

ジャプス部の「売りの技術」

近年、地球温暖化ガスや大気汚染物質の発生を抑制するため、自動車業界でも環境規制が厳しく、低濃度化が進んでいる。その対応として電気自動車や水素を燃料にして走行する燃料電池自動車がある。また、自動車排気ガスには各種大気汚染物質が含まれており、排気ガス規制、エバポ（EVAP：燃料蒸散ガス）規制が世界的に厳しくなり各自動車メーカーや部品メーカーでは規制に対応した新たな対策や部品開発が行われている。

当部では、これらの環境負荷低減の開発の一助を担う試験装置、計測装置や各種試験に使用される標準ガス供給設備などを、自動車メーカーや部品メーカーに納めている。その試験装置などを紹介する。

1. 燃料電池評価装置

1.1 概要

燃料電池（FC：Fuel Cell）は、水素と酸素を反応させることにより電力を取り出すことができる発電装置である。その種類として、固体高分子形（PEFC）、熔融炭酸塩形（MCFC）、りん酸形（PAFC）、固体酸化物形（SOFC）などがある。その中で、PEFCは運転温度が80～100℃と他の形式と比較し低温型であり、燃料電池自動車への搭載型として自動車メーカーなどで開発が進められている。

開発担当されているお客様は、FCの発電性能を評価するため、供給するガスの温度、圧力、流量、湿度などさまざまな条件を変えて試験をしている。これらの要望を応えるため、小型の100W級から200kW級の大型までさまざまなサイズ（容量）の装置を開発してきた。その中でも近年大型化が進んでおり、その製品を代表に、燃料電池評価装置の仕組みを紹介する。

1.2 燃料電池評価装置の仕組み

燃料電池の評価試験において、燃料ガスとなる水素ガスおよび空気を燃料電池のアノード極、カソード極にそれぞれ独立して供給する。これらのガスは流量制御された後、加熱により温度制御され、さらに加湿により露点制御され、各極へ供給される。また、燃料電池から出たガスが背圧制御弁を通過することにより圧力制御を行っている。この排出ガスから電池内部での反応により発生した水分を取り除き（気液分離）、最終的には大気へと放出している。一方で、燃料電池を稼動（発電）させると熱が発生する。この熱を取り去り、稼動温度条件を調整するために冷却水を供給している。この冷却水は、ヒータや工業用水にて温度制御し、さらにポンプ吐出流量や制御弁にて流量を制御した後、燃料電池へ供給している。図1には燃料電池へ供給する系統、燃料電池から排出される系統および冷却水の系統を示し、燃料電池評価装置が持つ制御機能とその関連を示す。

上述の機能を持つ評価装置は、供試品となる燃料電池の出力容量に合わせて装置仕様を設定している。例えば、200kW級の自動車搭載型の燃料電池や、その半分程度の出力容量のもの、基礎研究用の数百W程度の燃料電池まで、装置開発が可能である。表1にはこれらの装置仕様を代表例として示す。

この装置は、各種容量の差により、装置のサイズはさまざまであるが、どの容量であっても、自動車のアクセルワークに相当する、アイドリング状態からフルスロットル状態に相当するガス供給量の制御が必要である。当部の装置は、それに合わせた温度調整、露点調整、背圧制御が要となっている。

