

課題名：電荷分離状態の長寿命化と二酸化炭素の光資源化

氏名：由井樹人

機関名：新潟大学

1. 研究の背景

人類が直面している危機として 1) エネルギーの資源の枯渇 2) 炭素資源の枯渇 3) 二酸化炭素(CO₂)の大量排出に伴う地球環境の悪化、が挙げられる。これら問題の根源は石油等の化石資源の大量消費によるものであり、抜本的な問題解決が必要である。問題を解決する手段の一つとして、原子力発電が有力視されていたが、*Fukushimaの事故*以来、世界的に脱原子力発電の気運が高まっており、早急な代換策が求められている。一方、植物が行っている光合成は、クリーンな太陽光エネルギーを用い、CO₂を炭素資源およびエネルギー資源となる化学物質へと変換する反応系である。さらに、光エネルギーを化学物質に変換しているため、電力エネルギーと比べ貯蔵・輸送性が格段に優れており、土地や気象条件に制限のある**日本においては特に重要な技術になりうる**。

2. 研究の目標

光合成と同様に、無尽蔵な太陽光を用いてCO₂をエネルギー資源や炭素資源となりうる有用な化学物質に変換できれば、これらの危機を一挙に解決できる。本研究では、研究実施者が独自に見いだした「長寿命電荷分離状態(CS)」の機構解明を行うとともに、長寿命CSを活用した光エネルギーを用いた**CO₂の資源化反応**を試みる。

3. 研究の特色

光合成反応では、光の吸収に伴い発生する、「電荷分離状態(CS)」を起点に、CO₂を原料とする資源化反応が進行している。従ってCSが長いほど、CO₂との反応は有利に進行するが、CSとはプラスとマイナス電荷の対であるため、通常CSは極めて高速に消滅してしまう。研究実施者らは、天然光合成の約1万倍という極めて長いCSを達成した。

また天然の光合成では、極めて密度の弱い太陽光を濃縮し、光合成反応へと結びつけるための「光捕集系」と呼ばれる組織を有している。実施者は、天然の光合成系のように光エネルギーを捕集・蓄積する系の開発にも成功している。この「長寿命CS」と「光捕集」をCO₂の変換反応に組込むことで、高効率なCO₂光資源化反応が期待される。

人工光合成の研究は世界的に活発化しているが、一連の要素反応を組み合わせることが出来るのは、実施者の研究グループを含め世界的に非常に稀であり、オリジナリティーは極めて高い。

4. 将来的に期待される効果や応用分野

太陽光を用いたCO₂の資源化に成功すれば、環境・エネルギー・資源問題を一挙に解決できる可能性があり、科学技術のみならず、経済・社会にも多大な貢献ができると考えている。

太陽光

無尽蔵かつクリーンなエネルギー源

高度利用によりエネルギー・資源問題に貢献

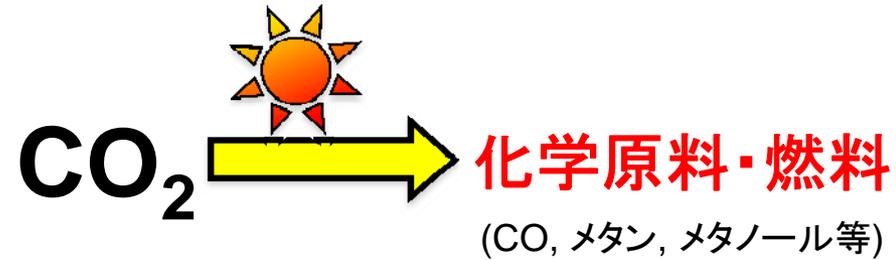
太陽電池

貯蔵・安定供給性に問題有り

バイオマス

耕作地・水資源の利用などに問題有り

CO₂光資源化 (人工光合成)



