



An initiative of
Economist Impact and The Nippon Foundation

“ピーク・プラスチック” 実現に向けたシナリオ

主要用語集・技術的方法論



主要用語集

○ 禁止措置

問題が多く、必要性の低い使い捨てプラスチック製品 [single-use plastic products = SUPP] の販売・消費を対象とした禁止措置のこと。今回の調査では、各対象国における禁止措置がプラスチック消費量の推移に及ぼす影響を分析した。禁止対象製品の割合は、各国で既に施行された政策に左右されるが、対象範囲は時間の経過と共に拡大するという想定の下に分析が行われている

○ 消費

企業によるバージン樹脂の購入を意味する。その多くは個人向けのバージンプラスチック製品へ加工される。今回の調査では、ボトル・メーカーによる PET [ポリエチレン・テレフタレート] の購入を対象とする一方、プラボトル入りソフトドリンクの一般消費者による購入は考慮に入られていない。また消費量は、生産・輸入・輸出量に関わらず、特定の国で消費されたプラスチック製品の総量を意味する。例えば、プラスチック製品を全く生産せず、輸入品に依存する国があった場合も、本報告書では同国が“消費”した製品と見なす

○ 国民総生産 [GDP]

一定期間内に国内で産出された完成品・サービスの総額を指す

○ 埋め立て地

固形廃棄物の処分を目的とした現代の埋立地には、先進技術を活用した管理体制が整備されている。当該国の規制要件を満たす立地に建設され、汚水中などに含まれる汚染物質が環境へ流出しないよう配慮した設計、運営・監視が行われている

○ ピーク・プラスチック

プラスチック消費が最大量に達し、様々な措置・政策介入によって減少局面に差しかかる仮説上の時点

○ PET

ポリエチレン・テレフタレートと呼ばれるプラスチックの一種

○ プラスチックの流出

陸上・水域環境へプラスチックが流出すること

- **一次プラスチック【バージンプラスチック】**
未使用・未加工の化石由来原料（原油など）から製造されたプラスチック
- **問題が多く、不必要なプラスチック製品**
The New Plastics Economy Global Commitment¹ は、問題が多く、不必要なプラスチック包装製品、あるいは包装材を次のように定義している：
 - 再利用・再生・分解ができない
 - 人体・環境に有害な化学物質を含む、あるいは製造に使用する
 - 製品の機能を維持しながら、使用を避けることができる、あるいは再利用可能な製品により代替が可能
 - 他の部材のリサイクル性・分解性を低下させる、あるいは損なう
 - 廃棄物となる、あるいは自然環境に流出する可能性が高い
- **プラスチック・メーカー**
あらゆるプラスチックの原料となる樹脂（ほとんどが化石燃料から作られる）を製造する企業。Economist Impact はこうした企業を、石油・ガス・石炭由来の原料である“バージン”樹脂の製造者と定義している。2019年に廃棄物として排出された使い捨てプラスチック製品の半分以上は、“バージン”樹脂メーカー 20 社によって製造されたものだ。またこうした製品の 90%は、上位 100 社によって生産されている²
- **リサイクル**
廃棄された素材から製品・原料・素材を（元の製品と同じ目的、あるいは異なった目的のために）再加工するプロセス。有機物質の再加工も含まれるが、エネルギー源としての再利用や燃料・埋め戻し作業に使われるケースはリサイクルと定義されない
- **使い捨てプラスチック製品**
ブラ袋・ストロー・マドラー・プラボトル・食品用容器など、廃棄・リサイクルの前に 1 回限りの使用を想定して設計・生産された製品
- **バージンプラスチック**
原油・石炭・天然ガスなどの化石燃料から新たに生産されたプラスチック
- **廃棄物**
所有者が廃棄した、あるいは廃棄の必要がある物質・対象物

* 問題の多いプラスチック製品、寿命の短いプラスチック製品、使い捨てプラスチック製品の定義は、国際プラスチック協定の作業文書に基づいている。“消費”の定義は、モデル解析に使用されたデータに基づいて定められた

