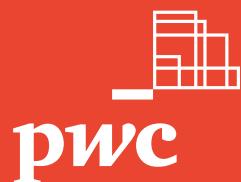




# ASEANのサステナブルな 成長を目指して

サーキュラーエコノミーに関する調査レポート2024



[www.pwc.com/jp](http://www.pwc.com/jp)



## 目次

第一部 サーキュラーフレームワーク	4
第二部 調査結果	10
ASEANのサーキュラリティに関するマクロ環境	11
ASEAN主要国におけるサーキュラーエコノミー化に向けた現状と課題	16
サーキュラーモデルの推進によってアクセスし得るビジネス機会	29



## はじめに

気候変動をはじめとした地球規模の環境課題は年々深刻度を増しています。国際社会は、企業がこうした課題に対して抜本的な対策を講じ、ビジネスをサステナブルに転換することを求めており、さまざまな規制や自主的なルールが形成されつつあります。

経済発展がめざましいASEAN（東南アジア諸国連合）においても、人口と資源消費の増加による環境への悪影響や資源枯渇によるビジネスの持続可能性への懸念が顕在化してきており、これまでの大量資源消費・大量廃棄を前提とした成長モデルから新しい成長の在り方への転換が求められています。

経済活動を広くASEANに展開している私たち日本企業は、技術力と行動によって大きなインパクトを与えることができるという考えのもと、2022年11月、PwC Japanグループが発起人となり、サステナビリティ経営に積極的に取り組む企業の経営者とともに、日本において民間企業主導では数少ない経営者の意見交換の場となる「エグゼクティブ・サステナビリティ・フォーラム」を発足しました。

発足から約1年、日本を代表する企業の経営者が集まり、ASEAN・日本におけるサステナブルビジネスの在り方を模索してきましたが、2024年のダボス会議の開催に合わせ、ASEANのサステナブルな成長を実現するための共同声明を発表しました。本レポートは、その共同声明に向けた議論のベースとなったPwCの「サーキュラーフレームワーク」について解説するとともに、ASEANが抱えるサーキュラーエコノミーの課題について問題提起をします。

本レポートがASEANにおけるサーキュラーエコノミーの実現に向けた取り組みの一助となれば幸いです。

PwC Japanグループ  
サステナビリティ・センター・オブ・エクセレンス リード・パートナー  
PwCサステナビリティ合同会社  
磯貝友紀



## 第一部

# サーキュラーフレームワーク

第一部では、エグゼクティブ・サステナビリティ・フォーラムでの議論の基礎となったサーキュラーフレームワークの概要を解説します。

サーキュラーエコノミーという言葉は近年さまざまな場面で聞かれますが、その言葉を使う主体や文脈によってそれが何を意味するかは多種多様です。そこで私たちは、多岐にわたる産業の多様なステークホルダーが、サーキュラーエコノミーに對して共通理解を持つために本フレームワークを作成しました。

### 第一部の図表凡例

- : 資源の採取および拡散による自然界への影響
- : 自然状態での物質の流れ
- : 自然界に負の影響を及ぼす、経済活動による物質の流れ

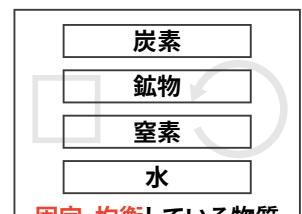


## 自然界に固定・均衡している物質

1

### 人間界

#### 自然界



均衡したエコシステム

自然界にはさまざまな物質が存在していますが、中でも炭素、鉱物、窒素、水は、人間にとって大変重要な物質です。それらの物質は、人間の経済活動がなければ、自然界に固定され・均衡した状態で存在しています。

### 経済活動による大量採取・大量拡散がさまざまな環境問題を引き起こす

2

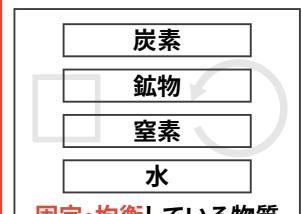
#### 経済活動 (資源の大量消費・大量廃棄モデル)

#### 人間界

採取

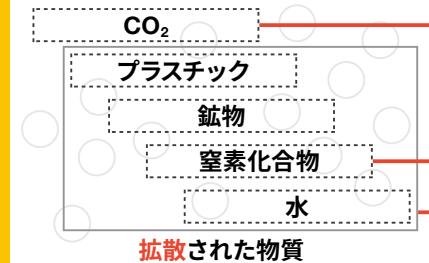
拡散

#### 自然界



資源枯渇

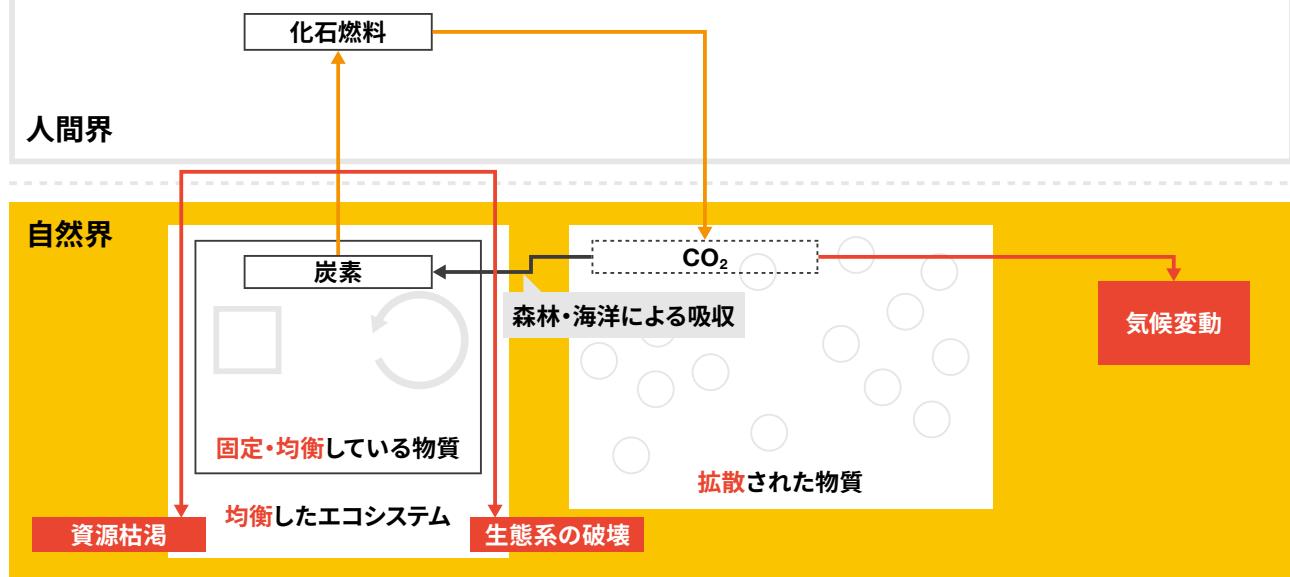
生態系の破壊



人間は、これらの物質を大量に採取し、経済活動を通じて大量に消費しています。そして消費後は回収できない形で大量に廃棄、拡散しています。その結果、気候変動や環境汚染、資源枯渇や生態系の破壊といったさまざまな環境問題を引き起こしています。

## 炭素の採取・拡散による資源枯渇と気候変動

3

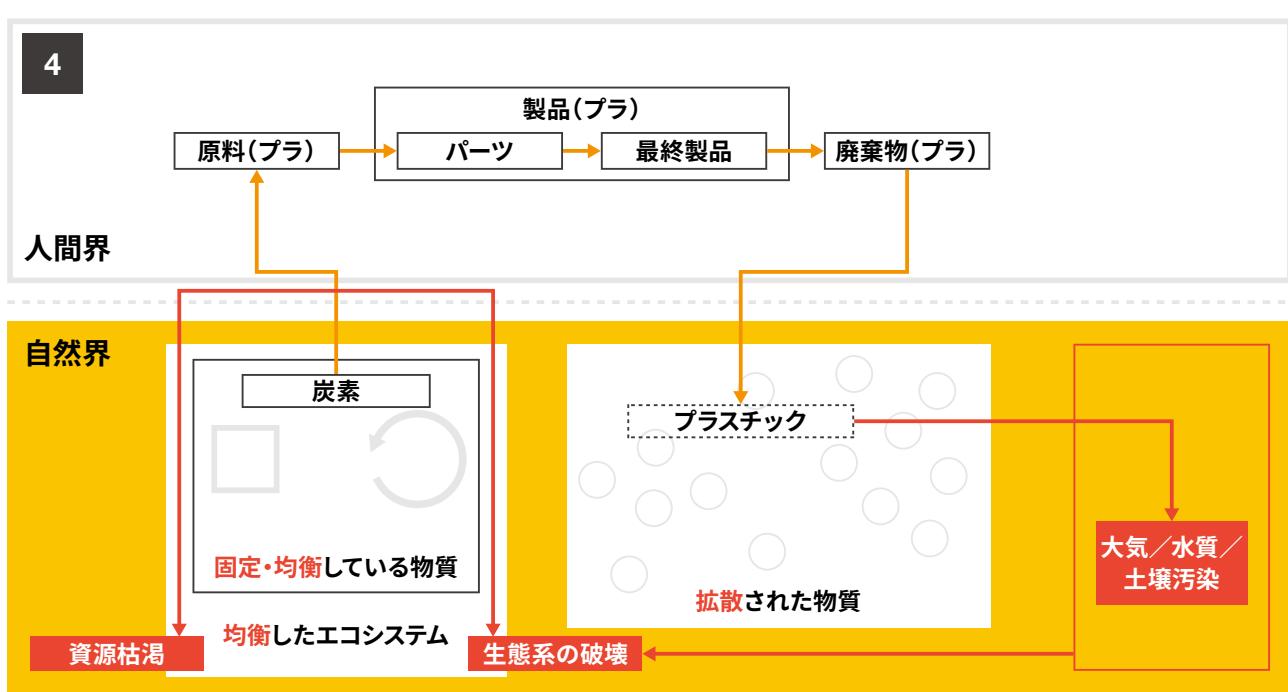


炭素は化石燃料の燃焼を通じてCO<sub>2</sub>として排出され、それが気候変動の主な原因となっています。また、化石燃料は有限な資源であり、採取の行き過ぎによる資源枯渇も懸念されています。

