随筆

創造力論

石川島播磨重工業㈱　永野　治

近年の内外の論説の中に，日本の経済発展や，新技術の展開については高い評価をしながらも，日本人の創造力については批判的ないしは否定的なものがあり，いわゆる猿まね文明のそしりが根深く定着している感じが致します。

そこで抑々創造力とはどういうものかということから論じてみたいと思います。

我が国古来の大和言葉の中には創造という意味あいのものは見当らないようです。最も近いのが神話の国生みの“生む”の語ですが，元は素朴な生物観察から出たもので，旧約聖書的創造とは，かなり異質のものでしょう。

聖書の世界では創造は神の“みわざ”であり，人間は神のみこころのままに宿命の途を歩むことになっているのですが，１３世紀頃から世に出はじめた西欧の啓蒙家達によって迷蒙が次第に払われて来て，聖書との矛盾に首をかしげながらも，創造の本質をさぐろうとする人々が出はじめたようです。

いわゆる創造的労作というものは神の創造とは質的に違うようで，自然界の因果律を組織的に把握して合目的な労作を集積したものであり，むしろ理解の生長とでもいうべきでしょう。

人間の理性を活性化すれば，誰でも自然界の因果律を把握し得るものだというのが古来の聖賢の考え方であり，“如実知見”という仏教語などはこのことを説いたもので，的確素朴に科学的精神を表現して居り，それが世にいう創造力の根幹につながるものと了解されるのですが，我が国の閉鎖的環境では，永らく人々の精神活動はこのような知見の制限された状態が続き，馬車馬のように文字通りわき目もふらないで，部落意識に制約された狭い道をひたすらに歩き続けたのです。幾段階かの精神開放を経た西欧人の目にはそれはひねこびた心に見えたことでしようし，創造発明の契機からは遠ざかりがちだったのでしょう。

西欧の啓蒙家達が，人間精神開放の産婆役を果たしたことの意義は大きいのでしょうが，創造力などというものは，人種的に特異な思考能力ではなくて，其の差異は人間の天性というよりも，主として精神的環境によるものというべきでしょう。

全世界に分布する千差萬別の人種或は種族は，仔細に観察すれば，まことによく似て居り，他の動物達の変種の模様にくらべれば，まことに粒ぞろいというべきでしょう。

かってのインドのネール首相が独立運動中に娘に与える書として獄中で執筆した“父が子に与える世界歴史”の書き出しの部分に，“世界中の人類は皆大層よく似ているものだということを，先ず心に留めておきなさい。”と言って居り，これはまことに適切で含蓄の深い言葉だと思います。

日本人の創造力の活性化は，環境によって制約されて来たいわば不自由な精神活動を，お互の工夫によって自由なはたらきに開放することに依るべきでしょう。

抹香臭い話を持ち出すようですが，お釋迦さまの修業は，もろもろの苦のたねを理性の活性化によって克服することにあつたようですが，それはもろもろの情緒的なものからの解放のみならず，原始的諸宗教の宿命論的なものからの解放を含んで居り，啓蒙的なものであったようです。如実知見を更に解析的な世界観として示した三密印といわれるものが端的にそれを示して居り，諸行無常・諸法無我・涅槃寂静の表現によって此の世界が時間的にも空間的にも，あらゆる事物の因果律によるつながりによって構成せられて居り，従ってあらゆる現象は変りつづけ，萬物は相互依存関係にあって独立したものはなく，そうしたすがたで全世界は調和しているのだという意味です。

こうして情緒的なものを理性によって制禦出来る状態になるのが“覚り”の状態，即ち〝成佛”であり，もろもろの既存の宗教が超人間的な神の

（昭和61年5月26日原稿受付）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

存在を想定して居るのに対して，釋尊の思想は各個人自体が佛に成り得るというものであり，一切衆生悉有佛性と説いて居るのです。成佛と科学精神とは共通のものをもっているといえましょう。

因みに“ホトケ”という言葉は“ブッダ”の大和言葉のように思われ勝ちですが，その語源を辿りますと，仏教傳来当時の“大むらじ”であった物部の守屋が仏教を異国の蛮神の教えとして排撃する為に用いた罵倒の言葉であり，“ホトオリノケ”といって猥雑低劣なものを象徴する言葉だったのです。仏教界の識者の間にホトケの呼び名をやめようという言説があるほどです。

既に世間に定着した言葉を敢えてやめることもないのでしょうが，少なくとも佛とは有難がって拝む対象としての神とは質的に異なるもので，我々自身が成り遂げる可き境地だという理解は持つべきでしょう。

こんなことをくどくどと述べましたのは，創造の語の中に，古代宗教的な呪術，占術，祈禱術的な匂いがまつわって居るように見えるからで，いわゆる発明・発見というものが，自然界の解明による因果律の組織的把握であることを思えば，創造という語に拘わらぬ方が，技術発展の基盤をととのえることになると思われるからです。

釋尊の教えに立ち返ることが，精神開放の有力な手がかりであると共に，類似の契機は我々が歴史的に親しんで来た言葉の中にもいろいろと見付けることが出来ます。四年あまり前に長崎大学の泉修平さんが，機械学会誌に“開発雑感”という一文を寄せ，且って泉さんが三菱の長崎工場に勤務して居られた頃に当時の喜多所長の招きで，名古屋航空エンジン製作所長深尾淳二さんが話された講話のことを持ち出して居られますが，深尾さんは，“よく見れば，薺花咲く垣根哉”という芭蕉の句を持ち出して，開発に夢中の技術者が視野を失ない勝ちなことをいましめて居られ，人々の感銘を得られたことのようです。

深尾さんの屈託のない指導精神は当時の名古屋の技術者達の活性化に好影響を及ぼし，世界的水準を上廻る金星四型エンジンの出現を見たことなのです。

精神活動活性化の足取りは時代精神に反映されるものであり，かって26年前に当時IBMの教育部長だったDwayne Orton 教授が帝国ホテルで“明日の経営者”と言う題で講演した時に時代精神のことに触れ，近代四世紀について，17世紀を“審問と確認”，18世紀を“否定と発明”，19世紀を“獲得と競走”20世紀を“参加と協調”という風に規定し，ルネッサンスの精神開放に続く西欧社会の歩みを的確に表現して居ますが，この中に創造力の育った足取りが含まれているように思えます。

私は21世紀を“最適化と集積”の時代という風に予想しているのですが，これは一つの世界を指向する必然性を孕んで居そうですし，その間に人類の未完結の精神開放への手がかりを，釋尊の教えのルネッサンスに求めるべきではないかと思って居ます。

既往の日本の近代化は，端的に言えば西欧化であり，それが封建制時代に培われた合議制社会の風土に急速に浸透して現状に到達したのですが，全世界に現存する数々の矛盾の中で更に近代化を進めるにはもろもろの矛盾要素を体系的に最適化することが必要であり，このことは工学的方法の基本と同質のものですが，もはや西欧化の延長のみでは不充分であり，我々は脱西欧化の時代に歩を進めなければなりません。

2,500年前に釋尊が説かれた成佛の道は，人々の心の苦しみを解放する為の生涯をかけての遊説であり，個人の情緒を理性によって制禦するための実践を其の内容とするものでしたが，成佛の道は，もはや個人の魂の救いに止まるものではなく，秩序ある世界の構築の基礎となるべきものであり，成佛工学ともいうべき純理性的な情報体系を作り上げなければなりません。

これは釋尊の道のルネッサンスであり，高度機械化社会の基盤としての全人類的共同構築作業なのです。

もろもろの工学が万人の精神的労作の絶えざる集積であるように成佛の道も世のすべての人々の精神活動によって築き上げて行かなければなりません。そしてそれが我々の明日の創造力の場なのです。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/26.

論説・解説　CIMACとISOでのガスタービンの動向

石川島播磨重工業㈱　青 木 千 明

1. まえがき

筆者は，今年から図らずもCIMAC（Consel International des MAchines a Combustion，国際燃焼機関会議）のガスタービン部門論文審査委員の日本代表に選ばれ，去る1986年5月22，23日にポーランド国ワルシャワ市で開催されたCIMACの大会プログラム技術委員会（Technical Programme Committee）及び常任理事会（Permanent Committee）に出席する機会を得た。

また，ISO（International Organization for Standardization）のTC70/SC6ガスタービン委員会の国際会議が，12年ぶりに1986年6月5，6日に西ドイツ国フランクフルト市で開催され，これに日本のISO/TC70/SC6ガスタービン委員会（主査井口泉氏）の幹事である筆者が日本代表として任命され，出席してきた。

これら二つの国際会議の最近の状況と共に，今回の会議出席を通して得られた世界の動向などをこゝに御紹介したい。

なお，CIMACとISO/TC70内燃機関委員会の二つの国際機関に対する国内受入機関は日本内燃機関連合会である。

2. CIMACガスタービン部門の現状

CIMACには，ディーゼルエンジン部門とガスタービン部門とがあり，各部門ごとに大会プログラム技術委員会があり，その上に常任理事会があって両部門の各国工業界を代表するメンバーから構成されている。会長・副会長から構成される役員会（Board）がさらにその上にあり，また，併行して重要課題をテーマごとに調査研究を行う約10の作業委員会（Working Group）が設けられている。

昨年迄は，ガスタービン部門の日本代表は，柴田万寿太郎氏（日立）がガスタービン技術委員会の委員長で副会長をしておられたが，柴田氏は昨年11月の常任理事会でCIMAC会長に選出された。ディーゼルエンジン部門の日本代表は，日本内燃機関連合会の会長をしておられる岡村健二氏（三菱重工）であり，今回御一緒させて頂いた（図1）。

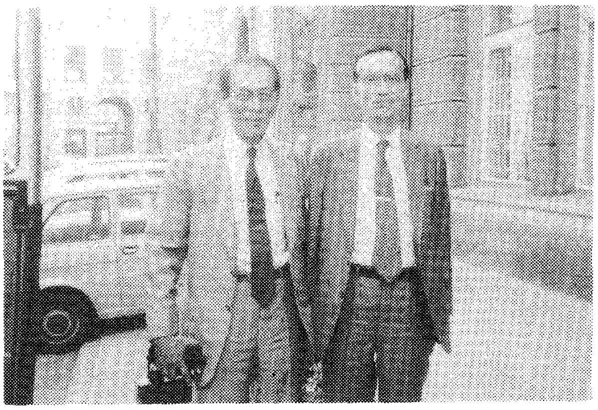


図1　CIMAC委員会会議場前での日本代表
— 左：岡村氏（ディーゼル），
右：筆者（ガスタービン）—

5月22日に開かれた今回のガスタービン技術委員会には，今年からの委員長であるイタリーのMr. G. Giordano（FIAT）をはじめに，西ドイツ，オランダ，ポーランド，スェーデン，スイス及び日本の各国から計7名の代表が出席した。フィンランド，フランス，英国，ノルウェイ，ソ連からは，委員は登録していながら参加しなかった。米国は昨年迄は参加していたが，今回は参加せず，委員も登録していないことが注目された。

この委員会では，1987年6月8日から11日の間にワルシャワ市で開催が予定されている“第17回CIMAC 1987年ワルシャワ大会”のために，ガスタービン部門の応募論文梗概審査及びプログラム作成を中心に審議が行われた。

各国からの応募論文（梗概）は合計26編で，これは前回の1985年オスロ大会の時の梗概段階で

（昭和61年8月20日原稿受付）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

の48編（最終的な本論文数は39編）に比べ，かなり少いものであった。審査の結果，全部が梗概としては合格となったが，論文数をもっと増やす必要があることが論議された。

各国別の論文提出数は，表１に示す通りで，従來論文数が多かった米国からの論文が少く，フランス，英国からはゼロであることが特に目立つ。日本からの提出論文数は，関係者の皆様の御努力のおかげで，目標通りの８編を提出することができ，国別でも最多の論文数となり，十分面目をほどすことができたことは，感謝にたえない。

論文数を増やすことについては，注力テーマをいくつかきめて各国委員が積極的に勧誘・募集することとなった。なお，この結果，さらに数編の論文梗概が追加提出されているという。

さらに，大会当日のプログラム案の審議が行われ，８テーマによる８セッションと，パネルの３テーマがきめられ，各セッション及びパネルのスケジュールの作成を行った。こゝできめられたプログラム・スケジュールを，表２に示す。

表1.　各国別CIMAC '87 ワルシャワ大会応募論文梗概数

国　名	目標論文数	'87大会応募論文梗概数	前回大会論文数
西ドイツ*)	2〜3	2	2
フィンランド*)	1	0	0
イタリー*)	2	1	1
オランダ*)	2	1	0
スイス*)	3	2.5 **)	3
オーストリー	1	1	1
フランス*)	4	0	3
日本*)	8	8	8
ポーランド*)	5	3	1
カナダ	1	0	1
米国*)	8〜10	2.5 **)	7
英国*)	3	0	5
ノルウェイ*)	1	1	5
スエーデン*)	2	2	1
ソ連*)	3	2	0
その他	1	0	1（デンマーク）
合計	47〜50	26	39

（'86年５月22日現在）

注：＊）委員国を示す。
　　＊＊）２ケ国にまたがる共著は，両方に0.5ずつ数えた。

表２　CIMAC'87 ワルシャワ大会ガスタービン部門プログラム・スケジュール（案）

年月日＼時間帯・部屋	午前 Room 1	午前 Room 2	午後 Room 1	午後 Room 2
'87年６月８日(月)	Opening Session（共通）		Session 1	Session 2
９日(火)	Session 3	Session 4	Panel 1	
10日(水)	Session 5	Session 6	Panel 2	
11日(木)	Session 7	Session 8	Panel 3	

Session/Panel No.	テーマ
Session 1	High Temperature Technology
2	Gas Turbine in Pipeline Application
3	Development of Coal Gasifier
4	New Materials
5	Development of Pressurized Fluidized Bed Combustion
6	New Design
7	Experience of Combined Cycle and Co-generation Systems
8	Aerodynamics of Machinery
Panel 1	Condition Monitoring
2	Experience of Coal Derived Fuel Systems
3	Combined Cycle and Co-generation

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

3. CIMAC'87ワルシャワ大会の準備

CIMAC大会は2年ごとに開催され，第17回大会は1987年6月8日〜11日に，ポーランド国の首都ワルシャワ市で開かれる予定であり，去る5月22日の両部門の大会プログラム技術委員会に引き続き，5月23日に開かれた常任理事会で，大会計画案が審議され，準備状況が確認された。

ワルシャワ大会は，市の中心にある文化科学宮殿（Palace of Culture and Nature）で開かれることになっており，講演会場もレセプションや晩さん会の会場もこゝにそろっている。外国人向けの高級ホテルやデパートなどもこの近くにあり，国際会議場としては適当な所といえよう。

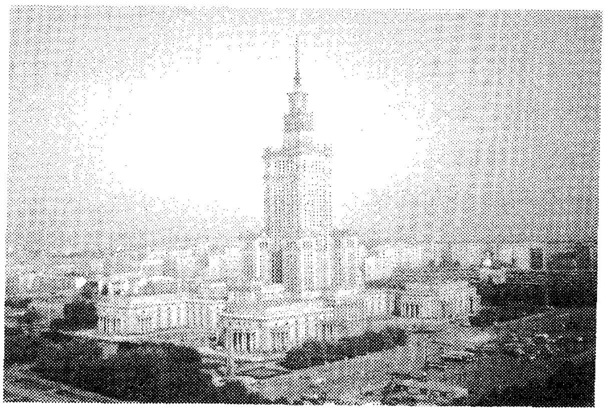


図2　ワルシャワ市文化科学宮殿
— CIMAC'87 ワルシャワ
大会会場予定 —

この文化科学宮殿（図2）は，第2次大戦後にソ連がポーランドへの贈り物として建造したもので，1955年に完成し，高さ234mで市内最高，37階建て，3000を越す部屋があるという。科学博物館，劇場，映画館，展示室，会議場などが設けられており，大理石のはまった立派な部屋があるが，その建物自体の外観については，ポーランド人からの評判はあまり良くはないようである。

大会の後に行われる見学旅行は，ワルシャワから北方のグダニスク，西方のポツナン，南方のクラコフなどが計画されている。なお，今度の大会では展示会は行われない。

4. ワルシャワの近況

筆者にとってワルシャワ訪問は，今回がはじめてであった。会議の丁度1ケ月前に，ソ連のチェルノブイル原子力発電所の事故が起り，ワルシャワ訪問の準備をしていた各国委員から，ポーランドの事務局（ポーランド機械技術者協会）に多くの問い合わせが集ったという。

ワルシャワは，チェルノブイルから西北西に約650kmの所に位置し，西欧で最初に高レベルの放射能を検出したスェーデンとほゞ同一方向線上にある。この距離は丁度広島と東京の距離に匹敵しており，海のないヨーロッパの平たい地形を考えたり，広島の原爆の規模よりかなり大きい放射能もれだと報道されたり，そしてさっぱり情報や状況がつかめない東欧圏内のことだったりすると，やはり心配なことではある。

これらの問い合わせに対し，ポーランドからは，放射能レベルも安全域にあり，ミルクや肉などの食品類もよく管理されているから，心配することなく，予定通りお出で頂きたい旨のテレックスが各国委員に送られ，今回の会議も予定通り行われたものである。

西ドイツのフランクフルトから，ポーランド航空のツボレフ134型機で到着したワルシャワ空港での入国手続きは，相変らず東欧圏独特の複雑さと非能率さできわめてわずらわしいものであったが，日本人に対しては比較的好意的であるように感じた。また，入国に際し一定額の外貨交換（1日当り＄7.5相当）が一般的に義務づけられており，一方ではホテル代は外貨払いであり，一回交換したポーランド通貨は再交換禁止，外国への持ち出し禁止になっているので，お金の使い方には一工夫が要る。この入国時外貨交換義務については，CIMACワルシャワ大会のために入国する外国人に対しては免除してもらうよう，常任理事会でポーランドの事務局に手続きの要請を行った。なお，ちなみに出国に際しても所持外貨及びポーランド通貨の検査ならびに所持品の内部検査が行われるので，注意をする必要がある。

ワルシャワの街は，きわめて新しく，またきわめて古いという一語につきる。第2次大戦でドイツとソ連のダブルパンチを受けたワルシャワは，1945年当時，廃墟と残骸だけの無人平原の状態であったという。戦後にこれを，戦前イタリー人の画家が描き残したワルシャワの街並みや建物の絵を基に，外観を昔のまゝに，市内全体を再建し

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

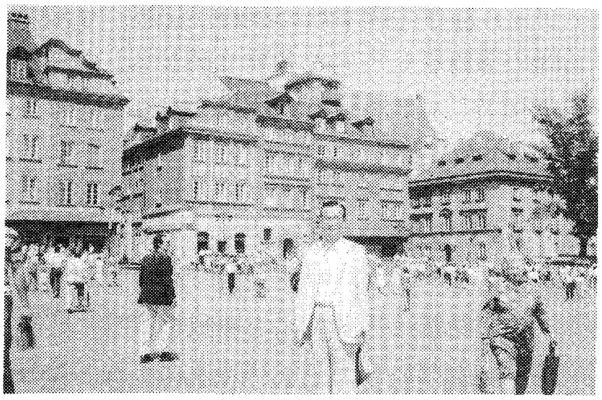


図3　ワルシャワ市王宮広場に立つ筆者

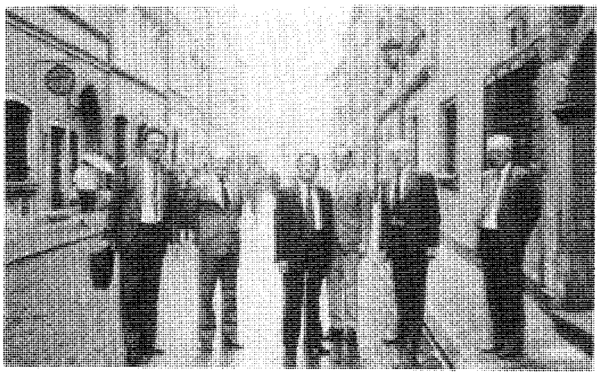


図4　ワルシャワ市旧市街市場広場入口附近
— CIMACガスタービン技術委員会参加各国代表 —
（左から3番目が委員長のMr. Giordano）

たという。

もとは17世紀に建てられたという王宮の前のザムコビイ王宮広場（図3）や，そのすぐそばにある旧市街の市場広場（Old Town Market Place）（図4）のあたりにいると，あたかも中世にいるかのごとき感じがする程，よく復原されている。そして，街路には結構多くの人が，昼間も暗くなってからも歩きまわり，原発事故などはどこ吹く風ぞという感じがした。

ワルシャワは，音楽家ショパンやキューリー夫人のゆかりの地でもあり，数多くある公園のうちの一つワジェンキ公園にはショパン記念碑（図5）があって人気を集めている。

いろいろ裏話をきいてみると，生活も食料事情もかなりきついようで，主導国への反対感情もかなりあるようであり，また街頭には闇ドル買いが公然とたむろしていたり（ポーランド通貨1ズロチィ（Zl）は公定では丁度ほゞ1円に相当するのが，闇ではその数分の1になるという。）などするが，今回見た限りでは，街の治安も良く，街を行く市民の顔も明かるい感じを受けた。

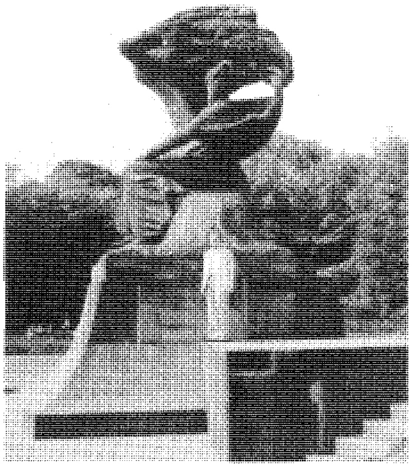


図5　ワルシャワ市ワジェンキ公園内のショパン記念碑

ポーランドでのガスタービンの状況は，産業用ガスタービンはやっておらず，ヘリコプター用のガスタービンエンジンのみをやっているという。ヘリコプター用については，東欧近隣諸国のものも一緒に，かなりまとまった量の生産とオーバホールを，ポーランド南部の方の工場で行っているようである。

5. CIMAC作業委員会の動き

ガスタービンに関係する作業委員会としては，現在，“Liability”と“Pollution”の二つが動いている。

特に後者では，排気の性状測定法に関する標準を作成する活動に入っており，日本に対しては排気成分分析法の調査及び原案作成を分担するよう求められている。

しかし，いずれにしてもまだ十分に報告できるような状態にまではなっていないので，こゝでは詳細は省略したい。

6. ISOガスタービン委員会の現状

ISO/TC70/SC6ガスタービン委員会は，ISO 2314“Gas Turbines－Acceptance Tests”（ガスタービン受取試験方法）を1973年に制定し，そのあと，ISO 3977“Gas Turbines－Procurement”（ガスタービン仕様書標

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

準）を1978年に制定して以来，すっかりその活動は鎮静化してしまい，今回の第7回国際会議（WG6の時代の2回を加えて9回目）は，実に12年ぶりに開かれるものとなった。[1),2)]

これは，従来TC70/SC6の幹事国が英国であったのが，ISO事務局からの問いかけもあって，昨年に米国が幹事国に代ったため，新たに活動の活性化がはかられはじめたものである。

会議の議長（Chairman）には，米国代表のうちのMr. T. Stottが選ばれ，今後3年間は続けられる（図6）。

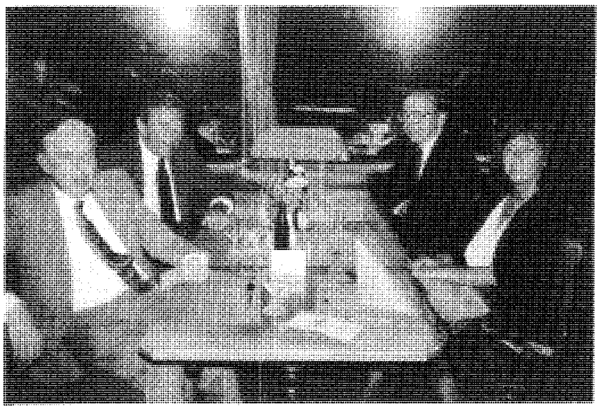


図6　ISO/TC70/SC6会議参加メンバーと懇談する新議長のMr. T. Stott(左から2番目)

今回の会議には，米国（6名），西ドイツ（5名），英国（2名），イタリー（1名）及び日本（1名）の5ケ国から，計15名の代表が出席した。なお，このほかに4ケ国のPメンバー参加国（ベルギー，フランス，ソ連，チェコスロバキア）がおり，また，Oメンバー（Observer）としてスェーデン，中国がいる。メンバーの増加についても論議された。

7.　ISO/TC70/SC6審議状況

今度の国際会議の主目的は，ISO 2314“Gas Turbines－Acceptance Tests”の改正審議であって，予め各国から出されていたコメントを基に審議が行われ，主要点16項目の改正が承認された。

日本のコメントは8項目提出されていたが，かなりの部分は通ったものの，一部についてはどうしても譲歩せざるを得ない面もあった。しかし，相互に歩み寄ったり，補足をしたりすることにより，実質的には大きな支障にはならないよう努めたつもりで，大きな成果があったと思われる。

審議の途中での，裏のかけひきや，意見の異なる国どうしの論争，同一意見の国での結託などもあり，そして議長による休憩時間を利用しての仲裁活動も大事な場面であり，国際会議のむずかしさと面白さを思い知らされた感がする。

たとえば，燃焼器効率の取扱いについて，日本とイタリーを除く3ケ国の提案で，日本のコメントは否定されていたものを，日本とイタリーが結託して，休憩時間中の個別折衝に加えて，議長の仲裁活動も巻き込み，補足を加えることにより実質をかち取ってしまったことなどは良い例で，議長も最後に，「皆が笑顔で帰ることがもっとも良いことだ」と言って，出席者を笑わせていた。

8.　ISOガスタービン部門のTC化への動き

今回の国際会議で，ガスタービン部門を新しいTC（Technical Committee）としてISO事務局へ申請することが，決定された。正式にTC化されるには，1年半から2年はかゝるものと予測されている。

理由は，TC70の中で，同じ内燃機関といっても，ガスタービンの技術者グループはディーゼルエンジンの技術者グループと全く別になっており，また，ISO規格も両部門共通のものはきわめて稀であるとみられるからである。

裏の声では，TC70内燃機関から離れることにより，過給機だけは問題が残るかも知れないという意見もあったが，一応ガスタービンとしてTC化をはかることになった。

これに備え，ガスタービン委員会において今後新たに審議する規格のテーマとして，「ガスタービン用語」と「ガスタービン排気性状測定法」の2テーマがきめられた。提案国は，いずれも西ドイツであり，西ドイツが原案提出国となるが，これらのテーマは，日本からもかなり協力できるものと考えられる。これらは，1987年9月にスイスで開催を予定している次の国際会議から審議がはじまるものとみられる。

9.　各国のガスタービンの動向

CIMACとISOの二つの国際会議に出席したが，どちらも比較的小規模の同じ専門家どうしの会合であったため，会議中のみならず，会議をは

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

なれても非常に親交的な話し合いを持つことができた。CIMACの技術委員会は，筆者にとってははじめてのものであったが，出席してみるとそこに参加している各国代表は，ほとんどが以前にISOの会議やASMEの国際ガスタービン大会などで面識のある人達ばかりで，一度に和らいだムードになった。また，ISO/TC70/SC6の議長になったMr.Stottとは，十数年前のISO国際会議に2回にわたり一緒に参加した知己であり，今回もいろいろと支援をしてもらうことができた。

このような話し合いの中で，筆者が感じた各国のガスタービンの動向としては，次のようなことがある。

(1) 世界のガスタービンの需要は，中近東地域や産油国の経済低迷の影響を受け，全般的に伸びなやみの状況にある。

(2) この中でも，米国は何といっても強い位置にあり，トップを走っていることには変りないが，欧州勢はすっかり低迷しており，一部には凋落といってもよい言葉さえ出てくる状況である。このため，日本は従来は米国，欧州に次ぐ第3局的立場にあったのが，今回は知らず知らずして第2局的立場に立たされた感もあり，今後日本の産業界としても十分に留意して行く必要性を感じた。

(3) ソ連の原発事故を契機に，原発の代りにガスタービン発電所のニーズが増加するのではないかという期待感が，欧州を中心に高くなっていた。

(4) コゼネレーションまたは複合サイクルプラントの需要と，石炭利用燃料の技術発展に対する関心が高い。

(5) 米国が，最近はCIMACガスタービン部門に対して，欧州寄りで米国への貢献が少ないという印象を持っているようで，一方では，ISO活動の面では積極的に動きはじめていることが印象的であった。

10. 結　言

CIMACのガスタービン技術委員会と，ISO/TC70/SC6ガスタービン国際会議に出席してみて，各国の専門家どうしが集まって論議をし，親交を深め，情報を交換し合うことの重要性を認識した。

日本の世界における地位と重要度は，ガスタービン業界においてもますます高まっており，われわれの行動においても十分再認識して行く必要がある。また，CIMAC'87ワルシャワ大会への多数の参加を期待している。

CIMACでの大会講演会や作業委員会の諸活動でも，ISOの規格作成または審議活動でも，国内では，日本内燃機関連合会が中心になって活動を行っているが，そこに参加する各技術者の専門を考えた場合，日本ガスタービン学会の諸活動がその基盤になっていることは事実であり，会員皆様の御協力をひとえにお願いしたい。

今回の二つの国際会議参加に際し，日本内燃機関連合会及び関係者の方々にお世話になったことに対し，こゝに深くお礼を申し上げたい。

参考文献

1) 青木，日本ガスタービン学会誌，5−20(1978)，18
2) 青木，日本ガスタービン学会誌，12−47(1984)，12

以　上

共催講演会

第27回航空原動機に関する講演会講演募集

開催日	昭和62年2月20日（金）
会　場	川崎重工業㈱　明石工場　研修センター
申込締切	昭和61年10月17日（金）
申込先	日本航空宇宙学会 〒105　港区新橋1−18−2　航空会館分館 Tel　03−501−0463

詳細は上記日本航空宇宙学会へお問い合わせ下さい。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

なれても非常に親交的な話し合いを持つことができた。CIMACの技術委員会は，筆者にとってはじめてのものであったが，出席してみるとそこに参加している各国代表は，ほとんどが以前にISOの会議やASMEの国際ガスタービン大会などで面識のある人達ばかりで，一度に和らいだムードになった。また，ISO/TC70/SC6の議長になったMr. Stott とは，十数年前のISO国際会議に2回にわたり一緒に参加した知己であり，今回もいろいろと支援をしてもらうことができた。

このような話し合いの中で，筆者が感じた各国のガスタービンの動向としては，次のようなことがある。

(1) 世界のガスタービンの需要は，中近東地域や産油国の経済低迷の影響を受け，全般的に伸びなやみの状況にある。

(2) この中でも，米国は何といっても強い位置にあり，トップを走っていることには変りないが，欧州勢はすっかり低迷しており，一部には凋落といってもよい言葉さえ出てくる状況である。このため，日本は従来は米国，欧州に次ぐ第3局的立場にあったのが，今回は知らず知らずして第2局的立場に立たされた感もあり，今後日本の産業界としても十分に留意して行く必要性を感じた。

(3) ソ連の原発事故を契機に，原発の代りにガスタービン発電所のニーズが増加するのではないかという期待感が，欧州を中心に高くなっていた。

(4) コゼネレーションまたは複合サイクルプラントの需要と，石炭利用燃料の技術発展に対する関心が高い。

(5) 米国が，最近はCIMACガスタービン部門に対して，欧州寄りで米国への貢献が少ないという印象を持っているようで，一方では，ISO活動の面では積極的に動きはじめていることが印象的であった。

10. 結　言

CIMACのガスタービン技術委員会と，ISO/TC70/SC6ガスタービン国際会議に出席してみて，各国の専門家どうしが集まって論議をし，親交を深め，情報を交換し合うことの重要性を認識した。

日本の世界における地位と重要度は，ガスタービン業界においてもますます高まっており，われわれの行動においても十分再認識して行く必要がある。また，CIMAC'87ワルシャワ大会への多数の参加を期待している。

CIMACでの大会講演会や作業委員会の諸活動でも，ISOの規格作成または審議活動でも，国内では，日本内燃機関連合会が中心になって活動を行っているが，そこに参加する各技術者の専門を考えた場合，日本ガスタービン学会の諸活動がその基盤になっていることは事実であり，会員皆様の御協力をひとえにお願いしたい。

今回の二つの国際会議参加に際し，日本内燃機関連合会及び関係者の方々にお世話になったことに対し，こゝに深くお礼を申し上げたい。

参考文献

1) 青木，日本ガスタービン学会誌，5-20(1978)，18
2) 青木，日本ガスタービン学会誌，12-47(1984)，12

以　上

共催講演会

第27回航空原動機に関する講演会講演募集

開催日　昭和62年2月20日(金)
会　場　川崎重工業㈱ 明石工場 研修センター
申込締切　昭和61年10月17日(金)
申込先　日本航空宇宙学会
〒105 港区新橋1-18-2 航空会館分館
Tel 03-501-0463
詳細は上記日本航空宇宙学会へお問い合わせ下さい。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

講義 ファインセラミックス（その3）

㈱東芝　米 屋 勝 利

1. はじめに

ファインセラミックスの講義も最終回（第3回）を迎えた。今回は材料特性の残分を前半で解説し，後半に応用分野について述べる。

2－1　耐酸化性及び耐食性　耐酸化性，耐食性の尺度となる化学的性質について公表されたデータは比較的少ない。しかし実用上は，他の項目でもみるように環境に対する耐性は重要かつ多様であり，目的とする温度，雰囲気ガス，真空，液体などに耐えうるか否かが各材料の差別化要素になっている。

材料の組織をみるためのエッチングという処理操作がある。この方法は材料の微組織を構成する物質が環境によって同じ耐性をもたないということに由来する。すでに述べたように多結晶体の焼結セラミックスは，一般に結晶粒，粒界及びその近傍，粒界相，不純物，気孔などから構成され，それぞれ耐食性は異なるのが通例である。そのため耐食性を評価するときに，①結晶粒自体が侵される本質的なものか，②粒界相や第2，第3の相の存在が弱体なのか，③不純物あるいは添加物の不均質分散によるものか，を十分吟味する必要がある。もし不純物や添加物がある環境下で弱い場合や，これらが局所的に偏在している場合，往々にして主構成物質は所定の環境下で安定であるにも拘わらず，他の部分が急速に侵食され，腐食痕としてピットを形成することになり強度低下を招く。このようにみてくると，例えば窒化ケイ素セラミックスと一言でいっても，腐食の目からみれば千差万別であり，それぞれの環境にあう材料の選択と改質が必要となることがわかる。

耐食性としては，各種ガス，酸，アルカリ，溶融塩，溶融金属などがあるが，これに温度，加重条件が付加されると大変複雑になる。そのため，現時点では実環境テストでの判定によるケースが多い。

（昭和61年8月5日原稿受付）

非酸化物セラミックスの代表格である窒化ケイ素や炭化ケイ素は本質的には大気中，高温下では酸化してシリカ（SiO_2）を生成するが，セラミックスとしてはそのシリカが保護被膜となり，内部への酸素（O_2）の浸透を防ぐので酸化雰囲気下でも使用できることになる。そのため添加物を助剤に用いると，高温大気下では添加物の影響がでてくる。通常は炭化ケイ素の方が添加物の量が少ないので耐酸化性は炭化ケイ素窒化ケイ素の関係にある。窒化ケイ素でも図1のような差がみられることもある。しかし，こうした耐酸化性が顕

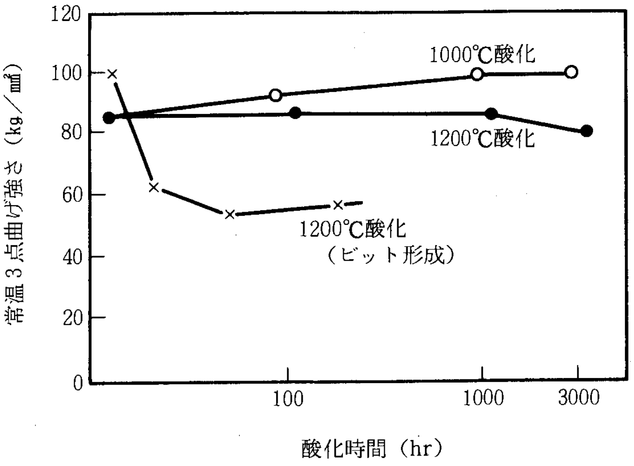


図1　窒化ケイ素セラミックスの空気酸化後の常温曲げ強さ

著にあらわれるのは，大気中使用の場合1000℃以上である。窒化ケイ素セラミックスは添加物の種類と量の違いで多様化しているので，耐酸化性，耐食性については組成の吟味が重要である。とくに表面に酸化皮膜を形成した状態で使用するか，窒化ケイ素に直接接する使用条件であるかを十分考慮する必要がある。

各種の環境下での耐食性については紙面に余裕もないので表示するにとどめる（表1，[1]表2，図2）[2]。詳細は文献を参照されたい。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

表 1. 酸およびアルカリに対するセラミックスの耐食性

酸，アルカリ	濃　度	温　度 (℃)	時　間	反応焼結 Si_3N_4	ホットプレス Si_3N_4	ガラス結合 サイアロン	反応焼結 SiC	$A\ell_2O_3$ (99.7%)	安定化 ZrO_2
$HC\ell$	35%	沸　騰	30分	A	A		A	A	
$HC\ell$	20%	〃	3日		A	C 7	A	A	C 7
HNO_3	70%	〃	30分	A	A		A	A	
HNO_3	35%	〃	3日				A		
H_2SO_4	98%	〃	30分	A	A		A	A	C
H_2SO_4	10%	〃	3日				A		
H_3PO_4	90%	〃	30分	A	B 0.5		B 0.3	B 0.2	B
H_3PO_4	9%	〃	3日					A	
HF	60%	20	24時間	C	C		A	C	C
HF/HNO_3	1：1	20	7日		C 5		C 26		
KOH溶液	10%	80	7日	A	A		C 30	A	A
KOH溶液	10%	沸　騰	3日		A	A			
溶融KOH	−	500	24時間	C	C		C	C 12	B 0.4
溶融NaOH	−	500	24時間	C	C		C	B 0.8	
溶融 Na_2CO_3	−	900	24時間	C	C		C	B 0.2	A

記号：A．耐食性あり，　B．ある程度反応，　C．かなり反応
〔数字は，およその重量減（mg／cm²）〕

表 2. 金属および非金属に対するセラミックスの耐食性

セラミックス／元素	Si_3N_4	SiC	反応焼結 SiC	$A\ell_2O_3$	安定化 ZrO_2
Li	C 400 (Ar)	A 815	C 400 (Ar)	C 700	C 400
Na	C 500 (Ar)	B 815	C 500 (Ar)	A 300, B 600	B 500
K				B M	B
Cs		B 1800		A V	B V
Be				A 1600, B 1800	A 1800
Mg	B 750			B 900	C 900
Ca		B		B	B
Sr				A 1150（真空中）	B
Ba				A 1150（真空中）	B
B				B 1300	
Aℓ	A 900	A M	B 800 (Ar)	A 1000, B 1500	A 1000
Ga				A 1000	A 300, B 600
C	B 1050	A＞2000		B 1600	B 1300
Si	AM	A M		A 1450, B 1800	A 1450 (He)
Ge				A 1100（真空中）	
Sn	A 300		A 600 (Ar)	A 1830 (N_2)	
Pb	A 400	A M	A 600 (Ar)	A 1100 (N_2)	A
P				A M	
As				A M	
Sb				A M	
Bi		C 1000	A 600	A 1400	A 1000

記号：A．表示温度（℃）まで耐食性あり。　B．表示温度（℃）である程度反応する。
C．表示温度（℃）でかなり反応する。　M．溶融状態の元素で試験。
V．気体状態の元素で試験。　（　）内は実験雰囲気。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

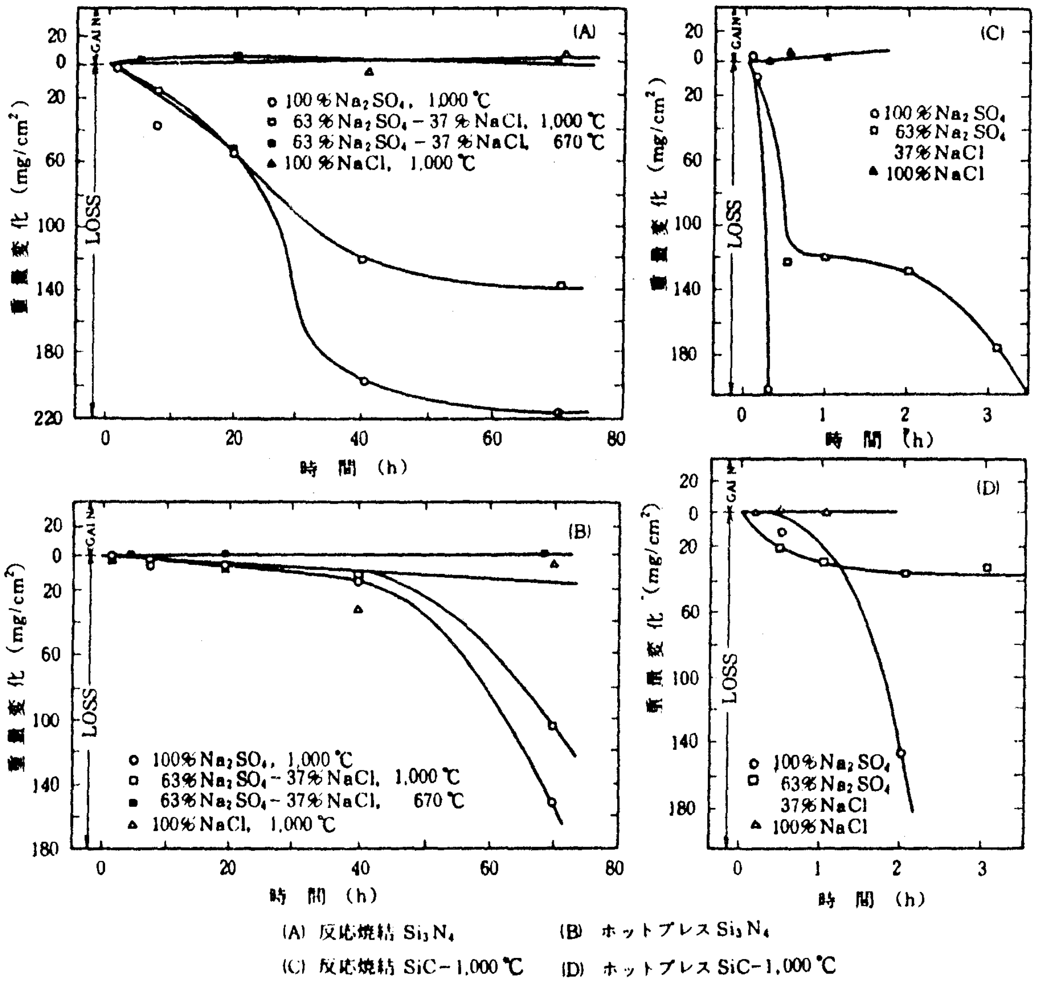


図2.　窒化ケイ素，炭化ケイ素セラミックスの溶融塩との反応による重量変化

2－2　摩擦，摩耗特性　機械的性質の中でもこの問題は最も複雑で関与する因子が極めて多い。それらを列記すると，温度，荷重，摺動速度，接触状態，形状，雰囲気，材料の種類組合せ，表面仕上げの状態，潤滑の状態などの多岐に及び，その組合せとなるとさらに繁雑になる。そのため試験法自体も経験から出発するものが多い。しかしいずれにしろその使用下での接触状態は点接触，線接触あるいは面接触の3種に大別される。詳細については他の解説書に委ね，ここではその一部の事例について，材料面からのデータを紹介する。

図3は各種材料の摩擦係数の環境条件に対する影響を示したものであるが，[3]このようにセラミックスは大気中に比べて，減圧下では摩擦係数の増加が見られ，金属に比べて異なった特性が認められる。勿論，ここに示す材料も，組織・構造を考えれば特定の材料として評価すべきことを付しておく。

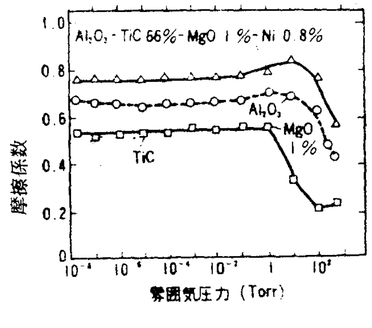


図3.　セラミックス，サーメットおよび金属の摩擦係数の雰囲気圧力依存性

図4は潤滑油を変えた摩擦係数と荷重の関係をSi_3N_4と金属で比較したものである。[4]セラミックスが高負荷に耐えることが示される。

図5は各種セラミックス材料についてころがり疲労テストを230～600kg/㎟の加重下で行ったものである。[5]窒化ケイ素が最良の結果を示したが，これは高強度と気孔除去に留意したことによるも

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06

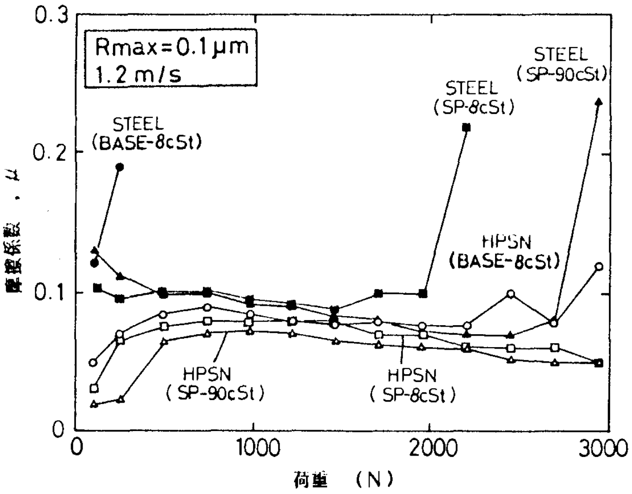
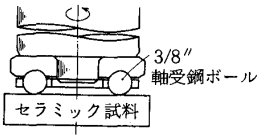


図 4.　摩擦係数の荷重依存性
（HPSN：ホットプレス窒化ケイ素）



1）テスト条件
回転速度：1,200RPM
潤滑材：スピンドル油#60
ボール数：3個
最大接触応力：230－600kgf/mm²
温度：常温

2）テスト結果

試料		BIOライフ（×10⁶サイクル）最大接触応力 300kgf/mm²	最大接触応力 600kgf/mm²
セラミックス	A　Si3 N4（開発品）	100以上	30－剥離
	B　Si3 N4（従来品）	1－剥離	短時間で破壊
	C　Al_2O_3，ZrO_2，SiC	1－剥離	
D	高炭素軸受鋼	100以上	5 to 10－剥離

図 5.　各種セラミックスの加重下ころがり疲労テスト

のである。とくに高負荷用ベアリングでは微視的な組織下での気孔の存在が大きく影響することが認められた。

その他メカニカルシールのような応用では相手材を炭素系とした場合炭化ケイ素が最もすぐれる。

高温下ではクロム系化合物が低摩擦係数を示すなどの報告がある。いずれにしても上に述べたものはほんの一例であり，実用条件下での材料選定を可能にするテストと基礎的な現象解明の両面からのノウハウの蓄積が今後共強く求められている。

3.　ファインセラミックスの応用用途

構造用セラミックスは耐熱，耐摩，耐食に特長付けられると共に軽くて非磁性あるいは高い硬度をもつなど金属やプラスチックにはない優れた性質をもっているため，その応用分野は表3の様に広域に及ぶ。省エネ，省資源を利用するジーゼル・エンジン，ガスタービンの分野，新しいエネルギーシステムへの適用，産業機械分野では，ベアリング，高温送風機や工作機械などがある。耐熱治具としては耐熱衝撃性を活用する熱処理保持具の事例などがあり，その他軽電関係や日用品としての身近な分野へバリカンやはさみ，包丁などいくつかの応用例が開かれている。

