

ケミカルリサイクルの環境負荷の把握

既存のライフサイクルアセスメントに関する10の懸念

2020年12月



ケミカルリサイクルの環境負荷の把握

既存のライフサイクルアセスメントに関する10の懸念

はじめに

プラスチックのケミカルリサイクルおよび回収は、しばしば、ポリマーが化学的にモノマーに分解されるガス化および熱分解のようなプロセスを指す。これらのモノマーは、オリジナルのポリマー製品を再生するか、または新しいタイプのポリマー製品を開発することによって、新しいポリマーおよびプラスチックを製造するために使用することができる(Grigore, 2017)。しかし、多くの場合、プラスチックは単に燃料に変えられ、燃焼されて、炭素を大気中に放出する。これは、EU廃棄物枠組み指令ではリサイクルと定義されていない。

近年、プラスチックの環境・気候への影響を低減するために、ケミカルリサイクル技術は環境にやさしいものとして普及が進んでいる。科学に基づく政治的意思決定のためには、これらの技術の真の環境影響を完全かつ正確に理解することが重要である。

しかしながら、ケミカルリサイクルの環境影響に関する優れたデータは、商業規模でのケミカルリサイクルの概念の成熟度が限られているため、入手することが困難である。すなわち、現在、50年間の努力にもかかわらず、プラスチックを新しいプラスチックにリサイクルするために利用可能なかなりの規模の操業プラントは存在しない。しかし、これらのケミカルリサイクル・回収技術に関するサステナビリティ(持続可能性)の主張には、企業が開発または提携しているLCA(ライフ・サイクル・アセスメント)が活用されている。

本論文では、科学的厳密性、データ品質、計算方法、および結果の解釈に関する主要な欠陥と弱点を明らかにする、最も一般的に引用される化学的リサイクルと回収LCAのいくつかのレビューからの主要な発見を提示する。

LCAは、様々な持続可能性の影響カテゴリーを通して有利な技術を決定することに貢献できるツールである。しかしながら、LCA研究からの知見は、使用された境界、仮定、およびデータの集合によって大きく影響される。1つの変数を変えるだけで、結果全体を頭上に向けて行うことができる場合もある。このため、LCA研究は誤解を招きやすいことが知られており、非常に狭い文脈でのみ適用可能な仮定、あるいは誤った仮定に基づいて一般的な結論を導くために用いられることもある。

現在のところ、化学物質のリサイクルに関する包括的で完全な独立したLCAは存在せず、環境負荷を完全に把握することができている。EUが循環型経済と非炭素経済への移行を成功させたい場合、予防と再利用を優先すべきである。その後、大量のエネルギーを必要とする熱分解やガス化などの代替よりも、環境への影響を最小限に抑えつつ、できるだけ多くの材料をリサイクルできる、あるいはリサイクル可能性の高いリサイクル技術のみが支持されるべきである。

勧告

- 政策立案者は、化学物質リサイクルLCAを意思決定の根拠として利用することに慎重であるべきである。特に、ケミカルリサイクル技術が他の選択肢よりも有利であることが示されている比較LCAは、実際のデータセット、地理的およびシステムの境界、仮定、ならびに結果に重大な影響を及ぼした可能性のある計算方法を完全に理解しなければ解釈すべきではない。また、「回避排出量」の帰属方法と、技術が比較されるベンチマークにも注意を払うべきである。

- 欧州委員会は、技術を奨励する更なる法的枠組みを開発する前に、一次データ源に基づく化学物質リサイクルの環境及び気候への影響のより独立した、透明性のある、包括的な評価の開発を支援すべきである。また、既存のLCA研究では、化学物質のリサイクル工程でのアウトプットと排出の両方において、有害な汚染物質や有害な排出物を完全に排除または完全に開示していないため、毒性や純度にもさらに注意を払う必要がある。これらの研究は、実際のプロセス収率と精製と再重合を含む全てのプロセスステップを考慮に入れて、化学的リサイクルの環境と気候への影響を評価するためのロバストな方法論によって導かれるべきである。
- 投資とEUの資金は、実際のプロセス排出量を考慮して、未使用原料からのプラスチックの生産よりも炭素排出量が少ないプラスチックのリサイクルプロセスを支援するだけであるべきである。特に、化学物質リサイクルが正味のマイナスのカーボン・フットプリントを有すると主張する方法として、プラスチックの代替廃棄物処分オプションからの「回避された排出」の算定は、推奨されるべきでない。

In order to provide a better understanding of the environmental impacts of chemical recycling to inform policy-making or to guide investments, the results of LCA studies must be presented alongside key knowledge on the topic:

- There is currently no large scale industrial chemical recycling plastic-to-plastic plant in operation (Quicker, 2019).
- Chemical recycling is energy-intensive and has multiple intrinsic and ancillary energy demands, which render it unsuitable for consideration as a sustainable technology. Even if the products/byproducts are burned for energy, there isn't a chemical recycling technology that can currently offer a net-positive energy balance (Rollinson and Oladejo, 2020), and there is no evidence that points to an improvement in the foreseeable future.
- Due to its power consumption, chemical recycling is commonly considered to be a low-value form of recycling compared to "recycling as material" (Ministry of Infrastructure and Water Management, the Netherlands, 2017), and leads to significant material losses in the process (Patel et al., 2020).
- Outputs from pyrolysis are not a directly recycled usable plastic. Further upgrade and processing is needed. As the pyrolysis oil is diluted with virgin naphtha to meet cracker standards, it means that only a very low fraction of chemically recycled material can be seen in the end product (Eunomia and CHEM Trust, 2020).
- Despite industry claims that chemical recycling can process various sorts of mixed plastic waste, relatively clean and homogenous plastic waste is required to achieve high yields and non-fuel based outputs (Eunomia and CHEM Trust, 2020).

適用範囲及び方法

以下に示す所見は、既存の一般的に引用されているケミカルリサイクルLCAの批判的な文献レビューに基づいている。選択されたLCAは、熱分解、ガス化、および加圧溶媒分解に焦点を当てている。プラスチックから燃料へのLCAは、プラスチックをプラスチックに戻すと主張するケミカルリサイクルLCAの見直しを目的とするため、対象に含まれていない。しかし、プラスチックから燃料への研究、特にデータの透明性の欠如、疑わしいGHG算定方法、政策立案者や一般市民への結果の誤解を招くような情報伝達に関する研究でも、同様の懸念が実際に観察されている¹。

その一例として、エネルギー効率とプラスチックの全量燃焼と比較したLCAの研究(Benavides et al., 2017)では、廃棄物の燃焼による排出が削減されているが、燃焼が削減されていないことが明らかになっている(Rollinson and Tang, 2020)。

本レビューに含めた研究の一覧を下記の2に示す。

List of LCA studies reviewed

Including abbreviated names used to refer to the studies in this paper

1. [BASF] Sphera Solutions GmbH, 2020, Evaluation of Pyrolysis with LCA - 3 case studies

2. [CE Delft*] Broeren, M., Lindgreen, E.R., Bergsma, G. 2018, Chemical Recycling Study. How great - what will be - the opportunities for climate policy? CE Delft

3. [Keller] Keller, F., Pin Lee, R., Meyer, B. 2020, Life cycle assessment of global warming potential, resource depletion and acidification potential of fossil, renewable and secondary feedstock for olefin production in Germany, Journal of Cleaner Production, 250, 119484, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119484

4. [Plastic Energy] Quantis, 2020: Life Cycle Assessment of plastic energy for the chemical recycling of mixed plastic waste. Prepared for Plastics Energy.

ケミカルリサイクルLCAへの批判

1. 負の温室効果ガス排出を主張する: BASF研究は、熱分解によるプラスチック(LDPE)の生成からの温室効果ガス排出はナフサを用いたプラスチックの生成よりも約77%高いことを示している。3。しかし、研究結果を要約すると、熱分解はバージンプラスチックの生産に有利であり、GHG排出は負であると主張されている。これは、プラスチック廃棄物の代替処理(この場合は、それを焼却することによる)からの「回避された排出」の帰属によって説明される(図1参照)。この誤解を招くような気候影響の提示では、熱分解プロセス技術自体からの実際のGHG排出量データを透明な方法で提示することができない。

