

次世代電力供給システム分野に
係る技術に関する施策・事業
評価報告書
(案)

平成25年12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

はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成24年12月6日、内閣総理大臣決定）等に沿った適切な評価を実施すべく「経済産業省技術評価指針」（平成21年3月31日改正）を定め、これに基づいて研究開発の評価を実施している。

また、第25回産業構造審議会評価小委員会（平成21年1月）において、新たな評価類型として「技術に関する施策評価」が審議・了承された。技術に関する施策評価は、当該技術分野全体の方向性等を勘案しつつ、当該施策の下に位置付けられる技術に関する事業のまとまりを俯瞰する形で、各事業の相互関係等に着目し、個々の事業に係る評価結果を踏まえて行うこととしている。

経済産業省において実施している技術に関する施策「次世代電力供給システム」は、将来に向けた世界的な気候変動問題の制約下における環境負荷を低減させることを目的とした電力の安定供給に係る技術開発を行うため、以下の技術に関する事業から構成される施策である。

- A. 高効率ガスタービン実用化技術開発事業
 - A1. 1700℃級ガスタービン実用化技術開発事業
【実施期間：平成20年度～平成23年度 事後評価】
 - A2. 高湿分空気利用ガスタービン実用化技術開発事業
【実施期間：平成20年度～平成23年度 事後評価】
- B. 高効率ガスタービン実証事業
 - B1. 1700℃級ガスタービン実証事業
【実施期間：平成24年度～平成32年度 中間評価】
 - B2. 高湿分空気利用ガスタービン技術実証事業
【実施期間：平成24年度～平成32年度 中間評価】
- C. 先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発事業
【実施期間：平成20年度～平成28年度 中間評価】
- D. イットリウム系超電導電力機器技術開発事業
【実施期間：平成20年度～平成24年度 事後評価（※事業評価はNEDO実施のため施策に係る評価のみ）】
- E. 次世代型双方向通信出力制御実証事業 【実施期間：平成23年度～平成25年度 中間評価】
- F. 太陽光発電出力予測技術開発実証事業 【実施期間：平成23年度～平成25年度 中間評価】

今回の評価は、技術に関する施策「次世代電力供給システム」、及びこの構成要素である技術に関する事業評価であり、実際の評価に際しては、省外の有識者からなる「次世代電力供給システム分野」に係る技術に関する施策・事業評価検討会（座長：大山 力 横浜国立大学大学院工学研究院教授）を開催した。

今般、当該検討会における検討結果が評価報告書の原案として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（座長：渡部 俊也 東京大学政策ビジョン研究センター教授）に付議され、内容を審議し、了承された。

本書は、これらの評価結果を取りまとめたものである。

平成26年〇月

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

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

委 員 名 簿

座長	渡部 俊也	東京大学政策ビジョン研究センター教授
	大島 まり	東京大学大学院情報学環教授 東京大学生産技術研究所教授
	太田 健一郎	横浜国立大学工学研究院グリーン水素研究センター長 ・特任教授
	菊池 純一	青山学院大学法学部長・大学院法学研究科長
	小林 直人	早稲田大学研究戦略センター教授
	鈴木 潤	政策研究大学院大学教授
	森 俊介	東京理科大学理工学研究科長 東京理科大学理工学部経営工学科教授
	吉本 陽子	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 経済・社会政策部主席研究員

(委員長除き、五十音順)

事務局：経済産業省産業技術環境局技術評価室

「次世代電力供給システム」に係る技術に関する施策・事業評価検討会
委員名簿

座 長	大山 力	横浜国立大学 大学院 工学研究院 教授
委 員	安芸 裕久	(独)産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 エネルギーネットワークグループリーダー
委 員	伊藤 敏憲	株式会社伊藤リサーチ・アンド・アドバイザー 代表取締役
委 員	太田 有	早稲田大学 基幹理工学部 機械科学・航空学科 教授
委 員	佐藤 幹夫	電力中央研究所 研究アドバイザー
委 員	嶋田 隆一	東京工業大学 名誉教授
委 員	藤井 俊英	電気事業連合会 技術開発部長

(敬称略、五十音順)

事務局：経済産業省資源エネルギー庁電力基盤整備課

**「次世代電力供給システム分野」に係る技術に
関する施策・事業評価に係る省内関係者**

1. 技術に関する施策

【中間評価時】

(平成22年度)

資源エネルギー庁 電力基盤整備課電力需給・流通政策室長 吉川 徹志 (事業担当室長)
産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 秦 茂則

【中間評価時】

(今回)

資源エネルギー庁 電力基盤整備課電力需給・流通政策室長 井上 悟志 (事業担当室長)
産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 飯村 亜紀子

2. 技術に関する事業

A. 高効率ガスタービン実用化技術開発事業

A1. 1700℃級ガスタービン実用化技術開発事業

【中間評価時】

(平成22年度)

資源エネルギー庁 電力基盤整備課電力需給・流通政策室長 吉川 徹志 (事業担当室長)
産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 秦 茂則

【事後評価】

(今回)

資源エネルギー庁 電力基盤整備課電力需給・流通政策室長 井上 悟志 (事業担当室長)
産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 飯村 亜紀子

A2. 高湿分空気利用ガスタービン実用化技術開発事業

【中間評価時】

(平成22年度)

資源エネルギー庁 電力基盤整備課電力需給・流通政策室長 吉川 徹志 (事業担当室長)
産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 秦 茂則

【事後評価】

(今回)

資源エネルギー庁 電力基盤整備課電力需給・流通政策室長 井上 悟志 (事業担当室長)
産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 飯村 亜紀子

B. 高効率ガスタービン実証事業

B1. 1700℃級ガスタービン実証事業

【中間評価】

(今回)

資源エネルギー庁 電力基盤整備課電力需給・流通政策室長 井上 悟志 (事業担当室長)
産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 飯村 亜紀子

B2. 高湿分空気利用ガスタービン実証事業

【中間評価】

(今回)

資源エネルギー庁 電力基盤整備課電力需給・流通政策室長 井上 悟志 (事業担当室長)
産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 飯村 亜紀子

C. 先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発事業

【中間評価時】

(平成22年度)

資源エネルギー庁 電力基盤整備課電力需給・流通政策室長 吉川 徹志 (事業担当室長)
産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 秦 茂則

【中間評価】

(今回)

資源エネルギー庁 電力基盤整備課電力需給・流通政策室長 井上 悟志 (事業担当室長)
産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 飯村 亜紀子

D. 次世代型双方向通信出力制御実証事業

【事前評価時】

(平成22年度)

資源エネルギー庁 電力基盤整備課電力需給・流通政策室長 吉川 徹志 (事業担当室長)
産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 秦 茂則

【中間評価】

(今回)

資源エネルギー庁 電力基盤整備課電力需給・流通政策室長 井上 悟志 (事業担当室長)
産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 飯村 亜紀子

E. 太陽光発電出力予測技術開発実証事業

【事前評価時】

(平成22年度)

資源エネルギー庁 電力基盤整備課電力需給・流通政策室長 吉川 徹志 (事業担当室長)
産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 秦 茂則

【中間評価】

(今回)

資源エネルギー庁 電力基盤整備課電力需給・流通政策室長 井上 悟志 (事業担当室長)
産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 飯村 亜紀子

「次世代電力供給システム分野」に係る技術に関する施策・事業評価

審 議 経 過

○第１回評価検討会（平成２５年１１月１３日）

- ・評価の方法等について
- ・技術に関する施策・事業の概要について
- ・評価の進め方について

○第２回評価検討会（平成２５年１２月１９日）

- ・評価報告書(案)について

○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

（平成２６年〇月〇日）

- ・評価報告書(案)について

目 次

はじめに

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 委員名簿

「次世代電力供給システム分野」に係る技術に関する施策・事業評価検討会 委員名簿

「次世代電力供給システム分野」に係る技術に関する施策・事業評価に係る省内関係者

「次世代電力供給システム分野」に係る技術に関する施策・事業評価 審議経過

ページ

技術に関する施策・事業評価報告書概要 i

第1章 評価の実施方法

1. 評価目的	2
2. 評価者	3
3. 評価対象	3
4. 評価方法	4
5. プロジェクト評価における標準的な評価項目・評価基準	4

第2章 技術に関する施策の概要

1. 施策の目的・政策的位置付け	8
2. 施策の構造及び目的実現の見通し	13

第3章 技術に関する事業の概要

A. 高効率ガスタービン実用化技術開発事業

A1. 1700℃級ガスタービン実用化技術開発

1. 事業の目的・政策的位置付け	24
2. 研究開発目標	30
3. 成果、目標の達成度	32
4. 事業化、波及効果について	45
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等	51

A2. 高湿分空気利用ガスタービン実用化技術開発

1. 事業の目的・政策的位置付け	59
2. 研究開発目標	61
3. 成果、目標の達成度	67
4. 事業化、波及効果について	91
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等	98

B. 高効率ガスタービン実証事業

B1. 1700℃級ガスタービン実証事業

1. 事業の目的・政策的位置付け	103
2. 研究開発目標	111
3. 成果、目標の達成度	118
4. 事業化、波及効果について	139
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等	147

