

POWER & ENERGY SYSTEM

動力エネルギーシステム部門ニューズレター

【第20号】

第78期部門長挨拶



動力エネルギーシステム部門
部門長 吉田 駿

西暦2000年、世の中がミレニアムと騒いでいる中、当部門は委員会から部門に移行して10年がたちました。その間、歴代の部門長をはじめ各委員長と委員、さらには会員諸氏のボランティアによるご活動とご努力によって、当部門は飛躍的に発展してまいりました。私はその間何のお役にも立たないままでしたが、図らずも昨年副部門長に選出され、今期部門長を仰せ付かることになりました。この一年間副部門長・総務委員長として部門運営について若干の勉強をさせていただきましたが、まだ不慣れのところが多く、よほど心して務めねばと思っている次第です。

当部門は、エネルギー資源の有効利用と地球環境負荷の低減という大きな課題を抱えている学術・技術の分野を対象としており、今後開発すべき技術のニーズは数多くあります。一方、国際市場での競争では、現在わが国の動力プラントメーカーは苦況にあると聞いております。これは単にコストの面だけでなく、契約で課せられる厳しい条件に対応しきれないところがあることもその原因と聞いており、ここにも技術上解決すべき問題があるように思います。

ところで、上記のこととも関連して、最近私が気になっていることが二つあります。その一つは大学における教育についてです。詳細な調査をしたわけではありませんが、最近わが国の大学の機械系学科で、「蒸気工学」あるいは「蒸気動力」、要するにボイラと蒸気タービンを教えているところが非常に少なくなっているということです。科目の名称はこれに類したもの

がカリキュラムに組み込まれていますが、内容はほとんどサイクル論で終わっているところが多いようです。確かに、よくいわれるように、力学という基礎の学科目は大切です。しかし、これを名目にして、教官までもが現在の風潮である「ソフト指向」に落ち入っていないかと危惧しております。技術者をめざす学生に対して、まずモノに対する興味を持たせるために、モノに則した教育が必要ではないでしょうか。ボイラと蒸気タービンは、新しいエネルギー変換機器が出現してきても、まだまだ今後も最も主要なエネルギー変換装置の地位を占め続けるものであります。蒸気工学の講義は、単にボイラ・タービンのことだけを勉強させるのではなく、これを題材にして蓄積された技術の成果を知らせるとともに、機械工学のモノの考え方を少しでも身に付けさせることであると思っております。最近、何も特別のところではないごく普通のところで技術上のトラブルがよくおこるようになったと企業の方から聞きますし、学会の講演会では実験の裏付けのないコンピュータ・シミュレーションの結果が発表されるのを時々みかけます。そして、ついには、モノ作りの経験のない技術者がコンピュータだけで新しい機器を開発できると豪語する状況になりはしないかということが杞憂であれば幸いと思っております。

二つめは、世間の一般の人々のエネルギー問題に対する認識についてです。小・中・高校におけるこの方面の教育が不十分なことと、テレビ・新聞等がはたなことだけを取り上げることとあつて、問題をムードでしか判断していないことが気になります。一般の人々に今ひとつエネルギーと環境に関する基本的な知識を持ってもらえたらばと常々思っておりますが、そのために、当部門が何か寄与できないものでしょうか。既に機械学会としては他の分野で一般市民向けの行事がかなりの数催されており、エネルギーに関しては伝熱学会が子供向けに企画した行事が毎年開催されています。このような行事を本年度から始めるのは無理ですが、その実現に向けた検討ができればと思っております。

今期は、ICOPE や ICONE などの国際会議の多額の収益金、これは関係各位のご努力の賜物ですが、これによる多額の繰り越し金の学会内での会計上の処理方法をはじめ、対処

【目次】

第78期部門長挨拶	1	研究室紹介	8
特集：福島第一原子力発電所における 原子炉圧力容器内構造物の取替	2	地区便り (1) 沖縄やんばる海水揚水発電所	8
先端技術：(1) 風力発電	3	(2) カナダからの便り	9
(2) 高性能ボイラの開発	5	平成11年度部門賞受賞者の所感	9
国際会議報告	6	セミナー&サロン講演概要	10
		その他	11

すべきいくつかの問題があります。金子副専門長をはじめ、各委員会の委員長と委員、および会員諸氏のご支援とご協力を切にお願いする次第です。

特集

<タイトル>

「福島第一原子力発電所における原子炉压力容器内構造物の取替」



東京電力株式会社取締役
福島第一原子力発電所長
二見 常夫

1. はじめに

福島第一原子力発電所は1号機が1971年に営業運転を開始し、1979年に完成した6号機まで合わせて総出力469万6千Kwの発電所である。1970年代は2度に亘るオイルショックに見舞われる中、必死に石油代替エネルギーを開発した時代である。当発電所は、エネルギーの安定供給に一定の役割を果たすとともに、当社初の発電所として数多くの課題に最初に遭遇し、国、学界、地方自治体、メーカー等関係機関の御指導と御協力の下、課題を克服して来た。具体的にはステンレス鋼配管の応力腐食割れ（SCC）や燃料リーク対策、作業被ばくの低減、放射性廃棄物の発生量の低減と減容、制御系のデジタル三重化等機器の信頼性向上等に取り組んできた。その結果、現在は当社17台のプラントの平均設備利用率は80%が定着し、販売電力量の40%強を安定して供給する主要電源として確固たる役割を果たしている。

2. シュラウド他取替工事

現在、福島第一原子力発電所では、シュラウドという円筒型の原子炉压力容器内部の構造物の取替えを行っている。これは、平成6年に2号機でシュラウドの周方向溶接部に沿ってSCCが発見されたこと、また、昭和50年代のステンレス配管のSCCの経験からして、材料、設計、運転条件が海外のプラントと同じであり、あえて言えば国内のメーカーが丁寧に製造した点が違う日本のプラントは、発症が遅いかもかもしれないが、やがてSCCは発生する可能性が高いと考えたことによる。この結果、特に材料中の炭素含有量が多いSUS304で製造されている当所1, 2, 3, 5号機のシュラウドを、予防保全として、同じ形状で材料はSCCを起こし難いSUS316Lのシュラウドに取替えることとした。この取替工事は世界で初めてになることから、電力共研での技術開発や（財）原子力発電技術機構で実証試験を行い周到な準備を行うとともに、沸騰水型軽水炉プラントメーカーであるGE、東芝、日立の技術力を総動員して進めることとした。既に2, 3号機について取替えが終了しており、現在、5号機について実施中である。

