

I. <はじめに>

世界的に地球温暖化対策の議論が進む中、温室効果ガス（Greenhouse Gas：GHG）削減に向けた具体的な行動が強く求められている。

世界人口増加に伴う資源需要の増加がもたらす資源制約、中国や東南アジア諸国による廃棄物輸入規制に端を発する国際資源循環システムの急激な変化、及び海洋プラスチックごみ等のグローバルでの環境問題等を受け、我が国は、従来の大量生産・大量消費・大量廃棄型の線形経済から、投入資源・エネルギーと廃棄物・二酸化炭素などの環境負荷の最小化を伴う循環経済に早急に移行する必要があると考え、各種関連法律に基づいて様々な資源循環の取り組みを進めてきた。

海洋プラスチックごみ問題に関しては、政府は、海洋プラスチックごみ対策アクションプランを策定し、経済活動を制約することなく、プラスチックごみの海への流出をいかに抑えるかに焦点を当て、廃棄物処理制度による回収、ポイ捨て・流出防止、散乱・漂着ごみの回収、イノベーションによる代替素材への転換、途上国支援など、「新たな海洋汚染を生み出さないことを2050年までに実現」に率先して取り組むとしている。

また、海洋プラスチック問題対応協議会（JaIME）の活動を通して、プラスチック資源の循環利用を推進するにあたり、廃プラスチックの有効利用手法の環境負荷削減効果（CO₂排出量とエネルギー資源消費）の客観的・科学的なLCA評価、ASEAN各国の廃棄物管理能力向上のための研修セミナーの開催等にも取り組んできたところ。

一方、上述の世界人口増加等に伴う資源需要の増加に対する循環経済への移行に向けては、あらゆる資源の循環利用が求められ、化学産業においては、GHG排出削減にも貢献する「廃プラスチックの循環利用の促進」が喫緊の課題となっている。

2017年5月に当協会は、「地球温暖化問題への解決策を提供する化学産業としてのあるべき姿」を公表し、その中で、化学産業はソリューションプロバイダーとして、「原料の炭素循環」に取り組むべきであることと、「廃棄物の利用」について言及した。廃プラスチックは日本にとって貴重な国産資源であり、さらに、この資源を有効に活用・リサイクルすることで、炭素循環をはじめとして温暖化対策の大きな手段になる。

「化学」は様々な物質、場合によっては環境や人にとって不要な物質を有用な物質に変換することができる分野であり、そういった「化学」の潜在力を顕在化させることの出来る化学産業として、地球規模の課題解決に必要となるイノベーションの中核を担うべきであると考え、日化協技術委員会のもとに、あらゆるタイプの廃プラスチックのケミカルリサイクルに対する化学産業のあるべき姿を検討するWG（廃プラCR-WG）を設置し、関係団体や有識者の参画もいただく中で2050年及びそれ以降へ向け、廃プラ問題の解決策を提供し、化学産業のあるべき姿とその実現のための方策（長期戦略）を策定した。本取りまとめが、世界及び日本が求める循環経済への転換に向けた長期戦略策定に活かされることを期待する。

II. <廃プラスチックのケミカルリサイクルに対する化学産業のあるべき姿>

(1) 今世紀中ごろに想定される社会の姿

現在、社会一般に使用されている化学製品は主として化石資源からの炭素を起源とし、部材や消費財等だけではなく、様々な製造プロセスにおいても多用され、多くの産業や暮らしを支える重要なものとなっている。大きく様変わりすると想定されるコロナ後の社会においても、化学製品はその特異な製品性能ゆえに依然として多く使用され続けるが、その炭素源については炭素循環社会に向け化石資源からの脱却が進む。また、エネルギー源についても化石燃料および廃棄物の燃料使用は大幅に削減されると考える。

GHG排出削減に向けた各国の取り組みが進み、水素・電気エネルギー主体の社会システムが確立し、これらの2次エネルギー発生源としても再生可能エネルギーが主流を占め、エネルギー起源のGHG排出削減が格段に進む。

