

8. 動力エネルギーシステム部門

8.1 部門の概要と特徴

現代の人類社会が持続的かつ発展的に社会活動を行っていくためには安価で良質なエネルギーの安定供給が必要不可欠である。当部門は、人類社会が直面しているエネルギーの確保・効率的利用と地球環境の維持という相剋する問題の解決に、工学と技術の進歩と発展を通じて貢献することを目的として活動している。

ひとくちにエネルギー技術といっても、火力・原子力発電、太陽光・風力などの再生可能エネルギー、また燃料電池などのエネルギー変換など、実に幅広い分野にわたっている。また、例えば発電プラントの設計・建設を例にとってみても、そこにはシステム工学、熱工学、流体力学、材料力学、構造力学など機械工学の粋が駆使されている。当部門もこれを反映して、産官学の幅広い分野の専門家からバランス良く構成されている。エネルギー技術が実社会、特に産業界に密着した技術であることもあって、産業界からの参画が相対的に充実していることも当部門の特徴の一つである。

当部門の活動には、学術活動、国際活動、対社会活動、出版活動などがあり、具体的にはセミナー&サロン、動力・エネルギー技術シンポジウム、講習会、研究会、年次大会などにおける部門独自あるいは他部門と合同しての研究集会の企画、見学会、そして日本機械学会を代表するといっても過言ではない国際会議として、動力エネルギー国際会議(ICOPE)、原子力工学国際会議(ICONE)および放射性廃棄物管理国際会議(ICEM)などの企画・運営を行っている。

この10年間を振り返ると、2011年3月11日の東日本大震災による激甚な被害と東京電力福島第1発電所の過酷事故を想起しきざざるを得ない。当部門では、我国の動力エネルギーの将来像について技術がなすべきことを議論するとともに、様々な意見に耳を傾け、部門としての提言を広く社会に発信することを目的として、震災対応臨時委員会を設置しており、その活動の一環として学会年次大会において市民公開のワークショップを開催、リスクコミュニケーションなども含めた幅広い意見交換とアウトリーチ活動を行っている。

[森下 正樹 JAEA]

8.2 部門の10年間のあゆみ

8.2.1 国際会議

8.2.1.1 動力エネルギー国際会議(International Conference on Power Engineering, ICOPE)

ICOPEは、日本機械学会(JSME)の動力エネルギーシステム部門が、米国機械学会(ASME)、中国動力行程学会(CSPE)と2年毎に持ち回り開催する国際会議である。1993年の東京開催(ICOPE-93)の後、2015年の横浜開催(ICOPE-15)で12回目を数えた。以下に、設立から現在に至る経緯を簡単に記す。

ICOPEの創設は当部門の設立当時に遡る。1989年にASME Power Division(ASME PD)のProf. David Lou(IJPGC, International Joint Power Generation Conference議長)から1991-IJPGCへの協力を依頼された平田賢教授(当時、東京大学)が、戸田三朗教授(東北大、当部門の前身、動力委員会委員長)に検討を要請したのが始まりであった。1990年4月に当部門が発足した後に、ASME PDに1993-IJPGCの日本合同開催を提案したが、ASME PD幹事会から「IJPGCの日本開催は困難。ただし、CSPEと共催するInternational Power Conference(IPC)の日本開催なら可能」との回答であった。これに対し、戸田部門長が改めて環太平洋地域における火力発電技術の国際会議ICOPEの開催を提案したところ、2度の準備会の後、ASME PD委員長からICOPE-93に対する協力承認連絡が入った。1992年10月のASME PD幹事会でICOPE-93の具体的内容が合意され、JSME当部門とASME PDの全面協力のもと、1993年9月12日～16日に東京・新宿で第1回ICOPE(ICOPE-93)が開催された。

1995年のICOPE-95（上海）以降，CSPEを含む3者共催となり，現在に至っている．この10年間で，杭州（2007），神戸（2009），デンバー（2011），武漢（2013），横浜（2015）と開催され，至近のICOPE-15（横浜）では，総論文数219編，参加者11ヶ国，423名に及び，内容も熱流動数値解析や実験技術等の先端的基礎研究から，GT，ST等の実用技術開発動向まで，多岐にわたる論文が発表された．昨今は特に，Wind Powerを中心に再生可能エネルギー研究も多数発表されている．

しかしその一方，アジア開催時にはASMEからほとんど投稿がないなど，問題点も明らかとなっており，ASME他部門や欧州諸国等を巻き込んだ新たな枠組みについても議論されている．こうした中，2017年のICOPE-17（シャーロット）は，再生エネルギーや燃料電池など，ASME他部門との併催となり，今後の発展を睨んだ重要な機会と期待される．