技術的方法論

本報告書の目的は、プラスチックのライフサイクル全体（製造から処分まで）を対象とする下記三つの政策シナリオがプラスチック消費量に及ぼす影響を分析することだ。

- 使い捨てプラスチック製品 [SUPP] の禁止措置
- 企業ユーザー（小売企業・消費財メーカー）を対象とした拡大生産者責任 [EPR] の義務化
- バージンプラスチックの生産者に対する課税³

これらの政策がG20諸国中19カ国で義務化された場合の有効性を検証する。

報告書作成の背景

2022年3月にケニア ナイロビで開催された国連環境総会は、決議5/14「プラスチック汚染の終結：法的拘束力のある世界的な協定を策定する」を採択した。設計から製造・処分まで、プラスチックのライフサイクル全体を対象とする国際協定を2024年までに実現するのがその目的だ。政府間交渉委員会 [Intergovernmental Negotiating Committee = INC] による交渉の第1ラウンドは2022年11月に開始され、今後さらに4ラウンドの交渉が予定されている。

『Back to Blue』イニシアティブの下、Economist Impactは現在進行中の交渉と併行し、上記三つの政策シナリオがプラスチック消費量の抑制と汚染軽減に及ぼす影響を、科学的エビデンスに基づいて分析した。

追加的汚染の防止に向けた三つの政策について検証する上で、Economist Impactが採用したのはシナリオ分析アプローチだ。これらはいずれもライフサイクル全体を視野に入れたもので、ステークホルダーとなる全企業への適用を想定。世界全体のGDPの約78%を占める⁴、G20のうち19カ国⁵を対象としている。

目的

今回行ったモデル解析の目的は、これらの政策を通じて2050年までに“ピーク・プラスチック”（つまりプラスチック消費量の増加に歯止めをかけ、下降局面へ導く）を実現できる可能性、そしてそれが可能な場合の消費量の推移と実現のタイミングを検証することだ。

解析モデルの想定項目

- **消費**：プラスチック・メーカーによるバージン樹脂の購入を意味する。その多くは個人向けのプラスチック製品へ加工される。消費量は、生産・輸入・輸出の有無に関わらず、特定の国で消費されたプラスチック

製品の総量を意味する。例えば、ある国が自国で生産を行わず、プラスチック製品を輸入で賄っている場合も、本調査では同国による“消費”と見なす

- **化石原料由来のプラスチック**：本解析モデルは、原油・石炭・天然ガスなどから製造されたバージンプラスチックを対象としており、生物由来の資源（セルロース・竹など）を原料とする製品は含まれていない
- **消費・廃棄物発生の直接的関係性**：本解析モデルは、プラスチック消費量の減少が廃棄物発生量の低下、ひいては汚染レベルの軽減につながると想定している
- **政策措置の義務化**：本解析モデルでは、各国政府によって三つの政策措置による規制が義務化されると想定している

変数とデータ

従属変数

- **プラスチックの総消費量**：七つのカテゴリー（HDPE・LDPE・PET・PS・PVC・PP・その他）に属するプラスチックの総消費量（単位：キロトン）。データは三つの専門情報提供者（Prescient・Strategic Intelligence・Grand View Research）から入手した。

過去データは2000～2021年を対象とし、年間ベースで取得。消費量の約80%を

占める上記七つの主要カテゴリーを対象に、モデル解析を行った⁶

独立変数

- **小売売上高**：小売企業によるプラスチック製品の年間総売上高（現金持ち帰り制の店舗を除く・付加価値税 [VAT] を含む）。原料としてプラスチックを使用する一般消費者向け製品の大部分が含まれ、国内需要の動向を示す変数として使用されている。ソースは The Economist Intelligence Unit の独自データ
- **産業別付加価値が GDP に占める割合 [%]**：鉱業・採石業・製造業・建設業・公益事業の付加価値が GDP に占める割合（要素費用表示）で、プラスチック製造の代理変数として使用された。ソースは The Economist Intelligence Unit の独自データ
- **環境税が GDP に占める割合 [%]**：消費量の抑制に向けて、プラスチック製品に課された税金を示す供給サイドの変数。データは OECD より入手
- **原油価格指数**：上流コストを示す供給サイドの変数。原油由来の原料から製造された高流動性のポリマーを対象としている。データは国際通貨基金 [IMF] より入手
- **ダミー変数**：国レベルの影響を検証するためにダミー変数を使用

