ホワイトペーパー

Agilent InfinityLab

Agilent Infinity III LC システムの「原材料調達から廃棄にいたる」製品カーボンフットプリント

製品カーボンフットプリントに関する知見をもとに持続可能なラボ運用を促進



著者

Andreas Otto, Ph.D.,
Naomi Serillo,
Lorilei Werner, Ph.D.
Agilent Technologies, Inc.

概要

このホワイトペーパーでは、Agilent 1260 Infinity III LC システム、Agilent 1260 Infinity III Prime LC システム、Agilent 1290 Infinity III LC システムをはじめとする Agilent Infinity III 液体クロマトグラフィーシステムの原材料調達から廃棄にいたる製品カーボンフットプリント（PCF）の評価について取り上げます。今回の研究は、アジレントの委託により ERM 社が ISO 14067 に従って実施し、第三者が検証しました。これにより、原料の調達および製造から使用、廃棄にいたる製品ライフサイクルのあらゆる段階における二酸化炭素排出量について、透明性の高い、データにもとづく評価が得られました[1]。また、この評価から、ラボにおける二酸化炭素排出量削減に向けた基準として活かすことを目的に、LC の使用による環境負荷に関する深い知見が導き出されています。

今回の研究により、Infinity III LC システムに関し、機器の使用が総二酸化炭素排出量のかなりの割合を占め、電力消費、溶媒の生産および廃棄、およびガラス製バイアルの使用がその主な要因となっていることが明らかになりました。これは、メソッドの最適化、アイドル時間の短縮、ワークフロー効率の向上などの運用上の意思決定が、排出量削減の最大の可能性を担っているということです。アジレントは、サンプルあたりの排出量が HPLC よりはるかに少ない UHPLC システムを通して、また非効率性を最小限に抑えるモジュール式アップグレードなどの設計特性を採用することで、より持続可能なラボ運用の実現をサポートしています。

Agilent
Trusted Answers

原材料調達から出荷にいたる製品カーボンフットプリント

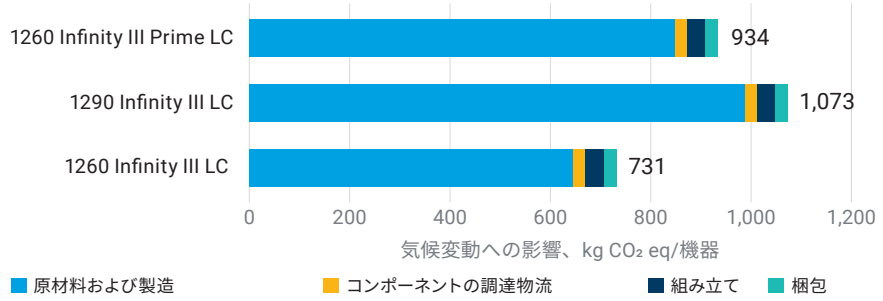


図 1. Agilent 1260 Infinity III LC システム、Agilent 1260 Infinity III Prime LC システム、および Agilent 1290 Infinity III LC システムの原材料調達から出荷にいたる製品カーボンフットプリント：原材料および製造、コンポーネントの調達物流、組み立て、および梱包に分類

評価の目的

法規制の圧力の高まり、企業の環境・社会・ガバナンスへの取り組み、エネルギーおよび廃棄コストの高騰を背景に、ラボはその環境負荷をより深く理解し、軽減する必要性に迫られています。そのための最も有効な手段の 1 つが PCF の測定と最適化です。PCF は、製品のライフサイクルにわたる総二酸化炭素排出量を数値化する、標準化された方法です。市販製品のほとんどは「原材料調達から出荷まで」が測定対象となっていますが、完全な PCF では「原材料調達から廃棄まで」のアプローチが使用されます。

今回の研究は、アジレントの委託を受けて ERM 社が ISO 14067 規格に従って実施し、第三者が検証したものであり、ここでは特定の Infinity III LC システムの原材料調達から廃棄にいたる PCF 評価結果を提供します。この研究から導き出された結論は明確です。すなわち、Infinity III LC システムでは、総二酸化炭素排出量の 85 ～ 94 % が、機器の生産工程ではなく使用方法に起因しているということです*。機器の平均的な寿命にわたる排出量の最大の寄与要因は使用段階だろうと一般的に推測されていましたが、実際の数値はその予測をはるかに上回っていました。とは言え、LC の製造に伴う環境負荷の軽減が重要であることに変わりはないため、アジレントではこの領域における持続可能性の向上にも取り組んでいます。その一方で、アイドル時間の最小化、メソッドの最適化、より効率的なワークフローの選択など運用上の選択が最大限の削減をもたらすこと、また一般には同時にスループットの向上とサンプルあたりのコストの削減も実現できることが今回の研究結果により浮き彫りになりました。

2 つ目の主な研究結果により、UHPLC 技術の環境面での優位性も明らかになりました。UHPLC システムは「原材料調達から出荷にいたる」二酸化炭素排出量が HPLC より 47 % 高く、その原因は主に製造段階にあります。ただし、ライフサイクル全体にわたるサンプルあたりの排出量は、HPLC より最大 60 ～ 63 % 低いことがわかりました。UHPLC システムでは分析時間が短く、少ない溶媒消費量で済み、スループットが向上するため、サンプルをより効率的に処理できるからです。その結果、分析あたりの二酸化炭素排出量が大幅に削減され、運用コストの削減にもつながります。

