

# 末端に芳香族環を有する人工ペプチドからなる自己組織化ナノ材料

古賀 智之\*†

\*同志社大学 理工学部 機能分子・生命化学科 京都府京田辺市多々羅都谷1-3 (〒610-0321)

† Corresponding Author, E-mail: tkoga@mail.doshisha.ac.jp

(2022年6月22日受付, 2022年8月22日受理)

## 要 旨

タンパク質やペプチドなどの生体高分子の生み出す精緻な構造や機能、高度な分子集合システムを手本としたナノバイオ材料の開発が精力的に進められている。本稿では、自己組織化ユニットとしての人工ペプチドの魅力について述べるとともに、筆者らが構築した三重らせん構造をモチーフとした芳香族環修飾コラーゲン様ペプチドの階層的自己組織化により生み出される多彩なナノ組織体について紹介したい。とくに分子構造と自己集合形態（高次構造）との相関性、光/温度などの外部刺激応答性やそれに基づく蛍光発光特性などを中心に述べる。

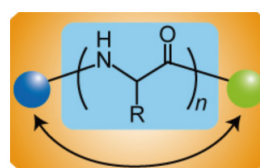
キーワード：コラーゲン様ペプチド, 自己組織化, 三重らせん, ナノ構造, 芳香族環

## 1. はじめに

タンパク質やペプチドは、モノマー配列が完全に制御された一次構造に基づいて高分子鎖間の相互作用を厳密に制御しており、三次元規則構造への折り畳みや自己組織化を可能にしている。近年、このような生体高分子の優れた構造的・機能的原理を合成系に応用していくことを念頭に、人工タンパク質や人工ペプチドの自己組織化を活用したナノ構造・ナノ空間形成に関する研究が精力的に展開されている<sup>1-5)</sup>。とくに、人工ペプチドは、i) 化学合成の簡便性、ii) 優れた生体親和性・生分解性、iii) 化学修飾による機能化の容易性、iv) 立体構造（二次構造）や分子間相互作用のデザイン性、v) アミノ酸種の組み合わせによる構造多様性や生理機能発現などの特徴を有しており、自己組織化材料の設計やナノバイオ材料への応用に都合が良い（図-1）。また、刺激応答性も容易に付与することができ、ダイナミックに構造や機能が変化する環境応答型材料へも展開しやすい。実際、細胞足場材料や分子徐放材料、自己修復性やインジェクタブル性を有するハイドロゲル材料など、医用材料～コスメティック材料等の幅広い分野での応用が進んでいる。

高次構造形成を誘起する二次構造モチーフとしては、 $\beta$ -シート構造<sup>6-9)</sup>やヘリックス（コイルドコイル）構造<sup>10-12)</sup>、三重

## Sequence-controlled Oligopeptides



- Easy synthesis
- Biocompatibility
- Biodegradability
- Stimuli-responsiveness
- Chemical modification
- Conformational and functional diversity

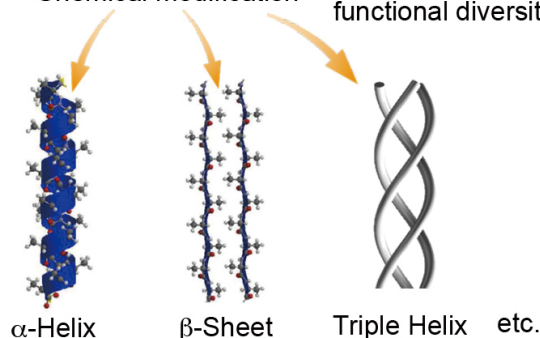


図-1 自己組織化ユニットとしての人工オリゴペプチドの特徴

らせん構造<sup>13-15)</sup>などがおもに採用されている。これらの二次構造は、種々のアミノ酸を適切に選択して組み合わせることで自在に構築することが可能であり、各二次構造に適したアミノ酸配列の設計指針も明らかになりつつある。ナノスケールの機能材料を精密かつボトムアップ的に創り出すためには、このようなコンフォメーション特性を含めたペプチド分子構造と自己集合様式（モルフォロジー）の関係、ナノ構造と機能との関係を理解することが重要である。本稿では、三重らせん構造をモチーフとした芳香族環修飾コラーゲン様ペプチドの階層的自己組織化により生み出される多様なナノ組織体に関するわれわれの最近の研究例を中心に紹介したい<sup>16-18)</sup>。芳香族環の種類やペプチド鎖長、両親媒性バランスのわずかな相違が自己集合形態に及ぼす影響など、ペプチド自己集合系における分子構造-



【氏名】 こが ともゆき  
 【現職】 同志社大学理工学部機能分子・生命化学科教授  
 【趣味】 スポーツ観戦、釣り  
 【経歴】 2001年同志社大学大学院工学研究科博士課程（後期課程）修了。博士（工学）。産業技術総合研究所界面ナノアーキテクトニクス研究センター研究員、名古屋工業大学博士研究員、カリフォルニア工科大学博士研究員を経て、2004年同志社大学工学部専任講師、2007年准教授、2014年理工学部教授。現在に至る。この間、2013年カリフォルニア工科大学客員研究員。

【図表について】電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai/-char/ja/