

# POWER & ENERGY SYSTEM

## 目次

巻頭言 第 91 期部門長挨拶	2
特集「カライド酸素燃焼プロジェクトの紹介」	3
90 期部門賞及び部門一般表彰<貢献表彰>受賞者所感	6
91 期部門賞及び部門一般表彰	12
行事報告	15
- 国際会議報告 ICOPE2013	15
- 講習会報告 福島原発事故における放射能汚染対策技術の基礎と応用	16
- No.12-96 第 22 回セミナー&サロン 開催報告	17
- 見学会報告「九州地方における再生可能エネルギー技術」	18
開催案内	20
- 第 19 回 動力・エネルギー技術シンポジウム開催案内	20

### はじめに

これまで印刷物として発行してまいりました当部門ニュースレターですが、学会および部門の財政事情等により、今後、WEB掲載という形を取らせていただくこととなりました。WEB掲載に合わせ、より読みやすく充実した内容とすべく努力してまいりますので、今後ともよろしくお願ひ申し上げます。

また、発行が大変遅くなってしまう、読者および執筆者の皆様方に多大なご迷惑、ご心配をおかけいたしましたこと、深くお詫ひ申し上げます。

第 92 期 広報委員長 幸田栄一

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では、発生した巨大地震と大津波により、多くの尊い命が奪われ、東日本を中心に甚大な被害が生じました。福島第一原子力発電所においては、1 号機から 3 号機までの炉心が溶融に至るといふ過酷事故が発生し、周辺環境に多大な被害をもたらしました。2 年を経過する現在においても、その事故の收拾はいまだ途上にあります。東北沿岸の火力発電所も同じく甚大な被害を蒙りましたが、関係する各社の努力により、いち早く復旧し、東北の復興に大きな役割を果たしているものの、老朽火力の経年使用により綱渡りの運転を強いられているのが現状です。



2011 年 3 月 11 日以前には、当たり前のように行われていたことを、震災後の今、同じように行うことが如何に困難であるかが痛感されます。動力となるエネルギーは、まさに何もせず自然にそこに存るものではなく、多くの人々の多大なる努力によって賈われているものであることが、まざまざと実感されます。

現在の世界と日本における、エネルギーの供給と受給に関わる問題は、極めて膨大なエネルギーを対象とするその本質から、単一の手段によって解決できるものではなく、用いることのできる様々な手단을、その多様性を認識しつつ、有機的に繋げてゆくことが不可欠となっています。また、動力とエネルギーに関わる困難は、そのほとんどが短期的には解決できず、長期にわたる努力が必要となるものです。その困難の解決のために最も必要なものは、人であると考えます。人の中のみ技術が宿り、その技術が人を介して伝承され継続されてゆき、その人によって新たな技術が築き上げられます。技術の伝承と継続はもとより、その発展と展開も、一朝一夕では成し遂げられません。先達の残したものを引き継いで、次の時代に引き渡す責務を果たすこと、そして人と人とを繋げることが、学会の果たすべき役割と信じます。

機械学会動力エネルギーシステム部門は、火力・水力・原子力・再生可能エネルギーなど、動力とエネルギーに関わる全ての分野を網羅しており、この未曾有の困難に立ち向かう技術者の集団です。動力エネルギー技術の多様性を認識した上で、その技術を伝承し発展させる人と人との繋がりを作るのが、動力エネルギーシステム部門の果たすべき役割と考えます。

動力エネルギーシステム部門では、動力・エネルギー技術シンポジウムや各種の講習会や見学会などを多数国内で開催するだけでなく、大規模な国際会議を現時点で 3 つも主催しております。本年 6 月千葉大学で開催されました動力・エネルギー技術シンポジウムは、300 名近くの参加者を得て、盛況裏に開催することができました。ICONE-21 は、今年 7 月から 8 月にかけて中国成都で開催予定です。日中間には様々な困難が顕在化しており、中国国内にも課題があり、また日本にも震災からの復旧途上という困難があります。私として、ICONE-21 の日本側の組織委員長を仰せつかっておりましたが、その開催には多大なる困難がありました。関係各位のご努力を得て、現時点で、日本から 100 件を上回る参加者を得て、開催に向けて努力しているところとなっております。ICOPE-2013 も、本年 10 月中国武漢で開催予定されており、その準備が鋭意進められているところとなっております。偏に関係各位のご尽力の賜物と改めて深く御礼申し上げる次第です。

いまだ苦難が続くこの時期に動力エネルギーシステム部門の部門長をお引き受けすることになりました。誠に微力ではありますが、前任の坂井部門長から受け継いだ役割を果たし、山田副部門長はじめ運営委員会委員ならびに各種委員会各位がお力を発揮し、それぞれの役割が果たせるよう、できる限りの微力を尽くす所存です。動力エネルギーシステム部門所属の会員各位には、何卒ご指導ご鞭撻、ご協力を賜りますよう、改めてお願い申し上げます。

(原稿受付 2013 年 7 月)

## 1. はじめに

本ニューズレター第33号<sup>1)</sup>にて「微粉炭酸素燃焼を利用したCO<sub>2</sub>回収」と題し、豪州での実証プロジェクト計画について、紹介させて頂いた。その後、原子力問題、シェールガス革命など、エネルギーの大きな転換点と位置づけられる出来事が立て続けに起こったものの、石炭燃料については、安定した主要なエネルギー源であることに変化はなく、今後も、大きくその位置づけを変えることはないものと予想される。

一方、現在の石炭火力の唯一の大きな課題といえるCO<sub>2</sub>排出削減について、高効率化やCO<sub>2</sub>回収貯留 (CCS: CO<sub>2</sub> Capture and Storage) 技術の開発が着実に進められている。CCS技術については、各国での取り組み<sup>2)</sup>が進められており、我々が取り組む実証プロジェクトについても、大きな進展が得られており、概要を紹介する。

## 2. 酸素燃焼からの CO<sub>2</sub> 回収システム

図1には、酸素燃焼技術を利用したCO<sub>2</sub>回収および貯留の全体システムコンセプトを示す。本システムの特長は、以下のとおりである。

- 燃焼前に N<sub>2</sub> を分離してしまうため、燃焼後の排ガスから高濃度 CO<sub>2</sub> を直接回収し、そのまま貯留することが可能である。
- 酸素富化により、燃焼効率の向上が期待できる。
- 排ガス量が減少するため、同条件の空気燃焼ボイラよりボイラ効率が高い。また、給水系統とボイラ系統を連携することで、より効率化が可能である。
- 燃焼排ガスを炉内に再循環すると、排ガス中に含まれる NO<sub>x</sub> が還元されるため、NO<sub>x</sub> 排出量が低減する。このため、脱硝装置の設置が不要となる可能性がある。
- 排ガス量が減少することから、脱硫装置を小型化できる。
- 新設ボイラに加え、既設ボイラへの酸素燃焼適用改造も可能である。既設ボイラ改造の場合には、ボイラ耐圧部を改造は不要で、非耐圧部の改造にて対応可能である。

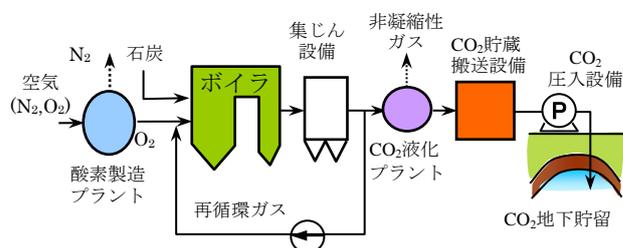


図1 酸素燃焼を用いた CCS 全体システム

## 3. カライド酸素燃焼プロジェクト

現在、豪州にて既設プラントを対象とした酸素燃焼適用実証に向けたプロジェクトに取り組んでいる。

### 3.1 プロジェクト概要

本プロジェクトは、実際の石炭火力発電プラントに酸素燃焼を適用することで CO<sub>2</sub> を回収し、地下貯留まで行う一貫したプロセスを実証することを目的としたものである。適用プラント（図 2）は、1960年代後半に建設され、商用運転を経験した既設プラントで、酸素燃焼を適用する世界初の発電プラントである。表 1 に本プロジェクトの経緯を示す。