技術を問わず、排出量に寄与する要因として、電力消費、溶媒の作成と廃棄、ガラス製サンプルバイアルなどの消耗品の使用の 3 つが大部分を占めています。これらの知見を合わせれば、ラボに明確なロードマップがもたらされます。すなわち、有意義な持続可能性の改善、そしてコスト削減の主な機会は、UHPLC の使用を含むシステム使用の最適化にあります。

多くの組織、特に医薬品、環境、および化学業界に携わる組織では、PCF に関連する排出量がスコープ 3 の報告要件に該当します。正確な製品レベルのデータがないと、これらの排出量は支出額にもとづくモデルによって見積もられることになり、二酸化炭素による環境負荷が著しく誇張される可能性があります。これに対し、製品固有の PCF データがあれば、より代表的な、科学的根拠にもとづく見積もりが得られます。

スコープ 3 の報告では、原材料調達から出荷にいたる排出量も重要になるため、図 1 に 3 種類の Infinity III LC システムについてこのデータを示します。3 種類のどのプラットフォームでも、原材料および製造が、内在する排出量の 90 % 以上を占めています。これは企業が報告するスコープ 3 カテゴリ 2（資本財）に該当する値です。

アジレントでは国際的に認められた LCA 手法を適用することで、排出量の数値化にとどまらず、削減に向けた実行可能な機会を見出しました。目標は、単に二酸化炭素データを報告するだけなく、成果を損なうことなく、より持続可能な方法で運用できるようラボをサポートすることです。

* 10 年間の寿命にもとづく

ライフサイクル評価フレームワーク：製品カーボンフットプリントの測定方法

堅牢性と比較可能性を確保するため、ライフサイクル評価が ISO 14067 規格に従って実施され、SimaPro ソフトウェアと ecoinvent のライフサイクルインベントリデータベースによりモデル化されました。原材料調達から廃棄にいたる製品カーボンフットプリントの研究では、1 サンプル分析あたり、という単一の機能単位に重点が置かれました。このアプローチを取ることで、排出量を機器レベルでのみ評価するのではなく、意味のある比較可能な出力に正規化できるからです。

システム境界として、原材料、製造および組み立て、梱包、流通、使用段階、および廃棄という、主なライフサイクル段階がすべて考慮されました。このように原材料調達から廃棄までを捉えることで、評価において、機器の寿命にわたる二酸化炭素排出量が与える影響をすべて捕捉できます。（図 2A）。

この研究を通して、データ品質の確保が重要な優先事項となりました。エネルギー消費量や構成材料の詳細などの一次データはアジレントのエンジニアリングチームから直接入手され、二次データは広く認められているデータベースから収集されました。今回の研究では、手法の精度と信頼性を確保するために、第三者による検証も行われました。

研究結果から、さまざまな世界市場におけるサンプルあたりの二酸化炭素排出量の詳細な内訳が得られました。排出量のばらつきは、主に発電の地域差によるもので、エネルギー生産における化石燃料への依存度が高い市場ほど、高い排出量が観察されました。

こういった地域差はありますが、総二酸化炭素排出量に占める割合は使用段階が圧倒的に大きいという一貫したパターンが明らかになりました。排出量をサンプルあたりに正規化した場合、製造、流通、および廃棄の各段階の寄与はわずかでした。この結果は、ラボにおける持続可能性を強く推進するために、運用効率がいかに重要かを裏付けています。

調達の立場から見た場合、これらの知見は、従来の支出額にもとづく二酸化炭素排出量の計算法では、排出量が最大 3.7 倍過大評価されてしまう可能性があることを示しています。この数字は今回の研究から導き出されたものであり、多少の違いが生じる可能性がありますが、材料にもとづく手法の方が、支出額にもとづくモデルよりはるかに正確な結果が得られることが一般的に認められています。製品固有の PCF データを使用することで、組織はスコープ 3 の評価をより正確に行い、情報にもとづいて購買に関する意思決定をより的確に行うことができます。

使用段階の具体的な評価手法についてはアジレントの技術概要[2] が参照され、平均的な日常の使用ケースを代表する設定と分析時間をもとに 1260 および 1290 Infinity III LC システムのエネルギー消費量が測定されました。これらの設定は、ACT エコラベルを取得した LC のエネルギー試験用プロトコルでモデル化されました。

1260 Infinity III LC では、Agilent InfinityLab Poroshell 120 EC-C18（4.6 × 150 mm、2.7 µm）カラムにより、アジレントの高速高分離液体クロマトグラフィー（RRLC）チェックアウトサンプルが 10.01 分で分離されました（10 分でアセトニトリルを 20 % から 90 % に増加、10.01 分でアセトニトリル 20 %）。一方、1290 Infinity III LC では、Agilent ZORBAX RRHD Eclipse Plus C18（2.1 × 50 mm、1.8 µm）カラムにより同じサンプルが 3 分間のグラジエントで分離されました（2 分でアセトニトリルを 30 % から 95 % に増加、1 分間保持）。これらの分析では、各システムの性能範囲の中

