



2024年度助成

研究経過・**終了**報告書

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	革新的光触媒-細菌ハイブリッドによる太陽光燃料製造技術の開発
研究の結果	<p>多孔性共有結合性有機構造体 (Covalent Triazine Framework: CTF) 膜をガラス基板上に形成し、化学的処理によって基板から剥離することで、自立型の CTF 膜を調製した(右図参照)。このような薄膜構造は、基板に依存しない状態での利用を可能にし、光触媒反応系への柔軟な組み込みに有利である。得られた CTF 膜を可視光($\lambda > 400 \text{ nm}$)照射下で評価したところ、電子供与体としてトリエタノールアミン (TEOA) を含む水溶液中から水素が生成することが確認され、光触媒としての機能が明確に示された。</p> <p>また、窒素固定能を有する好気性細菌 <i>Azotobacter vinelandii</i> を培養し、この細菌を CTF 膜と組み合わせることで、光エネルギーの吸収機能と窒素還元能を統合したバイオハイブリッド触媒系の構築を試みた。窒素を導入した反応セルに光を照射すると、条件最適化後、照射開始から 2 日で 0.060 mg/L の NH_4^+ 生成が確認された。一方で暗条件では NH_4^+ は生成されず、得られた生成物が光触媒と微生物の協働作用に起因することが強く示唆された。さらに、<i>A. vinelandii</i> が外部から注入した窒素ガスよりも大気中の N_2 を優先的に固定する傾向を示すことが明らかになり、環境条件が固定反応に及ぼす影響も浮き彫りになった。また、光触媒の投入量が過剰な場合には、細菌の生存率に負の影響を与える可能性があることも観察され、生物と無機材料を組み合わせる系におけるバランス制御の重要性が示された。</p> <p>さらに、電子犠牲試薬を必要としない持続的な窒素固定を目指し、CTF 膜と BiVO_4 を組み合わせた Z スキーム型光反応システムを設計した。このシステムにおいて、CTF 膜で光励起された電子は迅速に細菌側へと移動し、代謝過程を介して窒素還元を進行させる。一方で BiVO_4 は水の酸化反応を担い、全体として電荷の流れが閉じた持続可能な反応サイクルが形成される。この結果、純水と窒素のみを基質とした条件でも光照射 2 日後に 0.005 mg/L の NH_4^+ が生成し、犠牲供与体に依存しないアンモニア合成が可能であることが実証された。</p>
研究発表 (実績)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Qian Wang*, Chanon Pornrungrroj*, Artificial photosynthetic processes using carbon dioxide, water and sunlight: Can they power a sustainable future? <i>Chemical Science</i>, 2025, DOI: 10.1039/D5SC03976B 2. Yuanshuo Peng, Haitao Wang, Ronghua, Li, Na Teng, Liyong Ding, Hao Wu, Takuya Sakurai, Shaopeng Liang, Yuto Shimoyama, Katsutoshi Sato, Katsutoshi Nagaoka, Yanbo Li, Qian Wang*. Decoration of dual cocatalysts on ultra-thin carbon nitride for efficient H_2O_2 photosynthesis, Submitted. 3. Hao Wu, Shenghe Si, Haitao Wang, Changlai Wang, Rongchi Dai, Jianuo Li, Shohei Fukaya, Zhenhua Pan, Yujie Xiong, Noritaka Usami, Koyo Norinaga, Yasuyoshi Kurokawa*, Suchada Sirisomboonchai*, Dong Liu*, Qian Wang*. Engineering novel bilayer tandem catalysts on Si-based photocathodes for high-performance CO_2 reduction to produce methane, submitted. 4. 足立匠, 王謙. 水分解のための水面浮遊型光触媒シートの開発. 第 134 回触媒討論会. 2024 年 9 月 18 日, 名古屋 5. Jianuo Li, Qian Wang, Exploration of new visible-light-driven oxysulfide photocatalysts for water splitting. 第 134 回触媒討論会. 2024 年 9 月 18 日, 名古屋 6. Qian Wang, Scalable and Effective Artificial Photosynthesis, UK-Japan Artificial photosynthetic cell Project Kick-off meeting, 26-27 March 2025, Tokyo 7. Qian Wang, Effective Z-Scheme Photocatalytic Systems for Artificial Photosynthesis, The 247th Electrochemical Society (ECS) Meeting, 18-22 May, 2025, Montréal, Canada



	8. Qian Wang, Efficient photocatalytic systems for solar fuel production, 5th International solar fuels conference, 1-5 September 2025, Newcastle, United Kingdom
--	---

提出期限：研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。
年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。