

▶ 錯体化学・有機金属化学ディビジョン

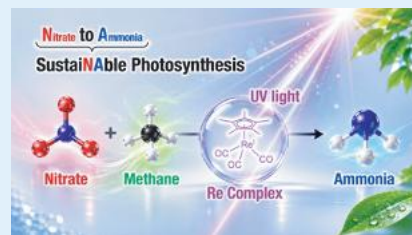
メタンを還元剤とする硝酸イオンの 光還元アンモニア合成

Photosynthesis of Ammonia from
Nitrate using Methane in Homogenous
Rhenium Catalysis

アンモニアは肥料や化学工業原料として現代産業には不可欠な基幹化学品である。しかし、肥料由来の余剰の硫酸アンモニウムが土壤中で硝酸イオンに変換され、水質汚染や富栄養化、生物多様性の低下などを引き起こし、さらには、 NO_x などの窒素酸化物に変換されることで、気候変動の一因になり得ることが知られている。近年提唱されたプラネタリー・バウンダリーでは、窒素循環の乱れはすでに限界閾値を超えていると報告されており¹⁻³⁾、窒素循環の正常化は、炭素循環と同様に、持続可能社会の実現において重要課題とされている。通常、下水処

理施設などでは硝酸イオンは微生物によって窒素分子へ還元されるが、その窒素分子を再びアンモニアへ変換するためには、エネルギー負荷を必要とするハーバー・ボッシュ法を用いざるを得ない。

そこで筆者らは、硝酸イオンを直接アンモニアに変換する反応系の開発に取り組んだ。その際、還元剤には再生可能資源と親和性の高いメタンを用い、駆動力として光エネルギーを利用する触媒反応系をデザインした。具体的には、有機レニウム錯体を触媒とし、メタンを還元剤、紫外光を照射することによって、硝酸イオンからアンモニアへのワンポット合成反応の開発に成功した⁴⁾。筆者らの知る限り、本反応系は、メタンを還元剤として硝酸イオンをアンモニアに直接変換した初めての例である。本研究は炭素



循環と窒素循環を連結・統合した持続可能な化学変換プロセスの新たな可能性を示すものであると筆者は考える。

- 1) K. Richardson et al., *Sci. Adv.* **2023**, 9, eadh2458.
- 2) W. Steffen et al., *Science* **2015**, 347, 1259855.
- 3) J. Rockström et al., *Nature* **2009**, 461, 472.
- 4) T. Matsumoto et al., *Angew. Chem., Int. Ed.* **2025**, e202423543.

松本崇弘 九州大学大学院工学研究院

© 2026 The Chemical Society of Japan

▶ 生体機能関連化学・バイオテクノロジーディビジョン

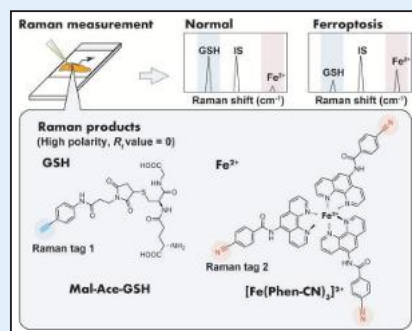
凍結組織切片中の代謝物を読み解く TLC トレース技術

Tracing Tissue Metabolites on TLC

生体組織内のグルタチオン (GSH) など反応性代謝物の空間分布解析は、酸化ストレスや薬剤性肝障害の病態理解に直結する。しかし質量分析イメージング (MSI) では不安定な低分子チオールの検出が難しく、装置・時間負担も大きい。

それらの課題解決に向け、筆者らは、組織切片の空間情報をプレート上に保持したまま化学的捕捉と展開分離を両立できる薄層クロマトグラフィー (TLC) に着目し、TLC トレース法を開発した^{1,2)}。光開裂性リンカーでピレンとマレイミドを連結した蛍光ラベル化剤tFLATを塗布したTLCに凍結肝切片を貼付すると、組織内チオール代謝物 (主にGSH) と反応し高極性付加体を生成する。展開で未反

応ラベル化剤を分離した後、紫外光照射で回復するピレン蛍光から肝組織のGSH分布を可視化した¹⁾。さらなる多重検出への展開を指向し、検出原理を蛍光からラマン分光へと拡張した²⁾。ラマン信号は蛍光に比べてピーク幅が狭く、サイレント領域を介して複数分子を独立に検出できる。マレイミド-アルキン型 Mal-Ace とフェナントロリン-ベンゾニトリル型 Phen-CN をともに TLC に塗布することで、組織内に含まれるGSHと2価の鉄イオン (Fe^{2+}) をサイレント領域の直交シグナルとして同一切片上で同時検出した。アセトアミノフェン誘発肝障害モデルにおいて、フェロトーシスに特徴的なGSHの有意な減少と Fe^{2+} の上昇傾向が確認された。本TLCトレース基盤はプローブ設計と計測技術により拡張可能であり、従来の質量分析イメージング手



法では解析困難な代謝物の組織内分布解析に新展開を拓くと期待される。

- 1) T. Nishihara et al., *RSC Adv.* **2025**, 15, 26302.
- 2) T. Nishihara et al., *ACS Sens.* **2025**, 10, 8262.

西原達哉 青山学院大学理工学部

© 2026 The Chemical Society of Japan