

氏名	役職	専門分野
有川 康弘	教授	錯体化学

1. 主な研究テーマ

金属イオンに配位子とよばれる有機物や無機物が結合した化合物を金属錯体といいます。そのような金属錯体を用いて、水素や窒素、酸素、二酸化炭素など安定な小分子を有用な化合物に変換したりエネルギーを取り出したりします。我々の研究室では、特に窒素や硫黄化合物およびそれらのオキソアニオンを還元して、無毒化や有用な化合物への変換を達成しています。また、人工光合成を指向した二酸化炭素の有用化合物への変換も行っています。

① 小分子の多電子還元反応の開発

$$2\text{NO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$$

図1 我々が達成したNO還元サイクル

$$\text{NO}_2^- + 7\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow \text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$$

図2 我々が達成したNO2-還元サイクル

$$\text{SO}_3^{2-} + 8\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$$

図3 我々が達成したSO3 2-還元活性化

我々の研究室では、ルテニウムという金属イオンが二つ並んだピラゾラト架橋二核ルテニウム錯体を用いて、3つの還元サイクルを達成しています。

- 2つの一酸化窒素(NO)を2電子および2プロトンにより、亜酸化窒素(N₂O)へ変換しています(図1) ($2\text{NO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$)。一酸化窒素(NO)は、空気中で容易に酸化され有毒な二酸化窒素(NO₂)となってしまいますが、亜酸化窒素(N₂O)に還元してしまえば無毒化できます。
- 亜硝酸イオン(NO₂⁻)を6電子および7プロトンにより、アンモニアへと変換しています(図2) ($\text{NO}_2^- + 7\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow \text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$)。この変換は、土壌などの富栄養化の軽減と関連しています。
- 亜硫酸イオン(SO₃²⁻)を6電子および8プロトンにより、硫化水素へと変換しています(図3) ($\text{SO}_3^{2-} + 8\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$)。この変換は、地球上の硫黄循環に密接に関連しています。

② 可視光を用いた二酸化炭素の有用物質への変換

地上に届く太陽光の約半分は可視光です。そのため、可視光のエネルギーを使って、地球上にほぼ無尽蔵に存在する二酸化炭素を有用な物質へと変換できれば、持続可能な社会の実現に貢献できると思われます。我々は、錯体触媒を使うことによって、二酸化炭素を主にギ酸へ変換することに成功しています。

2. キーワード

金属錯体、窒素化合物、硫黄化合物、オキソアニオン、二酸化炭素、還元反応、人工光合成

3. 特色・研究成果・今後の展望等（社会実装への展望・企業へのメッセージもあれば）

地球上では、窒素循環サイクルと呼ばれるサイクルが存在します。そのサイクルでは、空気中に大量に存在する窒素分子が、酸化や還元によりいろいろな状態へと変化します。その中でも特に、硝酸イオンから窒素分子への還元プロセスは脱窒過程と呼ばれ、我々はこの脱窒過程に興味をもって研究を行っています。具体的には、窒素化合物(NOやN₂Oなど)や硫黄化合物、それらのオキソアニオン(NO₃⁻やNO₂⁻、SO₃²⁻)を、金属錯体を使って還元します。また、可視光(太陽光)による二酸化炭素の変換反応も行っています。

researchmap : <https://researchmap.jp/arikaway>

研究室 HP: <https://www.cms.nagasaki-u.ac.jp/lab/sakutai/>