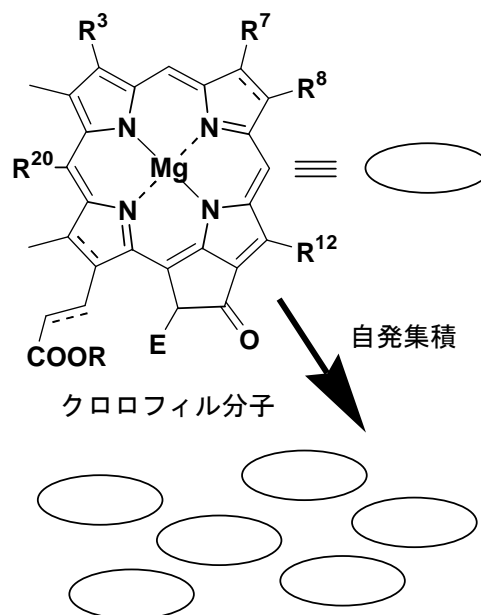


ディビジョン番号	8
ディビジョン名	生体機能関連化学・バイオテクノロジー

大項目	1. 生体機能関連化学
中項目	1-19. 分子集積
小項目	1-19-4. クロロフィル

概要（200字以内）

クロロフィルの分子集積に関する研究は、様々な光合成初期過程器官（光収穫アンテナ部と反応中心部）のX線結晶構造解析による分子レベルでの構造解析に伴って、発展し続けている。これらの系の構造・機能モデル化から、天然の機能を越えたり／天然には見られない機能の発現をしたりすることも今後は可能となるであろう。さらには、これらの超分子系の複合化によって、人工光合成系の創製も実現できるであろう。

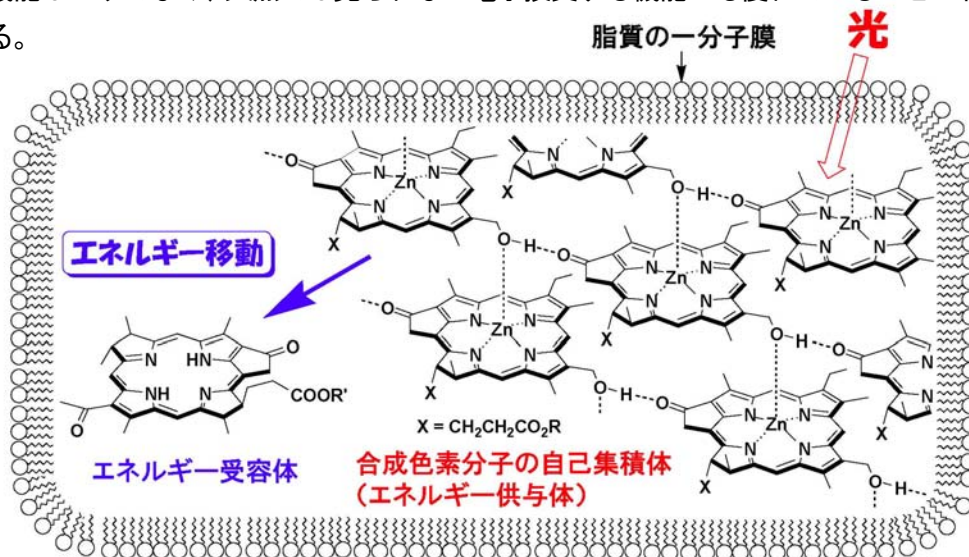


現状と最前線

天然系でのクロロフィルの分子集積のほとんどが、オリゴペプチドを基盤として行われている。すなわち、クロロフィルの中心金属であるマグネシウムに対する配位結合やその周辺置換基への水素結合などの相互作用によって、クロロフィル分子がペプチド残基（まれに主鎖ペプチド部）上に固定化され、多くのクロロフィル分子が近接して、クロロフィルの分子集積が行われる。このような系のモデル化が、天然産クロロフィルやその部分修飾体と天然／人工オリゴペプチドとを利用して行われている。また、オリゴペプチド部を他の剛直なスペーサーに置き換えたり、共有結合を利用してクロロフィル分子を多数集積した超分子の合成も行われたりしているが、エネルギー・電子移動機能発現にはまだ越えるべき点が多い。

一方、構築のためのエネルギーコストを低減したクロロフィル分子のみの自己会合系が、ある光合成アンテナ部にみられるので、そのような系のモデル構築も行われている（下図参照）。クロロフィル分子の周辺置換基をうまく配置させることで、自己会合体でも効率のよい光エネルギーの収穫と伝達が可能となっている。この際には、自己会合型の超分子が規則正しい構造を取ることが肝要であり、大環状 π 電子系化合物が容易に形成する不定系の会合体ではこのよ

うな機能の発現は出来ない。どのような官能基をどのような位置に配置すれば、そのような自己会合体を形成できるのかも解明されつつあり、小分子に情報をプログラムすることで、巨大な超分子の構造と機能の発現が可能になりつつある。そのような系は、光収穫・エネルギー移動機能ばかりでなく、天然では見られない電子授受する機能にも優れていることが判明しつつある。



将来予測と方向性

天然／合成クロロフィル分子を思い通りに集積することは、今のところ困難を伴う。閉じた数ナノメートルサイズの超分子の構築に、いくつかの系でやっと成功できるようになったところであり、開放系の巨大な集積系の構築は、まだうまく行っていない。集積系を工学的に利用しようとするれば、後者による構築は避けて通れないところであり、これからの新たな技術や人材の投入が必要である。

また、異方性の高いクロロフィル分子においては、分子数を制限した集積法もなければ、その理論的な解析も緒についてばかりである。このような基礎的な観点からの研究も極めて重要であり、このような研究の発展を促進することも強く望まれる。このような研究は、光合成の分子論的な解明ばかりでなく、現在の人類が抱えているエネルギー問題や環境問題（さらには食糧問題）の解決にも資するものとなるであろう。

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 自発集積によるクロロフィル分子集積系の簡便構築
 - クロロフィル分子集積系の新機能探索
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - クロロフィル分子集積型超分子と他のシステムとの融合による光応答デバイスの構築
 - サイズを制御したクロロフィル分子集積系の構築とその機能解明

キーワード

光合成 反応中心 アンテナ 光収穫 光応答

(執筆者：民秋 均)