

再生可能エネルギーからのエネルギーキャリアの製造とその利用の  
ための革新的基盤技術の創出  
平成26年度採択研究代表者

H29 年度  
実績報告書

曾根 理嗣

宇宙航空開発機構宇宙科学研究所  
准教授

再生可能エネルギー利用による水素製造と  
エネルギーキャリアとしてのメタン製造技術の研究

## § 1. 研究実施体制

### (1)「曾根」グループ

- ① 研究代表者: 曾根 理嗣 (宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、准教授)
- ② 研究項目
  - ・再生可能エネルギー利用による水電解／メタン製造プロセスの技術開発  
炭酸ガス水素還元触媒の設計、触媒槽の製作、メタン化反応試験。  
水電解スタックの設計、試作、試験  
水電解／炭酸ガス水素還元リアクターの設計、試作、試験

### (2)「松本」グループ

- ① 主たる共同研究者: 松本 広重 (九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、教授)
- ② 研究項目
  - ・中温吸熱域水電解の技術開発  
水中、100℃以上の高温で安定に作動する電解質材料・膜の開発  
撥水性電極・ガス拡散層の開発  
電解質ナノ粒子の高分子による架橋化、撥水性炭素材料の開発  
金属酸化物アノード触媒担体の開発  
低電解電圧の水電解セルの開発・試験

### (3)「阿部」グループ

① 研究代表者:阿部 孝之 (富山大学研究推進機構水素同位体科学研究センター、教授)

② 研究項目

- ・炭酸ガス水素化反応の低温化に寄与する触媒の検討  
炭酸ガス水素還元用 触媒の設計および合成

## § 2. 研究実施の概要

近年、世界規模で問題視されている「地球温暖化」は異常気象や干ばつ等の環境問題を引き起こしている。我々は CO<sub>2</sub> 排出量の削減と化石燃料の一つであるメタンの創生を両立する CO<sub>2</sub> メタン化反応 ( $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ) に注目した。

前提として、富山大学が独自に開発した「多角バレルスパッタリング法」を用いて CO<sub>2</sub> メタン化反応触媒一つである Ru 担持 TiO<sub>2</sub> 触媒 (Ru/TiO<sub>2</sub>(B)) を調製すると、室温から反応が進行し、約 150°C で転化率、選択率共に 100% の触媒活性を示すことが見出されていた。このメタン合成には水素が必要であり、この水素は水の電気分解により生成させることができる。重要な点は、メタン合成反応は発熱反応であり、水電解を吸熱的に行うことで電気分解に必要なエネルギーは削減できることであった。これらを複合することで再生可能エネルギーから水素を製造しつつメタンを合成しエネルギーキャリアの創出を目指すこととした。

現在、Ru と金属酸化物の同時スパッタ触媒 (図1参照) を用いることで比較的低温でのメタン合成に目途を得ており (参考文献1)、この熱を受け止めつつ液体の水の水電解に生かす水電解槽および電極材料の開発を平行して進めており (参考文献2および3)、水素製造からメタン合成までを一貫して行うリアクターの設計・試作を進めている。

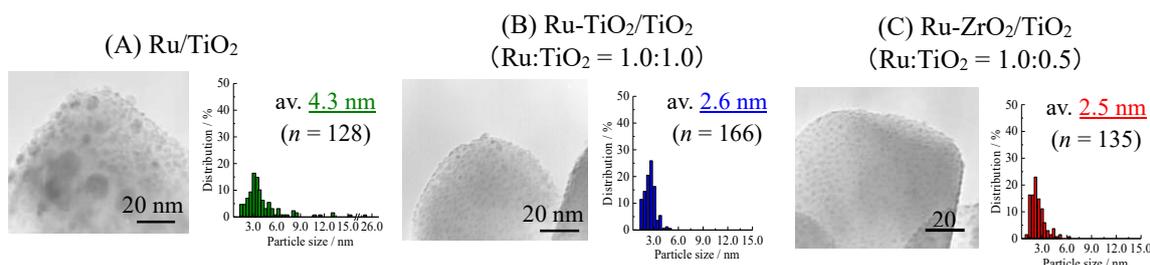


図 1 CO<sub>2</sub> メタン化反応 (反応温度: 360°C) で使用した (A) Ru/TiO<sub>2</sub>、(B) Ru-TiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> (ターゲット面積比 Ru:TiO<sub>2</sub> = 1.0:1.0)、(C) Ru-ZrO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> (Ru:ZrO<sub>2</sub> = 1.0:0.5) の TEM 測定結果 (n: 測定粒子数) (参考文献(1)より)

### 【参考文献】

- (1) M. Inoue, A. Shima, K. Miyazaki, B. Lu, T. Abe, Y. Sone, CO<sub>2</sub> methanation on Co-sputtered Ru-metal oxides catalysts prepared using the polygonal-barrel sputtering method, *Catal. Lett.*, **148** 1499-1503 (2018).
- (2) Y. Terayama, T. Haji, S. Furukawa, M. Nomura, M. Nishihara, S.M. Lyth, Y. Sone, and H. Matsumoto, Carbon black/PTFE composite hydrophobic gas diffusion layers for a water absorbing porous electrolyte electrolysis cell, *Int. J. of Hydrogen Energy*, **43**(4), 2018-2025 (2018). (Advances in Engineering(AIE)の Key Journal に選定)
- (3) Y. Terayama, S. Furukawa, M. Nomura, T. Haji, M. Nishihara, O. Mendoza, Y. Sone, and H. Matsumoto, Preparation of hydrophobic electrocatalyst layer and inorganic porous electrolyte layer for water absorbing porous electrolyte electrolysis cell, *Int. J. of Hydrogen Energy*, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.04.137> (2018).