こうした構造材料の応用開発研究の開始は米国のガスタービン開発プロジェクト（1970）に由来する。その後ジーゼルへの大巾な省エネを示すコンセプトが出されて，その開発も巻き込み，自動車を中心に省エネのための開発が今日も尚進められている。一方の魅力はもう少し身近かな産業

表 3.　4つの材料が期待される代表的な応用分野

応用分野		部品	材料 Si_3N_4	SiC	Al_2O_3	ZrO_2
エンジン用	ディーゼル	ピストン，シリンダ，ライナー，予熱室，プラグ，タペット，タボチャージャロータ	×	×	×	×
	ガスタービン	燃焼器，静翼，動翼，シュラウド	×	×		
産業機械用	耐摩耐食用	ベアリング，メカニカルシール，ホーニングノズル，ケミカルポンプ，工作機械装置用部品	×	×	×	×
	金属処理用	アルミダイキャスト部品（メタルガイド，プランジャー他），線引ローラ，線引金型	×	×		
	各種機械	高温送風機，工作機械用定盤	×	×	×	×
	工具	切削工具	×	×	×	
耐熱治具	遮熱用	遮熱タイル，遮熱板，核融合壁材	×	×		×
	耐熱用	各種試験用治具，熱処理治具	×	×		
その他		ナイフ，包丁，釣具	×	×	×	×

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

機械や日用品関係など，低応力で金属やプラスチックでは不可能な領域さらにはファッション性もとり入れた形で商品化競争が進んでいる。こうした流れをみてくると，新素材の場合，何が生まれてくるのか，一寸したアイデア，シーズ側のアドバイスで新しい分野への道が開けたり，本命と思われるものも大きな壁につきあたるなど迂余曲折を経て，少しづつ先が見え応用分野が拡大されていく。その意味で水平思考的発想も必要であるが，いずれにしても今日セラミックスが克服すべきものはその壁の高さは個々製品毎に異なるが，概ね“コスト，信頼性，納期，再現性”といった言葉の上では一見平凡な所にある。しかしこれをクリヤすることがセラミックスという新素材にとっては，将来への拡大の鍵となることは疑う余地もない。前置きが長くなったが以下表3をベースに分野別に，応用分野について簡単に述べる。

3－1　エンジン用　この分野で実用化されているものはグロープラグ，ホットチャンバ，ターボチャージャロータ，動弁系のロッカーアームチップなどがあり，主としてピストンエンジンに係わるものである。以下ガスタービンとピストンエンジンに分けて述べる。

(1)　ガスタービン

この開発は前述の通り，1970年に米国で始まり，今日本邦，西独，スェーデンなどでも適用化の研究が試みられている。目標は100～300ＨＰのエンジンで，燃費をディーゼル並みに高めるために，無冷却，高温化が求められ，ＡＧＴ計画では1290℃（AGT 100），1370℃（AGT101），西独では1250～1370℃と厳しいターゲットになっている。材料は窒化ケイ素，炭化ケイ素が中心だが，高温側は窒化ケイ素ではむずかしい。しかし西独ベンツ社はホットプレス窒化ケイ素を精密に加工仕上げして，実機投載し高速道路走行に成功させている[6](図6)。ＡＧＴの報告によると静止部品は炭化ケイ素でかなりのテストをクリヤしているが，ロータはさらに高強度化を必要とする。[7]

ガスタービンでは使用できる燃料の種類が多いことのメリットに伴い，エロージョン，コロージョンといった耐食性，さらには潤滑性など多くの課題をかかえている。これらの環境での長時間運転に耐えることが材料に課せられる最大の課題である。

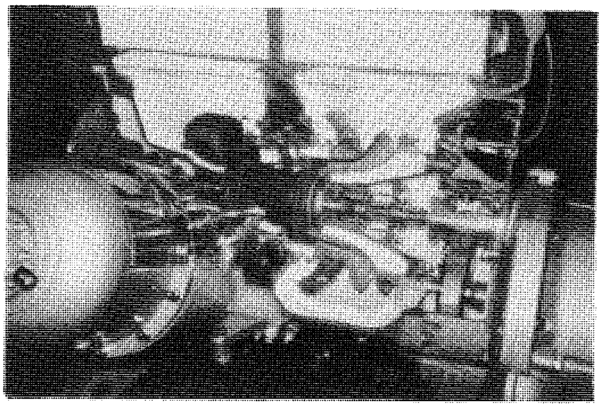


図6.　ベンツ社開発のセラミック部品投載ガスタービン車のカットモデル

(2)　ピストンエンジン

ピストンエンジンへの適用は，軽量化，燃費の向上，省資源，騒音低減などからとらえられている。コージェライトによる排ガス浄化のための触媒担体はすでに常用されているが，[8]誌面の制約もありここでは省略する。セラミックスの特性としては断熱，耐熱，耐摩の特性が利用される。

①　ターボチャージャロータ

エンジンの軽量化とスタートの加速レスポンス向上（図7）[9]が期待され将来への断熱エンジンへの1ステップとして開発が加熱気味に進められた。この部品は強度と耐熱衝撃が重要な要素であり，しかも温度的には1000℃以下と低いため，窒化ケイ素が第1の候補材となっている。信頼性はプロ

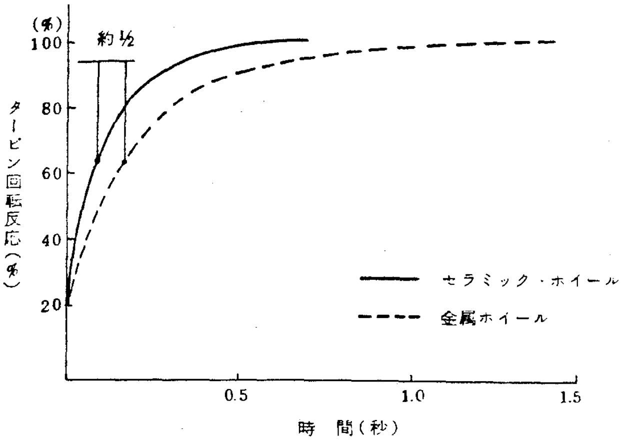


図7.　ターボチャージャロータ加速性能比較

Download service for the GTSJ　member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06

セスとくに成形の工程に依存するため，ここへの力点が高い。シャフト部の接合がもう一つの重要な課題である。ターボロータについては日産－日特陶が共同で開発に成功し，フェアレディＺに実車投載した。将来は周辺部品のハウジングや排気ポートなどのセラミック化が必要とされている。

②　グロープラグ，ホットチャンバ

燃焼副室のまわりで，冷間始動を容易にすることを目的として，グロープラグ，[10]ホットチャンバが実用化された。[10][11]前者がいすず－京セラ，後者がいすず－京セラ，及びトヨタ自動車でそれぞれ開発されたものである。この応用も着火が副室で起るときの急熱急冷に耐える材料として窒化ケイ素が使われている。グロープラグは図8に示すような構造からなり，ホットプレスによって製造されている。後者は射出成形あるいはプレス成形によって作られる。

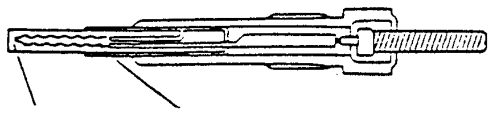


図8.　セラミックグロープラグの構造

③　断熱エンジン部品

ジーゼルエンジンの燃費を大巾に改善する試算として図9の効果が提示された。[10]即ちターボ付きエンジンを基本とした場合，排熱をタービンで回収し，エンジンの出力軸にその力を伝える構造（ターボコンパウンド）にする。[13]さらに燃焼室を断熱化して冷却にとられるエネルギーを活用する(c)のステップが検討された。コーティングも含めて窒化ケイ素やジルコニア等が検討されているが，耐久性，安定性さらには効果の実証の点でまだ開発段階にある。(c)の段階では液体潤滑剤フリーの材料，機構が必要となる。

④　動弁系の部品

この部品は軽量化と摩擦，摩耗特性の向上によってエンジンの性能向上をはかろうとするものでモノリジックの他にコーティング材の利用も考えられる。部品としては，カム，ロッカーアームチップ，バルブガイドやシートなどが考えられる。現在ロッカーアームチップは，窒化ケイ素で実用

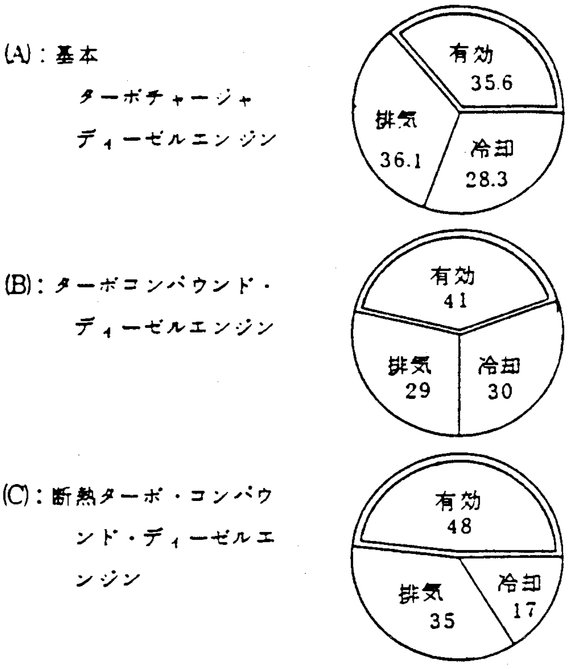


図9.　ディーゼルエンジンにおけるエネルギーバランス

化されている。

3－2　産業機械への応用　産業機械は漠とした分野であるがここでは耐摩，耐食を中心とした機器への応用を包含するものとして取上げ，主なものを紹介する。

(1)　耐摩．耐食用部品

①　ベアリング

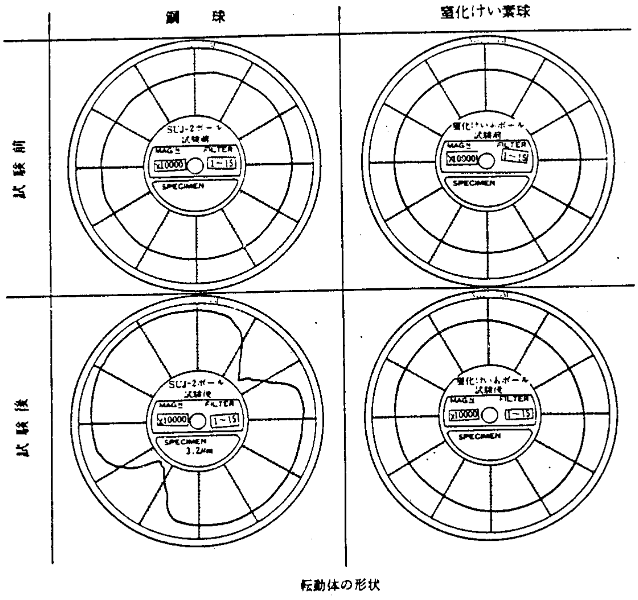
ベアリングは表面が点，あるいは線接触応力下で使われるため，低温域とはいえ，最も苛酷な条件下におかれることになるが，セラミックスの耐熱，耐摩，耐食の3大特性に加えて軽量化，非磁性なども加味された新分野への応用が期待されている。トライボロジーの本質的な解明には時間を要するが，材質としては窒化ケイ素が最も注目され，東芝－光洋精工が共同開発で実用化された。[12]ベアリング用として素材の信頼性と品質の安定化を確保するためにはとくに気孔や粗大粒，不純物の偏析を排除することがポイントである。表面にき裂を生じ易い加工技術も重要な要素技術である。図10，表4に高速回転軸受と高温用軸受のテスト結果を，図11にベアリング製品例を示しておく。

今後環境とコスト面からは他の炭化ケイ素，アルミナジルコニアも利用され，プラスチックとの

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

表 4.　高温下軸受テストでの運転条件及びテスト結果

回転数	使用環境	荷　重	温　度	潤　滑	結　果
500 rpm	大気中高温	ラジアル 50 kg f	max 400 ℃	固体潤滑グラファイト	7500 Hr 正常運転



試　料	軸受構成		使用条件			500時間運転後の状況	
	内・外輪	転動体（ボール）	回転数	潤　滑	荷　重	転動体（ボール）	内・外輪
従来品	高炭素クロム軸受鋼 SUJ－2	高炭素クロム軸受鋼 SUJ－2	100,000 rpm	グリース	無負荷	形状くずれ大	正　常
窒化けい素使用品	〃	窒化けい素	〃	〃	〃	正　常	正　常

図 10.　高速玉軸受試験比較

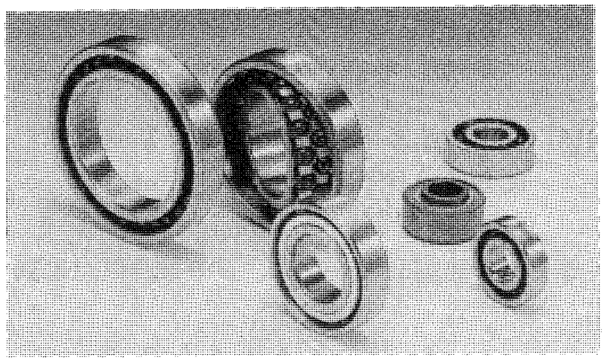


図11　セラミックベアリング（転動体が窒化ケイ素）

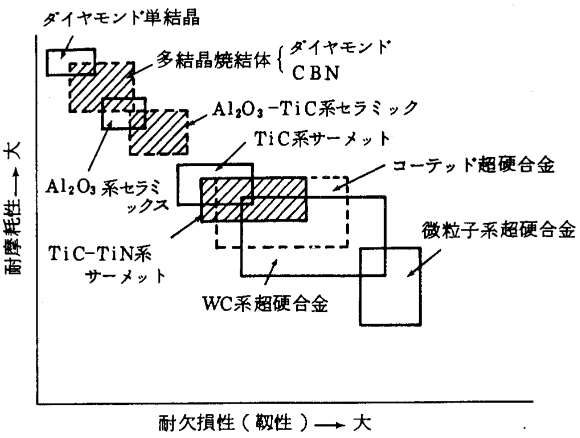


図12　各種工具材料の耐摩耗性と耐欠損性における位置付け

競合も考えられる。

② 切削工具

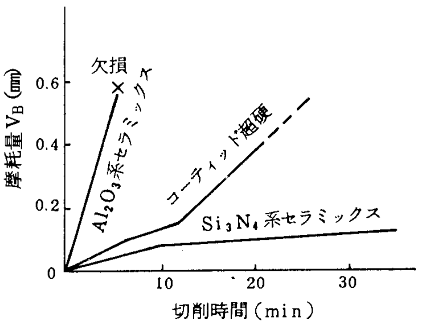
図12に示すように主流は超硬合金サーメットであるが，その弱点をカバーする形でセラミック系の工具が開発された。初期のアルミナベース材のじん性改善が加えられて $A\ell_2O_3$－TiC 系が開発され，最近では $A\ell_2O_3$－ZrO_2系が開発されている。窒化ケイ素系材料は鋳鉄や耐熱合金の高速切削用にすぐれた特性をもつ工具材として開発実用化されている。図13に窒化ケイ素の切削特性の一例をアルミナと比較して示す。(13)

切削工具の切刃部分では高いせん断応力を受ける。また切屑との接触面は摩擦によって1000℃以上に上昇する。断続的切削による機械衝撃や熱衝撃などが常に負荷されるなど極めて苛酷な環境といえる。しかしその応力が常に刃先の近傍であることはセラミックスにとって有利であり $A\ell_2O_3$－TiC_2系や窒化ケイ素の場合もその要求性能に合致する部類といえる。

③ メカニカルシール

メカニカルシールは一般に2つの密封端面材を回転摺動させて流体を密封する機構で耐摩耗性にすぐれる硬質材と自己潤滑性にすぐれる軟質材の組合せで用いられる。シールの負荷能力は前者に負う所が大きいため硬質端面材の開発が強く求められ進められた。後者は主としてカーボン材が使用される。図14に各種材料の組合せにおける使用

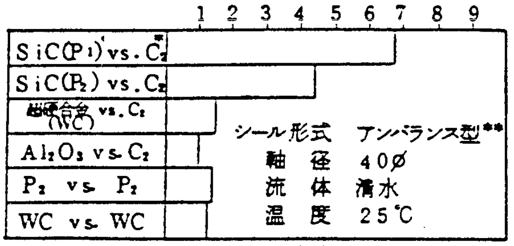
Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.



被削材：FC35
切削条件：$V \times d \times f = 600 \times 1.5 \times 0.7$

図13　窒化ケイ素系セラミックスの鋳鉄切削における耐摩耗性

限界値ＰＶの相対比較を示す。(14) ＰＶ限界値は密封



*　焼結カーボン：密度 1.7 g/cm³ で不浸透化のために樹脂含浸されている。
**　メカニカルシールにはバランス型とアンバランス型がある。

図14　メカニカルシールPv 限界値の相対比較

液圧（P）と密封端面の平均周速（U）の積で表わす条件において寿命が限界に達する値を示すものである。硬質材には硬度と摩擦係数が小さいことの他，耐摩耗性，耐熱衝撃性，放熱性にすぐれること，扱う流体に対する耐食性が必要であるなどの理由から炭化ケイ素が一般に使われる。

④　紙，繊維や各種材料への応用

抄紙機において耐摩，耐食を中心にセラミック化による長寿命化がはかられつつあり，サクションボックスカバー，フェルトボックスカバー，滑板等にアルミナや炭化ケイ素が使われている。その他にナイロンや合成繊維の紡糸用の糸道にも主としてアルミナ系材料が用いられている他，最近はコーティング材の適用も進められている。刃物のこの分野への応用も注目される所である。

その他，高温ガスの送風機が炭化ケイ素材の適用によって可能になり，(15) 工作機械関係でも，定盤や工具材へのセラミックスの利用が進められており，機械システムとしての効果が生まれつつある。

⑤　その他耐摩部品

ホーニングノズルやそれに類する用途が開発されている。この場合もその媒体（メデア）の種類に応じた材料選択がなされる。サンドブラストの比較例を表5に示す。ポンプ用の摺動部品としてもセラミックスが良好な性質を示した。問題はコスト面で対応しきれるかどうかである。最近小型モーターのシャフトと軸受をそれぞれジルコニアとアルミナで作ったものが市販され始めている。同じ様な材質で作られたケミカルポンプも開発された。

表5.　サンドブラス用ノズルの特性比較例

	$A\ell_2O_3$	$S_{13}N_4$
寿命	1	5 ～ 10

(3)　金属処理用

①　ダイキャスト用部品

アルミニウムの溶湯への耐食性を考慮してセラミックスの利用が検討されている。しかし熱衝撃の点で劣性にあり固化するときの応力発生によって破損し易いための材料選択とあわせて機械設計上も工夫が必要である。将来は銅や鉄への適用も期待されているが，使用温度を考えるとさらに苛酷である。

②　鉄鋼用炉への応用(16)

鉄鋼分野にも新しいセラミックスの適用化研究が進められており，すでに実用されているものもある。しかし大半は開発の途上にある。レキュベレータは排ガスに酸化鉄，ライムなどの他にアルカリダストを含むことから耐熱衝撃性，耐食性が要求される。炭化ケイ素やアルミナの事例がある。その他にラジアントチューブやスキットボタンなど開発が進められている。

③　伸線用治具

鉄，ニッケル，貴金属などの細線を線引きするキャプスタンや，ガイドローラなどに耐摩性のすぐれるセラミックスが用いられる。通常のアルミナに加えて，熱衝撃面ですぐれる窒化ケイ素や靱

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

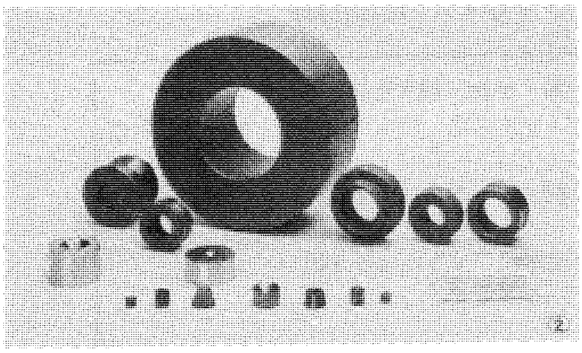


図15　窒化ケイ素製ガイドローラ

性の高いジルコニアも実用され始めている。図15は窒化ケイ素ローラ部品の写真を示したものである。

3−3　電気事業への応用　電気事業への応用は本誌でもとりわけ興味があると思われるので別にとりあげる。この関連は発電用機器のセラミック化を主とするもので，現状の火力発電の機器部の主に耐摩，耐食部品のセラミックス化が対象であり，早期の実用化が期待される分野である。例えば運炭機器へのアルミナタイルのライニングや脱硫装置のポンプ，弁，ノズル等への利用例がある。しかし心蔵部については信頼性の面でかなりの開発期間を要す。発電用のガスタービンについては，複合発電プラントの高温化の研究がなされ，ムーンライト計画の一環として種々の要素技術の開発研究が実施された。図16は電力中研によるセラミック燃焼器のモデル図である[17]。これは金属ライナーの内側に多数のセラミックタイルをかん合した構造からなるもので，燃焼器出口ガス1500℃で350時間の燃焼試験が実施されている。その他，表6に示すように，熱交は換器ＭＨＤや核融合においてもいずれも耐熱，耐摩耗，耐食の面ででセラミックスへの期待は大きい[18]。しかし，この分野は最も苛酷な利用環境にあるため，21世紀へ向けての長期的な開発となる。

3−4　耐熱用治具　耐熱用としては耐熱用と遮熱用に分けられる。例えば，セラミックスや金属を熱処理するための治具や匣，高温試験用治具は前者に属し，広く利用されている。図17の加熱処理治具に類するものは地味ながら多くの部所に使われている。後者はアーク溶接の際の飛火沫の保護用など部品や工具のカバーに利用され効果をあげている。この場合も急熱急冷が要求されるため，窒化ケイ素を使うことが多い。しかし熱処理用としてはその環境に応じた材料の選択がなされる。

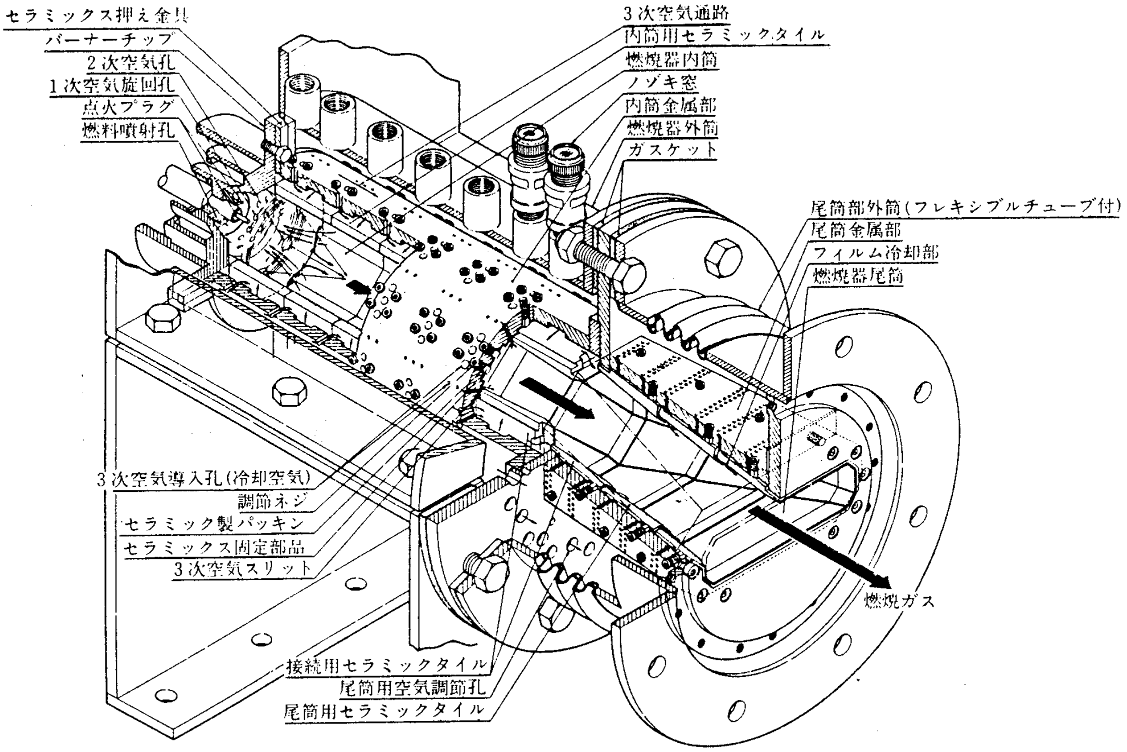


図16　かん合型燃焼器の構造

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

表6. 電気事業における構造用セラミックスの利用分野

現時点より，ファインセラミックスの利用が可能な発電用機器 （　　　　～1990年）	• 発電用機器における耐熱・耐食・耐摩耗部品のセラミックス 火炉バーナ部のセラミックス化，バルブの弁座・ケーシングのセラミックス化 高圧蒸気タービン初段ノズルおよび低圧最終段翼のセラミックコーティング 微粉炭火力における耐摩耗のセラミックス化 ＣＯＭ，ＣＷＭ用バーナチップ
近い将来，ファインセラミックスの利用が期待される新技術 （1990 ～ 2000年）	• ＬＮＧ複合発電・石炭ガス化複合発電用高温ガスタービンにおけるセラミックス利用 • 石炭ガス化炉における炉構造 • 超々臨界圧火力の高圧バルブ等 • 地熱発電における輸送管の内張り
将来，ファインセラミックスの利用が期待される新技術	• オールセラミック超高温ガスタービン（動翼のセラミックス化） • クローズドサイクル型ガスタービンにおける高温熱交換器 • 太陽光発電における太陽熱吸収器 • 溶融炭酸塩型燃料電池のセパレータ • ＭＨＤ発電における超高温ダクト，電極 • 低 NOx 接触燃焼器
遠い将来，ファインセラミックスの利用が期待される新技術（2030年～　　　）	• 核融合発電における炉壁構造

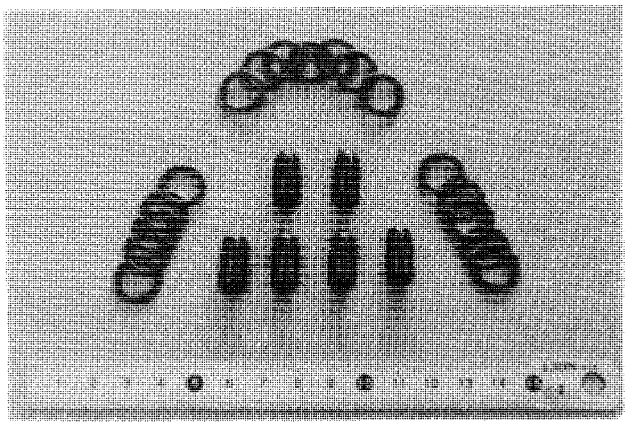


図17　熱処理用治具

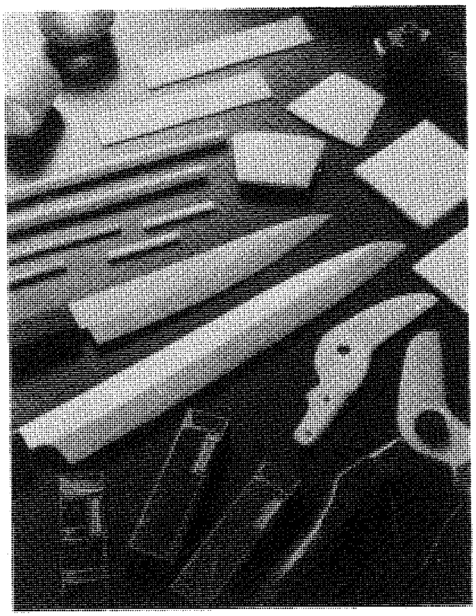


図18　各種セラミックス刃物等日用品

3−5　その他

① 家庭用品

最近家庭用品へのセラミックスの応用も多く見られる様になった。勿論，茶わんや花瓶など従来から，浸透しているものやホウロウなど比較的新しい技術のものもあるが，これらに加えてファインセラミックスが登場している。包丁，はさみ，などの刃物（図18）[19]や，コーヒーメーカーの豆ひきの臼がこれに相当する。絶縁性を利用してドライバーやピンセットなど広く家庭内の道具にも利用されている。材料はZrO_2が中心であり，とくに刃物などは工業用へとその範囲と広げているし，はさみも磁気テープのカッターとして売り出され

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

ている。

② スポーツ，娯楽用

ファッション的なイメージがとり入れられ，最近ゴルフのクラブヘッドやスパイクピンにジルコニアの使用が見られる。又釣具のリールなどの釣糸ガイド等にも各種セラミックスが使われている。

尚，ゴルフのクラブシャフトや釣具にはカーボン繊維を使ったＦＲＰ材が使われているのは衆知の通りである。

4. あとがき

以上3回にわたってファインセラミックス（構造用）の解説を行った。未熟な解説となり，必ずしもバランスのとれた内容にならなかった点御了承願いたい。ともかく材料サイドからの説明の中で，セラミックス特有の“ニーズに対応できる，材料とプロセスの選択”の特徴を理解していただければ幸甚である。

構造用セラミックスはセラミックスの脆性という弱点を克服して始めて金属やプラスチックと差別化できる機能が生かされる。その意味で，応力レベルの低い所からの実用化が着実に進められ始めたのが現段階といえる。今後セラミックスが伸びるためには各応用分野共，品質（信頼性）とコストの克服が最大の課題である。ガスタービンへのセラミックスの適用は中でも最もむずかしい領域である。これからも続けられる一つ一つの実用化経験の積み重ねと，高靱性セラミックスといった新素材の開発，さらには周辺技術の向上によってこうしたむずかしい領域への道が開かれるであろうことを期し，本稿の完結とする。

文　献

(1) L．A．レイ（井関孝善訳），“セラミックスの耐食性ハンドブック”，共立出版，（1985）
(2) R．E．Tressler et．al．：J．Am. Ceram. Soc．，59，（1980），278
(3) 津谷，セラミックスの機械的性質，窯業協会（昭54），75
(4) 井上，山中，津谷，日本潤滑学会第29期春季研究発表会，（昭60）
(5) 米屋，小谷，自動車技術，39(8)，（昭60），897
(6) 米屋，ＦＣレポート，3(7)（昭86）
(7) P．Heitman，Ceramics：Today and Tomorrow，Ed．S．Naka et．al，（1985）101
(8) 樋口，中村，工業材料，31(12)，(昭58)，107
(9) Y．Okasaki et．al.，SAE Paper No.850312，（1985）
(10) ファインセラミックスの標準化に関する調査研究報告書，（昭59），11
(11) S.Kamiya et．al.，SAE Paper No.850523，（1985）
(12) 日経メカニカル，（昭59），105
(13) 深津，勝村，エンジニアリングセラミックス，ＣＭＣ，（昭58），245
(14) 衣笠，セラミックス，18(1)，（昭58），47
(15) 鳥山，清水，工業材料，31，（昭58），147
(16) 福岡，ＦＣレポート，3(6)，(昭61)，1
(17) 石川，阿部，ＦＣレポート，3(9)，(昭60)，1
(18) 阿部，私信
(19) 香蘭社カタログ

§ 入会勧誘のおねがい

日本ガスタービン学会では賛助会員，正会員，学生会員の入会を呼びかけております。
ガスタービン関係の方々に是非ご入会いただきますよう各方面でのご勧誘をおねがいいたします。

賛助会員	年会費	1口	60,000円	入会金	1,000円
正会員	年会費		4,000円	入会金	500円
学生会員	年会費		2,000円	入会金	500円

（年度は4月から翌年3月まで）

尚，昭和61年4月の総会において細則改正が行なわれ，正会員の入会は正会員1名の入会推薦がある方もしくは当該分野に寄与著しい方であることが必要となりました。

入会申込など詳細は下記事務局へ
〒160 新宿区西新宿7－5－13 第3工新ビル402
(社)日本ガスタービン学会事務局 Tel 03－365－0095

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

ている。

② スポーツ，娯楽用

ファッション的なイメージがとり入れられ，最近ゴルフのクラブヘッドやスパイクピンにジルコニアの使用が見られる。又釣具のリールなどの釣糸ガイド等にも各種セラミックスが使われている。

尚，ゴルフのクラブシャフトや釣具にはカーボン繊維を使ったＦＲＰ材が使われているのは衆知の通りである。

4. あとがき

以上３回にわたってファインセラミックス（構造用）の解説を行った。未熟な解説となり，必ずしもバランスのとれた内容にならなかった点御了承願いたい。ともかく材料サイドからの説明の中で，セラミックス特有の“ニーズに対応できる，材料とプロセスの選択”の特徴を理解していただければ幸甚である。

構造用セラミックスはセラミックスの脆性という弱点を克服して始めて金属やプラスチックと差別化できる機能が生かされる。その意味で，応力レベルの低い所からの実用化が着実に進められ始めたのが現段階といえる。今後セラミックスが伸びるためには各応用分野共，品質（信頼性）とコストの克服が最大の課題である。ガスタービンへのセラミックスの適用は中でも最もむずかしい領域である。これからも続けられる一つ一つの実用化経験の積み重ねと，高靭性セラミックスといった新素材の開発，さらには周辺技術の向上によってこうしたむずかしい領域への道が開かれるであろうことを期し，本稿の完結とする。

文　献

(1) L．A．レイ（井関孝善訳），“セラミックスの耐食性ハンドブック”，共立出版，（1985）
(2) R．E．Tressler et．al．：J．Am. Ceram. Soc．，59，（1980），278
(3) 津谷，セラミックスの機械的性質，窯業協会（昭54），75
(4) 井上，山中，津谷，日本潤滑学会第29期春季研究発表会，（昭60）
(5) 米屋，小谷，自動車技術，39(8)，（昭60），897
(6) 米屋，ＦＣレポート，3(7)（昭86）
(7) P．Heitman，Ceramics：Today and Tomorrow，Ed．S．Naka et．al，（1985）101
(8) 樋口，中村，工業材料，31(12)，(昭58)，107
(9) Y．Okasaki et．al.，SAE Paper No.850312，（1985）
(10) ファインセラミックスの標準化に関する調査研究報告書，（昭59），11
(11) S．Kamiya et．al.，SAE Paper No.850523，（1985）
(12) 日経メカニカル，（昭59），105
(13) 深津，勝村，エンジニアリングセラミックス，ＣＭＣ，（昭58），245
(14) 衣笠，セラミックス，18(1)，（昭58），47
(15) 鳥山，清水，工業材料，31，（昭58），147
(16) 福岡，ＦＣレポート，3(6)，(昭61)，1
(17) 石川，阿部，ＦＣレポート，3(9)，(昭60)，1
(18) 阿部，私信
(19) 香蘭社カタログ

§ 入会勧誘のおねがい

日本ガスタービン学会では賛助会員，正会員，学生会員の入会を呼びかけております。
ガスタービン関係の方々に是非ご入会いただきますよう各方面でのご勧誘をおねがいいたします。

賛助会員	年会費	1口	60,000円	入会金	1,000円
正会員	年会費		4,000円	入会金	500円
学生会員	年会費		2,000円	入会金	500円

（年度は4月から翌年3月まで）

尚，昭和61年4月の総会において細則改正が行なわれ，正会員の入会は正会員1名の入会推薦がある方もしくは当該分野に寄与著しい方であることが必要となりました。

入会申込など詳細は下記事務局へ
〒160 新宿区西新宿7－5－13 第3工新ビル402
(社)日本ガスタービン学会事務局 Tel 03－365－0095

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

技術論文

高温高速燃焼ガス流中セラミック部材の耐久性

㈶電力中央研究所　阿部俊夫・久松　暢・石川　浩
㈱日立製作所　宮田　寛・飯島史郎・大島亮一郎

1. 緒言

エネルギー対策の一環として，その多様化のために一次エネルギー源を，石油から原子力，LNG，および石炭等への分散，また一次エネルギーから電気エネルギーへの変換効率の向上に，日夜努力が払われている。この中で，現在の火力発電プラントに代わる新しい発電方式として，LNG燃料あるいは石炭ガス化燃料による高効率複合発電プラントの実現が期待されており，その技術的中心課題である高温ガスタービンの研究開発が，国内外において強力に進められている。

高温ガスタービンでは，タービン入口温度（TIT）の上昇と共に，タービン静翼および動翼は熱的に過酷な環境下におかれるので，これらを冷却して保護する必要がある。現在，世界的水準のTIT＝1300℃級のガスタービンでは，タービン部の冷却のため主流の約15％以上もの冷却空気を必要としている。冷却空気の増大はサイクル全体の効率低下をもたらすので，必要冷却空気量を極力節減することが高温ガスタービンの効率向上の観点から重要である。

近年新たに開発されている炭化珪素，窒化珪素等の非酸化物系ファインセラミックスは，在来の耐熱合金に比べ優れた高温耐食性および高温強度を有しており，ガスタービンの高温部品に適用することが有望視されている。ファインセラミックスの使用によって，タービン翼の無冷却化が可能となり，タービン効率の飛躍的な向上が期待できる。しかし，脆性材料であるセラミックスをガスタービンの心臓部と言える高温部品に適用するためには，成形・焼結技術の開発，設計および評価手法の確立等，解決しなければならない問題が多く，また，セラミックス自体の高温耐久性に関しても十分明らかにされているとは言い難い状況にある。したがって，セラミックスの高温ガスタービンへの適用には，材料の耐熱性など基礎的な処から検討する必要がある。

さて，これら構造用材料としての非酸化物系セラミックスは，高温雰囲気下で酸化されるので，その酸化挙動，および酸化に伴う材料強度の変化について把握することが，ガスタービンへの適用可否判断の上で重要である。しかし，従来，酸化試験については主として電気炉のような静的な雰囲気下で行われている(1)~(6)場合が多い。

そこで，本報では高温高速燃焼ガス流中における，各種セラミックスの酸化と強度変化の問題を取り上げた。すなわち，炭化珪素および窒化珪素系のセラミックス4種類について，ガス温度約1510℃，流速200 m/sec，酸素濃度約9％の燃焼ガス流中での耐久性試験を実施し，試験前，後の材料の比較検討を行った。

2. 実験方法及び供試体

2－1　燃焼実験設備　高温高速の燃焼ガス流を得るために使用した燃焼実験設備の概観写真を写真1に示す。燃焼器の燃料はプロパンガス

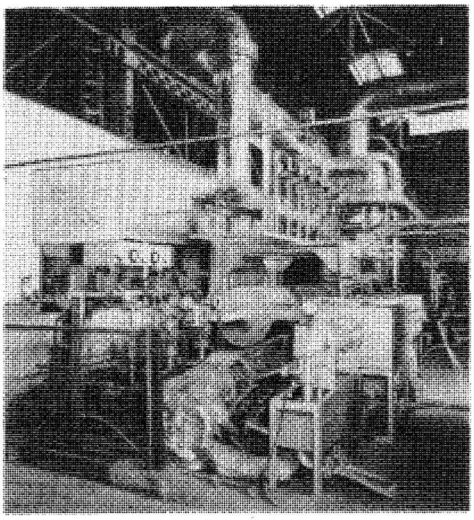


写真1　燃焼実験設備

（昭和61年4月1日原稿受付）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

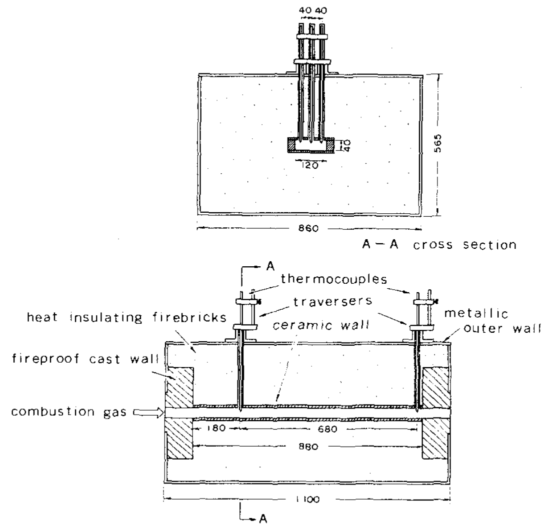


図１　高温煙道試験部の構造

（ＪＩＳ－１号）を使用している。高温燃焼器としては，セラミックス・金属嵌合型超高温燃焼器(7)を使用した。

燃焼器出口の下流には，図１に示されるセラミック供試体を設置する高温煙道部が連結されている。設置部の詳細構造を図２に示す。高温煙道試験部は，セラミック供試体を支持するホットプレ

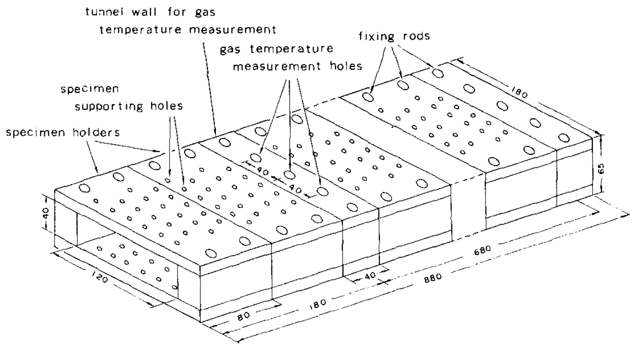


図２　セラミック煙道部の構造

ス SiC製のセラミック煙道壁を，それを囲む断熱耐火物，および温度測定部より構成されている。高温煙道部の流路断面は，幅120㎜，高さ４０㎜であり，全長1100㎜であるが，セラミック供試体を支持するセラミック煙道壁は，ガス流に沿って１０組に分割されている。それぞれのセラミック煙道壁部は，図２に示すように，上下の供試体支持板と側壁部等から構成されている。上下の支持板にはそれぞれ，２０㎜間隔に千鳥配列で直径５㎜の孔が２２ケ設けられており，角柱（３×４×６７㎜）状のセラミック供試体の両端がこの孔部分に嵌合され，セラミックファイバーを用いて固定される。したがって，一組のセラミック煙道壁部には２２本，煙道試験部全体では220本のセラミック供試体を設置することができる。

高温燃焼ガス温度の測定は，２組目のセラミック煙道壁部の後流，すなわち煙道壁部上流端より180㎜の位置で３ケ所，およびほぼ出口にあたる860㎜の位置で３ケ所の合計６ケ所で行った。それぞれの位置での燃焼ガス温度はPt－Pt/Rt13％熱電対を用いて測定し，またそれぞれの熱電対は垂直方向にトラバースすることができるようになっている。

２－２　実験条件及び供試体　実験設備の関係から，１日の内に着火して消火する運転を繰返した。図３に，１日における煙道試験部のガス温

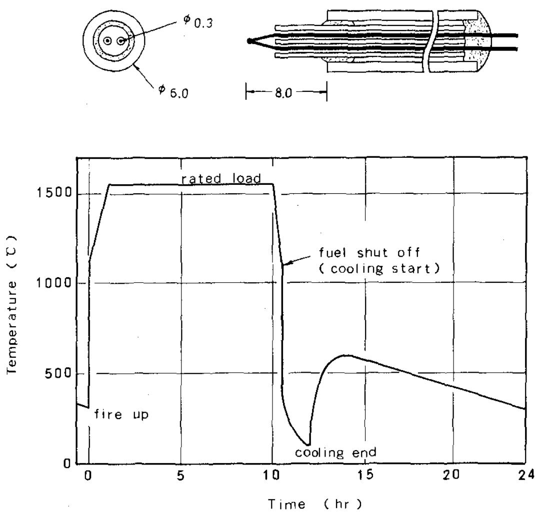


図３　試験部ガス温度サイクルの一例

度変化の典型的な例をその測定プローブ形状等と併せて示す。本試験では，燃焼器の定格負荷時の累積運転時間をもって曝露時間とし，着火から消火までの累積運転時間を燃焼試験時間とする。

図４は定格運転時の垂直方向の燃焼ガス温度分布を示したものである。煙道試験部入口（図１参照）における流路断面の平均ガス温度は1510±１０℃，最高燃焼ガス温度は1534～1593℃，平均断面流速200 m/sec（大気圧，1500℃換算），O_2濃度９±0.2％である。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

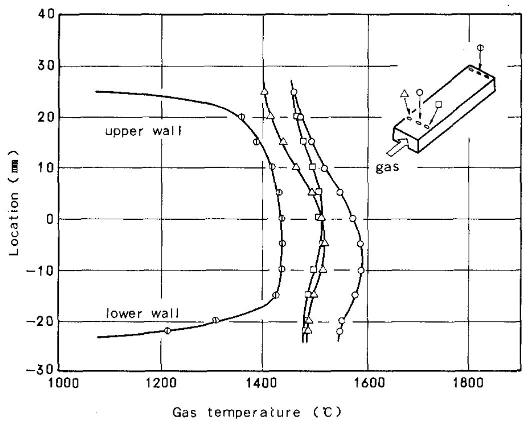
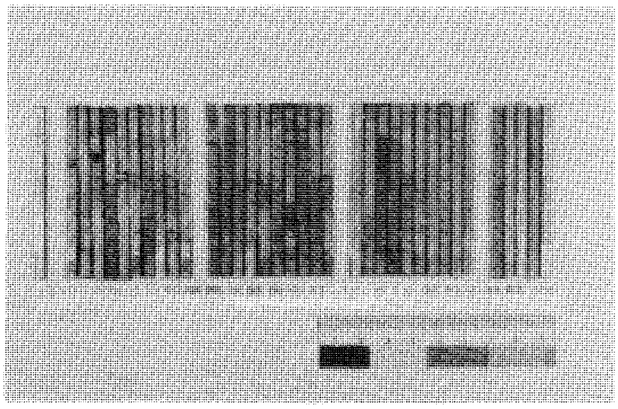


図4　垂直方向のガス温度分布

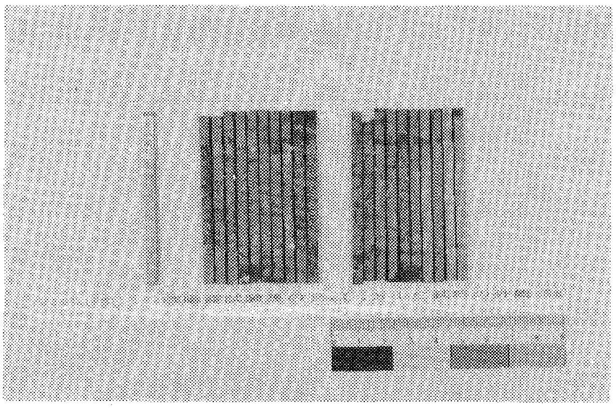
本耐久試験では，試験開始時より，曝露時間で12.9時間後，41.2時間後，および101.2時間後に一部のセラミック供試体を入れ替え，172.5時間後にすべての供試体を取り出した。供試材料およびそれぞれの本数は，H. P.−SiC(Hot-Press-SiC) 205本，P.L.−SiC (Pressure-less-SiC) 175本，P.L.−Si_3N_4 (Pressure-less−Si_3N_4) 35本，およびH.P.−Sialon (Hot-Press-Sialon) 25本の合計440本である。また，比較のために，別途H.P.−SiC 5本，P.L.−SiC 5本，およびP.L.−Si_3N_4 10本の電気炉内高温曝露試験も実施した。セラミック供試体はすべて3×4×67 mmの角柱であり，試験に先立って全数について外観調査，重量と寸法の精密測定を行った。また，供試体の表面粗さについて抜取り検査を行った結果，約0.6 μm以内であった。

3. 実験結果および検討

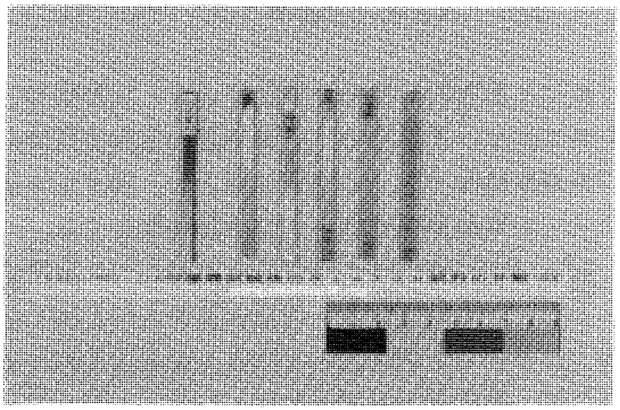
3−1　外観および寸法・重量変化　曝露試験後の外観は，H.P.−SiC，P.L.−SiCとも燃焼ガス流の衝突面が若干荒らされているが，色調変化はほとんど認められない。H.P.−Sialonでは色調変化がSiCよりも顕著である。これに対し，P.L.−Si_3N_4は，K.H. Jack[1]などによって報告されている通り，酸化が顕著で，明らかにクリストバライトと見られる白色層の生成があり，また酸化生成物が燃焼ガス流によって剥離脱落させられて，曝露時間にして約13時間の試験で，すでに原形



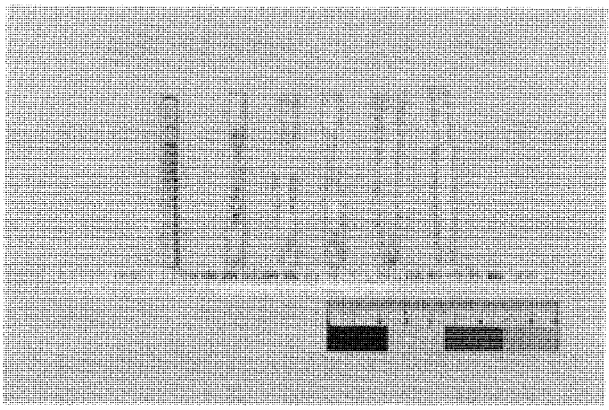
H. P. − SiC　(曝露時間　173hr)



P.L. − SiC　(曝露時間　173hr)



H.P. − Sialon　(曝露時間　160hr)



P.L. − Si_3N_4　(曝露時間　13hr)

写真2　曝露試験後のセラミック供試体の外観

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

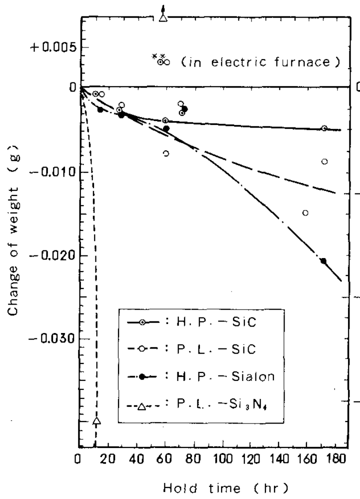


図5　曝露による重量変化

を留めていない。各材料の曝露後の外観写真を写真2に示す。

供試体は全て試験後に重量，寸法測定をしたが，供試体支持板への取り付け時に用いた固定材の付着，あるいは試験後の取り出し時の折損などのため，そのままでは重量，寸法測定結果と曝露時間との相関は認められなかった。そこで，固定材の付着あるいは折損のあったものを除いたデータのみによる重量変化の例を，図5に示す。重量は曝露時間の増加に伴って，僅少とは言え減少傾向が明らかである。前述した如く，P.L.−Si_3N_4は約13時間曝露ですでに原形を留めていないため，重量減少も著しい。X線回折によれば，明らかに高温酸化によるクリストバライトの生成が認められている。この酸化層の燃焼ガス流による飛散と再生成の繰返しが，重量減少をもたらしたものであろう。事実，電気炉中曝露供試体では重量減少はなく，逆に重量増加現象が現われている。

3−2　強度変化　曝露に伴うセラミックスの強度変化を，曲げ強度（室温，4点曲げ）により評価した。JIS規格に基づく方法で得られた曲げ強度を，P.L.−SiCの例について図6に示す。図中の＋印は燃焼ガス流中試験の各データの算術平均値を示したものである。全体的な傾向として，燃焼ガス流中曝露により，供試セラミック部材の見掛けの曲げ強度は短時間の中に低下し，その後ほぼ一定値を示している。また曝露時間と共に若干の強度低下がないとは言えないが，ばらつき範囲の程度である。ここで敢えて見掛けの曲げ強度としたのは，得られた強度がセラミック素材の強度ではなく，表面層の変質による劣化，及び表面粗さなどによる形状効果にも依存しているものと考えられるからである。なお，電気炉中に曝露した供試体の強度も併せて示したが，燃焼ガス流中曝露のものと比べて有意差は認められない。

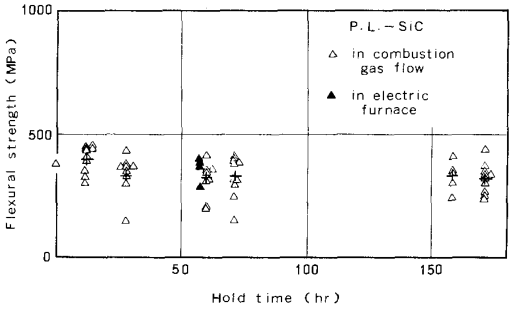


図6　曝露時間と曲げ強度の関係

SiCに関するワイブルプロットによると，ワイブル係数はm≃5と得られ，未試験材のそれに比べ小さい。

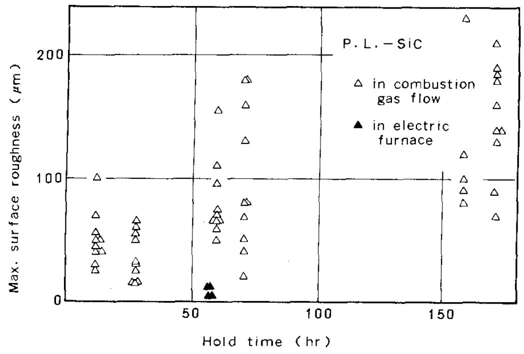
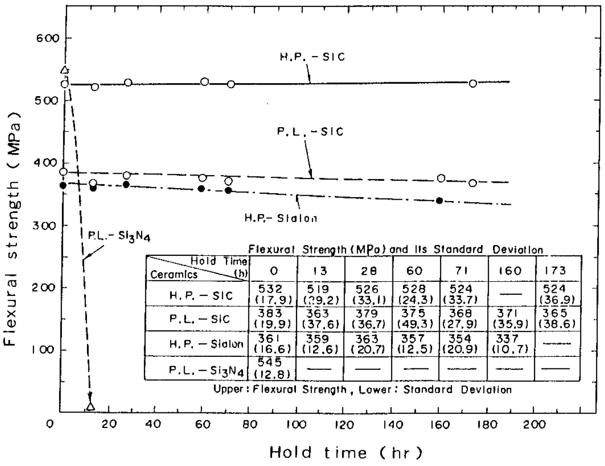


図7　曝露時間と最大表面粗さの関係

曲げ試験対象位置における，供試体の幅の中心線上の最大表面粗さを，P.L.−SiCの例について図7に示す。H.P.−SiCの場合の結果もほとんど同じである。測定面は燃焼ガスが衝突する供試体前面である。最大表面粗さには大きなばらつきがあるが，全体的傾向として曝露時間と比例関係にある。なお，図中に示した電気炉中の高温曝露供試体の表面粗さは，当然のことながら極めて小さく，燃焼ガス流中曝露供試体と際立った違いを示している。

一方，外表面の酸化物層の強度への影響を除去

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.



