

カーボンニュートラル、循環型社会の実現に向けた日本の化学産業のスタンス：社会変革を牽引するソリューションプロバイダー

●はじめに

日本の化学産業は、さまざまな機能を持つ素材の提供を通じて産業全体の基盤・イノベーションを支えています。そうして生み出された製品は、環境や水の浄化、再生エネルギーの利用、省エネ・省資源、情報社会の発展、医療の進歩、食糧の安定供給、廃棄物の再資源化など、あらゆる分野で人々の生活向上をもたらすと同時に、持続可能な開発の観点でも多大な貢献をしています。このような化学産業の貢献の多様性は他産業に見られない特長であり、化学の無限の可能性を示すものです。プラスチック製品とゴム製品も含めた“広義の化学工業”の2022年の出荷額は約51兆円、付加価値額は約18兆円であり、日本経済に大きく貢献しています。また、従業者数は約96万人にのぼり、雇用面でも国民の生活を支えています。

日本の化学産業は、2050年カーボンニュートラルと循環型社会の実現において、その基盤技術とさまざまな素材供給力により極めて重要な役割を担うセクターです。カーボンニュートラルと循環型社会の実現を、単なる環境規制への対応ではなく、社会全体の変革を牽引する「ソリューションプロバイダー」として、持続的な成長と国際競争力強化のための戦略的機会と捉えています。

2025年に閣議決定された地球温暖化対策計画、GX2040ビジョン、第7次エネルギー基本計画、これら3つの計画・ビジョンは、「脱炭素化」を「成長戦略」と位置づけ、積極的に投資とイノベーションを進めることが求められるという強いメッセージを発しています。これらの計画が具体的な成果を生み出すためには、産学官が一体となって、粘り強く、かつスピード感を持って取り組むことが求められます。

化学産業は、石油などの化石資源を原料とし、多くのエネルギーを消費するため、二酸化炭素(CO₂)排出量が非常に多い産業です。カーボンニュートラルと循環型社会の実現に向け、化学産業は「化石資源からの脱却」と「製造プロセスの改革」という大きな課題に直面しています。日本の化学業界にとって、この巨大な産業構造の転換には、技術的・経済的な課題も山積しており、政府の強力な支援、安価で安定的な脱炭素エネルギーの供給、そして国際競争力維持のための政策的な配慮が不可欠であるとも化学業界は強く認識しています。

今回、2050年のカーボンニュートラルが実現された姿を思い描き、現在そして将来における技術、経済性、社会の変化を鑑みながら、カーボンニュートラル実現に向けた化学業界として実現すべき目標とその実現に向けた課題、手段を改めてここに整理しました。

●化学業界として実現すべき目標

1. 「自律的な変革者」として、実質排出ゼロ・資源循環型の生産システムを確立する

化学産業自らが、製造プロセスにおける温室効果ガス(GHG)排出を極限まで削減し、資源利用の循環性を最大化するシステムを構築します。

- **エネルギー転換の加速と革新的プロセスへの挑戦:**
 - 製造プロセスにおける電力・熱源を、化石燃料から太陽光、風力、原子力等、脱炭素エネルギー由来の電力、CO₂フリー水素、CO₂フリーアンモニアなどへ大規模に転換。具体的には、アンモニア加熱ナフサ分解炉などの革新的なプロセス技術の実用化を推進します。
 - 高効率化・省エネルギー化に向けた設備投資や技術導入を継続し、CO₂排出量を削減します。
- **生産プロセスの最適化と高効率化:**
 - AI や IoT、デジタルツインなどのデジタル技術を駆使し、生産プロセス全体のエネルギー効率を最大化し、排出量を継続的に削減します。
- **革新的な原料転換の推進:**
 - 石油などの化石資源依存からの脱却を目指し、バイオマス由来原料や、CO₂を直接利用するCCU(Carbon Capture and Utilization)技術による化学品製造を拡大します。
 - 使用済みプラスチックを再び化学品原料として利用するケミカルリサイクルを中核に据え、炭素循環型サプライチェーンの構築を推進します。

