CLOMA

CLOMA VISION

企業連携が生み出す新たなイノベーション

Alliance creates new innovation

Japan Clean Ocean Material Alliance

目次

第1章　CLOMA ビジョンの目的と背景

１. プラスチックの役割と社会的課題の変遷

２. 海洋プラスチックごみ問題と CLOMA の狙い

第2章　現在のプラスチックの使用と処理の状況及び技術トレンド

１. 環境負荷低減を追求してきた日本

２. プラスチック製品の特徴とライフサイクル

（1）総論

（2）製品ごとの特徴

３. 海洋プラスチックごみ問題解決のための現状の取組

（1）総論

（2）技術トレンドと課題

第3章　あるべき姿

１. 持続可能な3R 体制の構築と素材技術の貢献により実現するクリーン・オーシャン

２. 実現すべき技術、サービス、社会システムとそのアクション例

（1）プラスチック使用量削減

（2）マテリアルリサイクル率の向上

（3）ケミカルリサイクル技術の開発・社会実装

（4）生分解性プラスチックの開発・利用

（5）紙・セルロース素材の開発・利用

第1章　CLOMA ビジョンの目的と背景

1．プラスチックの役割と社会的課題の変遷

プラスチックは自動車や航空機から消費生活用品に至るまで、あらゆる用途に用いられる素材として、様々なイノベーションを可能とするとともに、私たちの生活を便利で豊かなものとしており、今では社会生活になくてはならないものとなっている。これは、プラスチックには、熱に強いものや、強度の高いものなど、様々な種類が存在し、さらにこれらを組み合せることによって、多様な機能を発揮するからである。

20 世紀初頭に発明された最初のプラスチック「ベークライト」は、石炭から製造され、キッチン用品や受話器などに幅広く使用された。その後も、ポリ塩化ビニルやポリスチレンなどのプラスチックが次々と工業化されていった。化学組成や製造方法により多様な機能を発揮できる可能性が注目され、様々な機能を発揮するプラスチックが開発され、新たな用途開発につながっていった。

一方で、プラスチックの生産量が爆発的に増加していく中、プラスチックの使用後の処理という課題が顕在化してきた。プラスチックは埋め立てても土壌で分解されないことや、焼却時に大きな発熱が生じることなどの特徴を有し、従来の処理方法を見直す必要に迫られた。日本では廃棄物処分場不足の問題も相まって、焼却施設の整備が進められ、石油ショック以降は同時にエネルギー回収も行われるようになった。

1992 年に開かれたリオデジャネイロでの地球環境サミットで、地球温暖化をはじめとする「持続可能な開発」が提唱されると、廃棄物問題に止まらず資源制約への取組も国際的に重要な課題として意識されるようになる。資源が乏しい日本においては、1991 年、工場の副産物などを再生資源と捉え資源の有効利用を促す法律が整備され、以前から培われていた「ものを大事にする」、「もったいない」という文化的土壌と相まって、資源循環の取組が急速に進んでいった。容器包装プラスチックでは、1995 年に一般廃棄物の多くを占める容器包装廃棄物の発生抑制及びリサイクルを図る容器包装リサイクル法（以下「容リ法」という。）という欧州に倣ったリサイクル制度が整備された。2000 年には、大量生産・大量消費・大量廃棄型の経済システムから脱却し、3R（リデュース、リユース、リサイクル）の実施と廃棄物の適正処分を目指す循環型社会形成推進基本法が整備され、2010 年には、同法に紐づく形で、「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律（グリーン購入法）」により、国等の公的機関が率先して環境負荷の低い製品・サービスを使用することなどが定められた。これに応じるように、産業界においてもリサイクル技術の開発とともに、資源の有効利用を意識したものづくりが活発化し、法制度と産業界の自主的取組が一層充実化されていった。

資源循環は国内にとどまらず、グローバルに行われてきた。中国や ASEAN 諸国は、廃プラスチック等の再生可能な資源を輸入し、急速に成長する国内の旺盛な需要を満たしてきた。しかし、一部の事業者により著しく質の悪い廃棄物が輸入されたことなどを背景に、2017 年、中国は廃プラスチックの輸入を一部禁止する方針を示し、半年後に実行している。この動きは、ASEAN 諸国にも波及しており、これまで廃プラスチックの輸出をしてきた国々は、新たな処理方法を検討する必要に迫られている。

その他の社会的課題の解決においても、プラスチックに関する更なる対応が求められている。例えば、地球温暖化対策の国際的な枠組みの進展に伴い、プラスチックにおいてもバイオマス由

来の原料の活用が進められていたり、2015 年に国連において提唱された SDGs（Sustainable Development Goals）などの多様化した社会的課題の同時解決に向けてもプラスチックを巡る動きは期待されている。

2. 海洋プラスチックごみ問題と CLOMA の狙い

近年、プラスチックを巡る新たな世界規模の課題として海洋プラスチックごみ問題が注目されている。2015 年、世界で約 800 万トン以上のプラスチックが陸域から海域に流出しているとの報告[1]がされ、その翌年には、2050 年に海洋中のプラスチック量が魚の量以上に増加するとの試算が発表[2]されるなど、今後の持続可能性に対する懸念が示された。海洋プラスチックごみは、PET ボトルなどのプラスチック製品の形状を維持しているような「マクロプラスチック」と、大きさが 5mm 以下の微細なプラスチック片である「マイクロプラスチック」に分けて議論されることが多く、それぞれがもたらす環境への影響も異なると言われている。マクロプラスチックとして環境中に存在する主なものやマイクロプラスチックビーズについては、第２章においてその特徴等をまとめているが、この他マイクロプラスチックとしてタイヤカス、樹脂ペレット、衣服の繊維などの海洋流出も指摘されている[3]。

日本には長年にわたって、資源の有効利用や環境負荷低減の実現方法について検討し、技術や社会システムの革新によって実践してきた歴史がある。海洋プラスチックごみ問題についても、その解決にあたっては、これまで培ってきた技術やノウハウを更に深化させることで、貢献することができると確信している。海洋プラスチックごみの削減には、まず、不法投棄やポイ捨てなど不適切な廃棄行為等をなくすことが重要である。その上で、3R の取組を深化させるとともに、意図せずに環境中に放出されるプラスチックに対するアクションも重要となる。したがって、廃プラスチックを適正に回収、処理するための社会システムや、それらを有効利用するための技術を向上させることで、プラスチック製品の循環を促進していくとともに、自然環境下において適切に分解されるなど環境負荷を一層低減できる素材・製品などの開発も求められる。国外においても、これらの制度・システムや技術・製品・ビジネスモデルを国情に応じて展開していくことで、国外から発生する海洋プラスチックごみの削減にも寄与することが重要である。さらに、海洋プラスチックごみ問題の解決にあたって、リサイクルシステムの最適化や従来の化石資源由来のプラスチックの代替品の普及を促進することで、二酸化炭素排出削減による気候変動の抑制、非可食原料を用いることによる食糧不足の回避など、SDGs に掲げられる他の社会課題を同時達成していくことが期待される。

海洋プラスチックごみ問題を解決に導くためには、一企業の枠を超えて、それぞれが持つ技術やノウハウを組み合せながら、あるいは新たな技術開発に向けて知恵を出し合うとともに、多様なステークホルダーの理解と協力を得て社会全体の取組として進めていく必要がある。この CLOMA ビジョンでは、本問題の解決に向けて、現状を振り返った上で、今後 CLOMA の活動に取り組むにあたって共有すべき方向性を示すことで、製品のバリューチェーンに関わる企業間の連携を促進し、「クリーン・オーシャン」を実現する新たなソリューションを日本から発信していくことを目指す。

