

NEWSLETTER

POWER & ENERGY SYSTEM

動力エネルギーシステム部門ニューズレター

【第10号】

第73期部門長に就任して

動力エネルギーシステム部門
部門長 伊藤文夫

昨年は20年近く前の旧動力委員会の委員時代以来、久しぶりに本部門の運営に副部門長として参加させていただきました。秋葉前部門長を中心として歴代の部門長も協力されて、各委員会活動の御尽力に頭が下がる思いがいたしました。忙しい忙しいという理由で

長らく怠惰を決め込んでいたような気もして申し訳なくも感じたものでした。学会ですから学校の先生方に中心となっていたのは止むを得ないとしても、もう少し企業の人も学会活動が仕事として認められないものかと思わざるを得ません。特に企業幹部の方々には若い人を学会活動に参加させてやってほしいと願うものであります。若い時から研究や技術開発に触れることは設計、製造、試験、運用などどの分野でも将来に大いに役立つことでしょう。魅力ある企画、運営に努めましょう。

学と産ばかりでなく官との協調もこれからは求めたいと思います。国立研究所の方々には大いに活躍いただいておりますが、私たち部門メンバーが、国の委員会などにももっともっと入ってきたいものです。ある学会などでは官から調査委託なども活動しております。行政からも意見を求められたり、頼られるのが理想でしょう。

官との関係で言えば技術基準があります。動力エネルギー部門の機械系の基準は国が中心であります。電気学会、土木学会、建築学会などの学会基準は権威があり広く使われております。私たちの学会基準は試験法、検査法のようなものから入

り、次第に構造基準、保守基準に進むのが良さそうに思えます。米国のASME、ASTMまで行くのは容易なことではありませんが、最近の規制緩和の動きから見ても学会の役割は大いに考える必要があります。

次に私たち動力エネルギーシステム部門は関連する学会、協会などとの交流、協働を深めたいと思います。動力エネルギーは産業の基盤ですから関連する機関が数多くあります。なかでも、電気学会エネルギーシステム部門、火力原子力発電協会、エネルギー資源学会、エネルギー学会などです。私たち会員の中でも共通の方々も多いことでしょう。交流の手始めには委員会レベルの情報交換がやり易いのではないのでしょうか。文部省の科研費プロジェクトに「エクセルギー再生産の学理」がありますが、これなどは機械、化学、電気、物理の共通の場です。

国際協力も私たちの重要な関心事です。諸先輩の御努力でICOPE(日、米、中)、ICONE(日、米)が定着化されつつありますが、これは非常に重要であります。国際標準、国際規格がありますが、地道な技術交流があって初めて内容が充実できるものでしょう。国際会議の開催は労力のいるものであります。着実に実行していきたいことです。アジアは世界の成長センターにますます進んで行くでしょうが、日本の技術貢献が大いに期待されています。単なる技術移転でなく、技術の基盤を共有していければと願うものです。中国だけでなく他の諸国にも学会レベルで、どのような交流が適当なのか、一緒に考えてまいりたいと思います。国際会議と言えば、今世紀日本開催の最大の国際会議である世界エネルギー会議が10月に幕張で開かれます。私たちの部門も世界の青年を集めた会議の発表などに協力しております。

以上、部門長の挨拶としては少し格調が低いですが、会員の皆様と気楽な親近感を期待しております。どのような場でも方法でも結構ですので声をかけて御教示下さい。可能な限り努力いたしますので宜しく御支援のほどお願いいたします。

【目次】

第73期部門長に就任して	1	(2) 九州大学大学院総合理工学研究科	10
特集： 発電用大型ガスタービンの動向	2	行事カレンダー	10
先端技術：		地区便り：	
(1) WE-NET計画と水素燃焼タービンの開発	4	(1) 「佐賀大学理工学部海洋温度差エネルギー実験施設」の紹介	11
(2) スーパーごみ発電	5	(2) 関西電力(株) 姫路第一発電所5, 6号機(コンバイン ドサイクル発電所)について	12
国際会議報告：		第73期の部門活動について	12
(1) ヘリウム冷却高熱流束機器の設計に関する日米ワークショップ概要報告	7	見学会報告	13
(2) 「混合媒体を用いた発電システムに関する国際セミナー」報告	8	シンポジウム報告	
副部門長選挙結果報告	8	第4回動力・エネルギー技術シンポジウム	14
研究室紹介：		平成6年度部門功績賞受賞者の所感	15
(1) 京都大学工学部	9		

◇特集◇

発電用大型ガスタービンの動向

三菱重工業 (株)
福江 一郎, 青木 素直

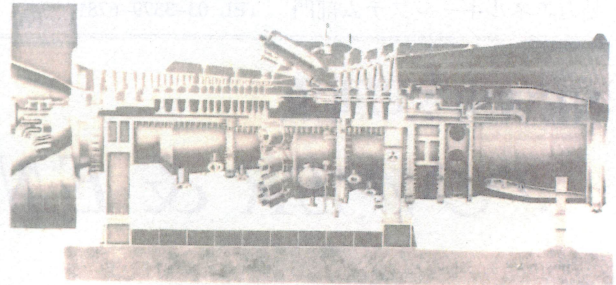


図2 501Fガスタービン

1. まえがき

現在、日本各地で1300℃級ガスタービンを用いたコンバインドサイクルプラントが次々と運転を開始しており、本格的な高効率コンバインドサイクル時代の幕明けを迎えている。コンバインドサイクルプラントは、ガスタービンと排熱回収ボイラ及び蒸気タービンを組み合わせた発電システムで、定格点の効率が高いだけでなく、部分負荷時における効率も良いこと、更に、電力需給状況に対する運用特性に優れることなど多くの利点がある。

コンバインドサイクルの熱効率向上は、タービン入口温度の上昇（高温化）によりもたらされた。高温化は、タービンに使用される耐熱材料の進歩と冷却技術（圧縮機からの抽気によりタービン翼を冷却する技術）の進歩によってなされ、タービン入口温度は図1に示すように年々上昇してきた。初期の段階（無冷却ガスタービン）では、耐熱材料の高温強度の改善により年平均10℃程度、その後は、冷却技術の進歩により、年平均20℃程度の上昇が達成された。この結果、最新の発電用ガスタービンの一つである三菱501Fガスタービン（図2）ではタービン入口温度が1350℃に達している。

現在、次世代高効率コンバインドサイクルへの適用を目指した1500℃級高温ガスタービンの開発が進められており、世界中のメーカーが研究開発に凌ぎを削っている。本稿では、高温ガスタービンの最新技術を紹介する。

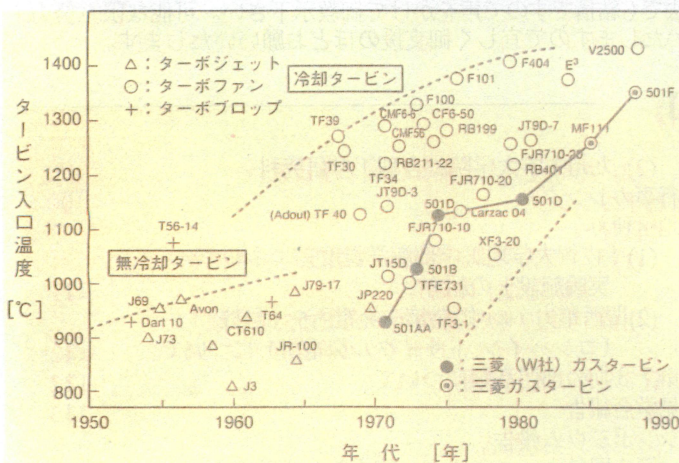


図1 タービン入口温度の推移

2. 冷却技術

高温化の原動力は翼冷却技術である。冷却方式には良く知られているように、対流冷却、インピンジメント冷却、フィルム冷却などがあり、ガス温度及び翼前後縁部、翼中央部など場所により使い分けられる。高温ガスタービンでは、熱負荷（主流ガスから翼への入熱量）を低減し、熱応力を緩和するため、フィルム冷却が多用される。図3に示す501Fガスタービンの第1段静翼ではフィルム冷却、インピンジメント冷却、ピンフィン冷却の組合せが、第1段動翼には、フィルム冷却、ピンフィン冷却、サーペントイン流路対流冷却の組合せが採用されている。これらの冷却構造は、最新のジェットエンジンと同等のものである。

発電用ガスタービンではジェットエンジンと異なり冷却媒体として冷却能力の優れた蒸気、水などを使用することができるため、高温化の可能性がより大きいと思われる。

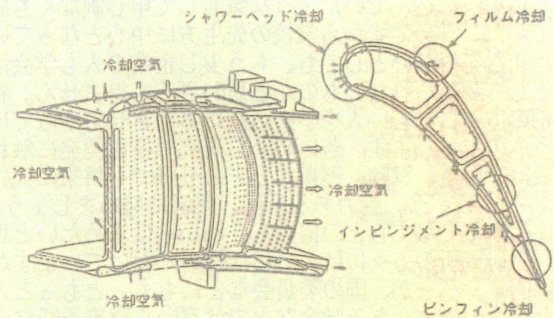


図3(a) 501Fタービン1段静翼

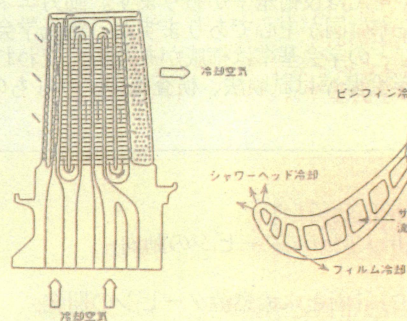


図3(b) 501Fタービン1段静翼

3. 耐熱材料

冷却空気量の増加はガスタービン、コンバインド効率を大きく低下させる。高い冷却効率を得るためには必然的に冷却構造の複雑化と冷却空気量の増加を伴うため、材料の耐熱性の改善に期待するところが大きい。しかし、材料

組成の改善による耐熱性向上は図4に示すように限界に来ている。今後は、一方向凝固化、単結晶化など結晶制御技術と遮熱コーティング (TBC) の採用により、耐熱性の向上が行なわれる。特に、TBCは、0.2~0.5mm厚のセラミックコーティングで50℃~100℃の翼温度低下が得られることから、今後のガスタービンの高温化の鍵を握る技術として期待されている。図5に、大型一方向凝固翼、図6にTBCを施工した第1段静翼を示す。

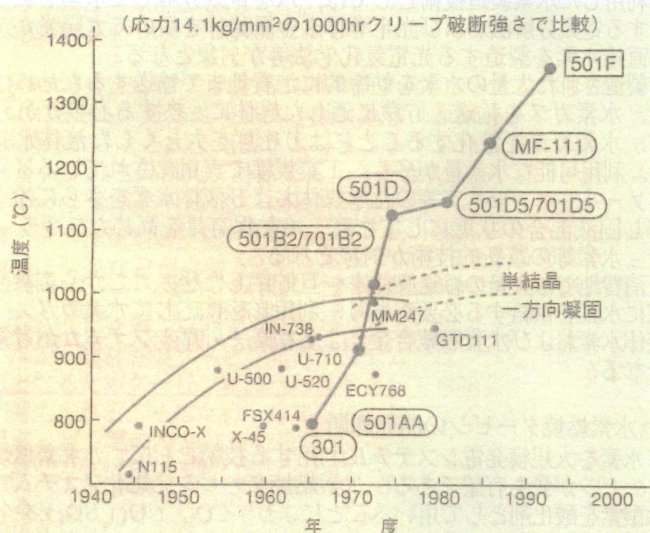


図4 発電用ガスタービン用材料の開発の推移

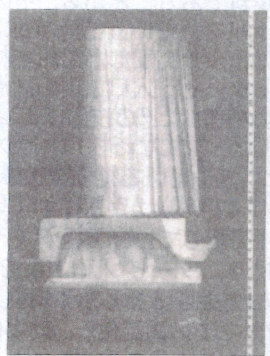


図5 大型一方向凝固翼

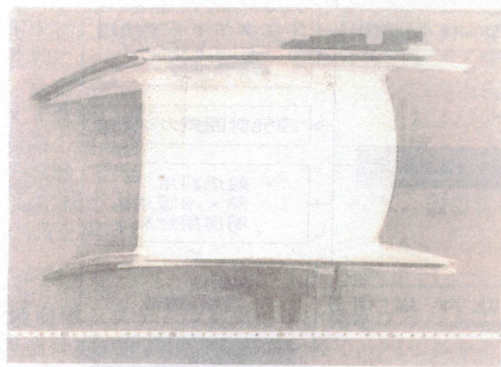


図6 TBC施工第1段静翼

低NOx化の手法は、蒸気または水を燃焼器内に噴射する手法とそれらを用いない、いわゆるドライ低NOx手法に分かれる。前者は多量の高純度の水を必要とするため経済性に劣るが技術的課題は少ない。後者は多くの技術的課題を抱えるが、高温ガスタービンには不可欠のものである。ドライ低NOx技術のうち、現在実用化されているものは予混合燃焼方式である。予混合燃焼器は、三菱重工(株)が世界初の実用化に成功したもので、すでに東北電力(株)東新潟発電所3号系列において約10年間の運転実績がある。これに引き続き、1350℃級ガスタービンの予混合燃焼器が開発され実用されている。これを図7に示す。本燃焼器は、部分負荷時の燃空比調整用のバイパス弁を有し、壁面冷却、尾筒冷却に冷却効率の高いPLATEFIN, MTFINを採用したものである。燃焼器は、中央にパイロットノズルと周囲に8本の予混ノズルを有しており、パイロットおよび予混ノズルに供給する燃料量とバイパス弁開度を適切に制御することにより、全負荷範囲内で低いNOxレベルを維持している。

