



## 1977年国際ガスタービン会議を終って

組織委員長 渡部 一郎

1977 Tokyo Joint Gas Turbine Congress (以下 Tokyo Congress と略記する) が本年5月22日～27日東京プリンスホテルにおいて盛会裡に終了したことは全く御同慶の至りである。学会の編集理事からこの会議の裏話とも云うべきものを堅苦しくなく書くように依頼を受けたが、まず最初に組織委員会を代表して、この会議に御寄附いただいた日本および外国の会社に謹んで感謝の意を表する。またこの会議を成功に導いた実行委員会(水町長生委員長)の各位に深い感謝の意を表する。組織委員会の使命は、募金と Tokyo Congress 運営の大方針の検討であったが、実行委員会各位の並々ならぬ御援助により、両方の目的を達することができた。たとえば、募金に関しては、私も方々歩き廻ってお願いしたことがあるが、不況下のことであり、社長じきじきにお断りをいただいたこともあった。が暫く時が経って見ると、その会社から寄附の申込みが来ているのである。これは実行委員の方が、工作をして下さった為であって、ガスタービン関係の方々の異常とも云うべき熱意を痛感した。

さて今回の Tokyo Congress が成功した大きな原因は、ASMEばかりでなく CIMAC とともに協調して同時に同じホテルで並行的にセッションが行なわれたことであるが、この点に関しても実行委員会の各位の努力が大きな力となっている。ここには主としてこの会議の裏話として、ASMEならびに CIMAC と GTSJ (日本ガスタービン学会、法人化される前は GTCJ) との間の交渉経過を述べよう。

ASME G.T.D. (ガスタービン部門) との交渉は、終始順調に進んだが、CIMAC との交渉はかなり難航したと云うのが今回の特徴であった。1973年4月6日～15日米国ワシントン市 Sheraton Park Hotel において、ASME の第18回国際ガスタービン会議と CIMAC Congress とが相次いで行なわれ、この時は私も出席していたが、ASME のガスタービンセッションは満員で活気溢るるものであったのに対し、CIMAC のガスタービンセッションは全く閑古鳥の鳴く淋しさであった。これが CIMAC 理事連の脳裡に深く焼付いていて、東京での協同開催の交渉は最後まで難航する誘因となった。<sup>1)</sup> 私の日記によると、このワシントン大会で岡村健二、三輪光砂、佐藤玉太郎、有賀一郎(敬称略)と小生は ASME G.T.D. の R. Tom Sawyer, Ivan G. Rice, C. E. Seglem, Thomas E. Stott, Glenn W. Kahle および ASME Headquarters を代表する女性(氏名不明)と1977年の Tokyo Congress の話をしている。この時は CIMAC は5月末、Tokyo Congress は6月初めに series に開催の線が大略決っている。Products Show はこの時は開催予定であったが、後に日本側の事情で中止となった。

1971年秋、東京科学技術館で行なわれた第1回国際ガスタービン会議は JSME と ASME G.T.D. との二者共催で実際の運営は組織委員会が行なったのであったが、1977年 Tokyo Congress は ASME, JSME, GTCJ の共催で行きたい旨米国側に申入れてあ

った関係で、ASMEを代表して前記女性が出席した訳である。ASMEとの共催はこの時点では決定しなかったが、後に確定した。この時の打合せでは、日本側論文は日本語で発表し同時通訳を行うが、同時通訳の費用は日本側負担のことが了解されている。

1974年ツューリッヒ市で第19回国際ガスタービン会議が開催され、4月2日(火) Hotel Zürichで1977年の打合せがASME G.T.D.側と行なわれている。出席者はTom Sawyer, Jack Sawyer, Kahle, Seglem, Stott, Rice, Pucci, Weinert, Harmon, Conlin, 日本側は岡村健二, 井口泉, 松木正勝, 伊藤源嗣, 高瀬謙次郎, 佐藤玉太郎, 有賀一郎, 小生(順不同)であった。この時の会談ではASME G.T.D., JSME, GTCJ(1977年までには法人化する予定と述べてある)の共催であるが、GTCJが実質的には準備と計画遂行にあたること、経理はGTCJの責任であること、ASME G.T.D.は論文募集とTechnical Committee Meeting, News letter, Mech. Engrg.を通してのPR, この時はまだ展示をすることになっていたの对此に対する協力、時期は1977年CIMACについて5月末あたりとなっている。英語と日本語が会議における公用語のことも再確認されている。この会談で, HarmonがConferenceでなくCongressを提唱, これに決まった。日本側はCIMACのPresident Rizkがツューリッヒに来ていたにも拘らず, 公式には接触をしなかった。ただ岡村, 井口にはRizkから個人的の話はあったようだ。<sup>2)</sup>1974年9月20日付で井口あてにRizkから手紙が来た。これによると, CIMACと時を同じくして1977年Tokyo Congressが開催されることがCIMACに何等通告がなくASME G.T.D.側との間で決ったことに遺憾の意を表したあと, CIMACとTokyo CongressがCIMACの前後数週間以内に開催されると, 論文はCIMACよりも展示会つきのTokyo Congressの方に流れて終うこと, また井口提

案のように両Congressをつづけて開催するとCIMAC4日, Tokyo Congress4日として往復の日数を加えて3~4週間となり, ヨーロッパと米国からの参加は不可能なこと, したがってこのようにseriesにつづけて開催するならCIMACのガスタービンプログラムは取消し他の場所で開催せざるを得ない旨を通告して来た。同時に, 論文をmixed sessionで発表するやり方が唯一の解決策であろうが, この場合両Congressの論文委員会は十分慎重に配慮しなければならないと考えていること, これらは1974年11月5日パリ開催予定のCIMAC理事会で討議したいことが述べてあった。<sup>3)</sup>

この11月の理事会には米国からはCIMAC側代表としてMangan, 日本は岡村, その他 Congiu, Olsson等々が出席, Rizkの発言で二つの可能性があげられた。すなわち(1) CIMACとGT Congressがjoint presentationをするか, (2) GT Congressは9ヶ月少くとも6ヶ月後に開催して貰うかで, これ以外に道はないことになった。

これに対し11月18日(月)日本側で検討した結果, CIMACとTokyo Congressをjointでやることは論文の性質の相違等で頗る困難であるし, JSMEとの共催にも問題が出る。審議の結果, CIMACとのjointは中止し, Tokyo Congressの方は1977年秋又は1978年春に延期との結論に達した。この時すでに日本側には国際会議委員会が出来ており, 出席は井口泉, 佐藤玉太郎, 水町長生, 田中英穂, 阿部安雄, 有賀一郎, 渡部となっている。なお, この席上, 展示は困難との意見が圧倒的であった。その後12月5日(木)国際ガスタービン会議拡大委員会が開催され, 日本側案として開催時期を1977年秋と決めた。

さて1975年3月ヒューストン市で第20回国際ガスタービン会議が開催され, 3月5日(水)午後Hyatt Regency HotelでASME側との打合せが行なわれた。この時は日本側の出席者は少く, 高田浩之, 小生と通訳兼オブザーバとして岡田道彦(三井造船ニューヨーク

2) 岡村氏補足(2)参照

3) 岡村氏補足(3)参照

支店勤務、入江正彦の好意により派遣していた  
だいた)の3人であった。この打合せで共催団  
体はGTCJ, JSME, ASME (G.T.D.  
でなく)を主催地が日本なのでこの順に配列す  
ること、展示はやめることが決った。時期は  
1977年秋という提案はASME G.T.D.  
では拒否はできないけれども、成功しないだろ  
うとのことで強い難色を示した。米国側から出  
た意見は、CIMACと半年の間隔を置いて開  
催したとしても、同じ年にガスタービン関係国  
際会議が日本で2回開催されることは、日本以  
外の遠隔地よりの参加者にとって極めて都合が  
悪い。ASME, CIMAC両方を含んだJo-  
int Congress は、性格の異なる論文の取扱い  
の点からも実現性が少ないことは理解できるの  
で、同時期に並行して開催することをASME  
G.T.D.は望んでいるとのことだった。これに  
対し渡部よりこれまでのCIMACとの経緯を  
説明、また翌日Mangan<sup>4)</sup>とも話し合い、時期  
はもう一度日本に帰って検討、バルセロナにお  
けるCIMAC理事会に報告することとした。  
なおManganにはCIMACに対する説得を依  
頼した。この時の会合でTokyo Congress  
のASME G.T.D.側の担当はKen Teu-  
mer と決った。

日本で展示なしの同時開催案を作り、バルセ  
ロナにおけるCIMAC理事会に岡村、井口が  
出席し、岡村が詳細を説明した。ASMEは賛  
成したが、CIMAC側からは(1) Joint Pro-  
gram Meetingを持つこと、(2) CIMACは  
Industrial & Marine, GT Congress は  
Aircraft and Vehicularに限定するような  
注文が来た。岡村は日本に持ち帰り検討を約束した。

1975年10月31日パリでCIMAC理  
事会が開催され、岡村、有賀(基)、平山が出  
席、日本側はTokyo CongressとCIMAC  
とを同時に東京プリンスホテルで開催すること、  
両会議は相互に協力して行なうこと、CIMA  
Cへの論文提出の勧誘をGTCJは努力するこ  
と、またJoint Program Committeeを作  
るが、相互の論文をスイッチすることはやらな

いこと、その他詳細の提案を行なった。セッシ  
ョンを並行的に開催する場合、競合する論文が  
両方に分れるとWashingtonの二の舞となる  
怖れがあるので、論文締切時期、Joint Pro-  
gram Committee等でかなり緊迫した議論が  
行なわれた。そして11月20日帰国后Telex  
で回答をしている。

1976年3月21日(日)よりニューオル  
リーズ市で第21回国際ガスタービン会議が  
開催され、妹尾と小生が出席したが、妹尾は講  
演の都合で小生と岡田の2人で主としてTeu-  
merと話合った。席上、Teumerから小生都  
合してパリのCIMAC理事会に出席するよう  
頼まれた。

1976年4月11日(日)パリ着。Teu-  
merと5.00PMより会談。Tokyo Cong-  
ressとCIMACの論文をProceedingsと  
して一巻にまとめる案は、GTSJとしては受  
け入れられない旨を回答、Teumerも了承する。  
今回のパリ行きは、多少感情的になっているC  
IMACの理事連に会うのであるから、或る意  
味で火中の栗を拾うことになるのは明白であっ  
た。この点、東京で迷ったが、実行委の了解の  
もとにパリに來たわけである。結局、CIMA  
C理事会ではTokyo CongressとCIMAC  
Congressのセッションの噛み合せの議論とな  
った。小生、柴田万寿太郎と2人で出席してい  
たが、日本にとって必ずしも全面的に了解でき  
ない点を含んだセッション群の案及び論文提出  
経路がCIMAC側から出た。小生もこれに対  
して云うべきことは大いに述べたが、最後はこ  
の案に対してイエスカノーかと云うことになり、  
ノーならばCIMACは東京へ行けないと云う  
処まで来て終った。柴田も小生に受諾をすすめ  
るし(これで柴田に責任を転嫁するつもりはな  
い)、5分位考えた末この案を受諾した。

帰国后、実行委に報告、水町、田中らがこの  
案を修正する意見をRizkあて或はOlssonあ  
てに送って再考を求めた。その後GTSJの協  
力もあってCIMAC側に提出される論文は当  
初の予想を上まわり、結果として両Congress  
の噛み合せの問題は何と云うことなく解決され  
て終った。もち論、水町、田中を頂点とする論

4) 岡村氏補足(4)参照

文関係委員の多大の努力によることは言うまでもない。なお、話が前後するが、このパリのCIMAC理事会で、ガスタービンに関する限りCIMACはフランス語はやめて英語一辺倒とすること、presentationの時間はTokyo Congressなみに40分にすることが決まった。

1977年3月フィラデルフィア市における第22回国際ガスタービン会議にはGTSJからは田中、松木等が出席した。ASMEとの間にはほとんど深刻な問題は起らずプログラムについての最終的なつめが行なわれた。

1977年5月東京プリンスホテルにおける日本としては第2回の国際ガスタービン会議は大成功であった。私は時々、CIMACのガスタービン室(C室)をのぞいて見たが、Tokyo Congressほどの聴講者ではなかったけれども、かなり人が入っていた。つまりCIMACのガスタービンも含めて大成功と云える。これは上述して来たように、ASME G.T.D. およびCIMACのkey member に対して、日本側の実行委員各位が入れかわり立ちかわり話合って得られた成果であり、或意味で大変良い経験となったわけである。岡村CIMAC大会会長の話によると、今世紀にはCIMACは日本には来ないそうである。しかし5~6年たつと第3回国際ガスタービン会議が、次回はおそらく展示会と共に開催されることになる。ただ、これまでの経験をもってすれば、第3回の国際会議は大した苦労なしに実現できると云うのが、日本側われわれの実感ではなかろうか。

本文は渡部教授より関係者に原稿が示され意見を求められた。寄せられた意見については編集委員会におまかせ頂き、本文を若干修正したが、岡村氏の御意見はやや長いので以下に補足として別記する。

(編集理事)

補 足

三菱開発 岡 村 健 二

(1) CIMAC会議の最終日がASME会議の初日と

重なった。また、この時のCIMACの事務局はASMEが一切をとりしきっていた関係上、CIMACに登録した者は無料でASME会議に出席できるという便宜が与えられたので一層ASME会議の方に人が流れ易くなったこともある。

(2) ASME-GTCJの打合せはASME側からCIMAC側にいち早く伝えられたが、日本側からの公式連絡はなされなかった。またCIMACとしては1973年ワシントン大会での誤ちを繰り返したくないとの心配がRiskから伝えられた。

(3) この問題を理解するためにはCIMACとGTSJの夫々の歴史的背景、マネジメントの相違などを知っておく必要があろう。

先づ言語の問題であるがGTSJは英語であるが、CIMACは英、仏が公式用語とされ、Discussionには独語も使用できるとされてきた。

登録料はGTCJはASME方式であって、論文代金やパンケ費用は別売りであるため比較的安価である。CIMACはパリに本部があるものの、大会は各国持廻り方式をとり、事実上の事務局は毎回異なる。それで大会の計画上、登録料の中にはすべての論文代金、パンケ費用も含まれているので当然高くつく。

それでこの様な時世となると誰れでも登録料の安い方に参加するのが人情で、まして展示会がつけいればガスタービン関係者はGTCJの方に参加し、CIMACのGTの方には参加しなくなるだろうというのがCIMACのガスタービン関係者(主として欧州系)の考えである。またCIMACの定款には厳重に商業的性格を禁止し、純技術的に行事を進めることとされて居り、展示会は本来商業活動であるので一切の展示会は開かないこととなっている。

このような問題を抱えながらCIMAC大会とガスタービン会議を同時に東京で開催したいという日本側の提案の意図はどこにあるかという次の通りであった。

日本で国際会議を開催する場合外国参加者数が多数あって、実質国際的催しの実を挙げることが望ましい。CIMACが東京で開催されれば国際機関であるので相当数のガスタービン技術者が参加するであろうと考えられる。一方CIMACのガスタービン部門の論文は従来側から工業化又はそれに近い処まで開発された段階の論文が大部分で、その総数は必ずしも多くはない。

この際ガスタービン会議を同時期に開催して数多くの論文を発表すれば、世界中のガスタービン技術者にとって訪日のよい機会となり多数の参加者が得られ、一石二鳥であり、双方にとってメリットがあると考えたからである。

(4) ASME G.T.D. Chairman. CIMAC 米国代表。

## 1977年国際ガスタービン会議に寄せて<sup>1)</sup>

G. Hubener<sup>2)</sup>

We in the gas turbine field represent the pioneers of a new idea. New in comparison to other methods of commercial energy conversion such as steam or reciprocating internal combustion engines. The old well established power systems did a wonderful job. They freed the human race from endless back braking labor. The steam reciprocating engine was supreme for over a century.

The Otto cycle engine is over a hundred years old and for 80 years it has been the dominant power source for personal transportation and for lighter trucks.

The diesel engine found a secure place in railroad locomotives, marine applications, smaller stationary power plants and in heavy duty trucks.

Why then should we ever consider a new energy conversion machine, the gas turbine, when the old systems have served us so well? The answer is, of course, that the old rules of society are changing. Air pollution and the escalating price of oil raise new questions. Questions which old methods have difficulty in supplying answers. But old ideas die hard, people cling to them. They understand the old ways and distrust the new ideas because they do not really fully understand them. Or perhaps it is because they are different from their long established way of doing business, or because the new idea does not adapt itself to their plants, or to their tools, or to their service methods.

It takes a long time to develop a new power plant and a long time to have it accepted in the market place. It took almost 30 years for the steam turbine to seriously threaten the reciprocating engine in the marine field and it never did make much of an impression on railroad propulsion because of the diesel.

"Ah"! Some one will say, "but the gas turbine was accepted immediately in aircrafts. It has found its place." I think that that quick acceptance over 25 years ago of a new idea in aircrafts was a special case resulting from two factors, first, military necessity and second, the fact that the aircrafts industry and the airlines were commercially and financially very youthful.

But now see what is happening. A new idea has come to the more mature aircraft industry of today, the supersonic

---

(昭和52年7月15日原稿受付)

transport (SST). And commercial application of the SST is being strenuously resisted. How good it would have been to reach Japan on a SST in 8 hours flight time instead of 16. A similar resistance to change is evident in the auto and truck field. The passenger automobile and the truck are the most significant single users of energy and the single most significant sources of air pollution in today's society. But we depend on them, modern society would disappear quickly without them.

To solve these twin problems we have been controlling and treating the Otto cycle engine's current emissions by means, which of themselves reduce the efficiency of the energy conversion process in the Otto cycle engine. So to reduce fuel consumption we must radically reduce the size and performances of our vehicles.

Would it not make better sense to use an inherently clean engine? One which does not require complicated controls or exhaust clean up devices and which does not require frequent and costly maintenance to keep it clean and efficient? Would it not make better sense to use an engine which has fuel economy today at least as good as the Otto cycle and which tomorrow, with ceramic materials, could have the best fuel economy.

An engine which has less weight per horsepower, which has a more advantageous torque curve, an engine which does not have an exhaust odor, an engine which start easily in cold weather and does not require external heat, an engine which does not require periodic oil changes and which has no separate cooling system, all obtained by using a gas turbine. Such an engine would have real advantages for the customer and would make the Otto cycle engine and the diesel look like antiques.

That engine is of course the Gas Turbine and technically the automotive gas turbine is today reaching maturity.

We are the people who can make the auto Gas Turbine happen. We have the knowledge, the skills and the abilities. We are engineers.

We can do it.

Let's do it.

- 1) 本稿は1977年国際ガスタービン会議東京大会で5月24日に開かれた晩餐会で講演されたものである。
- 2) Environmental Research Institute of Michigan, 元Chrysler Corp. Director of Engineering, 元SAE会長

# 1977年国際ガスタービン会議東京大会記

慶応義塾大学 有賀 一郎<sup>※</sup>

去る5月26日夕方、東京プリンスホテルのせまい本部室に集った会議の実施関係者に水町長生実行委員長から「ご苦労様でした。」と短いねぎらいの挨拶があり、ビールを満したグラスが高く頭上にかかげられた時に今回の国際会議はその翌日の見学会を残してすべて大会の主要行事を終了した。

本大会の開催に関しては、1971年初めてわが国で開かれた国際ガスタービン会議東京大会（同年10月4日より7日まで科学技術館において開催）が極めて盛大裡に終了した直後、次回はいつ頃かとの多くの問に対し、当時の組織委員会の関係者が5～6年先を頭に思い浮べた時点ですでにその準備が始められていたとみなしてよいであろう。

しかしその計画が具体化したのは翌年日本ガスタービン会議（略称GTCJ）が設立されてからになる。この会議は本学会の前身であり、前記1971年の会議に国内の多くのガスタービン関係者が一堂に会した機会にガスタービンの学術・技術交流の場をもとうとしたのが動機であった。こうして設立されたGTCJで計画された諸事業の中にすでに次の国際ガスタービン会議準備特別委員会（渡部一郎委員長）を設け、開催時期、開催方式など1971年の経験をもとに約2年間色々な見地から検討がはじめられた。これとは別に1977年に国際燃焼機関会議（略称CIMAC）が日本で開催される話がもちあがっており、その時期に国際ガスタービン会議を同時開催する可能性も討議された。この間、共催予定の米国機械学会（略称ASME）とはワシントン、チューリッヒ両大会時にガスタービン部門の関係者と種々打合せを進め、基本的に1977年開催の線に固まりかけていった。また同じく日本機械学会（略称JSME）

も共催に同意し、ここにGTCJを交え三者共催で開くことになった。ただし実際にはGTCJ（現日本ガスタービン学会）が推進母体となり、会議の実施計画をたて具体化することになった。今回の会議で特徴的なことの一つは、論文の提出にGTCJ、JSME、ASMEを各々経由することが認められている（それによって各機関の論文集、会誌などへの掲載の途が開かれている）点であった。またわが国の経済事情、CIMACとの関係、開催時期の事情（ASMEのガスタービン会議フィラデルフィア大会が4月上旬開催）などの理由からガスタービン展示会を中止したことも挙げられる。さらに1971年の経験から日英同時通訳（公用語は日英両国語）を採用した。

さて開催時期についてはASMEおよびCIMACなどの事情で再三の変更を余儀なくされ、やっと最終的に1977年5月22日より27日までCIMACと平行して開催されることになった。この間の折衝にあたった本大会の準備委員の苦労は非常なものであったことを付記する。

1975年7月に実行委員会準備会が設けられ、さらに具体的準備に入った。まず組織委員会設立の準備を進め、同年10月30日第1回組織委員会を開き、渡部一郎教授を委員長として発足した。同時に実行委員会も水町長生教授を実行委員長とし、25名（のちに1名追加）の構成で正式に発足し<sup>※※</sup>当面の問題処理にあたった。まず会場は当初、経団連会館を予定したが、CIMACと平行開催上、部屋数の関係から東京プリンスホテルに最終的に決定した。事務局は当初GTCJ内に置かれていたが、事務量の増大に伴い、約1年前にサンセイ・インターナショナルと事務委託契約を結び、実質的本拠

（昭和52年8月19日原稿受付）

<sup>※</sup> 実行委員会総務担当

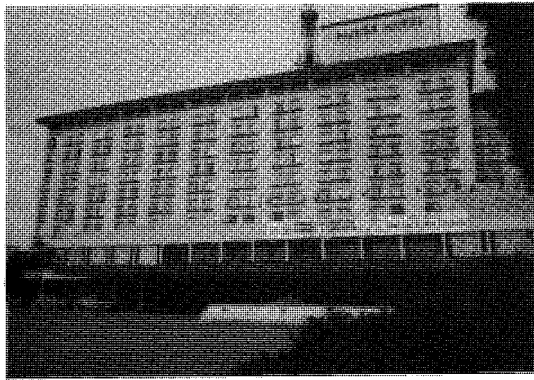


図1 本大会会場（東京プリンスホテル）

は同所に移り、機能面での充実がはかられた。今回は前記のように同時通訳を導入したため専門業者としてサイマル・インターナショナルを選び、同社に依頼した。これらのことが1975年から1976年にかけて準備段階として次々に進められた。なお1976年5月末にGTCJは新たに社団法人日本ガスタービン学会（略称GTSJ）として再発足し、この大会も学会の特別事業として旧組織よりそのまま受継いだ。

さてCIMACにもガスタービン部門があり、同時開催の場合、相互の干渉をどのように避けるかが大きな問題となり、とくにCIMAC側で過去の経験から極度に警戒心を抱いており、この問題解決に大きなエネルギーが費いやされた。すなわち本ガスタービン国際会議東京大会で取扱う論文は航空機、自動車用ガスタービンに限定して欲しいところという要望や各経路によって提出された論文をその内容や著者の国籍などにより調整、級分けし、本大会、CIMAC大会用論文に仕分けする方法の提案とか、両者で共通セッション（Joint session）をもつ件など多くの問題点が提起され、このため実行委員会から代表として渡部組織委員長をはじめ有賀基、平山直道両委員らがパリーにおもむき難い交渉にあたり、また国内においては日本内燃機関連合会（CIMAC東京大会実行委員会）側と再三にわたり連絡協議会が開かれ審議された。結局、紆余曲折はあったが1976年夏にいたり、CIMAC大会への提出論文もほぼ出揃い、プログラム案編成の段階に至って両者、各々独立してセッションを開くことになり双方のプログラム内容案について同一傾向のものが同じ時

間帯に並ばぬよう配慮し、了解し合えた。また同時に各大会への登録者は同一追加料金を支払い、各々相手側のガスタービンセッションに出席でき、別に前刷も購入できる方法が採用された。このようにして1977年2月中旬第2回サーキュラ発送時に一応プログラム内容が形づくられた。しかしその後、講演申込の取消しなどもあり最終プログラム編成の調整に多くの手間を要した。ここで会議開催約一年間に行われた準備状況を日程表で簡単に示すと第1表のようになる。

論文に関しては前記のように日米両国の窓口で受付けるため、査読、訂正に対する著者との連絡、さらには実行委員会との連絡など複雑な手続きのため、田中英穂論文委員長をはじめ論文委員はこれに忙殺された。日程表に記載された事項の合間にこのような論文関係の作業のほかに特別講演、パネルディスカッションの企画・調整をはじめ前刷、サーキュラ、プログラム印刷、募金、事前登録の受付、整理、見学先の決定・依頼、宿泊用部屋の確保、通訳者への事前教育など解決すべき問題が目白おしに並んでいた。

第1表 準備経過

年 月	事 項	備 考
1976	1	
	2	
	3	第1回サーキュラ発送 日内連との連絡会
	4	
	5	
	6	論文申込切 論文概要切
	7	論文概要採否決定 日内連との連絡会
	8	事務局業務委託（サンセイ・インターナショナル）
	9	日内連との連絡会 ASME（Teumer氏）との打合せ
	10	本論文受付切
	11	会場（東京プリンスホテル）正式契約
	12	レイテスト・ニュース（参加者アンケート用紙共）発送 本論文採否決定
1977	1	
	2	第2回サーキュラ（事前登録用紙共）発送 同時通訳業者（サイマル・インターナショナル）正式契約
	3	事前登録切
	4	第2回組織委員会
	5	1977年国際ガスタービン会議東京大会



このようにして実行委員会発足後、約2年近い準備期間をへて5月22日(日)登録受付日をむかえた。当日16時の受付開始を前にして午前中より事務局、本部などの設置、事務局員、本部員、実施委員、実行委員など関係者が勢揃いして打合せ、設営作業などが行われた。事前登録者が大半であったが、受付業務は大きな混乱もなく進められた。17時よりアーリー・バード・レセプション(Early Bird Reception)



図2 Early Bird Reception 風景

がサンフラワ・ホールで開催され、内外の参加者が約200名程度出席、旧知の人々はもとより初対面同志でも和気あいあい懇談が続けられた。最中、清酒の樽がぬかれ、特製の枡で酒杯が交される趣向もこらされ、海外からの参加者にも大変喜ばれた。

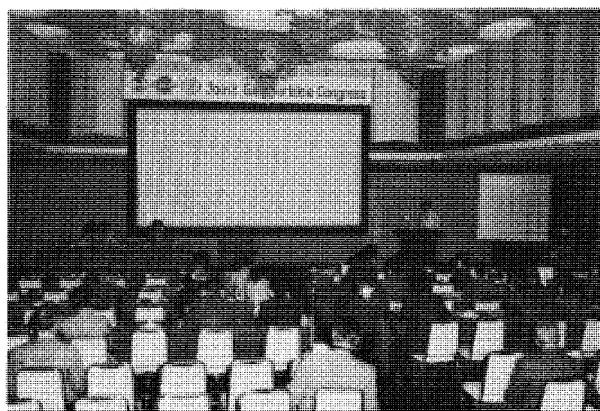


図3 Technical Session Room A

23日より26日にかけて2会場においてテ

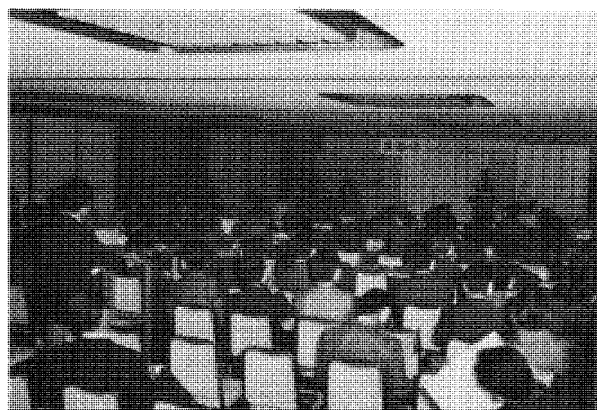


図4 Technical Session Room B

クニカル・セッション(Technical Session)が開かれた。これに先がけ毎朝8時よりオーサーズ・ブリーフィング(Author's Briefing)があり、座長、発表者間の打合せが行われた。4日間にわたるプログラムは第2表のとおりである。各会場ともかなり盛況で平均100名程度の出席者があり充実した内容であった。とくに会場Bは収容力100名程度のため、後方で立ったままの聴衆の姿を多くみかけた。5月24日午後、特別講演が開かれ、航空宇宙技術研究所の松本正勝氏によりわが国のFJR710ターボファンエンジンの研究・開発の経過について講演が行われた。また25日にはI.G. Rice氏(ASMEガスタービン部門のChairman, コンサルタント)が産業用ガスタービンとして発電、工業動力その他の用途に対する現状につき講演が行われ、いずれも多くの聴衆をあつめた。また最終日にはパネル・ディスカッション(Panel Discussion)があり、自動車用ガスタービンのテーマでR. Kamo氏、佐藤豪教授の司会のもとにJ. Jones(Williams Research), G. J. Huebner Jr., 高瀬謙次郎(小松製作所), 木下啓次郎(日産自動車), S. O. Kronogard(United Turbine), 中村健也(トヨタ自動車工業), H. Schelp(Ai Research), P. Walzer(Volkswagenwerk), E. Tiefenbacher(Daimler-Benz)の各氏が色々な観点より問題点およびそれに対する見解を述べ、さらにそれらに対する活潑な討論が交され本会議の一つの

第2表 Technical Session 日程

		A室 (Sunflower Hall)	B室 (Golden-Cup Room)
5. 23 (月)	9:00	(A-1) Heat Transfer 3件	(B-1) Internal Flow (Steady-1) 3件
	10:30		
	10:45	2件	3件
	12:15		
	14:15	(A-2) Heat Transfer & Regerator	(B-2) Internal Flow (Steady-11) 3件
	15:45	3件	2件
5. 24 (火)	16:00	3件	
	17:30		
	9:00	(A-3) Combustor 3件	(B-3) Internal Flow (Unsteady-1) 3件
	10:30		
	10:45	2件	(B-4) Internal Flow (Unsteady-11) 2件
	12:15		
5. 25 (水)	14:15	Special Lecture-1 (Turbofan Engine FJR710)	
	15:15		
	15:30	(A-4) Fuel & Combustion 2件	(B-5) Noise 4件
	17:30		
	9:00	(A-5) Emission 3件	(B-6) Instrumentation, Control & Mechanical Design 3件
	10:30		
5. 26 (木)	10:45	(A-6) Performance of Gas Turbine-1 3件	3件
	12:15		
	14:15	Special Lecture-11 (Industrial Gas Turbines)	
	15:15		
	15:30	(A-7) Development of Gas Turbine 4件	(B-7) Material & Thermal Stress 4件
	17:30		
5. 26 (木)	9:00	(A-8) Performance of Gas Turbine-11 3件	(B-8) Material 3件
	10:30		
	10:45	2件	(B-9) Aircleaner Deposit & Erosion 3件
	12:15		
	14:15	Panel Discussion (Vehicular Gas Turbine)	
	17:30		

学会ガスタービン部門の Chairman I. G. Rice 氏, 日本機械学会白倉昌明副会長らの挨拶が次々に行われ, 米国機械学会 Mangan 氏の音頭で乾杯し, 今回の国際会議の成功を祝った。食事に引続き東海大学の種子島時休教授より太平洋戦争終了直前の日本のジェットエンジン創成期に関する貴重な話があり, さらに G. J. Heubner 氏の自動車ガスタービン開発に関する体験談と将来性が講演され, それぞれ参加者に感銘を与えた。そのあと日本ガスタービン学会より上記の Rice 氏および今大会に関する ASME 側代表をつとめた A. Teumer 氏に各々

ハイライトであった。

さて晩餐会 (Banquet) は 24 日, 18 時 30 分より, Magnolia Hall に約 160 名の出席者があつまり盛大に行われた。行事委員長の有賀基氏の開会挨拶に続き, 渡部一郎組織委員長, 日本ガスタービン学会岡崎卓郎会長, 米国機械

感謝状が贈られた。一方 ASME のガスタービン部門からも渡部一郎教授, 岡村健二氏 (副組織委員長, 元 GTCJ 会長) に同様感謝状が贈呈された。最後に水町実行委員長の閉会の辞で幕を閉じたが, 合間に太鼓, 琴とわが国独自の演奏を交え華やかながらも和かな雰囲気裡に終了することができた。

本大会の最終日 27 日にプラント・ツアー (Plant Tour) が 2 コース計画された。すなわち東京電力・横須賀火力発電所を経て鎌倉の大仏を見学するコースと船舶技術研究所と航空宇宙技術研究所を見学するコースとであった。前者には, 参加者 27 名あり, 横須賀火力で折から分解中の発電用ガスタービンを見学でき, さらに鎌倉まで日産ガスタービンバスに試乗していずれも参加者に喜ばれた。後者では参加者が 28 名でわが国における有数のジェットエンジンや船舶に関する試験設備を詳細に見学でき



図5 Banquet 風景

有益であった。なお両見学会にはC I M A Cからの参加者も多かった。

このほか本大会の関連行事としては同伴夫人のためにレディスミーティング (Ladies Meeting) が2回開催され、おり紙、琴演奏、活花などを通じ懇談が行われた。

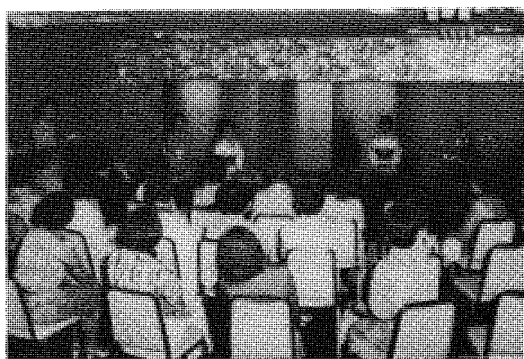


図6 Ladies Meeting 風景

第3表 本大会参加者一覧

	参加者数	備 考
会議登録者	472名	日本人379名 外国人 76名 (アメリカ・ 西独・フランスなど14ヶ 国)
見学会(Plant Tours)	コース1 27名 コース2 28名	内夫人登録者 17%
Ladies Meeting	L 1 16名 L 2 12名	
晩餐会(Banquet)	157名	

本大会への参加者は第3表の通りである。以上のようにして大会は終了し、現在 Proceedings 作成や諸残務の整理が進行中で今秋には終了する予定である。

今大会をふり返えるとC I M A Cとの関連で準備段階で両者の調整に非常に多くの労力をはらわなければならなかったが、一方海外からの多くの参加者を集め最終的には可能な限り協力し、両大会とも成功をおさめえたのは慶賀のいたりである。わが国の経済状態が低調であった

にかかわらず各会社団体から強力な財政的援助をうけたこと、日本ガスタービン学会、日本機械学会さらには万国博覧会記念事業財団などからの補助金と各界から厚い支援をえたことが成功の大きな原因である。一方石油ショック以来の不況は日本のみならず外国にもおよび海外からの講演申込者が来日を断念した例も少なかった。また第1回の時に同時に開催され好評であったガスタービン展示会 (Products Show) が四囲の事情により開けなかったことは残念であったが最新の現物を目のあたりにする際の意義を考えると次回には是非再現したいものである。やはり前回の経験より採用された同時通訳は全般に評判がよく、活潑であった討論などをみても一応成功であったとみられる。ただ関係者の事前教育に対する努力にもかかわらず業者側の都合でこれに十分応えられず若干きき苦しい点があったことは残念であった。会場に関しては、前記のようにC I M A Cとの関係でホテルに決定したが、ガスタービン会議単独で開催する場合は、規模からいってもほかに適切な場があるように見えるし、とくに展示会開催の場合には検討を要すると思われる。

今回の国際会議は、いくつかの反省点はあったにしても学術・技術の国際的交流という立場からみて、さらにわが国のガスタービン工業の発展に対する貢献度から非常に有意義であったと思われる。勿論、関係者の積極的な努力に負うところが大きい、その背後にある本学会の会員の強力な支えがなにより推進力となったことを改めて感じる次第である。

#### ※※実行委員会構成

委員長 水町長生  
副委員長 井口 泉  
委 員 阿部安雄、青木干明、有賀一郎、  
有賀 基、猪木恒夫、一色尚次、  
一井博夫、大沢 浩、梶山泰男、  
木下啓次郎、久保田道雄、小茂鳥和生、  
佐藤 豪、佐藤玉太郎、妹尾泰利、  
田中英穂、高瀬謙次郎、高田浩之、  
竹矢一雄、土屋玄夫、平山直道、  
松木正勝、山本 巖、吉識晴夫。

# 寄 書

## 国際会議会場スケッチ

東 工 大 — 色 尚 次

### 1. 国際会議始まる

1977年5月22日午後4時から、いよいよ Tokyo Joint Gas Turbine Congress のレジストレーションが始まった。

永い準備期間を経て、その間には何度も ASME のガスタービンディビジョンや CIMAC などの交渉をくり返し、何回も委員会を開いてやっと待ちに待った日がきただけに、実行委員長の水町教授をはじめ実行委員の人々や、会議の事務を受け持つサンセイインタナショナルの人々には、みな半ば期待と不安のおももちで人々の来場を待っていた。

いよいよレジストレーションが始まると、意外に人々の入りはよく、外人を交えて主だった顔ぶれが大部分そろいそうである。

人々がロビーにあふれて、アーリーバードの会場の開くのを今やおそしと待ちだした頃、やっと会場がオープンされた。会場にはどっと人々が入り込んだが、とくにレディスミーティングなどの準備のために率先して出て来られた日本の夫人たちの着物が美しくにぎやかである。5時15分有賀行事委員長により開会のあいさつがあり、白髪を前より加えた ASME のガスタービン本部のトムソーヤー氏が、祝いのたる酒の鏡を割ることとなった。大へんてれておられたがどうやら成功、マーク入りのマスがくばられる。

ASME のガスタービンディビジョン会長のライス氏があいさつする。開口一番彼のとくいの言葉である「人類の平和と進歩のためのガス

タービンを」が出る。

人々がワインを飲み、立食のごちそうをかこんで、がやがやとレセプションもたけなわとなった頃、イランのサーイ氏があいさつをする「イランは勉強ばかりでなく近いうちに、自分の所でも会議を設けるようにしたい」

またフランスのフルウイツ氏はおどけた口調で大へんすばらしいサンキューをくり返す。

このレセプションでゆうに200人は集っていたようであり、閉会を告げても、とくに外人連中は名残り惜しげになかなか会場を去ろうとしない。

明5月23日朝9時よりいよいよ本会議の開始である。三つに分けた各会場には、色々役目をもった人や、連絡員でにぎやかである。やがてどの会場も100人以上の入りで本会議が始まる。各室には座席にイヤホンが乗っており、耳につけると英語と日本語の即時通訳が流れてくる。各会場では正副議長二人、うち一人は日本人、タイムキーパーが前の席にすわり、一人ずつ論文発表者が講演をしてから討論の要請がある。会場からは意外と反応が強く、どの論文にも必ず質疑討論が出て、以前にやった会議より大へん活発である。それだけガスタービンも大人になったのであろう。

昼休みとなると同時開催の CIMAC の人々と一しょになって、どの食堂も日本人、外人で一ぱいである。CIMAC とガスタービンの両方に登録している人もおり、話題もにぎやかである。折しもガスタービンのレディスミーティング第1回が終り、三階の紅梅の間から内外25、6名の夫人が集り、お互いの和やかな交

(昭和52年7月26日原稿受付)



図1 本会議場での討論風景

かであった。

いよいよ夜はマグノリアルームでバンケである。このバンケも予定の人数が登録してくれるかどうかで心配していたのであるがふたを明けると大入りで予定を越し、ほっとしたものである。座席は中央の数テーブルを指定席とし、他はテーブル指定として自由にすわってもらうこととしたが、テーブルの配分で委員や受け付けは大忙しであった。

歓と琴の演奏や歌、茶の湯の説明があったようである。

やがて ASME のガスタービンディビジョンの役員の人々とこちらの委員との間で会合があった。向うはトムソーヤ氏を中心とし、I. ライス, GJ. ヒューブナー氏らで、ソーヤ氏は、もう一人のソーヤー氏が引っこしてこられない

