2021　あいち環境塾提言「20 年後の未来社会へ向けての環境に関するビジネスモデルや政策」

廃プラ；　地域におけるサーキュラーエコノミー

中級コース
今村　将基（あいち環境塾 3 期生）

1.　現状の把握（課題認識）

プラスチックごみの問題は地球全体の問題である。人工素材であるプラスチックは天然素材と比べて、製造コスト、耐久性、加工のしやすさ、など数々のメリットがあり、工業製品、日用品、繊維など多種多様な使用をされ、欠かすことのできないものとなった。反面、自然界で分解されないので陸地、海洋を問わず、ごみとなり、行き場をなくしている。海洋プラスチックごみの影響は甚大で、ウミガメ、クジラなどの海洋生物に悪影響を与えているのみならず、マイクロプラスチック（５ｍｍ以下になったプラスチックごみ）は大きさがプランクトンと同じくらいなので小魚などが食べて蓄積してしまう。食物連鎖によりもっと大きな魚に濃縮されていくリスクがある。

日本で発生したプラスチックごみの一部は資源として海外に輸出されていたが、隣国の中国は２０１７年をもってプラスチックごみの輸入を禁止した。輸出先は東南アジアへ移りベトナム、マレーシア、インドネシア、フィリピンなどの国々が汚れたプラスチックごみの受入れを禁止した。

まず、プラスチック製品が大量生産されだした 1950 年から 2015 年までの流れを見たい。

図 1

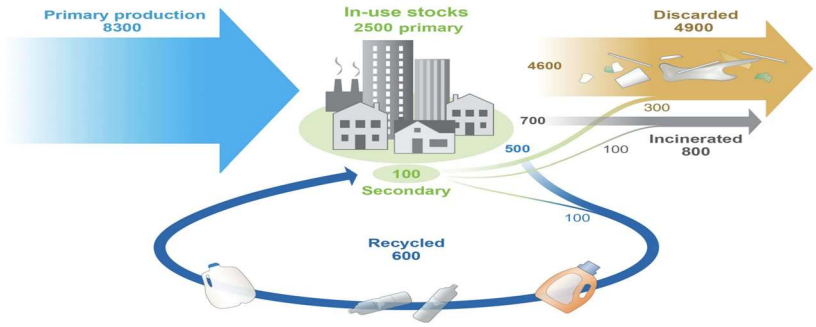
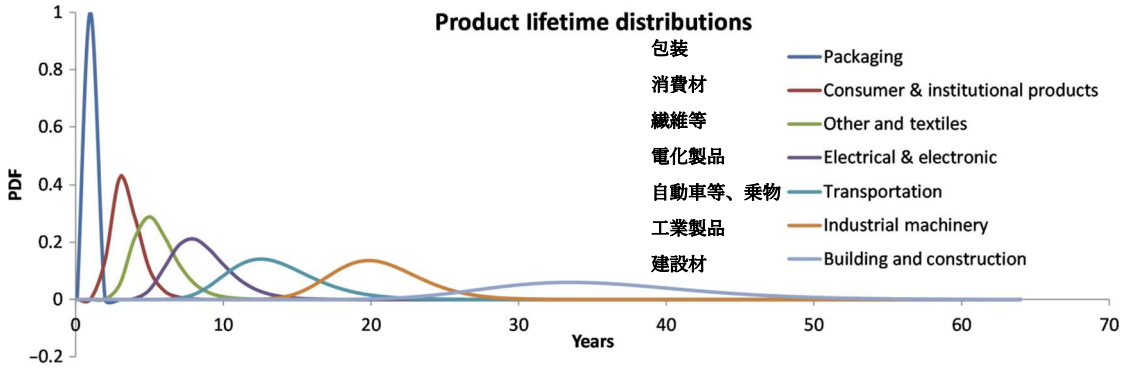


Fig. 2. Global production, use, and fate of polymer resins, synthetic fibers, and additives (1950 to 2015; in million metric tons).

