

水と二酸化炭素を原料とするカーバイド合成について

CCUS においてメタンやアセチレンなどの有価物を製造するためには二酸化炭素の他に水素が原料として必要である。しかし 2025 年現在、純粋な水素ガスを供給する仕組みの整備がまだ進んでいない。カーバイド（炭化物）には水と高い反応性を示すものがある。アルミカーバイドやカルシウムカーバイドは水との自発的な反応で、メタンやアセチレンを生成する。これらの反応の活用はカーバイド合成と水が水素資源活用のもう一つの道を切り拓くことを意味する。

1. カーボンリサイクルには水素が必要

CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage)は二酸化炭素を回収してそれを岩石化して固定して貯蔵する CCS と、二酸化炭素を資源としてメタンやアセチレンなどの有価物を製造し、それを再利用する CCU とがある。CCS における地下貯留は回収した二酸化炭素 CO₂を高圧で圧縮し、地下 800m 以上の貯留層と呼ばれる隙間の多い地層（砂岩など）に注入する。これらの貯留層の上部には遮蔽層があり、CO₂が漏れ出るのを防ぐ。CO₂を鉱物と化学反応させて、安定した炭酸カルシウムなどの炭酸塩鉱物に変換する技術もある。この方法では、セメントやコンクリートの材料として利用することも可能である。

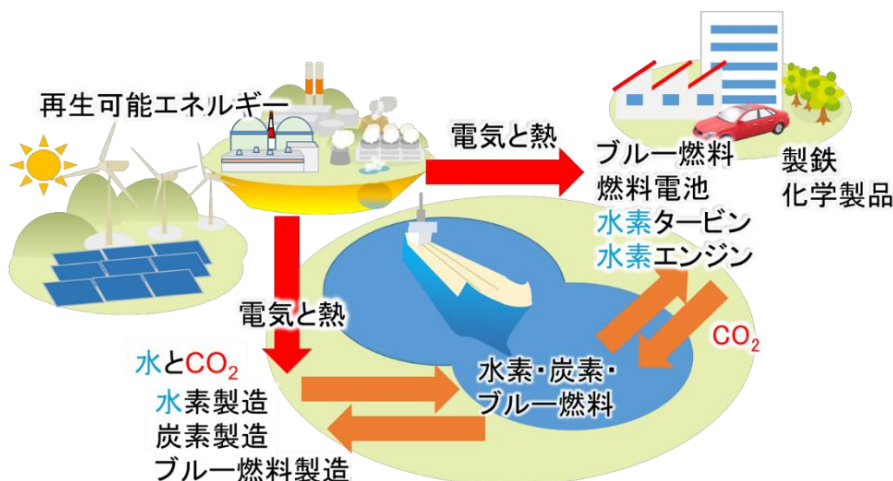
一方 CCU では CO₂を原料にして、一酸化炭素 CO、メタン、アセチレンなどをはじめ燃料やプラスチックなどを製造する。CCU に関連するさまざまな化学反応があるが、それらのなかでもサバチエ反応や FT 反応（フィッシャー・トロプシュ反応）が脚光を浴びる。サバチエ反応は CO₂と H₂からメタンを合成する触媒化学反応である。FT 反応は CO と H₂から炭化水素を合成する触媒化学反応である。これらの反応は、合成ガス（CO₂を還元して得た CO と H₂の混合物）を液体燃料や化学原料に転換するプロセスとして、持続可能なエネルギー分野で注目される。

CCU で CO₂を CO や炭素まで還元するには電力や熱などの形でエネルギーが必要になる[1]。さらにサバチエ反応や FT 反応を基盤技術にして CCU の社会実装を目指すならば、原料としての CO₂の回収に加えて、純粋な水素も確保する必要がある。しかし 2025 年現在、水素の安定供給に係るインフラが十分に整備されていない現実がある。

2022 年の第 6 次エネルギー基本計画は再生可能エネルギーの活用と水素エネルギーへのシフトに大きな期待を寄せた計画であったが、2025 年の第 7 次エネルギー基本計画ではそれらが予測よりも普及しないリスクケースも想定した計画になった。水素の供給には 3 つの課題がある。水素ステーションの整備費用が非常に高く、政府の助成があるにもかかわらず事業者にとっては大きな負担になる。水素を大規模に輸送するためのパイプラインや液体水素の輸送技術の発展が遅れている。そして燃料電池車などの普及が進まず、商業的な需要が限定的であるため、インフラ整備の動機付けが弱く、需要が未成熟である。

■カーボンリサイクルには水素が必要

■2025年現在、水素供給インフラが十分に整備されていない



[1]同志社大学「第 3 回カーボンリサイクル技術フォーラムシンポジウム脱炭素社会を目指すカーボンリサイクル開催のご報告—カーボンリサイクル社会実現へ向けて、もっと前進—」, けいはんな広報 NW 企画会議・記者懇談会資料, 2024 年 4 月 16 日.

