

人類と地球を悩ます2種類のごみ ～その解決の方向性～

びんリユース・フォーラム@京都(令和2年2月4日)

安井 至

(一財)持続性推進機構 理事長

(独)製品評価技術基盤機構 名誉顧問・前理事長

東京大学名誉教授・国際連合大学元副学長

環境省:中央環境審議会委員 & 前地球環境部会長

経産省資源エネルギー庁・原子力小委員長

NEDO:ICEFステアリングメンバー & 未踏チャレンジPD

内閣府「パリ協定に基づく成長戦略としての長期策定に向けた懇談会」終了

本日の狙い

「**今世紀の環境問題**では、**二種類のゴミ**が深刻な影響をもたらす**原因物**となっている」。

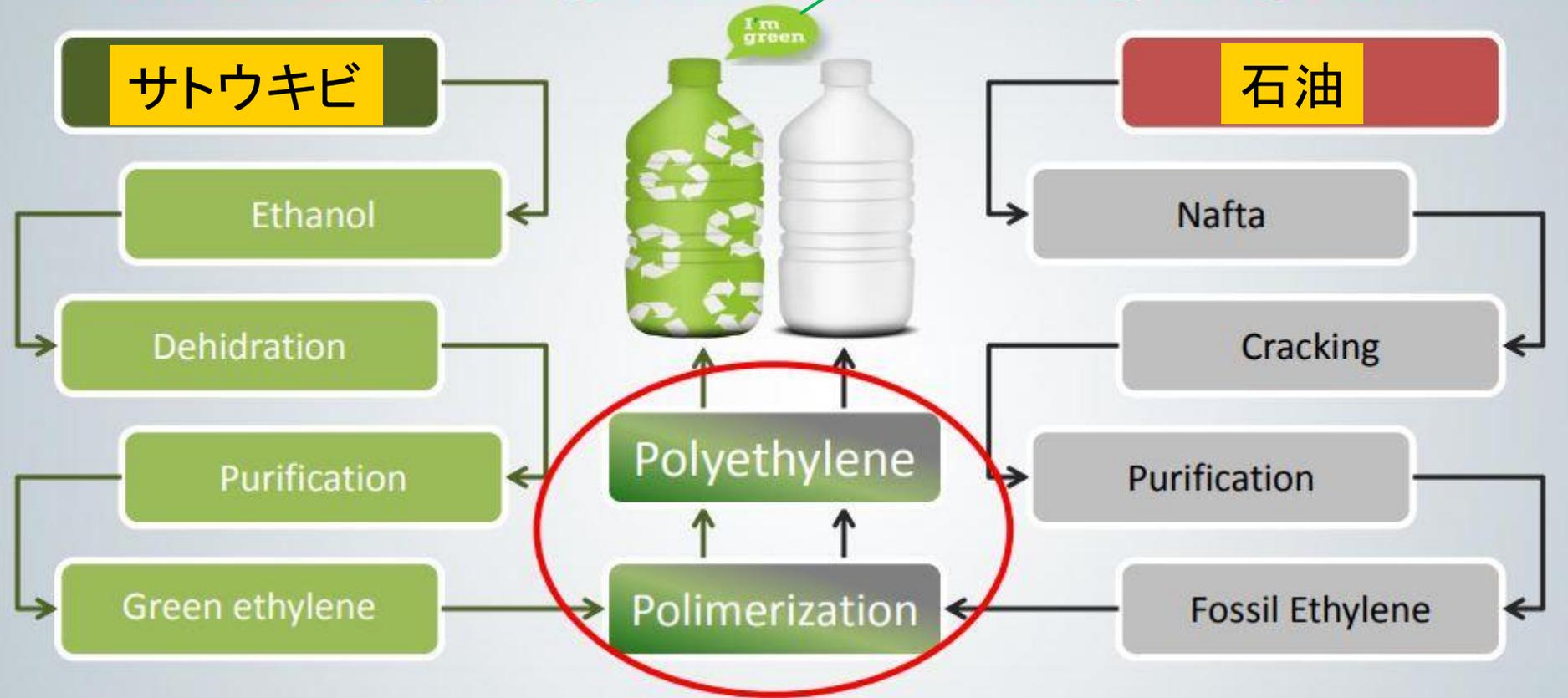
質問1: そのゴミとは**何と何**でしょうか。

質問2: それぞれのゴミについて**有効な対策**は何でしょうか？

ポリエチレン 石油から！ 植物からならなぜ良いの？

I am Green!

Green Polyethylene x Fossil Polyethylene



Technology: The production route for green polyethylene and the fossil polyethylene are exactly the same, therefore the green polymer has got the same characteristics, quality and properties than the fossil equivalent.

