

「共処理技術に係る欧州企業の動向調査結果について」 (後編)

- ◇ 世界的な脱炭素化の潮流や社会的な二酸化炭素排出量削減要求の高まりを踏まえ、石油産業に対しては、エネルギーの脱炭素化と安定供給の両立が求められている。
- ◇ JPEC では、これまでに製油所の脱炭素化を実現するため、「ペトロリオミクス技術等により得られる処理原油の成分情報や AI 技術を活用した製油所操業の更なる最適化」、及び「バイオマスや廃プラスチック由来の原料油を基材として柔軟かつ最適に利用し、需要に応じた石油製品の生産」の実現に資する基盤技術開発を経済産業省・資源エネルギー庁の補助事業として実施して来た。
- ◇ 当該事業では、製油所で生産される燃料の脱炭素化に資する共処理(Co-Processing)技術開発に取り組んでいるが、2024 年度に引き続き、2025 年度も共処理技術の導入が先行している欧州企業の動向について調査した。
- ◇ 本稿では、廃プラスチックを原料として燃料油や石油化学原料への転換に資する共処理技術を紹介すると共に低炭素化・脱炭素化製油所転換への可能性についても考察した。

3. 欧州におけるケミカルリサイクル技術調査

ERTC 2025 における技術調査と同様に、廃プラの CR により燃料油成分を含む熱分解油や石油化学原料となる成分を製造する熱分解技術の中で、パイロットプラントや商業装置が稼働する等、実用化に向けた取組みが先行している企業に注目して調査を行った。具体的には CR プラントのライセンス実績が多いオランダ BlueAlp、新たな技術を用いた CR プラントを稼働予定のベルギー SYNPET TECHNOLOGIES を訪問した。また、CR に係るプラント稼働状況や今後の見通しや関連情報を入手すべく、英国 ICIS も訪問し調査した。

1. はじめに
2. 「ERTC 2025」における共処理技術調査
 - 2-1. OMV (オーストリア)
 - 2-2. ERTC Roundtable
 - ・・・以下、本編・・・
3. 欧州におけるケミカルリサイクル技術調査
 - 3-1. BlueAlp (オランダ)
 - 3-2. SYNPET TECHNOLOGIES (ベルギー)
 - 3-3. ICIS (英国)
4. おわりに

3-1. BlueAlp (オランダ)

BlueAlpの商業プラント第1号はBorealis(1994年にノルウェーの旧StatoilとフィンランドのNesteの合弁会社として設立、本社はオーストリア・ウィーン)と連携し、ベルギーのOstendに建設したプラントであり、処理能力21千トン/年で2021年から稼働している。原料については選別会社と契約しPE、PP、PS(post-consumer plastic waste)を調達している。商業プラント第2号はRecupero Eticoと連携し、イタリアのPettoranello del Moliseに建設中のプラントであり、処理能力21千トン/年で2026年に稼働予定である。また、商業プラント第3号はBlueAlpの株主で21.25%を保有しているShell向けにオランダで建設中のプラントであり、処理能力42.6千トン/年(21.3千トン/年×2系列)で2027年に稼働予定である。2025年11月時点で機器製作は完了し、据付、建設、立上等を予定している。

BlueAlpの熱分解プロセスはLow temperature・Slow speed加熱(反応温度400°C)により芳香族成分の生成を抑制している。また、熱分解油のFBP(final boiling point)のHigh/Low制御により低沸点成分と高沸点成分の作り分けが可能で、成分分布を狭い範囲に制御可能とされる。このほか、塩素等を除去可能な前処理装置もあり、顧客が処理する廃プラ性状に応じて設置するケースがある。ユニット(critical units)のメンテナンスは1回/年(その半年後にクリーニングとメンテナンスのために1回停止)であり、2系列プラント設計とすることで稼働時間を確保している。



図7 BlueAlp 第1番目の商業プラント(21,000トン/年、ベルギー)