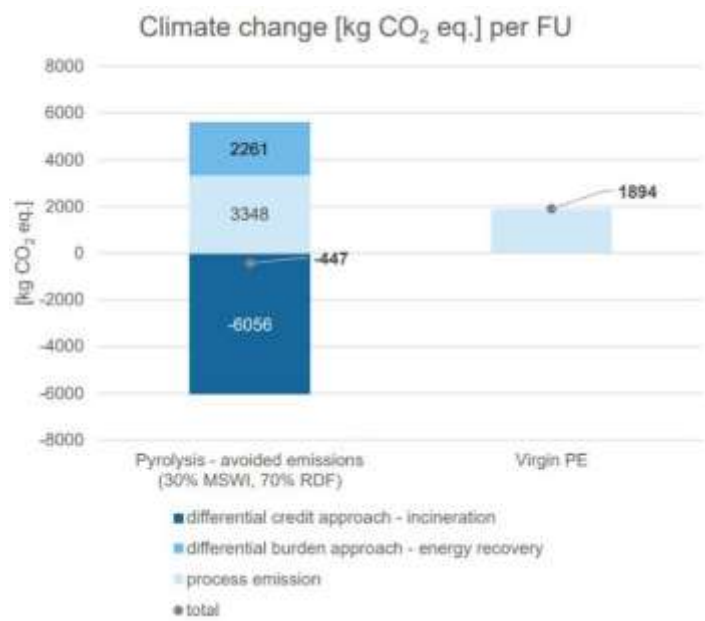


図1-BASF LCAと「回避排出量」を用いて、熱分解に気候クレジットを与える。

2 CE Delftの研究では、2019年の改訂版があり、オランダでのみ入手可能であることに留意されたい。

<https://www.cedelft.eu/publications/2173> 探索的研究 on chemical recycle update 2019 Plastic Energy LCAの批判は、一般に公開されている要約文書に基づいている。

3,348対1,894CO₂換算/機能単位(処女品質で生産されたLDPE顆粒1トン)

BASF, CE Delft, Keller, およびPlastic Energyの研究を含むいくつかの研究では、燃焼からの割引排出量を使用し、それによって分解されないポリマーの無限のリサイクルを仮定する実務が見られる。プラスチックエネルギーによるLCAは、熱分解によるLDPE生産からのGHG排出が、機械的リサイクルによるよりも、またバージンのLDPE生産と比較して、どのように高いかを示している。しかし、この報告書は、熱分解の気候への影響を、焼却からの排出が回避されたためにのみ、より低いものとして要約している(図2)。



図2-プラスチックエネルギーLCAと「回避排出量」の使用

同様に、Kellerの研究は、ガス化によるオレフィン生産がバージン原油からの生産よりも地球温暖化ポテンシャルが約7倍高いことを示している。4。しかし、最終結果は、プラスチック廃棄物ガス化によるオレフィン生産は大きな温室効果ガス排出便益を伴い、燃焼からの「回避された排出」の帰属を通じて再びガス化が有利であると表現している。このように、主要な結果を選択的に提示することは、化学物質のリサイクルによる実際の気候への影響について誤解を招くような見解であり、したがって、この技術の気候緩和ポテンシャルを主張するために用いることも、意思決定の基礎として用いることもできない。

- 熱分解は外部エネルギーをほとんど必要としないと仮定すると、化学物質のリサイクルプロセスのエネルギー利用は、環境と経済の両面に最も影響を与える側面であるため、LCAにおいて考慮すべき最も重要な側面である(Eunomia, 2020)。特に、熱分解は、反応器温度を上昇させ、内部温度安定性を維持するためにかなりの量の外部からの印加エネルギーを必要とする、エネルギーを消費する吸熱プロセスである(Rollinson and Oladejo, 2019; Patelら, 2020)。産業界は、BASF LCAを通してさえ、プラスチック廃棄物の熱分解中に生成されたガスは、プロセスに必要なエネルギーのほとんどすべてをカバーするために使用できると主張している。同社は、スタートアッププロセスに必要な外部エネルギー投入量は1%未満であると公式に主張している5。しかし、BASFの研究では、このプロセスで生成されるガスの量は記載されておらず、また、その予測発熱量も記載されていない。熱分解生成物と、新製品を製造するための原料生成物熱分解由、炭化物、ガスの使用と、熱分解プロセス自体に供給するエネルギーのためのそれらの使用との間に明確なトレードオフがある。もし目標が利回りの最大化であるならば、将来の利回りの増加はまた別のものもある。

紙の図7に示すように、ケミカルリサイクルは約7倍高いGWPを有する。125kg CO2換算/kgオレフィン(値=156GWP) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619343549>
質問5の回答を参照してください。

<https://mCycling.html>

6件の研究では、最も保守的なシナリオ(機密データに基づく)で71%の炭素転換効率、技術改善を想定した想定「将来シナリオ」で87%の収率を想定している。研究で与えられた質量流量と副産物の損失から、エネルギーに利用できるガスの総量