(2) ソリューションプロバイダーとしての化学産業

GHG排出が大幅削減した「真の循環型社会」を成立させるために、GHG削減につながる製品デザインや使用シナリオを「化学」から提案・発信し、それを可能にする部材の提案と供給を行う。そのためには、ソリューションプロバイダーとしての機能を裏づけする技術とビジネスとして、①炭素循環の確立、②プロセス・エネルギー革新、③環境優位の事業選択やそれを許容する社会基盤の確立、が求められ、本件では、①炭素循環の確立に大きく貢献が期待できる「廃プラスチックのケミカルリサイクル」に焦点をあてた活動を推進する。

(3) 炭素循環、資源循環の確立における廃プラスチックのケミカルリサイクルの役割

廃プラスチックの炭素循環、資源循環に貢献する手法は、ケミカルリサイクル (CR)、マテリアルリサイクル (MR)、エネルギーリカバリー (ER) 等がある。

CRは、原料レベルで同一性能まで回復させた後に、新たな製品として循環ラインに戻すアップサイクルが可能で、化学産業が貢献できる効果的な手法だと考える。MRは、GHG排出が少なく資源循環に寄与する為、積極的に活用されるべきだが、性能的にダウンサイクルとなるケースでは、繰返し利用が制限されバージン材の混合利用が必要となる。ERは、廃プラスチックのリサイクル利用に不都合な不純物が含まれ分離が難しいものについては、最終的な受け皿として位置付けられ重要な役割を果たしているが、発電焼却のうち効率の低いものでは多くのGHG排出を伴うため、将来的には大幅に削減すべきと考えるが、各手法の意義付けと役割を明確化し、LCA視点の評価も勘案した上で選択肢を示していく必要がある。

(4) 化学産業が狙うべき CR 技術の確認

現在CRとして定義されているものには、循環型CR (モノマー化、ガス化、油化 (コークス炉による油化含む) 等による化学原料化) と、1way型CR (高炉還元材、コークス炉等で炭素源で活用) がある。後者は、分別困難な廃プラも受け入れることができコークスの使用量削減にも貢献するとし、比較的大きな社会実装の実績があるが、リサイクルの結果得られる生成物がイメージしにくく、廃棄物の分別という重要な役割を担う国民の理解や協力を得られにくい。化学産業は、国民に分かりやすく、資源循環への貢献が期待できる循環型CRを対象として取り組む。

(5) 化学産業が目指すCRの社会実装の姿

「CLOMA アクションプラン」が掲げる目標を考慮した上で、具体的な独自目標を示すことと取り組むべき方向性に現実感を付与する。

目標のベースになる廃プラ総排出量は、マテリアルフロー図*の実績からの推定として、10年毎に約20万T削減されるとして設定した。一方、廃プラスチックの分離・収集の環境整備を通じ、廃プラスチックのリサイクルが我が国全体で大きく進展することを想定し、その中で化学産業としても最大限の貢献を行うべく、循環型CRの社会実装を加速し、2030年に約150万T/Y、2050年に250万T/Yまで拡大させる目標とした。なお、政府のプラスチック資源循環戦略において「適用可能性を勘案した上で2030年までにプラスチックの再生利用（再生素材の利用）を倍増する」としていることをふまえ、MRについて参考値として示した。また、廃プラスチックは貴重な国産資源であるとの基本的認識に基づき、海外輸出、単純焼却、埋立については、極力削減する方向で取り組みを進めます。

○ 「あるべき姿」目標：

	実績「万T/Y」*	目標「万T/Y」		備考
	2018年	2030年	2050年	
廃プラ総排出量	892	870	830	マテリアルフロー図実績推定
CR(循環型)処理量	23	150	250	目標
MR処理量	208	300～	350～	参考

*出典：プラスチック循環利用協会：2018年（H30）実績

III. <あるべき姿の実現に向けて>

「廃プラスチックのケミカルリサイクルに対する化学産業のあるべき姿」を実現するために、少なくとも以下の方向性を持ち、優先的に取り組むことが重要である。

(1) 基本理念

「あるべき姿」の実現に向けて、化学産業がソリューションプロバイダーとしての役割を十分に果たせる制度の構築を目指し、廃プラスチックの循環利用に関連するバリューチェーンに着目し、CRの入口から出口までの全工程を対象とする。

