

サーキュラー・ トランジション・ インデックス CTI v4.0

ビジネスによるビジネスのための指標



序文 | 6

エグゼクティブ・サマリー | 7

第1部 サーキュラー・トランジション・インデックス：CTIフレームワーク | 8

サーキュラー・トランジション・インデックス | 9

サーキュラリティ測定基準の必要性 | 10

CITの利用 | 11

バリューチェーンの取組み | 13

CTI方法論 | 14

各指標 | 15

技術的資源循環サイクルと生物的資源循環サイクル | 28

CTIプロセスサイクル | 30

CTIを始めるには | 31

第2部 サーキュラー・トランジション・インデックス：CTIユーザーマニュアル V4.0 | 32

① 選択範囲 領域の決定 | 33

② 選択 指標の選択 | 34

③ 収集 情報源の特定とデータ収集 | 36

④ 算定 算定の実行 | 43

⑤ 分析 結果の解釈 | 75

⑥ 優先順位付け 機会の特定 | 89

⑦ 適用 計画と行動 | 99

付属書 | 102

CTI用語集 | 105

CTIの開発および導入にご協力いただいた企業、団体の皆様に深く感謝申し上げます。



Advisory group



サーキュラー・トランジション・インデックス (CTI) は WBCSDのProducts & Materials PathwayワーキンググループのCTIプロジェクトメンバー企業により開発されました。共同執筆者であるKPMGの協力を得ています。





より循環性の高い経済に向けてビジネスをさらに進化させるために、WBCSDと引き続き連携できることを大変喜ばしく思います。サーキュラー・トランジション・インデックス・プロジェクトの参加者として、私たちは資源の利用とリユースを正確に自己評価するためのツールの特定を後押ししてきました。そして、私たちは、サーキュラリティ（循環性）の分野における進捗状況のモニタリングを通して、目標設定や優先順位付けができるようになりました。

Stephan B. Tanda

社長兼CEO, Aptar



CHEPは、シェア&リユースという当社のビジネスモデルが本質的に循環型であると考えています。課題はそれをいかに測定するかにあります。私たちは当初、会社全体でサーキュラリティのパフォーマンスKPIを探し出す目的でサーキュラー・トランジション・インデックス (CTI) ツールを進んで取り入れました。そして、CTIが実際にそれだけにとどまらない大変素晴らしいツールであることをすぐに実感すると同時に、マテリアルフロー分析に対するそのアプローチが、他のサーキュラリティ測定システムを補完することがわかりました。さらに、きわめて適切なレベルでリスクを速やかに特定し、当社のサーキュラリティを改善するためのアクションの優先順位を付けられるようになりました。

Juan Jose Freijo

Vice President, CHP



持続可能なモビリティの実現に向けてMercedes-Benzのやり方を変革する。それは、電気自動車の開発を主導すると同時に、企業として、製品と生産に関しても責任を負うことを意味します。私たちが、カーボンニュートラルなモビリティという目標に近づくために、バリューチェーンからバリューサイクルへの転換を進める理由はそこにあります。当社はCTIのフレームワークを事業構造に取り入れることによって、標準化された、包括的な方法でプロセスのサーキュラリティを測定し、改善することができます。それは、サーキュラーエコノミーへの変革加速に適した手段を推進するためです。

Markus Schäfer

Member of the Board of Management, Mercedes-Benz AG



循環型ビジネスを採用することは、持続可能かつ低炭素であるだけでなく、価値創造を伴うビジネスモデルへの移行の一助となります。しかしながら、自社における開始点を知ること自体が困難な場合も多いのです。そこでWBCSDのサーキュラー・トランジション・インデックス (CTI) においては、企業にとっての道中の道しるべとなるフレームワークを提供しています。

John McCalla-Leacy

Head of Global ESG, KPMGインターナショナル



サーキュラーエコノミーの実現に向けたビジネスモデルへの転換は、「調達」、「設計開発」、「生産」、「輸送・保管」、「販売」、「アフターサービス」といった企業のビジネスプロセスのあらゆる領域における変革を伴います。この地道で時間のかかるビジネス変革を達成するには、自社の営む事業や活動における資源の循環性を適切に把握し、目標を定め、活動を積み重ね、変革の進捗状況を適切に管理していく必要があります。CTIフレームワークはビジネス全体を包含する進捗測定のための方法論であり、これに基づく透明かつ定量的で、比較可能な指標を管理することによりビジネス変革は加速します。

田中 弘隆

KPMGサステナブルバリューサービス・ジャパン 代表



サーキュラーエコノミーは、単なるリサイクルを意味しません。それは、成長と限りある資源を切り離すことによって、価値創出システム全体を変革することを意味します。LANXESSはこのような変革を支持します。長いバリューチェーンの中間点にいる私たちは、代替原料の開発に努めるだけでなく、当社製品のためのさまざまなリサイクル技術の研究も進めています。例えば、当社のエンジニアリング材料は、機械的および複数の化学的リサイクル手段に適しています。

Anno Borkowsky

Board member responsible for value-chain circularity, LANXESS



私はサーキュラーエコノミーの価値を信じています。5,000万トンの廃棄物を製品と工程でリサイクルする Holcimは、この分野において世界のリーダー的存在です。2030年までにこの数字を倍増させ、当社の事業全体で1億トンのリサイクルするという目標を立てました。コンクリートは無限にリサイクルできます。ですから、建築・解体廃棄物のリサイクルには大きなビジネスチャンスがあると私は考えます。私たちはWBCSDのCTIを使って素材のループを閉じ、グリーンな製品とソリューションからの収益を測定しています。CTIのフレームワークを使い、継続的なレベルアップに向けて、よりグリーンな都市の建設に私たちがどれだけ貢献しているかを積極的に測定します。

Jan Jenisch

CEO, Holcim





持続可能な開発のためのWBCSDが開発したCTIのフレームワークは、循環型企業経営を、測定可能で理解しやすく、また管理しやすくするためのグローバルな普遍的定義と測定方法を提供します。このフレームワークは、私たちが正しい目標へと導き、廃棄物レポートからインフロー・レポートとアウトフロー・レポートへの転換を促します。例えば、現時点で私たちはこのフレームワークを使って当社の鉄道のサーキュラリティレベルを測定するとともに、目標達成に向けて、調達時における意思決定の参考にしていきます。私たちの目標とは、2030年に鉄道を100%循環型にすることです。

Marjan Rintel
CEO, NS



北西ヨーロッパで資源の重要なハブとして機能するロッテルダム港では、CTIのフレームワークを使って、港内の生産とスループット（単位時間当たり生産量）に関するサーキュラリティを評価しています。この取組みにより今後の改善に向けた基準計画を策定することができました。また調査段階で、港や産業集積地に対してもサーキュラリティを改善できる可能性が非常に大きいことが明らかになりました。サーキュラーエコノミーは、私たちの戦略の構成要素としてますます重要性を増しています。私たちはサプライチェーンのサーキュラリティを高めるべく、パートナーと共に積極的に協業しています。

Allard Castelein
CEO, Port of Rotterdam



Security Matters (SMX) は、WBCSDによる指導的役割およびCTIフレームワークの重要性を認識し、支持しています。CTIは、SMXによるデジタルツイン・テクノロジーとブロックチェーン・プラットフォーム・ソリューションを補完し、企業が、目に見える、信頼性の高い、測定可能な方法で真のサーキュラーエコノミーへ移行することを可能にするからです。真のサーキュラーエコノミーでは、あらゆる素材が残らず活用され、何1つ廃棄物にはなりません。

Haggai Alon
CEO, Security Matters Ltd



サーキュラーエコノミーへの移行は、直線型経済に特有の廃棄物を単に削減するだけではありません。それは持続可能な成長であり、経済的機会、そして環境および社会への便益を創出し、企業のレジリエンスを増大することを意味します。移行にあたっては体系的な変化が必要となり、あらゆる企業が協力して、バリューチェーン全体にわたって存在する資源ループを閉鎖すること、最適化すること、そして評価することが求められます。

Alistair Field
CEO, Sims



序文

資源利用の最適化と、持続可能な生産と消費に必要な体制へ変革することを可能にするため、サーキュラリティを加速させることが必要不可欠です。サーキュラーエコノミーを大きく成長させなければ、ネットゼロ、ネイチャーポジティブな世界は実現することができません。気候と自然に対する説明責任を果たすことがますます求められるなかで、低炭素社会、ネイチャーポジティブ社会に向けたビジネスをコミットメントすることが求められます。背景には公平性があります。循環型の資源調達とデザイン戦略、より長く多様な製品寿命、資源のループ化を通じて、サーキュラーエコノミーは変革のための基礎的な構成要因となり、90億人以上の人々が2050年まで地球で生活を維持するために必要なものと言えます。

企業は、資源の循環性を高めることで、気候変動を緩和し、自然への負担を軽減しながら、リスクを低減させ、資源価値を最大化し、また組織のレジリエンスを高めることができます。直線型から循環型経済モデルへ移行するには、サーキュラリティを促進するための新しい手法を採用する必要があります。

ビジネスのために、そしてビジネスが主体となって構築されたCTIは信頼性の高いフレームワークです。企業がバリューチェーン内で循環性を高める方法や、また気候と自

然への負担を軽減させる方法に関して知見を得ることができます。

循環型経済がもたらす環境面のメリットはとても大きいものです。しかし、これまで企業は、炭素排出量の削減や自然保護の取組みによってもたらされる、サーキュラリティ上の効果を測定することに苦慮してきました。

今回の改定版のCTIでは、温室効果ガス (GHG) インパクトの方法論を拡張し、サーキュラリティが企業の製品と材料のカーボンフットプリントに与える影響の全体像を捉えることができるようになりました。改定後の方法論は、広く採用されている炭素計算の手法に基づいており、バリューチェーン全体で製品と材料の再使用を促すことに重点を置いています。

CTI v4.0では、企業がその保護と復元に重要な役割を担う生態系に対して、サーキュラリティが与えるインパクトを定量化することから始まります。これには、私たちが資源を採取、生産、消費する方法を変える必要があり、同時に自然資本の損失を阻止し、復元することを保証しなければなりません。Sitraの[landmark report](#)によると、食品や農業セクターにおいてサーキュラーエコノミーが進展すると2035年までに最大73%生物多様性が回復すると推定されています。

地球上の土地の75%は、食料、燃料、原材料の需要の拡大に対

応して、人類の手で開拓されてきました¹。資源を調達する際にサーキュラープラクティスを採用することは我々が住む地球上に存在する健全な生態系と生命を保護するための重要なステップです。CTI v4.0は、自然損失の最も大きな原因である土地利用に関して、再生生産や資源採取の最小化が土地利用への影響をどの程度減らすことができるのかを企業が評価する際に役立ちます。

CTIの誕生以来、事業を変革してレジリエンスを構築するために、何千もの企業が一貫したサーキュラー指標を使用しています。彼らは新しい成長機会や次世代への道筋を開くこと、持続可能なロードマップを開発すること、そしてサーキュラリティと持続可能性に対する説明責任を果たす仕組みを開発するために備えることを目指しています。

私たちはこの変革の旅に皆様加わることを歓迎します。



Diane Holdorf
Executive Vice President
WBCSD

エグゼクティブ・サマリー

サーキュラーエコノミーへの機運が高まるなか、サーキュラーパフォーマンスと付随するリスク・機会についての知見を基に移行の準備を行うことが企業にとって不可欠となっています。これを実行するために、企業はサーキュラリティを測定する普遍的かつ一貫した方法を必要とします。

サーキュラリティ・ギャップ・レポートによれば、現在のところ、世界経済の循環率は7.2%にとどまっています²。

WBCSDの加盟企業30社が考案したサーキュラー・トランジション・インデックス (CTI) は次のような疑問に答えます。

- 私の会社はどのぐらいサーキュラリティがあるのか？
- 改善目標はどのように設定するのか？
- サーキュラー活動による改善をどのようにモニターするのか？

CTIはシンプルであり、業界全体、バリューチェーン全体に適用できます。包括的でありながら柔軟性があり、各企業の既存の持続可能性への取り組みを補完し、素材や部門、技術を選びません。

CTIの柱は、企業のサーキュラーパフォーマンスを決定する自己評価です。CTIは、第一に企業全体の循環型物質フローと直線型物質フローに焦点を絞ります。そこで、その企業がどれだけの成果を上げているかを判断するためのきわめて重要な要素となるのは、設計・調達・資源循環の各モデルです。

CTIは、ループ化の能力だけでなく、全体的な資源利用の最適化について、さらにはその企業の循環型マテリアル

フローと業績の関係についての知見も提供します。

CTIは、その企業の循環型活動が環境や社会に与える影響を絶対的に評価するわけではありません。しかし、サーキュラリティが気候と自然に関連する持続可能目標の達成にどう貢献するかについて知見を与え、サーキュラーエコノミーが持続可能目標の到達への成功の鍵であることを示しています。

サーキュラリティパフォーマンスに関して共通の指標を使用することは、サーキュラーエコノミーへの移行を加速するために欠かせませんが、企業にとってCTIは、サーキュラリティが企業業績をいかに押し上げるかに関するガイダンスや分析、説明のための計算よりはるかに大きな価値を持ちます。CTIプロセスは企業が評価の範囲を定め、評価の準備を行い、結果を解釈し、リスクと機会を理解し、アクションの優先順位を決定し、進捗状況をモニターするためのSMART目標を設定する上で役立ちます。

CTIの対象は社内です。また、CTIは客観的、定量的であり、実証可能なデータに基づきます。こうしたデータは社内にあってもなおざりにされていたり、または社外のバリューチェーンパートナーのもとにあったりします。このプロセスを通じて企業をサポートし、指針を示すために、私たちはCircular IQと提携してCTIオンラインツールを開発しました。このツールはwww.ctitool.comでご利用いただけます。CTIはこのツールを介してバリューチェーンに関する議論を促します。これらの議論は、サーキュラーエコノミーへの移行を加速させる上で欠かせないものです。

顧客、投資家、規制当局から、サーキュラーパフォーマンスの実証を求める

注記

- 新しいコンテンツ
- 例
- 補足情報

圧力が高まるなか、信頼できる対応を行うことが各企業にとっての最大の利益となります。CTIは、こうした対応を準備するためのフレームワークを提供します。

このフレームワークは点数をつけるものではありません。結果が自社の最終目標に沿っているかどうかの判断は企業に委ねられます。サーキュラリティへの移行の運転席に座るのは企業自身です。

今回のCTI改訂版は2023年5月に公表されたものです。これを機会に自社のサーキュラリティのベースラインを測定してサーキュラーエコノミーへのコミットメントを実証することを、規模や業種を問わず全世界の企業に推奨します。

CTI VERSION 4.0：更新内容

CTI v4.0では「ループ効果」モジュールが更新され、企業におけるサステナビリティ目標への効果を踏まえて、循環型戦略について優先順位付けを行う際に役立つ内容となっています。

本バージョンでは、温室効果ガス (GHG) インパクトを更新しています。より高い価値のインフロー（再使用、リファーマービッシュ、再製造材の含有量）の使用による効果を測定する方法と、原材料のカーボンフットプリントについてアウトフローにおける資源循環可能性の効果を測定する方法を提供します。

CTI v4.0では新しい指標を用いて自然への影響を測定しています。CTI v4.0は自然界の損失のなかでも切迫したものである土地利用に焦点を当てることでこの重要な成果を展開しています。この報告書では循環型調達戦略における土地利用への影響を測定する方法を提供しています。

CTIによる評価をすでに完了している場合、新しいコンテンツが既存のパフォーマンスへ影響することはありません。これらの変更は、CTIの利便性と有益性を高めることのみを目的としています。

第1部

サーキュラー・トランジション・インデックス： CTIフレームワーク



サーキュラー・トランジション・インデックス (CTI)

現在、世界の循環率は7.2%にとどまっています³。このような状況が持続不可能であることは明白です。同時に、採る・使う・捨てるの経済モデルからの脱却が喫緊の課題となっています。このような浪費傾向が続けば、私たちが2030年までに必要とする天然資源は地球2個分に達し、持続可能な開発目標 (SDGs) とパリ協定の実現は事実上不可能になるでしょう⁴。企業、ネットゼロ、ネイチャーポジティブで公平な世界のために行動を強化しなければなりません。

廃棄物とみなされるものでも、それが存在する限り、そこには資源として利用する価値、機会、ビジネスケースがあると考えます。直線型から循環性の高い事業運営へのシフトが強く求められるなかで、改善の余地が91%以上残されていることは朗報です。

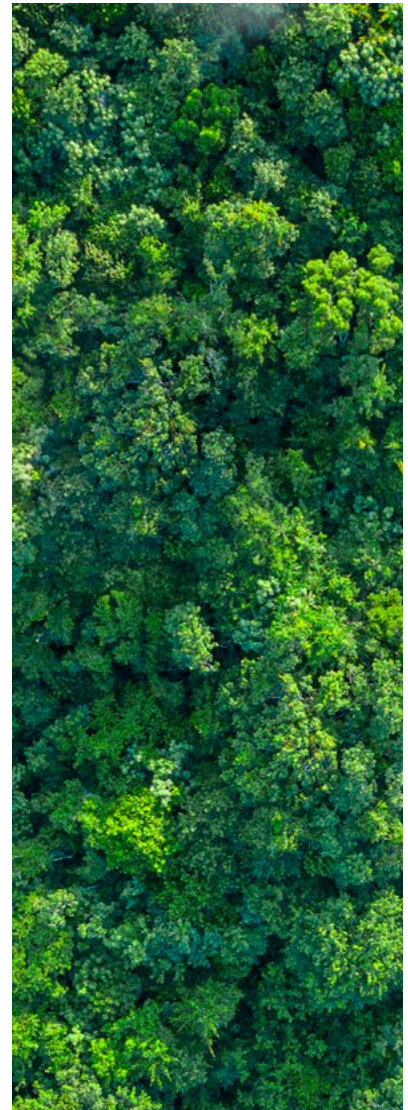
移行への機運は高まっており、官民両部門が野心的な循環型目標の設定を始めています。例えば、欧州委員会は移行の加速を後押ししています。オランダは政府機関全体で2030年までに一次原材料の使用を50%削減し、2050年までに完全なサーキュラーエコノミーに移行する計画を導入しました。さまざまな業界と公的機関が戦略を立案し、進捗状況を測定するための共通言語を打ち立てるには透明性と調整が不可欠です。

こうした理由から、WBCSDの [Products and Materials](#) を通じて30のグローバル企業がサーキュラー・トランジション・インデックス (CTI) の策定に力を合わせました。その目的は、客観的、定量的で、柔軟なフレームワークを策定し、リスクと機会を特定し、サーキュラーな優先事項を決定し、目標を設定することです。

私たちはこのフレームワークが、すでに業界で使用されている既存の持続可能性フレームワークに取って代わるものとなることは意図していません。むしろ、サーキュラリティパフォーマンスへの知見を付加することに努めています。

CTIフレームワークは企業の管理範囲内でのマテリアルフローの評価を基本として、資源の効率性と効果性に関する追加的指標および循環型ビジネスによる付加価値を組み合わせています。こうした見方を通じて、このフレームワークは、最も効果的にサー

キュラーエコノミーとそれに関連する機会に向けて移行する方法について、企業が具体的な知見を得るための指針となっています。



サーキュラリティ測定基準の必要性

直線型ビジネスモデルは数十年の間有益なものでした。しかし、自然資本が有限であることや外部コストが増加していることから、企業はますます市場リスク、経営リスク、法的リスク、ビジネスリスクにさらされることとなります。サーキュラリティのビジネスケースの核心は、企業が資源をより賢く利用することによって、より大きな価値を創出する機会です。循環型ビジネスモデルを通じて、企業は成長を加速させ、競争力を高め、リスクを緩和することができます。

移行

サーキュラーエコノミーはあらゆる業界で企業に機会を提供する経済モデルであるものの、サーキュラーエコノミーへの移行は決して単純なものではありません。企業はビジネスモデルを変更し、戦略を適応させ、労働者のスキルを進化させなければならない一方で、政府はサーキュラーエコノミーを可能とするよう政策を調整しなくてはなりません。

このため連携のとれた変革に向けた計画および、明確な目標の設定が困難になります。企業が自らのサーキュラリティにおける現在地を理解し、モニターすべき明確な重要業績評価指標(KPI)を用いた目標を設定するには、企業戦略においてサーキュラリティを採用する際に自らの意思決定を導く指標体系が必要になります。

1つの共通アプローチ

サーキュラーエコノミーへの移行を単独で推進できる企業はありません。

サーキュラーエコノミーは、より幅広い業界全体、バリューチェーン全体、部門間の取組みを必要とします。サーキュラーエコノミーへの移行を進めるためには、規模、業種、バリューチェーン内の位置にかかわらず、企業各社が同じ言語で語らなければなりません。

サーキュラリティパフォーマンスの測定とモニタリングに対して共通のアプローチを持つことは必須です。これによりバリューチェーンはバリューサイクルとなり、共通のビジョンに向かって歩みを進めることができるようになるでしょう。

このイニシアチブは、[サーキュラー・メトリクス・ランドスケープ分析](#)⁵としてスタートしました。私たちはここで、サーキュラリティ測定基準のための現行プロトコルと基準を慎重に検討し、見直しました。分析とその後の協議の結果、エレン・マッカーサー財団の[マテリアル・サーキュラリティ指標](#)と[Circulytics](#)⁶、サークルエコノミー⁷の[サーキュラリティ・ギャップ・レポート・イニシアチブ](#)、あるいは、質的なサーキュラリティ自己評価を目的とするEcopreneur.euの[Circularity Check](#)など、いくつかのサーキュラリティ算出方法が特定されました。

これらの測定方法の共通点はマテリアルフローです。これにより官民全体でサーキュラリティの共通言語が確立されました。

分析の結果、企業が現在用いている

評価やツールを補完するようなフレームワークを持ち、会社全体、事業部門全体、あるいは製品(グループ)全体のサーキュラリティを測定するための、社内を対象とした量的アプローチとガイダンスがかねてから求められていたという結論が出ました。CTIIはマテリアルフローを土台として、水、再生可能エネルギー、事業価値を対象範囲に取り入れ、企業のサーキュラリティパフォーマンスを多角的な視点で評価します。

サーキュラーエコノミーの定義

サーキュラーエコノミーは、再生を意図した経済モデルです。

その目標は、再生可能性、長寿命、最適な使用または再使用、リファビッシュ、再製造、リサイクル、生分解を可能にする画期的なビジネスモデルを備えたシステムの創出によって、循環する資源、製品、部品、素材の価値を維持することです。この原則の採用により、組織は廃棄物を生み出さないような設計、資源の生産性の増大、地球の境界内での資源利用の維持に向け協力することができます。

注:CTIIは、エレン・マッカーサー財団が示すサーキュラーエコノミーの原則に準じています。それは次のような原則です。

- 廃棄物と汚染を排出しない設計を行う
- 製品と素材を使用し続ける
- 自然のシステムを再生する

CTIの利用

CTIは、サーキュラーエコノミーパフォーマンスに関する知見を企業に提供します。これにより企業は次のことが可能になります。

- 自社の寿命を延ばし、レジリエンスを高めることを目的として、サーキュラー機会とリニアリスクを特定する
- サーキュラリティへの移行に関する基準を設定し、進捗状況をモニターする
- 顧客と外部ステークホルダー（投資家や市民社会団体など）に対応する
- サーキュラリティに関する共通の優先事項について、バリューチェーン内での話し合いを開始する
- サーキュラリティに関する顧客の目標を同時に推進することによって新規ビジネスを獲得する
- サーキュラリティに関する制度開示に備える（例）EU Corporate Sustainability Directiveや GRI306⁸

私たちは、実施しやすく、範囲を柔軟に設定できるようにこのフレームワークを設計しました。このフレームワークは、企業が製品レベルから企業全体まであらゆるレベルでサーキュラリティを測定することを可能にします。したがって、企業は自社のビジネスに最適なレベルでこの指標を利用することができます。私たちはCTIを使い、企業がサーキュラーエコノミーに関する自社の潜在能力を的確に理解

できるようにすることにより、サーキュラリティへの移行を後押しすることを目指しています。そのため、できる限り非規範的であるよう努めています。WBCSDは企業のCTI評価には関与しません。私たちは企業がサーキュラリティについての知見を得るための内部向けのツールとしてCTIを開発しました。したがって、CTIは、

- 持続可能性パフォーマンスの評価を構成するものではありません。「ループ効果」モジュールの最新の更新により、CTIはサーキュラーエコノミーの持続可能性に関する目標への影響を見積もることができるようになりました。そのため、企業のより広範な持続可能性パフォーマンスを対象とした、既存の一般的に利用される持続可能性のフレームワーク（温室効果ガス（GHG）排出量、生物多様性、人的資本など）を補完するものと位置付けられます。
- 業界、企業、製品間の比較を行いません。各企業のサーキュラリティへの道のりはそれぞれ異なります。そのため、関連する背景を踏まえ、かつ入念に検討してはじめて比較することが可能となります。
- 持続可能性とは無関係なマーケティング、プロモーション資料とすることは適していません。サーキュラーエコノミーは、より持続可能な生産と消費の実現に向けた重要かつ必要不可欠な道筋で

すが、サーキュラーエコノミーがその企業の持続可能性パフォーマンスに与える影響は、他の持続可能性指標を持つ、より大きな背景に左右されます。企業がフレームワークの結果を対外的に伝えることは、それが適切な背景で提示されるのではない限り、お勧めできません。

例：共通の優先事項

アルミニウム産業が非常に効果的な再生インフラストラクチャを有する背景にある主な推進要因の1つは、リニア消費率がその軌道を引き続きたどった場合、資源枯渇と競争力低下のリスクがあるという認識を、アルミニウムバリューチェーンのステークホルダーが連帯して持ったという点です。強力な再生インフラの開発へ向けたコミットメントと資源が結び付いてこそ、今日のアルミニウム缶の70%という資源循環率が実現しているのです。

2015年、独立した第三者認定プログラムを開発・運用し、バリューチェーン全体でアルミニウムに対してマテリアル・スチュワードシップ型アプローチを推進するための非営利機関として、アルミニウム・スチュワードシップ・イニシアチブ（ASI）が設立されました。

出典：[アルミニウム・スチュワードシップ・イニシアチブ](#)

私たちが適切な背景と考えるのは、以下の場合です。

- 当該企業が、十分な注意を払って評価の範囲を開示し、自社のサーキュラリティパフォーマンスに関する総合的見解を読者に示している。
- 「サーキュラー・トランジション・インデックスはフルスコープの持続可能性評価ではなく、フルスコープの持続可能性パフォーマンスに関して企業や産業を比較評価するためにその結果を使用すべきでない」旨を当該企業が明記している。
- 独立した第三者が結果を保証している。

製品レベルのサーキュラリティについては、評価の範囲と、製品ポートフォリオ上でどのように比較評価したのかを開示することを企業に奨励しています。

CTIオンラインツール

データはCTIの必須の構成要素です。これにはすぐに利用可能なデータ、また企業の内部に隠されているデータ、あるいは企業の外部のサプライチェーンパートナーが持つデータも含まれます。このデータを取得し、算定を実行することが、このフレームワークの最も資源集約的な部分です。CTIのアクセシビリティとユーザビリティを最大限に高めるために、私たちはCircular

IQと提携し、CTIオンラインツール：www.ctitool.comを開発しました。

このツールはデータ収集を構造化し、インデックスごとに結果を算定します。このツールは、社内のステークホルダーやバリューチェーンパートナーにデータを要求する際にユーザーをサポートし、機密保持の問題を防ぐための機能を備えています。

さらに、範囲設定と実施したステップを正確に文書化し、その後のサイクルにおける一貫性とモニタリングを可能にします。CTIオンラインツールは補助機能を提供するとともに、結果を体系的に保存します。さらに意思決定をサポートし、企業が進捗状況を追跡することを可能にします。ただし、最適な結果とスムーズなプロセスのために、まずこの文書に記載されている測定方法とユーザーマニュアルを一読することを推奨します。

さらに、CTIの7つのステップの実施にあたっては、ツールを単独で完了しようとせず、社内のさまざまなエキスパートを関与させることを推奨します。

CTIツールはデータセキュリティと機密保持⁹を保証します。私たちはユーザーエクスペリエンスを高め、実行可能かつ有意義な結果が得られるように、ツールを継続的に改善しています。

フレームワークの原則

簡潔性

サーキュラーエコノミーの文脈において、可能な限り簡潔なものとする。

一貫性

あらゆる業界で有効な1つの共通の言語を使用し、組織の規模、部門、バリューチェーン上のポジションに関係なく、サーキュラー機会およびリニアリスクに対する一貫した知見を提供する。

完全性と柔軟性

多様なビジネスニーズに応える柔軟性を有した指標一式を提供する。

補完性

サーキュラリティはより持続可能な生産と消費への1つの道筋であることから、評価は単独で行うのではなく、常に他の既存の持続可能性指標やビジネス指標を補完するものとする。

中立性

サーキュラーエコノミーに貢献するものである限り、特定の素材が他のあらゆる素材に優先されることを控える。

バリューチェーンの取組み

サーキュラーエコノミーには協力が必要です。バリューチェーン全体が資源の各ユニットに創出される価値の最大化のため一丸となって取り組む必要があります。図1は簡略化したバリューチェーンを示しています。赤い矢印から遠いほど、企業は情報の取得が困難になります。

CTIはクロス・バリューチェーンの対話を引き起こす触媒です。これはバリューチェーンパートナーが団結して、共有された目標を追求するためのプロセスを提供します。

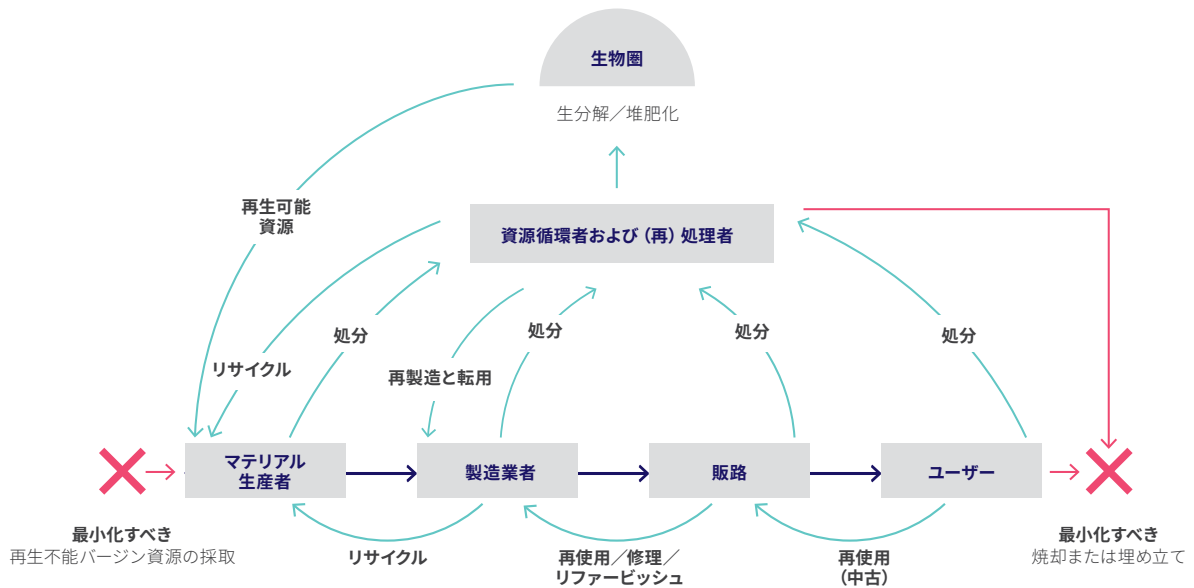
CTIオンラインツールは、プライバシーまたは機密保持の懸念を生じることなく、企業がバリューチェーンパートナーから必須データを取得するのに役立ちます。

例：共通の優先事項

オランダの某テレコム企業は、「サーキュラリティ・マニフェスト」を介してサプライヤーとの協働を図り、上流のバリューチェーンパートナーが自社と同じ循環型の経営を行うよう徹底しています。

出典：[KPN Circular Manifest and Appendix 2017](#)

図1: バリューチェーン資源循環システムの簡略図



CTI方法論

CTIは、その企業全体のマテリアルフローに基づいています。企業はこれらのフローを分析することによって、資源採取と廃棄素材の最少化に向けた自社の能力と最終目標を判断します。これは企業の境界のなかで3つの主要な介入ポイントにおけるフローの評価を伴います。

インフロー

調達した資源、素材、製品、部品のサーキュラリティはどの程度か。

アウトフロー - 資源循環可能性

その企業は、機能的に等価なコンポーネントと素材の技術的資源循環を保証するために、または生分解可

能にするために、製品をどのように設計しているか (例えば、分解、修理、リサイクルなどができるように設計する)。

アウトフロー - 実際の資源循環

その企業は実際にどの程度のアウトフローを資源循環しているか。

アウトフローには製品、副産物、廃水流が含まれます。企業は、クローズドループ・ビジネスモデル、または強制もしくは任意のオープンループ資源循環制度の取組みを通じて実際の資源循環率を高めることができます。

この結果は、企業がいかに効果的にループを閉じているかを示します。

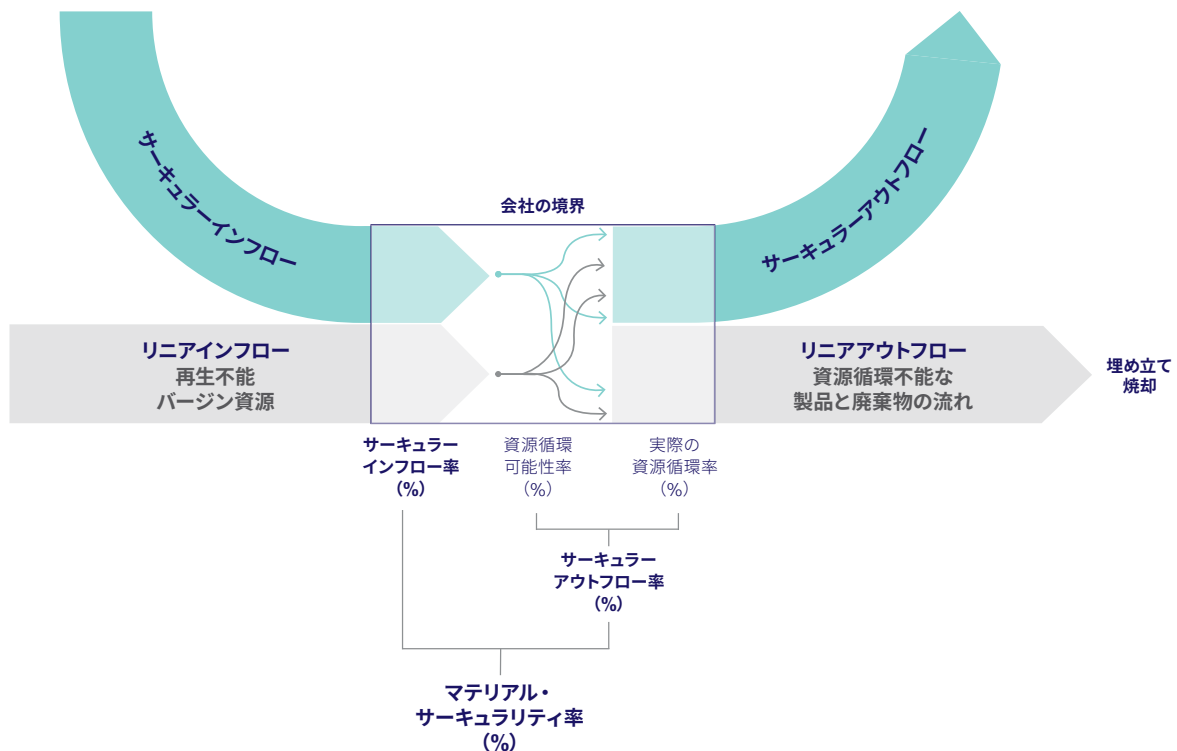
マテリアルフロー

マテリアルフローには、栄養素、化合物、材料、部品、コンポーネントまたは製品が含まれます。本報告書では、便宜上、これらすべてを参照し、マテリアルフローと呼びます。

資源循環 (マテリアルリカバリー)

「資源循環」とは、再使用、修理、リファビッシュ、転用、再製造、リサイクル、生分解 (堆肥化を含む) による、機能的に同等な栄養素、化合物、素材、部品、コンポーネント、さらに場合によっては製品 (組織によって異なる) への、技術的に可能で採算の取れる資源循環を指します。

