

堤研究室

[革新的エネルギー有効利用技術] エクセルギー再生とコプロダクション

生産技術研究所 エネルギー工学連携研究センター

Collaborative Research Center for Energy Engineering

生産技術研究所 機械・生体系部門

Dept. of Mechanical and Biofunctional Systems

<http://www.energy.iis.u-tokyo.ac.jp/tsutsumi/>

機械工学専攻

エネルギープロセス工学

エクセルギー損失とCO₂排出を最小化するエネルギー・物質併産(コプロダクション)システムの構築

本研究室ではエネルギーと物質の併産を行う「コプロダクションシステム」と「自己熱再循環システム」を提案し、これらのシステムを各種の加熱・分離プロセスに用いることにより、従来のプロセスに比べて大幅な省エネルギー化が可能となることを明らかにしてきた。さらに、ユニットを1つ1つの機能に対応させたモジュールに分解し、標準化したモジュールによりユニットを再構築する「プロセス・モジュール・アーキテクチャー」を開発した。これらのモジュール群を構造化し、プロセスの再構築を行うことで、プロセスの全体最適化設計が行えると考えます。

自己熱再生方式による革新的バイオマス乾燥技術

バイオマスは水分量が多いことから、有効発熱量やエネルギー密度が低い。このためバイオマス原料を扱う際には乾燥が重要となる。

本研究室では、流体の状態を変化させることで流体の質を熱的に再生し、流体自身の熱で流体を加熱・冷却する自己熱再生方式を提案してきた。そこで、自己熱再生方式によるバイオマスの乾燥プロセス及び乾燥装置を提案し、その実用化に向けた研究開発を行っている。

次世代石炭ガス化高効率発電システム (A-IGCC/IGFC) の開発

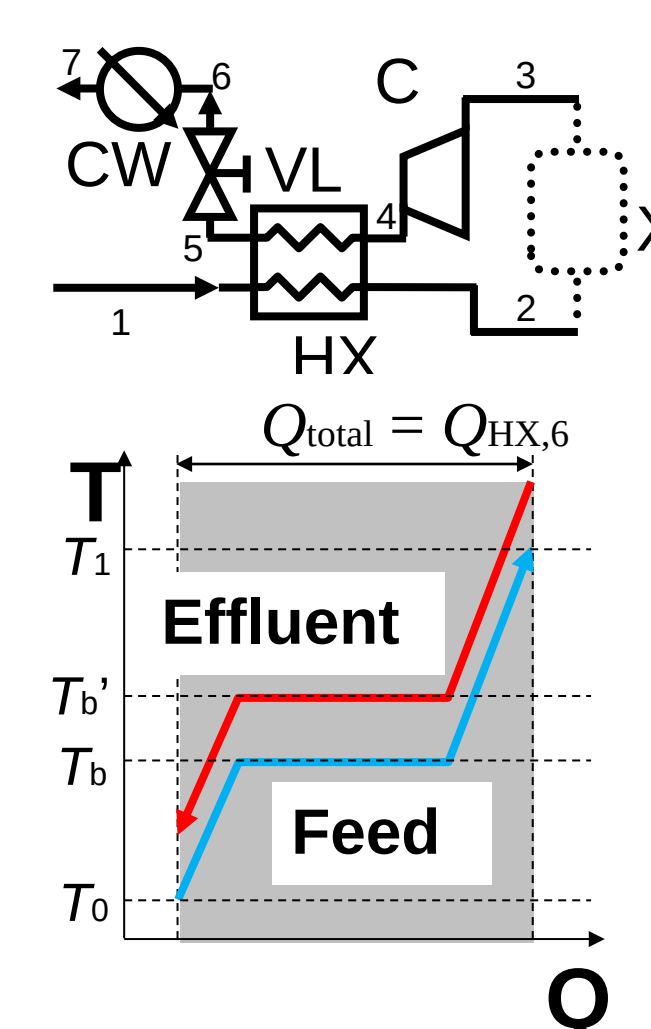
高効率石炭ガス化発電システムとして、石炭を低温でガス化し、ガス化に必要な熱は高温ガスタービンや燃料電池の排熱を蒸気として再生利用する「エクセルギー再生型次世代ガス化高効率発電システム (Advanced-Integrated coal Gasification Combined Cycle/Integrated coal Gasification Fuel Cell combined cycle (A-IGCC/IGFC))」を提唱してきた。このプロセスの実現のために、①高効率化を図るガス化炉・ガスタービンのインテグレーション手法②コールドモデルによる大量粒子循環システムの開発を行っている。