取替対象機器は工事の都合もありシュラウドとともに、上部格

子板、炉心支持板、付帯する配管等も取替えるのがかりなものである。（図1参照）

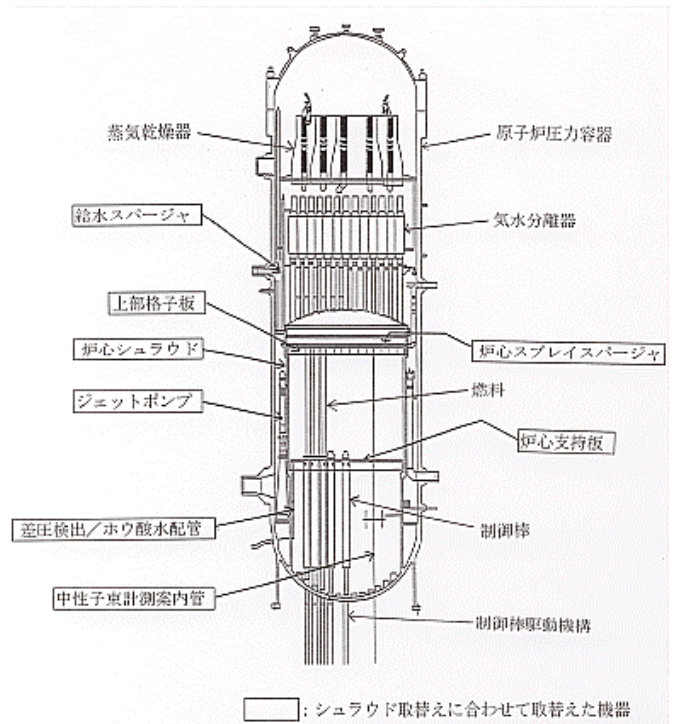


図1 原子炉構成主要機器

原子炉压力容器内は、運転中の中性子等の照射により構造物が放射化したり、表面に放射化された金属酸化物（クラッド）が付着しており非常に線量が高い。一方、検査や機器の据付、調整を確実なものとするためには人がアクセスしたい。そのため、遠隔自動技術を採用するとともに、クラッドの化学除染や炉壁に遮へいを施すこと等により大幅な線量低減対策を行った。その結果、我々が人がアクセスできないと思っていたが故に「聖域」と呼んでいた原子炉压力容器内部の線量を、例えば压力容器内の底部についていえば通常の定期検査時の原子炉格納容器の線量と同程度の線量とすることができ、一般の作業エリアと同等の作業ができるようになった。昨年3月には日本記者クラブをはじめ、マスコミ関係者を世界で初めて原子炉压力容器内部にまでご案内させていただいた。

取替の主な技術としては、化学除染、放電加工、高圧ジェット水、ロールカッタによる古いシュラウドの切断、自走式溶接機による新シュラウドの遠隔自動溶接等がある。

シュラウドの切断

シュラウドは高さ約7m、直径約4.5m、重量約35トンの円筒型である。この切断作業は作業時の線量低減の観点から遠隔により水中で実施する必要がある。

製材所の丸歯ノコギリのような回転電極を水中でシュラウドに対向させ、アーク放電を繰り返すことにより切断する。（図2参照）この装置はシュラウドの内側にセットされ4つの回転電極を有しており、板厚を貫通した後、装置を周方向に向かって移動させることにより切断する。（他に高圧ジェット切断、ロールカッタも使用）

新シュラウド据付

新シュラウドは、古いシュラウドを切断して取り除いた後、下部に残されたシュラウドサポートに溶接する。外側から溶接を行った後、内側から溶接を行うため、溶接機は予め新シュラウドに装着した状態で運び入れ、遠隔で自動溶接を行う。(図3参照) 外側の溶接機は特に狭益な場所での作業となるため、超薄型化を図っている。

3. まとめ

本工事が無事に実施できたことにより、

今まで「聖域」と呼ばれていた原子炉圧力容器内にも人が入ることができ、プラントのどこでも点検・補修が可能となったことから、技術的な面からの原子力発電所の「寿命」は当面心配が薄らいだこと。

既設機器の取外工法等は廃炉技術にも十分適用可能な技術であること。

など、原子力関係者にとって大きな意味合いのあるものである。

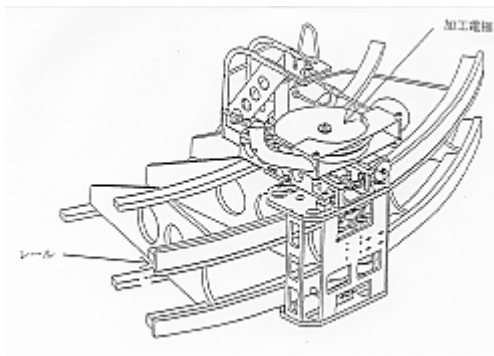


図2 放電加工装置

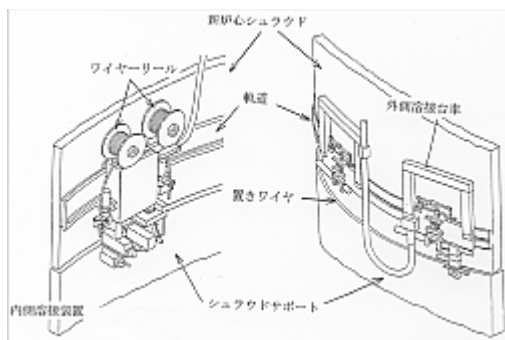


図3 シュラウドとシュラウドサポートとの溶接機

先端技術

(1) 風力発電



三菱重工業(株) 長崎研究所
振動研究室 主務 柴田昌明

1. はじめに

風力発電は環境に優しい再生可能な風のエネルギーを利用した発電システムとして、世界各地で建設されている。1999年1月現在、世界で9,208MWの風力発電設備が建設されており、2000年には13,761MW、2002年には20,281MWの風力発電設備が建設されると予想されている。その中において、土地の有効利用から、風車技術の進歩と共に発電装置の大型化が計られ、現在では単機出力500~600kWの機器が主流を占めており、更には1MW以上の機器も開発及び実用化が行われている。当社においても本年(1999年)1MW機を開発し、室蘭市祝津風力発電所向けに納入した。

以下に、1MW風力発電装置の開発の経緯や技術的特徴ならびに室蘭市祝津風力発電所向け初号機の運転実績について紹介する。

2. MWT-1000の特徴及び構造

当社では250~600kW機を現在までに国内外で1000台以上の納入実績がある。これらの運転実績を基に今回開発したMWT-1000は、高性能・低騒音化を行い、日本国内特有の風速変動の激しい風況に対しても信頼性の高い風車となるよう設計を行っている。

MWT-1000の基本仕様を表1に示す。また、図1に室蘭市祝津風力発電所に建設されたMWT-1000(右側)を示す。ロータは3枚のGFRP翼で構成され、ロータ直径は56mである。アップウインド型で定格風速は13m/s、カットイン・カットアウト風速はそれぞれ3m/s、25m/sである。また、ロータ回転数は21/14rpmの2速制御方式としている。出力制御方式は可変ピッチ制御であり、ロータヘッド内の油圧シリンダにより風速に応じて翼ピッチ角を最適制御する。