したがって、供給量は最大19%となる。

LCAでは、想定される副生ガスが少ないため、外部からのエネルギー投入が必要となる。

Agilyx Tigard Plant(Patel et al., 2020)による規制分析は、熱分解によって処理されるプラスチック1kg当たり1m³の天然ガスの燃焼が必要であることを示している。エネルギーと物質収支の全データが提供されていないため、BASF研究では、熱分解プラントは自身の副産物によって十分に裏付けられているが、生産物がバーシブプラスチック生産のための原料と競合するのに十分な高収率を生み出しているという主張を十分に扱っていない。LCA研究で報告されたエネルギー使用からの排出量は、しばしば複数の仮定を置いた各種データに基づいていることも注目に値する。

CE Delftの研究では、この方法論のこの部分が記載されていないため、著者らが熱分解のエネルギーコストを説明しているかどうか不明である。しかし、報告書は、水和熱分解技術は「直接排出を引き起こさない」と主張しているため、実際のエネルギーコストは真に帰属されず、それによって技術の環境認証を誤って膨張させていると仮定している。ケラーの研究は、化学物質のリサイクルのためのエネルギーバランスと、GHG排出量に大きな影響を与える可能性のあるすべての後処理システムのエネルギーコストを含めることについて、同様に曖昧である。私たちは、すべてのプロセス・ステップのエネルギー需要を証明し、完全に開示するために、透明性のあるエネルギー・バランスを求める。

- 3 外挿および非開示データセット:使用したデータセットを完全に開示している研究はない。従って、それらの知見を検証するための研究を再現する可能性はなく、それは彼らの信頼性を損なう。CE Delftの研究では、多くのケミカルリサイクル技術はまだ開発中であり、産業規模ではまだ実施されていないため、結果には不確実性があり、指標とみなすべきであると著者は述べている。8Sdtdadについては、本研究が秘密情報源から入手したデータに言及している。BASF試験では、質と包括性を評価するために、レビューでさえ元のデータにアクセスすることができなかった。この研究では、熱分解の単一供給者からのデータのみが使用され、ドイツの地理的境界内での研究が設定されているにもかかわらず、供給者はスペインに所在していた。このように、原料投入量と生産量との関係は仮説的なものであった。さらに、熱分解出力の精製工程は、主要な実験室規模のデータに基づいており、このことは、本格的な商業的シナリオを想定するために、所見を外挿したに過ぎないことを意味する。これは熱分解を評価するには不適切なデータである。なぜなら、重要な技術的困難は、研究室から半工業的規模の事業への移行にあるからである(Robinson and Olatija, 2020)。

また、Keller LCAは、プロセスが使用される原料に影響されないという仮定を含め、設定されたパラメータと仮定についても曖昧である。実際には、ガス化装置は非常に複雑で、複数の相互接続されたパラメータを含み、原料組成が製品品質に最も重要な影響を及ぼす(Robinson and Olatija, 2019)。想定された機密データの信頼できない裏付けのない使用は、熱分解の環境影響に関する主張の強力な根拠を提供しない。LCA研究の開発に使用したデータが公表できない場合は、その結果も公表すべきではない。

- 4 将来シナリオの利用:現在のシナリオをモデル化することができないにもかかわらず、データを提供する大規模熱分解プラントがないことを考慮すると、BASF研究のベースラインは、ドイツの廃棄物管理と熱分解技術の2030年の予測状況と、同国の2030年の国家エネルギーミックスである。9 将来シナリオの具体的な仮定とその結果への影響は、本研究では完全には示されていない。これは、研究結果が主に、これらの仮定が将来満たされている限り有効である検証不能な仮定に基づいていることを意味する。同様に、CE Delftの研究では、この技術の大規模な適用可能性が仮定されているが、同時に、「いくつかの化学技術は、時には数十年にわたって開発されてきた。[そして]これらが現在のプラスチックの流れにどの程度利用可能であるかは不明である10」ということが明らかにされている。なお、ケミカルリサイクルLCAにおける今後のシナリオの利用に当たっては、メカニカルリサイクル、廃棄物対策(P6参照)の状況が改善されている状況を考慮に入れていないことに留意する必要がある。

5
6

7 CE Delft LCA, p. 33

拡張要約8, <https://www.cedelft.eu/en/publications/2173/探索的研究-on-chemical-recycle-update-2019>

