

## NEWSLETTER

P&ES  
JSME

# POWER & ENERGY SYSTEM

動力エネルギーシステム部門ニュースレター

【第36号】

### ◇巻頭言◇ 部門長挨拶



(財)電力中央研究所 エネルギー技術研究所  
研究参事 佐藤 幹夫

この度、第85期小澤守部門長(関西大学)の後を受け、第86期動力エネルギーシステム部門長の任を仰せつかりました。当部門は歴代の部門長を始め諸先輩の皆様の多大なご尽力により、発電、エネルギー変換などの分野に関連する部門として活発な活動を続け今日に至っております。この1年間、副部門長(総務委員長)として小澤部門長、梅川部門幹事、沖総務委員会幹事および委員各位、運営委員会委員各位を始めとする当部門各位のご指導・ご協力により、部門運営に携わって参りましたが、引き続き諸先輩並びに会員皆様のご支援を賜りたくお願い申し上げます。

最近のエネルギー情勢をみますと、2004年以来高騰を続けている原油価格は、2008年1月年初に国際指標であるWTI原油価格が1バレルあたり100ドルちょうどに達し、「原油価格100ドル時代」の到来が現実となりました。また、中国やインドなどの経済成長に伴うエネルギー需要が急増しており、わが国における将来的なエネルギーセキュリティの確保は重要な課題となっています。地球環境問題に関しては、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第1、第2および第3作業部会による第4次報告書が2007年2月、4月、5月と相次いで発表されるとともに、2007年6月にドイツ・ハイリゲンダムで開催されたG8サミット(主要国首脳

会議)では、地球温暖化問題が主要議題として取り上げられ、さらに2007年12月にインドネシア・バリ島で開催された気候変動枠組み条約締約国会議(COP13)では、2013年以降の地球温暖化対策の枠組みをつくる工程表「バリ・ロードマップ」が合意されるなど、地球温暖化問題に対する国際的な議論が高まっています。このような情勢の中、資源制約と環境制約のもとでの持続可能なエネルギー社会の構築が求められています。

当部門は、原子力、火力を始めとする発電分野、太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギー利用技術、燃料電池やヒートポンプなどの高効率エネルギー変換技術など、エネルギーの供給サイドから需要家サイドに至るエネルギー技術に関連する幅広い分野を担っており、エネルギー問題と地球環境問題の解決に向けた課題を担う部門といっても過言ではないと思います。

エネルギーと環境問題への対応には、国内のみならず国際的な協力関係の構築が不可欠です。そのような観点から、当部門では、ICONE(原子力工学国際会議)、ICOPE(動力エネルギー国際会議)およびICEM(放射性廃棄物の管理に関する国際会議)などを米国機械学会(ASME)などとの共催により実施しています。また、一般的な活動としては、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、見学会、親子見学会、年次大会など、部門独自あるいは他部門と共同しての企画行事などを実施しています。

当部門は、従来から学会の部門の中でもとくに産業界とも密接な関係を有しており、今後とも学術的成果を具現化する技術に関連する部門として、関係諸氏ともども尽力する所存ですので、引き続き諸先輩並びに会員の皆様のご支援を賜りたく心からお願い申し上げます。

### 【目次】

巻頭言：部門長挨拶	1	講習会：点検整備とリスクマネージメントの最前線5	9
特集(1)：高温分空気利用マイクロタービン	2	講習会：次世代超々臨界圧発電技術(A-USC)	9
先端技術(1)：ナトリウムの化学的活性度抑制に関する研究	4	平成19年度部門賞：功績賞 石本 礼二	10
先端技術(2)：高温ガス炉の開発	5	平成19年度部門賞：功績賞 藤江 孝夫	10
国際会議報告：ICOPE-07 / 世界エネルギー会議	7	平成19年度部門賞：功績賞 吉田 駿	11
研究分科会活動報告：中越沖地震の柏崎刈羽原子力発電所への影響研究分科会	7	平成19年度部門賞：社会業績賞 加納 時男	11
研究分科会活動報告：原子力の安全規制の最適化に関する研究会	8	副部門長選挙結果報告	12
		国際会議予定：動力エネルギー国際会議講演論文募集	12

## ◆特集◆ (1) 高温分空気利用マイクロタービン



(株) 日立製作所 電力・電機開発研究所  
中野 晋

## 1. はじめに

マイクロタービンは、電力規制緩和に伴い、分散電源としてその市場の伸びが期待され1990年代後半から、メーカー数社によって製品化されてきた。しかし、当初の予想ほど市場は伸びていない。その理由の一つには、製品化されたマイクロタービンの効率は30%以下と、ガスエンジン等の他機種発電機に比べて低いことが挙げられている(図1)。また、当初、普及が見込まれたコンビニエンスストア等への設置用としての容量100kW以下のマイクロタービンは、予想に反して、実際にはほとんど導入されていない。系統電源が安定な日本では、容量の小さい電源は、系統電源に比べて経済性と運用管理面で導入メリットを出せていない。米国においても、2001年に、電力状況が逼迫したカリフォルニアや、ニューヨーク等で、IT会社のバックアップ電源等の需要があったものの、その後の分散電源としての普及は伸び悩んでいる。

しかし、ガスエンジン等のレシプロ機に比べ、低NO<sub>x</sub>、低騒音、低振動等の利点を有し、更には連続燃焼というガスタービンの特徴を活かして、メタン濃度の低い低カロリーガスの燃焼に有利なことから、下水汚泥からの消化ガスや、米国においてはごみ埋立地で発生するLandfill Gasを燃料とする発電への適用で実績を伸ばしている。摺動部が少ないため、ガスエンジンに比べてメンテナンスコストが低減できることも利点として認識されてきている。

日立製作所では、発電効率35%、発電出力150kWのマイクロタービンの開発を進めている。図1に示したように発電出力100~200kWの範囲では、ガスエンジンでも発電効率は35%以下である。本開発では発電効率を高めるために、WAC(Water Atomization cooling)と、簡易化されたHAT(Humid Air Turbine<sup>1)</sup>)を適用することにした<sup>2)</sup>。また、ガスタービンとしては世界で初めての試みとなる水潤滑軸受を適用<sup>3)</sup>して、タービンシステムから油を排除することで、環境負荷の少ないマイクロタービンの開発を目指している。本稿では、WAC及びHATを適用したマイクロタービン(MHAT: Micro Humid Air Turbine)プロト機の概要と、その試験結果の一部を紹介する。

## 2. MHAT システムの概要

マイクロタービンシステムは再生サイクルを適用したもので、図2にシステムを、また、その主要仕様を表1に示す。システムの主要構成要素は、圧力比4の遠心圧縮機、半径流タービン、永久磁石方式高速発電機、緩慢燃焼方式低NO<sub>x</sub>燃焼器、再生熱交換器、及び双方向電力変換器から成る。

タービン翼車は無冷却で燃焼ガス温度960℃、51,000rpmの遠心力に耐えられるよう、MM247材の精鑄が適用されている。永久磁石式発電機は発電機ロータにNd-Fe-B磁石を、定格回転数51,000rpmの遠心力場でも安定に保持できる構造を有し、さらに、静止側であるステータ構造は51,000 rpm

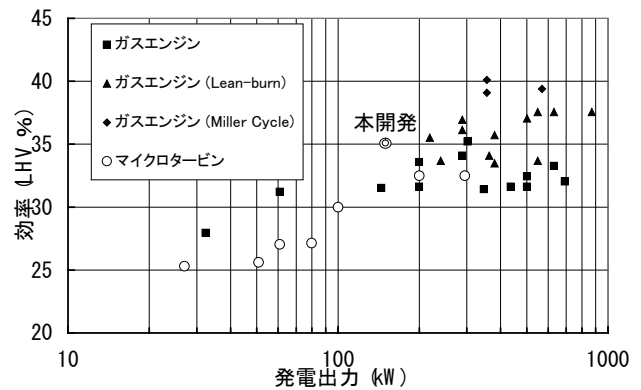


図1. マイクロタービンとガスエンジンの比較

(850Hz)で発生する高調波による漂波損を低減する構造を有している。緩慢燃焼方式低NO<sub>x</sub>燃焼器は、かん型(can type)の燃焼器ライナーの軸方向2箇所、軸方向に直行する方向から拡散式ノズルで燃料を供給し、ライナー内での酸化反応を緩やかに進行させる構造になっている。要素試験ではNO<sub>x</sub>濃度7.6ppmを達成している。再生熱交換器はプレートフィン型熱交換器で温度効率92%を有する。双方向電力変換器は発電機と系統間の電流方向と周波数を制御する。起動時は系統から電流を引き込み発電機ロータの回転数に合わせた周波数で発電機側に電流を送り、逆に、タービンから仕事を取り出せるようになると、発電機からの電流を系統側に商用周波数に変換して送り出す。電力変換器の心臓部であるパワートランジスタであるIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)を水冷化してIGBTユニットの小型化を図った。