〔沖 裕壮 電力中央研究所〕

8.2.1.2 原子力工学国際会議（International Conference on Nuclear Engineering, ICONE）

当部門はASMEの原子力工学部門（NED）とICONE1を1991年に東京新宿の京王プラザホテルで主催した．当初は，JSMEとASMEが主催する形で隔年に日米で開催してきたが，1995年に京都で開催されたICONE3以降は毎年開催されるようになった．そして，開催地は4年周期として，4年毎に日本にてJSME主催で開催し，残りの3回はASME主催で開催されることになった．2005年には中国原子力学会（CNS）がICONEの主催団体に参加することが決定されICONE13が中国北京で開催された．この10年間は，4年周期で日本，米国，ヨーロッパ，中国にて開催されることで定着し，ICONE15（2007年）が名古屋（日本），ICONE16（2008年）がオーランド（米国），ICONE17（2009年）がブリュッセル（ベルギー），ICONE18（2010年）が西安（中国），ICONE19（2011年）が大阪（日本），ICONE20（2012年）がアナハイム（米国），ICONE21（2013年）が成都（中国），ICONE22（2014年）がプラハ（チェコ），ICONE23（2015年）が幕張（日本），ICONE24（2016年）がシャーロット（米国）で開催された．

2015年に幕張で開催されたICONE23では，当部門の設立25周年記念セッションが設けられた．当部門は動力委員会を引き継いで1990年4月に設立され，2015年が25周年であった．そこで，これまでの25年間の活動と役割を振り返るとともに信頼できるエネルギーシステムという観点から20年後の進むべき方向を考える機会として，パネルセッションが設けられた．図1に1991年のICONE1から2016年のICONE24までの発表論文数の推移を示す．赤丸が日本であり，横軸中，1，3，7，11，15，19，23年度は日本開催を示す．前々回日本開催のICONE19は東日本大震災により，延期開催となり，海外参加者は少なかったことから，名古屋で開催されたICONE15との比較で見れば，中国からの参加者（緑□）が相当数増加しており，CNSの影響力が大きくなる一方で，北米のASMEからの参加者（黄△）は大きく減少しており，今後暫くはこの傾向が続くものと思われる．

