

分子の自己組織化現象 の時間制御に成功 世界初

物質・材料研究機構

物質・材料研究機構先端
の共通技術部門高分子材料
ユニットの杉安和憲主任研
究員らの研究グループは、
側鎖を変えた分子を混ぜ合
わせることにより、分子が
自発的に集合する現象「自
己組織化」の開始時刻を制
御し、事前にプログラムし
たとおりに自己組織化を進
める手法を開発した。

杉安主任研究員によると
「以前に、自己触媒的に進
行する分子の自己組織化現

象を発見していました。自
己触媒とは、自分で自分を
複製する能力のことです。

すなわち、この自己組織化
が開始すると、その組織化
構造はねずみ算的にどんど
ん増殖します。もし、この
ねずみ算的な自己組織化が
開始するタイミングを思い
のままにプログラムするこ
とができれば、時間の流れ
や環境の変化に応じて自律
的に機能する材料の開発に
つながると期待されます」

という。しかし、自己組織
化は分子が自発的に起こす
「分子まかせ」の現象であ
り、意図的に制御すること
は非常に困難であった。

そこで、2種類の自己組
織化構造を持つポルフィリ
ン分子（環状構造を持つ有
機色素化合物。機能性分子
として天然に広く存在し、
酸素運搬を担うヘモグロビ
ンや、光合成反応中心の光
捕集系に見られる）を使っ
て研究を進めた。

それぞれの分子の一方の
自己組織化構造は素早く生
じるが、エネルギー的に安
定ではない。最終的にはエ
ネルギー的に、より安定な
もう一方の分子の自己組織

化構造が一定時間経過後に
形成される。この分子の側
鎖を変えることにより、エ
ネルギーの安定状態を逆転
させ、素早く生じる自己組
織化構造のみを形成する分
子を作ることができた。

また、2種類の分子の混
合比率を変えることで、エ
ネルギー的に安定な構造へ
の自己組織化が始まる時間
を制御することにも世界で
初めて成功した。今回成功
した時間的な制御は、複数

の化学種が作り出す分子ネ
ットワークによって進んで
いる点で、生体の「体内時
計」のメカニズムと類似し
ているという。

杉安主任研究員は「分子
構造を改変することによっ
て自己組織化構造の安定性
を制御することができまし
た。さらにこれらの分子を
混合することによって、自
己組織化が開始するタイミ
ングを自在にプログラムで
きることを実証したので
す。この現象を利用すれば、
望みのタイミングで導電性
や発光性が変化するような
新材料の開発が可能になる
と期待しています」として
いる。