

# スマート工場、FC研究所など視察

## 山梨地区視察会を開催、会員ら29名が参加

内発協は平成30年7月27日（金）、山梨県甲府市及び南アルプス市で、「平成30年度上期 山梨地区施設視察会」を開催しました。視察会一行は、甲府駅に集合し、午前中は南アルプス市の富士電機株式会社を訪ねました。スマート工場のモデル工場として知られる富士電機の「山梨製作所」において、ファクトリーエネルギーマネジメントシステム（FEMS）を視察しました。

午後からは甲府市に戻り、甲府駅近くの国立大学

法人山梨大学を訪ねました。世界的にも最先端の実験設備・実験機器を備える「燃料電池ナノ材料研究センター」で燃料電池関連の開発装置を視察しました。その後、山梨県庁の「防災新館」に設置された非常用ディーゼル自家発電設備や、山梨県の「四分川（しぶかわ）逆水防止ゲート」を視察しました。視察会には会員企業と事務局を合わせた29名が参加しました。

### 富士電機株式会社 山梨製作所

今回視察した富士電機の山梨製作所で取り組むFEMSは、平成28年（2016年）省エネ大賞最高賞の経済産業大臣賞と、コージェネ大賞2017の優秀賞を受賞しています。

加藤博久所長の説明によれば、山梨製作所は1991年9月、富士電機で10番目の工場として設立されました。磁気記録媒体の生産拠点工場。2011年3月の東日本大震災による影響で計画停電が実施され、生産活動を継続することが困難となりました。その結果、生産ラインを移管することとなり、2011年6月で山梨製作所は閉鎖することとなりました。

しかし、2011年6月30日に長野県松本市が震度5強の直下型地震に見舞われ、パワー半導体のマザー工場である松本工場が少なからず被害を受けました。代替措置として山梨製作所も半導体工場として活用することとされ、2011年10月に山梨製作所の既設建屋を、半導体前工程クリーンルームへと改修工事を開始しました。山梨製作所は2013年10月、半導体生産工場としての稼働を開始しました。

電源設備については、2013年4月にはメガソーラーの稼働を、2013年7月にはPEFC（リン酸形）燃料電池設備の稼働を、2014年9月にはガスエンジンコージェネレーションシステム（ガスエンジンコージェネ）の稼働を、それぞれ開始しました。

現在、富士電機が生産するパワー半導体製品の売

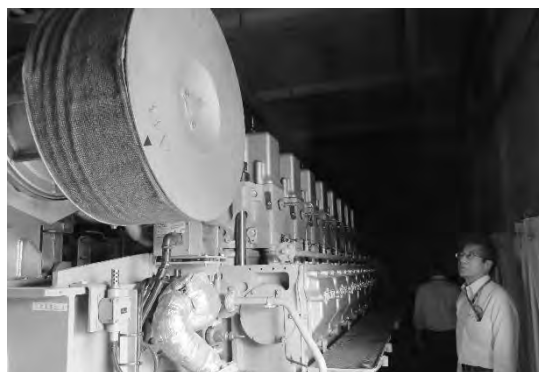


写真-1 ガスエンジンコージェネ

上構成比（シェア）については、インバータ、NC工作機械、エレベータ、UPS、PCS（風力・太陽光発電）、エアコン等の用途向けの「産業分野が50%」を占めています。

次いで、HEVモータ制御、エンジン制御、ブレーキ制御、トランスミッション制御、ステアリング制御等の用途向けの「自動車分野が30%」で、産業機器、通信機器、サーバ、PC、薄型TV、ゲーム機、複写機、プリンタ等の電源設備の「電源分野が20%」。山梨製作所はHEVモータ制御用半導体生産の主力工場であり、近年は自動車分野が伸びているという説明でした。

パワー半導体生産工場においては、エネルギー使用量が多く、瞬時電圧低下や停電が製品品質に大きな影響を与えます。山梨製作所では、①エネルギー使用量削減の実現、②瞬時電圧低下・停電リスクの回避という、こうした2つの課題を解決するため、FEMSを活用した電力と熱の最適利用による省エネルギーと、エネルギー供給リスクの回避（電力自給



写真-2 燃料電池設備（4台）



写真-3 防災用自家発電設備

率の向上)の両立に取り組みました。

省エネルギーに関する対策として、クリーンルームのファンフィルタユニット（FFU）最適運転制御を実施するとともに、排熱も徹底的に有効活用しています。また、電源設備の運転状況に関して、「見える化、わかる化、最適化」を図り、エネルギー需要を把握し、最適なエネルギー供給を行えるよう、ムダのない運転構成で電源設備を稼働させて、省エネルギーを徹底しました。

電力自給率の向上に関する対策として、無停電電源装置（UPS）、PEFC燃料電池設備、ガスエンジンコージェネの導入を図り、電力自給率を向上させました。

一行は、こうした電力供給源を二重化するなどのFEMSについての概要説明を受けた後、実際に電源設備を視察しました。これらFEMSを構成する電源設備は、富士電機製を採用・有効活用しており、スマート工場のモデル工場として、山梨製作所をお客様に見ていただけるよう、2012年度より取り組んでいるとのことでした。