2. 「ソリューション提供者」として、社会全体の脱炭素化と資源循環を強力に後押しする

化学産業は、その高機能な素材や技術の供給・提供を通じて、他産業を含む社会全体の脱炭素化と資源循環を強力に後押しする「縁の下の力持ち」としての役割を強化します。

- **脱炭素社会の実現に不可欠な高機能素材の供給:**
 - 太陽電池、蓄電池、燃料電池、風力発電ブレード、水素製造・貯蔵・輸送に必要な材料など、脱炭素エネルギーの創出、貯蔵、利用効率を高めるための革新的な素材を開発・供給します。
 - 自動車等の軽量化、建築物の長寿命化や高断熱化、電子機器の高効率化など、あらゆる産業でのエネルギー消費削減に貢献する素材を提供します。
- **資源循環型社会の構築を加速する製品・技術の提供:**
 - ケミカルリサイクルによる高品質な再生プラスチック原料など、リサイクル材の市場拡大と利用促進を図ります。
 - リサイクルしやすい製品設計への貢献や、生分解性プラスチック、環境配慮型素材の開発と普及を通じて、資源循環型社会の構築を加速させます。

3. 「共創の担い手」として、国内外の連携とイノベーションを推進する

カーボンニュートラルと循環型社会の実現は、化学産業単独では達成できません。業界内外、国内外のパートナーとの連携が不可欠です。

- **産学官連携の強化:**
 - 政府、大学、研究機関と連携し、基礎研究から大規模な社会実装までを一貫して推進します。特に、グリーンイノベーション基金、GX 経済移行債などの公的支援を最大限に活用します。
- **サプライチェーン全体での協働:**
 - 原料供給から最終製品、そして使用済み製品の回収・リサイクルに至るまで、サプライチェーン全体での CO₂排出削減と資源循環に取り組むための連携を強化します。
- **国際的なルール形成と技術展開:**
 - カーボンニュートラルや資源循環に関する国際的な標準化、ルール形成に積極的に参画し、日本で培った技術やノウハウを海外に展開することで、グローバルな課題解決に貢献します。
- **国民への理解促進と対話:**
 - 化学産業のカーボンニュートラル・循環型社会への貢献と、それに伴うコスト増や社会変革の必要性について、国民の理解を深めるための積極的な情報発信と対話を行い、市場の構築・拡大に努めてまいります。

● 実現に向けた課題

上記の「あるべき姿」を実現するためには、日本の化学産業は多岐にわたる複雑な課題を克服する必要があります。

1. 技術的課題: 革新技術の開発と社会実装のハードル

- **大規模かつ安価な CO₂フリー電力・熱源の確保:**
 - 化学プラントが大量に消費するエネルギー（電力と高温プロセスで必要な熱源）の脱炭素化が大きな課題です。日本国内で調達可能な脱炭素エネルギーの供給拡大と、そのコスト低減が不可欠です。また、アンモニア加熱ナフサ分解炉などの未確立技術の実用化には、莫大な研究開発と実証が必要です。
- **革新的な原料転換技術の確立と規模化:**
 - バイオマス由来原料の実用化は徐々に進展していますが、幅広い品質のバイオマスを原料として使いこなす技術開発が量的拡大に向けて必要です。また、CO₂利用技術（CCU）においてはエネルギー効率向上とコスト削減が喫緊の課題です。現状では、CCU 技術の多くは実用化レベルには至っていません。
 - ケミカルリサイクルの技術は進展していますが、多様な種類の廃プラスチック（混合、複合、汚染されたものなど）に対応できる処理技術の確立、処理量の大規模化、そして効率的なプロセス開発が課題です。
- **脱炭素社会の実現に不可欠な高機能素材の供給:**
 - 太陽電池、蓄電池、燃料電池などの高性能化に貢献する素材は、高い機能性が求められる一方で、普及を加速するためにはコスト削減も不可欠です。革新的な技術開発に加え、量産技術の確立が課題となります。
 - これらの分野では、海外企業との競争が激しく、技術開発スピードやコスト競争力で優位性を維持し続ける必要があります。
- **排出削減が困難な既存プロセスへの対応:**
 - 一部の既存化学プロセスでは、技術的・経済的に排出削減が困難なものも存在します。これらプロセスからの排出をカバーするために、CO₂回収・貯留（CCS）技術の導入も検討されています。その導入コスト、運用コストの低減、貯留サイトの確保が大きな課題です。