図2: マテリアルフローの図



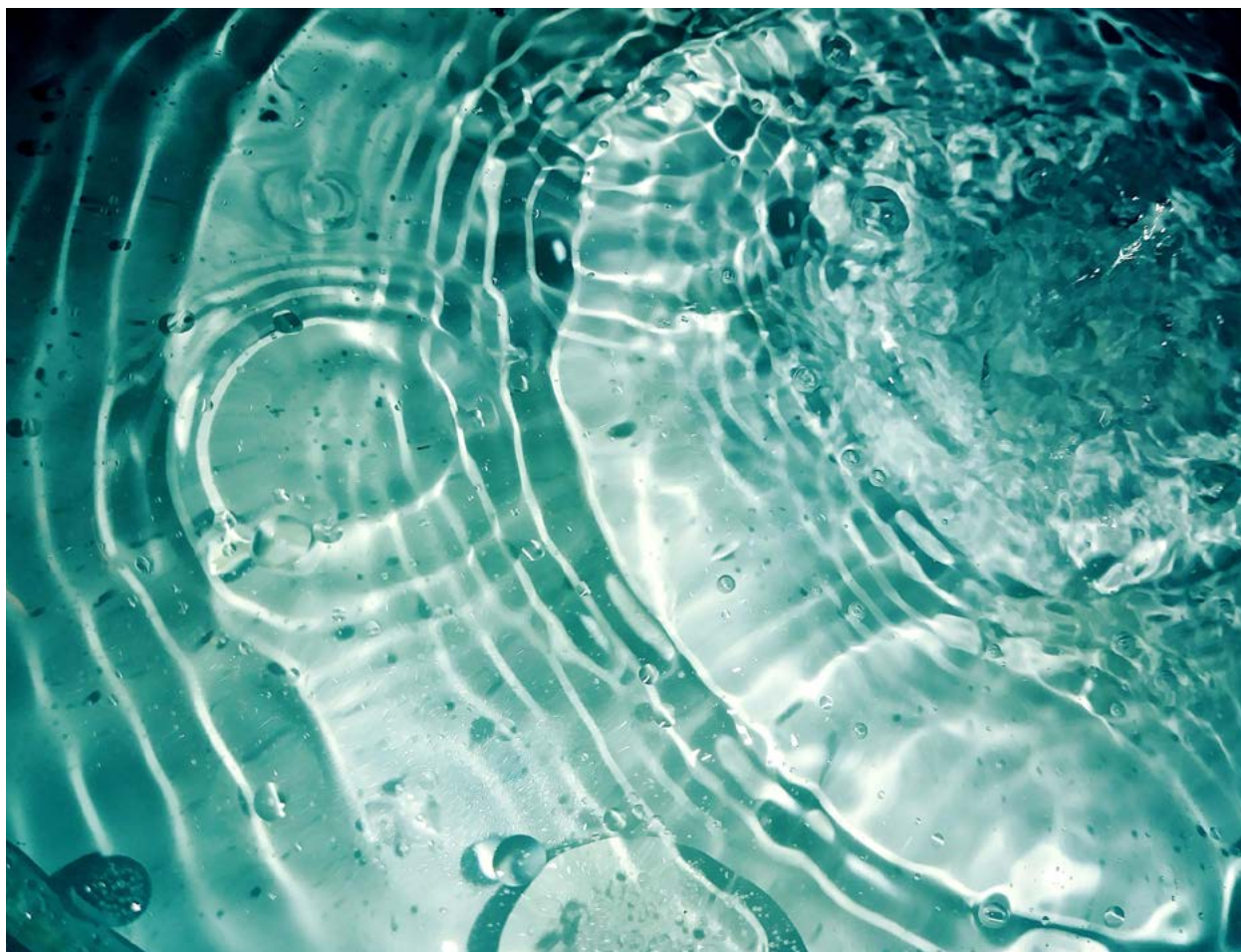
各指標

規模、部門またはバリューチェーン上のポジションにかかわらず、どのような企業にもこの枠組みを使用することができます。したがって、事業に適した指標の選び方はさまざまです。CTIでは指標一覧が示されていますが、一部の指標は任意です。

評価は、「ループ化」のモジュールをすべて終わるところから始まります。次に企業は、「ループ最適化」と「ループ評価」の指標を算定することによって、さらなる知見を得ることができます。「ループ効果」は企業が自社のサステナビリティにおいてサーキュラー戦略

の効果を測定することに役立つ新たなモジュールです。

ループ化 マテリアル・サーキュラリティ率 (%) 水のサーキュラリティ率 (%) 再生可能エネルギー率 (%)	ループ最適化 クリティカルマテリアル率 (%) 資源循環タイプ率 (%) 実際寿命 オンサイト水循環	ループ評価 サーキュラー型資源生産性 CTI収益指標	ループ効果 GHGインパクト ネイチャーインパクト
---	---	---	--



1. ループ化

このモジュールは、企業のマテリアルフローのループ化の有効性を算定します。

これは会社、事業部門、施設または製品（グループ）のレベルで評価できます。

マテリアル・サーキュラリティ率 (%)

ループ化における企業のサーキュラリティパフォーマンスはマテリアル・サーキュラリティ率 (%) で表されます。下の式で示すように、これはサーキュラーインフロー率 (%) とサーキュラーアウトフロー率 (%) の加重平均です。サーキュラーインフロー率 (%) は、非バージン原料含有率 (%) と再生可能原料 (持続可能な農法で栽培されたバイオベース原料) 含有率 (%) で決まります。サーキュラーアウトフロー率 (%) は、(設計に焦点を絞った) 資源循環可能性率 (%) と実際の資源循環によって決まります。上記の三本柱はそれぞれ事業の異なる側面を取り扱っています。すなわち、インフローでは調達、資源循環可能性では設計、実際の資源循環ではビジネスモデル・イノベーション (クローズド) と法務分野およびパートナーシップ (オープン) を取り扱います。

生物的サイクルに関するガイダンス

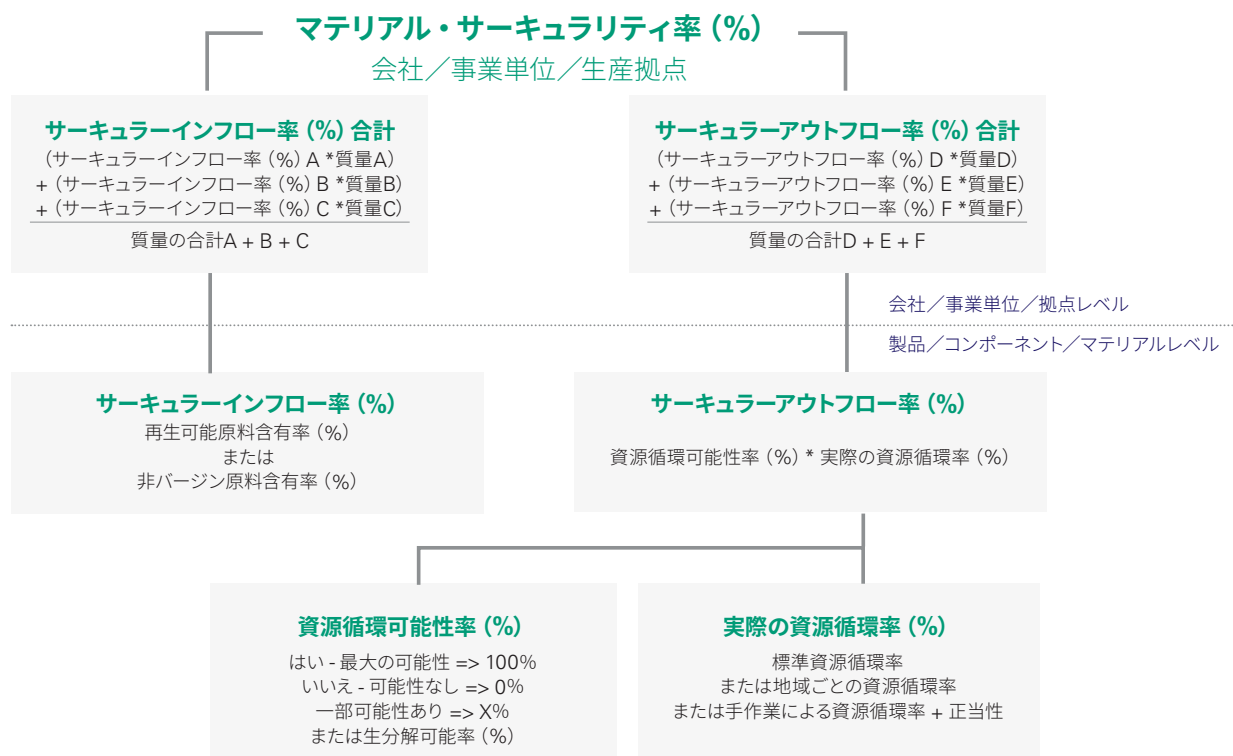
技術的サイクルと生物的サイクルの両方に関し、素材の評価についての具体的指針を示しています。

個々の指標

「ループ化」モジュールにより得られる結果は、以下のとおりです。

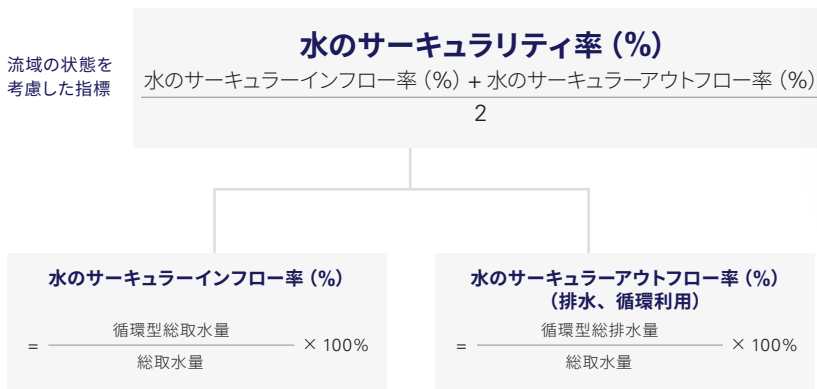
1. マテリアル・サーキュラリティ率 (%) (次の事項の加重平均で求められる)
 サークュラーインフロー率 (%)
 サークュラーアウトフロー率 (%)
2. 水のサーキュラリティ率 (%)
 水のサーキュラーインフロー率 (%)
 水のサーキュラーアウトフロー率 (%)
3. 再生可能エネルギー率 (%)

図3: マテリアル・サーキュラリティ率 (%)



水のサーキュラリティ

マテリアルフローだけでなく水のサーキュラリティもサーキュラーエコノミーの重要な要素だと私たちは考えています。水が他の素材や資源と異なる点は、関係する生態系の大きさです。素材はグローバルなシステムのなかで循環可能ですが、水のサーキュラリティは、集水域や流域に関して局地的に評価する必要があります。水のサーキュラリティの目的は、水の需要を小さくし、すべての使用者と環境のための水資源量を確保することです。したがって、水のサーキュラリティは、水のサーキュラーインフロー率 (%) と水のサーキュラーアウトフロー率 (%) によって求められます。これは現地の水況に左右されます。

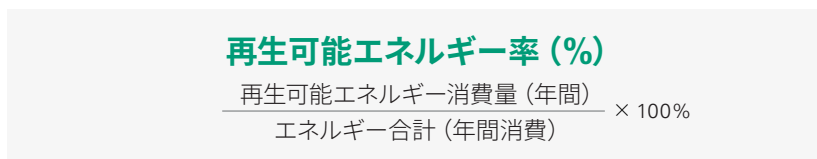


さらに、水のサーキュラリティの項目には、再使用とリサイクルによる社内施設の循環に焦点を当てた、社内を対象とするいくつかの指標があります。



再生可能エネルギー

サーキュラーエコノミーには再生可能エネルギーへの移行が必要です。大部分の企業は、事業活動の再生可能エネルギー消費を測定するための基準をすでに取り入れています。そこで、CTIでは、企業がこうした既存データを使用できるエネルギーについては、別にして考えることにしました。再生可能エネルギー率 (%) は次のように算出します。



水のサーキュラリティ測定指標ワーキンググループ

水のサーキュラリティ測定指標の開発は、WBCSDとBIER (飲料業界環境ラウンドテーブル) による協働の成果です。これらの機関が専門知識を投入し、施設レベルで水のサーキュラリティを評価するための確実で有意義な指標一式を開発しました。水のインデックスに関してさらに細かい説明と指針を示す補完的な指針と水のサーキュラリティ測定基準ツールをWBCSDとBIERが提供しています。

[Water metric guidance and tool](#) を参照。

2. ループ最適化

このモジュールでは、資源の循環性、資源利用効率およびより高い価値を持つ資源循環型戦略についての知見が示されます。

このモジュールと指標の使用は任意です。

クリティカルマテリアル

クリティカルインフローのパーセンテージは、クリティカルと考えられるインフローの割合を明らかにします。企業は社内のクリティカルマテリアル・リスト、または欧州委員会や米国地質調査所¹⁰が編纂したリストなどの既存の公開リストを参照することができます。これにより、企業が特定のマテリアルフローのリスクレベルを評価し、その結果に基づいて優先順位を決定することが可能になります。

算定方法は次のとおりです。

クリティカルインフロー率 (%)

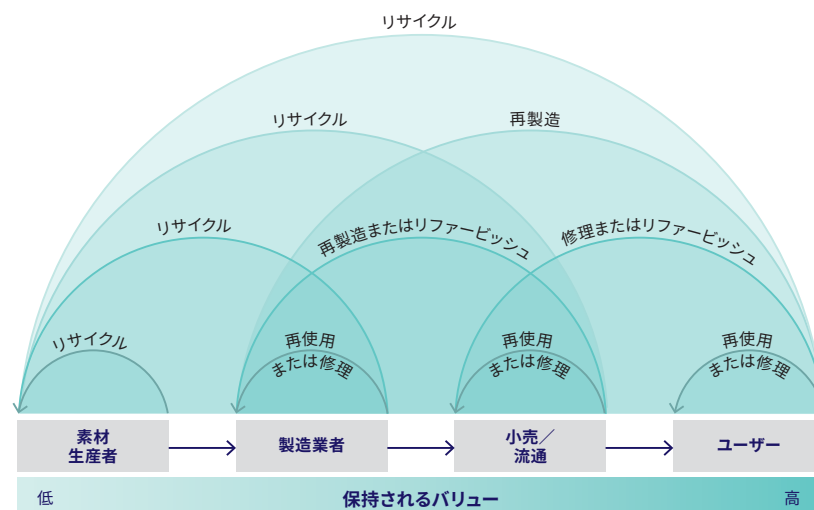
$$\frac{\text{クリティカルとして定義されるインフローの質量}}{\text{リニアインフローの質量の合計}} \times 100\%$$

資源循環タイプ

資源循環のタイプごとのパーセンテージを示す「ループ最適化」モジュールのもう1つの指標では、その企業がアウトフローをどのように資源循環させ、それをバリューチェーンに再循環させているかに注目します。資源循環タイプは、実際の資源循環のパーセンテージに当てはめられます。結果として得られる割合は、資源循環されたアウトフローの内訳を、再使用/修理、リファービッシュ、再製造、リサイクルまたは生分解に分けて示します。CTIオンラインツールは、「ループ化」で入力されたデータに基づいて、この内訳を自動的に生成します。

その企業がバリューチェーンのどの位置にいるかによって、資源循環ループにおける最適化の可能性は異なる場合があります。

図4: 資源循環のタイプと残存価値



カスケード

CTIでは、技術的分野でのカスケードのためのモデルと生物分野のためのモデルの両方を取り入れました。



再使用、リファービッシュ、再製造といった寿命延長戦略は、企業が製品や原材料に組み込まれた経済的価値を維持し、資源フローを減速して、廃棄物や環境への悪影響を低減できることから、より高い価値を維持できる資源循環戦略であると考えられます。資源循環タイプにおいて、リサイクルは1つのサーキュラー戦略であるとはいえ、寿命延長という結果にはつながりません。できる限り、リサイクルよりも寿命延長戦略を重視することが推奨されます。

CTI v3.0では、可能な限り、寿命延長戦略の検討を企業に奨励するため、企業がより高い価値の維持を目的とした戦略（再使用、リファービッシュ、再製造）のパフォーマンスを追跡できるよう、サブ指標として寿命延長による資源循環率（%）を設定しました。

実際寿命

設計寿命と製品寿命の延長は、製品や原材料に組み込まれた経済的価値を維持しつつ、全体的な資源フローを減速し、環境への影響と廃棄物の生成を低減するのに寄与します¹¹。

CTIでは、製品の長寿命設計と寿命延長を、循環型実践の1つと認識しています。耐久性の高い製品や原材料を設計し、これらが陳腐化した時点で寿命延長戦略を実施することは、原材料や製品のライフサイクルを通じた、より高い循環性と価値の維持につながります。

製品寿命とは、製造後または資源循環後、製品が使用のためにリリースされた瞬間から始まり、製品が陳腐化した瞬間に終わる一定の期間を想定したものです¹²。製品の耐久性とは、「限定的な事象によって、その機能が妨げられるまで、一定の使用条件、保守および修理の下で、要求どおりに機能する」能力を想定したもので、製品寿命の延長に貢献するものです¹³。

製品の耐久性を決めるのは、技術的寿命と機能的寿命です。技術的寿命とは、定義された使用条件下で、最初の故障が発生するまで製品が要求に応じて機能すると想定される期間、または使用サイクル数のことです。機能的寿命とは、運用、保守および修理に関わる経済性、または陳腐化を理由に使用者の要求が満たされなくなるまでの製品の使用期間のことです。技術的寿命が製品の本質的な特性の一部である一方、機能的寿命は製品にどのような条件が設定されるかによって決まります¹⁴。

注：

製品の長寿命設計や寿命延長戦略の実施に際して、企業には、これらが気候変動への適応とその緩和、水および海洋資源の保全と持続可能な使用、汚染対策およびその予防対策、生物多様性および生態系の保護と回復に向けた取組みに、重大な損害をもたらさないよう配慮することが求められます。詳しい背景については、欧州委員会の「環境に重大な損害をもたらさない (Do no significant harm : DNSH)」原則、または他の類似する地域、国、セクター、業界等の指令を参照してください。

例：

コンピュータのマウスは6年の使用を見越して設計されていますが、その平均寿命は4.5年です。CTIの実際寿命指標では、マウスの使用期間が業界平均よりも明らかに長い企業に対して、プラスのスコアが付与されます。(寿命に関するデータソース：[製品寿命データベース \(Product Life Database\)](#)、[国際リビング・フューチャー協会 \(International Living Future Institute\)](#))

注：

製品寿命と、ループの減速や関連施策および戦略へのその影響に関する背景について、詳しくは[UNEPサーキュラリティ・プラットフォーム \(UNEP Circularity Platform\)](#) の製品寿命延長に関するワーキンググループ ([Product Lifetime Extensions Working Group](#)) の報告書を参照してください。

こうした条件により、製品の修理可能性、アップグレード可能性、再使用可能性が高まり製品の寿命は延長されます。CTIの実際寿命指標は、製品の平均寿命に対する理解を深めることを企業に促す目的から開発されたものです¹⁶。実際寿命とは、設計寿命や保証期間ではなく、製品が実際に使用される平均的な寿命を意味します。

この指標では、業界平均よりも長く使用状態にある製品に対してより高いスコアが付与されます。算定方法は次のとおりです：

実際寿命指標

$$= \frac{\text{製品の実際寿命}}{\text{平均的な製品の実際寿命}}$$

実際寿命は、年数または使用サイクル数で算定できます。



3. ループ評価

このモジュールでは、企業のサーキュラー（循環型）マテリアルフローが付加するビジネス価値を明らかにします。これらの指標の使用は任意です。

「ループ化」と「ループ最適化」のモジュールはマテリアルフローに着目しますが、「ループ評価」のモジュールはマテリアルフローを越え、サーキュラリティが最小限の資源でどれだけ最大の価値を創出するかを検討します。

サーキュラー型資源生産性

企業が財務業績と直線型資源消費をどれだけ有効にデカップリング（分離）しているかを表します。企業は、創出された収益を、「ループ化」モジュールで検討したリニアインフローの質量で割ることによって、サーキュラー型資源生産性を算定することができます。

算定方法は以下のとおりです。

サーキュラー型資源生産性

$$\frac{\text{収益}}{\text{リニアインフローの質量の合計}}$$

サーキュラー型資源生産性が大きいほど、企業は直線型資源消費と財務業績を有効にデカップリング（分離）していることとなります。資源生産性の変化を理解するための過去データの検討と、時間の経過に伴うデカップリング（または依存度上昇）の進展をモニタリングすることによって知見が得られます。

CTI収益指標

金融機関は、リスク緩和、金融投資機会、環境・社会への好影響という面でサーキュラーエコノミーがもたらす価値をますます認識するようになってきました。投資家は、循環型投資を通じて創出された価値を能動的に把握することにより、サーキュラリティを進展させている企業を積極的に認識し、これらの企業に見返りを与えることができます。

しかし、資源効率とそれに関連する財務上のメリットという両方の観点からサーキュラリティパフォーマンスを測定するための一貫した方法が存在しないことが、循環型投資のスケールアップを阻んでいました。

企業は「ループ化」の結果を利用して、循環型CTI収益指標を測定します。この指標は、製品（グループ）または事業部門のサーキュラーインフロー率（%）とサーキュラーアウトフロー率（%）の加重平均を求め、さらにその製品（グループ）または事業部門が創出した収益を乗じることによって求められます。「ループ化」で説明したように、マテリアルフローの質量に基づいて、サーキュラーインフロー率（%）とサーキュラーアウトフロー率（%）を算出します。

言い換えると、その企業のCTI収益指標とは、自社の製品ポートフォリオのマテリアル・サーキュラリティ率（%）に関して調整を加えた後の収益ということになります。ある製品のCTI収益指標は次のように求めます。

CTI収益指標（製品）

$$\left[\frac{(\text{サーキュラーインフロー率}(\%) + \text{サーキュラーアウトフロー率}(\%))}{2} \right] \times \text{収益}$$



ある事業部門または会社全体のCTI収益指標を求めるときは、算出したすべての製品CTI収益指標を合計します。

CTI収益指標（会社全体）

CTI収益指標A
+ CTI収益指標B
+ CTI収益指標C + …

CTI収益指標が大きいほど、企業は循環型の製品や事業から収益を上手に生み出すことができます。サーキュラーフローによって収益が増大するので、この測定基準にはデカップリングも反映されます。

現在、この手法は物質循環に基づくものであり、サービスやデジタルソリューションの収益測定は提供していません。



4. ループ効果

サーキュラーエコノミーへの移行は、気候の緊急事態、自然の喪失、不平等の拡大といった、世界で最も差し迫った課題を解決するための鍵となるものです¹⁶。

サーキュラーエコノミーへの移行は人類や地球の双方にとって大きなメリットをもたらします。新たな生産の必要性を減らし、エネルギー消費を削減することで、GHG排出量と自然界への圧力を大幅に削減する可能性があります。また新しい雇用を創出し、資源や、手頃な価格かつ持続可能な製品へのアクセスを増やすことで、社会的・経済的平等の促進も可能になります。サーキュラーアプローチへの移行は、企業が利益を最大化し、悪影響を最小化するために認識しなければならないトレードオフを伴う可能性があります。例えば、GHG排出量と土地利用による影響を組み合わせることで、企業は石油由来の投入物からバイオ由来の投入物への切り替えによるトレードオフを把握できるでしょう。

「ループ効果」とよばれる4つ目のモジュールは、気候、自然、公平性に関連するサステナビリティ目標の達成におけるサーキュラー戦略の効果を、企業が理解できるようにすることを目的としています。このモジュールは、企業の現在のマテリアルサーキュラーパフォーマンスと、改善されたサーキュラーパフォーマンスの差を測定し、100%のマテリアル・サーキュラリティの達成に向けた努力を促すものです。CTIにおいてこのことは、二次資源または再生可能資源を100%使用し、設計や資源循環の戦略を通して材料と製品を100%再使用、再製造、リサイクルし、次のサイクルへ再投入することを意味します。CTI v4.0には、循環型戦略が気候や自然界に与える影響を測定するための方法論が含まれています。CTIの次のバージョンでは公平性について取り上げる予定です。

GHGインパクト

温室効果ガス (GHG) インパクトは、企業が循環型戦略を適用することによって得られるであろう、GHG排出削減量のハイレベルな指標を提供することを目的としています。循環型戦略には、二次資源または再生可能資源をインフローとして利用し、アウトフロー（製品や材料）の再使用、再生利用、再製造やリサイクルといった「高い価値を維持」した回収を可能にすることが含まれます。企業はこの情報を利用してGHG排出量の削減に対する理解を深め、トレードオフを評価し、サーキュラー改善の優先順位付けに役立てることができます。

CTI v3.0では技術的資源にリサイクル材を多く使用することによる資源の節約を算出することで、GHG排出量に及ぼすマテリアルインフローの効果に焦点を当てています。これにより企業は、現在使用されているリサイクル材の量のカーボンフットプリントと、インフローが100%リサイクル材で構成されている場合のカーボンフットプリントの差を測ることができます。

CTI v4.0ではGHGインパクトをサーキュラーインフローまで拡大し、再使用や再生製品および再製造部品の調達における企業のスコープ3排出量への影響の算定のガイダンスを提供しています。さらに再生可能な（持続的に栽培された）バイオベースの原材料と、再生不能な（従来の方法で栽培された）バイオベースの原材料のGHG排出への影響についても説明しています。サーキュラーアウトフローにおけるGHGインパクトについて、CTI v4.0ではより高い価値の維持（再使用、リファーマービッシュ、再製造）とリサイクルにおけるマテリアルカーボンフットプリントと、直線型の廃棄方法（埋め立て、焼却）のマテリアルカーボンフットプリントの違いに着目しています。

CTI v4.0では、GHG排出削減目標に向けた循環型戦略の効果を理解するためのアプローチを提供しています。これには再使用、リファーマービッシュ、再製造、リサイクルといったインフローについて循環型調達を行ったことによるGHG排出量に対する効果、直線型の廃棄方法（埋め立てや焼却）と比較した場合の技術的なアウトフローにおける資材循環性を明確にする方法論も含まれます。

気候への影響に加えて、企業は自社のサーキュラーパフォーマンスが自然界にどう影響を与えているかを把握することができます。土地利用は自然損失の大きな要因です。企業は循環型調達戦略への移行により自然の損失を食い止めることができます。

この指標により、企業は土地利用の影響を軽減するための異なる調達戦略を比較し、最も有効なサーキュラーアクションを特定することが可能になります。

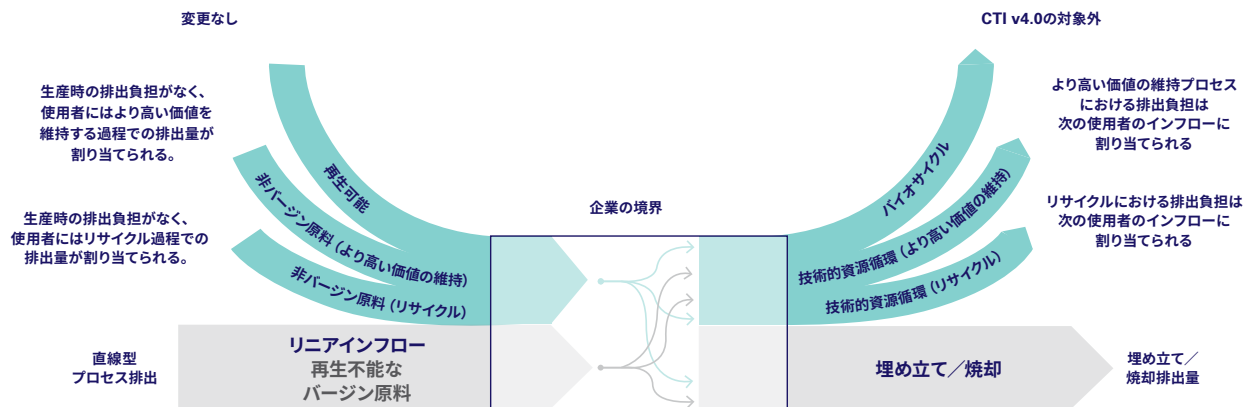
CTI v4.0は、GHG排出削減目標に対する循環型戦略の効果を理解するためのアプローチを提供しています。これには、再使用、リファービッシュ、再製造、リサイクルといったインフローについて循環型調達を行ったことによるGHG排出量に対する効果や、直線型の廃棄方法（埋め立て/焼却）と比較した場合の技術的なアウトフローにおける資材循環性を明確にする方法論も含まれます。

図5のマテリアルフロー図はCTI v3.0とCTI v4.0の双方で開発されたアプローチです。企業が循環型戦略を採用した際の、マテリアルカーボンフットプリントの削減の概要を表しています。

「Allocation, cut-off by classification」または、「cut-offモデル」はリサイクル材またはカットオフアプローチに基づいています。このシステムモデルにおいて、廃棄物は生産者の責任（汚染者負担）であり、負担のないリサイクル可能な製品の使用に向けた動機になります。

詳細情報：<http://ecoinvent.org/the-ecoinvent-cut-off>

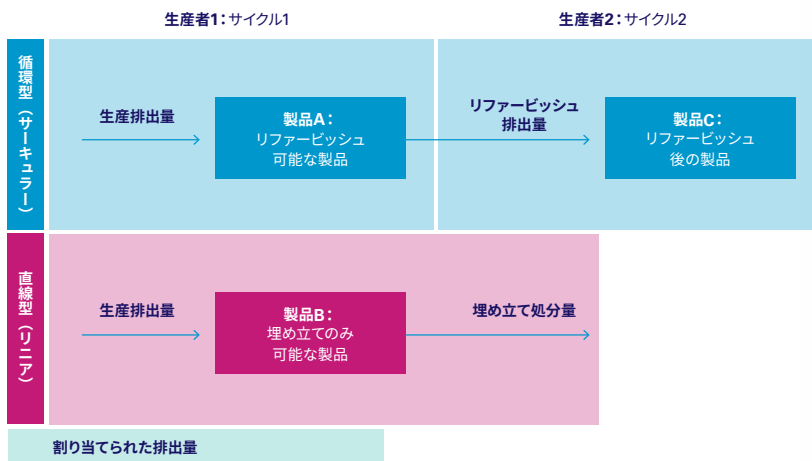
図5：循環型戦略による原材料のカーボンフットプリントの削減



サーキュラーフローによるGHGインパクトの策定のために、CTIは「Allocation, Cut-off by classification」システムモデル¹⁷を採用しました。GHGプロトコル¹⁸では「recycled content method」とも呼ばれています。この方法論では原材料または製品の生産者は、その原材料または製品の生産によるGHG排出についてのすべての責任を負います。非バージン原料部品または製品は、次の生産サイクルではそれら製品の使用者は排出負荷なしに利用が可能になります。非バージン原料または製品の使用者は、必要な再使用またはリサイクルプロセスの過程上でのGHG排出量のみを算出することになります。再生不能な材料または、廃棄物の焼却または埋め立てによるGHG排出量の算定も必要です。原料や製品の生産者は、製品および材料を次の生産プロセスでも使用できるようにすることが推奨されます。

このアプローチでは、非バージン原料の使用者と生産者は、生産における排出の負担がない原材料から利益を得る一方で、一次原材料の生産者は埋め立てや焼却による大量の排出を回避するために原材料と製品の循環を奨励することにより利益を得ます。

図6：循環シナリオと直線シナリオの排出スコープの割り当て



循環プロセス

生産者1は、生産した製品が第2の生産サイクルで再生される場合は、一次生産における排出量のみに関与します。第2の生産サイクルでは製品C (リファビッシュ製品) につながります。

生産者2は、再生された製品の再生プロセスでの排出量のみに関与します (サイクル2)。「Allocation, Cut-off by classification」方法論を使用しているため、生産者2は生産サイクル1の生産における排出量に対しては責任を負いません。

直線プロセス

生産者1には、製品Bの生産に伴う排出量と製品Bの埋め立てに伴う排出量が割り当てられます。これは製品Bが第2の生産サイクルで再生し再使用できるように設計されていないためです。

例：

GHGインパクト - サーキュラーインフロー

ノートパソコンには平均で60%のリサイクルされたアルミニウムが含まれています。ノートパソコンに使用されているアルミニウムの重量と、バージン (採掘) 調達および非バージン (アルミニウムスクラップの原料からのリサイクル) 調達に関する両工程のキログラム当たりの排出係数に基づいて算出すると、リサイクルされたアルミニウム含有量が60%から100%に増加した場合、アルミニウムの生産に係るGHG排出量は15%削減されます。

GHGインパクト - サーキュラーアウトフロー

アルミニウム製のラップトップカバーの製造元は、2種類のラップトップカバーを製造しています。1つは完全に再生され、第2のサイクルで使用されるように設計されています。もう1つは再使用のために設計されず、使用終了時に埋め立てのみが可能です。「Allocation, cut-off by classification」システムモデルに基づく、前者において、再生されたラップトップカバーの使用者は、一次生産の排出負担なしに製品が利用可能になります。この場合、再生プロセスのインフローの排出量のみが割り当てられます。後者は、製品が第2サイクルで利用できず直線型廃棄につながるため、ラップトップカバー生産者が全排出量に対して責任を負うことになります。

ネイチャーインパクト

生物多様性はかつてないスピードで減少しています。推定では、現在、絶滅が「自然」絶滅速度の1,000倍の速さで起こっています¹⁹。自然損失の90%は天然資源の採取と加工によるものです²⁰。循環型経済の第3の原則は、自然を再生させることです²¹。これは再生可能な生産方法の適用、製品寿命の延長、廃棄物と資源採取の削減により達成することができます²²。この原則を通じて、循環型経済は自然の損失を反転させ食い止めることができ、より自然が繁栄する余地を残すことができます。循環型経済の導入は、世界の生物多様性を2035年までに2000年レベルまでに回復させる可能性を秘めています²³。

この指標は特に土地利用の変化における影響に焦点を当てています。土地利用の変化は自然損失の最大の影響要因であり、これには土地の占有、土地利用の変化、土地の劣化および森林減少も含まれます²⁴。この指標は、企業のマテリアルインフローに関連する資源の採取と栽培による土地利用の影響について、初期スクリーニングを行うものです。企業の現在のインフローによる土地利用への影響と循環型調達への移行による改善の可能性を算定することで、企業のサーキュラーパフォーマンスが自然へどのような影響を与えるかを理解するのに役立ちます。この指標は自然へ大きな負の影響を与える原料への依存が高い企業にとって特に関連性の高いものです。土地利用の影響を測定することは、2030年までにネイチャーポジティブな世界を実現するというビジョンに沿ったものであり、現在WBCSBメンバー間で進められている、企業の説明責任や機会創出のためのセクター別のフレームワークを提供し、[Global Biodiversity Framework](#)の実践を支援する、ネイチャーポジティブに向けたロードマップの開発を補完するものです。

土地利用の変化が自然に与える影響を評価する際には、土地利用の範囲、土地の状態、土地の重要性の3つの側面を考慮する必要があります(図7)。

図7: 自然への影響の算定における、土地利用の影響の主要な構成要素



自然損失の主要な要因

自然損失につながる主な要因は、土地・海洋利用の変化、直接的な資源採取、気候変動、汚染、外来種です²⁵。地球規模では土地利用の変化が自然損失の最大かつ最も直接的な要因です。CTIはすでに水使用とGHG排出量の削減に取り組んでいます。今後のアップデートには、この指標を補完するために、他の自然損失につながる主な要因も含める予定です。シンプルさと使いやすさを考慮し、この指標の適用範囲は土地利用による影響が最も大きい、原料の採取および栽培に限定しています。この指標は、加工製造、流通、回収などのバリューチェーンにおける土地利用は含まれません。また、有害物質や自然に悪影響を与えるその他の大気、土壌または水の排出も含まれません。

ネイチャーインパクトとは

この指標は、企業のマテリアルインフローに伴う土地利用の影響を測定するもので、使用される土地の範囲、土地の状態(その土地の生物多様性が損なわれていないか)、生物多様性にとっての土地の重要性を測定することに焦点が当てられています。この指標は技術的資源や生物学的資源に利用できます。

シンプルさと使いやすさを考慮し、この指標の適用範囲は土地利用による影響が最も大きい、原料の採取および栽培に限定しています。この指標は、加工製造、流通、回収などのバリューチェーンにおける土地利用は含まれません。また、有害物質や自然に悪影響を与えるその他の大気、土壌または水の排出も含まれません。

例

ノートパソコンの製造におけるマテリアルインフローにアルミニウムを含む企業について考えてみましょう。同社は2022年に1,000万台のノートパソコンを製造するために投入されるアルミニウムが土地利用に与える影響を分析しています。自然への影響はアルミニウムがどのように生産され、どこから調達されているかによって異なります。例えば

- **シナリオA. バージンマテリアル**

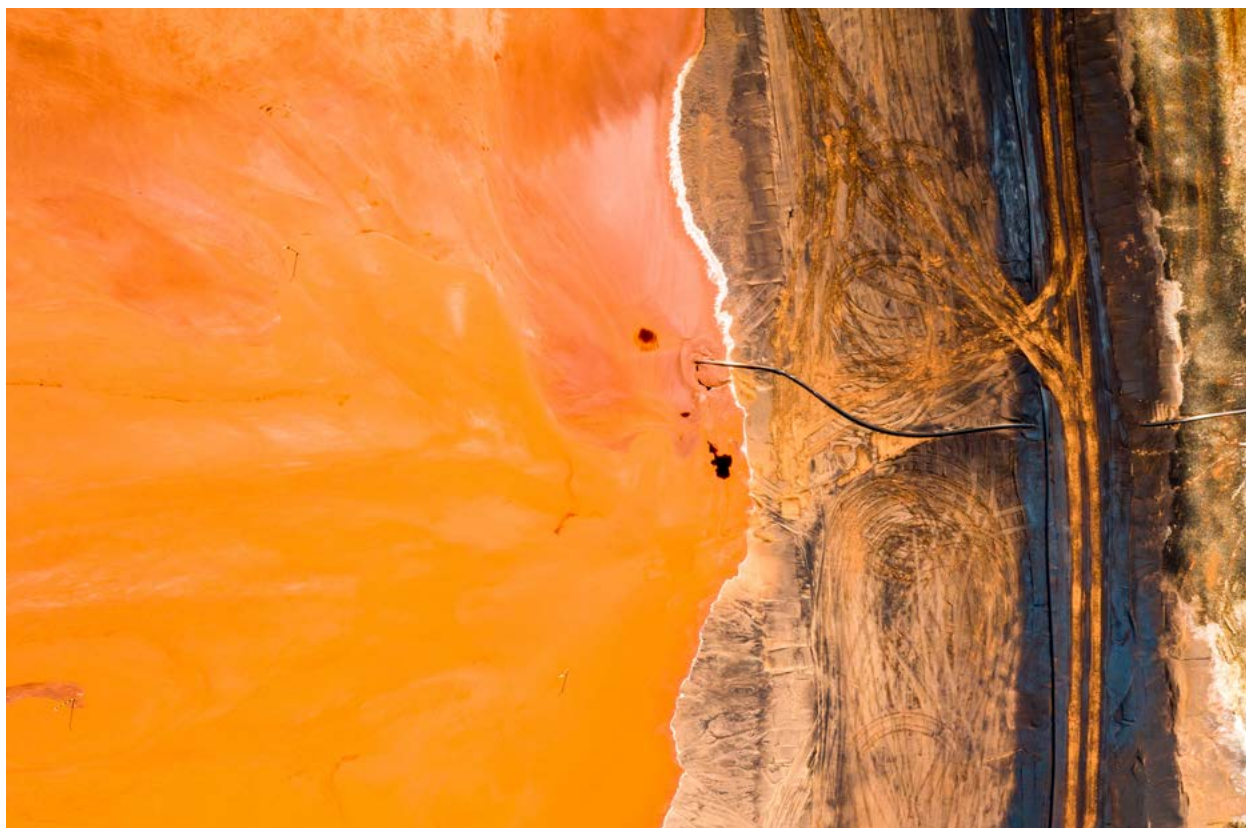
同社はボーキサイト由来のバージンマテリアルのアルミニウムを用いてノートパソコンを製造しています。ボーキサイトは一般的に大規模な露天掘りで採掘されるため、坑道や鉱さいの保管のための土地の改造や占有により、自然に影響を与えます。さらに、これらの鉱山は、ブラジルやギニア、オーストラリアなど、生物多様性にとって世界的に重要な場所（すなわち、絶滅危惧種や完全性の高い生態系が存在する場所）に位置しているケースが多くあります。

