

Title	グリーン・サステイナブルケミストリー分野における 技術開発の取組と今後の展望について
Author(s)	土屋, 裕子; 高木, 雅敏; 並木, 泰樹; 山野, 慎司; 茶屋原, 梢; 相樂, 希美
Citation	年次学術大会講演要旨集, 28: 350-353
Issue Date	2013-11-02
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/11732
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載する ものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

グリーン・サステイナブルケミストリー分野における 技術開発の取組と今後の展望について

○土屋 裕子、高木 雅敏、並木 泰樹、山野 慎司、茶屋原 梢、相樂 希美(NEDO)

1. 諸言

日本の化学工業は国際的に高い技術力と競争力を持ち、日本の製造業の中でも重要な基幹産業の一つである。その一方で日本の化学工業には、地球温暖化や資源枯渇といったような我々を取り巻く環境や資源の問題に対応した技術開発が求められている。このような背景の中で、環境・資源問題を解決し持続的社會を実現するために、日米欧を始めとして世界的にグリーン・サステイナブルケミストリー(GSC)への取組が行われている。本報告ではGSCの理念に基づいた技術開発の一環として(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)で実施している「グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発」の事例を検証し、今後NEDOが実施するGSC技術開発に関するマネジメントについて考察を行う。

2. 日本の化学工業の特徴と課題

化学工業は、化石資源、鉱物、動植物、水、空気といった原料から中間原料を経て、化学肥料、無機化学工業製品、有機化学工業製品、化学繊維、合成洗剤、塗料、医薬品、農薬、プラスチック製品、ゴム製品など、広範な製品を製造しており、自動車や電気・電子機器等、他の産業へ幅広く原料や部材の供給を行っている。図1に示すように、2011年における日本の化学工業の出荷額は製造業中第2位の40兆円であり、全製造業の14%を占める。また図2の製造業における付加価値額の内訳を見ると、化学工業は第1位の15兆円となっている。世界的に見ても、2010年時点で化学工業製品の出荷額は、中国、米国に次いで世界第3位である(図3)。このように日本の化学工業は、国際的な競争力を持った日本の製造業の重要な基幹産業の一つである。

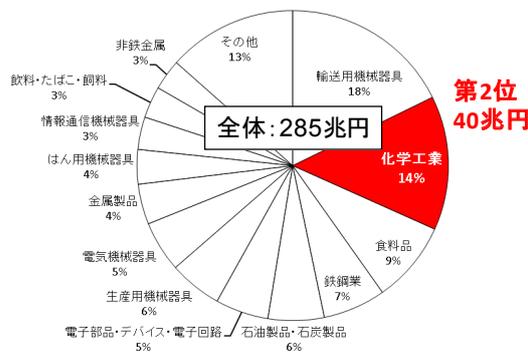


図1 製造業における出荷額の内訳(2011年)
出典: 2012年経済産業省工業統計(速報より)

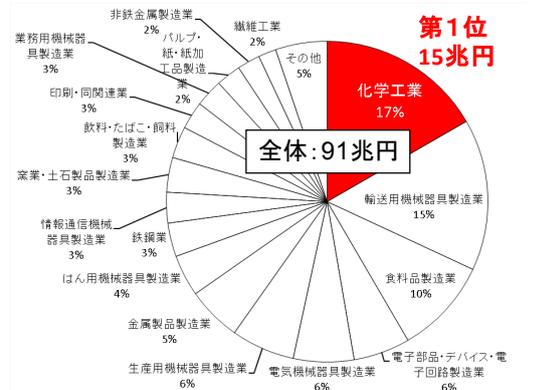


図2 製造業における付加価値額の内訳(2011年)
出典: 2012年経済産業省工業統計(速報より)

※経済産業省『工業統計』:
付加価値額=生産額-国内消費税額-原材料使用額等-減価償却額



図3 世界の化学工業出荷額比較(2010年)
出典: 米国化学工業協会

※図1~3, 5における化学工業とは
日本標準産業分類の「化学工業」に
「プラスチック製品製造業」と
「ゴム製品製造業」を加えたものとする。

次に化学工業の技術的な課題について考察する。図4より、化学工業は日本の製造業のなかで二酸化炭素の排出量が2番目に多いことがわかる。これより日本の化学工業では、二酸化炭素排出の元となる製造工程での省エネ化による二酸化炭素排出量の削減が課題となる。また図5より、化学工業は製造種別の産業廃棄物排出量も第3位であり、廃棄物削減も課題となる。更に、天然資源に乏しい日本は生産に必要な多くの原材料を輸入に頼っているため、石油に代表されるような天然資源の枯渇や価格の高騰に直面している。従って、将来にわたって安定的に化学品を製造するためには、化学品原料の多様化を図ることも課題となる。また、EUでの電気・電子機器における特定有害物の使用制限に関するRoHS指令や、化学物質の管理に関するREACH規制の導入等に代表されるように、世界的に化学物質の管理が強化される傾向にあるため、これらを考慮して有害物の使用量を削減できる化学品の製造も課題となる。