---

[1] （出典）Jambeck ら, Plastic waste inputs from land into the ocean, Science, 2015

[2] （出典）エレンマッカーサー財団, New Plastic Economy, 2016

[3] （出典）Eunomia, Plastics in the Marine Environment, 2016

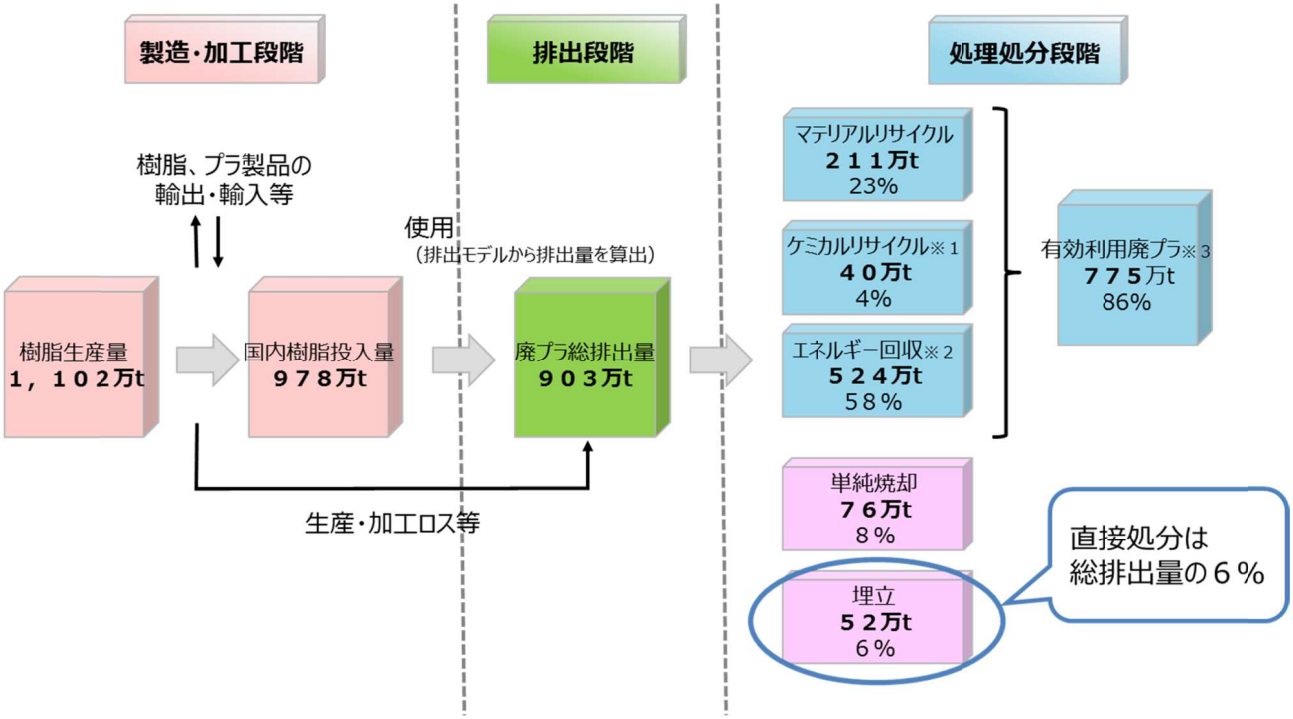
第2章　現在のプラスチックの使用と処理の状況及び技術トレンド

1．環境負荷低減を追求してきた日本

資源が乏しく、国土面積の小さい日本では、海洋プラスチックごみ問題が世界的に議論される以前から、資源を有効に利用し環境負荷を低減するシステムを定着させてきた。現在では、再生材として利用する「マテリアルリサイクル」に加え、裾野の広い産業インフラを活用し、フィードストックとして利用する「ケミカルリサイクル」や「エネルギー回収」を効果的に組み合わせることで、廃プラスチックの有効利用率[4]は 86%を達成しており、「ジャパン・モデル」ともいうべき埋め立て処分量の少ない社会を実現している。特に、政府による規制的手法だけでなく、業界団体が中心となった産業界の自主的取組によるきめ細かな活動が積極的に展開されている点や、持続可能性に対する意識が高く、分別廃棄を積極的に行う消費者等がそれらの取組を支えている点も日本の特徴といえる。

こういった取組を長年にわたって進めてきた日本では、海洋プラスチックごみ問題という新しい課題に対しても、これまで培った技術、ノウハウの下、解決に向けたさらなる取組を加速している。本章では、プラスチック製品に求められる機能やライフサイクルなどの基礎的な情報について整理した上で、既に進められつつある取組について概観する。

日本のプラスチックの再資源化の現状（2017）[5]



※1 ケミカルリサイクル：高炉・コークス炉原料、ガス化等、※2 エネルギー回収：固形燃料、セメント原燃料、発電焼却、熱利用焼却

※3 有効利用廃プラには、輸出分も含まれる

---

[4] 有効利用とは、「廃プラスチックを破砕、溶融、固定化等の処理を行い、プラスチック原料やプラスチック製品に再生するマテリアルリサイクル」、「廃プラスチックを化学的に分解するなどして原料利用するケミカルリサイクル」、「廃プラスチックを焼却して熱エネルギーを回収したり、固形燃料にしたりするエネルギー回収」の3種類の処理方法を指す。

[5] プラスチック循環利用協会のデータから経済産業省にて編集。なお、四捨五入による数値の不一致は一部存在する。

リデュース・リサイクルに関する産業界の自主的な取組

取組	目標
PET ボトルのリデュース	2020 年度までに、指定 PET ボトル全体で 25%の軽量化 （2017 年度：23.9%、2004 年度比）
PET ボトル（飲料用・特定調味料用）のリサイクル	85%のリサイクル率を維持 （2017 年度：84.8%）
プラスチック製容器包装のリデュース	2020 年度までに、排出量を 16%削減 （2015 年度：15.1%、2004 年度比）
EPS（発泡スチロール製魚箱・家電製品梱包材）リサイクル	2010 年度 75%のリサイクル率（サーマルを含む）目標を達成 （2017 年：リサイクル率 90.4%（サーマルを含む））
農業用塩化ビニルフィルムリサイクル	2006 年度 70%のリサイクル率（サーマルを含む）目標を達成 （2011 年度：リサイクル率 約 74.6%（サーマルを含む））
塩ビ管・継手リサイクル	2010 年度 70%のリサイクル率目標を達成

2. プラスチック製品の特徴とライフサイクル

（1）総論

プラスチックは、軽い、丈夫といった便利な機能を発揮するとともに、大量生産が可能であるため、本格的に工業化されて以来、急速に人々の生活に普及し、今ではなくてはならないものとなっている。特に、ある特定のプラスチックだけでは発揮できない機能であっても、複数のプラスチックを混合したり、複層化したりすることで、それぞれのプラスチックの強みを発揮したプラスチック製品を製造することが出来ることも大きな特徴である。例えば、耐衝撃性に優れるが、ガスバリア性に劣るポリエチレンをエチレン－ビニルアルコール共重合体（EVOH）などのバリア性に優れたプラスチックと複層化することで、耐衝撃性と長期保存性を兼ね備えた製品を生み出すことができる。このような高機能製品は、利便性が高いだけでなく、食品の消費期限長期化や包装資材の削減に貢献しており、深刻な社会課題の解決において重要な役割を担っている。

プラスチック製品の多くは、化石資源を原料として製造される。日本では主にナフサの熱分解で得られるエチレンやプロピレン等の基礎化学品を重合したり、さらに添加剤等を配合したりすることで、必要な機能を持ったプラスチック原料が製造される。プラスチック原料は、プラスチック製品に成形・加工され、最終用途に使用される。プラスチック製品は、レジ袋や PET ボトルなど、当初の用途に一度使用された後廃棄される製品と、何度も繰り返し使用される製品に大別されるが、役目を終え廃棄された後は、リサイクル、焼却、埋め立てなどの方法により処理・処分される。

日本では、廃棄時に適切な回収・処分ルートに乗せることができれば、8割強を有効利用することができるが、適切な回収・処分ルートに乗せることが出来なかった場合、プラスチック製品は自然界に放出されてしまう。一般的にプラスチックは自然環境下での分解性が低く、長期間にわたって自然界に存在し続けることになるため、環境への影響が懸念されている。

（2）製品ごとの特徴

ここでは、いくつかの具体的なプラスチック製品を取り上げることとする。プラスチック製品は多

様な用途に適用されているため、CLOMA 会員の取扱が多い製品や、海洋流出の可能性が高いと思われる製品、具体的には①PET ボトル、②プラスチックボトル、③チューブ、④パウチ、⑤食品トレイ、⑥プラカップ・カトラリー・ストロー、⑦レジ袋、⑧紙カップ・紙容器、⑨漁具類、⑩マイクロプラスチックビーズの10項目[6]について取り上げた。

①PET ボトル

PETボトルには、主に耐水性、バリア性、耐衝撃性、気密性、加工性が求められる。これに加えて、ホット飲料や炭酸飲料の場合は耐熱性、耐圧性が、ワインや果汁飲料の場合はより高いバリア性が求められる。PET ボトル本体は PET（ポリエチレンテレフタレート）樹脂、キャップやラベルはポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、PET 等から製造される。ホット飲料や炭酸飲料用の場合は、PET 樹脂とナイロン等を複層化することでより高いバリア性を発揮させている。

