

## 1-1) 世界の石化産業について

### 1. はじめに

2020年の世界は新型コロナ禍によりダメージを受けた。本要覧の執筆時点(2020年11月末)でも疫病が終息しておらず、さらに第三波が世界を襲っているとも言われる。この疫病が産業に与えている影響は甚大で、ほぼすべての産業が深刻な需要の減退に見舞われている。石化産業、ポリオレフィン産業も、一部の医療用と包装需要を除いて、全体の需要は相当後退している。

2019年では、世界のポリオレフィン需要は今後も順調に伸びると言われたし、プラントの新增設計画も旺盛であった。しかし、今、新增設計画の多くは遅延、見直しに追い込まれている。2020年初頭までに公表されたすべてのポリオレフィン需給見通しは「ご破算に願ひ」状況であり、ゼロから見直しをせねばならない。

また、プラスチック廃棄物の環境汚染問題は、コロナ禍で一時的にややかき消された感があるが、ずっと長期の世界の課題であり、その視点で動向を追っていかねばならない。

尚、ここでいう石化産業とは、オレフィンとポリオレフィン(ポリエチレンとポリプロピレンが主体、以下PE, PPと略す)を指し、他の誘導品には触れない。ただ、これらの製品だけで数量的に石化産業の2/3程度を占めるので、石化産業の基本的な動きを見ることができると考えてもよいと考える。

### 2. ポリオレフィンの世界需給

#### 1) 世界の需要実績と見通し

エチレン、ポリオレフィンの世界需給については、2019年10月版(2020年版は未公表)経産省製造産業局化学課から「世界の石油化学製品の今後の需給動向(2023年までの見込みを含む)」(\*1)が公表されている。該報告書では、2017年を基準として、2010~2017間の実績と2023年までの予想成長量を示している。実績では世界PE, PP需要の伸びは年3.8%, 5.0%, 2017年以降6年間の世界需要見通しをPE 3.6%, PPについては年4.1%としている(成長率の計算は筆者が行ったもの)。ただ、この将来見通しの数字は次報告書では全面見直しとなる。

コロナ禍の影響については、2020年3Q以降需要はV字回復の兆しが見えるという論調もあるが、国内、海外とも2020年出荷量は対前年で大きい減退(マイナス5~20%程度)が見込まれ、2019年以前レベルへの回復は今後長期を要するとの見方が多い。ただ、日本の場合は、ポリオレフィン産業はさほど深刻なダメージを受けていないように見える。

経産省報告書で、世界需要増に貢献している地域別の大雑把な比較を見ると、今後の世界需要増の半分超は中国によって決められることになっており、また、中国におけるPE, PPプラントの新增設も恐ろしい勢いで進んでいる。まさに中国の需給動向が世界のポリオレフィンバランスの鍵を握る。中国の需給については、3-1)で詳述する。

#### 2) 世界のPE, PP新增設プラント

2018~2020年(2020年は見込みを含む)の3年間の世界のPE, PP新增設プラントを次章の表1(本書本文の抄録)にまとめた。この3年間の新增設は;

PE: 44系列, 総量 15,500 KTA (うち中国: 18系列, 5,300 KTA)

PP : 53 系列, 総量 17,700 KTA (うち中国: 32 系列, 10,600 KTA)

と膨大な量のポリオレフィンの出現が推定される。

ただ、このうち、機械的完工は果たしている(上記推定の基礎的貢献)が、コロナの影響、需要の不足、原料手当て、故障の連続などで、1 ヶ月ごとに正式稼働開始の延期を打ち出しているところも多く、2020 年の後半のプラントステータスアップデート情報が十分につかめず、一部はスタートを 2021 年に修正することが必要かもしれない。

これを見ると、PE より PP の新增設の方が多い。これは、従来の例と比べてもやや異常で、世界の樹脂需要は PE>PP であるから、PE の新增設の方が大きいのではと思うが、ここでは逆である。

最近では、PP の方が価格がやや高いこと、また PP 需要の方が堅いという背景もあろう。

もう一つの要因は、中国であり、PP 新增設が非常に多い。6 割が中国である。この理由は、「3-1」中国の需給バランス」で詳述する。

これらの報道される数字は「公称能力」であり、中後進国においては、様々な理由により、スタート後数年間の稼働率が低く、実質能力は 20~50% 小さいことに留意すべきである。

