

令和元年度中小企業等産業公害防止対策調査

北海道における廃プラスチックの処理方策及び  
メタノール等の利活用方策に関する調査

報告書【概要版】

令和2年3月

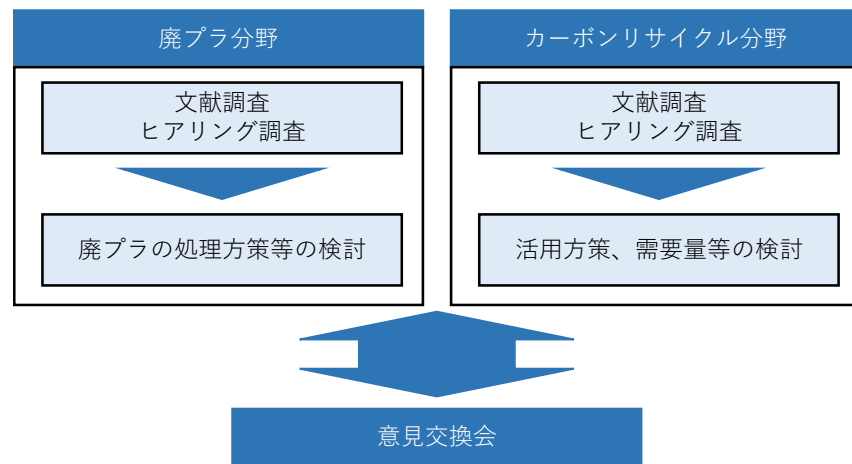
経済産業省 北海道経済産業局

## ■調査の背景・目的

- これまで、廃棄されるプラスチック（以下「廃プラ」という。）の処分は、中国等近隣諸国への輸出に依存していたが、2017年末に中国が輸入を禁止し、代わって輸出量が増えたタイ、マレーシアにおいても輸入禁止や基準の厳格化の動きが出ている。このような現状を背景に日本の廃プラは、現在、行き場を失いつつある。
- また、日本国内では、「プラスチック資源循環戦略」（令和元年5月31日決定）が策定され、資源・廃棄物制約、海洋ごみ対策、地球温暖化等の幅広い課題に対応しながら、3R等を推進し、プラスチックの資源循環を総合的に推進することとしている。
- 本調査では、道内の廃プラの3Rの状況を調査し、道内における廃プラの最適な処理方策等を検討する。
- また、近年、世界中で社会問題化している地球温暖化は、各種工場等から排出されているCO<sub>2</sub>（二酸化炭素）が主要な原因物質といわれている。そのため、このCO<sub>2</sub>を大気放散する前に分離・回収し、地中貯留に適した地層まで運び、長期間にわたり安定的に貯留する技術（CCS）の実証試験が北海道苫小牧市で行われている。
- 今後、既存のCCS設備を活用したカーボンリサイクルへの展開が期待されているなか、苫小牧市では、化学品や燃料に使われるCO<sub>2</sub>を原料として製造されるメタノール等の化学基幹物質の利用が検討されている。
- 本調査では、メタノール等の道内での利用用途、利用企業等を調査し、CO<sub>2</sub>を貯留するだけでなく利活用するための方策を検討する。
- 本事業は、以上の検討結果を、道内の廃プラ処理促進による廃棄物発生の抑制、CO<sub>2</sub>を資源として製造されるメタノール等の利活用の促進による温室効果ガスの排出の抑制のための政策立案に活用し、もって産業公害の防止に貢献することを目的とする。

## ■調査項目・内容

- ① 廃プラの3Rの状況、廃プラの処理方策の検討
  - 文献調査や道内の処理事業者、リサイクル事業者等へのヒアリング調査を通じて、廃プラの発生量、処理量、今後の課題等を検討。
  - 以上の検討を踏まえて、道内における廃プラの現状及び今後の道内の廃プラの発生予測とそれに伴う処理方策等を検討。
- ② CO<sub>2</sub>から製造されるメタノール等の化学基幹物質利用に係る課題の検討
  - メタノール等の化学基幹物質のうち北海道内における利活用が見込まれる物質（以下「メタノール等」という。）について、文献調査や道内の事業者へのヒアリング調査により、現在、メタノール等を利用している国内事業者を把握。また、現状を踏まえた上で、今後、将来的に道内でメタノール等を利活用するための方策、道内におけるメタノール等を利活用した事業化の方策、課題等を検討。
  - また、将来的にメタノール等を原料又は燃料として利活用が想定される分野を特定するための文献調査を行い、調査で得られた業種へのヒアリング調査を通じて、道内におけるメタノール等需要量を推計。あわせて、ヒアリング調査等の結果を踏まえて、苫小牧で製造されたメタノール等の優位性や将来における展望を検討。
- ③ 学識経験者等との意見交換会の開催
  - 本事業を実施するにあたり、学識経験者等で構成する意見交換会を開催し、上記調査内容を検討する際の参考とする。



## 1. 廃プラスチック処理・リサイクルをめぐる現状と動向

### ■海洋プラスチック問題

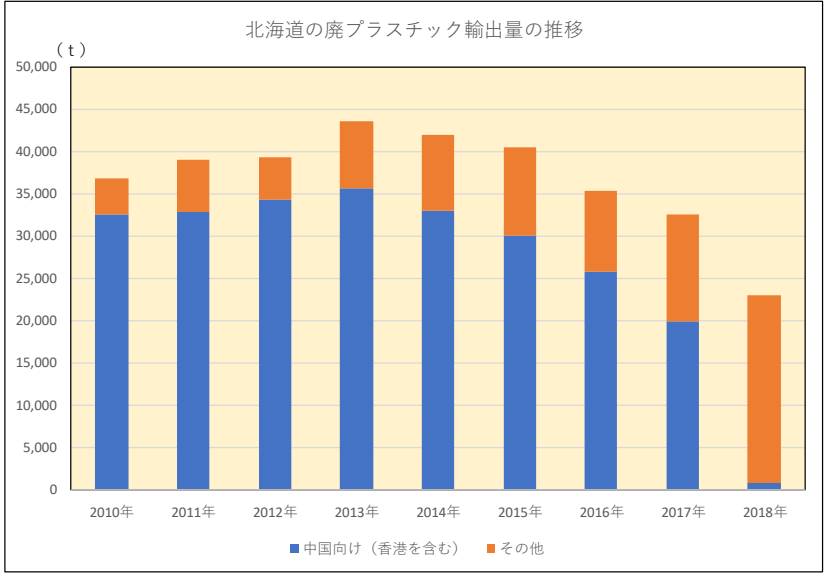
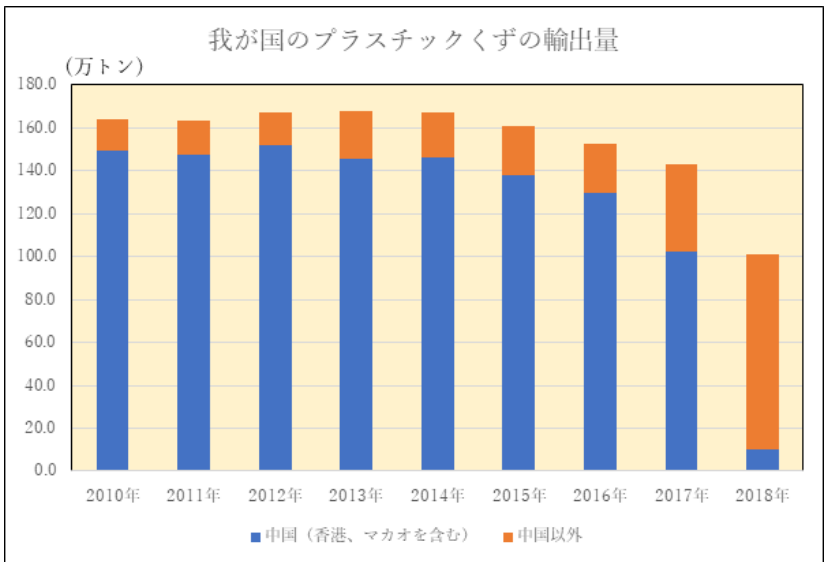
- 海洋ごみは、生態系を含めた海洋環境の悪化や海岸機能の低下、景観への悪影響、船舶航行の障害、漁業や観光への影響など、様々な問題を引き起こしている。また、近年、マイクロプラスチック（一般に5mm以下の微細なプラスチック類をいう。）による海洋生態系への影響が懸念されており、世界的な課題となっている。

### ■アジア諸国における輸入規制の厳格化

- 我が国では、これまで年間約150～160万トンの資源としての廃プラスチックを海外に輸出。
- しかし、その多くの輸出先であった中国は、2017年12月末の非工業由来に加え18年12月末からは工業由来についても禁輸措置を実施。中国に代わるタイ、ベトナムなども同様の禁輸措置を実施、他の東南アジア諸国も導入の動き。
- 2019年5月には、スイス・ジュネーブで開催されたバーゼル条約締約国会議で、2021年から汚れたプラスチックごみを条約の規制対象とし、輸出に当たっては輸出相手国の同意が必要となること等が決定。
- 北海道からの廃プラスチック類の輸出量は、2013年の43,551トン进行ピークに減少傾向にあり、特に、2018年から中国の輸入規制厳格化の影響で、中国向け輸出量がほぼ0となり、かわりにベトナム、タイ、マレーシア島東南アジア向けの輸出量が増加してきている。中国の輸入規制の影響は、10,000～15,000トン程度と考えられる。

