

領域番号	2501	領域略称名	動的秩序と機能
研究領域名	生命分子システムにおける動的秩序形成と高次機能発現		
研究期間	平成25年度～平成29年度		
領域代表者名 (所属等)	加藤 晃一（大学共同利用機関法人自然科学研究機構・生命創成探究センター・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>生命現象の特徴は、複雑な柔構造を有する多様な生命分子素子が動的な集合体を形成することにより、自律的に秩序あるシステムを創出することにある。こうしたシステムの形成原理を解明することは生命現象の本質的理解につながるはずである。本研究領域は、生命分子システムを構成する多数の素子がダイナミックな離合集散を通じて動的秩序を形成し、それが時間発展して高次機能を発現する仕組みを分子科学の観点から解き明かすことを目指す。そのために物理化学に基盤をおく実験と理論の融合研究を展開する。さらに、生命分子科学と超分子化学のアプローチを発展的に統合することによって、生命分子システムの特質を具現化した動的秩序系を人工的に構築することを目指す。この目的を実現するために、生命分子科学を基軸に、生物物理学、理論・計算科学、合成化学、構造・システム生物学、さらには医学・薬学・工学・環境科学等への応用を見据えた研究ネットワークを組織する。こうした国際的にも類例のない学際的な研究体制を構築することにより、生命の本質的理解に向けた先端的な学術領域を創成する。その成果は、創薬をはじめとする産業応用の進展に資するとともに、生命科学一般の深化と分子科学におけるパラダイムシフトをもたらし、人工的な生命システムを設計・創生するための指導原理を導き出すことが期待される。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>本研究領域では、動的秩序の探査（A01）・創生（A02）・展開（A03）の3つの研究項目を研究の柱とし、各項目内において化学・物理学・生物学の分野横断的研究を実施するとともに、これらの研究項目の枠組みを越えた共同研究を活発に行なって順調に成果を上げることができた。A01とA02の連携により、人工錯体の分子集合過程で生じる過渡的の化学種を実験的に観測する方法を開発し、それらの遷移ダイナミクスの全容を捉える独創的な分子理論を打ち立てることに成功した。A03の研究で初めて明らかとなった生体超分子の形成機構とあわせて、人工分子系と生命分子系に底通する自己集合の原理を浮き彫りにすることができた。さらに、アミロイド線維や時計タンパク質などを対象に、非平衡系における生体分子の離合集散過程について、実験と理論の両面から詳細に解き明し、それらの特質を備えた人工分子系の創生も実現している(A01、A02、A03の連携)。特に、分子集合のエネルギーランドスケープにおける速度論支配と熱力学支配を制御することで超分子形成の時間発展のプログラミングが可能となり、同調的に周期的律動をする人工高分子ゲルや生体分子と人工超分子のハイブリッド化による高次機能の創出にも成果をおさめている。成果発信はもとより、若手育成と国際連携も成功裡に達成することができた。このように、本研究領域の活動を通じて、人工分子系と生命分子系を貫く動的秩序形成機構の普遍性が初めて見出され、人工的な生命システムを創生する指針を導き出すことができた。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会 における所見</p>	<p>A+ (研究領域の設定目的に照らして、期待以上の成果があった)</p>
	<p>本研究領域は、生命分子システムの動的秩序形成の解析を通して、人工分子系と生命分子系に共通する分子集合の原理を解き明かし、動的秩序形成機構において新たな学理の創成に成功した点を評価する。動的秩序の探査（研究項目 A01）・創生（研究項目 A02）・展開（研究項目 A03）の三つの研究項目を柱とし、各研究項目内において化学・物理学・生物学の分野横断的研究の実施体制を整え、活発な研究交流がなされた。特に、アミロイド線維や時計タンパク質などを対象にした自己集合の原理を浮き彫りにした成果は、次世代の分子創成への手掛かりを与えた点で特筆すべきであり、生命と物質をつなぐ新たな新学術領域研究として、期待以上の成果があったと言える。</p> <p>加えて、領域代表者が強いリーダーシップを発揮し、自然科学研究機構において生命創成探究センターの設立にまでつなげたことは、高く評価できる。また、若手研究者を含む意欲ある研究者を公募研究で採択し、多数の共同研究を推進することで、研究期間を通じて数多くの学術論文が発表され、それらの研究成果は領域のホームページや広報誌を通じて積極的に公開されている。さらには、アウトリーチ活動における若手研究者による積極的な取組は評価に値する。</p> <p>今後は、明らかとなった分子設計上の指針を基に、これまで蓄積してきた知見や学理を発展、深化させ、分野の更なる発展を期待したい。</p>