

## 錯体物性研究部門

田 中 晃 二 ( 教授 ) ( 1990 年 3 月 16 日 着任 )

### A-1) 専門領域：錯体化学

### A-2) 研究課題：

- 金属錯体を触媒とする二酸化炭素の多電子還元反応
- 水およびアミン配位子の酸化的活性化による新規酸化反応活性種の創造
- 化学エネルギーと電気エネルギーの相互変換を目指した反応系の開発

### A-3) 研究活動の概略と主な成果

- 二酸化炭素由来の Ru-CO 結合のカルボニル炭素に連続して二つのヒドリド供給が可能な Ru 錯体の合成に成功した。
- Ru- アンミン錯体からのプロトン解離による Ru- アミノラジカル錯体の生成を証明し、アミノラジカル錯体を活性種とするアルコール酸化反応を見出した。
- 電気化学的に 2 電子 1 プロトンの酸化還元反応が可能な配位子の合成により、単核 Ru 錯体の 2, 4, 6 電子移動を伴う光化学的多電子酸化還元反応が可能となった。
- 光化学的不斉水素化に成功。

### B-1) 学術論文

**J. MUCKERMAN, D. POLYANSKY, T. WADA, K. TANAKA and E. FUJITA**, "Water Oxidation by a Ruthenium Complex with Non-Innocent Quinone Ligands: Possible Formation of an O-O Bond at a Low Oxidation State of the Metal," *Inorg. Chem.* **47**, 1787-1802 (2008).

**D. POLYANSKY, D. CABELLI, J. MUCKERMAN, T. FUKUSHIMA, K. TANAKA and E. FUJITA**, "Mechanism of Hydride Donor Generation Using a Ru(II) Complex Containing NAD<sup>+</sup> Model Ligand: Pulse and Steady-State Radiolysis Studies," *Inorg. Chem.* **47**, 3958-3968 (2008).

**K. KIMURA and K. TANAKA**, "Synthesis and Electrochemical Reduction of a Ruthenium Complex Bearing an NAD<sup>+</sup>/NADH-Type Redox Site," *Angew. Chem., Int. Ed.* **47**, 9768-9711 (2008).

**K. TANAKA, T. WADA, E. FUJITA and J. MUCKERMAN**, "Reversible Conversion between Chemical and Electrical Energies Catalyzed by Ru Complexes Aimed to Construct Sustainable Society," *Symp. Am. Chem. Soc. Div. Fuel. Chem.* **53**, 236-237 (2008).

### B-4) 招待講演

**K. TANAKA**, "Oxidation of Alcohols Aimed at Power Generation from Chemical Energy in Homogeneous Reactions," 235<sup>th</sup> ACS National Meeting, New Orleans (U.S.A.), April 2008.

**K. TANAKA**, "Generation of Ru-oxyl and -aminyl Radical Complexes Aimed at Energy Converter from Chemical Energy to Electrical One," Kyushu University, March 2008.

K. TANAKA, "Discoveries and Challenges for Innovative Interconversion of Chemical and Electric Energies Using the Rationally Designed Coordination Compounds," Kumamoto Symposium on Design and Applications of Advanced Molecular Materials, Kumamoto University, December 2008.

K. TANAKA, "Water Oxidation through Ru(II)-oxyl Radical Coupling," 7th Japan-China Joint Symposium on Metal Cluster Compounds, Hokkaido University, October 2008.

田中晃二, 「二核ルテニウム錯体による水の4電子酸化反応と酸素 - 酸素結合生成過程について」 KEK 研究会, つくば, 2008年2月.

田中晃二, 「アクア-オキシラジカル変換を経由する水の4電子酸化反応」分子研研究会, 2008年7月.

田中晃二, 「エネルギーサイクルと人工光合成とについて」トヨタ中央研究所, 2008年2月.

田中晃二, 「化学エネルギーと電気エネルギーの相互変換を目指した錯体触媒による還元的炭素 - 水素結合生成と酸化的開裂反応」高等科学研究所, 京都, 2008年1月.