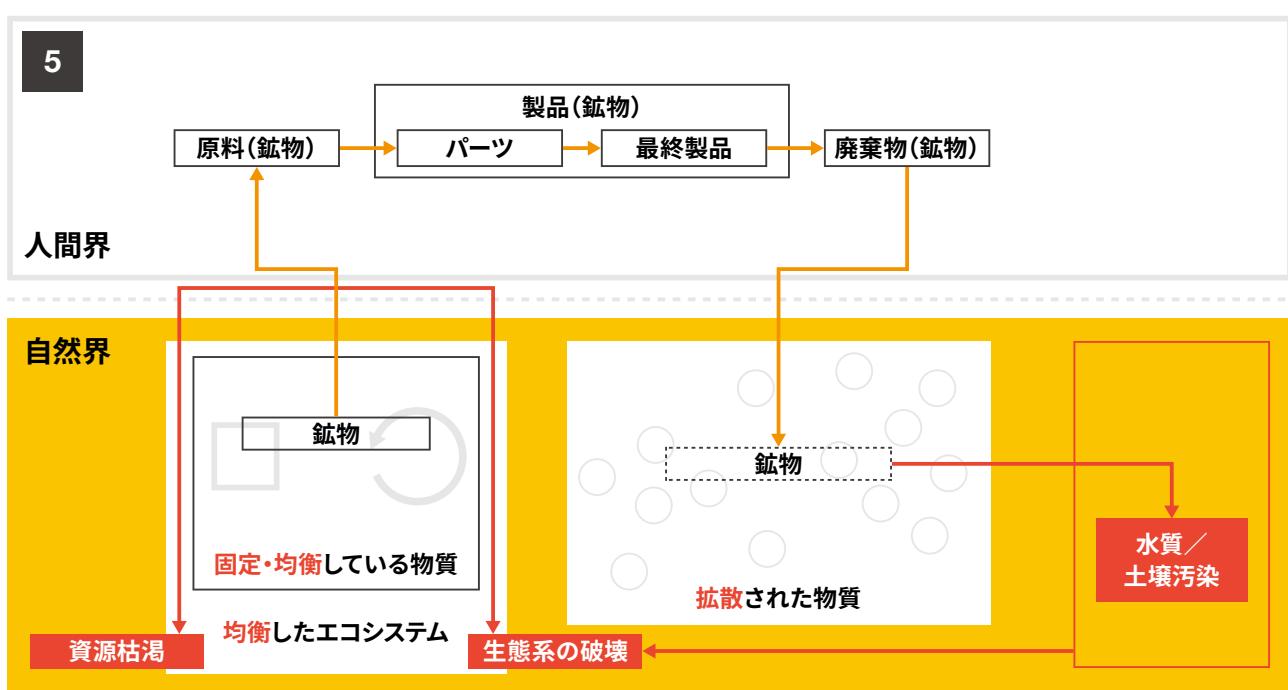


## プラスチックと鉱物の拡散による環境汚染と鉱物の採取による資源枯渇

4

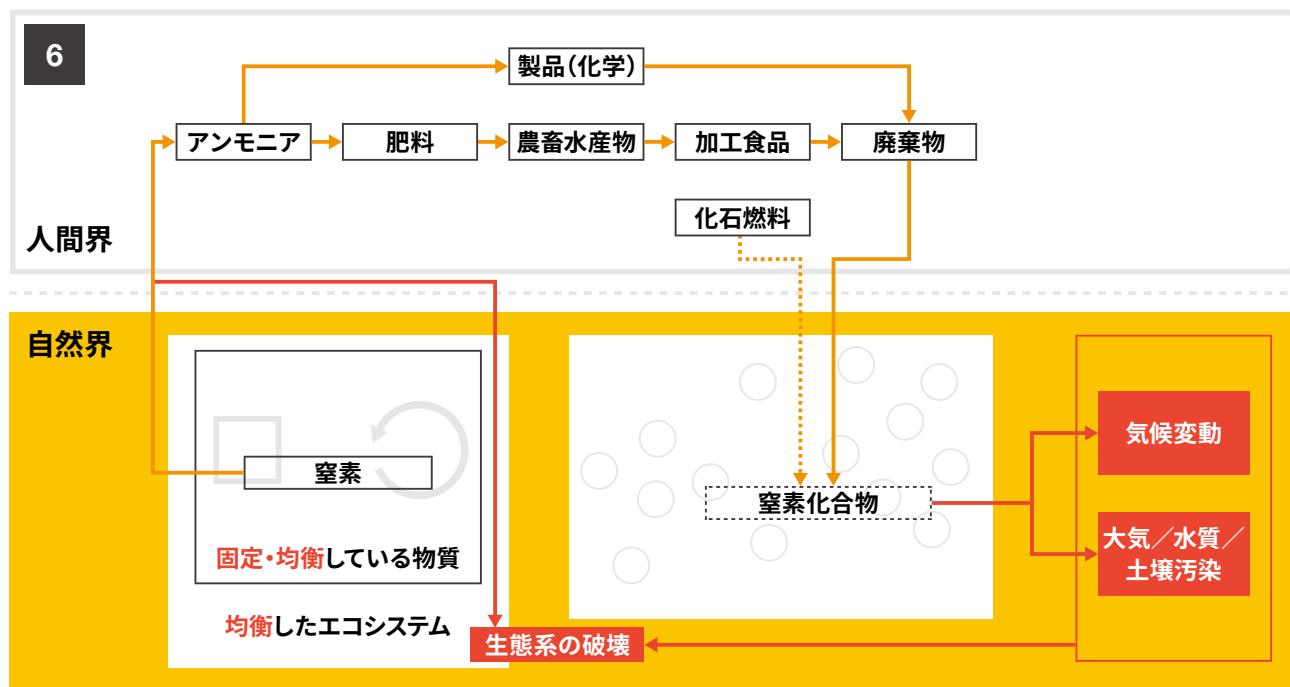


5



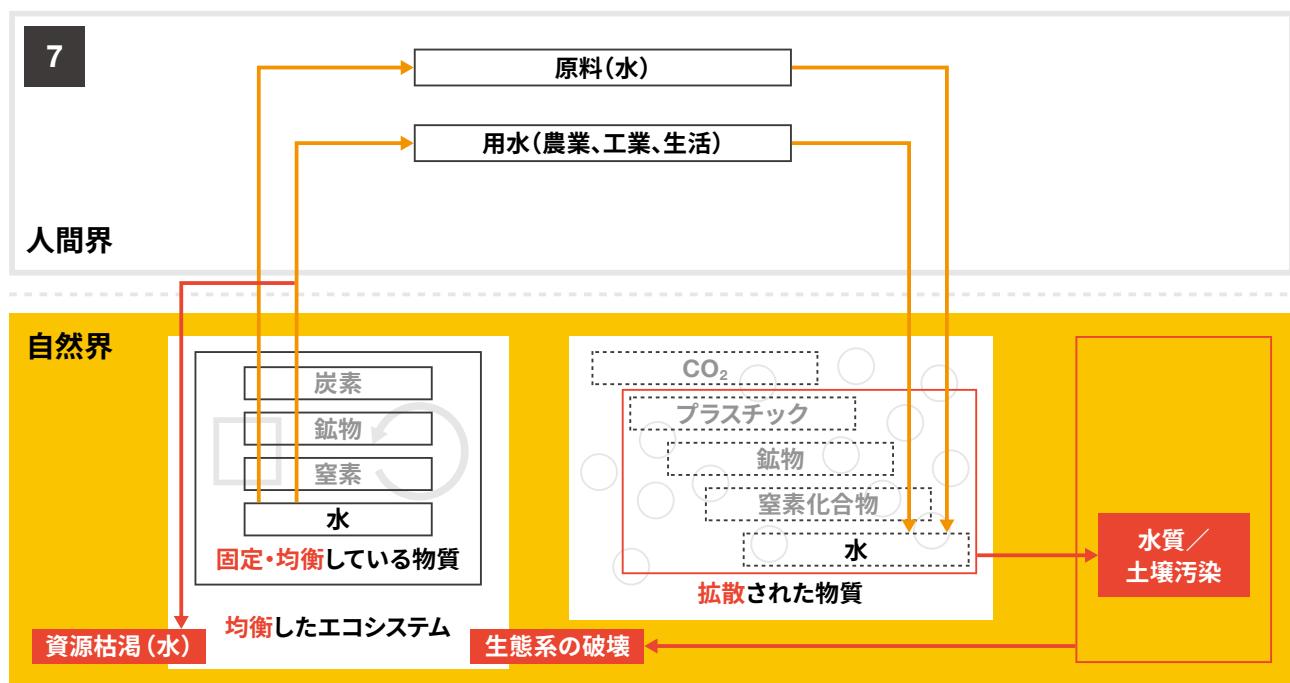
炭素からできるプラスチックは、鉱物とともに工業製品の材料として広く使われています。人間の経済活動はプラスチックと鉱物を大量に消費し、廃棄していますが、それによって、大気、水質、土壌の汚染につながっています。特にプラスチックは、拡散の過程で非常に小さなマイクロプラスチックとなり、水域だけでなく大気にも漂い、人間を含む生物の健康に悪影響を及ぼすと言われています。また、希少な鉱物については採取の行き過ぎによる枯渇も懸念されています。

## 窒素の拡散による環境汚染と気候変動



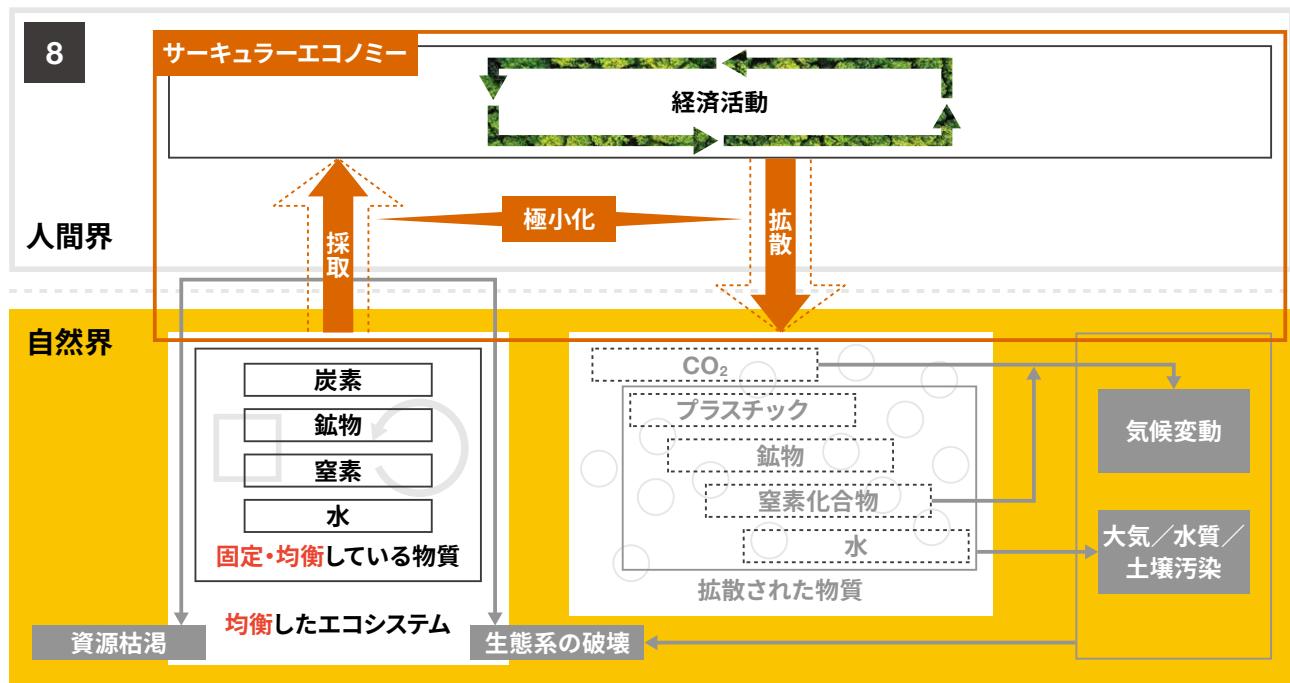
窒素は、アンモニアとして合成され、化学肥料や化学製品の原料として使われています。農地から流れ出る窒素化合物や化学製品の廃棄物などが土壤や水質の汚染を引き起こしています。また、窒素は化石燃料にも含まれており、化石燃料の燃焼を通じて発生する窒素酸化物は温室効果ガスの一つとして気候変動も引き起こしています。

## 水の採取・拡散による資源枯渇と環境汚染



水は、食品・飲料の原料として、また農業、工業、生活の用水として幅広く使用されています。水の大量採取は地域によっては水資源の枯渇を引き起こしています。また、他の汚染物質とともに拡散されることによって水質の汚染が懸念されています。

サーキュラーエコノミーとは、採取と拡散を極小化し、物質を循環させることで、環境課題解決と経済の両立を図るものである



このように、現在の人間の経済活動は、物質を大量に採取し、大量に拡散するというモデルの上に成り立っており、この経済活動モデルを続ける限りはこれまで述べたような環境問題の解決は難しいと言わざるを得ません。

そこで求められているのが、サーキュラーエコノミーへの転換です。サーキュラーエコノミーとは、採取と拡散の極小化のために物質を循環させ、環境課題解決と経済の両立を図るものです。

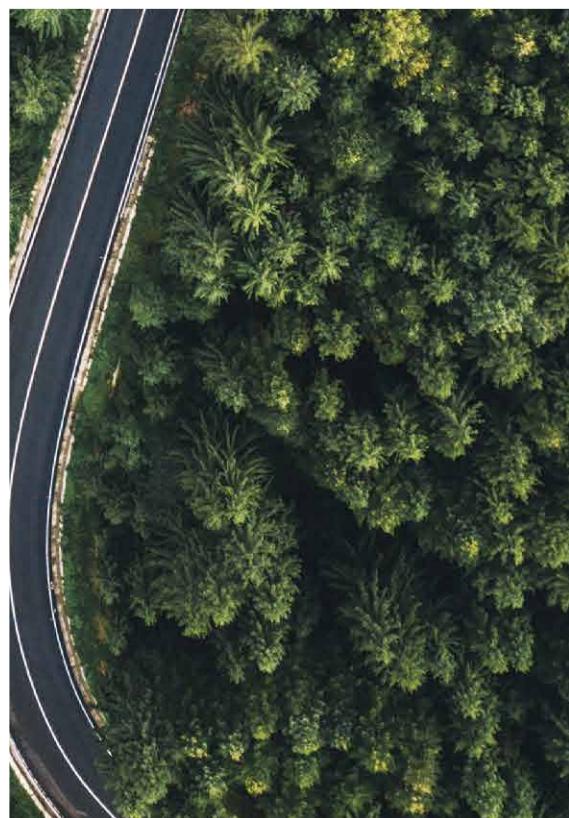
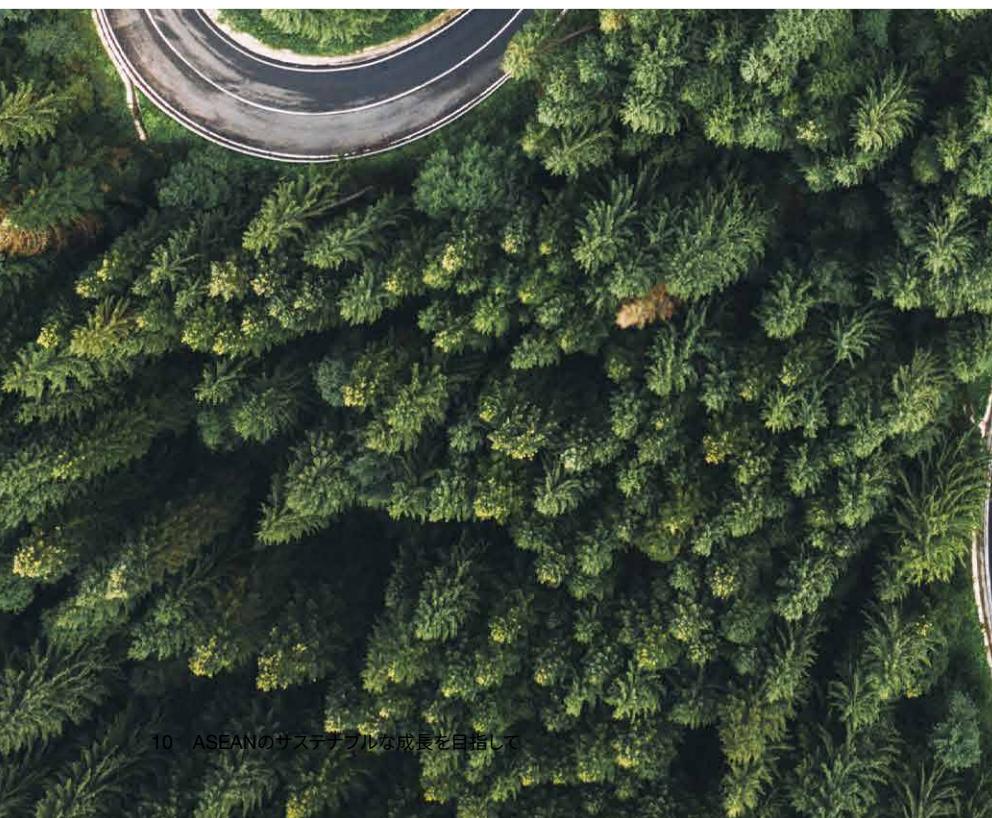
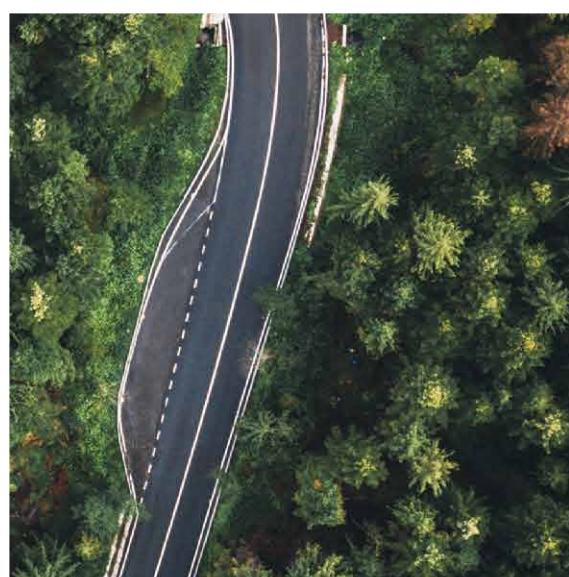
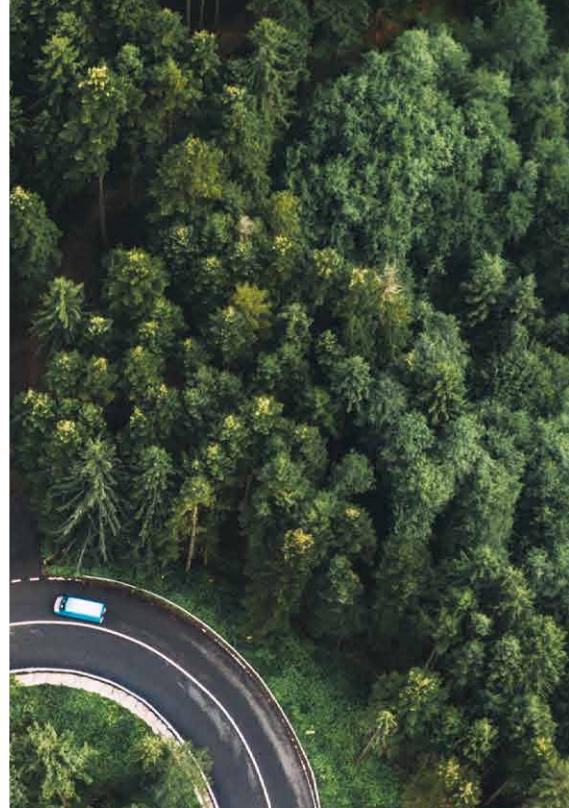
上記のとおり、物質別に課題を整理してきましたが、その対応策として、①マテリアルサーキュラリティ、②バイオサーキュラリティ、③カーボンサーキュラリティ、の3つのサーキュラーエコノミーの追求が必要となります。



## 第二部

# 調査結果

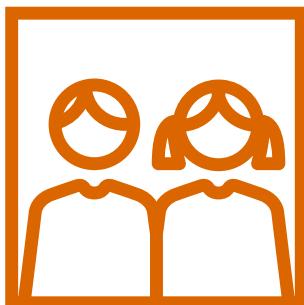
1. ASEANのセキュラリティに関するマクロ環境
2. ASEAN主要国におけるセキュラーエコノミー化に向けた現状と課題
3. セキュラーモデルの推進によってアクセスし得るビジネス機会



# 1. ASEANのセキュラリティに関するマクロ環境

## ASEANのサステナブルな成長の実現には、セキュラーエコノミー化の取り組みが急務である

ASEANのセキュラリティに関するマクロ環境を、①続く人口増加と経済成長、②資源利用と廃棄物の増加、③先進国の製造工場かつゴミ廃棄場としての役割、④資源再利用産業の未整備、という4つの側面から概観します。