また、今後、2021、2022 年も続々と新プラントが立ち上がる見込みである。

表 1 の 3 年間の PE, PP 新增設についてコメントをする。

- 1) 上述したが、近年は、PP の新增設が多い。
- 2) 日本で、10 年ぶりに 15 万トンの PP 新プラントが 2019 年 9 月動き出した。
- 3) 新型コロナ禍の影響は、樹脂需要への影響は言うに及ばず、2020 年 1Q から、建設プロジェクトの遅れ、延期、見直しの形で世界の新増設プロジェクトに影響が広がっている。未だ今後の工程見直しを立てられないケースも多い。しかしながら、すでにこの時点で建設が相当進んでいたプロジェクトは完工に向けて仕事を継続したところも多い。後続者の建設が遅れれば、一時的な需要減は耐え忍んでも、先行者メリットを受ける可能性があるという理由もあるであろう。
- 4) 中国の新増設も当初計画から半年から 1 年くらいは遅れているが、その増設の勢いは恐ろしいほどである。この 3 年間で、世界の増設幅の 5 割を中国が占める。
- 5) 北米は、第 2 波のエチレン、PE の増設が、やや 2020 年はスピードが落ちたが、着々と進んでいる。
- 6) インド、ロシア、CIS 諸国の PE, PP 増設数が伸びてきている。
- 7) 先進国と一部の中進国(中国、韓国など)では、汎用グレードからの脱皮という動きが設備面でも表面化してきた。

この中で、EVA 生産を主体とした高圧法ポリエチレンプラントの増設が目立つ。

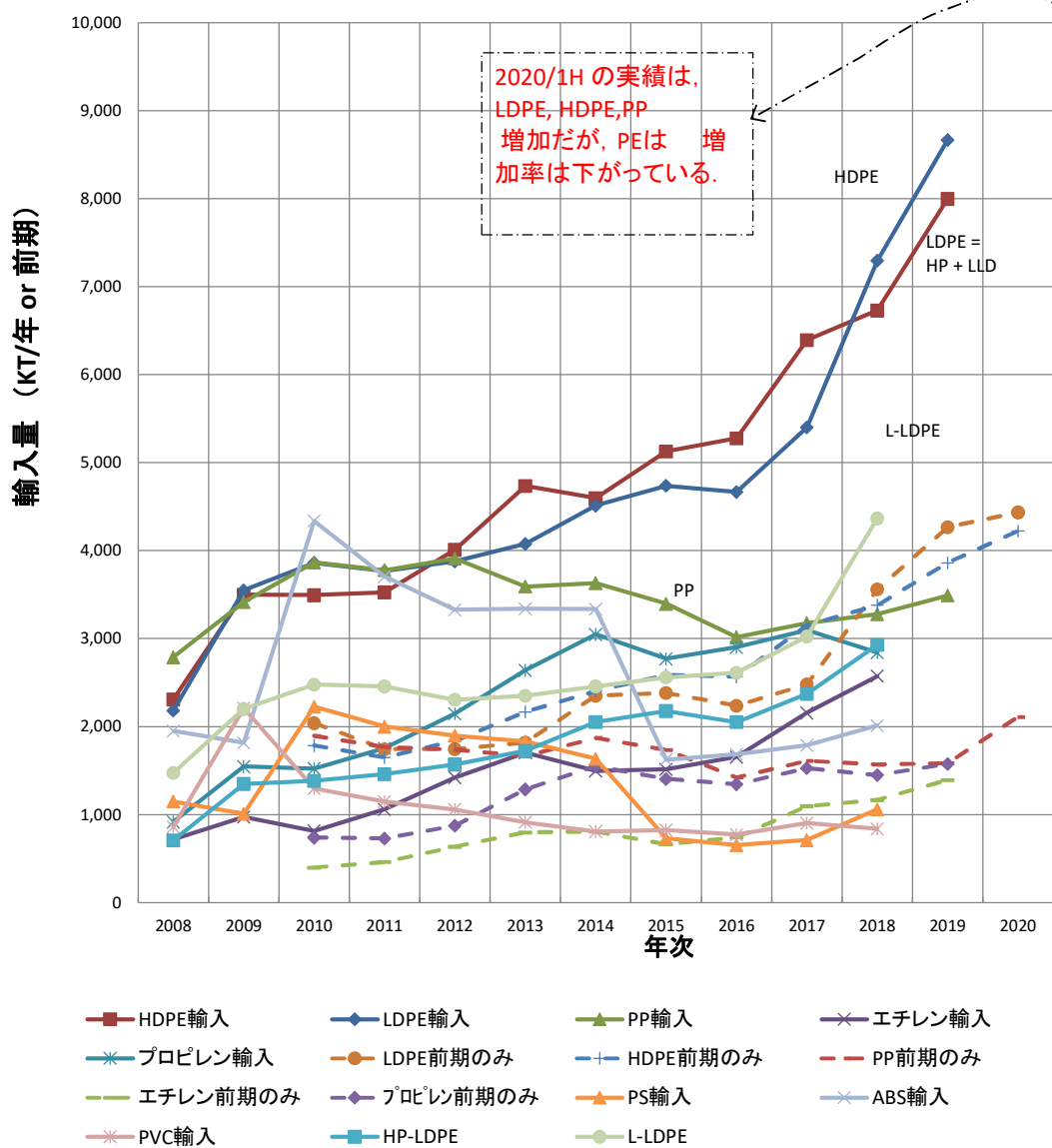
なお、世界のポリオレフィンプラントのメーカー、経過、場所、採用技術、増設能力とスタート時期等をお知りになりたい場合は、2020 年 12 月刊行の CD 版「プラント要覧 2021 年版」(\*5;本書)をご参照いただきたい。