- **シナリオB. リサイクル材**

対照的に、再生アルミニウムを用いてノートパソコンを製造している企業では、材料がリサイクル材であるため、シナリオAと比較すると土地利用の範囲が大幅に減少します。

SBTNとTNFD

土地利用の影響を理解し対応することは、自然に関する科学に基づく目標（SBTN）や、自然関連財務情報開示タスクフォース（TNFD）といった企業の自主的な生物多様性フレームワークへの対応における優先事項です。例えばSBTNは、最近、科学に基づく指標の目標策定のドラフトガイダンスを発表しました。本ガイダンスは企業が土地に重大な影響を与えているかどうかを理解し、製品や商品について初期のマテリアルアセスメントをサポートします。



技術的資源循環サイクルと 生物的資源循環サイクル

サーキュラーエコノミーでは、図8に示すように2つの明確な側面が認識されます。技術的素材は、さまざまなループ、すなわち保守と修理、再使用と再流通、リファービッシュと再製造、そして最後にリサイクルによる技術的サイクルを通じて資源循環できます。

一方、図の左側で示すように、バイオベースの資源は異なる資源循環経路

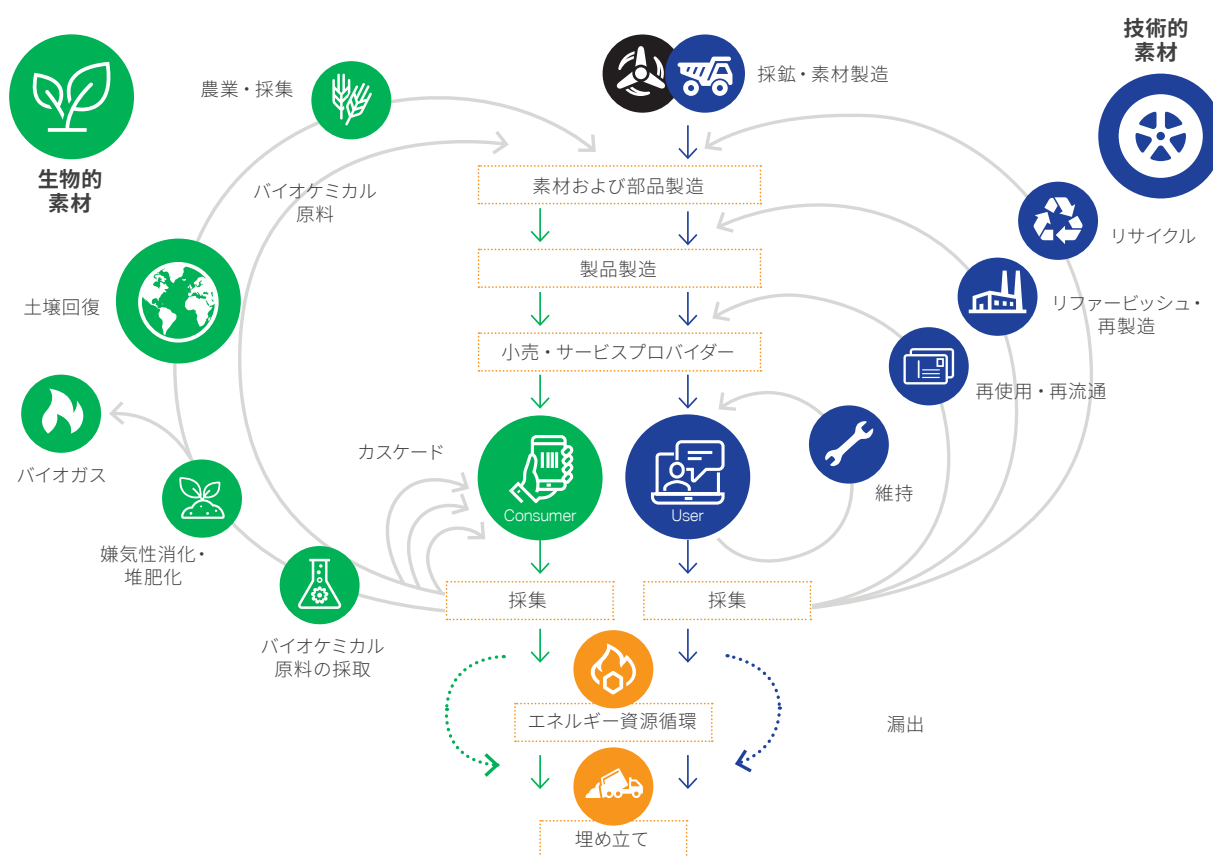
をたどります。バイオベースの資源は、新たなサイクルのための栄養素の再利用という形で、寿命が終わるときに生物的サイクルに戻っていきます。

バイオベースの資源は無尽蔵というわけではなく、持続可能な方法で管理された資源に由来する必要があるという点を指摘しておかなければなりません。

生物的サイクルに関するガイダンス

CTI では、生物的サイクルと技術的サイクルの両方をどのように理解すればよいか、マテリアルフローのサーキュリティに関してそれが何を意味するかについてのガイダンスがさらに詳しく示されるようになりました。

図8：技術的資源循環サイクルと生物的資源循環サイクル



※EMF <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/> を引用・編集

技術的素材と生物的資源の区分

各種のサーキュラリティ測定フレームワーク間の一貫性をできる限り高めるため、エレン・マッカーサー財団による以下の定義に基づき、各サイクルにおける素材を分類しました。

技術的サイクルに適した素材

企業が使用、再使用／再流通、維持／寿命延長、リファービッシュ／再製造またはリサイクルできるもの。金属、プラスチック、合成化学物質などすべての無機素材と化石素材のほか、技術的サイクルのなかでの使用を目的とするバイオベースの素材がここに含まれます。ケミカルプロセスにおいて反応物質として使用される生体由来の素材、および技術的素材として機能する別の素材または製品の主成分を形成する素材もこのカテゴリーに含まれるので注意してください。

生物的サイクルに適した素材

企業が消費するもの、または次のサイクルで栄養素、繊維、または栄養素を豊富に含まない素材に転換するために安全に資源循環して生物的サイクルに投入するもの。



CTIプロセスサイクル

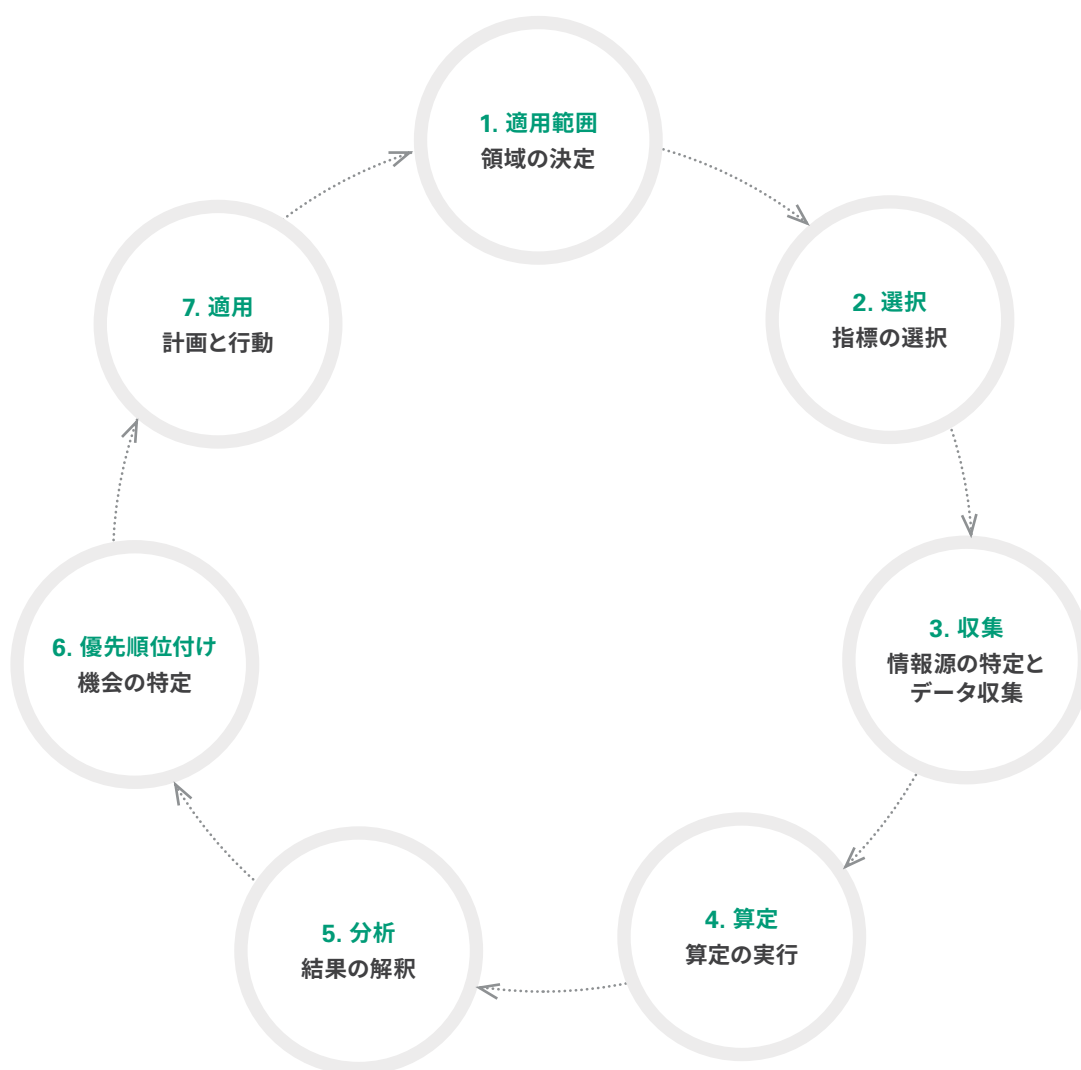
フレームワークでは、1つの評価サイクルをなす7つのプロセスステップを概説しています。初めて評価を実施することは、有益で洞察に満ちたものになります。

しかし、サイクルを定期的に繰り返すことで、企業はサーキュラー・トランジションにおける進捗状況をモニターすることができます。

互換性

このプロセスステップ形式のアプローチは、[Natural Capital Protocol](#)など、他の産業フレームワークから引用し、それらのフレームワークに合わせたものです。

図9：プロセスサイクル



CTIを始めるには

詳細について関心がある場合や、自社のサーキュラリティ算定を開始するのにCTIとオンラインツールを使用する可能性がある場合には、いくつかの推奨事項があります。

これは難しい作業のように見えるかもしれませんが、プロセスを円滑に進めるために利用できる無償のリソースが多数存在します。下記のリソースをお勧めします。

1. データの探し方、結果を解釈する方法、得られた知見をアクションに転換する方法の詳しい説明については、ユーザーマニュアルをご覧ください (33ページ参照)。
2. CTIアカデミー (www.wbcsd.org/ctice) をご覧ください。こちらのサイトでは、ウェビナーの視聴、ケーススタディへのアクセス、トレーニングセッションやその他教育機会などの次回イベントの申し込みが行えます。
3. 次に、自社の評価をスムーズに開始するためにEssential CTIオンラインツールのライセンスであるwww.ctitool.comに登録してください。
4. 狭い範囲で簡単なテスト評価を開始しましょう。これは、会社がすでにデータを持っている内容で構いません。

常につながる

最新情報の入手および参加方法が示されています。

最新情報を得る

www.wbcsd.org/cticeを定期的にチェックして、フレームワークのアップデートがないかどうかを確認してください。

- [CTIサーキュラー](#)に登録し、フレームワークのアップデート通知を受け取ってください。
- イベントカレンダーでウェビナーやトレーニングの予定を確認の上、お申し込みください。

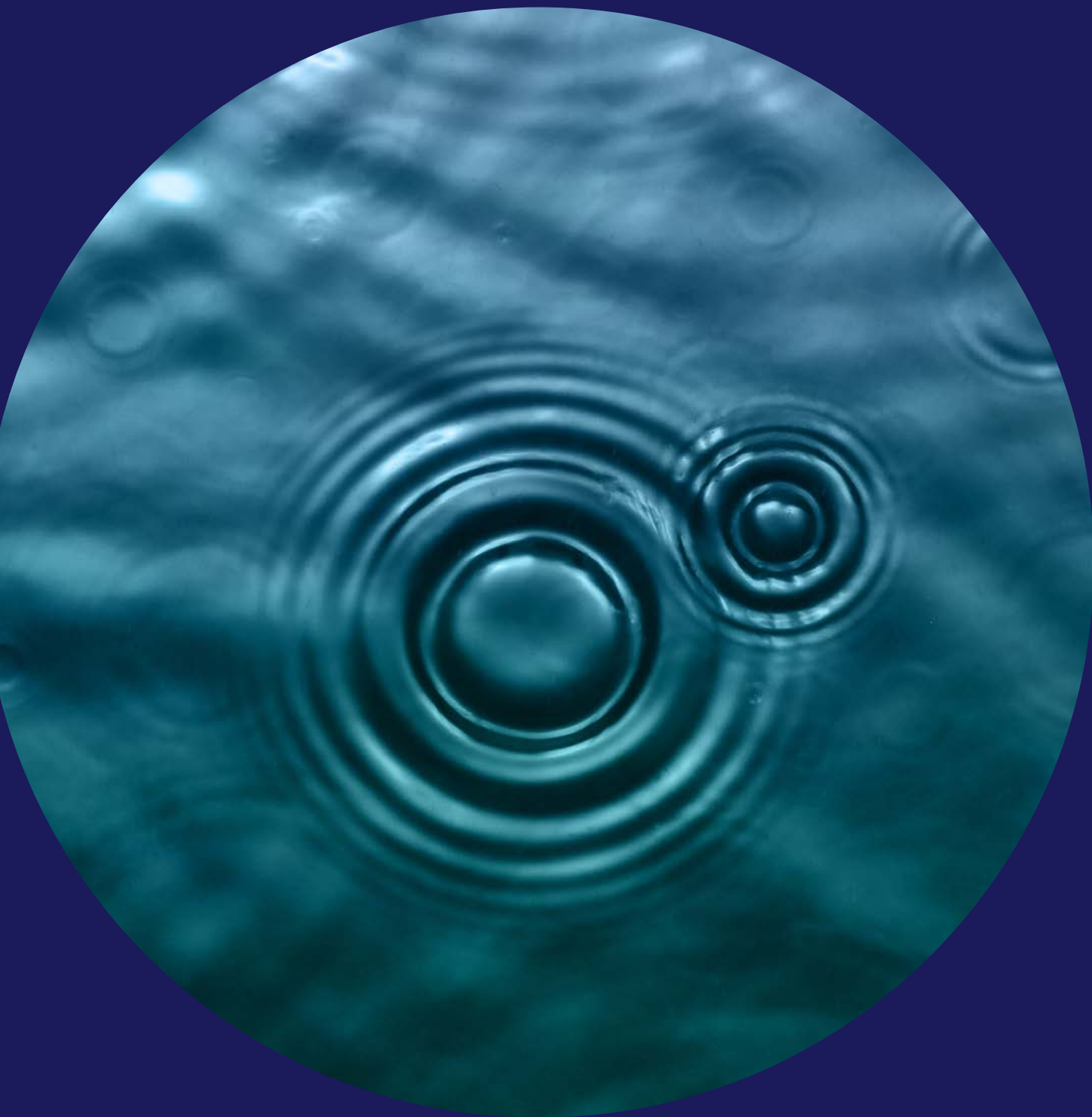
参加する

CTIオンラインツール (www.ctitool.com) のフィードバック機能を使用して、貴社の知見やアイデアを共有してください。

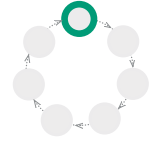
WBCSDとCTIプロジェクトに参加して、今後のCTI開発の方向付けを積極的にお手伝いください。

第2部

サーキュラー・トランジション・インデックス： CTIユーザーマニュアル V4.0



① 適用範囲（スコープ） 領域（バウンダリー）の決定



指標メニューから指標を選択する前に、サーキュラリティ評価計画を立て、以下の事項を確実に実行することをお勧めします。

- 時間をかけて、適切な理由のための適切なデータセットを模索します。
- 評価結果からどのような知見を得たいのかを理解しておきます。
- それらをどのように前進させることができるかについて計画を立てます。

開始時の質問：評価の目的は何か？

目標設定にあたり以下の質問を検討してください。

- サーキュラリティはなぜ当社にとって重要なのか？
- この評価を行うことによってどの質問に答えたいのか？
- 評価の結果および知見の読み手は誰か？ この読み手にこの知見と情報で行って欲しいのか？ 読み手は結果が分かった後に、どのような質問をする可能性があるのか？
- 第一にどの事業部門、製品グループ、あるいは特定の素材に焦点を当てるべきか？ どのような分野が、すべてのステークホルダーの最適価値を増大する上で影響を持つのか？

ここではステークホルダーとの対話と協力が役立つことがあります。目標を設定したら、次の質問を用いて、適用範囲を確立します。

1. どのようなレベルのビジネスを評価するのか？

会社全体を評価することができますが、事業単位、生産拠点、または製品ラインなどの会社の特定部分を評価することもできます。

2. 時間枠は？

年次財務サイクルと一致する1年の時間枠が自然な選択肢です。しかし、生産サイクルまたはその他のより意味のある時間枠（建設部門または資本設備に関連するものなど）の使用も有益なことがあります。これについては十分に検討し、その他の適用範囲パラメータを補完する時間枠を選択します。

3. 何を含め、何を除外するのか？

ほとんどの企業にとって、すべてのマテリアルフローのデータを100%得ることは非常に困難でしょう。このことは、評価には一部のフローが含まれなかったり、あるいは代案や仮定を使用しなくてはならなかったりすることを意味します。企業はこれらの代案や仮定、除外するストリームを自由に設定できますが、結果を公表する場合は、それらの事項を入念に文書化し、すべて開示しなければなりません。

問い

- どこから着手したらよいのか？ また、当社の機会とは？
- 最もサーキュラリティが高いのはどの事業部門か？ 部門の境界を越えて得た知識をどのようにすれば取り入れられるか？
- サーキュラーな活動が当社事業に便益をもたらすかどうかをどのように評価するのか？

対象者

これについて対話を行う相手とは、取締役、従業員、サプライヤー、取引先のいずれであるか？ 調査結果を提示した後に、そうした人々から何を期待するのか？

重点素材

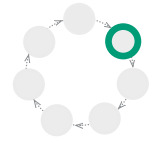
この質量基準の測定方法では、もともと質量が軽い素材ストリーム（プラスチック、包装資材など）の可能性を見落とすおそれがあります。今こそ、機会を確実に捉えるためにも、貴社のチームが特別に重視したいモノの流れを決定する時です。

除外するフロー

製造会社にとって、事業運営上の素材（例：オフィス備品）の相対的質量は、生産資源に比べ、取るに足りないものであることがあります。そのような企業が、評価において、このような比較的小さなフローを含めないのは妥当とも言えます。

② 選択

指標の選択



目的が把握できた時点で、CTIは指標一覧を提示します。企業はこれを使って範囲設定段階からの問いに答えることができます。

ループ化

企業のマテリアルループを閉じる能力は、フレームワークの中心に据えられています。

その結果として、企業は次の指標を使って評価を開始します。

- サーキュラーインフロー率 (%)
- サーキュラーアウトフロー率 (%)
- 水のサーキュラリティ率 (%)
- 再生可能エネルギー率 (%)

ループ最適化

これらの指標は、ループ化を超えて、企業がリスクの低減および資源効率の最大化に関してどれだけ実績を上げたかを表します。

モジュールには4つの指標が含まれています。

- クリティカルマテリアル率 (%)
- 資源循環タイプ率 (%)
 - 寿命延長による資源循環率 (%)
- オンサイト水循環 (施設での再使用・リサイクル)
- 実際寿命

ループ評価

このモジュールは循環型ビジネスが生み出す価値に対する知見を与えるものです。

ここでは、マテリアルフロー指標と従来の財務測定基準を結び付けます。

このモジュールで取り扱うのは次の指標です。

- サーキュラー型資源生産性
- CTI収益指標

例 問いA

2つの事業部門はサーキュラリティパフォーマンスについてどのように互いから学ぶことができますか？

双方の事業単位の評価を行うことで、これらを比較し、事業単位間でベストプラクティスを複製することができるようになります。

例 問いB

循環型ビジネスパフォーマンスを最高財務責任者にどのように提示できますか？

サーキュラー型資源生産性は、サーキュラーエコノミーの財務パフォーマンスおよび経済パフォーマンスを決定する取組みを支援するものであり、社内ステークホルダーとのコミュニケーションを可能にします。

例 問いC

どのような素材が、循環型調達戦略の出発点となりますか？

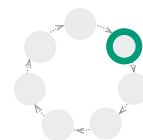
クリティカルマテリアル率 (%) は、供給リスクを低減するために組織がどの素材を優先的に取り扱うべきであるかを示します。

ループ効果

このモジュールは、気候、自然、公平に関する企業の持続可能性目標達成に向けた循環型戦略の効果を表します。

- GHGインパクト
- ネイチャーインパクト
 - 土地利用

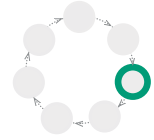
指標を選択する際には、各指標を慎重に検討し、その指標の評価を選択した理由、さらにいずれかの指標を除外した場合はその理由を文書化しておくことを推奨します。



土地利用は、自然損失の最大かつ最も直接的な要因です²⁶。自然の複雑さを考慮し、今後のアップデートには他の主要な要因も含まれる予定です。



③ 収集 情報源の特定とデータ収集



データ収集は、プロセスのなかでも最も手間がかかる可能性のある部分です。データポイントによって、比較的入手しやすいものと他の部署との協力を要するものがあります。関連データ、特にインフローと実際のアウトフローの資源循環の数についてデータを収集するためには、企業はバリューチェーンのパートナーと連携する必要があるでしょう。以下は各指標モジュールに必須のデータセットのリストです。

ループ化

サーキュラーインフロー率 (%) (マテリアルフロー当たり)

- インフロータイプごとの再生可能原料の割合 (%) または非バージン原料の割合 (%) (44ページの定量に関するガイダンスを参照)
- 各インフロータイプの質量

サーキュラーアウトフロー率 (%) (マテリアルフロー当たり)

- アウトフロータイプごとの資源循環可能性率 (%) (46ページの定量に関するガイダンスを参照)
- アウトフロータイプごとの素材回収率 (%)
 - 地域別資源循環率
 - 部門別資源循環率
 - 自身の買い戻し/引き取り契約、パートナーシップシステム、収集と資源循環プログラムなどからの素材資源循環率 (該当する場合)
 - アウトフロータイプごとのアウトフローの質量

水のサーキュラリティ率 (%)

- 水インフローの水量、水質および水源
- 取水した水の水源の脆弱性
- 水アウトフローの水量、水質および水源
- 現地の法律上の排水基準

再生可能エネルギー率 (%)

- 再生可能エネルギー消費量 (年間)
- 総エネルギー消費量 (年間)

MFA

体系的評価の準備にあたってマテリアルフロー分析 (MFA) を行うことは有益です。MFAは評価の堅牢性を高めうるものであり、一部の企業にとっては望ましい選択肢かもしれませんが、できるだけ使いやすくするために、私たちはMFAをこのフレームワークの必須プロセスとはしませんでした。また、私たちはMFAを必須のプロセスとして取り入れることが必要だとは考えていません。既存のMFAの結果は、評価を始める上で役立つ可能性があります。

オンラインツール

CTIオンラインツールはデータ収集に役立ち、このステップにおける負担を軽減します。

文書化

データ収集にあたっては、情報源を文書化し、正当性の根拠を記すことを推奨します。こうした文書をツールにアップロードすることで、今後のサイクルにおいてデータ抽出に役立ち、結果および組織に蓄積された記録の堅牢性が向上します。

ループ最適化

クリティカルフロー率 (%)

- その企業内部のクリティカルマテリアル・リストまたは
- 各国もしくは地域の既存公開リスト (欧州委員会の重要な原材料30種リストや米国の重要鉱物50種リストなど)²⁷

資源循環タイプ率 (%)

資源循環されたアウトフローごとの資源循環タイプ例

- 技術的サイクルのなかを移動する製品の再使用、修理、リファービッシュ、再製造、リサイクル
- 生物的サイクルのなかを移動する製品に関する、所定の条件下での有機体による消費、バイオケミカル原料の採取、生分解、バイオガスまたはバイオマス・エネルギー資源循環

オンサイト水循環

- 当該施設におけるプロセスごとの必要水量
- 当該施設におけるプロセスごとの必要水質レベル

実際寿命

企業は基準となる寿命値を、例えば従来製品の寿命 (期間もしくは使用サイクル数) や該当する場合は少なくとも数種類の従来製品の平均寿命から、または次のいずれかにて把握される「業界の平均的な」製品の寿命 (期間もしくは使用サイクル数) から決定する必要があります。:

- ライフサイクル評価 (LCA) のベストプラクティスとCTIの他領域の結果の両方と矛盾しない手法によって算定
- 最新データが使用され (少なくともあまりにも古いデータが使用されておらず) 業界の現状が反映された参考資料に基づき算定

ループ評価

サーキュラー型資源生産性

- 評価対象事業の収益

CTI収益指標

- 製品 (グループ) ごとの収益
- 製品または製品グループごとのサーキュラリティレベル (ループ化指標に基づく)

データの品質

CTIオンラインツールでは、入力するデータの品質によって得られる知見の質も左右されます。入力に必要なデータは、設定した範囲 (スコープ) と選択した指標によって異なります。CTIで使用する主なデータの種類は、製品の寿命のデータを含む、材料のインフローとアウトフローに関するデータです。また、データの品質には、データの完全性、代表性、精度などの側面が含まれます²⁸。

- **完全性**
評価の目的を満たすすべての関連指標が選択されており、すべての材料のインフローとアウトフローが含まれていること。
- **代表性**
データがスコープで設定した期間と地域を反映していること。
- **精度**
データはできる限り正確であること。不確実なデータについては、レビューと文書化が必要とされます。

ループ効果

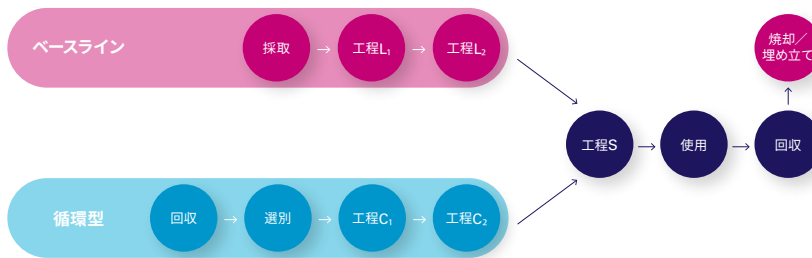
GHGインパクト インフロー

- サーキュラーインフロー率 (%) 指標に関する全データポイント
- バージン材の調達 (CO₂-eq/kg)
- 二次原材料 (リサイクル材) の調達 (CO₂-eq/kg)

バージン材の調達とリサイクル材の調達とを比較するには、CO₂換算に関する情報を、信頼できる二次的な排出係数データベースから収集することが推奨されます。

バージン材と二次原材料の調達方法について、GHGフットプリントに関するサブライヤー固有の情報を収集済みの場合は、この情報を、二次的な排出係数データベースから収集する一般的な係数の代わりに使用できます。バージン材とリサイクル材の調達の比較については、図10を参照してください。

図10: ベースラインとサーキュラー・マテリアルフローのシステム境界の設定
ベースライン



Transport must be assessed between each process (linear and circular)

GHG排出係数に関する情報を収集する際には、必ずしも既存のデータベースに、原材料の仕様と正確に合致する原材料があるとは限らない点に注意してください。こうした場合は、標準的な原材料のGHG排出係数を使用することができます。

バイオベース材は、再生可能であれば循環型とみなすことができます。再生可能と言える基準は、材料が持続可能な農法で栽培されていることです。一方、「持続可能な方法で管理されている」という基準に関する研究では、持続可能な方法で管理されているとは言えないバイオベース材と比較して、GHG排出の負荷が低いことを示す決定的な証拠は得られませんでした。その結果、標準として、再生可能なバイオベース材が従来のバイオベース材よりマテリアル・カーボン・フットプリントが低くなるとはみなされないこととなります²⁹。

注:

CTIツールのユーザーであれば、オンラインツールで、ecoinventデータベースv3.8 (カットオフ版) に基づく排出係数をご使用いただけます。この場合、使用する係数は、取得できる限り、マーケット・アプローチに基づくグローバル平均となります。これらの値には、バージン材の採掘 (直線型)、回収およびリサイクル (循環型)、輸送に関するプロセスが織り込まれています。考慮される全データポイントの概要については、図10を参照してください。

また、原材料生産に関するGHG排出係数を提供する、その他の信頼できるデータベースを使用することもできます。

二次的な排出係数に関しては、WBCSDの[Pathfinder Networkのガイダンス](#) (31ページ) に、推奨されるデータベースの一覧が掲載されています。

CTIを使用して再生可能なバイオベース材のGHG排出量を算出する際は、自社独自の排出係数またはサプライヤー固有の情報を活用することを推奨します。

アウトフロー

- サーキュラーアウトフロー率 (%) 指標に関する全データポイント
- 再使用の準備 (CO₂-eq/kg)³⁰
- リサイクルプロセス (CO₂-eq/kg)³¹
- 焼却 (エネルギー回収あり/なし) (CO₂-eq/kg)
- 埋め立て (CO₂-eq/kg)

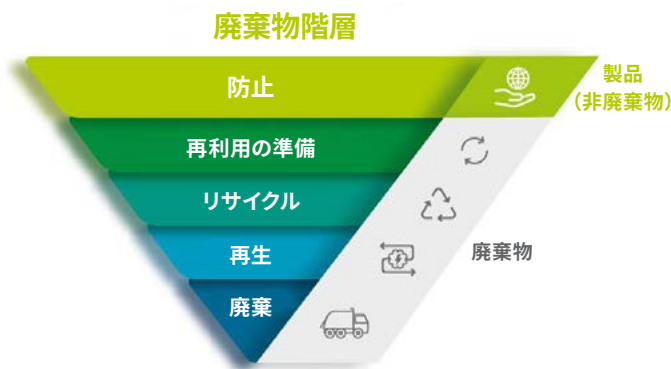
さまざまな循環型戦略に応じて必要なデータを構造化し、企業がデータ収集することを補助するために、私たちは廃棄物階層 (Waste Framework Directive にて提示) という考え方を採用しました。廃棄物階層には、再使用の準備、リサイクル、エネルギー循環、埋め立てという分類があり、再使用の準備という階層には再使用、再製造、リファービッシュによる排出量を含みます。

リニアシナリオ (焼却、埋め立て) とサーキュラーシナリオ (再使用の準備、リサイクル) を比較するために、CO₂換算に関する情報を、信頼できる二次排出係数データベースから収集することを推奨します。提示された資源循環戦略およびリニア (直線型) 廃棄戦略のGHG排出に関する事業者または第三者固有の情報を収集済みの場合は、この情報を、二次排出係数データベースから収集する一般的な係数の代わりに使用できます。これにより、詳細なGHG排出影響データを使用し、削減量をより正確に見積もることができます。

注:

Waste Framework Directive (Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives) は、EU廃棄物規制の基本原則を示しています。この指令は、「廃棄物」と「二次資源」の区別と、廃棄物管理の優先順位を提示しています。この指令の目的は、資源循環戦略に基づくさまざまな排出係数を明確に構造化することであり、「廃棄物」や「廃棄物の状態」の定義は提示されていません。[Waste Framework Directive \(europa.eu\)](http://europa.eu)

図11: 廃棄物階層



出典: Waste Framework Directive

ネイチャーインパクト

ネイチャーインパクト指標においては、「ループ化」モジュールでのサーキュラーインフロー率 (%) を計算するため、流入してくる原材料や製品の概要を把握する必要があります。また、土地利用の種類、集約度、調達先に関する追加データも必要となります。これにより、企業のインフローに関連する生物多様性の範囲、状態、重要性 (図7) を推定することができます。スコアは、製品を構成する原材料またはバリューチェーン全体の原材料の合計で算出できます。

通常、各側面には次の一次データが必要です。

- 範囲：
 - サーキュラーインフロー率 (%) 指標に関する全データポイント
- 状態：
 - 原材料の種別に基づく種類 (定性的) (例：天然林、植林地、耕作地、鉱山、工業用地)
 - 実際の具体的な土地利用の方法 (例：従来型農法、有機、認証) に基づく集約度 (定性的)
- 重要性：
 - 調達先のロケーション (例：国、地方・地域または正確な拠点)

企業によって、一次データの利用可能性が異なる場合があります。表1では、一次データを完全に利用できる場合から限られたデータしか利用できない場合まで、さまざまなデータ利用シナリオを示しています。この表では、適切な二次データセットの使用を推奨しています。コンテキストデータセットは、すべての一次データと二次データを補完する役割を担います。

コンテキストデータセットとは解釈に必要なデータセットであり、企業独自のデータセットを使用することも可能ですが、主に次のデータセットが推奨されています。

- 範囲：
 - 単位面積当たりの推定収穫量。
 - 世界および地域の作物収穫量は[FAO](#)から無償で入手できます。
 - 国別の作物収穫量は[OurWorldInData](#)から無償で入手できます。
 - 各国における農業生産単位当たりの土地資源利用は[OurWorldInData](#)から無償で入手できます。
 - 無機物の原材料の場合には、Nassar et al. (2022)³²により算定された「岩石対金属比 (global rock-to-metal rations)」と呼ばれる指標が利用できます。鉱山に必要な土地については、採掘のタイプに応じた質量から体積への単純な換算と、採掘現場にかかる地質学的な観点からの推測を用いて算定することができます。詳細は付属書Iを参照してください。

状態および重要性の指標を選択する際のフレキシビリティ

状態の変化を測定するためにMean Species Abundance (MSA) を使用し、重要性を測定するためにSTAR-tスコアを使用することを推奨します。また、Ecosystems Health IndexやEcosystems Integrity Indexなどの指標を使用して、状態の変化を測定することもできます。詳細については、付属書II土地利用の測定指標の選択を参照してください。

- 状態：
 - Mean Species Abundance (MSA) に基づく生物多様性損失係数。MSAはGLOBIOモデル³³に基づいており、土地利用の種類と集約度の明確な分類に従い、手つかずの状態と比較した生物多様性損失を定量化することができます。ここでは、無償で入手可能な、Natural Capital Impact GroupのBiodiversity Impact Metric³⁴の補足資料の表1で概説されている生物多様性損失係数を採用することを推奨しています。
- 重要性：
 - Species Threat Abatement and Restoration (STAR) 指標のSTAR-tスコアに基づく絶滅リスク。STAR-tスコアは、特定の対象地域に関連する種の絶滅リスクを空間明示的に定量的に推計するものです。これらのデータは一般には公開されていませんが、[Species Threat Abatement and Restoration \(IBAT\) platform](#)を経由しアクセスすることが可能です。また今後、WWFの生物多様性リスクフィルターの国別プロフィールからアクセス可能になる予定です。

表1: データの利用可能性ごとのシナリオの定義

データシナリオ	データソース	範囲	状態変化	重要性
データの 利用可能性は 限定的	利用可能な 一次データ	サーキュラー & リニアインフロー	土地利用の実態に関する 一次データがない。	調達先に関する一次データがない。
	二次コンテキスト データ	単位面積当たりの一般的な収穫量の推定(例:)または岩石対金属(例: Nassar et al. 2022)により範囲を算出。	予防的仮定: 商品に対する土地利用の最も極端な、激しい状態を想定し、関連する生物多様性損失係数を割り当てる。	予防的仮定: 市場をリードする5カ国(市場の80%以上をカバーしている場合はそれ以下)のうち、種の脅威の軽減と回復(STAR)指標スコアが最も高い国から商品が供給されると仮定する。
データの 利用可能性は 中程度	利用可能な 一次データ	原産国別に特定されたサーキュラー & リニアインフロー	土地利用の種類と集約度に関する定性的データ。	国または地方・地域レベルの調達先に関する情報。
	二次コンテキスト データ	単位面積当たりの国別収穫量推定値(例: OurWorldInData)または岩石対金属比(例: Nassar et al. 2022)により範囲を算出	土地利用の種類と集約度ごとの生物多様性損失係数。	STARスコアの80%以上をカバーする国または地域レベルの重要性 ³⁵
データ 利用可能性は 高い	利用可能な 一次データ	サーキュラー & リニアインフロー(特定の場所に関する土地利用の起源と範囲がわかっている)。	ロケーション固有の土地利用の実態に関する詳細データ。	生産拠点の正確な座標。
	二次コンテキスト データ	NA	土地利用の種類および集約度ごとの生物多様性係数	5km×5kmピクセルでの調達場所におけるSTARスコアに基づく重要性。

注: 各側面で利用可能な一次データ、およびシナリオに応じて利用可能な追加のコンテキストデータセットと仮定に基づく

データ集計手続き

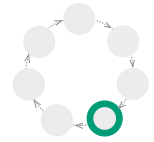
1. サーキュラーインフロー率 (%) およびマテリアル・サーキュラリティ率 (%) の計算に使用する、選択した範囲 (スコープ) に含まれるすべてのマテリアルインフローをリストアップします。必要に応じて、加工済みの材料、部品、コンポーネントまたは既製品からのインフローを、再生可能な原料、未加工・未処理の鉱物またはバイオマスへの変換を行います。この手順は企業内部で進めてください。ただし、正確な換算が難しい場合は、スコアカードに沿って近似値を使用することができます (計算セクションを参照)。
2. 自然への影響が最も大きいマテリアルインフローを特定します。表2に記載されている優先度の高い製品群リストまたはSBTNハイリスク製品群リストと照らし合わせ、優先度を確認します (最新版はオンラインでご覧いただけます)。なお、ネイチャーインパクト指標は、技術的資源と生物的資源の両方に利用できます。この手順により、自然への影響が最も大きい物質を特定し、バリューチェーン上に多くの異なる製品群や調達先を有する企業の集計手続きが簡素化されます。
3. 表1に示す定義に基づいてデータの利用可能性を把握するため、以下を確認します。
 - 正確な生産拠点を把握しているか。(抽出、採掘、栽培など)
 - 生産手法を把握しているか。(例: 有機農業または工業型農業、ストリップ採掘法または露天採掘法、サステナブル認証の有無など)
 - 調達情報が不足しているインフローについては、少なくとも生産国名を明らかにすることが可能か。

