

気候・資源リスク回避に向けた材料開発のエコイノベーション・ ロードマップ作成

(社)未踏科学技術協会 阿部 英喜

1. 調査・研究の目的

グローバルな地球環境問題解決に向けて、素材の研究成果を早急に実践し行動することが求められているが、本調査研究では、科学技術で解決の道を探るためのエコイノベーションに貢献するために、もの作りのサイドからのロードマップ作成を目的として実施した。

材料に関する実践的研究成果を早急に活用し行動に移すため、「先進エコマテリアル研究・開発ビジョン」を議論し、分野横断的な共有を目的としてアカデミック／インダストリアル・ロードマップの策定を実施することを目指した。

2. 調査・研究の内容及び期待される効果

未踏科学技術協会エコマテリアル・フォーラムにおいて、申請者を代表として、「エコイノベーション・ロードマップ作成ワーキンググループ」を設置し、調査研究を実施した。

ワーキンググループのメンバーを中心に、先進エコマテリアル要素技術の中から、以下の3つのカテゴリー（大項目）中の中項目とそれぞれのキーワードに関連する項目について厳選し、それぞれの項目に関する将来性と緊急性を精査した。計画書では、各項目よりあわせて約1,000項目を厳選することを目指したが、項目間での重複を回避した結果、計500項目に集約した。それぞれの項目に関して、ものを作るサイドからエコイノベーションに貢献するためのロードマップを作成した。

まず、エコマテリアル関連技術は、実践材料、基盤材料、次世代材料と、材料に関連する社会技術に分けられ、下記のように分類した。

大項目I. 実践エコマテリアル

- | | | |
|-----|---------------------|----------------|
| 中項目 | (1) 家電、情報機器、事務機器 | (2) 自動車、輸送、発電 |
| | (3) 化学、繊維、バイオマス | (4) 住宅、家具、生活関連 |
| | (5) 土木／建設分野のリサイクル資材 | |

大項目II. 基盤エコマテリアル

- | | | |
|-----|------------|--------------|
| 中項目 | (1) エコメタル | (2) エコセラミックス |
| | (3) エコポリマー | (4) バイオマス |
| | (5) ハイブリッド | |

大項目III. 次世代エコマテリアル

- | | | |
|-----|----------------|--------------|
| 中項目 | (1) エレクトロニクス材料 | (2) ナノ構造制御材料 |
| | (3) 先進エネルギー材料 | (4) 新機能性材料 |
| | (5) 未来材料と技術 | |

材料開発の「エコイノベーション・ロードマップ」作成は、豊富で無害な元素による代替

材料の研究、戦略元素の有効機能の高度活用、元素有効利用のための実用材料設計技術、という文部科学省・経済産業省が強力に推進しつつある元素戦略のコンセプトにも合致しており、プロジェクトの成果はグローバルな地球環境問題解決に向けた、素材研究を早急に実践し行動するための施策として大学や各研究機関などの材料開発分野のみならず、エネルギー技術やIT関連など材料技術を利用しイノベーションを進めていこうとする各方面に発信して行くことができると確信している。

3. 調査報告

先進エコマテリアル要素技術の中から、約 500 項目を厳選し、各項目における背景と現状、課題と実現へのシナリオを、材料技術に携わる開発者 445 名にアンケート形式で調査を行った。アンケート調査の結果ならびにワーキンググループのメンバーによる検討・討議をもとに、「わかりやすいパンフレット」形式のロードマップとしてとりまとめた（添付パンフレット）。パンフレット形式のロードマップには、項目毎に、実現化に向けたシナリオに沿った要素技術をアカデミック／インダストリアル／社会技術のそれぞれに分類している。

1990 年代初頭に、エコマテリアルとは、「環境負荷を最小にし、再資源化率を最大にした材料」と定義され、従来の省エネルギーを考慮した材料設計・プロセス技術開発から地球環境負荷を低減する材料開発への転換として、またその方向への材料研究者の意識改革として学際的にインパクトを与えたが、その後、「ライフサイクルのいずれかの段階で、低環境負荷資源、環境浄化性、低環境負荷プロセス、環境影響物質低減、使用時の高生産性、高リサイクル性などに対して特徴的な環境影響改善（あるいは環境効率改善）の効果があること、ライフサイクル全体を通じてトータルの環境負荷が（同等の機能を有する他の材料と比較して）削減されるよう考慮されていること」と規定されるに至っている。