本システムの特徴の一つは、発電機ロータの軸受に水潤滑軸受を適用していることである。潤滑剤に水を適用することで軸受損失を低減することと、水の適用により、本タービンシステムから油を完全に排除でき、環境に配慮した発電機システムになっている。軸受の潤滑水は電力変換器の冷却水循環ループから供給する。本システムのもう一つの特徴は、発電効率及び出力を向上させるためにWACとHATを適用していることである。圧縮機吸気側にWACと吐出側にHAT用の噴霧水ノズルを設けて微粒化した水を噴霧する。空気流量の約2.0~2.5%の水をWAC及びHATによって供給し、発電出力150kW、発電効率35%を達成させるものである。なお、WACとHATに用いる噴霧水は逆浸透膜によって不純物を除去している。

図3に開発したプロト機の外観を示す。

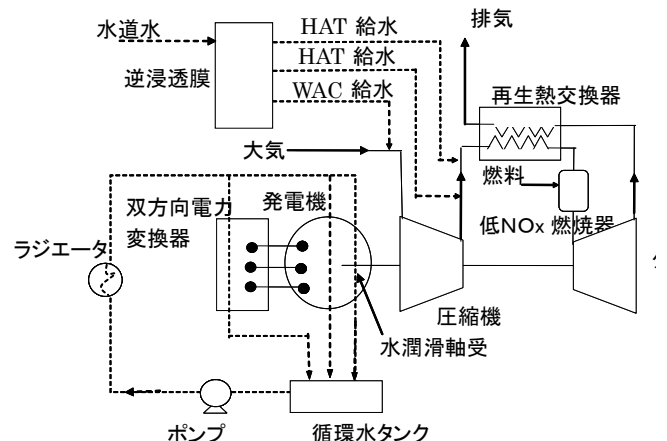


図2. 高温分空気利用マイクロタービンシステム図

### 3. 試験結果

図4にドライ運転での100%負荷試験の起動曲線を示す。燃焼温度は900~920℃である。結果は、圧力比3.9、発電出力135kW、送電端発電効率33.2%と、発電出力及び発電効率に関しては目標性能を上回る性能を達成した。また、この発電効率は現有マイクロタービンの世界最高クラスの性能である。

WAC及びHAT効果の確認試験は、約63%負荷条件のもとで実施した。ドライ運転状態から、初めにWACを実施した。約5秒から30秒の試し噴霧を実施し、システムの反応を確認し、その後、連続的にWACを実施した。HATについてもWACと同様に試し噴霧をした後に連続噴霧を行った。

図5にWAC及びHATを実施したときの発電出力の時間変化を示す。WACは吸気流量の0.45%、HATは2.12%の噴霧水を供給した。図5にはWAC及びHATの噴霧水供給のバルブ開指令信号(1で開、0で閉)を併記した。図5から噴霧水の開指令から時間遅れを伴わずその効果は発電出力に現れることが分かる。WACにより、出力で約6kW、このとき発電効率で1.0pt%の増加を得た。また、HATにより出力11kW、発電効率で2.0pt%増加した。WAC及びHAT実施前の発電出力81kWに対してWAC及びHATにより発電出力は17kW(約20%増加)、発電効率は3.0pt%、それぞれ増加した。少量の噴霧水によるWAC及びHATであっても性能改善に十分な効果を表すことが分かる。

### 4. おわりに

1990年代後半に起こった電力自由化・規制緩和のブームに後押しされる形で市場に登場したマイクロタービンであったが、約10年の年月を経過してその存在が次第に忘れ去られ

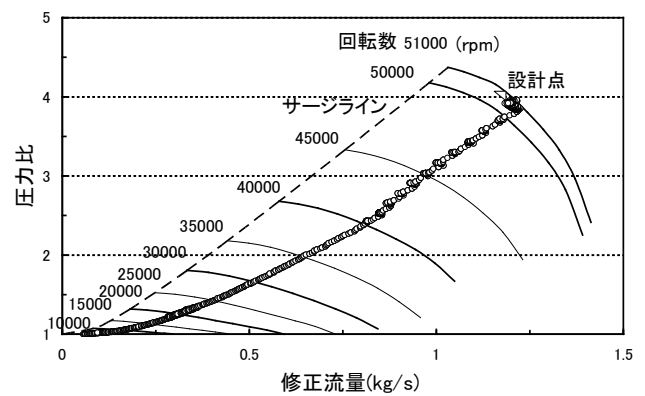


図4. 起動曲線

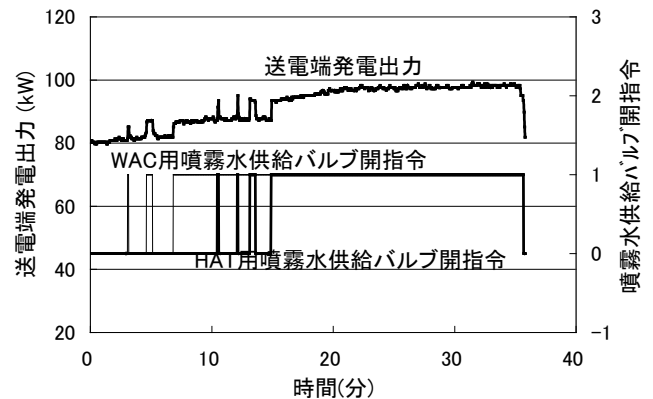


図5. WAC&HAT 試験結果

表1. 主要仕様

定格出力	ドライ運転	129 kW
	加湿度運転	150 kW
効率(LHV)	ドライ運転	32.5%
	加湿度運転	35.0%
定格回転数		51000 rpm
圧力比		4
燃焼温度		960℃
Nox(15%O <sub>2</sub> 換算)		<10 ppm
軸受		水潤滑軸受
騒音(機側1m)		65 dB

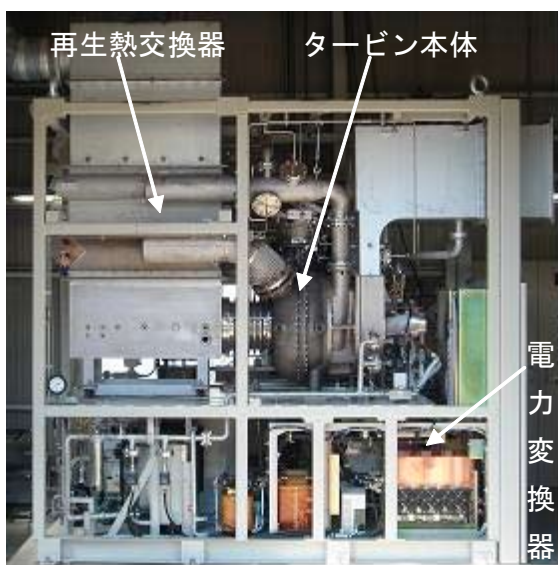


図3. プロト機外観

ている。しかし、原油価格の高騰と化石燃料の枯渇、CO<sub>2</sub>排出削減は、我々を取り巻くエネルギー問題として、待った無し状況にあり、我々の社会生活にも直接影響を及ぼし始めている。地球環境の保全とエネルギーの自足の観点から、化石資源を持たない日本にとって、地産地消の考えを進めていくことは今後益々重要な取り組みとなると思われる。バイオガス等の低カロリーガスを四季を通して安定に燃やせる分散電源として、再び、マイクロタービンの存在を見直す時期に来ていると考える。さらには、発電効率60%以上を目指す固体酸化物形燃料電池(SOFC)とのハイブリッドシステムにも、600kW~1MWクラスの発電システムには150kW級のマイクロタービンが必要となり、本稿で紹介したマイクロタービンは地産地消に立脚した電力の安定供給に寄与できるものと考えており、更なる高性能化を図って行きたい。

本開発の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術開発機構(NEDO)殿の助成を受けてエネルギー使用合理化技術実用化開発「次世代マイクロタービントライジェネレーションの研究開発」の一環として実施した。

### 参考文献

- (1) Hatamiya, S., et al.: Proc. Int. Conf. on Power Engineering, vol.2, pp.1-6 (2003).
- (2) Nakano, S., et al.: GT-2007-28192, ASME Turb. Expo., Montreal, Canada (2007).
- (3) Nakano, S., et al.: ISROMAC12-2008-20185, 12th Int. Symp. on Transport Phenomena and Dynamics of Rotating Machinery, Honolulu, USA (2008).