2. 経済的課題: 莫大な投資と国際競争力維持

- **巨額な設備投資と研究開発費:**
 - カーボンニュートラル・循環型社会達成に向けた革新技術の開発、既存設備の転換、製品の高機能化に貢献する素材の新たなサプライチェーン構築には、化学業界全体で莫大な資金が必要となります。これは、各企業の財務状況を圧迫し、投資判断を慎重にさせる要因となります。
- **製品コストの上昇と国際競争力低下のリスク:**
 - 脱炭素化や資源循環への取り組みは、生産コストの増加に直結する可能性があります。これにより、GHG 排出量規制が緩い国や、安価なクリーンエネルギーを享受できる国と比較して、日本製品の国際競争力が低下するリスクがあります。この「グリーンプレミアム」をいかに製品価格に転嫁し、市場に受け入れてもらうかが課題です。
- **カーボンプライシングの制度設計と公正な負担:**
 - カーボンプライシングの導入は、排出削減へのインセンティブとなる一方で、コスト増加要因にもなり得ます。国際的な競争条件を考慮した公正な制度設計と、そのコストをサプライチェーン全体で適切に負担する仕組みが求められます。
 - 太陽電池、蓄電池、燃料電池などへの新たな高機能素材の供給は社会全体としては大きな排出削減が見込めるものの、自らの排出は増加することとなります。社会全体の脱炭素という目標に対し、化学産業の貢献が評価される仕組みが求められます。

3. 社会・制度的課題: 政策支援と社会受容性

- **政府による一貫性のある政策支援の必要性:**
 - 技術開発、設備投資、インフラ整備など、多岐にわたるカーボンニュートラル・循環型社会への取り組みに対し、政府による長期的なビジョンに基づいた一貫性のある政策支援(補助金、税制優遇、規制緩和、独禁法面でのガイドラインの明確化、標準化推進など)が不可欠です。特に、大規模な技術革新には継続的な支援が必要です。
- **資源循環システム全体の構築:**
 - 廃プラスチックなどの効率的な回収・分別から再生利用に至るサプライチェーン全体での協力体制の構築が必要です。消費者や他産業の理解と協力も不可欠であり、社会全体での資源循環への意識向上と行動変容が求められます。
- **カーボンニュートラルがもたらす価値、コストの社会全体での共有:**

- 脱炭素化や循環型社会の実現に向けて、これに資する製品の新たな市場を創造拡張していくことが重要です。上昇するコストや費用も社会全体で認知し適切に負担しつつ、新たな価値を評価して、社会前提に根付かせていくことが重要です。調達制度や基準などの制度の役割も重要です。また、循環型社会の実現には、消費者の行動変容も必要であり、リサイクルへの理解促進や、リサイクル材を利用した製品への価値観醸成が課題です。
- **・ライフサイクル全体での評価の浸透:**
 - ケミカルリサイクルなど、製造段階での CO₂排出量が一時的に増える場合でも、製品のライフサイクル全体で見れば大幅な GHG 排出削減に貢献するケースがあります。このようなライフサイクル思考での評価を社会全体に浸透させ、適切な評価基準を確立することが課題です。
- **中小企業の対応支援:**
 - 大企業に比べてリソースが限られる中小化学企業が、カーボンニュートラルや循環型社会に対応できるよう、技術支援、情報提供、資金調達支援などを強化する必要があります。

4. 人材・技術承継の課題

- **脱炭素・循環技術を担う人材の育成と確保:**
 - 新たな技術開発や既存プロセスの転換を担う、専門知識を持つ研究者や技術者の育成と確保が急務です。既存設備の知見を持つベテランと、新たな技術を担う若手の育成・融合が求められます。産学連携による教育プログラムの強化や、異分野からの人材誘致も必要です。

これらの課題は複雑に絡み合っており、日本の化学産業が掲げる「あるべき姿」を実現するためには、個々の企業の努力だけでなく、政府、学術機関、他産業、そして消費者を含む社会全体との「共創」が不可欠となります。

● 実現に向けた手段とその取組の方向性

日本のエチレン生産量は長期的には減少傾向にあり、国際競争の激化や国内需要の変化に対応するため、一部のエチレンプラントでは、老朽化や採算性の問題から、生産能力の最適化や停止の検討も行われ、産業構造の転換が進められています。一方で、世界のエチレン生産量は全体的に増加傾向にあり、特にアジア、中東、北米での新規増設が活発です。

カーボンニュートラル、循環型社会実現には新しいソリューションが求められており、日本の化学産業にとっておおきな成長機会と捉え、脱炭素技術のみならず、エレクトロニクス材料、モビリティ関連材料(バッテリー材料など)、ヘルスケア、医療福祉機器等、高付加価値な機能性化学品へのシフトと強化などを進めています。

