

コージェネレーション用セラミックガスタービンの研究開発

Overview of Ceramic Gas Turbine Project for Co-Generation

田 村 茂*

Shigeru Tamura

1. 緒言

ガスタービンは、他の熱機関に比べ、小型・軽量で大出力を出すことができ、天然ガス等多種の燃料が利用可能で、さらに排ガス特性の良好性や騒音振動対策も容易等低環境負荷型機関としても優れた特徴を有している。

その一方で、出力規模の小型化に伴い、熱効率が急速に低下するという大きな欠点があり、このことが小型エンジン分野でのガスタービンの普及を阻む要因となっている。

このためには、大型のガスタービンにおけるような圧縮空気による高温部の冷却機構を要せず、タービン入口温度の高温化を図ることにより、エンジン熱効率を飛躍的に向上させることが必要である。

このための手段として、耐熱構造材として優れた特性を有するセラミックスをガスタービン高温部に採用し、空冷を行うことなく高いエンジン熱効率を達成することを旨とした開発プロジェクトを進めている。

当該開発プロジェクトは、通商産業省工業技術院のニューサンシャイン計画の一環として、同省所管の特殊法人である新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が、国の補助金を受け、昭和63年度から平成10年度までの11年の開発期間を進めている。

本稿では、この「コージェネレーション用300kW級セラミックガスタービン」の開発プロジェクトについて、その概要を紹介する。

2. 開発の必要性・効果

小型ガスタービンの熱効率が低い要因はタービン入口温度(TIT)が低いことが大きく影響している。

ガスタービンの熱効率向上にはTITの高温化が最も

効果的であり、中・大型のガスタービンにおいては圧縮機で生み出される空気の一部を抽気し、タービンブレード等の高温部を冷却することにより、金属材料での限界を越える温度までTITを上げ(1250~1450℃)、高い熱効率を現出している。最近では、コンバインドサイクルの採用により50%近い効率を現出している。

ところが、小型ガスタービンでは、タービンブレードも含め各構成機器が小型であることから同様な空気冷却機構を採用することは極めて困難である。このため、TITは金属材料の耐熱限界以下に抑えられ(900~950℃)、エンジン熱効率が大きく低下することになる(300kW級で15~20%)。

当該プロジェクトでは、前述のように、ガスタービン高温部に窒化珪素等の耐熱構造材用セラミックスを用い、無冷却かつ高いTIT条件を達成し、エンジン各構成要素機器の性能向上と併せて、飛躍的に高効率なコージェネレーション用小型ガスタービンを開発しようとするものである。

当該開発により、次の効果が期待される。

- ①省エネルギー効果(熱効率向上)
- ②石油代替エネルギー効果・燃料多様化効果
- ③環境改善効果(優れた排ガス特性等)
- ④耐熱構造材としてのセラミックス技術の開発成果・実証を通じた関連産業への波及効果(広範な分野への耐熱構造材用セラミックス活用)

3. 開発の基本的計画・進め方

3.1 開発目標

当該プロジェクトでは、コージェネレーション等に使用される高効率、低公害な中小型のセラミックガスタービンの開発を行うため、耐熱セラミックス部材(燃焼器、動翼、静翼、高温ガス通路部等)、エンジン構成要素機器(圧縮機、燃焼器、タービン、熱交換器等)の技術開発・性能向上を行い、これらを組み込んだセラミックガスタービンを試作し、運転研究を通じ

*新エネルギー・産業技術総合開発機構 燃料・貯蔵技術開発室 主任研究員

〒170 東京都豊島区東池袋3-1-1 サンシャイン60内

表1 開発目標

熱効率	タービン入口温度 (TIT)	軸出力	排ガス特性
≥42% (LHV)	1350℃	300kW	法令基準値以下

た改良改善により、熱効率を大幅向上させたセラミックガスタービンを開発・実証する。

具体的な目標は表1のとおり。

このように、当該プロジェクトは、現状における同規模ガスタービンの熱効率15～20%を大幅に上回る42%以上を目指した極めて挑戦的な高い目標を掲げた世界に類のないプロジェクトである。