と、ぜひガスタービン自動車で世界一周をやりたい、という話があり、またライス氏は、イギリス沖の海上油田の開発をはじめ世界各国をとび回っていることを語るなど、なかなか和や



図2 ASMEのトム・ソーヤー氏



図3 上よりヒューブナー, ライス, 水町先生

バンケが始まると日立の久保田委員の司会、有賀行事委員長の開会の辞があり、続いて渡部一郎組織委員長・岡崎当学会会長のあいさつととくに外国から来た方への歓迎の辞があった。

それにたいして、外国方を代表してライス氏の例の格調の高い答礼のあいさつがあつて、あとトイマー氏の乾杯で食事が始まった。

食事の途中で、江戸下町スタイルのタイコばやしの余興があり、すさまじいタイコの音は、ガスタービンより迫力があるというみな声であつた。

食事がほぼ終るころ、種ヶ島時休氏による日本のガスタービン草分けの記ともいふべきスピーチが行われた。同氏は主として日本海軍がいかにジェットエンジンを開発したかを思い出風に語り、どうやらジェット機を完成したがついに終戦であつたと述べられた。あとでどうやらあるアメリカ人が、私が戦後調査した日本海軍のジェット機は実はお前が作ったのか、と語りかけてきたそうである。

つづいて岡崎教授よりライス氏とトイマー氏への感謝状の伝達があり、すぐこんどはライス氏から渡辺組織委員長と岡村氏への感謝状の伝達式が行なわれ、熱心な拍手の中に伝達が行なわれた。

司会の久保田氏の軽妙な進行のうちにバンケは進み、いよいよ最後に水町実行委員長によって閉会の辞がのべられた。

本会議は月、火、水と順調に進み、とくに火曜日の午後の松木正勝氏の「ターボファン FJR 710 の開発」についての特別講演と、水曜日午後の I. ライス氏の「工業用ガスタービンの現状」についての講演は、それぞれ大会場が一ぱいになるほどの盛況であつた。

両方ともたくさんのスライドを駆使してよく説明され、一同の関心に応えるに十分であつた。ただライス氏の話などからは、前回のコンGRESの大きな話題であつた空飛ぶプラットホームの姿が消えていたのは残念であつたが、その代り、とくに石油発掘や輸送ラッシュに乗ってのその方面でのガスタービンの急速な進展にはみな眼をみはるものであつた。

また本会議の各会場では連日熱心な討議が続き、とくに質問表をくばる補助員の諸君はてんでこまいであつた。あとでの質疑の集計や整理はなかなか大へんであらうと予想される。また登録者も予定の 500 人を越え、会計をあづかる井口教授もにこにこである。しかしそれ以上にこの会議のための募金にもっぱらあたられて心身をすりへらされた渡部一郎先生はほんとうにうれしそつであつた。

いよいよ本会議最終の木曜日が来て、その午後に圧巻の「車輛用ガスタービン」なるパネルディスカッションが開かれた、さすが呼び物の会だけあつて会場は早くから熱心な聴講者で一ぱいであり、前面には大きなスライド幕の下に大ぜいの話題提供者がずらりと並んで仲々ものものしい盛観である。

慶大の佐藤教授の司会で会が始まった。まず

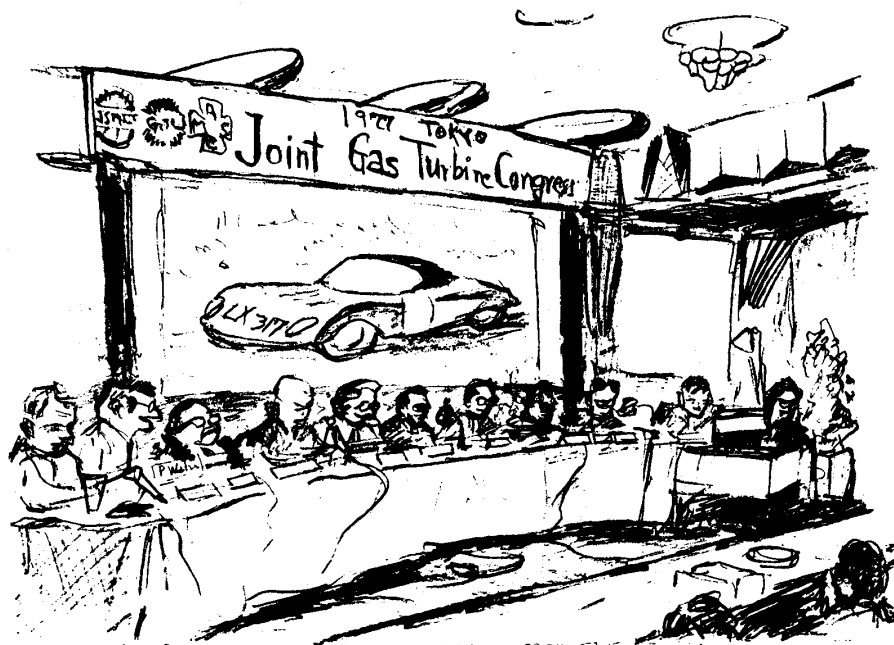


図4 ガスタービン車に関するパネル風景

本コンGRESの日米間の仲立ちをつとめた R. カモ氏が全般的なあいさつをしてから、ジョーンズ氏から話題提供が始まった。ジョーンズ氏は「いよいよゴード、ガスタービンカーよ進め」という威勢のいいかけごえをかけ、ヒューブナー氏は、「とにかくクリーン排気とメンテナンスクリーンと、実際の燃料コスト安がなんといってもガスタービンの利点だ、やれ、」と多くのスライドを見せてジョーンズ氏に同調した。

つづいてシェルプ氏は、セラミック熱交換器が大局を決すると強調し、フォークスワーゲンのワルツァー氏は、ドイツの状況を語った後、窒化珪素 (SiN) のロータリー式や国定式の自動車用熱交換器の開発について述べた。とくに最近のものは大へん信頼性があると語っている。

つづいてダイムラーベンツのティフェンバッハー氏は、やはりセラミック熱交について重点をおき、なんとか全体として1,000℃の壁を越えるべきこと、および自動車用としてはガスタービンの最低出力を90PS以下に持って行くべく努力していることを語った。

また日本の木下氏は二軸ガスタービン、高瀬氏はトルク伝達方式等について開発状況を語り、クロンガード氏は三軸タービン、中村氏はフライホイールによるエネルギーの蓄積も含めたハイブリッド単軸ガスタービンなどの開発について語った。

このように豊富な話題提供がすんだ所で佐藤教授が、全体のとりまとめをやり、とくにこのように全世界のガスタービンカーに関する専門家が一堂に会してパネル討論をするのは実に素晴らしいことであると結ばれ、一同もそれに同感であった。

その後とくに経済性等に関する幾つかの討論

があった後カモ氏の閉会の辞で盛況裡に本会議の最後の幕が閉じられた。

おりしもレディスミーティングの第二回のさよなら会も終了し、人々は夫人もろとも別れを惜しみつつ会場を去って行った。

金曜日には、行事委員会最後の行事である工場見学が行なわれ、第1組は横須賀火力と日産ガスタービンバスと鎌倉大仏へ、第2組は船研と宇宙航技研の見学へとバス一台ずつで出発した。両方ともSIMACの見学者と一緒にっており約40名ずつで、しかも外人の方がはるかに多く、国際会議見学団としてはなかなかの形がついていた。

出発地のプリンスホテルには水町実行委員長が早朝からわざわざ外に出ておられて見送りの労をとられ、ほぼ定刻に両組とも無事出発した。

筆者は第2組を担当したので、そちらに向ったが、高速道路を出て武蔵野の深大寺の緑が深い三鷹へ出るに及んで一同もほっとしたようであった。

船研では400mの水槽に乗り、ディーゼル部門ではSIMACの人々の熱心な質問に会い、船研内で食事をして後、航研にうつったが、松木氏らの熱心な御案内と説明によってFJR710などの実物開発の詳細がよくわかり、見学者一同も大へん感激して、別れぎわには、わざわざ感謝の辞が見学者から述べられるほどであった。

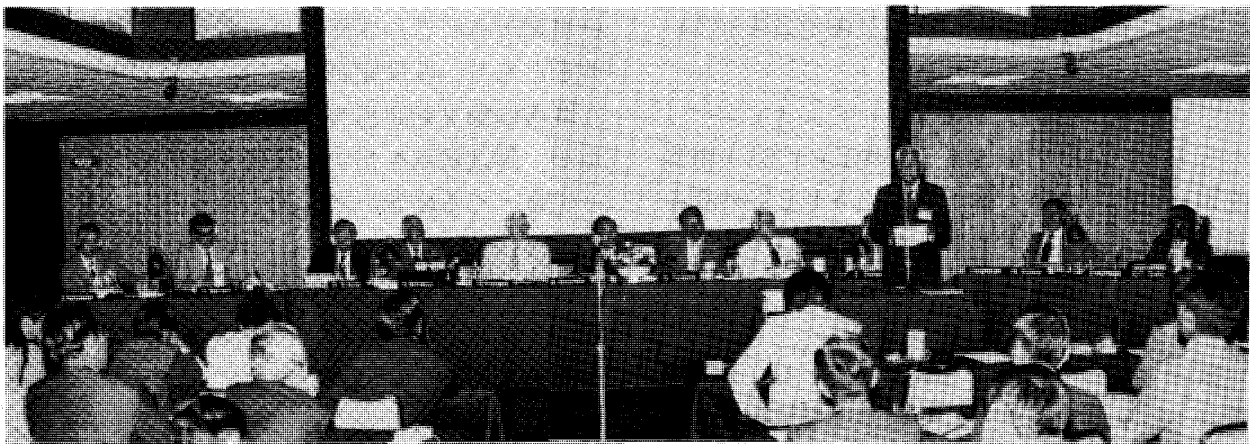
第1組の方も日産のガスタービン車に塔乗する等、すばらしい見学会ができたとの事であった。

見学会のバスがプリンスホテルに到着するとともにすべての行事は終わった、おりしも、ホテルからはトムソーヤー氏が空港へ向うべく車で行く所であり、また再会を約しつつさよならの手が双方からいつまでも振られていた。

# 1977年国際ガスタービン会議のパネルディスカッション「車両用ガスタービン」に出席して

㈱小松製作所 技術研究所 外山 浩介

去る5月22日より東京ガスタービンコンgresが、日本ガスタービン学会、JSME、ASMEの共催で開催された。世界各国からの論文発表に対し活発な質議が行なわれたが、そのハイライトの一つは、最終日に行なわれた「車両用ガスタービン」と題するパネルディスカッションであった。車両用ガスタービンを開発している世界の代表的な企業からパネリストが集まり、参加者一堂に会して、これまでの発展、現在直面している問題、そして今後の進むべき方向などについて討議された。



## 1. パネリストおよびキーノートスピーチ

写真に示す9名のパネリストと座長、副座長が中心となり、まずキーノートスピーチで討議が始まった。各パネリストのバックグラウンドとキーノートスピーチのテーマを下に示す。(敬称略)

座 長： R. Kamo

Cumming Engine Co.  
Director of Advanced  
Engine & Systems (米国)

副 座 長： 佐 藤 豪

慶応義塾大学工学部教授

パネリスト： (写真右から3人目より左へ)

J. Jones

Williams Research  
Corp. Vice President

(米国)「車両用ガスタービン開発の歴史」

G. J. Heubner

Research Inst. in Mich,  
元 Chrysler Corp. Director  
of Engineering,  
元 SAE 会長 (米国)「将来  
ガスタービンの問題点と展望」

高 瀬 謙次郎

㈱小松製作所エンジン開発セ  
ンタ所長

「差動一軸ガスタービンの重  
荷重トラックへの応用」

木 下 啓次郎

㈱日差自動車 中央研究所新  
動力研究部部长

「日産自動車に於けるガスタ  
ービンの開発」

(昭和52年7月12日原稿受付)



S.O.Kronogard

United Gas Turbine,  
President (スウェーデン)  
「三軸ガスタービンの特質お  
よび開発状況」

中 村 健 也

(株)トヨタ自動車 製品企画室  
参与  
「乗用車用ハイブリッドエン  
ジン」

H. Schelp

Garret Corp Director  
of Engineering (米国)  
「重荷重トラック用ガスター  
ビンの開発と今後の課題」

P.Waltzer

Volkswagen, Director  
of Alternative Power  
Plant (西独)  
「セラミックタービンの開発  
状況と今後の見通し」

E.Tiefenbacher

Dimler Benz, Head of  
Gas Turbine Program  
(西独)  
「Dimler Benzに於ける熱  
交換器の開発状況」

## 2. なぜガスタービンが良いか

パネリストは、それぞれが車両用ガスタービンの将来性を見込んでその開発を続けている人達である。この人達の意見を総合すると、次のような点でガスタービンが車両用として適していると言うことになった。

- (1) 排気が清浄 レシプロエンジンに比べ、燃料消費率 (BSFC) を犠牲にする事なく清浄な排気が得られる。1980年代のカリフォルニア州規制, HC 0.41, CO 3.4, MoX 0.4 (g/HP-h) をパスし得ることが実証されている。
- (2) 低質燃料が使用可能 蒸留温度範囲の広い Wide Cut Fuel が使用可能なので、現在と同量の原油使用量から約10%増の燃料を車両用として取出すことが可能となる。層

状燃焼エンジンやスターリングエンジンでも、この可能性を持っはいるが、重量、製造コスト等のことを考慮するとガスタービンが最も優れている。

- (3) 軽量 1,600 kgの乗用車では、70～90 kgの重量軽減が可能であり、重荷重トラック用などでは、更に大幅な重量軽減になりペイロードの増大が計れる。
- (4) トルク特性 二軸ガスタービンの場合、定格出力130 HP のガスタービンは、6.5リッタのガソリンエンジンと同等の車両特性を与える。ガスタービンの形式にもよるが、一般にレシプロエンジンより少ない段数の変速機で十分なトルク比が得られる。
- (5) メインテナンス コンプレッサを洗浄しなければならない事以外は、全ての点でレシプロエンジンよりメインテナンスコストが安くなる。
- (6) 振動・騒音・寒冷地始動性 レシプロエンジンより優れている。
- (7) 燃料消費量 現在の技術でガソリンエンジンより優れたガスタービンが生産可能である。ディーゼルエンジンに対しては、燃料消費量のみで比較すると劣るが、潤滑油消費量をも含めて、総炭化水素消費量として比較すれば同等である。今後のレシプロエンジンの技術進歩を考慮し、数年後の将来ディーゼルエンジンと比較した場合でも、タービン入口温度を1,370℃近辺まで上げれば同等となる。ただしこのためには高温部品の材料として新材料 (セラミックスなど) が必要である。

## 3. ガスタービンの形式について

上にあげたメリットを生かすべく各種のガスタービンが開発されている。かねてからの課題であった、一軸対二軸の議論に加え、三軸式、ハイブリッド式、差動一軸式などが紹介された。

三軸式ガスタービンでは、古くから過給型二軸式とか、二軸ガス発生機にフリータービンを加えた形式などが開発されているが、今回はパワータービンを二軸とし、出力軸との間を差動ギヤで結んだ形式について、最近の開発状況が説明された。この形式は特に高いトルク比 (4～6) が得られること、低負荷でのBSFCが良

いことが特徴で、乗用車用として用いた場合、トルクコンバータが不要になり自動変速機の段数も減らせるとのことである。また一段当りのタービン負荷が軽減するため、タービンロータの応力レベルが下り、タービン入口温度  $T_{it}$  の上昇が他の形式よりも容易に行なえること、変速機が簡単になるためパワーラインまで含めた製造コストは二軸式よりも低く、レシプロエンジンと同等になり得ることなどもあげられた。

ハイブリット式については、乗用車の走行シミュレーションスタディの結果に基き説明が行なわれた。燃料消費量の大幅な低減のためには、 $1/4$  負荷以下での  $BSFC$  が重要であり、このためには何らかのパワーアキュムレータを持ったハイブリッドエンジンが必要であることが強張され、各種アキュムレータの試作の結果、フライホイールとガスタービンの組合せが最も適していることが判ったとのことである。米国のエネルギー政策に示される燃料消費量の50%低減は、このシステムなくしては達成不可能であろうとの意見も示されたが、技術的にはフライホイールの真空容器の設計、ジャイロ効果の操縦性への悪影響、それに無段変速機の開発など、未解決の問題が多く残されている。

一軸ガスタービンについては、その機構の簡単なことや、エンジンブレーキ容量が大きい事などから望ましい形式ではあるが、やはり無段変速機が不可決であり、その技術の確立が先決だとするのが全員の一致した見解であった。あるパネリストからは、無段変速機の開発には向う20年を要するだろうとの意見も出された。一方一軸式の良さを残し、しかも無段変速機が不要なものとして、差動一軸式ガスタービンが紹介された。コンプレッサ、タービンおよび出力軸の間を差動ギヤで結合することにより、1.6から2のトルク比を得ることが可能となり、高いトルク比を必要とする建設機械用としてでさえも、数段の通常変速機を装着して充分使用し得るとのことであった。また、加速時にはタービン出力を差動ギヤを介して、優先的にコンプレッサ駆動に配分するため、加速性、負荷追従性が特に優れると云う特長もある。

以上の三形式に加え、広く世界中で開発が進

められている二軸式についても、その現状が報告された。しかしこれらの中でどの形式が最も技術的に、また経済的に実現性が高いかと云う相対的な比較にまでは議論が進まなかった。ただし車両用ガスタービンと一口に云っても、応用範囲は数十馬力から2,000馬力クラスまで広範囲に渡り、用途に応じて分類し、その各々について検討しなければならぬ点が指適された。

あるパネリストの示した分類の一例と、その各々に対する最適圧力比および熱交換器の形式を次表に示す。

分 類	馬 力 範 囲	最 適 圧 力 比	熱 交 換 器 の 形 式
乗 用 車 用	HP 100~ 150	4.5~ 5	蓄熱式
軽~中荷重 トラック	300~ 400	5~6	伝熱又は蓄熱式
重 荷 重 トラック	400~ 650	7~ 8	伝熱式
建設機械、 軍 用 車	1000~2000	14~17	伝熱式
同 上		22~25	(特に小型化を 要する場合)

#### 4. ガスタービン開発のキープログラム

現在広く採用されている  $T_{it}$  900℃ から1,000℃のガスタービンについては現状が報告されたに止まり、もっぱら今後の高温ガスタービン技術に討議が集中した。

- (1) セラミックス・タービンロータ レシプロエンジンと対抗するには、大幅な  $T_{it}$  上昇が必要であり、そのためにはセラミックス材料をガスタービン各部に採用せねばならぬと云う点は、大勢の一致した見解であった。しかし現在多くのセラミックスの開発で目標としている  $T_{it}$  1,370℃ が本当に必要かと云う点では、多少の意見の相異が感じられた。特に乗用車用などの小型エンジンでは、比出力の増大によりコンポーネントが小型化され、ターボマシナリの性能低下や、熱交換器の漏れ損失の増加が顕著となるので、最適  $T_{it}$  は1,370℃以下になるとする意見があった。また、高速ラジアルタービンの使用により、大幅な相対全温の降下を利用して金属温度を低く保てば、セラミックスを使用しなくとも高温タービンロータを開発し得るのではない

かとの指適もあった。

セラミックスロータについては、最近のヨーロッパでの軸流タービン開発の成果が報告された。HPSN製ディスクとRSSC製ブレードの複合ロータや、金属ディスクにセラミックブレードを組込んだものなど、興味深いテスト結果が示されたが、未だ可能性研究の段階にあり、多くの解決されねばならぬ問題が残されていると感じられた。特に材料の品質の信頼性、高温での酸化、それに金属部品との結合法などが大きな問題である。

- (2) 熱交換器 Titの上昇に伴ない熱交換器も高温化が要求されている。1,370℃のTitを仮定すると熱交換器は1,000℃の入口温度に耐えなければならず、これもセラミックスが必要となる。最近の西独でのセラミックス熱交換器の開発の一部が報告された。

蓄熱式については、セラミックス製高密度マトリックスがテスト段階にある。しかしクロスアームシールの摩耗や摩擦の増大、それに圧力分布によるマトリックス自身の破損など、まだ実用化までには多少の改善を要する。伝熱式についてもRBSN製のフィンプレート式の研究が行なわれているが、ガス漏れや圧力損失過大、フィンの結合不良による強度不足など、蓄熱式に比べ実用化からはまだ遠い様に思われた。高温熱交換器はその基礎技術がそろったが、顕在化した問題点をこれから解決していかなばならぬ段階である様に思われた。

- (3) 燃焼器 Titの上昇と排気エミッションの低減は背反の関係にあり、燃焼器の開発も大きなキープロblemである。Nox およびCOの成生を抑えるためには、プライマリゾーンの温度を1250℃から1500℃の間

に保たねばならず、このレンジの外で使用する場合には何らかの対策が必要である。エンジンの加速時にはどうしても理論空燃比近傍で燃焼させることになり、温度レンジの上限を越えるので、その時間を極力短縮するか、水噴射の様な特種な冷却法を使わねばならない。しかし燃焼器自身についてはセラミックス化の実用性研究が進んでおり、他のキープロblemに比べ、より実用化に近づいているものと思われた。

## 5. ま と め

広い範囲のテーマが討議されたが、このパネルディスカッションをまとめると、次のようになるだろう。

ガスタービンの排気エミッションに関する優位性は非常に高く、その達成し得るレベルが将来エンジンの排気規制の基準になることが充分考えられる。これはディーゼルエンジンや他のレシプロエンジンの存続を困難なものとし、ガスタービンが将来車両用動力源として有望であるとする根拠となる。さらにガスタービンの低質燃料が使用できる事は見落されてはならない。Wide Cut Fuel の使用は、限られた石油資源からより多くの車両用燃料を取出すことを可能とし、ガスタービン採用の大きな理由となる。このほかメンテナンス、耐久性、重量、サイズ、振動、騒音などの優位性も大きい。性能については今後の高温材料の開発により改善される余地を充分残している。しかしながらガスタービンは、レシプロエンジンと同等の品質を持つことだけではそれにとって代ることはできない。レシプロエンジンの生産には既に巨額の投資がなされており、新しいエンジンを作るためには、そのための新たな投資を補償するだけの優位性を持っていなければならない。



## 艦艇用ガスタービンの現状

石川島播磨重工業株式会社 田 辺 清  
陸舶ガスタービン事業部

### 1. はじめに

(表1)

1976年において艦艇にとう載される舶用ガスタービンの出力は、計画中のものを含めて2千万馬力に達しており、そのうち艦艇用として使用されるものは、その95%を占めている。

このように艦艇用に舶用ガスタービンが圧倒的に多く利用されている理由としては、次の点があげられる。なお、この場合の舶用ガスタービンとは、現今では、ほとんど航空転用形ガス

表1 1976年におけるガスタービン搭載艦船(計画中のものを含む)

	艦 艇 用			商 船 用			合 計		
	隻 数	ガスタービン 数	合計出力 (1000HP)	隻 数	ガスタービン 数	合計出力 (1000HP)	隻 数	ガスタービン 数	合計出力 (1000HP)
推進用	555	1490	18,750	73	134	951	628	1,624	19,701
補機用	118	240	335	98	123	213	216	363	548
合 計	673	1730	19,085	171	257	1,164	844	1,987	20,249

Gas Turbine International, July - August 1976より

タービンであり、以下の記述もこの種類のガスタービンを念頭に置いている。

#### 1) 即応性が高い

ガスタービンでは冷態時からの起動が1分以内、また全速への加速も1分以内に行なえるので、有事における即応性が高い。これは従来の蒸気タービン艦の汽醸に数時間、出力増加に数十分かかるのにくらべると格段に早い。ディーゼル機関でも熱応力の点で無理をすれば早い出力増加を行えるが、大馬力のものが得られにくい。

#### 2) スペース、重量的に有利である

小形のため、限られたスペースの機関室に有効に配置できる。ただし、ガスタービンの吸気、

排気装置の艤装が拙劣なために、その効果が減少することのないよう、十分配慮しなければならない。一方軽量であるため、限られた排水量の中で、武装や燃料などの他の用途に重量をふり向けられる。その場合、重心位置に注意して艦の安定が損なわれないよう留意する必要がある。

#### 3) 静しゅく化が行ないやすい

最近の艦艇の多くは、対潜水艦作戦がその重要な任務になっており、機関からの振動伝播を最少におさえる必要があるが、ディーゼル機関のように防振による静しゅく化の実施が行ないにくい機関にくらべ、回転体であるガスタービンが有利になってきている。

#### 4) 艦上整備性が高い

ガスタービンには換装による陸上整備の方式が採用できるので、船内での整備作業が減少す

(昭和52年6月17日原稿受付)

る。この結果、乗員を制限するか、乗員の整備時間を軽減することができる。この場合、何隻かの艦艇で予備機を共用すればよい。

5) 遠隔換縦および自動化が容易である  
蒸気タービンにくらべ有利になっており、これによって乗員の制限が可能となる。

6) 艦の有用性が増加する  
不具合が生じて、換装による整備により、すぐに艦を復旧させ、出動あるいは待機に持ち込むことが可能である。一般に本体装備の補機器も軽量小形であり、簡単に乗組員により船内で換装できる。

以上は、技術的な特性を述べたものであるが、経済性を考えても、艦装費の低減、乗員の制限により、ライフサイクル・コストが少なくなることも、ガスタービンを使用する理由になっている。

## 2. 艦艇用ガスタービンの機種

1950年代後半から高速艇用として Rolls Royce-Proteus が使用されてはいたが、本格的に航空転用ガスタービンが艦船に使用されたのは1960年代中頃からである。これらは1950年代に開発された航空エンジンを船用化したもので、代表的機種として General Electric-LM 1500, Rolls Royce-Olympus, Pratt & Whitney-FT4 がある。その後、航空エンジン自身は長足の進歩を遂げ、1960年代後半になるとジャンボ機用、エアバス用として高性能ファンエンジンが登場した。これらのエンジンの開発にあたっては、性能向上はもとよりそれまで使用してきた航空エンジンでの実績を設計に反映させ、かつ徹底した各要素およびそれらの組合せに対する試験を行ない、信頼性を作り込む方式を取ったため、耐久性や信頼性が格段と向上した。これらを船用化した代表的機種が General Electric-LM 2500 ガスタービンである。船用化にあたっては最新のコーティング技術が取り入れられ、その船用耐久性は船上で

の8万時間に近い運転により実証されている。一方、冷却技術の進歩により高温高圧化がなされており、その結果、

- 1) 燃料消費率の改善 — 25%以上の減少
- 2) 小形化 — 同じ大きさで出力約2倍
- 3) 吸入空気量、排出ガス量の減少 — 60%に減少。したがって吸気排気装置の小型化

が達成された。また、3章にのべるごとく、単一機種のカスタービンによる主機システムが可能となり、システム簡素化、整備補給面の容易さへの一つの解決方向を示した。

図1に航空転用形大形船用ガスタービンにつき、現在入手できる代表的機種を示している。この中で LM 2500, IM 5000, FT9 が第2世代のカスタービンである。図中FT9とIM 5000 が破線で示されているのは現在開発中のためである。

図2に航空転用形中形船用ガスタービンにつき、現在入手できる代表的機種を示している。これらは中小形艇の単一主機やブースト主機として用いられることも多いが、大形艦で大形ガスタービンと組合せて、低速時の巡航用ガスタービンとしても用いられる。

## 3. ガスタービン搭載艦艇

表2に示すごとく、1,200排水トン以上の艦船でガスタービンを推進主機とするものは建

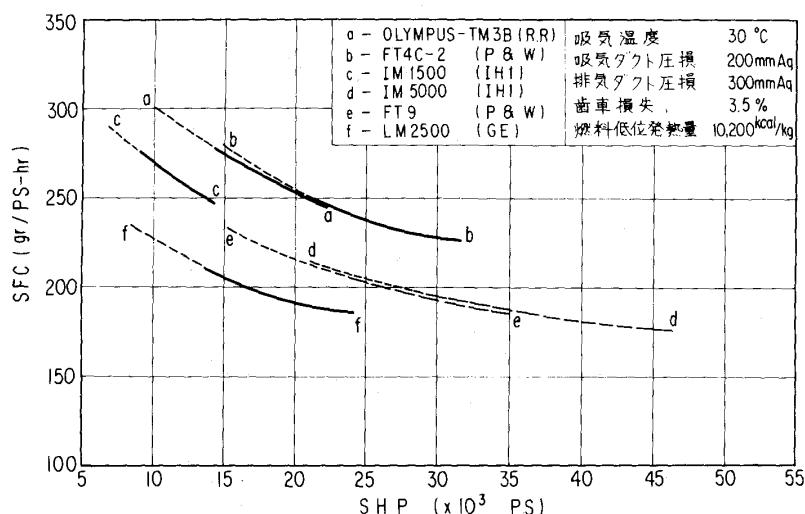


図1 航空転用形大形船用ガスタービン

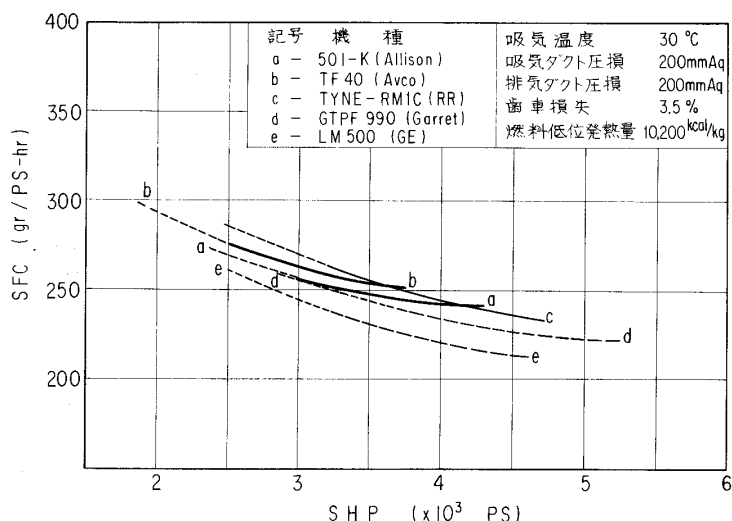


図2 航空用形中形船用ガスタービン

表2 排水量1200トン以上の  
ガスタービン推進艦艇  
(計画中のものを含む)

国 名	隻数	推進出力 (HP)	
		ブースト	ベース
アルゼンチン	8	448,000	68,000
オーストラリア	2		80,000
ベルギー	4	112,000	
ブラジル	6	336,000	
カナダ	4	200,000	29,900
チリー	2	100,000	
デンマーク	2	88,000	
フランス	4	178,000	
西ドイツ	18	816,000	104,000
イタリア	7	245,000	
インド	8	240,000	
インドネシア	3	84,000	
イラン	10	192,000	516,000
リビヤ	1	48,000	
マレーシア	1	24,000	
オランダ	10	560,000	102,000
ペルー	4	200,000	
タイ	1	28,000	
英国	38	1,370,000	496,000
米国	46	432,000	2,782,000
ソ連	31		3,312,000
合 計	210	5,701,000	7,489,900

造中のものを含めて210隻になる  
としており、その出力合計も1300  
万馬力を越えようとしている。

艦艇では有事の際には80%以上  
の速力で行動する必要があるが、通  
常の警戒体制は80%附近かそれよ  
り低い速力で、移動は60%以下の  
速力で行なう。この船速と必要推進  
出力の関係を図3に示す。最大出力  
にくらべ60%の速力ではその出力  
は1/5以下ですむ。一般に60%  
付近の速力を巡航速度あるいは基準  
速度として決め、この速度で決めら  
れた距離を航行するのに必要な燃料

の量で艦の燃料庫量を決めるので、この速力での  
燃料消費率は重要である。

単純サイクルガスタービンの場合、部分負荷  
では燃料消費率が増加してゆき、1/5 負荷で  
は50~60%増しになる。従来の大形艦艇用

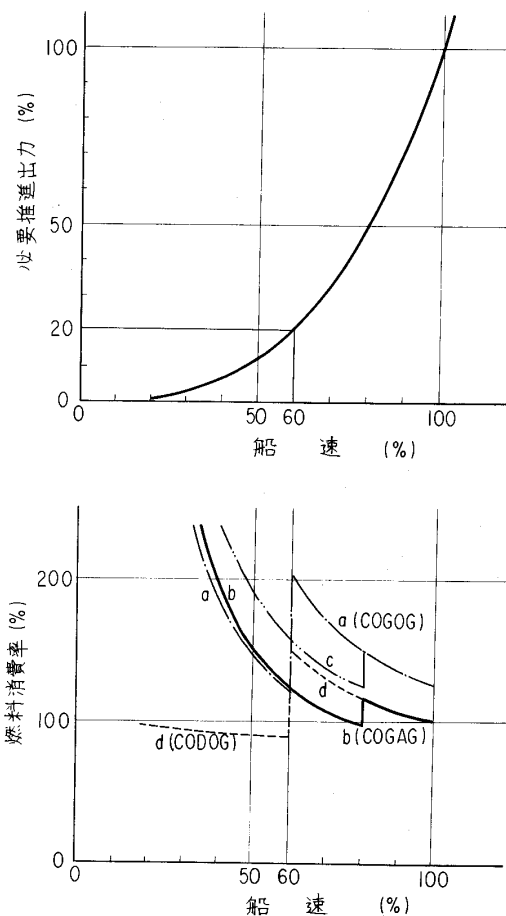


図3 船速対必要推進出力および燃料消費率

ガスタービンでは、この出力での燃料消費率は  $350 \text{ gr/sps/hr}$  になり、実用上悪すぎる。したがってちょうど  $1/5$  の出力の中形ガスタービンを搭載し、それ以下の出力ではこのガスタービンをうい、燃料経済性の向上をはかる。(図3, Line a) この場合使用頻度の点から、大形ガスタービンをブーストエンジン、中形ガスタービンをベースエンジン (または巡航タービン) と呼んでいる。また、この形式を **COGO G (Combined Gas Turbine or Gas Turbine)** 方式と呼ぶ。

しかし、最近、第二世代の大形ガスタービン (例えば LM2500) が出現し、このような事情が変りつつある。このガスタービンでは燃料消費率が従来のものにくらべ  $25\%$  以上少ないうえ、減基運転をすることにより、運転を継続するガスタービンの出力が増加するため、低負荷での燃料消費率はあらたに中形ガスタービンを追加する場合とほぼ同じになる。(図3, Line b。Line a の船速  $60\%$  以下と比較のこと) よってとくにベースエンジンとしての中形ガスタービンを追加する必要がないことがわかる。この場合、減基運転とは、4基搭載の場合2基運転に、2基搭載の場合1基運転することである。逆に低い出力から出力増加させてゆく場合、休んでいるガスタービンを追加運転するので、変則 **COGAG (Combined Gas Turbine and**

**Gas Turbine)** 方式と呼ぶ。この方式ではどの大形ガスタービンもベースエンジンである。なお、従来形のガスタービンで減基運転をしても  $60\%$  船速以下では中形ガスタービンを使った場合にくらべ燃料消費率が悪くなり、止むを得ない場合を除き用いられない。(図3, Line c)

実際問題として、 $4,000$  トン以下の船では  $30$  ノット程度の船速が必要な場合には、大形ガスタービン2基で十分な出力が出せる。したがって、2軸船とするには2基2軸の配置となり、減基運転をしようとすると片軸運転、片軸遊転となり、艦艇のオペレーションとして好ましくなく、また、遊転軸の遊転損失も出てくる。この問題は図4に示す歯車結合方式によって解決できる。すなわち、クラッチの切換えによりガスタービン1基により2軸をまわすことが可能である。この歯車結合方式の他に、各軸に小容量の発電機/モータを装備する電気結合方式も考えられる。

一方、ディーゼルエンジンをこの  $60\%$  船速以下で使用する組み合わせも多く使われている。第二世代のガスタービンでもこのような **CODO G 方式 (Combined Diesel Engine or Gas Turbine)** が使用されるのは、この  $60\%$  船速附近のディーゼルエンジンの燃料消費率がガスタービンの減基運転にくらべ、はるかに

良い ( $190 \text{ gr/sps/Hr}$ ) からである。なお、非常に静かな行動を  $60\%$  船速以下で行なう必要がある場合、第二世代の大形ガスタービンを使用していれば、減軸運転 (ガスタービン1基1軸運転、ガスタービン休止軸遊転) により実用上問題にならない燃料消費率 ( $60\%$  船速にて  $290 \text{ gr/sps/Hr}$ ) が得られる。

表3に1970年以降に就航したあるいは就航せんとしている代表的なガスタービン艦艇の要目と主機構成を示す。この表からわかるように従来形のガスタービンでは **COGO G** 方式を多く採用しているのに対し、第二世代のガスタービンを使った艦

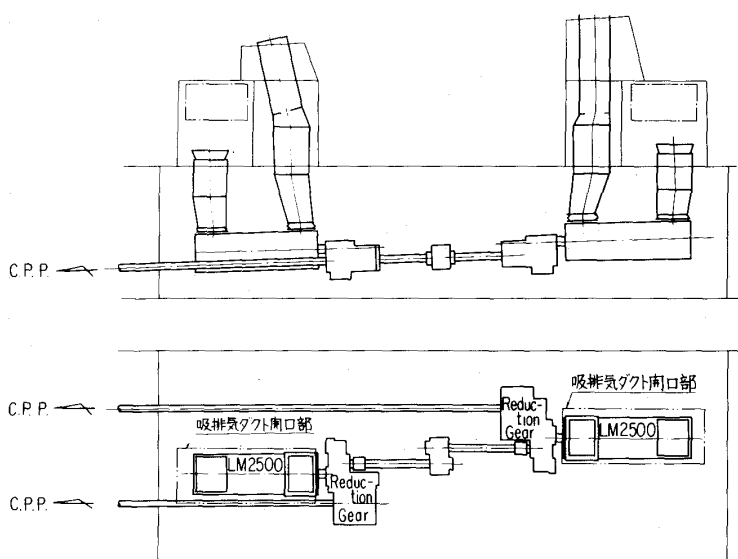


図4 歯車結合方式

表3 各国海軍におけるガスタービン使用艦艇の代表例

船名(国名)	Spruance級(米) (DD963)	FFG7級(米)	PHM"Pegasus"級 (米)	F122級(西独)	Iroquois級(加) (DDH280)	Super Alpino級 (伊)	KV72級 (デンマーク)
船種	駆逐艦	船団護衛艦	バトロール用ミサイル ハイドロフォイル艇	護衛艦	駆逐艦	護衛艦	コルベット艦
建造隻数	30隻	56隻(予定)	6隻	12隻	4隻	8隻	3隻
排水トン	7,800トン	3,500トン	200トン	25,000トン	4,200トン	2,500トン	1,320トン
通力	30ノット <sup>+</sup>	28ノット	40ノット <sup>+</sup>	30ノット <sup>+</sup>	29ノット	35ノット	30ノット <sup>+</sup>
主機ガスタービン 主機配置 GT:ガスタービン D:巡航ディーゼル CT:巡航ガスタービン G:減速歯車装置 8:CPP8:FPP	GE-LM2500 COGAG 	GE-LM2500 COGAG 	GE-LM2500 COGOG 	GE-LM2500 COGOG 	P&W-FT4A P&W-FT12A COGOG 	GE-LM2500 COGOG 	GE-LM2500 COGOG 
主機出力 (基準気温)	21,500 HP × 4基 (100°F)	20,500 HP × 2基 (100°F)	16,000 HP × 1基 (100°F)	27,900 HP × 2基 (15°C)	25,000 HP × 2基 (22°C)	25,000 HP × 2基 (22°C)	27,900 HP × 1基 (15°C)
第1船引渡年度	1975	1977(予定)	1975	1981(予定)	1972	1977(予定)	1979(予定)
現況他	第6船迄就役 他にイラン向4隻あり	第1船進水完	第1船就役	第1船就役 第2船公試中	4船就役	他にペルー向4隻 ベネズエラ向6隻あり	

船名(国名)	Type 21(英)	Type 42(英)	Type 22(英)	Invincible(英)	Tromp級(蘭)	Niteroi級(伯)	E-71級(ベルギー)
船種	護衛艦	駆逐艦	護衛艦	軽空母	駆逐艦	駆逐艦	護衛艦
建造隻数	8隻	8隻	2隻	2隻	2隻	6隻	4隻
排水トン	2,500トン	3,500トン	3,500トン	19,000トン	5,400トン	3,900トン	1,940トン
通力	34ノット	30ノット	30ノット	30ノット	30ノット	30ノット	28ノット
主機ガスタービン 主機配置 GT:ガスタービン D:巡航ディーゼル CT:巡航ガスタービン G:減速歯車装置 8:CPP8:FPP	RR-Olympus TM3B RR-Tyne COGOG 	RR-Olympus TM3B RR-Tyne COGOG 	RR-Olympus TM3B RR-Tyne COGOG 	RR-Olympus TM3B RR-Tyne COGAG 	RR-Olympus TM3B RR-Tyne COGOG 	RR-Olympus TM3B RR-Tyne COGOG 	RR-Olympus TM3B RR-Tyne COGOG 
主機出力 (基準気温)	28,000 HP × 2基 (15°C)	28,000 HP × 2基 (15°C)	28,000 HP × 2基 (15°C)	28,000 HP × 4基 (15°C)	25,000 HP × 2基 (15°C)	28,000 HP × 2基 (15°C)	28,000 HP × 1基 (15°C)
第1船引渡年度	1973	1974	1979(予定)	1979(予定)	1976	1976	1976
現況他	第5船まで完工	第3船まで完工 他にアルゼンチン向 2隻あり			他に同主機を用い護 衛艦8隻建造の予 定		