このコンセプトを最も的確に指し示すものとして、エコスター（図）が挙げられる。各項目のロードマップにおいて、その材料がエコスターの何れのベクトルにおいて、エコイノベーションに貢献できるものであるかを明瞭化することとした。



図 エコマテリアルの設計指針：
エコスター

4. シンポジウム開催

材料技術の開発者とその製品化を通じて活用する者に対して、エコイノベーションの流れの理解とエコイノベーションに向けた材料技術の進む道を示すシンポジウムを、2008 年 5 月 30 日（東京ビッグサイト 会議棟 703 号室）に開催した。このシンポジウムでは、基調講演として、経済産業省 産業技術環境局 中村吉明 環境指導局長より、「エコイノベーションの潮流と今後の展望」と題した講演を頂くと共に、ワーキンググループメンバーとの活発な議論・意見交換を行った。シンポジウム参加者へのエコイノベーションに向けた材料技術のあり方に関する意識の共有化を図るとともに、本調査研究における「エコイノベーション・ロード

マップ」作成への重要性とその発信に対する期待を再認識した。

5. 総括

今世紀に入り、地球温暖化問題（気候リスク）を初め、グローバルな環境問題が顕在化するにつれて、材料技術のみならず社会技術を重視する方向へ活動を展開している。エコマテリアル研究の今後の展開として、社会的な循環あるいは処理システム、LCAデータの活用、資源採取段階における環境影響などについての情報が不可欠であり、これらは、技術革新や社会制度の革新に伴って変化し、グローバル、ローカルなマテリアルのストックとフローに関する包括的なデータベースに基づいて把握するべきものである。

そのような観点から、2000-2003年 振興調整費国際リーダーシップ研究「国際物質循環時代のエコマテリアルガイドライン」、2001-2004年 JST社会技術研究「マテリアルリース社会システム構築のための総合研究」、2002-2005年 JST社会技術研究、「都市・地域構造に適合した資源循環型社会システムの構築」、2003-2006年 JST社会技術研究、「サステイナビリティ指標としての物質・材料フロー」、2005-2006年 財団法人 新技術振興渡辺記念会助成「分野横断的なエコマテリアル関連技術の開発動向調査」などのプロジェクト研究が実施されてきた。このような調査研究を基礎にして、脱温暖化の循環型社会を実現するために、気候リスクのみならず物質リスクの回避への取り組みに関する調査研究を更に発展させ、「材料開発のエコイノベーション・ロードマップ」作成に引継いで行くことが要望される。本プロジェクトは、豊富で無害な元素による代替材料の研究、戦略元素の有効機能の高度活用、元素有効利用のための実用材料設計技術、という文部科学省・経済産業省が強力に推進しつつある元素戦略のコンセプトにも合致しており、プロジェクトの成果を、元素戦略などに携わろうとしている材料の開発者およびその材料を利用してイノベーションを推進する各方面に発信して行くことを目指した。

エコイノベーションは生活と産業の全ての分野を覆って推進されており、それに対する材料面でのひとつひとつの技術開発は数多く取り上げられているが、材料技術が他の技術のイノベーションの基盤となることを考えると、他技術のバックキャスト的技術ロードマップと結びついた材料の側からのロードマップ作りが必要であるにもかかわらず、これまでそのような取り組みは広く知識を結集して行う体制には残念ながらなっていなかった。

以上のような観点から、本調査研究では、グローバルな地球環境問題解決に向けて、とりわけてその基盤となる材料に関する研究開発の方向を明確にし、かつ、それらの成果をIT、エネルギーなどの広範な技術に実践的に活用していくため、「先進エコマテリアル研究・開発ビジョン」を議論し、分野横断的な共有を目的としたアカデミック／インダストリアル・ロードマップの策定を実施した。先進エコマテリアルとして現在すでに広く役立っている基盤材料、近い将来に重要性を増すと思われる次世代材料、ものづくりの最前線でまさに活用されつつある実践材料・技術を網羅的に調査した。

今回の調査研究では、非常に多くの分野の関連研究の動向を調べることができ、最終的には、もの作りのサイドから広く社会に発信できるようロードマップを「パンフレット」として完成することができた。

新技術振興渡辺記念会の助成金により研究させていただく機会を得ましたことを心より感謝いたします。