こうした大幅なエンジン熱効率の向上を図る観点から再生サイクル方式を採り入れた開発を行っている。

また、その可変機構により熱・電併給が可能なコジェネ用として利用が可能な形態としている。

こうした大幅な効率向上、コジェネ利用が可能等を通じ、従来、小型エンジンとしての利用が少なかった小型ガスタービンを、常用設備として、かつガスエンジン、ディーゼルエンジンに十分に対抗できる性能を具備させ、大幅な用途拡大をもたらせることになる。

しかも、燃焼器のセラミックス化、無冷却化等を通じ、温度分布の均一なNO_x値の低い排ガス化をもたらし、騒音・振動対策にも容易な都市部に向けた低公害型のエンジンを供給し得ることになる。

3.2 開発の進め方

当該プロジェクトにおける具体的な開発の展開は、表2の耐熱セラミック部材の開発、エンジン構成要素機器技術の開発、エンジンの試作・運転研究を表3のスケジュールで推進している。

また、エンジンの開発ステップとしては、表4に示す手順で、順次、TITを高温化させる等により、最終のTIT 1350℃パイロット機開発に至る方式を採っている。

さらに、こうした開発を、現在、それぞれ特徴のある表5に示す2タイプの機種について、並行して進めている（平成7年度までは、3タイプの機種の開発を進めていたが、8年度から2機種に絞り込んで推進中）。

3.3 開発の体制

NEDOは、自ら技術開発を行う組織を持っていないため、実際の技術開発は外部の民間企業等に委託するとともに、併せて関係の国立研究所からの技術的評

表2 開発項目

開発項目	開発内容の概要
①耐熱セラミック部材の研究開発	高温強度、靱性、耐食性に優れたセラミック部材の開発を行うとともに、その性能向上に関する研究を行う。
②要素技術の研究開発	ガスタービンエンジンを構成する圧縮機、燃焼器、タービン、熱交換器等の各要素機器（高温部にセラミック部品を組み込んだものを含む）の性能向上に関する研究を行う。
③試作運転研究	上記の各要素機器を組み込んだガスタービンエンジンシステムを試作し、運転研究によりトータルエンジンシステムとしての熱効率、信頼性等の性能向上に関する研究を行う。

表3 研究開発スケジュール

年 度	63	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. 耐熱セラミック部材の研究開発	セラミック部材・部品化技術の開発											
	エンジン構成要素技術・要素機器の開発											
2. 要素技術の研究開発	基本設計	基本型金属GT (900℃) 開発										
		基本型CGT (1200℃) 開発										
		パイロットCGT (1350℃) 開発										
3. 設計試作運転研究 (基本設計)	環境保全性・利用システム (負荷形態・経済性等) の調査研究											
4. 社会適合性研究												
											最 終 評 価	

表4 エンジン開発のステップ

開発項目	開発内容の概要
〔第1ステップ〕 ①基本型金属製GT 〔TIT 900℃〕	セラミックガスタービンと空力的、基本構造的に同等な金属製ガスタービンを設計試作し、性能試験等により、各要素機器間の整合性、エンジンシステムとしての妥当性等を検証。
〔第2ステップ〕 ②基本型CGT 〔TIT 1200℃〕	TIT 1200℃の条件の下で、セラミック部品を組み込んだエンジンの設計試作及び運転研究を行い、実機としての問題点・改善策、次のパイロットCGT開発に向けた課題を抽出。
〔第3ステップ〕 ③パイロットCGT 〔TIT 1350℃〕	TIT 1350℃の条件の下で、セラミック部品を組み込んだエンジンの設計試作及び運転研究を行い、改良改善により開発目標に定めた諸性能をエンジンシステムとして実証。

表5 開発対象機種

開発項目	開発内容の概要
①CGT 301	コジェネレーション用・再生サイクル式1軸ガスタービン <ul style="list-style-type: none"> 定格出力での熱効率に重点を置いたシンプルな1軸構造 熱交換器に流れる排ガス量の調節により広範囲の熱電比可変 熱交換器を除く殆どの部品を軸対象位置に配置し、従来型のGTに捕らわれない構造形態を採用し、ガスタービンの大型化にも対応しやすい構造。
②CGT 302	コジェネレーション用・再生サイクル式2軸ガスタービン <ul style="list-style-type: none"> 電気、熱の多様な形態での負荷変動に1台のみでも対応でき、定格点以下の部分負荷でも高効率が保てるよう2軸構造 CGT301と同様、熱交換器の排ガス量の調節により、広範囲の熱電比可変 GTとして実績のある構造形態で、耐熱部材のセラミック化に重点
③CGT 303 (現在、開発を中断)	〔参考：平成7年度まで開発し、評価により、上記2機種に絞り込み。現在、開発を中断〕 可搬型発電用・再生サイクル式2軸ガスタービン <ul style="list-style-type: none"> 工場現場での発電など、可搬型発電用に主眼を置き、部分負荷、負荷変動追従性等への対応から2軸による低速トルクの大きさを活用する方式 コンパクト化から回転蓄熱式熱交換器を採用し、熱回収により高効率を得る方式(低圧力比)