石油は、数億年前の植物が起源？

- 最近、ロシアを中心に**無機物起源説**がかなり拡大・支持された。
- 岩石が超高压の地下で石油成分に変換！？
- この説にしても、長期間(億年単位)地球の**地下に貯蓄されたいた炭素が原料**。
- **生物起源**にしても、数億年前の**地表の有機物の炭素と水素が起源**。

どちらの起源だとしても、地上で燃やせば、温室効果ガスであるCO₂が出る。



数億年前の温暖な気候に戻る。

サトウキビ：現時点のブラジル

- 大統領＝ボルソナロ氏 元軍人。
- アマゾン森林火災に対する対応で、欧米社会から非難が集中。ところが、**ブラジル国民に、支持層が多い**。
- 理由は、アマゾン森林の金属資源などを欧米が狙っていると理解している国民が多い。
- 西欧は、アマゾンのCO₂吸収量から科学的な考察によって、アマゾン森林は、**温暖化抑制の最後の防波堤**だと理解している。
- 森林火災の大半は不動産投機家や牧場主らが牧草地を広げるため**違法に火を放ったもの???**
- となると**サトウキビ原料のプラスチックの環境性能は？**

有効な対策

2050年は見たことのない社会に

- ① プラスチック: 「一回使用で捨てる」をやめる。
 - ② 二酸化炭素: 「化石燃料」をやめる。
-
- ① 3R = 1. Reduce 2. Reuse 3. Recycle



Reuseは、ガラス・金属容器の時代に戻る??

- ① 金属であれば、リサイクルも有効。
- ② エネは全電気???
- ガス湯沸し器は×?

パリ協定は人類史的大変革を要求

- 2015年12月、COP21で合意
- 内容 1) CO₂排出量の大幅削減
- 2) NZE (Net Zero Emission化) を要求
 - 今世紀中できるだけ早期の化石燃料文明からの離脱
 - 再生可能エネルギーへの100%依存
 - 鉄鋼業の場合には、今世紀末までに水素還元へ
 - セメントの場合には、CO₂を地中に埋めるCCS化
 - さらに、大気中のCO₂を減らす、BECCS
 - = バイオエネルギーCCS。 バイオマスを燃焼し、出たCO₂をCCS処理する。大気中のCO₂量を減らす。
 - DAC (Direct Air Capture) による大気中CO₂削減も現実味
∴ 砂漠における太陽光発電のコストが¥2/kWh

リードしているのは金融界TCFD

- 日本は、世界的にかなり遅れていたが、TCFDという組織を経産省が全面支援したため、企業において大転換が一気に起きた。
- TCFDとは、2015年のパリでのCOP21の際に、各国の財務大臣や中央銀行総裁が設立。
- Task force on Climate-related Financial Disclosures
- 要するに、TCFD曰く、「CO₂による気候変動でビジネスリスクは格段に増大する。CO₂の排出削減を積極的にしない企業には、出資しない」。

■ 10月18日現在、199社。2019の5月に急増。

- AEON Co., Ltd.
- AGC Inc.
- Ajinomoto Co., Inc.
- AMITA HOLDINGS CO.,LTD.
- ANA HOLDINGS INC.
- Asahi Group Holdings, Ltd.
- ASAHI KASEI CORPORATION
- Asahi Mutual Life Insurance Co.
- ASICS Corporation
- ASKUL Corporation
- Asset Management One Co., Ltd.
- Benesse Holdings, Inc.
- Challenergy Inc.
- Chubu Electric Power Co., Inc.
- ClassNK
- CSR Design Green Investment Advisory, Co., Ltd.
- Dai Nippon Printing Co., Ltd.
- Daifuku Co., Ltd.
- Dai-ichi Life Holdings, Inc.
- Daiichi Sankyo Co., Ltd.
- DAIKIN INDUSTRIES,LTD
- Daito Trust Construction Co., Ltd.
- Daiwa House Industry Co., Ltd.
- Daiwa Securities Group
- DENSO Corporation
- Development Bank of Japan
- DIC Corporation