### ■レジ袋の有料化義務化

- 令和2年7月1日より、全国でプラスチック製買物袋の有料化がスタート。
- 普段何気なくもらっているレジ袋を有料化することで、それが本当に必要かを考え、私たちのライフスタイルを見直すきっかけとすることを目的とする。

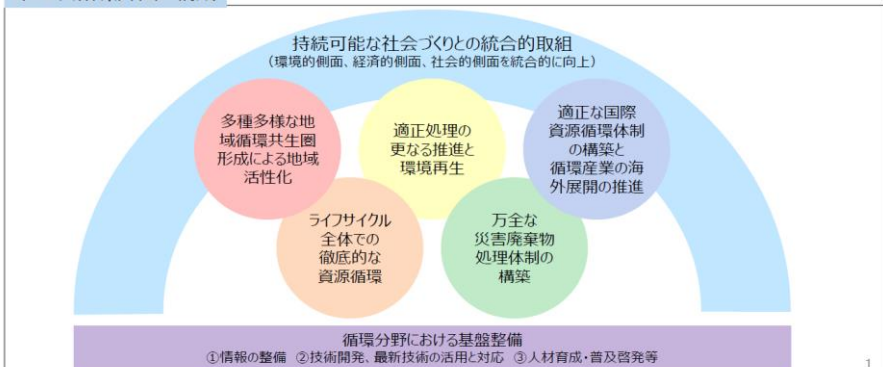


## 第四次循環型社会形成推進基本計画の概要

### 循環型社会形成推進基本計画（循環計画）とは

- 循環型社会形成推進基本法に基づき、循環型社会の形成に関する施策の基本的な方針、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策等を定めるもの
- 平成30年（2018年）6月19日に第四次循環計画を閣議決定

### 第四次循環計画の構成



資料：財務省「貿易統計」（HSコード：プラスチックのくず 3915）  
北海道は函館税関（青森県を除く）の数値

# 1. 廃プラスチックの3Rの状況、廃プラの処理方策の検討

## 1. 廃プラスチック処理・リサイクルをめぐる現状と動向



### プラスチック資源循環戦略（概要）

令和元年5月31日

#### 背景

- ◆ 廃プラスチック有効利用率の低さ、海洋プラスチック等による環境汚染が世界的課題
- ◆ 我が国は国内で適正処理・3Rを率先し、国際貢献も実施。一方、世界で2番目の1人当たりの容器包装廃棄量、アジア各国での輸入規制等の課題

#### 重点戦略

#### 基本原則：「3R+ Renewable」

#### 【マイルストーン】

|              |  |  |   |
|--------------|--|--|---|
| リデュース等       | <ul style="list-style-type: none"> <li>ワンウェイプラスチックの使用削減(レジ袋有料化義務化等の「価値づけ」)</li> <li>石油由来プラスチック代替品開発・利用の促進</li> </ul>   |  | <p>&lt;リデュース&gt;</p> <p>① <b>2030年</b>までにワンウェイプラスチックを累積<b>25%</b>排出抑制</p> <p>&lt;リユース・リサイクル&gt;</p> <p>② <b>2025年</b>までにリユース・リサイクル可能なデザインに</p> <p>③ <b>2030年</b>までに容器包装の<b>6割</b>をリユース・リサイクル</p> <p>④ <b>2035年</b>までに使用済プラスチックを<b>100%</b>リユース・リサイクル等により、有効利用</p> <p>&lt;再生利用・バイオマスプラスチック&gt;</p> <p>⑤ <b>2030年</b>までに再生利用を<b>倍増</b></p> <p>⑥ <b>2030年</b>までにバイオマスプラスチックを<b>約200万トン</b>導入</p> |
| リサイクル        | <ul style="list-style-type: none"> <li>プラスチック資源の分かりやすく効果的な分別回収・リサイクル</li> <li>漁具等の陸域回収徹底</li> <li>連携協働と全体最適化による費用最小化・資源有効利用率の最大化</li> <li>アジア禁輸措置を受けた国内資源循環体制の構築</li> <li>イノベーション促進型の公正・最適なリサイクルシステム</li> </ul>  |  |   |
| 再生材<br>バイオプラ | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用ポテンシャル向上（技術革新・インフラ整備支援）</li> <li>需要喚起策（政府率先調達（グリーン購入）、利用インセンティブ措置等）</li> <li>循環利用のための化学物質含有情報の取扱い</li> <li>可燃ごみ指定袋などへのバイオマスプラスチック使用</li> <li>バイオプラ導入ロードマップ・静脈システム管理との一体導入</li> </ul>  |  |   |
| 海洋プラスチック対策   | <p>プラスチックごみの流出による海洋汚染が生じないこと（海洋プラスチックゼロエミッション）を目指した</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ポイ捨て・不法投棄撲滅・適正処理</li> <li>海岸漂着物等の回収処理</li> <li>海洋ごみ実態把握(モニタリング手法の高度化)</li> <li>マイクロプラスチック流出抑制対策(2020年までにスクラブ製品のマイクロビーズ削減徹底等)</li> <li>代替イノベーションの推進</li> </ul>   |  |   |
| 国際展開         | <ul style="list-style-type: none"> <li>途上国における実効性のある対策支援（我が国のソフト・ハードインフラ、技術等をオーダーメイドパッケージ輸出で国際協力・ビジネス展開）</li> <li>地球規模のモニタリング・研究ネットワークの構築（海洋プラスチック分布、生態影響等の研究、モニタリング手法の標準化等）</li> </ul>  |  |   |
| 基盤整備         | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会システム確立（ソフト・ハードのリサイクルインフラ整備・サプライチェーン構築）</li> <li>技術開発（再生可能資源によるプラ代替、革新的リサイクル技術、消費者のライフスタイルのイノベーション）</li> <li>調査研究（マイクロプラスチックの使用実態、影響、流出状況、流出抑制対策）</li> <li>連携協働（各主体が一つの旗印の下取組を進める「プラスチック・スマート」の展開）</li> <li>資源循環関連産業の振興</li> <li>情報基盤（ESG投資、エシカル消費）</li> <li>海外展開基盤</li> </ul> |  |   |

- ◆ アジア太平洋地域をはじめ世界全体の資源・環境問題の解決のみならず、**経済成長**や**雇用創出** ⇒ **持続可能な発展**に貢献
- ◆ **国民各界各層との連携協働**を通じて、マイルストーンの達成を目指すことで、**必要な投資やイノベーション（技術・消費者のライフスタイル）を促進**