B2. 高湿分空気利用ガスタービン実証事業

1. 事業の目的・政策的位置付け	155
2. 研究開発目標	159
3. 成果、目標の達成度	167
4. 事業化、波及効果について	196

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等	203
C. 先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発事業	
1. 事業の目的・政策的位置付け	207
2. 研究開発目標	212
3. 成果、目標の達成度	220
4. 事業化、波及効果について	244
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等	245
D. 次世代型双方向通信出力制御実証事業	
1. 事業の目的・政策的位置付け	251
2. 研究開発目標	255
3. 成果、目標の達成度	258
4. 事業化、波及効果について	302
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等	303
E. 太陽光発電出力予測技術開発実証事業	
1. 事業の目的・政策的位置付け	309
2. 研究開発目標	311
3. 成果、目標の達成度	314
4. 事業化、波及効果について	351
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等	352
第4章 技術に関する施策評価	
1. 施策の目的・政策的位置付けの妥当性	358
2. 施策の構造及び目的実現の見通しの妥当性	362
3. 総合評価	365
第5章 技術に関する事業評価	
A. 高効率ガスタービン実用化技術開発事業	
A1. 1700℃級ガスタービン実用化技術開発	368
A2. 高湿分空気利用ガスタービン実用化技術開発	370
B. 高効率ガスタービン実証事業	
B1. 1700℃級ガスタービン実証事業	373
B2. 高湿分空気利用ガスタービン実証事業	376
C. 先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発事業	378
D. 次世代型双方向通信出力制御実証事業	381
E. 太陽光発電出力予測技術開発実証事業	383
第6章 今後の研究開発の方向等に関する提言	385
第7章 評点法による評点結果	391
参考資料	
参考資料1 実施事業者提供資料	
参考資料2 各実施事業に係る困難事例について	
参考資料3 経済産業省技術評価指針	
参考資料4 経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準	
参考資料5 平成22年度次世代電力供給システムに係る技術に関する施策・事業評価報告書（概要版）	

技術に関する施策・事業評価報告書概要

技術に関する施策

技術に関する 施策名	次世代電力供給システム分野に係る技術に関する施策・事業
担当課	資源エネルギー庁 電力基盤整備課
<u>技術に関する施策の目的・概要</u> 昨今、気候変動問題への対応が地球規模の課題となっている中、化石エネルギーの利用に伴う温室効果ガスの排出抑制に関する関心が高まっている。 特に我が国では、東日本大震災以降、原子力発電所の定期検査入りに伴い、国内電源構成に占める火力発電の割合は、約9割まで上昇しており、2030年以降も火力発電は我が国の電源構成の中で重要な位置づけを占める予定である。 石炭は他の化石燃料と比べ、可採年数が約143年と長く、世界各国に幅広く分布する等、供給安定性が高く、経済性に優れることから、我が国にとって、今後とも石油代替エネルギーの重要な柱の一つとなる。また、天然ガスは化石燃料の中で、安定的かつクリーンなエネルギーであり、環境規制の厳しい都市圏での大気汚染防止対策上、極めて有効な発電用燃料として導入されている。 しかし、発電時に発生する単位当たり二酸化炭素排出量は他の電源に比べて大きく、地球環境問題での制約要因が多いという課題を抱えている。 また、我が国は世界最大の石炭および天然ガス輸入国であり、資源のほぼ100%を海外に依存している。よって、エネルギーの有効利用と環境負荷の低減に努めるため、我が国は長年にわたり化石エネルギーの利用技術の効率化に積極的に取り組むとともに、環境に適した世界最高水準の火力発電技術の開発・利用を実現してきたところである。 一方、温室効果ガスの排出抑制・エネルギー自給率向上、エネルギー源多様化、環境関連産業育成等の観点から、我が国は太陽光発電等の再生可能エネルギーの導入を進めているが、電力系統上の課題として、①余剰電力の発生や、②出力変動に伴う周波数変動調整力の不足、③配電系統における電圧上昇 等が指摘されているところである。よって、再生可能エネルギーの導入拡大に伴う電力系統上の課題への対策を進めなければ、我が国の電力の安定供給を阻害するおそれがある。 したがって、今後、再生可能エネルギーが導入拡大されることで電源が多様化する電力を効率かつ安定的に供給するため、送配電系統や発電運用技術の高度化を行い、送電効率の向上、余剰電力対策等の系統安定化対策を行うことで、環境対策および電力の安定供給を可能とする強靱な電力供給システムを確立していく必要がある。 将来に向けた世界的な気候変動問題の制約下で、環境負荷を低減させることを目的とした電力の安定供給にかかる技術開発は、我が国の環境及びエネルギー政策上極めて重要な施策である。	

技術に関する事業一覧

- A. 高効率ガスタービン実用化技術開発
 - A1 1700℃級ガスタービン実用化技術開発
 - A2 高温分空気利用ガスタービン実用化技術開発
- B. 高効率ガスタービン実証事業
 - B1 1700℃級ガスタービン実証事業
 - B2 高温分空気利用ガスタービン実証事業
- C. 先進超々臨界圧火力発電実用化技術開発
- D. 次世代型双方向通信出力制御実証事業
- E. 太陽光発電出力予測技術開発実証事業

技術に関する施策評価の概要

1. 施策の目的・政策的位置付けの妥当性

(1) 施策の目的の妥当性

原子力発電の将来性が不透明な現状では、再生可能エネルギーの本格的導入に先立ち、火力発電設備の高効率化および環境負荷の低減化は不可欠の技術課題であり、その意味においても本施策の目的の妥当性は明らかである。また、上述のように諸情勢が大きく変化する中で、安定供給を確保し、温室効果ガスの排出抑制を進めるためには、電力供給システムの技術向上を図ることが極めて重要であり、目的の妥当性は高い。

なお、すべてが即座に国内外に適用できるものであるかは、疑問があるところ。現在取り組んでいる技術・研究が、どういった条件・環境において、その成果を発揮するのか、あるいはどういった条件が成立したときに経済的有利になるか、そして具体的な適用先・時期についてはどういった考え方なのか(どういった仮説を設定しているのか)、条件を明確にする必要があると考える。また、ライフサイクルコストを踏まえた検討も加えていただければ、より適用先が明確になると考える。そこに何らかの課題がある場合はそこを明確にした上で整理し、将来の技術開発につなげるしくみが必要でないか。

(2) 施策の政策的位置付けの妥当性

本施策の位置付けは、2013 年の「日本再興戦略」にも合致するもので、火力発電技術の高効率化と効率的なエネルギー流通技術の開発に関して、世界の中で主導的役割を果たしてきた我が国の開発・研究スタンスを一層確固たるものにする効果が期待できる。これにより国際的な施策動向を我が国が先導する立場に立てる可能性がある。

また、環境エネルギー技術革新計画に基づき、中長期的な技術ロードマップを見据えた上で背景やわが国の技術開発の動向・課題を整理し計画されており妥当と考える。

さらに、国内はもちろんのこと、電力分野における日本発の最先端技術を海外に展開し、エネルギー問題や温暖化対策等で貢献していく姿もしっかり示されており妥当であると考えます。

なお、すべてが即座に国内外に適用できるものであるかは、疑問があるところ。現在取り組んでいる技術・研究が、どういった条件・環境において、その成果を発揮するのか、あるいはどういった条件が成立したときに経済的有利になるか、そして具体的な適用先・時期についてはどういった考え方

なのか(どういった仮説を設定しているのか)、条件を明確にする必要があると考える。また、ライフサイクルコストを踏まえた検討も加えていただければ、より適用先が明確になると考える。そこに何らかの課題がある場合はそこを明確にした上で整理し、将来の技術開発につなげるしくみが必要でないか。

(3) 国の施策として妥当であるか、国の関与が必要とされる施策か。

本施策のような電力・エネルギー関連分野は、長期にわたる研究開発期間と多額の資金を必要とするもので、その事業化を考えても、国として取り組むべき施策であると考え。また、本施策はエネルギー政策上、重要な施策であり、関連する産業・企業が多く、また、海外への事業展開が可能な分野でもあることから、国が積極的に関与する必要があると考えられる。

なお、概ね妥当であると考え、一部に国が関与するには、まだ時期尚早の技術があるように感じる。

2. 施策の構造及び目的実現の見通しの妥当性

(1) 現時点において得られた成果は妥当か。

一部のプロジェクトはすぐに活用に至らないものもあるが、国内外の情勢変化に対応できるように開発が行われている。また、いずれの技術分野においても当初設定された計画通り、あるいは、計画を上回る成果が得られている。

なお、震災以降、電力供給システムをめぐる環境は大きく変化したし、リスクの捉え方も異なってきている。本案件に置き換えれば、高効率火力発電に対する期待は、従前より大きくなっており、技術開発については、より加速する必要があると考える。また、一部の技術において、情報不足のため、成果の妥当性が評価できないものがある。

(2) 技術に関する施策の目的を実現するために技術に関する事業(プロジェクト等)が適切に配置されているか。

火力発電技術開発と送配電技術開発が適切に配置されている。火力発電技術に関しては、大容量機と小中容量機の2つの側面から事業が進展しており、既に実施期間が終了しているIGCCを含めて、また、いずれもの分野においても着実に成果が上がっていることから、配置は適切であると考え。

なお、送配電網の高度化については、さらなる事業の追加等による施策の拡充が期待される。また、電力供給システムを巡る環境の大きな変化を踏まえた場合、事業配置の見直し評価が期中であっても良かったのではないかと考える。

