

NEWSLETTER

POWER & ENERGY SYSTEM

【第19号】

動力エネルギーシステム部門ニューズレター

「システムエネルギー」を求めて



芝浦工業大学システム工学部  
教授 平田 賢

この度、貴部門の功績賞を頂くこととなった。日本機械学会の動力エネルギーシステム部門で、ご専門の皆様、積み重ねてきた努力を評価して頂いたことは、最高の荣誉と心より嬉しく、委員長をはじめ委員各位並びに部門に所属される会員各位に厚く御礼を申し上げる。筆者は第1次オイルショックの直後から、ピストンエンジン、ガスタービン、ボイラ、あるいは蒸気タービンなど確立された既存の要素技術を組み合わせるだけで、コージェネレーションやスーパーゴミ発電など高効率のエネルギーシステムを実現させることを推進してきた。最近になってようやくご理解頂ける方が増えてきたことを実感している。熱効率を飛躍的に増大することが出来れば、それは新たなエネルギーを創出することに通ずるので、このような技術を総称して「システムエネルギー」技術と呼ぶこととしたい。

われわれ動力屋の元祖サディ・カルノー (Sadi Carnot, 1796~1832) は、コレラのため 37 才で夭折したが、1824 年に1つだけ論文を残した。その中に「動力の発生をともしなわぬ熱の高温から低温への移動は、正味の損失と見なさなければならぬ」という言葉があるが、ここに彼の天才性が遺憾なく表れている。燃料に火をつけて高温の熱を発生させたら、カルノーの指摘通り、まず熱機関を動かして可能な限りの高温から動力をとり出すことを考えなければならない。高温

の熱で動力、更には電力を、排熱として熱機関から排出された低温の熱を熱として用いるシステムが「コージェネレーション」であり、システムエネルギー技術の基本である。

コージェネレーションのトッピングも可能な限り「コンバインドサイクル」が望ましい。欧州では地域暖房のトッピングにコンバインドサイクル発電を採用した例は多いが、日本ではようやく初の事例が1999年3月にマイカル小樽エネルギー供給(株)によって北海道に誕生した。川崎重工業(株)製 6MW ガスタービン 2 基と 4.7MW 蒸気タービン 1 基の組み合わせである。

既存のボイラー-蒸気タービンシステムにガスタービンなどを追設して高効率化する技術を「リパワリング」と呼ぶが、これもシステムエネルギー技術の一つである。ボストンのハーヴァード大学医学部附属病院地区のディーゼルエンジンによるリパワリングを初めとして欧米には事例が多いが、日本では極めて限られている。リパワリングの概念をゴミ焼却プラントに応用したものが「スーパーゴミ発電」である。生ゴミを焼却すると燃焼ガス中の塩化水素濃度が高くなり、通常のボイラー鋼管では管壁の温度が 330℃を超えると急速に高温塩素腐食が進行する。そこで蒸気の温度を 300℃以下に抑え、別に燃料を焚いてガスタービンを駆動し、その排熱でこの蒸気を過熱して蒸気タービンを駆動すれば高効率化が可能となる。日本における第 1 号スーパーゴミ発電プラントは 1996 年 11 月に営業運転に入った群馬県高浜発電所である。発電効率は 10%から 35%(LHV)に増加している。スーパーゴミ発電は、その後堺市、北九州市、千葉市と続いている。

同様の発想を原子力発電にも適用すべきである。原子力発電の蒸気サイクルの温度は 320℃前後であるが、これにも天然ガス焼き高温ガスタービンを追設してリパワリングする。ある試算によれば、100 万 kW 級 PWR 炉でガスタービンが 120 万 kW、蒸気タ

【目次】

「システムエネルギー」を求めて..... 1	研究分科会..... 9
特集：マイクロガスタービン..... 2	研究室紹介..... 10
先端技術：(1) オンサイト型小規模廃棄物発電..... 4	平成11年度部門賞、副部門長選挙経過報告..... 11
(2) 放射状生廃棄物溶融炉技術の開発..... 6	国際会議予定..... 11
国際会議報告..... 7	その他..... 12

-ピンが 150 万 kW、合計 270 万 kW 程度の熱バランスになるという。つまり 2.7 倍に出力が増えることになる。

1997 年 12 月の「地球温暖化防止京都会議」に向けて準備として、環境庁は実現可能な技術によってどこまで CO<sub>2</sub> の削減が見込めるかを具体的に算出する検討会を設置した。筆者はこの検討会の座長を務めたが、あと 10 年ほどの間に実現可能と考えられる現実性のある技術に絞り、定量的な評価を行った。算出した削減可能見込み総量は、個々の技術の普及率を極めて固く見積もった場合でも 1990 年レベルの 20% 程度の値が導かれた。そのうちシステムエネルギー技術の寄与率が 30% 以上を占め最大となった。日本の割り当て「6%削減」は技術によって実現可能と考えられる。

これらのシステムエネルギー技術は、高温ガスタービンベースにしたものがほとんどである。高温ガスタービンの燃料は天然ガスが望ましいが、そのためには天然ガスを輸送するインフラであるパイプラインが完備していることが必須である。アジアの中にも天然ガスパイプライン網を完成し、これらシステムエネルギー技術をアジアの隅々まで普及させることが、21 世紀の地球環境保全に貢献する具体性のある唯一の方途であろう。動力エネルギーシステム部門各位のますますのご活躍に期待している次第である。(以上)

## ◇特集◇

### マイクロガスタービンの開発動向と特徴・課題について



(財) 電力中央研究所  
横須賀研究所  
プラント熱工学部  
斎川路之

#### 1. はじめに

近年、欧米では、電力の規制緩和と新技術の開発があいまって、我が国以上に、電力の供給形態が変わりつつある。電力の規制緩和により、需要家は購入する電気を選択することができ、また、マイクロガスタービン(以下 MGT と略記)等の新しい分散電源の開発は、自らが発電して電気を使用するという選択肢を需要家に提供している。需要家のニーズは、変動する電気料金に左右されない常に安い電気、しかも停電などのない信頼性の高い電気である。MGT は、昨年从去年から今年にかけて順次商品化されており、これら需要家の要求を満足するものの一つとして、最近特に注目を浴び、普及の兆しを見せはじめている。

以上は、欧米の状況であり、日本とは燃料・エネルギー価格情勢や規制緩和の状況、電力の品質等からみ

て、状況はかなり異なる。しかし、欧米での開発状況や普及の兆しから、我が国でも最近、MGT への関心が急速に高まっている。

本報では、MGT の概要や開発状況、特徴、課題等について述べてみたい。

## 2. MGT の概要と開発状況

### (1) 仕様概要

MGT は、小容量のガスタービンと発電機を組み合わせたもので、現在までに実用化されているのは、電気出力で概ね 30kW 級~300kW 級である。さらに排熱回収装置を組み合わせたコージェネレーションシステムもある。

図 1 に MGT の外観と系統図を示す。自動車用のターボチャージャーに発電機をつけたような構造になっている。表 1 に開発各社の仕様等を一括してまとめたものを示す。

### (2) 発電効率とパッケージ価格

発電効率は、タービン出口の排ガスと燃焼器入口の燃焼用空気の熱交換を行う再生サイクルを採用した場合 30%LHV 程度、再生無の場合で 15%LHV 程度である。従来のガスタービンと比べて、容量が小さく、タービン入口温度が低く、圧力比が小さいこと等から、発電効率は低くなっている。なお、MGT のパッケージ価格については、初期導入段階で 1500\$/kW、目標値として 500\$/kW 程度となっている。