ではCOGAG方式, CODOG方式を使用しているのがわかる。なお, ソ連では艦艇のガスタービン化が早くから行われており, 表2に示すごとく, その隻数, 出力等はわかっているが, 主機配置など不明な点が多いので, 表3には省いてある。また, RR-Olympus はタイ, マレーシャ, イランのCODOG艦各1艦に搭載され, かつ, フランスのCODOG艦2艦にも搭載されようとしているが, シリーズ化はされておらず, 隻数は少ない。

#### 4. 艦艇用ガスタービンの性能と構造

ここでは, 艦艇用ガスタービンの代表例として, 米国ゼネラル・エレクトリック社の LM2500 ガスタービンにつきその性能, 構造を述べる。このガスタービンは艦艇用主機として世界で400基以上使用される予定であり, 世界の主流の艦艇用ガスタービンになろうとしている。(図5)

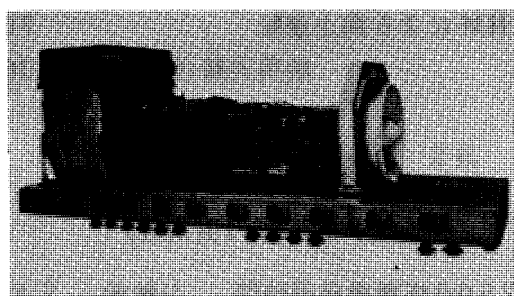


図5 LM2500 ガスタービン

4-1 生いたち このガスタービンは米空軍C5A輸送機のTF39ターボファンエンジンおよびその姉妹エンジンであるエアバスDC10のCF6ターボファンエンジンから転用された船用ガスタービンである。すなわち, ファンエンジンからファンだけ取除き, ファンを駆動していたタービンでプロペラをまわすものである。(図6) その結果, 機械的構造の変更は最小限におさえられ, その信頼性は十分引継がれる結果になっている。

4-2 性能 図7に出力タービン回転数, 出力, 燃料消費率の関係を示す。減基運転をした場合, 40%負荷(船としては20%出力)でも240 gr/sps/Hrの燃料消費率を維持できることがわかる。

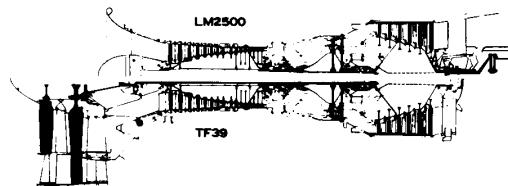


図6 TF39/LM2500 比較断面図

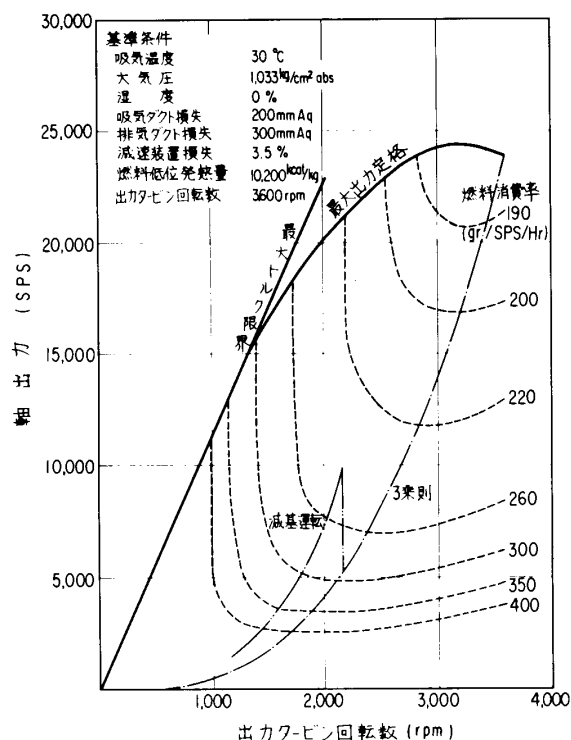


図7 LM2500 ガスタービン部分負荷特性

4-3 モジュール化 このLM2500 ガスタービンを機関室に設置する際に, 防音, 防熱のためエンクロージャに入れ, 台板にのせ, パッケージ化する。さらに耐衝撃, 防振のためのマウントにのせ, これを艦艇用 LM2500 モジュールと称する。(図8) 内部の構造は整備が行なえるよう十分なスペースが確保しており, かつガスタービンの換装のためのレール等の取付けが簡単に行なえるよう配慮されている。内部の換気のため取り入れられた外部空気はガスタービンから発生する熱を取り去って排気ガスに混入する構造になっている。ガスタービンは航空エンジンと同様, 前部1点, 後部2点で支持されるが, 排気室は独立して支持されている。このモジュールの大きさは長さ8m, 高さ

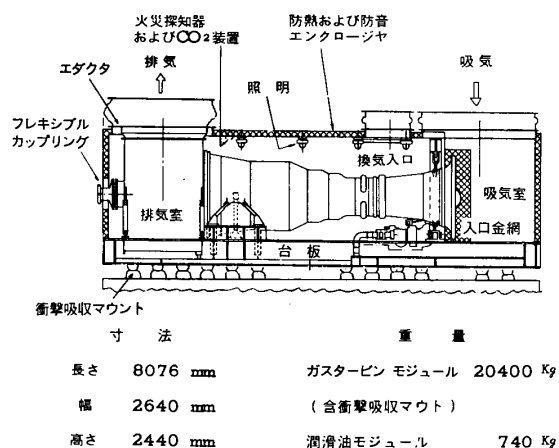


図8 艦艇用 LM2500 ガスタービンモジュール

2.4 m、巾 2.6 m で重量は約 21 トンである。耐衝撃マウントは 200 g の船体からの衝撃を 20 g 以下に減少させる。一方同じマウントが防振装置としても働き、通常は問題にされないガスタービンの低い振動をさらに 60 dB 近く減衰させ、船体から発生する水中音をさげ、対潜水艦作戦において自己ソナーによる探知を容易にする。

4-4 船用化 このガスタービンは先に述べたようにほとんど原形の航空用ガスタービンのままであり、それ自身耐食性などに配慮を行なった構造であるが、船用化として次の開発改良を行なった。

- (1) タービン翼の材料とコーティングの最適組合せの選定と改良
- (2) 補機駆動歯車箱の簡素化と同軸受負荷の軽減
- (3) 無煙形燃焼器（重質蒸溜油使用）の開発
- (4) 燃料系統の 2 重管化等の船用安全対策

これらの成果の確認は米軍の軍用船カラハン号における LM2500 ガスタービンの運転において行なわれた。とくに上記の項目(1)はこのガスタービンの整備間隔を支配する重要な要素であり、この確認は、年間 5,000 から 6,000 時間の運転を行なうこのような商船形の運航においてのみ可能であり、貴重なテストベッドだといえる。なお、カラハン号では艦艇にくらべ空気取入口は高所にあるが、非常に簡単なデミスタ（吸気塩水分除去装置）を使用しているた

め、ガスタービンへの塩分吸入量のレベルは高く、風速 20 m/s で平均 0.017 ppm、風速 10 m/s で平均 0.010 ppm で、通常、船用ガスタービンに対し決められている許容値 0.01 ppm をこえており、その意味では非常に苛酷な試験装置だといえる。

#### 4-5 LM2500 ガスタービンの実績

表4に LM2500 ガスタービンの全実績を示し、表5にカラハン号における実績をしめす。

表4 船用 LM2500 ガスタービンの実績  
(1977年1月現在)

用 途	運転時間
カラハン号による海上運転	62,000
米海軍研究所に於る耐久試験	3,600
DD963 用エンジン各種試験	9,300
DD963 シリーズ艦による海上運転	12,000
FFG-7 用エンジンの陸上試験	2,400
PHM による海上運転	700
船用実績合計	90,000

表5 カラハン号における LM2500 ガスタービンの実績  
(1977年1月現在)

LM2500 搭載後経過時間	左舷軸	7 ケ年
	右舷軸	3 ケ年
運転時間	合計	62,000 時間
重質蒸溜油使用時間		49,000 時間
艦艇プロフィールによる運転		14,000 時間
最長運転エンジン（連続）		9,600 時間
最長運転エンジン（合計）		27,200 時間

1 基のガスタービンでこのような長時間を記録したものがなく、船用ガスタービンとしてもっとも実績の多いエンジンであるといえる。ここで艦艇運転プロフィールとは 1 日 1 回洋上でエンジン停止を行ない、かつ、1 日 14 回無負荷と常用出力との間を往復させるもので、艦艇の運転モードをシミュレートしたものである。この運転を行なっても LM2500 ガスタービンの耐久性においてとくに顕著な差は生じなかった。また重質蒸溜油とは金属分の許容値が大きく粘度の高い蒸溜油で、とくに耐久性において軽油

より苛酷な燃料である。

**4-6 LM2500 ガスタービンの認定試験**  
下記の仕様の認定試験が米海軍の要求で行なわれ、すべての仕様が満足された。

- (1) 出力／燃料消費率試験
- (2) 煙排出度試験 (3) 過速度試験
- (4) 自励振動試験 (5) 空中騒音試験
- (6) 機械的伝播音試験 (7) 加速度試験
- (8) 起動試験 (9) 再起動試験
- (10) 耐衝撃試験 (11) 振動共振試験
- (12) 塩水噴霧試験 (13) 保安装置試験
- (14) 艦船蒸溜油使用耐久試験
- (15) 信頼性確認試験 (16) 抽気量確認試験
- (17) トルクコンピュータ試験
- (18) 排気温度分布試験

この中で特筆すべき試験結果について述べる。

まず、煙については Von Brand にて 89 であり、目視では気がつかない。空中騒音試験ではとくに排気側の騒音が要求値より 10 dB 以上低く、この結果、配置条件によっては排気消音器が不要になった。起動は平均 4.9 秒で行なわれ、アイドルから全力への加速も平均 2.1 秒で行なわれた。ただし加速時間は負荷吸収のための直結の水動力計により制限された。ガスタービン単体では 4 秒で全負荷へ加速可能である。また、機械的伝播音も要求よりはるかに小さく、静かな船の実現に貢献した。運転中に 200 g を与えた試験後、別に 100 時間運転をしたが、運転中および開放後、なんらの問題も発見されなかった。

この試験は 2000 時間行なわれ、艦船蒸溜油使用、吸気塩水噴霧の条件のもとで、耐久性に問題のないことが証明された。この間、不具合が生じたのは 1 件で復旧に 4 分間要したので信頼性は 0.99997 となった。

## 5. 艦艇用ガスタービンの機関艙装

艦艇にガスタービンを艙装した例

として米海軍の DD963 駆逐艦の場合を示す。DD963 では図 9 に示すような主機配置になっている。すなわち、前機室と後機室にそれぞれ 2 基の LM2500 を配置し 2 軸艦としている。クラッチのかん脱により、各軸とも、いずれの 1 基のガスタービンでも、また 2 基のガスタービンでも運転できるようになっている。他の関連機器の配置を含めた機関室の展開図を図 10 に示す。

さらに、吸排気装置を含めた機関配置を図 11 に示す。図 12 は DD963 の前機室を NAV SEC フィラデルフィアの研究所に設置し、3000 時間の陸上耐久試験を行った際の鳥かん図である。ほとんど実艦の艙装と同じ形で行なわれている。最近新しい艦のシリーズ建造を行なう前に陸上にて推進プラントの組合せ試験を行なうことが多い。

図 11 の吸気デミスタは、ガスタービンの吸

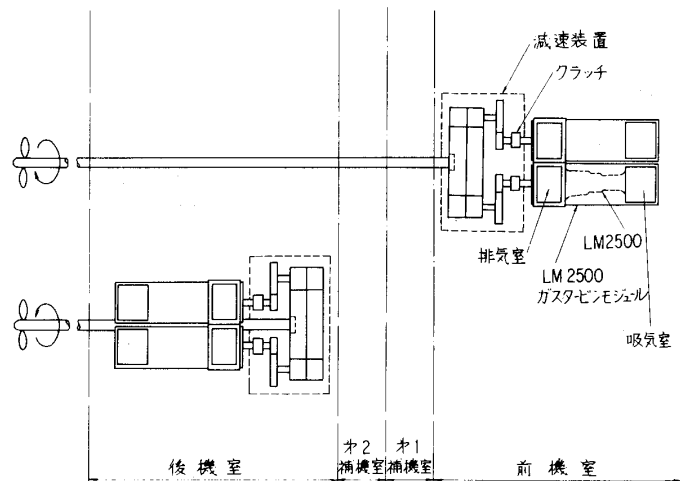


図 9 DD963 駆逐艦主機配置図

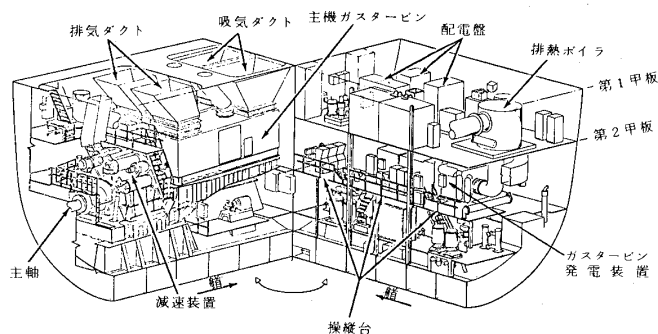


図 10 DD963 機関室展開図

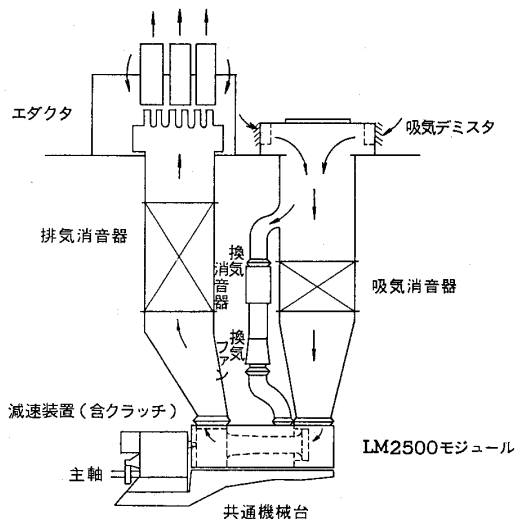


図11 DD963 機関部側面図

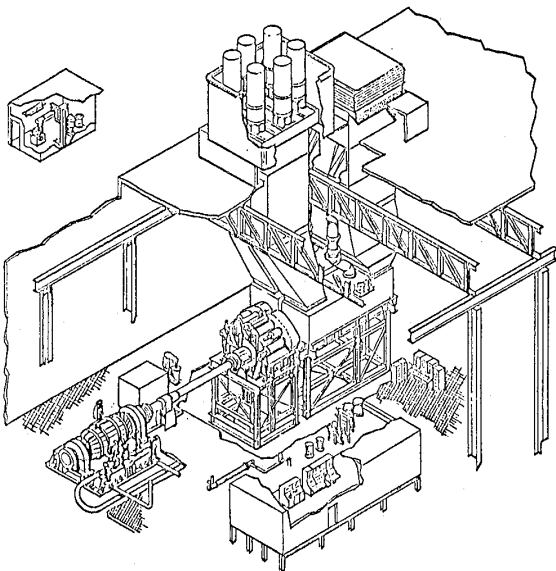


図12 DD963片軸陸上試験配置図

気より塩水分をできるだけ除去し、ガスタービンの性能低下あるいは高温腐食を抑える役目を果しており重要である。吸気あるいは排気の消音器は艦の特定場所での騒音レベルの要求に応じて計画される。LM2500 ガスタービンの排気の騒音レベルが低いため、FFG-7 護衛艦は排気消音器は省かれている。排気側の小さ

な円筒状のダクトはエダクタであり、ガスの流速でまわりの空気を吸い込み、ガスタービンの排気温度を下げ、マスト上の電気機器に悪影響を及ぼさぬような配慮がされている。

一方、対潜水艦対策のための静しゅく化は艦艇の機関に課せられた必須条件であり、さきに述べたガスタービンの防振支持のみならず、減速装置や他の機関部補機器にも防振の配慮を行なわねばならない。DD963 ではこのような対策を行なった結果、米海軍に於いてもっとも静かな船となっている。

## 6. あとがき

1970年代に入って世界の艦艇の本格的ガスタービン化が始まっている。しかし、現状が決してその究極に達しているわけではなく、次の点でより一層の進歩が望まれている。

- (1) 石油資源の先細りに対処するため、全球的省資源の要請に応える必要があり、より効率のよいガスタービンあるいはガスタービンの組合せが追及されねばならない。効率向上のための高温高压化は比出力増大ももたらし、吸排気装置を一層コンパクトにする。
- (2) ガスタービン自身の耐久性向上のため、とくに高温部の整備間隔の一層の延長（TBO 20,000 時間以上）へ努力されねばならない。これを助ける艤装面での技術改良（例えばデミスタの効率向上と軽量化）も必要である。
- (3) ガスタービンの静しゅく化のみならず、減速装置など推進機関の各機器の静しゅく化の技術の確立が要求される。

これまで述べた LM2500 ガスタービンとそれを搭載した米海軍の DD963 駆逐艦では、これまでのガスタービンおよび艦艇にくらべ、はるかにこれらの要求に近づいているが、なお一層の努力が期待されるわけである。

# 講 義

## ガスタービン用圧縮機の空力的設計法と性能推定 I・軸流圧縮機（その2）

九州大学工学部 九郎丸 元 雄  
九州大学工学部 生 井 武 文  
九州大学工学部 井 上 雅 弘

### 6. 準三次元理論の修正（環状流路の壁面の影響）

準三次元理論では前報で述べたように平均流面上の状態量の平均値を用いて子午面流れを解き、準三次元流れを得るが、実際の軸流機械ではハブとケーシングの壁面の影響により、環状流路内の流れは非常に複雑になる。

図9は動翼後方より見た流れの状態の概略の説明図で、流路中央部の流面(a)では粘性の影響は小さく、前節で述べた翼間流れの解析法が適用できる。しかしハブやケーシングの壁面近傍の流面(b)と(c)では、壁面に発達する三次

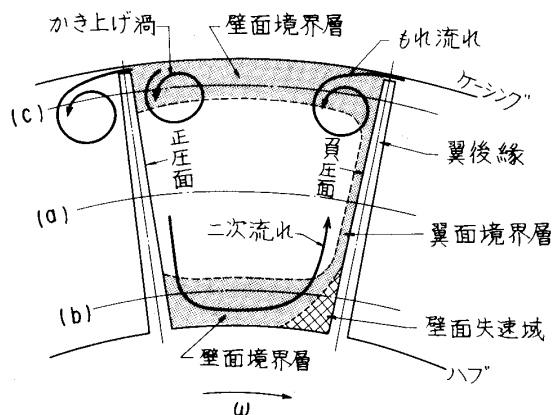


図9 ハブ、ケーシング面の影響

元境界層、翼面および壁面境界層の影響による壁面失速域 (wall stall zone)、二次流れ、

先端すきまにおける漏れ流れ、翼列と壁面の間の相対運動によって生じる、かき上げ渦などを考慮して翼間流れを求めなければならない。以下に羽根車の内部流動に及ぼすこれらの主要な影響を検討しよう。

(i) 環状壁面境界層 (Annulus wall boundary layer) 環状流路の壁面における境界層の影響は、大別して(a)非粘性二次流れの理論、(b)三次元境界層理論による解析、によって調べられている。

(a) 二次流れの理論による解析 翼列により転向される流れでは、流路の曲率に対応した遠心力により圧力こう配が生じる。しかしハブとケーシング面に発達する境界層内の流れでは遠心力が小さく、圧力こう配に抗することができず、図10の点線に示すように内側へ曲がり込む。羽根数が無限であれば軸対称のねじれ境界

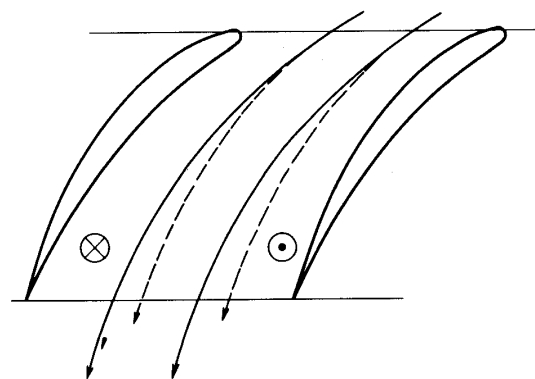


図10 二次流れ

(昭和52年6月30日原稿受付)

層となるが、羽根数が有限のため内向きの流れは負圧側では境界層内の流体を主流方向へ押しやり、正圧側の空間は主流部から補給される流体によって満される。このような流れのメカニズムで図9に示す二次流れが発生する。

この流れは非粘性せん断流れのモデルで解析される。すなわち壁面上の境界層の流れを、流れと垂直な渦  $\Omega_n$  で置きかえ、 $\Omega_n$  が翼列を通過して転向するため流線方向の渦成分  $\Omega_s$  が誘起される。この  $\Omega_s$  による流線に垂直な面(Trefftz 面)上の流れはポアソン方程式で記述され、これを解いて二次流れを求める。境界層は翼列内で徐々に発達するので厳密には翼列内に多くの Trefftz 面を考え、一步一步計算を進めなければならないが、計算量が膨大になるので境界層についての情報は経験的に与え、その厚さは翼列を通して一定と仮定して翼列出口の Trefftz 面のみで解を求める。この仮定により翼列入口の渦度  $\Omega_{n1}$  は次のように与えられる。

$$\Omega_{n1} = (dw/dy)_1 \quad (6-1)$$

ここに  $y$  は壁面より測った距離を示す。この  $\Omega_{n1}$  の転向により、翼列出口における流線方向の渦度  $\Omega_{s2}$  は、Squire と Winter<sup>37)</sup> によれば次のように表される。

$$\Omega_{s2} - \Omega_{s1} = -2 \Omega_{n1} \Delta\beta \quad (6-2)$$

ここに添字 1 は翼列入口、2 は出口を示し、 $\Delta\beta$  は翼列の転向角<sup>(注)</sup>を示す。

このようにして求めた  $\Omega_{s2}$  分布より Trefftz 面で翼間の二次流れを解き (例えば Hawthorne<sup>38)</sup> の方法)、平均流面上の周方向速度の平均値  $\Delta(w_u)_s$  より、修正角  $\Delta\beta_s$  を得る。

$$\Delta\beta_s = \frac{\Delta(w_u)_s}{w_2} \quad (6-3)$$

これを翼間流れの解に加え流出角を補正する。なお、動翼の場合には渦の成分  $\Omega_n$ 、 $\Omega_s$  は相対流れに対するものであることを注意しておこう。

以上の解析法は二次流れの定性的な説明に非

常に便利で、古くより多くの研究<sup>(39,40,41)</sup> がなされ、例えば二次元翼列風洞の側壁に発生する二次流れに本方法を適用すれば、かなり正確に流出角の予測ができる。しかし非粘性流れのモデルであるため、損失の計算には別に粘性の考慮を必要とすること、実際のターボ機械へ適用する場合、更に多くの要素が加わり、計算が複雑となること、などの理由により今後の発展性は期待できない。

(b) 三次元境界層理論による解析 非粘性二次流れのモデルとは対照的に粘性の影響に重点をおき、翼数を無限と考え、翼の作用力を体積力として加味し壁面近くの流れをねじれ三次元境界層として取り扱う方法である。

壁面境界層を支配する方程式は式(4-1)の外力  $\vec{f}$  を翼力  $\vec{f}_b$  とせん断摩擦  $\vec{f}_\tau$  で表せば、定常流れに対し

$$(\vec{c} \cdot \nabla) \cdot \vec{c} = -\frac{\nabla p}{\rho} + \vec{f}_b + \vec{f}_\tau \quad (6-4)$$

また  $\vec{f}_\tau$  は二次以上の微小項を無視すれば

$$\vec{f}_\tau = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \vec{\tau}}{\partial y} \quad (6-5)$$

ここに  $y$  は壁面に垂直な距離、 $\vec{\tau}$  はせん断応力を示す。

上式(6-4)を直接解くことは困難なため、初め一方向(例えば軸方向や子午面流線方向)に対して解析が行われた。このうち簡単な Stradford の方法<sup>(42)</sup>を紹介しよう。この方法では境界層内の圧力  $p$ 、翼力  $\vec{f}_b$  は  $y$  方向に一定で、境界層外縁の主流より与えられると仮定する。この主流の値に添字  $e$  を付して示せば

$$[(\vec{c} \cdot \nabla) \cdot \vec{c}]_e = -\left(\frac{\nabla p}{\rho}\right)_e + (\vec{f}_b)_e \quad (6-6)$$

上式を式(6-4)に代入し、

$$[(\vec{c} \cdot \nabla) \cdot \vec{c}]_e - (\vec{c} \cdot \nabla) \cdot \vec{c} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \vec{\tau}}{\partial y} \quad (6-7)$$

これは外力の作用しない一般の境界層方程式となる。この方程式において軸方向( $z$  方向)に着目し、その方向の運動量積分方程式を導けば

(注) 厳密には二次流れの影響を含めた実際の流れにおける転向角である。

$$\frac{d}{dz}(c_z^2 \theta_z) + c_z \delta_z^* \frac{dc_z}{dz} = \frac{\tau_{wz}}{\rho} \quad (6-8)$$

ここに  $\theta$ ,  $\delta^*$  はそれぞれ境界層の運動量厚さ, 排除厚さを, また  $\tau_w$  は壁面におけるせん断応力を示す。なお形状係数  $H_f$  を導入すれば,  $\delta_z^* = H_f \theta_z$  と表せる。上式において  $c_z$ ,  $dc_z/dz$  を子午面流れの計算などより求めた既知量として与え,  $\tau_{wz}$ ,  $H_f$  に対しては平板境界層の値を用い,  $\theta_z$  を入口より後流へ積分し, この値より  $\delta_z^* = H_f \theta_z$  の関係を用いて  $\delta_z^*$  の分布を得る。この  $\delta_z^*$  より境界層の影響を流路の有効面積の減少として表し, 子午面流れの計算において考慮する。すなわち, 図 11(a) に示す

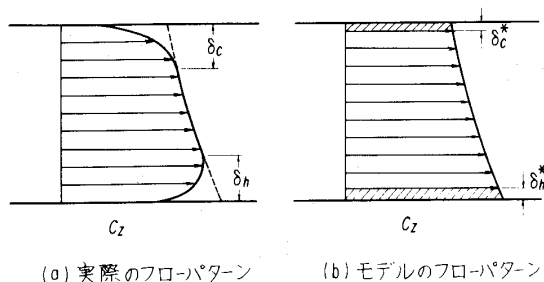


図 11 軸流速度分布

軸流速度分布において図 11(b)のように粘性の影響を斜線で示す  $\delta_h^*$  及び  $\delta_c^*$  内に限定し, この  $\delta^*$  に相当する面積を除いた流路で連続の式を満足する流れを求め, これより壁面近傍の流れを近似する方法である。この考え方をとり入れた性能推定法 (Off design analysis) が Jansen により報告されている<sup>(43)</sup>。更に境界層内での翼力の減少を考慮する翼力欠損厚さ (Blade force thickness) を導入する方法<sup>(44)</sup>や, この境界層理論と二次流れを組み合わせた計算法<sup>(45)</sup>もある。

しかし, これらの方法は境界層の影響を積分値で与えるため, 境界層が薄い場合には全体性能予測に, ある程度良い結果を与えるが, 壁面近傍の流れの計算は改善されず, また粘性の影響が, 流路中央部にまで達するように大きければ, このようなモデルは不適當で流路全体を粘性流れとして取扱わねばならない。

一方, 三次元のねじれ境界層理論を用いる解

析法が Horlock<sup>(46)</sup> により提案されている。この方法はねじれ境界層を表す境界層厚さ  $\delta$ , Coles の後流パラメータ  $\Pi$ , 摩擦係数  $c_f$ , 主流と壁面のねじれ角  $\epsilon_w$  の 4 個を未知の独立変数に選び, 式 (6-7) より導かれる流線方向及びそれに垂直方向の二つの運動量積分方程式, Head のエントレインメントの式<sup>(47)</sup>, Coles の摩擦係数<sup>(48)</sup>, の四つの微分方程式を連立させ, 主流速度  $c_e$ , 流れ角  $\alpha_e$  を与えて Runge-Kutta 法により壁面近傍の流れを求めている。この方法を実機へ適用した結果が示されており, 翼力が小さい範囲では良い結果を与えるが, 大きくなると  $\epsilon_w$  が不正確となる傾向がある。

更にこれらの方法を拡張し, 二次流れや先端の漏れ流れの影響, 翼力の変化などを考慮した計算法<sup>(49)</sup>や, これまで提案された種々の方法を比較検討した論文<sup>(50)</sup>がある。

境界層は当然壁面近傍の流れに大きい影響を与えるが, それに加えて排除効果により主流を加速させ, そのため翼列の迎え角が変わり全体性能の予測を大きく誤らせるため, この影響を何らかの方法で考慮すべきことを, 強調しておこう。

## (ii) 壁面失速域 (wall stall zone)

壁面と翼面との境界層の干渉により翼の負圧面と壁面で作られるコーナに失速域 (stall zone) が生じ, その大きさは壁面境界層, 翼負荷, アスペクト比に大きく影響される。これは "wall stall" と呼ばれ静翼後流や二次元翼列風洞などで実験的に見出されている<sup>(51)</sup>。この影響を翼間流れに適用した解析は非常に少ないが, その一例として Raily と Howard の失速域 (stall zone) モデル<sup>(52)</sup>がある。これは失速域  $\mu$  を図 12(b) のように壁面から半径方向へ指数関数的に分布させ, 図 12(a) のような翼間流れが後流において均一化される際に生じる混合損失および流出角の変化を運動量方程式, 連続の式を用いて求め, 翼間流れを補正している。しかし, この方法で求まる損失は実験値に較べ相当小さい。

(iii) 先端すきま流れとかき上げ渦 先端すきまは全体性能へ影響を及ぼすため古くより数多くの実験的, 理論的研究がなされてきたが,

ほとんどはこの影響の積分値を求め、全体性能の計算で考慮する方法で、準三次元理論に適用できる方法は少ない。その中で Lakshminarayana<sup>53)</sup>の方法は先端すきまが翼間流れに及ぼす影響を解析したもので、準三次元理論への応用も可能である。

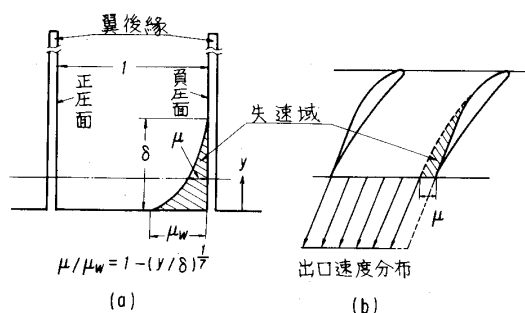


図 12 Stall zone モデル

この方法で用いられるモデルは、各翼の先端すきまの流れにより生じる渦 (leakage vortex) を 1 個の強制渦で表し、図 13 に示すように翼列出口面における間隔  $t$  の渦列に置き換

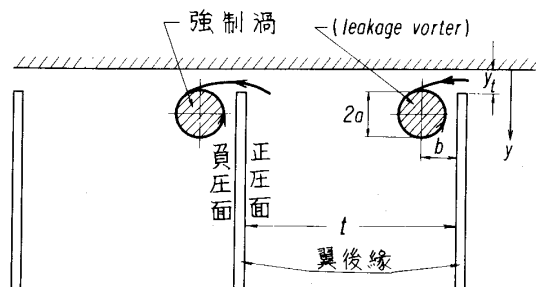


図 13 Tip clearance モデル

え、この渦列による誘起速度の平均流速に垂直な成分の翼間平均値より流出角の修正量  $\Delta\beta_t$  を計算する。また損失に関しては、この渦を粘性渦と見なし上記の流出角の修正の場合と同様に、渦による損失を翼列の 1 ピッチ間で平均することにより求めている。この解析で得られた修正角  $\Delta\beta_t$  の近似式は  $y_t \leq y \leq y_t + a$  に対し次式で示される。

$$\Delta\beta_t = \tan^{-1} \left\{ \tan(\Delta\beta_{t, \max}) \times \left( 1 - \frac{y - y_t}{a} \right) \right\} \quad (6-9)$$

$$\Delta\beta_{t, \max} = \tan^{-1} (0.25 c_L l / t)$$

また  $y < y_t$  では  $\Delta\beta_t = \Delta\beta_{t, \max}$ ,  $y > y_t + a$  では  $\Delta\beta_t = 0$  となる。ここに  $y_t$  は先端すきま、 $l$  は弦長、 $t$  は翼間距離、 $c_L$  は揚力係数、 $a$  は強制渦の半径で  $c_L$ ,  $y_t$  の関数で表される。一方損失係数は  $y = y_t + a$  に最大値を持つ誤差関数となる。更に翼の正圧面付近に生じる、かき上げ渦は、圧縮機の場合漏れ渦 (leakage vortex) と同方向であるから修正角、損失係数とも増加する。このかき上げ渦は先端すきま、壁面境界層厚さ、翼取付角、相対速度などに大きく影響されると思われるが、これが定量的に予測できるような系統的研究は、まだなされておらず、特に先端付近の損失分布を解明するには今後の研究に待たねばならない。

動翼先端部のケーシング内面に種々の溝を切るケーシング加工 (Casing treatment) は、先端流れに変化を与え、溝の形状により圧縮機のサージング特性が改善されることが報告されており<sup>54)</sup>、先端流れの重要性を示している。

## 7. 性能推定

前報で述べた準三次元理論を、前節で述べたように環状流路の壁面の効果を考慮して修正することによりターボ機械の内部流動を求め、その結果より圧縮機の性能を推定することができる。

以下に、一例として子午面流れに Novak の方法を適用し、翼間流れには翼列実験資料を用いた準三次元理論による内部流動の計算手順を述べよう。

7-1 内部流動の計算手順 図 14 に示すように計算断面をダクト領域に設け、添字  $i$ ,  $j$  はそれぞれ計算点の半径方向及び軸方向の位

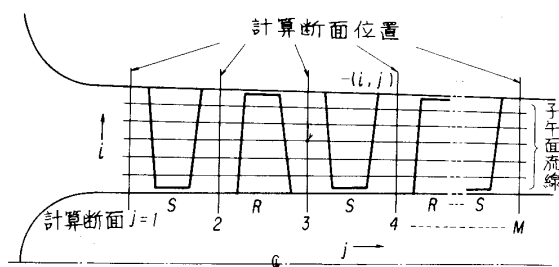


図 14 供試圧縮機の計算断面



置を示すものとする。図 15 に示したブロック線図に従い、詳細な計算手順を述べよう。

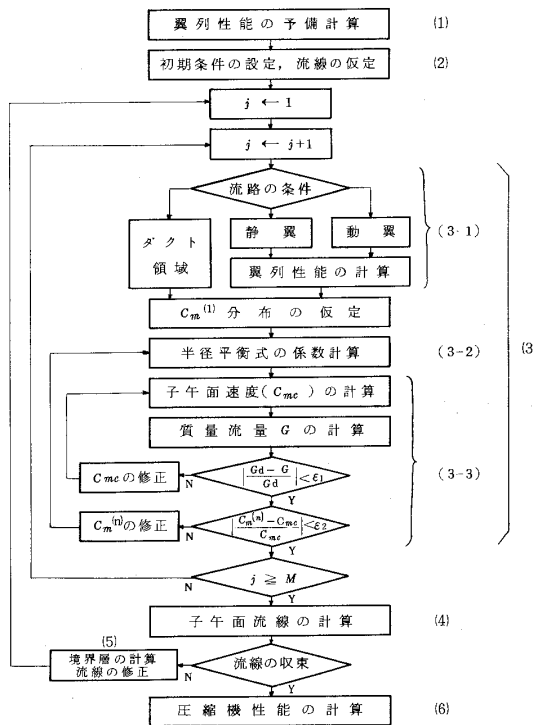


図 15 内部流動計算手順

### (1) 翼列性能の予備計算

- i. 全翼素の二次元翼列性能を計算する。二次元翼列性能は実験資料より求めるが、ここでは資料が豊富な NACA 65 系統翼を用いるものとする。設計仕様より各段の翼列のいくつかの代表半径に対し、与えられた幾何形状(反り  $c_{l0}$ , 取付角  $\chi$ , ソリディティ  $\sigma$ )について、実験資料より翼列性能(流入角  $\beta_{1T}$  と流出角  $\beta_{2T}$  及び全圧損失係数  $\zeta_p$  の関係、又は迎え角  $\alpha$  と転向角  $\Delta\beta$  及び  $\zeta_p$  の関係)を求めれば、各代表半径間の性能を与える内そう式が得られる。ここに、添字  $T$  は二次元流れを意味する(著者らは図 16 に示す線図を  $c_{l0} = 0.0 \sim 2.4$ ,  $\beta_1 = 0^\circ \sim 80^\circ$ ,  $\sigma = 0.5 \sim 1.5$  の広範囲にわたって 47 枚作成し性能推定に使用している)。
- ii. 動翼の各翼素について流面傾斜に対する無次元循環補正量<sup>(23)</sup>  $\Delta\Gamma$  を予め計算しておく。

$$\Delta\Gamma / \{ 2\omega(r_2 - r_1)t \} = f(c_{l0}, \chi, \sigma) \quad (7-1)$$

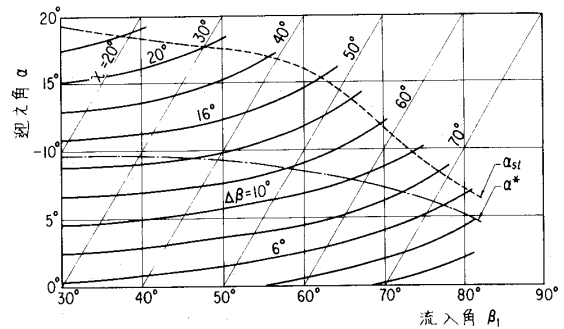


図 16 二次元翼列性能図 ( $\sigma = 1.0$ ,  $c_{l0} = 0.8$ )

ここに  $t$  は翼間ピッチを示す。子午面流れの計算より  $r_1$ ,  $r_2$  が求まれば上式より循環補正値  $\Delta\Gamma$  は容易に得られる。

### (2) 初期値の設定

- i. 供試圧縮機の形状と計算位置を入力する。

$$z_j: r_{h,j}, r_{c,j} \quad (j = 1, 2, \dots, M)$$

- ii. 作動条件(気体の比熱比  $\gamma$ , 回転数  $N$  (又は角速度  $\omega$ ), 規定質量流量  $G_d$ )を設定する。
- iii. 流入条件( $j = 1$ での  $p_0$ ,  $H$ ,  $c_z$ ,  $\beta$  の半径方向分布)を計算する。

- iv. 初めの子午面流線を仮定する。例えば最初、流路面積の等分割点を結ぶ近似曲線と与える。

### (3) 断面 $j$ における子午面速度 $c_m$ の計算

#### (3-1) 二次元翼列としての性能の計算

- i. 計算断面間の流路がダクト領域の場合、次の角運動量保存則より流れの状態を求め、項(3-2)へ進む。

$$(rc_u)_{i,j} = (rc_u)_{i,j-1}, \zeta_p = 0 \quad (7-2)$$

- ii. 前の断面  $j-1$  の状態量(添字 1 で示す)より翼列流入状態を計算する。

$$\beta_{1T} = \tan^{-1} \left\{ \frac{(c_{u1} - \omega_c r_1)}{(c_{m1} \cos \phi_1)} \right\} \quad (7-3)$$

- ここに静翼では  $\omega_c = 0$ , 動翼では  $\omega_c = \omega$  とする。

- iii. 項(1)の計算で求めた翼列性能より  $\beta_{1T}$  と流線半径に対応する  $\beta_{2T}$ ,  $\zeta_p$  を内そうする。