3. 総合評価

東日本大震災によって明らかになった既存の電力供給システムの問題、原子力情勢の変化、国際資源情勢の変化、地球環境問題の深刻化などを考慮すると、電力供給システムの技術向上を図ることは国の施策上極めて重要な課題と考えられる。中でも、火力発電、送配電に関わる技術開発は、エネルギーコストの低減、供給安定性の向上、環境性の向上などにつながる上に、日本の優位性を高め、事業の国際展開を容易にするといった効果も期待できる。本年度の対象事業は、火力発電の高効率化に関わる技術開発分野を中心に、設定された目的に関して、計画通り、あるいは、計画を上回る成果を上げており、高く評価できる。

なお、事業開始以降に事業目的の前提となる状況に変化が生じた場合は、事業の内容や実施方法を適時修正していただきたい。また、計画時点に比較して、本技術に対する社会の期待はより大きくなるなど、社会環境の変化が大きい時代である。そういった時代の中で、必要に応じて研究を加速・減速できる（させる）仕組みが必要であると考え。

今後の研究開発の方向等に関する提言

今後も地球温暖化対策に資する技術（再生可能エネルギーの導入促進、効率改善）を推進していただきたい。

火力発電技術開発と送配電技術開発については、施策の目的と位置付けは明確に示されており、今後も継続的な研究・開発を行っていく必要がある。特に火力発電技術は、1700℃級GTの開発やAHATが、例えば石炭ガス化技術IGCCの事業化を推し進める役割を果たすように、様々な個別技術を統合・連携する施策が必要である。このためにも国が積極的に関与・支援して、エネルギー対策を推し進めていただきたいし、それにより、各企業や大学の研究レベルも向上し、ひいては我が国の技術レベルの底上げが期待できる。

また、優位性のある国産技術の海外展開に資する最先端の技術開発分野に優先的に取り組んでいただきたい。例えば、本年度の主な対象事業にもなっている高効率発電は、わが国の企業群が、素材の開発・製造・加工、部品・部材の設計・製造、プラントの設計・施工・運営、メンテナンス、改良などを一貫体制で実施でき、また、国内での新增設やリプレイス需要だけでなく、市場規模がきわめて大きい海外での事業展開も期待できるだけに、今後も、国が主導して技術開発を推進していただきたい。

さらに、日本のビームやレーザを使った最新の評価技術を駆使して、材料開発の成果を確かめることができる。評価することが出来れば、そこに進歩する方法が見つかる。基礎的開発はこの評価が大きなコストになるが必要となる。

機械工学、電気工学、情報工学などの大きな進歩が総合的に組み合わせられて大きな進歩になる。

その分野の専門家ばかりではなく、異分野との交流が思わぬ発展のもとになる。例えば、化学工学が加われば、電気は貯蔵しにくいので水素やアンモニアとかの化学物質にかえて貯蔵と輸送することが可能となる。

技術に関する事業

技術に関する 事業名	A. 高効率ガスタービン実用化技術開発 A1. 1700℃級ガスタービン実用化技術開発
上位施策名	省エネルギーの推進
担当課	資源エネルギー庁 電力基盤整備課

事業の目的・概要

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 56%以上、CO2 排出量 8 %削減（現状同容量機比）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を行い、システムの成立性をシミュレーションにより確認する。

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 0 年度	平成 2 3 年度	平成 2 2 年度	平成 2 5 年度	三菱重工業
H21FY 予算額	H22FY 予算額	H23FY 予算額	総予算額	総執行額
559, 194	615, 315	689, 110	2, 187, 619	1, 878, 273

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	成 果	達成度
全体目標	コンバインド効率56%以上（送電端、HHV）	最新のデータを反映した予想値は56%（HHV）を上回る目途を得た。	達成
①排ガス再循環システム／低NO _x 燃焼器の開発	NO _x 排出量50ppm以下	実機相当圧力でNO _x 排出量16ppmを確認した。	達成
②高性能冷却システムの開発	冷却空気量30%低減（事業発足時比）	冷却空気量30%低減（事業発足時比）の目処を得た。	達成
③低熱伝導率TBCの開発	遮熱効果を現状材（YSZ）より20%向上	遮熱効果を現状材（YSZ）より20%向上低減した。	達成
④高負荷・高性能タービンの開発	1500℃級ガスタービンに比べ30%高い負荷条件において、1軸タービン、段数従来並みで、効率91%以上	回転翼列試験により91.3%の効率達成の目処が得られた。	達成
⑤高圧力比高性能圧縮機の開発	圧力比30以上において、1軸圧縮機、段数従来並みで、効率89%以上	回転翼列試験により、89.3%の効率達成の目処が得られた。	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

<共通指標>

論文数	投稿	発表	特許等件数 （出願含）
5	10	42	37

総合評価概要

多くの技術的課題を克服して 1700℃級 GT 実用化に向けた多くの成果を得ると共に、数多くの技術的知見を得て、当該分野の発展に大きく寄与したことは高く評価できる。特に本事業の開発成果は、関西電力姫路第二発電所に設置された世界最高温度レベルである 1600℃級ガスタービンに導入され、技術的成果、目標の達成度は十分実証されている。

なお、成果、目標の達成度について、すべて「達成」と説明されているが、達成に至るまでの過程で問題や課題が生じていた場合は、その内容や対処状況なども報告していただきたい。また、

高効率化とともに保守合理化によるコスト低減も視野に入れて対応いただくとともに、現在ある、1300℃および 1500℃級のガスタービン発電での課題について明確にした上で、その課題に対して、どのような技術進歩・改良を行っているか明確する必要があると考える。

今後の研究開発の方向等に関する提言

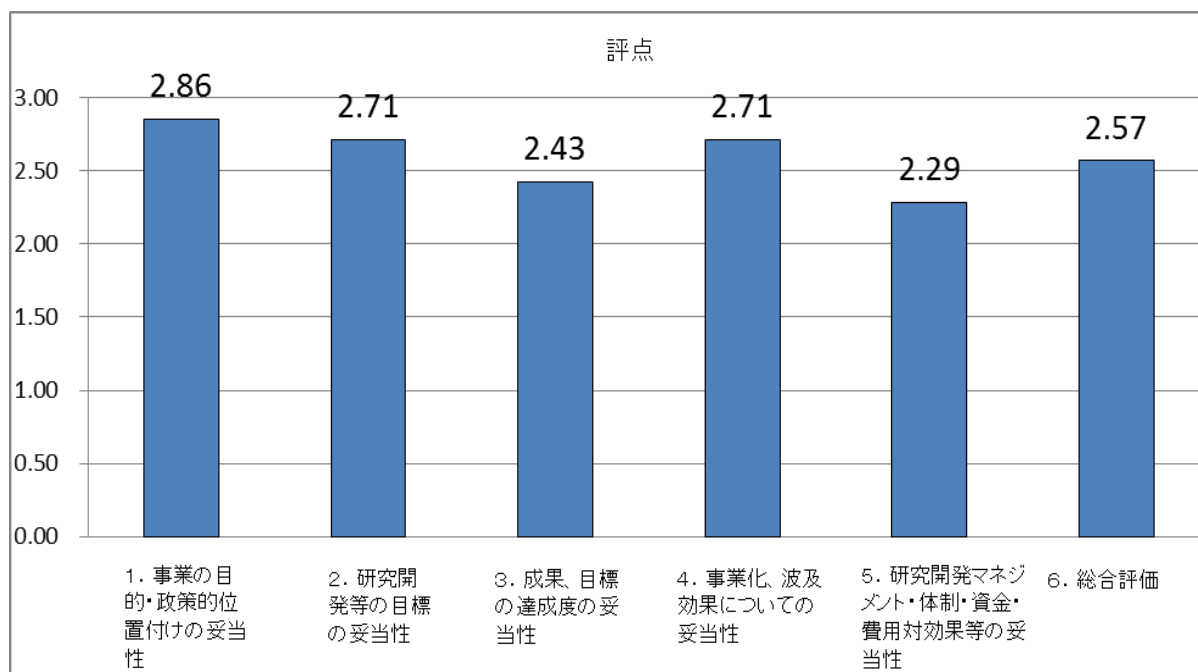
なし

評点結果

評点法による評点結果

(A1 1700℃級ガスタービン実用化技術開発事業)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員	F 委員	G 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.86	3	2	3	3	3	3	3
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.71	2	3	3	3	3	3	2
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.43	2	2	3	3	3	2	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.71	3	3	3	3	3	2	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.29	2	2	3	3	2	2	2
6. 総合評価	2.57	3	2	3	3	3	2	2



技術に関する事業

技術に関する 事業名	A. 高効率ガスタービン実用化技術開発 A2. 高湿分空気利用ガスタービン実用化技術開発
上位施策名	省エネルギーの推進
担当課	資源エネルギー庁 電力基盤整備課

事業の目的・概要

小中容量機（10 万 kW 程度）の高効率化（45%→51%）のために有望とされている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、多缶燃焼機器等の開発を行うとともにシステムの信頼性等の検証を実施する。

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 0 年度	平成 2 3 年度	平成 2 2 年度	平成 2 5 年度	日立製作所等
H21FY 予算額	H22FY 予算額	H23FY 予算額	総予算額	総執行額
1, 085, 495	2, 465, 865	1, 032, 121	4, 799, 481	4, 571, 171

