

グリーン水素製造・利用技術の社会実装を目指して

Toward the social implementation of green hydrogen production and utilization technology

SOFC/SOEC 実装支援研究センター（略称 SOC）は、グリーン水素製造・利用技術の社会実装を目指し、2023年7月に、環境科学研究科と工学研究科の部局間センターとして設立した。センター名の「SOFC」は Solid Oxide Fuel Cell（固体酸化物形燃料電池）の略称で、高温で動作する高効率な燃料電池を指す。「SOEC」は、Solid Oxide Electrolysis Cell（固体酸化物形電解セル）で、SOFCとは逆に、電気を加えて水や二酸化炭素を分解する装置で、再生可能エネルギーからの水素の製造やグリーン燃料の合成法として期待されている。SOCセンターでは、会員企業への技術情報の提供や技術交流を通じて、これらの技術の社会実装を促進し、カーボンニュートラルの早期実現を目指している。

The SOFC/SOEC Implementation Center (SOC) was established in July 2023 as an interdepartment center between the Graduate Schools of Environmental Studies and Engineering, aiming at the social implementation of green hydrogen production and utilization technologies. The center's name, "SOFC," stands for solid oxide fuel cell, which is a high-efficiency fuel cell that operates at high temperatures, whereas "SOEC" stands for solid oxide electrolysis cell, which uses the reverse reaction of SOFC to produce hydrogen or green fuels from renewable energy. The SOC aims to promote the social implementation of these technologies and the early realization of carbon neutrality through the provision of technical information to member companies and technical exchanges.

カーボンニュートラルを可能にする SOFC/SOEC

再生可能エネルギーからの変動性電力を短期・長期に貯蔵して有効利用する技術として、水の電気分解による「グリーン水素」、および、CO₂とグリーン水素から合成する「グリーンメタン（またはe-メタン）」や合成液体燃料「e-fuel」が期待されている。水素製造には様々な電解方法が開発されているが、SOECは、工場排熱等が利用可能なサイトに設置した場合、他の方法に比べて格段に高い効率で達成できる。二酸化炭素と水蒸気を同時に「共電解」することも可能で、生成ガスからメタンや液体燃料を合成すれば、その反応熱も有効利用できる。このため、欧米を中心に開発が活発で、国内でも多くの企業が参入を始めている。一方、SOFCは都市ガスを燃料とする高効率分散型電源として普及を目指す段階にあり、国内では家庭用燃料電池 Enefarm Type-S としてすでに 20 万台程の販売実績がある。純水素用 SOFC も開発されており、SOFC/SOEC を用いる水素・炭素循環エネルギーシステム (Fig.1) は、将来のカーボンニュートラル社会への重要な選択肢になると期待される。

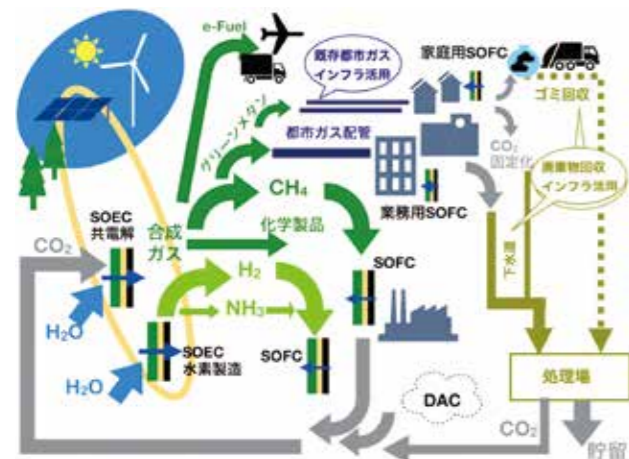


Fig. 1 Carbon neutral society through SOFC/SOEC technology.

SOFC/SOEC to enable carbon neutrality

Short- and long-term storage of electricity are an important issue in the use of fluctuating renewable energies. "Green hydrogen" from water electrolysis and "green methane" or "e-fuel" (liquid fuel) synthesized from CO₂ and green hydrogen have the potential to solve this problem. There are various methods of water electrolysis, but SOECs can achieve much higher efficiency than other methods if installed where waste heat is available. SOECs can also co-electrolyze CO₂ and H₂O, and they can effectively utilize the reaction heat from methane and e-fuel synthesis. SOECs are being developed mainly in Europe and the United States, and many companies in Japan have begun development of SOECs. SOFCs, on the other hand, are gaining popularity as a highly efficient distributed power source using town gas, and approximately 200,000 units of the household fuel cell "ENE-FARM Type-S" have already been sold in Japan. The development of SOFCs fueled by pure hydrogen is also progressing. A future carbon-neutral society is expected to be achieved through a hydrogen-/carbon-recycling energy system (Fig. 1) that utilizes SOFC and SOEC.