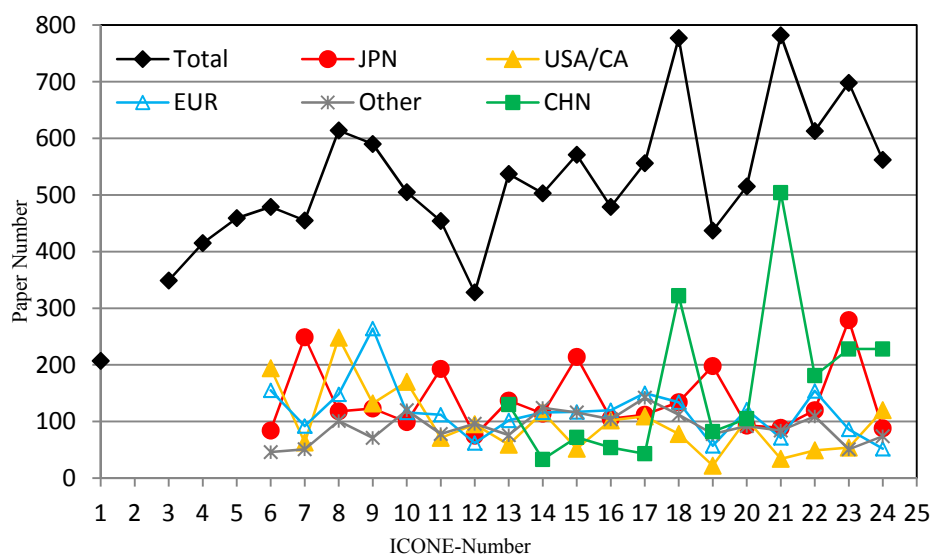


図1 発表論文数の推移

〔武田 哲明 山梨大学〕

8.2.2 動力・エネルギー技術シンポジウム

動力委員会時代に秋山守東京大学教授を実行委員長として第1回を開催以来、表1にまとめられている通り当部門の企画する国内唯一の講演会としてこれまで21回開催されてきている。いうまでもなく、文明社会の存立の基本的条件はエネルギーが安価で大量に社会に供給されることであり、動力・エネルギー分野はその責任を負わされている。この責任を確認しつつ、さらなる技術革新を求めて、シンポジウムは開催されている。一方、周知のように、2011年の東日本大震災が契機となって、我が国のエネルギー供給体制は大きな転換点を迎えている。いわゆるエネルギーベストミックスの議論において、エネルギーの高効率利用、再生可能エネルギーへの依存度向上あるいは原子力利用など、多くの社会的課題への対応が必要となっている。したがってエネルギーの円滑供給の観点から社会に貢献することを目指す本部門において、本シンポジウムの役割は極めて大きい。ところで本動力・エネルギー技術シンポジウムは、オーガナイズドセッション (OS) の形式をとっており、ここ10年程度では、そのOSの内容は大きくは変わっていないが、火力分野、原子力分野、環境・新エネルギー技術分野の大分野に加え、マイクロエネルギー変換、再生可能エネルギー、バイオマス・省エネルギー・コジェネ・ヒートポンプ、水素・燃料電池、廃熱利用技術、熱・流動など最新の動力エネルギーの技術に関わる実に多彩な講演内容になってきている。そのことが若い技術者・学生を惹きつけ、毎年300名に近い方々が、本シンポジウムに参加している所以であろう。今後も、ますますの発展が期待できる。

表1 動力・エネルギー技術シンポジウム開催の変遷

回数	開催年月	会場	実行委員長	講演件数
第1回	1987/11/11 (水) - 13 (金)	国立教育会館	秋山守	52
第2回	1989/11/9 (木), 10 (金)	川崎市産業振興会館	戸田三朗	47
第3回	1992/11/12 (木), 13 (金)	川崎市産業振興会館	波江貞広	54
第4回	1994/12/6 (火), 7 (水)	神戸国際会議場	藤井照重	74
第5回	1996/11/13 (火), 14 (水)	川崎市産業振興会館	有富正憲	90
第6回	1998/11/10 (火), 11 (水)	川崎市産業振興会館	宮本喜晟	78
第7回	2000/10/31 (火), 11/1 (水)	大田区産業プラザ PIO	阿部俊夫	91
第8回	2002/6/18 (火), 19 (水)	大田区産業プラザ PIO	小泉安郎	149
第9回	2004/6/22 (火), 23 (水)	東京海洋大	刑部真弘	144
第10回	2005/6/28 (火), 29 (水)	長崎厚生年金会館	森 英夫	88
第11回	2006/6/29 (木), 30 (金)	東京海洋大学	加藤千幸	91
第12回	2007/6/14 (木), 15 (金)	東京海洋大学	森 治嗣	122
第13回	2008/6/19 (木), 20 (金)	北海道大学	奈良林直	176
第14回	2009/6/29 (月), 30 (火)	筑波大学	阿部豊	190
第15回	2010/6/21 (月), 22 (火)	早稲田大学	勝田正文	177
第16回	2011/6/23 (木), 24 (金)	関西大学	小澤守	177
第17回	2012/6/21 (木), 22 (金)	九州大学	高田保之	157
第18回	2013/6/20 (木), 21 (金)	千葉大学	武居昌宏	166
第19回	2014/6/26 (木), 27 (金)	アオッサ (福井市地域交流プラザ)	服部修次	137
第20回	2015/6/18 (木), 19 (金)	東北大学(宮城)	橋爪秀利	147
第21回	2016/6/16 (木), 17 (金)	横浜開港記念会館 (横浜)	宇高義郎	167
第22回	2017/6/14 (水), 15 (木)	豊橋商工会議所 (豊橋)	中川勝文	

[森 昌司 横浜国立大学]

8.2.3 セミナー&サロン

セミナー&サロンは、他部門にはない動力エネルギーシステム部門独自の企画であり、時節を捉えたテーマに基づく講演と部門賞贈呈式からなるセミナーの部および参加者の交流を深めるためのサロンの部から構成される。会場は、当部門の関係企業が輪番で提供しており、部門登録者のみならず、広く会員に開かれたものとなっている。毎年、約100名の産官学のベテランから若手までの研究者、技術者、企業経営者が一同に集い、今後の動力エネルギーシステムの方向性やそのための技術開発の動向などを語り合う貴重な機会となっている。基調講演として、テーマに精通した第一人者の講師を招き、講演いただくとともに、会場提供社からも関連した取り組みを講演いただいている。

また、部門賞贈呈式では、功績賞，社会業績賞，部門一般表彰としての貢献表彰，優秀講演表彰および若手優秀講演フェロー賞の各賞が贈られ，当部門の重要なイベントとして位置づけられている。