### 3. 主要地域の需給バランス

#### 3-1) 中国の動向

- (1) 中国の新增設については、PEは世界の約1/3、PPは世界の6割にのぼっており、中国の新增設の勢いは強い。中国の原料プロピレンの供給は、PDH(プロパン原料)、CTO(石炭原料)、MTO(メタン、メタノール原料)ルートが多い。従って、プロピレン産出量が相対的に大きい。それが、PP増設が多い理由の一つであろう。  
ただ、現在は、原油安からナフサ原料も見直されている。
- (2) 中国のPE、PPに関わるデータを本文の「4. China PC Overview & News」の表に示す(注意：中国の統計値には様々の出典があり、総じて信頼性は低いことに注意、出典は明記している)。
- (3) 上記の表から読み取れる中国の需給についてコメントする。PE、PPの比較を入れてコメントする。
  - (i) 樹脂の生産量はPPがPEより多い、この状況はずっと続いている(世界は通常、生産量：PE > PPである)。
  - (ii) 原料ガスのエチレン、プロピレンおよびPE、PP生産量は、両方とも、ここ5年でも高率で伸びている。
- (4) 次ページの図31および付表7に「中国の樹脂原料レジン輸入量の推移」を示す。これについてコメントすると、
  - (i) PEレジンの輸入量は、2020年は、HDPEは10,000KTに近づき、LDPEは9,000KTに近づくとであろう。付表7に、2020年1Q~3Qの輸入量のデータを示している。  
これを見ると、PEは輸入は、2020年も増加しよう。  
この予測には、廃棄物輸入規制とコロナによる消費減退の影響のプラス/マイナスを見なければならぬ。
  - (ii) PPレジンの輸入量は、2014年をピークに上下している。それでも、2019年は、3,500千トンのPPレジン輸入があり、2020年も同等の見込みである。
  - (iii) 中国のPE、PP需給を見ると、需要(輸出向けの加工製品需要も含む) > 供給能力であり、長期に亘って輸入が必要であることは理解される。また、消費の樹脂別では、PE > PPであり、PPの「消費-生産」のギャップは相対的には少なく、PEはギャップが大きいので、PE輸入量の方がはるかに大きい。
- (5) コロナ禍後の影響については、第2、3QからV字回復を言う向きがあるが、在留の欧米石化会社の中には、需要の回復は未だ貧弱で、中国は一時的生産強化を指示できる体制なので、それを言っているのではと見ている。今(2020年9月)は、在庫がかなり積みあがっているという報告もある。  
しかしながら、PEについては、中国データの中でも信頼性が高いと言われる輸入量がコンゴも増える。これは国内の樹脂消費が、かなり順調であることを示すものと考えた方が良いと思われる。

図 31 中国の樹脂原料レジンの輸入量の推移  
(点線は前期のみ、2019年前期まで10年間比較)



付表 7) 2020年後半の中国の輸入傾向:

	2020/1Q	2020/2Q	2020/3Q	(単位:千トン)
				輸入傾向
エチレン	466.2	479.7	551.0	増加
プロピレン	476.7	620.5	773.8	増加
ブタジエン	103.3	143.0	159.6	増加
LDPE(LLDPEを含む)	1950.8	2483.3	2469.3	増加→頭打ち
うちLDPE	738.0	839.8	864.5	
うちLLDPE	1212.8	1643.5	1604.8	
HDPE	1866.7	2356.5	2569.0	増加
PE計	3817.5	4839.9	5038.4	増加
PP	800.9	1309.8	1242.3	増加→やや頭打ち
PS	255.8	328.1	380.1	増加
ABS	391.2	517.5	574.9	増加
PVC	167.9	332.5	413.7	増加

### 3-2) 北米の動向

(1) プラント新增設は、シェールガスベースのエチレン、PEの第二波増設が進行中である。Dow, Exxon, Sasol の7基の PE が建立され、今後も、Shell, Nova, Total, LyondellBasell, Baypol (Total / Borealis JV), Westlake, FG LA LLC (FPC control), PTTGC (from Thai) などが続々と続く。ただ、PE の世界的供給過剰から、この中で脱落組も出よう。

PP は、この 3 年間では、Braskem の 1 系列だけの増設である。ただ、2021 年以降は PP が相当増強される見込みである。US: FPC, Exxon, LyondellBasell, FG LA LLC, また Canada: CKPC (Canada/Kuwait 合弁), Inter Pipeline などの PP 増設計画が進んでいる。

(2) 2020 年は、原油価格が低下し、ナフサ価格も低下した、また LPG 価格も低下した。このためナフサベースのエチレンの価格も低下し、シェールガスは 2019 年以前の利点を失っている。プロピレン価格も需要の低下と相まって低下した。

北米における深刻な問題は、世界で原油価格が低下したことにより、2019 年以前まで、圧倒的なコスト優位性を保ってきたシェールガスの競争力が大きく劣化したことであり、この状況下では、エチレン、PE メーカーは戦略見直しを迫られている。しかし、既に増産した PE は、中国を中心にアジアに向かわざるを得ないということが言われる。

(3) 北米の新增設は、コロナ禍により大きな影響を受けており、建設の中断を含めて、大幅な遅延を余儀なくされている。特に海外からの進出組が受けた打撃が大きい。

(4) PE, PP 需給は、コロナ禍で樹脂供給に不安があること、ハリケーンの影響もあり、需要の低下にもかかわらず、PP 需給は 2020 年後半では締まっており、価格は不安定ながら上昇している。北米内需だけではさほど大きな伸びは期待できないので、増強後の供給力は輸出に向かうとみられる。PE 価格は全般に弱含みである。

### 3-3) 日本の需給動向

国内化学大手の 2020 年 3 月期決算では、全社の純利益は対前期比低下した。2020 年生産量は、石化協 2020 年 8 月 PE, PP 生産速報によると、2020 年は、国内需要は大きく落ち込み生産も減退と見込まれる。

ポリオレフィンの国内の実績と中長期見通しについて、前述の製造産業局調査書「世界の石油化学製品の今後の需給動向」(\*1) が出ているので、参照されたい。ただ、この資料の将来の見通しはコロナ異変により不適當で参考にならないことを申し添える。

上記報告書とは別に、ここ5年くらいの傾向把握の目的で、国内へのレジンの供給量バランス推移を検討した。「国内への原料レジン供給量(国内出荷量+輸入量-輸出量)」はレジンの実質的国内消費量と考えられ、これが国内の PE, PP 樹脂成型加工産業の「盛衰」の外形を表していると思われる。

この原料レジン供給量は、2017 年をピークとして徐々に低下しており、そして 2020 年は対前年比 10% 程度の大幅な低下になると予想される。また、原料レジンの輸入も 2020 年は少し減少するであろう。

レジンとは別に、2015~2020/1H の間の成型加工製品の輸入(表 3 の下側)を見ると、2020 年も、成型加工品輸入はほぼフラットの見込みである。なお、成型加工製品の中には PE, PP 材だけの加工品の輸出入統計は無いが、略同じ傾向と考えられる。

### 3-4) 日本のポリオレフィン製造技術について

#### 1) PP 触媒とプロセス技術

ここで日本の PE, PP 製造技術について付言しておきたい。従来、化学産業評論の中でよく言われてきたのは、世界の PE, PP プラントの巨大化最新化の技術趨勢に対して、日本 PE, PP 製造設備の系列は小さく、1960~80 年代から続く旧態然の技術になっているのではという皮相的な評論である。

