

高効率ガスタービン技術実証事業
中間評価報告書
（案）

平成27年7月

産業構造審議会産業技術環境分科会
研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ

中間評価報告書概要

プロジェクト名	高効率ガスタービン技術実証事業 A. 1700℃級ガスタービン技術実証事業																							
上位施策名	省エネルギーの推進																							
事業担当課	資源エネルギー庁 電力基盤整備課																							
<u>プロジェクトの目的・概要</u> 電力産業の保守高度化とリプレイス需要にあった大容量機の高効率化を目指し、目標コンバインド効率 57%以上を達成するために必要な、1700℃級ガスタービンの実用化を図る。 そのため、1700℃級ガスタービンの実用化に必要な要素技術開発と実証機の開発・製作・実証運転を行う。																								
予算額等（補助（補助率：2/3）） （単位：千円） <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 20%;">開始年度</th><th style="width: 20%;">終了年度</th><th style="width: 20%;">中間評価時期</th><th style="width: 20%;">事後評価時期</th><th style="width: 20%;">事業実施主体</th></tr> <tr> <td>平成 2 4 年度</td><td>平成 3 2 年度</td><td>平成 2 5 年度 平成 2 7 年度 平成 3 0 年度</td><td>平成 3 3 年度</td><td>三菱重工業</td></tr> <tr> <td>H24FY 予算額</td><td>H25FY 予算額</td><td>H26FY 予算額</td><td>総予算額</td><td>総執行額</td></tr> <tr> <td>1, 225, 048</td><td>1, 180, 585</td><td>1, 953, 333</td><td>15, 108, 966</td><td>3, 639, 121</td></tr> </table>					開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体	平成 2 4 年度	平成 3 2 年度	平成 2 5 年度 平成 2 7 年度 平成 3 0 年度	平成 3 3 年度	三菱重工業	H24FY 予算額	H25FY 予算額	H26FY 予算額	総予算額	総執行額	1, 225, 048	1, 180, 585	1, 953, 333	15, 108, 966	3, 639, 121
開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体																				
平成 2 4 年度	平成 3 2 年度	平成 2 5 年度 平成 2 7 年度 平成 3 0 年度	平成 3 3 年度	三菱重工業																				
H24FY 予算額	H25FY 予算額	H26FY 予算額	総予算額	総執行額																				
1, 225, 048	1, 180, 585	1, 953, 333	15, 108, 966	3, 639, 121																				

目標・指標及び成果・達成度

(1) 全体目標に対する成果・達成度

要素技術	目標・指標 (H27/6 評価時点)	成果 (H27/6 評価時点)	達成度
①低熱伝導率 遮熱コーティング	・厚さ 0.5mm 以上で試作し、熱疲労寿命が従来並みであることを確認する。 ・エロージョン試験装置製作および試験着手。 ・大容量ガンの長溶射距離条件での厚膜 DVC (Dense Vertical Crack; 緻密縦割れ膜)成膜技術を開発する。	・厚さ 0.5mm 以上の成膜条件で、熱疲労寿命が従来並みであることを確認した。 ・エロージョン試験装置を製作し、試験に着手した。 ・大容量ガンの長溶射距離条件により、1mm の厚膜 DVC の成膜を確認した。	達成
②高性能冷却システム	・実機燃焼器を上流に設置した状態で、タービン翼列の気流・伝熱試験による端壁面での詳細データ取得。 ・動翼フィルム効率の計測技術の開発と応答性確認。	・実機燃焼器を上流に設置した状態でタービン翼列の気流試験・伝熱試験による端壁面での詳細データを取得した。 ・高応答フィルム検出塗料の応答性を確認した。	達成
③非定常性制御燃焼技術	・排ガス再循環有の条件で、NOx 40ppm 以下を確認した。 ・レーザーによる気流計測による燃焼器内速度分布データの取得。 ・レーザー計測による実機燃焼器形態での火炎形状の把握。 ・火炎形状と圧力変動計測を同時計測し、燃焼を不安定にする領域を特定する。 ・燃焼振動予測精度の向上 ・燃料多様化技術の開発	・排ガス再循環有の条件で、NOx 16ppm を確認した。 ・レーザーによる気流計測による燃焼器内気流データを取得した。 ・レーザー計測により実機燃焼器形態での火炎形状を把握した。 ・火炎形状と圧力変動計測を同時計測し、燃焼を不安定にする領域を特定した。 ・各種パラメタの燃焼振動モードに対する予測精度影響を把握した。 ・燃料多様化に伴う、フラッシュバック耐性の確認試験方法を開発した。	達成
④超高性能タービン	・高負荷タービン翼列の成立性を解析で確認する。 ・排気ディフューザの改良を行い、排	・タービン効率向上コンセプトを抽出し、それらを盛り込んで試設計を行い、シミュレーションによりそ	達成