表2: 優先度が高いと考えられている製品群の例

動物製品	作物 (年間+プランテーション)	鉱物・化石燃料製品
<ul style="list-style-type: none"> • 牛 (牛肉、乳製品、皮革) • 魚介類 • 豚肉 • 家禽 (鶏肉、卵) • 羊 (ラム、マトン、ウール) 	<ul style="list-style-type: none"> • カカオ • コーヒー • 綿 • トウモロコシ • 油ヤシ • パルプおよび紙 • 米 • 大豆 • 砂糖 • ゴム • 小麦 	<ul style="list-style-type: none"> • ボーキサイト • 石炭 • 銅 • 金 • 鉄鉱石 • 石灰岩 • 原油+ガス (プラスチック含む) • 砂

注: このリストは、SBTNハイリスク製品群リストが発表され次第、差し替えます。

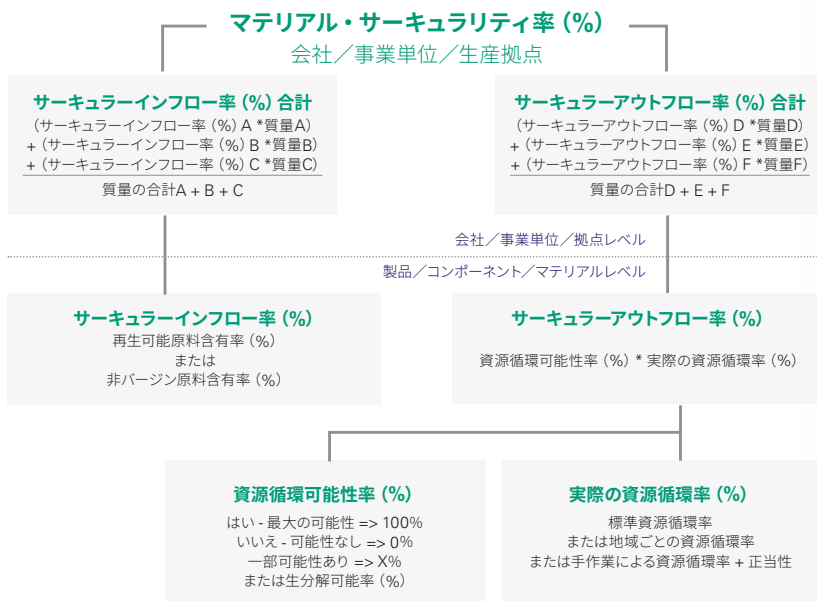
④ 算定 算定の実行



ループ化

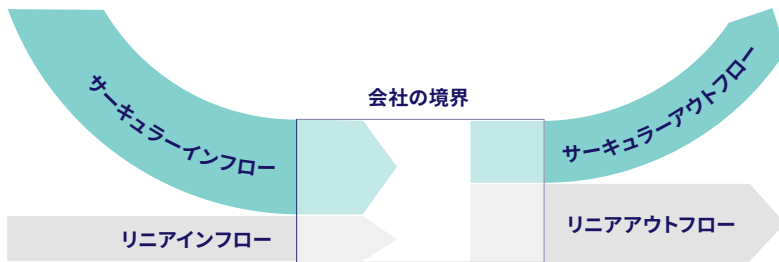
図12は、**マテリアル・サーキュラリティ率 (%)** 算定方法の概要を示したものです。

図12: マテリアル・サーキュラリティ率 (%)



マテリアル・サーキュラリティ率 (%) (サーキュラーインフロー率 (%) とサーキュラーアウトフロー率 (%) の加重平均) は、全体的なループ化における企業のパフォーマンスを示します。

図13: 4つの主なマテリアルフロー



サーキュラーインフロー率 (%) とサーキュラーアウトフロー率 (%) は、どちらも各フローのマテリアル・サーキュラリティ率 (%) の加重平均を含んでいます。したがって、フローレベルでマテリアル・サーキュラリティ率 (%) を評価する必要があります。

評価レベル

CTIにより、企業全体だけでなく、事業単位や生産拠点など、その企業の特定部分を評価することも可能です。

加重平均

マテリアル・サーキュラリティ率 (%) は、質量を加味したサーキュラーインフロー率とサーキュラーアウトフロー率の合計を、インフローとアウトフローの合計値で除した平均値として求められます。多くの場合、インフローとアウトフローは50%/50%前後になりますが、特殊なケースの場合 (例えば、在庫品が多いなど) は加重平均を使ってギャップを修正する必要があります。

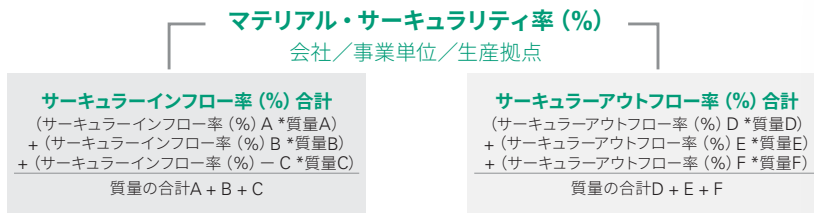
マテリアルフロー

マテリアルフローには、(組織によって) 栄養素、化合物、材料、部品、コンポーネントあるいは製品を含みます。

水

水はあらゆる企業が多様な目的に使用する特異な資源です。企業が使用する重量と容量によっては、水は評価の結果を歪めることがあります。そこで、水を全体のサーキュラリティ率から除き、水独自の指標を設けました。

図14: マテリアル・サーキュラリティ率 (%) の公式



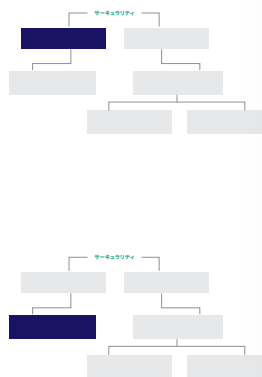
サーキュラーインフロー率 (%)

次の指標はインフローマテリアルのサーキュラリティの合計を評価します。

サーキュラーインフロー率 (%) 合計

$$\frac{(\text{サーキュラーインフロー率 (\%)} A * \text{質量}A) + (\text{サーキュラーインフロー率 (\%)} B * \text{質量}B) + (\text{サーキュラーインフロー率 (\%)} C * \text{質量}C)}{A, B, C \text{ すべてのインフローの質量合計}}$$

つまり、インフローのサーキュラリティ率 (%) はマテリアルレベルで決定する必要があるということです。



技術的サイクルに関するガイダンス

技術的インフローは次のいずれかと考えられます。

- **バージン/一次: リニア (直線型)**

これらのマテリアルは使われたことがないものです。こうしたマテリアルの場合:

$$\text{サーキュラーインフロー V率 (\%)} = 0\%$$

- **非バージン/二次: サーキュラー (循環型)**

これらのマテリアルは、前のサイクルで (部分的に) 使われたことがあるものです (例えば、再使用、再製造、リサイクルなど)。これらのマテリアルの場合:

$$\text{サーキュラーインフロー NV率 (\%)} = \text{循環済み資源含有率 (\%)}$$

サーキュラーインフロー率 (%) の場合、マテリアルは再生可能または非バージンであるため、その素材がサーキュラーとみなされるか否かは重要ではありません。どちらの区分も同じくサーキュラーとしてカウントされます。

場合によっては、インフローは再生可能かつ非バージンであることがあります。このような場合は二重カウントを防ぐため、サーキュラー・カテゴリーのいずれかのみでインフローをカウントします。

例: 区分

企業とそのバリューチェーンにおけるポジションによっては、3つのストリームの各量を決定するのは困難な場合があります。ここでの最も重要な区別は、サーキュラーフローをリニアフローから分離することです。

廃棄物管理

会社に流入している廃棄物ストリームが再生可能か、それとも二次廃棄物かを特定できない場合があります。流入してくるこの廃棄物はもともとバージン材料ではありません。したがって、この場合、企業はこのマテリアルを非バージン材料または二次材料としてカウントできます。追加的なフロー (加工原料など) を計算に入れさえすれば、全体の残りはサーキュラー (循環型) とみなすことができます。

マテリアル生産

バリューチェーンの反対にあるマテリアル生産者にとっては、バージンの再生可能インフローと二次的インフローを特定するのはより容易である可能性があります。この場合、企業はその他すべてのインフローをリニア (直線型) としてカウントできます。

生物学的サイクルに関するガイダンス

バイオベースのインフローは次のいずれかと考えられます。

- 再生可能：サーキュラー（循環型）

企業はバイオベースのインフローが持続可能な方法で生育・補充されるか、または採取後に自然のサイクルを通じて再生されている場合に、そのインフローをサーキュラーとみなすことができます。できれば再生可能で、少なくとも持続可能な形で管理されているインフローをサーキュラーとします（定義一式と参考資料については 105 ページの用語集を参照してください）。

インフローは全部または一部が再生可能なコンテンツで構成されることがあります。この場合：

$$\text{サーキュラリティインフロー R率 (\%)} = \text{再生可能原料含有量率 (\%)}$$

- 再生不能：リニア（直線型）

CTIでは、持続可能な形で管理されていないバイオベースの資源は再生可能とみなされません。したがって、これらの資源は循環型ではありません。これらの資源に関しては次のようになります。

$$\text{サーキュラリティインフロー NR率 (\%)} = 0\%$$

サーキュラーエコノミーは再生可能か持続可能か

サーキュラーエコノミーは、生態系が現在の圧力から解放され、回復と自己再生型システムへの転換の機会を与えられる完全回復型モデルです。結果として、生態系は持続可能な資源を自動的に生み出すこととなります。

現時点で、CTIにおける再生可能なインフローは、再生可能であることが望ましいものの、少なくとも持続可能な形で管理されている資源に重点を置きます。

持続可能性を超える高い目標を掲げ、生態系の健康回復における自社の再生能力を測定したいと考える企業のために、WBCSDはさらにもう1つ、追加の指標セットの開発を検討しています。

こちらの指標開発への参加に関心をお持ちの方は、CTI@wbcSD.org にお問い合わせください。



代替算定方法サーキュラーインフロー率 (%)

CTIIは、サーキュラーインフロー率 (%) のボトムアップ算定法だけでなく、サーキュラーインフロー率 (%) のトップダウン算定法も提供しています。企業によってはこちらの方が使いやすいかもしれません。

サーキュラーインフロー率 (%)

$$\frac{(\text{再生可能なインフローの質量} + \text{非バージンインフローの質量})}{\text{すべてのインフローの質量の合計}} \times 100\%$$

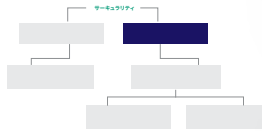
必要なデータセットは同じであり、2つのアプローチの結果は同じものになります。

サーキュラーアウトフロー率 (%)

サーキュラーインフロー率 (%) の合計と同じく、この式は、アウトフローの製品、副産物および廃棄物ストリームのサーキュラリティの合計を測定します。

サーキュラーアウトフロー率 (%) 合計

$$\begin{aligned} & (\text{サーキュラーアウトフロー率} (\%) D * \text{質量} D) \\ & + (\text{サーキュラーアウトフロー率} (\%) E * \text{質量} E) \\ & + (\text{サーキュラーアウトフロー率} (\%) F * \text{質量} F) \\ & \text{すべてのアウトフローの質量の合計} (D + E + F) \end{aligned}$$



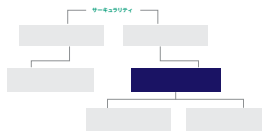
すなわち、サーキュラーアウトフロー率 (%) は、アウトフローのタイプごとに測定する必要があるということです。

サーキュラーアウトフロー率 (%) は、企業が全体として次のことをどれだけ有効に行っているかを示します。

1. 自社のアウトフローが資源循環可能になるように設計または処理する。例えば、技術的サイクルのアウトフローは修理、リファービッシュ、製造またはリサイクルが可能であるべきであり、生物的サイクルのアウトフローは生分解可能であるべきです。これが資源循環可能性率 (%) です。
2. 経済サイクルまたは生物的サイクルで、会社から出ていく製品、副産物および廃棄物ストリームが資源循環可能であることを実証する。これが実際の資源循環率 (%) です。

サーキュラーアウトフロー率 (%)

$$\text{資源循環可能性率} (\%) * \text{実際の資源循環率} (\%)$$



その材料が、技術的資源循環の可能性を持てるような方法で処理されず、かつバリューチェーンまたは生物的サイクルへの再導入も不可能な場合、そのアウトフローはリニア (直線型) とみなされます。

二重カウント

企業は、再生可能かつ非バージンであるインフローを1回のみカウントすべきです。

その材料をどちらの区分でカウントすべきかの選択は企業に委ねられます。

含まれるアウトフロー

アウトフローとしてカウントするフローには、固体、液体、気体の形態をとる販売済み製品 (パッケージを含む)、副産物および廃棄物が含まれます。これには工程または操業上の副産物または廃棄物が含まれます。

例：資源循環可能性は高いが実際の資源循環率が低い

多くの場合、旧式の情報機器や電気通信機器は部分的に解体可能です。つまり、資源循環可能性が高いということです。

しかし、その焼却 (エネルギー資源循環を伴う、伴わないにかかわらず) は、材料を破壊します。機器の価値と再使用、リファービッシュまたはリサイクルの可能性が消滅するため、実際の資源循環率は0%で、サーキュラーアウトフローは0%となります。

資源循環可能性率 (%)

資源循環可能性率 (%) は、その企業が技術的サイクルまたは生物的サイクルを通じてアウトフローを技術的に資源循環できるようにするために、アウトフローをどれだけ上手に設計できるかを示します。

大半のフローにおいて、典型的な分類は以下のとおりです。

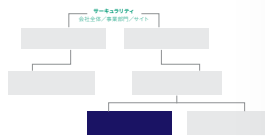
はい、このアウトフローは完全に資源循環可能です。つまり資源循環可能性は100%。

あるいは

いいえ、このアウトフローは資源循環不能です。つまり資源循環可能性は0%。

資源循環可能性率 (%)

はい-完全に可能 = 100%
いいえ-可能性ゼロ = 0%
ある程度の可能性 = X%
または生分解可能性率 (%)



技術的サイクルに関するガイダンス

製品、副産物または廃棄物で構成される技術的アウトフローについては、資源循環可能性を判断しなければなりません。資源循環可能性の測定に関してサポートが必要な場合は、追加のガイダンスについて私たちにお問い合わせください。

新しい技術が開発されるに従い、サーキュラー（循環型）とリニア（直線型）の線引きは難しさを増します。化学品のリサイクルなど、何がプロセスにおいてサーキュラーに適切であるかについては、全世界で議論が盛んになっており、このフレームワークは普遍的な回答を提供するものではありません。ここでは暫定的な指針を掲げています。レベルを問わず（分子レベルもありえます）、ある技術的マテリアルが技術的に実現可能かつ採算の取れる方法で、2回目の寿命においても機能的に同等のマテリアルであり続ける場合、それはサーキュラー（循環型）です。企業が無機原料または化石原料をダウンサイクルするか、または燃料に転換する、もしくは形状や形態を問わず燃やす場合、それはリニア（直線型）です。

例：パネル

金属とプラスチックシートを接着剤で接合して製作される建設パネルは、製品の技術的な寿命を終えた後は、こうしたマテリアルを分離・回収することが不可能であるため、資源循環可能性率は0%です。

これと比較し、ネジやリベットで接続されているパネルは、双方のマテリアルを分離し回収することが（個々のマテリアルの特性に応じて）可能であるため、100%の可能性があります。ネジやリベットは、再使用やリサイクルも可能である場合があります。

例：紙

天然の紙は生物圏により100%回収することができます。しかし、漂白や染色、印刷または無機物質を使用したコーティングによる汚染は、その生物分解能力を阻み、資源循環を不可能にし、そのため資源循環可能性が0%になることがあります。

生物的サイクルに関するガイダンス

生物圏での吸収に適した資源の場合、資源循環可能性は何を意味するでしょうか。これは2つの基準（生分解性と毒性）によって決定されます。

生分解性

その製品またはマテリアルフロー（固形、液体または気体）は、どの程度生物的に分解可能でしょうか。

資源循環可能性率（%）は、消費者が寿命終了時に技術的コンポーネントからバイオベースの資源を分別できるという条件下での、コンポーネントまたは化合物続可能性の生分解性率（%）の加重平均です。技術的なマテリアルとバイオベースのマテリアルを結び付ける形で設計された、いわゆるハイブリッド型製品を考えてください。消費者はそれらのマテリアル（例えば、綿と合成繊維の両方を使った衣類や、マイクロプラスチックを含むシャワースクラブ）を分別できないため、資源循環可能性は0%となります。

[経済協力開発機構（OECD）の生分解性試験基準](#)に生分解性についての説明があります。また、このほかに国際標準化機構（ISO）とオランダ規格協会（NEN）の規範も参考にすることができます（例：堆肥化可能性）。

企業は、自社の業務上のニーズに最も合致する基準を判断し、好ましい基準を自由に選択できます。

毒性

製品またはマテリアルフローに、生物的サイクルに害を及ぼす物質が含まれていませんか。

ある製品の毒素または有害物質が所定の基準の範囲内である場合に限り、その製品は資源循環可能性を持つと考えてください。

サーキュラーエコノミーの測定基準全体に一貫性を持たせるため、CTIは「[Cradle to Cradle Certi-fied](#) 製品プログラム、[ドラフトv4制限物質リスト（RSL）](#)」を参照します。

RSLには、特定された全物質の合否基準が示されています。このリストを使い、自社の生分解可能なアウトフローに含まれる有害物質の合否レベルをチェックすることができます。

食品廃棄物

初期設定として、食品廃棄物は生分解可能とみなします。現地当局（例えば、米国食品医薬品局）が人または動物による摂取を許可した場合には、資源循環可能性を確実に100%と考えることができます。

食品の場合、CTIでは、その食品が実際に用途どおりに使用されているか（摂取されることによって、生物圏のほかの生命体に栄養素を提供しているか、または別の目的のために再使用されているか）、それとも廃棄もしくはロスになっているかに焦点が置かれます。

したがって、実際の資源循環率（%）は、食品のループ化の成否を測定する重要な指標となります。

実際の資源循環率 (%)

実際の資源循環指標率 (%) は、最初の寿命サイクルの終了時に資源循環されるアウトフローの量を捉えます。

実際の資源循環率 (%)

標準資源循環率
または地域／部門ごとの資源循環率
または手作業による資源循環率 + 正当性



資源循環は収集とは異なります。収集後にマテリアルは埋め立てられたり、焼却されたりすることがあります。したがって、この指標は推定に基づくことなく、実際のデータを要します。出荷後も、製品フローを管理し追跡していれば、このデータは入手可能なはずですが、透明性と堅牢性を高めるため、算定に社内の資源循環データを使用する際は、十分な裏付け文書を確実に入手することを推奨します。

自社でアウトフローの記録を取っていない場合には、(例えば、特定の電子機器、食品、繊維製品など) 幅広い製品グループに関して入手可能な、(多くの場合、国または地域の) 標準資源循環率を参照できます。

技術的サイクルに関するガイダンス

多くの技術的マテリアルの資源循環データは、地域やセクターによって異なります。正確な評価を期すため、入手できるのであれば、販売／使用の地理的範囲およびセクター特有のデータ (またはそのいずれかのデータ) に基づいて、その製品／マテリアルの初期設定値を検討することを推奨します。技術的マテリアルの資源循環にはエネルギー資源循環は含まれず、マテリアル資源循環のみが含まれます。

ステップ1では、企業が自社のCTI評価の時間枠を決定します。一般的には1年です。企業は、多くの製品が、1年以上持続する製品や使用段階に投入されることを念頭に置き、算定にあたってはその年の実際の資源循環率を使用すべきです。

規制強化により、一般に時間の経過に伴って資源循環率は高くなるため、現在の資源循環率を採用することは、これらの製品、コンポーネント、マテリアルの実際の資源循環に関して最悪ケースのシナリオ想定となります。

ある製品が何年間か、あるいは何十年間も在庫として置かれる場合には、その企業が現在取ることができるすべての対策が確実に講じられるようにするため、CTIの焦点をサーキュラーインフローと資源循環可能性に当てるべきです。

例：ファッション

衣類ブランドのなかには、古い衣服のリサイクルをしようという大望を持って、これを資源循環するところがあります。このフレームワークでは、資源循環されたものとして、別の中古の衣類、アクセサリ、家庭用の布などに還元されている実際の生地および繊維のみを考慮します。

例：照明器具の販売

電球の購入に加え、現在では灯りのみを購入することが可能になっています。メンテナンス契約において、照明会社は照明機器の所有権を保持し、それにより、修理され再使用される素材に関するアウトフローとデータを引き続き管理でき、これらは社内で利用できます。

例：Tシャツ

生分解可能な製品 (毒性のある染料を使用していない綿のTシャツなど) が埋め立て地で寿命を終えると、他の毒性のある廃棄物と混合することで汚染され、生物圏における栄養素としての働きを失うことがあります。その場合、100%の資源循環可能性があったにもかかわらず、リニアアウトフローとしてみなされます。

生物的サイクルに関するガイダンス

技術的サイクルと同様に、CTIは生物的サイクルが生物資源を吸収できるようなさまざまなループを提案しています。これについては「ループ最適化」の項でさらに詳しく説明します。

製品またはマテリアルフローが生物的サイクルで実際に資源循環されたとみなされるのは、(例えば、堆肥化のように) 設計時に意図されたとおり生分解する場合に限られます。

バイオ燃料とバイオマスからのエネルギー資源循環

技術的サイクルとの一番大きな違いは、バイオベースの資源は(雷による火事のように) 自然に発生する可能性のある燃焼プロセスで生物的サイクルに戻るといった点です。しかし、CTIにおいて、これが起きる条件が循環型とみなされるのは、次のように、エレン・マッカーサー財団の「[マテリアル・サーキュラリティ・インデックス](#)」フレームワークから引用した具体的条件を満たす場合のみです。

1. (技術的能力と採算性の観点で) 埋め立て以外の別の寿命終了時の選択肢が尽きていなければなりません。
2. そのマテリアルが生物資源由来でなければなりません。
3. その生物的マテリアルは、持続可能な生産による原料に由来すること(すなわち、再生可能な範囲で生産されたこと) が明らかでなければなりません。
4. その生物的マテリアルが技術的マテリアルによって汚染されているはなりません(それらの技術的マテリアルが明らかに不活性で毒性を有さない場合は除きます)。
5. エネルギー資源循環が最適化されなければなりません。また、そのエネルギーが有益に使用され、他の再生不能なエネルギーに取って代わらなければなりません。
6. エネルギー資源循環の副産物自体が生物的に有益でなければなりません。また、送り込まれる生態系に有害であってはなりません。

混合廃棄物の埋め立てと焼却はリニア(直線型)とみなします。たとえ50%が生体物質で構成されていたとしても、循環型としての区分に関する上記の基準を満たしません。フローに関するデータが入手できず、かつ下流の追跡が行われていない場合、実際の資源循環は0%とみなされます。

フロー、特にバリューチェーンの上流または下流の多数の段階におけるモニタリングの難しさが認識されています。バリューチェーン内の協力が限られる限り、このデータを収集し、共有することの重要性を効果的に伝えることはできません。こうした話し合いがまだ始まっていない場合には、話し合いを開始するための一貫したプロセスと根拠がCTIによって示されることが期待されます。

食品廃棄物

食料と飼料を除き、ほとんどの生物資源は、その栄養素が生物的サイクルに安全に戻される限り、循環型とみなされます。

食料の目的は人間と動物を育むことです。循環型として区分するためには、それらを生物的サイクルに戻すだけでは不十分です。したがって、摂取された食料のみを100%資源循環された(循環型)とみなします。

生分解性、またはバイオ燃料/バイオガスによる食品廃棄物の資源循環化は50%のみ循環型とみなします。

(エネルギー資源循環があってもなくても) 食品廃棄物の埋め立てと焼却は直線型とみなします。

カスケード

資源循環は材料に単にセカンドライフを与える以上のものです。技術的サーキュラーフローの現行基準は、その材料が、(材料、部品、製品などのいずれであるかを問わず) 会社に入ってきた時と機能的に同等なインフローの状態を技術的に実現できることとなっています。この機能的同等性とは、当該企業または他社が、同じ目的または類似する目的でその材料を使用できることを意味します。

このフレームワークにおいては、焼却でエネルギーに転換される技術的フローはサーキュラー(循環型)ではありません。なぜなら、焼却後は同じ機能的同等性に戻らないからです。



例：プラスチック

小型のIT機器にある高グレードのプラスチックは同じ製品で再使用することはできませんが、コーヒーメーカー本体に再使用することは可能であり、リサイクルコンテンツとして何回もループできる場合、これは機能的に等価であるためサーキュラーとなります。

例：ゴム

遊び場のフロアタイルとして使われる粉砕タイヤは、新しい遊び場のフローリングまたは他のものとして再利用できる場合、サーキュラー(循環型)とみなされます。

コプロセッシング

コプロセッシングとは、単一の工業プロセスにおいて、残留廃棄物を鉱物資源の原料(材料リサイクル)、および化石燃料を代替するエネルギー源として同時に使用することを指します。この場合、この残留廃棄物はサーキュラーインフローの条件を満たしますが、サーキュラー(循環型)となるアウトフローは、完全に資源循環され、機能的同等性を維持しながら別のプロセスで使用される部分のみです。その他のアウトフローは、技術的サイクルまたは焼却される混合廃棄物ストリームであって再使用ができないため、リニア(直線型)とみなされます。

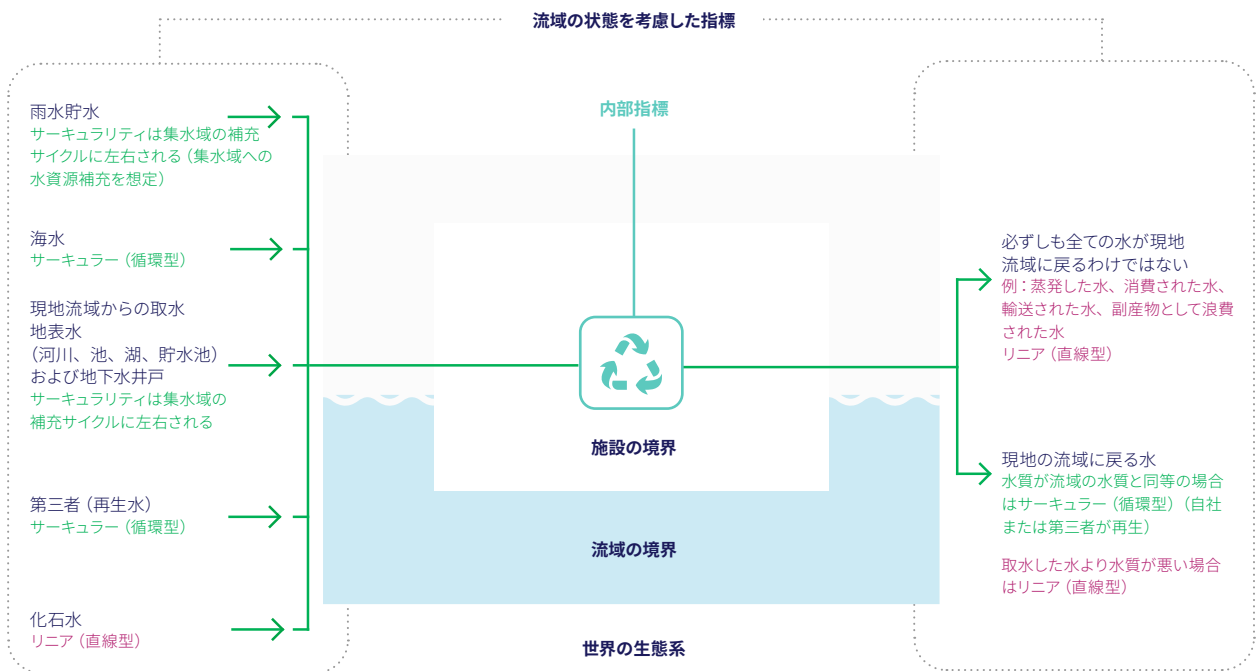
水のサーキュラリティ率 (%)

水は有限で不可欠な資源です。責任を持って水を使用し、可能な限り循環の原則を適用することはきわめて重要です。

水が他のマテリアルや資源と異なる点は、関係する生態系の大きさです。マテリアルはグローバルなシステムのなかで循環可能ですが、水のサーキュラリティは、集水エリアまたは地元の流域に関して局地的に評価する必要があります。これにより、当該集水域の水供給に依存するその企業施設および周辺の全ステークホルダーの実際の水の可用性が判断できます。水のサーキュラリティの目的は、水需要を小さくし、すべての使用者と環境のための水資源量を保証することです。

下の図15は、流域のなかで企業（施設）の境界がどのように位置するかを示したものです。

図15：水循環システムの図



水のサーキュラーインフロー率 (%)

現地生態系の補充能力という観点で測定
調達された水は取水より速いスピードで補充されているか。

オンサイト循環

社内での再使用とリサイクル
平均的な状態の水は施設全体を平均何回循環するか。

水のサーキュラーアウトフロー率 (%)

現地の水生生態系への影響という観点で測定
水は、生態系が成長を続けられるように現地の流域に安全に戻されているか。

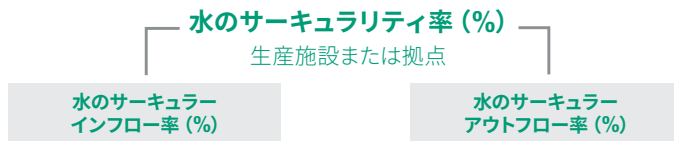
- サークュラー（循環型）
- リニア（直線型）

水のサーキュラリティの基本原則

水のサーキュラリティを評価するために、CTIは流域の状態を考慮した2つの指標と1つの社内指標を設けました。流域の状態を考慮した指標は必須ですが、社内指標は任意です。2種の指標は同じデータセットに基づきます。

流域の状態を考慮した指標

生産施設または拠点の水のサーキュラリティは水のサーキュラーインフロー率(%)と水のサーキュラーアウトフロー率(%)の平均値です(量は同じと想定します)。

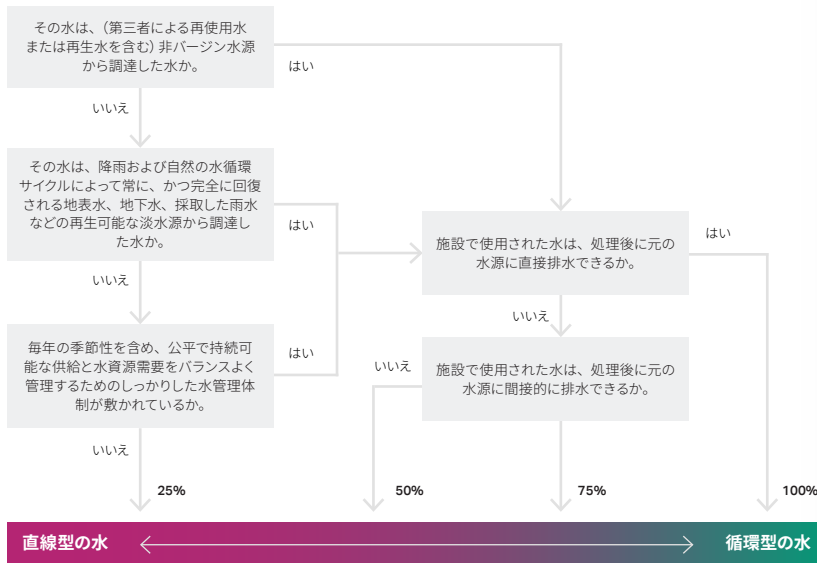


水のサーキュラーインフロー率 (%)

この指標は、所定の時間枠のなかでの水の全インフローの総サーキュラリティを測定するものです。次のように算定します。

$$\frac{\text{循環型総取水量}}{\text{総取水量}} \times 100\%$$

下のディシジョンツリーを使って、水のインフローのサーキュラリティを測定します。



水のサーキュラーアウトフロー率 (%)

この指標は、所定の時間枠のなかでの水の全アウトフローの総サーキュラリティを測定するものです。次のように算定します。

$$\frac{\text{循環型総排水量}}{\text{総取水量}} \times 100\%$$

水のサーキュラリティに関する基本原則に基づき、サーキュラーアウトフローには次の3つの基準が設けられています。

1. 他のサイトによって（オフサイトで）再生される場合、その水はサーキュラー（循環型）です。流域内の市町村への飲料水供給はこれに含まれます。
2. 環境用水、社会用水、農業用水または工業用水としてただちに使用可能な水質で現地の流域に戻される場合、その排水はサーキュラー（循環型）です。
3. 環境用水、社会用水、農業用水または工業用水としてただちに使用可能な水質で現地の流域に戻される場合、その生産水はサーキュラー（循環型）です。

水のサーキュラーインフローのディシジョンツリー

ディシジョンツリーは、インフローの取水先が循環型か直線型かを明確にする上で役立ちます。最終的に、より循環性の高いインフローを選択するための意思決定を後押しすることがディシジョンツリーの目的です。ディシジョンツリーを使用するにあたっては、取水源に関して現地の信頼できるデータを入手することが重要です。

水質

水質は、選択した物理的、化学的、生物学的特性に基づき、特定の用途に対する水の適合性を測る評価基準です。飲料水、灌漑用水、工業用水などさまざまな水の用途には、しかるべき当局（例えば、省庁）が定める特定の品質基準もしくはパラメータ、および（または）業界標準があるでしょう。

人間が管理する水と自然が操る水

原始的な方法で、水の循環サイクルを自然が操るサイクルと人間が管理するサイクルに分けることが可能です。ある流域のなかで、自然の水循環サイクルは水を再び最適化し、再使用し、補充する働きをします。人間が管理するリサイクルでは、私たちが取水、利用、再補充を通じて自然の水循環サイクルを変えてしまう場合、人間の行動が水のサーキュラリティに影響を与えます。WBCSDのcircular water metricsに関するさらなる詳細なガイダンスについては、[water metrics guidance and tool](#)を参照してください。

施設自体または第三者が排水に先立ち、必要な水処理を行うことが可能です。

施設内部指標

オンサイト循環

この指標は、その水がアウトフローとして施設を出る前に、企業がオンサイトで平均的な状態の水を使用した回数を表します。

次のように算定します。

オンサイト循環（再使用・リサイクル）

$$= \frac{\text{水使用量} - \text{総取水量}}{\text{総取水量}} + 1$$

その施設が使用した水の総量は、施設の全プロセスで必要とされるすべての水（例えば、洗浄水、冷却水、原料水、水道水など）の合計です。

エネルギーと栄養素の資源循環

水を排出する前に、水からエネルギーと栄養素（またはそのいずれか）を資源循環できる場合があります。

CTIはこれを循環型の実践方法として認めますが、水のサーキュラリティ指標には含めていません。どちらのタイプの資源循環も、再生可能エネルギー率（%）またはサーキュラーアウトフロー率（%）のいずれかに寄与すると考えられます。それらデータセットにおける値の取扱いについては、それぞれの項目で説明しています。

水のサーキュラリティ、ウォーター スチュワードシップと持続可能性

水資源管理のさまざまな側面と影響（すなわち、持続可能性、スチュワードシップ、サーキュラリティ）の測定を目的とするアプローチやイニシアチブがいくつかあります。これらを同一ではないものの互いに関連する側面として捉えるような骨組みを作ることが重要です。例えば、サーキュラリティがウォータースチュワードシップの目標達成を後押しし、その結果、より持続可能な水の利用につながる可能性はありますが、サーキュラリティは持続可能な水の利用と同じではありません。このほかにも、これらの側面の測定を目的とする方法が策定されたり、開発が進められたりしています。持続可能性に関しては、「Science Based Targets Network」が、水を含めた自然のための科学的根拠に基づく目標を適用するための指針を策定中です。また、ウォータースチュワードシップに関しては、世界資源研究所（WRI）などの機関が、ウォータースチュワードシップ活動を導入し、評価する方法を発表しました。「Volumetric Water Benefit」と呼ばれる方法です。

再生可能エネルギー率 (%)

サーキュラーエコノミーにおいては、エネルギー生産は再生可能エネルギーに依存し、化石燃料から脱却します。

その算定は複雑で、結果の精度が下がるおそれがあるため、CTIでは事業運営に使用される再生可能エネルギーを分けて測定します。

再生可能エネルギー率 (%) の公式は以下のとおりです。

再生可能エネルギー率 (%)

$$\frac{\text{再生可能エネルギー消費量 (年間)}}{\text{エネルギー合計 (年間消費)}} \times 100\%$$

大半の企業は再生可能エネルギー消費量の測定と報告にあたり、世界的に認められ、一般に採用されているプロトコルをすでに使用しています。

CTIはWBCSDのアプローチに沿って、企業が現行の方針と手順を使用することを認めており、既存のデータセットを再使用することが可能です。

再生可能エネルギーの定義についての指針が必要な場合は、[国際再生可能エネルギー機関 \(IRENA\)](#)³⁶が公表しているエネルギー源を参照してください。

- 太陽光エネルギー
- 風力エネルギー
- 水力エネルギー
- 地熱エネルギー
- 海洋 (潮力) エネルギー
- バイオエネルギー

測定では、エネルギーの内容を示し、企業に入り込むすべてのエネルギー担体 (ガス、電気、燃料を含むが、これらに限定されない) を含みます。

CTIの解釈上、企業がこの指針で100%を超える再生可能エネルギー率を出すことはありません。よって、ある企業が使用量を上回る再生可能エネルギーをオンサイトで生産し、電力網 (電力会社) に売電しているとしても、再生可能エネルギー指標の上限は100%にする必要があります。この指標の意図は比較的シンプルであり、再生可能エネルギー消費へのシフトを促すことにあります。

マテリアルフローとエネルギー生成

エネルギー生成のためのインフローは、再生可能または非バージンである場合にサーキュラーインフローとして区分します。

燃料として使用され焼却される、または燃料として使用されるか、もしくは焼却されるアウトフローは必ずリニア (直線型) として区分します。

エネルギー担体

エネルギー担体が物理的なマテリアルフローとして社内に入ってくる場合は、それらのエネルギー担体を自社のインフロー計算のなかで考えます。これらのエネルギー担体が非バージンまたは再生可能である場合は、サーキュラーインフローとみなします。逆に、エネルギーの一部として社内に入ってくるエネルギー (すなわち、電力網から供給されるプロセス用電力) は、再生可能エネルギー率 (%) の計算のなかで考えます。