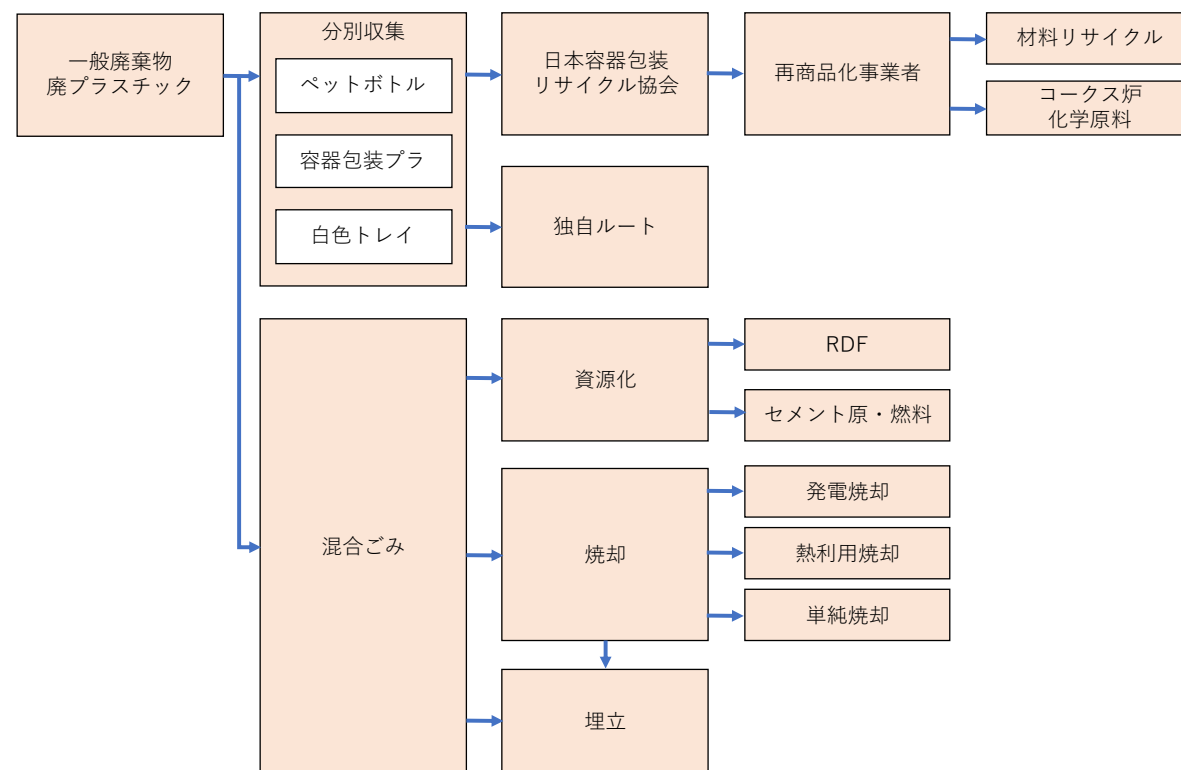
## 【一般廃棄物】

- 北海道における2017年度の一般廃棄物の排出量は1,873千トンであり、このうち、直接資源化又は中間処理を経て資源化された量と集団回収量を併せた資源化量は454千トン、最終処分量は316千トンとなっている。
- 道民1人1日当たりのごみの排出量は961グラムであり、全国平均を上回っている。
- 廃プラスチックについては、PETボトル、容器包装プラスチック、白色トレイが分別収集され、容器協会ルートまたは独自ルートでリサイクルされている。
- 混合ごみについては、プラスチックが一定割合含まれているものと考えられるが、これらについては、RDF製造、セメント原・燃料、焼却、直接最終処分に分類される。
- 混合ごみに占めるプラスチックの割合については、札幌市が燃やせるごみの組成調査を実施しており、プラスチック類の割合は10.8%（平成30年度）。

一般廃棄物総排出量の推移

|                        |     | H25年度 | H26年度 | H27年度 | H28年度 | H29年度 |
|------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 総排出量<br>(万トン)          | 国   | 4,487 | 4,432 | 4,398 | 4,317 | 4,289 |
|                        | 北海道 | 202   | 196   | 194   | 190   | 187   |
| 総排出量<br>(H20=100)      | 国   | 93.3  | 92.1  | 91.4  | 89.7  | 89.2  |
|                        | 北海道 | 92.5  | 90.0  | 89.1  | 87.2  | 85.8  |
| 1人1日当たりの<br>排出量 (g/人日) | 国   | 958   | 947   | 939   | 925   | 920   |
|                        | 北海道 | 1,013 | 990   | 984   | 970   | 961   |

資料：環境省「一般廃棄物処理実態調査」



注) 道内には、一廃廃プラのガス化施設、油化施設は存在しないので除外している。

## 【一般廃棄物】

## ■ 容リ協会ルート

- 容リ協会では、自治体から処理を委託され、再商品化事業者へ引き渡しており、個別契約（契約先、量、価格）がHP上で公開されている。
- 2017年度の道内廃プラの引取先は、以下の通りである。

## 日本容器包装リサイクル協会からの引渡先（2017年度）

| PETボトル                    |          |            |
|---------------------------|----------|------------|
| 北海道ペットボトルリサイクル株式会社        | 札幌       | フレーク       |
| ジャパンテック株式会社               | 苫小牧      | フレーク       |
| 株式会社青南商事                  | 青森       | フレーク       |
| 容器包装プラスチック                |          |            |
| 新日鐵住金株式会社<br>(現 日本製鉄株式会社) | 室蘭<br>道外 | コークス炉化学原料化 |
| 田中石灰工業株式会社                | 当麻       | 材料リサイクル    |
| 株式会社シティ・サービス              | 三笠       | 材料リサイクル    |
| 白色トレイ                     |          |            |
| 株式会社エフピコ                  | 石狩       | 材料リサイクル    |

資料：日本容器包装リサイクル協会HP

## ■ 北海道のセメント工場

- 北海道には、太平洋セメント上磯工場（北斗市）と日鉄セメント（室蘭）の2か所のセメント工場がある。
- これらの工場では、セメント原・燃料として、産業廃棄物だけでなく、一般廃棄物を受け入れており、その状況は、各社HP「産業廃棄物処理施設維持管理記録」から確認できる。

## ■ 北海道のRDF製造

- 北海道には、下記4か所のRDF製造施設（2017年度）がある。
- なお、RDFに含まれるプラスチックの割合は約15%（札幌市ヒアリング結果より）。

| 市町村  | 施設名称                 |
|------|----------------------|
| 札幌市  | 札幌市ごみ資源化工場           |
| 富良野市 | 富良野市リサイクルセンター固形燃料化施設 |
| 斜里町  | 斜里町エコクリーンセンター資源化施設   |
| 白老町  | 白老町バイオマス燃料化施設        |

資料：環境省「一般廃棄物処理実態調査」

## ■ 北海道の焼却施設

- 道内の稼働中の一般廃棄物焼却施設は、52施設（未稼働13施設）存在。
- このうち、プラスチック循環利用協会の定義に従って、発電焼却、熱利用焼却、単純焼却に分類すると、以下の通りである。

## 焼却施設の分類（2017年度）

|       | 施設数 | 年間処理量（トン） | 割合     | 国の割合   |
|-------|-----|-----------|--------|--------|
| 発電焼却  | 14  | 943,767   | 78.7%  | 73.9%  |
| 熱利用焼却 | 6   | 78,901    | 6.6%   | 7.5%   |
| 単純焼却  | 32  | 176,783   | 14.7%  | 18.6%  |
| 未稼働   | 13  | 0         |        |        |
| 計     | 65  | 1,199,451 | 100.0% | 100.0% |

- ① 発電焼却は、外部発電供給している施設の処理量
- ② 熱利用焼却は、①を除く施設のうち、外部熱供給している施設の処理量
- ③ ①②を除く施設の処理量（場内で発電・熱利用しているだけの施設は単純焼却に分類）

資料：環境省「一般廃棄物処理実態調査」





【一般系廃プラスチック】

■排出量の推計

- 一般廃棄物の総排出量は、各量の総和として算出（194千トン）。
- ヒアリング結果から、産業廃棄物の有価物5千トンのうち、約3千トンが、事業系ルートで回収・処理されたPETボトル等の廃プラスチックと推察。

■再生利用

- 環境省「一般廃棄物処理実態調査」から2017年度北海道のPETボトル・白色トレイ、容器包装プラ、プラスチック類の直接資源化量+施設資源化量+集団回収量

■高炉・コークス炉原料/ガス化/油化量

- 道内はコークス炉原料のみ、かつ容器協会ルートのみ。

■固形燃料/セメント原・燃料量

- RDFについては、一般廃棄物処理実態調査のうち燃料化（生成物搬出量）×プラスチックの成分割合
- セメント原・燃料については、セメント会社「産業廃棄物処理施設維持管理記録」の一般廃棄物×プラスチックの割合

■焼却量・埋立量

- 焼却量：焼却量（北海道2017年度）×プラスチックの割合
- 内訳は、焼却施設の分類の各施設の処理量で按分。
- 埋立量：北海道2017年度直接最終処分量×プラスチックの割合