	気の圧力損失を50%低減する。 ・可視化試験により、ストラットとの干渉を把握する。 ・モデルタービン試験データによる、動翼-静翼間の翼列干渉効果による励振力発生メカニズムの考察	の妥当性を確認した。 ・高速回転試験により、排気ディフューザの形状変更の効果を確認、現状より50%圧力損失低減を確認した。 ・ディフューザストラットの流況を可視化し、ディフューザ効率改善の指針を得た。 ・モデルタービン試験により、動翼-静翼間の翼列干渉効果による励振力のデータを取得した。シミュレーションと比較することにより、現象のメカニズムを考察した。	
⑤境界層制御 高性能圧縮機	・モデル圧縮機試験により、前方段の負荷を約10%高めた条件で、段効率+1%向上を確認する。 ・中後方段に対し、モデル圧縮機試験により、多段条件での動翼チップクリアランス流れデータを取得・評価する。 ・多段モデル圧縮機試験装置の製作	・モデル圧縮機試験により、前方段の負荷を約10%高めた条件で、段効率+1%向上を確認した。 ・モデル圧縮機試験により、多段条件での動翼チップクリアランス流れデータを取得し、シミュレーションと比較することにより評価を行った。 ・多段モデル圧縮機試験装置を製作・組立し、試験を実施中。	達成
⑥超高性能サイクル	・発電効率57%以上のサイクルを実現するための、エクセルギ分析・評価をし、アイデア検討	・基本的なサイクル構成にて熱サイクル評価を行い、発電効率57%以上の達成目途を得た。 ・エクセルギ分析により、損失が発生している部位を定量的に評価し、優先的に性能向上すべき部位を評価・特定した。 ・低温熱源を利用した効率改善のアイデアを提案できた。	達成
⑦高機能構造技術	・各種構造コンセプトの比較検討 ・1600℃級ガスタービンにおける詳細クリアランスデータを取得する。 ・圧縮機ロータベンチレーション構造計画	・構造コンセプトを考案し、その比較検討を実施した。 ・1600℃級ガスタービンにおける詳細クリアランスデータを取得した。 ・圧縮機ロータベンチレーション構	達成

		造計画の構造計画を行い、試験装置製作中	
⑧ 高性能シー ル・軸受	・リーフシールの適用に向けた基礎試験装置の製作とデータ取得 ・直潤 2 パッド軸受の採用による軸受損失 40%低減	・リーフシールの適用に向け、基礎試験装置を製作した。試験を実施し、基礎データ取得した。 ・軸受損失が 47%低減した。	達成
⑨ 先進製造技 術	・長穴加工 L/D>250 ・溶接変形の 20%以上低減 ・高強度の中子・鋳型を製作し、鋳型強度、鋳造性の確認 ・3D 造形装置により、GT 部品の Additive Manufacturing 技術を開発する。	・長穴加工を実施し、L/D>250 を達成した。 ・レーザー溶接工法の静翼冷却通路への適用により、変形を 20%低減する目途を得た。 ・複数候補材の組成について、鋳型原料調整・スラリー調整条件等決定し、特性評価用鋳型試験体の候補材を抽出した。 ・3D 造形で、タービン翼、圧縮機、燃焼器ノズルの試作を行った。	達成
⑩ 超高温強度 評価技術	・高温域での設計に向けた材料データの取得 ・超高温域長時間使用後の健全性確認のための材料データ取得に着手	・高温域での材料データを取得した。 ・超高温域での長時間使用後の条件を模擬するため、加熱時効処理試験に着手した。10,000hr 以上のデータを取得した。	達成
⑪ 特殊計測技 術	・高温での動翼振動計測技術(非接触)の開発と実機計測 ・高温での動翼チップクリアランス計測技術の開発と、実機計測準備の実施 ・現地データの遠隔監視システムの開発	・実機ガスタービンで、燃焼器着火後の高温条件での、タービン動翼振動計測技術を開発し、データを取得した。 ・高温での動翼チップクリアランス計測のためのセンサーを開発し、実機計測に成功した。	達成
⑫ 高精度・高機 能検査技術	・センサ試作 ・試計測により、0.5mm のき裂に対し、検知可能であることを確認する。	・直径 ϕ0.7mm の極小ファーマースコープを用いたき裂検知極小センサーを試作した。 ・直径 0.5mm のき裂検知の目途を得た。	達成
⑬ 高性能・ダン パ振動制御技	・ダンパの基礎試験を実施し、振動数やダンピングの基礎データを取得	・ダンパ試験装置を製作し、振動数やダンピングの基礎データを取	達成