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	成果	達成度
①高湿分 軸流圧縮機	・吸気噴霧量:3.5%以上	最大1.7%の噴霧試験によりアルゴリズムの妥当性を確認した。そのアルゴリズムを用いて3.5%噴霧時の信頼性を確認した。	達成
②高湿分 再生熱交換器	・温度効率:90%以上 ・伝熱面密度:1000m ² /m ³ 以上	高性能フィンの開発により伝熱面密度1160m ² /m ³ を実現した。総合試験で温度効率91.3%、圧力損失は仕様値以内を達成した。	達成
③高湿分 多缶燃焼器	・NOx:10ppm以下	点火、昇速、加湿、吸気噴霧時の安定燃焼を確認した。湿分が飽和条件となるフルAHATシステムの条件で、NOx濃度10ppm以下の見通しを得た。	達成
④高湿分冷却翼	・冷却効率 静翼:70%以上 動翼:60%以上	高湿分低温空気を利用したハイブリッド冷却静翼を製作し、冷却効率70%以上を確認した。	達成
⑤3MW級検証機	・AHATプラント側の特性把握	システム特性、機器性能の向上、主要機器の経時変化ないことを確認した。	達成
⑥実用化技術 総合試験	・発電用ヘビーデューティー ガスタービンにAHATを適用	累計65時間運転し、吸気噴霧冷却、加湿管、再生熱交換器、高湿分冷却翼などの相互作用(性能)を確認、課題摘出した。	達成
⑦AHAT特性解析	・ユーザ視点からの システム評価	定格出力時の性能だけでなく、大気温度変化特性、部分負荷・起動特性を明らかにした。	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

< 共通指標 >

論文・ 解説	特許 (公開)	国際会議 発表	国内会議発 表
18	41	12	10

総合評価概要

高湿分空気を利用してシングルサイクル発電の高効率化を図る実証技術は、全く未知であった分野に積極的に挑戦して、3MW 級実証試験および 40MW 級試験で着実に成果を上げており、これまでの進捗状況は高く評価できる。短期間でこれ程まで実証試験が遂行され、高湿分空気の圧縮機、熱交換器、燃焼器、冷却翼に対する影響が詳細に調査され、貴重な実験データも蓄積された。開発・研究のスピードも迅速であり、液滴工学や微粒化技術、その関連分野の急速な発展も誘起した。本技術は同規模のコンバインド発電と比較して、高い効率が安価で得られることが期待できる。10 万 kW 程度の小中容量発電の実用化技術として、今後の成果や実証が望まれる。

また、本事業が実用化されれば、国内で中小容量機の新増設やリプレースやスマートエネルギーシステムの中核発電機などとしての新規導入が期待され、海外でも幅広い国・地域に展開が期待できる有望技術と考えられる。

なお、予想される用途、設置条件、経済条件などを勘案すると、国内外で事業展開を図るためには、報告書で説明された内容に加え、小型化・省スペース化、メンテナンス性の向上、コストなどが課題になると思われる。より高い事業成果につなげるため、これらの目的に関する技術開発及び成果についてもご報告いただきたい。

また、本技術は、現在の延長で考える条件下では、経済的な有利性・効果に疑問が生じる。どういった条件・環境になった場合、本技術開発が有益なのか・経済的なのか、適用できるのか、前提条件を十分に示した上で、その条件の評価を含めた全体評価を行う必要があると考える。また、研究開始前と現在との条件の変化も含めた自己評価をいただきたい。

今後の研究開発の方向等に関する提言

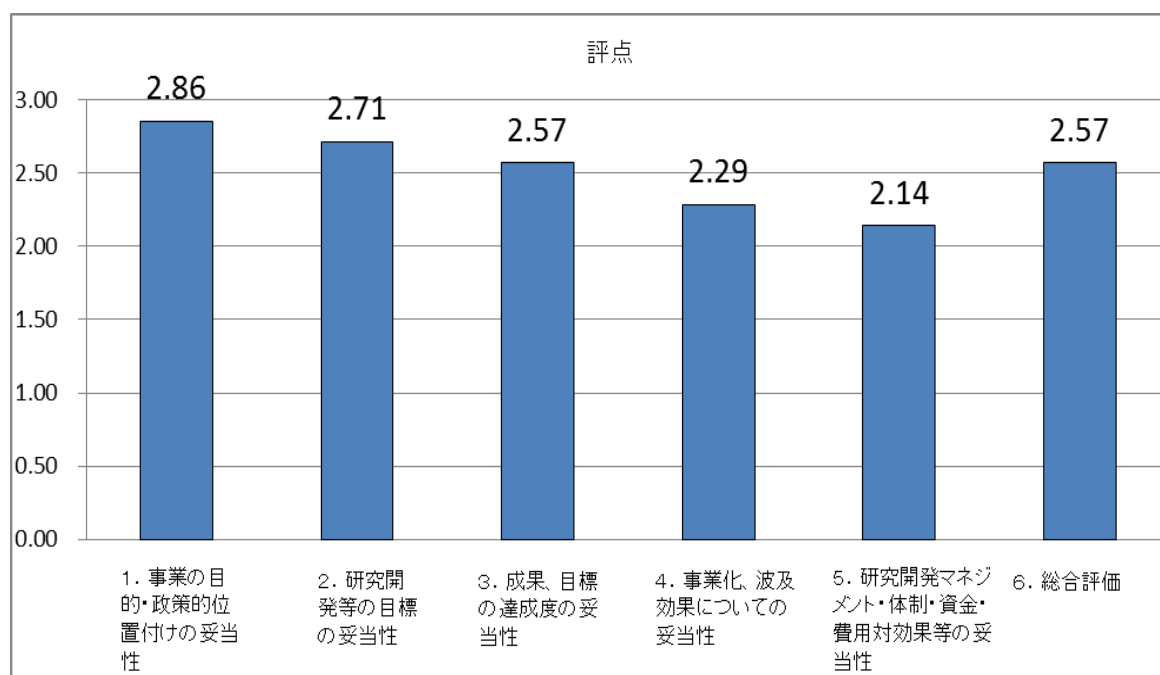
なし

評点結果

評点法による評点結果

(A2 高湿分空気利用ガスタービン実用化技術開発事業)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員	F 委員	G 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.86	3	3	3	3	3	2	3
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.71	2	3	3	3	3	2	3
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.57	2	2	3	3	3	2	3
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.29	3	2	3	3	2	1	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.14	2	2	3	3	2	1	2
6. 総合評価	2.57	3	2	3	3	3	2	2



技術に関する事業

技術に関する 事業名	B. 高効率ガスタービン実証事業 B1. 1700℃級ガスタービン実証事業
上位施策名	省エネルギーの推進
担当課	資源エネルギー庁 電力基盤整備課

事業の目的・概要

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）

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 24 年度	平成 32 年度	平成 25 年度	—	三菱重工業
H24FY 予算額	H25FY 予算額	—	総予算額	総執行額
1,255,048	1,180,585	—	14,050,000	1,009,716

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（中間評価時点）	成果（中間評価時点）	達成度
①低熱伝導率遮熱コーティング	・厚さ0.5mm以上 ・熱疲労寿命が従来並み ・エロージョン試験装置製作および試験着手。	・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。	達成
②高性能冷却システム	・実機燃焼器＋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。	・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。	達成
③非定常性制御燃焼技術	・排ガス再循環有、NOx 40ppm以下を確認する。 ・燃焼器内気流データの取得。 ・実機燃焼器形態での火炎形状の把握。 ・燃焼を不安定にする領域を特定する。	・排ガス再循環有、NOx 16ppmを確認した。 ・燃焼器内気流データを取得した。 ・実機燃焼器形態での火炎形状を計測した。 ・燃焼を不安定にする領域を特定した。	達成
④超高性能タービン	・タービン効率向上コンセプトの抽出 ・排気ディフューザの改良を行い、圧力損失50%低減 ・励振力発生メカニズムの考察・解明	・タービン効率向上コンセプトを抽出し、試設計とシミュレーションで妥当性を確認した ・排気50%圧力損失低減を確認した。 ・励振力データを取得し現象のメカニズムを考察・解明した。	達成
⑤境界層制御高性能圧縮機	・前方段の負荷を+10%高めた条件で、段効率+1%向上 ・中後方段に対し、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。 ・多段モデル圧縮機試験装置の計画	・前方段の負荷を約10%高め、段効率+1%向上を確認した。 ・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。 ・多段モデル圧縮機試験装置の計画、一部製造に着手した。	達成

要素技術	目標・指標（中間評価時点）	成果（中間評価時点）	達成度
⑥超高性能サイクル	・エクセルギ分析・評価	・発電効率57%以上の達成目途。 ・エクセルギ損失の発生部位を定量評価した。	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℃級でクリアランスデータの取得準備	・構造コンセプトを考案し、比較検討を実施。 ・データ取得準備完了。11月に計測予定。	達成
⑧高性能シール	・リーフシール基礎試験装置の製作とデータ取得	・リーフシールの基礎データを取得した。	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・鋳型の候補材抽出	・長穴加工を実施し、L/D>250を達成した。 ・レーザー溶接工法最適化で、変形を20%低減目途を得た。 ・鋳型原料・スラリー条件を決定し、候補材を抽出した。	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取得 ・超高温域長時間使用後データ取得に着手	・高温域での材料データを取得した。 ・試験に着手。5000hr後のデータはH25年度末に完了予定。	達成
⑪特殊計測技術	・高温での動翼振動計測技術（非接触）の開発と計測実施 ・高温での動翼チップクリアランス計測準備	・実機ガスタービンで、翼振動データを取得した。 ・チップクリアランスセンサーを開発、11月に計測予定	達成
⑫検査技術	・直径φ0.7mmのき裂検知極小センサの試作 ・試計測の実施により、検知精度0.5mm	・直径φ0.7mmの極小ファースコープセンサーを試作。 ・0.5mmのき裂検知の目途を得た。	達成
⑬ダンパ振動制御技術	・振動数やダンピングの基礎データ取得	・基礎データを取得し改良ダンパの検討に着手した。	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

