

超分子プロジェクト 追跡調査報告書要旨

国際共同事業「超分子プロジェクト」は、代表研究者国武豊喜氏をはじめとする日仏の著名な化学者6名が連携し、各自のすぐれた研究業績をふまえて「超分子」を共通のキーワードとして高次の組織構造をもった分子集合システム¹を人為的に構築、その構造や機能をそれぞれの立場から、あるいは補完的な共同作業の形で明らかにするとともに、その結果を生体機能の分子論的理解や新規な機能性材料の創製につなげることを目的に推進された。その結果、界面における分子認識、2次元分子パターンと分子ネットワーク、新しい超薄膜作製手段としての交互積層法、疎水化多糖による細胞・薬剤の安定化、融合性リポソーム²による膜融合促進と人工境界脂質を用いた膜タンパク質の転移、超分子マイクロリアクタ、生体膜構成成分のトポグラフィ解析、テルペノイド原始膜起源説³の提起等々、超分子化学体系化の糸口となる多彩な成果を蓄積した。これらの結果は、超分子化学の学問的地位を一気に向上させるとともに、「界面の分子認識を基礎とする自己組織化」研究の世界的な潮流を誘発した。また分子間相互作用の制御によりナノ構造を設計するボトムアップ的ものづくりの手法は、当時黎明期にあったナノテクノロジー時代の先触れとなった。

これら一連の活動はプロジェクト終了後も独自の展開を見せている。交互積層法の延長として表面ゾル-ゲル法が提起され、従来困難とされた無機系の複合超薄膜が容易に得られる点で注目を集めた。生体膜関連では、巨大リポソーム作製や膜融合による細胞の形質転換、膜タンパク質転移の速度論的研究が行なわれ、膜構成成分の位置解析も種々の対象物質について進められた。特異な展開例としてタンパク質の設計手法を分子機械に応用する試みがある。また産業面では疎水化多糖の成果を利用する方向で、地方自治体財団の支援下に、複数の企業研究者（プロジェクト外）の手でヒドロゲルナノ微粒子を使った船底塗料が開発されている。

学術面、産業面での波及効果として、リポソーム複合体をがん細胞と融合する研究や疎水化多糖 CHP⁴/葉酸系をがん細胞中に導入する研究、人工境界脂質によりタンパク質や薬剤を細胞中に入れる試みが活発に行なわれている。CHPによる制がん剤の保護安定化はドラッグ・デリバリー・システムとしてすでに臨床試験の段階に入っており、実用化も近い。交互積層法を利用したバイオセンサや磁気材料、光学素子など新しい工業材料開発が多方面で進められ、簡便さ・低コストの利点があるため応用範囲が広く、将来性は大きい。他に CHP微粒子を添加した化粧品や、弱毒性ウィルスをリポソーム表面に移し、ワクチン化して体内に注入する研究例も見られる。

本プロジェクトで蓄積された多くの成果は、「生命科学・物理学・化学・エレクトロニクス・材料化学など幅広い科学技術分野を統一的に結びつける概念」としての超分子化学を大きく前進させると同時に、ナノテクノロジーの立場から実用化への足がかりを築いた点で高く評価される。

1. 異なった分子が集って生じる、個々の分子のもつ性質とは別の新しい物性や機能を持つ系。
2. 細胞膜機能を模倣する試みの一つとして開発された、ポリエチレンオキシド鎖を修飾した合成脂質（PEO-lipid など）を組み込んだリポソーム。
3. 生体膜中のテルペノイド系統樹を作って進化を遡及し、原始生体膜の構成成分としてポリプレニルリン酸（テルペニルリン酸）を推定した学説。
4. 多糖類のプルランをコレステロール基で疎水化修飾した化合物（cholesterol-bearing modified pullulan）。