表 2-17 前処理工場におけるユーティリティ投入量・エネルギー使用量

項目		単位	値
原料	再生重油	L	1,000
ユーティリティ	C 重油	L	34
	蒸気	t	0.038
	電力	kWh	20
	工業用水道	m3	0.13
	窒素	m3	2.1
	苛性ソーダ	kg	13
	出力	目的物（減圧蒸留油）	L
副生製品（C 重油相当燃料）		L	230
廃油		L	280
廃水		m3	0.17

● 前処理工場から最終精製工場への輸送

前処理工場から最終精製工場への輸送手段は、内航油送船とし、その輸送距離は 1,000 km とした。内航輸送船によるユーティリティ投入量・エネルギー使用量に関しては、産業技術総合研究所が開発した LCI データベースである AIST-IDEA に記載されているため、これを用いることとした。

- 最終精製工程

最終精製工程に投入するリサイクル材の量はバージン材に対してわずかであるため、本工程の運転条件はバージン材を原料としている通常時と同一であると考えます。そこで、本工程のユーティリティ投入量・エネルギー使用量等は通常時のものを採用しました。本工程では、燃料ガス、蒸気、電気、水素及びアンモニアを使用しますが、それらの数量の詳細や、実際の収率等は、営業秘密のため非開示とする。なお、前述の通り副生成物の一部は軽油の原料となることとした。

2.1.7 ヒアリングの実施

上述の検討を行うにあたり、国内企業（前処理を行う外注先）へのヒアリングを下記の通り行った。

表 2-18 ヒアリング実施概要

実施日	概要
2025年5月20日	前処理プロセスの詳細に関する打ち合わせ
2025年5月26日	
2025年6月27日	
2025年8月20日	

2.2 海外プロセス導入スキーム

2.2.1 はじめに

本節では、海外で既に商業的に稼働している基油再生プロセスを日本国内に導入した場合の適用可能性について、多角的に整理することとした。特に欧州では、使用済み潤滑油（Used Lubricating Oil: ULO）を原料とし、特殊な水素化精製技術と熱分解技術を組み合わせる高度プロセスによって、グループⅢ相当の高品質再生基油が既に安定生産されており、市場でもバージン基油に匹敵する評価を得ている。こうした再生基油は、自動車用潤滑油や工業用潤滑油の分野で広く利用可能であり、一部では環境付加価値に基づくカーボンプレミアムが付与される市場動向も確認されている。そこで、欧州企業で実際に稼働しているプロセスの中でも最も技術的に優れた事例をモデルケースとし、そのプロセスの技術的特徴、投入可能原料、収率特性、副産物利用の方向性を詳細に整理することとした。その上で、国内導入を想定した場合の経済性評価を行うこととした。

2.2.2 プロセスの概要

本節で対象とするのは、欧州において既に商業規模で稼働している複数の再生基油プロセスの中でも、最も技術的に優れたと評価される先進プロセスである。このプロセスは、特殊水素化精製ユニットと熱分解装置を組み合わせることにより、従来型の再生重油ベースの処理や単純な蒸留・水素化精製に比べ、圧倒的に高い基油収率と製品品質を実現している。

まず大きな特徴は、投入原料の 60%以上を高品質基油として回収可能である点にある。具体的には、グループⅡからグループⅢに相当する再生基油を安定的に生産でき、自動車用エンジン油、工業用潤滑油など幅広い用途でバージン基油の代替が可能である。欧州市場ではすでに、この再生基油がバージン基油と同等に取引されるケースも確認されており、さらに近年は環境付加価値に基づくカーボンプレミアムが付与される動きも一部で見られる。

次に、副産物の活用である。本プロセスでは、基油のほかにナフサ約 11.5%、軽油約 16%、燃料ガス約 7%、グリーンコークス約 1.5%を副生する。燃料ガスはプロセス内の加熱炉で天然ガス代替として再利用され、エネルギー効率の向上に直結している。軽油はそのまま販売することもできるが、欧州事業者ではさらに付加価値を高めるべく、深度水素化・異性化・分画による溶剤炭化水素（低芳香族・低硫黄・低臭気の高純度溶剤）への高度化を進めている。このオプションは、市場局面に応じて「軽油販売」と「溶剤販売」を切替できる柔軟性をもたらし、総収益性を高める戦略として注目されている。

また、環境負荷低減効果も大きい。ドイツ ifeu 研究所の LCA 調査によれば、ULO を再生基油に再生することで、1 t 当たり約 1.8 t の CO₂ 削減効果が得られると報告されている。さらに GEIR の研究では、CO₂ 以外の環境負荷項目、例えば発がん性物質排出や富栄養化への寄与などにおいても、再生基油はバージン基油製造と比較して明確な優位性を持つことが示されている。このため欧州では、再生基油は単なるリサイクル製品ではなく、脱炭素政策やサーキュラーエコノミー推進の中核製品として位置づけられつつある。

ユーティリティ面では、天然ガス、電力、蒸気、水素、アンモニアを主に利用している。特に水素は基油精製の鍵となる要素であり、現在は SMR（天然ガス改質）由来のグレー水素を使用しているが、将来的には外部調達グリーン水素や再生可能電力への転換が可能である。これにより、さらに温室効果ガス排出を低減し、GX 政策との親和性を一層高めることが期待される。

以上のように、この欧州先進プロセスは、高い基油収率・副産物の柔軟な高付加価値化・環境負荷低減・将来のグリーン水素対応という点で、既存の国内再生重油プロセスを大きく上回る優位性を有している。日本に導入する場合にも、単なるリサイクル技術の導入にとどまらず、次世代型の循環型産業基盤の構築につながる可能性がある。

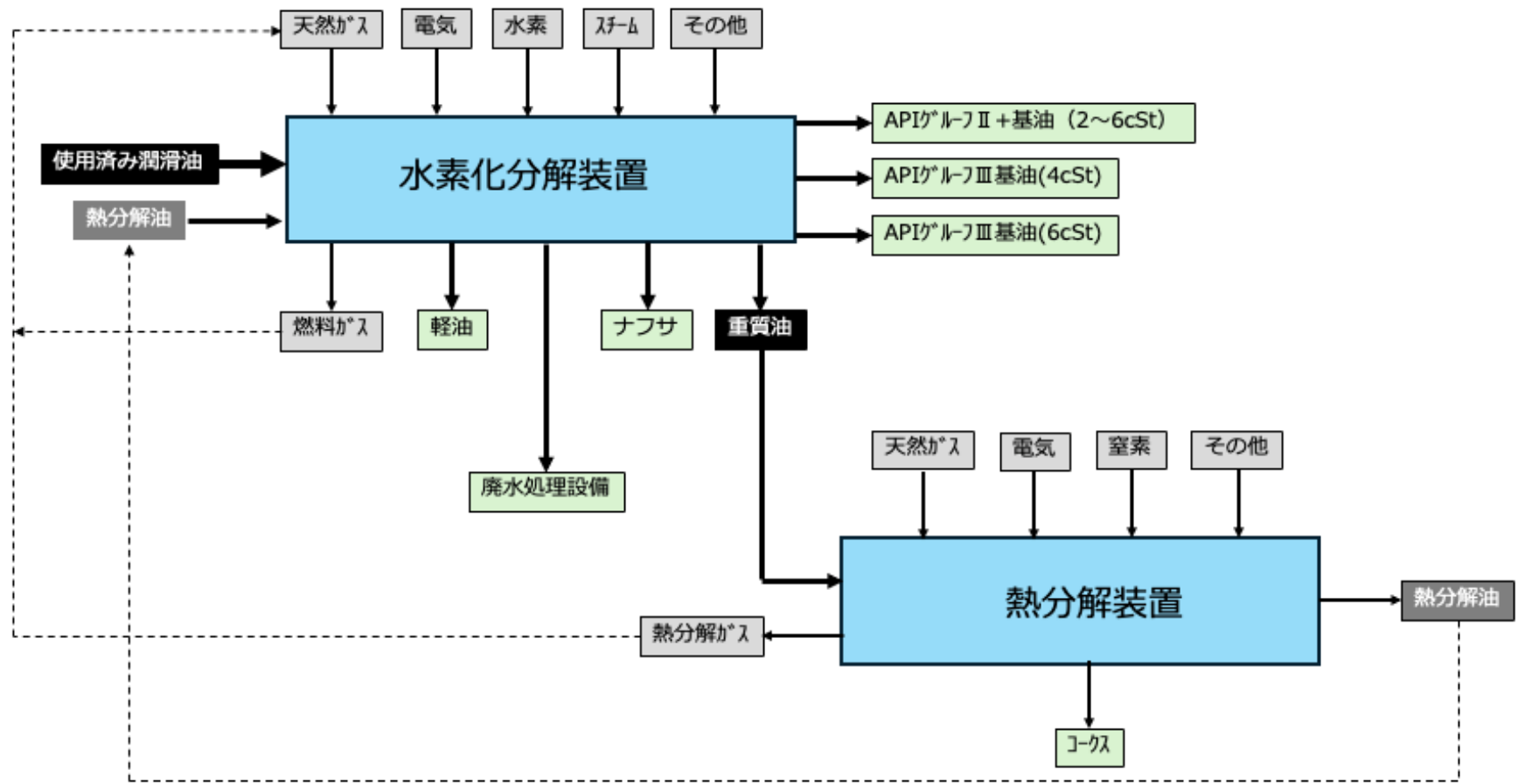


図 2-6 プロセスフロー

2.2.3 投入可能な原料の検討

本プロセスの導入可否を検討する上で、日本国内で回収される廃潤滑油および再生重油が欧州先進プロセスに適合するかどうかは重要な論点である。そこで本調査では、本事業で入手・使用した再生重油の日本国内での分析結果と、別途日本国内で入手した再生重油の欧州企業での分析結果と、欧州で原料として使用されている廃潤滑油の分析結果（欧州 3 社の平均値）とを、特に蒸留特性や品質条件について比較検討した。

まず、蒸留特性について、国内再生重油と欧州廃潤滑油の蒸留曲線は概ね一致しており、国内再生重油は当該海外プロセスでの直接投入が可能であることが確認された。特にガソリンエンジン油由来のものは軽質分を多く含み、再精製効率が高く、再生基油生産における適正原料として評価された。一方で、本事業で入手・使用した再生重油はやや重質分が多い傾向が見られ、収率への影響が懸念されたが、当該プロセスに明るい専門家からは「投入量調整やブレンドによって十分に制御可能」との見解が示され、原料利用の柔軟性は確保できると考える。

次に、品質条件について、本プロセスでは投入原料が以下の基準を満たす必要がある。

- ハロゲン含有量：5,000 ppm 以下
- 水分含有率：5 wt% 以下
- 固形分・金属分：前処理工程（簡易ろ過・水分分離）で除去可能な範囲

日本の廃潤滑油は回収・保管体制が比較的整備されているため、上記条件をクリアする割合が高く、欧州の受入基準を満たすことができる。実際、本事業で入手・使用した再生重油はこれらを満足していた。

以上を踏まえると、本節で採用したプロセスでは、日本国内の再生重油を前処理なしでバージン材等と混合することなく投入することが可能と考える。

表 2-19 原料の性状比較

サンプル		出光興産 RFO	単位	EUROULO	A社RFO	B社RFO	C社RFO	D社RFO	単位	
密度 (20°C)	kg/m ³	0.8672	g/cm ³	882	854	865	868	931	kg/m ³	
動粘度	40° C	29.3	mm ² /s	48.4	31.1	40.1	41.2	78.6	cSt	
	50° C	20.41	mm ² /s		21.9	27.4	28.5	56	cSt	
	100° C	5.668	mm ² /s		5	5.9	5.6	14.8	cSt	
粘度指数		137								
引火点	PM-A	98.5	°C	184	100.5	173.5	110.5	n. d.	°C	
	COC	-	°C		194	208	190	<100	°C	
流動点	°C	-40	°C		-25	-26	-25	-28	°C	
全酸価	mg/g	1.67	mgKOH/g	0.62	2.01	1.61	1.71	3.68	mgKOH/g	
水分		0.35	wt%	4.84					wt%	
残炭	Ma%	0.83	wt%		0.83	0.93	0.95	0.93	wt%	
元素分析	Al	<5	wtpm	10.0	11.9	9.26	8.76	104	wt%	
	As	<5	wtpm		<1	n/a	<1	<1	wt%	
	B	25	wtpm							
	Ba	<5	wtpm	50.7					wt%	
	Ca	73	wtpm	1001	843	1140	1150	2930	wt%	
	Cl	670 (All)	wtpm	0.17						wt%
		8 (Inorganic)	wtpm							
		662	wtpm							
	Co	<5	wtpm							
	Cr	<5	wtpm	1.4	<1	n/a	<1	9.2	wt%	
	Cu	<5	wtpm	21.6	5.87	43.4	31.4	19.9	wt%	
	Fe	<5	wtpm	72.1	17.4	31.6	32.1	275	wt%	
	Hg	<5	wtpm							
	I	<2	wtpm							
	K	9	wtpm		75.3	48	37.6	196	wt%	
	Mg	56	wtpm	46.7	99.7	122	95	456	wt%	
	Mn	<5	wtpm		<1	1.31	1.06	6.26	wt%	
	Mo	<5	wtpm	23.7	261	125	107	247	wt%	
	N	480	wtpm		1080	1110	1100	1650	wt%	
	Na	12	wtpm	36.6	28.3	22.4	21.2	140	wt%	
	Ni	<5	wtpm	5.3	<1	2.31	<1	3.49	wt%	
	O	23000	wtpm							
	P	76	wtpm	233	477	529	543	827	wt%	
	Pb	<5	wtpm	7.2	<1	2.92	4.33	3.17	wt%	
	S	5200	wtpm	0.23	0.204	0.285	0.309	0.244	wt%	
	Sb	<5	wtpm			n/a			wt%	
	Si	<5	wtpm	26.2					wt%	
	Sn	<5	wtpm	1.2	<1		<1	1.73	wt%	
Ti	<5	wtpm								
V	<5	wtpm		<1	n/a	<1	<1	wt%		
W	<5	wtpm								
Zn	<5	wtpm	588	605	536	615	948	wt%		

※出光興産 RFO は本事業で入手・使用した再生重油、EUROULO は欧州廃潤滑油、その他 RFO は別途入手した再生重油の分析結果を指す。RFO は再生重油、ULO は使用済み潤滑油の略称である。出光興産 RFO は JIS 法に準拠、その他は ASTM 法に準拠。

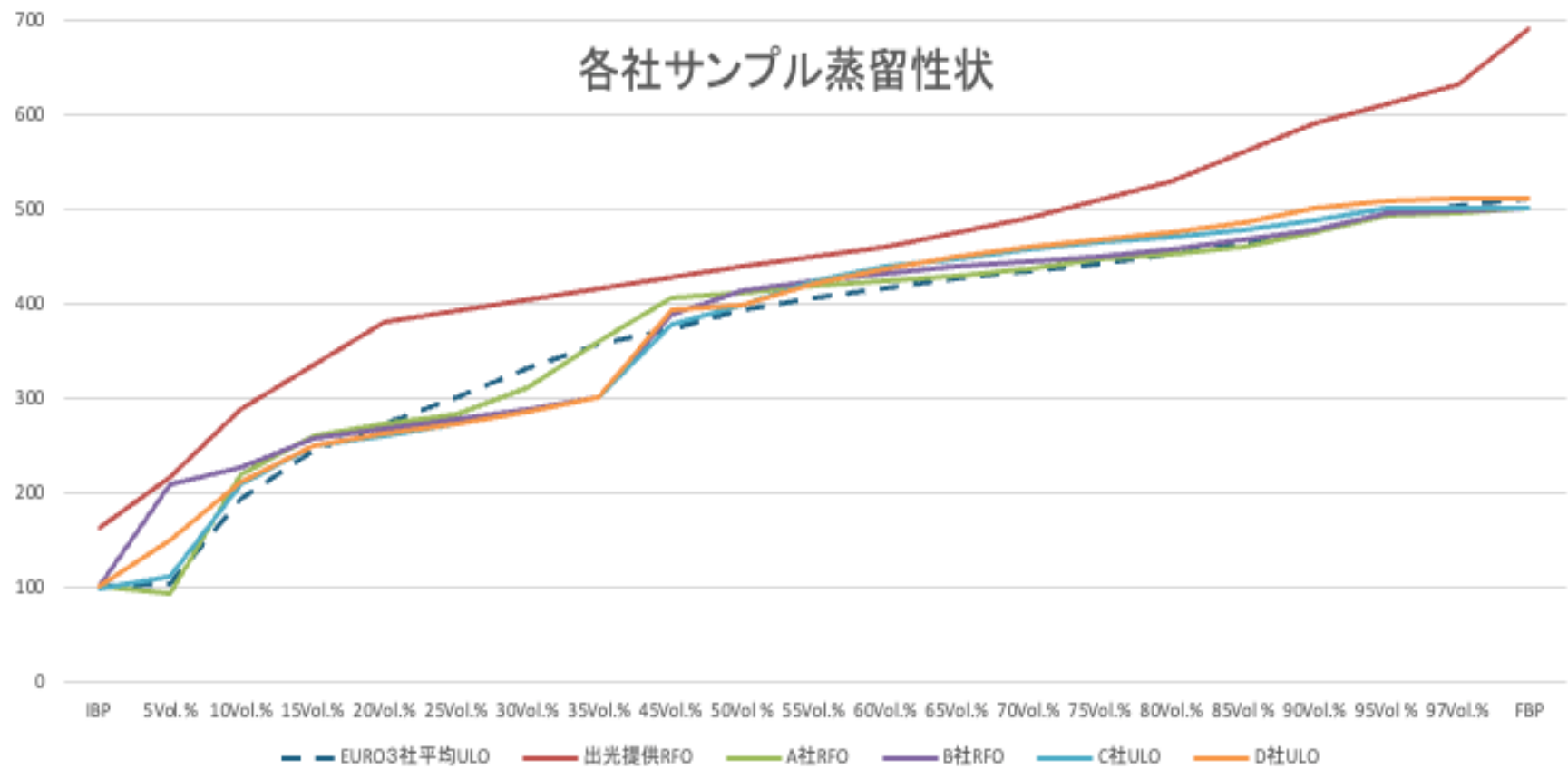


図 2-7 原料の蒸留曲線の比較

2.2.4 経済性評価(コスト試算)

本節では、欧州先進プロセスを日本国内に導入した場合の経済性を評価する。処理能力・製品歩留まり・価格前提を整理した上で製造コストを試算し、現状条件での採算性について検討する。

(1) 前提

本試算における前提条件は下記の通り。

- 処理能力：
 - 72,000 t/年（有効処理量 68,400 t/年、稼働率 95%）
- 製品歩留まり：
 - グループⅢ再生基油 64%（3 cSt 19%、4 cSt 34%、6 cSt 11%）、ナフサ 11.5%、軽油 16%、燃料ガス 7%、コークス 1.5%
- 価格前提：
 - 為替：147 円/USD
 - グループⅢ再生基油販売：150 円/L
 - 軽油販売：90 円/L
 - ナフサ販売：FOB アジア価格を参照
 - コークス販売：現状で寄与限定的
- 原料価格：
 - 70 円/L（再生重油）

(2) 収率

欧州先進プロセスにおける収率実績を基に、日本での導入を想定した場合の収率を推定することとした。専門家へのヒアリングの結果、日本国内の再生重油の収率は、下表の廃潤滑油を原料とした場合の収率に収まると推定された。

表 2-20 欧州の廃潤滑油を原料とした場合の基油収率（推定）

APIグループⅢ基油収率

APIグループⅢ相当再生基油	59-71%
----------------	--------

副産物収率

燃料ガス(天然ガスに再利用)	7-10%
ナフサ(石油化学原料に再利用)	9-13%
軽油(将来的には溶剤にして再利用)	12-14%
コークス	1-3%
合計	29-41%

(3) 結果

評価の結果、再生基油 1L あたりの実効合計コストは 約 161～166 円/L であった。当該前提における海外プロセス導入スキームの製造コストは、現行のバージン基油価格（150 円/L）を上回る水準であり、当該条件では採算確保は困難と考えられる。なお、原料（再生重油）調達コストを除いた製造コストについては、上記コストから原料部分（ $70 \div 0.64 \div 109$ 円/L）を控除すると、約 52～57 円/L であった。従って、合計コストがバージン基油価格を下回る条件は、再生基油 1L 製造あたりの再生重油調達コストが 93 円/L 以下になることであると考えられ、この時の再生重油 1L あたりの再生重油調達価格は 60 円/L 以下である。

2.2.5 候補地検討

国内における基油再生プラント建設候補地として4箇所を挙げ（下記A市～D市）、立地条件、物流コスト、災害リスク、既存設備の活用可能性、エネルギー供給条件等を比較検討した。各候補地にはそれぞれ固有の強みと弱みが存在し、いずれを選択するかは事業の成立性および長期的な持続可能性に大きく影響する。以下に、各候補地の特徴を示す。

① A市(東北地方)

- 強み
 - 災害リスクが相対的に低く、安定的な事業継続が可能。
 - グリーンフィールドで土壌汚染リスクが小さい。
 - 地方自治体・地域企業からの支援が厚く、政策的整合性が高い。
 - 再生可能エネルギーや水素の調達条件に優れる。
 - 鉄道・港湾を活用した低炭素型物流の展開が可能。
- 弱み
 - 市場から地理的に遠く、物流コストは他候補より高い。

② B市(中部地方)

- 強み
 - 既存インフラ（港湾・配管網・工業用水）が充実。
 - 市場への近接性が高く、物流コストは低い。
- 弱み
 - 土壌汚染リスクが高く、浄化コストが発生する可能性。
 - 大規模地震・津波リスクを抱えており、事業継続性に課題。

③ C市(中国地方)

- 強み
 - 工場跡地の利用が可能で、既存インフラを一部活用できる。
 - 西日本へのアクセスが良好で、物流コストは中程度。
- 弱み
 - 瀬戸内海沿岸で自然災害（地震・津波・台風被害）リスクが高い。
 - 土壌汚染の可能性あり。

④ D市(関西地方)

- 強み
 - 広大な土地が利用可能で、工場跡地の活用がしやすい。
 - 関西圏市場に近く、物流コストは低い。

- 弱み
 - 南海トラフ地震・津波のリスクが極めて大きい。
 - 既存設備の再利用可能性は限定的。

詳細については、次の表に整理する。

表 2-21 候補地比較（基礎条件・6 ha 換算）

項目	A 市（東北地方）	B 市（中部地方）	C 市（中国地方）	D 市（関西地方）
公示地価 （円/m ² ）	約 12,000	約 35,000	約 18,000	約 28,000
土地条件	埋立造成済 汚染リスク小	既存工場跡地 汚染リスク中	既存工場跡地 汚染リスク中	既存工場跡地 汚染リスク中
設備活用	低（新規導入主体）	中～高（既存設備 一部転用可）	中（既存設備一部転用可）	中（既存設備一部転用可）
物流条件	港湾◎、鉄道◎ （内陸輸送可能）	港湾◎、鉄道○	港湾◎、鉄道△	港湾○、鉄道△
年間物流コスト （概算）	約 8.5 億円	約 5.6 億円	約 7.2 億円	約 5.6 億円
災害リスク	低（地震・津波リスク小）	高（南海トラフ地震 リスク）	中（南海トラフ地震 リスク）	高（南海トラフ地震 リスク）
再エネ・水素供給	◎（風力・洋上風力、水素供 給計画あり）	△（再エネ限定）	△（再エネ限定）	○（電力インフラあり、 再エネ導入余地）
政策的支援	強（国・県・市による重点支 援、循環型港湾指定）	中（民間主導、自治体支援あ り）	中（自治体の産業転換 支援）	中（自治体の跡地 活用方針）

2.2.6 ユーティリティ投入量・エネルギー使用量等の整理(インベントリ分析)

まず、本プロセスでは水素を使用する。欧州で商業的に稼働しているプロセスの実績によれば、精製反応用を中心に年間 650 t 規模が必要とされる。本検討では、天然ガスを原料とした SMR (Steam Methane Reforming) 方式による自製を前提とした。天然ガス需要は、プロセス用および補助ユニット用の双方で高水準が想定され、設計上のピーク需要は合計約 2,420 Nm³/h と推定される (内訳: プロセス 約 1,200、補助ユニット 約 1,220)。また、電力・蒸気・冷却水等のその他ユーティリティについても高水準の需要が見込まれる。これらの設計ピーク値について下表に示す。なお、実際に LCA に用いる詳細なインベントリデータについては、営業秘密のため非開示とする。

表 2-22 ユーティリティ需要サマリー

区分	単位	設計需要	備考
天然ガス (プロセス)	Nm ³ /h	1,200 (ピーク時)	反応・加熱系
天然ガス (補助ユニット)	Nm ³ /h	1,220 (ピーク時)	補助設備・ユーティリティ
天然ガス (合計)	Nm ³ /h	2,420 (ピーク時)	上記合計
電力	kW	非開示	—
蒸気	t/h	非開示	—
冷却水	m ³ /h	非開示	—
廃水	t/h	6 (ピーク時)	設備内での前処理を想定

2.2.7 ヒアリング等の実施

上述の検討を行うにあたり、国内現地視察及び海外企業へのヒアリングを下記の通り行った。

表 2-23 ヒアリング実施概要

	実施日時	概要
海外企業 ヒアリング	2025年6月13日 7:00~9:00 (Web会議形式)	● 昨年度に実施した現地訪問ヒアリング内容の再確認
国内現地視察	2025年6月17日 13:00~17:00	● 候補地からの概要説明 ● 現地視察 ● 土地条件、災害リスク等に係る意見交換

2.3 本章のまとめ

本章では、基油再生プロセスの検討を行い、既存プロセス活用および海外プロセス導入の2スキームについて、品質および経済性を明らかにした。それらのまとめを下表に示す。また、本章では、環境影響評価を行うためのインベントリ分析を実施した。その結果を用いた環境影響評価については、3章および4章に示す。

表 2-24 基油再生プロセスの検討結果のまとめ

スキーム	既存プロセス活用 スキーム (2.1 で検討)	海外プロセス導入 スキーム (2.2 で検討)
再生重油の原料適用可否	適用可	適用可
再生基油の品質	グループⅢ	グループⅢ
リサイクル材比率	1%程度 (バージン材と混合)	100%
再生基油 1L あたりの合計コスト (再生重油価格 70 円/L 前提)	209~272 円/L	161~166 円/L
上記のうち最も影響の大きい項目	再生重油調達コスト (原料調達コスト)	再生重油調達コスト (原料調達コスト)
合計コストから再生重油調達コストを除いた製造コスト	53~116 円/L	52~57 円/L
合計コストがバージン基油価格を下回るために必要な再生重油の価格 (再生重油 1L あたり)	41 円/L	60 円/L

3. LCA の検証・評価

3.1 はじめに

本章では、日本国内における基油再生のライフサイクルでの CO2 削減効果を算定した。LCA の検証・評価については、次頁以降に示す 6 名の外部専門家を含む委員会（基油再生時の温室効果ガス削減効果に関する LCA 分科会）を開催の上、その妥当性を確認し、助言を受けた。

表 3-1 基油再生時の温室効果ガス削減効果に関する LCA 分科会の開催概要

LCA 分科会	開催日程	議題
第 1 回	2025 年 3 月 26 日	<ul style="list-style-type: none">● 環境省事業の概要について● 海外の基油再生の動向について● 基油再生時の温室効果ガス削減効果に関する LCA の検討について● その他
第 2 回	2025 年 7 月 24 日	<ul style="list-style-type: none">● 環境省委託事業の進捗状況について● 基油再生時の温室効果ガス削減効果に関する LCA の検討について● その他

基油再生時の温室効果ガス削減効果に関する LCA 分科会 開催要領

1、背景

- 我が国は温室効果ガス排出量を 2030 年 46%削減、2050 年に全体としてゼロにする目標を掲げている。この中で、廃油のマテリアルリサイクルが新たな対策として位置付けられ、廃油を対象とした対策導入の気運が高まりつつある。
- また、カーボンニュートラル社会の実現に向けた取組が加速する中、中期的には原油精製規模の縮小とともにバージン基油製造量も減少すると予想されるが、出光興産株式会社によると、潤滑油の需要は堅調に推移すると推定されている。脱炭素化の観点に加え、資源循環かつ経済安保の観点からも、再生基油製造に向けた取組の推進が求められている。
- しかしながら、欧米では、潤滑油の販売量に対して、使用済み潤滑油（廃油）をマテリアルリサイクルして製造される再生基油の製造量が 1～3 割程度あるが、我が国において再生基油は全く製造されていない。
- 出光興産株式会社では、使用済み潤滑油のマテリアルリサイクルの実現に向け、令和 6 年度～令和 7 年度にかけて「脱炭素型循環経済システム構築促進事業のうち、プラスチック等資源循環システム構築実証事業（使用済み潤滑油のマテリアルリサイクルを実現するための再生基油製造プロセスの構築及びその検証事業）」の下、①国内の既存プロセスを活用するスキーム、②海外技術を導入するスキーム、の 2 つのスキームに関して、技術検討・環境影響評価を行う予定である。その際、学術的な指導等を頂くことを目的に、「基油再生時の温室効果ガス削減効果に関する LCA 分科会」を設置する。