BlueAlpの熱分解プロセスは、Low temperature・Slow speed加熱(反応温度400°C)により芳香族成分の生成を抑制している。また、熱分解油のFBP(final boiling point)をHigh/Lowで制御し、低沸点成分と高沸点成分の作り分けが可能で、成分幅は小さいと言っている。また、熱分解プロセスでは前処理装置を設置して塩素等を除去することもできるため、顧客が処理する廃プラの性状に応じて前処理装置を設置するケースがある。ユニット(critical units)のメンテナンスは1回/年(その半年後にクリーニングとメンテナンスのために1回停止)、2系列のプラント設計とすることで稼働時間を確保している。

2025年11月時点でShell向けの処理能力7万トン/年のプラント技術が完成しており、これによりCAPEX、OPEXの低減が図られる模様である。反応器1基当たりの処理量としては世界最大と推測される。なお、Shellは将来的に11万トン/年以上の廃プラから得られる熱分解油のオフテイカーになると考えられ、年間100万トンの廃プラ処理を掲げたグローバル長期目標に対して着実に前進している。BlueAlpはShellにとって非常に重要な戦略的なパートナーである。

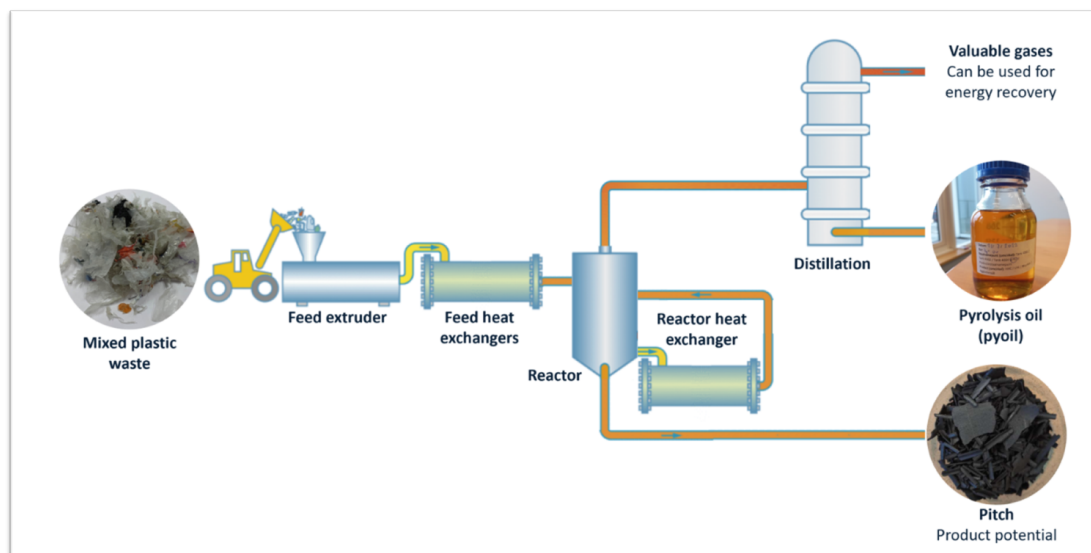


図8 BlueAlpの熱分解プロセスフロー（ホームページから引用）

BlueAlpの反応器はガス燃焼加熱、電気加熱の両方式が可能である。処理可能な廃プラはPE、PP、PSであり、詳細対応方法は不明だが、PVC、PET混入ケースにも対応可能である。BlueAlpのほか、以前に接触した英国Plastic Energyから聴取した反応温度はともに400°Cであった。この温度はかなり以前に公表された熱分解温度（450°C以上）に比べてかなり低い。これは、ガス・コーク生成を極力抑えつつ、熱分解温度が異なる廃プラ混合原料からナフサを最大限獲得するためと推測される。ERTC2025でのBlueAlp CEOの発表によれば、熱分解油の蒸留性状の適正化、即ち高付加価値成分の高収率化制御には、廃プラ組成管理下での低温熱分解反応が重要となる