図１　“Production, use, and fate of all plastics ever made” (1) によるとこの期間に世界中でつくられたプラスチックは 83 億トン、廃棄されたのは 49 億トン、その 49 億トン中で燃やされたのは 8 億トン、使われているのは 25 億トンである。また、リサイクルされているのは 6 億トンとなっている。総生産量の 5 割以上が廃棄されている。

上述の状況をふまえると、世界中で使い終わったプラスチックが陸上ではゴミとしてあふれ、河川中にも拡がり、そして海洋に流れ着き、分解できずにマイクロプラスチックとして存在し、として行き場を失っていることも納得せざるを得ない。

図 2



プラスチック製品の寿命　（対数正規分布図）

図 2 はプラスチック製品の寿命を種類別に分けて示してある。食品包装などは非常に期間が短い。これはスーパーなどで販売されている商品の包装を想像していただければイメージに合致するのではなかろうか。一方、耐久性が求められる建設材、工業製品等は数十年という風雪に耐えて使用される。

2017 年末に中国が廃プラスチックの輸入・利用規制を厳格化してから、2018 年にはタイ、ベトナムマレーシアが同様に規制を厳格化した。このように東南アジア各国でも輸入規制が実施され、バーゼル条約の改正で輸入国側にも規制が敷かれるようになった結果、日本での国内処理の必要性は非常に高まってきている。「どのようにこの廃プラスチック問題を解決するのか」、はどのように「持続可能な社会」を創っていくのかに関わる大きな課題である。

2.　20 年後、未来に向けての提言の概要

プラスチックはとても有用な素材であり、使用を全く無くすことなどできない。

しかし、プラスチックゴミを減らす事は地球規模の課題である。このような世界的な流れを受けて日本においても

「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」が 2021 年 6 月 4 日に法案

可決され、2022 年 4 月には施行される運びになっている。この法律には Reduce（発生抑制）、Refuse（発生回避）、Recycle（リサイクル）, Reuse（再利用）を徹底していこう、という意図をくみ取れる。本法律の目指すところを理解し、20 年先、2040 年の頃に様々なテクノロジーが実用化していくであろうことを前提として、愛知県内の人口約 20 万人規模の A 市を念頭に置いて実証実験出来るのではと思っている事を提案したい。

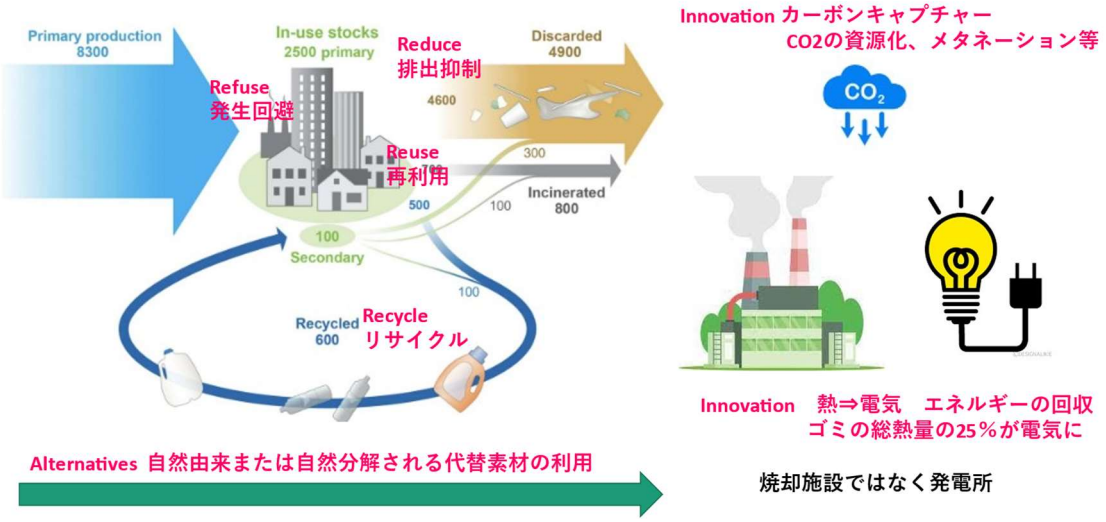
４R と A.I

提案として 4 R（発生回避、排出抑制、再利用、リサイクル）と代替素材の利用（Alternatives）、そしてイノベーション(Innovation) を挙げたい。