200kW 級燃料電池評価装置の製作例として図 2 (高さ) 程度の大きさである。に外観を示す。設置面積は 4m × 5m × 2m (縦 × 横

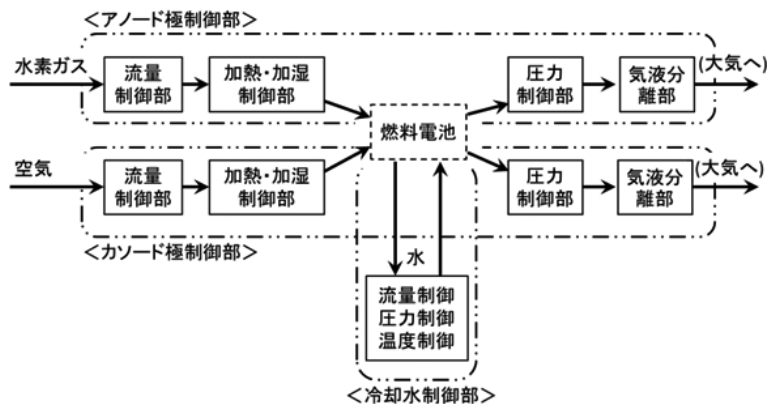


図 1 燃料電池評価装置が持つ制御機能と燃料電池との関連

表 1 燃料電池評価装置主仕様 (代表例)

項目	単位	1kW級 燃料電池用	3kW級 燃料電池用	6kW級 燃料電池用	12kW級 燃料電池用	200kW級 燃料電池用
水素ガス流量	L/min(normal)	0.1~10	0.1~30	0.2~170	2~220	100~3800
空気流量	L/min(normal)	0.4~20	0.3~90	0.5~400	5~600	100~10000
ガス温度	℃	40~95	40~120	40~120	40~95	40~120
ガス湿度(露点)	℃	40~75	40~75	40~80	40~90	40~80
ガス背圧	kPa(A)	120~400	140~400	120~300	130~300	150~400
冷却水温度	℃	40~95	40~120	40~120	40~90	40~120
冷却水流量	L/min	0.1~2	0.5~6	0.5~30	1~20	20~250

注：normalとは0.0℃、101.3kPa(abs)とする。

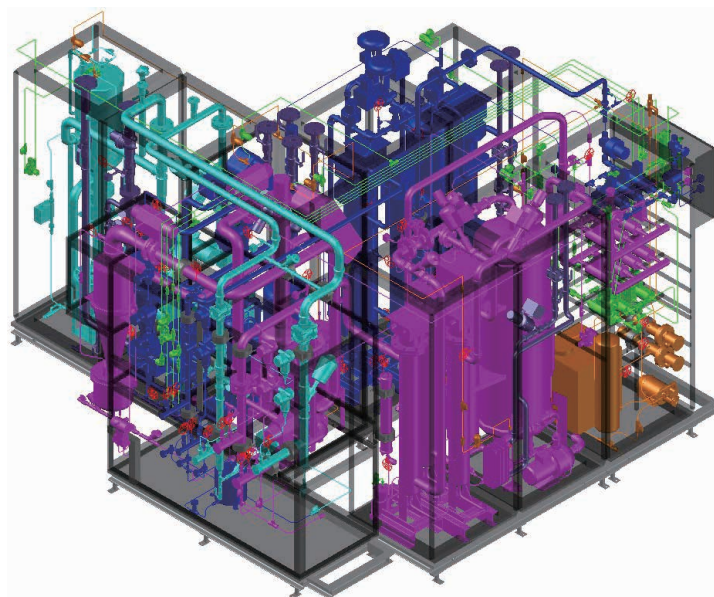


図 2 200kW 級燃料電池評価装置 外観 (製作実績例)

2. VT-SHED 設備

2.1 概要

ガソリンを燃料として使用する自動車はさまざまな環境下において使用される。ガソリンは揮発性が高く、走行時の発熱、路面等からの輻射熱、炎天下での駐車、保管などにおいて燃料ホースや燃料タンクなどで気化し、ガソリン蒸気が発生する。このガソリン蒸気に含まれる炭化水素（HC：ヒドロカーボン）が大気中の酸素や窒素化合物と結合して有害物質に変化し、環境や人体に悪影響を及ぼす。そこで、エバポ規制において、アメリカ、ヨーロッパ、中国などで定める法規（規制値）に適合させなければならない。このHCの放出量を測定する装置がSHED（Sealed Housing for Evaporative Determination）である。規制は自動車以外に、二輪車、汎用機、農機具など対象が広がってきている。