(3-2) 半径平衡式(式(4-15))にお

ける係数の計算

- i.  $c_m$  分布を仮定する ( $c_m^{(1)}$  と表す)。
- ii.  $\beta_{2T}$  に及ぼす諸影響 (軸流速度比, 流面傾斜, 先端すきまなど) を考慮して流出角を修正する (ここに添字なしの状態量は点  $(i, j)$  を, 添字 1 は翼列前方の点  $(i, j-1)$  を,  $\infty$  は両点の平均を示す)。例えば, 軸流速度比に関し式 (5-10) を, 流面傾斜に関し式 (7-1) を用いれば修正流出角  $\beta_2'$  は

$$\tan \beta_2' = 2 \tan \beta_{2T} / \{ 1 + (c_m \cos \phi) / (c_{m1} \cos \phi_1) \} - \Delta \Gamma / (2 c_{m, \infty t}) \quad (7-4)$$

上記の二次元円筒面上の流出角  $\beta_2'$  より平均流面上における流れ角  $\beta$  を求める。

$$\beta = \tan^{-1} (\tan \beta_2' / \cos \phi) \quad (7-5)$$

- iii.  $\beta$  と  $c_m^{(n)}$  及び式 (5-10) より次の状態量を計算する。

$$c_u = c_m \tan \beta - \omega_c r$$

$$H_R = H_1 - \omega_c r_1 c_{u1} = H - \omega_c r c_u$$

$$p_o = p_{o1} (H/H_1)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} - \Delta p_{ol} \quad (\text{註})$$

$$Q = Q_1 (p_o/p_{o1})^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} / (H/H_1)$$

$$a = a_o \left\{ 1 - \frac{\gamma-1}{2} \left( \frac{c_m^{(n)}}{a_o \cos \beta} \right)^2 \right\} \quad (7-6)$$

ここに  $a_o^2 = \gamma R T_o = (\gamma-1) H$

$$\Delta p_{ol} = \zeta_p \cdot \rho w_1^2 / 2$$

- iv. 式 (4-12) 及び (4-15) における項  $\partial(\ ) / \partial r$  を半径方向の数値微分より求める。

- v. iii, iv の状態量及び式 (4-12) を (4-15) へ代入し,  $A_R$  及び  $B_R$  を求める。

(3-3) 半径平衡式を満足する子午面速度

$c_{mc}$  の計算

(注) 翼列以外の先端すきまや壁面境界層の全圧損失を考慮する場合は, その値を  $\Delta p_{ol}$  に加えればよい。

- i. 中央流線に対する  $c_{mc}$  を仮定する。
- ii.  $c_{mc}$  を次式によりハブ及びケーシング面まで順次計算する (添字  $j$  は省略)。

$$c_{mc, i+1} = c_{mc, i} + (B_{R, i} - A_{R, i} c_{mc, i}^2) (r_{i+1} - r_i) \quad (7-7)$$

- iii. 計算断面を通る質量流量  $G$  を計算する。

$$G = 2 \pi \int_{r_h}^{r_c} \rho c_{mc} \cos \phi K_b r dr \quad (7-8)$$

ここに  $K_b$  は境界層のブロック・ファクタ (後述の項(5)参照) で,  $\rho$  は  $\rho_o = p_o / (R T_o) = \gamma p_o / a_o^2$  を用いれば次式となる。

$$\rho = \rho_o \left\{ 1 - \frac{\gamma-1}{2} \left( \frac{c_{mc}}{a_o \cos \beta} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{\gamma-1}} \quad (7-9)$$

- iii.  $G$  と  $G_d$  の間の相対誤差  $|(G_d - G) / G_d|$  を求め, 許容値を超えれば次式の修正値  $\Delta c_{mc}$  を中央流線へ加え, ii より再度計算を行う。

$$\Delta c_{mc} = (G_d - G) / \{ \pi (r_c^2 - r_h^2) \bar{\rho} \cos \bar{\phi} K_b \} \quad (7-10)$$

ここに  $(\bar{\ })$  は流路の平均を表す。

- iv. 流量が収束すれば,  $c_{mc}$  と  $c_m^{(n)}$  の間の相対誤差を求め許容値を超えれば, 次式の重み付き平均で  $c_m$  分布を修正し, 項 (3-2) より再度計算を行う。

$$c_m^{(n+1)} = c_m^{(n)} (1 - f_c) + c_{mc} f_c \quad (7-11)$$

ここに  $f_c$  は緩和係数で  $0 \leq f_c \leq 1$ ,  $n$  は繰返し回数を示す。

- v.  $c_{mc}$  と  $c_m^{(n)}$  が収束すれば,  $c_{mc}$  をこの断面  $j$  の  $c_m$  分布とする。

(4) 子午面流線の計算

- i. 各断面  $j$  における  $c_m$  分布から, 流線  $i$  に相当する流量を内そうし, 新しい流線の半径  $r_{i,j}$  を計算する。
- ii. 新しい流線  $i$  を  $r_{i,j}$  ( $j = 1, 2, \dots, M$ )

を通る近似曲線で表し、その曲線の一階、二階微分値より  $\phi$ ,  $r_m$  を求める。

$$\phi = \tan^{-1} (dr/dz)$$

$$1/r_m = -\cos^3 \phi (d^2 r/dz^2) \quad (7-12)$$

iii. 新しい流線と古い流線を比較し、その差が許容値を超えれば式 (7-11) と同様な重み付き平均で流線を修正し、項(3)より再度計算を行う。

iv. 流線が収束すれば、その内部流動がこの方法の解である。

(5) 壁面境界層の計算 紙面のつごうで計算の詳細は述べられないので最も簡単な Stradford の方法に触れるにとどめる。

i. 各断面  $j$  でハブ及びケーシング面上の境界層外縁の速度  $c_{ze}$  を  $c_m$  分布より内そうする。

ii. 式 (6-8) へ半径の影響を含めた、次の差分式へ  $c_{ze}$  を与え、 $\theta_j$  を入口より後流方向へ順次計算する。

$$\begin{aligned} & (\rho c_{ze}^2 \theta r)_j - (\rho c_{ze}^2 \theta r)_{j-1} \\ & = \tau_{wz} (z_j - z_{j-1}) (r_j + r_{j-1}) / 2 \\ & - \rho c_{ze} (c_{ze, j} - c_{ze, j-1}) \\ & \times (\delta_j^* r_j + \delta_{j-1}^* r_{j-1}) / 2 \end{aligned} \quad (7-13)$$

ここに壁面せん断応力  $\tau_{wz}$  は区間平均  $\bar{\rho}$ ,  $\bar{c}_{ze}$  の関数で求まる。

iii. この  $\theta_j$  より  $\delta_{h, j}^*$ ,  $\delta_{c, j}^*$  を求め、ブロック・ファクタ  $K_b$  を計算する。

$$K_b = (r_c^2 - r_h^2) / \{ (r_c - \delta_c^*)^2 - (r_h + \delta_h^*)^2 \} \quad (7-14)$$

(6) 圧縮機性能の計算 計算断面  $j = 1$  と  $M$  における状態量の平均より全体性能を求める。たとえば流量荷重平均を採用し、

$$F_I(A) = \frac{(2\pi \int_{r_h}^{r_c} \rho c_m \cos \phi A r dr)}{(K_b G_d)}$$

と定義すれば、入口、出口全圧  $P_1$ ,  $P_2$ , 全エントルピ  $\bar{H}_1$ ,  $\bar{H}_2$  は、

$$\left. \begin{aligned} P_1 &= F_I(p_{o, 1}), P_2 = F_I(p_{o, M}) \\ \bar{H}_1 &= F_I(H_1), \bar{H}_2 = F_I(H_M) \end{aligned} \right\} \quad (7-15)$$

故に全圧比  $P_{21}$ , 軸動力  $A$ , 等エントロピ効率  $\eta_{is}$  は

$$\left. \begin{aligned} P_{21} &= P_2 / P_1 \\ A &= (\bar{H}_2 - \bar{H}_1) G_d \\ \eta_{is} &= \bar{H}_1 \{ (P_2 / P_1)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \} / (\bar{H}_2 - \bar{H}_1) \end{aligned} \right\} \quad (7-16)$$

同様にして必要な全体性能を計算する。

7-2 計算例の検討 最後に上述の推定法の応用例として、著者らが行った単段軸流送風機の計算結果と実測値の比較を示そう。

送風機の概略は図 17 に示すとおりで、動翼々形は NACA 65 系統翼、静翼は円弧翼である。

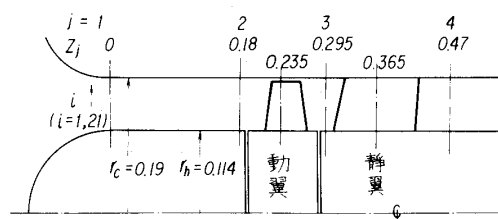


図 17 供試軸流送風機

図 18 は動翼後流における軸流速度  $c_{z2}$ , 旋回速度  $c_{u2}$  の分布を示す (図中の  $\bar{c}_z$  は流路平均を,  $u_t$  は動翼先端周速を示す)。点線は翼列データのみを用い、環状壁効果は無視した計算結果で、実測値と大きく食い違う。次に境界層の排除効果を考慮する 7.1 に記述した手順で計算すれば、実線で示すように全体的にある程度、実測値へ近づく。しかし内部流動状態はかなり異なり、 $c_{z2}$  の分布については計算によれば、ケーシング側の  $c_z$  が大きくなるのに対し実測値は逆の傾向になり、 $c_{u2}$  分布も壁面へ近づくにつれ、その差は大きくなる。この結果、特に軸動力の推定精度が劣化する。

このように境界層の発達が大きい送風機の場合には、粘性の影響を含め流路全体の内部流動を求める計算法が必要となる。そこで 6(ii) で述

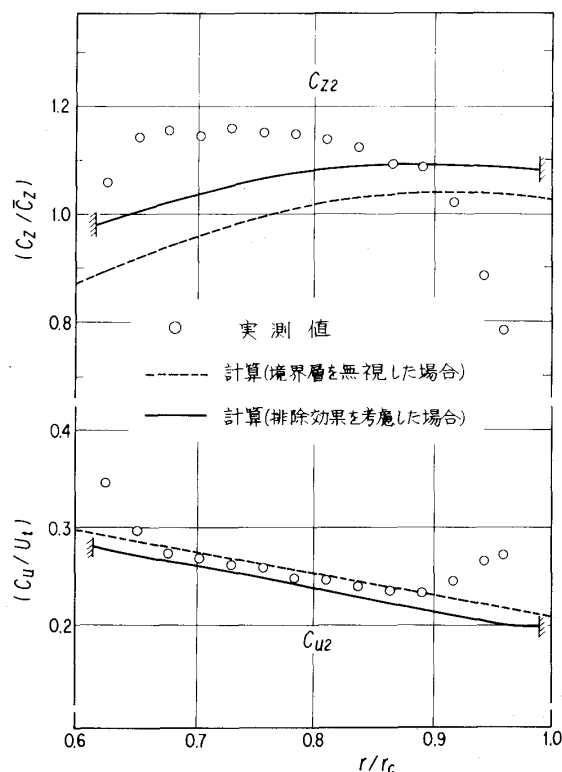


図 18 動翼後流の速度分布  
(設計流量比 80%)

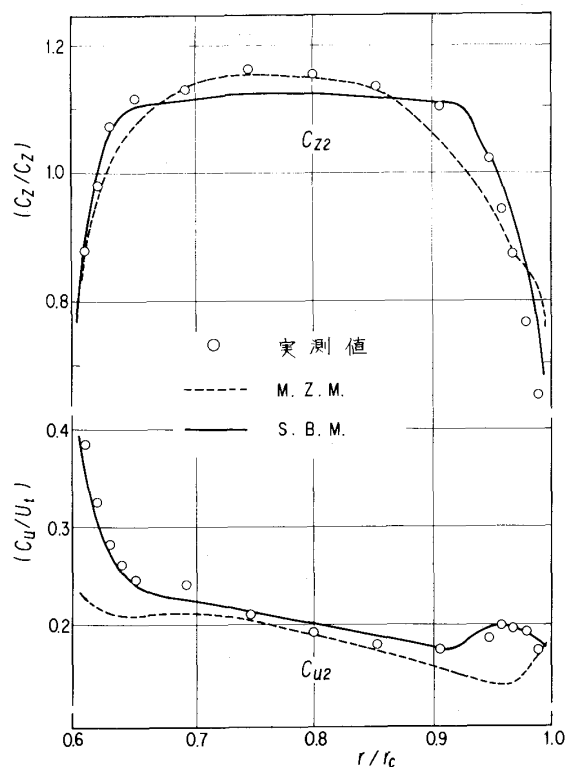


図 19 動翼後流の速度分布  
(設計流量比 95%)

べた失速域 (Stall zone) モデル (S.Z.M.) や壁面近傍の旋回速度の計算へ粘性の影響を考慮したねじれ境界層 (Skewed boundary layer) モデル (S.B.L.M.) を導入し、環状境界層の流れを含めて準三次元理論計算の修正を行った。その結果を図 19 に示すが、S.B.L.M. によればハブからケーシングまでの全流路にわたり実測値と良く一致する結果が得られる (これらのモデルの詳細は文献(55)を参照されたい)。

正確な性能推定を行おうとする場合、又は羽根車の改善を目的として羽根車内部の流動状態を知りたい場合には、環状壁効果を単にブロッケージや作動係数として考慮するのではなく、このような流路全体にわたる内部流動計算法が必要である。

## 8. 設計問題

最後に準三次元理論による設計について簡単に触れておこう。

準三次元理論による設計法では設計条件として、全流量及びエンタルピ、全圧損失などの半

径方向分布を与え、流線法などにより子午面流れを求め、平均流面上で翼列を選定する。

ところで減速翼列の場合には、二次元翼列の実験資料に基く翼列選定法は理論的方法より、はるかに信頼性が高い。すなわち 5. (i) で述べたように第一近似として実験資料より翼列性能を求め、軸流速度比、流面傾斜の影響を補正する。ところが、これらの補正の結果、翼列性能が変わり、それゆえ翼列前後のエンタルピ分布も変化するため、子午面流れと翼列選定のめんどろな繰返し計算が必要となり、更に補正量が大きい場合には不都合なエンタルピ分布で収束することもあり得る。

このため、所期のエンタルピ分布を一定に保ち、軸流速度比や流面傾斜の影響を翼列の反りと取付角を変えることにより補正する方法が報告されている。詳細は文献(33)に譲り、その概要を述べておこう。

この補正法はポテンシャル流れに対する比較的簡単な Schlichting の特異点法を用いている。まず平均流面を 5. (i) の式 (5-4) で  $x-y$

平面へ展開し、与えられた速度線図を満足する最適な二次元翼列を実験資料より選定し、この翼形を Schlichting の方法で渦と吹き出し分布に置き換える。次に軸流速度比の影響を吹き出し分布で、流面傾斜の影響を渦分布で与え、これらを含めた流れが最適流入角（実際には無衝突流入角）となるように翼面上へ特異点を加え翼列形状を補正する。すなわち加味した特異点より翼列の反りと取付角の補正量（ $\Delta c_{l0}$ 、 $\Delta \chi$ ）を求める。補正量の計算においては流面傾斜に関し

$$\kappa = \frac{1}{\Phi} \frac{r_2 - r_1}{r_0^2} \quad (8-1)$$

軸流速度の変化に関し

$$\xi = 2 \frac{(w_{x2}/w_{x1}) - 1}{(w_{x2}/w_{x1}) + 1} \quad (8-2)$$

（ここに  $\Phi$  は流量係数で  $\Phi = w_{x\infty}/u_0$ 、添字 1 は翼列入口、2 は出口、0 は代表半径、 $\infty$  はベクトル平均を示す）の二つのパラメータを導入して計算結果を整理し、補正量を  $\xi$ 、 $\chi$  のある範囲に対し近似的に次式で表す。

$$\Delta c_{l0} \doteq \left( \frac{\partial c_{l0}}{\partial \chi} \right)_{\xi=0} \kappa + \left( \frac{\partial c_{l0}}{\partial \xi} \right)_{\kappa=0} \xi$$

$$\Delta \chi \doteq \left( \frac{\partial \chi}{\partial \kappa} \right)_{\xi=0} \kappa + \left( \frac{\partial \chi}{\partial \xi} \right)_{\kappa=0} \xi \quad (8-3)$$

上式の各係数を翼列資料の豊富な NACA 65 系統翼について、 $\sigma$ 、 $c_{l0}$ 、 $\chi$  の関数として求め、 $c_{l0}$  及び  $\chi$  をパラメータにとって作成した線図の一部が文献(33)に示されている。この方法は、当然、傾斜があまり大きくなければ、斜流機械にも応用できる。

上述の翼列選定と子午面流れに 7.1 と同様な Novak の方法を適用した設計計算の手順のブロック線図を図 20 に示す。この場合子午面流れには半径平衡式として式 (4-15) の代わりに式 (4-11) を用いると、翼列性能計算が不要のため図 15 より、かなり簡単になる。また翼列選定後の繰返し計算は翼形変化に伴な

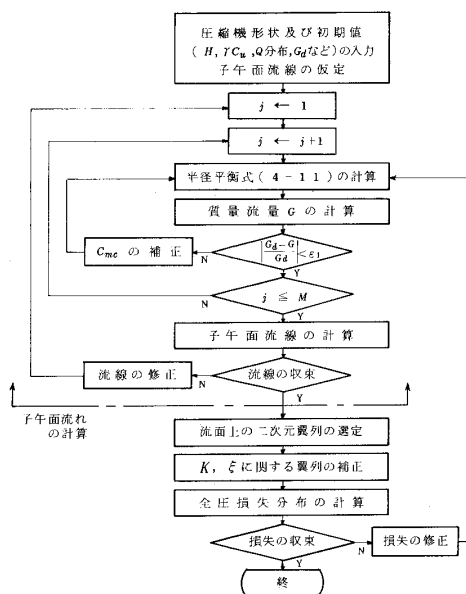


図 20 設計計算手順

う全圧損失の項のみで、収束は非常に早い。

以上述べた翼列選定法による斜流型送風機の設計法の妥当性の検討を現在実機によって行っている。

## 9. 結 語

計算機の普及により準三次元理論による軸流圧縮機の性能推定が広く行われるようになった。特に Jansen ら<sup>(43)</sup>が開発した NREC (Notherrn Research and Engineering Co.) のプログラムは著名で、我国でかなり使用されているようであるが、その内容は 7.1 で述べた手順とはほぼ同じである。しかし著名らの聞き及ぶ範囲では、このプログラムはあらゆるタイプの軸流圧縮機に対して十分な精度で性能を予測できるとはいいい難い。この理由は 6 で述べた複雑な環状流路の壁面効果に対する配慮が不十分なためであろう。すなわち各メーカの設計思想によりアスペクト比、段当りの翼負荷、すきま比などが異なり、それによって境界層、二次流れ、壁面失速 (wall stall)、すきま流れなどの影響の度合や干渉の仕方が異なる。そのため図 18, 19 に示すように内部流動の詳細な推定がなされず、全性能の推定精度も劣化する。従って現状では自社の設計思想に最も適したプログラムの開発が必要である。欧米では例えば

Princeton 大学, Cambridge 大学, Pennsylvania 州立大学などで複雑な環状効果に対する詳細な研究が行われ, メーカーによってより進んだプログラムが開発されつつある。我国も業界, 研究所, 大学が一体となってこの問題にとり組む必要があろう。模型試験を必要とせず, 性能試験も形式的になる時代が一刻も早く到来することを願いつつ筆を置く。

## 文 献

- (37) Squire, H. B., & Winter, K. G., J. Aero. Sci., 18-4 (1951), 271
- (38) Hawthorne, W. R., ARC Rep. 17, 519 (1955)
- (39) Hawthorne, W. R., Quart. J. Mech. Appl. Math. 18-3 (1955), 267
- (40) Smith, Jr., L. H., Trans. ASME, 77-7 (1955), 1065
- (41) Horlock, J. H., Trans. ASME, Ser. D, 85-1 (1963), 55
- (42) Stradford, B. S., ASME Paper, 67-WA/GT-7 (1967)
- (43) Jansen, W., ASME Paper, 67-WA/GT-11 (1967)
- (44) Smith, Jr., L. H., Proce. of the Sym. on Flow Resea. on Blading, Switzland (1969), 275
- (45) Gregory-Smith, D. G., Trans. ASME, Ser. A, 92-3 (1970), 369
- (46) Horlock, J. H., ARC CP 1196 (1972)
- (47) Head, M. R., ARC R & M, 3152 (1958)
- (48) Coles, D. E., J. Fluid Mech. 1-2 (1956), 191
- (49) Mellor, G. L., & Wood, G. M., Trans. ASME, Ser. D, 93-2 (1971), 300
- (50) Marsh, H., & Horlock, J. H., J. Mech. Eng. Sci. 14-6 (1972), 411
- (51) Horlock, J. H., ほか 3 名, Trans. ASME, Ser. D, 88-3 (1966), 637
- (52) Raily, J. W., & Haward, J. H., J. Mech. Eng. Sci., 4-2 (1962), 166
- (53) Lakshminarayana, B., Trans. ASME, Ser. D, 92-3 (1970), 467
- (54) Hartmann, M. J., ほか 3 名, NASA SP 259 (1970)
- (55) Ikui, T., ほか 2 名, Gas Turbine Paper 38, Tokyo Joint Gas Turbine Congress (1977)

# ●●●研究だより●●●

## 東京芝浦電気(株)におけるガスタービン開発

東京芝浦電気(株) 本 間 友 博

昭和24年、戦前からの研究開発を結実させ、純国産技術によって我国の実用ガスタービン第1号機、出力1000 kWを運輸技術研究所殿に納入して以来、東京芝浦電気株式会社におけるガスタービンの開発は着実に進められた。昭和33年スイスBBCとの提携により技術的に飛躍し、製作台数も増加して、現在製作中のものを含めて26台に達した。この間容量は1000 kWから9万kW級に増大し、タービン入口温度も大巾に上昇した。燃料も炭鉱ガス、LPG、LNG、プラントガス、灯油、軽油、C重油と多岐にわたっている。

これらの製作を通じて、その時々の問題解決や新技術開発を目的に、耐熱材料、耐食技術、流体性能、伝熱冷却技術、応力・振動解析、製造技術など各種の研究が製造工場であるタービン工場を中心に総合研究所、エネルギー研究所、金属セラミックス研究所、その他関連部門との共同開発体制で継続され、今日に到っている。以下現状を紹介する。

### 1. 流体性能・伝熱冷却研究

ガスタービン・蒸気タービンともに流体機械として翼列の流体性能向上は常に要求されるものであり、同時に高温化も熱機関として性能向上を達成するために不可欠の条件である。2次元翼列風洞試験や電解槽などを利用した温度分布シミュレーションなどでは実機で生じる回転による3次元流れの影響の評価が得られない。これらの影響の把握が将来のタービンの高性能・大容量化に必要であるとの認識のもとに、昭和46年タービン西工場に流熱研究棟を建設し、

蒸気タービン・ガスタービンの試験センターとして研究を開始した。(写真1、写真2)

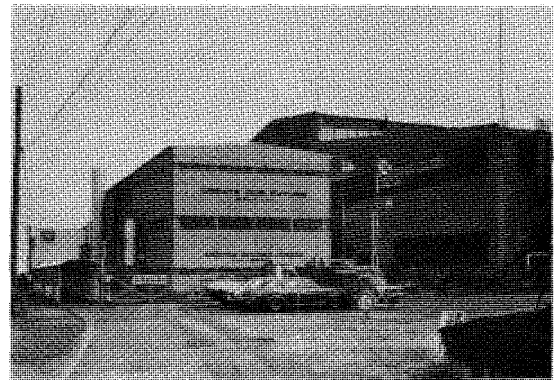


写真1 タービン西工場流熱研究棟



写真2 試験用高温ガスタービン設備

ガスタービン試験機として入口温度1100℃出力3000 kWの高温タービンを設置した。高度な流体理論・熱理論の解析や高温スピント装置を使用しての動翼植込部の試験、その他種々の要素のモデル試験についてはエネルギー研究所で実施し、得られたデータをもとに設計

(昭和52年6月10日原稿受付)

製作はタービン工場で行なった。

インピンジメント冷却と吹出し冷却を併用した精鑄ノズルの冷却性能，中空冷却動翼の回転場における冷却効率の測定や各種冷却空気のタービン段落効率に及ぼす影響など有効なデータの収集解析が行なわれている。

新しい空冷技術による冷却翼について，B B Cとの共同開発も行なわれた。

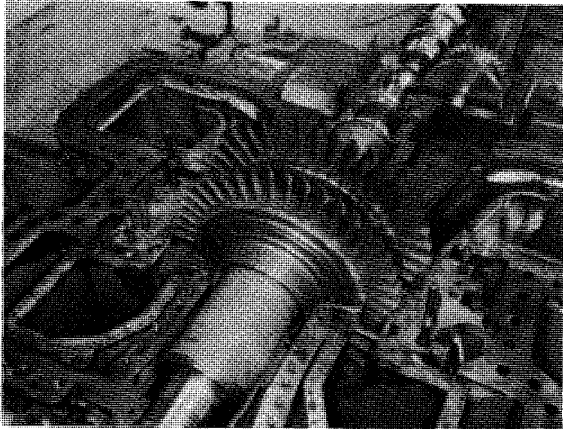


写真3 試験用高温ガスタービン

## 2. 応力解析，振動解析

動翼やロータの応力解析は数値計算プログラムの作成と光弾性試験，スピントレストによる計算結果と実測値の比較確認によって精度の高い計算法の確立が進められている。

翼の振動問題に対しても数値計算法を確立すると共に，テレメータシステムによる回転振動計測法の確立やミニコンを用いた振動解析装置を開発しデータ解析の精度向上，スピードアップをして省力化を達成している。振動解析装置は軸振動解析にも利用され，高速バランステスト時のウェイトの効果の評価も行なえるようにしてあり，回転体の安全性・信頼性向上の研究開発を進めている。（写真4）

ケーシングの構造解析には3次元有限要素法による計算プログラムを開発し，最適な形状，板厚，材料選定等に利用されている。

## 3. 耐熱材料の開発と試験

金属セラミックス研究所においては溶接性，耐高温酸化性の良い，燃焼器内筒片材料ACFやバナジウム，ナトリウムによる高温腐食に強

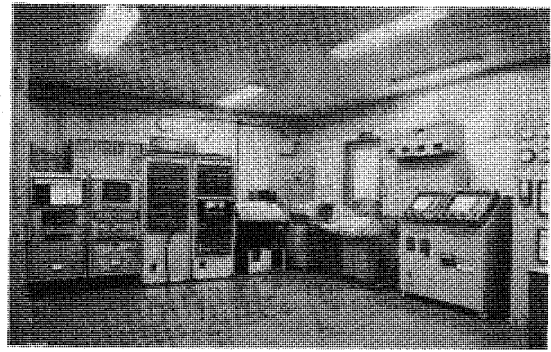


写真4 振動解析装置

い，高クロム耐熱翼材CRD合金等を開発してきた実績をもとに新しい耐熱材料の研究が進められている。最近ではシリコンナイトライドやシリコンカーバイドなど超高温に耐えるセラミックス材の開発も行なわれている。一方タービン工場開発部では10万時間を経過した翼やロータの材料強度試験により設計寿命と応力の関係を解析し余寿命推定法の確立を目指し，損傷品の破面解析から破壊メカニズムを解明，損傷原因を追及し設計にフィードバックして安全設計をはかり，また新材料の確性試験（クリープラプチャ，熱疲労，高温衝突浸食試験など）により設計データの収集も行なっている。（写真5）

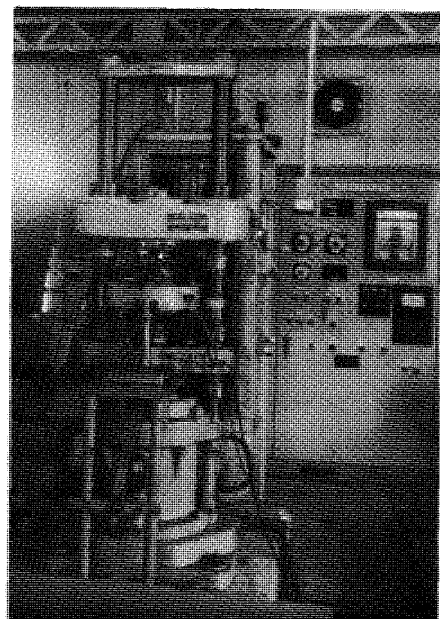


写真5 熱疲労試験装置



#### 4. 耐食技術の開発

C重油燃焼に対する鉄基耐熱鋼の耐食法の研究が実機により長期耐食性を実証された成果を基礎に、金属セラミックス研究所とタービン工場開発部の共同研究によってニッケル基超耐熱鋼の新耐食法の開発が行なわれ実機に適用できる技術として確立されている。

#### 5. 燃焼器の開発

液体燃料を燃やした際、未燃カーボン発生によって生じる排煙を消す研究はスワラー改善により著しい成果を得た。ついで NO<sub>x</sub> 低減法の研究が行なわれて蒸気ないし水を燃焼域に噴射する方法が確立されている。その他新点火バーナの開発や新しい燃焼方式を求めるための大気燃焼試験などが行なわれている。

#### 6. 製造技術の開発

ガスタービンの容量増加に伴ない各部品の大形化、材料の高級化に伴ない難削化に対応した製造技術の開発も不可欠なものである。1, 2の例を示せば、大型ロータ溶接法、ケーシング溶接法の開発、それに伴ない非破壊検査法の開発、あるいは超耐熱翼材加工法、電解加工法、放電加工法の研究などが行なわれている。(写真6)

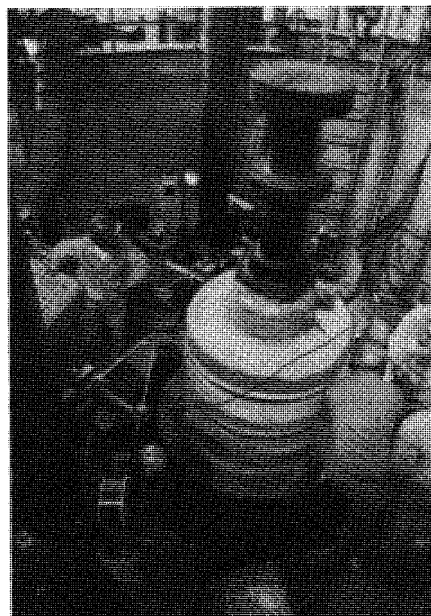
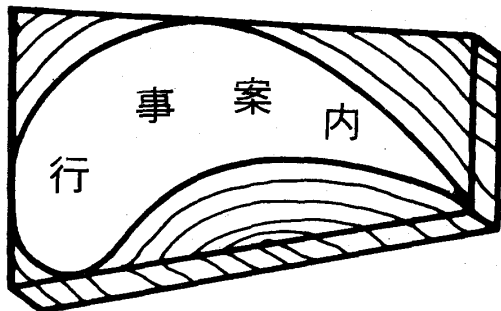


写真6 ロータ溶接試験

今後とも基礎研究は総合研究所の各研究所で実施し、タービン工場では実機に密着した応用研究を主に、信頼性向上、性能向上を目指した地道な研究開発が行われよう。



## 第 5 回 定 期 講 演 会

- 日 時 昭和52年9月27日(火)  
9:40~16:40
- 会 場 機械振興会館地下3階研修1.2号室  
TEL(434)8211代表

東京都港区芝公園3-5-8東京タワー前  
地下鉄 日比谷線神谷町下車  
バ ス 東京タワー前下車

\*印 講演発表者

### 講 演 題 目

第 1 室 (研修1号室)		第 2 室 (研修2号室)	
9:40	〔計測, その他〕 座長 葉山真治 (東大) ○タービン動翼の振動応力の測定 神保喜一・*青野比良夫・柳下佳仁 萩原要司・吉森 満・高橋 勉 (石川島播磨重工業会社) ○有限要素法による羽根車の振動解析・ 梅村 直・間瀬正隆 (三菱重工) ○ガスバイブラインの過渡応答に関する一考察 *吉識晴夫 (東大)・江国 裕 (新日鉄) ○ハイブリッド計算機によるガスタービン制御系の開発	9:40	〔燃焼器〕 座長 野村雅宣 (船研) ○航空用気流微粒化方式燃焼器の開発 (I) *江口邦久・石井浅五郎・鈴木邦男・(航技研) 佐々木宣郷・北原一起・中越元行 (川崎重工) ○ターボファンエンジン用新形式環状燃焼器模型の特性 *田丸 卓・鈴木邦男・斉藤 隆・山田秀志・ 堀内正司・下平一雄・石井浅五郎 (航技研)・ 遠崎良樹・国師正一 (川崎重工) ○噴霧燃焼器の排出ガス特性 — 空気量配分および入口空気温度, 湿度の影響 — *吉田祐作・鈴木仁治・瀬古俊之・金 栄吉 (日本自動車研)・川口 修 (慶大) ○ガスタービン用予混合燃焼器の研究 (I) — 燃料希薄側の燃焼性能と排気特性 — *斉藤 隆・山田秀志 (航技研)・酒井規行 (川重)
11:50	*石田徳平・竹内 徹・伊藤高根 (日産)	11:50	
昼 休		昼 休	
12:50	映 画 FJR710ターボファンエンジンの研究開発, 他		
13:50			
14:00	〔タービン, 軸受〕 座長 須之部量寛 (理大) ○冷却タービンの作動状態に関する考察 高原北雄 (航技研) ○翼列内水素燃焼ガスタービンの研究 *菅 進・森下輝夫・平岡克英 (船研) ○軸流タービンの研究 (後縁吹出し孔を有する低アスペクト比翼列の回転試験) *手島清美・坪井俊雄 (三井造船) ○気体軸受式膨張タービンの常温空気回転試験について *田中勝之・竹内芳徳・寺崎政男 (日立) ○ターボチャージャ用フォイル軸受の研究 (第1報)	14:00	〔開発, その他〕 座長 鳥崎忠雄 (航技研) ○エンジン騒音低減に関するソニックインレットの研究 (第1報) *武田克己・西脇英夫・藤井昭一 (航技研) ○ガスタービン回転部の計測 小村重徳・日浦治也 (三菱重工), ○カワサキS1A形エンジン用圧縮機の開発 *星野昭史・佐々維典・河岸 優 (川崎重工) 1000KVA級ガスタービン発電装置 永井治 (石川島播磨重工) ○産業用S7型ガスタービンについて *大塚敬介・岩元紀昭 (石川島播磨重工)
16:40	浅妻金平・*堀合邦雄 (小松)	16:40	

講演会へ参加される方は講演会当日会場受付にて登録費2500円

《 参 加 登 録 》

(講演論文集1冊代金を含む)をそえて申込むこと。

(日本ガスタービン学会の会員以外の方は本会に入会の上)  
参加して下さい。当日会場での入会を受け付けます。

《 懇 親 会 》 当日(9月27日(火))17:30~19:30 機械振興会館6F67号室(参加費2000円)

参加希望者は9月20日(火)までに事務局へお申込下さい。

参加費は当日会場にてお支払い下さい。

## 第 6 回 定 期 講 演 会 会 告

日本ガスタービン学会主催，第 6 回定期講演会を次の通り開催致しますのでお知らせ致します。尚講演論文募集等詳細については次号に載せます。

- 開催日（予定）：昭和 53 年 6 月 2 日（金）
- 場 所（予定）：機械振興会館（東京・芝）

## G T S J ガスタービンセミナー（第 5 回）のお知らせ

“ガスタービン高温化の諸問題”を総合テーマとして第 5 回 G T S J ガスタービンセミナーを開催致しますので奮ってご参加下さい。セミナーの内容，参加要領その他詳細はおってお知らせ致します。

日 時：昭和 53 年 1 月 27 日（金）

会 場：日比谷三井ビル 8 階ホール

## 見学会・技術懇談会のお知らせ

11 月 10 日（木）：川崎重工（明石）見学会・技術懇談会開催予定

11 月 30 日（水）：東京芝浦電気鶴見工場

上記行事につきましては，後日詳細をお知らせ致します。

## 第 6 回 定 期 講 演 会 会 告

日本ガスタービン学会主催，第 6 回定期講演会を次の通り開催致しますのでお知らせ致します。尚講演論文募集等詳細については次号に載せます。

- 開催日（予定）：昭和 53 年 6 月 2 日（金）
- 場 所（予定）：機械振興会館（東京・芝）

## G T S J ガスタービンセミナー（第 5 回）のお知らせ

“ガスタービン高温化の諸問題”を総合テーマとして第 5 回 G T S J ガスタービンセミナーを開催致しますので奮ってご参加下さい。セミナーの内容，参加要領その他詳細はおってお知らせ致します。

日 時：昭和 53 年 1 月 27 日（金）

会 場：日比谷三井ビル 8 階ホール

## 見学会・技術懇談会のお知らせ

11 月 10 日（木）：川崎重工（明石）見学会・技術懇談会開催予定

11 月 30 日（水）：東京芝浦電気鶴見工場

上記行事につきましては，後日詳細をお知らせ致します。

## 第 6 回 定 期 講 演 会 告

日本ガスタービン学会主催，第 6 回定期講演会を次の通り開催致しますのでお知らせ致します。尚講演論文募集等詳細については次号に載せます。

- 開催日（予定）：昭和 53 年 6 月 2 日（金）
- 場 所（予定）：機械振興会館（東京・芝）

## G T S J ガスタービンセミナー（第 5 回）のお知らせ

“ガスタービン高温化の諸問題”を総合テーマとして第 5 回 G T S J ガスタービンセミナーを開催致しますので奮ってご参加下さい。セミナーの内容，参加要領その他詳細はおってお知らせ致します。

日 時：昭和 53 年 1 月 27 日（金）

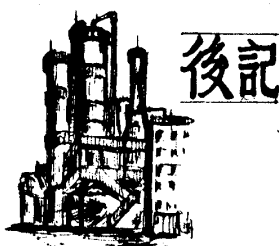
会 場：日比谷三井ビル 8 階ホール

## 見学会・技術懇談会のお知らせ

11 月 10 日（木）：川崎重工（明石）見学会・技術懇談会開催予定

11 月 30 日（水）：東京芝浦電気鶴見工場

上記行事につきましては，後日詳細をお知らせ致します。



## 後記

編集理事 須之部 量 寛

2年ほど前に企業から大学に移って気になったことは学生に大事なことを話しても平然と聞き流すことであった。授業料を払って学校に来ているのにその無欲恬淡なことには少々呆れたのであるが「昔の自分のことも一寸は思い出してみろ」とアドバイスを受けてから気にしないことにしている。要するに何の役に立つのか判らない話には関心が持てない、ということの証明に過ぎない。しかしこれを裏に返す必要なことと判ると目の色を変えて捜し回る逞しさに通じるらしく、在学中は悠然としている彼等が卒業就職の途端にモーレッツ社員に早変わりするお手並には敬意を表している。学生のことなど引合いに出してまことに申しわけないが、本会の会員方々は永年プラクティスに携り、技術の難しさを知りぬいた専門家でおられる。従ってお届けする会誌も積んでおく会誌ではなく読んで頂く会誌として御期待に沿うよう編集に努めている所存であるが、出来栄が気になることである。昭和50年度から編集委員の一人に加えて頂いて委員長が原稿集めに馳回っておられるのを見てきたが、ついに「座っていてもうまくゆく」名案は浮ばず、「何とかつくりあげている」のが現状である。たゞこのことはどの学会も似たりよったりらしいので取立てゝ云うことでもないが、もう少しゆとりを持つ工夫はないものかと思うのは筆者一人ではないであろう。本会の特色はこぢんまりとしていて、しかも研究開発から設計、製造、運用に至る巾広い層の会員を擁していることである。小世帯のせいか会員名簿を見ると名前と顔が一致する人の多いことは他の学会に類をみない。専門家の集団として申し分のない条件を備えていると云えよう。それだけに会員の意向も反映し易く、研究から実用の分野まで網羅した異色の専門誌であることを望みたい。学会誌はとかく研究に関する記事が中心になり勝ちで、それも十分に意義のある

ことであるが、機械のよしあしは現場で使ってはじめて明確になるので、開発改良に当って運転実績や使用者の意見から示唆を受けることが極めて多い。理論と技術が比較的近い距離にある弱電機器などに比べて機械のもつ複雑さを示すものであり、現場のデータは壮大な実験の成果として最も重視されるべきものであろう。このような面でもお役に立つ記事を豊富にしたいと考えているが、何分にも会員諸賢の御理解なくしては叶わぬことで皆様のご協力をお願いする次第である。

尚今回のガスタービン国際会議の際に Tom Sawyer氏から SAWYER'S GAS TURBINE CATALOG の1976年版と1977年版の御寄贈を受けた。既に同氏から頂いている1963～1975年版と合せて15冊を頂戴したことになる。同氏の御好意に対して厚くお礼申し上げたい。



## 第 18 回航空原動機に関する講演会講演募集

共 催：日本機械学会，日本ガスタービン学会，日本航空宇宙学会

企 画：日本航空宇宙学会原動機部門委員会

日 時：昭和 53 年 2 月 24 日（金）

会 場：航空宇宙技術研究所（調布市深大寺町 1880）

申 込 先：日本航空宇宙学会（〒105 東京都港区新橋 1-18-2 航空会館分館 電話 03-501-0463）

申込方法：はがきに「第 18 回航空原動機講演申込」と題記し，下記項目を記入してお申込み下さい。

(1) 題目

(2) 講演者（氏名，会員資格，勤務先，連絡先）

連名の場合は登壇者に○印をつける。

(3) スライドの有無

講演発表時間：1 題につき 20 分（討論 5 分を含む）

講演申込期限：昭和 52 年 11 月 11 日（金）

前 刷 原 稿：前刷はオフセット印刷 4 ページ（1 ページ 1482 字詰）とします。

申込者には折返し所定の原稿用紙をお送りします。

原稿提出期限：昭和 52 年 12 月 12 日（月）

# ターボ機械協会 第4回講習会のお知らせ

## 流体機械の騒音とその防止

主催：ターボ機械協会

日時 昭和52年12月8日(木)～9日(金) 9時30分～16時40分

会場 大阪科学技術センター(4F401講義室)

大阪市西区うつぼ本町1-8-4 TEL 06-443-5321(代)

趣旨 会員諸兄の強いご要望によりポンプ 送風機等流体機械の騒音防止技術講習会を企画しました。当協会ならではの講師陣を揃え初めて関西でしかも2日間にわたって詳しくご講議頂きます。メーカーの設計技術者 工場の公害防止管理者等関係各位のご聴講を期待致します。

日 時	題 目	内 容	講師(敬称略)
12月8日(木)	9:30 ～ 11:00 流体音の発生の理論	物体や翼列, 噴流などによる騒音発生の理論と実験	東京大学助教授 梶 昭次郎
	11:10 ～ 12:40 流体機械の騒音	羽根車, ケーシング, 弁, 配管などによる騒音の発生と伝搬	大阪大学教授 今市 憲作
	13:30 ～ 15:00 流体騒音のデータ解析	最近の統計処理技術の紹介とその応用	京都大学教授 得丸 英勝
	15:10 ～ 16:40 ポンプ, 送風機, 圧縮機の騒音測定法	I S Oの動向と一連のJ I S規格原案の解説	東京工業大学教授 辻 茂
12月9日(金)	9:30 ～ 11:00 ポンプの騒音とその抑制	発生音の予測とその抑制技術(流体振動に起因する騒音問題を含む)	日立製作所土浦工場 副技師長 近藤 正道
	11:10 ～ 12:40 送風機, 圧縮機の騒音とその抑制	発生音の予測とその抑制技術(超低周波騒音問題を含む)	電業社機械製作所 設計部長 林 弘
	13:30 ～ 15:00 流体機械の騒音対策	消音器, スナバ, エンクロージャー等伝達系における騒音対策技術	三菱重工 高砂研究所主任 赤松 克児
	15:10 ～ 16:40 プラントの騒音防止対策	各種のターボ機械をもつプラント全体の騒音防止計画	荏原製作所 防音センター主任 工藤 信之

○聴講料 会員 10,000円 会員外 20,000円 学生 5,000円(教材1冊含む)

○教材 教材のみご希望の方は1冊につき3,000円にて領布致します。

○申込 官製はがきに勤務先 住所 所属部課 電話番号 会員資格の有無をご記入の上お送り下さい。

○申込先 ターボ機械協会(東京都千代田区西神田2-3-18 TEL 03-264-2564)

取引銀行 三菱銀行三崎町支店普通預金口座「ターボ機械協会」

郵便振替口座 東京123597





**Gas Turbine Division**  
(FOUNDED IN 1947)  
**The American Society of Mechanical Engineers**



15 August 1977

Dear Gas Turbine Division Member:

Our Division has long recognized the importance of the international nature of our technology and has periodically held our annual conference in technological centers around the world. Next year, The International Gas Turbine Conference will be held at the new Wembley Conference Centre, London, England, between April 9th and 13th, 1978. The conference will be co-sponsored with our sister society, The Institution of Mechanical Engineers.