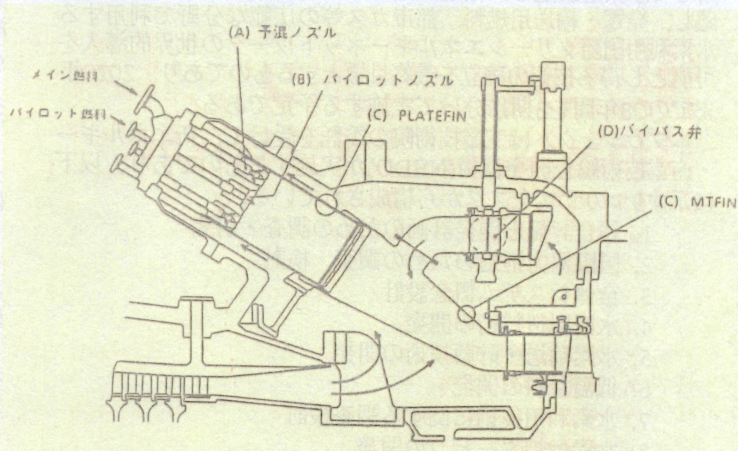


図7(a) 1350℃級予混合低NOx燃焼システム

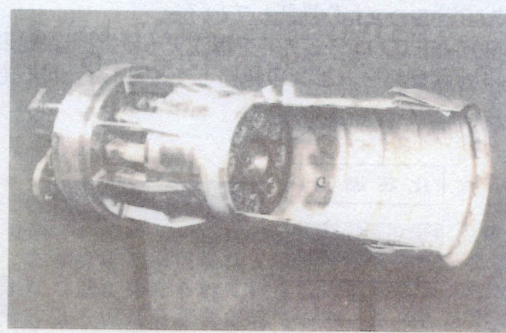


図7(b) 1350℃級予混合低NOx燃焼器

4. 高温低NOx燃焼器

環境規制が年々厳しくなることにより、低NOx燃焼器は、高温ガスタービンにおける最大の技術開発項目となっている。

5. あとがき

国内外で運転が開始された1300℃級ガスタービンに続き次世代1500℃級ガスタービンも数年以内を実現するものと思われる。これら高温ガスタービンの最大の課題は高信頼性を維持しながら、高温化を達成すること、及び低NOx化を図ることである。これらを実現することにより、ガスタービンは発電システムの主役の座に着くことが出来るであろう。最後に、本稿では省略したがタービン、圧縮機の空力性能向上にも大きな進歩、特にCFD(*)を用いた新しい翼設計技術の開発がなされていることを付け加えたい。

(*) Computational Fluid Dynamics

◇先端技術◇

(1) WE-NET計画と水素燃焼タービンの開発

(財)電力中央研究所
二宮 徹



1. はじめに

将来のエネルギー需要の増大に対する供給力の確保と、地球規模の環境問題を解決するために、通商産業省工業技術院ではニューサンシャイン計画の主要課題のひとつとして、「水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術(WE-

NET)」プロジェクトを平成5年度より開始した。本プロジェクトは、水力、太陽光、地熱、風力等の再生可能エネルギーを利用して水素を製造し、輸送に適した形に変換した後、輸送・貯蔵し、発電・輸送用燃料、都市ガス等の広範な分野で利用する水素利用国際クリーンエネルギーネットワークの世界的導入を可能とし得る技術の確立を最終目標とするものであり、2020年までの28年間で3期に分けて実施する予定である。

本プロジェクトは工業技術院の委託を受けて、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が実施するものであり、以下に示す9つのサブタスクから構成されている。

1. 総合評価と開発計画のための調査・研究
2. 国際協力推進のための調査・検討
3. 全体システム概念設計
4. 水素製造技術の開発
5. 水素輸送・貯蔵技術の開発
6. 低温材料の開発
7. 水素利用技術に関する調査検討
8. 水素燃焼タービンの開発
9. 革新的・先導的技術に関する調査研究

(財)電力中央研究所と(財)発電設備技術検査協会は上記サブタスク8をNEDOより受託している。

本稿はWE-NETプロジェクトを構成する研究開発課題のひとつである「水素燃焼タービンの開発」を中心に紹介するものである。

2. WE-NET計画の概要

図1は水素エネルギーシステムの系統図を示したものである。WE-NET計画は、水力、太陽等の再生可能エネルギーを利用して水素を製造し、液体水素などの輸送に適したエネルギー媒体に変換して海上輸送により需要地に輸送し、利用するシステムの構築を目指すものである。

再生可能エネルギー源としては、地球上に未利用の状態で豊富に存在する水力、太陽、風力等のクリーンエネルギーが対象となる。

再生可能エネルギーを利用した水素製造技術としては、水を電気分解して水素を製造する電気分解法および光半導体や金属錯体を用いて太陽光から直接水素を製造する光電気化学法等が対象となる。

製造された大量の水素を効率的に消費地まで輸送するためには、水素ガスを輸送・貯蔵に適した媒体に変換する必要がある。水素ガスを液化することにより密度を大きくした液体水素、利用可能な水素量が多く、工業規模で実用化されているメタノールやアンモニア等の化学媒体および液体水素をさらに冷却し固液混合の状態にして密度、冷熱保有量を高めたスラッシュ水素等の革新的技術が対象となる。

消費地では大量の輸送媒体を一旦貯蔵した後、ここから需要家に水素を供給する必要がある、利用形態に応じて水素ガス、液体水素および水素吸蔵合金による輸送・貯蔵システムが対象となる。

3. 水素燃焼タービンの開発課題

水素を大規模発電システムに利用する技術として、水素燃焼タービンが最も有望である。水素燃焼タービン発電システムでは酸素を酸化剤として用いることにより、CO₂、NO_x、SO_xを全く発生しない極めてクリーンな発電が可能となる。しかしながら、水素はそれ自体では自然界に存在しない二次エネルギーであり、コストの高い燃料であることから、その利用に当たっては他の発電方式では得られない高い効率が求められる。

ガスタービン技術は、より高度な高温耐熱材料の開発、翼冷却技術の進歩等によるタービン入口温度の高温化、圧縮機の空気流量および圧縮比の増加などの技術開発により、近年著しく高性能化が図られている。すなわち、LNG焚ガスタービンでは1300℃級ガスタービンを用いる複合発電が実用化の段階を迎え、送電端効率として47%以上が期待されている。さらに、来世紀初頭の実用化を目指して1500℃級ガスタービンの研究開発が既に進められており、タービン入口温度を1500~1700℃とし、発電効率60%以上を目標とする水素燃焼タービン開発は、LNG焚発電用ガスタービンの高温化、高効率化への寄与も期待

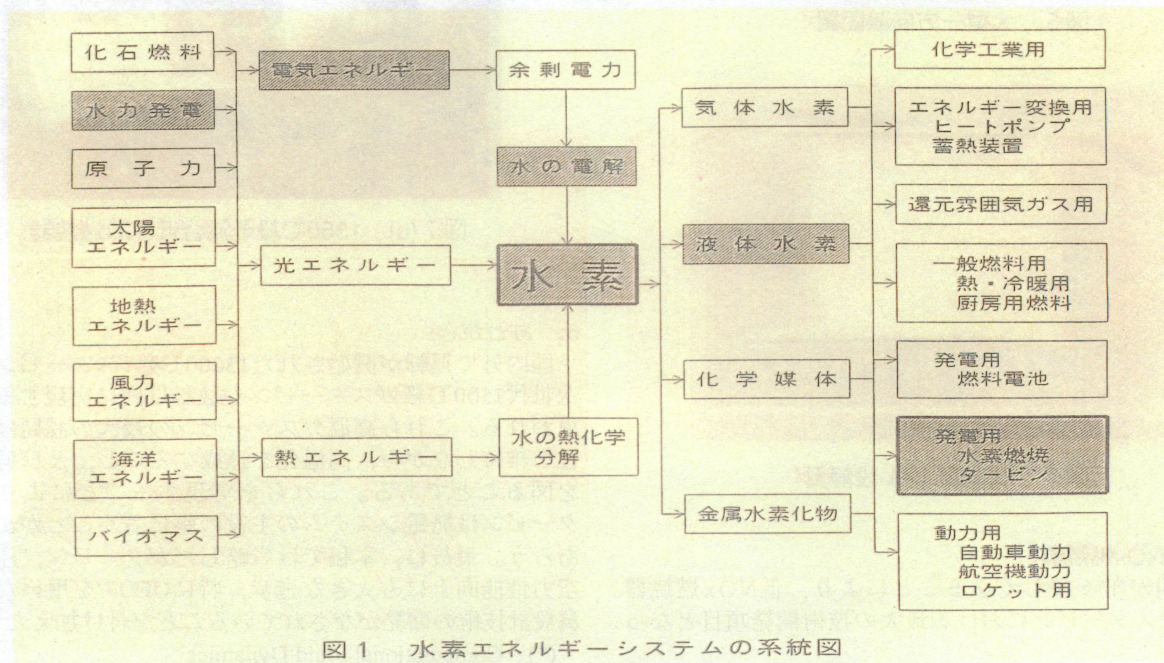


図1 水素エネルギーシステムの系統図

される。

3.1 最適システムの評価

前述したように、高価な水素を利用する発電システムにおいては、従来のガスタービンシステムでは得られない高い効率が求められる。そのためには、まず水素を利用する特徴最大限に活かしたプラントサイクルの選定が重要な課題である。

また、酸素を酸化剤とする場合には、純酸素製造設備などのプラント所内動力低減のための機器構成や制御システムなどのプラント運用性を考慮した水素燃焼発電システムの最適化検討も重要な課題である。

3.2 燃焼制御技術の開発

水素を水蒸気や不活性ガス中で安定にかつ、未反応の水素、酸素を残さず完全燃焼させるガスタービン燃焼器技術の確立が重要である。そのためには、バーナ構造の最適化、水蒸気等による燃焼器壁面冷却技術、燃焼器希釈構造の検討、高精度な水素、酸素流量制御技術、未反応な H_2 と O_2 の検出技術、火災監視技術の開発などが必要とされる。

3.3 タービン翼、ロータ等主要構成機器の開発

水素・酸素燃焼タービン発電システムでは、作動流体が水蒸気となるためタービン翼の冷却媒体として水蒸気を用いることが考えられる。そのため、冷却媒体として水蒸気を用いる超高温タービン翼の冷却技術の検討が必要である。

また、タービン翼入口温度が $1500\sim 1700^\circ C$ にもなるガスタービンでは、高温ガスの巻き込みによりロータディスクの温度条件が厳しくなるため、シール構造やより少ない冷却媒体で効果的に冷却する技術が重要である。

3.4 高温熱交換器等主要補機類の開発

熱交換器の高性能化を図るための伝熱特性の向上や、使用温度や作動流体に適した材料の選定を行うとともに、熱応力を考慮した構造物としての最適化が重要である。

また、酸化剤として純酸素を用いる水素・酸素燃焼タービン発電システムでは、酸素製造に要する所内動力低減が重要な課題であり、液体水素の冷熱を利用した高効率な酸素分離システムの検討などが必要とされる。

3.5 超高温材料の開発

高効率化を目指す水素燃焼タービンの高温部品には、冷却構造あるいは無冷却構造のいずれを採用する場合にも、それぞれに構造に適合する超高温材料を適用する必要がある。極めて厳しい使用環境下におかれる超高温材料には、金属系あるいは非金属系の新材料に頼らざるを得ず、いずれも開発間もない材料が今後開発、改良が期待される材料である。従って、これらの材料は使用実績に極めて乏しく、とりわけ発電用タービンに要求される長期にわたる運転信頼性、安全性等に対する実績は皆無である。そのため、発電用水素燃焼タービンの高温部品への適用を絶えず念頭に置きながら、新しい金属系および非金属系の超高温材料の超高温および超高温水蒸気等環境下における強度特性等の試験、評価技術をまず確立した後、その試験、当該材料に適した構造設計法を開発するとともに、設計に必要なデータベースを構築しなければならない。