山梨製作所の所内電力需要（2,900kW）は、ガスエンジンコージェネ（2,500kW）とPEFC燃料電池設備（100kW×4台）で賄えるほか、商用電源（特別高圧2回線）と系統連系し、不測の事態に備えています。商用電源に不測の事態が発生した場合は、1サイクル遮断器により商用電源を切り離し、ガスエンジンコージェネと燃料電池設備の自立運転で対応することに



写真-4 メガソーラー

なっています。

山梨製作所では、電力需要と熱需要を監視し、ガスエンジンコージェネやPEFC燃料電池設備の最適運転を実施しています。

このほか、山梨製作所では、富士電機製の消防用設備等の非常電源として防災用自家発電設備（ディーゼルエンジン駆動100kVA）を設置しています。また、環境に優しい電力普及を目的とするFIT（固定価格買取制度）に適合した大型太陽光発電所（2,000kW）を導入しています。年間発電量は約240万kWh。発電した電力は、山梨製作所内には供給せず、すべてを東京電力向けに売電しています。売電価格は42円/kWh（固定価格買取制度適用）とのことでした。

## 国立大学法人山梨大学 燃料電池ナノ材料研究センター

視察会一行は国立大学法人山梨大学の燃料電池ナノ材料研究センターを訪れました。敷地内に遺る旧知事公舎の同研究センター会議室において、飯山明裕センター長により「燃料電池の本格普及に向けた山梨大学における取り組み」と題する概要説明を受けました。続いて、最先端の燃料電池材料の開発装置などを視察しました。飯山センター長の説明によれば、「国内での燃料電池の研究開発は、現在の文部科学省、経済産業省及びNEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）を中

心に、自動車メーカ、産業機器メーカ、大学の産学官が連携し推進して参りました。燃料電池は1839年、英国のグローブ郷が水素と酸素を装置に入れると電流が流れることを実証し、開発が始まりました。原理の実証はディーゼルエンジンより早かった」といいます。

一方、「実用化は遅く1965年に米宇宙船ジェミニ5号が燃料電池を使用しました。1966年に米GM社が世界初の燃料電池自動車（FCV）を走らせました。1983年にカナダ・バラード社が開発したナフィオン膜を用いたセル構造が現在の原型となり、1994年に独ダイムラー社がバラード社の燃料電池を用いたFCVを発表しました。2009年には日本で家庭用燃料電池エネファームが販売開始されました。現在では、



写真-5 燃料電池ナノ材料研究センター

FCV、FCフォークリフト、定置形電源向けの燃料電池の導入数はアメリカが最も多い。FCバスの導入数は中国が150台で最も多く、2019年頃は5,000台規模の見通し。水素ステーションの設置数は日本が世界一多い」と説明しました。

そのほか、NEDOの助成事業で同研究センターが開発を進める、高出力・高耐久・高効率な自動車用

燃料電池向けの「触媒材料」として、安価な合金の表層をPt（白金）で覆いコスト削減を図った「安定化Ptスキン-PtCo（白金コバルト）合金触媒」を紹介しました。効率よく水素を製造する触媒や燃料改質について、セル評価までを含めて幅広く研究している大学はあまりないとのことでした。

また、炭素と水素のみで作る化学的安定性に優れた安価な「炭化水素系電解質膜」や、従来のカーボンに代わる新材料としてセラミックを採用し、触媒を載せる担体（構造体）の耐久性を向上させた「連珠状導電性セラミック担体」について、それぞれ解説しました。

さらに、燃料電池を活用する新しい産業の創造を目指す企業の支援や、水素・燃料電池の普及啓蒙活動を進める「やまなし水素・燃料電池ネットワーク協議会」や、水素電池産業の集積地を目指す「やまなし燃料電池バレー」構想の実現のための取り組みを紹介しました。

## 燃料電池の開発装置を視察

一行が視察した、燃料電池ナノ材料研究センターは2階建てで、2つのエリアで構成されています。山梨県と山梨大学の資金による「オフィスエリア」。そして、防震装置、磁気シールド、クリーンルーム（クラス1000レベル）などの実験設備・実験機器が設置されている「実験エリア」です。

実験エリアでは、1階に、最先端の透過型電子顕微鏡を用いて、触媒・膜をナノスケールで観察する装置のエリア「103TEM室」や、各種環境下での電子顕微鏡観察を行う装置のエリア「105SEM室」。高分子膜の構造を評価する装置のエリア「107NMR室」。触媒の構造・表面状態をX線で評価する装置のエリア「108X線分析室」などを設置しています。

2階に、高分子膜・電極の合成を行うエリア「201膜電極合成室」。電極触媒、水素製造触媒の合成を行うエリア「203触媒合成室」。電極触媒上での反応をin situ（その場）で観察するエリア「206クリーンルーム」などを設置しています。