## ◇先端技術(1)◇ナトリウムの化学的活性度抑制に関する研究



日本原子力研究開発機構  
次世代原子力システム研究開発部門  
荒 邦章

### 1. はじめに

次世代の原子炉システムとして、ナトリウム冷却型高速増殖炉の実用化研究開発が進められている。冷却材である液体金属ナトリウムは、伝熱特性、材料との共存性に優れ、核的性質も良好であるといった利点を有する一方で、化学的に活性であるため、空気雰囲気への漏えいや蒸気発生器の伝熱管破損時における水や蒸気との接触により、「急激な化学反応」を生じ、プラントの安全性及び補修性に影響を及ぼす可能性があるという欠点を有している。現在は、これらナトリウムの化学的活性度に起因する弱点を回避するために「急激な化学反応」の存在を前提にして、安全対策設備や冷却系機器の設計を工夫するなどの対応により実用性のあるプラント概念を構築している。このような状況を考えると、新たな技術によってナトリウム固有の高い化学的活性度を抑制制御することができれば、懸念される水反応や漏えい火災などに対する設計上の制約が緩和され、より高い安全性と経済性を実現しうる革新概念の提案が可能となる。筆者らは、ナノテクノロジーを応用した新たな概念として、ナノスケール領域で生じる原子間相互作用に着目した流体の機能制御の可能性として、ナトリウム自身の化学的活性度の抑制に関する研究を進めている<sup>(1)</sup>。

### 2. 提案する概念および研究の状況

提案する概念は、液体ナトリウム中にナノメートルサイズの金属超微細粒子(ナノ粒子)を分散させることを基本としており(報告者らは、これを「ナノ流体」と呼ぶ)、ナノ粒子の表面層原子とナトリウム原子との相互作用により粒子周囲のナトリウムを捕捉するクラスター状態となり、水などとの反応の際には自由に反応に寄与するナトリウムが存在する一方、粒子に捕捉されたナトリウムの存在によりその挙動に差異を生じるものと考えられる。図1に示すこの概念は、ナトリウムと接するナノ粒子の表面積の大きさが重要となり、これは粒子の量ではなく粒子の微細化によって達成されるのでナトリウムが有する良好な流動特性を損なわないことが特徴である。現在、ナノ流体の冷却材への適用の見通しを得ること目標として、①液体金属ナトリウムに適合するナノ粒子の製造技術の開発、②ナノ流体の反応抑制効果の評価およびその機構の把握、並びに③原子炉への適用性および効果の評価の主要な3つのサブテーマを設定して研究を進めている<sup>(2)</sup>。

これまでの研究により、提案するナノ流体の概念の成立性が実験および理論検討の両面から明らかになりつつある。理

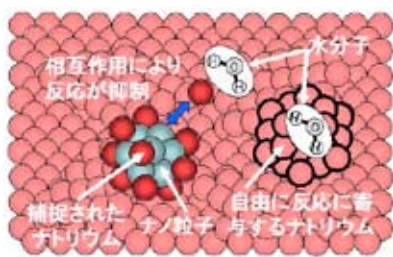


図1 ナノ流体のイメージ

論研究により、チタンなどの遷移金属ナノ粒子は、液体金属中でナトリウム原子と比較的強い結合を形成し、同時に粒子表面層で電荷の偏りを生じることにより、粒子間の静電的斥力による凝集抑制や水との反応の際の活性化エネルギーの増加に寄与することがわかってきた。これらの推定は、並行して実施中の実験研究により、ナトリウム中の粒子の分散挙動や水反応時の反応抑制効果として確認、検証が進んでいる。

(1) 液体金属ナトリウムに適合するナノ粒子の製造技術<sup>(3)</sup>

ナトリウムに適合する粒子は、小粒径および表面酸化抑制が条件となる。粒子製造に適用しているのは、原料粒子を急速に加熱して瞬時に蒸発させ、その後、粒子を加熱領域から移動させて冷却することにより微細粒子を生成する手法である。これまでの研究により、粒子の小粒径(微細)化の支配因子が加熱条件(蒸発挙動に寄与)および雰囲気ガス条件(冷却による核生成、凝縮に寄与)であることを抽出するとともに、それらの制御により、一次粒子径10nm級を実現している。また、粒子の生成メカニズムの把握が進んだことにより、シングルナノメートル粒子の実現にも見通しを得ている。図2に試作粒子の拡大写真を示す。粒子製造と並行してナノ粒子のナトリウム中への分散技術の開発を進めている。これまでの研究により、ナノ粒子(候補種の金属チタンなどの遷移金属)の表面原子とナトリウム原子の結合力は比較的強く、界面で電荷の偏りが生じ、粒子間に静電的斥力の存在の可能性が示され、実験においてもナトリウム中のナノ粒子分散状態が観察されている。

(2) 反応抑制効果<sup>(4)</sup>

試作したナノ流体を用いた反応抑制効果の評価研究を進めている。これまでの研究により、ナトリウムとの比較において、ナノ流体の水との反応および空気(酸素)との(燃焼)反応における反応熱量の低下が確認されている。また、反応挙動の変化を把握するために、反応速度の速い水との反応現象を対象とした試験を実施した結果、反応挙動の時間変化として、明らかな緩和傾向が確認されている。図3に、ナノ流体試料の反応抑制効果の結果の例を示す。また、静止液滴による反応実験を計画し、熱と物質の移行挙動に着目した現象解明を進めている。図4に例示するように、ナノ流体ではナトリウムに比較して反応の進展挙動に差異(緩和)が認められ、さらに

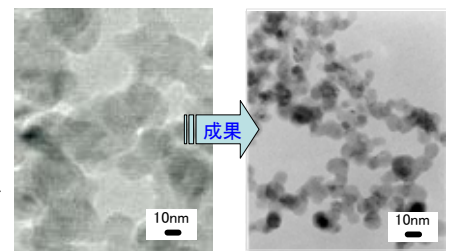


図2 ナノ粒子の微細化開発

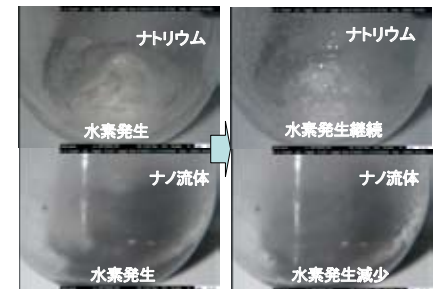


図3 水反応挙動の変化(緩和)の観察結果

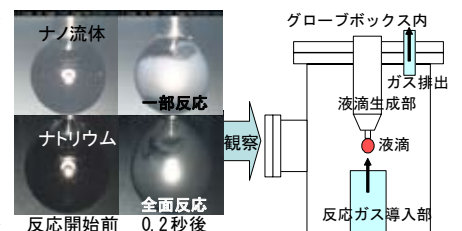


図4 ナノ粒子による酸化反応抑制試験結果例(挙動観察結果)

液滴からのナトリウム蒸発挙動の変化や反応速度の変化の兆候が得られており、現象の変化の把握および反応抑制メカニズムの推定のためのデータの蓄積を図っている。

### (3) 原子炉への適用性評価<sup>(5)</sup>

ナノ流体の原子炉冷却材への適用に際しては、反応抑制というメリットだけでなく、悪影響が懸念される項目を抽出して早い段階から適用性を検討することが重要である。この観点から、原子炉の設計、運転・制御等の広範な切り口で考慮すべき事項を整理して検討を行っている。図5に評価項目と現状の検討状況を示す。何れの項目も今後、試験研究により検証を行う計画であるが、現状においてはナノ流体の適用を否定する事項は認められない。また、ナノ流体のプラントでの反応抑制効果を評価するために、ナノ流体の特性や物性を組み入れた水反応や燃焼反応の影響評価手法の整備を進めており、プラントでの適用効果の予測に備えている。今後、ナノ流体の特性を活かしたプラント概念の検討および提案を行う予定である。

### 3. おわりに

今後、ナノ粒子製造技術などの基盤技術の整備を進めながら、反応抑制メカニズムの解明を含めた提案概念の実証を図っていく予定である。また、ナノ流体の特性を活かした原子炉プラント概念の検討を行い、より高い安全性と経済性を実現し得る革新的なナトリウム冷却型高速増殖炉システムの実用化概念を提示する。

本報告は、旧電源開発促進対策特別会計法に基づく文部科学省からの受託事業として、日本原子力研究開発機構が実施した平成18年度「ナノテクノロジーによるナトリウムの化学的活性度抑制技術の開発」の成果である。

### 参考文献

- (1) 斉藤淳一、荒 邦章：原子力eye, Vol.51, No.9, pp.66-69 (2005).
- (2) Jun-ichi SAITO, Kuniaki ARA, STUDY ON CHEMICAL RACTIVITY CONTROL OF LIQUID SODIUM, April 22-26 (2007) ICONE15-10454.
- (3) 緒方 寛、他：日本原子力学会2007年秋の大会予稿集、P01, p.882 (2007).
- (4) 斉藤淳一、荒 邦章、他：日本原子力学会2007年秋の大会予稿集、P02, p.883 (2007).
- (5) 荒 邦章、市川健太、他：日本原子力学会2007年秋の大会予稿集、P03, p.884 (2007).