### (3) タービン本体

軸構成には、一つのタービンで空気圧縮機と発電機を駆動する一軸式と、空気圧縮機と発電機を別々のタービンで駆動する二軸式とがある。発電機は、軸直結のものと、減速機を介して結合されるものがある。

発電機を駆動するタービンの定格軸回転数は、ほとんどのものが、10 万 rpm 前後の高速である。電気出力 75kW 以下の米国製機種の中には、潤滑油が不要な空気軸受を使ったものもある。空気軸受は、軍用に開発され民間に開放された技術である。

### (4) 発電機

タービン軸に直結した永久磁石使用の高周波交流発電機を用い、その発生電力をインバータにより周波数・電圧変換を行って商用周波数の交流電力を得るタイプと、タービンの高速回転を歯車によって減速し、交流発電機を回転させて、商用周波数交流電力を得るタイプがある。

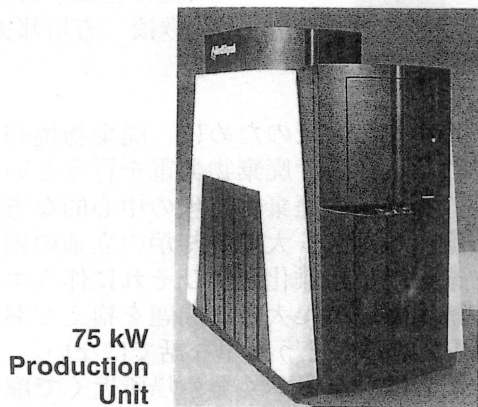
### (5) 燃料

燃料としては、一般に気体燃料および液体燃料のいずれも使用可能とされているが、米国では同国内で豊富かつ随所で入手可能な天然ガス対応の MGT が先ず商用化されており、次いで都市ガスや液体燃料に対応するための一部設計変更が行われているようである。一方、国内では、都市ガス、灯油および A 重油を燃料とする MGT が開発されている。供給圧力の低い気体燃料については、昇圧機(オプション

ン品)により燃料の加圧が必要である。

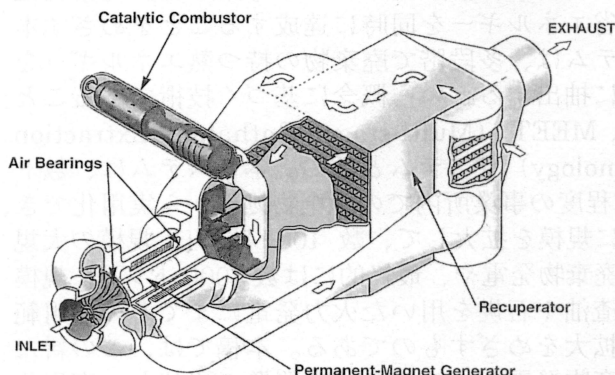
(6) 排熱回収

MGT には、発電専用機と、再生器の後流に熱交換器を設け、燃焼排ガスからの熱回収を行ういわゆる熱電併給システムとが開発されている。後者では、再生器をバイパスすることにより、熱電比が可変にできるものもある。

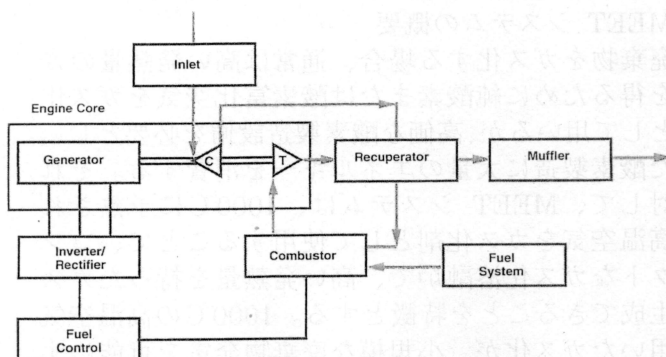


75 kW Production Unit

(1) 全体ユニットの外観



(2) 発電ユニットの構造



(3) 系統図

図1 マイクロガスタービン (Allied Signal 社のパンフレットより)

表1 マイクロガスタービンの概要

メーカー	Allied Signal, Capstone, Elliot, NREC, トヨタタービンアンドシステム等
発電出力 (kW)	28~290
発電効率 (%LHV)	30程度 (再生器有)、15程度 (再生器無)
出力電圧(V)	100~400
周波数(Hz)	50/60
起動時間	10秒~数分
燃料	天然ガス、プロパン、液体燃料等
形式	1軸再生が主、2軸再生、1軸単純、2軸単純もあり
回転数(rpm)	80000~120000程度。35000もあり
軸受方式	空気軸受、潤滑油軸受
圧縮比	3~4程度
ガスタービン入口温度(°C)	900程度
ガスタービン出口温度(°C)	600~700程度
減速機	形式との関連で無しが多い
発電機	形式との関連で軸直結が多い (高速回転発電機を採用)
交流電力変換	高速発電機のためインバータが多い
重量	30kWクラスでガスタービンの1/7程度
パッケージ体積	30kWクラスでガスタービンの1/4程度
騒音	U.S.A.の規制値: 65dBA, 10mをクリア、高周波の音であり低減は容易?
排ガス温度(°C)	200~300程度 (再生器有)、600~700程度 (再生器無)
NO <sub>x</sub> (ppm,02:15%)	9~30 (天然ガスの場合)、ガスタービンで40~60
NO <sub>x</sub> 低減方策	希薄予混合 or 触媒燃焼
オーバーホール周期	27000~80000h
メンテナンス	6ヶ月毎 or 8000h 毎等
パッケージ価格	目標: 500~600\$/kW、初期段階 1500\$/kW程度
市販開始時期	98年末から99年
国内代理店	東京貿易、荏原製作所、Fletcher Challenge (ニュージーランドの会社)
販売計画等	販売初年度 2000~3000台 (各社) を予定。BOWMAN社 (イギリス) では、Elliot製のマイクロタービン発電ユニットをベースに温水で熱回収 (70~90°C) を行うコージェネレーションシステムを開発。本システムは、再生器をバイパスすることで熱電比可変。トヨタタービンアンドシステムでは、再生器がなく発電効率は低いが、排ガス温度が高いため、蒸気での熱回収や排ガスを直接利用して吸収式冷温水発生機を駆動できる。
その他	

3. MGTの特徴のまとめ

ここでは、従来のガスエンジンやディーゼルエンジンと比較した場合の MGT の特徴と言われている点をまとめて示しておく。

- ・発電効率は低い。ただし、再生器無の MGT では排ガス温度が高く高度な熱利用が可能。
- ・環境特性に優れ (低 NO<sub>x</sub>)、振動・騒音が小さい。
- ・潤滑油や冷却水が不要、部品点数が約 1/3 で可動

部が少なく、メンテナンス性に優れる（潤滑油が不要なのは空気軸受を採用しているシステム）。

・小型・軽量。

・量産化により設備コストが安くなる。

#### 4. MGT の課題

以上、MGT の開発状況や特徴をまとめたが、MGT の実用化は欧米を中心に始まったばかりであり、我が国への導入を想定した場合、多くの課題が考えられる。表2にこれら課題をまとめて示す。