ループ最適化

クリティカルマテリアル

この指標では、クリティカルな素材とそうでない素材を最初に区別することによって、リスクにさらされているインフローの割合を初見で捉えることができます。

最初のステップは、インフローのなかで、総インフローのうちどれだけの質量がクリティカルかを明らかにすることです。クリティカルマテリアルは比較的近い将来に稀少化しやすく、機能を損なうことなく他のマテリアルで代替することが困難です。いくつかの機関が重要な原材料を特定しています。例えば、EUは[30の原材料](#)を重要な素材としてリストアップしています³⁷。さらに米国は、米国の国家安全保障と経済にとって重要と考えられる[50の鉱産物](#)のリストを作成しました³⁸。

これらのリストには、人権侵害の観点からなど、問題のあるサプライチェーンに関する基準は含まれていません。今後は、人的資本および環境資本に関係したサプライチェーンの課題を含め、その他のデータソースが追加される可能性があります。

クリティカルまたは欠乏する素材の類似したリストを作成中またはすでに発表している当局がほかにもあるかもしれません。地域リストは多少異なることがあるかもしれませんが、任意のリストに表示される素材については再度確認する必要があります。

クリティカルマテリアル

(例えば、エレクトロニクス部門など) 製品が非常に複雑な産業にとって、この情報の入手は困難かもしれません。さらに、クリティカルマテリアルは、バリューチェーンを介して移動するコンポーネント内にきわめて少量存在することがあります。

企業は、これらのいずれかの素材への依存に関連してさらされるリスクを評価するか否かを決定できます。このレベルでのサプライチェーンの透明性を得るための取組みは、かなり大掛かりなものとなり得ます。一方で、これに関わるリスクは検討に値するものです。

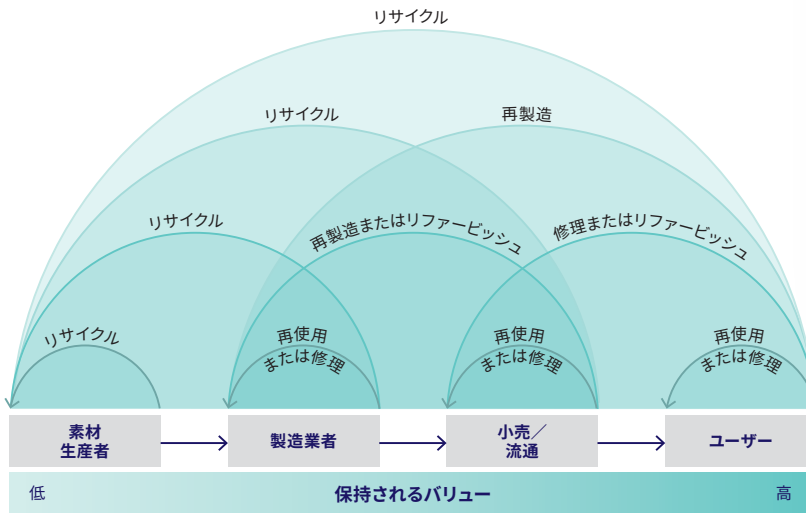
クリティカルマテリアル率 (%)

$$\frac{\text{クリティカルとして定義されるインフローの質量}}{\text{リニアインフローの質量の合計}} \times 100\%$$

資源循環タイプ

「ループ化」モジュールとサーキュラリティ率(%)では、ダウンサイクリングとエネルギー資源循環を除いた場合、技術的サイクルのなかで移動するフローの資源循環タイプに関する評点に変わりはありません。各戦略はバリューチェーンのなかのどこかのタイミング、どこかの場所で発動する必要があるため、このような捉え方が必要です。

図16: 保持される価値



例えば、製品を永久に資源循環し続けることは不可能であり、ある時点で素材のリサイクルが必要になるでしょう。「ループ最適化」モジュールでは、自社の能力の範囲で、より高い価値を保持するための戦略を資源循環タイプ率(%)で詳しく探ることができます。図16に示すように、一般に資源循環ループが小さいほど必要なエネルギーや処理は少なくなります。また、素材/製品資源循環の形態が効率的になり、保持される価値が大きくなります。例えば、製品のリサイクルよりも修理では、要するロジスティックスや復元が少なく済み、より多くの製品価値が保たれます。

一般的に、資源循環ループの最小化を目指すことが企業にとっての最高の利益になります。

CTIオンラインツールは、アウトフローレベルでの任意のデータ入力を取り入れています。資源循環された製品、副産物、廃棄物ストリームなどに用いられる資源循環のタイプをここで詳しく記入します。フィードバックでは、再使用/修理、リファーマービッシュ、再製造、リサイクル、または生分解された資源循環済み素材の割合の内訳が示されます。

すべてのループは同等にサーキュラー（循環型）

一般にループが小さい方が望ましいのですが、CTIではどのタイプの資源循環も同等にサーキュラーとされます。

したがって、ループ化の算定では、すべての資源循環タイプがその企業のサーキュラリティパフォーマンスに等しく貢献します。このことは資源循環タイプに変化があっても、サーキュラーアウトフロー率(%)が変わることを意味しません。ただし、ループ最適化の資源循環タイプ指標は資源循環タイプの変更を捉えます。

資源循環タイプ：寿命延長による資源循環率 (%)

サーキュラーエコノミーにおいて資源の価値を維持する最も効果的な方法は、製品や部品、原材料を有用な限り使い続けることです。企業としてこれを達成するためには、寿命延長戦略（再使用、リファービッシュ、再製造）を適用できる場合において、必ずこうした戦略の採用を推し進めることです。

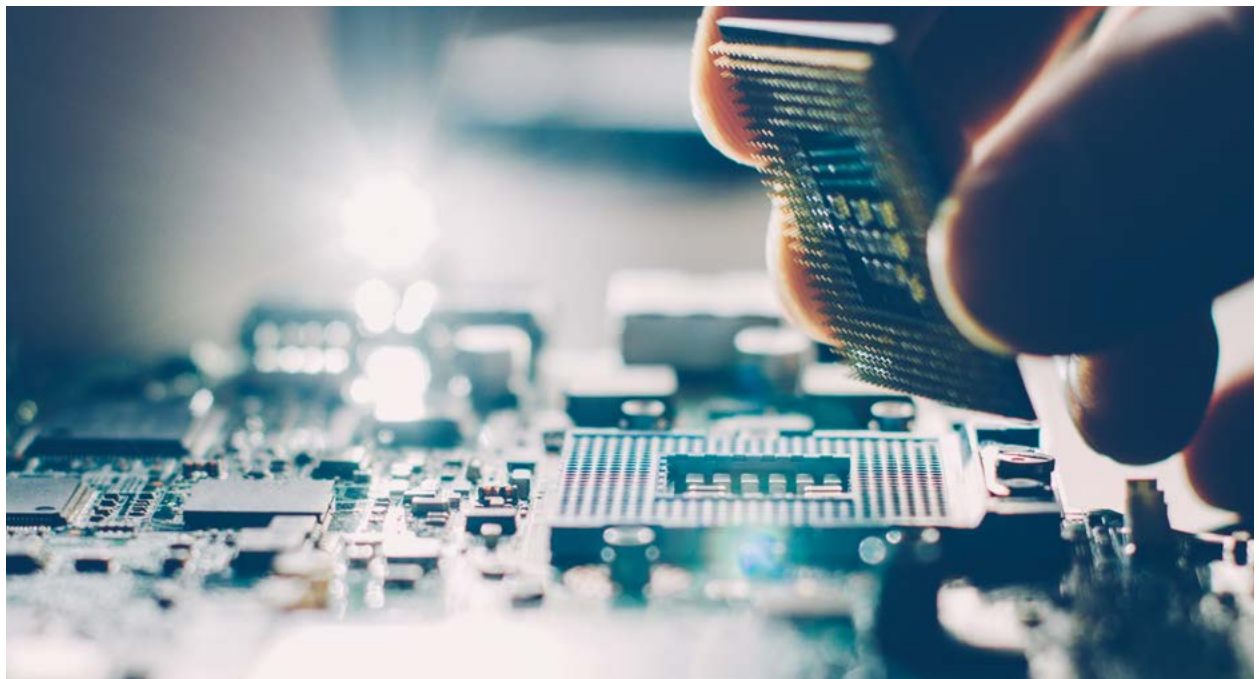
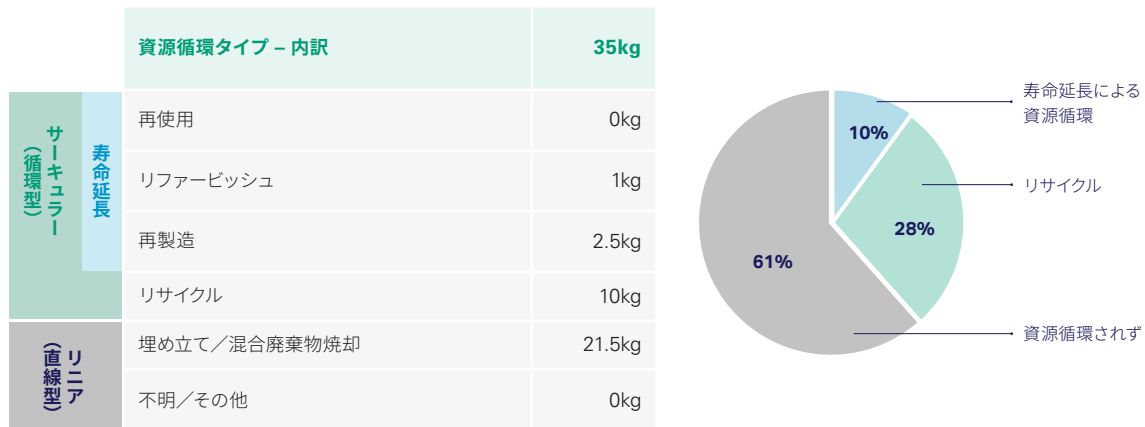
このような技術的サイクルにおける寿命延長戦略のパフォーマンスを追跡したいと考える企業に対して、CTI v3.0は個別のスコアを用意しています。それが「寿命延長による資源循環率 (%)」です。このスコアは、再使用、リファービッシュまたは再製造されたアウトフローを対象に、パフォーマンススコアを個別に集計するものです。オンラインツールでは、資源循環タイプ率 (%) 指標のアウトフローレベルに入力されたデータに基づき、このスコアが自動算定されます。この指標は、技術的マテリアルと、技術的マテリアルと同様の機能を有するバイオベースの素材（木材など）の実際の資源循環タイプに適用されます。

表3：寿命延長による資源循環戦略

		資源循環タイプ	説明	
サーキュラー (循環型)	寿命延長	再使用率 (%)	クリーニングと小規模な修理以外に変更はなく、機能も同様である	↑ 寿命延長による 資源循環率 (%) ↓
		リファービッシュ率 (%)	リファービッシュや大規模な修理による変更、必要に応じた構成部品の交換が生じるものの、機能は同様である	
		再製造率 (%)	変更や構成部品の交換、使用場所の変更が生じ、また機能も異なる	
	リサイクル率 (%)	原材料の機械的または化学的リサイクル		

寿命延長活動で廃棄物とみなされるアウトフローを、リサイクルまたは資源循環されない対象として考慮する必要があります。リサイクルは資源循環タイプの1つであり、CTIにおいては循環型とみなされる一方で、寿命延長にはつながらないため、このサブ指標では、次のサイクルでリサイクルされるすべてのマスフローを寿命延長による資源循環から除外しています。

図17: 洗濯機の資源循環タイプの内訳例 (寿命延長による資源循環率 (%))



生物的サイクルのカスケード階層

CTIIは、技術的サイクルと生物的サイクルの両方で各種の資源循環を識別します。図18は、生物的サイクルに戻る生分解可能な製品、副産物または廃棄物ストリームの一般的なカスケード階層を資源循環化レベルに従って示したものです。

この階層では、生物的サイクル（エレン・マッカーサー財団のバタフライダイアグラムの左側）のみを考えます。一番上の欄は技術的サイクルによる資源循環をまとめたものですが、図18の戦略のいずれかを伴う可能性があります。

図18：生物サイクルの資源循環階層

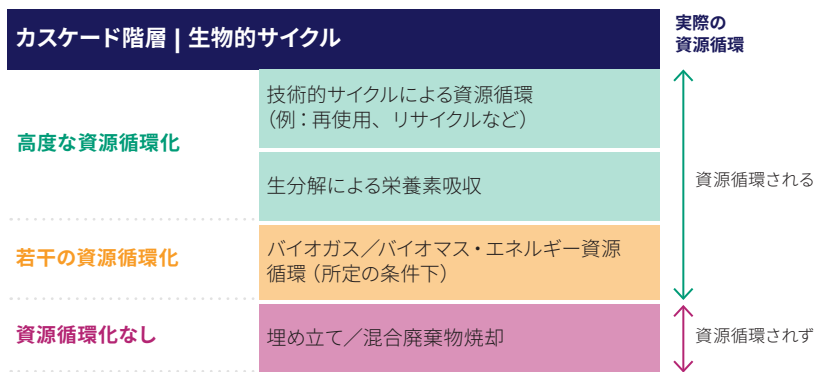
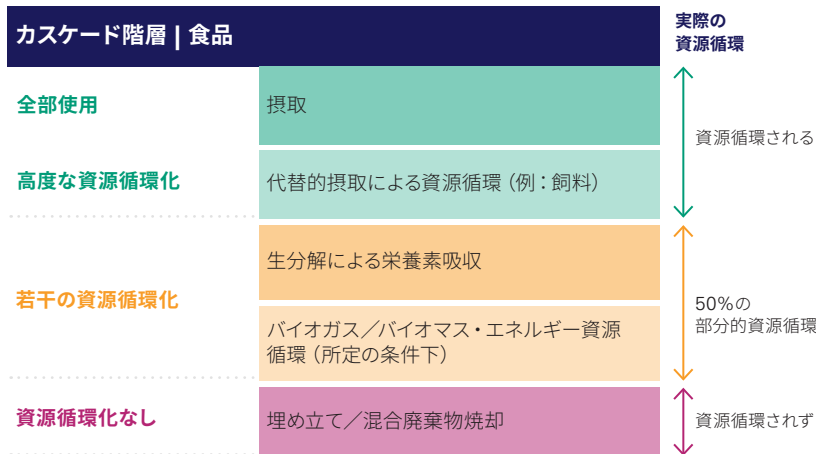


図19：食品・食品廃棄物のカスケード階層



生物学的サイクルによる資源循環に適した生分解可能な製品、副産物または廃棄物ストリームのカスケードを見ると、取組み方の修正を要するストリームが1つあります。それは食品です。食品の生育・生産は摂取という目的のためだけに行われるため、摂取ではなく生分解による資源循環を同等にサーキュラーな（循環型の）資源循環モデルとみなすわけにはいきません。具体的には食品の場合、資源循環化階層は図19のようになります。

この階層は食品の可食部分のみを対象としています。主たる生物学的サイクルのカスケード階層には、卵殻、オレンジの皮、コーヒーの出し殻など食用に適さない食品廃棄物ストリームが含まれます。

ループ最適化の改善機会を評価するかどうかの判断は各企業に委ねられます。部分的資源循環から高度な資源循環または全部使用へと食品廃棄物回収が改善されると、実際の資源循環率（%）のスコアが高くなり、結果としてサーキュラーアウトフロー率（%）も上昇します。それは技術的サイクルの資源循環戦略とは異なるからです。技術的サイクルでは、すべての資源循環戦略がバリューチェーンのなかのどこかのタイミング、どこかの場所で発動することが前提となっています。しかし、生物学的サイクルの食用ストリームは違います。例えば、摂取した食品はもはや（食品として）生分解可能ではなくなります。したがって、生物学的カスケードの場合は、循環型としての性質が異なる活動の明確な階層が存在します。



実際寿命

製品や原材料をその耐用寿命の終了まで使用し続けることで、資源の消費と廃棄物の発生を最小限に抑えることができます。実際寿命指標では、その寿命が業界平均よりも長い製品に、他の製品よりも高いスコアが付与されるため、これを基に、製品寿命に関する自社のパフォーマンスをモニターすることができます。

製品寿命とは、製造後または資源循環後に、製品が使用のためにリリースされた瞬間から始まり、製品が陳腐化した瞬間に終わる一定の期間を想定したものです³⁹。製品の耐久性とは、「限定的な事象によって、その機能が妨げられるまで、一定の使用条件、保守および修理の下で、要求どおりに機能する」能力を意味し、製品寿命の延長に貢献するものです⁴⁰。

製品の耐久性を決めるのは、技術的寿命と機能的寿命です。技術的寿命とは、定義された使用条件下で、最初の故障が発生するまで、製品が要求に応じて機能すると想定される期間、または使用サイクル数のことです。機能的寿命とは、運用、保守および修理に関わる経済性、または陳腐化を理由に、使用者の要求が満たされなくなるまでの製品の使用期間のことです。技術的寿命が製品の本質的な特性の一部である一方、機能的寿命は製品にどのような条件が設定されるかによって決まります⁴¹。

CTIの実際寿命指標は、製品の平均寿命に対する理解を深めることを、企業に促す目的から開発されたものです⁴²。実際寿命とは、設計寿命や保証期間ではなく、製品の実際の平均的な寿命を意味します。

この指標では、業界平均よりも長く使用状態にある製品に対して、より高いスコアが付与されます。算定方法は次のとおりです：

実際寿命指標

$$= \frac{\text{製品の実際寿命}}{\text{平均的な製品の実際寿命}}$$

企業は、実際寿命を年数または使用サイクル数で算定できます。

この指標の算定に際して、企業は基準となる寿命値を、例えば従来製品の寿命（期間もしくは使用サイクル数）や該当する場合は少なくとも数種類の従来製品の平均寿命から、または次のいずれかにて把握される「業界の平均的な」製品の寿命（期間もしくは使用サイクル数）から決定します：

- ライフサイクル評価（LCA）のベストプラクティスとCTIの他領域の結果の両方と矛盾しない手法によって算定
- 最新データが使用され（少なくとも古いデータが使用されておらず）業界の現状が反映された参考資料に基づき算定

注：

製品設計では、その製品の耐久性および使用寿命が、その製品の環境影響や製品の製造から顧客に提供するまでの工程において必要となるエネルギーと直接的な関係があることを保証する必要があります。

例：

マットレスの平均的な製品寿命は10年です。業界平均より明らかに高い寿命（15年など）を有するマットレスは、実際寿命のスコアがプラスとなります。（寿命に関するデータソース：[製品寿命データベース \(Product Life Database\)](#)、[国際リビング・フューチャー協会 \(International Living Future Institute\)](#))

この指標が説得力を有するか否かは、評価対象となる製品の実際寿命の算定に、企業がどのような手法を使用するかによって決まります。例えば、同様の地理的条件と時間枠において、同様の顧客基盤全体を対象とした製品をレファレンス製品とします。広く採用され、比較可能となるかどうかは、寿命の測定に際して、当該の業界やセクターが標準化された適切な手法を一貫して使用するかどうかによって決まります。

実際寿命指標の算定に際しては、企業は、その目標を、対象製品の実際の平均寿命の把握に置くことが推奨されます。自社の製品の平均寿命への理解を深める上で、製品が受けた保守や修理、アップグレードの状況や歴代の利用者数などを把握することも検討してください⁴³。

実際寿命指標の算定では、完成品そのものの性能がその対象となります。現在のところ、部品や材料は比較対象に含まれません。

企業は、その製造や廃棄の段階で最も高い環境影響が生じ、使用時に水や電気、洗剤などの消費を要しない、またはその消費が最小限で済む耐久消費財にCTIの実際寿命指標を使用することができます。例えば、家具や衣服、技術的装置などがこれに含まれます。

家電製品や電子製品、電子装置など、使用時に電気や水、洗剤などを消費する耐久消費財については、必ず対象製品の最適な交換率について考慮する必要があります。

本質的に寿命が短い非耐久消費財（日用消費財など）には、CTIの実際寿命指標を適用しないでください⁴⁴。

例：

コンピュータのマウスは6年の使用を見越して設計されていますが、その平均寿命は4.5年です。CTIの実際寿命指標では、マウスの使用期間が業界平均よりも明らかに長い企業に対して、プラスのスコアが付与されます。（寿命に関するデータソース：[製品寿命データベース \(Product Life Database\)](#)、[国際リビング・フューチャー協会 \(International Living Future Institute\)](#)）

ループ評価

このモジュールは企業が依存する素材の単位当たりの収益を生み出すのにどの程度効果を上げているかについての知見を得るのに役立ちます。

サーキュラー型資源の生産性

このモジュールにおける最初の指標は、サーキュラー型資源生産性であり、これは企業がリニアインフローの単位当たり生成する価値を表します。結果は企業が長年にわたりモニターできる価値になります。算定方法は以下のとおりです。

サーキュラー型資源生産性

$$\frac{\text{収益}}{\text{リニアインフローの質量の合計}}$$

この指標における増加は、(リニア) 資源への依存性から財務上の成長をうまく切り離していることを示します。

CTI収益指標

CTI収益指標は、企業が使用する資源のループ化に関するパフォーマンスと、それが企業の業績に与える影響の間にある客観的な定量的関係を示します。

ある製品のCTI収益指標は次のようにして求めます。

CTI収益指標 (製品)

$$\frac{\text{サーキュラーインフロー率 (\%)} + \text{サーキュラーアウトフロー率 (\%)}}{2} \times \text{収益}$$

ある事業部門または企業のCTI収益指標を求めるときは、算出したすべての製品CTI収益指標を合計します。

CTI収益指標 (会社全体)

$$\sum \begin{matrix} \text{CTI 収益指標 A} \\ + \text{CTI 収益指標 B} \\ + \text{CTI 収益指標 C} + \dots \end{matrix}$$

この計算を行うことで、企業は (1) より循環性の高い新製品を開発し、(2) 既存製品ポートフォリオのサーキュラリティを改善し、(3) ポートフォリオのなかでより循環性の高い製品の売上を伸ばすことによって、製品ポートフォリオの方向付けを通じてより多くの収益をサーキュラー (循環型) と位置付けることができます。

通貨の選択

企業は財務報告で使用する通貨と同じ通貨を使用すべきです。企業が複数の通貨を使用している場合は、CTI評価の適用範囲と目的を考え、対象となる意思決定者への情報提供に最も適した通貨を判断してください。

例：CTI収益指標

循環率25% (サーキュラーインフローとサーキュラーアウトフローの加重平均) と評価され、100万米ドルの売上を創出する製品は、会社のCTI総収益に25万米ドル貢献します。

企業は下の表4のようにCTI収益指標を表形式でインプットすべきです。これにより、自社の収益がサーキュラーパフォーマンスの階層のどこに該当するかを観察できます(例えば、十分位)。この表で企業の収益の重心が低いほど、ポートフォリオの直線型経済モデルへの依存度が低いということです。パフォーマンス階層の0%と1~10%が(おおむね)直線型で、CTI収益指標への加算額があまり多くないことに注意してください。企業は、時間の経過とともに自社の製品ポートフォリオを表の下の方に移動させることを最終目標とすべきです。

この方法で循環型収益を計算することによって、CTI収益指標は、

- 物質フローとサーキュラーパフォーマンスを直接結び付けます。
- 企業が、新たな継続的改善機会を発見し、数値目標を設定することを可能にします(すなわち、循環率60%の製品には、上の階層に上がる余地がまだ残されています)。
- 経営陣と投資家との一貫したコミュニケーションを可能にします。
- 「ループ化」指標の結果を利用することで余計な労力を最小限に抑えます。
- 「循環型製品」を定義するにあたって主観的な認定を防ぎます。
- サーキュラリティの三本柱(サーキュラーインフロー、資源循環可能性(設計)、実際の資源循環)を通じてより詳細な情報を提供することにより、二者択一の認定形式(はい/いいえ)のサーキュラリティ指標を補完します。
- 企業のポートフォリオが持つユニアリスクとサーキュラーリスクについて、より詳細な知見を提供します。
- CTIオンラインツールを使用する場合は、サーキュラーインフロー指標とサーキュラーアウトフロー指標で集めたデータを製品(グループ)収益で補完した数値に基づいて、この指標が自動的に算定されます。

表4:CTI収益指標

サーキュラリティ率 (%) (ループ化指標)	収益 (\$)	加重平均収益 (サーキュラリティ率 (%) x 収益)
0%	\$400M	\$0M
1-10%	\$150M	\$7.5M
11-20%	\$200M	\$30M
21-30%	\$150M	\$37.5M
31-40%	\$50M	\$17.5M
41-50%	\$30M	\$13.5M
51-60%	\$20M	\$11M
61-70%	-	-
71-80%	-	-
81-90%	-	-
91-100%	-	-
総収益	\$ 1B	
CTI収益指標		\$117M (11.7%)

A社 - CTI収益指標

ループ効果

GHGインパクト

循環型戦略に伴うGHG排出削減量を算定する際、排出の負担を誰が負うかという複雑な問題に対処するために、「Allocation, Cut-off by classification」システムモデルを用いることができます⁴⁵。このシステムモデルは、以下のルールに従っています。

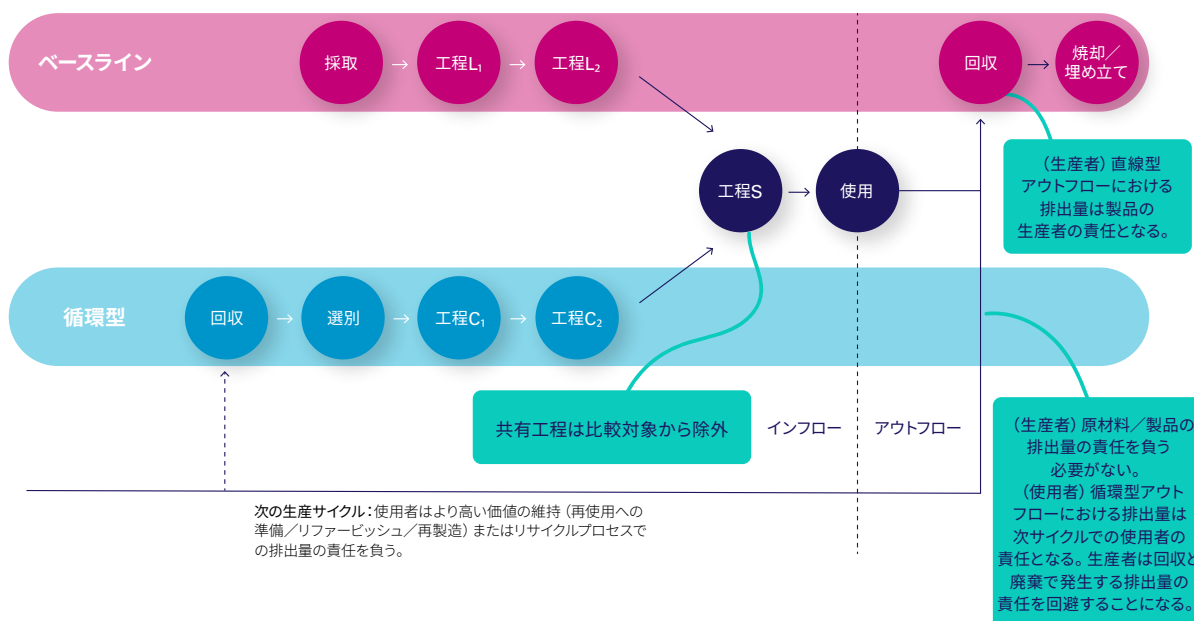
- 原材料または製品の生産者は、生産によるGHG排出について完全な責任を負います。原材料、部品または製品が使用されて二次資源になり、再使用、再製造、リファービッシュ、リサイクルされる場合においても同様とします。
- 非バージン材由来の部品または製品については、次の生産サイクルにおける使用者にはGHG排出負荷が課されません。
- この非バージン材または製品の使用者には、再使用の準備プロセスまたは必要なリサイクルプロセスにおけるGHG排出量のみが割り当てられます（再使用の準備プロセスには、再使用、再製造、リファービッシュにおける排出が含まれます）⁴⁶。
- 使用済みのリニア（直線型）廃棄物（焼却および埋め立て）に関連するすべての排出は生産者に割り当てられます。

図20では、比較に含まれる個々のプロセスにおけるステップを示しています。

CTIツールをご使用の場合

GHGインパクト（技術的資源のインフロー）を測定できるのは、CTI Tool Proをご使用者の場合のみです。CTIツールは、ecoinventのデータベースv3.8に基づき、評価対象となるバージン材と非バージン材（リサイクル材）について単位当たりの排出係数を設定しています。CTIツールをご使用でない場合は、マテリアル・サーキュラリティ率（%）に関して収集されたデータポイントを使用し、本報告書に記載の手法に従って、これらデータポイントを信頼できるデータベースやサプライヤー固有の情報源から得た排出係数と組み合わせることで、マテリアルフローのGHGインパクトを把握できます。二次排出係数データベースに関しては、WBCSDの[Pathfinder Networkのガイダンス](#)（31ページ）に、推奨されるデータベースの一覧が掲載されています。

図20：ベースラインとサーキュラー・マテリアルフローのシステム境界の設定



「Allocation, Cut-off by classification」システムモデルに基づき、循環型戦略における潜在的なGHG排出削減量を評価するために、以下の計算を行います：

技術的資源のインフロー – リサイクルされた材料

計算結果として、現状の原材料構成におけるGHG排出量に対して、リサイクル材含有率が100%の場合に実現できるGHG排出量の削減率(%)を求めることができます。

GHG排出量への効果としては、CO₂換算量(絶対量)を次の公式で求めることができます：

$$(M_x \times GHG_{xr}) - [(M_{xr} \times GHG_{xr}) + (M_{xv} \times GHG_{xv})]$$

または、次の公式でパーセント値を求めることもできます：

$$\frac{(M_x \times GHG_{xr}) - [(M_{xr} \times GHG_{xr}) + (M_{xv} \times GHG_{xv})]}{(M_{xr} \times GHG_{xr}) + (M_{xv} \times GHG_{xv})} \times 100$$

M_x ：原材料Xの総質量

GHG_{xr} ：リサイクル材XのGHG排出係数

M_{xr} ：リサイクル材Xの含有質量

M_{xv} ：バージン材Xの含有質量

GHG_{xv} ：バージン材XのGHG排出係数

例として、質量700g、リサイクル材含有率5%のPET製カバーについて考えてみましょう。GHG排出係数は、リサイクル材が1.7kg CO₂-eq/kg、バージン材が3.1kg CO₂-eq/kgです⁴⁷。

次の計算に基づけば、PET製カバーのリサイクル含有率を5%から100%に引き上げた場合、GHG排出量は44%削減されます。

$$\frac{(0.7 \times 1.7) - [(0.035 \times 1.7) + (0.665 \times 3.1)]}{(0.035 \times 1.7) + (0.665 \times 3.1)} \times 100$$

循環型原材料のGHG排出係数を既存のデータベースから入手できない場合、企業はリサイクル材の調達に必要な個々のプロセスのGHGフットプリントを併せて考慮することで、GHGインパクトを算定することができます(図20参照)。

CTIツールをご使用の場合：

CTIツールでは、100年の時間枠を考慮するIPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) の影響評価モデルを採用しています。原材料の一次生産(最初の生産)については、必ず原材料の主たる使用者に割り当てられます。原材料がリサイクルされる場合、一次生産者には、リサイクル可能材料の提供に関するリサイクルクレジットは認定されません。結果的に、リサイクル可能材料はリサイクル工程で使用されるものであって、二次原材料(リサイクル材)はリサイクル工程のインパクトのみを負うことになります。

CTIツールで使用するGHG係数は、取得できる限り、マーケット・アプローチに基づく世界的な平均値となります。これらの値には、バージン材の採掘(リニア)、回収およびリサイクル(サーキュラー)、輸送に関するプロセスが織り込まれています(図20システム境界を参照)。

CTIツール以外で評価を行っている企業に関しては、できる限り、一次データを使用することを推奨します。各種データベースに基づきGHG排出量を算定する場合は、他の目的のために選択した方法に従うか、IPCCの影響評価モデルと時間枠をデフォルトとして使用することを推奨しています。

インフロー – 高い価値の保持とループ化

二次製品／原材料の使用者向けガイダンス

CTIでは「Allocation, Cut-off by classification」システムモデルに基づき、回収・分別・資源循環方法（リサイクルおよび「高い価値の保持」）に係るGHGインパクトは、インフロー側での「非バージン材」としてカウントします。ループ化リサイクルを実施している場合、ならびに、原材料が第三者により資源として循環される場合、インフローの排出削減量の絶対値は、次の公式で求めることができます：

$$(M_t \times GHG_r) - (M_r \times GHG_r) - (M_v \times GHG_v)$$

または、次の公式でパーセント値を求めることもできます：

$$\frac{(M_t \times GHG_r) - [(M_r \times GHG_r) + (M_v \times GHG_v)]}{(M_r \times GHG_r) + (M_v \times GHG_v)} \times 100$$

M_t = 原材料の総質量

GHG_r = 資源循環する方法の排出係数 (CO₂-eq/kg)

M_r = 資源循環材の含有質量 (再使用の準備またはリサイクルのいずれかによる)

GHG_v = バージン材の排出係数 (CO₂-eq/kg)

M_v = バージン材の含有質量

計算結果として、原材料構成がバージン材100%の場合におけるGHG排出削減率から、資源循環の方法を用いた場合の原材料構成におけるGHG排出量を差し引いたGHG削減率(%)を求めることができます。この指標は、原材料が現状のリサイクル／再使用準備率に対してリサイクル／再使用準備率100%になった場合のGHG排出削減量（資源循環された原材料の使用者による削減量）を示します。

高い価値を保持する資源循環戦略は、サーキュラーエコノミー内での製品とコンポーネント部品の循環を促進します。

再使用、リファービッシュ、または再製造による資源循環の実施の機会を常々模索することをお勧めします。

高い価値を保持する資源循環戦略に関する最近の研究では、資源循環を行うと、従来の製品ライフサイクルと比較して環境負荷が著しく低くなることが明らかになっています。

詳細については、以下を参照してください。

[Russell, J.D. & Nasr, N.Z. \(2023\). "Value-retained vs. impacts avoided: the differentiated contributions of remanufacturing, refurbishment, repair, and reuse within a circular economy". Jnl Remanufactur13, 25–51 \(2023\).](#)

アウトフロー – 技術的資源

生産者

「Allocation, Cut-off by classification」システムモデルを通じて、製品または原材料が資源循環戦略で循環された場合のGHG排出削減量を把握することができます。

- サーキュラーリカバリー（資源循環）法：再使用またはリサイクルの準備は、生産者にとっての排出量の負荷が生じないため、リニア（直線型）廃棄法と比較してGHG排出量を削減できます。
- リニア（直線型）廃棄法：焼却または埋め立てにより、回収不能な製品や原材料の生産者にとっての排出量の負荷が生じます。

GHG排出削減量（絶対量）を次の公式で求めることができます：

$$(M_{xr} \times GHG_{xi}) - (M_t \times GHG_{xi})$$

または、次の公式でパーセント値（相対量）を求めることもできます：

$$\frac{(M_{xr} \times GHG_{xi}) - (M_t \times GHG_{xi})}{(M_t \times GHG_{xi})} \times 100$$

M_t = 原材料の総質量

GHG_{xi} = リニア（直線型）循環法（焼却または埋め立て）の排出係数（CO₂-eq/kg）

M_{xr} = 資源循環されたアウトフローの含有質量

GHG_{xr} = 資源循環された含有質量の排出係数（CO₂-eq/kg）= 0kgCO/kg

M_{xi} = リニアアウトフローの含有質量

計算結果として、原材料の100%が焼却または埋め立てによって直線的に処分されるシナリオと比較したGHG排出削減量を求めることができます。この公式は、対象となる製品や原材料が、焼却や埋め立てではなく、高い価値を保持する循環方法やリサイクルによって資源循環された場合の生産者のGHG削減量を示しています。「Allocation, Cut-off by classification」システムモデルに基づく、生産者は資源循環により、製品あるいは原材料を次のサイクルにおける使用者にとって利用可能なものにするため、GHG排出削減量は焼却または埋め立てにおける排出量と等しくなります。

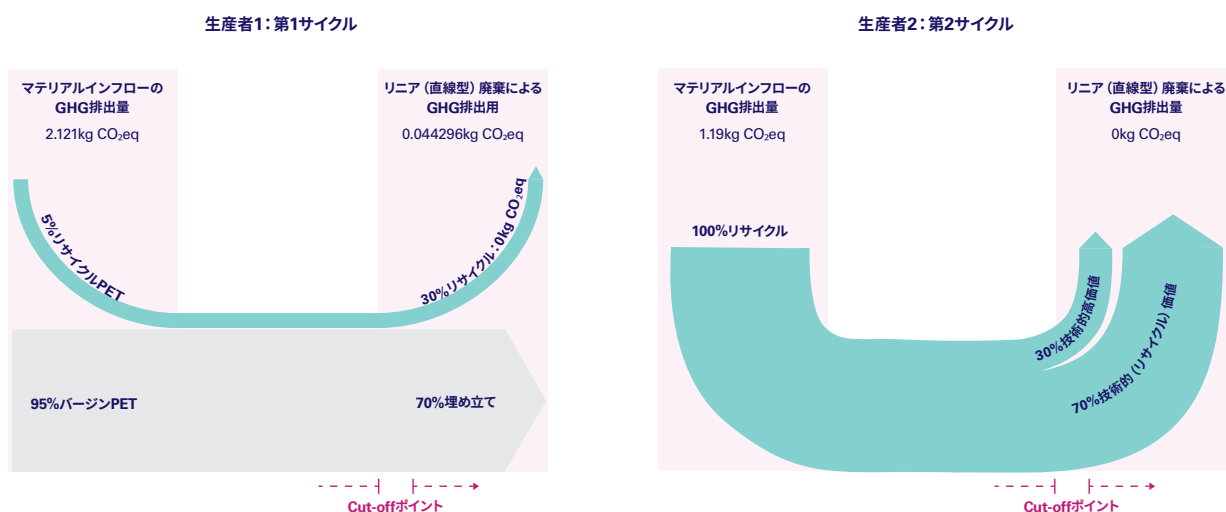


インフローで使用した例をさらに広げて、ここでは、700gのPET製ラップトップカバーが30%リサイクルされ、70%焼却されたと考えてみましょう。PET製ラップトップカバーのGHG排出係数は、0.0904 CO₂-eq/kgです⁴⁸。「Allocation, Cut-off by classification」システムモデルによると、PET製ラップトップカバーの生産者はリニア（直線型）廃棄法に関連する排出量を考慮する必要があります。この場合、PETの生産者は70%の焼却に伴うGHG排出量を割り当てられます。この例では、100%サーキュラーシナリオへの移行によって削減される可能性のある排出量は70%になります。現在の30%のリサイクルにより、生産者はPET製ラップトップカバーのリニア（直線型）廃棄に割り当てられる排出量の30%を削減できます。生産者がバリューチェーンのパートナーと協力して、カバーのリサイクル率を100%に向上させれば、焼却または埋め立てによるリニア（直線型）廃棄に割り当てられる排出量をさらに70%削減できます。

$$\frac{(0.21 \times 0.0904) - (0.7 \times 0.0904)}{(0.7 \times 0.0904)} \times 100$$