【産業系廃プラスチック】

■排出量

- 北海道産業廃棄物処理状況調査（2017年度）。ただし、事業系ルートで回収されたPETボトル（3千トン）を除く。

■再生利用

- 北海道産業廃棄物処理状況調査（2017年度）の有価物量－事業系ルートで回収されたPETボトル+再生利用－燃料又は原料

■高炉・コークス炉/ガス/油化

- 道内にはない

■固形燃料/セメント原・燃料

- 北海道産業廃棄物処理状況調査（2017年度）の燃料又はその他原材料

■焼却量・埋立量

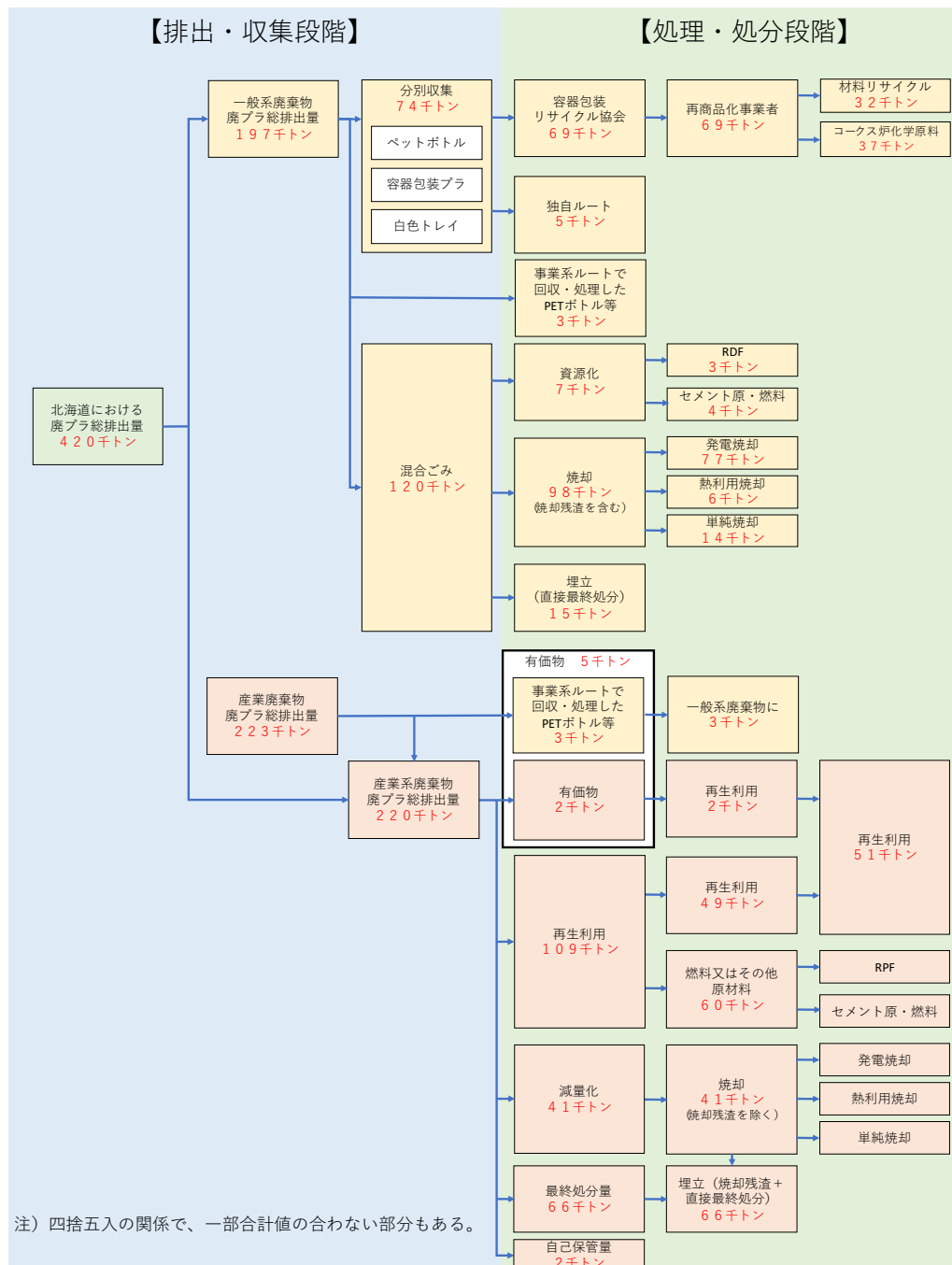
- 焼却量：北海道産業廃棄物処理状況調査（2017年度）の減量化量埋立量：北海道産業廃棄物処理状況調査（2017年度）の最終処分量
- 今回は、焼却について、発電焼却/熱利用焼却/単純焼却の内訳は、推計しない。

■フロー図の留意点及び今後の課題

- 注) 焼却残渣については、一般系では焼却に含め、埋立には含めておらず、一方、産業系では埋立に含め、焼却に含めていない。
- 一般系廃棄物のうち、容リ法に基づいて分別回収されたもののうち、PETボトルで、独自ルート、事業系ルートで回収・処理されたものについては、行先はわからない（おそらく材料リサイクルに回されていると想定）。
- 産業系廃棄物のRPF製造施設及び焼却施設については、施設の状況を調査した詳細なデータがない。このため、道内各地域で発生した廃プラスチック類のサーマルリサイクルの処理能力がわからず、焼却処理されたものの内訳（発電焼却、熱利用焼却、単純焼却）がわからなかった。今後、産廃焼却施設の調査を行い、地域での処理・処分状況及び能力を明らかにすることが、地域における廃プラの処理方策等を検討する上で、必要である。

【排出・収集段階】

【処理・処分段階】



注) 四捨五入の関係で、一部合計値の合わない部分もある。



■北海道における廃プラスチック処理の現状と課題

- 産業廃棄物の廃プラスチック類は、北海道の場合、農業用廃プラスチックや漁網等、成分の特定や汚れの洗浄等、リサイクルを進めるための中間処理に、手間と費用がかかるものが多い。
- このため、地域に受入れ可能な焼却施設やRPF製造施設等がない場合には、直接埋立処分される場合が多いものと考えられる。

|                       | 国       |      | 北海道    |       |
|-----------------------|---------|------|--------|-------|
|                       | トン      | 構成比  | トン     | 構成比   |
| 一般廃棄物収集量              | 40,723  | -    | 1,745  | -     |
| 直接最終処分量               | 419     | 1.0% | 146    | 8.3%  |
| 焼却残渣埋立量               | 469     | 1.2% | 49     | 2.8%  |
| 計                     | 888     | 2.2% | 195    | 11.2% |
| 産業廃棄物発生量              | 383,544 | -    | 40,736 | -     |
| 最終処分量                 | 9,697   | 2.5% | 679    | 1.7%  |
| 廃プラスチック類（タイヤを含む）発生量   | 6,456   | -    | 240    | -     |
| 最終処分量                 | 968     | 15%  | 65     | 27.3% |
| 廃プラスチック類（タイヤを含まない）発生量 | -       | -    | 223    | -     |
| 最終処分量                 | -       | -    | 65     | 29.0% |

資料：環境省「一般廃棄物処理実態調査」（2017年度）  
 環境省「産業廃棄物の排出・処理状況について」（2017年度）  
 北海道「北海道産業廃棄物処理状況調査」（2017年度）

## サーマルリサイクル施設の整備・高度化

## ■課題

- 直接埋立から焼却・再生利用の比重を高め、最終処分量を削減していくことが必要と考えられる。
- このため、製造・排出段階も含めて、成分が分かりかつ均一で汚れが洗浄されたプラスチックとして収集・選別し、それを最低でも焼却処分（プラスチックの燃焼効率が高いことを踏まえ、熱回収することが望ましい）、再生利用していくことが望まれる。

## ■対応方策

- 官民連携による焼却施設等の高度化（直接埋立→焼却処分、単純焼却→熱回収）の支援
- 官民連携による多様なプラスチック類が受入可能な焼却施設の整備・高度化の支援
- RDF・RPF製造施設の整備・拡充の支援
- RDF、RPF利用施設の拡充の支援

## 広域輸送

## ■課題

- 北海道は広大な土地に人口集積地や経済活動拠点等が分散しており、かつ札幌圏を除き、各拠点の規模は必ずしも大きいとは言えない。マテリアルリサイクルを進める上では、一定の量を確保する必要がある一方で、マテリアルリサイクルの拠点の道内での立地は限定的であることから、広域から収集することが必要となり、輸送に手間と費用がかかっている。
- 今後は、廃プラスチックの広域収集・輸送を可能とする静脈物流網の一層の効率化を推進することが求められる。

落札単価（加重平均）2018年度（単位：円／トン）

|             | 国       | 北海道（離島を除く） |         |
|-------------|---------|------------|---------|
|             |         | 最安値        | 最高値     |
| PETボトル      | -33,408 | -5,000     | -41,500 |
| プラスチック製容器包装 | 50,240  | 55,201     | 69,932  |

注）「-」表示は、有償（再商品化事業者から  
容リ協会への支払）を意味する。

資料：日本容器包装リサイクル協会HP

## ■対応方策

- 広域連携による地域での収集・保管拠点の確保・整備に対する支援
- （往路と復路を含む）共同輸送システム等の構築支援

## 分別収集・選別の徹底・高度化

## ■課題

- プラスチックのうち、塩化ビニルを含有しているもの等は、焼却すると有害物質を発生する可能性がある、焼却炉を傷める可能性がある等から、焼却施設業者が引き取らないケースもある。
- また、一般廃棄物も含め、汚れの付いたままで排出したり、混合したまま排出するのではなく、次工程を考慮して、排出者側が洗浄・分別を徹底することが必要である。
- このため、廃棄物処理業者だけでなく、排出者も含め、洗浄・分別を徹底するとともに、選別の高度化を進め、リサイクルしやすいものにしていくことが必要である。

## ■対応方策

- 排出者側も含めた分別収集の徹底支援（分別収集協力事業者に対する優遇措置等）
- 選別・洗浄作業、圧縮・梱包作業の高度化支援（設備導入に対する支援等）

## 道内でのリサイクル製品の開発・製造

## ■課題

- 道内でマテリアルリサイクルされた材料は、海外・道外に移輸出されているものが多いと考えられる。ただし、これまで輸出されてきたものは、中国等の輸入規制厳格化により、国内でリサイクルする必要性が生じてきている。また、これまで道外でリサイクル製品に製造加工されていた再生利用材料を道内で製造加工することは、北海道における循環型社会の形成に向けて意義があるものと言える。
- 北海道では、「北海道リサイクル製品認定制度」、「北海道リサイクルブランド認定制度」など、循環資源の適正な循環的利用・廃棄物の減量化を促進し、道民や事業者の方々とともに循環型社会の形成を進めていくために、道内で発生した循環資源を利用し、道内でリサイクル製品を製造加工することを奨励する取組がある。
- 今後は、道内で発生した循環資源を利用して、道内でリサイクル製品を製造加工する取組を一層促進していくことが求められる。

## ■対応方策

- リサイクル製品の開発・製造に対する支援（研究開発支援、設備導入支援等）
- 道内のリサイクル製品の広報・PRの強化
- リサイクル製品の利用促進を後押しする仕組みづくり

