

平成22年度 新学術領域研究（研究領域提案型） 中間評価結果（所見）

研究領域名

ソフトインターフェイスの分子科学

研究期間

平成20年度～平成24年度

領域代表者

前田 瑞夫（独立行政法人理化学研究所・前田バイオ工学研究室・主任研究員）

領域代表者からの報告

1. 研究領域の目的及び意義

タンパク質・核酸・多糖類などの生体高分子、液晶や両親媒性分子、コロイドなど、大きな内部自由度を特徴とする有機物質は、ソフトマターと総称される。これらソフトマターが形成する界面は、外部からの刺激によって構造や性質が大きく変化するソフトな特性をもつ。この動的な界面をソフトインターフェイス（ソフト界面）と定義した。ソフト界面は溶媒やイオンや基質が介在する3次元的に厚みのある境界領域であって、その性質は単なる2次元界面ともバルクとも異なっている。すなわち、溶媒やイオンやゲスト分子との相互作用を通じて動的に構造や性質を変化させ、分子鎖が機能を発揮する領域であるという点がその特徴である。ソフト界面は生物機能の多様性を支える源になっているばかりでなく、医療を支えるバイオマテリアルやバイオデバイスなどの性能を支配する重要な因子である。しかし、その分子レベルの研究はほとんど進んでおらず、しばしば従来の知識では理解できない不思議な現象がみられる。本領域研究では、精密なソフト界面の創成とその特性解析を行い、界面が関与する新規現象・物性を解明しつつ、ソフト界面の特性を活かした機能材料の開発を進めることにより、新たな融合学術領域を創成することを目的とする。ソフト界面に関わる先導的研究や若手研究者による挑戦的研究を糾合して本領域を組織することにより、ソフト界面が示す不思議な現象が次々に解明され、その特性を活かした新機能材料が創出されることを目指している。

2. 研究成果の概要

本領域は当初からの計画研究13件に加え、21年度からは公募研究24件が参画し、A01 ソフト界面の設計・構築、A02 ソフト界面の解析、A03 ソフト界面の機能の3項目について研究を進めてきた。各項目の代表的な成果として次の例がある。A01：生体認識で重要な役割を担う糖分子の空間配置を制御したソフト界面を構築し、アルツハイマー病と関連するアミロイドの細胞毒性を考察する上での有益な知見を得た。A02：ソフト界面の解析法である表面力測定のためのタンパク質固定化法の開発を行い、細胞の熱ストレス応答を担うと考えられているタンパク質の熱変性に伴う相互作用変化と立体構造変化の関係を明らかにした。A03：基板上の固定化抗体周囲をポリエチレングリコール（PEG）ブラシで高密度修飾することによる抗体の活性保持という新現象発見について、PEGブラシが抗体分子の扁平化を抑制していることをAFM観察で証明し、ソフト界面の高機能化を実現した。領域内の特筆すべき共同研究成果として、幹細胞の抗体固定化カラムによるアフィニティー分離における非特異吸着の原因を解明し、双性イオンポリマーブラシの固定化により問題点を解決した例がある。約250編の原著学術論文、110編余の総説論文、110件余の招待講演、公開シンポジウム開催4回、領域会議（研究発表会）開催5回、ニュースレター発行4回、ソフト界面研修コース開催4回、ソフトマター教科書の編纂、「ソフト界面と水」ワークショップの開催、環太平洋国際化学会議でのシンポジウム開催、などを通じて外部への情報発信と組織内の有機的連携促進、ならびに若手研究者の育成に努めた。

審査部会における所見

A（研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの進展が認められる）

本研究領域は、ソフト界面の科学の新しい学理領域の確立を目的とし、生体分子を規範とした高分子の合成や機能創成に向けた研究を展開している。

ユニークな高分子界面の特異性を学理的に解明、操作を行う側面と、そのソフト界面の興味深い機能を活かした応用に結び付けるためのシーズ発現という側面がターゲットである。

非常に複雑であるにも関わらず、シーズとなり得る意義のある研究成果が蓄積されており、目的達成に向け、着実に良好な進捗を示している。

本研究領域は、合成、分子計測、分子認識の3つの研究項目から構成されており、領域代表者のリーダーシップの下で力量のある研究者が揃っている。各研究グループはもとより、研究領域内での個々の共同研究も積極的に推進されており、研究者間の連携が有効に機能している。また、研究成果の公表は論文や特許、シンポジウムやワークショップの開催、書籍出版等幅広く取り組まれており、評価できる。さらに、研究領域内において、研究分野の枠組みを超え、若手研究者のための新しいスタイルの研修コースを設立し、若手研究者の育成を含め、将来展望を柱とした運営指針は評価すべき点である。今後もさらに研究領域を発展させ、新しい概念としてのソフト界面研究領域の確立のための展開を期待する。