2、検討事項

- (1) 基油再生時の温室効果ガス削減効果に関する LCA
- (2) その他

3、議論の進め方

- 本分科会は非公開で行うこととし、令和 7 年度内に 1 回開催する。

4、構成等

- (1) 本分科会の委員は、環境省環境再生・資源循環局資源循環課の同意を得て、三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社が委嘱する。
- (2) 本研究会の運営に関する事務は、出光興産株式会社、長谷川インターナショナル株式会社及び三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社が行う。

図 3-1 基油再生時の温室効果ガス削減効果に関する LCA 分科会の開催要領

基油再生時の温室効果ガス削減効果に関するLCA分科会
委員名簿

<委員>

氏名 (敬称略)	現職名
池田 寿文	全国オイルリサイクル協同組合 専務理事
石崎 啓太	慶應義塾大学システムデザイン・マネジメント研究所 研究員
稲垣 博久	全国石油工業協同組合 事務局長
兼松 祐一郎 (座長)	東京大学総括プロジェクト機構「プラチナ社会」総括寄付講座 特任講師
長谷川 正明	長谷川インターナショナル株式会社 代表取締役社長
八木原 昂輝	東北大学大学院環境科学研究科先端環境創成学専攻 助教

<オブザーバー>

- ・環境省環境再生・資源循環局資源循環課
- ・みずほリサーチ&テクノロジー株式会社

<事務局>

- ・出光興産株式会社
- ・長谷川インターナショナル株式会社(委員兼務)
- ・三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社

図 3-2 委員名簿

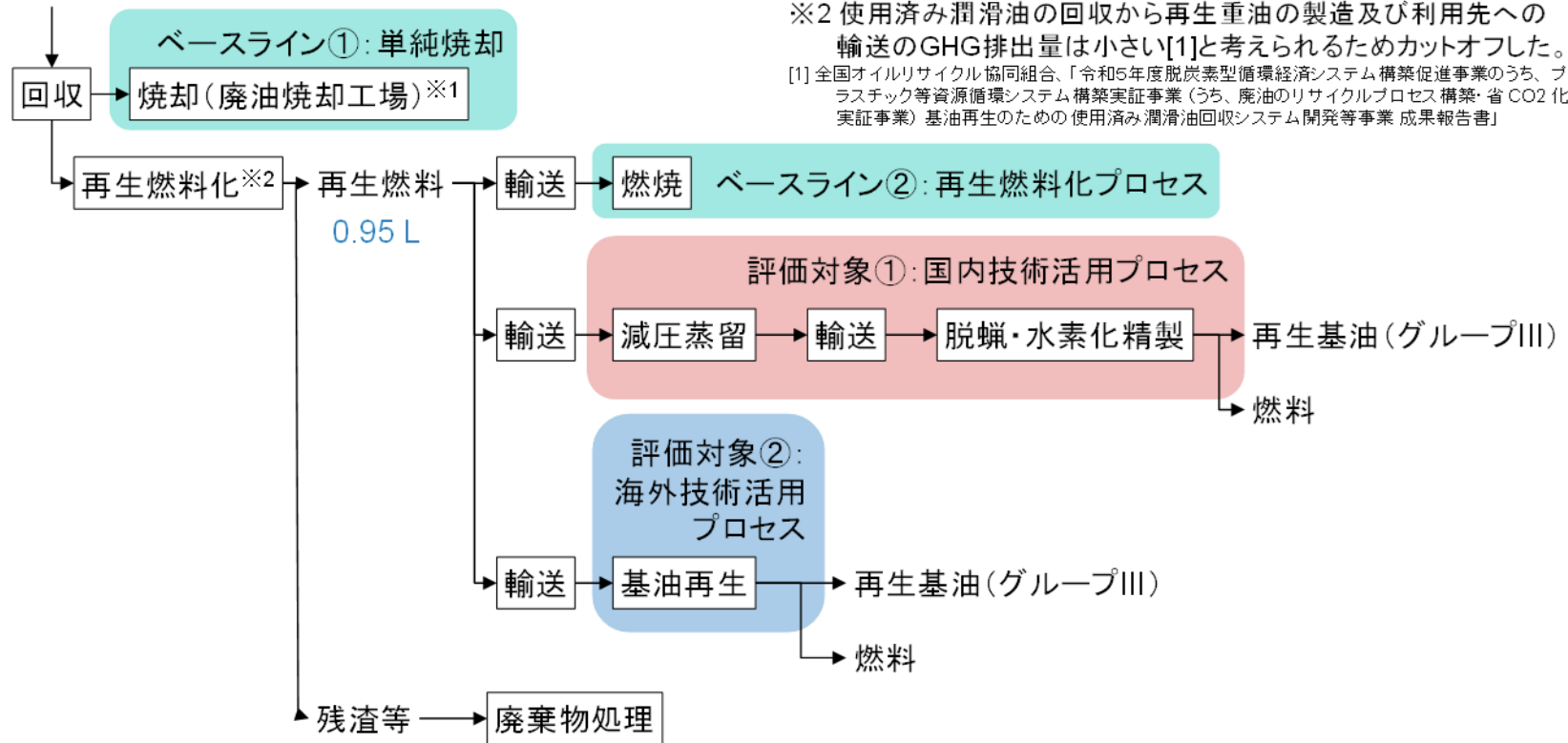
3.2 LCA の目的及び調査範囲の設定

本 LCA では、目的及び調査範囲を表 3-2 のように設定した。リサイクル及びエネルギー回収の評価にあたっては、回避された負荷を控除する負荷回避法を用いた。

表 3-2 LCA の目的及び調査範囲

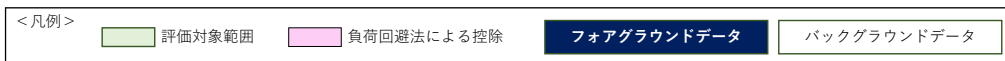
要件	詳細・例	
機能単位	機能	使用済み潤滑油の処理
	機能単位	使用済み潤滑油 1 L の処理
選択された影響領域、影響評価の方法論及び解釈の方法	地球温暖化（温室効果ガス排出量、IPCC 2021 100a）	
データ	フォアグラウンドデータ：基油再生試験や文献等より収集 バックグラウンドデータ：LCA データベース（IDEA v3.4.1 および cm.chemicals (2024)）	
ベースライン	使用済み潤滑油の再生燃料化（C 重油代替）を中心に、天然ガス代替、バイオマス代替も検討した。また、単純焼却についても比較対象とした。 文献をもとに設定（全国オイルリサイクル協同組合の「基油再生のための使用済み潤滑油回収システム開発等事業 成果報告書」（2024）等）	
	既存プロセス活用スキーム 国内既存設備活用による基油再生試験によりフォアグラウンドデータを収集	
	海外プロセス活用スキーム 海外プロセス活用による基油再生について文献等よりデータを収集	
システム境界	図 3-3、図 3-4、図 3-5 参照 再生燃料化の工程については、ベースライン（再生燃料化）および評価対象（基油再生）において共通のため、範囲外とした。	

使用済み潤滑油 1 L

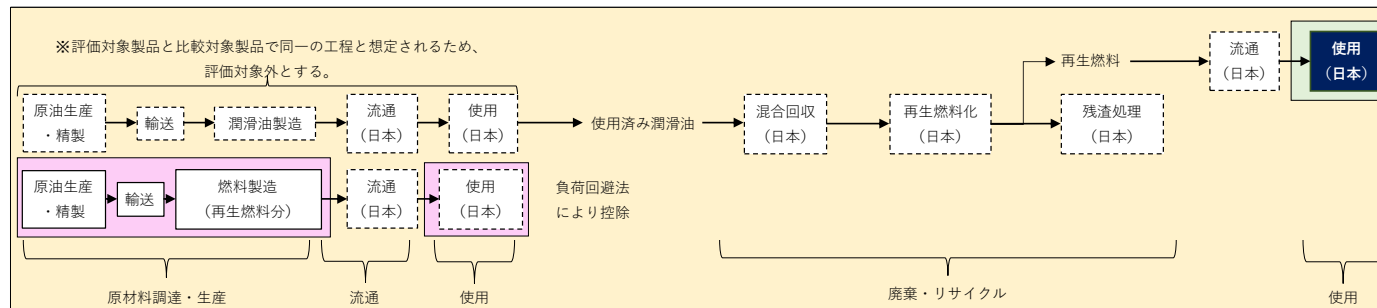


※1 再生重油 0.95 L 相当のGHGが排出されると仮定した
※2 使用済み潤滑油の回収から再生重油の製造及び利用先への輸送のGHG排出量は小さい[1]と考えられるためカットオフした。
[1] 全国オイルリサイクル協同組合、「令和5年度脱炭素型循環経済システム構築促進事業のうち、プラスチック等資源循環システム構築実証事業(うち、廃油のリサイクルプロセス構築・省CO2化実証事業) 基油再生のための使用済み潤滑油回収システム開発等事業 成果報告書」

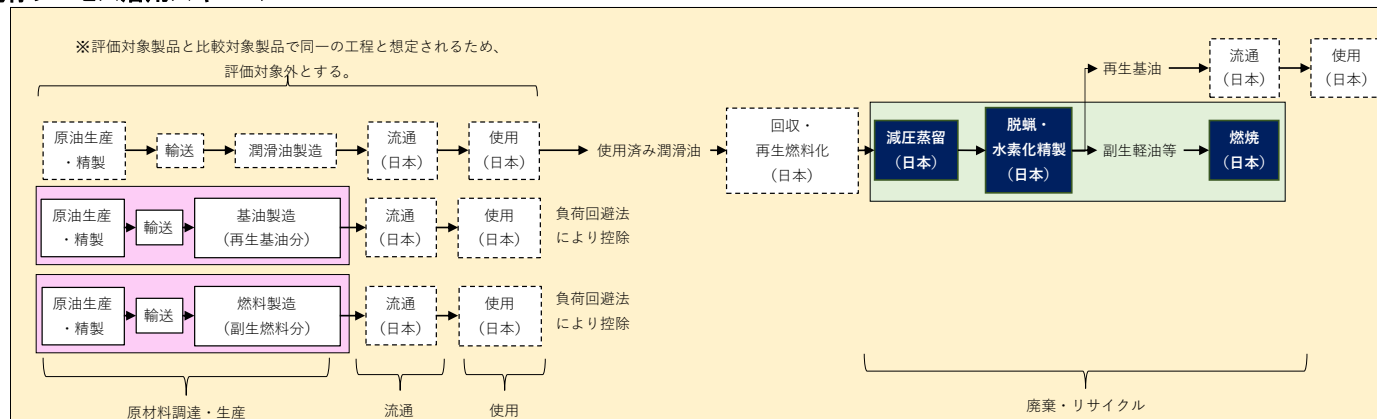
図 3-3 ベースラインおよび評価対象の概略図



ベースライン



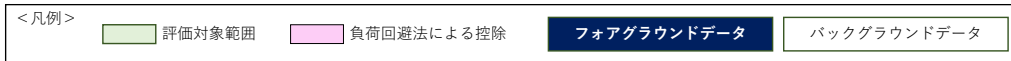
既存プロセス活用スキーム



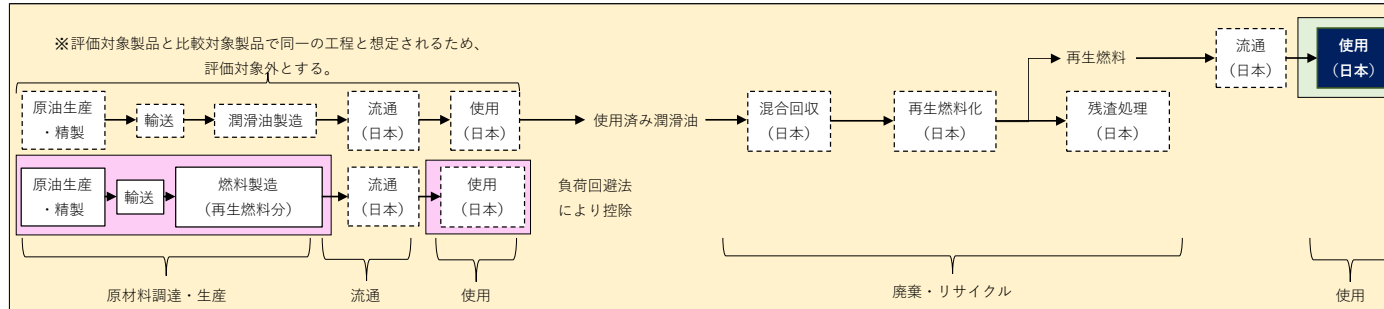
※1 点線枠囲みは評価対象製品とベースラインで同一の工程を想定されるため、評価対象外とした

※2 生成物・副産物は負荷回避法により控除した

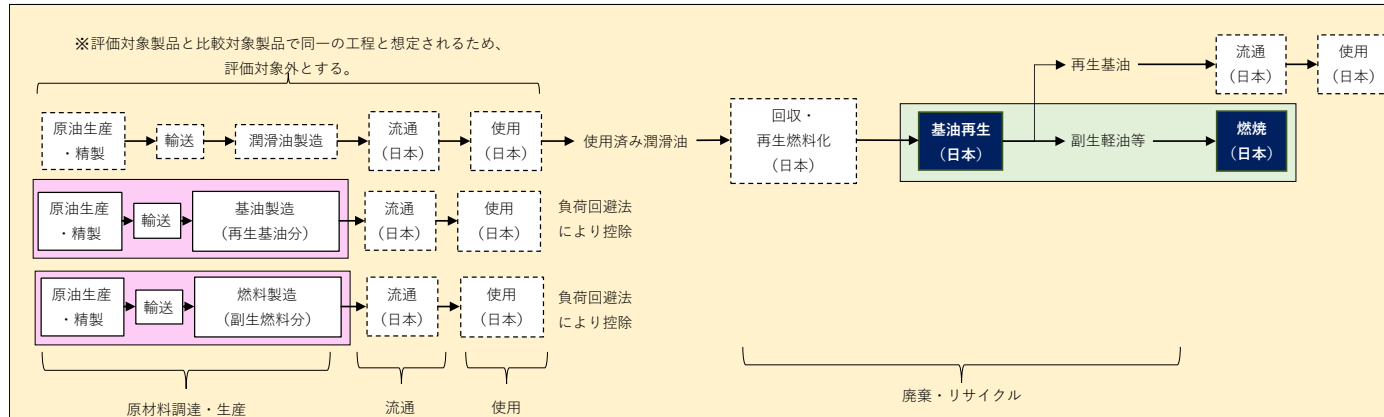
図 3-4 システム境界の概略図（既存プロセス活用スキーム）



ベースライン



海外プロセス活用スキーム



※1 点線枠囲みは評価対象製品とベースラインで同一の工程を想定されるため、評価対象外とした

※2 生成物・副産物は負荷回避法により控除した

図 3-5 システム境界の概略図 (海外プロセス活用スキーム)

3.2.1 ベースラインの設定

日本では、使用済み潤滑油は 91 万 kL が排出され、自家燃料使用等を除くと 72 万 kL が回収されている。回収された使用済み潤滑油は、約 80%が再生燃料（C 重油代替）として再生されており、残りの約 20%は廃油焼却工場において焼却されている（図 3-6）。そこで、本 LCA においては、ベースラインを再生燃料化（C 重油代替）と設定した。

また、再生燃料の主な需要先は窯業・土石製品工業であり（図 3-7）、近年、セメント製造や石灰焼成における脱炭素化動向（表 3-3）も踏まえ、天然ガス代替およびバイオマス代替についても検討した。

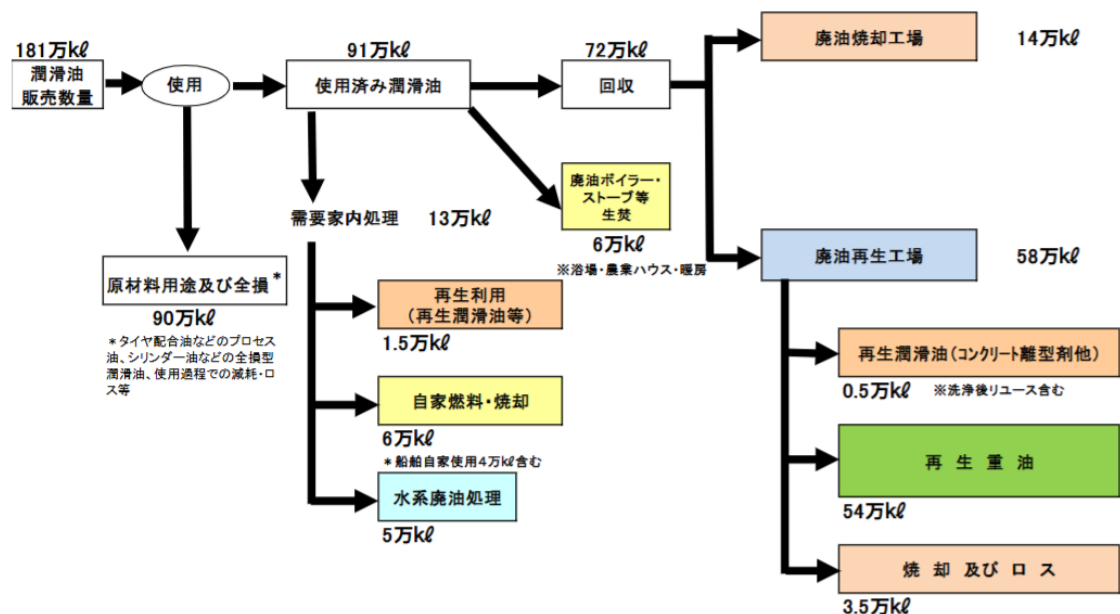


図 3-6 日本における使用済み潤滑油のフロー

出所：全国オイルリサイクル協同組合、「令和5年度脱炭素型循環経済システム構築促進事業のうち、プラスチック等資源循環システム構築実証事業（うち、廃油のリサイクルプロセス構築・省 CO2 化実証事業）基油再生のための使用済み潤滑油回収システム開発等事業 成果報告書」

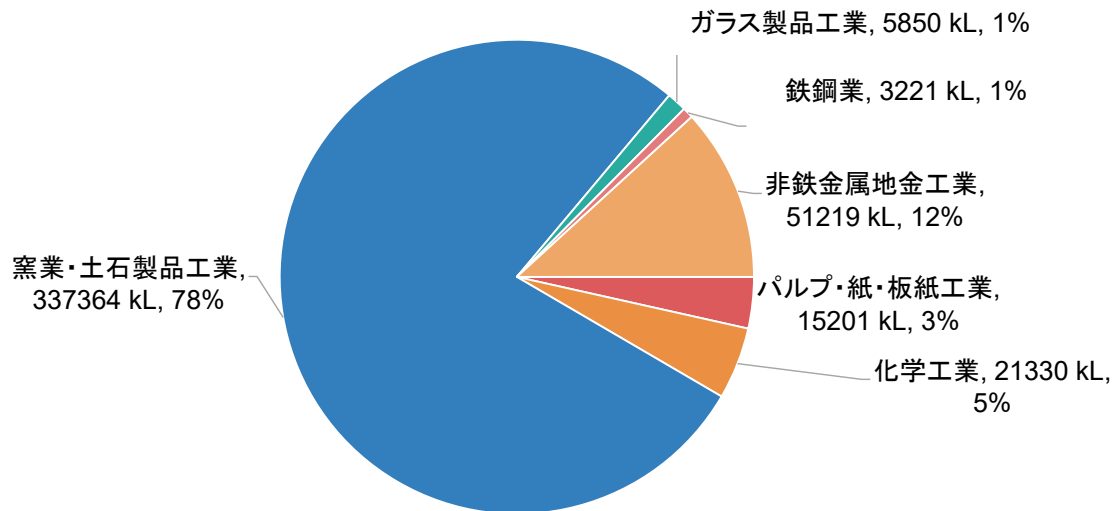


図 3-7 再生燃料の需要先

出所：経済産業省資源エネルギー庁、「経済産業省特定業種石油等消費統計調査（年報）（令和6年）」¹

表 3-3 再生燃料の需要先における燃料の脱炭素化動向

需要先	燃料の脱炭素化動向	出所
セメント	2050年カーボンニュートラル達成に向けて、エネルギー起源CO ₂ の削減を掲げており、バイオマス燃料や廃棄物の利用拡大、将来的な水素・アンモニア・合成メタン混焼を検討している。 また、経済産業省における「「トランジションファイナンス」に関するセメント分野における技術ロードマップ」においても、廃棄物やバイオマスの活用、次いで天然ガス等への転換を想定している。将来的には天然ガス等のため敷設したパイプラインを用いることでの水素・アンモニア等への転換も想定される。	一般社団法人セメント協会、「自主的な行動計画と長期ビジョン」 ² 経済産業省、「「トランジションファイナンス」に関するセメント分野における技術ロードマップ」 ³
石灰焼成	2050年カーボンニュートラル達成に向けて、エネルギー転換の促進を掲げている。特に、LNG・低カーボン燃料使用や、水素・メタン・アンモニア燃焼を挙げている。	「経団連カーボンニュートラル行動計画 2024年度フォローアップ結果 個別業種編 2050年カーボンニュートラルに向けた石灰製造工業会のビジョン」 ⁴

¹ https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/energy_consumption/ec003/results.html

² <https://www.jcassoc.or.jp/seisankankyo/seisan02/seisan02b.html>

³ https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/transition/transition_finance_technology_roadmap_cement_jpn.pdf

⁴ https://www.keidanren.or.jp/policy/2024/085_kobetsu11.pdf

3.3 ベースライン(再生燃料化)のLCA

使用済み潤滑油の再生燃料化については、回収・再生燃料化において、水分や夾雑物の除去により、95%が再生重油になると想定した (Roland Geyer, et al., “Life Cycle Assessment of Used Oil Management in California Pursuant to Senate Bill 546 (Lowenthal)”, (2013))。再生燃料の利用による C 重油、天然ガス、木材の代替効果は同等の熱量を負荷回避法により控除した。活動量および使用した LCI データベースは表 3-4 の通り。

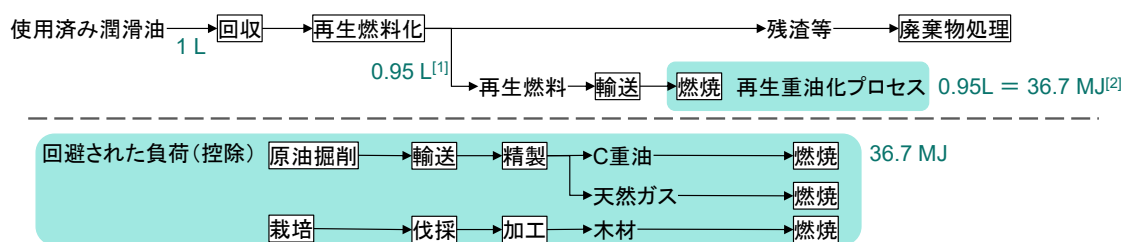


図 3-8 ベースライン (再生燃料化) のシステム境界の概略図

出所：

[1] Roland Geyer, et al., “Life Cycle Assessment of Used Oil Management in California Pursuant to Senate Bill 546 (Lowenthal)”, (2013)⁵, Table 8, Waste Code 221 (Waste oil and mixed oil)を想定

[2] 全国オイルリサイクル協同組合、「再生重油の特徴」⁶ 38.65 MJ/L (総発熱量)

表 3-4 ベースライン (再生燃料化) の活動量・使用した LCI データベース

段階	プロセス	LCI データベース (IDEA 製品名)	活動量
使用	再生燃料の燃焼	廃油 (石油由来) の燃焼エネルギー	0.95 L = 36.7 MJ
回避	C 重油代替 天然ガス代替 バイオマス代替	C 重油の燃焼エネルギー 天然ガスの燃焼エネルギー 木材の燃焼エネルギー	36.7 MJ

⁵ <https://www2.calrecycle.ca.gov/Publications/Details/1465>

⁶ <https://www.oilrecycle.or.jp/work/features/>

3.4 基油再生の LCA

評価対象として、国内の既存設備・プロセスを活用する場合と、海外プロセスを活用する場合を検討した。

3.4.1 既存プロセス活用スキーム

3.4.1.1 システム境界

既存プロセス活用スキームのシステム境界として、以下を設定した（図 3-9）。また、触媒充填量は微量のためカットオフした。

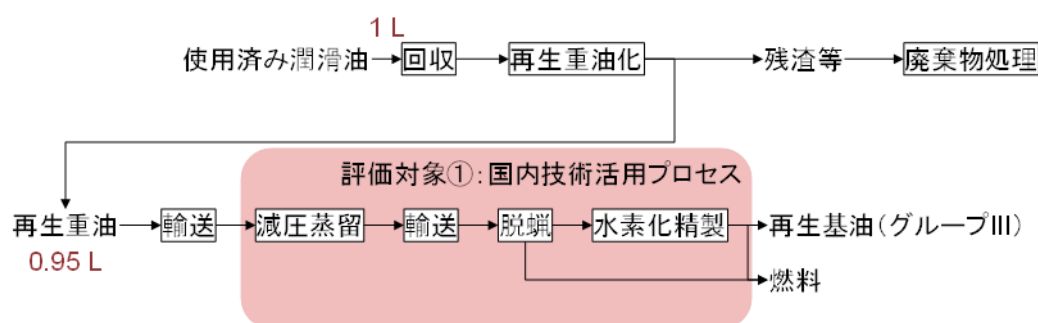


図 3-9 既存プロセス活用スキームのシステム境界

3.4.1.2 フォアグラウンドデータ(活動量)

基油再生工場①及び②より、部分的にフォアグラウンドデータを収集した（フォアグラウンドデータは非公開）。

3.4.1.3 バックグラウンドデータ(原単位)

電力、蒸気、水素については、当該事業所における原単位を使用した。それ以外については IDEA v3.4.1 を使用した。ただし、バージン基油については cm.chemicals (2024)における base oil (type III), production mix – JP を使用した。

3.4.2 海外プロセス導入スキーム

3.4.2.1 システム境界

海外プロセス導入スキームのシステム境界として、以下を設定した（図 3-10）（基油再生プロセスのフローは非公開）。なお、プラント建設地が複数考えられることから、以下の 5 か所について検討を行った。

- 千葉事業所
- 中部地方
- 中国地方
- 関西地方
- 東北地方

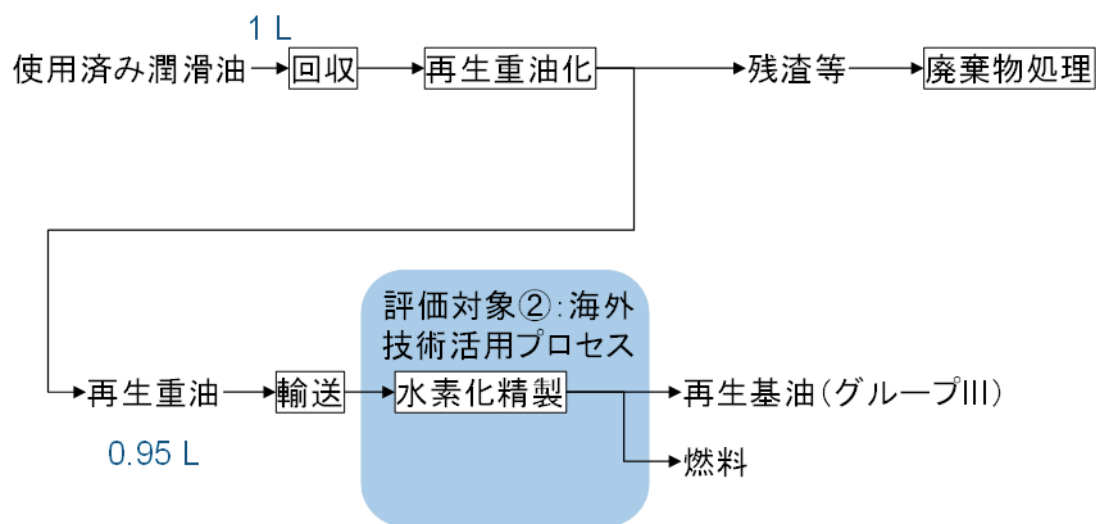


図 3-10 海外プロセス導入スキームのシステム境界

3.4.2.2 フォアグラウンドデータ(活動量)

文献等からフォアグラウンドデータを設定した（フォアグラウンドデータは非公開）。

3.4.2.3 バックグラウンドデータ(原単位)

