

デジタル化によるポリマー企業の 持続可能性の改善と利益の増加

David Tremblay
(アスペンテック、製品管理担当シニアディレクター)



はじめに

プラスチックは世界を変え、天然素材に代わる軽量で耐久性のある代替品を提供しており、多くの場合、はるかに低コストです。社会の生活水準が上がるにつれて、プラスチックの使用も増えます。製造業者は、水筒から車のバンパーまで、プラスチックの無数の用途を発見しましたが、それらの材料をリサイクルする方法の技術革新は遅れています。プラスチックの消費量は過去20年間で3倍に増加しましたが、プラスチック廃棄物の約12%しかリサイクルされず、残りは埋め立て地や海洋に流れ込んでいます。¹この廃棄物の扱いに関する懸念は、規制やコンプライアンスの義務とともに高まっています。

2018年1月、世界のリサイクル可能な廃棄物のほぼ半分を25年間処理してきた中国は、ほとんどのプラスチックの輸入を禁止し、多くの政府がプラスチック廃棄物を処理する新しい方法を模索し続けています。²世界中の都市が、ポリスチレン製の食品容器、ビニール袋、ストロー、カトラリー（ナイフやフォーク類）の禁止令を制定しています。原産国でポリマーのリサイクルが行われることへの期待が高まっています。

この変化する状況に対応して、多くの企業は、安全性、資産の健全性、排出量管理、廃棄物削減など、持続可能性の目標をビジネス目標に組み込んでいます。2020年1月の時点で、Alliance to End Plastic Waste（廃棄プラスチックを無くす国際アライアンス）は、今後5年間で15億ドルを目標として、40社のグローバル企業から10億米ドルの投資コミットメントを確保しました。組織のウェブサイトによると、Braskem、Dow、ExxonMobil、LyondellBasell、Reliance Industries Ltd.、Sabic、Sinopecなどの業界大手がアライアンスに参加し、プラスチック廃棄物の削減と持続可能性の向上に公約しています。

テクノロジーによって、ポリマー製造会社は、より大きなリターンを獲得し、新しいレベルの最適化を推進する機会を得ることができます。これらのソリューションを活用する組織は、収益性の高い企業体を維持しながら、挑戦的な持続可能性の目標を達成できる位置付けにあります。デジタルツールを活用して新しい製品やプロセスを開発し、無駄を減らし、操業を最適化することで、企業は収益を向上させることができます。

「私たちは製品をライフサイクルの視点で捉え、リサイクルが経済的に実行可能で、かつ、そのライフサイクルを通じて環境への影響が最も少ない製品の設計に、積極的に焦点を合わせる必要があります。これには、炭素排出量が課題に組み込まれていなければなりません」

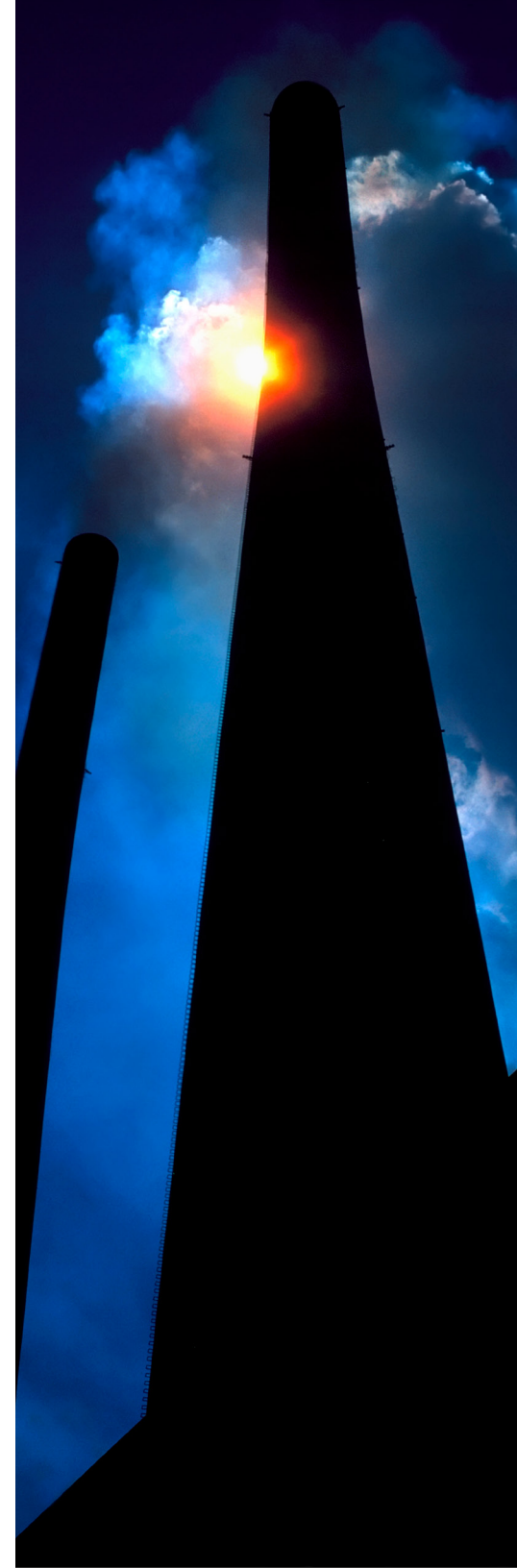
— Jim Fitterling (ダウ社、最高経営責任者)
2020年世界経済フォーラム年次総会の議題ⁱⁱⁱ