生産者は製品や原材料の焼却および埋め立てには排出を割り当てられないため、排出削減率は70%です。これは、焼却70%からリニア（直線型）廃棄0%への移行によるものです。このアプローチでは、非バージン材の使用者は生産におけるGHG排出の負荷が課されない原材料から利益を得る一方で、一次原材料の生産者は、埋め立てまたは焼却における高いGHG排出を避けるために、製品および原材料の資源循環にインセンティブを与えることで恩恵を受けます。

図21：PET製ラップトップカバーの循環型への移行による潜在的な排出削減量



ネイチャーインパクト

ネイチャーインパクトは、原材料ごとに次の公式で求めることができます：

$$(M_{xr} \times \text{範囲}) \times (M_{xrp} \times \text{状態変化}) \times (M_{xri} \times \text{重要性})$$

- M_{xr} ：原材料Xの総重量
- M_{xrp} ：原材料Xの土地利用の種類および集約度
- M_{xri} ：原材料Xの調達先
- 土地占有範囲 (単位：km²)：インフローの原材料の生産のために占有される生息地の物理的占有面積。原材料の面積当たりの推定収穫量に基づいており、面積が小さいほど、この指標でのパフォーマンスは高くなります。
- 土地における生物多様性の状態変化 (0～1)：土地利用の種類と集約度に基づき、かく乱されていない自然状態と比較した、占有地における生物多様性の損失の「量」または「総量」を示します。状態変化は、Mean Species Abundance (MSA) で算定した生物多様性損失係数に基づき、1 (損失のない生息地)～0 (すべての生物多様性の損失) までの範囲で示されます。手つかずの自然状態から現在の土地利用への状態変化が小さいほど、この測定基準における企業のパフォーマンスは優れていると言えます。MSAのほか、企業は別の測定基準を使用して状態変化を測定することもできます。詳細については、附属書II土地利用指標の選択を参照してください。
- 影響を受ける生物多様性の重要性 (1～5段階)：生物多様性の「価値」。これは、その地域に存在する生物多様性の種類ならびに生物多様性の保護および回復にとってその損失が世界的にどの程度重要であるかによって示されます。CTIは種の絶滅リスク低減に向けた企業の目標設定に使用できる現時点で最良の指標データとしてSTAR metric⁴⁹の使用を推奨しています。特定の地域の重要性が低いほど、調達活動による地球規模の生物多様性への影響は小さくなります。STAR-tスコアのほか、企業は別の指標を使用して重要性を測定することもできます。詳細については、附属書II土地利用指標の選択を参照してください。

得られた結果は「脅威加重平均属性km²」を表し、脅威とは陸上脊椎動物種 (哺乳類、鳥類、両生類) の絶滅リスクを指します。この数値が小さいほど、生物多様性の土地利用への影響は小さいとみなされます。

ネイチャーインパクト

ネイチャーインパクトスコアは、材料の採取と栽培による土地利用の影響を測定するものです。これは、企業が責任を負うべき、属性を調整した後の損失面積を表し、調達場所に関連する世界的な絶滅の脅威に応じて重み付けされています。

製造工程に関連する土地利用の影響は含まれていません (ただし、LCAに基づく方法を用いて推定することもできます)。一方、循環プロセスに投入された追加的な一次調達部品 (例：修理された製品に追加された新しい要素) は、標準的な枠組み内で考慮されています。

STAR指標

CTIは重要性を評価するためにSpecies Threat Abatement and Restoration (STAR) 指標を採用しています。STARはthe Integrated Biodiversity Assessment Tool (IBAT) を通じてアクセスできます。IBATの利用にはライセンスが必要です。国レベルのSTARデータは、WWFの生物多様性フィルターにより無償で利用できます。現在のところ、商業的利用のために無償で利用でき、世界中を評価できる重要性指標はほとんどありません。もう一つの選択肢は、[Verones et al. \(2022\)](#) によって作られたGlobal extinction probability (GEP) です。

スコアカード

簡便化のため、スコアカード（表5）を使用することでネイチャーインパクト評価を簡略に行うことができます。スコアカードは、範囲、状態、および重要性について、定量的な上限と下限の幅をもった分類を提供します。分類は入手可能な最良の情報に基づき、妥当性の高い仮定をもとに選択されます。このアプローチで求められるのは正確な定量化ではなく、調達材料の規模、影響、場所の推定のみです。企業が土地の生物多様性フットプリントを完全に定量化したい場合、データが豊富なシナリオであれば、より包括的かつ完全な定量的アプローチを適用することができます。

例

例えば、企業がバリューチェーンで使用するすべての綿花やパーム油を生産するために必要な土地の面積が1~10 km²と推定される場合、範囲は「小-中」に分類されます。しかし集約的農業の場合、状態変化は少なくとも0.7MSAの損失になる可能性が高いため、状態変化の分類は「非常に大きい」となります。有機栽培の場合、MSAの損失は0.5~0.7MSAになる可能性があり、その場合、分類は「大」とみなされます。有機栽培や再生農法で栽培された材料は再生可能なものとみなされるため、CTIでは循環性があると考えられます。ネイチャーインパクト指標のうち、この「再生可能」の基準は、状態変化の改善で表されます。生物多様性の高い国（例：熱帯地域）から調達されたものであれば、その重要性は「非常に高い」となる可能性があります。一方、生物多様性の低い国（例：北欧）から調達される場合には、その重要性は「中程度」又は「低い」となりえます。

表5：不確実なデータ/仮定でも迅速に推定できるよう、幅広い「ビン」を使用したネイチャーインパクトスコアカード

推定範囲 (km ²)	~0	0- <0.1	0.1-<1	1-<10	10<100	100<1,000	1,000<10,000	>10,000
分類の説明	ほぼなし	非常に小さい	小	小-中	中-大	大	非常に大きい	最大級に大きい
範囲のスコア (E)	0.01	0.1	1	10	100	1000	10000	実面積の推定値を使用する

推定状態変化 (MSAに基づく0~1の範囲)	0- <0.1	0.01-<0.1	1-<0.3	0.3-<0.5	0.5-<0.7	>0.7-1
分類の説明	非常に小さい	小	小-中	中-大	大	非常に大きい
状態変化のスコア (C)	0.01	0.1	0.3	0.5	0.7	1

推定重要性 (80パーセンタイルSTAR-tスコア)	0- <10	10<100	100<1,000	1,000<10,000	10,000<100,000
分類の説明	低	中	高	非常に高い	最も高い
重要性のスコア (S)	1	2	3	4	5

総スコア = E x C x S

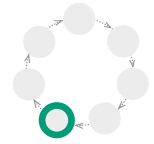
サーキュラーインフローの種類別の扱い方

リサイクル、再製造、リファービッシュおよび再使用された含有物を含む材料に必要な土地利用の推定は、加工される材料によってプロセスが異なるため複雑になる可能性があります。ネイチャーインパクト指標は、土地利用が自然へ与える負荷について、簡易な初期スクリーニングを提供することを目的としています。したがって、インフローのさまざまなタイプをどのように扱うかについては、異なる仮定を置いています（表6）。

表6：各種サーキュラーインフローに係る仮定とスコアリング手順の説明

インフローのタイプ	スコアリングにおける扱い	推論
再使用	自然への負荷がないと仮定し、ネイチャーインパクトスコアは0です。	洗浄や軽微な修理を除き変化がなく、次のライフサイクルに向けて製品を利用できるようにするプロセスでの土地利用が実質的にゼロであることから、土地利用による自然への負荷はないと考えられます。
修理、リファービッシュ	範囲は0に近づいていると仮定されるため、スコアリング・フレームワークでは「ほぼなし」とみなされます。	これらのサーキュラーインフローに必要な投入材と加工に対する小規模な土地利用への影響があります（例：洗浄、少量の新材料の追加、選別と処理のためのエネルギー）。しかし、企業に起因するこのインフローの影響を定量化することは困難であり、このスコアリング・フレームワークの文脈では無視できるほど小さいと考えられます。
再製造		
リサイクル		
再生可能	仮定なし：リニアマテリアルと同じ手順に従います。	再生可能材料は、リニアマテリアルと同様に扱われます。再生可能な代替材料は、土地利用方法の改善により、「状態」変数において、リニア代替材料を上回ることが高い傾向にあります。

⑤ 分析 結果の解釈



このセクションでは意思決定に向けた結果の解釈に焦点を当てます。プロセスのこの部分で、企業は関係する意思決定者を関与させるべきです。

CTI算定の結果は、循環イニシアチブの特定、優先順位付け、実施の定量的な基盤を提供します。

現在のパフォーマンスと長期的なパフォーマンス

現在のパフォーマンス

私たちは、さまざまな企業、産業、バリューチェーンで幅広く適用できるようにCTIを開発しました。パフォーマンスは企業の特徴により大きく異なる傾向があるため、モデルでは何が「悪く」または「良い」パフォーマンスであるかを主観的に判断することはありません。CTIは、いまだにリニア（直線型）とみなされている事業の割合を検証することにより、自社の改善ポテンシャルを検討する力を企業に与えます。

基本指標の分析は、サーキュラリティのレベルを高めるために何が必要かを知ることにつながります。

長期的なパフォーマンス

最も貴重な知見は、長期的なパフォーマンスを追跡することで得られるかもしれませんが。企業は自社が設定した期限付き目標、目的またはターゲットと現在の進捗状況を比較することができます。異なる方法ではありますが、企業がサーキュラリティの増減をグローバルレベルのパフォーマンスの変動（例えば、Circle Economyの「[サーキュラリティ・ギャップ・レポート \(CGR\)](#)⁵⁰」と比較したり、（政府機関のデータまたは企業もしくは業界団体の集合データを介して）業界レベルのパフォーマンスの変動と比較したりすることも可能です。パフォーマンスが期待に沿わない場合、企業は結果に影響を与える基本指標とパラメータをさらに分析することができます。

サーキュラリティの測定

WBCSDは、世界経済がどの程度循環型かを表す際の基準として、Circle Economyの「サーキュラリティ・ギャップ・レポート (CGR)」をしばしば引用しますが、それぞれの目的が異なるため、CTIとCGRの測定方法には大きな相違点があります。このため、結果を直接比較することは困難です。

WBCSDは、企業に情報を提供し、循環型への移行を実現させるためにCTIを開発しましたが、Circle Economyは（例えば、国、地域またはグローバルレベルで）マクロ経済的理解を確立するためにCGRを考案しました。2つの測定方法の具体的な違いとしては次の点が挙げられます。

- CGRには、特定の経済システムまたはバリューチェーン全体のマテリアルフットプリントが含まれます。CTIは、単一企業のインフローとアウトフローに焦点を絞っています。
- CTIは可能な資源循環と実際の資源循環を区別しますが、CGRは実際の資源循環のみを観察します。
- CGRは、あるストリームが循環型の原料に由来し、かつ再び完全に資源循環される場合に限り、そのストリームをサーキュラーとみなします。CTIではインフローとアウトフローを分け、それぞれが合計スコアの約50%ずつを占めます。
- CGRには、エネルギー使用のために消費された資源が含まれます。CTIはこれらの資源を、再生可能エネルギー使用に関する別の指標で捉えます。

WBCSDとCircle Economyは現在、双方のアプローチの利点をユーザーに提供するために2つの測定基準を調整する選択肢を探っています。

基本指標の分析：

サーキュラーインフローとサーキュラーアウトフロー

結果は多くの場合、企業に出入りする広範囲のフローに基づいています。これは質量およびサーキュラリティパラメータにより大きく異なることがあります。

フローの質量

質量ベースの指標はマテリアルフローが重いほど、比率への貢献度が大きくなります。これに関係する1つの評価方法として、質量が最大のものから最小のものまで、リニア（直線型）フローをリストアップする方法があります。より大きな質量ストリームに関するループ化はサーキュラリティレベルにより大きく貢献します。しかし、結果として、重要性や優先順位といった他のパラメータを見落とすおそれがあります。

フローのサーキュラリティ

技術的サイクルに関するガイダンス

技術的分野でのインフローのサーキュラリティは、非バージンとされるフローの特性によって左右されます。改善の機会、リニア（直線型）フローの特性を評価し、再生可能な代替原料（生物的サイクルへの移行）、または非バージンの代替原料を検討することによってもたらされます。

アウトフローのサーキュラリティには2つのコンポーネントが含まれます。すなわち、資源循環可能性と実際の資源循環です。資源循環可能性を改善するために、分析では設計を最適化する機会に焦点を当てます。例えばモジュラー設計、分解用の設計、修理可能性、単一素材などの使用による高度なリサイクルなどが挙げられます。

実際の資源循環を改善するにはさまざまなアクションが必要とされます。例えば、製品のサービス化や買い戻し／引き取り制度などの新しいビジネスモデルの採用は、実際の資源循環率を著しく高める可能性があります。別の選択肢は、サーキュラリティを推進するバリューチェーンパートナーと協力することです。これにより、バリューチェーン下流への物質フローにより明確さがもたらされ、共有価値を生み出す能力が高まります。



生物的サイクルに関するガイダンス

バイオベースのフローは定義上サーキュラー（循環型）ではありません。バイオベースの素材は少なくとも再生可能であること、望ましくはリジェネレーションが可能であることが必要です。バイオベースのインフローは、採取後に自然な成長と補充が起きる速さで、持続可能な方法によって生育され、収穫される場合にサーキュラーとみなされ、再生可能として区分されます。したがって、生物的サイクルにおけるフローのサーキュラリティは、ストリーム管理の特性に左右されます。すなわち、ストリームが最小限持続可能な方法で管理されていない場合は、そのストリームを再生不能として区分します。したがって、バイオベースのストリームの場合、サーキュラーインフローを増やすための改善機会は、例えば認証された原料を使用することにより、持続可能な方法で育てられた素材の割合を増やすことです。

生物的サイクルのアウトフローのサーキュラリティには、技術的サイクルと同じ2つのコンポーネントが含まれます。すなわち、資源循環可能性と実際の資源循環です。生物的サイクルでは生分解性と毒性次第で回収可能性が決まります（経済協力開発機構（OECD）の生分解性試験基準を参照してください）。したがって、改善の可能性は、バイオベースの製品を生分解可能にし、基準レベル以上の制限物質を含まないようにすることにあります。ハイブリッド型（バイオベースのフローと技術的フローの両方を含む製品）の場合は、設計を通じて資源循環可能性を高めることが可能です。すなわち、設計によりバイオベースのコンポーネントと技術的コンポーネントを分離できるようにすべきです。

生物的サイクルのなかを移動する製品、副産物、廃棄物ストリームの実際の資源循環の改善は、資源循環化の種類に左右されます（54ページのバイオエコノミー階層を参照してください）。食用ではないバイオベースのフローの場合、企業は技術的サイクル戦略による資源循環化を検討し、関連する新しいビジネスモデルを探ることが可能です。バイオベースの素材でこれらの戦略が持続するとは考えにくい（すなわち、リサイクルループが繰り返されるごとに紙繊維の長さや強度が失われ、リサイクルは最大で7回程度とされるため）、フローは生物圏での資源循環（すなわち、生分解および栄養素資源循環またはそのいずれかによる）にも対応する必要があります。食用のフローの場合、資源循環されたとみなされるためには、実際の有機体がこれを摂取することが鍵となります。そこで、サーキュラーアウトフローを増やすために、バリューチェーンの内部と最終消費者のレベルで食品廃棄物と食品ロスを防ぎます。完全にサーキュラー（循環型）とは言えませんが、食用フローの生分解は資源循環スコアが50%です（非食用の生分解可能ストリームでは生分解の資源循環スコアは100%）。したがって、埋め立てよりは若干優れた代替策と言えます。

生分解性に関する重要な考慮事項

生分解可能な製品が必ずしもすべてバイオベースまたは再生可能資源由来とは限りません。一部の化石ベースポリマーは完全に生分解可能です（例えば、ポリブチレンアジペートテレフタレート（PBAT）またはポリカプロラクタム（PCL））。

バイオベースの製品が必ずしもすべて生分解可能とは限りません。生分解性は一部のバイオベース製品にもともと備わっている特性ですが、それらの製品の多くは耐久性があり、生分解しません。崩壊は物理的プロセスですが、生分解は化学的プロセスです。製品が完全に分解するためには、この両方が起きなければなりません。

生分解は、温度、時間、バクテリアと菌類の存在といった要因に大きく依存します。高温と管理された条件下で、都市ごみ堆肥化はプラスチックが分解するための最も理想的な環境になります。

出典：

この内容は、ホライズン2020が資金を拠出するEUのプロジェクト「InnProBio」の「[Biodegradability. Exposing some of the myths and facts \(生分解性：虚構と真実を明らかにする\)](#)」から引用しました。

技術的サイクルについての例

非バージンインフロー

建設会社は、バージンスチールビームを再使用のビームまたはリサイクルのスチールに取り替えることで、サーキュラリティレベルを高めることができます。

再生可能なインフロー

化粧品会社は、バージン合成成分を再生可能成分に切り替えることにより、サーキュラリティレベルを高めることができます。

資源循環可能性

ICT企業は製品の設計を変えることで、分解可能にし、修理、再使用、リファーマビリティを可能にします。

実際の資源循環—ビジネスモデル

ICT企業は使用した分だけ支払うビジネスモデルに変更することで、資源循環率と再使用率を高めることができます。

実際の資源循環—連携

電子機器製造業者は小売業者と連携し、引き取り制度により消費者を刺激し、使用済み機器を収集することで、部品と素材の資源循環を確実なものにできます。

生物的サイクルについての例

非バージンインフロー

製紙会社は、紙とカードボックスの再生材含有量を増やすことができます。

再生可能なインフロー

家具メーカーは、再生可能性を保証し、成長と補充のサイクルに合わせるために、森林管理協議会 (FSC) が認証した木材のみを使用することができます。

資源循環可能性

化粧品会社は、ハイブリッド製品の生物的ストリームと技術的ストリームを確実に分ける製品デザインに変更することにより、バイオベースのストリームの生分解性を実現することができます。

実際の資源循環

香料会社は、資源循環率が高いタイプに変更し、食品業界のインプットとして使用することにより、残留ストリームを完全に資源循環できるようにすることができます。

スーパーマーケットは、食品廃棄を回避し、資源循環率を高めるために、賞味期限が迫った製品を食品バンクに提供することができます。

水とエネルギー

水のサーキュラリティ

企業は次の2つの方法で水のサーキュラリティを改善できます。

1. 水のリニアインフローとリニアアウトフローを減らすことに重点を置きながら需要を上手に調整し、全体の水使用量を削減する。
2. 水のリニアインフローとリニアアウトフローを、水のサーキュラーインフローとサーキュラーアウトフローに切り替える。

現地の水需要は、現地の全ステークホルダー（他社、市町村、生態系自体）の需要を合算したものです。したがって、集水域規模で改善の機会を検討すること、また、改善の機会を検討する時は大きな視野を持つことが重要です。企業は集水域のほかのステークホルダーと関わりを持ち、考えられる循環型の解決策について協力しなければなりません。

再生可能エネルギー

この指標は使用された再生可能エネルギーの割合を示します。理論的には、完全なサーキュラーエコノミーとは再生可能エネルギーにより実現されるため目標は100%を達成することです。改善機会には以下が挙げられます。

- 全体的なエネルギー消費を削減する（使用する再生可能エネルギー率の増大との相対）または
- 化石燃料を再生可能な代替エネルギーに取り替える

ループ最適化指標

クリティカルマテリアル率 (%)

この指標の結果は、企業がクリティカルと特定される素材にどの程度依存しているかを示します。たとえば、クリティカルマテリアルの割合が小さくても、さらに分析を進め、次の事項を把握することが適切な場合があります。

- クリティカルマテリアルの多様性
- クリティカルマテリアルの代替可能性
- クリティカルマテリアルの絶対使用量
- クリティカルマテリアルに依存する収益（リスクのある収益）

クリティカルマテリアルの特徴

企業のインフローには複数のクリティカルマテリアルがある場合があります。こうした素材の性質を理解することが重要です。クリティカルと定義されたすべてのマテリアルが、必ずしも同じクリティカルリティのスコアではありません。これは供給リスクと地域の経済重要度の組み合わせによります。クリティカルなマテリアルフローは、その規模、フローに依存する収益およびマテリアルの相対的な重要性に基づいて評価することが適切な場合があります。

例：水のサーキュラリティ

水のサーキュラーインフローを増やす

水資源が乏しい場所にある企業は、他社に接触する機会を探り、他の水利用者に直接第三者の水を調達する方法を検討することができます。

水のサーキュラーアウトフローを増やす

水のアウトフローのサーキュラリティが低い場合は、企業が取れる簡単な手段として、現地の水質規制に従ってすべての排水を処理する方法、または確実に同じ基準を守る第三者（水処理設備）に外部委託する方法があります。

社内循環を増やす

自社のプロセスで生じる水のフローを再使用またはリサイクルする機会を検討することによって、社内循環を増やすと同時に需要管理を強化し、水のリニアインフローとアウトフローを生じにくくします。

クリティカルマテリアルの性質

- どのような素材であるか？
- 素材のそれぞれのクリティカルリティとはどのようなものか？
- 素材はバージンか、または二次的なものであるか？

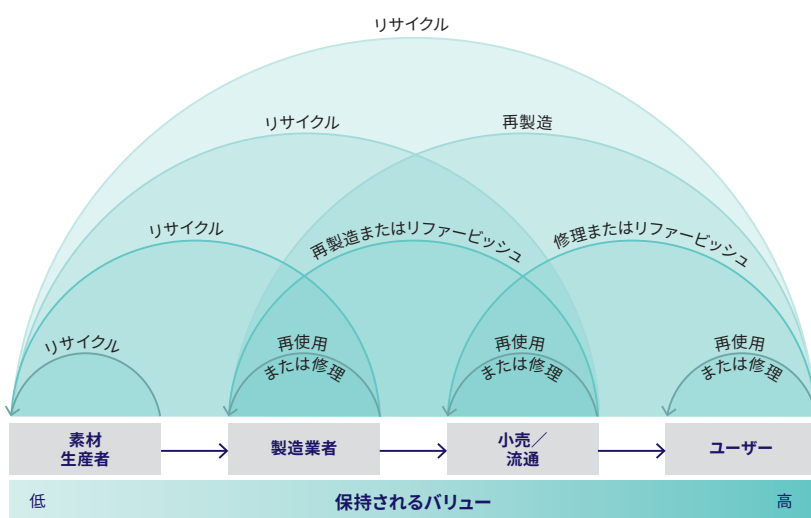
クリティカルマテリアルの代替可能性

クリティカルマテリアルを同等または類似の機能性を持った、他の非クリティカルマテリアルに取り替えることが可能な場合、企業は部分的にそのリスクを緩和することができます。そのため、代替物が利用可能であるかの評価は重要です。

クリティカルマテリアルの絶対使用量

クリティカルマテリアルの相対的な使用量（割合）が低い場合でも、クリティカルマテリアルの絶対量が完全に不足したり、または、価格の上昇や変動によりコストが事業の存続に影響を与える点まで達したりすることがあります。そのため、クリティカルマテリアルの絶対的な使用量をモニターすることもまた重要となる場合があります。

図22：資源循環タイプ



資源循環タイプ

技術的サイクルに関するガイダンス

技術的サイクルでは、いつかのタイミングで、バリューチェーンのどこかで、すべての資源循環戦略が実行されることが前提となっています。個々の企業に異なる資源循環モデルへ移行する機会があるかどうかは、概してその企業の種類とバリューチェーンにおけるポジションによって決まりますが、企業はより高い価値を維持する戦略（すなわち、リサイクルよりも再使用）への移行により、アウトフローが可能な限り最大の価値を保持するよう、機会の評価を行うことができます。ある企業は、製品のサービス化やセル&バイバックのようなイノベーティブなビジネスモデルのほか、より高い価値を保持する戦略へ移行するための新たなバリューチェーンのコラボレーションのような、さほど先鋭的ではない変化による影響も調査しています。

生物的サイクルに関するガイダンス

技術的サイクルとは逆に、すべての資源循環戦略がバリューチェーンのなかのどこかのタイミング、どこかの場所で実行されるという前提は生物的サイクルにはあてはまりません。したがって、個別企業における推進力は、高度な資源循環化を可能にするために階層を登っていくことです。バリューチェーンのパートナー企業と協力して別の資源循環タイプを探したり、アウトフローの資源循環化を高めるために自社で調整した物流を立ち上げたりしてもよいでしょう。

実際寿命

サーキュラーエコノミーの目的は、再生、長寿命、最適な（再）使用、リファーマビッシュ、再製造、リサイクル、生分解が可能なシステムを構築することで、資源、製品、部品、原材料の価値を維持することにあります。サーキュラーエコノミーへの移行に際しては、バリューチェーン全体での資源ループの最適化を視野に入れて、製品の設計、生産、廃棄の方法を完全に見直す必要があります。

環境への懸念や消費者ニーズを背景に、資源1単位当たりの創出価値の最大化を目的とした、製品の長寿命化に向けた法整備が進められています。例えば、製品の耐久性向上（修理可能性指数、修理の権利など）に取り組む企業に報酬を提供し、早すぎるまたは計画的な陳腐化を抑制する新たな法律が各国で制定されつつあります。

CTIの実際寿命指標に基づいて、企業は資源ループを効果的に減速させる自社のパフォーマンスを評価することができます。

この指標の開発目的は、製品が社外に出た後、実際に何が起きているかをモニターし、再使用、リファーマビッシュ、再製造など、製品の耐用寿命の延長に向けた活動を特定できるよう、企業を後押しすることにあります。

技術的、かつ機能的寿命の双方にわたって、最大限の性能を発揮するよう製品設計されていれば、製品は平均よりも長い実際寿命を達成できるはずですが、技術的寿命が製品の本質的な特性の一部である一方、機能的寿命は製品にどのような条件が設定されるかによって決まります⁵¹。

企業としては、技術的寿命と機能的寿命を最大化できる製品や製品エコシステムを設計することで、実際寿命指標のスコアを向上させることができます。寿命の最大化には、リファーマビッシュや再製造を介した、耐久性および信頼性、モジュール性および部品の標準化、保守および修理の簡易化、アップグレード可能性、分解および再組立、部品回収を考慮した製品設計の改善が必要となります⁵²。

耐久性を考慮した設計とともに、早期の陳腐化を防止することで、自社製品の寿命延長は実現できます。これには、製品の性能、適切性、使いやすさ、アップグレード可能性、修理可能性、そして製品の魅力を維持できる製品エコシステムが必要となります。

注：

製品の設計においては、その耐久性および使用寿命が、環境影響および内包エネルギーと直接的な関係を持つようにする必要があります。企業には、耐用寿命終了時のリサイクル可能性を損なわない、製品寿命および原材料寿命の延長に向けた取り組みが求められます。

製品陳腐化のタイプ：

- 技術的および機能的—性能が向上した製品の発売
- 心理的（文化的または美的）—流行やマーケティングに基づく、より多く買いたい、あるいは、最新のバージョン購入への欲求
- システム的—製品が使いづらくなるようなエコシステムへの変更
- 経済的—修理費が新製品の価格を上回ることによるまだ使用可能な資産の喪失

出典：[製品寿命延長に関する政策手段 \(Policy Instruments on Product Lifetime Extension, PLE\)](#)

ループ評価指標

サーキュラー型資源生産性

この指標は質量の単位当たりの金銭的価値を表します。この絶対的価値は企業ごとに大きく異なります。これを長期的なパフォーマンスの比較に使用することが最善です。サーキュラー型資源生産性の上昇は、素材の消費と財務業績の伸びが切り離されていることを表します。

さらに、サーキュラー型資源生産性の増減を外部と比較することには意味があります。例えば、十分に匿名化され、集計されたデータが利用可能な場合、得られる知見として、企業が1年間にサーキュラー型資源の生産性を2%増加し、一方、同セクターでは5%増加している場合、当該企業には捉えるべき追加の機会があることが示されている可能性があります。

企業は、為替レート、在庫、CTI収益指標といったさまざまな要素が、長期的にサーキュラー型資源生産性にどのような影響を与えるかを検討し、それらの要素に対する算定結果の感度を測定すべきです。

循環資源の生産性の計算は、国内資源消費量 (DMC) / 国内総生産 (GDP) と同じではありませんが、いずれの指標も分離を示しています。そのため、循環資源の生産性における変化を国またはセクターレベルのDMC / GDPの増加と比較すると興味深い結果が得られる可能性があります。

CTI収益指標

この指標は企業にいくつかの知見を示します。

- その企業の総収益の何パーセントがサーキュラリティによってもたらされているか
- 循環性の高い製品によってもたらされるその企業の収益とサーキュラリティの低い製品によってもたらされる収益の割合はどのようになっているか。
- 「ループ化」のパフォーマンス階層において、その企業の製品ポートフォリオの内訳はどのようになっているか。製品のサーキュラリティまたは売上に関する改善努力の焦点をどこに置きたいかを明確にする。

この最後の点については、下の表7に会社全体または事業部門の製品ポートフォリオを記入すると、これらの知見を明らかにするのに役立つでしょう。分析の段階で、企業は以下を実行することにより、ポートフォリオを方向付ける機会を活用できます。

- 新しい循環型製品 (グループ) を開発する
- 既存製品のサーキュラリティを高める、かつ (または)
- 循環性の低い製品よりも循環性の高い製品の売上を伸ばす

この作業を行う過程で、企業は全体のサーキュラリティスコア (質量ベースのサーキュラーインフロー率 (%) とサーキュラーアウトフロー率 (%)) が、会社の総収益のうち CTI収益指標でサーキュラー (循環型) と認定されたパーセンテージと異なることに気付くかもしれません。



総収益のパーセンテージで表された自社のCTI収益指標が、(質量ベースの) サーキュラリティ率より高いことを発見した場合、これはその企業が、サーキュラリティの高い製品またはサービスから得ている収益が偏って大きいことを意味すると考えられます。

CTI収益／総収益率 (%) がサーキュラリティ率 (%) より低い場合、その企業はポートフォリオのなかのより直線型製品に依存して収益の大半を生み出していると思われる。

この点をさらに深く分析してみましょう。企業は下の表7を使って、自社の収益がサーキュラリティの十分位のどこに位置するか (例えば、0%、1-10%など) を見ることができます。これは、その企業の収益がどの程度リニア (直線型) か、サーキュラー (循環型) かを示します。企業は次にこの表を使い、製品ポートフォリオを改善してよりサーキュラーになるための目標を設定することができます。

表7:CTI収益指標

サーキュラリティ率 (%) (ループ化指標)	収益 (\$)	加重平均収益 (サーキュラリティ率 (%) x 収益)
0%	\$400M	\$0M
1-10%	\$150M	\$7.5M
11-20%	\$200M	\$30M
21-30%	\$150M	\$37.5M
31-40%	\$50M	\$17.5M
41-50%	\$30M	\$13.5M
51-60%	\$20M	\$11M
61-70%	-	-
71-80%	-	-
81-90%	-	-
91-100%	-	-
総収益	\$ 1B	
CTI収益指標		\$117M (11.7%)

(製品グループ内に十分なバリエーションがある場合は) 製品グループレベルで、またはそれより上 (事業部門や会社全体のポートフォリオなど) のレベルでこの分析を行うことができます。この表をさらに掘り下げ、横に並べてよりの確な知見を得るために、最小管理単位 (SKU) や全製品ポートフォリオに占める割合についての欄を追加したいと考える企業もあるかもしれません。そうすることによって、企業は自社の収益がサーキュラリティパフォーマンス階層のどこに該当するか、多くの製品がどこに属するかを確認することができます。

企業は、この表の所見をヒストグラム、棒グラフ、棒グラフと折れ線グラフの組み合わせなどのグラフ形式で表すべきです。

ループ効果

GHGインパクト

インフロー - 技術的サイクル

企業には、「ループ効果」のモジュールから得た情報を、マテリアル・サーキュラリティ率 (%) に照らして分析することが求められます。マテリアル・サーキュラリティの向上と排出量削減の可能性を同時に考慮することは、マテリアルフローとGHG双方の観点から、企業がさまざまなソリューションを優先順位付けし、利益の最大化を図る取り組みへの後押しとなります。

計算からは、原材料のリサイクル含有率が、現状の割合から100%に増加した場合に削減できるGHG排出量を算定できます。こうした情報を社内で活用することで、改善の機会を分析することが可能です。しかし、この計算結果はカーボンフットプリントやライフサイクル評価 (LCA) には寄与しないため、最終的な意思決定や外部とのコミュニケーションに際しては、LCAなどの精度の高いアプローチを使用することを強くお勧めします。

先ほどの例では、プラスチックカバーのリサイクル含有率を5%から100%に引き上げた場合、GHG排出量は44%削減されました。700gのプラスチックカバーに加えて、製品にはリサイクル含有率85%のアルミニウム製フレームが1,500g使用されています。調達に関するGHG排出係数は、再生アルミニウムが1.2kg CO₂-eq/kg、バージンアルミニウムが5.7kg CO₂-eq/kgです⁵³。

$$\frac{(1.5 \times 1.2) - [(1.2752 \times 1.2) + (0.225 \times 5.7)]}{(1.2752 \times 1.2) + (0.225 \times 5.7)} \times 100$$

GHGインパクトの計算から、アルミニウム製フレームのリサイクル含有率を85%から100%に引き上げた場合、GHG排出量が36%削減されることが分かります。

マテリアル・サーキュラリティ率 (%) の観点からは、リサイクル含有率がすでに85%に達するアルミニウム製フレームをわずかに改善するよりも、カバーに使用するPETのフローを改善する方が望ましいことは明らかです。一方で、GHG排出量インパクトの計算結果に基づけば、アルミニウムの調達を100%循環調達に移行することで、カーボンフットプリントを大幅に削減できる可能性があります。100%アルミニウム循環調達への移行を行動計画に盛り込むかどうかは、自社の持続可能性目標に応じて判断します。

注:

CTIツールをご使用の場合:

ステップ5「分析」にて、企業は一定のマテリアルフローにおいてリサイクル含有率を100%に引き上げることで、どの程度排出量の削減が期待できるかを可視化できます。

CTIツール以外で評価を行っている企業の場合: 具体的なリサイクル含有率目標を有する企業は、現状と100%の場合のGHGインパクトの比較に加えて、リサイクル含有率の増加が及ぼす影響を計算することが、GHG排出量の削減の観点において適切である可能性があります。

インフロー – より高い価値（再使用、リファービッシュ、再製造）

従業員用に200台の新しいノートパソコンを導入している企業を参考に考えてみましょう。ノートパソコンは新規製造されているため、現在のインフローは100%直線型であり、ノートパソコン1台当たり281.2kgのCO₂eq (175.75kg CO₂eq/kg) を排出しています⁵⁴。同社は、再生ノートパソコンを購入することで、循環型インフローの割合を増やすことを検討しています。

ノートパソコンの再生による排出量は1台当たり0.9kg CO₂eq (0.375kg CO₂eq/kg) です⁵⁵。ノートパソコンの重さは1.6kgです。

$$\frac{(320 \times 0.375) - (0 \times 0.375) - (320 \times 175.75)}{(0 \times 0.375) + (320 \times 175.75)}$$

0%循環型のノートパソコンだったものから100%へ移行することで、合計で56,060kgのCO₂を削減（99.7%の削減）できます。

アウトフロー

アウトフローにおいては、リサイクル、再生産、再使用等により、現状の資源循環率から100%資源循環とした場合に削減できるGHG排出量を算定しています。排出量の例では、PETノートパソコンカバーのリサイクル率を30%から100%にした場合、GHG排出量は70%削減されました。700gのカバーに加えて、この製品には1,500gのアルミニウムのフレームが使用されており、90%がリサイクル、10%が埋め立て処分されています。アルミニウムフレームのリサイクル時の排出係数は0 CO₂-eq/kg（アウトフロー時）で、埋め立て時は0.0393 CO₂-eq/kgです⁵⁶。

$$\frac{(1.5 \times 0.0393) - (0.9 \times 1.5 \times 0) - (0.1 \times 1.5 \times 0.0393)}{(1.5 \times 0.0393)} \times 100$$

このGHGインパクト測定は、アルミニウムフレームの再使用を90%から100%に増やした場合、GHG排出量が10%削減されることを示しています。この場合の排出量の削減は、再使用による10%の資源循環に関連する削減に基づいています。アウトフロー側の原材料の循環性の観点から、すでに90%が再使用されているアルミニウムフレームでは改善がわずかなため、PET製カバーの循環を進めることが、明らかにより望ましい選択肢となります。

ネイチャーインパクト

ネイチャーインパクト指標は、企業のサーキュラーパフォーマンスが自然にどのように影響するかを理解するのに役立ちます。この指標を用いてサーキュラー調達を含むさまざまな調達戦略間を比較し、土地利用と自然負荷の低減に最も効果的なものを確認することができます。

例

バイオベースの材料

年間6,250トンの綿を使って内装材を製造している自動車会社を例に考えてみましょう。現時点では、インフローの80%が従来型の農業慣行（調達先A、表B）を行っているインドの農場からのバージンマテリアルです。このインフローは、再生可能性がない従来の農業慣行が用いられているため、直線型であると言えます。同社は、バージンインフローを非バージンなものに転換するか、または再生可能な選択としてオーガニックコットンを選ぶことを検討しています。両者とも循環型の選択肢としてみなされます。

- 調達先B：中国の有機農業認証農場（表8）
- 調達先C：英国の綿リサイクルセンター（表9）

表8のスコアカードを用いて、範囲、状態変化および現在の状態の重要性和、2つのサーキュラーシナリオにおける状態を試算しました。その結果、調達先Cのリサイクルコットンが土地利用における自然負荷がより低く、サーキュラーな代替品であることが示されました。したがって、同社は100%のリサイクルコットンの調達に移行することで、循環性とネイチャーインパクトのシナジーを達成できる可能性があります。

