

カーボンニュートラルと資源循環を達成するプロセス・プロセスシステム学の構築

① ビジョンの概要

CO₂排出削減が困難な産業の排出量実質ゼロを実現しつつ、国内産業の国際競争力を強化するには、輸入資源から脱却した炭素資源の自立が必須である。本提案では、社会実装に向けた具体的アクションに繋げるために、バックキャストによる技術、ビジネス、ガバナンス、社会、人材の成熟度の観点から議論し社会実装を推進する仕組みの醸成に取り組む。

② ビジョンの内容

グローバルな目標であるカーボンニュートラルと資源循環の目標を達成するためには、エネルギーと物質の変換を担う化学と化学技術が大きな役割と責務があることは論を待たない。化学技術は、再生可能エネルギーの最大活用と化石資源依存からの脱却のための原料転換を可能とするプロセス技術、新規材料技術だけでなく、社会システム全体の最適化に貢献できる。そのため、2050年における「ありたい未来像」の想定と、バックキャストにもとづく研究を展開することが極めて重要である。化学工学会では、化石燃料をエネルギーとして利用するだけでなく素材として利用する鉄鋼、化学、セメント、紙・パルプなど、二酸化炭素 (CO₂) 排出削減が困難な (Hard to abate, HTA) 産業の将来の炭素フローとエネルギー収支、および、化学産業を事例に、それを具現化するための設備投資の規模と製品価格を、炭素自立ビジョンとして公表している。

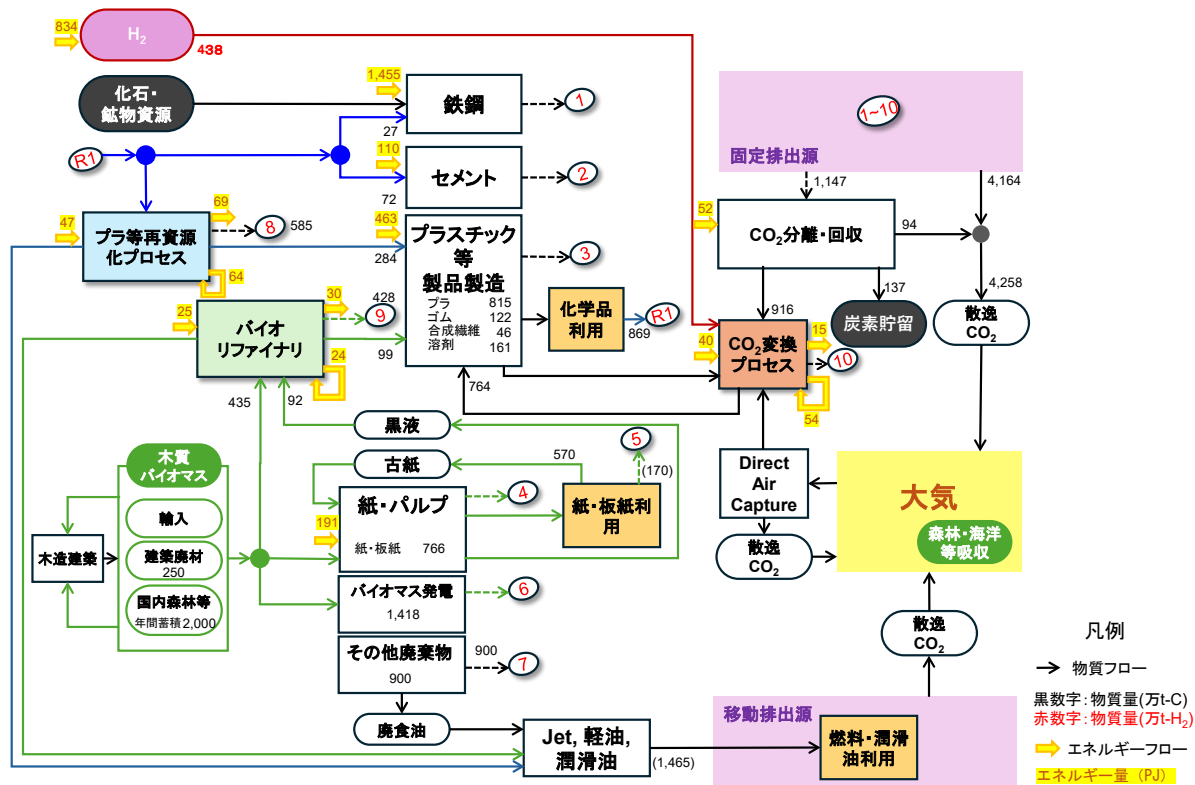


図1 素材生産に関わる炭素循環の将来像

炭素自立ビジョンの実現には、新規な製品、新規なプロセスを実現するためのサイエンス、エンジニアリングの一体的な深化が本質的に重要であるが、必要な技術を適切に社会実装まで導く方法および新しい技術と製品の社会貢献の評価を可能とするシステム論についても研究を行う必要がある。また、異業種間連携による新たなバリューチェーンの構築が必要である。他国に先んじて HTA 産業の炭素自立という産業構造の変革を実現するためには、業界の枠を超えた推進組織をハブとし、産学官民一体となって段階的移行を推進する必要がある。