AからDまでの企業のみ

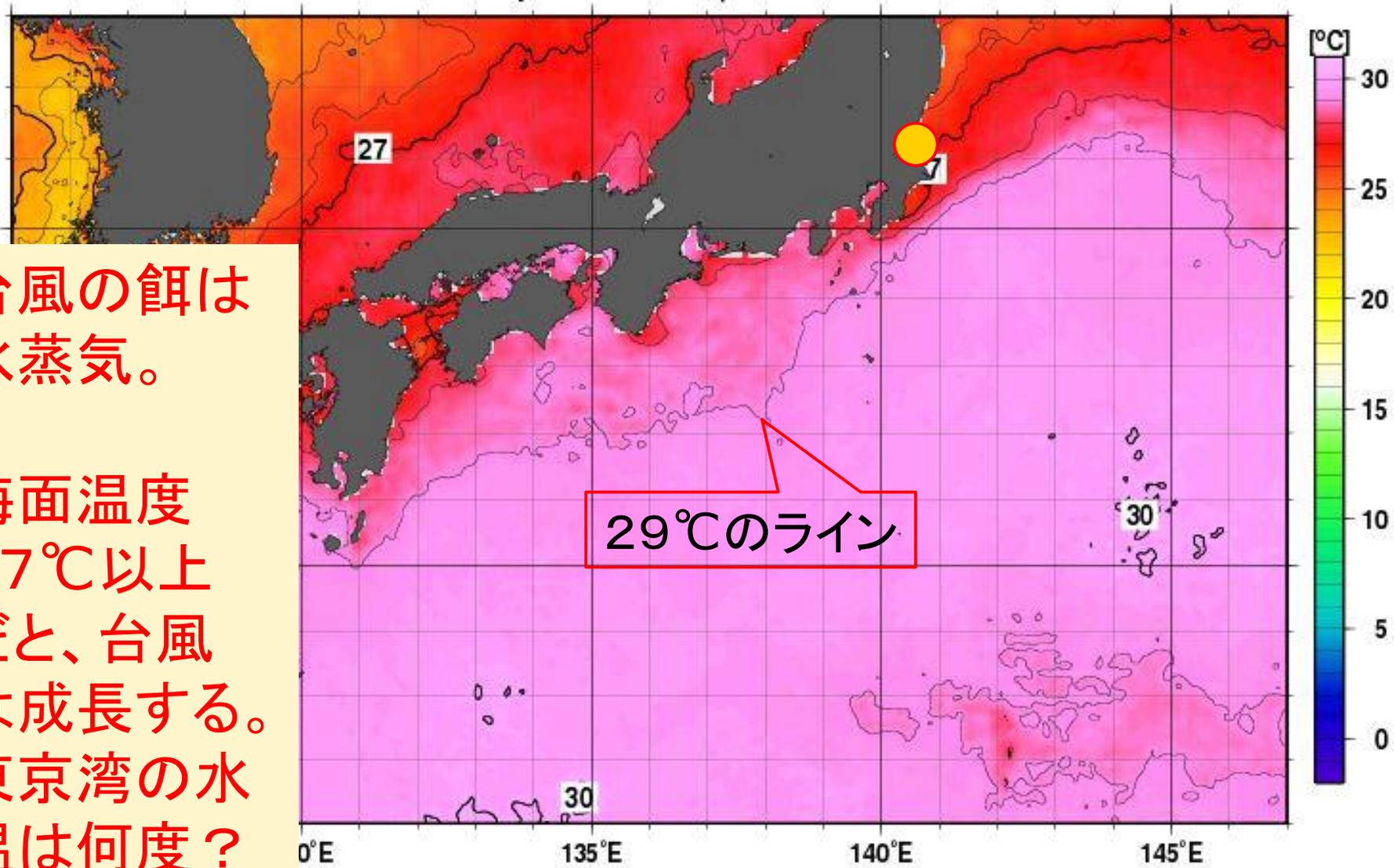
10月現在 世界で873社

地球温暖化はどのぐらい怖いか

- * 台風が弱まることなく日本列島に上陸する 豪雨・破壊的風
- * 線状降雨帯が頻発する
- * 未知の気候変動で予測不能
- * 将来どうなる、といった時間的な要素が不明
- * いずれにしても、日本国土の再設計が必須か

2019年9月9日 台風15号

Daily SSTs 09 Sep. 2019.



