

2023年度 JPECフォーラム

< セッション9 >

ケミカルリサイクルによるプラスチック資源循環技術開発

# プラスチック資源循環プロセス技術開発概要 ケミカルリサイクル技術の開発動向調査

2023年5月10日

一般財団法人石油エネルギー技術センター  
石油基盤技術研究所

—禁無断転載・複製 ©JPEC 2023—

# 目次

1. 国内外の廃プラ処理状況
2. 国内外のケミカルリサイクルの状況
3. NEDO革新プラPJ・ケミカルリサイクル(新CR1)の狙い・位置付け

2

# 日本国内の廃プラ処理状況(2018年)

\*半場雅志, 化学工学, 85, 145 (2021).を元に作成。

一般社団法人プラスチック循環利用協会発行資料  
「2018生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況(2019.12)」

樹脂別	製品別	処理別
PE 306	容器包装 423	埋立 68
PP 197	電気電子 176	焼却 73
PS類 104	建材 61	エネルギー回収 [従来ER] 503
PVC類 70	輸送 31	ケミカル[従来CR] 39
PET 63	家庭・衣類 67	ケミカル[従来MR] 208
その他 152	農林水産 12	輸出 91
	その他 58	
	生産ロス 64	

3Pプラ(PE/PP/PS)で約  
600万トン/年

分類	処理方法	処理量 (万トン)	比率 (%)
マテリアルリサイクル		208	23
ケミカルリサイクル	コークス炉化学原料化	20	4
	高炉還元		
	ガス化		
エネルギー回収	固形燃料(RDF等)	100	57
	セメント原料/燃料化	73	
	発電焼却	264	
	熱利用焼却	66	
未利用	単純焼却	73	16
	埋立処分	68	
総計		891	100

- ✓ 国内の廃プラ量は約890万トン/年\*。そのうち、ケミカルリサイクルされている廃プラは4%にとどまる。
- ✓ 主なケミカルリサイクルは、コークス化学原料化(日本製鉄)、高炉還元(JFEスチール)、ガス化(レゾナック)。

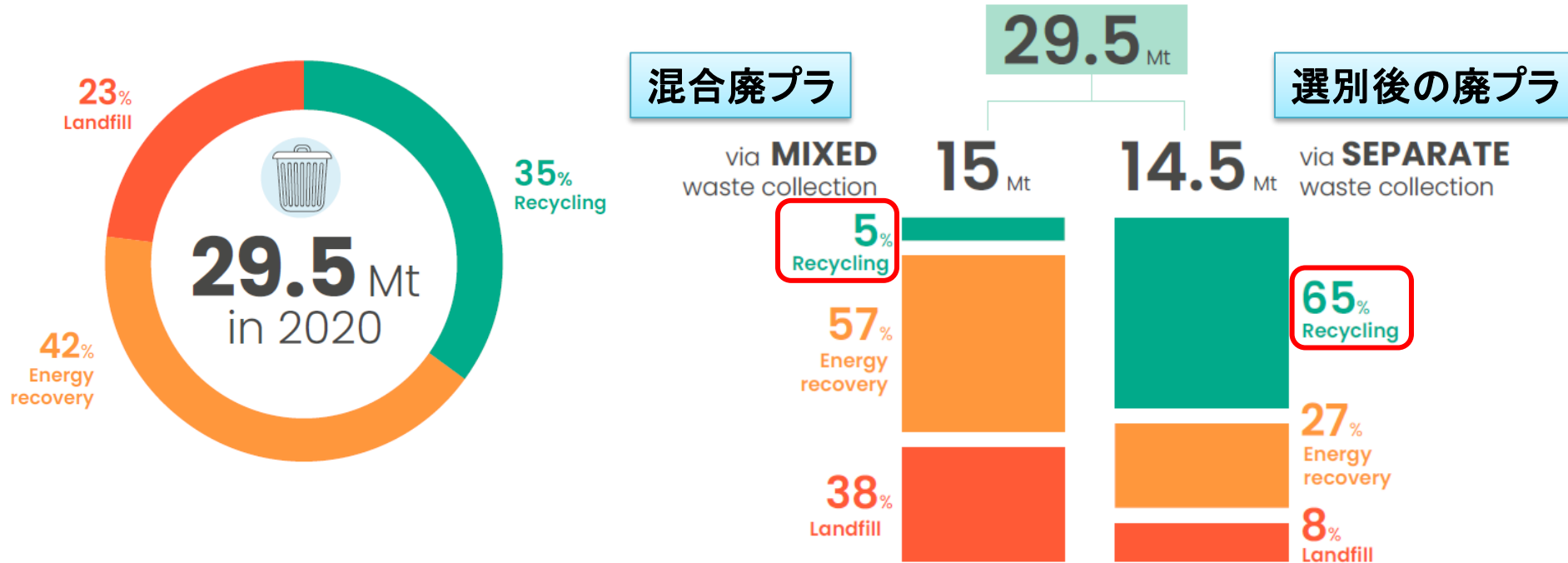
\*注:(一社)プラスチック循環利用協会の最新データは、2020年822万トン。