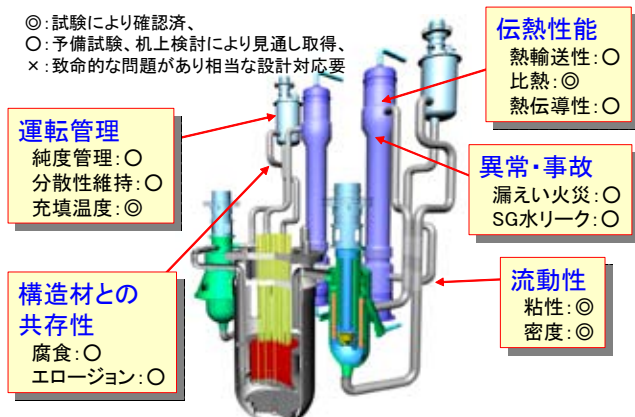


図5 ナノ流体の原子炉への適用要件の整理および予備的評価

## ◇先端技術(2)◇高温ガス炉の開発



日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門  
中川 繁昭

### 1. はじめに

本報は、独立行政法人日本原子力研究開発機構(以下、原子力機構)における高温ガス炉の開発について述べたものである。高温ガス炉は、固有の安全性に優れ、高温の熱を有効に利用できることから、超高温ガス炉システムとして第4世代原子炉の候補の一つに挙げられている。

### 2. HTTRの完成

日本ではじめての高温ガス炉である高温工学試験研究炉(HTTR: High Temperature engineering Test Reactor)は、熱出力30 MW、原子炉出口冷却材温度850℃(定格運転)/950℃(高温試験運転)の被覆粒子燃料・黒鉛減速ヘリウムガス冷却型の原子炉である。表1にHTTRの主要諸元を、図1にHTTRの外観写真を示す。HTTRについては、1991年3月、建設工事に着手し、原子炉建屋、原子炉格納容器、原子炉圧力容器、炉内構造物、冷却設備機器等の製作および現地据付工事を進め、1998年7月から核特性試験のため燃料装荷を開始し、同年11月10日初臨界に達した。その後、ヘリウム(He)雰囲気で行った常温大気圧での核特性試験により、過剰反応度、反応度停止余裕、最大反応度添加率等のHTTRの基本となる核特性を把握し、1999年9月から出力上昇試験を開始した。出力上昇試験では、冷却材飽和値、遮へい性能、異常時過渡応答、温度係数、制御特性、主冷却系熱交換器の性能等のHTTRの高温ガス炉としての特性や機器の性能を確認しながら段階的に出力を上昇させ、2001年12月7日に定格熱出力30MWおよび原子炉出口冷却材温度850℃を達成した。その後、原子炉出口冷却材温度950℃に向けて慎重に試験を進める観点から、それまでに得られた850℃運転でのデータ等を分析し、原子炉施設の安全性を確認して原子炉出口冷却材温度を上昇させ、2004年4月19日に世界で初めて950℃の高温のヘリウムガスを原子炉から取出すことに成功した。HTTRの完成により、原子炉出口冷却材温度850℃又は950℃の連続運転、安全性実証試験による高温ガス炉の特性データの取得・蓄積が可能となった。



図1 HTTRの外観

表1 HTTRの主要諸元

項目	仕様
原子炉熱出力	30 MW
冷却材	Heガス
原子炉出口冷却材温度	850℃ (定格運転時) 950℃ (高温試験運転時)
原子炉入口冷却材温度	395℃
1次冷却材圧力	4 MPa
冷却材質量流量	12.4 kg/s (定格運転時) 10.2 kg/s (高温試験運転時)
炉心構造材	黒鉛
炉心有効高さ	2.9 m
炉心等価直径	2.3 m
出力密度	2.5 MW/m <sup>3</sup>
燃料	UO <sub>2</sub> ・被覆粒子/黒鉛分散型
ウラン濃縮度	3～10% (平均6%)
燃料体形式	ブロック型
原子炉圧力容器	鋼製(2.25Cr-1Mo 鋼)

3. HTTRを用いた安全性実証試験の実施

高温ガス炉は、炉心の熱容量(熱を貯め込む能力)が大きく、かつ、炉心の温度が上昇すると核分裂反応が自動的に減少するため、万一、制御棒が誤って引き抜かれたり、冷却材流量が異常に低下したりするような事象が生じても緩やかに安定な状態に落ち着くという優れた安全性を有している。しかしながら、このような事象においても原子炉を緊急に停止させる必要がない設計を可能とするためには、この特性を精度よく把握することが求められていた。HTTRの安全性実証試験は、このような高温ガス炉の固有の安全性を実証し、解析コードの高精度化に必要なデータの取得を目的として実施しているものである。解析コードの高精度化により、4章に示すような高温の熱源や経済性に優れた発電手段となり得る高温ガス炉の設計の信頼性を向上させることが可能となる。以下に、HTTRで実施した制御棒引抜き試験と流量低下試験の概要を示す。

①制御棒引抜き試験

本試験では、HTTRにある16対の制御棒のうち、炉心中心の制御棒1対を引き抜き、原子炉出力制御系が作動しなくても、炉心の負の反応度フィードバック特性のみにより原子炉出力の急激な上昇が抑制され、原子炉が安定に所定の出力に落ち着くことを実証する。原子炉出力24MW(定格出力の80%)で実施した試験の結果を図2に示す。試験は、1mm/sと5mm/sの制御棒引抜き速度に対して、引抜き量を20～40mmと変えて実施した。図に示すように、制御棒を引き抜くことにより反応度外乱を与えても、負の反応度フィードバック効果によって、原子炉出力の急激な上昇が抑制され、原子炉が安定な状態に落ち着くことが分かる。

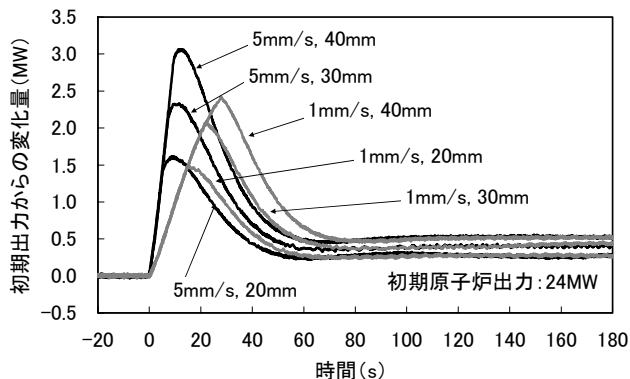


図2 制御棒引抜き試験の結果

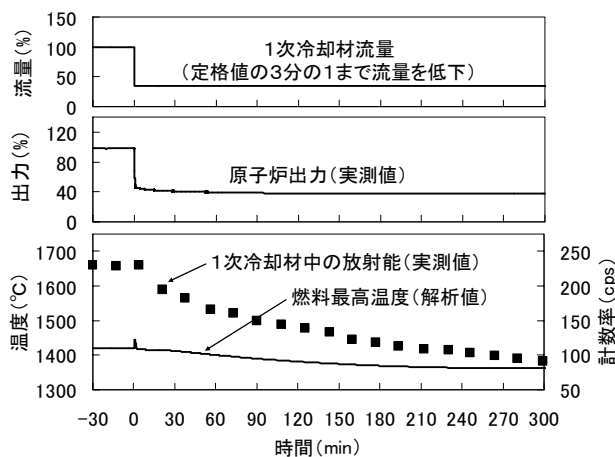


図3 流量低下試験の結果

②流量低下試験

本試験では、1次冷却材を循環させている3台のヘリウム循環機のうち、1台又は2台を停止することで、1次冷却材流量を低下させる。本試験により、1次冷却材の流量低下事象に対する原子炉出力や燃料温度の緩やかな応答及び安全な終息を実証する。原子炉出力30MW(定格出力の100%)において、ヘリウム循環機2台を停止することで実施した試験の結果を図3に示す。循環機の停止により1次冷却材流量を定格値の3分の1まで急激に低下させても、炉心の除熱量の減少に伴い燃料及び黒鉛の温度が上昇し、負の反応度フィードバック効果により、原子炉出力は自然と低下し、安定な状態に落ち着くことが分かる。また、本試験の解析結果によると、試験開始直後に1次冷却材流量が低下したことで、燃料最高温度は初期値1420℃から約25℃上昇するが、燃料の健全性を判断するための目安の温度である1600℃を超えることはなく、最高値を示した後は、原子炉出力の低下に従って低下する。このことは、1次冷却材中の放射能の実測値が、1次冷却材流量の低下に対して異常な上昇を示さず燃料の健全性が確保されていると推察されることから裏付けられる。原子力機構では、現在、さらに厳しい条件の試験となるヘリウム循環機の全台を停止させる1次冷却材流量喪失試験の計画を進めているところである。