4. おわりに

水素燃焼発電システムは従来にない発電プラントであるため、基礎基盤技術、要素技術の確立を経て、パイロットプラントによる実証研究開発まで上記5課題を含め、全体システムとしてバランスの取れた開発が不可欠であると考えている。

(2) スーパーごみ発電

群馬県企業局
奥村 光夫



1. 電力需要と未利用エネルギー
近年の電力需要の増大と共に、日本全国の1次エネルギー総供給に占める電力向けエネルギーの割合は約40%¹⁾に達している。一方、ピーク電力もますます尖鋭化し、それにより発電設備の負荷率(稼働率)は年々低

下し、92年では56.6%¹⁾に達している。このような状況下で電事審では電力供給のあり方が種々検討され、近く電気事業法の改正が行われる予定である。そのポイントは、卸電気事業許可の撤廃と売電の際の入札制度等、制度面の規制緩和である。これは、新規電気事業への参入可能性の拡大を狙ったもので、分散電源としての廃棄物発電、コジェネ、産業用リパワリング、自然エネルギー発電等を対象として検討しているものである。更に、入札時の評価項目として、価格の他に、計画の確実性、需要地近接性、環境性を考慮することになっている。

一方、地球温暖化防止の観点から、省エネ・脱化石燃料化の一策として、未利用エネルギーの活用が叫ばれている。未利用エネルギーとしては産業廃熱、ごみ焼却廃熱、下水、河川水等種々有るが、温度的に高く、即ち使い易く、規模的にもかなり纏まって存在する物としてはごみ焼却廃熱が最も現実的であり、この利用を優先させるべきである。

2. ごみ焼却発電の現状

厚生省の統計²⁾によると、H3年度の日本全国のごみの排出量は、約5000万トン、そのうち焼却されているものは72.8%で、ここ3年間、焼却量はほぼ横ばいの状態である。一方、ごみ中の紙類の増加により、ごみの発熱量は増大の一途をたどっている。ここで現状の潜在ごみ発電能力を推定すると、発熱量を2500kcal/kg、発電効率を14%とし、連続炉のすべてで発電したとして発電能力は約220万kWとなる。一方、総合エネルギー調査会石油代替エネルギー部会の中間報告(H6.6)でも廃棄物発電の2000年予測として200万kWを掲げている。

これに対し、H5年末現在発電設備能力³⁾は39万kW、この内、売電を行っているのは29万kWで、潜在発電能力に比し極めて少ない。

今迄ごみ焼却発電の伸びが低かったのは、①従来のごみ焼却発電の効率が悪い ②電力の電力会社への売電価格が安い事による。まず発電効率は現状ではボイラチューブの高温腐食によりかなり低く抑えられている。即ち、排ガスにはごみ中の塩ビ等による塩素分が含まれており、このためボイラの過熱器管壁温度が $300^\circ C$ 以上になると腐食が始まる。これを逃げるため蒸気の圧力は $16\sim 23\text{kg/cm}^2\text{g}$ 、温度は $210\sim 280^\circ C$ 程度以下に抑えられており、このような蒸気条件では、空冷復水器では真空度もあまりとれないことも合せ、発電効率は10~15%程度とならざるをえない。このような状況から、ごみ発電の高効率化のための研究・開発が各方面で行われている。

高効率化の主な方法としてスーパーごみ発電とボイラ過熱器管への耐食材の採用による蒸気の高温・高圧化がある。後者については、近々稼働予定の埼玉県東部清掃組合での $37\text{at a}\times 380^\circ C$ (国内最高)の採用例がある。

通産省でも1991年から8年計画で「高効率廃棄物発電技術開発プロジェクト」をスタートさせ、高効率燃焼炉の開発、耐食性チューブ材の開発等により、最終的に発電効率2倍をめざしている。

ごみ焼却廃熱の発電への利用は当初、所内の動力を賄い、外部からの電力購入費低減が狙いであった。しかし最近は、

逆に未利用廃熱により積極的に発電を行い売電する方向にある。その際、重要なのが売電価格である。売電価格は電力会社の分散電源からの電力購入規準見直しにより、H4年度より廃棄物発電の場合、平日昼間時間帯で全国平均1KWh当り11円程度（東京電力(株)の場合12.5円）に引き上げられた。更に電力の外部への供給を容易にするために電力系統との連系についても整備がなされ、分散電源の活用による電力ピークの平準化、電力設備の稼働率向上が計られようとしている。

3. スーパーごみ発電

3.1.1. スーパーごみ発電概要

一般に現在あるボイラ・蒸気タービン（以下STと略す）による発電システムに、別の追い焚ボイラ、ガスタービン（以下GTと略す）、内燃機関等を付属させ、もとの蒸気エネルギーを高めて使用する、いわゆるコンバインドシステムを「リパワリング」と呼ぶ。リパワリング効率（燃料増加に対する発電出力の増加割合）は形式により変わるが概ね40～80%が期待できる。これをごみ発電に適用したものが「スーパーごみ発電」である。即ち、従来のごみ発電プラントにGT発電装置を付設し、約500℃のGTの排ガスによりごみ焼却ボイラからの蒸気を高温の過熱蒸気にし、STサイクルの効率を向上させ発電量を増加させるものである。結果として、付設のGT発電の見かけ上の効率が向上したことになる。

現在スーパーごみ発電としては、その形態により

- 1) 燃料追焚ボイラ付加方式
- 2) 燃料追焚過熱器付加方式
- 3) 燃料追焚GT発電プラント付加方式
 - a) 排気再燃式
 - b) 蒸気過熱方式
 - c) 給水加熱方式
 - d) 過給ボイラ方式

があり、一般的なものは、3)b)、3)c)の方式である。但し実際には効率を少しでも高くするため、3)b)、c)の組合せ方式、蒸発部をも組込んだ方式等が検討・採用されている。代表的な方式の概念フローを図1に、実際に群馬県高浜クリーンセンター／高浜発電所で採用されている方式を図2に示す。

スーパーごみ発電は、地球温暖化防止行動計画という大きな目標に沿った省エネ・未利用エネ活用策として、かつ電力需給面対策の一策としての分散電源化として位置付けられる。従って、ある程度の規模・信頼性があり、環境調和的な電力供給システムであることが望ましく、排ガスがクリーンで効率も高いGTとのコンドイン方式が主に検討されており、以下ではGTとの複合方式を主体に述べる。

3.2 効率と経済性

スーパーごみ発電の効率及び経済性は主に ①蒸気条件 ②ゴミ焼却ボイラ能力に対するGT容量 ③売電価格④燃料価格によって大きく左右される。また売電価格の安い夜間等はGTを停止することも考えられる。

1) 蒸気条件

ST発電プラントの発電効率はタービン出入口の蒸気条件によりほぼ決まる。ST入口蒸気条件、即ちボイラ出口条件は、ごみ焼却ボイラの管壁温度を300℃以下とし、かつGTの排ガス(500～600℃)で十分蒸気を過熱・発生させることが可能な圧力・温度でなければならない。また、GT停止時においてST入口蒸気温度が下がってもST出口の蒸気の乾度90%弱を確保できるものでなければならない。これらを考慮すると、GT停止時のST入口蒸気温度を300℃、排気圧力を0.25ataとするとスーパーごみ発電時ST入口蒸気条件の上限は40ata×400℃程度と考えられる。

2) GT容量と発電効率

一般に2000～20000KWのGTの効率は25～33%程度、排ガス温度は500～600℃である。ごみ焼却ボイラ能力に対しGT容量をどの程度のもとするかは、システムの選定と共に重要な点である。今、GTに投入される熱量をベースとした効率を考えると、付加GTの容量が大きくなるほど効率は高くなり、最終的に単独GTコンバインドサイクルの効率に近づく。

また別の見方をすれば、GTの容量が小さければ図3に示す様にごみ焼却炉からの蒸気の過熱分(A)を賄いきれない。逆にGT容量が大きすぎると(A)及び新たな蒸気発生分(B)を賄うことが出来るが、(B)の蒸気エネルギーはその約2/3が復水器にタービン排気として捨てられることになり、この部分あまり大きすぎるとGT廃熱の有効利用率は低下することになる。

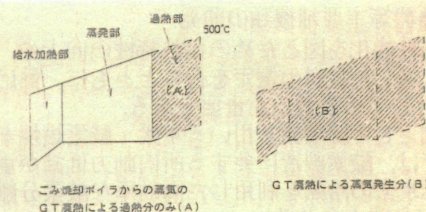


図3 GT容量が大きい場合の廃熱利用

スーパーごみ発電の効率としては、従来のゴミ発電の10～15%に対し、20～35%が得られる。一方燃料の利用効率から考えると、GTへの燃料投入に対し、GT発電量と従来のST発電の増分の発電量が得られるわけで、これら発電出力加分と投入燃料（熱量）の比をリパワリング効果という。リパワリング効果は、従来のごみ焼却発電規模と付加GT規模の関係等により変わるが、概ね1.4～1.5が得られる。

3) 経済性

スーパーごみ発電の経済性は、GT付加による発電量増加から得られる売電収入と設備投資、燃料費等の運転費により評価される。その際、スーパーごみ発電の特性として発電に占めるコスト比率は燃料費が6～7割⁴⁾と大きく、経済性の検討では燃料費の回収がまず第一である。そこで問題となるのは電力会社への売電単価と燃料単価である。現状では、安定的な電力の場合、ごみ焼却熱による発電の電力購入単価は平日・昼間で12.5～9.7円/KWhと安く、電力単価の高い平日・昼間のみのGT運転併用でないとメリットは無い。実際には、上記の平日・昼間の売電価格でも経済性が良くない場合がある。しかしエネルギー・環境問題からの未利用エネルギー活用に貢献するため、電気事業法の規制緩和、卸売発電事業許可の拡大、電力購入制度の改善等により個々のケースに対応し、採算を確保する動きもあり、売電単価も14～15円/KWhレベルが個別に検討されている。又発電原価の面から見ると、スーパーごみ発電の発電原価は11円/KWh⁴⁾程度で石油火力の11円/KWh、石炭火力の10円/KWhと同程度であり、この程度であれば採算

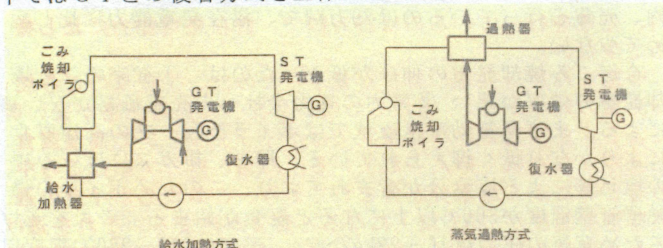


図1 スーパーごみ発電方式の代表例概念フロー

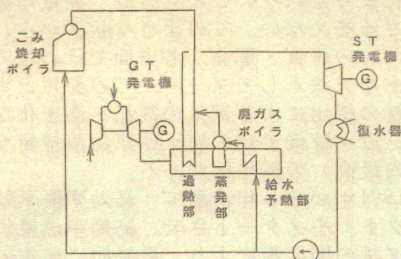


図2 高浜発電所のスーパーごみ発電方式フロー

が採れると云われている。

3.3 実施例と今後の課題

1) 実施例

現在、スーパーごみ発電として実際に採用が決定されたものは下記の2件であり、更に北九州市でも現在採用の方向で検討が進められている。

	群馬県企業局 高浜クリーンセンター ⁵⁾	堺市 堺市東工場 ⁶⁾
ごみ処理量	450 t/d	460 t/d
GT 定格出力	16000 kW	4100 kW
GT 燃料	天然ガス	天然ガス
ST 定格出力	9000 kW	12400 kW
コパインド出力	25000 kW	16500 kW

2) 高浜発電所のスーパーごみ発電の概要

日本初のスーパーごみ発電で高浜クリーンセンターから20 ata×255℃の蒸気28 t/hを受け、GT 廃熱により17 ata×395℃の過熱蒸気にしてSTを駆動する。この時の発電効率はGTの燃料とごみの両入熱に対し34.3%となっている。GTには航空転用型を採用し、容量的にはごみ焼却施設からの蒸気の過熱だけでなく、蒸気発生も行うよう大きめに選定されており、電気安定供給を計っている。STは復水式とし復水器の冷却方式は井戸水による冷却塔方式を採用している。環境面の配慮として、GTへの水噴射によるNO_x低減(40ppm-0₂16%ベース)、建物への防音対策、冷却塔への白煙防止策を設けている。

