特集　文明の発達と動力エネルギー

内燃機関

Internal Combustion Engine

佐藤　豪*
G. Takeshi Sato

1．はじめに

「文明の発達と動力エネルギー」特集で，「内燃機関」を担当するようにお話をいただいた．「内燃機関」と言えばピストンエンジン（容積型内燃機関）だけを考えがちだが，ガスタービン（速度型内燃機関）も含めないと片手落ちである．考えてみると，著者がこの両方の内燃機関を対象として教育・開発・研究に係わってから，丁度50年が経っているので，大役をお引受することとした．

今年は内燃機関の主役のディーゼル機関が始めて自力運転してから丁度100年目に当たる．一方，ガスタービンの最初の特許が英国で交付されたのが，約200年前（1791，No. 1,833）で，そのガスタービンを航空用としたジェットエンジンを英国のホイットルが開発したのが約50年前（1941）である．

この僅かな期間に，内燃機関は文明社会の中に根づき，現在の高度技術化社会を力強く支えている．しかし，大量に用いられているために環境問題の対象ともなっている．そこで，この両者の歴史的意義と将来展望までを文明との係わりで述べることとする．

2．動力，特に内燃機関の必要性とその変遷

2.1　火薬使用の大気圧式内燃機関

ベルサイユ宮殿の庭園で使う大量の水を司る水役人ホイヘンス（オランダ物理学者）が，水の汲み上げ用に1673年に火薬を使用した大気圧式内燃機関（爆発後のシリンダー内を冷却し真空を作り，大気圧によってピストンを押し下げて動力を発生する）のアイディアを考え，その運転実験に成功している[1]．

これは，1712年開発の石炭鉱山排水用ニューコメン（英）大気圧式蒸気機関を，ワット（英）が蒸気圧式復水器付蒸気機関に改良し効率を改善し，第一次産業革命の契機となった1776年より100年以上前のことであった．

2.2　バーバーのガスタービン[2]

蒸気ボイラの安全性や起動時間の問題を解決し，往復期間の複雑な機構を避けるために，速度型（回転式）内燃機関であるガスタービンをバーバー（英）が，1791年に特許を取得している．この特許は，

(1) 圧縮機（往復式）・燃焼器（水噴射付）・タービン（回転式）という構成要素よりなっている．
(2) タービン翼に高温高圧ガスを作動させる．
(3) 乾溜装置によるガス燃料を使用する．［マードックによる都市ガスの製造（1996）より早い.］
(4) 歯車減速装置を用いている．
(5) ジェット噴射による推進を予測している．

等の特質を持ち現在のガスタービンを予言している．

バーバーは，特許の末尾に，「この原動機は，価格が安く，燃料消費率が少なく，故障が生じないように整備できなければならない.」と述べて，熱機関のあるべき特性を予言している．

2.3　カルノー・サイクル

1824年にカルノー（仏）は，「火炎による動力とその動力実現化に最適なエンジン」を著し，「エンジンの最大熱効率は，最高温度と最低温度の差を最高温度で除した値になり，決して100%にはならない」ことを明示し，高低温度差の低い蒸気機関より，温度差の高い内燃機関の方が有利なことも述べている．

2.4　ルノワール（仏）のガスエンジン[3]

蒸気機関からボイラーを除くための熱空気機関の発想は，多くの先人を魅了したが，空気ボイラは給水ポンプによる蒸気ボイラと比較して，給気動力が多い．そのためにシリンダー内で高圧空気を作る必要が認識された．この頃，石炭ガスが普及しだしたので，ガスを燃料に利用する可能性が出てきた．

ルノワール（仏）は，1860年に複動クロスヘッド蒸

*金沢工業大学名誉学長，慶応義塾大学名誉教授
〒921 石川県石川郡野々市町扇が丘7-1

気機関と同様な設計のガスエンジンを開発した．これは，ガスと空気の混合気を吸入し，大気圧で電気点火により燃焼させるもので，工場生産された最初のガスエンジンであった．これは，「ガス配管がある所には何処にでも，欲しい時に，欲しいだけの動力を安く発生し，現代の産業界に生命を与えることができる」という評判を得たが，機械的熱的限界のため出力不足を補うことも不可能で，常に整備を必要とするという欠点も次第に明らかになった．

2.5 オット・ランゲン大気圧ガスエンジン[3)]