PET ボトルは、化学品メーカーで製造された PET 樹脂を成形メーカーにおいてプリフォームにし、飲料メーカーにおいてブロー成形を行う場合が多く、その後、飲料メーカーで、PET ボトルに飲料を封入、無菌処理した後、小売事業者等で販売される。一般的に、容リ法で定められた指定 PET ボトル[7]は一度使用された後、廃棄され、容リ法に従って、市町村又は事業者によって回収される。回収されたPETボトルは、樹脂選別や不純物除去し、PETボトルやシート、衣料用繊維などの原料として再利用される。

日本において、PET ボトルのリサイクルシステムはステークホルダー間の連携によって、最も進んでいるリサイクルシステムの一つと言える。1997 年、容リ法の対象となり、家庭から排出されるPETボトルの分別・回収・処理体制が全国的に整備された。PET ボトルは他のプラスチック製品と分けて回収されるため、マテリアルリサイクルしやすい環境が整備されている。これらの取組の成果として、2017 年度の PET ボトルのリサイクル率は 84.8%[8]と高水準を記録している。最近では、スーパーマーケットの店頭等に回収ボックスを置き、回収した PET ボトル数に応じてポイント還元するような事業者による取組も進められている。

同時に、PET ボトルのリサイクルを円滑に進めるため、エコデザインに関する努力もされている。1992 年、リサイクル推進協議会は「自主設計ガイドライン」を定め、数回の改定を経て、「着色ボトルを使用しない」、「プラスチックラベルがボトルから分離できるようにする」、「アルミキャップを使用しない」などのボトルやラベル、キャップに関する技術的事項を標準化した。2018 年には、全国清涼飲料連合会が「清涼飲料業界のプラスチック資源循環宣言」として、2030 年度までに PET ボトルの 100%有効利用を目指すことを発表している。化学企業やリサイクル事業

---

[6] 環境が実施した全国 10 地点（稚内、根室、函館、遊佐、串本、国東、対馬、五島、種子島、奄美）での漂着ごみのモニタリング結果では、プラスチック類の漂着ごみの種類別割合は、容積ベースで飲料用ボトルが 12.7%、その他プラボトル類が 6.5%、容器類（調味料容器、トレイ、カップ等）が 0.5%、カトラリーが 0.5%、ポリ袋が 0.3%、漁網・ロープが 26.2%、ブイが 8.9%、発泡スチロールブイが 14.9%であった。なお、「紙カップ・紙容器」と「マイクロプラスチックビーズ」はこの調査結果に含まれないが、「紙カップ・紙容器」はプラスチックフィルム等が使用され、かつ屋外で使用される機会も多いことから、「マイクロプラスチックビーズ」は、使用後洗い流す用途に使用される場合、河川や海洋に流出する可能性があることから、10 項目に含めることとした。

[7] 指定 PET ボトルとは、清涼飲料、酒類、しょうゆ、食酢等、資源有効利用促進法に基づく政令で指定されたものをいう。

[8] リサイクル率は国内再資源化量と海外再資源化量を足し合わせて指定 PET ボトル販売量で除した数値。
（出典）PET ボトルリサイクル推進協議会

者、飲料メーカー等による「ボトル to ボトル」や、回収した PET ボトルを粉砕・洗浄したフレークから直接プリフォームを製造できる「FtoP ダイレクトリサイクル」などのリサイクル技術の開発や社会実装も進められている。なお、今後はキャップやラベルについても、有効利用を進めていく必要がある。

②プラスチックボトル

プラスチックボトルは、洗剤等の容器に使用される。一般的に、耐水性、耐油性、耐酸性、バリア性、耐衝撃性、強度、剛性、気密性、加工性が求められる。小売事業者だけでなく、家庭でも長期間保管されているケースがあるため、数年は内容物が劣化しないような容器設計としている。

プラスチックボトルは、化学品メーカーで製造されたポリエチレンやポリプロピレンを原料として、加工メーカーにおいて溶解、成形され、消費財メーカー等に提供される。消費財メーカーにおいて内容物を充填した後、販売される。

洗剤ボトルは、詰替え用製品の普及により、複数回使用されることも多いが、廃棄する場合には、容リ法に従って、廃棄物処理のルートに乗せられる。内容物が内壁に付着した状態で回収される場合が多く、有効利用する場合には洗浄の手間や洗浄液の環境負荷についても考慮する必要がある。日本では、内容物の機能向上によるボトルの小型化や詰替え用製品（パウチ）の普及が進んでおり、製品出荷量あたりの容器包装プラスチックの使用量が相当に減少している。

③チューブ

チューブは、ペースト状調味料等の食品、歯磨きペースト等の日用品及び医薬・化粧品の容器などに使用される。チューブには主に耐水性、耐油性、バリア性、自立性が求められるが、食品用の場合には加えて透明性が求められることも多い。

チューブは、ラミネートチューブ、ブローチューブ、引き抜きチューブ等が存在し、それぞれ製造プロセスが異なる。例えば、ラミネートチューブは、ポリエチレン等のプラスチックとアルミ箔、アルミ蒸着や無機酸化物蒸着等を施したバリアフィルムを複層化してラミネート加工することで製造される。化学品メーカーで製造された原料を原反メーカーにおいてラミネート加工し、チューブメーカーに提供される。チューブメーカーではラミネートフィルム（原反）をカットし筒状に丸めて溶着し、食品メーカーや消費財メーカーに提供し、内容物を充填して販売される。なお、チューブメーカーで原反を製造する場合もある。

チューブは、一般家庭で一度使用された後、廃棄され、容リ法に従って、廃棄物処理のルートに乗せられる。使用後の製品に残渣が付着するため、現状では、マテリアルリサイクルすることが困難な場合が多い。

④パウチ

パウチは、レトルト、冷凍食品等の加工食品、生鮮品、清涼飲料等の食品・飲料や詰替え用洗剤等の日用品等の容器として使用される。高齢社会の進展、共働き世帯の増加、核家族化

といった社会構造の変化により、個食が増えたことを背景に、レトルト食品等の需要が増加したことに起因して、食品用のパウチの製造量は増加している。日用品の詰替え用のパウチの製造量も増加しており、詰替え用製品が広く普及したことで、2017 年度の製品出荷量あたりの容器包装プラスチックの使用量は、1995 年度と比較して、42%削減[9]している。海外における日用品の詰替え用品の普及率は高くなく、日本独自のプラスチック削減の取組といえる。

パウチは、主にバリア性、耐衝撃性、耐水性、耐油性が求められる。レトルト殺菌が必要な内容物であれば、耐圧性、耐熱性が、内容物が光に弱い場合は遮光性が追加的に求められる。さらに、用途や形状によっては、易カット性、易詰替え性、自立性も必要となる。

パウチは、ポリエチレン等のプラスチックフィルムとアルミ箔等を複層化したラミネートフィルムから製造される。特にバリア性や遮光性を確保する上でアルミ箔は重要な役割を果たす。化学品メーカーで製造された原料は加工メーカーにおいてラミネート加工され、食品メーカーや消費財メーカーに提供された後、内容物が充填・密封され、小売事業者等で販売される。レトルト食品等の場合には、密封後、加圧加熱殺菌処理される。アルミ箔がラミネート加工されていると、リサイクル性が著しく低下するため、近年は、アルミ蒸着や無機酸化物蒸着等を施したバリアフィルムでアルミ箔を代替する動きが進んでいる。

一度使用された後、廃棄され、容リ法に従って、廃棄物処理のルートに乗せられる。使用後の製品に残渣が付着し、アルミ箔がラミネートされている場合、現状では、マテリアルリサイクルすることが困難な場合が多い。

⑤食品トレイ

食品トレイは、その用途によって、剛性、靭性、耐水性、耐熱性、耐寒性、耐油性などが必要になり、透明性や光沢などの意匠性が求められる場合もある。

用途により求められる機能が異なるため、様々な原料が使用されるが、PET、ポリスチレン、ポリプロピレンの単一素材で製造されたものが多い。例えば、食品トレイとして最も多く流通するポリスチレンを5～20倍に発泡させた PSP（発泡スチレンシート）トレイは、化学品メーカーで製造されたポリスチレン樹脂をシートメーカーが溶融、発泡させ、PSP シートに製造し、成形加工メーカーにおいて加熱、成形、打ち抜きされ、スーパーマーケット、食品メーカー等に提供される。なお、成形加工メーカーでシートからトレイまで一貫製造する場合もある。

