

# 脱化石資源を実現する国際的事業展開

宮奥 康平\*・水無 渉・加藤 尚樹

株式会社三菱ケミカルホールディングスは、「無限の可能性と広がりを持つ“Good Chemistry”を基盤として“KAITEKI”を実現するカンパニーでありたい」との新たなビジョンを策定し、人にとっての心地よさ (health, comfort) に加えて、社会にとっての快適、地球にとっての快適 (sustainability) を併せ持った“KAITEKI”社会の実現を提唱している。筆者らが所属する三菱化学科学技術研究センター・バイオ技術研究所では三菱ケミカルホールディングスの示すビジョンのもと、新規事業の創出を目指してさまざまな技術開発に取り組んでいる。本稿では、「脱化石資源」による地球と企業の持続的発展に向けた三菱ケミカルホールディングスの挑戦について、その中核事業会社である三菱化学の事業展開と将来事業の創出に向けたバイオ研究の取り組みを紹介する。

## 三菱化学の「脱化石資源」の取り組み<sup>1)</sup>

**「脱化石資源」戦略** 現在、プラスチック製品のほとんどは化石資源を用いて製造されているが、資源の枯渇や廃棄物処理にともなう環境負荷増大などの問題がクローズアップされている。現代生活に欠かせないプラスチック製品をこれからも活用し続けていくための手段のひとつとして、「脱化石資源」により製造から廃棄までの環境負荷の小さいプラスチックの実用化が求められている。「脱化石資源」への事業構造の転換のため三菱化学の戦略として、次の3つを挙げ、開発を強力に推進している。①既存の化学品を植物などのバイオ原料から製造し流通販売ルートに乗せる drop-in、②バイオ原料から石化の誘導品と同じものを直接製造、③バイオ原料から新しい機能を持つポリマーを製造、である。③の1例はPTT Plc社 (本社：タイ王国) との合弁会社PTTMCC Biochem Company Limited社 (以下PMBC社) にて事業展開を予定している生分解性プラスチック「GS Pla<sup>®</sup> (PBS樹脂)」の植物原料化である。また、2つ目の例は植物を原料とした高機能エンプラ「DURABIO<sup>®</sup>」である (図1)。さらに①、②については、Genomatica社 (本社：アメリカ) などバイオテクノロジーベンチャー企業との提携を軸に、植物原料への原料転換の技術検討を加速している。三菱化学は、2025年度までにこれらの施策によって化石製品の原料の20%を植物などサステナブルリソース由来に転換することを目標として定めている。

**GS Pla<sup>®</sup>の特徴** GS Pla<sup>®</sup>は、コハク酸と1,4-ブタンジオールを主原料とし、三菱化学独自のポリマー製造

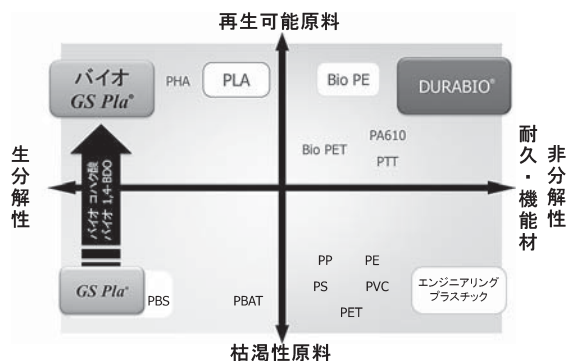


図1. GS Pla<sup>®</sup>とDURABIO<sup>®</sup>の位置づけ

技術によって製造される脂肪族ポリエステル樹脂である。GS Pla<sup>®</sup>は土壌中などで微生物の活動によって水と二酸化炭素に分解する「生分解性」機能を有している。この機能を生かし、マルチフィルムを始めとした農業用資材への展開を活発に進めている。2010年2月にカナダで開催されたバンクーバー冬季オリンピックでは、選手村でGS Pla<sup>®</sup>を使った食器が使用され、廃棄物処理の負担を軽減した。タイ王国においては、2010年7月から科学技術省国立イノベーション機構 (National Innovation Agency) が進めているバイオプラスチック普及プロジェクトの一環として、GS Pla<sup>®</sup>を活用した生分解性樹脂普及および廃棄物リサイクルのプログラムを成功させた。

**GS Pla<sup>®</sup>の事業化戦略** GS Pla<sup>®</sup>の事業化は、まず化学合成で得られる2種モノマーを原料とし、先行して生分解性プラスチックの市場を形成し、段階的に植物原料化していく戦略を取っている。植物原料化GS Pla<sup>®</sup>はタイ王国で設立したPMBC社で製造し、海外展開を図る。三菱化学はまず、自社で開発を続けてきたバイオコハク酸の製造方法を基盤として、同じくバイオコハク酸の製造技術を持つバイオベンチャーBioAmber社 (本社：カナダ) との提携でGS Pla<sup>®</sup>のバイオ化、低コスト化を加速することとした。BioAmber社のバイオコハク酸の製造技術は競合他社にはない特徴を有しており、2010年から商業プラントを運転して事業展開を進めている。このBioAmber社の技術と、三菱化学の微生物育種技術によって開発された独自菌株、化学工業の知見を最大限に活用したプロセス技術、ならびにプラスチック製造販売を通じて蓄積した技術ノウハウを組み合わせることで競争力ある製造技術の確立を目指している。高生産性を

\*著者紹介 株式会社三菱化学科学技術研究センターバイオ技術研究所 (主任研究員)

