

2F08 産学官連携による高分子科学技術のイノベーションに関する考察

○飛田雅之, 近藤修司, 亀岡秋男 (北陸先端科学技術大学院大)

はじめに

ナノテクノロジー・材料分野は、持続的な経済発展のための研究開発の重点4分野のひとつとして第2期科学技術基本計画[1]においても優先的に研究開発資源を配分するよう位置付けられている。また、産業競争力を強化するために、特に産学官の有機的な連携を促進して革新的な財・サービスを創出するシステムを構築する方向性が強調されている。

一方、基幹産業のひとつである高分子材料分野の科学技術については、既に1970年代後半に高分子関連の大発明や発見は飽和し一部で行き詰まり感を呈していた[2]。

本研究では、産学官連携による高分子科学技術のイノベーションに関する現状を分析して考察を加えた。具体的には、(1)過去30年間の社団法人高分子学会で報告された産学共同研究成果の口頭およびポスター発表件数の推移および研究テーマ、(2)高分子学会賞(技術)テーマの変遷を調査して研究開発のアクティビティを解析し、(3)NEDO ナノテクノロジープログラム・精密高分子技術プロジェクト(平成13~19年度)の概要と進捗状況を整理し、産学官連携による高分子科学技術のイノベーション創造のための今後の課題について提言したい。

1. 高分子学会(年次大会)の研究発表件数の推移

社団法人高分子学会は、高分子科学および技術の基礎的研究およびその実際の応用をはかり学術文化の発展に資することを目的とし、昭和26年(1951年)12月2日に設立された[3]。遡ると昭和13年(1938年)に米国デュポン社のナイロンの工業化が契機となり、昭和16年(1941年)2月には財団法人日本合成繊維研究協会が設立され、わが国における合成繊維の官学産による研究体制が確立された。昭和18年(1943年)1月、研究分野の拡大などによって同協会は財団法人高分子化学協会と改称され、昭和26年12月に高分子化学協会は発展的に解散し、高分子学会が設立された。(文部省による社団法人認可は昭和28年(1953年)12月23日)会員数は約13,000人である。

わが国の高分子分野の科学技術に関する最大で最新の発表の場が高分子学会の年次大会である。図1は昭和49年(1974年)から平成16年(2004年)の30年間に高分子学会年次大会で報告された口頭およびポスター発表件数の推移である[4]。昭和49年に531件が口頭発表され、以降年々増加して平成16年には2,242件(口頭発表=550件、ポスター発表=1,692件)が報告されている。総件数は年平均約60件の割合で増え続け30年間で4.2倍に達している。これらの推移によれば、高分子科学技術の研究開発はマクロには成長発展を継続していると言える。

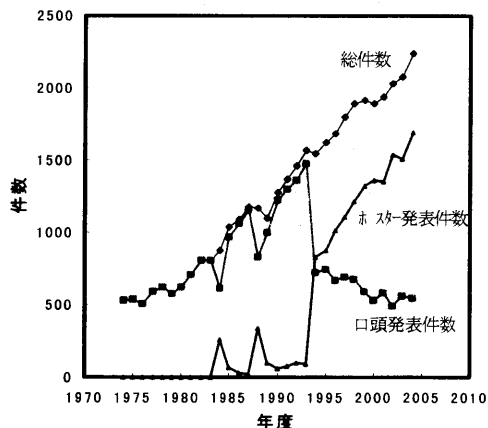


図1 高分子学会年次大会の発表件数の推移-(1)

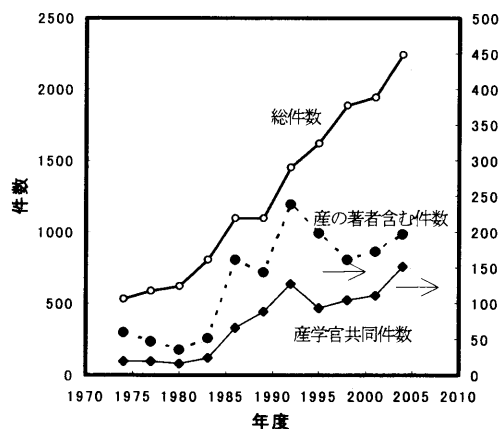


図2 高分子学会年次大会の発表件数の推移-(2)

なお、昭和 58 年(1984 年)にポスター発表形式が追加されてからは、口頭発表件数が減少してポスター発表が増え続ける傾向が顕著である。

表 1 に示すように、発表テーマとしては 1990 年前後から機能性高分子と生体高分子の件数の増加が著しく、これらの 2 テーマは科学技術基本計画の重点分野であるライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料に深く関連して対応している。