The London Conference will provide for most of us who reside in North America a unique opportunity to meet with our European colleagues and to share our technology in a direct and personal way.

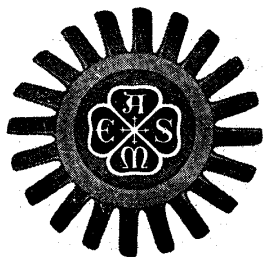
The technical program is already well underway, with our usual broad coverage from the practical applications found in offshore, piping, power generation, industrial, marine, aircraft, and vehicular use, to the basic research and development of components and materials.

As your Chairman, I sincerely encourage you to make plans to join me in London next April. You will be receiving more detailed plans of the conference as they develop. In the meantime, if I may be able to assist you in any way, please do not hesitate to call me.

Very truly yours,

Paul F. Pucci  
Chairman, GTD

Mechanical Engineering Department  
Naval Postgraduate School  
Monterey, California 93940  
(408)-646-2363, -2586.



# gas turbine newsletter

GAS TURBINE DIVISION—THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS

VOL. XVIII

August, 1977

No. 3

## REFLECTIONS OF THE OUTGOING CHAIRMAN

By Ivan G. Rice, P.E.

The past year has been a year of continued growth for the Division in many ways. It has been an honor to represent the Gas Turbine Division and being your Chairman has provided many rewarding experiences and challenges.

The Gas Turbine Division over the years has earned a position of world leadership in the area of technical gas turbine communication and it is a pleasure to report to the membership that the Tokyo Joint Gas Turbine Congress held between JSME, GTSJ and ASME May 22-27 in Tokyo, Japan, was a great success. Coinciding with this Congress was the CIMAC Congress which is held every other year. Approximately 400 attended the Gas Turbine Congress and 600 the CIMAC Congress. Some 40 engineers from the United States were at our Gas Turbine meeting. There were 70 Gas Turbine Congress papers and 27 CIMAC gas turbine papers presented plus two special gas turbine lectures. Ken Teumer, our Tokyo Program Chairman, did an outstanding job coordinating and pulling the two programs together.

The Gas Turbine Division is strong and healthy and as of the present 85% of the exhibit space for the 1978 London Conference has already been reserved. Jack Sawyer is continuing to do a most professional job managing the Product Show.

To keep pace with the changing market and world-wide conditions, a special ad-hoc committee has been formed to study our present mode of operation and to make recommendations for possible administrative changes. Eugene Weinert, past Executive Committee member, will chair this committee. In regard to our Division operations, I am pleased to report that ASME Council has passed a new policy to allow us to operate as we have been operating through our Division operating fund as an extension of our headquarters cus-

(Continued on Page 2)



DR. PAUL F. PUCCI

## INTRODUCING PAUL F. PUCCI DIVISION CHAIRMAN 1977-78

Dr. Paul Pucci is the new Chairman of the Gas Turbine Division. He is presently Professor of Mechanical Engineering, Naval Post Graduate School in Monterey, California; he has an extensive background and experience in the research and development of gas turbine engines, components and technology.

After serving three years as a U.S. Naval aviator (1943-46), he attended Purdue University and received B.S. and M.S. degrees working on compressor cascade studies. Subsequently, he earned a Ph.D. degree from Stanford University on the subject of exhaust ejectors for gas turbines on minesweepers.

His industrial experience from 1958 through 1956 included research on free piston engines, rotary regenerators for gas turbines and air cushion vehicles for the Ford Motor Company. He participated in research on the supersonic inlet and the exhaust ejector designs for the F-106 and JT4 turbine engines at Convair in San Diego.

Since 1956, at the U.S. Naval Post Graduate School, his principle teaching areas have been thermodynamics, marine power systems, heat transfer, and fluid mechanics. Research activities have included evaluation of heat transfer and flow characteristics on compact heat exchanger surfaces (supported by NAVSHIPS), gas turbine regenerator optimization studies, gas bearings (ONR supported),

(Continued on Page 2)

## THE 23rd ANNUAL INTERNATIONAL GAS TURBINE CONFERENCE WILL BE AT THE WEMBLEY CONFERENCE CENTER LONDON ENGLAND

(Continued on Pages 18 - 20)

ASME GAS TURBINE DIVISION

のご好意により複写の許可を得ました。

PAUL F. PUCCI, *Chairman*

EDWARD S. WRIGHT, *Vice Chairman*

R. A. HARMON, *Editor*

NANCY POTTER, *Publisher's Secretary*

Official publication of the Gas Turbine Division of the American Society of Mechanical Engineers published quarterly.

PUBLISHER — R. Tom Sawyer, Nauset Lane, Ridgewood, N. J. 07480

SECOND CLASS postage paid at Ridgewood, N. J.

POSTMASTER: In the event magazine is undeliverable, please send Form 3579 addressed to R. Tom Sawyer, P.O. Box 188, Ho-Ho-Kus, N. J. 07423.



We are pleased to have a picture of two of the men that did a great deal to make the Tokyo Joint Gas Turbine Congress a big success. L-R: Kenneth A. Teumer, Mgr., Sales & Service, Engine & Turbine Controls Div. of Woodward Governor Co. and Hajjiwe Ariga, Managing Director of Transit Systems Consultants. Teumer was the Congress coordinator for the Gas Turbine Div. and Ariga was the Chairman of the Event Committee of the Congress.

### Outgoing Chairman Ivan G. Rice

(Continued from Page 1)

todian fund. Glenn Kahle has continued this past year with his excellent work on our long-range planning as chairman of this very important committee. He will continue to chair this committee next year.

A word of appreciation is expressed for the hard work of all the Technical Committee Chairmen and members and the support of their companies, to the GTD supporting committee chairmen and members, and to Division staff members and ASME Headquarters. Working together through the free exchange of thoughts has brought about a dynamic Division that has been effective in Society leadership and progressive changes within our Division. I would also like to take this opportunity to thank the gas turbine industry for its excellent support through the Product Show which provides the funds to carry forward our Divisional efforts.

Paul Pucci, our incoming GTD Chairman, brings with him valuable gas turbine and administrative experience through his work with the Naval Postgraduate School in Monterey, California, his earlier gas turbine work on the supersonic F-106 and JT4 and his consulting work on heat exchangers with various industrial companies. The other GTD 1977-78 Executive Committee members — Ed Wright, John Davis, Art Wennerstrom and I — as well as our staff officers (Tom Stott, Tom Sawyer and Jack Sawyer) all pledge our support for the coming year.

We anticipate working with each of you during the coming months and request your continued support and guidance.

If you wish a copy of the attendance list at Philadelphia, please write Nancy Potter, P. O. Box 188, Ho-Ho-Kus, N. J. 07423.

### SAE AUSTRALASIA SYMPOSIUM GAS TURBINE SECTION

Provisional booking has been made for a full day seminar to be held in the Cluniss Ross Auditorium No. 1 in Melbourne October 6, 1977.

Anyone interested in going, please contact Mr. K. J. Cuming, Chairman, Gas Turbine Section, SAE-Australasia, National Science Centre, 191 Royal Parade, Parkville, Vic. 3052, Australia, and/or R. Tom Sawyer, P.O. Box 188, Ho-Ho-Kus, N. J. 07423.

#### THE EXCELLENT PROGRAM

"Introduction of Gas Turbines into the SECV System," Mr. Rod Seers, Gas Turbine Contract Engineer, SECV.

"Commissioning of the First Air Storage 290 MW Gas Turbine at Huntorf, Germany," Dip. Ing. Milan Mazic, Project Manager, Gas Turbine Sales & Contracts Dept., Brown Boveri, Mannheim.

"The FT-4 Modular Industrial Turbine, Its Application for Combined Cycle and Its Emission Signature," David G. Assard, Engineering Manager, Power Systems Division, T P & M.

"The LM 2500 Marine Gas Turbine and Its Ships' Propulsion Applications," Paul A. Dupuy.

"Foreign Object Damage in Military Aircraft Engines," Wing Cdr. C. G. Beatty, RAAF, Russell Offices, Canberra.

"Current Research in Gas Turbine Mechanics at the Aeronautical Research Laboratories, Melbourne," T. S. Keeble, Superintendent, Mechanical Engineering, A.R. Labs.

### PAY YOUR OWN WAY OVER AND BACK TO ENGLAND AND/OR AUSTRALIA

We knew a man whose boss said we have a short job for you in Australia, do you want to go and the man said sure. The boss then said I should have said, you will have to pay your own way over and back and the man said O.K. and he went.

### Introducing Paul F. Pucci

(Continued from Page 1)

liquid metal filled thermosyphon for gas turbine blade cooling, axial compressor blade studies, and oscillating flow heat transfer.

Paul has been an ASME member for 25 years and in addition to authoring numerous papers related to the above subjects he has been active in gas turbine committee work. This has included the Heat Transfer Committee (Chairman 1968-1970) and Technical Program Chairman for the 1973 Gas Turbine Conference in Washington.

It is interesting that he divided his last sabbatical leave between: the Technical University in Delft, Holland, where he did thermosyphon studies with Professor R. W. Stuart Mitchell in the Gas Turbine Laboratory, and the University of Sussex in England where he did transpiration cooling studies with Professor Fred J. Bayley. It is also interesting that he has done gas turbine compact heat exchanger studies and/or gas turbine heat exchanger studies on a consulting basis with numerous well known industrial companies.

Dr. Pucci's active participation to date on the Executive Committee has been a real asset to the Division. We are looking forward to his continued leadership and guidance as Chairman of the Division in 1977-78.

### CORRECTION

On page 13 in the April Newsletter was a photo of a group of Germans. The complete title is—A group of Germans with Tom Sawyer. L-R—Mr. Kluge, sales manager turbomachines at GHH; Dr. Griepentrog, head of the turbomachinery department of GHH (Gutehoffnungshutte Sterkrade A.G.); Tom Sawyer, Prof. Dr.-Engr. Karl Bammert at Institut fur Stromungsmaschinen Der Technischen Universität Hannover and Prof. N. Gasparovic at Technical University of Berlin.

### "GASOLINE"

Why use gasoline when diesel or jet fuel is excellent for the gas turbine car—not a dangerous fuel car!!

"GASOLINE IS DANGEROUS—Is it worth risking your life and your car. Motorists who carry an extra 5 gallons of gasoline in the car trunk are exposing themselves to the danger of explosion and fire."

Quoted—Fire Dept.

### TO MAKE SURE YOU GET YOUR NEWSLETTER Mail this change of address notice to your publisher today.

Paste here old address label from copy of publication (if available).

Omit items 1, 2 and 3 when address label is furnished.

OLD

1. No. and Street, Apt., Suite, P.O. Box or R.R. No.

2. Post Office, State, and ZIP Code

3. Show All Additional Dates and Nos. Included in Address Label  
(Necessary for identification)

NEW

4. No. and Street, Apt., Suite, P.O. Box or R.R. No.

5. Post Office, State, and ZIP Code

6. Name of Subscriber (Print or type)

7. Date of Address  
Change

Return this to R. Tom Sawyer, Box 188, Ho-Ho-Kus, N. J. 07423

## FUTURE CONFERENCES

The following is an up-dated list of the gas turbine conferences and the conferences wherein the Division plans and supports one or more sessions on gas turbine technology. Please note that papers must be in for review by the date listed below as \* or \*\*.

- 1977**—Joint Power Generation Conference, Los Angeles, Sept. 18-21, Queen Mary Hotel.  
—ASME Winter Annual Meeting, Atlanta, Ga., Dec. 4-9, Hyatt Regency.
- 1978**—23rd Annual International Gas Turbine Conference\*\* and Products Show, London, England, April 9-13, Wembley Conference Centre.  
—American Power Conference, April 17-19, Chicago, Ill., Palmer House.  
—Joint Power Generation Conference, Dallas, Texas, Sept. 10-14, Sheraton-Lincoln.  
—ASME Winter Annual Meeting\*, San Francisco, Dec. 10-15, San Francisco Hilton.
- 1979**—24th Annual International Gas Turbine Conference\*\* and Products Show, San Diego, Cal., Mar. 11-15.  
—American Power Conference, April, Chicago, Ill., Palmer House.  
—Joint Power Generation Conference, Sept., Raleigh, N.C.  
—ASME Winter Annual Meeting\*, New York, N.Y., Dec. 2-7, Statler Hilton.
- 1980**—25th Annual International Gas Turbine Conference\*\* and Products Show, Rivergate, New Orleans, La., Mar. 9-13.  
—American Power Conference, April, Chicago, Ill.  
—Joint Power Generation Conference, Sept. 28-Oct. 2, Phoenix, Az., Hyatt Regency.  
—ASME Winter Annual Meeting\*, Nov. 16-21, Chicago, Ill., Conrad Hilton.
- 1981**—26th Annual International Gas Turbine Conference\*\* and Products Show, Albert Thomas Convention Center, Houston, Texas, Mar. 8-12.

\* Submit paper before June 1st for review. The green sheets should have been sent in before Feb. 1st.

\*\* Submit paper before October 1st for review. The green sheets should have been sent in before June 1st.

## PROGRAM CHAIRMEN

- 1977 Winter Annual Meeting**  
LESTER C. SULLIVAN  
Asst. Chief Engineer  
Trunkline Gas Co.  
3000 Bissonnet Ave.  
Houston, Texas 77005  
713-664-3401  
Home: 713-667-7789
- 1978 Conference**  
A. A. MIKOLAJCZAK  
Manager, Aerodynamic, Thermodynamic and Control Systems  
Pratt & Whitney Aircraft Group  
400 Main Street, Adm. 1N  
East Hartford, CT 06108  
203-565-4174  
Home: 203-677-2272
- 1978 Conference, Chairman of Local Committee**  
W. RIZK, Managing Director  
GEC Gas Turbines Ltd.  
Cambridge Rd., Whetstone  
Leicester LE8 3LH, England

## FOR FURTHER DATA ON 1977 AND FUTURE CONFERENCES CONTACT

**Executive Secretary**  
THOMAS E. STOTT, Pres.  
Stal-Laval, Inc., 400 Executive Bld.  
Elmsford, N.Y. 10523  
Office: 915-592-4710  
Home: 413-528-2679

## "NO-COST" ASME MEMBERSHIPS AVAILABLE

"No-cost" memberships are available in ASME. Here's how to do it.

- 1) Apply for ASME membership.
- 2) Pay your \$30 annual dues.
- 3) Apply for \$24,000 life insurance through ASME.

You will find that the substantial dividend credit awarded annually on your ASME life insurance will probably, at least, cover the cost of your annual dues. Check the table below for your savings.

Premium Contributions for \$24,000 Policy — ASME Life				
Member's Age	First 6 Months	Second 6 Months*	Your Savings	
Under 30	\$20.00	\$0	\$20.00	
30-34	23.30	0	23.30	
35-39	32.00	0	32.00	
40-44	50.00	0	50.00	
45-49	81.00	0	81.00	
50-54	126.00	0	126.00	
55-59	195.00	0	195.00	

\*Based on 50% dividend credit awarded for four of the last 5 years.

Incidentally, you should compare the cost of what you are currently paying for mortgage insurance versus cost of ASME life insurance. Typically, ASME life insurance will cost only one-half as much per \$1000 as conventional mortgage insurance does, so cancel your mortgage insurance and replace it with ASME life insurance and pocket additional profits!

So talk up ASME membership among your professional acquaintances. They will appreciate your interest, ASME membership, and low cost member life insurance!

## IF YOU'RE READING THIS NEWSLETTER YOU OUGHT TO BE A MEMBER OF THE GAS TURBINE DIVISION

## And We Would Like To Have You Join Us

It's that simple. If you are interested enough in the gas turbine industry to be reading this newsletter, you should be interested in joining and participating in the Gas Turbine Division.

Our Newsletter covers only the highlights of what's going on in the industry. And what's going on with the Gas Turbine Division.

To get a more complete industry picture, you have to be there. And that kind of participation



## GEORGE HUEBNER'S\* TALK AT THE BANQUET 5-24-77 IN TOKYO AT THE JOINT GAS TURBINE CONGRESS—GTSJ - JSME - ASME

We in the gas turbine field represent the pioneers of a new idea. New in comparison to other methods of commercial energy conversion such as steam or reciprocating internal combustion engines. The old well-established power systems did a wonderful job. They freed the human race from endless back-breaking labor. The steam reciprocating engine was supreme for over a century.

The Otto cycle engine is over a hundred years old and for 80 years it has been the dominant power source for personal transportation and for lighter trucks.

The diesel engine found a secure place in railroad locomotives, marine applications, smaller stationary power plants and in heavy duty trucks.

Why then should we ever consider a new energy conversion machine, the gas turbine, when the old systems have served us so well? The answer is, of course, that the old rules of society

\*Chairman of the Board, Research Institute of Michigan.

(Continued on Page 4)

is best obtained through active membership in GT Division programs.

Division membership brings you in closer contact with the industry—with benefits such as technical information updates, career and technical stimulation, participation in Division activities.

It also provides tangible benefits. Like reduced fees at conferences, discounts on technical papers, substantial savings with group life, health and accident insurance programs. To mention only a few.

Why not take a few minutes now to fill in the form attached and send it along to us. We'll respond with a free booklet outlining ASME GT Division membership benefits, information on how you qualify for membership and an application form.

We would like to have you join us.

Clip and mail to: THE EXECUTIVE SECRETARY, THOMAS E. STOTT, Pres.  
Stal-Laval, Inc., 400 Executive Blvd., Elmsford, N.Y. 10523

I'm interested in joining the Gas Turbine Division of ASME.

..... Send me your free booklet on ASME membership.

..... Enclose a membership application form.

Name .....

Title ..... Company .....

Company Address .....

City ..... State ..... Zip Code .....

Company Phone ..... Extension ..... Country .....

Home Address, if desired .....

..... Zip Code .....

## SPECIAL COURSES AND SEMINARS

- **Sixth Turbomachinery Symposium December 6-8, 1977; Sponsored by Gas Turbine Laboratories, Texas A&M.**

This year the meetings and exhibits will be at the Hyatt Regency Hotel in Houston, Texas.

The Symposium will consist of lectures, discussion groups, and tutorials. Each attendee can attend all of the lectures and six out of the eight discussion groups or tutorials.

The object of the Symposium is to provide interested persons with the opportunity to learn the applications and principles of various types of turbomachinery, to enable them to keep abreast of the latest developments in this field, and to provide a forum wherein those who attend can exchange ideas. In this exchange of information, users, manufacturers, basic design engineers, and technicians will get together and discuss problem areas. They will also attend lectures that will inform them of the latest developments in the area of turbomachinery and related equipment.

The Fifth Symposium attracted over 100 engineers and technicians from all over the states and different foreign countries. A product show with 60 exhibitors was part of the Symposium. The exhibits ranged from large turbomachinery parts to various types of monitoring and maintenance devices. The majority of the attendees were large users of turbomachinery. Sixty (60) exhibitors are expected to take part in the product show. Early registration is suggested to ensure room reservation and participation in the discussion group desired.

The lectures and discussion groups will include the following:

### Lectures:

Torsional Analysis of High Speed Rotating Equipment

- Survey of Torque Measurement Devices
- Dynamic Simulation of Centrifugal Compressor Systems
- Design and selection of Large Fans
- Large Fans for Corrosive Services
- High Speed Gearing Design and Selection
- High Efficiency Thrust Bearing Design
- Pivotal Shoe Journal Bearing Dynamic Characteristics
- Reliability of Lube Oil Supply and Control Fluids in Industrial Steam Turbines
- Design Characteristics of a New High-Pressure Gas Compressor
- Economics of Machinery Surveillance
- Failure Investigation in Preventive Maintenance
- Case Histories of Turbomachinery Problems
- Pump Selection and Design
- Design of Supporting Structures for Centrifugal Trains
- Concrete Foundation Repair Techniques

### Discussions:

- Tutorial on Mechanical Seals for Compressors and Turbines
- Tutorial on Mechanical Seals for Pumps
- Tutorial on Fluid Film Bearing Design
- Pump Selection, Operation and Maintenance
- Compressor Maintenance and Operation
- Gas Turbine Operation and Maintenance
- Steam Turbine Operation and Maintenance
- Shop Techniques for Repair and Maintenance of Turbomachinery

The above is a tentative program and subject to change. A final program will be mailed to the registrants by September 1, 1977.

For further information, registration forms, etc. contact:

Dr. M. P. Boyce  
Gas Turbine Labs. (Turbomachinery Symposium)  
Department of Mechanical Engineering  
Texas A&M University  
College Station, Texas 77843

## CALL FOR COMPANY REPORTS INCLUDING ALL EXHIBITORS

The Gas Turbine Division's 1978 Annual Report will be printed and distributed to its members, about 7000, in the January Newsletter.

You are cordially invited to submit a report of your organization's latest activities for consideration. To aid in preparing your report, please note the "Guidelines" which follow pertaining to type, length and due dates. Your cooperation in adhering to these "Guidelines" will be greatly appreciated.

All material should be sent no later than October 1, 1977 to the following address:

Gas Turbine Division  
Annual Report  
34 Bauer Pl. Ext.  
Westport, Ct. 06880

### GUIDELINES TO ASSIST IN PREPARATION OF MATERIAL FOR GAS TURBINE DIVISION 1978 ANNUAL REPORT

#### Purpose of Report

This report is compiled and distributed for the purpose of providing the membership of the Gas Turbine Division with significant information on developments during the past year in the gas turbine field.

#### Distribution of Material

The Division's Annual Report is distributed to some 6,000 members of the Division within ASME and all exhibitors. It should be kept in mind that any material submitted for this report must be unclassified and nonproprietary as it will be available to the general public. When the material is submitted, the Division accepts it with the understanding that it is for open publication, with no restrictions.

#### Type of Information to Include in Report.

These reports are to be of an engineering nature. Commercial aspects should be kept to a minimum. Significant material which has been developed during the past year in the following areas is encouraged:

Research	Problems Encountered
Development	Solutions of Problems
Operating Experience	Tests
Summary	Results
New Installations of Significance	New Designs

(NOTE: The Division reserves the right to eliminate reports for their commercial aspects and to be selective in the event too many reports are received. The reports will be judged on their technical quality as outlined.)

#### Format

1. At the top of the first page list company/organization and author's names. Note that the company name should not be used throughout the text but referred to as "the company."
2. An original and three copies must be submitted.
3. Length must not exceed 600 words.
4. No illustrations are permitted.
5. One table is permitted.

#### Date Required

The deadline for material to be received in the hands of the Division is October 1, 1977. Any material received after that date cannot be included in the report due to the very tight schedule for editing, printing and distribution of the final report.

## COMPANY REPORTS INCLUDING EXHIBITORS

Please submit material to:  
Gas Turbine Division  
Annual Report  
34 Bauer Pl. Ext.  
Westport, Ct. 06880

## GTSJ—George Huebner's Talk

(Continued from Page 3)

are changing. Air pollution and the escalating price of oil raise new questions. Questions which old methods have difficulty in supply answers. But old ideas die hard, people cling to them. They understand the old ways and distrust the new ideas because they do not really fully understand them. Or perhaps it is because they are different from their long established way of doing business, or because the new idea does not adapt itself to their plants, or to their tools, or to their service methods.

It takes a long time to develop a new power plant and a long time to have it accepted in the market place. It took almost 30 years for the steam turbine to seriously threaten the reciprocating engine in the marine field and it never did make much of an impression on railroad propulsion because of the diesel.

"Ah!" someone will say, "but the gas turbine was accepted immediately in aircraft. It has found its place." I think that quick acceptance over 25 years ago of a new idea in aircraft was a special case resulting from two factors. First, military necessity and second, the fact that the aircraft industry and the airlines were commercially and financially very youthful.

But now see what is happening. A new idea has come to the more mature aircraft industry of today, the supersonic transport (SST). And commercial application of the SST is being strenuously resisted. How good it would have been to reach Japan on a SST in 8 hours flight time instead of 16. A similar resistance to change is evident in the auto and truck field. The passenger automobile and the truck are the most significant single users of energy and the single most significant sources of air pollution in today's society. But, we depend on them, modern society would disappear quickly without them.

To solve these twin problems we have been controlling and treating the Otto cycle engine's current emissions by means, which of themselves reduce the efficiency of the energy conversion process in the Otto cycle engine. So to reduce fuel consumption we must radically reduce the size and performance of our vehicles.

Would it not make better sense to use an inherently clean engine? One which does not require complicated controls or exhaust clean up devices and which does not require frequent and costly maintenance to keep it clean and efficient? Would it not make better sense to use an engine which has fuel economy today at least as good as the Otto cycle and which tomorrow, with ceramic materials, could have the best fuel economy.

An engine which has less weight per horsepower, which has a more advantageous torque curve, an engine which does not have an exhaust odor, an engine which starts easily in cold weather and does not require external heat, an engine which does not require periodic oil changes and which has no separate cooling system, all obtained by using a gas turbine. Such an engine would have real advantages for the customer and would make the Otto cycle engine and the diesel look like antiques.

That engine is of course the Gas Turbine and technically the automotive gas turbine is today reaching maturity.

We are the people who can make the auto Gas Turbine happen. We have the knowledge, the skills and the abilities. We are engineers.

We can do it.

Let's do it.

## GAS TURBINE DIVISION ROSTER OF COMMITTEE MEMBERS 1977-1978

EXECUTIVE  
COMMITTEE 1977-78

## CHAIRMAN

**PAUL F. PUCCI**  
Mechanical Engineering Dept.  
Naval Postgraduate School  
Monterey, Ca. 93940  
408-646-2363  
Home: 408-624-5944

## VICE-CHAIRMAN

**EDWARD S. WRIGHT**, Mgr.  
Research Marketing  
United Technologies  
Research Center  
E. Hartford, Conn. 06108  
203-565-4658

## PAST CHAIRMAN

**IVAN G. RICE**, Consultant  
P.O. Box 233, Spring, Texas 77373  
713-353-5040

## CHAIRMAN OF CONFERENCES

**JOHN P. DAVIS**  
Transcontinental Gas Pipeline Corp.  
P.O. Box 1396  
Houston, Texas 77001  
713-626-8100

## REVIEW CHAIRMAN

**ARTHUR J. WENNERSTROM**, Chief  
Compressor Research Group  
Components Branch, Turbine Engine  
Div.  
Aero Propulsion Lab (AFAPL/TBC)  
Wright-Patterson Air Force Base  
Ohio 45433 — 513-255-3775

## PAST CHAIRMEN

J. H. Anderson - 60  
W. B. Anderson - 67-68  
Donald F. Bruce - 68-69  
B. O. Buckland - 59  
Urban Floor - 72-73  
A. A. Hafer - 63-64  
F. T. Hague - 52  
R. A. Hammon - 65-66  
H. R. Hazard - 58  
A. Howard - 54  
Glenn W. Kahle - 73-74  
W. J. King - 51  
A. L. London - 66-67  
J. L. Mangan - 70-71  
T. J. Putz - 57  
J. T. Rettaliata - 48  
I. G. Rice - 76-77  
J. K. Salisbury - 49  
J. W. Sawyer - 61-62  
R. Tom Sawyer - 47  
F. L. Schwartz - 56  
C. E. Seglem - 74-75  
P. R. Sidler - 53  
B. G. A. Skrotzki - 55  
J. O. Stephens - 62-63  
W. Stewart - 69-70  
T. E. Stott - 71-72  
Z. Stanley Stys - 64-65  
E. P. Weinert - 75-76  
J. I. Yellott - 50

## PUBLICITY

**ANDREW J. LAZARUS**  
A. J. Lazarus Assoc., Inc.  
60 East 42nd Street  
New York, N.Y. 10017  
212-697-5520

EXECUTIVE SECRETARY and  
ASST. TREASURER

**THOMAS E. STOTT**, Pres.  
Stal-Laval, Inc.  
400 Executive Blvd.  
Elmsford, N.Y. 10523  
914-592-4710  
Home: 413-528-2679

TECHNICAL COMMITTEES &  
MEETINGS COORDINATOR

**WENDY A. LUBARSKY**  
34 Bauer Place Ext.  
Westport, Conn. 06880  
203-255-3998

EXHIBIT DIRECTOR  
Chairman Exhibit Committee

**John W. SAWYER**  
24 Walnut Court  
Hendersonville, N.C. 28739  
704-693-0188  
Telex: Whitexpo 899-133

## CHAIRMAN FINANCE COM.

**IVAN G. RICE**

TREASURER &  
NEWSLETTER PUBLISHER

**R. TOM SAWYER**, Box 188  
Ho-Ho-Kus, N.J. 07423  
201-444-3719

## PUBLISHER'S SECRETARY

**NANCY POTTER**, Box 188  
Ho-Ho-Kus, N.J. 07423  
201-444-3719  
Home: 201-327-5514

## EDITOR NEWSLETTER

**R. A. HARMON**  
25 Schalren Drive  
Latham, N.Y. 12110  
518785-8651

## OVERSEAS REPRESENTATIVES

**TOM S. KEEBLE**, Supt.  
Mech. Engineering Div.  
Aeronautical Research Labs.  
P.O. Box 4331, Melbourne 3001  
Australia

**E. J. MEIER**, Mgr. Director  
Arithma A.G.-Konradstr 58  
8005 Zurich, Switzerland  
01-44-55-60

**TAMATARO SATOH**  
Branch Manager  
Machinery Design Section  
No. 1 Heavy Ind. Des. &  
Engr. Dept.  
Nippon Kokan K.K.  
1, 2-Chome Suchiro, Tsurumi  
Yokohama, 230 Japan  
Tel. Tsurumi (045) 511-1331

## OVERSEAS SECRETARY

**MISS ISOBEL WILLENER**  
Lindenstr. 33  
8008 Zurich, Switzerland  
Phone: 01-32-72-51

## PROGRAM CHAIRMEN

## (1977 Winter Annual Meeting)

**LESTER C. SULLIVAN**  
Trunkline Gas Co.  
3000 Bissonnet Ave.  
Houston, TX 77005  
713-664-3401

## (1978 Conference)

**A. A. MIKOLAJCZAK**  
Manager, Aerodynamic,  
Thermodynamic and Control  
Systems  
Pratt & Whitney Aircraft Group  
400 Main Street, Adm. 1N  
East Hartford, CT 06108  
203-565-4174  
Home: 203-677-2272

CHAIRMAN LOCAL COMMITTEE  
1978 CONFERENCE

**W. RIZK**, Managing Director  
GEC Gas Turbines Ltd.  
Cambridge Rd., Whetstone  
Leicester LE5 3LH, England

## SPECIAL ASSIGNMENTS

## POWER DEPT. POLICY BOARD

**P. F. PUCCI**

MEMBER-AT-LARGE  
POWER DEPT. POLICY BOARD

**J. L. MANGAN**, Manager  
Strategy Dev. Steam Turbine  
Generator Products Division  
General Electric Co.  
Bldg. 273, Room 430  
Schenectady, New York 12345  
518-374-2211

(Awards & Honors Representative  
Including GEORGE WESTINGHOUSE  
SILVER & GOLD MEDALS)

**C. E. SEGLEM**, Mgr.  
Technical Liaison  
Westinghouse Electric Corp.  
Generation Systems Div. (A703)  
Lester Branch P.O. 9175  
Philadelphia, Pa. 19113  
215-595-2298  
Home: 215-566-1015

## GAS TURBINE DIV. AWARD

**EUGENE P. WEINERT**  
Head - Combined Power &  
Gas Turbine Branch  
Naval Ship Engineering Center  
Philadelphia Div.  
Philadelphia, Pa. 19112  
215-755-3841, 3258, 3922  
Home: 609-829-4991

(Div. Objectives & Long-Range  
Planning and Gas Turbine Division  
Award Committee)

**DR. GLENN W. KAHLE**, Mgr.  
Advanced Harvesting  
John Deere Harvester Works  
1100 13th Avenue  
E. Moline, Ill. 61244  
309-792-6364

1976 JOINT POWER GENERATION  
CONFERENCE & AMERICAN POWER  
CONFERENCE

**DONALD H. GUILD**, Chairman  
Electric Utilities Com.

JOINT TRANSPORTATION  
ENGINEERING CONFERENCE REP.