この10年間のテーマは，以下のとおりであり，キーワードとしては，社会を支える環境・エネルギー技術や安全・安心な安定供給システムの構築などが挙げられ，低炭素社会に応える安全かつ全体最適なエネルギーシステムを目指したものとなっている（表2）。

表2 セミナー&サロン開催の変遷

回数	開催日	テーマ	会場提供社
第17回	2007年10月21日	グローバル社会におけるエネルギーシステム ー環境・エネルギーセキュリティーと技術開発ー	日立製作所
第18回	2008年10月24日	地球環境改善に貢献するエネルギーシステム ー持続可能な社会に向けた技術の開発と高効率化ー	三菱重工業
第19回	2009年11月13日	エネルギーと地球環境ー循環型低炭素社会を目指してー	東京電力
第20回	2010年11月05日	エネルギー環境技術の現状と将来ー低炭素社会への道ー	IHI
第21回	2011年11月02日	社会を支える環境・エネルギー技術 ーより良い地球環境の実現に向けた技術開発ー	東芝
第22回	2012年11月02日	将来を支えるエネルギー技術開発 ー明日の未来に向かってー	東京ガス
第23回	2013年11月01日	エネルギー分野における社会イノベーション ーグローバル社会における3E実現への貢献ー	日立製作所
第24回	2014年11月07日	エネルギーの安定供給を目指して ー安全を支える高度な技術ー	三菱重工業
第25回	2015年11月06日	ー新たなエネルギー供給システムの構築を目指してー	東京電力
第26回	2016年11月04日	社会を支えるエネルギーの安定供給に向けて ー安全・安心を支えるエネルギー環境技術ー	IHI

[小池上 一 (株)IHI]

8.2.4 東日本大震災対応活動

(1) 東日本大震災調査・提言分科会

2011年3月11日の東日本大震災発生後直ちに日本機械学会会長の指揮の下，緊急タスクフォースが立ち上げられ，東日本大震災調査・提言分科会が編成された。同分科会は七つのワーキンググループ（WG）で構成された。動力エネルギーシステム部門ではその内の『WG5 エネルギーインフラの諸問題』に活動協力を行った。WG5には総勢38名の委員が参加し，A. 原子力，B. 火力，C. エネルギーシステム（送電・配電，水力，揚水発電，分散電源，太陽，風力），D. エネルギー政策の4グループに分かれ，機械技術者・研究者の目を通しての判断を基本に置き，現地調査，アンケート調査，公開情報調査を行い，分析検討を通して提言をまとめた。この調査・提言分科会の活動は，地盤工学会，土木学会，日本機械学会，日本建築学会，日本原子力学会，日本地震学会，日本地震工学会および日本都市計画学会の8学会による，東日本大震災合同調査の一環としても行われたものであり，その成果として纏められた『東日本大震災合同調査報告 機械編』⁽¹⁾にWG5の提言も収録されている。

WG5として以下の10の提言をまとめている。

- 1) 原子力施設における技術的課題
- 2) 原子力施設の運用上の課題
- 3) 原子力施設に対する技術者，経営者，政府などの社会的責任
- 4) 火力発電所の課題
- 5) エネルギーシステムにおける平成7年の阪神淡路大震災の教訓
- 6) エネルギーシステムにおける減災による備えの重要性
- 7) 多様なエネルギー源の確保の必要性
- 8) エネルギー政策を検討する上での重要な視点
- 9) エネルギー構造転換が社会に及ぼす影響と技術者の役割
- 10) 今後のエネルギー社会の構築に向けて

これらの提言はWG5の中の以下のような議論の総括に基づく。原子力発電所では、合理的な安全対策が施されていれば、技術的に津波浸水には充分対応可能である。常にState-of-the-Artに関心を持ち、システムを見直し、運転方法を見直していくことは、技術者、経営者の社会的責任である。また、過去の教訓を確実に活かし、対策を施していくことが一義的に重要である。全体を見渡して状況判断ができる人材の育成と確保、彼らの実質的な教育・訓練を常時行っていくことが、社会、産業界では不可欠である。更に、自然災害の多発する日本では、常時と非常時の双方でのエネルギー源、特に電力を最優先としたライフラインの確保が大変重要である。また、性急なエネルギー構造転換はコストの増加や電力不足・企業の生産能力の低下を招き国民生活を圧迫しかねない。地球温暖化対策や新興国の原子力技術育成に関する国際的責任も我が国には有る。これらに関し、科学的根拠に基づき国民に分かり易く伝えることは、学会が果たすべき重要な使命の一つであるとする反省があり、今後への大きな課題である。マスコミなど一般市民に対するリスクコミュニケーションを付託されているものは、その社会的位置付けを理解し、正しい情報の開示や技術者と社会の橋渡しの役割も担っている。科学的な知見や根拠に基づき時間をかけて慎重な議論を積み重ねて決定する必要がある。