蒸気機関は，ボイラの安全性に問題が多く、煤煙も嫌われ，始動にも時間がかかり，正味効率も低く，特に小型の場合に効率の低下が著しい等の多くの欠点があった．ドイツでは特に手工業や小資本製造業が多かったので，小型で簡単な原動機が待望された．

オット（独）は，ランゲンの援助を受け，1863年に大気圧ガスエンジンを完成した．このエンジンは，1867年にパリ世界博覧会に出品され，その燃料消費率がルノワールのガスエンジンの1／3を示し，金賞を獲得した．オットとランゲンは1972年にドイツガスエンジン製作所を設立し，ダイムラーに工場の合理化を担当させ，マイバッハに生産設計を行わせた．

このエンジンは，印刷機，製粉機，ポンプ等の駆動に用いられ，1875年には634台が販売され，中小企業でも広く用いられる可能性があった．しかし，その高さが，2馬力で3m，3馬力も4mあり，小工場では使えない欠点があった．

2.6 オットの4サイクルエンジン[3)]

オットは，主として燃焼の観点から，1861年に圧縮行程を持つ4サイクルエンジンを考案し，1876年5月9日に熱効率の良い（14%）4サイクルのガスエンジンを完成した．1978年のパリ世界博覧会では，このエンジンが人気を浚った．このエンジンは，1876年から1895年の間に，設計変更なしで8321台も販売され，産業の活性化に大きく寄与し，「小型動力革命」を達成した．

1862年ド・ロシャは，吸気の圧縮の有効性を示した4サイクルエンジンの理論ともいえる特許を取得し，「熱と動力を有効に利用するための効率に関する研究」と題する重要な論文を発表した．これは，オットの4サイクルエンジンより早いものであるが，ロシャはその権利を主張しなかった．

2.7 ダイムラー及びベンツの自動車用ガソリン機関[3)]

オットのガスエンジンは，ガス配管のない所では，大きなガス発生装置が必要となる．一方，馬車に代わる自動車に対する要望は，1769年に創造された蒸気機関搭載の自動車では満たすことができなかった．そこで，液体燃料をエネルギー源とした高速軽量小型のエンジンの開発が試みられた．

オットの所で働いていたダイムラーは，マイバッハの協力を得て，1883年に4サイクルガソリンエンジンを完成し，1886年にこの小型軽量高速（900rpm）ガソリンエンジンを4輪車に搭載した．

ベンツ（独）は，1878年に2サイクルエンジンの特許を得て，1879年大晦日に運転に成功した．ベンツは1886年には，4サイクルガソリンエンジンを搭載した3輪車を開発した．

これらは，それぞれ実用化への道とレース用への道を辿りながら，自動車用機関としての完成へと歩みを進めた．しかし，19世紀は，自動車用内燃機関は他の原動機との競合時代であった．20世紀に入ると自動車は，米国を中心として大量生産の時代となった．

2.8 ディーゼルの圧縮着火機関[1)3)4)]

ディーゼル（独）は，ミュンヘン工業大学に在学中の1913年に，「カルノーの理想的サイクルをもつエンジンを実用化し」，それまでの各種原動機の燃料の浪費に終止符を打ち，大型蒸気機関を用いている大産業資本により圧迫されている小資本の町工場や手工業を助けたいと決心した．1893年に「蒸気機関および現用の内燃機関に代わるものとしての合理的熱機関の理論と設計」と題する論文を発表し，この中で等温燃焼が合理的であると述べている．

MAN社とクルップ社がバックアップして開発が進められ，永い苦難の末，1894年2月17日にディーゼルエンジンは初めて自力運転を行った．翌年の計測結果によれば，このエンジンは等温燃焼ではなく等圧燃焼であったが，燃料消費率は他のエンジンの半分以下であった．しかし，このエンジンは，空気式燃料噴射弁用の空気圧縮機を採用しなければならず，噴射弁や燃料ポンプなどにも精密加工が必要なので，ディーゼルが期待したように小型で安価というわけには行かなかった．

ディーゼルエンジンの一番機は，1895年11月に17日間の耐久試験に成功した．新設計のエンジンは，1896年12月に予期した性能を発揮し，その後10年間，設計変更なしで生産された．この開発と普及の期間は，1925年位まで続き，ドイツだけでなくロシア，スカンジナビア諸国，スイスなどで普及し，舶用として用い

られるものも出てきた.