化学産業は、産官学と連携し、CR事業が成立する規模の廃プラスチックの安定供給体制の構築、CR事業の経済性の向上、LCA的優位（ゆりかごから墓場迄ではなく、ゆりかごからゆりかご迄の循環経済の視点）を示せる高効率のCR技術開発・設備化、CR製品の社会認知制度導入等によるCR市場の醸成に取り組む。

(2) 資源循環の選択肢としてのCRの意義の理解浸透

「あるべき姿」の実現に向けて、資源循環およびGHG排出抑制の両立の観点で、CRは必要不可欠なものと考え、その意義を広く社会に理解してもらうことが重要である。CRでは、原料となる廃プラスチックの選別や不純物除去の作業がMRより簡素化でき、リサイクルできる廃プラスチックの幅が広い（いわゆる「汚れたプラスチック」でも許容できる）という意義がある。CRで直接得られるものは、廃プラスチックの分解物であり混合物であるが、精製や分留等の処理により同一品質の基礎原料として資源循環系に戻すことが出来る唯一の手法であり、それを検証するシステムを含めての体制整備が必要と認識して

いる。また、化学産業は、CR技術のレベルアップにより、資源循環効率を高め、追加エネルギーをミニマム化することで、より大きなGHG削減に繋がる繰返し循環を可能とすることで、CR技術の意義を高めていく。特に化石資源に恵まれない日本の環境では、海外の化石資源等にできるだけ頼らない独立性の高い資源循環社会の実現は重要である。

(3) 廃プラスチックの収集処理体制、安定供給体制の整備

化学産業は、産官学と連携し、原料となる廃プラスチックの収集処理体制を整備し、安定した品質と、事業として成立する規模の供給量を確保する仕組みを作ると共に、リサイクルプラスチックの処理現場の安全・安心を確保する。具体的には、以下の通りであり、現在、政府審議会で検討中の施策を活用し積極的に取り組んでいく。

①合理的な収集・処理システムの構築

②大規模高効率な収集体制の整備

③廃プラスチックのデータプラットフォームを構築し、廃プラの収集から供給までの一貫した管理体制の整備

(4) CR技術の開発・社会実装の促進

本件で取り上げるCR技術は、資源循環の観点から循環型CR（モノマー化、ガス化、油化（コークス炉による油化含む）等による化学原料化）に限定するが、実際に社会実装出来ているものは極一部で、これらを普及させていくには、上述した安定供給体制の課題とは別に、革新的なCR技術自体の開発も重要である。

現時点での循環型CR技術と多種多様な廃プラスチックとの適合性は、次のとおり。モノマー化は、そのループが小さく高い循環率が期待できる一方で、対象とできる素材がPST、MMA、PET等に限定され、収集&分離においても単一素材率が高いものが対象となる為、その純度や素材種によっては、MRとの適切な棲み分けが肝要である。また、油化は、複合素材のプラスチックでも処理が可能である。ナフサクラッカーにて処理する場合は、PP・PE・PST等のCH含有率が高く酸素を含まないものが対象。硫黄/窒素/酸素を含む場合でも、石油精製プロセスでの処理にて除去が可能であり、その場合は原料の対象を広げることができ、量的側面での寄与も期待できる。一方、ガス化では、MRやモノマー化&油化で処理困難なER相当の廃プラスチックまで対象と出来ると考えている。また、塩ビ業界では、従来からの塩ビ製品廃棄物のMR推進に加えて、廃プラスチックに含まれる塩ビ樹脂や塩素分の分離技術など、廃プラCRの推進を視野に入れた技術の探索・開発も支援事業の対象に加えている。今後、各技術の開発に伴い、処理可能な廃プラスチックの幅の拡大が期待できる。

技術開発自体は、基本的に個社マターであるが、可能な限り産官学が連携し、追加エネルギー削減技術や低コスト化、未だ完成度の低いモノマー化技術の工業化などを促進する。

(5) 社会実装への公的財政支援

化学産業は、産官学と連携し、多大な設備投資を伴うケミカルリサイクルプラント等への財政支援体制の構築を進める。一方で、経済社会全体での循環経済を確立するには、中小企業や地域の役割も不可欠であり、地域の既存民生インフラなども活用し、雇用と地域の中小企業の活性化も併せて推進する。