循環経済の構築

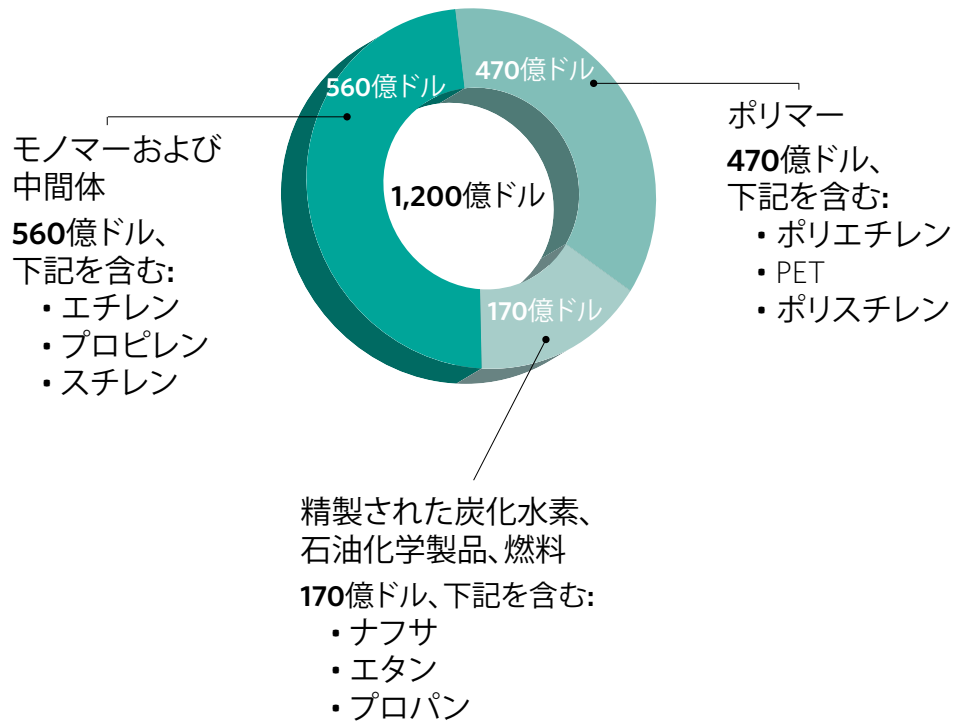
今日、北米だけでもポリマーリサイクルの市場機会は1,200億米ドルに上ります。^{iv} これまで、ほとんどの再生プラスチックは、価値の低い製品を作成するために再利用されていました。この、いわゆるダウンサイクリングは、利益志向のポリマーメーカーにとって最も魅力的な使用例ではありません。熱分解やガス化などのプロセスにより、プラントではプラスチックを燃料に変換できますが、それらは高エネルギープロセスであり、多くの場合、有害な排出物を生成します。プロセスシミュレーションツールを使用すると、企業は不要な副産物を最小限に抑え、環境への影響を減らす方法を見つけることができます。