ディーゼルエンジンの有用性は広く認められ，ボッシュ（独）は，1922年に燃料噴射ポンプ，噴射弁の開発を決定し，完成するまでに4年間かかった．この「無気」噴射装置の完成により，ディーゼルエンジンはトラックに用いる道が開けた．その後は，数万馬力の舶用エンジンから機関車用，発電用，自動車用，さらに数馬力の小型エンジンまで広く用いられ，文明の基盤を支えるようになった.

2.9　航空用ピストンエンジン[6]

空を自由に飛ぶ夢を実現するために，蒸気機関によって1842年にはヘリコプター模型を，1852年には飛行船を，更に約10年遅れてプロペラ付固定翼型模型飛行機を飛翔させることに一応成功しているが，機関重量当たり出力不足は否めなかった.

米国航空界の先覚者ラングレーは1898年に蒸気機関から内燃機関に転進して，5気筒星型機関を製作させている．ライト兄弟は，4気筒直列水冷式ガソリン機関を製作し，1903年12月17日に人類初の飛行に成功した．このエンジンは，1300rpm，30HPで馬力当たり重量3.2kg／HPで，燃料噴射方式であった.

ガソリンエンジンによる飛行の可能性が立証されると，多くの追随者が現れ，第1次世界大戦開始までに様々な設計思想のエンジンが出現した．例えば，固定空冷扇型又は星型のアンザニ式，水冷星型のサルムソン式，水冷8気筒V型のウォルズレー式，空冷8気筒V型のルソー式，倒立水冷4気筒のダイムラー式，エンジンそのものが回転して冷却を促進する空冷回転星型のノーム式やローン式などが目立ったものである.

第1次世界大戦では，航空機が重要な武器となったため，熾烈な技術競争が演じられ，航空エンジンも著しい進歩を遂げた．その特質を列挙すると，

(1) 空中戦のために，馬力が著しく増大した．このため，水冷が大勢を占めた.
(2) 空中戦のために，それまでよく用いられていた慣性の大きい空冷回転星型が敗退した.
(3) 実現容易で信頼性の高い水冷V型8気筒や12気筒が大勢を占めた.
(4) 頭上弁や頭上カムシャフトが一般的となった.
(5) アルミニウム合金の利用による軽量化が進み，馬力当たり1.00kgを割るものもでてきた.
(6) 点火装置や気化器の信頼性が高まった.
(7) 実用性が高まり，オーバーホール期間が300時間程度まで延びた.

第1次世界大戦後は，進歩がやや遅くなったが，星型7気筒，9気筒が姿を現し，水冷V型と覇を競うようになった．航空機にますます高速が要求され，エンジンには大出力が求められた．大出力に対して，列型は有望だが，クランク軸やクランクケースの強度に問題が生じた．これの解決には，星型は有意義で，気筒数を増すために，二重星型14気筒や18気筒が一方の主流となった.

第2次世界大戦では，長距離爆撃などが作戦の中心となり，高空を低燃料消費率で飛行することが至上命令となった．高空性能向上のためには，先ず機械駆動式過給機を装備したが，次には1929年にビュッヒ（スイス）が開発していた排気ターボ過給機を装備する必然性が生じた．ここで容積型エンジンに速度型が複合することとなった.

航空発動機の重量・前面投影面積の制約内で，出力増大が強度・剛性の限界で行き詰まった事と，プロペラに働く音速の壁のため，ピストン式航空発動機は，極く小型のものを除いて，終焉を迎え，ジェットエンジンに席を譲った．その最後の飾ったものは，排気タービンで生じた出力をクランク軸出力と合わせて出力とする星型18気筒の複合エンジンであった.

2.10　ジェットエンジン[8]

速度型機関のガスタービンの前史については，2.2で述べた．バーバー以後も様々な考案が提案されているが，なかなか実現には至らなかった．1901年から1910年までアルメンゴーとルメール（仏）は，艦艇用の主機などを目標として，ガスタービンを作製し，実際に出力を得ることができた[2].

ストドラ教授（スイス）は，1924年に「蒸気及びガスタービン」[7]という名著を著し，その弟子達が回転式熱機関の発展に寄与し，1939年にはBBC製4000kW発電用ガスタービンがヌーシャテルに就役している.