< 共通指標 >

論文数	投稿	発表	特許
6	7	15	22

総合評価概要

1600℃級GT（J形）で培った技術をベースとして1700℃級の実証を行う事業であるが、その前半の4年間で要素技術開発を行う計画であり、技術的課題を着実に整理・解決しながら開発を行っていく姿勢は高く評価できる。特に TBC 技術、非定常計測に基づく不安定燃焼の制御技術、特殊計測技術などは世界に誇れる日本の革新的技術となるだけでなく、この開発過程において解決される技術的課題は、関連学問分野を大きく牽引することが期待できる。

1700℃級ガスタービンの実用化技術開発では、送電端効率56%（HHV）という高い目標を設定していたが、研究開発が順調に進展し、実証事業ではさらに高い効率に目標を設定し直し、挑戦的開発が続いている。各種試験結果が定量的に評価されてきた成果であると考ええる。

経済性にも優れ、将来的には石炭や固体バイオマス燃料をガス化することで、例えば IGCC の主機としての適用も期待される技術で、事業として早い完成が期待される。

また、超高効率ガスタービンに係る技術分野では、日本企業が素材の開発・加工から、部品・部材の設計・製造、プラントの設計・施工・運営の各分野で世界をリードしているが、1700℃級ガスタービンを諸外国に先駆けて実用化できれば、きわめて大きな事業成果につなげることができると考えられる。また、各要素技術の開発が計画通り順調に進んでおり、高く評価できる。

さらに、高効率ガスタービンは、今後の火力発電効率化の鍵を握る主要技術であるとともに、環境負荷低減につながる技術でもある。実証事業の加速化も視野に入れて対応いただきたい。

なお、送電端効率57%（HHV）という非常に挑戦的な目標を定めているので、実証事業で予期せぬトラブルの発生により、研究・開発速度の遅れを危惧している。実証機の開発と製造およびその実証試験で十分なデータを取得するのに、5年間の実施期間で十分であるか疑問がある。

また、実用化技術開発段階での目標（送電端効率56%）に比べて、1%高い目標設置を可能とした技術的根拠を明らかにしていただきたい。

成果、目標の達成度について、すべて「達成」と説明されているが、達成に至るまでの過程で当初想定されていなかった問題点や課題が生じていた場合は、その内容や対処状況なども報告していただきたい。

保守コスト低減に向けた取り組みも必要。実際に運用するにあたっては、取替基準等の評価が課題となるため、高温部品の損傷・劣化機構の解明と余寿命評価、保守管理手法等に関する開発も視野に入れて対応いただきたい。

今後の研究開発の方向等に関する提言

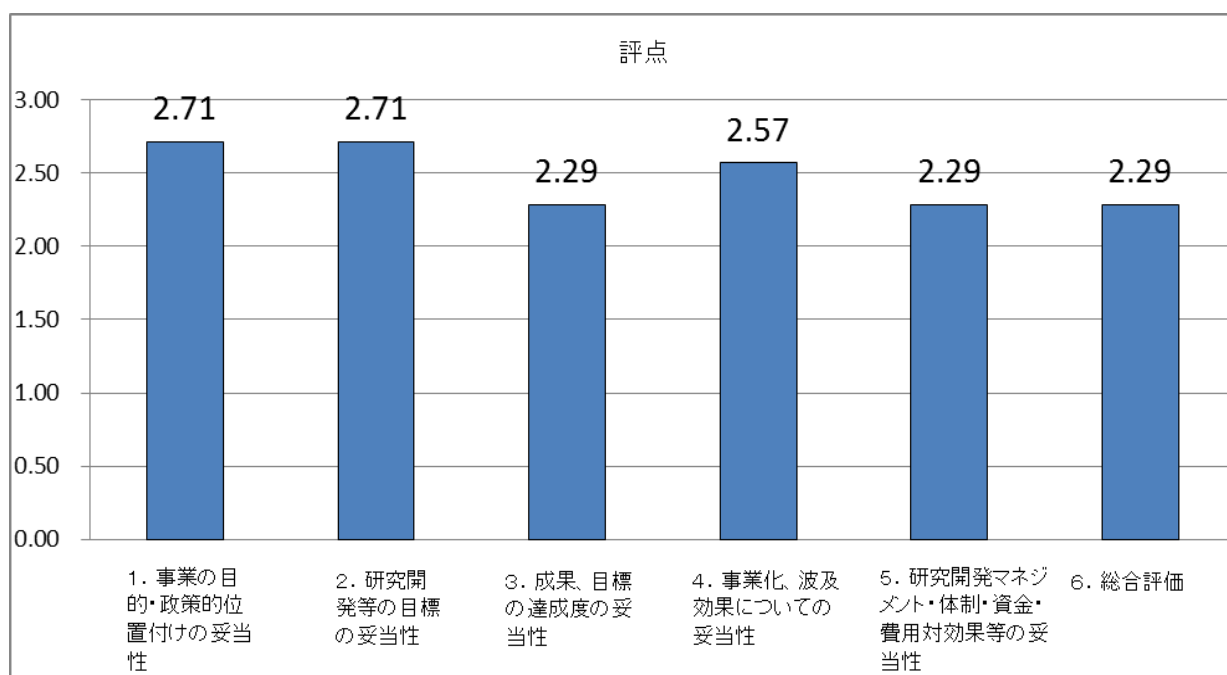
タービンなどの寿命がメンテナンスコストを決めるので効率ばかり追わないで総合的に捉える必要がある。オリジナルな技術が1つでも必要である。特許作戦で差を付ける。そして、国際プロジェクト化して日本はリーダーとなること。

評点結果

評点法による評点結果

(B1 1700℃級ガスタービン実用化技術開発事業)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員	F 委員	G 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.71	2	2	3	3	3	3	3
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.71	2	3	3	3	3	3	2
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.29	2	2	3	3	2	2	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.57	3	3	3	3	2	2	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.29	2	2	3	3	2	2	2
6. 総合評価	2.29	2	2	3	3	2	2	2



技術に関する事業

技術に関する 事業名	B. 高効率ガスタービン実証事業 B2. 高湿分空気利用ガスタービン実証事業
上位施策名	省エネルギーの推進
担当課	資源エネルギー庁 電力基盤整備課

事業の目的・概要

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	—	日立製作所等
H24FY 予算額	H25FY 予算額	—	総予算額	総執行額
714, 527	1, 072, 600	—	38, 271, 127	679, 447

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	チップカット技術※の確立 (※翼先端部をカットして吸込み流量を削減する技術)	既存の圧縮機に対する流量削減方法を検討し、チップ径カットによって効率達成と信頼性確保を両立する見通しを得た。	達成
(2)蒸発 促進技術	3次元数値解析と蒸発予測アルゴリズムの併用による予測手法の構築	液滴挙動の影響を組み込んだ3次元数値解析手法の妥当性を確認し、吸気部の解析に適用した。	達成
(3)高湿分 冷却翼	・熱負荷低減構造の有効性確認 ・タービン内部流れの詳細計測技術の開発	・熱負荷低減のための基本構造を考案し、解析により有効性を確認した。 ・タービン内部流れを模擬する環状セクター試験装置と計測装置を製作した。	達成
(4)高湿分 燃焼器	・多様化燃料の燃焼特性評価技術 ・燃焼器冷却技術	・要素燃焼試験装置を開発した。 ・燃焼解析、冷却促進技術を開発した。	達成
(5)スケール アップ技術	・材料面、構造面での信頼性確保技術の開発 ・充填物式水回収装置の性能検証、予測手法確立	・コア接合溶接の最適条件を検討、確認した。耐食処理条件を検討し、成膜品質の改良を確認した。 ・1/60規模の水回収試験装置を設計製作しデータ取得、性能予測手法を確立した。	達成
(6)40MW級 総合試験	・開放点検による機器健全性確認 ・定格出力による運転 ・部分負荷、起動特性の評価	・ガスタービンの内部開放点検により、加湿運転後の健全性を確認した。 ・定格出力により一定時間(ヒートラン)運転した。 ・加湿による効率向上、3MWより高い部分負荷特性が得られた。	達成
(7)実証機試験	実証機の体制、方法の検討	実証機の実施形態を検討した。	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

< 共通指標 >

論文数	投稿	発表	特許
6	7	15	22

総合評価概要

現在までに3MW級実証試験および40MW級試験装置を用いてデータの取得と実証試験を行ってきた経緯があり、最終的な目標である10万kW級の小中容量機の高効率化実証に向けて準備は整っていると考えられる。ただし、実用化に向けて必要となる技術課題は依然として多く残されており、それをH27までの期間に集中して行い、その後、実証試験に移るという計画も概ね妥当であると考えられる。