図 2 では高分子学会年次大会で研究発表された報告の著者として産業界の研究者を含む件数、および産学官(産学、産官を含む)の研究者を含む件数(産学官共同)を手捲り調査して(3 年毎)プロットした。昭和 49 年(1974 年)には僅かに 19 件であった産学(官)共同研究の発表件数は徐々に増加し、1990 年代には 100 件を超えて平成 16 年(2004 年)には 150 件以上に達して活発化している。

2. 高分子学会賞(技術)テーマの変遷

高分子学会賞(技術)は、高分子技術(工学、工業化技術を含む)に関する独創的かつ優れた業績を挙げたものに

学会から授与される賞である[3]。表 2 に昭和 40 年(1965 年)から平成 15 年(2003 年)までの受賞研究題目などを記した。表の右欄にそれぞれの技術分野(A:素材、B:プロセス、C:用途、D:環境等)を分類し、わが国の高分子科学技術の特に産業界の成果の動向として調査した。

1960 年当初は合成繊維の工業化の時期であり、わが国の高分子科学技術の始まりでもある。その後、様々な新しい高分子素材の研究開発と工業化に関する技術が受賞テーマとして多数を占めている。1980 年代後半からはエレクトロニクス産業向けの新規用途に関連した新素材とその応用技術テーマが増加している。1990 年以降から現在にかけては情報通信分野をはじめとする成長市場への機能性高分子素材の応用展開が目立ってくる。50 年以上前に発明された汎用高分子のような大量消費型の素材の開発はまったく見られないけれども、新しい市場ニーズと用途に応じた電氣的・光学的・化学的・機械的性質等を追及した高分子の研究開発が結果し実用化された動向が読み取れる。昨年度(2003 年)は環境・リサイクルに関連したテーマが初めて選ばれていることも特徴的である。

表 1 高分子学会年次大会の発表テーマの推移

年次	1974 年度	1977 年度	1980 年度	1983 年度	1986 年度	1989 年度	1992 年度	1995 年度	1998 年度	2001 年度	2004 年度	
口頭発表	高分子反応 物理化学 光化学 ラジカル反応 アゾイオン反応 カチオン反応 界面化学 高分子物理 生体高分子 高分子工学	高分子反応 物理化学 ラジカル反応 アゾイオン反応 カチオン反応 界面化学 高分子物理 生体高分子 高分子工学	高分子反応 物理化学 ラジカル反応 アゾイオン反応 カチオン反応 界面化学 高分子物理 生体高分子 高分子工学	高分子反応 物理化学 ラジカル反応 アゾイオン反応 カチオン反応 界面化学 高分子物理 生体高分子 高分子工学	高分子反応 物理化学 ラジカル反応 アゾイオン反応 カチオン反応 界面化学 高分子物理 生体高分子 高分子工学	高分子反応 物理化学 ラジカル反応 アゾイオン反応 カチオン反応 界面化学 高分子物理 生体高分子 高分子工学	高分子反応 物理化学 ラジカル反応 アゾイオン反応 カチオン反応 界面化学 高分子物理 生体高分子 高分子工学	高分子反応 物理化学 ラジカル反応 アゾイオン反応 カチオン反応 界面化学 高分子物理 生体高分子 高分子工学	高分子反応 物理化学 ラジカル反応 アゾイオン反応 カチオン反応 界面化学 高分子物理 生体高分子 高分子工学	高分子反応 物理化学 ラジカル反応 アゾイオン反応 カチオン反応 界面化学 高分子物理 生体高分子 高分子工学	高分子反応 物理化学 ラジカル反応 アゾイオン反応 カチオン反応 界面化学 高分子物理 生体高分子 高分子工学	高分子反応 物理化学 ラジカル反応 アゾイオン反応 カチオン反応 界面化学 高分子物理 生体高分子 高分子工学
ポスター発表												
ポスター発表が無かった年次大会												

表2 高分子学会賞(技術)テーマ一覧(1965~2003)