E-mail: miyaoku.kohei@mu.m-kagaku.co.jp

有する独自菌株の改良には、代謝工学の手法を駆使した育種技術を最大限活用してきた。いっぽう、昨今の代謝工学手法の進展に伴い、糖からの発酵法によって非天然物である1,4-ブタンジオールを直接製造することが可能となってきた<sup>2)</sup>。Genomatica社は、微生物の育種により1,4-ブタンジオールの生産性を工業レベルまで引き上げることに成功したベンチャーである。三菱化学はこのGenomatica社と戦略的提携を結び、自社のバイオ化学品の生産プロセスを組み合わせることにより、石化製品と比較して価格競争力のあるバイオ1,4-ブタンジオールの製造をいち早く実現することを目指している。

**DURABIO®の特徴と事業展開** 三菱化学は、「サステイナブルリソース事業」として、自然環境に負荷をかけない生分解性プラスチックGS Pla®に加え、植物由来の新たな高機能透明エンジニアリングプラスチック「DURABIO®」の開発を進めている。DURABIO®は、主モノマーとして複素環式ジオールのイソソルバイド、共重合モノマーとして独自に導き出したいくつかのジオール、および炭酸源としてのジフェニルカーボネート(DPC)から製造される非晶性の植物由来樹脂である。イソソルバイドは、主にデンプンを加工したグルコースを水添して得られるソルビトールを原料とし、脱水反応・精製工程を経て製造される(図2)。

DURABIO®は、特殊な複素環式(非芳香族)骨格のイソソルバイドを主原料とするため、従来の非晶性樹脂には見られないユニークな特徴を発現する。第一に、DURABIO®はアクリル樹脂に似て、光学特性に優れている。いっぽうで、DURABIO®はアクリル樹脂では達成困難な延性破壊挙動を示している。これらの特徴を活かし、光学フィルム・シート、さらにガラス代替などの光学部材への展開が期待される。第二に、DURABIO®はUV光による黄変がほとんどなく、耐光性を必要とする用途へ幅広く展開が可能である。屋外用透明シート、プレート部材用途、金属や樹脂に積層する表層フィルム用途などにも使用できる。第三に、PC樹脂と比較して表面硬度(鉛筆硬度・耐摩耗性)が良好な特性を示しており、筐体・内装材などのさまざまな射出成形品用途への応用が大いに期待されている。現在、黒崎事業所(北九州市)に設置した年産300トン規模のパイロットプラントで製造したDURABIO®によって市場開発を進めており、2012年には本格生産に移って事業を本格化させる予定である。

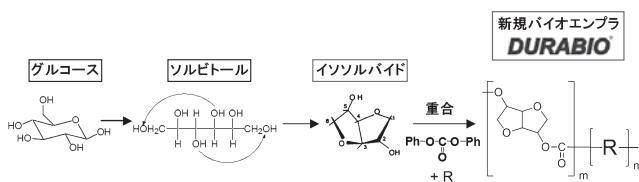


図2. DURABIO®の製造ルート

## 将来事業の創出に向けて

**バイオMMA** 三菱ケミカルホールディングスは2010年3月、傘下にMMA(メタクリル酸メチル)のトップメーカーである三菱レイヨンを迎えた。同社および同社のグループ会社であるLucite International社(本社:英国)は、バイオマス資源を原料とするMMAモノマーの製造技術の開発に着手したことを発表している<sup>3)</sup>。MMAモノマーは、アクリル樹脂など各種化学品の原料となる成分であり、リサイクル可能な透明樹脂やコーティング材、接着剤など、IT、家電、自動車分野などに幅広く用いられ、今後も世界的に大きな需要の拡大が見込まれている。同社グループは、既存のMMAモノマー製造プロセスにバイオマス原料を適用する技術、ならびにバイオマス原料から発酵による物質転換法を経由する技術によって、サステイナブルMMAモノマーの製造を目指す。2016年までに工業生産を開始し、将来的には同社グループの既存MMAモノマー生産量の約50%をバイオマス由来とすることを目指している。

**代謝工学による新たな挑戦** 三菱ケミカルホールディングスの100%子会社である株式会社地球快適化インスティテュート(TKI)は、カリフォルニア大学ロサンゼルス校(UCLA)と共同で、藻類を利用した二酸化炭素を原料に化学製品を生産する研究にも取り組んでいる。代謝工学研究の世界的権威の一人であるUCLAのJames Liao教授は、これまでに、大腸菌や微細藻類に遺伝子組換えにより新たにデザインした代謝経路を導入しイソブタノールなどを産生させることに成功している<sup>4)</sup>。TKIはLiao教授と共同で、増殖力が高い藻類を利用して化学原料となるアルコールを二酸化炭素から効率よく生産する研究を進めている。また、三菱化学科学技術研究センターは、京都大学の荒木通啓准教授と、計算機を活用したシステムティックな手法により、従来法よりも効率的なバイオ合成ルートの探索・設計技術を開発した<sup>5)</sup>。

以上のように三菱ケミカルホールディングスグループは、将来事業の創出を目指して、さまざまな化学品の原料転換を実現するバイオ製造法を、産官学の連携も交えて精力的に開発していく。

## 文 献

- 1) 藤原英幸: 近化資源セミナー要旨集, p1 (2012).
- 2) Yim, H. *et al.*: *Nat. Chem. Biol.*, **7**, 445 (2011).
- 3) 三菱レイヨン(株), 2011/11/9プレスリリース
- 4) Atsumi, S. *et al.*: *Nat. Biotech.*, **27**, 1177 (2009).
- 5) Araki, M. *et al.*: *Metab. Eng.* IX (2012.6.3-7 Biarritz, France).