本事業の実用化段階では、既設の同容量機と比して10%程度も高い効率の実現が期待できるため、我が国における需要は高く、費用対効果も極めて高いと考える。

また、本事業は将来的に水素燃焼ガスタービンやIGHATへ応用することも検討されており、高い波及効果を有している。現在までに、国内外から高い評価を得ている国産の技術であり、事業化も期待されているので、現在までの開発速度を落とすことなく開発・研究が進展することを期待する。

なお、バイオマス起源のガス燃料への適用技術など、ガスタービンの燃料多様化技術は重要である。バイオガスは一般的に発熱量が低いため、ことに高湿分空気中での燃焼特性はLNGとは大きく異なることが予想されることから、基礎的燃焼特性の把握など、大学などとの共同研究が望まれる。

また、発電規模に対する開発コストを勘案すると、相当の費用圧縮が必要と思われる。

さらに、本技術については日本オリジナルな技術であるところから、世界から孤立する恐れがある。世界をリードする意味でプロジェクトの国際化をするべきで、その結果が世界標準となる。

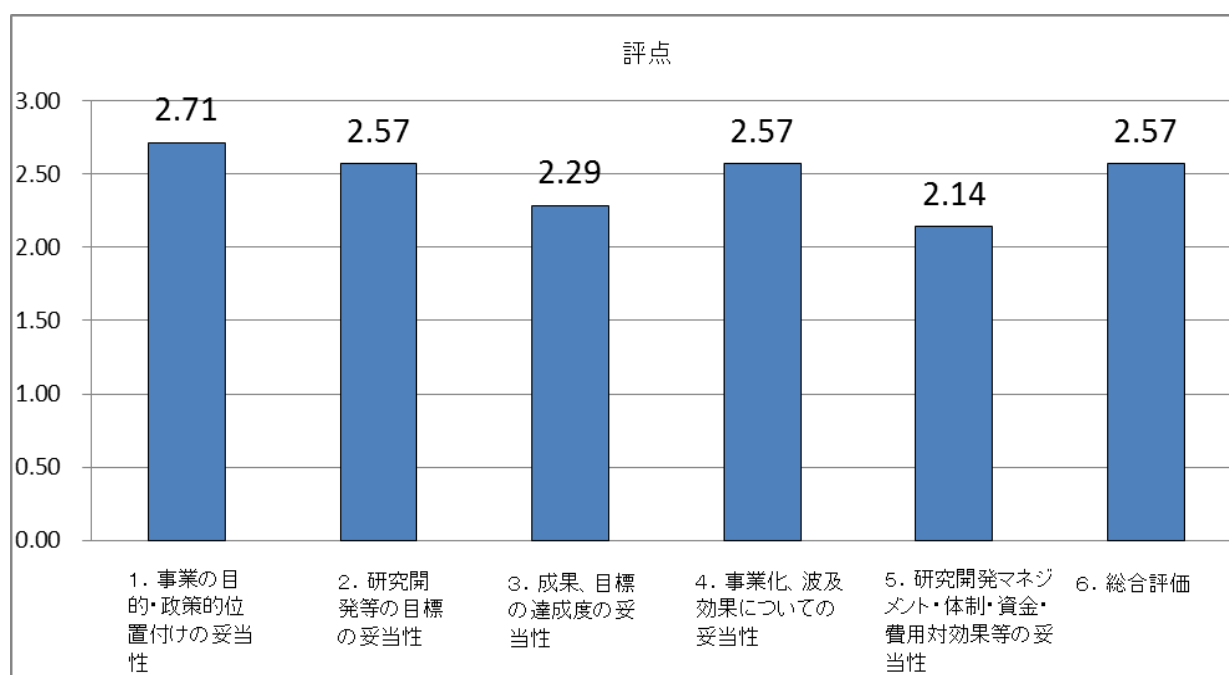
今後の研究開発の方向等に関する提言

なし

評点結果

評点法による評点結果 (B2 高湿分空気利用ガスタービン実証事業)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員	F 委員	G 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.71	2	3	3	3	3	2	3
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.57	2	3	3	3	3	2	2
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.29	2	2	3	3	2	2	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.57	3	3	3	3	2	1	3
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.14	2	2	3	3	2	1	2
6. 総合評価	2.57	2	3	3	3	2	2	3



技術に関する事業

技術に関する事業名	C. 先進超々臨界圧発電実用化要素技術開発
上位施策名	エネルギー源の多様化・エネルギーの高度利用
担当課	資源エネルギー庁 電力基盤整備課

事業の目的・概要

従来型石炭火力発電の中で最高効率である超々臨界圧火力発電（USC）は、蒸気温度の最高温度は、630℃程度（送電端熱効率 42～43%）が限界と言われてきた。しかしながら、近年の材料技術の進歩により、700℃以上の蒸気温度を達成できる可能性が見えてきたことから、これらの材料を活用した先進超々臨界圧火力発電（A-USC）の開発を行う。

A-USC は、蒸気温度 700℃級で 46%、750℃級で 48%の高い送電端効率の達成が可能な技術であり、2020 年以降増大する経年石炭火力発電のリプレース及び熱効率向上（二酸化炭素排出量低減）需要に対応するため、早急に技術開発を進める必要がある。

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	中間評価時期	事業実施主体
平成 20 年度	平成 28 年度	平成 22 年度	平成 25 年度	民間事業者 10 社
H23FY 予算額	H24FY 予算額	H25FY 予算額	総予算額	総執行額
1,099,942	1,102,598	1,524,469	9,000,000	3,595,042

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

①システム設計、設計技術開発

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
システム設計 設計技術	システム設計により熱効率46%以上、発電コストが従来 USC と同等	熱効率46%を確認した。 従来のUSC並み以下の発電コストであることを確認した。	達成

②ボイラ要素技術開発

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
ボイラ要素技術	6種類のNi基合金と3種類の9Cr鋼で大径管、小径管を試作し、3万時間程度の材料試験を実施した。	3万時間程度の試験結果を10万時間まで外挿することにより、材料強度の目標を達成できる見通しを得た。 今後、実際に10万時間まで試験を継続し、確認をする。	達成

③タービン要素技術開発

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
タービン要素技術	ロータ、ケーシング候補材料について、3万時間程度の材料試験を実施した。	3万時間程度の試験結果を10万時間まで外挿することにより、材料強度の目標を達成できる見通しを得た。 今後、実際に10万時間まで試験を継続し、確認をする。	達成

④高温弁要素技術開発

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
高温弁要素技術	要素試験により材料選定作業を行う。	弁材料の摺動試験、水蒸気酸化試験等を実施し、700℃条件下で使用できる材料の組合せがあることを見出した。実機高温弁の設計を実施し、鑄造による大型弁ケーシングの製造性を確認した。	達成

⑤実缶試験・回転試験

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
実缶試験・回転試験	試験設備の基本設計を完了する。	試験設備の基本設計を完了した	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

<共通指標>

論文数	学会誌等 投稿数	発表数	特許件数
10	7	59	1

総合評価概要

A-USC技術は、我が国の昨今のエネルギー事情を考えると不可欠の技術であり、着実に計画に則った成果を挙げていると判断する。蒸気温度を 700℃以上に上昇させることで高温となるボイラ、タービン、高温弁の材料開発を中心とした試験時間の長い開発・研究を継続的に行っており、現在までに得られたデータは貴重である。特に 3～7 万時間にも及ぶ材料の長期高温試験からは、貴重な成果と知見が得られることと考える。これらの基礎データから 10 万時間の材料特性を外挿によって推定する過程の不確かさが懸念であったが、試験データを見る限り、現在までは妥当な結果が得られていると評価できる。

本事業の波及効果としては、ガスタービンコンバインドサイクルへの導入による高効率化が挙げられ十分に大きいと判断できる。

以上より現時点での中間評価としては十分な成果であり、これを基にした今後の実証機検証を期待したい。

なお、現在のUSC火力で用いられている高クロム鋼の溶接部で発生している損傷事例も踏まえ、Ni基材の経年化に伴うクリープ強度評価や寿命診断技術などにも取り組んでもらいたい。

また、蒸気温度の上昇に伴う高温対策と評価を、ボイラ、タービン、高温弁を中心に行っているが実証に向けて他の部材への影響評価を十分に行って頂くとともに、材料評価にとどまらず、例えばタービンの性能や効率、信頼性や運用性に関する評価や検証を期待したい。