Flexural Strength (MPa) and Its Standard Deviation

Ceramics \ Hold Time (h)	0	13	28	60	71	160	173
H.P.-SiC	532 (17.9)	519 (29.2)	526 (33.1)	528 (24.3)	524 (33.7)	——	524 (36.9)
P.L.-SiC	383 (19.9)	363 (37.6)	379 (36.7)	375 (49.3)	368 (27.9)	371 (35.9)	365 (38.6)
H.P.-Sialon	361 (16.6)	359 (12.6)	363 (20.7)	357 (12.5)	354 (20.9)	337 (10.7)	——
P.L.-Si_3N_4	545 (12.8)	——	——	——	——	——	——

Upper: Flexural Strength, Lower: Standard Deviation

図8　表面酸化層除去後の曲げ強度

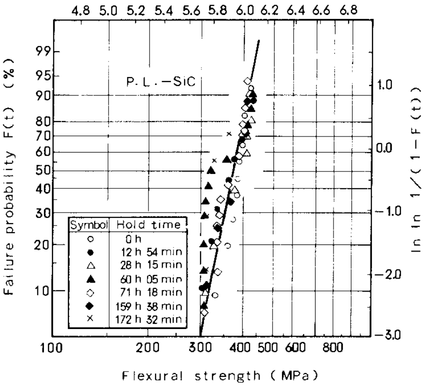


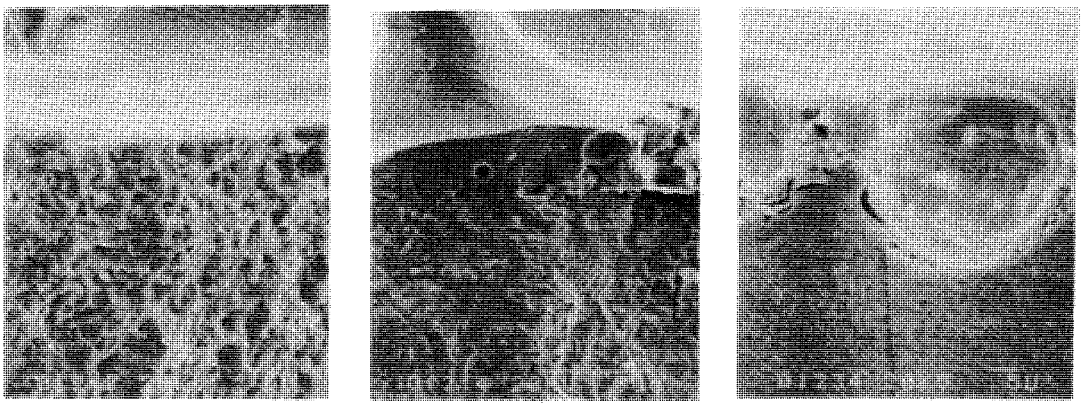
図9　試験前後の曲げ強度分布

する目的で，表面約 0.1 mmの研削を施した供試体の４点曲げ試験を行った。図８にその結果を示す。図中の各点は５～１０個のデータの平均値であり，その標準偏差を図中の表に示した。H.P.-SiC，P.L.-SiCとも未試験材に比べ強度変化はほとんどなく，１５００℃燃焼ガス流中曝露によっても内部の材質変化はないことを示している。これに対し，H.P.-Sialonは僅少とは言え曝露時間の経過に伴って強度の漸減傾向を示す。P.L.-Si_3N_4については，前述の如く，約１３時間曝露で原形を留めていない。さらに，これらのデータのワイブル分布を求めた。P.L.-SiCの例を図９に示す。データ数が十分とは言えないが，曝露時間の影響は積極的には認められない。

前述の見掛けの曲げ強度の低下の原因を探るために，曲げ試験後の破面のＳＥＭ(Scanning Electron Microscope) 観察を実施した。破面観察は破壊起点を狙った。得られたＳＥＭ写真の代表例を写真３に示す。

SiCに関する観察結果によれば，酸化析出物が表面に凸部を形成しており，これが図７に示す表面粗さとして計測されたものである。図６，７から容易に理解できるように，この表面粗さと曲げ強度間には相関はなく，したがってこの突出した酸化物 (SiO_2) は強度を直接支配する因子とは考えられない。高温曝露後のSiCに対するＳＥＭ結果を模式的に表すと，表面層は図１０のような状況にあると見ることができる。電気炉中曝露供試体の破面も本質的に同じであり，極く表面の析出SiO_2層が極めて少ない例と考えられる。

SiO_2の弾性係数は低く，またその破壊強度も極めて低いことを考え併せると，この析出SiO_2



H. P. - SiC　　　P. L. - SiC　　　H. P. - Sialon

写真３　破壊起点近傍のＳＥＭ写真

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

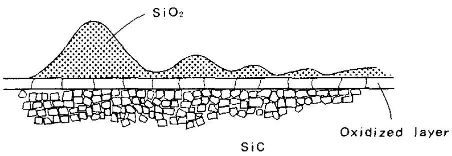


図１０　破壊起点近傍の表面層モデル

層の厚さ等は直接的に供試体の見掛けの曲げ強度と関連していないと考えられる。一方，この析出 SiO_2 層と母材SiCの中間に一様厚さの酸化層が認められる。この部位の強度特性が，見掛けの曲げ強度低下の要因になっていると考えられる。この中間の酸化層では，結晶粒界の損傷に伴うマイクロクラックの発生が考えられるが，超音波顕微鏡等による観察によってもその存在を確認するには到らなかった。見掛けの曲げ強度が如何なるメカニズムによって支配されているかの解明は，今後の検討課題である。

一方，H.P.−Sialonに関する破面はエッチピットを起点とした破壊を示しており，燃焼ガス流による表面損傷が，SiCが全面腐食型であるのに対し，孔食型であり，より内部にまで及んでいることが分かる。P.L.−Si_3N_4の損傷過程も，H.P.−Sialonに近いものと考えられる。

4. 結　言

高温ガスタービンの主要部品の新素材として有望視されているセラミックスにおいて，ガスタービン条件に近い高温高速（1510℃，200 m/sec）燃焼ガス流中での耐久性試験を実施し，その酸化挙動および材料強度の経時変化について検討した。その結果，次の事が明らかとなった。

(1) 供試体の重量は曝露時間と共に減少する。特にP.L.−Si_3N_4では酸化生成物であるシリカが燃焼ガス流によって剥離脱落するため，短時間で原形を留めなくなる程の損傷を受ける。

(2) SiO_2 の析出に伴い，表面粗さは曝露時間の経過と共に増大する。この結果は，炉内に大気の流れのほとんどない電気炉試験の場合と著しく異なる。

(3) 高温曝露後のSiCの部材強度は未試験材に比較し一定量低下するが，曝露時間に伴った漸減は認められない。なお，この強度値は電気炉中試験による部材強度とほぼ同じである。しかし，高温曝露によって生じる表面の酸化層を除去した素材としての強度は，未試験材と変らない。

(4) Sialonは高温曝露に対し，Si_3N_4のような著しい酸化損傷はなかったが，高温強度不足のため燃焼ガス流の風圧により大きな変形を生じている。またその酸化面は孔食型を示しており，そのため室温での部材強度も曝露時間の経過と共に低下する。また，表面酸化層を除去後の素材強度も，未試験材に比べ低下する。

以上より，SiC系セラミックスは高温耐久性に優れており，高温ガスタービンの無冷却セラミック翼の候補材として，現在のところ最も有力である。

なお，本試験に供試したH.P.−Sialonは，九州工業技術試験所の御指導により製造したものである。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

(1) K. H. Jack, J. Mat. Sci., 11(1976)
(2) J. E. Antil et al., Corrosion Sci., 11(1971), 337
(3) E. A. Gulbransen et al., Oxid. Met., 4(1972), 181
(4) P. J. Jorgensen et al., J. Am. Ceram. Soc., 42(1959), 613
(5) R. F. Adamsky, J. Phys. Chem., 63(1959), 305
(6) S. C. Singhai, J. Mat. Sci., 11(1976), 500
(7) T. Abe and H. Ishikawa, 1983 Tokyo International Gas Turbine Congress, 83−TOKYO−IGTC−22, 167

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

見聞記

フォン・カルマン流体力学研究所

東京大学工学部　高　田　浩　之

本年4月から5月にかけてヨーロッパ各国の大学・研究所などを訪問する機会を得た。このうち，比較的長期間滞在したのはベルギーのフォン・カルマン流体力学研究所（以下VKI）である。ガスタービン学会の会員諸氏の中にはVKIを訪問されたことのある方は必ずしも少なくはないであろうし，またとくに珍しい内容の記事が書けるわけでもないが，編集理事のたっての求めにより以下に簡単に紹介してみたい。

ブリュッセルの南方約10kmくらいであろうか，ワーテルローの古戦場に通じる道路に面している

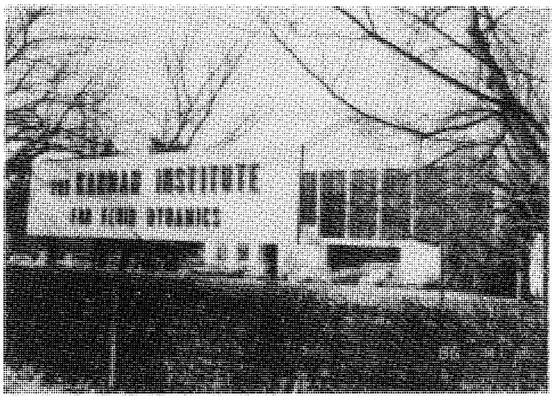


写真1.　VKI（ワーテルロー通りより）

この研究所は，Theodore von Karman の提案により，西側諸国の若い技術者・科学者のための空気力学分野の教育・研究の機関として1956年に設置されたもので，今年の10月でちょうど満30周年を迎える。現在の規模は職員約90名（うちfaculty member 13, technical personnel 21），これに種々の postgraduate レベルの学生（研究者）約50名が加わる。研究所の予算の約57%はベルギー，アメリカ，フランス，ドイツなどの各支援国からの国際予算によって賄われ，他はベルギーの国家予算，およびコントラクト研究のスポンサーに依存している。

VKIは研究面では，“Environmental and Applied Fluid Dynamics”，“Aerospace and Aerodynamics”，および“Turbomachinery”の3部に分かれており，このうちガスタービンに最も関係が深いのは勿論 Turbomachinery である。この部は度々の来日で我国にも知人の多い Prof. Breugelmans が head となって Axial Flow Compressors, Radial Components, Axial Flow Turbines, Heat Transfer and Blade Cooling の4部門から成り，Breugelmans 氏は同時に“Axial Flow Compressors”の部門を担当している。氏の研究は最近は旋回失速に関するもの，とくに低速の単段軸流圧縮機を用いて行った失速セルの詳細な計測に関するものが多い。この圧縮機はロータ直径70cmで水銀slip ringを具え，ロータ上から速度や圧力の計測が可能なようになっている。ほかに，2次元翼列風洞（吹口断面12cm×50cm）を用いてdihedral翼列における2次流れの実験も行っている。遠心圧縮機やブロワー，ポンプなどを対象とする“Radial Components”の部門は Prof. Van den Braembussche が担当し，最近の研究としては，ベーンレス・ディフューザを有する遠心圧縮機における旋回失速の発生状況に関する実験，ベーンレス・ディフューザにおける旋回失速の理論的考察，ポ

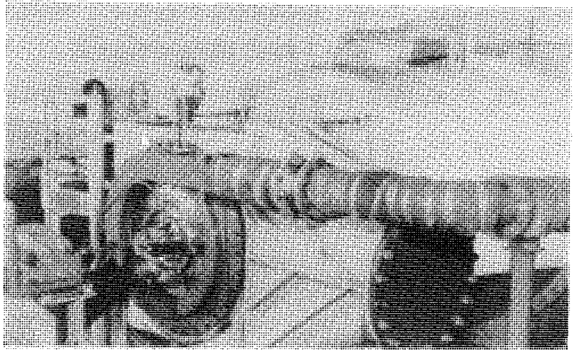


写真2.　高速圧縮機試験装置

（昭和61年8月11日原稿受付）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

ンプ出口の静圧ディストーションに基づくインペラ・ディフューザ内の非定常流れに関する実験と理論的考察などを行っている。とくに後者の実験には回流水路式のポンプ試験装置が用いられ，透明ポンプとLDVによって内部流が計測されている。

写真3. 左よりProfs. Sieverding, Arts, Breugelmans.

"Axial Flow Turbines"の部門はProf. Sieverding の担当で，氏の最近の研究はタービン翼列の2次流れに関するものが主である。低速のタービン試験装置(直径78cm)を用いて，低アスペクト比の環状翼列の2次流れを4孔ピトー管や傾斜型熱線風速計によって計測したり，light sheet technique によって可視化したりする研究を行っている。タービン翼列の流路中の2次流れの状況に関する詳細な解説も発表されている。"Heat Transfer and Blade Cooling"を担当するDr. Artsは比較的新しいメンバーのようで，遷音速タービン翼列の数値解析，フィルム冷却を施したタービン・ロータブレードの前縁付近の熱伝達に関する実験などの研究を行っている。とくに後者の実験には直径1m，長さ5mのシリンダと軽量ピストンより成る等エントロピ圧縮管が用いられている。ピストンが急速に動くときシリンダ中の空気はほぼ等エントロピ的に圧縮されるので，それが所定の圧力・温度に達したときに急開弁を開いて流れをtest section 中の翼列へ導くというもので，持続時間は，100～800 ms, test sectionの最大寸法は25cm×10cmであるという。白金フィルムを並べたglass ceramic 製の翼を用いて熱伝達の測定が行われている。

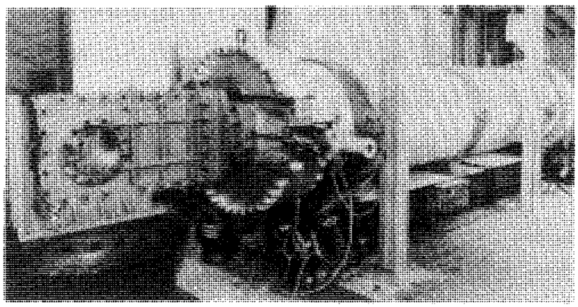


写真4. 等エントロピ圧縮管

Turbomachinery関係の研究施設としては，既に述べた2次元翼列風洞，低速軸流圧縮機試験装置，回流式の遠心ポンプ試験装置，低速タービン試験装置，等エントロピ圧縮管などのほかに，閉ループ式の高速圧縮機試験装置(空気またはフレオン・ガス，遠心・軸流ともに可，700kw)や，ブローダウン形式の高速翼列風洞(最大持続時間20分，test section 5cm×25cmおよび10cm×25cm)などがある。しかし，筆者の滞在中はブローダウン風洞の収められている建物は大規模な改造・拡張工事の途中であり，実験は中断されていた。

以上のTurbomachinery関係の施設のほか，VKIには多数の小型低速風洞，大型低速風洞(test section 3mφ free jet または2m×3m×20m 矩形ダクト，風速2～60m/s)，各種の遷・超音速風洞(マッハ数2～3.5)，ブローダウン式極超音速風洞(マッハ数6)，ロングショット・フリーピストン風洞(マッハ数15, 20)，低温風洞(−70℃,風速63 m/s)，回流水槽，などの広範囲の風洞施設が設置され，またほかにgas−particle2相流や重力によるgas dispersionの実験設備なども設けられていて，これらは主に"Aerospace and Aerodynamics"および"Environmental and Applied Fluid Dynamics"の2部門の研究に用いられている。それらの研究の中にはベルギー内外の建造物や橋梁の空力的特性や環境に対する影響などに関する諸試験なども含まれている。

VKIはその設立の趣旨からいって教育・訓練の機関でもあり，そのための活動も種々行っている。"VKI Diploma Course"は西側諸国の大学卒を入学資格とする期間1年のpost graduate course で，学生は用意された30くらいの講義や，labora-

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06

tory work のうちから自分の専門に応じて適当なものを選択・受講すると共に，上記に紹介したようなVKIの諸研究施設を利用して各自の研究プロジェクトにも従事することになっている。重点はこの研究の方におかれているとのことであり，たとえばTurbomachinery関係のプロジェクトの例として，“タービンおよび圧縮機中の2次流れ”などのテーマが挙げられている。1956年の発足以来，500名以上の学生がこのDiploma Courseを卒業し，最近は例年25〜30名程度の学生が存籍するという。

“Advanced Programme in Basic Research”は期間2〜3年のいわば博士コースで,上記Diploma Courseの卒業生あるいは同等の能力を認められた者はさらにこのコースに進んで研究を続け，学位論文を書いてよいことになっている。ただし，VKI自身は学位の審査権を持たないので，ベルギー国内あるいは外国の大学と協定を結んでおいて，学生は出来上った論文をその大学に提出し審査を受けて学位を授与されることになっている。研究の実施と指導の実質的部分はVKIにおいて行われる。1963年にこの制度が始まって以来50名以上の学生が学位を得ており，最近は15名くらいがこのDoctor Programmeに存籍するという。

以上のほかにも，たとえばDiploma Courseの卒業生にもっと短期間の応用研究の訓練を授ける“Applied Research Programme”や，もっと高いレベルで，学位所有者や2〜3年以上の実務経験を有する技術者などを対象に高度の応用研究の機会を与える“Advanced Programme in Applied Research”などのコースもある。反対に大学の学部学生を対象にVKIで研究チームの一員として1〜3ケ月を過させる“Short Training Programme”という制度もあって，例年多数の西側諸国の大学から60〜70名の学生が参加するとのことである。

もう一つVKIの大きな活動として“Lecture Series in Fluid Dynamics”がある。これは流体力学の先端的なトピックスに関して1週間規模の講習会を年に約10回くらい開催するというもので,年間の参加者はヨーロッパや北米各国の企業，大学，研究所などから500名を超えるという。講習会の題目は基礎的な研究者向けのものから実際的なエンジニア向けのものまで広い範囲をカバーしているが，今年度の企画を見る限りではやはり最近の状況を反映してか，数値流体力学に関するものが全体の約半数を占めている。この講習会のテキストは“VKI Lecture Series”として出版されている。

VKIは全く国際色豊かな研究所である。昼食や午前・午後各一回のコーヒー・ブレイクのときに人々の集まるキャフェテリアでは英語，フランス語，それにフラマン語(オランダ語)が自由にとびかっている。談話のテーブルに別の人が加わると,パッと今までの言葉が他の言葉に切り替わったりする。VKIの卒業生が西欧諸国に散らばって活動を続けていること，Lecture Seriesの講師・聴講者が世界各国から集まることなども国際性を助けている。世界各国からの訪問者も多いようで，その度にSeminarや学生向けの特別講義が催されている。筆者がいたときにもdynamic stallで有名な米国NASA，AmesのDr. McCroskey(彼もVKIの卒業生だそうである)が立ち寄っていて，2日間の学生向けの講義を行っていた。参考のためにと思って一部聴いてみたが，内容は主として計算空気力学の概論のようなものであった。

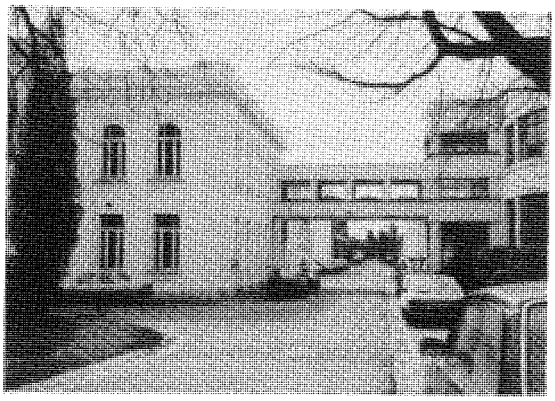


写真5.　VKI構内

最後にVKI構内の写真を何枚か掲げてこの稿を終わることにしたい。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

見聞記

1986 ASME 国際ガスタービン会議 デュッセルドルフ大会

1. デュッセルドルフ大会に参加して

関東学院大学 渡 部 一 郎

昭和61年6月8日〜12日西独デュッセルドルフのMKC(Messe-Kongress-Center)において，ASMEガスタービン部門主催，VDI協賛，VDMA(Verband Deutscher Maschinen und Anlagebau)後援のもとに国際ガスタービン会議が開催された。会議のセッション題名，論文数等を表1に示す。セッション数81，論文数308，パネル数7は1985年ヒューストン大会のセッション数66，論文数241，パネル数11に比しパネル数以外で昨年を大きく上廻っている。併し，展示見学者を含めての全登録者数は，ヒューストン大会の4351名に比べかなり少なかったようだ。4月末のチェルノブイリ原発の爆発事故，ASME主催の会議であるためのテロ発生危惧に基づく不参加等がその原因と考えられるが，筆者の見る処では後者の影響の方が大きそうだ。論文の内容としては，昨年に引続きセラミックス関係が多く，またコジェネレーション関係の論文数は多くはなかったが，後述する如く，プラントツアーに組み込まれていたこともあり，日本からはコジェネレーションを目標とした参加者がかなりあった。展示ではDOEが自動車用Advanced Gas Turbine AGT100, AGT101を出品していたのが特長的であったが，展示は全体的に見て昨年よりブース数は少なかったようだ。

6月8日(日)6：00pmからInter-Continental ホテルのBallroomでcash bar形式の歓迎リセプションがあり，また近くのHiltonホテルでASMEガスタービン部門の Awards Dinnerがあった。筆者は昨年8月ASME Fellowに推挙された関係で賞状受領のためこれにも出席。歴代の部門委員長として日本になじみの深いG.K.Serovy，T.H.Okiishi，E.P.Weinert，T.E.Stott，R.A.Harmon 等々がH.C.Eatock現委員長と共に出席していた。1986 R.Tom Sawyer AwardはE.L.Smith，1984 Gas Turbine AwardはH.P.Hodsonに，また例年の如くガスタービン部門所属委員会の退任委員長に感謝状が贈呈され，最後にStott の提唱で故Tom Sawyer追悼の黙悼があって閉会となった。

6月9日(月)9：30〜10：15am MKCで会議の開会式，また同日5：00〜7：00pm MKCのレストランでデュッセルドルフ市長主催のリセプションがあり，また6月12日(木)12：00〜1：30pm展示会場で展示の閉会パーティがあった。

この会議に先立ち，6月8日(日)(a) Introduction to the Gas Turbine，(b) Turbomachinery Erosion and Performance Deterioration，(c)Turbine Engine Blade Design, Development and Field Service Experienceといった3つのshort course 講習会があった。なお会議終了の翌日，6月13日(金)はプラントツアーとして，(a)オランダのIjsselcentrale Cogeneration Plant，(b)Lausward Combined Cycle Power Plant，(c)Graffenstaden Gears (Strasbourg)，(d)Gersteinwerk Power Plant(KWU)，(e)MTU Münchenが行われた。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

表1 デュッセルドルフ大会のセッション題名，論文数，企画委員会の一覧表

Committee	Session No.	Title of Session	Number of Papers
Aircraft	1	Computational Methods for Aircraft Gas Turbines	5
	22	Aircraft Turbine Engine Integrated Control System Design	4
	34	International Aircraft Gas Turbine Collaboration	Panel
	56	Small Aircraft Gas Turbine Engines	6
	67	Engine Design Considerations	6
Ceramics	23[1)]	Ceramics for Engine Components	3
	35[1)]	Small Gas Turbines and Turbochargers	3
	46	Advanced Ceramics Use in Gas Turbine Engines	4
	57	U.S.Government Sponsored Ceramic Component Development	Panel
	68	Non-Destructive Testing of Ceramic Components for Gas Turbine Engines	3
Closed Cycles	36	Closed Cycle Gas Turbine Systems	3
	58	European Experiences on Closed-Cycle Gas Turbines	4
Coal Utilization	2	Turbomachinery Erosion	4
	13	Coal Fired Gas Turbines	5
Combustion & Fuels	14	Fuel Properties and Stability	5
	24	Fuel Injection and Atomization in Gas Turbine Combustors	5
	37	Combustor Aerodynamics and Flame Stabilization	4
	47	Low Emissions Combustor Development for Gas Turbines	4
	59	Combustion System Technology	5
Controls & Diagnostics	15[2)]	User Experience with On-Line Performance and Condition Gas Turbine Engine Monitoring	Panel
	25	Controls and Diagnostics-Monitoring	4
	38	Controls and Diagnostics-System Design	4
Education	3	Future Technology	3
	48	The Training of Gas Turbine Operators	Panel
Electric Utilities	4[3)]	Defensive Cogeneration,a New Look at an Old Idea(European and North American Perspectives)	Panel
	26	Development and Application of Gas Turbines	5
	39	Cycle Analysis	4
	49	Cycle/Components Design,Startup and Performance	4
	60	Special Topics-1	4
	69	Special Topics-2	3
	76	Technological Advances	3
Heat Transfer	40	Internal Convective Cooling	6
	50	Hot Gas Path Heat Transfer	6
	61	Film Cooling	4
	70	Heat Transfer with Rotation	6
Manufacturing Materials and Metallurgy	5	Materials and Process Performance for Hot Gas Path Components	4
	27	Repair and Repair Performance of Hot Gas Path Components	2
	77	Protective Coating Systems and Performance	3
Marine	6	Engine Applications	3
	16	Advanced Concepts	3
	28	Experience	2

Committee	Session No.	Title of Session	Number of Papers
Pipelines & Applications	7	Health Monitoring,Performance and Control of Turbomachinery	4
	29	Applying Magnetic Bearings	3
	41	Field Applications	4
	51	A Gas Turbine Manufacturer's View of North Sea Requirements	Panel
	62	Special Topics and Experience	6
Process Industries	30	Cogeneration	5
Structures & Dynamics	17[4)]	Rotor Dynamics	3
	31[4)]	Forced Response and Flutter 1	5
	42[4)]	Forced Response and Flutter 2	5
	63	Fracture and Fatigue	5
	71	Component and System Vibrations	5
Turbomachinery	8	CFD-Inviscid-1	4
	18	CFD-Inviscid-2	3
	32	CFD-Viscous-1	3
	43	CFD-Viscous-2	3
	52	Radial Machinery-1	5
	64	Radial Machinery-2	4
	72	Radial Machinery-3	6
	78	Radial Machinery-4	4
	9	Unsteady Flow-1	3
	19	Unsteady Flow-2-Compressor Stability	3
	44	Inverse Design and Optimization in Turbomachinery-1	4
	53	Axial Flow Compressor and Fan Aerodynamics--Design-1	4
	65	Axial Flow Compressor and Fan Aerodynamics--Design-2	4
	73	Axial Flow Compressor and Fan Aerodynamics--Experimental Studies	5
	79	Axial Flow Compressor and Fan Aerodynamics--Computation/Flow Prediction	5
	10	Axial-Flow Turbine Aerodynamics-1	4
	20	Axial-Flow Turbine Aerodynamics-2	5
	33	Axial-Flow Turbine Aerodynamics-3	5
	45	3D Flow and Losses in Turbomachinery Blade Rows	4
	54	Turbomachine Flow Code Assessment and Verification-1	5
	66	Turbine Cascade Aerodynamics	5
	74	Turbomachine Flow Code Assessment and Verification-2	5
	80	Unsteady Flow-3	3
	11	The Inlet Environment of Turbomachines	4
	21	General Topics in Turbomachinery	6
	55	Inverse Design and Optimization in Turbomachinery-2	4
Vehicular	12	Military Applications of Gas Turbines	Panel
	75	Analysis of Small Turbomachine Components	4
	81	Technological Process in Vehicular Gas Turbines	3

Note: 1) Joint Session with Vehicular Committee
2) Joint Session with Pipelines & Applications Committee
3) Joint Session with Process Industries Committee
4) Joint Session with Turbomachinery Committee

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

2. 航空用及び転用型ガスタービン

石川島播磨重工業㈱　今　井　兼一郎

第31回ASME(米国機械学会)国際ガスタービン会議における発表の中で，航空用及び航空転用型ガスタービンについて見聞を簡単に述べる。

1. 航空機用ガスタービン

セッションは，〔1〕COMPUTATIONAL METHOD FOR GAS TURBINE,(5),〔22〕AIRCRAFT ENGINE INTEGRATED CONTRAL SYSTEMS DESIGN,(4),〔34〕INTERNATIONAL AIRCRAFT GAS TURBINE COLLABORATION(PANEL),〔54〕SMALL AIRCRAFT TURBINE ENGINE,(6),〔67〕ENGINE DESIGN CONSIDERATION,(6),(〔 〕はセッション番号,( )は論文数)。

テロ事件の影響のためか各々のセッションでの米国からの出席者は少なかったが，5セッション，21論文がAIRCRAFT COMMITTEEの主催で，それでも30人前後で，常連も多く討論も結構活発でそれなりにCURRENTな情報交換の場として有意義であった。この他に,〔3〕EDUCATION COMMITEE主催のFUTURE TECHNOLOGY SESSION,(3)の，−76HEAT MANAGEMENT, −70 CONPUTATIONAL STRUCTUAL ANALYSIS，−75 NONDESTRUCTIVE TECHNIQUE OVERVIEW等も見逃し得ないものであろう(−00は論文番号)。

全体を通じて，永年軍民で経験実績を積み上げた米軍軍用規格MIL-STD-1783 ENGINE STRUCTUAL INTEGRATED PROGRAM〔ENSIP〕(1984年11月発行)−−(エンジンに対する要求，性能，維持，信頼性，ライフ/コスト，検査など全てはエンジンの構造設計で決まるとし，更に強度設計の基準は検査間隔を決めるサイクル数に基づいて耐久性をDAMAGE TOLERANCE DESIGN(DTD)で行う。このためにクラックの発生，伝播，検出に関する膨大な準備がNASA,米国各大学，民間製造会社でなされている)−−がCOMPUTER AIDED ENGINEERING DISCIPLINEとして根付いている米国の技術優位を印象づけている。

〔1〕−24，−37はENGINE LIFE関係,〔3〕−70はSTRUCTUAL ANALYSISの実例,〔67〕-172はNASAの1969年以来のHOT SECTIONの耐久性向上努力のレポート，−88はGEがTF34−100をENSIPの立場で見直し，−274はPWAでF100エンジンの検査間隔を3,000サイクルから4,000サイクル，6,000サイクルにすることを検討した結果回転部分重量を+6.8kg，+86kgとそれぞれ増加しなくてはならぬことが判り機体側と相談して4,000サイクルとすることとしたという。次期戦闘機用エンジンは推力重力比10程度でなくてはならず，ENSIP, DTDの導入が必須であるとしている。米国では民間機エンジンにもDTDの適用を検討中のようである。

〔22〕では，電子コントロール時代の到来を思わせる発表があいつぎ，機体・エンジン一体のコントロールについて欧州側の研究開発計画を述べている。米国側は，−252でPW1128をF15に搭載して飛行試験中のHIDEC(Highly Integrated Digital Electonic Control)について述べ，戦闘最適最大寿命などのMODE SELECTIONを含んだ，PERFORMANCE SEEKING CONTROL機能を持つコントロールも進めている。さらに，−52ではNASAでFADEC(Fully Authorized Digital Engine Control)の10,000時間の実機使用状況に合わせたAMT(Acceralated Mission Test)完了したと報告し，米国側の進歩を印象づけた。

〔34〕では，RR, MTU, VOLVOがヨーロッパ勢生き残りの作戦として国際協力の効用を述べた。RRはXG40を中心に推力重力比10の次期戦闘機用エンジンの共同開発がヨーロッパのエンジンメーカの将来を決するとし，MTUは国際協力によりインテグレーションの能力と共に世界をリードしているタービンの開発，製造の実力を得た。VOLVOはエンジン全体の開発は止めたが，国際協力により常に技術はUPDATEに維持し得るとし，いずれも国際協力の必要を強調した。このほか，−80ではデモンストレータエンジンプログラム,−202では回転部品の摩擦損失，−138では二重反転推進

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

形式の流線解析，－136では翼の冷却など注目すべきである。ATP関係は少なかった。

ターボマシナリとしての計算空気力学関係は，こゝでは触れず，別に譲りたい。

2. 航空転用型ガスタービン

最近2－3年来の傾向と様変わりで，GE，RR，ALLISONがいずれもGAS GENERATOR及至はGAS TURBINEのCOMPONENT供給者となり，SYSTEM INTEGRATIONに熱心でなくなっている。

最近はエンジニアリング会社がガスタービンを組み込んだSYSTEM INTEGRATIONの経験を積み，客先の信用を得ている。ターンキーのリスクを減らすことにもなり，この経験は続くであろうという。さらに大きな変化は，長年にわたるガスタービンの使用経験から客先がガスタービンを信用するようになったことであるという。

（2.1）市場予測：(a)1994年までの10年間に，米国ではCOMBUSTION TURBINE AND COMBIND CYCLEによる7,000MW以上の新設備が予想され，100,000kwクラスより10,000kwクラスの方が台数として多く出るであろう。

(b)15－500kwのPACKAGED COGENERATION SYSTEMは，現在は僅か150システム/15MWに過ぎないが，1988年には4,000システム/400MW，1995年には18,750システム/1,875MW,1995年までには総計40,000システム/4,000MWにもなろうかという。(a)，(b)は航空転用型の将来有望マーケットであろう。

オフショアマーケットでは，RIGの電源，動力源用として極めて厳しい環境下で航空転用型が多用されている。1969年に使われだして以来，1986年までにRRは173ユニットをオフショア用に供給しており，世界マーケットの70％というが，今や斜陽マーケットとなってしまった。

新製品：GE社はLM500－TF56のGAS GENERATORを利用してFLATと共同開発の5,000HPクラスを，またLM1600－F404のGAS GENERATORを使用した18,000HPクラスを新たに加えて5,000－50,000HPクラスまでの品揃えの出来たことを示していた。更にLM1600に中間冷却器と熱交換器を付けて24,000HPにし，実使用燃料30％改善案を，RR+ALLISON+GARRETTの案（MARINE AVON改造 ISO－24,000HP,43％効率）と共に1990年代米国海軍FFX用候補推進システムに持ち出しているという。艦艇用としてGE社のLM2500（約500台），RRのOLYMPUS（約200台）などは使用実績を積んでおり，LM2500の10,000時間の使用実績の報告があった。

蒸気インジェクション：－231 SIMPSON PAPER CO.においてIHIのIM5000（GEのLM5000 GAS GENERATORにIHIのPOWER TURBINE）を用いて蒸気インジェクションを行い，出力を約40％増大し，熱効率を36％から42％に改良し得たことを報告し今後のCOGENERATION応用の極めて有望な例として注目された。

パネルセッション："GAS TURBINE MANUFACTURER'S VIEW OF NORTH SEA REQUIREMENTS"というパネルは，GE，RR，SOLAR，KONGSBERG，ALLISONとそうそうたるオフショアリグのガスタービンの供給者に，使用者が加わってNORTH SEAの厳しい状況からSPECIFICATIONが実情に合わなくなっていることを率直に述べあって，学会のプロフェッショナルの情報交換の場として遺憾なく利用していて，極めてCREATIVEな討論に感銘を受けた。

MARINE APPLICATION：－269で10,000 HOURS OF LM2500 GAS TURBINE EXPERIENCE AS SEEN THROUGH THE BORESCOPEと－270でOFFSHORE GAS TURBINE INTAKE FILTERについての経験が述べられたのみであった。　　　　（1986. 7. 15）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

3. セラミックス関係

日本工業大学　松木正勝
京セラ㈱　宮田秀典

今回の会議において，セラミックスをテーマとしたセッションは4つあり（パネルセッションは中止となった），13の論文が発表された。また，その他のセッションにおいてセラミックスに関する発表があったのは，筆者の気づいたものとして3セッション4論文であった。各セッションを通して発表された論文の内容を分類すると，大別して

1. 米国AGT計画関係　4編
2. ターボチャージャー関係　2編
3. 非破壊検査関係　4編
4. 評価・解析関係　3編
5. そ　の　他　4編

となり，また発表国別では米国10，西独4，カナダ2，日本1であった。一部参加できなかったセッションもあったが，以下にその概要を記す。

米国のAGT計画は良く知られているように，エネルギー省（DOE）の提唱により1979年より始まった乗用車用セラミックガスタービンエンジンの開発計画で，本年度が最終年度になっている。この計画はAGT100（Allison / G.M. Pontiac Div.）とAGT101（Garrett / Ford）の2つのグループで異なるコンセプトの下に開発が進められており，両者共成否の鍵は，十分な信頼性を持つセラミックタービンロータの開発にあるといわれている。発表された進展状況の報告においても，ロータ以外のセラミックス部品については，未だ多少の問題点はあるものの，ほぼ開発にめどがついたという感じであった。

AGT100では，射出成形SiCと鋳込成形Si_3N_4のロータのエンジンテストの結果，SiCロータはTIT1650°F（899℃），37,000 rpm，全運転時間1時間40分で翼が破損，またSi_3N_4ロータはTIT1975°F（1079℃），60,000 rpm，全運転時間約100時間でやはり翼部が破損した。この為，現在翼部の肉厚を変更すると共に材料強度を更に向上させる方向で改良を進めている（GT−93）。AGT100に関しては，セラミック供給メーカーより2編の論文が提出され，一編は射出成形Si_3N_4によるAGT100ロータを中心とした大型形状エンジン部品の製造技術に関してであり（GT−11），他の一編は射出成形SiCを用いこのAGT100ロータの製造と評価に関するものであった（GT−45）。

AGT101ロータは，鋳込成形Si_3N_4（SSN及びSRBSN）と射出成形・プレス成形併用Si_3N_4を用いてアプローチされており，プルーフ回転数115,000 rpmのコールドスピンテストに合格したロータを用いてこれからエンジンテストを行う段階である。また，材料開発については，この2年間のSi_3N_4の高温特性の改良に著しいものがあるとの事であった（GT−305）。

セラミックターボチャージャーの信頼性の評価に関しては，鋳込成形Si_3N_4を用いた翼車の設計から製造，そして金属シャフト接合等の技術の確立により，周速650m/sを安定してクリアするロータの作成が可能となり，またその信頼性は工程中の非破壊検査により確立される事が報告され（GT−10），またSiCロータの開発状況の報告においては，目標回転数120,000 rpmに対して現状は67,000〜117,000 rpmのレベルであり，現在，材料・製造プロセス・加工技術等の改良を行っている事が報告された（GT−151）。

構造材料として使用されるセラミックスの原料より最終工程までの品質管理についての報告においては，現状の非破壊検査（NDE）の方法とその能力が議論され（GT−248），また，SiCターボチャージャーロータのNDEの技術開発についての報告においては，マイクロフォーカスX線と画像処理を組み合せた手法が，今後の品質管理には最適であるとの紹介があった（GT−272）。超音波を用いてのセラミックスのNDEとしては，30μmレベルの欠陥を検出する為には100MHz帯の超音波を用い，かつその音波を収束させる技術が必要であると報告された（GT−287）。

評価・解析関係で興味深かったのは，大規模解

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

析コード（MSC/NASTRAN）の後処理プログラムとして，種々の理論に基づく破壊確率プログラムを作成し，その結果を評価したところ，最もよく使われているワイブル理論による評価が最も甘い評価であると判明したとの報告があった（GT－34）。また他には，Si_3N_4製軸流ガスタービンロータの寿命予測に関する報告（GT－199）等があった。

以上がセラミックス関係の論文の総括的な紹介であるが，全体を通して，今後ガスタービンの分野でセラミックスが本格的に使用されていく為には，その設計のコンセプト，信頼性評価の方法論等が更に重要になると感じた。

展示会においては，AGT100及びAGT101がいずれもセラミックガスタービンエンジンの組立てモデルを展示し注目を集めていた。また，各社のブースにおけるセラミックス関係の展示では，TURBO MACH社のブースにセラミックス製ロータ，シュラウド他が展示されていたのが目を引く程度であった。

4. 産業用ガスタービン（含コジェネレーション）

高効率ガスタービン技術研究組合　今 井 　鉄

このところ低迷を続けている産業用ガスタービンビジネスに対する各メーカの対応の動向はどんなものであるか，またペースダウンしていると思われる技術開発についても各メーカの内情にふれることは出来ないが，その動向を知る上で貴重な機会になることを大いに期待して出席した。

本会議は4日間，午前午後各セッションに別れて研究発表が行われた。また同時に各社による展示が行われたのも例年の通りである。研究発表の各セッションは夫々ELECTRIC UTILITY等の協賛のもとに関連の発表をする。私が4日間聴講したのは300件余りあった数多くの研究発表の中から上記電力協賛の発表が主であったため，展示，発表内容の事実の記載はそれとして，主観については多分に手前勝手なところがあることはお許しいただきたい。