英国空軍少尉であったホイットルは，高々度，高速機に装備する推進装置として，従来のピストン式航空エンジンに限界を予測し，ガスタービンとジェット推進を結び付ける基本特許を1930年1月16日に提出，受理された．しかし，この特許の重要性はなかなか認められず，やっと1936年3月にパワー・ジェット株式会社が結成され，ジェットエンジンの開発が始まった．1937年4月12日にターボジェット・エンジンの最初の試験運転が行われ，1937年5月6日には，1時間45分の連続運転ができ，13000rpmで480lb（計画値550lb）の推力を測定した．その後，グロスターE.28型機に搭

載され，1941年4月8日に滑空試験を，また1941年5月5日に17分間の処女飛行に成功した．このような成果は，自由渦理論による三次元翼列設計法，シェル社の多罐型燃焼器の採用，耐熱合金の開発等による所が大である．

これと時を同じくして，ドイツでは，ハインケル航空機会社のフォン・チェイン（特許発明者としては偽名フォン・オハイン）が，特許を取得し，開発が開始され，BMWやユンカースも参入して，大戦にはメッサーシュミット262型双発戦闘襲撃機に搭載されて実戦に参加した．

我が国でも，海軍航空技術廠で種子島時休らにより独自に開発が進められ，戦中に試験飛行を行った．

英国の技術は，米国へ伝えられ，ドイツの技術はフランスとロシアに伝えられて，華が開いたと言える．戦後，ジェットエンジンは航空発動機の主流を占め，軍用と民間用とに分かれて，発展を遂げている．軍用は主として比出力の増大を目標としている．これは，アフターバーナーによる推力増強をふくむ大推力化と，リフトエンジン用の軽量化が目標である．一方，民間用は，バイパス比の大きなファンエンジンを採用し，推進効率の改善により燃料消費率を向上し，また信頼性の向上に重点が置かれている．これにより，民間航空の発展は著しく，人・物資の高速輸送が高度技術化社会に大きく寄与している．

3．船用内燃機関の現状[8)]

船用主機関では，蒸気及びガスタービンは減少し，燃料消費率の良い2サイクル低速ディーゼル機関が75%程度になっている．国別生産高（出力）では，日本39.5%，韓国18.1%，ドイツ（含む東・西）8.4%等となっている．最近，台湾3.04%の台頭が顕著である．2サイクル低速ディーゼル機関は，ユニフロー掃気方式の長行程のMAN-B&W，Sulzer，三菱のシリーズ機関のみが生産された．これの世界最大の機関は，三井MAN-B&Wの64320PS／12cyl. で，この燃料消費率は126g／PS.hである．なお，最良の燃料消費率は，120g／PS.hに達している．

船舶の推進機関に要求されるものは，信頼性・安全性・経済性である．これまでは，機関単独で評価していたが，今後は，船全体について運行計画まで含めてトータルシステムとして研究開発する必要がある．「高信頼度知能化船」の研究が推進された所以である．

省エネルギー対策としては，機関内の燃焼改善を始め，排気ターボ過給機の採用は当然として，最適運転条件による運行のための最適制御や，断熱エンジンによるターボ・コンパウンド・システムも検討されている．さらに，船舶全体としてコジェネレーション・システムの概念の採用が必要となろう．

公害対策としては，国際海事機関の海洋環境保護委員会が削減目標値「2000年までにSOx現状レベルの50%，NOx70%」を示した．SOxについては，陸上で除去するか船上で除去するか検討している．高い熱効率とトレイドオフの関係にるNOxが最大の問題であり，脱硝装置の装着が考慮されている．

4．陸船用ガスタービンの現状[9)]

4.1　事業用発電ガスタービン

大半は，蒸気タービンと組み合わせたコンバインド・サイクルでベースロード用である．その中には，既設の火力発電所の蒸気タービンの上流にガスタービン発電設備を増設して，その排熱を利用し発電出力を増加するリパワリング・プラントも含まれている．これらのコンバインド・サイクル発電プラントの熱効率は最新鋭蒸気タービン発電プラントの熱効率を上回っている．1991年の我が国の事業用発電ガスタービンの生産台数は，国内用・輸出用合せて，ベースロード用が16台，ピークロード用が2台である．

分散型電源も，適性規模による効果，送電ロスの減少，コージェネレーションによる熱利用率の高さ等のメリットから今後十分に考慮する必要がある．

4.2　自家用発電ガスタービン

この場合もベースロード用が多く，特に電力と蒸気とを同時に得られるコージェネレーション・プラントが生産プロセスで蒸気を必要とする場合に広く用いられている．この場合には，ガスタービンの熱効率があまり問題にならない．なお，燃料としては，各種の廃ガスを用いることができる．