本発電事業は既設のごみ焼却業務に殆ど影響を与えず、エネルギー問題、環境問題、地域振興に寄与出来ることから群馬県企業局が事業化に踏み切ったもので、通産省の環境調和型エネルギーコミュニティの指定を受け、NEDOとの共同事業として15%の補助を受けている。更に東京電力との間では卸売り電気事業として原価主義を適用することで売電単価14.5円/KWhで契約する予定であり、運転はWS S(ウイークリースタート・ストップ)を採用している。GT燃料の天然ガスは東京ガスから供給され、発電設備の施工は日立造船・日立製作所のJVに決定した。なお、運転開始は88年11月の予定である。

3) 今後の課題

スーパーごみ発電の今後の課題としては、より効率化のためのシステム化、及び最終的なエネルギー・環境問題と経済性の対立の解決策、即ち社会の仕組み、運営等に関する下記事項の解決がより重要と思われる。

- ・ トータル的エネルギー利用のシステム化
(抽気蒸気+ヒートポンプの組込、蓄熱システムの組込等)
- ・ システムの取り扱いの簡素化(発停、メンテ、資格)
- ・ 売電単価の引き上げ(現在その傾向ではあるが)
- ・ 資金面、税制面でのより一層の補助

「参考文献」

- 1) 電気事業審議会需給部会、電力基本問題検討証委員会、「中間報告」～競争原理の導入による電力供給の効率化へ向けて～H6.6.21
- 2) 厚生省生活衛生局水道環境部「日本の廃棄物処理」H5.1
- 3) 平田賢「ごみ発電高効率化技術の動向」資源環境対策 Vol.30 No.11(1994)
- 4) 地域エネルギーの事業推進に関する調査研究会「地域エネルギーの事業推進に関する調査研究会報告」H5.2
- 5) 奥村., エンジニアリング・ニュース社, 第159回エネルギー専門講座「高浜発電所の建設推進状況とスーパーごみ発電の今後の見通し」
- 6) (財)石油産業活性化センター, (財)エネルギー総合研究所, 「スーパーごみ発電」

◇国際会議報告◇

(1) ヘリウム冷却高熱流束機器の設計に関する日米ワークショップ概要報告

京都大学原子炉実験所
三島 嘉一郎

標記ワークショップが、1994年12月12日(月)から16日(金)までの間、気候温暖な米国カリフォルニア州サンディエゴ市郊外にあるゼネラル・アトミックス(GA)社で開かれた。日本から、東北大戸田三朗先生、東工大越後亮三先生をはじめ、京大、阪大、九大、核融合研、原研から合わせて9名が出席した。米国からは、ホスト役のGA社 C.Wong、C.Baxi 両氏のほか、SNL、ANL、INEL、UCSD、UCLAなどから合計約20名が出席した。このほかEC(ITER、JET、Tore Supra)から4名、中国からも1名オブザーバーがあった。

ワークショップは、日米の研究開発の概況に始まり、各プロジェクト(ITER、TPX、DIII-D、Tore Supra およびLHD)における高熱流束機器の研究開発状況から、ヘリウム冷却、固気混相流冷却、水冷却その他の冷却方式(液体金属、FLIBE、ミスト冷却)の各論まで、タイトなスケジュールだった。概ね、日本は将来の動力炉をにらんだ基礎的研究を意識しているのに対し、米国やECはとりあえずITERの設計を完成させようという、姿勢の違いが発表の内容にも反映されていた。固気混相流では、ヘリウム冷却プラスアルファの伝熱促進効果に期待する九大勢の活躍が目立った。木曜日の午後、見学会があり、幸運なグループはDIII-Dの運転を目撃することができた。

サマリーミーティングでは、動力炉の冷却方式の有力候補としてヘリウム冷却と固気混相流冷却の利害得失が議論され、その実現に向けて層流化やエロージョンの問題、実プラントでの固気混相流体の取扱い上の問題等、いくつかの課題が指摘された。水冷却については、各種伝熱促進体の特性比較と熱水力データの蓄積および設計計算式の整備の必要性、非一様加熱流路におけるサブクール沸騰の取扱いの問題などが挙げられた。今後の進め方について、EC側から一緒にやりたいとの希望があったが、他の核融合炉工学関係の国際会議との関連もあり、このワークショップは今後も日米二国間で開催し、ECはオブザーバーとして参加することになった。

サマリーミーティングの終わった夜、日本側がホストのWong、Baxi両氏を招いて慰労会を開いた。なごやかな雰囲気の中に広東料理と老酒を楽しみ、ハードではあったが充実したワークショップを終えた安堵と満足感で、九大某先生を筆頭に全員が盛り上がった。誰かがWong氏に、中国語で酔っぱらいをどう呼ぶかと尋ね、「酒鬼」と書き、これを「ドクター・シミズ」と読むとの返答に、一同爆笑であった。



(2) 「混合媒体を用いた発電システムに関する国際セミナー」報告

佐賀大学理工学部
海洋温度差エネルギー実験施設
施設長 上原 春男
助教授 池上 康之

平成6年11月27日から29日、佐賀県伊万里市において伊万里市主催、佐賀大学理工学部附属海洋温度差エネルギー実験施設共催による「国際海洋技術シンポジウムin伊万里'94」および「混合媒体を用いた発電システムに関する国際セミナー」が開催されました。参加者はシンポジウムが510名、セミナーが160名でした。セミナーは、内容が特定した分野であるため当初の参加者は70名を予定していましたが、予想以上に参加者が多く嬉しい悲鳴を上げたこととなりました。参加者は、国内外の大学、研究機関をはじめ重電関係の民間の研究者・技術者の方々が多かったようです。

今日、エネルギー問題と環境問題が逼迫するなか、新しいエネルギーの開発とともに既存の火力発電や原子力発電の高効率化が望まれています。その解決策の一つとして混合媒体を用いた発電システムが期待されており、参加者の関心は非常に高かったようです。混合媒体を用いた発電システムに関しては、特にKalina, A.I.博士が発明したアンモニアと水の混合媒体を用いた発電サイクル(カーリーナサイクル)が注目され、このサイクルを用いると、従来のランキンサイクルと比べて飛躍的に効率化が向上するといわれています。また、アメリカのトップ発電メーカーであるGEは、このカーリーナサイクルを用いた発電システムの実用化を全世界で推進しています。一方、日本でも混合媒体を用いた発電システムに関する研究開発が盛んに行われ、佐賀大学でも、4年ほど前から開始し、カーリーナサイクルより効率が低い新しいサイクルを発明するなど、精力的に研究開発を行っています。

セミナーでは、この分野の第一線でご活躍されている6名の講師、カーリーナサイクルの発明者であるKalina, A.I.博士、GE Power Generation Engineering社の先端技術部長のCorman, J. C.博士、慶応大学の上松公彦教授、三菱重工業㈱の田熊昌夫博士、佐賀大学の門出政則教授、上原春男教授を招いて行われました。講演では、Kalina博士が今回初めて公開するというシステムや、GE社のカーリーナサイクルの実用化に向けた意気込み、上松教授によるアンモニア/水の熱物性に関する従来の研究評価および最新の情報、田熊博士による実験結果およびCARSを用いた凝縮液膜内の温度・濃度測定、門出教授による沸騰に関する最新の研究成果、上原教授の発明された新サイクルなどに特に関心が高かったようで、参加者との活発な討議が行われました。講演内容は、下記の内容で論文集としてまとめてあります。



- 1.The Development of the Kalina Cycles
--- Historical and Scientific Context ---
Dr. Alexander Kalina(Exergy, Inc.,USA) and
Dr. Myron Tribus(Exergy, Inc., USA)
- 2.New Cycle with Absorption and Extraction Process
Dr. Haruo Uehara(Saga University)
- 3.Thermophysical Properties of Ammonia+Water Mixtures
Dr. Masahiko Uematsu(Keio University)
- 4.Heat Transfer in Boiling of Binary Mixtures
Dr. Masanori Monde(Saga University) and
Dr. Toshiaki Inoue(Kurume Institute of
Technology)
- 5.Condensation Heat Transfer of Vapor Mixtures
Dr. Masao Takuma(Mitsubishi Heavy
Industries, LTD)
- 6.Gas Turbine Combined Cycles
--- Potential for Kalina Bottoming Cycle ---
Dr. James C. Corman(GE Power Generation
Engineering, USA)

ご希望の方は、ご連絡(FAX:0952-26-3404)いただければ、1冊1万円で配布いたします。

セミナーの翌日、29日には、佐賀大学理工学部附属海洋温度差エネルギー実験施設に完成したばかりの新システムの実験装置の見学会が行われ、セミナー出席者のほとんどの方が参加されました。参加者の中には、「佐賀大学の施設見学が目的だ」と仰る方も多く、新サイクルのための新実験装置について活発な質問がなされました。その後、伊万里焼の窯元である大川内に移動し、古伊万里をはじめ、伊万里の文化を堪能していただきました。

佐賀大学では、今後も海洋温度差発電はもとより、新しいエネルギー開発の情報発信基地として、定期的な国際セミナー、国際シンポジウムを開催し、世界的なエネルギー・環境問題の解決に寄与していきたいと考えています。

◇副部門長選挙結果報告◇

第72期総務委員会幹事 寺前 哲夫

当部門は、副部門長を選挙により選出することにしており、動力エネルギーシステム部門副部門長選挙要綱に則り、総務委員会の管理のもと、昨年9～10月に選挙を実施致しました。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、総務委員会では3名の候補者を選出し、運営委員による投票を行いました。その結果、第1回の投票で東京工業大学の井上教授が過半数を獲得し、当選されました。その後、ご本人の承諾を頂きましたので、第73期の副部門長は井上先生に決定致しました。

井上先生は昭和41年に東京工業大学大学院理工学研究科の博士課程(原子核工学専攻)を修了され、同年に同大学原子炉工学研究所の助手になられ、その後、昭和47年に助教授、昭和57年に教授に就任され、現在に至っておられます。本年4月には理工学研究科創造エネルギー専攻に移られる予定です。先生のご専門は原子炉の熱流動、熱工学的安全性等であり、原子力安全委員会原子炉安全専門審査委員他、数多くの要職に付しておられます。

◇研究室紹介◇

(1) 京都大学工学部

機械工学科 伝熱工学講座

所在地 : 〒606-01 京都市左京区吉田本町

研究スタッフ : 鈴木健二郎教授
中部主敬助教授
稲岡恭二助手

京都大学は2年後の平成9年(1997年)に創立100年を迎える。キャンパスでは時計台をはじめ、老朽化した箇所を徐々に改修・改築始めている。正門を入るとすぐ目につく大学のシンボル時計台は大正14年(1925年)に建造された大学本館の中央上部に位置し、ドイツ・シーメンス社製の時計を備えており、現在、すっかり美しく甦った。

さて、伝熱工学講座の生い立ちであるが、明治30年(1897年)6月、本学が京都帝国大学として創設され、その分科大学の一つである理工科大学が同年9月に開校された時、土木工学科とともに開設された機械工学科の中に第1講座(蒸気工学講座)が開講されたことにまで遡る。その蒸気工学講座は昭和38年(1963年)に機械工学科熱力学講座と名称変更され、これと同時に蒸気工学講座を母体として機械工学第2学科に新たに伝熱工学講座が開設された。その後、昭和50年、機械系学科の改組に伴って、伝熱工学講座は再び機械工学科に移設され、現在に至っている。

現在の講座(以下伝熱研と略称)は鈴木健二郎教授、中部主敬助教授、稲岡恭二助手のスタッフ3人体制であるが、全学組織の国際交流委員会の重職をも兼ねる鈴木教授は世界に数多くの友人を持っており、人柄もあって(海外旅行好きでもあるが)、国内に限らず海外からも客員研究員を多数受け入れている。昨年度は中国、ポーランド、ドイツからの研究員を含めて内外から6人が入れ代わり滞在し、研究室はいつも国際色豊かである(が、教授以外英会話力はなかなか向上していないのが実情である)。

伝熱研の一年は講座配属されてきた4年次学生の歓迎の後、伝熱シンポジウム、夏の講座旅行、夏季および冬季のセミナー合宿(教官、学生ともどもの1泊2日泊まり込み研究会で伝熱研OB有志も若干名参加する)、忘年会、送別会をメインイベントとして、事あるごとの飲み会およびOB会から構成されており、研究時間はイベントの合間を縫うようにして辛うじて作り出されている。なお、伝熱研公式(?)の飲み会二次会宴会場は暗黙のうちに鈴木教授のご自宅と決まっております、ご家族でホストを勤めて下さる。