JPEC  
Japan Petroleum Energy Center

Copyright © 2023 Japan Petroleum Energy Center All Rights Reserved.

# 欧州の廃プラ処理状況(2020年)

PlasticsEuropeホームページ: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>より引用。

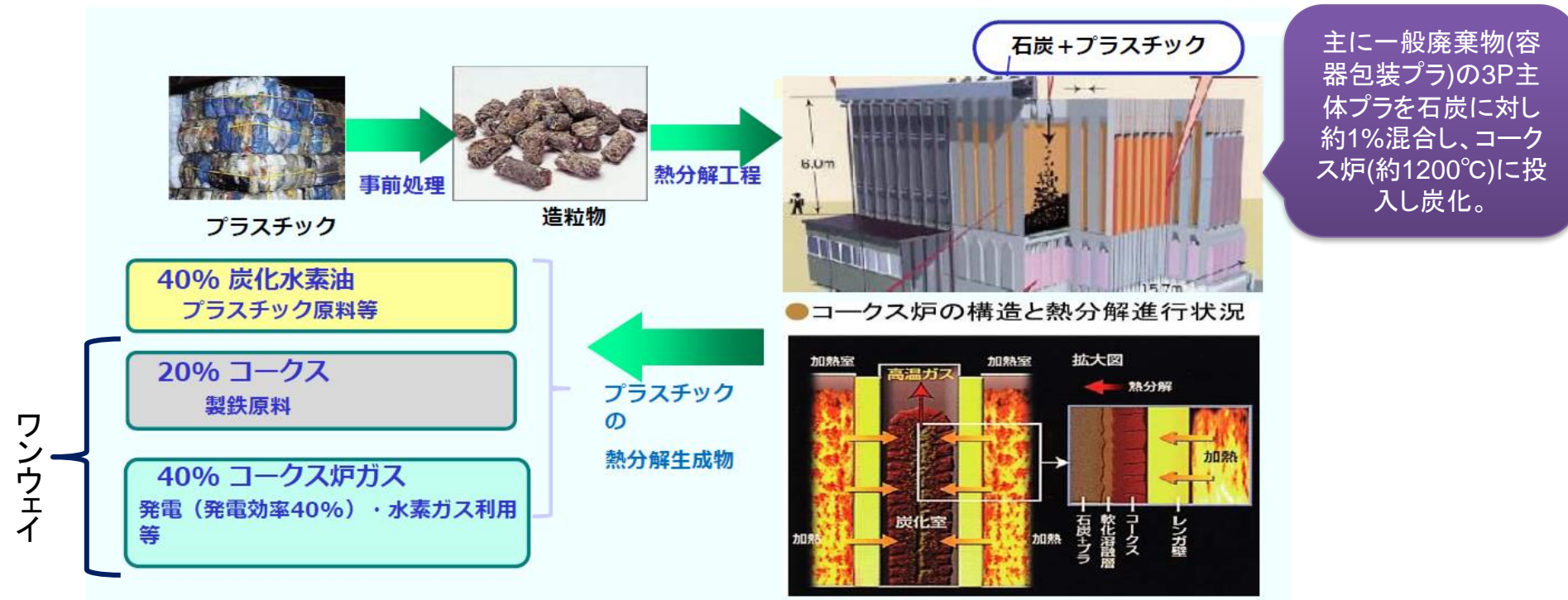


- ✓ 欧州では約2,950万トン/年の廃プラのうち、35%がリサイクル(基本的にマテリアルリサイクル\*)されている。
- ✓ リサイクルされているのは主に選別後の廃プラ。選別前の混合廃プラはエネルギー回収・埋立処分が主。