4. 実用高温ガス炉の設計研究

HTTRの開発実績や既存産業技術を組み合わせ、原子炉で作られた高温の熱を水素製造や発電に利用する水素電力併産高温ガス炉システム(GTHTR300C)の設計検討を進めている。図4にGTHTR300Cのプラント概念を示す。

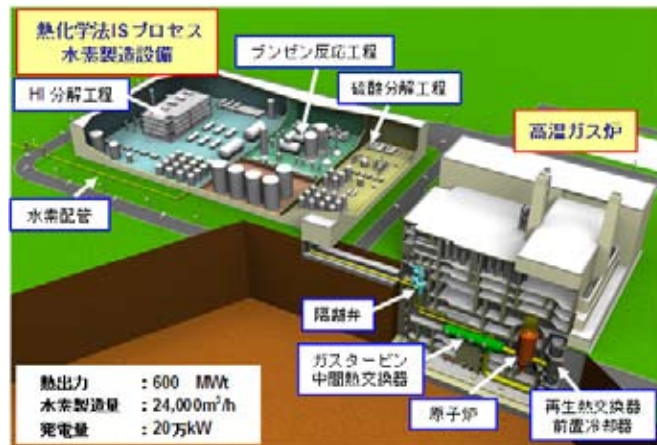


図4 GTHTR300Cのプラント概念

GTHTTR300Cは、第四世代原子炉の一つである超高温ガス炉の設計要求を満足し、高温ガス炉の固有の安全性を活かした設計により経済性に優れた原子炉システムである。

## 5. おわりに

高温ガス炉は、エネルギー源としての持続可能性、安全性・信頼性の確保、優れた経済性を達成でき、世界の二酸化炭素の排出量抑制に貢献できる原子炉システムである。原子力機構は、HTTRの運転・試験で得られた知見を有効に活用しながら高温ガス炉の開発を進めていく予定である。

### ◇国際会議報告◇

#### International Conference on Power Engineering 2007 (ICOPE-07)

日本側論文委員会委員長 浅野 等 (神戸大学)

2007年10月23日～27日に中国杭州において動力エネルギー国際会議(ICOPE-07, Int. Conf. on Power Engineering)が開催された。ICOPEは、日本機械学会当部門、米国機械学会動力部門共催で1993年にJSME-ASME Joint Int. Conf. on Power Engineering(ICOPE - 93)として東京で開催されたのが始まりであり、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)で開催され、今回が第8回であった。

会議は3日間、初日午前中は1室で6件のPlenary Keynote Speechesがあった。日・米・中、3カ国から2件ずつの講演があり、日本からは電力中央研究所の浜松 照秀氏によるエネルギー有効利用を実現する新しいシステム、中でも石炭ガス化複合発電技術、CO<sub>2</sub>ヒートポンプ給湯システムに関する講演、そして上智大学 福田 雅文氏による超々臨界圧発電システムの次世代技術に関する講演があった。初日の午後からは5室に分かれ3日間にわたり50のTechnical Sessionが開かれた。発表された講演数は265編で、大型火力・コンバインドサイクルから分散型電源、さらに環境保護、代替エネルギーまで多岐にわたるエネルギー分野の発表が行われた。分野別・国別の講演件数を下表に示す。ICOPEで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。表を見ると代替エネルギー、環境保護、燃料電池で86編と全体の約1/3を占めており、最近の世界のエネルギー・地球環境事情を反映して

国別		分野別	
Japan	52	Power System	15
China	188	Fuel Utilization	14
USA	8	Boilers	10
South Korea	5	Turbines	24
Canada	1	Generators	6
Germany	1	Components, Equipments and Auxiliaries	21
UK	1	Operation & Maintenance	32
Denmark	1	Environmental Protection	35
Belgium	1	Heat transfer, Combustion Dynamics	15
Sweden	1	Fuel Cell	7
Libya	1	Micro, Nano Heat Transfer and Flow	4
Iran	3	Materials for Energy System	10
Thailand	1	Alternative Energy	44
Lithuania	1	Economics and Energy System	8
		Numerical Simulation	20
Total			265

いると言える。中国開催ということもあり、講演件数の約7割が中国側の発表であったが、研究の質は疑問符がつくものが多かった。これまで、日米中が中心であったが韓、豪、欧など広く参加を募り国際的なものにする必要性を強く感じた。

次回のICOPEは2年後、関西大学 小澤 守先生を実行委員長として2009年11月16日～20日に神戸ポートアイランドで開催される。前述の通り、発電技術に関わる機器やエネルギー供給システム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幅広い課題に対する技術開発動向を知る、または技術者と情報交換することができるといえる。是非参加して頂きたいと思う。

### ◇研究分科会活動報告◇

#### 中越沖地震の柏崎刈羽原子力発電所への影響研究分科会

主査：岡本孝司 (東京大学)

## 1. はじめに

平成19年7月16日に発生した中越沖地震において、東京電力柏崎刈羽原子力発電所が甚大な被害を受けました。動力エネルギーシステム部門では、当発電所の被害と現状について、公開されている情報を元に、技術的な立場から中立的な評価を行うことを目的として上記分科会を立ち上げ、検討を進めてきています。

柏崎刈羽発電所に関する検討としては、東京電力で詳細な点検が進められるとともに、解析評価が行われています。また、原子力安全・保安院において検討が進められるとともに、原子力安全委員会等においても評価が行われています。本分科会は、これらの検討とは独立に、機械技術者としての立場で評価を行い、学会会員の皆様に情報を提供していくことを考えています。

## 2. 現地調査

2007年10月6日に分科会として、柏崎刈羽原子力発電所を訪問し、被害の状況を調査しました。まず、東京電力より概要報告を受けた後、3号機を中心に、格納容器内部、原子炉建屋周囲、中央制御室などを調査しました。

格納容器内部の機器やサポートなどには、目視では被害は確認できませんでした。具体的な損傷については、東京電力による点検検査を待つ必要があります。現地調査でも確認された損傷部位は、耐震重要度の低い機器に集中していました。例えば、下記に示す過水タンク(耐震重要度無し)には、教科書どおりの座屈が生じているとともに、基礎ボルトが飛んでいます。しかし、軽油タンク(耐震重要度Aクラス)は、目視では全く損傷が見られず、基礎ボルトもしっかりとしており、耐震設計の妥当性を表わしているとも言えます。以上の



再循環系ポンプのモーターとスナッパなどのサポート



原子炉压力容器ペDESTAL固定ボルト



ろ過水タンク(クラス無) 軽油タンク(クラスA)

ような現地調査で得られた結果を下記にまとめます。

- (1) 故障・損傷のほとんどは、システムとシステムの接合部(インターフェイス部)で発生しています。但し、安全重要度が高いシステム同士の場合には、接合部でも故障・損傷はほとんど無く、設計により損傷を防ぐ事ができる事を示していると考えられます。
- (2) 重要度に応じた機器設計の考え方の検証を進める事が重要であると考えます。
- (3) 発電維持・設備維持などを考慮し、B,Cクラス機器への対応を検討する事も重要であると考えます。
- (4) 原子力安全に加えて、一般安全の観点からの評価を行う事も重要と考えられます。
- (5) 安全裕度の考え方を検討することも重要と考えます。
- (6) 緊急対策室が利用できなかった事象の考慮が重要と考えます。
- (7) マスコミ報道や広報対応のあり方を検討することが重要と考えます。

### 3. 分科会の活動状況

現在、分科会においては、現地調査の結果を受け、下記項目についての評価を進めています。

#### (1) 荷重の考え方

順次公開される解析結果などを独自の立場で評価する予定です。緊急対策室の扉が開かなかったこと等と合わせてCクラスの構築物に対する対策に繋げ事や、観測波の特徴の一つであるパルス波に対しての評価を考える事も重要と考えています。

#### (2) 重要度分類

原子力安全の目的のために分類される重要度分類とは別の観点から、事例重要度の分類検討を行う事を検討しています。具体的には、①緊急時に必要とされるが、耐震上はAs/Aではないもの、②非安全系でも故障するとプラントの安全に影響するもの、③安全に影響はしないが故障により社会に対する印象が悪くなるもの、等を検討中です。

#### (3) 余裕の考え方

地震による影響評価は検査等で評価可能な場所は、検査などで確認すればよいと考えられます。確認できない所に対して設計等を考慮してカバーするやり方もあると考えます。ASMEで検討が進められている、リスクや確率を考慮した評価手法についての検討もフォローしていく予定です。