研究の内容は伝熱工学講座開設当初、上述の経緯もあって、蒸気の性質に関する研究、強制流動沸騰熱伝達、輝炎のふく射熱伝達、燃焼の不安定現象等に関する基礎的研究が行なわれていた。しかし、次第に乱流構造、乱流熱伝達、乱流のモデル化、流動伝熱現象の数値解析の研究や、さらには非定常熱伝達、熱交換器の伝熱特性、二相流熱伝達、回転流の熱

伝達、輸送現象の非相似性、不確定性を伴う問題の解析法等について研究が行われるようになった。以下に現在の主な研究テーマを紹介する。

①ハイフィンの研究

1-1 ルーバフィン形状の最適化

1-2 クロスフィンの特性解析

1-3 非相似性に関する研究(物体挿入乱流境界層、物体挿入ダクト内流れ、縦渦による伝熱促進)

②エレクトロニクス機器の冷却

2-1 マイクロフィンの熱伝達(モジュール、プレートフィン、ピンフィンなどの熱伝達)

③ガスタービン翼の高性能冷却

3-1 衝突噴流熱伝達(噴流自励振動・分岐による伝熱促進、物体挿入による衝突域外伝熱促進、縦渦による衝突域外伝熱促進)

④液体金属の乱流熱伝達(鋼の連続鑄造、液体金属冷却炉)

⑤脈動流の熱伝達

⑥回転流の熱伝達(シリコン単結晶成長のチョクラルスキー(Cz)法、磁気ディスク内流れ)

⑦代替フロン冷媒の熱伝達

⑧不確定性を伴う伝熱問題の解析法

特に①においては、平行平板間流中への角柱挿入によって発生するカルマン渦の交差運動や、あるいは、「熱輸送と運動量輸送の非相似性」、すなわち、乱流境界層中の壁近傍に円柱を挿入して攪乱を与えると、円柱の下流域で平板面熱伝達率が増大し、またその一方で、平板面にかかる摩擦係数が低下する現象が起こることなどを見出した。これらの現象については、多段フィン周りの流れ系や急拡大流路のステップ後流域の非定常化した流れ系においても見い出しており、学問的にも、また熱交換技術の実用面への応用から見ても極めて重要であることを強調しておきたい。

以前我が研究室は旧態依然の実験室を2部屋所有していた。そのうちの一つ、木造の通称「風洞」実験室は10年以上前に取り壊され、そこはある時は工事用の土砂置き場に、またある時は自然発生的パーキングロットにと姿を変えながら、何故か新棟の建設がなされないままであった。その間、すぐ地下から遺跡が発掘され若干話題にのぼったこともあった(旧都ゆえ、どこを掘っても何か出てくるのは致し方無い)。もう一方の煉瓦造りの通称「ボイラー」実験室は近年とうとう室内にまで草木が生え出し始めているが、それもとうとう昨年末には取り壊され、我々を含めた伝熱研OBにとって何物にも換え難い研究生活全ての象徴的存在が消滅した。しかし、数年前から稼働し始めた地下実験室、通称「地下ジ」(こちらはそのうち他の講座へ明け渡す運命にある)および昨年初頭に完成をみた新実験棟、通称「新ジ」がこれからの新たな伝熱研の歴史を刻み始めている。

第73期所属委員会

運営委員会 :	委員長	伊藤文夫 (東電)	幹事	寺前哲夫 (東電)
総務委員会 :	委員長	井上 晃 (東工大)	幹事	長崎孝夫 (東工大)
広報委員会 :	委員長	小澤 守 (関大)	幹事	吉川邦夫 (東工大)
企画第1委員会 (部門企画) :	委員長	水町 涉 (東芝)		
企画第2委員会 (学会企画) :	委員長	片岡 勲 (京大)	幹事	木下 泉 (電中研)
企画第3委員会 (国際企画) :	委員長	数土幸夫 (原研)	幹事	阿部 豊 (山形大)
企画第4委員会 (研究企画) :	委員長	山田保夫 (日立)	幹事	浜 純 (機械研)
企画第5委員会 (出版企画) :	委員長	宮前茂広 (石播)	幹事	末永文厚 (三菱重工)
技術第1委員会 (学会賞) :	委員長	秋葉雅史 (横国大)		
技術第2委員会 (部門賞) :	委員長	波江貞広 (船研)	幹事	西口磯春 (神奈川工大)
技術第3委員会 (シンポジウム) :	委員長	有富正憲 (東工大)		

(2) 九州大学大学院総合理工学研究科

エネルギー変換工学専攻 応用原子エネルギー工学講座

所在地 : 〒816 福岡県春日市春日公園6丁目1番地
 研究スタッフ : 清水昭比古教授
 横峰健彦助手
 大学院 : 博士課程2名, 修士課程8名
 学部学生 : 2名

固気混相流による核融合炉冷却方式の開発

本研究室では核融合炉の実現に向け“固気混相流冷却方式による核融合動力炉エネルギー変換システムの総合評価”というテーマに沿って研究を進めている。炉内プラズマ対向機器は通常の工業装置では経験しえない過酷な高中性子束、高熱流束条件下に晒されるため、これを如何に効率良く冷却するかは、エネルギー変換システムにおいて非常に重要な課題となる。これに対し様々な冷却方式が検討されているが、100万キロワット級の動力炉段階では安全性が最優先されるため、ガス冷却方式が第一候補として考えられている。しかしながらガス冷却方式も、その劣悪な伝熱性能のため現状の技術を動力炉にシフトすることは困難を極める。そこで、(1)粒子添加による伝熱媒体熱容量の任意増大 (2)粒子による気相乱れ促進による対流熱伝達向上 (3)高温域における粒子の輻射寄与、といった固気混相流固有の伝熱性能を積極的に利用した革新的冷却方式の成立が本テーマの主眼である。以下にこのテーマに沿った本研究室の主な研究課題について述べる。

・ 固気混相流による伝熱実験及び数値解析コードの開発

プラズマ対向機器の中でもダイバータ板は特に非常に高い局所的な熱負荷を受ける。日本原子力研究所のSSTR-2(Steady State Tokamak Reactor-2)では、ダイバータ板が受ける最大熱負荷約 $8[\text{MW}/\text{m}^2]$ を壁と流体との温度差 $400[\text{K}]$ で冷却することが条件として提示され、そのためには約 $20000[\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$ の熱伝達係数を得なくてはならない。これに対し、本研究室では固気混相衝突噴流の淀み点近傍での高い熱伝達係数をこれに対応させることを提案している。この固気混相流によるダイバータ板の冷却方式の実現を目指して、ダイバータ板を模擬した高熱流束条件下での固気混相衝突噴流伝熱実験および数値解析コードの開発を行なっている。

これまでの実験結果では、熱ローディング比(両相の熱容量流量比)約5、ノズルレイノルズ数約 10^5 で最大で約 $15000[\text{MW}/\text{m}^2\text{K}]$ の岐点熱伝達係数を得ることができ、目標とする熱伝達係数を得られる可能性を示唆した。Fig.1にその結果を示す。

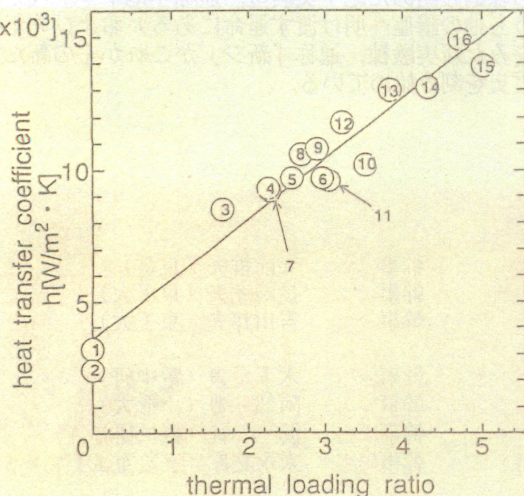


Fig. 1 Thermal loading ratio vs. heat transfer coefficient

又、数値シミュレーションによる固気混相流熱流動現象の解析も非常に重要かつ有益な手段である。計算コードの開発においては、伝熱促進機構に大きな影響を及ぼす粒子間衝突事象のモデル化、粒子-乱流渦間相互作用の定式化を中心に研究を行っている。

・ エロージョンの定量予測と熱泳動

固気混相流を炉内の冷却媒体として用いる場合、粒子を混入することによる様々な問題点が浮上してくる。特に固体粒子と壁面との衝突によって発生する壁面磨耗(エロージョン)の問題は、本問題にとどまらず、固気混相流を工業利用する場合避けては通ることのできない問題の一つである。壁面材料の弾性限界を考慮すると、エロージョンは粒子サイズを小さくすることで軽減することができると思われる。このことは混相流の伝熱性能面においてもプラスとなるものであるが、その一方で、急峻な温度勾配下においては、粒子サイズの小さい粒子ほど、温度勾配方向とは逆方向の力(熱泳動力)が働くことも知られており、これが混相流の伝熱性能に及ぼす悪影響も少なくはない。これらの相反する問題に如何に対処するかということも非常に重要な課題であるため、エロージョン及び熱泳動に関して実験を軸に研究を行っている。

以上の他に、混相流を冷却媒体として用いた場合の核融合炉エネルギー変換システムの構築、旋回方式固気混相流熱交換器の開発、また原研の協力のもと対向機器の内側つまりプラズマ側におけるプラズマ伝熱あるいはディスラプション時の諸事象の解明などについても研究を行っている。

固気混相流によるプラズマ対向機器の冷却方式の確立は以上に述べたような様々な問題との兼ね合いが非常に重要になってくる。これらを包括した核融合炉熱流動現象の評価を行うため、更に研究開発に邁進する所存である。

◇行事カレンダー◇

開催日・場所	行事
1995 5月16日 横須賀市	見学会：護衛艦および潜水調査船「しんかい6500」と動力システム [本号および会誌3月号に掲載]
5月22-26日 中国 上海市	JSME-ASME Joint International Conference on Power Engineering (ICOPE-95)
6月23日 東京都立科学技術 大学 交流施設	講習会：地球温暖化抑制対策に資する高効率複合サイクル(ACC)発電システム [本号と会誌4月号に掲載]
9月7日 大阪南港 関西国際空港	見学会：関西電力(株)南港火力発電所及び関西国際空港エネルギーセンター [会誌7月号に掲載]
10月8-13日 日本コンベンション センター	第16回世界エネルギー会議(WEC)東京大会 [会誌3月号に掲載]

◇地区便り◇

(1)「佐賀大学理工学部海洋温度差エネルギー実験施設」の紹介
＝新システムの実験装置完成＝

佐賀大学理工学部
海洋温度差エネルギー実験施設
施設長 上原 春男
助教授 池上 康之

当施設は、昭和57年4月に設置された佐賀大学理工学部附属海洋熱エネルギー変換実験施設が平成3年度末に時限到来にともない廃止され、平成4年4月より附属海洋温度差エネルギー実験施設(Ocean Thermal Energy Conversion Laboratory 通称 OTECセンター)として設置されたものです。当施設の設置とともに佐賀大学における海洋温度差発電に関する研究も新しい段階へと進展することとなりましたので、当施設の現状と今後の展望について紹介させていただきます。

海洋温度差発電とは、海洋の表層の海水と表層から約800mの深層海水の間に存在する膨大な熱エネルギーを電気エネルギーに変換する発電システムです。近年、エネルギー問題と環境問題が全世界的な緊急の課題として取り立たされるなか、佐賀大学では、これらの課題の解決に寄与すべく、21年前から海洋温度差発電の研究・開発を精力的に行ってきています。当施設の前施設(昭和57年4月～平成4年3月)では、Rankineによって発明されたランキンサイクルを用いた海洋温度差発電について研究を行い、実用化レベルまで研究を進展させることができました。アメリカのDOE(エネルギー省)などの調査研究によって、クローズドランキンサイクルを用いた海洋温度差発電では佐賀大学方式が最も優れているという評価を受けています。このランキンサイクルでは純粋なアンモニアやフロン22を作動媒体として使用してきました。

一方、1981年 Kalinaによってアンモニア/水の混合媒体を作動媒体として用いる新しいサイクル(カリナサイクル)が発明されました。このカリナサイクルを用いると従来のランキンサイクルと比較して飛躍的に効率が向上することが期待され、国内外で注目されています。

当施設では、このカリナサイクルの理論的研究を行うとともに、新システムについての研究を行ってきました。その結果、平成4年にカリナサイクルより効率が理論的に10%程度が高い新サイクルを発明し、特許(国有)を主要国に申請しています。さらに、これらの理論的研究成果を実験的に立証するために平成5年より新システムの実験装置の製作に取りかかり、平成6年3月に完成しました。現在予備実験を行っており、平成7年

