

太陽光でCO₂を資源に！人工光合成の飛躍的進展 ～実用太陽電池サイズのセルで世界最高の変換効率7.2%を実現～

株式会社豊田中央研究所（本社：愛知県長久手市、所長：菊池昇、以下「豊田中研」）は、太陽光のエネルギーを利用し、CO₂と水のみから有用な物質を合成する人工光合成^[1]を、実用太陽電池サイズ（36cm角）のセルで実現し、このクラスでは世界最高の太陽光変換効率 7.2%^[2]を実現しました。本成果は、エネルギー関連の国際学術誌 Joule Vol.5, No.3, 2021 に掲載されました^[3]。

[1] 人工光合成：太陽光エネルギーを利用し、水とCO₂のみから有用な物質を合成し、化学エネルギーとして貯蔵する技術。[2] 豊田中研調べ。[3] Joule：セル出版社（米国エルゼビア社傘下）のエネルギー研究分野を取り扱う学術雑誌。2017年創刊。2019年インパクトファクター：29.155。DOI:10.1016/j.joule.2021.01.002

【本技術の特徴】

1. 基本原理：CO₂と水と太陽光のみで有機物を合成

豊田中研の人工光合成は、半導体と分子触媒を用いた方式でCO₂の還元反応と水の酸化反応を行う電極を組み合わせ、常温常圧で有機物（ギ酸）を合成するクリーンな技術です。

2011年の豊田中研による世界初の原理実証時には、太陽光変換効率は0.04%でしたが、2015年には1cm角サイズで、植物を大きく上回る変換効率4.6%（当時の世界最高）を実現しました。

2. 人工光合成セルの実用サイズ化

社会実装のためには、人工光合成セルの変換効率を低下させず、実用サイズに拡張することが必要ですが、技術的に困難とされていました。

そこで基本原理はそのままに（図1）、太陽光にて生成した多量の電子を余すことなくギ酸合成に使用する、新しいセル構造と電極を考案しました。その特徴は、太陽電池で生成した電子量とのバランスが良いサイズに電極面積を拡張するとともに、ギ酸合成に必要な電子、水素イオン、CO₂を電極全面に素早く途切れることなく供給し、ギ酸合成を促進するものです。

その結果、36cm角の実用サイズ（図2）で、このクラスでは世界最高の変換効率7.2%を実現しました。この新セル構造は、より大きなサイズにも適用できます。

将来、工場等から排出されるCO₂を回収し、この人工光合成にて再び資源化するシステムの実現を目指しています。

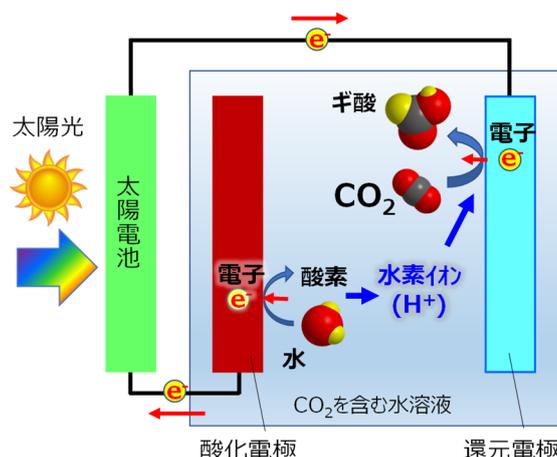


図1 人工光合成の基本原則

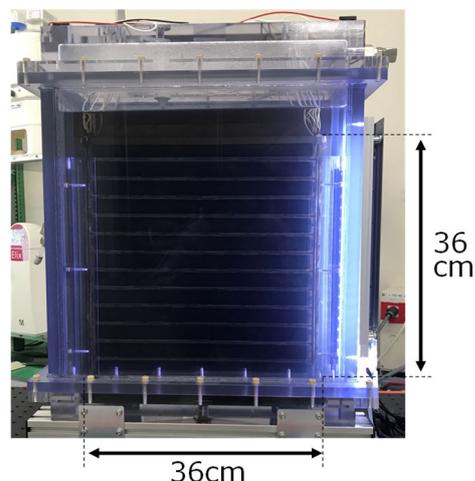


図2 36cm角の人工光合成セル