(2) 震災対応臨時委員会

WG 5「エネルギーインフラの諸問題」ではエネルギー設備の被災状況の調査の他、エネルギー政策を議論し、提言をまとめた。その活動の中で震災後のエネルギー供給の復旧は為されたものの、原子力発電所の再稼働は進まず、火力発電がその分を補う異常な状況が認識された。しかしながら、エネルギー供給に対する世間の危機感は薄れ、原子力事故の恐怖心のみが強調されている状況であるとの指摘が為された。エネルギーは全ての活動の根源であり、エネルギーシステムの方策を議論すべきであり、技術論として社会に発信することが機械学会としての役目である。そこで、東日本大震災の調査活動を発展させ、日本の動力エネルギーの将来像について技術がなすべきことを議論するとともに、様々な意見に耳を傾け、部門としての提言を社会に広く発信することを目的として、2013年下期に当面5年の期限で本震災対応臨時委員会が設置された。

これまでに、9回の委員会の開催と、ICONE、機械学会年次大会、動力エネルギー技術シンポジウム等の機会にあわせて、機械学会会員に加え、広く一般市民も対象としたパネルセッションや、講演会、を計4回開催し、また、外部投稿を通し、情報の発信を行ってきた。

[小泉 安郎 日本原子力研究開発機構、浅野 等 神戸大、大川 富雄 電通大、中垣 隆雄 早大]

参考文献

(1) 日本機械学会編、東日本大震災合同調査報告 機械編 (2013)、丸善。

8.2.5 その他の活動

当部門は社会的に最も重要なインフラに関わる部門であり、その社会的使命を果たすべく、例えば発電用設備規格制定などに積極的に協力してきた。同時にその規格の解説や普及のために年次大会における特別企画や講習会などの開催を行ってきた。とくに、この10年間においては、社会の要請に呼応する形で、エネルギーシステムに係る技術開発と環境負荷低減との関わりについて、講習会や見学会等を開催してきた。具体的には、2008年度に「燃料電池の有効活用・開発状況最前線」と題する講習会を、2009年度にジュニア会友向け行事として「環境リサイクル、そして電気エネルギーを取り巻く先端技術」と題する親子見学会を、2010年度に「地球温暖化防止のカギとなる最新発電技術」と題する見学会を、それぞれ開催した。

そのような中、2011年3月11日、東日本大震災が発生し、当部門も、学会本部が設置した東日本大震災調査・提言分科会「WG5 エネルギーインフラの諸問題」の活動に対する全面的支援を行うとともに、福島第一発電所事故の解説、今後のエネルギーインフラに関する議論および提言を、国際会議やシンポジウム等で行った。具体的には、2012年度には「東日本大震災を契機として我が国のエネルギーインフラの諸問題を考える」と称した市民フォーラムを部門行事として、2013年度年次大会において市民フォーラム「最高水準の原子力安全」を、それぞれ開催した。また、前述のWG5の提言により、2013年度より、当部門に震災対応臨時委員会を、5年間の期間限定で設置し、2014年度年次大会において「技術が支える持続可能な社会とエネルギーインフラ」と題したワークショップを開催した。なお、震災の影響により、当部門に関わる主要な国際

会議の一つである2011年度の原子力工学国際会議（ICONE18）は延期となり、会場を千葉県から大阪府に移して開催した。

なお、2010年度は当部門設立20周年記念国際シンポジウムを開催し、百余名の参加を得た。

当部門の研究会・分科会としては、エネルギーシステムと環境負荷低減との関連に係る「低炭素社会をめざすエネルギーシステムデザイン研究会」や、震災後の新規制基準も視野に入れた「原子力の安全規制の最適化に関する研究会」、さらに美浜発電所での二次系配管破損事故を受けて配管減肉管理の改善に関する調査研究分科会などを、系統的かつ精力的に行ってきた。