まず、実機試験等により運転性能や信頼性の確認・評価が必要である。特に、空気軸受はこれまでの発電設備では使われていなかった技術であるため、信頼性の評価が重要である。さらに、MGT の系統連系装置が「系統連系技術要件ガイドライン」を満たしているか検証することも必要である。

また、MGT の発電コストや、MGT 熱電併給システムの適用性に関する評価が必要であり、これらを踏まえた市場性の評価も必要である。さらには、MGT が多数台設置された場合を想定し、地域環境（NOx等）や電力系統に与える影響も評価しておく必要がある。

これらの検討・評価により、MGT に関する電気事業法や各種関連法規上の取り扱いが検討され、さらには我が国のエネルギー供給システムにおける MGT の位置付けがある程度明らかになると考えられる。

また、以上は現状の MGT 技術に関する確認・評価が主であるが、2節で述べたように、MGT の発電効率は効率の高い再生器有でも30%LHVと低い。MGT は設備コストが安いと言われているが、我が国の場合、経済性も当然重要であるが、省エネ性の視点も重要であり、MGT の発電効率の向上やシステムとしての全体効率の向上へ向けた技術開発が必要不可欠と考える。

表2 MGT の課題

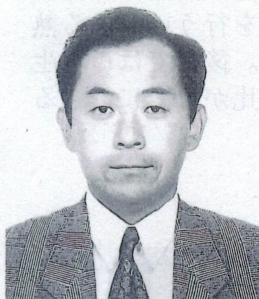
- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 実機試験等による運転性能・信頼性の確認・評価（特に新技術である空気軸受）</li> <li>● 系統連系装置の技術検証</li> <li>● 発電専用や熱電併給システムとしての適用性評価（対象、経済性、省エネ性、環境性等）</li> <li>● 市場規模の評価</li> <li>● 地域環境や電力系統に与える影響評価</li> <li>● 電気事業法等関連法規上での取り扱いの検討</li> <li>● エネルギー供給システムにおける MGT の位置付けの検討</li> <li>● 発電効率の向上や熱電併給システムとしての効率向上のための技術開発等々…</li> </ul> |
|--|

#### 5. おわりに

今般は、最近欧米で注目され普及の兆しを見せはじめている MGT の概要や開発状況、課題等についてまとめた。我が国への導入は未知数であるが、今後各種評価を行ってその特性を明らかにすることが先ず必要と考えられる。

### ◇先端技術◇

#### (1) オンサイト型小規模廃棄物発電



東京工業大学大学院  
総合理工学研究科  
教授 吉川邦夫

##### 1. はじめに

現在、ダイオキシンの対策のために、廃棄物焼却は大型設備に集約し、そこで廃棄物発電を行うということが、今後のわが国の廃棄物処理の中心的な方向になりつつある。しかし、大型焼却炉の立地の困難性や、廃棄物輸送の長距離化およびそれに伴うエネルギー消費の増大といった大きな問題を抱えており、廃棄物の集中処理は、そう簡単な話ではない。

そこで、筆者は、なるべく発生場所近くで廃棄物が処理でき、しかも発電その他に廃棄物の持つエネルギーが有効に利用できる、廃棄物の小型分散処理に適したガス化溶融システムを考案した。廃棄物処理と省エネルギーを同時に達成することをめざす本システムは、多段階で廃棄物の持つ熱エネルギーを有効に抽出するという概念に基づく技術であることから、MEET (Multi-staged Enthalphy Extraction Technology) システムと呼ぶ。本システムは、数トン/日程度の事業所内での廃棄物処理から実用化でき、徐々に規模を拡大して、数100トン/日規模の大規模な廃棄物発電や、最終的には数1000トン/日規模の残渣油や石炭を用いた火力発電にまでその応用範囲の拡大をめざすものである。本稿では、この新たな廃棄物発電システムの研究開発の現状と、実用化に向けての今後の計画を紹介する。

##### 2. MEET システムの概要

廃棄物をガス化する場合、通常は高い発熱量のガスを得るために純酸素または酸素富化空気をガス化剤として用いるが、高価な酸素製造設備を必要とし、また酸素製造に大量のエネルギーを消費する。それに対して、MEET システムは、1000℃に予熱された高温空気をガス化剤として使用することで、コンパクトなガス化溶融炉で、高い発熱量を持ったガスが生成できることを特徴とする。1000℃の高温空気をを用いたガス化が、小規模な廃棄物発電を可能にするのである。図1に、MEET システムの構成を示す。

高温空気と共にペブル床ガス化炉に投入される廃棄物は、極めて短時間のうちにガス化され、廃棄物中の灰分は溶融状態で取り出され、無害化される（図2参照）。生成ガスは、冷却器を経て一旦冷却した後、ガス精製装置内でイオウや塩素、煤塵、重金

属などの環境汚染物質を除去し、精製ガスとする。この精製ガスの一部を高温空気加熱器内で燃焼させて、ハニカム蓄熱体を加熱し、その蓄熱体に常温の空気を通して、1000℃に予熱された高温空気を作り、ペブル床ガス化炉に吹き込む(図3参照)。残りの精製ガスは、工業炉やボイラあるいは発電システム用の燃料ガスとして利用する。通常の廃棄物発電は蒸気タービンで発電するのに対して、本システムは、ガスタービンやガスエンジンさらには、スターリングエンジンなどと組み合わせることで、コンパクトな廃棄物発電をめざす。

本システムはまた、以下の理由から、ダイオキシンの発生防止にも極めて有効である。すなわち、1) ガス化炉は、高温還元雰囲気であるため、ダイオキシン発生はほとんどない。2) 精製ガスを燃焼させる際には、すでに塩素が大部分除去されているため、後段の燃焼過程でダイオキシンが発生する可能性が少ない。