\*旭リサーチセンターレポート, 2020年より。

# 国内のケミカルリサイクル技術(現在)

## (1) コークス炉化学原料化(日本製鉄)

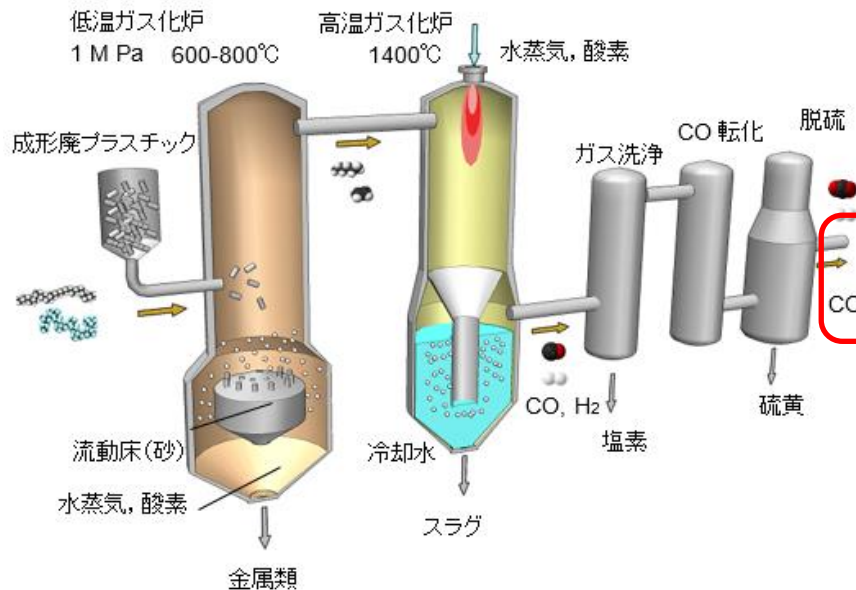


産業構造審議会産業技術環境分科会廃棄物・リサイクル小委員会 容器包装リサイクルワーキンググループ(第7回)資料5より。

- ケミカルリサイクルの規模は国内最大。
- 投入廃プラのうち、液体生成物を除く約60%はワンウェイ型。

# 国内のケミカルリサイクル技術(現在)

## (2) ガス化(UBE/荏原製作所/レゾナック)



主に一般廃棄物(容器包装プラ)の3P主体プラをガス化し、H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>を主体とする合成ガスを製造。隣接するアンモニア製造プラントに供給。

昭和電工川崎事業所  
廃プラスチックアンモニア原料化

### ガス化プロセスの設備概要

廃プラスチック処理能力	195 t/日(64,000 t/年)
破砕成形設備敷地面積	6,590m <sup>2</sup>
ガス化設備敷地面積	7,400m <sup>2</sup>
運転開始日	2003年4月1日

