

配布先：文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会

2026 年 1 月 16 日

報道機関 各位

「鉄×光」で高価な光学活性物質を 1/3 に抑える新触媒を開発 レアメタル使わず有用天然物の合成に成功、医薬品開発をもっとエコに

【本研究のポイント】

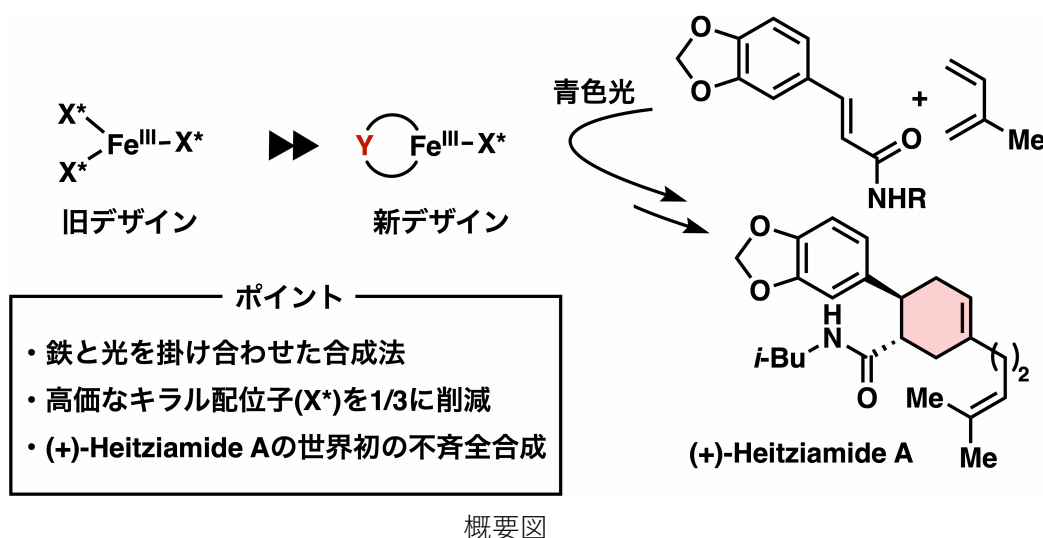
- ・豊富な資源である鉄とクリーンなエネルギーである光を掛け合わせた合成法を開発。
- ・高価なキラル^{注1)}配位子^{注2)}の使用量を 1/3 に削減することに成功。
- ・生物活性天然物 Heitziamide A の世界初の不斉全合成^{注1)}を達成。
- ・理想的な触媒デザインの実現により、環境・コスト面に配慮した医薬品開発の推進が期待される。

【研究概要】

名古屋大学大学院工学研究科の石原 一彰 教授、大村 修平 助教、赤尾 颯斗 博士後期課程学生らの研究グループは、高価なキラル配位子 X*の使用量を最小限に抑えることができる理想的なデザインの鉄(III)光触媒の開発に成功しました。さらに、開発した触媒を用いた選択的な反応を利用することで、生物活性天然物の合成にも成功しました。

光エネルギーを化学エネルギーに変換するプロセスの開発は、再生可能エネルギーである太陽光の有効利用につながる重要な研究課題として注目されています。こうした背景の下、本研究グループは 2023 年に鉄(III)光触媒 FeX^*_3 を用いる立体選択的な反応を世界に先駆けて開発しました^{注3)}。しかし、目的の反応を進行させるためには高価なキラル配位子 X*を鉄(III)の 3 倍モル量用いる必要がありました。今回、本研究グループは X*と安価なアキラル^{注1)}二座配位子 Y を組み合わせた新たな触媒 FeX^*Y を開発することで、X*の使用量を先行研究の 1/3 に削減することに成功しました。さらに、開発した触媒を用いた選択的な 6 員環形成反応を鍵反応に利用することで、呼吸バースト阻害剤としての応用が期待される(+)-^{ハイツィアミド}Heitziamide A の世界初となる不斉全合成を達成しました。本研究は、豊富な資源である「鉄」とクリーンなエネルギーである「光」を掛け合わせた合成法の開発であり、科学技術の持続可能な発展につながります。

本研究成果は、2026 年 1 月 8 日付米国化学会誌「Journal of the American Chemical Society」のオンライン版に掲載されました。



