

補助事業番号 2023M-334

補助事業名 2023年度 レアメタル依存からの脱却へ向けた典型元素触媒の開発補助事業

補助事業者名 お茶の水女子大学 理学部 化学科 桑原研究室 桑原拓也

1 研究の概要

本研究では、有機合成において広く利用される高価なレアメタル触媒を安価な典型元素触媒に置き換えることを目的とした。代替の候補として、酸素置換基を有する高周期14族元素に着目した。特に、酸素置換基を有するスズ化合物を新たに合成し、これが触媒として機能するか否かを調査した。

2 研究の目的と背景

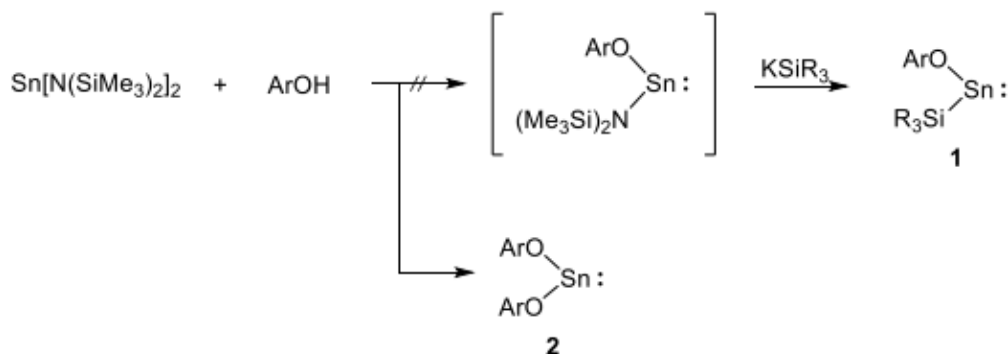
有機合成において、触媒反応は多種多様な化合物を迅速に合成する上で必要不可欠であるが、その多くは触媒としてパラジウムやロジウムといった、高価で埋蔵量に限りがあるレアメタルに依存しているのが現状である。これらのレアメタルは排ガス浄化触媒をはじめ、様々な産業でニーズがあるが、日本ではレアメタルの9割以上は輸入に頼っている。つまり、今後もレアメタルの価格上昇は避けられない。したがって、触媒反応で広く利用されるレアメタルの一部を、より安価な典型元素に置き換えることができれば、持続可能な有機合成が可能となると期待される。

このような背景のもと、本研究では典型元素である14族元素に着目し、特に酸素置換基を有するスズ化合物の合成と触媒反応への応用を目指した。

3 研究内容

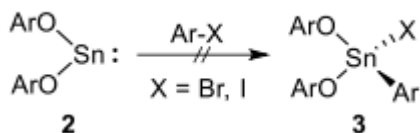
(<https://www-p.sci.ocha.ac.jp/kuwabara-group/wp-content/uploads/sites/32/2024/05/92f8cb2969f8526702abdba2eb5fbb73.pdf>)

本研究では、まず新たな酸素置換基を設計、合成し、それらを用いて新規スズ化合物を合成した。酸素とケイ素置換基をもつスズ化合物1の合成に取り組んだが、現在のところ目的化合物の合成には成功していない。一方で、酸素置換基を2つ有する新規スズ化合物2の合成に成功し、X線結晶構造解析やNMR等を活用して構造決定することができた(スキーム1)。



スキーム1. 酸素・ケイ素置換スタンニレン1の合成検討と実際に得られた酸素二置換スタンニレン2

得られたスズ化合物が典型元素触媒として活用可能かを調査する目的で、様々なハロゲン化合物との反応を試みたが、いずれも反応が進行しないか、スズ化合物2が分解するのみであった(スキーム2)。すなわち、本研究で合成したスズ化合物を用いて触媒反応を実現することは困難であると考えられる。



スキーム2. 酸素二置換スタニレン2とハロゲン化アリーの反応

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

現時点では、高周期14族元素を活用した触媒反応の開発には至っていないが、本研究により得られた成果は、今後の典型元素触媒の実現に向けた触媒分子設計指針に重要な知見を与えたといえる。今後も引き続き研究が行われることで、将来典型元素触媒が開発され、レアメタルに依存しない有機合成が可能となると期待される。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本研究は、補助事業者が2年ほど前から新たに取り組み始めた研究であり、これから発展していくと期待される段階にある。今後5～10年程度かけて、典型元素触媒を実現させたいと考えており、本事業はその萌芽期にあると位置づけられる。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

学会発表1件

2,2'-メチレンジフェノールから誘導されるジオキシテトリレン二量体の合成、構造およびCH₂…O水素結合

杉原 明日香、下垣内 理世、石井 洋一、桑原 拓也

日本化学会 第104春季年会、P1-1pm-72、千葉、2024年3月

論文発表は現時点では未発表だが、今後1件発表予定である。

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

研究報告書 (URL: <https://www-p.sci.ocha.ac.jp/kuwabara-group/research>)

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

特になし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: お茶の水女子大学 理学部(オチャノミズジヨシダイガク リガクブ)

住 所: 〒112-8610

東京都文京区大塚2-1-1

担 当 者: 講師 桑原 拓也(クワバラ タクヤ)

担 当 部 署: 理学部 化学科 桑原研究室(リガクブ カガクカ クワバラケンキュウシツ)

E - m a i l: kuwabara.takuya@ocha.ac.jp

U R L: <https://www-p.sci.ocha.ac.jp/kuwabara-group/>