さらに、ケミカルリサイクルにより、プラスチックを元の成分に分解する新しい方法が提供され、ダウンサイクリングが排除され、循環経済が促進されます。適切なプロセスシミュレーションツールを使用すれば、プラントではこれらの新しいリサイクルプロセスをモデル化し、実現可能性を調査できます。一方、経済性評価ツールによって、新しいプロセスが利益を生むかどうかの洞察が得られます。

ベイルート・アメリカン大学の化学および石油工学科とシドニー大学の化学および生体分子工学部の研究者たちは、Aspen Plus®を使用して廃タイヤの熱分解をモデル化しました。研究者たちは、シミュレーションモデルは、「燃料の需要と価格を決定する市場の状況に対応すると同時に、プロセスの経済性によって導き出される最適なプロセス条件(温度など)を特定するための安定したツールとして機能し得る」と報告しています。^v 企業ではこのモデルを使用して、ガソリン、ディーゼル、その他の炭化水素の相対的な市場需要に応じてプラントを最適化できます。



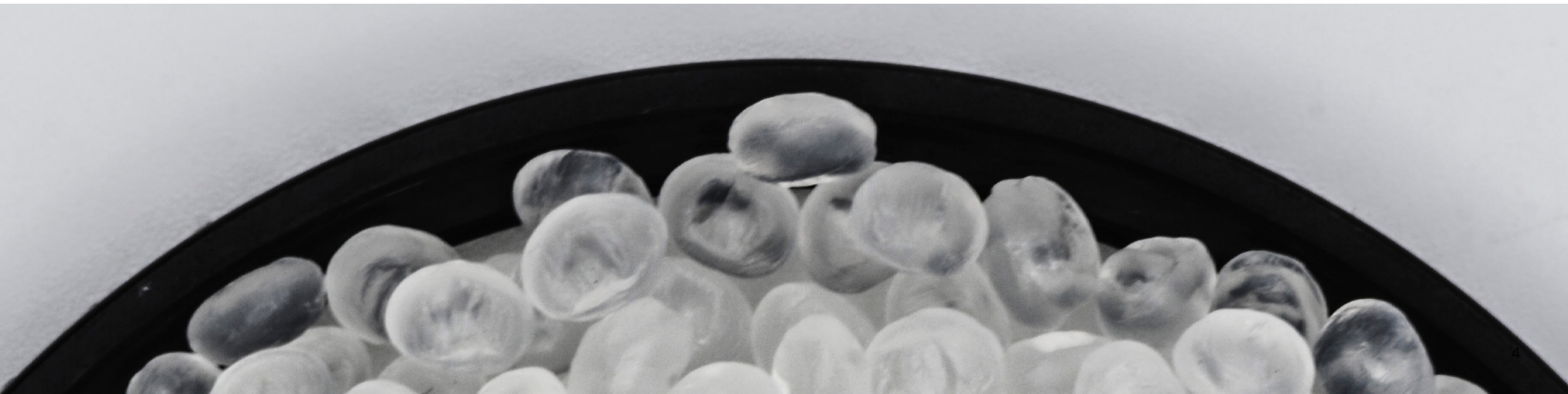
関連対象市場



顧客のニーズに迅速 かつ収益が出るように対応

コカ・コーラ、ユニリーバ、ペプシコなどの企業は、リサイクル素材をパッケージに組み込む約束を発表しています(もちろん、パフォーマンスを維持しながら)。プラスチック生産者はこれらのニーズに対応する必要があります。多くのポリマー生産者は、新製品に対する顧客の要求に対応することに精通しています。過去にカスタム製品の作成に役立ったのと同じツールが、このシナリオにも適用できます。

Qenos社は、Aspen Polymers™とプラントの履歴データを使用して高密度ポリエチレン(HDPE)のプロセスを最適化し、カスタマイズされた仕様を満たすことで、競合製品よりも早くカスタムメイドの製品を市場に供給することができました。Qenos社は、オフスペックの素材を生み出す、バッチプロセスでの副反応を削減し、予定より6か月早く新製品品種のプラント試験生産を完了し、年間135,000米ドルを節約しました。





Qenos社の接触重合エンジニアであるJames Smith氏は、次のように説明しています。「バッチプロセスのモデリングの大きな利点の1つは、反応物が消費され、ポリマーが時間とともに変化するにつれて何が起きているかを理解できることです。何が起きているのかを示してくれるモデルがなければ、試行錯誤と経験に基づいてバッチレシピを決めているでしょう。私たちには、そのようなやり方をする余裕はありません」