度より本格的な実験を開始する予定です。

図1は、完成した新システムの実験装置の写真を示しています。新システムのタービンの出力は、4.5kWです。図2には、佐賀大学が提案する新システムのフローを示しています。新システムは、ランキンサイクルと異なり分離器、吸収器、再生器、加熱器、減圧弁などが構成機器として加わっています。作動媒体として、アンモニアに約10%の水が混合された混合媒体が封入されています。このサイクルでは、分離器でアンモニアの濃度がほぼ99%のアンモニア/水の蒸気と約80%のアンモニア/水の液とに分離され、蒸気はタービンで仕事をします。液は再生器を通り減圧弁で減圧されてタービンを出た蒸気を吸収器で吸収します。この反応によって、タービン出口温度が、冷海水入口温度よりも低くなります。すなわち、タービンの出入口の温度差が従来のランキンサイクルより大きくなり、タービンでの出力が増大し、効率が高くなります。その他、種々の特徴により効率が向上しますが紙面の都合上割愛させていただきます。

最近の海洋温度差発電には、発電プラントとしてのみならず、淡水化装置、冷熱源、CO₂の固定化など、多目的な期待も強くなってきています。今後、これら多目的のシステム化と、新システムを用いた海洋温度差発電の実用化に向けて研究開発を行う予定です。これらの研究成果によって、より一層海洋温度差発電が実用化に向けて推進されることを確信しています。また、この新システムは、火力発電、原子力発電、地熱発電、ゴミ焼却および産業廃棄物処理における廃熱発電などの高効率化にも利用でき、エネルギー問題の解決に寄与できるものと期待しています。

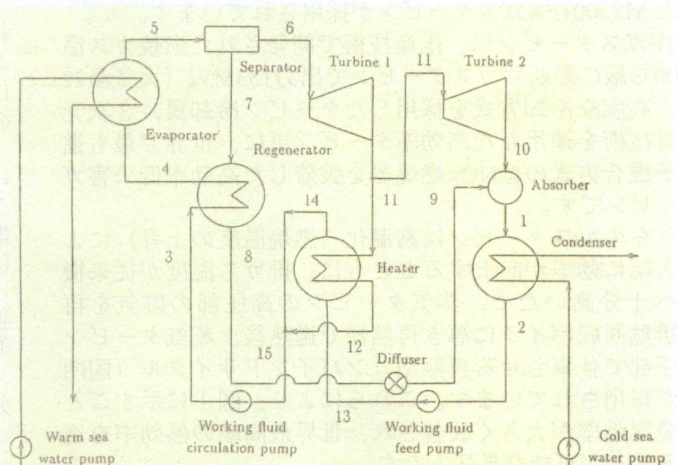


図2 新システムのフロー線図

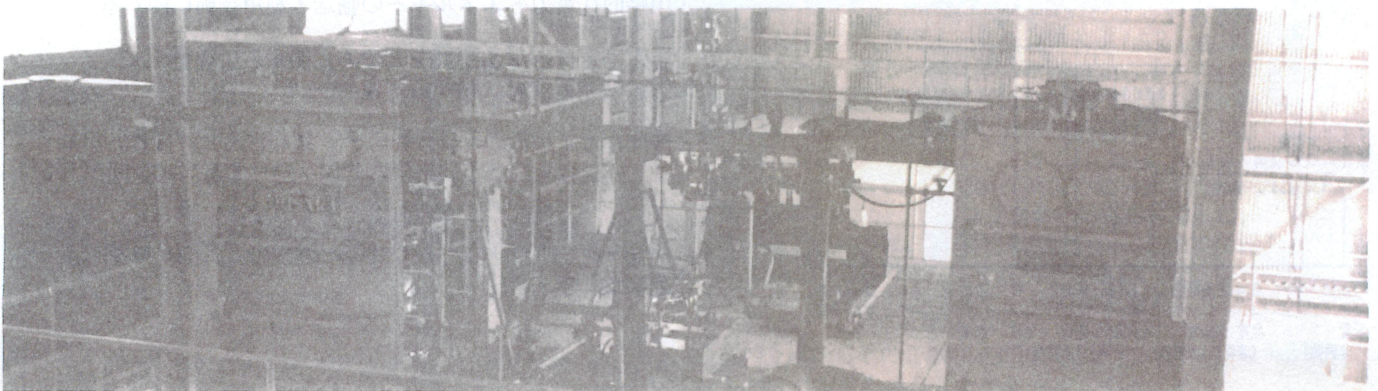


図1 新システムの実験装置

(2) 関西電力(株) 姫路第一発電所5,6号機 (コンバインドサイクル発電所) について

三菱重工業(株)
大内 一紘

姫路第一発電所5, 6号機は、兵庫県姫路市飾磨区に建設中の関西電力(株)で初めてのコンバインドサイクル発電方式(複合発電方式)を採用したLNG(液化天然ガス)専燃火力です。

コンバインドサイクル発電方式には、ガスタービンと蒸気タービンを直結させた一軸型と複数台のガスタービンと1台の蒸気タービンを組み合わせた多軸型とがあります。後者は大型の蒸気タービンを使用できることと、蒸気条件が高くできるため、熱効率がよく、かつ経済性にすぐれています。このため、5, 6号機共多軸型のコンバインドサイクルが採用されています。

各号機のプラント構成は、ガスタービン、ガスタービン発電機、排熱回収ボイラ各3基と、蒸気タービン、蒸気タービン発電機各1基を組合わせて、1組の発電システムを構成しています。5号機、6号機の出力はそれぞれ670MW、計1340MWです。

5号機(三菱重工)は、H7.4運開、6号機(日立製作所)はH8.4運開の予定です。

5号機には三菱501Fガスタービン、6号機にはGEが開発したMS7001FAガスタービンが採用されています。

501Fガスタービンは、国産技術で開発された燃焼ガス温度1300℃級の最新鋭ガスタービンで出力153MW(大気温度22℃)、高度な冷却方式を採用したタービン冷却翼、3次元翼設計技術を適用した高効率タービン更に、世界で最も進んだ予混合方式の低NO_x燃焼器を装着した高効率低公害ガスタービンです。

これらのガスタービンは高温化(燃焼温度の上昇)により、大幅に効率が向上するとともに、排ガス温度が従来機に比べ十分高いため、蒸気タービンの高圧部の排気を再度、排熱回収ボイラに導き再熱器で過熱後、蒸気タービンの中圧部で仕事させる再熱型コンバインドサイクル(国内初)が採用されています。これらにより、図1に示すごとく、発電効率が大きく改善され、世界最高級の熱効率を達成することが可能な見込みです。

本プラントは、近畿一円の電力安定供給に大きく貢献するとともに省資源の面においても期待されています。

◇第73期の部門活動について◇

運営委員会幹事 寺前 哲夫

動力エネルギーシステム部門が発足してから、今期で6期目に入ります。この間、歴代の部門長や運営委員会を始めとする各委員会委員の方々のご努力により、国際会議、講演会、講習会、見学会、セミナー、サロン、などの各種行事が定着すると共に、部門としての組織・制度が整備され、運営が軌道に乗って参りました。今年度はこれらをさらに発展させ、部門に参加されている会員各位に役に立つ企画や情報を提供していきたいと考えております。現在までに決まっている主な行事を以下に示します。

平成7年

- 4月 ・ICONE-3(京都)
- 5月 ・見学会(護衛艦および潜水調査船しんかい6500)
- ・ICOPE-95(上海)
- 6月 ・講習会(地球温暖化抑制対策に資するACC発電システム)
- 9月 ・見学会(南港火力発電所と関西国際空港エネルギーセンター)
- ・第73期全国大会(九州大学)
- 12月 ・セミナー&サロン

平成8年

- 4月 ・第73期通常総会(日本大学習志野キャンパス)
- その他、10月には世界エネルギー会議(略称WEC)が開催されますが、この関連行事として、当部門も参画しているユースエネルギーサミット(略称YES)が開かれます。会員の皆様にはお忙しいとは思いますが、できるだけ多くの方に、これらの企画・行事に参加していただきたいと思っております。

また、当部門では部門賞として功績賞および優秀講演賞を設けて、毎年数名の方に贈っております。募集の方法についてはこのニューズレターの中に記載してありますので、皆様からの推薦をお願い致します。なお、この贈呈式はセミナー&サロンにおいて行います。

これらの行事に加えて、分科会および研究会を設けて、部門独自の研究を行っています。現在、進めているテーマは以下の通りです。

分科会

- ・高温ガス炉ガスタービン発電システム調査研究分科会
- ・原子力用ジルコニウム合金材料の利用特性に関する研究分科会

研究会

- ・新型原子炉およびその除熱技術に関する研究会
- ・国際的な電力・エネルギーの輸送・利用技術に関する研究会
- ・宇宙における排熱システム技術に関する研究会
- ・将来の発電技術に関する研究会

今年度はこの他にも幾つかのテーマを選んで、実施していく予定です。分科会あるいは研究会のテーマとして適当な企画がありましたら、是非ご提案していただきたいと思っております。

以上、今年度の主な活動内容を述べてきましたが、これらの企画・行事を成功させるために、皆様のご協力、御支援を心からお願い致します。

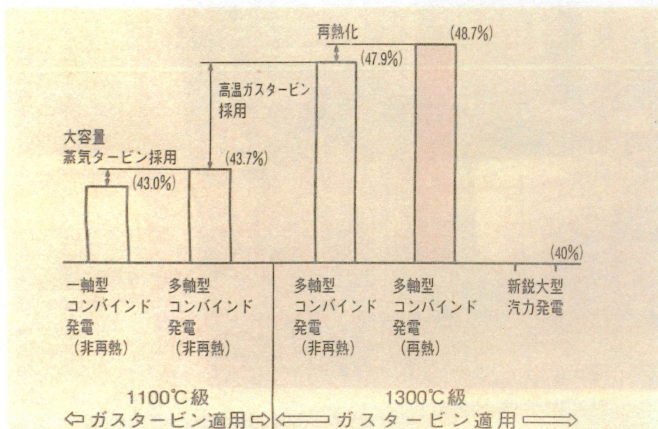


図1 コンバインド発電の効率向上の推移

◇見学会報告◇

動力エネルギーシステム部門 見学会・講演会

- ／佐賀大学海洋温度差エネルギー実験施設
「海洋温度差発電の開発と現状」
(講師：佐賀大学 上原春男教授)
／九州電力(株)松浦火力発電所
／三菱重工業(株)長崎造船所

を終えて

九州大学工学部
大田 治彦

1. 概要

- (1)実施日：平成6年9月21日(水)・22日(木)
(2)参加者数：企業関係者 27人
学校関係者 11人
学会職員 1人 計 39人
(3)費用：参加費 12,000円
宿泊費 8,000円 計 20,000円
(4)スケジュール：(第1日目)JR博多駅11:30 → 海洋温度差エネルギー実験施設14:10/15:10 → 松浦火力発電所16:40/17:40 → 平戸オランダ館18:10, 夕食(懇親会)19:00/20:00, 講演会20:30/22:30 (第2日目)朝食・自由行動7:00/9:30 → 昼食(西海橋)12:00/12:40 → 長崎造船所13:30/15:10 → 長崎駅前15:20 → 福岡空港18:00 → JR博多駅(解散)18:20

2. 企画意図

機械学会の会員数は関東および関西に集中しており、動力エネルギーシステム部門の諸行事も関東で開催されるものがきわめて多い。そこで地方の会員にも参加しやすく、技術的にも可能な企画ということで、93年度は東北地区で見学会「日本原燃(株)核燃料サイクル施設、東北電力(株)竜飛ウィンドパーク」が開催され、引き続いて94年度は九州地区で見学会を開催することになった。見学会の企画にあたっては、i)九州地区からの参加者を多くすること、ii)大型バス1台の定員40名程度の参加者を目標にすること、を条件に具体案作りを行った。すなわち、i)については九州支部との合同企画とした上で、機械学会誌への会告掲載前に、近年支部活性化の一環として支部内全会員に定期的発行を行っている九州支部ニュースを通じ、見学会への参加を呼びかけた。またii)については関東や関西からも多数

参加者が集まるように、祝日の直前の日程とした。この結果、九州地区からの参加者は12名に留まったが、募集開始直後から参加者が順調に増加し、定員の確保を行うことができた。企画にあたり、できるだけ見学内容を多様化する方針で標記の見学先をお願いする一方で、関連の講演会を現地に開催することが企画の充実をはかる点において重要であると考え、海洋温度差発電の第一人者である佐賀大学上原春男先生にお願いしたところ御快諾いただいた。集合時刻の設定にあたっては、1日目のスケジュールが密であることと、参加者の交通手段の状況を考慮し、食事を済ませた上で11:30とするより他はなかった。