**EDWARD S. WRIGHT**  
Executive Committee

## LIAISON REP., IEEE

**H. E. LOKAY**, Manager  
Rotating Machinery  
Electric Utility Headquarters  
Dept. of Generation  
Westinghouse Electric Corp.  
700 Braddock Avenue, 8L22  
East Pittsburgh, Pa. 15112

AIRCRAFT TURBINE  
COMMITTEE

**Dennis E. Barbeau**, Chairman (Mem)  
Director, Advanced Design  
Teledyne CAE  
1330 Laskey Road  
Toledo, Ohio 43697  
419-470-3107

**Clifford A. Hoelzer**, Vice-Chairman  
(Mem)  
Head, Air Breathing Propulsion  
Grumman Aerospace Corporation  
Bethpage, New York 11714  
516-575-7321

**Peter Kiproff**, Secretary (Mem)  
Propulsion Branch (Code 3014)  
Naval Air Development Center  
Warminster, Pennsylvania 18974  
215-441-2344, Ext. 2568/2166

**John L. Benson**  
Group Engineer Engine Analysis  
Propulsion Dept. (75-42)  
Lockheed-California Co.  
Burbank, California 91503  
213-847-5220

**Arnold Brema**  
Executive Vice-President  
GETECA, USA-France  
Hilton Tower, Suite 890  
150 South Los Robles Avenue  
Pasadena, California 91101  
213-681-1428, 795-8739

**Sterling Campbell**  
Mail Zone 117-01  
General Dynamics/Convair  
Post Office Box 80847  
San Diego, California 92138  
714-277-8900, Ext. 2378

**Earl (Bill) Conrad**  
Energy Conservative Engine Office  
NASA-Lewis Research Center  
21000 Brookpark Rd.  
Cleveland, Ohio 44135  
216-433-4000

**George Crosse** (Mem)  
British Embassy  
3100 Massachusetts Avenue  
Washington, D.C. 20008  
202-462-1340

John J. Curry  
Head, Advanced Development  
Division (PE 43)  
Naval Air Propulsion Test Center  
Trenton, NJ. 08628  
609-882-1414

T. F. Donohue  
Manager, Advanced Technology and  
Preliminary Design  
Aircraft Engine Group  
General Electric Co.  
Cincinnati, Ohio 45215  
513-243-3843

Stan H. Ellis  
Mail Stop B54  
Pratt & Whitney Aircraft Group  
Government Products Div.  
P.O. Box 2691  
West Palm Beach, Florida 33402  
305-844-7311, Ext. 2723

Professor Andrew Fejer  
Chairman, Dept. of Mechanical &  
Aerospace Engineering  
Illinois Institute of Technology  
Chicago, Illinois 60616

G. H. Foster  
Chief Engineer, Engines  
Commonwealth Corporation  
Box 779, H.G.P.O. Aircraft  
Melbourne, Victoria 3001, Australia

Frederick C. Glaser, Dept. 243  
Sr. Staff Engineer, Propulsion  
Technology  
McDonnell Aircraft Company  
P.O. Box 516  
St. Louis, Missouri 63166  
314-232-3918, 232-6054

Clem O. Gunn  
Manager, Military Requirements  
General Electric Co.  
Aircraft Engine Group  
Mail Zone 34004  
1000 Western Ave.  
Lynn, Mass. 01910  
617-594-3823

Dr. Kaneichiro Imai  
Executive Director and General Mgr.  
Ishikawajima Harima Heavy  
Industries Co. Ltd.  
Aeroengine & Space Development  
Group  
305 Mukodai Cho, Tanashi Shi  
Tokyo 188, Japan

Thomas S. Keeble (Mem.)  
Superintendent, Mechanical  
Engineering Division  
Aeronautical Research Laboratories  
Box 4331, P.O.  
Melbourne, Victoria 3001, Australia

Dr. Otis E. Lancaster (Mem)  
Interstate Commerce Commission  
Chief of Mathematics & Statistics Sec.  
12th & Constitution Ave.  
Washington, D.C. 20423

Professor Mel R. L'Ecuyer  
School of Mechanical Engineering  
Jet Propulsion Center  
Purdue University  
Lafayette, Indiana 47097

Eugene A. Lichtman  
Advanced Aircraft Propulsion  
Program Manager (Code AIR-330B)  
Naval Air Systems Command  
Washington, D.C. 20461  
202-692-2518

Sylvester Lombardo  
Technical Director, Power Systems  
Curiss-Wright Corporation  
One Passaic Street  
Wood-Ridge, New Jersey 07075  
201-777-2900

Jack McGrath (Mem)  
Propulsion Branch  
Engineering and Manufacturing Div.  
FAA  
Washington, D.C. 20591

Wayne L. McIntire  
Chief Engineer, Advanced  
Development  
Detroit Diesel Allison Division  
Speed Code T19  
General Motors Corporation  
P.O. Box 894  
Indianapolis, Indiana 46206  
317-243-4757

Roert B. Meyer, Jr.  
Curator, Propulsion  
National Air and Space Museum  
Smithsonian Institution  
Washington, D.C. 20560  
202-381-5792

Douglas S. Miller  
Chief, Configuration Development  
Boeing Commercial Airplane Company  
P.O. Box 3999  
M/X 74-18  
Seattle, Washington 98124  
206-237-2975

S. Miwa  
I.H.I., Ltd.  
1 World Trade Center  
Suite 1101  
New York, N.Y. 10048  
212-432-0338

Henry Morrow (Mem)  
Propulsion Division  
U.S. Army Aviation Material Research  
and Development Laboratory —  
Eustis Directorate  
Fort Eustis, Virginia 23604  
703-878-4801

David Palfreyman  
Technical Development Executive  
Rolls-Royce Inc.  
375 Park Ave.  
New York, N.Y. 10022  
212-935-9400

Richard Rio  
Manager Balancing Systems  
Mechanical Technology Inc.  
968 Albany-Shaker Road  
Latham, N.Y. 12110  
518-785-2211

W. Stewart Roberts (Mem)  
W. S. Roberts Engineering Co., Inc.  
1800 Meridan Street  
Indianapolis, Indiana 46202  
317-926-2821

Walton Schrader (Mem)  
AVCO Lycoming  
Stratford, Connecticut 06497  
203-378-8211

R. A. Saunders  
Project Engineer, Mechanical  
Systems and Propulsion  
British Aircraft Corporation  
Military Aircraft Division  
Warton Aerodrome  
Preston, Lancashire, England

John W. Sawyer  
24 Walnut Court  
Hendersonville, N.C. 28739  
704-639-0188

Raymond M. Standahar  
Deputy for Propulsion  
Office of the Assistant  
(Engineering Technology)  
OSD/DDR&E  
Room 1039 Pentagon  
Washington, D.C. 20315  
202-695-9602

Dr. William F. Taylor  
Head, Catalytic Combustion Project  
Government Research Laboratory  
Exxon Research and Engineering Co.  
Linden, N.J. 07036  
201-474-3239

Lester W. Thronson (Mem)  
Member, Technical Staff  
Rockwell International—  
Columbus Aircraft Division  
4300 East Fifth Avenue  
Columbus, Ohio 43216  
614-239-2174

James C. Utterback (Mem)  
Supervisor, Thermal and  
Environmental Systems  
Vought Corporation  
Systems Division  
Post Office Box 5907  
Unit 2-53391  
Dallas, Texas 75222  
214-266-2227

Robert R. VanNimwegen  
Special Programs Group  
AiResearch Mfg. Company  
Garrett Corporation  
402 S. 36th Street  
Phoenix, Arizona 85034  
602-267-3703

A. E. Waller  
Martin-Marietta Corporation  
Post Office Box 5837  
Orlando, Florida 32805  
305-855-6100, Ext. 2249

A. D. Welliver  
Chief, Propulsion  
Boeing Military Airplane Development  
Boeing Aerospace Company  
Post Office Box 707  
N/S 41-52  
Renton, Washington 98055  
206-237-2362

F. Zimmer (E110)  
Dornier GmbH  
799 Friedrichshafen/Bodensee  
Postfach 317, West Germany

Dr. Raymond Bratton  
Westinghouse R&D Center  
Pittsburgh, PA 15235

Dr. W. Bunk, Direktor Des  
Institutes for Werkstoff-Forschung  
Deutsche Forschungs  
Und Versuchsanstalt  
Für Luft-Und Raumfahrt E. V.  
505 Porz-Wahn Linder Höhe  
Germany

Glenn Calvert  
Pratt and Whitney Aircraft  
Government Products Division  
P.O. Box 2691  
West Palm Beach, Florida 33401

Donald J. Campbell  
Air Force Aero Propulsion Laboratory  
AFAPL/TBP  
Wright-Patterson Air Force Base  
Ohio 45433

George A. Costakis  
General Motors Engineering Staff  
General Motors Technical Center  
Warren, Michigan 48090

William Edmiston  
Structures, Dynamics, and  
Materials Section  
Bldg. 157, Room 507  
Jet Propulsion Laboratory  
California Institute of Technology  
4800 Oak Grove Drive  
Pasadena, CA 91103

C. H. Gay  
Advanced Eng. & Tech. Program  
Dept.  
General Electric Company  
Bldg. 300 — H4835  
Cincinnati, Ohio 45215

Robert A. Harmon  
Editor of Newsletter  
25 Schalren Drive  
Latham, New York 12110

Dr. Edwin Kraft  
R&D, 1-4  
The Carborundum Co.  
P.O. Box 1054  
Niagara Falls, New York 14174

Professor S. O. Kronogard  
Managing Director  
United Turbine A.B. & Co.  
Kommanditbolag  
Fack S-201 10  
Malmo 1, Sweden

John Lanning  
Corning Glass Works  
Advanced Engine Components  
Erwin Automotive Plant  
Corning, New York 14830

Dr. Edward Lenoe  
Chief  
Mechanics & Materials Division  
Watertown, MA

L. B. Mann  
Senior Research Staff Engineer  
Chrysler Corporation  
P.O. Box 1118  
Detroit, Michigan 48121

A. F. McLean, Manager  
Turbine Development Dept.  
Ford Motor Company  
P.O. Box 2053  
Dearborn, Michigan 48121

## CERAMICS COMMITTEE

Donald W. Zabierek, Chairman  
4950-A.M.D.A., Wright-Patterson  
Air Force Base, Ohio 45433  
513-257-2550, 6388, 6080  
Home: 513-878-8028

William McGovern, Vice-Chairman  
U.S. Army MERAD COM  
Attn: DRXFB-EM (W. McGovern)  
Fort Belvoir, VA 22060

Robert Beck  
Head, Materials Department  
P.O. Box 6971  
Teledyne CAE  
1330 Laskey Road  
Toledo, Ohio 43612

A. G. Metcalfe  
Solar Turbines International of  
International Harvester Company  
2200 Pacific Highway  
San Diego, CA 92138

Thomas H. Nielsen  
Coors Porcelain  
17750 W. 32nd Ave.  
Golden, Colorado 80401

Dr. Hubert B. Probst  
Chief  
Alloys and Ceramics Branch  
NASA Lewis Research Center  
21000 Brookpark Road  
MS 99-3  
Cleveland, Ohio 44135

David W. Richerson  
Engineering Specialist  
Materials Engineering, Eng. Sciences  
AiResearch Mfg. of Arizona  
402 S. 36th Street  
Phoenix, Arizona 85034

Dr. Robert Ruh  
Air Force Materials Laboratory  
AFML/LLM  
Wright-Patterson Air Force Base  
Ohio 454333

Carlos Sanday  
Code 63-70  
Naval Research Laboratory  
Washington, D.C. 20375

Robert Schulz  
Division of Transportation and  
Energy Conservation  
Energy Research and Development  
Administration  
Washington, D.C. 20545

Chester T. Sims  
Bldg. 56, Room 200  
Gas Turbine Division  
General Electric Company  
Schenectady, New York 12345

Dr. M. Torti  
Industrial Ceramics Division  
Norton Company  
Worcester, MA 01606

Dr. Edward van Reuth  
Advanced Research Projects Agency  
Department of Defense  
1400 Wilson Blvd.  
Arlington, VA 22209

Jeremy J. Walters  
Manager, Materials Laboratory  
AVCO Lycoming Division  
550 South Main Street  
Stratford, Connecticut 06497

Stephen M. Wander  
Energy Research and Development  
Agency  
400 First Street, NW  
Washington, D.C. 20545

Dr. Roger Wills  
Battelle  
Ceramic Materials Section  
505 King Ave.  
Columbus, Ohio 43201

## CLOSED-CYCLES COMMITTEE

Colin F. McDonald, Chairman  
General Atomic Company  
Advanced Concepts Division  
P.O. Box 81608  
San Diego, California 92138  
714-455-2854  
Home: 714-459-9389

Anthony Pietsch, Vice-Chairman  
AiResearch Manufacturing Company  
Department 93-240  
P.O. Box 5217  
Phoenix, Arizona 85010  
602-267-3011, Ext. 3345

Dr. Curt Keller, Consultant,  
Overseas Vice-Chairman  
Seestrasse 200B  
8700 Kusnacht  
Switzerland  
01-901166

Dr. Robert G. Adams  
General Atomic Company  
P.O. Box 81608  
San Diego, California 92138  
714-455-2520  
Home: 714-566-1180

Professor Gianfranco Angelino  
Politecnico Di Milano  
Istituto Di Macchine  
20133 Milano—32  
Piazza Leonardo da Vinci  
Italy

Professor Karl Bammert  
Institute for Turbomachinery  
Technical University of Hannover  
Appelstr. 9  
3000 Hannover  
Federal Republic of Germany  
0511 762 2731  
Home: 0511 71 03 88

Jacques Chaboseau  
Director, Societe Rateau  
Rue Rateau  
93123 La Courneuve  
France  
352 1880  
Home: 922 6734

Winfred M. Crim, Jr. (ERDA)  
6011 Sherborn Lane  
Springfield, Virginia 22152  
202-376-9340

Dr. Gerhard Deuster  
Energieversorgung Oberhausen AG  
4200 Oberhausen 1  
Danziger Strasse 31  
Federal Republic of Germany  
0208/835 288  
Home: 02144/4123

Richard W. Foster-Pegg  
Westinghouse Electric Corp.  
A Building  
P.O. Box 9175  
Philadelphia, PA 19113  
215-595-3945  
Home: 215-565-2807

Art Fraas  
Union Carbide Corp.  
Bldg. 9102 ORNL  
Energy Division, P.O.Y.  
Oak Ridge, Tenn. 37830  
614-483-8611, Ext. 37167

Andre H. Gage  
Potomac Electric Power Co.  
4707 Langdrum Lane  
Chevy Chase, Maryland 20015  
202-872-2448  
Home: 301-657-3981

Professor N. Gasparovic  
Technische Universität Berlin  
March Strasse 14  
1000 Berlin 10 (West Berlin)  
3142778  
Home: 8262016

Eugene Gore  
291 Murray Avenue  
Englewood, N.J. 07631  
201-569-4647

Dr. Leon Green, Jr.  
General Atomic Company  
Suite 709  
2021 K St. N.W.  
Washington, D.C. 20006  
202-659-3140

Dr. Hartmut Griepentrog  
GHH Sterkrade AG  
Bahnhoffstr. 66  
4200 Oberhausen 11  
Federal Republic of Germany  
0208/692 811  
Home 0208/64 15 56

Robert A. Harmon, Consultant  
25 Schalren Dr.  
Latham, N.Y. 12110  
518-785-8651

Dr. Herman Haselbacher  
BBC Brown, Boveri & Company, Ltd.  
TCG Development  
Hardturmstrasse 3,  
CH-8023 Zurich  
Switzerland  
01-444481

Herbert R. Hazard  
Battelle Columbus Laboratories  
505 King Avenue  
Columbus, Ohio 43201  
614-424-6424  
Home: 614-486-3178

Dr. Gunter Hewing  
Kernforschungsanlage (KFA)  
D-517 Jülich 1  
Postfach 1913  
Federal Republic of Germany

Dr. Charles A. Howard  
14631 Crossway Road  
Rockville, Maryland 20853  
301-921-3311

Gerald G. Johnson  
Bechtel Corporation  
P.O. Box 3965  
San Francisco, CA 94119  
415-764-7433  
Home: 408-253-0357

Carey A. Kinney  
5208 Grinnel St.  
Fairfax, Virginia 22030  
376-4851  
Home: 323-6489

Andre Kovats, Consultant  
13 Baker Road  
Livingston, N.J. 07039  
201-992-7438

Dr. Simion C. Kuo  
United Technologies Research Center  
Nuclear Energy Systems  
East Hartford, Connecticut 06108  
203-565-8758

James K. LaFleur  
LaFleur Cryogenics, Inc.  
4337 Talofa Ave.  
N. Hollywood, CA 91602  
213-769-3090  
Home: 213-985-9226

Stephen Luchter  
ERDA (TEC)  
20 Massachusetts Ave.  
Washington, D.C. 20545  
202-376-4676

George B. Manning (ERDA)  
3705 So. George Mason Dr.  
Falls Church, Virginia 22041  
202-376-9340  
Home: 703-820-1380

Richard A. Rio  
Mechanical Technology Incorporated  
968 Albany-Shaker Rd.  
Latham, N.Y. 12110  
518-785-2211

S. T. Robinson  
Consulting Engineer  
811 Scenic Dr.  
Trenton, N.J. 08628  
609-883-5770

R. Tom Sawyer  
P.O. Box 188  
Ho-Ho-Kus, N.J. 07423  
201-444-3719

Hans Schwartz  
Ingersoll-Rand Co.  
Turbo Products Div.  
Phillipsburg, N.J. 08865  
201-859-7189  
Home: 215-252-8803

Zephyr P. Tilliette  
Commissariat A L'Energie Atomique  
Centre D'Etudes Nucleaires De Saclay  
Department Des Etudes Mecaniques  
et Thermiques  
Boite Postale No. 2  
91190 Gif-Sur-Yvette, France  
Home: 736-31-51  
941-80-00, Ext. 32-87

Dr. Kosta Vepa  
General Atomic Company  
P.O. Box 81608  
San Diego, California 92138  
714-455-2283

Jack Yampolsky  
General Atomic Company  
Advanced Concepts Division  
P.O. Box 81608  
San Diego, Ca. 92138  
714-455-3645  
Home: 714-453-3693

## COAL UTILIZATION COMMITTEE

George B. Manning, Chairman  
Energy Research & Development  
Administration  
400 First Street, N.W.  
Washington, D.C. 20545  
202-376-9339  
Home: 703-820-1380

Roy Peterson, Vice-Chairman  
MITRE Corporation  
Mail Stop W-230  
McLean, VA 22101  
703-790-6643

**TO GET THIS  
NEWSLETTER  
REGISTER IN THE  
GAS TURBINE DIV.**



Dr. Juliani Gatzoulis, Secretary  
National Oceanic & Atmospheric  
Administration  
National Ocean Survey  
Systems Analysis Division  
6001 Executive Blvd.  
Rockville, MD 20852  
301-436-6907

Dr. Christopher Coccio, Subcommittee  
Chairman—North America  
Manager—Advanced Product  
Planning  
Bldg. 500-224  
Gas Turbine Products Division  
General Electric Company  
Schenectady, NY 12345  
518-385-9013

Dr. C. Keller, Subcommittee  
Chairman—European Operations  
Seesstrasse 200B  
CH-8700 Kusnacht  
Switzerland

Dave Ahner  
General Electric Co.  
1 River Road, Bldg. 506—Rm. 102  
Schenectady, NY 12345  
518-385-9189

Robert K. Alff  
Manager—Advanced Projects Eng.  
Gas Turbine Division  
1 River Road, Bldg. 56-507  
Schenectady, NY 12345

J. L. Boyen  
Consulting Engineer  
P.O. Box 8527  
Emeryville, CA 94662  
415-658-4934

David L. Brown  
914 S. Ave., Apt. C2  
Secane, Pa. 19018

Winfred M. Crim, Jr.  
6011 Sherborn Lane  
Springfield, VA 22152  
202-376-9339  
Home: 703-451-1555

Dr. N. Gasparovic  
Technische Universitaet  
West Berlin, Germany  
1 Berlin 10, Marchstrasse 14.

Andrew J. Grant  
Woodall-Duckham (USA) Ltd.  
Manor Oak One - 1910 Cochran Rd.  
Pittsburgh, PA 15220

R. A. Harmon  
25 Schalren Drive  
Latham, NY 12110  
518-785-8651

Herbert R. Hazard  
Battelle Memorial Institute  
Columbus Laboratories  
505 King Avenue  
Columbus, OH 42301

Charles P. Howard  
14631 Crossway Road  
Rockville, MD 20853  
301-921-3311  
Home: 301-871-8664

David Japikse  
Head, Fluids Engineering Division  
Creare Inc.  
Hanover, New Hampshire 03755  
603-643-3800  
J. Yamposky

Gerald Johnson  
Bechtel Corporation  
Research and Engineering  
50 Beale St.  
San Francisco, California

John W. Larson  
MITRE Corporation  
Mail Stop — W-230  
McLean, VA 22101  
703-790-6684

Donald C. Leigh  
University of Kentucky  
Department of Engineering  
Mechanics  
Lexington, Kentucky 40506

Arthur G. Metcalfe  
4376 Hill Street  
San Diego, CA 92107

Louis M. Nucci  
248 Vineyard Road  
Huntington, NY 11743

Dr. V. Avadhut Ogale  
2507 Ramblewood Drive  
Wilmington, Delaware 19810  
475-5116

R. Dean Patterson  
Power Systems Division  
United Technologies Corporation  
1690 New Britain Avenue  
Farmington, CT 06108  
203-677-4081, Ext. 277, 396

R. W. Foster-Pegg  
Gas Turbine Systems Division, A603  
Westinghouse Electric Corporation  
500 N. Lemon Street  
Media, PA 19063  
215-595-3945  
Home: 215-565-2807

William R. Pierson  
3010 Greenvale Drive  
Worthington, OH 43085  
614-424-4191  
Home: 614-889-9507

Dr. Fred L. Robson  
United Technologies Research  
Center  
Silver Lane  
East Hartford, CT 06108  
203-565-8353  
Home: 203-228-9212

Tamataro Satoh  
Branch Manager  
Machinery Design Section  
No. 1 Heavy Ind. Des. & Engr. Dept.  
Nippon Kokan K.K.  
1, 2-Chome Suehiro  
Tsurumi  
Yokohama, 230 Japan

J. Yampolsky  
General Atomic Company  
P.O. Box 81608  
San Diego, CA 92138  
714-455-4297

## COMBUSTION & FUELS COMMITTEE

John M. Vaught (U27A), Chairman  
Combustion Research and  
Development  
Detroit Diesel Allison  
Division of General Motors  
P.O. Box 894  
Indianapolis, IN 46206  
317-243-4680

Dr. William S. Blazowski,  
Vice-Chairman  
Exxon Research & Engineering  
Company  
P.O. Box 8  
Linden, NJ 07036  
201-474-3516

Donald W. Bahr, Manager  
Combustion & Emissions  
General Electric Company (H-52)  
Cincinnati, OH 45215  
513-243-3537

James R. Baker  
Gas Turbine Products Division  
Delavan Manufacturing Company  
811 Fourth Street  
West Des Moines, IA 50265  
515-274-1561

Dr. Karl Bastress  
Chief, Combustion Technology  
Branch  
Division of Conservation  
Research and Technology  
U.S. Energy Research and  
Devel. Admin.  
Washington, DC 20545  
202-376-4606

Stephen P. Cauley  
Petroleum Consulting Services  
17230 Libertad Drive  
San Diego, CA 92127  
714-485-6437

Anthony J. Cirrito  
Lowell Technology Institute  
Lowell, MA

Robert R. Conrad  
Parker-Hannifin  
17325 Euclid Avenue  
Cleveland, OH 44112  
216-531-3000

Mario DeCorso  
Westinghouse Electric  
G.S.D. Mail Stop A-703  
P.O. Box 9175  
Philadelphia, PA 19113  
215-595-4144

Norman R. Dibelius, Manager  
Combustion Environmental Effects  
General Electric Company  
1 River Road—#53-324  
Gas Turbine Engineering Department  
Schenectady, NY 12345  
518-385-9674

Dr. Joseph Faucher  
Pratt & Whitney Aircraft  
Mail Location EB2H  
400 Main Street  
East Hartford, CT. 06108  
203-565-6247

Prof. Robert C. Fellinger  
Department of Mechanical  
Engineering  
Iowa State University of Science  
and Technology  
Ames, IA 50011  
515-294-1323

R. Hugh Gaylord  
Turbodyne Corporation  
Systems Engineering Department  
St. Cloud, MN 56301  
612-253-2800

John M. Haasis  
AiResearch Manufacturing Company  
of Arizona  
402 S. 36th Street  
Phoenix, AZ 85010  
602-267-3720

Dr. Jerry Lee Hall  
Professor of Mechanical Engineering  
217 Mechanical Engineering  
Department  
Iowa State University  
Ames, IA 50011

Herbert R. Hazard  
Battelle Memorial Institute  
Columbus Laboratories  
505 King Avenue  
Columbus, OH 43201  
614-424-6424

Eric Hughes  
Rolls-Royce (1971) Limited  
Industrial and Marine Division  
P.O. Box 72, Ansty  
Nr. Coventry United Kingdom  
Coventry 613211 (STD 0203)

Charles E. Hussey  
Gas Turbine Engine Division (A-605)  
Westinghouse Electric Corporation  
Lester Branch  
P.O. Box 9175  
Philadelphia, PA 19113  
215-595-4634

Thomas A. Jackson  
Fuels and Lube Group  
Air Force Aero-Propulsion Laboratory  
AFAPL/SFF Wright-Patterson AFB  
Dayton, OH 45433  
513-255-4027

Robert E. Jones, Head  
Experimental Combustor Section  
NASA, Lewis Laboratory  
Cleveland, OH 44135  
216-433-4000, Ext. 6155

Richard Kao  
Advanced Power Systems  
Engine Engineering Division  
John Deere Waterloo Tractor  
Waterloo, IA 50704  
319-235-4758

Prof. C. William Kauffman  
Department of Aerospace Engineering  
University of Cincinnati  
Cincinnati, OH 45221  
513-475-6287

Ralph Kress  
Manager—Technical Engineering  
Solar Turbines International of  
International Harvester Co.  
2200 Pacific Highway  
San Diego, CA 92112  
714-238-5728

Richard T. LeCren  
Solar Turbines International of  
International Harvester Co.  
P.O. Box 80966  
San Diego, CA 92138  
714-233-8214

Frederick W. Lipfert  
Long Island Lighting Company  
175 East Old Country Road  
Hicksville, NY 11801  
516-931-6300

Richard Lee Marshall  
Pratt & Whitney Aircraft  
Mail Location EB3S4  
400 Main Street  
East Hartford, CT 06108  
203-565-3204

W. Bruce Nicol  
Chief Engineer  
Turbo Division  
Ingersoll-Rand Corporation  
Phillipsburg, NJ 08865  
213-323-9500, Ext. 2853

Louis M. Nucci  
Curtiss-Wright Corporation  
Power Systems Division  
One Passaic Street  
Wood-Ridge, NJ 07075  
201-777-2900, Ext. 2797

Prof. Jack Odgers  
Department of Mechanical  
Engineering  
Laval University  
Quebec, G1K7P4, Canada  
418-656-2198

George Opdyke, Jr., Manager  
Combustor Section AVCO Lycoming  
Division  
550 South Main Street  
Stratford, CT 06497  
203-378-8211

John Saintsbury, Manager  
Combustion Section  
Pratt & Whitney Aircraft  
of Canada, Ltd.  
Box 10  
Longueuil, Quebec, Canada J4K 4X9  
514-677-9411

H. C. Simmons  
Director of Engineering  
Parker-Hannifin Corporation  
Accessories Division  
17325 Euclid Avenue  
Cleveland, OH 44112  
216-531-3000

Dr. Geoffrey Sturgess  
Pratt & Whitney Aircraft  
Combustion Analysis (EB2G4)  
400 Main Street  
East Hartford, CT 06108  
203-565-5901

Wallace R. Wade  
Engine Research, Rm. E1142  
Ford Motor Company  
20000 Rotunda Drive  
Dearborn, MI 48121  
313-322-2379

A. B. Wassell, Chief Research  
Engineer, High Temperature  
Rolls-Royce (1971) Limited  
Derby Engine Division  
P.O. Box 31  
Derby, England DE2 8BJ  
Derby 42424, Ext. 479

## CONTROLS, AUXILIARIES & SPECIAL PROBLEMS COMMITTEE

Leo P. McGuire, Chairman  
Manager—Controls Engineering  
Dresser Clark Division  
Dresser Industries, Inc.  
P.O. Box 560  
Olean, New York 14760  
716-372-2101

Gary G. Ostrand, Vice-Chairman  
Sales Engineer  
Donaldson Co., Inc.  
P.O. Box 1299  
Minneapolis, MN 55430  
612-887-3545

Geoffrey Hanlon  
Manager of Engine Control Sales  
Hawker Siddeley Dynamics Ltd.  
Manor Road, Hatfield, Hertfordshire  
England  
Hatfield 62300

Paul E. Clay  
Manager  
American Air Filter Co., Inc.  
P.O. Box 1100  
215 Central Avenue  
Louisville, Kentucky 40201  
502-637-0154

Thomas F. Cleary  
Project Engineer, Electronic Systems  
The Garrett Corporation  
2525 West 190th Street  
Torrance, California 90509  
213-323-9500

Jan Ederveen  
Applications Engineer  
Woodward Governor Co.  
Fort Collins, Colorado 80521  
303-482-5811

Joseph T. Hamrick  
President  
Aerospace Research Corporation  
5454 Joe Valley Road, S.E.  
Roanoke, Virginia 24001  
703-342-2961

Roy W. Kiscaden  
Manager, Control Systems  
Generation Systems Division  
Westinghouse Electric Corporation  
P.O. Box 9175  
Philadelphia, PA 19113  
215-595-4648

L. J. Moulton  
Controls Engineering Operation  
General Electric Co.  
1000 Western Avenue  
West Lynn, Mass. 01905

Dr. Walter F. O'Brien, Jr.  
Mechanical Engineering Department  
Virginia Polytechnic Institute  
and State University  
Blacksburg, Virginia 24061  
703-951-6604

Bruce Peterson  
Group Engineer  
Sunstrand Corporation  
4747 Harrison Avenue  
Rockford, Illinois 61101  
815-226-6000

Carman Winarski, Sr. Engineer  
Controls/Electrical Design Section  
Southern California Edison Co.  
P.O. Box 800  
Rosemead, California 91770

## DIVISION OBJECTIVES & LONG RANGE PLANNING COMMITTEE

Dr. Glenn W. Kahle, Chairman  
Manager, Advanced Systems  
John Deere Harvester Works  
1100 13th Avenue  
East Moline, Illinois 61244  
309-752-6364

Eugene P. Weinert, Vice-Chairman  
Head—Combined Power &  
Gas Turbine Branch  
Naval Ship Eng. Ctr., Phila. Div.  
Philadelphia, PA 19112  
215-755-3841, 3258, 3922

G. Renfrew Brighton  
Chairman, Gas Turbine  
Publications, Inc.  
80 Lincoln Avenue  
Stamford, Conn. 06904  
203-324-2131

William V. Hanzalek  
Manager, Power Gen. System  
Curtiss-Wright  
One Passaic St.  
Wood-Ridge, NJ 07075

Paul Lenk  
Chairman of the Board  
ACE Industries  
8839 Pioneer Blvd.  
Santa Fe Springs, CA 90670  
213-723-4524

J. L. Mangan  
Steam Turbine Generator Div.  
General Electric Co.  
Bldg. 273, Room 430  
Schenectady, NY 12345

A. F. McLean, Manager  
High Temp. Turbine Research  
Car Systems Research  
Product Development Group  
Ford Motor Company  
20000 Rotunda Drive  
Dearborn, MI 48121  
313-322-3859  
Home: 313-971-7878

## EDUCATION COMMITTEE

Richard J. Trippett, Chairman  
Power Systems Department  
GM Research Laboratories  
Warren, Michigan 48090  
303-575-3144  
Home: 313-642-8374

Walter F. O'Brien, Jr., Vice-Chairman  
Mechanical Engineering Department  
Virginia Polytechnic Institute  
Blacksburg, VA 24061  
703-951-6604

David J. Amos, Secretary  
GSD Engineering A703  
Westinghouse Electric Corp.  
P.O. Box 9175  
Philadelphia, PA 19113  
215-595-4461

William Bathis  
Department of Mechanical  
Engineering  
Iowa State University  
Ames, Iowa 50011  
515-294-1423

Frank S. Bhinder  
Director of Research in Mechanical  
& Aeronautical Engineering  
The Hatfield Polytechnic  
P.O. Box 109, Hatfield  
Herts A110 9AB England  
Hatfield 68100, Ext. 158

Patrick J. Bingham  
Gas Turbine Division  
Customer Support Department  
General Electric Company  
1 River Road  
Building 501, Room 102  
Schenectady, New York 12345  
518-385-2010

Meherwan P. Boyce  
Mechanical Engineering Dept.  
Texas A&M University  
College Station, TX 77843  
713-845-2924

Don E. Brandt  
General Electric Company  
1 River Road  
Building 53, Room 330  
Schenectady, N.Y. 12345  
518-385-9646

Jacques Chauvin  
von Karman Institute for Fluid  
Dynamics  
Turbomachinery Dept.  
Chaussee de Waterloo, 72  
B-1640 Rhode-Saint-Genese  
(Belgique)  
Bruxelles (02) 58 19 01

Bruce Colton  
Trunkline Gas Company  
P.O. Box 1642  
Houston, Texas 77001  
713-664-3401

William J. Feiereisen  
Mechanical Engineering Dept.  
University of Wisconsin  
1513 University Avenue  
Madison, Wisconsin 53706  
608-262-7888

Allen E. Fuhs  
Mechanical Engineering Dept.  
Naval Postgraduate School  
Code 69Fu  
Monterey, California 93940  
408-646-2586

Phillip G. Hill  
Mechanical Engineering Dept.  
University of British Columbia  
Vancouver, British Columbia  
V6T 1W5  
604-228-2308

Charles P. Howard  
National Bureau of Standards  
Bldg. 224, Room A-113  
Washington, D.C. 20234  
301-921-3311

Arthur D. Hughes  
BTU Chasers, Inc.  
544 N.W. 16th Street  
Corvallis, Oregon 97330  
503-753-3725

Bud Lakshminarayana  
Department of Aerospace  
Engineering  
Pennsylvania State University  
233 Hammond Bldg.  
University Park, PA 16802  
814-863-0602

Gordon C. Oates  
College of Engineering  
Dept. of Aeronautics and  
Astronautics, FE-10  
University of Washington  
Seattle, Washington 98195

Vilas A. Ogale  
Generation Systems Division  
Mail Code A604  
Westinghouse Electric Corp.  
Lester Branch P.O. Box 9175  
Philadelphia, PA 19113  
215-595-4636

Theodore H. Okiishi  
Mechanical Engineering Dept.  
Iowa State University  
Ames, Iowa 50011  
515-294-2022

Maido Saarlus  
Department of Aerospace  
Engineering  
U.S. Naval Academy  
Annapolis, MD 21402  
301-267-3284  
Herb I. H. Saravanamuttoo  
Chairman, Mechanical and  
Aeronautical Engineering  
Carleton University  
Ottawa, Canada K1R 5B6  
613-231-2639

George K. Serovy  
Mechanical Engineering Department  
213 Mechanical Engineering Building  
Iowa State University  
Ames, Iowa 50011  
515-294-2336

During 1977  
c/o L. A. Martiniere  
38, Avenue du Chateau  
92190 Meudon, France  
or  
Direction de l'Energetique (OE.I)  
ONERA  
92320 Chatillon  
France

Widen Tabakoff  
Department of Aerospace Engineering  
& Applied Mechanics #70  
University of Cincinnati  
Cincinnati, Ohio 45221  
513-475-2849  
513-475-2849

William F. Wunsch  
Engineering Dept., EB-2L  
Pratt & Whitney Aircraft  
400 Main Street  
East Hartford, Conn. 06108  
203-565-2721

## ELECTRIC UTILITIES COMMITTEE

Donald H. Guild, Chairman  
Project Engineer  
Stone & Webster Engineering  
Corporation  
225 Franklin Street  
Boston, Massachusetts 02107  
617-973-5452

A. L. Steinlen, Vice-Chairman  
Manager, Power Plant Engineering  
Projects  
Tampa Electric Company  
P.O. Box 111  
Tampa, Florida 33601  
813-879-4111

Andrew J. Auld, Jr., Secretary  
Senior Reliability Engineer  
Westinghouse Electric Corporation  
P.O. Box 9175  
Philadelphia, Pennsylvania 19113  
215-595-3504

R. S. Adelizzi  
Manager, Projects Dept.  
Gas Turbine Systems Division  
Westinghouse Electric Corporation  
P.O. Box 9175  
Philadelphia, Pennsylvania 19113  
215-595-2858

Richard R. Balsbaugh  
Assistant Manager—Operations  
Wisconsin Electric Power Company  
231 W. Michigan Street  
Milwaukee, Wisconsin 53201  
414-273-1234

Paul L. Banks  
Marketing Manager  
The English Electric Corporation  
GEC Gas Turbine Division  
1440 North Loop, Suite 146  
Houston, Texas 77009  
713-861-2375

Robert J. Bazzini  
Regional Manager  
DeLaval Turbine, Inc.  
1 Penn Plaza  
New York, New York 10001  
212-575-4951

Ernest Bernstein  
Project Manager  
Turbo-Power & Marine Systems, Inc.  
1690 New Britain Avenue  
Farmington, Connecticut 06032  
203-677-4081

Christian M. Biersack  
Manager, Gas Turbine Dept.  
Consolidated Edison Company of  
New York, Inc.  
4 Irving Place  
New York, New York 10003

Peter C. Christman  
President  
Energy Services, Inc.  
One Northfield  
West Hartford, Connecticut 06107  
203-677-1618

George C. Creel  
Chief Mechanical Engineer  
Baltimore Gas & Electric Company  
Lexington and Liberty Streets  
Baltimore, Maryland 21203  
301-234-6511

Richard G. Donaghy  
Chief, Environmental & Energy  
Systems Div.  
U.S. Army Construction Engineering  
Research Laboratory  
P.O. Box 4005  
Champaign, Illinois 61820  
217-352-6511

Richard L. Duncan  
Advanced Fossil Power Systems  
Electric Power Research Institute  
3412 Hillview Avenue  
P.O. Box 10412  
Palo Alto, California 94303  
415-493-4800

John V. Espenshade, Jr.  
Chief Mechanical/Structural  
Engineer  
Turbo-Power & Marine Systems, Inc.  
1690 New Britain Avenue  
Farmington, Connecticut 06032  
203-677-4081

Peter H. Gilson  
Senior Mechanical Engineer  
Gibbs & Hills, Inc.  
393 7th Avenue  
New York, New York 10001  
212-760-4017

Mario R. Gonzalez  
Plant Superintendent  
Escuintla Thermal Power Plant, INDE  
Post Office Box 319  
Escuintla, Guatemala C.A.

Jack Haeflich  
Executive Vice-President  
Energy Services, Inc.  
One Northfield  
West Hartford, Connecticut 06107  
203-677-1618

Robert A. Harmon  
Consultant  
25 Schalren Drive  
Latham, New York 12110  
518-785-8651

Harold R. Hartman  
Manager Writing/Publications  
Plant Test and Operations Department  
Dravo Utility Constructors, Inc.  
393 Seventh Avenue  
New York, New York 10001  
212-760-5421

J. Heilbron  
Senior Engineer  
Turbine Division, Room 10155  
Consolidated Edison Company of  
New York, Inc.  
4 Irving Place, N.Y., N.Y. 10003  
212-460-3952

Paul J. Hoppe  
Director of Projects and Services  
Turbodyne Corporation  
711 Anderson Ave. N., P.O. Box T  
St. Cloud, Minnesota 56301  
612-253-2800

Robert G. Janser  
Senior Staff Engineer  
Commonwealth Edison Company  
3501 South Pulaski Road  
Chicago, Illinois 60623  
312-247-7272, Ext. 308

James G. Kiernan  
Manager, Application Engineering  
Gas Turbine Engineering &  
Manufacturing Department  
Building 500-122  
General Electric Company  
1 River Road  
Schenectady, New York 12345  
518-385-2234

Fred H. Kindl  
President—Encotech, Inc.  
P.O. Box 714  
Schenectady, New York 12301  
518-374-0924

Charles Knauf, Jr.  
Manager, Internal Combustion  
Division  
Long Island Lighting Company  
175 East Old Country Road  
Hicksville, L.I., New York 11801  
516-733-4590

Richard T. Laudonat, Engineer  
Mechanical & Nuclear Engineering  
Dept.  
Northeast Utilities Service Company  
P.O. Box 270  
Hartford, Connecticut 06101  
203-666-6911, Ext. 5446

Paul E. Leonard  
Assistant Chief Engineer  
Hartford Steam Boiler Inspection  
and Insurance Company  
Hartford, Connecticut 06102  
203-527-0791

H. E. Lokay (IEEE Contact)  
Manager—Power Generation  
Systems Engineering  
Westinghouse Electric Corporation  
700 Braddock Avenue  
East Pittsburg, Pennsylvania 15112  
412-256-2053

Sylvester Lombardo  
Technical Director  
Power Systems Division  
Curtiss-Wright Corporation  
Wood-Ridge, New Jersey 07075  
201-777-2900, Ext. 2456

Brian R. McCaffrey  
Section Head—Internal  
Combustion Engineering  
Long Island Lighting Company  
Hicksville, New York 11801  
516-931-6300, Ext. 532

Tom C. McMichael  
Vice-President  
Power Systems Engineering, Inc.  
8705-07 Katy Freeway  
P.O. Box 19398  
Houston, Texas 77024  
713-464-9451

William T. Nickerson  
Manager of Power Department  
Chas. T. Main, Inc.  
Two Fairview Plaza  
5950 Fairview Road  
Charlotte, North Carolina 28210  
704-554-1100

William J. O'Donnell  
Senior Engineer  
Public Service Electric & Gas Co.  
80 Park Place  
Newark, New Jersey 07101  
201-622-7000, Ext. 3355

John C. Pitts  
Supervisor, Information Control  
Systems Support Department  
Turbo-Power & Marine Systems, Inc.  
1690 New Britain Avenue  
Farmington, Connecticut 06032  
203-677-4081

W. Stewart Roberts, President  
W. S. Roberts Engineering  
Company, Inc.  
1800 North Meridian Street  
Indianapolis, Indiana 46202  
317-926-2821

J. C. Schmitt  
Supt. of Power Plant Operations  
Illinois Power Corporation  
500 South 27th Street  
Decatur, Illinois 62525  
217-424-6623

J. H. Shortt, Assistant Manager  
Plant Test & Operations  
Dravo Utility Constructors, Inc.  
393 Seventh Avenue  
New York, New York 10001  
212-760-5410

John L. Warmack  
Vice-President and Manager of  
Operations  
Southern Indiana Gas & Electric Co.  
20-24 N.W. Fourth Street  
Evansville, Indiana 47741  
812-424-6411

George D. Williams  
Project Engineer  
NEGEA Service Corporation  
P.O. Box 190  
675 Massachusetts Avenue  
Cambridge, Massachusetts 02139  
617-864-3100

Duane Woodford  
Manager, Turbo-Generator Marketing  
Electric Machinery Manufacturing Co.  
800 Central Avenue  
Minneapolis, Minnesota 55413  
612-378-8347

## EXHIBIT COMMITTEE

J. W. Sawyer, Chairman  
Exhibit Director  
Gas Turbine Division, ASME  
24 Walnut Court  
Hendersonville, N.C. 28739  
704-639-0188

R. E. Callison  
Corp. Displays & Exhibits  
The Garrett Corporation  
AiResearch Mfg. Division  
9851 Sepulveda Blvd.  
Los Angeles, CA 90009  
213-776-1010

S. J. Cognetti  
Mgr., Marketing Communications  
General Electric Company  
Gas Turbine Products Div.  
Room 101, Bldg. 500  
Rotterdam Ind. Park, NY 12306  
518-385-2228

Patrick Delle Donne  
Exhibits Manager  
Westinghouse Electric Corp.  
Westinghouse Bldg.  
Gateway Center, Rm. 1909  
Pittsburgh, PA 15122  
412-255-3247

William V. Hanzalek  
Marketing Services  
Curtiss-Wright Corporation  
Power Systems  
One Passaic Street  
Wood-Ridge, NJ 07075  
201-777-2900

P. B. Johnson, Director  
Public Relations & Advertising  
Alternate: Nancy J. Snedden  
Exhibits Coordinator  
Solar Turbines International of  
International Harvester Co.  
2200 Pacific Highway  
P.O. Box 80966  
San Diego, CA 92112  
714-238-5888

Paul Lenk  
Chairman of the Board  
ACE Industries  
8839 Pioneer Blvd.  
Sante Fe Springs, CA 90670  
213-723-4524

Richard Lester  
Sales Manager  
Aero Cast, Inc.  
7300 N.W. 43rd St.  
Miami, FL 33166  
305-592-6300

Alternate: Richard Hubbard  
Sales Manager  
Hemet Casting Co.  
760 W. Acacia Ave.  
Hemet, CA 92343  
714-658-2265

Luke J. McLaughlin  
General Mgr., SermeTel Northeast  
SermeTel Division  
Teleflex, Inc.  
155 S. Limerick Road  
Limerick, PA 19468  
215-948-5100

