

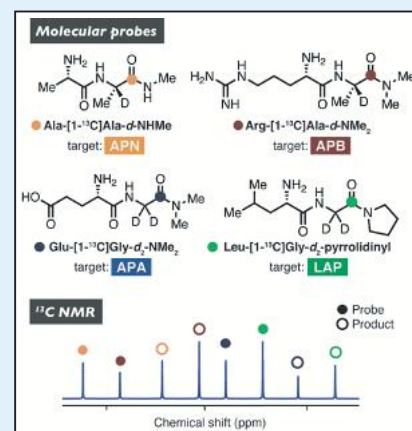
生体内酵素活性を多重検出する超
偏極 MRI 分子プローブ群の設計

Design of Hyperpolarized MRI Molecular
Probes for *In Vivo* Multiplexed Detection
of Enzymatic Activities

核磁気共鳴イメージング (MRI) に、感度を飛躍的に高める動的核偏極法 (DNP) を組み合わせた DNP-MRI は、生体内酵素活性を非侵襲的に可視化できる技術として注目されている。一方で、従来の DNP-MRI 分子プローブの多くは天然化合物の同位体標識体に依存しており、標的とできる酵素種には制約があった¹⁾。これに対し筆者らは、標的酵素の多様化を目的として、DNP-MRI 分子プローブの合理的設計に取り組んできた。これまでに、生体内アミノペプチダーゼ N 活性を検出可能な分子プローブ Ala-[1-¹³C]Gly-d₂NMe₂を開発している²⁾。

このプローブは、長い超偏極寿命や高い酵素反応性など、*in vivo* DNP-MRI 検出に求められる要件を満たす。今回は、この骨格を基盤として構造展開を行い、複数のアミノペプチダーゼ活性を同時検出可能な DNP-MRI 分子プローブ群を開発した³⁾。各分子プローブには異なる酵素認識部位を導入し、化学シフトの差異により同時検出が可能となるように設計した。実際、これらのプローブ群を用いることで、4 種類の分子プローブ代謝を生体内で同時検出することに成功した。さらに、担がんマウスモデルでの検討により、抗がん剤の治療効果モニタリングや、がん種の識別診断への応用可能性が示された。

- 1) Y. Kondo et al., *Angew. Chem., Int. Ed.* **2021**, 60, 14779.



- 2) Y. Saito et al., *Sci. Adv.* **2022**, 8, eabj2667.
- 3) H. Yatabe et al., *J. Am. Chem. Soc.* **2026**, 148, 9296.

谷田部浩行 東京大学大学院工学系研究科

© 2026 The Chemical Society of Japan

固体触媒を用いたナイロン 6 の
加水分解

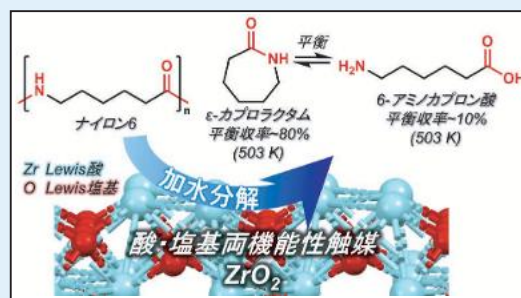
Hydrolysis of Nylon 6 over
Heterogeneous Catalysts

ナイロン 6 (ポリアミド 6, PA6) の加水分解は、ε-カプロラクタム (CL) を回収・再利用するケミカルリサイクルの手段として有望視されている。筆者らは、酸化ジルコニウム (ZrO₂) が、ジペプチドや PA6 等の幅広いアミド化合物の加水分解に有効な触媒となることを見いだした¹⁾。本触媒を用いると、既報よりも 100℃ 以上温和な反応条件 (230℃, 2h) 下で、PA6 から CL と 6-アミノカブロン酸が各々収率 81%, 13% で得られる。酸・塩基点が協奏的に機能することが本反応に必要であるが、その中でも弱塩基点が重要である。グリシルグリシンをモデル基質とした反応において、Zr がわずかな

がら溶出するのに伴い、一部の弱塩基点が強塩基点へと変化して、不可逆的に失活してしまうことがわかった。したがって、耐久性の向上が次なる課題である。

本報告を受け、Vlachos らは、PA6 の加水分解における固体酸化触媒の安定性を評価した²⁾。ZrO₂ や TiO₂ をそのまま用いると失活してしまうが、あらかじめ水熱処理を施して安定化させた TiO₂ は再使用可能である。実際に、270℃, 0.5h の条件下で、約 80% の CL 収率を繰り返し与えることを示している。

ZrO₂ に Ru ナノ粒子を担持した触媒を用い、350℃, H₂ 3 MPa の条件下で PA6 の加水分解を行うと、CL が 90% 以上の収率で得られることが最近報告された³⁾。Ru 上で生じる活性水素種が C-N 結合の



切断に際して協奏的な作用を示すと説明されているものの、確固たる実験的な証拠はなく、その役割の解明が待たれる。

- 1) S. Tomita, M. Yabushita et al., *Catal. Sci. Technol.* **2024**, 14, 3898.
- 2) D. G. Vlachos et al., *ChemSusChem* **2025**, 18, e202501186.
- 3) L. Olsson et al., *ACS Environ. Au* **2026**, doi: 10.1021/acsenvironau.5c00272.

藪下瑞帆 東北大学大学院工学系研究科

© 2026 The Chemical Society of Japan