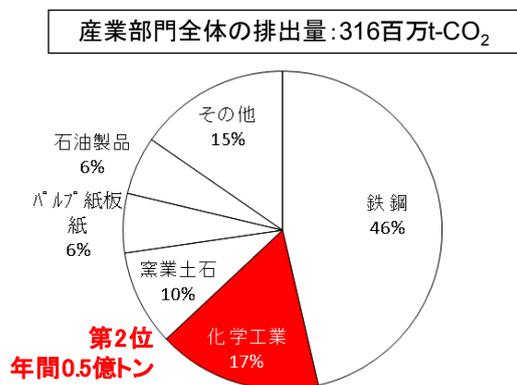


図4 業種別二酸化炭素排出量(2011年度実績)
出典: 国立環境研究所

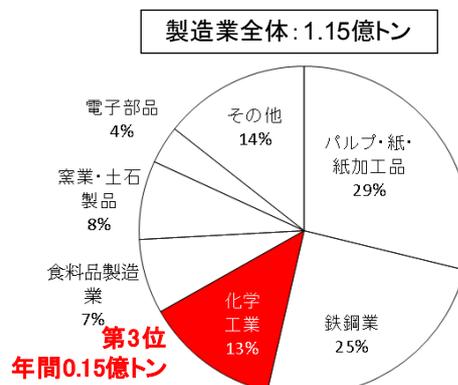


図5 産業廃棄物の業種別排出量(2010年度実績)
出典: 環境省

3. GSC の概略

上記の技術的な課題を解決し、日本が化学品を持続的に生産・供給するためには、従来の大量消費・廃棄型の生産プロセスを見直し、環境や資源の問題に対応して持続的な生産を可能とする製造プロセスの構築が必要となる。このような背景の中で世界的に“エネルギーや資源の制約を克服して環境との共生を図り、安全・安心で持続可能な社会の構築を目指した新しい化学”を目指した様々な取組が行われている。日本では2000年に日本の化学系学会・団体によってGSCネットワークが設立された。この組織が提案しているGSCの定義は「人と環境にやさしく、持続可能な社会の発展を支える化学および化学技術」であり、GSCの活動指針は「化学製品の設計から原料の選択、製造過程、使用、リサイクル・廃棄まで、製品の全ライフサイクルを見通し、地球環境と生態系への負荷を小さくし、安全・安心で豊かな持続可能な社会を実現する化学技術の確立と製品の創出を目指す」ものである[1]。

4. GSC 分野における技術開発の取組

国の技術開発においても上記のGSCの理念に基づいた取組がなされており、経済産業省が研究開発の方向性を議論するコミュニケーション基盤として策定している技術戦略マップにおいて2008年に新たにGSC分野が追加されている[2]。また、GSCの理念に基づいた国家プロジェクトとして、2008年度(平成20年度)より“グリーン・サステナブルケミカルプロセス基盤技術開発”を実施中である[3]。これらのうち化学品分野でNEDOがマネジメントを実施しているプロジェクト[4]の概略を図6にまとめた。