台風の餌は
水蒸気。

海面温度
27°C以上
だと、台風
は成長する。
東京湾の水
温は何度？

CO₂・GHG排出量と気温上昇

陸氷の融解による海面上昇は止まらない

気温上昇は1万年(?)続く

CO₂ Emission

メタンとN₂Oは
農業生産に比例

他の温室効果ガス

1950

2000

2050

2100

2150

2200

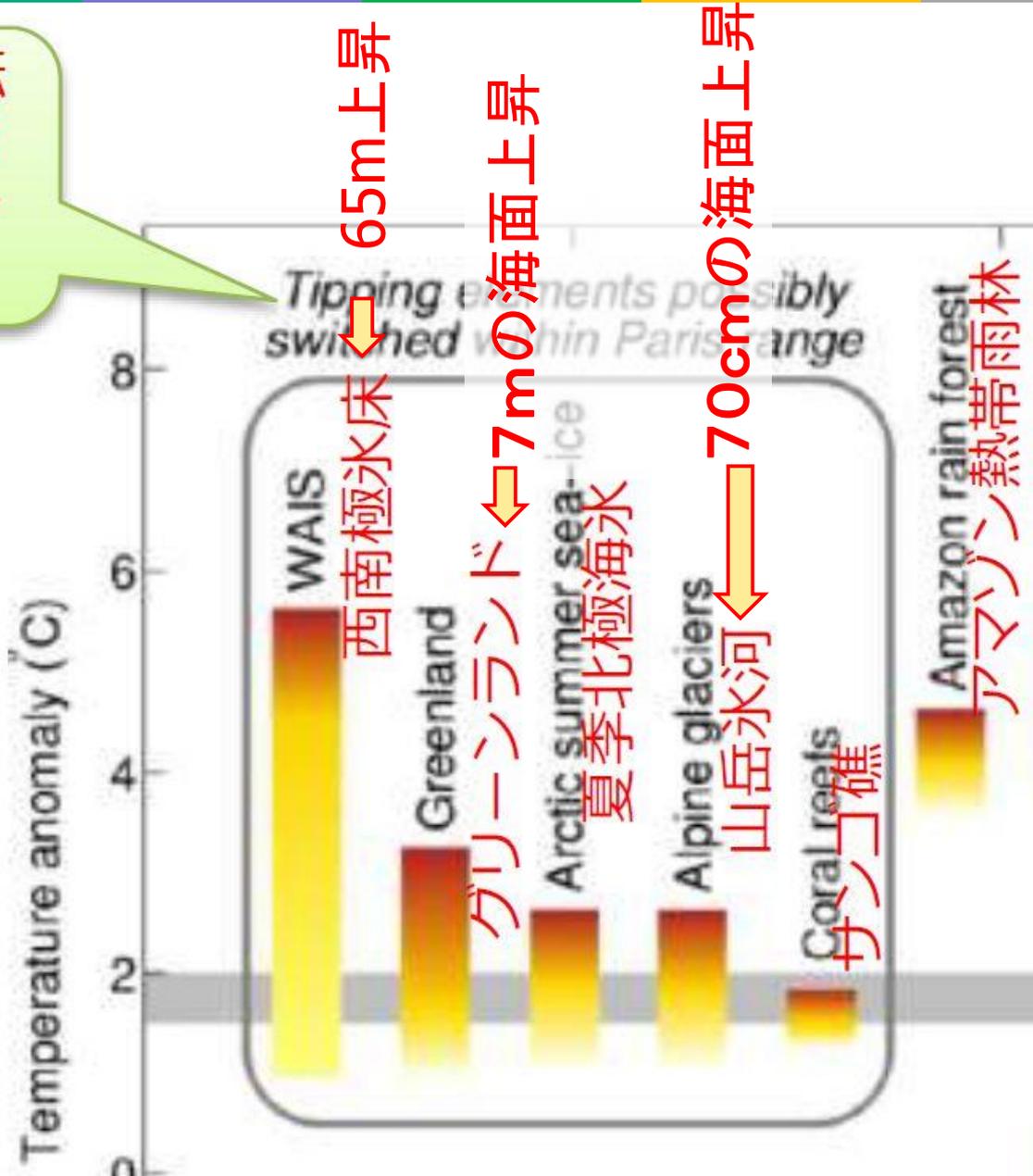
Net Zero Emission

気温上昇とティッピング（不可逆）エレメント

1.5°C~2°Cの間で転換する可能性のあるティッピング・エレメント

グリーンランド

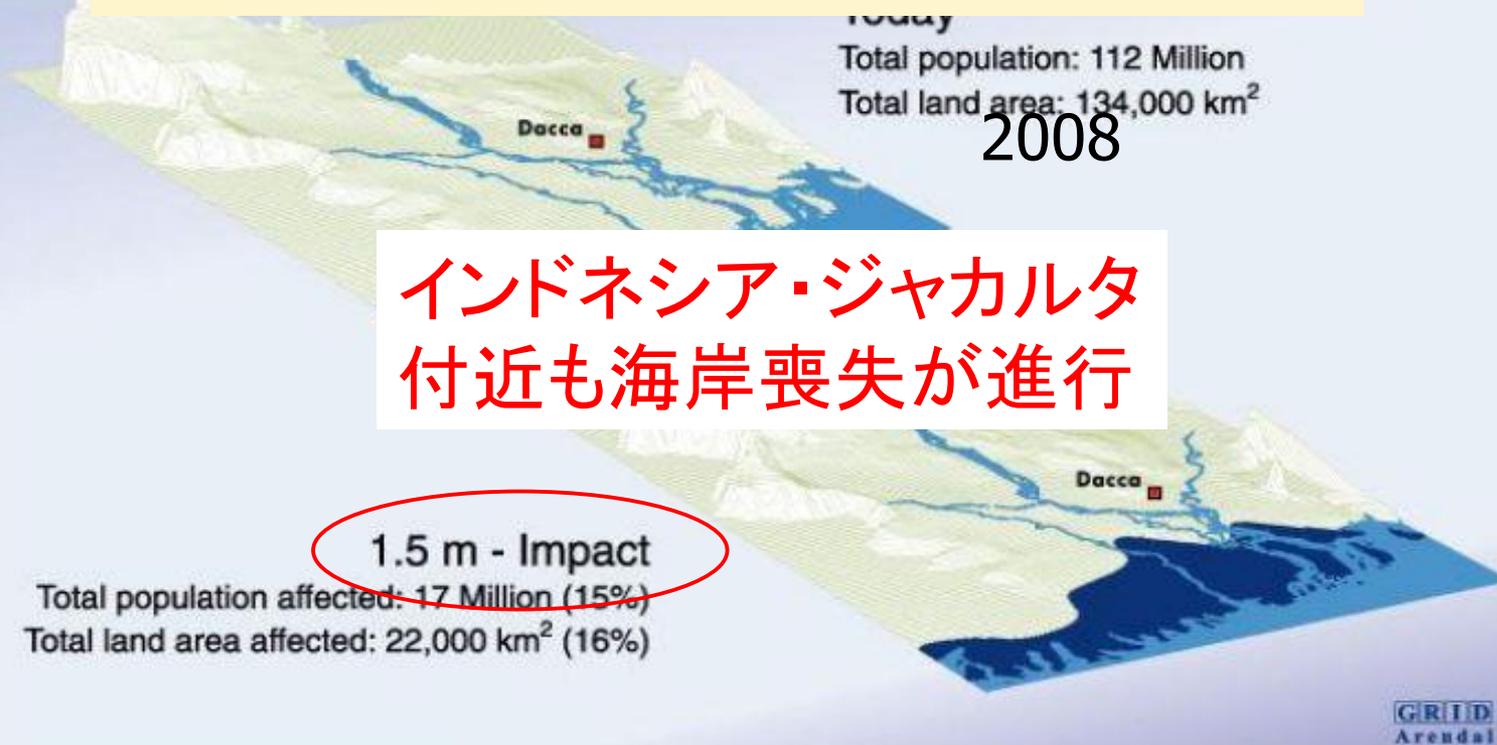
7mの海面上昇の予測
ただし、4°C
Upでも700~1000年後？



国際交渉リスクのために、2°Cは必須の条件 なぜ？

Potential impact of sea-level rise on Bangladesh

バングラデシュの海面上昇による国土の喪失



インドネシア・ジャカルタ
付近も海岸喪失が進行

海面上昇と異常気象による環境難民問題

2. 5°C上昇で始まる(?) 7mの海面上昇
=「不正義」だからゴールには不適切

そのため、パリ協定では
『気候正義』
という言葉が選択された。

しかし、この言葉を本当に理解できる
のは、世界人口の60%
≡一神教徒のみ

世界でもっとも怖い『最後の審判』の壁画



ルーマニアのヴォロネッツ修道院の外壁のフレスコ画
撮影：2015年6月



「最後の審判」の怖さ

- ★地球がなくなる
- ★神は「永遠の命」を授ける
- ★住む場所は天国か地獄
- ★死者は甦る。その行く先は、この時点までの貢献で評価される

GoalとTargetとの英語の意味

- Goal は、到達することよりも、「**ゴールに向かうという姿勢**」を示すことに意味がある
- キリスト教における『**審判**』『**最後の審判**』では、その人の「**姿勢**≡**他人に与えた良い影響**」が問われるのであって、その人が「**Goalしたか**」が問われる訳ではない
