

●第34回日本ゴム協会賞受賞者報告●

サステナブル資源を用いたゴム材料の研究開発

横浜ゴム(株) 日座 操・新家 雄
(国研)産業技術総合研究所 藤谷 忠博・宮澤 朋久



日座 操氏



新家 雄氏



藤谷 忠博氏



宮澤 朋久氏

この度は、第34回日本ゴム協会賞という大変名誉ある賞をいただき、誠に光栄に存じます。本業績は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務として参画した超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト(超超PJ)で、平成28年度から6ヶ年度にわたっての研究成果となります。以下に受賞業績の概要について説明させていただきます。

タイヤは車と路面が接触する唯一の部品であり、低燃費性や耐久性(耐摩耗性)などの多性能をバランスするために多種多様な原料を使用している。最近では、これらの原料はサステナブル、カーボンニュートラル、SDGsなどの課題に直結しており、重要になりつつある。タイヤ重量の半分は天然ゴムと合成ゴムが占めており、柔軟で高強度な機能性材料であるゴムはタイヤ材料に不可欠な原料である。このゴムのうち半分は天然ゴムで自然産物であり持続可能な資源である。残りの合成ゴムは化石資源由来であり、ほとんどがスチレン-ブタジエンゴム(SBR)とブタジエンゴム(BR)で、持続性が課題になる。そこで、機能性材料である合成ゴム材料のブタジエンに着目し、サステナブル資源からのブタジエン合成を検討した。最も有望な反応はエタノールからブタジエンを合成する反応である。過去数多くの研究が報告されているが、生成物であるブタジエンの収率や選択性が低く、生成物の分離精製が困難なため、ほとんど実用化されていない。より高収率高選択性の触媒が必要になる。

従来の機能性材料開発は、これまで蓄積してきた多くの実験・評価データ(材料の組成、反応条件、構造や物性など)を基に、“経験と勘”に基づく仮説を立てて、それを実験によって検証しながら、時間をかけて最適化を進めてきた。また過去に数多くのデータが報告されているが、条件がばらばらでデータ活用が難しかった。2016年にNEDOにおいて超超PJが発足し、このプロジェクトでは“経験と勘”による非効率な開発プロセスを刷新し、高度な計算科学、高速試作・革新プロセス技術および先端ナノ計測評価技術を駆使し

て、革新的な材料開発基盤技術を構築することを目指した。そこで超超PJにて、サステナブル資源から機能性材料であるゴム材料をつくるという課題に取り組んだ。具体的には、とうもろこしやサトウキビなどから作られるバイオエタノールをブタジエンに変換する高性能な金属酸化物触媒の開発を実施した。

本開発では、密度汎関数理論(DFT)計算を用い、触媒と化合物の作用機構を検討し、活性化エネルギーの比較から反応機構や最適な触媒組合せを検討した。さらに触媒自動合成装置、触媒反応評価装置群、触媒構造評価装置群を連係したハイスループットシステムを活用して、データを迅速収集し、マテリアルズインフォマティクス技術により最適触媒・反応系の短期間での予測をした。予測結果を基に反応解析とプロセス評価を実施し、二段階反応プロセスを用いて高選択性高活性触媒によるブタジエン合成に成功した。エタノール転化率99%、ブタジエン選択性63%になった。ここで生成したブタジエンを捕集し、精製後、触媒重合によりブタジエンゴムを得ることができた。このブタジエンゴムは化石資源由来と同様の性能で、配合により作製したコンパウンドも従来品同様の物性になった。このコンパウンドをタイヤのキャップトレッドやサイドウォール材料に適用し、タイヤを問題なく作ることができた。以上により、サステナブル資源のエタノールから合成ゴム材料ブタジエンゴムをつくり、タイヤに実装可能であることを確認した。本年度より、本技術の社会実装を目指し、NEDO「グリーンイノベーション基金事業/CO2等を用いたプラスチック原料製造技術開発/廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発/炭素資源循環型の合成ゴム基幹化学品製造技術の開発」に係る委託業務として取り組んでいる。引き続き、ゴム業界の持続的成長に貢献できる技術開発に取り組む。

最後に、本研究の推進にあたり連携いただきました、NEDO、産業技術総合研究所、先端素材高速開発技術研究組合の皆様に感謝いたします。