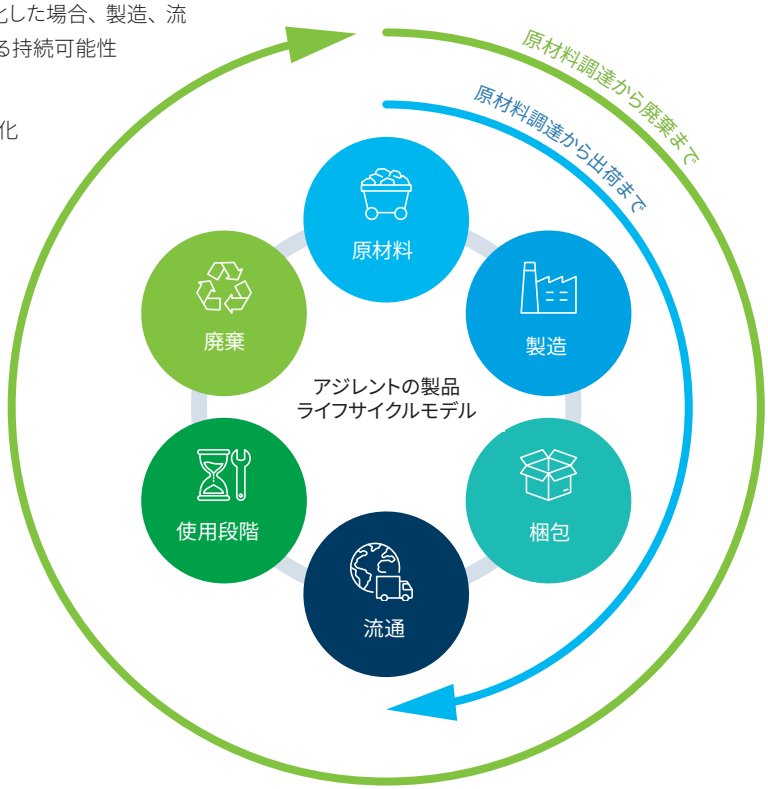


図 2A. 製品のライフサイクル評価（LCA）モデル ― 標準的な 2 つの LCA 境界：「原材料調達から出荷まで」と「原材料調達から廃棄まで」

免責事項：製品カーボンフットプリントの結果はライフサイクル評価（LCA）モデルにもとづき、本研究で使用した特定の仮定、システム境界、データソース、および代表的な運用条件下で見積もられた環境負荷を表しています。これらの仮定として、機器の使用状況、メソッドパラメータ、電源構成、溶媒の消費および廃棄、流通シナリオ、メンテナンス活動、製品寿命、廃棄時の処理が含まれますが、これらに限定されません。実際の環境負荷およびお客様固有の結果は、現場での運用条件、ラボ業務、エネルギー源、分析メソッド、スループット、メンテナンススケジュール、廃棄ルートによって大きく異なる可能性があります。

間に位置する条件が使用されました（すなわち、1260 Infinity III LC では約 300 bar、1290 Infinity III LC では約 650 bar）。機器の電力消費量がアイドル状態、レディ状態、および稼働状態について測定され、その結果から各状態における 1 日あたりの推定期間の相当量が計算されました。寿命を終えた機器には、国ごとのリサイクル、焼却、埋め立て処分が適用されます。図 2B では、アジレントが実施するプロセス（青）、外部プロセス（紫）、および二次データベースからの入力（黄）が色分けで区別されています。また、ISO 14067 ガイダンスに従い、インフラストラクチャ、資本財、従業員の通勤、および出張は対象外の寄与要因として除外されています。