調達先Bの中国のオーガニックコットンは、有機農業の陸上での実践は、自然にとってより良いものであるため、インドの従来の農法よりも優れています。もう一つの有益な側面は、中国における生物多様性の重要性が中程度であるのに対し、インドでは生物多様性の重要性が高いことであり、これは中国でのコットン生産がインドより土地利用への影響が少ないことを意味します。有機農業は短期的には従来型よりも生産性が低くなる可能性があり、規模の指標において高スコアにつながる可能性があることに留意すべきです⁵⁷。さらに、汚染、水利用およびGHG排出を通じた従来のコットン栽培の影響は、有機栽培による影響よりも大きい可能性が高いものの、ここでは考慮していません。

したがって、純粋に土地利用の観点から、一次調達を変更するよりも、リサイクルコットンの導入が望ましいのです。

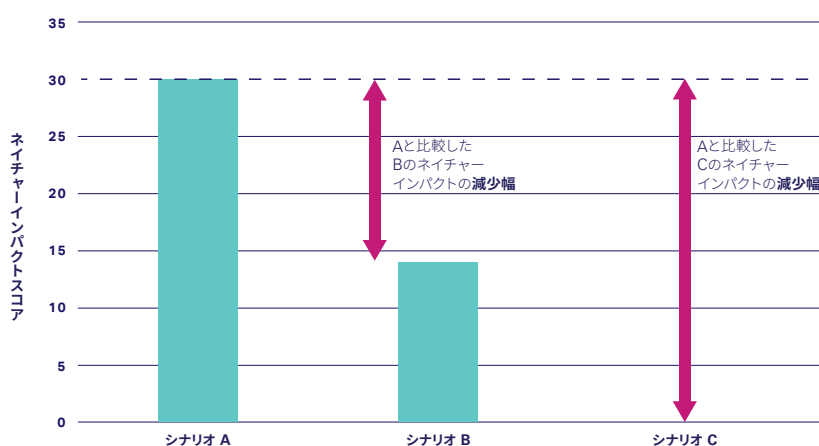


表8：リサイクル調達のためのインデックスの適用例

調達先	範囲	状態変化	重要性	スコア
A. インドの従来型農業	小-中	非常に大きい	高	$10 \times 1 \times 3 = 30$
B. 中国の有機農業	小-中	大きい	中	$10 \times 0.7 \times 2 = 14$
C. 英国のリサイクルセンター	ほぼなし	非常に大きい	低	$0.01 \times 1 \times 1 = 0.01$

企業は、スコアを使用して、異なるサーキュラー戦略を視覚的に比較することもできます。例えば、スコアが開示されている場合には、互いに対する相対的な比較（図23）、最低スコア（0.0001）と最高スコア（>5,000）に対する相対的な比較、あるいはベンチマーク企業との比較などが可能です。

図23：前述のバイオベースの原材料の例で説明したさまざまな綿調達シナリオの視覚的な比較



鉱物ベースの材料

ノートパソコンの製造に100%のバージンアルミニウムを使用している企業を例に考えてみましょう。同社は2022年のインフローにおける1,500万kgのアルミニウムの調達をもたらす土地利用への影響を分析しています。同社は現在、ブラジルのカラジャス露天掘り鉱山からバージンアルミニウムを調達しており（調達先A、表9）、スウェーデンからの直線型調達、またはイギリスからの循環型調達の2つの代替調達方法を検討しています。

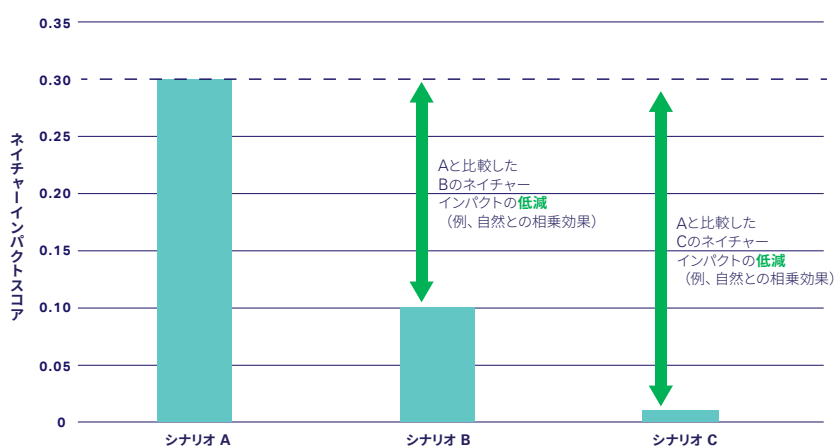
- 調達先B：スウェーデンのキルナにある地下鉱山（表9）
- 調達先C：英国のアルミニウムリサイクルセンター（表9）

公表されている岩石と金属の比率⁵⁸に基づくと、1,500万kgのアルミニウムの生産には約1億500万kgの岩石を採取する必要があります。単純に岩石密度と鉱山サイトの幾何学的形状の計算を適用した場合、寄与度は42.75m²（非常に少ない、詳細は技術付属を参照）と推定されます。しかしこの地域全体が採掘場または関連インフラに転換されるため、状態への影響は非常に大きくなります。地下鉱山の範囲は非常に小さく、コンディションは非常に高い可能性があります、リサイクルによる土地利用の範囲は無視できる程度です（表9）。リサイクルセンターには生物多様性が存在しないため、リサイクルアルミニウムによる状態変化は非常に大きいです。ブラジルのカラジャスにおける生物多様性の重要性は高く、スウェーデンと英国では低くなっています。

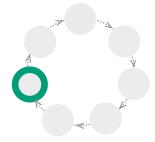
表9：リサイクル調達のためのインデックス適用例

調達先	範囲	状態変化	重要性	スコア
A. ブラジルカラジャス 露天掘り鉱山	非常に小さい	非常に大きい	高	$0.1 \times 1 \times 3 = \mathbf{0.3}$
B. スウェーデンキルナ 地下鉱山	非常に小さい	非常に大きい	低	$0.1 \times 1 \times 1 = \mathbf{0.1}$
C. 英国のリサイクル センター	ほぼなし	非常に大きい	低	$0.01 \times 1 \times 1 = \mathbf{0.01}$

図24：上記の鉱物ベースの材料の例で説明したさまざまなアルミニウム調達シナリオの視覚的な比較



⑥ 優先順位付け 機会の特定



サーキュラーパフォーマンスについて集められた知見は、改善の可能性が最も大きいのはどのフローかを示します。しかし、この情報を使用して意思決定と優先順位付けを行うには、企業においてサーキュラーパフォーマンスとリニアリスクとの関連性を理解することが必要となります。会社のリスクへのエクスポージャーを評価し、その後ビジネスケースを介した機会を評価することで、企業はアクションの優先付けを開始することができます。本項については、サーキュラーリスクと機会について説明している[WBCSDの2018年リニアリスク・レポート](#)⁵⁹を参照してください。

リニアリスクとサーキュラー機会の特定

評価で用いられた指標は、リニアリスクおよびサーキュラー機会と関係付けることができます。このような関係付けによって、企業はどのような種類のリスクと機会が関連するのかを最初にイメージすることが可能です（表10を参照）。

表10：リスクと機会の例（重複する場合あり。リストは網羅的ではない。）

リスクの種類	市場	オペレーショナル	ビジネス	法令	
定義	事業資産と負債に影響を与える市場および取引関連の要因が関与する	企業の社内業務に影響を与える要因が関与する	企業の戦略的事業目標に影響を与える社会的、経済的、政治的新しいトレンドがもたらす結果	現在および将来の規制、基準およびプロトコルに起因	
サーキュラーインフロー率 (%)	機会	技術的：コスト優位性のある非バージン資源	新しいパートナーシップ	ディスラプティブ（破壊的）な新技術	技術的：素材の二次利用に対する補助金
		生物的：プレミアム価格の付く認証バイオベース資源	技術的：バリューチェーンにおける引き取りおよび資源循環制度の開始	技術的：返送物流用の追跡とトレース	生物的：再生可能材料（認証資源）に対する補助金
リスク	リスク	生物的：バリューチェーン内の食品廃棄物削減の取り組み	生物的：サプライチェーンの透明性を実現するための技術強化		
		資源価格の変動性	サプライチェーンの機能不全	消費者の需要の変化	罰金または訴訟
		技術的：特殊な機能を持つ特定無機材料（すなわち重要鉱物）の希少性	技術的：中古品の需要増大	技術的：リサイクル材含有率最低基準を要求するエコデザイン指令	
		生物的：再生可能資源の希少性 – すなわち食用穀物と再生可能エネルギー用穀物の間での土地利用競争	生物的：植物性食品の需要増大	生物的：バイオベース素材に関する新たな規制と政策	

サーキュラー アウトフロー率 (%)	機会	<p>技術的: 二次資源としての廃棄物資源循環化</p> <p>生物的: バイオ栄養素抽出を目的とする廃棄物資源循環化</p>	人材の確保と定着	<p>技術的: 製品のサービス化や販売・買い戻しなどの新しいビジネスモデル</p> <p>生物的: 高度な資源循環化と価値ある食品のロス防止</p>	<p>循環型ソリューションに対する政府の刺激策</p> <p>技術的: ビジネスモデル・イノベーションを対象とした補助金と奨励策</p> <p>生物的: 生分解可能なフローの高度な資源循環化を対象とした補助金と奨励策</p>
	リスク	<p>(資源と廃棄物に関する) 禁輸</p> <p>技術的: すなわち、エレクトロニクス製品の越境に関するパーゼル条約</p> <p>生物的: 食用および非食用廃棄物ストリームの処理の区別</p>	社内プロセスの機能不全	<p>変化する顧客需要</p> <p>技術的: 修理する権利を求める動き</p> <p>生物的: 食品廃棄物解消に向けた消費者主体の運動</p>	<p>拡大する生産者責任</p> <p>技術的: オープンループの資源循環およびリサイクル制度への貢献の義務付け</p> <p>生物的: 食品ロス防止のための新たな規制または政策</p>
水のサーキュラ リティ率 (%)	機会	公式な水市場を持つ州における水売買権	一定の流量および水圧を持つ水インフローの信頼性	競合他社に対する優位性	実証可能な、持続可能な管理による確実性の高い水利権の可能性
	リスク	廉価な水への依存 (希少性が高まった場合、価格が上昇するおそれ)	水不足による業務の混乱と予期せぬ緩和コスト	<p>現地の評判と社会的操業ライセンスの喪失</p> <p>現地の積極的行動</p>	水の枯渇に伴う近い将来の規制強化
再生可能 エネルギー率 (%)	機会	豊富な再生可能資源	新しいパートナーシップ	再生可能エネルギーのコスト削減	再生可能エネルギー補助金
	リスク	資源不足	従業員の安全問題	化石エネルギー 価格の上昇	より厳格な法律
クリティカル マテリアル率 (%)	機会	ループ化	雇用創出	ディスラプティブ(破壊的)な事例新技術	(新しい) 政府方針
	リスク	投資家の関心低下	従業員の安全問題	消費者の要求の変化	調達規則と規制
CTI収益指標	機会	ポートフォリオからのよりレジリエントで安定したキャッシュフロー	会社全体で社内の競争が活発化	ブランドエクイティと評判上のメリット	報告と開示の準備
	リスク	投資家の質問に対応するための知見の欠如	ポートフォリオ改善の失敗による、回避できなかったはずのレイオフ	無為に起因する競争上の不利	サーキュラーでない製品に対する将来的な規制

実 際 寿 命	機会	修理品/リファービッシュのVAT税率の引き下げ	今後の製品に向けた設計改善点の特定	顧客ロイヤルティ（サービスとしての製品など）	デジタル製品パスポート（DPP）
		市場拡大の機会	付加価値の高い原材料による製造	サプライチェーンの安全性	修理可能性指標/スコアリング制度（Ifixitなど）
		製品ラインの拡大	廃棄物発生量の削減		リファービッシュと中古品の比率25%以上を要件とするグリーン調達
		製造コストの削減			
	リスク	保証期間終了後の技術サービスと供給部品/交換部品の利用可能性の確保（例えば、ecoinventでは、冷蔵庫や冷凍庫、洗濯機や食器洗浄機などの家電製品の交換部品について、10年間の利用可能性の確保を求めている）	回収や技術サポート、修理に関するインフラの欠如	バリューチェーンの重要課題に対処する企業の製品を優先する消費者心理	早急または計画的な陳腐化に対する法規制 耐久性基準の最低基準、生産者責任の拡大を推進する法規制 修理の権利
GHG インパクト	機会	炭素集約度の低い材料を使用したより良いポジショニング	炭素集約度の低い材料を使用したより良いポジショニング	カーボンフットプリントの少ない代替品の提供	カーボンフットプリントを低減した製品を提供できる能力
	リスク	GHGスコープ3削減への意欲的な取組みによる、材料の資源循環に対する需要増加	バージン材の調達への炭素価格の織り込み	カーボンフットプリントの少ない代替品の提供 影響の少ない製品に対する消費者のニーズを満たす能力	廃棄物GHG報告要件を満たす能力
ネイチャー インパクト	機会	ネイチャー関連の損害低減のためのコンシューマープレミアム（消費者が環境に配慮した商品を選好し、プレミアムを支払うこと）とインパクト投資へのアクセス	ネイチャー関連リスクが最も高い依存関係の削減、または代替 土地調達の際の、保全・修復活動に業界レベルで貢献	生物多様性への影響が少ない代替品を（新規）顧客に提供	EUのCSRDなど、生物多様性に関する新たな規制の枠組みへの対応に向けた準備
	リスク	特に森林伐採を伴うもの、代替のない原材料のサステナブルな調達に対する需要増加への対応が困難となること	ネイチャー関連リスクが供給の変化を通じて主要な製品の生産を脅かす可能性（例えば、特定の生態学的閾値を超える土地利用の変化は、水量・地域の気候・受粉・収量に影響を及ぼす可能性がある）	持続可能な調達製品に対する需要を満たせない可能性 レピュテーションリスク、地元コミュニティ、先住民グループや環境団体からの反対	既存の規制を遵守していないと、特定の市場へのアクセスや資金調達が制限されることによる、財務的/法的責任が生じる可能性

リニアリスク評価と優先順位付け

さまざまなシナリオで特定されたリニアリスクへの影響を考慮し、行動に優先順位を付けることを推奨します。リスク評価は、企業のニーズとリソース次第で、シンプルにも（社内専門家との半日のワークショップで各段階を説明するもの）または精緻にも（詳細なデータを使って数日から数週間かけて徹底した分析を行うもの）することができます。いずれにせよ、以下の手順を踏むことをお勧めします。



1. シナリオ分析

気候変動シナリオと同様に、サーキュラーエコノミーへの移行は、各分野で無限のシナリオが存在します。

さまざまなシナリオを調査、予測することで、企業は将来の展開を考慮した製品開発やアクションの優先順位付けを行うことができます。

ここでは、将来起こり得るシナリオを調査し、それがビジネスにどのような影響を与えるかを理解する必要があります。企業は、各シナリオの進展を理解するために、ある一定の時間的制約のあるアプローチを適用することができます（例：現在、5年後、10年後）。この演習では、企業は以下の事項を考慮する必要があります。

- 規制や市場からの圧力がないこと：競争条件が変わらない場合、企業はどのような影響を受けるか？
- 国家または地域における多様な規制圧力：国家や地域の目標は将来的に企業のビジネスにどのような影響を与えるか？
- グローバル市場と規制圧力：グローバルトレンド（技術、市場、規制）が企業のビジネスにどのような影響を与えるか？

これらのシナリオで、企業はビジネスへの影響を評価するために、金銭的、定量的、定性的な指標を決定することができます。

- コスト
- 収益 (CTI収益指標を含む)
- 利益
- 顧客関係
- 従業員関係
- サプライチェーン連携

例：国レベルまたは国際レベルの目標シナリオ

さまざまな国および国際的な影響力のある当局、例えば欧州委員会がサーキュラーエコノミー採用のための目的および目標を設定しています。政策パッケージは長期にわたる（潜在的な）政策を説明しています。そうした政策が4つのリスクカテゴリーにどのように影響するのか、また企業レベルで形成されるターゲットにどのように関係しているかを説明することには目的適合性があります。

政策

サーキュラーエコノミー推進政策の概要については、[Driving the Transition to a Circular Economy](#)を参照してください。

シナリオとは？

シナリオはある特定の結果に至る道筋を描いたものです。

シナリオは、将来を完全に描写するものではなく、起こり得る未来の中核となる要素にスポットライトを当て、将来の発展における主要なファクターに注意を喚起するものです。

シナリオは仮説的な概念であり、予想や予測、感応度分析ではないと理解しておくことが重要です。

シナリオ分析とはクリティカルな戦略的思考を強化するための1つのツールです。

シナリオの主要な特徴は、将来に関するこれまでの常識にチャレンジするものであるという点です。不確実性の高い世界においては、シナリオは通常どおりのビジネス (BAU: Business as Usual) の前提を大きく変容させるかもしれない、別の可能性を探るために用いられます。

出典：[TCFD最終報告書\(2017\)](#)、[気候関連リスク・機会のシナリオ分析の方法](#)

シナリオ分析だけでなく、専門家の意見、予測と評価、さらにその他の環境・社会・ガバナンス (ESG) に特化したツールを含め、有益と思われるツールがほかにもあります。[COSOエンタープライズ・リスク・マネジメント \(ERM\) フレームワーク](#) (以下、COSO ERMフレームワーク) が、これらすべてのツールについて詳しく説明しています⁶⁰。

2. 脅威と脆弱性評価

シナリオ分析で収集した情報を使用して、リニアリスクのランク付けと優先順位付けを行います。リスクの優先順位付けの一般的な基準は、悪影響やその可能性の重大性です。しかし、こうした要因のみに依存することで、優先順位付けの精度を限定的なものとする場合があります。そのため、COSO ERMフレームワークで定義されている以下の2つのより精緻な基準を使用することを推奨します。

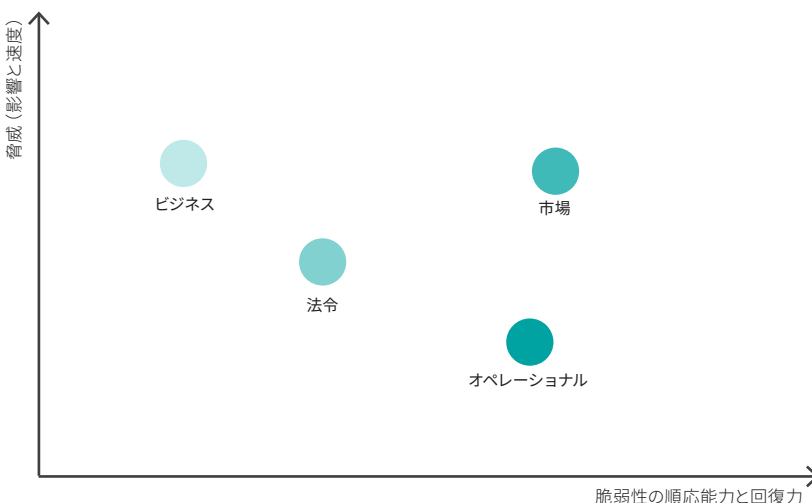
- **脅威** (固有リスク) はインパクト (結果) および開始の速度またはスピード (リスクが事業体に影響を及ぼすスピード) が脅威の大きさを決定します。
- **脆弱性** (残余リスク) は適応性および回復性の関係で定義されます。脆弱性の大きさは適応性 (事業体がリスクに適応および対応する能力) および回復力 (事業体が許容内に回帰する能力) に依存します。

企業は最終的な優先順位付けのために、上述したリスク要因を1つの概要図に可視化することができます。以下の表は、ある架空の企業のリニアリスク (Y軸) と脆弱性 (X軸) の脅威を示したものです。

グラフにはデモンストレーションのため、主なリスクカテゴリーのみを示しています。より具体的に、資源不足や消費者需要の変化など、すべてのリニアリスクのサブカテゴリーを含めることもできます。

この可視化により、どのリスクに取り組むべきか優先順位を付けることができます。この優先順位付けに基づき、分析段階で得られた知見と併せて、企業は次のステップの計画を立てることができます。

図25: リスクをプロットする



COSO

トレッドウェイ委員会支援組織委員会 (COSO) は、5つの民間機関が結集する共同イニシアチブです。これはエンタープライズ・リスク・マネジメント、内部統制、不正抑止に関するフレームワークとガイダンスの進展を通じて、Thought Leadershipの提供を専門的に行います。

出典: www.coso.org

3. 潜在的行動ロードマップの定義

このステップでは、企業は潜在的なアクションロードマップを定義し、評価します。このステップの目的は、ステップ1で概説したサーキュラーエコノミーへの移行シナリオとステップ2で検討した関連するリニアリスクの知見を活用して、企業のビジネスが将来どのように発展するかを説明することです。

まず、自社の事業がどのように発展していくかを示す「通常業務」(BAU)の状況を評価することから始めることを推奨します。

その後、企業はBAUの状況を基準として、異なるアクションを起こした場合の潜在的なアクションロードマップの概要を示すことができます。

- 特定されたリニアリスクを軽減する
- サーキュラー機会から潜在的な利益を引き出す

各アクションロードマップが企業の将来をどのように変えるのかについて、テキストベースでの表現やグラフィカルに可視化することもできます。例えば、将来のさまざまな出来事をタイムラインとして可視化することもできます。

ステップ1で定義された定量的・定性的な要素を用いて、各アクションロードマップで達成された効果を強調することを推奨します。



結果とリニアリスクおよびサーキュラー機会の関連性

これまでのステップにおいて、企業は以下を特定しています。

1. 改善の可能性があるマテリアルフロー（ステップ5）
2. リニアリスクとサーキュラー機会に対処するためのロードマップ

企業は、マテリアルフローレベルで最も適切なサーキュラーソリューションを評価する際に、上記両方の側面を考慮する必要があります。この段階で企業は、提案された解決策がCTIのフレームワークが対応するマテリアルフローと指標の結果にどのような影響を与えるかを分析するために、異なるビジネスプロセス（例えば、製品開発、サプライチェーン、生産、ビジネスモデル、または使用済み製品の運用）のステークホルダーと関わるべきです。

CTIのフレームワークに含まれる指標のパフォーマンスを向上させるためのサーキュラーソリューションとして、以下が挙げられます。

インフローの場合

- 現在のリニアインフローを非バージン代替品に変更する
- 現在のリニアインフローを再生可能な代替品に変更する
- （例えば、持続可能な方法で管理されたバイオベース資源の認証を通じて）再生不能なバイオベース資源を再生可能な資源に切り替える
- 製品の軽量化により資源利用を削減する
- 利用の最適化、デジタル化、モノとしての製品のサービスへの切替え（一部のセクターでは「サービス化」と呼ばれる）、耐久性強化などにより資源利用を削減する
- 栄養摂取の最適化（すなわち、食品廃棄物を作らない、栄養素／タンパク質を、資源を大量に消費しない代替材料に切り替える）を通じて資源利用を削減する

資源循環可能性の場合

- 特にモジュール設計、分解可能な設計、単一素材の使用による高度なリサイクル可能性（技術的サイクル）、ならびに（または）生分解性および非毒性（生物的サイクル）を取り入れるために再設計を行う

実際の資源循環の場合

- 製品をサービスとして販売したり、従量制を設けたりすることによって実際の資源循環を増やす（技術的サイクル）
- 買い戻し／引き取り制度により実際の回収を増やす（技術的サイクル）
- バリューチェーン内の連携と、収集・資源循環プログラムのためのパートナーシップを通じて実際の資源循環を増やす
- （食品廃棄物の防止または高度な資源循環化により）実際に消費される生分解可能なアウトフローを増やす（生物的サイクル）

例：バージンインフローを二次インフローまたは再生可能インフローに置き換える

バージンインフローを二次インフローまたは再生可能インフローにより置き換えることでリニアインフローの質量を削減します。製品価格に変化がない場合、指標のパフォーマンスは改善します。

例：製品の軽量化

製品の軽量化は製品価格には影響を及ぼさないため、企業収益にも影響を与えません。製品から取り除かれる素材が（部分的にでも）リニアインフローで構成されている場合には、リニアインフローが減少します。これは結果としてサーキュラー型資源生産性を上昇させます。

例：ハードウェアからソフトウェアへのデジタル化

ソフトウェアをハードウェアに追加して提供すれば、企業収益が増大します。ソフトウェアはハードウェアに追加の機能性を提供することができますか、またはハードウェアの一部または全部に取って代わることができます。これが（部分的にでも）リニアインフローに由来するものである場合、リニアインフローは減少します。これは結果として、サーキュラー型資源生産性を上昇させます。

水のサーキュラリティの場合

- リニアな水資源を、第三者の水や（可能であれば）その施設自体のプロセスで生じた再使用廃水などの循環型水資源に切り替える
- 現地流域への放出前に、地域の水質規制基準に準じて（オンサイトまたは廃水処理施設での）廃水処理を増やす
- （製品の輸送、蒸発または海への放出による）現地流域からの水の移動を最小化するための代替策を探す

実際寿命の場合

- 耐久性、再利用性、アップグレード可能性、修理可能性を考慮した製品デザイン
- 製品寿命の延長を促進するビジネスモデルの導入（サービスとしての製品など）
- 保証期間を超えた製品に対し、利用しやすい技術サービスおよび供給／予備部品を提供
- ソフトウェアの陳腐化を制限し、電子機器の耐久性を向上させる

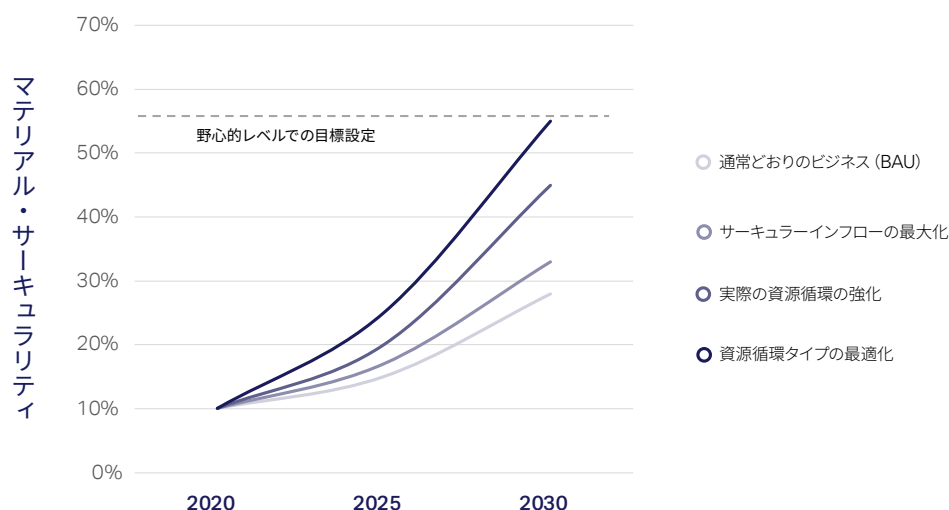
CTI収益指数の場合

- 「インフローの場合」、「資源循環可能性の場合」、「実際の資源循環の場合」で強調されているソリューションの実施により製品ポートフォリオのサーキュラリティを高める
- （循環性の低い製品に対し）循環性の高い製品の売上を伸ばす

このリストは網羅的ではなく、時間の経過とともに増強されていきますが、考慮すべき可能なソリューションを検討するのに適切な出発点です。本ページおよび次のページの例では、こうしたソリューションをご紹介します。

マテリアルフローの変化を想定することで、企業は一連の活動におけるマテリアル・サーキュラリティ・パフォーマンスへの影響を算定できます。このようにして、BAUシナリオに関する改善の可能性を特定できます（図26参照）⁶¹。またその結果に基づき、自社の戦略目標設定の一環として、野心的なレベルを設定できます。

図26: マテリアル・サーキュラリティ・パフォーマンスの向上に向けた行動ロードマップの比較



例：従量性モデルへの移行

製品販売モデルから従量制モデルへの移行では、サーキュラー型資源生産性が高まります。このビジネスモデルでは、製品の循環とサービスとしての支払い（課金）が可能になるためです（その結果、生じる収益に対してリニアインフローが相対的に減少します）。

例：耐久性に優れた製品の販売

より高い品質で製造された製品はより長持ちすると仮定すると、製品当たりの価格は増大します。そのため、リニアマテリアルの使用量が同等であるならば、リニアマテリアルの使用との関係において相対的に収益は良くなります。

サーキュラー機会：ビジネスケースの評価

プロセスのこの段階では、企業は以下のことをより明確に理解できます。

- 改善の可能性のあるマテリアルフロー（ステップ5）
- それらを適用して優先順位が付けられたリスクと機会
- 企業が行動を起こすことを支援できるサーキュラー・ソリューションとそのマテリアル・サーキュラリティ・パフォーマンスへの効果

潜在的なオプションを選択することで、あるいは予想されたビジネスの成果を検証することで、ビジネスケースの評価に役立てることができます。WBCSDが[サーキュラーエコノミー報告書で示した8つのビジネスケース](#)では、循環型の事業遂行を通じて成長を加速させ、競争力を高め、リスクを緩和させることができるという点が強調されています。サーキュラー機会を手にするためには、ビジネスケースを示す必要があります。

原則として、循環型ビジネスケースは他のビジネスケースと同じですが、従来どおりの方針を採用した場合には、循環型ビジネスケースが持ついくつかの特徴がないがしろにされるおそれがあります。そのため、サーキュラリティのビジネスケースの評価時に検討すべき関連事項を以下にいくつか挙げています。

1. 他のビジネスケースと同じように評価する

最初のステップはその他のビジネスケースと同じように評価することです。すでに明確な事例がある場合、サーキュラーな付加価値を示す必要はない場合があります。

2. 循環型ビジネスケースにおける潜在的なコスト節減の検討

- リニア型の（バージンかつ再生不能な）インフローを循環型の（再生可能または非バージンの）インフローに置き換えることが節約につながる可能性があります。

コスト節減 = 100%リニアインフローのコスト - 現在のインフローのコスト

コスト節減の可能性 = 現在のインフローのコスト
- 100%サーキュラーインフローのコスト

- 節約はより優れたクライアントの維持・獲得に関連している可能性があります（「グリーン」のイメージ）またはサービスとしての製品や買い戻し／引き取り契約による長期的な関係育成による）。これによりマーケティングコストを削減できます。
- 節約は有能な従業員のさらなる保持と雇用に関係することがあります（循環型ビジネスの「パーパス」により促される）。
- 節約はロスの回避（例えば、生物学的サイクルの場合は食品廃棄物に関連する栄養素のロス、技術的サイクルの場合は残ったストリームの再使用など）に繋がる可能性があります。
- 節約は資源が循環され再利用されることで、廃棄物管理コストの削減につながる可能性があります。

3. 収益増大要因の特定

- サーキュラリティ、利便性および持続可能性（またはそのいずれか）に惹きつけられる新規顧客
- 顧客によるサービスへの初期投資が製品への初期投資より小さいこと（従量性モデル）による新たなセグメント
- 廃棄物の流れや製品（副産物）の高付加価値化に関連する新たな収益

4. 投資家の関心の高まりを予想し、対応する

投資家はサーキュラーエコノミーの機会をますます意識するようになりました。企業はサーキュラーエコノミーへのコミットメントに関して投資家と積極的にコミュニケーションを取り、投資家から問い合わせがあったときには実績を示せるように準備しておく必要があります。

5. 長期的視点での説明

サービスとしての製品または下取りのオファーは、より長期のサービス契約または買い戻し/引き取りのオファーに基づいています。これらのビジネスモデルを採用することで、長期的な利益を安定させ、将来のキャッシュフローの予測可能性を改善することができます。

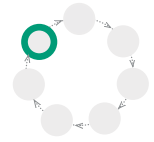
- 製品の所有権を維持することで、またはアクセスを取得することで、企業は将来の供給を確保し、将来の資源インフローの価格ボラティリティへの対応策を採ることになります。社会のサーキュラーエコノミーへの移行はコスト節約、利益性、法的要件における今後の変化を生み出すことになるかもしれません（シナリオ分析に関するセクションもご参照ください）。

健全性テスト：

サーキュラーエコノミーが大規模に拡大した場合に外部の第三者に悪影響が及ぶことを防ぐために、企業が循環型最終目標を追求するにあたって、既成概念にとらわれないようにすること、より幅広い持続可能な影響を考慮することが重要です。環境的、社会的ライフサイクル評価（LCAs）とその他のツールで環境サーキュラーパフォーマンス評価を補完することにより全体像を捉えます。LCAsその他の製品関連指標が、異なる製品間でサーキュラリティを評価したり比較したりするための重要なツールであることに変わりはありません。必ずすべての中間的なステップを考慮に入れ、最も適切なソリューションを特定するために、現地の状況を検討しながらこれらを実施します。これは、起こり得るトレードオフを企業が認識できるようにするためです。トレードオフは、さまざまな環境的、社会的影響と依存関係について循環型戦略を分析する際に表出することがあります。



⑦ 適用 計画と行動



結果を分析し、リスクと機会に優先順位を付け、サーキュラーソリューションを評価し、ビジネスケースを定義した後の次のステップは、改善のためのターゲットを設け、関連する行動を実行に移すことです。

ターゲットを設ける

分析に基づき、改善可能な機会が明らかになります。さらに、優先順位付け段階で対処すべきリスクと機会が特定されます。これらの情報を組み合わせると、SMARTターゲットを設けるための関連性のある証拠を得られます。

行動を本格展開する

ターゲットを達成するためには行動を起こす必要があります。ターゲットごとの具体的な行動をさらに定義するのは企業次第ですが、以下に検討すべき要素のガイダンスをいくつか挙げます。

何を実行する必要があるかを定義する

ターゲットは何を実行すべきかについての方向性を与えます。分析の項でも説明しましたが、考えられる方向性の例を下の表の最初の段でおおまかに示しています。企業の性質および分析結果に基づき、どのように具体的な行動を形成するかは企業次第です。

いつ実行する必要があるかを定義する

企業はバックカスティングで行動計画を立てるべきです。時間的制約のあるターゲットを念頭に、企業はロードマップに基づいた中期ターゲットと行動を展開することができます。中期ターゲットのある評価サイクルの整合性を確保するため、ロードマップ内のタイムラインを定義することが重要です。

行動を起こす必要がある者を定義する

行動を徹底するには、行動推進責任者を特定する必要があります。以下の表には関係する社内部署、検討すべき社外関係者、行動実行の際に考慮すべき検討事項を添えた、分析段階からの可能な行動がリスト化されています。

形成されたターゲットに対する行動と進捗状況进行评估する

この段階はサーキュラー・トランジション・インデックスのフレームワークの最終段階ではないことを踏まえておくことが重要です。図27が示すように、プロセスのステップはサイクルのなかで互いにつながり合っています。この段階は、次の評価を開始し、適用段階で実行されたアクションに起因する、目標達成に向けた改善をモニターするためのスコーピング段階へと移行します。

表11は、先に述べたサーキュラーソリューションのいくつかを計画し、本格展開する際に考慮すべき要素に関して、追加の知見を示しています。

SMART原則に基づく目標設定

Specific (具体的)：一度に指標の1つの要素に焦点を当てる(非バージンインフロー率(%)と再生可能インフロー率(%)について別々の目標を設ける)。

Measurable (測定可能)：フレームワークのなかで捉えた数値目標に焦点を当てる。

Ambitious (野心的だが達成可能)：計画段階で評価された可制御性に基づき、おおむね社内の要因に依存する目標に焦点を当て、確実な達成を図る。

Relevant (関連性がある)：分析に基づき、最も関連のある分野に関する目標に焦点を当てる(すなわち最大のフローや最も重要な素材)。

Time-bound (期限を定める)：目標達成の期限を定め、期限に沿った評価サイクルを計画する。

図27：プロセスサイクル

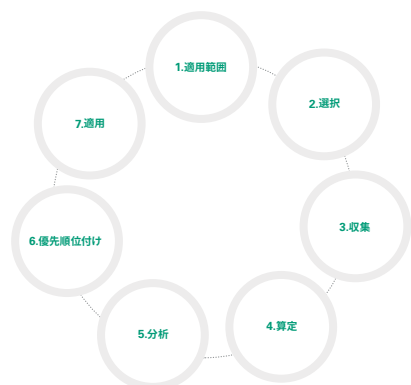


表11: サークュラーソリューションの計画と本格展開にあたって考慮すべき要素

関与する部署	考慮すべきその 他の当事者	実行時の考慮事項	ターゲット例	アクションの例
再生可能インフローに取り替えることにより、リニアインフローを削減する				
サステナビリティ関連部署 調達 製品設計 プロダクトマネジメント R&D	サプライヤー 認証機関	サプライヤー	2023年までに天然素材を使った新ファッションラインを立ち上げる	認証が持続可能性と土地利用をどの程度考慮しているのかを探り、目的に照らして認証素材の機能性を調査する
二次インフローに取り替えることにより、リニアインフローを削減する				
サステナビリティ関連部署 調達 製品設計 プロダクトマネジメント R&D	サプライヤー	持続可能性 技術的実現可能性 消費者による受容 機能性	2025年までに製品カテゴリーXの再生可能原料含有率を40%以上にする	技術的実現可能性と可用性をサプライヤーと話し合う 必要に応じてサプライヤーを切り替える
サステナビリティ関連部署 製品設計 プロダクトマネジメント R&D	取引先	機能性 顧客による受入	2025年までに製品カテゴリーXのライフタイム使用を2倍にする	設計部門と技術的な実現可能性を話し合う 消費者の製品利用を阻む障害を調査する(すなわち技術的制約、流行、社会的立場など)
(モジュール性、分解、モノマテリアルの生分解性に関して) 製品設計を最適化することにより資源循環可能性を高める				
サステナビリティ関連部署 製品設計 保守・サービス プロダクトマネジメント R&D	取引先 サプライヤー	技術的実現可能性 採算性	2022年までに製造されるボトルの60%が単一素材から成る 2025年までにパッケージの最適化により食品廃棄物を20%削減する	サプライヤーを変更する サプライヤーと調査を設ける
サステナビリティ関連部署 製品設計 R&D	取引先 サプライヤー	技術的実現可能性 採算性	「ハイブリッド型製品」の技術的素材をすべて生分解可能な素材に切り替える	(OECDに準じた) 生分解性の代替素材の通覧をサプライヤーに要求する
所有権の維持、または買い戻し/引き取り制度により実際の資源循環を増大する				
サステナビリティ関連部署 製品設計 営業 アカウント管理 カスタマーリレーションズ 保守・サービス 法務 プロダクトマネジメント	取引先 投資家	財務上の影響。 例えばバランスシートおよびキャッシュフロー上 法的影響	2025年までに、高価値資産による収益の30%を従量性モデルで得るようにする	返却ロジスティクスについてサプライヤーを指導する 新しいモデルに対する取引先のニーズと障害を理解するための市場調査