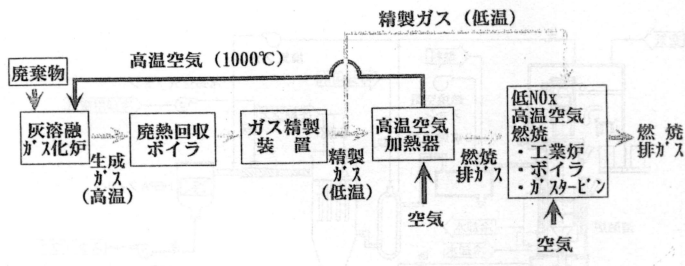


図1 MEET システム

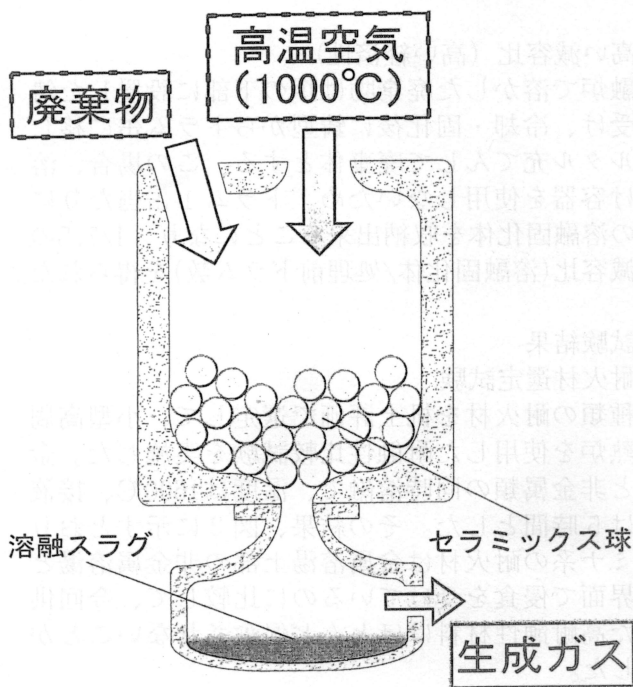


図2 ペブル床ガス化炉

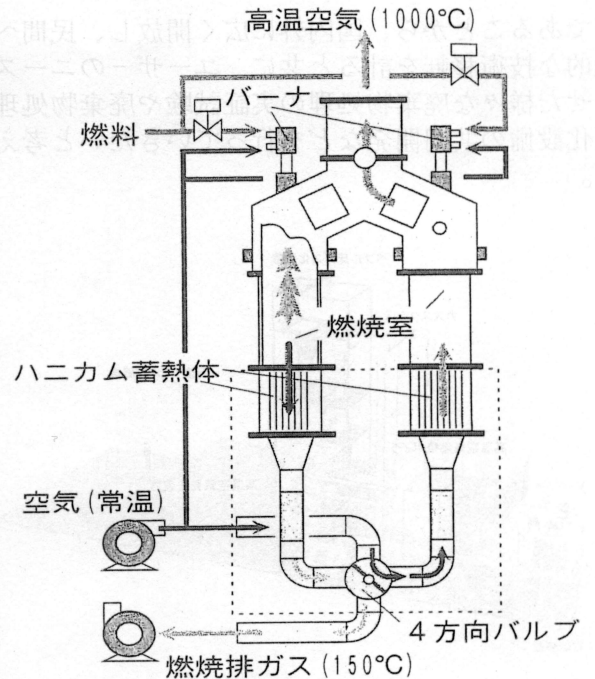


図3 高温空気加熱器

### 3. MEET プロジェクトの現状と今後の計画

MEET システムを実証するためのプロジェクトは、科学技術振興事業団が主催する「戦略的基礎研究推進事業」の中で、推進されている。現在、東工大長津田キャンパスには廃棄物処理量 200kg/日の規模の MEET-I 装置が設置され、順調に稼働している。MEET-I 装置には、MEET プロジェクトで開発しなければならない主要なコンポーネントであるペブル床ガス化炉および高温空気加熱器などが設置されている。これまでの研究成果をまとめると、ペブル床ガス化炉では、1) 高温空気を用いることによる、固体燃料の燃焼およびガス化反応の促進効果の実証、2) 極めて短いガス滞留時間で高いガス化効率の実証、3) 溶融灰の高効率の連続的な捕獲と抽出の実証、4) 溶融スラグの無害性の実証、5) 特にダイオキシン低減対策なしでの 0.1 ng-TEQ/m<sup>3</sup>N という新設の大型焼却炉に適用されるダイオキシン排出量規制値のクリア、などがあげられる。また、高温空気加熱器では、1000℃のほぼ一定温度、一定流量の高温空気の生成に成功し、高温空気への燃焼ガスの漏れ込みもないことを明らかにした。

以上の成果に基づき、科学技術振興事業団では、廃棄物処理量 4 トン/日 規模の実証プラント (MEET-II 装置) の建設を決定した。同プラントの鳥瞰図を図4に示す。同プラントは、横浜市が鶴見区末広町に整備する横浜市共同研究センターに設置するもので、平成12年3月に完成予定である。前述したように、MEET システムの最初の商用化は、数トン/日 規模の事業所で発生する廃棄物の処理を目標としていることから、MEET-II 装置が順調に稼働すれば、そのまま実用プラントの建設が可能となる。MEET-II 装置は、国費で建設されるも

のであることから、国内外に広く開放し、民間への積極的な技術移転を計ると共に、ユーザーのニーズに合わせた様々な廃棄物処理の実証試験や廃棄物処理・資源化設備の共同開発などを行っていきたくと考えている。

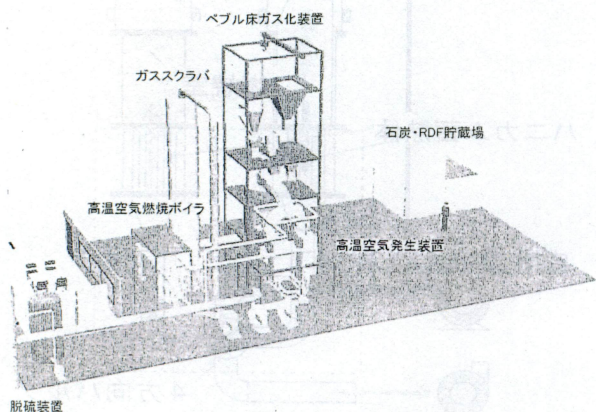


図 4 MEET 実証プラント (MEET-II 装置)

てそれぞれ投入容器に収納して重量を測定・管理する。この投入容器の寸法はドラム缶とほぼ同一に設定しており、ドラム缶に保管されていた廃棄物であれば切断等の前処理をせずに投入容器に収容して溶融処理が可能である。

## (2) 耐火材の長寿命化

廃棄物には金属類と非金属類があるが、これらを同時に溶融した場合にこれらの両方の成分の溶湯に良好な耐蝕性を示す耐火材を見出すのは困難である。それで三菱溶融システムでは金属類と非金属類を可能な限り分離して溶融する方式を採用した。すなわち、非金属類はステンレス容器内に投入して、ステンレス容器を高周波で加熱することで非金属を約 1300℃で溶融する。この結果、溶湯と耐火材との接触を低減することができ、耐火材の長寿命化が可能となる。また、金属類はそのまま高周波誘導加熱により約 1500℃で溶融するが、金属溶湯の耐火材への浸食は少なく、耐火材の寿命への影響は軽微である。

## (2) 放射性廃棄物溶融技術の開発



三菱重工株式会社  
原子力技術センター  
新型炉・燃料サイクル技術部  
村上 督

### 1. はじめに

プラントの定期点検工事等で発生する低レベル放射性固体廃棄物のうち、紙ウェス等の可燃物は焼却処理されるが、配管等の金属類や保温材等の非金属類はそのまま保管されている。これらの保管中の廃棄物は今後埋設廃棄体として安定な形態に処理された後に、処分場に搬出される計画である。この処理方法の一つとして廃棄物の体積の減容効果が大きく、無機化された安定固化体を得られる溶融方式がある。