システム境界

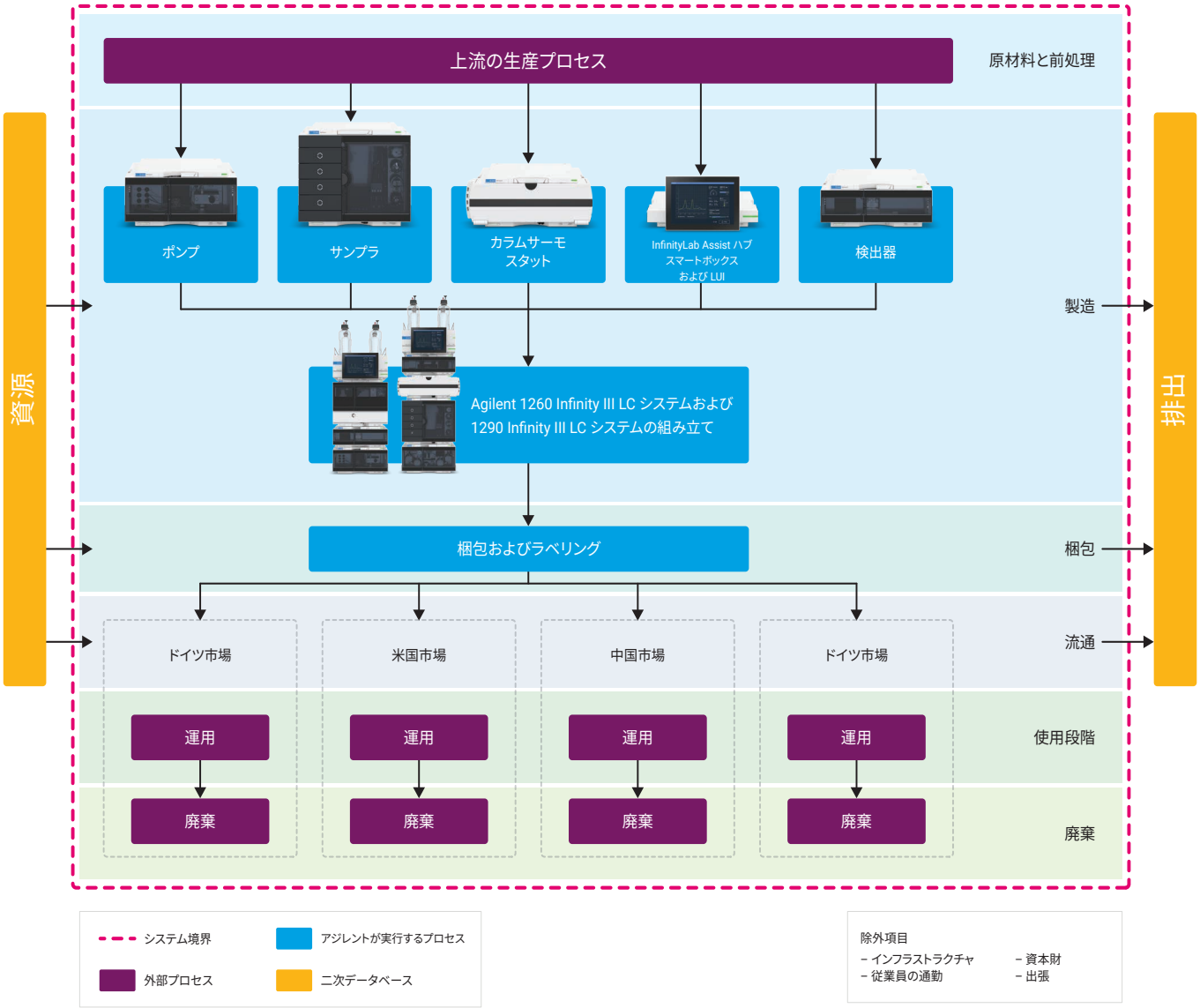


図 2B. Agilent 1260 Infinity III LC システムおよび Agilent 1290 Infinity III LC システムの原材料調達から廃棄にいたる PCF 研究に使用したシステム境界図（ISO 14067:2018 に従って SimaPro 9.6 および ecoinvent 3.10 によりモデル化）。上流の原材料生産から 5 つのコアモジュールの製造（ポンプ、サンプラ、カラムサーモスタット、ローカルユーザーインタフェース付き Agilent InfinityLab Assist Hub、検出器）、アジレントのヴァルトブロン（ドイツ）工場でのシステムの組み立て、梱包、4 つの代表的市場（ドイツ、米国、中国、インド）への国際物流までの、すべての材料およびエネルギーの流れを追跡しています。

製品の透明性と報告

今回の評価により、さまざまな市場での 1260 Infinity III LC および 1290 Infinity III LC について、原材料の処理から廃棄にいたるサンプルあたりの PCF 寄与要因の内訳が包括的に得られました（図 3）。

原材料調達から廃棄にいたる 1260 Infinity III LC の環境負荷は、ドイツ、米国、中国、インドの順に増加しています。当然ながら、使用する手法やその他の要因によって（例えば、図 4 に示すように、再生可能エネルギーの使用が二酸化炭素排出量に影響をおよぼす可能性がある）、正確な結果は大きく異なってきます。どの市場でも、使用段階の寄与が支配的です。電力消費に伴う排出量がドイツよりインドの方が多いなどのばらつきは、電力網の炭素集約度（4 つの全市場間の違いにつながっている主な要因）がより高いことで説明できます。また、溶媒の生産と使用済み溶媒の焼却が電力に次いで大きな要因となっています。ドイツから米国、中国、およびインドへの機器の空輸に伴う排出量も PCF の地域差の一因ですが、その程度はわずかです。

これに対し、1260 Infinity III LC では、原材料、組み立て、梱包、流通、および廃棄など非使用段階が占める割合は、サンプルあたりの二酸化炭素排出量の 10 % 未満です。このパターンから、PCF 研究の核心となる知見、すなわち機器の構築方法よりも、それをどう運用するかの方が、持続可能性に与える影響がはるかに大きいことが確認されました。

1290 Infinity III LC についても、各市場における原材料調達から廃棄にいたる二酸化炭素排出量は 1260 Infinity III LC と同じ順序で増加しています。使用段階の電力が最大の寄与因子となっていることも同じで、それによる二酸化炭素排出量は電力網の炭素集約度に伴って急速に上昇しています。ただし、1290 Infinity III LC は少ない注入量で済むため、溶媒の生産に伴う排出量が減り、使用済み溶媒の焼却による排出量も 1260 Infinity III LC より低下しています。また、ドイツおよび米国では、バイアルに伴う排出量の割合が明らかに大きくなっていますが、これはその排出量自体が増えているからではなく、ほかの要因が小さくなっていることによる相対的な変化です。

サンプルあたりの二酸化炭素排出量は 4 つのどの市場でも 1260 Infinity III LC より 60 ～ 63 % 低くなっています。この結果から、1290 Infinity III LC は原材料調達から出荷にいたるまでの排出量が高くても、環境面で優位であることが確認されました。どの市場でも 1290 Infinity III LC の非使用段階における PCF への寄与は 1260 Infinity III LC より高くなっていますが、機器の寿命までの間に、使用段階における効率の向上によって十分に相殺できることは明らかです。