最近，非常用発電ガスタービンが著しく増加している．これは，振動がなく，冷却水が不要で，起動時間が短く，同期投入などを全て自動化出来，トルク変動率も少ない等の特質のためである．

1991年の我が国の自家用発電ガスタービンの生産台数は，国内用・輸出用合せて，ベースロード用が57台，ピークロード用が4台，非常用発電用が327台である．

将来は，タービン入口温度1500Cクラスのセラミックガスタービンや石炭ガス化複合発電サイクルなどが実用化することになると考えられる．

4.3 機械駆動用ガスタービン

天然ガスパイプラインのガス圧縮機駆動用，原油輸送ポンプ駆動用，或いは油田に注入するガスや水を加圧する圧縮機やポンプの駆動用等に，ガスタービンが米国などで広く使用されているが，我が国では実績がほとんどない．

4.4 船舶用ガスタービン

普通の商船用にはガスタービンは，ディーゼル機関に比べて経済性が劣るために，全く用いられていない．しかし，「テクノスーパーライナ」に代表される輸送の高速化に対応するため，その主機として航空転用型ガスタービンが用いられる可能性がある．

艦艇用にガスタービンを用いるには，ディーゼル機関，蒸気タービン又はガスタービンと併設し，主機のガスタービンは，全力航行の時だけ使用する．例えばCOGAG（Combined Gas Turbine and Gas Turbine）方式で用いる．小型軽量，大出力，急速起動の特質をもつ航空転用型ガスタービンが用いられている．我が国では毎年平均9台位が生産されている．

4.5 ガスタービンの排気問題

上述のように，ガスタービンが広く用いられるようになるにつれて，その排気の有害成分が問題となってきている．連続燃焼なので，容積型に比較して，対策を立てやすく，燃焼器内で様々な工夫が行われている．過濃―希薄段階燃焼，予混合燃焼，触媒燃焼などが試みられている．

5．自動車用ピストンエンジンの現状

5.1 自動車用ピストンエンジン

ピストンエンジンが，自動車用エンジンとして登場した経緯については，2.7，2.8において述べた．1900年を境として，自動車用エンジンとして，ガソリンエンジンとディーゼルエンジンとが確固たる地位を占めるようになった．この原因は，

(1) 内燃機関なので，作動流体を加熱するためのサブシステムが不要である．従って，小型，軽量で，始動から全負荷迄の時間が短い．

(2) 間欠燃焼方式なので，材料に対する耐熱性の要求が比較的楽である．

(3) 量産技術が確立し，製造コストが低い．

(4) 燃料供給装置などのサブシステムの供給が円滑である．

(5) 使用燃料が液体で，取扱容易で，比較的安定に供給され，安価である．

などである．

5.2 自動車用ガソリンエンジン

乗用車の殆ど全部と軽トラックの一部で用いられているガソリンエンジンに要求される特性は，時代と共に変化している．1960年代は，高出力化の問題はあったが，「内燃機関はほぼ完成の域に達していて，研究テーマを見つけることも困難だ」といわれ，研究は低調で論文数も極めて少なかった．所が，1970年代になるとマスキー法に端を発した排気対策が主要な命題になってきた．二度のオイルショック以後は，省エネルギー要求に答えるため，低燃料消費率と軽量化が求められるようになった．それ以後は，ターボ過給機の装着，頭上多弁化，可変機構の採用による最適制御などを基とした出力・燃料消費率の向上などが，主要な目標となっている．

5.3 自動車用ディーゼルエンジン[10]

我が国においては，トラックとバスの原動機は，殆どディーゼルエンジンに限られている．このエンジンの特質は，燃料消費が少ない点であが，振動，騒音，排気，始動特性など多くの欠点を持っていた．これらの欠点を克服するために，ディーゼル噴霧の燃焼，シリンダー・ライナーの熱伝達，ライナーとピストンリングのトライボロジー，エンジン本体の振動などの基礎的研究を基にした有効な対策が実施され，現在は寿命の長い信頼性のあるエンジンとして，社会の基盤を支えて活躍している．

しかしながら，ディーゼルエンジンは，ガソリンに比べて重質の軽油を噴射して，高圧縮比のシリンダー内で自己着火によって燃焼させるため，排気の清浄化に難点がある．特に，燃料消費を改善し，燃料費の節減，燃料資源の保全，CO_2の低減を達成するため，直接噴射方式が採用され，排気清浄化は一層困難になった．