当社でも数年前に溶融技術の研究に着手し、減容率が高く、2次廃棄物の発生量を低減した三菱溶融システムを開発したので概要を紹介する。

### 2. 三菱溶融システムの特長

#### (1) 廃棄物切断作業が不要

システムの基本構成を図 1 に示す。保管されている廃棄物は処理前に定められたマニュアルに基づき分別・仕分けされる。この時に金属類と非金属類をわけ

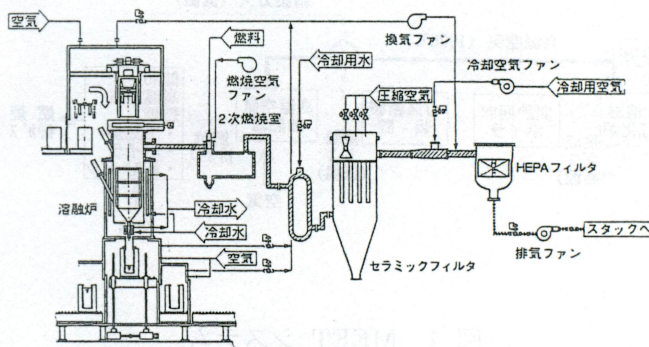


図 1 三菱溶融方式によるシステム基本構成

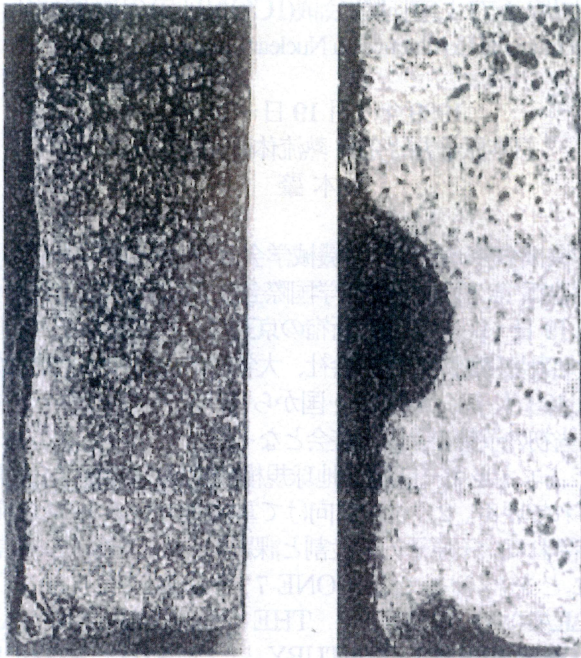
### (3) 高い減容比 (高い経済性)

溶融炉で溶かした廃棄物は炉の下部に設置した鋳型で受け、冷却・固化後に鋳型からドラム缶に移してモルタル充てんして廃棄体とする。この場合、溶湯受け容器を使用しないため、ドラム 1 缶当たりに多量の溶融固化体を収納出来ることになり、1/7.5 の高い減容比(溶融固化体/処理前ドラム数)を得られた。

### 3. 試験結果

#### (1) 耐火材選定試験

23種類の耐火材を机上評価で選定して、小型高周波加熱炉を使用した耐蝕性比較試験を実施した。金属類と非金属類の同時溶融で、温度は 1600℃、接液時間は 5 時間とした。その結果、図 2 に示すとおりアルミナ系の耐火材は金属溶湯上部の非金属溶湯との境界面で侵食を受けているのに比較して、今回供試した高耐蝕性材料はほとんど侵食されないことが判明した。



(a)高耐食材料 (b)Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>  
図2 耐火材耐食試験結果

## (2) 電磁解析試験

非金属類の溶融速度を向上させるためにはステンレス容器を高温かつ均一に加熱させる必要があり、実機規模試験炉（炉内径650mm、高さ2100mm）を使用した加熱特性試験を実施した。並行して汎用コードPHOTO-EDDY（電磁解析）とABAQUS（熱解析）等から構成する解析システムを構築して温度分布を求めて構造の最適化を図った。図3に解析結果例を示す。

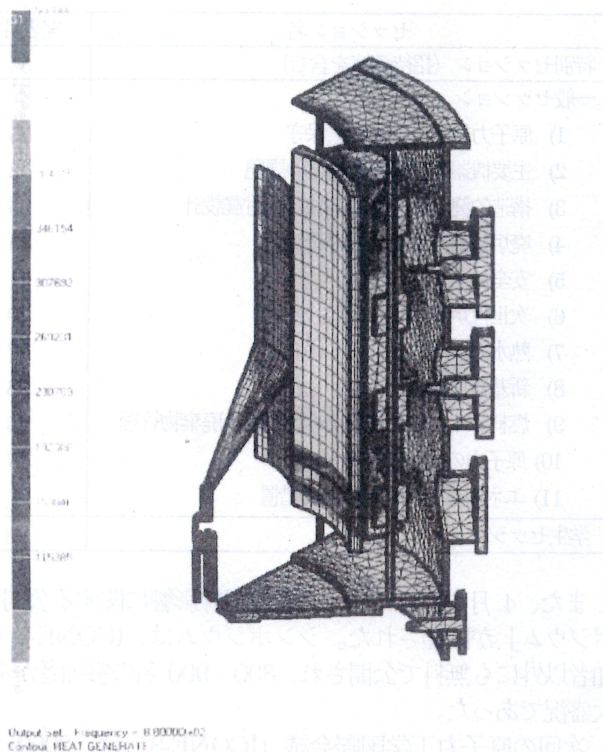


図3 溶融炉解析システムによる解析結果例

## (3) 放射能挙動試験

オフガス系にはセラミックフィルターとHEPAフィルターを適用しているが、このシステムの放射能除去性能を把握するために放射性同位元素（RI）を使用した試験を実施した。試験条件と結果を表1に示す。トレーサとしてCo-60とCs-137を使用、溶融温度も実機を模擬して測定した結果、放射能除染性能（DF）が $1 \times 10^7$ 以上であることを確認した。

表1 放射能除染性能試験条件及び結果

試験条件		
	非金属(スラグ)成分	金属成分
溶融温度	1300°C	1500°C
被溶融物	保温材+融剤 (約1.5 kg)	炭素鋼 (約9 kg)
トレーサ	RI (Co-60, Cs-137), (塩化物)	
オフガス流量	24 Nm <sup>3</sup> /h	
セラミックフィルタ温度	800°C	

試験結果

対象物	溶融温度 (SUS 容器温度)	C/F 温度	除染係数 DF	
			Co	Cs
非金属(スラグ)成分	1300°C*	800°C	$\geq 1 \times 10^7$	$\geq 1 \times 10^7$
金属成分	1500°C	800°C	$\geq 1 \times 10^7$	$\geq 1 \times 10^7$

\*: 非金属(スラグ)成分の溶融温度は SUS 容器温度を示す。

## 4. おわりに

高周波誘導加熱方式による放射性廃棄物の溶融システムを一連の試験により開発することが出来た。しかし、高温での溶融は一般に厳しい条件にあり、今後さらに機能・性能の向上を目指して行きたい。

## ◇国際会議報告◇

動力エネルギー国際会議の概要報告  
IPGC-ICOPE 99(International Joint Power Generation Conference and Exposition & the International Conference on Power Engineering)

1999年7月25～28日（米国、サンフランシスコ）  
電力中央研究所 プラント熱工学部 沖 裕社

日本機械学会 動力エネルギーシステム部門では、1993年より隔年毎に動力エネルギー国際会議（ICOPE: International Conference on Power Engineering）を、アメリカ機械学会（ASME）および中国動力行程学会（CSPE）と共催で実施している。今年度は、ASME が主催して毎年行っている IJPGC(International Joint Power Generation Conference & Exposition) との共催で、IJPGC-ICOPE99 として米国サンフランシスコにて、平成11年7月25日（日）～7月28日（木）の4日間開催された。