プロジェクトは、酸素燃焼および CO<sub>2</sub> 回収装置運転による CO<sub>2</sub> 液化回収の第 1 段階と、発電所で回収された CO<sub>2</sub> を地下貯留する第 2 段階にて構成され、実施されている。現在、発電所サイトでは酸素燃焼ボイラ実証運転が実施されており、各種実証試験を行っているところである。CO<sub>2</sub> 貯留については、カライド A で回収された CO<sub>2</sub> を貯留するべく、現在貯留サ



図2 カライド A 発電所全景

イトに関わる詳細な検討を実施しているところである。実際に発電所から回収された CO<sub>2</sub>はローリーにて貯留サイトまで輸送し注入する計画である。

### 3.2 酸素燃焼プロセスおよびボイラ

既設の空気燃焼プロセスから、酸素燃焼を適用することで、図3に示すプロセスとしている。本酸素燃焼プロセスおよびボイラにおける特長は以下のとおりである。

- 石炭粉砕機構がプロセス内に設置されている。再循環ガスでの石炭乾燥および搬送となる。
- マルチのミル・バーナ運用となる。3台のミルから、合計6本（常用4本）のバーナに石炭が供給される。バーナパターンの違いによる特性など実際の商用機を模擬した特性を確認することができる。
- 排ガス冷却のために、ボイラ給水系統で熱回収を行っており、プラントとして効率的な運転となっている。
- 石炭を乾燥、搬送する1次ラインには、脱水装置を設け、ミル出口の低温部での腐食の抑制を図っている。試験によっては、本装置のバイパス運転が可能である。
- 空気燃焼時は再循環ファン入口で大気を吸込み、酸素燃焼時は大気吸込みを取り止め、排ガスを誘引ファン出口から再循環する。
- 酸素製造装置から供給される酸素は、再循環排ガスと混合される。また、一部は直接火炎部へ酸素を吹き込めるようバーナ部にノズルを設置している。
- 排ガスの一部はCO<sub>2</sub>液化回収設備に搬送され、本設備にてガス精製、圧縮、冷却され、液化CO<sub>2</sub>を得る。

### 3.3 酸素燃焼ボイラ初期確認内容

2012年3月に酸素をボイラに供給して以降、安全性および酸素燃焼切替に関わる初期確認および調整を実施してきた。そして、現在は酸素燃焼ボイラについて、各種基本特性を確認しているところである。そこで、本項においては今までの初期確認および実証運転の中で得られた主な内容について、紹介する。

#### (1) 酸素燃焼モードへの切替

本プロジェクトにおける酸素燃焼ボイラ運用においては、起動時油燃料による空気燃焼で徐々に負荷を上昇させ、その過程で石炭を徐々に投入し、15MW近傍にて石炭専焼となる。酸素燃焼運転の実現においては、さらに負荷を上昇し24MW以上にて、空気燃焼から酸素燃焼に切り替わるようにしている。このとき、ボイラに酸素を供給すると同時に、大気の吸込みを減らし、排ガスを再循環することが必要となる。最終的に、酸素燃焼状態では大気吸込ダンパは全閉となる。また、酸素燃焼においては、通常の空気燃焼で実施しているボイラ出口排ガスO<sub>2</sub>濃度制御に加えて、火炎温度を制御するためのボイラ入口O<sub>2</sub>濃度制御を実施することとなる。これらの燃焼モードや制御方法の切替動作は、酸素燃焼の実施において不可欠なものであり、発電所ボイラで実施するのは世界初のことである。

図4には、実際のカライドAボイラでの空気⇒酸素燃焼モード切替時の主要データトレンドを示す。

表1 カライド酸素燃焼プロジェクト経緯

年月	経緯
2004年	日豪共同で酸素燃焼適用FSを開始
2006年3月	FS終了に伴い、実証プロジェクト実施に向けた覚書を締結
2006年7月	APP（アジア太平洋パートナーシップ）Cleaner Fossil Energy Task ForceのFlagship Projectに選定
2008年3月	カライド酸素燃焼プロジェクトのジョイントベンチャー設立に関する合意書調印
2008年8月	カライドA発電所の改修・復旧工事開始
2010年4月	酸素燃焼適用改造工事開始
2011年1月	酸素燃焼適用改造工事完了、空気燃焼試運転開始
2012年3月	酸素製造装置運転準備完了、ボイラへの初の酸素供給、初の酸素燃焼運転
2012年11月	酸素燃焼累計運転時間1,000時間達成
2013年1月	酸素燃焼累計運転時間2,000時間達成

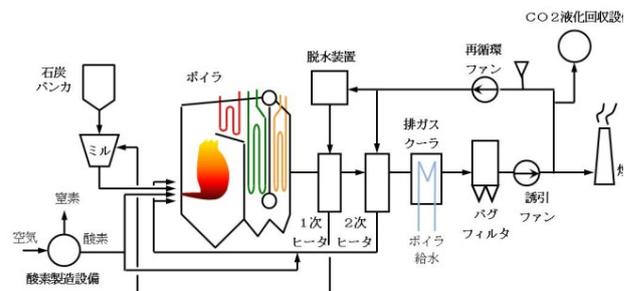


図3 カライド酸素燃焼プロセス

将来的には、運用性向上の観点から、本切替動作において今回ステップに区切って実施しているものを並列的に実施するなどの改善を図り、可能な限り時間の短縮を図っていくことが必要と考えている。

## (2) 酸素燃焼運転

燃焼モード切替完了後が、酸素燃焼運転となる。酸素燃焼運転の実施に当たって、まずは危急時の酸素燃焼ボイラ安全停止方法の確認を実施し、ボイラ MFT（主燃料供給停止）およびファントリップ時の動作、その安全性を確認、調整した。

ボイラにおいては、同様の燃焼システムで、空気燃焼と酸素燃焼の両方に対応しなければならない、各種調整が必要となる。さらに、本プロジェクトでは、既設のオリジナルバーナ 6 本の内、2 本に新バーナを導入したことから、その特性の違いに応じた調整を考慮する必要があり、バーナ毎の流量の配分、火炎調整機構による最適化を図っている。

図 5 に火炎部炉内状況を示す。結果として、空気燃焼と変わらず、酸素燃焼においても安定した火炎を実現することができている。

これにより、炉内での伝熱も安定し、ボイラとして安定した性能を確保できている。

## (3) ボイラ基本特性について

現在、ボイラ入口 O<sub>2</sub> 濃度などを変化させた特性確認試験を実施しており、各ミルパターンの違いなどによる影響を含め確認しているところである。

また、燃焼排ガス特性としては、ほぼ計画どおりの CO<sub>2</sub> 濃度が得られていることや、大量の排ガス再循環による排出 NO<sub>x</sub> 量低減効果などを確認できており、今まで実施してきたパイロット燃焼試験装置の試験結果<sup>3)</sup>とほぼ同様の傾向が示されている。現在、詳細検討を実施しているところであり、今後データを取りまとめていく次第である。

## 4. おわりに

現在取り組んでいるカライド酸素燃焼プロジェクト、特に酸素燃焼ボイラについての現況を概説した。今後、確実にデータを取得し、商用化に向けた活きたデータとしていきたい。将来本技術が、経済的に有効な貯留と組み合わせた高効率な CO<sub>2</sub> 回収システムとして実現できるよう、今後の研究・開発・実証を進めていく所存である。

最後に、本プロジェクトは、経済産業省資源エネルギー庁石炭課、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構、(一財)石炭エネルギーセンター、電源開発(株)、三井物産(株)および CS Energy、ACALET、Schlumberger、Xstrata coal の豪州側関係者のサポートを得て実施したことを記し、謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 田村, 日本機械学会動力エネルギーシステム部門ニュースレター第 33 号, 「微粉炭酸素燃焼を利用した CO<sub>2</sub> 回収」
- 2) Global CCS Institute, Oct., 2012, “The Global Status of CCS : 2012”
- 3) 山田, IHI 技報 vol.52 No.1 (2012), 「発電プラントのゼロエミッション化に向けて」