年度	研究題目	受賞	技術分野
1965	カシミア(アクリル合成繊維)の研究と工業的製造技術の確立 石綿質分りよの塩化ビニル製造法の開発と工業化	堀化化学 興研化学、千代田化工	A B
1967	ポリエチレン連続重合技術の工業化研究	東洋レヨン	B
1968	レーヨン糸の改良 エマルジョン法による塩化ビニル合成繊維の研究	帝人 東洋化学(京都大学)	A A
1969	海綿・乾式糸系の理論的研究	東洋紡績	B
1970	ビニル重合による導体(日本)のその研究と工業化	日本電産、日曹化成	A,B
1971	物電性(帯電防止)ナイロンの開発	東レ	A,C
1972	耐衝撃性と透明性を併有したPVC塗料の製造法 黒白ナノ粒子共重合繊維「シンプ」に関する研究と工業化	堀化化学 東洋紡績	A A
1973	人口皮膚クラリアーの研究と工業化 塩化ビニルエチレンの工業化技術と応用開発	クラレ 昭和電工	A A
1974	フッ素化炭素製造技術の確立 ナイロン2軸延伸フィルムの製造研究と工業化	日本カーボン ユニチカ、日立製作所	A B
1975	ガスバリアー性耐熱フィルムの開発と工業化 高純度シリコン樹脂とシリコンによるPETの製造に関する研究と工業化	クラレ 東洋紡績	A B
1977	ビニルモノマー(ヘキサメチレン)の重合研究と工業化 新規キレート樹脂の開発とその利用技術に関する研究	ダイキン工業 ユニチカ	A A,C
1978	新規カチオン性ポリスルホンの開発と工業化 新規塩化ニトロベンゼン誘導体の製造技術の開発と工業化	日曹紡績 三菱レイヨン	A A
1979	有機発光ポリシリコンの工業化 耐熱性有機樹脂の開発	富士化学 東洋紡績	A A
1980	新規ラジカル重合の分子設計と工業化 ポリ(ビニルアルコール)樹脂の開発と工業化	堀化化学 丸善石油	A,C A
1981	食糧増産用高性能パーフロカルボン酸イオン交換膜 パーフルオロカルボン酸イオン交換膜の開発と工業化	帝人 旭硝子	A,C A,C
1982	高活性耐腐蝕性樹脂の開発とエポキシ樹脂の工業化	大阪電産	A
1983	四フッ化エチレン-プロピレン共重合体エラストマーの開発と工業化 燃料用複合性分子光電材料の研究と工業化	旭硝子 クラレ	A C
1984	新規重合法によるポリメタクリレート/シリコン樹脂の工業化 高純度シリコン樹脂の開発と工業化	クラレ 日曹紡績、鐵道技研	B C
1985	合成高分子膜への電解加水分解層の電化研究と工業化 ポリ(ビニルアルコール)樹脂の開発と工業化	住友化学 ユニチカ	B,C B,C
1986	高圧ポリプロピレン/エポキシ樹脂の開発と工業化	日本ゼオン	A
1987	超弾性可塑性エラストマーの研究と工業化 ソフトな高強度繊維の開発と工業化	ダイキン ダイキン	A A
1988	シリコンを用いた高透明有機LED発光材料の開発と工業化 LED回路基板の開発と工業化	堀化化学	B
1989	高純度シリコン樹脂の開発と工業化 高純度シリコン樹脂の開発と工業化	東レ 旭硝子	A,C A,C
1990	高純度シリコン樹脂の開発と工業化 高純度シリコン樹脂の開発と工業化	堀化化学 日本印刷 旭硝子 旭硝子	A,B A,C A,C A,C
1991	塩化ビニルを用いた高透明有機LED発光材料の開発と工業化 LED回路基板の開発と工業化	堀化化学 宇部興産 東レ	A A A,C
1992	スーパーコンダクタ(ポリ)エポキシ樹脂の開発と工業化 ABS樹脂の改良発光の開発と工業化	出光興産 日本合成ゴム ユニチカ	A A A
1993	新規重合法によるポリ(ビニルアルコール)の製造技術の開発 ポリ(ビニルアルコール)の製造技術の開発と工業化	帝人 東レ 東レ	C C C
1994	ビニルモノマーの重合と工業化 新規重合法によるポリ(ビニルアルコール)の製造技術の開発と工業化	東洋紡績 三井物産 三井物産	A A A
1995	超弾性可塑性エラストマーの開発と工業化 超弾性可塑性エラストマーの開発と工業化	日本ゼオン 富士化学フィルム ライオン	C C C
1996	新規重合法による高純度シリコン樹脂の開発と工業化 高純度シリコン樹脂の開発と工業化	富士化学(旭硝子) 富士化学、ハイモ	A A
1997	光照射による高純度シリコン樹脂の開発と工業化 高純度シリコン樹脂の開発と工業化	住友化学 タキロン	C C
1998	シリコンを用いた高透明有機LED発光材料の開発と工業化 LED回路基板の開発と工業化	堀化化学、Dow 旭硝子、日本電産 ユニチカ	A A A
1999	新規重合法による高純度シリコン樹脂の開発と工業化 高純度シリコン樹脂の開発と工業化	堀化化学 松下技研、電子部品	A A
2000	高純度シリコン樹脂の開発と工業化 高純度シリコン樹脂の開発と工業化	日本ゼオン 三菱レイヨン	C C
2001	超弾性可塑性エラストマーの開発と工業化 超弾性可塑性エラストマーの開発と工業化	旭硝子、堀化化学 三井物産	C C
2002	高純度シリコン樹脂の開発と工業化 高純度シリコン樹脂の開発と工業化	日立化成 富士化学フィルム	C C
2003	超弾性可塑性エラストマーの開発と工業化 超弾性可塑性エラストマーの開発と工業化	豊田中研、豊田合成 トヨタ自動車	B,D
2004			