### 続く人口増加・経済成長

2050年まで、人口は年率0.5%、GDPは年率3.8%のペースで増加する見込み



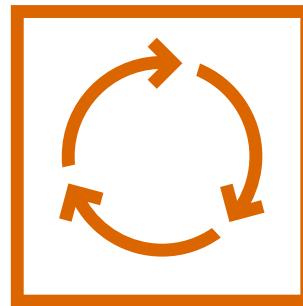
### 資源利用・廃棄物の増加

1人当たり資源使用量は2060年にかけて2%程度の年平均成長率で増加する見込み



### 先進国の製造工場かつゴミ廃棄場としての役割

ASEANの主要国は廃棄物の輸入国であり、先進国の廃棄物処理の負担を負っている



### 資源再利用産業の未整備

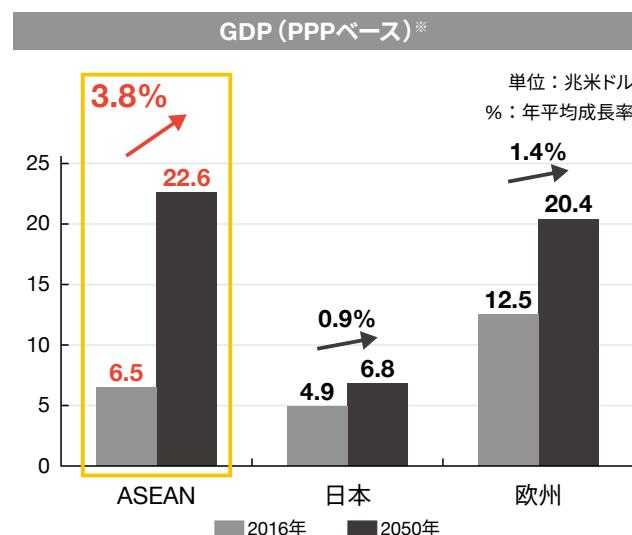
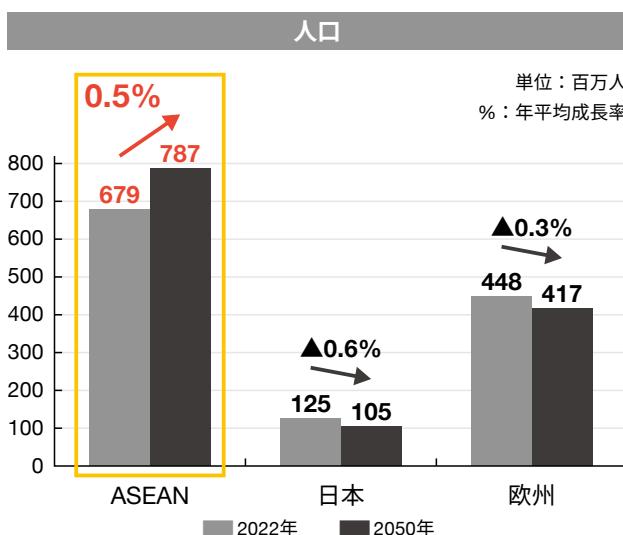
ASEAN全体の廃棄物リサイクル率は2.5%、循環率は0.8%にとどまる



## ① ASEANでは人口増加・経済成長が続く

ASEAN全体の人口は2022年時点6億7,900万人でしたが、2050年には7億8,700万人と年率0.5%のペースで増加すると推計されています。日本の人口は2050年にかけて年率0.6%の減少、EU（欧州連合）は0.3%の減少となっており、先進国・地域の多くがマイナスとなるなかで、ASEANでは今後も人口のプラス成長が続くと見込まれます。

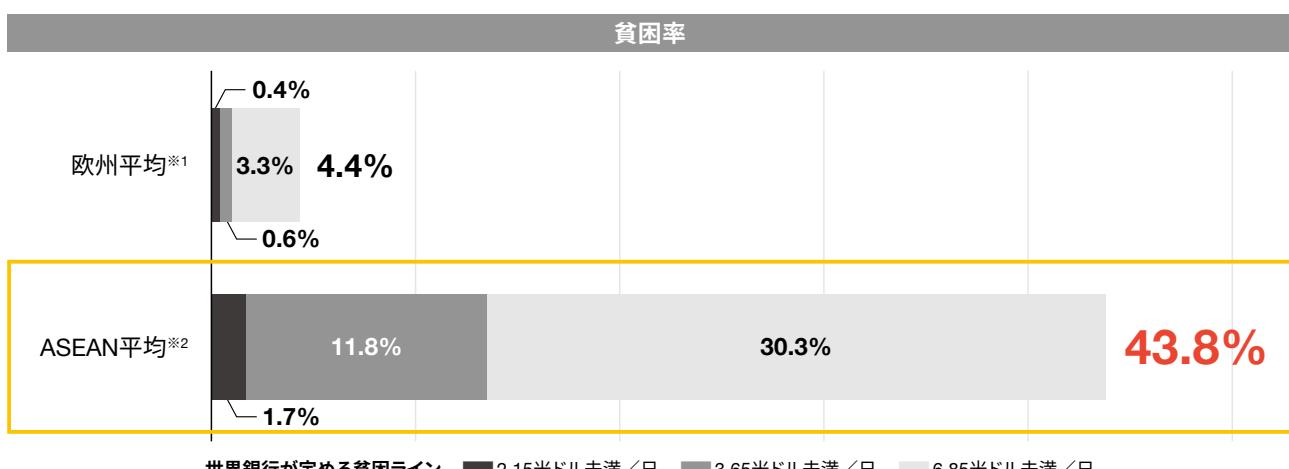
他方、経済についてGDP成長率を見てみると、ASEANは2016年に6兆5,000億米ドルだったGDPが2050年に22兆6,000億米ドルと3倍以上の規模に拡大します。年率3.8%の成長ペースです。この間、日本は年率0.9%、EUは1.4%の成長が予測され、ASEANが相対的に高い伸びを維持することが分かります。



※ASEANはインドネシア・タイ・マレーシア・フィリピン・ベトナム、欧州はドイツ・フランス・イタリア・スペイン・ポーランド・オランダのみを対象とし、数値は各国GDPの合算値  
出所：左 THE WORLD BANK, "Population estimates and projections" (2023年10月アクセス)  
<https://databank.worldbank.org/source/population-estimates-and-projections> を基にPwCが翻訳・作成  
右 PwC (2017) "The World in 2050 – The Long View: How will the global economic order change by 2050?"  
<https://www.pwc.com/gx/en/research-insights/economy/the-world-in-2050.html>

なお、世界銀行が定める貧困ラインを下回る水準で生活する人口の割合を見てみると、欧州の平均が4.4%であるのに対して、ASEANの平均は43.8%と非常に高い数値となっ

ています。ASEANでは貧困ラインを下回る水準で暮らす人々がまだ多く、このことからも今後の経済成長の必要性が大きいことがうかがえます。



※1 2023年10月時点欧州評議会加盟国46カ国中、データのないリヒテンシュタイン、サンマリノ、アンドラ、モナコを除く42カ国の各国最新データをもとにした平均値（人口を加味した加重平均値）  
※2 2023年10月時点ASEAN加盟国10カ国中、データのないカンボジア、シンガポール、フィリピン、ブルネイを除く6カ国の各国最新データをもとにした平均値（人口を加味した加重平均値）

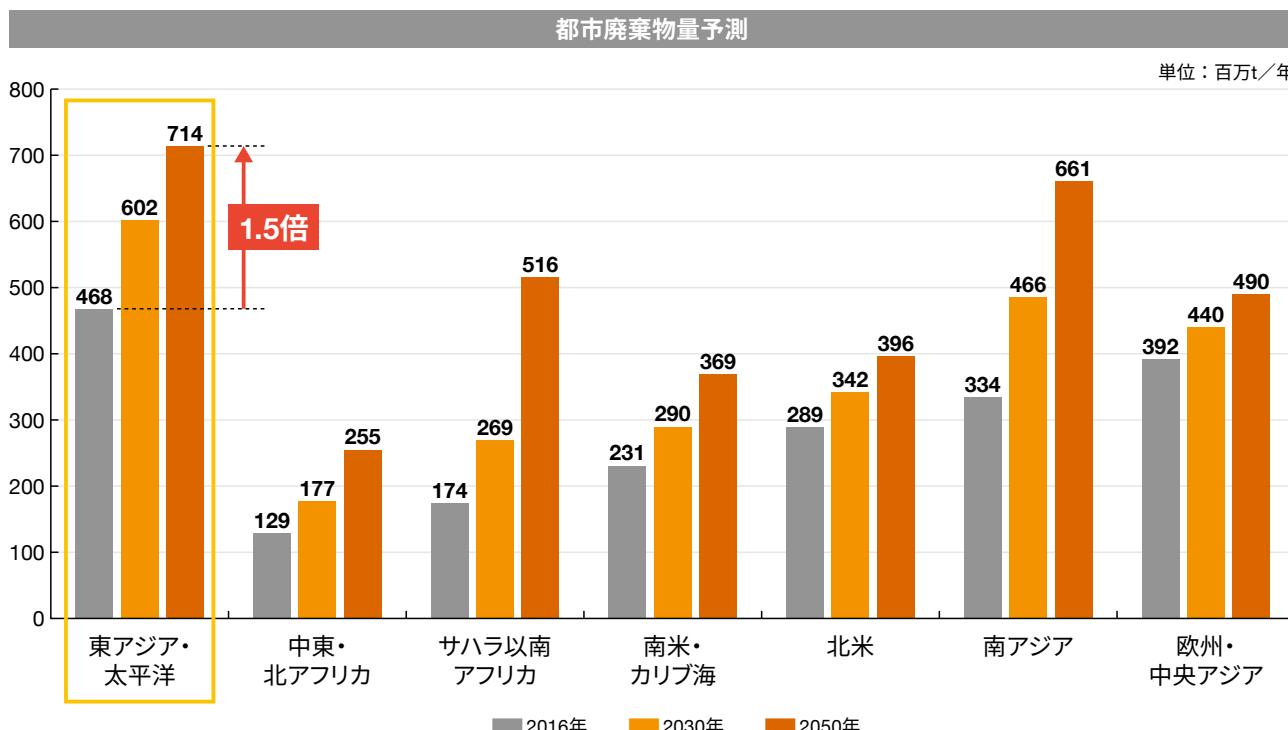
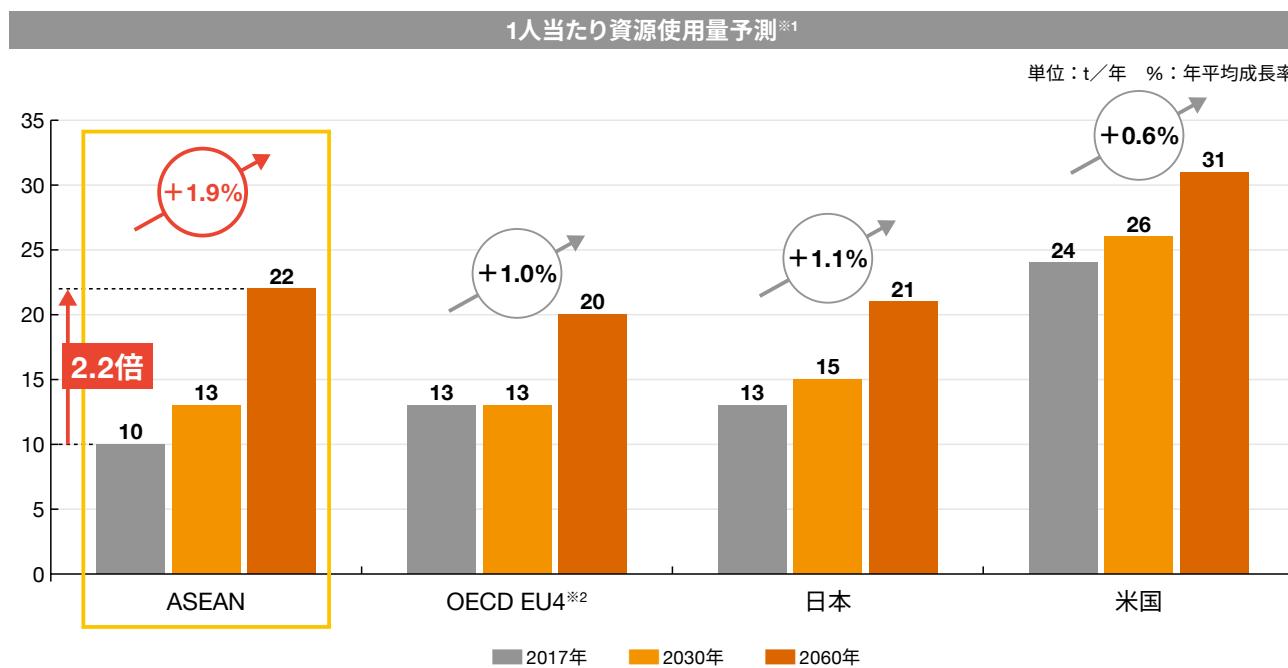
出所：THE WORLD BANK, "Poverty and Inequality Platform" (2022年11月アクセス) <https://pip.worldbank.org/home> を基にPwCが翻訳・作成  
欧州評議会加盟国 外務省「欧州評議会」（2022年11月アクセス）<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/ce/index.html>



## ② ASEANでは資源の利用・廃棄物とともに増加が見込まれる

2つ目のポイントは、資源の利用・廃棄物の増加です。ASEAN諸国では1人当たりの資源使用量が年率1.9%増加し、2060年には22トンと2017年度比で倍増します。

廃棄物に関しては、ASEANを含む東アジア・太平洋地域の都市廃棄物量が2016年の468百万トン／年から2050年には714百万トン／年へと1.5倍の増加が予測されています。



※1 各国の資源使用量を該当年の人口で按分して1人当たり資源使用量を計算。なお、2060年は2050年時点の人口予測値を代替的に使用

※2 OECD EU4: フランス、ドイツ、イタリア、英国の4カ国

出所: 上(資源使用量) OECD (2019), Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences, <https://doi.org/10.1787/9789264307452-en> を基にPwCが翻訳・作成

上(人口) THE WORLD BANK, "Population estimates and projections" (2023年10月アクセス) <https://databank.worldbank.org/source/population-estimates-and-projection>

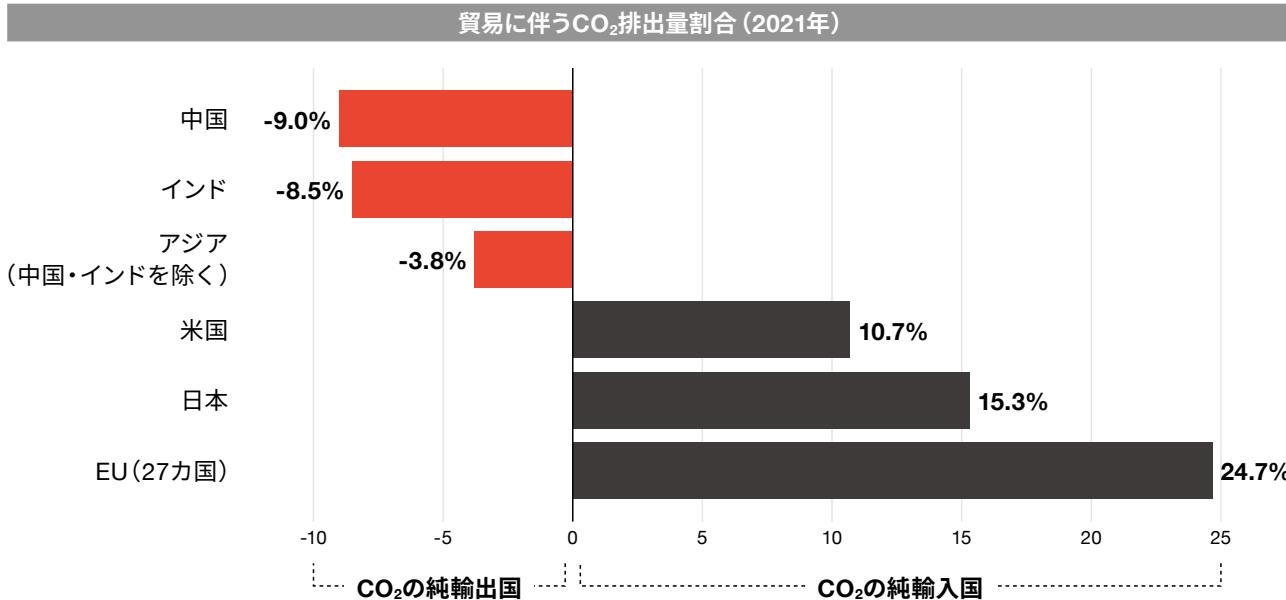
下 WORLD BANK GROUP (2018), "What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050" <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/d3f9d45e-115f-559b-b14f-28552410e90a>



### ③ ASEANは先進国の製造工場かつゴミ廃棄場の役割を担う

ASEANはさまざまなメーカー・サプライヤーの製造拠点が集積しており、世界の製造工場の役割を果たしています。貿易に伴うCO<sub>2</sub>排出量割合を見ると、ASEANを含むアジアの国々が先進国のCO<sub>2</sub>排出を担っているという構図が見えて