風力エネルギーは図2にその構造を示すように、翼からロータヘッド、主軸、増速機、フレキシブルカップリングを経て発電機に伝達される。また、発電機は誘導発電機で、系統連系はソフトスタート方式を採用し突入電流の抑制を行っている。なお、MWT-1000の主な技術的特徴を以下に示す。

実績のある250~600kW機の基本設計データをベースとした信頼性の高い構造。

翼先端のシャープニング化による風切り音の低減、増速機及び発電機の防音支持による機械音の低減。

風車翼(GFRP製)は台風時の強風にも耐えうる高い強度を確保しながら大型化及び軽量化。

サイリスターを用いたソフトスター方式による系統併入時の突入電流を定格電流以下に抑制し、極数変換方式の発電機採用による低風速時の性能アップ及び低騒音化。

表 1 MWT-1000 の主な仕様

項目	仕様
型式	可変翼式アップ ウインド
定格出力	1000kW
ロータ直径	56m
定格回転数	21rpm/14rpm
翼本数	3
定格風速	13m/s
カットイン風速	3m/s
カットアウト風速	24m/s
耐風速	60m/s
発電機 型式	誘導発電機
電圧・相数	550V/3相
周波数	50Hz/60Hz
タワー 型式	モノポール
高さ(塔中心)	60m

3. 低騒音高信頼性翼の開発

翼は500kW級風車の約1.5倍の26.8m長さとなる。翼設計時には翼にかかる外力として、風の乱れ、風向変化等を考慮したシミュレーション解析を行い、静的最大荷重(台風相当荷重)及び20年以上の運転にも耐えられるよう十分な安全率を持つように設計されている。

一方、翼から発生する騒音のメカニズムは(a)後縁渦騒音、(b)翼先端渦騒音、(c)失速による騒音などが考えられ、ピッチ制御の場合特に(a)、(b)に起因する騒音が発生する。MWT-1000の翼は、これらの(a)、(b)に起因する騒音対策のために、後縁薄肉化及び翼先端先細型の低騒音翼を採用した。

4. 室蘭市祝津発電所における運転実績

図3に性能計測結果、図4に騒音計測結果を示す。これより性能に関しては風速10m/s以下の低風速において、計画値を上回る性能が得られ、定格風速以上においても定格出力一定に制御できていることが確認された。また、騒音に関しても、風速8m/s時における音響パワーレベルが、計画値の100dBAに対して計測値が99dBAと良好な結果が得られた。

図5は平成11年4月から平成12年2月までの運転実績であるが、運転調整などを行った4月および10、11月を除いてほぼ100%に近い時間稼働率が得られている。



図1. 室蘭祝津風力発電所で稼働中の風力発電装置 MWT-500(左)とMWT-1000(右)