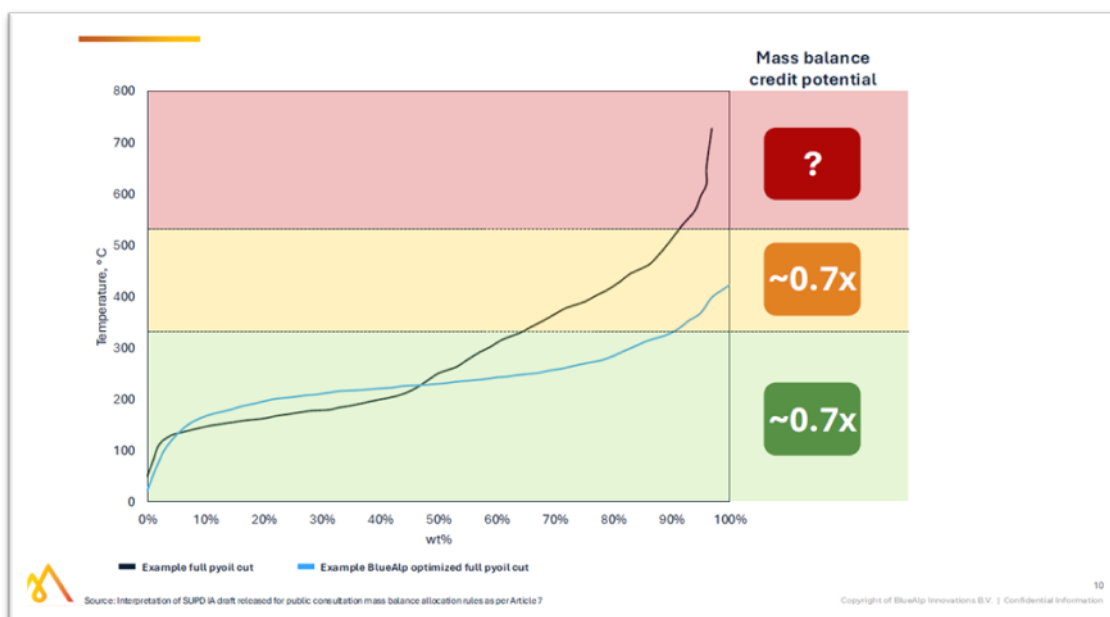


図9 蒸留曲線とマスバランス方式における炭素クレジットポテンシャル評価

欧州委員会でのマスバランス方式における帰属ルール制定が当初予定より遅れており、燃料油への帰属が除外される見込みのため、廃プラをどの様に炭素資源循環するかが熱分解法のプロセス開発のポイントと考える。中国、インド、中東等から輸入するバージン・再生プラスチックが安価なため、プラスチックを取り巻く欧州の事業環境は厳しい。各訪問先ともにケミカルリサイクルプラントの CAPEX、OPEX を極力抑えることが非常に重要であるとしている。

3-2. SYNPET TECHNOLOGIES (ベルギー)

SYNPET TECHNOLOGIES の Thermal Conversion Process (TCP) の開発経緯は以下の通りである。

- 2013年：トルコ・イスタンブールにパイロット建設
(連続攪拌槽型反応器 CSTR 1基)、セミバッチ運転
- 2015年：スケールアップ検討 (15 トン/日)
- 2016年：2千トン/年のデモプラント運転 (CSTR 1基+熱分解反応器 1基)

TCP は2段構成であり、一段目の Hydrolysis 系は低温 (300°C前後と推測)、低圧で処理可能な点が特徴である。この工程は原料中の不純物を除去するための前処理工程であり亜臨界条件での加水分解処理となる。なお、原料は PVC 混入原料含めて無選別処理が可能である (図10)。二段目は中間品の熱分解工程であり、反応温度は低い模様 (400°C以下) である。製品 (液体) は自社蒸留装置で処理し、ナフサ留分はスチームクラッカーで処理される (図11)。