電力、蒸気、水素については、各工場立地における原単位を使用した（表 3-5）。なお、水素の電気分解（再生可能エネルギー利用）については、2030 年度におけるエネルギー需給の見通しにおける再生可能エネルギーの内訳（資源エネルギー庁、「2030 年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料）」）をもとに、加重平均（太陽光 41%、水力 30%、風力 14%、バイオマス 14%、地熱 3%）を用いた。

それ以外については IDEA v3.4.1 を使用した。ただし、バージン基油については cm.chemicals (2024)における base oil (type III), production mix – JP を使用した。

表 3-5 各工場立地における原単位

地方	千葉	中部	中国		関西	東北	
水素	千葉事業所	水素, 天然ガス	水素, 天然ガス	水素, メタノール分解	水素, 天然ガス	水素, 天然ガス	水素, 電気分解 (再エネ)
蒸気	千葉事業所	自家用蒸気発生, 化学工業, 2015 年度	自家用蒸気	自家用蒸気	自家用蒸気	自家用蒸気	自家用蒸気
電力	千葉事業所	中部電力, 2015 年度	中国電力, 2015 年度	中国電力, 2015 年度	関西電力, 2015 年度	東北電力, 2015 年度	東北電力, 2015 年度

3.5 将来(2030年)の想定

2030年を想定した算定については、特に影響が大きい蒸気・電力・水素の原単位を表 3-6 の通り設定した。その他の原単位（バージン基油や工業用水等）については現時点と同一の値を使用した。なお、バージン基油製造の回避が占める影響も大きいことから、2030年におけるバージン基油製造に伴う排出が変化する可能性があることに留意が必要である。なお、ベースライン（再生燃料化）に変化はないものとした。

表 3-6 将来（2030年）における原単位の想定

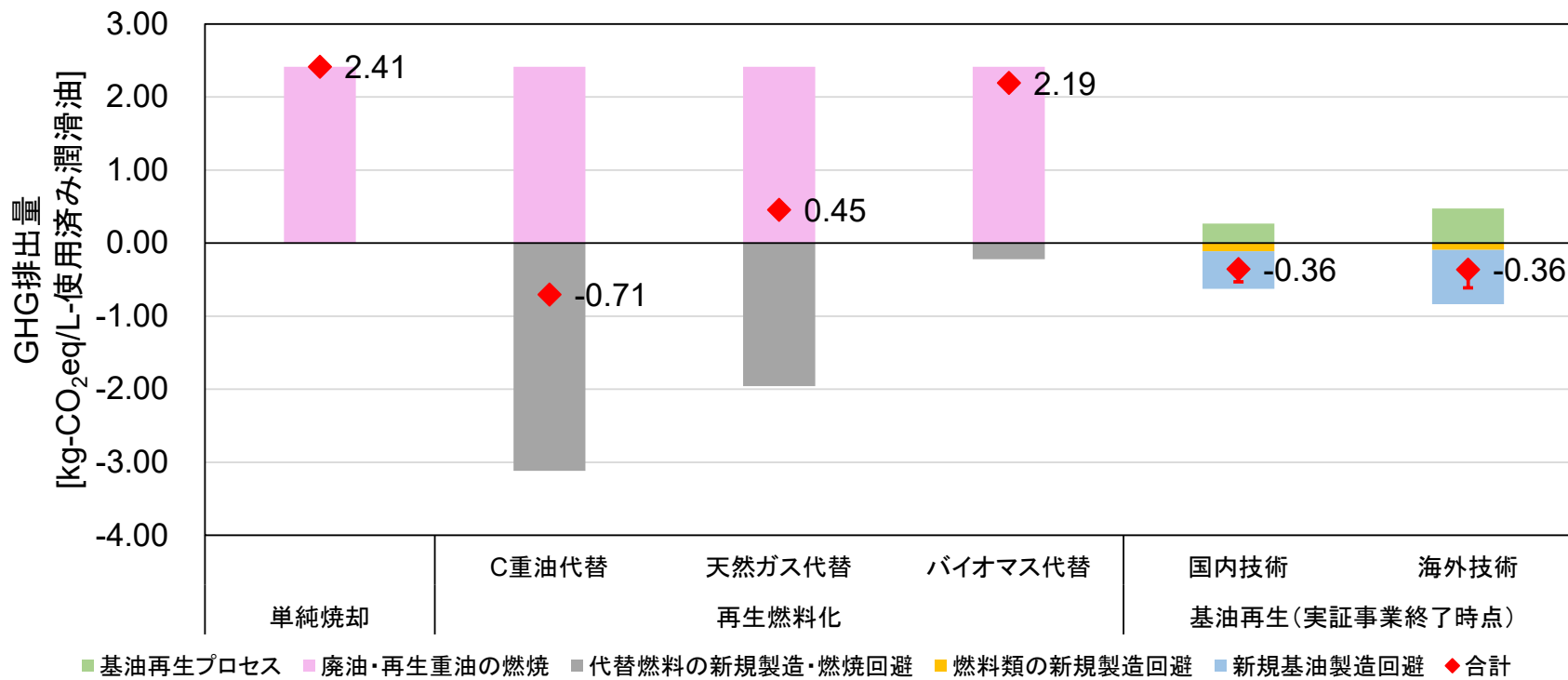
	ベースケース	ポテンシャル
水素	3.4 kg-CO ₂ eq / kg-H ₂ （= 0.31 kg-CO ₂ eq / Nm ³ -H ₂ ）（低炭素水素の基準値） 出所：再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議、「水素基本戦略」、（2023） ⁷	水素，電気分解（再エネ） 2030年度におけるエネルギー需給の見通しにおける再生可能エネルギーの内訳をもとに、電気分解由来の水素の加重平均を使用 出所：資源エネルギー、「2030年度におけるエネルギー需給の見通し」
蒸気	実証事業終了時点と同等	木材の燃焼エネルギーを活用した蒸気 出所：IDEAの「351211100pJPN 蒸気」の燃料を「022111802pJPN 木材の燃焼エネルギー」に変更
電力	0.25 kg-CO ₂ eq / kWh 出所：資源エネルギー、「2030年度におけるエネルギー需給の見通し」	再生可能エネルギーの平均 出所：IDEAの各種再生可能エネルギーに2030年度におけるエネルギー需給の見通しにおける再生可能エネルギーの内訳を加重平均した値を使用

⁷ https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/20230606_2.pdf

3.6 LCA 結果

実証事業終了時点における LCA 結果を図 3-11 に示す。基油再生については、国内技術より海外技術の方が、GHG 排出量が小さくなる傾向にあることが明らかになった。ただし、海外技術の工場の立地やバージン基油の原単位に依存することに留意が必要である（図 3-12）。

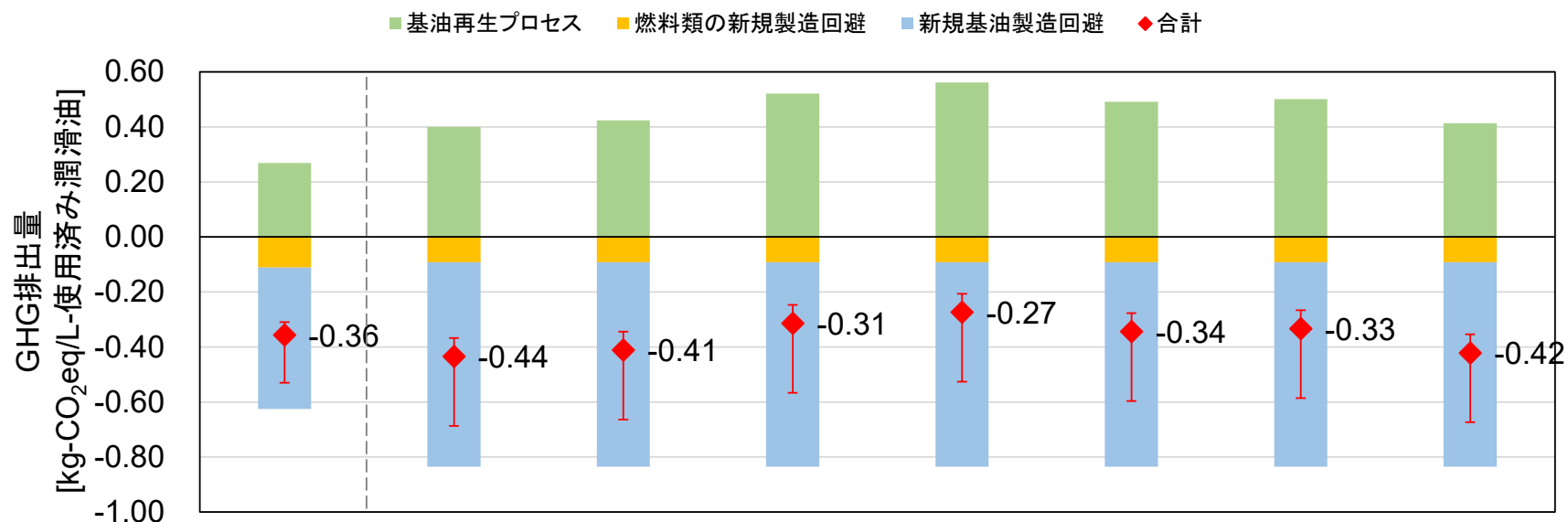
将来（2030 年）における LCA 結果（図 3-13）については、再生燃料化（天然ガス代替）と比較すると、基油再生により GHG 排出量を削減できることが確認された。



(注1) 基油再生の合計値は、cm.chemicals (2024)のデータを中心に、バージン基油の原単位(非公表)について感度分析を行った結果を示している(以降の図も同様)。

(注2) 海外技術については、5つの立地の単純平均を棒グラフで、最大値・最小値をエラーバーで示している。

図 3-11 LCA 結果 (実証事業時点)



技術	国内技術		海外技術					
立地	千葉	千葉	中部	中国		関西	東北	
水素	千葉事業所	千葉事業所	水素, 天然ガス	水素, 天然ガス	水素, メタノール分解	水素, 天然ガス	水素, 天然ガス	水素, 電気分解(再エネ)
蒸気	千葉事業所	千葉事業所	自家用蒸気発生, 化学工業, 2015年度	自家用蒸気	自家用蒸気	自家用蒸気	自家用蒸気	自家用蒸気
電力	千葉事業所	千葉事業所	中部電力, 2015年度	中国電力, 2015年度		関西電力, 2015年度	東北電力, 2015年度	

図 3-12 LCA 結果 (各工場立地における海外技術による基油再生)

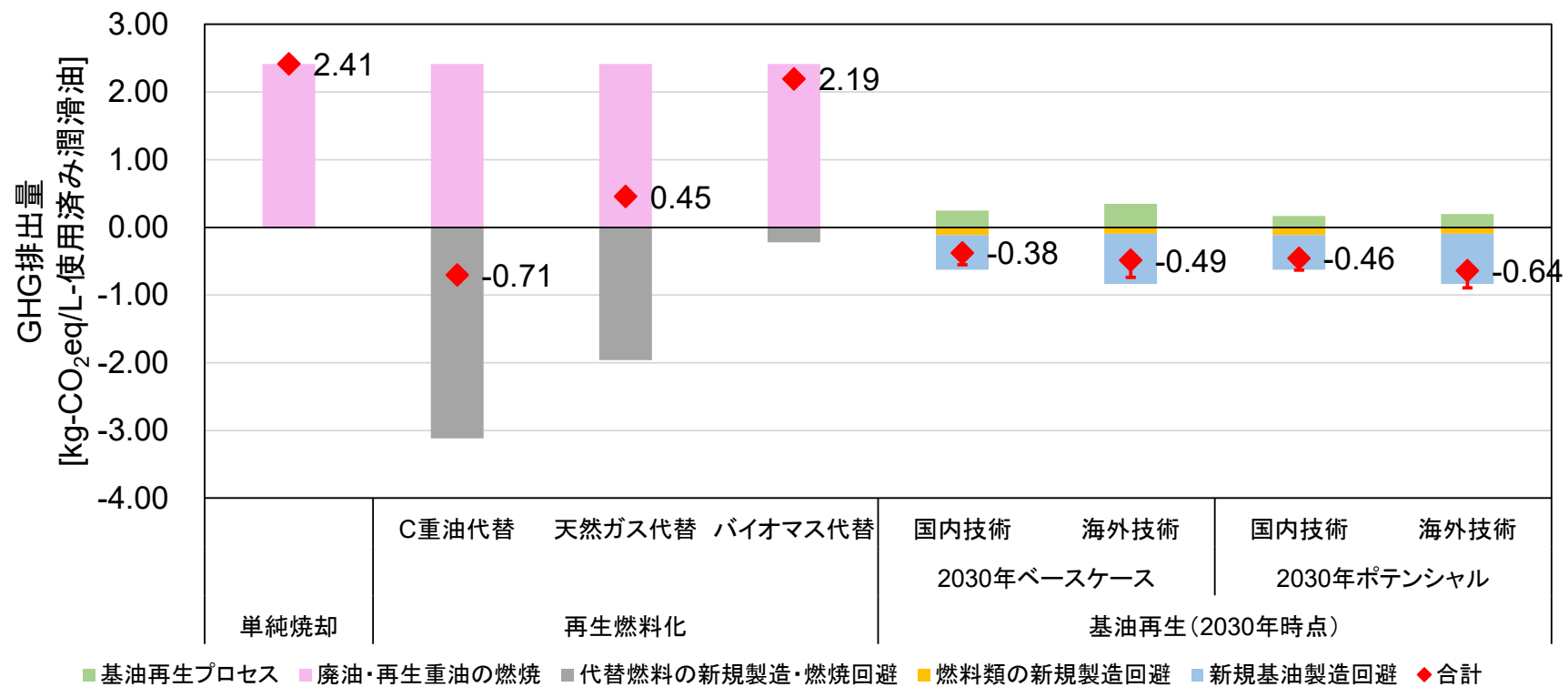


図 3-13 LCA 結果 (将来 (2030 年))

3.7 温室効果ガス削減効果

3.7.1 シナリオ検討

温室効果ガス削減量の試算にあたっては、基油再生により再生重油が入手できなくなった場合、再生重油を活用していた産業でどのような燃料が利用されるかがベースラインの設定に重要になる。そこで、再生重油を活用していた産業がどのような新規燃料（C重油、天然ガス等）を調達するか、ありうるシナリオを検討した。

現在、使用済み潤滑油は再生重油として有効利用されているが、再生重油が入手できなくなった場合、再生重油を活用していた企業では、引き続きC重油を利用する企業と、他の低炭素燃料に移行する企業があると考えられる。これは、C重油の需要見通しは減少傾向のため、再生重油代替としての新規需要をすべて満たすことは難しいことに加え、再生重油を使用していた産業は低炭素燃料の使用に積極的と考えられる（例：SHK制度）ためである。

そこで、再生燃料の需要先における燃料の脱炭素化動向（表 3-3）を踏まえ、一部の企業は天然ガスへ移行すると想定した。天然ガスへの移行比率によって、以下の二つのシナリオを検討した。

- ① 現状の再生重油利用産業におけるC重油・天然ガスの利用状況を反映したシナリオ
- ② 再生重油を使用していた産業における低炭素燃料の利用が進んだシナリオ

① 現状の再生重油利用産業におけるC重油・天然ガスの利用状況を反映したシナリオ

各産業における再生油の使用状況およびB・C重油と天然ガスの利用比率は現在と同等であり、C重油が71%、天然ガスが29%とした（表 3-7）。

なお、将来（2030年）については、再生重油を使用していた産業は低炭素燃料の使用に積極的と考えられることから（例：SHK制度）、天然ガスを燃料として使用すると想定した。

表 3-7 各産業における再生油の使用状況および B・C 重油と天然ガスの利用率

業種	再生油		B・C 重油 熱量[GJ]	天然ガス 熱量[GJ]	液化天然ガス 熱量[GJ]	B・C 重油及び 天然ガスの比率	
	量[kL]	割合[%]				75%	25%
パルプ・紙・板紙工業	15,201 kL	4%	25,400,648	3,042,490	5,536,789	75%	25%
化学工業	21,330 kL	5%	43,663,862	16,572,323	40,897,111	43%	57%
化学繊維工業		0%	5,847,611	49,853	1,918,493	75%	25%
石油製品工業		0%	49,974,408	2,806,785	10,109,162	79%	21%
窯業・土石製品工業	337,364 kL	78%	14,269,935	4,738,155	269,945	74%	26%
ガラス製品工業	5,850 kL	1%	1,270,386		3,506,762	27%	73%
鉄鋼業	3,221 kL	1%	1,887,012	745,663	24,374,484	7%	93%
非鉄金属地金工業	51,219 kL	12%	2,714,785		1,364,437	67%	33%
機械工業		0%		1,377,000	5,347,253	0%	100%
合計	434,185 kL	100%				71%	29%

出所：経済産業省資源エネルギー庁、「経済産業省特定業種石油等消費統計調査（年報）（令和6年）」⁸

⁸ https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/energy_consumption/ec003/results.html

② 再生重油を使用していた産業における低炭素燃料の利用が進んだシナリオ

各産業において低炭素燃料として天然ガスの利用が進むことを想定し、100%天然ガスに移行すると想定した。

3.7.2 結果

再生重油を活用していた産業がどのような新規燃料を調達するかによって、GHG 削減高価が大きく異なることが明らかになった（図 3-14）。

シナリオ①（現状の再生重油利用産業における C 重油・天然ガスの利用状況を反映したシナリオ）では、現状の基油再生とベースライン（燃料利用）の GHG 排出量は同程度である一方、将来（2030 年）は基油再生により GHG 排出量を削減できることが明らかになった。

シナリオ②（再生重油を使用していた産業における低炭素燃料の利用が進んだシナリオ）では、実証事業終了時点において基油再生により GHG 排出量を削減できることに加え、将来（2030 年）についても基油再生により GHG 排出量を削減できることが明らかになった。

基油再生と燃料利用(C重油中心の代替)
はほぼ同程度のGHG排出量

社会の低炭素化が進み、GHG排出量が少ない天然
ガス中心の燃料利用に移行すると、再生燃料の
燃料代替によるGHG削減効果が小さくなる

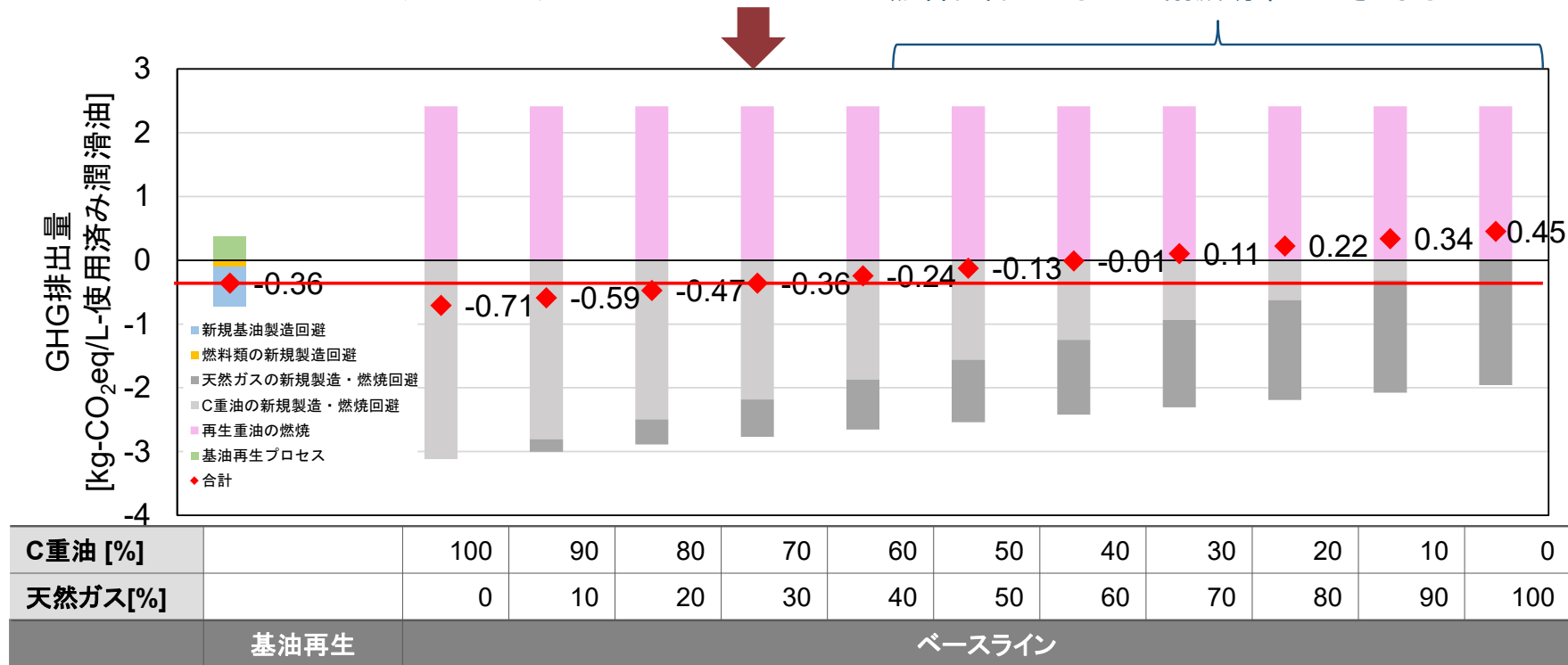
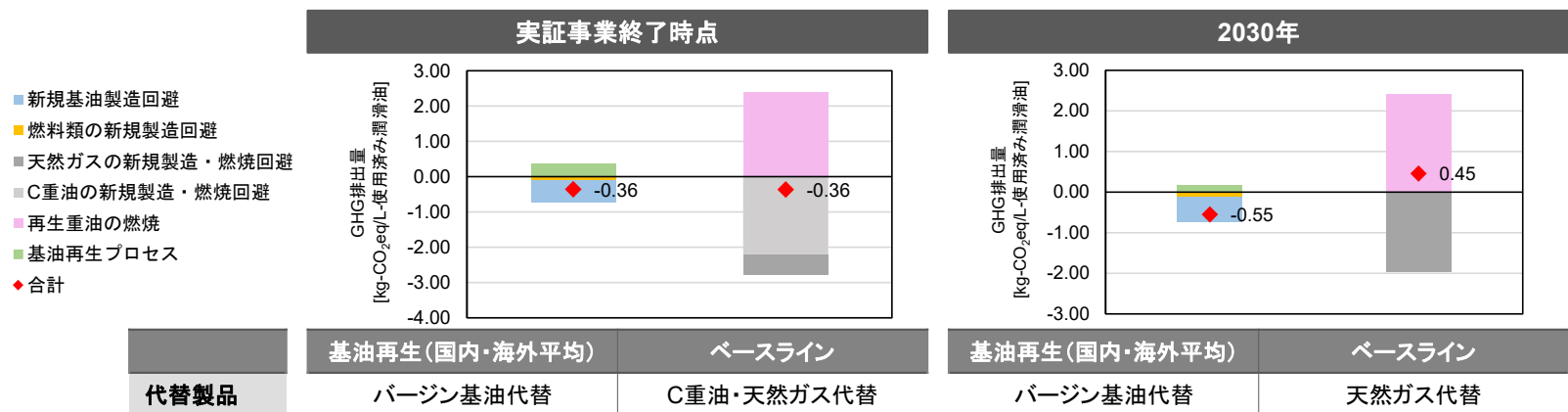


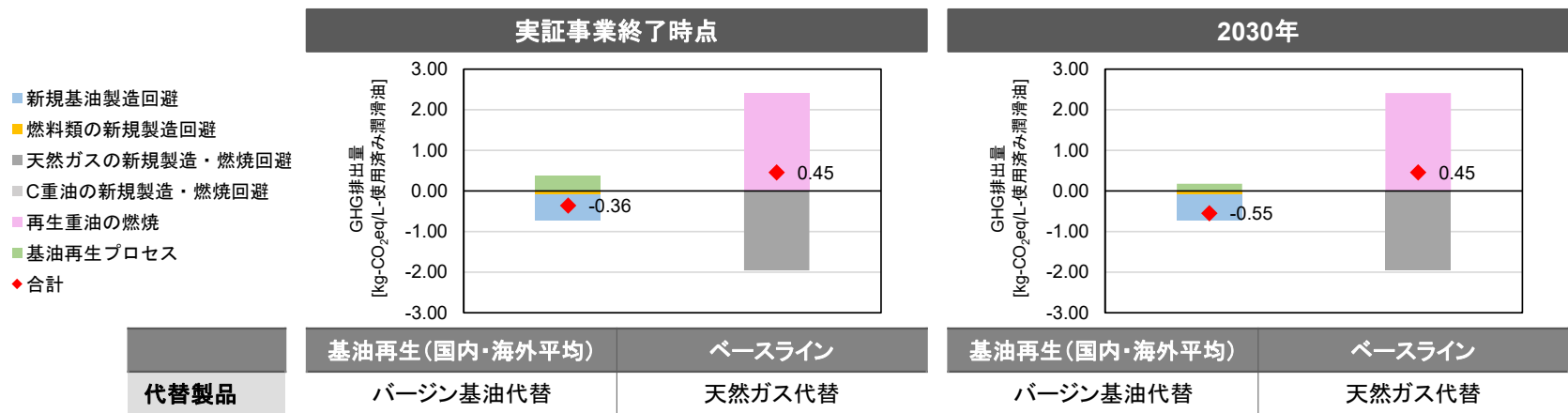
図 3-14 代替燃料に応じた GHG 削減効果



年5万KLを処理する場合

実証事業 終了時点 [t-CO ₂ /年]	①評価対象製品	②ベースライン	③削減量 (②-①)	2030年時点 [t-CO ₂ /年]	①評価対象製品	②ベースライン	③削減量 (②-①)
	廃棄・リサイクル	廃棄・リサイクル	廃棄・リサイクル		廃棄・リサイクル	廃棄・リサイクル	廃棄・リサイクル
エネ起	-17,966	-18,168	-203	エネ起	-27,470	22,704	50,174
非エネ起	0	0	0	非エネ起	0	0	0
合計	-17,966	-18,168	-203	合計	-27,470	22,704	50,174

図 3-15 シナリオ①における GHG 削減効果



年5万KLを処理する場合

実証事業 終了時点 [t-CO2/年]	①評価対象製品	②ベースライン	③削減量 (②-①)	2030年時点 [t-CO2/年]	①評価対象製品	②ベースライン	③削減量 (②-①)
	廃棄・リサイクル	廃棄・リサイクル	廃棄・リサイクル		廃棄・リサイクル	廃棄・リサイクル	廃棄・リサイクル
エネ起	-17,966	22,704	40,670	エネ起	-27,470	22,704	50,174
非エネ起	0	0	0	非エネ起	0	0	0
合計	-17,966	22,704	40,670	合計	-27,470	22,704	50,174

図 3-16 シナリオ②における GHG 削減効果

3.8 本章のまとめ

基油再生により、将来的に（2030年）温室効果ガス排出量を削減できることが明らかになった。ただし、ベースラインの設定により、削減効果は大きく異なることに注意が必要である。

温室効果ガス排出量を社会全体で減らしていくためには、日本への基油再生技術の導入に加えて、既存の C 重油あるいは再生重油を使用している産業に対しての燃料転換を促していく必要がある。

4. 環境影響低減効果の評価(統合的評価)

4.1 はじめに

脱炭素に向けた取組への関心が社会的に高まっているが、他の環境分野（例：資源循環や自然資本など）へ副次的な影響を与えることがあるため、脱炭素型の循環経済システムの構築を考える上では、他の環境分野への影響、特にネガティブな影響が生じる又は生じるリスクがあることを事前に把握しておくことが重要となる。そのため本章では、脱炭素の観点だけでなく、資源循環や自然資本などの観点も含め、他の環境分野への影響やその要因を把握・構造化することで、影響が生じる部分についてはどのような条件により影響が変化するか、トレードオフの回避又は軽減およびポジティブな影響（シナジー）の強化をするために必要なことは何かを整理することで、ベースラインシナリオに対して基油再生が優位になる想定シナリオを特定することを目的とした統合的な評価を実施した。なお、資源循環の取組は経済安全保障上も重要であることから、本事業による資源節約効果による経済安全保障上の貢献等も含め、幅広く本事業の効果をみることにした。

