

超域研究機構第1期プロジェクト 研究成果（中間）報告書— 概要 —

1. 研究プロジェクト名

「超高分子設計による超酵素機能の人工構築と超機能開拓—キラルらせん高分子の分子認識機能と電子・磁気機能のナノフュージョンによる超機能の創成—」

2. 研究プロジェクト構成員 職・氏名

教授（工学部・超域）青木俊樹（リーダー）、教授（超域）金子隆司（サブリーダー）、助教授（教育人間科学部・超域）八木政行（サブリーダー）、その他7名（学外者5名、博士後期課程学生2名）

3. 研究成果の概要

(1) プロジェクトにおいて目標としたもの

本研究では、3人の主要メンバーのそれぞれの分野（高分子合成、有機磁性体、錯体触媒）における独創的な研究シーズを、それぞれに発展・深化させ、また相互に分子レベルで融合（“ナノフュージョン”と命名）し、従来の手法ではできない機能（“超機能”と命名）を見出し、新しい領域を切り開くことを目標とした。

(2) 目標に到達するために選択した方法・手段

本研究の初期の目標として下記項目の発展的、融合的研究を行い、新領域の創成を目指した。その際、インパクトファクター（IF）の高い学術誌への発表を常に意識してきた。

- 1) キラルらせん高分子の合成制御の精密化および機構を解明し、さらにこの新高分子の新しい機能を開拓する。
- 2) キラルらせん高分子にラジカル置換基を導入し、まったく新しいタイプの有機磁性体を実現する。
- 3) キラルらせん高分子分離膜に触媒機能を持つ錯体を組み込み、まったく新しいタイプの触媒機能材料を実現する。

(3) これまでの研究で得られた成果

計画調書の研究計画欄における計画はほぼ予定通り完了した。計画調書の研究計画欄における3つのサブテーマの各々において成果（深化や新たな展開）が見られ、また、目的であるナノフュージョンがいくつか完成した。研究基盤は深化し、多岐にわたり飛躍的に進展した。当初の研究目的はおおむね達成された。それ以外に、当初予期していなかったいくつかの発見がなされた。

計画調書の研究概要欄に述べた目標である自然科学で最もインパクトファクター（IF）の高い *Nature* (IF=約28)、*Science* (IF=約23) などでの発表に関してその準備段階を計画通り着実に進めている。つまり、発見した現象の確認を完了し、現在、既に現象の原因・機構の解明に着手しているところである。また、化学の分野で最もインパクトファクター（IF）の高い *J. Am. Chem. Soc.* (IF=約6)、*Chem. Eur. J.* (IF=約5)、*Angew. Chem.* (IF=約8) などでの論文採択を達成し、また高分子化学の分野で最もインパクトファクター（IF）の高い *Macromolecules* (IF=約4) などでの発表数を飛躍的に増加させることを達成した。

これと関連して、一連の研究の発展の成果のひとつの例として、本プロジェクト期間中に3人の研究代表者としての科学研究費補助金を計9件(基盤(B)2件、若手(A)1件、特定1件、萌芽4件、若手(B)1件など)獲得した。また、メンバーの2名が学会奨励賞を受賞した。

(4) 更新する期間(3年間)で目標とする事項及びその研究計画

本プロジェクトの更新期間の目標としては、従来の3項目の発展的研究をさらに進めるだけでなく、相互の融合(ナノフュージョン)を進める事に力点を置く。本超域グループの学外メンバーとの連携を強化する。その際、IFの高い学術誌への発表を常に意識する。

- 1) キラルらせん高分子の合成制御の精密化および機構の解明し、さらにこの新高分子の新しい機能を開拓する。この機能と電子機能、触媒機能、磁気機能とのナノフュージョンを行う。
- 2) キラルらせん高分子にラジカル置換基を導入し、まったく新しいタイプの有機磁性体を実現する。このナノフュージョンにより、新規な磁気光学効果を見出す。
- 3) キラルらせん高分子分離膜に触媒機能を持つ錯体を組み込み、まったく新しいタイプの触媒機能材料を実現する。この機能と不斉分子認識機能のナノフュージョンを行う。

本超域内グループ内でのナノフュージョンをさらに推し進めるとともに本超域グループの学外メンバーとの連携を強化し、さらに学内の他分野材料関係研究者との連携も図る。特に一昨年よりコアセンター化を目指して活動中の「環境材料ナノ化学教育研究センター」との連携を開始し、さらに大きなプロジェクトへの発展を目指している。さらに国際学会を新潟で共催し、成果を発信する予定である。

(5) 研究発表実績

ア 学会誌等

- ・ *J. Am. Chem. Soc.* (2003) (IF=約6): アセチレンのらせん選択重合を初めて実現した。新しい重合系であるとともに新しい材料創出が開け、またキラルの起源の解明に重要な示唆を与える。
- ・ *J. Am. Chem. Soc.* (2003) (IF=約6): 高分子磁性体の開発へ向けて一つの大きなブレイクスルーを見出した。
- ・ *J. Am. Chem. Soc.* (2004) (IF=約6): マンガンオキソ錯体による水からの酸素発生を初めて実現した。光合成の酸素発生機構の解明に重要な示唆を与える。
- ・ *Chem. Eur. J.* (2005) (IF=約5): 多重エレクトロクロミック特性を示すユニークな機能薄膜を新規開発。新しい光・電子デバイスの開発が期待される。
- ・ *Macromolecules* (2003) (IF=約4): 化学的に膜中のキラル置換基を除去し、主鎖のみのキラル構造からなる膜による光学分割に初めて成功した。
- ・ *Macromolecules* (2005) (IF=約4): アセチレンのらせん選択重合の新たな例を見出し、そのらせん構造を明らかにした。
- ・ *Macromolecules* (2005) (IF=約4): 化学的に膜中のキラル置換基を除去し、主鎖のみのキラル構造からなり、かつ官能基を持つ膜の調製とこれによる光学分割に初めて成功した。
- ・ *Polym. J.* (2005): 青木、金子らの分離機能性高分子膜に関する研究の総説を依頼され執筆した。
- ・ *Polymer* (2006, 印刷中): 青木、金子らのアセチレン系共役高分子合成に関する研究の総説を依頼され執筆した。

イ 口頭発表・国際学会5件を含む87件の発表を行った。