【研究背景と内容】

光エネルギーを化学エネルギーに変換するプロセスの開発は、再生可能エネルギーである太陽光の有効利用につながる重要な研究課題です。こうした背景の下、光を吸収することで優れた酸化還元機能を発揮できる触媒（光触媒）が化学の分野では精力的に開発されています。中でも、金属光触媒は、非金属光触媒に比べて耐久性に優れている点や、配位子を変えるだけでその機能を調節できる利便性から、有機合成化学の分野で広く用いられてきました。しかし、こうした光触媒に用いられている金属の多くはルテニウムやイリジウムなどのレアメタルであり、コモンメタルを用いる代替法の開発に注目が集まっています。

今回、本研究グループは先行研究で発見した鉄(III)光触媒 FeX^*_3 を改良することで、安価で高い性能を有する触媒 FeX^*Y の開発に成功しました(図 1)。先行研究では、同じ高価なキラル配位子 X^* が 3 つ結合した触媒を用いていました。本研究では、2 種類の配位子 X^* と安価なアキラル二座配位子(Y)を組み合わせた触媒を用いることで、 X^* の使用量を先行研究の 1/3 に削減することに成功しました。本研究の成功の鍵は、触媒 FeX^*Y を用いて、光照射下、基質 S と反応させることで、活性中間体 $[\text{S}]^{+\bullet}[\text{X}^*]$ と鉄(II)塩 FeY を選択的に生成させることができたようになった点です。それにより、 X^* の使用量を最小限に抑えながらも反応を立体選択的に進行させられるようになりました。さらに、Y の構造を検討することで、触媒活性の面においても先行研究を上回る性能を有する触媒の開発に成功しました。

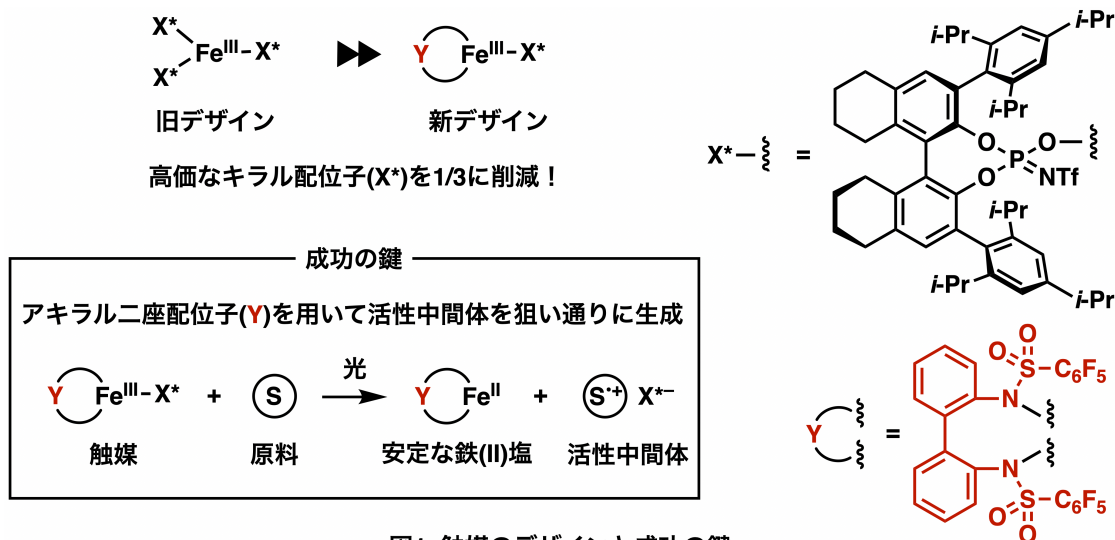


図1. 触媒のデザインと成功の鍵

また、開発した触媒を用いた選択的な反応を利用することで、生物活性天然物の不斉全合成にも成功しました(図2)。薬用植物から単離された Heitziamide A は呼吸バースト阻害活性を示す有用な天然物として、人工的に合成する方法がこれまでに報告されています。しかし、薬理活性の解明につながる(+)-Heitziamide A と(-)-Heitziamide A の作り分けに成功した例はありませんでした。今回、鉄(III)光触媒と青色光を用いた6員環形成反応を利用することで、生成物として想定可能な8種類の異性体^{注4)}の中から1種類の異性体を選択的に得ることに成功しました。さらに、得られた生成物に化学修飾を行うことで世界初となる(+)-Heitziamide A の不斉全合成を達成しました。触媒の構造を一部変えることで、(-)-Heitziamide A の合成も可能であり、本研究により両者の作り分けが可能となりました。

