

森と太陽から水素を作る革新的プラント

—あらゆる既知手法より少ない CO₂ 排出量を実現—

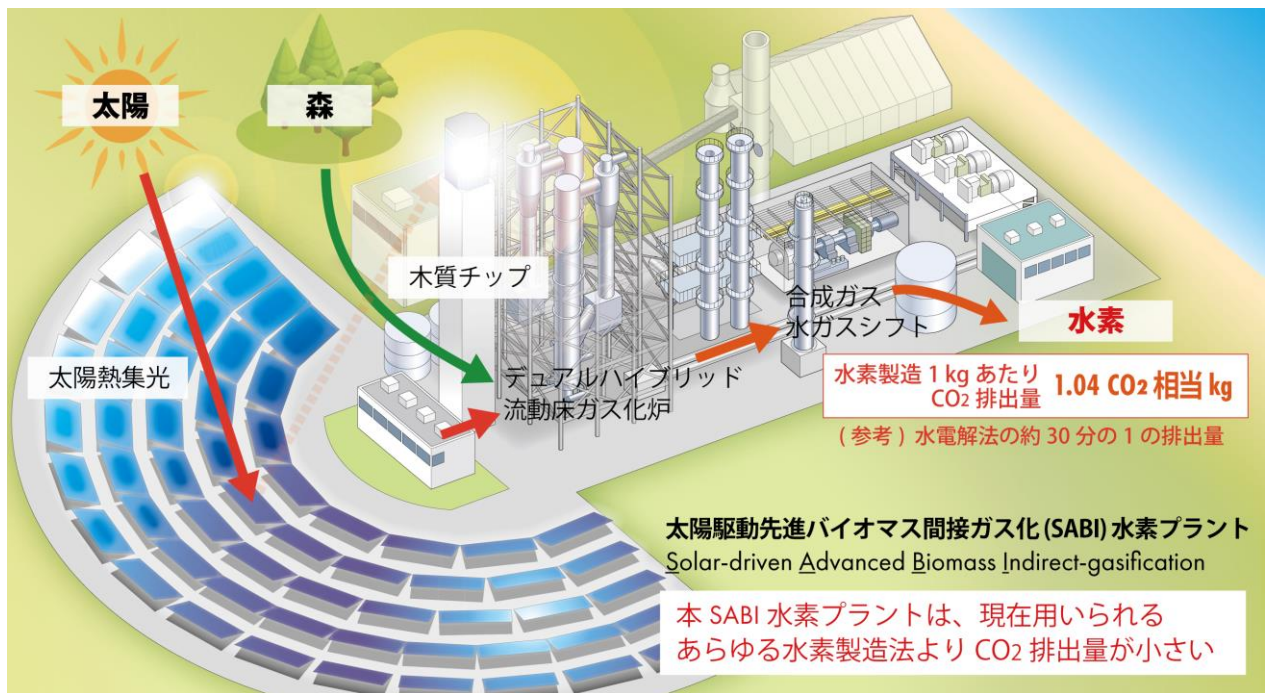
概要

現在、国際社会は一丸となり CO₂ 排出量の実質ゼロ化に向けた道のりを歩んでいます。この挑戦にあたって期待が寄せられるのが水素ですが、製造時に CO₂ の排出を避けられない課題が未解決でした。

京都大学大学院 総合生存学館 武田秀太郎 特定准教授は、九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 アンドリュー・チャップマン 准教授、釜山開発機構 南ホソク 研究員との日韓国際共同研究により、「森」と「太陽」という自然界に豊かに存在する天然資源から水素を製造可能な革新的なプラントの概念設計に成功しました。本プラントはライフサイクル環境評価の結果、従来用いられてきたあらゆる水素製造法より CO₂ の排出量が少ない（水電解の約 30 分の 1）という結果が得られました。

本研究成果は、自然に肥沃に存在する「森」と「太陽」から、ほぼゼロに近い CO₂ 排出量で水素製造する、カーボンゼロ社会実現に向けた全く新しい道筋を切り拓いたものです。

本研究成果は、2021 年 12 月 22 日に国際学術誌「International Journal of Hydrogen Energy」にオンライン掲載されました。

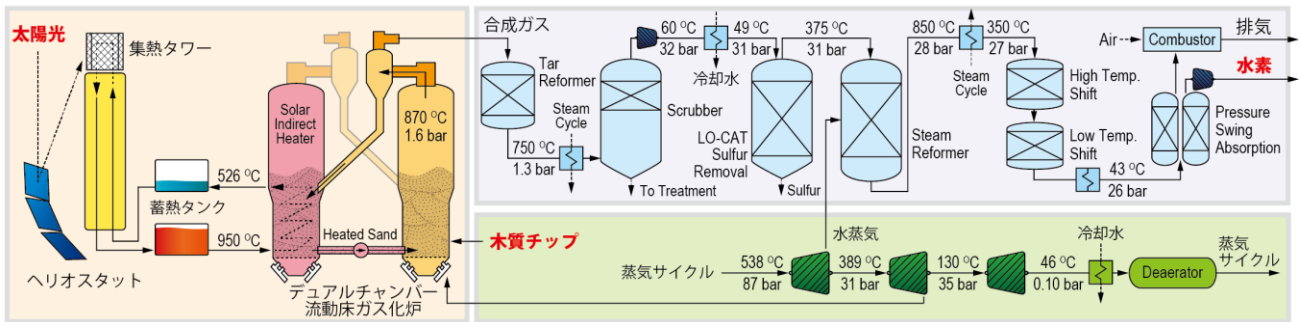


1. 背景

次世代エネルギーの旗手として注目される水素ですが、その大部分が水電解または化石燃料改質により製造され、製造時の CO₂ 排出が無視できません。カーボンゼロ社会の実現に向け、より低炭素な水素製造法の発見に向け世界的な競争が行われていました。