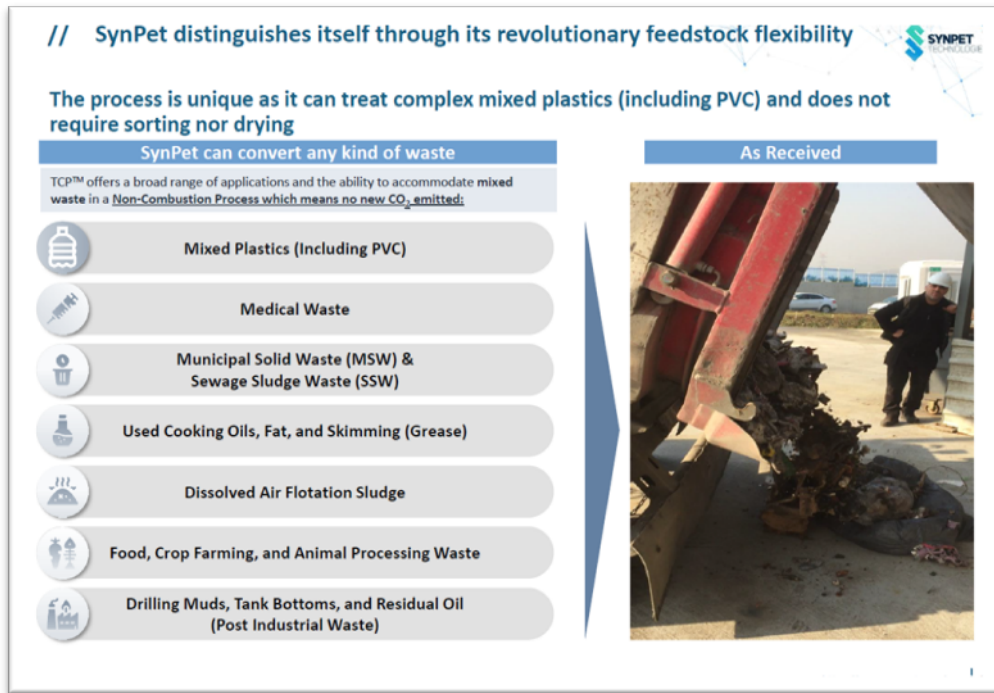


図 1 0 Thermal Conversion Process が処理可能な廃棄物

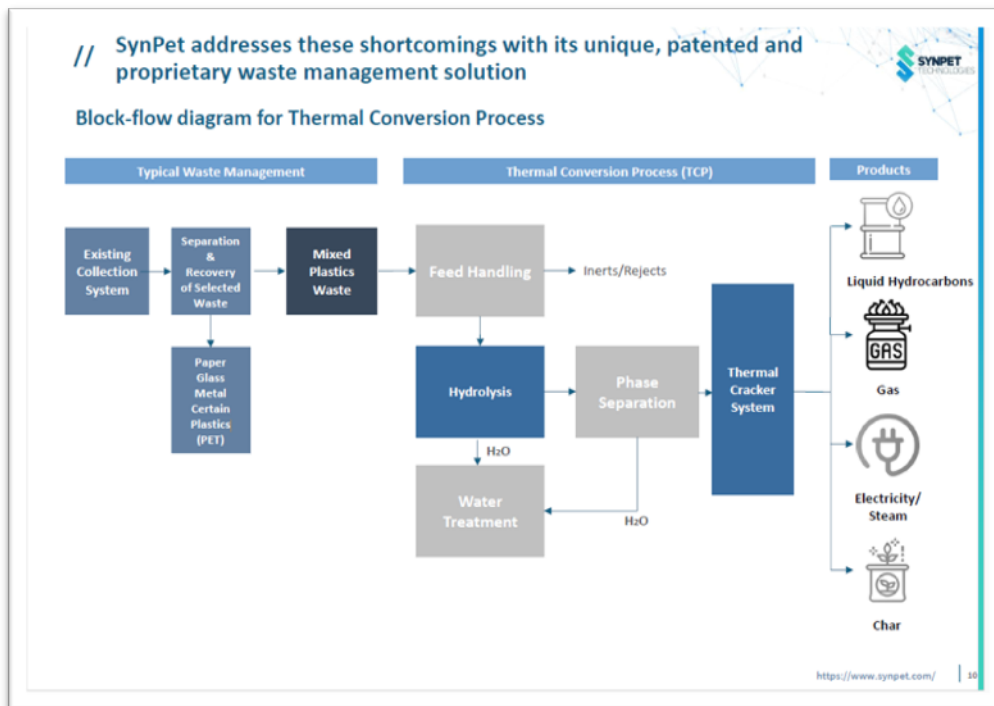


図 1 1 Thermal Conversion Process のブロックフローダイアグラム

ベルギーのアントワープに商業プラント (25 万トン/年) の建設プロジェクトがあり、スケジュールは以下の通りである。

- ・2026年2Q：建設開始
- ・2027年：コミッショニング完了
- ・2028年3Q：運転スタート
- ・2030年：フル稼働予定

図10に示す通り、TCPは無選別原料やPVC混入原料を処理可能であり、稼働中の他社プラントとかなり異なる。特に処理可能な廃プラの範囲が幅広いことから、スケールアップ可能となれば非常に有望なプロセスである。将来的に商業装置で製造される熱分解油はアントワープから近いBPやShellのsteamクラッカーで処理される予定である(図12)。商業装置のEPCはトルコのENKAが担当し、KBRがFEEDパッケージ化を担当する予定である。また、原料についてはMR普及率が低い南欧(イタリア)から輸入する計画であり、MR普及率が高い北欧からは調達しない予定である。