(原稿受付 2013 年 2 月)

※詳しくは <http://callideoxyfuel.com/> をご覧ください。

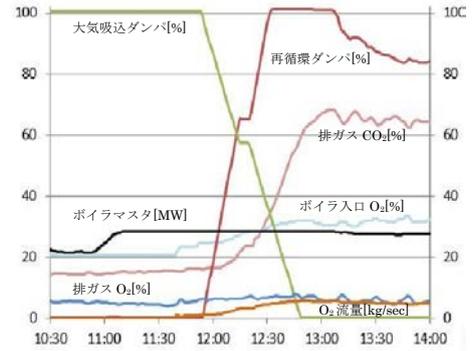


図 4 空気⇒酸素燃焼  
モード切替時トレンド



図 5 酸素燃焼時火炎部炉

「部門賞(功績賞)を受賞して」

九州大学名誉教授・東亜大学客員教授 伊藤猛宏

実業とは随分遠いところで過ごしました経歴に注目下さり、さらに過大な評価をいただき光栄に存じます。研究生生活の中での所感の幾つかを記して受賞の弁といたします。

まずは熱力学。熱力学・蒸気原動機・伝熱学などに関わったのですが、定年に近い時期には熱力学の持つ哲学的・公理的な雰囲気傾倒しました。今でも熱機関を持ち出さない熱力学の記述ということをしきりに考えています。断熱系のエントロピーは減少しないということ (Carathéodory の第二法則の表現と実質的に同じ) が熱力学の精髓となるべきであると信じるのですが、なかなか進歩がありません。



二番目は同僚と協同で開発した流体の熱物性値を計算する PROPATH というソフトウェアです。昭和40年代の後半、超臨界圧ヘリウムの強制対流熱伝達の実験をしていました。当時九大には一度に100L規模で液体ヘリウムを供給する能力がなく、大阪からヘリウム・デュワーという巨大な魔法瓶をトラックに積んで陸送するという有様でした。液体ヘリウムだけでも20万円程度でしたでしょうか。液体ヘリウムの飽和温度は4.2Kですから、魔法瓶に入れてあっても、ボヤボヤしているとすぐに蒸発してしまい、そこで実験は強制終了になります。そこで、これも当時は珍しかったhpのミニコンというものを実験装置に接続し、ヘリウムの熱物性を計算するプログラムを仕込んでおき、一条件の測定ごとにすぐにヒートバランスとか熱伝達係数の分布とかを計算しておりました。このヘリウムのプログラムがPROPATHの芽になりました。二番目の芽は水の蒸気性質の計算です。同じ頃西川兼康先生の熱力学講義の演習を担当しており、ランキン・サイクルの計算などで、夥しい頻度で機械学会蒸気表からの内挿をやっていました。学生にとってはこのような内挿作業は好ましい訓練ですが、小生は十分過ぎるほどやったと思い、水のプログラムを作ることになりました。こんな経緯でPROPATHの開発が始まったのでした。PROPATHの概要は

<http://www.mech.kyushu-u.ac.jp/~heat/propath/index.html>

に示してあります。また、このソフトウェア・パッケージの非営利機関への無償配布の要領もそこに示してあります。一つの状態に対して状態量を計算するシングル・ショット・プログラムをネット経由で

<http://www2.mech.nagasaki-u.ac.jp/PROPATH/>

から実行することができます。なお、下記がこのソフトウェアを営利機関に対して有償配布しています。

<http://www.rccm.co.jp/product/fluid/propath/>

最後にもう一つ。3.11以来エネルギー、特に原子力に関する残念な発言や施策が氾濫・横行しています。拙宅近くの市井の皆さんからはじめて、「エネルギーのお話」という辻説法をしています。エネルギーの物理的本性の正しい認識とかその計量の仕方を弁えてから発言や行動をして欲しいと願うのです。その法話の材料が下記に貼り付けてあります。

<http://members3.jcom.home.ne.jp/itot/>

「動力エネルギーシステム部門功績賞を受賞して」

東京工業大学名誉教授 井上 晃

このたび、身に余る部門功績賞を受賞して光栄に思いますが正直戸惑っております。

この部門の事では、15年程前に部門長、ニースのICONE会議での日本側の委員長を仰せ使ったことがあります。本部門に関連した仕事としては、個人的には主に基礎研究をしてきたのであまり関係なく、原子力発電技術機構（旧原子力工学試験センター）で行われた燃料集合体信頼性実証試験の中で、燃料集合体内の伝熱・流動の実証試験に20年近く委員長として試験を牽引してきたことが関係するかと認識しております。しかし、この試験には、機構のスタッフ、大学・国の研究機関、および、電力・メーカーからの多くの委員で構成されていまして、本受賞はこれらの方々と分かち合うべきものと思っております。



この一連の試験は1978年に開始して、最大熱負荷試験・管群ボイド試験・新型燃料集合体熱水力試験と約20年続いたものです。

主目的は、炉心部を構成する燃料集合体の健全性や安全設計・評価について、米国からの受け売りではなく、日本として実証試験で確認するために行われたものであります。実機炉心の伝熱流動を解明して、定格条件は無論、起動・停止等運転中、さらに、設計基準事故で起こると想定される異常な過渡条件下で燃料集合体の如何なる場所でも燃料の熱的健全性が保たれることを実証しておく必要がありました。

このため、実機と細部に至るまで全く同じ構造の燃料集合体で、各燃料要素の熱出力分布を核熱の代わりに電気ジュール加熱で模擬し、沸騰遷移が起こると考えられる多くの場所に熱電対を設置して実機で起こる圧力・流動条件を作り出せる熱流動ループに設置して実証試験したものであります。燃料集合体がスペーサ形状、ウオーターロッド、短尺燃料の挿入など、高燃焼度化に伴う新型の燃料集合体へ進化するに合わせて1チャンネルフルサイズを用いた試験が続けられました。さらに、実証試験の枠をこえて、精度の良い評価式の提案や沸騰遷移を起こさせた後の燃料の伝熱や再冷却（クエンチ）過程などの燃料挙動まで踏み込んで調べられた。

管群ボイド試験では、ベリリウムを構成材とした圧力管と燃料集合体を出口部に設けて、強力X線を用い燃料要素表面の液膜流を、当時発達してきたX線CTの技術を用いて詳細に計測され、燃料集合体の全燃料要素周りの液膜流が非常に均等かつ安定な液膜流を形成していることを明らかにしたが、これは、世界で初めて実機規模での炉心内2相流の流れを観測した唯一の試験であり貴重な成果であったと認識しています。

これらの実証試験で確認された安全設計・評価が安全審査に適用されており、これまで定常状態や異常過渡状態で、燃料が焼損を起こした例は皆無である。即ち、定格および設計基準事象では燃料の破損は生じないことは十分に実証されたと考えています。

3.11の地震と津波で外的共通起因事象に対する現原子炉の脆弱性が露見しましたが、炉心の損焼を免れ、地震や津波に対する耐性を示した原子力発電所もありました。

実機規模の実証試験の重要性を認識するとき、日本の多くの原子炉が経験した体験を高価な犠牲を払った実証試験としてとらえ、純粋に技術的観点から精査して、事故データを系統的に整理・評価し、技術的対策を検討して、今後の軽水炉の安全に役立てることが重要であると考えます。