9BASF LCA p. 20

10表D13

これは、機械的および化学的リサイクルを比較する研究で特に影響を与え、将来のリサイクルの偏った使用を示唆する。

- 5 **プラスチック廃棄物の代替処理に関する偏った仮定:**それらの比較アプローチを通して、全ての研究は、化学的リサイクルがプラスチック廃棄物の焼却またはエネルギー回収に取って代わるであろうと仮定している。これは、ドイツなどの一部の地域で現在行われているプラスチックの不合格判定の慣行かもしれないが、どこでも当てはまるわけではない。多くの国は、欧州連合内でさえ、焼却炉を持っていないか、小さな能力しか持っていない。そして、サーキュラーエコノミーの議題は、それをより大きなものに投資することを禁じている。これらの地域では、プラスチック製の不良品は、通常、埋め立て処分され、そこで炭素が隔離される。また、押出成形によって低品位プラスチックの不良品を処理する企業もあり、本文書の範囲内では、機械的リサイクルと同等とみなされる。さらに、EU加盟国の炭素削減政策の外れ値となりつつある廃棄物と気候の境界面での最近の政治的動向は、プラスチックを燃焼から遠ざけている。

E Uプラスチック戦略では、GHGの大量排出国として焼却を挙げており、最近ではデンマークやベルギーなどで、脱炭素に関する議題と整合性を保つために、プラスチック廃棄物の焼却炉への依存を減らすことを公表している¹²。これらの政策は、DRS (Deposit Return Schemes)を推進するシングルユースプラスチック(SUP)指令の野心と相まって、回収されたプラスチックのより高い品質、そして何よりもリサイクルしにくいプラスチックの段階的廃止が、廃棄物の防止と機械的リサイクルのためのより良い環境を作り出すであろう。プラスチック包装廃棄物のリサイクル量は、2006年以降ほぼ倍増している(プラスチック欧州、2019年)。従って、「ケミカルリサイクル」のための原料として、あるいは焼却のための原料として使用することができる、別々の回収から、および選別プラットフォームからのプラスチック廃棄物の一定の割合が利用可能であると仮定すると、EUサーキュラー・エコノミーアジェンダと整合しない研究の仮定は弱い。

- 6 **機械的リサイクルの偏った描写:**機械的リサイクルは、ケミカルリサイクルよりもエネルギー投入量が少ない(Levidow and Raman, 2019)。化学的リサイクルは機械的リサイクル廃棄物流と競合しないと主張されているにもかかわらず、BASF(PE、PP、PSの化学的対機械的リサイクル)およびプラスチックエネルギー(LDPEの化学的対機械的リサイクル)を含む種々のLCA研究において、2つのプロセスの気候影響の比較がなされている。BASF研究では、選別前の機械的リサイクルに理想的ではない選別された廃棄物画分にもかかわらず、化学的リサイクルを機械的リサイクルと比較した¹³。メカニカルリサイクルの排出の90%が不良品の焼却に起因していることから、この事実を本研究の結果を提示する際に強調することが重要である。これは、機械的リサイクルに適した廃棄物ストリームの方がはるかに低かったであろう数字になる。さらに、熱分解プロセスからの副産物はセメントキルンで処理され、亜炭に取って代わると仮定し、機械的リサイクルプロセスからの廃棄物は焼却処理されると仮定した。実際、ヨーロッパでは、セメントキルンの機械的リサイクル残渣も処理するのが一般的な手順である。この2つのプロセス間の副生成物の異なる仮定処理は、最終結果に影響を与える。

- 7 **不完全な感度分析:**CE Delft試験では、結果は統計的分析を提供せず、幅広い技術を評価しているにもかかわらず、いかなる範囲の値も提供しない。結果のいくつかは、代わりに「環境に関して最良の点数を付ける技術」¹⁴を示す絶対的な「最善のケース」結果を提供している。したがって、他のケミカルリサイクル技術が焼却に比べて同等か、悪いか、あるいははるかに悪いかを知ることは不可能である。BASFの研究では、異なる変数を調整して最終的な排出結果にどのような影響を与えるかを見る際に、エネルギー需要のような熱分解プロセス自体に関連する主要変数は無視されてきた。熱分解は非常にエネルギー集約的なプロセスであるため、必要とされるエネルギー量とその発生源は、最終的な排出量と気候への影響に大きな影響を与える。投入された廃棄物の質のばらつきも考慮されなかったが、本研究はヨーロッパで最も近代的な選別工場の1つからの廃棄物別に焦点を当てている。一般に、感度分析は、1つの影響カテゴリーだけに焦点を当てるべきではない。

