

タンパク質の物性物理と分子デザイン

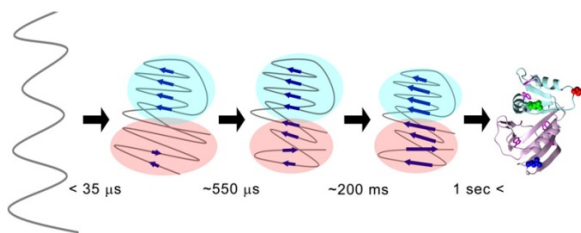
タンパク質は、生命現象を駆動する根源的な物質です。生体内で合成されたタンパク質は、一次元的な鎖状の形をしています。熱統計物理学の原理に従って、特定の三次元立体構造に折り畳まれます（フォールディング）。その後、熱揺らぎ等によって、まるで生きているかのようにダイナミックに動き、多様な機能を発揮します。生物の「生き生きとした」動きは、タンパク質の物性に由来しているのです。そして、このようなタンパク質の振る舞いは、全てタンパク質のアミノ酸配列の中にプログラムされています。

しかし、タンパク質の構造や機能がアミノ酸配列の中にどのようにコードされているのかは未解明です。私たちの目標は、このような「タンパク質の設計原理」を解明し、生命のプログラムを解き明かすことです。これは物理法則の発見に匹敵する重要課題です。この問題を解決できれば、タンパク質を計算機上で自由自在にデザインし、産業や医療に応用することが可能になります。

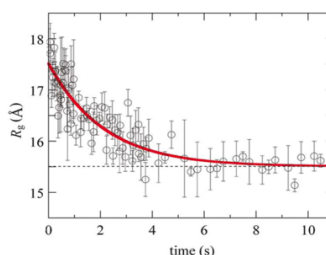


1. タンパク質の物性物理：フォールディング問題を解く

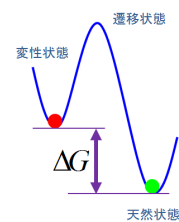
- **フォールディング反応機構の解明** 時分割分光法による反応計測や、分子動力学シミュレーションなどにより、実験と理論の両面から、フォールディング反応機構の解明を目指します。



タンパク質のフォールディング反応機構

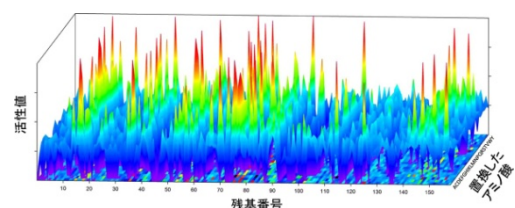


フォールディング反応曲線

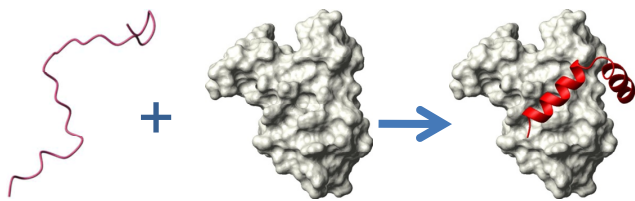


タンパク質の安定性

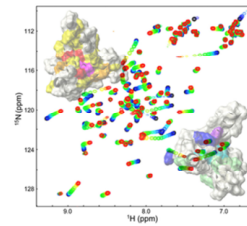
- **タンパク質の構造・機能予測** 網羅的変異解析により、タンパク質のアミノ酸配列・構造・機能のデータベースを構築し、配列情報のみから構造・機能を予測する方法の開発を目指します。



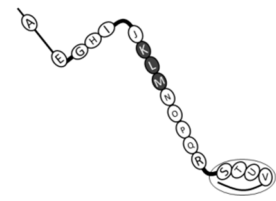
- **タンパク質ダイナミクスの解明** タンパク質の生き生きとした動きを、核磁気共鳴 (NMR) 法などを用いて解明します。最もダイナミックに動くタンパク質である天然変性タンパク質や、最速で動く細菌マイコプラズマの滑走タンパク質のダイナミクス解明を目指しています。



天然変性タンパク質のフォールディングと分子認識反応



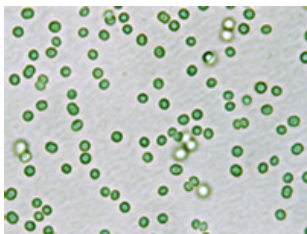
NMR スペクトル



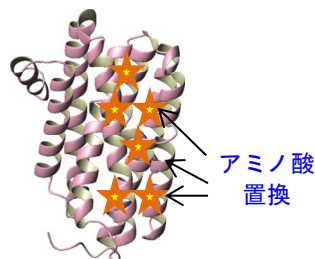
マイコプラズマ滑走タンパク質

2. タンパク質の分子デザイン：産業や医療への応用

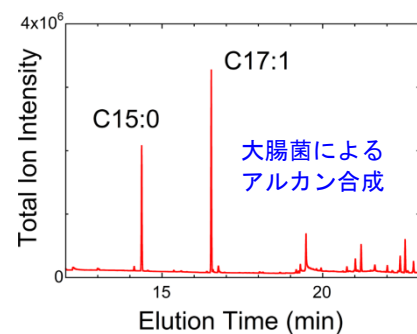
- **バイオエネルギーをつくる** 震災復興のために、生物物理研究の立場から、私たちにできることはないだろうか？ 私たちなりに真剣に考え、出した答えが、「バイオエネルギーをつくる」ということでした。バイオエネルギーとは、生物から作られる燃料のことであり、化石資源や原子力発電などに代替しうる可能性を秘めています。現在私たちは、軽油相当のアルカン（アルケン）を生産できる藻類が持つタンパク質を高活性化させ、バイオエネルギー生産の高効率化を目指しています。そのためには、進化分子工学、NMR 法、X線解析、計算機モデリングなど、手段を選ばずに、全力で取り組みます。



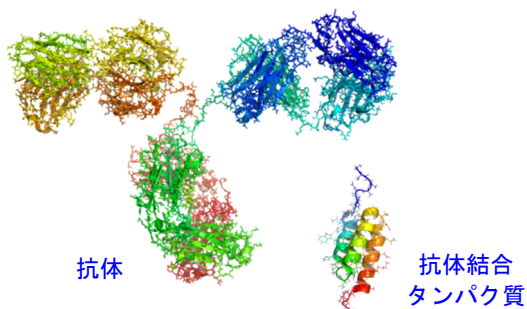
シアノバクテリア（ラン藻）



アミノ酸置換



- **有用な新規タンパク質の理論的設計** 計算機を用いて有用な新規タンパク質を理論的に設計し、産業や医療に応用できれば、私たちの生活は一変するでしょう。あと数十年後にはそのような時代が来ると期待されています。現在私たちは、そのような夢の実現に向けて、医薬品の開発などに役立つタンパク質の理論的設計に取り組んでいます。



抗体

抗体結合タンパク質