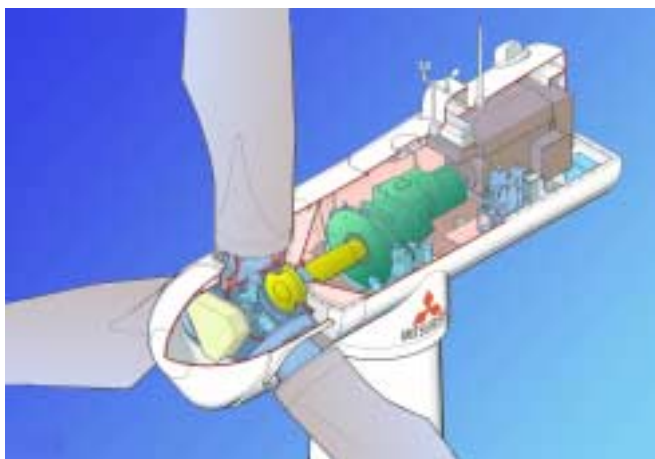


図2 風力発電装置のナセル内構造

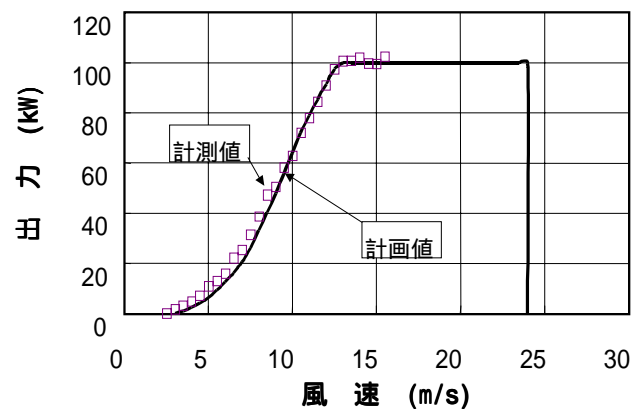


図3. 性能計測結果

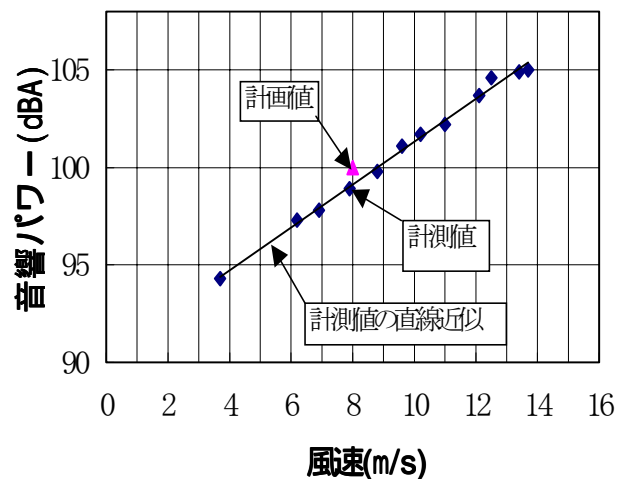


図4. 騒音計測結果

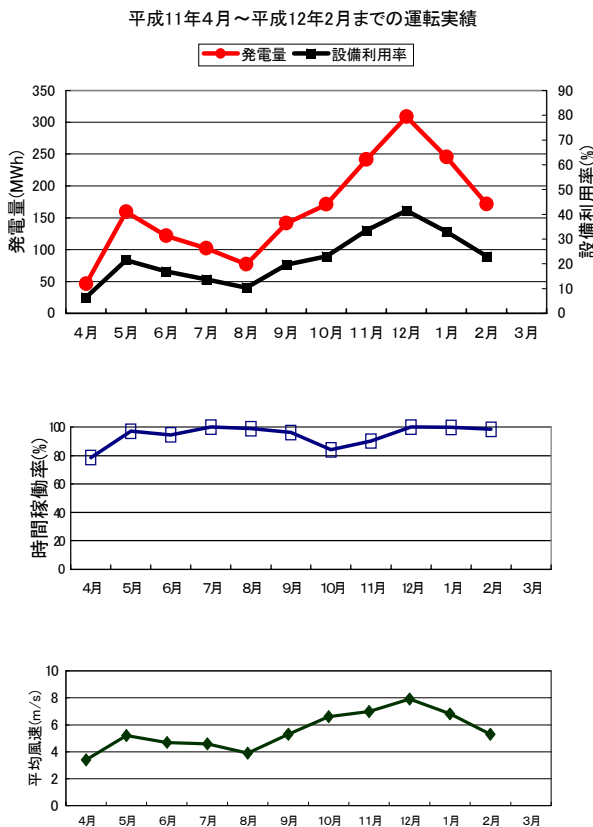


図5. 室蘭祝津風力発電所(MMT-1000)の運転実績

5. おわりに

風力発電は昨今の地球環境の問題から、クリーンな風力エネルギーを利用した発電システムとして需要が急速に高まっており、1MW以上の大型風車への期待も大きい。また、風車騒音の近隣地域への影響低減のニーズも大きく、低騒音型風車の開発が望まれるようになってきている。当社でもこのようなニーズに応え、今後とも風車の大型化とともに適切な翼形状による風切り音の低減及び出力変動の小さいギアレス可変速風車など高性能・低騒音型風車の開発を行ない、より環境に優しい風力発電の導入・普及促進に貢献して行きたいと考える。

(2) 高性能ボイラーの開発



社団法人日本産業機械工業会
高性能ボイラー開発推進室顧問
越智技術士事務所 代表
越智 淑之

1. はじめに

西暦2000年という新たな年を迎え、21世紀に解決しなければならぬ種々の課題の中で地球環境問題、エネルギー問題が、国際間で引き続き重要な課題として取り上げられている。

このようなエネルギー環境を踏まえ、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの委託により、社団法人日本産業機械工業会加盟の日本のボイラー製造業各社を中心とし、産学官の協力の下に、産業用・業務用ボイラーを対象に、平成5年度から「高性能ボイラーの開発」事業が発足した。

従来生産されているボイラーのボイラー効率率は、約86~90%と高く、その熱利用効率は熱利用設備の中でも最高レベルにある。しかし、産業用ボイラーのエネルギー消費量は、製造業分野で消費されるエネルギーの約20.7%(平成10年度実績)を占めている。このようなことから、本プロジェクトは、おのずから限度がある現状技術の改良改善ではなく、まさに革新的省エネルギー技術に基づく、新しい発想による、より高いエネルギー効率のボイラーの開発が求められた。

「酸素燃焼」、「凝縮形エコノマイザ」等の要素技術開発をベースにパイロットプラントを製作し、平成11年度に試験を完了し、本事業を終了させた。

本稿では、本プロジェクトで得られた独創性、新規性が高い研究開発の主要成果について紹介する。

型名	型式	燃焼・伝熱設備
ボイラー	水管ボイラー	炉工、凝縮式、電熱式兼用
燃料供給装置	9000 kg/h	圧縮空気供給装置、HORON
最高運転圧力	20 kg/cm ²	凝縮形エコノマイザ
燃料上り	25 kg/cm ²	炉工
ボイラー最高圧力	17.5 kg	凝縮形エコノマイザ
燃料供給装置	9000 kg/h	
型式	凝縮形エコノマイザ	
交換容量	1000 kg/h	

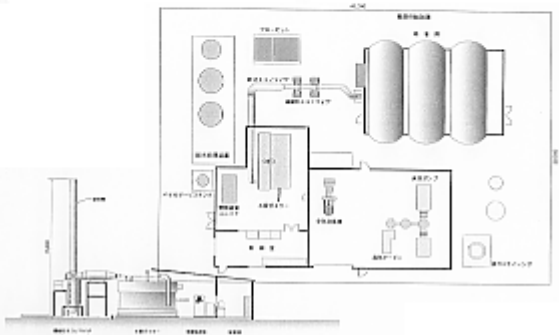


図1 パイロットプラントの構成

2. パイロットプラント

パイロットプラントは、A重油・酸素燃焼による水管ボイラーと、凝縮形エコノマイザなどから構成する、ボイラープラントと吸着形酸素製造プラントとから構成している。そのパイロットプラントの構成概要を図1に示す。

3. ボイラーの総合熱効率及び燃焼特性

ボイラー総合熱効率(燃料の低発熱量基準)は、表1に示すように105.71%の成績を収め、従来形空気燃焼ボイラーの90%と比較すると、15.71ポイント上昇させることができた。これは、酸素燃焼と凝縮伝熱の伝熱特性によるものである。高性能ボイラーの燃焼、伝熱、燃焼特性と従来形の空気燃焼ボイラーとを比較し、表1に示した。

表1 燃焼、伝熱、環境特性(100%負荷時)

	酸素燃焼	空気燃焼
断熱火炎温度 ()	2820	1850
火炎の放射率 -	0.75	0.25
火炉の熱回収率 (%)	82.41	61.1
本体の熱回収率 (%)	12.26	23.6
排ガス温度 ()	13.7	200
排ガス		
実際乾き排ガス量 (m_N^3/kg)	1.81	11.91
CO ₂ 体積比率 (vol %)	86.11	12.76
NO _x 排出量 (mg/kg-f)	273	2557

* : 酸素燃焼、空気燃焼の諸数値は、各パイロットプラント、ベンチスケールプラントの試験結果

3. 酸素燃焼

酸素燃焼は、表1に示すように火炎温度が高く、火炎の放射率が高いので、放射伝熱を促進させ、その結果、放射伝熱面での熱回収比率が高くなる。また、実際乾き排ガス量は空気燃焼の場合に比べ約1/7に減少する。これらのことから、酸素燃焼がボイラーの小形化、ボイラーの熱効率の上昇に大きく寄与することが明らかになった。

4. 凝縮形エコノマイザの開発

要素技術開発として、排ガス凝縮伝熱の熱と物質移動のアナロジー式による予測値と実機モデル等による試験値を比較し、燃料の種類ごとに、空気燃焼、酸素燃焼各々に対しその伝熱理論式を確立させた。また、炭素鋼、ステンレス鋼、Ni基合金、ライニング材料等の腐食試験によって燃料別凝縮形熱交換器の適性材料の選定判断基準を作成した。

これらの要素開発技術をベースとして製作したパイロットプラントの凝縮形エコノマイザにより、排ガス温度を大気温度近くまで低下させ、排ガス中の蒸気潜熱を回収し、ボイラーの排ガス熱損失を低減することができた。また、その伝熱理論式による予測手法と選定した材料の耐食性能が適性であったことを明らかにした。