バリューチェーンの第三者との間に引き取り／買い戻しまたは資源循環制度を設けることにより、実際の資源循環を増やす

サステナビリティ関連部署 製品設計 営業 アカウント管理 カスタマーリレーションズ プロダクト マネジメント R&D	取引先 サプライヤー	その他の関係者との協力形態	2023年までに、新規に販売した全電話機を対象とする引き取り制度または買い戻し制度を設ける	リファービッシュ業者と契約を結ぶ
---	---------------	---------------	---	------------------

サステナビリティ関連部署 アカウント管理 カスタマーリレーションズ マーケティング	取引先	他社との連携	消費による高度な資源循環化を図るため、賞味期限切れ間近の食品を割引価格で販売する制度を小売業者との間で設ける	こうした制度についてパートナーとの連携を検討する
--	-----	--------	--	--------------------------

公の制度に投資し、擁護することで実際の資源循環を増大する

サステナビリティ関連部署 パブリックリレーションズ	顧客 国家機関	実現可能な影響と効果	2025年までにカーボンオフセット市場の95%において公共制度支援運動をサポートする	支援運動に同業者とともに参加する
------------------------------	------------	------------	--	------------------

公の制度に投資し、擁護することで実際の資源循環を増大する

ユーティリティ／エンジニアリング 調達 製品品質 製造 施設管理 広報 ガバメントリレーションズ	流域内の現地ステークホルダー コミュニティ 市町村の廃水処理サービスプロバイダー 大学／研究機関 市民社会団体 規制当局	顧客による受容（風味、安全性） 流域の水収支 規制当局の許可遵守		
--	---	--	--	--

付属書

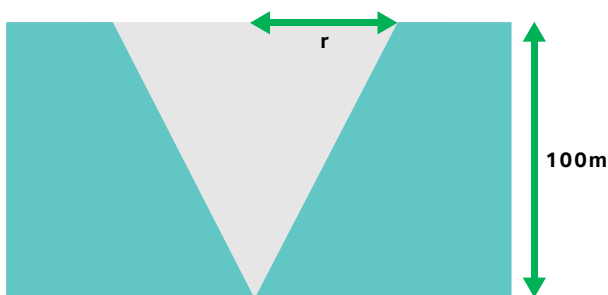
付属I- ネイチャーインパクト：鉱山敷地範囲の評価

この技術的付属書では、現場の生産量が不明でも、採掘場からの鉱物の質量 (Mm) に必要な土地の範囲を評価するために必要な計算式を提供しています。これは幾何学的手法に基づいており、2種類の鉱山現場をカバーしています。(図28)

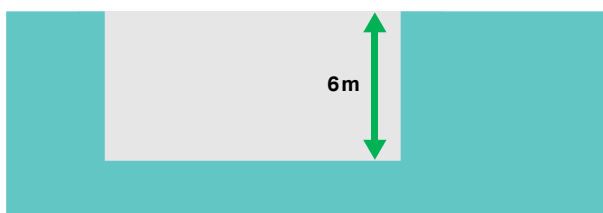
- 図28aに示されているような円錐形の露天採掘技術であるオープンピット採掘；
- 図28bに示されているような立方形の露天採掘技術であるストリップ採掘；

図28：計算で使用する鉱山と寸法の概略図

a) オープンピット採掘



b) ストリップ採掘



体積と形状に基づいて範囲を測定するには、まずは次の手順に従って鉱山から採掘された岩石の総体積 (Ve) を推定する必要があります。

1. 鉱物の質量 (Mm) を、[rock-to-mineral ratios](#)で公表されている岩石と金属の比率 (R) に従って、総岩石の質量 (Mr) に変換します：Mr = R x Mm
これらの比率は、必要な金属の単位質量当たり、地面から採取された原材料の総質量の推定値を表しています。
2. $Ve = Mr / \rho_r$ (ρ_r は採掘された岩石の推定密度) の式に基づいて、岩石の質量を体積に換算します。

そのため、次のようになります。

$$V_e = \frac{R \times Mm}{\rho_r}$$

一度体積が算出されれば、鉱山の形状に応じた仮説 (図28) を用いて、鉱物採掘のために転換された土地の範囲を次のように推定することが可能です。

$$\text{範囲} = \frac{3V_e}{100} \quad \text{オープンピット採掘}$$

$$\text{範囲} = \frac{V_e}{6} \quad \text{ストリップ採掘}$$

アルミニウムの場合、推定される岩石対金属の比率は7であり、ボーキサイトの密度は1,100~2,000kg/m³です。したがって、1,500万kgのアルミニウムに必要な採取量は次のように推定できます。

$$V_e = 15,000 \times 7 / 1,100 = 95 \text{ m}^3$$

またオープンピット採掘の場合推定範囲は $3 \times 95 / 100 = 2.85 \text{ m}^2$ です。

鉱山の規模が推定できたら、関連するインフラストラクチャからの間接的影響を考慮し、規模乗数を追加します。これはピット領域の約15倍と概算されます。

- 関連インフラストラクチャ - **ピット面積×2倍**
- 廃棄岩の陸域 - **ピット面積×1.43倍**
- 採鉱くずの保管に必要な領域 - **ピット面積×10倍**

これらの推定数値は[GBS mining critical review document](#)から引用しています。より正確なデータの参照も可能です。このため、ストリップ採掘から1,500万kgのアルミニウムを調達する場合の推定範囲は42.75m²になります。

付属II ー土地利用の測定基準の選択

生態系の状態の指標の選択

範囲、状態および重要性のフレームワークでは、柔軟に状態の指標の選択が可能です。状態の指標を評価できる指標は多数あります。例えば、状態の指標は、理想としては科学的に堅牢で（査読を受けていることがその指標となる）、実用的、解釈が容易、対象範囲が包括的で、透明制があり最新の情報に基づいたものであるべきです。規制および自主的な報告フレームワークへの整合性もまた重要なものです。私たちのフレームワークは、例えばGLOBIOモデルに基づくMean Species Abundance (MSA) を推奨しています。ほかにも生態系の状態を測定する指標は多くあります。例えば、種の消失割合、劣化した土地の割合、海洋への累積的人的影響、生態系保全指数、生態系完全度指数、生態系健全性指数、生態系面積指数などがあります。MSAは上記の基準によく合致していますが、ここに挙げた他の生態系の状態の指標を代わりに使用することもできます。これはすべて高度に相関しているため、結果に大きな変化はありません。

Ecosystem Integrity Index (EII) は SBTN Land Step 3のドラフトとして提案されています。しかしピアレビューが行われておらず、基礎となるデータとツールがまだ利用できないため、CTIには含めませんでした。私たちは、これが2023年半ばまでには変更されると予想しており、最終成果物のレビューを待つ間、EIIを状態の指標として含める可能性があります。

企業がTNFDと連携するためにどう役立つのか？

企業は「使用されているツール、データプラットフォーム、指標および測定基準、ならびに自然に関連するリスクおよび機会への対応に関連する科学的根拠を参照して、優先的な地域の生態系の状態および範囲を評価しているかどうか、またどのように評価しているか」を含め、自然への影響を評価し、管理するために組織が使用する測定基準を開示することが求められています。詳細については、[TNFD](#)をご参照ください。フレームワークの範囲および状態コンポーネントはこれに対応しており、優先順位付けにはSTAR（重要性）を使用できます。

SBTNに「重要性」は含まれているか？

はい、[SBTN Step2のガイダンス](#) (P.95) では一般的なステートオブネイチャー指標 (SoNG) に従ってサイトを優先順位付けするよう企業に求めており、CTI ネイチャーインパクト指標の重要性コンポーネントに組み込んだSpecies Threat Abatement and Restoration (STAR) 指標の脅威軽減コンポーネントの使用を推奨しています。

CTI用語集

マテリアル・サーキュラリティ率 (%)

ある製品（グループもしくはポートフォリオ）、事業部門または会社全体のサーキュラーインフロー率 (%) とサーキュラーアウトフロー率 (%) の加重平均

生分解可能なアウトフロー

微生物による分解が可能であり、例えば堆肥化や嫌気性消化を介して生態系によるさらなる使用が可能な有機分子にまで生分解する素材または物質のアウトフロー⁶²。ある製品を生分解可能とみなすことができるのは、その製品に含まれる毒素または危険物質が、認められた基準（例えば、Cradle to Cradle Certified Productsプログラムの制限物質リスト (RSL) DRAFT v4) の範囲内である場合のみ。企業は、OECD、国際標準化機構 (ISO)、オランダ規格協会 (NEN) などの生分解性および堆肥化可能性に関する既存の試験基準などを参照することができる。

副産物

マテリアルプロセスにおける意図されていない、不可避で追加的なモノの流れであって、意図された主製品でないもの。

コプロセッシング

単一の工業プロセスにおいて、残留廃棄物を鉱物資源の原料（マテリアルリサイクル）、および化石燃料を代替するエネルギー源として同時に使用すること。コプロセッシングでは、廃棄物の鉱物部分が原材料（石灰石、粘土または鉄など）の代わりになり、可燃性の部分が工業プロセス（例えば、セメント生産）に必要なエネルギーを提供する。

サーキュラーエコノミーの原則

- 廃棄物と汚染を排出しない設計
- 製品と素材を使用し続ける

- 自然のシステムを再生成する

サーキュラーインフロー

以下のようなインフローのこと。

- 再生可能インフロー（定義を参照）で、再生可能性の自然サイクルに則った速度で使用される。

または

- 非バージン

サーキュラーアウトフロー

以下のようなアウトフローのこと。

- 製品と素材に完全な資源循環可能性があり、技術的なライフタイム終了後も経済的ライフタイムを拡大する形で設計および加工される

かつ

- 実証できる形で資源循環される

サーキュラーパフォーマンス

サーキュラリティ率 (%)（サーキュラーインフロー率 (%) およびサーキュラーアウトフロー率 (%))、ならびに他のCTI指標1つ以上を含む、製品（グループ）、事業部門の多次元的な結果を指す。この指標は3つのモジュールのどこから取ってもよい。

CTI収益指標

製品（グループもしくはポートフォリオ）、事業部門または会社全体で生じた収益にそれぞれのサーキュラリティ率 (%) を乗じたもの。

企業の境界

組織の物理的境界または経営上の境界。財務報告および持続可能報告と同じ範囲を持つ。

ダウンサイクル

「結果的に生じた製品の（経済的）価値が元の製品より低くなるような方法で何かを」リサイクルすること⁶³。これは、

その素材／製品の特性（機能的等価性）が失われ、前のサイクルと同じような機能で使用できないことを意味する。一般にダウンサイクルは、経済的価値の喪失につながる製品の材料特性、劣化のレベル、または（金属の場合）純度低下の有無を表す際に使われる⁶⁴。

耐久性

耐久性とは、ある制限的な事象がその機能を妨げるまで、指定された使用、保守、修理の条件下で、製品が要求通りに機能する能力を意味する。

機能等価性

機能が「等価（または同等）である状態または属性」⁶⁵。CTIの文脈では、機能等価性は前回のサイクルと同じような機能を保ちながら、（マテリアル、製品部品などとして）インフローに戻すことが技術的に可能で採算が取れるように設計されたアウトフロー（製品、製品部品、廃棄物など）を定義する。例えば、携帯電話に使用されていたプラスチックを台所用品としてリサイクルできる。これは強度や審美性などの特性が同等だからである。

インフロー

素材、部品または製品などを含む、企業に入ってくる資源（企業のサプライチェーン内におけるポジションによる）。水とエネルギーはそれぞれに関する特定の指標の一部であるため、含まれない。

土地利用変化

土地利用変化とは、都市化、森林伐採、農業、インフラ整備などの活動によって、自然地域が人間主体の景観に変化することである。このプロセスは、生物多様性の損失の主要な要因である。土地利用の変化に対処することは、生物多様性を保全し、持続可能な開発を確保するために不可欠である。

リニアインフロー
バージン、再生不能資源。

リニアアウトフロー
サーキュラーとして分類できないアウトフロー。このことはアウトフローが以下のとおりであることを意味する。

- 設計においてサーキュラーでなく、資源循環不可能な形で加工される素材から構成される

または

- 実証できる形で資源循環されない、または経済に還元されない

リニアリスク

直線型の事業遂行方式（希少な再生不能資源を使用する、新製品の販売を優先する、連携を行わない、イノベーションや適応を行わない）がもたらす影響へのリスクエクスポージャー。企業の操業のための許可に悪影響を及ぼす⁶⁶。

非バージンインフロー

一度使用された（二次）インフロー。例えば、リサイクル原料、中古品またはリファーマビリティ部品など。

アウトフロー

マテリアル、部品、製品、副産物、廃棄物などを含む企業から出ていくマテリアルフロー（企業のサプライチェーン内におけるポジションによる）。

資源循環

再使用、修理、リファーマビリティ、転用、再製造、リサイクルまたは生分解による、栄養素、化合物、素材、部品、

コンポーネント、さらに場合によっては製品（組織によって異なる）の機能等価性を保ち、技術的に可能で採算の取れる資源循環。

廃棄物からのエネルギー資源循環、および45ページの基準をすべて満たしていない生物的サイクル廃棄物はこれに含まれない。

資源循環タイプ

さまざまな形態のマテリアル回収。例えば次のような形態がある（エレン・マッカーサー財団のサーキュラーエコノミー体系図⁶⁷またはバタフライダイアグラムの再循環ループと同じ順序で挙げる）。

リユース（再使用）

製品またはその機能性に変更を加えることなく、設計で意図された寿命を超えて製品寿命を延ばすこと。

修理

製品またはその機能性に変更を加えることなく、破損または摩耗した製品を修復することによって製品寿命を延ばすこと。

リファーマビリティ

製品またはその機能性に変更を加えることなく、部品交換を伴う大掛かりな修理により製品寿命を延ばすこと。

再製造

製品を部品レベルに分解し、（必要に応じて部品を交換して）新品同様の状態に組み立て直すこと。製品の機能性に変更される可能性がある。

リサイクル

製品を素材レベルまでにし、これらの素材を新しい製品に使用できるようにすること。

生分解

酸素が存在する環境での微生物（バクテリアおよび菌）による有機物分解により、有機物（腐植質）を多く含む土壌を作り出すこと。

再生可能性

生産性その他の利点を確保するため、重要な資源を復元し、生態系の健康を改善する能力を持つこと（炭素回収生物多様性、その他の生態系サービスなど）。本来の状態よりすでに劣化していた自然等の再生の場合は、自然のシステムの現状維持を超えて本来の状態まで再生するという意味であることに留意する⁶⁸。

再生可能なインフロー

持続可能な形で管理された資源（多くの場合、森林管理協議会（FSC）、森林認証プログラム（PEFC）、持続可能なパーム油のための円卓会議（RSPO）⁶⁹などの国際的に認められた認証制度によって明示されている）で、採取後、使用サイクルと同じ速さで、自然の成長または補充プロセスにより以前の資源水準に戻るもの。つまり、これらの資源は収穫／採取より速い速度で補充／再生される⁷⁰。

バージンインフロー

以前に使用または消費されていない（一次）インフロー。

注釈

- 1 Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) (2019年) より。生物多様性と生態系サービスに関するグローバル評価。
- 2 Circle Economy、2023 Circularity Gap Reportに基づく。同レポートには、現在の世界経済の循環率は7.2%にとどまると記されている。詳しくは<https://www.circularity-gap.world/2023>を参照。
- 3 Circle Economy (2023年)。2023 Circularity Gap Report。 <https://www.circularity-gap.world/2020>より。
- 4 WWF Living Planet Report 2012に基づく。
- 5 WBCSD (2018年)。Circular Metrics—Landscape Analysis (循環指標背景分析)。持続可能な開発のための世界経済人会議 (WBCSD)。 <https://www.wbcsd.org/Programs/Circular-Economy/Factor-10/MetricsMeasurement/Resources/Landscape-analysis>より。
- 6 エレン・マッカーサー財団 (2020年)。マテリアル・サーキュラリティ・インデックス。 <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/resources/apply/materialcircularity-indicator>より。
- 7 Circle Economy (2020年)。2020 Circularity Gap Report。 <https://www.circularity-gap.world/2020>より。
- 8 CTIがどのように循環型経済の規制要件の策定に関する開示に役立つかに関しては、Walrecht, A., Engegård, Ö, Kuiper, S. & Park, Y.の「Circularity Measuring: How to gain insights with the Circular transition Indicators.」(2023年)を参照。KPMG IT Advisoryより出版。 <https://www.compact.nl/en/articles/measuring-circularity-how-to-gain-insights-with-circular-transition-indicators/>
- 9 詳細についてはCircularIQ (日付不明)の「General Terms of Service」を参照。 <https://circular-iq.com/wp-content/uploads/2020/06/NEW-terms-of-service-CIQ.pdf>
- 10 欧州委員会 (日付不明)。「Critical raw materials」。 ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_enより。アメリカ地質調査所 (USGS) (2018年)。「Interior Releases 2018's Final List of 35 Minerals Deemed Critical to U.S. National Security and the Economy」。 www.usgs.gov/news/interiorreleases-2018-s-final-list-35minerals-deemed-critical-usnational-security-andより。
- 11 製品寿命と製品寿命延長が循環型経済に与える影響の詳細については、United Nations Environment Programme (2017年)を参照。「Exploring Product Lifetime Extension」 <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/22394>より。
- 12 United Nations Environment Programme(2017年)による定義。「Exploring Product Lifetime Extension」(p.14) <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/22394>を参照。
- 13 欧州委員会、Proposal for a regulation on Ecodesign for Sustainable Products (p.45)を参照。 https://environment.ec.europa.eu/publications/proposalecodesign-sustainable-products-regulation_en
- 14 Alfieri, F., Cordella, M., Sanfelix, J., & Dodd, N. (2018年)。「An approach to the assessment of durability of energy-related products」Procedia CIRP, 69,878-881を参照。
- 15 欧州委員会、Proposal for a regulation on Ecodesign for Sustainable Products (p.100)を参照。 https://environment.ec.europa.eu/publications/proposal-ecodesign-sustainable-products-regulation_en
- 16 詳細については、WBCSD Vision 2050: Time to Transformを参照。
- 17 システムモデル「Allocation, cut-off by classification」、またはカットオフシステムモデルは、リサイクル率アプローチまたはカットオフアプローチに基づいていません。このシステムモデルでは、廃棄物は生産者の責任(汚染者負担)であり、バーデンフリー(カットオフ)の製品を使用する動機があります。出典:ecoinvent (日付不明)「Database - System Models – Allocation cut-off by classification」 <https://ecoinvent.org/the-ecoinventdatabase/system-models/#/allocation-cut-off>

- 18 GHG Protocol. Product Life Cycle Accounting Reporting Standard, page 73.
https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Product-Life-Cycle-Accounting-Reporting-Standard_041613.pdf
- 19 Pimm, S., Raven, P., Peterson, A., Şekerciöđlu, Ç.H. & Ehrlich, P.R. (2006年)。「Human impacts on the rates of recent, present, and future bird extinctions」Proc Natl Acad Sci USA.2006;103(29):10941-pnas.060418113を参照。
- 20 International Resource Panel (IRP) (2020年)。Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future。Hertwich E., Lifset, R., Pauliuk, S., Heeren, N. United Nations Environment Programme, ナイロビ、ケニア、International Resource Panelの報告書より。
- 21 エレン・マッカーサー財団 (日付不明) Regenerate Nature。
<https://ellenmacarthurfoundation.org/regenerate-nature> より。
- 22 Sitra (2022年)。Tracking root causes – Halting biodiversity loss through the circular economy。Forslund, T., Gorest, A., Briggs, C., Azevedo, D. & Smale, R. 取得元: <https://www.sitra.fi/en/publications/tackling-rootcauses/> エレン・マッカーサー財団 (2021年)。The Nature Imperative: How the circular economy tackles biodiversity loss。 <https://ellenmacarthurfoundation.org/biodiversity-report>
- 23 Sitra (2022年)。Tracking root causes – Halting biodiversity loss through the circular economy。Forslund, T., Gorest, A., Briggs, C., Azevedo, D. & Smale, R. <https://www.sitra.fi/en/publications/tackling-rootcauses/>
- 24 生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム (IPBES) (2019年)。Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services。E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (Ed). IPBES secretariat, Bonn, Germany. <https://ipbes.net/global-assessment>
- 25 Jaureguiberry, P., Titeux, N., Wiemers, M., et al. 「The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss」Sci Adv.2022;8(45):eabm9982. doi:10.1126/sciadv.abm9982より。
- 26 生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム (IPBES) (2019年)。Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services。E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (Ed). IPBES secretariat, Bonn, Germany. <https://ipbes.net/global-assessment>
- 27 欧州委員会 (日付不明)。「Critical raw materials」より。取得元: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en アメリカ地質調査所 (USGS) (2022年)。「Interior Releases 2022's List of Critical Minerals」<https://www.usgs.gov/news/national-news-release/us-geological-survey-releases-2022-list-critical-minerals>
- 28 国際標準化機構 (2006年)。Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines。 (ISO/DIS Standard No. 14044:2006)。
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14044:ed-1:v1:en>
- 29 ecoinventやIdematなどのライフサイクルのインベントリデータベースのコンサルティングにより、広範囲なデスクトップリサーチを行いました。再生、または持続可能な農法で栽培されたバイオベース材料が、通常の方法で育てたバイオベース材料よりも、標準として、排出するGHG排出量が低いという決定的な証拠はないということを確認しました。私たちは、引き続き研究の進展および既存のデータベースを確認していきます。
- 30 企業独自のデータ、またはサプライヤー固有のデータを使用して判断。
- 31 企業が自社またはサプライヤー固有のデータを入手できない場合、企業はライフサイクルに関するインベントリデータベースを使用して排出量を算定することができます。
- 32 Nassar, N.T., Lederer, G.W., Brainard, J.L., Padilla, A.J., & Lessard, J.D.の表S4を参照(2022年)。岩石/金属比のための支持情報: a foundational metric for understanding mine wastes。
https://pubs.acs.org/doi/suppl/10.1021/acs.est.1c07875/suppl_file/es1c07875_si_001.pdf
- 33 Schipper, A.M., Bakkenes, M., Alkemade, R., Huijbregts, M. (2016年)。「The GLOBio Model. A Technical Description of Version 3」を参照。
- 34 ナチュラル・キャピタル・インパクト・グループ(日付不明)。「Measuring business impacts on nature: A framework to support better stewardship of biodiversity in global supply chains – Supplementary Material」

- <https://www.cisl.cam.ac.uk/system/files/documents/biodiversity-metric-supplementary-material.pdf>
- 35 STARスコアの分布が長い、80パーセンタイルが推奨されています。80パーセンタイルは、高解釈度データ収集の推奨とテール数値によってスコアが偏ることを防ぐようになっています。
- 36 国際再生可能エネルギー機関 www.irena.org/を参照。
- 37 欧州委員会 (日付不明)。「Critical raw materials」より。
https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en
- 38 アメリカ地質調査所 (USGS) (2018年)。「Interior Release 2018's Final List of 35 Minerals Deemed Critical to U.S. National Security and Economy」
<https://www.usgs.gov/news/national-news-release/interior-releases-2018s-final-list-35-minerals-deemed-critical-us>
- 39 国連環境計画 (2017年) による定義。「The Long View: Exploring Product Lifetime Extension」(p.14) より。
<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/22394>
- 40 欧州委員会、Proposal for a regulation on Ecodesign for Sustainable Products (p.45) を参照。
https://environment.ec.europa.eu/publications/proposalecodesign-sustainable-products-regulation_en
- 41 Alfieri, F., Cordella, M., Sanfelix, J., & Dodd, N. (2018年)。「An approach to the assessment of durability of energy-related products」Procedia CIRP, 69,878-881を参照。
- 42 欧州委員会、Proposal for a regulation on Ecodesign for Sustainable Products (p.100) を参照。
https://environment.ec.europa.eu/publications/proposalecodesign-sustainable-products-regulation_en
- 43 欧州委員会、Proposal for a regulation on Ecodesign for Sustainable Products (p.100) を参照。
https://environment.ec.europa.eu/publications/proposalecodesign-sustainable-products-regulation_en
- 44 国連環境計画 (2017年) による定義。「The Long View: Exploring Product Lifetime Extension」(p.14) より。
<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/22394>
- 45 ecoinvent (日付不明)。「Database - System Models – Allocation cut-off by classification」
<https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/system-models/#/!allocation-cut-off>
- 46 European Waste Framework Directiveによる「preparation for reuse」の定義を採用：再使用、リファビッシュ、再製造における排出量をまとめること。詳細は欧州委員会 (日付不明) の「Waste Framework directive」を参照。
https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en
- 47 PETバージン材排出係数：Bourgault, G., market for polyethylene terephthalate, granulate, amorphous, RoW, Allocation, cut-off by classification, ecoinvent database version 3.8より。PETリサイクル材排出係数：Kägi, T., market for polyethylene terephthalate, granulate, amorphous, recycled, RoW, Allocation, cutoff by classification, ecoinvent database version 3.8より。
- 48 埋め立てにおけるPETの排出係数：Doka G. Life Cycle Inventories of Waste Treatment Services, 2007, Vol.13
- 49 IBAT (日付不明)。「Species Threat Abatement and Restoration Metric (STAR)」
<https://www.ibat-alliance.org/star>
- 50 Circle Economyの「Circularity Gap Report」(2018年)参照。
- 51 欧州環境機関 (2017年)。「Circular by design – Products in the Circular Economy」
<https://www.eea.europa.eu/publications/circular-by-design>
- 52 Fontana, A., Leone, D., Rossi, L. & Barni, A. (2021年)。「D4.1 Circular Economy- Driven lifetime-extension strategies. RE-manufacturing and Refurbishment Large Industrial Equipment (RECLAIM)」
https://commission.europa.eu/research-and-innovation_en
- 53 バージンアルミニウムにおける排出係数：Bourgault, G., market for aluminum, cast alloy, GLO, Allocation, classification, ecoinvent database version 3.8より。リサイクルアルミニウムにおける排出係数：Wu, L., treatment of aluminum scrap, post-consumer, by collecting sorting, cleaning, pressing, RoW, Allocation, cut-off by classification, ecoinvent database version 3.8と、Wo, L., treatment of aluminum scrap, post-consumer for recycling, at refiner, RoW, Allocation, cut-

- off by classification, ecoinvent database version 3.8より。
- 54 IVL スイス環境研究機関 (2020年)。Product database: the environmental benefits of reusing IT products and the method for creating data bases. (Report no. B 2372)
<https://www.ivl.se/download/18.4c0101451756082%20fbad193d/1603899258637/B2372E.pdf>
- 55 IVL スイス環境研究機関 (2020年)。Product database: the environmental benefits of reuse – the climate benefits of reusing IT products and the method for creating data bases. (Report no. B 2372)
<https://www.ivl.se/download/18.4c0101451756082%20fbad193d/1603899258637/B2372E.pdf>
- 56 埋め立てによるアルミニウムの排出係数：Doka G. Life Cycle Inventories of Waste Treatment Services, 2007, Vol.13 参照。
- 57 Seufert, V., Ramankutty, N. & Foley, J.A. (2018年) 「Comparing the yields of organic and conventional agriculture」 Nature Plants、4(5), 267-272. Doi: 10.1038/s41477-018-0130-4。
- 58 Nassar, N.T., Lederer, G.W., Brainard, J.L., Padilla, A.J. & Lessard, J.D. (2022年)。Rock-to-metal ratioに関する参照情報：a foundation metric for understanding mine wastes。
https://pubs.acs.org/doi/suppl/10.1021/acs.est.1c07875/suppl_file/es1c07875_si_001.pdf
- 59 WBCSD (2018年)。Linear Risks。
<https://www.wbcsd.org/Archive/Factor-10/Resources/Linear-Risks>
- 60 トレッドウェイ委員会支援組織委員会 (COSO) とWBCSB (2018年)。Enterprise Risk Management: Applying enterprise risk management to environmental, social and governance-related risks。
<https://www.wbcsb.org/erm>
- 61 Schulz-Mönninghoff, M., Neidhardt, M., Niero, M. (2022年) “What is the role of company-level circular economy in indicators in an organization? A case study for electric vehicle batteries” クリーナープロダクション誌。381号, 2023年1月1日, 135232。
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622048065>
- 62 Cradle to Cradle Products Innovation Institute (2016年) の定義に基づく。Cradle to Cradle 認証 - Product Standard。
https://cdn.c2ccertified.org/resources/certification/standard/STD_C2C_Certified_V4.0_FINAL_031621.pdf
- 63 Merriam-Webstarによる「ダウンサイクル」の定義。(日付不明)
<https://www.merriam-webster.com/dictionary/downcycle>
- 64 Campbell, K., Johnston, W., Vermeulen, J.V., Reike, D., Brullot, S. (2020年)。“The Circular Economy and Cascading: Towards a framework”
情報源, Conservation & Recycling: X, vol. 7, 2020年9月, 100038。
- 65 Merriam-Websterによる「等価」の定義。(日付不明)
<https://www.merriamwebster.com/dictionary/equivalence>
- 66 Circle Economy、PGGM、KPMG、欧州復興開発銀行 (EBRD) および WBCSD (2018年)。Linear Risks。
https://docs.wbcsd.org/2018/06/linear_risk_report.pdfより。
- 67 エレン・マッカーサー財団のサーキュラーエコノミーインフォグラフィックを参照。
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept/infographic>
- 68 エレン・マッカーサー財団の定義を翻案。
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/explore/the-circular-economy-in-detail>
- 69 例えば森林管理協議会 (FSC) と持続可能なパーム油のための円卓会議 (RSPO) の認証。
- 70 経済協力開発機構 (OECD) の定義に基づく。
[Stats.oecd.org/glossary/detail](https://stats.oecd.org/glossary/detail)より。

免責事項

この報告書はWBCSDの名義で発表されたものです。その他の報告書と同様、これはWBCSDの職員と加盟企業の専門家による共同作業の賜物です。WBCSDのサーキュラー・トランジション・インディケーター・プロジェクトの参加者が草案に目を通し、本文書がプロジェクトメンバーの過半数の意見を広義に反映したものになるよう徹底しています。しかしながら、そのことはWBCSDの加盟企業のすべてが文言の逐一に同意することを意味するものではありません。本報告書で公開したデータは2022年4月現在のものですのでご注意ください。

著作権

[持続可能な開発のための世界経済人会議 \(WBCSD\)](#) のThe Circular Transition Indicators [v1.0](#), [v2.0](#), [v3.0](#), [v4.0](#)は[CC BY-ND 4.0 \(Creative Commons Attribution-NonDerivatives 4.0 International\)](#) の承認を受けています。

謝辞

WBCSDサーキュラーエコノミー

Jeff Turner | サーキュラーエコノミー アクティビティディレクター

Irene Martinetti | サーキュラーエコノミー マネージャー (プロジェクトリード)

Larissa van der Feen | サーキュラーエコノミー アソシエイト

共同執筆者

Brendan Edgerton, Carolien Van Brunschot, Suzanne Kuiper

WBCSDは以下の企業から貴重な知見とご協力を頂戴したことに感謝いたします。

CTI開発パートナー

Arnoud Walrecht - KPMG
Suzanne Kuiper (Co-author) - KPMG
Julius Groenendaal - KPMG
Hollie Boothe - The Biodiversity Consultancy
Graham Prescott - The Biodiversity Consultancy
Alice Bouchez - The Biodiversity Consultancy

CTIソフトウェア開発パートナー CIRCULAR IQ

Roy Vercoulen
Niels van der Linden
Rolf Gelpke
Florian Alward

サーキュラー・トランジション・インディケーター・ワーキンググループメンバー

Naresh Tyagi, Deeksha Vats, Aditya Birla; Michele del Grosso, Taylor Price, Aptar; Noel Zilberfarb, Arkema; Caludia Mariconda, Debbie Shakespeare, Avery Dennison; Sumana Roy, Talke Shaffranek, BASF; Priya Sudarsanam, Bayer; Pascale Atallah, CP Chem; Carlo Giardinetti, Cecilia dall'Acqua, Deloitte; Shinki Nonaka, Goto Hiroyuki, Fujitsu Ltd;

Yuichi Aoyama, Akito Tanihata, Honda; Suzanne Kuiper, Julius Groenendaal, Arnoud Walrecht, Elisabeth Bakker, Nicolas Jourdain, KPMG; Christopher Seely, Constantin Erens, Microsoft; Al Falah Alhas A Latif, Charlotte Wolff-Bye, Petronas; Raquel Rebelo de Mira, Maria Hernandez, PMI; Eleonora Giada Pessina, Matteo Magnaghi, Pirelli; Harald Tepper, Sophie Thormander, Philips; Leon Jacobs, SAP; Ananda Sekar, Sabic; Cindy Chen, Albert Janssen, Shell; Krisada Ruangchotevit, Chairat Pomorate, SCG; Mark Schneider, Sika; Olivera Medugorac, David Quass, Niccolo Gervasoni, VF Corporation.

サーキュラー・メトリック・アドバイザーメンバー

François Saunier, Manuel Margni, CIRAI; Jacco Verstraeten- Jochemsen, Circle Economy; Julia Hunt, Ellen MacArthur Foundation; Harold Pauwels, Global Reporting Initiative (GRI); Arthur Ten Wolde, MVO Nederland; Kari Herlevi, Tim Forslund, SITRA; Ke Wang, Lotte Holvast, Platform for Accelerating Circular Economy (PACE), David Fitzimons, Remanufacturing Council.

サーキュラー・トランジション・インディケーター・気候インパクト・ワーキンググループ

Michele Del Grosso, Aptar Group; Priya Sudarsanam, Bayer; Jaimin Jethwa, BP; Carlo Giardinetti, Cecilia Dall'Acqua, Deloitte; Simon Jespersen, Dow; Gerard Kwant, DSM; Selina Leusch, Lanxess; Christopher Seely, Constantin Erens, Julian Wilmouth, Microsoft; Matteo Magnaghi, Pirelli.

サーキュラー・トランジション・インディケーター・ネイチャーインパクト・ワーキンググループ

Ryan Maloney, Apple; Michele Del Grosso, Aptar Group; Noel Zilberfarb, Arkema; Sumana Roy, BASF; Priya Sudarsanam, Bayer; Jaimin Jethwa, Mark Johnston, BP; Laurent Seibre, Corteva; Ron Abbott, CPChem, Carlo Giardinetti, Cecilia Dall'Acqua, Deloitte; Nicole Ray, EY; Christopher Seely, Microsoft; Simon Jespersen, Dow; Elisabeth Bakker, Suzanne Kuiper, KPMG; Selina Leusch, Lanxess; Lourens Meijer, Phillips; Matteo Magnaghi, Pirelli; Ezinne Osuamadi, SAP; Roberta Bernasconi, Mohamed Alshourbagy, Whirlpool

WBCSDは本レポートの作成にあたり以下の方のご協力を頂戴したことに感謝いたします。

内容物: Nadine McCormick, Marvin Henry

コピー編集: Danielle Carpenter
デザイン: Ana Macau, Carolina Borges Sacoto

サーキュラー・トランジション・インデックス CTI V4.0
日本語版作成メンバー

KPMGサステナブルバリューサービス・ジャパン

有限責任 あずさ監査法人
田中弘隆 嘉鳥昇 木村知生 木村啓一
Liang Yue 平田栗葉

KPMGコンサルティング株式会社
泉麻里奈 伊豫美月 上野寧々

サーキュラー・トランジション・インディケーター・プロジェクトについて

近年、サーキュラーエコノミーは、持続可能な経済成長を追求するための新しいモデルとしてますます注目を集めています。企業が循環パフォーマンスを評価できるようにするには、一貫した測定プロセスと指標が必要となります。このニーズに対応するため、私たちはプロジェクトメンバーや関係者と協力し、循環性を測定するための普遍的なフレームワークを開発しました。サーキュラー・トランジション・インディケーター (CTI) は、業界や規模、地域やバリューチェーン上の位置の違いを問わず、あらゆる企業に適用できる透明性や客観性を持った先進的なフレームワークです。プロジェクトの詳細については、<https://www.wbcsd.org/Programs/Circular-Economy/Metrics-Measurement> を参照してください。

持続可能な開発のための世界経済人会議 (WBCSB) について

WBCSBは、世界の持続可能なビジネスをリードする200社以上の企業で構成される世界最高水準のCEO主導のコミュニティであり、ネットゼロ、ネイチャーポジティブ、そしてより公平な未来に必要なシステム変革を加速するために共同で活動しています。

私たちは、気候、自然、そして不平等の総合的なサステナビリティ課題に取り組む上で、私たちが現在直面している障害や機会についての実践的な洞察を共有するために、企業やその他の組織の幹部や持続可能性のリーダーと協力することで、これらを実現しています。これらの洞察からCEOの「ハウツー」ガイドを共同開発し、標準やプロトコルを含む科学に基づいた目標ガイダンスの提供、また、持続可能性をリードする企業を支援するツールやプラットフォームを開発することで、気候、自然、そして業界や地域を超えた不平等な課題に取り組むための統合的な行動を推進しています。

当社のメンバー企業は、すべてのビジネスセクターとすべての主要経済国で構成されており、合計で8兆5,000億ドルを超える収益と1,900万人の従業員を擁しています。約70の全国ビジネス協議会からなる当社のグローバルネットワークは、当社のメンバーに世界中で他に類を見ない影響力を与えています。1995年以来、WBCSDは、最も困難な持続可能性の課題に効果的なビジネスソリューションを提供するために、バリューチェーン全体でメンバー企業と協力するというユニークな立場にあります。

今世紀半ばまでに90億人以上の人々が惑星の境界のなかで快適に暮らせる世界というビジョンで結ばれ、私たちは共に、持続可能性を求めるビジネスをリードしています。

Follow us on [LinkedIn](#) and [Twitter](#).
www.wbcsd.org

Copyright

Copyright © WBCSD,
May 2023.

**持続可能な開発のための世界経済人会議
(WBCSB)**

ジュネーブ、アムステルダム、北京、デリー、ロンドン、ニューヨーク、シンガポール

www.wbcsd.org