原材料調達から廃棄にいたるサンプルあたりの製品カーボンフットプリント

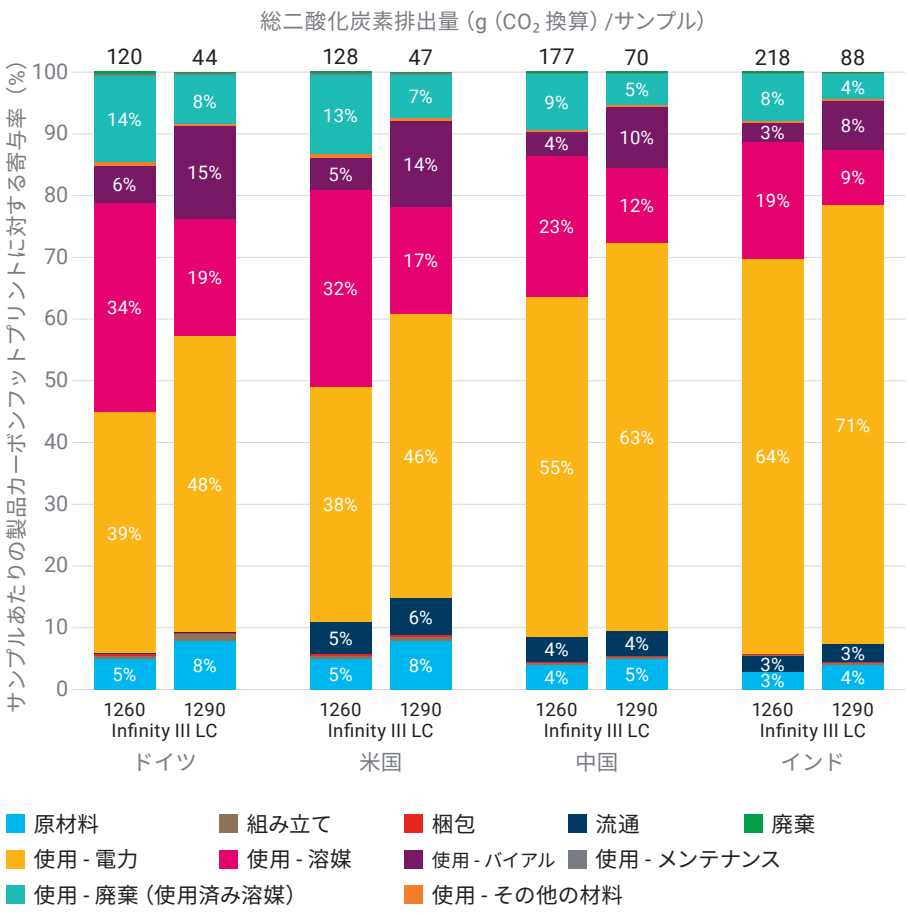


図 3. 4 つの代表的市場（ドイツ、米国、中国、インド）における、Agilent 1260 Infinity III LC システムおよび Agilent 1290 Infinity III LC システムの原材料調達から廃棄にいたるサンプルあたりの製品カーボンフットプリントに対する各ライフサイクル段階の相対的な寄与率。「使用 ― メンテナンス」の数値は、点検サービス時に交換される一般的なコンポーネントにもとづいています。

免責事項：製品カーボンフットプリントの値は、2024 年の評価時に入手可能だったライフサイクルインベントリデータにもとづいており、出版時点の条件が反映されていないことがあります。エネルギー生成、流通、製造、廃棄管理、およびその他の背景データセットの変化が将来的な結果に影響を与える可能性があります。

二酸化炭素のホットスポット分析

データをさらに深く分析することにより、排出量の大半を占める主要な 3 つのホットスポットが明らかになりました。

順位 1

ホットスポット：

電力

38 ～ 71 %

原材料調達から廃棄にいたる製品カーボンフットプリントの合計に対する割合

最大の要因は機器運用時の電力消費です。これによる環境負荷は、電力網の炭素強度（図 4 を参照。基本ケースの二酸化炭素排出量が最大のインドでは、電力の 70 % が石炭に由来）[3]および機器の運用効率の両方に大きく左右されます。例えば、アイドル時間が長くなると、総エネルギー消費量が一定であっても、サンプルあたりの排出量が大幅に増加する可能性があります。

順位 2

ホットスポット：

溶媒の生産と廃棄

10 ～ 34 %

原材料調達から廃棄にいたる製品カーボンフットプリントの合計に対する割合

2 番目に大きな要因は溶媒、特にアセトニトリルの生産と廃棄です。化石燃料を原料とするため、その生産時には主に天然ガスの改質による大量の温室効果ガスが上流で排出されます[4]。また、焼却処分時には、二酸化炭素がさらに大気に放出されます。