5. CO₂分離・回収技術

高性能ボイラー排ガス中のCO₂体積比率は、表1に示すように、空気燃焼ボイラーの場合と比較し、極めて高い。地球温暖化防止のための研究課題として、CO₂分離・回収技術の必要性が急速に高まっている今日、本プロジェクトの研究開発により、CO₂分離・回収技術の一つとして、酸素燃焼と凝縮形熱交換器による方法が、他の方法に比べ高い技術的、経済的ポテンシャルを有していることを明らかにした。

6. NO_x濃度、NO_x排出量の低減

高性能ボイラーにおいて、LNG・液化酸素燃焼の場合、排ガス中のNO_x排出量、NO_x濃度は、極めて0に近い値となることは、要素技術開発の段階で明らかになっていた。パイロットプラントは、A重油燃料とN成分を2.5%含んでいる酸素を使用するので、要素開発技術をベースに新たに低NO_xバーナを開発した。

また、補助的に脱硝装置を使用したが、その結果は、表1に示すようにNO_x排出量で約1/9にすることができた。この

値は、空気燃焼ボイラーの排ガス量に換算するとNO_x濃度は約1/10になる。

7. プラント総合熱効率

パイロットプラントは、吸着分離珪酸素供給プラント動力の約82%を占める真空ブロワをタービンで駆動し、その背圧蒸気をプロセスに利用するいわゆる熱のカスケード利用により、省エネルギー性を高めることを目的として製作した。その動力を従来方式と比較すると、電気動力は表2に示すように約1/6に低減する。その結果を含め、酸素供給装置を含めたプラント総合熱効率は、空気燃焼ボイラーの場合と比較し10%以上上昇させることができた。

表2 動力比較 (kW)

補機	本プラント	従来プラント
真空ポンプ	タービン駆動 (920)	モータ駆動 1020
空気送風機	90	90
高圧酸素ブロワ	75	75
低圧酸素ブロワ	37	37
合計	202	1222

8. おわりに

以上に紹介した高性能ボイラーの開発によって得られた種々の新しい知見と、革新的な省エネルギー技術に裏づけされたパイロットプラントの試験結果は、我が国のエネルギー消費の低減、地球環境の保全というプロジェクトの目的に対し、技術的ポテンシャルを確立することができたと確信する。

国際会議報告

(1) 国際ガスタービン会議神戸大会
IGTC'99 Kobe (International Gas Turbine Congress 1999 Kobe)
1999年11月14日~19日(神戸)

航空宇宙技術研究所 航空エンジン研究部 田丸 卓

日本ガスタービン学会では4年に一度、論文発表と機器展示を行う国際会議を主催している。今回は日本機械学会のほか7つの国外関連学会の協力の下に神戸のポートアイランドの国際会議場で開催した。これまで東京・横浜地区で6回開催されたが、今回初めて関西地区で行った。所属国別論文発表者数は表1のようであった。

会議では外国招待講演者4名と国内講演者3名による合計6件の基調講演、6つの特別分野をオーガナイズドセッション(OS)として31件、一般技術講演(TS)として112件の発表、環境問題に関わるガスタービンの役割に関してマイクロガスタービンの話題も含んだパネル討論会などを行った。OSとTSの内容を概略分類してみると表2のようである。展示では42社の内外企業による製品等展示がおこなわれた。講演会の参加登録者はこれまでで最大の600名を超える数となった。内訳はメーカーが約48%、研究/教育機関が約33%であった。会議の様子を写真1に示す。

表 1 論文著者国別

日本	95
ドイツ	11
合衆国	10
韓国	10
イギリス	7
中国	4
ロシア	3
スイス	3
オーストラリア	2
フランス	2
イタリア	1
ベルギー	1
スウェーデン	1

表 2 技術論文分類

開発・性能	46
空気力学(翼列、非常空力、内部流)	37
燃焼	20
伝熱・タービン冷却	14
材料	9
制御・保守	9
軸受け・シール	4
計測	4

1999年9月26日～30日に名古屋国際会議場で開かれた。参加者数は、国内の電力会社、大学、メーカ、研究機関などから276人、海外の24カ国から150人の合計426人、また発表件数は242件であった。今回の会議においては、昨年3月の米国WIPP(Waste Isolation Pilot Plant)操業開始を受け、特別セッション2つとパネルディスカッション(同時通訳付き)が企画され、活発な議論が交わされた。プレナリ-セッションでは、日本、米国、ロシアにおける廃棄物管理の現状報告に加え、国際共同処分場の構想に関する発表がなされた。

分野	発表件数	
低中レベル	各国現状	4
	減容、クリアランスレベル	6
	液体・固体廃棄物処理	31
	サイト選定・性能評価	32
	混合廃棄物処理・処分	3
	研究所・一般産業放射性廃棄物	4
高レベル放射性廃棄物	各国現状	10
	改良処理技術	4
	群分離・消滅処理	8
	固化体開発・固化体特性調査	6
	使用済み燃料処理	4
	MOX燃料および軍事廃棄物	3
	貯蔵	6
	サイト特性調査	13
	設計	9
	工学バリア、天然バリア	29
解体・除染	原子力施設解体・除染技術	14
	解体除染廃棄物の処理・再利用	9
環境修復	ウラン鉱滓処理、チェルノブイリ事故汚染、水・土壌処理等	14
制度的問題	制度的問題	3
WIPP	WIPP関連報告	12



写真1 会議の様子

(2) 第7回放射性廃棄物と環境修復に関する国際会議(ICEM99)の概要報告

The 7th International Conference on Radioactive Waste Management and Environmental Remediation
1999年9月26 - 30日

核燃料サイクル開発機構 システム解析グループ
内田 雅大

アメリカ機械学会、日本機械学会、日本原子力学会の主催で、第7回放射性廃棄物と環境修復に関する国際会議(ICEM99)が

会議は、低・中レベル(TRU含む)放射性廃棄物処理・処分、高レベル放射性廃棄物処理・処分、解体・除染、環境修復、制度的問題の5分野に区分し行われた。低・中レベル放射性廃棄物処理・処分に 대해서는、各国現状、減容・再利用・クリアランスレベル、処理、サイト選定・性能評価、混合廃棄物、研究所・一般産業からの放射性廃棄物、品質保証・品質管理について、高レベル放射性廃棄物処理・処分に 대해서는、各国現状、改良処理技術、群分離・消滅処理、固化体開発・固化体特性調査、使用済み燃料処理、MOX燃料および軍事廃棄物、貯蔵、サイト特性調査、サイト特性調査、設計、工学バリア・天然バリアについて、解体・除染に 대해서는原子力施設解体・除染技術、解体・除染廃棄物の処理・再利用について、環境修復に 대해서는ウラン鉱滓処理、チェルノブイリ事故汚染、水・土壌処理に関する発表が、その他に制度的管理等に関する報告がなされ、活発な議論がなされた。また、OECD/NEA、BNFL等の諸外国の団体および国内外のメーカの諸団体による32のブース展示も行われ、セッションの合間に活発な意見交換がなされていた。次回は2001年にベルギーで開催される予定である。