¹² EU持続可能な金融タクソノミー、ジャストランジションファンドを含む11カ国

¹³ <https://www.basf.com>

afald-nd%2F
13BASF LCA, p.95

¹⁴ CE Delft LCA, p.29

- 8 結果の選択的提示:熱分解と比較した場合、焼却はBASF LCA(酸性化または富栄養化など)の19の衝撃カテゴリーのうち10のカテゴリーで良好に実施された。熱分解のみが3つの衝撃カテゴリーで焼却を上回った。しかし、本研究のコミュニケーションの取り組みは、主にこれら3つの影響カテゴリーのうちの1つである気候変動に焦点を当てている。この結果の伝達は、「化学的にリサイクルされたプラスチックは、焼却に比べて、たった1種類のプラスチックタイプ(LDPE)であっても、ドイツの地理的な文脈において、そして他の多くの仮定を置いて、一次化石資源から生産されたCO₂排出量よりもかなり低いCO₂排出量を引き起こす」という広範な主張にまで及んでいる。同様に、Kellerの研究では、ガス化ルートは、空気中のすべてのパラメーター(CO₂、CO、ダスト、NO_x、SO₂)の高い排出をもたらし、バージン原油/シェールガスオレフィン生産と比較して高い酸性化ポテンシャルを有することが分かった。これらの知見はいずれも、焼却と比較して、気候影響カテゴリーでのガス化を好ましいものとするに焦点を当てた抄録には反映されていない。
- 9 アウトプットとプロセスの未知の純度と毒性レベル:毒性指標は、LCAと化学物質リサイクルの環境影響研究でしばしば取り除かれるが、この影響カテゴリーは、高度に汚染された廃棄物流を生成することが知られている新しい技術を評価する際に非常に重要であるべきである。例えば、プラスチック原料のガス化は、フタル酸塩、BPA、ポリ臭化ジフェニルエーテル、有毒な臭素化合物、およびPAHの製造に関連しており、これらの多くは変異原性物質、発がん物質、および呼吸器系または神経系の破壊性物質である(Verma et al., 2016)。熱分解は有毒な有機生成物を生成することもよく知られており、ポリエチレンからの変異原性PAHの放出係数は700°Cを超えると著しく増加する(Rollinson and Oladejo, 2020)。CE Delftの研究では、気候変動以外のすべての環境影響は除外されたが、その目的は政策決定者の政策選択の指針となるため、化学物質リサイクル技術の環境パフォーマンスを理解することであると主張している。16.同様に、プラスチックエネルギーの研究では、気候と資源利用の指標のみに焦点が当てられた。BASFが委託した試験では、毒性の結果は不確実性が高いと記載された。さらに、熱分解、精製、および蒸気分解のよういくつかのプロセスについては、廃棄物流の材料組成、毒性、および運搬は不明のままである。したがって、化学物質のリサイクルプロセスによるヒトへの毒性および生態毒性の影響に関する信頼できるデータは入手できなかった。
- 10 バージン品質のアウトプットを主張するBASFの研究は、熱分解プロセスが最終的にバージンプラスチックに匹敵する品質のプラスチック製品をもたらすことを前提としている。また、CE Delftの研究では、ケミカルリサイクル製品が販売可能であり、従来のプラスチック生産に代わる十分な品質のものであると仮定している。しかし、プラスチック廃棄物からの熱分解油は非常に高レベルの毒性汚染物質を有しており(Rollinson and Oladejo, 2020)、従って、現在の分解プロセスに供給できる熱分解油の割合は非常に低い(Eunomia and CHEM Trust, 2020)。この問題には、2つの解決策が考えられる。1つは、分解油がクラッカーの仕様を満たすまで精製し、熱分解油を改良することである。しかし、このプロセスはエネルギー集約的で、炭素集約的で、低収率である(Seidl et al., 2020; Mamani-Soliz et al., 2020)。もう1つの選択肢は、少量の熱分解油を、はるかに多量のバージン化石原料で希釈することである。これにより、総汚染量が十分に減少し、生産が可能となる。しかし、このことは、新プラスチックのリサイクル率が非常に低く、リサイクルとは言い難いことを意味している。熱分解油のみを用いて等価な分解プロセスを実行することは、技術的にも不可能である可能性がある。また、工程にナフサの一定割合が必要な場合には、化石原料からの環境負荷もLCAに含める必要がある。さらに、クラッカー入力における熱分解油の高シェアに対して、排出データ、エネルギー要求、および熱分解油入力の品質要求が依然として妥当であるかどうかは依然として不明である。

結論と勧告

LCA研究の結果を誤って解釈することは非常に容易である。本レビューでは、既存のケミカルリサイクルLCAが、非公開データセット、欠陥仮定、および創造的な会計手法を用いて、技術の気候および環境影響に関する誤解を招く情報を提供する10の方法を明らかにした。