プラスチック問題について話をするのに 4 R（発生回避、排出抑制、リサイクル、再利用）は避けては通れない。2022 年 4 月に施行される法律もこの 4 R をどのように実効性を高くして行うのか、についての法である。

この未来への提案では再利用、代替素材（　A　）、とイノベーション（　I　）に注力して説明をしたい。

未来のイメージ図



3.　提案の内容

以下の図は世界のプラスチックについて 1950 年から現状が続いとして起こるであろう 2050 年までのごみと廃棄の累積量を示している。

図 3

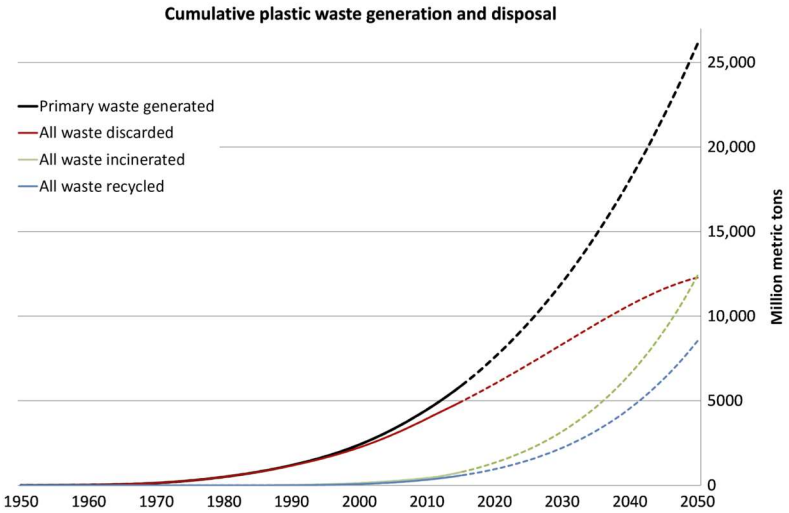


Fig. 3. Cumulative plastic waste generation and disposal (in million metric tons). Solid lines show historical data from 1950 to 2015; dashed lines show projections of historical trends to 2050.

カーボンゼロを目指して社会が動いていく中で、新しい取り組みや、イノベーションは欠かせない。一時期よく耳にした「地方創生」が向かうべきところは社会の課題を解決するための人材、企業が集まり、産業を立ち上げていくことではないかと思う。一市町がその育成をサポートする、そして市町も発展するという廃プラ問題を切り口とした循環経済を創れるのではないだろうか。

（1） 環境配慮設計の取組み支援（Reuse、Recycle）

プラスチックごみの発生を抑えるためにリユース、リサイクルに効果的な環境配慮型設計と実際の活動成果に対して市町から企業を表彰する。
そして建設などの入札制度にあるような「総合評価」という視点から調達で優遇を受けられるようにする。
民間企業のこのような取組みが「経済的なアドバンテージに結びつく」というメッセージを行政側が送ることによって市場でよく耳にする「コストが高くなる」「メリットがない」という認知を変えることが出来ればと思う。

（２）　そもそもの発生の回避（Refuse）と代替素材（Alternatives）

現在、市場で流通しているプラスチック製品の発生量を抑える。
上図の黒破線を見て頂ければわかるように、プラスチックごみは増え続けていく。まずはごみの発生源である発生を抑える。「プラ製品８項目の寿命」で示している短寿命の製品（約 10 年以内、短い方から包装類、消費材、繊維等）の優先順位を上げて取り組む。発生量を抑えつつ、分解される素材へと変更できるものは代替原料、例えば国内産間伐材、や紙製、バイオマスプラスチック、あるいは生分解性プラスチックへと変更していく。
持続可能な社会創りのために、出来るだけ地中からの原料（プラスチック）から地上の原料（木材、竹）などの代替品を使用していく。