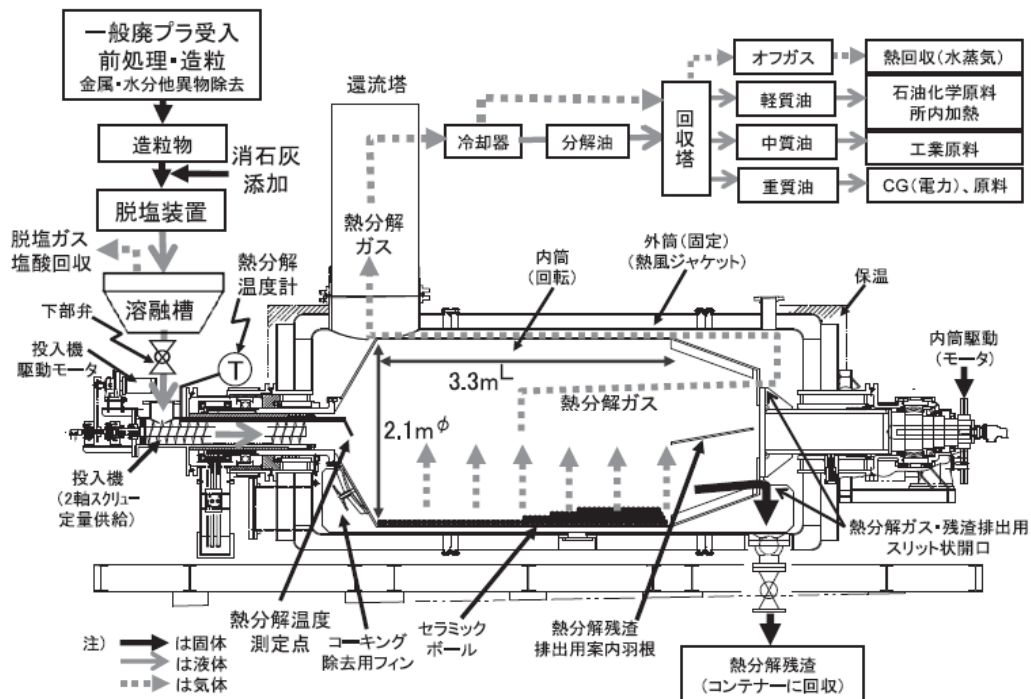
化学工学会、夢化学委員会・化学工学会75周年記念事業(<https://scej.org/education/>)より図を引用。

- 廃プラ由来の合成ガスを隣接アンモニア製造プラントで利用できる点がポイント。
- 廃プラ中の炭素の40~50%がCO<sub>2</sub>に変換されるとの報告\*あり。

\*旭リサーチセンターレポート, 2020年より。

# 国内のケミカルリサイクル技術(過去)

## (1) 札幌プラスチックリサイクル(2000~2010年、15,000トン/年)



東芝が主体となり一廃プラを対象とし事業を運営

(引用)

廃棄物資源循環学会論文誌, 22, p114 (2011).

産業構造審議会プラスチック製容器包装に係る再商品化手法検討会 (2009年4月24日)資料5。

プラスチックリサイクル化学研究会, 2-5, 2003年。

- 原料(3P主体の一廃プラ、PVC/PET10%強)を450~480°Cで熱分解油化。
- ワックス生成量が多く、石油会社への販売量が収率の20%程度に留まる等、プロセスの採算性に課題があった\*。