一度使用したら廃棄される場合もあるが、スーパーマーケットでの店頭回収や容リ法での家庭ゴミの分別回収などにより、リサイクルされるものも多い。30 年程度前、食品トレイメーカー、包材問屋、小売事業者、消費者の四者一体のリサイクルの環を回す取組が開始された。使用済みの食品トレイを各家庭において軽く洗浄した後に、スーパーマーケットの店頭に設置されている回収ボックスに入れると、包材問屋等の配送トラックが商品を店頭に配送した後のトラックの空スペースを活用して、食品トレイメーカーに使用済み食品トレイを運搬する仕組みであり、消費者の理解と協力の下、今では全国規模のリサイクルシステムに発展している。このリサイクルシステムでは、再度、食品トレイに再生することができるなど、付加価値を下げないマテリアルリサイクルが実現されており、質の高いプラスチック資源の分別回収・多様な主体による適

[9] （出典）日本石鹸洗剤工業会

切な店頭回収や拠点回収を推進することにより、回収率をさらに向上することが求められている。また、単一素材ではない食品トレイも一部存在し、その分別手法、リサイクル手法の確立も重要である。

⑥プラカップ・カトラリー・ストロー

プラカップには、主に耐水性、耐酸性、加工性、耐衝撃性、強度、剛性が求められ、PET やポリプロピレン等を原料として製造される。化学品メーカーから原料を調達し、加工メーカーにおいて原料の溶解や成形、カップへの印刷まで行い、中食・外食産業や小売事業者等に提供される。化学品メーカーと加工メーカーの間に、シートメーカーが入る場合もある。一度使用された後、廃棄されるが、中食・外食産業では分別回収されることが一般的である。プラカップの場合は、単一素材（モノマテリアル）で製造されていることが多いため、リサイクル性が高い。

カトラリーには、主に耐水性、耐熱性、耐酸性、加工性、耐衝撃性、強度、剛性が、ストローには、主に耐水性、耐酸性、加工性、強度が求められ、カトラリーはポリスチレン、ストローはポリプロピレン等のプラスチック原料を用いて製造される。化学品メーカーで製造された原料を加工メーカーにおいて原料の溶解、成形した後、食品メーカーや小売事業者等に提供され、再利用されることなく破棄されることが多く、その後は焼却又は埋め立て処分されることが多い。

2018 年秋以降、プラスチックストローは海洋プラスチックごみの象徴として取り沙汰されることが多くなり、一部の外食産業等ではプラスチックストローの使用を控える取組が始まっている。しかし、ストローは、幼児や病人等の喫食などに必要不可欠であるなど、社会的ニーズの高い製品でもある。プラカップ・ストロー・カトラリーは屋外で使用されることも多いと考えられるが、他のプラスチック製品同様、可能な限りプラスチック使用量を削減した上で、適切な回収・廃棄ルートに乗せていくことが重要である。イベントやキャンプなどで使用される際は、分別回収のための設備を十分に設置したり、リユースのビジネスモデルの普及を進めたりするなどの取組が重要である。

⑦レジ袋

レジ袋には、主に耐水性、強度、加工性が求められ、ほぼ全量が高密度ポリエチレンから製造される。化学品メーカーで製造されたポリエチレンを加工メーカーにおいて原料を溶解しチューブ状のフィルムを製膜し、製袋工程を経て製品化される。製造されたレジ袋は、小売事業者等に販売され、小売事業者等が消費者等に無償あるいは有償で提供する。日本においては、ほとんどのレジ袋がゴミ袋として二次利用され、回収、熱焼却される。

レジ袋は、2000 年に容リ法に基づく回収・リサイクルの対象となった。しかし、自治体等における廃棄物処理の負担が大きかったことから、社会コストの低減に向けたプラスチックごみの減量の一方策として、レジ袋有料化が検討されてきた。2008 年、東京都杉並区が初めてレジ袋の有料化を推進する条例を制定・施行したほか、容リ法においても小売事業者をはじめとする容器包装プラスチックの利用事業者に対して有料化のほか排出の抑制を促すための義務付けがなされ、かつ、この間の原料値上げを通じて約 30%の薄肉化が進んだ結果、レジ袋のプラスチック使用量は減少傾向にある。なお、小売事業者は複数の仕入先からレジ袋を購入するが、

国外の薄肉化技術が必ずしも高くないため、日本の技術を用いてさらに薄肉化できる可能性がある。2019 年 3 月、中央環境審議会から環境大臣に答申された「プラスチック資源循環戦略（案）」（以下、「プラ循環戦略（案）」という。）では、レジ袋の有料化義務化をはじめ消費者のライフスタイル変革を促す方針が示された。他方、有料化によりレジ袋の使用量が削減されたとしても、その販売価格や利便性を考慮すると、レジ袋が社会からなくなることは考えにくい。したがって、プラスチック使用量の削減を進めながら、使用されたレジ袋をいかに効率的に収集して、有効利用するかを考えていく必要がある。現在、レジ袋メーカーと小売事業者が連携して、白印刷等予め決められた仕様のレジ袋のみを回収する「レジ袋 to レジ袋」といった取組が行われている。しかし、ゴミ袋として二次利用されるため回収率が低く、また、回収されたとしても異物や汚れが付着し、リサイクルできないものが多い。今後、消費者に正しい処理方法を伝え、社会に浸透させていくことが期待される。

⑧紙カップ・紙容器

紙カップ・紙容器は、主に耐水性、耐酸性、加工性、耐衝撃性、強度、剛性が求められ、耐水性を高めるためにポリエチレン、防湿性、ガスバリア性、遮光性を高めるためにアルミ箔などバリア素材を紙基材に複層化させて製造される。製紙メーカーや化学品メーカーが製造した素材・原料を加工メーカーにおいてラミネート加工し、食品メーカーや中食・外食産業等に提供される。

一度使用された後、廃棄されるが、中食・外食産業では分別回収されることが一般的であり、焼却又は埋め立てにより処理されることが多い。しかし、例えば牛乳パックなどの紙パックは、使用後、ラミネート部分を取り除き、厚紙部分を再溶解することで、紙パルプに再生させ、トイレットペーパー等として再利用されており、日本独自のリサイクルシステムが確立されている。

⑨漁具類

漁具類のうち、特に漁網・ロープ、ブイ（発泡スチロールブイ含む）は海洋プラスチックごみに占める割合が多い。漁網はその種類によって原料が異なるが、底曳網にはポリエチレン、刺網や定置網にはナイロン、巾着網にはポリエステルなどが使用されることが多い。これらの原料から原糸を、複数本の原糸を引き揃えて撚糸を製造し、撚糸を撚りあわせ、これを編むことで漁網が完成する。

漁師の高齢化や漁具の低価格化により、使用後に漁具が回収されず、そのまま海洋に放置されるケースが増加しているが、分別回収され、リサイクル業者等に引き渡して再利用等されることが望ましい。しかし、天候等により意図せず海洋に流出してしまうこともあり、分別回収の促進と同時に、漁具に適した生分解性プラスチック素材の開発の検討も進める必要がある。

⑩マイクロプラスチックビーズ

マイクロプラスチックビーズは、洗顔料等に含まれるスクラブ剤として使用されており、角質除去や洗浄効果が求められ、その多くはポリエチレンなどを主成分に製造され、球状に成形される。

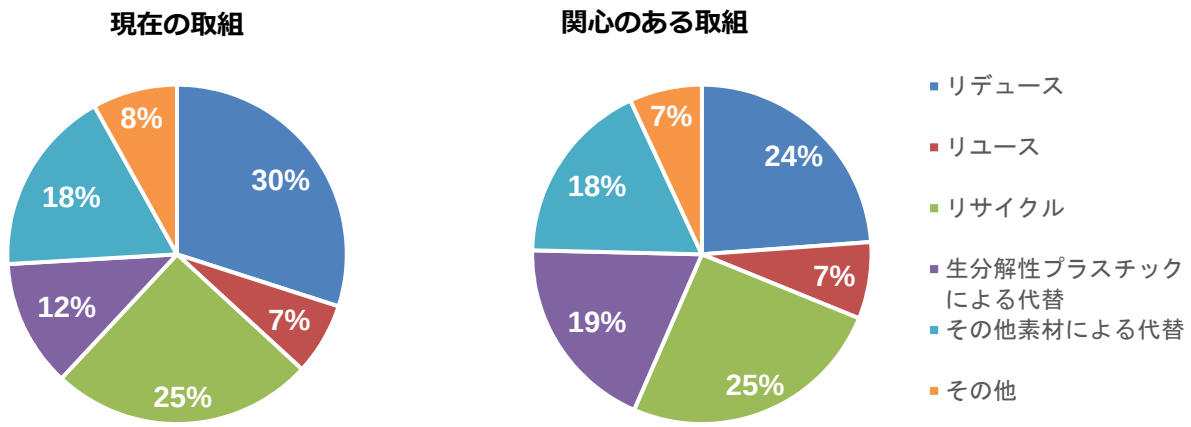
洗い流す用途で用いられるスクラブ製品等に含まれるマイクロプラスチックビーズは、河川や海洋に流出する可能性が指摘されている。このような事情から、洗い流しのスクラブ製品におけるマイクロプラスチックビーズの使用中止の呼びかけを行うといった産業界による自主的な取組が進められている。また、セルロース素材などの天然由来のものをスクラブ剤として使用する取組も進んでいる。