（３）　溶融炉の更なる活用と CO2 の分離・回収（Innovation）
４R を行ったうえで再利用、リサイクルに適合しないプラスチックごみは燃焼し、エネルギーを電気に変えて活用する。そして排出される CO2 は捕集し、エネルギーの循環に役立てる。

4.　(1)環境配慮設計の取組み支援策　（Reduce, Reuse, Recycle）
２０２２年４月から施行される法律（以下、廃プラ新法案　と記す）ではプラスチック製品の設計・製造辞典からリサイクルを念頭に置いた製品を推進しようとしている。例えば、A 市が管理する施設等で購入をする場合に、環境配慮設計を盛り込んでいるかどうかを選考の基準に入れる。飲料水などで考えると製品自体の設計はもちろん、飲み終えた空容器がどのようなルートでどのように処理されて、最終的に出口がどんな％がリサイクルされ、あるいは燃やされ、など情報公開できる納入業者を加点対象として入札制度を行う。他の応札業者の価格、環境配慮設計、その後の処理ルートなどについて明確に市民に対して説明ができるような制度の設計が望ましい。１年単位での契約期間として終了してからの処理フロー図と数量が明示されると良いのではないだろうか。

(2)発生の回避と代替素材　（Refuse, Alternatives）
廃プラ新法案では ワンウェイプラスチックの使用の合理化も重点的に取り扱っている。実験的にこの市内でのワンウェイプラスチック製品の流通を禁止してみる。
同時に代替素材(間伐材、バイオマスプラスチック製、生分解性プラスチック製)の製品のみに限定し、コンビニエンスストア、スーパーマーケット等ではレジ袋と同様に有料化を実施する。

(3)ごみ処理施設、その先へ

この案の中で想定している市町には溶融炉が２炉ある。

プラスチックごみが国内で滞積している現在の状況下で、溶融炉の余剰能力を活用しようという提案である。そして燃焼したエネルギーを熱や電気に換えて地元で活用する。プラスチックごみにはリサイクルするにはエネルギーや労力を新品以上に必要となるものも多量に含まれる。それらを燃焼してエネルギーに換えて活用する事は有効な手段である、と考える。

　実際にスウェーデンはごみを燃やすことによって熱、電気を生み出し活用している。

　https://eneken.ieej.or.jp/data/6384.pdf

　（一般財団法人日本エネルギー経済研究所）

下図のように２つの溶融炉を合わせて日量１９７トンの処理能力がある。

溶融炉のメンテナンス期間を年間約２か月と稼働日は 300 日と仮定出来る。

197 トン/日　×　300　日　＝　59,100　トン　が最大処理量と推測される。

表２-２-１ [redacted]センターの概要

名　　称	[redacted]	
所 在 地	[redacted]	
敷地面積	35,473.90 ㎡	
建物面積	延べ 12,568.82 ㎡	
施設種類	ごみ溶融施設	ごみ破砕施設
処理能力	197ｔ／日 （98.5ｔ／日×２炉）	27ｔ／5h
処理方式	シャフト炉式ガス化溶融炉	破砕選別方式 （鉄、アルミ回収）
竣　　工	平成 27 年３月	
総事業費	約 14,680,000 千円	

小牧市ごみ処理基本計画（令和２年度～令和６年度）から

では実際にはどのくらいの搬入量があるかというと、平成 27 年から 30 年までの 4 年間に搬入された実績値を図＊で示す。この市町の人口は平成 27 年をピークとして減少していっている。