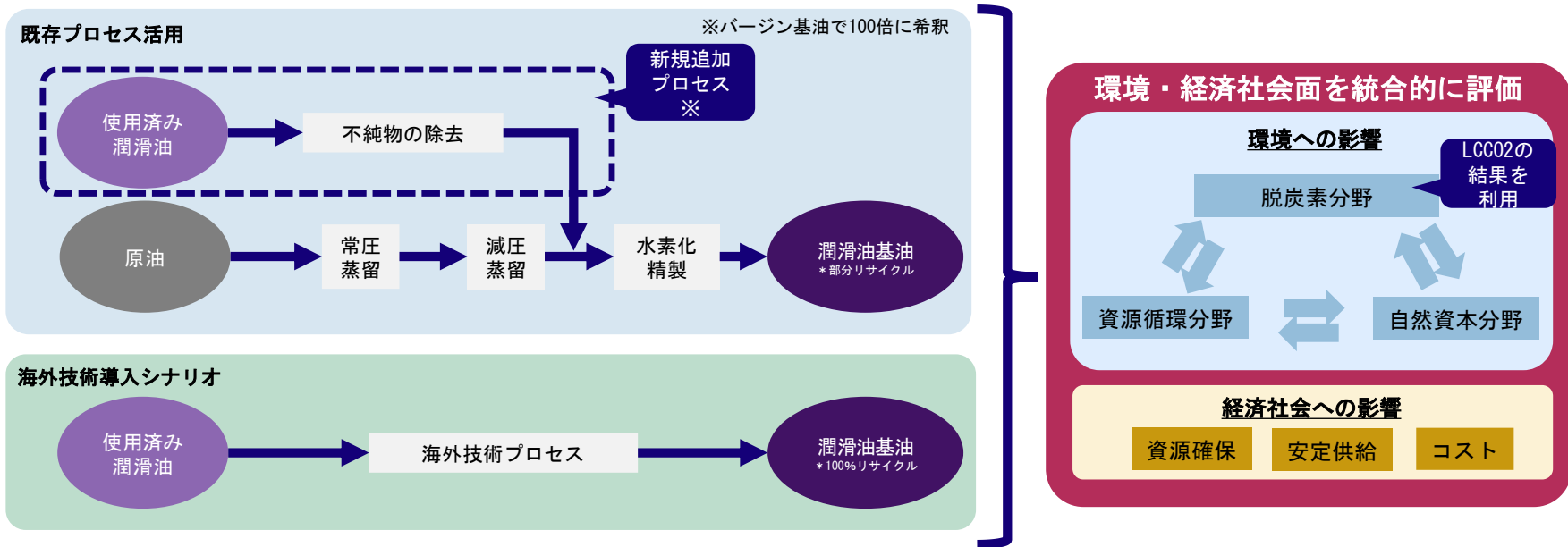


図 4-1 本章で実施した統合的評価のイメージ

4.2 評価の概要

本章では、既存プロセス活用スキーム及び海外プロセス導入スキームで生じると考えられる環境影響等について定性的に整理・評価するとともに、一部については定量的な評価を実施した。なお、CO₂削減効果の観点は3章で評価したため、それ以外の範囲に関する定性的な影響の可能性を中心に検討を実施した。

具体的には、後述の通り、基油再生に関する環境影響に関して欧米の文献調査を実施し、その結果を踏まえて、プロセス検討で得られたデータ等及びLCAの検証・評価で得られた結果を基に、脱炭素の観点、資源循環の観点、自然共生の観点、安全安心の観点で定性的に効果の有無の整理を行った。また、そのうち、特に重要となりかつデータ制約がある上でも算出可能な枯渇性資源消費削減・資源代替効果について、資源循環の観点及び安全安心（資源セキュリティ）の観点から定量化を行った。更に、環境影響低減効果の評価については、有識者へのヒアリングを2回実施し、その妥当性を確認した。また、前章で示した外部専門家を含む委員会（基油再生時の温室効果ガス削減効果に関するLCA分科会）においても検討内容を報告し、助言を受けた。

4.3 シナリオの検討・作成

環境影響低減効果の評価を行うため、比較対象として何をみるのか、どのような影響を想定して検討・調査・評価を行うのか、対象範囲を決めるためのシナリオを検討・作成した。

検討・作成したシナリオは以下の通り。

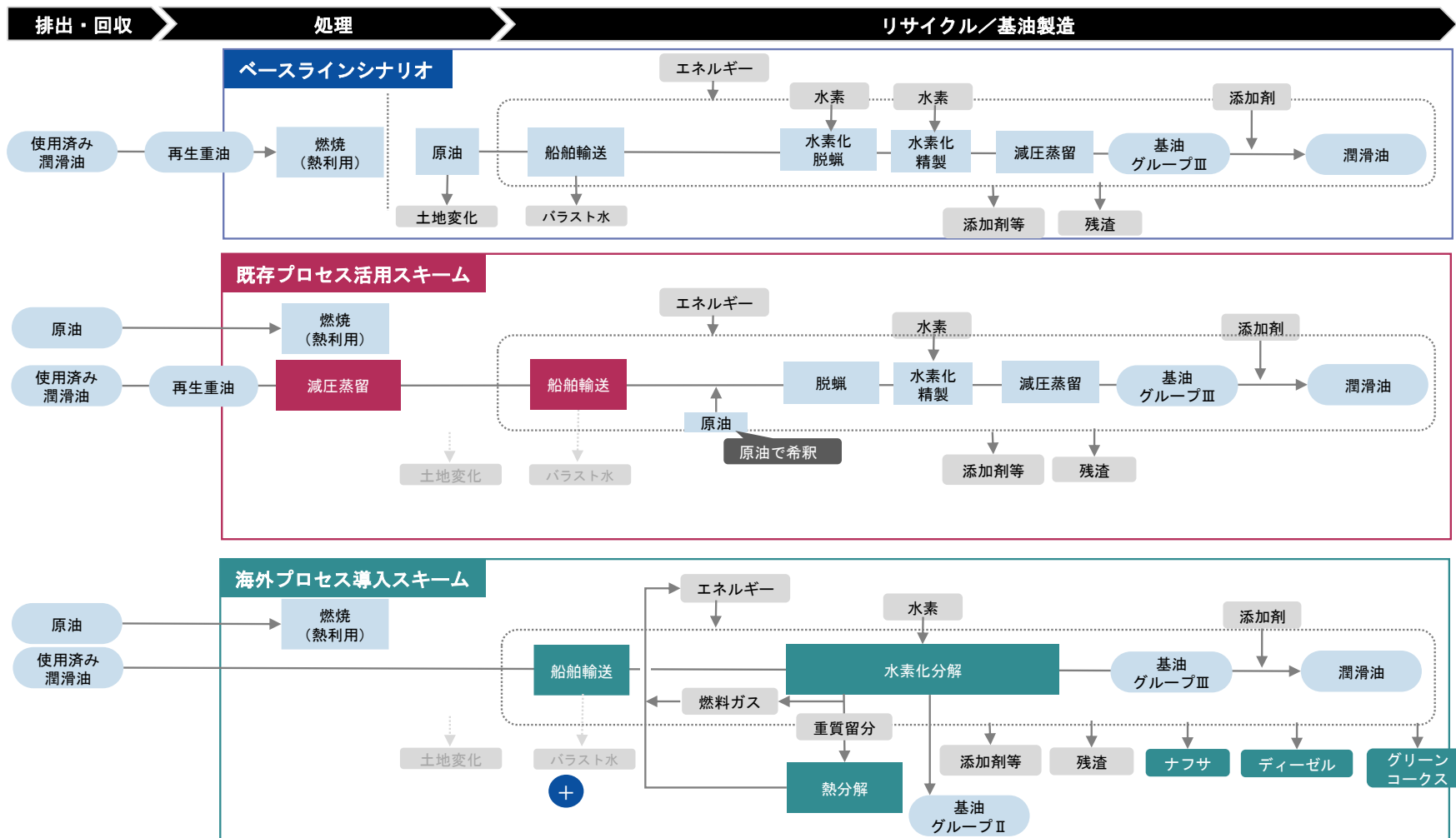


図 4-2 再生基油導入に関する各シナリオのフロー図

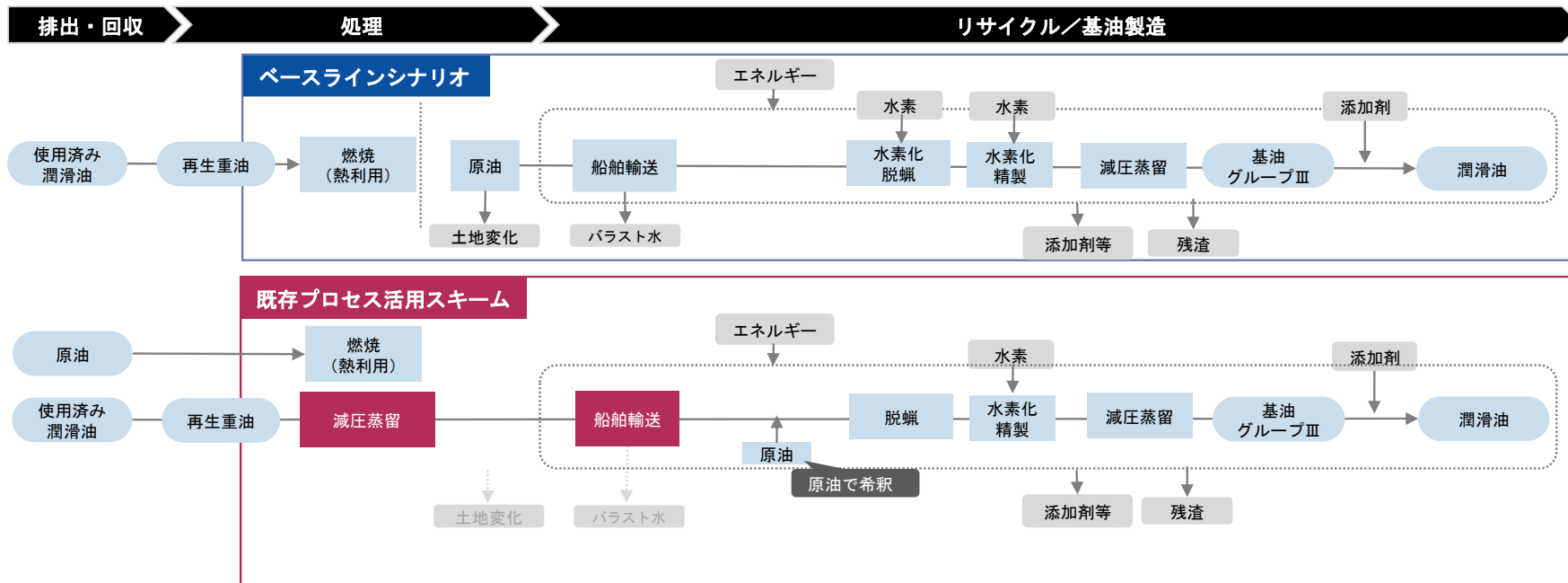


図 4-3 既存プロセス活用スキームに関するシナリオ

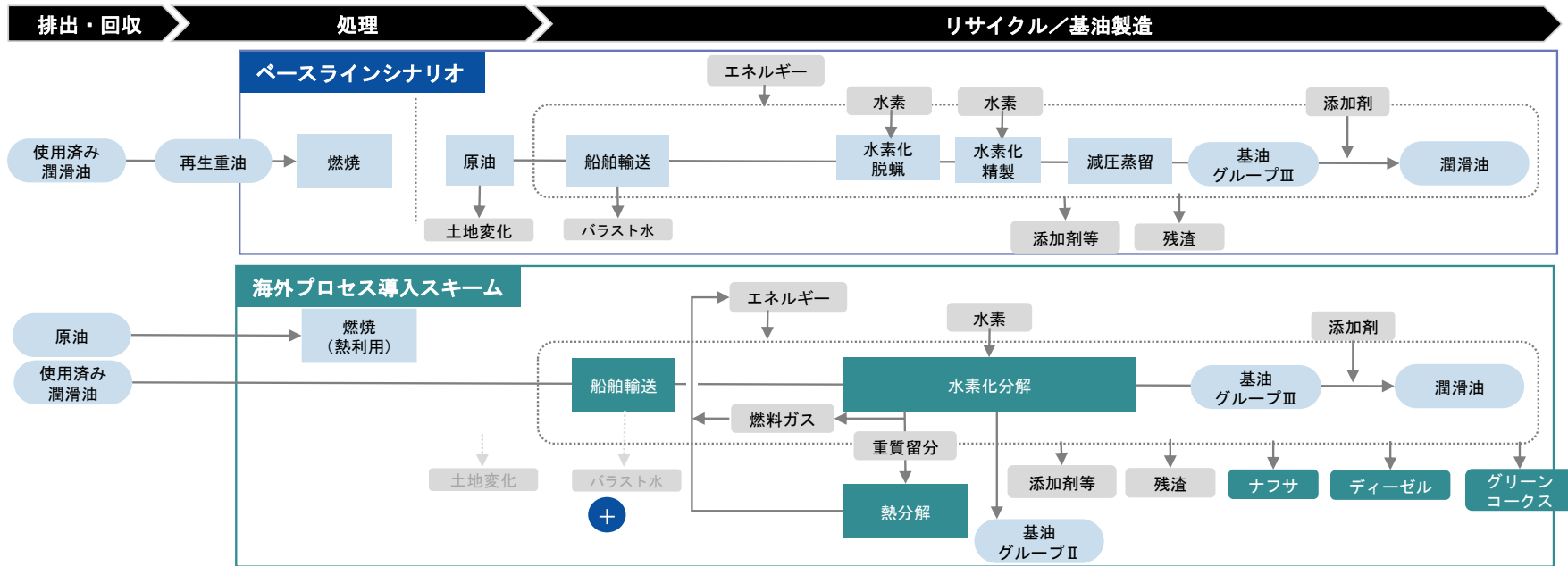


図 4-4 海外プロセス導入スキームに関するシナリオ

4.4 文献調査

環境影響低減効果に関する文献調査は、2つの観点から調査を行った。1点目は、基油再生に関するCO₂以外の環境影響の観点であり、検討すべき環境影響の抽出に用いるために調査を行った。2点目は、評価対象項目としてシナリオ設定している、既存プロセス活用スキーム及び海外プロセス導入スキームのそれぞれについて、ベースラインシナリオと大きく異なるプロセスに関して想定される評価対象項目に関する環境影響の観点である。これらは、評価対象項目についてどのような環境影響があるのか、その程度、関係性を確認するために調査を行った。調査文献の一部を下表に示す。調査文献からは環境影響の観点では再生利用は効果があり、特に枯渇性資源の利用削減による資源保全の観点及び排出される微粒子による汚染削減に効果があると考えられる。

表 4-1 環境影響低減効果に関する文献の例

観点	著者	タイトル	環境影響に関する言及
基油再生に関する環境影響	Groupement Européen de l'Industrie de la Régénération (2018)	Ecological and energetic assessment of re-refining waste oils to base oils Substitution of primarily produced base oils including semi-synthetic and synthetic compounds	再生は資源保全とその他環境負荷の軽減の点で有利と言える。
	Groupement Européen de l'Industrie de la Régénération (2007)	“Clean, Clever and Competitive” Why the Recycling of Waste Oils Must Remain an EU Policy Priority	資源セキュリティの観点からも、環境に対する貢献の観点からも再生利用がよい。将来的に再生利用の環境的利点は更に高まる。
	GEIR commissioned the Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU) (2005)	Ecological and energetic assessment of re-refining used oils to base oils: Substitution of primarily produced base oils including semi-synthetic and synthetic compounds	資源枯渇性、富栄養化、酸性化、毒性の観点について評価を実施した結果、再生利用は環境的利点につながるといえる。
	Layman's Report (2005)	Innovative Collection System & Life Cycle Assessment for Waste Lube Oils	枯渇性資源の削減に貢献する。総合的汚染防止に関する観点でも再生利用は環境によいと見える。
評価対象項目に関する環境影響	BfR Wissenschaft Edited by Barbara Werschkun, Thomas Höfer und Matthias Greiner (2012)	Emerging Risks from Ballast Water Treatment	処理されたバラスト水も未処理のバラスト水も、ヒトの健康に対する潜在的な有害性と関連している可能性がある。また、生物学的安全性と食物連鎖における安全性に直接的な脅威をもたらす可能性もある。更に殺生物処理の対策は、化学物質の安全性に関する新たなリスクをもたらす可能性がある。

4.5 環境影響低減効果の定性的整理・評価

既存プロセス活用スキーム及び海外プロセス導入スキームのそれぞれについて、ベースラインシナリオと大きく異なるプロセスを抽出し、文献調査結果も踏まえて定性的に整理・評価を実施した。

また、環境・経済・社会面でのシナジー・トレードオフ関係の構造化を実施することで、ベースラインシナリオと比較した際の環境・経済・社会面での影響の相互関係を定性的に整理した。この整理により、脱炭素の観点（GHG 排出量）、自然再考の観点（生物多様性の損失）、資源循環の観点（天然資源の枯渇）、経営上の観点（レピュテーションリスク）のいずれにおいても回避したい事象に、本事業による大きなネガティブな影響リスクはないことを確認した。

なお、定性的な評価において重要となる前提条件については、以下の通り検討・整理している。

(1) 時間変化

既存プロセス活用スキームについては、外部影響（経済安全保障リスク）以外に時間変化による明確な影響変化はないと考えられた。

一方で、海外技術活用スキームについては、事業開始時に工場・設備の新設に伴う環境負荷（土地利用変化等による自然資本への影響、資源・エネルギーの消費、廃棄物の排出等）がある。ただし、本影響についても、長期的にみると、自然資本への影響については事業実施期間で環境負荷を考えると1断面あたりの環境負荷が削減されること、資源・エネルギーの消費等については事業実施によるその他のポジティブな環境影響から、統合的な環境影響という意味では正のトレードオフあると考えられることから、事業開始時に生じる環境負荷は時間経過とともに軽減されると考えることができる。

(2) 代替内容の変化

将来的にバイオマス代替が進むことに対する影響の有無についても検討を行ったが、前章のベースラインの設定で示されている通り、回収された使用済み潤滑油は、約80%が再生燃料（C重油代替）として再生されていること、また、再生燃料の主な需要先は窯業・土石製品工業であり、石灰焼成やアルミ二次合金製造業等が主であると考ええると、これらの業種ではバイオマスへの転換を掲げていないこと、そもそも高い熱量が必要でありバイオマスが適さないと考えられることから、全エネルギーにおけるバイオマス代替が進んだとしても、再生重油の用途については、バイオマス代替は進まないか、少ないと考えられることから、影響はほとんどないとみなすこととした。

(3) 建設立地による違い

海外プロセス活用スキームにおいては、プラント建設地が複数考えられることから、建設立地による違いの有無についても検討を行った。プラント建設による環境影響については、様々な文献で論じられているが、直接的な影響としては、大きく①建設に用いる材の採取・加工による環境負荷、②建設による土地改変による環境負荷、③建設過程における資源・エネルギーの消費、汚染物質や建設廃棄物の排出などの外部環境に対する環境負荷、④建設物による地域の景観や文化・風土・地域的特性への影響（建設物活用による継続的な影響）の4つとして考えることとした⁹。このとき、本事業で検討対象とした5地域は、いずれも同様の工場地域であることから、上記4つの点では違いは出ないと考えた。なお、間接的な影響（輸送距離に基づくエネルギー消費量等）に違いは生じるものの、立地特定をしていないことから、今回は検討対象とはしなかった。

一方で、将来的に事業を展開していく際には、立地による上記観点での環境影響が生じる点については、留意が必要である。

⁹「建設事業における環境マネジメントの概要とその展開」（牛島栄、コンクリート工学 43 巻 3 号（2005 年））においては、以下の通り論じられている。「建設事業(プロジェクト)の執行過程における「環境への配慮」を、環境との関わりという視点から捉えると以下に示す 4 項目の事項に集約される。1 建設に用いる主要材料である鉄・コンクリートなどは、いずれも天然資源を大量に採取し加工するプロセスを経ることによって得られる。2 建設事業の執行により社会インフラ整備である、道路・鉄道・港湾・空港・ダム・造成などの大規模工事は自然を大規模に変える開発行為である。3 建設事業の執行過程である施工・運営・維持管理の過程で、資源・エネルギーの消費・汚染物質や建設廃棄物の排出という形で、外部環境に対する環境負荷を永続的に与える。4 建設事業の執行によって得られた成果物である社会インフラは、長期間にわたり地域に活用され、地域の文化や風土、地域的特性に影響を与え続ける。」

(凡例) + : シナジー、- : トレードオフ、0 : 影響なしまたは小さい
※ベースラインと比較した際の各分野への影響

プロセス	ベースラインシナリオと比較した環境影響 (仮説)							
	脱炭素分野	循環分野			自然資本分野		その他	
		投入	循環	廃棄	土地利用	攪乱		
基油の原料調達 バージン材の調達から使用済み潤滑油の調達に置き換わると想定	原油採掘	+ エネルギー消費減少	+ 天然資源の投入量減少	0	0	+ 土地利用変化の縮小	+ 土地利用変化の縮小	+ 原油漏出のリスク低下
	船舶輸送	+ 輸送距離の短縮に伴うエネルギー消費量減少	+ 天然資源の投入量の減少	0	0	+ 天然資源の採掘減少	+ 攪乱のリスク低下	+ 原油や化学物質漏洩リスク低下
	船舶のバラスト水処理	+ バラスト水処理に係るエネルギー消費量減少	+ 天然資源の採掘減少	0	0	0	+ バラスト水による生態系の攪乱リスクの低下	+ 経済安全保障上のリスク低下
減圧蒸留 減圧蒸留プロセスが追加されると想定	設備稼働	- エネルギー使用量増加	- 天然資源の投入量増加	0	0		0	
	水使用	- 水使用に伴うCO2排出量の増加	- 水使用量の増加	0	0		0	いずれのケースも適正理されていると想定されるため差は無し
	残渣処理	- 残渣処理に伴う新たなCO2排出	0	0	- 残渣としての廃棄物量の増加		0	いずれのケースも適正理されていると想定されるため差は無し
脱蠟 + 水素化精製 添加剤の投入	添加剤等の除去	0 フィルダー・触媒の影響もあると考えられたが、実証事業結果により大きく影響はないと判断し、差は無し						
	水素調達・利用	0 使用する水素の種類・量、残渣の種類・量、投入する添加剤の種類・量については、ベースラインシナリオと共通と考えられることから検討対象外と想定。						
	残渣処理	0 使用する水素の種類・量、残渣の種類・量、投入する添加剤の種類・量については、ベースラインシナリオと共通と考えられることから検討対象外と想定。						
熱供給	焼却	- 原油調達・焼却によるCO2排出	- 天然資源の投入量増加	+ 潤滑油としての循環利用の増加	0	- 土地利用変化の拡大	- 土地利用変化の拡大	- 原油漏出のリスク低下

図 4-5 既存プロセス活用スキームによる環境影響の定性的整理・評価

(凡例) + : シナジー、- : トレードオフ、0 : 影響なしまたは小さい
 ※ベースラインと比較した際の各分野への影響

プロセス	ベースラインシナリオと比較した環境影響 (仮説)						
	脱炭素	循環			自然資本		その他
		投入	循環	廃棄	土地利用	攪乱	
基油の原料調達 原油採掘 船舶輸送 船舶のバラスト水処理	+	+	0	0	+	+	+
	エネルギー消費減少	天然資源の投入量減少			土地利用変化の縮小	土地利用変化の縮小	原油漏出のリスク低下
	+	+	0	0	+	+	+
	輸送距離の短縮に伴うエネルギー消費量減少	天然資源の投入量の減少			天然資源の採掘減少	攪乱のリスク低下	原油や化学物質漏洩リスク低下
	+	+	0	0	0	+	+
	バラスト水処理に係るエネルギー消費量減少	天然資源の採掘減少				バラスト水による生態系の攪乱リスクの低下	経済安全保障上のリスク低下
海外技術による基油再生	0			0	0		
	冷却水は使用しているが循環再利用していることから差は無し			0	0	0	
					いずれのケースも適正理されていると想定されるため差は無し		
	+	+	+	+	0		
	副産物生産のため正味のCO2排出量減少	副産物生産による天然資源代替	副産物生産による循環利用量増加	副産物生産による残渣減少	いずれのケースも適正理されていると想定されるため差は無し		
水素化分解 + 熱分解	0						
	排出される添加剤等の除去						
	水素調達・利用						
本事業の水素需要は大きい、使用する水素の種類・量、残渣の種類・量、投入する添加剤の種類・量については、ベースラインシナリオと共通と考えられることから検討対象外と想定。							
	+	+	+	+	0		
	副産物生産のため正味のCO2排出量減少	副産物生産による天然資源代替	副産物生産による循環利用量増加	副産物生産による残渣減少	いずれのケースも適正理されていると想定されるため差は無し		
	0						
	確認中 (差はない想定)						
熱供給	-	-	+	0	-	-	-
焼却	原油調達・焼却によるCO2排出	天然資源の投入量増加	潤滑油としての循環利用の増加		土地利用変化の拡大	土地利用変化の拡大	原油漏出のリスク低下
熱利用されていた分は原油で代替されると想定							

バージン材の調達から使用済み潤滑油の調達に置き換わると想定

残渣の多くは副産物として利用可能なものとなる想定

図 4-6 海外プロセス導入スキームによる環境影響の定性的整理・評価

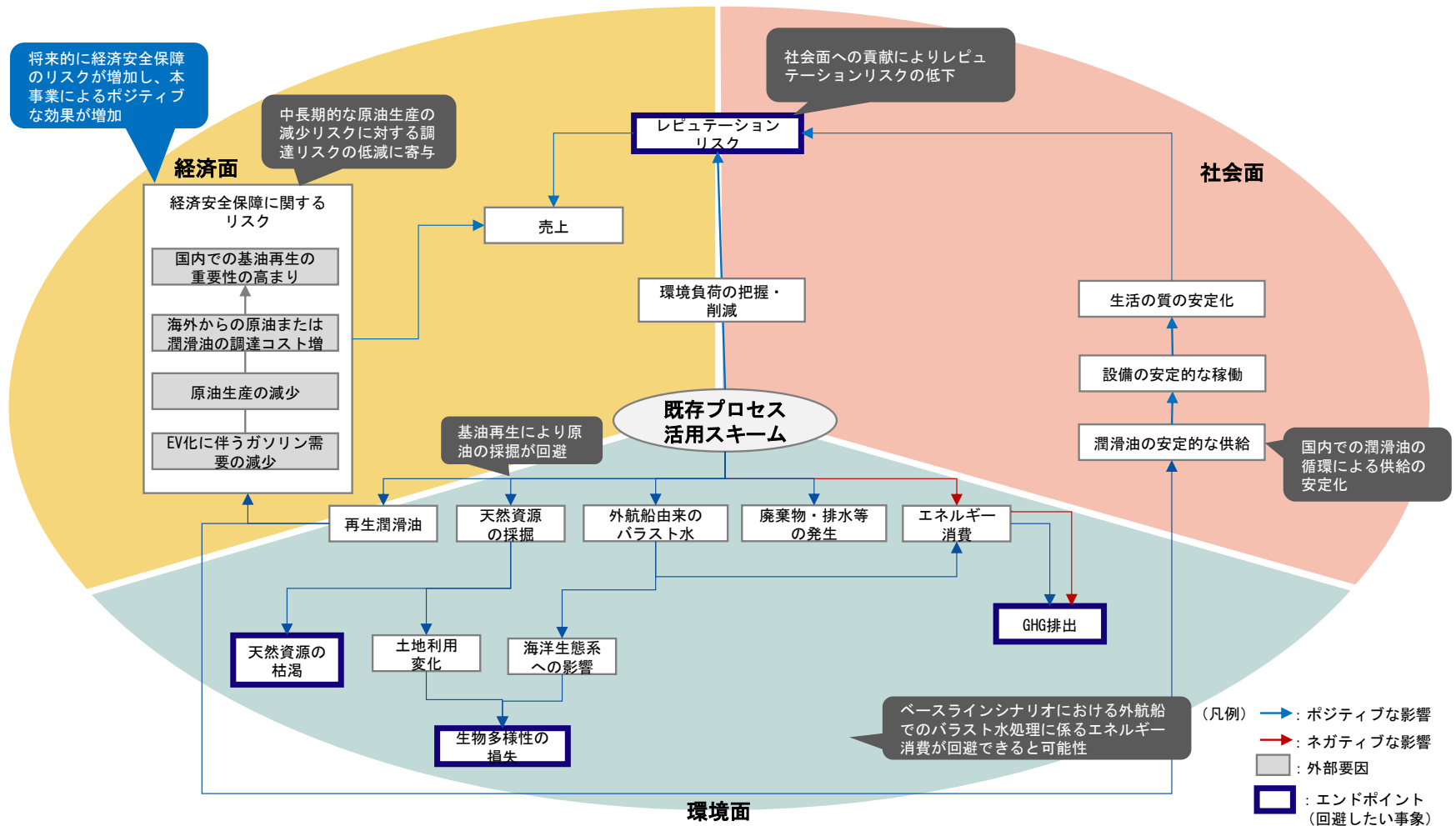


図 4-7 既存プロセス活用スキームによる環境・経済・社会面でのシナジー・トレードオフ関係の構造化

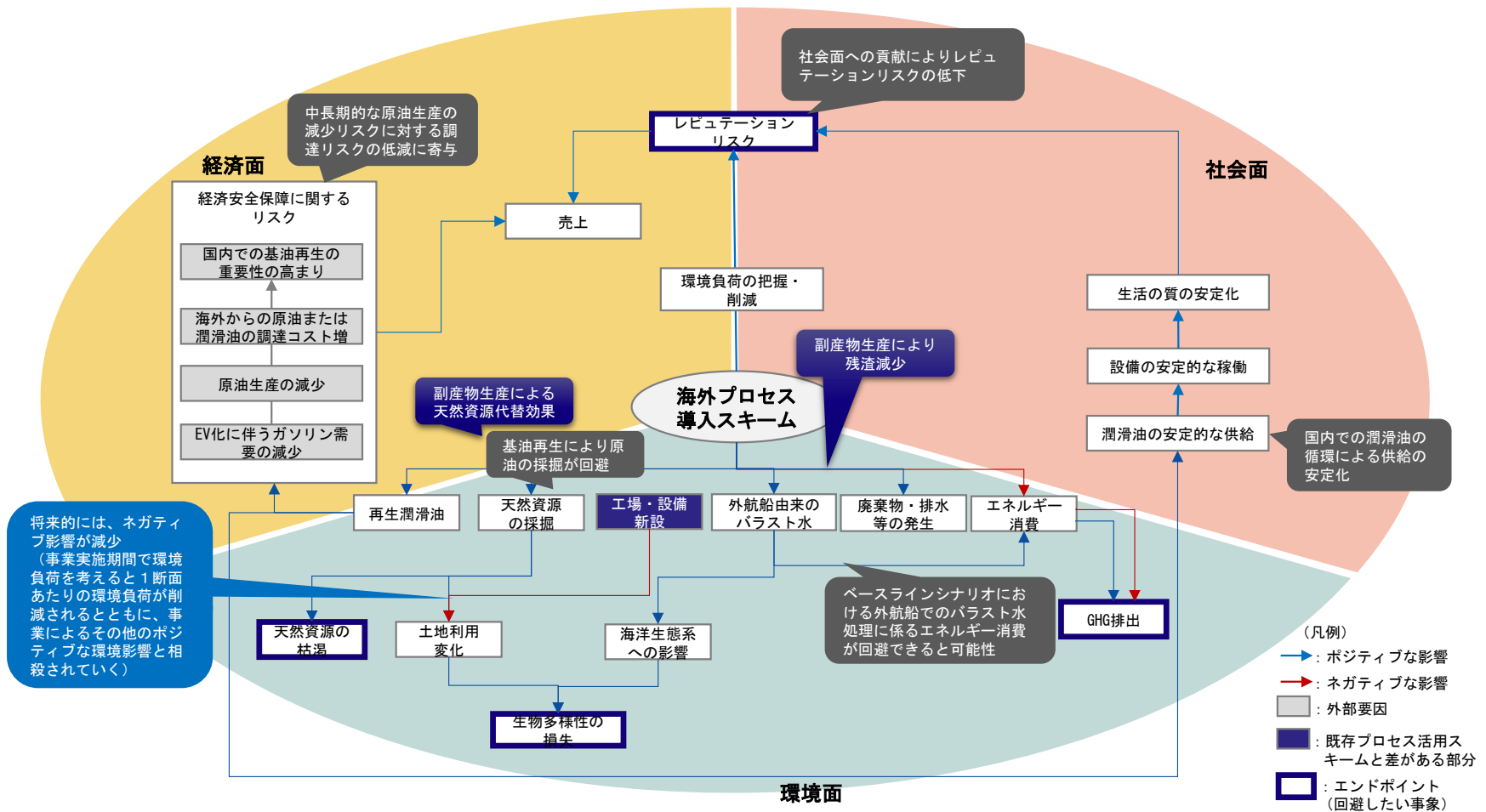


図 4-8 海外プロセス導入スキームによる環境・経済・社会面でのシナジー・トレードオフ関係の構造化

4.6 環境影響低減効果に関する定量的評価

前述の定性分析の結果を踏まえると、ベースラインシナリオと既存プロセス活用スキームとの比較では、CO₂ 以外に天然資源投入量の減少の効果が期待されることがわかった。