表-1 内容別内訳

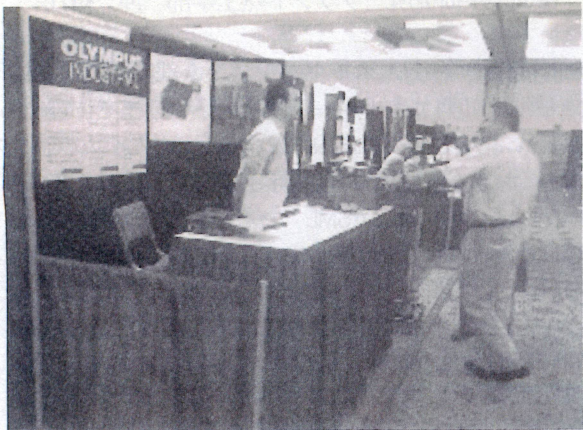
内容分類	件数
Plenary Session	5
基礎研究	32
燃焼基礎研究	11
高温空気燃焼	6
燃焼数値解析	5
水銀挙動	5
石炭燃焼諸課題	5
既設火力関連	140
既設火力諸課題	37
蒸気タービン	25
蒸気発生器	18
Nox低減技術	16
バーナー	12
信頼性	10
ガスタービン	8
システム設計	6
排出煤塵対策等	5
熱交関係新技術	3
次世代火力関連	47
複合発電	20
ガス化システム	6
流動床	6
代替燃料	5
燃料電池その他	10
その他	16
原子力	3
その他の技術開発	13
総件数	240

表-2 国別内訳

米国	95
日本	64
中国	56
スウェーデン	6
ドイツ	5
イタリア	3
カナダ	2
韓国	2
インド	1
インドネシア	1
英国	1
オーストラリア	1
サウジアラビア	1
南アフリカ	1
メキシコ	1

本国際会議では、既設火力関連の研究発表を中心に、燃焼数値解析などの基礎研究、複合発電、ガス化などの次世代技術から原子力に至る幅広い内容に関して、各テーマごとの47のセッションに分かれて研究発表が行われた。主催3ヶ国はもとよりスウェーデン、ドイツなど15ヶ国から240件（うち日本から64件）の発表が寄せられた。いずれのセッションにも多くの参加者が集まり、エネルギー環境問題に対する関心の高さが感じられた。

また、DOE、EDF からボイラ・ガスタービンメーカー、各種コンサルタント会社に至る諸団体による91のブース展示が行われ、セッションの合間にも活発な情報交換がなされていた。今回は2001年に中国で開催される予定である。



## 第7回原子力工学国際会議(ICONE-7)の概要報告 7th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE-7)

1999年4月19日～23日  
日本原子力研究所 熱流体研究グループ  
秋本 肇

日本機械学会、アメリカ機械学会及びフランス原子力学会の主催で、第7回原子力工学国際会議 (ICONE-7) が1999年4月19日～23日に東京新宿の京王プラザホテルで開かれた。参加者数は国内の電力会社、大学、メーカー、研究機関などから463人、海外の23ヶ国から193人の合計656人であり、当初の予想を上回る盛会となった。

近年、エネルギー問題が地球規模の環境問題として取り上げられている。21世紀に向けて重要なエネルギー源として期待されている原子力の役割と課題について総合的に検討することをねらって、ICONE-7の基調テーマは、“NUCLEAR POWER – THE ENVIRONMENTAL CHOICE FOR 21ST CENTURY –”とされた。プレナリーセッションでは、基調テーマに関して、主催国である日本、アメリカ、フランスに加えて、中国、韓国などのアジア各国の代表からも話題提供があり、活発な討論が行われた。

会議では、材料・構造設計・安全性・熱水力などの基盤技術、運転・保守・寿命評価などのプラント管理技術、廃炉技術、燃料サイクル技術、次世代炉技術、エネルギー戦略などの原子力工学の広範な領域について、活発に討論された。発表件数は、特別セッション（招待講演を含む）で34件、一般セッションで418件、学生セッションで33件の合計485件であった。各セッションの内容と発表件数を下表に示す。

セッション名	発表件数
特別セッション（招待講演を含む）	34
一般セッション	
1) 原子力発電所の運転・保守	35
2) 主要機器の信頼性と材料の課題	42
3) 構造的健全性、動的挙動及び耐震設計	35
4) 廃炉技術、プラント寿命管理	34
5) 安全性	51
6) 次世代炉	70
7) 熱水力	77
8) 新基盤技術	28
9) 燃料サイクル、使用済み燃料及び廃棄物管理	25
10) 原子力の規格・基準	17
11) エネルギー戦略・核防護措置	4
学生セッション	33

また、4月21日には、「低放射線影響に関する公開シンポジウム」が開催された。シンポジウムは、ICONE-7の参加者以外にも無料で公開され、800～900名の参加者があり、大盛況であった。

次回の原子力工学国際会議 (ICONE-8) は、2000年4月2日～6日に、アメリカのメリーランド州 Baltimore の Hyatt Regency Hotel で開催される予定である。なお、



ICONE-8 の詳細は、ICONE-8 のホームページ (<http://www.icone-conf.org>) に掲載されている。

## ◇研究分科会◇

P-SC314

### 21世紀の発電事業に対応した蒸気タービン技術に関する調査研究分科会

分科会主査  
 摂南大学工学部機械工学科  
 角家 義樹

蒸気タービンが電力発生用に製作されてから100年以上が経過し、現在では発電電力量の90%以上が蒸気タービンによって発電されており、発電設備の根幹機器として重要な役割を担っている。

一方、21世紀の発電事業に対しては、地球環境問題、発電原価低減、電力の安定供給といった厳しい課題に対応した発電技術が要求されている。

このような背景を踏まえ、1998年秋、日本機械学会動力エネルギーシステム部門の新分科会として、「21世紀の発電事業電事業に対応した蒸気タービン技術に関する調査研究分科会」を発足させ活動を始めた。

#### 分科会の目的

発電設備の根幹機器である蒸気タービンが、これからの発電事業の課題に対して如何に対応すべきかについて、世界の蒸気タービン技術の現状を調査し、今後取り組むべき技術開発とその実現性について研究を行う。

#### 研究テーマ

下記のテーマを対象として調査し、これからの課題を考察する。

1. 世界の発電事業の動向  
 環境規制、発電原価低減、規制緩和、IPP（独立発電事業者）、原子力発電、複合発電等
2. 性能向上技術  
 USCタービン、低圧最終翼、高性能翼、流路形状等
3. 信頼性向上技術  
 長翼、ロータ・軸受・架台の振動等
4. 経年劣化予防保全技術  
 クリーブ、腐食疲労、低サイクル疲労、定検合理化等
5. 蒸気タービンのコンパクト化  
 単車室タービン等

#### 委員構成

分科会委員は、長年蒸気タービンの設計、研究、製造に携わってきた蒸気タービンに造詣の深いメンバーと、現在一線で活躍中の23名の委員で構成されている。（大学7名、電力会社4名、タービンメーカー10