- キリスト教徒であれば、「2°Cに向かう姿勢」こそが重要：**トランプ大統領は、特異なキリスト教徒**
- 2°Cに向かう姿勢があっても 目標を達成しないと評価されないのが日本。しかし、**姿勢が違っていても非難されない**。そこで、できるだけ目標を持たないようにする。

第二部

プラ対策で遅れる日本の未来戦略は？ ～世界的立ち位置と時間差を理解する～

プラ戦略に必要な具体的な理解

- 1. 人工素材ゆえに、地球はプラに対する**自然消滅機構**をもっていない。
- 2. 勿論、**植物のリグニン**のように、自己防衛と両立する自然消滅機構を人為的に構築する必要があったのは事実。**リグニンは担子菌が分解**
- 3. しかし、**プラの存在意義**は生命が自己防衛をすることとは違って、正当化しにくい。
- 4. プラの存在意義は、**もっぱら、利便性・効率性と経済的価値のため**である。
- 5. **利便性・効率性は、現時点における価値**でしかないため、**未来が軽視される**。

プラ戦略に必要な具体的な理解

- 5. **効率性**は、時に、環境保護・資源節約などにも有効な場合もあり、その実現で、他の材料よりも優位性をもつ可能性がある。
- 6. **利便性を重視する価値観**は、先進国では、米国・日本、そして、**成長中の国家に特有**。
- 7. ヨーロッパには、「**利便性だけを考える価値観は、哲学性を欠いている**」、と判定する一面がある。それは、**宗教的な背景が違う**からか？
- 8. 日本には、UNEPの報告書にも記載されているように、**社会制度を几帳面に維持する特性**があり、**リサイクルの成功国**である。

プラ戦略に必要な具体的な理解

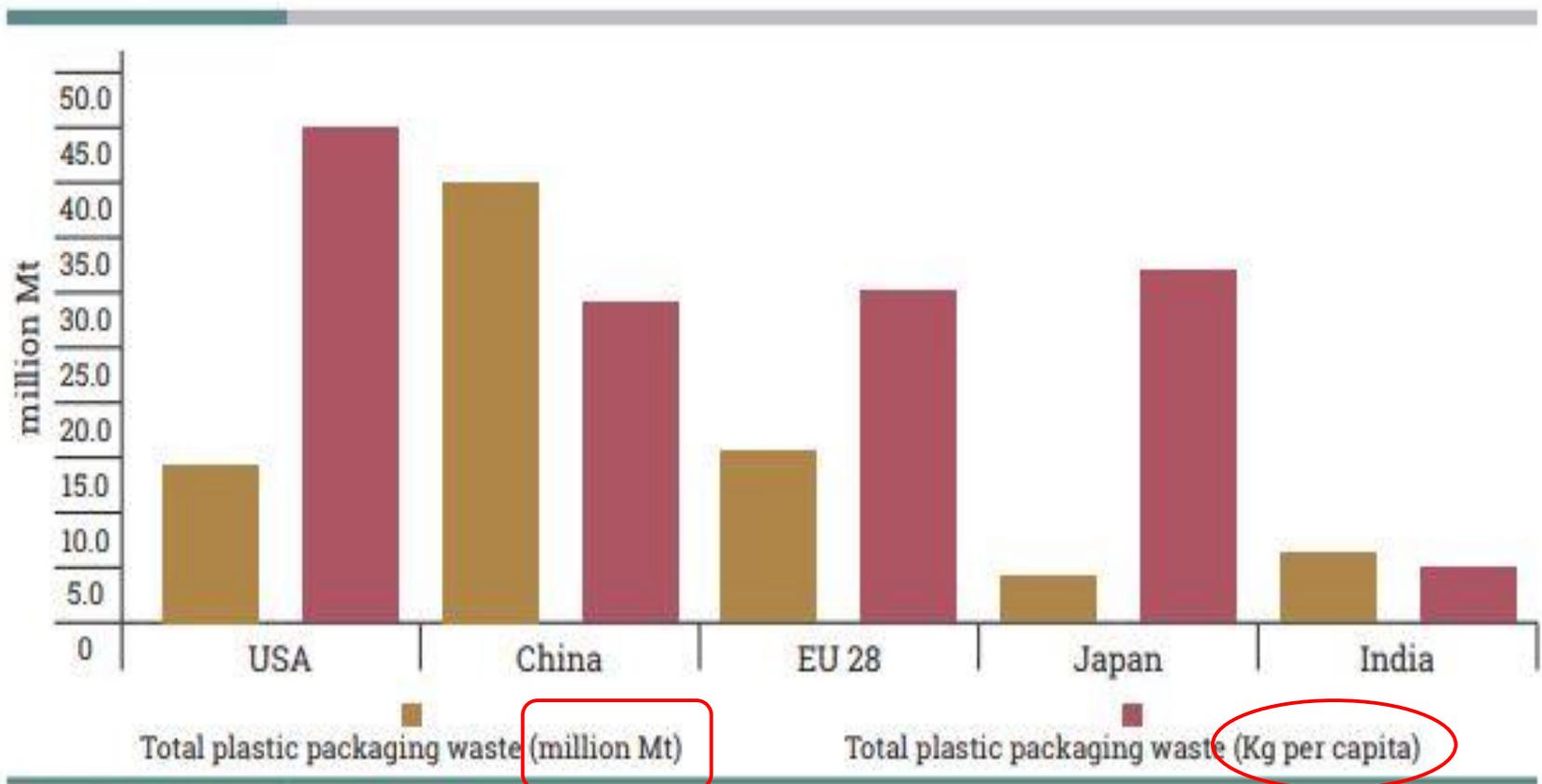
- 9. 日本の最近の若者のマインドに関しては、個人的に理解不能な面が多い。
- 10. 地球温暖化という観点から見ても、石油起源のプラスチックの適切な処理が難しい。
- 11. CCSあるいはCCUの対象となることが必須
- 12. となると、カーボンプライスがいくらになったら、経済性を失うかといった判断が不可欠。
- 13. 日本という国が、世界に先んじて、様々な対策を打つには、かなり多くの乗り越えるべきハードルがある。