術	する。	得した。これらのデータを基に改良ダンパを開発し、バラつき低減効果を同試験装置にて確認した。	
---	-----	---	--

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

<共通指標>

論文数	投稿	特許等件数 (出願を含む)	発表
10	7	57	15

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

火力発電技術の高効率化によって環境に対する負荷の低減を指向する本事業は、長いスパンの基礎技術の確立と実証試験を必要とし、国として取り組む必要のある施策であると考えられる。海外との激しい競争下において、更なる性能向上を目指した新しい目標も設定されており、本事業の社会的・技術的意義は更に重要になっている。

なお、今後5年間以上に及ぶ長期の実施期間と当初より増額された予算総額、得られた知見や最新技術、情報等を効果的に実用化・事業化するための具体的施策が必要であるとする。

2. 研究開発等の目標の妥当性

効率57% (HHV) を達成するために掲げられた14項目に及ぶ個別要素課題は全て達成され、実証試験の開始に向けて問題となっている項目は見当たらない。また、更なる性能向上を指向した要素技術研究も計画され、目標は適切かつ妥当に定められている。さらに、システム構成機器そのものの開発のみならず、実証試験に欠かせない機器健全性の確認手法に関する技術開発も考慮されており、技術的および経済的優位性を有した目標であり妥当である。

なお、平成28年度以降に計画されている実証機試験期間に、1700℃での実証に関する研究計画と並行して更なる高性能化を目指した要素技術研究の必要性が提案されている。この具体的な目標が不明確であると共に、本事業の最終目的である1700℃級GT商用機への普及促進との関連性が不明である。また、メンテナンス時の各基準（部品取替周期、寸法許容値など）を確立するための手法の検討が、目標に設定されていればなお望ましい。今後の研究内容に期待したい。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

1700℃級GT実現に向けた事前の技術検証指標として掲げられている14項目に及ぶ技術課題は、概ね達成され、有益な成果が得られている。実証試験の開始に向けての準備は順調に整っているように見える。更なる性能向上を指向した新たな目標も設置され、今後も挑戦的な研究・開発が期待できる。

なお、超高性能サイクルの検討結果で発案された、低温排ガス熱回収サイクルについて、実証機（商用機）に適用するのであれば、低温ガス雰囲気であることを考慮した設計を実施し、耐久性を確保し

てほしい。

4. 事業化、波及効果の妥当性

事業化に向けては、当初の計画通りに進展している。圧縮機に関する最新の試験設備を新たに構築するなど、圧縮機やタービンなどの個別構成要素に関する最新の研究成果や計測技術も特筆すべきものがあり、実用化は十分に期待できる。1600℃級 GT (J 形) で蓄積された技術を背景にした、環境問題にも配慮した高効率 CC 発電システムの開発と実用化は現実的になりつつあり、本事業の将来性と波及効果は極めて大きい。

なお、海外競合メーカーとの競争激化のため、実用化のための技術開発を加速する必要性が感じられる。

5. 研究開発マネジメント・体制等の妥当性

各研究開発課題に対して、どの時期までにどの段階まで研究開発を進めるべきかが明確に設定されている。また、プロジェクトリーダーを中心として、各分野の専門家へ必要な研究開発の委託・共究が広範囲になされており、より高い成果を得るための配慮がなされており、研究開発計画および実施体制・運営は適切かつ妥当である。また、海外メーカーとの激しい競争により、更なる性能向上を目指した研究・開発が必至であり、それを含めた実証計画の見直しを行っていることは評価できる。

なお、実証段階において、発電に直接寄与する実証発電設備は、ガスタービン本体も含めて事業者が負担し、発電に直接関与しない 1700℃級の実証に関する研究開発と更なる高性能化を目指した要素技術研究に限定することは、予算総額の著しい増加を抑制するためには不可避な政策ではあるが、事業全体としての予算が縮小されている訳ではない。