3. NEDO ナノテクノロジーと精密高分子技術プロジェクトの概要

NEDOのナノテクノロジープログラムの目的は、「広範な分野において汎用的かつ基盤的である材料技術の根幹を変貌させ 21 世紀の革新技術として期待されている材料ナノテクノロジーに関し、知識・技術の体系化・構造化を図る」と表現されている[5]。目標は、「2007 年までに超微細構造制御機能創製にかかわる基礎・基盤的技術の研究開発を行い、その成果を体系化して広範な分

野において活用可能な技術基盤とする。具体的にはナノ構造体の組成および高次構造の制御を基礎とする材料機能の設計・制御技術・材料の超微細スケールにおける特性などの評価解析技術の確立とその体系化を図るとともに、総合データベースを整備する」とし、①精密高分子技術、②ナノガラス技術、③ナノメタル技術、④ナノ粒子の合成と機能化技術、⑤ナノコーティング技術、⑥ナノ機能合成技術、⑦ナノ計測基盤技術、⑧材料技術の知識の体系化、⑨ナノカーボン技術の9プロジェクトで構成されている。

精密高分子技術プロジェクトの基本計画[6]によれば、プロジェクトの目標は、「平成 19 年度までに高分子材料のナノスケールでの規則性を反映した構造制御を実現する設計指針および製造技術の基盤を確立するとともに技術を体系化する」ことである。有機高分子材料の性能・機能の飛躍的な高度化および環境調和を目指し、研究項目(図3)は、一次構造制御技術、三次元高次構造制御技術、表面・界面構造制御技術、材料形成技術および高強度繊維化技術、材料評価技術、共通基盤技術の開発および技術の体系化である。実施体制図を図4に示す。

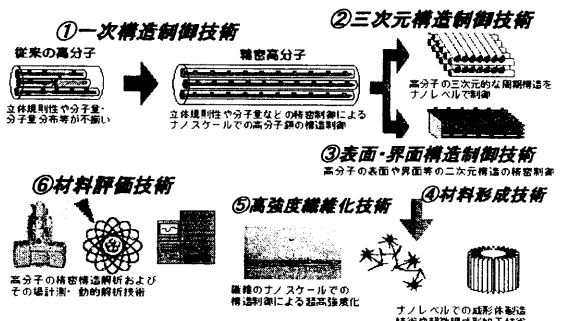


図3 NEDO 精密高分子技術プロジェクトの研究項目

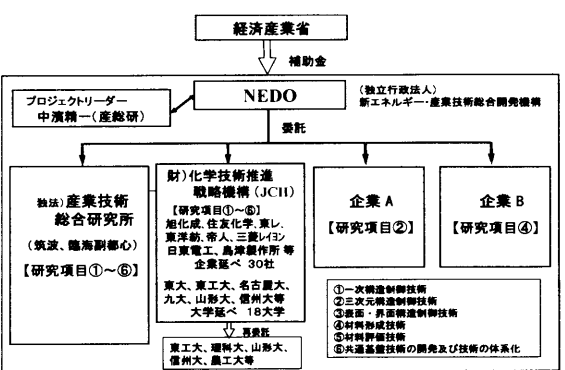


図4 NEDO 精密高分子技術プロジェクトの実施体制図

平成 13 年度に開始された精密高分子技術プロジェクトは平成 16 年度が中間評価年である。中間評価報告書[7]によれば、個別テーマによっては素晴らしい成果が得られている一方で、プロジェクトとしての優位性が必ずしも生かしきれていない点やテーマの構成と研究開発要員の再考、課題の明確化、テーマの選択と集中、出口となる製品イメージ、複合チーム構成、戦略的なマップ作成などが指摘されている。