ディーゼルエンジンでは，NOxと微粒子状排出物（主としてすす状粒子と可溶性有機物質とからなる）の低減がトレイドオフの関係にあり，これらの低減のため様々な手法が試みられているが，抜本的な解決には至っていない．それらを大別すれば，

(1) エンジン燃焼室内で燃焼を改善する方法

噴射時期の遅延，噴射時期・噴射率の制御，高圧噴射，スワールの制御，燃焼室形状の改善，排気再循環，水噴射，エマルジョン燃料の採用など

(2) 排気後処理により排気を清浄化する方法

a．ディーゼル微粒子捕集フィルター

捕集したすす状微粒子の処置を含む再生法

b．触媒

酸化触媒，NOx 触媒

などが挙げられる．しかし，どの項目もNOxか微粒子状排出物の低減に一応の効果はあるが，両者を運転の広い範囲で除去できるものではない．

今後は，これらの方法の併用によって解決法を見いだすか，シリンダー壁面に噴霧が衝突しないような抜本的方法（例えば衝突拡散層状燃焼システム）により活路を見いだす努力が必要である．

6．おわりに

容積型と速度型の内燃機関について，その歴史的な役割と初期の発展過程及び現代の各機関の問題点について概観した．各種の内燃機関は，それぞれの特質を伸ばし，その簡便性，信頼性，安全性の故に各分野で広く利用され，社会の基盤を支え，高度技術化社会を実現するのに寄与している．しかしながら，その浸透が質量共に著しく，従って，その欠点である有害排出物の問題がクローズアップしてきている．

燃料資源の有効利用，CO_2の低減のために，熱効率の向上は最も望まれる所である．そのためには，エンジン単体ではサイクルの最適化による熱効率の向上も実施されている．一方，燃焼効率の向上にも重点が置かれ，これによってUHC，微粒子状排出物，COなどの不完全燃焼の生成物は減少できるが，逆にNOxが増加する．この点のトレイドオフをどのようにして実現するかが，内燃機関に求められている最重要課題である．

メタノールエンジンや水素エンジンもこれらの諸問題の解決の一方法であろう．

熱エネルギーの有効利用のためには，容積型と速度型の内燃機関の組み合わせなどをも含めて，システムとして，動力と各種熱エネルギーの最適な利用法の開発や実施も緊急課題である．

要するに，内燃機関も，従来の「経済効率主導型」から「環境重視の人間主導型」へと変換している段階である．

参考文献

1）鈴木　孝：エンジンのロマン，プレジデント社（1994）．

2）N.Davey : The Gas Turbine, Constable & Co.Ltd. London (1914).

3）E.Diesel et al : Vom Motor zum Auto, Deutsche Verlags-Anstalt GmbH (1957).
山田勝哉訳：エンジンからクルマへ，山海堂（1984）．

4）山岡茂樹：ディーゼル技術史の曲りかど，信山社出版（1993）．

5）富塚　清：航空原動機，産業図書（1936）．

6）F.Whittle : JET　The Story of a Pioneer, Frederick Muller Ltd, London (1953).
巌谷英一他訳：ジェット，一橋書房（1955）．

7）A.Stodola : Dampf-und Gas-Turbinen, Springer Berlin (1924).

8）須甲昭平：5.2船用エンジン，日本エネルギー学会誌 Vol. 72, No. 785 pp. 682-692 (1993-7).

9）生産統計図から見るガスタービン及びターボ過給機の歴史　日本ガスタービン学会誌 Vol. 20, No. 79 pp. 131-139 (1992-12).

10）日本機械工業連合会，日本自動車研究所：自動車のNOx低減対策に関する調査研究報告書（1993-03）．

協賛行事ごあんない

1995年国際ガスタービン会議横浜大会

1．実施運営母体　1995年国際ガスタービン会議横浜大会組織委員会

2．共　催　日本ガスタービン学会，日本機械学会

3．会　期　1995年10月22日(日)～27日(金)

4．会　場　パシフィコ横浜

5．参加予定数　約500名

6．使用言語　英語

7．問合せ先　1995年国際ガスタービン会議横浜大会組織委員会（1994年5月26日発足予定）
〒106 東京都港区麻布台1-9-4　A・H-1ビル
㈱コンベックス気付
TEL 03-3589-3355