自動車の状態（走行中、駐停車中、給油中、高温環境、低温環境など）で試験方法が変わり、それに合わせた構造や供試体のサイズに合わせたさまざまな容積のSHEDがある。その一つに種類になるVT（Variable Temperature）-SHEDを例にSHEDの仕組みを紹介する。

2.2 SHEDの仕組み

自動車にはガソリンに接触する部品が多数あり、各部品から発生（透過）するHCを抑制し、さらに自動車全体から発生するHC量を低減させる工夫がされている。規制による測定方法は多少変わるが、温度変化によりガソリンの蒸気圧が変わることから、日中の温度変化を模擬してHC発生量を計測するVT-SHEDがある。供試体は、気密性が高い槽（Sealed Housing）の中に入れ、槽内の温度を変化させるが、槽内の圧力は大気圧と同等に維持させなければならないため、温度変化による槽内空気の膨張を吸収する風船のような容積が可変できる構造が

組み込まれている。また供試体内にはガソリン封入されており、槽内にHCが漏れ出た量を計測するため、槽内は防爆構造にしている。さらに装置自身からHCを発生させないため、また気密性を維持するためシール溶接構造にしている。

当部では、部品用SHED（内容積1.6m³）から実車用SHED（内容積79m³）、お客様の要求に合わせたSHEDを製作している。また当部は図3に示す部品用SHED設備を所有しており、SHED設備を所持されていないお客様に代わって計測業務を受託している。



図3 部品用SHED（社内設備：内容積1.6m³）

3. キャニスターローディング装置

3.1 概要

前記のSHEDは、HC発生量を計測する装置であるが、HCを大気に放出させないため、自動車などにはキャニスターと呼ばれるHCを大気へ放出させない部品が組み込まれている。キャニスターは内部に活性炭のような多孔物質が封入されている。炎天下などで駐車している車の燃料タンク内などから発生したガソリン蒸気は、このキャニスターを通し多孔物質にHCを吸着させて大気へ放出している。走行中はキャニスターを通して外気を吸入し多孔物質に付着したHCは空気によって剥がされエンジン内で燃焼する。この吸着と離脱の繰り返しでキャ

ニスターは半永久的に使用できる部品である。このキャニスターの性能や耐久を試験する装置が、キャニスターローディング装置である。HCはブタンガスを使用して試験するBWC(Butane Working Capacity)タイプと、ガソリンを加熱し実際にガソリン蒸気を発生させて試験するGWC(Gasoline Working Capacity)タイプがある。

3.2 キャニスターローディング装置の仕組み

搭載する車種によりさまざまな形状、容量のキャニスターがある。キャニスターの性能試験は、前記SHEDと同様に各国のエバポ規制により試験要領が定められている。この規制も年々厳しくなり、試験方法や試験時間の増加傾向になっている。試験装置の概略フローを図4に示す。ガソリン蒸気をキャニスターに送気し、^{びん}2式の電子天秤上のキャニスターの重量を監視、計測し、キャニスターのHC許容吸着量を一定基準にする試験要領、繰り返し回数、試験時間など色々なパターンの試験を繰り返す制御システムを装置に組み込んでいる。

当部ではBWC、GWCの個別および両方搭載した試験装置を製作しており、その一例として図5にBWC/GWCキャニスターローディング装置の外観を示す。



図5 BWC/GWCキャニスターローディング装置(外観)

4. マイクロフローリアクタ実験装置

4.1 概要

エンジンなど可燃性物体を燃焼させてエネルギーを得る機械は、その燃料が最適に燃焼する条件を見つけだすことで、燃焼の高効率化が求められている。

マイクロフローリアクタは、燃料の自己着火過程を把握できるもので、燃焼特性の基礎研究、製品開発を行ううえで重要な装置と考えている。当部は、温度分布制御型加熱器(特許出願中)の開発で、大気圧から高圧環境下での燃焼状態を観察