表 1：変数・データソース一覧

種類	変数	単位	データソース	頻度	対象期間	
従属変数	プラスチック総消費量	キロトン	P&S Intelligence	年間	2000-21	
独立変数	産業付加価値がGDPに占める割合	%	The Economist Intelligence Unit	年間	2000-21	
	環境税がGDPに占める割合	%	OECD	年間	2000-21	
	原油価格指数	指数	IMF	年間	2000-21	
	小売売上高	米ドル	The Economist Intelligence Unit	年間	2000-21	
	ダミー変数					
	国ダミー	対象19カ国に18のダミー変数を使用				
	コモディティダミー	If year = 2014, commodities dummy = 1 If year ≠ 2014, commodities dummy = 0				
パンデミックダミー	If year = 2020, pandemic dummy = 1 If year ≠ 2020, pandemic dummy = 0					

解析モデルの仕様

- モデル解析にあたっては、バランスしたパネルデータの特徴を持つ対象 19 カ国の消費量データ（2000～2021年）を入手。国別に全対象年の消費動向を検証するため、パネルデータと最小二乗ダミー変数モデル、そして国レベルの影響を考慮に入れた 18 のダミー変数を使用した。米国をダミー変数の参照カテゴリーとしている
- 将来的な消費動向の予測には推定モデル係数を使用し、2022～2050年のベースライン値を導き出した
- 2014年には、原油価格が大幅に下落した。このトレンドが予測値に再現されるのを避けるため、同年の値としてはダミー変数が使われている
- また 2020年には、パンデミックに伴う厳しい制限措置と消費者需要の低下により、一部の国でプラスチック需要が大幅に縮小した。このトレンドが予測値に再現されるのを避けるため、同年の値としてはダミー変数が使われている
- 今回の解析モデルは、従属変数と一つの回帰変数（小売売上高）の自然対数変換（log to the base e）を使用している。他の全ての回帰因子（各産業が GDP に占める割合 [%]、石油価格指数、環境税が GDP に占める割合 [%]）も、同水準で使用されている
- ベースライン予測は、プラスチック汚染の防止に向けた政策的介入が行われない場合に予測される 2050 年までのプラスチック消費量の推移だ。プラスチック消費に及ぼす影響を数値化するため、各政策シナリオでは異なった変化要因に焦点を当てている

回帰分析の結果と解釈

- 今回の回帰分析による決定係数（調整済）は、95.58%と高い精度を確保している。全ての回帰係数の p 値（定数を除く）は10%の有意水準を満たしているため、回帰係数がゼロであるという帰無仮説は棄却する。

回帰方程式は以下の通り：

$$\begin{aligned} \text{Log (Total Plastic consumption)} = & \beta 1 * \text{log (retail sales)} + \beta 2 (\text{Industry value add as \% of GDP}) \\ & + \beta 3 (\text{environmental tax as \% of GDP}) + \beta 4 (\text{crude oil price index}) + \beta 5 (\text{D_commodity}) + \\ & \beta 6 (\text{D_pandemic}) + \beta 7 (\text{D_Argentina}) + \beta 8 (\text{D_Australia}) + \beta 9 (\text{D_Brazil}) + \beta 10 (\text{D_Canada}) + \\ & \beta 11 (\text{D_China}) + \beta 12 (\text{D_Germany}) + \beta 13 (\text{D_France}) + \beta 14 (\text{D_UK}) + \beta 15 (\text{D_India}) + \\ & \beta 16 (\text{D_Indonesia}) + \beta 17 (\text{D_Italy}) + \beta 18 (\text{D_Japan}) + \beta 19 (\text{D_South Korea}) + \beta 20 (\text{D_Mexico}) + \\ & \beta 21 (\text{D_Russia}) + \beta 22 (\text{D_Saudi Arabia}) + \beta 23 (\text{D_Turkey}) + \beta 24 (\text{D_South Africa}) + \mu \end{aligned}$$