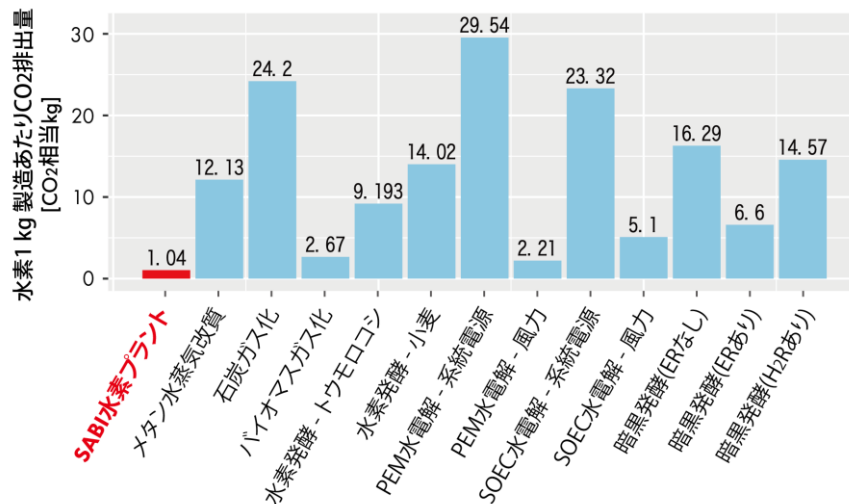
2. 研究手法・成果

筆者らは、水素製造における CO₂ 排出量低減の切り札として「森」と「太陽」という自然界に存在する2つの資源に着目しました。従来、太陽は日照が不安定であり、水素製造の駆動には不適当と思われてきました。しかし3年に亘る日韓国際共同研究の結果、筆者らはデュアルチャンバー流動床ガス化炉という新たな装置を導入することにより、太陽熱を用いても安定的に木質チップをガス化、水素製造が可能となることを見出しました。今回初めて概念設計に成功した太陽熱による安定水素製造プラントには、SABI 水素プラント（太陽駆動先進バイオマス間接ガス化 / Solar-Driven Advanced Biomass Indirect-Gasification）との名がつけられました。ここには、寂びある枯れた木から価値ある水素を作り出すという美意識が込められています。



SABI 水素プラントのプラントフロー図

この SABI 水素プラントは、「森」と「太陽」という天然資源から水素を生み出すものであり、非常に低い CO₂ 排出量が見込まれます。そこで筆者らは、厳格な工学評価に基づき、国際的な標準評価手法である ReCiPe2016^{注1}によるライフサイクル環境インパクト評価を実施しました。結果、SABI 水素プラントの CO₂ 排出量は水素製造 1 kg あたり 1.04 kg と試算されました。これは、現在評価されている既存水素製造法(12 手法)のいずれよりも小さな値です。



従来水素製造法と SABI 水素プラントの CO₂ 排出量比較

3. 波及効果、今後の予定

本 SABI 水素プラントは、自然に肥沃に存在する「森」と「太陽」から、ほぼゼロに近い CO₂ 排出量で水素を製造する新しい可能性を示した研究です。カーボンゼロ社会の実現に向け水素エネルギーへの注目が高まる中、筆者らは SABI 水素プラントを有力な新たな選択肢と捉え、今後実証へと研究を進めるとともに、産業界の助力を得ることで、5年以内の商用化を目指したいと考えています。

4. 研究プロジェクトについて

本研究プロジェクトは、京都大学大学院総合生存学館を中心とし、九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、釜山開発機構が共同で実施しました。さらに商用化に向け、京都大学発のスタートアップである京都フュージョンニアリング株式会社から論文出版にかかる一部研究資金の提供を受けており、武田秀太郎を代表とした日韓国際産学共同研究プロジェクトとして実施されました。

<用語解説>

ReCiPe2016：財・サービスの多面的な環境影響を評価可能なライフサイクルインパクト評価(LCIA)手法。原簿はオランダで2008年に開発された。CO₂ 排出量だけでなく、人体健康被害や生態系影響の定量評価が可能。

<研究者のコメント>



本プロジェクトは一度暗礁に乗り上げ、頓挫の直前まで追い込まれた苦い思い出があります。それだけに今回、無事に本研究成果を国際的に発表することができ、何よりもほっとした気分です。森と太陽、それは我々が自然から与えられた恵みではないでしょうか。自然を活かし価値ある水素を社会に提供可能な本プラントこそ、自然に優しく、何百年と持続可能な、真にサステイナブルな社会への道だと信じます。

(武田秀太郎 特定准教授)

<論文タイトルと著者>

タイトル：Low-Carbon Energy Transition with the Sun and Forest: Solar-driven Hydrogen Production from Biomass (森と太陽による低炭素エネルギーートランジション：太陽駆動バイオマス水素製造法)

著者：武田秀太郎、アンドリュー・チャップマン、南ホソク

掲載誌：International Journal of Hydrogen Energy

DOI：https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.11.203