3. 海洋プラスチックごみ問題解決のための現状の取組

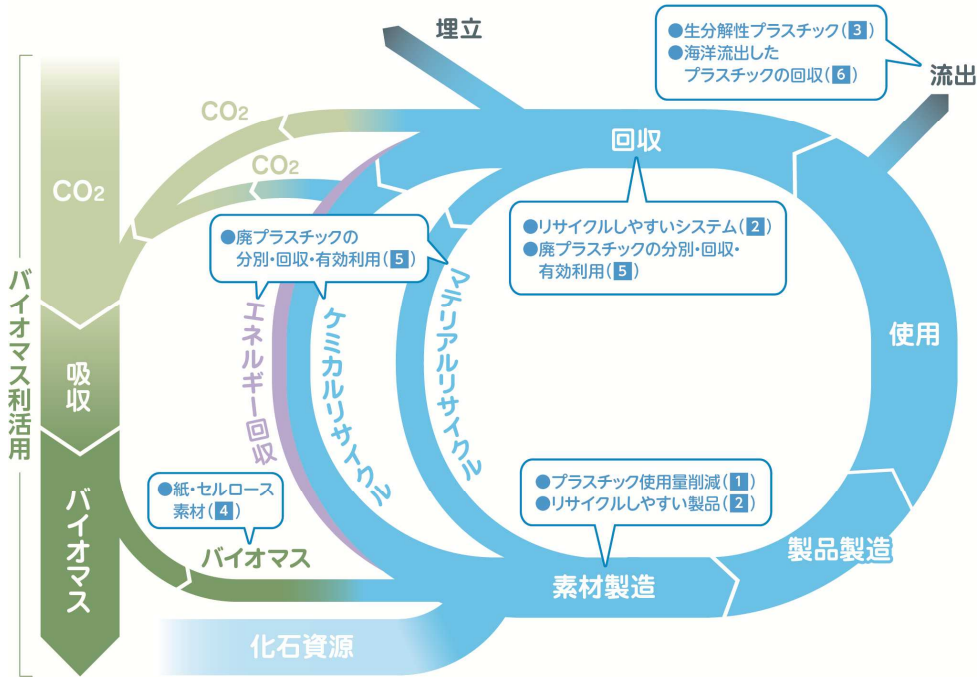
(1)総論

日本では、廃棄物の適切な分別・廃棄に対する消費者の意識を高めながら、自治体や事業者による回収・処理を進めることで、廃棄物が不適切に投棄されない社会の構築に注力してきた。また、資源循環の観点からリデュース、リユース、リサイクルの取組も進めてきた。しかしながら、近年、海洋プラスチックごみ問題への対応が強く意識されるようになり、これらの取組を一層加速させるとともに、非連続なイノベーションへの挑戦も行われている。CLOMA 会員へのアンケート調査結果では、CLOMA 会員が取り組んでいる事項として、①プラスチック使用量削減、②リサイクルしやすい製品や技術、システムの開発、③生分解性機能の高い素材による代替(生分解性プラスチック、紙・セルロース素材)、④廃プラスチックの分別、回収、有効利用、⑤海洋流出したプラスチックの回収・処理などが挙げられており、ここではそれらの技術内容や足元の動きについて取り上げる。

CLOMA 会員の取組状況



これまでの取組とプラスチック製品のライフサイクルの関係



（2）技術トレンドと課題

①プラスチック使用量削減

プラスチック使用量削減のための取組のうち、薄肉化は代表的な取組の1つで、従来の機能や製品価値を損ねることなく、あるいは許容されるレベルを維持しながら、プラスチック製品の厚みを薄くすることで、使用するプラスチック量を減らす取組である。必ずしも新素材を開発する必要がないことなどから、既に多くの企業が取組を進めている。しかしながら、薄肉化することで使い勝手が著しく落ちる製品群（例：調味料用チューブ）など、薄肉化がそぐわない製品も存在する。また、容器包装のデザインについては、中身製品の安定保持などの機能とともに生活者の感性に働きかける感性価値（ブランド価値を含む）の実現を考慮することも重要である。なお、ボトル to ボトルなどマテリアルリサイクルの取組が進む中、繰り返し再利用されるプラスチックの割合は増加するものと思われる。したがって、使用、リサイクルの過程で劣化したプラスチックの割合が増加すると、薄肉化しづらくなってくるという課題も出てくる。

既に十分薄肉化されているプラスチック製品の更なるプラスチック量削減を実現するには、商品そのものの機能やプラスチック製品の構造に工夫を凝らしたり、より高機能なプラスチックを用いるなど、さらに高度な工夫が必要である。

②リサイクルしやすい製品や技術、システムの開発

より高度なリサイクルを目指して、リサイクルしやすい製品やリサイクル技術の開発、及び廃プラスチックを効率的に分別回収できる社会システムの実装を進めていく取組である。

②－1　マテリアルリサイクルしやすい製品の開発

従来は複数のプラスチック等を複合または複層化して、必要な機能を持たせていたプラスチック製品について、単一のプラスチックでその機能を持たせるようにすることやプラスチック製品の構造を変更することができれば、リサイクル性を向上させることができる。また、単一素材化しても、他の廃棄物と複合して回収・処理された場合には、リサイクルの工程で素材別の選別が必要となるため、その真価を発揮するためには、選別技術と分別回収のシステムとの比較考量も必要となる。

また、複層化していても、使用後に、素材ごとに分離することができれば、リサイクル性を保持することも可能である。このように、リサイクルを念頭において使用後にプラスチックが分離しやすいような製品の設計・開発・利用拡大を図ることも重要である。さらに、リサイクル材の用途を拡大していくことも重要である。

②－2　ケミカルリサイクル技術の開発

廃プラスチックを化学的方法により再資源化するケミカルリサイクルには、高炉やコークス炉の原料化、ガス化等の方法がある。ケミカルリサイクルは、複層化されたプラスチック製品や残渣が付着しているものであってもリサイクル可能であることや、ケミカルリサイクルによって生産された再生プラスチックが、食品衛生法上、問題なく食品包材に使用できることなどがマテリアルリサイクルに対する優位点として挙げられる。

特に、最近では、廃プラスチックをモノマー化し、再生プラスチックを生産するための技術開発が進められている。コスト、品質、安定供給、環境価値等の面において、バージン品に劣後し

ない製品を製造できるようになることが求められる。

ケミカルリサイクル技術の分類

手法	特徴
高炉原料化技術	高炉でコークスの代わりに還元剤として利用される。コークスと違って、プラスチックの主要成分は炭素と水素なので、銑鉄生産時の二酸化炭素排出量が少ない。
コークス炉化学原料化技術	廃プラスチックを圧力下で高温（600 度から 1,300 度）で熱分解し、高炉の還元剤となるコークス、化学原料となる炭化水素油、発電などに利用されるコークス炉ガスを得る。
ガス化技術	酸素の量を制限して加熱する事により、プラスチックの大部分が炭化水素、一酸化炭素、そして水素になり、メタノール、アンモニア、酢酸など化学工業の原料に利用される。
油化技術	約 400 度下で改質触媒を用いて、プラスチックを完全に熱分解し、炭化水素油を得る。
原料・モノマー化技術	廃プラスチック製品を化学的に分解し、原料やモノマーに戻し、再度、プラスチック製品に活用する。

（出典）「プラスチックのケミカルリサイクルの動向調査　報告書」（2004 年度　経済産業省）

②－３　バイオマスプラスチックの活用

プラスチック製品の用途によっては、使用後に残渣が多く付着したままであるなど、マテリアルリサイクルやケミカルリサイクルが困難であるものが存在し、焼却される。リサイクル技術の向上とともに、廃プラスチックをできるだけ有効利用するため、焼却時に発生するエネルギーを回収することが望ましいが、この際、二酸化炭素が大気中に放出されてしまうことが問題となる。バイオマスプラスチックは、大気中の二酸化炭素を吸収して育った植物を原料とするため、焼却の際に二酸化炭素が排出されたとしてもカーボンニュートラルである。マテリアルリサイクルやケミカルリサイクルに向かない用途へのバイオマスプラスチックの適用率を高めることが期待される。なお、バイオマスプラスチック自体は、石油資源由来のプラスチック同様、リサイクルすることが可能であり、例えばバイオマスプラスチックを原料とした PET ボトルを再度 PET ボトルに再生する取組もされている。