研究室紹介

日本原子力研究所 中性子科学研究センター
システム工学グループ

所在地：〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4
TEL:029-282-5145 FAX:029-282-6496

1.はじめに

日本原子力研究所では、高エネルギー加速器研究機構と共同で科学技術の総合的展開を図る「大強度陽子加速器計画」を推進しています。システム工学グループは、計画の中核施設である中性子散乱施設を建設するために、核破碎中性子源の機器・システム開発研究を担当しています。

2.核破碎ターゲット設計開発の現状

核破碎中性子源となるターゲットには MM 規模のパルス状陽子ビームが入射するため、熱・機械的な観点から水銀を用います。陽子ビームによる核破碎反応で水銀中に発生する高密度の熱を効果的に除去できるように、水銀が陽子ビームをクロスして流れる構造を考案し、その最適化を解析及び実験の両面から進めています。ターゲットモデル(写真1)を用いて水銀流動実験を行い、内部の流速分布をPIVで測定した結果、熱的に最も厳しい陽子ビーム窓近傍での流れが設計通りに実現できることを確認しました。

また、ターゲットで発生する圧力波に対する構造健全性、ポンプトリップ等の異常時の安全性確保などの技術課題を解決するため、熱流動や構造強度解析評価などと並行して、圧力波を模擬した衝撃試験、最高 15 1/s の水銀流動実験(写真2)に実験装置の外観を示します。)などを行っています。第 期運転条件である 1MM 陽子ビーム入射は十分にクリアできるところまでできています。

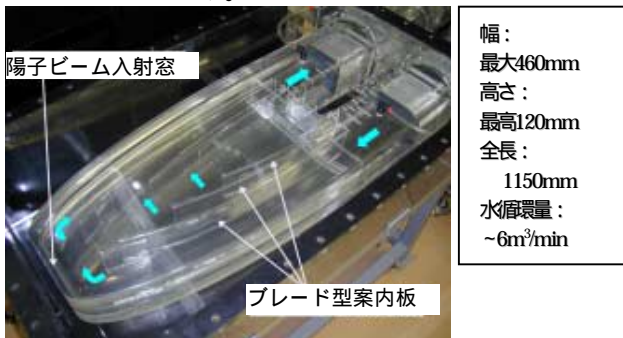


写真1 アクリル製実規模ターゲットモデルの外観

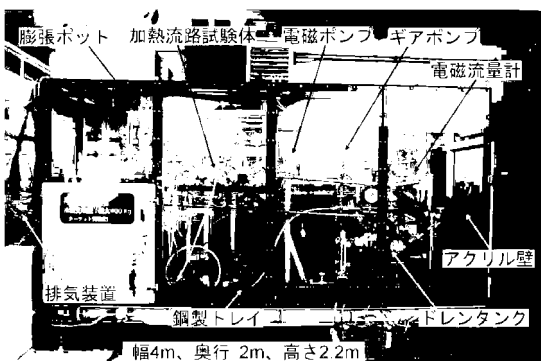


写真2 水銀流動実験装置の外観(水銀保有量:300kg)

3.おわりに

その他、大強度中性子ビームを取り出す液体水素減速材のシステム試験を行うため、液体窒素ループの調整を進めています。本年4月からは、新たに長寿命核種を核変換するためのPb-Bi ターゲットの設計検討に着手しました。

以上

地区便り

(1) 沖縄やんばる海水揚水発電所の建設
世界初の海水揚水発電所

電源開発株式会社
田中孝則



発電所地点全景

沖縄やんばる海水揚水発電所は、電源開発株式が通商産業省資源エネルギー庁より海水揚水発電技術実証試験の委託を受け、沖縄本島の北部国頭郡に建設した世界初の海水を利用する揚水発電所です。海を利用するため、下池の築造が不要で地点によっては、火力等の電源や都市の近傍に立地可能であり、送電コスト、ロスが低減できる等の利点があり、揚水発電地点の適地選択を拡大する技術として、期待が寄せられています。昨年、3月16日官庁検査に合格し、平成15年度までの実証試験運転を開始しました。

[発電所の概略諸元]

- ・上池型式 掘込式ゴムシート表面遮水
- ・上池有効貯水容量 560,000m³
- ・最大発電出力 30,000kW
- ・最大使用水量 26.0m³/s
- ・有効落差 136.0m

[海水揚水の主な課題]

- ・海水使用による金属腐食
- ・海生生物付着
- ・上池から地盤への海水浸透
- ・上池周辺の海水飛散による周辺環境への影響

運転開始以来、発電所は順調な運転を実施しており、昨年3月から今年2月までの発電時間は約1,600hr、揚水運転時間は約1,800hrに達しています。また、数回の台風が沖縄を通過しましたが、全く問題はありませんでした。

(2)カナダからの便り

トロント大学化学工学科 川路研究室

指導教官：川路正裕（教授）

E-mail: kawaji@ecf.utoronto.ca

研究スタッフ：修士課程5名、博士課程4名、ポスドク3名、その他通常4名程度の学部生

研究テーマ：混相流の流れと熱伝達の研究

本研究室では、主に気液二相システムの流れと熱伝達に関して1986年以来基礎及び応用両面での研究を行ってきた。基礎的な研究では、流れの可視化法を使った気液二相流の流れのメカニズムや自由界面近傍での乱流構造などを調べること、宇宙（微小重力下）での流体物理及び伝熱に関わる研究を実施してきた。応用面では原子炉の安全性や熱交換器などの性能改善に寄与する二相流・伝熱現象の研究を行ってきたが、近年ではコンパクト熱交換器や水スラリー製造機、そしてソーダ回収ボイラーなどで直面する気液及び固液の流れと伝熱の問題にも対象が広がっている。

気液二相流に関する基礎的研究ではフォトクロミック法という流れの可視化法を使って環状液膜流やスラグ流、また層状流や波状流といった特定の流動様式について流れのメカニズムを解明する実験を行ってきた。これらのデータは、気液界面の移動を扱えるVOF法を使用した数値シミュレーションモデルとの比較にも役立っている。

微小重力に関する研究では、1997年にスペースシャトルで気泡振動の実験を行い、微小な振動が気液界面に与える効果を調べた。また、航空機を使って低重力下での強沸収流沸騰やクエンチングなどの実験を実施し、地上でもフローティングゾーン法などの結晶成長で重要となっているマランゴニ対流について研究を行っている。