6. 費用対効果の妥当性

海外競合メーカーとの技術開発競争を見据え、1700℃級 GT 開発の先を見通した技術開発、研究調査を行う計画であり、巨費を投入するに見合う十分な成果を我が国に及ぼすことが期待できる。また、G 型よりさらに効率の低い老朽コンベンショナルプラントとの比較となれば、更なる経済的効果が期待できる。

なお、事業の最終目標がかなり挑戦的な内容であるため、長期にわたる研究・開発期間と巨額の費用が必要となる。1600℃級 GT をはじめとする従来からの技術を有効的に援用して、少しでも費用を節減する努力が望まれる。

7. 中間評価（平成 25 年度）及びフォローアップにおける指摘事項に対する対応状況の妥当性

（１）総合科学技術会議（現、総合科学技術・イノベーション会議）指摘事項に対する対応状況

4 年間の要素技術開発期間が概ね終了し、平成 28 年度以降の事業計画が一部見直されている。大きな変更点は、海外の関連メーカーによる技術開発が急速に進行しているという背景があり、1700℃級 GT の先を見越して更なる高効率を目指した基礎技術の開発に重点が置かれた点が挙げられる。燃焼器やタービン、圧縮機など個別構成要素のバックアップ技術、大規模シミュレーションや各種センシング技術に焦点が当てられ、高度でリスクの高い要素技術開発に集中的に取り組む体制へと計画が変更されている。

一方で、実証発電設備を事業者が自前費用で建設し、補助対象から除外することで、増大する研究費を抑制することが試みられている。当該事業を継続的に実施し、競合する海外メーカーとの開発競争において優位を保っていくためには、現在の補助率を維持することが不可欠であると考えられる。

なお、H28 年度以降の予算はバックアップ技術、シミュレーションの精緻化、特殊計測技術の必要性に応じて適切に見直すべきである。また、本事業の目標の一つが 1700℃級 GT 実証機の運転であることを鑑みると、実証段階で十分な時間と予算を確保して発電・送電試験を長期にわたって継続的に行うことが必要とされる。その意味において、発電に直接関与しない 1700℃での実証に関する研究開発に補助金を限定支出することについては、検討が必要と考えられる。

(2) 産構審評価WG指摘事項に対する対応状況の妥当性

特にコメントなし。

8. 総合評価

4 年間に及ぶ要素技術開発期間が概ね終了し、14 項目に及ぶ技術課題に関してもほぼ問題点を克服し、平成 28 年度以降に予定されている実証機の開発・製作・実証運転に向けての準備は整っている。4 年間に及ぶ要素開発において、新たに開発・研究された数多くの先進技術は、当該 GT の分野のみならず、広く機械工学分野全般の著しい進歩を促す結果になっている。更に、海外メーカーとの激しい開発競争を勘案し、今後の研究計画を見直し、更なる高効率化を目指した高度でリスクの高い要素技術の開発を積極的に推進していく姿勢は評価できる。当該分野において、今後も我が国が指導的役割を担っていくためには、国の補助による本事業の更なる加速が必要となる。