「動力エネルギーシステム部門功績賞を受賞して」

三菱重工業株式会社 福江一郎

この度、動力エネルギーシステム部門賞<功績賞>を贈賞いただき、誠に光栄に思っています。三菱重工での40年間のかなりの部分、発電用ガスタービンの開発に従事してきましたが、私が入社した1971年当時のガスタービンは、タービン入口温度がせいぜい700℃、単機出力も15MWでした。それが最新型ではタービン入口温度1600℃、単機出力も360MWまで発展し、コンバインドサイクル効率は60% (LHV) を超え、カルノーサイクルの限界に近づきつつある。この40年間のガスタービン技術の進歩には我ながら驚くものがあります。蒸気タービン、ボイラと同様に、当初は、海外からの技術導入で始めたが、かなり早い段階から積極的に自主開発にチャレンジしてきた。ガスタービンの国産技術確立の契機になったのは1978年から10年間続くムーンライト計画であった。このプロジェクトと前後して、国産技術の開発が一気に加速するのである。世界最大の1190MW/1150℃のコンバインドサイクルである東新潟3号(84年)、1250℃の小型ガスタービンMF-111(86年)、1350℃のF形(89年)。また1500℃のG形(97年)等、10年程度の短期間で急速に国産技術の基盤が構築され、そのあと2011年の1600℃のJ形まで一気に駆け上る事になる。現時点で米国・欧州の競合メーカと肩を並べて、少し抜きん出た地位まで到達できたと考える。今、振り返ると、これまでの成功の一番の要因は国内のお客様、特に電力会社殿の理解と支援であったと思う。もちろん国からの支援も大きかったが、ユーザである電力会社殿がガスタービンの開発に理解を示し、共同研究でメーカと一緒に苦労しながら開発を進める。諸外国では例を見ないシステムで国産技術が育まれた。一方で、ガスタービンの宿命である、急激な温度上昇へのチャレンジの繰り返しにより、フィールドトラブルも多かった。その悪循環を断ち切る目的で作ったのが、1997年に高砂製作所の構内に建設した実証試験設備「T地点」である。最初に1500℃のG形の運転を行ったが、出荷前の事前検証の効果は抜群であった。これ以降、開発のスピードと信頼性は急速に向上していったと思う。また、燃焼器のNOx低減競争も熾烈であった。84年に東新潟3号向けに、世界で最初の低NOx予混合燃焼器を実用化したのは当社であるが、そのあとは各社の開発競争が激化し、最初は100ppm前後から始まったが、現在では一桁または二桁前半の勝負となっている。タービン入口温度の上昇競争は、現在の1600℃付近がそろそろ限界となりつつあるが、CFDの発達による緻密な空力設計、繊細なコントロールを必要とする希薄予混合燃焼器、ガス温度1600℃の中で回る精緻な冷却システムを持つタービンも含めて、設計的には、ほとんど芸術的な極致の領域に達している。このように、これまで一直線で発展してきたガスタービンであるが、技術的な発展もそろそろ限界に達し、製品として成熟域に入る時期に来ていると思う。残されたフロンティアは現在開発中の、SOFCと組み合わせたトリプルコンバインドでの効率70%台の達成と、究極のクリーンコール技術IGCCの完全商業化と考えているが、これらを含めて、火力発電の効率改善の飽くなき挑戦と夢の実現は、後進の皆様の頑張りに託したいと思えます。



「動力エネルギーシステム部門貢献表彰を受賞して」

東北電力株式会社 常務取締役火力部長 佐久間直勝

昨年3月の東日本大震災をここに振り返ってみたいと思います。地震発生直後、当社火力・地熱発電所の運転中の19プラント中、12プラントが停止。出力にして約5割(約490万kW)が減少しました。日本海側の火力発電所、地熱発電所8プラントは設備被害がほとんどなく、系統周波数変動による停止であったため、3日以内に運転を再開しています。しかし、太平洋側のプラントは、その後発生した津波の被害により、建物・発電設備ともに大きな被害を受けることとなりました。



その後の火力発電所の復旧作業においては、当社関係会社、協力会社、設備メーカー等の協力を得ながら、火力プラントの早期運転再開に向けて努力してきた結果、仙台火力4号(44.6万kW)、新仙台火力1号(35万kW)が昨年12月に試運転を開始し、現在ではすべての火力プラントが運転可能な状態となっています。特に高さ約18メートルもの津波の被害を受けた原町火力(100万kW×2プラント)については、下層階にあるほとんどすべての設備・建物が水没・破損し、電気集塵器、揚炭機、燃料タンク、給水処理設備等が全壊しました。復旧作業においては、各設備メーカーと綿密な工程管理を行うとともに、作業員の大幅な増員を図り、ボイラー修理やケーブル敷設などの一部作業を24時間体制で進めるなど、最大限の取り組みを積み重ねた結果、当初の予定を前倒しして今年11月から試運転を行っているところです。

さらに、このような既設被災プラントの早期復旧作業と並行して、夏場に予想される電力供給力の不足を補うために、当社は昨年5月に緊急電源として5プラント、合計約103万kWの建設を決定しました。1年以内という短期間にプラント建設を完了するために、①シンプルサイクルガスタービンの採用、②環境省・自治体・地域住民の理解を得たうえでの環境影響評価法の適用除外、③昼夜2交代作業、工期短縮を可能とする施工方法を採用しました。その結果、約1年で建設工事を完了させることができました。今年の夏を無事乗り切ることができたのは、これら緊急電源建設による供給力対策が大きな役割を果たし、加えて、定期点検の延長、お客様による節電のご協力等、総合的な取り組みの成果だったと考えています。今後も、需給は厳しい状況にありますが、電気の安定供給という電力会社の使命を果たしていきたいと考えています。

東日本大震災は当社の発電設備に被害を与えただけではなく、当社供給エリアである東北太平洋沿岸地域を中心としたお客様のコミュニティに大きな影響を与えました。当社は地域に根ざす企業として、東北地域の復興を支えるために、できるだけ安価で安定した電力をお届けするためにコスト削減と信頼度向上に努力しています。国レベルにおいても競争的な市場を前提とした電力システム改革の方向性が示されていますが、現場の設備を守っていく技術と技術者は必要不可欠であり、引き続き地域に貢献できる発電技術者の育成に力を入れていきたいと考えています。

「動力エネルギーシステム部門貢献表彰を受賞して」

櫻井技研工業株式会社 代表取締役 櫻井 靖久

この度は日本機械学会の動力エネルギーシステム部門の一般表彰（貢献表彰）を頂き、大変光栄に存じますと共に、ご選考頂いた皆様、ご推薦頂いた皆様、並びに関係者の皆様に心から感謝申し上げます。

弊社が風力発電関連事業に参入してから早十数年になります。風力発電タワーの中の昇降機から始まり、タワーの外壁をぐるりと取り囲むように取り付けるメンテナンス装置、そして今回新たに開発した強力永久磁石の脱着金具を使用しましたメンテナンス装置まで、何とかお客様から頂いたご要望にお応えして風力発電タワーの稼働率、生産性アップ、コストダウン実現にと、弊社ならではの特長を活かし独自に開発してきた製品です。

強力磁石はもともと存在していたものですが、一旦吸着すると取り外す事が大変困難です。磁力が強力であればあるほど取り外しが難しくなります。これをいかに簡単に取り外すか？「テコの原理」を応用したのが今回開発しました強力マグネット脱着金具です。この強力マグネット脱着金具は「磁石を用いた風力発電のメンテナンス装置」にも使用しておりますが、建築用足場金具との組み合わせにより、従来工法では難しかった傾斜面、垂直面に架設足場を容易に構築できる事となり、安全で安心な工事が出来るようになりました。この工法は国土交通省 NETIS（新技術システム）に「簡易脱着式強力マグネット足場・レール仮設工法」NETIS 登録番号 CB-110048-A として登録されております。この強力マグネット脱着金具の応用範囲は、水力発電所の導水管のメンテナンスに、橋梁、橋の下のメンテナンスに、火力発電所の煙突の塗装に、ボイラー内の作業足場に、とありとあらゆる場所に広がっております。