順位 3

ホットスポット：

ガラス製バイアル

3 ～ 15 %

原材料調達から廃棄にいたる製品カーボンフットプリントの合計に対する割合

3 番目に重要であるにもかかわらず軽視されがちな要因は、ガラス製サンプルバイアルの生産です。一般に、ガラスの生産時には原材料が 1,500 °C以上に加熱され、大量の廃棄物が生成されます[5]。メソッドや機器の効率を問わず、サンプルごとにバイアルが必要になるため、このコンポーネントにより排出量の基準値が固定されます。ほかの排出源が削減されれば、バイアル生産の相対的な重要性は顕著になり、より持続可能な代替品としてのポリプロピレン製ウェルプレートの有効性も高まります。

UHPLC の効率と環境面の利点

UHPLC 技術は、分析性能および持続可能性の両方における大きな進歩と言えます。UHPLC システムは分析の高速化、スループットの向上、溶媒消費量の削減を可能にすることで、サンプルあたりの排出量を格段に低減します。

UHPLC システムは追加のコンポーネントや機能を搭載しているため、製造に伴う排出量がわずかに増加する傾向にありますが、この初期の環境負荷は運用段階で早々に相殺されます。UHPLC の高い効率は、より多くのサンプルをより短時間で処理でき、使用する資源も少ないことを意味します。その結果、ライフサイクルにわたる総排出量は従来の HPLC システムより大幅に低減します。また、スループットの向上と資源の最小化に伴うコスト削減は、UHPLC システムの総所有コストが標準的な HPLC システムより低いことを意味します。

表 1. セフチゾキシムナトリウムのイソクラティック分析メソッドである USP メソッドに対して、それぞれの調整を行った場合の 1 日あたりの溶媒量とその効果（1 日の分析時間を 8 時間と仮定）

メソッド	カラム	スループット（サンプル数/日）	アセトニトリル（mL/日）	緩衝液（mL/日）	環境負荷（g（CO_2 換算）/サンプル）	元の USP メソッドとの差
元のメソッド	L1、4 × 300 mm、10 µm	37	96	866	85	0 %
USP 1	Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18、4.6 × 150 mm、5 µm	74	125	1,123	49	-42 %
USP 2	Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18、3.0 × 150 mm、3.5 µm	114	77	689	31	-63 %
USP 3	Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18、2.1 × 100 mm、3.5 µm	155	39	348	23	-72 %
USP 4	Agilent InfinityLab Poroshell 120 EC-C18、4.6 × 100 mm、4 µm	150	159	1,431	29	-66 %
USP 5	Agilent InfinityLab Poroshell 120 EC-C18、3 × 75 mm、2.7 µm	369	100	897	15	-83 %
USP 6	Agilent InfinityLab Poroshell 120 EC-C18、2.1 × 50 mm、2.7 µm	436	100	903	13	-84 %

さらに重要なことに、これらの効率向上は規制コンプライアンスや分析品質を損なうことなく実現されます。USP <621> にもとづく研究では、最適化された UHPLC メソッドにより、環境負荷を大幅に軽減しながら同等の結果を達成できることが実証されています。しかも、再バリデーションの必要もありません[6]。具体的には、イソクラティック法による USP メソッドに 6 種類の調整が行われ、各調整済みメソッドの二酸化炭素排出量が元のメソッドと比較されました。この実験から、より短いカラム、粒子サイズがより小さいカラム、または内径がより小さいカラムを使用すると、サンプルあたりの二酸化炭素排出量が大幅に削減されることがわかりました。これは、分析時間が短くなることで、エネルギーと溶媒の消費量が減少するからです（表 1）。

持続可能な運用：ラボにおける実用的アクション

機器の使用に関するベストプラクティスを取り入れることで、ラボは二酸化炭素排出量と運用コストをどちらも大幅に削減できます。

最も単純で効果的なアクションの 1 つが、アイドル時間の短縮です。不使用時にシステムの電源を切るか省エネモードにすれば、スコープ 2 の電力関連の排出量をかなり削減できます。同様に、分析時間と溶媒使用量を低減するようにメソッドを最適化すると、持続可能性およびスループットの両方を目に見えて改善できます。

もう 1 つの重要な戦略が、部分的再平衡化の使用です。これにより、分析間に必要となる時間と資源を最小化できます。LC カラムの再コンディショニングにはカラム容量の 2 倍量の溶媒で十分であることが Stoll らに

表 2. ドイツ市場における、HPLC および UHPLC で完全再平衡化と部分的再平衡化を使用した場合の二酸化炭素排出量の比較

症例	環境負荷（g（CO_2 換算）/サンプル）		差
	完全再平衡化	部分的再平衡化	
標準 HPLC	374	290	-23 %
標準 UHPLC	111	84	-24 %
高速 HPLC	280	243	-13 %
高速 UHPLC	67	53	-22 %

表 3. バイアルの代わりに、マルチサンプラでウェルプレートを使用した場合の UHPLC による二酸化炭素排出量

市場	UHPLC による環境負荷（g（CO_2 換算）/サンプル）		差
	基本ケース	ウェルプレート使用	
ドイツ	44	39	-10 %
米国	47	43	-10 %
中国	70	65	-6 %
インド	88	83	-5 %