企業は、完全な文脈を提供することなく、LCAの主な知見を報告する傾向がある。LCAは、しばしば決定的地理的境界の中で実施され、その国のエネルギー構成、特定の廃棄物の割合、および他の変数を用いた仮定は、大きく異なる結果をもたらしたであろう。しかし、結果は状況の完全な開示なしに広く伝えられ、研究から決定的な結論を引き出すことができるという幻想を与えている。

LCA研究の開発に使用したデータが公表できない場合は、その結果も公表すべきではない。

このように、ケミカルリサイクルLCAは、一般への情報発信や意思決定や投資の根拠としてではなく、幅広い議論を支援するツールとして活用すべきであり、17.本レビューの重要な知見を踏まえ、LCAに基づくケミカルリサイクルの環境・気候への影響を解釈する際には、政策立案者が予防的アプローチをとることを強く勧告する。

最後に、我々は、これらの技術を奨励する更なる法的枠組みを開発する前に、一次データ源に基づく化学物質リサイクルの環境及び気候への影響について、より独立した、透明性のある、包括的な評価を開発することを求める18。

参考文献

A.T. Benavides, P. Sun, J. Han, J.B. Dunn, M. Wang. 使用済み非再生プラスチックからの燃料のライフサイクル分析 燃料, 203 (2017), 11~22ページ

[BASF LCA] Sphera Solutions GmbH. 2020年、LCAによる熱分解の評価-3件のケーススタディ

[CE Delft LCA] Broeren, M., Lindgreen, E.R., Bergsma, G. 2018, Chemical Recycling Study. 気候政策の機会とは、どれくらい大きいのか、また、どのようなものになるだろうか。

ユーノミア、2020年。プラスチックは、ライフサイクルアセスメントの課題に立ち向かうことができますか? Eunomia and CHMT Trust, 2020の政策決定のためのLCAの批評的評価而去ケミカルリサイクル:再生状況[発行予定]

Grigore, M., 2017, Methods of Recycling, Properties and Applications of Recycled Thermoplastic Polymers, \32-24

[Keller LCA] Keller, F., Pin Lee, R., Meyer, B. 2020, Life cycle assessment of global warming potential, 資源枯渇と化石の酸性化の可能性、ドイツにおけるオレフィン生産のための再生可能および二次原料

Levidow, L., Raman, S. 2019. 廃棄物を資源として変身させる:エコモダニストの言葉による廃棄物管理の拡大。Geoforum, 98, pp. 108-122

17 Eunomia: LCA(ライフサイクルアセスメント)は課題に立ち向かうことができますか?

<https://www.eunomia.com/2020/02/life-cycle-assessment-is-the-key/>

これは、Eunomiaの報告書に関する情報であり、Eunomiaの報告書は、ケミカルリサイクルのライフサイクルアセスメントに関する、全体的に包括的な評価のフレームワークを提議するものには、含まれていません。

Lonbardi, L., Carnevale, E., Corti, A. 2015. 廃棄物からのエネルギー回収のための熱処理の技術と性能のレビュー。廃棄物管理, 37, p.26-44

インフラ・水管理省、オランダ、2017年。国家廃棄物管理計画2017-2029, Hague:インフラ・水管理省。NRK Recycling, 2018. EPS 加 溶 媒 分 解 の パ イ ロ ッ ト プ ラ ン ト [Online] <http://www.nrkrecycling.nl/nieuws/nieuws-details?newitemid=1102249993> [Geopend 2018] から

Patel, D., Moon, D., Tangri, N., Wilson, M. 2020. オール・ケアド・ノー・リサイクル米国のケミカルリサイクル産業の調査。焼却炉代替物のための世界同盟 DOI:10.46556/MMSM7198

プラスチック欧州、2019年 プラスチックの循環経済 - ヨーロッパ - 概観 <https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/1899-circular-economy-plastics-europaan-overview>

[プラスチックエネルギーLCA]量、2020年:プラスチック混合廃棄物のケミカルリサイクルのためのプラスチックエネルギーのライフサイクルアセスメント。要約は以下のとおりです。

クイッカー、P. 2019 脱重合プロセスに焦点を当てた代替熱廃棄物処理に関する最近の進展の評価 In:Thome-Kozmiensky and Thiel, S.(編):Waste Management, 9, Waste-to-Energy, Neuruipin: TK Verlag Karl Thome-Kozmiensky, pp.361-370

Rollinson, A.N.2018. 廃棄物からのガス化エネルギーの火災、爆発および化学的毒性の危険性。プロセス・インダストリー誌、54、pp.273-280。