そこで、プロセス検討で得られた結果や既往文献を参考に想定した仮定値を基に、基油再生による使用済み潤滑油の有効利用量を対象に定量評価を実施した。その際、基油再生による取組の効果として、複数回の有効利用の効果が想定されることから、基油再生を複数サイクルと想定した推計を実施した。

天然資源投入量の減少効果を見るための指標としては、EU がサーキュラー・エコノミーモニタリングフレームワークやそれ以前の資源効率性スコアボードなど各種指標設定において用いている RACER 基準も踏まえて、使用済み潤滑油の有効利用量を見ることとした。なお、RACER 基準とは、関連性 (**R**elevant ; 達成すべき目標と関連しているか)、受容性 (**A**cepted ; 利害関係者等に受け入れられるのか)、信頼性 (**C**redible ; 専門家以外にも理解できるか)、簡便性 (**E**asy to monitor ; 合理的なコストでデータ収集等可能か)、頑健性 (**R**obust ; 容易に操作できるものではない) の5つの指標に必要な基準の頭文字をとったものである。

(1) 既存プロセス活用スキーム

既存プロセス活用スキームでは、表 4-2 の通りシナリオを設定し、基油再生プロセスのサイクル数ごとの使用済み潤滑油 1t 当たりの有効利用量を推計した。希釈倍率が 100 倍の場合（再生重油を天然資源由来の重油で希釈して精製プロセスに投入する場合）、基油再生を 10 サイクル実施した際の使用済み潤滑油 1t 当たりの有効利用量は約 0.45 t と推計された。本有効利用量の改善のためには、希釈率の低減が必要と考えられるが、100 倍から 10 倍程度に低減できたとしても、使用済み潤滑油 1t 当たりの有効利用量の上昇は+0.01t 程度と極めて限定的であることが見込まれる。

表 4-2 既存プロセス活用スキームの定量評価に関するシナリオ設定

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">● 評価の趣旨<ul style="list-style-type: none">➢ 使用済み潤滑油を繰り返し再生するプロセスを想定。➢ 基油再生の 1 サイクルごとの有効利用量を算出。● 機能単位<ul style="list-style-type: none">➢ 使用済み潤滑油 1t の処理と仮定● シナリオ設定<ul style="list-style-type: none">➢ 希釈率：バージン基油で 100 倍に希釈と仮定➢ 基油再生プロセスの収率：44.7%と仮定➢ 使用段階のロス：50%と仮定（※2 サイクル目以降）➢ 再生重油としての回収率：<ul style="list-style-type: none">◇ 1 サイクル目のみ：100%と仮定◇ 2 サイクル目以降：95 %と仮定（使用済み潤滑油から再生重油への歩留まりを 95%と想定）● 留意点<ul style="list-style-type: none">➢ 本シナリオでは、複数回にわたって繰り返し再生することを想定するが、複数回利用による品質の変化等は検討対象外であることに留意されたい。➢ 天然資源投入量の減少は、使用済み潤滑油の有効利用量の増加に基づくもののみを評価しており、ユーティリティの増減は考慮していないことに留意されたい。 |
|--|

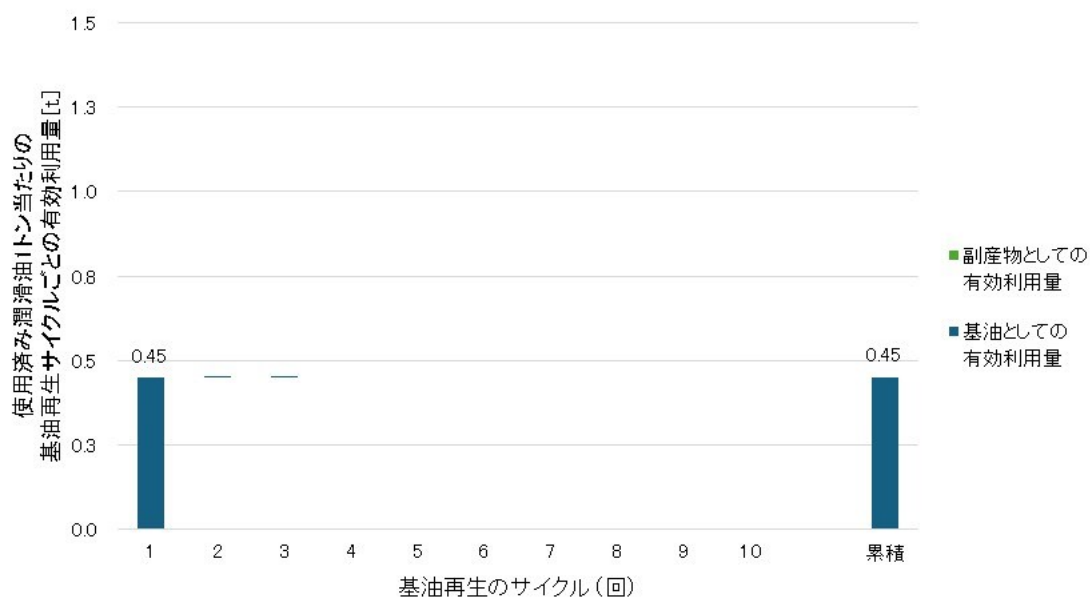


図 4-9 既存プロセス活用スキームによる使用済み潤滑油の有効利用量
(天然資源投入量の削減効果)

表 4-3 感度分析の結果

希釈率	100倍	10倍	2倍	1倍
使用済み潤滑油1 t 当たりの有効利用量 [t]	0.447	0.457	0.500	0.567

(2) 海外プロセス導入スキーム

海外プロセス導入スキームでは、表 4-4 の通りシナリオを設定し、基油再生プロセスのサイクル数ごとの使用済み潤滑油 1t 当たりの有効利用量を推計した。基油再生を 10 サイクル実施した際の使用済み潤滑油 1t 当たりの有効利用量は約 1.4t と推計された。海外プロセス導入スキームの場合は、基油としての有効利用（水平リサイクル）の他に、副産物としての有効利用も想定されていることから、使用済み潤滑油 1t 当たりの有効利用量は、リサイクルプロセスへの投入量の約 1.4 倍程度となることが見込まれる。

表 4-4 海外プロセス導入スキームに関する定量評価に関するシナリオ設定

- 評価の趣旨
 - 使用済み潤滑油を繰り返し再生するプロセスを想定。
 - 基油再生の 1 サイクルごとの有効利用量を算出。
- 機能単位
 - 使用済み潤滑油 1t の処理と仮定
- シナリオ設定
 - 基油再生時プロセスの収率：65%
 - 使用段階のロス：50%と仮定（※2 サイクル目以降）
 - 市場からの回収率：100 %と仮定（※2 サイクル目以降）
- 留意点
 - 本シナリオでは、複数回にわたって繰り返し再生することを想定するが、複数回利用による品質の変化等は検討対象外であることに留意されたい。
 - 天然資源投入量の減少は、使用済み潤滑油の有効利用量の増加に基づくもののみを評価しており、ユーティリティの増減は考慮していないことに留意されたい。

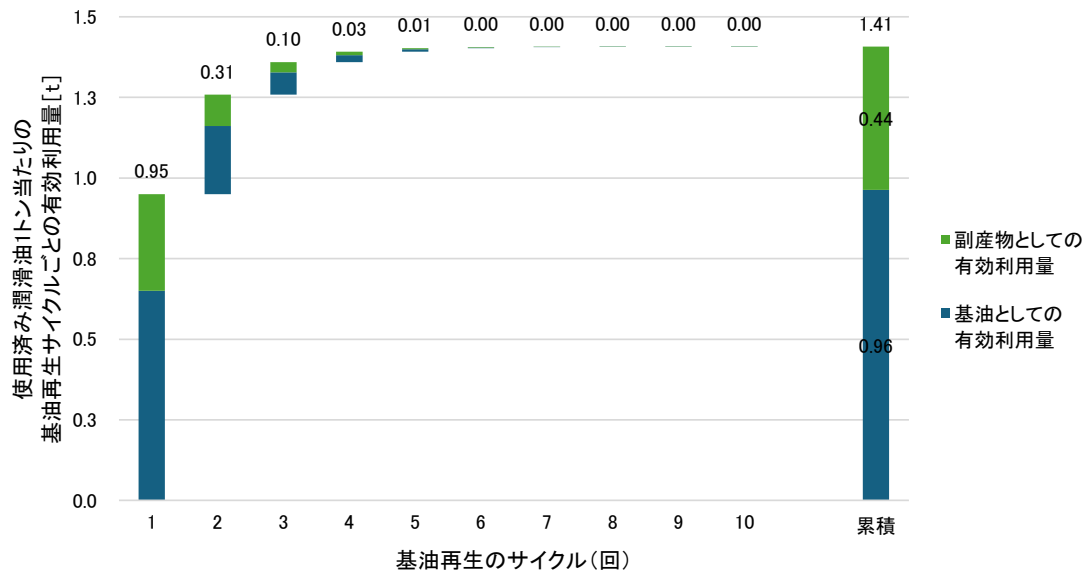


図 4-10 海外プロセス導入スキームによる使用済み潤滑油の有効利用量
(天然資源投入量の削減効果)

表 4-5 感度分析の結果

収率	65%	80%	100%
使用済み潤滑油1t当たり の有効利用量【t】	1.4	1.8	2.6

4.7 ヒアリングの実施

上述の検討を行うにあたり、有識者へのヒアリングを下記の通り行った。

表 4-6 ヒアリング実施概要

実施日時	概要
2025年9月2日（火）	● 基油再生における統合的評価の結果について

また、前章で示した2025年7月24日に実施された外部専門家を含む委員会（基油再生時の温室効果ガス削減効果に関するLCA分科会）においても検討内容を報告し、助言を受けた。

4.8 本章のまとめ

各スキームの社会実装によって生じると考えられる環境影響についてまとめると、次ページの通りとなる。

再生基油の製造は、再生重油を燃料として利用するよりも、資源代替効果（天然資源削減・資源セキュリティの観点）での効果が大きいと考えられた。さらに、基油再生のライフサイクルでの CO₂ 削減効果のほか、バラスト水削減、土地利用変化の縮小、天然資源採取量の減少等による生物多様性への負荷の低減、原油や化学物質漏洩リスクの低下による汚染リスクの削減、などもあることがわかった。

一方で、CO₂ 削減効果はベースラインの設定により大きく異なること、海外プロセス導入スキームは基油再生工場の新設による環境負荷が発生すること、資源代替効果を増していくためには、今後の技術向上が期待されることもわかった。なお、基油再生工場の新設による環境負荷は、長期的にみると、基油再生事業が継続することによって単年当たりの環境負荷が削減されるだけでなく、資源・エネルギーの消費等については事業実施によるその他のポジティブな環境影響等の便益から軽減されていくと考えられる。ただし、建設立地より負の環境影響が大きくなる可能性もあることから、工場の新設にあたっては留意が必要となる。

これらのことから、開発負荷等が少なく技術開発影響も大きくない既存プロセス活用スキームにより再生基油を生産することで再生基油の需要先を生み出したのち、開発負荷等はあるが技術開発により大きな資源削減効果を生み出すことが可能な海外プロセス導入スキームにより再生基油の割合を増やすことで、再生基油の割合を増やしていくことで、天然資源削減効果や CO₂ 削減効果がより大きくなると期待されるとともに、資源セキュリティも貢献すると考えられる。

これらのことから、本事業には図 4-11 に示す 2 つの貢献の意味がある。1 点目は、将来リスク対策への貢献である。将来的に、電気自動車へのシフトが進展しガソリン需要が低下することで、原油精製が抑制され、それに連動して基油生産が減少することが考えられる。なお、電気自動車へのシフトによりエンジン油等の需要減少も多少は見込まれるものの、電気自動車用の駆動系潤滑油やモーター・バッテリー冷却油の需要へと転換することに加え、産業機械用等の他用途における潤滑油需要は依然として存在することから、将来的に需給ギャップが発現すると考えられる。さらに、資源の困り込みの進展等により、原油輸入が減少・停止することで、潤滑油が（十分に）供給できなくなることも、石油生産国ではない潜在的リスクとして考えられる。基油再生は、潤滑油を自給可能とするため、これらのリスクへの対策として貢献すると考えられる。2 点目は、環境負荷削減への貢献である。現時点においては、資源有効利用効果はあるものの CO₂ 削減効果が大きくなく、トレードオフが生じているとも考えられるが、将来的には、エネルギー転換により C 重油から天然ガスへの代替が進むことで、CO₂ 削減効果が大きくなるとともに、資源有効利用の面においても技術開発（収量増加等）、使用済み潤滑油回収量の増加等に伴い更に効果が高まることが期待

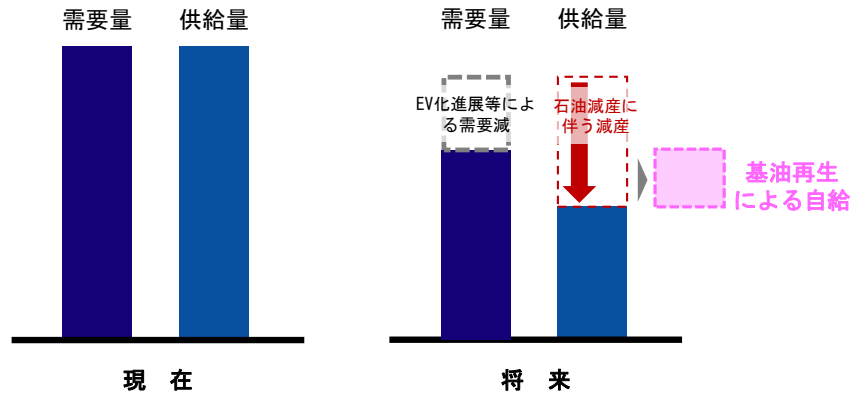
され、脱炭素と資源循環のシナジーが生まれ、環境負荷削減に貢献すると考えられる。

表 4-7 事業スキームによる影響の変化のまとめ

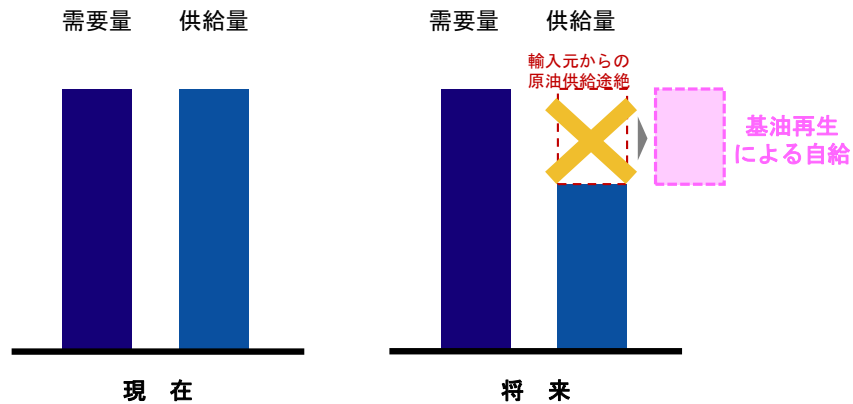
	想定する将来変化	資源代替効果	LCCO2削減効果	生物多様性への負荷	安全安心リスク
既存プロセス活用	現状維持	○ 使用済み潤滑油1t当たりの有効利用量0.45t	△ 再生重油を活用していた産業がどのような新規燃料を調達するかによりGHG削減効果は異なる	○ 土地利用変化の縮小、天然資源採掘の減少、バラスト水による生態系の攪乱リスク低下	○ 原油や化学物質の漏洩リスク低下
	低炭素燃料利用の増加	* 変化なし	○ 低炭素燃料利用が進むとGHG削減が進む	* 変化なし	* 変化なし
	技術向上 (希釈率減)	○ 希釈率が1倍になった場合、使用済み潤滑油1t当たりの有効利用量は0.57t	* 変化なし	* 変化なし	* 変化なし
	技術向上 (リサイクル回数増)	△ 効果はごくわずか	* 変化なし	* 変化なし	* 変化なし
海外プロセス導入	現状維持	◎ 使用済み潤滑油1t当たりの有効利用量1.4t	○ 再生重油を活用していた産業がどのような新規燃料を調達するかによりGHG削減効果は異なるが、既存プロセス活用スキームよりは効果大	△ 土地利用変化の縮小、天然資源採掘の減少、バラスト水による生態系の攪乱リスク低下 + 工場新設による負荷	△ 原油や化学物質の漏洩リスク低下 + 工場新設による負荷
	低炭素燃料利用の増加	* 変化なし	○ 低炭素燃料利用が進むとGHG削減が進む	* 変化なし	* 変化なし
	技術向上 (収率増)	○ 収率増が見込まれた場合、使用済み潤滑油1t当たりの有効利用量は最大2.6t	* 変化なし	* 変化なし	* 変化なし
	技術向上 (リサイクル回数増)	○ 約5回目までは効果あり	* 変化なし	* 変化なし	* 変化なし
	(備考)立地条件	今回は想定が似た立地であるため変化なし。ただし、工場新設では①建設に用いる材の採取・加工による環境負荷、②建設による土地改変による環境負荷、③建設過程における資源・エネルギーの消費、汚染物質や建設廃棄物の排出などの外部環境に対する環境負荷、④建設物による地域の景観や文化・風土・地域的特性への影響(建設物活用による継続的な影響)が発生するため、立地選定の際に確認が必要。			

将来的なリスクの可能性への貢献

リスク① 石油減産に伴う潤滑油の需給ギャップの発現リスク



リスク② 資源の困り込み進展等による原油輸入停止リスク



環境負荷削減への貢献

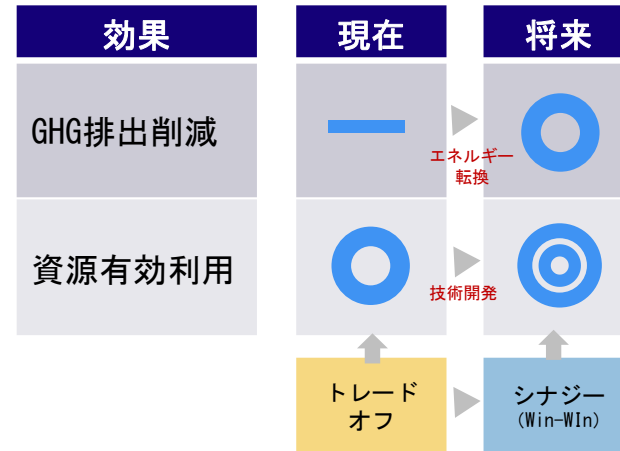


図 4-11 本事業による環境・経済・社会への貢献

5. ベネフィット・コスト・課題・リスクの分析

5.1 分析の概要

ここまでの調査の結果を踏まえ、本章では、本事業における国内での基油再生の社会実装を念頭に、既存プロセス活用スキーム（本章ではスキーム A と呼ぶ）および海外プロセス導入スキーム（本章ではスキーム B と呼ぶ）の 2 シナリオについて、品質・経済性・環境影響等の観点からの利益と不利益を体系的に整理し、社会実装に向けて解決すべき課題と、普及段階を含めて顕在化し得るリスクをステークホルダーごとに特定した。

- ベネフィット（便益）：基油再生の社会実装により、各ステークホルダーが享受できる利益や恩恵、すなわちメリット。
- コスト（負担）：基油再生の社会実装により、各ステークホルダーが負う不利益や悪影響、すなわちデメリット。
- 課題：上記のベネフィットおよびコストを踏まえ、基油再生の社会実装の上で、基油再生事業者に対して障壁となることが明らかな事項。主に、各ステークホルダーのコストがベネフィットと相殺しない事項。
- リスク：上記のベネフィット、コストおよび課題を踏まえ、基油再生を社会実装した後に、不確実性があるものの、基油再生事業者に対して事業存続の脅威となり得る事項。

また、ステークホルダーとして、社会全体、基油再生事業者（事業主体）、廃潤滑油排出事業者、収集運搬事業者、廃潤滑油処分事業者・再生重油製造事業者、潤滑油製造事業者・潤滑油製品ブランドオーナー（販売者）、潤滑油使用者（エンドユーザー）、再生重油需要家（燃料利用者）、バージン基油製造・（石油精製）・輸入販売事業者、自治体・地域社会を分析対象とした。

5.2 分析の結果

5.2.1 社会全体

● ベネフィット

基油再生の社会実装は、バージン基油の製造による GHG 排出（原油採掘等の上流プロセスを含む）を低減する。加えて、3章の検討により、再生重油による燃料代替の効果を考慮しても、低炭素化の推進につながる事が明らかになった。また、4章の検討の結果、天然資源の枯渇の対策にもない、生態系の保全に関して有益な効果をもたらされることがわかった。

さらに、我が国特有のベネフィットとして、資源自律・資源セキュリティの向上が挙げられた。我が国は、潤滑油基油の原料である原油を輸入に依存しているだけでなく、潤滑油基油自体、特に API グループⅢ基油も輸入していることから、産油国からの原油輸入の停止と、基油製造国からの基油輸入の停止の、二重の供給リスクがある。基油再生の社会実装は、これらの輸入依存度を下げ、供給リスクを減免する効果がある。潤滑油は様々な産業に必要な不可欠な製品であり、経済安全保障にも貢献すると考える。

● コスト

基油再生という新たなプロセス自体によるエネルギー消費量の増大は避けられない。ただし、これによる GHG 排出の増大は、前述のベネフィットに記載した GHG 排出削減効果により相殺される。

また、スキーム B により基油再生工場を新設する場合には、土地利用の変化が発生する。ただし、土地利用変化による環境負荷は、基油再生事業が継続することによって生じる便益によって相殺され、長期的には便益が負荷を上回ると推察する。

我が国においては、1章の検討結果より、再生重油の調達コストが高止まりした場合、再生基油の価格はバージン基油より高くならざるを得ず、結果的に潤滑油製品の価格の上昇につながる。加えて、4章の検討結果より、燃料としての再生重油の供給量が減少することから、その代替燃料として天然ガスの輸入量が増加すると考える。ただし、このコストは、前述のベネフィットである原油やバージン基油の輸入量減少と相殺すると考える。

● 課題

3章の検討により、基油再生が GHG 排出量の減少につながる条件として、石油由来燃料よりも単位エネルギーあたりの GHG 排出量が小さい天然ガスやバイオマス燃料への燃料転換が進むことが挙げられた。社会全体で引き続き脱炭素化が推進され、より GHG 排出量の小さなエネルギー源の開発と活用が志向され続けることが課題となる。

我が国では、廃棄物の燃料利用は、省エネ法において非化石エネルギーと位置付けられており、温対法に基づく SHK 制度において調整後排出量から控除されるという特別な便益を

付与されている。一方で、基油再生のようなマテリアルリサイクルの実施によって同様の便益を付与される制度はない。従って、基油再生を促進する制度の整備、特に、再生基油および再生基油使用製品のコストの引き下げや、代替燃料の確保に資する制度の導入が必要である。

- リスク

4章より、基油再生がGHG排出削減に資するには、我が国において燃料転換が進みエネルギーミックス全体が脱炭素化に向かっていることが条件である。従って、我が国全体で脱炭素に向けた取組が鈍化した場合には、基油再生の環境価値も低下する。

また、再生基油使用製品のコストを抑えることができず、潤滑油製品の価格が上昇してしまった場合、我が国の様々な産業の国際競争力が低下する可能性がある。

5.2.2 基油再生事業者

- ベネフィット

再生基油販売による収益が発生する。

- コスト

再生基油製造に伴うコストが発生する。また、スキーム A の場合は、新たな品質管理工程の追加や、設備改修が発生する可能性がある。スキーム B の場合には、基油再生工場の建設のためのイニシャルコストと、再生技術の稼働を維持するためのランニングコスト（ライセンス費等）が発生する。

- 課題

基油再生事業の経済合理性を成立するために、上流（再生重油製造者）および下流（再生基油購入者）の事業者と、フィジブルで安定した購買契約をそれぞれ締結する必要がある。そのためには、適正な再生重油調達価格と再生基油販売価格が設定されなければならない。

- リスク

上流事業者が廃潤滑油を従来の方法で処分し続けた場合、基油再生原料（廃潤滑油・再生重油）が不足し、基油再生事業者が十分な収益をあげることができない。下流事業者が再生基油または再生基油使用製品を許容しない場合も同様である。再生重油の調達コスト過多や、再生基油の製品価値不足によって、経済合理性が成立しなければ、基油再生の実装は頓挫する。

また、特にスキーム B については、新設工場を運転するための人員の確保が必要であり、人員数やスキル不足などによっては、円滑な事業経営に支障をきたす可能性がある。

5.2.3 廃潤滑油排出事業者

- ベネフィット

当該事業者が廃潤滑油を事業者内で焼却あるいは燃料利用（エネルギー回収）していた場合、基油再生に提供することによって Scope 1 を削減できる。また、廃潤滑油を単純焼却している処分事業者に提供していた場合、基油再生に提供することによって Scope 3 カテゴリ 5（事業から出る廃棄物）を削減できる。廃潤滑油から再生重油を製造している処分事業者に提供していた場合、再生重油を他社が燃料利用する際の排出量は Scope 3 カテゴリ 5 に計上しないため Scope 1,2,3 のいずれを削減する効果も生じないが、処分方法として基油再生を指定し、実際に基油再生に使用されていることが証明できれば、再生重油の燃焼による CO2 排出を回避したことによる削減貢献量として主張できると考える。