さらに、経済性に優れるとともに長期信頼性を有した材料の開発が必要となる。検証を確実に実施しながら材料開発をお願いしたい。

今後の研究開発の方向等に関する提言

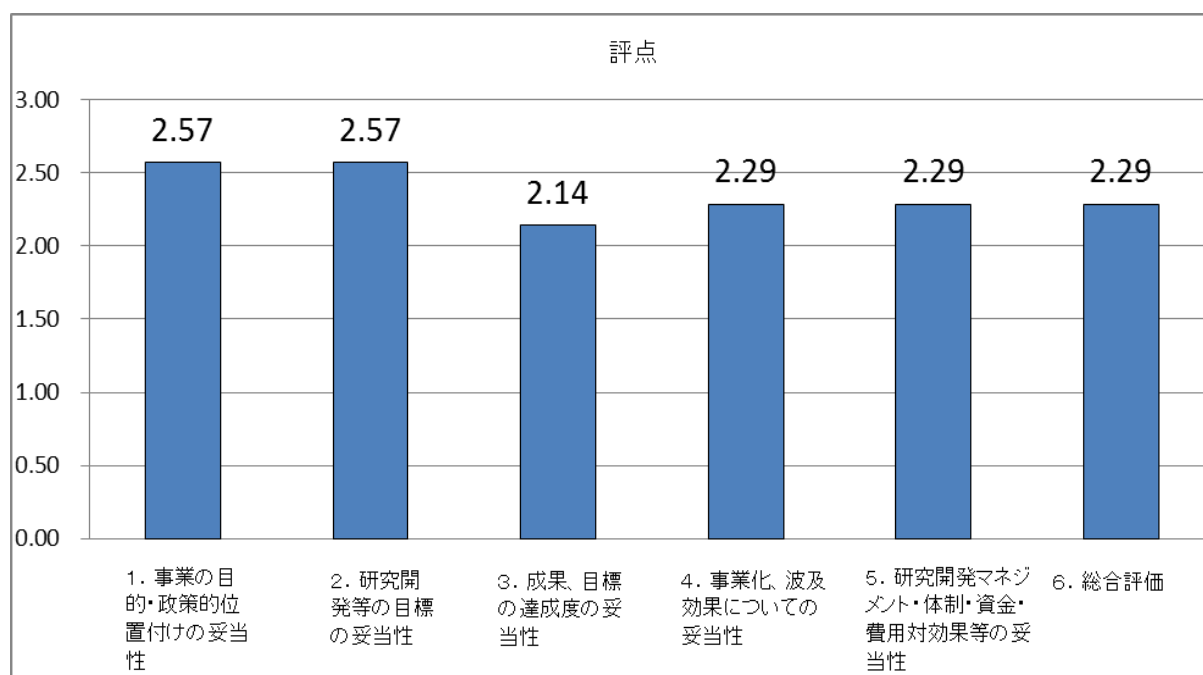
なし

評点結果

評点法による評点結果

(C 先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発事業)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員	F 委員	G 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.57	2	2	3	3	3	3	2
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.57	2	2	3	3	3	3	2
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.14	2	2	3	2	2	2	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.29	2	2	3	3	2	2	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.29	2	2	3	3	2	2	2
6. 総合評価	2.29	2	2	3	3	2	2	2



技術に関する事業

技術に関する 事業名	D. 次世代型双方向通信出力制御実証事業
上位施策名	再生可能エネルギーの安定供給確保
担当課	資源エネルギー庁 電力基盤整備課

事業の目的・概要

太陽光発電の大量導入に備え、系統状況によって外部からの通信信号に応じて出力をコントロールできる太陽光発電用 PCS (Power Conditioning System: 直流交流変換装置) を開発するとともに、通信と組み合わせた実証試験を実施する。

予算額等 (補助 (補助率: 1/2))

(単位: 千円)

開始年度	終了年度	事前評価時期	中間評価時期	事業実施主体
平成 23 年度	平成 25 年度	平成 22 年度	平成 25 年度	東京大学等
H23FY 予算額	H24FY 予算額	H25FY 予算額	総予算額	総執行額
800,000	459,158	108,000	1,367,158	491,329

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	成 果	達成度
①通信による出力制御が可能な太陽光PCS(住宅用、事業用)	・通信機能付き太陽光発電用PCSの開発 ・通信信号に応じて出力をコントロールできること	通信による出力制御実証試験を行う機能を検討し、通信装置とのインターフェースの共通仕様を取り纏め、それらを具備する機器開発を実施し、開発機器の動作試験および通信装置との接続試験を実施した。また現在、実環境へPCSを設置しフィールド試験を実施中であり、結果は良好である。事業終了時には全評価が完了する見込みである。	達成

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
②通信による出力制御が可能な蓄電池用PCS	・通信機能付き蓄電池用PCSの開発 ・通信信号に応じて出力をコントロールできること	充・放電電力制御方法や主回路定格などの基本仕様ならびに通信機能仕様を検討し、それらを具備する機器開発を実施し、開発機器の動作試験および通信装置との接続試験を実施しており結果は良好である。今後は、実フィールドにおける試験および評価を実施し、事業終了時には完了する見込みである。	達成

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
③電圧調整機能付きPCS	・シミュレーション等の検討で選定された最適な制御方式を具備したPCSの開発 ・安定的に動作すること	各種シミュレーションを実施した上で、電圧上昇抑制効果やSVR(Step Voltage Regulator: 電圧調整器)タップ動作への影響、SVC(Static Var Compensator: 静止型無効電力補償装置)制御機能への影響、制御の安定性などを評価項目として、定力率制御方式、電圧依存型定力率制御方式を実証器に具備する制御方式として選定するとともに、基本制御仕様を検討・確定した。さらに前者を組み込んだ3kW級PCSおよび後者を組み込んだ50kW級PCSを製作し、工場試験を実施した。今後は、実フィールドにおける試験および評価を実施し、事業終了時には完了する見込みである。	達成

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
④双方向通信機器	・PCSの出力制御を実現する種々の双方向通信機器の開発 ・安定的かつ確実に動作すること	センターサーバ～PCS間の構成、通信手順、電文形式等を議論のうえ取り纏め、PCSの制御を目的とした各種双方向通信において必要となる機器を開発した。また、開発した機器を実証フィールドおよび各社敷地内等において試験を実施した。現在、年間を通じたデータの取得や各種条件下における試験および評価を実施中であり、結果は良好である。事業終了時には全評価が完了する見込みである。	達成

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
⑤サイバーセキュリティ関連機器	・通信ネットワークに内在する脆弱性の検討・セキュリティ技術の開発 ・想定される攻撃からネットワークを保護できること	スマートグリッドシステムのセキュリティに関わる文献調査などにより、セキュリティリスクに対する対策方針について検討を行った。また、開発した侵入検知システムを青森フィールドに導入し、作成した対策方針を参考に、複数の検知方法で評価を実施し、その結果より検知率の向上方策を検討した。今後はシステムの試験を引き続き実施し、事業終了時には評価を完了する見込みである。	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

<共通指標>

論文数
6

総合評価概要

4つの要素技術に対して明確な目標を定め、計画に従って着実に成果を挙げており、現在までの経緯は高く評価できる。特に、住宅用、事業用 PCS に関しては実環境下に設置したフィールド試験を実施中であり、良好な成果が得られている。また、蓄電池用 PCS や電圧調整機能付き PCS の開発に関しても、それぞれ接続試験や工場試験を実施済みであり、実フィールド試験を残すのみとなっている。PCS 出力の制御を行うための種々の双方向通信機器の開発も各種行われており、試験データが蓄積されている。さらに、サイバーセキュリティ関連機器の開発に関しては、検知システムのフィールド試験を既に実施している。このように4つの要素技術各々についての進捗状況は概ね良好であると評価する。

この技術は、明確な目標と実施計画に基づき、企業、大学および電力会社が有機的に協力して展開されており、その研究・開発体制も適切であり、今後の発展が期待できる。

更に、本実証事業に留まらず太陽光発電の大量導入に関連する「次世代送配電系統最適制御技術実証」ならびに「太陽光発電出力予測技術開発実証」とも密に連携が図れている点も評価できる。

なお、本事業で得られた成果（開発された技術）を社会に適用していくためには、政策が中心となって例えば採用すべき通信方式の決定などを行っていく必要があり、政策当局による、本事業の成果の活用を期待する。また、実際に事業化するか否かについては、国の政策面での後押しが必要。さらに、このようなシステムではサイバーセキュリティが重要なので、サーバーを守るだけではなく、システム全体のセキュリティを考えてほしい。

今後の研究開発の方向等に関する提言

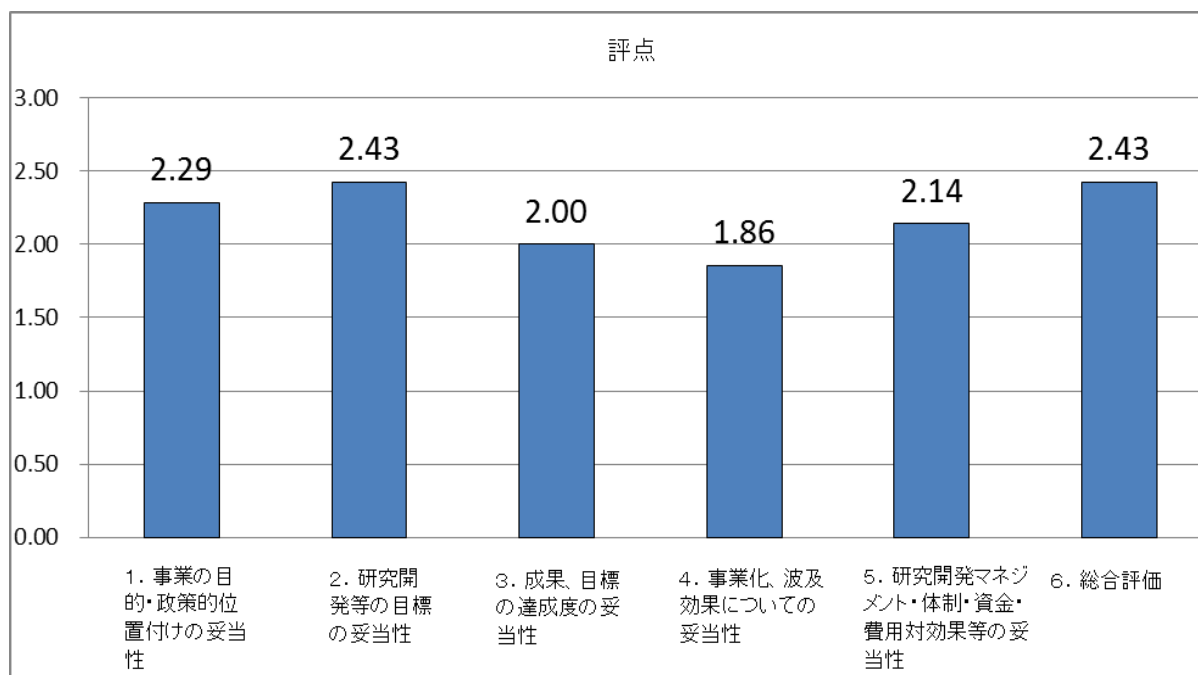
産官学の様々な実施者によるオープンイノベーションの促進、公的資金による研究の成果は公共財であるとの認識による成果・データに対するオープンアクセスの提供などの実現を期待する。