A. 展　示

産業用ガスタービンの展示で今回特に目についた点は，

1. 航空エンジン転用型の一段の台頭である。GE社の展示の主はLM2500, 1600, 500等の転用型であり，P&W社の展示は見られなかったが，R/R社はRB 211(モデル)，SPEYを展示した。オリジナルメーカ以外にもCOOPER他NUOVO PIGNONE，THOMASSEN，FIAT，GEC，MTÜ他各社，また日本からもIHI社がIM5000(モデル)の展示をした。航空転用ガスタービンが軽量で展示しやすいことを割引いても後述の発表内容と相まってCOGENEと結びついて本タイプの著しい台頭が目についた。それにひきかえHEAVY DUTY型は，機器そのものの展示はほとんど見られず，わずかにKWU社が53,000時間運転したV94の燃焼器ケーシングの展示，ALSTHOM社による圧縮機，タービン翼，燃焼器の展示，THOMASSEN社によるロータの展示が目についた程度であった。HEAVY DUTY, 航空転用型を問わず最近のガスタービンの動向としては，

2. COMBINED CYCLE, COGENE, COAL GAS等システム全体としてニーズの多様化に対応していく姿勢が展示に見られた。即ち，KWU, BBC, ALSTHOM社等COMBINED CYCLE（COAL GAS含）にかなりのスペースを割いて図，写真，モデル等を用いて説明していた。特にALSTHOM社は上記の展示の他に蒸気タービン翼一式，排熱回収ボイラのフインチューブ実物を展示してCOMBINED CYCLEの説明に力を入れていた。

産業用ガスタービンに関してもう1つ見逃せないのは，

3. メンテナンス技術の展示である。GE社はメンテナンス関係を説明する単独のブースを出して力を入れていたし，MTÜ社等も単に自社の供給機のメンテナンスは勿論のこと，高度技術を生かしてLM2500, RB211等についても燃焼器他の補修の説明をし，1部実物の展示をしていた。BBC

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/20

析コード（MSC/NASTRAN）の後処理プログラムとして，種々の理論に基づく破壊確率プログラムを作成し，その結果を評価したところ，最もよく使われているワイブル理論による評価が最も甘い評価であると判明したとの報告があった（GT−34）。また他には，Si_3N_4製軸流ガスタービンロータの寿命予測に関する報告（GT−199）等があった。

以上がセラミックス関係の論文の総括的な紹介であるが，全体を通して，今後ガスタービンの分野でセラミックスが本格的に使用されていく為には，その設計のコンセプト，信頼性評価の方法論等が更に重要になると感じた。

展示会においては，AGT100及びAGT101がいずれもセラミックガスタービンエンジンの組立てモデルを展示し注目を集めていた。また，各社のブースにおけるセラミックス関係の展示では，TURBO MACH社のブースにセラミックス製ロータ，シュラウド他が展示されていたのが目を引く程度であった。

4. 産業用ガスタービン（含コジェネレーション）

高効率ガスタービン技術研究組合　今井　鉄

このところ低迷を続けている産業用ガスタービンビジネスに対する各メーカの対応の動向はどんなものであるか，またペースダウンしていると思われる技術開発についても各メーカの内情にふれることは出来ないが，その動向を知る上で貴重な機会になることを大いに期待して出席した。

本会議は4日間，午前午後各セッションに別れて研究発表が行われた。また同時に各社による展示が行われたのも例年の通りである。研究発表の各セッションは夫々ELECTRIC UTILITY等の協賛のもとに関連の発表をする。私が4日間聴講したのは300件余りあった数多くの研究発表の中から上記電力協賛の発表が主であったため，展示，発表内容の事実の記載はそれとして，主観については多分に手前勝手なところがあることはお許しいただきたい。

A. 展　示

産業用ガスタービンの展示で今回特に目についた点は，

1. 航空エンジン転用型の一段の台頭である。GE社の展示の主はLM2500, 1600, 500等の転用型であり，P&W社の展示は見られなかったが，R/R社はRB 211(モデル)，SPEYを展示した。オリジナルメーカ以外にもCOOPER他NUOVO PIGNONE，THOMASSEN，FIAT，GEC，MTÜ他各社，また日本からもIHI社がIM5000(モデル)の展示をした。航空転用ガスタービンが軽量で展示しやすいことを割引いても後述の発表内容と相まってCOGENEと結びついて本タイプの著しい台頭が目についた。それにひきかえHEAVY DUTY型は，機器そのものの展示はほとんど見られず，わずかにKWU社が53,000時間運転したV94の燃焼器ケーシングの展示，ALSTHOM社による圧縮機，タービン翼，燃焼器の展示，THOMASSEN社によるロータの展示が目についた程度であった。HEAVY DUTY，航空転用型を問わず最近のガスタービンの動向としては，

2. COMBINED CYCLE, COGENE, COAL GAS等システム全体としてニーズの多様化に対応していく姿勢が展示に見られた。即ち，KWU，BBC，ALSTHOM社等COMBINED CYCLE（COAL GAS含）にかなりのスペースを割いて図，写真，モデル等を用いて説明していた。特にALSTHOM社は上記の展示の他に蒸気タービン翼一式，排熱回収ボイラのフインチューブ実物を展示してCOMBINED CYCLEの説明に力を入れていた。

産業用ガスタービンに関してもう1つ見逃せないのは，

3. メンテナンス技術の展示である。GE社はメンテナンス関係を説明する単独のブースを出して力を入れていたし，MTÜ社等も単に自社の供給機のメンテナンスは勿論のこと，高度技術を生かしてLM2500, RB211等についても燃焼器他の補修の説明をし，1部実物の展示をしていた。BBC

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/20

社においても，欠けた翼の溶接補修から仕上，コーティングにいたる実物翼を展示した。

高度技術を生かした部品メーカの展示は従来通りであるが，ガスタービンのメンテナンスの商売も，より高度な技術を生かす方向に移行していく徴候が見られた。

B．研究発表

要素技術についての発表は夫々の担当の報告をまつとして，電力協賛関係の発表を聞いたところでは今回のハイライトは，東新潟，富津で代表される日本のCOMBINED CYCLEに関するものと，COMBINED CYCLE，COAL GAS, COGENE等システム多機能対応であろう。中でもCOGENEがHEAVY DUTY, 航空転用型含めてハイライトの1つであった。COGENEには，特にこれが標準のシステムというものはなく，各メーカからの発表の中にも夫々ユーザのニーズに合せた特長のあるものとなり，今後ますますこの方向に進んでいき，需要が開拓されていくものと思われる。特に興味のあった発表をいくつか紹介すると，

(1) COGENEに関するパネル ディスカッションでは5人のパネリストが夫々意見を述べたのであるが，米国におけるPURPA法施行によりCOGENEが一層ENCOURAGEされた反面，電力会社での新規設備投資意欲の遅れがあると説明。COGENEは300MWも30MWも蒸気の活用により効率の差はない，また初期投資の額，リスクからいっても是非やるべきだとの意見が出され，建設例が示された。中でも米国製紙会社で建設した例として32ケ月間の長期の運転実績の報告があり，そのAVAILABILITY, RELIABILITY, 効率の良いことの報告があった。

(2) 欧州メーカの人が既設発電所をCOMBINED CYCLEに改造した例について説明があり，要する工期もコストもメリットのあることを説明し，1つの方向を示した。

(3) 熱効率が50%を超えるCOGENEの発電所について欧州メーカの人が発表した。60MWの，DISTRICT HEATING用のCOGENEで性能試験における実測値は50.5%であったと紹介あった。本機の構成には特長があり，一台の発電機の片側に蒸気タービンとギヤ，クラッチを介して更に航空転用型ガスタービンを，更に発電機のもう一方の片側にもギヤ，クラッチを介して同じガスタービンをもう一台組み合せたもので，COGENEとして蒸気と電力の需要のマッチングにもフレキシブルな運転が出来る構成となっている。更に本発電所は畑の中にポツンとあるにしてはその外観も色彩も周囲に仲々調和するもので，これからは発電所の外観も大事な要素となるであろう。

(4) プリンストン大学からの発表でガスタービンに蒸気を噴射することの効果を紹介した。蒸気噴射の歴史，過去の報告を説明し，COGENEとして，蒸気，電力需要の調整にもなるし，1970年以降向上の目ざましいガスタービン効率を一層引き上げるもので，既存の商用機を例にとり，蒸気噴射することによって向上の具体値を説明した。

GLOBALにもその効果の量の大きいことを説明したが，それに対する電力会社，メーカとしての障害についても説明した。

本発表に対して席上，出席者から純度の高い水の消費の問題が提起された。またメーカ側からガスタービンにおけるコロージョン，デポジットの堆積等からも純度の高い水が必要であるし，現在のCOMBINED CYCLEでも50%の効率には十分対抗出来るとの反論が出された。

その他メーカからの発表による現有商用機の長期間の運転実績，改善例の紹介，またガスタービン開発時の負荷をかけての各種計測実施例についての報告もなされた。東新潟，富津のCOMBINED CYCLE発電所における建設から運転に至る経過の紹介については盛会であったことは言うまでもない。

その他，世界で唯一，西独HUNTORF発電所にて実績のある空気貯蔵式ガスタービンについて解析の発表，或いは太陽熱を利用したREGENE CYCLEについて大学からの発表等，興味ある発表が多かった。

また欧州，米国の各メーカの方とも，旧交をあたため，燃焼温度を上げるのに開発の努力を払っている米国系と，温度をむしろ低く抑えて効率をほどほどに良くしている欧州系ガスタービンにどんな違いがあるか，また過去欧州メーカがリヒートガスタービンを製作していたが，現在はやめてしまった理由は何か等々，貴重な意見交換の場とすることが出来，大変有益であった。今後も，

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

ガスタービンに携る若い技術者を積極的に派遣し研鑽の場とされることを願うものである。

5. 燃料および燃焼関係

川崎重工業㈱ 木 村 武 清

1. 全　般

燃料・燃焼関係は23編の発表論文が5つのセッションで発表された。出席者は，一部を除けば，20名程度の時がほとんどであり，必ずしも活発であるとはいえなかった。国別では，米7，英5，中国4，加3，西独2，日本2であった。中国の4編の発表はなかったが，そのうち2編についてはPurdue大学のA.H. Lefebvre氏が概要説明を行った。発表内容は大別して，①燃料特性，②低NO_x燃焼，③燃焼技術，④噴霧・微粒化等であった。

2. 燃料特性

このセッションでは，航空用燃料の熱分解について取り扱ったもの(86-GT-36)，航空用燃焼器のエミッションにおける燃料の影響を調べたもの(86-GT-212)など航空用燃料の特性を扱ったものが米国から5編発表された。

また，低水素含有燃料JP10($C_{10}H_{16}$)を用いた時の燃焼特性を灯油燃料の場合と比較した結果がLucas(86-GT-146)から発表された。アニュラ型逆流燃焼器を用いたリグ・テスト結果，壁温及びsmoke №は悪化するが，取り扱う上での問題はないとしている。

3. 低NO_x燃焼

NO_xに関しては，今回は3編の発表であったが，このセッションには40〜50名の出席者があり，討論も活発であった。超低NO_x燃焼器のリグ・テスト結果が(86-GT-263)で紹介された。リーン・スワール型燃焼器の天然ガスを用いた10 ataまでの燃焼試験結果を報告したものであり，水噴射や触媒を使わなくてもCOの増加なしに，NO_x=10ppm(15% O_2)程度まで低減可能としている。ただし，実用化する場合，可変機構の採用などにより，広範囲な運転条件を可能にする必要があるとしている。

KWUの低NO_xバーナ(86-GT-157)は，天然ガスと空気のハイブリッド・バーナである。起動から部分負荷までは従来方式で立上げ，高負荷時の低NO_xを目指したもので，COの増加なしにNO_xは基本型の⅓まで低減可能としている。また，この方式と同時に水及び蒸気噴射も備えており，非常に実用的であることで注目される。

(86-GT-265)では，簡単な可変機構による低NO_x燃焼器の空力学的研究が紹介された。構造は非常に簡単であるが燃焼方式の考慮がなされておらず，全くの基礎的研究であった。

4. 燃焼技術

日本からは，高効率ガスタービン用高圧燃焼器関係で2編発表された。NALでは，50 ataの燃焼試験装置を用いたキャン型燃焼器の高圧条件下での不安定燃焼現象について報告された(86-GT-175)。高圧条件下での吹消え現象は，空気負荷パラメータよりは保炎領域の最大層流燃焼速度で関係づけられるとしている。

もう1つは，著者が発表したものであり，1400℃級プロト用高圧燃焼器の壁面冷却技術について報告した(86-GT-281)。セラミック遮熱コーティングの適用研究，積層構造燃焼器の開発及びセラミック・タイル方式燃焼器の研究について紹介し，優れた壁面冷却性能を持つ積層構造燃焼器がプロト用に採用されたことを報告した。

英国リード大学から(86-GT-278)，アニュラ型燃焼器のセクタモデルにおいて3つの同方向旋回スワーラとカウンタ・スワーラを用いた場合の燃焼性能の比較について報告された。スワールの方向は，火炎の安定性に与える影響は少ないが，燃焼効率とNO_xには影響を与えるとしている。しかし，このスワーラの旋回方向は全体性能に与える主パラメータではないとしている。

その他に，火炎の安定性に関する基礎研究(86-GT-155, 156)が発表された。

5. 噴霧と微粒化等

噴霧と微粒化には1つのセッションが設けられ

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

ガスタービンに携る若い技術者を積極的に派遣し研鑽の場とされることを願うものである。

5. 燃料および燃焼関係

川崎重工業㈱　木 村 武 清

1. 全 般

燃料・燃焼関係は23編の発表論文が5つのセッションで発表された。出席者は，一部を除けば，20名程度の時がほとんどであり，必ずしも活発であるとはいえなかった。国別では，米7，英5，中国4，加3，西独2，日本2であった。中国の4編の発表はなかったが，そのうち2編についてはPurdue大学のA.H. Lefebvre氏が概要説明を行った。発表内容は大別して，①燃料特性，②低NO_x燃焼，③燃焼技術，④噴霧・微粒化等であった。

2. 燃料特性

このセッションでは，航空用燃料の熱分解について取り扱ったもの(86−GT−36)，航空用燃焼器のエミッションにおける燃料の影響を調べたもの(86−GT−212)など航空用燃料の特性を扱ったものが米国から5編発表された。

また，低水素含有燃料JP10($C_{10}H_{16}$)を用いた時の燃焼特性を灯油燃料の場合と比較した結果がLucas(86−GT−146)から発表された。アニュラ型逆流燃焼器を用いたリグ・テスト結果，壁温及びsmoke №は悪化するが，取り扱う上での問題はないとしている。

3. 低NO_x燃焼

NO_xに関しては，今回は3編の発表であったが，このセッションには40〜50名の出席者があり，討論も活発であった。超低NO_x燃焼器のリグ・テスト結果が(86−GT−263)で紹介された。リーン・スワール型燃焼器の天然ガスを用いた10 ataまでの燃焼試験結果を報告したものであり，水噴射や触媒を使わなくてもCOの増加なしに，NO_x=10ppm(15% O_2)程度まで低減可能としている。ただし，実用化する場合，可変機構の採用などにより，広範囲な運転条件を可能にする必要があるとしている。

KWUの低NO_xバーナ(86−GT−157)は，天然ガスと空気のハイブリッド・バーナである。起動から部分負荷までは従来方式で立上げ，高負荷時の低NO_xを目指したもので，COの増加なしにNO_xは基本型の⅓まで低減可能としている。また，この方式と同時に水及び蒸気噴射も備えており，非常に実用的であることで注目される。

(86−GT−265)では，簡単な可変機構による低NO_x燃焼器の空力学的研究が紹介された。構造は非常に簡単であるが燃焼方式の考慮がなされておらず，全くの基礎的研究であった。

4. 燃焼技術

日本からは，高効率ガスタービン用高圧燃焼器関係で2編発表された。NALでは，50 ataの燃焼試験装置を用いたキャン型燃焼器の高圧条件下での不安定燃焼現象について報告された(86−GT−175)。高圧条件下での吹消え現象は，空気負荷パラメータよりは保炎領域の最大層流燃焼速度で関係づけられるとしている。

もう1つは，著者が発表したものであり，1400℃級プロト用高圧燃焼器の壁面冷却技術について報告した(86−GT−281)。セラミック遮熱コーティングの適用研究，積層構造燃焼器の開発及びセラミック・タイル方式燃焼器の研究について紹介し，優れた壁面冷却性能を持つ積層構造燃焼器がプロト用に採用されたことを報告した。

英国リード大学から(86−GT−278)，アニュラ型燃焼器のセクタモデルにおいて3つの同方向旋回スワーラとカウンタ・スワーラを用いた場合の燃焼性能の比較について報告された。スワールの方向は，火炎の安定性に与える影響は少ないが，燃焼効率とNO_xには影響を与えるとしている。しかし，このスワーラの旋回方向は全体性能に与える主パラメータではないとしている。

その他に，火炎の安定性に関する基礎研究(86−GT−155，156)が発表された。

5. 噴霧と微粒化等

噴霧と微粒化には1つのセッションが設けられ

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

基礎的な微粒化の研究が主に報告された。二次元モデルを用いたエアーブラスト噴射弁の内部流れの微粒化と液滴形成について実験的に調べたものがKWUから報告された(86−GT−150)。 また，汎用うず巻圧力噴射弁を用いて噴霧差圧及び噴霧雰囲気の圧力が噴霧角に与える影響について調べたものが(86−GT−176)で報告された。噴射位置での噴霧角は燃料の噴霧圧力や雰囲気圧力の影響を受けないが，噴射位置より30㎜離れた位置では噴霧角や噴霧幅は指数的に減ずるとしている。

燃焼器内の流れについては，空気孔の流入係数，流量，流入角の予測を理論的に扱ったものが(86−GT−149)で報告された。実験データとはかなり良く一致しており，この相関式は燃焼器の概念設計や開発に役立つものと報告された。

6. まとめ

今大会の燃料・燃焼関係の論文数は23編であり最近では最も少ない大会である。大学や公共の研究所の発表が多く，メーカ側の発表が少なかった。全体的に新規プロジェクトが無くなっていること，低エミッション関係の開発及び石炭ガス化燃料などの低カロリーガス焚き燃焼器の開発が一時ほど活発でなくなっていることなどが論文数に表わされていると思われる。

6. 伝　熱　関　係

日立製作所㈱　黒　田　倫　夫

伝熱関係では，4セッション，総数22編の論文が発表された。以下，各セッションにわけて紹介する。

(1) 内部対流伝熱関係

合計6編の論文が発表された。マルチパス形の空冷翼に用いられている冷却空気の流れの方向が180度方向転換する流路の熱伝達に関連して，次のような発表があった。86−GT−53では円形断面流路ベンド部の流れに沿った伝熱状態を熱電対，熱流束計を用い詳細に測定している。ベンド部に起る2次流れにより，軸方向，周方向のNusselt数の分布がどのように変化するかを示した。86−GT−114ではリブ付粗面の180度曲りを有する矩形断面流路について，ナフタリン昇華法によって物質伝達率分布を測定している。180度曲り部付近の物質伝達の状況，sherwood数に対するReynolds数の影響，リブ間隔の影響などを詳細に計測している。

次に，インピンジメント冷却については，86−GT−55に図1のような円孔群によるインピンジメント冷却構造において，冷却面に沿って流れるクロスフローの熱伝達に対する影響を検討し，孔配列パターンやクロスフローとインピンジメント流の流量比を影響因子として対流伝熱への影響度を系統的に整理している。

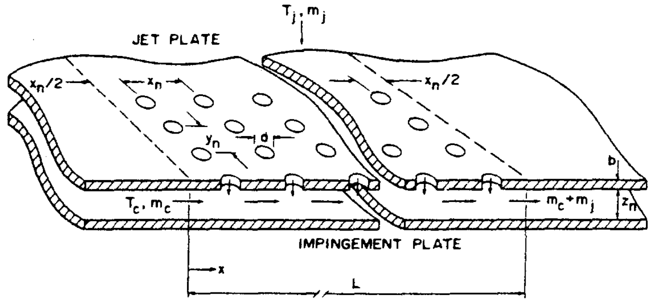


図1　Array of circular jet with an initial crossflow

ピンフィンによる冷却に関しては，86−GT−132において，冷却翼のピンフィン冷却構造についてピン配列の不規則な場合，さらにピン高さ方向に流路の緩やかな縮小がある場合など，種々の場合について熱伝達特性を広範囲に計測しており，各場合の流路方向のNusselt数分布の測定結果が示されている。

これらの他に，燃焼器やタービン翼に用いられる微小冷却孔群による膜冷却の評価法を整理した86−GT−225，半径方向に伸びる単純対流冷却孔をもつ冷却動翼での翼根元に設けた冷却空気導入部の流動状態および冷却孔内の速度分布，乱れ強さの分布を空気実験により明らかにした86−GT−119などの発表があった。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

基礎的な微粒化の研究が主に報告された。二次元モデルを用いたエアーブラスト噴射弁の内部流れの微粒化と液滴形成について実験的に調べたものがKWUから報告された(86−GT−150)。また，汎用うず巻圧力噴射弁を用いて噴霧差圧及び噴霧雰囲気の圧力が噴霧角に与える影響について調べたものが(86−GT−176)で報告された。噴射位置での噴霧角は燃料の噴霧圧力や雰囲気圧力の影響を受けないが，噴射位置より30㎜離れた位置では噴霧角や噴霧幅は指数的に減ずるとしている。

燃焼器内の流れについては，空気孔の流入係数，流量，流入角の予測を理論的に扱ったものが(86−GT−149)で報告された。実験データとはかなり良く一致しており，この相関式は燃焼器の概念設計や開発に役立つものと報告された。

6. まとめ

今大会の燃料・燃焼関係の論文数は23編であり最近では最も少ない大会である。大学や公共の研究所の発表が多く，メーカ側の発表が少なかった。全体的に新規プロジェクトが無くなっていること，低エミッション関係の開発及び石炭ガス化燃料などの低カロリーガス焚き燃焼器の開発が一時ほど活発でなくなっていることなどが論文数に表わされていると思われる。

6. 伝　熱　関　係

日立製作所㈱　黒　田　倫　夫

伝熱関係では，４セッション，総数22編の論文が発表された。以下，各セッションにわけて紹介する。

(1) 内部対流伝熱関係

合計６編の論文が発表された。マルチパス形の空冷翼に用いられている冷却空気の流れの方向が180度方向転換する流路の熱伝達に関連して，次のような発表があった。86−GT−53では円形断面流路ベンド部の流れに沿った伝熱状態を熱電対，熱流束計を用い詳細に測定している。ベンド部に起る２次流れにより，軸方向，周方向のNusselt数の分布がどのように変化するかを示した。86−GT−114ではリブ付粗面の180度曲りを有する矩形断面流路について，ナフタリン昇華法によって物質伝達率分布を測定している。180度曲り部付近の物質伝達の状況，sherwood数に対するReynolds数の影響，リブ間隔の影響などを詳細に計測している。

次に，インピンジメント冷却については，86−GT−55に図１のような円孔群によるインピンジメント冷却構造において，冷却面に沿って流れるクロスフローの熱伝達に対する影響を検討し，孔配列パターンやクロスフローとインピンジメント流の流量比を影響因子として対流伝熱への影響度を系統的に整理している。

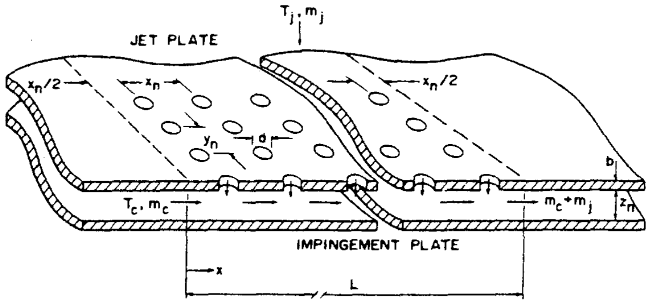


図１　Array of circular jet with an initial crossflow

ピンフィンによる冷却に関しては，86−GT−132において，冷却翼のピンフィン冷却構造についてピン配列の不規則な場合，さらにピン高さ方向に流路の緩やかな縮小がある場合など，種々の場合について熱伝達特性を広範囲に計測しており，各場合の流路方向のNusselt数分布の測定結果が示されている。

これらの他に，燃焼器やタービン翼に用いられる微小冷却孔群による膜冷却の評価法を整理した86−GT−225，半径方向に伸びる単純対流冷却孔をもつ冷却動翼での翼根元に設けた冷却空気導入部の流動状態および冷却孔内の速度分布，乱れ強さの分布を空気実験により明らかにした86−GT−119などの発表があった。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

(2) 冷却翼表面の伝熱関係

この関係では計6編の論文が発表された。境界層の流れと熱伝達に関する論文が大部分である。

86－GT－59は，半円柱状の前縁をもつ2次元平板翼について，前縁付近で層流境界層の剥離を起こし，すぐ下流側で再付着し乱流境界層になるような場合の再付着領域での伝熱，流動の状況を測定したものであり，熱伝達がこの剥離領域を越えると1桁上昇するという結果が得られている。

86－GT－97では，実際のタービン翼と同様に壁面が冷却され，表面を加速流が流れる条件で，主流の乱れや圧力勾配，冷却強さが壁面の熱伝達，境界層におよぼす影響を平板モデルを用いて検討した。境界層の遷移領域について詳細に測定している。

また，86－GT－104ではGörtler 渦のある圧力面での境界層の遷移現象について，曲りダクトに水流を流した実験により検討した。その結果，流路の曲率，乱れのレベル，圧力勾配などによる渦の変化が流れの状態にかなりの影響を与えていることを明らかにした。

実際のタービン内部においては，動翼は静翼の後流の影響を受けながら作動する。このような現象を模擬した実験の1つとして86－GT－160では上流側に直線翼を配置した翼列を用いて高温ガス風洞試験を行った。直線翼の後流，下流側にあってこれを受ける翼列の入口流および翼面に沿う流れの乱れの強さ，速度，翼表面に沿った伝熱状態を詳細に測定し，相互の関係を明らかにした。

その他，燃焼ガス中の硫化物の堆積試験を評価するため，バーナー出口におかれた円柱状ターゲット周りの熱伝達，流動状態を測定した86－GT－68，金属製物体にガラス状エナメルでコーティングし，その上に取付けた薄膜ゲージにより表面の伝熱測定を精度よく行う新しいゲージについて報告をした86－GT－96などがある。

(3) 膜冷却関係

4編の論文が発表された。86－GT－105では，実際の翼に近い形状として，1列および2列の傾斜したフィルム冷却孔を設けた平板モデルについて，空気と飽和蒸気の吹出しを行い，フィルム冷却効率を測定している。その結果，蒸気吹出しの場合の効率は空気の場合に比較し，50～100%大きくなるという結論を得た。86－GT－134においては平板乱流境界層中への傾斜した1列円孔からのフィルム冷却という単純なモデルについて，ナフタリン昇華法およびトレースガス吹出しによる実験により吹出し孔下流領域の熱伝達率とフィルム冷却効率分布を実測した。実験条件は亜音速，圧力勾配なし，乱流境界層，等温状態である。

86－GT－135は翼の圧力面前部に設けた1,2列の円孔および矩形孔からのフィルム冷却について冷却空気の効果を冷却空気に CO_2 を添加し，風洞実験により評価している。流れの流入角がフィルム冷却効率におよぼす影響を検討した結果，矩形孔の冷却効率が円形孔に比較して高いこと，流入角が冷却効率に強い影響を与えることが明らかになった。

86－GT－136では多孔質平板壁面からのトランスピレーション冷却について温度境界層内の温度分布や壁温分布を測定し，全面フィルム冷却の場合のデータと比較し，境界層の状態や対流冷却およびフィルム冷却効果について検討している。その結果のもとに，フィルム冷却の改善のためには内部対流冷却の改善が必要であると結論づけている。

(4) 回転状態での伝熱関係

この関係では6編の論文が発表された。

86－GT－77, 78にはGarett TFE731－2HPタービンを用い，これにショックチューブを利用して短時間高温空気を流入させることにより，高温，回転条件での動翼面上の時間平均熱流束の測定を薄膜ゲージを用いて行った。熱伝達率の実測値を通常の設計評価に用いられる層流，乱流平板境界層の仮定による予測値や，2次元境界層計算プログラムSTAN5により求めた予測値と比較した。

また，データ処理，解析手法について説明し，熱流束に対する影響が前縁から10～20%におよぶこと，動翼面上の熱流束変動の分析により，静翼ウェークの周波数およびそれ以外の周波数のものが発生していることを示した。

86－GT－79も同じ方法を用いているが，LART (Garrett Low-Aspect-Ratio Turbine) 1段タービンの静翼(翼面とエンドウォール)，動翼(翼面)の熱流束測定を行い，実測値と層流，乱流平板境界層の仮定から求めた推定値と比較した。図2は静

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

翼部分における熱流束ゲージの設置状況である。

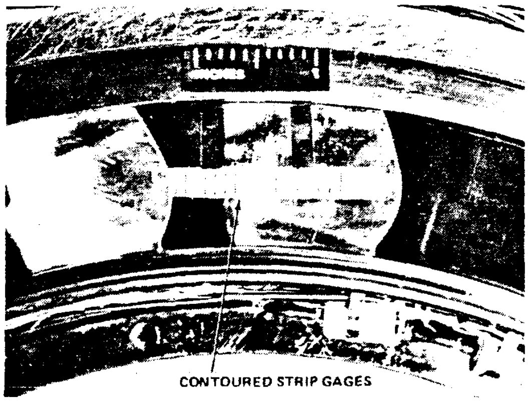


図2　Photograph of heat−flux gags distribution for LART NGV suction

86−GT−133は同じく回転状態での冷却翼内の熱伝達の試験をマルチパス冷却流路を模擬した矩形断面拡大モデルと実寸モデルで行ったものである。その結果，回転が内部対流熱伝達におよぼす影響がかなり明らかになり，流路の方向（半径方向内向き，外向き）や回転方向に対する流路面の向き（前縁部，後縁部）により異なった現象になることが明らかになった。

また，回転する円板と静止する壁面との間の流れについては，次の2編が発表された。

86−GT−95においては同期回転する2円板間の空間に半径方向外向きに流入する流れがある場合について流れと伝熱の検討を行った。流れの可視化と加熱実験により詳細測定し，概略の解析モデルを示した。86−GT−161においては，タービンのロータディスクとステータ間のシール，冷却空気流を模擬し，静止，回転円板間の空間に中心部から流れが流入する構造のモデルで流動の検討を行っている。静止円板表面がハニカム壁の場合について円板中央からの空気供給量を変化させて空間内の流動状態を調べ，外周からの流体の洩れ込み防止に必要な供給流量について明らかにした。その結果，静止円板の壁面形状により，空間内の流動状態が大きく変化し，ハニカム壁では平面壁に比較し，外周からの流体の洩れ込みが少なくなることが明らかになった。

7.　小型ガスタービン

日産自動車㈱　佐々木　正　史

乗用車用およびそれ以下の規模の小型ガスタービンに限定すると，この分野でのキー・テクノロジーは表向きセラミック適用技術に尽きると言っても過言ではない。乗用車用セラミック・ガスタービンのエンジン開発については米国エルギー省（DOE）の主宰するAGT100（GM）[1)]およびAGT101（GARRETT）[2)]の現状報告がなされた。この2者はいずれも展示会においてエンジンを出品している。今年秋に車両搭載実験が伝えられているAGT101は，初めてフルエンジン（ミッション無し）のカットモデルを公開した。奇異とも見えるレイアウトで私達を驚かせたエンジンの実物を眼の当りにして，GARRETTの心意気のようなものを観る思いであった。乗用車用セラミック・ガスタービンの展示はこの2点のみであり，本会議の2ケ月前にやはり西独のLübeck で開催された，

2nd International Symposium ‛Ceramic Materials and Components for Engines’において，Auto 2000搭載のセラミック・ガスタービンのカットモデルを出品したベンツ，或いはフォルクスワーゲン，車両走行実験を実施しているユナイテッドタービン（スウェーデン）など欧州勢からの展示が無かったのがやや寂しい気がした。

しかしこれらの自動車メーカ勢はCeramic Committee等において注目すべき研究を発表している。ベンツはHIP−Si_3N_4の削り出しによる軸流タービンロータを例に，初期残存確率とその後の疲労（slow crack growth）破壊確率の関係について予測検討を実施している[3)]。類似の試みがAGT101の車両を担当しているフォードからも発表され[4)]，またフォルクスワーゲンはラジアル

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06

翼部分における熱流束ゲージの設置状況である。

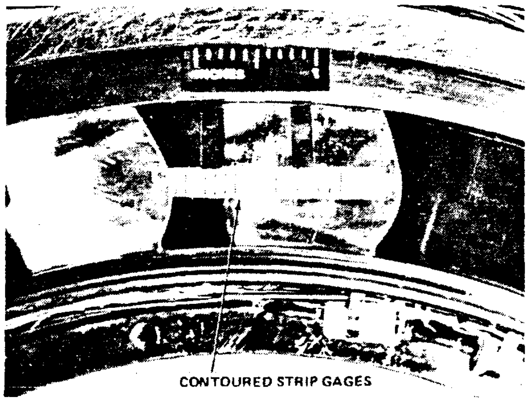


図2 Photograph of heat−flux gags distribution for LART NGV suction

86−GT−133は同じく回転状態での冷却翼内の熱伝達の試験をマルチパス冷却流路を模擬した矩形断面拡大モデルと実寸モデルで行ったものである。その結果，回転が内部対流熱伝達におよぼす影響がかなり明らかになり，流路の方向（半径方向内向き，外向き）や回転方向に対する流路面の向き(前縁部，後縁部)により異なった現象になることが明らかになった。

また，回転する円板と静止する壁面との間の流れについては，次の2編が発表された。

86−GT−95においては同期回転する2円板間の空間に半径方向外向きに流入する流れがある場合について流れと伝熱の検討を行った。流れの可視化と加熱実験により詳細測定し，概略の解析モデルを示した。86−GT−161においては，タービンのロータディスクとステータ間のシール，冷却空気流を模擬し，静止，回転円板間の空間に中心部から流れが流入する構造のモデルで流動の検討を行っている。静止円板表面がハニカム壁の場合について円板中央からの空気供給量を変化させて空間内の流動状態を調べ，外周からの流体の洩れ込み防止に必要な供給流量について明らかにした。その結果，静止円板の壁面形状により，空間内の流動状態が大きく変化し，ハニカム壁では平面壁に比較し，外周からの流体の洩れ込みが少なくなることが明らかになった。

7. 小型ガスタービン

日産自動車㈱ 佐々木 正 史

乗用車用およびそれ以下の規模の小型ガスタービンに限定すると，この分野でのキー・テクノロジーは表向きセラミック適用技術に尽きると言っても過言ではない。乗用車用セラミック・ガスタービンのエンジン開発については米国エルギー省（DOE）の主宰するAGT100（GM）[1]およびAGT101（GARRETT）[2]の現状報告がなされた。この2者はいずれも展示会においてエンジンを出品している。今年秋に車両搭載実験が伝えられているAGT101は，初めてフルエンジン（ミッション無し）のカットモデルを公開した。奇異とも見えるレイアウトで私達を驚かせたエンジンの実物を眼の当りにして，GARRETTの心意気のようなものを観る思いであった。乗用車用セラミック・ガスタービンの展示はこの2点のみであり，本会議の2ケ月前にやはり西独のLübeck で開催された，

2nd International Symposium ‘Ceramic Materials and Components for Engines’において，Auto 2000搭載のセラミック・ガスタービンのカットモデルを出品したベンツ，或いはフォルクスワーゲン，車両走行実験を実施しているユナイテッドタービン（スウェーデン）など欧州勢からの展示が無かったのがやや寂しい気がした。

しかしこれらの自動車メーカ勢はCeramic Committee等において注目すべき研究を発表している。ベンツはHIP−Si_3N_4の削り出しによる軸流タービンロータを例に，初期残存確率とその後の疲労（ slow crack growth）破壊確率の関係について予測検討を実施している[3]。類似の試みがAGT101の車両を担当しているフォードからも発表され[4]，またフォルクスワーゲンはラジアル

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06

タービンロータの破壊要因分析に関する論文を発表[5]するなど，セラミックユーザ／設計者の材料評価技術の開発に力点を置いた論文が目立った。一方セラミックスメーカ側からのアプローチとしてSohio（前カーボランダム）[6],[7]やGTE Labo[8]などから，またセラミックスの非破壊検査法について，米（NASA）[9]，西独[10]およびカナダ[11]の3国から論文発表があった。

これらの概況を望見するに，一時の単なるセラミクスの適用，というよりメタルパーツの置き替えを競い合っていた時期は終わり，セラミックスという材料の素質を本腰を入れてとらえていこうという，言わば原点への回帰が世界的な傾向となりつつあるように思われる。ただ回帰とはいっても豊富な運転経験に裏うちされた強い問題意識に支えられている点で全く新しいフェーズに突入したとも言うことができよう。

自動車用ガスタービンのコンポーネント開発としては，ベンツが回転蓄熱式熱交換器（リジェネレータ）のガス温度分布が性能に及ぼす影響について解析した結果を発表している[12]。リジェネレータの開発は技術・コストの両面でのもうひとつのキーテクノロジーであると思われるのだが，近年論文発表数がきわめて少なく，今後こうした論文が輩出することを期待したい。日産自動車からは燃焼器入口空気温度が非常に高温であることを逆手にとってのFuel−NOx低減法に関して論文発表がなされた[13]。燃料中の窒素分のNOxへの転換率が量論比よりやや濃厚な条件で負化する，すなわちThermal−NOx分まで還元してしまうというものであるが，欧米の研究者らにとっては乗用車に重油を使用する背景を十分理解することが困難だったようだ。

以上は全て乗用車用セラミック・ガスタービンに関連する論文および展示の概況であるが，事実APU[14]やターボチャージャ[15]など他の小型ターボ機械に関する論文や展示はごく少なかったように見受けられる。展示の上ではAGTとは別にDOEのコーナが設けられており，各種ターボチャージャロータ（インジェクションモールド法，スリップキャスト法，Si_3N_4，SiCなど）やレシプロエンジン部品（ホットプラグ，ピストンなど）などが展示されていたものの，全般的には自動車用ガスタービンに関する限り，前述のLübeckでの国際会議と日程も場所も近過ぎたために密度が薄まってしまったという印象をまぬがれない。

自動車用以外で目を引いた展示として，Solarが米国陸軍の後援で開発していた10kW級可搬式発電セット‘Gemini’のカットモデルがSundstrand Turbomachの名で出品されていた。昨年のASME paper[16]ではタービンロータはセラミック化しない筈だったが，Si_3N_4製ラジアルタービンロータ（直径約100mm）がセラミック静止パーツと共に展示され意外の感じを受けた。Welcomming PartyにおいてSolarのRosers氏が盛んに1050℃9万5千rpmで全くトラブルなしだと強調していたが，どうやらこのロータの事を言っていたらしい。このコーナでは他に米空軍のF−16用ジェットスタータ（推力200ポンド）のカットモデル展示や，推力40ポンドの超小型ターボジェットの紹介があり，楽しませてくれた。ただセラミクスに関しては「新石器時代は本当に来ると信じているか」と笑っていたが。

最後になったが，大会初日の早朝，Vehicular and Small Turbomachines Committeeのミーティングに日本代表の渡部一郎先生とご一緒に参加させていただいた。ターボチャージャを含め，来年の米国アナハイム大会には5件の論文申し込みがあり，2つのセッションになるだろうとの見解が示された。また，席上パネルディスカッションを設けてはどうかとの提案も出された。

来年のアナハイム大会も小型ガスタービンに関してはCeramic Committeeへの発表が大半を占めることになろう。ジャーナリスティックなにぎわいは鳴りをひそめ，地味な研究が主導的になろうが，むしろ実用化に向けて大きく前進した証しであると考え，これを是としたい。我が国は確かにファインセラミック・パーツを民間市場に投入した唯一の国であり，本大会中諸外国からの評価も高かった。しかし政府援助の許に莫大な費用を投入してエンジンを組み上げ，コンポーネント評価を含めた膨大な運転経験の後に今再び原点に立ち返ろうとしている米・西独等の底力には恐るべきものがあることを改めて強調しておきたい。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

紹介文献(全てASME paper)

1) Johnson, P. A. 86−GT−93
2) Boyd, G. L. et al, 86−GT−305
3) Hempel, M. et al, 86−GT−199
4) Swank, L. R. et al, 86−GT−44
5) Langer, M. et al, 86−GT−151
6) Ohnsorg, R. et al, 86−GT−45
7) Srinivasan, M. et al, 86−GT−248
8) Bandyopadhyay, G. et al, 86−GT−11
9) Klima, S. J. et al, 86−GT−279
10) Grellner, W. et al, 86−GT−272
11) Stoclcman, A. J. et al, 86−GT−287
12) Niggemann, M., 86−GT−198
13) Sasaki, M. at al, 86−GT−168
14) Ribaud, Y. et al, 86−GT−23
15) Hamano, Y. et al, 86−GT−10
16) Napier, J.C., et al, 85−GT−183

8. 材料と製造技術

㈱日立製作所 森本庄吾

金属材料関係では3つのセッションがあった。

1. セッション5. 高温ガス通路部品材料及びその製造技術で4論文。

2. セッション27. 高温ガス通路部品の補修技術で2論文。

3. セッション77. コーティングシステム及びその施工法で3論文及び2人のパネリストによる2論文。

セッション5.

86−GT−257においてはタービンブレード材の寿命予測に関し，EPRIで進められている研究が概説されている。使用途上の部材からのクリープ試験，金属組織変化の観察の重要性が述べられると共に，高温腐食環境でのクリープラプチャ寿命の低下が報告されており，寿命予測のためには腐食挙動を評価することの重要性が強調されている。

86−GT−241においてはIN738LCを用い，Monkman Grant の寿命予測式，

$$t_r \dot{\varepsilon}_s^m = c \qquad c, m \text{は定数}$$

に変えて，

$$(-b\,t_r^{n1} + t_r)\,\varepsilon_s^{m1} = k \qquad b, n1, m1, k \text{は定数}$$

を提唱している。本式を用いると寿命予測の精度は2倍に上ったとしている。

86−GT−259ではガスタービンエンジンのロータとハウジング間のクリアランスコントロールに用いられるアブレーダブルシール方法について述べられている。この新しいシールはSeamless Fiber Metal Abradablesと呼ばれ，従来のシールではメタルファイバーが基材に平行に存在するに対し，本法では垂直になっているため，10〜20%比重が軽くなると共にシール性能は2倍となったと報告している。ただ，どのようにしてメタルファイバーを垂直にそろえるのか製法については述べられていない。

86−GT−298においてはブレードなどへのハードフェイシング技術の一つとして，順次供給される粉体をレーザービームを用い基材上にクラッドする方法(開発者はLaser Dynamic Powder Feed Technologyと称している)について述べている。予め基材上に粉体を置き，レーザビームにてクラッドする方法に比べ，クラッド層の厚さの制御し易さ，セラミックスも可能など材料のバラエティの多さ等の利点を強調している。

セッション27.

86−GT−299ではBBCにおいて過去2年間に実施した15,000枚以上のタービン及びコンプレッサー羽根の補修作業の際の品質保証，管理手法について述べている。補修に際して腐食層の除去法，熱処理，コーティング，ショットピーニング等にあたっての検査の留意点に言及している。

特に補修が不可能な場所の管理基準は厳格に守らなければならないことが強調されている。冷却通路に影響を及ぼす補修は避けなければならない。

86−GT−273では補修後53,000時間使用した，IN738合金製動翼(GE，MS5001，初段動翼)の性質を評価している。使用に供された材料でも正規

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

紹介文献（全てASME paper）

1）Johnson, P. A.　86−GT−93
2）Boyd, G. L. et al,　86−GT−305
3）Hempel, M. et al,　86−GT−199
4）Swank, L. R. et al,　86−GT−44
5）Langer, M. et al,　86−GT−151
6）Ohnsorg, R. et al,　86−GT−45
7）Srinivasan, M. et al,　86−GT−248
8）Bandyopadhyay, G. et al,　86−GT−11
9）Klima, S. J. et al,　86−GT−279
10）Grellner, W. et al,　86−GT−272
11）Stoclcman, A. J. et al,　86−GT−287
12）Niggemann, M.,　86−GT−198
13）Sasaki, M. at al,　86−GT−168
14）Ribaud, Y. et al,　86−GT−23
15）Hamano, Y. et al,　86−GT−10
16）Napier, J.C., et al,　85−GT−183

8. 材料と製造技術

㈱日立製作所　森 本 庄 吾

金属材料関係では3つのセッションがあった。

1. セッション5. 高温ガス通路部品材料及びその製造技術で4論文。

2. セッション27. 高温ガス通路部品の補修技術で2論文。

3. セッション77. コーティングシステム及びその施工法で3論文及び2人のパネリストによる2論文。

セッション5.

86−GT−257においてはタービンブレード材の寿命予測に関し，EPRI で進められている研究が概説されている。使用途上の部材からのクリープ試験，金属組織変化の観察の重要性が述べられると共に，高温腐食環境でのクリープラプチャ寿命の低下が報告されており，寿命予測のためには腐食挙動を評価することの重要性が強調されている。

86−GT−241においてはIN738 LCを用い，Monkman Grant の寿命予測式，

$$t_r \dot{\varepsilon}_s^m = c \qquad c, m \text{は定数}$$

に変えて，

$$(-b\, t_r^{n1} + t_r)\, \varepsilon_s^{m1} = k \qquad b, n1, m1, k \text{は定数}$$

を提唱している。本式を用いると寿命予測の精度は2倍に上ったとしている。

86−GT−259ではガスタービンエンジンのロータとハウジング間のクリアランスコントロールに用いられるアブレーダブルシール方法について述べられている。この新しいシールはSeamless Fiber Metal Abradablesと呼ばれ，従来のシールではメタルファイバーが基材に平行に存在するに対し，本法では垂直になっているため，10〜20％比重が軽くなると共にシール性能は2倍となったと報告している。ただ，どのようにしてメタルファイバーを垂直にそろえるのか製法については述べられていない。

86−GT−298においてはブレードなどへのハードフェイシング技術の一つとして，順次供給される粉体をレーザービームを用い基材上にクラッドする方法（開発者はLaser Dynamic Powder Feed Technologyと称している）について述べている。予め基材上に粉体を置き，レーザビームにてクラッドする方法に比べ，クラッド層の厚さの制御し易さ，セラミックスも可能など材料のバラエティの多さ等の利点を強調している。

セッション27.

86−GT−299ではBBCにおいて過去2年間に実施した15,000枚以上のタービン及びコンプレッサー羽根の補修作業の際の品質保証，管理手法について述べている。補修に際して腐食層の除去法，熱処理，コーティング，ショットピーニング等にあたっての検査の留意点に言及している。

特に補修が不可能な場所の管理基準は厳格に守らなければならないことが強調されている。冷却通路に影響を及ぼす補修は避けなければならない。

86−GT−273では補修後53,000時間使用した，IN738合金製動翼（GE，MS5001，初段動翼）の性質を評価している。使用に供された材料でも正規

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

の熱処理を施こすとその性質はほぼ初期の強さに回復すること，又MS5001としては必要ないが，HIPの効果は非常に大きいことを報告している。

セッション77.

86-GT-290は酸性雰囲気における圧縮機用羽根のコーティングに関する各種の加速試験の得失について論述している。

Neutral salt spray法(ASTM. B.117)は実情に合わず，CASS法(ASTM.B.368)が最も良い又本法に熱履歴を与えると更に加速が可能である。

又コーティングとしてはAlminium/Ceramicが非常に良い特性を示すと共に，これにインヒビターを混ぜると更に性能が向上する。

86-GT-291は高温における耐食，耐酸化用アルミニウム拡散コーティングに対して，白金とクロムを複合添加した改良コーティング法を提唱している。

最良のPt-Crコーティングは以下の工程で実施される。

(1) メッキ法による白金のコート
(2) パック法によるクロマイジング(1060℃7Hrs)
(3) CVD法によるアルミナイジング
(4) 拡散処理(1080℃4Hrs)

金属組織は$PtAl_2$の単相が出来，Crリッチな相が保護することにより寿命の大幅な向上が計られる。

86-GT-306はプラズマスプレーコーティング法の一つであるGATOR-GARD法について紹介した論文がある。

本法の特徴はプラズマを施工せんとする翼表面近傍まで筒の中にとじ込めて粉末をコートする方法で大気圧で行われるが，非常にち密なコーティング膜が得られる。これはプラズマがとじ込められることにより均一な速度と温度分布が得られる為としており，従来の方法よりも大幅な前進が計られたとしている。

又このセッションでは，二人のパネリストによる下記の論文の発表があった。

P. MAZARS, et al. HEURCHROME.
"Interdiffusion of MCrAlY Coating with the Substrate"

プラズマスプレイ法によるNiCrAlY, CoCrAlY, FeCrAlYの三種のコーティング膜と，Ni基，Co基，Fe基三種の基材の組み合せで冶金的な検討を加えている。

CoCrAlY/Ni基，FeCrAlY/Ni基，Fe基は，1000℃以下の耐食性コーティングとして優れた性質を示し，NiCrAlY/Ni基，Fe基，CoCrAlY/Co基は耐酸化性に優れる。しかしながら，NiCrAlY/Co基，FeCrAlY/Co基ではカーバイトがバリアーとなり相互拡散が進まずスポーリングの危険が指摘された。

D.F. BETTRIDGE et al. ROLLS ROYCE.
"Burner Rig and Engine Test Experience of Platinum Aluminide Coatings".