さて、東日本大震災後議論されてきました「脱原発」ですが、日本の将来を考える上で再生可能エネルギーの発電能力拡大は必定です。風力発電に至っては先進国であるヨーロッパの状況を見ても明らかのように、今後日本でも洋上風車が飛躍的に増加する事は確実です。こうした流れの中で、現在お客様から私共に頂いております課題は、どのように洋上風車のメンテナンスを行うのか？いかに安全に安くメンテナンスを行うのか？と言う事です。私は最も良い方法を考察する時、そこには発電事業者、風車メーカー、漁業関係者との緊密な打合せと連携が必要になると考えております。今回開発した強力磁石を用いた風力発電のメンテナンス装置は、洋上風車に対しても非常に有効な装置です。現在弊社が洋上風車向けに新たに開発を進めておりますのが、メンテナンス・ボート、エアアシストアーム、ジャイロ式アシストアームです。



波が穏やかな海上では、洋上風車の作業員がこのメンテナンス・ボートに乗って風車に向かい、

ボートがそのままメンテナンス装置の作業台に早変わりするものです。

一方、波が高く荒れた海上では、エアーを利用したエアーアシストアーム、ジャイロセンサーを利用したジャイロ式アシストアームを磁石のアタッチメントで装着した漁船に作業員が乗り込み、洋上風車に到着後、安全に風車に乗り移る事が出来ます。ジャイロセンサーは傾きや曲がりの変化を検知し倒立振子の原理からバランスを保つ事が出来るので、船が大きく揺れても安定した姿勢で作業員は風車に乗り移る事が出来るわけです。何千基も立つ洋上風車に作業員を運び、漁業関係者と一体となって運営できる「海上タクシー」を考えており、洋上風車のメンテナンスをより安全安心、効率よく行える為の製品の開発に日々努めております。

今回このような名誉な賞を頂きましたが、これからも弊社の特長を活かした「モノ造り」を進め、人々の夢を形にし、安全を形にし、社会貢献出来る様一層の奮励努力をしてまいり所存であります。最後に、改めて受賞に感謝申し上げますとともに部門並びに皆様方の益々のご発展をお祈り申し上げます。

部門賞「功績賞」「社会業績賞」および部門一般表彰「貢献表彰」は部門員からの推薦に基づき、優秀講演表彰及びフェロー賞は昨年9月より本年8月までに開催された講演会の座長、聴講者による評価結果に基づき、部門賞委員会にて慎重に審議を重ね、運営委員会での議を経て、今般下記の諸氏に贈賞の運びとなりました。ここにご報告申し上げます。

#### 【部門賞（功績賞）】

##### ■片山 修造（九電産業株式会社 取締役社長）

1967年九州電力㈱に入社以来、2009年取締役副社長・火力発電本部長を退任するまで、石炭火力発電所、LNGコンバインドサイクル発電所の計画・建設・運営に携わり、火力発電所による電力安定供給、設備更新工事、既設火力発電所の安全・安定運転に尽力し、火力発電所の熱効率向上に多大なる貢献をした。とくに、火力発電所燃料多様化に対応すべく、苓北石炭火力発電所の建設工事の完遂、地球環境問題に貢献すべく地元間伐材バイオマスを石炭と混焼（混焼率1%）する計画（2010年に実証試験が開始された）を策定した。また、新大分3-1号系列では1998年当時最新鋭の1300℃級コンバインドサイクルを採用するなど二酸化炭素排出7%削減の計画を推進し、熱効率向上（発電端49%HHV）に貢献した。さらに、九州の特性を活かした、八丁原地熱発電所において、国内初のバイナリー発電設備（2000kW）の建設ならびに運用開始、メガソーラ大牟田発電所（3000kW）の導入計画を主導するとともに、離島におけるマイクログリッドの実証試験も推進した。また、火力原子力発電技術協会・九州支部長、同調査研究事業委員会委員長なども務めた。これら長年の電力安定供給と火力発電所等地球環境対策への取組みなど、当分野の発展に寄与した功績は極めて大きい。

##### ■小泉 安郎（信州大学 教授）

小泉氏は動力エネルギーに関連する熱流体研究を中心に、基礎から応用に至るまで、熱力学、伝熱工学、熱流体工学の発展に尽力し、多くの貢献をなした。同人が特に精力を傾注し、優れた実績を残したのは、ポストドライアウト領域における熱伝達に関連する一連の実験的・理論的研究である。伝熱管のドライアウト点下流における液滴、過熱蒸気および高温伝熱面の相互関係にいち早く着目し、熱伝達を予測するための精緻なモデルを、膨大な実験データを用いて構築した。このモデルは、国際的に高い評価を得て、原子炉の事故時予測計算コード等の基礎となっている。また、プール沸騰熱伝達に関する研究を実施し、MEMS技術により製作した表面を用いて沸騰現象の基礎を明らかにした。本部門に関しては、原子力工学国際会議（ICONE）の立ち上げを行うとともに、以後22年間にわたり中心的な役割を担ってきた。2011年には、ICONE学生プログラム継続実施により部門貢献表彰を受賞されている。また、毎年行われるようになった動力エネルギー技術シンポジウムを企画立案する等、部門の活動に指導的な役割を果たしてきた。以上のように、わが国の動力エネルギー技術の進歩・発展および本部門活動に大きく貢献された。

##### ■矢内 銀次郎（富士電機株式会社 元顧問）

矢内氏は1968年富士電機製造㈱に入社後、主に可変速電動機分野における設計・開発業務に従事するとともに、ドイツからの技術導入、企業や学会などの活動を通じて、動力技術及び省エネ技術の向上等に尽力し、国内技術レベルの向上に大きく貢献してきた。

主な成果として、直流機分野では①日本初となる界磁反転方式可逆双駆動ミルモータの開発（2250kW, 1970年）②前南極観測船しらせの推進用電動機の開発（1980年）による駆動特性の向上等があげられる。また、サイリスタモータの系列開発（1974年）等により交流可変速分野の礎を築くとともに、③製作当時世界最大トルクのサイクロコンバータ駆動永久磁石電動機の開発（800kW, 37.4rpm, 1994年）④電気推進用大容量インバータ駆動永久磁石電動機の開発（5900kW, 190rpm, 2008年）等による省エネの実現と、その発展に大きく貢献した。さらに、⑤世界最大級の最大450MVA、22kVクラスのタービン発電機まで適用可能な全含浸絶縁設備の完成（1993年）等を通じ、回転機の絶縁技術分野の発展による信頼性向上にも貢献

した。

### 【部門賞（社会業績賞）】

#### ■David Miller (University of Illinois 教授)

Miller教授は、アメリカでも珍しい原子力工学科教授と共にCook原子力発電所の放射線管理部長を併任しており、世界の原子力発電所の安全性向上と被曝低減に貢献している。日本機械学会の動力・エネルギーシステム部門内の原子力安全規制の最適化研究会で行われた3回のアメリカ調査団の調査に同行し、アメリカ原子力規制委員会(USNRC)本部、支部をはじめBrowns Ferry、Susquehanna、South Texas、Hatch、Diablo Canyon原子力発電所の訪問と徹底的な技術的な討議を企画され、効率的な調査を支援されている。この調査により、日本の原子力発電所の検査が、全て一律の検査から、PI(Performance Indicator)を導入し、運転実績により検査を変える大きな改革が可能となった。また日本の原子力発電所では行われていなかった状態監視保全の導入など様々な改善に貢献している。福島事故後も、日本機械学会のシンポジウムに参加され、TMI事故で行われた熔融燃料の搬出作業をはじめ、今後福島で行われる作業やロボットの紹介など、福島の復興に貢献されている。