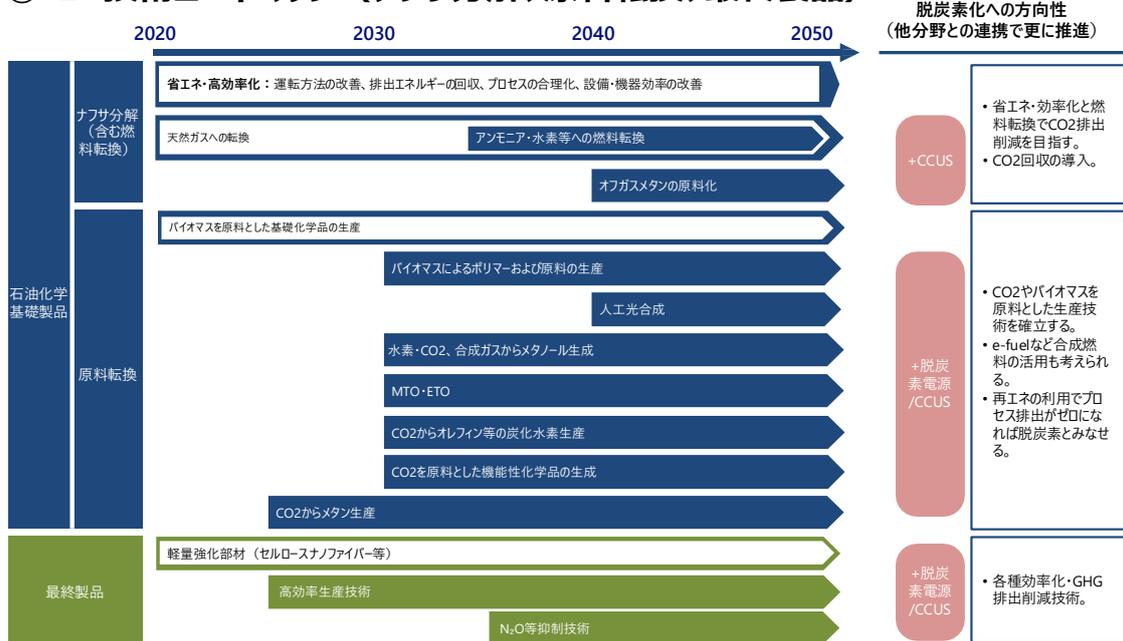
経済産業省は2021年12月に「トランジションファイナンス」に関する化学分野における技術ロードマップを公開しました。この中で、「主要な排出源・脱炭素への手法まとめ」およびその「技術ロードマップ」が示されています(以下、「トランジションファイナンス」に関する化学分野における技術ロードマップ資料からの抜粋)。

2. 化学産業について | (5) 主要な排出源・脱炭素への手法まとめ

分野	主な排出源	脱炭素への手法
石油化学	基礎製品	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ技術等の活用 ナフサ分解炉の熱源脱炭素化 人工光合成等の活用による原料の転換
	誘導品	<ul style="list-style-type: none"> 熱及びエネルギー利用時の燃料転換・電化
	最終製品	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ技術等の活用 熱及びエネルギー利用時の燃料転換・電化
	リサイクル	<ul style="list-style-type: none"> ケミカル・マテリアルリサイクルの拡大 ケミカル・マテリアルリサイクルの効率向上、低炭素化プロセスの開発
無機化学 (苛性ソーダ、産業ガス)	<ul style="list-style-type: none"> 苛性ソーダ、産業ガス製造時における電解等による熱及びエネルギー利用 	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ技術等の活用 熱及びエネルギー利用時の燃料転換・電化

3. カーボンニュートラルへの技術の道筋

②-1 技術ロードマップ^① (ナフサ分解、原料転換、最終製品)



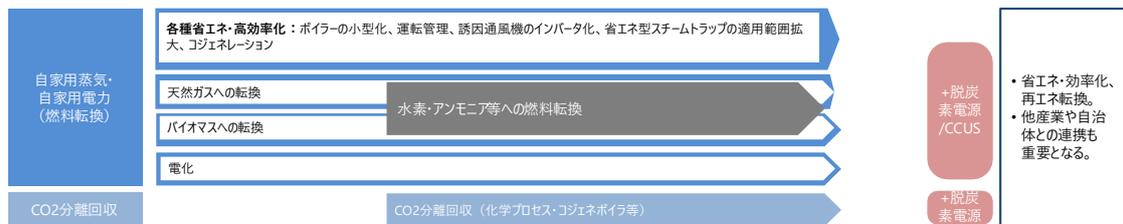
※P7 に示すような他産業の脱炭素に貢献する製品 (エコプロダクト) は、化学分野の低・脱炭素化を扱う本技術ロードマップの対象とはしていないが、トランジション・ファイナンス対象にはなろう。