#### (4) グッドプラクティスの収集と評価

地震時の対応事例は、原子力分野以外のプラントへの展開も含めて機械学会として評価することが重要と考えています。

#### (5) ハザード

東京電力などの評価結果を中心に検討していく予定です。

#### (6) 広報

地震後の柏崎刈羽原子力発電所への影響等に対する報道はどのような報道であったのかについて事実に基づいて評価を行い、より良い報道のあり方を検討していく予定です。

今後、第2報、第3報を発信するとともに、6月の動力エネルギーシンポジウム、8月の年次大会などで検討結果を公表していく予定です。是非、学会員の皆様からのフィードバックを期待いたしております。

### ◇研究分科会活動報告◇

#### 原子力の安全規制の最適化に関する研究会

第4次海外調査団長：水町 渉 (原子力安全基盤機構)

動力エネルギー部門の「原子力規制の最適化研究会」の第4次海外調査団の団長として25名でアメリカの原子力規制局(NRC)とデービス・ベッセ原子力発電所及びクアッド・シテイズ原子力発電所を訪問した。今回も従来と同様に東大の岡本教授に副団長を勤めて頂き、北海道大学の奈良林教授、また原子力安全・保安院の検査課長殿の参加も得て、電力、メーカーの管理職という、原子力の産学官が結集した世界でもユニークな調査団となり、アメリカの訪問先から大歓迎を受けた。

まずNRCの事務所で驚かされたのは、100以上あるアメリカの政府機関の中で最も働きやすい職場のBest Awardが掲げられていたことだ。原子力に関する国民の健康を守るという生きがいのある仕事と、検査官の資格を取ると給料も上がり、皆自信に溢れ生き生きと仕事をしているのが印象的であった。

続いて、2003年に原子炉容器の上蓋に、彼らいわくパイナップル大の穴が見つかり、世界中の原子力の専門家をびっくりさせたデービス・ベッセ原子力発電所を訪問した。

まず彼らは安全文化がなっていなかったもので、その改善を徹底的に行ったようだ。所長は700人の全従業員の父であり、また母となる女性のマネージャーも採用し、原子炉の設備だけでなく、上長の悪口でも何でも報告する体制にした。発電所内を案内されたが、職員が皆、ハイと挨拶していたので、言葉だけではないことが良く判った。所内には、トラブルの経緯と対応のマンガが飾ってあり、従来の扉を開けると骸骨(秘密)がゾロゾロ出てきたが、今では全く骸骨はいないことを示していた。

発電所長によると、日本流の親睦会も取り入れ、3ヶ月に一度はパーティを開き、管理職全員で従業員にバーベキューのサービスをしているようだ。全員に改善提案を書かせ、年に1万件集まっているとのことである。これは毎日30件平均であり、6時に出社してまずこれを見るのが仕事であると言いつつ。また規制側のNRCの常駐検査官も毎朝見ているとい



Region III Welcomes  
Japanese Society of Mechanical Engineering  
October 9, 2007





う徹底ぶりである。

また24ヶ月運転にも挑戦して、23ヶ月運転で1ヶ月の燃料交換を行っている。去年の設備利用率は何と99%であった。このようにアメリカの原子力界は大きく変わり、新規の原子力発電所の建設も間近に控えた、いわゆる原子力カルネッサンスと言われる状況で、原子力関係者が自信に溢れ、生き生きと仕事をしている様子に参加者一同羨ましく、日本もこのような状況になることを心から望んだ調査団であった。

### ◇講習会報告◇

#### 点検整備とリスクマネージメントの最前線5

部門企画委員会 見学会担当 浅野 等 (神戸大学)

2007年10月9日「点検整備とリスクマネージメントの最前線5 -新幹線の点検整備-」の講習会が、東日本旅客鉄道(株)新幹線総合車両センターにおいて開催された。会場が仙台の街のはずれで、集合場所である利府行きの電車の本数が少ないことから、参加者が集まるのか、当日予定時刻に開始できるか不安であったが、遠くは九州から総勢26名に参加頂き、また定刻どおりに実施することができた。講習会は、午前の2件の講演と午後の新幹線総合車両センターの講演と見学会で構成された。

まず、関西大学 安部誠治 先生に「JR福知山線事故が問いかけるもの—運輸事故の再発防止のために—」と題して講演頂いた。当初、講演タイトルを頂いたときには、見学先に刺激的過ぎやしないかと少々心配したが、事故の概要から国交省事故調査委員会の調査結果と事故調査の問題点、さらには運輸事故の再発防止に至るまで、客観的に事故防止を考える視点からわかりやすく講演頂いた。

次に、大阪大学名誉教授 赤木新介 先生に「交通機関における高速化と大型化の考察」と題して講演頂いた。鉄道、自動車、船舶、飛行機などの全ての交通機関における高速化と輸送能力の関係はカルマン・ガブリエリ線図で整理できるということに基づいたもので、現状の紹介もあり興味深いものであった。

午後は、見学会である。まず、佐藤裕所長に新幹線総合車両センターの役割、検査体制や検査種類の概要についての講演があり、現在開発中のFASTECH360Sの説明およびビデオを観た後、車両センターの見学に向かった。FASTECH360Sはあいにく車両センターになかったが、佐藤所長直々に引率頂き、検査工場を見学した。検査工場は広大な敷地の中に多数の基礎杭が建てられその上に建設されている。民营化前に建設されたもので、民营化後であればここまで強固な基盤を造れないであろうとのことであった。車両検査場では、脱線時に台車が軌道から逸脱しないようにする逸脱防止ガイドを装着台車の間近で説明いただいた。これは、新潟中越地震での上越新幹線の脱線時に役立つものである。検査工場では、



車体はほとんど分解され、台車車軸の超音波探傷試験、車輪の研削、モーターの分解検査、連結器やパンタグラフの個別試験などが広い構内で行われており、まさしく工場であった。シート素材の縫製工場もあり、新幹線車両事故が皆無である理由がここにあると実感された。

左下の写真は、新幹線総合車両センター前庭に展示されたSTAR21新幹線の前での集合写真である。前庭には蒸気機関車、電気機関車、なども多数展示されており、写真撮影時には全員を集めるのに苦労した。最後に、本講習会を実施するにあたり、最寄り駅への送迎、講演会場の提供など、新幹線総合車両センターの方々には多大なご協力をいただいたことをここに記し感謝する。

### ◇講習会報告◇

#### 次世代超々臨界圧発電技術 (A-USC)

700℃級超々臨界圧 (A-USC) 発電技術に関する調査研究分科会  
幹事：渡辺 和徳 (電中研)

2007年12月14日(金)に、東京工業大学百年記念館におきまして、50名におよぶ参加者を迎え、部門所属「700℃級超々臨界圧(A-USC)発電技術に関する調査研究分科会」(2005年1月～2007年9月)の成果報告を兼ねた標記講習会が開催されました。

わが国における超々臨界圧発電技術(USC)は、蒸気温度600℃級・効率約42%(HHV基準)が実用化されており、商用機としては世界最高レベルにあります。それに対し、海外ではEUを中心としたTHERMIEなど、蒸気温度700℃超級・効率46%(HHV基準)以上を目標とした次世代USC(A-USC)開発プロジェクトによる技術開発が、既に進められています。高効率プラントの運用によるCO<sub>2</sub>排出量削減効果のみならず、炭種適合性を考慮して石炭ガス化複合発電(IGCC)など様々な技術との使い分けにより有効な石炭利用を図るためにも、USC技術の高度化は重要です。本講習会では、国内外におけるA-USC技術の開発状況の現状、開発の意義、A-USCプラントを構成する各種要素開発に向けた具体的な技術課題などについて、分科会の委員・幹事を務めていただいた6名により、以下6件の講演が行われました(敬称略)。

1. USC技術の現状とA-USC開発状況(上智大学 福田 雅文)
2. A-USCプラントの概念設計(三菱重工業(株) 田中 良典)
3. A-USCボイラ技術(三菱重工業(株) 外野 雅彦)
4. A-USCタービン技術(株東芝 高橋 武雄)
5. A-USCプラントの経済性とCO<sub>2</sub>排出量削減効果(株日立製作所 齊藤 英治)



講習会の様子

## 6. A-USCプラント適用材料の開発課題((独)物質・材料研究機構 阿部 富士雄)

各講演とも質疑込み60分程度の内容で、丸1日を費やす長丁場でしたが、いずれの講演も参加者と講師による活発な質疑が交わされ、長時間を感じさせない講習会となりました。なお、講習会テキストにも用いました分科会成果報告書の頒布要領が、学会誌2007年12月号に掲載されております。限定50部の頒布となっておりますので、ご関心のある方はどうぞお早めにお求め下さい。

最後に、わが国においては、効率46~48%(HHV基準)を狙ったA-USCの技術開発が、2008年度より国家プロジェクトとして本格的に開始される見込みとなっております。石炭利用に限らず、汽力発電技術高度化の観点から、A-USCの実現は世界規模でCO<sub>2</sub>排出量削減に貢献できるものであり、地球環境問題解決に向けた日本が誇る技術として確実に開発が進むよう、関係者の努力に大きく期待を寄せるものであります。