UNEP報告書からいくつか

- 1: 米国、日本、EUが、一人あたりのプラスチック廃棄物発生量のワースト3。
- 2: ワンウェイ用途のプラスチックは、北東アジア(中国、香港、日本、韓国、台湾)で生産
- 3: プラスチック包装の47%は、アジアから来ているようだ。中国はプラ包装廃棄物の最大の発生源であるが、一人あたりにすれば、米国、日本、EUの順である。

プラスチックのゴミの発生量

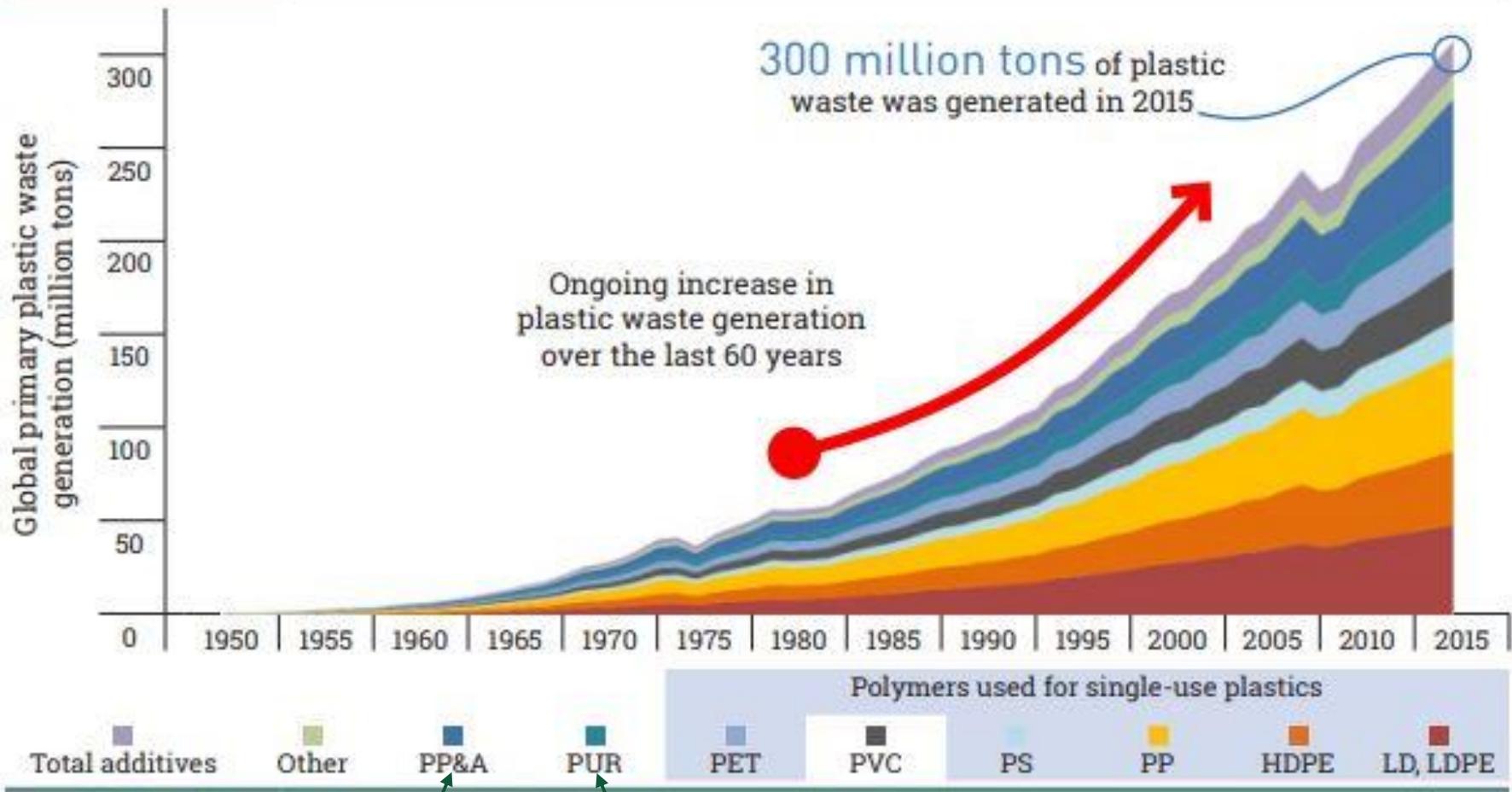
Figure 1.5. Plastic packaging waste generation, 2014 (million Mt)¹⁷