3. 実施状況

第1日目では、全員の参加者が集合時刻の5分前までに集合した。伊万里市街から約20分、玄海灘から伊万里湾に少し入ったところに佐賀大学の海洋温度差エネルギー実験施設がある。はるか対岸に松浦半島が一望できる風光明媚な場所である。別項で詳細に述べられているように、これまで開発を行ってきたランキンサイクルによる海洋温度差発電システムに代わって、独自の新しいサイクルによるシステムが完成した直後の訪問であった。この新しいサイクルは近年発明されたカーリーナサイクルよりも高い熱効率を持つことが期待されるので、このことを海洋発電プラントで実際に検証するために新プラントによる実験を開始するということがあった。さらに海水淡水化、ソーラポンド、

オゾンによる熱交換器防汚に関する実験の説明を受けて施設を後にした。

次の見学先である松浦発電所まではモータボートならば10分程度で行けそうであったが、陸路では伊万里湾を迂回するため1時間程度を要する。さらにバスのドライバーがかねてより頻りに見学者を運んでいる玄海原子力発電所と思い込んでいたため、到着時刻が大幅に遅れてしまった。松浦発電所は長崎県松浦市の西にあり、70万kWの1号機が海外炭専焼火力として平成元年6月より営業運転に入っている。同一場所に隣接してやはり微粉炭燃焼の電源開発1号機100万kWも平成2年より稼働しており、あわせて170万kWの大容量火力発電基地となっている。松浦火力では最新の全量処理による電気集塵器、排煙脱硫、脱硝装置等によって環境保全対策が施してあるとともに、排煙に関しては長崎県内16カ所、佐賀県内10カ所において、SO₂およびNO_x濃度、浮遊粉塵量が常時モニターされている。富田凡人所長をはじめ技術者の方々から詳しい説明を受けた後、タービン/発電機、ボイラー、電気集塵器、排煙脱硫装置、中央制御室等を見学させていただいた。見学後、御年輩の参加者が熱心に質問される様子が見えて印象的であった。

発電所からさらに西へ海沿いを走る約20分、海峡にかかる赤い釣り橋を渡って、宿泊地であり講演会場でもある平戸オランダ館に到着した。夕食の後、しばらく入浴や休憩の時間を経たぬうちに、上原先生による講演会「海洋温度差発電の開発と現状」を20:30から開始することにした。会場の準備に際して、持参したスライド映写器の24V用ランプが電源ONと同時に切れ、スベア球に交換したがたまたま付属していたのがまったく同一寸法の規格違いで100V用であった。講演会開始後約40分で平戸島内の公共施設で別の映写器を探し得たが、それまで上原先生は、動力への転換が可能な有効部分が少ない海洋の熱エネルギーをいかに上手に利用するかということに関して、口頭で比喩を交えながらわかりやすく説明をされており、参加者全員が熱心に聞いておられたのを拝見して救っていただいた気がした。講演会は海洋温度差発電の全般にわたり22:30まで続いた。

第2日目は7:00の朝食ののち出発までの約2時間、全員の参加者が平戸の名所・旧跡を散策されたようである。長崎への途上、大村湾の入口にあたり急流で有名な西海橋のレストランで昼食をとり、東シナ海に沿った道路から海と古い教会を眺めながら、予定通りの時刻に長崎造船所に到着した。原動機部門を中心として、タービンブレードの組立行程、タービンロータの切削行程等を見学したが、使用されていた大型NC複合工作機械、NC大型旋盤、大型縦旋盤等の超大型工作機械が見学者を驚かせた。一方、明治31年建造の工場を利用したレンガ造りの史料館で、日本最古の工作機械類や、これまでに竣工させた軍艦等の写真や資料をゆっくり見学できた。最後にバスでLNGタンカーの新造行程を見て、造船所を後にした。

途中で、長崎駅で数人の方が下車されたが、大半の参加者は福岡空港からその日のうちに帰宅された。いささかハードなスケジュールであったことが反省点である。

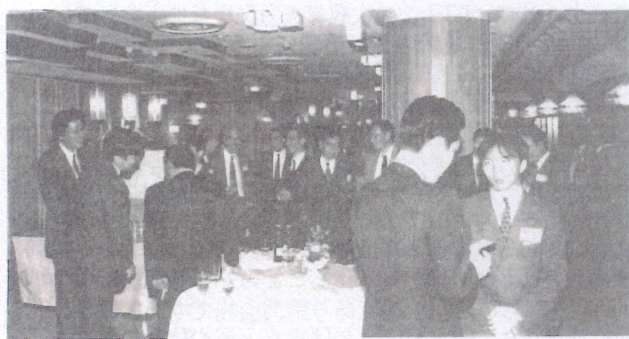
本企画の実施にあたり、上原先生をはじめとして、御協力いただきました佐賀大学、九州電力(株)、三菱重工業(株)の皆様と参加者各位にあらためて御礼申し上げます。

◇シンポジウム報告◇

第4回動力・エネルギー技術シンポジウム

シンポジウム実行委員会委員長
藤井 照重

上記シンポジウムが1994年12月6日(火)、7日(水)の2日間に亘って神戸国際会議場(神戸市、ポートアイランド)で開催された。第1回は昭和62年国立教育会館(東京都)で学会創立90周年記念行事の一環として開かれ、第2回、第3回は平成元年、平成4年にそれぞれ同じ産業振興会館(川崎市)で、今回は初めて関西(神戸市)で開催された。発表講演数74件、特別、展望講演数3件、さらに並行して機器、パネル展示が7社、10ブース(小間)で2日間に亘って活発に行われ、総数189人(内訳は学校48人、企業108人、その他29人)の多数の参加者を得た。また、第1日目の夜には懇親会が会議場1階のレストラン“フォントナ”で石谷清幹、西川兼康、勝田勝太郎各先生を始め、吉識、波江前部門長、秋葉部門長、伊藤副部門長ら約50名の参加者のもとに6時30分から8時まで和気あいあいと楽しく行われた。この様に無事、盛巧裡の内に本シンポジウムを終了する事が出来た。



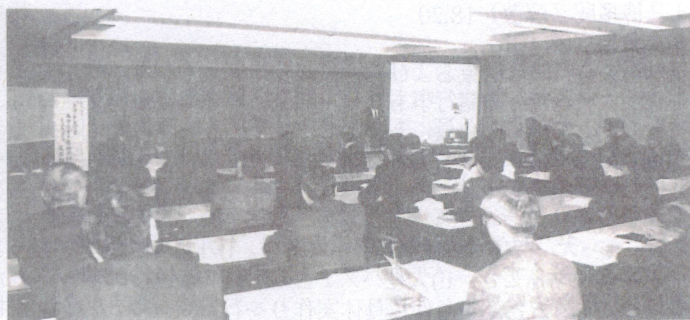
懇親会風景

講演発表(計74件)は2室を使って朝9時から夜6時頃まで行われた。内容は次の3つの大きなテーマ、すなわち [I] 新発電・新エネルギー技術(講演数30件)、[II] 環境用エネルギー機器とシステム技術(18件)、[III] 原子力発電の将来技術(26件)のもとに計8つのオーガナイズドセッションが設けられた。各セッションはテーマ [I] では、現在の最先端または次世代の発電技術を中心に(i)高温、高効率発電技術(10件)、(ii)新発電、新エネルギー利用技術(11件)、および(iii)燃料電池(9件)、の3つ、[II] では快適空間の創出や地球環境保全の観点から動力エネルギーをとらえることを目的に(i)空調、排熱利用と蓄熱技術(6件)、(ii)地球環境および関連技術(12件)、の2つ、[III] では原子力の新技術または将来技術を中心に(i)次世代軽水炉技術(8件)、(ii)新型原子炉技術(10件)、および(iii)知能化、信頼性技術(8件)、の3つから構成された。

例えば、テーマ [I] では、まずセッション(i)において超臨界圧の管内流動特性や圧縮機の流れ解析、ガスサイクルの検討、希ガスサイクル直接発電、ボイラ用高強度材料の開発、その他新燃料オリマルジョンのガス化特性や石炭ガス化炉に関するものであった。セッション(ii)ではカーナサイクル、海洋温度差、ごみ焼却、ケミカルガスタービン複合発電、混合媒体を用いたもの、水素利用クリーンエネルギーのシステム特性、更に、電力貯蔵システム、太陽エネルギー利用や太陽電池、アルカリ熱発電システムなど幅広い発表がなされた。(iii)では各燃料電池や電力貯蔵電池の開発を主になされた。次に、テーマ [II] ではセッション(i)で海水利用による新しい地域冷暖房の概要やブライン式氷蓄熱システムの結果、コージェネレーショ

ンにおける冷凍機負荷分担制御、デシカント空調システムの解析と実験結果、また、都市ガスへの蓄冷熱技術の応用など幅広い範囲での発表がなされた。(ii)ではCO₂、NO_x、排煙、脱硝技術、ヒートパイプ熱交換器の生物付着防止法、更に管巢燃焼形ボイラの研究やパルスチューブ冷凍機の性能、音響共鳴管の熱輸送特性などの講演がなされた。テーマ [III] のセッション(i)では、高温ガス炉、高速増殖実証炉、熔融塩発電炉や将来炉の特性について、また、ループ型炉中間熱交換器のガス巻込み試験の発表があった。(ii)では、原子炉発電の予防安全や監視技術、放射性廃棄物搬出の検査技術、さらにNa中の超音波目視画像化装置の開発、知能ロボットなど、(iii)では、次世代軽水炉に関するもので、沸騰自然循環ループの密度波振動や大空間内の気液二相流の挙動、破断LOCA実験等の発表もなされた。この様に動力・エネルギー技術に関して新しい、かつ非常に幅広い発表がなされると共に、活発な討論が行われた。

一方、上記講演発表の他に次の3つの特別、展望講演が行われた。まず、特別講演として電力中央研究所常務理事の尾出和也氏に“トリレンマとエネルギー需給の将来”と題して経済成長、エネルギー資源、環境問題のトリレンマ構造に対してその解決への二、三の指針およびエネルギー需給の将来について講演して頂いた。さらに、展望講演として大阪ガスの都市エネルギー営業部専門部長の片山紘一氏に“天然ガスの供給と都市エネルギーとしての利用技術—資源・供給・利用技術の展望”、日本原子力研究所原子炉工学部次長の村尾良夫氏に“受動的な安全炉の概念と展望”の2件の講演をして頂いた。いずれも興味ある話題で盛況であった。



会場風景(特別講演)

上記講演と並行して機器、パネル展示会が次の7社の協力のもと10ブース(小間)を用いて行われた。各企業と展示内容は、イウエオ順に(a)石川島播磨重工業(高効率発電技術)、(b)川崎重工業(地域冷暖房プラント、ガスタービン装置)、(c)神戸製鋼所(プラズマ熔融炉装置)、(d)新日本空調(熔融液膜式氷蓄熱装置の模型とシステム)、(e)株東芝(氷蓄熱装置、ガスタービン動静翼、ACCプラント模型、低NO_x燃焼器模型)、(f)株日立製作所(移動式小型監視点検装置)、(g)株ヒラカワガイダム(JAFI、焼却炉)であり、興味深い内容で多くの見学者があった。

最後に機器、パネル展示に御出展頂いた上述の各企業および講演論文集の広告に御協力頂いた各企業(石川島播磨重工業(株)、ABBガ德里ウス(株)、株神戸製鋼所、新日本空調(株)、株タクマ、株日立製作所、三菱電機(株)、三菱重工業(株)神戸造船所、アイウエオ順)の方々に厚く御礼申し上げます。また、特別・展望講演の講師や各セッションのオーガナイザーの方々はじめ実行委員会の諸氏に感謝申し上げます。最後に、この企画の最初から色々とアドバイスを頂いた波江前部門長、また実行に当り色々と御心配頂いた秋葉部門長、および実際の運営に当り機械学会高橋正彦氏に非常にお世話になり、感謝申し上げます。

◇平成6年度部門功績賞受賞者の所感◇

部門功績賞を頂戴して

電力中央研究所 特別顧問
永倉 正

昨年秋、栄ある日本機械学会・動力エネルギーシステム部門賞を受賞する榮譽に浴し、誠に有りがたく、心から感謝致しております。受賞の対象とされたのは、原子力発電分野、その内の主として核燃料サイクルバックエンド対策関係の研究及び技術の開発・確立