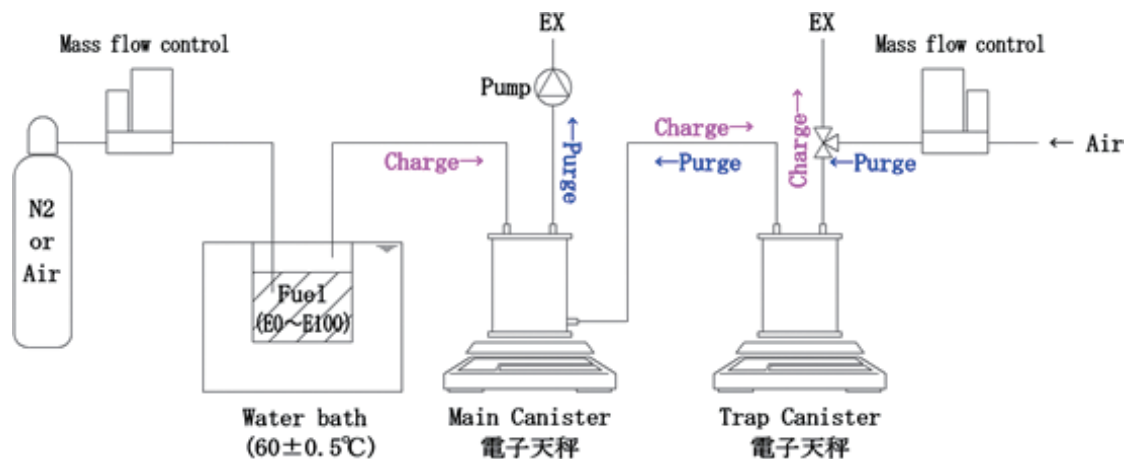


図4 GWCキャニスター試験フロー

できる装置を研究開発したので紹介する。図6に装置の外観を示す。



図6 装置外観

4.2 マイクロフローリアクタ実験装置の仕組み

対象とする燃料を気化させたガスに燃焼条件を作り出すために N_2 、 O_2 などのガスと混合し、加熱したリアクタ（細管）へ送気する（図7参照）。送気量は燃焼するための最小限の流量に抑え、ガスがリアクタ内で自己着火（燃焼）した際に発する微弱光を観察（図8参照）する。

リアクタへの加熱は最大 $1200^{\circ}C$ まで可能で、リアクタ入口から出口までの温度差（勾配）は、 $600^{\circ}C$ である。さらに大気圧から高圧（ $2.8MPa$ ）での環境条件を整えることができることからエンジンの燃焼行程を段階的に再現可能である。

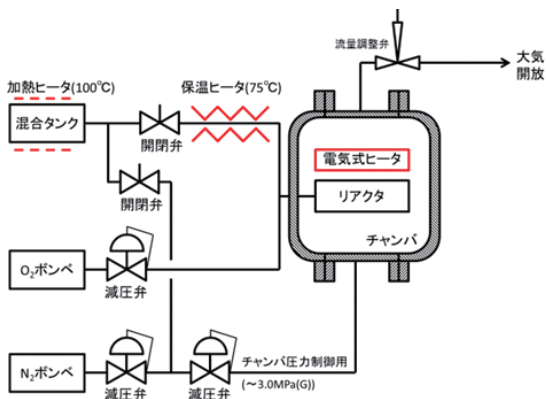


図7 配管システムイメージ図

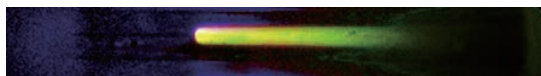


図8 カメラ観察状態（例）

文責

制御システム事業部	ジャプス部	
課長		泉 哲男
制御システム事業部	ジャプス部	
課長		佐浦 毅
制御システム事業部	ジャプス部	尾木 一馬
制御システム事業部	副事業部長	穂積 清介