日本の現在の PE 生産系列数は 59 で、その平均能力は 60KT 程度で小さい(これは1つには、初期の小さい高压法 LDPE の多数ラインが今も使われていることがある)。PP 生産系列数は 24 で、その平均能力は 120KT 程度でこれも小さい。300KT 級 PE, PP プラントは 3つしかない。また、世界で支配的な 4 つの標準プロセスを採用しているのは、PE は初期の Unipol 技術を3基(その後大幅に改良している)、PP はゼロである。ほぼすべての PE, PP プラントは日本の自社技術なのである。また、2000 年以降の更新系列数は4つであり、最新技術で設計されている。

言い換えれば、日本のポリオレフィン製造技術は全く独自である。年数は長く経てきたが、だからこそ各系列とも慎重にメンテナンスを続け、緻密な改造を繰り返してきて、今の市場要求に最もマッチした生産系列になっている。日本では、もはや単純な巨大プラントは意味を持っておらず、数万~十五万トン程度の中小規模の特殊機能材生産系列がいくつも出現しており、開発の眼はその方向に向いている。また、新たなオレフィン系機能性共重合体の開発では、新種のコモノマー合成から始めるという先進的な研究開発の考え方も出てきている。

今の世界で「最新」と名乗る巨大 PE, PP プラントの設計は、数社のライセンサーとエンジ会社によって後進国向けに独占的に定式化されたものであり、PE, PP のことなど何も知らなくても、誰でも同じプラントを建設できる。生産される材料は、どこでもできる汎用品でしかないという視点で見えていただきたい。

#### 2) PE, PP ベースの複合化材料技術、用途展開、加工技術の技術動向

ここでは、ポリオレフィンを含む中間材料について述べる。現在、日本の PP メーカーは世界のどこでも製造できる汎用用途の PP 材料のビジネスからは手を引いており、自動車用途、電気、電子部品用途、その他ハイエンド分野向けに、PP を主成分とし重合段階での 2 次、3 次構造の修飾、異種ポリマーや機能化学物質、繊維、エンブラ、エラストマーなどのマイクロの複合化・高次構造化を主な開発分野としており、それを形成する重合技術やコンパウンド技術に集中している。

近年メディアでも再認識された半導体製造におけるフッ化水素やフォトレジストなどで日本のシェアが高いことについて、従来ともすれば軽視されてきた日本の素材の質の高さは広範囲の素材に及び、PP といういわゆる「汎用ポリマー」においても存在しているのである。

PP 重合メーカー、混成材料および成形加工メーカーが三位一体となって相乗効果を発揮できるところが日本の強みである。ポリマーのアプリ技術はユーザー側の市場と末端技術が充実していなければ、供給者側だけで達成できるものはない。その意味で、あらゆる下流産業分野の完成度が高く発達していることが素材のアプリ対応に強い日本の決定的な要因であり、高機能な材料技術が創出されやすい基盤が整っているといえる。

### 3-5. 環境問題

ポリオレフィン材料の廃棄物処理だけの問題に絞ることはできないのでプラ全体の話となるが、容器包装資材の廃棄物やマイクロプラスチック(以下 MP と略)という環境基本問題については、プラスチックの利便性が我々の実生活に深く入り込んでいることを認識しつつも、環境意識が定着して地に足が着いた対応が進んできている。MP 問題については、その因果関係のメカニズムの研究が進んでいるが、WHO は現状では飲料水中の MP の健康リスクはないことを公表している。また、従来レジ袋代替としてのバイオプラの環境良化効果は少ないという国連報告もある。

今後、個々のポリオレフィンメーカーとしても、産業界としても、ポリ廃棄物環境問題は、従来にも増して真剣にとり組まねばならない問題である。

#### 1) リサイクル技術の動向

包装材を中心として、プラの一時使用の規制は、すでに全世界に広がっている。EU の「Circular Economy」論に基づく施策をはじめとして、米国においてはプラ生産者の廃棄処分コスト全面的責任論の立法化も浮上している。一部には環境理想論への反発もあるが、各国プラスチック業界としても環境改善に舵を切っており、多くのレジンメーカー、ユーザー、再生業者らは、協業体制でリサイクル化による環境対応への活動を本格化させている。環境問題は自分一社だけでは戦えず他との協業や買収が盛んである。