きます。言い換えると、世界中で消費される商品の製造過程で排出されるCO<sub>2</sub>を、同地域が先進国の分まで肩代わりしているとも言えるのです。



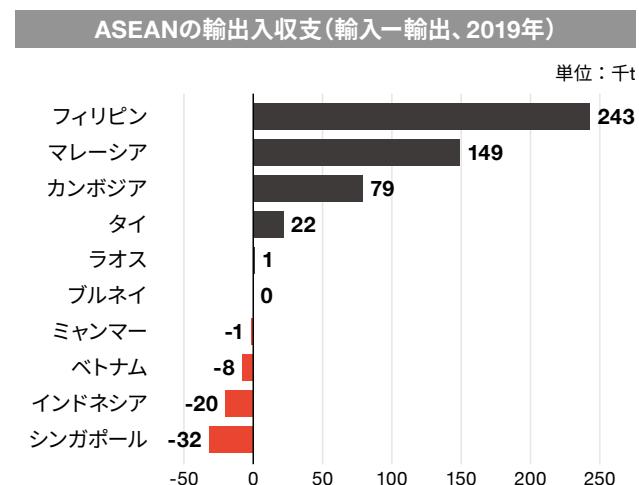
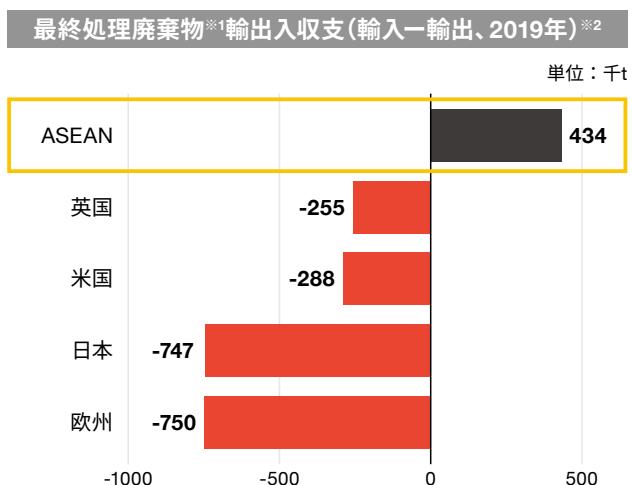
出所：Global Carbon Budget (2023) – with major processing by Our World in Data. Share of CO<sub>2</sub> emissions embedded in trade [dataset]. Global Carbon Project, Global Carbon Budget [original data]. (2023年12月19日アクセス)  
<https://ourworldindata.org/grapher/share-co2-embedded-in-trade> を基にPwCが作成

同時に、ASEANは、世界の「ゴミ廃棄場」の役割も担っています。自国の廃棄物だけでなく、先進国のゴミ廃棄場の役割を負っている構図が浮かび上がります。

最終処理廃棄物の輸出入収支（輸入一輸出）を見ると、ASEANは43万4,000トンの純輸入（輸入>輸出）となっているのに対し、先進諸国は欧州、日本を筆頭に純輸出国（輸

入<輸出）となっており、その違いが際立っています。欧州は75万トン、日本は74万7,000トンを純輸出しています。

ASEANでは特に、フィリピン（24万3,000トンの純輸入）やマレーシア（14万9,000トンの純輸入）の輸入量が多く、主な廃棄物受け入れ国となっているのです。



※1 UNEPデータにおける「Waste for final treatment and disposal」を使用

※2 各国・地域で定義・測定方法が異なる可能性があるため、世界全体の収支が±0にならない点に留意されたい

出所：どちらもUNEP “Global Material Flows Database” (2023年5月15日アクセス)

<https://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database> を基にPwCが翻訳・作成



#### ④ 資源再利用は途上である

ASEANにおける資源再利用は途上であり、リサイクルは総じて進んでいません。それどころか、多くはオープンダンピング（開放投棄）で処理されており、大きな課題があります。

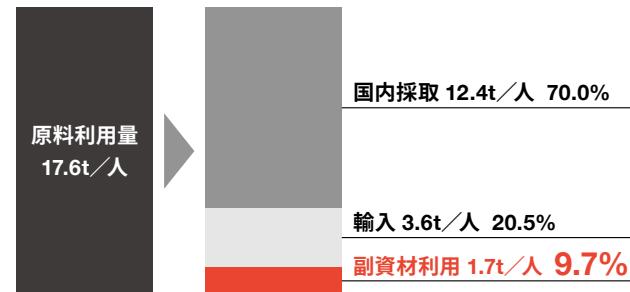
使用済み廃棄物の循環率を示すものとして、利用する原料をどのように調達しているかを示すマテリアルフローを見

ると、ASEAN全体では国内バージン材の採取、あるいは輸入での調達がほとんどで、副資材利用（資源回収やリサイクルから生じたインプット）は全体の0.8%にすぎず、EUの9.7%と比べるとかなり少いことが分かります。

ASEAN全体のマテリアルフロー



EU全体のマテリアルフロー



※ASEANの数値は2018年、EUの数値は2021年のものであることに注意されたい

出所：左 Emami N, Schandl H, West J (2022) “Material Flow Analysis for ASEAN economies” CSIRO, Australia.

<https://research.csiro.au/sruap/material-flow-analysis-and-the-state-of-circularity-in-asean-economies/> を基にPwCが翻訳・作成

右 Eurostat “Material flow diagram” (2023年5月15日アクセス) を基にPwCが翻訳・作成

[https://ec.europa.eu/eurostat/cache/sankey/circular\\_economy/sankey.html?geos=EU27&year=2021&unit=THS\\_T&materials=TOTAL&highlight=0&nodeDisagg=0101100100&flowDisagg=false&language=EN&material=TOTAL](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/sankey/circular_economy/sankey.html?geos=EU27&year=2021&unit=THS_T&materials=TOTAL&highlight=0&nodeDisagg=0101100100&flowDisagg=false&language=EN&material=TOTAL)

加えて、ASEANにおいては廃棄物や資源の回収を担うフォーマルなプレーヤーが少ないのも特徴です。例えばE-waste（電子ゴミ）のリサイクル許可を保有している企業の数を見てみると、比較的多いとされるタイで148あるものの、

ジャンクショップなどのインフォーマルな業者数は9,000を超えると言われています。このように、ASEANにおいてはインフォーマルセクターによる回収が中心となっているのが実態です。

E-wasteリサイクル許可保有企業数と回収実態

国	E-wasteリサイクル許可 保有企業・工場数
タイ	148
マレーシア	141
フィリピン	48
ベトナム	43
インドネシア	8

タイにおける家庭由来E-wasteの回収実態

- インフォーマルセクター（ジャンクショップ、解体業者等）の業者数が圧倒的に多く、彼らによる買取が中心



- ゴミ拾い人が相対で訪問、無償回収
- 慈善団体や寺院が回収センターの役割を果たし、無償で回収

出所：左 経済産業省（2019）『アジアにおける国際資源循環型リサイクル事業拡大に向けた調査報告書』

<https://www.meti.go.jp/metilib/report/H30FY/000290.pdf> を基にPwCが作成

右 JICA（2014）『アジア地域 マレーシア及び近隣国E-waste管理に関する情報収集・確認調査』

[https://openjicareport.jica.go.jp/618/618/618\\_113\\_12154571.html](https://openjicareport.jica.go.jp/618/618/618_113_12154571.html) を基にPwCが作成

以上のように、ASEANでは、人口増加と経済成長による域内の資源利用と廃棄物の増加のみならず、世界の製造工場およびゴミ廃棄場として、多くの資源利用・CO<sub>2</sub>排出・ゴミ処理を担っています。資源枯渇や地政学リスクによるバージン資源の価格高騰や入手の不透明さを考慮すると、ASEANのゴミ資源を製造サイクルに再活用し、セキュラーエコノミー化していくことが、サステナビリティの観点からも、ビジネスの観点からも、重要であることが分かります。

## 2. ASEAN主要国における サーキュラーエコノミー化に向けた現状と課題

マテリアル サーキュラリティ	経済性の特徴	現状・課題
	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉱物：残余価値が高く、循環することの経済合理性が高い</li> <li>プラスチック：循環することの経済合理性は低いが、社会的要請が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ASEANは世界の製造工場および世界のゴミ廃棄場として、世界の消費を支えるために多くの域内外の資源を利用し、かつ重要なポイントとして先進国からゴミを輸入している</li> <li>域内の人口増加・経済成長に伴って、域内のマテリアル需要・廃棄も増える</li> <li>廃棄物処理インフラが整っていないため、域内外の廃棄物を製造のインプットとして利用することができていない</li> </ul>
	<p>循環することの経済合理性は低いが、人々の生存基盤である</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>域内外で増加する食糧・コモディティ（パーム油など）需要にこたえるため、①窒素肥料の大量散布による土壤汚染・劣化、②焼き畑農業などの土地改変による森林破壊が進んでいる</li> <li>焼き畑や窒素肥料に頼らない適切な農業の普及が必要</li> </ul>
	<p>循環することの経済合理性は低いが、社会的要請が高い</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ASEANは中国とともに世界の製造拠点として、世界の消費を支えるために多くのエネルギーを使用し、世界のGHG排出を負担している</li> <li>経済成長に伴い、域内のエネルギー需要の増加が見込まれる</li> <li>再生資源が比較的限定的かつ、石炭火力発電所も築浅であるため、エネルギー・トランジションの道筋を描くのが容易ではない</li> <li>ASEANのGHG排出量の6.6%は製造業、12.3%は農業、29.2%は土地改変・森林火災などから生じており、マテリアルサーキュラリティやバイオサーキュラリティを進めることで、カーボンサーキュラリティに貢献できる領域も広い</li> </ul> <p>※EUにおける製造業由来GHG排出量の割合は5.0%であり、このことからもASEANが世界の製造工場の役割を担っていることが分かる P.14「貿易に伴うCO<sub>2</sub>排出量割合(2021年)」を参照</p>



ここまで、ASEANにおけるサーキュラーエコノミーの推進が重要であることについて述べてきましたが、具体的には①マテリアルサーキュラリティ、②バイオサーキュラリティ、③カーボンサーキュラリティ、の3つのサーキュラリティの追求が必要です。それぞれが目指すものは以下のとおりです。

- ① **マテリアルサーキュラリティ**：鉱物・プラスチックの循環による資源の採取・拡散の極小化の実現
- ② **バイオサーキュラリティ**：窒素の採取・拡散の極小化を中心とした持続可能な農業の実現
- ③ **カーボンサーキュラリティ**：炭素の採取・拡散の極小化によるカーボンニュートラルの実現

上記3つのサーキュラリティを進めていくにあたり、ASEANの現状と課題を適切に把握することが必要となりますが、まず、サーキュラリティの経済合理性について見てきましょう。

①マテリアルサーキュラリティの中でも、特に鉱物資源は残余価値の高いものが多く、循環して使いまわしていくことに経済合理性があります。プラスチックは、従来、経済合理性の低いマテリアルでしたが、規制の導入や市場の拡大によって、種類によっては経済合理性が徐々に生まれ始めています。②バイオサーキュラリティは、自然界において均整を保ちながら循環してきたものですが、人類の経済活動がその循環の輪を断ち切ってしまっているのが現状です。バイオの循環を取り戻すことは、それ自体、ビジネスとして経済合理性を生むことが困難な領域ですが、自然の循環を維持することは人類の生存にとって必要不可欠であり、社会からビジネスに対する要請・プレッシャーが徐々に高まりつつあるエリアです。③カーボンの循環も、例えば二酸化炭素自体に経済価値があり、使いまわすことに経済合理性が生まれるというものではありません。しかし、カーボンの循環が大きく崩れてしまったことが気候変動を生じさせている、との認識から、プラスチックと同様、炭素税などの規制の導入によって「経済合理性を生み出す仕組み」が社会の中で検討されている状況です。

以上を踏まえた上で、3つのサーキュラリティ別にそれぞれの現状と課題の概要を見てみましょう。

まず、マテリアルサーキュラリティについてです。前述のとおり、ASEANは世界の製造工場および世界のゴミ廃棄場として、域内だけでなく、世界の消費を支えるために多くの資源利用やゴミ処理を担っています。同時に、人口増加と経済成長に伴い、域内におけるマテリアルの消費量・廃棄物量の増加が見込まれます。しかし、廃棄物の処理インフラは十分に整備されておらず、環境破壊や社会課題が顕在化しています。例えば、世界の海洋プラスチックの55%がASEANから流出しており、特にフィリピンは世界最大の流出国となるなど、大きな環境課題となっています。

他方で、原材料枯渇や地政学リスクによるバージン原材料の価格高騰・入手不確実性を考えると、企業の製造拠点を多く有するASEANではこれらのゴミを適切に回収・リサイクルし、再度資源として利用する必要性が高まっているのも現状です。しかしながら、同地域ではいまだリサイクル・インフラが整っておらず、この資源を活かしきれていません。

次に、バイオサーキュラリティについて考えてみましょう。人口増加が著しく、さらに、世界のコモディティ（例えばパーム油）の生産地となっているASEANでは、域内のみならず、世界の需要を満たすために①窒素肥料に依存し、土地の窒素汚染・土壤劣化が進んでおり、さらに、②焼き畑などによる土地改変が行われ、それによって森林破壊が著しく悪化している、という2つの大きな課題があります。バイオサーキュラリティを取り戻すためには、窒素肥料や焼き畑に頼らない適切な農業の普及が欠かせません。

最後に、カーボンサーキュラリティについて見てみましょう。著しい経済成長が予想されるASEANでは、今後もエネルギー需要は拡大していくことが予想されます。こうしたエネルギー需要を再生可能エネルギーで満たすことができれば良いのですが、ASEANは他地域に比べ、再生可能エネルギー源が比較的少ない地域です。また、石炭火力発電所の築年数が浅く、すぐに廃炉にするだけの経済力がない国も多々あります。

他方で、ASEANのGHG排出量の6.6%は製造業、12.3%は農業、29.2%は土地改変・森林火災などから生じています。したがって、上記のマテリアルサーキュラリティやバイオサーキュラリティを進めることで、カーボンサーキュラリティにも貢献することができます。化石燃料に依存したエネルギーはASEAN地域にとって大きな問題ですが、こうしたエネルギー問題は一企業には変革することが困難な領域もあります。一方で、カーボンサーキュラリティを進めるために、ASEANにとって重要で、かつ民間企業がスピーディに進めていくことのできる領域がその他にも多数あります。まずはASEANにおけるカーボンサーキュラリティを実現するための比較的達成が容易な領域や課題、すなわちlow-hanging fruitsを特定し、推進していくことが必要です。