各種のバーナリグテストの紹介とその結果について論述している。今までバーナリグテストの結果がサービス寿命とどのように関連するのか述べられた研究は少なかったが，本論文ではヘリコプターのエンジンによる腐食の程度とサイクリックなバーナリグテストの結果を照合し，200時間のリグテストが，エンジンでは2860時間の腐食の進行と同程度であると述べられているのが注目された。

9. 構造及び振動関係

㈱日立製作所 柏 原 康 成
㈱日立製作所 梅 沢 貞 夫
㈱日立製作所 佐 藤 一 男

構造及び振動関係については，次の3セッションで論文発表が行なわれた。

Rotor Dynamics，セッション17
Fracture and Fatigue，セッション63
Component and System Vibrations，セッション71

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

の熱処理を施こすとその性質はほぼ初期の強さに回復すること，又MS5001としては必要ないが，HIPの効果は非常に大きいことを報告している。

セッション77.

86-GT-290は酸性雰囲気における圧縮機用羽根のコーティングに関する各種の加速試験の得失について論述している。

Neutral salt spray法（ASTM. B.117）は実情に合わず，CASS法（ASTM.B.368）が最も良い又本法に熱履歴を与えると更に加速が可能である。

又コーティングとしては Alminium/Ceramic が非常に良い特性を示すと共に，これにインヒビターを混ぜると更に性能が向上する。

86-GT-291は高温における耐食，耐酸化用アルミニウム拡散コーティングに対して，白金とクロムを複合添加した改良コーティング法を提唱している。

最良の Pt-Cr コーティングは以下の工程で実施される。

(1) メッキ法による白金のコート

(2) パック法によるクロマイジング（1060℃ 7 Hrs）

(3) CVD法によるアルミナイジング

(4) 拡散処理（1080℃ 4Hrs）

金属組織は $PtAl_2$ の単相が出来，Cr リッチな相が保護することにより寿命の大幅な向上が計られる。

86-GT-306はプラズマスプレーコーティング法の一つであるGATOR-GARD法について紹介した論文がある。

本法の特徴はプラズマを施工せんとする翼表面近傍まで筒の中にとじ込めて粉末をコートする方法で大気圧で行われるが，非常にち密なコーティング膜が得られる。これはプラズマがとじ込められることにより均一な速度と温度分布が得られる為としており，従来の方法よりも大幅な前進が計られたとしている。

又このセッションでは，二人のパネリストによる下記の論文の発表があった。

P. MAZARS, et al. HEURCHROME.
" Interdiffusion of MCr Al Y Coating with the Substrate"

プラズマスプレイ法による Ni Cr Al Y, Co Cr AlY, FeCr Al Y の三種のコーティング膜と，Ni基，Co基，Fe基三種の基材の組み合せで冶金的な検討を加えている。

Co Cr Al Y/Ni基，Fe Cr AlY/Ni基，Fe基は，1000℃以下の耐食性コーティングとして優れた性質を示し，NiCrAlY/Ni基，Fe基，CoCrAlY/Co基は耐酸化性に優れる。しかしながら，NiCr AlY/Co基，FeCrAlY/Co基ではカーバイトがバリアーとなり相互拡散が進まずスポーリングの危険が指摘された。

D.F. BETTRIDGE et al. ROLLS ROYCE.
" Burner Rig and Engine Test Experience of Platinum Aluminide Coatings".

各種のバーナリグテストの紹介とその結果について論述している。今までバーナリグテストの結果がサービス寿命とどのように関連するのか述べられた研究は少なかったが，本論文ではヘリコプターのエンジンによる腐食の程度とサイクリックなバーナリグテストの結果を照合し，200時間のリグテストが，エンジンでは2860時間の腐食の進行と同程度であると述べられているのが注目された。

9.　構造及び振動関係

㈱日立製作所　柏 原 康 成
㈱日立製作所　梅 沢 貞 夫
㈱日立製作所　佐 藤 一 男

構造及び振動関係については，次の3セッションで論文発表が行なわれた。

Rotor Dynamics，セッション17

Fracture and Fatigue，セッション63

Component and System Vibrations，セッション71

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

以下にその概要を紹介する。

1. Rotor Dynamics

ここでは3件の論文が発表された。軸受，ラビリンスシール，回転ホイールの最適設計法に関するもの各1件である。

ダンパ軸受に関して偏心時の運動軌跡の解法が示された(86-GT-164)。ダンパ軸受ははじめリテーナばねの予圧により，軸中心が軸受油膜の中心に一致するようにセットされるが，実際はこのばねのわずかな非対称性や重力の影響により両者の中心は完全には一致しない。本論文はこのような状態の非線形運動方程式を摂動法によって解き，偏心率や軸の軌跡を求めている。また電算機による数値解との比較も行なっている。

ラビリンスシールの動特性の実験を扱ったもの(86-GT-12)は，この著者の行なっている一連の実験のうち，一様な櫛歯高さを有するシールのばね定数と減衰定数の測定結果について述べたものである。ラビリンスの櫛歯がそれぞれステータ側とロータ側とにある2つの場合の比較を行なっているのが特徴である。回転方向に円周方向流れがある通常の場合のシールの安定性に関しては，ロータ側櫛歯の場合よりステータ側櫛歯の場合の方が良い結果が得られている。

回転ホイールの最適設計に関して，遠心力と熱応力に対してホイールの最適形状を自動的に設計するシステムが述べられた(86-GT-255)。このシステムは許容応力がホイールの分割位置毎に設定できること，温度変化を伴う過渡状態を考慮できることなどの特徴を有し，実用的なシステムとしてまとめられている。このシステムを軸流圧縮機のホイール設計に適用した結果，従来の設計法にくらべ約20%の重量軽減が達成できたと述べられている。

このセッションでの発表件数は，今回は前回にくらべ比較的少なかった。

2. Fracture and Fatigue

ここでは5件の論文が発表された。このうち2件がエンジン要素の寿命予測に関するもの，2件が熱疲労試験に関するもの，1件が単結晶材料のき裂の進展に関するものである。

ジエットエンジンの圧縮機ディスクについて，cyclic spin testによるLCFデータとディスクのnominal stressとから寿命を推定する“nominal stress method”と，平滑試験片のLCFデータとディスクの詳細応力・ひずみ解析とから寿命を推定する“maximum local strain method”との比較が行なわれた(86-GT-102)。nominal stressの高い場合に両者の差が大きく，その原因とそれを盛込んだ寿命推定法の修正について検討が行なわれている。

3次元の多軸応力，ひずみ状態に関するクリープ，疲労寿命予測について検討が行なわれた(86-GT-242)。クリープひずみとout of phase熱疲労のデータを用いた3軸応力・ひずみ状態での寿命予測式を導き，ジェットエンジンの低圧タービン静翼を対象とした寿命予測の手法が紹介された。テストリグを用いて行なわれた静翼の熱疲労実験結果との比較では，き裂の発生位置及び発生寿命について比較的良好な一致が示されている。

熱疲労試験については，材料のスクリーニング等に適用する目的で，簡便な手法が検討された(86-GT-120)。out of phase熱疲労では低温側でのplastic strainが小さければ，“shake down”によって2サイクル以降は荷重一定に近い状態になる。これに着目して荷重制御で熱疲労試験を行ない，定期的にひずみ幅及び平均ひずみの修正を加える方法を提案しており，ひずみ制御の実験結果と比較して良好な一致の得られることとが示された。

PWA-1480(Ni基単結晶材料)に合金コーティングを施工した試験片についてout of phase熱疲労試験を行ない，温度及び温度幅の影響が検討された(86-GT-124)。温度による寿命の差がcyclic hysteretic energy($\Delta w = \int \sigma \cdot d\varepsilon$)モデルにより統一的に説明できることが示された。

PWA-1480材についてき裂進展試験を行ない，温度，周波数及び結晶方位とき裂進展との関係が調べられた(86-GT-253)。明らかに結晶方位依存性が認められるほか，周波数依存性が多結晶材料とは逆の傾向(低周波数になるほど進展速度が遅い)になることが示されている。

3. Component and System Vibrations

ここでは5件の発表があった。そのうち2件はファンの振動に関するもの，他の3件は構造物の

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

振動における摩擦力の評価に関するものである。

ファンの1件は，片操状の弾性軸の先端に羽根車を取付けた構造を有するガスタービンファンの，翼と軸等の連成振動の解析と実験について述べたものである（86－GT－98）。固有振動数の解析と実験は比較的よく一致している。実験で後向き振れまわりの励振力を与えるため，軸受ハウジングを2方向から加振する方法をとっているのが注目される。もう一件はファンのテスト中に生じた振動事故の理論解明を扱ったものである（86－GT－131）。このファンの翼の先端にはチップダンパと称するものが採用されているが，振動の原因はこのチップダンパの摩擦に起因する後向き振れまわりの発生であると述べている。

摩擦に関する1件は圧縮機翼のダブテール部の摩擦の評価に関するものであり（86－GT－137），摩擦減衰と疲れの実験が含まれている。この中で，特にコーティングを施したダブテールは摩擦減衰が大巾に増し，また耐久テストも問題なかったと述べられている。他の2件は，摩擦部を有する構造物の定常応答を簡単に求める方法（86－GT－88）と，乾性摩擦を有する系の非線形振動の解析法に関するもの（86－GT－8）と，やゝ一般的な内容のものであった。

10. ターボ機械の性能と流れ

三菱重工業㈱ 青 木 素 直

16のCommitteeのうちTurbomachinery Committeeを通して提出された論文は最も多く113編にのぼった。これは全論文306編の37％にあたる。このうち，ターボ機械の性能と流れに関するものは，60編を越えている。この分野で最も論文数が多かったのはターボ機械流れの数値計算に関するもので25編にのぼる。特に，中国から提出された論文の大半は，数値計算に関するものであった。ただし，中国から提出された論文の多くは発表者が会議に出席しておらず，セッションによっては口頭発表が1件という事態を生じ，大きな問題となっていた。以下番号順に主要な論文を紹介する。

1. ターボ機械流れの数値計算

数値計算に関する論文のうち，最も多かったものは3次元流れ解析に関するものであった。まず，（GT－5）は3次元遷音速流れのポテンシャル式をSLOR法で解いたものでCRAY－1/Mコンパイラに適したアルゴリズムを採用している。（GT－16）は遷音速圧縮機流れに3次元粘性流解析を適用したもので，計算結果はレーザー流速計による計測値と比較されている。（GT－26）は3次元Euler式を有限体積法によるタイムマーチング法で解いたもので，空力設計に効率良く使用しうることを述べている。（GT－42）はNASA Lewis Research Centerで使用されている数種の3次元流れ計算コードを比較評価したものである。（GT－84）はSIMPLEアルゴリズムを用いた3次元粘性流解析を，チップのもれ流れを伴う圧縮機翼列流れに適用したものである。（GT－144）は有名な非粘性3次元のDentonコードに粘性効果を模擬するbody forceを加えたものである。計算時間も短く，粘性効果を実用的に考慮する一つの試みである。（GT－145）は（GT－16）と同じ著者によるもので，3次元粘性流解析コードをタービン翼列流れに適用したものである。（GT－187）は遠心圧縮機ディフューザ3次元流れをWuの理論に基づいてS_1面，S_2面に分けて解いている。（GT－200）はbody-conforming格子とhopscotchスキームを組み合せた，Eulerコードを提案している。

次に多かったのは2次元翼列流れに関する論文であった。（GT－19）は2次元翼列遷音速ポテンシャル流れを解いたもので Jamesonスキームを用いている。（GT－30）はS_1面の遷音速流れを遷音速領域と超音速領域に分けて解いたものである。（GT－57）はDenton法による翼列流れ解析コードの実用的使用法（少ない計算時間で，高精度の解を得る）をユーザーの立場から提案したものである。（GT－58）は（GT－57）で提案された使用法を用いて23種のタービン翼列に対し，計算値と実験値を比較し計算コードの精度検証を行っている。この

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

振動における摩擦力の評価に関するものである。

ファンの1件は，片操状の弾性軸の先端に羽根車を取付けた構造を有するガスタービンファンの，翼と軸等の連成振動の解析と実験について述べたものである（86－GT－98）。固有振動数の解析と実験は比較的よく一致している。実験で後向き振れまわりの励振力を与えるため，軸受ハウジングを2方向から加振する方法をとっているのが注目される。もう一件はファンのテスト中に生じた振動事故の理論解明を扱ったものである（86－GT－131）。このファンの翼の先端にはチップダンパと称するものが採用されているが，振動の原因はこのチップダンパの摩擦に起因する後向き振れまわりの発生であると述べている。

摩擦に関する1件は圧縮機翼のダブテール部の摩擦の評価に関するものであり（86－GT－137），摩擦減衰と疲れの実験が含まれている。この中で，特にコーティングを施したダブテールは摩擦減衰が大巾に増し，また耐久テストも問題なかったと述べられている。他の2件は，摩擦部を有する構造物の定常応答を簡単に求める方法（86－GT－88）と，乾性摩擦を有する系の非線形振動の解析法に関するもの（86－GT－8）と，やゝ一般的な内容のものであった。

10. ターボ機械の性能と流れ

三菱重工業㈱ 青木素直

16のCommitteeのうちTurbomachinery Committeeを通して提出された論文は最も多く113編にのぼった。これは全論文306編の37％にあたる。このうち，ターボ機械の性能と流れに関するものは，60編を越えている。この分野で最も論文数が多かったのはターボ機械流れの数値計算に関するもので25編にのぼる。特に，中国から提出された論文の大半は，数値計算に関するものであった。ただし，中国から提出された論文の多くは発表者が会議に出席しておらず，セッションによっては口頭発表が1件という事態を生じ，大きな問題となっていた。以下番号順に主要な論文を紹介する。

1. ターボ機械流れの数値計算

数値計算に関する論文のうち，最も多かったものは3次元流れ解析に関するものであった。まず，(GT－5)は3次元遷音速流れのポテンシャル式をSLOR法で解いたものでCRAY－1/Mコンパイラに適したアルゴリズムを採用している。(GT－16)は遷音速圧縮機流れに3次元粘性流解析を適用したもので，計算結果はレーザー流速計による計測値と比較されている。(GT－26)は3次元Euler式を有限体積法によるタイムマーチング法で解いたもので，空力設計に効率良く使用しうることを述べている。(GT－42)はNASA Lewis Research Centerで使用されている数種の3次元流れ計算コードを比較評価したものである。(GT－84)はSIMPLEアルゴリズムを用いた3次元粘性流解析を，チップのもれ流れを伴う圧縮機翼列流れに適用したものである。(GT－144)は有名な非粘性3次元のDentonコードに粘性効果を模擬するbody forceを加えたものである。計算時間も短く，粘性効果を実用的に考慮する一つの試みである。（GT－145)は(GT－16)と同じ著者によるもので，3次元粘性流解析コードをタービン翼列流れに適用したものである。(GT－187)は遠心圧縮機ディフューザ3次元流れをWuの理論に基づいてS_1面，S_2面に分けて解いている。(GT－200)はbody-conforming格子とhopscotchスキームを組み合せた，Eulerコードを提案している。

次に多かったのは2次元翼列流れに関する論文であった。(GT－19)は2次元翼列遷音速ポテンシャル流れを解いたもので Jamesonスキームを用いている。(GT－30)はS_1面の遷音速流れを遷音速領域と超音速領域に分けて解いたものである。(GT－57)はDenton法による翼列流れ解析コードの実用的使用法(少ない計算時間で，高精度の解を得る)をユーザーの立場から提案したものである。(GT－58)は(GT－57)で提案された使用法を用いて23種のタービン翼列に対し，計算値と実験値を比較し計算コードの精度検証を行っている。この

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

2つの論文は，Denton博士から高い評価を受けた。(GT−110)はS_1面の遷音速流れ関数の数値解を示した論文である。

逆解法(設計問題)に関する論文は6編発表されそのうち4編が中国から提出されたものであった。(GT−81)は任意物体回りの非線形ポテンシャル流れを対象としたもの，(GT−159)は回転流れ面上の翼列設計に2つの方法を提案している。(GT−167)はタイムマーチング法による逆解法を述べたものである。(GT−182)，(GT−183)はoptimal control法による軸流圧縮機翼設計に関するもの，(GT−189)は流れ関数式を用いた遷音速翼列設計法を提案している。又，(GT−35)はcontrolled diffusion圧縮機翼列について計算値と実験値を比較している。

2. タービン

タービンに関する論文は，1についで多く，この分野の研究が活発であることを示している。(GT−18)はラジアルタービンと軸流タービンの組み合せからなる2段タービンの性能を，(GT−56)は負荷係数2.47，段圧力比3.76の単段遷音速タービンの性能を研究した論文である。(GT−92)はタービン翼列の損失発生機構の解明を目的として翼列下流のレイノルズ応力を計測した結果を述べている。(GT−103)は下流の動翼の作動状態によって遷音速ノズルの性能が変化することを示したもので興味深い。(GT−106)は低圧タービンの設計点における3次元流れを実験的に調べたもので，アスペクト比1.8の直線翼列の2次流れ損失はプロフィル損失と同程度であったと報告されている。(GT−108)は遷音速タービン翼列のプロフィル損失に関する実験的予測法を提案している。(GT−122)はLDVを用いてラジアルタービンスクロール内の3次元流れを計測している。(GT−170)は翼コード長500㎜のモデル翼を用いて翼列の3次元流れを詳細に計測したもの，(GT−179)はタービン翼列の端壁コーナー部の流れを，(GT−184)，(GT−185)は直線ノズル，動翼翼列の2次流れを計測したものである。(GT−188)は低圧タービン翼列の非設計点における3次元流れを研究したもので，(GT−106)と同著者による論文である。(GT−214)は可変静翼を持つ単段遷音速タービンの性能に関するものである。(GT−228)は軸流タービンの端壁損失と2次流れ損失の予測を述べた論文である。(GT−229)，(GT−234)はタービン翼列の翼面境界層の成長に与える主流乱れ，圧力勾配の影響を報告している。(GT−245)はタービン翼列の空力負荷に及ぼすチップクリアランスの影響，(GT−271)は低圧タービン翼列の性能とReynolds数，翼面速度分布の関係について述べている。

3. 軸流圧縮機

(GT−13)，(GT−14)は多段軸流圧縮機の通過流れ解析に関する論文である。(GT−20)，(GT−21)は多段圧縮機内流れのスパン方向混合に関するもので，スパン方向の混合が損失，全温の半径分布に大きな影響を持つことを報告している。(GT−85)，(GT−91)は産業用ガスタービン用軸流圧縮機の開発を述べたものである。(GT−117)は遷音速ファンの性能と内部流動を調べたもの，(GT−140)は任意の翼形からなる2次元圧縮機翼列の半理論的性能予測法を提案している。(GT−193)は低速の単段圧縮機において，静翼ハブ側でわずかなクリアランスを与えることが性能向上をもたらすと報告している。(GT−197)は，圧縮機静翼の前縁をハブ，シュラウド側でsweepさせることによる性能改善について述べている。

4. 遠心圧縮機

遠心圧縮機に関する論文は14編あり，そのうち5編が日本からのものであった。(GT−25)は，インペラ内の相対速度比を簡単に計算する方法を述べたもの，(GT−74)は遠心圧縮機の基本的特性に言及したものである。(GT−89)は半径方向に湾曲したベーンレスディフューザの性能に関する論文である。(GT−123)はチップクリアランスが性能に与える影響を調べた論文で，クリアランスが同じであれば高圧力比圧縮機の方が低圧力比のものより性能低下が小さいことを報告している。(GT−127)，(GT−128)は可変の入口案内翼，出口静翼を調整することで流れを安定させ，性能を改善しうることを述べている。(GT−139)はインデューサストールの実験的研究を報告したもの，(GT−154)は2次元，3次元インペラの性能比較を述べた論文である。(GT−221)，(GT−222)は産業用遠心圧縮機の設計に用いられた最適設計手法をレヴューした論文である。

以上，ターボ機械の性能と流れ，特に流れの数

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

値計算及び定常流れに関する論文を主体に紹介した。日本から提出された論文の数は全体の1割弱であり，本家のアメリカを除くと主要な論文発表国の一つとなっている。国際社会における日本の立場と同じく，我々ガスタービン関係者も国際学会で真にコントリビュートしなければならない時代であることを認識することが必要と思われる。最後に，紙面の都合で紹介できなかった論文があることを付記する。

11. 展　　示

三井造船㈱　高　木　俊　幸

本年も会議場に併設された展示場において世界主要ガスタービンメーカ及びその関連分野メーカによる製品の展示・解説が行われ，筆者も見聞する機会を得ることができた（写真1）。

参加した企業数は約180社であり，1984年にアムステルダムにおいて開催された第29回 ASME GAS TURBINE CONFERENCEにおける220社に比べると若干少ないようであった。出展企業の内訳はGE，R＆R等のガスタービンメーカが約20社，ガスタービンエンジニアリングメーカ等が約25社，精鋳部品等の材料メーカが約20社，フィルタ，減速ギヤ，補機等の周辺機器メーカが約50社，整備・補修メーカ等が約20社，制御・計測機器関係が約20社，この他は工作機械，出版・技術情報企業等であった。

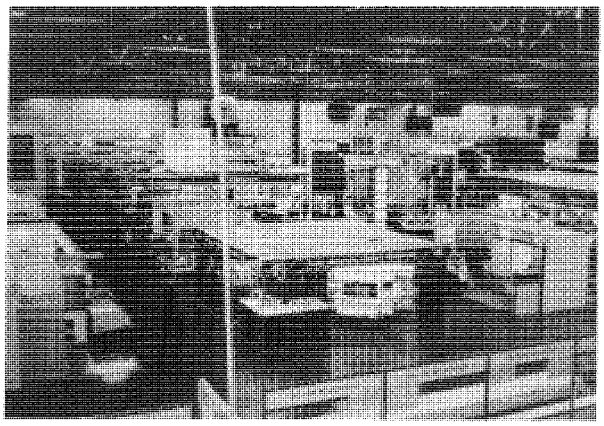


写真1.　展示場全景

日本からは，これは常連となったＩＨＩが航空転用型GTであるIM5000の模型を中心に展示しており（写真2），また，ＫＨＩの非常用GTであるM1A−01のCUT−VIEWモデル及びS5A−01がKHDのブースに展示されていた。

展示会は学会と平行して開催された丈に，華やかないわゆる商業的フェアとは違った雰囲気を持っており，技術レベルの高い展示内容であった。会場にはガスタービンの実機やモデルが数多く並び，全部を詳しく見て歩くのは仲々困難であった。

写真2.　ＩＨＩ社の展示ブース

以下，筆者が興味を引かれた点を中心に展示会の様子を紹介させて頂く。

産業用ガスタービン分野では，ここ数年来の傾向であるが，コジェネレーション及びコンバインドサイクルに関するパネル説明及びプラント模型の展示がBBC，THOMASSENを始めとして数多くのメーカによって行われていた。今後共，この分野へのガスタービンの拡大に力が入れられているのが良くわかった。こうしたガスタービンの普及に関してLIFE CYCLE ECONOMY を強調しているパネルが目についた。この中の主な指標は

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

値計算及び定常流れに関する論文を主体に紹介した。日本から提出された論文の数は全体の1割弱であり，本家のアメリカを除くと主要な論文発表国の一つとなっている。国際社会における日本の立場と同じく，我々ガスタービン関係者も国際学会で真にコントリビュートしなければならない時代であることを認識することが必要と思われる。最後に，紙面の都合で紹介できなかった論文があることを付記する。

11. 展　示

三井造船㈱　高 木 俊 幸

本年も会議場に併設された展示場において世界主要ガスタービンメーカ及びその関連分野メーカによる製品の展示・解説が行われ，筆者も見聞する機会を得ることができた(写真1)。

参加した企業数は約180社であり，1984年にアムステルダムにおいて開催された第29回 ASME GAS TURBINE CONFERENCEにおける220社に比べると若干少ないようであった。出展企業の内訳はGE，R＆R等のガスタービンメーカが約20社，ガスタービンエンジニアリングメーカ等が約25社，精鋳部品等の材料メーカが約20社，フィルタ，減速ギヤ，補機等の周辺機器メーカが約50社，整備・補修メーカ等が約20社，制御・計測機器関係が約20社，この他は工作機械，出版・技術情報企業等であった。

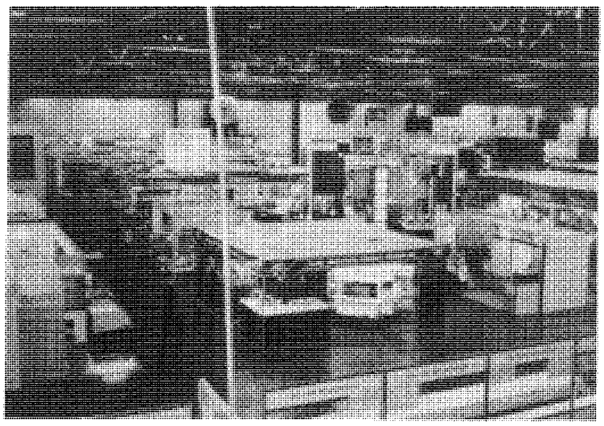


写真1.　展示場全景

日本からは，これは常連となったIHIが航空転用型GTであるIM5000の模型を中心に展示しており(写真2)，また，KHIの非常用GTであるM1A−01のCUT−VIEWモデル及びS5A−01がKHDのブースに展示されていた。

展示会は学会と平行して開催された丈に，華やかないわゆる商業的フェアとは違った雰囲気を持っており，技術レベルの高い展示内容であった。会場にはガスタービンの実機やモデルが数多く並び，全部を詳しく見て歩くのは仲々困難であった。

写真2.　IHI社の展示ブース

以下，筆者が興味を引かれた点を中心に展示会の様子を紹介させて頂く。

産業用ガスタービン分野では，ここ数年来の傾向であるが，コジェネレーション及びコンバインドサイクルに関するパネル説明及びプラント模型の展示がBBC，THOMASSENを始めとして数多くのメーカによって行われていた。今後共，この分野へのガスタービンの拡大に力が入れられているのが良くわかった。こうしたガスタービンの普及に関してLIFE CYCLE ECONOMY を強調しているパネルが目についた。この中の主な指標は

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

LIFE SPAN, AVAILABILITY, EFFICIENCY, FUEL FLEXABILITYであり，これらが向上してきていることが示されていた。例えば，15MWクラスのガスタービンでオーバホールまでの時間(LIFE SPAN)を60,000時間，運転条件は，年間8,760時間稼動，年25回起動(ISO CLASSD, RANGE II)，熱効率31%とした場合の設備費(20%利息で8年間借入れたとして)，燃料費等の内訳は図1のようになる。合計費用の大半は燃料費であり，ガスタービンの効率(EFFICIENCY)を向上させる事，単価の安い燃料を使用する事(FUEL FLEXABILITY)によってこの費用を低減させる事ができる。また，AVAILABILITY(全運転時間に占める全負荷運転時間の割合)を向上させる為に合理的な検査(INSPECTION)と補修(MAINTENANCE)を行えば全負荷運転時間は年間運転時間の95%稼動を保証でき(図2)，その費用も極めて小さい(0.6%)としている。こうした経済計算が有利になるのは産業用ガスタービンのLIFE SPANの長さにあると思われた。運転実績について見ると，1960年代及び1970年代初頭に据えつけられた機種は既に10万時間を超えており，15万時間に達したものも見られた(FIAT TTG SPA)。点検期間の長期化も計られており，例えば，ASEA−STAL ABの場合，定期点検が1万時間，高温部部品の点検は2万時間，その他主要部品の点検が4万時間，オーバホールは8万時間を推奨していた。こうした実績によってガスタービンがコジェネレーション等における発電ユニットとして組み込まれていくものと期待される。この分野での展示品はそれ程多くなく，THOMASSEN INT. B. V.のGE社製大型ロータ，RUSTON G. T. LTD.の，TORNADEのガスジェネレータ(写真3)，パワータービンロータ，燃焼器，KWU AGのセラミックタイル内張式大型缶式燃焼器等があった。BBC, ALSTHOM等他の多くのメーカはタービン動静翼精鋳部品，燃焼器内筒等の展示にとどまった。

	Cost(SEK/kWh)	per cent of total
Maintenance	0,0043	0,6
Investment	0,0764	10,7
Fuel	0,6253	87,5
Personnel	0,0089	1,2
TOTAL	0,7149	100,0

図1. LIFE CYCLE ECONOMY

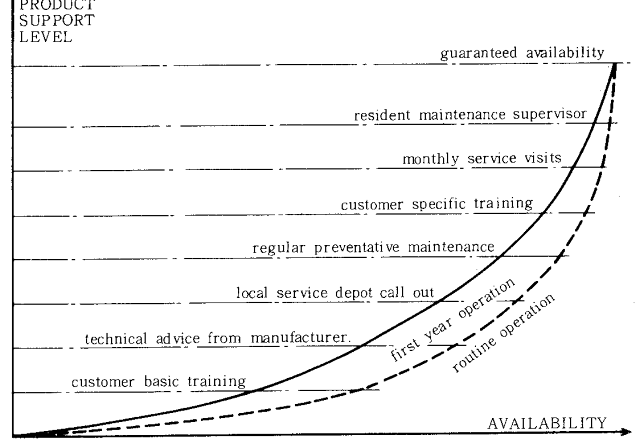


図2. PROGRAM FOR AVAILABILITY GUARANTEE.

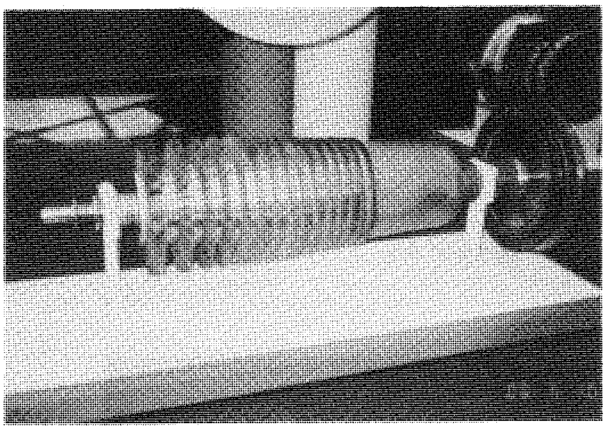


写真3. RUSTON社 TORNADE ロータ

航空転用型ガスタービン分野では，舶用及び産業用機種の展示品が数多く見られた。中でもGEが24区画を利用して，LM500, LM1600, LM2500等の実機を展示していたのを始め，ROLLS-ROYCEがMARINE SPEY, ALLISONが501−KのCUT−VIEWモデルを展示していた。産業用としてはコジェネレーション等を対象としているのは当然として，舶用としては中間冷却再生サイクル式ガスタービンを用いて軍事用船舶などにおける

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

機動性と燃費削減を狙っているようである。1つは北京のASME GT CONFERENCEでも論文発表されていたものだが，R&R，ALLISON及びGARRETTが共同開発計画中のMARINE SPEYをベースに中間冷却器と再生器(いずれもGARRETTが担当)を組み合せて効率43%，出力24000 HPを得ることを目指したもの(写真4)，他の1つはGEのLM1600に同じく中間冷却器と再生器を組み合せ燃料消費率の30%向上を計ろうとするものである(写真5)。

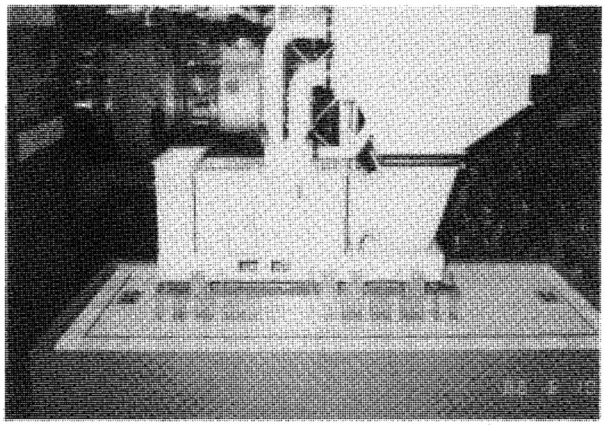


写真4. 中間冷却再生式MARINE SPEYのモデル

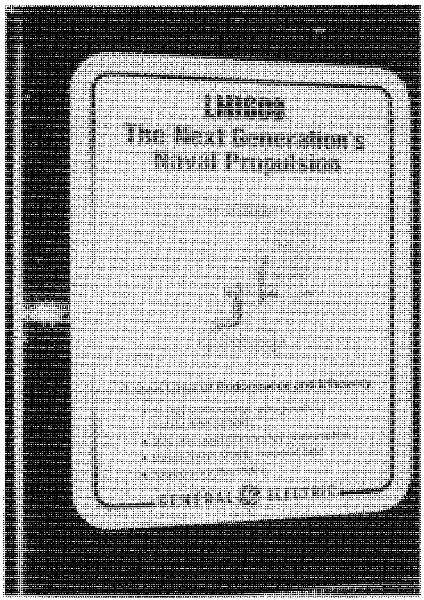


写真5. 中間冷却再生式LM1600の説明パネル

小型ガスタービン分野では，自動車用ガスタービンとしてGARRETTとFORDが開発してきたAGT101セラミックガスタービンのCUT−VIEWモデルと，GMが開発してきたAGT100の車軸搭載モデルが1980年からの開発経過をまとめる形で展示され，人目を引いていた。

一方，こうしたガスタービンメーカ・エンジニアリングメーカ以外に材料素材・精鋳部品メーカや制御機器・計測機器，フィルタ等々の周辺機器メーカの多いのに改めて驚くと共に，欧米におけるガスタービン産業の裾野が広い事に感心した。このうち計測メーカでは各種の実演を行っており興味を引かれたものが多かった。WOLFやOLYMPUSのボアスコープ，ROTADATAの環状通路部の自動トラバース装置，DANTECのLDV, DRUCKやKULITEの圧力変換器，TORQUEMETERSのトルク計等々実に多彩であった。

話は脱線するが，学会の合い間に展示場を見学して歩く間にカタログがみるみる増えていく。学会が終了する頃には8kgにもなる。これを抱えてヨーロッパをうろうろするのは大変と思い，日本に郵送する事にしたが，あいにく土・日は発送の機会がなく(ドイツの小都市ハイデルベルクでは日曜の午前中封書のみ受付けていた)，結局，ブリュッセルで行うことになった。ホテル近くの郵便局で小包用CARTON(POSTPACと言うらしい)を購入したが，荷造り紐はサービス品らしく，郵便局員が小出しにするのには往生した。PRINTED MATTERSの場合には2kg/1包まで，BOOKSの場合には4kg/1包までという事で荷造りに右往左往し，時間の都合で，結局，空港まであたふたと包みを抱えてやっと発送した次第である。しかし，このおかげで日本には4日程で，紛失することもなしに(但し解体寸前ではあったが)，帰国前に到着していた。諸兄のご参考になれば幸いである。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06

新製品紹介

IHI－RHB5型 ボールベアリング・ターボチャージャ

石川島播磨重工業㈱　宮　下　和　也

1. まえがき

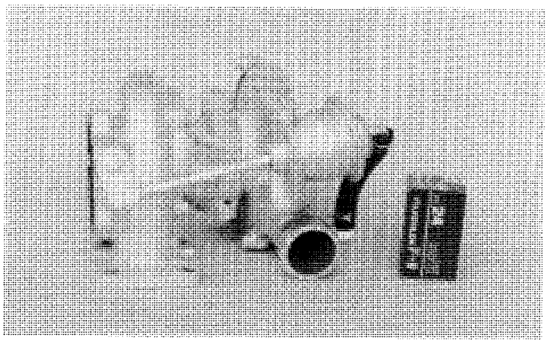
ターボチャージャが乗用車に実用化されて久しいが，この間，多くの車種に普及するに伴い，多様なニーズに応えるべく種々の開発・改良が行われてきた。その代表的なものはハイテク・ターボなどと呼ばれるセラミックスや可変容量タイプの開発であるが，軸受の低メカロス化も重要な項目の一つである。現在，ターボチャージャの軸受には信頼性の優れた浮動メタルが採用されているが損失が小さくない。一方，転がり軸受はメカロスが小さいだけでなく，最近の技術の進歩により信頼性も大幅に向上している。そこで，自動車用ターボチャージャの機械効率を高め燃費および応答性の改善に寄与すべく，表－1に示すように各型式にボールベアリングを採用し種々の評価試験を開始した。そのうち，乗用車向RHB5型については実用化の見通しをほぼ得ることができたので紹介する(1)。

表1　開発中のボールベアリング要目

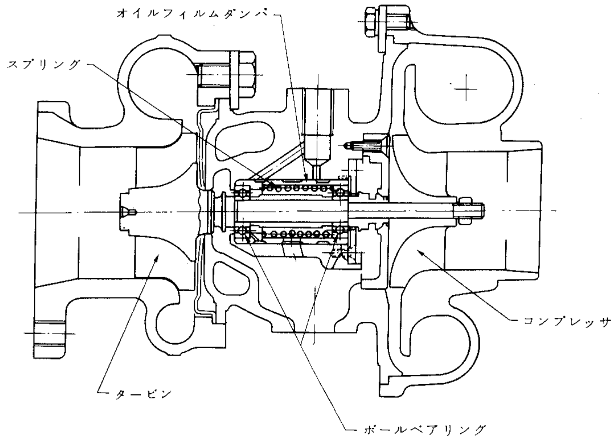
用途	型式	内径（mm）	最高回転数（rpm）	dn値（mm・rpm）
軽自動車	RHB 3	7	250,000	175×10^4
乗用車	RHB 5		180,000	126×10^4
	RHC 6	9	140,000	126×10^4
トラック	RHC 7	12	132,000	158×10^4
	RHC 9	15	96,000	144×10^4

2. 構造および特徴

RHB5型ボールベアリング・ターボチャージャの外形を図－1に，断面構造を図－2に示す。外形は従来の浮動メタル軸受のターボチャージャ(2)と同一であり，内部構造も軸受中枢部が異なるだ



図－1　RHB5ターボチャージャ



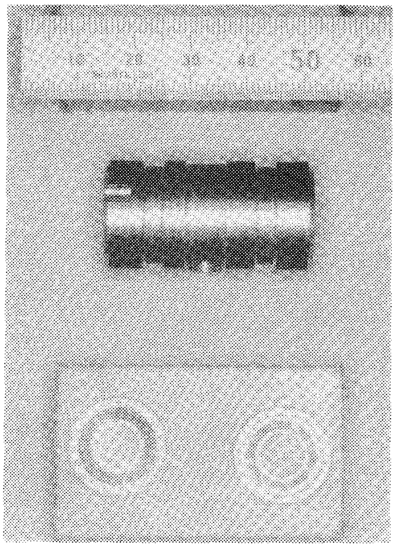
図－2　ボールベアリング・ターボチャージャ断面構造

けである。即ち，図－2に示すように，タービン軸は2ケのボールベアリングに支持され，ベアリングは円筒状のスリーブに保持されている。さらに，スリーブは薄い油膜を介して軸受車室に半浮動状態で支持されている。この油膜は優れた振動減衰機能を有しており，タービン軸または外部の振動からボールベアリングを保護している。それ故，このスリーブをオイルフィルムダンパと呼ぶ。ダンパは図－3に示すように一体型であるため，タービン側・コンプレッサ側の二分割型に比べて油膜の形成が良く回転安定性に優れている。

ボールベアリングは表－1に示したように，

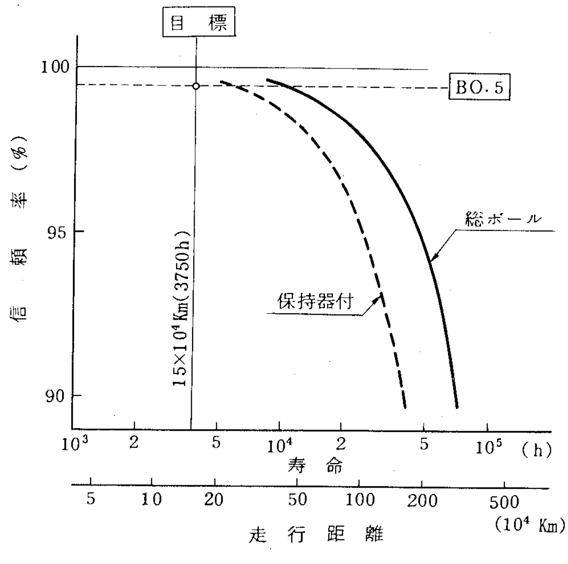
（昭和61年6月17日原稿受付）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.