技術の例を挙げれば、プラ廃棄物を 100%再生可能なプラスチック包装材にする方法、[PureCycle Technologies](#) 社の Ultra-pure recycled polypropylene (UPRP)のプラント建設 (\*6)、MP を食べる微生物の開発、小規模分子リサイクル技術、など様々な技術が提案されている。WtC (Waste-to-chemicals)の中で、ポリオレフィン包装廃材のリサイクル化の究極論として、「Recyclable Flexible Polyolefins」という、ケミカルリサイクルとメカニカルリサイクルを両用した方法で、使用後の分解処理で純度の高い有用な化学物質原料を生むような分解処理技術と効率的にそうならしめるような元のポリオレフィン材料の合成技術を構想している例(\*7, \*8)もある。

#### 2) バイオポリエチ と バイオ-ポリプロ

サトウキビなどのバイオマスからエタノールを生成し、脱水によりバイオ-エチレンを生産し、その重合品である「バイオポリエチレン」は Braskem 社によりサトウキビの大産地であるブラジルで生産されて、すでに広く世界に出回っているが、その後続く、大量のバイオポリエチの生産者は未だ出ていない。Dow その他で研究開発はされたが、商業化には至っていない。製造コストは安くはないと言われるが、バイオポリエチの販売価格は、ポリエチとしては何の変哲もないが、化石原料ベースより数十から五十%高く、その宣伝効果も、ユーザーには魅力的であり、広く利用されている。

同様な意味での「バイオ-ポリプロ」はバイオポリエチよりかなり遅れたが、Neste と Borealis の協業により、ベルギーのワントワープ Kallo で2020年3月に Borealis の PP ラインで、大量試作生産が始まった。バイオ-ポリエチの先行者であった Braskem 社は、親会社の経営問題もあり開発は中断しているようである。

Bio-PP に関しては、最近以下のような技術が公表されている。(1) Non-edible biomass plant(非可食バイオマス≡セルロース)から isopropanol を合成して、その後脱水で bio-propylene を得る技術

(三井化学と積水化学の共同開発)。(2) 原料として、不特定の Bio-based oil or fat をもとに、独自の NEXBTL technology により、bio-based propylene を作り、それを renewable-PP とするもの (ネステとボリアレスの共同開発)。

## 1-6. おわりに

2020 年、世界は新型コロナによりかく乱され、疫病の怖さを目の当たりにした。世界が早く正常状態を取り戻して、石化産業、ポリオレフィン産業に活気が戻ってくることを切に希望する。

筆者は日本ポリオレフィン総合研究会(\*4)に所属しているが、2020 年は年会の開催を見送った。会の目的は「触媒、重合、成形加工、アプリなどの各要素技術に加え、産業・社会面や環境面のテーマもとりいれて、各分野の技術を集結して議論する場」と位置づけており、PE, PP に関わる最新の情報が入手できる場として、ここに紹介させていただくとともに、2021 年はぜひ無事に開催できることを希望している。

参考資料, サイト;

(\*1) 経産省製造産業局化学課 「世界の石油化学製品の今後の需給動向(2019 年 10 月)」

[https://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/mono/chemistry/sekaijukyudoukou201910.html](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/chemistry/sekaijukyudoukou201910.html)

(\*3) 経済産業省「石油化学産業について」平成27年4月2日, 日本の「稼ぐ力」創出研究会配布資料

[https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sansei/kaseguchikara/pdf/010\\_s03\\_02\\_01.pdf](https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sansei/kaseguchikara/pdf/010_s03_02_01.pdf)

(\*4) 日本ポリオレフィン総合研究会, Society of Polyolefin Science & Industry, Japan

ホームページ URL; <http://www.sposi.gr.jp>

(\*5) 2020 年 11 月刊行の「プラント要覧 2021 年版」, サンプル閲覧と注文は以下のサイトへ。

後日連絡します。

(\*6) PureCycle Technologies Completes \$250 Million Bond Raise; Begins Construction on Phase II Industrial Line in Ironton, Ohio, 産業ニュース Ultra-pure recycled polypropylene (UPRP), October 08, 2020.

<https://finance.yahoo.com/news/purecycle-technologies-completes-250-million-143300320.html>

(\*7) 国際会議より, PEPP 2019: Race to recycle needs combined technology solutions

<https://chemweek.com/CW/Document/104352/PEPP-2019-Race-to-recycle-needs-combined-technology-solutions>

(\*8) Recycling of Flexible Plastic Packaging, A volume in Plastics Design Library

<https://www.sciencedirect.com/book/9780128163351/recycling-of-flexible-plastic-packaging>