精密高分子技術プロジェクトの個別テーマ(全詳細は省略)を集約した 18 グループの中間評価項目は、(a)研究開発成果、(b)実用化、事業化の見通しの 2 つである。得られた評点結果(分科会委員 8 名による評価。公開資料の満点(3 点)を 100 点に変換)を委託実施機関(産、産学、官に分類)とともに図 5 にプロットした。

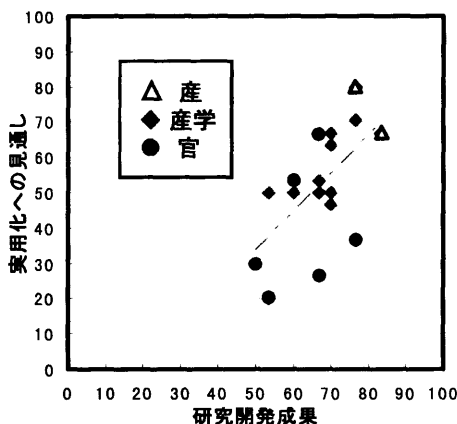


図5 精密高分子技術プロジェクト 18 グループの評価結果

図 5 によれば、比較的産(民間企業)の研究開発成果と実用化への見通しが高い評価を得ているのに対して、官(旧国立研究所)の研究開発成果と特に実用化への見通しの評価が低い。また、産学連携グループの評価については、産、官のほぼ中間に位置付けられる。すなわち、産が主体にあるいは産が参画したグループの方が実用化を意識した研究開発では効果的に進捗するようである。市場・顧客ニーズを深く洞察して実用的展開を意図する研究開発テーマの場合には、産の活力を生かすべきである。しかしながら、基礎的あるいは基盤研究の場合には、学、官の知識をさらに有効に活用することが好ましいことは言うまでもない。各々の特性と役割を認識したうえで議論を重ね、ありがたい姿を追求して互いに機能を高めつつ国際競争力を構築すること、豊かな社会を創造する

ことが求められている。

参考までに、図 6 では精密高分子技術および他のプロジェクトを含む計 12 プロジェクトの中間評価(評点)[7]を比較した。評価項目は、上記の(a)研究開発成果、(b)実用化、事業化の見通しに加え、(c)プロジェクトの位置付け・必要性、(d)研究開発マネジメントの 4 つである。各プロジェクトの特性を十分に把握したうえでの考察が必要であるけれども、研究開発成果および/または実用化の見通しの評点が高いプロジェクトは研究開発マネジメントと位置付け・必要性の両方でも高い評点を得ている傾向があり、MOT(Management of Technology)の視点による解析とアプローチの必要性が示唆される。

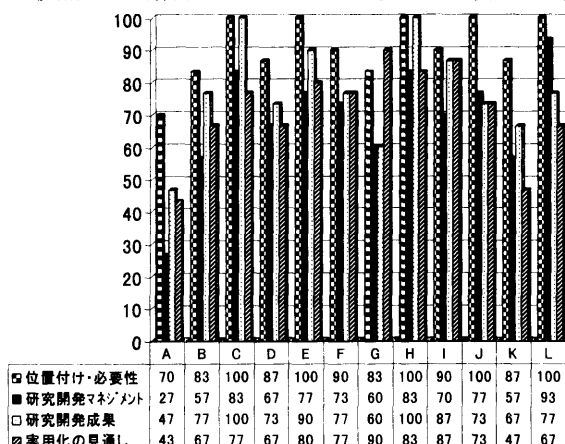


図6 12 プロジェクトの中間評価の比較

おわりに

高分子科学技術の歴史的変遷について高分子学会情報をもとに調査分析し、産学官の精密高分子技術プロジェクトの概要と進捗状況の一部をまとめ、市場ニーズを満足する新たな機能性高分子などに関する研究開発が活発であることや産学官連携による研究開発の課題について考察した。科学と技術の創造立国を目指した実効ある政策や経営が求められ、新たな価値を創出する高分子の研究開発に真剣に取り組む時を迎えている。

参考文献

- [1] 第 2 期科学技術基本計画(平成 13 年 3 月 30 日閣議決定)
- [2] 高分子, Vol. 28, No. 1, 15(1979)
- [3] 高分子学会ホームページ(<http://www.spsj.or.jp/>)
- [4] 第 23 回~第 53 回高分子学会年次大会予稿集(1974~2004)
- [5] 高分子, Vol. 50, No. 5, 296(2001)
- [6] NEDO ホームページ(<http://www.nedo.go.jp/>)
- [7] 第 3 回 NEDO 研究評価委員会 公開資料(2004)