③生分解性機能の高い素材による代替

高度な資源循環システムを構築したとしても廃棄物の分離・回収ルートから外れる廃プラスチックをゼロにはできないことを前提に、自然環境下での分解性が高く、環境負荷の低い素材（特に、一定の条件下で分解されるような素材）を開発し、既存のプラスチック製品を代替していく取組である。

③－１　生分解性プラスチック

自然環境下での分解性が高い生分解性プラスチックの活用が期待されている。世界中で生分解性プラスチックの研究開発が進められており、日本でも PBS や PHBH などのプラスチック

が実用化されており、一部には、海洋中においても良好な分解性を示すものも開発されている。生分解性プラスチックの種類はまだ限定的であるが、生分解性プラスチック同士を複合したり、複層化したりすることで機能を高める技術開発が進められている。用途によっては、分解速度や分解のタイミングをコントロールできるような機能が必須となる場合があり、非連続なイノベーションも必要となる。また、現状、生分解性プラスチックの生産量は少なく、生産コストの改善も必要であることから、プラスチック製品を全て代替することは困難である。したがって、機能性を向上させながら、導入可能な市場を拡大していくと同時に、供給能力を増強し、段階的に普及率を高めていく必要がある。食品や医療品用途では、包材から内容物への物質の移行が厳しく制限されているため、その点も考慮した技術開発も必要である。

生分解性プラスチックであっても、適切に回収、処理されることが前提であるから、どのような条件で分解されるのかを明確に区別し、適切な認証基準とともに、回収処理方法を確立した上で、適切な回収・処理方法を設けることが重要である。普及段階においては、生分解性プラスチックであることを理由にポイ捨てするなどの不適切な廃棄が行われないよう、対策を講じることも求められる。また、新たな素材が市場に出回ることで、現在のリサイクルシステムに及ぼす影響について評価し、適切なリサイクル技術・システムを適用していく必要である。

生分解性プラスチックが分解される過程でマイクロ化されることから、生分解性プラスチックの環境価値等が評価されにくい場合がある。したがって、生分解性プラスチックの分解挙動と効能が適切に、かつ科学的に評価されるための標準化等の取組も重要である。海洋中で生分解機能を発揮する海洋生分解性プラスチックについては、現在は生分解性能を評価する基準が確立されていないことから、評価方法に関する研究を並行して進めることにより、技術開発を支援する必要がある。

日本バイオプラスチック協会が認定したグリーンプラ（生分解性プラスチック）

ポジティブリスト記載主要樹脂		メーカー
澱粉ポリエステル		ノバモント
ポリ乳酸	PLA	ネイチャーワークス トタールコービオン 浙江海正生物材料 東洋紡
ポリ（３－ヒドロキシブチレート－コ－３－ヒドロキシヘキサノエート）	PHBH	カネカ
ポリグリコール酸	PGA	クレハ
ポリブチレンアジペートテレフタレート	PBAT	BASF BULERIDGE
ポリエチレンテレフタレートサクシネート	PETS	デュポン
ポリエチレンテレフタレート共重合体		デュポン
ポリブチレンサクシネート	PBS	三菱ケミカル
ポリブチレンサクシネートアジペート	PBSA	三菱ケミカル
ポリビニルアルコール	PVA	三菱ケミカル

（出典）日本バイオマスプラスチック協会ホームページ

③－２　紙・セルロース素材

紙やセロファンなど、バイオマス由来、かつ自然環境下での分解性が比較的高い素材によりプラスチック製品を代替していくことも重要である。プラスチック製品と同様の機能を発現させるために、従来は紙基材にプラスチックをラミネートさせるなどの手法が取られてきた。現在は、紙基材に水系塗料を塗工することで、バリア性の高い素材を製造するなど、加工技術に関する開発が進められている。なお、塗工の場合には、ラミネートと異なり、コーティング層を分離させることなく、複合化された状態のまま水中でほぐす処理が可能となるため、リサイクル性が高い。しかしながら、現在使用されている水系塗料の多くは石油化学製品が含まれており、将来的には、塗料にも生分解性を持たせることが望まれる。

また、紙・セルロース素材単独では発揮できない機能を従来の石油由来や生分解性を有さないプラスチックに替えて、生分解性プラスチックと複層化することで実現していくことも考えられる。しかしながら、まずは、プラスチックの一部を紙に代替することで、プラスチック量を削減していくことも重要である。例えば、プラスチック製の内装容器と段ボールケースを主体とする外装容器との組合せによってプラスチック量を削減するバックインボックスという製品が上市されている。

④廃プラスチックの分別、回収、有効利用

現在、廃プラスチックは指定 PET ボトル等の分別回収の他、プラスチックのうちポリプロピレン、ポリエチレン、ポリスチレンの３種類はプラスチックごとに選別され、再生プラスチックが製造されている。しかし、プラスチックの選別ができず、リサイクルされないものは多く、プラ循環戦略（案）では 2030 年までにプラスチックの再生利用を倍増するよう目指すとしている。

生分解性プラスチックについては、現行のリサイクルシステムで分離回収することはできず、今後、生分解性プラスチック等による既存のプラスチックの置き換えが進むことを想定して、現行のリサイクルシステムとの調和に配慮しなければならない。したがって、社会全体で消費されるプラスチックの構成の変化に応じて、適切な分離・回収技術を適用していくことが望ましい。

今後は、容器包装プラスチックで主流となっているカスケードリサイクルの取組とともに水平リサイクルの比率を上げていく必要がある。リサイクルインフラの整備や高度な選別技術の開発とともに、再生プラスチックの供給・品質の安定化、高付加価値化等により再生材の市場を拡大することで、リサイクルがより一層促進させる好循環を生み出すことが重要である。

⑤海洋流出したプラスチックの処理

既に海洋に流出したプラスチックの処理も重要である。例えば、港湾やマリーナ等に海洋ゴミ回収機を設置することで、地道ではあるが確実に海洋漂着ゴミを回収するような取組が行われている。マリーナなどの商業施設では、オーナーあたりの管理範囲も比較的狭く、ゴミ回収機設置のインセンティブ付けもしやすいと考えられるが、自治体等が管理している場合には、回収に伴い発生するコスト負担等も含めて、実装に向けた仕組み作りが必要となってくる。加えて、海洋に流出した大量の廃棄物を効率よく収集し処理するため、関係諸国との連携および、船舶や回収処理技術の開発も期待される。

プラスチックに関連した事業活動を行う世界の企業が集まって発足した Alliance to End Plastic Waste (AEPW)では、河川やプラスチック廃棄物の流出地域における清掃活動に資金を投じる計画を発表しており、日本企業もこの取組に参画している。

第3章　あるべき姿

1．持続可能な3R 体制の構築と素材技術の貢献により実現するクリーン・オーシャン

プラスチックは、私たちの生活を便利で豊かなものとし、今では社会生活になくてはならないものとなっている。海洋プラスチックごみ問題の解決にあたっては、プラスチックが私たちの生活にもたらしている様々な恩恵を毀損することなく、SDGsの達成に貢献していくことが重要であり、使用済みのプラスチック製品の適切な回収・処理を徹底した上で、3R の深化による環境負荷の低いプラスチック製品の製造・利用あるいは環境負荷の低い他の素材による代替を促進していくことを目指す。

これまでも日本の産業界は、化石資源への依存度を低減させる方法や廃棄物を削減させる方法について検討し、アクションを起こしてきた。CLOMA では、バリューチェーン全体で連携することで、CLOMA 会員が積み重ねてきた取組や蓄積してきた英知を共有しながら、本問題の解決に向けてより大きなイノベーションを創出し、日本にとどまらず全世界の海洋プラスチックごみ問題を解決することを目指す。そのためには、廃棄物の効率的な分別・回収・処理といった社会システム面からのアプローチと新たな製品やビジネスモデルの開発等の技術を最適化していくことが大切である。日本では環境価値を製品価格に反映することが難しいと言われるが、CLOMA 会員の協調領域を最大化していくことで、適切なコストシェアリングの下、社会実装を早期に実現する環境を作っていく。

また、海洋流出する廃プラスチックが相対的に多い国に重点を置きながら、CLOMA での取組を世界に発信・展開していくことも非常に重要である。その際には、各国の商習慣や社会情勢、廃棄物に関する法制度や意識の違いをしっかりと認識した上で、国情に応じたきめ細やかな対応をすることで、普及させていくことが求められる。