W. Pickett  
Exhibitions Manager  
BEAMA Limited  
8 Leicester Street  
London WC2H 7BN, England  
01-437-0678

W. Trott  
E2/9043  
TRW, Defense & Space Systems  
Group  
One Space Park  
Redondo Beach, CA 90278  
213-536-2251

## HEAT TRANSFER COMMITTEE

David A. Nealy, Chairman  
Section Chief, Heat Transfer Section  
Detroit Diesel Allison Div.; GMC  
P.O. Box 894, MSU29A  
Indianapolis, Indiana 46206  
317-243-4380

Mikio Suo, Vice-Chairman  
Chief, Power Systems Technology  
United Technologies Research Center  
Silver Lane  
East Hartford, Connecticut 06108  
203-565-8374

Raymond S. Colladay  
Head, Turbomachinery Fundamental  
Section

NASA-Lewis Research Center,  
MS77-2  
21000 Brookpark Rd.  
Cleveland, Ohio 44135  
216-433-4000, Ext. 6823

Vernon L. Eriksen  
Manager of Research and  
Development  
Deltak Corp.  
P.O. Box 9496  
Minneapolis, MN 55440  
612-544-3371

Ernest Elovic  
Manager, Heat Transfer Analysis  
Mail Drop K69  
Aircraft Engine Group  
General Electric Co.  
Cincinnati, Ohio 45215  
513-243-6345

Gary J. Hanus  
Assistant Professor  
Dept. Mechanical Engineering  
Clarkson College of Technology  
Potsdam, New York 13676  
315-268-6587

Charles P. Howard  
Chief, Energy Utilization Section  
National Bureau of Standards  
Bldg. 224, Room A109  
Washington, D.C. 20234  
301-921-3311

Howard L. Julien  
Sr. Res. Engr.  
G.M. Research Labs.  
12 Mile & Mound Roads  
Warren, Mi. 48090

Kazunari Komotori  
Professor, Faculty of Engineering  
Keio University  
223 Yokohamashi Kohokukoku  
Hiyoshimachi, Japan 832  
(044-63) 1141 Ext. 3192

Colin F. McDonald  
Branch Manager, Advanced  
Concepts Div.  
General Atomic Co.  
P.O. Box 81608  
San Diego, Calif. 92038  
714-455-2854

Donald M. McEligot  
Prof. Aerospace and Mechanical  
Engineering  
Aero. Mech. Engr. Dept.  
University of Arizona  
Tucson, Arizona 85721  
602-884-3541

Darryl E. Metzger  
Chairman M.E. Dept.  
Arizona State University  
Tempe, Az. 85281  
602-965-3291

R. W. Stuart Mitchell  
Professor Laboratorium voor  
Verbrandingsmotoren en Gasturbines  
Technische Hogeschool  
Mekelweg 2  
Delft, Netherlands  
(015) 133222, Ext. 5294

James R. Mondt  
Sr. Res. Engineer  
Engine Res. Dept.  
GM Technical Ctr.  
12 Mile and Mound Road  
Warren, Mich. 48090  
313-575-3417

David Pofel  
Manager, Energy Efficient Project  
Office  
MS 501-2  
NASA-Lewis Research Center  
21000 Brookpark Road  
Cleveland, Ohio 44135  
216-433-4000, Ext. 594

Paul F. Pucci  
Prof., Mechanical Engineering Dept.  
Naval Postgraduate School  
Monterey, CA 93940

Warren M. Rohsenow  
Prof., Mechanical Engineering  
M.I.T., Rm. 3-158  
77 Massachusetts Avenue  
Cambridge, MA 02139

Greg Theoclitus  
Engineering Manager, CE-AIR  
Preheater  
P.O. Box 387  
Andover Road  
Wellsville, N.Y. 14895

James J. Watt  
Reactor Engineer, USNRC  
U.S. Nuclear Regulatory Commission  
Div. of Technical Review  
Washington, D.C. 20555

## MANUFACTURING TECHNOLOGY COMMITTEE

Elmer D. Marlin, Chairman  
Cummins Engine Company  
Columbus, Indiana 47201  
812-379-7341

Richard Schmitt, Vice-Chairman  
Chief Manufacturing Engineer  
AiResearch Division  
Garrett Corporation  
402 South 36 Street  
Dept. 96-1M  
Phoenix, Arizona 85034  
602-267-3412

William A. Bass  
Mechanical Engineering Consultant  
P.O. Box 5710  
Sherman Oaks, California 91413  
213-783-8162

Glenn C. Erdmann  
Stolper Industries, Inc.  
Satellite Division  
115 S. Janacek Road  
Waukesha, Wisconsin 53186  
414-786-3400

George Glenn, AFML/LTM  
Manufacturing Technology Division  
Wright-Patterson Air Force Base  
Dayton, Ohio 45433  
513-255-5151

Robert A. Harman  
25 Schalren Drive  
Latham, New York 12110  
518-785-8651

Tim A. Harrison, Program Manager  
Materials Program Office  
Battelle Memorial Institute  
505 King Avenue  
Columbus, Ohio 43201  
614-299-3151, Ext. 1521

Kishor M. Kulkarni  
IIT Research Institute  
10 West 35 Street  
Chicago, Illinois 60616  
312-567-4179

Kelly J. Mather  
Cummins Engine Company  
Columbus, Indiana 47201  
812-379-6370

Pracheesh S. Mathur  
General Electric Company  
Aircraft Engine Group  
1000 Western Avenue  
West Lynn, Massachusetts 01905  
617-594-4676

A. G. Metcalfe  
Associate Director—Research  
Mail Zone R-1  
Solar Turbines International of  
International Harvester Co.  
2200 Pacific Highway  
P.O. Box 80966  
San Diego, CA 92138

K. Michael Ray  
Engineer—Large Gas Turbine Dept.  
General Electric Company  
I-85 and Woodruff Road, East  
P.O. Box 648  
Greenville, S.C. 29602

W. Stewart Roberts  
W. S. Roberts Engineering Co., Inc.  
1800 North Meridan Street  
Indianapolis, Indiana 46202  
317-926-2821

Richard J. Schaller  
Senior Engineer  
Air Products and Chemicals, Inc.  
Allentown, Pennsylvania 18105  
215-395-7291

Lawrence T. Shiembob  
Assistant Project Engineer  
Technical Development Section  
EB-354

Pratt & Whitney Aircraft  
400 Main Street  
East Hartford, Conn. 06108  
203-565-3018

Robert Stusrud  
Materials Design Support  
Detroit Diesel Allison  
Division of General Motors Corp.  
P.O. Box 894, Mail Code T2B  
Indianapolis, Indiana 46206  
317-243-4165

W. G. Wood  
Rolls-Royce (1971) Limited  
Derby Engine Division  
P.O. Box 31  
Derby DE2 8BJ, England  
Tel. Derby 42424, Ext. 449

Philip C. Wolf  
Director of Engineering  
Metco, Inc.  
1101 Prospect Avenue  
Westbury, New York 11590  
516-334-1300

Martin T. Ziobro  
Chief Metallurgist  
Utica Division  
Kelsey-Hayes Co.  
Utica, New York 13503  
315-792-4111

## MARINE COMMITTEE

### MEMBERS IN U.S. AND CANADA

Ralph J. Bradford, Chairman  
Chief Marine Engineer  
National Steel & Shipbuilding Co.  
Harbor Drive & 28th Street  
San Diego, Ca. 92138  
714-232-4011, Ext. 651

T. B. Lauriat, Vice-Chairman  
Chief, Marine Industrial Gas  
Turbine Application Engineer  
AVCO Lycoming Division  
550 Main Street  
Stratford, Ct. 06497  
203-378-8211  
Home: 203-929-4278

Jack W. Abbott  
Naval Ship Engineering Center  
Washington, D.C. 20362

John P. Attiani  
Section Head Combined Power &  
Gas Turbine Branch  
Naval Ship Engineering Center  
Philadelphia, Penn. 19112

Gary J. Baham  
Consulting Engineer  
5538 Colisfoot Ct.  
Columbia, Maryland 21045  
301-997-0780

Norman H. Brubaker  
Head, Sales Engineering Section  
Exxon International Co.,  
Marine Sales  
1251 Avenue of Americas  
New York, N.Y. 10020  
212-398-5236

Richard S. Carleton  
Code 6146  
Naval Ship Engineering Center  
Washington, D.C. 20362  
202-692-6868

Paul G. Carlson, Chief Engineer  
Turbo Machinery Development  
Solar Turbines International of  
International Harvester Co.  
P.O. Box 80966  
San Diego, Ca. 92112

G. A. Carlton  
Head, Auxiliary Machy & Fluid  
System Branch  
Naval Ship Engineering Center  
Philadelphia Division  
Philadelphia, Pa. 19112  
215-755-3661/4191/3922

A. Douglas Carmichael  
Professor of Power Engineering  
Department of Naval Architecture  
and Marine Engineering  
Room 5236  
Massachusetts Institute of Technology  
Cambridge, Ma. 02139

Robert C. Case  
Bird-Johnson Company  
883 Main Street  
Walpole, Ma. 02081

Stephen P. Cauley  
Petroleum Consulting Services  
17230 Libertad Drive  
San Diego, Ca. 92127  
714-485-6437

E. A. Clifford  
Industrial and Marine Division  
United Aircraft of Canada, Ltd.  
Longueuil, Quebec, Canada  
514-677-9411

Paul J. Cullen  
General Manager  
Gas Turbine Customer Support Dept.  
General Electric Company  
One River Road, Bldg. 500-161  
Schenectady, N.Y. 12345  
518-374-2211, Ext. 3325

Cdr. J. Cunningham  
SSO Mar Eng  
Canadian Defence Liaison Staff  
Washington  
2450 Massachusetts Avenue N.W.  
Washington, D.C. 20008

Victor de Biasi  
Editor—Gas Turbine World  
P.O. Box 494  
Southport, Ct. 06490

James P. Doyle, Vice-President  
Gibbs & Cox, Inc.  
40 Rector St.  
New York, N.Y. 10006  
212-487-2800

Edward A. Drury  
Sr. Engineer, Department 66  
Advanced Mechanical Design  
& Planning  
Onan Corporation  
1400 73rd Avenue NE  
Minneapolis, MN 55432  
612-786-6322, Ext. 471

James F. Dunne  
Head, Ship Engineering Dept.  
Hydronautics, Inc.  
Pindel School Road  
Laurel, MD 20810  
301-776-7454

Paul A. Dupuy  
Application Engineer  
General Electric Company  
Cincinnati, Ohio 45215

Edward F. Eaton  
General Electric Company  
M & DFSO, Bldg. 2-726  
Schenectady, N.Y. 12345

D. J. Folenta  
Transmission Tech. Co.  
9 Commerce Rd.  
Fairfield, N.J. 07006

R. P. Giblon, President  
George G. Sharp, Inc.  
100 Church Street  
New York, N.Y. 10007  
212-732-2800

R. F. Glazebrook, Jr.  
Engineering Technical Department  
Newport News Shipbuilding &  
Dry Dock Company  
Newport News, Va. 23607

G. L. Graves, Jr.  
Code 6141  
Naval Ship Engineering Center  
Washington, D.C. 20362  
202-692-9728

J. M. Gruber, Vice-President  
Waukesha Bearing Corporation  
150 Hinchman Avenue  
Wayne, N.J. 07470

John Halfmann  
John J. McMullen Assoc., Inc.  
Suite 3000  
One World Trade Center  
New York, N.Y. 10048  
212-466-2200

John Halkola  
Rohr Marine Inc.  
P.O. Box 2300  
Chula Vista, Calif. 92012  
714-575-4317

R. A. Harman  
25 Schalren Dr.  
Latham, N.Y. 12110

Maurice R. Hauschildt, Consultant  
2701 Dawson Avenue  
Silver Spring, Maryland 20782  
301-942-1433

H. R. Hazard  
Battelle Memorial Institute  
505 King Avenue  
Columbus, Ohio 43201

Joel Hitt  
Chief—Marine Applications Engineer  
Turbo-Power & Marine Systems, Inc.  
1690 New Britain Avenue  
Farmington, CT 06032  
203-677-4081

William R. Humphrey  
Senior Project Engineer  
Industrial Power  
Allison Division  
General Motors Corporation  
Indianapolis, Indiana

James M. Logan  
Chief, Machinery Technical Section  
Naval Engineering Division  
U.S. Coast Guard  
Department of Transportation  
Washington, D.C. 20591  
202-426-1991

James McGregor  
Mechanical Engineer  
Office of the Naval Attache  
Embassy of Australia  
1601 Massachusetts Ave., NW  
Washington, D.C. 20036  
202-797-3000

Edward W. Mihalek  
126 Windmill Drive  
Holland, PA 18966

Charles L. Miller  
Research & Development  
Program Manager  
Naval Sea Systems Command  
(0331G)  
Dept. of the Navy  
Washington, D.C. 20362  
202-692-9462

Howard Minoque  
Ass't Head Machinery Section  
Gibbs & Cox Inc.  
Room 1020  
2341 Jefferson Davis Highway  
Arlington, VA 22202  
703-979-1240

Ivan Monk, President  
DeLaval Turbine, Inc.  
P.O. Box 2072  
Princeton, N.J. 08540

Larry Mooney  
Manager of Engineering  
Marine Transport Lines  
60 Broad Street  
New York, N.Y. 10004  
212-482-5802

Andrew S. Morrow, Deputy Mgr.  
Product Development Operations  
Shell Oil Company  
999 East Touhy Avenue  
Des Plaines, Ill. 60018  
312-341-4933

D. K. Nicholson, DMEE 3  
National Defence Headquarters  
101 Colonel by Drive  
Ottawa, Ontario K1A 0K2  
613-996-3525

Stuart M. Novak  
General Manager, Operation  
Seatrains Lines, Inc.  
Weehawken, N.J. 07087  
201-886-5300

David O'Neil  
President, Seaworthy Engine Systems  
73 Main Street  
Essex, Conn. 06426  
203-767-0937

Milton D. Parker  
Senior Project Engineer  
Industrial Engines & Products  
The Garrett Corporation  
402 South 36th Street  
P.O. Box 5217  
Phoenix, Arizona 85010  
602-267-3011

Howard A. Peterson, Staff Assistant  
Office Assistant Secretary of Defense  
9117 Southwick  
Fairfax, VA 22030  
202-697-7980

Roy R. Peterson  
Rt. 2, Box 235  
Sterling, VA 22170

Cdr. Len Pichini, USCG  
USCG Headquarters  
Naval Engineering Division  
HEC Section  
Washington, D.C. 20590

Dick Quan, Manager  
Engineering & Sales Support  
Orenda Limited  
Box 6001  
Toronto International Airport  
Toronto, Canada

Tom Ragland  
Rohr Marine, Inc.  
P.O. Box 2300  
Chula Vista, Calif. 92012  
714-575-4317

A. H. Raye  
Director of Engineering  
Turbodyne Corp.  
Worthington Division  
St. Cloud, Minnesota 56301

I. R. Rolih  
Chief Marine Engineer  
George G. Sharp, Inc.  
100 Church Street  
New York, N.Y. 10007  
212-732-2800

William I. Rowen  
Manager, Combustion Programs  
Gas Turbine Products Division  
General Electric Company  
1 River Road, Bldg. 500  
Schenectady, N.Y. 12345

C. J. Rubis, President  
Propulsion Dynamics, Inc.  
2200 Sommerville Road  
Annapolis, Md. 21401  
301-224-2130

John W. Sawyer  
24 Walnut Court  
Hendersonville, N.C. 28739  
704-639-0188

Morton I. Schiff, Vice-President  
Special Products Dept.  
Industrial Acoustics Company, Inc.  
1160 Commerce Avenue  
Bronx, N.Y. 10462  
212-831-8000

Robert M. Sherman  
Peerless Manufacturing Co.  
P.O. Box 20657  
Dallas, Texas 75220  
214-357-6181

John Siemietkowski  
Naval Ship Engineering Center  
Philadelphia Division  
Philadelphia, Pa. 19112  
215-755-3841/3285, Ext. 218/265

Cdr. Clifford Smith, RN  
British Navy Staff  
P.O. Box 4855  
Washington, D.C. 20008  
202-920-8950

Paul E. Speicher  
Office of Ship Construction  
U.S. Department of Commerce  
Maritime Administration  
Washington, D.C. 20230  
202-377-3273

A. St. George  
Hydronautics, Inc.  
Pindel School Road  
Laurel, Md. 20810

Cdr. Per-Arne Stenberg, R.Sw.N.  
Asst. Naval Attache  
Royal Swedish Embassy  
600 New Hampshire Ave., NW  
Washington, D.C. 20037

J. O. Stephens  
Turbine-Generator Division  
Plant No. 1, S-5  
Canadian Westinghouse Ltd.  
Hamilton, Ontario, Canada  
416-528-8811, Ext. 3328

Sherrill Stone  
Peerless Manufacturing Co.  
P.O. Box 20657  
Dallas, Texas 75220  
214-357-6181

T. E. Stott, President  
Stal-Laval, Inc.  
400 Executive Blvd.  
Elmsford, N.Y. 10523  
914-592-4710

Z. S. Stys, Vice-President  
Brown Boveri Corporation  
1460 Livingston Avenue  
North Brunswick, N.J. 08902

G. C. Swensson  
Engineering Manager, Bulk Vessel  
Product Group  
Sun Shipbuilding & Dry Dock Co.  
Chester, Pa. 19013  
215-876-9121, Ext. 885

D. E. Tempesco  
Tech. Advisor  
Code 04T  
Naval Sea Systems CMD.  
Department of the Navy  
Washington, D.C. 20362  
202-692-0800

R. P. Tillson  
Marine Application Engineering  
Marine & Defense Sales  
General Electric Company  
1 River Road  
Schenectady, N.Y. 12345  
518-385-5021

R. V. Vittucci  
Program Adm., Ships, Subs & Boats  
Headquarters, Naval Material  
Command  
Naval Dept. NAVMAT 0333  
Washington, D.C. 20360

Cdr. Kenneth E. Wagner, USCG  
USCG Headquarters  
Naval Engineering Division  
Ice Breaker Section  
Washington, D.C. 20590

Eugene P. Weinert  
Head, Combined Power & Gas  
Turbine Branch  
Naval Ship Engineering Center  
Philadelphia Division  
Philadelphia, Pa. 19112  
215-755-3841

H. Peter Young  
Manager Marine Systems  
Seaworthy Engine Systems  
73 Main Street  
Essex, Conn. 06426  
203-767-0937

#### MEMBERS OVERSEAS

K. A. Bray  
Manager, Ruston Turbine Division  
Ruston & Hornsby, Ltd.  
P.O. Box 17  
Lincoln, England

H. A. Clements  
SSS Gears Ltd.  
51-55 Stirling Road  
London W. 3 England

E. B. Good  
Managing Director  
Yarrow (Australia) Pty., Ltd.  
1017 University Avenue  
Canberra, A.C.T. 2600 Australia

Dr. W. Hrynyszak  
Clarke Chapman & Company, Ltd.  
Victoria Works  
P.O. Box 9  
Gateshead 8, County Durham,  
England

L. S. Knight  
Director of Marine Engineering  
Design  
Department of Defence  
(Navy Office)  
Canberra A.C.T. 2600  
Canberra, Australia

K. H. Kurzek, Dipl.-Ing  
Chief Director  
Marine Arsenal  
Reventloullee 27  
23 Kiel, Germany

Kosa Miwa  
Manager, Gas Turbine Design Dept.  
Hitachi Zosen  
Hitachi Shipbuilding &  
Engineering Co., Ltd.  
5 Sakurajima Kitano-Cho,  
Konohana-Ku  
Osaka, 554 Japan

R. J. Mowill  
Manager, Gas Turbine Dept.  
Kongsberg Vapenfabrik  
Kongsberg, Oslo, Norway

Capt. Nobuyoshi Ohara  
Chief of Preliminary Design  
Machinery Sect.  
R & D Headquarters, IDA  
2-24, 1 chome Ikejiri  
Setagayak, Tokyo, Japan

Cdr. C. E. M. Preston  
Rolls-Royce Ltd.  
Industrial & Marine Gas Turbine  
Division  
P.O. Box 72  
Ansty, Coventry CV79JR  
England

Kunikazu Shiraishi  
Technical Manager  
Plant Engineering & Construction  
Division  
Nippon Kokan K.K.  
(Japan Steel & Tube Corp.)  
L-32-2, Kanda Suda - Cho  
Chiyoda, Tokyo, Japan

Brian H. Slatter  
Chief Engineer, Turbines  
Rolls-Royce, Ltd.  
Industrial & Marine Division  
P.O. Box 73  
Ansty, Shilton, Coventry  
England CV 7 9 JR

Stig Olof Svensson  
Stal Laval Turbine  
Finspong, Sweden

K. Tanabe  
Ishikawajima-Harima Heavy  
Industries Co., Ltd.  
3-5 Mukodai-cho, Tanashi-shi  
Tokyo 188, Japan

J. R. Tyler  
Director and Chief Engineer  
Ruston Gas Turbines, Ltd.  
P.O. Box 1  
Lincoln, England

LCdr. (E.) Auvo Vappula  
Shipbuilding Office  
Naval Headquarters  
Helsinki 16, Finland

Cdr. R. N. M. Paige, RN  
Ministry of Defence  
Director General Ship Section 215  
Block B  
Foxhill Bath BA15AV  
England

#### PIPELINE OPERATIONS AND APPLICATIONS COMMITTEE

Don B. Johnson, Jr., Chairman  
Tennessee Gas Pipeline Co.  
P.O. Box 2511  
Houston, TX 77001  
713-229-3768  
Home: 713-497-6782

Trevor Albone, Vice-Chairman  
Transcanada Pipelines, Ltd.  
P.O. Box 54  
Commerce Court West  
Toronto, Ont., Canada  
416-869-2371

J. A. Alholm  
Panhandle Eastern Pipeline Company  
P.O. Box 1348  
Kansas City, MO 64141  
816-753-5600

Donald J. Bechta  
General Electric Company  
Gas Turbine Operations  
One River Road  
Building 500-280  
Schenectady, NY 12345  
518-374-2211

John P. Davis  
Transcontinental Gas Pipe Line  
Corporation  
P.O. Box 1396  
Houston, Texas 77001  
713-626-8100

Glenn E. Edgerly  
Turbo-Power and Marine Systems, Inc.  
1690 New Britain Avenue  
Farmington, CT 06032  
203-677-4081

Donald C. Hall  
Natural Gas Pipeline Company  
of American  
122 S. Michigan Avenue  
Chicago, IL 60603  
312-431-7643

Robert A. Harmon, Consultant  
25 Schafren Drive  
Latham, NY 12110  
518-785-8651

Robert T. Harnsberger  
Cooper-Bessemer Company  
Mt. Vernon, OH 43050  
614-397-0121

Curtis R. Holder  
Sial-Laval, Inc.  
P.O. Box 90112  
Houston, TX 77090  
713-367-5077

John K. Hubbard  
Dresser Industries, Inc.  
Olean, NY 14760  
716-372-2101

R. G. McCubbin  
El Paso Natural Gas Company  
P.O. Box 1492  
El Paso, TX

Keith E. McQueen  
Solar Turbines International of  
International Harvester Co.  
2200 Pacific Highway  
San Diego, CA 92112  
714-233-8241

German R. Mayer  
Bechtel Incorporated  
P.O. Box 3965  
San Francisco, CA 94110  
415-768-1532

D. N. Rhoads  
Great Lakes Gas Transmission  
Company  
202 Petoskey Street  
Petoskey, Michigan 49770  
616-347-8736

William J. Millard  
General Electric Company  
Mail Drop N-151  
Evendale, OH 45215

R. A. Neill  
Rolls-Royce (Canada) Limited  
P.O. Box 1000 Montreal AMF  
Montreal, Quebec  
Canada H4Y 1B7  
515-631-3541

Charles C. Norris  
Alaskan Resource Sciences Corp.  
6600 South Yace  
Tulsa, OK 74136  
918-496-5000

Dick Quan  
Orenda Limited  
Box 6001, Toronto International  
Airport  
Toronto, Ontario, Canada  
416-677-3250

Ivan G. Rice  
Consultant  
P.O. Box 233  
Spring, TX 77373  
713-353-5040

C. D. Richards  
Alberta Gas Trunk Line Company, Ltd.  
P.O. Box 2535  
Calgary, Alberta  
Canada T2P 2N6  
403-267-1910

W. Stewart Roberts, President  
W. S. Roberts Engineering  
Company, Inc.  
1800 N. Meridian Street  
Indianapolis, IN 46202  
317-926-2821

Carl L. Rollins  
William Brothers Engineering  
Company  
660 South Yace Avenue  
Tulsa, OK 74136  
918-496-5020

Charles J. Smith  
AVCO-Lycoming Division  
Box 8424 (9000 State Line Rd.)  
Kansas City, MO 64114  
816-383-3703

L. C. Sullivan  
Trunkline Gas Company  
P.O. Box 1642  
Houston, TX 75001  
713-664-3401

Russell A. Wolf  
Commonwealth Associates, Inc.  
209 E. Washington Avenue  
Jackson, MI 49201  
517-788-3000

K. Frederick Wrenn, Jr.  
Columbia Gas Transmission  
Corporation  
P.O. Box 1273  
Charleston, WV 25325  
304-346-0951

Willard Young  
Texas Eastern Transmission  
P.O. Box 1612  
Shreveport, LA 71130  
318-424-0331

## PROCESS INDUSTRIES COMMITTEE

John R. Patterson, Chairman  
General Electric Company  
1 River Road — Bldg. 501-101  
Schenectady, NY 12345  
518-385-2904  
Home: 518-346-2037

Oscar G. Rodrigues, Vice-Chairman  
Exxon Chemical Co., USA  
P.O. Box 241  
Baton Rouge, LA 70821  
504-359-7336

James E. Biles  
Ford, Bacon & Davis Construction  
Corp.  
3901 Jackson Street  
P.O. Box 1762  
Monroe, LA 71201  
318-388-1530

Charles Bultza  
Exxon Co., USA  
P.O. Box 3950  
Baytown, TX 77520  
713-427-5711, Ext. 2831

Joseph Citino  
Westinghouse Electric Corp.  
P.O. Box 9175  
Philadelphia, PA 19113  
215-595-2960

C. D. Clower  
P.O. Box 36100  
Houston, TX 77036

Louis Fougere  
Fern Engineering Co., Inc.  
20 Perry Avenue — P.O. Box M  
Buzards Bay, MA 02532  
617-759-7527

Ralph J. Grutsch  
Solar Turbines International of  
International Harvester Co.  
2200 Pacific Highway  
P.O. Box 80966  
San Diego, CA 92138  
714-238-5525

William V. Hanzalek  
Curtiss-Wright Corp.  
One Rotary Drive  
Wood-Ridge, NJ 07075  
201-777-2900, Ext. 2546

Robert A. Harmon  
25 Schalen Drive  
Latham, NY 12110  
518-785-8651

William B. Kendrick  
Mobil Oil Corporation  
1001 Howard Avenue  
New Orleans, LA 70113  
504-529-2461

Donald E. Manson  
C-P Engineering  
Travelers Insurance Companies  
1 Tower Square  
Hartford, CT 06115  
203-277-5372

Douglas F. Neale  
Union-Carbide Corp.  
P.O. Box 8361  
South Charleston, W.V. 25303  
304-747-4525

Percy A. Penley  
Celanese Corporation  
P.O. Box 1000  
Summit, NJ 07901  
201-273-6600

Ivan G. Rice  
P.O. Box 233  
Spring, TX 77373  
713-644-8176

W. Stewart Roberts  
W. S. Roberts Engineering Co., Inc.  
1800 N. Meridian Street  
Indianapolis, Ind. 46202  
317-926-2821

R. E. Simpson, Jr.  
Exxon Production Research Co.  
P.O. Box 2189  
Houston, TX 77001  
713-965-7121

Lewis H. Sumlin  
Dow Chemical USA  
P.O. Drawer - K  
Freeport, TX 77541  
713-238-4167

Vern K. Venator  
Ford, Bacon & Davis Construction  
Corp.

3901 Jackson Street  
P.O. Box 1762  
Monroe, LA 71201  
318-388-1530

Donald G. Wilson  
Shaker Research Corp.  
Northway 10 Executive Park  
Ballston Lake, NY 12019  
518-877-8581

William B. Wilson  
General Electric Company  
1 River Road — Bldg. 2-407  
Schenectady, NY 12345  
518-385-4490

## STRUCTURES & DYNAMICS COMMITTEE

S. C. Sanday, Chairman  
Code 6370  
Naval Research Laboratory  
Washington, D.C. 20375  
202-767-2264/3433

F. O. Carta, Vice-Chairman  
United Technologies Res. Center  
Silver Lane  
East Hartford, CT 06108  
203-565-4936

E. E. Abell  
ASD/ENFS  
Wright-Patterson Air Force Base  
Dayton, OH 45433  
513-255-5412/3043

Leonard Beitch  
General Electric Company  
Mail Drop H-36  
Cincinnati, OH 45212  
513-243-3319

M. Botman  
Pratt & Whitney Aircraft of Canada  
P.O. Box 10  
Longueuil, Quebec, Canada J4K 4X9  
514-677-7892

T. A. Cruse  
Eng. Bldg. 3S2  
Pratt & Whitney Aircraft  
East Hartford, CT 06108  
203-565-2561

D. H. Hibner  
Pratt & Whitney Aircraft Group  
United Technologies Corp.  
Commercial Products Division  
400 Main Street  
East Hartford, CT 06108  
203-565-2238

M. Lalanne  
Laboratoire de Mechanique des  
Structures  
Institut National des Sciences  
Appliquees (INSA)  
69621 Villeurbanne, France

H. A. Nied  
General Electric Company  
Gas Turbine Product Division  
Bldg. 53, Rm. 133  
1 River Road  
Schenectady, NY 12345  
518-374-2211

N. F. Rieger, Gleason Professor  
Rochester Institute of Technology  
Dept. of Mechanical Engineering  
One Lomb Memorial Drive  
Rochester, NY 14623  
716-464-2874

A.C. Royal  
U.S. Army Air Mobility R&D Labs.  
Fort Eustis, VA 23604  
804-878-4301

R. J. Schaller  
Air Products and Chemical, Inc.  
Allentown, PA 18105  
215-398-7291

A. V. Srinivasan  
Eng. Bldg. 2H  
Pratt & Whitney Aircraft  
East Hartford, CT 06108  
203-565-7517

H. Stargardt  
Eng. Bldg. 2H  
Pratt & Whitney Aircraft  
East Hartford, CT 06108  
203-565-7517

R. M. Steward  
Rolls-Royce  
P.O. Box 31  
Derby, England

W. Troha  
AFAPL  
Wright-Patterson Air Force Base  
Dayton, OH 45433  
513-255-2081

#### SUPPLEMENTARY LIST OF INTERESTED BYSTANDERS

R. A. Arnoldi  
Eng. Bldg. 2H  
Pratt & Whitney Aircraft  
East Hartford, CT 06108

Dr. Christos Chamis  
NASA-Lewis Research Center  
Cleveland, OH

P. Cooper  
Head, Design Concepts Section  
NASA-Langley Research Center  
Mail Stop 208  
Hampton, VA 23665

R. W. Cornell  
United Technologies Corporation  
Hamilton Standard  
Windsor Locks, CT

Dr. E. J. Gunter  
Mechanical Engineering Dept.  
University of Virginia  
Charlottesville, VA 22901

Ms. Wendy Lubarsky  
34 Bauer Place Ext.  
Westport, CT 06880  
914-592-4710  
Home: 203-255-3998

L. C. McLaurin — AG05  
Westinghouse Electric Corp.  
Power Generation Division  
P.O. Box 9175  
Philadelphia, PA 19113  
215-595-4647

#### TECHNOLOGY RESOURCES COMMITTEE

Dr. G. E. Provenzale, Chairman  
Engineering Associate  
Exxon Research & Engineering Co.  
P.O. Box 101  
Florham Park, NJ 07932  
201-474-1647

Dr. Frank C. Lee, Vice-Chairman  
Texas A&I University  
P.O. Box 2641  
Kingsville, TX 78363  
512-595-2001

Dr. Ing. Erio Benvenuti  
c/o Nuovo Pignone (Uff. STUD)  
Via Matteucci, 2  
50127 Firenze, Italy  
(055)-4792513

Dr. Meherwan P. Boyce  
Director, Gas Turbine Laboratories  
Department of Mechanical Engineering  
Texas A&M University  
College Station, TX 77843  
713-845-7417

Dr. Frans Breugelmans  
Von Karman Institute  
72 Chaussee De Waterloo  
B-1640 Rhode St. Genese  
Belgium  
02-358-19-01

Winfred M. Crim, Jr.  
Chief, Advanced Power Conversion  
Fossil Energy  
Energy Research Development Agency  
20 Massachusetts Avenue, N.W.  
Washington, DC 20545  
202-376-4851

David A. Hanawa  
Exxon Production Research Company  
P.O. Box 2189  
Houston, TX 77001  
713-622-4222

W. J. Hefner  
Manager, Engineering Section  
Medium Gas Turbine Department  
General Electric Company  
Schenectady, NY 12345  
518-385-7580

Dr. Helmut G. Naumann  
Principal Mechanical Engineer, Eng.  
ARCO/Chemical Company  
500 South Ridgeway Ave.  
Glenolden, PA 19036  
215-586-4700

W. E. Nelson  
Manager, Maintenance Services  
Amoco Oil Company  
P.O. Box 401  
Texas City, Texas 77590  
713-945-2311

Ivan G. Rice  
Consultant  
P.O. Box 233  
Spring, TX 77373  
713-353-5040

Prof. Maida Saarlus  
Department of Aerospace Engineering  
U.S. Naval Academy  
Annapolis, Maryland 21402

Samy Thirumalaisamy  
Northern Research and Eng. Corp.  
219 Vassar St.  
Cambridge, MA 02139  
617-491-2770

J. O. Wiggins  
Division Manager  
Research Department  
Technical Center, Building F  
Caterpillar Tractor Company  
Peoria, IL 61602  
309-578-6978

J. S. Yampolsky  
Senior Technical Advisor  
Advance Concepts Div.  
General Atomic Company  
P.O. Box 81608  
San Diego, CA 92138

#### TURBOMACHINERY COMMITTEE

R. A. Langworthy, Chairman  
Eustis Directorate, USAAMRD  
Attn: SAVDL-EU-TAP  
Fort Eustis, VA 23604  
804-876-2400/2962

W. G. Steltz, Vice-Chairman  
Manager, Thermodynamics  
Steam Turbine Div. (A303)  
Westinghouse Electric Corp.  
Lester Branch P.O. Box 9175  
Philadelphia, PA 19113  
215-595-4213

Eric E. Abell  
ASD/ENJEA  
Wright-Patterson AFB, OH 45433  
513-255-2576/2415

Prof. I. Ariga  
12-7 Nakaochiai 3-chome  
Shinjuku-ku, Tokyo 161  
Japan

F. S. Bhinder  
Hatfield Polytechnic  
School of Engineering  
P.O. Box 109, Hatfield  
Herts AL10 9AB, Great Britain

Dr. Wallace Bowley  
Mechanical Engineering Dept.  
Box U-139  
University of Connecticut  
Storrs, CT 06268  
203-486-2090

Emanuel Boxer  
Langley Research Center  
NASA-Mail Stop 249B  
Langley Station  
Hampton, VA 23665  
804-827-4576

Dr. M. P. Boyce  
Mechanical Engineering Dept.  
Texas A&M University  
College Station, Texas 77843  
713-845-1251

Robert O. Bullock  
AirResearch Manufacturing Co.  
402 S. 36th St., P.O. Box 5217  
Phoenix, AZ 85010  
602-267-3535

Franklin O. Carta  
Supervisor, Aeroelastics  
United Technologies Res. Center  
Silver Lane  
East Hartford, CT 06108  
203-565-4936

Prof. J. Chauvin  
Von Karman Institute for Fluid Dynamics  
Chaussee de Waterloo, 72  
1640 Rhode-St.-Genese, Belgium

Dr. J. Fabri  
Office National D'etudes et de Recherches Aeronautiques  
29, Avenue de la Division Leclerc  
92 Chatillon, France

Dr. Sanford Fleeter  
Detroit Diesel Allison Div., G.M.C.  
P.O. Box 894  
Indianapolis, IN 46202  
317-243-5743

Denis Frith  
Mechanical Engineering Division  
Aeronautical Research Lab  
Box 4331, G.P.O. Melbourne  
Vic. 3001, Australia  
(003) 64-0251, Ext. 406

Prof. Allen E. Fuhs  
Department of Aeronautics  
(Code 57 Fu)  
Naval Postgraduate School  
Monterey, CA 93940  
408-646-2586

Prof. Dr.-Ing. Heinz E. Gallus  
Institut für Strahlantriebe  
und Turbomaschinen  
der Techn. Hochschule Aachen  
Templergraben 55  
5-5100 Aachen, Germany  
(0241) 42-5501

Dr. J. P. Gostelow  
School of Mechanical Engineering  
NSW Institute of Technology  
Broadway  
Sydney, Australia  
(02) 20-930, Ext. 9701

Dr. G. Gyarmathy  
Brown Boveri, and Co., Ltd. TX-2  
Ch-5401 Baden, Switzerland

R. A. Harmon  
Consultant  
25 Schalren Drive  
Latham, NY 12110  
518-285-8651

M. J. Hartmann, Chief  
Fan & Compressor Branch  
NASA Mail Stop 5-9  
21000 Brookpark Road  
Cleveland, OH 44135  
216-433-4000, Ext. 6650

Paul Hermann  
Sunstrand Corp.  
4751 Harrison Avenue  
Rockford, IL 61101  
805-226-6767

David Hoffman  
Bldg. 11R  
Trane Co.  
LaCrosse, WI 54601  
608-788-0188

Ray Horn, Jr.  
Williams Research Corp.  
2280 West Maple Road  
Walled Lake, Mi. 48088  
313-624-5200, Ext. 277

Dr. D. Japikse  
Creare, Inc.  
Hanover, NH 03755  
603-643-3800

Burgess H. Jennings  
Prof. Mechanical Engineering  
Northwestern University  
Evanston, IL 60201  
312-251-8604

Burton A. Jones  
Manager, Advanced Technology  
Pratt & Whitney Aircraft Group  
Government Products Division  
W. Palm Beach, FL 33402  
305-844-7311, Ext. 3341

Merle L. Kaesser  
Project Mgr., Alternate Engines  
John Deere Product Engineering  
Center  
P.O. Box 270  
Waterloo, IA 50704  
319-235-4854

David P. Kenny  
Chief, Centrifugal Compressor  
Rsch. (P&WC)  
Pratt & Whitney Aircraft of  
Canada Limited  
Box 10  
Longueuil, Quebec J4K 4X9  
514-677-9411, Ext. 567

Prof. J. L. Kerrebrock  
Aeronautics & Astronautics Dept.  
31-265 Massachusetts Institute  
of Tech.  
Cambridge, MA 02139  
617-253-2486



Dr. Jerzy Krzyzanowski  
Institute of Fluid Flow Machinery  
of the Polish Academy of Sciences  
80-952 Gdansk, Poland  
ul. Gen. J. Fiszer

Dr. B. Lakshminarayana  
The Pennsylvania State University  
233 Hammond Building  
University Park, PA 16802  
814-863-0602

Dr. C. Herbert Law  
AFAPL/TBC  
Air Force Aeropropulsion Laboratory  
Wright-Patterson AFB, OH 45433  
513-255-4738

Lt. Col. G. S. Lewis, Jr.  
Aerospace Science Directorate  
AFOSR, Code NA  
1400 Wilson Blvd.  
Arlington, VA 22209

Dr. A. A. Mikolajczak  
Manager, Aerodynamic, Thermo-  
dynamic and Control Systems  
Pratt & Whitney Aircraft Group  
400 Main Street, Adm. 1N  
East Hartford, CT 06108  
203-565-4174

Dr. Max J. Miller  
Research Department 11R  
The Trane Company  
LaCrosse, WI 54601  
608-782-8000, Ext. 2520

Prof. Erik Nilsson  
Institutionen for  
Strömningsteknik  
Chalmers Tekniska Högskola  
Fack, 402 20 Göteborg 5, Sweden

Richard A. Novak  
General Electric Co.  
1000 Western Ave., Mail Stop 24048  
Lynn, MA 01910  
617-594-3370

Dr. Theodore H. Okiishi  
Dept. of Mechanical Engineering  
Iowa State University  
Ames, IA 50010  
515-294-2022

Dale Rauch  
AVCO Lycoming Division  
550 So. Main Street  
Stratford, CT 06497  
203-378-8211, Ext. 869

Prof. William B. Roberts  
Aerospace Laboratory  
University of Notre Dame  
P.O. Box 537  
Notre Dame, IN 46556  
219-283-8750