以上の背景の認識から、化学工業における化学プロセスの最適化というシステムの思考を、カーボンニュートラルを一例に地球規模の課題に適用する。地域間連携や産業間連携により、産業システム、さらには社会システムの最適化に展開するための学問を築くことを提案する。未来社会の構築に貢献する化学と化学技術の革新と、化学と社会のかかわりの考察を可能とし、広くかつ有機的に知が連携する研究領域である。

③ 学術研究構想の名称

カーボンニュートラルと資源循環を達成するプロセス・プロセスシステム学の構築

④ 学術研究構想の概要

炭素自立の実現に向けた具体的なアクションに繋げるために、例えば化学産業の場合、プラスチック等の再資源化、木質バイオマスからの化学原料生産、CCU の社会実装をどのような時間軸で進めるべきかを、目指すべき姿からバックキャストしてロードマップを構築する。また、技術開発の推進のみならず、様々な分野のステークホルダーがその重要性を共有し、産業・社会構造を変革することが不可欠である。そのため、技術、ビジネス、ガバナンス、社会、人材の5つの視点に対応する成熟度レベル（XRL）の観点で、取り組むべき課題を抽出し、ステークホルダーの役割を明確にする。以上の構想を念頭に、シナリオ構築から始まり、プロセス開発、循環システム構築、経済性評価、リスク評価、競争力評価などを、国内外の産学官民の連携により、「論理的・科学的・定量的」に確実にかつ強力に推進する。

⑤ 学術的な意義

未来社会の構築に貢献する化学と化学技術の革新と、科学と社会のかかわりの考察を可能とし、広くかつ有機的に知が連携する研究領域である。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

2020 年 10 月の「2050 年カーボンニュートラル宣言」以降、脱炭素化への機運が高まった。その後、世界的な地政学リスクの顕在化を受け、欧米諸国で政策が見直された結果、短期的な現実解として化石資源への回帰も見られるようになった。このような市場の先行き不透明性に設備コストや人件費の高騰も加わり、多くの脱炭素化プロジェクトが遅延・中断を余儀なくされるなど、カーボンニュートラルに向けた取り組みは世界的に一時的な停滞期に入っている。しかし、中長期的に見れば、カーボンニュートラルの潮流は揺るぎないものであることは言を俟たない。世界が足踏みする今こそ、日本が「カーボンインディペンデンス（炭素自立）」を実現することで、国際市場における競争力を高める絶好の機会である。

しかしながら、現状のカーボンニュートラル施策は、課題の複雑性とスピード感と相まって、各論技術開発のみに留まっているのが現状である。当該構想では、エネルギーと製品を提供する動脈産業と、資源循環を担う静脈産業が連携したバリューチェーン全体の可視化と、可視化された物質とエネルギーのバランスの最適化を定量的に議論する。また、「解が得られない時、システムバウンダリを広げて考える」化学工学的思考を取り入れる。結果として、「あるべき未来社会」の実現と、新たな社会システムの実現に繋げる「社会実装学」の新学術領域が達成される。

⑦ 社会的価値

炭素循環社会の実現に貢献する。加えて、分野横断的な研究推進力を身につけた人材の流動化により、世界の炭素循環研究分野に指導的人材を輩出し、カーボンニュートラル社会実装の方法論を国内外に展開する。

⑧ 実施計画等について

＜実施計画・スケジュール＞

R7－R8：XRL 解析、経済性評価、R7－R10：プロセス開発、循環システム構築、R11－R16：本格運用、PDCA

＜実施機関と実施体制＞

シナリオ構築やプロセス開発の実行部隊は、東京大学、北海道大学、東北大学、早稲田大学、大阪大学、九州大学、室蘭工業大学、国立環境研究所、産業技術総合研究所が中心となって行っていくが、広く門戸を開き、ワンチームで取り組んで行く。また、化学工学会地域連携カーボンニュートラル推進委員会が総合知で挑む新たな産学官民連携構築のファシリテーターとして機能する。なお、脱炭素エネルギー媒体およびカーボンニュートラル炭素原料は、動脈産業に加えて、資源循環を担う静脈産業が連携して、国際協力のもとで融通する必要がある。各国の特徴に鑑みたグリーン成長戦略が構築される中、化学工学の分野で既に確立しているアメリカ、カナダ、欧州、アジア諸国との国際交流のネットワークを活用して、カーボンニュートラル施策における国際連携を図っていく。特に、アジア環太平洋諸国のハブとして日本が機能する。

＜総経費＞ 20 億円

⑨ 連絡先

辻 佳子（日本学術会議連携会員、化学工学会地域連携カーボンニュートラル推進委員会、東京大学）