CLOMA 原則

海洋プラスチックごみ問題の解決にあたっては、使用済みのプラスチック製品の適切な回収・処理を徹底した上で、環境負荷の低いプラスチック製品の開発・製造・利用を推進していくとともに、より環境負荷の低い素材・製品への代替が重要である。

CLOMA 及びその会員は、以下の5つの原則の下、海洋プラスチックごみ問題の解決にあたる。

1．素材・製品の開発・生産・使用を通じて、SDGs の達成とクリーン・オーシャンの実現に貢献する

2．「使用済みプラスチック製品の適切な回収・処理の徹底」と「3R の深化とより環境負荷の低い素材・製品への代替」を両輪として取り組む

3．技術、ノウハウ、経験を会員間で最大限共有し、ビジネスモデルを含めたより大きなイノベーションを創出する

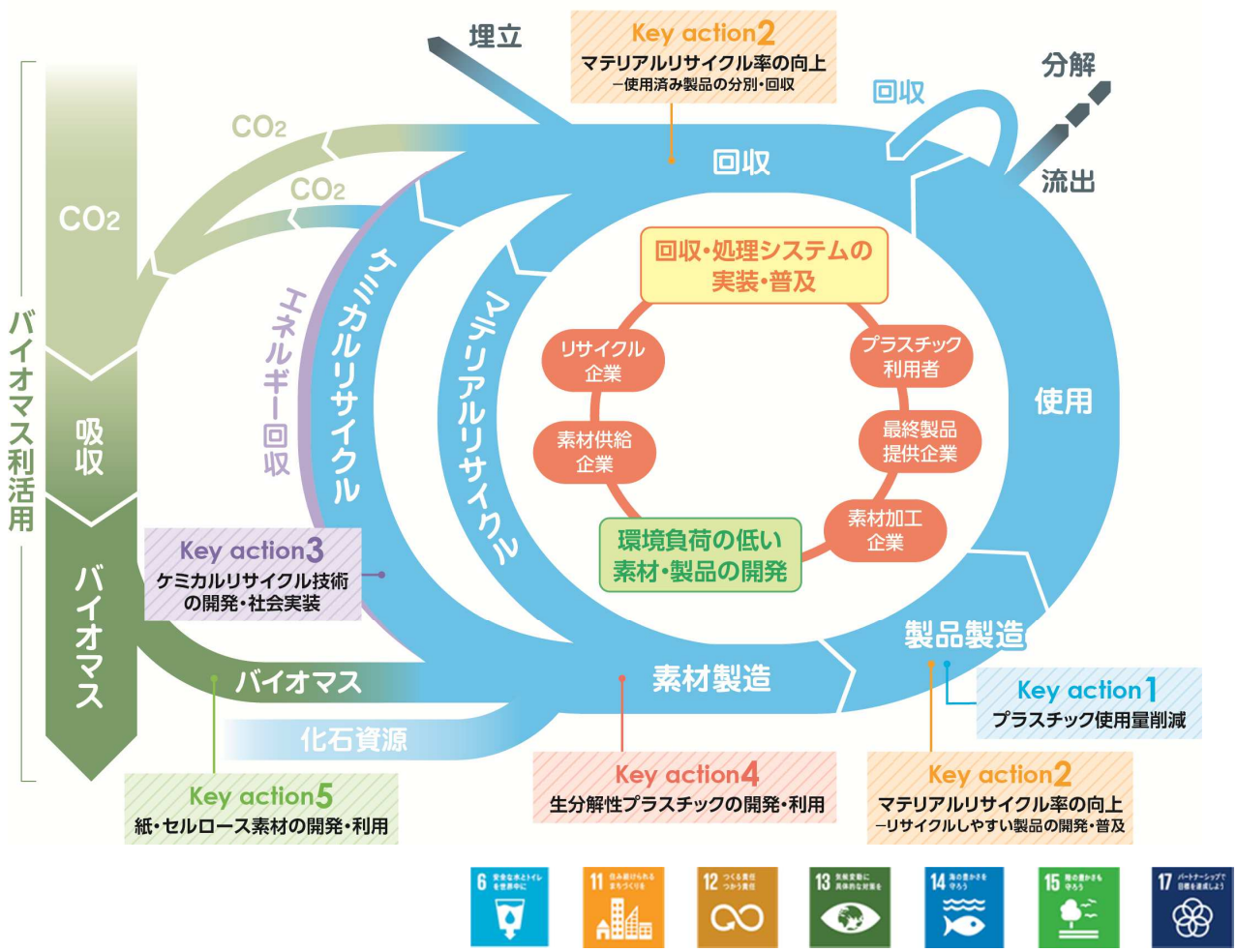
4．技術開発と社会システムの組み合わせを最適化し、ステークホルダーの理解を得ることにより社会実装を加速させる

5．素材を循環利用し、環境負荷を低減するジャパン・モデルを世界に発信するとともに、各国の国情に適応する形で展開する

2. 実現すべき技術、サービス、社会システムとそのアクション例

CLOMA 原則を踏まえながら、CLOMA 及び CLOMA 会員は「プラスチック使用量の削減」、「マテリアルリサイクル率の向上」、「ケミカルリサイクル技術の開発・社会実装」、「生分解性プラスチックの開発・利用」、「紙・セルロース素材の利用」の5つの“Key action”を実施する。それぞれのアクションがプラスチック製品のライフサイクルのどの段階において実施されるものであるかを以下の概念図に示す。

5つのKey actionとプラスチック製品のライフサイクルの関係



5つの Key action は、「従来のプラスチック使用量の削減」、「リサイクルの推進」、「代替素材の開発・活用」の3つに大別される。いずれも、現時点において、絶対的な解が存在しているわけではなく、また、今後、新たな社会的課題が生じる可能性も考慮すると、素材・製品の利害得失を踏まえながら、その時々の状況に応じて複数の対策の組合せを最適化していくことが重要となる。例えば、環境中に放出されたプラスチックごみ問題の解決の観点では生分解性プラスチックや紙・セルロース素材が、地球温暖化対策や脱化石資源依存の観点からはバイオマスプラスチックの利用拡大が有効であり、これを適材適所で活用することが重要である。CLOMA では、様々な素材の特徴や取組の状況を幅広い視点から俯瞰し、Key action の具体化を通じて、クリーン・オーシャンの実現のみならず、SDGsの同時達成を目指す。

Key action1 プラスチック使用量削減

必要な機能を発揮するために必要なプラスチック量を最小限まで削減する。これまでも、PET ボトルの薄肉化などに取り組んできたが、さらなる薄肉化に取り組むだけでなく、ボトル容器をフィルム容器に変えるといった製品の構造を見直すことでよりプラスチック使用量を削減するなどの新たなアプローチを追求する。これらの取組について CLOMA 会員の協調領域を拡大していくことで、社会コストを削減していく。また、必要に応じて国際標準化を通じて海外に展開していく。

＜技術開発等の方向性＞

・ボトル容器からフィルム容器に変更するなど、革新的な製品の構造設計の変更
・ビジネスモデル等の変更によるリターナブル容器等の普及促進
・高いバリア性を可能にする蒸着・コート層（蒸着技術、塗工技術等）の開発
・国際標準化、デファクトスタンダード化
・プラスチック使用量削減を実現する技術の海外での適用拡大

＜アクション例：リターナブル容器の活用・容器の構造変更＞

日用品容器には、ボトル容器を使用するのが一般的であるが、リターナブル容器の活用やボトル容器をフィルム容器にするなど容器の構造を変更することで、使用するプラスチック量の削減を目指す。リターナブル容器の場合には、回収するためのシステム構築や洗浄や輸送過程も含めて、ライフサイクル全体で環境負荷を低減する。構造変更の場合では、フィルム容器のように従来のボトル容器よりも大幅にプラスチック使用量を削減する。さらに、新しい容器の構造を規格化・デファクトスタンダード化することで、協調領域を拡大し、消費者の利便性も向上させることができる。

Key action2 マテリアルリサイクル率の向上

使用済みプラスチックの廃棄時に適切な回収・処分ルートにきちんと乗せるため、消費者啓発等により社会全体のモラル向上を図る。廃プラスチックの有効利用の中でも最も社会実装が進んでいるマテリアルリサイクルについて、技術開発と社会システムの確立を加速させる。