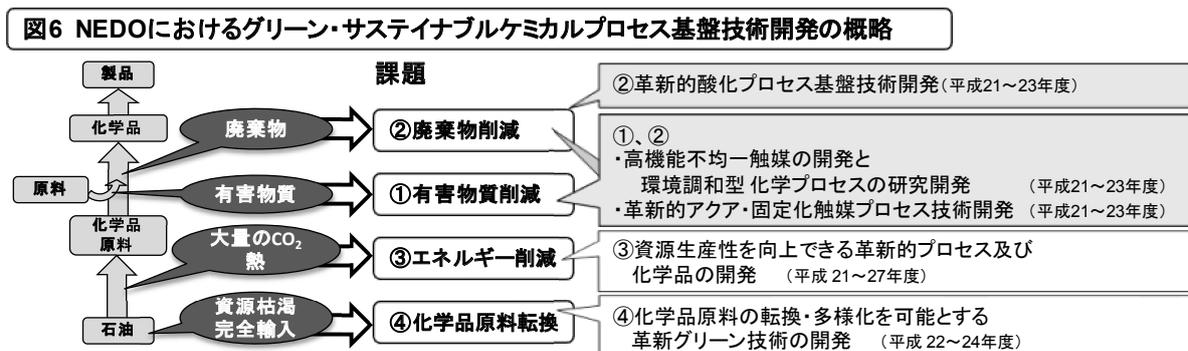


図6より、化学品製造に関するGSC分野の国家プロジェクトとして、①有害物質削減、②廃棄物削減、③エネルギー削減、④化学品原料の転換といった課題解決型の研究開発プロジェクトが組み立てられている事がわかる。これらのうち、課題①、②に関して、委託期間が終了し事後評価も完了した3つのプロジェクトにおける具体的な取組について検証する。なお今回検証するプロジェクトは、初年度は経済産業省のプロジェクトとして開始し、2年目となる2009年度(平成21年度)にNEDOへ移管されたものである。

(1) 革新的アクア・固定化触媒プロセス技術開発

NEDOでは有害物質及び廃棄物の削減を可能にする基盤技術開発として以下を実施した(図7)。有害物質を削減するために、有機溶媒(有害物)の代わりに水で使用可能な「アクア触媒」を開発した。更に、工場排水に含まれる水溶性有機化合物(酢酸)の回収において、「アクア触媒」を適用した新しい排水処理プロセスを開発することにより、汚泥等の廃棄物の削減を可能にした。また、金属触媒を無機物や有機高分子に固定することにより、触媒活性を維持しながら触媒の回収や再利用を可能とする「新規固定化触媒」を開発した。この固定化触媒を用いたフローシステムによる薬粧品や医薬品の原料製造プロセスを開発した結果、従来プロセスよりも副生成物や廃棄物の削減が可能になった。平成23年度のプロジェクト終了後もNEDOが実用化に向けた支援を継続した結果、東京大学と日光ケミカルズ(株)が経済産業省及びNEDOのイノベーション支援関係の事業に採択され、事業化に向けた製造装置の開発や反応のスケールアップ検討に取り組んでいる。また、このプロジェクトのリーダーとして技術開発を指揮すると同時に新規触媒の開発を担当した東京大学理学研究科の小林修教授は、平成25年度の第12回GSC賞において文部科学大臣賞を受賞している。



図7 革新的アクア・固定化触媒プロセス技術開発の概要

(2) 高機能不均一触媒の開発と環境調和型化学プロセスの研究開発

図8に概要を示すこのプロジェクトも有害物質及び廃棄物の削減を目的とする。具体的には、水にも油にも馴染む両親媒性高分子の中に様々な金属触媒を組み入れた「水中反応固定化触媒(高機能不均一触媒)」を新規に開発し、この触媒を用いて従来の有機溶媒を使用せずに水中で有機化合物を高収率で合成可能とする新規プロセスを開発した。この合成プロセスを適用することによって、電子材料(EL素子ホール輸送剤の一種であるTPD化合物)や、電子材料の洗浄剤である高純度アニオン性界面活性剤といった高付加価値化学品の合成において、有害物である有機溶媒使用量の削減や副生成物・廃棄物を削減することが可能となった。プロジェクト終了後も実用化に向けた更なる検討が進んでいる。