名、電力中央研究所1名、NEDO1名）幹事は重電4社から選出され、日立製作所坪内邦良氏が代表幹事を勤めている。

#### 活動状況

分科会は年3回程度開催し2～3年間を活動期間とする。

・第1回分科会は1998年12月18日、三菱重工業横浜ビルで開催された。

USCタービン（超々臨界圧タービン）をテーマとし、「630℃級実証試験-USCタービン技術開発の状況と今後の展望課題」（電源開発(株)村松清貴委員）の発表が行われ、日本と欧州における技術開発の実状が報告された。欧州では、日本と同じく蒸気温度650℃タービンをフェライト鋼で製作する技術開発とともに、700℃USC開発プロジェクトが、タービンおよび製鋼メーカ、ユーザの40社による共同研究で進められている。最近、ドイツもこの研究を独自で開始した。我が国も、これからはこのような国全体が一体となった形での共同開発を行う必要性が議論された。本分科会の活動が、その様な開発体制を生み出すことに寄与出来れば幸いと思う。

・第2回分科会は1999年5月28日、日立製作所東お茶の水ビルで開催された。

テーマは蒸気タービン長翼で、

「世界の低圧最終翼の調査」（三菱重工業本庄正信委員）

「最終段の3次元流体設計による性能向上と湿り蒸気の影響低減」（東芝田辺唯士氏）

「タービン長翼の振動強度」（日立製作所名村清氏）の発表があり、蒸気タービン長翼の現状とこれからの動向が議論された。

・第3回分科会は1999年9月17日に東芝本社ビルで、発電事業の動向をテーマとして開催される。

「日本および欧米の電気事業規制緩和の動向」（中部電力）

「日本および欧米の環境規制の動向（電気事業と温暖化問題）」（東京電力）

「日本および世界の原子力発電の動向」（関西電力）の発表が行われ、蒸気タービンが担うべき技術課題を議論する。

このようなメンバーで、世界の蒸気タービン技術の現状を調査し、これから取り組むべき技術課題を議論することは、極めて有意義なことであり、本分科会の研究成果は蒸気タービン関係者への貴重な資料として利用されるように纏めたいと考えている。また、我が国が取り組むべき技術開発の研究プロジェクトを、本分科会がリードし発足させることについても検討したいと考えている。

以上

## ◇研究室紹介◇

山形大学工学部機械システム工学科  
阿部研究室

所在地：〒992-8510

山形県米沢市城南 4-3-16

TEL &amp; FAX: 0238-26-3221

## 1. はじめに

山形大学工学部機械システム工学科阿部豊研究室では、気液二相流や熱流体を様々な手段で制御し利用することを目標に以下のような研究をおこなっています。

- (1) 蒸気爆発現象の発生機構の解明とその利用
- (2) 超音波を用いた気泡および液滴制御システムの開発
- (3) マイクロチャンネルデバイスを用いた燃焼排ガス処理の研究
- (4) 旋回流を用いた微小気泡流中からの気泡除去技術に関する研究
- (5) 格子ガスオートマトン法による熱流体解析

これらの研究テーマの中から、マイクロチャンネルデバイスを用いた燃焼排ガス処理の研究について簡単に紹介させていただきます。

## 2. マイクロチャンネルデバイスを用いた燃焼排ガス処理システムの開発

阿部研究室では、図1下に示すような、多数の微細な穴を有するマイクロチャンネル内での流動や伝熱に関する研究を行ってきています。図1上は、LDVによって計測した2次元流速分布の測定結果です。マイクロチャンネル最外周部の影響が全く見られず、各穴部より流れが流出していることがわかります。また、本実験結果と噴流ならびに後流理論との比較により、マイクロチャンネル出口端からの流れが多数の後流流れの集まりで表現できることも分りました。実験の対象となるマイクロチャンネルは、図1に示すようなセラミックス製のものだけでなく、焼結金属のようなものあるいは放電加工で人工的に作製したものなどさまざまなものについて調べています。これらのマイクロチャンネルは、流れの混合による均質加熱や長時間滞留が可能であるにもかかわらず低圧力損失が期待できることから、様々な応用が考えられます。

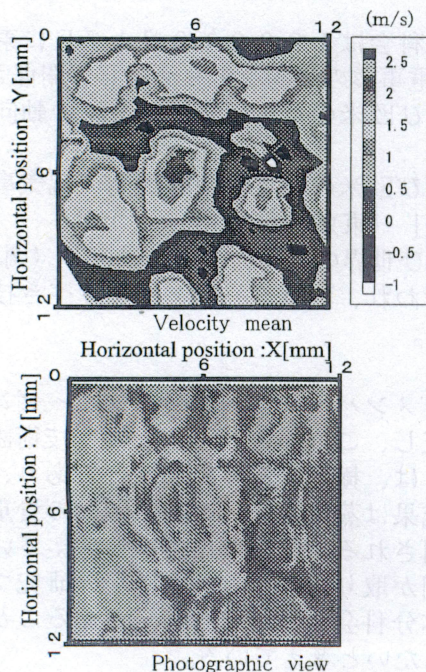


図1 多孔性固体出口端での2次元流速分布

## 3. おわりに

著者の研究室では、平成10年度より、科学技術振興事業団の「独創的研究成果育成事業」による研究助成を受けて、ダイオキシンガス等の有害燃焼生成物の処理に対するマイクロチャンネルデバイスによる加熱処理の有効性を調べるための試験を実施しています。

以上

◇第77期部門運営委員及び実行委員会◇  
運営委員会

部門長	浜松 照秀	(財)電力中央研究所
副部門長	吉田 駿	九州大学
幹事	木下 泉	(財)電力中央研究所
委員	相沢 協	(株)東芝
委員	赤井 誠	工業技術院機械技術研究所
委員	安藤 栄	石川島播磨重工業(株)
委員	猪頭 敏彦	(株)デンソー
委員	伊崎 数博	九州電力(株)
委員	石田 哲義	北陸電力(株)
委員	稲葉 英男	岡山大学
委員	宇高 義郎	横浜国立大学
委員	逢坂 昭治	徳島大学
委員	岡本 洋三	東京ガス(株)
委員	小川 益郎	日本原子力研究所
委員	小澤 守	関西大学
委員	押部 敏弘	関西電力(株)
委員	久木田 豊	名古屋大学大学院
委員	斎藤 彬夫	東京工業大学
委員	田岸 明宣	(株)日立製作所
委員	寺前 哲夫	東京電力(株)
委員	土佐 陽三	三菱重工業(株)
委員	中井 誠一	日立造船(株)
委員	橋爪 秀利	東北大学
委員	橋詰 匠	早稲田大学
委員	速水 洋	九州大学
委員	菱沼 孝夫	北海道大学
委員	飛原 英治	東京大学
委員	日引 俊	京都大学
委員	平沼 博志	(社)日本電機工業会
委員	藤川 卓爾	三菱重工業(株)
委員	森 幸治	大阪電気通信大学
委員	和田 雄作	核燃料サイクル開発機構
委員	渡邊 激雄	中部電力(株)

## 実行委員会

総務委員会	委員長	吉田 駿	九州大学
	幹事	山田 明	三菱重工業(株)
広報委員会	委員長	西野 信博	広島大学
	幹事	刑部 真弘	東京商船大学
企画第1委員会	委員長	石本昌三郎	東京電力(株)
	幹事	藤井 衛	石川島播磨重工業(株)
企画第2委員会	委員長	賞雅 寛而	東京商船大学
	幹事	稲田 文夫	(財)電力中央研究所
企画第3委員会	委員長	有富 正憲	東京工業大学
	幹事	坂井 彰	石川島播磨重工業(株)
企画第4委員会	委員長	吉本佑一郎	(株)日立製作所
	幹事	岡本 孝司	東京大学
企画第5委員会	委員長	榊原 安英	核燃料サイクル開発機構
	幹事	谷口 正行	(株)日立製作所