表 1：回帰分析の結果

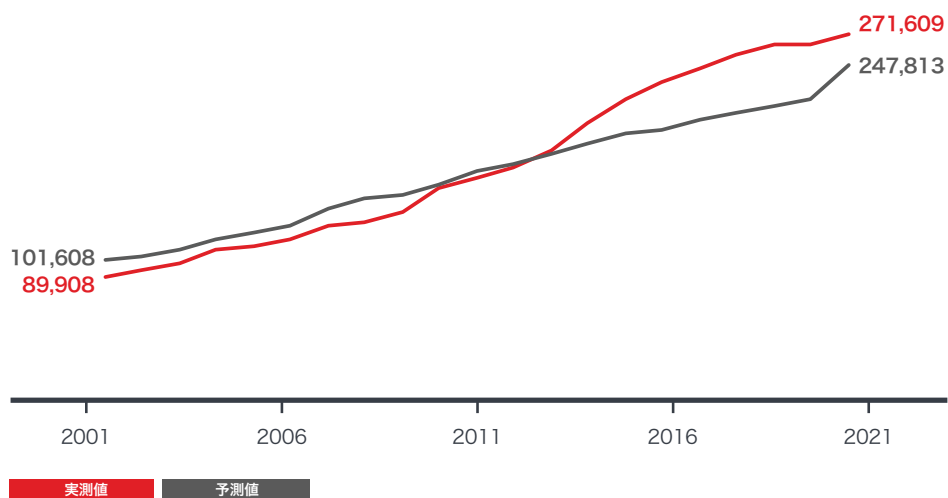
	推定値	標準誤差	t値	p値	優位性
(Intercept)	0.28	0.40	0.70	0.49	0 ***
L_ret	0.67	0.03	24.94	< 2e - 16	*** 0.001 **
en_tx	-0.05	0.03	-1.85	0.07	0.01 *
oil_idx	-0.00	0.00	-2.79	5.50E-03	** 0.05 .
ind_gdp	0.00	0.00	1.71	0.09	0.1
cm_d	0.00	0.04	0.06	0.96	
pd_d	0.05	0.04	1.20	0.23	
AR_d	-0.07	0.12	-0.62	0.53	
AU_d	-0.31	0.10	-3.08	2.24E-03	**
BR_d	-0.10	0.08	-1.26	0.21	
CA_d	-0.04	0.09	-0.43	0.67	
CH_d	1.03	0.06	16.74	< 2e - 16	***
GE_d	-0.24	0.08	-3.04	2.53E-03	**
FR_d	-0.04	0.09	-0.43	0.67	
UK_d	-0.81	0.09	-9.33	< 2e - 16	***
IN_d	-0.38	0.09	-4.08	5.54e - 05	***
IND_d	0.08	0.07	1.16	0.25	
IT_d	-0.05	0.10	-0.49	0.63	
JP_d	-0.73	0.07	-11.0932e	-1.60E+01	***
SK_d	0.18	0.10	1.92	0.06	
ME_d	-0.17	0.09	-1.98	0.05	
RU_d	-0.63	0.09	-7.40	9.61e - 13	***
SA_d	0.01	0.12	0.10	0.92	
TK_d	0.25	0.11	2.23	0.03	
SAF_d	-0.60	0.12	-5.10	5.50e - 07	***

残差の標準誤差：自由度357で0.1849（17の観測値は欠損により削除）
 決定係数(寄与率)：0.9586,
 自由度修正済み決定係数：0.9558
 F検定の統計量と自由度：344.3 on 24 and 357 DF,
 p値: < 2.2e-16

資料：Economist Impact による分析（2023年実施）

- モデルパラメータの符号は理論と一致：
 - **小売売上高**：小売企業の年間売上高の増加は、消費財向け包装材の需要が多く、プラスチック需要の拡大につながることを意味する。係数は正の値であるため、売上高が1%上昇すれば、プラスチック消費も0.66%増加することになる
 - **産業付加価値がGDPに占める割合(%)**：GDPに占める産業付加価値の増加は産業活動の拡大を、工業製品需要の上昇はプラスチック消費量の増加を意味する。係数は正の値であるため、産業付加価値額がGDPに占める割合が1%上昇するごとに、プラスチック消費量も0.15キロトン増加することになる
 - **環境税がGDPに占める割合(%)**：プラスチック消費の税率が引き上げられれば、製品価格が上昇し、需要（ひいては消費量）を低下させる。環境税がGDPに占める割合が1%増加すれば、プラスチック消費量は4.7%減少することになる
 - **原油価格指数**：プラスチック消費量と投入コストは反比例の関係にある。投入品目（原油）の価格上昇はプラスチック製品の価格上昇につながり、消費量を減少させる。原油価格指数が1単位増加すれば、原油価格が上昇し、プラスチック消費量を0.08%低下させることになる
- Economist Impact はモデルパラメータを用い、従属変数のサンプル内推定値を生成した。推定された系列は実際の系列と適合し、トレンドとも一致している。詳細については下図を参照：