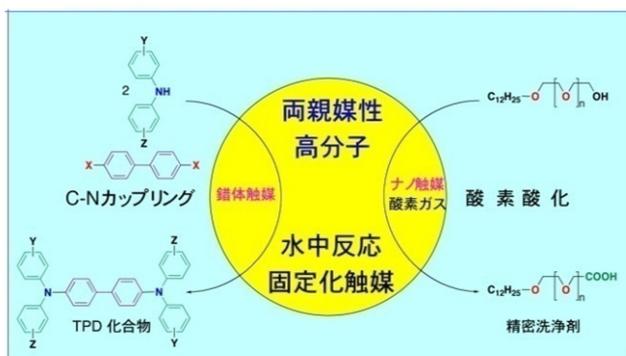


図8 高機能不均一触媒の開発と環境調和型化学プロセスの研究開発の概要

(3) 革新的酸化プロセス基盤技術開発

医薬品や電子材料といった高機能材料を作る化学プロセスのなかで酸化反応は 30%を占める重要な反応である。従来の酸化剤は反応選択性が高い一方で廃棄物が多いという問題があったため、酸化反応後の廃棄物削減を目的として新規な酸化プロセス技術を開発した(図9)。このプロセスでは、酸化反応後の副生成物が水になるために廃棄物が削減できる「過酸化水素」を酸化剤として用いた。過酸化水素は従来の酸化剤よりも酸化力が弱いため、過酸化水素での酸化反応を補う目的で金属錯体、相間移動触媒、添加剤の3成分からなる「3元系触媒」を新規に開発した。「過酸化水素」と「3元系触媒」を組み合わせた結果、廃棄物を削減すると同時に、過酸化水素だけでは酸化が困難であった多官能基質や高分子基質等の酸化が可能となった。この基盤技術開発では、プロジェクト実施期間中にベンチプラントを用いて数十～数百kg/日を想定した実証試験を完了している。プロジェクト終了後の現在は、参加企業各社において高機能材料の製品化を視野に入れた開発を継続中である。

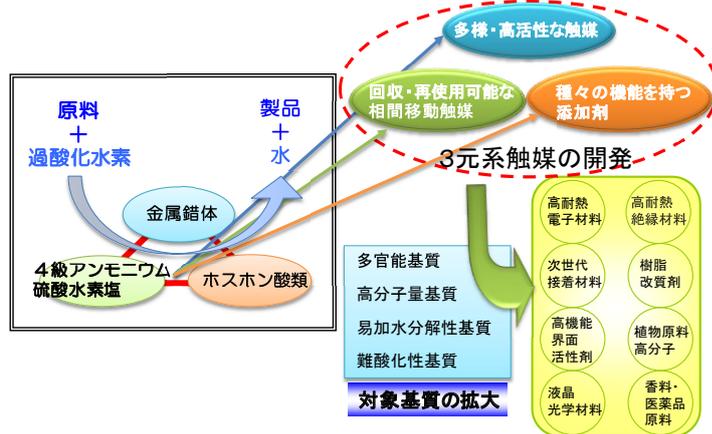


図9 革新的酸化プロセス基盤技術開発の概要

5. 考察

日本のGSCの考え方は、環境の持続性だけでなく企業の生産持続性も包含されるものである。今回事例検証を行った各プロジェクトでは、GSCの考え方に基づいた新規製造プロセスの構築というニーズがある企業と、GSCの実現に貢献可能な触媒等の新規技術のシーズを持つ大学等の研究機関が機能的に組み込まれた実施体制を実現することができた。これによって、研究機関と企業とのコミュニケーションを活性化し、学術的なレベルにあった技術シーズが企業によって効率的に実用化レベルで検討され、結果として実用化に向けた課題抽出とその対策、コスト計算、ベンチプラントでのプロセス検討といった新規技術の実用化に必要な検討を早期に実施することが可能となった。この成功例より、新規技術の実用化を目指すNEDOのプロジェクトでは、ニーズとシーズを組み合わせた最適な実施者による技術開発体制の構築といったプロジェクトの採択段階からのマネジメントが有効であることが裏付けられる。

日本の化学工業にとってGSCの考え方を取り入れた化学品製造は重要であり、このためプロジェクトの開発成果である基盤技術がいつどのような形で事業化していくのか、プロジェクト終了後もNEDOがフォローしていくことが重要となる。このためには、プロジェクト終了後も実施者であった企業とコミュニケーションを取って事業化状況を把握すると同時に、必要に応じて他の支援スキームを活用し、事業化を後押しする等の追加マネジメントを行うことも考えられる。

今後、GSC基盤技術開発においてこれまでに得られた知見を活かし、現在実施中のプロジェクトのマネジメントを強化することによって、日本におけるGSCの更なる普及を支援すると同時に、日本の化学工業の国際競争力の向上に貢献していきたい。

【参考文献、URL】

- [1] 公益社団法人新化学技術推進協会におけるGSCNのURL http://www.jaci.or.jp/gscn/page_01.html
- [2] 経済産業省で公開されている技術戦略マップのURL http://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu_kakushin/kenkyu_kaihatu/str-top.html
- [3] 例えば、平成23年度「経済産業省年報」
- [4] NEDO「グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発」基本計画、実施方針等 http://www.nedo.go.jp/activities/EV_00035.html