新規燃料電池・蓄電池(Fuel Cell/Battery)の開発

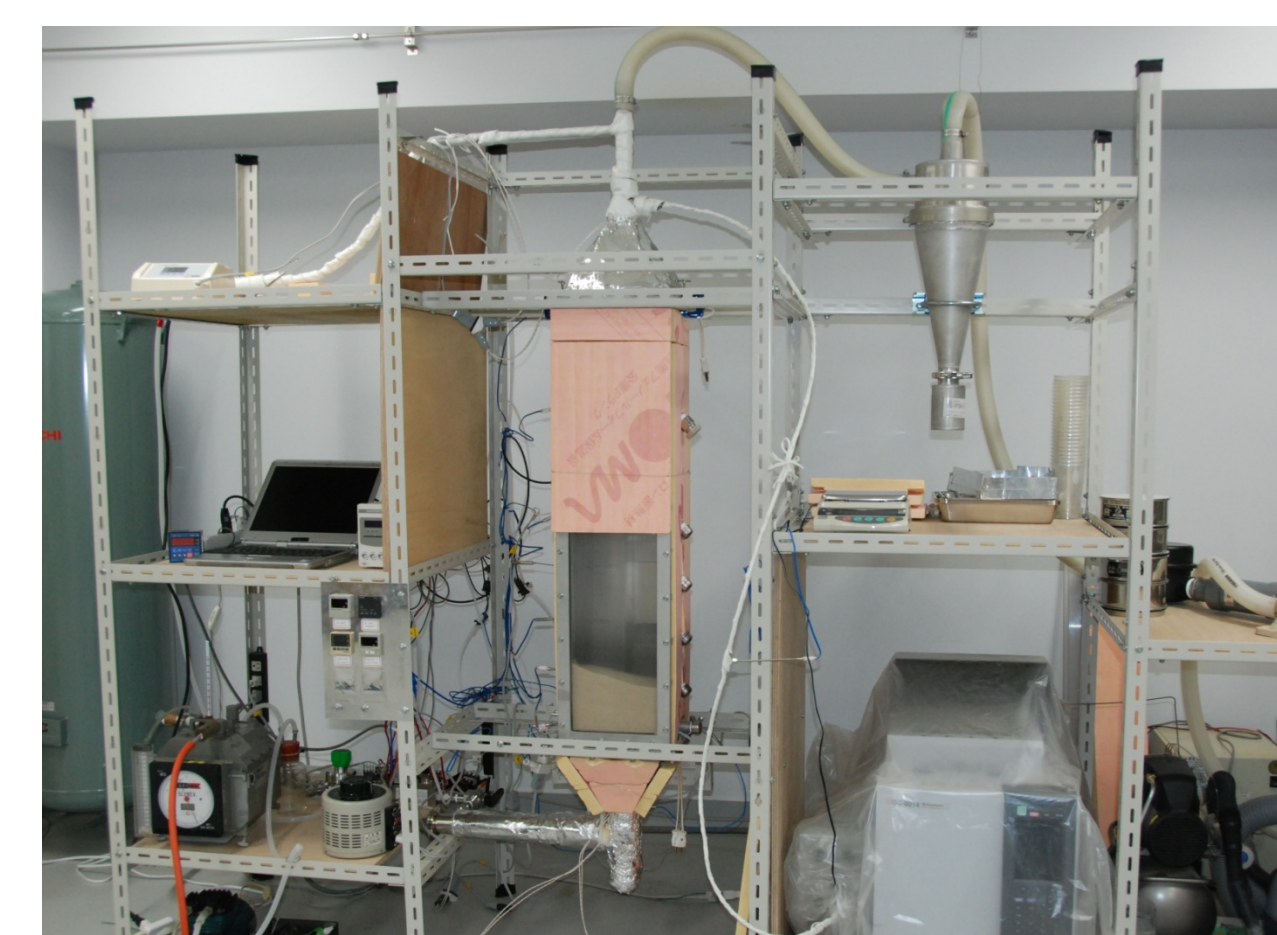
アルカリ形燃料電池の活物質および触媒として正極に二酸化マンガンをを用いることによって燃料電池と二次電池の機能の一体化を目指し、負極に水素吸蔵合金であるニッケル合金を用いたエネルギースパークリングを可能とする「燃料電池／蓄電池 (FCB: Fuel Cell/Battery)」の開発を進めている。FCBは電極自体に水素貯蔵機能が付加されるので、需要端での高周波数の電力負荷変動を吸収できるエネルギー負荷変動緩衝機能をもつ家庭用燃料電池システムの構築が可能となる。