図－3　オイルフィルムダンパ(上)および
ボールベアリング，総ボール(左下)，
保持器付(右下)

dn値が10^6 mm・rpmをはるかに越え，しかも，ヒートソークなど高温条件で使用されるので，耐熱性の優れたジェットエンジン用軸受鋼（M－50）を用いて，ベアリングメーカーにて特製した。また，図－3のように保持器付と総ボール型（保持器なし）があり，総ボール型の方がボール数の多い分だけ計算寿命は長い。しかし，保持器付でも乗用車の走行頻度分布からマイナー則で推定した



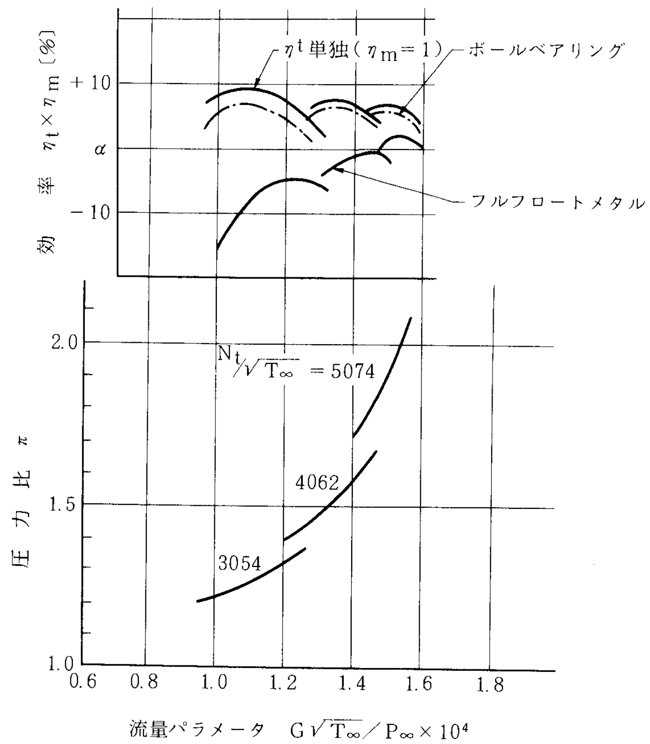
図－4　乗用車用ボールベアリングの推定寿命

実用寿命は，図－4に示すように目標値とされる15万kmＢ0.5ライフ（信頼率99.5%）を満足している。さらに，ターボチャージャ単体による各種耐久試験を実施した。主な項目を下記に示す。

200時間最高回転数連続ガス運転
1100サイクルGo－Stopガス運転
3000サイクル回転変動ガス運転
加振耐久空気運転（25G×8時間）

3. ボールベアリングの効果

ボールベアリング採用の利点は第1に機械効率の向上であり，他には回転安定性の確保（軸受の自励振動が皆無），給油圧・給油量の低減（短時間なら無給油運転も可能）などである。



図－5　単体性能試験結果

図－5にターボチャージャ単体性能試験による効率を従来の浮動メタル軸受との比較で示す。

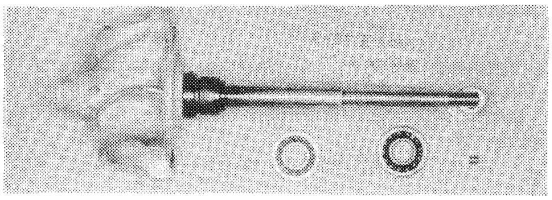
ボールベアリングのメカロスは極めて小さいため，タービン効率η_tと機械効率η_mを一体で計測した。その結果，浮動メタル軸受に比べ，低出力域で約20%，高出力域で約5%効率が向上し，最高機械効率は約99%と推定された。

低出力域での効率向上は，エンジンの低速性能，とくに応答性の改善に寄与すると考えられるので，

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

乗用車用ガソリンエンジンに搭載して性能比較試験を行なった。その結果，低速回転域でのブースト圧力が約40%，整定トルクが約10%向上し，加速応答時間も約10%短縮した。この様に，メカロスの低減は，これまでターボチャージャの欠点とされていた低速性能の改善に有効であることが確認された。さらに，可変容量タイプのタービンと組合せたり，セラミック・タービン軸と組合せることにより大幅な改善効果が確認された。

図－6にセラミック翼車と組合せたボールベアリング用タービン軸（ガス運転後）を示す。



図－6　ボールベアリング用セラミック軸

4. まとめ

ボールベアリング・ターボチャージャはエンジン低速性能の改善に有効であり，ベアリングの寿命および信頼性も実用可能であることが，一連の試験の結果，確認された。ひきつづき苛酷な耐久試験と実車走行試験を重ねて，より高い信頼性を確保し量産化へ備えてゆく予定である。

文　献

1. 宮下・北沢・大北ほか，石川島播磨技報，26－4（1986－7），265
2. 清水，日本ガスタービン学会誌，10－39，（1982－12），65

§ 入 会 者 名 簿 §

正会員

鳥山　彰（旭硝子）	野口芳樹（日立）	陳　席卿（電光工業）
谷村　聡（三菱重工）	村上直樹（川崎重工）	高橋茂樹（川崎重工）
千田幸雄（東北電力）	平山孝平（東北電力）	牛渡喜和（東北電力）
筒井又鋪（東北電力）	佐藤功一（東北電力）	波田野誠喜（東北電力）
渡辺　勉（東北電力）	山下三千夫（東北電力）	上村真一（東北電力）
堀川則夫（東北電力）	山田　昇（東北電力）	中尾　猛（東北電力）
黒沢満支男（東北電力）	五十嵐清孝（東北電力）	日野那壽男（東北電力）
菅野孝悦（東北電力）	江尻和男（東北電力）	高畑恵一（日産）
井上雅賀（東芝）	有吉　裕（東芝）	斉藤浩平（東芝）
永田一衛（東芝）	岡本浩明（東芝）	渡辺一城（日立）
佐藤俊信（東京電力）	樋口之人（東北電力）	佐藤雅美（日立エンジニアリング）
山本光洋（三菱重工）	田口隆男（東芝）	

学生会員

関田大悟（東大）	仲野　悟（日工大）	石塚敦之（慶大）

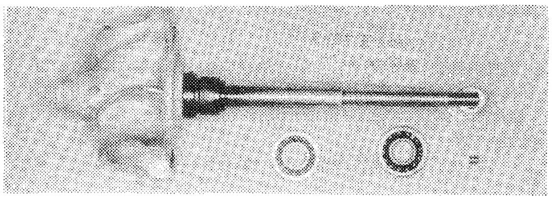
賛助会員

東洋エンジニアリング㈱	エス・ティ・エス㈱	電源開発㈱

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

乗用車用ガソリンエンジンに搭載して性能比較試験を行なった。その結果，低速回転域でのブースト圧力が約40%，整定トルクが約10%向上し，加速応答時間も約10%短縮した。この様に，メカロスの低減は，これまでターボチャージャの欠点とされていた低速性能の改善に有効であることが確認された。さらに，可変容量タイプのタービンと組合せたり，セラミック・タービン軸と組合せることにより大幅な改善効果が確認された。

図−6にセラミック翼車と組合せたボールベアリング用タービン軸（ガス運転後）を示す。



図−6　ボールベアリング用セラミック軸

4. まとめ

ボールベアリング・ターボチャージャはエンジン低速性能の改善に有効であり，ベアリングの寿命および信頼性も実用可能であることが，一連の試験の結果，確認された。ひきつづき苛酷な耐久試験と実車走行試験を重ねて，より高い信頼性を確保し量産化へ備えてゆく予定である。

文　献

1. 宮下・北沢・大北ほか，石川島播磨技報，26 − 4（1986 − 7），265
2. 清水，日本ガスタービン学会誌，10 − 39，（1982 − 12），65

§ 入 会 者 名 簿 §

正 会 員

鳥山　彰（旭硝子）	野口芳樹（日立）	陳　席卿（電光工業）
谷村　聡（三菱重工）	村上直樹（川崎重工）	高橋茂樹（川崎重工）
千田幸雄（東北電力）	平山孝平（東北電力）	牛渡喜和（東北電力）
筒井又鋪（東北電力）	佐藤功一（東北電力）	波田野誠喜（東北電力）
渡辺　勉（東北電力）	山下三千夫（東北電力）	上村真一（東北電力）
堀川則夫（東北電力）	山田　昇（東北電力）	中尾　猛（東北電力）
黒沢満支男（東北電力）	五十嵐清孝（東北電力）	日野那壽男（東北電力）
菅野孝悦（東北電力）	江尻和男（東北電力）	高畑恵一（日産）
井上雅賀（東芝）	有吉　裕（東芝）	斉藤浩平（東芝）
永田一衛（東芝）	岡本浩明（東芝）	渡辺一城（日立）
佐藤俊信（東京電力）	樋口之人（東北電力）	佐藤雅美（日立エンジニアリング）
山本光洋（三菱重工）	田口隆男（東芝）	

学生会員

関田大悟（東大）	仲野　悟（日工大）	石塚敦之（慶大）

賛助会員

東洋エンジニアリング㈱	エス・ティ・エス㈱	電源開発㈱

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

資料

「31 th International Gas Turbine Conference & Exhibit」
June 8～12, 1986 Dusseldorf, Federal Republic of Germany

論文リスト

AIRCRAFT

CFD for Engine-Airframe Integration
G. C. PAYNTER, C. K. FORESTER, and E. TJONNELAND, Boeing Military Aircraft Co., Seattle, WA
(ASME Paper No. 86-GT-125)

Interactive Cycle Analysis
B. A. ANDERSON and P. J. TRENKAMP, General Electric Co., Evendale, OH
(ASME Paper No. 86-GT-211)

Engine Component Life Prediction Methodology for Conceptual Design Investigations
J. D. CYRUS, Naval Air Development Center, Warminster, PA
(ASME Paper No. 86-GT-24)

Life Cycle Cost Methodology for Preliminary Design Evaluation
E. J. REED, Pratt and Whitney, West Palm Beach, FL
(ASME Paper No. 86-GT-37)

A Unique Rapid Uncertainty Analysis for Turbine Engine Testing
C. A. BOEDICKER, Air Force Wright Aeronautical Laboratories, Wright Patterson AFB, Dayton, OH
(ASME Paper No. 86-GT-280)

An Approach to an Integrated Control System for a Modern Fighter Aircraft Engine
J. LEMMIN, Motoren-und Turbinen-Union München GmbH, München, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-277)

Development of HIDEC Adaptive Engine Control Systems
R. J. LANDY and W. A. YONKE, McDonnell Aircraft Co., St. Louis, MO, and J. F. STEWART, NASA-Ames/Dryden, Edwards Air Force Base, CA
(ASME Paper No. 86-GT-252)

Aircraft/Engine Integration for an Advanced Fighter Considering Mission Specifics
G. RAUH and W. ANDERS, Messerschmitt-Boelkow-Blohm GmbH, München, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-295)

Engine Control Reliability and Durability Improvement Through Accelerated Mission Environmental Testing
W. J. DAVIES, Pratt & Whitney Engineering Division, West Palm Beach, FL, and R. W. VIZZINI, Naval Air Propulsion Center, Trenton, NJ
(ASME Paper No. 86-GT-52)

Power Level Influence on Architecture of Small Helicopter Turboshaft Engines
M. GIRAUD, Turbomeca, Bordes, FRANCE
(ASME Paper No. 86-GT-191)

Developments in New Gas Turbine Engine Demonstrator Programs
E. T. JOHNSON, Aviation Applied Technology Directorate, Ft. Eustis, VA and D. D. KLASSEN, General Electric Company, Lynn, MA,
(ASME Paper No. 86-GT-80)

Operation of the CT7 Turboprop Engine as an Auxiliary Power Unit (APU)
J. D. STEWART, General Electric Company, Lynn, MA
(ASME Paper No. 86-GT-28)

Acceleration Performance of Helicopter Engines
M. R. MALTBY, Rolls Royce Ltd., Leavesden, Watford, Herts, UK
(ASME Paper No. 86-GT-121)

A Jet Fuel Starter and Expendable Turbojet
C. RODGERS, Turbomach, Division of Sundstrand, San Diego, CA
(ASME Paper No. 86-GT-1)

Power Turbine Vane Ring (PT6 Engine) Repair Development
N. SOURIAL, Pratt & Whitney Canada, Longueuil, Quebec, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-2)

Toward Improved Durability in Advanced Combustors and Turbines—Progress in the Prediction of Thermomechanical Loads
D. E. SOKOLOWSKI and C. R. ENSIGN, NASA Lewis Research Center, Cleveland, OH
(ASME Paper No 86-GT-172)

Impact of ENSIP on Engine Demonstrator Program
T. E. FARMER, Pratt & Whitney, West Palm Beach, FL
(ASME Paper No. 86-GT-274)

Durability and Damage Tolerance Assessment of the TF-34-100 Turbine Engine
J. OGG, Wright Patterson Air Force Base, Dayton, OH and R. REINHOLD, General Electric Company, Lynn, MA
(ASME Paper No. 86-GT-38)

Evaluation of Damage Tolerance Requirements Using a Probabilistic-Based Life Approach
C. G. ANNIS, D. T. HUNTER and T. WATKINS, Pratt & Whitney Engineering Division, West Palm Beach, FL
(ASME Paper No. 86-GT-266)

Stratified Charge Rotary Engine for General Aviation
R. E. MOUNT, John Deere Technologies International, Wood-Ridge, NJ, A. M. PARENTE, AVCO Lycoming Williamsport Division, Williamsport, PA and W. F. HADY, NASA Lewis Research Center, Cleveland, OH
(ASME Paper No. 86-GT-181)

Engine Condition Monitoring at KLM Royal Dutch Airlines
P. H. C. ADAMSE, KLM Royal Dutch Airlines, Schiphol Airport, THE NETHERLANDS
(ASME Paper No. 86-GT-300)

CERAMICS

NDT of Injection Molded Green and Sintered SiC Turbine Parts
W. GRELLNER, K. A. SCHWETZ and A. LIPP, Elektroschmelzwerk Kempten GMBH, München, FRG
(ASME Paper No.86-GT-272)

Fabrication of Near-Net-Shape Silicon Nitride Parts for Engine Application
G. BANDYOPADHYAY and K. W. FRENCH, GTE Laboratories, Waltham, MA
(ASME Paper No. 86-GT-11)

Reliability Evaluation of Ceramic Rotors for Passenger Car Turbocharger
Y. HAMANO, N. SAGAWA and H. MIYATA, Kyocera Corp., Kokubu-City, Kagoshima, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-10)

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

Small Gas Turbines for U.S. Army Auxiliary Power Systems
R. A. MERCURE, U.S. Army Material Command, Alexandria, VA
(ASME Paper No. 86-GT-282)

The GTCP36-300, A Gas Turbine Auxiliary Power Unit for Advanced Technology Transport Aircraft
L. M. STOHLGREN, Garrett Turbine Engine Company, Phoenix, AZ, L. WERNER, Garrett GMBH, Raunheim am Main, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-285)

Operating Efficiencies of a Lysholm Helical Expander for Brayton-Cycle Heat Engines
B. MYERS, G. A. DEIS and T. E. SHELL, Lawrence Livermore National Laboratories, University of California, Livermore, CA
(ASME Paper No. 86-GT-301)

Fabrication of High-Alumina Ceramic Fixtures for Jet Engine Repair Applications
S. KUO and M. WOOD, CEMCOM Corp., Lanham, MD
(ASME Paper No. 86-GT-46)

SCARE—A Post-Processor Program to MSC/NASTRAN for the Reliability Analysis of Structural Ceramic Components
J. P. GYEKENYESI, NASA Lewis Research Center, Cleveland, OH
(ASME Paper No. 86-GT-34)

Development of Injection Molded Rotors for Gas Turbine Applications
R. OHNSORG, M. TENEYCK and T. SWEETING, Sohio Engineered Materials Company, Niagara Falls, NY
(ASME Paper No. 86-GT-45)

Correlation of Structural Ceramic Time Dependent Failure Data
L. R. SWANK, Ford Motor Company, Dearborn, MI
(ASME Paper No. 86-GT-44)

Development of Ultrasonic Tests for Super Ceramics
A. J. STOCKMAN, N. D. PATEL, J. VAN DEN ANDEL, P. S. NICHOLSON and P. MATHIEU, McMaster University, Hamilton, Ontario, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-287)

NDE of Structural Ceramics
S. J. KLIMA and A. VARY, NASA Lewis Research Center, Cleveland, OH
(ASME Paper No. 86-GT-279)

Quality Assurance in Manufacturing High Performance Ceramics
M. SRINIVASAN and M. EARL, Sohio Engineered Material Co., Niagara Falls, NY
(ASME Paper No. 86-GT-248)

CLOSED CYCLES

Advances in Defining a Closed Brayton Cycle Conversion System for Future Ariane 5 Space Nuclear Power Applications
Z. P. TILLIETTE, Commissariat a L'Energie Atomique, Gif-Sur-Yvette, FRANCE
(ASME Paper No. 86-GT-15)

Development of a New Hot Gas Double Axial Valve and Design Concept for a Coaxial Valve
J. KRUSCHIK, Klinger Engineering, Wiener Neudorf, AUSTRIA
(ASME Paper No. 86-GT-31)

Gas Turbine Uses Coal Fuel With Indirect Heat Transfer Via Circulating Ceramic Beads
C. E. JAHNIG, Rumson, NJ
(ASME Paper No. 86-GT-22)

Operating Experiences and Measurements on Turbo Sets of CCGT-Cogeneration Plants in Germany
K. BAMMERT, University of Hannover, Hannover, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-101)

Operation and Control of Space-Based Solar Energy Power Plants with CCGT Using Helium as a Working Medium
A. SUTSCH, Institute for Computer-assisted Research in Astronomy, Alterswil, SWITZERLAND
(ASME Paper No. 86-GT-152)

SIC Radial Turbine Rotor Development—Material, Design and Fabrication Influences
M. LANGER, J. E. SIEBELS and H. HEINRICH, Volkswagen AG, Wolfsburg, FRG, and K. SCHWETZ, Elektroschmelzwerk Kempten GmbH, Kempten, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-151)

COAL UTILIZATION

Erosion Study of Radial Flow Compressor with Splitters
S. ELFEKI and W. TABAKOFF, University of Cincinnati, Cincinnati, OH
(ASME Paper No. 86-GT-240)

Turbine Erosion Exposed to Particulate Flow
A. HAMED, W. TABAKOFF and M. MANSOUR, University of Cincinnati, Cincinnati, OH
(ASME Paper No. 86-GT-258)

Erosion and Corrosion Considerations for PFBC Gas Turbine Expanders
I. G. WRIGHT, Battelle, Columbus, OH, J. STRINGER, EPRI, Palo Alto, CA
(ASME Paper No. 86-GT-217)

Correlation of Pneumatic Particle Erosion with the Micro-Mechanical Properties of a High Temperature Alloy
J. MOTEFF and E. ROSA, University of Cincinnati, Cincinnati, OH
(ASME Paper No. 86-GT-268)

Deposition Control Using Transpiration
H. KOZLU and J. F. LOUIS, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA
(ASME Paper No. 86-GT-260)

Simulation of the Heat Tranfser in a Gas Turbine Combustor Fueled With Coal Water Mixture Part 1—Model Development and Verification
I. H. FARAG and J. VAILLANCOURT, University of New Hampshire, Durham, NH
(ASME Paper No. 86-GT-288)

Simulation of the Heat Transfer in a Gas Turbine Combustor Fueled With Coal Water Mixture Part 2—Model Predictions and Experimental Data
I. H. FARAG and J. VAILLANCOURT, University of New Hampsnire, Durham, NH
(ASME Paper No. 86-GT-289)

Analytical Tools for the Analyses of Coal and Its Combustion Products
S. RAJ, William Patterson College, Wayne, NJ, R. RAJ, City College of New York, New York, NY
(ASME Paper No. 86-GT-261)

Electricity From Coal—The British Gas/Lurgi Gasification for Combined Cycle Power Generation
H. E. VIERRATH, P. K. HERBERT and C. F. GREIL, Lurgi GmbH, Frankfurt, FRG, B. H. THOMPSON, British Gas Corp., London, UK
(ASME Paper No. 86-GT-294)

COMBUSTION & FUELS

Fuel Effects on Aircraft Combustor Emissions
C. M. REEVES, Aero Propulsion Laboratory, Air Force Wright Aeronautical Laboratories, Wright-Patterson AFB, OH and A. H. LEFEBVRE, Purdue University, West Lafayette, IN
(ASME Paper No. 86-GT-212)

Thermal Decomposition of Aircraft Fuel
P. J. MARTENEY and L. J. SPADACCINI, United Technologies Research Center, East Hartford, CT
(ASME Paper No. 86-GT-36)

Impact of Higher Freeze Point Fuels on Naval Aircraft Operations
R. A. KAMIN, Naval Air Propulsion Center, Trenton, NJ and P. M. McCONNELL, Boeing Military Airplane Co., Seattle, WA
(ASME Paper No. 86-GT-262)

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

Atomization and Combustion Characteristics of Antimisting Fuels Using JT8D and Air-Boost Injectors
J. B. KENNEDY, United Technology Research Center, East Hartford, CT and A. FIORENTINO, United Technologies Corp. Pratt & Whitney Group, East Hartford, CT
(ASME Paper No. 86-GT-223)

Thermal Stability Concerns of Navy Aviation Fuel
C. A. MOSES, Southwest Research Institute, San Antonio, TX, M. W. SHAYESON, Cincinnati, OH and P. A. KARPOVICH, Naval Air Propulsion Center, Trenton, NJ
(ASME Paper No. 86-GT-94)

Internal Flow Effects in Prefilming Airblast Atomizers: Mechanisms of Atomization and Droplet Spectra
T. SATTELMAYER and S. WITTIG, Universitate Karlsruhe, Karlsruhe, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-150)

Measurements of Entrainment by Acoustically Pulsed Axisymmetrical Air Jets
P. J. VERMEULEN, V. RAMESH and W. K. YU, The University of Calgary, Calgary, Alberta, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-86)

Experimental and Analytical Investigation on the Variation of Spray Characteristics Along Radial Distance Downstream of a Pressure Swirl Atomizer
Y. H. ZHAO, W. M. LI and J. S. CHIN, Beijing Institute of Aeronautics and Astronautics, Beijing, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
(ASME Paper No. 86-GT-51)

Effect of Air Pressure Upon Spray Angle/Width Characteristics of Simplex Pressure Swirl Atomizers
J. PARSONS, GEC Engineering Research Centre, Whetstone, Leicester, U.K., and A. K. JASUJA, Cranfield Institute of Technology, Cranfield, Bedford, UK
(ASME Paper No. 86-GT-176)

Enclosed Swirl Flames: Interaction Between Swirlers in Lean Primary Zones
N. T. AHMAD and G. E. ANDREWS, University of Leeds, Leeds, UK
(ASME Paper No. 86-GT-278)

A Model for Bluff Body Flame Stabilization
J. A. DeCHAMPLAIN, and M. F. BARDON, Royal Military College of Canada, Kingston, Ontario, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-155)

Conical Grid Plate Flame Stabilizers: Stability and Emissions for Liquid Fuels
A. F. ALI and G. E. ANDREWS, University of Leeds, Leeds, UK
(ASME Paper No. 86-GT-156)

Experimental Study on the Atomization of Plain Injector under Uniform Cross Air Flow
Y. H. ZHAO, M. H. HOU and J. S. CHIN, Beijing Institute of Aeronautics and Astronautics, Beijing, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
(ASME Paper No. 86-GT-43)

An Improved Method for Accurate Prediction of Mass Flows Through Combustor Linear Holes
R. C. ADKINS and D. GUEROUI, Cranfield Institute of Technology, Cranfield, Bedford, UK
(ASME Paper No. 86-GT-149)

Premixing Gas and Air to Reduce NO_x Emissions with Existing Proven Gas Turbine Combustion Chambers
B. BECKER, P. BERENBRINK and H. BRANDNER, Kraftwerk Union AG, Mülheim, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-157)

The Application of a Unique Flow Modeling Technique to Complex Combustion Systems
J. WASLO and M. B. HILT, General Electric Co., Schenectady, NY and T. HASEGAWA, Nippon Furnace Kogyo Kaisha, Ltd., Yokohama, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-264)

An Aerodynamic Study of a Vortex Controlled Low Emission Gas Turbine Combustor
S. S. WU, Beijing Institute of Aeronautics and Astronautics, Beijing, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA, and R. C. ADKINS and R. S. FLETCHER, Cranfield Institute of Technology, Bedford, UK
(ASME Paper No. 86-GT-265)

Design and Testing of An Ultra-Low NO_x Gas Turbine Combustor
K. O. SMITH, Solar Turbine, Inc., San Diego, CA, L. C. ANGELLO, Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA, and F. R. KURZYNSKE, Gas Research Institute, Chicago, IL
(ASME Paper No. 86-GT-263)

Combustion Gas Properties II—Prediction of Partial Pressures of CO_2 and H_2O in Combustion Gases of Aviation and Diesel Fuels
Ö. L. GÜLDER, National Research Council of Canada, Ottawa, Ontario, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-163)

Impaction Efficiencies of Evaporating Kerosene Droplets on Vee-Gutter Flame Stabilizer
Q. F. ZHANG, Z. K. KONG and Q. H. ZHOU, Nanjing Aeronautical Institute, Nanjing, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
(ASME Paper No.86-GT-174)

Research on High Temperature Combustor for Advanced Reheat Gas Turbine
K. MORI, J. KITAJIMA, T. KIMURA and T. NAKAMURA, Kawasaki Heavy Industries, Ltd., Akashi, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-281)

Combustion Instability of a Gas Turbine Combustor up to 50-Atmosphere Condition
T. TAMARU, K. SHIMODAIRA and Y. KUROSAWA, National Aerospace Laboratory, Tokyo, JAPAN, and T. KUYAMA, Kawasaki Heavy Industries, Ltd., Hyogo-Ken, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-175)

The Performance of a Reverse Flow Combustor Using JP 10 Fuel
J. WINTER and K. H. MADEN, Lucas Aerospace Ltd., Burnley, Lancashire, UK
(ASME Paper No. 86-GT-146)

CONTROLS & DIAGNOSTICS

Telemetry Measurement of Combustion Turbine Blade Vibration in a High Temperature Environment
F. K. GABRIEL, Westinghouse Electric Corp., Concordville, PA, and V. DONATO, Westinghouse Electric Corp., Lester, PA
(ASME Paper No. 86-GT-207)

Infrared Thermometry for Control and Monitoring of Industrial Gas Turbines
P. J. KIRBY, Land Turbine Sensors, Inc., Tullytown, PA, R. E. ZACHARY and F. RUIZ, Dow Chemical USA, Plaquemine, LA
(ASME Paper No. 86-GT-267)

Limitations of Thermocouples Used in Hot Zones in Gas Turbines
J. VAN DEN ANDEL, Westinghouse Canada, Inc., Hamilton, Ontario, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-205)

Considerations in Retrofitting Gas Turbine Governors
W. M. PALING, Westinghouse Canada, Inc., Hamilton, Ontario, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-206)

More Effective Control for Centrifugal Gas Compressors Operating in Parallel
N. STAROSELSKY and L. LADIN, Compressor Controls Corp., Des Moines, IA
(ASME Paper No. 86-GT-204)

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

User Interface Description of a Gas Turbine Control System
M. SREETHARAN and J. C. FISTERE, Solar Turbines, Inc., San Diego, CA
(ASME Paper No. 86-GT-296)

Experimental Investigations of a Gas Turbine as an Object of Speed and Temperature Control
S. PERYCZ and M. DZIDA, Technical University Gdansk, Gdansk, POLAND
(ASME Paper No. 86-GT-286)

Instrumentation and Control Principles for Large Combined Cycles
J.-N. GENEY and B. GARRET, Alsthom-Power Plant Div., Belfort, FRANCE
(ASME Paper No. 86-GT-276)

EDUCATION

Heat Management in Advanced Aircraft Gas Turbine Engines
G. L. BRINES and D. E. GRAY, United Technologies Corp., Pratt & Whitney, East Hartford, CT
(ASME Paper No. 86-GT-76)

Computational Engine Structural Analysis
C. C. CHAMIS and R. H. JOHNS, NASA-Lewis Research Center, Cleveland, OH
(ASME Paper No. 86-GT-70)

Nondestructive Techniques for Characterizing Mechanical Properties of Structural Materials—An Overview
A. VARY and S. J. KLIMA, NASA-Lewis Research Center, Cleveland, OH
(ASME Paper No. 86-GT-75)

ELECTRIC UTILITIES

The Extension of Gas Turbine Power Plants to Combined Cycle Power Stations
W. SCHEMENAU and U. HAUSER, Brown Boveri & CIE, Mannheim, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-64)

A Decade of Experience With Model V 94 Gas Turbines
B. DEBLON, Kraftwerk Union AG, Mulheim, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-63)

Full Load Development Testing of a 41 MW Single Shaft Generator Drive Gas Turbine
S. T. O'NEILL, Westinghouse Canada, Inc., Hamilton, Ontario, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-69)

Steam Plant for Electricity Generation From Solid Urban Refuse With Gas-Turbine Blown Pressurized Fluidized Bed Combustion
E. SCIUBBA, Universita di Roma, Roma, ITALY
(ASME Paper No. 86-GT-65)

A Gas Turbine Cogeneration Plant with a Gross Electrical Efficiency of Over 50%
A. L. BROEKHUIZEN, N.V. IJsselcentralle, Zwolle, The Netherlands, R. R. van LAVIEREN and P. KAMMINGA, Thomassen International, B. V., Rheden, The Netherlands
(ASME Paper No. 86-GT-215)

A Comparison of the Predicted and Measured Thermodynamic Performance of a Gas Turbine Cogeneration System
J. W. BAUGHN and R. A. KERWIN, University of California, Davis, CA
(ASME Paper No. 86-GT-162)

Thermodynamic Study of an Indirect Fired Air Turbine Cogeneration System with Reheat
F. F. HUANG, San Jose State University, San Jose, CA, L. WANG, Dalian Institute of Technology, Dalian, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
(ASME Paper No. 86-GT-48)

Steam-Injected-Gas-Turbines
E. D. LARSON and R. H. WILLIAMS, Princeton University, Princeton, NJ
(ASME Paper No. 86-GT-47)

The Part Load Performance of a Gas Turbine Engine with Two Turbines Working in Parallel
Y. S. H. NAJJAR and T. K. ALDOSS, Yarmouk University, Irbid, JORDAN
(ASME Paper No. 86-GT-237)

Fully Loaded Factory Performance Test of the CW 251B10 Gas Turbine Engine
I. S. DIAKUNCHAK and D. R. NEVIN, Westinghouse Canada Inc., Hamilton, Ontario, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-71)

TEPCO 2000 MW Combined Cycle Power Plant Construction Progress and Startup
L. O. TOMLINSON, General Electric Co., Schenectady, NY, T. KOJIMA, The Tokyo Electric Power Co., Inc., Tokyo, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-165)

Selective Catalytic Reduction—Impact on Heat Recovery Steam Generator Design and Operation
J. S. DAVIS, Struthers Wells Corp., Warren, PA, G. C. DUPONTEIL, Struthers Wells, S.A., Paris, FRANCE
(ASME Paper No. 86-GT-72)

A Study of the Effect of Deterioration on Compressor Surge Margin in Constant-Speed, Single Shaft Gas Turbine Engines
R. E. DUNDAS, Factory Mutual Research Corp., Norwood, MA
(ASME Paper No. 86-GT-177)

Acid Corrosion in a CAES Recuperator
H. LUKAS, Encotech, Inc., Schenectady, NY, and B. R. MEHTA, Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA
(ASME Paper No. 86-GT-83)

Thermodynamic Evaluation of Gas Turbine Cogeneration Cycles—Part I Heat Balance Method Analysis
I. G. RICE, Spring, TX
(ASME Paper No. 86-GT-6)

Thermodynamic Evaluation of Gas Turbine Cogeneration Cycles—Part II—Complex Cycle Analysis
I. G. RICE, Spring, TX
(ASME Paper No. 86-GT-7)

The CW 251-B10 Gas Turbine Engine
P. W. KULY, Westinghouse Canada Inc., Hamilton, Ontario, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-82)

Dynamic Behavior of a Solar Heated Receiver of a Gas Turbine Plant
K. BAMMERT and J. JOHANNING, University of Hannover, Hannover, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-250)

Analysis and Optimization of a Compressed Air Energy Storage System in Aquifer
P. VADASZ and D. WEINER, Israel Electric Corp., Ltd., Haifa, ISRAEL
(ASME Paper No. 86-GT-73)

Part-Load Behavior of a Solar Heated and Fossil Fuelled Gas Turbine Power Plant
K. BAMMERT and H. LANGE, University of Hannover, Hannover, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-251)

Construction and Operation of Gas-Steam Combined Cycle Plant for Higashi Niigata Thermal Power Station No. 3
Y. SUDO, M. SATO, and Y. KOBAYASHI, Tohoku Electric Power Co., Inc., Sendai, Miyagi, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-236)

Analysis and Solution of a Non-Synchronous Vibration Problem in the Last Row Turbine Blade of a Large Industrial Combustion Turbine
A. J. SCALZO, J. M. ALLEN and R. J. ANTOS, Westinghouse Electric Corp.—Combustion Turbine Div., Concordville, PA
(ASME Paper No. 86-GT-230)

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

Development, Installation and Operating Results of a Steam Injection System (STIG) in a General Electric LM 5000 Gas Generator
J. M. BURNHAM, Energy Services Inc., Farmington, CO: M. H. GUILIANI, General Electric Co., Cincinnati, OH and D. J. MOELLER, Simpson Paper Co., Anderson, CA
(ASME Paper No. 86-GT-231)

HEAT TRANSFER

Velocity and Turbulence Fields in Pipe Entrance Regions in the Presence of Cross Flows
S. LLOYD, University of Wales, Cardiff, UK, A. BROWN, Royal Military College of Science, Shrivenham, Swindon, Wiltshire, UK
(ASME Paper No. 86-GT-119)

Effects of Crossflow Temperature on Heat Transfer within an Array of Impinging Jets
L. W. FLORSCHUETZ and C. C. SU, Arizona State University, Tempe, AZ
(ASME Paper No. 86-GT-55)

Row Resolved Heat Transfer Variations in Pin-Fin Arrays Including Effects of Non-Uniform Arrays and Flow Convergence
D. E. METZGER, W. B. SHEPARD and S. W. HALEY, Arizona State University, Tempe, AZ
(ASME Paper No. 86-GT-132)

Local Heat Transfer Measurements in Turbulent Flow around a 180° Pipe Bend
J. W. BAUGHN, University of California, Davis, CA, H. IACOVIDES, D. C. JACKSON and B. E. LAUNDER, University of Manchester, Manchester, UK
(ASME Paper No. 86-GT-53)

Local Heat/Mass Transfer Distribution Around Sharp 180° Turn in Multipass Rib-Roughened Channels
J. C. HAN, P. R. CHANDRA and S. C. LAU, Texas A&M University, College Station, TX
(ASME Paper No. 86-GT-114)

Small Diameter Film Cooling Holes: Wall Convective Heat Transfer
G. E. ANDREWS, M. ALIKHANIZADEH, A. A. ASERE, C. I. HUSSAIN, M. S. KHOSHKBAR AZARI, and M. C. MKPADI, University of Leeds, Leeds, UK
(ASME Paper No. 86-GT-225)

Heat Transfer Downstream of a Leading-Edge Separation Bubble
W. J. BELLOWS, Avco Lycoming Div., Stratford, CT, and R. E. MAYLE, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY
(ASME Paper No. 86-GT-59)

Laminar and Transitional Boundary Layer Structures in Accelerating Flow with Heat Transfer
K. RUED and S. WITTIG, Universitaet Karlsruhe, Karlsruhe, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-97)

Transition in Pressure-Surface Boundary Layers
R. I. CRANE, G. LEOUTSAKOS and J. SABZVARI, Imperial College of Science & Technology, London, UK
(ASME Paper No. 86-GT-104)

Laser-Doppler Studies of the Wake-Effected Flow Field in a Turbine Cascade
S. WITTIG, K. DULLENKOPF, A. SCHULZ and R. HESTERMAN, University of Karlsruhe, Karlsruhe, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-160)

New Heat Transfer Gauges for Use on Multi-Layered Substrates
J. E. DOORLY and M. L. G. OLDFIELD, Oxford University, Oxford, UK
(ASME Paper No. 86-GT-96)

Determination of Convective Diffusion Heat/Mass Transfer Rates to Burner Rig Test Targets Comparable in Size to Cross-Stream Jet Diameter
S. A. GOKOGLU and G. J. SANTORO, NASA Lewis Research Center, Cleveland, OH
(ASME Paper No. 86-GT-68)

Measurements of Mass Transfer Coefficient and Effectiveness in the Recovery Region of a Film-Cooled Surface
W. P. WEBSTER, Morgantown Energy Technology Center, Morgantown, WV, and S. YAVUZKURT, Pennsylvania State University, University Park, PA
(ASME Paper No. 86-GT-134)

Flat Plate Film Cooling with Steam Injection Through One Row and Two Rows of Inclined Holes
J. C. HAN and A. B. MEHENDALE, Texas A&M University, College Station, TX
(ASME Paper No. 86-GT-105)

The Influences of Off-Design Incidence Angle and Discrete Hole Shapes on Film Cooling Effectiveness
S. K. KO, D. Y. LIU and J. G. JIA, Chinese Academy of Sciences, Beijing, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA, F. K. TSOU, Drexel University, Philadelphia, PA
(ASME Paper No. 86-GT-135)

Transpiration Cooling: Contribution of Film Cooling to the Overall Cooling Effectiveness
G. E. ANDREWS, A. A. ASERE and M. C. MKPADI, University of Leeds, Leeds, UK
(ASME Paper No. 86-GT-136)

The Effects of Honeycomb-Shaped Walls on the Flow Regime Between a Rotating Disk and a Stationary Wall
T. UZKAN, GM Electromotive Division, LaGrange, IL, and N. LIPSTEIN, General Electric Co., Schenectady, NY
(ASME Paper No. 86-GT-161)

The Effect of Inlet Conditions on Heat Transfer in a Rotating Cavity with a Radial Outflow of Fluid
C. A. LONG and J. M. OWEN, University of Sussex, Sussex, UK
(ASME Paper No. 86-GT-95)

Rotating Heat Transfer Experiments with Turbine Airfoil Internal Flow Passages
J. H. WAGNER and B. V. JOHNSON, United Technologies Research Center, East Hartford, CT, and J. C. KIM, Pratt and Whitney Engineering Div., East Hartford, CT
(ASME Paper No. 86-GT-133)

Heat-Flux Measurements for the Rotor of a Full-Stage Turbine: Part I, Time-Averaged Results
M. G. DUNN, Calspan-UB Research Center, Buffalo, NY
(ASME Paper No. 86-GT-77)

Heat-Flux Measurements for the Rotor of a Full-Stage Turbine: Part II, Description of Analysis Technique and Typical Time Resolved Measurements
M. G. DUNN, W. K. GEORGE, W. J. RAE, J. C. MOLLER, S. H. WOODWARD and P. J. SEYMOUR, Calspan-UB Research Center, Buffalo, NY
(ASME Paper No. 86-GT-78)

Heat-Flux and Pressure Measurements and Comparison with Prediction for a Low Aspect Ratio Turbine Stage
M. G. DUNN, Calspan Advanced Technology Center, Buffalo, NY, H. L. MARTIN and M. J. STANEK, Aero Propulsion Laboratory, Wright-Patterson Air Force Base, Dayton, OH
(ASME Paper No. 86-GT-79)

MANUFACTURING MATERIALS & METALLURGY

Life Assessment Technology for Combustion Turbine Blades
R. VISWANATHAN, A. C. DOLBEC, Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA
(ASME Paper No. 86-GT-257)

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

Lifetime Prediction Under Constant Load Creep Conditions for a Cast Ni-Base Superalloy
R. CASTILLO, Westinghouse Canada Inc., Hamilton, Ontario, CANADA, A. K. KOUL, National Research Council, Ottawa, Ontario, CANADA, and E. H. TOSCANO, European Institute for Transuranium Elements, Karlsruhe, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-241)

Seamless Fiber Metal Abradables: A New Concept in Engine Seals
M. S. BEATON and R. P. TOLOKAN, Brunswick Corporation, Deland, FL
(ASME Paper No. 86-GT-259)

Laser Cladding of Gas Turbine Components
G. M. EBOO and A. G. BLAKE, Quantum Laser Corp, Garden City Park, NY
(ASME Paper No. 86-GT-298)

Quality Assurance in Reconditioning of Gas Turbine and Compressor Blading Components
T. KOROM AY, BBC Brown Boveri, Baden, Switzerland
(ASME Paper No. 86-GT-299)

Technical Evaluation of Gas Turbine Blades Run 53,000 Hours After Repair
S. PEARMAN, Chromalloy Research & Technology, Orangeburg, NY, J. H. P. THIELLIER, Akzo Zout Chemie, Delfzijl, THE NETHERLANDS
(ASME Paper No. 86-GT-273)

OPEN FORUM

Evaluating Turbine Compressor Coatings for Acidified Environments
B. G. McMORDIE and M. F. MOSSER, Sermatech Int'l. Inc., Limerick, PA
(ASME Paper No. 86-GT-290)

Hot Corrosion Resistance of Chromium Modified Platinum-Aluminide Coating
M. DUST, P. DEB and D. H. BOONE, Naval Postgraduate School, Monterey, CA, and S. SHANKER, Turbine Components Corp., Branford, CT
(ASME Paper No. 86-GT-291)

Gator-Gard: The Process, Coatings and Turbomachinery Applications
T. F. LEWIS, Gater-Gard, Inc., Boynton Beach, FL
(ASME Paper No. 86-GT-306)

MARINE

John Deere Score™ Engines in Marine Applications
W. B. SILVESTRI, John Deere Technologies International, Inc., Wood-Ridge, NJ, and E. S. WRIGHT, John Deere Technologies International, Inc., Moline, IL
(ASME Paper No. 86-GT-256)

The Allison 570/571 Gas Turbine For Patrol Boat Power
J. E. ROBERTS, Allison Gas Turbine Division, GMC, Indianapolis, IN
(ASME Paper No. 86-GT-142)

The Avco-Lycoming TF-15, A Regenerative Marine Gas Turbine
T. B. LAURIAT, Avco-Lycoming, Stratford, CT
(ASME Paper No. 86-GT-284)

10,000 Hours of LM2500 Gas Turbine Experience As Seen Through the Boroscope
J. S. SIEMIETKOWSKI and W. S. WILLIAMS, Naval Ship Systems Engineering Station, Philadelphia, PA
(ASME Paper No. 86-GT-269)

Experience With Offshore Gas Turbine Intake Filter Systems From a Practical Viewpoint
J. SHACKELL, Premaberg, (Great Britain), Ltd., Halstead, Essex, UK
(ASME Paper No. 86-GT-270)

PIPELINES & APPLICATIONS

Coal-Fired Gas Turbines for Marine Propulsion Applications
S. C. KUO, CEMCON Corp., Lanham, MD
(ASME Paper No. 86-GT-202)

An Intercooled/Recuperated Shipboard Generator Drive Engine
R. G. MILLS and K. W. KARSTENSEN, Solar Turbines Inc., San Diego, CA
(ASME Paper No. 86-GT-203)

The "Axi-Fuge"—A Novel Compressor
J. O. WIGGINS, Solar Turbines Inc., San Diego, CA
(ASME Paper No. 86-GT-224)

More Comprehensive Vibration Limits for Rotating Machinery
A. LIFSHITS, H. R. SIMMONS and A. J. SMALLEY, Southwest Research Institute, San Antonio, TX
(ASME Paper No. 86-GT-148)

Predictive Surge Control and Optimization for a Centrifugal Compressor
D. PATLOVANY, Rohm & Haas, Texas Inc., Houston, TX, A. B. FOCKE, Boyce Engineering International, Inc., Houston, TX
(ASME Paper No. 86-GT-147)

Modelling of Component Faults and Application To On-Condition Health Monitoring
R. J. DuPUIS, Gas TOPS Ltd., D. M. RUDNITSKI, National Research Council, Ottawa, Ontario, CANADA, H. I. H. SARAVANAMUTTOO, Carlton University, Ottawa, Ontario, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-153)

Reducing Turbo Machinery Operating Costs With Regular Performance Testing
J. N. SCOTT, John Scott Engineering, Calgary, Alberta, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-173)

The Application of Active Magnetic Bearings to a Natural Gas Pipeline Compressor
E. G. FOSTER, Nova, an Alberta Corp., Edmonton, Alberta, CANADA, V. KULLE and R. A. PETERSON, Nova, An Alberta Corp., Calgary, Alberta, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-61)

The Effect of Control Algorithms on Magnetic Journal Bearing Properties
R. R. HUMPHRIS, D. W. LEWIS and P. E. ALLAIRE, University of Virginia, Charlottesville, VA and R. D. KELM, Dow Chemical USA, Houston, TX
(ASME Paper No. 86-GT-54)

Oil Free Compression On a Natural Gas Pipeline
G. F. CATAFORD and R. P. LANCEE, TransCanada PipeLines, Ltd., Toronto, Ontario, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-293)

OPEN FORUM

Selection of High Performance Low Flow Compressors
S. SAYYED, Delaval Stork v.o.f., Hengelo, THE NETHERLANDS
(ASME Paper No. 86-GT-220)

Gasturbine Compressor Unit Application in Sour Gas Field Operation
K. D. SCHMIDT, Solar Turbines Overseas Ltd., Brussels, BELGIUM, W. SCHOLZ, BEB, Hannover, FRG, and H. SCHLUETER, BEB, Emstek, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-113)

Gasturbine Driven Centrifugal Compressors for Gas Storage and Withdrawal Applications
H. HORNBERGER, Mannesmann Demag, Duisberg, FRG, K. D. SCHMIDT, Solar Turbines Overseas, Ltd., Brussels, BELGIUM, and A. WOCKENFUSS, Deutsche Texaco AG, Schechen, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-112)

Energy Recovery with Turbo Expanders
A. CLEVELAND, Borsig Hartmann Valve Ltd., Calgary, Alberta, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-66)

Field Experience with Pulse-Jet Self-Cleaning Air Filtration on Gas Turbines in an Arctic Environment
T. J. RETKA, Donaldson Company, Inc., Minneapolis, MN, and G. S. WYLIE, ARCO Alaska, Inc., Anchorage, AK
(ASME Paper No. 86-GT-126)

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

Steam Injected Gas Turbine Integrated With a Self-Production Demineralized Water Thermal Plant
G. CERRI and G. ARSUFFI, Universita di Roma, "La Sapienza," ITALY
(ASME Paper No. 86-GT-49)

Calculation Procedure for Steam Injected Gas Turbine Cycles with Autonomous Distilled Water Production
G. CERRI and G. ARSUFFI, Universita di Roma, "La Sapienza," ITALY
(ASME Paper No. 86-GT-297)

Trends in Design and Development of Mechanical Drive Power Turbines
J. M. WILSON, Cooper-Bessemer Rotating, Mount Vernon, OH
(ASME Paper No. 86-GT-32)

Power Increase of Gas Turbines by Inlet Air Pre-Cooling with Absorption Refrigeration Utilizing Exhaust Waste Heat
W. F. MALEWSKI and G. M. HOLLDORFF, BORSIG GmbH, Berlin, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-67)

Mechanical Reliability Operational Experience in the Modern High Temperature Industrial Gas Turbine
J. KORTA, Westinghouse Canada, Inc., Hamilton, Ontario, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-209)

PROCESS INDUSTRIES

Transportable Gas Turbine Cogeneration Plant for German Coal Mine
G. KOWOLLIK, Ruhrkohle-Bergbau, Dortmund, FRG, H. HIEMER, *Solar Turbines Inc., Brussels, BELGIUM*
(ASME Paper No. 86-GT-41)

Omar Hill—300 MW Cogeneration Plant for Enhanced Oil Recovery
I. S. ONDRYAS, Fluor Engineers, Inc., Irvine, CA, C. O. MYERS and W. E. HAUHE, *Kern River Cogeneration Co., Bakersfield, CA*
(ASME Paper No. 86-GT-50)

New Technology Uprating of Process Compressor and Generator Drive Gas Turbines
R. P. ALLEN, General Electric Co., Schenectady, NY, H. C. M. SMIT, Dow Chemical Company, Terneuzen, THE NETHERLANDS
(ASME Paper No. 86-GT-40)

Field Evaluation and Operating Experience of the Allison 501-KB5 Industrial Gas Turbine
J. A. LATCOVICH and C. S. BACH, Allison Gas Turbine Division, General Motors Corp., Indianapolis, IN
(ASME Paper No. 86-GT-39)

Acceptance Criteria for Heat Recovery Stêam Generators Behind Gas Turbines
A. PASHA, Henry Vogt Machine Company, Louisville, KY
(ASME Paper No. 86-GT-201)

STRUCTURES & DYNAMICS

Perturbation Solutions for an Eccentric Operation of Squeeze Film Damper Systems
X. H. LI and D. L. TAYLOR, Cornell University, Ithaca, NY
(ASME Paper No. 86-GT-164)

Experimental Rotor Dynamics Coefficient Results for Teeth-On-Rotor and Teeth-On-Stator Labyrinth Gas Seals
D. CHILDS and J. K. SCHAERER, Texas A&M University, College Station, TX
(ASME Paper No. 86-GT-12)

Optimum Design Technique for Rotating Wheels
T. HATTORI and H. OHNISHI, Hitachi Ltd., Tsuchiura-Ibarachi, JAPAN and M. TANEDA, Hitachi Ltd., Tokyo, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-255)

Subsonic/Transonic Stall Flutter Investigation of an Advanced Low Pressure Compressor
Y. M. EL-AINI, C. E. MEECE, Pratt & Whitney Aircraft, FL, and H. R. BANKHEAD, Aeropropulsion Laboratory, WPAFB, OH
(ASME Paper No. 86-GT-90)

On the Application of a Linearized Unsteady Potential Flow Analysis to Fan-Tip Cascades
W. J. USAB and J. M. VERDON, United Technologies Research Center, East Hartford, CT
(ASME Paper No. 86-GT-87)

The Effect of Circumferential Aerodynamic Detuning on Coupled Bending Torsion Unstalled Supersonic Flutter
D. HOYNIAK, NASA-Lewis Research Center, Cleveland, OH, and S. FLEETER, Purdue University, W. Lafayette, IN
(ASME Paper No. 86-GT-100)

Splitter Blades as an Aeroelastic Detuning Mechanism for Unstalled Supersonic Flutter of Turbomachine Rotors
D. A. TOPP and S. FLEETER, Purdue University, W. Lafayette, IN
(ASME Paper No. 86-GT-99)

Mass Balancing of Hollow Fan Blades
R. E. KIELB, NASA-Lewis Research Center, Cleveland, OH
(ASME Paper No. 86-GT-195)

Aeroelastic Behavior of Low Aspect Ratio Metal and Composite Blades
J. F. WHITE and D. D. BENDIKSEN, Princeton University, Princeton, NJ
(ASME Paper No. 86-GT-243)

Experimental Unsteady Shock-Boundary Layer Interaction at Single Blades and in Linear Cascades
H. E. GALLUS, K. D. BROICHHAUSEN and J. M. HENNE, Institute for Turbomachinery, Rheinisch-Westfalische Technische Hochschule, Aachen, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-218)

Analysis of Impeller Vibration in Radial Compressors
J. WACHTER and T. CELIKBUDAK, Universitat Stuttgart, Stuttgart, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-219)

Excitation of Blade Vibration by Flow Instability in Centrifugal Compressors
U. HAUPT, N. KAEMMER, and M. RAUTENBERG, University of Hanover, Hanover, FRG, and A. N. ABDEL-HAMID, American University in Cairo, Cairo, EGYPT
(ASME Paper No. 86-GT-283)

Numerical Investigation of Unsteady Subsonic Compressible Flows through an Oscillating Cascade
T. H. FRANSSON, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Lausanne, SWITZERLAND, and M. PANDOLFI, Politecnico de Torino, Torin, ITALY
(ASME Paper No. 86-GT-304)

A Simplified Thermal Mechanical Fatigue (TMF) Test Method
J. WARREN and B. A. COWLES, United Technologies/Pratt & Whitney, West Palm Beach, FL
(ASME Paper No. 86-GT-120)

Thermal Mechanical Fatigue Life Prediction for Advanced Anisotropic Turbine Alloys
P. N. PEJSA and B. A. COWLES, United Technologies/Pratt & Whitney, West Palm Beach, FL
(ASME Paper No. 86-GT-124)

Comparison of Methods for Lifetime Calculations of Highly Loaded Aero-Engine Discs
R. HEFELE, G. KAPPLER and D. RIST, Technical University of Munich, Munchen, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-102)

Multiaxial Life Prediction System for Turbine Components
S. T. ARVANITIS, Y. B. SYMKO and R. N. TADROS, Pratt & Whitney Canada Inc., Montreal, Quebec, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-242)

Fatigue Crack Growth of Advanced Blade Materials
D. A. WILSON, Tennessee Technological University, Cookeville, TN, D. P. DeLUCA and B. A. COWLES, Pratt & Whitney Aircraft, West Palm Beach, FL, M. A. STUCKE, Air Force Wright Aeronautical Laboratories, Wright Patterson, AFB, OH
(ASME Paper No. 86-GT-253)

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

Friction Damping in Compressor Blade Dovetail Attachments
J. M. ALLEN, Westinghouse Electric Corporation, Concordville, PA
(ASME Paper No. 86-GT-137)

An Efficient Method for Predicting The Vibratory Response of Linear Structures with Friction Interfaces
E. BAZAN, Paul C. Rizzo Associates, Inc., Pittsburgh, PA, and J. BIELAK and J. H. GRIFFIN, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, PA
(ASME Paper No. 86-GT-88)

A Frictionally Induced Bladed Disk/Shaft Instability: Physical Explanation of an Experimental Fan Failure
N. KLOMPAS, Schenectady, NY
(ASME Paper No. 86-GT-131)

A Nonlinear Theory of Dynamic Systems with Dry Friction Forces
A. V. SRINIVASAN and B. N. CASSENTI, United Technologies Research Center, East Hartford, CT
(ASME Paper No. 86-GT-8)

Analytical and Experimental Investigation of the Coupled Bladed Disk/Shaft Whirl of a Cantilevered Turbofan
E. F. CRAWLEY and E. H. DUCHARME, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, D. R. MOKADAM, Martin Marietta Corp., Denver, CO
(ASME Paper No. 86-GT-98)

TURBOMACHINERY

An Accurate and Efficient Euler Solver for Three-Dimensional Turbomachinery Flows
C. F. SHIEH and R. A. DELANEY, Allison Gas Turbine Division, General Motors Corp., Indianapolis, IN
(ASME Paper No. 86-GT-200)