以下に3つのサーキュラリティに関する課題を詳述します。





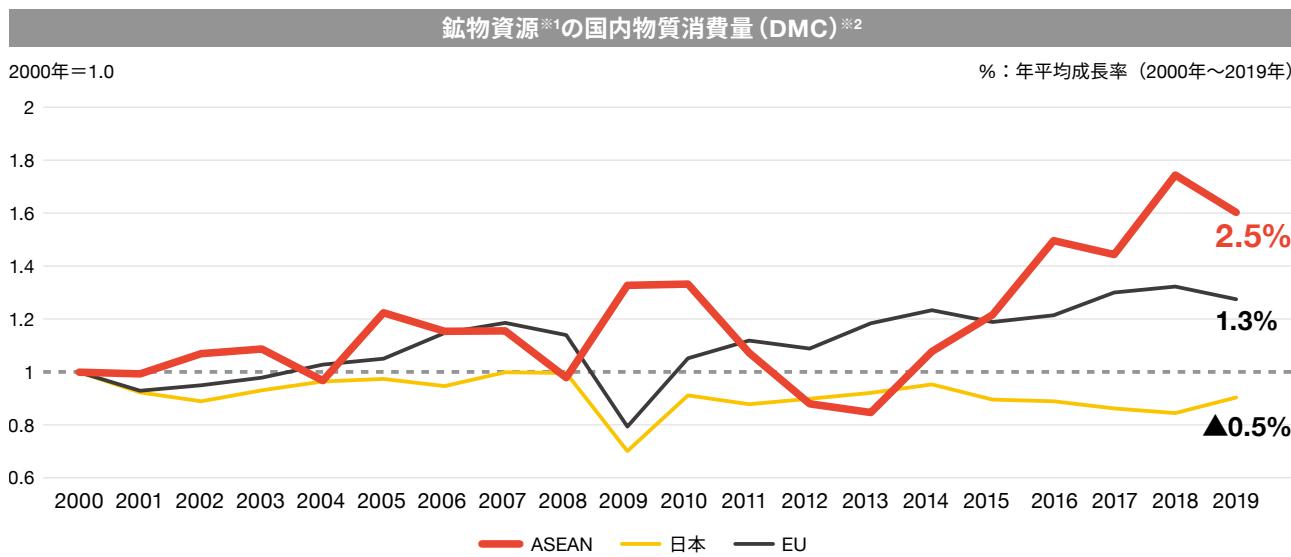
## マテリアルセキュラリティの現状と課題

### インプットとアウトプット

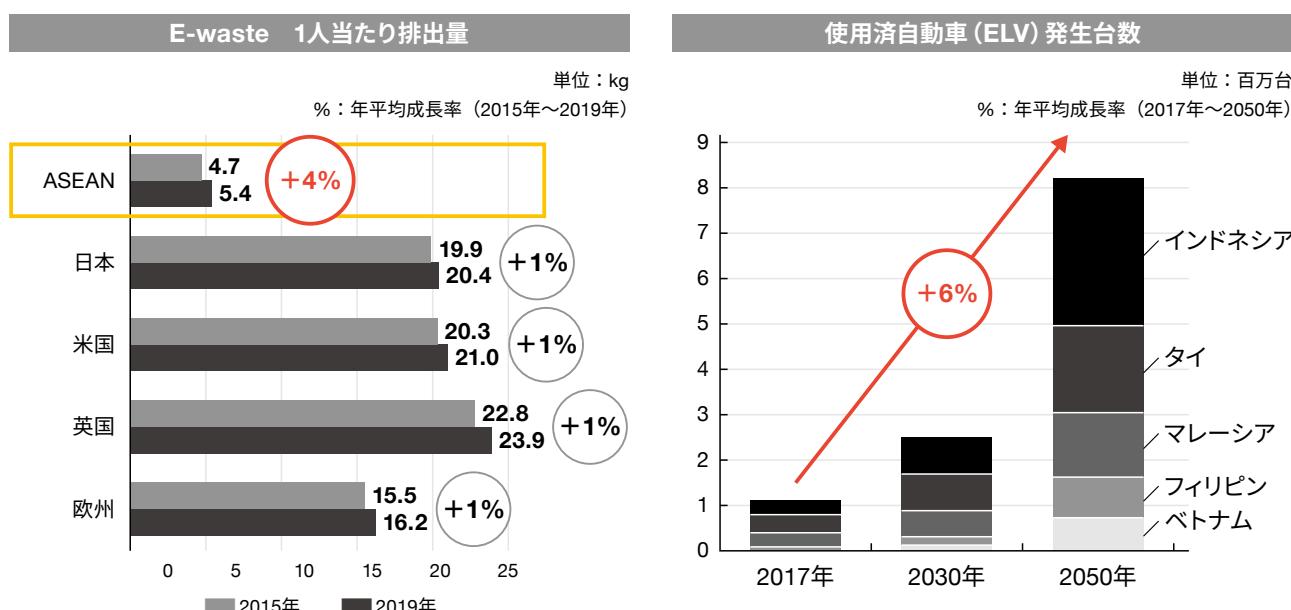
上述のとおり、ASEANでは資源の利用・廃棄物とともに増加が見込まれています。

鉱物資源のインプットについてのデータを挙げると、ASEAN全体で鉄鋼石および非鉄鉱石（レアメタルを含む）の国内物質消費量（国内抽出+輸入-輸出）は、2000年以降の20年間で年率2.5%増加しています。ちなみに、EUは1.3%の増加、日本は0.5%の減少となっています。

アウトプットに関しては、E-wasteの1人当たり排出量が2019年時点5.4kgと2015年対比で4%の増加です。日本、米国などの先進国はいずれも1%増ですから、ASEANの増加率が際立ちます。また、使用済み自動車の発生台数は2017年から2050年にかけて、年率6%で増加が見込まれています。



出所：Chatham House (2021) 'resourcetrade.earth' <https://resourcetrade.earth/> (2023年5月15日アクセス) を基にPwCが翻訳・作成



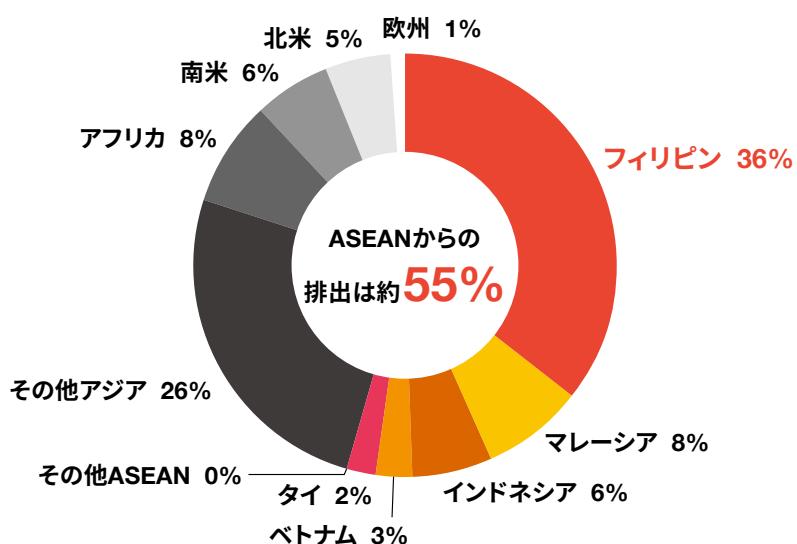
出所：左 Baldé, C.P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P. (2017) "The Global E-waste Monitor", United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna. <https://globalewaste.org/> を基にPwCが翻訳・作成

右 経済産業省 (2019) 『アジアにおける国際資源循環型リサイクル事業拡大に向けた調査報告書』  
<https://www.meti.go.jp/metilib/report/H30FY/000290.pdf> を基にPwCが作成

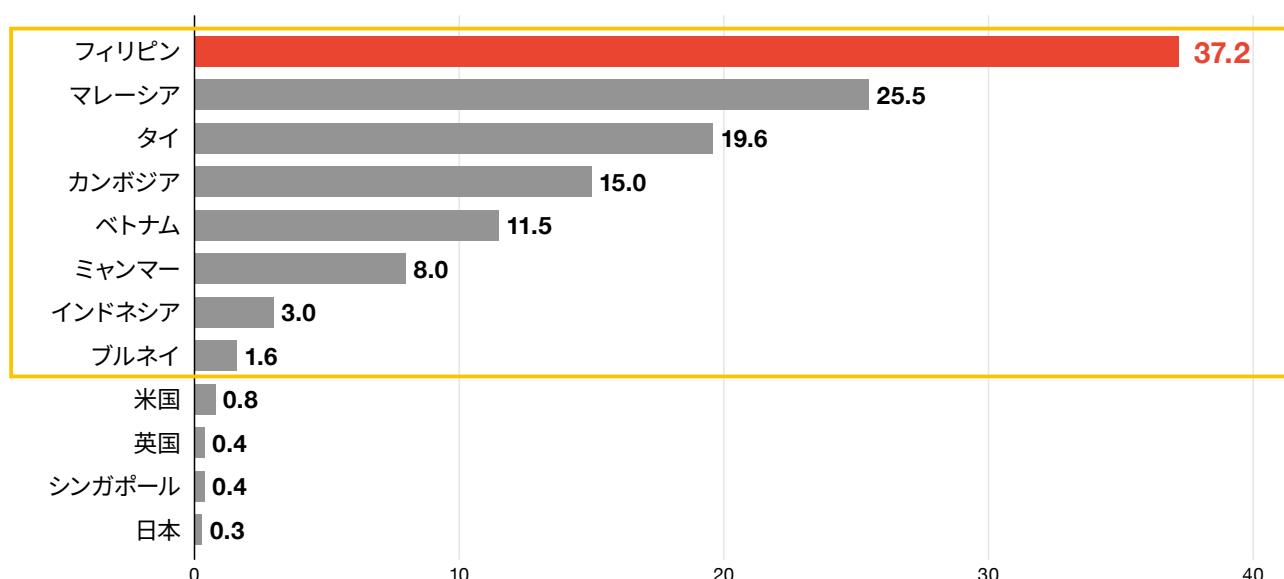
また、世界の海洋プラスチック年間排出量（推計）のうち、55%がASEANからの流出となっています。特にフィリピンは36%を占める世界最大の流出国であり、不適切な廃プラスチックの管理がASEAN共通の課題です。

フィリピンの首都マニラを流れるパシッグ川は、世界最大の海洋プラスチック流出源とされており、植物は2種類、魚

類は6種類しか残っていないという調査結果があります<sup>※1</sup>。廃プラスチックによって、深刻な生態系破壊が進んでいるのです。人口が密集した都市部を流れる小規模な河川から廃プラスチックが海洋へ流出することが多いため、こうした地域では陸上から河川に廃棄物が流れ込まないように、適切な管理を実施することが求められます。

海洋プラスチック年間排出量推計（2019年）<sup>※2</sup>不適切に管理された廃プラスチック（2019年）<sup>※3</sup>

単位：kg／1人当たり



※1 UNEP, WHO, and Water Supply & Sanitation Collaborative Council (1997).『Water Pollution Control - A Guide to the Use of Water Quality Management Principles.』<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/33367>

※2 人口や経済成長などのマクロの動態を踏まえた廃プラスチックの排出量予測に、地理的な要因（地形、気象条件、河川など）を加味した推計値

※3 不適切に管理された廃プラスチックとは、集積されずに不適切に廃棄されたプラスチックのこと（海外に輸出されたものは含まれていない）

出所：どちらもHannah Ritchie and Max Roser, (2018).『Plastic Pollution』. Published online at OurWorldInData.org. (2023年5月15日アクセス)  
<https://ourworldindata.org/plastic-pollution> を基にPwCが翻訳・作成

## 廃棄物資源の処理

アウトプットされたマテリアルは、ASEANの多くの国では無許可の不法リサイクル業者（インフォーマルセクター、個人リサイクル業）が中心となって処理しており、それがさまざまな問題を引き起こしています。

例えば、環境汚染です。インフォーマル業者が有害化学物質を使用して基板から金、銀を、またケーブルからパラジウムを回収しており、それが地域コミュニティの環境汚染につながっていることが報告されています。また、WHO（世界保健機関）の調査によれば、多くの女性や子供がインフォーマルセクターに従事しており、作業者自身の有毒物質への被ばくといった健康被害との相関関係が指摘されています。

### 環境汚染

- インフォーマル業者は、有害化学物質（硫酸など）を使用して金、銀、パラジウムを回収しており、有害物質を含んだ溶出液や蒸気（溶出液から有価金属類と不純物を分離する過程で発生）による環境汚染が懸念される

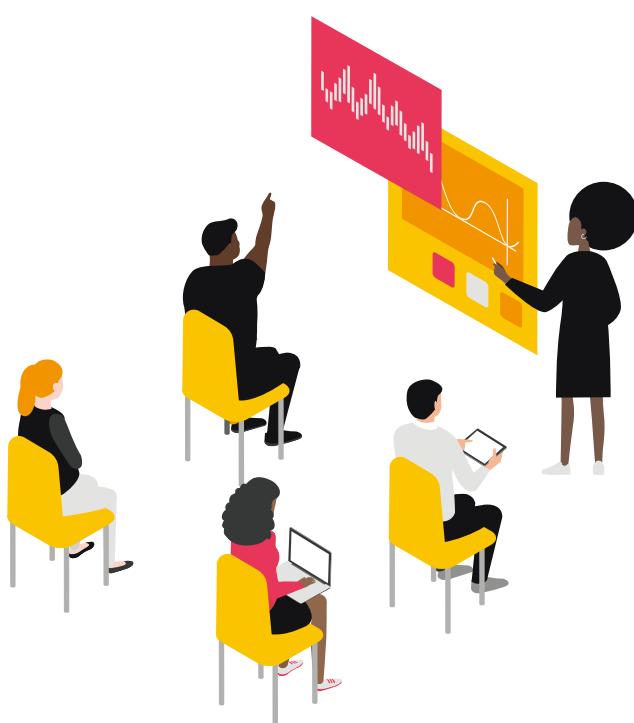
### 健康被害

- 適切な対策に関する知識を持たない**作業者自身**の有毒物質への被ばく、あるいは溶出液による**地域住民**への重大な健康被害が発生するリスクあり

※WHOの調査結果によれば、グローバルでは1,290万人の女性、1,800万人以上の子供・青年がインフォーマルセクターに従事。妊婦の電子廃棄物のリサイクル活動による鉛への曝露は、新生児の行動神経学的評価スコアの大幅な低下、注意欠陥／多動性障害（ADHD）の割合の増加、行動上の問題、認知力と言語力の低下などとの関連性が指摘されている。

出所：環境汚染 経済産業省（2019）『アジアにおける国際資源循環型リサイクル事業拡大に向けた調査報告書』  
<https://www.meti.go.jp/metilib/report/H30FY/000290.pdf> を基にPwCが作成

健康被害 WHO “Soaring e-waste affects the health of millions of children”（2023年5月15日アクセス）  
<https://www.who.int/news-room/15-06-2021-soaring-e-waste-affects-the-health-of-millions-of-children-who-warns> を基にPwCが翻訳・作成



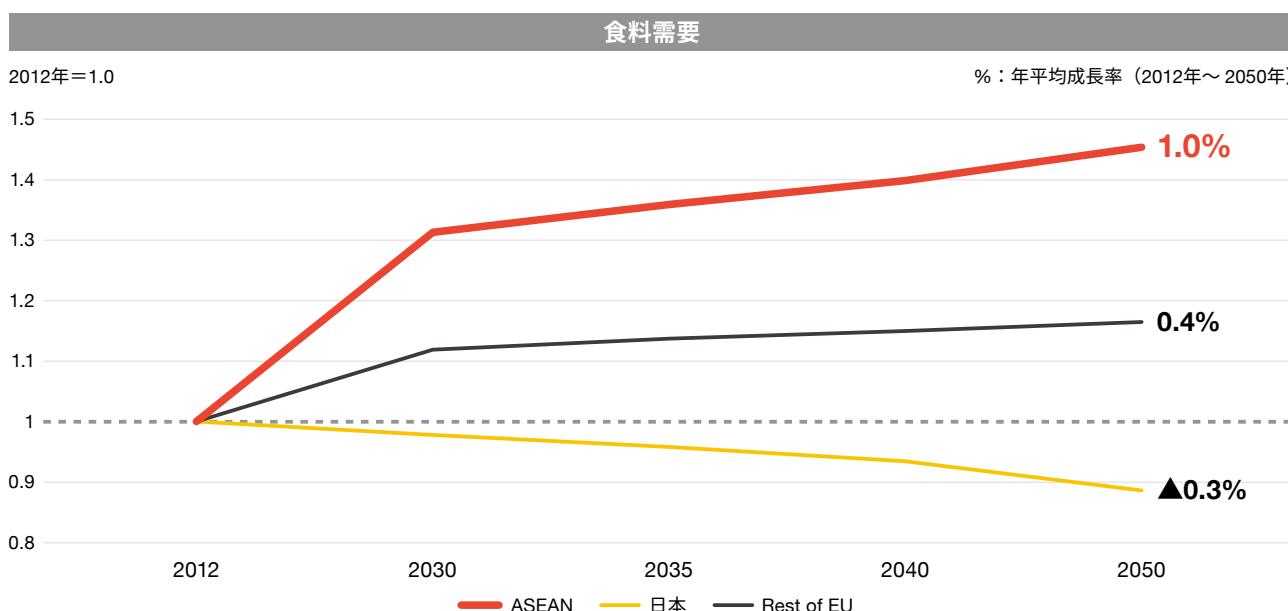


## バイオサーキュラリティの現状と課題

### 食料需要

人口増加と経済成長に伴い、ASEANでは今後も食料需要の増加が予測されます。2012年～2050年にかけての食料需要増加率はEUが年率0.4%増、日本が0.3%減と見込まれているのに対して、ASEANは1.0%の増加であり、食料増産が求められています。