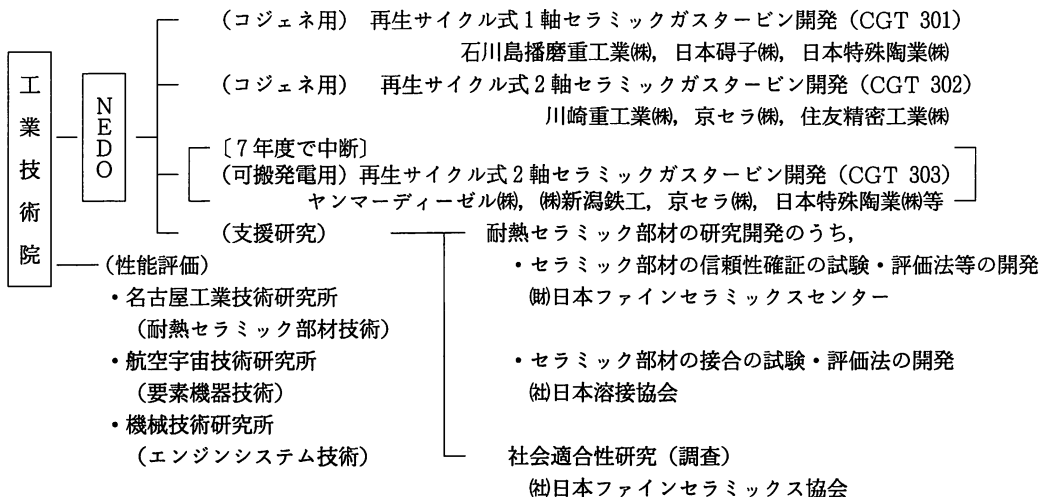


図-1 研究開発体制

価等の支援を得ながら進めている。

現状における具体的な体制は図-1のとおり。

4. 開発の現状

昭和63年度からの計画的な技術開発の進展により、着実な成果をあげつつあり、既に、現状においても世界最高の熱効率を達成している。

4.1 開発対象機種種の構造・仕様

表6、並びに図-2および図-3に、それぞれ各機種種の仕様、並びに構造及びセラミック製高温部品を示す。

CGT 301は、一定負荷運転に適した1軸式の再生サイクル型ガスタービンであり、動翼には金属ディスクにセラミックブレードを装着させ、大型化にも適したハイブリッド形ローターを採用している。

また、CGT 302は、負荷変動にも適し、部分負荷運転でも効率的な2軸式の再生サイクル型ガスタービンであり、動翼には、ガスジェネレータータービン(CGT)用にセラミック一体形ローター、またパワータービン(PT)用にハイブリッド型ローターを採用している。このうち、PT用ローターにあっては、これまでセラミック部品の大型化が技術的に難しかった

表6 開発機種種の仕様

	CGT 301	CGT 302	(参考) CGT 303
エンジンタイプ	再生1軸式	再生2軸式	
圧縮機	軸流+遠心式		
タービン	2段軸流式	GGT:軸流式 PT:軸流式	GGT:軸流式 PT:軸流式
	セラミックブレード/ 金属ディスク	GGT:セラミック PT:セラミックブレード/金属ディスク	
熱交換器	シェル&チューブ型 (セラミック+金属製)	プレートフィン型 (金属製)	回転蓄熱式 (セラミックコア)
用途	コージェネレーション		可搬式発電用

ことからハイブリッド形としてきたが、一体成形が可能になるつつあることからPT用についても、高効率が可能であるセラミック一体形ローターの開発を進めている。

4.2 耐熱セラミック部材の開発

これまでに、TIT 1200℃基本型CGTの開発を終了し、中間段階としての当該基本型CGT用のセラミック部材の性能について、材料性能としての標準試験片と実体切り出し試験片との比較による強度、破壊靱性、クリープ特性、酸化特性等、また部品性能としての寸法精度、保証強度、熱衝撃・熱疲労性能等、いずれも、CGT 301及び302用部材として、良好な結果を