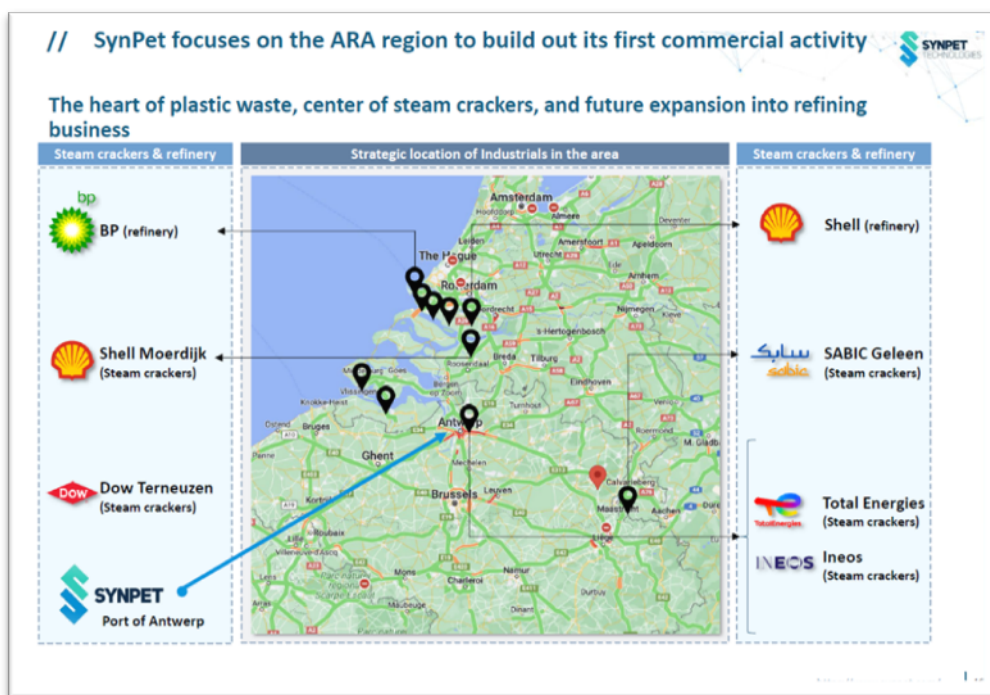


図12 SYPET TECHNOLOGIES の連携先企業マップ

3-3. ICIS (英国)

廃プラのCR技術の開発企業のほか、ICIS (Independent Commodity Intelligence Services, London, UK) を訪問し、CRに係るプラント稼働状況や今後の見通し、関連情報を入手した。ICISは世界に15の事務所と750名の従業員を擁する企業であり、複数の業界にまたがるブランドポートフォリオを擁し、革新的なテクノロジー、分析、データサービスを駆使した市場特化型のソリューションを提供するLexisNexis® Risk Solutionsのグループ会社である。

欧州ではPPWR (Packaging and Packaging Waste Regulation、「包装・包装廃棄物規則」) で高い目

標が設定されており、2040年までにリサイクル資源としてPET、ポリオレフィンが1,100万～1,200万トン必要になる見込みも、それに向けた具体的な規制が無いことが問題視されている。また、制定が遅れているマスマランス方式が奏功するか否かが課題である。現在の様々な規制は曖昧な部分が多いことから、定義を明確にすべきである。