セミナー&サロンは他部門にない動力エネルギーシステム部門独自の事業であり、部門登録者のみならず広く会員に開かれており、産官学の研究者、技術者、企業経営者が一同に集い、意見交換、交流をする場として、多大な社会貢献をしている。また、本セミナー&サロンで行われる功績賞、社会業績賞、部門貢献表彰および優秀講演表彰の各賞が贈られる部門賞贈呈式は、当部門の大きなイベントの一つとして定着している。

このように当部門は、講習会や見学会、年次大会での特別企画、部門企画、研究会や分科会等を、強力な組織力と動員力で活発に実施して、会員に期待に応えるとともに、多くのテーマについてタイムリーな解説普及活動を行って広く社会に貢献している。

〔若井 隆純（JAEA）〕

8.3 技術動向・トピックス

8.3.1 火力発電

火力発電の高効率化を牽引する存在である大型のLNG焚きコンバインドサイクル発電は、タービン入口温度が1600℃に達し、その効率は60%（LHV）を越え⁽¹⁾、国内での新設、老朽設備のプラント更新などのほか、海外への導入も進んでいる。また、中容量GTでは、部分負荷での効率改善も期待できる高温分空気利用ガスタービン（AHAT）などのプラント開発が行われて実証機段階に達した⁽²⁾。一方で電力事業では、太陽光、風力など制御が難しい再生可能エネルギーの流入が想定されており、電力システムの安定を図るためには、これまでの高効率だけでなく、起動速度の向上や負荷応答性なども要求されることが想定されている⁽³⁾。これらから、定格負荷での高効率化を目指した研究開発に加え、今後はプラントの過渡的な現象に着目した熱解析技術、材料開発技術が重要となっていくと考えられる。

石炭を燃料とする汽力発電に関しては、CO₂排出量削減を目的とした熱効率向上の実現に向けて蒸気温度の高温化が進められている。蒸気温度が600℃級の超々臨界圧（USC）火力発電は、研究開発および実機運用とも日本が世界で先頭を走っており、2020年には世界最高水準の蒸気温度条件（主蒸気温度600℃、再熱蒸気温度630℃）の発電所の運転が国内で開始される予定である⁽⁴⁾。更に、蒸気温度を700℃超とすることにより熱効率の飛躍的向上を目指す先進超々臨界圧（A-USC）火力発電の研究開発が世界中で国家プロジェクトとして実施され、日本では2008年から経済産業省補助事業としてA-USC実用化研究が開始され、システム設計、要素開発（ボイラ・タービン・高温弁に関する材料開発、材料製造性検証）、実缶試験・回転試験等が行われている。本研究は順調に進捗しており、2017年度までに700℃の環境中における実缶試験・回転試験を完了する予定である。

また、石炭を用いる新たな形態の火力発電として1980年代に開発が始まったIGCC（石炭ガス化複合発電）技術は、実用化に向けて大きく前進した10年であったと言える。電気事業各社が経産省の補助事業として推進した空気吹き250MW級IGCC実証機（図2）プロジェクトでは、2007年から2012年度に実証試験が実施され、システムの安定性、設備の信頼性、炭種適合性、高効率性・環境性、耐久性、および経済性が実証された。プロジェクト終了後の2013年度以降は、勿来発電所10号機として商用運転が続けられている⁽⁵⁾。本技術には2013年度日本機械学会賞（技術）が贈られた。現在、500MW級の福島復興大型石炭ガス化複合発電設備実証計画が2020年の運開に向けて進んでおり、送電端効率48%（LHV基準）の高効率石炭火力の実現が期待される。



図2 250MW 空気吹き IGCC 実証機の全景⁽⁵⁾

一方で、酸素吹きの多目的石炭ガス製造技術（EAGLE炉）の開発も進められており、大崎クールジェンプロジェクトとして166MW酸素吹IGCC実証機が建設され、2017年には実証試験が開始される。本プロジェクトでは、究極の高効率石炭火力であるIGFC（石炭ガス化燃料電池複合発電）とCO₂分離回収を組み合わせた低炭素石炭火力発電の実現を目指している。

このように世界的な動きとして、火力発電では地球温暖化対策の問題を避けて通ることはできないと言われながら、これまでの取り組みは高効率化によるCO₂排出量削減を除いては実用化に達してはいないものの、将来技術として水素などのCO₂フリーの燃料を用いる技術や、CCS/CCU（CO₂回収・貯留・利用）技術とともに火力プラントでCO₂を回収する技術の開発は着実に進みつつある⁽⁶⁾。