Unsteady Flow Calculation in Cascades
A. FOURMAUX, Office National d'Etudes et de Recherches Aerospatiales, Chatillon, FRANCE
(ASME Paper No. 86-GT-178)

Three Dimensional Flowfield Calculation of High-Loaded Centrifugal Compressor Diffusers
I. TEIPEL and A. WEIDERMANN, University of Hannover, Hannover, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-187)

Numerical Computation of Three-Dimensional Rotational Inviscid Subsonic Flows, Using the Decomposition of the Flow Field into a Potential and a Rotational Part
P. CHAVIAROPOULOS, F. GIANNAKOGLOU and K. D. PAPAILIOU, Athens National Technical University, Athens, GREECE
(ASME Paper No. 86-GT-169)

A New Approach for Solving Blade Cascade Flow by Using Finite Analytic Solution Method
N. CHEN, W. H. LI, Institute of Engineering Thermophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA, X. D. CHEN, Tsinghua University, Beijing, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
(ASME Paper No. 86-GT-109)

Computation of Inviscid Incompressible Flow Using the Primitive Variables Formulation
S. ABDALLAH and H. G. SMITH, The Pennsylvania State University, State College, PA
(ASME Paper No. 86-GT-141)

A Numerical Simulation of the Inviscid Flow Through a Counter-Rotating Propeller
M. L. CELESTINA and R. A. MULAC, Sverdrup Technology, Inc., Middlebury Heights, OH, J. J. ADAMCZYK, NASA Lewis Research Center, Cleveland, OH
(ASME Paper No. 86-GT-138)

The Segregated Approach to Predicting Viscous Compressible Fluid Flows
J. P. VAN DOORMAAL and G. D. RAITHBY, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, CANADA, B. H. McDONALD, Atomic Energy of Canada, Pinawa, Manitoba, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-196)

A Theoretical Solution of Three-Dimensional Flows in Subsonic, Transonic and Supersonic Turbomachines: An Exact Solution and Its Numerical Method
T. MIYAZAKI, Kokushikan University, Tokyo, JAPAN, N. HIRAYAMA, Tokyo Metropolitan University, Tokyo, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-111)

Viscous/Inviscid Computations of Transonic Separated Flows Over Solid and Porous Cascades
C. R. OLLING, University of Texas at Austin, Austin, TX and G. S. DULIKRAVICH, Pennsylvania State University, University Park, PA
(ASME Paper No. 86-GT-235)

A Numerical Method for the Analysis of Three-Dimensional Viscous Compressible Flow In Turbine Cascades; Application to Secondary Flow Development in a Cascade with and without Dihedral
W. N. DAWES, Whittle Laboratory, University of Cambridge, Cambridge, UK
(ASME Paper No. 86-GT-145)

The Use of a Distributed Body Force to Simulate Viscous Effects in Three-Dimensional Flow Calculations
J. D. DENTON, Whittle Laboratory, University of Cambridge, Cambridge, UK
(ASME Paper No. 86-GT-144)

Numerical Solution of Transonic Stream Function Equation on S_1 Stream Surface in Cascade
Y. N. HUA and W. Q. WU, Chinese Academy of Sciences, Beijing, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
(ASME Paper No. 86-GT-110)

Inducer Stall in Centrifugal Compressor With Inlet Distortion
I. ARIGA and S. MASUDA, Keio University, Yokohama, JAPAN and A. OOKITA, Ishikawajima Harima Heavy Industries Co., Ltd., Rokyo, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-139)

Influence of a Circumferential Exit Pressure Distortion on the Flow in an Impeller & Diffuser
M. TH. SIDERIS and R. A. VAN DEN BRAEMBUSSCHE, Von Karman Institute, Rhode Saint Genese, BELGIUM
(ASME Paper No. 86-GT-9)

Effect of Area Ratio on the Performance of 5.5:1 Pressure Ratio Centrifugal Impeller
L. F. SCHUMANN, D. A. CLARK, U.S. Army Aviation Research and Technology Activity—AVSCOM, Cleveland, OH and J. R. WOOD, NASA Lewis Research Center, Cleveland, OH
(ASME Paper No. 86-GT-303)

Meanline Performance Prediction of Volutes in Centrifugal Compressors
C. R. WEBER and M. E. KORONOWSKI, The Elliott Co., United Technologies Corp., Jeannette, PA
(ASME Paper No. 86-GT-216)

Effects of Boundary Layer Fences and Casing Treatment in a Centrifugal Impeller
D. PRITHVI RAJ and N. VENKATRAYULA, Indian Institute of Technology, Madras, INDIA
(ASME Paper No. 86-GT-292)

Deterioration of Compressor Performance Due to Tip Clearance of Centrifugal Impellers
Y. SENOO, Kyushu University, Kasugashi, Fukuoka, JAPAN, M. ISHIDA, Nagasaki University, Nagasaki, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-123)

Laser Velocimeter Measurements in Shrouded and Unshrouded Radial Flow Pump Impellers
C. P. HAMKINS, KSB AG, Frankenthal, FRG, and R. D. FLACK, University of Virginia, Charlottesville, VA
(ASME Paper No. 86-GT-129)

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

A New Technique for Stabilizing the Flow and Improving the Performance of Vaneless Diffusers
A. N. ABDEL-HAMID, The American University of Cairo, Cairo, EGYPT
(ASME Paper No. 86-GT-128)

Three-Dimensional Flow Field Measurements in a Radial Inflow Turbine Scroll Using LDV
M. F. MALAK, A. HAMED and W. TABAKOFF, University of Cincinnati, Cincinnati, OH
(ASME Paper No. 86-GT-122)

A Study of Radially Curved Mixed-Flow Vaneless Diffusers
Y. NIIZEKI, Toshiba Corporation, Kawasaki, JAPAN, and T. SAKAI, The Science University of Tokyo, Tokyo, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-89)

Theoretical and Experimental Investigation for Some Basic Physical Phenomena of Centrifugal Compressors
P. H. WANG, Chinese Academy of Science, Beijing, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
(ASME Paper No. 86-GT-74)

Performance Characteristics of Two and Three-Dimensional Impellers in Centrifugal Compressors
H. HARADA, EBARA Research Co. Ltd., Fujisawa, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-154)

A Critical Evaluation of Three Centrifugal Compressors with Pedigree Data Sets
D. JAPIKSE, Concepts ETI, Inc., Norwich, VT
(ASME Paper No. 86-GT-194)

Optimization of Industrial Centrifugal Compressors—A
D. JAPIKSE, Concepts ETI Inc., Norwich, VT, and C. OSBORNE, Dresser Industries, Olean, NY
(ASME Paper No. 86-GT-221)

Optimization of Industrial Centrifugal Compressors—B
D. JAPIKSE, Concepts ETI Inc., Norwich, VT, and C. OSBORNE, Dresser Industries, Olean, NY
(ASME Paper No. 86-GT-222)

A Study on Unstable S-Shape Characteristic Curves of Pump-Turbines
Y. SENOO and M. YAMAGUCHI, Kyushu University, Kasugashi Fukuoka, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-17)

The Performance of a High Efficiency Radial-Axial Turbine
C. RODGERS and R. GEISER, Turbomach, Division of Sundstrand Corporation, San Diego, CA
(ASME Paper No. 86-GT-18)

A Simple Calculation Method for Ratio of Relative Velocity Within Centrifugal Impeller Channel
S. MIZUKI, Hosei University, Tokyo, JAPAN, and I. WATANABE, Keio University, Yokohama, Kanagawa, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-25)

Improvements in Performance Characteristics of Single-Stage and Multi-Stage Centrifugal Compressors by Simultaneous Adjustments of Inlet Guide Vanes and Diffuser Vanes
H. SIMON, T. WALLMANN and T. MONK, Mannesmann Demag Compressors and Pneumatic Equipment, Duisberg, FRG
(ASME Paper 86-GT-127)

Unsteady Flow Interaction Caused by Stator Secondary Vortices In A Turbine Rotor
A. BINDER, MTU, Munich, FRG, W. FÖRSTER, K. MACH, and H. ROGGE, DFVLR, Cologne, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-302)

Navier-Stokes Solutions of Unsteady Flow in A Compressor Rotor
J. N. SCOTT, University of Dayton, Dayton, OH, W. L. HANKEY, Wright State University, Dayton, OH
(ASME Paper No. 86-GT-226)

A Model for Closing The Inviscid Form of the Average-Passage Equation System
J. J. ADAMCZYK, NASA Lewis Research Center, Cleveland, OH, R. A. MULAC and M. L. CELESTINA, Sverdrup Technology Inc., Middlebury Heights, OH
(ASME Paper No. 86-GT-227)

Effects of Slotted Hub and Casing Treatments on Compressor Endwall Flow Fields
M. C. JOHNSON, Texas A&M University, College Station, TX, E. M. GREITZER, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA
(ASME Paper No. 86-GT-247)

Stall Cell Development in an Axial Compressor
A. D. JACKSON, Whittle Laboratory, Cambridge University, Cambridge, UK
(ASME Paper No. 86-GT-249)

Numerical Simulation of Rotating Stall in Axial Compressor Blade Rows and Stages
H. G. NEUHOFF, Cornell University, Ithaca, NY, K. GRAHL, Universitaet Duisberg, Duisberg, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-27)

A Method for Transonic Inverse Cascade Design with a Stream Function Equation
M. C. GE, Y. P. LOU and Z. YU, Institute of Engineering Thermophysics, Acadimia Sinica, Beijing, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
(ASME Paper No. 86-GT-189)

A Design Time Marching Method for the Generation of Blades in a Cascade
U. K. SINGH, GEC Engineering Research Ltd., Whetstone, Leicester, UK
(ASME Paper No. 86-GT-167)

An Inverse (Design) Problem Solution Method for the Blade Cascade Flow on Stream Surface of Revolution
N. X. CHEN, W. H. LI and F. X. ZHANG, Chinese Academy of Sciences, Beijing, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
(ASME Paper No. 86-GT-159)

A Method of Aerodynamic Design of Blades in Quasi-Three-Dimensional Calculation of Turbomachine
Z. M. WANG, Chinese Academy of Sciences, Beijing, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
(ASME Paper No. 86-GT-192)

Performance Prediction of Straight Compressor Cascades Having An Arbitrary Profile Shape
J. CITAVY, National Research Institute for Machine Design, SVUSS Prague, CZECHOSLOVAKIA
(ASME Paper No. 86-GT-140)

The Use of Surface Static Pressure Data as a Diagnostic Tool in Multistage Compressor Development
H. D. WEINGOLD and R. F. BEHLKE, Pratt and Whitney Aircraft, United Technologies Corporation, East Hartford, CT
(ASME Paper No. 86-GT-3)

Three-Dimensional Flows and Loss Reduction in Axial Compressors
Y. DONG, H. P. HODSON, and S. J. GALLIMORE, Whittle Laboratory, Cambridge University, Cambridge, UK
(ASME Paper No. 86-GT-193)

Stator Endwall Leading-Edge Sweep and Hub Shroud Influence on Compressor Performance
D. L. TWEEDT and T. H. OKIISHI, Iowa State University, Ames, IA, and M. D. HATHAWAY, U.S. Army Research and Technologies Laboratories, Cleveland, OH
(ASME Paper No. 86-GT-197)

The Development of a Multi-Stage Heavy-Duty Transonic Compressor for Industrial Gas Turbines
F. FARKAS, BBC, Brown Boveri & CIE, Baden SWITZERLAND
(ASME Paper No. 86-GT-91)

Characteristic Factors of a Compressor Rotor in Comparison with Two-Dimensional Cascade Data
H. PFEIL and J. SIEBER, Institute for Thermal Machines, Technische Hochschule Darmstadt, Darmstadt, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-29)

Performance of Two Transonic Axial Compressor Rotors Incorporating Inlet Counterswirl
C. H. LAW and A. J. WENNERSTROM, Aero Propulsion Laboratory, Wright-Patterson AFB, OH
(ASME Paper No. 86-GT-33)

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

Development of a High Pressure Ratio Axial Flow Compressor for Medium Size Gas Turbine
Y. KASHIWABARA, Y. MATSUURA, Y. KATOH, N. HAGIWARA, T. HATTORI and K. TOKUNAGA, Hitachi, Ltd., Hitachi, Ibaraki-ken, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-85)

Velocity Distribution and Decay Characteristics of Wakes Behind a Compressor Rotor Blade
H. PFEIL and J. SIEBER, Fachgebiet Fur Thermische Turbomaschinen, Technische Hochschule Darmstadt, Darmstadt, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-115)

Experimental Investigations of Airfoil—And Endwall Boundary Layers In a Subsonic Compressor Stator
H. E. GALLUS and H. HOENEN, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschole, Aachen, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-143)

Experimental Study of Three-Dimensional Flow In An Axial Compressor Stage
V. CYRUS, National Research Institute For Machine Design (SVUSS), Becnovice, CZECHOSLOVAKIA
(ASME Paper No. 86-GT-118)

Evaluation of Blade-To-Blade Flow From a High Speed Compresspr Rotor
F. NUEHOFF, Exotech Inc., Campbell, CA, and R. SHREEVE, Naval Post Graduate School, Monterey, CA, and H. FOTTNER, German Armed Forces University, Munich, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-117)

Experimental Investigations on Extremely High Loaded Axial-Flow Stages
S. BRODERSEN, Technical University of Brunswick, Brunswick, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-116)

Spanwise Mixing in Multistage Axial Flow Compressors Part I: Experimental Investigation
S. J. GALLIMORE, Rolls-Royce Ltd., Derby, UK and N. A. CUMPSTY, University of Cambridge, Cambridge, UK
(ASME Paper No. 86-GT-20)

Spanwise Mixing in Multistage Axial Flow Compressors Part II: Throughflow Calculations including Mixing
S. J. GALLIMORE, Rolls-Royce Ltd., Derby, UK
(ASME Paper No. 86-GT-21)

A Numerical Analysis of the Three Dimensional Viscous Flow in a Transonic Compressor Rotor and Comparison with Experiment
W. N. DAWES, Cambridge University, Cambridge, UK
(ASME Paper No. 86-GT-16)

Numerical Solution of Inviscid Two Dimensional Transonic Flow Through a Cascade
J. FORT and K. KOZEL, SVUSS, Bechovice, CZECHOSLOVAKIA
(ASME Paper No. 86-GT-19)

Transonic Flow Along Arbitrary Stream Filament of Revolution Solved by Separate Computations with Shock Filting
B. G. WANG, X. Y. HUANG, Y. N. HUA and C. H. WU, Chinese Academy of Sciences, Beijing, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
(ASME Paper No. 86-GT-30)

Predictions of Endwall Losses and Secondary Flows in Axial Flow Turbine Cascades
O. P. SHARMA and T. L. BUTLER, Pratt & Whitney Aircraft Group, East Hartford, CT
(ASME Paper No. 86-GT-228)

Development of an Experimental Correlation for Transonic Turbine Flow
F. MARTELLI and A. BORETTI, University of Florence, Firenze, ITALY
(ASME Paper No. 86-GT-108)

Determination of the Flow Field in LP-Stream Turbines
J. WACHTER and G. EYB, Universitat Stuttgart, Stuttgart, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-210)

Wetness and the Efficient Measurements in L. P. Turbines with an Optical Probe as an Aid to Improving Performance
P. T. WALTERS, Central Electricity Research Laboratories, Leatherhead, Surrey, U.K.
(ASME Paper No. 85-JPGC-GT-9)

The Aerodynamic Development of Highly Loaded Nozzle Guide Vane
N. C. BAINES, Imperial College, London, UK, M. L. G. OLDFIELD, Oxford University, Oxford, UK, and J. SIMONS and J. WRIGHT, Rolls-Royce Ltd., Filton, Bristol, UK
(ASME Paper No. 86-GT-229)

The Influence of Rotor Blade Aerodynamic Loading on the Performance of a Highly Loaded Turbine Stage
S. H. MOUSTAPHA and U. OKAPUU, Pratt and Whitney Canada, Inc., Longueuil, Quebec, CANADA, and R. G. WILLIAMSON, National Research Council, Canada, Ottawa, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-56)

The Effect of a Downstream Rotor on the Measured Performance of a Transonic Turbine Nozzle
R. G. WILLIAMSON, National Research Council of Canada, Ottawa, CANADA, S. H. MOUSTAPHA and J. P. HUOT, Pratt and Whitney Canada Inc., Longueuil, Quebec, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-103)

Experiments and Performance Evaluation of a Transonic Axial Flow Turbinc with Variable Nozzle
T. TAKAGI, Mitsui Engineering and Shipbuilding Co., Ltd., Tamano, Okayama, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-214)

Effects of Probe Supports on Measurements in Steam Turbines
L. C. SQUIRE, Cambridge University, Cambridge, UK
(ASME Paper No. 86-GT-213)

Influence of Free Stream Turbulence and Blade Pressure Gradient on Boundary Layer and Loss Behaviour of Turbine Cascades
H. HOHEISEL, R. KIOCK, Institut Fur Entwurfsaerodynamik, DFVLR, Braunschweig, FRG, H. J. LICHTFUSS, Motoren-und Turbinen-Union GmbH (MTU), Munchen, FRG and L. FOTTNER, Institut fur Strahlantriebe, Universitat der Bundeswehr Munchen, Neubiberg, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-234)

The Development of the Profile Boundary Layer in a Turbine Environment
J. HOURMOUZIADIS, F. BUCKL and P. BERGMANN, MTU Motoren und Turbinen-Union, GmbH, Munchen, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-244)

Experimental Investigation of Boundary Layer Separation with Heated Thin-Film Sensors
P. PUCHER and R. GOHL, MTU Motoren und Turbinen-Union, GmbH, Munchen, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-254)

The Effects of Reynolds Number and Velocity Distribution on LP Turbine Cascade Performance
D. J. PATTERSON, Rolls-Royce Ltd., Filton, Bristol, UK, M. HOEGER, DFVLR, Braunschweig, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-271)

A New Experimental Technique to Simulate Secondary Erosion on Turbine Cascades
T. J. SINGH and J. L. DUSSOURD, Ingersoll Rand Research Inc., Princeton, NJ
(ASME Paper No. 86-GT-107)

Three-Dimensional Boundary Layer on a Compressor Rotor Blade at Peak Pressure Rise Coefficient
B. LAKSHMINARAYANA and P. POPOVSKI, The Pennsylvania State University, University Park, PA
(ASME Paper No. 86-GT-186)

Production and Development of Secondary Flows and Losses Within Two Types of Straight Turbine Cascades. Part 1: A Stator Case
A. YAMAMOTO, National Aerospace Laboratory, Tokyo, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-184)

Production and Development of Secondary Flows and Losses Within Two Types of Straight Turbine Cascades. Part 2: A Rotor Case
A. YAMAMOTO, National Aerospace Laboratory, Tokyo, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-185)

Secondary Losses in a Large Deflection Annular Turbine Cascade: Effect of the Entry Boundary Layer Thickness
M. GOVARDHAN, N. VENKATRAYULU and D. PRITHVI RAJ, Indian Institute of Technology, Madras, INDIA
(ASME Paper No. 86-GT-171)

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

Extensive Verification of the Denton New Scheme From The User's Point of View-Part I—Calibration of Code Control Variables
T. SATO and S. AOKI, Mitsubishi Heavy Industries, Inc., Takasago City, JAPAN, T. NAGAYAMA, Mitsubishi Heavy Industries, Inc., Nagasaki, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-57)

Extensive Verification of the Denton New Scheme From The User's Point of View-Part II—Comparison of Calculated & Experimental Results
T. SATO and S. AOKI, Mitsubishi Heavy Industries, Inc., Takasago City, JAPAN, T. NAGAYAMA, Mitsubishi Heavy Industries, Inc., Nagasaki, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-58)

Comparison of Calculated and Experimental Cascade Performance for Controlled-Diffusion Compressor Stator Blading
N. L. SANGER, NASA-Lewis Research Center, Cleveland, OH, and R. P. SHREEVE, Naval Postgraduate School, Monterey, CA
(ASME Paper No. 86-GT-35)

Study of Three-Dimensional Viscous Flows in An Axial Compressor Cascade Including Tip Leakage Effects Using a Simple-Based Algorithm
M. POUAGARE, Duke University, Durham, NC, and R. A. DELANEY, Allison Gas Turbine Div., GMC, Indianapolis, IN
(ASME Paper No. 86-GT-84)

On the Shear-Stress Integral of Turbulent Boundary Layers
H. PFEIL and M. GÖING, Fachgebiet Fur Thermische Turbomaschinen; Technische Hochschule Darmstadt, Darmstadt, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-4)

An Experimental Investigation of the Three-Dimensional Flow Within Large Scale Turbine Cascades
J. JILEK, The National Research Institute for Machine Design (SVUSS), Prague, CZECHOSLOVAKIA
(ASME Paper No. 86-GT-170)

Reynolds Stresses and Dissipation Mechanisms Downstream of a Turbine Cascade
J. MOORE, D. M. SHEFFER and J. G. MOORE, Virginia Polytechnic Institute & State University, Blacksburg, VA
(ASME Paper No. 86-GT-92)

Effects of Tip Clearance on Blade Loading in a Planar Cascade of Turbine Blades
S. A. SJOLANDER and K. K. AMRUD, Carleton University, Ottawa, Ontario, CANADA
(ASME Paper No. 86-GT-245)

Three-Dimensional Flow in a Low-Pressure Turbine Cascade at Its Design Condition
H. P. HODSON and R. G. DOMINY, Whittle Laboratory, University of Cambridge, Cambridge, UK
(ASME Paper No. 86-GT-106)

The Off Design Performance of a Low Pressure Turbine Cascade
H. P. HODSON and R. G. DOMINY, University of Cambridge, Cambridge, UK
(ASME Paper No. 86-GT-188)

Through-Flow Analysis of a Multi-Stage Compressor Part I—Aerodynamic Input
R. P. DRING and H. D. JOSLYN, United Technologies Research Center, East Hartford, CT
(ASME Paper No. 86-GT-13)

Through-Flow Analysis of a Multi-Stage Compressor Part II—Analytical Experimental Comparisons
R. P. DRING and H. D. JOSLYN, United Technologies Research Center, East Hartford, CT
(ASME Paper No. 86-GT-14)

Assessment of a Three-Dimensional Potential Code for Axial and Radial Blade Row Flows
H. H. FRÜHAUF, D. KRÄMER and U. KÜSTER, University of Stuttgart, Stuttgart, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-5)

Validation of Viscous and Inviscid Computational Methods for Turbomachinery Components
L. A. POVINELLI, NASA Lewis Research Center, Cleveland, OH
(ASME Paper No. 86-GT-42)

Computation of Three-Dimensional, Rotational Flow Through Turbomachinery Blade Rows for Improved Aerodynamic Design Studies
S. V. SUBRAMANIAN, R. BOZZOLA, AVCO-Lycoming Division, Stratford, CT, and L. A. POVINELLI, NASA Lewis Research Center, Cleveland, OH
(ASME Paper No. 86-GT-26)

Shock-Expansion Wave Engines—New Directions for Power Production
H. E. WEBER, San Diego State University, San Diego, CA
(ASME Paper No. 86-GT-62)

A General Computational Method for Simulation and Prediction of Transient Behavior of Gas Turbines
T. SCHOBEIRI, Brown Boveri & Cie, Baden, SWITZERLAND
(ASME Paper No. 86-GT-180)

The Effect of Heat Transfer on Gas Turbine Transients
P. PILIDIS, Caledonian Airmotive Ltd., Prestwick, SCOTLAND and N. R. L. MacCALLUM, University of Glasgow, Glasgow, SCOTLAND
(ASME Paper No. 86-GT-275)

Measurements of the Turbulent Boundary Layer in the Diffuser Behind an Axial Compressor
H. PFEIL and M. GÖING, Fachgebiet für Thermische Turbomaschinen, Technische Hochschule Darmstadt, Darmstadt, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-233)

Particle and Vapor Deposition in Coal-Fired Gas Turbines
R. K. AHLUWALIA, K. H. IM and C. F. CHUANG, Argonne National Laboratory, Argonne, IL, and J. C. HAJDUK, University of Missouri, Rolla, MO
(ASME Paper No. 86-GT-239)

Multistage Turbine Erosion
M. MENGÜTÜRK, D. GUNES and M. ERTEN, Bogazici University, Istanbul, TURKEY, and E. F. SVERDRUP, Westinghouse Research and Development, Pittsburgh, PA
(ASME Paper No. 86-GT-238)

The Dynamics of Suspended Solid Particles in a Two Stage Gas Turbine
W. TABAKOFF and A. HAMED, University of Cincinnati, Cincinnati, OH
(ASME Paper No. 86-GT-232)

Fuel Effects on Aircraft Combustor Emissions
C. M. REEVES, Aero Propulsion Laboratory, Air Force Wright Aeronautical Laboratories, Wright-Patterson AFB, OH and A. H. LEFEBVRE, Purdue University, West Lafayette, IN
(ASME Paper No. 86-GT-212)

Thermal Decomposition of Aircraft Fuel
P. J. MARTENEY and L. J. SPADACCINI, United Technologies Research Center, East Hartford, CT
(ASME Paper No. 86-GT-36)

Impact of Higher Freeze Point Fuels on Naval Aircraft Operations
R. A. KAMIN, Naval Air Propulsion Center, Trenton, NJ and P. M. McCONNELL, Boeing Military Airplane Co., Seattle, WA
(ASME Paper No. 86-GT-262)

Atomization and Combustion Characteristics of Antimisting Fuels Using JT8D and Air-Boost Injectors
J. B. KENNEDY, United Technology Research Center, East Hartford, CT and A. FIORENTINO, United Technologies Corp. Pratt & Whitney Group, East Hartford, CT
(ASME Paper No. 86-GT-223)

Thermal Stability Concerns of Navy Aviation Fuel
C. A. MOSES, Southwest Research Institute, San Antonio, TX, M. W. SHAYESON, Cincinnati, OH and P. A. KARPOVICH, Naval Air Propulsion Center, Trenton, NJ
(ASME Paper No. 86-GT-94)

Friction Losses and Flow Distribution for Rotating Discs with Shielded and Protruding Bolts
H. ZIMMERMAN and A. FIRSCHING, MTU, Motoren-und Turbinen-Union GmbH, München, FRG, G. H. DIBELIUS and M. ZIEMANN, Technical University Aachen, Aachen, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-158)

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

The Three Dimensional Fluid Flow Phenomena in the Blade End Wall Corner Region
B. K. HAZARIKA, R. RAJ, City College of New York, New York, NY and D. R. BOLDMAN, NASA Lewis Research Center
(ASME Paper No. 86-GT-179)

Horseshoe Vortex Formation Around a Cylinder
W. A. ECKERLE, United Technologies Research Center, East Hartford, CT and L. S. LANGSTON, University of Connecticut, Storrs, CT
(ASME Paper No. 86-GT-246)

Turbulence Measurements in a Straight Walled Two-Dimensional Diffuser
A. MOBARAK, M. FOUAD and M. A. METWALLY, Cairo University, Cairo, EGYPT
(ASME Paper No. 86-GT-60)

Flow Visualization of Secondary Flows In Three Curved Ducts
G. M. SANZ and R. D. FLACK, University of Virginia, Charlottesville, VA
(ASME Paper No. 86-GT-166)

Gas Turbine Transient Fuel Scheduling with Compensation for Thermal Effects
N. R. L. MacCALLUM, University of Glasgow, Glasgow, Scotland, UK and P. PILIDIS, Caledonian Airmotive Ltd., Prestwick, SCOTLAND
(ASME Paper No. 86-GT-208)

Aeroelastic Behavior of Low Aspect Ratio Metal and Composite Blades
J. F. WHITE and O. O. BENDIKSEN, Princeton University, Princeton, NJ
(ASME Paper No. 86-GT-243)

Experimental Unsteady Shock-Boundary Layer Interaction at Single Blades and in Linear Cascades
H. E. GALLUS, K. D. BROICHHAUSEN and J. M. HENNE, Institute for Turbomachinery, Rheinisch-Westfalische Technische Hochschule, Aachen, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-218)

Analysis of Impeller Vibration in Radial Compressors
J. WACHTER and T. CELIKBUDAK, Universitat Stuttgart, Stuttgart, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-219)

Excitation of Blade Vibration by Flow Instability in Centrifugal Compressors
U. HAUPT; N. KAEMMER, and M. RAUTENBERG, University of Hanover, Hanover, FRG, and A. N. ABDEL-HAMID, American University in Cairo, Cairo, EGYPT
(ASME Paper No. 86-GT-283)

Numerical Investigation of Unsteady Subsonic Compressible Flows through an Oscillating Cascade
T. H. FRANSSON, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Lausanne, SWITZERLAND, and M. PANDOLFI, Politecnico de Torino, Torin, ITALY
(ASME Paper No. 86-GT-304)

Blade Design of Axial-Flow Compressors By Method of Optimal Control Theory—Physical Model and Mathematical Expression
C.-G. GU and Y.-M. MIAO, Xi'an Jiaotong University, Xi'an Shaanxi Province, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
(ASME Paper No. 86-GT-183)

Blade Design of Axial Flow Compressors by Method of Optimal Control Theory—Application of Pontryagin's Maximum Principle, An Example Calculation and Its Results
C. G. GU and Y. M. MIAO, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi Province, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
(ASME Paper No. 86-GT-182)

Inverse Design of Composite Turbine Blade Circular Coolant Flow Passages
T. L. CHIANG, University of Texas at Austin, Austin, TX, and G. S. DULIKRAVICH, The Pennsylvania State University, University Park, PA
(ASME Paper No. 86-GT-190)

An Explicit Inverse Design Formulation for Compressible Flow
D. E. WILSON, University of Texas at Austin, Austin, TX
(ASME Paper No. 86-GT-81)

VEHICULAR

S-Tank Powerplant Background and Development
S. BERGE, Defense Material Administration, SWEDEN

Experiences with Gas Turbines in Heavy Armored Vehicles
F. SELLSCHOPP, Ministry of Defense, FRG

Overview of the Allison 404 Gas Turbine Engine in the Patriot Missile System
T. A. LYON, Allison Gas Turbine Division, General Motors Corp., Indianapolis, IN

10,000 Hours of LM2500 Gas Turbine Experience As Seen Through the Boroscope
J. S. SIEMIETKOWSKI and W. S. WILLIAMS, Naval Ship Systems Engineering Station, Philadelphia, PA
(ASME Paper No. 86-GT-269)

Experience With Offshore Gas Turbine Intake Filter Systems From a Practical Viewpoint
J. SHACKELL, Premaberg, (Great Britain), Ltd., Halstead, Essex, UK
(ASME Paper No. 86-GT-270)

Small Gas Turbines for U.S. Army Auxiliary Power Systems
R. A. MERCURE, U.S. Army Material Command, Alexandria, VA
(ASME Paper No. 86-GT-282)

The GTCP36-300, A Gas Turbine Auxiliary Power Unit for Advanced Technology Transport Aircraft
L. M. STOHLGREN, Garrett Turbine Engine Company, Phoenix, AZ, L. WERNER, Garrett GMBH, Raunheim am Main, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-285)

Operating Efficiencies of a Lysholm Helical Expander for Brayton-Cycle Heat Engines
B. MYERS, G. A. DEIS and T. E. SHELL, Lawrence Livermore National Laboratories, University of California, Livermore, CA
(ASME Paper No. 86-GT-301)

Study and Experiments of a Small Radial Turbine for Auxiliary Power Units
Y. RIBAUD and C. MISCHEL, ONERA, Chatillon, FRANCE
(ASME Paper No. 86-GT-23)

Particulate Flow Solutions Through Centrifugal Impeller with Two Splitters
S. ELFEKI and W. TABAKOFF, University of Cincinnati, Cincinnati, OH
(ASME Paper No. 86-GT-130)

Structural Analysis and Life Prediction for Ceramic Gas Turbine Components for the Mercedes-Benz Research Car 2000
H. HEMPEL and H. WIEST, Daimler-Benz AG, Stuttgart, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-199)

Analytical Solution for the Matrix and Fluid Temperature Distribution in Rotating Regenerators
M. NIGGEMANN Daimler-Benz AG, Stuttgart, FRG
(ASME Paper No. 86-GT-198)

A Study on NO_x Emissions From Gas Turbine Combustor
M. SASAKI and T. ITOH, Nissan Motor Co. Ltd., Yokosuka, JAPAN
(ASME Paper No. 86-GT-168)

AGT 101 Advanced Gas Turbine Technology Update
G. BOYD, D. KREINER and J. KIDWELL, Garrett Turbine Engine Co. Phoenix, AZ
(ASME Paper No. 86-GT-305)

The AGT 100 Experimental Ceramic Component Testbed
R. A. JOHNSON, Allison Gas Turbine Div., General Motors Corp., Indianapolis, IN
(ASME Paper No. 86-GT-93)

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

東京電力　富津火力発電所見学会を終えて

㈱東芝　山　本　　　一

昭和61年度の第1回見学会と技術懇談会が，6月27日(金)，井口名誉会員以下59名の参加を得て予定通り行われた。今回は初めての試みとして，定員60名の新型バスをチャーターして，東京駅前集合・解散で行われた。

東京駅を定刻を10分遅れ，9時10分に出発し，一路ハイウェイを快調に走り，途中，京急富津観光ホテルにて昼食後，12時40分に見学先である東京電力　富津火力発電所に到着した。

見学会は事務所本館のPRホールにて，中村所長の歓迎の挨拶のあと，上高原技術部長の概要説明，スライド上映と進められた。

本発電所は房総半島の西側，東京湾に面した千葉県富津市の富津岬の北側に位置し，敷地面積約142万㎡（43万坪）に，コンバインドサイクル発電設備100万kW×2系列とLNG受入貯蔵設備および気化設備を主要設備として建設中（一部営業運転）である。

発電所本館は1号系列，2号系列に分かれ，中央操作室を中心として配置されており，構内配置は図1のとおりである。

コンバインドサイクルの各機器は，図2に示すようにガスタービンと蒸気タービンが，発電機を介して直結される一軸形となっており，1軸当りの出力は14.3万kW（夏場32℃），これを7軸組合せて1系列100万kWとしている。全出力の約2/3をガスタービン，残りの1/3を蒸気タービンが分担している。冬場8℃における出力は1軸当り16.5万kWに増加し，6軸分で100万kWとなり，1軸分を定期検査する計画としている。

本発電所のコンバインドサイクルの特長は，

1）熱効率が最新鋭大容量火力の40％を上まわる約43％と高く，年間2系列で約28万kl（石油換算）の節約ができる。

2）一軸形コンバインドサイクルのため，ガスタービン主体で構成され，蒸気タービンは単純・小形となり，起動・停止が短時間で容易にでき，昼間稼動，夜間停止等電力需要の変化に即応した運転が可能である。

また，1系列7軸で構成されているため，全体の出力調整は運転軸数を増減すればよく，軽負荷運転時にも高い効率が得られる。

3）万一の故障時にも，影響は局部的で信頼性が高い。

等があげられる。

本発電所は，57年4月に着工以来，60年9月にマレーシアからのLNG第1船を受け入れ，1号系列の1軸目が60年12月に運転開始し，現在までに1〜4軸までが営業運転中で，現在1−5軸を7月中旬の官庁立会に向けて試運転中であり，63年11月までに2系列200万kWが運転開始の予定である。

概要説明後，チャーターバスを利用し，4班に分れて見学会が約1時間行われた。見学は2−7軸（建設中）→1−1軸（運転中）→LNG受入設備→LNG気化設備→中央操作室の順で行われた。

2−7軸は，ガスタービンは組立状態であったが，蒸気タービンは上半ケーシングが開放されており，ロータも見ることができた。ガスタービンのパッケージ内に入ることができ，近づいて円周14箇に配列された燃焼器等を目の当りにすることができた。

隣りの発電所本館では，運転中の1−1軸を見学した。非常に落ちついた色調のカラーで統一されたパッケージ内にガスタービン，発電機，蒸気タービンが整然と配置された様子がうかがえた。騒音は，建屋内で約80ホン程度で，思ったより静かで，建屋外では気にならなかった。

発電所本館は，長さ286m×巾44m×高さ26.5mで，各系列とも7軸が並列に納められ，吸・排気設備を間にはさんで対称形に配列され，4軸と5軸の間に分解スペースが設けられている。

（昭和61年7月15日原稿受付）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

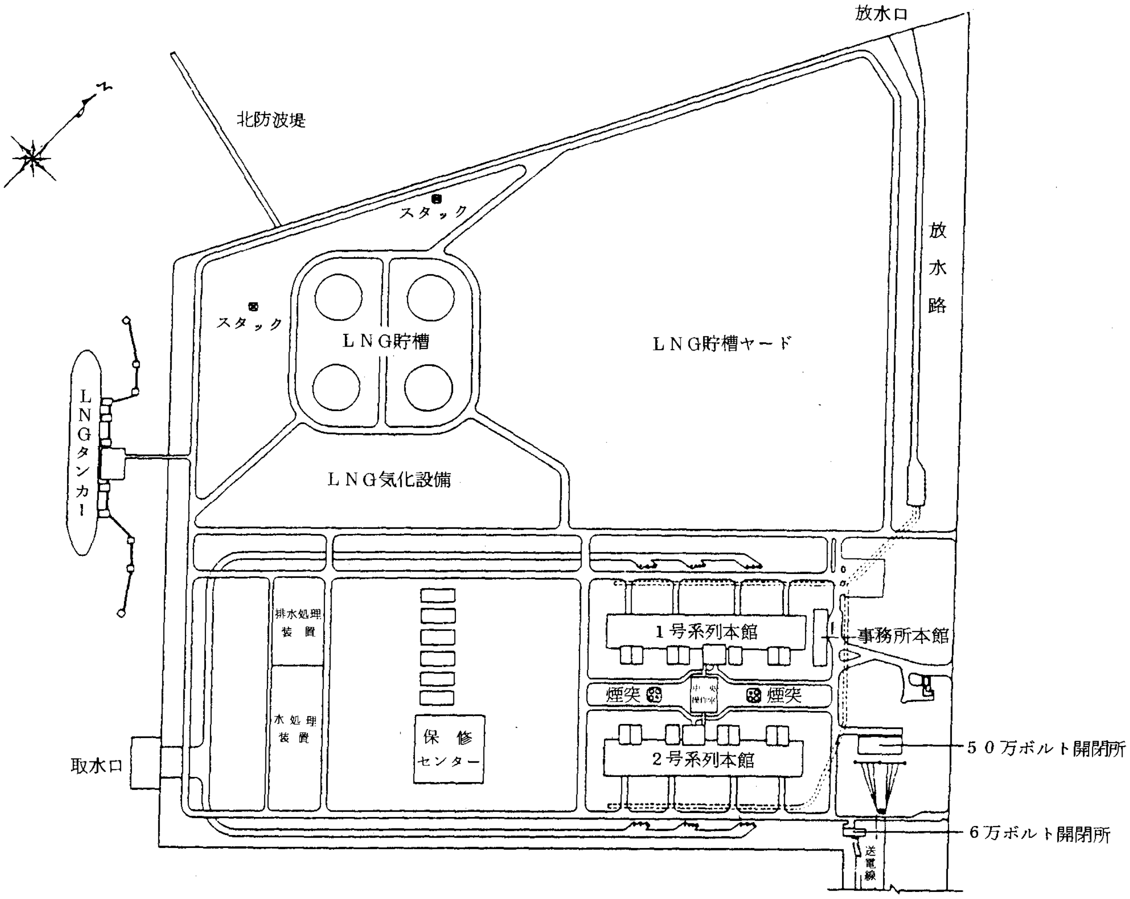


図1　富津火力構内配置図

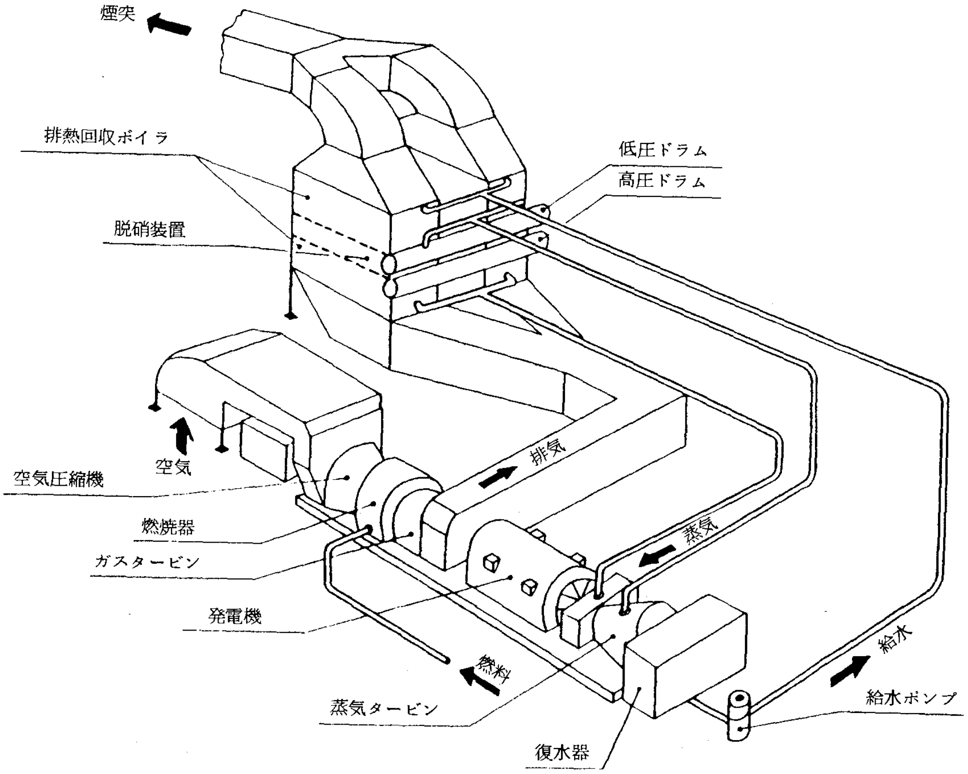


図2　直結型排熱回収コンバインドサイクル

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

７軸すべてを鳥瞰することができず残念であったが，その壮観さが想像された。

続いて，予定外のＬＮＧ受入設備内を見学させていただいた。この日は非常に空気が澄んでいたせいか，対岸の三浦半島が眺望でき，一同朝からの疲れも吹き飛びリフレッシュすることができた。

ＬＮＧ気化設備は車中で説明を受け，最後に中央操作室に案内された。

中央操作室では７軸一括運用または各軸個別操作が可能で，主機制御盤は非常にコンパクトである。その他にＬＮＧ設備，電気設備，環境保安設備等の制御盤が周囲に配列され，中央にモニタリング装置が余裕を持って配置されている。この日は，約５３万 kW の発電がディジタルで表示されていた。

短時間ではあったが，最新鋭のコンバインドサイクルプラントの見学ができ，学会員にとっては非常に有意義であった。

見学後ＰＲホールに戻り，上高原部長より補足の技術説明が行れ，続いて活発な質疑応答がなされた。運転員はＬＮＧ設備も含め２系列時１３人×４班。起動時間はホットスタート時全負荷まで１時間。熱効率は火力に比べて相対的に約７％高いが，設備費も約２８％割高となる。年間利用率は，夜間あるいは週末停止運用のため約４７％と予想している等，懇切丁寧な説明を受けた。

梅雨時であり，本年３月の東北電力　東新潟に引き続いての火力発電所の見学会であったが，現在注目を集めているコンバインドサイクルプラントのため，多くの参加者を得，予定を２０分オーバーして帰路につき，午後６時すぎに無事東京駅に到着し，第１回見学会を終ることができた。

最後に，この見学会に当り，現在建設中で大変お忙しい中，中村所長ならびに上高原部長を始め各関係者の示された御厚意に対し，厚く御礼を申しあげます。　　　　（企画担当委員）

協　賛

- 1986年9月29日～10月2日
  「'86新テクノロジーシンポジウム Part 2 ── 明日のエネルギーメカニックスをつくる」
- 1986年10月27日～10月30日
  「'86新テクノロジーシンポジウム Part 1 ── わかりやすい熱と流れのコンピュータアナリシス」

問い合せ先：（社)日本能率協会　技術事業本部
新テクノロジーシンポジウム事務局
Tel　03(434)6211

後　援

- 1986年10月10日～10月15日　於 西武百貨店池袋店 7F
  「流れの可視化展」

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

第14回ガスタービン定期講演会を終えて

東京大学工学部　**葉　山　眞　治**

日本ガスタービン学会と日本機械学会との共催による第14回ガスタービン定期講演会は，昭和61年6月6日(金)機械振興会館で開催された。梅雨の到来を思わせる小雨の中を，会場に参集する人の列が続き，参加者は最終的に185名の多きに達した。

講演発表は，2室並行して行われ，第1室は午前10時から，また第2室は午前9時半から開始された。午前と午後とで合計23編の講演発表が行われ，それぞれの講演に対して活発な質疑討論が続き，午後5時までに予定通り終了した。

今回の発表講演を内容別に大別してみると次のようになる。伝熱関係が7編で最も多く，水冷却，フィルム冷却，蒸気冷却など各種の方法によるガスタービン動翼の冷却に関する研究，これらに及ぼすパラメータの影響についての解析，また燃焼器ライナーの冷却などである。次に，燃焼・燃焼器関係が5編あり，低NOx燃焼器に関連したもの3編，燃焼器性能の多変量解析，流れと燃焼に関するものなどである。空力関係は，今回は比較的少なく，高負荷タービン翼列が1編，可変流量ラジアルタービン関係が2編であった。運転実績では，コンバインドサイクル発電プラントおよびDual − fuel型の非常用電源兼ピークカット用電源装置の運転実績が紹介された。その他，セラミックタービンローター関係が2編，吸排気管内非定常流れ，ガスタービンの動特性，メタノール改質ガスタービンの性能，CVD繊維強化チタン合金などに関するものがそれぞれ1編ずつであった。昨年の定期講演会では，セラミックス関係が7編も発表されたのに比べると，今回は2編で少し淋しい気がしないでもなかった。

昼食後12時40分から1時間，航空宇宙技術研究所の鳥崎忠雄氏による特別講演「ファンジェットSTOL『飛鳥』について」が行われた。本学会会員にとっては，内容的にもまたタイミング的にも，非常に関心の高いものであったので，大入り満員となり，後方で立ったまま聴講する人も沢山いた。

講演終了後，同じく機械振興会館の6階にて，恒例の懇親会が催された。約70名の参加者があり，ビールで乾杯し，先ほどまでの講演発表，質疑討論の緊張感から開放され，和やかな歓談のひと時を過した。

さて，定期講演会委員会の委員長を終えるに当たって，ひと言述べておきたい。

本学会の定期講演会講演募集要項によると「講演論文の原稿は1292字詰原稿用紙4ページ以上6ページ以内」となっていて，1ページがそのまま講演論文集の1ページとなる。ところで，今回の定期講演会の講演論文集の中で，上記の規定が守られているのは9編で，全体の40%である。7ページが5編，8ページが9編となっている。そもそも4−6ページというのが，要旨を書くのか本論文を書くのかはっきりしない。8ページも書かれた執筆者は，恐らく，本論文の積りで書かれたのではないだろうか。折角本論文の積りでも，このままでは単なる口頭発表で終わってしまう。学会誌に技術論文として掲載され，プライオリティを確立するには，学会規定の原稿用紙に書換えて再提出しなければならない。その手間を省く良い方法は無いものであろうか。本論文と見てよいものが8編以上も出ているこの現実を直視すると，もっとページ数を増やした講演論文原稿の提出を認め，自動的に技術論文として校閲されるシステムが有ってもよいのではないかと思われる。いろいろ問題はあろうけれども，次期委員会でご検討いただければ幸いである。

終わりに，第14回ガスタービン定期講演会を開催するに当たり，ご苦労いただいた事務局の皆様の労に感謝するとともに，定期講演会委員の方々および司会をお願いした方々に感謝の意を表して，本年度の定期講演会の始末記としたい。

（**定期講演会委員会委員長**）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

後記

葉山先生のあとをうけて11期の編集委員長を仰せ付けられました。葉山先生の前が私でしたので落語の「花見酒」のようですが，気持を引き締めてやりますので御支援をお願いいたします。