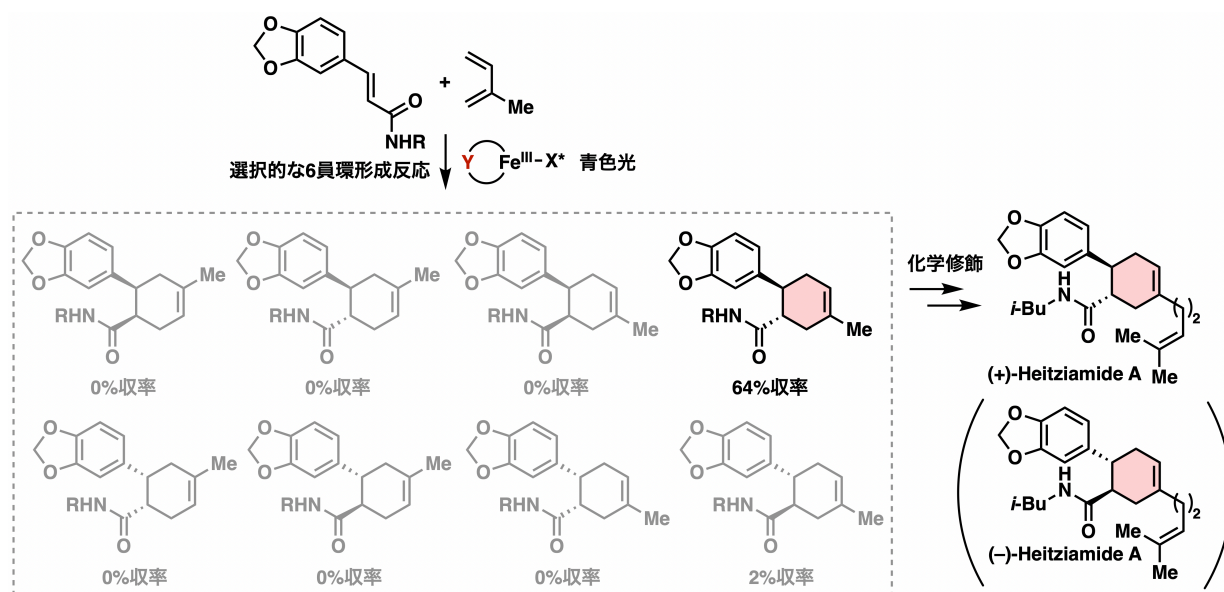


図2. 生物活性天然物の合成

【成果の意義】

本研究は、豊富な資源である「鉄」とクリーンなエネルギーである「光」を掛け合わせた合成法として、科学の持続可能な発展に大きく貢献します。また、理想的な触媒デザインの実現により、環境面とコスト面に配慮した医薬品開発の推進にもつながります。

本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業(JP24K17677, JP23H05467)の支援のもとに行われたものです。

【用語説明】

注 1)キラル・アキラル・不斉全合成:

右手と左手のように、鏡写しの関係にありつつもそれぞれを重ね合わせることができない性質をキラルという。それに対して、鏡写しのもの同士を重ね合わせることができる性質をアキラルという。また、キラルな天然物の合成において、鏡写しの関係にある二つの化合物の中からどちらか一方を選択的に合成することを不斉全合成という。

注 2)配位子:

金属に結合する部位の総称。

注 3)先行研究:

Ohmura, S.; Katagiri, K.; Kato, H.; Horibe, T.; Miyakawa, S.; Hasegawa, J.; Ishihara, K. *J. Am. Chem. Soc.* **2023**, *145*, 15054–15060.

DOI: [10.1021/jacs.3c04010](https://doi.org/10.1021/jacs.3c04010)

注 4)異性体:

同じ分子式で異なる構造をもつ化合物。

【論文情報】

雑誌名: *Journal of the American Chemical Society* (米国化学会誌)

論文タイトル: A Rational Design of Chiral Iron(III) Complexes for Photocatalytic Asymmetric Radical Cation (4 + 2) Cycloadditions and the Total Synthesis of (+)-Heitziamide A

著者: 赤尾 颯斗 (博士後期課程学生)、大村 修平 (助教)、石原 一彰 (教授)

DOI: 10.1021/jacs.5c20243

URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jacs.5c20243>