さらに、ASEANはパーム油など、域外のニーズを満たすためのコモディティ生産を担っています。



### 窒素汚染

窒素は化学肥料の主成分の一つですが、収量向上に必要な量を超える肥料を使用することで、窒素汚染が発生している可能性がある地域も散見されます。国別では中国の窒素汚染が深刻ですが、ASEANでは特にタイで過剰な窒素使用による汚染が進んでおり、ベトナムやインドネシアでも汚染

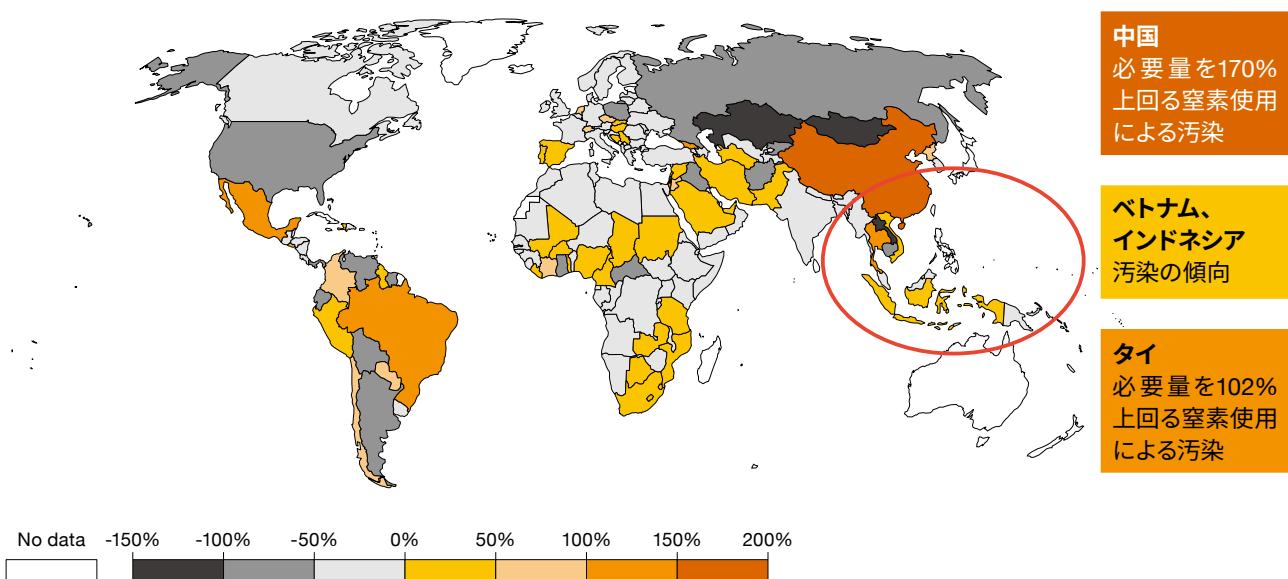
の傾向があります。こうした地域では、肥料の使用を極力抑えたサステナブルな農法の普及余地が大きいと言えます。

ちなみに化学肥料の使用量はグローバルで増加傾向にあります。ASEANの中で最も使用量が多いのはインドネシアで、ASEAN全体の使用量の約4割を占めています。



## 窒素汚染状況\*

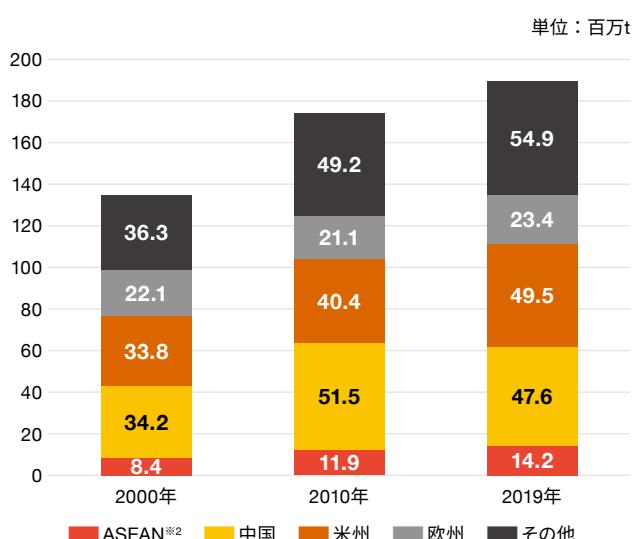
プラスの値を示す国は、収量向上に必要な量を上回る窒素を使用=肥料の過剰使用の可能性がある地域を表している



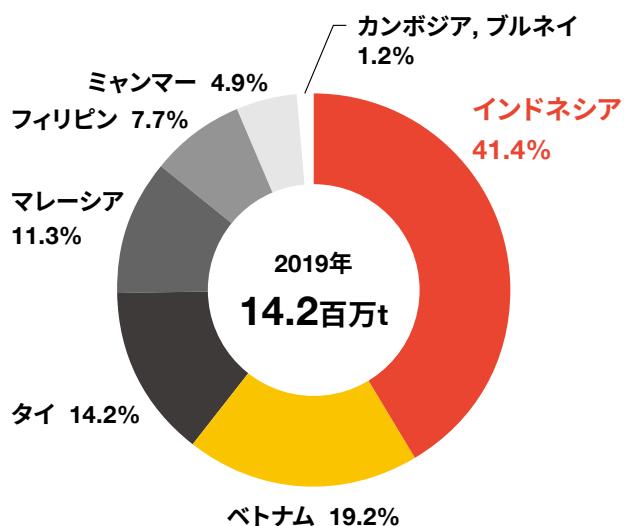
\*近隣諸国との収量格差（達成可能な収量と達成した収量の差）をどれだけ縮めたかに対して、その国がどれだけの窒素汚染を引き起こしているかを示している。  
正の値は、その国が収量の増加なしに窒素を過剰に施用していることを示す。

出所：Hannah Ritchie, "Which countries overapplied nitrogen without gains in crop yields" Published online at OurWorldInData.org (2023年5月15日アクセス)  
<https://ourworldindata.org/reducing-fertilizer-use> を基にPwCが翻訳・作成

## グローバル化学肥料使用量\*



## ASEAN内訳



\*1 N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O

\*2 シンガポールとラオスを除くASEAN8カ国

出所：どちらもFAO (2022) FAOSTAT "Fertilizers by Nutrient" In: FAO. Rome (2023年5月15日アクセス)

<http://www.fao.org/faostat/en/#data/RFN> <https://doi.org/10.4060/cc2211en-fig17> を基にPwCが翻訳・作成

## 森林破壊

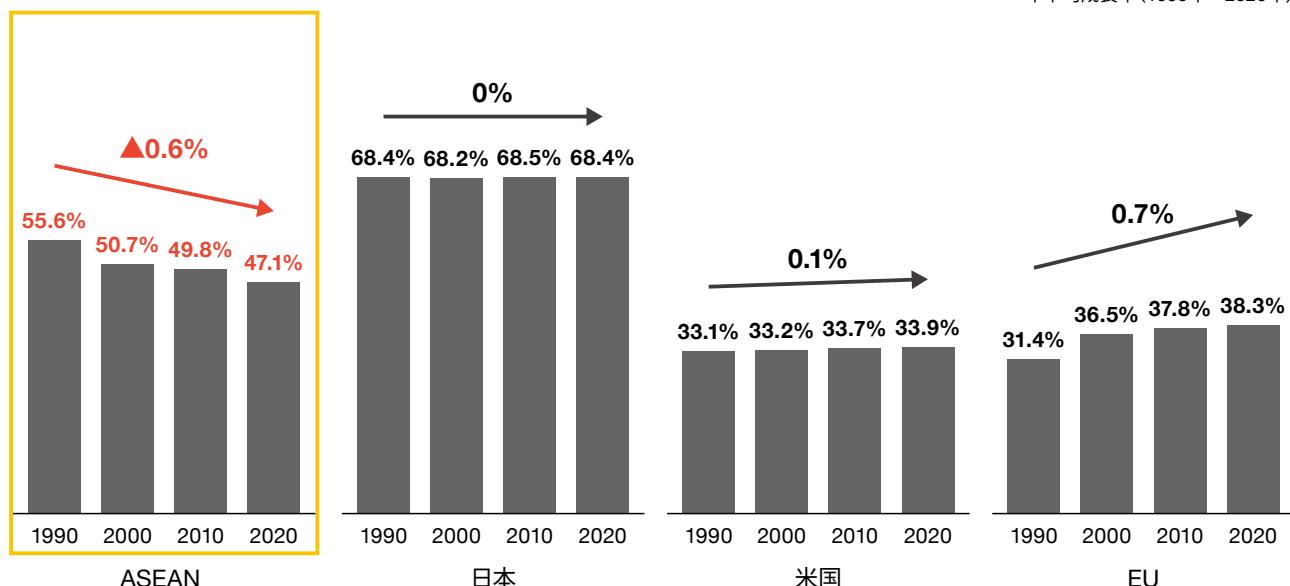
農業問題は、その他の森林破壊にもつながっています。ASEANではパーム油生産や農業などの拡大により、森林面積が2020年までの30年間に年率0.6%のペースで減少しました。国土に占める森林面積の割合は、1990年の55.6%から2020年には47.1%に低下しました。この間、日本と米国の森林面積の割合は横ばい、EUは年率0.7%の増加傾向でした。

森林減少の要因を見ると、ASEANで突出しているのは、コモディティ主導の森林破壊\*です。つまり、森林を農業(パーム油を採取するためのアブラヤシの生産、牧畜を含む)、鉱業、エネルギーインフラなどの土地用途に恒久的に転換したことが大きな要因となっているのです。

ASEANの森林破壊は、域内の人口増加を賄うための農業拡大だけではなく、世界のコモディティを支えるための負担を同地域が担っていることにも由来しているのです。

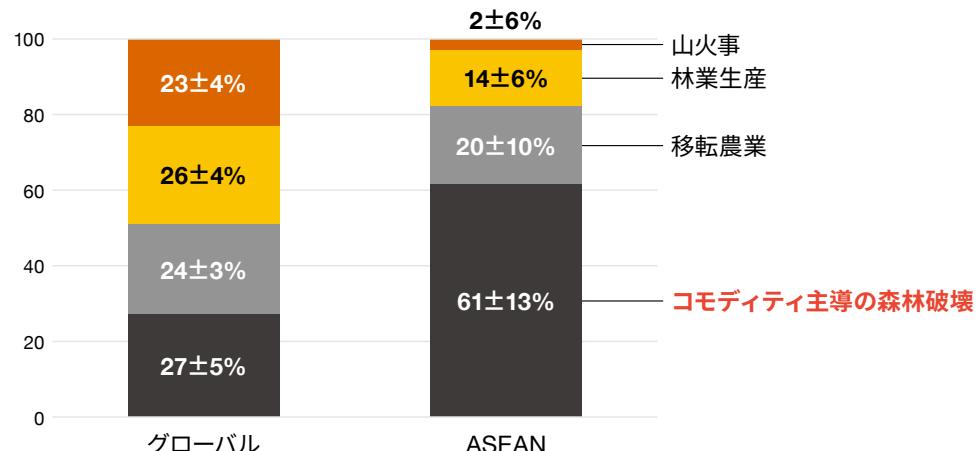
### 土地に占める森林面積の割合(%)

→：年平均成長率(1990年～2020年)



### 森林減少の要因

ASEANの森林減少の理由として最も大きいのは、コモディティ主導の森林破壊\*である



\*コモディティ主導の森林破壊：森林を、農業(パーム油を含む)、鉱業、エネルギーインフラなどの非森林土地利用へと恒久的に転換すること

出所：上 Hannah Ritchie and Max Roser, (2021) "Forests and Deforestation" Published online at OurWorldInData.org (2023年10月24日アクセス)  
<https://ourworldindata.org/forests-and-deforestation> を基にPwCが翻訳・作成

下 Philip G. Curtis et al., "Classifying drivers of global forest loss", Science361,1108-1111(2018).DOI:  
<https://doi.org/10.1126/science.aau3445> を基にPwCが翻訳・作成

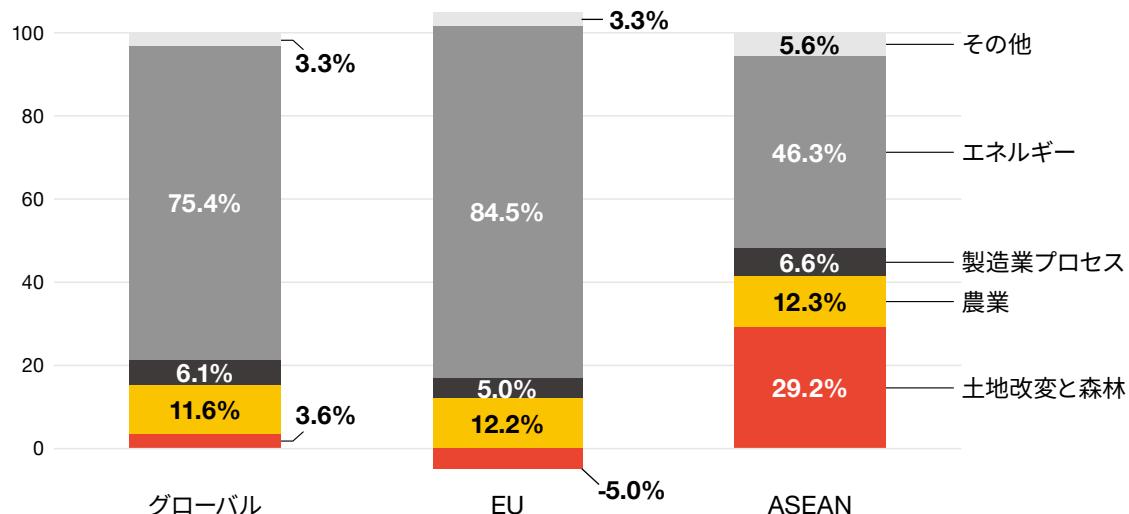
## 農業や森林破壊に伴うGHG

農業や森林破壊は、GHGの増加にもつながります。農業由来のGHGは世界的な課題で、グローバルのGHG排出量のうち農業・森林などの由来は約15%を占めます。2050年には、農業由来のGHG排出量は2012年対比で1.2倍まで増加することが予測されており、農業での排出量削減は喫緊の課題です。

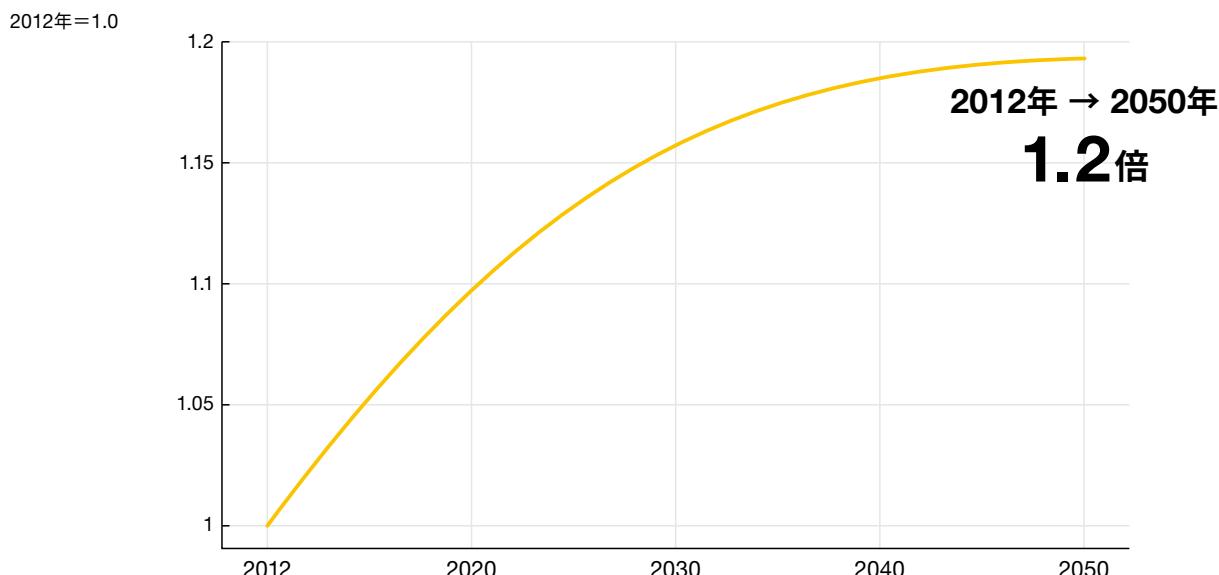
特に、ASEANの場合、農業由来の排出シェアが2020年で12%であるのに対して、森林由来が29%と非常に割合が大きいのが特徴です。森林由来のGHG排出は、焼き畑を含む農地拡大に起因する森林や泥炭地の火災などによるものであり、上述のとおり、世界のコモディティ需要を満たすために引き起こされていると言えます。

GHG排出シェア (2019年)

- 世界のGHG排出量のうち、農業・森林由来のシェアは約15%
- ASEANは特に森林由来の排出量が3割と大きい



農業由来のGHG排出予測 (グローバル) \*



\*FAOによる3つのシナリオ（従来通りに進んだ場合のシナリオ、サステナビリティへと向かうシナリオ、格差社会が広がるシナリオ）のうち、従来通りに進んだ場合のシナリオにおける排出予測である

出所：上 Climate Watch Historical GHG Emissions (2022) Washington, DC: World Resources Institute. Available online at: <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions> を基にPwCが翻訳・作成

下 FAO (2018) "The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050" Rome.