〔西田啓之 電力中央研究所〕

参考文献

- (1) NEDO 実用化ドキュメント：世界最高水準の高効率・大型ガスタービンで、地球環境やエネルギー問題に貢献、
http://www.nedo.go.jp/hyoukabu/articles/201205mitsubishi_j/index.html（参照日 2016年12月27日）
- (2) 次世代発電協議会（第5回）会合資料6 高湿分空空気利用ガスタービン(AHAT)の開発状況と今後の計画、経済産業省
http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy_environment/jisedai_karyoku/pdf/005_06_00.pdf（参照日 2016年12月27日）
- (3) 調査研究員会活動報告 NEDO プロジェクト『再生可能エネルギー大量導入時代の系統安定化対応先進ガスタービン発電設備の研究開発』について、日本ガスタービン学会誌, Vol. 44, No. 6 (2016), pp. 506-526.
- (4) (株)IHI, プレスリリース：国内発電所向け 超々臨界圧石炭火力発電ボイラを受注 ～国内最高の蒸気温度条件 世界最高水準の石炭火力発電技術～, http://www.ihico.jp/ihico/all_news/2015/press/2015-12-01/（参照日 2016年12月27日）
- (5) 常磐共同火力HP, 石炭ガス化複合発電（IGCC）商用設備の最新運転状況、課題と今後の展開, http://www.joban-power.co.jp/igccdata/research/pdf/doc/201402_Nipponkeikakukenyuujo.pdf（参照日 2016年12月27日）
- (6) 次世代発電協議会 最終取りまとめ 次世代火力発電に係る技術ロードマップ, 経済産業省,
http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy_environment/jisedai_karyoku/pdf/report02_01_00.pdf（参照日 2016年12月27日）

8.3.2 原子力発電

2011年3月11日の東日本大震災時に巨大津波に襲われた東京電力福島第一発電所は全電源喪失状態に陥って炉心冷却（压力容器への注水）が不能となり、燃料の温度が上昇して大量の水素が発生するとともに燃料の溶融、压力容器の破損、格納容器の破損と水素爆発という極めて深刻な事故に至った。その結果、周辺環境に大量の放射性物質が放出され深刻な環境汚染を引き起こし、多数の周辺住民が避難を余儀なくされた。

事故から約6年が経過した現在、サイトでは溶融した燃料の着実な冷却が行われている一方で、増え続ける汚染水との格闘が続いている。建屋に流入する地下水と燃料の冷却に用いられる水は溶融燃料によって汚染される。この汚染水を、セシウム吸着装置、多核種除去装置などによってトリチウムを除く核種を除去し

た上で、膨大な数の貯蔵タンクに貯めている。また、建屋への地下水の流入と汚染水の海への流出を防ぐために凍土方式による遮水壁も建設された。

使用済み燃料の取り出しのための構造物の建造、将来の熔融燃料デブリ取り出しのための方法の検討やロボットによる格納容器内の観察の試みなども並行して行われている。

燃料デブリ取り出しの技術開発も緒についている。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構は福島県に楢葉沿革技術開発センターを設置して、福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップに基づき、遠隔操作による格納容器補修技術の開発、燃料デブリの性状把握や放射性廃棄物の処理・処分に係る研究開発を中心に取り組んでいる⁽¹⁾（図3）。