- コスト

排出する廃潤滑油の分別や品質管理が発生するため、教育や検査・トレーサビリティの確保に関する負担が発生する。

- 課題

リサイクル証書発行制度の策定と施行、ならびに廃潤滑油の分別・品質管理に関する標準化が求められる。

- リスク

当該事業者の排出する廃潤滑油が従来の方法で処分され続けた場合、基油再生原料（廃潤滑油・再生重油）が不足し、基油再生事業者が十分な収益をあげることができず、基油再生の実装が頓挫する可能性がある。

5.2.4 収集運搬事業者

- ベネフィット

基油再生事業者に再生重油を提供している事業者に最終処分を依頼、あるいは基油再生事業者に廃潤滑油を直接提供することによって、資源循環への貢献のアピールや、再生重油の燃焼による CO2 排出を回避したことによる削減貢献量の主張ができ、企業価値向上につ

ながら。また、基油再生工場は大きな数量規模の需要を発生することから、長期契約による安定収益の機会が発生する。

- コスト

排出する廃潤滑油の分別や品質管理が発生するため、教育や検査・トレーサビリティの確保に関する負担が発生する。また、基油再生工場が定修などにより稼働停止した場合は、その代替処分先を確保しなければならない。

- 課題

リサイクル証書発行制度の策定と施行、ならびに廃潤滑油の分別・品質管理に関する標準化が求められる。加えて、基油再生工場の稼働停止期間中の代替処分方法について検討する必要がある。

- リスク

当該事業者が収集運搬する廃潤滑油が従来の方で処分され続けた場合、基油再生原料（廃潤滑油・再生重油）が不足し、基油再生事業者が十分な収益をあげることができず、基油再生の実装が頓挫する可能性がある。

5.2.5 廃潤滑油処分事業者・再生重油製造事業者

- ベネフィット

基油再生に協力することで新たな収益の機会が発生する。基油再生工場は大きな数量規模の需要を発生することから、長期契約を実現することで安定した収益を獲得できる。また、再生重油の製造にあたって、燃料としての要求スペックを満足するための品質管理にかかるリソースや、燃料としての販売先の獲得のための営業活動にかかるリソースを削減できる。さらに、スキーム A のように投入原料に品質上の制約がかかる場合は、再生重油の品質管理にかかるサービス提供による新たな収益の機会が発生する。

加えて、再生重油の販売先を、燃料利用者から基油再生事業者に変更することで、Scope 3 カテゴリ 11（販売した製品の使用）が削減できる。加えて、資源循環への貢献をアピールすることで、企業価値向上につながる。

- コスト

燃料販売による収益の機会が喪失する。

排出する廃潤滑油の分別や品質管理が発生するため、教育や検査・トレーサビリティの確

保に関する負担が発生する。また、基油再生工場が定修などにより稼働停止した場合は、その代替処分先を確保しなければならない。

- 課題

リサイクル証書発行制度の策定と施行、ならびに廃潤滑油の分別・品質管理に関する標準化が求められる。加えて、基油再生工場の稼働停止期間中の代替処分方法について検討する必要がある。

再生重油製造者と基油再生事業者の双方の経済合理性が成立するよう、フィジブルで安定した購買契約が必要である。

- リスク

当該事業者が廃潤滑油を従来の方法で処分し続けた場合、基油再生原料（廃潤滑油・再生重油）が不足し、基油再生事業者が十分な収益をあげることができず、基油再生の実装が頓挫する可能性がある。

5.2.6 潤滑油製造事業者・潤滑油製品ブランドオーナー（販売者）

- ベネフィット

再生基油はバージン基油よりも製品カーボンフットプリントが低くなるため、購入する基油の排出量を低下により Scope 3 カテゴリ 1（購入した製品・サービス）を削減できる。また、基油再生工場が潤滑油製品の廃棄に伴う GHG 排出を減少させるため、Scope 3 カテゴリ 12 も低下する。これらの排出量削減効果が企業価値を向上させると考える。さらに、当該事業者の製品のカーボンフットプリントの低減によって製品の顧客訴求力を強化することが可能になり、再生基油の導入による新製品の開発や販売の機会も発生し得る。

加えて、国内自給度が向上し、BCP（事業継続計画; Business Continuity Plan）にも貢献する。

- コスト

バージン基油の再生基油への切替に伴うコストが発生する。一般的に、新規原材料の採用時には、品質確認や品質変動への対策の検討が必要であり、再生基油の場合も同様に必要となる。また、自動車用エンジン油等、アプリケーションによっては、用途に応じた業界規格やユーザー規格が定められており、それらの認証を取得するための試験費用や登録費用が発生する可能性がある。

また、再生基油の価格がバージン基油の価格よりも高い場合は、その差額を支払う必要がある。

- 課題

潤滑油製造事業者・潤滑油製品ブランドオーナーと基油再生事業者の双方の経済合理性が成立するよう、フィジブルで安定した購買契約が必要である。

- リスク

再生基油の採用が進まなかった場合、基油再生事業者が十分な収益をあげることができず、基油再生の実装が頓挫する可能性がある。

5.2.7 潤滑油使用者(エンドユーザー)

- ベネフィット

製品カーボンフットプリントの低い潤滑油製品の採用によって Scope 3 カテゴリ 1 を削減でき、グリーン調達目標の充足や、企業価値向上につながる。

- コスト

再生基油使用製品への切替に伴うコストが発生する。再生基油使用製品の価格がバージン基油使用製品の価格よりも高い場合は、その差額を支払う必要がある。

- 課題

再生基油使用製品を受容する市場環境の整備が必要である。例えば、リサイクル製品はバージン製品に対して品質が劣るというイメージを払拭するための広報活動や、再生基油製品の購入を後押しするようなインセンティブ施策の導入などが考えられる。

- リスク

再生基油使用製品を受容されなかった場合、基油再生事業者が十分な収益をあげることができず、基油再生の実装が頓挫する可能性がある。

5.2.8 再生重油需要家(燃料利用者)

- ベネフィット

再生重油を燃料として利用しにくくなることにより、燃料やエネルギー源の転換が必要になり、抜本的な脱炭素化投資の機運が高まる。

- コスト

安価な燃料としての再生重油の入手が難化し、燃料・エネルギーコストが増大する。また、再生重油を化石エネルギーで代替した場合には、温対法における調整後排出量が増大する。

- 課題

上記コストを補填するために、再生重油需要家はその顧客に対して価格転嫁が必要である。また、再生重油の燃料利用に頼らない脱炭素化の推進が求められる。

5.2.9 バージン基油製造(石油精製)・輸入販売事業者

- コスト

再生基油との競合により、事業の採算性が悪化する。

- リスク

事業の中止により、我が国の潤滑油業界全体の供給がタイト化する。

5.2.10 自治体・地域社会

- ベネフィット

特にスキーム B の場合、新規大型投資による地域経済への波及効果が期待できる。

- コスト

許認可や環境影響評価の実施が必要である。また、特にスキーム B の場合、工場新設に伴う一時的な環境負荷が発生する。

- 課題

許認可や環境影響評価の実施が必要である。

- リスク

環境負荷に関する風評により、工場新設への反対運動が起こる可能性がある。

5.3 本章のまとめ

上記の分析結果を、表 5-1 にまとめた。

また、分析の結果、我が国における基油再生は低炭素化や経済安全保障などといった社会全体にもたらす便益が大きいことがわかった。従って、基油再生を実装すべきと考える。ただし、実装にあたっては多くの課題やリスクがあり、利害が相反するものも存在することから、政策的な解決が必要となる可能性が高い。そこで、既に基油再生を実装している、あるいは実装しようとしている他国の政策の動向を調査し、それらを参考に国内で導入すべき政策を検討することとした。次章以降にその結果を示す。

表 5-1 基油再生の国内実装によるステークホルダー毎のベネフィット・コスト・課題・リスク

ステークホルダー	便益(ベネフィット)	負担(コスト)	課題	リスク
社会全体/日本社会	<ul style="list-style-type: none"> 低炭素化 資源枯渇対策 生態系保全 潤滑油基油の輸入依存度減少 潤滑油の供給安定性向上 経済安全保障 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー消費増 潤滑油のコスト増 天然ガスの輸入増 (スキーム B)土地利用変化 	<ul style="list-style-type: none"> 脱炭素化の継続 基油再生を促進する制度の整備 	<ul style="list-style-type: none"> 脱炭素化の鈍化による、基油再生の環境価値の低下 潤滑油・燃料コスト増による、各種産業の国際競争力低下
基油再生事業者	<ul style="list-style-type: none"> RRBO 販売収益 	<ul style="list-style-type: none"> RRBO 製造コスト (スキーム A)品質管理工程の追加 (スキーム A)設備改修 (スキーム B)工場新設の初期投資 (スキーム B)ライセンス費等 	<ul style="list-style-type: none"> 適正で安定な再生重油調達価格 適正で安定な RRBO 販売価格 	<ul style="list-style-type: none"> 基油再生向け原料の不足 経済合理性の不成立 (スキーム B)工場運営のための人員・スキルの不足
廃潤滑油排出事業者	<ul style="list-style-type: none"> Scope1/Scope3 カテゴリ 5 削減(エネルギー回収やリサイクルをしていない場合) 削減貢献量主張(環境貢献アピール) 	<ul style="list-style-type: none"> 分別・品質管理の厳格化 	<ul style="list-style-type: none"> リサイクル証書発行制度 分別・品質管理の標準化 	<ul style="list-style-type: none"> 廃潤滑油の燃料利用継続による、基油再生向け原料の不足
収集運搬事業者	<ul style="list-style-type: none"> 削減貢献量主張(環境貢献アピール) 長期契約で安定収益の機会 	<ul style="list-style-type: none"> 分別・品質管理の厳格化 (スキーム B)基油再生稼働停止期間中の代替処分先確保 	<ul style="list-style-type: none"> リサイクル証書発行制度 分別・品質管理の標準化 基油再生稼働停止期間中の代替処分方法の決定 	<ul style="list-style-type: none"> 廃潤滑油の燃料利用継続による、基油再生向け原料の不足
廃潤滑油処分事業者 再生重油製造事業者	<ul style="list-style-type: none"> RRBO 製造向けの新収益機会 燃料製造・販売のリソースの削減 Scope3 カテゴリ 11 削減 環境貢献アピール (スキーム A)分別・品質管理サービス等の新収益機会 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料としての収益機会の喪失 分別・品質管理の厳格化 (スキーム B)基油再生稼働停止期間中の代替処分先確保 	<ul style="list-style-type: none"> リサイクル証書発行制度 分別・品質管理の標準化 基油再生稼働停止期間中の代替処分方法の決定 適正で安定な再生重油販売価格 	<ul style="list-style-type: none"> 廃潤滑油の燃料利用継続による、基油再生向け原料の不足
潤滑油製造事業者 ブランドオーナー・販売者	<ul style="list-style-type: none"> Scope3 カテゴリ 1,12 削減 製品カーボンフットプリント低減 新製品開発・販売の機会 国内自給度向上 	<ul style="list-style-type: none"> 切替コスト(品質確認・認証等) RRBO 価格プレミアム負担 	<ul style="list-style-type: none"> 適正で安定な RRBO 購入価格 	<ul style="list-style-type: none"> RRBO 使用製品の販売不調による、RRBO 需要の低迷
エンドユーザー	<ul style="list-style-type: none"> Scope3 カテゴリ 1 削減 グリーン調達目標充足 環境貢献アピール 	<ul style="list-style-type: none"> 切替コスト(品質確認・認証等) RRBO 価格プレミアム負担 	<ul style="list-style-type: none"> リサイクル品を受容する市場環境 	<ul style="list-style-type: none"> RRBO 使用製品の販売不調による、RRBO 需要の低迷
再生重油需要家(燃料利用者)	<ul style="list-style-type: none"> 脱炭素化推進の機会 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料・エネルギーコスト増 Scope1 排出量増 	<ul style="list-style-type: none"> 再生重油に頼らない脱炭素化 再生重油需要家の顧客への価格転嫁 	<ul style="list-style-type: none"> —
バージン基油事業者	<ul style="list-style-type: none"> — 	<ul style="list-style-type: none"> 採算性悪化 	<ul style="list-style-type: none"> — 	<ul style="list-style-type: none"> 事業中止による潤滑油供給タイト化
自治体・地域社会	<ul style="list-style-type: none"> (スキーム B)地域経済活性化 	<ul style="list-style-type: none"> 許認可・環境影響評価の負担 (スキーム B)工場新設・稼働にともなう負の環境影響 	<ul style="list-style-type: none"> 許認可・環境影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> 工場新設への反対運動

6. 国内外の政策動向調査

6.1 調査の概要

潤滑油のリサイクルには、品質面（技術面）のみならず、回収面・販売面での課題が存在し、そのような課題を解決する為に、諸外国では各種政策の導入が進んでいる。現在日本においては再生基油製造を促進する規制やインセンティブは導入されていない状況だが、今後の制度設計に向けた提言を行うべく、本年度の事業において潤滑油リサイクルを巡る各国政策の実態調査（主にデスクトップ、一部事業者へのヒアリング含む）を実施し、日本での適用検討に値すると考えられる政策を抽出することとした。

今般の調査にあたり、潤滑油リサイクルが進んでいる国（地域）、ならびに昨今規制やインセンティブの導入を積極的に進めている国（地域）として、欧州、ブラジル、中国、オーストラリア、インド、インドネシアを対象として選定し、個別に文献調査ならびに一部国（地域）では業界プレイヤーへのヒアリング調査を実施した。

6.2 各国政策動向

6.2.1 欧州

欧州では、廃潤滑油処理規制に関しては 40 年以上に亘る歴史があるが、当初の廃潤滑油指令（75/439/EC）に於いては、廃油を回収し、人間と環境に回避可能な損害を与えることなく処理することを求めていた。その後、1987 年に大幅な改正が行われ、エネルギー回収のための焼却よりも廃油の再生が優先されるようになった。2010 年、廃油指令は、廃油に関する規定を含む過去の廃棄物指令を廃止・統合する形で、2008/98/EC（WFD：Waste Framework Directive）に置き換えられた。WFD は、加盟国（MS：Member State）に対し、廃油が他の廃棄物や可能であれば他の種類の油との混合を避け、分別回収され、人の健康や環境に害を与えることなく、いわゆる「廃棄物の階層性」を尊重して管理されるよう、厳格な措置を講じることを求めている。WFD はまた、拡大生産者責任（EPR）制度の基礎も定めている。EPR 制度は、自治体が特定の廃棄物の流れを回収するための資金を調達するために不可欠な経済的手段として機能している。WFD はその後、2018 年に指令（EU）2018/851 に改正され、EU における廃棄物管理の基本的な法的枠組みとして引き続き機能している。

西欧 15 개국¹⁰における潤滑油需要は 2021 年時点で 3.3 百万 t あり、凡そ 50%にあたる 1.6 百万 t が回収され、1 百万 t の廃潤滑油が再精製されている。西欧 15 개국に於いては、生成する廃潤滑油の殆どが回収されており、その過半が再生基油の原料として使用されており、西欧は世界中で最も潤滑油のマテリアルリサイクルが進展している地域と言えるが、必ずしも全ての国々が一律な EPR システムを導入している訳でもない。規制の方法や政府の介入レベルは国により様々であり、ドイツの様に EPR システムが無くとも再生基油製造が進んでいる国もあれば、イタリアの CONOU¹¹の様に EPR による直接的な再生基油製造支援によって再生基油製造が進んでいる国もあり、再生基油製造が進んでいる背景は、各国の潤滑油産業の成り立ち等も踏まえ、個別に考察していく必要がある。

¹⁰ドイツ、イギリス、フランス、イタリア、スペイン、ポルトガル、ベルギー、オランダ、スイス、ノルウェー、スウェーデン、デンマーク、フィンランド、アイスランド、ルクセンブルク

¹¹使用済み潤滑油のリサイクルを推進する国家コンソーシアム。正式名称 the National Consortium of Waste Oils (<https://www.conou.it/en/consortium/>)。令和 3 年の調査報告書等で詳細に触れられているため、今回は調査対象外とした。

表 6-1 西欧の再生基油製造能力

COUNTRY	COMPANY	千トン	
		USED OIL FEED CAPACITY	BASE OIL CAPACITY
Germany	Puraglobe	210	150
	AVISTA	125	80
Italy	Itelyum	195	88
	RAM Oil	20	10
France	Eco Huile	120	60
Spain	Sertego	120	60
	Cator	40	25
Denmark	AVISTA	120	75
Finland	TecOil	60	40
Portugal	Enviroil	25	15
	Egeo Oil	25	15
United Kingdom	Whelan	50	35
TOTAL		1,110	653

(1) フランス

① 潤滑油リサイクル概況

フランスでは、2022年に22社の企業によりCYCLEVIAという潤滑油のPRO(Producers Responsibility Organization)が組織されており、フランス政府より6年間の認可を受け、国内の潤滑油リサイクル高度化に向けた活動を進めている。2023年時点で413千tの生産量がCYCLEVIAに登録されており、同国生産量(500千t)の80%を占める。CYCLEVIAでは240千tの廃油が回収され、再生基油(回収量の81%(約200千t))や再生燃料(回収量の19%)に精製されている。

CYCLEVIAの発足以降、フランスでは、Total LubricantsとVeoliaグループの合弁によるOsilub(製造能力120千t)とECO HUILE(製造能力125千t)が基油製造事業者として存在しており、それぞれ回収も手掛けている。フランスには51の回収事業者が存在するが、ECO HUILEやVeoliaを含む大手3社の寡占となっており、概ね90%が回収されている。現在、CYCLEVIAは再生基油の高品質化を掲げており、APIグループII/APIグループIII基油製造を促進しようとしている。

② 廃油処理に関する規制

CYCLEVIA導入前は、地方政府によって認可を受けた回収事業者が、貯蔵施設を有する地域の廃油回収義務を負っていたが、CYCLEVIA導入以降、入札方式で選別され契約を行った回収事業者によって回収が行われている。指定回収事業者により回収された廃油は海外8拠点を含む118の貯蔵拠点に貯蔵され、沈殿物除去等の簡易的な処理を経て水分が除

去されている。

CYCLEVIA は販売する製品潤滑油の数量 1ton あたり€89（約 14 円/kg：為替想定 160 円/€、以下同）を徴収（2022 年現在）し、輸送コストや違法に廃棄された廃油の処理費用等として回収業者に支払っている。回収事業者は廃油保有者から廃油を無償（有償での購入は認められていない）で回収し、CYCLEVIA の指示に基づき、廃油の品質管理や分別回収の義務を負う。回収費用、品質基準、分別管理等については、CYCLEVIA と回収業者との契約で個別に決められている。回収業者の回収エリアは廃油保有者との近接性を考慮し決められており、所定のエリア外からの回収に対して回収費用は支払われない。トレーサビリティの確保が前提となるが、政府許可を得た数量について輸出入を行うことは可能。販売者が支払う€89（約 14 円/kg）の徴収金は毎年見直しが入る一方で、各販売者の 1) 再生基油の使用状況、2) 製品の毒性、3) EU エコラベルの取得有無、によっても調整されている。CYCLEVIA が徴収する費用は主に回収コストに使われているが、再生基油製造者や廃棄物処理施設の運営者にも一部が割り当てられている。

(2) ベルギー

① 潤滑油リサイクル概況

同国では 2002 年～2004 年の間に VALORLUB という PRO が設立され、地域毎に異なる目標を掲げ、順次拡大してきた。現在 200 社近くの潤滑油生産者が VALORLUB に参加している。

ベルギーでは再生基油工場が存在しない為、再生基油原料として輸出されるか、国内外で燃料として利用されている。燃料利用は、禁止、もしくはやむを得ない（再生基油施設へのアクセスが不可等）場合のみ認められることとなっており、回収された廃油の 90%近くが再生基油原料としてフランス、ドイツ、フィンランドに輸出されている。2022 年現在、同国の潤滑油消費量 103 千 t、廃油量 64 千 t に対し 42 千 t が回収され、その 90%程度が再生基油原料として輸出されている。

② 廃油処理に関する規制

VALORLUB への参加者は国内販売量（輸出量は生産量から控除される）に応じた徴収金を支払う必要があり、その徴収金で VALORLUB は運営されている。

年間 10 千リットル以下の廃油保有者は、認定回収事業者（VALORLUB と契約を交わした回収事業者）に回収費用を支払い、無償で廃油を引き渡すことになっているが、支払う回収費用について、VALORLUB から金銭的支援を受けることができる（回収量に応じ、年間€100～€200（16 千円～32 千円程度）程度）。一方で、年間 10 千リットル以上の廃油保有者は、VALORLUB から金銭的支援を得ることなく、市場で需給バランスに応じた価格で廃油を回収事業者に販売している。欧州では再生基油精製が広く行われており、再生基油原料

としての廃油は再生基油事業者による需要が根強くあることから、一定量を超えて回収可能な廃油は有価で取引される為、PRO からの金銭的支援が無くとも回収事業が成立する背景があるものと推察される。ドイツで再生基油プラントを有する AVISTA OIL は同国で回収事業も手がけており、廃油の品質レベルに応じた回収条件を廃油保有者に提示することで、自社で原料として活用する廃油品質レベルをコントロールしている。

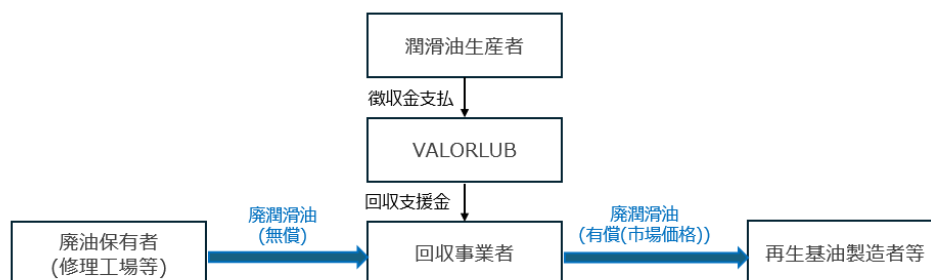


図 6-1 ベルギーの EPR システムの概要 (小規模廃油回収の場合)

(3) フィンランド

同国の潤滑油需要量 130 千 t 程度に対し、33 千 t が回収されている。廃油の回収は環境省により管轄されており、環境省によって選定される回収事業者によって行われている。過去より、回収事業者の回収コストが廃油回収、販売に伴う収益を上回る場合には環境省から補助金が支払われていたが、現在は殆ど支払いが発生していない模様。同国では廃潤滑油の燃料使用が禁止されている。TecOil 社は、2014 年に米国 Chemical Engineering Partners (CEP) 社の水添技術を活用し、50 千 t の再生基油製造開始。同国では、乗用車、商用車向けエンジンオイル基油の多くに API グループ II/グループ III が使用されており、エンジンオイル由来の廃潤滑油を選択的に回収することで、API グループ II + (グループ II より高品質な基油) を製造することが可能。TecOil は国内のエンジンオイル由来廃潤滑油の 90% (約 20 千 t) を回収し、再生基油製造に使用している。尚、同社は回収事業者経由欧州域内で廃油を調達しているが、調達価格は€200-500/t (≒32~75 円/kg) 程度とのこと。同社は 2024 年 7 月に TotalEnergies に買収された。

(4) ドイツ

同国では 750 千 t の潤滑油が消費され、450 千 t の廃油が発生、そのうち 380 千 t (83%) が回収されており、EU 諸国最大の潤滑油消費国、廃油生成国である。更に 210 千 t 程度の廃油が輸入されている。排出事業者からの廃油引き取り価格は数量規模により幅があるが、中央値としては€250/t (≒40 円/kg) 程度で、再生事業者が支払うコストとしては、これに

物流コスト及び第三者からの購入の場合は回収業者の販売マージンが追加でかかる形となる。

ドイツの再生基油製造事業者は Puraglobe 社と AVISTA 社の 2 社があり、それぞれ 200 千 t、120 千 t の廃油を再生基油に精製している。上述の通り、ドイツでは再生基油精製が事業として根付いているが、潤滑油の EPR 制度は存在せず、政府による再生基油製造へのインセンティブシステムも無い。ドイツでは石炭が豊富に取れることや、ロシアからの安価な天然ガスの調達が可能であったことから、重油を燃料として使用する文化が無いことに加え、廃潤滑油を燃料使用することへの抵抗感が根付いていることあり、結果として再生基油精製が進んでいる状況である。

(5) スペイン

① 潤滑油リサイクル概況

同国の潤滑油需要は 2020 年時点で 265 千 t あり、55%が輸送用機械、43%が産業用途で消費されている。同国では廃油として排出される数量は需要量の 48% (127 千 t) と推定されており、PRO によって把握されている数量が 121 千 t であることから、略全て (95%) の廃油が PRO によって回収されている。国内には Sertego 社 (4 工場)、Cator 社 (1 工場) の 2 社の回収事業者兼再生基油製造事業者 (API グループ I) があり、それぞれ年間 60 千 t、25 千 t の再生基油製造能力を有する。一方で、Sertego 社の回収量は 30 千 t、Cator 社の回収量は 20 千 t 程度である為、不足する廃潤滑油は国外から輸入し自社の再生基油製造に使用している。

② 廃油処理に関する規制

スペインでは廃潤滑油による環境汚染を防ぎ、可能な限り再生基油として生成することを目的として 2006 年に EPR システムが発足しており、SIGAUS (Sistema Integrado de Gestión de Aceites Usados : 廃潤滑油管理総合システム) が設立された。SIGAUS に登録する潤滑油事業者は 250 社程度あり、市場全体の 85~90%をカバーしている。SIGAUS は会員企業から販売数量に応じ、€60/ton (=9.6 円/kg、2019 年時点) を徴収し、SIGAUS から認定を受けた回収事業者に対する回収費用として支払われている。2019 年の SIGAUS の徴収金は総額で€16.9mil であり、そのうちの 80%以上が廃潤滑油の回収、輸送、品質評価として、残りは研究開発費や SIGAUS の運営費用として支出された。廃潤滑油の回収は認定事業者によって無償で行われるが、廃潤滑油の有償販売は規制されておらず、大口の廃油保有者は長期契約に基づき有価で販売するケースもある。SIGAUS は廃油回収事業者の収益状況を定期的に把握し、地域毎に報酬額を決定している。地域毎の報酬額のばらつきは非常に大きい、平均€10/ton (=1.6 円/kg) が支払われている模様。

(6) ポルトガル

① 潤滑油リサイクル概況

同国の潤滑油需要は 76 千 t あり、そのうちの 33 千 t (44%) が廃潤滑油として排出され、29 千 t が回収され、指定された前処理施設により水分の除去等を行った 26 千 t の内、21 千 t が再生基油製造に使用されている。国内では ENVIROIL 社、EGEO 社が再生基油製造 (API グループ I) を行っており、それぞれ 25 千 t の廃潤滑油処理能力を有し、15 千 t の再生基油製造を行っている。ENVIRON 社は再生基油に加え、再生重油製造、販売も手掛ける。

② 廃油処理に関する規制

ポルトガルでは 2005 年に EPR システムが発足し、全ての潤滑油サプライヤーは SOGILUB (Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados : 廃油潤滑油総合管理協会) に登録する義務を負っている。同国環境省は、廃棄物の生産と管理に関するデータを登録、提出、保存するための情報システム SIRER (統合型電子廃棄物登録システム) を運用しており、SOGILUB の参加者は SIRER 上で登録、データ入力を行う必要がある。SOGILUB には約 200 社の潤滑油サプライヤーが登録されており、Ecovalor と呼ばれる徴収金€56/t (2021 年現在) が支払われている。SOGILUB は政府よりライセンスを受け、5 年毎に更新されている。2021 年に更新されたライセンスにおいては、100%の廃潤滑油回収に加え、2021 年時点で 80%の基油再生率を 82%まで引き上げることが目標とされている。廃潤滑油は SOGILUB のメンバーである 9 社の回収事業者により無償で回収され、4 社の前処理請負事業者迄届けられる。尚、大手回収事業者である Carmona 社、EGEO 社は前処理請負事業も行っている。ポルトガルではスペイン等とは異なり、SOGILUB 自体が登録事業者への委託を通じ国内で唯一の廃潤滑油販売者となっており、原油価格に応じて決められる価格に基づく廃潤滑油販売収益は SOGILUB の運営費の一部となっている。SOGILUB では、概ね Ecovalor からの収入が 75%、廃潤滑油販売収入が 25%の割合となるように Ecovalor の水準が定期的に調整されている。2021 年の Ecovalor の収入は、徴収金 (€56/t) と潤滑油需要 76 千 t から概ね€4.2mil と計算され、廃潤滑油の販売収入は€1.4mil と推計できる。初期的な精製を経た廃潤滑油の数量 26 千 t が SOGILUB の廃潤滑油販売数量だとすると、平均的な廃潤滑油の販売価格は€54/t (8.6 円/kg) 程度となる。