応用研究では、産業界が直面している特定の問題について共同研究を行い、それらの問題解決に取り組んできたが、今後も産業界の多様なニーズに答えるべく新しいテーマを随時選択し、研究を実施していく予定である。

平成11年度部門賞受賞者の所感

平成11年度部門賞

【功績賞】

部門賞を受賞して



川上英彦
東芝ジーイー・タービン
サービス株式会社
常勤監査役

昨年の秋、日本機械学会、動力エネルギーシステム部門の名誉ある功績賞を戴き身に余る光栄と心より感謝申し上げます。

私は昭和31年に東芝に入社しましたが、当時の日本は戦後の復興期を漸く乗り越えて、それに続く驚異的な経済発展の将に幕開けの頃でありました。その経済を支える電力の需要の伸びは著しく、発電機器メーカーとしてこれに対応する為に、ユーザーとの協力のもとに当初は1台目輸入、2台目国産の方式で技術導入を図り技術の遅れを取り戻す一方で、自主技術の開発を行い、試行錯誤を繰り返す、やがて自主設計の大型機を製作することが出来るようになりました。この間、私は主として蒸気タービン主機の技術開発、設計に従事して参りました。特に思いでとして残るのは、昭和40年当時の戦後自主設計大型1号機としての156MW 亜臨界圧タービン、それに続く2段再熱450MW 超臨界圧タービン、更にその後我々の技術の総仕上げとして、遂に世界最高水準の316atg/566/566/566Cの2段再熱700MW 超臨界圧タービンを開発したこと等であります。

現在は複合火力が大変脚光を浴びて居りますが、普通火力にも、安価で豊富な石炭の使用、長い経験と実績の積み重ねによる高信頼性と、高保守性等の利点があり、今後は環境問題に配慮しつつ、複合火力、普通火力、原子力に新エネルギーを加えて、21世紀の経済発展と文化生活を支える為に、動力エネルギーシステム部門の技術者の使命は益々重くなってくるものと考えます。皆様の一層のご活躍を祈念し、受賞のお礼の言葉と致します。

エネルギーシステム部門賞を受賞して



小西芳男
株式会社四電技術コン
サルタント
取締役社長

この度、日本機械学会動力エネルギーシステム部門功績賞を頂戴し、大変光栄に思っております。

私は、1955年に四国電力に入社以来、約44年間、火力発電に携わってまいりました。その間、水主火従から火主水従への大きな転換、電力需要急増期における火力電源の増設、原子力電源のベース化を踏まえた既設火力設備の負荷調整機能の向上対策など火力設備の近代化、経済性の追及、信頼性の確保に努めてまいりました。中でも、1970年に運転を開始した事業用としては国内初のコンバインドサイクルプラントは、当時としては画期的なものであり、現状のコンバインドサイクルの普及状況を考えると新技術開発のパイオニアとして意義深いものがあったものと思います。

また、1990年からは、電源開発(株)と共同で国内最大級の石炭火力発電所である橋湾火力発電所の立地、建設を進

めてまいりました。最高水準の効率と環境対策を施した新しい発電所も 2000 年 7 月には運転開始を迎えます。

火力発電技術は、時代環境とともにその役割を変えつつありますが、現在は規制緩和を背景にしたコスト削減と信頼性の調和、CO₂をはじめとする環境負荷の低減など、新たな発想に基づく技術開発と既存技術の掘り下げが必要となる時代となっております。

諸先輩方が今まで築き上げてきた火力技術にさらに磨きをかけ、新たな課題を克服していくことを期待しております。



平田 賢
東京大学工学部名誉教授、
芝浦工大教授

平田先生の所感は、前号 19 号に掲載致しましたので、そちらを参照願います。

(以上五十音順)

【社会業績賞】



桑野幸徳
三洋電機株式会社
取締役専務執行役員
セミコンダクターカンパ
ニー社長

この度、大変名誉のある動力エネルギーシステム部門社会功績賞をいただき大変光栄に思っております。

私は太陽電池の開発に 30 年携わり、中でも新型のアモルファス太陽電池の開発実用化や、太陽電池のエレクトロニクス製品への応用、そして太陽電池を電力エネルギーシステムとして使用する逆潮流ありの太陽電池を応用した個人住宅システムの開発普及に携わってまいりました。

1cm 角に満たない低変換効率の太陽電池の開発から始まり何回も挫折を繰り返してきましたが、本学会の皆様をはじめエネルギー・環境・物性科学及び業界多くの人達の励ましや、助言により技術開発を続けることができました。そして、分散型新エネルギー源として国の御支援もいただき 1999 年度は一万戸をこえる太陽光発電住宅の設置が望めるまでになりました。

人類が直面しているエネルギー問題・環境問題を考えるとき太陽光発電の世界規模でのグローバルエネルギーシステム(ジェネシス計画)も夢ではない時代になりつつあります。受賞を励みとして一層の努力をするつもりであります。

セミナー & サロン講演概要 第 9 回日本機械学会動力エネルギーシステム 部門セミナー-&サロン(99/10/29 東芝開催)

「工学と工学教育の 21 世紀ビジョン」

東京大学大学院工学系研究科教授
矢川元基



最初に、明治以来今日までの我国の工学教育について総括した。結論から言うと、我国の研究開発・産業の発展に対応して適切な人材を供給してきた、第 2 次産業以外からの広い要求にもこたえられる人材を養成してきた、ということからこれまでの 100 年間の我国の工学教育は、まずは成功してきた。理由としては、我国には昔から技術への敬意の意識があり優れた人材が工学を目指したこと、理学の概念を工学に取り込んで教育してきたことなどがあげられる。しかし、今後の問題としては、価値観の多様化から社会において技術への敬意がなくなり優れた人材が工学を目指す傾向が失われつつある、産業の変化によって工学分野別の量的不整合が目立ちはじめていることなどがある。学部における基礎学力の不足、大学院における視野のせまき、などもある。また、欧米先進国と比較したとき、我国の工学教育は、体系化されているものに重点がおかれ、学問創成に対する観点が欠落していると言える。このことは、効率化には役立ったが世界のリーダーとしての役割を果たすには問題である。

次に、東京大学工学系研究科、工学部がこのたび外部評価を受け、その課程において 21 世紀の工学ビジョンを議論したのでその内容を紹介した。その中では、21 世紀に向けた工学の使命と課題を大きく