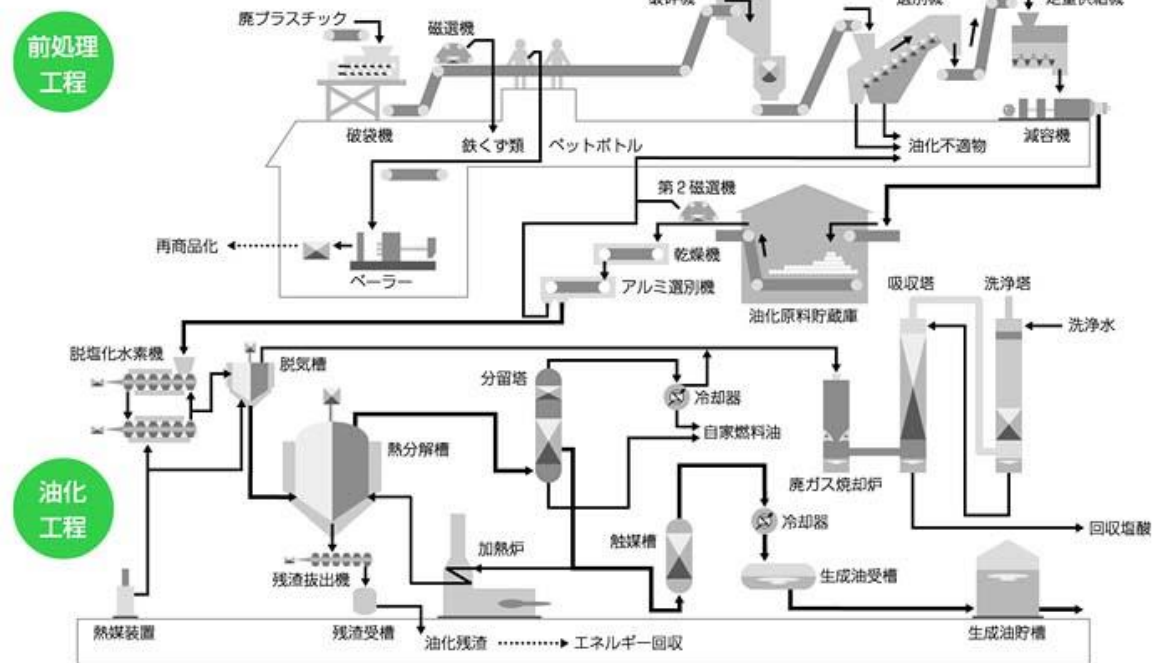
\*環境エネルギー(株)解説, 2015年より。



# 国内のケミカルリサイクル技術(過去)

## (2)新潟プラスチック油化センター(1999~2007年、6,000トン/年)

【生成油と回収塩酸/フロー図】



塩化ビニル環境対策協議会 <https://www.pvc.or.jp/contents/news/25-9.html>より。

千代田化工・シナネンが設計、歴世礦油が運転。  
新潟市の委託を受け、回収された一廃プラを処理。

- 原料(PVCを含む3P主体の一廃プラ)を約300°Cで溶融・脱塩素し、約450°Cで熱分解油化。
- 熱分解槽の冷却不良により火災が発生する等、**プロセスの安全性**に課題があった\*。

\*環境エネルギー(株)解説, 2015年より。



# 海外の主なケミカルリサイクルの状況・計画

3P系廃プラのケミカルリサイクルを対象に、石油・石化会社の取組みを最近のプレス・文献等より整理。

石油・石化会社	連携先	プロジェクト/プロセス	方式	実施場所	処理量(トン/年)	稼働(計画)年
ExxonMobil	Agilyx	Cyclcyx	熱分解	アメリカ	30,000	2022年
Shell	Nexus	—	熱分解	アメリカ	60,000	2025年
TotalEnergies	Plastic Energy	TACOIL	熱分解	スペイン	33,000	2025年
	Honeywell UOP	UpCycle	熱分解		30,000	2023年
Neste	Alterra Energy	—	熱分解	オランダ	55,000	非公表
OMV	—	ReOil	溶媒混合—熱分解	オーストリア	16,000	2023年
Dow	Fuenix Ecology	—	熱分解	オランダ	20,000	非公表
	Mura	HydroPRS	超臨界熱分解	イギリス	20,000	2022年
BASF	Quantafuel	ChemCycling	熱分解—気相触媒分解	デンマーク	16,000	2019年
SABIC	Plastic Energy	TRUCIRCLE	熱分解	オランダ	20,000	2022年

- ・ 現在検討されている方式は熱分解がほとんど。規模は概ね数万トン/年。欧米ではコークス化・高炉還元・ガス化は盛んでない\*。
- ・ 実際のプラント稼働状況については、現在情報収集中。