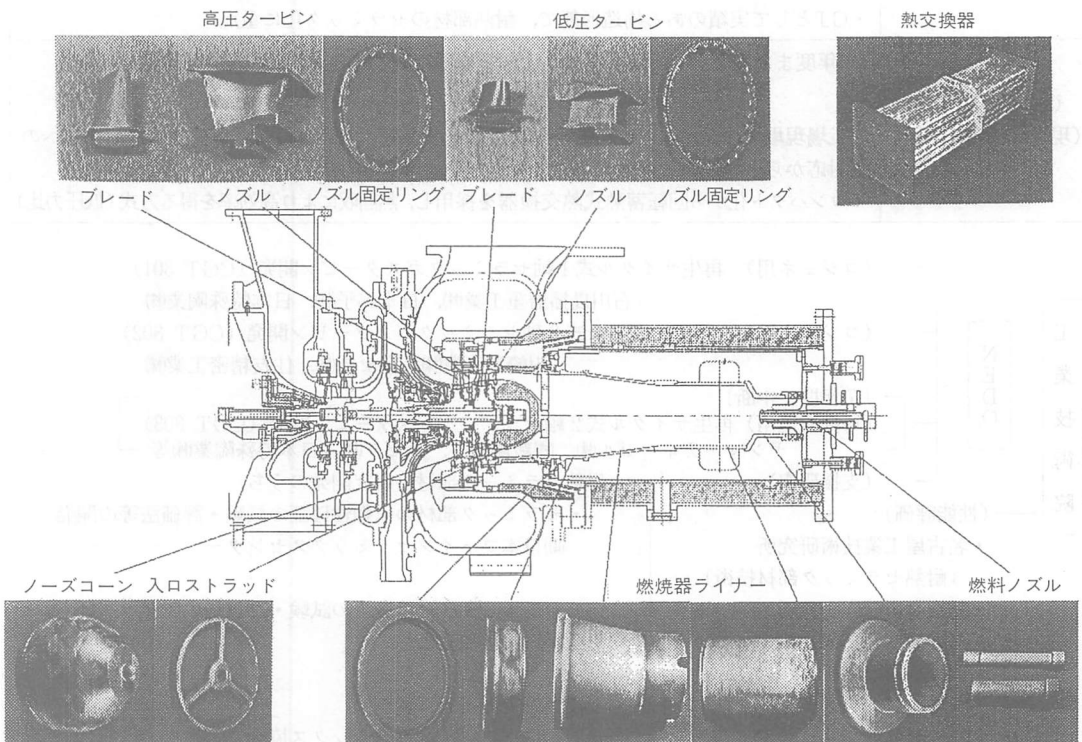


図-2 CGT 301の構造及びセラミック部品

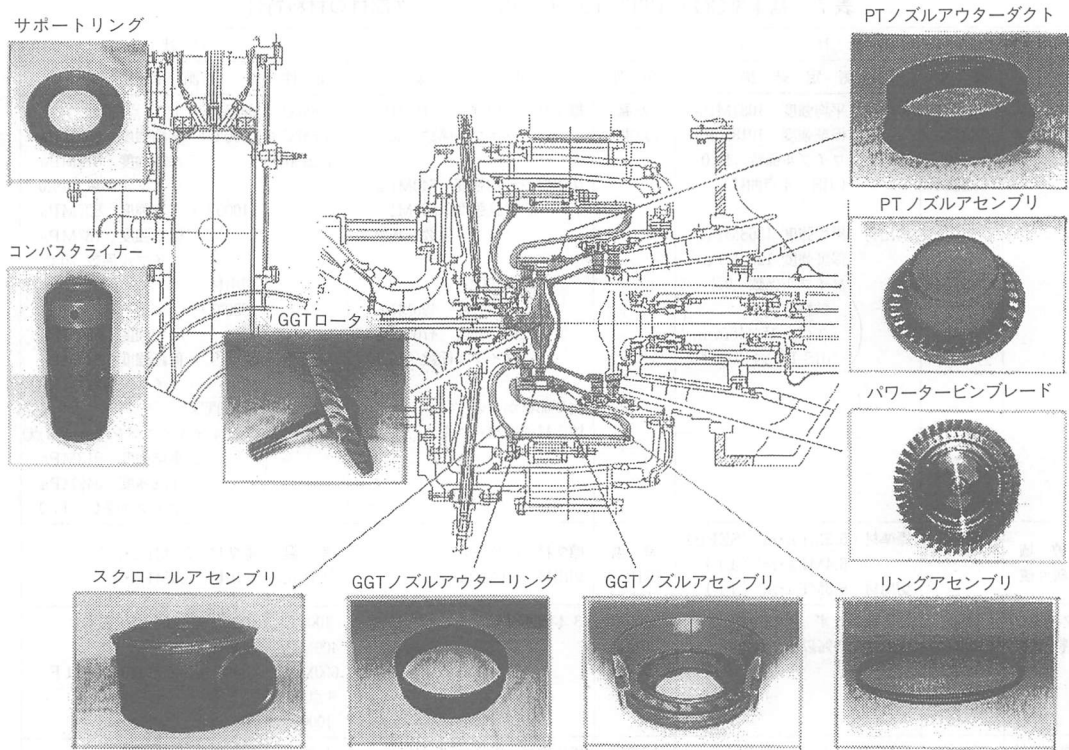


図-3 CGT 302の構造及びセラミック部品

得ている。

具体的には、表7および表8に示すとおり。

また、これを踏まえた最終段階のTIT 1350°CパイロットCGT用のセラミック部材用に適用候補の性能改良型のセラミック部材の材料性能についても同様に強度、破壊靱性、クリープ特性、酸化特性等についても、優れた特性値を示し、TIT 1350°C級のCGT 301及び302用材料としての必要水準を達成できる見通しを得ている。

具体的には、表9に示すとおり。

以上を踏まえ、現在、CGT 301及び302ともに、TIT 1350°CパイロットCGT用セラミック部品の製造技術の開発及び試作を進めているところである。

4.3 エンジン構成要素機器及びエンジンシステムの開発 (試作・運転研究)

圧縮機、燃焼器、タービン、熱交換器等のエンジンの各構成要素機器について、一部機器についてはセラミック部品を組み入れたものとなるが、これら機器の性能向上、信頼性向上のための開発を進めるとともに、これら各要素機器を組み合わせたエンジン・トータルシステムとしてのマッチングを行い、エンジンシステム

としての性能向上、信頼性向上を運転研究を通じて進めてきている。

これまでに、TIT 900°Cの金属製基本型ガスタービンの試作・運転研究を行い、セラミックガスタービンとしての機構、各要素機器間のバランス等の検証を行うとともに、システムとしての妥当性を確認し、以降の開発に向けての課題抽出を行った。これを踏まえ、次ステップであるTIT 1200°C基本型CGTの開発に移行し、中間段階としての当該基本型CGTでTIT 1200°Cでの運転に成功するとともに、精力的な運転研究により多くの改善改良を行ってきた。この結果、この規模のガスタービンとしては、世界最高レベルの熱効率を達成する等の成果を上げている。

現在は、TIT 1200°C基本型CGTの開発成果を踏まえ、最終ステップであるTIT 1350°C級のパイロットCGTの本格開発に取り組んでいるところである。

TIT 1200°C基本型CGTの開発においては、セラミックガスタービンのシステムとしての妥当性を実証するとともに、従来の同クラスの高効率性を達成する等優れた性能を有するガスタービンであることを確認するなど、当該開発プロジェ