- 21 世紀の社会と環境に責任を持つ工学
- 技術革新に挑戦し、新たな産業と文明を拓く工学

の 2 テーマに分け、工学ビジョンの提案を行っている。

表1 代表的 OHP

21 世紀の工学

- 21 世紀の社会と環境に責任を持つ工学
地球環境と共生し、文明の持続的発展を可能にする工学
社会と人の活動を支え、文化とともに歩む工学
世界の共生を目指して、国際的に貢献する工学
- 技術革新に挑戦し、新たな産業と文明を拓く工学
未踏分野の開拓と真理の探求を通じて、可能性に挑戦する工学
知能、情報技術の革新により、産業と社会の新たな展開を目指す工学
知と技を統合化して、技術と産業の新たなパラダイムを構築する工学

21 世紀に向けた燃料電池の開発動向

株式会社東芝 電力システム社
燃料電池事業推進部 加藤尚志



21 世紀には世界的に集中 / 分散電源のベストミックス化と燃料の多様化が進むと予想されるが、燃料電池はその高い効率が CO₂ の排出削減に寄与するだけでなく、地球規模において酸性雨の、また地域社会において大気汚染の原因となる NO_x、SO_x、塵埃の排出がほとんど無い環境性の高いエネルギー変換装置として期待されている。当社は 1996 年に世界初の商用リン酸型燃料電池の販売を開始し、ホテル、病院、工場、業務用ビル、通信電源、副生物の水を飲料水化できる非常用ライフライン等、需要地に近接して設置できる業務用コージェネ電源として導入を進めてきた。また、自動車用として注目を浴びている固体高分子型燃料電池はまだ基盤開発と実証試験の段階であるが、作動温度が低く起動が迅速であること、出力密度が高くコンパクト化が可能であることなどの特徴により、幅広い分野への適用が期待されている。自動車用はオンサイト用に比べて一桁以上厳しいコスト、サイズ、性能、安全性等が要求されるが、他用途への応用を含めると莫大な潜在市場があることから、産業の枠を越

えて世界中で激しい開発競争が行われている。適用の一例として弊社が開発した固体高分子型燃料電池による自動販売機システムを下記に紹介する。

固体高分子型燃料電池自販機

【固体高分子型燃料電池自販機のメリット】

- ①省エネ
燃料電池で発電の際に生じる熱を利用するため、省エネにつながる
- ②コードレス
・非電化地域への設置可能
・イベント会場等に便利
- ③電力ピーク対策
ロケーションから PEM 自販機へ

副部門長選挙結果報告

動力エネルギーシステム部門
幹事 山田 明

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綱により、総務委員会の管理のもと、昨年 9 月 1 月に選挙を実施いたしました。

まず当期運営委員から次期副部門長候補者の推薦を受け、その被推薦者の中から 10 月 28 日開催の総務委員会で 2 名の候補者を選出し、運営委員による投票を行いました。開票の結果、三菱重工業(株)取締役の金子祥三氏が過半数を獲得され、当選となりました。その後、ご本人の承諾を頂きましたので、第 78 期副部門長は金子祥三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、78 期においては金子祥三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、総務委員長としての重責をも果たして頂くこととなります。

部門賞募集

2000 年度日本機械学会
動力エネルギー - システム部門
部門賞・部門一般表彰募集要項

本部門では、動力エネルギーシステム分野の進展と活性化を図るため、1991 年より部門賞を設けて贈賞して参りましたが、1998 年よりこれを部門賞及び部門一般表彰とに分け、さらに 1999 年より部門一般表彰に貢献表彰を新たに加えることとし、下記の要領で募集いたします。数多くのご応募をお願いいたします。

記

1. 部門賞及び対象となる業績

功績賞：動力エネルギーシステム分野の発展に貢献した個人の永年の功績を讃える賞

社会業績賞：動力エネルギーシステム分野で社会の第一線において顕著な活躍をしている個人、団体を讃える賞

2. 部門一般表彰及び対象となる業績

優秀講演表彰：本部門の企画した行事において、若手研究者、技術者による優秀な発表を行った個人を讃える表彰

貢献表彰：部門の行う行事企画などにおいて顕著な貢献を行った個人、団体を讃える表彰

3. 表彰の方法と時期

審査の上、部門賞及び優秀講演表彰については2000年11月～12月に予定されているセミナー&サロン会場において賞状、メダルの贈与をもって行います。貢献表彰につきましては、適宜、本部門企画行事の場において賞状等の贈与をもって行います。また、受賞及び表彰者名等はニュースレター等に発表いたします。

4. 募集の方法

公募によるものとし、自薦あるいは推薦とします。

5. 提出書類

推薦には、A4判サイズ用紙1～2枚に、(1)推薦者氏名、(2)推薦者所属及び連絡先、(3)被推薦者氏名、(4)被推薦者所属及び連絡先、(5)部門賞の種類または部門一般表彰の種類、(6)推薦理由書、を添えて、下記動力エネルギーシステム部門長宛お申し込み下さい。自薦他薦を問いません。なお、優秀講演表彰については、発表論文の写しを添付して下さい。また、同表彰は若手(40歳以下を目安とする)研究者、技術者を主な対象として設けられたものです。

6. 提出締切り日

部門賞(功績賞及び社会功績賞)及び貢献表彰については常時受け付けております。優秀講演表彰については、原則として2000年4月末日までの到着分を2000年度の審査の対象とし、それ以降の到着分については、次年度の対象と致します。

7. 提出先

〒812-8581

福岡市東区箱崎6-10-1

九州大学教授

大学院工学研究科機械科学専攻

吉田 駿

TEL 092-642-3480

FAX 092-641-9744

E-mail yoshida@mech.kyushu-u.ac.jp

行事カレンダー

2000年

5月8-11日 ASME TURBO EXPO 2000 (Munich)

5月26日 講習会 分散型発電設備 - 21世紀のコージェネレーションシステム - (東京)

6月8-9日 見学会「電源開発若松発電所実験研究設備及び新日本製鉄小倉製鉄所」

7月24-28日 35th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference (Las Vegas)

9月29日 講習会「欠陥亀裂進展評価手法の解説」

10月1-6日 第4回日韓熱工学会議(神戸)

10月17-18日 Radioactive Waste Management 2000 (London)

10月23-27日 第6回船用機関国際シンポジウム(東京)

10月31-11月1日 第7回動力エネルギー技術シンポジウム(東京)

ニュースレター発行広報委員会

委員長：刑部真弘(東船大)

幹事：高橋 実(東工大)

委員：犬丸淳(電中研) 神永雅紀(原研)

堂本直哉(石播) 中村昭三(日立)

奈良林直(東芝) 廣田耕一(三菱重工)

三宅収(サイクル機構) 山崎誠一郎(川重)

オブザーバー：西野信博(広大)

投稿、ご意見は下記宛にお願いいたします。

〒135-8533 東京都江東区越中島2-1-6

東京商船大学教授 刑部真弘

Phone & Fax: 03-5245-7404

E-mail: osakabe@ipc.tosho-u.ac.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 ニッセイエプロ株式会社

コピーライト ©2000 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。