分析時の**電力消費量の 30 % および 100 %** を**再生可能エネルギー**にした場合の
HPLC および UHPLC による二酸化炭素排出量の比較

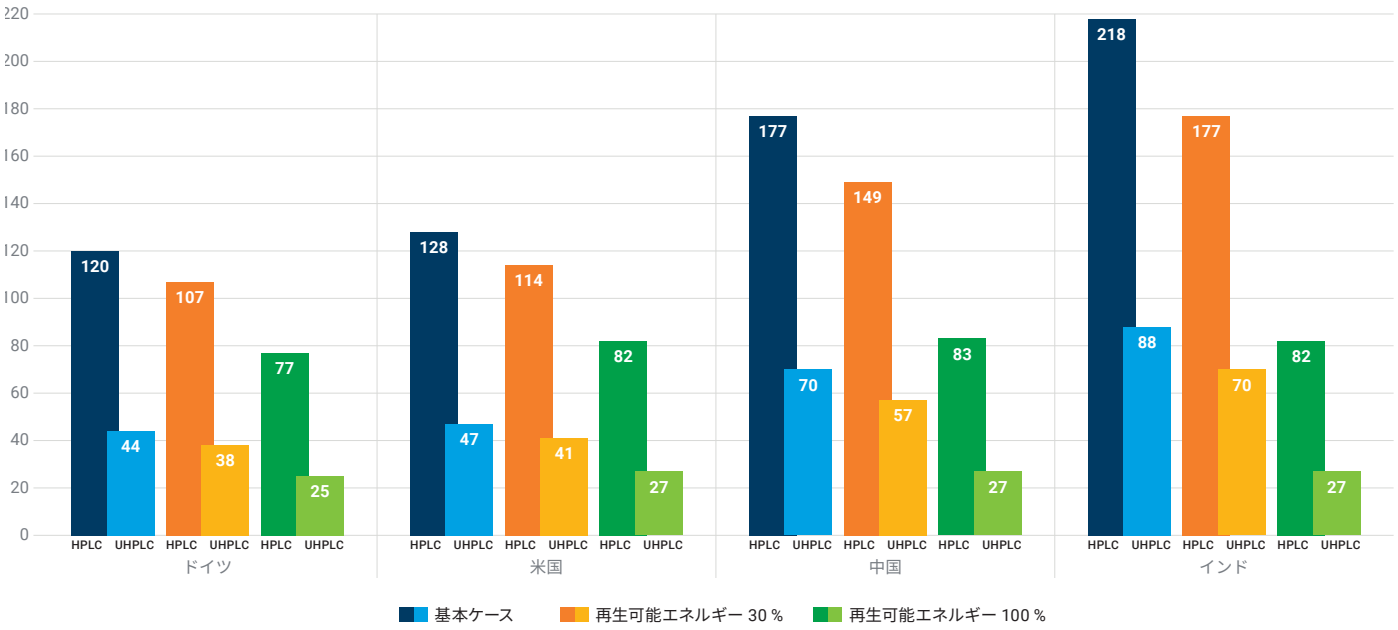


図 4. 4 つの代表的市場（ドイツ、米国、中国、インド）における、分析時の電力消費量の 30 % および 100 % を再生可能エネルギーにした場合の Agilent 1260 Infinity III LC システムおよび Agilent 1290 Infinity III LC システムによるサンプルあたりの二酸化炭素排出量

より示唆されていることから、評価にはこのアプローチが使用されました（表 2）[7]。カラム容量の 2 倍量にシステムのディレイボリュームを加算すれば、余裕をもって部分的再平衡化を行い、分析の再現性をより確実に高めることができます[8]。

特に二酸化炭素排出量の多い電力網を使用している地域では、可能であれば再生可能な電力源に切り替えることが、排出量を最も大きく削減できる手段の 1 つとなります（図 4）。

ラボでは、メソッドが対応可能なら、個別のガラス製バイアルをポリプロピレン製ウェルプレートに移行し（表 3）、エタノールなど、より持続可能な代替溶媒の使用を検討することで、消耗品に関連する排出量に対処できます[9]。

持続可能性を支える設計特性

アジレントが持続可能な運用をサポートするために Infinity III プラットフォームに統合した機能がいくつかあります。例えば、Agilent InfinityLab Assist などの技術は、非効率性を減らし、よりスマートなワークフローを実現することで、システムの使用を改善します。また、Agilent インテリジェントシステムエミュレーション技術（ISET）では、1 台のシステムで複数の機器の機能を再現できます。これにより、必要な機器数と全体的な排出量が低減し、ラボは機器群の規模を最適化することができます。

今回の評価の一環として、HPLC と UHPLC をそれぞれ 5 時間稼働させたときの二酸化炭素排出量を比較する事例研究が実施されました。具体的には、1290 Infinity III LC で ISET を使用した場合と、1260 Infinity III LC での 5 時間の HPLC 分析と 1290 Infinity III LC での 5 時間の UHPLC 分析を組み合わせた場合が比較されました。その結果、ISET を使用した場合の総二酸化炭素排出量が 159 g（CO_2 換算）だったのに対し、HPLC と UHPLC に別々の機器を使用した場合の排出量の合計は 209 g（CO_2 換算）でした（図 5）。

Agilent BlendAssist では、メソッド開発時に溶媒の使用を最適化できます。実際、事例研究では、二酸化炭素排出量を HPLC で 10 %、UHPLC で 4 % 削減できることがわかりました。BlendAssist を使用することで、溶媒使用量が低減し、これによって溶媒の生産および使用済み溶媒の焼却に伴う環境負荷が軽減されます。