## リデュース・リユース等に対する住民の意識改革

## ■課題

- 廃プラスチックについては、リサイクルとともに、Reduce（リデュース、ゴミを減らす・ゴミの発生抑制）、Reuse（リユース、繰り返し使う・再使用）に対する住民の意識改革を一層推進することが望まれる。
- 北海道では特に冬場におけるごみのポイ捨てが問題視されており、これがひいては海洋に流出し、海洋プラスチックごみ問題にもつながる可能性があり、住民の意識改革が必要である。
- リデュース、リユースの取組は、レジ袋の辞退／量り売り商品・詰替用商品の購入／マイ箸・マイ容器の使用など、リユースショップの活用／リターナブルびん入り商品の購入／衣料品の資源回収への協力など、住民自らの意識・行動によるところが大きいが、行政側にもこうした住民の意識・行動改革を促す取組が求められる。

## ■対応方策

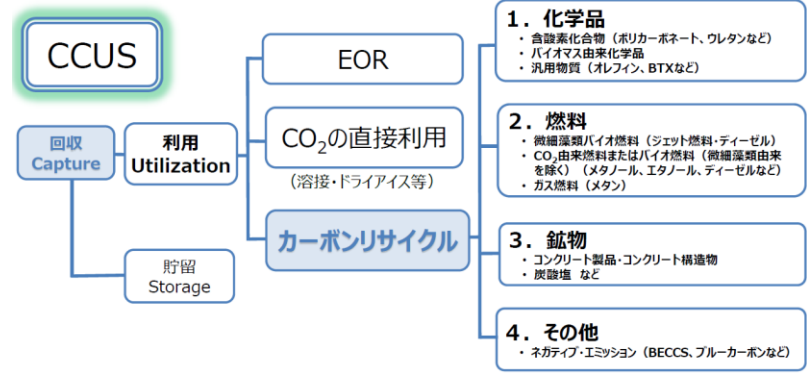
- 住民に対する啓もう・広報活動の強化
- リデュース・リユースに関する取組事例の収集とその効果の検証
- 容器包装の簡素化等の取組促進・支援
- ごみのポイ捨て禁止に関する取組強化と海岸における漂着物の回収処理の推進

# II. CO<sub>2</sub>から製造されるメタノール等の化学基幹物質利用に係る課題の検討

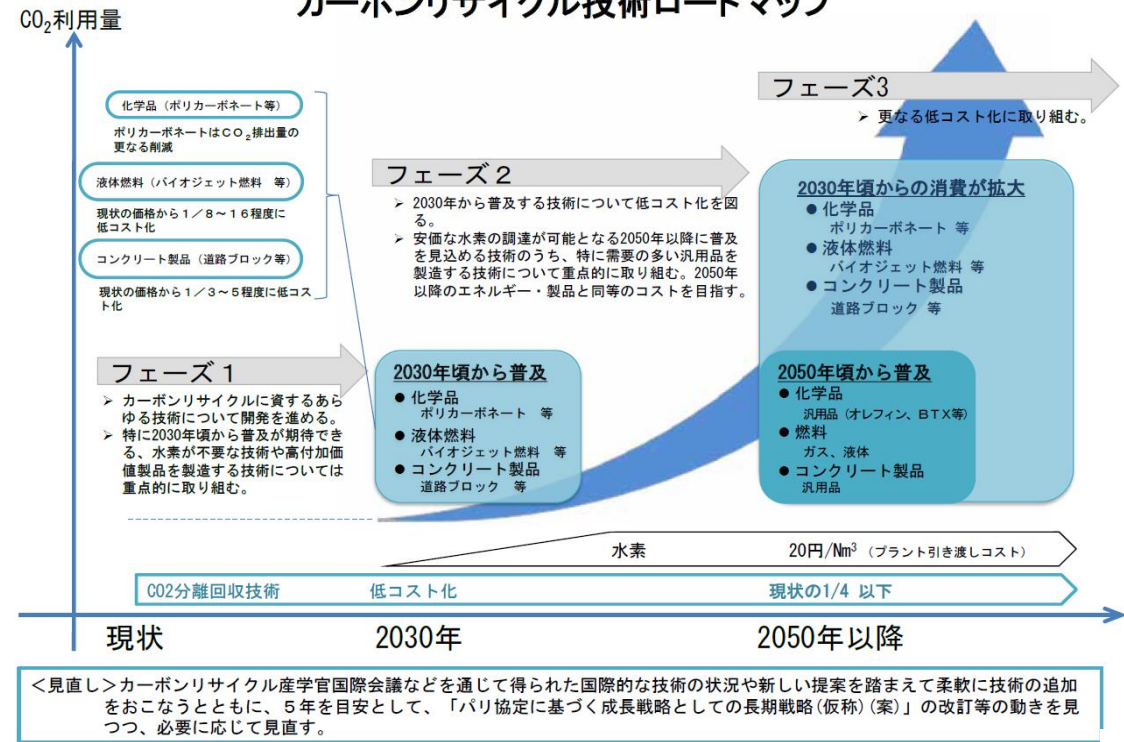
## 1. カーボンリサイクルの取組状況

カーボンリサイクル技術ロードマップ

- エネルギーアクセス改善と気候変動問題の二つの課題を同時解決するためには、あらゆる技術的な選択肢を追求しつつ、化石燃料から排出されるCO<sub>2</sub>の問題に正面から取り組むことが必要。
- その中でも、CO<sub>2</sub>を資源として捉え、これを分離・回収し、多様な炭素化合物として再利用するカーボンリサイクルに係る技術は、将来有望な選択肢の一つであり、そのイノベーションを加速化していくことが重要。
- カーボンリサイクルは、CO<sub>2</sub>を資源として捉え、これを分離・回収し、鉱物化や人工光合成、メタネーションによる素材や燃料への再利用等とともに、大気中へのCO<sub>2</sub>排出を抑制していく。CO<sub>2</sub>の利用（Utilization）については、世界の産学官連携の下で研究開発を進め、非連続的イノベーションを進める取り組みが行われている。
- 省エネルギー、再生可能エネルギー、CCSなどとともにカーボンリサイクルは鍵となる取り組みの一つ。



カーボンリサイクル技術ロードマップ



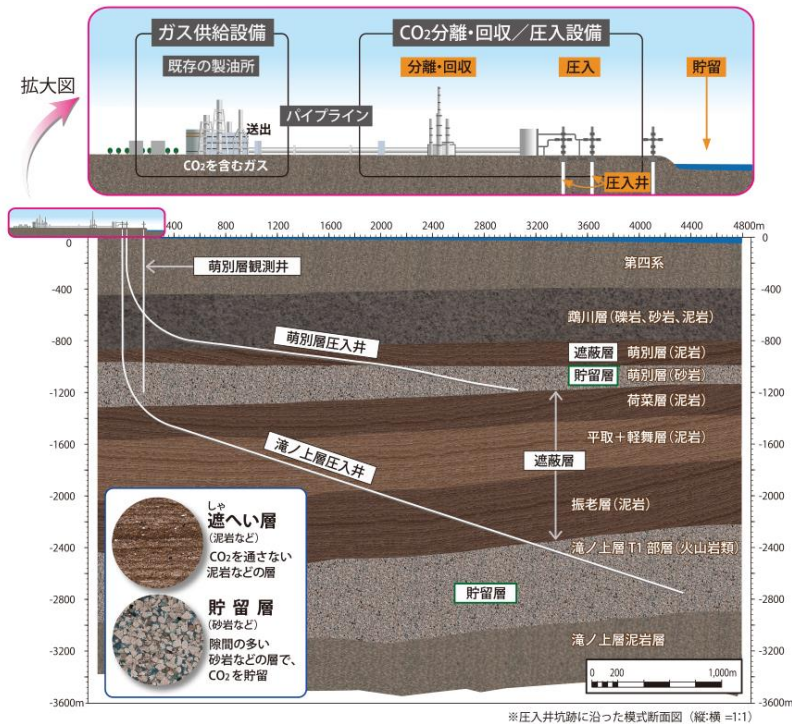
資料：経済産業省「カーボンリサイクル技術ロードマップ」

# II. CO<sub>2</sub>から製造されるメタノール等の化学基幹物質利用に係る課題の検討

## 1. カーボンリサイクルの取組状況

### 苫小牧におけるCCS大規模実証事業

- 日本CCS調査株式会社では、2020年頃のCCS技術の実用化を目指して、2012年度より実証試験を、2016年4月より苫小牧沖海底下への圧入を開始。
- 2019年11月22日にCO<sub>2</sub>圧入30万トン達成した為、11月22日に圧入を停止。
- 現在、貯留層内でのCO<sub>2</sub>の挙動を観測し、貯留されたCO<sub>2</sub>の漏洩や自然地震による影響がないことを、圧入前に取得した基礎データとの比較を行うなどモニタリングを継続。さらに、海水、海洋生物などの海洋モニタリングも同様に実施中。