## 平成19年度部門賞受賞者所感

## ◇功績賞◇



石川島検査計測株式会社  
顧問 石本礼二

部門賞表彰制度が始まって16年間、合計46名の錚々たる功績賞受賞者の中に入れていただき、大変身に余る光栄に存じております。

今回の受賞の理由は、高効率火力発電プラントの開発にながしかの貢献をしたと評価していただいたため、とうかがっております。

私は東京オリンピックの年にIHIに入社して以来、30年以上火力発電用ボイラの設計に携わってまいりました。この間、わが国最大容量(105万kW)かつ当時の最高蒸気条件(25MPa x 600°C/610°C)の電源開発株橘湾火力1号ユニット、また加圧流動層燃焼(PFBC = Pressurized Fluidized Bed Combustion)を用いた石炭焚き複合発電方式として世界で最大かつ唯一の36万kWプラントである九州電力株荏田発電所新1号ユニットを代表として、それぞれに思い出深い国内外の数々のプラントを主任設計者として担当する機会に恵まれましたことは、技術者冥利に尽きるものであり、感慨一入であります。

ボイラというものは毎回のように設計の基本条件が変わります。第一に、燃料によって燃え方が全然違いますので、火炉およびボイラの大きさは使う燃料に合わせて設計を変えなければなりません、燃料そのものが千差万別です。第二に、理想的な燃焼のパラダイムが時代と共に変化してきました。油の火炎がキンキラキンに輝いていた時代、極力空気を絞って燃焼効率を競争した時代。窒素酸化物が目ざれだして暫くは極力燃焼温度を低くしながら石炭をきちんと燃すことに苦労しましたが、その後理論解析が進むと高温で燃した方がトータルの窒素酸化物発生量を下げられることがはっきりしてきました。

このように、ボイラを設計するための基本条件がプラント毎に変化しますので、コンピュータ解析が進歩した現代においても、既存の理論だけでは実際の要求を満足せず、大学の先生方に先進の教えを乞い、また大小様々な試験設備を駆使

して燃焼特性や環境負荷の把握を行った上で、経験を積んだエンジニアが総合的に判断します。

水側について申しますと、臨界圧力以下で運転するボイラでは、私どもは自然循環方式、すなわち火が強いと水も軽くなって循環力が増すという自己平衡性を利用する方式を採用しております。できるだけコンパクトに、しかし自然の力の邪魔をしないように、過去のトラブルを含めた数々の実績を踏まえてあらゆる角度から検討します。

このように、ボイラの設計は火側も水側も言うなればカンジニアリングすなわち経験工学の世界であります。このようなことを申しますと、機械学会の功績賞にふさわしくない曖昧な技術という印象を持たれるかもしれませんが、どのような技術であっても自然の摂理を尊重しつつ可能な限りの知恵を絞る感性が重要なのではないのでしょうか。

21世紀半ばには世界の石油、ガス資源の産出量はピークを超えるとも言われる今日、各種産業・陸海空の交通機関、あるいは民生などで有用な石油・ガスを発電のために大量に燃してしまうのは賢明ではなく、石炭火力と原子力発電とを伸ばしていくべきと考えます。

今回いただいたメダルの図柄は、フランシス・ベーコンの著書の扉絵が刻まれており、彼の「Plus Ultra」(まだまだ先がある 進もうではないか)という言葉を表しているそうです。私どもが切開いた道がこれからも日本および世界のインフラを支えますます発展することを期待してやみません。

## ◇功績賞◇



日本原子力発電株式会社  
フェロー 藤江孝夫

このような由緒ある表彰を受けるのは、正真正銘ものごころについてから初めてのことで、いささか気恥ずかしいのですが、選んでくださった方々に心からお礼申し上げます。その上、日本原子力発電(株)創立50周年記念日の11月1日に表彰を受けたことが喜びを一層大きくしてくれました。

私は会社創立2年余り後の昭和35年に入社したのですが、工事が始まったばかりの東海発電所の建設に早速に加わることができました。日本原子力発電(株)は常に新しいものに挑戦するのが使命であり、私自身も東海発電所に引き続き敦賀1号、東海第二、敦賀2号を完成させ、目下安全審査中の敦賀3号、4号に関わって居ります。それぞれのプロジェクトでは、その時々新しい炉を手がけることで様々な文化を持つ国や人々と一緒に仕事をする事になり、技術だけではなく豊かな経験に恵まれました。その一方で、常に山積していた新しい課題を優先して全力投球してきた結果、過去の成果を振り返って整理し分析評価して活用するといった、経験を伝承するための纏めの仕事をする状況にはありませんでした。

ところが最近になって、新しく原子力発電を目指す国が沢山出てきて、日本での先行経験を学びたいとの要請が続々と来るようになりました。それに備えるために、久しぶりに東海発電所や敦賀1号の実録に目を通し整理する必要が出てきました。これまでにインドネシア、ベトナム、カザフスタンなどに出かけてお話しをさせていただきましたが、その際、私は率直に失敗した経験も話すことにしています。良く考えて

見ますと、これから原子力発電にチャレンジしようとしている国々の人達の置かれた立場は、我々が50年前にイギリスやアメリカという先進国から学ぼうとした時と同じ状況にあるという訳です。それ故、今や我々にとってはなんの変哲もない普通の経験や単なる歴史的事実でも、これから原子力発電を真面目に目指す人々にとってはとても重要な情報であり有用な支援になっているようです。私としてはお手伝いする機会に恵まれたからには、安全で信頼性の高い発電所を建設・運転してもらいたい、その為に役立ちたいとの思いが強いのです。それにはプロジェクトをきちんとやって貰えるように初期段階からの支援が大切だと思っています。

ところで、我が国の原子力発電の状況はどうでしょうか？ 原技協が取り纏めた過去10年の世界各国の発電実績の統計によると、我が国の設備利用率、放射線被曝量等の実績は誠にかんばしくありません。各国が過去10年で例外なく大幅に向上を果たしているのに対して、我が国だけがむしろ低下しており、統計の標題に示す通りまさに「失われた10年」を明確に示しております。更に言えば、この状況が残念ながら私には一過的なものには見えないのです。海外の関係者からも、かつては優等生であった日本に対し不思議がられると同時に、「これでは日本の信用が失われる、先進国の一員としてもっとしっかりやって欲しい」と強く求められています。

海外の人達から言われるまでもなく、私たちの半世紀にわたる努力の評価がこのような状況ではとても満足は出来ません。地球温暖化への積極的な対策が急がれる状況下で、原子力発電の優位性、重要性は一層増しています。今こそ社会の原子力発電への理解を深め、関係者が連携しながらそれぞれの役割を果たして、出来るだけ速やかに改善して失地回復し、それだけに留まらず更なる躍進に努めたいと願うものであります。

#### ◇功績賞◇



九州大学  
名誉教授 吉田 駿

私は5年前に九州大学を定年退官いたしました。振り返ってみますと、それまで私が研究と教育の任を何とか果たすことができましたのは、多くの方々のご助力のおかげであり、したがって、今回本部門の功績賞をいただくことができましたのも、また多くの方々のおかげであると深く感謝いたします。

私の研究の主なものの一つがボイラ蒸発管の伝熱ですが、これを始めるきっかけの研究が超臨界圧水の伝熱の研究でした。1960年頃の話になりますが、火力発電所の蒸気条件の高温高压化が進み、超臨界圧のユニットが世界で数基稼働され、わが国でもその準備がなされておりました。このような趨勢に鑑み、当時九州大学の熱工学の教授で山縣先生が超臨界圧水の伝熱を研究する必要性を強くお感じになり、ある研究助成財団から1千万円(今の金額に換算すれば1億数千万円)の研究助成金をもらってこれ、更に三菱重工業(株)の全面的なご協力のもとで、日本で初めての超臨界圧水の強制循環テストループが九州大学に設置されたのでした。山縣先生はその後間もなく定年でご退官になり、当時大学院生の私は

西川先生のご指導のもとこの実験装置を用いた超臨界圧水の伝熱の研究に携わるようになりました。その後、結局定年で退官するまで30数年間、何らかの形でこの研究テーマに関係するということが続くことになりました。

超臨界圧水の伝熱の研究が一段落ついた頃から、今度は亜臨界圧のことにになりますが、ボイラ蒸発管の限界熱流束を高めるためにはどのような内面溝付き管を用いれば最も効果があるか、というようなことを調べる研究を行うようになりました。そして、その研究の延長として、亜臨界圧から超臨界圧までの全圧力域でのライフル管の伝熱性能を調べる研究を九州電力(株)および三菱重工業(株)と共同で行い、その成果を踏まえて、蒸発管を垂直に配置した垂直管形超臨界圧変圧運転ボイラが開発されました。