開発状況について、電池内反応分布の可視化実験では、実際に燃料電池自動車に使用されているセルを約10cm四方の材料で再現し、燃料電池内の反応の可視化に成功しています。

また、各種環境下で触媒・膜をナノスケールで観察する透過型電子顕微鏡は「日立ハイテクH-9500」



写真-6 飯山センター長による概要説明

など国産の3台を備えています。ナノメートル（10億分の1メートル）単位のものまで観察できる性能を有し、生体観察用のものを同研究センターと製造メーカーが共同で改良して使用しています。

これらの透過型電子顕微鏡により、触媒として使用するPt（白金）が担体（構造体）の表層にあるのか、内部にあるのか、またPtがどのような状態になっているのかなどを観察できるといいます。小さな粒であったPtが結合し大きなPtになり、表面積が減少することにより、触媒の劣化が起こっていることが観察できました。

なお、透過型電子顕微鏡の観察資料を入れる部分は真空になっていて、観察資料にガスを吹き付けるとともにヒータで局所的に加熱し、材料がどのように変化するのか、その過程を時系列で観察できるといいます。これら高価な実験設備を学生らも、操作の教育を受けて、直接使用しています。

## 山梨県 防災新館

山梨県庁は、甲府駅の南側に位置し、本館、別館、防災新館などがあります。それぞれの建物には非常用自家発電設備が設置され、その建物ごとに電力を供給する体制となっています。一行は、平成25年に竣工した防災新館の自家発電設備を視察しました。

防災新館には、非常用自家発電設備（ディーゼルエンジン駆動1,500kVA×2台）が屋上に設置されています。燃料タンクは60,000リットルの地下タンクを埋設し、72時間運転ができる量を確保しています。発電設備自体は168時間連続運転の仕様となっています。

計画当初は、ガスタービン駆動の自家発電設備の導入を検討していました。しかし、ヘリポートが近く、高温の排気ガスはヘリコプターの離着陸に好ましくないとの理由から、ディーゼルエンジン駆動の自家



写真-7 防災新館に設置された自家発電設備

発電設備へと仕様変更したといます。同様の理由から、排気管の設置位置も、ヘリポートから離して施工をしました。また、近隣に観光名所「舞鶴城公園」があることなどから、排気管等は黒く塗り、外部からは見えにくくする工夫を凝らすなど、景観にも格別な配慮をしました。

## 四分川（しぶかわ）逆水防止ゲート

「四分川（しぶかわ）逆水防止ゲート」は、荒川から支流の四分川への逆流を防止するため、建設された水門（逆水防止ゲート）です。平成元年から運用を開始しています。これまでに水害などの発生により、逆水防止ゲートが降ろされ、水門が閉じられたことは幸いにしてないといえます。

逆水防止ゲートの開閉操作は、隣接する操作小屋から行い、通常時は、商用電源を使い、2台のモータ（出力2.2kW/1台）を駆動させ、逆水防止ゲートを自動で降ろしたりあげたりして、水門を開けたり閉じたりできます。

停電発生時は、逆水防止ゲートの下流側に配置されている、操作小屋に設置された1台の可搬形発電設備（定格容量25kVA）の電源に切り替えて使用し、電力供給を行います。通常時と同様に、2台のモータを駆動させ、逆水防止ゲートを自動で昇降させて、水門を開閉できる仕組みとしています。

逆水防止ゲートの操作手順については、操作する前に、操作小屋に設置された「中央盤」の電源スイッチ、制御スイッチ等、各スイッチをONにします。次に、商用・自家発電の電源切替を選択し、電圧、表示灯等、ランプテストを確認し、併せて、門扉付近の安全を確認します。

そして、逆水防止ゲートを閉じる場合は、中央盤スイッチを操作して行います。門扉を閉じるスイッ

チをONにすると、門扉が自動で作動し、降ろされて水門を全閉できます。反対に、逆水防止ゲートを開ける場合は、門扉の開けるスイッチをONにすると、門扉が自動で作動し、あげられて水門を全開できます。

可搬形発電設備の始動操作手順については、遮断器のOFF（三相出力）、始動スイッチの予熱ON（約20秒）、始動スイッチの始動ON、電圧確立、遮断器のON（三相出力）、商用・自家発電の電源切替の選択、発電ONという操作手順です。反対に、停止操作は、遮断器のOFF（三相出力）、始動スイッチの停止ON、商用・自家発電の電源切替の選択、商用ONという操作手順です。

逆水防止ゲートを両脇で支える左右の支柱にはそれぞれ照明機器が設置され、さらに、左右の支柱の上部にはそれぞれ機械室が配置されています。通常時は操作小屋から中央盤を操作してモータを駆動させ、逆水防止ゲートの昇降を行います。モータが使用できない場合は機械室から手動で操作を行うことができます。



写真-8 四分川逆水防止ゲート（全景下流側より）