ダウ社は、Aspen PolymersとAspen Plus® Dynamicsを使用してプロセス条件を調整することで、市場投入までの時間を短縮し、バッチサイクルタイムを25%短縮することができました。モデルからの洞察を調べることで、エンジニアは、ポリマーの塗布性とその化学構造の間に関係があることを学びました。塗布性を化学構造にマッピングすることで、同社は顧客の要求に迅速に対応できるようになります。いったん、ダウ社が顧客の望む塗布性を理解すると、スタッフは、必要なポリマー構造がわかり、適切な構造を一貫して提供するプロセスをいかに最適に設計するかを知ることができました。最終的に、ダウ社は新製品を市場投入するまでの全体的な時間を短縮しました。

無駄の削減とより効率的なプロセスの設計

ポリマー生産者は、いくつかの異なる方法で無駄を減らすことができ、そのすべてが利幅の改善に役立ちます。

たとえば、企業がプロセスシミュレーションを通じて市場投入までの時間を短縮した前述の例では、実行するプラントの試行回数を減らすことができたため、コストが削減され、オフスペックの製品の生産量が削減されました。SCG Chemicals社は、新しいHDPE品種のプラント試験生産を無くすことにより、300,000米ドル以上を節約しました。

組織はまた、エネルギーをより効率的に使用するプラントを開発して、プラントおよびプロセスの設計段階でも節約することができます。SCG Chemicals社は、40万トン/時 (TPH) の生産能力を持つ新しいHDPEプラントを設計することで、100万米ドルを超える資本節約を実現しました。さらに、同社は同じモデルを使用して既存のプラントのボトルネックを解消することができました。

製品の品質を向上させる設計変更により、無駄も削減されます。Hanwha Chemical社では、低密度ポリエチレン (LDPE) のプロセスに関する洞察が不足していました。低い生産率、最適ではない製品の品質、およびプラントでの運用決定の困難さに直面して、Hanwha社はAspen PlusとAspen Polymersを採用して、LDPEの管形反応器のプロセスをモデル化して温度プロファイルとポリマー特性を予測しました。モデルからの洞察により、エンジニアは本質的に安全な動作条件を特定して、製品の品質と一貫性を向上させながら、生産量を年間5~7%増やすことができました。



解重合：

このプロセスによって、企業はポリエステル、ナイロン、ポリスチレンなどのポリマーを価値のあるモノマーに分解し、それを使用して新しいポリマーを製造することができます。通常、バッチプロセスとして実行されるため、回収反応器を不適切に運転すると、リサイクルされたモノマーの価値を損なう低収率または汚染につながる可能性があります。プラントは、要求の厳しい用途に対応できる実用可能な製品を確実に生産するために、最適な条件を維持する必要があります。バッチプロセスシミュレーションによって、バッチレシピと操作手順を最適化して、歩留まりと製品品質を最大化しながら、運用コストを最小化するための科学的根拠が得られます。多変量解析により、プラントにおいて複雑なプロセスを監視し、リアルタイムの調整を行ってバッチプロセスを目標どおりに維持し、バッチ間の一貫性と歩留まりを向上させることができます。

より環境に優しいポリマーの創造

多くの生産者は、農業副産物から誘導できる乳酸やブタンジオールなどの持続可能な発酵製品に基づく環境に優しいポリマーの開発に焦点を合わせています。多くの新製品は、従来の合成ポリマーよりも本質的に生分解性が高く、生物圏でのマイクロプラスチックの蓄積を減らすことができます。生分解性プラスチックは現在市場の5%しか占めていませんが、このセグメントは2026年までに60億米ドルに達し、今後6年間で20%以上成長すると予測されています。^{vii, viii} 生分解性プラスチックは現在、包装、繊維、消費財、農業に应用されています。