次に教育について簡単に振り返らせていただきます。私は一貫して蒸気工学(蒸気動力)の授業を担当してきましたが、蒸気工学はボイラとタービンというモノに即した学問ですから、当初は満足な講義をする自信が全くありませんでした。そこで、先人の著書をいろいろ読んで勉強したのは勿論ですが、やはり実際にモノを良く知ることが大事ですから、電力会社とボイラ・タービンのメーカーにお願いして、機会あるごとに現場を見せていただいたり、資料をいただいたりと随分お世話になりました。例えば、見学の一例ですが、九州電力(株)が1970年以降新設された火力発電所はすべてその建設中、ちょうど火炉のパネルが取り付けられる頃を見計らって、私の研究室の者学生も含めて全員で見学させていただくのが慣例みたいになっておりました。このような経験のおかげで、蒸気工学を何とか自信を持って講義できるようになったのでした。

以上、私の研究と教育について、その一部を簡単に振り返らせていただきました。今回栄えある功績賞をいただき、心から感謝いたします。

#### ◇社会業績賞◇



参議院議員 (東京電力(株)・元副社長)  
加納時男

私は、表彰式が好きです。理由は3つあります。

1つは、受賞者の笑顔。世の中に褒められて悪い気のしない人はまずいません。が、表彰式の場合、単なる社交辞令やお世辞ではなく、受賞者の永年にわたる専門的、社会的な努力と貢献が客観的に認められるのですから、ご当人の満足度も高く、心底から「良い顔」になるのでしょうか。拝見してこちら嬉しさが込上げてきます。

2つは、受賞者の言葉。十分に準備する時間があるので、心に残るメッセージやキーワードが聴かれます。

3つは、友との出会い。セレモニー会場では、必ずそのスジの友との出会いがあります。日頃ご無沙汰していた旧友と会えるのも楽しいこと。その機会に新しい知己が得られる喜びもあります。

このような表彰式で受賞者からよく「このたびは因らずも受賞の栄に浴し・・・」という枕詞を伺うことが多いようです。企業幹部や政治家でも、栄進した際の就任挨拶で同様に「因らずも・・・」と言う人がおられます。謙虚な言葉ですが、水面下で大変な努力をしているケースもあり、正確には「因ってきたと

ころ・・」というべきかもしれません。

正直な話、かく言う私もトップセラーになった「なぜ原発か?」を執筆・出版した時は「エネルギーフォーラム賞」を意識していました。しかし、2007年夏に賞をいただいた「ICONE特別功労賞」と秋にいただいた「日本機械学会社会業績賞」は全く考えた事も無く、まさに正真正銘「因らずも」の出来事でした。

機械工学の専門家でなく、機械学会の責任担当も務めたことがない、言わば「門外漢」の私が受賞したのは、「原子力工学国際会議」(ICONE)で何回も名誉議長を務めたり、基調講演をしてきたのが評価されたとのことです。エネルギーと環境政策は、私のライフワークであり、国政に転じたこの10年間も一貫して関心を持ちそれなりに努力してきました。ICONEでのお手伝いは本来業務の延長線上の当然の仕事に過ぎず、とても表彰されるほどの貢献はしていないと思います。むしろ、私が表彰されたのではなく、ご一緒に仕事をやってきたすべてのお仲間が受賞され、たまたま私が代表して賞を受け取った、と考えて下さい。

社会業績賞はかつて親友の茅陽一・東大名誉教授が受けられました。部門業績賞は、これまでに私の義兄である平田賢・前芝浦工科大学長やかかつての上司、宮原茂悦・日本動力協会会長が受けられ、もっと驚きかつ嬉しい事には、今回、表彰式で親戚の藤江孝夫さん(日本原電元副社長、現フェロー)が隣の席に座って受賞されたことです。

ディズニランドではないけれども、「小さな世界(It's a small world)」を実感したひとときでした。ありがとうございます。

#### ◇副部門長選挙結果報告◇

当部門では次期副部門長を選挙により選出しており、動力エネルギーシステム部門副部門長選挙要領により、総務委員会の管理のもと、昨年8月から11月に選挙を実施いたしました。以下にその手順と結果を簡単にご報告いたします。まず昨期当部門運営委員の皆様へ次期副部門長候補者をご推薦いただき、ご推薦を受けた方々の中から10月31日開催の総務委員会で2名の候補者を選出いたしました。続いてこの候補者2名に対し運営委員による投票をお願いいたしました。開票の結果、信州大学 繊維学部 機能機械学課程 教授(元工学院大学)の小泉安郎氏が過半数の票を獲得されて当選されました。その後、ご本人の承諾をいただきましたので、第86期副部門長は小泉安郎氏に決定いたしました。当部門では、副部門長が総務委員会委員長を兼ねることになっており、第86期においては小泉安郎氏には部門長を補佐して部門運営にあたっていただくのみならず、総務委員長として規約立案、予算立案、財務管理、年次計画立案、次期副部門長選挙など、運営委員会の庶務事項をご担当いただくこととなります。併せて部門登録会員の皆様にご報告いたします。

#### ◇動力エネルギー国際会議講演論文募集◇

International Conference on Power Engineering - 09 (ICOPE-09)

主催：日本機械学会、共催：米国機械学会、中国動力工程学会

本会議は、動力、発電およびエネルギーに関連する分野の最新技術に関する論文発表、討論ならびに情報交換を行うために、日米中が中核となって隔年毎に開催する国際会議です。今回のICOPEは日本機械学会動力エネルギーシステム部門が主催し、下記の通り行われます。火力、水力発電のみならず、再生可能エ

ネルギー、石炭ガス化発電、燃料電池、分散エネルギーシステムなど広い分野をカバーしており、日米中をはじめ世界各国からの多数の参加が期待されています。是非奮ってご参加下さい。

開催日： 2009年11月16日(月)～20日(金)

開催地： 神戸国際会議場 <http://kobe-cc.jp/kaigi/index.html>

申し込み方法： 論文タイトル、著者名、所属、連絡先(住所、Tel、Fax、E-mail)、アブストラクト(400語以内)、キーワード(2～5つ)を下記ホームページ上から送信してください。

<http://www.jsme.or.jp/pes/ICOPE-09/>

論文投稿スケジュール：

アブストラクト締め切り	2008年12月31日(水)
採択通知	2009年1月31日(土)
論文原稿締め切り	2009年3月31日(火)
論文採否通知	2009年6月1日(月)
最終原稿締め切り	2009年7月31日(金)

募集トピックス： 1. Power Systems (IPP, PPS, economy, de-regulation, Stirling engine, internal combustion engine, and so on), 2. Distributed Energy Systems (micro grid, co-/tri-generation system, and so on), 3. Fuel Production and Utilization (coal, DME, methanol, GTL, and so on), 4. Advanced Combustion Technology, 5. Boilers, 6. Steam Turbines, 7. Gas Turbines, 8. Generators, 9. Components, Equipments and Auxiliaries, 10. Operations and Maintenance, 11. New Materials for Energy Systems, 12. Environmental Protection (carbon capture, emission regulation, and so on), 13. Renewable Energy (solar, wind, hydro, geothermal, ocean, biomass, and so on), 14. Energy Storage and Load Leveling, 15. Heat Pump Systems, 16. Hydrogen and Fuel Cells, 17. Economic and Environmental Aspects, 18. Safety and Security, 19. Experimental and Measuring Technique, 20. Others (power-related topics)

なお、投稿いただいた論文の中から推薦論文をまとめ、動力エネルギーシステム部門による英文誌 Journal of Power and Energy Systems の特集号として発行する予定です。

実行委員長： 小澤 守(関西大学)

問合わせ先： 浅野 等(神戸大学) / Tel & Fax : 078-803-6122, E-mail: [asano@mech.kobe-u.ac.jp](mailto:asano@mech.kobe-u.ac.jp)

#### ニュースレター発行広報委員会

委員長： 古谷 正裕	幹事： 佐藤 聡
委員： 木下 秀孝	栗田 智久
渡辺 良	下村 純志
五十嵐 実	高橋 徹
三宅 収	幕田 寿典(ホームページ担当)
小林 健次	

オブザーバー： 柴矢 聡

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

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

投稿、ご意見は下記をお願いいたします。

〒201-8511 東京都狛江市岩戸北2-11-1

(財)電力中央研究所 原子力技術研究所

古谷 正裕

TEL : 03-3480-2111, FAX : 03-3480-2493

E-mail : [furuya@criepi.denken.or.jp](mailto:furuya@criepi.denken.or.jp)

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

印刷製本 有限会社 創文社

コピーライト © 社団法人 日本機械学会

本誌に掲載された全ての記事内容は、社団法人 日本機械学会の許可無く転載・複写することは出来ません。