技術面でのアプローチとして、複数の素材から製造している複層フィルムのような素材について、複合素材のマテリアルリサイクル技術の開発を進めるとともに、高いバリア性を可能にする蒸着・コート層を工夫するなどしてモノマテリアル化を進めることや、使用やリサイクルによるプラスチックの劣化具合に応じて、再生プラスチックを適切な用途に振り分けることなどを進める。同時に、社会システムの面でも、製品のマテリアルリサイクルの輪を回していけるよう、ステークホルダー間で連携して、プラスチックごとに製品を分別回収できるシステムを確立する。特に、再生プラスチックの供給・品質の安定化、高付加価値化をはかることで、社会システムの高度化を進める。

なお、リサイクルにおける洗浄工程での水環境負荷や輸送、分離、再生工程でのエネルギー使用なども踏まえた上で、ライフサイクル全体でバージン品よりも環境負荷も低減されていることを目指す。

＜技術開発等の方向性＞
・複合・複層材料のリサイクル技術のさらなる高度化
・複層フィルムをモノマテリアル化するための開発・組合せの探索
・廃プラスチックの店頭回収やメーカーへの返還等のリサイクルシステムの確立
・プラスチックの種類に応じた消費者による分別を促進するための工夫
・プラスチックの種類に応じた分別・回収、高精度な選別を可能とする技術の開発
・再生プラスチックの用途拡張と高付加価値化
・プラスチックの劣化度合いによりリサイクル方法、再生プラスチックの用途等を最適化させる技術開発

＜アクション例：モノマテリアル化＋分別回収システムの確立＞
単一素材では要求性能を満たすことができず、ラミネート加工等を施しているような複合素材のリサイクル技術の開発を進める一方で、蒸着技術や塗工技術、あるいは蒸着・塗工する素材の改良、開発を進めることで、必要な機能を単一素材で満たすことができるようにする。モノマテリアル化することで向上したリサイクル性を発揮させるため、同時に分別回収できるシステムの普及、高度化もはかっていく。既に食品トレイで確立されているリサイクルシステムを他製品に展開していくことも考えられる。

Key action3　ケミカルリサイクル技術の開発・社会実装

ガス化や高炉やコークス炉の原料化といったケミカルリサイクルの取組に加えて、最近では、廃プラスチックをアンモニア製造の原料としたり、モノマーまで戻して再生プラスチックを製造したりするような取組がされている。従来、ケミカルリサイクルはカスケードリサイクルであり、その用途も限定的であったが、質の高い再生プラスチックを製造することで、用途を拡大し、高付加価値化させる。複数の素材が混ざっていたり、残渣が付着していたりしてもリサイクル可能というケミカルリサイクルの特徴を活かして、マテリアルリサイクルとのベストミックスを追求する。また、マテリアルリサイクル同様、バージン品と比較してライフサイクル全体での環境負荷を低減することを目指す。

また、ケミカルリサイクルでも許容できないほどの残渣が付着したまま廃棄されるような製品については、引き続き、焼却時のエネルギーを回収していくことが重要である。バイオマスプラスチックについては、プラ循環戦略（案）に盛り込まれている「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」を踏まえつつ、特に焼却処理されやすい用途へのバイオマスプラスチックの適用を拡大する。

＜技術開発等の方向性＞
・廃プラスチックをモノマーに戻すケミカルリサイクル技術の開発・社会実装
・残渣等の含有量が高くても質の良い再生プラスチックを製造するための技術開発
・リサイクルコストの低下
・廃プラスチックの振り分けの最適化など、マテリアルリサイクルとケミカルリサイクルのベストミックスの追及

＜アクション例：モノマー化＞

現在でも、ボトル to ボトルなどモノマー化によるリサイクル技術が実用化されているが、技術開発をさらに進めることで、複数の素材が混合していたり、残渣が付着していたりする廃プラスチックでもモノマーに戻せるようにする。また、価格、品質、安定供給、ライフサイクルコスト等において、バージン品と同等以上にすることで、広く社会に受け入れてもらえるようにする。

Key action4　生分解性プラスチックの開発・利用

さまざまな取組を進めたとしても、使用済みプラスチック製品の一部は適切な廃棄物処理ルートから漏れ、陸域・河川を経て海洋に至る可能性が排除できず、自然環境下で高い分解性を有する生分解性プラスチックの開発及び製品への適用が重要となる。2019 年 5 月に経済産業省において策定した「海洋生分解性プラスチック開発・普及導入ロードマップ」を踏まえつつ、機能性の拡充・強化による用途拡充と、製造プロセスの技術開発等による製造コストの抑制・安定供給をバランスよく実現していくことで、海洋生分解性プラスチックの社会実装も同時に進めることが必要である。需要拡大に向けて、生分解性プラスチックに関する基準の規格化とその規格のデファクトスタンダード化を進める。また、生分解性プラスチックであってもその全量が適切に廃棄・処理されることが望ましく、その普及度合に応じて、コンポスト、バイオガス化、エネルギー回収等を活用し、既存のプラスチック等との共存が可能なリサイクルシステムを確立する。

＜技術開発等の方向性＞

・現在の生分解性プラスチックの物性を補完・強化できる新たな生分解性プラスチックの開発
・生分解性プラスチックに複合することで物性を補完・強化するような素材の開発
・生分解性プラスチックを使用した製品の加工技術の開発
・生分解性プラスチックの物性を活かした用途への適用
・生分解性プラスチックの含有量、分解性能等に関する基準の規格化、デファクトスタンダード化
・適正価格で安定供給するための製造プロセスの開発、設備強化
・生分解性プラスチックの分離、再生プラスチックの用途拡大等リサイクルの手法の確立
・分解スピードをコントロールできる素材や意図したタイミングで生分解が開始するスイッチ機能を有した素材の開発
・海洋中での高い生分解性を有するプラスチックの開発

＜アクション例：生分解性プラスチックの活用＞

生分解性プラスチックの種類を増やしつつ、その適用範囲の拡大を図り、販売価格の低下や安定供給を達成していく。同時に、生分解性プラスチックの普及や技術の進捗に応じて、適切な処理方法を確立していく。具体的には、使用用途が限定的であるうちは、ケミカルリサイクルやエネルギー回収、あるいはコンポストによる廃棄物の有効利用を行い、使用用途の拡大に併せて、マテリアルリサイクルの技術が一般化した際には、原材料としてリサイクルできるよう、

廃棄物回収におけるステークホルダー間の連携を推進していく。

生分解性プラスチックを使用した場合、消費者がポイ捨てしても良いという認識を持ってしまうのではないかとの懸念もあるが、生分解性プラスチックの適切な処理方法を消費者が認識できるような識別表示や普及・啓発活動を行っていく必要もある。

Key action5　紙・セルロース素材の開発・利用

バイオマスかつ生分解性を有する紙やセルロース素材の活用も期待されている。塗工技術の開発や生分解性プラスチックとの複合により、機能性を向上させ多様な用途展開を可能とする。例えば紙・セルロース素材は良好な土壌生分解性を有することから、農業用フィルム等への適用拡大も期待されており、これを進めていく。

それと並行して、紙・セルロース素材の分解性能についてのエビデンスデータを蓄積し、紙・セルロース素材の生分解性を明示するとともに広く認識してもらうことで、普及を加速させる。

一方で、紙と生分解性プラスチックの複合が進む場合、既存の紙のリサイクルシステムに適用しにくい紙製品の使用量が増える可能性があるため、これらの紙製品等についても再資源化を可能とする取組を進め、最大限の有効利用を図っていく。

また、製造コストや安定供給の課題を解決し、マイクロプラスチックビーズの代替素材としてセルロース製マイクロビーズの開発、普及を進めていく。

＜技術開発等の方向性＞

・紙に耐水性等の高機能を付与するための技術の開発
・セロファン等セルロース素材を活用した製品の開発・普及
・生分解性プラスチック等の分解性能の高い素材との複合・複層化に係る技術開発
・既存のリサイクルシステムでは再資源化しづらい紙製品等の再資源化率向上
・セルロース素材の生分解性に関するエビデンスデータの蓄積・認知度向上

＜アクション例１：紙の活用＞

紙はプラスチックと比較して耐水性が低いが、耐水性の高い素材の塗工といった技術開発により、それを克服できる可能性がある。また、耐油性等その他の機能も向上できるよう、塗工する素材や加工技術等を開発していくことで、紙を使用できる製品の幅を広げていく。また、生分解性プラスチックとの複合等により、機能を補完しあうことで、紙の適用範囲を広げていく。

＜アクション例２：セルロース製マイクロビーズの活用＞

スクラブ剤に使用されるマイクロプラスチックビーズを、セルロースを原料としたマイクロビーズに代替することが進んでいる。機能性を向上することで適用できる用途を拡大していくとともに、製造コストの低減と安定供給のための体制整備により、普及を進めていく。