

化学反応による過渡的な酸無水物の生成と機能開拓

(関西学院大院理工) ○今田涼介・佐藤浩平

Transient formation of functional acid anhydrides via chemical reaction cycle (*Graduate School of Science and Engineering, Kwansei Gakuin University*) ○Ryosuke Imada, Kohei Sato

Energy conversion systems in living organisms are highly sophisticated, with one of their central functions being the active transport of molecules and ions across cellular membranes using adenosine triphosphate (ATP) as an energy source. However, realizing active transport coupled with energy conversion using fully synthetic molecules has remained an outstanding challenge.

In recent years, several studies have reported artificial systems capable of molecular active transport driven by chemical reactions^{1,2)}. In these systems, the key feature is the transient formation of acid anhydrides through reactions between dicarboxylic acids and carbodiimides, accompanied by changes in partitioning behavior between aqueous and organic phases. Although these approaches successfully demonstrate chemically fueled transport, they have not been fully explored for their functionality.

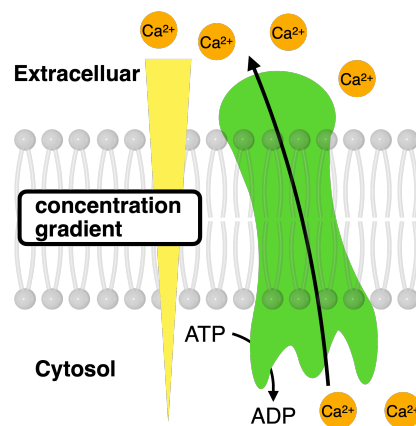
In this study, we report the design and synthesis of a new class of molecules in which carbodiimide-driven transient anhydride formation induces a marked enhancement in guest-binding ability compared to the corresponding dicarboxylic acids³⁾. The molecular design concept and initial exploration of the resulting functions will be discussed.

Keywords : *Systems Chemistry, Active Transport, Carbodiimide*

生体内のエネルギー変換システムは高度に洗練されている。その中心的役割を担うのが、アデノシン三リン酸 (ATP) をエネルギー源とする、細胞膜を介した分子・イオンの能動輸送である。しかし、このようなエネルギー変換を伴う能動輸送を人工分子によって実現することは、極めて困難であった。

これに対して近年、人工的な化学反応によって分子の能動輸送を実現した報告が相次いでなされている^{1,2)}。これらの系では、ジカルボン酸部位を有する分子とカルボジイミドとの反応による酸無水物の過渡的な生成と、それに伴う水相/有機相間の分配の変化が鍵となっている。しかし、このシステムを生体内に見られるような機能の発現に結びつけるには、未だに至っていない。

そこで本研究では、カルボジイミドによって過渡的に生成する酸無水物が、ジカルボン酸と比較して高い物質包接能を有する分子³⁾を新たに設計・合成し、その機能開拓を試みた。



Schematic illustration of ATP-driven active transport systems in living organisms.

1) S. Borsley, *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2025**, 64, e202421234.

2) J. Boekhoven, *et al.*, *Angew. Chem. Let. Ed.* **2025**, 64, e202500243.

3) Kariyawasam, L. S., Hartley, C. S. *J. Am. Chem. Soc.* **2017**, 139, 11949–11955.