評点結果

評点法による評点結果

(D 次世代型双方向通信出力制御実証事業)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員	F 委員	G 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.29	3	2	2	3	2	3	1
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.43	3	1	3	3	2	3	2
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.00	3	1	3	2	2	2	1
4. 事業化、波及効果についての妥当性	1.86	2	2	2	3	1	2	1
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.14	2	1	3	3	2	3	1
6. 総合評価	2.43	3	2	3	3	2	3	1



技術に関する事業

技術に関する 事業名	E. 太陽光発電出力予測技術開発実証事業
上位施策名	再生可能エネルギーの安定供給確保
担当課	資源エネルギー庁 電力基盤整備課

事業の目的・概要

太陽光発電大量導入時に必須となる、太陽光発電の出力状況把握や出力予測のための技術開発を行う。

予算額等（補助（補助率：1/2））

（単位：千円）

開始年度	終了年度	事前評価時期	中間評価時期	事業実施主体
平成 23 年度	平成 25 年度	平成 22 年度	平成 25 年度	東京大学等
H23FY 予算額	H24FY 予算額	H25FY 予算額	総予算額	総執行額
100,000	90,000	33,000	223,000	137,765

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	成 果	達成度
日射量観測データや気象衛星データからの日射量推定 (課題⑧-1)	統合日射量データベースを構築する。	気象衛星画像から日射量を推定する手法を、需給運用上のニーズに合うよう改良した。 衛星推定日射量に日射計観測値を用いた誤差補正を行うことで精度向上を図った。	達成
空間線形回帰法(クリギング)に基づく空間補間による日射量推定 (課題⑧-2)	リアルタイムの日射量マップの作成を目指し、地球統計学の空間線形回帰法(クリギング)に基づく日射の空間補間法を地域PV発電出力把握に適した手法に改良する。	これまでの10km四方位程度を推定する空間補間法を、電力系統の需給エリアで適用できるよう、面的広がり大きさの違いによる変動平滑化効果を考慮して改良した。 日射量の空間補間法を元に、気温に関する空間補間を行う技術を開発した。	達成
気象衛星データを用いた日射量推定 (課題⑧-3)	水平スケール別・天気パターン別に作成した日射量の評価指標値より、水平スケール別・天気パターン別の日射量推定手法の適用範囲を明確にする。	面的な日射特性の把握に必要な評価指標を選定し、天気区分別やエリアの広さ別等各状態における最大変化幅等を見積もることを可能とした。 衛星画像から推定した面的な日射量(東京大学竹中特任研究員作成)に対し観測値で補正し推定精度を向上する手法を構築した。	達成

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
時間スケールに応じた日射量予測 (課題⑧-4)	日本気象協会保有の数値予報モデル(SYNFOS-3D)や統合日射量データベースなどを用いて日射量予測手法を開発する。	数時間先の予測は気象モデルではなく移動予測手法を用いるなど、予測する時間スケールにより予測手法を変えた。 翌日予測では、気象モデルに統計的手法を組み合わせて、精度の向上を図った。	達成
気象モデルによる日射量の予測 (課題⑧-5)	電力中央研究所保有の気象予測・解析システム(NuWFAS)をベースとして、当日・翌日の気温・風速・日射量を予測する。	既開発の気象予測・解析システムを、翌日・当日の日射量を予測するシステムに改良し、予測を行った。	達成
気象予測モデルおよび統計手法を用いた日射量の予測 (課題⑧-6)	数値予報データを利用した統計学的手法により日射量を予測するモデルを構築する。	気象庁数値予報データ(GPV)の雲量を入力データとし、統計解析により日射量予測値を出力するモデルを作成した。	達成

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
地域の太陽光発電導入状況に対応した太陽光発電出力推定 (課題⑧-7)	地域PV導入状況の違いを考慮可能な推定法を検証し、実運用時に地域毎に予め調査が必要なPV設置状況の要素を整理する。	地域のPV導入状況に対応したPV出力推定を可能とする個別PVの発電出力推定手法の精度評価を行い、出力推定に影響を与える要素(パネルの方位、角度など)を整理した。	達成
統計手法を用いた太陽光発電出力推定 (課題⑧-8)	日射量推定・予測値を元に、過去の実測データによる学習および補正などを適用しPV出力を推定する手法を開発する。	需給計画・運用のニーズに基づきPV出力を推定する時間・空間解像度を決定した。 PV出力に大きな影響を与える日影および積雪について、推定精度向上のための評価を行った。	達成
日射量推定結果からの太陽光発電出力推定 (課題⑧-9)	太陽光パネル設置地点の位置、パネルの方位・角度・温度、さらにはパネルの種類やPCSの変換効率ほか様々な要因が、日射量から太陽光発電出力への推定に与える影響を整理する。	PVパネル設置方向と傾きを推定する手法を検討し、ほぼ正しく推定できる見込みが得られた。 PVの出力推定および出力予測アルゴリズムの開発のための誤差要因を分析し、観測地点毎と、複数の観測地点があるエリアのPV出力推定モデルに適用し、精度を確認した。	達成
各種統計モデルと配電線潮流を用いた配電-全体系統の太陽光発電出力推定 (課題⑧-10)	配電線レベルの広さのPV出力の推定を行う手法を開発する。	PV出力と日射量・気温、需要の関係をモデル化するために計測データの分析を行い、相関を求めた。 配電(地域)レベルのPV出力推定機能の開発を行い、需要モデルを利用することで、精度が上がることを確認した。	達成
統計処理による太陽光発電電力量推定 (課題⑧-11)	簡易的な手法により、地域の日射強度から発電電力量を推定する手法を開発する。	簡易な統計手法を用いた発電電力量推定モデルを構築した。	達成

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
日射量データ分析 (課題⑧－１２)	太陽光発電の大量普及時に、太陽光発電電力量の予測や出力を推定する技術の観点から、用途・目的に応じて日射量や太陽光発電の発電量データがどの程度の空間密度、計測サンプリングが必要であるかを考察する。	PV300で設置した日射計のデータを様々な角度から分析し、太陽光発電の大量普及時に太陽光発電電力量の予測や出力を推定する技術の観点から、電力システムの運用という用途・目的に応じて日射量や太陽光発電の発電量データがどの程度の空間密度、計測サンプリングが必要であるかを考察するための基礎分析を行った。	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

なし

<共通指標>

論文数
18

総合評価概要

将来的な再生可能エネルギーの有効利用に備えて、太陽光発電に不可欠な出力予測技術の開発は重要であり、本技術の必要性や有効性は高く評価できる。また、大学や企業に加えて電力10社が参加する実施体制も十分であると考える。

太陽光発電の出力の予想精度が向上すると、太陽光発電の供給力への参入がより正確にできるようになり、系統容量に対する太陽光発電の導入可能量の拡大、系統全体の効率化などの成果が期待できることから、国策として推進されている再生可能エネルギーの導入拡大策の一環として、国が取り組むべき

技術開発分野と考えられる。

なお、本技術の最終目標である発電出力の予測は、日射量などの気象データから推定されるもので、長期間にわたる高精度な観察が不可欠であり、3年間という短時間に信頼できる日射量データベースの構築が可能であるのかがまず疑問である。また、気象モデルから日射量を推定する技術に関しても、特に新規性は認められず、一つの組織で考案・検討された成果が中心であり、大掛かりな実施体制を必要とする成果であるとは判断できない。実施者間の連携が有効に機能しているのか疑問が残る。

当該研究は先行研究が多数存在することが考えられ、それらの成果がどのように利用されているのか、あるいはこれからどのように利用しようとしているのかも不明である。基礎研究が多く、事業化に向けての道のりはまだ相当長いと考えられる。

今後の研究開発の方向等に関する提言

産官学の様々な実施者によるオープンイノベーションの促進、公的資金による研究の成果は公共財であるとの認識による成果・データに対するオープンアクセスの提供などの実現を期待する。

評点結果

評点法による評点結果 (E 太陽光発電出力予測技術開発実証事業)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員	F 委員	G 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.43	3	2	3	2	2	3	2
2. 研究開発等の目標の妥当性	1.86	2	1	2	2	2	3	1
3. 成果、目標の達成度の妥当性	1.86	2	1	2	2	2	2	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	1.86	2	2	2	3	1	2	1
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.00	2	2	3	2	1	3	1
6. 総合評価	2.00	2	2	2	2	2	3	1