表7 基本型CGT (TIT 1200℃) 用セラミック部材の材料特性

測定項目	A 社		B 社		C 社	
	条件	測定結果	条件	測定結果	条件	測定結果
強度、 ワイブル 係数	1000℃ 試験数 =30 4点曲げ	標準材：平均強度 1087MPa 保証強度 1018MPa ワイブル係数 15.0 (JIS 4点曲げ) 切出材：平均強度 1368MPa 保証強度 1230MPa ワイブル係数 9.4 (試料数=24, スパン 15×15mm, JIS-1/2 4点曲げ)	室温 4点曲げ	標準材：平均強度 615MPa ワイブル係数 20.0 切出材：平均強度 640MPa 保証強度 609MPa ワイブル係数 16.2 (1200℃) 平均強度 495MPa 保証強度 470MPa ワイブル係数 19.1 他の部材からの 切出材強度データ有り	900℃ 1000℃ 4点曲げ	標準材：(JIS 4点曲げ) (900℃) 平均強度 853MPa 保証強度 812MPa ワイブル係数 19.0 (1000℃) 平均強度 827MPa 保証強度 787MPa ワイブル係数 20.0 切出材： (900℃) 平均強度 890MPa 保証強度 810MPa ワイブル係数 11.0 (1000℃) (4×3×スパン12mm 3点) 平均強度 913MPa 保証強度 849MPa ワイブル係数 14.0
破壊 靱性値	室温	標準材：5.2MPa・m ^{1/2} (SEPB) 6.4MPa・m ^{1/2} (1 F) 切出材：6.3MPa・m ^{1/2} (1 F)	室温 SEPB法	標準材：6.3MPa・m ^{1/2} 切出材：6.6MPa・m ^{1/2}	室温 SEPB法	標準材：6.0MPa・m ^{1/2} 切出材：6.4MPa・m ^{1/2}
クリープ 特性	1000℃ 350MPa 4点曲げ 1000hr	3本破断せず 変形量0.03%以下	1200℃ 300MPa 1000hr	3本破断せず	1000℃ 400MPa 600MPa 3点曲げ 1000hr	400MPa, 600MPaともに 破断せず 400MPa：変形量0.03%以下
酸化特性	1200℃ 1000hr	酸化増量：0.13mg/cm ² 酸化前 4点曲げ強度：688MPa ワイブル係数：23.3 酸化後 4点曲げ強度：706MPa ワイブル係数：20.8	1200℃ 1000hr 切出材 室温強度	酸化増量：0.21mg/cm ² 酸化前 4点曲げ強度：640MPa ワイブル係数：16.2 酸化後 4点曲げ強度：653MPa ワイブル係数：14.7 (1200℃では強度：503MPa) ワイブル係数：12.3)	1100℃ 1000hr 標準材	酸化増量：0.25mg/cm ² 酸化前 4点曲げ強度：815MPa 酸化後 4点曲げ強度：800MPa
その他		弾性率, 熱膨張係数, 熱伝導率 比熱のデータ有り		弾性率; 熱膨張係数, 熱伝導率, 比熱のデータ有り		弾性率, 熱膨張係数, 熱伝導率, 比熱のデータ有り

クトの狙いが誤りでなかったことが検証された。

当該開発ステップでは、CGT 301及び302においても、TIT 1200℃以上の運転条件で20時間以上の運転実績を有し、熱効率についても、CGT 301では26.4%、CGT 302では更にこれを上回る33.1%に達する等の世界に誇れる性能を現出している。表10にエンジン試験結果を示す。

なお、こうした高い熱効率の達成は、平成6年度末又は7年度初頭には、CGT 301で12.3%、またCGT 301で29.2%であったものが、少なくとも7年度中にはそれぞれ前述の高率に至るまでの改良がなし得たものであり、運転研究による改良改善が如何に重要であるかということをまざまざと見せつけられた思いである。このことはTIT 1350℃のパイロットCGTの開発過程においても大いに重視すべき事項と認識している。

平成8年度においては、以上の成果を踏まえ、性能改良された新しいセラミック材料による部品、各要素

機器を製作し、これらを組み入れたTIT 1350℃パイロットCGTの試作を行っている。もちろん、このために不可欠な新規セラミック材料による部品製造技術の開発・改良、各要素機器の性能向上のための開発・改良等をそれぞれ併せて進めるとともに、既設のTIT 1200℃基本型CGTをベースとして高温化・高効率化に向けた改良改善のための運転研究を行っている。

5. 今後の展開

当該プロジェクトは平成10年度までを開発期間としており、残された期間は2年余である。

平成9年度以降の展開の中心は、CGT 301及び302とともに、TIT 1350℃パイロットCGTによる本格的な運転研究による改良改善である。極めて挑戦的な開発目標をターゲットとしていることから、相応の精力的な対応が必要であり、エンジンシステムとしての改良のみならず、要素機器技術、セラミック部材技術に溯