### 【部門一般表彰】

#### ○貢献表彰(敬称略)

#### ■「東日本大震災後のガスインフラ早期復旧における都市ガス事業者の活動」、受賞者：一般社団法人日本ガス協会

全国209ガス事業者で構成される一般社団法人日本ガス協会は、平成23年3月11日に発生した東日本大震災において、直ちに災害対策本部を設置し、情報収集、先遣隊の派遣を行い、速やかに被災事業者の復旧応援を実施した。供給停止があった事業者は8県の16事業者に及び、約46万戸の供給停止が発生した。復旧作業の応援要請があった事業者は8事業者（約42万戸）であり、これらの事業者に全国59事業者から復旧応援を行い、延べ10万人・日、ピーク時には1日4100名の体制で応援を実施した。仙台には震災翌日に先遣隊を派遣して復旧活動をスタートさせ、仙台市ガス局の約36万戸を4月16日に復旧完了とすることができた。仙台市ガス局以外の7事業者においても並行して復旧応援を行い、5月17日の石巻ガス復旧を以って応援対象とする全地域の復旧を完了した。今回の震災におけるガスインフラ復旧は、ガス業界として常日頃から二次災害防止に向けた緊急供給停止ルールの深化を図りつつ、過去の地震時復旧の知見を共有化し、それらを訓練等で見直し、定着を図ってきた成果の表れでもある。また、ガス事業者が着実に耐震化に努めたことで被害が軽減されたことも早期復旧に資した。これらは、様々な指針・手引きなどを日本ガス協会が定め展開してきたものであり、特に復旧応援については、昭和43年に同協会が「地震・洪水等非常事態における救援措置要綱」を定め、多くの地震、水害などで応援を行い、実績を上げている。今回の大震災において、短期間でガスインフラの復旧を実現できたことは、日本ガス協会を中心として都市ガス業界が一致団結して取り組んだ成果であり、ガスエネルギーシステムの信頼性についての社会的評価を高めることに貢献したと考えられる。

#### ■「東日本大震災による壊滅的被災からの原町火力発電所の早期復旧と被災地貢献」、受賞者：樋口康二郎（東北電力株式会社 原町火力発電所長）、宮崎 潔（三菱重工業株式会社 エンジニアリング本部）、上楽 知義（株式会社東芝電力システム社火力・水力事業部）、青木 薫（株式会社日立製作所 電力システム社 日立事業所 タービン製造部）、水野 和義（パブコック日立株式会社 呉事業所建設部）、鈴木 安信（東北発電工業株式会社 理事原町支社長）

2011年（平成23年）3月11日14時46分、牡鹿半島の東南東三陸沖約130km付近、深さ約24kmを震源として発生したマグニチュード9.0の大地震は、東北地方太平洋沿岸を襲う大津波を伴い、各地に大きな被害をもたらした。東北電力(株)原町火力発電所も例外ではなく、震災発生時に高さ18mの大津波が襲来し押し寄せ引き、建屋は貫かれ設備はなぎ倒され、ほとんどの機器は浸水した。あまりにも深い爪痕のため被災後に示された発電再開目標は2013年夏前、被災から2年以上先であったが、原子力再稼働が見通せない中で経済性の高い同火力への戦列復帰への期待は大きく、また被災地南相馬地方の早期再稼働への期

待も大きかった。現場では早期復旧に向けて努力が積み重ねられ発電再開目標を大幅に前倒し、ついに昨年11月に2号機が試運転入り、発電再開を果たし、同1号機も今年1月に後に続いた。現場の様々な工夫や努力、そしてメーカーや工事会社を含む働く人々の一体感と高いモチベーションが驚異的ともいえる発電再開前倒しを実現したものであり、被災地地元の期待に応えた復興に向けての貢献も極めて大きい。

■「地域エネルギーシステム SMART に関する先駆的取り組み」、受賞者：毛利 邦彦（eL・パワー株式会社 専務取締役）

毛利氏は、分散電源を統合しITによるエネルギーの双方向性を狙った地域エネルギーシステムSMART (S Mall Advanced Regional-energy Technology) を、20年以上前の電源開発在職中から提唱し、自然エネルギーと分散電源システムに関する啓蒙および普及に尽力してきた。2005年には文科省コーディネーターとして、八戸市東部にある下水処理場、小中学校、八戸市役所に太陽光発電、風力発電設備等の分散電源を設置して、電力を自営線にて供給する通称「マイクログリッドシステム」の実証試験に携わった。また、東京海洋大学客員教授として、越中島キャンパスをモデルに大学におけるエネルギー費の低減、機器の運用管理（保守技術の習得）、および防災と復災を含めた地域エネルギー供給を視野に入れた研究を進めた。これらの研究成果は、現在普及しつつある地域スマートメーターや緊急時船舶電源の活用につながるとともに、2010年から経産省の支援を受けて始まった横浜でのスマートシティプロジェクトにも活かされている。横浜プロジェクトは、①エネルギー②建物③運輸・交通の3分野を対象として、低炭素関連技術を活用した社会システムの構築を図るものである。さらに3.11の震災後は、被災した東北地域に再生可能エネルギーを上手に使うスマートビレッジを作るためにも尽力をし、野田村にスマート委員会を設置するとともに、洋野町の民有林に出力1500キロワットのメガソーラーを設置している。

○優秀講演表彰(敬称略、順不同)

<2012 年次大会>

伊藤 章（デンソー）、「BEMS エネルギー管理手法の開発」

品川俊太（東京大）、「SOFC 燃料極内における Ni と YSZ の配列制御」

佐藤一永（東北大院）、「固体型電池の信頼性向上のための情報処理技術の活用」

<第 18 回動力・エネルギー技術シンポジウム>

ライン ザーザー（千葉大）、「還流冷却装置を用いた高密度ポリエチレン(HDPE)の熱分解油化;生成油中のワックスの除去の検討」

内堀 昭寛（JAEA）、「高速炉蒸気発生器の伝熱管破損時事象に対する解析評価手法の開発」

<ICONE-21>

Zhou Zhao(神戸大)、「Transient Heat Transfer for Helium Gas Flowing over a Horizontal Flat-Plate with Different Widths」

Takuya Fukumoto（東工大）、「A Study of Phased Array Ultrasonic Velocity Profile Monitor for Flow Rate Measurement」

Hiroshi Abe（東北大）、「High Temperature Steam Oxidation Kinetics and Mechanism of SCWR Fuel Cladding Candidate Materials」

【フェロー賞】(敬称略、順不同)

小林 真人（筑波大）、「回転円盤間狭隘領域における流動特性」(2012 年度年次大会)

山田 創平（早稲田大）、「垂直円管内上昇流の沸騰遷移と伝熱面温度の予測に関する研究」(第 18 回動エネシンポ)

Keisuke Asari（東大）、「Fundamental Study to Evaluate Mechanical Property Change Associated to Dislocation Behavior in Irradiated Austenitic Stainless」(ICONE-21)

◇行事報告◇

◇国際会議報告◇ ICOPE2013 開催報告

2013年10月23日～27日に中国武漢において動力エネルギー国際会議（ICOPE2013, Int. Conf. on Power Engineering）が開催された。ICOPEは、日本機械学会の当部門が、米国機械学会の動力部門と共催で1993年にJSME-ASME Joint Int. Conf. on Power Engineering（ICOPE-93）として東京で開催したのを皮切りに、2年後には中国動力工程学会（CSPE）が参加して上海で第2回が、以降2年毎に東京（1997）、サンフランシスコ（1999）、西安（2001）、神戸（2003）、シカゴ（2005）、杭州（2007）、神戸（2009）、デンバー（2011）で開催され、今回が第11回目となった。

会期は3日間で、初日は日・米・中・仏・豪から6件のPlenary Keynote Speechesがあった。日本からは2件、信州大学の小泉安郎教授と神戸大学 浅野等准教授が“Introduction of the Activity of the Research Committee for the Urgent Survey of the East Japan Great-Earthquake and Proposals of Future Measures of the JSME”と題して、東日本大震災が原子力発電、火力発電のそれぞれに及ぼした影響などを紹介した（写真1）。引き続き、初日の午後以降、最大5室に分かれ、47のTechnical Sessionが開催された。

発表講演数は210編で、IGCC、A-USCといった最新鋭高効率火力に関する実用的技術の開発動向から、数値解析や熱伝導といった先端的基礎研究まで、多岐にわたるエネルギー分野の発表が行われた。国別・セッション別の講演件数を表1,2に示す。ICOPEは原子力発電を除く（原子力発電関連の国際会議にはICONEがある）全ての発電技術に関わる研究を集めたものであり、ガスタービン、蒸気タービン、ボイラーから、エネルギーシステム、代替エネルギーに至るまで広い分野がカバーされている。中国開催ということもあり、講演件数の8割が中国側の発表であったが、日本からも30件の報告があり、共同開催者として十分に協力ができた。このほか今回は、英、デンマーク、スペイン、イタリア、ナイジェリア、タイ、UAE、南アフリカからも報告があり、日米中だけでなく、欧州、アフリカを含む幅広い国々が参加する本格的な国際会議に成長したことを感じた。