<https://www.fao.org/global-perspectives-studies/food-agriculture-projections-to-2050/en/> を基にPwCが翻訳・作成

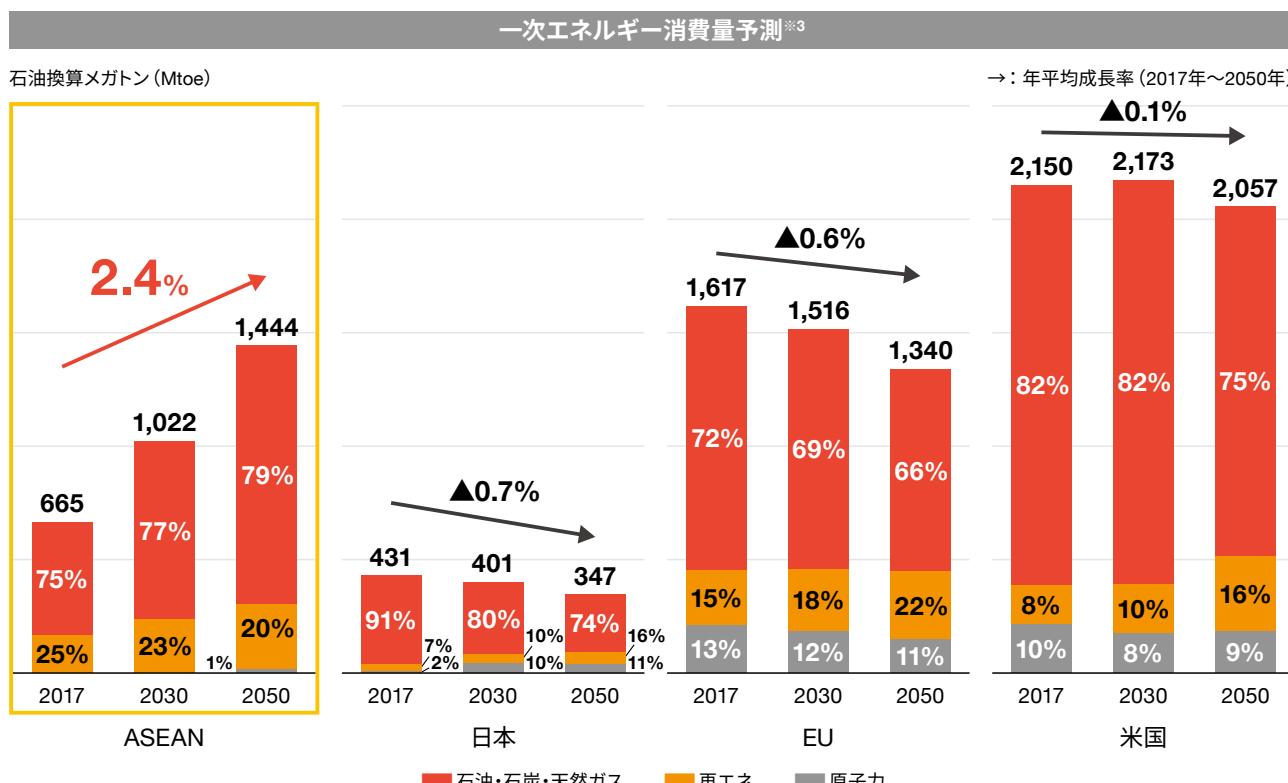
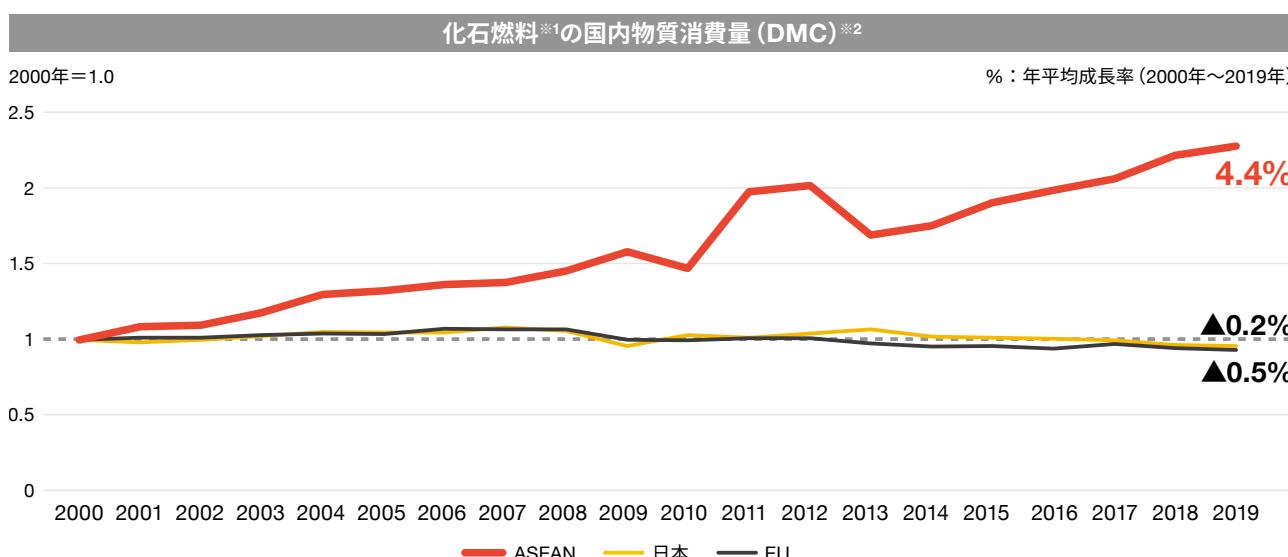


## カーボンサーキュラリティ(炭素、エネルギー)の現状と課題

### インプットとアウトプット

ASEANでは化石燃料の消費量が、2019年までの20年間で年率4.4%増加しました。将来に向けて、一次エネルギー消費量が2050年まで年率2.4%の勢いで増加する見込みです。そして、増えていく需要のほとんどを石油や石炭、天然

ガスといった化石燃料に頼る構図となっています。先進国では今後、一次エネルギー消費量の減少が予測される一方、ASEANでは増加が予測されることから、省エネや再生可能エネルギー導入の促進が課題と言えます。



※1 石炭、石油、天然ガス

※2 DMC：国内物質消費量＝国内抽出＋輸入－輸出

※3 電力・熱・水素の輸出入は考慮せず、各資源別の一次エネルギー消費量の積み上げを全体の消費量とする

出所：上 UNEP “Global Material Flows Database” (2023年5月15日アクセス)

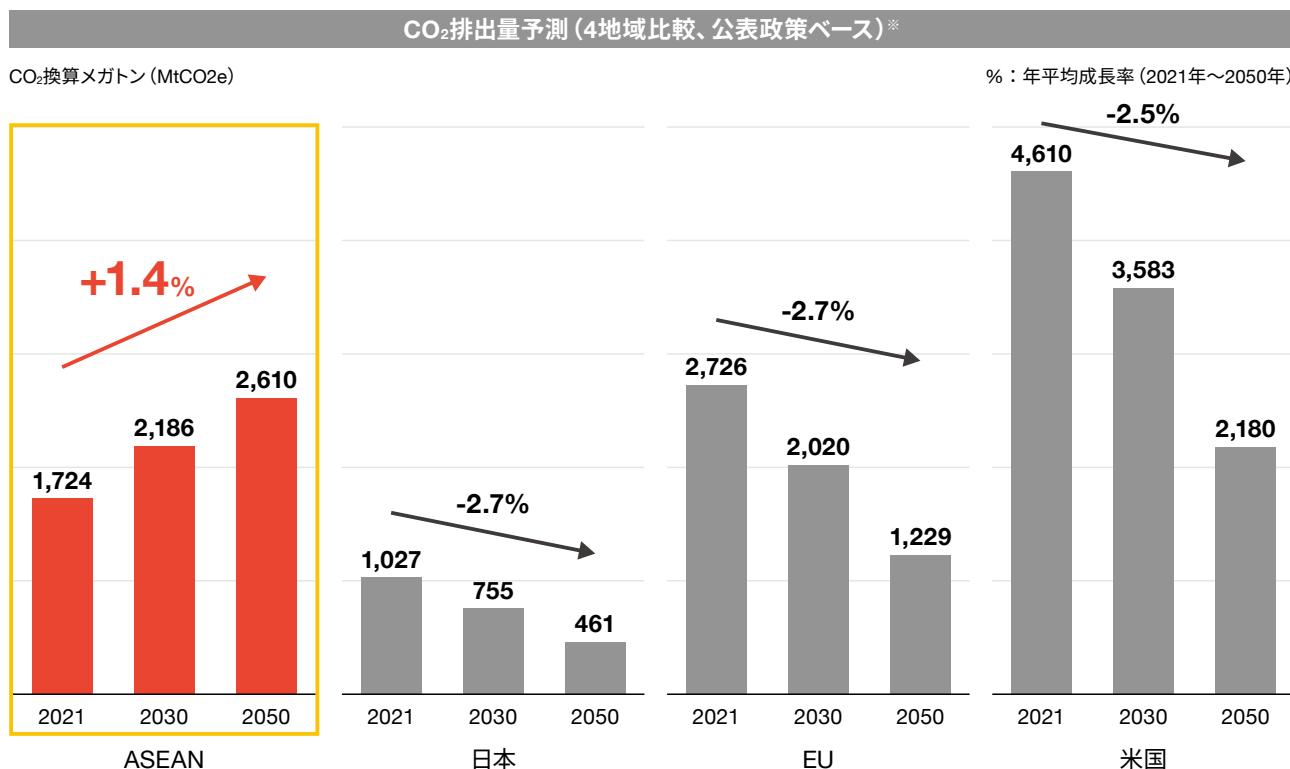
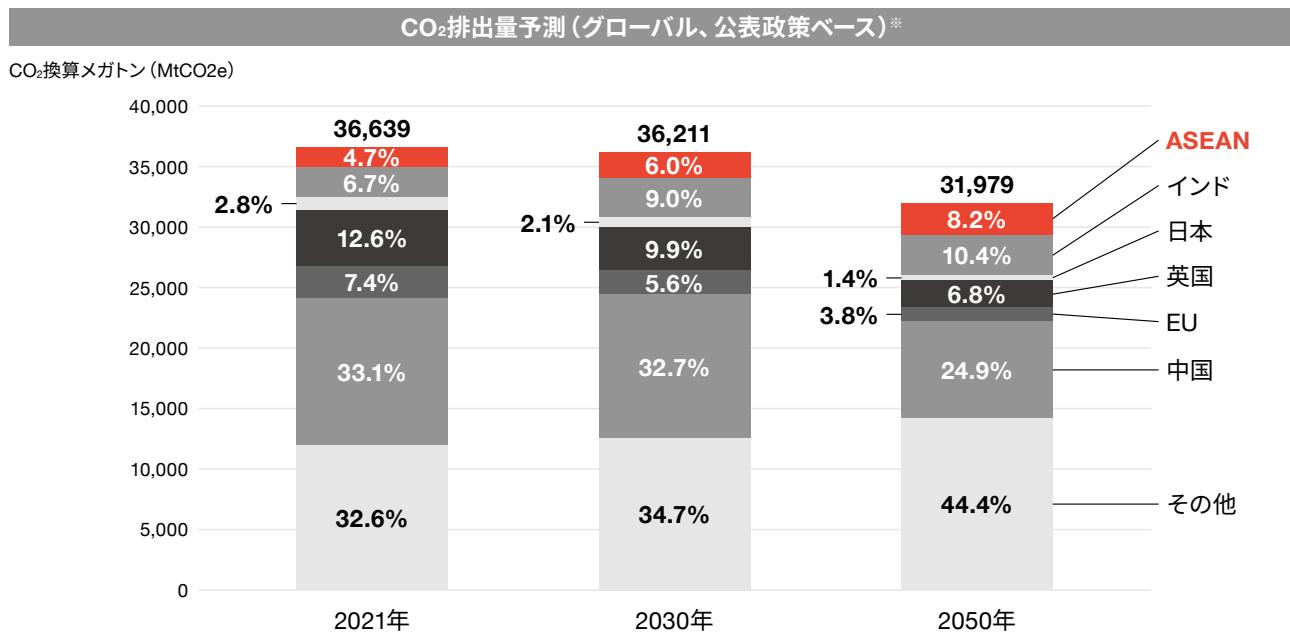
<https://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database> を基にPwCが翻訳・作成

下 IEEJ, (2019)『IEEJ Outlook 2020—深刻化するエネルギー・リレンジの克服に向けて』

<https://eneken.ieej.or.jp/data/8644.pdf> を基にPwCが作成

化石燃料由来のエネルギー消費が増える結果、ASEANにおけるCO<sub>2</sub>排出量は2050年にかけて年率1.4%で増加する見込みであり、先進国と比較するとその違いが際立ちます（日本は2.7%減、欧州は2.7%減、米国は2.5%減）。国・

地域別の排出量シェアではASEANは世界全体の1割に満たないので、インパクトとしてはそれほど大きくないとも言えますが、他国が減少するなかでASEANは増加していくのですから、早急な対応が必要です。



\*公表政策シナリオ：IEAの規定するStated Policies Scenario (STEPS)。今日設定されている政策を基に描かれたシナリオ

出所：IEA (2022) "World Energy Outlook 2022" IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022> を基にPwCが翻訳・作成

ASEANにおける脱炭素を難しくしている要因の一つに、既存の石炭火力発電所の建築年数が浅いことが挙げられます。石炭火力発電所の平均建築年数を比較すると、欧米の平均建築年数が30年から40年程度であるに対し、ASEANは10年程度と、まだ新しいものが多く残っています。つまり、ASEANの石炭火力発電所は減価償却中のものがほとんどであり、すぐに廃止することが難しいという現状が、再生可能エネルギーに切り替えていく上でのハードルになっていると考えられます。

さらに、ASEANは再生可能エネルギー資源が豊富ではないことが、同地域の脱炭素化を阻む壁となっています。太陽光、風力の資源量を示した地図では、濃い色で示した地域は再エネ資源が多く、薄い色は再エネ資源が少ないとを表していますが、ASEANには再エネ資源の少ない国が多いということが分かります。