田中晃二, 「持続可能な社会を目指した金属錯体による化学エネルギーと電気エネルギーの相互変換」第8回「生命金属機能を利用した物質変換システム研究会」桜華会館(名古屋)2008年3月.

田中晃二, 「錯体触媒による二酸化炭素の多電子還元反応を目指して」第21回配位化合物の光化学討論会基調講演, 北里大学, 2008年8月.

田中晃二, 「化学エネルギーと電気エネルギーの相互変換を目指した錯体触媒の設計と合成」錯体化学会特別講演, 第58回錯体化学討論会, 金沢大学, 2008年9月.

#### B-6) 受賞, 表彰

田中晃二, 日本化学会学術賞 (1999).

田中晃二, 錯体化学会賞 (2008).

#### B-7) 学会および社会的活動

##### 学協会役員等

地球環境関連研究動向の調査化学委員会委員 (1990-1993).

錯体化学会事務局長 (1990-2008).

錯体化学会会長 (2008-).

##### 学会の組織委員等

第30回錯体化学国際会議事務局長 (1990-1994).

第8回生物無機化学国際会議組織委員 (1995-1997).

第1回アジア錯体会議計画委員 (2006-2007).

##### 文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

日本学術会議連携会員 (2006-).

日本化学会錯体・有機金属ディビジョン主査 (2006-).

日本学術振興会学術センター・化学調査班委員 (2007-).

研究員等審査会専門委員 (1995-1996).

学術審議会専門委員(科学研究費分科会)(1992-1994, 2003-).

日本学術振興会特別研究員等審査会専門委員 (1996-1997, 2001-).

次世代研究探索研究会・物質科学系委員会委員 (1997).

社団法人近畿化学協会評議員 (1999-2006).

NEDO 技術委員 (2001-2002).

競争的資金等の領域長等

科学技術振興事業団・戦略的基礎研究「分子複合系の構築と機能」研究代表者 (2000-2005).

文部省重点領域研究「生物無機化学」班長 (1992-1994).

その他

総合研究大学院大学先導科学研究科構造分子科学専攻長 (2005-2008).

#### B-10) 競争的資金

戦略的創造研究推進事業CREST,「化学エネルギー変換素子の構築」田中晃二 (2001年度-2005年度).

基盤研究(A),「電気エネルギー貯蔵のための二酸化炭素の多電子還元反応」田中晃二 (2005年度-2007年度).

特定領域研究,「化学エネルギー変換のための新規酸化反応活性種の創造」田中晃二 (2007年度-2008年度).

特別推進研究,「金属錯体触媒による電気エネルギーと化学エネルギーの相互変換反応の開発」田中晃二 (2008年度-2011年度).

#### C) 研究活動の課題と展望

遷移金属上での一酸化炭素と求核試薬との反応は有機合成の最も重要な素反応の一つである。二酸化炭素は金属- $\eta^1$ -CO<sub>2</sub>錯体を形成させると速やかに金属-CO錯体に変換可能であるが、二酸化炭素還元条件下では金属-CO結合の還元的開裂のためにCOが発生する。したがって、二酸化炭素有機合成のC1源とするためにはCO<sub>2</sub>由来の金属-CO結合を開裂させることなく各種の試薬と反応させる方法論の開発にかかっている。還元型の配位子をCO<sub>2</sub>還元の電子貯蔵庫として使用するのみならず金属-CO結合へのヒドリドの供給により、金属-CO結合の還元を目指している。さらにCO<sub>2</sub>の多電子還元反応は、電気エネルギーから化学エネルギーへの変換手段としても大きな期待がかけられる。

アコおよびアミノ金属錯体に酸化還元活性な配位子を導入し、プロトン解離で生じる負電荷を、その配位子上に収容すると、酸素あるいは窒素原子上に不対スピンを有するオキシルまたはアミニルラジカル金属錯体が生成する。それらの金属錯体を触媒とする有機化合物の酸化反応を行うことで、化学エネルギーから電気エネルギーへのエネルギー変換を目指している。