への貢献ということですが、果たして受賞に値するような貢献をしたのかと考えますと、甚だしくじたるものがあります。

私は昭和24年に大学を卒業し、現在の北海道電力に入社、27年に電力中央研究所に転出して以来研究活動に携わって現在に至っております。これまでの研究を振り返ってみますと、昭和9年代初めまでは水力発電開発関連の研究が中心でありました。

私が原子力発電に係わる研究に着手したのは昭和40年頃からです。バックエンド分野の研究としては、原子力発電所の低レベル放射性廃棄物の固化処理に関する研究をスタートして以来、高レベル廃棄物の処理・処分、使用済燃料を初め六沸化ウラン、返還廃棄物など殆どの放射性物質の輸送容器、所謂キャスクの健全性実証と輸送時の環境影響評価、更には使用済燃料のキャスク等による中間貯蔵に関する研究など、多くのバックエンド対策の研究を実施し、或いはまた研究を総括推進する責務を負って参りました。

実を申しますと私はもともと土木工学の出身で、従って機械学会会員ではありません。それにも係わらず賞を頂くのは誠に面映ゆいのですが、それだけに感激も一入のものがあります。ただ、考えてみますと、原子力のバックエンド対策の研究にも機械学会分野のものが非常に多く、放射性物質の輸送或いは貯蔵のためのキャスクなどは正にそうであります。そもそもキャスクの研究の走りは、昭和45年頃に、一昨年にこの賞を受けられた青木成文先生（東工大名誉教授）が中心となられて機械学会が行った落下衝撃試験であったと承知しております。

バックエンド分野は上述のように範囲が広く、そのため必要とする基礎・基盤研究も非常に多岐にわたっております。これらの研究を進めるに当たっては、電力中央研究所自らが行う基礎・基盤研究をベースとして、通商産業省及び科学技術庁からの受託研究、並びに電気事業の電力共通研究などを併せて、これらを総合してプロジェクト研究として進めてきましたし、今後とも大いに進めなければなりません。

原子力開発が順調に行われるということは、同時に輸送、貯蔵、処理・処分というようなバックエンド対策も実行されなければ完結できないということでもあります。私どもがこの分野の研究を進めて既に30年近くを経過しましたが、その成果が、原子力発電の進展にそして六ヶ所村原燃サイクル事業に、些かなりともお役にたつたとすれば、私はもとより携わった者全ての喜びこれにすぐるものではありません。

研究を実施するに当たっては、研究の対象が多岐にわたっていることもあり、大学、研究機関の多くの専門の先生方大変なご指導を賜っております。また関係省庁、電力関係の一方ならぬご協力、更に多くのメーカー等の絶大なご支援を頂きました。この場をお借りして厚くお礼申し上げます。

今回の受賞は、このような多くのご指導ご支援の賜物でありまして心から深く感謝申し上げます次第でございます。終わりにあたり、動力エネルギーシステム部門の皆様方の益々のご活躍を心から願っております。

動力エネルギー技術への期待

東京大学名誉教授
植田 辰洋

昨年秋、日本機械学会の動力エネルギーシステム部門功績賞を戴き、まことに光栄に存じます。ご推薦を頂いた部門委員会の皆様から心からお礼申し上げます。

私は昭和22年に機械工学科を卒業し、約2年間の旧制大学院を経た後、そのまま大学に奉職、蒸気動力

力の講座に所属して仕事をして参りました。大学の卒業研究を受け持ち始めたのが昭和25年、講義（はじめにボイラを担当）を開始したのは昭和27年でした。わが国の戦後復興が始まり、急増する電力需要に対応して、火力プラントの驚異的な高温高压化が始まる時期に当たります。その技術開発の過程を勉強しながらの講義にやり甲斐を感じたものでした。

研究で、はじめに手がけたのは蒸気エゼクタや水ジェットポンプでしたが、昭和29年からボイラの水循環に関連した気液二相流の問題に着手、ひれ付伝熱面の対流熱伝達と並行して進めておりました。原子力が始まると、気液二相流の流動・伝熱に関する広範な知見が必要になり、各国でこの分野の研究が活発になった。このような事情もあり、私どもの研究室での研究テーマも、昭和40年以降はいろいろの条件下の気液二相流の流動・伝熱に集中することになった。気液二相流にはいろいろの流動様式があり、高熱負荷沸騰二相流では特異な状況も現れる。まず、どのような現象であるかを把握することが必要である。このような種類の問題で、長期にわたりましたが、各ステップをそれぞれの共同研究者であった大学院生諸君の努力は素晴らしいものでした。今回の受賞はこの努力によるものと感謝しております。

戦後はや50年、この間の動力エネルギー技術の発展・拡大は、私は正に隔世の感という気持ちであります。今後の50年には、それ以上の技術革新が要望されている。動力エネルギーは云うまでもなく人間活動の基盤である。今後一層拡大される動力エネルギー需要に、エネルギー資源の有効利用と地球環境保全とを両立させながら、対応していかなければならない。技術だけでは対応しきれない問題という見解も少なくないが、動力エネルギー技術に対する期待は、それほど切実である。

わが国では、動力エネルギーシステムの高性能化、環境対策技術や新エネルギーシステム開発などの研究が活発に推進されており、心強く感じております。これらの実用化には、内在するさまざまな現象の解明と要素技術の一つ一つを解決し、幾多のブレイクスルーを成しとげなければならないでしょう。時間のかかる仕事だと思えます。今回功績賞を戴き、改めてこのような感慨にひたりました。重ねてお礼申し上げますとともに、動力エネルギーシステム部門の皆様の一層のご活躍を祈念致します。

部門賞募集

動力エネルギーシステム部門では、以下の部門賞を募集致しております。

1. 功績賞：長年の個人の業績を讃える賞。
2. 社会業績賞：社会の第一線に於ける現在の顕著な活躍を讃える賞。
3. 優秀講演賞：部門の企画した行事に於ける優秀な発表を讃える賞。

推薦理由書を添えて伊藤文夫動力エネルギーシステム部門宛お申し込み下さい。自薦、他薦は問いません。なお、優秀講演賞の推薦に当たっては発表論文の写しの添付をお願いいたします。また同賞は若手研究者、技術者を主な対象として設けられた賞です。

申込先

〒230 横浜市鶴見区江ヶ崎町4-1

東京電力（株）技術開発本部 副本部長 伊藤 文夫

[TEL.(045)589-8400, FAX.(045)585-8460]

原子力を主にしたエネルギー分野での45年間

元三菱原子力工業(株)代表取締役社長
中井 靖



昨年秋、日本機械学会の動力エネルギーシステム部門の部門賞という大変名誉な賞を戴き、その光栄を心から感謝いたします。これも御選考くださった委員の方々や、長い間御指導、御厚情を戴いた方々の御蔭であり、あらためて御礼を申し上げます。

私は昭和24年に三菱重工業(株)、横浜造船所に入社し、そこで船用ディーゼル機関の設計、ガスタービンの開発に技術者としての第一歩を踏み出しました。ガスタービンでは出力2,000kWの発電プラントの試作、運転に参加しましたが、3軸にして低負荷時でも高いプラント熱効率を、また境界層を補正した振り翼型を採用して軸流回転機で高いポルトロップ効率を達成しました。

昭和30年から日本は国をあげて原子力の平和利用を始めましたが、その頃から私は原子力に専念しました。昭和30年代は主に日本原子力研究所の研究炉「JRR-2」の設計、建設、運転、中性子ビームの照射実験をしました。

その後、軽水炉の設計、高速炉と新型転換炉の開発に移りましたが、昭和46年から11年間は動力炉・核燃料開発事業団で高速原型炉「もんじゅ」の設計と関連する研究開発、安全審査、地元説明、欧米諸国との情報交換の仕事をしました。「もんじゅ」でのトピックスのひとつはNa加熱蒸気発生器です。蒸気条件は127kg/cm²g、483℃で、ヘリカルコイル管の貫流型です。これは高度の日本の機械技術に裏付けされた軽量小型、優れた伝熱性と信頼性を持つもので、独自に開発して世界に先駆け、後から欧米諸国が追随しました。開発試験としては動力炉・核燃料開発事業団の大洗工学センターで1MW、50MWの試験体による性能の確認、Na・水反応に対しては微少リークから水90kgの大リークまでの試験と評価をしています。

昭和58年以降は三菱原子力工業(株)で原子力発電プラント、核燃料サイクル、核融合を含む原子力の技術と原子力エンジニアリング専業企業の経営を見てきました。

いっぽう昭和45年より15年間東京大学工学部原子力工学科の非常勤講師として学校教育にも関係しました。

これら一連の大規模な原子力事業、国家プロジェクトに参加した経験から、原子力発電の日本のエネルギー分野での重要性和貢献度を確認しました。国家プロジェクトとしての高速炉などの自主開発では、その進め方と規模、時間と人智の関わり具合などを含めて開発の真髄に触れることができました。また燃料サイクル、核融合では国際協力の中で着実な展開と実用化が図られていることを感じます。よく原子力に対しては安全性、核不拡散が云われますが、設計から運転までを適切にすればとくにわが国では平和利用を追求する原子力が安全性、信頼性、経済性の優れた必須のエネルギー供給源であると考えます。

動力エネルギー分野に45年間参加させて戴きましたことを私は心から有難いと思いますが、その上今回の受賞は身に余ることと衷心から感謝申し上げます。

日本機械学会のこの部門の皆様方の一層の御発展と御活躍を心から祈念申し上げます。

編集後記

先に起こった阪神大震災におきましては5,500人を越える極めて多数の貴人命が失われ、計り知れないほどの方々が家屋の損壊、倒壊など大きな被害を受けられました。ここに謹んでお悔やみ申し上げますと共に、今尚、避難生活を強いられる方々が一日でも早く平安な生活を回復致されますようお祈り申し上げます。(Oz)

No.95-34見学会

護衛艦および潜水調査船「しんかい6500」と動力システム
日時：1995年5月16日

10:00-11:30 陸上訓練用動力システム見学(海上自衛隊第2術科学校)

13:00-14:00 護衛艦見学(海上自衛隊横須賀地方総監部)

14:30-16:30 しんかい6500見学(海洋科学技術センター)

定員：40名

参加費：会員4,000円(学生員3,000円)

申込先：〒151東京都渋谷区代々木2-4-9(新宿三信ビル)日本機械学会動力エネルギーシステム部門

TEL:(03)3379-6781 FAX:(03)3379-0934

詳細は会誌3月号告196をご参照ください。

NO.95-35講習会

地球温暖化抑制対策に資する高効率複合サイクル(ACC)発電システム

日時：1995年6月23日(金)10:00-17:00

会場：東京都立科学技術大学 交流施設

- ・化石燃料発電の超長期展望と複合サイクル発電技術の方向 浜松照秀
- ・ACC発電の現状と今後の計画 相沢善吾
- ・高効率ガスタービンの開発 佐藤 実
- ・高温ガスタービン用新素材の開発動向 辻 一郎
- ・高温ガスタービン用低NO_x燃焼器の開発動向 前田福夫
- ・石炭ガス化複合発電プラントの開発について 保泉真一
- ・燃料電池のACC発電システム 清水 徹

定員：100名

聴講料：15,000円(学生員5,000円)

申込み方法：会誌2月号告102頁の行事申込書に必要事項を記入し、代金を添えてお申込みください。

詳細は会誌4月号会告をご参照ください。

第72期運営委員会

部門長：伊藤文夫(東電)

副部門長：井上晃(東工大)

幹事：寺前哲夫(東電)

委員：

安藤 栄(石播)	大田英輔(早大)	太田正廣(都立大)
加治増夫(阪大)	片岡 勲(京大)	金子祥三(三菱重工)
北古賀功(九電)	工藤一彦(北大)	清水昭比古(九大)
杉浦恒彦(中電)	鈴木篤英(東芝)	数土幸夫(原研)
竹川敏之(三菱重工)	竹中信幸(神大)	田中 雅(中電)
戸田三朗(東北大)	鳥居 薫(横国大)	西尾茂文(東大)
西野信博(愛媛大)	浜 純(機械研)	深田智久(電中研)
府川 涓(電工会)	福井資夫(福井工大)	古寺雅晴(日造)
正木長久(関電)	宗 武司(関電)	村上幸一(愛媛大)
望月弘保(動燃)	山田保夫(日立)	吉澤善男(東工大)

ニューズレター発行広報委員会

委員長：小澤 守(関西大)

幹事：吉川邦夫(東工大)

委員：

堂元直哉(石播)	川西康平(三菱重工)	小西圭二(科技大)
奈良林直(東芝)	二宮 徹(電中研)	西村直哉(日立)
日野竜太郎(原研)	藤井貞夫(川重)	竹中信幸(神大)
三宅 収(動燃)		
オブザーバ：	太田正廣(都立大)	