資料：日本CCS調査株式会社HP

### NEDO「苫小牧のCO<sub>2</sub>貯留地点におけるメタノール等の基幹物質の合成によるCO<sub>2</sub>有効利用に関する調査事業」

- 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）では、CCUSに関する技術として、精油所等から排出されるガスからCO<sub>2</sub>分離・回収し、地中に貯留する既存CO<sub>2</sub>設備と、貯留地点にて行うメタノール等の基幹物質の合成などCO<sub>2</sub>を有効利用したカーボンリサイクル技術について、プラント全体の相互作用を考慮した基本設計や各構成機器の特性評価、経済性評価、周辺技術調査などを行う（2019年度～）。

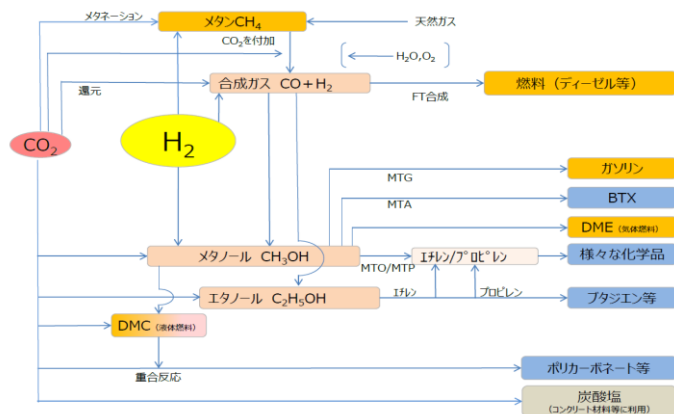
#### ■調査内容

- ①既存のCCS設備を活用したカーボンリサイクル技術の可能性検討
  - 苫小牧での既存CCS設備で貯留される工場等の排ガス由来のCO<sub>2</sub>の一部を活用し、メタノール等の基幹物質を合成するためのプラントシステム機器・系統構成に関する基本設計を行うとともに、反応温度・圧力、リサイクル比がプラント性能に与える影響について検討する。
- ②原料ガスの精製処理方法の調査
  - メタノール等基幹物質の原料となるガス中に含まれる水素、CO<sub>2</sub>などのガス成分が、基幹物質合成の前段階におけるガス精製処理の方法へ与える影響について調査する。
- ③水素とCO<sub>2</sub>から直接メタノール等基幹物質合成する場合における触媒評価
  - カーボンリサイクルとしてのメタノール等基幹物質合成システムを想定した圧力および温度条件下における触媒の適用可能性について評価する。
- ④メタノール等基幹物質合成の経済性評価
  - 想定される基幹物質合成システムのプラント機器コストやランニングコストを見積もり、既存CCS設備とメタノール等基幹物質合成システムの相互作用を考慮したプラント設計において、基幹物質製造に関する経済性について検討する。
  - また、国内外における関連する周辺技術調査を行うことにより、苫小牧におけるメタノール等の化学基幹物質等の合成によるCO<sub>2</sub>有効利用に関する事業見通しについて、検討する。



CO<sub>2</sub>から製造される化学基幹物質

- ▶ CO<sub>2</sub>から製造される化学基幹物質としては、製品の市場の大きさを考えると、あらゆる化成産品、燃料合成につながる合成ガス (CO+H<sub>2</sub>)、メタノール (CH<sub>3</sub>OH)、エタノール (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) が有望である (これら物質以降 (オレフィン、BTX、燃料等) に転換する技術はある程度確立済)。

CO<sub>2</sub>利用のフロー図 (化学品、燃料、炭酸塩)

資料：経済産業省「カーボンリサイクル技術ロードマップ」

## ■合成ガス

- 「合成ガス」とは炭化水素を原料として製造される水素 (H<sub>2</sub>) 及び一酸化炭素 (CO) を主成分とし、残りの成分として二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) やメタンを含有する粗ガスの総称であり、アンモニア合成、メタノール合成、オキシ合成、或いは水素製造等に用いられる原料ガスの総称である。これらの既存分野での用途に加え、最近ではFischer Tropsch反応に基づく合成油製造 (Gas To Liquid : GTL) やDME (ジメチルエーテル) 合成に基づく製造、あるいはSNG (代替天然ガス) 等の新規エネルギー製造関連、また、メタノールからオレフィンやガソリンを製造する化学品製造 (Gas To Chemical : GTC) 分野での合成ガス需要が注目されている。

## ■メタノール

- メタノールは、水素原子4個、炭素原子1個、酸素原子1個で構成される、比重が小さく、無色透明、可燃性の液状化学品である。メタノールは生活に必要なあらゆる製品の基礎原料として汎用性が非常に高い化学物質であり、溶剤、接着剤、プラスチックなど幅広い化学品の製造原料である。また一方で、近年燃料用途としても重要性を増しており、ガソリンブレンド、バイオディーゼル原料、ジメチルエーテル (DME)、オレフィン (Methanol to Olefin : MTO) などの用途として用いられている。
- 天然ガスを原料とした製法が一般的であるが、中国を中心に石炭が豊富な地域においては石炭ガス化やコークス炉から副産物として生成されるコークス炉ガスによる製造も増加している。

## ■エタノール

- エタノール (ethanol) は、アルコールの一種。揮発性の無色液体で、特有の芳香を持つ。その分子は、油になじみやすいエチル基 CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>-と水になじみやすいヒドロキシ基-OHが結合した構造を持つ。酸化によってアセトアルデヒドCH<sub>3</sub>CHOに化学変化し、さらに酸化されると酢酸CH<sub>3</sub>COOHになる。空気中で完全燃焼すると、二酸化炭素CO<sub>2</sub>と水H<sub>2</sub>Oを生じる。殺菌・消毒に用いられるほか、溶剤や燃料として用いられる。

CO<sub>2</sub>から製造される化学基幹物質製造技術の動向

- 化学産業においては、エチレンやプロピレンを合成できれば、ほとんどのものが合成できる。
- したがって、化学産業におけるキー化合物は、エチレンとプロピレンであるといえる。さらに、エチレン・プロピレンを製造するためには、メタノール、エタノール、2-プロパノールが必要となる。このうち、メタノールはCO<sub>2</sub>を原料として生産できる化合物である。一方、エタノールや2-プロパノールは、バイオマスからの製造が期待できる。

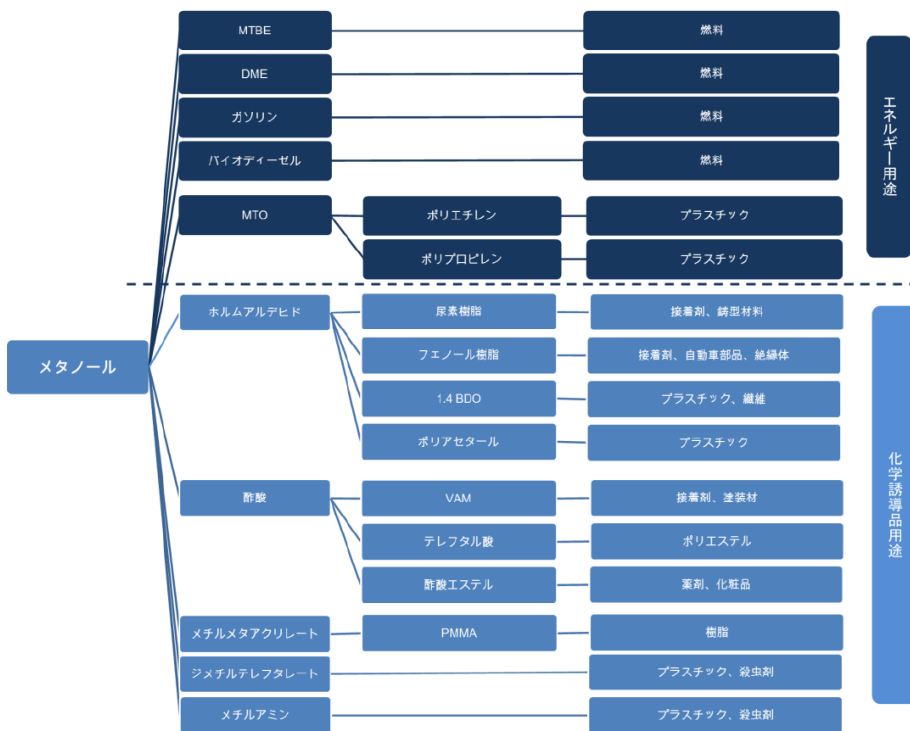
| 基幹物質       | 分類                                     | 技術の概要   | ステージ             |
|------------|--|---|------------------|
| 合成ガス<br>CO | メタンのCO <sub>2</sub> 改質<br>(ドライリフォーミング) | 水蒸気に替えてCO <sub>2</sub> を用いる改質方法。<br>(スチーム/CO <sub>2</sub> リフォーミング法)<br>水蒸気改質とドライリフォーミングを組み合わせることにより、合成ガスのH <sub>2</sub> とCOのモル比をほぼ2にすることができる (FT合成などに都合が良い)。<br>JAPAN-GTL プロセスの合成ガス製造工程はこの方法を用いている。 | 実証               |
|            | 逆シフト反応                                 | シフト反応 (Water-Gas Shift 反応 : CO と水蒸気からH <sub>2</sub> を製造) の逆反応である。吸熱反応であり、高温が有利である。高温で副反応のメタネーションが生じやすい。   | 実用<br>(他プロセスと複合) |
|            | メタンの部分酸化<br>(直接的接触部分酸化)                | 炭化水素と酸素から一段の反応で合成ガスを製造する。原料ガスを化学量論量の半分程度の酸素と反応させ、酸化反応を中途にとどめ、H <sub>2</sub> とCOを製造する。発熱反応であり、他の反応との組み合わせが期待される。   | 研究               |
|            | 電気化学的反応                                | CO <sub>2</sub> を水などの電解質中に溶解させ、電極を用いて電圧をかけると、電気化学的還元が進行する。還元力の低い水を電気のアシストにより還元剤として用いることができる。電極と電解質の種類により主生成物が異なる。   | 研究               |
|            | 光電気化学的反応<br>(人工光合成)                    | 水を還元剤として使い、CO <sub>2</sub> を還元する反応。電気化学的還元の電気の役割を光で代替したもの。<br>光のエネルギーを用いて水から引き抜いた電子でCO <sub>2</sub> を還元することによりCOを合成する。  | 研究               |
| メタノール      | 熱化学的反応 (接触水素化)                         | CRI (アイスランド)、三井化学にてプラント実績あり。平衡転化率の向上が課題   | 実証               |
|            | 液相懸濁層プロセス (溶媒 : ジエチレンリコルジメチルエーテル)      | 反応熱の除去が容易で、触媒を均等に用いることができるが、副生する水を反応系外に出す必要がある。   | 研究               |
|            | 錯体触媒を用いた水素化<br>(液相反応)                  | ギ酸誘導体の合成で先行している技術。メタノール合成の研究は始まったばかり。   | 研究               |
|            | ヒドロメタル化反応 (還元剤 : 水素化ホウ素、水素化ケイ素)        | 触媒の存在下、還元剤との複合体を経由してCO <sub>2</sub> を還元する反応。  | 研究               |
|            | 光電気化学的反応 (人工光合成)                       | 水を還元剤として使い、CO <sub>2</sub> を還元する反応。電気化学的還元の電気の役割を光で代替したもの。<br>光のエネルギーを用いて水から引き抜いた電子でCO <sub>2</sub> を還元することによりメタノールを合成する。   | 研究               |
|            | 生物学的反応<br>(酵素、微生物)                     | CO <sub>2</sub> とNADHとから、FDH、AIDH およびADHを用いる3段階の還元反応でメタノールを合成する。  | 研究               |
| エタノール      | 化学的還元 + 炭素鎖延長                          | 反応メカニズムは未解明。  | 研究               |