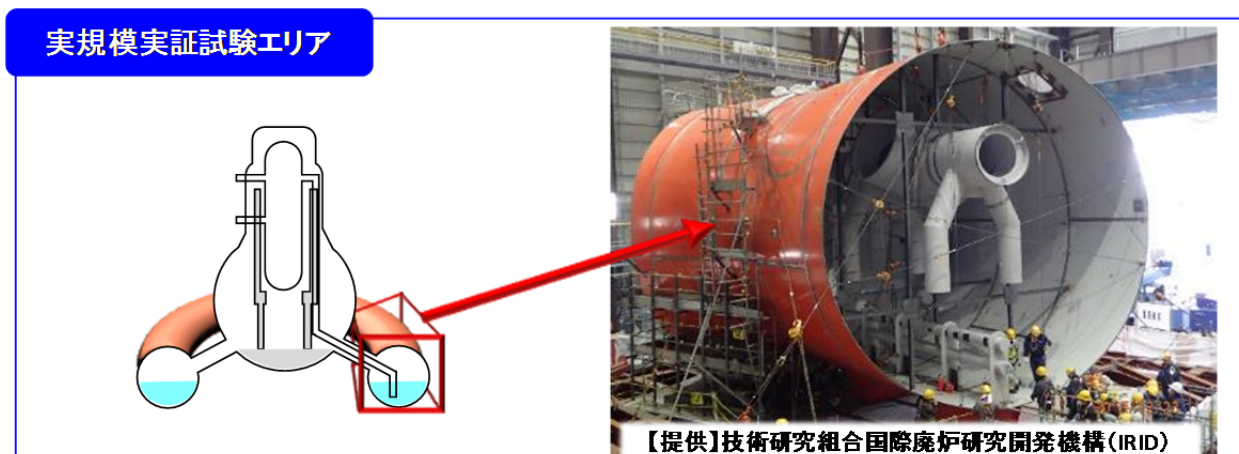


図3 実規模実証試験（格納容器遠隔補修）⁽¹⁾

福島事故を契機として、国の原子力安全規制も抜本的に見直され、2012年6月に新しく原子力規制委員会が設置された。原子力規制委員会は、深層防護の徹底、共通要因故障をもたらす自然現象の想定的大幅な引き上げとそれに対する防護対策の強化、過酷事故を防止するための対策の強化並びに万一過酷事故やテロ（意図的航空機衝突含む）が発生した場合に対処するための基準の新設、などを柱とする、いわゆる新規規制基準を策定した⁽²⁾。電力会社ではこの新規規制基準に対応して防潮堤の建設や非常用電源の強化と多様化などを勧めており、現在各地の発電所の適合性審査が行われている。

新型炉については、2016年12月に政府の原子力関係閣僚会議が開催され、原型炉もんじゅは運転再開せずに廃止措置以降すること、もんじゅの知見を活用し、国際協力も重視しながら実証炉の開発を行う事、などの基本方針が示された⁽³⁾。

核燃料サイクルについては、日本原燃(株)の下北再処理工場等の建設完了が近づいており、核燃料サイクル確立のための取組みが継続されている。

〔森下 正樹 JAEA〕

参考文献

(1) 楢葉遠隔技術センターパンフレット

<http://fukushima.jaea.go.jp/about/pdf/naraha.pdf>

(2) 原子力規制委員会ホームページ 新規規制基準について

https://www.nsr.go.jp/activity/regulation/tekigousei/shin_kisei_kijyun.html

(3) 高速炉開発の方針（案）原子力関係閣僚会議 2016年12月21日

8.3.3 新エネルギー

固体高分子形（PEFC）、固体酸化物形（SOFC）や熔融炭酸塩形（MCFC）などの燃料電池に関しては、住宅用、自動車用や分散電源用あるいは大規模火力発電用として開発が進められている。これら燃料電池の中でPEFCについては2009年に住宅用（エネファーム）および2015年に燃料電池自動車用として実用化されたが、普及拡大に向けたコストダウンや耐久性向上が重要な課題である。SOFCについても、エネファームと

して PEFC に 2 年ほど遅れて実用化され、コストダウンおよび耐久性向上が課題である。SOFC は住宅用に加え、従来よりも高い発電効率を達成できる大規模火力発電用としてガスタービンコンバインド (GTCC) と組み合わせるトリプルコンバインド発電システムも開発目標とされている。

再生可能エネルギーに関しては、再生可能エネルギー固定価格買取制度が 2012 年 7 月から開始され、バイオマス発電、太陽光発電、風力発電、地熱発電、水力発電などの導入が加速されている。これに並行して、これら技術のコスト低減や発電効率向上のための研究開発が強力に進められている。また、風力発電や地熱発電の設置に必要な環境アセスメントには現状 4 年程度を要しているが、これを大気拡散評価への数値シミュレーション技術導入などにより短縮する技術開発も進められている。

水素エネルギーに関しては、PEFC を用いる燃料電池自動車が実用化されたが、普及拡大に不可欠な水素製造、輸送、供給の各分野で技術開発が進められており、特に水素供給では水素ステーションの低コスト化に向けた技術開発が重要である。また、再生可能エネルギーの大量導入に対応するため、再生可能エネルギーによる電力を水素に変換して利用する Power to Gas (P2G) 技術の技術開発も進められ、電力から水素を安価で製造可能な技術として PEFC や SOFC の逆反応を利用する技術開発が注目されている。

電力貯蔵技術に関しては、再生可能エネルギーの大量導入に対応するため電力供給と電力需要とのギャップを調整する技術として重要性が増しており、ナトリウム・硫黄電池、リチウムイオン電池などの蓄電池の導入や圧縮空気貯蔵システム (CAES) などの開発が進められている。金属・空気電池はリチウムイオン電池よりも重量エネルギー貯蔵密度が高く、電気自動車用として注目を集めている。

[麦倉 良啓 電力中央研究所]