\*旭リサーチセンターレポート, 2020年より。

# 海外の主なケミカルリサイクルの計画・状況

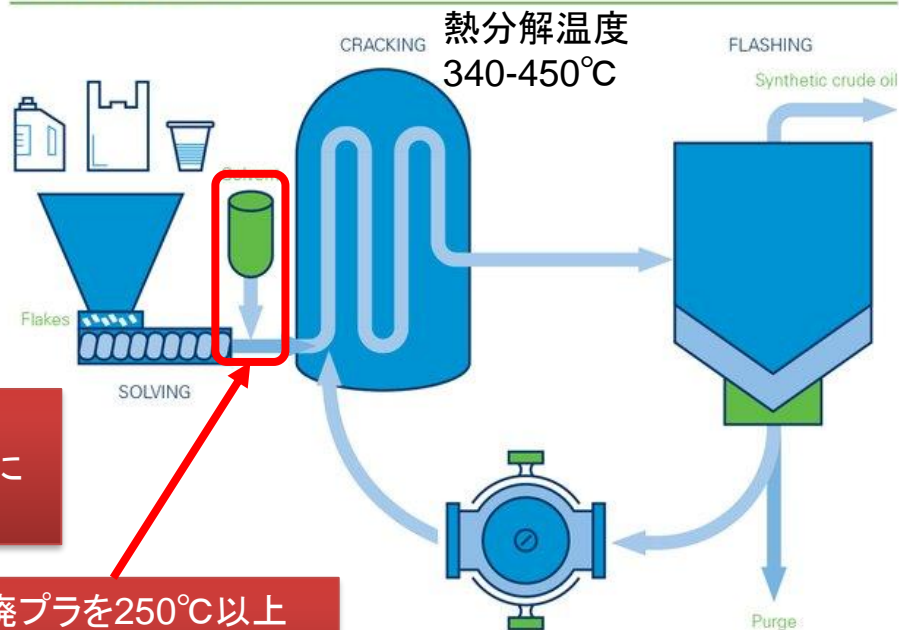
## オーストリアOMV社ReOilプロセス

OMV  
ReOIL PROCESS



選別後の原料廃プラ  
(PE/PP/PS)を製油所に  
搬入。

原料廃プラを250℃以上の  
溶媒(HFO)に混合し、  
流体を低粘度化。



原料廃プラ中の  
固形分を除去。



生成油(“Synthetic Crude”  
と呼称)を精製設備で処理  
⇒ Co-Processing

Schwechat製油所での実証状況

- ・2013年5kg/h(ラボ)
- ・2018年100kg/h(パイロット)
- ・2023年1.6万t/y(工業規模)
- ・2026年2.0万t/y(商業化)

(引用)

- ・<https://www.omv.com/en/blog/plastic2plastic-reoil-completes-the-circle-in-plastics-recycling>
- ・特許6,130,358号; US9,920,255B2

# NEDO革新プラPJ・ケミカルリサイクル(新CR1)の位置付け

- ✓ 現在、1万トン/年以上の触媒分解によるケミカルリサイクルは国内外には見当たらず。
- ✓ NEDO革新プラPJの触媒分解によるケミカルリサイクルは、採算性・安全性の面で優位と想定。

	NEDO革新プラPJ (目標値を含む)	一般的な熱分解
原料廃プラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一廃、産廃を問わない混合廃プラに対応</li> <li>・3Pが主原料、PET・PVCの10%程度の混入は許容</li> <li>・他の夾雑物の混入にもロバスト性を確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3Pが対象</li> <li>・PET、PVCの原料からの排除が必要</li> </ul>
生成物	<ul style="list-style-type: none"> <li>・石油化学原料(C2～、ナフサ、BTX、～C9A)が70%以上</li> <li>・残渣分は数%以下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・未精製中間留分(軽油相当)</li> <li>・重油</li> <li>・WAX分を多く含むため、どの生成油も付加価値が低い</li> </ul>
触媒	必要	不要
連続/回分・規模	<ul style="list-style-type: none"> <li>・連続式(溶融溶解槽は2基自動切替、反応槽・蒸留塔は連続稼働)</li> <li>・～10万トン/年(目標値)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主に回分式</li> <li>・概ね数万トン/年(海外)</li> </ul>
分解温度	・400℃以下	・400℃以上
コーク生成	<ul style="list-style-type: none"> <li>・溶媒利用により、コーク生成は極小</li> <li>・不溶融プラスチック、無機・金属類の混入廃棄物は、溶融溶解槽から安全な温度域で排出。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高温によるガスの噴出、火災等のリスクあり。</li> <li>・コークの装置内での堆積、閉塞による深刻なトラブル発生のリスクがある</li> </ul>

採算性

安全性

## 世界に前例のない廃プラスチックの完全なケミカルリサイクル・システムの確立を目指している

### 【社会的貢献 1 : 大規模処理】

安定稼働する大規模プラントにより、廃プラスチックリサイクル問題を大きく前進

### 【社会的貢献 2 : 完全なCR】

開発プロセスと製油所プロセスの二段分解で、石油化学原料に高効率転換



### 製油所のCo-processing化の世界的な潮流に乗る

廃プラスチック系、バイオ系、合成燃料系、排水処理系の有機廃棄物、中間製品等を製油所で原油と共処理（Co-processing）し、地球環境に負荷をかける原油消費を減少する。  
石油産業（原油処理～輸送～販売）のアセットと社会インフラの有効活用によりサーキュラーエコミーを牽引するこの動きは、欧米における新潮流となっている。