RollinsonとTangri。2020. Benavidesらの更新および反論 (2017)使用済み非再生プラスチックからの燃料のライフサイクル分析、燃料、285,118995,doi:10.1016/j.燃料.2020.118995。

Rollinson, A.N., Oladejo, J.M. 2019. 廃棄物部門からの熱分解エネルギーにおける「特許取得済みの鈍化」、効率性の認識、および自立性の主張。資源・環境・リサイクル、141頁、233~242頁。

Rollinson, A.N., Oladejo, J.M. 2020. ケミカルリサイクル:現状、持続可能性、環境負荷 焼却炉代替物のための世界同盟 DOI:10.46556/ONLS4535

Verma, R., Vinoda, K.S., Papireddy, M., Gowda, A.N.S. プラスチック廃棄物からの有害汚染物質 - レビュー。Procedia Environmental Sciences, 35, pp. 701-708

著者:Shanar Tabrizi, Andrew Neil Rollinson, Marieke Hoffmann, Enzo Favoino Editor: Ana Oliveira

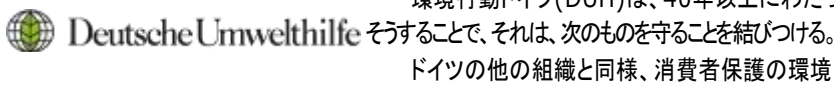
査読者:Janek Vahk, Neil Tangri, Tad Kirakowski, Jean-Luc Wietor, Elise Vitali, Fanny Rateu



ゼロ・ウェイスト・ヨーロッパとは、ヨーロッパのコミュニティ、地域のリーダー、企業、専門家、変革推進者のネットワークであり、同じビジョンに向けて活動している。すなわち、社会からの廃棄物を段階的に削減することである。我々は、コミュニティが資源との関係を再設計し、より賢明なライフスタイルと持続可能な消費パターンを採用し、循環的なものと考えられることができるようにする。



EEBはヨーロッパ最大の環境市民団体のネットワークである。現在、加盟国は35カ国以上(すべてのEU加盟国と一部の加盟国および近隣諸国)に160を超える加盟機関で構成されており、その中には欧州のネットワークが増えているほか、約3,000万人の個人加盟国および支援国が含まれている。



環境行動ドイツ(DUH)は、40年以上にわたって自然の基礎を守る運動を続けてきた。そうすることで、それは、次のものを守ることを結びつける。ドイツの他の組織と同様、消費者保護の環境



ECOSは、環境に関する野心的な技術基準、政策、法律を提唱するメンバーと専門家のネットワークを持つ環境NGOである。私たちは、これらの基準、政策、法律が策定され、強力な環境原則を実行するために政策立案者や業界関係者に挑戦するテーブルで、環境に関する意見を確実に聴取する。



GAIAは、90カ国以上で800以上の草の根レベルのグループ、非政府組織、個人が参加する世界的な同盟です。私たちは、廃棄物や汚染の解決を進める草の根社会運動を強化することで、地球規模での環境正義への移行を促すことを目指している。私たちは、生態学的限界とコミュニティの権利を尊重した上で、有害な汚染の負荷を受けず、資源が持続可能な形で保存され、燃やされたり捨てられたりしない、廃棄物ゼロの世界を構想している。



「プラスチックからの解放」運動の一環である「プラスチックの再考」は、プラスチックに関する野心的なEUの政策に取り組む欧州の主要NGOの連合である。国際環境法センター(CE)、クイアントアース環境調査所(EA)、欧州環境局(EEA)、欧州環境市民組織(ECOS)、グリーンピース、危機的地球スワフター財団(欧州)、廃棄物ゼロヨーロッパが一堂に会している。これらの団体は、プラスチック汚染のない未来に向けて取り組んでいるEU加盟国すべてにおいて、何千もの積極的な団体、支持者、市民を代表している。



1899年に設立されたNABU(自然・生物多様性保全連合)は、ドイツで最も古く、最大規模の環境団体のひとつである。同協会には、77万人を超える会員とスポンサーが参加しており、絶滅のおそれのある生息地、動植物の保全と気候保護、エネルギー政策に取り組んでいる。NABUの主な目的は、生息・生育環境と生物多様性の保全、農業・森林管理・上下水道の持続可能性の推進、社会における自然保護の意義の向上です。



ゼロ・ウェイスト・ヨーロッパは、EUからの資金援助に感謝する。このイベント資料の内容については欧州廃棄物ゼロを唯一の責任とします。これは必ずしも上記の資金提供者の意見を反映するものではない。資金提供者は、そこに含まれる情報を使用した場合、責任を負うことはできません。