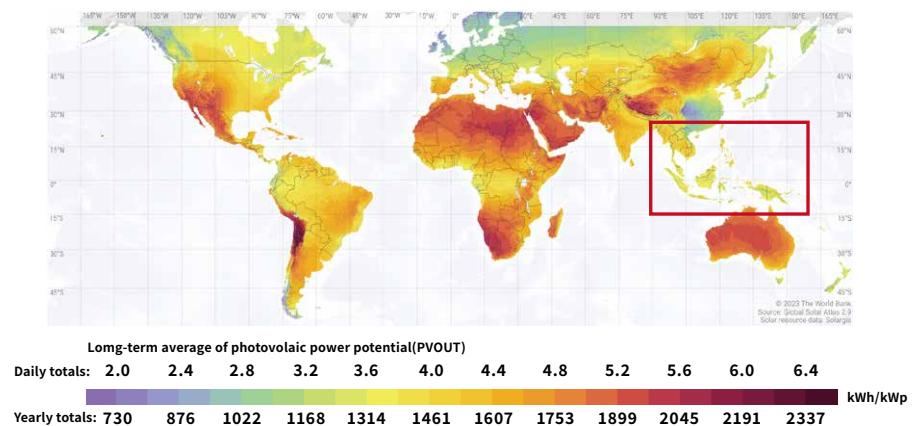
ASEAN主要国の中で、タイは比較的太陽光資源、風力資源の多い国ですが、そのタイでも、オーストラリアや米国、中国といった再エネ資源の豊富な国々と比べると、はるかに資源が乏しいという現実です。

### 石炭火力発電所の平均建築年数比較

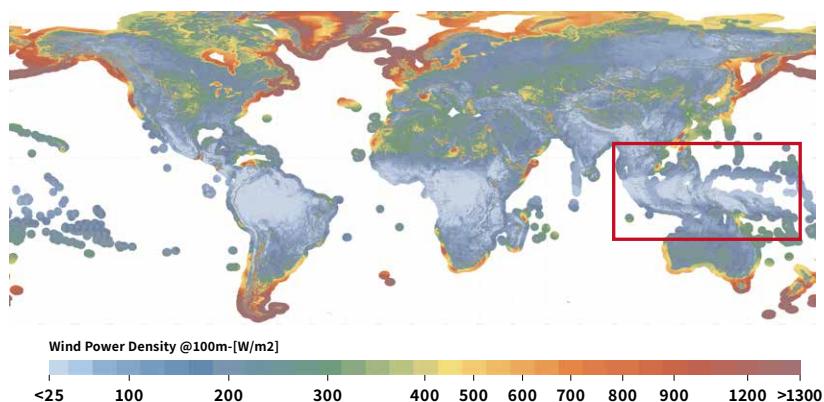
ASEAN	11年
欧州	34年
米国	41年

出所：IEA (2021) “World Energy Outlook 2021” IEA, Paris  
<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021> を基にPwC  
 が翻訳・作成

### 太陽光資源分布※1



### 風力資源分布※2

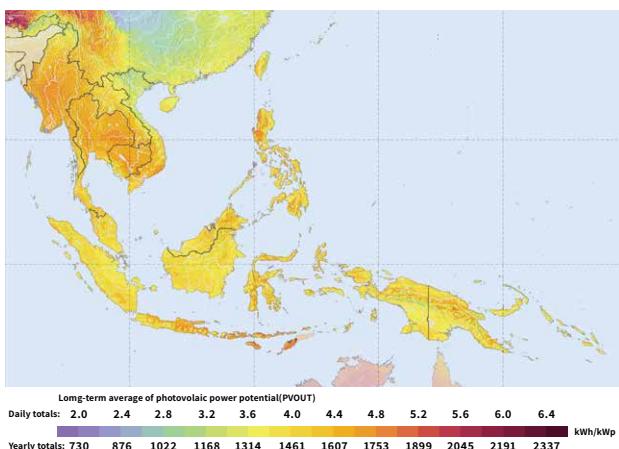


※1 下記出所の“Photovoltaic power potential”を使用  
 出所: 左 WORLD BANK GROUP “GLOBAL SOLAR ATLAS” 2022. (2022年10月3日アクセス) <https://globalsolaratlas.info/download/> (赤枠はPwCによる)  
 “Global Solar Atlas 2.0, a free, web-based application is developed and operated by the company Solargis s.r.o. on behalf of the World Bank Group, utilizing Solargis data, with funding provided by the Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). For additional information: <https://globalsolaratlas.info>”

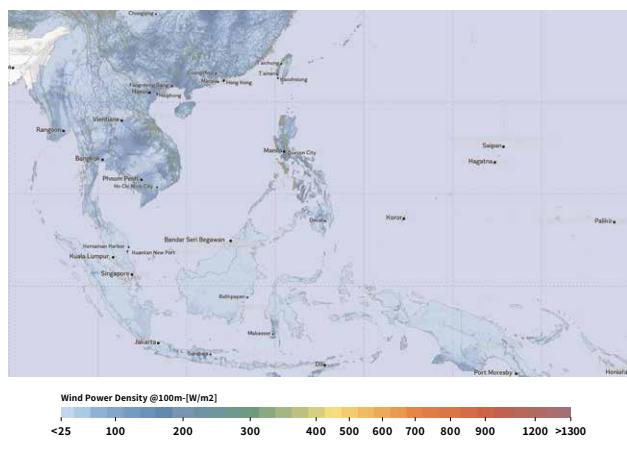
右 WORLD BANK GROUP “GLOBAL WIND ATLAS” 2022. (2022年10月3日アクセス) <https://globalwindatlas.info/en> (赤枠はPwCによる)  
 “Global Wind Atlas 3.0, a free, web-based application developed, owned and operated by the Technical University of Denmark (DTU). The Global Wind Atlas 3.0 is released in partnership with the World Bank Group, utilizing data provided by Vortex, using funding provided by the Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). For additional information: <https://globalwindatlas.info>”

## 再エネ資源分布(ASEAN)

## 【太陽光】

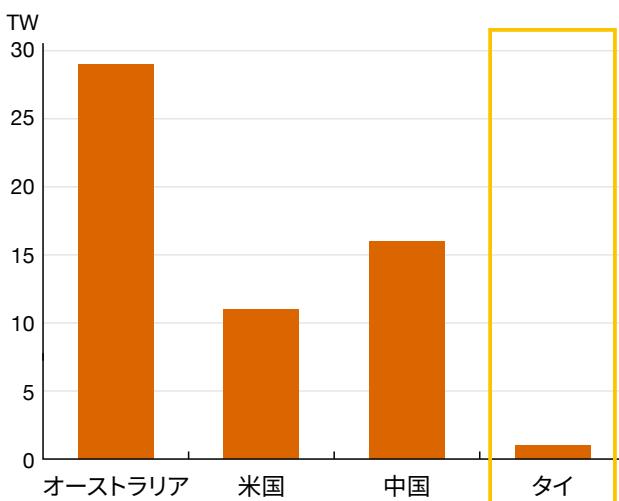


## 【風力】

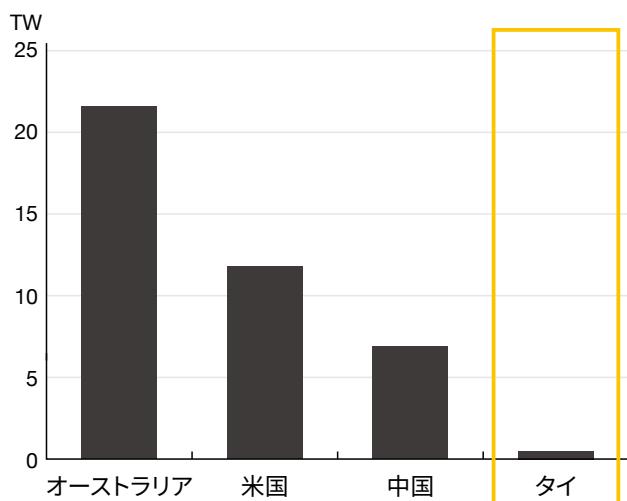


## 再エネ資源分布(4カ国比較)

## 【太陽光】



## 【陸上風力】



出所：上左（太陽光）WORLD BANK GROUP “GLOBAL SOLAR ATLAS” 2022. (2022年10月3日アクセス)

<https://globalsolaratlas.info/download/>

“Global Solar Atlas 2.0, a free, web-based application is developed and operated by the company Solargis s.r.o. on behalf of the World Bank Group, utilizing Solargis data, with funding provided by the Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). For additional information: <https://globalsolaratlas.info>”

上右（風力）WORLD BANK GROUP “GLOBAL WIND ATLAS” 2022. (2022年10月3日アクセス)

<https://globalwindatlas.info/en>

“Global Wind Atlas 3.0, a free, web-based application developed, owned and operated by the Technical University of Denmark (DTU). The Global Wind Atlas 3.0 is released in partnership with the World Bank Group, utilizing data provided by Vortex, using funding provided by the Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). For additional information: <https://globalwindatlas.info>”

下 IEEJ, (2019)『IEEJ Outlook 2020—深刻化するエネルギートレンマの克服に向けて』

<https://eneken.ieej.or.jp/data/8644.pdf> を基にPwCが作成

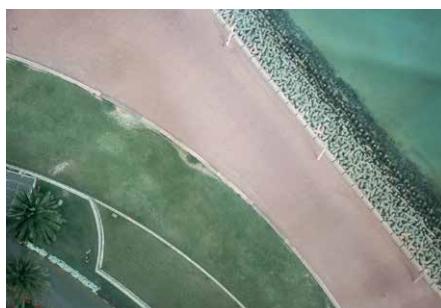


### 3. サーキュラーエコノミーの推進によって アクセスし得るビジネス機会

#### 世界全体で約10兆米ドル規模、ASEANで約4,200億米ドル規模のビジネス機会

ここまで、サーキュラリティに関するマクロ環境と、3つのサーキュラリティ推進における現状と課題を見てきましたが、サーキュラーエコノミーの推進によって大きなビジネスチャンスが生まれることも分かっています。WEF（世界経済フォーラム）の推計によれば、サーキュラーエコノミー化によってアクセス可能となるネイチャーポジティブなビジネス機会は、2030年に世界全体で年間約10兆米ドルの規模があり、ASEANの経済規模に換算すると約4,200億米ドルの規模があると推計できます。

その内訳は、食料・土地・海洋の利用が3兆5,650億米ドル（うちASEANで1,480億米ドル）、エネルギー・採取活動で3兆5,300億米ドル（同1,460億米ドル）、インフラ・建築環境で3兆150億米ドル（同1,250億米ドル）となっています。



グローバル

**3兆5,650億米ドル** ➡ **1,480億米ドル**

ASEAN<sup>\*</sup>

グローバル

**3兆5,300億米ドル** ➡ **1,460億米ドル**

ASEAN<sup>\*</sup>

グローバル

**3兆150億米ドル** ➡ **1,250億米ドル**

ASEAN<sup>\*</sup>

※GDPによる按分に基づく推計値。GDPはIMFによる2028年時点予測値を使用

出所：World Economic Forum (2020) “The Future Of Nature And Business 2020”

<https://jp.weforum.org/reports/new-nature-economy-report-ii-the-future-of-nature-and-business/> を基にPwCが翻訳・作成

This translation was not created by the World Economic Forum and should not be considered an official World Economic Forum translation.  
The World Economic Forum shall not be liable for any content or error in this translation.

International Monetary Fund “GDP, current prices” (2023年10月アクセス)

<https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPD@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD/MEQ/SAQ/SEQ> を基にPwCが計算

## サーキュラーモデルの推進によってアクセスし得るビジネス機会の内訳

(10億米ドル)

領域	項目	ビジネス機会	合計
食料・土地・海洋の利用	生態系の回復と陸地・海洋の利用拡大回避	450	3,565
	生産的で再生可能な農業	1,140	
	健全で生産的な海洋	170	
	森林の持続可能な管理	230	
	地球環境に配慮した消費	1,060	
エネルギー・採取活動	透明で持続可能なサプライチェーン	515	3,530
	循環型・資源効率型モデル	2,310	
	自然環境に配慮した金属・鉱物資源採取	520	
	持続可能な金属・素材のサプライチェーン	30	
インフラ・建築環境	自然共生型エネルギー転換	670	3,015
	コンパクトな建築環境	665	
	自然環境に配慮した構築環境設計	935	
	地球に適合した都市ユーティリティ	670	
	インフラとしての自然	160	
	自然環境に配慮した接続インフラ	585	
			計10,110

出所：World Economic Forum (2020) “The Future Of Nature And Business 2020”

<https://jp.weforum.org/reports/new-nature-economy-report-ii-the-future-of-nature-and-business/> を基にPwCが翻訳・作成This translation was not created by the World Economic Forum and should not be considered an official World Economic Forum translation.  
The World Economic Forum shall not be liable for any content or error in this translation.

## ASEANにおけるサーキュラーエコノミー市場の獲得に向けて

こうしたASEANのサーキュラーエコノミー市場への理解を深めるためには、現地の声を聞き実情を把握することが重要であることから、私たちは実際に現地に赴き、ヒアリングを行ってきました。その結果、採取と拡散の極小化に貢献する新たなプレーヤーとの連携や、自社のバリューチェーン

上のステークホルダーとの連携の深化など、サーキュラービジネスの方向性の仮説がいくつか見えてきました。今後はこのサーキュラービジネスの方向性について議論を深めてまいります。



# あとがき

2024年のダボス会議に合わせて、「エグゼクティブ・サステナビリティ・フォーラム」は、ASEANのサステナブルな成長を実現するための共同声明を発表しました。その共同声明に向けた議論のベースとなったのが、PwC Japanグループが提案した「サーキュラーフレームワーク」です。

炭素、鉱物、窒素、水など、人間の経済活動がなければ自然界に固定・均衡した状態で存在していた物質を大量に採取・拡散することで、気候変動や環境汚染、資源枯渇や生態系の破壊といったさまざまな環境問題を引き起こしています。現在の人間の経済活動は、このようなモデルの上に成り立っており、それを変えない限りは、環境問題の解決は難しいと言わざるを得ません。

そこで求められているのがサーキュラーエコノミーへの転換であり、その推進は、環境と社会への負荷を低減すると同時にビジネス成長を達成する“トレードオン”の実現において、最も有効なアプローチと言えます。

日本企業にとって、ASEANを生産基地や消費地として捉えるだけでなく、ASEAN諸国の環境・社会課題の解決に貢献しながらともに成長するパートナーとなることが求められています。本レポートがASEANにおけるサーキュラーエコノミーの実現に向けた取り組みの一助となれば幸いです。

## 執筆者



**磯貝 友紀**

PwC Japanグループ  
サステナビリティ・センター・  
オブ・エクセレンス  
リード・パートナー  
PwCサステナビリティ合同会社



**甲賀 大吾**

PwCサステナビリティ合同会社  
ディレクター



**濱口 勝匡**

PwCサステナビリティ合同会社  
マネージャー



**間宮 孝治**

PwCサステナビリティ合同会社  
マネージャー

# お問い合わせ先

**PwC Japanグループ**

<https://www.pwc.com/jp/ja/contact.html>



**[www.pwc.com/jp](https://www.pwc.com/jp)**

PwC Japanグループは、日本におけるPwCグローバルネットワークのメンバーファームおよびそれらの関連会社 (PwC Japan有限責任監査法人、PwCコンサルティング合同会社、PwCアドバイザリー合同会社、PwC税理士法人、PwC弁護士法人を含む) の総称です。各法人は独立した別法人として事業を行っています。複雑化・多様化する企業の経営課題に対し、PwC Japanグループでは、監査およびアシュアランス、コンサルティング、ディールアドバイザリー、税務、そして法務における卓越した専門性を結集し、それらを有機的に協働させる体制を整えています。また、公認会計士、税理士、弁護士、その他専門スタッフ約10,200人を擁するプロフェッショナル・サービス・ネットワークとして、クライアントニーズにより的確に対応したサービスの提供に努めています。

PwCは、社会における信頼を構築し、重要な課題を解決することをPurpose (存在意義) としています。私たちは、世界151カ国に及ぶグローバルネットワークに約362,000人以上のスタッフを擁し、高品質な監査、税務、アドバイザリーサービスを提供しています。詳細は[www.pwc.com](https://www.pwc.com)をご覧ください。

発刊年月：2024年1月 改訂：2024年5月 管理番号：I202309-13

©2024 PwC. All rights reserved.

PwC refers to the PwC network member firms and/or their specified subsidiaries in Japan, and may sometimes refer to the PwC network. Each of such firms and subsidiaries is a separate legal entity. Please see [www.pwc.com/structure](https://www.pwc.com/structure) for further details.

This content is for general information purposes only, and should not be used as a substitute for consultation with professional advisors.