表２-２-２　ごみ溶融施設における処理量

（単位：ｔ/年）

			H27	H28	H29	H30
搬入	家庭系燃やすごみ		22,164	21,659	21,580	21,173
	脱水汚泥・し渣（※）		31	－	865	909
	事業系燃やすごみ		11,159	10,401	10,401	9,968
	破砕残渣（破砕後可燃物）		3,531	3,378	3,259	3,498
	計		36,885	35,438	36,105	35,548
搬出	資源化	集じん灰	218	207	216	241
		スラグ	3,114	3,387	3,233	3,263
		メタル	361	298	338	332
		計	3,693	3,892	3,787	3,836
	埋　立	集じん灰	1,096	929	879	843
		計	1,096	929	879	843

小牧市ごみ処理基本計画（令和２年度～令和６年度）から

年間最大処理力　59,100 トンであるので　年間処理実績量　36,000 トンを差し引くと　約 20,000 トンの受け入れが可能ではないだろうか、と仮定出来る。国内で滞留しているプラスチックごみを熱や電気エネルギーに換え有効活用するためにも受け入れをするのが良いのではないか。現実的な面からみても汚れたプラスチックを洗浄し、選別し、乾かして原料として回収する、あるいは再利用するのはある一定レベル以上の廃棄物に限られると思う。

処理費に関しては愛知臨海環境整備センター（ASEC）と民間事業者の処分単価をもとに考慮する。過度に民業圧迫にならないように民間事業者よりも高い単価を設定することで配慮をしたい。

ここから生まれた利益については、環境ビジネス（ＣＣＵ等）の振興を軸とした産業の育成、研究機関との協業、ベンチャー企業の誘致、育成などを通じて一地方自治体が地域の発展のために活用する資金とする。

プラスチックを燃やすことでＣＯ２が発生するが、ＣＯ２の回収・利用へとつながるように企業、研究機関などと連携し、実証実験を行えるようにしていく。

地元の企業がＣＯ２分離膜を開発し、２０３０年の実用化を目指しているという発表があったので、技術の開発・発展によって社会が変わっていくであろう事例として示したい。

参考資料：　産業ガス向けのＣＯ２分離膜を開発　https://www.ngk.co.jp/rd/subnano/

分離捕集したＣＯ２を燃料化する技術（メタネーション）の実用化もなお一層進めば溶融炉で廃プラスチックを燃やし、熱、電気でエネルギーの回収をし、排出される

ＣＯ２を燃料化する、という一連の流れが出来るかも知れない。

5. 波及効果

廃棄されるプラスチックは広範囲にわたる問題である。製造段階でのリサイクル、リユースを想定した製品設計とリサイクル、リユースの徹底、プラスチックの代替素材の活用を実施しすることでごみの排出量を抑制する。

そのうえで、経済的合理性の合うプラスチックごみのみ燃焼し、エネルギーとして回収し、利用していく。ＣＯ２の分離捕集・燃料化などの実用化に向けて１市町村が確固たる意志を思って取り組むことで全国に向けて発信できるのではないかと思う。その考えに共鳴する企業、人材が集まってこれからの社会を創ることにもつながるので、と考える。「廃プラ地域におけるサーキュラーエコノミー」という表題の意図するところはプラスチックという枠のみの循環サイクルということではなく、廃棄物をエネルギーとして回収・利用する事。そして官（市町村)、民、学が一緒になって今後の地域社会の未来を創っていく、新しい産業の創造をしていく、という理想を実現化していくことによる経済面も含めた循環社会の創生を願いたい。

6. 最終報告会における議論

公共施設である溶鉱炉のプラごみ燃焼利用について

質問：溶鉱炉のアイデアは理解できるが、民間レベルの取組みが沈静化してしまうのではないだろうか。
そもそも燃やすなら分別しなくて良いのでは、という懸念がある。

回答：民間との折り合いは必ず議論に上がってくることであると認識しています。
この部分については、処理価格の設定でバランスをとれると思います。
分別しなくても良いという風潮になるのでは、という懸念についてはそもそもの排出を抑制しましょう、という考えが普及啓発・啓蒙につながる、と考えています。