表 8 基本型CGT (TIT 1200°C) 用セラミック部材の部品性能

評価項目	評価基準	CGT 301	CGT 302
寸法精度	各部品の要求寸法精度以内	すべて許容範囲内 <例> 低圧段動翼 設計: ±0.2mm 実績: Max.0.2mm	すべて許容範囲内 <例> パワータービンブレード 設計: -0.1~0.2mm 実績: 0.14~0.16mm
保証強度	定格温度・回転数で損傷を受けないこと	○	○
熱衝撃・熱疲労	100サイクル 定格運転にて損傷を受けないこと	○	○
運転試験	運転試験後に損傷がないこと	○	○

表 9 パイロットCGT (TIT 1350°C) 用セラミック候補材料の材料特性

評価項目	目 標	A 社	B 社	C 社
曲げ強度	保証強度: 400MPa (at1500°C, 試験数: 30本)	平均強度: 505MPa 保証強度: 488MPa	平均強度: 541MPa 保証強度: 515MPa	平均強度: 586MPa 保証強度: 555MPa
ワイブル係数	20 at 1500°C	27.3	19.6	17.6
破壊靱性	8 MPam ^{1/2}	6.2MPam ^{1/2}	6.4MPam ^{1/2}	5.6MPam ^{1/2}
クリープ特性	・寿命: 1000時間以上 ・伸び: 2%以下 (1000時間クリープ試験後) <試験条件> 1150°C, 大気中, 350MPa 試験数: 3本	・破断せず(3本とも) ・平均伸び: 0.8%	・破断せず(3本とも) ・平均伸び: 0.08%	・破断せず(1本) ・破断(1本: 980時間) (1本: 870時間) ・平均伸び: 0.75% (未破断試験前で1000時間クリープ試験後)
酸化特性	保証強度: 250MPa (酸化試験後) <試験条件> 1350°C, 大気中, 1000時間 試験数: 10本	・平均強度 酸化前: 671MPa 酸化後: 609MPa ・酸化増量: 0.37mg/cm ² ・表面粗さ 酸化前: Pa=0.017μm 酸化後: Ra=0.129μm	・平均強度 酸化前: 595MPa 酸化後: 657MPa ・酸化増量: 0.25mg/cm ² ・表面粗さ 酸化前: Ra=0.009μm 酸化後: Ra=0.259μm	—

表10 基本型CGT (TIT 1200°C) のエンジン試験結果

項目	CGT 301	CGT 302
TIT	1222°C	1190°C
軸出力	196kW	173kW
熱効率	26.4%	33.1%

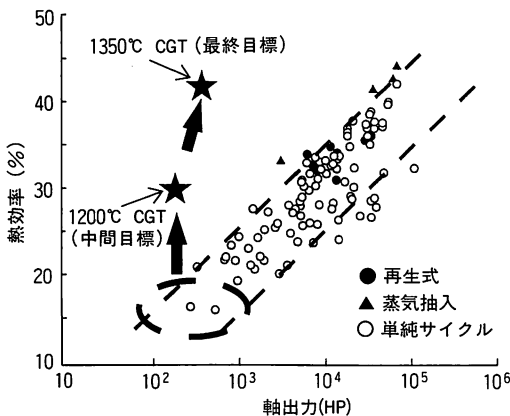


図-4 ガスタービンにおける軸出力規模と熱効率との関係

って必要技術の開発改良を行うことも不可欠となる。

これまでの開発過程においてより高い熱効率を達成しているCGT 302においては、TIT 1200°Cレベルではエンジン負荷設計値の部分負荷状態であり、回転速度の90%相当で熱効率33.1%を達成したものである。

この回転速度と熱効率との関係は図-5に示され、これまでの実績値から最終目標の熱効率達成もほぼ視野に入りつつあることが見通され、今後の着実な改良改善努力により期待できると考えている。

また、こうした運転研究により飛躍的に高い熱効率の達成、低NO_x等を図ることはもちろんであるが、コジェネ用としての常用設備を目指している以上、信頼性の向上・確保も極めて重要である。こうした信頼性向上対策技術についても、これまで開発を進めてきているところであるが、とりわけ最終目標段階のパイロットCGTにおいて、熱効率向上のために逐次、改良した条件下で比較的短期の運転を繰り返す改良試験とともに、一定条件の下での運転を積み増す長期試験を実施し信頼性向上のための改良・実証を併せて行う