さらに、このプラットフォームはモジュール型設計のためアップグレードが可能で、システム全体を交換する必要がありません。これにより、機器のライフサイクルが延長され、材料の廃棄量が削減されます。

徹底的に考え抜かれたエンジニアリングが、より持続可能なラボ業務を直接実現し、環境および経済の両面から利点をもたらすことが、これらの機能を通して実証されました。

ISET 機能使用時と不使用時の HPLC および UHPLC による二酸化炭素排出量

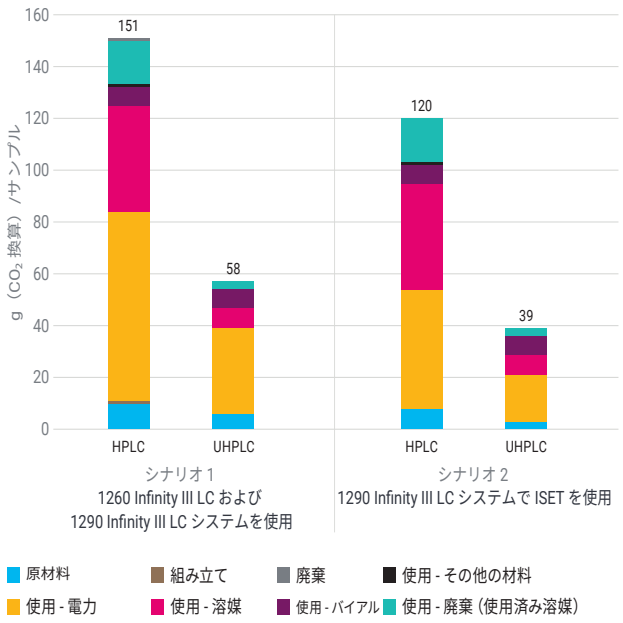


図 5. Agilent 1260 Infinity III LC システムおよび Agilent 1290 Infinity III LC システムで ISET を使用した場合と使用しない場合のサンプルあたりの二酸化炭素排出量（ドイツのラボ設定についてモデル化）

結論と今後の展望

今回の評価結果から、ラボにおける分析機器の持続可能性への取り組みに転換が求められていることが明らかになりました。アジレントは、製造に伴う環境負荷を低減すべく尽力しています。その一方で、今回の研究では、特に、多くのシステムがラボで少なくとも 8 ～ 10 年間にわたって使用され続けることを踏まえると、機器をどう運用するかが二酸化炭素排出量に大きく影響することが実証されました。

UHPLC 技術とスマートな運用および省エネに配慮した意思決定を組み合わせることが、サンプルあたりの二酸化炭素排出量を削減し、より持続可能なラボワークフローを達成する着実な手段となります。同時に、これらの改善は、コスト削減および生産性向上と方向性をほぼ同じくしており、持続可能性とビジネス成果との間にある強いつながりがさらに裏付けられています。

アジレントは今後も革新、透明性、パートナーシップを通して持続可能性の促進に取り組んでいきます。堅牢な二酸化炭素排出量データの提供とよりスマートなラボソリューションの実現を通して、最高水準の分析性能を維持しながらお客様の環境目標の達成を支援することを目指します。

参考文献

1. ERM GmbH. 2024–2026. Product Carbon Footprint of Agilent Infinity III LC Systems: Final Report for Review. Version 02, Project No. 721755. Prepared for Agilent. Neu-Isenburg, Germany: ERM International Group Limited.
2. Rieck, F. HPLC が環境に及ぼす影響の評価アジレント・テクノロジー技術概要, 資料番号 5994-2335JAJP, 2022.
3. Maguire, G. India's Power System Just Passed a Historic Tipping Point. Reuters, 17 August 2026.
4. Silva Freitas, I.; Lima, A. M. O.; Alves, E. P.; Souza, G. M.; Pontes, L. A. M. Evaluation of the Technical and Environmental Viability of a Bioethanol, Propene, and Green Ammonia Process for Acetonitrile Production through a Comprehensive Life Cycle Assessment. ACS Sustainable Chem. Eng. 2025, 13(14), 5190–5200.
5. Colangelo, S. Reducing the Environmental Footprint of Glass Manufacturing. Int. J. Appl. Glass Sci. 2024, 15, 350–366.
6. Modernizing the USP Ceftizoxime Sodium HPLC Method Following the Revised USP <621> Guidelines. Agilent Technologies application note, publication number 5994-7819EN, 2024.
7. Seidl, C.; Stoll, D. R. Column Re-equilibration Following Gradient Elution: How Long Is Long Enough?, LCGC 2019.
8. 初期費用の先へ：LC 投資のライフサイクル価値の最大化.Agilent Technologies brochure, publication number 5994-8725JAJP, 2026.
9. The CHEM21 Solvent Selection Guide. ACS GCI Pharmaceutical Roundtable.

ホームページ
www.agilent.com/chem/jp

カスタマーコンタクトセンター
0120-477-111
email_japan@agilent.com

本製品は一般的な実験用途での使用を想定しており、
医薬品医療機器等法に基づく登録を行っておりません。
本文書に記載の情報、説明、製品仕様等は予告なしに
変更されることがあります。

DE-017688

アジレント・テクノロジー株式会社
© Agilent Technologies, Inc. 2026
Printed in Japan, September 15, 2026
5994-9372JAJP

Agilent
Trusted Answers