資料：東レリサーチセンター「平成29年度科学技術イノベーション創造推進委託事業 エネルギー・環境分野における有望技術の技術課題に関する包括的調査 調査報告書」(2018年3月)

#### メタノールの用途

- ✓ メタノールは大別すると化学誘導品用途と燃料用途の2つに分けられる。大手メタノールコンサルティング会社 MMSA（在シンガポール）によると、メタノール総需要の約48%が化学誘導品用途、約52%が燃料用途である。
- ✓ 化学誘導品用途の中でもメタノール総需要の約30%を占める最大の用途は、木材板や木質製品に用いられる接着剤の製造に広く利用されているホルムアルデヒドである。
- ✓ それに次ぎ、ガソリン、DME、バイオディーゼルなどの代替燃料原料としての需要が大きく、総需要の21%を占めている。3番目の用途は、19%を占める中国におけるメタノール由来オレフィン製造用途、4番目に12%を占める高オクタン価ガソリンの添加物であるメチルtert-ブチルエーテル（MTBE）の製造、5番目に8%を占める酢酸と続く。酢酸は、伝統的にはタバコのフィルターの原料となるアセテートトウやポリビニルアルコール中間物の原料として用いられてきたが、ポリエステル繊維中間物を製造するための反応溶媒としての利用も増えている。

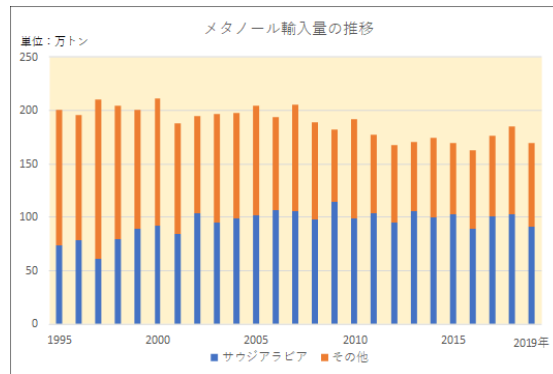
#### メタノールの用途



出典：経済産業省「平成28年度 質の高いエネルギーインフラシステム海外展開促進事業 メキシコ合衆国：プエルトリベルタードメタノール製造事業調査」（平成29年2月）

#### 我が国におけるメタノールの流通状況

- ✓ 我が国のメタノールは、全量輸入である。うち約4割が三菱ガス化学によるものである（三菱ガス化学HPより）。
- ✓ 我が国のメタノールの輸入量は、150～200万トン強/年程度で推移している。
- ✓ 価格は、20～50円/kgと変動がある。直近では、30円/kg程度で推移している。



出典：財務省 貿易統計

#### 北海道におけるメタノール等の流通・利用状況

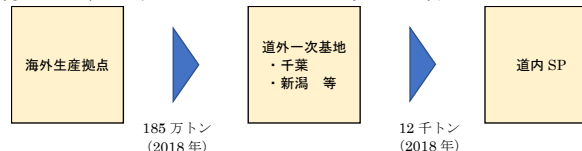
- ✓ 我が国におけるメタノールの輸入量（185万トン、2018年）に、化学工業の製造品出荷額等の北海道の割合（0.6%）をかけることにより、メタノールの道内流通量を推計すると、12,000トン/年となる。

メタノールの道内流通量の推計

| 製造品出荷額等          | 国          | 28,724,200 百万円 |
|------------------|------------|----------------|
| 化学工業<br>(2018年)  | 北海道        | 183,422 百万円    |
|                  | 北海道の割合     | 0.6%           |
| メタノール<br>(2018年) | 輸入量        | 185 万トン        |
|                  | 道内流通量（推計値） | 12 千トン         |

資料：工業統計表、貿易統計

- ✓ 主なメタノール輸入業者のHPから判断すると、北海道には、一次基地（海外からの輸入基地）がない。このため、海外から外航船で道外の一次基地に輸送されたのち、道内に内航船で運搬し、道内のストックポイントにストックしているものと想定される（メタノールは危険物であり、道外からタンクローリー等での運搬はないものと想定）。



- ✓ 道内における主な用途は、以下の通り（ヒアリング結果等より）。

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ホルマリン経由</li> <li>○合板用接着剤</li> <li>○ホルマリン経由で製造</li> <li>○自動車関連部品</li> <li>○ホルマリン経由で、フェノール樹脂を製造し、自動車関連部品に加工</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■直接利用</li> <li>○不凍液としての直接利用</li> <li>○ウィンドウウォッシャー液、床暖房用の不凍液等に、メタノールを混入</li> <li>○機械・装置の洗浄用（殺菌・除菌）</li> <li>○水素製造</li> </ul> |
|--|--|



## 共通課題と苫小牧の可能性

## ■共通課題

## ①製造コストの低減

- メタノールの輸入価格は、30～50円/kgで推移している。
- これに、輸送費用、保管費用を加えたとしても、国内の販売価格は1.数倍程度と考えられる（2倍まではいかない）。
- 輸入代替として利用するとした場合には、この輸入価格に匹敵する製造コストを実現する必要がある。

## ②安定した品質・供給体制

- 製造したメタノールを国内で流通しようとした場合、その品質・量に関して、安定した供給体制を構築することが不可欠である。

③CO<sub>2</sub>フリー水素の製造とそのためのエネルギー確保

- CCUによるメタノール製造に関しては、CO<sub>2</sub>フリーの水素の製造が不可欠である。
- 化学工業会の試算から、苫小牧での規模感を試算すると、以下の通りとなる。

苫小牧におけるメタノール製造の規模感

|                 | 単位   | 化学工業会<br>試算 | CO <sub>2</sub><br>10万トン | メタノール<br>1万トン |
|-----------------|------|-------------|--------------------------|---------------|
| CO <sub>2</sub> | 万トン  | 5,097       | 10,000                   | 1.375         |
| H <sub>2</sub>  | 万トン  | 695         | 1,364                    | 0.187         |
| 電力              | 億kWh | 2,401       | 4,710                    | 0.648         |
| 電力設備容量          | GW   | 208         | 0.409                    | 0.056         |
| メタノール           | 万トン  | 3,707       | 7,273                    | 1,000         |

|                 | 単位   | CO <sub>2</sub><br>10万トン | メタノール<br>1万トン |
|-----------------|------|--------------------------|---------------|
| CO <sub>2</sub> | トン   | 100,000                  | 13,750        |
| H <sub>2</sub>  | トン   | 13,635                   | 1,875         |
| 電力              | 万kWh | 47,098                   | 6,476         |
| 電力設備容量          | MW   | 409                      | 56            |
| メタノール           | トン   | 72,729                   | 10,000        |