3. カーボンニュートラルへの技術の道筋

②-2 技術ロードマップ^① (リサイクル、無機化学、自家用)



【複数分野に関わる技術】



ロードマップで示された技術の実現に向けて、産学官連携による研究開発や実証プロジェクトが進められています。特に、サプライチェーン全体での排出削減や、革新的な技術(例:人工光合成、CCUS/CCU)の開発に注力されています。このロードマップに則して新技術の開発、社会実装は確実に進展していますが、一方で、多くの技術的課題はロードマップにも示されている通り、種々の革新的施策は、その商用化までには開発と実証が必要であり、社会実装は 2030 年以降と見込まれる中、2030 年に向けては、生産能力の最適化や、BAT の積極的導入による省エネ推進、高効率化推進、原燃料転換を進めてまいります。

この技術ロードマップの見直しにおいては、諸施策を加速させるべく、日化協としても積極的に参画してまいります。

資源循環型社会の構築にも欠かせないケミカルリサイクルの実装においても各会社での検討が進捗し、2030 年度には合計で数十万 T/Y 規模の事業化計画が公表されています(表-1)。

表-1) ケミカルリサイクルの事業化動向 抜粋 <公表ベース>

会社名	対象原料	方法	2030年能力予測 (kt/Y)	備考
レゾナック	廃プラ	ガス化	70	https://www.resonac.com/jp/kpr/method.html
三菱ケミカル/ENEOS	廃プラ	油化	20	https://www.mcgc.com/news_release/pdf/02376/02642.pdf
三菱ケミカル	自動車PC	モノマー化	10	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000021.000104418.html
住友化学/丸善石油化学	廃プラ	直接オレフィン化	数千～数万T/Y	GI基金プロジェクト 450～645ktのPE/PP代替が目標 https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/013_05_00.pdf 参考2 (P.33)
PSジャパン	PS	モノマー化	1	https://www.psjp.com/sustainable/circular/monomer-recycle-ps/
東洋スチレン	PS	モノマー化	3	http://www.toyo-st.co.jp/cgi-bin/toyo-st.cgi?name=ts_240319&type=pdf
ケミカルリサイクルジャパン	廃プラ	油化	20	出光興産は2030年までに数十万T/Yの廃プラ処理を目指す https://www.idemitsu.com/jp/news/2023/230420.html
ブリジストン/ENEOS	廃タイヤ	油化、モノマー化		GI基金プロジェクト 10万T/Y規模で事業化 https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/013_05_00.pdf 参考2 (P.28)
CFP	廃プラ	油化	12	https://www.mitsuiipr.com/news/2024/0328-4/
東洋紡	PET	モノマー化		2030年代に20万T/Y規模で事業化 https://rplusjapan.co.jp/midtermgoal/ https://www.toyobo.co.jp/sustainability/environment/circulation/
ペトリファインテクノロジー	PET	モノマー化	20	https://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/3r_policy/policy/html/pdfjirei/03_refine.pdf
マイクロ波化学	PP/PS	モノマー化	10	https://www.gomutimes.co.jp/?p=175806
帝人フロンティア	ポリエステル	モノマー化	数万T/Y	帝人フロンティア/ポリエステル繊維の新リサイクル技術を開発 - ノンウーズレビュー 不織布情報 新機能素材 専門誌

※ 公表情報を元に日化協で取り纏め

●まとめ

日化協が描く「あるべき姿」は、化学産業が**自らの変革**を通じて持続可能な生産システムを確立しつつ、その**独自の技術と製品**で社会全体の脱炭素化を強力に後押しする、というものです。また、化学産業が単なる「消費」の主体から、「**資源を創造し、循環させる**」主体へと変革することです。

これは、日本が世界をリードする脱炭素社会・循環型社会を築く上で、化学産業が果たすべき**使命**であり、新たな**成長機会**でもあると認識しており、種々の施策の具現化、社会実装を進めてまいります。