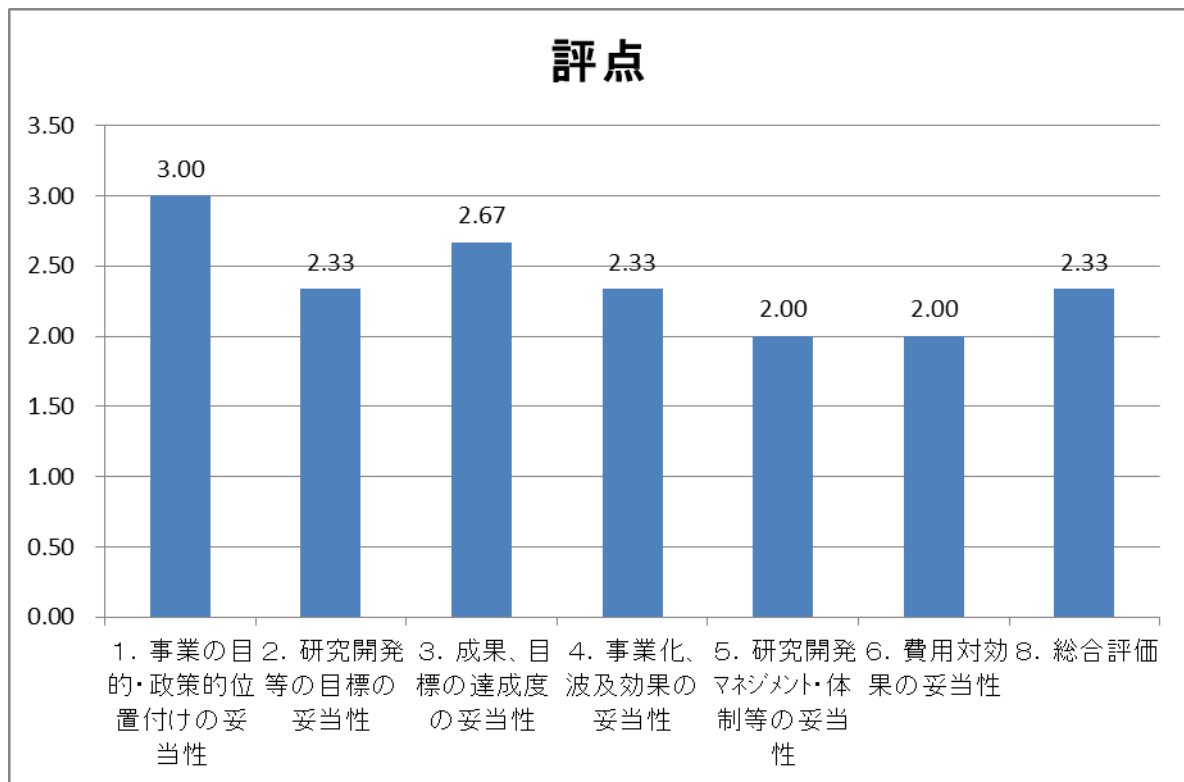
9. 今後の研究開発の方向等に関する提言

- ・今後のさらなる高効率化競争に勝ち残るためにも、H28 年度以降の予算はバックアップ技術、シミュレーションの精緻化、特殊計測技術の必要性に応じて適切に配分すべきである。
- ・1700℃級 GT の商用化という最終的な目標に対して、各構成要素の技術的課題および、GT システム全体としての問題点を、従来までの 1500℃級、1600℃級で整理・検討し、1700℃級へと応用する仕組みと、技術情報や知的資産として公開し、産業界で有効に活用する方法を構築して頂きたい。これにより、動力・エネルギー分野の技術開発を大きく牽引することが期待できる。
- ・1700℃級 GT の更に先を見越し、更なる性能向上と技術革新を図るために不可欠な要素技術の絞り込みと解決策や新技術の提案を積極的に行い、産学官が連携した研究体制を構築することが必要であろう。
- ・高効率化以外の観点からも、ランニングコスト低減につながる研究開発目標を具体的に盛り込んでほしい。

評点結果

高効率ガスタービン技術実証事業： A. 1700℃級ガスタービン

	評点	A 委員	B 委員	C 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	3.00	3	3	3
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.33	3	2	2
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.67	3	3	2
4. 事業化、波及効果の妥当性	2.33	2	3	2
5. 研究開発マネジメント・体制等の妥当性	2.00	2	2	2
6. 費用対効果の妥当性	2.00	2	2	2
8. 総合評価	2.33	2	3	2



中間評価報告書概要

プロジェクト名	高効率ガスタービン技術実証事業 B. 高湿分空気利用ガスタービン技術実証事業			
上位施策名	省エネルギーの推進			
事業担当課	資源エネルギー庁 電力基盤整備課			
<u>プロジェクトの目的・概要</u> 電力産業の短中期的ニーズに対応する中小容量機（10 万 kW 程度）の高効率化のために、高湿分空気利用ガスタービン（AHAT）の実用化に必要な多段軸流圧縮機、多缶燃焼器等の開発を行うとともにシステムの長期信頼性等の実証等を行う。				
予算額等（補助（補助率：2/3））				（単位：千円）
開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成 2 4 年度	平成 3 2 年度	平成 2 5 年度 平成 2 7 年度 平成 3 0 年度	平成 3 3 年度	三菱日立パワーシステムズ等
H24FY 予算額	H25FY 予算額	H26FY 予算額	総予算額	総執行額
714, 527	1, 072, 600	1, 486, 000	5, 842, 311	2, 900, 876