質問：４Ｒのうちどれが一番重要でしょうか

回答：どれ、というわけでなく、どれも重要と考えている。

質問：全体と個々の数字をみているのであれば、近年の議論とエネルギー的な視点で相違がある部分に気づいてほしかった。

この質問について本報告書を纏める中で現時点での回答を考えました。

プラスチック製の乗物の部品、工業製品、建材などの耐久材としての利用は

製品寿命が約１０年以上となるものが大半です。
一方、包装用、消費財、衣類等の製品寿命は短く、生産頻度も高く、早く回転しています。この短期サイクルのプラスチック製品の設計からリサイクル、リユースを念頭に置いて製造する事で廃棄にまわる量も減らせます。そして、現状ワンウェイプラスチック製品を使用しているものについては素材自体を分解できるものに変更していくことでプラスチックごみの排出量を減らす事が出来る、と考えます。

質問：プラスチックの種類と循環圏構築の難しさについて
PET ボトルであればわかりやすいが、様々なプラ排出があるなかで、どこから取り組むかを明示出来ればより良いのでは。

このアドバイスを頂いて、日本国内のプラスチックのマテリアルフロー図を参考にして考えを纏めました。
下図４，５，６から排出されるプラ廃棄物の 46.8%は包装・容器等/コンテナ類であり、約 397 万トンである。そして、樹脂別でみると、ポリエチレン、ポリプロピレンで約 57.8%、491 トンになる。
別の切り口から見ると一般系廃棄物の 77.2%、318 トンが包装・容器等/コンテナ類である。
ポリエチレン、ポリプロピレンの使用用途は、スーパー・コンビニのレジ袋、ラップフィルム、透明のポリ袋・包装材、気泡緩衝材、電線やケーブルの被覆材、衛生手袋、ガソリン・灯油タンク、洗面器などに使われる。
家庭からでる包装・容器等/コンテナ類のプラごみが大きな割合を占めるのでこの部分を重点的に対処すると最も大きな効果で出ると思われる。
使用後を想定した製品の設計、出来るものはリサイクル、汚れ等でリサイクルが難しいものは燃焼し、熱、電気としてのエネルギーの回収を行う。