(7) トルコ

① 潤滑油リサイクル概況

トルコ国内では 580 千 t の潤滑油が消費され、凡そ 48%にあたる 280 千 t が回収され、

国内の複数の再精製事業者により 110 千 t の廃潤滑油が精製されている¹²。独の事業者によって設立され、米国の Sequoia Global 社¹³の技術を導入し 2022 年に再生基油工場を完工した TAYRAS 社は、60 千 t の廃油処理量、45 千 t の API グループ II/II+ ベースオイル製造を行える能力を有し、国内に 7 つの回収拠点、60 の回収トラック、2 つの鉄道輸送インフラを整え、再生基油製造を行っている。その他にも廃潤滑油処理量で 5 千 t から 20 千 t 規模の中小事業者がある模様。

② 廃油処理に関する規制

トルコでは 2004 年に EU の法令を参照する形で、廃潤滑油の回収、廃棄に関する法制度を制定して以降、複数の改定を経て、現在は 2019 年 12 月に施行された「廃油管理に関する規則」に基づいて廃潤滑油の管理が行われている。本規則では、廃油の貯蔵、回収、輸送、再精製（含む再生燃料製造）、廃棄に関わる技術的なガイドラインを制定し、環境や人体の健康を保護することが目的とされている。同国では、国内石油精製事業者の業界団体である PETDER（トルコ石油協会）¹⁴が PRO として廃潤滑油の回収管理の責任を負っているが、2021 年時点では、PETDER で把握している廃潤滑油の回収量は年間 20 千 t に過ぎず¹⁵、大半が燃料に非合法的に混入され、安価な偽造燃料としてバスやトラックのディーゼル油代替として使用されていた事実から、多くの廃潤滑油が非合法で回収されていたと推察される。その後、2021 年に、国内の潤滑油製造事業者や輸入業者に対し、自社で製造又は輸入した数量に対する一定割合の回収義務を課すこととし、2023 年には全ての廃潤滑油を回収することを義務化した。一方で、生産者と輸入者が負う回収義務は、同国経産省の承認の元、回収業者の認証を受けた第三者に移転することが可能となっており、政府による強力な規制と PETDER による廃潤滑油回収インフラの整備によって、同国の廃潤滑油回収システムの高度化が急速に進んだものと思われる。尚、2023 年の法改正に於いては、国内で販売される潤滑油への再生基油の混入も義務化されており、2025 年迄に段階的に 6%まで引き上げる計画となっている。

6.2.2 ブラジル

① 潤滑油リサイクル概況

ブラジルの潤滑油市場は約 1,200 千 t で、年間約 660 千 t 程度の廃潤滑油が発生しており、うち 7 割程度にあたる約 450 千 t が回収され、約 400 千 t が基油（API グループ I / API グループ II ベースオイル）に再生されていると推測される（2020 年時点）。

再生事業者はラテンアメリカで唯一高品質な API グループ II ベースオイルを製造できる

¹² Lubes'N'Greases(March21,2023)

¹³ <https://sequoia-global.com>

¹⁴ 国内 17 の石油精製事業者等から構成される業界団体

¹⁵ 2020 年 PETDER 年次報告書

Lwart 社（210 千 t 程度の廃油処理能力を保有し、150 千 t 程度の再生基油を製造。現在工場拡張中で 2026 年以降 200 千 t 以上の再生基油の製造が可能となる見通し）が圧倒的なシェアを誇るが、その他 Proluminas, Petrolub, Lubrasil といった API グループ I ベースオイル製造事業者（廃油処理能力各 40～60 千 t 程度）も含めて 10 社超が存在している。

② 廃油処理に関する規制

ブラジルでは廃油の土壌、水域、または下水システムへの廃棄が禁止されているほか、燃料としての使用はリサイクルとして認められておらず、完成潤滑油生産者ならびに輸入者が廃油の回収と最終処分（再精製）に責任を持つことが明確に定められている（2005 年の CONAMA 決議 第 362 号 他）。

完成潤滑油生産者ならびに輸入者には、各々の販売量に比例した廃油回収義務が課せられており（地域ごとに販売量に対する最低回収比率を政府が決定しており、2020 年は全国平均 42%⇒2021 年 44%⇒2025 年は 49%と年々上昇中）、当該回収数量義務を履行するため、生産者ならびに輸入者は直接廃油の回収を行うか、廃油回収業者（その多くが再生事業者を兼ねる）に当該回収義務を代行させている（実際はほとんどが後者となっている）。具体的には、完成潤滑油生産者ならびに輸入者は、当該代行契約を締結した回収業者経由、再生事業者が発行する廃油の受領証明書（**Certificate of Receipt of Oil used & contaminated**：通称 CRO、再生事業者に受け渡された廃潤滑油の量、受け渡し日、再生事業者名、回収業者の情報が記載）を購入し、四半期ごとに規定のフォーマットで製品販売量/廃油回収量（再精製量）を当局に報告、監査等のタイミングで報告数量の裏付けとなる受領証明書を当局に提示するという形が取られている。また、廃油排出事業者や回収業者、再生事業者も同様に回収量や再精製量を当局に報告することが義務付けられ、報告数量の裏付けとなる証明書（上述受領証明書以外に、収業者が廃油排出事業者からの廃油回収時に発行する回収証明書である **Certificate of Collection of Oil used & contaminated**: 通称 CCO や、排出事業者に渡される最終処分証明書である **Certificate of Final Destination**：通称 CDF が含まれる）の保管と求めに応じた当局への提示が求められる。

上記廃油のサプライチェーンに関わる全ての事業者は規制当局（**National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels/ANP**）への登録が必須となっており、各種証明書を証憑とした数量管理により廃油が適切に回収・処理（再精製）されることを担保していることが同国 EPR 制度の最大の特徴となっている。各事業者が ANP への登録や証明書の発行・保管義務を怠った場合には多額の罰金（500～2,500 万円）が課せられることが法律で定められており、強制力のある仕組みとなっていること（かつ廃油の燃料利用が原則禁止されていること）が同国で再生基油製造が進んでいる最大の理由と考えられるが、同国には完成潤滑油生産者や輸入者への再生基油の購入（混合）義務や目標比率、購入数量の報告義務等は現時点では存在していない。それにも関わらず多くの完成潤滑油生産者は再生基油を購入しており（同国最大の再生事業者である Lwart 社は、再生基油を全量国内で販売している

とのこと)、回収業者が再生業者を兼ねる場合（同国での多くの場合）については、証明書購入にあたり再生基油購入が必須となる可能性が想定されるが、Lwart 社によれば、証明書の売買と再生基油の売買は独立しており、直接の関係はないとのことである。一方、完成潤滑油の生産者（ならびに輸入者）は受領証明書を取得する際に 0.35~0.45 ブラジルリアル/L \approx 80~100USD/t（12~15 円/kg：為替想定 150 円/USD、以下同）の費用を支払っており、この費用は回収事業者の廃油回収物流費用に充当され、同国内での安価な廃油調達ならびに再生基油製造の経済性向上に寄与、結果的にバージン品対比価格競争力ある形での再生基油販売を可能とし、完成潤滑油生産者は証明書取得義務とは無関係に購入している可能性が考えられる。この仮説につき、Lwart 社より入手した最新の財務諸表（表 6-2）を基に検証を実施した。

Lwart 社の財務状況は非常に良く（自己資本比率：約 6 割、流動比率：約 300%）、安定した事業運営がうかがえる。収益性も良く（EBITDA マージン：約 17%）、同国内で再生基油の経済性は十分に担保されていることが確認できた。Lwart 社の当該会計年度における基油販売量は 176 千 KL、廃油回収数量は 222 千 KL との情報から推測した基油販売価格ならびに原料廃油調達価格は以下の通り。

推定基油販売価格：157~197 円/L¹⁶ \approx 1165~1457USD/MT

推定廃油調達価格（工場納込ベース）：41~57 円/L¹⁷ \approx 308~423USD/MT

表 6-2 Lwart 社 2023 年 12 月期財務諸表

簡易BS		(億円)		簡易PL (億円)	
流動資産	176	流動負債	59	売上高	346
非流動資産	152	非流動負債	76	(売上原価)	259
		純資産	193	売上総利益	87
総資産	328		328	営業利益	51
				(EBITDA)	58
				当期純利益	35

出所：ヒアリングを基に三井物産作成

上記からブラジルでは廃油調達価格自体は諸外国と大きく変わらない（前述フィンランドやドイツ、後述インドネシア等と同程度）一方、同時期の API グループ II ベースオイル

¹⁶ 上限値：売上 346 億円 \div 176 千 KL(副生物の販売を加味せず、売上全てが基油販売と仮定)、下限値：売上 346 億円 \div 222 千 KL(精製過程のロスを加味せず、全量が再生基油あるいは副生物として販売できると仮定した場合の製品販売平均価格)として算出。

¹⁷ 推定売上原価 116~147 円/L(259 億円 \div 176~222 千 KL より算出)から、推定製造費用（出光興産想定の前処理+最終精製費用の 45~75 円/L の中間値 60 円/L と仮定）、推定販売物流費用（同国廃油回収物流費用を参照、15 円/L と仮定）を引き、上限値については収率（222 千 KL 廃油 \rightarrow 176 千 KL 再生基油）も加味して算出。

市況が 800-950USD/MT 程度（出展：ICIS）で推移していたことを鑑みると、販売価格については国際市況を大きく上回っていることが確認された。Lwart 社は回収業者も兼ねていることから、回収費用見合いの受領証明書の販売収入（80-100USD/MT）が売上高に入っていると見られることに加え、Lwart 社が販売している API グループ II ベースオイルについてはバージン品生産者が同国に存在せず輸入品のみマーケットとなっており、国際市況より高く取引されているためと推測される。

政策により廃油が強制的に再生基油製造に回される点はマテリアルリサイクル推進の観点では特記すべき点であるものの、同国における再生基油事業者の経済性担保に関しては、完成潤滑油事業者による回収費用負担のインパクトよりも API グループ II ベースオイル純輸入国であることの方が重要である可能性が高い。

6.2.3 中国

① 潤滑油リサイクル概況

中国の潤滑油市場は約 7,000 千 t で、年間約 3,600 千 t 程度の廃潤滑油が発生しており、うち 8 割強にあたる約 3,000 千 t が回収され、約 1,400 千 t が基油（主に API グループ I ベースオイル）へと再生されていると推測される（2020 年時点）。

再生事業者は API グループ I ベースオイルメーカーを中心に、40～50 社超が存在していると思われるが、50 万 t の廃油処理能力を保有する業界最大手の河北金谷再生資源開発有限公司（Hebei Jingu Recycling Resources Development）を筆頭に、20 万 t 超の廃油処理能力を保有する大手事業者は 2 社、5～10 万 t 規模の中規模事業者が 10 社程度となっている。再生基油製造方法としては、蒸留後の溶剤抽出が主流だが、蒸留方法は各社ごとに異なり、中規模～大手事業者については減圧蒸留を採用していることが多い。

② 廃油処理に関する規制

中国では廃潤滑油は「国家危険廃物名録」に記載され、回収、運送、貯蔵、処理などをする会社は、環境汚染を防止すべく適切な管理を行うことが義務づけられ、「危険廃棄物経営許可証」の保有が必須となる。2015 年に中国工業・情報化部（MIIT）より公布された「廃鉍物油総合利用業界規範条件（2015 年第 79 号）」において、廃鉍物油の総合（包括的）利用は「様々な分離工程を経て、工業用油と同等またはそれに近い品質の潤滑油基油、ディーゼル燃料、その他工業油を得ること」と定義され、回収・運送・処理・再生に関する一連の規則が定められた（廃油回収方法、事業規模や立地、品質規格やエネルギー消費量上限などが規定）。

2017 年には廃鉍物油は「戦略性新興産業重点製品とサービス指導目録」に入れられ、消費税、所得税などにおける優遇（インセンティブ）を提供することが提示され、2021 年発行の「資源の総合的利用に向けた付加価値税（増値税/VAT）政策の改善に関する財政部・国

家務総局の公告」によれば、再生基油製品販売業者は 50%VAT 還付対象（優遇なし税率 13%→6.5%でカウント）、2023 年発行の「廃鉱物油再生油製品の消費税免税措置継続の公告」によれば、廃鉱物油で再生した潤滑油基油、ガソリン、軽油、その他の工業用油に対する消費税が免除される（優遇なし税額：1.52 元/L≒\$260~270/t≒40 円/kg）ことになっている。

2023 年には「石油精製産業のグリーン、革新的、高品質発展の促進に関する指導的意見」において廃潤滑油などの廃有機物と原油とのカップリングが奨励されること等も明記された。

以下表 6-3 にて、デスクトップ調査で確認できた税制優遇の詳細をまとめた。

表 6-3 中国における税制優遇の例

分類	政策	実行時間	優遇対象	優遇内容
VAT 簡易計算 ポリシー	<ul style="list-style-type: none"> 「資源の総合的利用に向けた付加価値税政策の改善に関する財政部・国家税務総局の公告」(2021年財政部・国家税務総局公告第40号) 	2022年 3月1日 から開始	再生可能資源(危険廃棄物、廃棄自動車、その他再生可能資源)回収に従事する増値税一般納税者	回収した再生資源の販売に対して、VAT3%にて計算
VAT 還付ポリ シー			自社生産の資源総合利用製品の販売及び資源総合利用サービスの提供	VAT 還付 (廃鉱油：50%)
消費税の優遇 措置	<ul style="list-style-type: none"> 「廃鉱物油再生油製品の消費税免税措置継続の公告」(2023年財政部・国家税務総局公告第69号) 	2027年 12月31日 まで有効	廃鉱物油で再生した潤滑油基油、ガソリン、軽油、その他の工業用油	消費税の免除
法人税の優遇 政策	<ul style="list-style-type: none"> 中華人民共和国企業所得税法第33条 中華人民共和国企業所得税法施行規則第99条 「資源の総合的利用のための企業所得税優遇目録の実施に関する問題に関する財政部と国家税務総局の通知」(財税[2008]第47号) 「国家税務総局の法人所得税優遇政策事項の取扱いに関する改正措置の公告」(2018年国家税務総局公告第23号) 	2008年 1月1日 以降も継続	「資源総合利用企業の所得税優遇目録」に掲載されている資源を主原料として使用し、「資源総合利用企業所得税優遇目録」に掲載された製品を生産する企業	関連製品からの総収入は、90%で計上
環境保護税制 の優遇政策	<ul style="list-style-type: none"> 「中華人民共和国環境保護税法」第12条第4項 財政部生態環境部、環境保護税に関する問題に関する国家税務総局通知(財税[2018]第23号)第3条 「中華人民共和国工業情報化部公告2018年第26条」 		国及び地方の環境保護基準を遵守し、課税固形廃棄物を包括的に利用する環境保護納税者。	環境保護税を一時的に免除 ※1.2-3.9元/汚染当量 北京、天津、上海、河北、江蘇、河南では、4.8-14元/汚染当量。

業界最大手の河北金谷再生資源開発有限公司によれば、前述の各種税制優遇は事業の経済性を担保する上で必須となっている。同社の場合、廃油は自社の回収網ならびに協力会社から調達しているが、価格は原油価格を参考に決められ、足元調達価格は約 5,000~5,200 元 (約\$700~730) /t \approx 105~110 円/kg (優遇 VAT 3%と消費税 1.52 元/L \approx 40 円/kg を含む)、これに対し目的生産物であるグループ I の再生基油の販売価格は約 7,500 元 (約\$1050) /t \approx 158 円/kg (優遇 VAT6.5%を含む、消費税免除) となっており、他副産物 (船舶用重油、アスファルト向け重油等) の販売価格が約 2,000~5,000 元/t \approx 42~105 円/kg (グループ I の再生基油と同様の税優遇対象) 程度、目的生産物の収率 (約 6 割) と製造コストを加味すると、何とか採算が取れるレベルであることを確認した (販売価格加重平均: 7500 元/MT \times 0.6 + 2,000~5,000 元/MT \times 0.4 = 5,300~6,500 元/t 程度 \approx 111~137 円/kg)。逆に各種税優遇がないと仮定した場合、原料廃油調達価格が VAT 分更に高くなるほか、API グループ I ベースオイルの販売価格は VAT+6.5%に消費税 1.52 元/L \approx 40 円/kg が加わり、9,400 元 + α /t \approx 197 円超/kg の仕上がり¹⁸となり、API グループ I ベースオイルの国内市況@ 8,300 元 (約\$1,160U) /t¹⁹ \approx 174 円/kg を大きく上回ることとなる。現在中国市場では、再生基油が品質/低炭素等の観点でプレミアムをつけて買われることはまずなく、価格メリットを訴求することによるバージン基油からの置き換えが基本であることから、税制優遇政策によりバージン基油価格よりも安く販売できる立て付けにあることが同国内で再生事業が成立している主因であるといえる。

また、同社は高技術企業 (ハイテク企業) の省認定を受けており、法人税が 25% \rightarrow 15% に減税されており、一定の経済性確保に寄与している。それでも尚、稼働率の低さ (30~50%) もあり、業界最大手といえども事業採算は決して良いとはいえない状況であった。同国内で基油再生を更に進めるには、潤滑油事業者への再生基油購入義務 (販売増/稼働率向上) や再生事業者への補助金等、更なるインセンティブの付与 (販売価格引き下げ/バージン品の置き換え促進) が必要と見られる。

なお、廃鉱物油の回収利用に関しては、2011 年に定められた「廃鉱物油回収利用汚染防御技術規範」等にて燃料用途の記載もあり、同国にて燃料再生自体は認められている。一方、前述の廃鉱物油の総合 (包括的) 利用はあくまで基油再生のことを指し、燃料再生は各種税制優遇の対象外と考えられるが、現時点での調査では確認できていない (例えば VAT 還付対象の製品には「廃潤滑油を原料とした工業用油」との記載あり、再生重油が含まれる可能性)。燃料再生も優遇対象となっているとすれば、対象外とすることで基油再生が促進されるものと考えられる。

¹⁸ VAT 計算を原料廃油価格と販売価格の差から行った場合。実態は、廃油排出事業者=廃油販売者から購入価格の証憑となるインボイスを入手できず、再生基油や副産物の販売価格に対して VAT が計算されているケースが多く、再生事業者の経済性悪化の一因となっている。

¹⁹ 同国ではバージン基油の国内生産が限定的で輸入依存となっており、輸入品には関税に加えて VAT、消費税もかかるため国内販売価格が国際市況対比高くなっているが、廃油販売にも VAT、消費税がかかるため廃油の調達価格が非常に高いことも特徴である。

6.2.4 オーストラリア

① 潤滑油リサイクル概況

同国潤滑油市場規模は 500 千 t 程度と推測され、300 千 t 程度の廃油が発生し、9 割程度にあたる 280 千 t 程度が回収され、うち 200 千 t 強が基油再生に回されていると見られる（2023～24 年度時点：管理当局最新統計によれば 640 千 KL の国内製造／輸入基油に対し、170 千 KL 程度の再生基油が製造されている）。同国は広大な国土面積を誇る一方で人口の 8 割超が沿岸部（特に南東部）に集中しており回収は効率的に行われている。

同国には年間 120 千 t 以上の廃油処理能力を保有する最大手 Cleanaway 社（オーストラリア南東部に 2 か所再生工場を保有）、続く Southern Oil 社（同 110 千 t 程度、東部に 2 か所再生工場を保有）、Wren Oil 社処理能力不明、西部に再生工場を保有）の 3 社の再生事業者が存在している。

② 廃油処理に関する規制

同国では 2000 年に PSO Scheme（Product Stewardship for Oil Scheme：石油製品管理に関するスキーム）が制定され、以降、(1)完成潤滑油生産者ならびに完成潤滑油輸入者からの賦課金徴収、及び、(2)廃油再生事業者への補助金（給付金）給付、により廃油の回収再生がうながされてきた。(1)と(2)はリンクしており、(1)を原資に(2)が給付される仕組みとなっている。当該スキームの管理監督は Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water/DCCEEW（旧 Department of Agriculture Water and Environment/DAWE）が行うが、運営主体（実行組織）は税務局（The Australian Tax Office /ATO：国内潤滑油生産者からの賦課金徴収と再生事業者への補助金給付を行う）ならびに内務省税関部（The Customs Area of the Department of Home Affairs：潤滑油輸入者からの賦課金徴収を行う）となっている。

(1)の設定額は表 6-4 の通りで、14.2cent/L \approx 14 円/L（為替想定：100 円/豪\$、以下同。潤滑油の場合）or KG（グリースの場合）となっており、2023 年にそれまでの 8.5cent/L \approx 9 円/L から引き上げられたばかりである。また、リサイクル潤滑油またはグリースも販売時には再び賦課金の対象となる。輸入品にも同様の賦課金が課せられる。

表 6-4 PSO スキームにおける賦課金の徴収額

15.1	Either: (a) petroleum-based oils that are lubricant/fluid/oil products; or (b) the synthetic equivalents of such oils; but not greases	\$0.142 per litre
15.2	Either: (a) petroleum-based oils that are lubricant/fluid/oil products or greases; or (b) synthetic equivalents of such oils; recycled for use as oils that are lubricant/fluid/oil products but not recycled for use as greases	\$0.142 per litre
15.3	Petroleum-based greases and their synthetic equivalents	\$0.142 per kilogram
15.4	Either: (a) petroleum-based oils that are lubricant/fluid/oil products or greases; or (b) synthetic equivalents of such oils; recycled for use as greases	\$0.142 per kilogram

出所：豪州政府「Excise Tariff Amendment (Product Stewardship for Oil) Act 2023」²⁰

(2)の設定額は表 6-3 の通り。リサイクルのプロセス／最終製品のカテゴリごとに金額に差をつけることで、より高度なリサイクル：カテゴリ 5～6（燃料リサイクル）→カテゴリ 1（マテリアルリサイクル）へのシフトを推奨する仕組みとなっている。具体的には、再生基油製造に対しては 50cent/L≒50 円/L の補助金が出るのに対し、再生燃料に対しては 3-5cent/L≒3-5 円/L 程度の補助金しか出ない形となっている。

²⁰ <https://www.legislation.gov.au/C2023A00037/latest/text>

表 6-5 廃油再生事業者への補助金の支払額

カテゴリ	金額 (Cent/L)
1. 特定の基準を満たす再生基油（潤滑油または油圧作動油または変圧器油として使用されるもの）	50
2. その他の再生基油（チェーンバー油等、製品に組み込まれたもの）	15
3. 「自動車用ディーゼル燃料基準 2001」に準ずるディーゼル燃料	7
4a. ディーゼル関連製品：ろ過、脱水、脱鉛物化されたもの；及びディーゼル燃料と組み合わせて使用される場合、3 の燃料基準に従う混合燃料	5
5. 高級工業用燃料油（ろ過、脱水、脱鉛物化されたもの）	5
6. 低級工業用燃料油（ろ過及び脱水されたもの）	3
7. 工業用プロセス油及び潤滑油（油圧作動油及び絶縁油を含む）；再処理或いはろ過はされているが再精製されていないもの	0
8. 官報で告示された用途で国内で消費される特定の油	14.2

出所：豪州気候変動・エネルギー・環境・水資源省ホームページ「Product Stewardship for Oil (PSO) Scheme」

21

同国で潤滑油リサイクルが進展しているのは基本的にはこの PSO Scheme の政策効果とみられるが、当該スキームとは別に再生基油事業者に対する CAPEX 補助金もあり、2000 年以降、カテゴリ 1 への投資が促進された。カテゴリ 1 事業者が増えたことで PSO Scheme 自体は長らく赤字（賦課金総額<補助金総額）が続いていたが、2023 年に前述の通り賦課金が引き上げられたことで直近の実績はほぼバランスしている（2022/23 年度実績：賦課金 \$47,120,216 ≒ 47 億円 vs 給付金 \$89,009,63 ≒ 89 億円→2023/24 年度実績：賦課金 \$89,803,46 ≒ 90 億円 vs 給付金 \$91,204,684 ≒ 91 億円）。

事業者へのヒアリングによれば、同国再生基油事業は補助金なしでは経済性が成り立たないとのことであるが、一方で PSO Scheme の補助金額については Scheme 制定当時、各カテゴリの採算と環境負荷を考慮して額が制定されたものがそのまま使われており、同国インフレ率を考慮すると実質 50% 程度に目減りしていると思われる。今後も再生事業者の経済性を担保していくためには補助金額の引き上げが必要となると考えられる。

²¹ <https://www.dceew.gov.au/environment/protection/used-oil-recycling/product-stewardship-oil-program>

6.2.5 インド

① 潤滑油リサイクル概況

2023年の同国潤滑油市場規模は2,900千tであり、2,000千t程度の廃油が発生し、7割程度にあたる1,400千tが回収され、うちわずか70千t強が基油再生に回されている。インドの潤滑油需要は年率3%の伸長が見込まれており、2034年に潤滑油需要は4,000千tまで増加する見通し。インド政府は後述するEPRシステムの導入により、2034年の再生基油製造量を全体需要の50%（再生基油製造量2,000千t）に引き上げることを目指している。

② 廃油処理に関する規制

同国では2024年4月より施行された「有害及びその他の廃棄物（管理及び越境移動）規則」（the Hazardous and Other Wastes (Management and Transboundary Movement) Second Amendment Rules, 2023）に基づき、環境省が監督する中央汚染管理委員会（Central Pollution Control Board, CPCB）が、潤滑油に関するEPRシステムを運用、管理している。本システムの管理対象は、潤滑油生産者、潤滑油販売者、回収事業者、再精製事業者及び廃油輸入者であり、国内で事業を行うすべての事業者はCPCBが管理するEPR Portalに登録を行うことが義務付けられている。同国では、EPRを負うのは潤滑油を販売する事業者及び廃油の輸入者であり、自社が過年度に国内で販売した潤滑油又は輸入を行った廃油数量の一定割合に見合う数量の、EPR証明書（登録済の再生事業者によって発行される再精製された数量を証明するDocument）の購入が義務付けられている。更に、証明書の購入数量については、各年度に目標数値が定められており、2024～25年の5%から始まり、2029～30年に50%まで増やすことが求められている。EPR証明書は再生基油製造のみならず再生燃料製造によっても発行されるが、以下の数式に基づき、EPR証明書の数量が調整される仕組みとなっている。

$$Q_{ERP} = Q_P \times C_F \times W_P$$

Q_{ERP}	EPR証明書の数量
Q_P	再生された製品の数量
C_F	製品1単位の製造に使用される廃油の数量
W_P	製品の特性に応じて設定される掛目

再生基油や再生潤滑油の場合は、 W_P は1となるが、再生燃料（又は廃油を一部使用した基油等）の場合は0.25が使用されることとなっており、マテリアルリサイクルの方がより大きな数量のEPR証明書を発行できる仕組みとなっている。尚、 C_F や W_P の数値は、再生基油の品質にも依存し、CPCBによって定められるものとされている。EPR事業者によっ

て購入される EPR 証明書が数当該年度の義務数量に未達の場合、当該事業者は ton あたり単価で決定される環境補償金（Environmental Compensation (EC)）を支払わなければならない。但し、EC を支払った年度から 3 年以内に当該年度の義務数量を後追いで達成した場合には、支払った EC の一部が返還される仕組みとなっている。尚、EPR 証明書は EPR Portal 上で入札方式によって取引されるが、CPCB はその下限/上限価格を EC の 30%/100%と定めており、入札はこのレンジ内において行われることとなっている。

③ 2025 年現在の EPR システム稼働状況

ERP Portal²²にて、生産者、再精製事業者、回収事業者の EPR システムへの登録情報が確認できる。2025 年 3 月現在、潤滑油生産者のシステム登録者は 90 社あるが、うち認証済は 21 社、再生基油事業者に就いては、76 社の登録に対し、5 社のみが認証済、という状況。回収事業者に就いては、登録も認証もゼロという状況。ポータル内で売買される EPR 証明書の価格レンジを決める環境補償金は未だ決まっていないとのことであり、関係者間での想定価格に乖離がある（1cent/L~\$1/L）ことから、本システムが実態として稼働するには時間を要するものと思われる。また、同国内の再生基油事業者の多くは稼働しておらず、製造できる再生基油の品質も国際水準対比で低いことから、政府の掲げる EPR 証明書の目標数量（2030 年迄に完成潤滑油販売量の 50%）の達成は非現実と考えられている（現実的な目標数量として 10%程度との声もある）。以前より、廃油回収は認定事業者のみが行うこととされ、CPBC への報告義務も課されていたが、多くの廃油が非認定事業者により取り扱われている、新油に廃油を混ぜた偽造品が存在する等、ブラックマーケットの存在が同国における再生基油市場の発展を阻害してきたと言われており、EPR システムの施行による再生基油市場の影響は今後注目される。