運営面では、CSPEのweb更新がなされず参加者への情報連絡が大幅に遅れた上、申込み当日現地申込のみとなった上、プログラムの確定が会議直前となったこと、座長数が不足したためか一人の座長が数時間に渡って会議を運営したことなど、準備不足な点は否めなかった。しかし、現地主催のHUST（Huazhong University of Science & Technology）のスタッフ、学生を中心とした献身的な努力により、充実した会議となったことは評価される。また、発表内容も、前回ICOPE2007と比べるとかなりレベルアップしたとの声も多く聞かれた。

表1 国別発表件数

中国	173
日本	30
アメリカ	2
フランス	1
オーストラリア	1
デンマーク	1
スペイン	2
イタリア	1
ナイジェリア	1
南アフリカ	1
イギリス	1
タイ	1
UAE	1

表2 セッション別発表件数

Alternative Energy	12
Power System	18
Environmental Protection	19
Boilers	18
Operation & Maintenance	28
Components, Equipments & Auxiliaries	33
Turbines	18
Numerical Simulation	24
Fuel Utilization	11
Economics Evaluation, Feasibility of Energy	18
Heat & Transfer, Combustion & Dynamics	4
Generator	7

写真-1 小泉教授基調講演



次回のICOPEは、東京海洋大学 刑部真弘教授を実行委員長として、2年後の2015年11月30日～12月3日にパシフィコ横浜で開催予定である。前述の通り、発電関連技術からエネルギー供給システムなどに至る幅広い技術を対象とした会議であり、実用に近い講演が多い特徴がある。動力エネルギー分野の技術開発動向を幅広く知ることができ、様々な分野の技術者と情報交換できるよい機会なので是非ふるってご参加頂きたい。

## ◇講習会報告◇ 福島原発事故における放射能汚染対策技術の基礎と応用

部門企画委員会 講習会担当 高橋 実（東工大）

2012年10月16日（火）に東京工業大学大岡山西9号館（東京都目黒区大岡山）において、標記の講習会を開催しました。参加者数は企業、大学、研究機関から34名でした。

本講習会の目的は、福島第一原子力発電所の事故により環境の放射能汚染が広がり、除染対策と健康への被害の回避が求められていることから、これらに適切に対処するために、土壌の除染と汚染水の浄化および放射線生物学に関する基礎と応用を学び、さらに大学の実験施設を見学することにより知識を深めることにあります。

講習会は、4テーマの講演（各1時間）と実験室の見学により実施されました。松本義久准教授（東京工業大学）は、放射線の人体への影響、特に線量と影響との関係とメカニズムの基礎について、学術的にわかりやすく解説されました。藤井靖彦名誉教授（同大学）は、燃料溶融にともなう高濃度放射性汚染水の発生の状況とその浄化システムについて説明されました。竹下健二教授（同大学）からは、フェロシアン化物を用いた凝集沈殿法及び吸着法による汚染水処理技術と、その応用技術として環境に放出された汚染下水汚泥や土壌からのセシウム回収法について紹介されました。田川明広氏（日本原子力研究開発機構）は、汎用機材を用いた土壌の剥ぎ取りによる除染、芝生、路面、森林等の除染について説明がされました。参加者は熱心に聴講するとともに、活発な質疑応答がなされました。

講演後に、原子炉工学研究所に移動して2名の講師の研究室を見学しました。竹下研究室では、水熱処理法と吸着凝集沈殿法を組み合わせた除染プロセスにおける汚染土壌・植物の模擬試料と水熱処理装置および除染デモ実験を見学しました。また、松本研究室では、分子生物学、細胞生物学的手法を駆使して、放射線に対する生体防御機構の分子メカニズムを解明する研究を行っているとの説明を受け、DNA、タンパク質の解析を行うための実験設備（PCR、電気泳動装置など）、培養細胞を用いた実験を行うための実験設備（クリーンベンチ、インキュベータ、蛍光顕微鏡、遺伝子導入装置など）と実験例を見学しました。これらの見学でも活発な質疑応答がされました。



コラボレーションルームにおける講習会の様子

## ◇No.12-96 第22回セミナー&サロン 開催報告◇

将来を支えるエネルギー技術開発に向けて ―明日の未来に向かって―

部門企画委員長 梅沢 修一（東電）

2012年11月2日（金）、動力エネルギーシステム部門主催セミナー&サロンが東京ガス株式会社千住テクノステーションで開催された。現在の日本は、東日本巨大地震と大津波による福島第1原子力発電所の事故の影響も色濃く、ほとんどの原子力が稼働停止しており、明確なエネルギーの将来が見えない状況となっている。そこで、将来の方向性を示すべく、「将来を支えるエネルギー技術開発―明日の未来に向かって―」をテーマに、セミナーの部で現在最も注目を集めているスマートグリッド、分散電源について、それぞれの第一人の方に講演頂いた。

まず東京海洋大学大学院の刑部 真弘先生より「船舶を利用したスマートグリッド」と題し、ご講演頂いた。一定規模のエリアでエネルギーバランスをとるメリット、ヒートポンプ、コ・ジェネ等多様なエネルギー機器の必要性等、示唆に富む講演であった。続いて、東京ガス株式会社の小林 裕明常務に「分散型エネルギー社会の実現に向けた東京ガスの技術開発」と題し、ご講演頂いた。エコジョーズ、エネファーム、マイコンメータから水素社会に至るまで、わかりやすくご説明頂き、将来像の一つの形を示して頂いた。全体に講演後の討議も活発で、時間は押し気味であった。

見学会は東京ガス千住見学サイト「Ei-WALK」において実施され、太陽光発電、高効率ガスエンジン、それらを束ねるスマートネットワーク等、最新の技術を見学できた

部門賞贈呈式では、初めに坂井部門長の挨拶で、今年夏のアーミテージ報告書から「日本は（原子力を持つ）一流国家であり続けたいのか、（原子力を持たない）二流国家で満足するのか決断を迫られており、重大な転機にある。」との話があり、大変印象的であった。続いて、刑部部門賞委員長の選考過程の説明のあと功績賞、社会業績賞、貢献賞、優秀講演賞、フェロー賞の贈賞がなされた。詳細は部門賞委員会報告に委ねる。

贈呈式のあと、斎藤部門企画委員の司会によりサロンの部が開かれた。会場を提供いただいた東京ガスを代表して 村木 茂副社長の挨拶、筆者（部門企画委員長）の挨拶のあと、重鎮の石川 迪夫 様の乾杯の音頭で歓談を開始した。貢献表彰、優秀講演賞、フェロー賞受賞者の挨拶に続き、恒例となった原口前部門長による手品も、今年度はスカーフ系（海洋大・堀木先生出演）、カップ系、フラワー系の3種類が催された。来年度の幹事会社である株式会社日立製作所 井上 洋様、次期部門長の筑波大・阿部 先生の挨拶で締め、盛況のうちに終えることができた。

セミナー&サロンは部門最大のイベントであると同時に、動力エネルギーに携わる研究者、技術者が集う絶好の機会であり、サロンでは楽しく交流がなされた。現在の日本は、エネルギーに関する多くの課題を抱えるが、今回の会合で、各人が思いも新たに、今後とも活躍されるものと考えている。最後になりましたが、企画、運営で多大なるご協力を頂いた東京ガスの方々に深く感謝申し上げます。