戦略的スケジューリングによる操業の合理化

サプライチェーンのスケジューリング技術は、原材料の無駄を減らすのに役立つツールとしてすぐには思い浮かばないかもしれませんが、2つの異なる方法で行うことができます。データを利用して、サプライチェーンスケジューリングツールを使用すれば、特定のプロセスを実行する順序を合理化し、異なる製品バッチ間の切り替え廃棄物の量を減らし、プロセス間の切り替えに必要なエネルギー出力を削減できます。スケジューリング技術は、どのプロセスが同様の条件を必要とするかに基づいて、各ポリマーバッチの個々の生産プロセスの順番を決めるのに役立ち、これによって、通常はより多くのエネルギーを必要とする切り替え時の急激な変化の数を減らせます。製品のホイールシーケンスと品種切り替え手順を最適化することによって、オフスペックの製品の生成を最小限に抑えて、操業の俊敏性を向上させ、企業に数百万ドルの節約をもたらすことができます。

実証済みのテクノロジーを新しい目的に使用

現在の予測では、2030年までに500万から750万トンの再生プラスチックの新たな需要が見込まれており、供給は現在の需要のわずか6%にとどまっています。^{ix} リサイクルがより経済的になり、リサイクル品の需要が高まるにつれて、当初はリサイクル素材の使用に抵抗していた多くの企業が考え直してきています。Closed Loop Partners社の調査によれば、「再生プラスチックを使用すると、多くの用途でメリットがあります。新品プラスチックよりも安価になる可能性があり、価格設定は新品よりも変動が少なく、そしてそれを使用すれば、再生不可能な化石燃料資源の新たな採取に依存しなくて済みます」。^x

業界は変曲点にあります。コストと廃棄物の分別の複雑さが原因で、多くの企業がプラスチックのリサイクルをあと回しにしていますが、現状を維持することはもはや不可能です。変化する市場に適応する準備ができているポリマーメーカーは、製品開発の合理化と操業の最適化に役立ったのと同じデジタルソリューションの力を、持続可能性を向上させるために利用することができます。

参考文献

- ⁱ 「プラスチックのパラドックス」その長所と短所、ゴールドマン・サックス、2019年10月15日
- ⁱⁱ 「積み重なる廃棄物：中国の廃棄物輸入禁止が世界のリサイクルをどのように停滞させたか」 Cheryl Katz, Yale Environment 360, 2019年3月7日
- ⁱⁱⁱ 「私たちの避けられない問題：現代のプラスチックのパラドックス」 Jim Fitterling, 世界経済フォーラム、2020年1月15日
- ^{iv} 「プラスチックの循環サプライチェーンの加速：プラスチック廃棄物を阻止し、材料を活用し、市場を成長させる革新的なテクノロジーの展望」 Closed Loop Partners, 2019年4月
- ^v 「廃タイヤの熱分解：Aspen Plus®を使用したモデリングとパラメータ推定の研究」 Hamza Y. Ismail, Ali Abbas, Fouad Azizi, および Joseph Zeaiter, Waste Management, Vol 60, 2017年2月

- ^{vi} 「プラスチックには問題がある、化学は解決策か？」 Alexander Tullo, Chemical & Engineering News, 2019年10月6日
- ^{vii} 「次世代の生分解性ポリマーはプラスチックの問題を解決するのに役立つか？」 Theresa Pultarova, Engineering & Technology, 2019年3月13日
- ^{viii} 「種類と用途別の生分解性プラスチック市場：世界の機会分析と業界予測、2019年～2026年」 Research and Markets, 2019年
- ^{ix} 「北米におけるポリマー流通のデータと分析」 IHS Markit, 2019年
- ^x 「プラスチックの循環サプライチェーンの加速：プラスチック廃棄物を阻止し、材料を活用し、市場を成長させる革新的なテクノロジーの展望」 Closed Loop Partners, 2019年4月



アスペンテクノロジーについて

アスペンテクノロジー（アスペンテック）は、資産のパフォーマンスを最適化するソフトウェアを提供するリーディング企業です。当社の製品は、装置の設計、運用、保守のライフサイクルを最適化することがきわめて重要となる、複雑な業界環境において成功を収めています。アスペンテックは、数十年にわたって培ったプロセスモデリングの専門知識と機械学習を独自の方法で組み合わせています。当社の専用ソフトウェアプラットフォームは、資産のライフサイクル全体で高い利益を提供することで、知識労働を自動化し、持続可能な競争上の優位性を築きます。これにより、さまざまな資本集約型業界の企業が、稼働時間を最大化させ、パフォーマンスの限界を押し上げ、より高速かつ安全に、長期にわたり、より環境に配慮した方法で資産を運用できるようになります。詳細は[AspenTech.com](https://www.aspentech.com)をご覧ください。