バイオマスガス化水素製造プロセスの開発

バイオマスを直接燃焼させるのではなく、水蒸気ガス化によって水素と炭素(チャー)に変換(水素と炭素のコプロダクション)し、水素を燃料として利用することにより、バイオマスをよりクリーンで、効率的に利用することが可能となる。本研究室では、①バイオマスのガス化反応機構の解明②新規ガス化炉の開発を行っている。



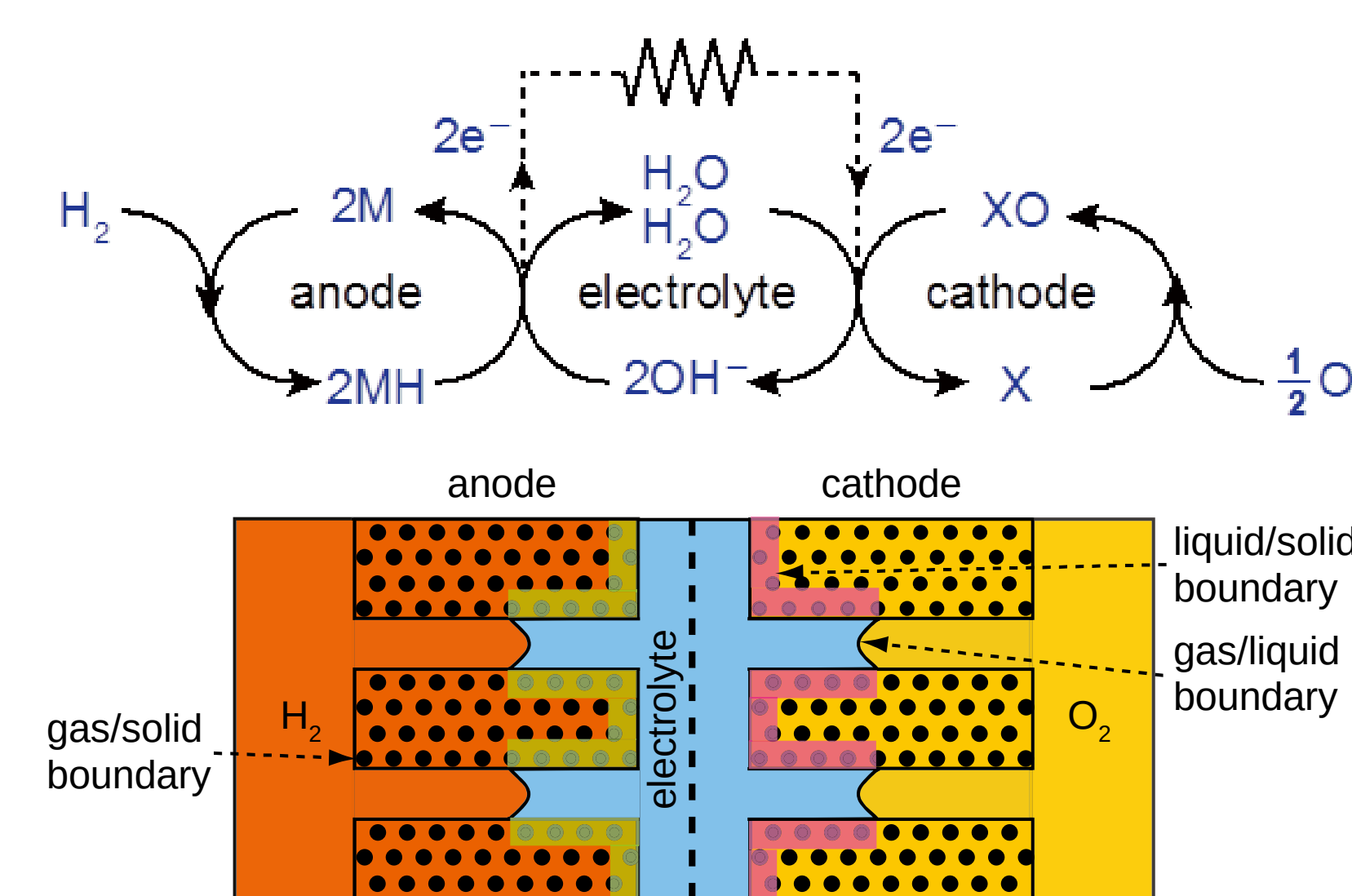
自己熱再生概念図(左)、自己熱再生実証実験装置(右)
新日鉄エンジニアリング 北九州環境技術センター内



乾燥試験装置



千葉実験所 大型循環流動層コールドモデル
(高さ16 m, 直径0.10 m)



燃料電池/電池(FCB)の作動原理