## ◇見学会報告◇

### 「九州地方における再生可能エネルギー技術」

#### ～メガソーラー・地熱・バイオマス・風力の各発電所およびバイオマス水素製造所の視察～

部門企画委員会 濱本 芳徳（九大）

新緑がまぶしい九州の福岡、熊本及び大分の3県にまたがり、2013年5月16日（木）～17日（金）にわたって、九州電力メガソーラー大牟田発電所、イデックスエコエナジー福岡ブルータワーバイオマス水素製造所、九州産廃バイオガスプラントと九州産業バイオマス発電所及び九州電力八丁原地熱発電所を訪問するとともに、阿蘇にしはらウィンドファーム発電所を車窓見学した。参加者数は28名であり、約6割が大学、2割ずつがメーカー及び研究所からの参加であった。再生可能エネルギーの変換技術は、大規模集中型発電に比べるとエネルギー源が薄く広く分布するため、適した地域に適した技術の導入が求められる。本見学会では多種多様な技術を視察しようと企てた結果、海沿いから山奥まで広範囲にわたり2日間で約300km以上の移動をともなうバスツアーとなった。

さて、見学会一日目は、JR熊本駅からの参加者が熊本空港を経由し、空港からの参加者と合流後、メガソーラー大牟田発電所へ向かった。福岡県最南端の大牟田市は、かつて石炭産業を中心とした鉱工業都市であった。2004年に廃止された港発電所（石炭火力）の跡地、福岡ヤフオクドームとほぼ同じ敷地面積8万m<sup>2</sup>に、14,000枚のシリコン多結晶系パネルが傾斜角20度で敷設されていた。定格出力3,000kW、訪問時も0.80kW/m<sup>2</sup>の晴天で約2,100kWを示していた。運転は北九州の新小倉発電所から遠隔監視され、トラブル時には1時間半で現場に急行できるが、2010年11月の運転開始から現在まで大きなトラブルはないとのこと。夏にパネル面が高温になるため、付着した鳥フンの除去作業は必要であるが、春の黄砂は雨とともに流されるようだ。

同じ大牟田市にある福岡ブルータワーは、バイオマス原料地から50km圏内に立地することを想定した地産地消型の水素製造プラントである。間伐材、端材、廃材などの木質チップを1日15t（乾燥）原料として受け入れ、熱分解によりガス化後、そのガスから、水素ステーション1個所程度の供給量の水素300Nm<sup>3</sup>/hを精製（純度99.999%以上）し、容器に充填する世界初の商用施設である。この施設は、福岡バイオ水素プロジェクト（農林水産省）により2009年に計画開始、2011年に建設完了し、昨年より試験操業を開始した。今年6月からは水素製造を予定している。本プラントの特徴は、熱分解中に生じるタール分を分離・分解する技術であり、小規模ガス化プラント事業の成否のカギを握るようだ。訪問時は熱分解技術の肝であるセラミック製熱媒体ボールがプラント内を循環している最中だった。また、水素社会の背景から取組みおよび本事業の位置づけまで、テクニカルディレクターによる熱弁を交えた施設案内は印象深かった。

宿泊先に移動後、夕食を兼ねて恒例の懇親会を開催し、参加者の自己紹介とともに、次期の見学会場所の希望や感想など多くの貴重なご意見をいただいた。引き続き意見交換する場として深夜まで幹事部屋を開放し、有志により更に親睦を深めた。

二日目は、午前中に菊池市の九州産廃バイオガスプラントとバイオマス発電所を訪問した。プラントは、山の中をバスで上った先に広がる廃棄物処理場に併設してあった。原料は、生ゴミ、動植物性残さ、食品汚泥廃液などである。受入槽も見学でき、予想以上に強烈なおいを体験した。原料は、その後、水分90%、固形物10%のスラリー状に調整され、独自システムによる加熱減菌を経て、発酵槽に送られる。原料は1日160t流入し、発酵に30日間を要する。発酵後は5%固形物の消化液となり、固液分離後、固形物は堆肥化され、液は原料希釈などに用いられる。一方、定常で生成されるガスは、メタン約6割と二酸化炭素約4割が主成分である。発電所は400kWのガスエンジンが2台設置されていたが、原料調達量が予定よりも少ないため通常は1台で、廃棄物15,000t/年で150万kWh/年を発電している。昨年末

では所内で消費後、余剰分を売電していたが、今年度はバイオ発電所として売電を計画している。

地熱発電所に向かう途中、阿蘇北外輪山最高峰の大観峰展望所に寄った。そよ風が吹く中、大規模なカルデラ盆地と阿蘇五岳（高岳、中岳、根子岳、烏帽子岳、杵島岳）を眺めながらの昼食弁当の味は最高だった。

大分県九重町湯坪に立地する八丁原地熱発電所は、1、2号機とも出力55,000kW、計11万kWを誇る世界有数の地熱発電所である。地熱発電はベース運転が可能なので、安定的に長期間運転できるように、ここでは稼働率（出力/定格容量）を70%に抑えて運転し、熱源である地下の地熱貯留層の温度（300℃）と圧力を下げないように注意が払われている。まず、蒸気井から噴出する蒸気と熱水は二相流で発電設備近くの気水分離器に導かれ、1次蒸気0.59MPaGと熱水に分離される。さらに熱水は、フラッシュャーで減圧膨張されて2次蒸気29kPaGを発生する。このダブルフラッシュ方式は、1次蒸気のみを使用する場合に比べて発電量が約20%増加するため、地熱源の保護に寄与している。地熱は無尽蔵の純国産エネルギー源ではあるが、実用上は有限である。また、長期間使用により蒸気熱水噴出量が減衰した蒸気井の有効活用技術として、バイナリー発電も行われていた。これは蒸気熱水0.304MPaG/143.1℃を熱源とし、低沸点媒体のペンタン（1.09MPaG/133.2℃）を加熱して作動媒体とした蒸気動力プラントで、出力は2000kWである。今後は、温泉を熱源としたバイナリー発電が計画されているようである。

熊本への帰路、バスは阿蘇カルデラ盆地を南下し外輪山南側の西原村俵山に向かった。車中から出力1,750kW×10基で約2,500万kWh/年を発電する風力発電所を見学した。その後、熊本空港を經由して熊本駅に到着し、バスツアーを終えた。

今回の見学会では、九州電力（株）、（株）イデックスエコエナジー、九州産廃（株）の方々には、丁寧かつ熱心なご説明をいただきました。最後に、この場を借りてお礼申し上げます。



大観峰から阿蘇五岳をバックに集合写真

## ◇開催案内◇

### ◇第 19 回 動力・エネルギー技術シンポジウム◇

19 回目を迎えます動力・エネルギー技術シンポジウムの開催を下記の通り予定しています。エネルギー問題への関心がかつてない程高まるなか、本シンポジウムの役割は以前に増して重要になると思われます。多くの皆様にご参加いただき、活発な情報交換および議論の場としたいと考えています。詳細はシンポジウムホームページにて御案内しております。奮ってご参加頂きますよう、よろしくお願ひ申し上げます。

#### 記

ホームページ：<http://mech.u-fukui.ac.jp/~spes2014/>

開催日時： 2014 年 6 月 26 日（木）、27 日（金）

会 場： アオッサ 6F 福井市地域交流プラザ 及び 8F 福井県民ホール  
(福井県福井市手寄 1-4-1 <http://www.aossa.jp/index.html>)

実行委員長：服部 修次（福井大学）

幹 事：永井 二郎（福井大学）

#### ニュースレター発行 広報委員会

委員長： 幸田 栄一	幹事：中垣 隆雄
委員： 森 英男	栗田 智久
齊藤 淳一	高野 健司
高橋 俊彦	竹上 弘彰
渡部 正治	

部門の HP（日本語）：<http://www.jsme.or.jp/pes/>

（英語）：<http://www.jsme.or.jp/pes/English/>

投稿、ご意見は下記にお願いいたします。

日本機械学会 動力エネルギーシステム部門

E-mail：[pes@jsme.or.jp](mailto:pes@jsme.or.jp)

Tel：03-5360-3500

発行所：日本機械学会 動力エネルギーシステム部門

〒160-0016 東京都新宿区信濃町 35

信濃町煉瓦館 5 階

TEL：03-5360-3500、FAX：03-5360-3508