

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	吉居高明
研究機関名	東北大学
所属部署名	学際科学フロンティア研究所
役職名	教授
研究課題名	水熱電解法による炭素・熱循環の新スキーム
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本創発的研究では、水熱電気化学反応場の適用による電気化学的 CO₂還元プロセスの“高エネルギー効率化”に挑戦している。本研究の特徴は、従来の検討範囲と比較し極めて高い温度・圧力（～300°C, 数十 MPa）で電気化学的 CO₂還元反応を行い、高温高圧環境が電気化学反応に与える影響を明らかとすること、さらに高温高圧水の電気化学を新たな学術分野として開拓することにある。

本年度の研究では、前年度に引き続き生成物の温度依存性を調査したことに加え、電圧の印可を停止し一定時間経過した後のガス分析を行うことで、熱化学反応の寄与を評価した。その結果、電解生成物である CO や H₂の熱化学反応による転換が生じることを明らかとし、さらにその反応速度を得た。これらの知見は、本研究で対象とする水熱電気化学反応場が、電気化学反応と水熱化学反応が協奏するユニークな反応場であり、高い反応操作性を有しうることを示唆し、さらにフロー型電解装置の導入による水熱反応部滞在時間の制御による生成物制御に関する装置・プロセス設計指針を与えるものである。

また、プロセスシミュレーターを利用したと連動した消費エネルギー試算から、本反応系では、従来のメタノール製造よりも、圧縮・加熱用役のうち、加熱用役の割合が大きく、廃熱による熱供給による省エネ効果が、より強調されることが明らかとなった。さらに LCA 評価から、理想的な条件でプロセスが実現できた場合、太陽光発電（PV）由来電力と廃熱を利用して、CO₂ネガティブなメタノール製造が可能であることを示した。

この新プロセスを礎に、工場の未利用低温廃熱を活用し、再生可能電力で排出 CO₂を高効率に還元・再資源化する、新たな炭素・熱循環を生み出し、炭素完全循環社会への変革に貢献することが本研究の最終目的であり、引き続き本技術の社会実装シナリオを提案していく方針である。