目標・指標及び成果・達成度

(1) 全体目標に対する成果・達成度

要素技術	目標・指標(中間評価)	成果	達成度
(1)高湿分圧縮機	既存の圧縮機に対して適用可能な流量削減技術の確立	既存のベース圧縮機のフローパターンを維持し、チップカットとハブアップすることで目標性能およびサージマージンの低下を最小限に抑制できることを確認した。	達成
(2)蒸発促進技術	軸流圧縮機での吸気噴霧試験による主流温度低下および空力上の信頼性の確認	最大3.1wt%噴霧を実施し吸気噴霧冷却時の特性を取得、主流温度低下等の効果を確認し、性能予測アルゴリズムにより3.5wt%噴霧時の空力上の信頼性を確認した。	達成
(3)高湿分冷却翼	・熱負荷低減構造の最適化検討 ・タービン内部流れ制御構造の最適化検討	・主流制御型フィルム冷却構造をタービン翼に適用し、フィルム冷却性能向上を翼列試験で確認した。 ・翼側壁面に凹凸をつけ、翼間の流れを整流化する技術を開発した。	達成
(4)高湿分燃焼器	・多様化燃料の燃焼特性評価 ・燃焼器冷却促進構造の性能評価	・要素燃焼試験で濃度、燃料温度の影響を評価した。 ・フィルムレス冷却促進構造の伝熱性能を評価した。	達成
(5)スケールアップ技術	・材料面、構造面での大容量化技術の開発 ・実証機向け水回収装置の基本仕様検討	・40MW機用1段モデルでの処理試験により均一な耐食皮膜を確認。商用機仕様コアの大型化品試作、自動溶接によるコア接続溶接を検討して最適条件を確認した。 ・水回収試験結果により性能予測手法の精度を検証し、実証機向け水回収装置の基本仕様を検討した。	達成
(6)40MW級総合試験	・高湿分ガスタービンの構成機器の健全性確認 ・熱効率および部分負荷特性、負荷追従性の評価	・200時間以上の運転により、高湿分ガスタービンの構成機器の基本的な健全性を確認した。 ・実データから加湿による熱効率向上効果を確認し、部分負荷特性を評価した。また、動特性解析により負荷追従性を評価した。	達成
(7)実証機試験	実証機の構成および仕様検討	実証機の機器構成と機器仕様を検討した。	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

<共通指標>

論文数	特許（公開）	国際会議発表	国内会議発表
30	86	30	45

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

高湿分ガスタービンは新規性および独創性に優れており、未知の部分が多い新しい技術であるが、研究開発の進展は技術分野に飛躍的な進歩をもたらすことが期待できる。技術の新規性や海外競合メーカーとのし烈な開発競争を鑑み、国が積極的に関与・支援することで国際競争力を高めることが不可欠である。

2. 研究開発等の目標の妥当性

世界をターゲットにした日本独自技術であり、目標は適切である。また、要素技術開発が概ね終了した現時点では、設定されていた 7 項目に及ぶ開発テーマが詳細に検討され、全ての項目で当初の目標値が達成されている。40MW 級試験装置による検証と 70MW 級実証プラントによる信頼性実証試験の 2 段階に分けられ実証を行っていく今後の計画設定も妥当であると考えられる。

なお、GT システムの長期信頼性検証は、特に新しい技術を用いた AHAT のような発電システムには必須であるが、本事業計画での実証時間で十分な基礎データが蓄積や信頼性を示すことができるかについて検討が必要と考えられる。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

高湿分圧縮機や燃焼器に代表される各要素における個別の問題は、概ね検討され十分な成果を挙げている。得られた研究成果や新技術は、事業者の実用ガスタービンや派生システムにも応用された実績を有している。この意味においても、平成 28 年度以降の実証機試験準備は整った状態にあると考えられる。また、天然ガス需要が世界的に拡大すると共に、シェールガスをはじめとする新燃料の掘削技術が開発されているのも、本事業にとっての追い風になっている。AHAT 技術に関しては、国内外の学会から高い評価を得ており、研究成果も積極的に学会や国際会議で発表されている。3MW 検証機、40MW 試験装置ともに国内外多くのユーザが関心を持っている。

なお、高湿分であるが故に発生する各構成要素の様々な技術的課題に対して、十分な評価と対策が練られているのかが問題点として挙げられる。また、40MW 試験装置での 200 時間総合試験にて各部に損傷が発生しなかったことが、70MW 実証試験へ移行するための十分な成果といえるか、検討が必要と考えられる。さらにミドル運用を前提に設計するのであれば、ベース運用とは違う観点のシビアコンディションを想定するべきである。

4. 事業化、波及効果の妥当性

高湿分燃焼技術、高湿分翼冷却技術等の一部の技術は製品に適用されている。また、寿命を迎える火力プラントの増加に伴うリプレースという市場の拡大が予想され、新機種需要と相まって事業化に向けての見通しは十分期待できる。さらに、高速起動などの運用性が優れていると共に、機器構成がシンプルであるため建設費などの初期コストが低減できるなどの利点を有しており、従来のシステムと比較しても優位性が認められる。