保存性・運搬性に優れた化学資源への変換
エネルギー問題・地球温暖化対策に有望

* 高度な化学反応・電子移動の制御が必要

本研究の目的と手法

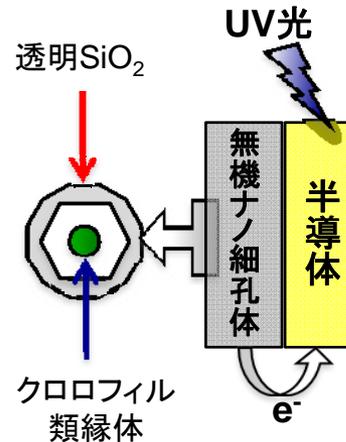
1. 電荷分離状態の長寿命化

電子移動反応を制御する鍵技術
機構解明と最適化

2. CO₂の光資源化

集積化と新反応系創製
有機 / 無機複合膜の構築

無機ナノ細孔体 / 半導体 複合膜

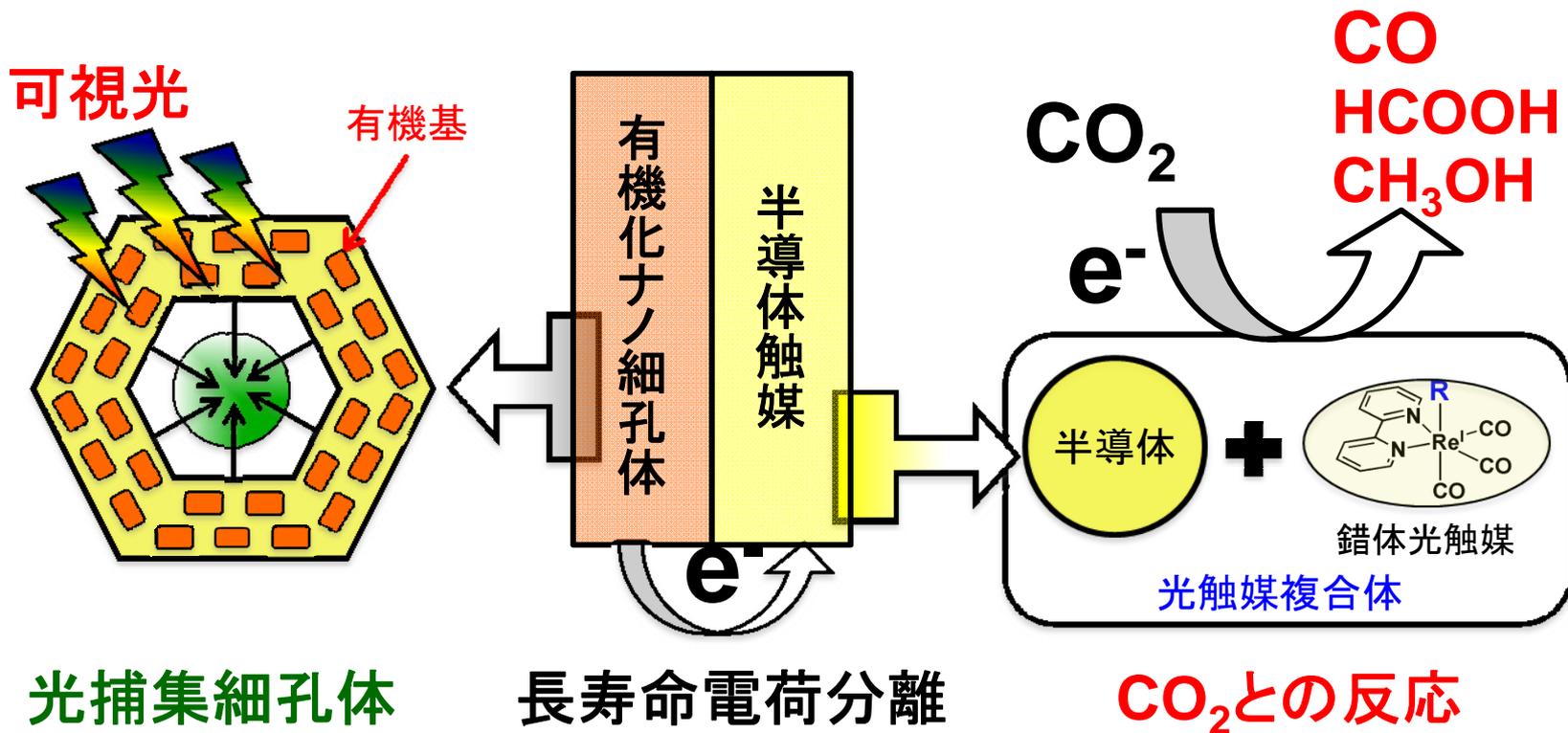


- 電荷分離寿命 ~ 2時間 (BCSJ)
- 界面電子伝達 (JPP-A, PCCP, etc.)
- クロロフィル類縁体の酸化 (Langmuir)
- ナノ細孔体の光捕集 (in Preparation)

未解決課題

- メカニズム不明
- 可視光の有効利用 未達
- CO₂反応 未検討

有機 / 無機複合膜によるCO₂光資源化



- エネルギーの資源の枯渇
- 炭素資源の枯渇
- 地球環境の悪化

.....の解決を目指す