Source: Adapted from Geyer, Jambeck, and Law, 2017

世界のプラ別のゴミ発生量推移

Figure 1.4. Global primary plastics waste generation, 1950 - 2015¹⁶



Source: Adapted from Geyer, Jambeck, and Law, 2017

ポリフタルアミド ポリウレタン

日本のプラスチック資源循環戦略

- プラスチック資源循環戦略の在り方について
～プラスチック資源循環戦略(案)～

環境省：平成31年3月26日

<https://www.env.go.jp/council/03recycle/y0312-00/toshin.pdf>

- 常識的な記述が多い。
- 海洋プラスチック対策目標＝ゼロエミッション
- マイクロビーズの削減＝人健康、環境影響、実態、流出抑制などは、調査・研究を推進

尖った提案もしているが！？

「バイオプラスチック導入ロードマップ」

- 導入可能性を高めつつ、国民各界各層の理解と連携協働の促進により、**2030年までにバイオマスプラスチックを最大限(約200万トン)導入**するよう目指します。
- バイオマスプラスチックが何を意味しているのかが不明の記述である。
- もしも、PLA系であれば、レジ袋にはならない？のではないか？
- PLA系のプラの用途は万能なのか？？

レジ袋の使用量について

- 各種統計情報(古い！)
 - レジ袋国内統計(=2002年)12.4万トン
 - ≒ 300億枚???
 - レジ袋を含むポリエチバッグの輸入量47.2万
 - 堀 孝弘氏ブログによる推定値2002年
= 薄肉化などを考慮すると 700億枚

<http://horitakahiro.sakura.ne.jp/2016/09/18/%E3%80%8C%E3%83%AC%E3%82%B8%E8%A2%8B%E3%81%AE%E6%B6%88%E8%B2%BB%E9%87%8F305%E5%84%84%E6%9E%9A%E3%80%8D%E3%82%92%E6%A4%9C%E8%A8%BC%E3%81%97%E3%81%9F%E3%82%89%E3%80%81%E3%81%9F%E3%81%84%E3%81%B8/>

プラスチック製造量 日本 千ton

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ポリエチレン(PE)	3,166	3,232	3,089	2,805	2,684	2,834	2,605	2,631	2,639	2,609	2,569	2,655
ポリプロピレン(PP)	3,049	3,087	2,869	2,411	2,467	2,448	2,390	2,248	2,349	2,501	2,466	2,506
塩化ビニル樹脂(PVC)	2,146	2,162	1,797	1,668	1,602	1,529	1,331	1,487	1,477	1,643	1,651	1,706
スチレン系樹脂	1,745	1,749	1,594	1,240	1,265	1,275	1,168	1,189	1,162	1,210	1,183	1,241
ポリエチレンテレフタレート(PET)	686	698	685	500	572	565	472	526	463	431	418	424
その他熱可塑性樹脂	1,782	1,807	1,663	1,254	1,463	1,437	1,359	1,342	1,367	1,359	1,312	1,335
熱硬化性樹脂	1,276	1,269	1,159	886	920	949	943	946	916	867	895	934
その他樹脂	200	194	186	147	211	179	271	210	234	214	258	274
合計	14,050	14,199	13,041	10,912	11,185	11,219	10,540	10,579	10,607	10,834	10,753	11,075

※ポリエチレンは低密度ポリエチレン+高密度ポリエチレン+エチレン酢ビコポリマーです

※スチレン系樹脂はポリスチレン+AS樹脂+ABS樹脂です



生産量最大の年

中国のプラゴミ輸入禁止問題

- いくつかの要因があって起きた歴史的必然
 - 所得が向上して、汚い仕事は回避
 - 誇り高き中国人が増えている
 - 日本は、世界でもっとも企業の寿命が長い国
 - 次のような意識が希薄（同じことがいつまでも！）
 - 世界全体を見れば、企業は潰れるのが当然
 - 企業の入れ替わりによって、産業構造が進化する
 - 日本としては、今回の問題発生によって、将来のリサイクル事業全体を見直すことが不可欠
 - そのためには、**リサイクルの入口側の見直し**が最優先されるべき
 - =リサイクルが問題解決のすべてではない