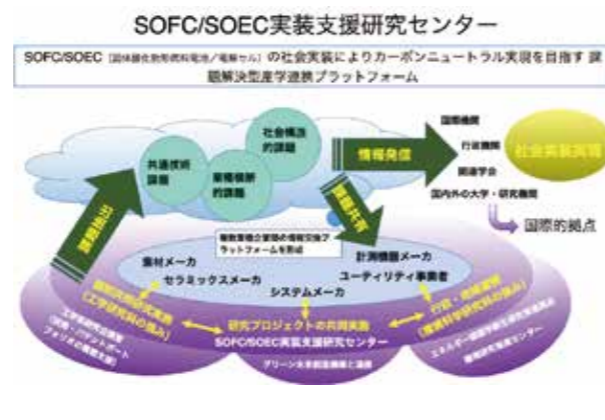


Fig. 2 Concept of SOFC/SOEC Social Implementation Center (SOC Center)



センター長
教授 川田 達也
Director / Professor
Tatsuya Kawada



副センター長
教授 高村 仁 (工学研究科)
Deputy Director /
Professor (Grad. Sch. Engineering)
Hitoshi Takamura



事務局長
准教授 佐藤 一永 (工学研究科)
Chief of Secretariat /
Associate Professor (Grad. Sch. Engineering)
Kazuhisa Sato

SOCs センターの設立趣旨

SOFC や SOEC は、600°C 以上で高い O²⁻ 導電性を示すセラミックス (安定化ジルコニア: YSZ) を電解質とし、導電性酸化物の酸素極、および Ni と YSZ の混合物の燃料極を配して「単セル」を構成し、これを複数直列接続した「スタック」を単位として、ガス供給や熱交換器などの補器類を組み合わせ「システム」を構成する。他のタイプの燃料電池や電解装置とは温度・材料が異なり、スタックの設計も統一されておらず、各社ごとにノウハウの積み上げが必要となる。このため開発にかかる時間が長くなりがちで、社会的認知度も上がりにくい。そこで、企業と大学、および企業と企業間の情報交流の場を形成して社会実装を加速しようと、SOFC/SOEC 実装支援研究センターを 2023 年 7 月に設置した。現在約 30 社の会員企業 (年会費 22 万円) が参画しており、文献情報の提供、基礎講座の開催、個別相談やお試し実験、大学シーズ・企業技術の紹介、企業間マッチングなどの活動を実施している (Fig.2)。

今年度の活動内容

今年度は、オープンサイエンスイベントを 2 回実施した。7 月 25 日にはエコラボ大会議室にて基礎講座を、11 月 7 日には環境科学研究科本館にて国際ワークショップを開催した。(Fig. 3) このうち 11 月の国際ワークショップでは、日本国内にとどまらず、韓国からも 2 名の研究者を招聘し、韓国における固体酸化物セルの研究開発動向に関する講演をはじめ、最先端研究の紹介や解析手法に関する講義を提供いただいた。また、当センターが監修した書籍『カーボンニュートラルのための SOFC / SOEC 技術 - 基礎・評価法から熱利用を含むシステム応用まで -』が、シーエムシー・リサーチ社より発行された。このほか、初年度から継続して、会員企業向けに論文紹介やワンポイント解説動画の不定期配信 (Fig. 4) を行っている。



Fig. 3 Scenes from the Open Science Event at the SOC Center.

Purpose of establishing SOC center

SOFC and SOEC use a ceramic electrolyte (stabilized zirconia: YSZ) that exhibits high O²⁻ ion conductivity above 600°C. An oxygen electrode and a fuel electrode are placed on both sides of the electrolyte to form a "single cell," which is connected in a series to form a "stack." The stacks are combined with auxiliary equipment to form a "system." The temperature and materials used are quite different from those of other types of FC and EC, and the design of the stack is not standardized, so each company must accumulate its own know-how. This causes a long development period, and it is difficult to gain social recognition. Therefore, we established the SOC in July 2023 to form a forum for information exchange among companies and between companies and universities. Currently, 30 companies are participating in the center at an annual membership fee of 220,000 yen. Here, we offer literature information, hold basic lectures, provide individual consultations and trial experiments, introduce university seeds and corporate technologies, and conduct intercompany matching (Fig. 2).

Activities in this fiscal year

During the current fiscal year, two open science events were organized. On July 25, a basic lecture course was held in the Ecolab main conference room, followed by an international workshop on November 7 at the Graduate School of Environmental Science main building. At the international workshop in November, two researchers were invited not only from Japan but also from the Republic of Korea. They delivered lectures on recent research and development trends in solid oxide cells in Korea, introduced cutting-edge research topics, and provided instruction on analytical methodologies. In addition, a book supervised by our center, "SOFC/SOEC Technologies for Carbon Neutrality: From Fundamentals and Evaluation Methods to System Applications Including Thermal Utilization," was published by CMC Research. Furthermore, since the first year of operation, we have continued to distribute paper reviews and short explanatory videos for member companies on an irregular basis.



Fig. 4 List of Short Technical Explanation Videos for Member Companies.