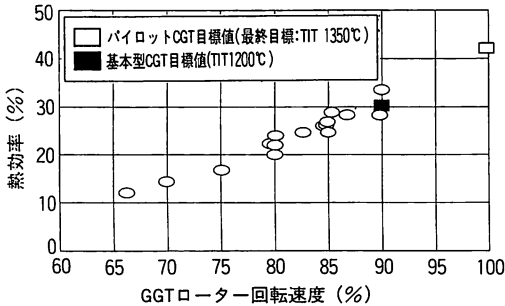


図5 CGT 302におけるローター回転速度と熱効率との関係

ことが是非とも必要である。

こうした積極的対応により、付加価値が高く効果的な開発目標の達成を是が非でも図るとともに、早期の実用化を確実化したいと考えている。

現在、このために不可欠な次年度事業計画の確保に向けて諸々努力しているところである。

6. 海外の開発動向

ガスタービン技術の先進国である米国においては、セラミック材料をガスタービンに適用しようとする技術開発が1970年代初頭から進められ、これまで複数の開発プログラムが計画・実施されてきている。

なかでも、1979年～87年までの8年間計画で進められたAGT計画（Advanced Gas Turbine Program）では乗用車用CGTの開発を目指し、TITが約1300～1400°Cで再生サイクル式1軸及び2軸の2型式について開発を行った。結果的にはセラミック部材の強度、破壊靱性、金属との接合、また要素機器でもタービン動翼、熱交換器等に問題があり、熱効率も30%以上の改善効果目標に対し60%程度の達成に止まったが、CGT技術の基礎確立、開発課題の抽出、セラミック材料技術の発展に大きく貢献したものと評価できる。

これら成果は、その後の1987年～98年までの11年間計画として設置されたATTAP計画（Advanced Turbine Technology Application Program）に引き継がれ、エンジン開発よりもむしろセラミック材料技術・部品化技術の開発に重点を置き、セラミック部材の高温強度、破壊靱性、部品化技術、信頼性評価技術等について開発が行われた。

また、1992年からは、98年までの7年間計画でコジェネ用の定置型常用発電設備を対象としたCGTの開発計画CSGT（Ceramic Stationary Gas Turbine

Development Program）が開始され、現状で約5300HPの金属製ガスタービンの初段（最も高温）タービンの動翼及び静翼、燃焼器をセラミックスに置き換え、TITを現状1010°Cから1121°Cに、熱効率を現状29.6%を31.3%に向上させるとともに、4000時間の長期運転による信頼性試験等を計画している。当該開発は、NEDOが進めている開発計画より大型のガスタービンを対象とし、セラミックスの適用部位は遥に少なく、開発目標値も手堅いレベルに止めるなど、より実用化を指向した計画と言える。1996年1月時点では、TITが1048°C、熱効率29.7%、当該状態での運転が16時間という情報を得ている。

さらに、1993年から8年間計画で数万kW以上の発電用大型ガスタービンを対象としてタービンブレードをセラミックコーティングしてTITの高温化及び熱効率を向上させようとするATS計画（Advanced Turbine System Program）が進められている。

また、欧州でも、自動車用を中心としてCGTの開発が進められてきている。1987年からユーレカ計画の一環として100kW級自動車用の開発を開始し、その後1993年に60kW用に計画を変更し、1996年までを期間とする現在のAGATA計画（Advanced Gas Turbine for Automobiles）が進められている。当該開発計画では、ガスタービンとバッテリーとを組み合わせたハイブリッド自動車用としてのCGTを開発対象として進められている。

7. 終わりに

現在、NEDOが進めているこの300kW級CGTの開発プロジェクトは、最終段階のTIT 1350°C級のパイロットCGTの本格開発に入っており、最後の山場となる運転研究による改良改善を通じて10年度までに最終目標を達成するとともに、実用化・導入普及に向けての技術的基盤整備を図るべく、努力と工夫を続けているところである。

当該CGT開発プロジェクトが成功裏に終了し、高温部のセラミック化による小型ガスタービンの飛躍的な高効率化のみならず、技術的波及として、大型ガスタービンの一部高温部品への適用を通じた高温化、圧縮空気の削減等による高効率化、あるいは耐熱構造材料としてのセラミックスの適用拡大等に広く貢献できることを願っている。

関係者の御努力と御支援とを切にお願いして止まない次第である。