Colin Rodgers  
Solar Turbines International of  
International Harvester Co.  
2200 Pacific Highway  
P.O. Box 80966  
San Diego, CA 92138  
714-238-5721

Marvin Schmidt  
Technical Area Manager —  
Compressors  
AFAPL/TBC  
Wright-Patterson AFB, OH 45433  
513-255-2121

George Seely  
Technical Area Manager—  
Simulation Techniques  
Aerospace Engineering  
AFAPL/TBA, Bldg. 18D — Area B  
Wright-Patterson AFB, OH 45433  
513-255-4830/2367

Prof. Y. Senoo  
Research Institute of Industrial Science  
Kyushu University  
Hakozaki, Fukuoka 812  
Japan  
092-641-1101, Ext. 3881

Prof. George K. Serovy  
Dept. of Mechanical Engineering  
Iowa State University  
Ames, IA 50010  
515-294-2023

Paul Shahady  
AFAPL/TBC  
Wright-Patterson AFB, OH 45433  
513-255-3904

Prof. D. G. Shepherd  
Mechanical and Aero Engineering  
Upson Hall  
Cornell University  
Ithaca, NY 14853  
607-256-5068

Prof. F. Sisto  
Mechanical Engineering Dept.  
Stevens Institute of Technology  
Hoboken, NJ 07030  
201-792-2700, Ext. 250

Dr. Leroy H. Smith, Jr.  
Mail Zone H43  
General Electric Company  
Cincinnati, OH 45215  
513-243-4315

Dr.-Ing. H. Starken  
Institut für Luftstrahltriebwerke  
Deutsch. Forschungs- und  
Versuchsanstalt für Luft- und  
Raumfahrt E.V.  
505 Porz-Wahn  
LinderHohe, W. Germany

Harold D. Stetson  
Senior Design Product Engineer  
Pratt & Whitney Aircraft Group  
Government Products Division  
W. Palm Beach, FL 33403  
305-844-7311, Ext. 316

A. W. Stubner  
Engineering 1F1  
Pratt & Whitney Aircraft  
400 Main Street  
East Hartford, CT 06108  
203-565-7578

John R. Switzer  
AiResearch Manufacturing Co.  
402 So. 36th St., P.O. Box 5217  
Phoenix, AZ 85010  
602-267-3819

Dr. Widen Tabakoff  
Department of Aerospace Engineering  
and Applied Mechanics  
University of Cincinnati  
Cincinnati, OH 45221  
513-475-2849

Prof. H. Tanaka  
Institute of Space & Aeronautical  
Science  
University of Tokyo  
6-1, Komaba 4-chome, Meguro-ku  
Tokyo 153, Japan  
03-467-1111

Dr.-Ing. H. Weyer  
Institut für Luftstrahltriebwerke  
Deutsche Forschungs- und  
Versuchsanstalt für Luft- und  
Raumfahrt E.V.  
5 Cologne 90, Post Office 906058  
W. Germany  
02-203-(Porz) 601-2244

J. O. Wiggins, Staff Engineer  
Gas Turbine Division (TC-F)  
Caterpillar Tractor Co.  
Peoria, IL 61606  
309-578-6978

H. J. Wood  
P.O. Box 5710  
Sherman Oaks, CA 91413  
213-783-8162

J. Yampolsky L-118  
General Atomic Company  
P.O. Box 81608  
La Jolla, CA 92138  
714-455-4297

## VEHICULAR COMMITTEE

Thomas M. Sebestyen, Chairman  
1720 Glastonbury  
Ann Arbor, MI 48103  
313-662-2854

Roy Kamo, Vice-Chairman  
Director, Advanced Engines &  
Systems  
Cummins Engine Company, Inc.  
Columbus, Indiana 47201

H. C. Eatock, Past Chairman  
Chief Aerodynamics Engineer  
Pratt & Whitney Aircraft of  
Canada Ltd.  
P.O. Box 10  
Longueuil, Quebec J4K 4X9  
Canada

Albert H. Bell  
Exec. Engineer  
Advanced Products Engineering  
General Motors Corporation  
General Motors Technical Center  
Warren, MI 48090

Steven Berenyl  
Teledyne Continental Motors  
76 Getty St.  
Muskegon, MI 49440

Louis S. Billman  
Marketing Dept.  
United Technologies Corp.  
General Products Division  
P.O. Box 2691  
West Palm Beach, Fla. 33402

D. W. Dawson  
AiResearch Manufacturing Company  
Div. of Garrett Corporation  
406 South 36th Street  
Phoenix, Arizona 85034

G. C. Erdman  
Vice-President  
Fabrallay Division  
Stolper Industries, Inc.  
W160 N9338 Industrial Avenue  
Menomonee Falls, Wis. 53051

Robert Harmon  
25 Schalren Drive  
Latham, New York 12110

Merle L. Kaesser  
Waterloo Engine Division,  
John Deere  
Waterloo, Iowa 50704

Keiji Kinoshita  
Manager, New Power Source  
Research Dept.  
Nissan Motor Co. Ltd.  
Central Engineering Laboratories  
1, Natsushima-cho  
Koyasuka City  
Kanagawa-Pref., 237, Japan

Sven-Olof Kronogard,  
Managing Director  
United Turbine AB  
N. Grangesbergsgatan 18  
S-21450 Malmö, Sweden

John G. Lanning, Manager  
Advanced Engine Components Dept.  
Erwin Automotive Plant  
Corning Glass Works  
Corning, New York 14830

Paul E. Machala  
Senior Project Engineer  
U.S. Army Tank-Automotive  
Command  
AMSTA-GR Propulsion Systems Lab.  
Warren, MI 48090

L. B. Mann  
Sr. Research Staff Engineer  
Gas Turbine Engrg. & Research  
Office  
Chrysler Corporation  
P.O. Box 1118  
Detroit, MI 48231  
William F. McGovern  
U.S. Army MERDC  
AMXFB-EM  
Fort Belvoir, Virginia 22060

Arthur F. McLean  
Manager, Turbine Development  
Engineering & Research Staff  
Ford Motor Company  
20000 Rotunda Drive  
Dearborn, MI 48121

Bob A. Mercure  
Room 2117, Heat Engines Branch  
Environmental Research &  
Development Admin.  
Trans. Energy Conservation Div.  
20 Massachusetts Ave. NW  
Washington 20545, D.C.

Charles R. Miller  
Research Department  
Caterpillar Tractor Co.  
100 N.E. Adams St.  
Peoria, Illinois 61602

R. E. Morris  
Pratt & Whitney Aircraft of  
Canada Ltd.  
P.O. Box 10  
Longueuil, Quebec J4K 4X9  
Canada

Daniel N. Nigro  
Detroit Diesel Allison Division  
General Motors Corporation  
Plant #8 — T14  
P.O. Box 894  
Indianapolis, Ind. 46206

W. L. O'Neill  
Fram Corporation  
East Providence, R.I. 02916

Hiroshi Osawa  
Toyota Motors Company  
Hibiya-Mitsui Building  
1-12-1 Yaraku-cho, Chiyoda  
Tokyo 100, Japan

R. N. Penny  
12 Alderbrook Road  
Solihull, Warwickshire  
England

Elias H. Razinsky  
Senior Research Engineer  
Research Laboratories  
General Motors Corp.  
General Motors Technical Center  
Warren, Mi. 48090

Jack W. Rizika, President  
Northern Research & Engineering  
Corp.  
219 Vassar Street  
Cambridge, Mass. 02139

R. L. Saslaw  
Market Consultant  
TRW-Equipment  
23555 Euclid Avenue  
Cleveland, Ohio 44117

Gerald D. Skellenger  
Power Systems Dept.  
General Motors Research  
Laboratories  
12 Mile & Mound Roads  
Warren, Mi. 48090

Kenneth A. Teumer  
Manager Sales and Service  
Engine and Turbine Controls Division  
Woodward Governor Company  
1000 East Drake Road  
Fort Collins, Colorado 80521

Eberhard Teifenbacher  
Daimler-Benz Aktiengesellschaft  
7 Stuttgart 60 (Unterturkheim)  
Mercedesstrasse, Germany

Richard J. Trippett  
Power Systems Department  
Research Laboratories  
General Motors Corp.  
General Motors Technical Center  
Warren, Mi. 48090

Bruce Wadman, Editor and Publisher  
Diesel and Gas Turbine Progress  
P.O. Box 7406  
Milwaukee, Wis. 53213

Professor Ichiro Watanabe  
Dept. of Mechanical Engineering  
Faculty of Engineering  
Kanto Gakwin University  
4834 Mutsuuro-cho Kanazaka-Ku  
Yokohama City 236, Japan

Professor Robert L. Whitlaw  
Virginia Polytechnic Institute  
Department of Mechanical  
Engineering  
Blacksburg, Virginia 24061

Homer J. Wood  
H. J. Wood and Associates  
14285 Valley Vista Blvd., Box 5710  
Sherman Oaks, California 91413

Dole E. Woomert  
Mobility, Project Area  
Combat Support Division  
Army Material Systems Analysis  
Agency  
Aberdeen Proving Ground  
Maryland 21105

## GAS TURBINES AT JOINT POWER GENERATION CONFERENCE IN LONG BEACH

By PAUL J. HOPPE  
Chairman, Utilities Committee

"Energy—The Backbone of the Economy" is the theme for the 1977 Joint Power Generation Conference, September 19-21, at the Queen Mary Hotel, Long Beach, California. The following gas turbine sessions are scheduled; in addition, the Electric Utilities — Operations and Applications Committee will meet on September 20 at 9:00 A.M.

### Session No. 3, Monday, Sept. 19, 2-5 P.M.: Present and Future Combined Cycle Experience and Technology.

"Combined Cycle Repowering—Initial Operating Experience, Long Beach Generating Stations Units 8 and 9" by G. J. Stawniczy, Southern California Edison Co., and William E. Fahmey, Turbodyne Corp.

"Commercial Powerplant Design Development for the Coal Fired Combined Cycle" by J. R. Peterson and V. H. Lucke, General Electric Co.

"The High Temperature Water Cooled Gas Turbine in Combined Cycle with Integrated Low BTU Gasification" by R. K. Alff, General Electric Co.; G. B. Manning, ERDA High Temperature Turbine Technology Program, and R. C. Sheldon, General Electric Co.

"Startup and Initial Operating Experience of Braintree's 85-MW Combined Cycle Unit" by Charles H. Armstrong, R.W. Beck and Associates, and Donald H. Newton, Braintree Electric Light Dept.

### Session No. 13, Tuesday, Sept. 20, 2-5 P.M.: Planning With Gas Turbines.

"An Experimental Evaluation of a Single Stage Water-Cooled Gas Turbine" by H. M. Leibowitz, General Electric Co.

"Combustion Turbines — Economic Choice" by Wilfred H. Comtois, Westinghouse Electric Corp.

"A New Approach for Planning with Gas Turbines" by W. D. Marsh and Bjorn M. Kaupang, General Electric Co.

"Nuclear Gas Turbine Power Plant Activities in the United States" by Colin F. McDonald and John M. Krase, General Atomic Co.

### Session No. 21, Wednesday, Sept. 21, 9-12 A.M.: Panel Session on Energy Conservation Planning With Combined Cycle, Repowering, and Cogeneration.

#### Panelists:

Winfred M. Crim, Fr. Chief, Advanced Power Systems Fossil Energy, ERDA; Richard B. Francher, Senior Mechanical Engineer, Generation Resources Planning Group, Pacific Gas and Electric Co.; John W. Neal, Chief, Components and Heat Engine Branch, Division of Conservation, Research and Technology/ERDA; Donald R. Plumley, Mgr. Gas Turbine Operational Planning and Advance Concepts Operation, General Electric Co.

## WINTER ANNUAL MEETING GAS TURBINE SESSIONS

### Nov. 28, Mon. A.M.— Combustion Diagnostic Methods

Instrumentation Techniques for Studying Heterogeneous Combustors.

Measurement of Particulate Size by In-Situ Laser-Optical Methods: A Critical Evaluation Applied to Fuel-Pyrolyzed Carbon.

Luminescent Visualization of Molecular and Turbulent Transport in a Plane Shear Layer.

Laser Spark Diagnostics of Particulate Matter in Combusting Gases.

Practical Considerations for Laser Light Scattering Diagnostics.

### Mon. A.M.—Aero-Thermodynamic Developments in Steam and Gas Turbine Systems

Aerodynamic Design and Verification of a Two Stage Turbine with a Supersonic First Stage.

Throughflow Calculations for Transonic Axial Flow Steam and Gas Turbines.

Moisture Measurements in Low Pressure Steam Turbines Using a Laser Light Scattering Probe.

Steam Bottoming Plants for Combined Cycles.

Thermal Fatigue Analysis of a Cooled Turbine Blade.

### Mon. P.M.—Flow Induced Rotor Whirl in Steam and Gas Turbines

Air Model of Labyrinth Seal Forces on a Whirling Rotor.

Low-Frequency Rotor Vibrations Excited by the Steam Flow in High-Pressure Turbines (Steam Whirl).

Rotor Whirl in Turbomachinery: Mechanism, Analysis and Potential Solutions.

Measurement of Non-Steady Forces in Three Turbine Stage Geometries Using the Hydraulic Analogy.

### Mon. P.M.—Gas Turbine Combustion

Fuel Hydrogen Content as an Indicator of Radiative Heat Transfer in an Aircraft Gas Turbine Combustor.

Heat Removal as a Promising Concept for Reducing NOx Formation.

Flame Characteristics of a NASA Contra Swirler Module.

Oxidation and Pyrolysis Products from Vaporizing n-hexadecane.

The Effect of Ambient Temperature and Humidity on the Carbon Monoxide Emissions of an Idling Gas Turbine.

### Nov. 29, Tues. A.M.—Gas Turbine Fuel Injection

Effect of Airstream Velocity on Mean-Drop-Diameters of Water Sprays Produced by Pressure and Air-Atomizing Nozzles.

The Influence of Liquid Film Thickness on Airblast Atomization.

Experimental Evaluation of Premixing-Prevaporizing Fuel Injection Concepts for a Gas Turbine Catalytic Combustor.

Development of a Catalytic Combustor Fuel/Air Carburetion System.

### Tues. P.M.—Vehicular Turbines, Fine Panel Discussion, Repeat of Tokyo Joint Conference

Introduction, R. Kamo, Cummins Engine Co.  
Keynote Speech, J. Jones, Williams Research.  
Trends of Vehicular Gas Turbine, J. G. Huebner Jr. or Hillerard Barrett, DDA.

Turbine Cycles Configuration, Transmission. Single Shaft Gas Turbine, K. Takasa, Komatsu Ltd. Two Shaft Truck Bus Gas Turbine, K. Kinoshita, Nissan Motors.

Multiple Shaft Gas Turbine, S. O. Kronogard, United Turbine.

Hybrid Vehicular Turbine, K. Nakamaru, Toyota Motors.

Aerodynamics Bearings Controls General Configuration, H. Shelp, AiResearch.

Advanced Materials for Vehicular Turbines, P. Walizer, Volkswagen.

Heat Exchanger, E. Tiefenbacher, Daimler Benz.

### Tues. P.M.—Gas Turbine Component Structural Analysis and Test

Effect of Slip on Response of a Vibrating Compressor Blade.

Probabilistic Analysis of a Three Degree of Freedom Turbine Subject to a Random Distribution of Mass Eccentricities in Rotor.

Engine Evaluation of a Vibration Damping Treatment for Inlet Guide Vanes.

An Example of Additive Damping as a Cost Saving Alternative to Redesign.

A Method for the Optimization of Design Parameters for an Uncooled Radial Turbine.

### Nov. 30, Wed. A.M.—Gas Turbine Components Stress and Fracture Analysis

Boundary Integral Equation Analysis of Advanced Turbine Disk Rim Slot.

Determination of Edge Thermal Stresses and KI Factor at Tip of Hollow Turbine Buckets.

Application of an Eigenfunction Expansion to the Determination of Stress-Intensity Factors.

Fracture Mechanics Life Prediction System for Cracking at Notches with Primarily Compressive Thermal Stress.

### Wed. P.M.—Failure Criteria for Ceramics

High Frequency Ultrasonic Evaluation of Ceramics for Gas Turbines.

Effects of Service Conditions on Proof Testing of Silicon Nitride.

Structural Designing with Ceramic Materials.

Designing with Ceramics to Achieve Structural Reliability.

Time Dependent Response of Silicon Nitride.

### Dec. 1, Thurs. A.M.—Ceramics Design Technology

Characterization of Commercial Ceramic Materials for Turbine Engines.

Design Study of Ceramic Components for Aircraft Turbine Engines.

Demonstration of Ceramic Design Methodology for a Ceramic Combustor Liner.

Application of Ceramic Turbine Outer Seals to Advanced Gas Turbine Engines.

(Continued on Page 18)

### Wembley Conference Center London, England April 9-13, 1978

This is the preliminary travel notice of the 1978 Gas Turbine Conference scheduled for London April 9-13, 1978.

The ASME Travel Coordinators have planned a basic program in London which will include air transportation, hotel accommodations, transfers, breakfast, service charge and a sightseeing tour of London.

In addition to the basic Congress program there will be offered post Congress tours to Great Britain and the Continent as indicated in the survey below.

In order to help us plan the most convenient and economical travel arrangements, please indicate your travel interest on short survey below and mail it to us as soon as possible.

ASME TRAVEL COORDINATORS  
International Congress and Convention  
Association  
25 West 43rd Street  
New York, New York 10036  
Tel: 212-239-1555 or 212-239-0043

I would like to receive more information on Post Congress Program:

.....Scotland & Wales .....Ireland

.....France — Paris & Chateaux de Loire Valley

.....Germany — Cologne, Rhine River, Heidelberg, Romantic Road, Munich  
.....Austria-Switzerland — Vienna, Salzburg, Zurich

.....Scandinavia — Bergen, Oslo, Stockholm, Copenhagen

.....Independent travel (F.I.T.). I am interested in visiting the following cities:

.....

.....

.....

.....Self-drive car/train tours in Britain

Please return this survey with the previous request at your earliest convenience to:  
International Congress and Convention Association (ICCA)  
25 West 43rd Street  
New York, New York 10036

Name .....

Address .....

City .....

State ..... Zip .....

Telephone (Home) .....

(Office) .....

Number of persons expected to travel:

Adults ..... Children .....

I want to stay a total of ..... days on this trip.

I would like to receive more information on:

.....Basic program—April 9-13, 1978.

My gateway for transatlantic flight will be:

New York Boston Philadelphia Washington Miami

Chicago Detroit Los Angeles Montreal Toronto

(Please circle.)

### Winter Annual Meeting

(Continued from Page 17)

#### Thurs. P.M.—Larger Vehicular Turbines

The Manufacture of Power Metallurgy Preforms for Forging Applications.

Production Inspection of Near Net Turbine Disc Shapes.

Advancement in Powder Metallurgy Technology for Application in Jet Engines.

Total System Intergradation for Advanced Armour Vehicles.

Update on Progress of Versital Industrial Power Engines.

### VON KARMAN INSTITUTE LECTURES IN 1978

#### OFF-DESIGN PERFORMANCE OF GAS TURBINES (January 30-February 3, 1978)

The aim is to review the present state of the art in this subject area. A first group of lectures will treat the problem of component behaviour at nonoptimal operating conditions for two and three dimensional configurations, and will include an assessment of current calculation methods. Subsequent lectures will be devoted to an analysis of the complete gas turbine (component matching, bleed, variable geometry, unstable flow regimes, etc.) and to the dynamic behaviour of industrial compressor circuits with reference to a typical example.

#### COMBINED CYCLES FOR POWER GENERATION (April 24-28, 1978)

The world energy crisis has stimulated the development of combined cycles for power generation because of their great potential for improving cycle efficiency. The programme will include the following types of combined cycle: open gas turbine/steam turbine with unfired and fired boiler, open gas turbine/steam turbine with integrated coal gasification, closed cycle gas turbine/steam turbine with organic fluid bottom cycle M H D/steam turbine.

The cost of each lecture is 8,000 B.F. (about \$225.00). Those requiring further information about above programmes are requested to write to: The Director, von Karman Institute for Fluid Dynamics, Chasse de Waterloo 72, 1640 Rhode-Saint-Genese, Belgium. Please give your full name and company name and address and nationality.

### SUBSCRIPTION FOR THE PROCEEDINGS OF THE 1977 TOKYO JOINT GAS TURBINE CONGRESS

Through the cooperation of all the participants, the 1977 Tokyo Joint Gas Turbine Congress held at the Tokyo Prince Hotel from May 22nd till 27th was a great success.

The Proceedings of the Congress, which include technical papers, questions and answers will be published in mid-September. The subscription charges are listed below. Please complete the attached form and remit the necessary amount to the designated bank account at the time the form is forwarded to us. Please note that payment should be made in Yen.

#### Charges

Y10,000/copy for those who participated in the Congress

Y15,000/copy for those who did not participate in the Congress  
(includes surface mail charges)

### PROGRESS REPORTED ON CERAMIC GAS TURBINES

Progress in the field of ceramic turbine technology was reported at the recent second conference on Ceramics for High Performance Applications organized by the U.S. Army Mechanics and Materials Research Center. The conference was held at Newport, R.I., March 21 through 25, 1977. Over twenty companies from Germany, England and United States participated with presentations by Daimler-Benz, Volkswagenwerk, Joseph Lucas, Pratt & Whitney, Solar, SKF, Garrett, Westinghouse, and Ford. Because the Defense Advanced Research Projects Agency of D.O.D. and Ford have been jointly sponsoring a program to develop the use of brittle materials for engineering applications, several presentations were made by Ford covering design, materials, and testing of stationary and rotating ceramic components.

Of particular interest was the report on Ford's engine test of an all-ceramic turbine rotor at 2200-2300°F turbine inlet temperature and 45,000 rpm for over 10 hours without failure. Besides the rotor, the hot gas flowpath in the engine was comprised of a number of stationary ceramic components including a nose cone, and stator and rotor tip shrouds made of reaction bonded silicon nitride. In other tests the stationary components have been successfully evaluated at higher TIT's and for longer periods of time as follows.

Component	Best Hours of Survival (without failure)	
	1930°F	2500°F
SiC Combustor		
Reaction Bonded	175 hours (175) <sup>1</sup>	26 hours (25) <sup>2</sup>
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> Nose Cone		
Reaction Sintered	220 hours (175)	25 hours (25)
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> Stator		
Reaction Sintered	177 hours (175)	25 hours (25)
SiC Stator		
Reaction Bonded	177 hours (175)	18 hours <sup>2</sup> (25)
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> Tip Shrouds		
Reaction Sintered	245 hours (175)	25 hours (25)
<sup>1</sup> Program Goal		
<sup>2</sup> Still on Test		

Since the 10-hour test reported at the Newport Conference, the all-ceramic rotor and all of the associated stationary ceramic components were carefully inspected and reinstalled in Ford's 820 ceramic gas turbine engine. The engine was fired and the rotor accelerated to 50,000 rpm at an

(Continued on Page 19)

#### Bank Account

Daiichi-Kangyo Bank, Shinjuku Branch  
Gas Turbine Society of Japan  
Account No. 066-1423331

#### Deadline Date for Application

Immediately or before Sept. 1, 1977.

#### FORM OF APPLICATION FOR SUBSCRIPTION

Name: .....

Firm/Association: .....  
Complete Mailing Address: .....

.....

No. of Copies:  
@Y10,000 x ..... copies = Yen .....

@Y15,000 x ..... copies = Yen .....

Please send this form with check in Yen to:

1977 Tokyo Joint Gas Turbine Congress

Secretariat

c/o Sansei International Inc.

Shoyva Bldg., 1-7-5, Akasaka, Minato-Ku,  
Tokyo, 107 Japan

## Progress Reported

(Continued from Page 18)

average turbine inlet temperature of 2250°F. The rotor was successfully run at this condition for 25 hours, during which individual TIT's of 2350°F were recorded.

Upon completion of 25 hours, the average TIT was pushed up to 2500°F and the rotor was successfully tested at this temperature and 50,000 rpm for the next 1½ hours with individual TIT's of 2580°F recorded. At these extreme operating conditions, measured air temperatures ahead of the rotor front face near the rotor bore were about 1900°F—considerably higher than expected. This caused concern about the metal parts used to mount the ceramic rotor. Therefore, a cautious shutdown procedure was used to reduce the TIT very slowly. In spite of this, a failure occurred in the metal-ceramic interface part at about 1900°F TIT. The metal parts are being redesigned and rig tests are underway to resolve this problem. The unprecedented test is the first time a ceramic rotor has been operated at these speed/temperature/time conditions.

In addition to the work reported by Ford, four papers were by Westinghouse Electric Company at this meeting. This in essence constituted the final presentation on the large engine portion of the original ARPA "Brittle Materials Design Program." An overview of the ARPA Project was presented including: a stress analysis of the large stator vane and correlation with results from the 2500°F cascade rig tests, a review of progress on the EPRI Ceramic Rotor Blade Program, and a report of progress on various ARPA-ERDA sponsored materials developments. The major point was that the cascade rig tests, while indicating a clear need for further materials improvements and better designs, nevertheless gave strong evidence for the ultimate feasibility of ceramics for industrial turbines. Indeed, the results of their stress and rig analysis indicated that if a hot wall, essentially uniform temperature combustor could be used, current materials and designs would be adequate. The improved silicon nitride materials were also discussed and showed much progress in the materials improvement sphere. Thus, although much work remains to be done, the potential of ceramics as uncooled vanes for large industrial gas turbines looks bright.

One of the high points of this meeting was an in-depth review of the German Government, Ministry of Science and Technology's (BMFT) Program. The BMFT Program is funded at a slightly higher rate than the ARPA/ERDA/Ford Program i.e., about \$4 million per year as opposed to \$2.5 million (FY77). The BMFT Program is aimed at fostering component technology (rotors and heat exchangers in particular) and materials processing and fabrication technology, rather than the more ambitious task of a complete engine. As a consequence there are nine independent, but coordinated programs; three with engine producers (VW, Daimler-Benz, and MTU), four with ceramic companies and powder suppliers (Annawerk, Degussa, Rosenthal-AME, and H.C. Stark), and at least two with research institutes (MPI-Stuttgart & U. of Karlsruhe). VW presented their approach to a duo-density all-ceramic rotor, and reported cold spin test results on hubs and bladed rotors. MTU discussed results on ceramic blades (including duo-density blades) inserted into metal hubs and reported 250 hours testing of a silicon carbide combustor tube at 2500°F. Daimler-Benz reviewed design and fabrication approaches to a silicon nitride recuperator. The papers on ceramic processing indicated several innovations in hot pressing, ceramic bonding, densification and powder production. The overall impression given by the German papers was that of considerable progress, commitment, and innovation.

The new ARPA/Garrett program to upgrade, by use of ceramic components, a T76 engine and demonstrate its enhanced performance in a small Naval vessel, was reviewed. As this program is relatively new, there were no component or engine tests to report on. However, the program's design phases and preliminary cold and hot blade spin tests are on schedule and have been successful.

Aside from the successful hot engine test of an aerodynamically functional rotor by Ford, two other hot spin tests of ceramic or ceramic/metal hybrid rotors were reported. In one, Pratt and Whitney, Florida tested in a hot spin pit a rotor, made of hot pressed silicon nitride blade forms in a super alloy hub, to 45,000 rpm for 50 hours at 2250°F. Dr. Godfrey of the Admiralty Research Laboratory in England, reported that a small reaction bonded silicon nitride radial inflow turbo-charger rotor, with an integral ceramic shaft, was spun to 70,000 rpm @ 700°C, at which point the shaft failed. Nevertheless, given that the rotor was made of reaction bonded Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> (less than 40% the strength of the hot pressed Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) and that the shaft had a sharp step (i.e. a significant stress concentration), this represents a considerable accomplishment.

Other papers dealt with the considerable progress in the past 3 years in the application of Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> to high performance bearings; the application of ceramics to Lysholm expanders; experience with ceramic nozzle segments in the Solar/MERADCOM 10KW Engine; and new materials developments.

This was a very informative meeting which recorded the progress in the area of turbine ceramics since the first Army Conference on Ceramics for High Performance Applications held at Hyannis, Mass., in 1973. The proceedings of the Newport meeting which will be published in about 6-9 months (Brook-Hill Publishing Co., Chestnut Hill, MA) should be a valuable addition to the library of all gas turbine engineers as we are sure to be more and more involved with the application of ceramic materials as time goes on.

## THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS

and

## THE INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS

cosponsor

## THE 23rd ANNUAL INTERNATIONAL GAS TURBINE CONFERENCE

### CALL FOR PAPERS — '78 CONFERENCE IN LONDON, ENGLAND

The 1978 International Gas Turbine Conference and Products Show will be held on April 9-13 at Wembley Conference Center in London, England. This Conference is being co-sponsored by the Gas Turbine Division of ASME and the Institution of Mechanical Engineers, England. Papers are invited concerning all aspects of gas turbine technology including research and development, system concepts, applications, and operational experience. Papers of potential interest to gas turbine users are particularly encouraged.

Authors should submit abstracts of the papers directly to appropriate technical committees or to the Program Chairman, Dr. A. A. Mikolajczak,

## NEW YORK CITY BLACKOUT

A heading in the Wall Street Journal of 7-15-77 said "It Was Act of God, Con Edison Insists." This article quoted what many utilities thought of the blackout. For example "Commonwealth Edison in Chicago has better connections with neighboring utilities than has Con Edison to borrow power quickly."

Similar comments came from Cleveland, Portland, Oregon; Reno, Nev.; Boston, etc. Boston said we "built a one-million kilowatt generating station and installed diesels and gas turbines to quickly restart big generating units that have been closed down plus additional big transmission lines to neighboring utilities." Luce of Con Edison said "Had Con Edison been able to start up its own generators immediately when it lost the capability of importing power the blackout could have been averted" (From N.Y. Daily News 7-16-77). **The New York Post—"gas turbine generators within N.Y. City could have replaced most of the power lost." Now "Con Ed has decided to operate these turbines to prevent another blackout."**

We in the Gas Turbine Div. know the power utilities are still relatively new. Many changes are taking place in many power companies but unfortunately Con Edison does not have the money to make all the changes they should make.

In another 50 years the steam turbine plant will go the way the steam engine went. We should have combined cycle plants where even steam is used and in this case if the plant is shut down the gas turbine can be started immediately, and the steam turbine can start in an hour and not be dead for 12 hours as in the recent blackout. Also all hospitals and many large office buildings will have their own reserve power which will help the power utility.

Even though Con Edison does have its problems including financial, they do have some men who are looking forward to making combined cycle power plants and are looking forward in the right direction. Again let us say **look forward** but it's going to take Con Edison at least 10 years to get such a large company reorganized in the future development of power etc.

## NEW GAS TURBINE MOVIE AVAILABLE FOR VIEWING

Maurice Jones, ASME's Director of Public Relations, has available copies of the new ASME film dealing with the gas turbine engine for viewing by interested parties. The film was produced by a professional organization with film clips provided by a number of manufacturers. It deals with the fundamentals and applications of the gas turbine in a nontechnical manner suitable for general audiences and would be useful for introducing the subject at meetings, television talk shows, management briefings, social occasions, etc.

Members desiring the loan of a copy of the film should contact Maurice directly at the following address. Copies are also for sale at \$100 each. The film is 16mm, color, and is in sound. Running time is eight minutes.

Director of Public Relations, ASME  
345 East 47th St., New York, N. Y. 10017

Pratt & Whitney Aircraft Group, 400 Main Street, Adm. 1N, East Hartford, Connecticut 06108; telephone 203-565-4174. Abstracts of the papers should have been received about 1 June. If you did not send in your abstract you can still send in the final manuscript by 1 September 1977, it will have to be reviewed before being accepted.

— EXHIBITORS —  
1978 LONDON  
PRODUCTS SHOW

AAR Technical Service Center  
ACMI Industrial Division,  
American Cystoscope Makers, Inc.  
AEG—Kanis Turbinenfabrik GmbH  
A.E. Turbines and Glacier Metal,  
Associated Engineering Group  
Alfa-Laval/DeLaval  
American Air Filter Co., Inc.  
The American Society of Mechanical  
Engineers, Membership Dev.  
The American Society of Mechanical  
Engineers Paper Sales  
Baird Atomic, Inc.  
BEAMA—British Electrical and Allied  
Manufacturers' Association Limited  
Bently Nevada Corp.  
Bescon Div. of the Plenty Group  
Brush Electric Machines Ltd.  
Chemtree Corp.  
Cooper Energy Services  
Curtiss-Wright Corporation  
Dana Corporation—  
Turbo Products Division  
Daniel Doncaster,  
Doncasters Monk Bridge Ltd.  
Diesel and Gas Turbine Progress  
Donaldson Europe S.V.  
Energy International  
Environmental Elements Corporation  
ETSCO Ltd.  
Firth Brown Ltd.  
The Firth-Derihon Stampings, Ltd.  
The Garrett Corp. AiResearch  
Manufacturing Co. of Arizona Div.  
Gas Turbine Publications, Inc.  
(Gas Turbine International &  
Gas Turbine Catalog)  
GEC, Gas Turbines  
General Electric Co.—G.T. Div.  
Gilbert Gikes & Gordon, Ltd.  
GKN Farr Filtration Ltd.  
Harrison Radiator Div. GM Corp.  
Hawker Siddeley Co.  
Heintz Div., Kelsey-Hayes Co.  
Henry Wiggins & Co., Ltd.  
High Duty Alloys Forgings Ltd.  
Howmet Turbine Components Corp.  
Industrial Acoustics Co., Inc.  
The Institution of Mechanical Engineers  
KEYMED  
Kingsbury, Inc.  
Kongsberg Gas Turbine and Power Systems  
or Kongsberg Vapenfabrikk/NATCO  
Kulite Semi Conductor Products, Inc.  
Lucas Industries (Lucas Aerospace)  
Maschinenfabrik Paul Leistritz GMBH  
Metrix Instruments Co.  
Noel Penny Gas Turbines  
Pequot Publishing Co.  
Petrolite Corporation  
Power Services, Inc.  
Projects, Inc.

# 1978 INTERNATIONAL GAS TURBINE CONFERENCE and invites your firm PRODUCTS SHOW to participate at

## WEMBLEY CONFERENCE CENTER LONDON, ENGLAND, APRIL 9-13, 1978

For information on the Products Show please contact:

J. W. Sawyer, Exhibit Director, Gas Turbine Division, ASME

24 WALNUT COURT, HENDERSONVILLE, N. C. 28739

Telephone: 704-693-0188

Telex: 899133 WHITEXPO

River Don Stampings, Ltd.  
Rolls-Royce Limited  
Industrial and Marine Division  
Serck Heat Transfer  
Simmonds Precision Products Inc.  
Solar Turbines International of  
International Harvester Co.  
SSS Gears Ltd.  
Stal-Laval Turbin AB  
Sulzer Brothers Ltd.  
TRW Defense & Space Systems Group  
Ultra Electronics, Ltd.  
United Technologies Corp.  
Utica Division, Kelsey-Hayes Co.  
Vosper Thornycroft  
Westinghouse Electric Corp.  
Woodward Governor Company

### BE SURE & COME TO THIS FINE CONFERENCE

#### LETTER TO THE EDITOR

Letter to the Editor by Andre Kovats concerning "Comments on Current Legislation and Impact on Combustion Turbines" by C. Seglem and P. Hoppe—GT Newsletter, April 1977:

I disagree with the opinion expressed in this article that "The combustion turbine industry could be legislated out of existence by the Senate Bill S-273."

The bill would bar only open cycle gas turbines from continuous power-generating service due to the oil and gas shortage. The industry has to blame itself, because it has neglected the development of the closed cycle turbine (with the exception of one company) and chose the easy way, especially by utilizing 2 to 8 jet engines to drive power generators.

Instead of fighting what is right, it would be better if the American industry would try to recover the lost time and follow the Swiss and German industries and work on the closed cycle turbine.

Or shall we have to import in the future, gas turbines from Europe, as the Amtrak had to import the Turbotrains from France which are very good Turbotrains.

### CLOSED-CYCLES COMMITTEE SESSIONS PROPOSED FOR APRIL 9-13, 1978 LONDON GAS TURBINE CONFERENCE

#### SESSION I

(Organizer R. G. Adams, General Atomic)

Turbomachinery Paper, Bammert, Hannover; Helium Turbomachine Seals, Bearings, etc., Adams, General Atomic; Helium Cascades, R. Rio, MTI; Dynamics and Control, Fruitschi & Hasselbacher, BBC; Acoustic Noise from Helium Turbomachinery in Closed Circuits, Yampolsky, General Atomic.

#### SESSION II

(Organizer C. F. McDonald, General Atomic)

The Closed-Cycle Gas Turbine—Present and Future Prospects for Fossil and Nuclear Heat Sources, McDonald, General Atomic; Heat Production in Nuclear CCGT, Bammert, Hannover; Nuclear CCGT Cooling Systems, Hewing, KFA; Steam & Hot Water from Nuclear CCGT, Tilliette, CEA; Alternate Design Approach for CCGT for Ship Propulsion, Kuo, UTRC.

#### SESSION III

(Organizer, George Manning, ERDA) — Combined Session with Coal Utilization Committee

Operation of Oberhausen II Plant, Deuster, EVO; Fossil-fired CCGT, Griepentrog, GHH; Ceramics for CCGT, Pietsch, AiResearch; CCGT on Coal Derived Fuels, Manning/Petersen/Kinney; CCGT with Fluidized Bed Combustor, Fraas, ORNL; Organic Prime Movers, Angelino, Milan.

GREEN SHEETS WERE DUE JUNE 1, 1977.

MANUSCRIPTS FOR REVIEW BY SEPTEMBER 1, 1977.

MANY UTILITIES USE THE NAME "COMBUSTION TURBINE" WHEN THEY MEAN "INTERNAL COMBUSTION TURBINE" WHICH IS AN OPEN CYCLE GAS TURBINE THAT BURNS OIL OR GAS. THE CLOSED CYCLE GAS TURBINE (OR STEAM TURBINE) OF COURSE BURNS ANY TYPE OF FUEL AND IS DRIVEN BY THE HOT GASES OR STEAM IN THE BOILER TUBES. THE CLOSED CYCLE GAS TURBINE IS OF COURSE MORE EFFICIENT THAN THE STEAM TURBINE.

#### Recent Exhibits in U.S. and Overseas

Location	1971 Tokyo	1972 San Francisco	1973 Washington	1974 Zurich	1975 Houston	1976 New Orleans	1977 Philadelphia
Number of Exhibitors	40	111	121	106	122	100	102
Number of Booths	60	267	277	260	259	230	2782
Attendance	3630	2210	2556	3210	2836	2800	224
Number of Companies Represented	566(67)b	674(93)a	663(94)a	714	802(124)a	774(170)a	640(140)a
Number of Countries Represented	17	17	21	43	24	22	29
a. Organizations Outside U.S.A.							
b. Outside Japan							

## 学 会 誌 編 集 規 定

1. 原稿は依頼原稿と会員の自由投稿による原稿の2種類とする。依頼原稿とは、会よりあるテーマについて特定の方に執筆を依頼するもので、自由投稿による原稿とは会員から自由に投稿された原稿である。
2. 原稿の内容は、ガスタービンに関連のある論説、解説、論文、速報（研究速報、技術速報）、寄書、随筆、ニュース、新製品の紹介および書評などとする。
3. 原稿は都合により修正を依頼する場合がある。
4. 原稿用紙は横書き400字詰のものを使用する。
5. 学会誌は刷上り1頁約1800字であって、1編について、それぞれ次の通り頁数を制限する。  
論説4～5頁、解説および論文6～8頁、速報および寄書3～4頁、随筆2～3頁、ニュース1頁以内、新製品紹介1頁以内、書評1頁以内
6. 原稿は用済後執筆者に返却する。
7. 依頼原稿には規定の原稿料を支払う。
8. 原稿は下記の事務局宛送付する。  
〒160 東京都新宿区新宿3-17-7、  
紀伊国屋ビル、財団法人慶応工学会内  
日本ガスタービン学会事務局  
(Tel 03-352-8926)

## 自 由 投 稿 規 定

1. 投稿原稿の採否は編集幹事会で決定する。
2. 原稿料は支払わない。
3. 投稿は随時とする。ただし学会誌への掲載は投稿後6～9ヶ月の予定。
4. 原稿執筆要領については事務局に問合せること。

日 本 ガ ス タ ー ビ ン 学 会 誌

第 5 巻 第 18 号

昭 和 52 年 9 月

編 集 者 鳥 崎 忠 雄

発 行 者 入 江 正 彦

(社)日本ガスタービン学会

〒160 東京都新宿区新宿3丁目17の7

紀伊国屋ビル(財)慶応工学会内

TEL (03)352-8926

振替 東京179578

印刷所 日青工業株式会社

東京都港区西新橋2の5の10

TEL (03)501-5151

非 売 品