図2：実測値とモデル解析による予測値の比較



解析モデルのシナリオ

下記三つの政策シナリオは文献レビュー、そして専門家と国際プラスチック協定の交渉関係者への取材に基づき選定された。各シナリオの詳細は次の通り：

1. 問題が多い使い捨てプラスチック製品 [SUPP] の段階的禁止措置

このシナリオでは、プラスチック消費量の削減に向けて求められる SUPP 禁止措置の評価指標として、対象製品の割合を用いた。全プラスチック製品に SUPP が占める割合は現在 40% を上回っている⁷。分析にあたっては、七つのカテゴリーごとのリサイクル率に基づき、SUPP が全製品に占める割合の推移を予測。対象国のプラスチック総消費量からこれらの値を差し引くことで、禁止措置が及ぼす影響を検証した。

このモデルは、禁止措置の対象が段階的に拡大されるという想定に基づいている。既に禁止措置を実施済みの国については、既存の対象割合をベースに、2025 年以降は年間 10%⁸ のペースで拡大すると想定。現時点で未実施の国については、国際プラスチック協定により禁止措置が 2025 年から義務化され、同年以降は対象割合が年間 0.1% のペースで拡大すると想定した。

2. ユーザー企業を対象とした拡大生産者責任の義務化

このシナリオでは、拡大生産者責任 [EPR] の義務化がユーザー企業によるプラスチック包装材の消費に及ぼす影響を評価した。プラスチックは様々な用途で利用される貴重な素材だが、過剰使用によって深刻な汚染源となっており、政策措置を通じた活用法の最適化が求められる。特に日用消費

財メーカーをはじめとするユーザー企業は、包装材を大量に使用しており、その多くが使い捨て製品だ。ここでは、政府がユーザー企業（小売企業・消費財メーカーなど）の EPR を実施し、プラスチック包装材（飲料容器・シャンプーボトルなど）の回収・分別・洗浄とリサイクル樹脂メーカーへの輸送を義務化した場合の影響を分析する。EPR の実施に伴って包装材価格が上昇するため、ユーザー企業は最終生産物の値上げによって負担を相殺する可能性が高い。その結果生じる価格効果によって、プラスチック製品の消費量が減少するというのが我々の想定だ。プラスチック製品の価格は生産規模の拡大に応じて下落するため、消費量抑制のためには政策措置によって生産コストを増加させる必要がある。Economist Impact は、価格引き上げに伴う需要の変化を予測するために過去データを活用し、プラスチック需要の価格弾力性⁹を分析した。

EPR の義務化に伴うプラスチック製品の価格引き上げが需要にもたらす影響を検証するため、需要の価格弾力性を活用した。この分析は、日用消費財メーカーをはじめとするユーザー企業が使用済みプラスチック（ボトルなど）の回収・分別と再生プラスチック・メーカーへの輸送に責任を負う、そしてこれらの企業は最終消費者へ価格を転嫁し、プラスチック包装材を使った製品の価格上昇につながるという二つの想定に基づいている。

分析にあたっては、2030 年までの既存の国・製品カテゴリー別価格水準データに線形外挿法を適用して 2050 年時点の価格

動向を予測。国・製品カテゴリー別の価格上昇要因が消費量にもたらす影響を、ベースライン値に適用することで検証した。

3. バージン樹脂生産者への課税

このシナリオでは、手頃な価格がプラスチック製品普及の一因となっている現状に鑑み、使い捨て製品の製造コストを適正レベルまで引き上げる手段としての環境税の実効性を検証する。