²² <https://eprusedoil.cpcb.gov.in/login>

6.2.6 インドネシア

① 潤滑油リサイクル概況

インドネシアの潤滑油製品市場は約 1,000 千 t 弱であり、350 千 t の廃潤滑油が回収、使用されている。同国では、地場の潤滑油メーカーによる廃潤滑油再精製事業が進展しており、凡そ 130 千 t の廃潤滑油を処理し、80 千 t の再生基油（API グループ I）が製造されている。

再生基油事業者は 3 社存在し、それぞれ自社で回収も行っている。3 社は共に新油由来のベースオイルを原料とした潤滑油製造・販売事業者であるが、自社製品の原料として再生基油も使用している。PT Wiraswasta Gemilang (WGI) は Evalube という自社ブランドで二輪向けエンジンオイルを中心に製造、販売を行っており、自社製品の原料として再生基油を使用している。PT ALP Petro Industry (ALP) は、イタリアの石油会社である Eni が AGIP ブランドで展開する潤滑油の委託製造を請け負っており、その原料として再生基油も使用されている。

② 廃油処理に関する規制

同国では、再生基油製造設備に対する補助金制度や、廃潤滑油の回収、貯蔵、再精製への補助金や財政支援、及び廃潤滑油の使用に対する規制は存在しない。一方、2021 年に廃潤滑油を回収し認定事業者に引き渡すことを義務化する規制が発効したことにより、廃油回収量は伸長している。廃油生成事業者又は回収事業者は 90 日以内に、認定事業者に廃油を引き渡す必要があるが、適切な廃油処理施設を有していることがライセンスを受けるための条件となっており、ライセンス取得の難易度は高い。個人事業者を含む多くの回収事業者が廃油の回収を担い、燃料使用、再精製目的で廃油処理を行う認定事業者に販売されており、マテリアル・サーマルリサイクルを行う認定事業者に廃油が集まる仕組みが構築されており、廃油回収／活用システムは高度に構築されていると言える。

③ 廃潤滑油回収状況

インドネシアの廃潤滑油は、環境省への登録事業者/未登録事業者を併せ 5,000 を超える個人回収業者、輸送業者/輸送管理会社、産業廃棄物事業者等、様々な民間事業者によって回収され、最終的に大手の回収業者、再精製事業者や発電事業者に販売されている。WGI や ALP の再生基油製造事業者は、自社でも回収を手掛けているが不足分を回収事業者から購入している。自社で回収する廃潤滑油のコストは輸送費込みで \$240/L (=36 円/L) 程度、外部調達する場合は競合との競争状況により、\$300~\$350/L (=45 円~53 円/L) 程度まで支払うこともある。

同国では回収された廃潤滑油の 40% が再生基油に、60% が発電を含む様々な燃料用途で使用されており、需要家が回収業者を囲い込む形で緩い回収ネットワークが構築されている。再生基油の増産を行いたい WIG、ALP は、廃潤滑油回収量を増やしたい意向があるが、

回収事業者は過去からの販売先とのコネクションを大切にする傾向があり、高い金額を払ったとしても回収量を増やすことは容易ではないようである。

④ 潤滑油リサイクル事業

インドネシアでは、再精製潤滑油は新油由来潤滑油に対して品質が劣ると認識されており、市場全体における再生基油由来潤滑油のシェアは未だ大きくはない。このことから、WGI や ALP は自社で製造する潤滑油製品に再生基油が使用されていることを明示していない。しかしながら、同国では、潤滑油メジャー等が販売する潤滑油に比べて安価(50~70%)な Local ブランドの需要が根強くあり、再生基油製造に加え、二輪向け潤滑油ブランディング事業を行う WGI や ALP は自社ブランドの二輪向け潤滑油の基油として再生基油を使用することができる。従って、廃潤滑油回収から潤滑油製造・販売までサプライチェーンを一貫して手掛ける両社にとり、再生基油製造は堅調な収益を生む事業となっていることが想像される。また、再生基油の品質は新油に対して遜色のない品質と評価されており、輸出を含む外部販売も行っている。斯様な状況から、両社共に再生基油製造を増やしていきたい方針であるが、上述の通り、回収量がボトルネックとなり、再生基油製造を増やすことは容易ではない状況である。

同国では、未精製の廃潤滑油を新油由来の潤滑油に混入し模造品を販売する商習慣が根強く残っており、再生潤滑油への不人気解消しない要因となっていると考えられる。このような状況から、同国の潤滑油市場で大きなシェアを有するペトロナスやシェル等の潤滑油メジャーが再生基油を積極的に使用する状況にはなっていないが、同国潤滑油の継続的需要伸長や高品質基油への需要の高まりを踏まえ、再生基油事業者は設備の改修による API グループ II 製造も企図しており、再生基油の品質向上に伴い、再生潤滑油サプライチェーンが高度化することが期待される。

6.3 本章のまとめ

今年度の事業において、調査対象とした5か国1地域（欧州、ブラジル、中国、オーストラリア、インド、インドネシア）の政策文献調査ならびに再生事業者や廃油回収業者へのヒアリングを完了、一部地域では政策が再生事業の採算改善や潤滑油生産者による再生基油の購入促進に寄与していることを確認した。

フランスやブラジルでは、完成潤滑油生産者や輸入者が15円/kg程度の廃油回収費用を負担する形で回収事業者へのインセンティブを提供しており、廃油回収を促進、ひいては廃油調達コストを抑えることで再生事業者の経済性向上に寄与していると考えられる。特にブラジルでは、廃油の燃料利用禁止の原則のもと、再生事業者（再生基油生産者）が発行する廃油受領証明書の取得を完成潤滑油生産者や輸入者に義務づけており、最終処分（基油再生）まで完成潤滑油生産者や輸入者の責任としている点がユニークである。オーストラリアでは完成潤滑油生産者や輸入者の費用負担により再生基油事業者に50円/L程度の補助金を出し、燃料再生事業者への補助金額と大きく差をつけることで、マテリアルリサイクルを促進している。インドはブラジルやオーストラリアの政策を参考に、再生基油事業者へのインセンティブ付与を主眼としたEPR規制を敷こうとしているが、再生基油製造能力等に課題あり、実現には時間がかかると見られる。中国ではEPR規制は採用されていないが、廃油調達価格が他国対比非常に高く、大規模な税制優遇（40円/kg以上の減税）にて再生事業者の経済性を担保している状況であった。表6-6に概要をまとめた。

表 6-6 調査サマリー

国名	潤滑油 需要量 (千トン)	EPR	徴収金	回収事業者 への補助	再生事業者 への補助	推定再生基油生産(千トン) (需要量に対するRRBO生産%)		備考
フランス	500	有	€89/ton	有	無	60	12%	徴収金は主に（分別）回収費用に使われるが、RRBOの使用状況に応じ減免制度あり。RRBO製造は、Oislub（TOTAL/Veolia）とECO HUILEの2社。G2/G3も視野に入れる。
ベルギー	103	有	不明	無	無	0	0%	42千トンの廃油が回収され、その大半がRRBO原料として輸出されている。国内の回収事業は支援が無くとも事業として成立している模様
フィンランド	130	無	無	無	無	40	31%	廃油回収、RRBO製造へのインセンティブ無し。廃油の市場価格は€200-500/トン程度。TOTALは唯一のRRBO生産者TecOilを買収
ドイツ	750	無	無	無	無	230	31%	廃油回収、RRBO製造へのインセンティブ無し。Puraglobe社、AVISTA社の2社がRRBOを製造中。
スペイン	265	有	€60/トン	有	無	80	30%	121千トンの廃油が回収され、2社のRRBO生産者が存在する。それぞれ自社で回収も手掛けるが、不足する廃潤滑油は輸入に依存
ポルトガル	76	有	€56/トン	有	無	30	39%	29千トンの廃油が回収され、21千トンが再生基油製造に使用されている。回収はRPOであるSOGILUBが担い、廃油販売収益がPROの運営費に使用されている。RRBOはENVIRON/EGOの2社がそれぞれ年間15千トン程度製造している模様
トルコ	580	有	不明	不明	不明	70	12%	主要石油精製事業者により組織されるPETDERが廃潤滑油回収を担う。2022年にTAYRAS社がGII再生ベースオイルの製造を開始（能力60千トン）しており、同国のRRBO製造は70千トンまで伸長。
ブラジル	1,200	有	\$ 100/トン(廃油回収義務量 に対して)	有	無	240	20%	廃潤滑油の燃料リサイクルは原則として認められておらず、再生基油製造事業が発達している。各社は、自社の廃潤滑油販売量に応じた（50%弱）回収義務（第三者への委託は許容）を負う他、自社が排出した廃潤滑油のリサイクル状況に補足し、報告する義務を負っており、廃潤滑油が再生基油に再精製される仕組みが担保されている。潤滑油販売事業者は、廃潤滑油の受領証を受け取る際に \$ 100/トンの費用を支払うことになっており、回収業者の回収コストがこの徴収金から賄われている。
中国	7,000	無	無	無	有	800	11%	中国にはEPRシステムは存在しないが、再生基油へのVAT（13%）の50%免除や、1.52元/L（40円/kg）の消費税免除に加え、法人税優遇制度（対象リサイクル品の売上の10%控除）等も存在する
オーストラリア	500	有	14円/L	無	有	150	30%	Product Stewardship for Oil Scheme (PSO Scheme) というEPR制度を採用しており、生産者（輸入者）から徴収する課徴金は再生事業者への補助金（50円/L）として消費される。補助金が無ければRRBO製造事業は成立していない可能性あり。

上述の通り、各国各様の規制及びインセンティブシステムが導入されているが、導入当時の各国政府の政策目標により、規制・インセンティブシステムが異なっている点が興味深い。例えば 2000 年初頭から規制が強化された欧州やブラジルでは、廃棄物を適切に回収処理する点に重きが置かれた結果、回収コストの負担を PRO に担わせる仕組みとなっている。一方で再生基油製造の推進に重きが置かれた結果、オーストラリアや中国、インドでは再生基油事業者への便益がより大きいシステム設計となっている。

日本においては、廃油回収システムが高度に確立しているものの、再生燃料としての使用に限られている点を鑑みると、欧州やブラジルのような回収促進施策の必要性は低く、オーストラリアや中国、インドのような再生基油事業者へのインセンティブ付与等で再生燃料から再生基油への構造転換を促す独自の制度設計が求められると考えられる。また、原料廃油調達想定コストが諸外国対比高いことも確認できており（諸外国の一般的な調達コスト 40-60 円/L vs 日本での調達価格前提 70 円/L）、原料調達コストの低減に繋がるような制度設計も必要と考えられる。

7. 国内政策検討

7.1 重大な課題とリスクの特定

まず、基油再生の社会実装を根本的に脅かす重大な課題とリスクを特定することとした。5章で分析した課題とリスクのうち、基油再生事業者にとっての課題は、再生重油調達コストを抑えることと、十分な収益が得られる価格で再生基油を販売することであった。これらが実現できなければ、基油再生事業は経済合理性が成り立たず実現しない。しかし、再生重油調達コストを抑えることが再生重油製造事業者の収益性悪化につながると、再生重油は基油再生事業者に提供されず、専ら従前の燃料利用に供されることとなってしまう。燃料利用の需要が強く存在する限り、市場原理のみでこのジレンマを解決することはできないであろう。従って、再生重油調達コストを抑えつつ、基油再生向けに再生重油を販売する再生重油製造事業者の収益性を悪化させないような仕組みが不可欠である。

7.2 再生重油の調達に関する制度

再生重油調達コストを抑えつつ、再生重油が基油再生事業者に提供されるようにするには、再生重油製造事業者が、燃料用途より安価であっても基油再生事業者に販売した方が有益であると判断できなければならない。すなわち、基油再生用途に限定して再生重油の販売価格を下げる必要がある。そこで、基油再生事業者の上流である廃潤滑油排出事業者・収集運搬事業者・再生重油製造事業者（本章では上流事業者と呼ぶこととする）に対して、何らかのインセンティブを与えることが想定される。

ただし、上記を実施するには、まず、廃潤滑油の排出から基油再生あるいは燃料利用までのトレーサビリティを明らかにできなければならない。6章の分析では、燃料利用から基油再生への転換は、廃潤滑油排出事業者にとってもベネフィット（例：削減貢献量の主張）があり、このベネフィットを享受するにはリサイクル証書の発行が必要であると示唆された。つまり、廃潤滑油排出事業者が、自身が排出した廃潤滑油が基油再生に用いられたのか燃料利用されたのかを認知できるような、トレーサビリティ制度が必要である。そこで、排出事業者に対して廃潤滑油の処理にかかるCO₂排出量の報告義務を課す制度が考えられる。より具体的には、下記のような方法でCO₂排出量を計上・報告させる制度である。

- 排出した廃潤滑油のうち、燃料利用、焼却処理あるいはされたものについては、当該潤滑油の燃焼によるCO₂排出量を計上する。
- 排出した廃潤滑油のうち、基油再生等にリサイクル利用されると証明できるものについては、CO₂排出量を計上しない。

ただし、廃潤滑油は有価物として取引されることも多いことから、廃棄物だけでなく有価物として取引される廃潤滑油も対象とする必要がある。この制度により、廃潤滑油排出事業者は自社が排出する廃潤滑油の二次利用先を確認したいという動機と、その確認ができる再生重油製造事業者へ廃潤滑油を提供したいという動機が発生する。すると、再生重油製造事

業者は、その顧客に対して用途を確認したうえで販売し、基油再生等にリサイクルされる場合は、その量をリサイクル証書として廃潤滑油排出事業者に提供する動機が発生するであろう。なお、この方法は、現在の温対法 SHK 制度で控除され見かけ上消滅している廃棄物の燃料利用による排出量を取り扱うことができる。温対法の調整後排出量は企業の GHG 排出量の指標として既に広く用いられているため、廃棄物の原燃料利用の取扱いを変更することは困難であると推測するが、上記新制度を廃棄物処理適正化に関する指標として設定すれば、温対法からは独立した運用が可能であろう。また、なるべく負担のかからない実装方法の一例として、廃棄物規制法におけるマニフェストの活用が考えられる。まず、廃棄物規制法が定める「廃油」のうち廃潤滑油を区別し、廃潤滑油の処分方法として再生重油の用途までマニフェストへの記載を義務付けることが考えられる。ただし、前述のように、有価物として取引されている廃潤滑油についても対象とする工夫が必要である。このようなトレーサビリティ制度を導入することで、インセンティブの付与対象を設定できるようになるだけでなく、廃潤滑油の分別や用途別の品質管理の高度化が進む効果も期待できる。

トレーサビリティを明確化した上で、インセンティブ付与の方法として、廃潤滑油排出事業者に対する報奨金の提供が考えられる。再生重油製造事業者は、廃潤滑油を有価物として排出事業者から購入していることも多く、廃潤滑油の調達にコストがかかっている。もし、基油再生事業者への再生重油販売量を増やすと、このコストが低減できるようになるとすれば、マージンを維持しながら、基油再生事業者に対しては燃料利用先よりも安価に再生重油を販売できるようになる。そこで、廃潤滑油排出事業者が、受け取ったリサイクル証書の数量に応じた報奨金を受け取ることにする。そうすれば、リサイクル証書を発行してもらえ再生重油製造事業者に対して、より安価に廃潤滑油を提供するようになると思う。当該報奨金の源泉については、諸外国と同様の EPR の考え方に基づき、潤滑油製造事業者や潤滑油製品ブランドオーナーから、販売数量見合いの賦課金を徴収・充当することも一案と考える。

7.3 再生基油の販売に関する制度

バージン基油同等の価格で再生基油を製造・販売できるようになったとしても、再生基油を購入する潤滑油製造事業者・潤滑油製品ブランドオーナー・潤滑油使用者（本章では下流事業者と呼ぶこととする）が再生基油を忌避する場合、やはり基油再生事業は成立しない。ただし、再生基油使用製品（再生製品）がバージン基油使用製品（バージン製品）よりも大幅に安価になることを意図した施策を導入した場合、再生製品はバージン製品よりも品質が劣ると誤認される可能性がある（シグナリング効果）。しかし実際には、本事業で検討したプロセスでは、バージン基油に引けを取らない品質の再生基油が製造可能である。バージン製品と比較して環境価値が高く品質が同等なのであれば、本来、その再生製品はバージン製品よりも高値で取引されるべきである。加えて、再生製品の価格に合わせてバージン製品

が価格を下げるような価格競争に陥れば、再生基油およびバージン基油双方の事業の経済性を圧迫し、潤滑油市場全体の供給安定性を損ねることになりかねない。従って、末端においてはバージン製品よりも再生製品が付加価値を持ち得るような制度が必要である。

そのような制度の一例として、再生基油または再生製品の使用義務化を挙げる。基油を購入する潤滑油製造事業者や、潤滑油製品を購入する事業者に対して、総購入量のうちの再生基油使用量が占める割合を報告させることとし、一定の割合で再生基油の使用を義務付け、規定量を下回る場合はその量に応じた賦課金を支払わせることとする。潤滑油製造事業者に賦課金を支払わせる場合は、広義のEPR制度であると言える。ただし、本事業の目的からすれば、海外から輸入された再生基油ではなく、国内で製造された再生基油に便益が付与されなければならないことに注意が必要である。この賦課金は、前述の報奨金に充てたり、後述の再生重油を燃料利用する事業者への支援に充てたりすることが想定される。ただし、基油再生の社会実装段階で導入することは困難と考えられ、まずは再生基油使用量の報告義務化から始め、国内での再生基油製造量に合わせて段階的に規定量を引き上げていくなどの工夫が必要である。

7.4 基油再生事業者に対する制度

基油再生事業者における経済合理性は、基油再生を行うために必要な設備投資の回収も考慮しなければならない。3章に記載したように、基油再生事業を開始するには巨額の投資が必要である。前述のような課題やリスクがある中で、新たに基油再生事業の開始を判断するには、莫大な財務体力が要求される。加えて、新たに基油再生事業を開始することは、当該事業者にとってのGHG排出量を増大させることにもつながり、石油精製業のような多排出産業ではレピュテーションリスクにも関わる。従って、基油再生を始めようとしている事業者に対して初期投資のハードルを下げるための支援が必要である。例えば、既存プロセス活用スキームを実装するための設備改修や増強への補助金や、海外プロセス導入スキームを実装するための基油再生工場新設の補助金を交付することなどが想定される。

また、バージン基油の市況価格と再生基油の最終的な製造コストとの差を埋め合わせるような制度も有効と考える。7.3にて記載した賦課金制度は、我が国で基油再生が実装されていない段階で導入することは困難であろう。また、7.2にて記載した報奨金制度の場合、基油再生事業者に対する便益の発生が間接的であるため、実際に事業開始初期から十分に経済性を補うことができるか不透明である。そこで、基油再生事業が安定稼働するまでの暫定的措置として、基油再生事業者へ運転資金を直接的に支援することも想定される。例えば、バージン基油の市況価格については、石油化学市場情報のプロバイダである英ICIS社から入手することができるため、その価格と再生基油製造コストとの値差に再生基油製造数量を乗じた金額を基油再生事業者に提供することが考えられる。

7.5 再生重油を燃料利用する事業者に対する制度

再生基油が GHG 排出量削減につながるには、バージン重油の使用量増加が忌避され、より排出量の小さな天然ガス等の燃料への転換が志向されている必要がある。基油再生の社会実装によって再生重油の需要が過多になった場合、代替エネルギー源として既に天然ガスが利用可能な事業者は、GHG 排出量の増加を避けるため天然ガスの購入を検討すると想定されるが、コストの増大が課題となる。また、そもそも天然ガスを利用できる設備をもたない事業者も多いと考えられる。これらの事業者に対して、天然ガス購入費用の補助や、天然ガス利用設備の導入費用の補助を行うことも有効と考えられる。

また、再生重油には、潤滑油添加剤や潤滑油が使用された機械に由来する物質を含有しており、それらは燃焼されることが想定されていない物質であると考えられる。それらの燃焼による環境影響を考慮し、再生重油の燃料利用に関する規制を設けることも検討すべきであろう。代表的な成分としては、再生重油の JIS 規格で上限値が設定されている塩素分や灰分があり、それぞれダイオキシンや粒子状物質の基となる可能性がある。現状、JIS 規格を満たさない再生重油を燃料使用している事業者も多いと考えられるため、例えば JIS 規格外品の再生重油の使用禁止や、JIS 規格の段階的な厳格化（塩素分や灰分の上限値の切り下げ）も一考の余地があると考えられる。

7.6 本章のまとめ

基油再生の社会実装にあたって、下記の制度が有効と考えられた。

- リサイクル証書の発行（トレーサビリティ制度）
- 廃潤滑油排出事業者への報奨金の提供
- 潤滑油製造事業者・潤滑油製品ブランドオーナーへの賦課金（EPR 制度）
- 再生基油の使用の義務化
- 基油再生事業者の設備投資に対する補助
- 基油再生事業者の操業運転に対する補助
- 再生重油を燃料利用する事業者への燃料転換に対する補助
- 再生重油の燃料利用の規制

8. 結論

本事業は、我が国における使用済み潤滑油のマテリアルリサイクル（基油再生）の社会実装可能性を「品質」「経済性」「環境影響」「制度」の4側面から総合的に検証した。その結果、①グループⅢ再生基油の製造は可能である、②経済性は原料（再生重油）価格と副生成物の有価化に依存する、③GHG削減効果は燃料転換の進展度合いに影響される、④制度設計次第で③と④は良化し得る、という結論に至った。特に、既存精製設備の活用（既存プロセス活用スキーム；スキームA）と専用高度プロセスの導入（海外プロセス導入スキーム；スキームB）の段階的併用が、最も現実的かつ効果的と考えられる。

8.1 品質：グループⅢ再生基油は製造可能

(1) 前処理

スキームAでは、前処理工程として、減圧蒸留により大半の不純物を除去できる。また、苛性ソーダの増量添加により既存設備の装置腐食・触媒被毒リスクを緩和できる。

スキームBでは、前処理工程は不要である。

(2) 混合比の上限

スキームAにおけるリサイクル材の許容混合比は0.1～1.0 vol%程度である。ただし、低塩素原料の選択的使用や、塩素選択除去技術の確立により、混合比の引き上げ余地はある。

スキームBでは、100%リサイクル品を製造できる。

(3) 品質

両スキームともAPIグループⅢ相当の再生基油の製造が可能である。

(4) スキーム選択

スキームAは既設の活用で立上げが速く、品質はバージン材希釈で担保できる。

スキームBは100%再生原料投入と高収率が見込め、中長期の主力化に資する。

8.2 経済性：原料調達コストが課題

試算の結果、スキームAの合計コストは209～272円/L（副生成物の有価化前提、再生重油70円/L想定時）、スキームBは161～166円/L（同）である。いずれも原料である再生重油の調達コストが支配的であり、これを除いた製造コストはスキームAが53～116円/L、スキームBが52～57円/Lと、下限値は同程度である。

バージン基油（グループⅢ）の想定市況150円/Lとの比較から、経済性確保には再生重油価格をスキームAでは41円/L、スキームBでは60円/L以下に低減する必要がある。

すなわち、上流（回収～再生重油化）に対する経済的インセンティブの設計と、バージン基油との価格差を一時的に埋め合わせるための政策が、事業化の成否に影響する。

8.3 環境影響:燃料転換が前提条件

(1) LCA

現状のエネルギーミックスでは、基油再生と再生燃料化の GHG 排出は同程度になり得るが、天然ガス等への燃料転換が進むと基油再生が優位になる。2030 年の将来想定では、特にスキーム B の方が、GHG 排出量が小さくなると示唆される。従って、他産業の燃料転換促進と合わせて基油再生を進めることが肝要である。

(2) 統合的評価

GHG 以外では、天然資源投入の削減、外航輸送の低減による生物多様性リスクの縮小、資源セキュリティ向上など複合的便益がある。スキーム A を通じて市場形成と各種制度実装を先行し、スケールメリットと資源代替効果の大きいスキーム B へ段階的に拡大することが合理的である。

8.4 制度:基油再生バリューチェーンだけでなく燃料利用者への対応も必要

欧州、ブラジル、オーストラリア、中国、インド、インドネシアの比較から、回収フェーズへの支援 (EPR/PRO 型)、再生基油への選択的インセンティブ (再生燃料との差等級化)、税制・補助の組み合わせが、基油再生を普及させる実効策である。

日本は回収システムが既に成熟しているため、原料価格の構造是正、需要側の再生品使用義務・調達ルール、燃料利用側の転換支援・規制に重点を置く制度設計が望ましい。

8.5 社会実装に向けたロードマップの案

(1) フェーズ 1 (~2027 年)

スキーム A 開始 (混合比 1%程度)。トレーサビリティ制度実装 (リサイクル証書またはマニフェスト制度改定)、上流事業者への報奨金導入、公共調達での再生品優先を運用開始。スキーム B プラント新設の CAPEX 補助と、初期の差額補填 (市場参入支援) を暫定措置として実装。

(2) フェーズ 2 (2027 年~2030 年)

スキーム B 第 1 号プラント稼働。再生基油使用量の報告義務付け、再生重油の燃料利用の規制強化 (JIS 規格外品の燃焼禁止・規格上限値の厳格化) と、天然ガス等への燃料転換補助を同時実施。低塩素原料の分別回収や前処理の高度化でスキーム A の混合比引き上げ (最大 10%程度)。

(3) フェーズ 3 (2030 年~)

スキーム B の拡大展開。グリーン水素・再エネ導入によりプロセス起因 GHG 排出を更に削減し、環境影響を最小化。再生基油の使用義務付けを実施。リサイクル証書やカーボンフットプリントに応じたクレジット発行により、環境価値に基づく価格形成を定着。

8.6 残された課題とリスク

- 塩素・窒素・硫黄の選択除去
低コスト・高選択の前処理（化学吸着・抽出・分解）技術の開発と、低塩素の廃潤滑油を分別する回収システムの開発が有効である。
- LCA 前提の不確実性
バージン基油原単位・電力／水素原単位の更新に応じて定期的にベンチマークし、政策・経営判断の頑健性を担保する必要がある。
- 市況変動
ベースオイル市況・天然ガス価格・為替の変動に対し、差額補填のトリガー条件やその段階的縮小ルールを検討すべきである。
- 人材不足
スキーム B については、工場運転を担う人材の計画的育成が必要である。
- レピュテーション
基油再生プラントの建設および運転に対する地域社会の不安や、再生製品の品質に対するエンドユーザーの不安を払拭するため、基油再生事業の品質・安全・環境データについて第三者検証と情報開示を行っていくことが望ましい。

8.7 おわりに

本事業は、基油再生の社会実装を「開始するための解」と「持続的に成長させるための解」双方の道筋を示した。すなわち、スキーム A で市場と制度を起動し、スキーム B で量と効果を獲得する二段構えである。これらを上流・下流・燃料利用者の各ステークホルダーを対象にした制度によって経済面・環境面の合理性を補強することで、基油再生は脱炭素・資源循環・経済安全保障のシナジーをもたらす戦略的産業になる。我が国のグリーン成長の実現のため、官民一体となって基油再生の実装に取り組むことが期待される。

9. 現地視察会の開催

環境省担当官、評価審査委員 1 名、本業務受託者による現地視察会を 2025 年 5 月 30 日に開催し、本業務の進捗報告を行った。

10. 共同実施者との打ち合わせの開催

共同実施者である長谷川インターナショナル(株)、三井物産(株)、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(株)及びみずほリサーチ&テクノロジーズ(株)との打ち合わせを計 12 回開催した。

表 10-3 共同実施者との打ち合わせの開催概要

No.	実施日時	形態	概要	参加者
1	2025年5月23日	合同会合	今年度事業の実施方針について	①～⑤
2	2025年6月18日	個別会合	LCA 評価・統合的評価の実施方針について	①・③・⑤
3	2025年6月24日	個別会合	海外プロセス導入スキームの検討の進捗状況について	①・②
4	2025年6月30日	個別会合	LCA 評価の進捗状況について	①・⑤
5	2025年7月15日	個別会合	LCA 分科会の実施方針について	①・⑤
6	2025年7月23日	個別会合	海外政策調査・国内政策検討の進捗状況	①・④
7	2025年7月30日	個別会合	LCA 評価の進捗状況について	①・⑤
8	2025年8月4日	個別会合	統合的評価の進捗状況について	①・③
9	2025年9月2日	個別会合	海外政策調査・国内政策検討の進捗状況	①・④
10	2025年9月16日	合同会合	今年度事業の進捗状況及び課題整理について	①～⑤
11	2025年9月22日	合同会合	各種検討を踏まえた国内政策の検討について	①・③～⑤
12	2025年10月10日	個別会合	期末審査会を踏まえた報告書のとりまとめ方針について	①・③

※参加者は下記の通り

- ①：出光興産株式会社
- ②：長谷川インターナショナル株式会社
- ③：みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社
- ④：三井物産株式会社
- ⑤：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社

リサイクル適性の表示：紙へリサイクル可

本冊子は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料[A ランク]のみを用いて作製しています。