2019年3月

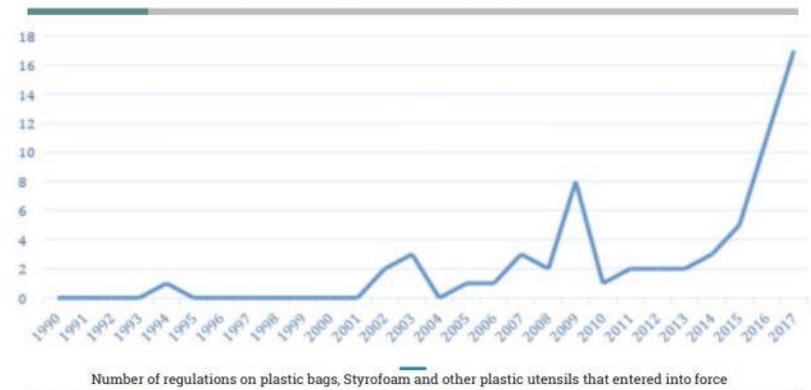
国連環境総会のサイドイベント

- 世界資源研究所(WRI)のキャロル・エクセルさんの発表
- 各国のプラスチックごみ対策法制
- 総論「対策は進んでいるものの、規制対象には例外も多く、大幅な生産や使用の削減につながる法制度を持つ国は少ない」
- **ケニア**: 2017年に、商業用・家庭用のプラスチック製レジ袋の製造と使用、輸入を禁止。**最高440万円の罰金と禁錮4年。**

レジ袋を規制した国のリスト

- アジア・オセアニア
 - 中国、インド、ブータン、パラオ、バヌアツなど
- アフリカ
 - ルワンダ、ケニア、モロッコ、チュニジア、エチオピアなど
- 欧州
 - イタリア、フランスなど
- 中南米
 - ハイチ、ベリーズなど

Figure 3.3. Estimated number of new regulations on single-use plastics entering into force at the national level worldwide



Source: Data independently collected by authors

EU全体の規制

- 2021年からEU全体で、プラ製の食器やナイフ、フォーク、ストローのほか、一部の袋や包装容器などの使用を禁止
- EU規制側の意見
- 「EUの対策には、プラスチック飲料ボトルのキャップが外れないようにするといったデザイン変更の義務化など、幅広い対策が含まれる」
- 「リサイクルや焼却だけでは解決にならない。企業に製品の廃棄までの責任やコストを負わせる**拡大生産者責任**の徹底と強化が必要」

日本の現状を復習

- 世界的にみると、**日本の対策の遅れが目立つ**
- 容器包装リサイクル法の改正も必要か？
- **全国規模でのレジ袋の有料化**を環境省・経産省は法制化をする予定（2020年7月）
- 東京都もフォローする方向性

- 個人的には、
 - ペットボトル：かなり金額でのデポジット制
 - 他の容器はリユースへ
 - レジ袋：有料化（香港では1枚15円とか）

企業群が協力して科学的解析を Life Cycle Assessment

- パリ協定懇談会では、LCAの活用を推奨！
- 通常のLCAをかなり拡大する必要性がある
 - 例えば、食品ロスをLCAでも取り扱う
 - 「最適戦略をLCA的に発見すること」を可能にする方法論の確立
 - 地球レベルでの最適なロケーションの選択、例えば、バイオプラの生産地選択の最適化、プロセスの最適化なども、検討する必要がある。
 - 再エネを活用することによる、環境負荷の低減の可能性も、このような検討には、包含されることが必須。

ICEFとは 2017年の写真



ICEF Plastic Session Oct.10 2019

Coordinator: Itaru YASUI, Steering Committee of ICEF

Speakers:



Mr. Motohiro Seki
*Managing Executive Officer,
Chief Operating Officer,
Advanced Polymers Business Domain,
Mitsubishi Chemical Corporation*



Mr. Titoy Francisco
*Executive Vice President,
General Manager, Technical,
Coca-Cola (Japan) Company, Ltd.*



Ms. Yumiko Noda
*President & Representative Director,
Veolia Japan K. K. / Veolia Jenets K.K.*



Dr. Kiyotaka Tahara
*Director, Research Laboratory for IDEA,
Research Institute of Science for Safety and
Sustainability, National Institute of Advanced
Industrial Science and Technology (AIST).*



Mr. Eric Kawabata
APAC General Manager, TerraCycle



Mr. David J. Muenz
*Executive Officer, Senior Vice
President, ESG Division, Kao
Corporation*

古典的な解決策 = 3R+R

- Reduce, Reuse, Recycle & Replace
- これに“CO2排出ゼロ”が加わった

リデュース

量の削減
使用制限
消費者の理解

⇩ CO2 排出ゼロ

リユース

消費者の理解
社会的受容性
社会システム

⇩ CO2 排出ゼロ

リサイクル

材料リサイクル
化学リサイクル
熱回収

⇩ CO2 排出ゼロ

リプレース

生分解プラスチックへ
紙、ガラス、鉄、アルミなどへ転換
他の新材料は？

⇩ CO2 排出ゼロ

- Reduce, Reuse, Recycle & Replace
- これに“CO2排出ゼロ”の条件が加わった

リデュース

量の削減
使用制限
消費者の理解

CO2 排出ゼロ

リサイクル

材料リサイクル
化学リサイクル
熱回収

CO2 排出ゼロ

本命

ありがとう
地球が冷えました！

**Reuse &
Replace
2R Snowman**

懸念事項の追加＝「若者！」

- 日本の若者が、余りにも現状に満足していること。「デモとかマーチは、格好悪い」。
- パリ協定を順守しなければならない、といった考え方を全くといってよいほど理解していない。
- 世界的主流は、“Fridays For the Future”
- スウェーデンに住むグレタ・トゥーンベリさん（高校生）が、金曜日に、授業をボイコットして、ストックホルム議会の前で一人で座り込み開始。
- 9月20日（金）には世界150ヶ国以上で同時開催。日本26都市でも＝5000人参加。