<報道関係の方からのお問い合わせ先>

同志社大学カーボンリサイクル教育研究プラットフォーム

TEL : 0774-65-8256 MAIL : pf-carbon@mail.doshisha.ac.jp

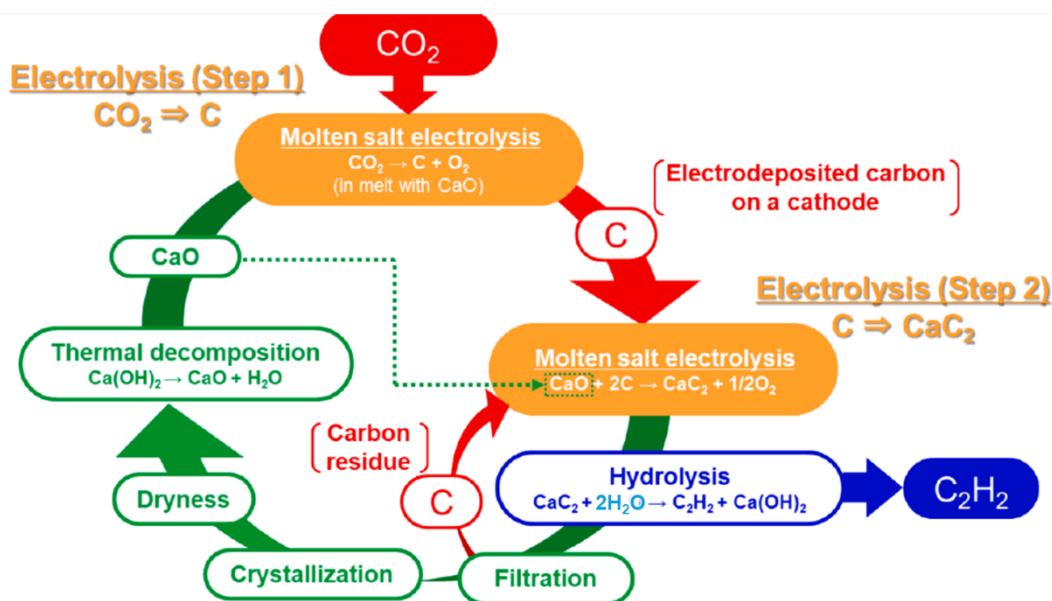
2 水とカーバイド合成でカーボンリサイクル

金属と炭素とからなるカーバイド（炭化物）には様々なものがある。そのうち水と高い反応性を示すものがいくつか知られる。カルシウムカーバイドと水との反応により、アセチレンが生成される。アルミカーバイドと水を反応させるとメタンを生成する。これは水が水素源になることを意味する。技術の道筋としてはCO₂からカーバイドが合成できれば、水素供給の課題が克服できることを意味する。同志社大学ではイオン液体や熔融塩を電解液に用いたCO₂電解技術を基盤に、CO₂の還元反応により、CO、炭素、アルコールなどの製造する技術開発を行ってきた。そしてカーバイドの製造にも取り組んできた。

CO₂からカルシウムカーバイドCaC₂を合成し、CaC₂と水との反応でアセチレンが得られる[2]。CO₂からアルミカーバイドAl₄C₃を合成し、Al₄C₃と水との反応でメタンが得られる[3]。

これらの技術は金属カーバイドを活用すれば、メタンやアセチレンを純水素フリーで製造可能になることを意味する。水と二酸化炭素を原料とするカーバイドにより純水素フリーの水素資源活用のもう一つの道も切り拓かれるだろう。

■水素H₂がなくても、水H₂Oで何とかできるかも？



[2] Yuta Suzuki, Seiya Tanaka, Takashi Watanabe, Takane Tsuchii, Tomohiro Isogai, Akiyoshi Yamauchi, Yosuke Kishikawa, Takuya Goto “High-efficient acetylene synthesis by selective electrochemical formation of CO₂-derived CaC₂”, Chemical Engineering Journal 494 (2024) 153013, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.153013>.

[3] Hijiri Fukuhara, Yuta Suzuki, Seiya Tanaka, Takuya Goto, “Methane Production via Al₄C₃ Electrodeposition from CO₂ at an Al Electrode/NaCl-CaCl₂ Melt Interface”, Journal of The Electrochemical Society, 2025 172 022502, <https://iopscience.iop.org/article/10.1149/1945-7111/adb2ec>.

3. 同志社大学の役割

同志社大学は先端的な教育・研究の成果を地域社会に還元することにより、地域社会の活性化のための中核的な役割を果たしたいと考えています。また本学は地球環境の持続的な発展に寄与する先駆的なサステナブル社会実現を目標としています。

【基本情報】

所在地：〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3

大学法人名：学校法人同志社 同志社大学

同志社大学担当組織：同志社大学カーボンリサイクル教育研究プラットフォーム

事業実施統括・代表者：後藤琢也(副学長・研究開発推進機構長)

URL: <https://crpf-doshisha.com/>

お問い合わせ先：同志社大学 研究開発推進機構 研究企画課カーボンリサイクル教育研究プラットフォーム事務局

TEL：0774-65-8256 Mail：pf-carbon@mail.doshisha.ac.jp

<報道関係の方からのお問い合わせ先>

同志社大学カーボンリサイクル教育研究プラットフォーム

TEL：0774-65-8256 MAIL：pf-carbon@mail.doshisha.ac.jp