図４

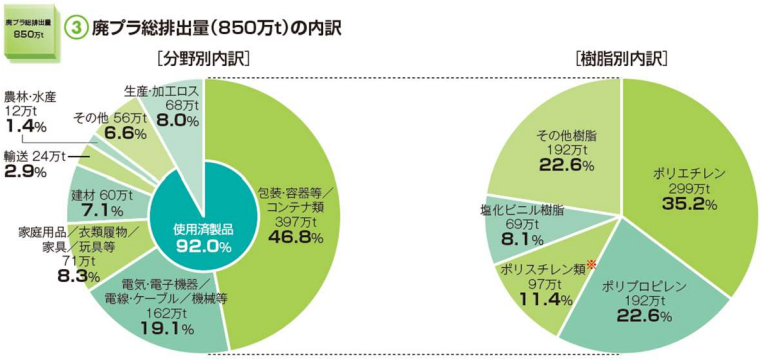


図 5

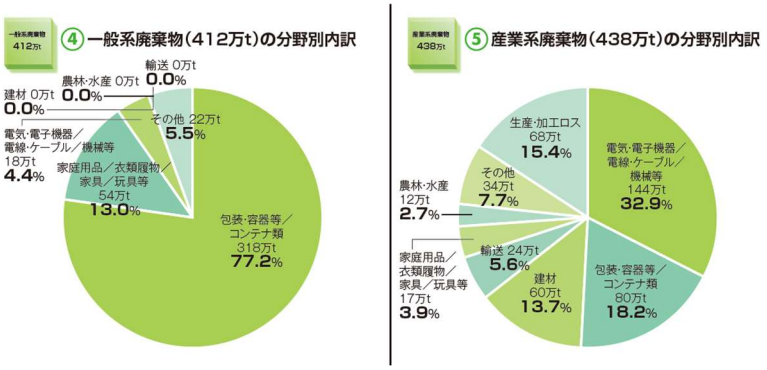


図 6

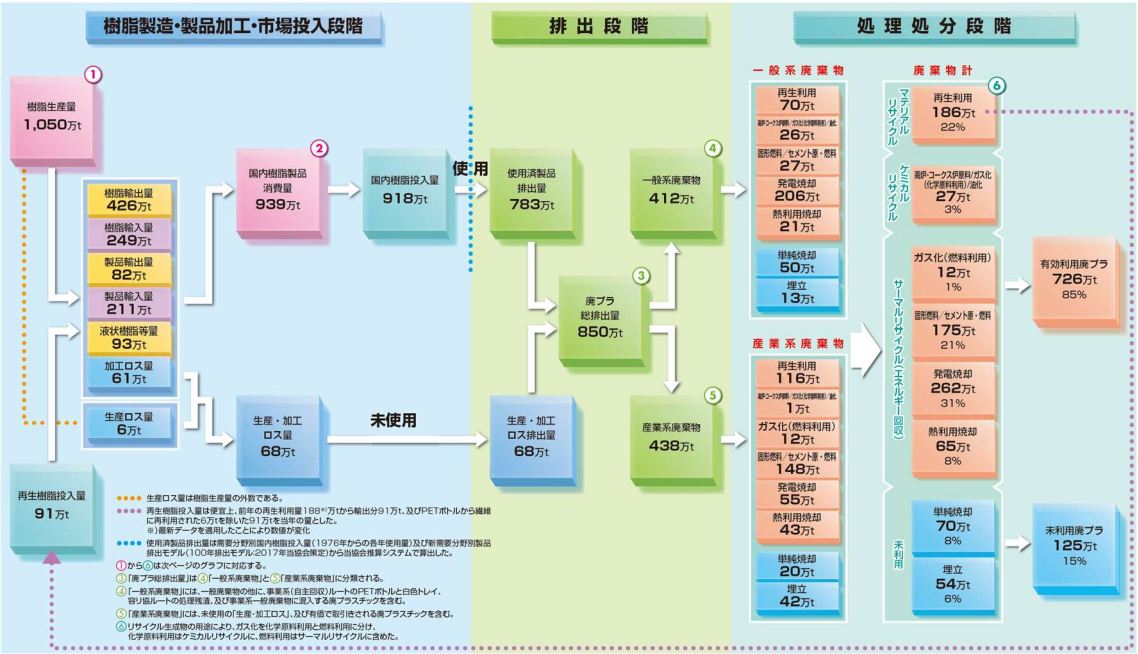


図 4，5，6：　2019 年　プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化。処理処分の状況から

【引用文献】

（1）　一般財団法人エネルギー総合工学研究所：「図解でわかるカーボンリサイクル」

（2）　Roland Geyar, Jenna R. Jambeck, Kara Lavendar Law:　“Production, use, and fate of all plastics ever made” Science Advance, 19 July 2017, vol 3, Issue 7

（3）　インフォビジュアル研究所：「図解でわかる　14 歳からのプラスチックと環境問題」

（4）　小牧市：「小牧市ごみ処理基本計画（令和 2 年度～令和 6 年度）

（5）　中央環境審議会循環型社会部会プラスチック資源循環小委員会、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、プラスチック資源循環戦略ワーキ

ンググループ　合同会議（第１０回）
「プラスチックを取り巻く国内外の状況〈参考資料集〉」令和 3 年 8 月 23 日
（６）一般財団法人　日本エネルギー研究所　新エネルギー・国際協力支援ユニット　新エネルギーグループ：「スウェーデン：ごみのエネルギー利用が隣国ノルウェーに影響」2015 年 11 月　掲載