なお、発電を含めた検証は行われないこととなっており、また、本ロードマップに設定された試験内容でユーザーの信頼獲得等、実用化への波及効果が得られるか、検討が必要と考えられる。

5. 研究開発マネジメント・体制等の妥当性

AHAT は世界初の新技術であるが故に、構成要素の高信頼性を獲得するための技術開発に十分時間をかけて実証試験を行うという基本方針は妥当であり、現在までほぼ計画通り着実に実行されてきている。研究体制や運営体制についても役割分担を含め、特に問題点は見受けられない。大規模かつ長期間にわたる実証試験を予定していた当初は事業予算規模も莫大であったが、本来、巨額の予算を必要としても開発すべき新技術であると考えられる。予算規模や事業期間は大幅に見直されて縮小されたが、事業の目標と商用化に向けての開発体制を変えることなく進行させる計画が提示されている。

大幅な予算削減と期間の短縮に伴う研究・開発規模の縮小や遅れ、十分な試験期間を確保できないことによる高信頼性評価の不確かさなどが懸念される。縮小された予算及び期間によって、従前の計画と比して、何がどこまで可能なかを明確にする必要がある。また、一部の機器で担当メーカーが異なるため、十分な調整がなされていると思われるが、機器納入メーカーに設計・品質管理を一任せず、全体まとめ担当が主体的に協調をとって、適切な管理を維持するよう今後も配慮すべきである。

6. 費用対効果の妥当性

産構審からの指摘を受け、早期実証開始と開発コストの圧縮を鑑み、実証期間の短縮と大幅な事業予算の見直しを行い、事業の目標変更を行うことなく、研究開発を妥当に実施する新たな計画を策定したことは高く評価できる。

期間及び予算の大幅な縮小により、AHAT 各構成要素の更なる高信頼性試験の実施規模の縮小や、実証機による運転期間の短縮、フル構成機器の相互作用を同時に検証する代わりに動特性シミュレーションで代用するなど、今後の研究開発に際して問題となるような変更がないか、検討すべきと思われる。また、コスト比較について、比較のベースのシステムを検討しつつ、AHAT 採用によるコストメリットを例示すべきと考えられる。

7. 中間評価（平成 25 年度）及びフォローアップにおける指摘事項に対する対応状況の妥当性

（１）総合科学技術会議（現、総合科学技術・イノベーション会議）指摘事項に対する対応状況の妥当性

発電規模に対する開発コストの圧縮については、今回の見直しにより大幅に改善されている。また、実証機の出力を限定する試みや、高信頼性機能検証を２段階で実施するなどの新たな対策が検討されており評価に値する。また、発電事業に関する具体的な数値目標を設定することも検討されている。

なお、事業予算総額は大幅に削減されたにもかかわらず、事業の目標に変更はなく、研究開発の妥当性も確保されているとの主張であるが、実証機システム構成の２段階実証への変更や、発電機の代わりに負荷圧縮機で動力回収を行うため売電事業が期待できないこと、実証機運転期間を計画の２年から１年間に短縮し、しかも約 1000 時間程度しか確保できないことなど、多くの問題点が指摘できる。AHAT は新しく革新的な技術であるが故に、長い検証時間と構成要素の信頼性向上に向けた多くの研究・開発が必要であるにもかかわらず、期間の大幅な短縮が行われたことは大きな問題になるのではないかと懸念される。

（２）産構審評価WG指摘事項に対する対応状況の妥当性

AHAT の特殊性や新規性、中小容量 GT の世界的な状況を鑑みると、補助率を削減して国際競争力を失わせることは我が国にとって大きな問題となる。売電による収入が見込めない状況下において、検証規模をできる範囲で縮小して費用総額の大幅削減と、早期の市場投入を指向した実証期間の大幅削減を指向した努力については評価できる。

なお、早期の市場投入を指向する為に実証期間を大幅に短縮する試みは、単に AHAT システム全体の長期信頼性を失わせるだけではなく、各構成要素の最新技術を研究・開発する貴重な環境を損なう結果にもなりかねない。国際競争力の強化を考えて市場投入を急ぐ一方で、技術開発の飛躍的な進歩によって新たな小中容量 GT 市場を獲得する戦略を検討すべきである。AHAT システムの有する経済性、