リサイクル品は値段が高くマーケットが形成されないのが問題であり、税制面でインセンティブ付与がなければ進展しない。このため、フランスではリサイクル材を使用した場合にボーナスを与える制度を導入している。リサイクル産業は不確実性が参入障壁となるほか、長期間のオフテイク契約が必要なことも課題である。例えば、2030年をターゲットとすると、エンドユーザー側はオフテイクのタイミング（現時点・2～3年後・2030年直前）を見計らう必要があるが、資金力の乏しいスタートアップ企業は2～3年間待つのは非常に厳しい。このため、短期目標値を段階的に上げていくのが有効と思われる。

何れの原料をリサイクル材と見做すかが肝になるが、欧州域内でのサーキュラーエコノミーの視点で考えると、廃プラ輸入品を対象にするのはおかしい。2022年にPPWR草案が発表されると、リサイクル材がバージン材に対してプレミアムを持つようになった。

中国では大規模プロジェクトが進行中（20万トン／年程度の処理能力）でありゲームチェンジャーとなり得る。また、中国企業の技術はバッチ式熱分解法でありロータリーキルン等を用いるプロセスである。

ICISでは2050年までにMRとCRの合計シェアに40%程度に達すると見込んでいるが、欧州市場は規制が多いため、関連企業の国際競争力が悪化する可能性がある。欧州の中小企業は苦境にあり、計画変更・中止、FID（Final Investment Decision：最終投資決定）の保留等があり、CRの大きな進展が望めない状況である。

日本がCRを前進させるには、予見可能性を高めるための政府の保証（投資に対する保証の仕組み）、規制の導入、インセンティブとなる税制の導入（CR推進企業へのボーナス付与、閾値を設けた課税／非課税の設定）、経済性に大きな影響を与えるマスマランス方式の制定と定義の明確化等が考えられる。CRプロセス開発のkey wordsは以下の2つと考える。

- ・ Sustainability と Competitiveness & Economics の同時達成。
- ・ 「人々が何故、プラスチックをリサイクルしなければならないのか？」との問いに対する回答を持つこと。

4. おわりに

今回は、共処理技術の中で廃プラを原料とした処理技術、ケミカルリサイクル技術にフォーカスして、欧州企業の動向を調査した。先行している欧州においても10万トン／年以上の大規模処理を達成している共処理プロセスは見当たらないのが現状である。

世界共通の課題である2050年にカーボンニュートラルを達成するためには、大量に排出される廃プラの大規模処理が可能な効果的、効率的なケミカルリサイクル技術も必要であり、CAPEXを抑えるために製油所の既存インフラを最大活用する共処理は有望な選択肢と考える。

我が国においては、現状、廃プラを原料とした共処理プロセスは未だ稼働していないと認識している。

今後、廃プラ以外の低炭素原料も積極的に活用した大規模な共処理プロセスを安定的に稼働させて、早期に製油所の低炭素化、脱炭素化を図ることが求められている。

欧州企業は、先を見据えて、様々な技術開発を行うなど戦略的な取組みをしている一方、外的な要因により産業界の経営環境は更に厳しくなる可能性がある。日本企業がアジア諸国の石油コンビナートとの激化する競争に勝ち抜き、そして、世界のトップランナーに伍していくために、共処理や廃プラのケミカルリサイクルも含めて技術開発を積極的に推進することが非常に重要であると考え、民間企業の炭素資源循環活動を後押しするインセンティブの導入、予見可能性を高める施策の立案、定義が明確な規制の導入なども重要であると考えられる。

JPEC としても関係企業・機関等と協力しながら、資源循環社会やカーボンニュートラル社会の実現に積極的に貢献したいと考えている。

(問い合わせ先)

一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター 製造プロセス技術部 jrepo-2@peci.or.jp

この内容は、経済産業省 令和7年度「非化石エネルギー等導入促進対策補助金（次世代燃料生産・利用技術開発事業費のうち、合成燃料（e-fuel）等導入促進事業／製油所の脱炭素化研究開発支援事業）」の一環として行った調査で得られたものです。無断転載、複製を禁止します。

Copyright © 2026 Japan Petroleum and Carbon Neutral Fuels Energy Center all rights reserved.