資料：内閣府「ボトルネック課題研究会」「CO<sub>2</sub>利用に当たってのボトルネック課題及び研究開発の方向性」をもとに、試算。

## ④地産地消型のメタノールの利用

- CCUにより道内で製造したメタノール及びMTOにより製造したオレフィン系は、道外に運搬して使用するというのは、輸送費用等の面から、非現実的である。
- このため、CCUにより道内で製造したメタノールは、道内で消費することが望ましい。
- このため、輸入代替に、新たな用途開発、エネルギー利用を加えて、地産地消型の利用を検討すべきである。

## ■苫小牧の可能性

- 精油所等から排出されるガスからCO<sub>2</sub>を分離・回収し、地中に貯留する既存CCS設備が存在（10万トン/年のCO<sub>2</sub>）
- メタノールを利活用している工場が立地
- 周辺には、数多くメガソーラーが立地。FIT買取期間終了後に、これらの施設を活用して、水分解等により、安価なCO<sub>2</sub>フリーの水素を製造することが可能（ただし、メガソーラー事業者の協力が不可欠）

苫小牧市における固定価格買取制度認定及び導入状況

|                 |       | 太陽光発電設備 |          |                 |                    |                      |             |         |
|-----------------|-------|---------|----------|-----------------|--------------------|----------------------|-------------|---------|
|                 |       | 10kW未満  | 10kW以上   |                 |                    |                      |             |         |
|                 |       |         | うち50kW未満 | うち50kW以上500kW未満 | うち500kW以上1,000kW未満 | うち1,000kW以上2,000kW未満 | うち2,000kW以上 |         |
| 件数              | 新規認定分 | 826     | 328      | 271             | 10                 | 7                    | 35          | 5       |
|                 | 移行認定分 | 357     | 2        | 2               | 0                  | 0                    | 0           | 0       |
| 導入容量<br>(単位:kW) | 新規認定分 | 3,854   | 190,346  | 11,111          | 3,817              | 4,495                | 54,923      | 116,000 |
|                 | 移行認定分 | 1,365   | 50       | 50              | 0                  | 0                    | 0           | 0       |

資料：資源エネルギー庁HP

## 輸入代替としての可能性

- 現在の道内需要量推計値12,000トン/年。
- 用途は、ホルマリン経由での合板用接着剤や不凍液用途。
- 安定した品質・供給体制が構築できれば、輸入代替として利用される可能性が高い。
- ただし、輸入価格と遜色ない価格設定ができるかが課題として残る。

## 新たな用途開発の可能性

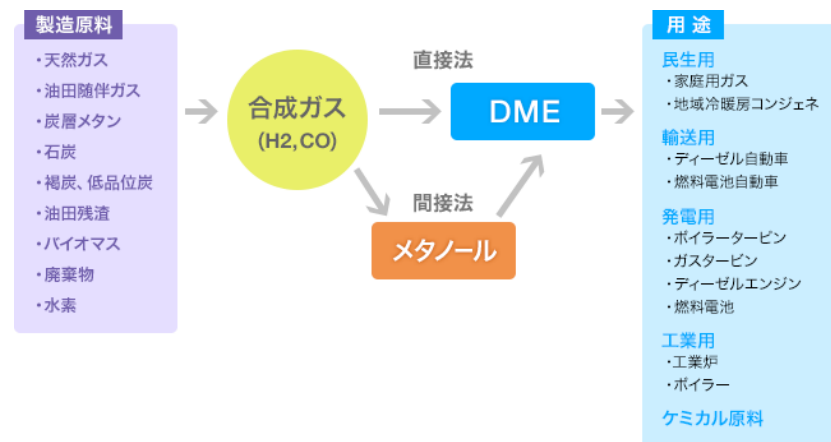
- ホルマリン経由で、フェノール樹脂、ポリアセタール樹脂を製造し、電子材料、家電の部品等に利用する。ただし、道内でこれらの樹脂を利活用する事業者の発掘・育成とあわせて検討する必要がある。
- 道内では、ホルマリン経由の化学品原料分野はあるものの、酢酸経由の化学品原料分野の製造は行われていないものと考えられる（ヒアリング結果より）。
- 酢酸は、商業価値の高い様々な用途で使用される中間体として発達した。その用途は、繊維、ペンキ用ラテックスエマルジョン樹脂、接着剤、塗工、織物仕上剤、セルロースアセテート糸、タバコのフィルター向けアセテートトウ、セルロースプラスチックにわたり、需要は主に非耐久消費財である。
- メタノールから酢酸を作ることにより、新たな用途開発につながるものが期待される。

## MTOによるオレフィン系製造の可能性

- MTO技術により、メタノールをオレフィン系（エチレン、プロピレン）に変換すれば、プラスチックに使用されるポリエチレンやポリプロピレンの原材料となり、その用途・利用量は飛躍的に広がる。
- ただし、道内には、エチレン、プロピレンから、プラスチック原材料を製造する工場がない。このため、MTOまでを視野に入れる場合には、プラスチック原材料の製造プラントも併せて整備・導入する必要がある。
- 中国では、石炭を原料として合成ガスからメタノールを経由してエチレンを合成するプロセスCTO(Coal to Olefins)と輸入メタノールを用いてエチレンを製造するプロセスMTO(Methanol to Olefins)から、オレフィン系を製造している。MTOプラントの規模は、MTOの商業化を検討する上での規模感の参考になるものと考えられる。

## エネルギー利用の可能性

- エネルギー利用のうち、有望なのは、DMEとガソリン（MTG）。
- ガソリンブレンド及びMTBEについては、中国では大量に利用されているものの、わが国では、自動車の燃料処理システムの材質を変更する必要があることから、商業化の制約要因となっている。
- DMEは、右に示すように、多様な用途で利用可能である。
- ガソリン製造（MTG）については、天然ガスからメタノールを介してガソリンを精製する大規模プラントが既に稼働している（トルクメニスタン、川崎重工）。また、触媒改良により、オクタン価の高い燃料成分を作ることも考えられる。



出典：日本DME協会HP

# Ⅲ. 産業公害防止対策に係る意見交換会

## ■意見交換会の概要

### 【会議の目的】

- 本事業を実施するにあたり、学識経験者等で構成する「産業公害防止対策に係る意見交換会」を開催し、廃プラスチック処理やカーボンリサイクルなどを中心に、産業公害防止対策に関する意見交換を行い、とりまとめの参考とする。

### 【メンバー】（五十音順、敬称略）

- 学識経験者
- 石井 一 英 北海道大学大学院工学研究院 環境創生工学部門 環境管理工学分野 教授
  - 大沼 進 北海道大学大学院文学研究院 行動科学分野 教授
  - 加賀田 和 弘 小樽商科大学 商学部 商学科 教授
  - 福士 明 北海学園大学 法学部 教授
  - 増田 隆 夫 北海道大学大学院工学研究院 応用科学部門 化学工学分野 教授
  - 山下 竜 一 北海道大学大学院法学研究科 法学政治学専攻 教授

### ■北海道経済産業局

- 田口 晴彦 資源エネルギー環境部 環境・リサイクル課長
- 林 龍彦 資源エネルギー環境部 環境・リサイクル課 課長補佐
- 山田 晃弘 資源エネルギー環境部 環境・リサイクル課 環境対策係長

### ■事務局

- 小山 秀教 (株)北海道二十一世紀総合研究所 調査研究部長
- 有我 功 (株)北海道二十一世紀総合研究所 調査研究部 主席研究員
- 泰永 裕之 (株)北海道二十一世紀総合研究所 調査研究部 シニアコンサルタント

### 【開催日程】

|     | 開催概要                                       | 意見交換のテーマ                          |
|-----|--|-----------------------------------|
| 第1回 | 令和2年2月12日（水）17:00～19:00<br>@北海道経済産業局 特別会議室 | 廃プラスチック処理やカーボンリサイクルなど産業公害防止対策について |
| 第2回 | 令和2年2月28日（金）17:00～19:00<br>@北海道経済産業局 特別会議室 | 新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、中止            |

## ■第1回意見交換における主な論点

- ▶ 北海道における廃棄物処理の課題・問題点について
- ▶ レジ袋の有料化について
- ▶ 海洋ごみ問題について
- ▶ 廃プラスチックの油化について
- ▶ 法制度面から見た3Rの現状と課題について
- ▶ 容器包装リサイクル法について
- ▶ 廃プラスチックの目標～脱プラスチック・脱石油文明～について
- ▶ 北海道における循環経済構築上の課題～輸送面でのハンデ～について
- ▶ デポジットシステムについて
- ▶ PETボトルのリサイクルについて
- ▶ 廃プラスチックの発生量・割合について
- ▶ 産業廃棄物廃プラスチックの処理について
- ▶ 中国等の輸入規制厳格化に対する産廃業者の取組について
- ▶ カーボンタックス（炭素税）、J-クレジット制度について
- ▶ ESG投資、RE100について
- ▶ CCUSについて
- ▶ サーマルリサイクル（発電焼却、熱利用焼却）について
- ▶ 苫小牧におけるNEDOプロジェクト（CCU）の取組について
- ▶ 北海道版プラスチックのマテリアルフローについて