プラスチック製品の現行価格では、製造に伴う外部的影響がほとんど考慮に入られていない。課税によって“真の”コストが反映されれば、プラスチック消費量は減少する可能性が高い。またバージン樹脂が課税対象となれば、生産量の減少や再生原料を念頭に置いた製品設計の促進につながるだろう。このシナリオでは、分析結果を定量化するために、炭素税を代理変数として用いている。

表 2：モデル解析結果の概要

	プラスチック消費量 (単位：100万トン)				全シナリオを併行実施
	ベースライン値	シナリオ 1	シナリオ 2	シナリオ 3	
2019	261	261	261	261	261
2030	334	327	320	325	304
2040	372	352	357	348	313
2050	451	385	434	409	325
2050:2019	1.73	1.48	1.66	1.57	1.25

付録

表 1：分析対象となったG 20諸国19カ国のGDPデータ
実質GDP（2010年時点の価格水準 [単位：10億ドル]）

国	2019
ブラジル	2,357.60
カナダ	1,960.30
中国	11,418.90
フランス	2,992.20
ドイツ	3,969.60
インド	2,928.40
インドネシア	1,204.10
イタリア	2,157.80
日本	6,232.70
メキシコ	1,308.20
ロシア	1,895.70
サウジアラビア	704.52
南アフリカ	481.85
韓国	1,485.20
トルコ	1,257.87
英国	2,975.10
米国	18,306.20
世界全体	84,375.70

資料：The Economist Intelligence Unit

脚注

- 1 “The New Plastics Economy Global Commitment | UNEP.” n.d. UN Environment Programme
2023年2月16日にアクセス 参照:<https://www.unep.org/new-plastics-economy-global-commitment>.
- 2 “Executive Summary | Plastic Waste Makers Index.” 2021年 The Minderoo Foundation.
参照:<https://www.minderoo.org/plastic-waste-makers-index/pwmi-2021/findings/executive-summary/>.
- 3 Please refer to the glossary for the exact definition of consumption used in the context of this research.
- 4 対象19カ国は2010~19年を通じて世界全体のGDPの78%以上を占めている。19カ国の実質GDPの合計は65兆6594億ドル (2019年時点) 世界全体のGDPは84兆3757億ドル (2019年時点) データソース:The Economist Intelligence Unit
- 5 G20諸国のうち19カ国が対象で、EUは含まれていない
- 6 P&S Intelligence and Grand View Researchより入手したデータを用い、Economist Impactが試算。七つのカテゴリー (PET, HDPE, LDPE, PS, PP, PVC, その他) が対象
- 7 “Rethinking and optimising plastic waste management under COVID-19 pandemic: Policy solutions based on redesign and reduction of single-use plastics and personal protective equipment.” 2020年 NCBI
参照:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7324921/>.
- 8 If ban rate in year $t = x$, ban rate in year $t + 1 = 1.1x$
- 9 国・カテゴリーごとに単変量解析を実施

本報告書に記載された情報の正確を期すために、あらゆる努力を行っていますが、エコノミスト・インパクトは第三者が本報告書の情報・見解・調査結果に依拠することによって生じる損害に関して一切の責任を負わないものとします。

ロンドン

The Adelphi, 1-11 John Adam St,
London WC2N 6HT,
United Kingdom
Tel: (44.20) 7576 8000
Fax: (44.20) 7576 8500
Email: london@economist.com

ジュネーブ

Rue de l'Athénée 32
1206 Geneva
Switzerland
Tel: (41) 22 566 2470
Fax: (41) 22 346 93 47
Email: geneva@economist.com

ニューヨーク

750 Third Avenue
5th Floor
New York, NY 10017
United States
Tel: (1.212) 554 0600
Fax: (1.212) 586 1181/2
Email: americas@economist.com

ドバイ

Office 1301a
Aurora Tower
Dubai Media City
Dubai
Tel: (971) 4 433 4202
Fax: (971) 4 438 0224
Email: dubai@economist.com

香港

1301
12 Taikoo Wan Road
Taikoo Shing
Hong Kong
Tel: (852) 2585 3888
Fax: (852) 2802 7638
Email: asia@economist.com

シンガポール

8 Cross Street
#23-01 Manulife Tower
Singapore
048424
Tel: (65) 6534 5177
Fax: (65) 6534 5077
Email: asia@economist.com