耐環境性能、高効率、高い負荷変化率、低い建設コストなどの利点を実証試験により評価し、事業化に向けた具体案を検討することが急務である。また、信頼性や運用性の実証試験において、補助金削減などの要因により十分な試験内容を実施しないまま市場へ投入すれば、ユーザーが AHAT を安心して採用できなくなり、結果的に国の政策に沿った環境対策効果を得られなくなることが懸念される。早期市場投入や試験に必要な燃料費等を低減するという趣旨は理解できるが、実証機運転時間について、1,000 時間で長期信頼性を本当に証明できるのか検討が必要と考えられる。さらに、コスト面および試験環境の理由で、発電機ではなく負荷圧縮機を用いて試験した場合、負荷追従性が優れていることについて、説得力をもって説明できるのか検討が必要と考えられる。

8. 総合評価

AHAT は中小容量 GT の高効率化を鑑み、送電端効率 51%(HHV) という高い目標に対して、高湿分 GT という新技術を活用した新型のガスタービン発電システムであり、この容量範囲ではコンバインドサイクルを凌ぐ高効率が期待されている。高湿分であるが故に各構成要素の技術的課題は困難であるが、現在までに新技術や新開発が順調に行われてきており、商用機化への目途が立ちつつある。また、実用化を加速するために予算を縮小している。

なお、当初の計画より事業期間および事業規模が大幅に短縮され、平成 29 年度までの残り約 2 年半の期間内に十分な高信頼性実証試験が実施できるかが大いに検討の余地があると考えられる。のべ 1000 時間程度の運転時間で十分な制度のデータが蓄積できるのか。また、フル構成機器の相互作用を同時に検証する予定が、3MW 級検証器の実績と動特性シミュレーションに代用された問題はないのか。さらに、本事業において、実証機運転時間を 1,000 時間で計画するのであれば、メーカー主体またはユーザーと共同で、長期耐久試験を兼ねた営業運転が別途必要になると考えられる。そのような運転実績がないと、ユーザーが安心して AHAT を選択できなくなるのではないか。100MW 程度の LNG 発電システムにおいては近年、高効率レシプロガスエンジン十数基で構成されたユニットを設置するユーザーもあり、冷却水用以外の熱交換器も必要ないため AHAT よりさらにシンプルなシステムのように見えるが、このようなシステムに対する AHAT の優位性について、説明するべきではないか。

9. 今後の研究開発の方向等に関する提言

- ・事業総額と研究開発の大幅な変更について、その妥当性に大きな検討の余地があると考えられる。開発コストの圧縮は当然の方向性としても、実証完成年度の 3 年間前倒しと、実証機運転時間の大幅な削減は、本事業の商用化に向けた今後の計画にどのような影響を及ぼすか、十分な検討が必要であるとする。また、各構成要素の更なる技術課題克服に向けた継続的な検討を実施していく具体的な体制の構築と計画策定が必要であると考えられる。
- ・事業総額の大幅な縮小と研究期間の短縮にも拘わらず、事業の目標に変更はなく、従来通りの研究開発の妥当性も確保するという説明は説得力に欠ける。この事業規模での事業遂行が可能であるのならば、従来の予算総額と試験期間の算出根拠に大いに疑義が生じる。事業の縮小に伴い、今後問題となる可能性を有している点の早急な洗い出しと追加検討の必要がある。
- ・信頼性や運用性の実証試験において、補助金削減などの要因により十分な試験内容を実施しないまま市場へ投入すれば、ユーザーが AHAT を安心して採用できなくなり、結果的に国の政策に沿った

環境対策効果を得られなくなることが懸念される。早期市場投入や試験に必要な燃料費等を低減するという趣旨は理解できるが、実証機運転時間について、1,000時間で長期信頼性を本当に証明できるのか検討が必要と考えられる。さらに、コスト面および試験環境の理由で、発電機ではなく負荷圧縮機を用いて試験した場合、負荷追従性が優れていることについて、説得力をもって説明できるのか検討が必要と考えられる。

評点結果

(高効率ガスタービン技術実証事業: B. 高湿分空気利用ガスタービン)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.67	2	3	3
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.00	2	2	2
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.00	2	2	2
4. 事業化、波及効果の妥当性	2.00	2	2	2
5. 研究開発マネジメント・体制等の妥当性	1.67	2	1	2
6. 費用対効果の妥当性	1.33	2	1	1
8. 総合評価	2.00	2	2	2