この数年来の編集方針である「多数の手による会誌づくり」はすっかり定着しましたし，葉山先生が樹てられた「グループ制による会誌づくり」も順調に機能しているようです。これらの方針は今期も踏襲することにいたします。

年4回の会誌のうち1回は明確なテーマの特集号としますが，それ以外の各号もそれぞれ特色がでるよう心掛けます。好評の連載講座もさらに幅をひろげて一層充実させたいと思います。さらに会員の方々の活躍が生き生きと伝わる記事を出したいと願っております。

会員の皆様に面白くて役に立つ会誌をお届けするために編集委員会も一層努力いたしますが，皆様からの御意見御注文をお寄せ下さるようお願いいたします。

（森下　輝夫）

9月号の編集は委員長をはじめ各委員の協力のもとに谷田，石野，古閑が担当しました。ＡＳＭＥ国際ガスタービン会議の見聞記は，デュッセルドルフに行かれ肌でその空気を感じて来られた各方面の専門家に分担して執筆して頂きました。多数の論文発表・展示について適確に纒められており，ガスタービンの状況，研究開発の動向，新しい知見，問題点など知ることができ参考になると思います。永野氏の随筆は体験が分り易く述べられたものであり，それぞれ得る所があると思います。ＩＳＯ・ＣＩＭＡＣはガスタービン関係者にとって関心の大きい所であり，その動向を青木氏に解説して頂きました。「ファイン・セラミックス」の講義は最終回となりましたが，基本的事項を理解しながら興味深く読んで頂けたと思います。フォンカルマンに行かれた高田先生にその紹介をお願いしました。

御多忙のところ執筆の労をお執り下さった方々に厚くお礼を申し上げます。

（古閑　昭紀）

〈事務局だより〉

東京の今年の夏は，梅雨明けも遅かったせいか余り暑いと感じることもなく，スーッと過ぎていってしまうかと思われましたが，8月のドタンバにきて，ものすごい残暑に見舞われています。事務局の部屋は涼しいのですが，委員会にご出席の方々は皆さん真赤な顔で暑い中出かけて来て下さっています。

会告のページのご案内にもありますように秋になると特別講座をはじめとして月1回の割で見学会，シンポジウム，広島地区講演会，セミナーと行事が目白押しです。最近は今までの常連の方々に加え，様々な範囲の会社・学校，研究所の方が参加なさる傾向になり，協賛学会などを通じて広い範囲に当学会の活動が知られつつあるのではないでしょうか。

この事務所へ引越して来てはや4年。特にここ一年程，新聞・生命保険・株・ＯＡ機器の勧誘のみならず，植木・コーヒーメーカーのレンタルなど実に様々な訪問販売が来ます。その為当学会ではドアに鍵をかけ，お訪ね下さった方にお名前を伺ったりすることがございますので，ご不快に思われることもあるかと思いますが，上記のような訳ですのでどうぞよろしくご了承の程お願い致します。又，毎度のことながら会告のページ，くれぐれもお見逃しなきよう重ねてお願い申し上げます。

〔Ａ〕

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

後記

葉山先生のあとをうけて11期の編集委員長を仰せ付けられました。葉山先生の前が私でしたので落語の「花見酒」のようですが，気持を引き締めてやりますので御支援をお願いいたします。

この数年来の編集方針である「多数の手による会誌づくり」はすっかり定着しましたし，葉山先生が樹てられた「グループ制による会誌づくり」も順調に機能しているようです。これらの方針は今期も踏襲することにいたします。

年4回の会誌のうち1回は明確なテーマの特集号としますが，それ以外の各号もそれぞれ特色がでるよう心掛けます。好評の連載講座もさらに幅をひろげて一層充実させたいと思います。さらに会員の方々の活躍が生き生きと伝わる記事を出したいと願っております。

会員の皆様に面白くて役に立つ会誌をお届けするために編集委員会も一層努力いたしますが，皆様からの御意見御注文をお寄せ下さるようお願いいたします。

（森下　輝夫）

9月号の編集は委員長をはじめ各委員の協力のもとに谷田，石野，古関が担当しました。ＡＳＭＥ国際ガスタービン会議の見聞記は，デュッセルドルフに行かれ肌でその空気を感じて来られた各方面の専門家に分担して執筆して頂きました。多数の論文発表・展示について適確に纒められており，ガスタービンの状況，研究開発の動向，新しい知見，問題点など知ることができ参考になると思います。永野氏の随筆は体験が分り易く述べられたものであり，それぞれ得る所があると思います。ＩＳＯ・ＣＩＭＡＣはガスタービン関係者にとって関心の大きい所であり，その動向を青木氏に解説して頂きました。「ファイン・セラミックス」の講義は最終回となりましたが，基本的事項を理解しながら興味深く読んで頂けたと思います。フォンカルマンに行かれた高田先生にその紹介をお願いしました。

御多忙のところ執筆の労をお執り下さった方々に厚くお礼を申し上げます。

（古関　昭紀）

〈事　務　局　だ　よ　り〉

東京の今年の夏は，梅雨明けも遅かったせいか余り暑いと感じることもなく，スーッと過ぎていってしまうかと思われましたが，8月のドタンバにきて，ものすごい残暑に見舞われています。事務局の部屋は涼しいのですが，委員会にご出席の方々は皆さん真赤な顔で暑い中出かけて来て下さっています。

会告のページのご案内にもありますように秋になると特別講座をはじめとして月1回の割で見学会，シンポジウム，広島地区講演会，セミナーと行事が目白押しです。最近は今までの常連の方々に加え，様々な範囲の会社・学校，研究所の方が参加なさる傾向になり，協賛学会などを通じて広い範囲に当学会の活動が知られつつあるのではないでしょうか。

この事務所へ引越して来てはや4年。特にここ一年程，新聞・生命保険・株・ＯＡ機器の勧誘のみならず，植木・コーヒーメーカーのレンタルなど実に様々な訪問販売が来ます。その為当学会ではドアに鍵をかけ，お訪ね下さった方にお名前を伺ったりすることがございますので，ご不快に思われることもあるかと思いますが，上記のような訳ですのでどうぞよろしくご了承の程お願い致します。又，毎度のことながら会告のページ，くれぐれもお見逃しなきよう重ねてお願い申し上げます。

〔Ａ〕

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

ＧＴＳＪガスタービンセミナー（第１５回）のお知らせ

「先端技術とガスタービン」をテーマに，第１５回ＧＴＳＪガスタービンセミナーを下記の通り開催しますので，奮ってご参加下さい。

☆☆ 記 ☆☆

1. **日時：昭和６２年１月２９日(木)，３０日(金)**　１０：００−１６：３０（受付開始９：００）
2. **会場**：機械振興会館地下２階ホール（港区芝公園３−５−８　Tel．０３−４３４−８２１１）
3. **主催**：（社）日本ガスタービン学会
4. **協賛予定**：火力原子力発電技術協会，自動車技術会，ターボ機械協会，日本瓦斯協会，日本機械学会，日本航空宇宙学会，燃料協会，日本航空技術協会，日本内燃機関連合会，日本舶用機関学会
5. **セミナーの内容（予定）**

昭和６２年１月２９日(木)

1. エネルギーの有効利用とガスタービン ……………… 東京大学　平田　賢氏
2. 航空機用エンジンと先端技術 ……………… ロールス・ロイス㈱
3. ガスタービン燃焼技術における最近の動向 ……………… ㈱日立製作所　黒田　倫夫氏
4. ガスタービン設計と信頼性 ……………… 石川島播磨重工業㈱　村島　完治氏
5. ガスタービンの検査における先端技術 ……………… 全日本空輸㈱　大原　嘉夫氏

昭和６２年１月３０日(金)

6. ガスタービン設計からみた材料，加工技術に対する期待 ……………… 日本工業大学　松木　正勝氏
7. ガスタービン用耐熱金属材料の開発 ……………… 東京大学　藤田　利夫氏
8. セラミックスとガスタービン ……………… 電力中央研究所　阿部　俊夫氏
9. ガスタービン用粉末合金 ……………… 川崎重工業㈱　西山　幸夫氏
10. ガスタービンの先端加工技術 ……………… 三菱重工業㈱　北村一三男氏

出来るだけ，製品・材料などの小見本を展示する予定です。

6. **参加要領**

(1) 参加費（資料代含む）

◆ 主催及び協賛団体正会員
　２日間　２０,０００円，１日のみ　１４,０００円

◆ 学生員　５,０００円

◆ 会員外　２日間　３６,０００円，１日のみ　２４,０００円
　資料のみ　５,０００円（残部ある場合）

(2) 申し込み方法：所属・氏名・加入会名を明記の上，参加費を郵便振替・現金書留にて，下記事務局まで**１２月１２日**迄にお送り下さい。

上記期日までにお送りの正会員の方は，２日間　１８,０００円，１日のみ　１２,０００円で，前もって前刷集をお送りします。

なお，当日会場でも受け付けます。

(3) 事務局：〒１６０　新宿区西新宿７−５−１３　第３工新ビル４０２
㈳日本ガスタービン学会　Tel．０３−３６５−００９５
郵便振替番号　東京７−１７９５７８

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

「内部流動解析におけるコンピュータの寄与」
シンポジウム開催のおしらせ

・61年度シンポジウムを下記の要領にて開催致しますので奮ってご参加下さい。
・講演終了後航技研の施設の見学も併せて行ないます。

記

1. 日　時：昭和61年11月21日(金)　PM1：00〜5：00

2. 場　所： 航空宇宙技術研究所　原動機6号館会議室
調布市深大寺東町7−44−1　Tel. 0422−47−5911

3. 講師及び演題

(1) 数値シミュレーション技術の現状と展望 ……………………… 田村　敦宏氏（航技研）
(2) 複数物体まわりの粘性流の計算 ……………………………… 中橋　和博氏（航技研）
(3) ターボ機械の数値解析 …………………………………………… 荒木　達雄氏（東芝）
(4) 風洞試験による内部流動解析と画像表示 ……………………… 山本　孝正氏（航技研）

4. 見　学

イ. 航技研計算センター（図形処理を中心として）
ロ. 原動機要素試験設備（タービン空力試験，タービン伝熱試験）

5. 参　加　費： 3,000円（当日受付にてお払い込み下さい）

6. 申し込み要領：往復ハガキに「シンポジウム参加希望」と書き，所属・連絡先・住所（返信用ハガキにも）・氏名・TELを明記の上，下記事務局へお申し込み下さい。
記載不備の場合は受けつけかねますのでご注意下さい。
（〆切10月31日(金)消印有効）

。会場の都合で50名を目安にしておりますので超過の場合は抽選をさせていただきます。

事　務　局：〒160　東京都新宿区西新宿7−5−13　第3工新ビル402
㈳日本ガスタービン学会　TEL　03−365−0095

消　息

本会名誉員・第4期会長 山内正男氏（前宇宙開発事業団理事長・元航空宇宙技術研究所長）は春の叙勲で，長年にわたるガスタービンの開発・大型航空実験施設の建設・宇宙開発の功績により勲二等旭日重光章をお受けになりました。
（M）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

第2回ガスタービン秋季講演会・見学会（広島）

共　催　（社）日本ガスタービン学会（幹事学会）　（社）日本機械学会
期　日　昭和61年11月27日（木），28日（金）
会　場　広島工業大学・広島校舎（鶴会館）
広島市中区中島町5－7
TEL　082－249－1251

仮　プ　ロ　グ　ラ　ム
（講演時間20分，討論10分　※印講演者）

第1室		第2室	
9：00	A－1　ハイブリッド触媒燃焼法によるNO_xの抑制 大越昭男，静川賢次郎（東京電力） ※山中矢，古屋富明，芳根俊行，早田輝信，肥塚淳次（東芝） A－2　ガスタービン触媒燃焼器の研究 — プリバーナ方式触媒燃焼器の常圧下での特性 — ※山田秀志，林　茂，鈴木達之，佐川豊，中沢章（航技研） A－3　コンバインドプラント排煙脱硝装置について ※瀬戸徹（三菱重工）	9：00	B－1　ターボ過給ガソリンエンジンの高速燃費 ※人見光夫，大西晃二，田中一行（マツダ） B－2　脈動流下における排気過給機用タービンの性能に関する研究（第2報出力特性について） ※小西奎二（都立科学技術大），平山直道，山本昌彦（都立大）
10：40	A－4　燃焼器内のNO_2の生成 ※佐野妙子（東海大），堀守雄（東大） A－5　高圧下におけるうず巻噴射弁の性能 ※新井雅隆，三浦幸雄，広安博之（広大） 新屋謙治（三菱重工） A－6　3MPaまでの高圧条件における予混合，予蒸発燃焼器の排出特性 ※林　茂，山田秀志，堀内正司，斉藤隆，下平一雄（航技研）	10：40	B－3　メタノールの改質器付きガスタービンの性能に対する各パラメータの影響 ※谷村和彦（川重），壇上旭雄（大阪府大） B－4　スクラムジェットエンジンの最適形状決定 ※辻川吉春，塚本祐二郎（大阪府大） B－5　高速ターボプロップ用ブレードのバックリング解析 青野比良夫，川島鋭裕，※中丸光功（石川島播磨重工）
13：00 14：00	≪特別講演≫ 「広　島　の　酒」　岡　智（広島大学工学部教授）		
14：10	A－7　ガスタービン用噴流保炎型燃焼器 ※田丸卓（航技研），小野圭介（前東海大研修生），蓮見孝久（丸和電機） A－8　連続燃焼器による低質油の燃焼特性（第2報燃焼器入口空気温度の影響） ※熊倉孝尚，羽鳥和夫（船研） A－9　セラミックス・金属かん合型高温燃焼器の開発（大型化に対する改良と燃焼試験結果） ※阿部俊夫，久松暢（電力中研）	14：10	B－6　Casing Treatmentによるstall margin改善のメカニズムに関する研究（第1報内部流の計測結果と二次元理論による検討） ※柳田光昭，高田浩之（東大） B－7　任意の固有振動数分布を持つ翼群より成る翼列フラッタ（第2報固有振動数のばらつきと翼の配列様式を考慮した総合評価） ※田中英穂（東海大），藤本一郎（東大） B－8　高流出角遷音速タービン翼列における後流衝撃波の振動現象 ※井上雅弘，古川雅人，村石隆（九大），庭月野恭（日産）
15：40	A－10　高温ガスタービン用セラミック静翼の研究開発（第1報設計及び評価） 阿部俊夫，久松暢，浜松照秀，石川浩（電力中研），宮田寛，高橋一郎，飯島史郎，※大島亮一郎（日立） A－11　セラミック静翼の耐熱衝撃性評価（高温高速ガス流によるモデル翼の熱衝撃試験） 久松暢，阿部俊夫，浜松照秀（電力中研） 飯島史郎，宮田寛，高橋一郎，大島亮一郎（日立）	15：40	B－9　放物型ナビエ・ストークス方程式による3次元ダクト流れの計算 ※菊地一雄，田村敦宏（航技研） B－10　FDM-FEM領域分割計算法による翼列粘性流計算 ※中橋和博，菊地一雄，福田正大，田村敦宏（航技研） B－11　軸流移行形斜流羽根なしディフューザに関する研究（ディフューザ入口のハブ，シュラウド間速度分布の影響） ※中川智博，酒井俊道（東理大）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

○見　学　会（登録者に限る）

期　日　　11月28日（金）

内　容　　9：30〜13：00

マツダ㈱ → ダイヤモンドホテル（昼食）

13：00　〜　15：00　〜　16：30

三菱重工業㈱ → 中国醸造㈱ → 国鉄広島駅解散

（上記の中で見学先のご都合で同業者はご遠慮いただくことがあります）

○レディスコース

期　日　　11月27日（木）10：00〜17：00

内　容　　広島市内見学

11月28日（金）

宮島観光 → 中国醸造

上記の外に11月29日（土）広島大学工学部の見学を予定いたしております。（希望者はお申出下さい）

○懇　親　会

講演会終了後，会員各位の親睦をはかり，ご懇談いただくため下記のような懇談会を開催いたします。ふるってご参加いただきたいと存じます。

期　日　　11月27日（木）18：00〜20：00

会　場　　広島工業大学広島校舎（鶴会館）2F　201号室

≪参加登録について≫

事前登録締切11月14日（金）

・講演会参加登録費	事前登録	7,000円	夫人登録3,000円
	当日登録	8,000円	
	会員外	10,000円	
・見学会参加費（事前にお申込下さい）		4,000円	（昼食およびバス料金を含む）
・レディスコース参加費		未　定	
・懇親会参加費		無　料	（登録者に限る）

・事前登録方法

往復はがきに「広島講演会参加申し込み」，または「同講演会及び見学会参加申し込み」と明記し，(1)氏名 (2)所属学会 (3)会員資格 (4)勤務先 (5)連絡先 (6)送金方法と送金予定日を記入して，下記宛お送り下さい。

なお，著者も参加登録をお願いします。

〒160　東京都新宿区西新宿7−5−13　第3工新ビル402号

（社）日本ガスタービン学会

・送金方法

・現金書留

・郵便振替（東京7−179578，（社）日本ガスタービン学会）

・銀行振込（第一勧業銀行西新宿支店　普№067-1703707，（社）日本ガスタービン学会）

・講演論文集配布

当日会場でお渡しします。なお，入会申し込み，講演会登録も当日受けつけますが，準備の都合上なるべく期日までにお申し込み下さい。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

1987年国際ガスタービン会議東京大会
論　文　投　稿　案　内

標記国際会議への投稿論文は下記の日程と手順により処理されますのでご案内申し上げます。奮ってご投稿下さい。なお，論文は未発表のものを原則としますが，一部既発表のものを含んでも総合的にまとめたものは差し支えありません。

記

Ⅰ．日　　程

講演申込締切：　1986年10月31日
論文概要提出期限：　1987年　1月15日
論文採用通知：　1987年　3月15日
本論文原稿締切：　1987年　5月31日

Ⅱ．手　　順

本会議で発表される論文は，組織委員会において，著者より提出された論文概要を審査の上決定致します。採用された論文については改めて所定の用紙と形式で英文の camera readyの原稿を提出していただきます。詳細は次の手順に従って下さい。なお，既にFirst Circular 添付のPreliminary Application Card を提出された方には9月中に組織委員会より講演申込書用紙，論文概要執筆要領等をお送りいたします。

1）講演申込

1986年10月31日迄に所定の申込書により，下記組織委員会事務局宛にお申込み下さい。

2）論文概要

1987年1月15日迄に所定の論文概要執筆要領に従って和文3,000字程度の論文概要を提出して下さい。組織委員会では提出された論文概要によって審査の上国際会議での発表の可否を決定致します。

3）論文採用通知

1987年3月15日迄に組織委員会より，論文発表の可否を連絡致します。この際，採用論文については，本論文執筆要領および同原稿用紙を同封致します。

4）本論文原稿

1987年5月31日迄に所定のcamera readyの英文論文を提出して下さい。

Ⅲ．講演申込書，論文概要等の提出先（本国際会議に関する問合せ先）

〒105　東京都港区西新橋2－5－10　　日青工業㈱　気付
1987年国際ガスタービン会議東京大会組織委員会　Tel. 03－592－0788
Fax. 03－501－0980

Ⅳ．講演発表の方法

1）講演時間

1論文につき討論を含めて25分を予定しています。

2）使用言語

本論文は英文とします。口頭発表も英語で行っていただきますが，討論については日・英逐語通訳を予定しております。

3）講演発表者

講演発表者は講演申込者とし，1人1題目に限ります。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06

ＧＴＳＪ　第11期　委員

○総務委員

有賀一郎（慶大）　鵜飼義雄（荏原）　亀本喬司（横浜国大）
酒井俊道（東京理科大）　田丸卓（航技研）　竹生健二（ＩＨＩ）
山崎慎一（日産）　山根隆一郎（東工大）

○企画委員

土屋利明（新潟鉄工）　筒井康賢（機械技研）　原俊雄（荏原）
真家孝（ＩＨＩ）　森棟隆昭（都立大）　山本一（東芝）
吉田豊明（航技研）　和田正倫（日立）

○編集委員

井上誠（小松）　石野寿生（日立）　大原久宣（中部電力）
小島民生（東京電力）　古閑昭紀（東芝）　佐藤幸徳（ＩＨＩ）
杉山晃（三菱重工）　杉山七契（航技研）　高木圭二（三井造船）
益田重明（慶大）　武藤実（川崎重工）

○地方委員

妹尾泰利（九大）　表義則（三井造船）　大塚新太郎（福井工大）
大内一紘（三菱重工）　沢田照夫（岡山理科大）　永田有世（神戸製鋼）
浜田義次（ヤンマー）　星野昭史（川崎重工）　松村博允（日立造船）
水谷幸夫（阪大）　村田暹（豊田工大）

○定期講演会委員

森下輝夫（船研）　表義則（三井造船）　小島民生（東京電力）
益田重明（慶大）

○広島地区講演会委員

有賀一郎（慶大）　田中英穂（東海大）　平山直道（都立大）
広安博之（広島大）　村井等（広島工大）　森下輝夫（船研）

○統計作成委員

青木千明（ＩＨＩ）　石川庄一（日立）　臼井俊一（日本鋼管）
内田晴記（川崎重工）　渋谷剛（ＩＨＩ）　三賢憲治（三菱重工）
村尾麟一（青学大）　吉識晴夫（東大）　青木庸治（新潟鉄工）
岡崎洋一郎（三菱重工）　綿貫一男（ＩＨＩ）

短信　　ＡＳＭＥセミナ

昭和61年11月17～19日　千代田化工レクチャーホール（鶴見）

テーマ　1. Power Piping Design and Analysis
　　　　2. Welding and Brazing Qualification

受講料　93,000円～113,000円（事前申込み割引あり）

申込み締切り　11月3日

問合せ先　千代田化工建設㈱　原子力プラント部
　　　　月川哲雄　TEL 045(521)1231　内線3703

（M）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

Gas Turbine Technology • A Technical Division
THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS

Global GAS TURBINE NEWS

JULY, 1986

IGTC International Gas Turbine Center
4250 Perimeter Park South, #108
Atlanta, Georgia 30341 USA
Telephone: (404) 451-1905
Telex: 707340 IGTC ATL

4408 REGISTER FOR 1986 INTERNATIONAL GAS TURBINE CONFERENCE AND EXHIBIT IN DUSSELDORF

The 31st ASME International Gas Turbine Conference and Exhibit held in Dusseldorf, FRG, June 8-12, was one of Gas Turbine Division's most outstanding events.

It took only a brief visit to the Messe-Kongress-Center to sense that the quality of both the exhibition and technical program was high.

As far as statistics are concerned, several offer interesting and significant information on the Conference and Exhibit:

- 4408 persons registered
- 192 companies and other organizations exhibited. . . this is a new domestic and foreign record
- 16,855 technical papers were sold and distributed during the Conference
- 45 countries were represented by the registrants
- 37% of the registrants stated their company or organization has used or specified gas turbine engines
- 41% of the registrants stated their company or organization has used or specified gas turbine auxiliary equipment
- 25% of the registrants stated their company or organization was considering use of gas turbine engines
- 26% of the registrants stated their company or organization was considering the use of gas turbine auxiliary equipment.

INTRODUCING GEORGE OPDYKE, JR., DIVISION CHAIRMAN, 1986-87

George Opdyke, Jr., our new Division Chairman, has been professionally associated with gas turbines for 37 years. He is currently Acting Director of Research and Development at AVCO Lycoming Textron, where he has held a variety of assignments over the past 33 years. His major interest has always been gas turbine combustor design and development, starting with pioneering work burning dry powdered coal in a gas turbine combustor at the Westinghouse Research Laboratories in 1949. Prior to joining AVCO Lycoming, he participated in combustor and afterburner development for the J40 and J46 engines at the Westinghouse Aviation Gas Turbine Division.

Opdyke has participated in, or been responsible for, the combustor design and development for all of the AVCO Lycoming gas turbine engines starting with the widely used T53. This engine, in its many models, has used reverse flow annular combustor styles with vaporizing, pressure atomizing, air boost and airblast fuel injection systems. Similar combustors were developed for the LT101 and T55 families of engines including the ALF502, the first gas turbine engine to be certified as meeting the EPA and ICAO emission requirements. A variety of other combustor designs were developed for demonstrator and development engines. Opdyke has been active in work on fuels and multifuel combustion and has studied combustion of emulsified fuels, gaseous and residual fuels, particularly as applied to the AGT1500 engine used in the U.S. Army main battle tank.

He has also been involved in component facility design and operation, engine component development, and in the application of both physical and computational modeling techniques to the design of practical combustor systems.

Opdyke has been a member of the ASME since he was a student at the University of Rhode Island, where he received a B.S. degree; he has been active for a long time in the Gas Turbine Division's Combustion and Fuels Committee, serving twice as Chairman of that committee. He is currently a U.S. delegate to the ISO committee concerned with gas turbines (TC70, SC6). He has presented a number of technical papers related to combustor design or development.

Opdyke received an M.S. degree from the University of Bridgeport, and has done additional graduate work at the Universities of Pittsburgh and Delaware, plus special courses at M.I.T. and the Sorbonne.

PAST AND FUTURE ASME GAS TURBINE EVENTS

PAST LOCATIONS AND ATTENDANCE

1982 London 5164
1983 Phoenix 4306
1984 Amsterdam 5387
1985 Houston 4351
1985 Beijing, P.R.C. 25,368
1986 Dusseldorf 4408

MAY 31—JUNE 4, 1987
32nd International Gas Turbine Conference and Exhibit
Anaheim Convention Center
Anaheim, California

SEPTEMBER 2-4, 1987
1987 ASME COGEN-TURBO
International Symposium & Exposition
Convention and Exhibition Centre
Montreux, Switzerland

JUNE 4-8, 1989
34th International Gas Turbine Conference and Exhibit
Metro Toronto Convention Centre
Toronto, Ontario, Canada

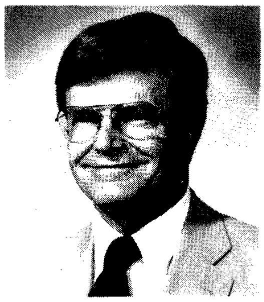
Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

H.C. EATOCK: Outgoing Chairman's Report

On balance the past year has been a very good one for the gas turbine industry. Continued low activity in the industrial engine, civil helicopter and particularly general aviation sectors has been more than balanced by strong defence, regional carrier and major airline purchases. Significant technical developments include the now rapid approach of prop-fan/ unducted fan engines, continued emphasis on new materials, renewed interest in variable-cycle and scram-jet engines and world wide efforts towards eventual three-dimensional, compressible and viscous analysis of the very complicated flows inside the gas turbine engine.

The Gas Turbine Division year has been very successful and I feel privileged to have had some part in it. Our first conference, in Beijing, China, was scheduled to be a "mini" but turned out a "maxi" in every way. Attendance was almost five times the usual and the official recognition and support accorded by our Chinese co-hosts was truly unprecedented. The just completed 31st Gas Turbine Conference and Exhibit in Dusseldorf was our first in Germany. The Exhibit was outstanding and the Conference was excellent with the large attendance just short of record numbers. Dusseldorf, and as much of Germany as I personally saw, was clean, beautiful and very friendly. We again benefited from VDI, Verein Deutscher Ingenieure, and VDMA, Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau.

The Gas Turbine Division activities are truly international in scope and both Conference/Exhibits just past emphasize that in a very positive way. The initiative and overall success of GTD is receiving notice and favorable comment from ASME headquarters' staff and senior



councils. President L.S. "Skip" Fletcher was himself a very gracious and welcome participant at both Conferences.

GTD finances continue in excellent shape and this has allowed two new initiatives in the past year. Up to 50 scholarships of $1000 each are being awarded annually to deserving undergraduate ASME student members who are taking gas turbine related courses. A home study course on Basic Gas Turbine Engine Technology is now offered and being well received.

The year was marked by two sad events. R. Tom Sawyer, Division founder and current treasurer, died peacefully in January. Tom was in his eighty-fifth year and still keenly interested in, and dedicated to, gas turbine technology. In August 1985, John Davis died. John was GTD chairman in 1979-80 and remained very active, and very pleasantly effective in ASME, up until his tragically early death. John was instrumental in establishing an annual Best Applications Paper award which we were pleased to name the John P. Davis Award in his honor. Both Tom and John are missed and will be long remembered.

Finally, I extend personal thanks to current and previous Executive Committee members. It has been truly a pleasure to work with the staff of the International Gas Turbine Center, Don Hill, Dave Lindsay, Sue Collins, Claire Howard, June Steinberg and Anna Mazanti. Thanks also to the staff of ASME and to the program chairmen, technical committee chairmen, session organizers, authors and committee members who collectively make the Gas Turbine Division one in which we can all take much pride!

UPDATE ON IGTC'S HOME STUDY COURSES

The International Gas Turbine Center's first home study course, "Basic Gas Turbine Engine Technology," has been well received with over 650 orders since September, 1985. This course is a non-mathematical approach to understanding the gas turbine especially designed for technicians and management personnel engaged in gas turbine engine and auxiliary equipment operation, maintenance or service, specification, sales or manufacture. The cost is $85.00 U.S. ($45.00 U.S. for students). Checks must be in U.S. dollars payable by a U.S. bank. The course will be given at no charge to unemployed graduate mechanical engineers who are members of ASME. The course is available from the INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER in Atlanta.

Based on the tremendous success of "Basic Gas Turbine Engine Technology," proposals for additional courses have been solicited from appropriate sources. Course two, "Introductory Gas Turbine Engine Technology for Engineers," will be designed for persons with undergraduate engineering degrees who are new to the field of gas turbine technology. "Economic Analysis of the Use of Gas Turbine Engines for Industrial Applications," the title of course three, will be designed to meet the needs of engineering consultants and specifiers, and current as well as potential end users of new power generation equipment. More information will be available on these courses in future issues of "Global Gas Turbine News."

Lewis J. Fusegni, GTD Program Chairman, REPORTS ON THE 1986 JOINT POWER GENERATION CONFERENCE

The JPGC will be held at the Portland Hilton Hotel, Portland, Oregon, October 19-23, 1986. The conference theme is "Energy Alternatives—Today's Challenge." ASME Gas Turbine Division's participation this year will include three paper and one panel session. The paper sessions will cover the following topics:

Compressed Air Energy Storage
Chairman, Holger Lukas, Encotech, Inc.
Combined Cycle Power Plants
Chairman, Peter H. Gilson, Gibbs & Hill
Gas Turbine Cycle Analysis
Chairman, Louis A. Riekert, Brown & Root

Peter H. Gilson will also chair the panel discussion, **"Gas Turbine Availability for the Nineties."**

We are anticipating a large gas turbine attendance in Portland and we look forward to seeing you.

CALL FOR PAPERS 1987 ASME COGEN-TURBO INTERNATIONAL GAS TURBINE SYMPOSIUM AND EXPOSITION

September 2-4, 1987, Montreux, Switzerland

For some time, Gas Turbine Division has been considering the organization of a series of specialized conferences and exhibits emphasizing the versatility of the gas turbine in its applications in power systems and the process industries. It was felt that the importance of the contributions of our foreign colleagues in these areas should be recognized by their participation in organization of the technical programs and by the venues of the meeting.

1987 ASME COGEN-TURBO INTERNATIONAL GAS TURBINE SYMPOSIUM AND EXPOSITION is one of these events and it will be held from September 2-4, 1987 in the Convention and Exhibition Centre in Montreux, Switzerland. The Symposium will focus on the advanced energy systems and components in which the gas turbine and turbomachinery play a key role. Technical sessions will feature cogeneration, combined cycles and turbomachinery technologies related to the continuing requirement for efficient energy utilization.

Technical paper offers may be initiated by submitting an abstract (Green Sheet M&P 1903, 10/84) by October 1, 1986 to the appropriate ASME Gas Turbine Division technical committee chairman, or the technical program chairman: Professor G.K. Serovy, c/o the International Gas Turbine Center, 4250 Perimeter Park South, Suite 108, Atlanta, GA 30341, USA, telephone (404) 451-1905, telex 707340 IGTC ATL, or to the European program chairman Professor George Gyarmathy, Institut fur Thermische, Turbomaschinen, Eidgenossische Technische Hochschule (ETH), Sonneggstrasse 3, 8006 Zurich, Switzerland.

Completed manuscripts must be received by the session organizer or technical committee chairman no later than February 1, 1987. First time authors are encouraged to study ASME Manual MS-4, "An ASME Paper," prior to preparation of their manuscript. All papers will be reviewed in accordance with established ASME and Gas Turbine Division policy and procedures and will be eligible for ASME journal publication if warranted by reviews.

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

ASME AND GTD RECOGNIZE ACHIEVEMENT AND SERVICE AT 1986 INTERNATIONAL GAS TURBINE CONFERENCE AND EXHIBIT

A number of very deserving individuals who have been active in the Gas Turbine Division and in the industry were singled out for special recognition at a banquet in Dusseldorf hosted by the Gas Turbine Division Executive Committee.

On a somber, but very memorable note, a toast was offered by Clare Eatock in memory of R. Tom Sawyer and a moment of silence was observed in memory of John P. Davis.

The following awards were presented:

- 1986 R. TOM SAWYER AWARD awarded by the ASME Board of Governors to Elvie L. Smith, Chairman, Pratt & Whitney Canada, Inc., Longueuil, Quebec, Canada, "For pioneering the successful introduction of the gas turbine into general aviation, and for his guidance in producing the highly successful PT6, 24600, and JT15D, 3100 engines in use in the newest commuter aircraft."
- 1984 GAS TURBINE PAPER AWARD to H.P. Hodson, Professor, Cambridge University, Cambridge, England, for his paper, "Measurements of Wake-Generated Unsteadiness in the Rotor Passages of Axial Flow Turbines."
- 1984 JOHN P. DAVIS BEST APPLICATIONS PAPER AWARD to Kuniaki Aoyama and Shigemi Mandai, Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Takasago, Hyogo, Japan, for their paper, "Development of a Dry Low NOx Combustor for a 120 MW Gas Turbine."
- FELLOW GRADE MEMBERSHIP AWARDS to Franklin O. Carta, United Technologies Research Center, East Hartford, CT., and Ichiro Watanabe, Kanto-Gakum University, Yokohama, Japan.
- GAS TURBINE DIVISION AWARDS to: Frank Morell, VDI, Dusseldorf, Germany; Gunther Vetterman, VDMA, Frankfurt, Germany, and Karl Bammert, University of Hannover, Hannover, Germany.
- GAS TURBINE DIVISION CERTIFICATES of APPRECIATION to retiring Gas Turbine Division Technical Committee Chairmen:

Henry D.H. Snyder	Aircraft
Seymour Moskowitz	Coal Utilization
Thomas A. Jackson	Combustion and Fuels
Peter H. Gilson	Electric Utilities
Eugene W. Zeltmann	Legislative and Regulatory Affairs
Anant R. Desai	Process Industries
Theodore H. Okiishi	Turbomachinery
Richard A. Johnson	Vehicular and Small Turbomachines.

ANNOUNCING A NEW MEMBER SERVICE

International Gas Turbine Center Offers Free Subscription to a Gas Turbine Journal

The ASME Gas Turbine Division, through its International Gas Turbine Center in Atlanta, will pay for a subscription for all primary Gas Turbine Division ASME members (#22) to either the **Journal of Engineering for Gas Turbines and Power** or the **Journal of Turbomachinery.**

The **Journal of Turbomachinery** is an outgrowth of the **Journal of Engineering for Gas Turbines and Power**. It has been created to provide the increased capacity necessary to accommodate the increasing number of papers appearing in the field of power generation. This new **Journal** will focus on compressor and turbine component technology, with the heaviest concentration of papers in the area of compressor and turbine aerodynamics, followed by turbine cooling and heat transfer.

The **Journal of Engineering for Gas Turbines and Power** will continue to publish all papers dealing with research, development, and operating experience with complete systems including gas turbines, steam power plants, and internal combustion engines. It will also retain all papers on combustion, on system dynamics and those on control systems and all types of auxiliaries such as fuel systems, pollution control systems, and inlet and exhaust systems.

For further information, contact the INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER in Atlanta.

HIGHLIGHTS FROM A YOUNG MAN'S LONG AND CONTINUING CAREER A BRIEF AUTOBIOGRAPHY OF R. TOM SAWYER

Editor's Note: R. Tom Sawyer, "Mr. Gas Turbine," died on January 19, 1986. This is the last in a series of articles on his life.

CONCLUSION

After leaving the American Locomotive Company, Tom Sawyer concentrated on gas turbines. George Huebner was the first to call him "Mr. Gas Turbine" at an SAE meeting many years ago.

Many of Tom's friends knew he continually checked on the development of the gas turbine automobile. A friend in the Pentagon called Tom on the phone over 20 years ago and said, "Top men here at the Pentagon have offered Chrysler, Ford and General Motors $100,000 for a gas turbine automobile and they have refused. What can you do?" The next morning, Tom called the man at the Pentagon and said, "Sam Williams, Williams International Corporation, has agreed to put a gas turbine in a Jeep." Two of these gas turbine Jeeps which Sam Williams sold are still at the Detroit Arsenal in Warren, Michigan.

Although he retired in 1956, Tom never stopped promoting the gas turbine. He became editor of "Gas Turbine" magazine in 1959 and several years later he produced the first "Gas Turbine Catalog." Of his many articles and books that helped move gas turbine technology forward, "The Modern Gas Turbine" (1945), published by Prentice-Hall, was most popular and was republished in England, Japan, and the Soviet Union. It described many gas turbine applications—the jet engine, vehicular and automotive engines, and all sizes of power generators. He was editor and coordinator of another book, "Applied Atomic Power" (1966) which described the nuclear gas turbine power plant that was built by the West German government 20 years later. At the 1984 ASME International Gas Turbine Conference and Exhibit in Amsterdam, Tom Sawyer presented his paper, "The Closed Cycle Gas Turbine, The Most Efficient Turbine Burning Any Fuel,"—he was 83!

The top award presented by the ASME Gas Turbine Division is the "R. Tom Sawyer Award." This award is presented annually in recognition of outstanding contributions in the field of gas turbines. Tom Sawyer received the first award at the 1972 Gas Turbine Conference. In past years he had received certificates for organizing the Gas Turbine Division and another for organizing the International Gas Turbine Conference and Products Show. In 1966 at the first conference held overseas, he received a watch which had the inscription "R. Tom Sawyer, Mr. Gas Turbine, from ASME Gas Turbine Division, Zurich 3-16-66."

There was somebody missing at this year's International Gas Turbine Conference and Exhibit in Dusselfdorf... the man, a little stooped by time,... that everyone involved with gas turbines either knew or wanted to know.

"Tom Sawyer, you were progress running with the times. It was your life and it was okay!"

T.H. OKIISHI, PROGRAM CHAIRMAN, RECAPS DUSSELDORF CONFERENCE

The 31st ASME International Gas Turbine Conference, Dusseldorf, FRG, is now history. It will, however, remain memorable for some time for those of us who converged on the Messe-Kongress-Center (MKC) for the meeting. The facilities made available to us for technical sessions were no less than superb. Additionally, the exhibition was terrific, the weather was cooperative and the town charming. We got more than we had a right to expect.

Due mainly to heads-up session leadership and well prepared authors and panelists, the Conference went generally well. The sessions I personally attended had about 60 to 80 in the audience, enough to provide an often lively forum for presentation and discussion of ideas.

A number of the technical papers presented at the Conference will appear in future issues of the ASME Transactions, the **Journal of Engineering for Gas Turbines and Power** and the **Journal of Turbomachinery.** If you feel the urge to provide a written discussion of any paper presented at the Conference, please contact the session chairman involved. The discussion will be forwarded to the author(s) by the chairman. If the discussed paper is published in the ASME Transactions, the discussion may appear in print also.

It is not possible to summarize the technical content of the Conference in a satisfactory way, so I won't even try. Suffice it to say that an enormous variety of topics important to gas turbine technology and to the industry were covered. I came away stimulated and grateful for the experience.

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

Services and Projects of the INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER, and ASME Gas Turbine Division.

- The ASME Gas Turbine Division will purchase subscriptions to either ASME gas turbine technology journal for all ASME members indicating gas turbines as their primary technology.
- The ASME Gas Turbine Division will contribute up to $50,000 annually in scholarships for ASME Student Section Members.
- WHO'S WHO in the Committees of Gas Turbine Division is a directory of all administrative and technical committee members. It is published annually by the INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER. Complimentary copies are available from the INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER.
- The INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER publishes a Directory of Technical Papers from ASME Gas Turbine Division Conferences dating back to 1957. The Directories are available without charge and individual papers may be purchased from the INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER for $5.00 each prepaid.
- The annual International Gas Turbine Technology Report is compiled, published and distributed by the INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER. Complimentary copies are available from the INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER.
- The INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER sponsors the Fluid Dynamics of Turbomachinery study program.
- The INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER sponsors and distributes a home study course on Basic Gas Turbine Engine Technology. The home study course will be given at no charge to unemployed graduate mechanical engineers who are members of ASME.
- The INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER publishes the quarterly ASME Gas Turbine Division Newsletter. Complimentary subscriptions are available from the INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER.
- The INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER is the source for information on exhibiting in the International Gas Turbine Conference and Exhibit held in June of each year and the 1987 ASME COGEN-TURBO Symposium and Exposition, Montreux, Switzerland, September 2-4.
- The INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER is a sponsor of the U.S. National Committee of the International Council on Combustion Engines (CIMAC).
- The ASME Gas Turbine Division organized lectures presented in the People's Republic of China in the fall of 1982 and 1984.
- The ASME Gas Turbine Division organized the 1985 Beijing International Gas Turbine Symposium and Exposition in the People's Republic of China.
- The ASME Gas Turbine Division has contributed $20,000 to American National Standards Institute for administering the Secretariat of ISO-TC70-SC6 Gas Turbines.
- The ASME Gas Turbine Division has administrative and nominating responsibilities for two ASME Awards: the Gas Turbine Award and the R. Tom Sawyer Award.
- The ASME Gas Turbine Division sponsors the John P. Davis Award for outstanding technical papers covering gas turbine applications.

The INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER is sponsored by the ASME Gas Turbine Division and funded primarily with income received from Division projects such as the annual INTERNATIONAL GAS TURBINE EXHIBIT.

PAPER PRESENTATION QUALITY WORKSHOP

Simion Kuo prepared an excellent set of viewgraphs for the Workshop On Paper Quality held in Dusseldorf. Even the most sanguine of authors were impressed with this concise set of visuals. A copy of these viewgraphs is available upon request from the International Gas Turbine Center.

CARTA NAMED ASME FELLOW

Franklin O. Carta has been named a Fellow of the American Society of Mechanical Engineers. Carta is an aerodynamicist who has been involved in basic and applied flow research during his entire career at the United Technologies Research Center, East Hartford, Connecticut. He was responsible for the development of a flutter stability prediction system for turbomachines, still in use by the Pratt & Whitney Division of UTC and by other engine manufacturers. Carta is serving his second year on the GTD Executive Committee as Chairman of Conferences.

Global GAS TURBINE NEWS

Volume 27, Number 2, July, 1986

Published by the INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER, Gas Turbine Division, A.S.M.E., 4250 Perimeter Park South, #108, Atlanta, Georgia 30341, USA, (404/451-1905). Telex: 707340 IGTC ATL.

Chairman:	**George Opdyke, Jr.** **AVCO Lycoming Textron** **Stratford, CT**
Vice Chairman:	**WALTER F. O'BRIEN** **Virginia Polytechnic Institute & State University** **Blacksburg, VA**
Volunteer Editor:	**Robert A. Harmon** **Consulting Engineer** **Latham, New York**
Staff Editor:	**Sue Collins** **International Gas Turbine Center** **Atlanta, Georgia**
Publisher:	**Donald D. Hill** **International Gas Turbine Center** **Atlanta, Georgia**

GAS TURBINE DIVISION
The American Society of Mechanical Engineers

EXECUTIVE COMMITTEE 1986-87

CHAIRMAN
GEORGE OPDYKE JR
AVCO Lycoming Textron
550 South Main St
Stratford, CT 06497
203-385-3433
Telex 964242

VICE-CHAIRMAN
WALTER F O'BRIEN
Mechanical Engineering Dept.
Virginia Polytechnic Institute & State University
Blacksburg, VA 24061
703-961-7191

CHAIRMAN OF CONFERENCES
FRANKLIN O. CARTA
United Technologies
Research Center MS 19
Silver Lane
East Hartford, CT 06108
203-727-7355
Telex 994435

REVIEW CHAIRMAN
SIMION KUO
Pratt & Whitney
P.O. Box 109600 MS 702 66
West Palm Beach, FL 33410 9600
305 840 7431

FINANCE COMMITTEE & PAST CHAIRMAN
H. CLARE EATOCK
Pratt & Whitney Canada Inc
P.O. Box 10 MS 1LD4
Longueuil, Quebec J4K 4X9
Canada
514-647-7574

INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER STAFF

MANAGING DIRECTOR
DONALD HILL

DIRECTOR, EXHIBITS AND INFORMATION SERVICES
DAVID H. LINDSAY

ADMINISTRATOR
SUE COLLINS

EXHIBIT ASSISTANT
CLAIRE HOWARD

STAFF ASSISTANT
JUNE STEINBERG

STAFF ASSISTANT
ANNA MAZANTI

INTERNATIONAL GAS TURBINE CENTER
Gas Turbine Division
The American Society of Mechanical Engineers
4250 Perimeter Park South, #108
Atlanta, Georgia 30341 USA

NON-PROFIT ORGANIZATION
U.S. POSTAGE
PAID
ATLANTA, GEORGIA
PERMIT NO. 2685

ASME GAS TURBINE DIVISION
のご好意により複写の許可を得ました。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.

学会誌編集規定

1. 本学会誌の原稿は依頼原稿と会員の自由投稿原稿の２種類とする。依頼原稿とは本学会よりあるテーマについて特定の方に執筆を依頼した原稿、自由投稿原稿とは会員から自由に随時投稿された原稿である。
2. 原稿の内容は、ガスタービンおよび過給機に関連のある論説、解説、技術論文、速報（研究速報、技術速報）、寄書、随筆、見聞記、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。また、用済み後は執筆者に返却する。
4. 原稿用紙は、原則として本会指定の横書440字詰（22×20）を使用する。本原稿用紙４枚で刷上り約１頁となる。
5. 刷上がり頁数は１編につき、図表を含めてそれぞれ次の通りとする。論説４～５頁、解説および技術論文６～８頁、見聞記、速報および寄書３～４頁、随筆２～３頁、ニュース、新製品紹介、書評等１頁以内。超過する場合は短縮を依頼することがある。技術論文については別に定める技術論文投稿規定による。
6. 依頼原稿には規定の原稿料を支払う。
7. 自由投稿原稿の採否は編集委員会で決定する。
8. 自由投稿原稿には原稿料は支払わない。
9. 原稿は下記宛に送付する。
   〒160　東京都新宿区西新宿7－5－13、第３工新ビル
   ㈳日本ガスタービン学会事務局

技術論文投稿規定

1. 本学会誌に技術論文として投稿する原稿は次の条件を満たすものであること。
   1) 投稿原稿は邦文で書かれた著書の原著で、ガスタービンおよび過給機の技術に関連するものであること。
   2) 投稿原稿は、一般に公表されている刊行物に未投稿のものに限る。ただし、要旨または抄録として発表されたものは差し支えない。
2. 投稿原稿の規定頁数は原則として図表を含めて刷上がり８頁以内とする。ただし、１頁につき15,000円の著者負担で４頁以内の増頁をすることができる。
3. 投稿原稿は原稿執筆要領に従って執筆し、正原稿１部、副原稿（コピー）２部を提出する。
4. 投稿原稿の採否は技術論文校閲基準に基づいて校閲し、編集委員会で決定する。

日本ガスタービン学会誌
第14巻 第54号
昭和61年9月10日
編集者　森下輝夫
発行者　佐藤　豪
（社）日本ガスタービン学会
〒160　東京都新宿区西新宿７－５－１３
第３工新ビル
TEL（03）365-0095
振替　東京７－１７９５７８
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

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.148.200.145, 2025/05/06.