また、CRの過程でCO₂を積極的に消費して他の化学原料に転化する場合には、CO₂の転化量に応じたインセンティブが付与されることが望ましい。

(6) 廃プラスチックの資源循環価値の向上

廃プラスチックのリサイクル事業の産業化を促進するためには、リサイクルされるプラスチックの品質を劣化させないCR技術が不可欠であり化学産業として技術のイノベーションに取り組むとしているが、一方で、廃プラスチックのリサイクル率の向上とともに、諸外国でも取り組みが始まっているように、プラスチック利用製品において、リサイクルプラスチックの利用が、環境貢献しCOOLであるといった消費者およびブランドメーカーの価値観を醸成・支援することが重要である。

(7) リサイクルプラスチック・トレーサビリティと認証制度

リサイクルプラスチックの安全・安心を確保し、認証制度の導入等で消費者に社会的付加価値を認めてもらいリサイクル製品の市場の醸成を目指し、消費者が理解し易い多様な制度を整備する。具体的には、化学産業は、産官学は連携しISO認証等により、CRにより得られる各種モノマーなどのリサイクルモノマー、それを重合したリサイクルポリマー、さらに、それを加工したリサイクル製品の3段階で、世界に通用する認証取得を進め、それに付随する品質規格やプロセス認証、各段階におけるリサイクル由来成分の含量等の規格・認証を検討する。また、ECOマークのような消費者の視覚に直接訴えるような仕組みも検討していく。

(8) LCA (Life Cycle Assessment) 評価

今後の研究開発によりケミカルリサイクル時の追加エネルギーが削減され、さらに、再生可能エネルギーが主流を占める社会の実現によりエネルギー起源のGHG排出係数が低減すると期待できるが、一方で、化学産業が目指すケミカルリサイクルが国民の理解を得る為には、マスバランス方式を考慮した上で、資源循環におけるGHG排出を含めた環境負荷削減効果をLCA的に評価することが重要である。

日本化学工業協会は、これらの方向性に基づくアクションとして、次の各項目に着手。

- ① 真の資源循環社会の構築のため、化学産業界が総力を結集し、廃プラスチックのケミカルリサイクルに関連する技術開発に向けたプログラム策定に産官学を挙げて取り組む。
- ② 海外での大幅な廃プラスチック削減に貢献するため、わが国の化学産業が有する技術的強みを、経済合理性を持ち国際展開するために、国際的に通用する認証制度等の提案を行う。
- ③ バリューチェーン全体の社会的イノベーションを起こすため、廃プラスチックの安定供給量確保の為の業界の枠を超えた協働体制の構築や法体制の見直し等を提案していく。

IV. <結び>

化学産業界は、これまでも各社の様々なイノベーションを通して、プラスチック製品のリデュース、リユース、リサイクルに積極的に取り組んできたところ。

2050年のカーボンニュートラル実現に向け、廃プラスチック由来のGHG排出量を大幅

に削減すべく、廃プラスチックの 1WAY 利用と循環利用の割合を逆転させていくことを目指し、ケミカルリサイクルについては、更なるプラスチックリサイクル率向上につながる重要なリサイクル手法であり、化学技術を基盤とする技術であるという認識の下、化学産業として次の観点で真摯に取り組んでいく所存。①化石資源使用を大幅削減し、②ソリューションプロバイダーとなり、③ガス化・モノマー化・油化等の CR を実現し、④数値目標を立ててこれを達成する。

世界における地球温暖化対応、コロナ後の大きく変遷する社会への対応は勿論、日本国内における対応でさえ克服すべき難易度の極めて高い課題が待ち受けていることは明らかである。一産業にとどまらず、各産業が協力し合い、全方位でのあらゆる努力が必要である中で、少なくとも化学産業が資源循環社会の構築に資するソリューションプロバイダーとして社会に認知されるための活動に対し、化学産業に関わる機関は今こそ総力を挙げて取り組むべきである。

そして、この「あるべき姿」をさらに具体化するためのプログラムが、本内容の各項目を参考に関係機関で策定されることを切に期待するものである。 以 上