技術第1委員会委員長	成合 英樹	筑波大学
幹事	松岡 猛	船舶技術研究所
技術第2委員会委員長	藤井 照重	神戸大学
幹事	三巻 利夫	(財)電力中央研究所
技術第3委員会委員長	阿部 俊夫	(財)電力中央研究所
幹事	文沢 元雄	原子力発電技術機構

## ◇平成11年度部門賞、部門一般表彰◇

動力エネルギーシステム部門技術第二委員会  
委員長 藤井 照重

動力エネルギーシステム部門では、部門賞として、功績賞、社会業績賞、優秀講演賞を設けております。部門員からの推薦に基づき、部門賞担当の技術第二委員会(99-6-9)にて慎重な審議を重ね、総務委員会、運営委員会の議を経て、以下の方々に功績賞、社会業績賞、優秀講演表彰を贈呈する運びとなりました。ここにご報告致します。

尚、功績賞は今期(77期)が第8回目、優秀講演賞は第7回目です。

## 平成11年度部門賞

## 【功績賞】

川上 英彦 (TGTS 東芝ジーイー・タービンサービス株式会社、常勤監査役)  
小西 芳男 (四国電力株式会社、常務取締役)  
平田 賢 (東京大学工学部名誉教授、芝浦工大教授)  
(以上五十音順)

## 【社会業績賞】

桑野 幸徳 (三洋電機株式会社 常務取締役、セミコンダクターカンパニー社長)

## 平成11年度部門一般表彰

## 【優秀講演表彰】

斎藤 登 ((株)東芝)  
AN INFLUENCE OF NOZZLE DIAMETER ON CHARACTERISTICS OF FLOW-INDUCED VIBRATION IN ABWR RPV LOWER PLENUM  
ICONE-7 (7th International Conference on Nuclear Engineering, Tokyo)

Wei Liu (筑波大学 大学院)  
A PARAMETRIC STUDY FROM MECHANISM MODEL FOR THE CRITICAL HEAT FLUX OF SUBCOOLED FLOW BOILING  
ICONE-7 (7th International Conference on Nuclear Engineering, Tokyo)

渡邊 将人 (中電電力(株))  
Development and Application of a Semi-Quantitative RCM Approach to the Reactor and Turbine Closed Cooling Water Systems in BWR  
ICONE-7 (7th International Conference on Nuclear Engineering, Tokyo)

羽賀 勝洋 (日本原子力研究所)  
FLOW STUDY ON THE ESS TARGET WATER MODEL  
ICONE-7 (7th International Conference on Nuclear Engineering, Tokyo)  
(以上講演順)

## 部門賞、部門一般表彰贈呈式

日時: 10月29日(金)(於:セミナー&サロン)  
会場: (株)東芝本社

## ◇副部門長選挙経過報告◇

動力エネルギーシステム部門総務委員会  
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、以下の手順で進めています。

1. 選挙管理業務は総務委員会構成メンバーが行います。
2. はじめに当期運営委員会のメンバーが、部門のこれまでの運営委員経験者(旧動力委員会委員を含む)の中から、郵送により、次期副部門長候補者の推薦を行います。
3. その被推薦者の中から、総務委員会で2~3名の候補者を選出します。選出にあたっては、推薦数の順位、学術分野、所属(企業、大学等)、地区などのバランスを配慮します。なお、被推薦者の中に総務委員会のメンバーが入っていた場合には、その人は選挙管理業務から外れます。
4. 次に郵送による選挙を行い、投票の過半数を得た人が当選となります。第一回の選挙で決まらない場合は、上位2名による第2回目の選挙を行います。

今期は8月に候補者の推薦依頼を行い、9月末をもって締め切り、10月中旬に候補者を決定する予定です。順調に進めば11月末ごろまでには、次期副部門長が決定する予定です。この選挙結果については別途報告します。

以上

## ◇国際会議予定◇

## 第8回原子力工学国際会議

ASME/JSME/SFEN

8th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE-8/2000)

[主催 米国機械学会, 日本機械学会, 仏国原子力学会]

開催日 2000年4月2日(日)~6日(木)

開催地 Baltimore, Maryland, USA

主要トピックス

- (1) Plant Operations and Maintenance
- (2) Major Component Reliability and Materials Issues
- (3) Structural Integrity, Dynamic Behavior and Seismic Design
- (4) License Renewal, Life Extension, Decommissioning and Decontamination
- (5) Safety, Reliability and Plant Evaluations
- (6) Next Generation Systems
- (7) Thermal Hydraulics
- (8) Basic Nuclear Engineering Advances
- (9) Nuclear Fuel Cycle, Spent Fuel and Radwaste Management
- (10) Codes, Standards, Regulatory Issues

申込方法 400語のアブストラクト1部をタイトル, 所属, 著者名, 連絡先住所, 電話番号, FAX番号, E-mail アドレ

ストともに下記のいずれかの方法で送付下さい。

- ・インターネット登録：<http://www.icone-conf.org/icone8>
- ・E-mail：submit-icone8@icone-conf.org
- ・郵送：George Bockhold, Southern Nuclear Operating Company ICONE8 Technical Program Chair c/o INSPI, PO Box 116502, Gainesville, FL 32611-6502, USA

申込期限 1999年9月15日(水)

問合せ先 〒230-8510 横浜市鶴見区江ヶ崎町 4-1/東京電力株式会社原子力研究所/森治嗣/電話(045)585-8932/  
FAX(045)585-8943/E-mail：mori-mcy@rd.tepco.co.jp

なお、ICONE-8 関係最新情報は下記ホームページをご参照下さい。

<http://www.icone-conf.org/icone8/>

### ◇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

〒240-0196 神奈川県横須賀市長坂2-6-1  
(財)電力中央研究所 横須賀研究所  
副所長 浜松照秀  
Tel:0468-56-2121 Fax:0468-56-3444  
hamamatu@criepi.denken.or.jp

### ◇行事カレンダー◇

#### 1999年

- 10月7-8日 見学会 海洋化学技術センター(マイティーホエール)、可茂衛生施設利用組合(笹ゆりクリーンパーク)
- 10月29日 第9回セミナー&サロン(部門賞贈呈) 21世紀の動力エネルギー技術 東芝本社ビル39階
- 11月14-19日 1999年国際ガスタービン会議(神戸)

#### 2000年

- 1月27-28日 第16回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス(東京)
- 4月2-6日 第8回原子力工学国際会議(Baltimore, Maryland, USA)
- 5月8-11日 ASME TURBO EXPO 2000(Munich)
- 10月23-27日 第6回船用機関国際シンポジウム(東京)

### ニュースレター発行広報委員会

委員長：西野信博(広大) 幹事：刑部真弘(東船大)

委員：

犬丸淳(電中研) 神永雅紀(原研) 高橋実(東工大)  
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：花村克悟(岐阜大)

投稿、ご意見は下記宛をお願いいたします。

〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1  
広島大学工学部第一類 西野信博  
TEL:0824-24-7565, FAX:0824-22-7193  
E-mail: nishino@mec.hiroshima-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 ©1999 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。